www.viserdata.com

工程建设

ENGINEERING CONSTRUCTION

月刊

■ 主办单位：Viser Technology Pte.Ltd.　■ ISSN 2630-5283(online) 2717-5375(print)

万方数据库收录期刊

维普数据库收录期刊

RCCSE中国权威学术期刊



2023 8

第6卷 总第54期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

维泽科技文化有限公司(Viser Technology Pte. Ltd.)成立于新加坡，是一家科技与文化高度融合的创新型企业。我们拥有一支具有较高文化素质、管理素质和业务素质的团队，聚焦于国际开源中英文期刊、体现文化含量与学术价值图书的出版发行。秉承“传播科技文化，促进学术交流”的理念，与国内外知名院校，科研院所及数据库建立了稳定的合作关系。坚持开拓创新，实施“跨越–融合”的发展战略，立足中国、新加坡两地，辐射全球，并于中国设立河北和重庆两个分部。我们将紧紧围绕专业化、特色化的发展道路，不断营造“有情怀，有视野，有梦想”的企业文化氛围，独树一帜，做一家“有血、有肉、有温度”的创新型出版企业。

Viser Technology Pte. Ltd. was founded in Singapore with branch offices in both Hebei and Chongqing, China. Viser focuses on publishing scientific and technological journals and books that promote the exchange of scientific and technological findings among the research community and around the globe. Despite being a young company, Viser is actively connecting with well-known universities, research institutes, and indexation database, and has already established a stable collaborative relationship with them. We also have a group of experienced editors and publishing experts who are dedicated to publishing high-quality journal and book contents. We offer the scholars various academic journals covering a variety of subjects and we are committed to reducing the hassles of scholarly publishing. To achieve this goal, we provide scholars with an all-in-one platform that offers solutions to every publishing process that a scholar needs to go through in order to show their latest finding to the world.



工程建设

Engineering Construction

2023年·第6卷·第8期（总第54期）

主办单位： Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N： 2630-5283 (online)
2717-5375 (print)

发行周期： 月刊

收录时间： 8月

收录期刊： 万方数据库、维普数据库
RCCSE中国权威学术期刊

期刊网址： www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱： viser-tech@outlook.com

地　　址： 21 Woodlands Close, #08-18,
Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

学术主编： 吴　萌

责任编辑： 张健美

学术编委： 严心军　王志甲　王建立
程俊儒　高　昱　初士俊
张高德　刘庆功　张　宽
张迪军　李江宇　史宗亮
高增吉　李占民　李晋阳
魏　刚　肖　泳

美工编辑： 李　亚　Anson Chee

印　　制： 北京建宏印刷有限公司

定　　价： SGD 20.00

本刊声明

本刊所载的所有文章均不代表本刊编辑部观点；作者文图责任自负，如有侵犯他人版权或者其他权利的行为，本刊概不负连带责任。

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

警告著作权人：稿件凡经本刊使用，如无电子版或书面的特殊声明，即视为作者同意授权本刊及本刊网络合作媒体进行电子版信息网络传播。

目　录

CONTENTS

工程管理

管桩加固软土地基路堤减沉效果分析..... 陈渊伦　赵爱忠 1
节能技术在建筑给排水工程中的应用分析..... 党聪哲 5
论建筑工程施工管理现状分析及改进措施..... 陈　芳 8
关于市政道桥工程路基路面压实技术的探讨..... 杨晓伟 12
路桥工程中的安全管理问题研究..... 李小强 16
如何加强建筑工程施工技术管理..... 李　磊 19
BIM 技术在建筑给排水设计中的应用 ..... 张　兰 22
探讨建筑工程管理及施工质量控制的有效的策略..... 朱国敬 25
建筑工程监理中的风险管理及控制..... 赵先胜 28
公路施工管理特征分析及相关对策..... 彭　硕 31
道路桥梁的养护技术要点及措施研究..... 高　远 35
建设项目全过程工程咨询组织结构优化研究..... 李明洋 38
高层建筑给排水节能技术的应用研究..... 陈　贺 42

建筑工程

智能建筑中电气工程及其自动化技术的应用的分析.... 赵　洋　杨天佐 45
房屋建筑工程结构设计与地基加固技术分析 .. 庞又天 48
绿色建筑理念下装配式建筑给排水设计..... 张晓斯 51
浅论工程建筑中混凝土结构的施工技术..... 衣悦雷 54
建筑工程造价的影响因素与降低工程造价的对策..... 蔡建文　王世伟 57
建筑工程中施工安全管理的问题和对策的解析..... 张安广 60
建筑工程造价超预算的原因与控制的策略.... 王　万 63
建筑主体结构工程施工技术的要点分析..... 曾慧友 66

市政工程

工业建筑给排水及消防系统设计要点分析.... 赵晓强 70

公路施工中水稳基层裂缝防治技术研究..... 郎　森 73

机械工程

大功率往复式压缩机管道振动特性及振动控制分析.... 关洪浩 76
仿真技术在机械设计与制造中的应用研究..... 郭万喜　米文晓 80

矿山工程

可摘挂抱索器架空人车远程集控设计与应用..... 刘东兴　史文明　李亚丹 83

勘察测绘

岩溶地区岩土工程勘察钻探技术的应用分析.. 韦　慈 86
大数据时代的岩土工程勘察技术重点探究.... 张　伟 89
工程地质勘察中地下水的问题及应对措施.... 韦　慈 92

施工技术

装配式混凝土建筑结构施工技术要点分析.... 刘翔飞 95
公路路桥施工中混凝土施工技术分析..... 李晓旭 99
框架剪力墙结构建筑施工技术在建筑工程中的应用与探析 ..... 金钟林 102
道桥施工中的沥青摊铺施工技术分析..... 李冬月 105
旋挖钻配合振动锤及加长钢护筒在特殊地质条件下的应用 ..... 王　云 108
道桥施工中混凝土施工技术的应用..... 李建祥 113
新建地铁与新建建筑穿插施工引起不均匀沉降处理措施 ..... 崔新梅　郑艳龙 116
装配式建筑结构施工技术的关键点分析..... 王坤磊 119
顶推施工技术在连续钢箱梁施工中的应用探讨..... 胡雪梅 122
简支矩形压电薄板弯曲的解析解... 胡敬伟　刘耕墨 125
土木工程道桥施工技术要点的探究..... 何万峰 130
高速铁路站台线并入道岔梁处末跨切边梁架设方法研究 ..... 卢永峰 133
大型单边悬挑钢结构施工过程及模拟分析..... 刘海锋　张昌满 136
道桥施工中桩基施工技术分析..... 李　壮 140
水利水电工程碾压混凝土大坝施工技术..... 王永嘉　陈　璐 143
市政路桥中现浇箱梁模板支架施工技术的应用..... 徐洪军 146
道桥施工中防水路基面施工技术浅谈..... 秦晓刚 149
公路桥梁混凝土结构施工技术与优化措施... 刘　恋 152
BIM 技术在道路桥梁设计中的应用分析 ..... 袁宁波 155
软土路基在公路施工中的技术处理分析..... 冯　超 158
路桥工程施工的软土地基处理技术实践研究..... 王树阳 161
建筑给排水管道的安装施工技术..... 吴江波 164
浅谈止水帷幕与桩支护逆筑法在旋流池工程施工中的应用 ..... 张　亮 167
高层建筑给排水设计施工及管道安装施工工艺..... 冯　轩 171
建筑工程坡屋面施工技术要点与控制措施... 章艳丽 174
道桥防水混凝土的施工要点分析..... 宋洪波 177
浅谈建筑工程框架剪力墙结构主体工程施工技术..... 林　斌 180
浅析市政道桥施工中钻孔灌注桩施工技术的应用..... 刘翔跃 183

建筑设计

既有建筑改造设计要点与具体做法解析..... 王海鹏 186
现代建筑设计中传统文化的传承及创新..... 程亦飞 189
商务酒店大堂空间色彩设计探究..... 赵秀艳　赵天宇 192

节能环保

低碳节能装配式建筑结构施工技术探讨..... 马　朝 198

管桩加固软土地基路堤减沉效果分析

陈渊伦[1] 赵爱忠[2]
1 桂阳县交通建设质量安全监督站，湖南 郴州 424400
2 湖南宇康工程建设有限公司，湖南 郴州 424400

[摘要]为分析管桩加固软土地基路堤的减沉效果，分别对管桩加固前后的软土地基路堤沉降进行计算。结果表明，管桩能有效减少软土地基沉降，加固后的路堤沉降量约为加固前的十分之一，且加固后的路堤能快速完成沉降，在施工完成后沉降相对较小。管桩桩长、桩径和桩壁厚度对淤泥质软土地基沉降均有明显影响，随着桩长、桩径和桩壁厚度增大，淤泥质软土地基路堤沉降量逐渐减少，随着桩间距的逐渐增大，淤泥质软土地基沉降量逐渐增大。
[关键词]管桩；软土地基；路堤；沉降
DOI：10.33142/ec.v6i8.9141 中图分类号：TU47 文献标识码：A

Analysis of the Effect of Reducing Settlement of Embankment on Soft Soil Foundation Reinforced by Pipe Piles

CHEN Yuanlun [1], ZHAO Aizhong [2]
1 Guiyang County Traffic Construction Quality and Safety Supervision Station, Chenzhou, Hunan, 424400, China
2 Hunan Yukang Engineering Construction Co., Ltd., Chenzhou, Hunan, 424400, China

Abstract: In order to analyze the settlement reduction effect of pipe pile reinforcement on soft soil embankments, the settlement of soft soil embankments before and after pipe pile reinforcement was calculated. The results showed that pipe piles can effectively reduce the settlement of soft soil embankments, and the settlement of the reinforced embankment is about one tenth of that before reinforcement. The reinforced embankment can quickly complete settlement, and the settlement is relatively small after construction is completed. The length, diameter, and thickness of the pipe pile have a significant impact on the settlement of the muddy soft soil foundation. As the length, diameter, and thickness of the pile increase, the settlement of the muddy soft soil foundation embankment gradually decreases. As the distance between piles increases, the settlement of the muddy soft soil foundation gradually increases.
Keywords: pipe piles; soft soil foundation; embankment; settlement

引言

随着我国经济快速发展，公路工程大量建设，不可避免碰到各种地质条件的基础，东部沿海地区是我国经济发达的聚集区，公里交通等设施非常密集，软土是我国东部沿海地区常见的特殊土体，由于其承载力低、孔隙率大以及固结沉降缓慢等特点[1-3]，因此没有经过处理的淤泥质软土地基承载能力非常差，难以满足路堤的建设标准，软土沉降固结过程分为主固结沉降和次固结沉降两个过程，而自然条件下软土地基沉降完成通常需要数年之久，这使得软土地基在工程完成后很长一段时间仍在持续的沉降，从而产生较大的沉降，并且由于路堤荷载和地层的差异还会使得淤泥质软土地基路堤产生不均匀沉降。公路施工对于工后沉降有非常严格的要求，如何对软土地基进行处理进而有效控制路堤工后沉降是目前的亟待解决的问题。

软土地基处理方式有多种，主要有换填、堆载预压、真空预压、电渗、碎石桩、管桩等方式[4-6]，主要从将软土替换为承载力更高的土、加固软土固结沉降以及通过复合地基或桩基础的理念由桩来承受主要荷载，从而提高软土地基承载能力减少地基沉降变形。管桩是一种方便高效的软土地基处理方式，在软土地基处理工程中应用广泛，众多专家学者也对其开展了大量的研究。问建学等[7]对管桩处理超厚软土地基进行了研究，分析了不同弹模对管桩复合地基不均匀沉降的影响，并提出了一种新型的处置方案。刘海兵[8]对管桩处理软土地基的拱效应开展了研究，结果表明群桩可明显提高桩间土的承载能力，当桩端刺入会破坏土拱效应，使得桩间土承载能力极速降低。李文勇等[9]采用指数函数模型对管桩荷载-沉降关系曲线进行预测，结果表明采用指数函数模型预测结果与实际结果基本一致，可以作为类似工程预测沉降的参考。

本文对管桩加固软土地基路堤沉降情况进行分析，分析了管桩加固前后，软土地基路堤路面竣工时以及路面竣工后 166 个月后的沉降情况，并对软土地基路堤加固前后路堤沉降随时间变化规律进行分析。此外为对管桩加固进行优化设计还对不同长度、直径、管桩壁厚以及桩间距的管桩加固软土地基进行计算，分析了软土地基沉降随管桩长度、直径、壁厚和桩间距的变化规律。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 计算原理

计算采用 Mohr-Coulomb 理想弹塑性模型的破坏准则，可通过如下方程式进行表示[10]：

$$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}=\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}\sin\varphi+c\cos\varphi \quad (1)$$

其中，σ_1和σ_3分别为最大和最小主应力，c 为淤泥质软土的粘聚力，ϕ 为淤泥质软土的内摩擦角。

预制管桩与淤泥质软土间的相互作用可以通过切向和法向弹簧来表征，假定弹簧按照线弹性变化，应力与应变的关系可通过如下方程式进行表示：

$$\{\sigma\}=[K]\{\omega\} \quad (2)$$

其中，

$$\{\sigma\}=\begin{Bmatrix}\sigma_n\\ \tau_{s1}\\ \tau_{s2}\end{Bmatrix} \quad (3)$$

$$[K]=\begin{Bmatrix}k_n & 0 & 0\\ 0 & k_{s1} & 0\\ 0 & 0 & k_{s2}\end{Bmatrix} \quad (4)$$

$$\{\omega\}=\begin{Bmatrix}du\\ dv_1\\ dv_2\end{Bmatrix} \quad (5)$$

式中，σ_n、τ_{s1}、τ_{s2}分别表示预制管桩与淤泥质软土接触面上的法向及切向应力，du、d_{v1}、d_{v2}分别表示预制管桩与淤泥质软土接触面产生的法向位移及两个方向的切向位移，kn、ks1、ks2 分别表示预制管桩与淤泥质软土接触面法向刚度系数及两个方向的切向刚度系数。

3 计算模型与参数

某路堤穿越软土地基，地基属于第四系全新冲积、海相沉积淤泥或淤泥质土地层，土体呈灰色或深灰色，厚度约 12～16m，软土主要表现为高压缩性、高含水率和低承载力（两高一低）。为分析淤泥质软土地基的沉降规律，建立淤泥质软土地基路堤模型，软土层厚度 18m，地下水埋深 1m，软土孔隙比-压力关系曲线（e-p 曲线）如图 1 所示。路堤高度 18.0m，路面厚度 0.7m，路堤顶宽 14.5m，路堤边坡坡度为 1：1.5，路堤底宽为 70.6m，路堤一次性填筑，填筑时间为 6 个月，路堤填筑完成后 4 个月开始铺设路面，路面铺设工期为 4 个月。路堤容重为 18kN/m^3，粘聚力为 17kPa，内摩擦角 30° 。管桩间距为 2.5m，布置形式为等边三角形布置，管桩长度为 15m，管桩直径为 0.6m，管桩壁厚为 20mm。

为对管桩加固进行优化设计，分布建立了不同管桩长度、管桩直径、管桩壁厚的计算模型。分别建立（1）管桩直径为 0.6m，管壁厚度为 20mm，管桩间距为 2.5m 时，管桩计算长度分别为 9m、12m、15m、18m 和 21m 的计算模型；（2）管桩长度为 15m，管壁厚度为 20mm，管桩间距为 2.5m 时，管桩直径分别为 0.2m、0.4m、0.6m、0.8m 和 1.0m 的计算模型；（3）管桩长度为 15m，管桩直径为 0.6m，管桩间距为 2.5m，管桩壁厚分别为 10mm、15mm、20mm、25mm 和 30mm 的计算模型；（4）管桩长度为 15m，管桩直径为 0.6m，管桩壁厚为 20mm，管桩间距分别为 1.5m、2m、2.5m、3m 和 3.5m。并对采用这些软土地基模型进行计算，分析不同管桩长度、管桩直径、管桩壁厚和管桩间距对淤泥质软土地基路堤减沉效果的影响。

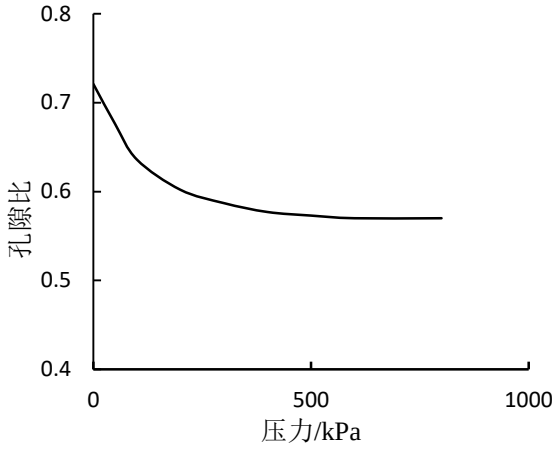


图 1 e-p 关系曲线

4 管桩加固对软土地基路堤沉降影响分析

路面竣工时管桩加固前后路基横断面各点的沉降（中线为原点）如图 2 所示，可以看出路堤沉降量基本沿路堤中线对称分布，在路堤中线位置沉降量最大，管桩加固前路面竣工时最大沉降量为 0.331m，加固后路堤的最大沉降量为 0.032m，采用管桩加固后的路堤在路面竣工时沉降量显著减少，加固后的路堤沉降量约为加固前的十分之一。

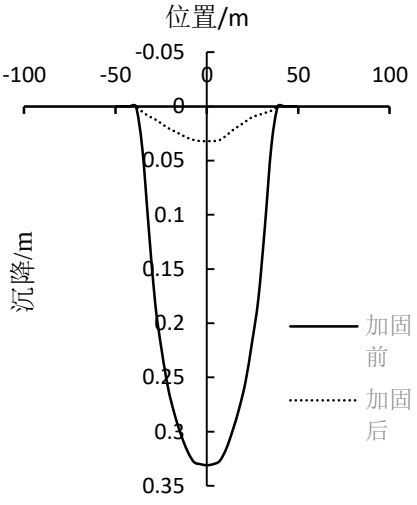


图 2 路面竣工时管桩加固前后路基横断面各点沉降

计算路面竣工后 166 个月后，路基横断面各点的沉降（中线为原点）如图 3 所示，未采用管桩加固的路堤路面

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

竣工后总沉降量为 0.644m，其中路面竣工后产生的沉降为 0.313m，沉降量较大，可能会导致铺填的路面开裂，影响道路的正常使用，采用管桩加固的路堤，总沉降量为 0.047m，其中工后沉降为 0.015m，工后沉降较小，基本满足工程运行要求。

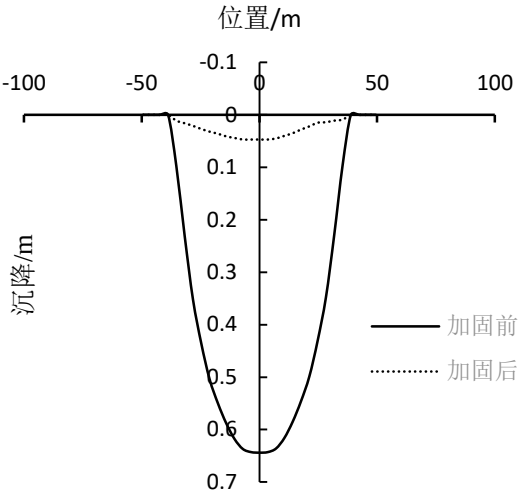


图3 路面竣工后166个月后管桩加固前后路基横断面各点沉降

路堤沉降与时间关系曲线如图 4 所示，可以看出未加固前路堤在路堤施工阶段快速沉降，而后沉降速度逐渐减缓，但沉降速率仍相对较大。管桩加固后的软土地基路堤沉降主要集中在路堤施工阶段，路堤竣工后其沉降速率显著降低，这也进一步说明管桩加固对减少软土地基路堤沉降是有效的。

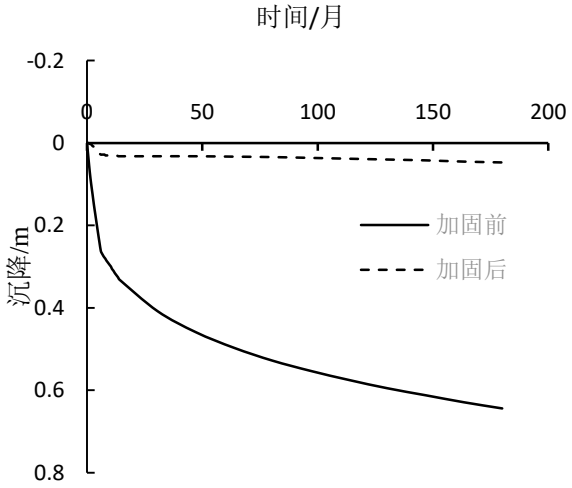


图4 路堤沉降与时间关系曲线

5 管桩优化设计

路堤沉降量随桩长变化规律如图 5 所示，可以看出随着桩长增大，路堤的沉降量逐渐减小，当桩长由 9m 增大到 12m 时，淤泥质软土地基沉降量减少 3.66%；当桩长由 12m 增大到 15m 时，淤泥质软土地基沉降量减少 3.21%；当桩长由 15m 增大到 18m 时，淤泥质软土地基沉降量减少 2.10%；当桩长由 18m 增大到 21m 时，淤泥质软土地基沉降量减少 0.9%。这说明淤泥质软土地基沉降量与桩长直接相关，桩长越长，淤泥质软土地基沉降量越小，然而随着桩长逐渐增大，淤泥质软土地基的沉降量较小速率逐步减缓。

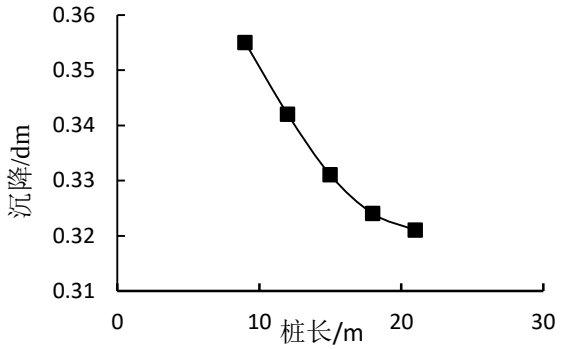


图5 路堤沉降与桩长关系曲线

路堤沉降量随桩径变化规律如图 6 所示，可以看出随着桩径增大，路堤的沉降量逐渐减小，当桩径由 0.2m 增大到 0.4m 时，淤泥质软土地基沉降量减少 11.43%；当桩径由 0.4m 增大到 0.6m 时，淤泥质软土地基沉降量减少 11.02%；当桩径由 0.6m 增大到 0.8m 时，淤泥质软土地基沉降量减少 6.34%；当桩径由 18m 增大到 21m 时，淤泥质软土地基沉降量减少 2.58%。这说明淤泥质软土地基沉降量与桩径直接相关，桩径越大，淤泥质软土地基沉降量越小，然而当桩径超过 0.6m 时，继续增大桩径对淤泥质软土地基的减沉效果增加逐渐减弱。

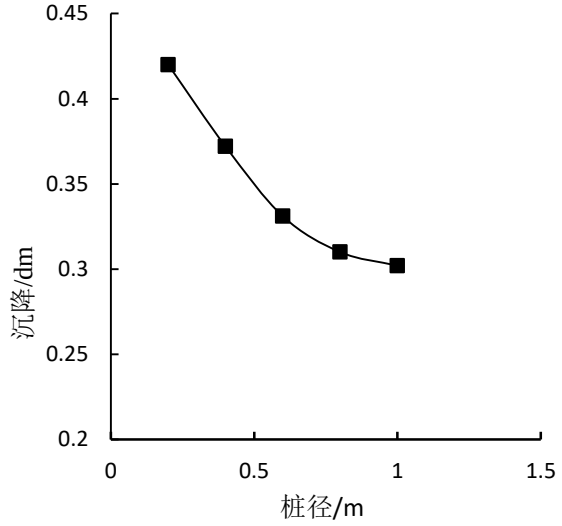


图6 路堤沉降与桩径关系曲线

路堤沉降量随桩壁厚度变化规律如图 7 所示，可以看出随着桩壁厚度增大，路堤的沉降量逐渐减小，当桩壁厚度由 10mm 增大到 15mm 时，淤泥质软土地基沉降量减少 8.12%；当桩壁厚度由 15mm 增大到 20mm 时，淤泥质软土

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

地基沉降量减少 5.70%；当桩壁厚度由 20mm 增大到 25mm 时，淤泥质软土地基沉降量减少 6.34%；当桩壁厚度由 25mm 增大到 30mm 时，淤泥质软土地基沉降量减少 2.58%。这说明淤泥质软土地基沉降量与桩壁厚度直接相关，桩壁厚度越大，淤泥质软土地基沉降量越小，然而当桩壁厚度超过 25mm 时，继续增大桩壁厚度对淤泥质软土地基的减沉效果增加逐渐减弱。

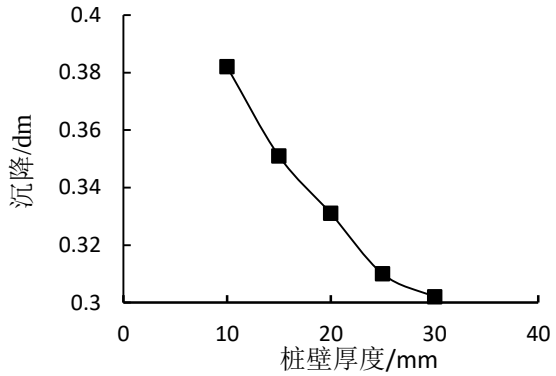


图 7 路堤沉降与桩壁厚度关系曲线

路堤沉降量随桩间距变化规律如图 8 所示，可以看出随着桩间距增大，路堤的沉降量逐渐增大，当桩间距由 1.5m 增大到 2.0m 时，淤泥质软土地基沉降量增大 2.92%；当桩间距由 2.0m 增大到 2.5m 时，淤泥质软土地基沉降量增大 4.42%；当桩间距由 2.5m 增大到 3.0m 时，淤泥质软土地基沉降量增大 5.74%；当桩间距由 3.0m 增大到 3.5m 时，淤泥质软土地基沉降量增大 8.57%。这说明淤泥质软土地基沉降量与桩间距直接相关，桩间距越大，淤泥质软土地基沉降量越大，且随着桩间距增大，淤泥质软土地基路堤沉降量的增大幅度呈逐渐增大趋势。

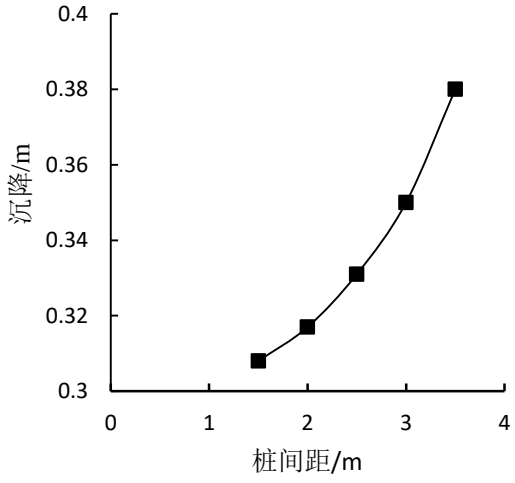


图 8 路堤沉降与桩间距关系曲线

管桩桩长、桩径、桩壁厚度、桩间距对淤泥质软土地基沉降均有明显影响，随着桩长、桩径和桩壁厚度增大，淤泥质软土地基沉降量逐渐减少，且当桩长超过 15m、桩径超过 0.6m、桩壁厚度超过 25mm 时，继续增大桩长、桩径或桩壁厚度对淤泥质软土地基的减沉效果增加逐渐减弱。管桩桩长、桩径、桩壁厚度相同时，随着桩间距逐渐增大，淤泥质软土地基路堤沉降量逐渐增大。

6 结论

（1）路堤沉降量基本沿路堤中线对称分布，在路堤中线位置沉降量最大，采用管桩加固后的路堤在路面竣工时沉降量显著减少；

（2）计算路面竣工后 166 个月后未加固的路堤路面工后总沉降量约为管桩加固后路堤工后总沉降量的 20 倍，过大的沉降量，可能会导致铺填的路面开裂，影响道路的正常使用；

（3）未加固前路堤在路堤工后沉降速率仍相对较大，管桩加固后的软土地基路堤沉降主要集中在路堤施工阶段，路堤竣工后其沉降速率显著降低。

（4）管桩桩长、桩径和桩壁厚度对淤泥质软土地基沉降均有明显影响，随着桩长、桩径和桩壁厚度增大，淤泥质软土地基沉降量逐渐减少。且当桩长超过 15m、桩径超过 0.6m、桩壁厚度超过 25mm 时，继续增大桩长、桩径或桩壁厚度对淤泥质软土地基的减沉效果增加逐渐减弱。

[参考文献]

[1]周书东,黄锦盛,张彤炜,等.东莞滨海软土物理力学指标统计与相关性分析[J].土工基础,2022,36(6):992-996.
[2]刘伟,陈凌伟,张庆华,等.广州南沙区软土分布特征及工程性质[J].长江科学院院报,2022,39(1):94-99.
[3]孙佳锐.天津不同区域软土性质指标统计分析[J].地下水,2021,43(4):164-166.
[4]钱立义,章文智,张泽文,等.海相软土地区海堤加固工程优化施工研究[J].水利规划与设计,2023,234(4):126-129.
[5]柏杨,姜晨冰,赵地,等.水泥土搅拌桩在滨海软土地基加固中的应用[J].人民黄河,2022,44(2):280-281.
[6]李长辉,武航,程国勇,等.不同排水板真空预压软土加固对比试验研究[J].岩土力学,2022,43(10):2819-2827.
[7]闫建学,唐昌意,曹雄,等.超厚软土区管桩复合地基不均匀沉降病害处治[J].公路,2023,68(3):68-75.
[8]刘海兵.高填方路堤 PHC 管桩加固软土地基土拱发育演化特征研究[J].路基工程,2022,225(6):124-129.
[9]李文勇,张浩,关宏信,等.软土地基中预应力管桩荷载-沉降曲线计算[J].交通科学与工程,2021,37(3):17-21.
[10]宋金华,代贤映.软土地基桩排悬臂式挡土墙抗滑数值仿真[J].计算机仿真,2022,39(12):347-351.

作者简介：陈渊伦（1982.10—），男，汉族，湖南桂阳人，本科，工程师，研究方向：公路与桥梁。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

节能技术在建筑给排水工程中的应用分析

党聪哲
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]建筑给排水工程作为城市基础设施的重要组成部分，承担着供水、排水、排污、治理雨水等任务，对城市的生态环境和人民的生活质量有着重要影响。随着人们对环境保护和可持续发展的重视，建筑给排水工程中应用节能技术已经成为一种必然趋势。采用节能技术可以降低能耗和运营成本，提高设备的效率和性能，同时可以减少对环境的影响，实现建筑物的可持续发展。文章将详细探讨建筑给排水工程中节能技术的应用现状、存在的问题及解决措施，旨在推动建筑给排水工程的可持续发展，为城市环境的改善和人民的生活质量的提升做出贡献。

[关键词]给排水工程；节能技术；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9138 中图分类号：TU9 文献标识码：A

Application Analysis of Energy-saving Technology in Building Water Supply and Drainage Engineering

DANG Congzhe
Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As an important component of urban infrastructure, building water supply and drainage engineering undertakes tasks such as water supply, drainage, sewage discharge, and rainwater treatment, and has a significant impact on the ecological environment of the city and the quality of life of the people. With the increasing emphasis on environmental protection and sustainable development, the application of energy-saving technology in building water supply and drainage engineering has become an inevitable trend. Adopting energy-saving technology can reduce energy consumption and operating costs, improve equipment efficiency and performance, and reduce environmental impact, achieving sustainable development of buildings. The article will explore in detail the current application status, existing problems, and solutions of energy-saving technologies in building water supply and drainage engineering, aiming to promote the sustainable development of building water supply and drainage engineering, which contribute to the improvement of urban environment and the improvement of people's quality of life.

Keywords: water supply and drainage engineering; energy saving technology; application

引言

文章旨在探讨建筑给排水工程中应用节能技术的意义、存在的问题及解决措施。在建筑给排水工程中，应用节能技术可以降低能耗和运营成本，提高设备的效率和性能，同时可以减少对环境的影响，实现建筑物的可持续发展。然而，建筑给排水工程中应用节能技术还存在着缺乏全面的节能策略、技术应用落后、维护和管理不足等问题[1]。因此，我们将分别从采用高效节能设备和技术、优化供水和排水系统、应用新型材料和工艺等方面探讨建筑给排水工程中应用节能技术的解决措施。

1 建筑给排水工程概述

建筑给排水工程是指将建筑内外的水和废水进行收集、处理、运输和排放的一系列工程。它包括供水、排水、通风、空调、消防等多个子系统。在建筑给排水工程中，节能、环保、安全和健康等因素是非常重要的考虑因素。首先，在供水方面，建筑给排水工程需要保证建筑内水资源的安全、高效和节约利用。这需要选择适当的供水设备和管道材料，并进行合理的管道布局和水质控制。在排水方面，建筑给排水工程需要将废水排放到公共排水系统或处理设备中，保证排水的质量符合国家相关标准。同时，建筑给排水工程还需要考虑排水管道的防腐、防渗和防火等因素。其次，在通风和空调方面，建筑给排水工程需要考虑建筑内部空气的质量和流通。为了达到高效的通风和空调效果，需要采用合适的设备和技术，并合理布局通风和空调设备。此外，建筑给排水工程还需要注意通风和空调系统的维护和管理，以确保其长期的高效运行。最后，在消防方面，建筑给排水工程需要考虑火灾安全问题。为了达到良好的消防效果，需要采用合适的消防设备和系统，并进行合理的布局和设计。此外，建筑给排水工程还需要注意消防设备的维护和管理，以确保其在火灾发生时能够快速、有效地响应[1]。

2 建筑给排水工程应用节能技术的意义

2.1 节省能源和降低运营成本

在建筑给排水工程中，应用节能技术可以降低建筑物的能源消耗，从而节省能源，降低运营成本。这对于建筑业主和使用者来说是非常重要的，因为能源和运营成本是

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

他们长期面临的挑战之一。首先，应用节能技术可以降低建筑物的能耗。在建筑给排水工程中，许多系统和设备需要消耗大量的能源才能正常运行，如水泵、空调等[2]。采用高效节能的设备和技术，可以大幅度降低这些系统和设备的能耗，从而降低建筑物的总能耗。例如，采用变频水泵可以根据实际需求调节水流量，从而避免浪费，降低能耗；采用废水回收技术可以利用废水再生产水，从而降低建筑物的用水成本。其次，应用节能技术可以降低建筑物的运营成本。在建筑给排水工程中，很多设备和系统需要定期维护和保养，以确保其长期高效运行。然而，这些维护和保养工作也需要耗费大量的人力和物力，增加建筑物的运营成本。采用高效节能设备和技术，可以延长设备的寿命，减少维护和保养的次数，从而降低建筑物的运营成本。例如，采用节能灯具可以降低灯具的耗电量，同时延长灯具的寿命，从而降低建筑物的能源和维护成本[2]。

2.2 提升建筑的环保性能

应用节能技术可以提高建筑物的环保性能，减少对环境的负面影响，这对于建筑业主和使用者来说是非常重要的，因为环保是当今社会所面临的一个重要议题。首先，应用节能技术可以减少建筑物对能源的依赖，降低其对环境的影响。例如，采用太阳能热水器、光伏发电等技术可以利用自然能源来提供能源，从而降低建筑物对传统能源的依赖，减少其对环境的污染和负面影响。其次，应用节能技术可以减少建筑物对水资源的消耗，降低其对环境的影响。例如，采用节水设备和技术可以减少建筑物对自来水的使用，从而降低其对自来水资源的消耗。同时，采用废水回收技术可以将废水再生产为水，从而减少建筑物对水资源的需求，提高水资源的利用效率。最后，应用节能技术可以减少建筑物对大气环境的污染，提高空气质量。例如，采用高效空气过滤器和通风设备可以降低室内空气中的污染物浓度，从而提高室内空气质量。此外，采用清洁能源和低污染能源可以降低建筑物对大气环境的污染，改善周围环境质量。

3 建筑给排水工程中节能技术方面存在的问题

3.1 缺乏全面的节能策略

建筑给排水工程是建筑中非常重要的一环，对建筑能源消耗和环境影响具有重要的作用。然而，目前在建筑给排水工程中，节能技术往往局限于单个系统或设备，缺乏全面的节能策略。这种缺乏全面策略的情况可能导致各个系统之间的协调不足，从而无法实现最佳的能效表现[3]。首先，缺乏全面的节能策略可能会导致各个系统之间的协调不足。在建筑给排水工程中，不同系统之间存在相互影响和制约，因此需要有一个全面的节能策略来协调各个系统之间的关系。如果只是单独对某个系统或设备进行节能优化，而没有考虑到其他系统之间的影响，就可能会降低整体能效。其次，缺乏全面的节能策略可能会导致节能措施的重复或者冲突。如果每个系统或设备都采用了自己的节能措施，就可能会出现重复投资的情况。另外，如果不同的节能措施之间存在冲突，就可能会导致一些措施的效果被削弱或者失效，从而无法实现最佳的节能效果。最后，缺乏全面的节能策略也可能会导致节能效果的限制。如果只是针对某个系统或设备进行节能优化，那么节能效果的提升也会受到该系统或设备本身能力的限制。而全面的节能策略则可以通过协调各个系统之间的关系，从而实现更全面、更高效的节能效果[3]。

3.2 技术应用落后

尽管建筑给排水领域有一些节能技术可供选择，但很多开发商和承包商仍然倾向于使用传统的非节能技术和设备。这种现象主要是因为他们不了解新技术的优点，或者担心成本和可靠性问题。首先，很多开发商和承包商不了解新技术的优点，因此仍然倾向于使用传统的非节能技术和设备。这可能是由于缺乏相关的教育和培训，或者是由于他们没有足够的时间和精力来研究新技术[4]。然而，这种情况会导致他们错失采用节能技术的机会，从而影响建筑能源消耗的减少和环保效果的提升。其次，有些开发商和承包商可能担心新技术的成本和可靠性问题，而选择使用传统的非节能技术和设备。这种担心可能是由于缺乏相关的市场信息和实践经验，或者是由于他们认为传统技术的成本和可靠性更容易控制。然而，这种选择会导致他们在长期的运行中面临更高的能源和维护成本，并可能导致环保效果的降低。最后，有些开发商和承包商可能缺乏对节能技术的认知和信任，因此不愿意采用这些技术。这可能是由于他们认为这些技术过于复杂，难以理解和掌握，或者是由于他们缺乏与相关技术供应商的合作机会。然而，这种选择会导致他们错失采用节能技术的机会，从而无法实现最佳的节能效果。

3.3 维护和管理不足

在建筑给排水工程中，设备的维护和管理对于保持其高效运行至关重要。然而，很多建筑物的设备维护和管理不足，这可能会降低其能效，甚至导致故障。因此，定期的维护和管理计划是必要的，以确保设备的能效持续优化。首先，缺乏定期的维护计划可能会导致设备的能效下降。例如，建筑物的水泵和管道系统需要进行定期的清洗和维护，以确保其正常运行。如果不定期进行维护，则可能会导致设备的运行效率下降，从而导致能源浪费和成本增加。其次，缺乏专业的管理团队可能会导致设备的维护和管理不足。在一些建筑物中，缺乏专业的管理团队来负责设备的维护和管理，从而导致维护和管理工作不到位。这可能会导致设备的损坏和能效下降，进而影响建筑物的整体运行效率。最后，缺乏完善的设备管理系统可能会导致设备的维护和管理不足。一些建筑物可能没有完善的设备管理系统，无法及时记录设备的维护和管理情况，也无法提醒

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

相关人员进行维护。这可能会导致设备的损坏和能效下降，进而影响建筑物的整体运行效率。

4 节能技术在建筑给排水工程中的应用措施

4.1 采用高效节能设备和技术

在建筑给排水工程中，采用高效节能设备和技术是实现节能目标的重要手段。具体来说，这些设备和技术可以通过以下方式实现节能效果：首先，采用高效节能设备可以降低设备的能耗。例如，采用变频水泵可以根据实际需求调节水流量，从而避免浪费，降低能耗；采用高效节能灯具可以降低灯具的耗电量，同时延长灯具的寿命，从而降低建筑物的能源和维护成本[5]。其次，采用高效节能技术可以提高系统的能效。例如，采用太阳能热水器可以利用太阳能提供热水，降低对传统能源的依赖，从而降低能源消耗和运营成本；采用节水设备和技术可以减少用水量，降低水资源消耗。此外，采用高效节能设备和技术还可以提高建筑物的使用效率和舒适度。例如，采用高效空调系统可以提高室内空气质量和温度控制精度，从而提高使用者的舒适度和工作效率；采用新型管道材料和工艺可以降低管道阻力和泄漏率，提高供水和排水系统的运行效率。

4.2 优化建筑物的供水和排水系统

建筑物的供水和排水系统是建筑给排水工程的核心部分，优化这些系统的设计和运行可以实现节能和环保的目标，同时提高系统的效率和可靠性。首先，建筑物的供水和排水系统应该根据实际需求和用途进行合理的设计和布局。例如，为了降低系统的能耗和减少管道泄漏，可以采用合适的管道材料和管道布局，如采用塑料管道、采用交错式管道布局等。此外，可以根据用水量的大小和不同的用水需求，设置不同的水源和水储存设备，如雨水收集装置、废水回收装置等。其次，建筑物的供水和排水系统应该控制水流量和水压力，以提高系统的能效和水资源利用率。例如，可以通过安装水流量计和压力传感器等设备，实时监测系统的水流量和压力，从而控制系统的用水量和流量，降低用水成本和水资源消耗。此外，可以采用供水和排水泵的变频调节技术，根据实际用水需求调节水泵的运行频率和水流量，从而降低水泵的能耗和运行成本。最后，建筑物的供水和排水系统应该采用新型的节能设备和技术，提高系统的效率和性能。例如，可以采用节能水龙头和淋浴器，减少用水量；采用回收式废水处理设备，将废水再生利用；采用高效过滤器和净水设备，提高用水的质量和安全性。同时，还可以采用智能控制系统和远程监控技术，实现对供水和排水系统的智能管理和实时监测，从而提高系统的效率和可靠性[5]。

4.3 应用新型材料和工艺

应用新型材料和工艺是建筑给排水工程中实现节能和环保的重要手段。新型材料和工艺可以提高设备的性能和寿命，降低维护成本，同时可以减少对环境的影响，从而实现建筑物的可持续发展。首先，应用新型材料可以提高设备的性能和寿命，从而降低维护成本和能源消耗。例如，采用高密度聚乙烯管道可以降低管道的阻力和泄漏率，提高供水和排水系统的运行效率；采用新型的隔热材料和管道绝缘材料可以降低热能损失和水冷却能耗，提高系统的能效和环保性。其次，应用新型工艺可以提高设备的性能和运行效率，从而实现节能和环保的目标。例如，采用废水回收工艺可以将废水再生利用，减少用水量和水资源消耗；采用智能控制技术和自动化系统可以降低设备的运行成本，提高系统的效率和可靠性。此外，应用新型材料和工艺还可以减少对环境的影响，提高建筑物的环保性能。例如，采用环保型材料和工艺可以减少建筑物的废弃物和污染物排放，从而降低对环境的影响；采用可再生能源和清洁能源可以减少建筑物对传统能源的依赖，从而减少对环境的污染和负面影响[]。

5 结语

建筑给排水工程作为城市基础设施的重要组成部分，发挥着至关重要的作用。为了实现可持续发展的目标，应用节能技术已经成为建筑给排水工程的重要趋势。通过采用高效节能设备和技术、优化供水和排水系统、应用新型材料和工艺等措施，可以实现建筑给排水工程的高效、安全、环保和节能运行，为社会和环境做出贡献。在未来，我们需要继续推动建筑给排水工程的可持续发展，共同构建更加宜居、舒适和环保的城市环境。

[参考文献]

[1]谢如杰.节能技术在建筑给排水工程中的应用研究[J].房地产世界,2021(6):81-82.
[2]陈国栋.建筑给排水工程中节能节水技术的有效应用分析[J].房地产世界,2021(23):75-77.
[3]邓杰,张艳焕.节能技术在建筑给排水工程中的应用研究[J].住宅与房地产,2020(9):181.
[4]李向波.节能技术在建筑给排水工程中的应用分析[J].建材与装饰,2019(33):34-35.
[5]李永民.分析节能技术在建筑给排水工程中的应用分析[J].建材与装饰,2019(21):11-12.

作者简介：党聪哲（1993.3—），女，汉族，毕业学校：河北工业大学，现工作单位：河北建筑设计研究院有限责任公司。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

论建筑工程施工管理现状分析及改进措施

陈 芳
重庆北新融建建设工程有限公司，重庆 400000

[摘要]城市化进程的深入推进为建筑行业发展带来颇多机遇，工程项目数量逐渐增多，规模日益扩大，促进了国民经济的稳定发展，也为我国现代化建设提供有力支持。但结合当前建筑工程施工情况来看，由于工程项目复杂，涉及诸多技术性较强的内容，加之施工环境特殊，导致施工管理难度增大，存在的问题较多，影响了施工效率和质量。为保证建筑工程施工工作顺利实施，应该加强对施工管理工作的重视，结合施工要求制定管理对策。

[关键词]建筑工程；施工管理；现状；改进措施
DOI：10.33142/ec.v6i8.9116 中图分类号：TU71 文献标识码：A

Discussion on Analysis of the Current Situation of Construction Management in Building Engineering and Improvement Measures

CHEN Fang
Chongqing Beixin Rongjian Construction Engineering Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

Abstract: The deepening of urbanization has brought many opportunities for the development of the construction industry. The number and scale of engineering projects are gradually increasing, promoting the stable development of the national economy and providing strong support for Chinese modernization construction. Based on the current construction situation of construction projects, due to the complexity of the project, which involves many highly technical content, and the special construction environment, the difficulty of construction management has increased, and there are many problems that affect construction efficiency and quality. In order to ensure the smooth implementation of construction work in construction projects, it is necessary to strengthen the importance of construction management work and formulate management strategies based on construction requirements.

Keywords: construction engineering; construction management; current situation; improvement measures

引言

建筑工程施工过程中，应用的专业技术手段较多，诸如机械、电气等，同时施工环节复杂，对施工过程有较高要求，致使施工管理难度大，倘若某一环节出现问题，必然会对工程质量造成影响。对此，应该结合当前施工管理现状，采取科学的方式方法制定改进措施，为施工工作的有序推进提供支持，让建筑工程整体质量满足工程建设标准与要求。

1 建筑工程施工管理必要性

建筑工程项目在实施阶段，施工管理是关键，会直接影响施工效率和质量，同时也能促进企业市场核心竞争力的提升，因此应该积极开展施工管理工作。

（1）科学的施工管理能满足现代工程建设需求。自改革开放以来，我国社会经济发展进程持续推进，人们的思想观念、经营理念发生较大变化，竞争意识逐渐增强，但经济体制的发展并没有随着人们思想意识的改变而完善。建筑工程项目的实施过程中，针对施工管理制度的建设，始终停留在维持社会正常运转阶段，没有将现代化的理念融入其中，导致资源无法充分运用，施工管理期间出现的问题较多，不利于建筑工程施工质量和效率的提高。所以若想保证建筑工程项目顺利实施，必须加强对施工管理工作的重视，注重制度建设，将新的管理理念、方法、技术融入到管理中，制定可行的施工管理措施[1]。

（2）规范的施工管理能与先进的科学管理理论相适应。在社会的高速发展下，管理学备受社会各界关注。所谓的管理，具体是指的是要保证现有资源科学分配，将资源的最大价值和优势展现出来，促进工作效率和质量的提高。建筑工程项目在建设过程中，合理地开展施工管理工作，将现代化的先进管理理论融入其中，有助于施工管理水平的提高，也能为建筑行业的深入发展奠定坚实基础。

（3）合理的施工管理能符合市场发展需求。建筑工程项目是国民经济发展的基础项目，对维持社会正常运转有积极作用。近年来，社会经济发展速度加快，我国经济建设也日益完善，市场规则以及相应法律法规建设基本形成。基于此背景，建筑工程施工管理工作必须紧跟时代发展步伐，加强对方法制度的调整与完善，尽可能满足市场发展需求，保证建筑行业能朝着可持续的方向迈进[2]。

2 建筑工程施工管理现状分析

2.1 设计工作监督管理不到位

在建筑工程施工过程中，设计工作是不可缺少的重要

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

一环，在工程占有较高地位，关系到后续施工的开展。可以说，建筑工程设计的合理性、科学性，与工程整体施工质量息息相关，所以建筑企业应该结合工程项目的具体情况，做好规划设计，从整体角度上提升施工水平和效果，保证企业能真正实现可持续发展目标[3]。但结合当前工程施工情况来看，部分管理人员对设计工作的关注度偏低，没有加强对设计环节的监督、管控，使得建筑工程规划阶段，经常出现设计不合理、不规范等问题，降低了工程的使用性能，甚至会给建筑企业造成严重经济损失。

2.2 配套设施管理不规范

由于建筑工程施工项目庞大，施工周期长，涉及内容众多，因此为提高施工效率，通常会采用大量机械设备辅助施工。工程机械设备与施工质量有较大关联，施工项目顺利推进的基础，施工管理人员应该对施工设备认真管理，定期检验配套设备，保证设备平稳运行，降低设备故障问题出现概率，提升施工效率和质量。但在当前建筑工程施工管理中，部分管理人员对配套设施的管理力度较小，没有将关注点放在设备管理上，导致设备故障问题频繁出现，无法将设备的效能发挥到最大，影响了企业经济效益的同时，也会给住户的正常生活造成负面影响。

2.3 隐藏部位关注度不高

在建筑工程项目结束后，相关人员需要对工程展开细致、全面地检查，做好工程验收工作。在项目验收阶段，需要检测建筑物的整体质量，做到不遗漏每一个细节。但在现阶段的工程验收工程中，部分质量检查人员对工程施工质量验收期间，对建筑物外在质量问题关注度较高，忽视了建筑物内部的质量问题。由于工程质量检查不细致，忽略了隐藏部位问题，导致后期建筑物的使用潜在较多安全风险及隐患[4]。比如：施工期间的下料长度、钢筋材料焊接质量、钢筋耐久性等，若这些环节出现问题，且没有得到及时解决，必然会对工程整体质量造成影响。然而因为部分施工管理人员的安全意识亟待加强，使得建筑工程施工管理期间，对隐藏质量问题的关注度偏低，致使工程质量和安全受到不同程度影响，一旦情况严重明，很可能引发施工安全事故，不利于建筑企业的稳定发展。

2.4 施工质量管理不严格

质量是建筑工程的根本，关系到工程功能的发挥。在施工管理中，质量管理是重点，涉及的领域知识较为宽泛，受多方面因素影响，诸如施工方案、材料、工艺、环境技术等，加之建筑工程施工工序多，各个工序之间联系紧密，如果某一工序出现质量问题，必然会对下一道工序造成影响，致使工程的整体施工质量下降。同时工程在建设过程中，实施全面质量检查难度较大，所以管理人员通常会利用抽检的方式检查施工质量。但是抽检得出的结果存在片面性，无法代表全部的工程质量，这给工程埋下较大质量隐患，也会对建筑工程的安全造成影响。并且在施工中，管理人员对自身工作了解不到位，施工现场的质量检查存在走形式现象，很难及时找出施工中出现的质量问题，不负责的工作态度导致施工质量很难达到设计要求。

2.5 施工安全管理不标准

在建筑工程施工过程中，安全是重点考虑要素，如果工程项目出现安全问题，除了会威胁到施工人员的生命安全外，也不利于企业稳定发展。因此应该给予安全管理高度重视，明确安全管理的必要性。但部分建筑企业在项目实施阶段，为了提高施工效率、节约工程建设成本，经常忽视施工安全管理。部分企业甚至存在侥幸心理，没有构建完善的安全施工管理体系，不能定期对管理及施工人员展开安全培训，导致施工安全事故出现概率增大。因为建筑工程规模庞大，施工现场经常出现多个单位同时施工的情况，加之施工现场人员众多，管理人员并没有严格检查和指导，致使施工现场管理混乱，施工过程违规操作，最终为工程埋下安全隐患。

2.6 管理机制不健全

若想确保建筑工程施工管理顺利推进，必须有健全的管理机制作为支撑。但结合我国当前的建筑市场发展情况来看，部分建筑企业并没有建立健全的工程施工管理机制，相关责任落实难度大，一旦出现问题，经常出现找不到责任人的情况，甚至会发生部门之间相互推诿责任的现象，影响了工程施工效率。健全管理机制需要建立专门的管理机构，同时将工程实际建设情况作为着力点，配备专业的管理人员，以便施工管理效果和水平能提高。然而现阶段的很多建筑企业为了能节约工程建设成本，不惜削减工程施工管理部分，导致管理部门工作人员数量较少，部分管理人员身兼数职，在繁重的工作压力下，很难做到面面俱到，降低了施工管理有效性[5]。

3 建筑工程施工管理现状改进措施

3.1 加强设计阶段的监督和管理

为保证建筑工程施工项目顺利推进，促进工程施工质量和效率的提高，施工管理人员应该加强对每个阶段的管理和监督，科学制定管理措施。在建筑工程施工前期，加大管控力度，对施工现场实际情况展开细致、全面地考察，之后认真、仔细查看施工设计图纸，对设计图纸中出现的不合理之处综合分析与研究。在对各方面因素充分考虑的前提下，制定出切实可行的施工方案，确保施工作业能有条不紊地展开。施工方案的内容需要涵盖人力资源的分配、施工时间的安排、物资的供应等。在施工方案制定完成后，管理人员必须严格依照施工方案制定管理目标，对施工整个过程展开动态化、精细化管理，以便人力、资金等资源能得到充分应用，促进建筑施工企业经济效益的提高，将施工管理的作用和价值展现出来。

3.2 加强设备材料的管理

结合当前建筑工程项目施工情况来看，材料用量、设

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

备质量、设备先进程度以及精准度等与施工质量关系密切，因此管理人员应该认识到材料与设备管理的重要性，采取科学的方式对设备及材料进行管理。在对设备及材料选择过程中，对工程造价问题综合考量，在资金充裕的情况下，选择质量高的材料与材料。同时做好市场调查，明确市场材料价格变动情况以及材料供应商经营现状等。管理人员也要对材料设备的使用情况严格监督与管控，将每一个环节的责任落实到个人，确保材料设备的价值能充分发挥，提高施工管理有效性。

3.3 加强施工现场的管理

建筑工程施工现场管理关系到施工质量，施工人员应该严格依照施工规范操作，认识到施工现场管理的重要性，在工程施工中树立责任意识，以便施工作业能有序推进。建筑企业要采取可行的方式，加强对施工人员的培训和教育，保证施工人员的安全和责任意识能增强，促进施工质量和效果的提高。为促进建筑工程管理作用和价值的发挥，提高管理有效性，施工企业应该构建健全的管理机制，加强对管理内容的优化与完善，确保管理人员能对施工过程展开动态化、精细化管理，全方位地开展各项管理工作，促进管理质量的提升。

3.4 加强工程整体质量的管控

在建筑工程施工管理中，质量管理是重要一环，从建筑企业角度分析，工程质量越高，企业形象越好，有利于企业市场信誉度的增强，对企业长久发展有积极影响。从业主层面考量，建筑工程质量与自身生命财产安全密切相关，业主对工程质量格外重视，质量越高的建筑工程备受业主青睐。从社会层面考量，建筑工程的质量与社会的稳定发展息息相关，所以建筑工程施工管理工作在开展过程中，必须加强对工程质量管理的重视，针对施工期间出现的质量管理问题，应该结合具体施工情况，有依据地制定改进措施。在施工管理期间，加强对质量管理责任制的构建，对每个项目准确且客观分析，制定完善的质量监督计划，经过科学测评集体表决之后执行，让全体人员了解自身工作的重要性，强化对自身行为的约束，降低施工质量问题出现概率[6]。加强对施工材料质量的管理和控制，出现在施工现场的每一种材料都必须严格且认真检查，尤其是要验证材料的合格证书，运用抽检的方式检查材料质量，务必与国家制定的标准和要求吻合。如果在检查过程中发现材料存在问题，应该第一时间与厂家取得联系，合理制定处理办法，保证材料的质量能达到标准，为工程施工的顺利开展提供支持。管理人员还要加大施工质量管理力度，在完成分项工程施工后，做好自检工作，自检没有任何问题后才可以开展下一道工序。此外，成立施工质量监督小组，全方位监督管理和控制工程施工过程，第一时间找出施工期间存在的质量问题，在掌握成因的基础上制定改进措施，保证不会对施工的整体质量造成影响。

3.5 加强施工安全管理

在建筑工程施工管理阶段，安全管理是关键。为有效解决施工安全问题，降低安全事故出现概率，应该加大对施工安全的管理和控制，构建科学的安全管理机制，加强对制度的落实，实现对施工过程的动态化监管，将潜在的安全隐患与风险彻底消除。对施工现场管理以及施工人员展开安全教育，定期开展培训工作，促进人员整体安全意识的提高上。在正式培训环节，尽可能做到面面俱到，让施工人员对项目实施期间使用和接触的机械设备全面了解，促进施工人员工作能力与素养的提高，具备解决突发事件的能力。同时制定可行的安全防范措施，让施工过程更为规范标准。将安全防护工作做到位，对施工现场的安全防护设备定期检查，将安全防护的作用充分发挥出来。比如：在危险区域设置警示牌，让施工人员提高警惕，进入施工现场的人员一定要佩戴安全防护措施。如果是高安全风险的作业项目，应该提前将安全网、安全绳准备好。对临时性的设施加大管理，尤其是临时用电设施，必须确保电线设置的合理化，将绝缘防护工作做好，不能出现随意拉扯的情况。此外还要成立施工安全管理小组，采取定时巡检施工现场的办法，维护施工现场的安全，让施工作业顺利推进。

3.6 加强施工管理机制的构建

建筑企业应该结合自身发展现状，在依照国家相关标准和规范的前提下，构建健全的施工管理机制，对质量、进度、成本、安全等各个环节严格管理，构建新的施工管理机构，增强工程技术部门、施工管理部门与市场合同部门的独立性，隔离划分各个部门的职责。施工管理部门要结合签订的合同，对建筑工程施工现场的施工质量、安全、工艺、进度等进行系统地组织和协调，提升施工管理规划合理性，统筹安排可行性，高效解决施工期间出现的问题，让各类资源得到充分利用和分配。加强施工管理责任制的落实，将施工现场管理工作科学分解，细化项目经理、负责人、技术人员等工作人员的职责，真正做到“谁管谁负责”，确保在问题出现时，不会出现相互推诿责任的情况，对施工人员进行严格的监督和检查，让施工管理工作落到实处。此外加大工程验收力度，邀请专业的建筑质量监督机构，全面检查和验收已经完成的工程项目，确保工程质量能满足现代化工程建设标准。

3.7 加强施工管理信息化建设

在建筑工程施工管理过程中，应该加强对信息化管理手段的应用，与先进的施工技术、规范的操作流程衔接，提高施工管理有效性。比如：建筑工程项目开工到竣工的整个过程，可以对 BIM+智慧工地管理模式的合理运用，让项目的材料、生产、技术、安全、质量等环节形成一个整体，完整存储到信息系统中，实现施工管理的专业性和数字化。在施工管理期间，通过对 BIM 技术的利用，与施

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工图纸技术会审、施工方案模拟、施工进度计划安排等各个环节整合，在 BIM+智慧工地各系统的运行下，实现对施工过程的交互、感知和反馈，真正做到施工现场管理的一体化、模块化、智能化、信息化，提高施工管理效率和水平。在建筑工程施工管理过程中，管理人员应该深入到施工现场，定期召开技术管理分析会，确保管理工作有序进行。针对管理方法，加大创新力度，将最新的理念与模式应用到管理中，发挥施工管理的价值，提高建筑工程的质量。

4 结束语

综合而言，在建筑工程发展规模不断壮大的新时期下，对施工过程提出了更高的标准和要求，特别是在管理方面，必须采用先进的管理方式方法，提高管理有效性。因此针对当前施工管理中出现的各类问题，应该高度重视，合理分析问题的成因，并结合工程项目的具体实施情况，有针对性地制定施工管理对策，保证项目在有序推进的同时，工程建设质量能整体提高，为建筑工程的长久发展打下坚实基础。

[参考文献]

[1]伍丽珍,张京,罗薇,于渊博.建筑工程施工管理现状分析及改进措施[J].四川建材,2023,49(3):206-207.
[2]张义林.建筑工程施工管理的现状及优化建筑工程施工管理的具体措施[J].城市建设理论研究(电子版),2020(13):33.
[3]熊建辉.试论建筑工程施工管理现状及优化措施[J].城市建筑,2019,16(24):191-192.
[4]郑红拳.建筑工程施工管理的现状及控制措施分析[J].建材与装饰,2018(10):206.
[5]曹艺.建筑工程施工管理现状及改进措施[J].建材发展导向,2017,15(20):50-52.
[6]刘寅广.建筑工程施工现场安全管理的现状分析及措施[J].低碳世界,2017(19):168-169.

作者简介：陈芳（1980.3—），女，毕业院校；西南交通大学工程管理专业，当前就职于重庆北新融建建设工程有限公司，经营部长，工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

关于市政道桥工程路基路面压实技术的探讨

杨晓伟
北京博大经开建设有限公司，北京 101100

[摘要]我国的经济一直保持着稳步的发展，同时城镇化建设也在不断地加速，市政道桥工程建设逐渐引起了社会各界的高度关注，并且属于现代化社会在发展的过程中的根本保证，且该项工程的施工质量，决定了城市化最终的整体建设质量。在市政道桥工程施工过程中，其质量安全需要引起施工单位的充分重视，能够对整体施工过程加强管控。通过分析影响市政道桥工程的关键因素，在施工开始之前做好实地考察工作，掌握周围的环境情况和地质条件，有利于加强对道桥路基路面的有效处理，使其强度符合道桥工程建设需求。本篇文章主要分析市政道桥工程中对路基路面压实技术的相关应用，掌握该项技术的关键步骤和操作要点，旨在推动市政道桥工程顺利建设，实现经济发展的目的，以供参考。

[关键词]市政道桥工程；路基路面处理；压实技术；应用要点
DOI：10.33142/ec.v6i8.9115　　中图分类号：U416.1　　文献标识码：A

Discussion on the Compaction Technology of Municipal Road and Bridge Engineering Roadbed and Pavement

YANG Xiaowei
Beijing Boda Jingkai Construction Co., Ltd., Beijing, 101100, China

Abstract: China's economy has been maintaining steady development, while urbanization construction is also constantly accelerating. The construction of municipal roads and bridges has gradually attracted high attention from all sectors of society, and is a fundamental guarantee for the development of modern society. Moreover, the construction quality of this project determines the overall construction quality of urbanization. In the construction process of municipal road and bridge engineering, its quality and safety need to be fully valued by the construction unit, and the overall construction process can be strengthened and controlled. By analyzing the key factors affecting municipal road and bridge engineering, conducting on-site inspections before construction begins, mastering the surrounding environmental and geological conditions, it is beneficial to strengthen the effective treatment of road and bridge subgrade and pavement, and make its strength meet the requirements of road and bridge engineering construction. This article mainly analyzes the relevant application of subgrade and pavement compaction technology in municipal road and bridge projects, and grasps the committed step and operating points of this technology, aiming to promote the smooth construction of municipal road and bridge projects and achieve the purpose of economic development for reference.

Keywords: municipal road and bridge engineering; roadbed and pavement treatment; compaction technology; key points of application

引言

在市政道桥建设过程中，路基路面施工属于其中的基础项目类型，并且决定了最终道桥工程建设的稳定性，且路基路面的强度，会对整个道桥工程建设质量产生一定的影响。在市政道桥工程路基路面压实施工作业中，应注重对技术要点的合理把控，掌握水文条件、地质环境等关键因素可能造成的影响，采用科学压实处理办法，优化路基路面施工成效，旨在保障市政道桥工程建设的稳定性。所以，在市政道桥工程建设过程中，注重对路基路面压实技术的分析具有重大现实意义。

1 市政道桥工程中做好路基路面压实工作的重要性

1.1 确保道桥工程路基路面平整度

通过科学运用路基路面施工技术，可以为市政道桥工程路基路面压实质量提供基本保障，在后续的每一项施工环节，均能够在压实的基础上，保障各项操作的平稳性，从成本、工程质量和施工进度等多个层面，达到共同完善的效果。在市政道桥工程建设过程中，可以满足路基路面施工技术标准执行目标，通过注重对路基路面施工技术的大力改善，以发挥该项技术的完善性和先进性等多重优势，帮助市政道桥工程企业降低成本投入，减少工程延期的现象，杜绝出现质量问题，不断降低返工频率。在上述基本前提之下，有利于促进市政工程企业的经济建设与长久发展[1]。

1.2 保障路基路面耐久性

在市政道桥工程路基路面压实工作中，采取合适的压实处理措施，能够对整个路基路面强度进行改善，既可以保障路基路面的稳定性，还能够确保市政道桥工程的耐久性。在维护作业实施过程中，利于总体工作量的减少，形成稳定的交通条件，保障资源运输环节的平稳性。在施工期间，通过充分压实市政道桥工程的路基路面，还可以有

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

效减少对人力资源和资金的投入。在市政道桥工程路基路面表面压实工作顺利完成之后，可以有效规避裂缝问题的发生，避免出现沉降现象，为道桥工程的建设质量提供基本保障。在交通运输过程中，通过提供舒适、稳定的运输条件，有利于保障驾驶员在行驶过程中的安全性。

2 市政道桥工程路基路面压实技术应用机理

2.1 冲击机理

在市政道桥工程项目中，随着路基路面压实技术的应用，往往还需要涉及压力机的使用。在压力机的运行过程中，可以促进机械冲击力的转换，当形成一种作用力时，通过分析该类作用力的产生来源，主要取决于压轮工作环节。随着压轮的不断运行，在产生冲击力的作用时，能够对路基的下部造成影响，进而产生比较大的压力并出现压力波。在压力波动的作用下，能够处于压实施工作业期间，实现对地基深层的压缩处理，有利于保障压实机在使用过程中的稳定性。

2.2 振动机理

在市政道桥工程项目建设过程中，对于路基路面压实施工技术的应用，还需要涉及振动作用原理。通过分析振动机理的主要来源，通常依赖于高频冲击荷载，能够形成振动作用。随着压实施工作业的开展，在运用大型压实机械设备时，所产生的振动速度比较快，能够对路基路面产生直接影响，且构成路基路面的粒子同样会形成高频率的振动现象。在颗粒之间，随着空间的不断缩小，会直接将该类空间填充完毕，有利于减小摩擦力。在持续使用大型设备时，还会产生一定的应力，直接对土壤颗粒带来影响，为最终的压实效果带来基本保障。

2.3 揉搓机理

作为决定后续施工作业顺利完成的关键因素，主要在于市政道桥工程在施工过程中。对于路基路面的实际压实程度，随着压实施工作业的开展，施工人员在操作压路机的过程中，必须了解压路机对路堤和路面的实际碾压情况。当压路机运动时，车轮在前进时，将会有一种与压路机运动方向相反的力。因此，在反作用力的作用下，就会对路基和路面结构造成摩擦，并作用于土壤和路基路面当中，随着其中的水分和空气被挤压，有利于促进压实效果的提升[2]。

2.4 液压系统机理

由于受到液体系统的压力作用，在地基区域当中，泥土颗粒会产生相互挤压的现象，使泥土的密度随之提高。基于该类良好施工环境的创设，便于后续市政道路桥路基路面压实施工作业顺利开展。需要注意的是，在市政道桥路基路面压实施工作业中，为了获得良好的压实处理效果，除了需要具备液体压力作用之外，还应具有荷载力并形成双重作用，确保市政道桥工程路基路面能够被全部压实。

3 市政道桥工程路基路面压实过程中的关键技术

3.1 滚压施工技术

在运用滚压施工技术的过程中，随着机械设备的持续运行，利用机械设备的滚轮所产生的压力和荷载力，作用在路基、路面等部位，使工程路基路面被完全压实。当采用滚压施工技术时，可以将土层中的颗粒进行压缩，有效防止市政道桥工程出现变形问题。在该类基本前提条件下，可以充分保障路基路面的总体压实程度，避免路基路面持续处于过于松散的状态。

在市政道桥路基路面施工过程中，基于滚压施工技术的作用，处于路基和路面之间，可以达到有效降低摩擦力的效果，使路基和路面的摩擦程度随着缩小。通过对土层颗粒进行滚压处理，可以促进土层之间孔隙的不断收缩，缩小土层颗粒的间距，优化路基路面的总体压实效果。

为获得良好的滚压技术应用成效，要求施工作业人员能够注重对滚压次数的合理把控。这是由于在过度滚压的过程中，可能会对土层结构造成破坏，不利于土层抗压程度的提升，从而对道路造成危害，难以保障市政道桥工程的建设质量。因此，应保障最终的滚压效果符合规定要求。

3.2 夯实技术

在市政道桥工程建设过程中，夯实技术的应用比较常见，通常需要利用从高处落下的重物，并对地面形成一定的冲击力，可以对工程中的路基路面全面夯实。市政道桥工程具有专业性、复杂性、系统性的特点，在施工过程中需要对具体环境条件形成综合考量。

对于夯实技术的应用，通常需要将物理学原理作为基本参考依据，并与荷载力相结合，达到夯实路基路面的效果，保障市政道桥路基路面的稳定性，使路基路面的强度与预期标准要求相符合，进一步提升市政道桥工程项目的总体建设质量。在应用夯实技术的过程中，还有利于保障市政道桥工程路基路面的平整性，使工程项目在投入使用之后具备较高的安全系数，为日常的使用提供基本保障[3]。

3.3 振动技术

在市政道桥路基路面建设作业中，振动技术的应用具有广泛化的特性，在振动和压实两种操作的共同作用下，获得高效能的压实效果。在应用振动技术的过程中，需要借助压路机振动器，机械设备通过高频率的运转，使压路机振动器所产生的振动，能够直接传递到压路机的滚轮上。利用该类振动力，实现对路基路面的全面压实。

对于振动压实技术的操作原理，通过与滚压技术对比可以看出具有一定的趋同性，两种技术在压实路基路面的过程中，均是通过减少土层的摩擦力来实现。需要注意的是，在运用振动技术的过程中，若土层当中存在一定的空隙，还需要及时对空隙填充，保障路基路面的压实程度，有效延长市政道桥工程的使用周期。对于振动技术而言，在应用过程中的施工频率相对较高，并且有着周期短的优势。在道路环境当中，若含有大量的碎石土，运用振动技术进行处理，可以获得明显的压实效果。

4 市政道桥工程路基路面压实技术的应用要点

4.1 加强施工材料质量控制

在市政道桥工程项目的建设过程中，对于实际所运用

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的材料而言，其类型具有多样性，且材料本身的质量会对总体工程建设质量带来直接影响。随着施工作业的开展，在材料铺设这一环节，要求施工人员能够加强管控。

一方面，市政道桥工程建设企业需要制定严格的管控机制，在材料的采购、调用等多个环节均需要严格管控。在材料的进场之前，需要派遣专业的管理人员，对材料的强度、吸水量和其他相关参数及时确定。在对比规范数据的过程中，要求材料的各项参数与规定要求相符合。通过制定具体的材料质量检验流程，在检验材料质量、规格和性能的过程中，一旦出现不合格的问题，应及时更换该类材料。或者，通过加大配料的方式，使材料的使用满足实际的施工需求[4]。

另一方面，在沥青路面的施工过程中，需要将路基路面压实技术指标作为基本指导依据，全面分析关于沥青材料的多项内容。即，针入度，延展性，软化点等等，确保最终所选择的沥青种类最为适宜。在具体的施工操作阶段，需要加强对材料含水量的控制，避免对后续的施工环节造成不利影响。

4.2 控制路面结构层铺设质量

在市政道桥工程建设过程中，为了确保路基路面压实作业的施工效果，使其与预期目标相符合，需要引起技术人员的高度重视。根据路基结构层的铺设情况，通过严格管控，保证路基结构层具备均匀性。在该类基本前提下，可以为整体工程建设质量提供基本保障，使路基路面结构层铺设稳定性符合设计方案中的要求。对于部分路基路面而言，由于存在一定的粉性土壤，一旦遇到降雨时期，或者在地表径流的影响下，容易冲刷粉性土壤。或者，在洪涝灾害的影响下，对粉性土壤的冲刷力度更大。

为此，在打造路基土层结构时，需要加强对结构稳定性的控制力度，使最终的压实效果能够与预期目标相符合。在处理地表水分时，需要派遣专业的技术人员进行操作，可以采用隔离地表水分的方式，实现了路肩和路面结构的有效连接。在工程的整体建设质量方面，需要由质量管理人员来控制，对工程整体结构建设的稳定性和整体性，需要质量管理人员重点关注。在充分做好调查、研究等方面的工作时，判断压实作业的宽度设置，能够与技术标准要求相符合，掌握工程断面的所在部位，进而获得良好的压实作业处理效果。

4.3 加强管控土壤含水量

在市政道桥工程建设过程中，对于路基路面压实施工技术的应用，为确保最终操作效果与预期目标相符合，需要根据路面土壤的总体情况，加强对土壤含水率的有效控制。根据路基路面施工作业中所运用的材料，要强化对材料中水分的控制，将其波动幅度控制在最佳水分含量的±2%以内[5]。

在路基土壤当中，一旦出现含水量超标的情况时，随着路基压实施工作业的开展，在后续可能会出现弹簧土的问题。若土壤的含水量过低，甚至并未达到最佳波动范围，可能会引起压实粘合度过低的问题，导致土壤处于过度松散的状态。一旦出现重压，该类土壤区域则无法承受。

为有效解决上述问题，需要由专业工作人员分析施工现场中的图纸要求，运用采样检测的方式，明确该地区的实际含水量状况。在取样时，可采取分段取样的方式。这样就能有效地防止最后得到的测试结果产生较大的误差。对每一施工区段都要有较准确的资料，以便对其含水率的高、低分布情况作出判断。在某些土壤中，当水分含量过高时，可以运用粉煤灰对该类施工区域进行处理，发挥粉煤灰的中和作用，可以完善路基路面压实施工技术的应用效果。

4.4 路基路面压实设备控制

在市政道桥工程施工作业中，对于路基路面的处理，需要多种专业设备的支持。在压实施工作业中，对于机械设备的应用有着较强的依赖程度。由于压实设备的工作性能要求相对较高，所以在运用压实设备的过程中，应确保设备始终处于良好的工作状态，从而才可以为最终的压实作业质量提供基本保障。在压实设备的运用过程中，应重点控制设备的实际工作状态，确保压实设备具有良好的性能优势。在前期做好流程交底工作时，由技术人员和施工人员相互配合，并派遣专职人员做好压实设备调试工作，保证压实设备配置的合理性。在运用压实设备的过程中，需要遵循严格性与严谨性的基本要求，按照技术规范进行操作。

在初压、复压和终压等程序的推进过程中，要求专职人员能够严格遵守作业流程规范。例如，在初压环节，通常需要在摊铺作业完成之后进行，合理控制初压作业的开展时间，避免初压的时间过长或者过短，保障初压时间的适宜性。在复压过程中，需要根据沥青混凝土的具体使用情况，确定合适的复压时间长短。终压过程具有十分关键的作用，能够对前期的压实作业效果加以巩固，所以关乎于路基路面施工作业的整体质量。需要注意的是，对于路面中的沥青混凝土材料，所铺设的厚度比较薄时，在压实作业的实施过程中，不宜使用振动式压实机械进行操作。

5 结束语

在市政工程路基路面的处理过程中，随着压实施工作业的开展，需要严格遵守现场施工秩序，形成安全的作业环境。通过派遣专业人员负责勘察地质结构，在掌握完整、具体的参数时，指导后续路基路面压实施工作业的正常展开。在市政道桥工程建设阶段，路基路面压实技术的应用具有十分重要的作用，除了需要掌握该项技术的操作机理之外，还应明确压实过程中的各项关键技术，分析压实技术的各项操作要点，按照正确、规范的方法进行操作，全面优化压实作业成效，为市政道桥路基路面施工质量提供

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

有力保障。

[参考文献]

[1]刘潇琛.市政道桥工程路基路面压实技术探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2015(2):135-136.
[2]徐立军.市政道桥工程路基路面压实技术探讨[J].装饰装修天地,2021(13):346-347.
[3]刘芝芳.市政道桥工程中路基路面压实技术的优化方法[J].中国厨卫,2022(7):105.
[4]任月娇.市政道桥工程路基路面压实技术要点分析[J].建筑工程技术与设计,2022(8):2796-2797.
[5]姜升岚,张璐.关于市政道桥工程路基路面压实技术的探讨[J].市场调查信息:综合版,2022(9):3-4.

作者简介：杨晓伟（1987.7—），男，毕业院校：中国地质大学（北京）；所学专业：土木工程，当前就职单位：北京博大经开建设有限公司,职务:生产经理,职称级别:初级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

路桥工程中的安全管理问题研究

李小强
新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在路桥工程项目实施的过程中，安全管理是重要环节，只有给予安全管理工作高度的重视，通过各种方法不断提升施工安全水平，才能在保证施工安全的前提下，促进施工质量和进度的提高。为确保路桥工程建设顺利推进，应该对施工期间出现的安全生产管理问题深入分析，并在明确成因的基础上，制定切实可行的管理对策。同时对安全管理工作各项措施的深入落实，加大安全投入和和安全管控力度，从源头降低安全事故出现概率，增强路桥工程施工的安全性与可靠性，为工程项目营造安全的施工环境，确保工程建设任务能高质量完成。

[关键词]路桥工程；安全管理；问题；对策
DOI：10.33142/ec.v6i8.9114 中图分类号：U415.12 文献标识码：A

Research on Safety Management Issues in Road and Bridge Engineering

LI Xiaoqiang
Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: In the implementation process of road and bridge engineering projects, safety management is an important link. Only by paying high attention to safety management work and continuously improving the construction safety level through various methods can we promote the improvement of construction quality and progress while ensuring construction safety. In order to ensure the smooth progress of road and bridge engineering construction, it is necessary to conduct in-depth analysis of safety production management issues that arise during the construction period, and develop practical and feasible management strategies based on a clear understanding of the causes. At the same time, we will deepen the implementation of various measures for safety management, increase safety investment and control efforts, reduce the probability of safety accidents from the source, enhance the safety and reliability of road and bridge construction, create a safe construction environment for engineering projects, and ensure high-quality completion of engineering construction tasks.

Keywords: road and bridge engineering; safety management; problems; countermeasures

引言

路桥工程规模庞大，施工周期长且环境复杂，施工期间经常被各类因素干扰而引发安全问题，诸如施工前期规划不合理、施工人员安全意识薄弱、现场机械、材料管理混乱、各种作业环境不达标、安全管理机制不健全等。如果在施工中发生生产安全事故，除了会导致项目无法在规定时间内完成之外，还会威胁到施工人员的生命安全、项目的经济损失及企业的正常发展。因此应该高度重视安全管理工作，树立安全意识，做好施工前的规划与管理，构建完善的安全管理机制，加大施工现场安全防护力度，保证安全风险和隐患在彻底规避的同时，路桥工程能顺利推进。

1 路桥工程中的安全管理原则

1.1 施工方法科学化

合理且科学的施工方法除了能提升施工效率和质量，也能保证施工现场的安全，让安全管理顺利实施，满足路桥工程建设标准与要求。因此在路桥工程安全管理中，应该严格遵循施工方法科学化原则，将先进的技术和方法应用到施工以及管理中，保证施工作业能有序进行，将施工期间的安全风险和隐患遏制在根源。

1.2 施工工序合理化

在路桥工程建设中，若想保证各个阶段顺利推进，提升施工的安全性与连续性，在施工组织及专项方案编制过程中，必须认识到施工安全的重要性，将路桥工程施工要求、特点以及现场情况作为基础，做好施工前的准备工作，对施工各个工序合理安排与规划，确保后续施工作业的开展可以严格按照流程操作。同时加强对施工过程的管理与控制，制定合理且可行的安全管理方案和管控措施，消除潜在的风险，避免生产安全事故的发生[1]。

1.3 安全管理模式先进化

安全管理是路桥工程管理中不可缺少的重要一环，与工程整体质量息息相关。因此为保证安全管理工作能得到真正落实，将管理的作用发挥出来，应该强化对先进安全管理模式的应用，结合安全管理期间出现的各类问题，将新技术、新理念、新方法应用到管理中，满足工程设计标准，维护施工现场的安全[2]。同时认真分析施工现场的现状，有针对性地制定安全管理措施，提升安全管理水平和效果。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 路桥工程中的安全管理问题分析

2.1 施工前期准备不充分

路桥工程项目在实施过程中，如果出现生产安全事故，必然会对工程整体质量造成影响。导致施工出现安全事故的原因有很多，施工前期准备不充分便是原因之一。在施工前，施工企业没有结合具体施工要求和现场情况，对工程规划不合理，致使施工进度受到影响，安全管理工作无法顺利执行。在对施工方案制定过程中，设计人员没有到施工现场实地考察，对现场的水文、地质、周围环境等了解不深入，最终的设计方案与实际情况不一致[3]。在前期准备阶段，施工企业也没有组织专家或者交给专业机构审批和论证施工图纸的可行性，无法第一时间发现施工图纸中存在的不规范、不合理之处，使得施工期间出现安全隐患和风险。路桥工程项目在实施前，施工人员技术交底工作落实不到位，对路桥工程的施工技术、工艺、重难点、薄弱点掌握不充分，导致施工潜在的危险较多。部分施工企业不能加强对施工材料质量的管理与控制，为节约建设成本，选择应用劣质的施工材料，为了节约材料成本，选择一些质量不达标或者价格低廉的施工材料，材料，致使路桥工程投入使用之后发生坍塌、裂缝等问题，一旦情况严重，还会威胁到人员的生命安全。

2.2 安全管理意识薄弱

现阶段，路桥工程项目在实施过程中，安全管理认识不到位、安全意识薄弱是亟待解决的重要问题。部分施工及管理人员对安全管理的重要性、必要性、紧迫性认识不充分，盲目追求工期和效率，使得施工现场安全管理措施无法落实到位，施工安全机制及措施在执行过程中，表面化、形式化严重，导致安全管理的效能无法发挥到最大。部分企业在安全管理期间，为节约安全管理投入成本，不能及时、定期开展针对性的安全培训和教育，施工人员没有形成安全意识，安全控制效果很难达到预期[4]。同时部分工程管理人员的安全管理水平亟待加强，在生产安全事故发生后，不能及时对事故的原因进行调查，习惯性利用隐瞒不报或者推迟上报的办法推卸责任。由于领导层对安全管理工作重视程度不高，导致基层施工人员在施工期间经常将施工安全放在靠后位置，施工期间懈怠、散漫，忽视了安全管理的重要性，错误地认为安全管理属于安全监督管理部门的工作，与自身没有任何关联，自己只有将本职工作做到位即可。这一错误思想不仅会使得路桥工程存在较多危险、隐患，还不利于施工现场的规范化管理，进而让施工风险加剧。

2.3 安全管理机制不健全

健全的安全管理机制有助于施工人员行为的约束和规范，让各项管理工作有章可循、有据可依，确保路桥工程项目顺利展开，提高工程的质量与安全。但就目前来看，部分施工企业在工程建设期间，没有严格依照国家制定的标准建立安全管理制度，执行效果不佳，安全管理中存在的问题较多。部分企业虽然能依照国家标准落实安全管理，但是其中的细节把握不到位，安全管理制度缺乏完善性，其中内容更新不及时，导致安全管理没有可依照的标准或依据，安全管理效果无法达到预期。因为没有完善的管理制度支持，企业还存在无证违规操作、私自违法转包等行为，为工程埋下较大安全隐患。在施工现场监督过程中，同样没有健全的监管体系，部分监理人员的业务水平亟待提高，工作缺乏责任心，不能对施工现场进行深度的安全检查，无法第一时间查出现场的安全隐患，导致整体安全监管工作的约束力和管控力不强，影响了工程建设的质量与安全[5]。

3 路桥工程中的安全管理问题的解决对策

3.1 做好施工前的各项准备

路桥工程项目在建设过程中，应该认识到施工前期准备工作的重要性，做好施工前的规划与管理，认真执行安全管理工作，保持施工风险和隐患能彻底消除，让施工现场始终处在安全状态。

（1）施工现场的勘察。工程项目在施工前，安排专门的人员到施工现场实地勘察，收集水文、地质、周围环境等各类信息，保证施工图纸设计过程中，能够有真实、可靠的数据作为参考，提高设计的合理性与可行性。结合现场勘察资料，找出施工现场潜在的安全隐患，加大防范力度，增强安全管理的前瞻性、有效性。图纸设计结束后，施工企业要安排专业人员对施工图纸严格审核、论证，找出施工图纸中的不合理之处，明确施工期间可能存在的安全风险，并以此为前提，有针对性地对施工设计图纸进行修改，提高图纸的可行性、科学性，确保施工期间不会出现对图纸多次更改的情况，提升施工的整体质量。施工企业要结合审查意见，提前制定安全施工预案，从源头将安全隐患消除，为路桥工程的有序推进奠定基础。

（2）安全技术交底。路桥工程在建设前，将安全技术交底工作做到位，保证全体人员能明确施工流程、施工技术、工艺、施工重难点，消除安全风险和隐患。在安全技术交底期间，技术人员应该将和施工安全相关的每个细节交接好，交接结束后，要求参与人员签字确认，保证在后续施工安全问题出现时，能做到有据可依，第一时间找到责任人，避免出现各部门相互推诿责任的情况。

（3）施工材料质量管控。为强化路桥工程安全管理有效性，还应该加强对施工材料质量的管理和控制。在采购环节，采购部门需要提前到市场中调研，选择信誉良好、质量高、实力雄厚的生产厂家。在材料入场时，安排人员对施工材料质量全方位检查，包括材料的尺寸、规格、型号、使用性能等，如果在检查过程中发现有不合格的材料，应该第一时间与厂家联系，制定合理的解决办法，不能将不合格的材料应用到施工中。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3.2 强化施工安全管理意识

为保证路桥工程安全管理工作顺利展开，提升安全管理效果，管理人员及施工人员应该给予安全管理工作高度重视，认识到安全管理的必要性，树立安全管理意识，以便工程项目在实施期间，能够将安全管理制度落实到位，加强对施工每个环节的管理与控制，促进施工安全管理水平的提高，让施工人员的生命安全得到保护。在具体管理期间，管理人员要提高思想认识，明确安全事故的严重性以及可能带来的损失、影响，树立“安全就是效益”的管理意识，将安全管理工作作为日常管理来抓，落实好每一项管理措施，不能为了提高施工效率而忽视安全管理。同时管理人员要形成安全第一的管理意识，组织人员定期安全检查，提前将施工现场的安全隐患和风险排查掉，真正做到防患于未然，从源头将安全事故出现概率降低。

为提高安全管理有效性，还应该加大安全教育力度，定期组织施工人员进行施工安全技术培训及安全教育培训，保证施工人员安全意识及技能可以整体提高，让施工人员可以在施工期间更为主动、积极，强化对施工风险的防范，确保安全事故能有效规避。在教育和宣传中，企业要尽量以生动、形象的方式展开，借助真实的安全事故实例以及其所带来的严重后果，利用安全生产会议和施工人员共同探讨，找出事故发生的原因并进行针对性教育，确保施工人员能认识到安全管理的价值，可以在施工期间严格规范自身行为，自觉规避错误操作。利用现场实操、演练的办法，引导施工人员在实践中学习，及时指导和纠正施工人员的错误行为，保证在类似情况出现时可以快速处理，在确保自身安全不会受到威胁的前提下，将损失降到最小。还可以建立微信群、QQ 群，将安全知识、操作流程借助文字、图片、视频等方式发送到群里，施工人员可以在工作之余学习和观看，掌握更多先进的管理知识与技术，促进自身安全防范水平的提升。

3.3 建立健全的安全管理机制

（1）健全安全管理制度。路桥工程项目在推进过程中，应该加强对安全管理机制的健全，对施工人员进行全方位的约束和管理，保证安全管理水平和效果能提高。企业可以结合建筑行业的安全管理标准以及规范，在明确工程实际现状的基础上，制定合理且有效的安全管理机制，加大执行力度，将安全管理工作落实到位，让整个施工过程更为标准和规范。

（2）建立岗位责任制。在安全管理期间，加强对岗位责任制的构建，明确全体工作人员的具体工作内容以及职责，将各个环节需要注意的事项划分清楚，将安全管理规范张贴在公告栏，保证安全施工作业在开展期间，可以借助量化标准管理施工现场，严格依照各类标准执行，确保在问题出现时不会有责任推诿的情况发生。

（3）加强奖惩机制的完善和落实。如果施工人员的安全意识高，在日常工作期间没有违规或者违章操作的行为，应该给予员工物质或者精神上的奖励。如果施工期间有人员出现违章行为，应该结合情节轻重，适当进行教育和处罚，强化对施工人员行为的规范，由此达到强化安全管理的目的，充分利用好安全生产奖罚制度这把 “双刃剑”。

（4）加强安全监督管理。企业应该加大安全监督力度，成立专业水平高及经验丰富的监管队伍，安排监管人员对整个施工过程进行动态化、精细化管理，对社会现场的安全情况定期检查，让安全检查的深度扩大，排除施工期间的所有安全隐患，促进安全管理成效的提升。充分发挥安全监督管理人员隐患排查能力，将施工现场的生产安全隐患排查治理在事故的前面。

3.4 强化安全管理技术的创新

在路桥工程安全管理中，应该加强对先进安全管理技术的应用，对传统管理手段不断优化与革新，完善安全管理流程，确保施工现场能处在安全状态。同时加强对信息化手段的利用，充分利用智慧工地安全模块与安全管理工作深层次衔接，动态化监督施工生产整个过程，了解施工现场的安全情况，及时做好预警，确保能从源头将安全隐患消除。利用信息技术，可以对施工安全有效管理和控制，让施工作业顺利推进。也可以结合施工现场的具体情况，建立安全管理信息化平台，施工各个流程输入都平台上，注重细节的把控，全方位监督施工现场，一旦出现问题，及时发现和应对，增强施工安全。

4 结束语

综合而言，在路桥工程建设中，加大安全管理力度，对施工质量的提升、施工人员生命安全的维护有积极影响和作用。因此针对当前工程施工期间出现的安全管理问题，应该格外关注，结合具体问题制定改进措施，诸如建立健全的安全管理机制、增强安全意识等，保证施工现场的各项安全问题和隐患在清除的同时，施工作业能有条不紊地推进，促进施工企业经济效益与社会效益的提高。

[参考文献]

[1]杜昱.公路桥梁建设施工中的安全管理与质量管理[J].中国建筑装饰装修,2022(9):153-155.
[2]王海洋,吴天元,张明亮.路桥工程中的安全管理问题与对策思考研究[J].运输经理世界,2021(26):82-84.
[3]梁磊.试论路桥工程施工中安全生产管理的应用[J].黑龙江交通科技,2020,43(5):248-249.
[4]唐毓瑞.谈路桥施工中安全管理存在的问题与解决措施[J].企业科技与发展,2020(5):212-213.
[5]孙曹云.谈路桥工程施工安全管理[J].四川水泥,2020(1):34.

作者简介：李小强（1977.4—），男，汉族，，毕业于长沙理工学院，专业交通土建，就职单位：新疆北新路桥集团股份有限公司四川分公司，职务：安全总监。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

如何加强建筑工程施工技术管理

李 磊
山东汇萃建筑劳务有限公司，山东 枣庄 277000

[摘要]如今，我国经济已进入高质量发展阶段，建筑业是我国的支柱型产业，也逐渐进入高质量发展阶段，建筑企业的规模也在不断扩大，新型施工技术出现，为建筑工程的施工管理提供了新的机遇，同时也出现了一系列的问题。为满足我国经济发展需求，满足人们的房屋居住需要，房屋建筑施工企业应当不断改进施工技术，及时解决工程建设中存在的问题，提出完善的应对策略，并加强现场施工管理，促使我国建筑行业稳步发展，为我国经济建设作出更大贡献。
[关键词]建筑工程；施工技术；管理
DOI：10.33142/ec.v6i8.9108 中图分类号：TU712 文献标识码：A

How to Strengthen the Technical Management of Construction Engineering

LI Lei
Shandong Huicui Construction Labor Co., Ltd., Zaozhuang, Shandong, 277000, China

Abstract: Nowadays, Chinese economy has entered a stage of high-quality development. The construction industry is a pillar industry in China, and it has gradually entered a stage of high-quality development. The scale of construction enterprises is also constantly expanding, and new construction technologies have emerged, providing new opportunities for construction management of construction projects, while also facing a series of problems. In order to meet the needs of Chinese economic development and people's housing needs, housing construction enterprises should continuously improve construction technology, timely solve problems in engineering construction, propose sound response strategies, and strengthen on-site construction management to promote the steady development of Chinese construction industry and make greater contributions to Chinese economic construction.
Keywords: construction engineering; construction technology; management

在新时期，城市建设项目的数量明显增多，建筑行业得以快速发展，进而推动了施工技术的升级换代。与此同时，建筑工程普遍具有规模较大、施工周期较长、内部结构较为复杂等特点，涉及的施工技术应用难度较大。如果施工人员的技术应用水平较低，就会在一定程度上影响施工质量。此外，由于部分新兴技术的应用时间较短，施工人员操作不当而引发安全问题的概率相对较高。因此，如何有效提高建筑工程施工技术应用水平，进一步增强新兴技术的应用效果，提高建筑工程的施工质量，还有待相关企业和人员展开深入研究。

1 建筑工程施工技术特点

1.1 多变性

施工技术的多变性是指在经济社会快速发展、技术手段不断升级的大背景下，建筑工程所使用的施工技术整体呈现多变的特点。一旦施工要求、施工环境、施工建设标准发生变化，施工人员就必须相应地调整技术参数或改用其他技术手段。

1.2 流动性

施工技术的流动性是指规模较大的建筑工程分阶段施工的技术安排。其间，施工单位需要针对不同阶段的施工计划进行施工技术的内部共享，以最大限度地增强施工效能，实现施工技术的高效利用。

1.3 整体性

施工技术的整体性是指，建筑工程是一项完整的项目，各施工环节之间关联密切。施工人员只有立足于全局，充分了解不同施工环节的施工要求和施工标准，以及各种施工技术的正确使用方法，确保各施工环节中的施工技术搭配科学、合理，才能实现建筑工程的高质量建设。

2 建筑工程施工技术类型

2.1 地基加固处理技术

在建筑工程施工中，打好地基是尤为重要的工作，地基是建筑工程施工前的必要准备工作，是一个工程的基础，这部分的工作至关重要。但在施工过程中，可能会出现软基现象，因此在施工中应加强技术创新，让地基更加牢固，不断提升地基的承受力。第一，处理地基时，应运用沙井法，在底层上铺上沙井，或在上面铺上砂浆垫板，以此增强基层的牢固性，让基层硬度更高。第二，相关人员应及时填堆土石，并预压地面，这种方式效果较好，能避免地面下沉。第三，在施工中，应运用电渗处理法使软基的处理效果更显著。这种方式往往是将金属的阴极插入软化的泥土中，并通上直流电，稀释到地面的水分，这样能有效降低建筑工程中地基砼层的含水量，让路基更加稳定。第

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

四，在处理地面的过程中，为了提升地面的牢固性，可以运用换填处理的方法，换填处理材质可以为碎石料或砂岩，让基层更加凝结，让地面更加坚硬。第五，使用挤密法时，为提升地面整体的承载力，可运用螺线钻头分层将回土打入地基，建立牢固的地面结构。地基加固处理方法比较多，应当按照工地的真实情况运用正确的施工技术。保证地基符合相关标准。

2.2 房屋结构技术

打好地基后，应当优化房屋结构，让房屋越来越稳定。房屋结构的优化是一个循序渐进的过程，需要结合施工实际，合理进行调整。在房屋建设中，为了让上部结构更加优良稳定，优化上部结构的功能，需要运用先进的房屋结构技术。首先，应当注重使用力钢结构，并在标准技术的指导下，进行标准作业，在施工现场应注意按照操作步骤进行，满足施工需求，确保施工钢结构的稳定性，延长房屋建筑的寿命，避免出现施工事故；二是施工单位应结合施工现状，使用稳定的结构体系，提升施工质量，保证施工安全，发挥预应力技术的应用价值；三是运用新型预应力技术，建筑工程施工人员应加强思考和分析，让工程结构更加稳定，提升实践效果，最终完成建设目标。

2.3 混凝土施工技术

在进行混凝土浇筑之前，必须对施工材料的质量进行检验，并对材料性能、级配、含水率、含泥量的验收，并确保各种原材料的质量达到相应的施工规范。其次，要合理控制混凝土的配比，通过多次配合比试验来确定最佳的配合比选。混凝土要尽量在拌和站集中拌和。以确保混凝土的密实度、和易性满足工程的需要。在施工过程中，应注意浇筑质量、温度以及后期的养护工作，降低裂缝的发生，使建筑的外观更加美观。

2.4 防水施工技术

防水施工技术也是建筑工程施工的关键技术，应用此项技术的主要作用是防止屋面被水侵蚀，提升建筑工程的整体防水、防渗漏能力。在实际施工现场施工人员要按照设计要求和施工方案中的固定，选择合适的防水材料，并按照相应的规范和标准施工。防水施工完成后，还需要进行蓄水试验，一旦发现渗漏问题，及时处理修复处理，以提升防水施工质量。在进行墙体工程时，应根据图纸的设计要求选用防水材料，并应注意墙体漏水问题。就现有的建材而言，在一定程度上还无法满足墙体防渗漏的要求，因此在使用时必须将其与现代技术结合起来，从而防止墙体渗漏。首先，要考虑砌块自身的收缩性能，在砌块材料进场前，必须厂家能够提供保温砌块达到养护龄期的证明，避免因砌块自身的收缩而产生开裂，发生漏水事故。其次，在砌筑的时候，必须根据规范的规定，对砌块进行适当的润湿，以降低砌块吸水能力，以免发生砂浆层开裂问题。最后，要对水泥砂浆的用量进行严格的控制，使其配合比达到设计和施工规范的要求，这样才能保证砂浆与混凝土之间的粘结，以防止因砂浆造成的裂缝。

3 建筑工程施工技术管理措施

3.1 现场施工管理体系

为加强工程施工过程把控，确保各项施工技术运用符合相关技术标准，工程采用 BIM 技术建立了三维建筑模型，对施工现场进行可视化管理。根据工程管理要求，实际在建立现场施工管理体系时，成立了项目部负责对现场管理制度进行制定，完成各岗位人员职责划分，保证现场信息能及时上传数据平台，为现场管理人员和专业技术人员分析和解决问题提供支持。从项目部组成上来看，由项目经理负责对技术员、材料员、安全员、质量员等各级人员进行管理，督促人员按照规定流程开展各项管理工作，确保可以结合工程实际情况对管理措施进行调整，为各项管理目标的实现提供保障。日常通过定期和不定期抽查，督促各级人员严格按照要求运用现代科学技术进行施工现场管理，以免人为疏漏导致工程施工问题。

3.2 完善设计标准

在施工开始之前，施工技术人员应当对施工现状加强分析和研究，展开实际调研，及时论证，对施工中可能出现的问题进行总结，将问题归纳起来，形成调研报告，做好设计工作，以更好地指导工程施工。第一，施工人员应当加强对现场的管理，对施工的每一个环节进行分析，对各种施工技术了然于胸，了解清楚每一个施工阶段的施工特征，进行全面论证，为做好施工设计打下基础。第二，施工人员应当管理好施工图纸，施工图纸是施工的重要文件，不可缺少，需要施工技术人员谨慎对待，施工人员应当审查好图纸，及时勘察校验图纸中的每一个关键点，梳理好各部分之间的关系，查看施工图纸是否存在理论和技术上的缺陷，是否符合建筑施工实际，是否符合国家标准，技术人员应当通过图纸将各个工种协调配合起来，确保图纸中的设计规范落实到实际中，提升设计标准的可行性。第三，在施工前，工作人员应当加强对图纸的会审，让项目组的施工人员熟悉图纸的内容、操作步骤，一旦出现问题，应及时告知管理人员和设计人员，使其重新会审图纸，及时解决出现的问题，使工程按时按质完成。第四，对施工方案进行更改时，应及时上报，层层审核，层层批复，使最终的施工图纸完全满足施工实际，达到相应设计标准。

3.3 优化施工流程

在现场施工管理中，还应优化施工流程。建筑工程的施工往往比较复杂，而且具有一定的危险性，因此需要形成完善的施工流程，有序落实施工计划。在制定施工流程时，应当结合工程实际，充分考虑各项因素，既要考虑有利因素，又要考虑不利因素，使施工流程更加严密，避免后期反复调整。在施工时，应发挥好监督部门的职能，监督施工流程的实施，监督好每个细节，及时评估各个部门

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的工作情况。在最后验收时，应对照施工标准进行检查，及时发现不规范的地方，并加以改进。

3.4 加强施工现场的质量管理

在建筑工程项目施工现场管理中，质量管理永远是重中之重，任何一个环节或部件的缺陷，都会对整个项目的质量造成很大的影响。施工的第一要务就是要挑选一支符合标准的施工队伍，并在施工前向全体员工进行工作指导和思想教育。要求他们每天都要对工程质量进行严格的检查，以便在第一时间发现问题，并将问题解决，对于不符合技术标准的部分和部分，都要进行修复，每一步都要经过相关部门的确认，确认无误后，才能进行下一步的工作。

3.5 绿色施工管理

在绿色施工管理方面，通过对施工人员进行常态化技术培训，并在现场定期进行监督管理，确保各专业人员严格按照绿色施工工序作业，杜绝各种浪费行为的发生。在现场搬运材料、设备等环节，按照规定提前进行路面洒水，加强粉尘污染防控管理。针对工地运送车辆，按照环保规范进行检验，确认尾气排放达标，避免引发大气污染。在挖掘机等大型机械设备作业过程中，通过提前做好设备检修维护，更换磨损零部件，有效减小了噪声给周围居民带来的干扰。在钢筋焊接等环节，在周围设置了格挡以减少环境受到的光污染。针对施工产生的废水，严格按照要求进行统一收集和处理，将得到的中水用于路面洒水等环节，实现污染减量化处理。针对施工现场产生的废旧塑料薄膜、保温板等材料，按照规定进行收集和存放，并运输到指定地点进行回收处理。在工程施工期间，通过在现场布置各种污染检测设备，对施工产生的污染进行实时监测，确保及时发现和处理污染物超标情况，最大限度地降低施工带来的影响。

3.6 积极引进先进的施工技术

现阶段，施工单位有必要通过引进先进的施工技术来进一步提高施工质量。例如，为了增强建筑地基的稳固性，首先，施工单位可以通过引进深基坑施工技术，在确保不影响基坑周边环境的基础上，加固地下结构，有效增强地基的承载力和稳定性。其次，施工单位可以引入桩锚支挡体系。该技术主要适用于基坑开挖深度较大的建筑工程，以及土质较差、坑壁岩石渗透性较强的施工环境。最后，施工单位还可以引入支挡与承重结构一体化的施工技术，在有序加固临时支挡的桩、地下连续墙以及地下室墙体的基础上，实现支挡、承重结构的一体化施工，从而加快施工进度与提高工程质量。

3.7 加强对施工材料与机械设备的管理

一方面，施工单位应根据相关技术标准严格把控施工材料的质量。在采购环节，施工单位应选派专业水平较高的采购人员与检测人员共同负责施工材料供应商的资格认证与审核工作，全面检测并分析施工材料的质量、性能等是否符合相关技术标准，并将采购成本控制在合理范围内。当施工材料运抵施工现场后，现场质量检测人员还应对施工材料进行质量检验和比对，以确保入场的施工材料并未在运输过程中变质。通过质量检测后，现场管理人员需要根据材料种类将其分别储存于合适的仓库中。其间，现场管理人员必须维持仓库良好的通风条件与干燥的环境，以免施工材料受潮或遭到腐蚀。另一方面，施工单位应做好机械设备的质量控制工作。在施工阶段，现场管理人员需要落实好大型垂直与横向运输设备、操作设备、安全设备、计量仪器等的定期检修、管理与保养工作，以确保施工现场的机械设备始终处于安全稳定的运行状态。采购人员应综合考量当前建筑工程采用的施工技术的特点、施工要求等情况，合理选购或者租赁相关机械设备。如此一来，施工单位便可在充分发挥机械设备应用价值的同时，提高施工效率与施工技术应用水平。

4 结论

如今我国经济已进入高质量发展阶段，建筑业发挥的作用更加重要，因此在开展建筑施工时，应当结合实际，运用完善的施工技术，加强现场施工管理，管控好每一个施工细节，及时发现问题，并第一时间加以改进，提升整体施工质量，为广大群众营造一个安全、质量高的房屋居住环境，增强人们的幸福感和获得感。

[参考文献]

[1]林华俊.建筑工程施工技术及现场施工管理概述[J].建筑监督检测与造价,2022,15(3):26-29.
[2]贾虎,常建伟,王磊,等.建筑工程施工技术及其现场施工管理研究[J].城市建筑空间,2022,29(1):404-405.
[3]王伟杰,王兴增,王嘉明.建筑工程施工技术要点及创新方式探究[J].居舍,2022(18):70-72.
[4]赵丹,马利娜,王凤娟.建筑工程施工技术存在的问题与对策探讨[J].建筑技术开发,2022,49(11):15-18.
[5]张浩.建筑工程施工技术和现场管理要点研究[J].建设科技,2022(10):90-92.

作者简介：李磊（2023.5—），毕业院校：山东建筑大学，所学专业：建筑工程技术，当前就职单位：山东汇萃建筑劳务有限公司，职务：项目经理，职称级别：中级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

BIM 技术在建筑给排水设计中的应用

张 兰
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着经济社会的发展，建筑业也得到了很大的进步，建筑给排水设计也逐渐成为建筑工程设计中的重要部分，然而在建筑给排水设计过程中，经常会出现一些问题，例如：管线布置不合理、管道碰撞等，这些问题都会对建筑工程质量和使用安全造成一定影响。BIM 技术作为一种现代化信息技术，具有较高的应用价值，可以实现设计工作的精细化与智能化。并且近几年来我国各大学、科研单位对 BIM 技术是广泛关注，同时也取得了一定的成果，但是在我国的建筑业中，BIM 技术的推广却非常有限，只在几个大型工程或示范工程中使用。基于此，将对 BIM 技术进行简单概述，然后分析了 BIM 技术在建筑给排水设计中的应用优势和重要性，最后探讨了 BIM 技术在建筑给排水设计中的应用情况和具体措施，希望能够为 BIM 技术在建筑给排水设计中的应用提供一些参考。

[关键词]BIM 技术；给排水设计；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9139 中图分类号：TU82 文献标识码：A

Application of BIM Technology in Building Water Supply and Drainage Design

ZHANG Lan
Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the development of the economy and society, the construction industry has made great progress, and the design of building water supply and drainage has gradually become an important part of building engineering design. However, in the process of building water supply and drainage design, there are often some problems, such as unreasonable pipeline layout, pipeline collisions, etc., which can have a certain impact on the quality and safety of building engineering. BIM technology, as a modern information technology, has high application value and can achieve refinement and intelligence in design work. In recent years, various universities and research institutions in China have paid widespread attention to BIM technology and have achieved certain results. However, in Chinese construction industry, the promotion of BIM technology is very limited and only used in a few large-scale projects or demonstration projects. Based on this, a brief overview of BIM technology will be provided, followed by an analysis of its application advantages and importance in building water supply and drainage design. Finally, the application situation and specific measures of BIM technology in building water supply and drainage design are discussed, hoping to provide some reference for the application of BIM technology in building water supply and drainage design.

Keywords: BIM technology; water supply and drainage design; application

1 BIM 技术概述

1.1 BIM 技术在给排水设计中有什么优势

BIM 技术作为一种现代化信息技术，可以为建筑给排水设计提供很好的支持，因此需要对 BIM 技术进行深入分析。BIM 是一种模型，这种模型主要是以建筑项目的实际情况为依据建立起来的，包括了建筑项目的尺寸、材料、性能等信息，这些信息可以为设计人员提供参考。BIM 技术应用过程中，不仅可以提高设计效率，而且还能有效保证设计质量。BIM 技术中包含了建筑项目的全部信息，这种信息包括了建筑物的设计参数、性能指标以及各项建筑信息，例如：建筑物的结构类型、材料、设备等。BIM 技术应用过程中，还可以对建筑项目的各项数据进行整合、分析，这也是 BIM 技术应用中最重要的部分。BIM 技术在建筑给排水设计中应用具有以下优势：第一，BIM 技术具有可视化特点。通过 BIM 技术应用可以实现设计阶段和施工阶段的有效融合，从而提高设计人员对设计效果的把握能力。第二，BIM 技术可以实现建筑项目中各个构件之间的有效连接。第三，BIM 技术可以对建筑项目中各项数据进行分析和统计，从而为相关人员提供参考[1]。

1.2 可视化特点

BIM 技术中包含了很多数据，这些数据是以可视化的形式呈现出来的，因此，这种技术应用过程中可以有效提高设计人员对设计效果的把握能力。BIM 技术在建筑给排水设计过程中应用，可以有效提高设计效率，这是因为通过 BIM 技术可以有效解决设计过程中存在的问题。例如：在建筑项目的设计过程中，需要对各构件之间的关系进行分析，并确定各构件之间的位置关系，这一工作需要花费大量时间和精力。如果采用传统的方式进行处理，那么设计人员需要对大量的数据信息进行统计，而在处理过程中需要耗费大量时间。通过 BIM 技术应用，可以有效解决这

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

一问题，在 BIM 技术应用过程中，设计人员可以通过三维模型对建筑项目进行直观地展示。通过对建筑项目的可视化展示，可以提高建筑给排水设计效率。BIM 技术在建筑给排水设计过程中应用后，设计人员不仅可以清晰地了解建筑物内部各构件之间的位置关系，而且还能有效把握建筑物的整体结构。

1.3 协同性特点

BIM 技术在建筑给排水设计中应用，不仅可以提高设计人员对建筑项目的整体把握能力，而且还能实现设计和施工的有效衔接，从而提高设计质量。在建筑给排水设计过程中，对建筑给排水进行模拟时，需要将相关信息整合到 BIM 模型中，进而实现对相关信息的整合。例如：在设计人员确定排水系统后，可以将排水系统的各项数据进行整合。在整合时，需要对排水系统的运行时间、水源地位置、使用情况等信息进行整合。排水系统建设完成后，需要将其与市政管网进行有效衔接。在建筑给排水设计中应用 BIM 技术时，还需要对相关信息进行整合，从而为施工人员提供参考。例如：在对给排水管道进行铺设时，需要将其与给水管道进行有效衔接。在施工过程中，可以将管道铺设位置、走向、坡度等信息进行整合。另外，还需要将排水系统与室内装修进行有效衔接。

1.4 数据分析特点

在建筑项目的施工阶段，对于设计人员而言，其需要将建筑物的各个构件进行合理设置，通过对建筑项目中各项数据进行分析，从而有效提高建筑给排水设计水平。BIM 技术是一种现代化信息技术，可以有效保证建筑项目设计效果。BIM 技术中包含了大量的建筑信息，这些信息可以为设计人员提供参考。例如：建筑给排水系统的压力、流量等。通过对这些数据进行分析和统计，可以提高建筑给排水系统设计效率，同时还可以减少给排水系统中的压力损失，从而有效保证建筑物的稳定性。在现代社会发展过程中，人们对生活环境提出了更高要求。尤其是对于建筑业而言，其需要对建筑物中各项数据进行合理分析，以满足人们对居住环境的要求。目前传统设计方法已经无法满足人们需求，因此需要使用 BIM 技术进行设计。在 BIM 技术应用过程中，需要将工程项目中的各项数据进行整合、分析、统计等工作，从而为建筑给排水设计提供有效支持，以促进建筑行业健康发展[2]。

2 给排水设计中应用 BIM 技术的优势与重要性

2.1 三维设计，简化施工

BIM 技术可以将建筑工程的各个专业设计工作进行有效整合，通过计算机模拟技术，实现给排水系统的设计优化和升级。在建筑工程给排水设计过程中，BIM 技术可以将各个专业设计工作进行整合，实现各专业的无缝连接。此外，利用 BIM 技术可以将建筑工程施工过程中的各种信息进行整合与整理，从而有效提高了给排水设计的准确性与可靠性。例如：在进行建筑物给排水管道安装前，建筑工程施工人员可以利用 BIM 技术对管道位置与标高进行科学确定，然后利用三维建模软件对管道进行建模处理。在对管道进行建模过程中，建筑工程施工人员可以利用 BIM 技术对各个管件和设备的位置和高度进行设置，然后将这些管件和设备的位置信息与实际位置进行对比分析。当发现实际位置与设计位置存在偏差时，建筑工程施工人员可以及时调整这些偏差值，从而有效避免了由于管道安装位置错误而导致的安全事故发生。例如：建筑工程施工人员在设计排水管道时，可以利用 BIM 技术将各个区域内管道的位置和标高信息进行整理、汇总和分析。当发现某个区域内没有管道时，建筑工程施工人员可以利用 BIM 技术将这个区域内的所有管道信息进行整理与汇总，并将这些信息绘制在 BIM 模型上。

2.2 材料统计，优化材料

在建筑给排水设计过程中，施工材料的质量与数量会对整个工程质量产生直接影响。由于施工材料质量问题与数量问题无法在施工前进行有效预测，从而导致建筑工程在施工过程中出现材料短缺或材料质量问题，这不仅会对工程质量产生不利影响，还会严重影响建筑工程的施工进度。例如：在建筑给排水设计过程中，通过 BIM 技术可以对所需要的材料进行准确统计。通过 BIM 技术对各种材料进行统计，可以有效提高设计的准确性与科学性。例如：在给排水设计过程中可以采用计算机辅助方式，对所需要的各种材料进行精确统计，并对其进行分类整理，从而有效降低由于材料统计不准确而导致的成本增加情况发生。在建筑工程给排水设计过程中应用 BIM 技术可以对各种材料的使用情况进行分析和统计，从而有效避免由于施工材料使用不当而导致的成本增加情况发生。

2.3 提高效率，节约成本

随着建筑行业的快速发展，建筑工程的给排水设计工作也越来越受到人们的关注和重视。而在建筑工程施工过程中，由于施工现场环境复杂，而给排水系统又具有较强的复杂性，因此导致给排水设计工作难度较大，从而影响了施工效率与质量。此外，在建筑给排水设计过程中还存在着较多的专业协调问题，而这些问题如果没有得到有效解决，就会导致建筑工程施工质量出现严重问题。因此在实际施工过程中需要设计人员对相关专业进行协调与处理，从而有效提高了给排水设计效率。首先，在 BIM 技术的支持下，设计人员可以对相关专业进行有效协调和处理。其次，BIM 技术可以对各种给排水设备进行模拟与分析，从而有效避免了由于专业协调问题而导致的设计失误问题发生。因此通过对给排水系统进行优化和设计，可以有效节约成本。

2.4 BIM 技术总结

总体而言，BIM 技术是一种现代化的信息技术，其以三维模型为载体，对建筑工程的设计工作进行模拟与展示。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

通过对建筑工程给排水设计工作进行模拟，可以为建筑工程的施工设计提供相应的参考依据，从而能够有效降低建筑工程施工成本。此外，BIM 技术具有较高的灵活性与交互性，其可以为建筑工程施工设计提供准确的数据信息，通过对这些数据信息进行整理、分析，从而有效提高了建筑工程施工质量和效率。同时，BIM 技术还具有较强的安全性，其可以对建筑物进行模拟，对建筑物内各种管线进行分析、统计与整理，从而降低了由于管线布置不合理而导致的安全事故发生概率。另外，BIM 技术还具有较强的协调性和模拟性，其可以对各种设备进行有效控制与管理。同时在 BIM 技术中还可以利用计算机进行辅助计算、模拟、分析等操作，从而有效提高了工作效率。此外，在 BIM 技术应用过程中还可以实现建筑工程设计流程的优化和升级。BIM 技术在建筑给排水设计过程中的应用具有重要的现实意义与价值，其可以对给排水系统进行模拟、优化和设计。例如：通过 BIM 技术对管道、设备、管线进行模拟与分析，从而对管道、设备与管线等进行优化和设计工作，有效减少了由于设计不当而导致的管道碰撞问题发生。

3 在建筑给排水设计中运用 BIM 技术时需要注意的问题

3.1 协调好各专业之间的关系

在建筑给排水设计过程中，应用 BIM 技术能够有效提高设计效率和质量，但在具体运用 BIM 技术时，还需要注意几个问题，首先要协调好各专业之间的关系。建筑工程给排水系统比较复杂，各个专业之间存在一定的关联，因此，在建筑给排水设计过程中，要结合各专业的实际需求合理划分各个专业，同时在此基础上采用合理的协调方式对其进行协调处理。例如：在对建筑给排水设计过程中运用 BIM 技术时，要注重对不同专业之间的协调工作，同时还要加强与建筑结构、暖通、消防等专业的联系。建筑给排水设计过程中涉及大量管线布置和管道优化工作，如果设计人员无法协调好各专业之间的关系，那么就会出现管道碰撞、管线布局不合理等问题。因此在建筑给排水设计过程中，要注重加强各专业之间的协调工作。

3.2 管道的布置和优化

要注意管道的布置和优化，然而在具体设计过程中，由于各专业之间存在一定的交叉关系，因此在布置管道时需要注意以下问题：首先要合理划分管道线路。不同管线之间存在一定的交叉关系，因此在进行给排水设计时要合理划分管道线路，避免管线重叠。其次要对不同管径管道进行优化处理。由于建筑给排水设计中涉及大量管道，因此在进行设计时要结合具体情况对其进行优化处理，使其达到最佳的使用效果。

3.3 注意管道材料的选择和应用

在建筑给排水设计过程中运用 BIM 技术时还需要注意管道材料选择和应用问题。由于建筑给排水设计中涉及到大量金属材料，因此在进行设计时要采用适合的金属材料，从而提高管道性能。此外在进行建筑给排水设计时还需要注意管道材料的选择和应用问题，为了有效避免各种管道之间发生碰撞或其他问题影响到建筑工程质量和使用安全，需要对一些重要管道进行重点防护和安装[3]。

3.4 做好设计工作后再施工

建筑给排水设计完成后需要进行施工操作才能真正发挥出 BIM 技术的应用优势。然而在进行施工过程中要注意以下问题：首先要对施工图纸进行认真审查。如果图纸上存在问题则需要及时对其进行修改，否则会影响到整个建筑工程的质量和使用安全；其次要注意设备和材料的合理选择。在实际施工过程中需要对各种设备和材料进行合理选择，并根据其特性选择合适的产品和材料。例如：在对水箱等设备进行安装时就需要选择合适的产品；再次要注意专业之间存在一定的联系。由于各个专业之间具有一定的关联性，因此在进行设计时需要注重各专业之间的协调工作。

3.5 注意软件和软件间的差异问题

随着建筑工程行业不断发展，各种软件层出不穷，这给建筑工程行业带来了一定的挑战。然而在建筑给排水设计过程中运用 BIM 技术时还需要注意软件间差异问题，不同软件具有不同的操作方式和特点，因此在运用 BIM 技术时需要注意软件间存在一定差异问题，以免影响到整个建筑给排水设计工作的顺利开展。

4 结语

随着社会的发展，人们对生活环境提出了更高的要求，而建筑行业也因此得到了很大发展，其中建筑给排水设计作为建筑工程设计中的重要部分，对整个工程质量和使用安全起着至关重要的作用，因此，相关部门在对建筑给排水进行设计时，必须要加强重视。目前，BIM 技术已经广泛应用于各个领域中，在建筑给排水设计中也得到了广泛应用。文章主要对 BIM 技术进行了简要概述，然后分析了 BIM 技术在建筑给排水设计中的应用优势和重要性，最后探讨了 BIM 技术在建筑给排水设计中的应用情况和具体措施。希望通过文章的分析与研究能够为 BIM 技术在建筑给排水设计中的应用提供一些参考。

[参考文献]

[1]褚婉男,张值源,刘济源,王佳慧.BIM 技术在建筑给水排水工程设计中的应用价值分析[J].科技风,2023(11):68-70.
[2]周晓玲,何秀宇.建筑给排水设计施工中节水节能技术的应用研究[J].中国建筑装饰装修,2023(7):76-78.
[3]孙敏剑.BIM 技术在建筑给排水设计中的应用[J].中国建筑金属结构,2023(3):142-144.

作者简介：张兰（1993.10—），女，汉族，毕业学校：河北工程大学，现工作单位：河北建筑设计研究院有限责任公司。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

探讨建筑工程管理及施工质量控制的有效的策略

朱国敬
山东钰锟建筑工程有限公司，山东 济南 250002

[摘要]21 世纪以来，我国社会经济呈现快速增长趋势，尤其是城市化进程不断加快，建筑工程项目的需求量不断加大，致使建筑产业的发展速度明显提高。建筑业作为我国第二产业，在社会经济体系中占据着重要的主体地位。因此，为加快我国社会经济的持续稳步发展，建筑领域仍需不断进步，同时，建筑工程管理工作面临着更大的挑战。这些年，我国建筑企业历经多年实践，积累了许多有效的管理经验，但随着时代的发展演变仍会衍生出一些新的问题，而这些问题的存在在某种程度上影响了建筑企业的健康生存与持续发展。基于此，企业必须强化建筑工程管理工作，力求提高建筑工程质量，降低事故发生率，以此在建筑市场内树立企业良好的社会形象。

[关键词]建筑工程管理；施工质量；策略
DOI：10.33142/ec.v6i8.9106 中图分类号：TU71 文献标识码：A

Exploration on Effective Strategies for Construction Project Management and Construction Quality Control

ZHU Guojing
Shandong Yukun Construction Engineering Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250002, China

Abstract: Since the 21st century, Chinese social economy has shown a trend of rapid growth, especially with the accelerating urbanization process and the increasing demand for construction projects, which has significantly improved the development speed of the construction industry. As Chinese Secondary sector of the economy, the construction industry occupies an important main position in the social and economic system. Therefore, in order to accelerate the sustainable and steady development of Chinese social economy, the construction field still needs continuous progress. At the same time, construction project management faces greater challenges. In recent years, Chinese construction enterprises have gone through years of practice and accumulated many effective management experiences. However, with the development and evolution of the times, new problems will still arise, and the existence of these problems to some extent affects the healthy survival and sustainable development of construction enterprises. Based on this, enterprises must strengthen construction project management, strive to improve the quality of construction projects, reduce accident rates, and establish a good social image of the enterprise in the construction market.

Keywords: construction project management; construction quality; strategy

1 建筑工程管理及施工质量的影响因素

1.1 人员因素

在建筑工程施工中，人员是最基本的要素，也是直接的操作者，因此，人员的素质高低对于建筑工程管理的效果和最终的施工施工质量产生直接的影响。其中不仅包括施工人员，也包括管理人员、技术人员等，进行建筑工程管理从实质上来说，就是对人员进行管理，只有做好人员管理，确保每一个工作人员严格按照标准和流程进行操作，保证每一个环节的质量，才能够在整体上保障建筑工程的质量。

1.2 设备因素

在建筑工程施工的过程中，机械设备发挥着重要的作用，能够有效提升建设效率，降低人工操作的工作量，对于保障建筑工程的施工进度和施工质量意义重大。机械设备的质量会对于建筑工程能否顺利推进产生直接的影响，在实际的施工过程中，需要结合实际的施工需要合理选择机械设备，这样才能够为施工质量提供保障。

1.3 材料因素

材料的质量是否良好，性能是否与施工的实际需要相符，直接决定着施工的质量，因此，从这一角度来说，保证建筑工程质量的基础就是保障材料质量。如果材料的质量是不合格的，那么即使后续的工序做的再好，工程的质量也很难得到保障，只有保障材料质量，才能为工程质量奠定基础。

1.4 技术因素

施工技术的选择应当具有针对性，也就是结合建筑工程建设的实际需求选择合适的施工技术和施工措施，并且严格按照标准和规范进行操作，确保施工技术的应用取得良好的效果。科学合理的施工技术能够在保证生产安全性的同时，为工程质量和建筑工程使用功能的实现创造良好的条件。

1.5 环境因素

环境因素的影响是多方面的，首先是自然环境因素，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

主要包括地质水文条件、天气状况等，这些因素都会影响到建筑工程施工的过程，进而对于施工质量造成一定程度的影响。社会环境因素具有不可控的特点，主要指的是相关法律法规、企业经营理念等能够对施工质量造成影响的因素。作业环境因素则指的是施工现场的各项措施做得是否到位，各项资源能否及时供应等，这些都会对施工过程的顺利开展和最终的施工质量造成影响。

2 建筑工程管理的有效控制措施

2.1 加强完善管理机制

建筑行业发展过程中，想要切实提高建筑工程管理效能，建筑企业必须树立正确的建筑工程管理意识，充分认识到现代化先进管理理念的优势，突破传统粗放式的管理方式，积极主动汲取先进的做法和经验，从思想层面上认识到管理机制改革的重要意义，从而优化、调整原有建筑工程管理机制。具体可从两个方面着手：一是进一步厘清建筑工程管理法律规程，并以此为依托确保建筑工程管理工作的每个流程都有法可依、有章可循，进而推进各项管理工作有序实施，科学合理地提高建筑工程管理质量和效率。二是建筑企业应积极构建一套全面、高效、完善的管理机制，可适当借鉴国内优秀、顶尖的建筑企业，以及国外先进的建筑管理思想、理念和方法，合理地优化、调整现有管理工作流程和操作规范，以此促进建筑工程管理工作朝着更为先进化、专业化、规范化、高效化的方向发展。

2.2 新型项目管理模式的引进

建筑工程管理模式的科学性能够保证建筑企业在开展工程项目的过程中始终处于优势地位。常用的新型建筑工程管理模式有 EPC 模式、工程质量管理模式和绿色施工模式。第一，EPC 模式。在科学技术不断革新并灵活应用于各行各业的背景下，建筑企业在发展过程中也需要结合大数据技术。EPC 模式是一种能够对海量的数据信息进行自动化处理和收集的体系，能够帮助建筑企业、施工单位及时了解施工进度，为工程项目提供新的发展思路，保证施工中各个环节的紧密衔接。第二，工程质量管理模式。建筑工程建设项目一般涉及到的环节较多且较为复杂，不只是单纯的针对其中一个环节进行监管，需要对整个施工的全过程进行负责。为此，建筑工程管理模式也应该贯穿于整个施工过程。建筑企业需要建立更为全面的工程质量管理模式，从施工前期的材料准备、设备采购与租赁、施工人员的合理配置都需要融入到建筑工程管理模式中，针对施工过程中出现的各种问题要采取针对性的处理手段，针对现场实际情况对施工过程进行监管，有助于管理人员做出正确的决策。

2.3 建筑工程监管机制的完善

建筑工程监管机制的不完善会直接影响建筑工程项目的有序开展，建筑企业需要大力引进优秀人才，定期与政府有关部门进行沟通，在增强自身法律意识的同时，能够及时掌握当前国家制定的激励政策和优惠制度，保证建筑工程项目的开展符合国家制定的各项标准。另外，建筑企业需要从事前管理、事中管理和事后管理三个方面进行工期目标的设置，合理进行施工进度计划的编制，构建科学的工程质量责任制度，将不符合现代社会和市场发展的内容从建筑工程管理模式中剔除，保证建筑工程项目完成的质量。

2.4 革新建筑工程的管理技术

（1）BIM 技术

BIM 技术的合理应用可以实现建筑工程全生命周期的管理，对建筑工程的各个实施流程进行优化，保证施工管理的合理性与科学性。同时，BIM 技术中的 3D 建模技术为建筑工程的落实提供了一定的助力，能够对建筑工程设计方案进行检验，优化其中可能出现漏洞的部分，实现建筑工程各个参建方的有效沟通，最大限度保证数据资源的科学共享，为工程造价方案的科学控制提供保障。

（2）pert 法则

pert 法则是一种较为科学的建筑工程项目体系编撰方式，将项目作为一个系统，在其中融合不同类型的生产要素，并以网络图的形式展现出来。然后，结合图形计算法，对其进行准确的评估和设计，对建筑工程项目开发中存在的漏洞进行排查并优化施工方案，保证项目的顺利推进。建筑工程管理模式的创新离不开企业文化的支持，建筑企业需要从行业未来的发展目标出发，明确企业短期内的发展前景，注重企业领导管理凝聚力的提升，借助良好的企业文化氛围组织多元化的工程管理活动，扩大企业文化带来的积极影响，全面提升建筑工程管理模式的实际应用效果。

3 建筑工程质量控制措施

3.1 完善质量控制体系做好全程管理

从施工前、施工中和施工后的质量管理工作入手，基于建筑工程施工全程不断完善质量控制体系，从多维度、多层次把控工程质量。首先，明确各部门工作人员的工作职责、建筑工程施工现场情况、建筑工程项目进度安排与实际建设情况，大到工程总体施工管理，小到人员、材料等方面的管理，制订总体质量管理把控方案。其次，结合建筑工程相关法律法规、规章制度和建设标准，制定各部门的执行标准，以及部门工作考察实施方案。考察内容不仅要覆盖部门所有工作并制定硬性指标，还需要覆盖工作人员，以个人实际工作情况为基准，强化工作人员的建筑工程质量管理与安全生产意识。最后，按照不同专业领域指派专人管理，并对每一位专项管理人员划分质量控制权责，确保整个质量控制工作的顺利开展。

3.2 依托“BIM 智慧工地”进行精细化管理

施工单位可以基于建筑工程项目分管，派技术企业设计与施工单位工作相适配的“BIM 智慧工地”系统与各项工作板块，确保不同岗位的工作人员直观、清楚地掌握整个建筑工程质量管理工作的重点和难点。还可以就各工序

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的质量技术要点，在“BIM 智慧工地”系统融入 3D 模拟演示，让专项管理人员直接对部门工作人员进行指导培训，帮助全体工作人员把握质量管理工作要点，明白自己在岗位中要做什么、怎么做、做到什么效果。在此基础上，搭配周、月、年的三级进度管控模式推进精细化管理，面向全员汇报建筑工程的质量管理工作，强化工作人员的质量控制意识。

3.3 严格控制建材质量

建筑企业要根据自己的材料需要对原材料进行选择，并对其进行详细的分析，制定相关的文件，并选择合适的供应商。如果合同中的材料、设备是必需的，则由供应商负责，并说明产品的质量问题。在材质上，不但要注意材质及制品的外观品质，还要对多个领域的物料进行品质检查，严禁任何不符合要求的物料及产品进入市场。材料质量等级的规定，必须按照设计规范和图纸来确定；对两种控制的物料进行单独的试验。如果需要更高的材料，则必须提供当地的建筑管理机构出具的证明文件。物料的品质管理必须是透明的，这样才能使建造者明白其具体情况。

3.4 提高施工人员综合素质

在建筑行业中员工素质的提高是项目建设质量的重要环节，主要应完成以下工作：

首先，建筑公司在招募有技术的员工时，对他们的资质进行严格的审查，在确保工程质量的同时，还要确保员工的人身安全；其次，在建设工程实施前对所有相关人员进行培训，并加强现场技术人员交底工作，不但要掌握相关的知识和技巧，而且使他们明白操作规程；最后，在建筑行业要建立一种奖惩制度，对勤勉的工人要给予奖励，对工作不认真的工人要给予相应的处罚。所以，只有以企业为主导，以企业文化、项目管理文化为辅，以施工人员为主导，充分发挥各方面的积极作用，才能有效地提升工程施工质量，保障制度的有效性。

3.5 严格把控施工工序流程以及重难点问题，消除或者减少质量通病问题

施工质量通病问题始终是影响土建工程质量管理效能以及施工效益的限制因素。针对于此，施工单位必须严格把控各项施工工序流程以及重难点施工问题，通过科学贯彻落实技术工艺内容以及质量管控措施，从根本处消除或者减少质量通病问题出现。以模板施工为例，为避免出现模板承载能力不足或者漏浆等质量通病问题，施工人员必须严格按照设计图纸以及专项施工方案要求，重点针对拼装接缝问题进行严格控制管理。通过规范施工以及操作处理，巩固加强模板施工质量效果。

在模板拆除期间，施工人员应该结合当前混凝土结构强度判断是否可拆除模板。如混凝土结构强度必须超过设计强度的 75%之后，施工人员才可以按照相关顺序依次拆除模板设施。需要注意的是，在施工工序流程落实期间，监理单位必须与施工单位做好协调管理工作，如监理人员应该深入施工现场，对当前工序落实状态以及质量情况进行严格把控，及时发现风险问题并加以解决。除此之外，对于重要区域的施工工序流程而言，施工单位应该做好各专业工序相互协调工作，避免出现施工碰撞或者其他质量风险问题。

3.6 主动结合新技术、新理念，改进优化质量管理方式

工程项目质量管理可通过借助信息化管理工具如 BIM 及大数据等相关技术工具，可实现对施工质量管理全过程的创新优化。在管理期间，管理人员可通过整合升级施工数据，并与标准数值进行综合对比分析，及时发现施工异常问题以及风险问题。客观来讲，工程项目质量管理期间会涉及大量对工程实体实际情况进行描述的工程数据类型，如构件名称、尺寸等几何信息、技术参数、施工信息如施工单位、施工班组等。管理人员可通过对上述质量管理数据进行深度挖掘与科学分析，对当前施工进度、施工质量状态等进行重点把握。

在此基础上，管理人员也可以通过利用大数据技术对质量管理数据进行筛选分析，及时发现共性以及个性问题，为增强事前质量控制以及事后质量改进效果夯实保障。此外，各部门可通过利用智能化交流软件以及信息化平台，对建筑施工作业期间所涉及到的各类施工数据以及资料内容进行获取分析。并通过在线决策以及在线协商，确保施工沟通的及时性，及时解决施工矛盾问题。

4 结论

在建筑工程施工中，如何做好质量管理是非常重要的。我们要根据施工项目的特点，对施工质量进行合理的改进和优化，使其能够更好地贯彻到建筑工程的整个过程中，从而减少施工中出现的各种质量问题，保证工程项目的质量管理目标能够得以实施。施工质量管理是一项系统性、综合性、专业性的工作，其实施要求进行科学的论证和分析，同时还需要各方的共同努力。

[参考文献]

[1]张贤.建筑工程质量管理中存在的问题及应对策略[J].工程技术研究,2022,7(5):153-155.
[2]陈后民.建设工程质量管理标准化探索与实践[J].活力,2022(2):146-148.
[3]董精印.工程管理对建设工程质量的影响分析及对策[J].中国建筑装饰装修,2022(2):108-109.
[4]王夺.建筑主体结构工程质量管理措施[J].住宅与房地产,2021(30):63-64.
[5]陈浩杰.浅谈建设工程质量管理与控制[J].工程质量,2021,39(1):131-134.

作者简介：朱国敬（2023.5—），毕业院校：枣庄学院，所学专业：房地产经营与管理，当前就职单位：山东钰锟建筑工程有限公司，职务：项目经理，职称级别：中级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程监理中的风险管理及控制

赵先胜
安徽宣建工程项目管理有限公司，安徽 宣城 242000

[摘要]本篇文章旨在探讨建筑工程监理中的风险管理及控制。首先介绍了建筑工程监理中风险管理的意义，以及监理人员在其中扮演的角色和职责；接着，根据风险管理及控制的步骤，详细阐述了建筑工程监理中风险识别与评估、风险控制，风险监控和应对的措施。通过深入研究建筑工程监理中的风险管理及控制，可以帮助提高工程质量和项目成功率，从而对建筑行业的可持续发展做出贡献。

[关键词]建筑工程；监理；风险管理；控制
DOI：10.33142/ec.v6i8.9098 中图分类号：TU712.2 文献标识码：A

Risk Management and Control in Construction Engineering Supervision

ZHAO Xiansheng
Anhui Xuanjian Engineering Project Management Co., Ltd., Xuancheng, Anhui, 242000, China

Abstract: This article aims to explore risk management and control in construction project supervision. Firstly, the significance of risk management in construction project supervision was introduced, as well as the roles and responsibilities played by supervisory personnel; Next, based on the steps of risk management and control, the measures for risk identification and evaluation, risk control, risk monitoring, and response in construction project supervision were elaborated in detail. Through in-depth research on risk management and control in construction engineering supervision, it can help improve project quality and project success rate, thereby contributing to the sustainable development of the construction industry.

Keywords: construction engineering; supervision; risk management; control

引言

在监理过程中，如何科学有效地管理和控制这些风险，成为了建筑行业中的关键问题。风险管理涉及识别、评估和应对潜在的威胁，旨在最大程度地减少风险对项目目标的不利影响。监理人员在风险管理中扮演着关键角色，需要具备全面的专业知识和技能。同时需要建立有效的监控系统，及时收集、分析和反馈风险信息，以便于及时采取相应的应对措施。此外，监理人员还需进行风险溯源和教训总结，通过深入分析和评估风险事件，总结经验教训并提出改进建议，以提高风险管理的效能和工程质量。本文旨在研究建筑工程监理中的风险管理及控制，为相关从业人员提供指导和参考，以确保建筑工程的顺利进行和优质交付。

1 风险管理概述

1.1 建筑工程监理中风险管理的意义

在建筑工程监理中，风险管理的重要性不可忽视。风险管理有助于识别和评估潜在风险，制定相应的应对策略，减少项目失败的风险，保证工程质量和进度的顺利进行[1]。同时，风险管理还可以帮助监理人员合理分配资源，提高工作效率，最大程度地满足项目要求。

1.2 监理人员的角色和职责

在风险管理中，监理人需要全面了解项目的风险特点，负责风险管理计划的制定和实施，监控风险的发生和演变，并及时采取措施进行应对。监理人员还需要与其他相关方进行有效的沟通和协调，确保风险管理工作的顺利进行。监理人员还需确保项目按照规定的标准和要求进行，有效地管理和控制风险，同时应当对合同条款和相关法律法规有清晰的理解，能够参与合同的起草和谈判，确保合同中包含必要的风险控制条款。监理人员还应监督施工过程，进行必要的检查和评估，及时发现和解决风险问题。

2 建筑工程监理中的风险识别与评估

2.1 资料收集与现场勘查

在建筑工程监理中，风险识别和评估是确保工程质量和项目顺利进行的关键步骤。要有效地识别和评估风险，监理人员需要进行充分的资料收集和现场勘查。

一方面，监理人员应收集与项目相关的各种资料，包括设计文件、合同文件、技术规范等。这些资料可以帮助监理人员了解项目的整体情况，识别可能存在的风险因素。

另一方面，监理人员应亲自到项目现场进行观察和调查，以了解实际施工情况和存在的潜在风险。通过观察施工现场、与承包商和工人交流，监理人员可以发现可能存在的问题和风险源，如施工工艺不合理、材料质量问题等[2]。

2.2 风险矩阵分析

风险矩阵分析是一种常用的风险识别和评估方法，通过将风险的概率和影响程度进行量化，帮助监理人员确定

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

潜在的高风险项。

在进行风险矩阵分析时，监理人员首先需要将可能存在的风险因素进行分类。常见的分类包括设计风险、施工风险、质量风险等。然后，针对每个风险因素，将其概率和影响程度进行评估，并将其在风险矩阵中标注出来。

风险矩阵通常由概率和影响程度两个维度组成，可以使用数字、颜色或符号进行表示。监理人员可以根据实际情况，制定相应的评估标准和划分标准，将风险分为低、中、高等级，以便更好地识别和优先处理高风险项[3]。

2.3 专家咨询和经验分享

在建筑工程监理中，专家咨询和经验分享是非常有价值的风险识别和评估手段。专家通常具有丰富的行业知识和实践经验，能够提供有关潜在风险的见解和建议。

监理人员可以与相关专家进行讨论和交流，分享项目风险识别和评估的经验和教训。通过与专家的沟通，监理人员可以获得宝贵的意见和建议，发现可能被忽视的风险因素，并学习如何更好地应对风险。

此外，监理人员还可以参加行业会议、培训课程和研讨会等活动，与同行和专家进行交流和学习。这些机会可以帮助监理人员不断提升自己的风险识别和评估能力，不断改进和完善风险管理的方法和策略。

3 建筑工程监理中的风险控制

3.1 技术控制

技术控制是通过采用适当的技术手段和工艺来减少和控制风险的方法。监理人员可以根据风险评估的结果，针对特定的风险因素制定相应的技术控制措施。

首先，监理人员可以在设计阶段采取技术控制措施，通过优化设计方案来降低风险。例如，针对结构安全风险，可以选择合适的结构形式和材料，进行强度和稳定性的计算和分析，确保结构的安全性能。针对施工质量风险，可以优化施工工艺，考虑施工操作的可行性和合理性，减少施工缺陷和质量问题的发生。

其次，监理人员可以推动采用先进的建筑材料和技术，以降低风险。新型建筑材料和技术通常具有更好的性能和抗风险能力，例如，抗震、防火和耐久性能更高的材料，以及先进的施工技术和工艺。监理人员可以与设计单位和施工单位合作，选择适合项目需求的先进材料和技术，并确保其正确使用和施工。

最后，监理人员在施工阶段可以通过加强技术监督来控制风险。监理人员需要对施工过程进行全面的监督，确保施工符合设计要求和标准规范。他们可以参与施工方案的审查和讨论，提供技术指导和建议。同时，监理人员还可以进行现场巡视和检查，核实施工材料的质量和规格，确保施工过程中的技术要求得到满足。

3.2 合同约束措施

合同约束是通过合同条款来规范各方行为和责任，控制风险的方法。监理人员可以参与合同的起草和谈判，确保合同中包含必要的风险控制条款。

首先，监理人员应积极参与合同的起草，特别是在风险管理方面提出合理的要求和建议。监理人员可以根据项目的特点和风险评估结果，要求在合同中明确约定质量标准和验收程序，明确各方的责任和义务，确保风险的分担和控制措施得到充分的体现。

其次，监理人员可以根据项目的特点和相关标准规范，要求在合同中明确规定适用的质量标准和验收要求，包括材料质量、施工工艺、工程成果等方面的要求。通过明确约定合理的质量标准和验收程序，可以控制施工过程中可能出现的质量风险，确保工程质量达到预期目标[4]。

同时，监理人员可以参与合同的谈判过程，根据项目的复杂程度、工期要求等因素，提出合理的工期安排和里程碑规划。合同中明确约定的工期和里程碑可以有效控制施工进度风险，确保项目按时完成，减少因工期延误而导致的其他风险和成本。

最后，监理人员可以参与合同的起草和谈判，提出合理的风险分担原则和索赔处理方式。合同中应明确约定风险分担的责任和义务，以及索赔处理的程序和要求。通过明确约定风险分担原则和索赔处理方式，可以保护各方的合法权益，避免因风险引发的争议和纠纷。

3.3 应急预案措施

应急预案是针对突发风险事件的控制措施，用于应对风险的发生和应急情况的处理。监理人员应与项目团队合作，制定有效的应急预案，并确保项目各方了解和熟悉应急预案的内容和执行流程。

首先，监理人员应与项目团队合作，制定针对不同类型风险事件的应急预案。应急预案应综合考虑项目的特点和可能面临的风险，明确风险事件的类型和可能性，并制定相应的应急措施。预案内容应包括应急响应的流程和责任分工、资源调配和沟通协调等方面，确保在突发风险事件发生时能够迅速、有序地进行应对和处理。

其次，监理人员应确保项目各方了解和熟悉应急预案的内容和执行流程。他们可以组织培训和会议，向相关人员介绍应急预案的重要性和操作方法，并提供必要的培训和指导。此外，监理人员还可以通过发布通知、制定宣传材料等方式，加强应急预案的宣传和推广，提高项目各方的应急意识和能力。

同时，监理人员应定期组织应急演练和培训，以提高项目团队应对风险事件的能力和效率。演练可以模拟真实的风险事件场景，测试应急预案的可行性和有效性，并发现其中的不足之处。监理人员还可以根据演练结果，及时修订和完善应急预案，提高应对风险事件的水平。

最后，监理人员应与相关部门和单位建立紧密的联系和沟通机制，确保在应急情况下能够及时调配必要的资源，并

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

协调各方的行动。他们还应指导项目团队建立信息共享和协作平台，加强沟通和协调，以提高应对风险事件的整体效能。

4 建筑工程监理中的风险监控与应对

4.1 建立有效的监控系统

风险监控是及时了解风险发生和演变情况的关键环节，为建立有效的监控系统，监理人员可以采取以下步骤：

首先，监理人员需要根据项目的特点和风险管理计划确定监控指标。这些指标应具备明确的定义和测量方法，以确保数据的准确性和可比性。例如，在施工进度方面，监控指标可以包括每周完成的工作量、工期偏差等；在质量控制方面，可以包括材料检验合格率、施工过程中的质量问题数等。

其次，监理人员需要确保监控数据的及时收集。他们可以要求承包商和相关单位按照约定的频率和方式提供监控数据，或者利用现代技术手段进行自动监测和数据采集。及时收集监控数据有助于及早发现潜在风险，以便采取相应的应对措施，监理人员还应建立有效的数据管理和存档机制，确保监控数据的安全性和可靠性[5]。

最后，监理人员需要对监控数据进行分析和评估。他们可以利用统计方法、趋势分析等工具，对监控数据进行定量和定性的分析，识别风险的特征和规律。通过分析，监理人员可以确定哪些风险具有较高的潜在影响和发生可能性，从而优先制定相应的应对策略。

4.2 快速响应和紧急处理

在快速响应和紧急处理过程中，监理人员应快速召集项目相关人员，包括业主、承包商、设计师等，进行紧急讨论和决策。通过集思广益，可以共同制定应对策略和措施，以最大程度减少风险造成的影响。

同时，监理人员可能需要调整施工计划和资源分配，以应对突发风险事件带来的影响。例如，在发生自然灾害或安全事故后，监理人员可能需要重新评估施工进度，重新安排工人和设备，确保工程能够按时恢复并继续进行。同时，监理人员还可以与相关单位和机构合作，争取必要的资源支持，加快应急处理的速度和效率。

除此之外，采取紧急安全措施也是快速响应和紧急处理的重要环节。监理人员应立即评估风险事件对现场安全的威胁，并采取必要的安全措施，以确保工人和现场人员的安全。这可能包括疏散人员、封锁危险区域、增加警示标识等措施，以防止事故进一步扩大。

5 风险溯源和教训总结

风险事件的发生提供了宝贵的经验和教训，监理人员应及时进行风险溯源和教训总结。风险溯源是追溯风险事件的根本原因和诱因，以便加强相应的控制措施。在进行风险溯源时，监理人员应着重关注以下方面：

一是审查设计和规划过程。监理人员可以检查设计文件、规范要求和设计变更等，找出设计阶段存在的问题或遗漏，如设计缺陷、规范不足等，以及是否有适当的审查和验证机制。

二是分析施工过程和操作管理。监理人员可以检查施工过程中的操作规程、安全措施、质量控制等方面，找出施工人员的操作不当、管理不善等问题，如施工计划执行不力、材料质量问题等。

三是审查项目组织和沟通。监理人员可以评估项目团队的组织结构、责任分工和沟通机制，发现沟通不畅、协调不力等问题，如责任界定不清、信息传递滞后等。

四是考虑外部因素和环境。监理人员还应考虑外部因素对风险事件的影响，如天气变化、自然灾害、政策法规等，以及相关单位的配合和支持情况。

通过风险溯源，监理人员可以深入了解风险事件的原因和演变过程，为制定针对性的控制措施提供依据。同时，教训总结是对风险事件的分析和评估，总结经验教训，并提出改进建议。

6 结语

对建筑工程监理中风险管理及控制进行研究，可以帮助监理人员更好地识别、评估和控制风险，提高工程质量和项目成功率。风险管理需要监理人员具备全面的专业知识和技能，同时与其他相关方进行密切合作和沟通。未来的研究可以进一步深入探讨风险管理在建筑工程监理中的应用，提出更加具体和有效的方法和策略，为建筑行业的可持续发展贡献力量。

[参考文献]

[1]张宇.高层房屋建筑施工施工安全风险管理探索[J].大众标准化,2023(8):92-94.
[2]吴贵.风险管理在建筑工程安全生产中的应用[J].现代职业安全,2023(4):102-104.
[3]张世阳,全博文.建筑工程项目风险管理研究[J].城市建筑空间,2022,29(2):836-837.
[4]唐廷显,王栋,金显龙.建筑工程施工安全风险管理研究[J].中国住宅设计,2022(11):70-72.
[5]王沫涵.探讨建筑工程技术管理中控要点与优化施工[J].石材,2022(10):32-34.
[6]车瑶瑶.建筑工程监理中的风险管理与控制[J].城市建设理论研究(电子版),2020(13):94.

作者简介：赵先胜（1979.7—），男，安徽建筑大学，土木工程专业，安徽宣建工程项目管理有限公司，总监理工程师，中级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

公路施工管理特征分析及相关对策

彭 硕
新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]本篇文章基于公路施工管理的特征分析，详细探讨了影响公路施工的各种因素，包括人为因素、自然因素、准备环节、施工环节和工程验收管理。在此基础上，提出一系列相关对策，旨在优化公路施工管理，提升工程质量和进度控制，强化安全施工和责任意识。通过合理的设施布局、施工安全管理、提升工程质量管理水平、严格把握施工进度和做好工程验收管理，可以有效应对施工过程中的挑战和风险，确保公路施工工程的顺利进行和成功交付。

[关键词]公路施工；管理；特征；分析
DOI：10.33142/ec.v6i8.9096 中图分类号：TU71 文献标识码：A

Analysis and Related Countermeasures of the Characteristics of Highway Construction Management

PENG Shuo
Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: This article is based on the characteristic analysis of highway construction management, and explores in detail various factors that affect highway construction, including human factors, natural factors, preparation processes, construction processes, and engineering acceptance management. On this basis, a series of relevant countermeasures are proposed to optimize highway construction management, improve project quality and progress control, and strengthen safety construction and responsibility awareness. Through reasonable facility layout, construction safety management, improvement of engineering quality management level, strict control of construction progress, and good engineering acceptance management, challenges and risks during the construction process can be effectively addressed, ensuring the smooth progress and successful delivery of highway construction projects.

Keywords: highway construction; management; characteristics; analysis

引言

公路施工管理是保障公路建设项目顺利进行和质量可靠的重要环节。然而，公路施工过程中涉及的因素众多，如人为因素、自然因素、施工环节等，都对工程的质量、进度和安全产生着重要影响。因此，为了有效应对这些挑战，提升公路施工管理的水平显得尤为重要。

1 公路施工管理概况

公路施工管理是指对公路建设项目的各项施工活动进行组织、协调和控制，确保施工工作按照规划和设计要求进行的过程。公路施工管理具有复杂性、高风险性、进度控制和质量控制的特征。公路施工管理涉及到多个专业领域，如土建、路基、路面、桥梁、隧道等，需要协调各个专业之间的工作，同时还要应对自然环境、地质条件等多种复杂因素的影响。公路施工管理面临一系列风险，包括工程技术风险、安全风险、质量风险、环境风险等，不合理的施工方法、材料选择不当、施工人员技术水平低等问题都可能导致施工质量下降或安全事故发生。公路施工管理需要按照预定的工期完成施工任务，因此对施工进度进行有效的控制至关重要。在施工期间面临天气变化、材料供应延迟、机械故障等不可控因素，需要及时调整施工计划并采取措施确保进度。公路施工管理需要确保施工质量符合设计和规范要求，同时满足使用功能和安全要求，施工过程中存在施工质量不达标、施工材料不合格等问题，需要进行质量监控和检验[1]。

2 施工影响因素

2.1 人为因素

施工人员的技术水平、经验和素质直接影响着施工质量和进度的控制。施工管理水平是指施工组织能力、协调能力和决策能力等。良好的管理水平能够合理安排施工人员的工作，协调各个施工工序之间的关系，做好施工计划和进度控制，保证施工过程的顺利进行。施工组织能力包括施工方案的制定、施工流程的设计和施工组织机构的建立等，合理的施工组织能力可以确保施工过程中各个工序的顺利衔接和协调，避免工序之间的冲突和交叉，提高施工效率。

2.2 自然因素

气候条件是公路施工中的重要自然因素之一，降水、温度、风力等气候因素对施工进度和质量有直接影响，例如，降水会导致施工现场积水、泥泞，影响土方开挖和基础施工；高温或低温会对混凝土的凝固时间和强度发展产生影响；强风可能影响起重机械的操作和材料的堆放安全等。土质、岩石类型、地下水位等地质因素会直接影响土方开挖、地基处理、爆破作业等施工工序，不同的地质条件可能会导致施工中的困难和风险，如软土地基的沉降、

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

岩石地质的钻孔爆破等。水位、水流速度、河道水质等水文因素会直接影响到桥梁、涵洞、河道治理等水工结构的施工[2]，不同的水文条件可能导致施工难度和安全风险的增加。

2.3 准备环节

准备环节是公路施工过程中的关键阶段，包括前期勘察、设计、采购等准备工作。前期勘察是为了获取施工所需的地理、地质、水文等相关数据和信息，对施工区域进行全面了解。影响因素包括勘察的准确性、详细程度和勘察报告的质量。准确和详细的勘察数据可以为后续的设计和施工提供可靠的基础，有助于避免施工过程中的不确定性和风险。设计阶段是将勘察数据和需求转化为施工方案和施工图纸的过程。设计的合理性和符合实际施工条件与要求是影响因素。合理的设计可以确保施工过程中的施工方法、材料选用和工程标准的合理性[3]。采购阶段是获取施工所需材料和设备的过程，影响因素包括采购的及时性、质量保证和供应链的可靠性，及时采购可以保证施工进度的顺利进行，质量保证可以确保施工材料符合要求。

2.4 施工环节

施工环节是公路施工过程中的核心阶段，涵盖了各项具体的施工工序和施工方法的实施。施工工序是指公路施工过程中的各个具体操作步骤，如土方开挖、路基填筑、路面铺设等。每个施工工序都有其特定的要求和操作规程，影响因素包括施工工序的顺序、协调与衔接、技术水平和施工设备的运用等。施工方法是在不同工序中采取的具体操作方式和施工技术，不同的施工方法对施工质量、进度和成本都有直接影响[4]。影响因素包括施工方法的选择与应用、技术水平和操作规范等。施工设备是施工过程中必不可少的工具和机械设备，对施工效率和质量具有重要影响。影响因素包括设备的种类、规模和质量，以及设备的维护和运用等。

2.5 工程验收管理

工程验收管理是公路施工的最后阶段，用于评估和确认施工工程是否符合设计要求、规范标准和质量要求。验收标准和规范是评估施工工程质量的基础，根据不同类型的公路工程，存在相应的验收标准和规范，包括质量验收标准、设计规范、工程验收规范等。这些标准和规范对工程验收的合格性起到指导和评判的作用。验收人员的素质和能力对工程验收的结果和质量评估有重要影响，验收人员应具备专业知识和技能，熟悉验收标准和规范，具备判断和评估工程质量的能力。验收程序和流程是工程验收的操作指南，包括验收申请、验收资料准备、实地检查和记录、验收报告等环节[5]。现代技术手段和工具的应用可以提高工程验收的效率和准确性，例如，使用测量仪器和传感器对工程参数进行检测和记录，使用无损检测技术评估结构安全等。

3 公路施工管理相关对策

3.1 早期工作准备

3.1.1 设计质量监督与审查

设计质量监督与审查是在公路施工管理中的早期工作准备阶段的重要环节。它的目标是确保设计文件的质量符合规范要求，能够提供准确可行的施工方案和设计图纸。以下是相关的对策：①强化监督审查机制。建立健全的设计审查制度，明确审查的程序、要求和标准。设立专门的审查团队，由具有丰富经验和专业知识的人员组成，对设计文件进行全面审查和评估。②加强设计质量控制。要求设计单位按照规范和标准进行设计，确保设计方案的合理性和可行性。对设计过程进行跟踪和监督，及时发现和解决设计中存在的问题和风险。③进行设计方案评审[6]。组织专家对设计方案进行评审，包括技术可行性、经济合理性和施工可行性等方面的评估。根据评审结果提出改进建议，确保设计方案的优化和改进。

3.1.2 材料质量的控制

材料质量的控制是公路施工管理中的关键环节之一，它直接影响到施工工程的质量和耐久性。首先，要建立健全的材料验收程序和标准，包括材料的外观、尺寸、性能等方面的检测和评估，确保所有进场材料符合规定的质量标准和要求。其次，与有信誉和质量保证的供应商建立长期合作关系，确保供应的材料质量稳定可靠，定期进行供应商的评估和监督，及时解决供应商质量问题。最后，建立材料的档案和追溯系统，跟踪材料的来源、批次和质量证明文件等信息，做好材料的储存和保管工作，防止材料受潮、污染或损坏。

3.1.3 施工及管理人员配备

施工及管理人员的配备对公路施工的顺利进行和质量控制至关重要。第一，人员素质与能力培养。招聘具有相关专业知识和经验的施工及管理人员，确保其具备必要的技术和管理能力。通过培训和学习提升人员的专业素质和技能，使其能够胜任施工和管理工作。第二，合理的人员配置。根据施工项目的规模和复杂程度合理配置施工及管理人员，明确各个职责和权限，确保施工过程中的协调和沟通顺畅。第三，强化监督和考核。建立监督和考核机制，对施工及管理人员的工作进行监督和评估，及时发现和纠正问题，激励和奖励表现优秀的人员，确保施工及管理工作的高效和质量。

3.2 施工环节管理

3.2.1 设施布局合理，施工安全为己任

设施布局合理和施工安全为己任是公路施工管理中的关键对策，旨在确保施工过程中的设施布局合理、施工安全有保障。设施布局合理是指在施工现场合理规划和布置各类设施，包括办公区域、生活区域、施工材料堆放区、施工机械停放区等，合理的设施布局可以提高施工效率、

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

减少资源浪费，保证施工顺利进行。施工安全是公路施工管理中的核心要求，保障工人和相关人员的安全是施工管理的首要责任。要向所有施工人员提供必要的安全教育和培训，包括施工现场的安全规章制度、安全操作方法、紧急救援等，提高施工人员的安全意识和应急处理能力。同时，建立健全的施工安全管理体系，包括安全管理制度、责任分工、安全检查和监督等，确保施工过程中的安全风险得到有效识别和控制。

3.2.2 安全施工为首，强化责任意识

安全施工为首，强化责任意识对策，旨在确保施工过程中的安全性，减少事故发生的概率。安全施工为首是指将安全作为施工管理的首要任务和核心价值，确保在施工过程中优先考虑安全因素，做到安全施工始终放在首位。建立完善的安全管理制度，包括安全操作规程、安全岗位职责、事故应急预案等，明确安全管理的要求和措施，对施工过程中存在的安全风险进行评估和控制，制定相应的措施和预防措施，确保施工过程中的各项安全工作得到有效管理。对所有从业人员进行安全培训和教育，提高其安全意识和安全技能。包括施工现场的安全操作规范、危险源识别和防范、紧急救援等方面的培训。强化责任意识是指所有参与施工管理的人员都应承担起自己的安全责任，主动参与安全管理和安全控制，从个人到团队形成安全责任的意识。施工管理层要树立安全意识，将安全管理作为重要的领导责任，并为安全工作提供必要的资源和支持。每个从业人员都应认识到自己在施工过程中的安全责任，遵守安全规章制度，积极参与安全讨论和安全检查，严禁违反安全操作规程。施工团队成员之间要相互合作，共同承担安全责任，及时发现和纠正安全隐患，共同营造安全的施工环境。通过将安全施工放在首位和强化责任意识，可以最大程度地提升公路施工的安全性，减少事故发生的概率，保障施工人员的安全和健康。

3.2.3 提升工程质量管理水平

提升工程质量管理水平对策，旨在确保施工工程的质量达到或超出预期要求。以下是相关的对策：①建立完善的质量管理体系。建立一个全面的质量管理体系，包括质量管理制度、质量管理手册、工作程序和流程等。确保质量管理工作有组织、系统地进行，并有明确的责任分工和流程控制。②设置质量目标与指标。设定明确的质量目标和指标，包括关键质量指标和质量控制点，用于衡量施工过程中的质量表现和成果。这些目标和指标可以是工程质量等级、质量合格率、施工工艺控制要求等。③加强质量管理人员的培训与素质提升。培训和提升质量管理人员的素质和能力，使其具备相关的专业知识、技能和管理能力，包括质量管理人员的培训计划、技术交流、知识更新等。④强化施工过程的质量控制。在施工过程中采取一系列质量控制措施，确保每个施工环节都符合规范要求和设计要求。这包括工艺控制、材料控制、工序控制、检测与测试、质量记录等方面。⑤加强质量检查与评估。定期进行质量检查和评估，通过抽样、检测、验收等手段对施工质量进行评估和监督。发现问题和不合格项，及时进行整改和纠正，确保施工质量的稳定和可控。⑥引入先进技术和管理方法。引入先进的技术和管理方法，如建立信息化管理系统、使用先进的施工设备和工艺等，以提高施工质量管理的效率和准确性。通过提升工程质量管理水平，公路施工可以更好地满足设计要求，减少质量问题和纠纷，提高工程质量的稳定性和可靠性。

3.2.4 严格把握施工进度

严格把握施工进度是公路施工管理中的重要对策，旨在确保施工工程按时完成，提高工程进度管理的效率和准确性。首先，要制定详细的施工计划，包括工期计划、里程碑节点、关键工序和关键路径等，合理安排施工工序的顺序和时间，确保施工进度的合理性和可行性。其次，建立进度管理体系，包括进度控制和进度报告的流程和规范，明确责任人和相关部门的职责，确保进度管理工作的有序进行。第三，定期进行进度监控和分析，通过实际进度和计划进度的对比，识别出偏差和延迟，并及时采取措施进行调整和补救，利用进度管理工具和技术，如甘特图、进度网络图等，帮助可视化管理和决策分析。第四，加强施工现场的组织与协调，确保各个工序的衔接和协同配合，避免工序之间的冲突和交叉，提高施工效率和进度的稳定性。第五，合理规划和调配施工所需的人力、物力和设备资源，确保资源的及时供应和充分利用，避免资源短缺或闲置造成的进度延误。第六，引入信息化技术和管理工具，如施工管理软件、监控系统等，提高进度管理的准确性和效率，实时监控施工进展，及时掌握进度情况，做出快速反应和调整。第七，进行风险管理，识别和评估可能影响施工进度的风险因素。制定应对措施和应急计划，提前做好应对准备，以减少风险对进度的不利影响。通过严格把握施工进度，公路施工可以更好地掌控工程进展，避免进度延误和额外成本的发生，确保项目按时完工，满足交付要求。

3.2.5 做好工程验收管理

做好工程验收管理是公路施工管理中的重要对策，旨在确保施工工程符合设计要求和技术标准，达到预期的质量和功能要求。首先，要制定明确的验收标准和程序，包括质量验收、技术验收、安全验收等，明确验收的内容、方法、要求和验收依据，确保验收过程的规范性和可操作性。第二，成立专门的验收组织和指定验收人员，具备相关的专业知识和经验，确保验收人员具备独立、公正、客观的态度，并参与整个验收过程的全程管理。第三，定期进行现场验收，对施工过程中的关键节点和重要工序进行验收。通过检查、测量、测试等手段，验证施工质量是否

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

符合要求，发现问题及时整改。第四，对使用的材料和设备进行验收，确保其质量和符合规范要求，材料验收包括检查材料的合格证明、检测报告等，设备验收包括设备性能测试、操作规程等。第五，进行质量抽查和抽样检测，对施工质量进行抽样检测和评估，通过抽样检测的结果，评估整体施工质量的合格率和符合性。

4 结论

公路施工管理是一个复杂而关键的过程，涉及众多因素和环节的协调与控制。人为因素、自然因素、准备环节、施工环节和工程验收管理等都对施工工程的质量、进度和安全产生着重要影响。为了有效应对这些影响因素，本文提出了一系列对策，包括加强设计质量监督与审查、控制材料质量、合理安排施工设施布局、强化安全施工管理、提升工程质量管理水平等。这些对策旨在从不同角度和环节入手，全面提升公路施工管理的水平和效能。然而，施工管理是一个动态的过程，需要不断适应变化的环境和需求。因此，应保持持续改进和学习的态度，及时总结经验教训，借鉴先进的技术和管理方法，不断提升公路施工管理的能力和水平。综上所述，通过科学合理的施工管理，能够有效解决公路施工中的各种挑战和问题，确保工程质量、进度和安全的可控可靠，公路施工管理的不断完善将为公路建设的可持续发展和社会经济的繁荣做出积极贡献。

[参考文献]

[1]罗万洪.提高公路施工管理质量的有效措施分析[J].中华建设,2023(2):25-27.
[2]郑捷敏,雷玲香.青铜安全管理系统在公路施工管理中的应用[J].四川建材,2023,49(1):244-246.
[3]李东.精细化管理在高速公路施工中的应用分析[J].运输经理世界,2022(12):40-42.
[4]黄伟.公路施工管理问题与优化措施[J].运输经理世界,2021(36):34-36.
[5]杨再滕.公路施工管理中常见问题及解决措施研究[J].运输经理世界,2021(36):16-18.
[6]王建.高速公路施工管理的重要性及策略研究[J].智能城市,2021,7(14):95-96.

作者简介：彭硕（1988.2—），男，毕业院校：中国地质大学，土木工程专业，就职单位：重庆北新融建建设工程有限公司，职务：项目总工，职称：工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

道路桥梁的养护技术要点及措施研究

高 远
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]道路桥梁工程施工建设会受到不同因素的影响和制约，这也会对道路桥梁工程的整体质量产生一定的影响。因此要想全面提升公路的耐久性和稳定性，提高工程质量，就必须要重视道路桥梁养护，加强养护工程的质量管理。针对养护工程中存在的问题，以及影响养护质量的因素进行全面分析，确保道路桥梁养护工程质量得到有效保障，为道路桥梁工程的经济效益和社会效益的充分发挥提供坚实保障。

[关键词]道路桥梁；养护技术；措施
DOI：10.33142/ec.v6i8.9110 中图分类号：TU997 文献标识码：A

Research on the Key Points and Measures of Road and Bridge Maintenance Technology

GAO Yuan
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: The construction of road and bridge engineering will be influenced and constrained by different factors, which will also have a certain impact on the overall quality of road and bridge engineering. Therefore, in order to comprehensively improve the durability and stability of highways and improve the quality of engineering, it is necessary to attach importance to road and bridge maintenance and strengthen the quality management of maintenance projects. Conduct a comprehensive analysis of the problems existing in maintenance engineering and the factors affecting maintenance quality, so as to ensure that the quality of road and bridge maintenance engineering is effectively guaranteed, and provide a solid guarantee for the full utilization of economic and social benefits of road and bridge engineering.

Keywords: roads and bridges; maintenance technology; measures

1 道路桥梁养护工作的必要性

1.1 促进行业的可持续发展

随着我国基建水平的不断提高，在当前阶段，合理地使用先进的科学施工管理技术能够提高工程建设的质量，并且还利于施工单位提升管理效率，加强对资源的整合，优化资源的配置方案，为工程建设争取到了更多的经济效能。尤其是在道路桥梁建设中对施工过程进行科学的管理，不仅可以减少资源的浪费，同时也可以控制预算成本，促进我国土木工程行业的稳步发展[1]。

1.2 确保建设质量

道路桥梁建设对于材料的使用和施工技术有很高的标准要求，只有确保施工技术管理的科学性，才能保证道路桥梁建设的质量。如果施工单位在建设的过程中一味追求效率不考虑质量问题，会给投入使用带来潜在的风险。同时对于这些潜在的安全隐患问题得不到及时处理，会影响到后期的使用效率。施工单位强化施工技术管理工作，有利于提升工程的质量，也便于后期的推行有效的维护工作。

1.3 提高工程建设的效率

道路桥梁建设是一项技术性和专业性非常强的工程，尤其是在一些地理环境非常复杂的建设项目中，会面临着非常多的内、外部问题。施工单位需要提前做好应对困难的工作，加强对施工技术的管理，制定合理的施工程序[2]，并且还要加大技术监管力度，确保施工进度不受影响，提升整体的工作效率。

2 我国道路桥梁养护管理的现状

2.1 道路桥梁养护管理体系不够健全

尽管我国在交通设施已经实行了三级管理系统，并且取得了一些有效的进展，但是其中所呈现出的管理形式是各种各样的。尽管不同公路路段设置了相应的机构和部门去负责工作，但也正是因为交通基础设施的建设运行和养护管理基本由政府和相关部门专门负责，所以市场竞争并不激烈，员工的竞争意识比较薄弱，体现在工作上的积极性不是很明显。

2.2 养护技术及配置不够完善

在大数据时代下，道路桥梁养护管理工作的发展呈现着现代化的特征，各种设备都在不断更新和完善，投入资金数额的增大，意味着以往的道路桥梁养护管理工作开始从小型设备单一化机械化转变为大型设备现代化综合化。再加上其中还会运用一些高科技性能的设备和技术，所以也减轻了部分工作人员的压力，使这项工作开展得更加有效，节省了大量的资源。但是在部分道路桥梁养护管理工作中，对于完善养护技术和配置还存在一些不足，还需要

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

积极使用各种现代化设备和技术，这样才能促进道路桥梁建设行业的可持续健康发展。

2.3 人员的专业素养有待提升

在我国交通设施大力发展中，公路的建设行业也随之发展，所以必须持续跟进道路桥梁养护管理行业的发展，汲取以往道路桥梁养护或管理工作的经验和方法，使其得到丰富和提升。尤其在大数据背景下，各种道路桥梁工程运行时间的增长，意味着我国道路桥梁养护管理专业人员必须积极学习有关知识，提升自身的技术和水平，这样才能在实际操作中将各种新技术和新的管理模式应用到养护管理工作中，从而保障这一工作的质量。

2.4 道路桥梁养护网格化管理流程不畅

首先，就是网格员的工作要求相对片面和笼统。道路桥梁养护网格化管理中对网格化管理工作中的网格员的工作内容以及工作流程较为范范，也不够具体，这就导致很多网格员在实际的管理工作过程中不能对照具体的操作流程来进行具体的工作，在实际的调查研究过程中，网格管理人员对网格化管理工程在介绍时说这些工作都是摸着石头过河，没有人说明实际的工作具体应该怎样去做[3]，实际的工作过程中只能是一边摸索一边工作，很多网格员在具体的工作中都缺乏相关的经验，很多问题都是网格员一边发现一边进行处理，工作量受到发现问题的数量影响，甚至在实际的工作中，会有一些网格员产生看不到问题的现象，导致网格化管理工作处理的不及时或者是不到位。其次，处理公路事件仅仅有一个总体时间限制上的要求，没有将具体的处理工作安排到位，造成了个别环节在处理时间上比较长，而且处理的实效也不高。最后，网格化管理流程没有真正形成跟踪以及反馈的闭环。当前的网格化管理平台在派遣任务之后，虽然完成了实际的处理，但是后续没有一个有效的处理回执给到相关工作人员，在跟踪和反馈上严重缺乏，这就直接导致了问题处理上存在着很严重的没人管的现象，甚至问题处理到了什么状态都无人问津。

2.5 人员组成结构有待完善

目前我国道路桥梁管理过程中实行的是管养分离、社企分离的模式，而在优化和管理道路桥梁养护模式的过程中，必须促进养护部门和管理部门人员组成结构的优化，这可以提高养护和管理两个方面人员专业水平和工作效率[4]。毕竟当代互联网技术飞速发展，我国的高速 ETC 也得到了更加普遍的运用，而这也增加了公路使用的时间，增加了养护人员的工作量，所以对于参与养护和管理人员的专业素养和技能提出的要求更加严格。

3 道路桥梁养护管理优化措施

3.1 提高道路桥梁施工养护的意识

首先相关的管理人员应该明白道路桥梁工程关系着民生大计、关系着城市的发展。公路的安全使用是保障人们生命安全和财产安全的第一要素。因此相关的管理人员必须要全面提高道路桥梁工程养护施工质量管理意识，利用科学完善的管理措施来开展相应的养护工程。此外，道路桥梁养护工程的施工质量不仅要深入到每一位管理人员的脑海中，更需要深入到每一位作业人员的心中，要高度重视道路桥梁养护工程质量的全面提升。管理单位可以针对道路桥梁养护开展一些养护知识学习，用学习知识的方式告诉工作人员道路桥梁养护的重要性，确保在开展养护施工作业当中能够将质量放在首要位置。

3.2 建立健全道路桥梁工程施工及养护质量管理机制

建立健全道路桥梁工程施工及养护质量管理机制是确保道路桥梁养护工程顺利开展，提高道路桥梁养护工程质量的重要依据，更是安全施工、科学施工的基础保障。因此相关的养护单位必须要结合道路桥梁工程的实际情况，明确养护工程中的重难点以及影响道路桥梁工程的环境因素，人为因素制定科学合理的质量管理机制，将道路桥梁工程养护工作的具体任务明确到各个人员身上。落实质量责任制，明确负责人、项目经理、技术人员、施工人员、检查人员自身的权责，将每一项工作都科学全面的落实到各级别的负责人身上。并且对道路桥梁工程养护工作要定期进行审核检验确保相应的管理机制能够科学落实，保证工程养护质量的进一步提升。其次在开展施工之前，必须要做好技术交底工作，根据道路桥梁施工的技术要点以及施工图纸和各项参数来选取科学和有效的施工保养方案，确保道路桥梁工程养护的安全性和可行性。

3.3 加强对新设备，新机械的应用

随着科技的不断发展，现阶段已经研发出很多先进的养护设备和养护仪器，并且经过实践证明，这些仪器的性能更好，对工程养护质量的提升有着一定的推进作用。因此相关的养护部门应该加强对新设备，新机械的应用，对于相关的技术人员应该进行不断的深化培训，使其能够了解新设备，新技术并且能够高效对其进行应用。比如最常见的沥青公路路面，对于这一路面材料进行养护的时候难度是比较大的，尤其是受到天气影响，气温影响，湿度影响，会使历沥青路面产生不同程度的产生一定的损害。所以在养护施工时，相关的技术人员一定要注意沥青公路表面的封层[5]。那么随着科技的不断发展，现阶段就可以充分利用地热再生技术，用热再生机械针对需要修复的沥青表面进行热量加固，再次添加等。通过这样的维护方式能够有效的避免出现热量不均匀导致的连接不良的情况，大大提高了养护过后沥青路面的平整性，而且也能有效延长路面的使用寿命。

3.4 构建道路桥梁养护网络管理平台

为保证道路桥梁养护工作的顺利进行，相关部门可将信息化技术运用于养护工作中，使养护工作的整体水平得到提高。在养护工作中，可以建立起一套完整的养护工作

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

管理平台，实现对公路各个方面的数据进行统一管理。同时，通过长时间的数据收集，可以对道路的实际使用状况有一个比较全面的认识，如果遇到问题，可以根据道路的具体状况，给出相应的维修方案，并对所选用的养护材料进行合理评价，从而为施工人员提供技术上的参考借鉴。此外，还需定期更新和维护管理系统，以便更快地收集各类资料，提升资料处理的效率，使维修工作的管理效能最大化。

3.5 提升人员专业性，强化道路桥梁养护财务管理

道路桥梁养护工作的专业性很强，对高素质、专业化人才的要求也很高。但目前我国许多道路桥梁养护从业人员缺乏相应的职业技能。因此，必须全面加强对道路桥梁养护人员综合素质的培训，具体可以从下面几个方面着手。首先，要定期举办道路养护人员培训，请专业人士来讲课，增强技术人员的专业技能和综合素质，了解道路桥梁养护的主要内容、主要目的、常用方法、常见问题以及解决对策；同时，要持续提高养护人员的专业素质，增强其专业意识和责任心。其次，要逐步健全道路桥梁养护工作机制。做好道路桥梁养护工作不仅要有优秀的个体素质，还要有良好的团队协作能力，这就需要建立科学、合理的工作机制。道路桥梁养护工作涉及到检测、预测、维修、勘察、绿化等多个方面，因此，在养护工作中各部门之间需要紧密合作。最后，加强技术改进，使道路桥梁养护工作更好地开展，同时也是提升队伍工作能力的一项重要举措。

道路桥梁养护的目标在于保证道路的品质，延长其使用年限，使其最大限度地发挥作用。但是，由于高速公路的维护费用较高，所以必须对管理及养护技术进行综合考虑，加强对道路桥梁养护的财务管理，公路的维修经费才能真正的发挥作用。因此，一方面要搞好道路桥梁养护的财政预算，科学地编制养护方案，严格按照预算控制实际开支。从而可以对工程造价进行有效的控制，并对道路桥梁养护工作进行科学的规划。

3.6 完善道路桥梁养护体系

随着智能化和信息化技术手段被广泛应用到生活的各个领域中，公路的养护工作也需要把工作经验和智能化及信息化技术手段相结合，提高整体的养护效率，确保公路的养护质量。在高速公路和高架中，经常会出现匝道拥堵的情况，很多原因都是养护的水准低下导致的，造成了车辆无法正常通行的情况，出现了大面积拥堵。为了保证公路通畅，一定要借助监控详细分析每个时间段的车流量数据，根据数据分析制定科学的养护方案，杜绝在车流高峰时间段内进行道路桥梁养护。并且还要联系交管部门，让其对交通运输进行指挥管理，疏散交通运输压力。

3.7 优化管理流程，构建双轴机制

当前，如果只是单一的选择传统的管理方式，是不能满足道路桥梁养护网格化的管理要求的，所以，相关工作人员需要通过网格化的管理方式，建立起科学并且易于操作的管理流程，在这个流程中，一定要遵循现代化的管理理念以及关丽丽方式，打造出一个相对闭环和相对完整的管理流程，及时进行发现问题、处理问题以及派遣任务的管理阶段，并且在这三个阶段中展开信息收集以及案卷建立、任务派遣等工作环节，一定要不断结合业务的分工情况，让管养人员对相关环节进行定期的巡视和检查，如果发现了相关问题，一定要及时的解决和处理，各个养护单位需要以班组为基本单位，将道路桥梁养护工作中的每一个任务详细划分到每一个养护工人的身上，逐渐形成养护的网络格局，将相关数据信息及时上报，并且录入巡查系统，指定专门的工作人员担任网格管理人员，让他们负责与专业的中心业务对接，积极依托数字信息化技术实现现代化、科学化的管理目标，不断提高整个公路在实际使用过程中对社会公众的价值。建立道路桥梁养护监督管理制度和管理机制，对于养护管理问题的积极处理有着很大的作用，并且能够在这个过程中实现对相关责任部门的工作水平以及工作状态进行分析和评价的目的。

4 结论

道路桥梁施工技术管理和养护工作是确保道路运输的关键因素，需要引起相关部门的关注。项目的建设一定要符合经济发展的客观规律，施工技术要符合工程建设的需要，同时施工单位要加大管理力度，确保工程的质量，便于后期展开养护工作。同时在工程交付使用之后，养护人员要注重维护工作，保证交通运输的正常运行，促进区域间经济的快速交流。

[参考文献]

[1]晏禄文.研究道路桥梁的养护技术要点及措施[J].低碳世界,2021,11(1):161-162.
[2]安然.道路桥梁养护管理中的精细化管理应用[J].黑龙江交通科技,2021,44(1):242-244.
[3]柯锐.城市道路桥梁施工及养护技术探究[J].中华建设,2020(7):102-103.
[4]谢华勇.城市道路桥梁施工及养护技术探究[J].智能城市,2020,6(4):66-68.
[5]文俊琨.针对道路桥梁的养护技术分析[J].四川水泥,2018(11):54.

作者简介：高远（1988.8—），男，毕业于东北财经大学，本科，工程管理专业，目前就职于北京四达基业建设工程集团有限公司，职务为分公司技术总工，所在职务5年。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建设项目全过程工程咨询组织结构优化研究

李明洋
天津广益谦和建设工程咨询有限公司，天津 300182

[摘要]国务院办公厅于 2017 年 2 月份印发《关于促进建筑业持续健康发展的意见》（国办发〔2017〕19 号），完善工程建设组织模式是文件的主要内容，要求大力培育全过程工程项目管理师和全过程工程咨询项目经理专业技术人才，并发展全过程工程咨询。这是国家在建筑工程全产业链中首次明确提出"全过程工程咨询"这一概念，旨在适应发展社会主义市场经济和建设项目市场国际化需要，提高工程建设管理和咨询服务水平，保证工程质量和投资效益 。
[关键词]全过程工程咨询；服务模式；组织结构
DOI：10.33142/ec.v6i8.9117 中图分类号：F284 文献标识码：A

Research on the Optimization of the Process engineering Consulting Organization Structure of Construction Projects

LI Mingyang
Tianjin Guangyi Qianhe Construction Engineering Consulting Co., Ltd., Tianjin, 300182, China

Abstract: The General Office of the State Council issued the Opinions on Promoting the Sustainable and Healthy Development of the Construction Industry (National [2017] No. 19) in February 2017. Improving the organizational model of engineering construction is the main content of the document, which requires vigorously cultivating the professional and technical talents of the project managers of the whole process engineering and the project managers of the whole process engineering consulting, and developing the engineering consulting. This is the first time that the country has explicitly put forward the concept of "whole process engineering consultation" in the whole industrial chain of construction engineering, aiming to meet the needs of developing the socialist market economy and the internationalization of the construction project market, improve the level of engineering construction management and consulting services, and ensure project quality and investment efficiency.
Keywords: whole process engineering consulting; service mode; organization structure

引言

国家发展改革委、住房城乡建设部与 2019 年 3 月 15 日联合发布《关于推进全过程工程咨询服务发展的指导意见》（发改投资规〔2019〕515 号）（以下简称“515 号文”），提出优化全过程工程咨询服务市场环境，并指出完善全过程工程咨询服务模式，但是对于全过程工程咨询企业转型升级的组织结构尚未提出明确要求。对关于全过程工程咨询试点企业的组织结构[1]，各类工程咨询企业各不相同。总的看来，全过程工程咨询组织结构尚无一个统一标准，主要有以下五种，造价咨询企业主导、工程监理企业主导、招标代理企业主导、勘察设计主导、项目管理主导。

1 全过程工程咨询的服务模式及组织结构

1.1 国外全过程工程咨询服务模式

三次工业革命产生了许多新的技术推动西方国家的经济不断高速发展。伴随工业革命在西方国家产生的工程咨询行业经过 100 多年的发展，不论制度建设还是运营模式，一直在不断完善提升，其业务主导控制了大部分的国际市场。

国外工程咨询企业也是由小到大、由单项咨询到多项咨询，随着项目规模增大、技术复杂程度上升、项目管理精细化程度越来越高，在市场竞争中逐渐形成全过程工程咨询业务。依托企业技术优势、企业信用（而不是资质）、文化优势在设计咨询的主导下通过集成技术，尤其是信息集成管理技术，使工程咨询业务形成无缝连接一体化服务，覆盖广大市场[2]。“工程咨询”服务提供的是专业技术支持下的管理服务模式，“建设实施”采用的是专业技术支持下的生产组织模式，两者是不一样的。前者为第三方咨询管理服务，后者为 EPC 工程总承包，工作所需的条件、产生的价值、效益、产品的形态也不一样。

国外从事工程咨询服务的国际巨头和龙头企业，如 AECOM（成立于 1990 年）、FLUOR（成立于 1912 年）、URS（成立于 1904 年）等等，在西方技术革命和西方文化的加持下，其发展的特点是：运用专业技术优势和资本手段，通过兼并重组等延长产业链形成“一站式”服务；通过多元化拓展业务范围、区域范围，满足客户多样化的需求，积累实力逐渐发展为国际工程咨询服务公司。

工程咨询服务的国际巨头和龙头企业的共同点是，都具备对多行业投资、融资、设计、等一体化能力。

1.2 组织结构发展现状研究

（1）扁平化

所谓扁平化的企业组织结构，是指企业组织结构的重

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

新定义过程、分工原则、管理跨度理论以及适应竞争特点的信息技术。当前的业务和生产管理活动；已建立的组织结构在一定时间内必须保持稳定；能够顺利地从旧机构过渡到新机构，涉及调整岗位的工作人员能顺利的过渡到新部门和新岗位；不适合原岗位的个人可以顺利离职，不会因为某些人员的离职对公司产生负面影响。比如：因为一些人员的离职被带走个别人员，从而导致对公司心态缺乏信心。

（2）网络化

网络型组织是指层级较少、职能较为专业化的有机扁平化组织。各种内部任务整合成一个类似任务组的单元，可以随时独立工作，也可以将新的职能组整合到组织中，以获得新的商机，共同执行新的任务。

①小企业离市场很近，所以它们对市场反应特别敏感。

②小型企业集团拥有更广泛的人才和更灵活的人员结构，可以快速重组技术人力结构。

③去中心化结构可以减少交易成本和延迟。

④小企业善于扭转局面，可以根据市场需求随时更改产品内容。

⑤小企业可以激励一群人，尤其是小老板。

⑥小型企业的移动管理使概念能够立即转化为行动。

（3）无边界化

为了确保内部秩序的稳定，传统组织在各级和部门、供应商和客户之间以及不同的地理位置之间有明确的界限，并通过一系列要求和市场控制措施来增强组织运作的稳定性。然而，目前随着信息网络技术的发达和普及推广，企业管理人员、技术员和其他组织成员非常有可能打破企业、行业、地区甚至国家之间的壁垒。各种类型信息的交换和信息资源的共享将使企业的商业活动越来越不受时间和空间的限制。同时，组织的活力被严格的边界限制，阻碍了员工创造力的最大化。因此，必要时，组织可以考虑放松控制，在一定程度上保持灵活性。一个没有变节化的组织并不意味着企业无限扩张，没有任何边界，而是不再使用工具和框架来集成员工、任务、流程和网站。然而，为了打破僵化的分工制度，他们建立了一个非常灵活的结构，并根据实际情况不断整合自己的机构和业务流程。让反应更加快速也更加和谐。

1.3 国内全过程工程咨询服务模式及组织结构

1.3.1 造价咨询企业开展全过程工程咨询服务模式研究

成本咨询企业的主要负责的业务是概算编制、清单和基价编制、过程跟踪审计、全过程成本咨询、结算审计等内容。尹贻林提出了“1+N+X”的全过程工程咨询理念。

“1”是指项目管理，所谓项目管理，是指项目经理运用系统的视角、方法和理论，对项目中所涉及的工作进行有效的管理、规划等，以其尽快实现项目目标。

“N”即专项工程咨询服务，工程咨询是指利用工程技术、科学技术等多学科的知识和经验，为政府部门、项目业主，以及其他类型的客户在工程建设项目的决策和管理中，包括最开始项目的审等。

“X”负责协调可研评审、勘察评审、设计管理服务。

作者指出，当“N”包含招标代理、监理、造价咨询的工作内容，“X”包含可研评审、勘察评审和设计管理等咨询服务内容时，1+N+X 即为标准全咨模型。

费用和利润相对比较低是成本咨询业务的单一业务链的特点，必将会推动成本咨询企业向全过程工程咨询企业转型升级，因此业务链优化带来的组织结构势必会发生调整，组织结构的调整离不开信息技术的推动。

1.3.2 全过程工程咨询工程建设组织模式分析

515 号文第五条第二点指出：“全过程工程咨询服务的报酬可以在项目投资中列支，还可以根据项目投资中包含的具体服务项目通过投资咨询列支、招标代理、勘察、设计、监理、造价、项目管理等费用进行支付。”

根据 515 号文，全过程工程咨询服务内容在通过投资决策综合咨询促进科学投资决策、通过全过程咨询促进项目建设组织模式改进等方面提出了一系列政策措施和制度安排，多多鼓励以市场为导向发展多种形式的全过程工程咨询服务，优化全过程工程顾问服务市场环境，强化保障措施。

1.3.3 全过程工程咨询组织结构分析

成本咨询企业提出了全过程工程咨询的概念模型：即全程工程咨询业务链共有五个模块。成本咨询、招标代理、工程监理[3]、项目管理、前期咨询等工作有公司总经理直接负责。通过开发业务内容，在现有资源的基础上，拓展同一项目的不同业态和板块。通过同一个项目的造价咨询业务，企业营销部门参与项目监理或招标代理。

下图 1 显示了成本咨询企业开展全过程工程咨询的内部组织结构划分：

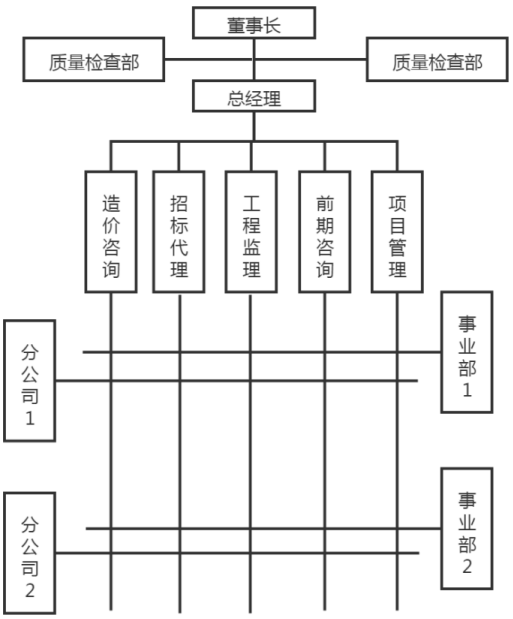


图 1 组织结构

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 基于 1+N+X 服务模式的全过程工程咨询组织结构的内在涵义

基于 1+N+X 的全过程工程咨询企业组织结构[4]，在这种组织结构中，项目经理的信息流贯穿整个项目，暂时不稳定但具有领导力，满足了全过程工程咨询对项目管理的要求。同时，提出了首席顾问的概念、能力要求和责任要求：将所有时间和精力都花在项目上，责任明确，具有协调和协调的能力；既有纵向沟通渠道，也有横向沟通渠道，能够整合全面的项目信息，确保从组织角度快速有效地解决冲突；拥有精确的沟通渠道和自由沟通的机会。

新的组织结构设计结合了职能层次组织、业务单元体系和矩阵组织的特点。它是一个“高架混合”的组织结构，使之显得“高耸”。相比之下，全过程工程咨询企业通常是以项目运作为基础的。目前“高大上”的组织结构关键在于解决了大公司利润控制纵向和横向协调的合理平衡。例如，为了维护组织结构，可以充分协调项目流程之间的关系，分配各种咨询，以确保及时性和生产效率。

全过程工程咨询企业还中标了前期咨询、招标代理、造价咨询、工程监理、项目管理等工程咨询服务[5]，这就要求五项工程咨询服务同时协调，首席顾问进行管理，要求首席顾问必须具有成本咨询业务的主导能力，同时也要管理工程监理业务，形成以监理为主，项目管理为辅的一体化，并将进度管理作为自己经营的基础，这也符合以成本咨询为主体的企业背景。

3 基于旧城改造的全过程工程咨询组织结构案例

天津滨海地热供热及生活热水改造工程项目全过程工程咨询项目，工程估算总投资：18900 万元。

项目情况：天津滨海地热供热及生活热水改造工程项目全过程工程咨询项目，本工程为滨海地热有供热站原有老旧供热管道、老旧热水管道及泵房热力管道网进行改造，资金来源为国有资金。

招标内容及规模：天津滨海地热供热及生活热水改造工程项目。主要改造内容：对部分老旧管道进行原路径更换，更换长度 87111 米，管径为 DN150、DN200 无缝钢管；老旧供热管道改造长度 34332 米，管径 DN100、DN150、DN200 无缝钢管等[6]。具体见建设单位所发全过程工程咨询服务合同中咨询范围包括：

（1）前期咨询
（2）勘察服务
（3）监理服务
（4）造价咨询
（5）项目管理

广益咨询公司作为中标公司，具有监理甲级资质和造价咨询甲级资质，因此，由自己承担本项目全过程工程咨询中的造价咨询和监理工作，属于 N，由公司牵头勘察设计咨询，其他三家咨询公司管理，属于 X 类。项目管理工作由项目负责单位自行完成，属于 1 类。由于本项目为全过程工程咨询试点项目，其组织结构图如下图 2 所示。

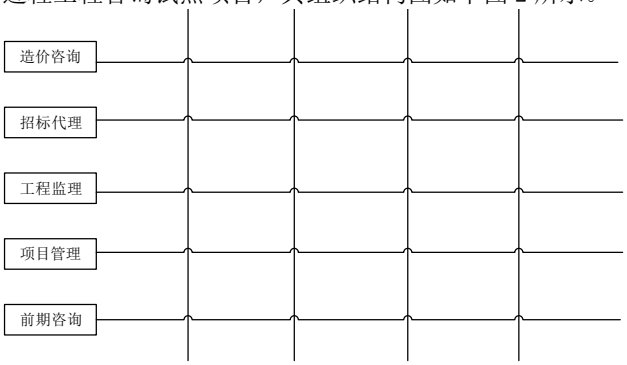


图 2 天津滨海地热供热及生活热水改造工程项目全过程工程咨询项目组织结构

造价咨询、招标代理、项目监理、项目管理、BIM 咨询、前期咨询业务共同构成了全过程工程咨询项目的业务分布，各板块的业绩尤为重要。各工程咨询部门在不从事全过程工程咨询团队的情况下，可以承担单一业务，独立开展工作。但组成联合体共同管理全过程工程咨询的，原则上根据项目类型或项目对工程咨询的需求，由具有造价咨询资质、工程监理资质和项目管理资质的首席顾问负责总体管理。在实施全过程工程咨询项目时，自始至终遵循团队原则，即强矩阵模型。在项目过程中，各种专业人员共同完成下一个项目。

天津滨海地热供热及生活热水改造工程项目通过开展全过程工程咨询，在同一家工程咨询企业自助开展造价咨询以及各项工作的同时，为业主消除了信息不对称带来的弊端，同时通过一家咨询企业集中管理提供咨询服务，降低了整体的专项咨询服务费，与采用 DBB 模式分别取费 10%集中叠加相比，全过程工程咨询整体取费仅为 6%。其中项目管理及招标代理综合取费为 1.5%，工程监理取费 1.5%，造价咨询取费 1.5%，前期咨询取费为 1.5%。

在研究国内外全过程工程咨询组织模式和收费的基础上，参考国内各省市现有的全过程工程顾问服务收费标准，提出了 1+N+X 全过程工程服务收费标准并给出了应用实例。为使工程咨询全过程咨询市场能够健康有效地前并能有序发展，建议相关主管部门能够尽快制定与实施《全过程工程咨询收费机制与标准》相关的指导文件，进一步促进全过程工程咨询行业收费标准化、规范化，希望本文的研究成果有一定的参考价值。

[参考文献]

[1]丁士昭.全过程工程咨询的概念和核心理念[J].中国勘察设计,2018(9):31-33.
[2]丁士昭.用国际化视野推进全过程工程咨询[J].中国

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

勘察设计,2019(5):32-37.
[3]杨志明.国外全过程工程咨询服务模式研究[J].建设监理,2018(7):9-11.
[4]乔俊杰,钟炜,尹贻林,等.工程造价咨询企业发展全过程工程咨询的策略研究[J].项目管理技术,2019,17(7):59-63.
[5]杨先贺,于晓田,尹贻林.EPC 总承包项目前期投资管控设计管理研究[J].项目管理技术,2019,17(6):7-11.
[6]任雅茹.基于风险分担的全过程工程咨询服务报酬模型研究[D].天津:天津理工大学,2019.
作者简介：李明洋（1989—）男，毕业院校：天津理工大学，学历：硕士研究生，所学专业：工程管理。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高层建筑给排水节能技术的应用研究

陈 贺
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着土地资源日益紧缺，高楼大厦在人们的日常生活中变得越来越普遍，而当前的用水状况也变得越来越严峻，因此，采用给排水节能技术来解决这一问题显得尤为必要。然而，由于高楼大厦的特殊性，使得这一技术的应用受到了一定的限制。根据高层建筑的特性和实际情况，我们应当对当前的给排水技术进行全面的分析，以期解决其中的挑战。
[关键词]高层建筑；给排水；节能技术；应用探究
DOI：10.33142/ec.v6i8.9137 中图分类号：TU97 文献标识码：A

Research on the Application of Energy-saving Technology for Water Supply and Drainage in High-rise Buildings

CHEN He
Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasing scarcity of land resources, high-rise buildings have become increasingly common in people's daily lives, and the current water use situation has become increasingly severe. Therefore, it is particularly necessary to adopt energy-saving technology for water supply and drainage to solve this problem. However, due to the unique nature of high-rise buildings, the application of this technology is limited to some extent. Based on the characteristics and actual situation of high-rise buildings, we should conduct a comprehensive analysis of the current water supply and drainage technology in order to solve the challenges.
Keywords: high rise buildings; water supply and drainage; energy saving technology; application exploration

引言

由于日益增长的消耗，我国的水资源日益枯竭，这种情况为我国的环境带来了极其沉重的损失。尽管我国的社会普遍认可节约用水的理念，但仍有许多地区仍未能实施科学的用水管理，导致大量的污染物被无谓地消耗掉，从而破坏了我国的自然环境。随着人民生活水平的不断改善，高楼宇的排水系统面临着越来越多的挑战，因此，在进行排水系统的材料、设备的挑选上，需要格外小心，并且需要充分考虑到居民的饮用水的安全性。

1 高层建筑给排水节能技术应用中存在的困难

1.1 建筑给排水工程前期准备不充分

由于对于高楼的前期准备缺乏充分的考虑，以及对于材料、设备的缺乏足够的关注，以及对于材料的性能、可靠性的低估，这些都会对于后期的维护、保养以及对于环境的保护产生极其恶劣的影响，从而对人类的生活质量构成极大的危害，甚至可能会对社会的发展产生极其恶劣的影响。除了采购低价的节水产品外，还应该采购更加高效、环保的节水技术，比如采购更加先进的节能、节水型水龙头，以增长其使用寿命，并采用更加合理的技术方式，以避免由于技术问题导致的水质问题，从而减少对水资源的损耗[1]。

1.2 缺乏中水系统

由于高层建筑的给排水系统存在着严重的缺陷，例如未能充分利用中水系统，未能将不同类型的住宅建筑进行有效的划分，也未能将商业、服务和民用建筑的废水进行有效的分类处理，从而导致了污染物的排放量超出了规定的水质排放标准，从而无法确保污染物的可持续利用。由于缺乏对中水的清洁利用、污染控制、资源化处理等方面的明确规定，使得无法有效地开发和利用中水，从而无法实现可持续发展[2]。

1.3 生活废水利用方式单一

生活垃圾的利用方式相对单一，缺乏多样性。目前，我们无法有效处理垃圾并进行二次利用，并且在垃圾收集和回收方面的应用也不够广泛。此外，我们也缺乏对各种垃圾资源的科学合理利用，例如绿化区域和道路的垃圾，也没有建造下凹式的垃圾收集系统。由于缺乏有效的技术手段，使得收集的雨水无法有效地通过土壤净化，而且，由于蓄水池的建设投资不足，使得城市用水的短缺问题无法得到有效解决。

1.4 高层建筑给排水技术不够先进

由于当前的高楼建筑的给排水技术尚未达到最新的标准，而且没有充分利用热源热泵，使得它们无法实现既可靠又可持续的供暖与节能。另外，由于政府的财政支持有限，使得这些项目的实施效果也无法达到最佳状态。除了采用高效的节水技术，如安装智能型、可靠型、可持续型等，以及采用先进的控制系统，来实现更加精准的控制，从而减少对水的消耗，避免因设备不够先进或者使用不当导致的水资源的过度消耗。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.5 热水系统存在水资源浪费

当前，由于技术不断发展，我国高楼建设的热水供应系统存在着严重的问题，其最明显的特征就是：当打开配水设备之后，由于温度过低，会导致大部分的冷却水无法及时补充，从而影响到住户的正常生活。尽管采取的运行方式可以确保供暖系统的稳定性，但是大量的冷凝水未能得到再次回收，导致大量的水资源的极大消耗[3]。

1.6 超压出流问题

为解决高层居民的饮用水困难，许多建筑物都选择二次加压的技术来提供给他们。然而，由于二次加压技术的局限，当底层居民使用该技术时，可能会发生超压溢漏的情况，从而导致水龙头的出水量变得异常庞大，而且很多流量并未发挥其最佳的功能，从而造成潜在的水资源浪费。由于超压出流的存在，给予的零部件承受的负荷将变得更加沉重，如果持续下去，将导致零部件的使用期限缩短。

1.7 给排水管道材料选择不合理

由于当时的科学技术发展有限，早期的高楼大厦的供水系统所采用的材料有一定的问题，它们容易和空气、土壤等污染物发生化学变化，从而影响到供水系统的正常运行，甚至可能引发严重的污染事故。然而，由于排水系统的配套设施的缺乏，它们的运行状态往往不佳，从而造成了严重的出口超载、泄露等问题，从而极度地消耗了水资源。

2 节水节能技术在高层建筑给排水设计中的应用

2.1 节水技术在给排水设计中的应用

（1）优化热水供应系统

目前，由于缺乏有效的节能技术，很多地区的温水供应系统面临着严峻的自然资源耗费问题。为解决此实际问题，需要采取有效的措施，如安装回水管，以及采取有效的技术手段，以减少冷却剂的产生，从而有效地节约和保护地表温度。在设计中，我们要考虑到不同的建筑物以及其所处的温度控制系统，并采用多种不同的循环方法，例如分段、分段流量控制或者直接流量控制[4]。

（2）配置相应的减压装置

为防止出现超压的状态，并且减少对水的消耗，我们需要在安装给排水系统的时候，安装适当的缓冲器。目前，我们经常会采用缓冲器，如缓冲孔板、缓冲阀和缓冲塞，它们的性能都很优秀，可以根据不同的环境条件来缓冲，适合各种场合。由于减压孔板的使用受到上游的压力的影响，其减压效率受到一定程度的干扰，从而使得水位变化剧烈，而且，当水质变得极其糟糕时，孔板很有可能因为污染物而受到阻碍，因此其使用范围相对狭小。

（3）充分利用再生水资源

“再生水”是指未经任何污染的清洁能量，它可以重新回收并使其符合当前的环境要求。这种能量可以作为建筑和农业的清洁能量，并且可以作为植物的肥料。然而，由于缺乏有效的循环使用，这种能量往往无法得到有效的保护。为更好地维持生态平衡，我们已经将节约资源、可持续发展的思想纳入了高楼宇的排水系统。然而，由于雨水的流失具有很大的不可预测性，它的数量和品质可能会发生变化，因此很难对它们进行有效的重新使用。随着技术的进步，再生水的应用已经大大减少了污染，不仅可以有效地回收和处理废弃的水，而且还能够有效地回收和循环，从而为我们的生态环境带来更多的福祉。

2.2 节能技术在给排水设计中的应用

（1）分区供水

由于各个地域的气候条件和环境状况的差异，中国的城镇供水系统的压力范围一般介于0.2～0.4MPa，可满足四层及更低层次的居民的基本饮用水需求。然而，由于中国的城镇化程度日益深入，大量的高层住宅的出现，传统的城镇供水系统的压力难以满足其日益增长的需求，因此，二次加压技术的应运而生。二次加压供水是一个更为经济高效的方案，它既可以解决城镇供水系统的瓶颈问题，又可以为农村提供更多的清洁饮用水，从根本上解决城镇污染问题。它的应用范围更广，更具灵活性，更具经济性，更适合各类住宅的安装和运行。在我们的城市里，三种主要的供水方式是：公开的、分布式的，以及集成的。这些方式都是在城市建设项目中广泛使用的[5]。

（2）常规排水系统

随着社区发展的不断推进，许多城镇的居民都开始采取更先进的技术来改善城镇的环境，比如采取智能化的垃圾分类技术，以及采取更先进的自动化控制技术，以减少城镇的环境污染，提高城镇的绿化率，减少城镇的空气质量，降低城镇的环境噪音，减少城镇的空气污染，提高城镇的绿化率。为有效地利用废弃物，当今的建筑物的排水系统采取了分类的方式，即根据废弃物的污染情况，将其单独收集并单独排出。这样，废弃物不仅能够被运送到公共场合，如街头小巷、公共厕所、商业区域，还能被运往城镇，并被运往城市的公共厕所。

（3）使用节能型加压设备

尽管一些高楼仍采用传统的加压系统，但它们的性能和可靠性都受到了限制。为确保高楼的正常运转，需要采取更先进的技术，比如二次加压，即把城镇的自来水收集起来，并通过先进的变频技术对其进行控制，从而确保其正常的水质。尽管采用无负压式供水技术可以有限地降低能量的消费，但它仍然远远达不到理想的节约效果。目前，采用无负压式供水技术的技术已经取得了显著的成功，它可以将自来水系统和城镇的公共供水系统完美地结合起来，实现自动化的控制。采用无负压式供水技术，不仅操作方便，而且成本极其经济，可以大大减少对资源的浪费。

3 改进高层建筑给排水节能工程的建议

3.1 做好建筑给排水工程前期的准备工作

为确保高楼的正常运行，前期的排水工作需要做到极

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

其周密，因此，我们应该仔细挑选合适的材料、设备，而非仅仅关注它们的价格或者成本。此外，我们也应该特别注意它们的节约性，以及它们的耐久性，以防止它们被腐烂、生锈，从而降低对人类饮用水的危害，并且保护我们的环境。除了采购更加高效、环保的水龙头，还应该注意保持其功率和耐久性，以防止出现漏水现象，从而减少对水资源的不必要的消耗[6]。

3.2 正确利用中水系统

为保证高层建筑的安全和舒适，需要完善排水系统。这些系统应该包括中水系统，并将不同类型的建筑区分开来。此外，应该正确处理各种类型的废水，以保证它们符合相关的水质排放标准。为更好地利用中水，我们需要清楚地界定它的适用范围和适用场所，并采取正确的污水处理措施，以确保有效地利用这一宝贵的资源。

为提高整个社会的效率，我们需要努力实现中水排放体系的均衡化。尽管东部地区的中水体系正处于蓬勃发展的阶段，我们仍然应该继续努力提高它的投入和运营。

3.3 丰富生活废水的利用方式

为充分发挥生活垃圾的价值，我们需要采取多种措施，扩大其可以使用的领域。我们可以采取有效的措施来处理垃圾，然后重新使用。此外，我们也可以通过技术手段来实现垃圾的可持续发电，以及垃圾的可循环使用。此外，我们也可以通过修建低洼的绿地来吸附垃圾，从而保护我们的环境。为应对当前的供水紧张局势，我们需要进一步增强对蓄水池的投入，以便有效地缓解城市供水的困境。

3.4 提高高层建筑给排水技术水平

为更好地满足高层建筑的给排水需求，我们需要采用先进的热源热泵技术，以实现供热与节能的有效结合。此外，我们还需要加大对该领域的投入，以促进其普及和应用。

4 节水节能技术在高层建筑给排水设计中的实践案例分析

例如以某座建筑物为例，这座超大型的建筑物由 21 个楼层组成，最终的楼顶高达 81.7m，底部设有 3 个地下室，经过当地的岩土勘探，没有发现任何的结构性破坏或者其他潜在的危险。此外，这座建筑物还配备了多种类型的自来水系统，既可满足居民的日常需求，也可满足商务活动的需求。这个城镇的排污管网采用了 0.15MPa 的高效率排污技术，可以将污水循环利用，从而改善城镇的环境。

在排水系统的节能节水技术方案中，我们采用了多种先进的设计理念，其中包括：

第一，利用变频泵来提高供水效率。泵站的重要性无需多言，然而它们的使用却需要投入巨额的资金与时间。为解决这一问题，我们需要对变频泵进行调整，以便有效地减少它们的使用时间。这个项目的主要区域是一个多功能的大型水池，其中包括了一个低区和一个中区。前者的设备是一台变频泵，能够提供 41m^3/h 的流量和 75m 的扬程。而后者的设备是一台变频泵，能够提供 42m^3/h 的流量和 34m^3/h 的扬程。在雨水回收系统中，我们使用了变速泵，其主要特性是：最大输出流量达到 12m^3/h，最大输出扬程达到 35m。

第二，为确保用户的正常运行，应当严格把握水压，将其稳定地调节到 0.20MPa 以上，以满足当前用水设备的最低运行需求。这样，不仅可以有效地抑制超压排放，还可以确保水泵的正常运行，节省能源。通过采取垂直划分的方式，我们可以有效地管理和限制那些受到影响的设备的静态压力，使之低于 0.45MPa。

第三，我们将会充分利用卫生产品，并且进行科学的规划。我们将会在公共区域内，配备一种可以实现自我监测的冲洗控制阀和两档的 3L/6L 的节水型虹吸式排水系统。此外，我们将会配备一种可实现实时监测的水龙头，即使是 0.1MPa 的水压，或者是 15mm 的管道，它的流速也只能达到 0.15L/s。此外，如果使用者离去，这种水龙头将会在 2s 内立即关闭。

5 结语

综上所述，实现绿色可持续发展已成为当今社会的必然选择，同时，实现节水节能也需要符合人类的共同愿景。因此，在现代的高楼大厦中，应当充分考虑到非传统的自然资源，以及使用的节水节能材料的安全性、质量、经济效益等多方面因素，以期达到最佳的环境保护状态。为更好地管控自然资源，应当科学地将各种自然资源按照其特性、功能、流量等特点进行有效的划分，以便更为有效地运用，从而实现更为可持续的供应，尽量减少自然资源的耗费，促进经济的可持续发展。

[参考文献]

[1]漆昕.高层建筑给排水节能技术的应用研究[J].工程技术研究,2022,7(24):193-195.
[2]林志荣.建筑给排水设计中绿色建筑节水节能技术的运用[J].住宅产业,2022(12):51-53.
[3]张蓬,钟佳恩.高层建筑给排水设计中节水节能技术研究[J].中国新技术新产品,2022(21):73-75.
[4]张蕊.节水节能技术在高层建筑给排水设计中的应用[J].工程建设与设计,2022(19):69-71.
[5]郭振东.节水节能技术在高层建筑给排水设计中的应用[J].江西建材,2022(1):61-62.
[6]孙晶.绿色建筑节水节能技术在某高层建筑给排水设计中的应用[J].现代物业(中旬刊),2020(2):49.

作者简介：陈贺（1990.3—），男，汉族，毕业学校：南昌航空大学，现工作单位：河北建筑设计研究院有限责任公司。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

智能建筑中电气工程及其自动化技术的应用的分析

赵 洋 杨天佐
沈阳市地铁集团有限公司运营分公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]现代建筑技术、信息技术、电气自动化技术和其他许多技术都能够在智能建筑中得到运用。有别于传统的住宅，它在充分考虑使用者的需求后，采用各种科技手段，能为使用者带来更好的居住体验，节省使用者的时间和精力，同时也能最大程度地利用已有的资源。在智能大厦的建造中，以电力系统为主体，其功能并不十分突出。为了实现现代建筑业的可持续发展，必须加强有关电力专业技术人员的操作自动化，以确保建筑智能化的高效运行，并使其得到最大限度的利用。
[关键词]智能建筑；电气工程；自动化技术；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9148 中图分类号：TU855 文献标识码：A

Analysis of the Application of Electrical Engineering and Automation Technology in Intelligent Buildings

ZHAO Yang, YANG Tianzuo
Operation Branch of Shenyang Metro Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: Modern building technology, information technology, electrical automation technology, and many other technologies can be applied in intelligent buildings. Unlike traditional residential buildings, it fully considers the needs of users and adopts various technological means to bring better living experiences, save users' time and energy, and also maximize the utilization of existing resources. In the construction of intelligent buildings, the power system is the main body, and its functions are not very prominent. In order to achieve the sustainable development of the modern construction industry, it is necessary to strengthen the automation of the operation of relevant power professionals to ensure the efficient operation of building intelligence and maximize its utilization.
Keywords: intelligent buildings; electrical engineering; automation technology; application

1 建筑电气工程

建筑电气比较的复杂，涉及建筑强电系统（供配电、照明、接地等系统）、建筑弱电系统（安全防范、设备自动化、火灾自动报警、有线电视、有线广播、会议等系统以及综合布线）。在建筑行业持续发展的同时，建筑电气各子系统的设备也更精密、结构更复杂、技术更先进，设备自动化程度也更高，以支撑电气设备和各系统安全稳定运行的需要。建筑电气除了满足专业性、安全性、实用性要求外，也需要符合节能性的要求，遵循电气节能减排原则，对各系统进行科学规划和布局，转变以往粗放式的建筑电气设计，确保在满足供电和用电需求的同时，降低资源和能源的消耗及浪费。

2 自动化技术与电气工程的特点

在电气工程的操作过程中，传统的自动化控制系统主要是利用控制器，对各环节的操作程序展开控制，这种方式的应用局限性较大，便导致控制的效果较低。如果控制器在控制目标时，目标具有复杂性的特点，那么传统的控制方面无法进行准确控制，不仅会直接影响到控制目标的控制模型设计合理性，间接地降低电气工程整体水平。同时工作人员无法合理的解决自动化控制各环节难题，便会造成设计的控制模型处于准确性较低的状况下，阻碍了电气工程高效率进行。因此，相关部门需要科学的运用自动化技术，既能够有效提升控制器的智能化水平，还可以降低控制目标模型设计的工作量，从而为工作人员带来较大的便利性，并且能够避免自动化控制准确性较低的问题发生，使电气工程系统处于可靠性与安全性较高的环境下，这也是提高电气工程质量和效率的主要措施，有利于为社会发展营造良好环境。

在电气工程中合理的运用自动化技术，可以全面的优化电气系统控制操作流程，使控制操作处于较为便利的状况下，确保工作高质量和高效率开展。同时电气自动化系统可以对电气响应的时间进行有效缩减，增强信息传递的效率，并且合理的运用自动化技术，还可以对电气系统各环节操作合理调整，确保电气系统处于良好的运行状况下，为电气工程开展提供支持。此外在电气自动化控制系统中，还可以进行有效地自我调节，并且对各项工序进行远距离的调控，促进工作质量和效率的提升，从而顺利地开展与完成电气工程。

3 建筑设备电气自动化系统

3.1 电气自动化建筑设备的基本原理

建筑设备的电气控制系统主要是通过传感器、执行器、控制设备等，对各种建筑设备及子系统进行全方位的监测与调节。在建筑设备的使用中，首先，利用传感器对设备进行各种参数的检测；然后，把这些数据转换成电信号；

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

再把这些数据传送给控制器。根据两组数据的差异和装置工作参数的特性，迅速地比较了电信号和设置值，并将相应的调整信号发送到执行机构。根据特定的调整指示，确定设备的工作状况和负荷，以达到对建筑设备的自动控制。

3.2 电气自动化建筑设备的系统架构

建筑设备的电气自动化系统通常由两级网络结构和四级结构组成，它可以对建筑设备的运行状态进行实时监测和调整。两级网是一种二级网的结合体，一级网是一种有标准规格的局域网。二次通信采用标准总线方式，通信速率要按实际运行情况来决定。四层控制器内的中心监控计算机可以将显示屏、服务器、打印机等与局域网连接起来，实现了多个层面的控制和控制信息的传递。本系统可对各类仪器运行参数进行采集、处理、分析，并与中央监控电脑进行数据交换。

3.3 电气自动化建筑设备的系统

电力自动化系统在施工设备中的应用是非常广泛的，它们的作用也是不同的。具体而言，楼宇电气内部制冷自动监控系统可以监控、采集各种设备的工作状态，并可实现对其工作状态的监测。通过比较和分析电力设备的电压、电流等参数，可以及时发现和预警设备的异常和故障。本系统可在设备发生故障时，自动关闭风门、调节阀，防止因设备故障而对系统运行状态造成不利影响。火灾发生后，消防系统能够对建筑物的火灾风险进行评估，切断电源、配电等关键设备，并将其上报给当地消防部门，从而降低火灾造成的损失。

4 智能建筑中电气自动化技术的具体应用

4.1 配电系统中的应用

与常规建筑物的自动化电气系统不同，智能化大楼可以对建筑物内部的各类物件和管线进行实时监控。这样，一旦发现了故障，就能及时刹车，从而避免了事故的发生。一般而言，智能楼宇必须具备综合的监控系统，将远程传感器、电子传感及其他自动化控制装置整合在一起，以提升智能化程度。尤其是，该自动化电力系统仅需遥控切换阀，即可实现对建筑物内各类设备的遥控。另外，在智能楼宇中，纤维材料是最理想的配线方式。与常规光缆相比，光纤具有更好的稳定性和安全性，对改善智能楼宇的性能也有一定的帮助。另外，该系统还可以 24 小时对电缆进行实时监测。当水表失窃时，该系统会及时发现并发出警报。此外，该系统还能对用户在不同时段的用电量进行分析，实现对电能的智能配置，从而极大地提高了用电的利用率，从而为用户提供合理的用电计划。

4.2 通信系统中的应用

利用电气自动化技术的特性，在智能楼宇中进行通信也会更加高效。因特网的普及降低了人们过去常常用来交流的电话技术。因特网可以让使用者以更丰富、更多样的方式进行沟通，比如更方便、更有效地共享影像及声音资讯，减少沟通的障碍。然后，运用自动化技术与电脑技术，在智能化楼宇内构建私人局域网，既能满足使用者的通信需要，又能提高资讯的传递效率。在大楼的某些地方，这样可以使使用者迅速地与对方的资讯装置取得联系，并因此增加了交互的效能。在此基础上，为用户的智能楼宇构建了一种特殊的电子检索数据库，从而大大提升了用户的检索效率。另外，本系统还能满足不同部门的工作人员对实时会议和协同工作的需要。这样的网上视频会议，不但是顺应时代潮流，更是为在家办公的人提供强有力的技术支撑，让参加者可以享受到高品质的声音传送技术。

4.3 楼宇控制系统中的运用

在通风、排水、照明等楼宇控制方面，电气自动化技术也表现出可观的应用效果。在融入电气自动化技术后，智能建筑内部通风、排水、照明等系统的运行控制方式不再是僵化、单一的，而是自适应、自调节的。例如，依托影像传感器、声音传感器等装置，控制系统可对楼道、大厅等公共区域有无人员进行自动识别。若识别有人员经过或停留，公共照明设备便会自动开启，以满足人员的实际需求。反之，若数十秒或数分钟内公共区域无人员活动，则照明设备便会自动关闭。这样，便可在提升照明控制效果的基础上，达到节能降耗的目的。再如，可将自动化控制系统与空气监测器、温度监测器等装置相接通，从而赋予系统在建筑内部空气环境方面的实时感知力。在此背景下，若空气质量、空气流速处于较低水平，或空气温度处在人居适宜温度区间以外，系统便可驱动相关设备电器，对中央空调、机械通风口等的启闭状态、运行模式、工作参数进行调整，从而使空气环境整体恢复至理想水平。通过这样的方式，能够充分凸显智能建筑的智能化、人性化技术特点，为建筑用户的日常工作生活提供优质环境条件。

4.4 暖通空调的节能技术应用

一般建筑设备的电气自动空调控制需要调节送风温度、湿度等参数，使其处于适宜的温度和湿度。比如，冬季室外气温对人体的耐受性有一定的影响，为了通过空调系统增加送风的温度，调节房间的温度，必须采用空调控制系统，这样就会产生很大的能耗。在实际运行中，变风量空调的送风温度是不变的，它可以通过调整吹风的大小来改变室内的温度、湿度等参数。在室内空调负荷增加的情况下，采用变风空调系统，增加风机的转速，以达到用户的要求。

该系统具有两个主要功能：静压力调节和总流量调节。一方面，在静压控制中，需要在风管上增加一个压力传感器，以实时监测风管的压力，把风管的实际压力状况作为调整风速的重要依据；另一方面，在总风量的控制上，则以终端风量和总风量为基准，采用风阀替代冷气终端风机，并根据温度、湿度参数的监测值来调节送风的大小。

4.5 防雷系统中的应用

在智能楼宇中引入电气自动化技术，能够有效地改善楼宇通信设备的运行状况。一年中，有些地方时常会出现

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

闪电，若不能及时采取相应的预防措施，将会极大地影响人们的日常生活。在智能化楼宇中设置避雷针，固然可以起到一定的防雷作用，但是，在安装过程中，采用电气自动化技术，也可以起到很好的保护作用。比如，在实际的施工中，由电力自动化技术人员与有关的信息系统进行集成，在发生雷击时，由有关的系统来确定相应的避雷时间，并根据雷电的规律，对其进行改进，以便在今后的运行中对其进行有效的监测，从而确保智能大厦的安全。

除室内因素之外，还存在着诸如闪电、闪电等不良天气等环境因素。避雷针是一种常用的防雷装置，它是一种常用的防雷装置。与此形成鲜明对比的是，若采用电力自动化技术，现代防雷系统在智能楼宇中的应用，可以将防雷系统的意外风险降到最小。在具体的工程建设中，技术人员应对建筑物的防雷、接地系统进行设计、计划，并运用电子信息技术和计算机软件进行实时仿真，以确定最佳的避雷针位置。通过引入导流技术、内部保护技术等技术，对智能楼宇的防雷设计进行了优化与完善。

4.6 电气自动化技术在建筑应急监控系统中的运用

建筑防火系统对智能建筑有着关键性的安全保障作用，在运用电气自动化技术后，防火系统的性能质量可得到大幅提升，建筑的消防安全等级也会随之增强。例如，在电气自动化技术的支持下，自动喷淋、烟雾报警、应急照明、火灾记录等软硬件装置均能实现智能化控制、一体化响应。实际事故场景下，一旦烟雾报警器或影像传感器检测到建筑内部有火灾隐患形成，会动态反馈给控制中心做进一步的程序处理与情况分析。其后，若系统判断情况为真，则会同步触发喷淋、报警、照明等系统，并将具体信息显示到可视化界面上，或发送给远程终端设备。如此，一方面能通过对现场消防设施的自动化机电控制，完成对火灾的初步处理。另一方面，也能充分发挥数据信息对实践行为的指导作用，为火灾扑救、人员逃生等活动提供可靠依据。

4.7 实现自动化和智能化技术的应用

在建筑电气工程中，要促进自动化和智能化技术的广泛应用，并结合实际需要，持续完善自动化整体共享水平，提高建筑电气系统的安全性和运行效率。例如，将可编程逻辑控制器与各种先进的算法及电气自动化技术有效结合，促使建筑电气自动化控制的方式更加的灵活和高效，在其支撑下，实现对建筑电气系统和设备运行的动态化监测和管控，方便对异常和故障的处理，也能结合实际需要及电气系统和设备运行使用情况，自动化的优化和调整，如自动化的切换电气系统、供电系统的各项功效，在满足建筑需求的同时，降低电气故障和损失。依托人工智能技术等先进技术，结合自动化技术，实现建筑电气系统和设备的智能化控制，起到保护、控制和信号传送的作用，结合模糊控制、神经网络控制等先进技术的应用，持续提高建筑电气自动化管控水平和效率。电气故障是造成电力损耗的主要因素之一，要定期进行维护和维修，自动化技术在建筑电气故障诊断和分析、故障维修等方面的应用有着明显的优势，可以实现建筑电气全方位、实时化的扫描和检测，方便及时发现和处理故障，也能够实现建筑电气系统和设备运行和使用数据信息的自动生成、详细记录和深入分析，以全面准确地反映建筑电气的运行状况、异常情况、故障问题，快速找准故障发生的原因，了解故障发生的时间、具体部位等，快速且针对性地解决问题。

5 结论

电气自动化技术在很大程度上促成了建筑系统运行模式的积极改变，不仅能有效规避反馈滞后、机制单一等传统控制问题，还能大幅提升建筑整体的安全性、经济性，并为建筑用户提供优质的使用体验。但应注意的是，要想充分发挥电气自动化技术的优势，还应做好程序编制、传感器选用、通信建设等方面的配套工作。

[参考文献]

[1]刘建勋.电气自动化技术在智能建筑电气工程中的应用分析[J].中国设备工程,2020(17):206-208.
[2]肖启泉.智能建筑中电气工程及其自动化技术探讨[J].智能城市,2020,6(14):32-33.
[3]张浩.智能建筑中电气工程及其自动化技术的应用分析[J].价值工程,2020,39(19):185-186.
[4]王云龙.电气自动化技术在智能建筑电气工程中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2020(18):8-9.
[5]李世钧.智能建筑中电气工程及其自动化技术分析[J].工程技术研究,2020,5(12):46-47.

作者简介：赵洋（1997.5—），沈阳城市建设学院－建筑电气与智能化，沈阳地铁集团有限公司运营分公司，安全门检修员，助理工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

房屋建筑工程结构设计与地基加固技术分析

庞又天
洲宇设计集团股份有限公司南宁分公司，广西 南宁 530000

[摘要]建筑结构是否合理直接影响房屋建筑工程的安全和功能，因此，建筑结构是房屋使用的基础。目前，房屋建筑结构设计存在原材料用量大、成本高的问题，导致房建结构的整体重量较大，影响了房屋建筑的安全与稳定。房屋建筑结构设计时应遵循经济与科学并行的原则，并从多个方面优化结构，如层数、高度、材料等，在保证工程质量的基础上，降低施工成本，促使施工单位经济效益最大化。

[关键词]房屋建筑工程；结构设计；地基加固技术
DOI：10.33142/ec.v6i8.9147 中图分类号：TU7 文献标识码：A

Analysis of Structural Design and Foundation Reinforcement Technology in Building Engineering

PANG Youtian
Nanning Branch of Zhouyu Design Group Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: The rationality of the building structure directly affects the safety and functionality of the building construction project, therefore, the building structure is the foundation of the use of the house. At present, there are problems with the large amount of raw materials and high cost in the design of building structures, resulting in a large overall weight of the building structure and affecting the safety and stability of the building. When designing the structure of a building, the principle of economy and science should be followed, and the structure should be optimized from multiple aspects, such as the number of floors, height, materials, etc., so as to reduce construction costs and maximize the economic benefits of the construction unit while ensuring the quality of the project.

Keywords: housing construction engineering; structural design; foundation reinforcement technology

1 工程结构设计的意义

基于我国建筑工程多功能化发展背景下，建筑项目结构设计呈现出复杂化、多样化的特点。作为建筑工程建设中的必要环节，结构设计不仅是提升建筑工程运行稳定性的重要支撑，亦是增大建筑项目经济效益创造的关键所在。同时，建筑物要想实现可靠性运营与使用，需要以结构设计的有效把控为前提。所以设计人员需明确建筑结构设计的重要性，并做到在设计期间对各方面因素的充分考虑，确保其结构设计不存在隐患与漏洞，进而在保证建筑结构始终处于稳定状态的同时，避免因结构问题出现威胁到民众人身财产安全。

2 优化房屋建筑结构设计的具体方法

2.1 从整体优化设计方案

（1）综合分析各项影响因素，站在整体视角，科学统筹施工工艺、技术和资源，从而保证优化后的房屋建筑结构设计方案更符合施工标准与规范。

（2）设计人员进行房屋建筑结构设计优化时应充分利用 POWELL、复合形法和拉格朗日乘数法，以找到最优的设计方案。同时，还应注意原材料的质量把控，保证每个部件的质量都能达到预期标准，从而发挥其使用功能。

（3）深入分析外部因素。在进行房屋建筑结构设计优化时，相关人员必须将外界因素考虑在内，并进行相应控制，排除房屋建筑结构设计的影响因素，以此减少安全风险与隐患。

（4）简化内部结构。若房屋建筑内部结构比较复杂，设计人员计算时就容易出现误差，导致设计方案不合理，造成资源浪费，增加施工成本。为了有效控制房屋建筑的施工成本，相关人员必须简化房屋建筑内部结构，且简化必须符合设计标准，从而减少计算误差。以房屋建筑结构抗震设计为例，设计人员必须明确结构框架设计标准，遵循相关的力学原理，在保证房屋建筑结构稳定、平衡的基础上，简化抗震设计，降低房屋建筑抗震负载力，从而提高结构整体抗震性能。

2.2 建筑细部结构设计优化要点

建筑结构设计技术优化还包括建筑细部结构设计优化。在建筑结构设计中的异形结构设计环节要使用多个矩形板进行拼接，继而达到提升结构受力平衡的目的。此外，运用多个矩形板拼接方式来控制结构拐角缝。与此同时，在建筑框架抗震墙设计过程中，需要使用冷轧带肋钢筋，为了便于后续现场施工作业和降低整体工程造价，在设计环节需要将冷轧带肋钢筋数量控制在合理范围内。建筑结构细部设计优化过程中，为了实现建筑细部结构设计的可视化，通常采用三维仿真模型软件进行仿真模拟，确保建筑细部结构设计的准确性。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.3 地基与框架结构设计优化

地基与框架是保证房屋建筑结构稳定的基础，因此，优化地基与框架结构尤为重要。

（1）地基设计优化。众所周知，地基承受着房屋建筑的全部荷载，其设计是否合理直接影响建筑物的稳定性与安全性。为了保证房屋建筑地基结构的合理性，设计人员必须勘察施工现场的水位、地质，综合考虑水文情况、岩体情况等，并由专业人士计算荷载范围，保证地基设计的稳定性，避免后续因荷载过大出现沉降情况，影响房屋建筑整体结构的稳定性，以此保证居民的生命、财产安全。

（2）优化房屋建筑框架设计。房屋建筑框架设计优化需结合结构计算，确定柱网和柱距。合理的柱网、柱距不仅可以提高房屋建筑结构的稳定性与安全性，还可以保证房屋建筑工程的经济性。就整体平面布局来说，必须降低房屋建筑内部刚度，提高四周刚度，以规避扭转过大问题，增强房屋建筑工程整体的抗震性能。框架柱与框架梁的截面应控制在合理范围，否则会浪费资源，同时，过大的截面还会影响美观性，甚至在特殊位置上会影响空间的实用性。

2.4 建筑基础结构设计优化要点

在建筑基础结构设计过程中，建筑设计团队除了要总结自身团队的设计经验，还要与建筑基础施工团队保持密切联系和有效沟通，广纳建筑基础结构设计与施工方面的专业人士的建议，最终确定一个适应项目本身的基础结构设计方案。比如，近年来，建筑结构设计中对抗震墙的关注比较多，因为建筑抗震能力除了与抗震墙建筑要求有关外，还与建筑结构顶部和建筑结构底部的协调性有关。因此，在建筑结构设计过程中，除了要考虑抗震墙的建筑要求外，还要考虑建筑基础结构设计形式对抗震墙施工的影响，从而对建筑基础结构设计进行科学合理优化。

2.5 结构抗震设计

2.5.1 抗震措施

为进一步提升建筑结构抗震能力，需在设计过程中充分考虑到概念设计、结构延性、限制建筑高度、结构抗震验算等因素。同时，在抗震设计时要求相关人员重视对构造措施、抗震验算、概念设计等要求。基于对消震、抗震的结合，结合对项目实际情况的分析，在结构延性与地震力相互影响视角下进行双重设计指标与方法的建构，结合对结构措施的有效应用来提升建筑结构抗震能力。另外，可在抗震设计时融合“强剪弱弯、强柱弱梁”等理念，通过提高结构延性来达到提升建筑设计质量的目的。

2.5.2 抗震设计理念

为保障建筑工程可始终处于稳定、可靠的运行状态，需要求人员在开展结构抗震设计工作时严格遵循《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）等规范条例。同时结合项目建设条件、要求的分析，立足“三水准、两阶段”视角来提升结构抗震设计效果。其中“三水准”是指建筑结构在遭遇小震、中震与大震事件时，可分别保持不坏、可修以及不倒的状态。而“两阶段”分别为：第一阶段，一方面是以第一水准烈度地震参数为基准，对弹性状态下地震作用效应进行精准计算，并基于对重力荷载、风荷载等参数的组合，以最后计算结果为参照来确定承载力抗震调整系数，以保证结构抗震设计符合第一水准强度标准。另一方面则是对结构层间位移角利用同一地震动参数进行计算，并以抗震规范限制值为参照来控制位移角具体参数。同时结合对抗震构造措施的有效应用，确保结构抗震设计达到第二水准强度要求。第二阶段，以第三水准地震动参数为基准，对建筑结构弹塑性层间位移角参数进行计算，在保证位移角不超过限定要求后对抗震构造措施进行融合应用，以保证建筑结构抗震强度符合第三水准要求。

3 地基基础施工及加固作业存在的难点

3.1 地质条件的复杂性

由于我国的地质条件十分复杂，在实际加固及基础施工环节很容易受到特殊地质的影响。例如，软土的性质较软、渗透性较差且承载力低，作为地基时受到建筑的垂直压力，容易出现压缩变形，因此需要对其进行地加固作业。在实际施工环节，部分区域还存在冻土，相关人员应全面考虑冻土的冻胀力给基础及上部结构带来的影响，然后才能确定基础深度。因此，针对不良土层的加固作业十分必要，相关作业人员需要事前调查当地的水文地质状况，再结合实际状况合理确定加固方案。

3.2 施工的复杂性

首先，基于我国复杂多样的地质条件，加上城市地下空间分布的大量管线，导致建筑地基基础设计与施工的难度不断增加。另外，相关人员在作业环节很容易忽略较为细微的因素，导致方案不够科学合理，容易引发地下水渗透等问题。其次，加固技术涉及诸多方面，相关人员在加固环节容易出现失误，影响加固功能的发挥，导致整个地基结构失稳，进而造成建筑基础倾斜、建筑无法正常施工与使用等问题，严重影响建筑工程质量。

3.3 人为因素

现阶段的施工环节，部分单位对人员的重要性认识不足，严重制约着相关作业的开展。首先是思想意识方面的问题，部分施工人员对于加固与基础作业的重视程度不足，在地质勘察时开展不够深入，难以全面获取信息。这会导致相关人员在方案设计时缺乏信息基础，出现设计方案与工程实际情况不符等状况，造成建筑工程的安全隐患。其次，在技术方面，随着建筑工艺的迅速发展，相应的加固技术与基础施工技术也较为先进，但是部分施工和设计人员的技术水平不足，作业环节很容易出现数据计算有误或操作失误等状况，不仅影响了加固作业的顺利进行，还会严重影响建筑工程的质量。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

4 建筑地基基础的加固工艺

4.1 强夯法

在加固技术中，强夯是较为常见的技术手段，能够有效提升地基的强度、压缩性以及承载能力，从而提高基础工程的质量。该技术的作业模式简单，效率较高，且适用范围较广，具有很强的优势，但是在实际作业环节，也存在着一些缺陷。该技术在应用中可能存在下沉量超标、地基强度不足以及土壤松动等问题，很大程度影响作业的质量。

因此，要想保证施工质量，施工人员首先需要提前在土层上铺 1 层砂石，以降低夯击对含水层产生的影响。其次，相关人员还需要在勘察环节仔细研究地层状况，合理确定加固方案，以保证工程质量。最后，相关人员需要根据施工情况来调整夯击次数与程度等，以保证夯实作业的顺利进行。

4.2 高压旋喷桩

基的处理技术模式还具备高压旋喷桩，高压旋喷桩技术属于一种应用高压水，或者高压浆液所形成的高速喷射流束，在高压喷射流束的应用进程之中，其会将地层土壤展开切割处理以及冲击处理，同时将水泥材料基质浆液展开填充处理、掺杂混合其中，借此形成桩柱体或者板墙形状的凝固体。其适合应用在处理地基施工进程中的淤泥、淤泥质地的土壤、黏性土壤、砂土等地基，对于土壤之中具有较多的直径较大石块、含量较高的有机物质的工程，应该依据实际工程场地的实验检测成果来确定其适切性与实效性。高压旋喷施工作业可以依据工程需要，以及途中条件选取应用单管法、双管法以及三管法，加固体的整体形状可以被划分成为柱体形状、板壁形状以及条状。高压喷浆具备强化与提高地基坚实程度以及预防渗漏状况的作用，可以应用在既有建筑以及全新施工的建筑工程的地基处理作业、地下工程以及堤坝的水源截流、基坑封底作业之中。化学注浆技术的基础上，高压喷射技术在地基处理之中逐渐兴起与大范围蔓延。其技术原理就是借助钻机道具先进行钻孔，之后将注浆管插入进地基土层的预期设定部位，将压力调整到 2MPa 以上，展开浆液的高压注射，这样一种高压射流情况会严重对周围的土体造成损坏影响，导致土体以及浆液拌和高效混合，同时有规律地依据相应比值重新排列。等到浆液凝固凝结，地基土壤之中就会形成全新的凝结体，这样一来不但有效提升了原本地基的承受荷载能力，降低形状改变概率，并且达成了加固地基的作用。

4.3 灌浆加固法

灌浆加固是指在需要加固的部位进行灌浆作业，以保证工程质量。在实际作业环节，相关人员需要在加固部位钻若干小孔，然后向小孔内灌入适量的化学浆液和水泥砂浆。灌浆后，浆液会和土体产生化学反应，出现胶结现象，等到浆液硬化后，就能起到加固地基、改善地基物理学性质以及填充地基所形成裂缝空隙的作用。现阶段的灌浆加固主要分为高压喷射和静压灌浆 2 种形式，相关人员应合理确定注浆量、注浆速度以及注浆时间，并且结合实际规划钻孔位置与间距，避免浆液聚集。此外，作业人员还需结合实际材料选择注浆类型，确保浆液初凝前完成灌浆操作，并且按照先周边后中心的顺序进行灌浆，避免注浆孔间出现串孔问题。

4.4 预压技术

预压技术的应用，主要针对岩土工程地基施工进程中所出现的软基情况，在正式施工作业的前期阶段，首先应该在拟施工的构筑物地基部位施加静荷载，等到地基基本上压实牢固稳定以后，移除之前所施加的静荷载，借此来提升软弱土层的承受荷载能力以及规避建筑物建设完毕以后，出现较大沉降情况。通过应用此种预压技术，有效降低了沉降事故的出现概率，也逐渐提高了地基所具备的坚实稳固程度。淤泥、黏土等土壤质地大多应用预压处理技术，其中最为常见的预压方式具有真空预压以及堆载预压两种，预压技术具备操作便捷高效、材料取用方便、经济实效性较高等优势，但是在实际的施工作业进程之中，工作人员应该严格依据土体之中存有的孔隙中水压以及地基沉降情况展开及时预压管控。

5 结论

建筑结构设计中的技术优化种类较多，至于具体对结构设计中的哪部分进行优化，设计人员要根据项目具体情况进行综合考量，要根据项目建设场地勘察资料制订初步的建筑设计方案，并在此基础上充分利用多种技术优化手段来提升建筑设计质量，降低工程造价，最终达到建筑构优化设计的目的。

[参考文献]

[1]邵文展,王兆君.房屋建筑工程结构设计与地基加固技术探究[J].建材与装饰,2019(20):108-109.
[2]赵青.房屋建筑工程结构设计与地基加固技术的分析[J].江西建材,2019(6):53-54.
[3]熊黎黎.关于房屋建筑工程结构设计与地基加固技术认识[J].门窗,2019(10):91-92.
[4]刘娜,蔡立.房屋建筑工程结构设计与地基加固技术探究[J].住宅与房地产,2019(9):64.
[5]程亮亮,张松.房屋建筑工程结构设计与地基加固技术探究[J].住宅与房地产,2018(30):167.

作者简介：庞又天（1989.5—），桂林理工大学，土木工程，洲宇设计集团股份有限公司南宁分公司，结构设计，结构设计主任工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

绿色建筑理念下装配式建筑给排水设计

张晓斯
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着我国经济的发展，人们的生活水平不断提高，对于建筑的要求也越来越高。在国家发展上是离不开水资源的，而我国又是水资源比较贫瘠的国家，如果不能将水资源发挥好，那么整个国家的发展都会受到影响。而绿色建筑的理念就是以人为本，减少对环境的污染和破坏，尤其是在建筑给排水中，在建筑中融入绿色理念，可以有效地推动建筑行业的可持续发展。并且给排水系统是装配式建筑中非常重要的组成部分，为了实现绿色建筑理念和装配式建筑给排水系统的有效结合，所以对目前装配式建筑给排水设计中存在的问题进行了分析，并提出了相关的解决对策，以供参考。

[关键词]绿色节能；建筑给排水；设计分析
DOI：10.33142/ec.v6i8.9140 中图分类号：TU201.5 文献标识码：A

Water Supply and Drainage Design of Prefabricated Buildings under the Concept of Green Buildings

ZHANG Xiaosi
Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the development of Chinese economy, people's living standards are constantly improving, and the requirements for architecture are also increasing. Water resources are indispensable for national development, and China is a country with relatively poor water resources. If water resources cannot be fully utilized, the development of the entire country will be affected. The concept of green building is people-oriented, reducing pollution and damage to the environment, especially in building water supply and drainage. Integrating green concepts into buildings can effectively promote the sustainable development of the construction industry. The water supply and drainage system is a very important part of prefabricated building. In order to realize the effective combination of green building concept and prefabricated building water supply and drainage system, this paper analyzes the problems existing in the current water supply and drainage design of prefabricated building, and puts forward solutions for reference.

Keywords: green and energy-saving; building water supply and drainage; design analysis

1 我国装配式建筑及给排水设计的现状

1.1 装配式建筑概述

装配式建筑是指把建筑物的部分构件在工厂里生产好，然后运到工地上，在现场装配而成的建筑，因为装配式建筑在生产的过程中采用了现代化技术，实现了标准化生产，这样可以有效地提高施工质量。此外，采用装配式建筑还可以有效地降低施工成本，缩短施工周期。装配式建筑的构件可以采用现场预制的方式进行生产，这样在施工前就可以将建筑结构固定好，不仅可以有效地提高施工效率，还能降低施工成本。并且装配式建筑具有较好的整体性和灵活性，其构件可以通过机械设备进行连接和安装，这样就保证了构件的质量和连接效果。由于装配式建筑在生产过程中采用了标准化设计方案，因此其各个构件之间的尺寸以及位置都是固定好的，这就减少了在运输过程中发生变形和移位等问题。此外，由于采用了工业化生产和现场装配相结合的方式，因此装配式建筑具有较高的灵活性。在施工前将各个构件进行安装连接，就可以有效地减少现场施工人员数量。

1.2 在生活中普遍的存在着水资源浪费的现象

在生活中人们在连续用水的地方对水循环的问题没有重视，建筑给排水设计也会出现阀门泄露的现象，这种现象经常出现在城市街道的两旁，尤其是在公路、学校等地方经常会出现阀门泄露的现象，如果没有重视这一情况，那么就会出现严重的水资源浪费问题，这样建筑给排水设计就没有了本身的实际价值。建筑给排水设计系统中的设备质量也较差，建筑给排水系统中，设备的质量也是非常关键的，如果没有把设备的质量问题把控好，那么整体的质量就会出现严重的问题，在建筑给排水设计中可以经常看见。有些设备没有进行定期的检修也会出现阀门泄露的现象，导致了水资源的大量浪费，同时水龙头也会出现腐蚀的情况，造成了大量的漏水。对于排水设备的问题以及造成的水资源浪费的问题，这是在整个水资源的利用中十分不合理的情况。

1.3 在设计上存在水资源浪费的现象

在建筑给排水设计中存在着严重的水资源浪费现象，在整个建筑给排水设计中，没有将水资源合理的应用在其中，这些问题的发生主要还是在排水系统上存在着问题，因为建筑给排水设计中水系统有着超压的现象，在进行节能设计的过程中，人们没有环保理念，这样设计人员在整

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

个给排水设计中就导致出现长时间的超高压现象，水资源就会有着严重的浪费，这样如果长期的使用就会存在着水管爆裂的危险，在水管爆裂的过程中由于超高压的现象，也会对人们的生命财产造成安全隐患。并且现在的建筑给排水设计中普遍的存在着漏水的现象，出现这种现象的主要原因是建筑给排水系统的耐用性和密封性较差。作为施工设计人员没有将给排水设计掌握好，对水设备也没有进行合理的选择，这样就导致了建筑给排水设计经常出现漏水的现象，尤其是在连接等部位，进而导致整体性出现较大的问题，在后续的修整上也是不利的，给水资源的利用造成了极大的问题[1]。

2 装配式建筑给排水设计存在的问题

2.1 给水系统

首先是给水系统的功能，在装配式建筑中，给水系统是非常重要的组成部分，它具有重要的作用：一是为其他供水系统提供水源；二是为人们提供生活用水；三是作为消防系统的水源。在装配式建筑给水系统中，需要做好管网设计和计算工作，对管网进行优化布置，在满足供水要求的前提下减少管网压力。同时在装配式建筑给水系统布置中需要考虑很多因素，例如：建筑的平面形状、楼层高度、房间数量等。在进行给水系统布置时，需要先确定建筑物的平面形状，然后再进行给水管路的布置工作。此外，给水系统布置还需要考虑到楼层高度和房间数量等因素。然后是水压问题，装配式建筑给排水管道通常采用分区给水方式，这种给水方式能够满足不同用户的需求，但是会给水压造成一定程度的影响，如果压力过高会导致管道破裂和漏水等现象。因此在进行建筑给水设计时要充分考虑到水压问题。在实际工程中，如果管网压力过高会造成管道破裂和漏水等问题；如果管网压力过低会造成管道漏水现象，甚至会导致管道破裂。最后由于装配式建筑所使用的给水材料质量较差，容易引起水质污染问题。在进行给排水管道布置时需要对建筑所使用的管材进行合理选择和搭配，从而避免管材选择不当或搭配不合理带来的水质污染。此外还要注意选用优质管材、保障水质卫生、避免管道破裂和漏水等问题。

2.2 排水系统

排水系统是装配式建筑给排水设计中非常重要的一个环节，通过科学合理的排水系统设计，能够保证整个给排水系统的顺畅运行。然而在实际施工过程中，装配式建筑排水管道的设置也存在着一定的问题，主要表现在以下几个方面：首先目前我国在装配式建筑给排水设计中存在着很多管道设计不合理的情况，如排水管道过长、排水管道没有采取横立管等，这些现象都会造成排水困难或者排水不畅等问题。其次是管道施工不规范。装配式建筑在给排水设计中，对管道施工的要求非常高。然而目前我国在这方面的施工规范还比较欠缺，缺乏相关的施工技术标准，从而导致工程中出现很多问题。总之，装配式建筑排水管道铺设不合理会导致排水系统出现堵塞等问题，影响整个给排水系统的正常运行。如果排水管道铺设不合理，容易造成积水、管道堵塞等问题。另外在装配式建筑给排水设计中，还需要注意将水封损失考虑进去，从而保证整个给排水系统的正常运行。

2.3 保温措施

由于装配式建筑给排水系统的管道连接比较复杂，因此在设计时应该尽可能的采用保温措施来减少管道之间的传热损失。在设计时可以采用以下几种方式：（1）在给水管道和排水管道之间采用柔性防水材料，以保证两者之间的紧密连接。这种方式可以避免给排水系统中的水从管道中渗漏，有效降低管道中的热损。（2）采用空气夹层保温材料进行管道保温处理。这种方法可以增加管道之间的接触面积，保证管道之间的紧密连接，同时也能够有效降低温度梯度，从而减少给排水系统中的水封损失。（3）在给排水管道和给水管之间采用保温材料进行连接处理。这种方法可以有效减少管道之间的热损失，提高管道保温性能，减少水封损失。(4)采用隔热材料来增强管道保温性。在给排水系统中，如果采用硬质隔热材料来增加保温效果，就会造成材料浪费，因此应该采用软性隔热材料来增强管道保温性。这种方法可以避免管道和排水管道之间出现热桥现象，同时也能够保证管道具有较好的柔性和柔韧性，从而有效降低水封损失。这种方法可以提高管道的保温效果，同时还能够减少材料浪费，降低施工成本。

2.4 问题总结

（1）给水系统不合理，导致水质下降。随着人们生活水平的提高，对于用水的质量要求也越来越高，尤其是对于饮用水的卫生安全，如果给水管路不合理，容易引起水质污染，给人们的身体健康带来一定的威胁。在装配式建筑给排水设计中，如果给水管道布置不合理，会影响供水质量和水质。此外，由于给水管道布置不合理，还容易出现排水困难等问题。

（2）建筑材料质量问题。目前我国对于装配式建筑的材料质量问题越来越重视，对于材料质量也有了更高的要求。然而在实际工程中发现，一些装配式建筑材料存在质量问题，容易出现渗漏、开裂等现象。这些现象表明装配式建筑在材料使用方面还有很大的改进空间。

（3）排水系统不合理。目前装配式建筑给排水系统中最常见的问题就是管道铺设不合理，在进行管道铺设时需要考虑到很多因素，如给水管路、排水管道、污水管道等，如果这些管道设置不合理会造成排水不畅的问题。

（4)管道之间相互影响。装配式建筑在进行设计时，需要考虑各个房间之间的相互影响和干扰情况。在实际施工中会出现很多相互影响、相互干扰的问题，比如会造成排水管道出现堵塞、漏水等现象。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

（5）连接件设计不合理。在装配式建筑给排水设计中需要考虑到很多细节问题，其中连接件设计是非常重要的一部分。目前我国在这方面还存在着一些问题：如连接件选择不合理、安装工艺不科学等。

（6）保温措施不合理。装配式建筑的保温措施比较单一，主要是采用水暖管材料进行保温处理。但是由于给排水管道和管道之间的连接比较复杂，如果保温措施不合理就会导致保温效果大大降低。

（7）水封损失严重。装配式建筑由于采用预制部品部件进行拼装，而预制部品部件的密封性能较差，容易出现漏水点，导致水封损失严重。

3 绿色建筑与给排水系统结合的意义

3.1 对环境方面

随着我国经济的不断发展，建筑行业的发展也越来越快，在建筑施工的过程中，对于能源和资源的消耗比较大。同时，随着人们对环境保护意识的增强，在建筑施工中引入绿色建筑理念，可以减少对环境的破坏和污染，同时还能够促进建筑行业的可持续发展。绿色建筑和给排水系统在实现节能减排的同时，还能够有效地改善人们的生活环境。因为在绿色建筑中融入了绿色理念，所以在给排水系统设计时需要结合当地的实际情况和相关标准来进行设计，可以有效地减少水资源以及其他能源的浪费。同时，给排水系统还能够减少对土地资源、环境资源的破坏，使建筑物与自然环境保持协调[2]。

3.2 在建筑行业发展上

在绿色建筑中融入给排水系统设计可以有效地促进建筑行业健康稳定地发展。是可以最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑。但是由于给排水系统本身具有一定的复杂性和综合性，所以在设计给排水系统时要结合当地的实际情况和相关标准进行设计，通过设计绿色建筑来实现节能减排以及降低成本等目的，这对于推动我国经济发展具有重要意义。

4 对策分析

4.1 设计阶段

在设计阶段，要充分地考虑到装配式建筑给排水系统的具体特点，对系统的管道、配件等进行合理的设计，设计出科学、合理、实用的方案。在设计过程中要考虑到给排水系统与其他系统之间的相互影响和制约关系，同时还要保证给排水系统的稳定性。在设计过程中还要注意对装配式建筑的整体性进行考虑，提高建筑整体结构的稳定性。同时还要保证给排水系统和其他系统之间的协调性，提高整体设计质量。在进行设计时还要注意与建筑主体结构、建筑周围环境相协调，实现绿色建筑理念下装配式建筑给排水设计工作的优化。在进行设计时要充分地考虑到装配式建筑给排水系统的功能特点，确保整个系统在设计过程中能够满足功能要求。

4.2 施工阶段

在给排水施工中，要合理地进行管道和设备的布局，减少设备和管道的占用空间。装配式建筑给排水设计中要充分地利用可再生能源，尽可能地节约能源和水资源。在给排水施工中，要尽量选用绿色环保材料，保证给排水系统的正常运行。同时还需要注意提高施工人员的综合素质，加强施工过程中的管理和控制。在设计阶段，要充分考虑管道安装位置，避免管道出现交叉情况。装配式建筑给排水设计时要充分地考虑到管道的综合布局，减少管道之间的交叉情况。在装配式建筑给排水设计时还要注意管道的敷设方式，合理地确定管道的位置和尺寸。另外，还要合理地确定给排水管道的坡度。在装配式建筑给排水设计中要考虑到不同地区、不同季节和不同气候条件对给排水系统造成的影响，保证各个区域的正常使用。在施工过程中，要做好各个区域间管道的衔接工作，避免出现渗水情况。在装配式建筑给排水设计中要重视管道之间的连接工作，避免出现漏水情况。另外还需要做好节点构造工作，保证每个部分之间连接牢固，避免漏水现象发生。在装配式建筑给排水设计中还要做好防水措施和保温措施，保证建筑物不会出现渗水问题。在安装阶段要做好安全管理工作，保证施工人员和建筑人员的安全[3]。

5 结语

随着我国经济的发展，人们对于建筑的要求越来越高，绿色建筑理念也逐渐走进了人们的视野，在建筑中融入绿色理念，可以有效地减少对环境的污染和破坏，因此，装配式建筑给排水系统是绿色建筑理念和装配式建筑给排水系统的重要结合方式。在进行给排水设计时要保证给排水系统的安全性和可靠性，同时也要重视对水资源的利用，在设计时可以选择质量较好的管材和设备，同时还需要在施工过程中做好监督管理工作，确保施工质量。绿色建筑理念下装配式建筑给排水设计是一个复杂的系统，涉及到了很多方面，需要在实际工作中不断总结经验教训，并在实践中不断完善装配式建筑给排水系统。

[参考文献]

[1]宋斐.产业园区设计中绿色建筑理念的运用[J].中国建筑金属结构,2023,22(4):135-137.

[2]崔进.绿色施工管理在某建筑施工中的应用[J].中国建筑金属结构,2023,22(4):177-179.

[3]周璞基.节能环保背景下高层建筑绿色施工技术[J].大众标准化,2023(8):65-67.

作者简介：张晓斯（1988.3—），女，汉族，毕业学校：天津大学，现工作单位：河北建筑设计研究院有限责任公司。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅论工程建筑中混凝土结构的施工技术

衣悦雷
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]随着人们生活水平的显著提高，人们对建筑使用品质的要求不断提升，这就对建筑项目质量提出了更高的要求，因此当下建筑市场竞争中的核心问题就是工程质量。良好的项目质量除了需要合理、专业的建设技术，也离不开高品质的建材；唯有通过专业人员的合理建设，且针对混凝土材料，对其质控进行严格要求与把关，通过标准化管理与缜密措施，方可产生高品质混凝土项目，切实提高工程质量。

[关键词]工程建筑；混凝土结构；施工技术
DOI：10.33142/ec.v6i8.9133　　中图分类号：TU753　　文献标识码：A

Brief Discussion on the Construction Technology of Concrete Structures in Engineering Buildings

YI Yuelei
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: With the significant improvement of people's living standards, people's requirements for the quality of building use continue to rise, which puts forward higher requirements for the quality of construction projects. Therefore, the core issue in the current competition in the construction market is engineering quality. Good project quality not only requires reasonable and professional construction technology, but also high quality building materials; Only through the reasonable construction of professional personnel, strict requirements and checks on the quality control of concrete materials, standardized management and meticulous measures, can high quality concrete projects be produced and the engineering quality be effectively improved.

Keywords: engineering construction; concrete structure; construction technology

从目前的情况来看，许多建筑物采用混凝土结构，因此混凝土结构的质量验收与工程的最终质量、安全和经济效益密切相关。混凝土施工质量不合格，势必阻碍施工项目的顺利进行，会给施工企业造成巨大的经济损失。因此，科学应用混凝土施工技术尤为重要。鉴于此，有必要对建筑工程中混凝土施工技术的应用进行探讨和分析。

1 混凝土施工技术要求

由于建设项目施工范围广、占地面积大、基础深厚，施工单位应增加混凝土的使用，并对混凝土施工质量提出更严格的要求。具体要求如下：（1）在实际施工过程中，施工单位在应用混凝土施工技术时，应结合工程实际情况和类别，采取混凝土收缩补偿等对策，做好工程现状分析；（2）在工程建设过程中，施工人员不仅要进行工程测量，还要有效控制混凝土温度、湿度等条件，还要在不同季节采用不同的混凝土施工技术；（3）为了保证工程的顺利施工和发展，施工单位必须要求工作人员严格按照设计方案进行混凝土施工，防止施工过程中出现差错，从而影响施工进度，如果混凝土施工期间无法避免施工工艺的调整，施工单位也应提前与相关单位沟通，并根据施工现场的具体情况调配混凝土材料；（4）要科学使用混凝土质量监测方法，既能满足混凝土各环节的施工要求，又能全面提高民用混凝土的施工质量，保证工程的整体施工质量[1]。

2 建筑工程混凝土质量的影响因素

在建筑工程中，影响混凝土施工质量的因素诸多，其中最主要的就是原材料、施工人员、机械设备三方面。首先，原材料。混凝土是一个由多种原材料混合而成的一种混合物，它的原材料包含水泥、砂、石、水、外加剂等等。任何一种原材料的质量都关系着混凝土的整体质量。可见，原材料是影响混凝土质量的一大要素。其次，施工人员。混凝土施工的各个环节都需要施工人员的助力，一旦施工人员的综合素质不够，就会影响整个施工技术的操作，进而影响施工质量。混凝土施工中每一个环节都需要精准的控制。因此，施工人员的能力素质对混凝土施工质量的影响尤为重要。最后，机械设备。随着机械化的不断推广，在建筑行业逐渐形成机械化体系，尤其是混凝土施工中。在混凝土施工中，机械设备伴随整个施工过程，甚至自成一套施工体系。各个设备之间的相互衔接是混凝土施工中要关注的问题，一旦出现衔接问题就会引发质量问题。另外，机械设备的性能指数同混凝土施工的质量也有着密切联系[2]。由此可见，机械设备也是影响混凝土施工质量的重要因素。在建筑工程施工中，施工企业做好以上三方面的质量控制工作，即可以有效控制混凝土质量，保证整体工程质量。

3 建筑工程混凝土施工技术分析

3.1 混凝土拌合

混凝土的拌合属于专业技术，根据现阶段建筑工程来

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

看，预拌钢筋混凝土有着普遍的运用，可以较好地满足多种需求，并且基于高层建筑的长足发展，促使泵送混凝土获得了大规模应用。在泵送混凝土进行拌合时，无论其特性及等级要求，都应保证其拌合物具有工作性，具体而言，应包含流动性及保水性等，这是泵送的主要标志。在进行预拌混凝土过程中，应对水灰比开展科学控制，有效保证混凝土强度，对石子级配、砂率进行科学控制，适当掺入一定的外加剂，对用水量进行科学调节；利用搅拌机械进行全面搅拌，制作出流动性及保水性都较好的拌合料；结合生产季节温度以及施工场地时间间隔，对拌合料初凝时间进行科学调整，以更好地实现生产、泵送及浇筑等需要。在后期阶段，还应在做好养护工作，确保完善的混凝土构件工程。

3.2 混凝土运输

对于混凝土运输来看，有关要求是非常高的，优异的运输环境能够更好地保证混凝土质量，因此，在进行混凝土运输时，需运用科学的方式完成。一方面，应尽量在短期内实现混凝土运输，这是由于若是运输时间比较长，将不利于混凝土质量，削弱其原有的特性，降低混凝土强度，甚至导致混凝土报废。对此，实际进行混凝土运输时，应对搅拌区和施工场地的距离开展有效计算，把握好相应的时间。另一方面，可借助专用的搅拌车开展运输，避免这一过程中由于振动等问题导致混凝土流动性降低，而不能完成泵送及浇筑。相关运输者应确保均匀搅拌的基础上，确保混凝土运输在短期内做好，防止由于运输问题对后续施工产生影响。

3.3 混凝土浇筑

对于建筑施工而言，该环节是关键的构成内容，应结合施工的实际需求，选用相应的浇筑方式，如大体积浇筑可通过分层浇筑式完成，对于平面顶板浇筑，可使用整体推进式完成。不管运用何种浇筑方式，都应确保混凝土浇筑质量，在此基础上，尽量不采取接头接缝施工。在进行混凝土浇筑时，还应对拌合料下落高度进行有效控制，建议在 2m 以下；对于超过 2m 的高程，需运用滑模导流方式完成，这样才能确保拌合料质量，避免被溅落所影响[3]。除此之外，实际进行浇筑时，还应避免加水，以有效控制混凝土水灰比，防止对混凝土质量产生不良影响。

3.4 留置施工缝

一般在留置施工缝时需要在结构受剪力影响比较小同时方便施工的部位。柱应该留置水平缝，墙、梁、板等则需留置垂直缝。柱的往往留置在基础顶面；与板形成整体的大断面梁，需要留置在底面板之下的 20～30mm 范围内；单向板则留置在平行于板短边的任意位置；如果是存在主次梁的楼板，还应该沿着次梁的方向进行浇筑，施工缝则要设置再次梁跨的 1/3 之内。浇筑、梁、板、墙等相关结构时，一旦间歇时间大于常规设定，还需按照施工缝进行处理。如果要继续进行浇筑，砼抗压强度则要超过 1.2MPa 才可以进行。

给硬化的砼表面浇筑之前，还应将水面清除干净，并湿润，如果有模板阻隔，还需在模板上施工缝处通条开口，清理结束后再对通条开口进行封板。施工缝浇筑前，应先铺设水泥浆，或者铺设一层和砼相同的砂浆。

如果是大面积砼施工，且接缝时间超过了规定要求，这时则可以应用砼二次振捣的形式强化接缝的密实程度及强度。也就是先等砼在终凝之后再振捣一回，然后再开展下一步施工。但如果要应用这一处理方式，必须要试验，明确其中的实际规律之后再应用到实际当中。

3.5 混凝土养护

在建筑工程施工中，混凝土工程的养护非常重要，施工单位应高度重视混凝土结构的养护。在实际养护过程中，施工人员应合理进行模板拆除和养护工作，合理控制混凝土内外温差。据了解，在混凝土施工 48h 后，施工人员可移除模具并用塑料薄膜覆盖。在养护混凝土结构时，养护时间应大于 20d，每天 10h。养护期间，施工人员可使用水进行喷淋。这种养护方式既能使混凝土的温湿度达到施工要求，又能防止混凝土结构出现裂缝。此外，在浇筑混凝土后，应进行二次振捣和压实，以防止裂缝出现或水渗入混凝土表面。进行表面处理时，施工人员还应按技术要求进行抹灰、抛光等各种作业，使混凝土结构表面更加光滑、密实[4]。

4 混凝土施工过程问题分析

4.1 原材料问题

（1）在建筑混凝土施工过程中，原材料的质量是关乎建筑混凝土是否出问题的关键因素。例如，粗骨料和细骨料的粒径超标、含泥量超标，都容易导致混凝土抗压强度达不到相应要求，因此很容易在施工过程中造成缝隙离析等缺陷。（2）混凝土的有效配合比不合理，在施工过程中容易导致房屋建筑结构构件出现蜂窝、表面气泡等缺陷，也会直接影响混凝土结构的强度，最终导致开裂问题。（3）混凝土计量不准确、外加剂掺量不准确，都会导致混凝土制备质量下降，造成现场混凝土强度低、烂根等问题。

4.2 混凝土施工问题

在建筑混凝土施工中，各环节施工是直接关系到混凝土施工质量的关键因素。（1）模板是影响混凝土成型效果的核心，如果模板安装过程中出现问题，会导致混凝土构件变形、漏浆、烂根，直接影响混凝土结构的外观质量。（2）在混凝土浇筑过程中，混凝土运输时间长、搅拌不均匀等会造成混凝土和易性、流动性差，从而导致混凝土强度不能满足设计要求。（3）在混凝土浇筑和振捣方面，也存在危及混凝土质量的因素。例如，混凝土布料未分层、振捣时间短或过振，都会造成混凝土产生离析、气泡、蜂窝等问题，进而危及后期混凝土的质量。

4.3 混凝土养护问题

在建筑混凝土施工中，养护工作是确保混凝土质量的一个重要环节。然而，在混凝土浇筑完毕后，由于施工班

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

组未对混凝土的养护给予足够的重视，混凝土的养护方式和养护时间不合理，会造成混凝土的表面开裂、返砂，进而影响施工的质量。

5 建筑工程中混凝土施工技术的应用优化措施

5.1 做好混凝土配比工作

为了满足工艺设计中的混凝土结构强度要求，应合理确定混凝土的配合比，以保证混凝土强度等级。施工单位应在工程施工初期详细确定混凝土各项技术指标的要求，并在不同建筑强度和等级的混凝土中加入一定的防水缓凝剂，确保初凝时间不大于 8h。此外，在混凝土能够满足一定的强度要求的情况下，需要适当降低水泥坍落度和水灰比，也要适当减少水泥的用量和水泥砂的用量。

5.2 混凝土原材料的控制

预拌混凝土生产企业应当加强原材料进场质量管理，签订书面采购合同，并在合同中明确供应方的质量责任、相关技术指标要求、质量验收标准等；做好原材料进场验收记录，包括厂名、产地、品牌、规格、数量等，并对原材料出厂质量证明文件的原件进行核验；建立原材料采购和使用台账，对原材料进厂数量与实际使用数量每季度进行不少于一次的核对[5]。

混凝土粗骨料要求使用 C 类低碱活性集料，粒径为5～25mm，级配良好，碎石中针、片状颗粒含量不应大于15%，含泥量不应大于 1%，泥块含量不大于 0.5%；细骨料宜采用Ⅱ区中砂，中砂细度模数为 2.3～3.0，且 300μm 筛孔的颗粒通过率不宜少于 15%，要求有良好的级配，中砂中含泥量不应大于 3%，泥块含量不应大于 1%；水泥应为普通硅酸盐水泥，水泥强度等级为 42.5MPa；混凝土中掺用的矿物掺合料必须有出场质量证明文件，若采用粉煤灰，其等级宜为Ⅱ级，掺量应符合规范要求。

5.3 监督管理

监督管理工作是混凝土质量控制的重要前提。监督管理就是将混凝土施工中的各个施工细节进行有效控制，运用相应的管理手段，使其质量水平有所提高。为此，施工单位需要认清自己的发展形势以及自身目前所处局势，进而做出管理方面的有效改进。监督管理工作是施工单位必须要做，而不是依赖监理单位完成。一旦监理单位发现问题，就会严重影响施工进度，使得施工单位的经济效益受损。因此，施工单位本身必须组建一个监督管理团队，针对施工现场开展监督工作。借此，提高监督管理工作的针对性，并将混凝土质量控制作为监管工作一大核心内容。在监督管理工作中，监管人员需要对每天的施工进度进行准确记录，并对各项施工数据进行记录。通过这些数据的记录，可以及时发现施工中存在的一些不显眼的问题，有助于这些问题进行及时控制，避免酿成大祸。这就是施工单位自己组建监管部门的优势所在，它可以集中一切力量对施工现场进行管控，确保整个施工过程都在可控范围内。这样在出现问题时，也能及时应对并高效解决，实现整个施工过程顺利完成。另外，在监管工作中，还要紧随社会发展的步伐，进行与时俱进的改变。比如，施工单位可以在混凝土施工中构建信息化，将施工中的所有数据进行保存。同时借助于信息化的构建过程，企业还能对自身的施工过程进行梳理，保证每一个施工环节都是高效的。将监督管理工作放在管理软件中进行，还能运用管理人员完成可视化的分析，将施工中涉及的各个部门进行协同管理，以便提高管理的实效性。这对于混凝土施工来说具有极为重要的推动作用。因此，信息化构建是施工单位开展混凝土施工的大势所趋，更是施工单位可持续发展的必经之路。施工单位要在实际工作中，不断摸索前进，将信息化的优势进行彰显，进而使得自身的管理工作变得更加精细，使自己可以在如此激烈的行业竞争中脱颖而出、略显优势。这样企业就可以成为业内的领军人物，带领混凝土施工行业向着美好的明天奋进，为建筑工程质量蓄力。

6 结论

混凝土技术在工程建设中的应用日渐广泛，其中各环节的工艺要求也越来越高，尤其给模板、钢筋、砼的搅拌、浇筑、振捣、养护等都提出了非常严格的要求，不但要保证质量，还要美观准确，所以必须从各工序着手加以优化。

[参考文献]

[1]郑阳阳.探析大体积混凝土施工技术在房屋建筑工程中的应用[J].散装水泥,2022(5):117-119.
[2]田春明.房屋建筑工程大体积混凝土施工技术[J].四川建材,2022,48(10):139-140.
[3]钟成荣.建筑工程土建混凝土施工技术应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2022(26):76-78.
[4]郭后胜.房屋建筑工程中混凝土施工技术分析[J].科技创新与应用,2022,12(23):171-174.
[5]吴升宇.建筑工程施工中预应力混凝土施工技术应用[J].佛山陶瓷,2022,32(8):138-140.

作者简介：衣悦雷（1987.4—），男，毕业院校：北京航空航天大学；所学专业：土木工程，就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司，职务：经营部长，职称级别：初级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程造价的影响因素与降低工程造价的对策

蔡建文[1] 王世伟[2]
1 华润置地有限公司，山东 青岛 266000
2 万科企业股份有限公司，山东 青岛 266000

[摘要]在建筑工程领域，工程造价的控制和降低是实现经济效益的重要课题。然而，建筑工程造价受到多种因素的影响，如功能需求、劳动力生产效率、市场走势等。因此，深入分析建筑工程造价的影响因素，并制定相应的降低工程造价的对策，具有重要的实践意义。文中将探讨建筑工程造价的主要影响因素，并提出一系列可行的对策，旨在帮助相关从业者和决策者在工程造价控制方面做出更合理的决策，提高建筑工程项目的经济效益。

[关键词]建筑工程造价；影响因素；降低对策；功能需求
DOI：10.33142/ec.v6i8.9120 中图分类号：TU723.3 文献标识码：A

Influencing Factors of Construction Project Cost and Countermeasures to Reduce Project Cost

CAI Jianwen [1], WANG Shiwei [2]
1 China Resources Land Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China
2 China Vanke Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: In the field of construction engineering, the control and reduction of construction cost is an important issue to achieve economic benefits. However, construction cost is affected by many factors, such as Functional requirement, labor productivity, market trends, etc. Therefore, it is of great practical significance to deeply analyze the factors affecting construction cost and formulate corresponding countermeasures to reduce construction cost. The article will explore the main influencing factors of construction project cost and propose a series of feasible countermeasures, aiming to help relevant practitioners and decision-makers make more reasonable decisions in project cost control and improve the economic benefits of construction projects.

Keywords: construction project cost; influencing factors; reduction measures; functional requirement

引言

建筑工程造价是项目可行性和经济效益的重要考量因素。它受到多种因素的影响，如设计要求、建筑材料成本、劳动力成本和市场行情等。理解和控制这些影响因素，以及采取相应的对策，对于降低工程造价至关重要。降低工程造价的对策可以包括优化设计方案、选择合适的建材和施工技术、合理控制劳动力成本以及充分利用市场竞争等。通过降低工程造价，项目能够提高经济效益，增强竞争力。因此，深入研究建筑工程造价的影响因素，并采取相应对策，对于项目管理者和业主来说具有重要意义，将有助于实现工程造价的合理控制与降低。

1 建筑工程造价的影响因素

1.1 功能需求不清晰，设计复杂性高

在建筑工程中，功能需求的不清晰往往导致设计过程中的不确定性和变化，从而对造价产生负面影响。当功能需求没有清晰明确的定义时，设计团队可能无法准确理解和满足客户的期望，进而导致设计方案的反复修改和调整。这种不确定性会增加设计过程中的工作量和时间，而设计变更通常需要额外的资源和劳动力，进而增加了工程的成本。此外，如果功能需求在项目进展的后期阶段发生变化，那么之前已经完成的工作可能需要被修改或重做，这将浪费时间和资源，增加了项目的总体造价[1]。复杂的设计要求更高水平的专业技能和经验，可能需要更多的设计师和工程师参与项目，导致设计团队的规模扩大，复杂的设计还需要更多的研究和分析，以确保设计方案的可行性和安全性，这可能需要使用更先进的技术和工具，增加了软硬件设备的投资成本，还会增加施工难度，需要使用更高级的施工方法和技术，增加了施工人员的培训和管理成本。另一个导致造价增加的原因是与功能需求不清晰和设计复杂性高相关的变更和补偿要求。当设计团队面临功能需求的不确定性或设计复杂性的挑战时，他们可能不得不在项目进行的过程中进行一些变更或调整，这可能涉及到重新设计某些元素、更换材料或重新规划施工流程，这些变更往往需要额外的资源和劳动力，并可能引起其他方面的连锁反应，进而导致成本的增加。

1.2 劳动力生产效率低，人力资源配置不当

劳动力生产效率低是指在建筑工程中，工人所完成的工作量和效率相对较低。这可能由多种原因引起，例如技能水平不足、工作方法不合理、工人数量不足等。首先，如果工人的技能水平不足，他们可能无法高效地完成工作，需要更长的时间来完成相同的任务，从而增加了工程的工期和成本，如果工人之间的协作和协调不足，会导致工作

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

流程不顺畅，造成工作的重复或延误，进一步降低了生产效率。人力资源配置不当也会对建筑工程造价产生不利影响[2]。良好的人力资源管理涉及到正确地匹配和配置工作人员的数量和技能，如果人力资源配置不当，可能会导致一些工作岗位上的人员过剩或不足，从而造成资源的浪费或生产力的低下。当某些工作岗位上人员过剩时，不仅会增加工程的成本，还可能导致协作和沟通的困难。此外，人力资源的培训和发展也是关键因素，如果公司未能提供足够的培训和发展机会，工人的技能水平可能无法与时俱进，无法适应日益复杂和先进的建筑工程需求。这可能导致低效率和质量问题，进而增加了后续的修复和调整成本。

1.3 建筑市场走势不明确，价格波动不可预测

建筑市场走势不明确是指建筑市场的需求和供应情况不稳定，难以准确预测未来的市场趋势。这种不确定性会对建筑工程的造价产生重大影响。首先，当市场需求高涨时，建筑材料和劳动力的价格往往上升，从而增加了建筑工程的成本。因为供应商可能会利用供需失衡的局面提高价格，而承包商则需要支付更高的成本来获得所需的资源。其次，当市场需求低迷时，竞争激烈，可能导致承包商为了争取项目而降低报价，但这可能会导致利润率下降，影响工程的盈利能力。因此，建筑市场的不确定性会使承包商难以准确预测和控制项目的成本，从而对工程造价产生不利影响。价格波动不可预测是指建筑材料和劳动力价格的波动幅度和方向难以事先预测，建筑材料和劳动力是建筑工程的重要组成部分，价格波动会直接影响工程造价[3]。

1.4 工程进度规划不详细，资源调配不合理

工程进度规划不详细是指在建筑工程的计划中，对于各项工作的具体时间安排和关联性的规划不充分或不清晰。这会对工程的实际进展和成本控制产生负面影响。首先，如果进度规划不详细，承包商可能无法准确估计完成每个工作任务所需的时间，导致工期的延误和超出预算的风险。此外，缺乏详细的进度规划可能导致工程中存在工作重叠或资源闲置的情况，从而降低工作效率，增加了工程的成本。此外，如果工程进度规划不详细，可能会导致后续工作的滞后或延误，需要加班或调整工作进程，进而增加了工程的人力资源和时间成本。资源调配不合理是指在建筑工程中，对于人力、材料和设备等资源的分配和利用不合理或不充分。这会对工程的效率和成本产生负面影响。首先，如果资源调配不合理，可能导致某些工作岗位上资源过剩，而其他工作岗位上资源不足，这种不均衡的资源分配可能导致工作进展不平衡，一些工作需要等待资源的到位，从而导致工程进度延误和成本增加。资源调配不合理可能导致材料浪费和资源闲置，如果某些材料过剩或没有合理的存储和管理措施，可能会造成材料的损坏、丢失或过期，增加了工程的成本如果设备闲置或使用效率低下，也会增加工程的成本。

2 降低工程造价的对策

2.1 充分了解功能需求，减少不必要的设计复杂性

在项目启动阶段，与客户进行深入的讨论，确保对项目的功能需求有准确的了解。通过面对面会议、需求收集问卷和访谈等方式，获取客户的具体要求和期望，这将有助于明确项目目标，避免后续因需求不清晰而导致的设计变更和调整。

其次，建立多学科团队协作。组建由建筑师、结构工程师、机电工程师等各个专业领域的专家组成的设计团队，通过多学科团队的协作，可以充分融合不同专业的意见和建议，避免设计方案中的冲突和矛盾，这有助于优化设计方案，减少不必要的设计复杂性，从而降低工程造价。在设计过程中，着重考虑简化设计方案，避免过度复杂化，通过优化空间布局、材料选择和施工方法等方面，寻求简单、经济且实用的设计方案，避免过度的装饰和繁琐的细节，以降低施工难度和成本。同时，注重功能与经济的平衡，确保设计方案能够满足客户的需求，同时控制成本。在项目启动阶段制定明确的预算，并在整个项目周期中进行有效的预算管控。通过与设计团队和承包商的合作，对设计方案和施工方法进行成本分析和评估。在设计过程中，根据预算约束，进行必要的调整和取舍，以保持设计与成本之间的平衡。

2.2 提高劳动力生产效率，合理配置人力资源

工程项目的劳动力提供专业培训和技能提升机会，使其能够掌握更高级、更有效的工作技能。通过提高劳动力的技能水平，可以减少工作中的错误和重复劳动，提高工作效率，从而降低工程造价，培训还可以帮助劳动力更好地适应新的工作方式和技术，提高工作质量和效率。在工程项目的规划和组织阶段，应根据工作的性质和需求，合理确定人力资源的配置方案，对于不同类型的工作，应根据其复杂性、关键性和时间要求等因素，合理分配适当数量和技能水平的劳动力，通过合理配置人力资源，可以避免过度或不足的人力投入，提高工程项目的执行效率，减少不必要的成本[4]。引入自动化设备和先进的施工技术，可以减少劳动力的工作量和时间，提高工作效率，使用施工机械和设备可以替代人工完成一些繁重和重复性的工作，提高工程项目的生产速度和质量，利用信息技术和数字化管理系统，可以提高工作的组织和协调效率，减少沟通和信息传递的成本。

2.3 关注建筑市场走势，合理预测价格波动

通过定期进行市场研究，收集和分析建筑市场的相关数据和信息，可以了解市场的供求关系、价格趋势以及政策法规的变化。与供应商和承包商保持紧密的沟通，关注媒体报道和行业研究报告，可以获取最新的市场信息，为价格波动的预测提供依据。通过分析市场供需关系、宏观经济因素、政策法规以及行业发展趋势等因素，建立有效

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的风险评估和预测模型，这样可以预测建筑材料和劳动力成本的波动，及时调整采购计划和预算，降低价格波动对工程项目造成的不利影响。了解国内外建筑市场的发展趋势和政策动向，可以更准确地预测价格的走势，建立稳定的供应链和供应商关系，与可靠的供应商建立长期合作关系，有助于获得更好的价格和服务，通过与供应商保持密切的沟通和合作，可以及时了解市场变化，预测价格波动，并相应调整工程项目的计划和预算。所以，通过市场研究和信息收集、风险评估和预测模型的建立，以及关注国内外市场动态和供应链管理，可以实施关注建筑市场走势和合理预测价格波动的策略，这将有助于项目团队做出明智的决策，合理规划和控制项目预算，确保工程项目高效进行，从而降低成本并提升工程项目的成功交付率。

2.4 详细规划工程进度，合理调配资源

通过制定合理的工程进度计划和资源调配方案，可以提高工作效率，避免资源浪费和时间延误，从而降低工程造价。在工程项目开始之前，进行充分的规划和时间预测，制定详细的工程进度计划，这包括确定每个工作阶段的开始和结束时间、关键里程碑和交付日期，通过将工程项目分解为更小的任务和子任务，并合理安排它们的顺序和持续时间，可以更好地控制工程进度，避免时间延误和额外成本。根据工程进度计划的要求，合理调配所需的人力资源、材料和设备，确保每个任务都有足够的人力资源，以保证工作按计划进行，合理安排材料和设备的供应和使用，避免因缺乏关键资源而导致工作中断或返工，优化资源利用率，尽量避免资源的闲置和浪费，以降低成本。在工程项目中，不同的团队和部门需要进行良好的沟通和协调，以保证工作的顺利进行，建立定期的协调会议和沟通渠道，确保信息的及时流动和问题的解决，有效的沟通和协调可以减少工作中的误解和冲突，提高工作效率，减少工程造价。借助现代化的项目管理工具和技术，如项目管理软件、计划表和进度跟踪系统，可以更好地管理工程进度和资源，这些工具可以帮助监控工程进度的实际执行情况，及时发现偏差并采取纠正措施，通过及时的进度跟踪和资源管理，可以更好地控制工程造价，避免额外的成本和延误。

2.5 采用先进的信息技术，提高项目管理效率

在当今信息技术高度发达的时代，采用先进的信息技术可以有效提高项目管理效率，从而降低工程造价。BIM技术能够在项目设计、施工和运营阶段实现全生命周期的信息管理，实现多学科的协同设计与施工，减少信息传递和协调问题带来的成本，通过BIM技术，可以更好地预测和分析建筑物的性能和施工过程，优化设计和施工方案，提高工程质量，减少重复工作和错误，降低变更和修正的成本。远程监控技术可以实时监测工程施工进度和质量，减少人工巡查和检测的成本，无线通信技术可以方便地实现各种设备和系统的远程控制和协同工作，提高工程管理的效率和准确性。智能化施工技术的应用也能够降低工程造价，自动化设备和机器人在施工过程中能够替代部分人工劳动力，减少人力成本，使用无人机进行测量和巡视可以大大提高效率，减少施工时间和成本，智能化施工技术还可以提供实时数据和反馈，帮助项目管理者及时做出决策，避免潜在的问题和延误。此外，采用云计算和大数据分析技术也是降低工程造价的有效手段，云计算可以提供弹性的计算和存储资源，避免了大量的硬件投资和维护成本，大数据分析技术可以对项目数据进行深入分析和挖掘，发现隐藏的规律和问题，优化决策和资源配置，降低成本风险。

3 结语

建筑工程造价的控制与降低是建筑行业中一项重要且复杂的任务，本文通过分析影响建筑工程造价的因素，并提出相应的对策，旨在为解决这一问题提供参考。合理了解功能需求、提高劳动力生产效率、关注建筑市场走势、详细规划工程进度以及采用先进的信息技术与管理工具，这些对策的实施将有助于降低工程造价、提高项目管理效率，并实现建筑工程的可持续发展。

[参考文献]

[1]王晓明,陈亮.建筑工程造价控制关键技术研究[J].价值工程,2021,38(1):60-62.
[2]韩建国,王红星,刘云霞.建筑工程造价控制方法研究与应用[J].建筑经济,2020,41(4):20-23.
[3]刘海涛,王杰,罗小兵.建筑工程造价控制的问题与对策[J].建筑技术开发,2022,46(22):41-43.
[4]张志强,谭红英,丁新利.建筑工程造价影响因素与对策研究[J].建筑经济,2021,39(6):32-35.

作者简介：蔡建文（1987.11—），毕业院校：湖南城市学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：华润置地（山东）有限公司，职务：土建造价经理，职称级别：中级职称；王世伟（1988.10—），毕业院校：青岛理工大学，所学专业：工程造价，当前就职单位：万科企业股份有限公司，职务：项目成本经理，职称级别：中级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程中施工安全管理的问题和对策的解析

张安广
山东汇萃建筑劳务有限公司，山东 枣庄 277000

[摘要]随着我国经济发展水平的不断提高，建筑工程无论从数量上还是规模上均有了较大程度的增加。同时人们除了功能性之外，人们对于建筑工程的安全性也有了极高的要求。在建筑工程开展的过程中，施工阶段是最为主要的阶段之一，也是对于建筑工程安全管理的关键阶段。建筑工程的施工过程涉及到的工艺和技术非常复杂的。同时由于施工过程会受到人为、地质、设备和环境等多种因素的影响，因此其存在着大量的潜在安全风险，一旦施工过程的安全风险无法进行管控，就会导致安全事故的发生，进而直接影响到工程建设的进度、质量和成本。随着人们对于建筑工程安全的重视程度不断提高，对于施工的安全管理就显得尤为重要，建筑施工应根据自己的发展状况，加强对工程施工过程中的安全风险因素的控制。为了进一步提高建筑工程安全管理的水平，就需要对目前建筑工程施工安全管理中存在的问题进行分析，并针对存在的问题提出相应的措施。

[关键词]建筑工程；施工安全管理；问题和对策
DOI：10.33142/ec.v6i8.9107 中图分类号：TU7 文献标识码：A

Analysis of the Problems and Countermeasures of Construction Safety Management in Construction Engineering

ZHANG Anguang
Shandong Huicui Construction Labor Co., Ltd., Zaozhuang, Shandong, 277000, China

Abstract: With the continuous improvement of Chinese economic development level, construction projects have increased to a large extent both in quantity and scale. At the same time, people have high requirements for the safety of construction projects in addition to functionality. During the development of construction projects, the construction stage is one of the most important stages, and also a key stage for the safety management of construction projects. The construction process of building engineering involves very complex processes and technologies. At the same time, due to the influence of various factors such as human factors, geology, equipment, and environment during the construction process, there are a large number of potential safety risks. Once the safety risks during the construction process cannot be controlled, it will lead to the occurrence of safety accidents, which will directly affect the progress, quality, and cost of the project construction. As people's attention to the safety of construction projects continues to increase, safety management for construction becomes particularly important. Building construction should strengthen the control of safety risk factors during the construction process based on its own development status. In order to further improve the level of safety management in construction projects, it is necessary to analyze the existing problems in construction safety management and propose corresponding measures to address them.

Keywords: construction engineering; construction safety management; problems and countermeasures

1 建筑工程施工安全概述

据相关数据显示，在建筑行业中发生较为严重的安全事故数量仅次于交通运输业，这是建筑行业应予以深思的事情。安全是国民经济发展的根本，更是建筑行业发展的理想目标。建筑行业作为市场经济中的重要组成部分，更要重视安全问题。在建筑工程施工中，高空坠落和塌陷是发生次数较多并且死亡人数较多的安全事故。近年来，随着高层建筑的拔地而起，建筑安全问题逐渐凸显。因此，在施工过程中一定要重视安全管理。然而就目前施工单位的安全管理现状来看，粗放式管理依然是制约着建筑工程安全管理的一大瓶颈。粗放式管理是建筑工程中管理工作的特点之一，也是建筑行业发展以来一直所致力于要解决的问题。面对新时期新的发展形势，建筑行业应该更要适应时代发展的大趋势，将行业内部的整个管理体系进行整改。将粗放式管理向精细化管理转变，为各个建筑工程施工创造一个更安全的施工环境。这不仅是对施工人员的高度负责，更是对建筑工程行业可持续发展的高度负责。

2 建筑工程施工安全管理主要特点

2.1 施工作业区域受限

一般而言，建筑工地由于场地受限，要求将大量的建筑材料集中于有限的场地，作业人员和机械设备在同一垂直空间区域内，很容易发生被坠物砸伤的情况，同时，建筑的规模也更大，其外观也更多样，安全措施也要根据不同的工程类型进行相应的调整。在这种情况下，超高层建

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

筑和特殊形体建筑的外立面施工工作会受到很大的限制，工人的危险性也会大大增加，所以高空坠落事故才会频频发生。

2.2 施工作业的非标准化

建筑工程施工工作是一项涉及到多种专业技术和人才的工作，从我国情况来看，建筑企业存在地区差异以及发展不平衡。从整体来看，施工单位的规模数量不断增加，同时也暴露出技术水平低、施工管理实力不足等问题，对建筑产业的安全管理构成了严重的威胁[1，2]。由于建筑行业的施工项目的管理层次偏差比较大、职能关系相对单一、安全管理手段比较传统，因此，施工企业的安全管理工作主要依靠管理者自身的安全管理经验，没有执行国家统一的安全管理规范和标准，不能有效地执行和落实各种安全管理活动。

2.3 施工周期比较长，施工条件比较艰苦

由于工程建设的活动较多，工程建设施工周期较长，工程建设涉及基础、主体、墙面、室外等多个环节，而且大多数工程作业都是在室外进行，这给工程的施工带来了很大的困难。同时，建筑施工工人在户外工作时承受天气的多变（夏季酷暑，冬季严寒），气候条件变化无常和施工条件简陋，这就大大增加了建筑行业施工过程中的事故发生的概率。

2.4 生产工艺复杂多变

各种现代建筑具有各自的特殊功能需求，这就形成了建筑物多样化特征，这就使得各种建筑的施工工艺也不尽相同，而且各种建筑的施工过程中也存在着许多不安全因素。随着施工作业的进行，施工中存在的安全隐患已成为制约施工顺利进行的一个主要因素。因此，施工单位必须根据实际情况和项目进度，采取相应的安全整改措施，从而来减少安全施工的影响因素。

3 建筑工程施工安全管理存在的问题

3.1 施工人员安全意识薄弱

施工现场的施工人员应规范佩戴安全防护用具，以保障自身安全。但就目前来看，仍有部分施工人员安全意识薄弱，未按照要求正确佩戴安全防护用具；加之施工现场的安全管理不到位，施工人员容易滋生侥幸心理，甚至出现施工操作不规范、不配合安全管理人员工作的情况，进而为现场施工埋下安全隐患。此外，部分一线施工人员对施工过程中可能发生的安全问题了解得不够全面，缺乏与安全管理人员的高效配合，也会增加施工现场的安全风险。

3.2 安全管理制度有待完善

现阶段，仍有部分建筑企业的安全管理制度有待进一步完善。例如，管理主体职责不明确、责任主体划分不科学等问题，容易导致安全管理人员产生松懈思想，不重视施工现场的安全管理工作。在实际施工过程中，一旦施工人员、施工技术运用、现场施工材料、施工机械设备等方面出现问题，就会显著提高施工现场的安全风险，甚至引发一系列安全事故。

3.3 建筑企业自身监督检查缺失

据报道，通过对目前国内大型建设工程施工现场的安全检查和走访，发现一半以上的施工企业并未将安全监督和管理工作完全贯彻到日常工作中，即使有些施工单位组织了安全教育、定期进行安全检查，但有关工作仍是流于形式，在监督、检查和执行方面，存在着明显不足的问题。在对施工单位的安全管理人员进行审查时，发现有少数安全员连资格证书都没有，属于无证上岗；还有一些安全管理工作者，在工作中不按规定执行，有意地降低了对员工的惩罚标准，减轻了整治力度。为了保证施工项目的进度，监督管理人员往往会选择性忽视各种小问题，比如防护设备佩戴不规范，随意丢弃施工材料等。结合现场实际调查，一旦现场存在施工安全隐患问题，则必须停工整改，但是这无疑会耽误施工时间，导致施工成本增加。所以，对施工单位所属单位的安全监管降低问题，应视为施工单位安全监管的重点。

4 提高建筑工程施工安全管理水平的措施

4.1 做好安全监督检查

监督检查是建筑工程安全管理工作开展的重要内容。在监督检查工作中，施工单位要做到以下几点。其一，施工单位要做好人员培训，将安全意识渗透到施工中的各个环节之中。借此，提高施工人员的安全意识，让其在施工过程中可以提高警惕。与此同时，还要将施工过程中要注意的事项加以说明，并告知其危害性，进而让施工人员多加注意。先做好施工人员的心理建设，是监督检查工作顺利进行的根本。只有施工人员予以高度配合，监督检查工作才能高效开展。其二，提高常规检查力度，保证常规检查更到位、更彻底[6]。在建筑工程施工中，常规检查包含施工人员以及施工现场的安全防护，如是否穿戴齐全防护服、是否合理设置安全警示牌等等。安全管理人员要对这些小事情进行认真检查，并将其中的问题及时的改正，确保施工环境安全。其三，强化对施工过程的巡查。管理人员要在施工过程中进行有效巡查，并将一些潜在问题进行记录。在后续工作中，安全管理人员就可以针对自己记录的问题提出一些合理的应对措施，并告知施工人员予以执行，确保施工安全。安全管理人员通过以上三方面的工作开展，对整个施工现场进行全方位的把控，进而将安全问题彻底解决。监督检查是安全管理工作中必不可少的工作内容之一，安全管理人员必须予以重视，并将监督检查工作彻底展开。从实际施工现场出发，作出具有针对性的判断和分析，完成因地制宜的安全管理工作。

4.2 注重机械设备的保养与检修

建筑工程施工过程中经常会使用一些机械设备来辅助作业，如果这些机械设备存在质量问题或者在运行过程中发生故障，极易引发施工事故，甚至威胁操作人员的人

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

身安全。因此，为了确保各项施工任务安全、顺利推进，建筑企业应安排专人负责机械设备的定期保养与检修，以确保这些机械设备在使用过程中处于安全运行的状态，不会给操作人员的人身安全造成威胁。除此之外，建筑企业还应确保采购、租赁的机械设备符合标准要求，生产许可证、产品合格证等证件齐全。在正式施工前，现场监理人员还应对其进行全面、认真的检查，以免质量或者功能不合格的机械设备进入施工现场。对于损坏过于严重或者已经老化的机械设备，建筑企业必须严格遵循国家相关规定及时报废处理。

4.3 引入信息化管理技术

建筑企业可以利用 BIM（建筑信息模型）技术构建当前项目的三维模型，之后再基于该模型模拟各施工环节，以有效识别潜在的安全风险，制订有针对性的风险防控方案。另外，在 BIM 技术和信息交互机制的支持下，各部门之间的信息沟通也会更加密切，安全管理层面的信息化监督、协同化管理也将逐步实现。对于部分隐匿性较高的安全风险，建筑企业可以借助现代化安全监测设备或先进技术进行精准识别。比如，无损检测设备可以在不破坏建筑结构的前提下全面探查建筑结构内部的损伤，及时发现隐匿的安全隐患，进而帮助技术人员确定最佳补救方案；智能化人脸识别门禁系统则可以有效筛选外来人员，准确识别未正确佩戴安全防护用具的施工人员并阻止其进入施工现场。

4.4 健全安全隐患预警处理体制

依据工程建筑具体情况，建立和完善风险管理体制对减少工程建筑工程安全事故的发生率起着至关重要的作用。施工公司在运用前沿的 BIM 技术模拟现场施工状况、设备运行状况和工作人员运行状态的前提下，将工程项目施工中关于安全的输入数据模拟仿真数据库系统，发现和处理工程建筑施工上存在安全隐患，采取相应对策合理预防。伴随着预警体制的建设，可以避免安全隐患不断周而复始的状况。在项目建设施工环节中，安全性事件的发生还存在着众多不可控因素，因而建筑施工企业务必详细分析与研究工程建筑施工中可能会引起安全生产事故的多种要素，从而达到有效减少建筑工程安全风险性产生的影响。

4.5 强化施工安全培训教育

针对目前建筑工程施工人员的特点进行分析，传统的培训模式已经不能满足当前建筑工程安全管理的实际需要。如何调动受培训施工人员的积极性，是当前施工安全培训教育工作中亟待解决的问题。针对施工安全培训的实际需要和工程实际，可以采取集中式的培训方式，明确培训对象，制订培训方案，运用多媒体和具体的实例，强化对施工安全培训教育效果。其次还可以采用实地参观、参加安全体验教育等方式，提升受培训施工人员的安全意识。最后可以通过对重大安全事故的案例进行重点分析，让员工了解到安全事故给个人、企业和社会带来的危险，并将其与开展安全管理工作情况比较好的案例进行对比，受培训人员在主观上意识到不同的施工安全管理的不同。

此外强化施工安全培训教育，还要重视加强培训内容的针对性。针对不同受培训人员的特点，采取不同的培训方法和培训内容。对与管理人员来说，应当把重点放在安全生产施工的相关政策和法规上，同时对近年来出现的重大施工安全事故进行了总结和宣讲，以提高安全管理人员对施工安全的认识和理解。对于施工安全监管人员，除了国家安全政策和法规的培训之外，还要着重强调施工安全作业技术规程和风险隐患辨识方面的培训。确保其在日常的施工安全监管中，能够在第一时间找出问题所在，并提出解决问题的方法。最后是对于现场施工人员的培训，主要是要从施工安全知识、技术操作规程和施工现场案例等方面进行培训。通过有针对性的培训内容，有效提高施工安全培训教育的效果。

4.6 相关法律法规体制

我国建筑安全生产相关法律法规存在不足的前提下，找到社会市场经济环境下必须完备的建筑法律法规，给出行之有效的改进措施，尝试为建立和完善的建筑安全法规体系给予足够的数据支持。各个地方政府部门要进一步制定和优化地区法律法规及有关标准规范，以我国最新法律法规为基础，制定合适本地建筑业发展所需要的建筑安全管理制度，提升建筑安全稽查，为我国工程建设领域长期性稳步发展打下坚实基础。

5 结论

建筑行业的施工安全管理是施工安全工作中的一个重要环节，它直接关系到工程建设的是否顺利进行。因此，有关建筑施工单位必须加强对自身的安全管理认识，深入剖析施工安全管理中的难点，制定出相应的对策，以确保建筑工程的安全运行。特别是要加强安全监管，提高施工员工的安全意识，建立一支专业化的安全管理队伍，才能提高整个建设项目的安全管理水平，带动建筑行业的整体安全高效发展。

[参考文献]

[1]宋骁鹏.建筑工程中施工安全管理问题和对策[J].房地产世界,2021(9):115-117.
[2]刘晋鹏.建筑工程中施工安全管理问题和对策解析[J].陶瓷,2020(9):134-135.
[3]周庆龙.建筑工程中施工安全管理问题和对策解析[J].建材与装饰,2020(6):169-170.
[4]王海兵.建筑工程中施工安全管理问题和对策解析[J].居舍,2020(2):10-11.
[5]李锦涛.建筑工程施工过程中安全管理问题和对策解析[J].建材与装饰,2020(2):191-192.

作者简介：张安广（2023.5—），毕业院校：中国海洋大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：山东汇萃建筑劳务有限公司，职务：项目经理，职称级别：中级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程造价超预算的原因与控制的策略

王 万
山东钰锟建筑工程有限公司，山东 济南 250002

[摘要]在信息化水平的不断提高下，工程造价管理工作将直接影响到工程投资的预算，从而可以有效地增加工程建筑效益，并对工程的内部资本进行有效的控制。施工单位要认识到预算超支的情况，及时采取针对性的对策，加强工程预算管理的规范化和准确性，提高工程管理的质量。在这段时间里，要根据工程的具体情况，不断地加快施工进度，提高施工效率，以最低的费用获得最大的经济利益。

[关键词]建筑工程造价；超预算原因；控制策略
DOI：10.33142/ec.v6i8.9105 中图分类号：TU723.3 文献标识码：A

Reasons and Control Strategies for Construction Project Cost Exceeding Budget

WANG Wan
Shandong Yukun Construction Engineering Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250002, China

Abstract: With the continuous improvement of information technology, engineering cost management will directly affect the budget of engineering investment, which can effectively increase the efficiency of engineering construction and control the internal capital of the project. Construction units should recognize the situation of budget overruns, take targeted measures in a timely manner, strengthen the standardization and accuracy of engineering budget management, and improve the quality of engineering management. During this period, it is necessary to continuously accelerate the construction progress, improve construction efficiency, and obtain the maximum economic benefits at the lowest cost based on the specific situation of the project.

Keywords: construction project cost; reasons for exceeding budget; control strategy

1 建筑工程造价超预算控制概述

建筑工程造价指施工企业按照一定的施工方法和施工工艺完成建筑工程建设所花费的全部成本。通常情况下，可按是否最终附着在建筑物上将其分为实体成本和非实体成本两部分。实体成本即人工成本、材料成本；非实体成本分为周转材料成本、施工机械设备成本、水电费成本、措施费成本及管理成本。为确保各施工环节顺利进行，维护企业的经济效益，做好工程造价预算并加以严格控制至关重要。

建筑工程造价预算是施工企业成本管理的主要内容，指通过评估、分析与测算等一系列方法，对该建筑工程所需要的建造成本进行预先计算。简单而言，建筑工程造价预算是将施工过程换算为货币数字的过程，超预算则是指实际施工过程中施工企业的成本超出了最初的工程造价预算。

建筑工程造价预算是施工企业决定是否投标、采取何种施工工艺、如何配置施工人员及控制施工工期的重要影响因素，决定了施工企业能获取的最大收益。受预算不准、预算方法不科学及施工过程不当等因素的影响，工程建设的实际造价往往与预算额度不一致。企业应采取有针对性的控制措施，以确保建筑工程各施工环节顺利推进，避免超预算情况的出现，维护自身的合法效益。

2 建筑工程造价预算控制的重要性

2.1 保证建筑工程项目工序的有序推进

合理设计造价预算工作内容，科学、有序地控制建筑施工造价，不仅可以使施工方在施工中清晰地认知、掌握工程每项工序内容，也可以避免或防止由于内容范围不够明确，导致施工工序的差异性纠纷，从而降低项目造价变动的次数，减少施工中的额外支出，实现工序的有序推进。

在正式施工前执行预算控制工作，还可以帮助相关人员及时发现工程设计方案存在的问题，实现将问题控制在事故发生前，降低工程由于设计不合理出现的返工、重修、重建、变更方面的问题。同时，规范预算控制流程，可以保证建筑工程项目按照预期的目标顺利实施，确保项目在合同预设工期内保质保量地完成，实现对项目建设资金支出的合理设计与科学管控。

建筑工程项目在施工中，现场技术人员需要与造价预算人员进行实时互动，以避免工程施工所用技术与造价预算的冲突，当两者之间发生冲突时，会增加人工、材料、机械等费用。预算控制过程，是对工程施工技术、材料施工方案、机械进场方式三者的协同过程，应合理设计此项工作，以确保项目竣工阶段的结算造价在预期范围内。

2.2 保证建筑项目稳定收益

合理设计建筑工程项目预算控制方案，不仅可以为施

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工方案编制提供决策依据，还可以为建筑项目的规范化管理创造更加有利的条件。在此过程中，技术人员可以结合建筑项目的规模、预期收益、运营方式及相关需求，使用“量价分离”的方式，进行造价不同环节的超预算综合对比，掌握超预算的原因。从而采用合理的技术手段，进行项目造价管理，控制项目建设中各阶段的消耗，降低建筑工程项目的造价支出成本，保证资源的最大化利用，为建筑项目稳定收益创造有利条件。

3 建筑工程造价超预算原因

3.1 工程造价预算编制不合理

当前，部分施工企业并未对于建筑工程造价预算形成正确认识，对于这一工作的关注度较低，无法从工程现状出发进行预算编制，这就导致预算编制和现实情况差距较大，在后续建筑工程施工过程中，很可能会引发超预算的情况。除此之外，由于建筑工程施工需要花费较长的时间，部分施工单位在开展造价预算编制工作时，并未从可持续角度出发，仅重视当前价格来挑选中标单位，导致可用的预算并不多，一旦在施工过程中出现工程变更，就会增加成本，导致造价超预算。并且，在开展建筑工程造价预算编制时，部分施工单位并未明确各项目成本支出，会出现较为严重的问题。

3.2 存在施工变更

由于建筑工程施工并不是短时间能够完成的工作，在进行施工时可能会出现众多不确定因素，引发工程变更，导致施工安全、质量得不到保障，需要投入一定资金改善施工问题或者是重新进行施工，导致建筑施工任务较多，施工人员需要承担较大压力。一旦出现施工变更，就会引发超预算问题。部分施工单位为了减少施工需要花费的时间，会同时开展设计和现实施工，这就导致工程的完整性和合理性得不到体现，导致造价预算方案难以适应现实施工需要。此外，假如建筑工程施工方案具有一定局限性，也会导致施工变更。如果施工单位没有在第一时间告知给相关部门，无法合理的进行应对，就会引发造价超预算。

3.3 建筑材料市场价格波动

建筑材料市场价格波动是造成造价超预算问题的客观原因。工程建设周期通常较长，各环节使用的材料也多有不同。因此，建筑材料的市场价格一旦发生变化，就会对整个工程造价造成较大的影响。如果造价员不能准确把握材料的市场价格变化情况，就会导致造价不准确，降低预算方案的可行性。另外，如果建筑企业未采用动态监管方法，那么建筑材料造价就难以确定，资金使用超限问题将难以避免。

3.4 预算工作专业性不足

预算工作专业性不足是形成造价超预算问题的主要原因。在预算编制过程中，如果编制项目不全面、工程资料不齐全，那么预算结果的可参考性将难以得到保证。这种情况极易导致造价超预算问题。比如，编制人员未结合各部门的资金使用需求来制作预算表，导致预算内容与实际不符；在预算编制前期，编制人员未前往工程现场开展实地勘测，造成预算项目不全面等问题。总而言之，预算工作要有足够的专业性。不管哪个环节的预算工作出现疏漏，都会降低预算编制结果的准确性，增加后期造价管控的难度。

3.5 在落实造价预算方案时并不重视监管

想要将造价管理融入到建筑工程施工各个环节，就必须要加大力度开展监管工作，确保造价目标可以被落实到位，避免造价超预算情况出现。但是，在部分工程中，并不关注施工项目和造价管理协调，各部门无法及时的进行沟通、交流，导致问题得不到妥善处理，造价目标难以得到落实，很可能会以使造价超预算问题频发。想要将造价预算方案落实到位，就需要做好监督管控，对于各环节出现的造价问题进行明确。然而，由于一些因素的影响，当前造价管理的价值并未得到体现，这主要是因为尚未形成健全的造价管理制度，无法达成造价预算目标。

4 建筑工程造价超预算的控制策略

4.1 加强预算人员素质培训

首先，要把“质”放在第一位，在招录人才时，要花大价钱雇佣具备一定的专业技术和经验丰富的预算师，并且积极与某些大学进行协作，可以直接将大学生送到企业实习或工作。其次，加强预算管理人才的素质，在公司内部要对新入职的预算员进行训练，要有一定的资历和资历丰富的预算管理人才进行教学，同时还要安排相关的法律法规和施工规范，避免在财务工作中犯下某些基本功上的失误。在此基础上，对市场进行了全面的调查与研究，使企业的财务管理工作摆脱了纸面上的空想，真正掌握了当前的行情走势。

4.2 完善造价预算编制工作

首先，预算编制工作要强化专业意识，树立正确的专业观念，认真完成工程计量、定额单价等工作，预算编制工作要加强现场调研，以此为基础，仔细分析和研究设计图纸，以便有效地提升工程预算的工作；第二，在进行预算工作前，要准确把握外部环境、相关政策和市场环境的变动，并对其进行前期的准备，以达到提高预算的科学性和高效性；第三，由于市场发展得瞬息万变，建材的价格也在发生着不同程度的变动，因此，对编者的工作提出了更高的要求，即要对市场上的各类物料进行充分的掌握，以保证对市场的各个要素进行综合的分析，从而适时地对实际的造价进行相应的调节。

4.3 选择优质的供货商，掌握材料价格的波动情况

建筑工程施工需要使用多种材料，建筑企业通常采取招标方式来选择优质的供货商。建筑企业应建立完善的招标体系，全面考察招标单位的实际情况，包括产品合格率、产量、售后服务等，以确保材料质量。预算人员应及时查

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

看供货单位的报价单，从而准确掌握材料价格的变化情况。如果材料价格上涨幅度较大，预算人员就需要采取同质产品替代、设计变更等措施来及时消除材料价格涨幅过高带来的不利影响，有效避免造价超预算。

4.4 预防和控制工程设计变更

施工项目中的设计更改很容易导致预算调整，从而导致项目造价超出了造价。如何有效地防止和遏制项目的设计变化，是实现项目造价预算的关键。在施工项目的设计过程中，各专业的设计者要进行充分的交流与合作，同时还要对施工项目进行全方位的分析，发现施工中存在的问题，采取行之有效的措施，防止因设计而导致的造价超出预算。另外，在施工之前，还要对其进行设计的分析与研究，若有必要，应立即上报相关部门，并将其变更情况告知设计部门，并与之进行有效的磋商，并对其进行修改，以达到最大限度地减少变化，使造价保持在一个较好的水平。

4.5 进一步加强对施工阶段的预算控制

施工现场管理过程中，需重视预算控制工作，发挥预算控制的积极作用，进一步降低工程施工成本，加强施工现场管理整体效果，使施工企业获取更大的经济效益。具体做法如下：

（1）施工方案的执行对项目建设施工具有重要的推动作用，因此，要有效优化工程的组织设计，把握建筑工程造价内容，合理确定施工方案，避免出现随意更改方案的问题，保障施工方案的科学性和合理性。

（2）在工程建设之前，应根据市场状况审查工程项目，以达到工程造价的要求。

（3）加强资金使用管理，把控资金关口，按照造价预算有效投入资金，杜绝随意支取。

（4）按照设计图操作，并在施工中协调各部门，以防止擅自修改图纸。

（5）加强对施工设备和材料的进场管理。为防止出现质量不达标、超出采购标准的情况，在进场期间，应有效检验物料和器材。还应减少资源浪费，科学控制资源实际用量。

（6）施工周期较长的项目，其施工设备、材料价格也会有变动，因此应全面把握市场行情，加深对施工的认识。

（7）完善规章制度，结合施工现场和各环节开展预算管理。严格按照工程进度进行工程验收，防止质量不合格而导致返工。

4.6 增强预算编制的专业性

在预算编制过程中，建筑企业应明确预算编制工作的重要性，安排专业人员负责预算编制工作，以增强预算编制的专业性及预算编制结果的可靠性，保证工程建设的有序进行。第一，在选聘工作人员时，建筑企业应选择工作使命感强、工作能力强的人员从事预算编制工作，以减少预算偏差。第二，预算编制人员应依据市场变化、政策支持等外界因素细化预算内容，提高预算结果的权威性及其与实际情况的契合度。第三，在工程设计过程中，预算编制人员应分析各施工环节可能发生的材料损耗问题，找出预算编制中存在的不足，并合理调整预算内容，以提高预算编制的准确性。第四，在预算监管过程中，预算管理人员要学习先进的资金管控知识，并结合工程资金实际使用情况制定相应的策略。例如，预算管理人员可利用 SWOT 分析法（态势分析法），从企业自身的优势、不足、发展机会、潜在威胁四个方面进行分析，以加强预算管控，增强预算编制的专业性。

4.7 对建筑市场变化有效预测

现代的经济发展已经进入了市场化的时代，建设项目所需的人力、物力、材料、机械等都将受到市场的变化，进而对建设项目的造价产生一定的影响。所以，在项目造价核算时，造价师必须准确地预报房地产市场的价格，把握房地产的发展趋势，降低房地产市场的价格变动对项目造价的影响。要经常收集有关物价的资料，掌握主要的影响因子，进行充分的调研，进行科学的预测，发现其变动的趋势，并采取相应的措施，防止其对工程建设的效益产生不利的作用。

5 结论

在建筑施工过程中，造价超预算问题发生的概率较大。因为造价超预算会增加工程成本，所以建筑企业应予以高度关注。为此，建筑企业应加强预算管理工作，安排专业的工作人员负责预算编制工作，同时引进先进的 BIM 技术，树立动态监管理念，有效掌握资金的使用情况，防止资金使用异常引发造价超预算问题。

[参考文献]

[1]李珂.建筑工程造价超预算的原因与控制措施[J].城市建设理论研究(电子版),2022(28):16-18.
[2]邵自康.影响建筑工程造价超预算的因素以及控制策略探讨[J].财经界,2022(28):57-59.
[3]张秀茹.建筑工程造价超预算的原因及控制路径分析[J].建筑与预算,2022(8):13-15.
[4]胡一方.建筑工程造价超预算的原因与控制措施[J].散装水泥,2022(4):43-45.
[5]代简.建筑工程造价超预算的原因与控制策略的探讨[J].粮食与食品工业,2022,29(4):14-15.

作者简介：王万（1988.5—），毕业院校：山东科技大学泰山科技学院，所学专业：建筑工程技术，当前就职单位：山东钰锟建筑工程有限公司，职务：无，职称级别：中级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑主体结构工程施工技术的要点分析

曾慧友
浙江华东工程咨询有限公司，浙江 杭州 310030

[摘要]建筑主体结构的主要作用是维持建筑稳定，如果主体结构施工质量比较低下，就会导致建筑整体结构不稳，甚至出现工程质量事故的情况。建筑主体结构施工对建筑工程来说是十分重要的，加强对建筑主体结构施工技术的把控，将能够进一步提升建筑整体质量。因此，建筑施工企业应该积极加强对建筑主体结构工程施工技术要点的把握，不断提升建筑主体结构工程的施工技术，以达到提升建筑主体结构的施工质量的目的。本文主要结合某高层建筑项目对建筑主体结构工程施工技术要点进行分析，希望能够为提升建筑主体结构施工质量提供一点帮助。

[关键词]建筑工程；建筑主体结构；主体结构施工技术要点
DOI：10.33142/ec.v6i8.9119 中图分类号：TU74 文献标识码：A

Analysis of Key Points of Construction Technology of Main Structural Engineering

ZENG Huiyou
Zhejiang Huadong Engineering Consulting Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310030, China

Abstract: The main function of the main structure of a building is to maintain building stability. If the construction quality of the main structure is relatively low, it can lead to instability of the overall structure of the building, and even lead to engineering quality accidents. The construction of the main structure of a building is very important for building engineering, and strengthening the control of the construction technology of the main structure of the building will further improve the overall quality of the building. Therefore, construction enterprises should actively strengthen the grasp of the key points of the construction technology of the main body of the building structural engineering, and constantly improve the construction technology of the main body of the building structural engineering to achieve the purpose of improving the construction quality of the main body of the building. This paper mainly analyzes the construction technical points of the main structural engineering of a high-rise building project, hoping to provide some help for improving the construction quality of the main structure of the building.

Keywords: construction engineering; the main structure of the building; key points of construction technology for the main structure

引言

建筑行业在我国国民经济中占据着重要的地位，建筑行业是和人们生活息息相关的一个行业，人们的生产生活活动大部分都是在一个个建筑物中进行的。因此，对建筑质量的把控对建筑企业来说是十分重要的。如果建筑质量低下，人们的生命财产安全将会受到一定威胁。对于建筑工程来说，建筑主体结构质量的好坏将会直接影响到整体建筑质量的好坏。建筑主体结构施工是建筑工程高质量建设的基础，是一切施工过程开展的前提。基于建筑主体结构的重要性，建筑施工企业必须要加强提升建筑主体结构施工技术水平，不断提升建筑主体结构的施工质量。要实现提升建筑主体结构施工技术水平和提升建筑主体结构施工质量的目标，首先就需要对建筑主体结构施工技术要点进行充分的把握。

1 工程概况

本工程为杭州市某项目，项目建设用地面积 15411㎡，总建筑面积 116733㎡（地上建筑面积 77055㎡，地下室建筑面积 39678㎡），其中地下室 3 层（局部夹层），地上分 A、B 两幢高层楼，均为 20 层，本工程基础采用桩承台及无梁式筏板的结构形式，地下采用钢筋混凝土框架结构，地上采用装配整体式钢筋混凝土框架－剪力墙结构，其中部分大跨度框架采用型钢混凝土梁、柱结构；外立面主要采用幕墙体系（玻璃幕墙与铝板幕墙），项目概算总投资为 121881，57 万元。

2 建筑主体结构工程施工的具体内容

主体结构是基于地基与基础之上，接受、承担和传递建设工程所有上部负荷，维持上部结构整体性、稳定性和安全性的有机联系的系统体系，它和地基基础一起共同构成建筑工程完整的结构系统，是建设工程安全使用的基础，是建设工程结构安全、稳定、可靠的载体和重要的组成部分。为了响应国家政策支持的建筑工业化要求，本项目建筑主体结构采用的新工艺主要有型钢柱混凝土结构、叠合板、框剪结构、ALC 板、玻璃幕墙，以下是对建筑主体结构的具体阐述。

2.1 型钢柱混凝土结构

在当前的建筑工程施工过程中，型钢柱混凝土结构又被叫做钢骨混凝土、劲性钢筋混凝土结构，主要是指建筑施工中的柱、梁等构件。一般情况下，是用型钢做骨架，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

外包钢筋混凝土的一种建筑结构。这种建筑的最大优势就是具有足够的刚度，柱混凝土浇筑能够连续施工，不用等强，相比传统的钢筋混凝土结构施工能够加快施工进度，充分保证建筑结构的整体性、稳定性，使后续的施工过程更加的完整有序。型钢柱混凝土结构的模板主要采用竹木胶合板。

2.2 叠合板

叠合板就是常说的叠合楼板，是由预制板和现浇钢筋混凝土层叠合而成的装配式整体式楼板。预制板是叠合楼板的主要组成部分，是现浇钢筋混凝土叠合层的一种永久模板，在钢筋混凝土的现浇层内，还可以敷设一些水平设备管线。叠合楼板结构具有整体性较好，刚度较大的特点，可以减少模板的使用量。另外，叠合楼板的上下表面比较平整，施工完成之后，更加便于层面装饰施工。叠合楼板结构比较适合对建筑刚度要求较高的高层建筑，以及比较适合一些大开间建筑。

2.3 框剪结构

框剪结构也可以叫做框架剪力墙结构，这种结构是在框架中布置一定数量的剪力墙，构成灵活自由的建筑使用空间，既能够满足不同建筑的功能性要求，又有足够多的剪力墙来满足建筑结构的支撑要求。剪力墙主要是采用钢筋混凝土墙板来充当框架梁柱的作用。钢筋混凝土墙板一般具有较大的承重能力，可以大幅度的提升建筑结构的稳定性，因此，在建筑工程的高层建筑施工中，也应用得十分的广泛。剪力墙结构施工中最常见的施工工艺是大模板工艺，这种工艺可以通过滑动模板技术使建筑工程主体结构施工变得更加的灵活和方便。剪力墙结构具有的一个特点就是能够在保障建筑结构完整性的基础上，保障建筑工程稳定性。

2.4 ALC 板

ALC 板是正压轻质混凝土的简称，属于高性能蒸压加气混凝土的一种，在制作材料上，一般以粉煤灰、水泥、石灰为主，经过高压蒸汽养护而形成的多气孔混凝土成型板材。在建筑工程中，ALC 板可以用作墙体的材料，也可以用于屋面板，是一种性能优越的新型建材。针对 ALC 板来说，其主要的特点如下：（1）重量较轻，B04 等级：（绝干）Y0<425kg/m^3，B05 等级：（绝干）Y0＜525Kg/m^3；B06 等级：（绝干）Y0＜625Kg/m^3。（2）强度，立方体抗压强度≥4MPa，单点吊挂力≥1200N。作为一种非承重维护结构材料完全能够满足在各种使用条件下对板材抗弯、抗裂及节点强度要求，是一种轻质高强围护结构材料。

3 建筑主体结构的施工意义

建筑主体结构是指在房屋建筑中由许多构件组成的起到承受作用的一种结构，建筑主体结构必须具备一定的刚度和强度，这样才能够在承受建筑物的各种力时，能够保持稳定。建筑主体结构主要包括地基、承重墙等。利用建筑主体结构施工技术进行建筑主体结构施工，不仅能够充分保障建筑主体结构的质量从而保障建筑工程的施工质量，还能够有效保障人们的生命财产安全，保证建筑功能的发挥。以下是对建筑主体结构施工意义的具体阐述。

3.1 保障人们的生命财产安全

建筑主体结构的主要作用是维持建筑稳定，如果主体结构施工质量比较低下，就会导致建筑整体结构不稳，建筑整体质量低下，就会对人们的生命财产安全造成一定的威胁。建筑主体结构是维护建筑空间分布的整体框架，具有分隔建筑物的各个空间的功能，并且还对建筑物的安全质量起到一定的维系作用。如果建筑整体结构不稳定，就很容易出现墙面裂缝、建筑倾斜等情况，会严重威胁到建筑使用者的生命财产安全。例如，我们在房屋装修过程中经常会听到拆掉了房屋承重墙之类的话。房屋承重墙就是建筑主体结构的构成部分，如果建筑主体结构受到了损害，就会威胁到整个建筑物的安全。

3.2 保障建筑物的整体质量，保证建筑功能的发挥

在设计建筑主体结构时，需要充分考虑到建筑物的建材、空间、负荷强度等因素。建筑主体结构在建筑中主要起到一种承载作用，简单来说，建筑主体结构就是房屋建筑的“骨架”，就像人一样，“骨架”是整个身体的支撑，建筑结构的“骨架”就是整个建筑结构的支撑。不过建筑结构的“骨架”和人体不一样的是，由于建筑结构往往是上下结构，底层的“骨架”受力往往较大，如果底层“骨架”出现了问题，那么出问题部位上层建筑结构的整体质量就不能够得到保证，可以说是“牵一发而动全身”。因此，要想保证建筑结构的整体质量，就应该保证建筑主体结构的稳定性。只有建筑主体结构的稳定性得到了保障，建筑才能够发挥其相应的功能。

4 建筑主体结构工程施工技术要点分析

要实现提升建筑主体结构施工技术水平和提升建筑主体结构施工质量的目标，首先就需要对建筑主体结构施工技术要点进行充分的把握。在当前的建筑工程中，建筑主体结构一般由钢筋、混凝土、砌体等构成，因此，要想保证建筑主体结构的质量，就应该对钢筋、混凝土、砌体等因素的施工要点进行整体把握。

4.1 钢筋工程

在当前的建筑工程施工中，建筑主体结构的稳定性与钢筋施工有着密切的关系，钢筋施工效果和墙体、梁、立柱强度密切相关，可以说钢筋施工是建筑主体结构施工中的一项重要环节。混凝土结构和钢筋本身就具有一定的强度，将钢筋和混凝土结构进行混合之后，钢筋混凝土结构的强度得到了进一步的提升，因此，钢筋混凝土结构被广泛运用于建筑主体结构施工中。为了使钢筋能够发挥最大效益，保证建筑主题结构的质量，在钢筋施工时，应该要注意以下几点：

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

4.1.1 严格筛选钢筋

对于高层建筑来说，要发挥钢筋的效益，充分保证建筑主体结构的稳定性，在选材时，就应该严格控制钢筋的质量。钢筋的选材主要和使用位置以及建筑规格有关，如果钢筋被用在地基部位，那么这一部位的钢筋就必须使用最强性能的钢筋，因为地基部位承受的力往往最大。另外，建筑主体结构施工过程中，应该注意区分各个部位应该用何种规格、类型的钢筋，并选用最合适的钢筋对各个环节进行施工。如：（1）对于一、二级、三级抗震等级的框架和斜撑构件（含梯段），其纵向受力钢筋采用普通钢筋时，钢筋抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25，钢筋屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于1.3，且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于9%。该部分抗震钢筋应采用带“E”牌号的钢筋。（2）钢筋的强度标准值应具有不小于95%的保证率。（3）电梯吊钩、吊环应采用HPB300级钢筋，不得采用经冷处理过的钢筋。（4）钢骨混凝土结构中的钢材采用Q355B钢，钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于0.85，钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于20%，钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。

4.1.2 重视钢筋的连接方式

在建筑主体结构施工中用到钢筋时，应该要认真考虑钢筋构件的受力方向、钢筋内径等指标。当受拉钢筋直径大于25mm、受压钢筋直径大于28mm时，不宜采用绑扎搭接接头。若梁的上部钢筋比较密集，在混凝土浇筑过程中为了满足混凝土料能正常下去，可采用并筋的配置方式，直径28mm及以下的钢筋并筋数量不应超过3根，直径32mm钢筋并筋数量宜为2根，直径36mm及以上的钢筋不应采用并筋。在实际的钢筋施工过程中，还需要对钢筋铺设的具体部位以及钢筋铺设的具体数目、规格进行充分的掌握，保证每一个部位铺设的钢筋准确性和相应的强度要求。

4.1.3 注意钢筋的绑扎方式

钢筋绑扎方式和钢筋强度有着一定的关系，因此，在绑扎钢筋时，也应该科学设置钢筋绑扎的方式与间距，并根据钢筋绑扎方向选择合适长度的钢筋。在建筑主体结构施工中，需要绑扎钢筋时，为了保证钢筋的强度与稳定性，绑扎时应注意相邻绑扎点的扎丝扣要成八字形，以免钢筋歪斜变形。

4.2 混凝土工程

建筑主体结构往往采用钢筋混凝土结构，科学合理的混凝土配比和浇筑方式，能够有效提升混凝土的强度和粘度，从而能够有效保障建筑主体结构的稳定性。在主体结构施工过程中，应该利用多种手段，了解到混凝土的真实质量，充分保障混凝土质量与建筑主体结构施工要求相适应。

4.2.1 混凝土配比时，进行复检

建筑工程施工过程中，进行大规模的混凝土配比之前，往往会经过混凝土配比检测试验，保证混凝土的强度和粘度能够符合相应的施工要求。在进行混凝土配比试验检测后，还应该对混凝土配比材料进行复检，保证即将用于混凝土配比的材料和通过混凝土配比检测试验的材料具有同一性，保证混凝土的各项性能能够和实际的施工要求相适应。

4.2.2 规范混凝土运输过程

在将配制好的混凝土从混凝土搅拌站运到实际的施工现场的过程，也是一个需要规范的过程。如果混凝土在运输过程中，没有进行充分的搅拌或者没有实现密闭运输，那么可能混凝土还没有到达施工现场，就会出现离析现象，性能就已经发生了变化，不能够再达到相应的施工要求。因此，混凝土运输过程，严禁出现漏气、漏浆的情况，以规避发生离析现象。混凝土在运输中不宜发生分层、离析现象；否则，应在浇筑前二次搅拌。

4.2.3 规范混凝土浇筑

混凝土浇筑过程会对混凝土的质量产生重要影响，如果混凝土浇筑质量较低，就会导致建筑主体结构质量较低。在浇筑柱、墙结构时，往往采用分层浇筑的方式进行，分层浇筑的厚度为混凝土振捣器工作部位长度的1.25倍，这样才能够保证混凝土的振捣效率，最大程度上避免混凝土结构中出现蜂窝煤结构。本项目主要采用泵送混凝土的方式进行浇筑。

4.2.4 加强对混凝土的养护

在混凝土浇筑完成后，还应该对混凝土结构进行科学的养护，以保证混凝土结构的性能能够达到最好的程度。养护过程一般为：如果施工环境温度过高，就应该在浇筑完成的12个小时内，对其覆盖保护膜，还应该对其进行洒水养护，保证混凝土始终具有充足的水分。

4.3 模板工程

建筑主体结构施工过程中，往往会用到施工模板，模板安装的质量也会影响建筑主体结构的质量。混凝土模板施工往往结合混凝土施工一起进行的，模板安装质量将会影响混凝土的浇筑质量。在进行模板施工时，因为主体结构的不同，会用到不同的模板类型。在进行模板方案编制时，模板方案编制人员应该充分勘查建筑施工场地，了解现场施工情况。然后根据具体的施工情况，制定出合适的模板方案，在方案制定完成后，还应该和专业人士进行讨论，确定方案的可行性。一般情况下，在进行模板安装之前，都会进行模板放样工作，这一环节主要是确定模板构件的尺寸、规格是否与设计要求相符，在放样之后，如果确定模板构件完全符合施工要求，再进行模板安装。另外，在进行模板拼接时，需要保证模板拼接的严密性以及接口的平整性。模板拼接质量和混凝土浇筑质量息息相关，因此，模板拼接质量得到了充分保障之后，才能够保证混凝土浇筑质量。当完成混凝土浇筑达到一定强度之后，在满

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

足模板拆除规范要求的前提下及时拆除能拆的模板。需要注意的是，在拆除模板时，要注意脱模手法，不能够破坏混凝土结构的完整性。

4.4 墙身施工

4.4.1 砖砌体

地下部分（地下夹层及地下三层）内墙采用页岩多孔砖（MU10），M7.5 混合砂浆砌筑。

地面以上内墙采用蒸压加气混凝土板（ALC），内墙板材料级别为 B06（强度 A5.0）。局部 ALC 板不能施工部位填充墙采用 200 厚蒸压加气混凝土砌块 B06(强度 A5.0)，以专用砂浆（Ms7.5 防水型）砌筑。两种墙体交接处加贴 600 宽钢丝网加强，防止开裂。

4.4.2 ALC 板

在建筑主体结构施工过程中，当 ALC 板材料到达施工现场之后，首先应当对板材进行验收，确保板材的质量符合施工的要求；之后再根据施工图纸，按照相关规范进行施工。ALC 板在施工前，需要放样出基线，并用激光水平仪打出水平线，然后在 ALC 板底部安装用于固定的镀锌铁片，并在安装位置的顶板或梁部位安装用于固定的 ALC 板的 U 型卡，并在板材的顶部和板材之间结合处涂抹上专用的粘结剂，以此来保证板材的稳固性。将要安装的 ALC 板材用平板小车运到待安装处，再使用简易吊车吊放到安装位置进行安装，待板材吊放到安装位置后，利用靠尺、激光水平仪等工具调整板材的垂直度和平整度，使其符合规范要求。板材安装到位后对板材之间、板材和墙梁顶板之间的缝隙进行处理，使用专用粘结剂和专用修补剂加网格布进行处理。对墙长大于 6m 按照规范要求预留构造柱位置，待 ALC 板墙安装完成后统一进行构造柱施工，最后安装完成后 14 天方可进行水电开槽，使用专业工具开槽，先放线，后开槽。

4.4.3 幕墙

在本项目建筑结构主体施工中，所采用的幕墙为玻璃幕墙及铝板幕墙，对于玻璃幕墙施工来说，在施工之前作为施工单位主体，应当编制玻璃幕墙施工组织设计，并且按照设计顺序进行施工。对于高层的玻璃幕墙，在保障质量与安全的前提下，按照施工组织设计沿高度分段施工，在与上部主体结构进行立体交叉施工幕墙时，结构施工层下方及幕墙施工的上方，采取可靠的防护措施。在具体的施工过程中，人站在吊篮内进行施工。对于玻璃的幕墙安装，首先进行测量放线，然后安装 L 型转接件，将铝立柱进行安装，在安装铝横梁，同时对避雷防火工程同步施工，再将玻镁板安装，之后安装玻璃，最后安装横（竖）向扣盖，注胶及外立面清洗。而对于铝板幕墙来说，首先也是确定好铝板的安装位置，并测量放线，将钢骨架安装，并将钢骨架之间的距离调整到合适的位置，对整体的框架进行焊接，以此来将骨架固定好。之后在框架的轮毂上安装铝板，并在每块铝板之间保留一定的空隙，先用泡沫棒将空隙填充，最后打耐候胶封闭。

5 结语

建筑主体结构的主要作用是维持建筑稳定，如果主体结构施工质量比较低下，就会导致建筑整体结构不稳，建筑整体质量低下的情况。建筑主体结构施工对建筑工程来说是十分重要的，加强对建筑主体结构施工技术的把控，将能够进一步提升建筑整体质量。因此，提升建筑主体结构施工技术水平，是保证建筑工程质量的有效措施。本文首先分析了建筑工程中常见的建筑主体结构，接着阐述了建筑主体结构施工的意义，最后对建筑主体结构工程施工技术要点进行了分析，建筑主体结构工程施工技术要点主要包括钢筋施工要点、混凝土施工要点、模板施工要点、砌体施工要点等。

[参考文献]

[1]刘柏阳.房屋建筑主体结构工程施工技术应用分析[J].建筑工程技术与设计,2018,9(2018):227.
[2]胡国山.建筑主体结构工程施工技术要点探析[J].住宅与房地产,2020,574(15):189-189.
[3]王立涛.建筑主体结构工程施工技术要点探析[J]. 建筑工程技术与设计,2017(23):58.
[4]章为民.房屋建筑工程建设中的主体结构施工分析[J].建筑技术研究,2020,3(7):5-6.
[5]杨晓辉.建筑主体结构工程施工技术要点的分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):4.
作者简介：曾慧友（1970.1—），长沙理工大学（原长沙交通学院），工业与民用建筑，浙江华东工程咨询有限公司，总监理工程师，高级工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工业建筑给排水及消防系统设计要点分析

赵晓强
石家庄市建设工程质量监督管理站，河北 石家庄 050000

[摘要]工业建筑的给排水、消防系统设计是确保安全和可持续运营的关键要素。合理的设计和实施能有效预防事故和灾害，保护员工和财产免受潜在风险的侵害。通过合适的布局、设备选择和系统联动，工业建筑能够迅速应对火灾、排水问题等紧急情况，确保安全和高效的生产环境。

[关键词]工业建筑；给排水；消防系统；设计
DOI：10.33142/ec.v6i8.9136 中图分类号：TU82 文献标识码：A

Analysis of Key Design Points for Industrial Building Water Supply and Drainage and Fire Protection Systems

ZHAO Xiaoqiang
Shijiazhuang Construction Project Quality Supervision and Management Station, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The design of water supply and drainage and fire protection systems in industrial buildings is a key element in ensuring safety and sustainable operation. Reasonable design and implementation can effectively prevent accidents and disasters, protect employees and property from potential risks. Through appropriate layout, equipment selection, and system linkage, industrial buildings can quickly respond to emergencies such as fires and drainage issues, ensuring a safe and efficient production environment.

Keywords: industrial architecture; water supply and drainage; fire protection system; design

工业建筑的给排水、消防系统设计是保障安全和可持续运营的关键。排水系统要求合理布局、防止堵塞，确保废水处理和应急排水的有效性。给水系统要求稳定供水、压力合适，满足生产和消防需求。消防系统要求火灾报警设备布置合理、与监控中心联动，自动灭火系统布置恰当、与其他设备联动，确保迅速响应和扑灭火灾。合理设计和维护这些系统，能保障工业建筑安全运行和风险控制。

1 工业建筑给排水的设计要求

1.1 排水系统设计要求

排水系统是工业建筑中至关重要的组成部分之一，其设计要求包括以下几个方面：①废水类型和性质：在进行排水系统设计时，需要充分考虑工业生产过程中产生的废水类型和性质。不同类型的废水具有不同的化学成分和处理要求。例如，有机废水、酸碱废水、重金属废水等，每种废水都需要特定的处理方式。因此，设计师需要了解废水的成分和特性，以选择适当的处理设备和工艺。②废水流量和负荷：排水系统的设计还需要考虑废水的流量和负荷。流量是指单位时间内废水的排放量，而负荷则是指单位面积或单位产量的废水排放量。通过对工业生产过程的分析和评估，可以确定排水系统所需的最大流量和负荷。这有助于确定管道尺寸、泵站容量以及处理设备的选择。③排水管道布局和坡度：排水管道的布局和坡度对排水系统的正常运行至关重要。管道布局应考虑到工业建筑的空间布局和生产工艺的需求，确保废水能够顺利流动到处理设备或排放点。此外，合理的管道坡度能够利用重力力量促使废水流动，并减少堵塞的风险。设计师应根据管道长度和高差来确定适当的坡度，以确保排水的有效性。④排水系统的耐用性和可维护性：工业环境通常具有较高的腐蚀性和磨损性，因此排水系统的设计需要考虑到材料的耐久性和可维护性。选择适当的管道材料（如PVC、不锈钢等）和阀门以及耐腐蚀的处理设备，能够延长系统的使用寿命并降低维护成本[1]。

1.2 给水系统设计要求

给水系统是工业建筑中必不可少的部分，其设计要求涵盖以下几个方面：①给水需求量和压力：在给水系统设计中，首先需要准确确定工业生产和消防安全所需的给水量和压力。这需要考虑到生产工艺的水需求、设备的用水量以及消防系统的喷淋需求等因素。通过详细的用水调查和分析，设计师可以确定合适的给水系统容量和压力，以确保生产运行和安全要求得到满足。②给水管道材料和阀门选择：由于工业环境的特殊性，给水系统的设计要求考虑到耐腐蚀性和可靠性。选择适当的给水管道材料（如不锈钢、镀锌钢等）和阀门，能够有效地抵抗腐蚀和损坏，确保系统的稳定运行。此外，阀门的选择也很重要，以便对给水系统进行控制和调节，以满足不同用水需求。③给水系统的供水保证：工业建筑对连续和可靠的供水有着高要求。为了确保给水系统的供水保证，设计师需要合理规划供水管网的布局和配置。这包括合理划分不同区域的供

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水分支、设置适当的水箱和增压设备，以及制定备份供水系统或应急供水计划，以应对突发情况和维护工作。④给水系统的水质控制：工业生产往往对水质有严格的要求。在给水系统设计中，需要考虑到水源水质的情况，并采取相应的水质处理措施，以确保供水符合相关标准和工艺要求。这可能涉及预处理设备（如过滤器、软化器等）和后处理设备（如除氧器、消毒设备等）的选择和配置。

2 工业建筑消防系统设计要求

2.1 消防设备布局

消防设备布局是工业建筑消防系统设计中的重要环节。合理的消防设备布局能够确保在火灾发生时，消防设备能够迅速投入使用，及时控制和扑灭火灾。以下是消防设备布局的详细要求：①灭火器布置：消防灭火器是最基本的灭火工具，应根据工业建筑的特点和火灾风险分布合理布置。在易燃易爆场所、设备周围以及人员密集区域等容易发生火灾的区域，应设置足够数量的灭火器，并保证易于寻找和操作。②喷淋系统安装：喷淋系统可提供大范围的自动灭火覆盖，适用于防止火势蔓延和保护重要设备或区域。根据工业建筑的布局和用途，确定喷淋头的位置和密度，确保其能够覆盖到可能发生火灾的区域。重点考虑易燃易爆物料存储区、生产线路和设备周围等区域的喷淋系统设置。③消防栓设置：消防栓是供给消防水源的重要设备，其布置要考虑到易燃区域的覆盖范围和消防水源的充足性。根据建筑的规模和布局，设置足够数量的消防栓，并确保其位置容易辨识和接近，便于消防车辆接驳和消防人员使用。④疏散通道设计：消防设备的布局还需要与疏散通道的设计相结合，以确保人员在火灾发生时能够迅速疏散到安全区域。疏散通道应满足建筑规范的要求，设置合适的宽度和无障碍设施，同时避免阻挡或阻挠消防设备的通行。

2.2 火灾报警与监测系统

火灾报警与监测系统是工业建筑消防系统设计中至关重要的一部分。它能够实时监测火灾的发生，并及时发出警报，以便采取紧急措施和展开灭火行动。以下是火灾报警与监测系统的详细设计要求：①火灾探测器的选择与布置：根据工业建筑的特点和火灾风险评估，选择合适类型的火灾探测器，如光电式、热电偶式等。火灾探测器应布置在易燃易爆物料存储区、生产线路、设备间以及天花板和墙壁等位置，以最大程度地覆盖可能发生火灾的区域。②火灾报警设备的设置：工业建筑中应设置火灾报警器，包括声光报警器、火灾警铃等设备。这些设备应布置在易被人员察觉的位置，如大厅、走廊、生产区域等，以确保火灾发生时能够及时发出明确的警报信号，提醒人员撤离和呼叫消防部门。③火灾监控中心的建立：火灾监测系统应与监控中心相连接，实现实时监测和远程管理。监控中心应配备合适的监视设备、火灾图形显示系统和自动报警系统，以便及时接收火灾报警信息，并能够对火灾情况进行迅速的判断和指挥，调度消防力量和资源。④火灾报警与监测系统的联动：火灾报警与监测系统应与其他消防设备实现联动，如自动喷水灭火系统、防烟排烟系统等。一旦火灾报警系统触发，应能自动启动相应的灭火和控制设备，提供更快速、更有效的灭火和疏散措施[2]。

3 工业建筑给排水的设计措施

3.1 废水处理设施

废水处理设施是工业建筑给排水系统设计中至关重要的一部分。以下是废水处理设施的详细设计措施：①沉淀池：沉淀池用于去除废水中的悬浮颗粒物和沉淀物。通过减慢废水流速，使固体颗粒在池内沉降，达到初步去除的效果。沉淀池应具备足够的容积和停留时间，以确保颗粒物沉降和沉淀过程的充分进行。②调节池：调节池用于调节废水的流量和负荷，以平衡处理设施的运行和废水特性的变化。调节池能够平滑处理系统的负荷波动，减少对后续处理设备的冲击，确保处理效果的稳定性。调节池应具备足够的容量和适当的停留时间，以实现废水的平衡调节。③生物处理系统：生物处理是常用的废水处理方法，通过利用微生物降解有机物来净化废水。常见的生物处理系统包括活性污泥法、生物膜法等。在工业建筑的废水处理中，根据废水性质和流量，选择适当的生物处理系统，并确保提供适宜的温度、氧气和营养物质等条件，以促进微生物的活性和废水的有效降解。④消毒设备：某些工业废水可能含有病原菌和致病性微生物，需要采取消毒措施确保废水的安全排放。消毒设备如紫外线消毒器、氯化物投加系统等可用于杀灭病原体，消除废水中的微生物污染。⑤水质监测与控制：废水处理设施中应设立水质监测点，并配备相应的水质监测设备。定期监测和控制废水的水质参数，如悬浮物浓度、化学需氧量（COD）、氨氮等，以确保废水处理系统的稳定性和合规性。根据监测结果，及时调整处理工艺和控制参数，以提高废水的处理效率[3]。

3.2 应急排水设计

应急排水设计是工业建筑给排水系统设计中的重要措施，能够应对突发情况和洪涝等紧急情况下的排水需求。以下是应急排水设计的详细措施：①应急泵站的设置：根据工业建筑的特点和排水需求，设计并设置应急泵站。应急泵站应具备足够的扬程和流量，能够在紧急情况下迅速排水。应急泵站的位置应考虑到易于操作、接近水源和排放点，以便快速启动和运行。②泄洪渠道的规划：在工业建筑周围规划和设计合适的泄洪渠道，以应对降雨过大或其他洪涝情况下的排水需求。泄洪渠道应具备足够的容量和流速，能够有效地将过量的水流排出建筑物周围，减少内部积水风险。③应急排水管道的设计：在工业建筑内部设置应急排水管道，以便在紧急情况下将积水迅速排除。这些管道可以通过通往应急泵站或排水系统的连接，将积

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水引导到合适的排放点，确保室内的积水不会对生产设备或人员安全造成威胁。④定期维护和测试：应急排水设计需要定期进行维护和测试，以确保设备和管道的可靠性。定期检查应急泵站的工作状态、管道连接的完整性和通畅性，以及泄洪渠道的畅通情况。必要时进行维修、清理和更换，确保设备在紧急情况下能够正常运行。

4 工业建筑消防系统的设计措施

4.1 火灾报警系统

火灾报警系统是工业建筑消防系统设计中至关重要的措施，能够实时监测火灾的发生并及时发出警报，以提醒人员采取紧急措施和启动灭火行动。以下是火灾报警系统的详细设计措施：①火灾探测器的选择与布置：根据工业建筑的特点和火灾风险评估，选择适当类型的火灾探测器，如光电式、热电偶式、气体探测器等。火灾探测器应布置在易燃易爆物料存储区、生产线路、设备间以及天花板和墙壁等位置，以最大程度地覆盖可能发生火灾的区域。②火灾报警设备的设置：工业建筑中应设置火灾报警器，包括声光报警器、火灾警铃等设备。这些设备应布置在易被人员察觉的位置，如大厅、走廊、生产区域等，以确保火灾发生时能够及时发出明确的警报信号，提醒人员撤离和呼叫消防部门。③监控中心的建立：火灾监测系统应与监控中心相连接，实现实时监测和远程管理。监控中心应配备合适的监视设备、火灾图形显示系统和自动报警系统，以便及时接收火灾报警信息，并能够对火灾情况进行迅速的判断和指挥，调度消防力量和资源。④火灾报警系统与其他设备的联动：火灾报警系统应与其他消防设备实现联动，如自动喷水灭火系统、防烟排烟系统等。一旦火灾报警系统触发，应能自动启动相应的灭火和控制设备，提供更快速、更有效的灭火和疏散措施。⑤系统维护与测试：为确保火灾报警系统的可靠性，定期进行系统维护和测试是必要的。包括定期检查火灾探测器的工作状态、更换电池、校准设备，以及进行系统功能测试和紧急演练等。同时，培训工作人员熟悉火灾报警系统的操作和应急流程，提高其应对火灾的能力[4]。

4.2 自动灭火系统

自动灭火系统是工业建筑消防系统设计中至关重要的措施，能够自动检测火灾并迅速控制和扑灭火势蔓延，以保护人员和财产安全。以下是自动灭火系统的详细设计措施：①自动喷水灭火系统：根据工业建筑的特点和火灾风险评估，设计和安装适当类型的自动喷水灭火系统。常见的自动喷水灭火系统包括干式喷水系统和湿式喷水系统。干式喷水系统适用于防冻环境，而湿式喷水系统适用于常温环境。根据具体区域和需求，合理布置喷头和喷水管路，确保火灾发生时能及时喷洒足够的水量。②气体灭火系统：对于特定的火灾场景，如电气设备室、机房等，可以选择气体灭火系统。常见的气体灭火剂包括七氟丙烷（HFC-227ea）、二氧化碳（CO_2）等。根据火灾风险和设计要求，选择适当的气体灭火系统，并确保其能够在火灾发生时快速释放灭火剂，将火灾扑灭。③灭火设备的布置：根据工业建筑的布局和火灾风险分布，合理布置灭火设备，如灭火器、灭火栓等。在易燃易爆区域、设备周围以及人员密集区域等潜在的火灾发生区域，应设置足够数量和种类的灭火设备，以便人员能够快速获得，并且根据不同类型的火灾选择合适的灭火剂进行灭火。④灭火设备的定期检测与维护：定期对自动灭火设备进行检测和维护是确保其可靠性和工作效果的关键。定期检查喷头、灭火器、灭火栓等设备的工作状态，确保其正常运行和可用性。定期维护和更换设备中的灭火剂、压力容器等，以保持设备的良好状态和灭火性能。

5 结语

综合设计和实施适当的给排水、消防系统是保障工业建筑安全和可持续运行的重要措施。合理布局、定期维护和培训人员，将有效减少风险、保护生命财产，并确保工业建筑在紧急情况下能够快速响应和采取适当措施。

[参考文献]

[1]葛鹏.某工业建筑给排水及消防设计实践与探讨[J].工程建设与设计,2021(1):52-53.
[2]牛风明.工业建筑给排水及消防系统设计[J].建材发展导向(上),2022,20(3):193-195.
[3]施炳铜.浅谈工业建筑给排水及消防系统设计[J].建筑与装饰,2021(14):15-17.
[4]黄臻.工业建筑给排水及消防系统设计要点探析[J].四川水泥,2019(1):128.

作者简介：赵晓强（1985.6—），男，汉族，毕业学校：国立华侨大学，现工作单位：石家庄市建设工程质量监督管理站。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

公路施工中水稳基层裂缝防治技术研究

郎 森
江苏路通路桥工程集团有限公司，江苏 徐州 221600

[摘要]城市化建设背景下，公路工程建设的数量日益增多、规模日益增大，对我国的交通事业产生了良好的影响，使得大众的出行生活变得更为丰富。但目前看来，水稳基层裂缝仍然是困扰公路工程建设的重要因素，对公路行车的安全性、舒适度造成负面影响。基于此，本篇文章研究水稳基层裂缝防治技术，主要分析了裂缝的类型与成因，从施工材料、摊铺工序、材料运输、工程验收、工程养护等角度出发，列举裂缝防治策略，旨在为公路工程建设提供参考，以优化公路工程质量。
[关键词]施工；水稳基层；裂缝防治；技术
DOI：10.33142/ec.v6i8.9100 中图分类号：U418 文献标识码：A

Research on Prevention and Control Technology of Cracks in Water Stabilized Base Course during Highway Construction

LANG Sen
Jiangsu Road and Bridge Engineering Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221600, China

Abstract: In the context of urbanization construction, the number and scale of highway engineering construction are increasing day by day, which has had a good impact on Chinese transportation industry and made the public's travel life more diverse. However, currently, cracks in the water stabilized base are still an important factor that troubles highway engineering construction, and have a negative impact on the safety and comfort of highway driving. Based on this, this article studies the crack prevention and control technology for water stabilized base layers, mainly analyzing the types and causes of cracks. Starting from the perspectives of construction materials, paving processes, material transportation, engineering acceptance, and maintenance, it lists crack prevention and control strategies, aiming to provide reference for highway engineering construction and optimize the quality of highway engineering.
Keywords: construction; water stabilized base; crack prevention and control; technology

引言

水稳基层裂缝的出现，同公路施工的种种因素有关，这些裂缝一旦形成，就会严重影响行车的舒适度与安全性。基于此，防治水稳基层裂缝，对于提升公路工程施工质量而言至关重要，实际工作中，施工单位可通过采取科学有效的技术手段、管理措施，如加强原材料控制、优化施工工艺等，降低裂缝的形成几率，保障公路工程的质量安全，延长公路的使用寿命，减少维护成本，满足人们对于高质量出行生活的需求[1]。

1 水稳基层裂缝的分类及形成原因

水稳基层裂缝是公路施工常见问题之一，一旦出现，就会为道路的使用、维护带来很大的困扰，为有效地防治水稳基层裂缝，首先需要了解它的分类和形成原因：

1.1 分类

对水稳基层裂缝的分类，可基于多种因素来进行，如裂缝的形状、位置、成因等。根据裂缝的形状，可将水稳基层裂缝分为线状裂缝、网状裂缝和块状裂缝，其中线状裂缝是一条条的细长裂缝，通常沿着道路的纵向、横向延伸，网状裂缝呈现出交织的网状图案，通常由多个线状裂缝交汇形成，块状裂缝是较大的裂缝，通常以块状、板状形式存在；此外，也可根据裂缝的位置，将水稳基层裂缝分为道路表面裂缝、基层内部裂缝等。道路表面裂缝出现在水稳基层的表面，而基层内部裂缝发生在水稳基层的深部；除此之外，也可结合裂缝的成因，分类水稳基层裂缝，如荷载裂缝、温度裂缝、干缩裂缝等等，其中荷载裂缝的出现会导致基层底部开裂，在施工阶段，这些裂缝多是由施工车辆引起。温度裂缝的形成通常与气温变化有关，温度降低会导致基层材料体积收缩，在基层薄弱处形成裂缝。干缩裂缝的形成与蒸发作用有关，一般出现于施工完成的1020d内[1]。

1.2 成因

水稳基层裂缝的成因是多方面的，首先，温度变化是导致水稳基层裂缝形成的主要原因，随着温度的升高或降低，水稳基层会发生相应的体积膨胀或收缩，从而导致内部应力变化，最终形成裂缝；其次，水稳基层的荷载作用也会导致裂缝形成，公路工程在施工、运营中，承受着车辆的荷载，这些荷载会通过基层传递开来，并导致基层内部应力集中，从而引起裂缝；最后，材料的变质、施工质量不合格、水稳基层厚度不足、基层材料之间的界面黏结不良等因素，也会对水稳基层裂缝的形成起到促进作用。

2 水稳基层裂缝对公路工程的影响

首先，水稳基层裂缝会对路面行驶的舒适性造成明显

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

影响。当车辆行驶在存在裂缝的道路上时，裂缝会使路面变得不平整，引起车辆的颠簸和震动，这不仅会为驾驶员、乘客带来不适，还可能导致车辆零部件的损坏，如悬挂系统和减震器等[2]。此外，裂缝还会增加路面噪音，给周边居民带来噪音污染问题；其次，水稳基层裂缝对交通安全产生重要影响。裂缝会破坏道路的平整度和稳定性，增加车辆行驶时的摩擦阻力，影响车辆的制动性能和操控稳定性。尤其是在雨天或结冰路面上，水稳基层裂缝中积水或结冰的情况，相较于公路的其他部位更加严重，这会大大增加车辆打滑和失控的风险，提升交通事故的发生概率；再次，裂缝还可能导致车辆轮胎与道路之间的胎纹不匹配，降低车辆的抓地力，影响行车安全；最后，水稳基层裂缝还会缩短公路的使用寿命。裂缝破坏了水稳基层的完整性和稳定性，使得水稳基层无法有效承载荷载并分散荷载，导致基层出现进一步的破坏和沉降。随着裂缝的扩大和数量的增加，道路结构的强度和稳定性逐渐降低，最终导致公路失效，这将使得公路的维护成本大幅增加，同时也会为交通运输带来不便和经济损失。

3 公路施工中水稳基层裂缝的防治技术

本文以某高速公路工程为例，探讨对水稳基层裂缝的防治。该工程全长 48.6km，双向 6 车道，路基宽为 34.5m，设计时速为 120km/h。该工程采用沥青混凝土路面结构形式进行建设，基层为水泥稳定碎石基层。

该公路工程于 2018 年 2 月开工，至 11 月，路面主体结构施工完毕，鉴于冬季无法进行沥青面层施工，已施工完毕的基层经历一个冬季后出现裂缝，次年 3 月，施工队伍对工程实施质量检查，发展有水稳基层裂缝出现。

施工人员使用专业技术，针对裂缝位置给予钻芯取样，调查裂缝的结构层次、严重程度，取得裂缝芯样呈现出粘连状，观察裂缝发展状况，认为该裂缝的出现，与施工材料、施工环境温度等多种因素有关。基于此，本文拟定如下裂缝防治策略，以供参考：

3.1 强化对原材料的质量控制

为降低水稳基层裂缝出现几率、提升公路的施工质量和可靠性，强化对原材料的控制，是一项重要策略。本文认为施工团队可采取如下措施进行控制：首先，合理选择、使用原材料。对于水稳基层的材料选择，应仔细依照当地气候、土壤条件、交通荷载等因素，进行综合考虑。例如，选择具有良好抗压性能、抗水膨胀性能的骨料，以确保基层稳定性、耐久性。此外，对沥青的选择也至关重要，应选择具有良好的粘结性能和耐久性的沥青，以确保水稳基层的黏结性和抗裂性；其次，针对原材料加工过程做好控制，确保原材料的质量、性能得到充分发挥。例如，在骨料加工过程中，应注意控制骨料的颗粒形状、颗粒分布和含水率，以确保骨料的均匀性、稳定性。在沥青生产、搅拌过程中，应严格控制温度、时间和搅拌速度等因素，以确保沥青的均匀性和稳定性；最后，对原材料实施质量监控、检测，也是关键的一步，通过严格的质量监控和检测，可以及时发现、纠正原材料的质量问题，以确保基层材料的稳定性。例如，可以进行骨料的颗粒分析、沥青的黏度测试和渗透性测试等，以评估原材料的性能是否符合要求。如果发现质量问题，应及时调整或更换原材料，以确保水稳基层的质量。

3.2 控制混合料的含水量

控制混合料的含水量，对提升基层压实度有利，能够降低水稳基层裂缝的出现几率。实践证明，在公路工程施工中，不论是混合料的运输、摊铺还是碾压工序，都会引发一定的水分散失情况，这种现象在夏季尤为严重，因此施工过程中，施工单位必须重视对混合料的含水量做好控制，一般来讲应高于最佳含水量 1%～2%，以免出现碾压沾轮、压实度不够的问题，从而降低水稳基层裂缝出现几率[3]。

3.3 提升摊铺碾压质量

首先，选择合适的施工设备和工艺。摊铺过程中，应选择适合的摊铺机、压路机，确保其性能、质量符合要求。摊铺机应具备均匀供料、调节的能力，以确保骨料、沥青的均匀分布，压路机应具备合适的压实力和振动频率，以确保水稳基层的均匀密实[4]。此外，应根据施工要求，合理选择摊铺宽度和压实次数，确保每一次摊铺碾压的效果达到要求；其次，控制摊铺厚度和均匀性。摊铺厚度应根据设计要求进行控制，避免过厚或过薄，过厚的摊铺层会导致沥青流动不畅，从而产生裂缝，过薄的摊铺层无法承担荷载，容易损坏。此外，应注意控制摊铺层的均匀性，避免出现局部高低差，影响基层的平整度和稳定性；再次，加强碾压过程质量控制。碾压是确保水稳基层密实性的重要环节。在碾压过程中，应控制碾压速度、压实力和振动频率等参数，以确保基层均匀密实。过快的碾压速度会导致碾压不均匀，影响基层密实性，过大的压实力容易损坏基层结构。此外，对振动频率的选择，也应根据基层的特性进行调整，以达到最佳的碾压效果；最后，应关注摊铺碾压过程中的环境因素。温度和湿度等环境因素，对摊铺和压实的影响是极为显著的，温度过高会使沥青软化，导致粘附力下降，温度过低会使沥青变脆，影响摊铺质量。此外对湿度的控制也很重要，过高的湿度会影响沥青的黏附性和干燥速度，因此，在施工过程中应根据环境条件合理调整施工参数，确保摊铺和压实的质量。

4 重视摊铺机与运料机配合

在水稳基层摊铺作业中，材料运输对施工质量有着重要的影响作用，如果缺乏合适的运输措施，或者摊铺作业与材料运输之间难以有效衔接，都会导致质量问题的出现，一旦出现这种情况，摊铺机在履带前行的过程中，会因设备的晃动，而导致大量混合料洒落，此时，必须采取合理的处理措施，否则会影响摊铺机的正常行走，使得最终的

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

路面平整度无法满足设计要求。

为了解决此类问题，施工单位需要立足于工程实际情况，为施工现场配备具有专业素质、岗位责任心的专员，在专员的指导下，相关工作者应合理调度运料车，避免与摊铺机发生碰撞，在摊铺作业与运料车之间做好衔接。在进行摊铺作业之前，有必要做好准备工作，彻底清理掉缝隙中残留的各种杂物，确保砂浆与基层有效结合，确保整体稳定性，这不仅能够提升施工效率，还能控制裂缝的产生。

5 做好基层养护工作

做好基层养护工作，是降低水稳基层裂缝出现几率的重要策略之一，主要能够提高基层的稳定性、抗裂性能，减少裂缝的形成。

本文认为施工单位可采取如下措施来养护：首先，定期检查、维修基层。定期检查可以及时发现基层的损坏和裂缝，以便及时采取维修措施，检查时，工作人员应重点关注基层的平整度、密实性和稳定性等指标，如果发现裂缝或损坏，应及时进行维修，修复裂缝并加固基层。这一环节中，常用的维修方法包括补充加铺、渗透修补剂等，可以填补裂缝、提高基层的稳定性和抗裂性能；其次，为基层加设保护措施，这能够防止外部因素对基层造成侵害，减少裂缝的形成。常见的保护措施包括对基层实施表面密封处理、设置防水膜等等，表面密封处理可以有效防止水分渗入基层，减少水稳基层的水膨胀和腐蚀，对防水层的设置可提高基层的防水性能，减少水稳基层受水分影响而产生的变形和裂缝；最后，强化基层的排水措施。水稳基层的排水性能，对于减少裂缝的形成至关重要，如基层排水不畅，水分会在基层内积聚，导致基层软化、变形，从而增加裂缝的风险，因此，应合理设计、设置基层的排水系统，确保水分迅速排出。常用的排水措施包括设置排水沟、改善基层斜坡坡度等，这些措施可增强基层的排水性能，降低水稳基层裂缝的出现几率。

6 依照要求开展验收工作

施工单位应严格依照施工技术规范、施工方案的要求，完成施工任务。针对基层、沥青层的施工，一般宜在同一年内完成，这能够减少路面开裂，提升施工质量[5]。实践证明，在完成基层施工后，若不能及时实施沥青铺筑工序，降温后，会有温度裂缝、干缩裂缝在基层上出现，影响施工质量。基于此，对公路工程基层的施工必须严格依照技术规范来进行，尽可能在同一年内完成施工任务，各项验收工作应当严格依照施工标准来进行，在填筑施工便道等特殊路基时，有必要针对细节部位做好处理，尤其应当做好碾压工作，有效预防裂缝的形成。

7 针对裂缝做好处理

首先，对于宽度在 5mm 以内的温度裂缝与干缩裂缝，可使用乳化沥青来处理，对于大于 5mm 的裂缝，可通过灌缝的方式来处理。受到路基沉降问题的影响，对于宽度在 10mm 以上的裂缝，有必要做好清理工作，强度合格后方可再次铺设基层。对于因填筑不规范、施工工艺不到位造成的裂缝，有必要通过灌注水泥浆的方式来处理。

8 结语

在公路工程施工中，对水稳基层裂缝的防治，是一个至关重要的问题，不仅关乎施工单位的经济效益、社会效益，以及公路工程的长期运行，还直接关系到人民群众的出行、生活质量。基于此，我们必须高度重视这一问题，加强科学研究，通过实践工作总结经验，不断改进防治措施。相关单位要加强对施工队伍的培训，提高施工质量和效率，只有经过专业的施工操作和科学管理，才能真正预防水稳基层裂缝的产生，确保公路工程的长期稳定和安全运行，促进城市化建设的稳步发展，推动我国交通事业实现创新发展，为大众营造更为安全、舒适的出行环境。

[参考文献]

[1]徐杰,徐慧.公路路面工程水稳基层施工技术[J].运输经理世界,2020(6):52-54.
[2]李治华.农村公路施工中水稳基层裂缝的防治措施研究[J].智能城市,2021,7(24):98-99.
[3]张红梅.公路工程施工中水稳基层裂缝的防治[J].四川建材,2023,49(3):132-133.
[4]徐杰,徐慧.公路路面工程水稳基层施工技术[J].运输经理世界,2020(6):52-54.
[5]肖旭.分析公路施工中水稳基层裂缝的防治措施[J].黑龙江交通科技,2021,44(3):46-47.
[6]张洋.公路施工中水稳基层裂缝防治技术[J].科技视界,2021(30):117-118.
[7]李军华.公路施工中水稳基层裂缝防治技术研究[J].四川建材,2022,48(6):168-169.

作者简介：郎森（1988.10—），男，大连理工大学；土木工程(道桥方向)，江苏路通路桥工程集团有限公司，项目经理，工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

大功率往复式压缩机管道振动特性及振动控制分析

关洪浩
沈阳远大压缩机有限公司，辽宁 沈阳 110178

[摘要]由于大功率往复式压缩机本身特性所致，该装置会随着运行时间延长而不断加大内部气体压力及运行功率，从而使内部管道装置产生强烈的振动甚至断裂，进而引发一系列严重的安全事故。基于此，文中简单分析大功率往复式压缩机管道振动特性，并深入探讨大功率往复式压缩机管道振动控制方法，以供参考。
[关键词]往复式压缩机；管道振动；振动控制
DOI：10.33142/ec.v6i8.9145 中图分类号：TH45 文献标识码：A

Analysis of Pipeline Vibration Characteristics and Vibration Control of High-power Reciprocating Compressor

GUAN Honghao
Shenyang Yuanda Compressor Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110178, China

Abstract: Due to the characteristics of the high-power reciprocating compressor itself, the device will continuously increase the internal gas pressure and operating power with the extension of the operating time, which will cause strong vibration and even fracture of the internal pipeline device, which causing a series of serious safety accidents. Based on this, this paper simply analyzes the pipeline vibration characteristics of high-power reciprocating compressor, and deeply discusses the pipeline vibration control methods of high-power reciprocating compressor for reference.
Keywords: reciprocating compressor; pipeline vibration; vibration control

引言

大功率往复式压缩机作为现代天然气储气库中不可或缺的关键设备，其安全性与可靠性与整体储气库的安全运营与生产息息相关。因此，必须基于研究压缩机本身特性，通过数值模拟、现场测试及理论分析等方法，合理制定压缩机管道振动控制策略，进而避免气体泄漏、管道断裂及其他安全事故发生。

1 大功率往复式压缩机管道振动特性

1.1 管道结构动力特性

在大功率往复式压缩机管道结构系统中，管道模态本身具有一定的振动特性，其中主要包括模态振型、阻尼比和固有频率等。而通过系统分析压缩机结构中管道模态，可准确获取各种振型与固有频率等方面的模态参数，从而为分析管道振动成因及控制方法提供重要的数据依据。目前，模态分析法主要有两种，分别为以试验测试为基础的模态试验分析法和以有限元为基础的模态计算分析法，而随着相关技术水平不断提升，利用有限元分析法实施管道结构数值模态分析，可更为直接地计算管道模态各项参数。故而，该计算方法应用频率相对较高。此外，还应结合储气库内部压缩机装置实际振动检测结果数值超标情况，进行系统化静态分析，从而获取真实的振型和固有频率数据值，进而研究管道系统本身的振动特性确定振动原因。

1.2 管道气体动力特性

压缩机管道装置振动主要是因管内气体与结构本身耦合振动所产生，故而与气体动力特性有着密不可分的联系。而针对气体动力特性的研究，则主要集中于对内部气流脉动中脉动压力幅值与气柱频率的分析，由此便涉及平面波动理论与气柱固有频率计算两方面。波动理论主要运用相应的计算方程来测试流体流速和流体压力，进而计算出真实的管道气流脉动推算内部气体特性。而通常可将压缩机装置管路内部气体，当作一个具有一定质量且可压缩膨胀的弹性系统，即气柱系统，该系统内部气体的固定流动频率则为气柱固有频率。当压缩机在运行过程中激发频率处于装置气柱固有频率的同一振动区时，管内气柱便会形成相应的共振反应，从而使整体管道结构产生大量振动响应。故而，因此可通过装置气柱固有频率变化幅度，来计算压缩机管道装置在日常运行时所产生的振动原因。就目前实际情况来看，气柱固有频率主要通过有限元法与转移矩阵法两种方法来计算。其中有限元法主要基于 1 维数学模型，对各种复杂的管道结构气柱固有频率进行分析和计算，其整体计算过程相对繁琐。而随着现代数值仿真技术水平不断提高，也在一定程度上加快了该方法对于复杂管道结构，内部气柱固有频率数据的计算速度[1]。

在运用该方法时，通常可利用 Creo 软件来构建相应的管道结构气柱模型，并将其全部导入相应的 ANSYS 有限元应用软件当中，在软件内部合理定义各种材料属性，最后运用 Modal Acoustics 功能模块来对内部气柱模型实施声学模态研究和分析，进而获取准确的前八阶压力云图和

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

气柱固有频率参数表。而转移矩阵法则是将原本复杂的管道系统，分化为回管、异径管、体积元件及截面管等几个简单元件，通过计算各个基本元件参数关系矩阵图，基于边界条件来获取最终气柱固有频率方程计算公式，最后计算出准确的气柱固有频率表。由于阻尼对于管道结构气柱固有频率数据计算结果所产生的影响相对较小，故而完全可采取无阻尼波动方程计算方式对整体管道元件进行矩阵转移推导。

1.3 管道流固耦合振动特性

大功率往复式压缩机管道内部振动产生的很大一部分原因，便是管内气流与管道结构所产生的耦合作用所引起，管内气流脉动在日常运行时会产生一定的振动响应，而振动响应又会反作用于内部气体上改变原有气流流动方向，进而产生一个独特的流固耦合振动控制系统。故而，应基于气体动力特性与管道结构的前提下，对管道装置内部流固耦合振动特性进行研究和分析。通常来讲，计算流固耦合主要包括分离分解法与直接耦合法两种。其中分离分解法主要是将内部流固耦合区域分为固体区和流体区两种，并基于分布规律来逐一计算求证，最后在相应的耦合界面实施一系列数据信息交换。而直接耦合法则是将固体与流体控制方程综合到一起，使其形成一定规模的方程组，在单次迭代中将全部未知量进行系统计算并直接求解。此外，该方法包含所有未知量之间所涉及的各种耦合项，其整体收敛性较佳迭代次数相对较少，但整体操作难度相对较大且需花费大量数据计算时间。相比之下，分离解法虽然无法完全守恒耦合交界处的能量，但因其本身对计算机的配置要求相对较低且整体数据计算较快，故而其应用频率相对较高。通常来讲，在采用分离分解法实施管道装置流固耦合求解过程中，会基于耦合交界面信息数据不同的交换方式，分为双向流固耦合与单向流固耦合。其中单向流固耦合通常只会将流体域相关计算数据交由固体结构进行分析研究，而双向流固耦合则可实现两者之间的相互交接传递与处理。而具体采用哪种方式实施耦合求解，则应根据储气库具体压缩机管道装置结构而定[2]。

2 大功率往复式压缩机管道振动控制

2.1 振动控制方案

2.1.1 项目基本概况

根据对大功率往复式压缩机装置振动特性分析，导致压缩机装置架空管线和进气缓冲罐产生振动超标的主要因素，这源于管道装置机械共振及气缸气体压力过大，但由于 1 级压缩气缸装置内部气体压力则主要区域取决于装置运行参数。故而，必须利用合理方法来改进和优化原有管道结构，减少机械共振产生，同时应基于管线设计标准、设计成本及施工条件等因素，这里以某储气库压缩机装置故障项目分析为例，该储气库始建于 2014 年，其总设计容量达到 $42.6*10^8m^3$，每日最大采气量达到 $2855*10^4m^3$、每日最大注气量达到 $1380*10^4m^3$，其日调采气量相对较大、整体注采能力较强。内部压缩系统装置为集大功率往复式压缩机、缓冲罐、分离器及电机为一体的增压系统，且包含仪表器、除油器、排污、放空、制冷及其他工艺管道，压缩机单机装机为 4000KW 功率、配备数量为 8 台，机组装置设计进气压力为 7MPa 至 9.5MPa 之间，排气压力达到 30MPa。可采用电机转速与改变余隙等方式来调节压缩机组装置整体注气量，且具有串联、并联增压功能。在日常运行过程中，天然气会经过进气洗涤罐洗涤处理后进入两级不同压缩缸进行增压，并在增压完成后由除油器和空冷器进行二次处理，最后由采气管线注入各个注气井当中。此外，为有效降低压缩机装置气流脉动，还在各个进出口区域分别安装了相应的缓冲罐。

2.1.2 具体方案设计

目前，相关人员已针对该装置故障实际情况，制定了一套完善的管道振动控制方案，具体如下：第一，上文中已经找出压缩机管道架空管线及进气缓冲振动超标的主要因素，测试人员通过振动测试及模态分析得知，案例项目 1 级进气管道系统产生不良振动区域主要为 H 方向。而基于储气库装置内部结构，该项目压缩机装置 3 个 1 级压缩气缸之间分别存在 120° 大小的相位差，也正是因为如此大幅度相位差角度，导致其气缸与进气缓冲罐之间的 3 个管嘴装置之间产生变形移位，进而引起二者之间管嘴和连接螺栓开裂，如图 1 所示。



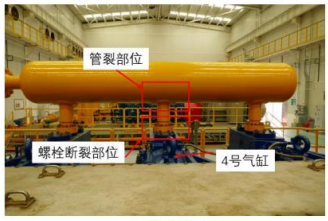
(a) 连接螺栓断裂失效

(a) Fracture failure of connecting bolt



(b) 缓冲罐管嘴开裂失效

(b) Cracking failure of Buffer tank nozzle



(c) 故障失效部位

图 1 案例项目压缩机管道装置故障图

在经过工作人员进行一系列研究分析后，最终决定将该装置 1 级进气缓冲罐分划成为两个不同的进气缓冲罐，同时将缓冲罐原有的进气口改装为侧边进气，进而避免进气缓冲罐装置中的 3 个管嘴出现拉扯变形等不良现象，同时改变了原始装置运行频率，杜绝一系列机械共振产生，改装后压缩机缓冲罐结构，如图 2 所示[3]。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

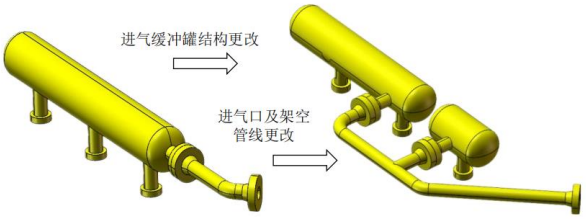


图 2 改装后的 1 级进气缓冲罐结构图

第二，在对 1 级进气缓冲罐进行一系列改装设计后，虽然可以解决装置内部管嘴之间的拉扯变形问题，但因进气口位置的变化增加了一定长度的架空管线，导致其处于整体悬空状态，势必会在一定程度上影响了装置本身的刚度。因此，工作人员为解决此类问题，在原始架空管道处增设了部分管夹和支撑构件，在提升管道的稳定性的同时，提高装置结构本身的固有频率，从而大大降低了机械共振发生概率。此外，为避免压缩机管道装置内部脉动气流，在经过异径管或弯头等异型管路时所形成较大激振力，工作人员同样在架空管线装置弯头区域布设了部分管夹和管道支撑装置，最终确定了详细的压缩机整体振动控制方案，如图 3 所示。

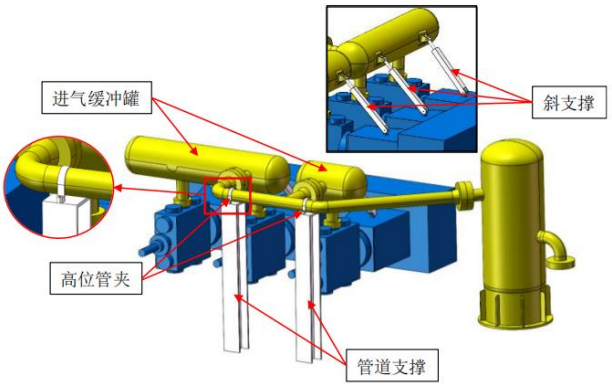


图 3 案例项目整体压缩机振动控制改造方案

2.2 振动方案实施

在通过对上述振动控制方案进行一系列分析实践后最终发现，该储气库压缩机装置整体模态特性得到显著提升，且该装置激发频率完美避开了气柱共振及机械共振区。除此之外，架空管线及 1 级进气缓冲罐在运行时的振动速度也有所缓解，这表示整体方案对于控制压缩机装置振动而言具有一定的可行性。故而，可在满足装置螺栓构件及缓冲嘴安装要求及安装精度的前提下，对储气库内部压缩机装置进行改造和优化。

2.3 振动测试评价

为验证本次案例项目大功率往复式压缩机装置管道振动控制方案，在现场实际运行过程中的应用效果，且避免因改造内部构件而影响其他设施运行，工作人员决定对改造后的压缩机装置进行一系列现场运行测试。此期间的装置测试要求、测试方向及测点布置，必须与装置改造前保持一致状态，如图 4 所示[4]。

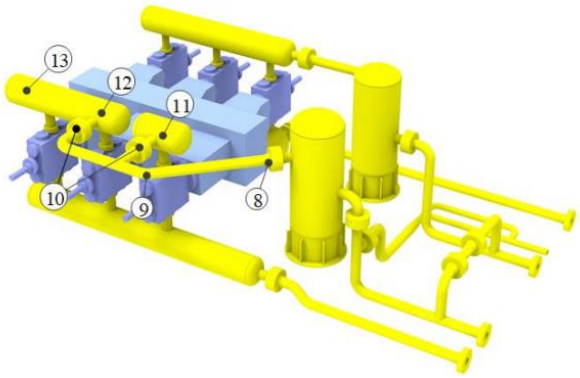


图 4 改造后的压缩机装置测试图

在上述测试图中，10 号测试点为大小缓冲罐与进气管装置的连接构件，其在实际分析过程中，应取两者之间振动值相对较大的一项作为标准振动测试值。因管道振动会随着机械负荷及日常运行时间等参数的影响，故而，为满足压缩机在不同参数下的运行需求，本次案例项目分别对两种不同工况下的装置振动状态进行了系统测试。具体工况参数设置如下：在工况 1 中将余隙开启的状态下电机负荷率设定为 63.8%，1 级进气压力设定为 7.36MPa，1 级和 2 级排气压力分别设定为 12.58MPa 和 22.93MPa。在将余隙关闭的状态下电机负荷率设定为 83.25%，1 级进气压力设定为 7.23MPa，1 级和 2 级排气压力分别设定为 14.29MPa 和 23.02MPa。在工况 2 中将余隙开启的状态下电机负荷率设定为 72.0%，1 级进气压力设定为 8.21MPa，1 级和 2 级排气压力分别设定为 14.18MPa 和 25.1MPa。在将余隙关闭的状态下电机负荷率设定为 95.1%，1 级进气压力设定为 8.46MPa，1 级和 2 级排气压力分别设定为 16.86MPa 和 25.22MPa。此外，整体测试过程中电机转速均设定为每分钟 1000r。

测试人员在对装置两种不同工况进行分别测试后，最终发现在工况 1 中整体机组运行负荷为正常状态，而工况 2 中整体机组始终处于高负荷运行状态，其整体上振动值与振动频率较小，完全能够满足压缩机装置基本振动要求。为进一步证明本次案例项目振动控制方案，是否能够满足其他工况下的装置运行要求，工作人员还基于系统整理分析了两次工况试验中压缩机装置振动的变化规律。最后发现，因机组余隙属于关闭状态时内部压缩缸内部不会存在任何余隙容积，活塞会与气缸端部发生不同程度的碰撞，致使附近管线与压缩机本身的振动频率增大。而在余隙相同的情况下，因压缩机机组装置内部负荷大大增加，内部气体压力不断提升，最终增加大量活塞往复运动时的交变应力，进而增大在工况 2 状态下的压缩机管线振动值。结合案例项目企业日常运行计划，在使用工况 2 状态下的压缩机装置机组负荷及日处理量，是该企业在正常运行时的

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

最大工况。由此可见，本次振动控制方案完全适用于该企业装置日常运行需求[5]。

2.4 压力脉动测试评价

尽管在上述试验测试中表明，本次案例振动控制方案可满足企业日常运行时压缩机装置的振动控制需求，但因管道振动主要动力来源主要取决于气流压力脉动大小，若内部压力脉动量过大，即使能够运用控制方案来减弱管线振动，但在强大的压力脉动作用下，其仍有可能在装置运行一段时间后出现振动波动甚至超标等问题。故而，案例项目设计人员已基于实际情况，对应用振动方案后的管道进行了详细的压力脉动测试，最终测试结果如表 1 所示。

表 1 压缩机压力脉动测试数据表

测试项目	测试结果
API 618 许用值（%）	0.983
峰值（MPa）	0.0755
平均压力 P_0 值（MPa）	7.99
波峰压力 P_{max}（MPa）	8.026
压力不均匀度（%）	0.945
脉动频率 f（Hz）	16.63
波谷压力 Pmin（MPa）	7.9415
是否达标	是

经过相关测试数据分析，经过采用振动控制方案后的压缩机装置，其内部 1 级进气管道内部压力不均度并未超过许用值，故而完全可以满足案例企业压缩机振动控制要求，同时进一步证明了本次控制方案在实际应用中的可行性。

3 结论

综上所述，通过对大功率往复式压缩机管道结构动力特性、气体动力及流固耦合振动特性的分析，合理制定管道振动控制方案，并在具体方案实施后进行一系列振动测试及压力脉动测试评价，从而保障振动控制效果，进而为后续装置应用与优化提供重要的参考依据。

[参考文献]

[1]胡安斌,柳梦雪.大功率往复式压缩机噪声模拟与试验研究[J].噪声与振动控制,2021,41(3):101-107.
[2]胡安斌,苗峰华.海洋大功率往复式压缩机噪声特性研究[J].石油机械,2021,49(5):97-104.
[3]高玉美,张鹏,付艳波.往复式压缩机管道布置的防振策略研究[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(2):95-97.
[4]黄凯.往复式压缩机组管道布置特点与分析[J].乙烯工业,2022,34(3):39-66.
[5]曹姗.往复式压缩机管道防振设计研究[J].化工管理,2022(18):106-109.

作者简介：关洪浩（1982.6—），毕业院校：大连理工大学，所学专业：材料成型及控制工程，当前就职单位：沈阳远大压缩机有限公司，职务：质保部部长，职称级别：中级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

仿真技术在机械设计与制造中的应用研究

郭万喜[1] 米文晓[2]
1 湖北宜化集团化工机械设备制造安装有限公司，湖北 宜昌 443007
2 湖北宜化磷化工有限公司，湖北 宜昌 443000

[摘要]在现代科学技术飞速发展的背景下，机械设计与制造技术也得到了极大的提升，仿真技术在机械设计与制造中的应用也得到了人们的高度重视。仿真技术主要是指通过计算机仿真模拟等方式，对机械设计与制造过程中的多种因素进行综合考虑，以此来达到理想的效果。仿真技术不仅在机械设计与制造中有着广泛应用，而且还能推动机械制造行业的发展。由于机械制造行业在国民经济建设中有着重要作用，因此机械设计与制造过程中仿真技术的应用也被广泛重视。基于此，文中从在机械设计与制造中应用仿真技术的重要性入手，探究仿真技术在机械设计与制造中的应用策略，从而为相关行业工作人员提供参考。

[关键词]仿真技术；机械设计；制造；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9122 中图分类号：TH122 文献标识码：A

Research on the Application of Simulation Technology in Mechanical Design and Manufacturing

GUO Wanxi [1], MI Wenxiao [2]
1 Hubei Yihua Group Chemical Machinery Equipment Manufacturing and Installation Co., Ltd., Yichang, Hubei, 443007, China
2 Hubei Yihua Phosphorus Chemical Co., Ltd., Yichang, Hubei, 443000, China

Abstract: In the context of the rapid development of modern science and technology, mechanical design and manufacturing technology has also been greatly improved, and the application of simulation technology in mechanical design and manufacturing has also received high attention. Simulation technology mainly refers to the comprehensive consideration of various factors in the mechanical design and manufacturing process through computer simulation and other methods, in order to achieve ideal results. Simulation technology is not only widely used in mechanical design and manufacturing, but also promotes the development of the mechanical manufacturing industry. Due to the important role of the mechanical manufacturing industry in national economic construction, the application of simulation technology in mechanical design and manufacturing processes has also been widely valued. Based on this, this article starts with the importance of applying simulation technology in mechanical design and manufacturing, explores the application strategies of simulation technology in mechanical design and manufacturing, and provides reference for industry workers.

Keywords: simulation technology; mechanical design; manufacturing; application

引言

随着科学技术的不断发展，人们对产品质量要求的不断提高，传统的设计制造模式已不能满足要求，而现代计算机技术和仿真技术的不断发展与完善为机械设计与制造提供了良好的契机。仿真技术是在计算机上建立一个虚拟环境来模拟和分析各种运动或力的变化过程，并根据模拟结果进行优化设计。在这个虚拟环境中完成机械零件的设计、装配、运动及动力特性分析等工作，使原来不能在机械系统中进行的设计可以在计算机上进行，从而缩短产品开发周期，减少制造成本，提高产品质量和性能。

1 在机械设计与制造中应用仿真技术的重要性

随着我国经济的发展，各行各业对机械设备的要求越来越高，我国机械制造业正在向现代化、自动化、智能化方向发展，需要大量的新型机械设备[1]。但是由于目前我国科技水平有限，生产出的产品质量不高，为了缩短研发周期、降低生产成本，必须借助计算机技术对机械设计进行优化。计算机仿真技术是一门新兴技术，它可以通过模拟现实环境中各种复杂的物理现象来辅助进行设计工作，可以在一定程度上实现对机械产品的设计优化。与传统的手工设计相比，计算机仿真技术具有高效、准确等优势。同时在产品设计优化方面还可以缩短产品的研发周期、降低研发成本。

2 仿真技术在机械设计与制造中的应用措施

2.1 制定仿真技术标准

仿真技术在机械设计与制造中的应用，不仅能够促进机械行业的快速发展，还能够有效提高机械设计与制造的效率。因此，为了进一步促进仿真技术在机械设计与制造中的应用，必须要加强对仿真技术的研究。在此背景下，制定仿真技术标准就显得十分必要，其能够规范仿真技术在机械设计与制造中的应用。在制定仿真技术标准时，可

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以考虑以下几个方面：首先，在制定仿真技术标准时应该以国际标准为基础。由于不同国家之间存在着较大差异，因此在制定仿真技术标准时需要充分考虑到不同国家之间的差异性，避免因为没有统一的标准而导致各种资源浪费。其次，在制定仿真技术标准时应该以国家标准为基础。由于我国目前还没有出台相应的国家标准，因此在制定仿真技术标准时就应该充分考虑到我国的实际情况[2]。最后，为了保证能够制定出科学合理的仿真技术标准，还需要对不同企业进行调研工作。企业是仿真技术应用的主要主体之一，因此只有充分了解不同企业对于仿真技术的不同需求之后才能更好地制定出科学合理的仿真技术标准。

2.2 规范仿真设计流程

在机械设计与制造过程中，仿真技术主要是通过计算机对物理现象进行模拟，然后进行分析、研究，从而得出合理的结论。在机械设计与制造过程中应用仿真技术，能够为相关人员提供一些新的设计思路和方法。但是在具体实践过程中，由于缺乏规范的仿真设计流程，使得仿真结果存在着较大误差。因此，为了提高仿真设计结果的准确性，需要规范仿真设计流程，具体可以从以下几点展开：首先，需要确定仿真目标。机械设计与制造过程中，由于受到多种因素的影响，如材料性能、尺寸参数、环境条件等，导致机械设备在运行过程中存在着较大的误差。为了提高机械设备运行的准确性和稳定性，需要确定仿真目标。在此过程中，应根据机械设备的具体情况确定仿真目标。其次，选择合适的模型。在确定仿真目标后，需要选择合适的模型进行仿真分析。机械设备在运行过程中会受到多种因素的影响，因此需要选择合适的模型进行仿真分析。通常情况下，应选择经验成熟、技术成熟、稳定可靠、精度高、实用性强的模型作为机械设备模型。再次，是模型建立与调整。在确定仿真目标后，需要将各种参数输入到机械设备中进行建模，然后根据设计要求调整参数，使模型更加符合实际情况。最后，进行模拟结果分析与处理。在对仿真结果进行分析时，需要将其分为两类：一类是与实际情况相符的数据；另一类是不相符的数据。如果与实际情况相符的数据较多时，需要进行必要的调整和处理；如果不相符的数据较多时，则需要将其删除或转换为其他类型或形式。通过以上几个步骤可以发现，规范仿真设计流程能够保证仿真结果更加准确。同时还能够保证仿真设计过程中不会出现误差和问题。

2.3 建立仿真分析数据库

为进一步提高产品开发的效率和质量，仿真技术在机械产品设计与制造中的应用日益广泛，其中的仿真技术已经被应用到了产品设计过程的各个阶段。在产品设计过程中，通过对仿真技术的应用，可以更好地对产品性能进行评估和预测，从而不断地优化设计过程。因此，建立一个完整的仿真数据库是十分必要的。在建立仿真分析数据库时，应该做好以下几点：（1）要明确数据库中应存储哪些信息，如：产品的技术参数、加工工艺、零部件以及零件的材料性能等。这些信息必须尽可能详尽地列出，以便于数据的输入与维护[3]。（2）在进行仿真分析前，要对相应的零件模型进行合理简化，在简化过程中一定要注意尽可能地保持模型与实际零件的尺寸、性能之间的一致性。（3）要注意产品设计与仿真分析之间的接口问题。为了使仿真结果更加接近实际情况，应该将仿真分析中获得的数据和实际工况下得到的数据进行比较，并对这些数据进行必要的调整，以使两者保持一致。（4）在数据库建立过程中要注意一些细节问题。比如：在进行零件建模时要尽可能地采用统一坐标系，这样可以避免因坐标系不同而对后续仿真分析造成影响；在产品设计过程中，应该尽量避免将不同类型、不同尺寸和不同材料的零部件进行匹配使用；在产品设计过程中还要注意建立模型时各零部件间相关属性之间的相互联系，避免出现模型间存在逻辑关系错误等情况；在进行零件建模时还要注意采用合理可行且能保证质量和精度的方法和工艺。

2.4 创新仿真设计方法

要想创新仿真设计方法，具体可以从以下几点展开：首先，重视仿真模型构建。在计算机技术应用于机械设计制造的过程中，仿真模型的构建是实现仿真设计方法创新的关键环节，同时也是提升机械产品质量的重要内容。在构建仿真模型时，必须要注意以下几个方面：第一，选择合理的仿真模型，在确保仿真模型能够符合机械设计制造要求的同时，还应当能够有效提升仿真模型的可靠性和稳定性。第二，建立结构合理、形式科学且能够准确反映机械产品设计制造要求的仿真模型；第三，科学处理零件间存在的装配关系，确保零件之间不存在干涉现象；第四，构建不同类型且结构合理且符合机械产品设计制造要求的仿真模型；第五，针对不同类型且结构合理且符合机械产品设计制造要求的仿真模型进行合理修改，确保能够准确反映实际情况。其次，注重信息数据积累。在进行机械设计与制造工作过程中，要想实现仿真技术创新，必须要注重信息数据积累工作，可以采用以下方式：第一，将现有工程数据和新时期工程数据进行有效整合；第二，对现有机械设计制造数据和新时期工程数据进行分析；第三，从新时期工程数据中提取与实际情况相符的信息；第四，在完成上述工作之后，对所获得信息进行合理分析与应用。最后，注重新技术应用。当前，机械设计制造中应用最为广泛的是仿真技术，但要想实现新技术应用，应当注重以下两点：第一，结合计算机技术、网络技术、数据库技术等现代信息技术与机械设计制造工作进行融合；第二，提升相关工作人员计算机应用水平，为机械设计制造工作奠定基础。

2.5 实现仿真优化设计

在机械设计中，仿真优化设计的实现需要采取一定的措施，需要对仿真优化设计中存在的问题进行分析，采取

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

相应的措施进行改进，提高机械设计与制造中仿真优化设计的效率。要实现仿真优化设计，具体可以从以下几点展开：（1）对机械设计与制造进行仿真优化时，需要根据仿真优化设计的要求制定科学合理的仿真模型，并通过计算机来模拟出实际机械的运动情况，再将其与实际机械运动情况进行对比，分析出是否存在误差[4]。（2）对仿真优化设计中存在的问题进行分析，需要针对仿真优化设计中存在的问题采取有效措施来对其进行改进。例如在进行机械设计与制造过程中对几何模型的建立、零件加工制造工艺及设备选择、机构运动及受力分析、结构强度和刚度分析等方面进行仿真优化。（3）机械设计与制造中要运用计算机辅助技术对产品性能进行模拟，例如运用有限元分析软件来对零件结构和工作状况进行模拟，通过对产品在运行过程中产生的能量变化和载荷变化等参数来判断其是否满足实际要求。（4）机械设计与制造中要根据仿真优化设计的要求来采取合理措施对其进行改进。例如在机械设备的运行过程中，当出现温度过高或过低时要及时采取措施来对其进行控制；当出现振动或冲击时要及时采取措施来对其进行控制；当发生碰撞时要及时采取措施来对其进行控制。（5）在机械设计与制造过程中要运用计算机技术来对其进行模拟，通过计算机对产品的运行状态和性能进行模拟，分析产品是否满足实际需求。

2.6 实现产品制造过程中的数字化控制

数字化控制是指在产品制造过程中，通过对各种工艺参数的控制，使其在不同的生产条件下都能保持稳定、合理的工作状态，以满足产品设计和工艺要求，从而保证产品质量和降低生产成本。要实现产品制造过程中的数字化控制，就应做好以下几点：第一，在进行产品设计的时候，相关工作人员应该积极地运用数字化控制技术对产品进行分析与研究。具体来说，就是要通过对产品结构、性能、参数等信息进行分析，并将这些信息作为设计的基础。通过运用仿真技术可以很好地对产品制造过程中的一些问题进行分析与研究，并及时地找出产品制造过程中存在的问题，从而更好地促进产品的优化改进。第二，在运用仿真技术对产品进行分析时，相关工作人员还可以通过计算机来实现产品的三维造型，并利用三维造型软件将产品的结构、性能等信息通过虚拟仿真技术进行模拟和分析。通过这种方式可以有效地促进机械设计与制造工作水平的提升。第三，在对产品进行设计时还可以运用计算机来实现虚拟装配和虚拟拆卸等操作。通过运用虚拟装配和虚拟拆卸等操作能够有效地解决传统机械设计与制造过程中存在的一些问题，从而有效地提高机械设计与制造工作水平。

2.7 提升仿真系统的可靠性

在应用仿真系统进行机械设计与制造工作的过程中，为了能够提升仿真系统可靠性，应该从以下几个方面进行考虑：首先，应该确保仿真系统的可靠性。在机械设计与制造工作开展的过程中，相关工作人员应该将机械产品的实际情况作为基本依据，并在此基础上，对其进行详细地分析，对其所需要的硬件设备进行合理地选择。其次，为了能够确保仿真系统的可靠性，还应该积极地开展各种实验活动，可以对仿真系统中各个设备进行充分的检验和评估，以此来确保仿真系统中各个设备运行的可靠性[5]。再次，应该积极地完善仿真系统中的各种软件。为了能够保障仿真系统中各软件功能的完整性和可靠性，还应该对其进行完善和升级。最后，应该合理地优化软件资源配置。在利用仿真技术进行机械设计与制造工作的过程中，相关工作人员还应该合理地优化软件资源配置。比如在进行机械产品设计与制造过程中所需要用到的各种软件资源就有很多，为了能够充分发挥这些软件资源的作用和价值，相关工作人员需要将其合理地进行分配。此外，还应充分认识到相关资源在进行科学合理配置时所具有的重要作用和意义，并积极地进行优化和创新。

3 结束语

随着计算机技术的不断发展，仿真技术已经渗透到了社会生活的方方面面，对机械设计与制造领域来说，仿真技术的应用更是无处不在，在产品设计阶段、产品销售与维护阶段等方面均有应用。仿真技术的应用将对提高机械设计与制造水平产生积极的促进作用，并推动机械制造业向着更高层次、更高质量的方向发展。对此，相关人员应采取有效措施，加强仿真技术在机械设计制造中的应用力度，促进机械设计制造工作的进一步优化及完善。

[参考文献]

[1]许传杰.仿真技术在机械设计制造中的应用研究[J].机械与电子控制工程,2022,4(10).
[2]朱宇娟.基于仿真技术在机械设计制造中的实践研究[J].中国设备工程,2022(7):193-194.
[3]刘楠. 仿真技术应用于机械设计制造中的策略探寻[J].大众标准化,2022(17):58-60.
[4]吴华滨.浅谈仿真技术在机械设计制造中的应用[J].内燃机与配件,2021(2):195-196.
[5]孔令宁.仿真技术在机械设计制造中的应用研究[J].南方农机,2021,52(6):118-119.

作者简介：郭万喜（1973.12—），男，毕业院校：中国地质大学（武汉），所学专业：机电一体化技术，就职单位：湖北宜化集团化工机械设备制造安装有限公司，职务：检修分公司总经理，职称级别：工程师；米文晓（1979.8—），男，毕业院校：沈阳化工学院，所学专业：机械设计与制造专业，就职单位：湖北宜化磷化工有限公司，职务：副指挥长，职称级别：工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

可摘挂抱索器架空人车远程集控设计与应用

刘东兴 史文明 李亚丹
铁煤集团小康煤矿，辽宁 调兵山 112700

[摘要]小康煤矿位于康平煤田的东北部，隶属康平县东关镇。矿井自投产以来，截止 2021 年末已先后在北一、西一、南一、南二采区及西三采区共回采了 33 个工作面。其中，有 25 个工作面采用的综合机械化一次采全高放顶煤开采方法，煤层最大采出厚度达 14.3m（含 2 煤）。大范围地下煤层开采产生了严重的地表沉陷，雨季沉陷区大面积积水。尤其是在采用综放开采的区域，地表最大下沉达 4.5～6.5m，部分塌陷坑常年积水。目前西三采区是 2019 年经过辽宁省自然资源厅依法由大平煤矿采区边界划归到小康开采边界。w3 轨道运输大巷，巷道断面宽 4.2 米，高 3.2 米，是为我矿整个 w3 采区服务，为主要人行通道和轨道运输巷道，共设计 5 个采煤工作面。w3 轨道运输大巷安装了可摘挂抱索器架空人车，运行长度 1700 米，最大坡度 9 度，预计使用 20 年，在交接班期间运送人员，巷道同时安装了 120 无极绳连续牵引车一套，与架空人车相互闭锁，停运期间兼运输物料，分时段工作。目前使用中，架空人车司机 1 名，机头机尾各 1 人负责控制可摘挂乘人器，为了实现远程集控功能，首先得解决乘人座椅控制问题，即在乘降区可操控能自动挂钩与自动脱离，然后启停架空人车由地面运转队集控室远方操作，实现集控可减现场操作人员 3 名。

[关键词]架空人车；可摘挂抱索器；减人提效；自动化；乘人座椅控制机构；集控
DOI：10.33142/ec.v6i8.9150 中图分类号：TD52 文献标识码：A

Design and Application of Remote Centralized Control for Overhead Pedestrian Vehicles with Detachable Hanging Grips

LIU Dongxing, SHI Wenming, LI Yadan
Tiemei Group Xiaokang Coal Mine, Diaobingshan, Liaoning, 112700, China

Abstract: Xiaokang Coal Mine is located in the northeast of Kangping Coalfield, which belongs to Dongguan Town, Kangping County. Since the mine was put into operation, as of 2021, a total of 33 working faces have been mined in the North 1, West 1, South 1, South 2 and West 3 mining areas. Among them, 25 working faces adopt a comprehensive mechanized full height caving mining method, with a maximum coal seam thickness of 14.3m (including 2 coal seams). The large-scale underground coal seam mining has resulted in severe surface subsidence, and a large area of water accumulation in the subsidence area during the rainy season. Especially in areas using fully mechanized top coal caving mining, the maximum surface subsidence reaches 4.5-6.5m, and some collapse pits accumulate water year-round. At present, the West 3 mining area was legally transferred from the Daping Coal Mine mining area boundary to the Xiaokang Mining Area boundary by the Liaoning Provincial Department of Natural Resources in 2019. The w3 rail transportation roadway has a section width of 4.2 meters and a height of 3.2 meters. It serves the entire w3 mining area of our mine and is designed as the main pedestrian passage and rail transportation roadway, with a total of 5 coal mining working faces. The w3 rail transportation main lane is equipped with a detachable hanging and holding rope overhead pedestrian car, with a running length of 1700 meters and a maximum slope of 9 degrees, which is expected to be used for 20 years. During the handover period, personnel are transported. At the same time, a set of 120 endless rope continuous tractor is installed in the lane, which is interlocked with the overhead pedestrian car. During the shutdown period, materials are also transported and work is divided into different periods. At present, there is one overhead passenger car driver, and one person at the head and tail of the machine is responsible for controlling the detachable passenger car. In order to achieve remote centralized control function, it is necessary to first solve the problem of passenger seat control, which can be controlled to automatically hook and detach in the boarding and landing area. The start and stop of the overhead passenger car are remotely operated by the ground operation team's centralized control room, achieving centralized control and reducing the number of on-site operators by three.

Keywords: aerial vehicle; detachable hanging rope gripper; reduce personnel and improve efficiency; automation; passenger seat control mechanism; centralized control

引言

煤矿“四化”建设已经由国家煤监局提出来，随着科技的进步，煤炭生产由体力劳动不断转向机械化、自动化、信息化、智能化。也由于近年来劳动力紧缺，减人提效也是迫在眉睫的问题。随着矿井开采深度及开采范围的不断增加，工作人员行走路程也不断的增长，通过采用可摘挂

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

抱索器架空人车设备运送人员，不仅仅可以减少井下工作人员行走时间，也可以减轻员工体力付出，提高生产效率。我矿使用的架空人车为座椅可摘挂式，也是为了实现轨道运输物料要求，无极绳与架空人车闭锁，确保安全生产。

1 立项背景

小康 w3 轨道运输大巷使用的架空人车主要由驱动装置，托绳装置、可摘挂乘人器、尾轮装置、张紧装置、安全保护装置、电控装置等组成。机头驱动装置前方布置可摘挂乘人器的导轨一侧 10 米长，挂置 100 个可摘挂乘人器，当启动架空人车设备同时闭锁无极绳绞车电源，人工推一个可摘挂乘人器，到乘降平台乘坐。机尾处装置前方布置可摘挂乘人器的导轨一侧 10 米长，挂置 100 个可摘挂乘人器，人工推一个可摘挂乘人器，运行过变坡点到乘降平台乘坐。每班 3 人同时作业完成使用功能，如果实现集控，可以节省人工成本，并且减人有利于实现安全生产。

2 研究方案的实施过程

（1）架空人车实现集控需要电气系统改造，在原有控制系统基础上增设基于开关量光端机的信号传输系统，语音通讯系统，视频监视系统，上位机控制系统。改造后能实现远程控制、上位机有实时故障报警信息，地面与井下远程语音通讯、实时监控画面和回放功能。

（2）井下现场机头控制箱，内设开关量光端机，电源模块及控制回路，与架空人车集控箱进行通信以及实现控制信号传输功能，进行信号采集与发送，与地面上位机系统进行通讯，通过敷设光纤保障井下与地面传输信号。集控室需要安装显示器、硬盘刻录机。架空人车沿线关键点加摄像头。

（3）乘人座椅自动控制机构：由气缸、阻挡机构、控制阀、风管组成。机头自动控制机构安装在导轨低端合适位置，并且停挂的座椅区域不影响行人和拉车，一般情况布置在机头硐室口，可以躲开巷道车场位置，互不干涉。架空人车分为两种运行模式，一种假期运行模式，就是单动，节假日只有岗位工出勤，人员流通少，按一下来一个乘人座椅，既节约了电能，又减少机器的无用功消耗。另一种是生产运行模式，可以全自动连续上乘人器，先介绍假期运行模式：每来一位员工走上乘降平台，当按下操作阀，气缸动作一次，一个可摘挂乘人器依靠重力势能向前滑动，随后气缸活塞伸出到位后自动缩回复位，等待下一个可摘挂乘人器（图 1），如发现乘人器不能按期过来，联系矿调度咨询情况，安排维修人员处理。日常维护应注意的问题①定期检查乘人器的 4 个滚动轴承，必须灵活转动，发现阻力变化，及时注油或更换。②气缸和机构定期检查灵活性③电磁阀门检查。

架空人车乘坐间距按照煤矿安全规程规定，不应小于牵引钢丝绳 5s 的运行距离最大速度为 1.7m/s（1.7*5=8.5m），且不得小于 6m。我矿设计乘人器间距为 10m，通过红外线传感器控制阀门。

常规运行模式：当需要连续乘人时，将电磁控制阀打开，乘降台前 10m 处已经安设红外传感器，确保乘人器间距符合标准，红外传感器前每经过乘人器就发送信号，气缸就能动作一次，完成连续乘人任务。

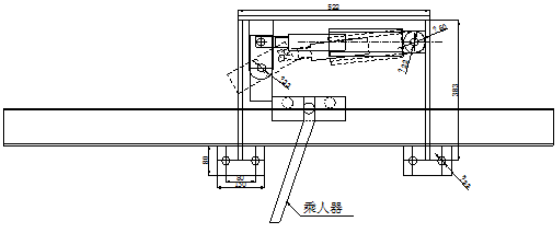


图 1 乘人座椅自动控制机构

（4）机头乘人器乘人器出导轨侧机构设置，（图 2）

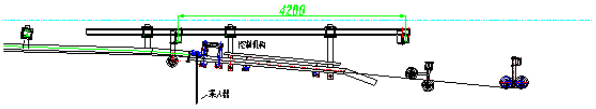


图 2 机头乘人器乘人器出导轨侧机构设置

由机尾方向来乘人座椅的导轨设计，运行钢丝绳通过托压绳轮上调 300mm，导轨形成 3 度坡，座椅通过钢丝绳带到高点后，座椅上导轨与钢丝绳分离滑向底点通过回转导轨滑到另一侧，通过钢丝绳又带到高点导轨滑向等待区控制机构，一个接连一个排布。等待进入工作现场人员使用。

（5）机尾乘人器入导轨侧机构设置，（图 3）

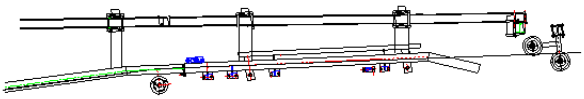


图 3 机尾乘人器入导轨侧机构设置

由机头方向来乘人座椅的导轨设计，运行钢丝绳通过托压绳轮上调 300mm，导轨形成 3° 坡，座椅通过钢丝绳带到高点后，座椅上导轨与钢丝绳分离滑向低点通过回转导轨滑到另一侧，通过钢丝绳又带到高点导轨滑向等待区控制机构，一个接连一个排布，等待升井人员使用。

3 创新效果

目前改造完成，实现集控运行，无人值守。其运行方法由集控室人员接到现场使用需求后开启主机，可以选择两种运行模式，假期运行模式和生产运行模式。现场机头乘坐人员在乘降区可以按动上乘键，气缸工作，通过控制机构自动运行过来一个乘人座椅，人员乘坐后，经过控制间距机构，待间距达到设定距离 10m 后，下一位乘人座椅的限位机构自动打开后放行；运行到机尾乘降区，人员下车后，座椅继续前行到导轨，导轨设计为 3° 下滑坡，两侧全长共 20m，在尾轮前环回到返程方向，最低点设计一

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

个控制机构，机尾乘降区的人员按动上乘键后，机尾控制机构放行一个乘人座椅，机尾乘降区的人员可以坐到机头乘降区，人员下车后，座椅继续前行到导轨，与机尾导轨设计相同，完成一个工作循环。启动无极绳运输物料前，需要 1 人乘坐架空人车巡视沿线无问题，清理人员后，通知集控室停机，巷道沿线转变为红灯，无极绳绞车电源闭锁架空人车电源，可以进行拉车作业。

4 安全效益分析

安全是企业争取效益的前提，安全是公司员工幸福的根源，少人则安，无人则安，该套可摘挂架空人车实现集控功能后，井下无人值守，依靠地面调度室控制，安全高效。固定抱索器架空人车易于实现无人值守，该套设备可摘挂乘人器架空人车，解决了现场用人挂乘人器，推移乘人器，减少了用人，就是提高了设备使用安全系数。具有脱绳保护、越位保护、急停保护、重锤下降保护、过速度欠速度保护、尾轮限位保护、油温保护等，彻底实现了安全生产。该套设备为同行业需求者提供了科学依据和宝贵经验。

5 经济效益

架空乘人装置具有减轻工人劳动强度、尤其我矿新开西三采区，距离远坡度大，消除了安全风险，其深受井下职工欢迎，尤其是随着矿井开采距离的逐渐变远，采用常规架空乘人装置运送人员速度慢，在路途消耗时间过长，开发高速架空乘人装置可以大大地减少工人的体力和时间消耗，具有较大的经济效益和社会效益，并有着广阔的推广前景。该套可摘挂架空人车实现集控功能后，无人值守，每年可节省人工费 3 人/班*3（班）*400（元）/班*30（天）*12（月）=129 万元。升级远程控制费用 20 万元，实际第一年预计节省开销 109 万元。

[参考文献]

[1]黄要军,王晓刚.架空人车无人值守的电控技术改进与实践,科技资讯 2012.23.
[2]候登科,架空乘人装置安全保护装置研制与应用,矿业装备 2021.06.
[3]边红昌基于DSP和ZigBee的智能设备无线语音控制系统设计[D].吉林大学:吉林大学,2007.
[4]沈梁,王鑫荣,陈文召.蓝牙技术原理与技术综述[J]无线电工程 2001(9):42～44.
[5]齐峰基于 GPRS 无线通讯的电涡流式涡轮流量计的研究[D]天津大学:天津大学,2008.
[6]姜海燕.煤矿斜井安防综合监控系统的研究[D].山东科技大学:山东科技大学 2007.

作者简介：刘东兴（1978.12—），毕业院校：辽宁工程技术大学机械工程及自动化专业，所学专业：机械工程及自动化，当前就职单位：铁煤集团小康煤矿，职务：现任小康矿机电办主任，职称级别：中级职称；史文明（1985.9—），毕业院校：辽宁工程技术大学测绘工程专业，所学专业：测绘工程，当前就职单位：铁煤集团小康煤矿，职务：现任小康煤矿生产副总工程师，职称级别：中级职称；李亚丹（1984—），毕业院校：辽宁工程技术大学理论与应用力学专业，所学专业：理论与应用力学，当前就职单位：铁法煤业集团勘测设计有限责任公司（监理公司），职务：监理工程师，职称级别：高级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

岩溶地区岩土工程勘察钻探技术的应用分析

韦 慈
广西三建工程勘察设计有限公司，广西 贵港 537100

[摘要]由于中国社会经济水平的发展，在铁道、公路、房建、水利工程等建设项目中的岩土施工问题日益增多。岩土工程施工者需要合理利用勘察钻探的技术。不过，由于一些岩土工程项目位于岩溶地带，对勘测钻探技术的要求特别高，因此需要采用适应现场地质要求的勘测钻探技术，否则将会直接影响各项施工的顺利进行以及影响勘探成果的准确度。由此可见，对岩溶地带岩土工程项目勘测钻探技术的运用已经十分关键。
[关键词]岩溶地区；岩土工程勘察；钻探技术；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9103 中图分类号：TU195 文献标识码：A

Application and Analysis of Geotechnical Investigation Drilling Technology in Karst Area

WEI Ci
Guangxi No.3 Construction Engineering Survey and Design Co., Ltd., Guigang, Guangxi, 537100, China

Abstract: Due to the development of Chinese socio-economic level, geotechnical construction problems are increasing in construction projects such as railways, highways, housing, and water conservancy projects. Geotechnical construction workers need to make reasonable use of survey and drilling technology. However, due to some geotechnical engineering projects located in karst areas, the requirements for survey and drilling technology are particularly high. Therefore, it is necessary to adopt survey and drilling technology that meets the on-site geological requirements, otherwise it will directly affect the smooth progress of various construction projects and the accuracy of exploration results, which can be seen that the application of survey and drilling technology in geotechnical engineering projects in karst areas is already crucial.
Keywords: karst areas; geotechnical investigation; drilling technology; application

1 地质工程勘查钻探技术概述

地质工程勘查中的钻探技术是指在一定区域范围内，通过相应设备确定当地地理环境并进行数据分析与处理后得到准确地质结果的一种现代地质勘查技术手段。钻探技术是利用地质基础信息和实践结果，对地质规律信息进行深入的分析研究。钻探技术能初步对地质环境进行探索和检查，工作人员可以利用这些钻探基础数据信息加上专业设备的积累知识对地质构造和规律特点进行深入的研究。进入 21 世纪，随着我国经济不断发展，我国生产领域对矿产资源的需求不断提高，而且钻探技术发展过程中衍生出来的科学研究项目也对人们日常生活产生了重要影响，成为我国甚至是全世界关注的重点。地质勘查信息中包含的矿产、能源信息一直都在钻探技术发展中发挥着重要指导作用，所以地质信息研究至今为止都是我国在不断探究的项目，为的是将与社会发展和人们生活息息相关的钻探技术优势发挥到最大，提升整个系统的运行效率，提高科技含金量。另外科技的运用也可以将知识和实践更有效结合，并在实践中不断验证理论是否存在漏洞，及时修补理论内容，通过相互作用增强地质信息勘查的能力和效率，保证工程实施质量和效率，提高人们生活质量，保障国家基础的发展[1]。

2 矿山地质勘测的内容、特点以及原则

2.1 内容

矿山地质工程施工过程中，地质勘探工作是非常重要的一个环节，涉及到了多方面的勘探，因此需要全面深入了解地质勘探工作，才能确保工作人员在勘探过程中对矿产资源的分布情况和地质状态的全方位掌握。在地质勘探中，其包含了对矿山地质基本的地质探勘和矿产储量分布的勘探，其中地质勘探的阶段可以分为四个阶段来展开，分别为预查、普查、详查以及勘探这四个部分。在预查阶段主要是对勘探区域内存在的实际地质情况做出一定的判断和分析，经过全面详细的了解之后来实现对现区域内的矿产资源基本分布状况的判断和分析；普查阶段内需要根据预查阶段所得到的基础资料实现对区域内有价值的矿产资源分布进行掌握和了解，并且还要对区域内存在的矿产资源的可行性进行掌握和了解；详查阶段主要是在前一个阶段的基础上实现对各种信息的分析，详细的展开对区域矿产资源的勘探工作，以此来确保可以对矿产资源内的全部信息进行了解和分析。其中勘探阶段需要将前期做出的调查信息进行分析，在此基础上根据实际情况来选择出合理科学的勘探技术，以此来确保可以获取到更为全面且准确的勘探信息。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.2 特点

对于矿山地质工程而言，地质具有较高的复杂性，在一切的勘探工作当中都可以为后续区域内开展的矿产资源开发和利用提供必要的基础前提和工作准备。矿山地质工程内所存在的施工方案主要是基于地质勘探信息的基础之上来实现的。经过地质勘探可以对矿层的分布以及区域内的岩层结构等多个方面的信息进行获取。矿山地质勘探具备针对性和局部性，在我国的地质勘探技术不断进步的今天，出现了各种先进的勘探方式，并且得到了广泛的应用。对于矿山工程的地质勘探工作，可以借助于此种先进的勘探方式和技术来实现更为精确的、科学的划分，获取更为精准详细的信息[2]。

2.3 地质勘探的基本原则

我国幅员辽阔，矿产资源分布非常广泛，不同地区之间的矿产资源各个方面也都有所区别，主要包含在储量、应用、分布以及开采等方面。对于地质勘察而言，需要根据矿产资源特性对所在区域的情况进行不同的合理的分类操作，基于矿区周围的地质条件、地势环境、矿产种类以及储量等实际情况，完成科学合理勘探计划的制定，对其发展趋势进行整体了解之后可以做出地质勘察规划和设计，为矿产区域内存在的自然资源开采提供必要的参考依据。对于深部地质内的复杂结构而言，随之而来的便是矿产资源在勘察和开采方面难度的加大，因此矿产勘察人员需要借助于先进的现代化钻探技术，实现不同区域的勘探研究和探索，对于不同的地质勘察方式进行总结归纳，不断的加强对深部地质钻探技术的创新和研究。在进行地质勘探的时候需要确保管理体制的健全，实现勘探现场人力资源的高效应用管理。

3 岩溶地区岩土工程勘察钻探技术

3.1 地质岩芯钻探液固相控制技术

钻探液固相控制技术是钻探工作的"血液"，在钻探的全过程中起着关键性作用，对于确保项目的安全成功进行、提升钻孔质量、减少钻探的投入，最后达到提质增效、安全环保都有着重大作用。过去，地质钻探一般采取机械稀释、替换、自动沉降、化学絮凝等常规手段以保持钻探液固相控制技术稳定性；但近年来，随着地质钻探工艺技术和机械设备的不断进步，随着钻探深度日益扩大、钻遇土壤情况日益复杂，及绿色化勘探要求等因素对钻探液固相控制技术稳定性和废浆处理要求也越来越高，倒逼地质钻探必须革新的固相质量检测手段，并选择经实践证明执行可靠的机械净化技术[3]。

3.2 矿山小孔径固体岩芯钻探孔技术

固体矿物的地质勘探业务开展时需要大量使用岩芯钻探技术，在实际的作业流程中，通过探头钻孔可以获取岩层中不同深处的地质样品，并通过对专业技术人员的全面研究，为地质工程施工中提供全面精确的质量依据参考。研究人员在开展岩芯的地质钻孔研究之后，首先使用钻头、钻具成圆筒形，然后对地质区域中形成的环状裂隙进行钻掘，并把一个柱状石心安装到钻孔底部或中间区域，然后提取钻孔内的石心，再对其开展综合性研究与分析，从而比较精确的了解该区域地貌特征与矿物分布等实际状况。由于岩芯钻孔工艺研究水平与国外发达国家的标准有着相当的距离，因此钻孔流程的部分中心零件还需要依靠进口，对我国钻探技术迅速发展造成较大阻碍，增加了钻机生产成本。

3.3 卵石层勘察钻探技术

对于较薄的卵石层，可以使用旋转钻机或用泥墙进行钻探，具体做法是：在卵石层钻孔作业完成后，将钻头与钻筒一起打穿，以保护孔壁；对于较厚的卵石层，可以进行旋转钻井，因为在钻井时，卵石层间的孔隙很大，容易导致井壁崩塌；对于大直径或含浮石层的砂岩，由于砂岩间的孔隙较大，粘附性不佳，因此，在实际钻探时，可采取加大泥浆浓度、加大钻机下压等措施，以保证钻井的质量。

3.4 反循环钻探技术

根据介质的不同，反循环钻探技术可以分为2种类型，一种是空气反循环，另一种是水力反循环。空气反循环技术是通过空气介质，采用双臂钻杆外管，将空气输送到孔底，空气挤压发生膨胀，达到一定程度后膨胀会产生巨大冲击力，空气在孔底会使岩石产生强烈冲撞，钻杆将空气输送到地面，这个过程中会带出细小的岩石，工作人员可以对这些岩石进行研究，从而得知工程实施地点的地质环境和构造规律。这个方法的优点在于工作强度较低、使用简单，不需要工作人员具备精湛的技术水平，且错误率较低，所以能很好地节约工作成本。但是空气反循环钻探技术的使用也有其局限性，例如空气反循环在干旱地区使用时会因为土层较为疏松，使得空气带出的样品缺少代表性，技术人员很难通过这些样品判断地层结构实际情况，对地质勘查工作无法作出准确判断。水力反循环与空气反循环原理类似，是利用水或泥浆作为介质，将水或泥浆输送到孔底，取心钻头取出后带出岩心，岩心跟随钻头返回地面，工作人员对岩心样品进行研究后得到地质环境的实际勘查结果。此方法的优点在于水或泥浆带出的岩心样品具有较高完整性，而且也不需要很高的劳动强度，地质勘查人员能通过样品完整推测出地质环境结构，不过该方法需要耗费大量水资源，且泥浆配比量也需要严格把控，所以该方法可能会大大降低地质勘查效率，影响工程进度。

3.5 绳索取心技术

绳索取心技术主要是通过借助打捞工具和岩心管来解决堵塞问题，工具的使用保证技术使用时更加便捷，可以使用的范围更广，在任何环境下得到的结果和实际更为贴近，所以具备更强的实用性。同时工具的使用可以帮助工作人员提高效率，工作人员可以通过控制工具的升降频

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

次，减少不必要的操作，这样可以延长钻头的使用寿命。但是绳索取心技术使用中最大的问题在于工具在钻进过程中钻头很容易堵塞，影响工作进程。出现堵塞后要借助打捞工具解决，这样可以有效避免钻杆工具和岩心之间产生不必要的摩擦，保证取心效率和取心的质量更加符合标准。

3.6 地质资源信息提取

基础的地质资源信息提取在地质勘查研究中有着不可忽视的重要地位。资源信息提取常见的方法有比值法、主成分分析法、Crosta 法和光谱法等。光谱法技术相对于普通技术更加准确、有效，但是要制作光谱角制图（SAM）需要大量的复杂数据作为参考，整体上对制作图件的工作人员的技术要求较高。主要成分分析法和 Crosta 法是应用范围最广泛的一种方法，其优势在于信息提取并不需要光谱辅助，而是使用效果和比值法比较，这种方法更加稳定和便利。主要成分分析法本质是利用数学将光谱数据联系起来，通过分析得到相应的新的成分或变量，突出罕见的地质数据和信息。在使用过程中通过对资源数据的获取，分析得到矩阵选择变量或主要成分，然后根据其线上的不同特征分析处理数据，进而得到所需要的主成分。

4 优化岩溶地质岩土工程中钻探技术的实践路径

4.1 改进钻探设备

目前，随着钻井深度的不断增加，地质勘探队伍要根据新的地质条件，选用合适的钻具和机械，以防小马拉大车的现象。选购时，要充分考虑到实际的使用情况，不要盲目的购买，要以安装方便、运输方便、性能优良为准则。同时，为了提高勘探效率，必须进行技术上的优化和改进，从而提高勘探项目的效益。此外，如果经济条件允许，还可以采用钻参、钻井液提纯等手段，提高钻井作业环境，减少对环境的污染，突出矿井地质钻探的作用[4]。

4.2 注意对专业人才的培养

首先，应派遣有技术潜力的钻井队伍，学习国外的先进技术。同时，通过学术讲座、研讨会、专业培训等形式，进一步提高钻井技术应用的有效性。随着科技的发展，开采也有了更好的条件，可以极大促进矿产的开采，扩大开采范围。此外，应加强地质环境监测，加强地质环境监测，组织员工学习新技术、新思想，使采矿工作获得全新技术支撑，提升岩土工程定位能力和地质勘查能力。采用先进的工艺、材料和装备，可以使矿山资源得到有效的保护，并对环境产生一定的影响。通过开发和引入新技术，根据不同的矿区类型，选择合适的开采技术，可重建施工环境，从而达到绿色施工的目的。

4.3 强化钻探技术的施工水平

首先，要重视矿井的钻井技术，针对大型矿井，制定适合工程的技术、施工方案，选择合适的场地、合理的井位、有序的施工顺序，保证工程进度，防止工程建设超时。在建造的过程中，也要针对不同的地质情况，使用不同的设备，如金刚石的绳索取芯技术，可增加岩石的开采成功率。有条件的团队可以进行反循环连续取样钻井技术的深度开发，以推动我国的工业技术革新。当地质条件较复杂时，应及时调整冲洗剂的配比，并选用适当的孔口套管。在遇到紧急情况时，应选用合适的孔隙等级、合理的孔径，以保证钻井作业的效率。同时，为了提高开采效率，还必须采用先进的钻井技术，既保证了开采的安全，又保证了开采的效率[5]。

4.4 推动相关技术的研发工作

为了推动经济的发展，必须结合当地的地质特征，寻找适宜的钻井技术，完善钻井设备，为进一步开展钻井作业奠定基础。同时，要加快钻井设备的使用，使钻井设备产业化，降低勘探费用。利用新技术、新材料，开发和应用钻井技术，建立成套的钻井装备与工艺，可极大地提高钻井作业的效率。

5 结论

钻探技术应用非常广泛，技术发展日益成熟，但是在工程勘察领域的应用还处于逐步推广阶段，有很多技术还需要攻关研究。随着钻探技术的不断研究发展，在岩溶工程勘察领域的应用将会越来越广泛，从而大幅度提高一些特殊工程项目的勘察效率和勘察质量，构建绿色勘察体系。

[参考文献]

[1]陈志辉.关于岩溶地区岩土工程勘察钻探技术的探讨[J].江西建材,2021(12):104-105.
[2]霍达.岩溶地区岩土工程勘察钻探技术的实际应用分析[J].居业,2021(8):71-72.
[3]商佰龙.岩溶地区岩土工程勘察钻探技术分析[J].建筑技术开发,2021,48(13):87-88.
[4]苏敬达.岩溶地区岩土工程勘察钻探技术的应用[J].世界有色金属,2021(5):195-196.
[5]闫韦.岩溶地区岩土工程勘察钻探技术的应用探讨[J].中国设备工程,2021(2):226-227.

作者简介：韦慈（1987.6—），男，学历：本科，研究方向：土木工程专业岩土方向，中级工程师；目前担任勘察技术负责人。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

大数据时代的岩土工程勘察技术重点探究

张 伟
江西省新达地质灾害防治有限公司，江西 新余 338000

[摘要]随着我国经济的快速发展，科学技术也得到了不断的发展，尤其是在大数据时代，人们对于信息的依赖程度不断加深，与此同时对于大数据技术的应用也越来越广泛。岩土工程勘察作为一项非常重要的工作，如果想要提升岩土工程勘察工作的质量和效率，就必须要对大数据技术进行合理的应用。由于岩土工程勘察工作涉及到许多不同领域和方面，因此在使用大数据技术之前，必须要对大数据技术有一个全面的了解和掌握，这样才能够为岩土工程勘察工作提供有效的帮助。基于此点，以下主要对大数据时代背景下岩土工程勘察技术重点进行分析和研究，希望通过文中的研究能够为岩土工程勘察工作提供有效参考。

[关键词]岩土；工程勘察；大数据；探究
DOI：10.33142/ec.v6i8.9123 中图分类号：TU4 文献标识码：A

Research on Geotechnical Investigation Technology Key Points in the Big Data Era

ZHANG Wei
Jiangxi Xinda Geological Disaster Prevention and Control Co., Ltd., Xinyu, Jiangxi, 338000, China

Abstract: With the rapid development of Chinese economy, science and technology have also been constantly developed, especially in the era of big data, people's dependence on information has been deepening, while the application of big data technology has become increasingly widespread. Geotechnical investigation is a very important work. If you want to improve the quality and efficiency of geotechnical investigation, you must apply big data technology reasonably. Since geotechnical investigation involves many different fields and aspects, it is necessary to have a comprehensive understanding and mastery of big data technology before using big data technology, so as to provide effective help for geotechnical investigation. Based on this point, the following mainly analyzes and studies the key technical points of geotechnical investigation in the context of the big data era, hoping that the research in this paper can provide effective reference for geotechnical investigation.

Keywords: rock and soil; engineering survey; big data; exploration

1 数据信息采集及勘探工具现状

1.1 数据信息采集

数据信息采集是岩土工程勘察中最为重要的一项工作，如果想要对数据信息进行有效的采集，就必须要将数据信息进行合理的处理和分析，只有这样才能够保证数据信息采集的有效性。在岩土工程勘察中，由于地质条件非常复杂，因此在进行数据信息采集时，必须要对相关的地质条件进行合理的分析和判断。因此，在岩土工程勘察中必须要对相关数据信息进行全面的分析和研究。只有这样才能够保证数据信息采集的有效性。其次，由于大数据时代背景下，网络技术得到了不断的发展和进步，因此在进行数据信息采集时可以利用网络技术来完成。由于网络技术具有开放性和共享性，因此在使用网络技术完成数据信息采集时可以避免发生重复和错误的情况。另外，由于大数据时代背景下存在着大量的数据信息和资料资源可以利用，因此在使用网络技术完成数据信息采集时可以降低人力资源成本和物力资源成本。比如在岩土工程勘察中如果想要对相关数据信息进行全面的收集和分析，就必须要选择一款具有较强兼容性、可靠性以及稳定性的电脑设备。在实际应用中需要将大数据技术和计算机技术进行有效地结合和运用。通过应用大数据技术可以实现对各种资源以及信息资源的充分利用。在岩土工程勘察中如果想要对相关数据信息进行收集和分析时可以通过网络技术来完成。在进行岩土工程勘察过程中所收集到的各种资料以及信息都是非常重要的资料来源。尤其是在岩土工程勘察过程中收集到的各种资料都必须要进行详细的分析和研究。

1.2 勘探工具比较落后

今年来我国工程施工标准逐步与国际接轨，作为工程基础的岩土勘察工作中也越来越多采用国际标准，对勘察中的数据精确度要求逐渐提高。可是大多数岩土勘察人员手中所使用的仍然是陈旧的勘探设备和传统的勘察技术，这就使得我们的岩土勘察数据精确度大打折扣，使我们的工程建设发展进程受到了技术设备的阻碍。并且现代新型岩土勘察设备早已摆脱了传统设备的“重厚长大”变得“轻薄短小”，在不同的地质状况与交通条件下都能方便的搬运与运输。同时拆装也方便，使用也更加智能，能迅速适应不同环境及时开展勘查工作，并得出精确的测量数据，这些都是陈旧的测量设备所不具有的，陈旧的勘查设备仪

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

器由于不方便拆装与运输，还很容易影响到测量工程的顺利开展。现如今我国很多先进勘察部门也都已经采用更为先进的数字技术来替代传统的手工操作技术，例如对特殊地质地形的勘测，传统设备根本不能到达，很多地方还要手工测量，这就使得测量数据的准确度与精确度不能达到施工要求。现在采用新型设备可以很容易实现勘测结果的精确标准，同时新设备可以直接把测量数据以数据形式存储在电脑中。这样一来工程设计部门就可以直接采用数据进行电脑设计与加工，这会大大减少勘察工作量和数据记录时间，提高了勘察效率[1]。

2 数据预处理

2.1 数据清洗

对于数据的预处理工作也是岩土工程勘察工作的重要内容之一，通过对岩土工程勘察数据进行合理的预处理工作，可以有效的提升岩土工程勘察工作的质量和效率，因此在大数据时代背景下，岩土工程勘察技术重点应该充分重视对数据预处理工作的重视程度。由于不同类型的数据之间存在一定的差异性，因此在使用大数据技术之前，必须要对数据进行合理的清洗工作，通过对数据进行有效清洗工作可以有效降低数据之间存在的噪音和异常值现象，这样才能够为岩土工程勘察工作提供更加精准和科学的数据依据。具体来说，在岩土工程勘察工作中，如果想要提升岩土工程勘察工作质量和效率，那么就必须要对数据进行合理的清洗。具体来说可以采取以下几个方面：第一，对于原始数据中存在的冗余、不合理和不准确现象进行处理和剔除。第二，对于一些缺失值、重复值进行合理处理和填补。第三，对一些不符合标准要求或者是存在异常情况的数据进行剔除。第四，对一些因人为因素导致出现偏差的数据进行修正。第五，对于存在于不同数据库中不同类型和格式之间的数据进行转换和转换。

2.2 特征提取

对于岩土工程勘察工作而言，其主要是为了更好地了解地下岩土体本身所具备的一些特点、性质以及相关特征等内容，同时也可以为后续的分析处理工作提供可靠依据。因此在大数据时代背景下，岩土工程勘察工作必须要对岩土工程勘察工作中所涉及到的各项特征内容进行合理地提取。将岩土工程勘察中涉及到的各类参数、指标以及各种不同类型等内容进行提取。特征选择是大数据时代背景下岩土工程勘察技术重点需要关注的一项内容。具体来说可以采取以下几个方面：第一，在进行特征选择时需要对相关参数或者是指标进行合理地筛选和抽取。第二，在进行特征选择时可以对相关属性以及特征等内容进行合理地筛选和抽取[2]。

3 数据挖掘

3.1 什么是数据挖掘，数据挖掘在岩土工程勘察有什么应用

数据挖掘是大数据时代背景下的一种新型的信息处理技术，在岩土工程勘察中应用数据挖掘技术，能够有效提升数据处理的速度和效率。在进行岩土工程勘察工作时，如果想要提升数据处理的速度和效率，就必须要对数据挖掘技术进行合理的应用，只有这样才能够提高数据处理的质量。目前数据挖掘技术已经广泛应用于岩土工程勘察工作中，例如：模糊数学、神经网络等都是常见的数据挖掘技术，通过对岩土工程勘察数据进行有效分析和处理，能够有效提升数据处理的质量。另外在大数据时代背景下，数据的数量越来越多，如果想要对数据进行充分利用就必须要对数据进行有效的处理和分析，并且要对数据进行合理分析。通过对岩土工程勘察数据进行分析和处理可以有效提升岩土工程勘察工作效率，因此在大数据时代背景下一定要对数据挖掘技术进行合理的应用。

3.2 目前常用的数据挖掘方法

第一决策树挖掘算法，决策树挖掘算法是一种非常简单且高效的数据挖掘方法，在岩土工程勘察中应用决策树挖掘算法时，可以有效提升岩土工程勘察工作效率和质量。例如：在进行岩土工程勘察时，如果想要对数据进行有效分析和处理就必须要对其进行合理的分类，然后将不同类型的数据放在不同的位置中。由于不同类型的数据都会有其特定的分类标准，因此在数据挖掘技术中可以通过建立决策树来将不同类型的数据分类。例如：在使用决策树挖掘算法时，可以通过建立决策树来将岩土工程勘察中不同类型、不同类别的数据分类。因此通过对决策树挖掘算法进行合理应用能够有效提升岩土工程勘察工作效率和质量。

第二神经网络挖掘算法，神经网络挖掘算法是一种非常复杂、高效的数据挖掘方法，在使用神经网络挖掘算法时需要对岩土工程勘察中所涉及到的数据进行合理分类和处理。例如：在使用神经网络挖掘算法时，可以将岩土工程勘察中涉及到的各个方面作为训练集，然后将训练集中所包含到的各个方面作为测试集。通过对训练集进行合理分类和处理之后就可以将测试集应用到训练集中，从而在一定程度上提升神经网络挖掘算法对于岩土工程勘察中各种不同类型、不同类别数据之间联系的掌握程度[3]。

4 岩土工程勘察的应用

4.1 岩土工程勘察在大数据背景下的发展

目前，我国的岩土工程勘察工作已经开始进入到大数据时代，在此背景下，人们对于岩土工程勘察的要求越来越高，也为岩土工程勘察工作提供了更多的机会。现阶段，我国岩土工程勘察工作主要是依靠计算机技术和软件技术来进行的，这就使得大数据技术得到了广泛的应用，同时也能够为岩土工程勘察工作提供更多的帮助。在大数据时代背景下，无论是在岩土工程勘察数据的获取方面还是在数据处理方面，都得到了很大程度上的优化。由于大数据技术具有非常强的信息处理能力，因此也能够为岩土工程勘察工作提供更多的帮助。首先，在大数据技术背景下，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

可以对岩土工程勘察数据进行实时分析和处理，这样能够对数据进行合理的筛选和分类。其次，大数据技术能够为岩土工程勘察工作提供更加科学和全面的信息，这样就能够有效提高工作人员的工作效率。最后，在大数据时代背景下，可以对数据进行综合处理和分析，从而能够为岩土工程勘察工作提供更加全面和准确的数据信息。

4.2 岩土工程勘察数据的实时获取

大数据时代的到来，使得人们能够利用信息技术来对数据进行采集和管理，这样就使得岩土工程勘察数据能够在一定程度上实现实时获取，这就能够为岩土工程勘察工作提供更多的帮助。大数据技术能够对数据进行实时采集，从而能够有效提高岩土工程勘察工作的效率和质量。首先，在大数据技术背景下，可以通过对相关数据进行合理的筛选和分类来提高岩土工程勘察数据的获取效率。在岩土工程勘察工作中，主要是通过相关的数据分析来获得相应的岩土信息，而这些信息往往是非常零散的，这就要求工作人员在进行信息采集时能够对海量的信息进行筛选和分类，这样才能够保证相关信息更加全面和准确。在大数据技术背景下，可以通过对海量信息的合理筛选和分类来获取相应的岩土信息。

4.3 提高数据分析的准确性

在大数据技术背景下，岩土工程勘察工作需要对数据进行综合分析和处理，而在数据分析和处理过程中，需要保证数据的准确性和可靠性。所以，为了确保大数据技术能够在岩土工程勘察工作中发挥出重要的作用，就需要对数据进行综合分析和处理，并在此基础上得出准确的结论。然而，由于岩土工程勘察工作具有很强的复杂性和特殊性，这就使得岩土工程勘察工作在进行数据分析和处理时难度比较大。为了有效提高大数据技术在岩土工程勘察工作中的应用效果，就需要在进行数据分析和处理时采用科学的方法。比如，在数据分析的过程中可以采用主成分分析法和因子分析法等方法。首先，主成分分析法是将原始的勘察数据按照一定的原则进行分类处理后得到新的数据；其次，因子分析法是将原始勘察数据中具有相似特征的部分提取出来形成新的变量集。最后，主成分分析法与因子分析法是相辅相成、相互补充的方法。为了使岩土工程勘察工作得到有效提升，就需要加强对大数据技术在岩土工程勘察工作中应用效果进行评估。比如，在进行数据综合分析时可以采用专家评判法对各个指标进行综合评估。

4.4 建立健全岩土工程勘察数据库

在大数据时代背景下，岩土工程勘察工作要想实现更好的发展，就必须要建立健全岩土工程勘察数据库。只有在岩土工程勘察数据库中，才能够有效获取到更加全面和准确的数据信息，这也是岩土工程勘察工作实现更好发展的重要基础。通过建立健全岩土工程勘察数据库，也能够为大数据技术的发展提供更多的帮助。在建立健全岩土工程勘察数据库之后，就能够为岩土工程勘察工作提供更多的数据信息，也能够为提高岩土工程勘察工作效率奠定基础。在实际的岩土工程勘察工作中，也可以通过建立健全岩土工程勘察数据库来对数据进行全面的分析和处理，从而能够为提升岩土工程勘察工作效率提供更多的帮助。

5 结语

随着我国经济的快速发展，对于建筑工程的要求也越来越高，尤其是在建筑行业发展的过程中，由于岩土工程勘察工作对于建筑工程的质量具有非常重要的影响，因此在进行岩土工程勘察工作的过程中必须要对大数据技术进行合理的应用，只有这样才能够为岩土工程勘察工作提供有效的帮助，进而提升岩土工程勘察工作的效率和质量。对于大数据技术的应用来说，应该根据工程建设所处的实际情况来进行合理选择，并且还要对相关信息进行合理的整合和利用。为了更好地应用大数据技术，我们必须要不断地提高岩土工程勘察人员的综合素质和能力水平，只有这样才能够更好地发挥出大数据技术在岩土工程勘察中所起到的重要作用。随着我国社会经济不断发展和进步，对于岩土工程勘察技术也提出了更高层次的要求，只有不断地提高岩土工程勘察技术水平才能够更好地适应社会发展需求。此外，还应该不断提高大数据技术在岩土工程勘察中的应用水平，这样才能够进一步提升岩土工程勘察工作的效率和质量，进而为我国建筑行业提供更加有效的帮助。

[参考文献]

[1]李文可.大数据时代的岩土工程勘察技术重点探究[J].大众标准化,2023(5):148-150.
[2]张帅.大数据背景下的矿山岩土工程勘察工作要点分析[J].世界有色金属,2022(19):202-204.
[3]文选跃.大数据时代岩土工程监测面临的机遇与挑战[J].大众标准化,2021(14):40-42.

作者简介：张伟（2017.1—），毕业于东华理工大学，资源勘查工程专业，研究方向：岩土工程。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工程地质勘察中地下水的问题及应对措施

韦 慈
广西三建工程勘察设计有限公司，广西 贵港 537100

[摘要]在实际开展岩土工程勘察工作时，如果没能综合考虑岩土工程勘察中基础设计要求、施工状况、地下水危害等因素，极易受到地下水问题的影响，导致建筑物基础发生下沉或是裂缝等问题，进而就会加大安全事故发生概率。为了进一步提高岩土工程勘察质量，在实际开展勘察工作时重视水文地质勘察工作，既要明确产生地下水问题的主要原因，也要提出具有针对性的防治措施，保证施工设计过程中充分应用水文地质材料，减少地下水对工程带来的危害，从而提高岩土工程勘察工作科学合理性。

[关键词]工程地质勘察；地下水问题；应对措施
DOI：10.33142/ec.v6i8.9104 中图分类号：P641 文献标识码：A

Groundwater Problems and Countermeasures in Engineering Geological Survey

WEI Ci
Guangxi No.3 Construction Engineering Survey and Design Co., Ltd., Guigang, Guangxi, 537100, China

Abstract: In the actual geotechnical investigation, if the foundation design requirements, construction conditions, groundwater hazards and other factors in the geotechnical investigation are not comprehensively considered, it is extremely vulnerable to groundwater problems, resulting in building foundation subsidence or cracks and other problems, which will increase the probability of safety accidents. In order to further improve the quality of geotechnical investigation, attention should be paid to hydrogeological investigation when carrying out the actual investigation work. Both the main causes of groundwater problems should be clarified, and targeted prevention and control measures should be proposed to ensure that hydrogeological materials are fully used in the construction design process, reduce the harm of groundwater to the project, and improve the scientific rationality of geotechnical investigation work.

Keywords: engineering geological survey; groundwater problems; countermeasures

1 岩土工程勘察的目的及必要性

1.1 岩土工程地质勘察目的

在施工工作开展阶段，地质勘察与工程的研究具有统一的目的性，同时这项工作也是建筑施工工作的初始阶段，也是最为关键的核心所在。既能够通过对建筑物周围环境的实际观察以及分析，最大程度的与实际情况进行相互联系，认识现场施工工作的设计理念所存在的问题，也能够对建筑场地的地质条件进行提前预测，了解后续施工工作开展过程中可能遇到的一系列问题。通过对现有工程项目开展研究，并提出科学预测，分析在未来施工阶段可能会出现的各种各样的瓶颈，以及影响施工质量提升的关键问题，从而有效地提出正确合理的方案解决对策，以及相关工作的有效预防措施。选择恰当的施工工作开展方法，能够对风险进行提前预知，并且有效的避免。与此同时，通过地质的勘查工作也能够对现场土壤的成分进行充分的了解，从而在施工阶段提出正确有效的土地质量改善措施，以便于保障后续项目施工工作的安全进行，这也是岩土工程中地质勘查工作实施的主要目的[1]。

1.2 岩土工程水文地质勘察必要性

岩土的工程水文地质与工程施工的情况具有紧密的联系，在具体施工工作的开展和设计过程中，如果对于水文地质重视不足，将会导致后续的施工工作产生较多的困难以及风险。岩土的组成决定了岩土设计的具体方式以及相关性质，对于工程地基的稳定性，建筑物周围环境的情况，以及施工的可持续性，均将会造成较为直接的影响。同时地下水是岩土工程中的重要部分，对于工程施工的顺利开展以及施工质量起着关键性作用，通过对于地下水可能对工程施工造成的影响进行评估，同时对于后续可能存在的问题，提出有效的预防措施，从而在实际施工工作开展阶段，能够利用岩土工程的相关技术进行消除，从而有效减少地下水对于整个工程实施可能造成的危害，因此岩土工程的水文地质勘察具有一定的必要性。

2 水文地质勘察过程中的地下水问题

2.1 潜水位不断升高

大部分进行地下水勘察工作的区域，其周围都会修建水库，极易引发湖水和江河水位升高等问题。一旦发生前水位升高的问题，难以保证水文地质勘察工作顺利开展，甚至还会产生诸多安全事故[2]。

比如：潜水位升高使地基出现软化现象，具体表现为粘性土的水含量逐步升高、岩土体的强度不断下降，进而

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

就会使建筑发生形变或是地基下沉。不仅如此，在潜水位上升之后，也会使地基移向两边，或是还会出现隆起的问题。受到这些因素的影响，极易引发建筑物基础上浮问题，甚至还会降低建筑稳定性；受到潜水位升高的影响，岩土的力学性能会不断下降，甚至还会出现斜坡、河岸临空面有坍塌和滑移等问题，进而就会对岩土的使用功效造成影响；使土壤发生盐渍化、沼泽化的问题，进而腐蚀建筑，不利于提高安全稳定性。

2.2 地下水水位下降

一旦出现地下水水位下降的问题，极易引发多种灾害，具体包括不断变化的地下水水位，对岩土密度产生影响，在地下水水位处于不断下降的状态时会压实岩土，进而出现土体承载性能增强、密度增大等现象，产生地面坍塌和地基下沉等问题；在地下水水位不断下降的状况下，也会发生湿干变化，这样就会使木桩产生腐烂问题；在钠盐层、石膏层等盐含量比较高的地层发生溶解现象之后，会使建筑物出现比较大的偏移；一旦膨胀土体发非均匀性的形变和膨胀问题，无形中就增加土体缩胀问题的发生概率，甚至还会使岩土的缩胀发生较大幅度的变化，这样不仅会引发地裂问题，也会损坏建筑物[3]。

2.3 影响工程建筑安全稳定性

受到地下水水位下降这项问题的影响，还会引发地下恶化水质、水源枯竭等比较严重的问题，进而就会对建筑安全稳定性、人们赖以生存的生态环境稳定性造成影响。基于此，在实际开展地下水勘察工作时，一定要对地下水位进行研究，并要保证充分利用具有先进性的各项技术，在提高地下水勘察工作科学合理性同时，提高工程施工质量和安全，为后续进一步提高岩土工程勘察工作有效性创造条件。

2.4 地下水水循环系统破坏

多年以来，各地的工程构筑物如雨后春笋般拔地而起，伴随着人们对地底的探索与建设，已经有部分地下水的水循环系统遭到破坏，无法恢复。水文地质勘查中，也应重点探明工程所在地的地下水循环系统有无发生重大变化，因为不稳定的水循环系统会使得勘察工作以及后续的施工工作产生不可预估的不稳定性，增加工程建设风险。因此，为避免勘察及施工成果遭受破坏，水文勘察报告应出具地下水循环系统的全面评估结果[4]。

3 工程地质勘察中地下水问题应对措施

3.1 完善地质勘察制度工作流程

首先需要清楚地意识到，工作实施的具体制度，以及工作的流程完善，是其中非常具有必要性的一项内容。只有这样才能够确保工程施工阶段，每一个人都能够按照要求完成相关的工作，也能够提高自身工作开展的质量，有意识地了解到水文对于施工后期所造成的影响。其中每一部分工作所涉及到的任务目标，还有评价等方面的内容，都需要具有一个相对比较统一的流程。也就是说需要在一个特定统一性的环境下，提高整体工作开展的效果和质量，能够在根本上提高勘查工作的实际效果以及整体水平。同时需要高度重视后续的评价工作，主要由于在评价工作得到结果之后，才能够确保优化工作的开展方式。

3.2 明确水文地质勘察方向

首先，施工单位应对施工现场地下水水位的历史情况加强了解，并将当前勘察数据与历史数据进行详细对比，从而有助于施工单位尽快掌握地下水变化的规律，以便及时对施工方案进行合理调整；其次，施工单位应掌握施工现场地下水水位的深度数据，同时，水文不同深度的水流情况做好勘察工作；再次，勘察人员应重视地下水的渗透情况，加强对水渗透的控制；最后，在地质勘察过程中，除了应对工程现场所在区域内的水质进行检测外，还应该对地下水以及地表水进行勘察，以判断施工现场的水质污染情况，减少工人在施工过程中对水资源造成的污染。

3.3 严格执行地质勘察工作流程

目前，在我国工程地质勘探工作不断进步的背景下，已经建立了有关工程地质勘察工作的规章制度，不仅能够对地质勘察工作形成约束，而且规范了一套成熟的工作体系，涵盖了地质勘察工作的各个环节。但事实上，一些地质勘察工作人员并没有切实掌握这套规章制度，从而在实际勘察过程中，往往会存在违规操作行为。这就需要相关单位在开展地质勘察工作时，应提起对勘察工作人员进行教育培训，使其能够掌握勘察工作的规范流程，并在勘察过程中能够严格遵守规章制度。此外，还有一些地质勘察工作人员虽然已经掌握了规章制度，但在实际作业过程中，习惯按照自身的工作经验来展开勘察活动。而实际上不同的工程项目以及不同的施工现场所面临的具体事物都会有所不同，这种经验主义容易造成作业中的疏漏，且难以保证施工效率与施工质量，可能还会造成施工进度的拖延。

3.4 加强对地下水勘察的重视

地下水是水文地质勘察中的重要环节，需要勘察人员能够充分加强对地下水勘察的重视。在工程地质勘察工作过程中，由于每一个项目所处的施工环境都有所不同，都有其各自的地质特点，因此，地下水的水文情况也各不相同。地下水的类型包含很多种，在对地下水进行勘察时，针对不同类型的地下水应采用不同的勘察标准，在对地下水进行勘察前，勘察人员应结合工程施工现场的具体情况，选择相应的勘察方法、制定相应的勘察目标，从而有助于为以后的工程施工奠定可靠基础。工程施工单位也应加强对地下水勘察的重视，并需要根据勘察工作人员所出具的勘察报告来制定施工方案，有助于工程建设的顺利推进。此外，施工单位还应结合详细的地下水勘察报告制定针对地下水的紧急应急预案，以避免由地下水发展异常而带来施工安全风险。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3.5 水文地质勘察的质量监督

建设单位作为勘察工作质量监管的核心，要严格执行国家的相关收费标准，不得迫使勘察单位低价承揽，不得明示或者暗示中标单位违反行业道德与国家标准；勘察单位作为勘察工作质量自检的源头，要加强技术人员职业道德培训，在企业内部建立健全质量管理体系，设置项目主管等岗位，在勘察工作中综合研判，制定适宜于自有团队的工作计划，组织专业技术人员对建设工程所在地的实际条件进行勘察，在工作中不断优化和完善工作计划，严格把控取样质量和试验结果，不做事后修改、追补等工作，保留原始记录的完整性，对勘查结果负直接责任；在对施工图进行审查时，依据工程建设的强制性标准对勘察文件进行审核，不合格的勘察文件要提供书面缘由并退还，勘察文件中有涉及到违反法律、法规等重大问题，上报建设主管部门；工程设计、施工、监理等各单位亦是如此，层层监管，各流程把守，确保水文地质勘察工作的权威性。

3.6 准确进行水文地质评估

勘察工作人员在具体的工作中，需要科学合理进行工程水文地质状况和岩体结构的评估分析，提前预测可能会出现的水文地质风险问题，准确进行各类预测数据信息的收集，使相关部门能够科学有效进行水文地质危害预防。首先，应深人勘察工程地下水位的现状和变化规律，准确了解地下水位发生变化所带来的危害，预测风险问题。其次，全面勘察工程的地质特点和环境特点，根据实际的情况开展评价工作，如果工程中有强风化岩石和软弱岩石，就必须要按照实际情况进行地下水和岩石结构的勘察，准确评估地下活动层的转化状况，保证勘察结果的全面性，为水文地质危害的预防夯实基础[5]。

3.7 完善水文地质危害的预防体系

3.7.1 合理进行地下水的引排

首先，在进行地下水引排前，按照地质勘察的结果和数据信息，制定完善的引排工作方案和计划，提前进行工作方案的试验分析，对比分析不同方案的地下水引排工作效果，从而选择最佳的方案内容，确保能够快速降低地下水位。其次，在地下水引排的过程中，由于采用抽取的措施，可能会导致含水层土体出现排水压缩固结的现象，岩体结构沉降位移，使地面下沉和位移，对岩土工程项目施工安全造成危害，因此，需要准确分析和勘察地下水位的高度，了解降水的幅度和密度，合理进行地下水的引出和排放，同时，在完成降水工作后，开展水文保护和水资源保护工作，合理进行工程的恢复、环境的恢复，避免因为地下水的排放工作不合理，导致岩土工程项目施工安全和稳定性受到不利影响。最后，地下水引排施工的过程中，应确保所采用的地质勘察工作技术和方式非常合理，能够提升地质勘察结果的准确性和科学性，使相关部门能够切实根据勘察结果，科学合理选择地下水的引排方式方法，快速进行地下水位的控制。

3.7.2 地下水的阻隔措施

岩土工程勘察的过程中，需准确分析地下水的分布位置和渗透性特点，利用科学的方式进行封堵，避免地下水向其他的方向流动。此类方式的应用能够预防地下水对岩土工程造成的危害，保证建筑物的正常使用，但是需要注意的是，阻隔方式的应用会使基础侧壁水压快速提高，所以，在施工过程中需要合理建设支护系统。

首先，根据地下水勘察分析的结果，全面了解地下水的渗透性特点和流动方向情况，按照具体的流动方向明确阻隔的位置和阻隔物的规格，设置阻隔结构。其次，为避免对地下水进行阻隔以后因为水压过高出现安全问题，应按照实际情况进行支护结构的施工，通过完善的支护体系和结构，确保地下水阻隔的安全性。

4 结论

在建筑施工工作实施的过程中，水文地质的实际情况调查，以及其中的危害性分析，是岩土的工程在勘察阶段所呈现出的核心和关键组成部分。只有做好有效的调查工作，才能够避免水文地质的危害，同时能够在深度分析和大范围探讨的过程之中，提高整个勘查工作的精准程度。因此，还需要充分掌握地质相关的理论知识，提高勘查的水平和能力，以确保这项工作的合理性。以期能够在最大程度上对地质灾害进行合理的预防，在提高岩土的工程勘察效果的同时，为我国建筑行业的发展做出巨大的贡献。

[参考文献]

[1]陈亮.地下水在工程地质勘察中的重要性分析[J].绿色环保建材,2021(5):153-154.
[2]方健.工程地质勘察中水文地质问题的探讨[J].内蒙古煤炭经济,2020(22):199-200.
[3]舒均信.岩土工程勘察中地下水问题[J].西部资源,2019(3):100-103.
[4]李培.工程地质勘察中地下水的问题及应对措施[J].华北国土资源,2018(4):36-37.
[5]李鹏,刘梦.水文地质勘探中地下水的问题与对策研究[J].建材与装饰,2018(24):219.

作者简介：韦慈（1987.6—），男，学历：本科，研究方向：土木工程专业岩土方向，中级工程师；目前担任勘察技术负责人。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

装配式混凝土建筑结构施工技术要点分析

刘翔飞
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]当前建筑工程施工技术不断创新与完善是当前建筑业发展进程中所面临的一个重要问题。尤其是随着时代的发展变化，建筑工程的施工更加复杂和新型，传统的施工模式已无法满足建筑施工的实际需要，因此，采用装配式建筑施工技术是必然趋势。例如，在建筑工程实际施工时，对冷热桥的处理就需要施工企业采用装配式建筑施工技术，有效地处理保温和节点等问题，避免在施工过程中出现一系列问题，这对提高建筑工程的整体质量起到积极的作用，有利于促进我国建筑业的发展和进步。

[关键词]装配式混凝土；建筑结构施工；技术要点
DOI：10.33142/ec.v6i8.9135　　中图分类号：TU7　　文献标识码：A

Analysis of Key Construction Techniques for Prefabricated Concrete Building Structures

LIU Xiangfei
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: The continuous innovation and improvement of construction technology in current construction projects is an important issue facing the development process of the construction industry. Especially with the development and change of the times, the construction of building engineering is more complex and new, and the traditional construction mode can no longer meet the actual needs of building construction. Therefore, the use of prefabricated building construction technology is an inevitable trend. For example, in the actual construction of construction projects, the treatment of cold and hot bridges requires the construction enterprises to adopt the prefabricated building construction technology to effectively deal with problems such as insulation and nodes, so as to avoid a series of problems in the construction process, which plays a positive role in improving the overall quality of construction projects and is conducive to promoting the development and progress of Chinese construction industry.

Keywords: prefabricated concrete; construction of building structures; technical points

1 装配式建筑的概念与特点

装配式建筑以预制结构为基础，主要采取拼装、连接、加固、补缝等技术手段施工。预制结构是在施工前按要求生产的建筑结构，即预制结构生产过程中，每生产一个结构就按照要求对其进行检查，若发现质量问题则及时处理，或重新生产，直到质量达标为止，因此，结构本身的质量能得到有效控制。

装配式建筑节能环保、成本低廉，符合国内当下提倡的绿色建筑要求。其特点如下：其一，可直接通过结构拼装的方式完成施工，与传统建筑不断添砖加瓦的施工方式有很大差别；其二，工艺独特，传统建筑中的许多质量问题不存在，但也会带来新的质量问题，必须针对性处理；其三，施工效率高，许多施工环节都能同步开展，且各环节施工方式很便捷，只需要按要求将各预制结构拼装在一起，就能完成建筑的基本框架，若按照传统建筑的基本框架施工方法，整个施工过程的总耗时会大幅延长；其四，预制结构生产过程中可同步装修，如抹灰、室内吊装等室内装修可以在预制结构生产过程中同步进行，甚至提前安装吊灯等设施[1]。

虽然装配式建筑的施工工艺与传统建筑有很大的差别，但两者工艺也有一些共同点，如均需要开展地基施工，对结构防腐、防水、耐高温等性能都有很高的工艺要求，施工人员对此要引起重视。

2 装配式建筑施工技术的优势

2.1 有利于提高建筑工程施工质量

在实际的装配式建筑施工中，相关建筑配件主要是在加工厂内预制的，可以根据建筑工程的实际需要，科学合理地调整预制的建筑配件，使其质量和规格符合实际建筑工程的施工要求，确保预制建筑配件的形状和模式等都能满足建筑工程的有关要求，从而保证建筑工程的整体施工质量。装配式建筑构件在预制工厂生产，生产过程中可对温度、湿度等条件进行控制，构件的质量更容易得到保障，有效解决传统施工中出现的墙体开裂、渗漏等问题。同时，在建筑部件预制时，可根据实际情况使用特殊建筑材料，满足建筑工程防火、耐久等要求。由于装配式建筑施工技术可以进行建筑配件的预制工作，因此，可根据施工企业的实际需求进行施工，对特殊材料的外形进行设计，大大提高建筑工程的整体质量，完美地展现建筑外观设计。采用装配式建筑施工技术，既能满足建筑物的外观设计要求，又能保证建筑工程的使用年限，使我国的建筑业健康稳定

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

发展[2]。

2.2 有效缩短施工工期，降低施工成本

采用装配式建筑施工技术，可大大提高生产效率，有效缩短实际的建筑施工工期。在施工过程中，将复杂的施工作业在相关的加工工厂中进行智能化生产，这就大大缓解了建筑施工中的复杂性，施工人员只需按照施工要求，对预制的部件进行装配，省掉了相应的施工流程，不仅降低了施工人员的工作难度，减少了工作量，更有效地缩短了施工工期。随着我国建筑业的快速发展，各类建筑工程项目问世的时间都受到建筑施工工期的影响，甚至出现供不应求的情况，严重影响了建筑业的发展。采用装配式建筑施工技术，可以大幅度地加快施工进度，从而有效控制建筑成本。

2.3 促进建筑业技术创新和发展

装配式建筑施工模式在实际的建设中，需要在加工工厂中进行生产，与人工（传统）施工相比，智能化的生产方式具有明显优势，不仅提高工作效率，而且其不受环境气候等因素的干扰，可有效地控制施工工期。同时，开展有序的交叉作业，对劳动生产效率也有很大提高。通过实际的施工对比，采用装配式建筑施工技术，比传统施工可缩短 1/4 的施工时间，还可以减少施工人员数量，在提高施工效率的同时，控制施工成本。

2.4 模数化设计，延长建筑寿命

对装配式建筑进行建筑设计时，首先对户型进行优选，在选定户型的基础上进行模数化设计和生产。由于采用灵活的结构形式，住宅内部空间可进一步改造，延长了住宅施工寿命。

2.5 节能环保，减少污染

装配式建筑循环经济特征显著，由于采用的钢模板可循环使用，节省了大量脚手架和模板作业，节约了木材资源。此外由于构件在工厂生产，现场湿作业少，大大减少了噪音和烟尘，对环境影响较小。

3 影响装配式建筑施工质量的因素

3.1 材料因素

材料是影响装配式建筑质量的重要因素，物料是否满足装配式建筑的施工需求，直接决定产品的质量。生产过程中对材料质量的把关和控制十分关键，比如混凝土混合比例不当会直接影响施工效果和装配式建筑质量。比如施工人员在拌和物料的过程中未严格执行操作规范和技术规程，物料添加过多或过少，都可能导致混凝土质量不达标，直接影响工程质量。材料密实度不达标或叠合板浇筑厚度不足，则会导致建筑物承载力不足或通透性差，同样会影响装配式建筑的工程质量。

在预制构件生产过程中，注浆套管封闭性检查十分关键，严格执行操作规范，重点把握技术要点，避免密封性不足诱发漏风问题，需提高套管耐久性和使用寿命，确保项目施工质量[3]。

3.2 设备因素

设备质量及应用水平会影响装配式建筑施工质量，现阶段我国装配式建筑属于探索阶段，设备应用存在不成熟性，相关问题会在一定程度上影响了施工质量。在预制结构配件制作的过程中，如果缺乏前期质量检测，材料质量未达标会直接影响预制配件质量，尤其是混凝土制作过程中必须严格控制混合比例并充分搅拌，避免钢筋保护层厚度不够等病害现象的产生。

3.3 工艺因素

施工工艺是装配式建筑施工环节需重点控制的因素，工艺参数、技术指标控制至关重要。在混凝土施工环节，需控制工艺要点。首先进行模板尺寸检查，确定参数符合项目需求，同时要加强螺栓松紧度的核查避免故障。在混凝土浇筑过程中，需要借助精密仪器进行检测，确保参数达标[4]。如果缺少精密仪器测量，可能导致工艺水平不达标，影响坐浆厚度与性能，产生裂缝和位移等现象，影响项目工艺质量。

4 装配式建筑施工技术研究

4.1 预制装配式建筑构件运转

在预制装配式建筑施工中，构件运转主要是通过预制装配式建筑的构件进行运转的方式来实现的。在这一过程中，需要注意的问题有很多，比如，在运输的时候要保证构件的质量以及尺寸，同时还要对其承载力和刚度等方面的性能加以重视，这样才能够有效地提高建筑工程的整体性。另外，要对构件的重量和刚度予以严格控制和检查，确保其符合实际要求，还可以利用吊装的方法来完成装配式建筑的吊装，以此来降低施工的难度。对构件的受力情况也要做好充分的考虑与分析，以避免裂缝的现象发生。最后还应对构件的强度、刚度等相关指标给予高度的关注与评估，以防止因为混凝土的收缩而导致的安全事故。总之，为了使预制制造的施工技术得到更好的发展空间，就必须要加强对于施工的监管力度，从而使其更加的完善化。

4.2 预制装配式建筑构件现场存放

在预制装配式建筑施工过程中，现场放置的构件主要有钢筋混凝土构件、砖石结构以及砖瓦结构等，在进行现场存放的构件时，需要按照相关的规定来对其摆放的位置和大小加以控制，同时还要对其质量和尺寸的要求严格把关。首先，要保证模板的垂直度；其次，是要确保板件的水平度；最后，是要做好梁板的拼缝工作。对于梁板的拼接，一般情况下都是采用焊接的方式来完成，而在实际的操作中，为了能够有效地提高拼接的成功率，可以采取先将梁底的部分作为节点，然后再将梁底的一部分当作重点，这样做的目的在于使整个的施工流程更加顺利有序。此外还应该注意的是，如果出现了突发状况，就会导致整体的施工进度受到影响，这时就必须及时的处理好问题，避免

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

造成不必要的损失和浪费，另外还应当注重的是，在现场存放一定的时间内，还应尽可能地缩短预制装配式建筑工程的周期长度。

4.3 预制构件现场装配施工

4.3.1 吊装预制构件

施工单位要健全相应的吊装制度，才能确保工程的顺利进行，所以要结合工程的实际，完善工程的管理体系，科学的组织实施，确保员工的工作安全。具体的操作方法为：为了提高起重的效率，必须对各部件进行编号。当工作中出现问题时，管理者必须分析问题，制定相应的解决办法，提高作业的效率。

首先，依据有关规范的要求，结合构件的自重条件，确定塔架为 H3/36B 型的固定式，其悬臂长 40m，可悬挂 6t 以上的物件，合理布局塔基有利于构件的安全吊装。其次，由于预制件的体积较大，必须使用附属设备，在安装前，工人要先确定接头位置，并进行技术交底，通过螺栓预埋的方法以增加设备的稳定性。最后，作业人员必须进行横向旋转，将预制件进行有效的连接，并适当调节其高度，以确保施工质量。

4.3.2 预制构件安装

（1）叠合板的安装施工流程如下：基础清理→测量、放线→支承系统→调整高度→吊装叠合楼板→校验标高→板缝处理→机电管线敷设→钢筋绑扎→浇筑混凝土→模板支撑拆除。根据叠合板的平面布局，在地板上测量独立支承的位置，并在室内四个角落确定垂直操作线。标高放线，抄平放线，以每 1.000m 标高控制线在叠合板四周的剪力墙上进行标记，以方便复查和调整叠合板安装后的标高。独立钢支撑、方钢分别按平面布局，独立钢支撑间距为 1500mm×1500mm，支架调整至对应高度，并将主龙骨置于 60mm×60mm×4mm 的方钢结构上。独立钢制支架的第一个安装位置应从墙壁 500mm 处起。

（2）在预制梁、预制墙施工中，预制件的制造效率与施工进度关系密切。对于梁底支撑，采用 100mm×100mm 的木方与可调顶托、立杆支撑相结合，利用支撑系统中的顶丝调节预制梁标高；预制梁起吊时，用吊索勾住扁担梁的吊环，吊索应有足够的长度，使其与吊杆的夹角大于 60°；将预制件紧固于套管内，置于钢筋笼中，将预制块模板固定于两端。混凝土浇筑完毕后，应确保表面平整光滑。

（3）装配式飘窗。飘窗吊装时，要将固定在飘窗上的螺帽与吊耳、螺栓进行连接。连接后，按照定位线，将飘窗距离与作业 300mm 位置处，缓慢移动飘窗，以确保其精确到位；当飘窗螺栓调整至穿墙孔位置时，将定制 U 型飘窗的水平咬合件安装在飘窗上，用溜绳牵引飘窗，从而将螺栓插入至墙板连接孔中[5]。

4.4 混凝土浇筑技术

混凝土浇筑技术是保证建筑主体结构稳定性的重要途径，因为建筑施工的环境具备一定的差异，所以其采用的混凝土的质量以及原料配比也各有不同，需要根据施工现场的实际情况对混凝土进行调整。在调制混凝土之前，要进行充分的试验，在确保混凝土材料达到相应的安全生产标准的基础上，再将其应用于施工建设中。在对混凝土进行浇筑过程中，要保证混凝土浇筑均匀，提升混凝土墙体的硬度以及稳定性，尤其是在浇筑时要避免与其他建筑构件发生碰撞，致使其他建筑构件发生变形，从影响建筑施工的质量。因为只有保证各项施工工序的安全性以及质量的基础上，才能有效提升装配式建筑工程的稳定性以及安全性。

4.5 接缝灌浆技术

在装配式建筑施工技术中应用最为广泛的是接缝灌浆工艺，因此也使得接缝灌浆工艺成为了装配式建筑工艺技术中不可或缺的技术。换言之，接缝灌浆工艺技术的水平直接影响着建筑的整体建设质量以及使用性能。因此，要格外注重接缝灌浆工艺的操作流程。首先，在进行灌浆前，要明确灌浆的部分，并对需要进行灌浆的部分进行清洁，封堵其接缝处，以免出现砂浆泄露的情况。其次，对灌浆原料进行配比，尽量选用优质的料粉，以便保证在配浆的过程中料浆可以混合均匀，尽可能选用压力灌浆的方式，提升灌浆操作的速度。最后，检查灌浆工程的饱和度，及时对溢出的料浆进行清理，从而为后续的施工预留出充分的时间，保证料浆的稳固性，使得预制部件处于平稳的状态。

4.6 转换层钢筋定位控制

为了保证装配式工程的整体建设质量，要将现浇结构的装配式位置与现浇结构的转换位置进行置换，以便保证整体结构的稳定性，在进行内力传输的过程中能够不受影响，从而确保装配式作业的顺利开展。在装配式建筑施工期间，其预制墙板的安装速度极为可能对转换层的预留空间造成影响，从而失去对连接筋的管控。因此，在建设施工过程中，要借助定位放线方法对其进行定位，保证竖向钢筋的准度符合建设标准，严格按照图纸的要求，对项目转换层的墙体厚度进行控制，以便保证项目的安全性以及稳定性。在进行锚入上层的操作时要控制装配式墙体浇灌钢筋的比对，以免二者的间距存在一定的差距。同时，要经过严格的计算以及勘察，以便最终确定其偏离的位置，保证其不大于 100mm，精准定位竖向钢筋的位置。如果一旦超出 100mm，要对转换层钢筋的预留位置进行精准控制，避免对工程建设出现“二次浇筑”的情况，对施工期间的混凝土分层浇筑产生影响，致使其定位钢板的位置出现偏差。

5 结论

装配式建筑是现代建筑行业发展的主要趋势和方向。虽然我国装配式建筑发展的时间还很短，但因其具有工期

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

短、质量高、成本少等优点，受到了施工企业的青睐。同时，国家和政府也在积极地给予支持，这些都将有效地促进我国装配式建筑施工技术的不断完善和优化。

[参考文献]

[1]谢少平.建筑工程中建筑施工技术的实际应用[J].江西建材,2017(24):5.
[2]雷俊华.探究绿色建筑施工技术在建筑工程中的应用[J].绿色环保建材,2019(10):67-68.
[3]罗小毛.浅析建筑工程方面的研究[J].居业,2017(12):88-89.
[4]崔乐平.关于建筑施工技术相关问题的研究[J].科技创新与应用,2016(24):34-35.
[5]姚国军.建筑施工技术现状及发展方向[J].黑龙江科学,2014(8):67-68.

作者简介：刘翔飞（1995.8—），男,毕业院校：北京航空航天大学,所学专业：土木工程，当前就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司，职务：项目经理，工作年限：9年，职称级别：建筑初级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

公路路桥施工中混凝土施工技术分析

李晓旭
新疆北新顺通路桥有限公司，新疆 石河子 832000

[摘要]随着社会的快速发展，地区之间经济与文化的交流越来越频繁，而公路则是主要的交流途径。现阶段我国公路总里程达528万公里，包含高速公路、国道、省道和乡村公路等。公路桥梁建设规模的增加，对混凝土施工技术提出了更高的要求。在公路工程路桥施工中，混凝土施工技术起到至关重要的作用，其技术的合理性将直接影响整个工程质量。因此，加强对混凝土施工技术管理，是保证公路工程路桥施工质量的核心关键，实际中相关单位要注重混凝土施工技术的创新与改进，积极应用先进技术，才能提高工程质量可靠性。

[关键词]公路桥梁；混凝土施工；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9149 中图分类号：TU528.572 文献标识码：A

Analysis of Concrete Construction Technology in Highway and Bridge Construction

LI Xiaoxu
Xinjiang Beixin Shuntong Road and Bridge Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 832000, China

Abstract: With the rapid development of society, economic and cultural exchanges between regions are becoming increasingly frequent, and highways are the main means of communication. At present, the total mileage of highways in China is 5.28 million kilometers, including highways, national roads, provincial roads, and rural roads. The increase in the scale of highway bridge construction has put forward higher requirements for concrete construction technology. In road and bridge construction of highway engineering, concrete construction technology plays a crucial role, and the rationality of its technology will directly affect the quality of the entire project. Therefore, strengthening the management of concrete construction technology is the core key to ensuring the quality of road and bridge construction in highway engineering. In practice, relevant units should pay attention to the innovation and improvement of concrete construction technology, actively apply advanced technology, in order to improve the reliability of engineering quality.

Keywords: highway bridges; concrete construction; application

引言

公路是交通结构体系里不可或缺的部分，公路工程建设质量，将直接影响到一个地区的经济发展，也对民众出行安全构成一定的威胁。对此，在社会经济快速发展的背景下，提高公路工程施工质量是相关单位主要任务。路桥施工是公路工程有机组成部分，该施工环节所设计的专业知识及技术多而广泛，具有相当的复杂特点，尤其是混凝土施工技术。混凝土在路桥施工中占据绝大部分，因此施工技术的合理性与可靠影响路桥结构稳定。实际中相关施工单位就要做好公路工程路桥施工的监督，严格落实好混凝土施工技术管理作业，只有做好充分的准备工作，遵循工艺流程，才能确保作业安全，保证工程质量。

1 公路工程路桥施工中常见技术问题

1.1 施工材料方面问题

材料是公路工程路桥施工技术管理难点之一，如果在选择材料时没有把握好材料的各指标要求，就会直接影响到混凝土的强度和耐久性方面的问题。而且因为建筑的特性会随着实际情况的变化而变化，如果选择的材料不符合指标会影响建筑整体，所以为了满足混凝土在不同的环境条件性能需求下，为防止出现水量和其中的酸碱程度，就需要在混凝土当中添加不同性能的外加剂，防止加剧混凝土内部的物质成分腐蚀速度。因为大量使用外加剂会造成与水泥等材料出现反噬的作用，对混凝土质量有重要的影响及加速混凝土老化，所以在混凝土搅拌的过程当中应适当的加入外加剂，才能够发挥作用提高施工的效率[1]。而混凝土有个特点就是会热胀冷缩，因为混凝土的主要性能就是抗压能力比较强，在工程建设当中发挥巨大的作用，但受到交通方面车流量过多，一些重型卡车会对桥梁路面造成巨大的压力，就会导致公路桥梁出现受力不均匀的现象出现，因此需要在路桥施工建设时要充分考虑到路桥抗压能力的问题，为防止公路桥梁出现严重的偏差以及降低混凝土的弹性能力，要科学合理的加入一些合料来提升混凝土的抗压强度，减少对于公路桥梁各方面的荷载压力出现裂纹问题。

另外，由于在对公路桥梁建设时设计的宽度和柱子高度方面对材料的需求就比较多，如果在购买材料的时候没有进行相关的质量检测，就会导致工程的质量较差。所以相关的负责监督工作人员要严格个管控好材料采购的问

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

题，来提高工程质量。其次在实际的施工时必然会产生一些混凝土的废弃材料，而且受到技术和设备的影响对这些废料不能够进行妥善处理，所以要仔细研究科学合理的方法减少对施工成本的浪费，防止降低工程整体的经济效益，对于周边的环境资源保护也有良好的作用。

1.2 工程进度问题

在公路工程路桥施工过程当中，人员对于桥梁工程施工进度可以进行制约，而施工方案是否合理与整体工程效率是由施工人员的管理方面能力与技术水平直接决定的。因工程建设过程中各个工程工序之间的衔接时比较紧密的，往往一个作业面的施工进度就直接影响了整个工程施工工期，上一道工序还没有验收合格就不能开展后面工程。同时还受到了施工材料和施工工艺以及施工设备方面的影响，而在总工期不变的情况下，能够限制公路工程路桥施工进度的因素主要有人员，设备和材料环境方面。

先进的施工设备不仅能提高施工效率，还能减少人为的操作失误，可以缩短相关工序的施工周期，而优质的施工材料能够在很大的程度上降低施工操作难度，有效加快施工进度的同时还能减少施工质量问题上对施工进度的影响[2]。因为公路工程路桥施工作业分布广和施工点多等问题，且外部的环境因素对公路桥梁使用进度影响也是比较大的，尤其是在地形比较复杂的山区公路工程，具有不可控的特点。所以在施工时前期的策划方案要对周围的环境进行仔细研究，在施工开展阶段要判定环境影响关键点进行重点处理，结合实际地质与水文的情况和综合考量各种因素影响来制定合理的施工方案。

1.3 施工工艺问题

施工工艺问题作为公路工程路桥混凝土施工技术的难点之一，混凝土的搅拌配置要有明确的具体工序，投料顺序使用不当就会造成混凝土在遇水之后凝结成块状，如果使用粉状掺和料就需要延长搅拌的时间来确保混凝土混合物被搅拌均匀。但如果搅拌的持续时间太短就可能会直接导致钢筋混凝土中的弹性和压力强度，很难完全达到我们预期的标准质量要求，严重的情况会影响到最终的工程质量。如果砂浆搅拌的持续时间拖得过长，就可能会严重影响涉及到整个建筑工程的正常施工管理效率，也就是导致混凝土容易分崩离析。而且在运输的过程当中，时间距离与颠簸程度、日晒程度等方面的因素都会无形之中造成混凝土离析和坍落度损失。在进行混凝土振捣工序时要注意层层相扣，严格控制好时间，避免碰到钢筋模板影响了混凝土结构的施工质量，在后期使用的时候也会出现安全隐患。而在整个行业里面最受关注的就是安全的问题，因为整个施工现场环境相对来说比较恶劣，因此在选择混凝土施工材料时就会出现各种各样的问题。而管理出现问题表现在最多的方面是由于制度不完善，所以在进行施工时也没有进行认真的检查，就会在很大的程度上面导致施工水平技术越来越差。而且，由于路桥施工时的技术要求比较高，因此要严格要求工作人员保持高水准的专业技能，防止出现人员设备不科学导致安全隐患的问题。

2 公路工程路桥施工中混凝土施工技术要点

2.1 材料质量控制

正确的材料选取是保证道路和桥梁工程的安全和可靠性的关键。因此，施工单位应该仔细挑选适当的建筑材料，如水泥、沙子和钢筋，以确保道路和桥梁的高强度和可靠性。为确保项目顺利完成，我们必须先确定项目中使用的各种材料的种类、尺寸、数量以及其他必要的特征。然后，仔细查看当地的供应链，并结合供应商的声望、品牌形象以及价格优势，来确定最佳的选择。一旦选择了合适的原材料，就必须仔细审查品质，以便确保能够满足项目的整体要求，避免任何可能存在的质量缺陷[3]。

2.2 混凝土配合比的控制

通过精心挑选和调配混凝土材料，可以有效提升混凝土的强度和稳定性，从而确保道路和桥梁建设的质量。根据设计技术指标要求确定路桥建筑混凝土配置强度。为了保证混凝土的质量，施工人员必须仔细研究各种参数，并且精心计算每种参数的最佳搭配，从而使得所有的原材料能够满足项目的特殊要求。此外，还必须仔细检查各种参数，包括砂砾的含水率、碎石的粒径等，这些参数的变化可能会直接或间接地影响到最终的混凝土的性能，只有当这些参数被完全掌握，才能够满足项目的最终目的，并且符合项目的规范和标准。为了保证工程混凝土结构可靠性和安全，必须严格按照规范的标准来使用新的混凝土，同时还必须经过严格的质量检验和强度测试，检查是否符合规范的要求，以防止因为使用过程中的失误导致的开裂或其他质量问题。

2.3 混凝土拌和的质量控制

搅拌技术的使用至关重要，它可以有效地促进混凝土的完美溶解，进而提高其强度，保证道路、大桥等地基的坚固性。如果混凝土的各项性能参数未经过检测，将可能导致路桥施工的质量下降，甚至危及其安全性。当使用混凝土来完成道路和大桥的建设时，它的稳定性和质量都会受到影响。因此，怎样确保可靠性和安全，就需要考虑怎样实施搅拌[4]。为了确保搅拌的准确性，建筑单位需要不断改进和完善操作流程，并且给予专业的培训，帮助操作者掌握怎样正确地使用原材料。通过引入先进的搅拌设备，如高效的自动化控制系统，可有效地提高材料的溶解度和浓度，使得混凝土的质量更加稳定，同时也为施工人员提供了一个完善的监督体系，使得他们更加熟练地掌握和执行各项技术指标。

2.4 混凝土浇筑

建造一座坚固的道路和桥梁，必须依靠正确的技术和经验来保证它的完美和安全。因此，建造者必须根据道路

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

和桥梁的特点，采用适当的技术和材料，并严格遵守建造规范，以确保建造质量。科学合理的浇筑技术至关重要，它不仅能够有效地提高工程质量，而且还能够有效地实现项目的可控性。因此，各个施工单位必须遵循分层、分段的施工准则，以便更加有效地完成路桥各基础设施的浇筑任务。为了提高质量，施工单位必须对混凝土的浇筑厚度进行精细的管理，以便满足道路和桥梁的规范要求。这样可以维护浇筑的持久性，并增强整个项目的安全可靠[5]。

2.5 养护管理

对于混凝土的养护而言，它不仅仅是一项挑战，更重要的是它会影响着路桥的安全、可靠、经济等因素。因此，必须确保后期的养护过程既有效又规范，从而确保道路的安全、可靠、经济。为了确保钢筋混凝土建筑的质量，在进行养护时必须特别关注温度的变化，防止水分过度深入混凝土内部，以免影响结构稳定。此外，应该特别留心防止阳光直射并做好防潮措施。如果混凝土早期养护过程管理中突然出现这些问题，就需要及时立即采取其相对应的管理措施进行及时解决，避免直接影响混凝土的材料耐久性，保持混凝土材料硬度和抗震强度能够符合养护要求。为进一步提高混凝土的养护质量就需要采取完善好的喷雾、洒水以及覆盖等早期养护管理措施，达到混凝土早期养护管理作用，而混凝土的早期养护质量的好坏决定混凝土建筑材料的微观结构特性，材料养护得当后面用的混凝土材料密实度才高，含水率和整体毛细孔隙的含量也会减少。所以合理养护可以明显提高混凝土性能，比如抗震强度、抗渗透等性能。

3 提高混凝土施工技术应用效果策略

3.1 保证设计方案的合理性

在道路桥梁的建造过程中，设计、技术、管理等方面的综合因素，将直接决定项目的顺利实现，而且还将直接决定项目的总体质量。如果忽略了上述各个方面，则会阻碍工程正常开展，尤其是在设计方面，将直接决定项目的实际完成时间。在路桥建设项目规划中，工程技术人员必须遵守道路建设的基本准则，并且要根据道路建设的整体要求来进行。同时，要注重项目的时间效率、质量标准，并尽力使项目的规划更加科学、实用、高效。为了确保项目的顺利实施，必须保证所提出的设计方案符合路桥施工实际情况，这样才能够最大限度减少外部条件的干扰，保证项目的顺利完成。同时，还需要确保设计方案具备良好的可控性和适用性，为项目的长期发展创造良好的条件。采用先进的、完善的、高效的路桥建设技术和经验，以及严格的质量控制，将成为提升路桥建设项目总体质量的关键因素。

3.2 重视施工组织管理和前期准备

首先需要仔细检查工程项目的设计图纸，及时找出可能出错的地方。这样才能避免由于缺乏必要的信息而导致工程的延误。还需要加强对技术、进度和成本的管理。公路工程的顺利推进必须依靠一套完整的项目管理制度。因此，要把项目的整个运行阶段都置于首位。定期检查项目的执行情况，以确保项目的顺利推进。路桥施工是公路工程有机组成部分，该施工环节所设计的专业知识及技术多而广泛，具有相当的复杂特点，尤其是混凝土施工技术。混凝土在路桥施工中占据绝大部分，因此施工技术的合理性与可靠影响路桥结构稳定。为了满足施工需求，各有关部门应该根据实际情况，采取有效措施来避免一些可能出现的问题。同时，应该建立一套有效的管理机制，以便更有效地控制各项施工活动，并且及时与施工负责人进行有效的沟通与协调，以便更加有效地实现项目的目标。尤其特别是混凝土的施工配合比需要时刻引起高度重视，确保混凝土配合性能能够满足设计标准要求，减少因为质量管理控制措施落实不到位从而降低了品质的现象。并且还要注意根据材料的实际施工要求，适当控制调整混凝土的使用强度，围绕公路工程的设计标准规范要求来进行考虑，将多余的物质去掉，确保平均含泥量不超过标准要求。

4 结语

综上所述，现阶段我国公路工程施工建设规模仍在持续扩大当中，混凝土施工作为公路工程路桥施工核心部分，相关施工单位一定要严格把控好技术关卡，以实际条件为依据，科学选择施工技术，规范开展施工作业，保证公路工程路桥施工符合质量标准要求。

[参考文献]

[1]赵玉敏.公路工程路桥施工中混凝土施工技术分析[J].工程建设与设计,2022(17):201-203.
[2]汪志能.公路工程路桥施工中混凝土施工技术分析[J].运输经理世界,2022(18):145-147.
[3]黄云富.公路工程施工中的沥青混凝土路面施工技术分析[J].黑龙江交通科技,2021,44(12):221-222.
[4]谢晖.公路工程路桥施工中混凝土施工技术分析[J].四川水泥,2021(11):227-228.
[5]李野.公路工程路桥施工中混凝土施工技术分析[J].中国高新科技,2021(14):92-93.

作者简介：李晓旭（1988.10—），毕业院校：吉林大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：新疆北新顺通路桥有限公司，职务：项目经理，职称级别：工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

框架剪力墙结构建筑施工技术在建筑工程中的应用与探析

金钟林
青岛北洋建筑设计有限公司烟台分公司，山东 烟台 264000

[摘要]近年来，建筑业发展迅速。在推进城市社会现代化的同时，在现代化进程的各个阶段，对区域内整个建筑业的协调发展始终提出更严格的要求。建筑业的发展不仅需要满足居民对建筑功能使用的基本需求，还需要保证建筑的基本质量。在快速发展的现代科学技术社会中，出现了许多新技术和新设备。新事物的出现将逐渐取代传统的产业模式和发展方向，并将广泛应用于各种工作中。作为建筑中的重要技术之一，框架剪力墙的安全性已成为其主要特征，也是将这种建筑模式应用于建筑工程的一个重要优势。框架剪力墙的设计在建筑工程中最为突出。这不仅保证了建筑结构的稳定性，而且从经济角度有效降低了建设项目的投资成本，对行业发展具有重要意义。

[关键词]框架剪力墙结构；施工技术；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9146　　中图分类号：TU973.16　　文献标识码：A

Application and Analysis of Construction Technology of Frame Shear Wall Structure in Building Engineering

JIN Zhonglin
Yantai Branch of Qingdao Beiyang Architectural Design Co., Ltd., Yantai, Shandong, 264000, China

Abstract: In recent years, the construction industry has developed rapidly. While promoting the modernization of urban society, stricter requirements have always been put forward for the coordinated development of the entire construction industry in the region at all stages of the modernization process. The development of the construction industry not only needs to meet the basic needs of residents for the use of building functions, but also needs to ensure the basic quality of buildings. In the rapidly developing modern scientific and technological society, many new technologies and equipment have emerged. The emergence of new things will gradually replace traditional industrial models and development directions, and will be widely applied in various work. As one of the important technologies in architecture, the safety of frame shear walls has become its main feature, and it is also an important advantage to apply this building model to building engineering. The design of frame shear walls is most prominent in architectural engineering. This not only ensures the stability of the building structure, but also effectively reduces the investment cost of construction projects from an economic perspective, which is of great significance for the development of the industry.

Keywords: frame shear wall structure; construction technology; application

引言

随着当前对现代综合工程建设技术体系改革创新的研究，工程建设新技术的研究成果和在现代技术相关学科的应用方法中得到更深入、更全面的研究和推广。框架剪力墙建筑体系是支撑整个城市建筑体系发展的基本框架结构。框架剪力墙建筑体系中的整个结构设计与施工的基本技术管理也具有重要意义。在此基础上，探讨了框架剪力墙结构施工相关技术在建筑工程中的广泛应用。

1 框架剪力墙结构特征

在现代建筑中，剪力框架墙结构模型的使用增强了其承受水平力的能力。它会因框架变形而变形，并因框架弯曲而弯曲。该建筑框架剪力墙发生位移的可能性很低。与传统的统一框架结构相比，吸收不同方向的剪应力的优势是显而易见的，尤其是在内部弯曲应力水平移动以及在墙和框架中形成整体墙张力之后。（1）框架剪力墙结构的变形特征十分明显。在侧向力的作用下，框架剪力墙的设计类似于垂直悬臂剪力梁，具有剪切型的变形曲线。在高层建筑中，框架剪力墙水平位移显著增加。框架剪力墙必须满足应变协调能力。如果应变曲线位于框架侧曲线和剪力墙之间，则属于弯曲-剪切曲线。结构层之间的位移角为结构的水平荷载强度提供了一个重要指标。层之间的位移角越大，组件承载力就变得越弱。框-剪力墙的结构主要由框架和剪力墙两部分组成，这两部分具有不同的应力特性，并使构件变形。（2）由于剪力墙具有变形能力强、框架粘性好的优点，框架剪力墙能够更好地抵抗较大的地震作用，具有良好的抗震性能。框架剪力墙的设计将框架与墙有机地结合在一起。当整个建筑受到不同的剪切应力时，整个建筑同时受到拉伸。当振动发生时，不再有墙壁受到应力和振动，一个完整的建筑比以前更好地吸收振动能量。同时，框架剪力墙也有多条抗震防线。剪力墙出现裂缝和倒塌后，框架保持结构保持稳定性，以防止建筑物的损坏或倒塌。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 框架剪力墙结构建筑施工技术应用分析

2.1 框架剪力墙结构钢筋施工技术

框架结构的主要结构部件属于梁钢筋框架柱体和柱钢筋框架结构，因此该部分工程的钢架施工一般主要包括钢筋框架梁和钢筋立柱结构部件。为了严格控制钢筋材料的质量，材料在进入施工现场前必须仔细检查钢筋检验证书和资质证书，并进行机械性能测试过程，避免钢筋进入施工现场时出现质量问题。有必要及时处理弯折钢筋，以确保完全满足钢筋的加工要求。应充分执行项目要求，钢筋加工采用弯曲成型。如果钢筋的直径较小，可以使用粘结方法。垫圈应合理放置在工作面下方，以避免钢筋损坏问题。在钢架梁结构混凝土基础的施工设计图纸中，施工项目必须先按要求用连接箍或钢筋的第一根连接主筋固定，然后用连接箍与钢筋连接，钢筋编号为上下梁钢筋。安装保护垫块后，浇筑施工可以正式开始，用于后续钢筋或后续钢筋混凝土的设计和施工。在使用框架柱进行基础混凝土施工的实践中，应仔细考虑首先应确定钢基础的处理应在浇筑钢筋的每个立柱位置的钢筋之前进行，然后通过现场测量进行正确的处理。预先确定箍筋加工件的尺寸和钢筋底座固定尺寸孔的正确位置，然后在现场详细准确地标记。安装过程完成后，应严格控制安装的钢筋的长度、安装间距和位置。根据施工规范，必须安装定位钢筋，以避免后续钢结构施工中出现位移问题。此外，必须合理控制钢筋的连接顺序，以确保符合程序要求。同时，适当加密关键部位的钢筋分布，促进结构稳定性的有效提高。

2.2 框架剪力墙施工技术在模板工程施工的应用

在实际施工中，所采用的模板施工技术通常采用两种施工方法，一种是在系统施工中逐层增加方木肋条，另一种是采用高模板支撑结构进行施工。在以多层方木肋条施工时，应仔细检查材料，以确保材料质量。在模板工程施工过程中，第一步是科学分析木枋和多层胶合板的结合来保证施工过程中位置的一致性。在框架剪力墙的施工过程中，要最大限度地提高机械施工的质量，同时要注意梁柱之间的关系，科学选择模板环保材料，保证零件的加工效果。在选择墙模板材料时，应注意原材料的质量，并科学控制厚度，通常为 18mm，以确保施工效率。对于楼层的高度，有必要选择合适的施工方法。此外，对于高支撑模板支架，在施工过程中需要提前选择钢筋的位置，用墨线进行标记，并通过放置底座等支架来确保施工效率。

2.3 框架剪力墙施工技术在混凝土施工阶段的应用

第一，如果在施工过程中发现劣质材料，应将其丢弃，并重新选择优质材料。原材料是保证工程质量的基础。第二，混凝土的配置也非常重要。对不同材料的混凝土比例有严格的要求。如果不满足要求，将降低混凝土的强度并危及安全。搅拌混凝土的工作很容易被施工人员忽视。事实上，搅拌混凝土也有很高的技术含量，比如插入搅拌棒。深度不宜太深或太浅，混凝土搅拌时间不宜太短。基本上可以观察到，在搅拌一段时间后，观察混凝土是否稳定，是否有继续下沉的趋势。如果是这样，则可以完成混合。在移除混合棒的过程中，为了防止气泡的形成，提取过程必须缓慢。第三，应注意混凝土浇筑过程的均匀性。此外，浇筑模板应彻底清洁，模板表面也应保持清洁，防止油污影响混凝土的凝固。第四，混凝土的养护是混凝土施工的最后阶段。应在不同的季节采用不同的养护措施。在寒冷的冬天，实际上不利于混凝土浇筑，以防止混凝土在冬天结冰。混凝土表面应覆盖保温材料，以提高混凝土质量。夏季，应增加混凝土表面洒水量，以防止混凝土表面出现裂缝。

2.4 裂缝控制技术

混凝土建筑结构裂缝是最常见的建筑病害。如果裂缝较大，不仅会影响施工安全，还会对生产和人民生活产生更大的影响。在建造框架剪力墙时，有必要建立支模体系，通常使用底膜和侧膜施工，同时避免施工过程中出现爆板的问题，以确保施工过程中墙内预埋刚性锚杆的有效性。通过水平连接杆的连接，在整个平面上进行综合测试，同时确认连接效果，以确保建筑工程的整体钢筋水平满足施工要求，防止施工过程中弯曲变形。

2.5 剪力墙结构转换层的施工技术

所谓的转换层通常出现在高层建筑中，两层之间有显著的结构变化，以确保施工质量。因此，对于转换层的构建，确保它们之间的有效衔接也是非常重要的。在实际工程建筑中，转换层的高度通常在 0.7 至 1.8 米之间，宽度通常在 8.6 米以下。转换层的施工通常需要大量的混凝土和钢筋，同时确保钢筋在混凝土中的位置合理，不能密实或过于稀疏。在浇筑混凝土时，施工人员必须连续施工，避免出现施工裂缝，严重影响工程质量。此外，在框架剪力墙的施工过程中，有必要严格控制荷载，避免出现荷载过大的情况，以确保施工过程中施工人员的安全。

2.6 脚手架搭建

在具体施工过程中，为了方便框架剪力墙的施工，施工人员可以使用不同的脚手架模式。例如，在脚手架施工过程中，施工人员将三角架梁与轨道对接。脚手架的倾斜支架由钢管支撑，脚手架的梁插入管柱中。为了提高脚手架的稳定性，防止倒塌，在焊接过程中，对于焊接环境，施工人员应尽量使用用过的钢轨制成的钢架，并使用钢板作为梁的坡度和焊接接触点来选择梁。在梁安装过程中，施工人员必须合理分配钢筋之间的距离。一般来说，钢脚手架之间的距离应保持在 1.8 至 2 米之间。

3 框架剪力墙结构建筑施工质量控制措施

3.1 前期准备

框架剪力墙施工技术应用于工程的整个施工过程。在项目开始时，应对建筑进行全面调查，并全面收集施工现场环境地理信息，以制定合理的施工计划。一个科学全面

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的框架剪力墙建设项目，首先，要协调和合理部署施工工作。施工企业应建立施工管理机构，确保全体员工充分了解施工计划的相关内容，加强对施工重点和难点的控制，并组织专业技术人员对施工现场进行监督管理。其次，有必要仔细检查建筑材料和设备。购买建筑材料和施工设备后，应严格检查其质量。应根据建筑设计标准要求，选择合理的建筑材料。使用前，应确保每一台施工设备正常运行，避免施工过程中出现影响框架剪力墙施工效果的问题。

3.2 针对相应材料进行质量管控

由于建筑材料质量不同，对框架剪力墙施工质量的影响也有不同。因此，建筑企业应根据建筑主体承重结构的特点，加强原材料的质量管理，并积极选择具有相应国家产品资质标准的企业作为原材料的主要供应商。根据材料要求，将执行严格的产品检验标准和生产质量检验报告，并将根据施工要求和国家有关材料要求对产品进行抽查，确保框架剪力墙结构施工使用的材料符合国家抗震施工规范的要求。

3.3 优化框剪结构构件的延性

优化设计确保了与框架剪力墙相关的结构构件之间的整体抗顺延逆变性，可以进一步有效地提高框架剪力壁系统整个结构的抗剪能力，确保整个剪力墙结构系统能够继续承受结构压力。在使用抗剪结构荷载时，仍然可以不断证明结构稳定性具有优异的结构特性和更好的抗刚性损伤能力。目前，当建筑物的整体结构受到破坏性强的次生地震或直接地震的影响时，它将对墙的整体结构强度产生直接扭转效应。这也造成了与建筑结构的整体刚度相关的严重机械问题，而建筑结构的总体刚度容易下降。这也降低了整个建筑框架结构的整体地震荷载和变形能力，防止了自然灾害。因此，为了改善整个构件的顺延性和加固处理，应将其视为最重要的工程措施，可以有效提高整个框架结构的抗震性能要求。在建筑应用工程的设计中，一旦在建设项目中产生框架转换的连接结构，就需要重视和合理利用连续转换结构的支撑方法，更需要寻求合理的实施，以最大限度地提高整体强度，提高框架剪力墙结构的整体工程承载力和抗震性能。

3.4 加强管理工作，提升施工质量

在使用框架剪力墙施工技术时，施工人员必须不断改进施工管理。从具体工作流程来看，对框架剪力墙结构施工技术中使用的材料和设备进行了严格的检查管理，为相关技术的有效应用提供保证。此外，高度重视施工人员管理，不断加强监督管理。例如，如果在施工过程中出现不适当和不科学的施工方法，应及时采取适当的补救措施。此外，对框架剪力墙施工技术的应用过程进行了严格的监督管理，并对违规行为进行相应的处罚，以确保框架剪力墙施工工艺的科学合理利用。

3.5 管理施工设备

关于建设项目，大多数都是在城市内进行的，因此在开始建设之前，有必要对施工现场进行全面调查，并根据城市的发展规划建设项目。在施工过程中，必须对所使用的设备进行科学计算，确保施工设备符合施工质量要求。可以在主楼一侧建造塔式起重机，臂长控制在 60 米，以确保旋转半径覆盖整个楼体。起重机的主要功能是在施工过程中运输材料。此外，根据施工现场的实际情况，有必要选择合适的钢筋加工调直机和切断机。在现场施工过程中，必须合理选择搅拌机的位置，以确保施工过程中材料的合理运输。

4 结语

简而言之，由于我国科学技术的发展和进步，建筑业也达到了顶峰，并取得了极其显著的发展成果。在此期间，我国出现了许多新的技术设备和建筑材料，包括框架剪力墙结构的施工技术。作为一种新型建筑技术，它在整个建筑行业中占有不可替代的重要地位。框架剪力墙结构之间的一体化提高了其承载能力，更好地满足了施工质量要求。每一道具体施工工序在实施时，都必须严格遵循科学要求，遵守工程设计标准和现场作业管理标准。对于存在的问题，要及时进行科学全分析，充分了解现场施工中出现的每一个新技术点，确保各项施工工序顺利完成。

[参考文献]

[1]陈棋霞.框架剪力墙结构建筑施工技术在建筑工程中的应用探析[J].四川水泥,2021(9):185-186.
[2]陆少华.框架剪力墙结构建筑施工技术在建筑工程中的应用[J].冶金管理,2022(3):115-117.
[3]江向东.框架—剪力墙结构建筑施工技术在建筑工程中的应用探析[J].房地产世界,2021(5):77-79.
[4]程伟波,黄子寒,冯志会,等.框架-剪力墙结构耗能型屈曲约束支撑体系施工技术[J].建筑结构,2021,51(2):1769-1774.
[5]罗美增.建筑工程框架剪力墙结构主体工程施工技术的优化方法[J].中国建筑金属结构,2021(11):102-103.
[6]陈金坤.框架剪力墙结构建筑施工技术的应用探究[J].中国住宅设施,2021(11):21-22.
[7]罗鹏.基于高层剪力墙结构建筑的钢筋施工技术及质量控制措施[J].佳木斯职业学院学报,2019(7):239-240.
[8]郭鹏.高层建筑框架剪力墙结构工程主体的施工技术分析[J].智能城市,2019,5(9):111-112.

作者简介：金钟林（1986.4—）男，朝鲜族，建筑学本科学历，毕业院校为黑龙江东方学院，现就职于青岛北洋建筑设计有限公司烟台分公司，职务为方案创作中心部门主任。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

道桥施工中的沥青摊铺施工技术分析

李冬月
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]过去由于我国道桥施工技术水平较低，导致沥青路面早期维护管理非常简单，造成沥青路面出现大量裂缝和损坏。经过调查研究发现，主要问题在于沥青路面施工中的细节把握不到位、原材料质量差、施工机械操作不熟练、施工工艺水平低下等原因导致沥青路面的整体平整度变差、路质不均匀。因此，做好沥青路面原材料的质量把控，做好拌和、摊铺、碾压等施工环节的层层把关，才能确保铺筑出来的沥青混凝土路面质量具备设计强度、稳定性、抗渗性，提高沥青道路的使用寿命。
[关键词]道桥施工；沥青摊铺；施工技术
DOI：10.33142/ec.v6i8.9132　　中图分类号：U416.217　　文献标识码：A

Analysis of Asphalt Paving Construction Technology in Road and Bridge Construction

LI Dongyue
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: In the past, due to the low level of road and bridge construction technology in China, the early maintenance and management of asphalt pavement was very simple, resulting in a large number of cracks and damages on the asphalt pavement. After investigation and research, it was found that the main problem lies in the inadequate grasp of details in the construction of asphalt pavement, poor quality of raw materials, unskilled operation of construction machinery, and low level of construction technology, which lead to poor overall smoothness and uneven road quality of asphalt pavement. Therefore, in order to ensure the quality control of raw materials for asphalt pavement, as well as the layer by layer control of construction processes such as mixing, paving, and rolling, we can ensure that the quality of the paved asphalt concrete pavement has design strength, stability, and impermeability, and improve the service life of the asphalt road.
Keywords: road and bridge construction; asphalt paving; construction technology

所谓沥青路面，主要指用沥青水泥进行摊铺和碾压所成的各种类型的道路。该路面的主要建筑材料为沥青水泥，在铺设过程中需要按照实际要求，根据需要的沥青、矿物料等物质按照相应配比进行设置，之后控制好搅拌质量，根据道路路面情况进行施工作业。就目前的沥青路面耐久性应用状况来看，沥青路面的耐久性构造部分并不复杂，大致分为面层、基础、底基层和垫层，由于各个层面的材料和特性都有不同，因此要确保彼此之间的合理衔接，需要进行针对性的处理，在作业中需要从垫层入手，层层施工。

1 道桥沥青路面构成

1.1 沥青路面的组成和性能要求

沥青混凝土作为整个道桥路面施工过程中的重要材料，应当在施工过程中结合当地的实际情况进行各项材料的合理配比，确保混合材料能够满足当地沥青路面摊铺的要求。沥青路面性能设计需要将当地的自然环境作为参考依据，结合可能发生的突发情况，制定出相应的应对措施，使其能够更好地适应当地的具体环境。通过综合分析沥青路面的施工情况，应当在保障满足当地交通运输需求的情况下，提升道桥路面的整体质量，使路面投入使用之后能够保持稳定与安全。

1.2 沥青路面的结构

沥青路面主要优势体现在平整度高、吸尘性强、噪音低、不渗水等。并且沥青路面施工工艺相对于其他路面的施工工艺较为简单，在维修和养护方面也较为方便，安全性能高，非常适合我国公路项目的施工建设[1]。沥青路面的结构组成并不复杂，一般情况下，沥青路面会包括表面层、中面层、下面层、半刚性基层、底基层以及垫层。但是在实际施工过程中，需要根据当地的自然环境和地形条件选择不同的形式，这样可以确保沥青路面能够适应当地的使用环境，满足人们交通运输的需求。

2 沥青混合料摊铺参数控制

2.1 熨平板工作角的调整与选用

当前，施工工作角度的大小是通过测试确定的。在测试过程中，施工人员首先在摊铺机下安装了一个木头垫子。木垫子的长度应与摊铺机平板的长度相同，宽度应为 0.2 至 0.3m。摊铺层的厚度主要是指路面上沥青混合料的室外摊铺厚度。必须注意的是，该板必须放置在所有熨平板的下方，或者该板必须放置在板宽的 3cm 后。在加热并保持熨平板笔直后，可以调整螺钉的手柄。施工人员会轻轻抬起熨平板的前部，以保持 0.15°-0.40° 的角度倾斜，向内均匀地填充混合物，然后开始进一步摊铺。在一定距

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

离内完成摊铺后，派专业人员测量摊铺厚度。如果摊铺厚度不符合设计标准，则应根据实际施工条件重新调整螺杆前端。如果路面厚度超过设计标准，则必须适当调整工作角度。调整螺杆柄后，施工人员先提前 5 至 6m 施工，然后测量其厚度，以保证测量结果的参考价值。

2.2 拱度的调整与选用

施工过程中，施工人员可以直接借助拱度调节器进行熨平板的拱度调节，使其满足设计规定的标准。对于道桥项目，路段中央往往会安设中央分隔带，不许再次进行拱度调节。

2.3 螺旋分料器的调整与选用

螺旋分料器的调整过程中，需要关注其长度、位置、叶片直径等参数。一般情况下，当项目使用单层熨平板摊铺机施工时，施工人员可通过人工操作，令螺旋分料器的所有叶片在螺栓的辅助下有序固定在横幅上[2]。如果螺旋分料器的叶片数量较多，则分料器的长度较大。调整分流器螺钉长度后，确保其小于熨平板的宽度。一般来说，施工人员必须在整个平台宽度两侧之间留出 0.5m 的空间，以尽可能避免挤压和分配混合物的叶片磨损。如果混合料的粒径过大，铺面层厚度过大，则应相应延长螺旋分料器与底座之间的距离以及螺旋分料器与整个熨平板前端之间的距离。

2.4 熨平板的宽度与拱度

先调节熨平板宽度，再结合实际情况对拱度做灵活调整，确认无误后，方可读取拱度的绝对值。此外，可用水准仪检测熨平板的中间和两侧，评价其是否达到平直的状态。

2.5 振捣板的运行行程

以摊铺的厚度、密实度和温度作为主要参考，控制振捣板的往返运行行程。摊铺厚度大、温度低时，以大行程摊铺；而对薄层摊铺，则优先考虑小行程的方法。

3 道桥路面施工中的沥青摊铺施工技术

3.1 施工准备

（1）面层摊铺施工开始前需做好基层全面检验，需重点检验的内容包括：确定基层标高能否达到要求；确定基层表面是否密实；确定基层表面的平整度能否达到要求。做好基层检验并确定各项指标合格后，开始喷洒粘层与透层油，以确保和面层之间良好粘结，用量一般按照 1.0kg/m^2控制。

（2）开工前还要选取一个长度在 200m 左右的试验段，开展试验段施工，用于确定下列各项内容：施工机具设备类型及其组合；混合料拌和时原材料上料速度、数量、时间，并验证配合比是否合格；混合料摊铺温度、速度、宽度及找平方式；压路机类型与其组合方式，以及碾压的顺序、温度、速度和遍数；施工缝位置及其处理方法；混合料摊铺时的松铺方式；现场施工进度与单个作业段长度，为施组方案的编制提供参考；检查确定原材料质量能否达到要求；针对冬季与雨季等特殊季节的施工制定专门的保证措施。

（3）原材料检测按照以下标准进行：①粒径为 4.75mm 以上的筛余集料，要求偏差不超过±6%，同时不得超出标准级配范围；②通过 4.75mm 筛孔的集料，要求偏差不超过±4%，同时不得超出标准级配范围；③通过 2.36mm 筛孔的集料，要求偏差不超过±2%；④通过 0.75mm 筛孔的粉料，要求偏差不超过±1%；⑤沥青用量偏差不得超过±0.2%；⑥混合料空隙率偏差不得超过±0.5%；⑦混合料饱和度偏差不得超过±5%；⑧混合料稳定度与流值均按照相关技术标准规定检测[3]。

3.2 测量放样

为了保障道桥路面沥青摊铺工作的整体质量，应当进行测量放样工作，进而获得精准的施工数据准确，这样能够控制摊铺路线和摊铺参数。在进行放样的过程中，通常会涉及设计中线、边线和高程等内容。在进行放线的过程中，相关工作人员应当准确记录断面的宽度与厚度等参数。在进行下面层施工放样的时候，不同的位置应当根据实际情况选用不同间距的钢丝绳，使其能够成为摊铺机前进运行的基准线，这样能够有效保障路面处于同一平面上，在形状与位置都可以与设计参数基本相同。机线放样位置应当选择在熨平板的外侧部位，施工人员应当做好放样位置与熨平板距离的合理控制，使其保持在适宜的范围内。在面层施工过程中，需要确保上中下三层都保证一致的平顺度，这样才能够提升路面的平整度，满足施工设计的相关要求。中面层和上面层在进行摊铺的时候，通常会运用摊铺机整平浮动基准梁来达到施工目的。

3.3 混合料运输

（1）拌和完成的混合料利用自卸车进行运输，在装车开始前需将运输车的车厢完全清扫干净，并在车厢的侧面和底板表面分别均匀涂抹一层防粘剂，此时要注意不能产生过量余液，否则可能会改变混合料性能。

（2）运输车按照规定的次序到达拌和楼的出料口，在装料开始后每卸完一斗混合料都要挪动一次运输车的位置。在运送混合料的过程中应使用棉被或油布进行覆盖，以免温度散失或造成污染。

（3）将混合料运输到摊铺施工现场后，凭借运料单进行接收，同时对混合料质量进行检查，并测定混合料的温度。连续摊铺施工中，运料车需要在摊铺设备之前呈直线停放。

（4）在施工现场安排专人对运输车进场与运行进行指挥，及时反馈交通线路与信息动态，加强和其它部门之间的沟通与协调。

3.4 沥青混合料摊铺

待沥青混合料试验达到标准后，进行大规模的摊铺。此次工程推摊作业主要使用摊铺机设备进行。为确保摊铺的质量达到标准要求，根据施工情况先对路基基层杂物清理干净，之后选择合适的摊铺设备，对该设备数量、型号

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

及性能进行详细检查，保证其符合摊铺的要求。在具体混合料摊铺时，由经验丰富的师傅操纵混合料摊铺设备，在作业中使用洒布透层传递给拌和好的沥青混合料，在混合料摊铺时保证摊铺质量要一致、均匀，同时注意混合料摊铺流程的连续性，以确保对原材料、摊铺机温控等的进行把控，紧密结合对沥青摊铺作业流程中道路路面厚度、均匀度等情况进行检查，避免摊铺不均匀、设备掉头、急转弯等情况。若摊铺后混合料出现离析情况，需要及时进行修补处理。由于该项目工程在夏季施工，在推摊过程中必须要避免雨天等恶劣天气的影响，以此保证摊铺施工质量[4]。

3.5 摊铺速度控制

施工过程中，摊铺机的工作质量也会受到混合料种类、供给情况、施工设备等因素影响。通常情况下，工作速度可以通过计算或连续工作原则确定。连续工作原则指的是，从开始工作到当天计划工作量全部完成之前，摊铺机一直保持持续工作状态，严禁出现停机，严禁擅自修改设备的工作速度，否则将致使整体摊铺质量下降，影响最终道路的平整度。若其他的条件保持不变，仅是速度变化同样会导致熨平板下混合料的数目与密度发生改变。不仅如此，由于堆积在底部的混合料数目增多，致使其密度变大，进而将大大降低其变形率，提升摊铺层的厚度。反之，随着速度的提升，摊铺层厚度会变小。

3.6 沥青混合料碾压

对于该工程道路路面沥青摊铺后，紧跟碾压作业施工。在碾压具体施工前，需要根据此工程实际选择合理的碾压设备，在作业时为了保证碾压质量，需要由专业师傅操作碾压设备，在对路面沥青混合料进行碾压时，主要阶段分为初压、复压与终压，每个阶段碾压设备要求速度不同，具体如表 2 所示。其中，初压采用小型压力机往返静压 2 遍，复压阶段采用 10t 压路机振动碾压 5～6 遍，终压阶段采用 12t 压路机碾压 2～4 遍即可。在具体碾压过程中压力机驱动轮与摊铺机前进方向保持一致，碾压过程中钢轮的表面要适量喷水，碾压作业从两侧向中间依次碾压，在碾压时控制好碾压次数与速度，保证压路机要有 2/3 轮宽以上处于老路面，每次重叠轮宽在 20cm 及以上，避免混合料黏轮与发生推移情况，保证碾压达到标准即可[5]。

3.7 接缝处理与压实

道路路面沥青混料摊铺过程中常出现不同形态的焊缝，对其处理根据具体情况看，主要包括横向焊缝和纵向焊接二类，其中前者可采取垂直拼接的方法，而后者则采取冷连接方法。在整个处理过程中，必须先在经过整平和碾压密度后找到切割的适当部位，然后再依据情况进行二次混料摊铺，并以此方法彻底清除缝隙后进行沥青摊铺。其中，横向裂缝施工围绕着已铺层顺路中心方向进行，而纵向裂缝则利用二台推摊机前后进行施工，并在施工过程中保持间距为 5～10m，沥青混料厚 10～20cm。在整个接缝处理作业中减少停机次数，并在碾压完成后 36h 进行养护。

4 沥青混合料摊铺的注意事项

（1）波浪形基层摊铺环节，实际材料用量略高于理论值；基层局部有明显的波浪时，先向凹陷部位铺混合料，而后压实。

（2）沥青混合料摊铺遵循缓慢、连续、均匀的基本原则，以此来保证路面的平整度。矿料粒径过大时，将有部分矿料凸出路面，影响平整性，因此，需严格控制矿料的最大粒径，以摊铺厚度的 1/2 以内为宜。

（3）供料速度相对稳定，供料量确保充足，避免现场停机等料。

（4）熨平板底面有磨损或是局部存在大幅度变形的情况时，若直接在该处铺设沥青混合料，将导致局部有裂纹和拉沟，影响摊铺效果。为此，对于存在异常状况的熨平板，需及时安排换新。此外，严格控制熨平板的前缘拱度，具体控制方法可在试铺过程中进行确定。正式施工时，未经许可不得随意调节前缘拱度。

（5）做好沥青混合料摊铺质量验收工作

在进行监督检查的过程中，需要对松铺厚度、平整度、密实度等各项进行检查。在进行松铺厚度检查的时候，不仅关注路面处的摊铺厚度，还应当确定松铺系数与设计厚度之间乘积，两者相乘的结果便是混合料摊铺的标准厚度值。整条道桥路面的各个部分都需要保持一致的平整度和密实度，为了达到这样的效果，摊铺应当保持连续性，混合料应当保持均匀性。

5 结论

沥青混合料摊铺施工的技术要点较多，施工单位需充分关注材料准备，混合料拌和、运输、摊铺、碾压等环节，同时加强对路面平整度、适度修整等施工细节的控制。以统筹兼顾的理念将各项工作落实到位，保证沥青混合料的施工质量。

[参考文献]

[1]黄立峰.道桥施工中的沥青摊铺施工技术分析[J].技术与市场,2021,28(7):112-115.
[2]曲伟.道桥施工中沥青摊铺工程技术优化[J].建筑技术开发,2021,48(12):132-134.
[3]商可.道桥施工中沥青摊铺技术的应用[J].中国高新科技,2021(3):60-61.
[4]屈江溢,袁恩.道桥施工中沥青摊铺技术的应用研究[J].黑龙江交通科技,2020,43(12):53-55.
[5]洪小川.沥青摊铺施工技术在道桥施工中的应用研究[J].运输经理世界,2020(16):129-130.

作者简介：李冬月（1977.3—），男，毕业院校：东北财经大学；所学专业：工程管理专业，就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司，职务：总经理，职称级别：初级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

旋挖钻配合振动锤及加长钢护筒在特殊地质条件下的应用

王 云
北京城建亚泰建设集团有限公司，北京 100013

[摘要]旋挖钻机成孔工艺由于成孔效率高、适应地形广、切割岩层快、干湿均可作业等优点，近些年发展非常迅速，且根据不同地质条件衍生出许多新技术新产品。尤其在中西部缺水的山区，修筑公路或铁路桥梁桩基首选旋挖钻。文中通过实际案例分析，介绍了旋挖钻干孔作业过程中遇到浅层滞水时采用加长钢护筒止水的施工工艺。北社大桥位于山西省长治市平顺县北社乡北社村西，横跨长治环城高速，连接北社村和西社村两座山头，全长 477.5m，其中 6#—9#桩基位于山谷谷底。由于干孔作业过程中遇到卵（砾）石层，再加上桩位位于低洼地带，雨季施工中存在浅层滞水，成孔后卵（砾）石层中的砂砾随着水流流出，导致上方的粉质粘土层及卵（砾）石层坍塌。通过降水、回填灰土、灌注低标号砼等多种办法试验失败后，最终采用振动锤振入加长加厚钢护筒进行止水，再在护筒内钻孔、成孔、下钢筋笼、灌注砼并同时拔出钢护筒的施工工艺解决了塌孔问题。该施工工艺的应用经过多种方案的比较并优选，在保证工期增加不多的情况下费用增加的最少。该工艺不但解决了施工中遇到的问题，同时为以后碰到这种困难提供了解决问题的思路，丰富和扩大了旋挖钻干孔作业的应用范围。

[关键词]旋挖钻；干孔；卵（砾）石层；振动锤；加长钢护筒
DOI：10.33142/ec.v6i8.9144　　中图分类号：TU753.3　　文献标识码：A

Application of Rotary Drilling Combined with Vibration Hammer and Extended Steel Casing in Special Geological Conditions

WANG Yun
Beijing Urban Construction Yatai Group Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract: The drilling process of rotary drilling machines has developed rapidly in recent years due to its advantages of high drilling efficiency, wide adaptability to terrain, fast cutting of rock layers, and easy operation in both dry and wet conditions. Many new technologies and products have been derived based on different geological conditions. Especially in mountainous areas with water scarcity in the central and western regions, rotary drilling is the preferred method for building pile foundations for highways or railway bridges. Through practical case analysis, the article introduces the construction process of using extended steel casing to stop water when encountering shallow stagnant water during the dry hole operation of rotary drilling. Beishe Bridge is located in the west of Beishe Village, Beishe Township, Pingshun County, Changzhi, Shanxi Province, across the Changzhi Expressway, connecting Beishe Village and Xishe Village, with a total length of 477.5m, of which 6 # -9 # pile foundations are located at the bottom of the valley. Due to encountering a layer of gravel during the dry hole operation, coupled with the fact that the pile is located in a low-lying area, there is shallow stagnant water during rainy season construction. After drilling, the sand and gravel in the gravel layer flow out with the water flow, causing the upper silty clay layer and gravel layer to collapse. After various methods such as precipitation, backfilling with lime soil, and pouring low-grade concrete failed in the experiment, a vibration hammer was finally used to vibrate the lengthened and thickened steel casing for water sealing. The construction process of drilling, forming holes, placing steel cages, pouring concrete, and simultaneously pulling out the steel casing solved the problem of hole collapse. The application of this construction process has been compared and optimized through multiple schemes, with the minimum cost increase while ensuring that the construction period does not increase significantly. This process not only solves the problems encountered during construction, but also provides a solution for future difficulties, enriching and expanding the application range of rotary drilling dry hole operations.

Keywords: rotary drill; dry pores; boulder (gravel) layer; vibration hammer; extended steel casing

引言

旋挖钻干孔作业因具有能够适应各种地形，对岩层钻孔效率高，占用场地小，不污染环境等优点，在山区缺水的地方使用起来十分普及，但是若遇到较厚的卵（砾）石层并赶上雨季，出现较大浅层滞水的话，十分容易出现塌孔。

为了充分发挥旋挖钻干孔作业的优点，通过各种方案的比较，选择对旋挖钻钢护筒进行加长加厚，利用振动锤并配合吊车进行插拔，解决了出现的问题。

该课题的研究不仅解决了施工中实际出现的问题，还为以后碰见类似的问题（如软弱夹层、溶洞等）提供了参考，拓宽了思路，丰富和扩大了旋挖钻机的使用范围。

1 项目概况

1.1 项目基本情况

国道 G207 线长治过境段公路工程第二合同段全长

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

6.7km，道路宽 24.5m，双向六车道，总造价 4.68 亿元，按高速公路等级修建。2017 年 5 月开工，总工期 18 个月。

G207 线长治过境段公路在山西省长治市平顺县北社乡西社村东北约 850m 处跨越一黄土冲沟及 G2201 环城高速设有一座北社大桥。该桥全长 477.5m，最高墩柱 42m，最深桩基 69m，最大跨径 T 梁 50m。该桥是整个环线国道的重点工程，同时也是我标段能否按期顺利交工的关键节点工程。

1.2 大桥桩基基本情况

北社大桥在现有高速路西侧的 9#—15#墩桩基位于西社村半山坡，地质资料显示有较硬的中风化石灰岩，为端承桩，桩长 15—24m，桩径 1.5—1.8m。高速路东侧 0#—6#墩桩基位于北社村半山坡，地质资料显示为粉质粘土，为摩擦桩，桩长 35-69m，桩径 1.5—2m。7#和 8#墩桩基位于现有高速路的边坡上，设计有 24 根群桩，桩长 47m，桩径 1.5m。

水文资料显示钻探时期没有地下水，通过咨询当地村民，了解到以前打井 300m 也没有钻出过地下水。

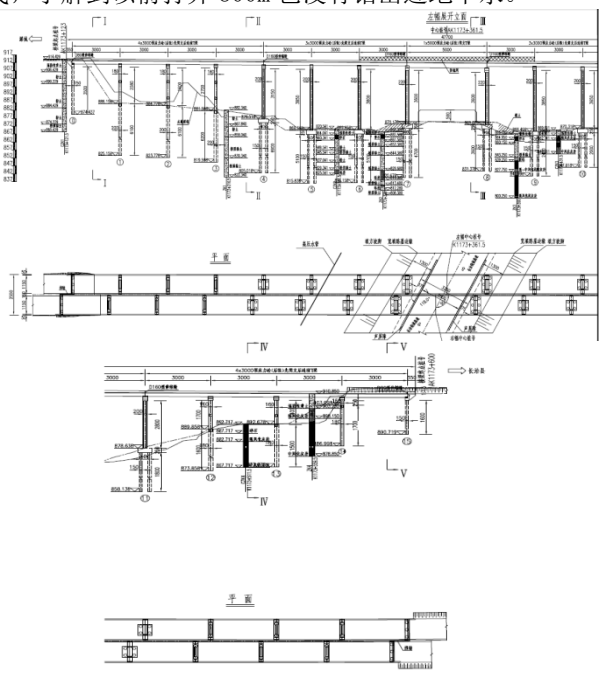


图 1 北社大桥平里面图

1.3 桩基施工工艺选择

根据以上水文、地质资料及现场实际考察，并考虑 18 个月的紧张工期，决定选用两台旋挖钻机在高速路东西两侧同时开钻（高速路阻断，两侧只有一个涵洞能通过小型设备，钻机等大型设备需要绕路很远），争取 2 个月时间内完成全部 108 根桩基的施工。

高速路西侧考虑到需要钻岩层，通过现场取芯测试中风化灰岩最大地基承载力为 1200kpa，故选用山河智能 SWDM420 旋挖钻机能够满足施工要求。高速路东侧全部为粉质粘土层，个别出现砾石层，通过现场直立的崖壁能够看出土质结构比较紧密，考虑采用 SWDM280 旋挖钻机。由于没有地下水，通过试钻，均可以采用干孔作业。



图 2 旋挖钻在半山坡干孔正常作业

1.4 旋挖钻干孔作业遇到特殊地质情况

前期 15#—10#桩基施工十分顺利，除去表层几米为粉质粘土，下部全部为中风化石灰岩，干孔作业成型完整，一天能完成两根桩。9#桩基开始从表层 3m 以下出现一层卵（砾）石层，厚度 3—7m，并且卵（砾）石层中有浅层滞水，导致成孔后卵（砾）石层上部的粉质粘土层随着砂砾的流出而塌方。通过试钻最低处的 7#和 8#桩基，也存在相同的问题，干孔作业无法继续进行。



图 3 谷底桩孔遇地下浅层滞水出现塌孔

1.5 方案优选

1.5.1 轻型井点降水后再采用旋挖钻干孔作业

通过现场挖探坑抽水试验，需在 5#—10#桩基外围 10m

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的位置设置一圈降水井，井底高程位于卵石层底 2m，井距 10m 一个。高速路隔断处顺高速路加密 2 座，共设置 56 座。保证作业场区内没有水后采用旋挖钻进行干孔作业。

该方案相比直接干孔作业需增加降水费用 90 万元，工期延长 1 个月。

存在分险为：（1）卵石层上打降水井比较困难；（2）干孔作业时旋挖钻进入岩层后震动过大容易出现卵石掉落而形成扩孔；（3）由于雨季施工不确定因素太多，降水效果及工期均不敢保证。



图 4　集水坑抽排浅层滞水示意图

1.5.2 泥浆护壁法旋挖钻孔

由于旋挖钻机自身不能造浆，需要外购泥浆或膨润土，泥浆外排需要场地，同时砼浇筑需要使用泵车配合。

该方案相比干孔作业需要增加费用 130 万元，工期延长 25 天。

存在分险为：（1）泥浆护壁完全靠泥浆自身压力，卵石层埋深浅的话水头压力低护壁效果特别差；（2）另外旋挖钻钻头每次提升和下放四周的齿牙都会刮掉护壁，造成塌孔和沉渣过厚。3)制浆池及排浆池需要占用较大场地。

1.5.3 加长钢护筒止水后再用旋挖钻干孔作业

该工艺需要 4 套 13m 长的加厚钢护筒（厚度 20mm，顶端 50cm 位置加厚为 40mm，底端打磨出刃脚），钻孔前先采用大型振动锤（550 长臂挖机改装）配合 50t 吊车振入钢护筒，埋入深度必须达到卵石层以下 2m，起到隔水和护壁的作用，再按旋挖干孔作业进行成孔、清孔、下钢筋笼，灌注砼后及时拔出钢护筒。

该方案相比干孔作业需要增加费用 70 万元，工期延长 10 天。

存在分险为：（1）需要大功率的振动锤；（2）振入及拔出钢护筒时需要大吨位吊车配合；（3）穿越卵石层时碰见大粒径的卵石钢护筒容易卷边导致卡钻。

1.5.4 冲击钻泥浆护壁成孔灌注

该工艺采用冲击锤冲击成孔，可以避免塌孔，但工作效率低下，高速公路西侧均为嵌岩桩，一天钻岩深度就 2m 左右，需要多台钻机，结合现场地形及变压器大小，最多只能同时 2 台进行作业，而高速公路东侧摩擦桩深度均为 60 多米，成孔不能完全保证，该工艺成桩扩孔比较严重，最多能达到 30%。

该方案相比旋挖钻干孔作业需要增加费用 75 万，工期延长 90 天。

存在分险：（1）需要重新申报变压器或购买大型发电机组；（2）多台同时作业施工场地泥泞不堪，还需要重新申请临占地。

根据以上方案的技术经济比较，并申报业主审批，同意采用旋挖钻机配合振动锤及加长钢护筒进行干作业的施工方案。

1.6 施工重点及难点

该工艺的施工重点及难点为前期的加长加厚钢护筒振入和后期的拔出。

根据桩径 1.5m，卵石层厚 3—7m，最大粒径 25cm 左右，钢护筒设计长 13m，壁厚 20mm，内径 1.7m。由于单根重 12t，从外地调配大型的振动锤配合 50t 吊车进行振入和拔出，振入时桩位偏差控制比较困难。



图 5　定制加长加厚钢护筒

2 桩基钻孔

2.1 加长钢护筒振入

2.1.1 测量定位

钻孔前先对桩位进行放线，平面控制网采用三角控制网形式，利用复核后的导线点、水准点，用全站仪精确定出桥桩的中心位置，然后分别沿顺桥向和横桥向设置牢固的控制桩。控制桩应高于孔圈，并在孔圈上标识桩基中心连线。中心采用“+”字线定位，四周采用短钢筋埋设控制桩，误差控制在 10mm 以内。[1]

2.1.2 护筒就位

护筒采用 50T 吊车吊起，根据控制桩钢筋采用人工辅助调整好护筒中心并就位，护筒中心和桩位中心偏差不得大于 50mm。

2.1.3 护筒振入

采用 550 加长臂挖机搭载高频振动锤振入护筒，开始的时候利用护筒自重配合振动锤低频稳入土层，埋深 1m

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以上时开始高频振入，边振边观察护筒的垂直度，倾斜度控制在 1%以内，需要的及时进行纠偏。

遇到大粒径的卵石时减慢振入速度，直至穿透卵石层并超过 2m 以上，护筒埋深到位后，孔口高出地面 30cm 左右。



图 6 加长加厚钢护筒振入及拔出示意图

2.2 旋挖钻成孔

2.2.1 钻机安装就位

钻机就位前，须将场地垫平填实，钻机按指定位置就位，调整桅杆及钻杆的角度。钻机安装就位后，要精心调平，使得底座和端座平稳，在钻进运行中定期用仪器和挂吊锤检查和校正，确保钻机不产生移位和沉陷。钻机的钻头或钻杆和护筒中心在同一铅垂线上，偏差不大于 50mm。

2.2.2 钻进

旋挖钻的钻进是用动力头驱动钻杆和钻头旋转，利用钻头下端的切削刃对土层进行切削破碎，切削的土体被挤进钻斗，装满后将钻斗提出孔口，旋转钻机底盘然后反转，并开启钻斗阀门，将土体排放到地面或直接卸在汽车上运走。这样通过钻斗的旋转、削土、提钻、甩土，多次反复作业而成孔，直至孔底标高。

初始钻进进尺要缓慢，尽量减少钻杆晃动，保证钻孔的垂直度。钻进过程中，应随时调整机架保持钻杆垂直、位置正确，防止因钻杆晃动引起扩大孔径及增加孔底沉渣。孔的垂直度主要是靠调整机座、大臂和钻杆座孔之间的相对位置来确定的。大臂和钻杆座孔上都装有刻度盘，调整大臂和钻杆座孔的相对位置，通过刻度盘指针的指示即可知道钻杆是否垂直于机座；机座上装有水准仪，利用水准仪可以将机座调平。因此，只要将机座调平，同时使钻杆垂直于机座，那么钻杆就垂直于地面了，这样就保证了钻进中孔的垂直度。

2.2.3 终孔

钻孔达到设计深度后，必须核实地质情况。通过钻渣，与地质柱状图对照，以验证地质情况是否满足设计要求。如与勘测设计资料不符，及时通知监理工程师及现场设计代表进行确认处理。如满足设计要求，立即对孔深、孔径、孔型进行检查。对于孔径、孔壁、垂直度等检测项目采用测控仪进行检测。确认满足设计和规范要求后，报请监理工程师验收，监理工程师验收合格后，立即进行清孔。

2.2.4 清孔

清孔目的是清除钻渣和沉淀层，减少孔底沉淀厚度，防止桩底存留过厚沉渣而降低桩的承载力。清孔分两次进行，第一次清孔在钻孔深度达到设计深度后进行，第一次清孔就应满足规范要求，否则不应下钢筋笼。待钢筋笼安装到位后下放导管再进行第二次清孔。

在钻孔终了和清孔后，对孔径、孔深和倾斜度用专用仪器测定，孔底沉渣厚度摩擦桩不大于 300mm，端承桩沉渣厚度不大于 50mm。

清孔完成后请监理工程师予以验收，合格后方可进行下一道工序的施工。

3 钢筋笼制安

3.1 钢筋笼制作

钢筋连接采用焊接，尽量采用长尺 12m 的主筋，在加工场地提前滚好笼子，最后吊装起来在孔口进行焊接连接。若孔深太深，为了缩短下笼时间，可提前把两段在吊车起吊范围内的钢筋笼进行焊接，但最长不得超过 23m。

主筋间距偏差不超过 10mm，箍筋间距不超过 20mm，长度偏差不超过 100mm。主筋保护层采用钢筋耳控制，允许偏差 20mm，为了确保钢筋笼居于钻孔中心，沿钢筋笼每隔 2m 放置 1 组，每组设置 4 个。

3.2 钢筋笼吊装

钢筋笼在加工场地经隐蔽验收合格后，起吊运输至现场准备下笼，起吊过程利用重心偏移原理，通过起吊钢丝绳在吊车钩上的滑运和人工配合放入运输车辆，运输车辆采用自己加工的炮车，每次只能运输一节，不能落起来。

钢筋笼下放时先起吊最上面的一节，通过现场焊接进行接长。焊接时间根据孔深调配焊接工人，保证验孔后至安装完毕不超过 2 个小时。钢筋笼安装完毕后需立即固定，笼子到位后需复合笼顶标高，并根据需要进行二次清孔。全部就绪后经验收合格可进行下道工序。

4 砼灌注

4.1 配合比优化

通过外加剂（减水剂、引气剂）、胶结材料（水泥和矿物掺合料）和粗细骨料（中砂和碎石）的选择与搭配，进行配合比的精心设计，将砼的屈服应力减小到足以被因自重产生的剪应力克服，使砼的流动性增大，同时又具有足够的塑性黏度，令骨料悬浮于水泥浆中，不出现离析和泌水问题，能够借助灌注桩导管埋深砼的压力达到自密实。

根据施工要求确定合适的坍落度，根据适配结果选择合适的水灰比，如果加大水灰比，增加用水量，虽然会增大流动性，但黏性及稳定性降低，只能依靠掺加高效减水剂来实现，最后确定的施工配合比经过试配，浇筑前后均不离析、不泌水，粗细骨料均匀分布，砼配好后，采用导

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

管法进行无水砼灌注。

4.2 导管安装

钢筋笼下放至设计深度并固定后，立即下放砼输送导管，下放时要避免碰撞钢筋笼，导管由直径 300mm 的钢管制作而成，内壁表面光滑并有足够的强度和刚度，管段的接头密封良好，方便拆装，每节导管长度 4.5m。导管使用前应试拼装、试压。试水压力可取 0.6—1Mpa，每次灌注后应对导管内外进行清洗。

导管底口距离孔底 30cm 左右，需根据初灌砼量及桩基直径计算，保证埋管深度在 1m 以上。

4.3 砼浇筑

砼浇筑采用导管法，导管接口采用卡口式，砼搅拌运输车运输砼至现场，使用自卸方式向导管漏斗内浇筑。浇筑砼前，要对孔内进行二次清孔，确保孔内无积水。浇筑首批砼剪球开始后，必须连续的进行，尽可能缩短拆除导管的时间，一般不超过 2.5h。浇筑过程中要经常用测深锤探测孔内砼面高度，及时调整导管的埋深，导管的埋深控制在 2-6m，砼接近桩顶时，提高漏斗高度，保证漏斗距离设计桩顶高程不小于 4m。

计算最后一车砼用量时，需考虑拔出钢护筒时砼面的下沉量，保证桩顶加灌 0.5m—1m。拔出钢护筒的时间需要控制在砼面进入钢护筒底面开始 4 个小时以内，以防砼初凝拔不出钢护筒。[2]

5 结束语

本次采用振入加长钢护筒止水护壁再干孔旋挖作业的施工工艺，共施工了 48 根桩，占整个大桥桩基工程量的一半以上，不但抢回了耽误的工期，还避免了更大的经济损失。桩基施工经过超声波检测，全部达到设计要求。

增加的机械设备费用及加工的钢护筒材料费也通过洽商变更得以补偿。同时还给自己的施工经历增添了不可多得的宝贵经验。

需要注意的是虽然钢护筒止住了卵（砾）石层中的浅层滞水，由于振入时周围土体的短暂液化，还是有部分积水渗入，需要在第一时间进行灌桩，必须对钢筋笼吊装、导管安放、砼灌注以及钢护筒拔出进行统筹安排，整个过程不得中断。

旋挖钻成孔技术已经相当成熟了，但是遇到不明的特殊地质情况时，需要根据现场施工条件进行灵活应用，充分发挥旋挖钻的优势，拓宽它的使用范围。另外施工前一定要对水文、地质情况做出详细的了解和判断，不能完全依靠图纸，避免造成不必要的损失。

[参考文献]

[1]中华人民共和国交通运输部.公路桥涵施工技术规范：JTG/T3650-2020[S]. 北京：中国标准出版社,2020:16-19.

[2]中华人民共和国城乡和住房建设部.建筑桩基技术规范：JGJ94-2008[S]. 北京：中国工业建筑出版社,2008:33-45.

作者简介：王云（1979.11—），男，籍贯：浙江平阳，研究方向：道路桥梁施工，职称：工程师，学历：本科。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

道桥施工中混凝土施工技术的应用

李建祥
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]道桥施工工程具有民生性特点，道桥工程的建设在为人民提供便捷出行环境的同时，对于我国的社会经济发展也具备重要意义。道桥施工工程的施工作业是否高质高效完工，也关系着交通领域以及广大人民群众是否可以正常出行。在实际的道桥工程施工建设进程中，混凝土技术的使用最为常见，同时混凝土技术的应用也是最为广泛的，为了提高道桥工程整体质量，为人们构建一个安全舒适的交通环境，必须提高混凝土技术的合理应用，工作人员也应该认识到混凝土技术在道桥工程中的价值，并科学使用这一技术，提高道桥工程质量，为交通领域做出贡献。

[关键词]道桥施工；混凝土施工技术；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9131　　中图分类号：U416.1　　文献标识码：A

Application of Concrete Construction Technology in Road and Bridge Construction

LI Jianxiang
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: Road and bridge construction projects have the characteristics of people's livelihood. While providing a convenient travel environment for the people, the construction of road and bridge projects is also of great significance for Chinese social and economic development. Whether the construction work of road and bridge construction projects is completed with high quality and efficiency is also related to the transportation field and whether the general public can travel normally. In the actual construction process of road and bridge engineering, the use of concrete technology is the most common, and the application of concrete technology is also the most widespread. In order to improve the overall quality of road and bridge engineering and build a safe and comfortable traffic environment for people, it is necessary to improve the reasonable application of concrete technology. Staff should also recognize the value of concrete technology in road and bridge engineering and scientifically use this technology, improve the quality of road and bridge engineering and make contributions to the transportation field.

Keywords: road and bridge construction; concrete construction technology; application

1 道桥施工建设中应用混凝土技术的重要性

城市道路桥梁建设中最重要的施工技术是混凝土浇筑技术。混凝土施工技术的使用质量对城市道桥工程的形态和质量有很大影响，对于道桥施工项目来说，这是一个重大的影响，不仅影响政府的形象，也影响到出行者的安全。因此，在城市道路桥梁施工过程中，施工现场相关的管理人员应认真监控施工质量和施工进度，确保混凝土施工技术能正确使用。混凝土制造技术具有比较强的延展性和抗压能力，各个施工单位非常信赖。然而，混凝土技术的快速发展是造成许多技术和各种制造缺陷的原因，因此，建筑行业必须采取相应措施，优化混凝土生产技术，确保城市路桥建设质量。

2 混凝土施工的优劣势分析

2.1 优势分析

其一，相比较其他路面，沥青混凝土路面的平整度更为突出，投入使用后不容易出现塌陷问题。车辆行驶在沥青混凝土路面上，也不容易产生大幅度振动，延长沥青混凝土路面的使用寿命。其二，沥青混凝土路面的养护工作更加简单，养护人员不需要花费过多的时间和精力。其三，沥青混凝土路面具有极强的透水性能，遭受极端暴雨天气时，在预防交通事故发生方面具有一定效果。

2.2 劣势分析

其一，沥青混凝土路面施工在前期需要投入大量成本，一旦出现塌陷裂缝等质量问题，则需要耗费大量的资金进行维护和修缮。其二，沥青混凝土施工的流程比较复杂，不同部门的工作人员需要使用专业的技巧，协同完成沥青混凝土路面的施工。因此，沥青混凝土路面的具体施工更加依赖不同部门的协同合作。相比较其他类型的路面施工，沥青混凝土路面施工效率并不理想，这也是沥青混凝土路面施工的劣势之一。其三，沥青混凝土路面的施工质量极易受到材料的影响，如果使用的施工材料质量存在问题，无法保障沥青混凝土路面的后期质量。总体而言，沥青混凝土路面施工的优势要大于劣势，因此沥青混凝土路面建设值得全面推广。

3 路桥混凝土施工技术要点

3.1 施工前期对原料控制

现阶段道桥工程实际施工进程中，工作人员经常选用的混凝土水泥原材料大多为硅酸盐水泥，因此，在实际施工进程中，工作人员应该科学控制好水泥这一材料的强度，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

在同一类型的项目施工中，应该确保应用相同类型的水泥材料，借此规避因为材料在强度方面存有的差异，导致承受荷载能力不匀称的状况出现。在混凝土骨料的选用过程中，工作人员应该秉持应用技术要求，选取碎石料的进程中，应该选择强度优良、级配优良、受力匀称的材料，还应该科学控制好骨料的颗粒直径，一般情况下骨料的颗粒直径应该保持在 0.3-3cm 左右，依据道桥工程施工要求的不同，对于其颗粒直径大小灵活调整。同时还应该将骨料之中的含泥量把控在 1%以内；在加入骨料之前，应该对其中的杂质全面清除，如若工作人员需要额外添加一些外加剂，那么则应该依据水泥材料的级别标号，选用科学适宜的减水剂，并且再依据实际道桥工程施工要求，来确保加入计量的科学合理[1]。

3.2 混凝土配合比

在整个道路桥梁的建设过程中，施工材料的质量是最重要的问题。为确保达到高质量的混凝土，制备过程必须以科学的规模进行。在进行配置混凝土的过程中，应考虑以下几点：首先，需要特别注意的问题是仔细控制混合比例。以免出现具体的泌水问题。泌水是混凝土生产中最常见的问题，对质量影响很大。因此，应严格控制混凝土泌水问题，以尽可能控制混凝土的比例。其次，需要了解的是混凝土的黄金时间，也就是混凝土凝固的最佳时间。为确保道路桥梁的施工质量，有必要了解混凝土生产的初始时间。另外，在混凝土制备过程中，原材料的质量需要对混凝土原材料的选择进行管理，以满足道桥工程的质量要求。尤其是道桥工程开工前，建设部门会派出专业技术人员选用原材料，确保各项原材料指标符合工程建设要求，为工程后期建设打下坚实基础。

3.3 混凝土搅拌

在道路桥梁建设中，混凝土结构是从工程角度评估的最重要的设计材料。混凝土配合比施工是混凝土工程项目的一部分，混凝土配合比的科学性直接关系到路桥施工质量。必须先建立科学标准，然后才能实施具体程序。为确保最佳混凝土特性，有必要准确计算混凝土配合比的品牌。混凝土的主要成分是水泥、砂浆、石灰、水等，如果各组分的配比不正确会导致混凝土强度和耐久性的质量标准很难达到。混凝土配比时需不断进行检验，确定性能指标是否满足制造要求。搅拌混凝土时，应严格遵守搅拌规则，确保混合均匀，提高混凝土的耐久性能。搅拌时一定要检查时间，一般来说，混合应该分阶段进行。这改善了混凝土的空气释放，混凝土工作需要特别注意混凝土对外部环境的影响。例：如果室外空气湿度高，室内混凝土湿度会增加，应添加其他成分以平衡性能，还可以添加一些混凝土添加剂以提高混凝土混合料的质量[2]。

3.4 沥青混凝土摊铺

沥青混凝土摊铺过程中有以下几点注意事项：（1）在摊铺之前，要将基层清扫干净，可以用扫帚、吹风机等工具，让基层表面没有附着杂物，清扫完成之后喷洒适量的乳化沥青，以增强沥青混凝土的黏度。（2）摊铺采用整幅摊铺，摊铺过程中要保持缓慢、匀速、连续并且无间断，速度不一致、摊铺过程间断，都会影响摊铺质量。通常情况下，下面层的摊铺速度为 3～4 m/min，中面层与下面层速度一致，上面层的摊铺速度一般是 2～3.5 m/min，摊铺过程中不能随意变化速度，不能有停顿。为了提高摊铺质量以及路面的平整度，在摊铺之前要对摊铺机熨平板进行预热，预热时间通常为 15 min，预热温度必须>80℃。（3）为了保证沥青混凝土路面的厚度与平整度符合设计要求，针对沥青混凝土的上面层采用走雪橇方式控制厚度与平整度，下面层和中面层采用高程控制法，相邻的接缝之间错开，上下层纵缝错开距离至少 15cm。

3.5 沥青混凝土碾压

沥青混凝土碾压过程中最核心的技术是确保压实程度。碾压过程包括初压、复压和终压，初压阶段的碾压速度宜控制在 2～3 km/h，温度必须>135℃[3]。初压完成后进行复压，复压阶段碾压 2～3 遍，碾压温度不低于 110℃，碾压速度控制在 3～5 km/min。终压阶段碾压次数不少于 2 遍，温度不低于 90℃，沥青施工的温度见表 1。终压速度为 3～5 km/h。在碾压过程中，碾压速度要保持均匀、路线要直，碾压工作面长度必须控制在 50 m 以内，可以适当对压路机的速度进行调整，保证压实程度，防止出现碾压过度与碾压不足的情况。

3.6 钢纤维混凝土

道桥工程建设进程中，工作人员可以将钢纤维材料添入进普通的混凝土材料之中，可以切实高效推进混凝土的强度以及承受荷载能力，也可以有效缓解外部所遭受的压力，切实强化了道桥工程混凝土构造的应用时长。除此以外，添入了钢纤维混凝土的道桥工程构造，其表层厚度将会有所降低，并且降低的还有纵向以及横向的收缩缝隙。钢纤维混凝土所具备的性质也基本实现了优良的冻融性以及耐磨性，在承受荷载能力大幅提高的背景下，强化了道桥工程整体构造硬度，也降低了本身的重量，这样一来也降低了道桥工程因为自身重力的原因而出现的变形情况。考量到这些优势，在实际施工进程中，工作人员在道桥工程建设时可以适当引进与应用钢纤维，当然，需要提高关注的是，工作人员应该确保钢纤维在混凝土材料中的匀称分布，钢纤维在添入到混凝土搅拌设备之前，就应该将其进行相应的分散处理。钢纤维的添入量应该依据需要浇筑的水泥实际体积状况来判别，一般在普通混凝土的截面增加 1%-1.2%的钢纤维，就可以切实实现路桥表面的厚实程度减少大约 35%左右，同时也可以有效降低横向收缩缝。

3.7 做好路面接缝工作

由于沥青混凝土路面施工作业流程十分繁复，在不同

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

施工环节均要完成接缝工作，因此在接缝过程中出现失误的概率较大。如果接缝工作质量不尽如人意。那么沥青混凝土公路在投入使用后，很容易出现斜纹裂缝，沥青混合料也极易出现离析现象。倘若后期维护人员对斜纹裂缝现象不加以重视，那么裂缝就会越来越大，甚至最终导致路面出现明显塌陷现象，使沥青混凝土路面投入使用后，诱发各类安全事故。因此施工团队在具体的工程建设环节，需要及时处理施工缝隙。具体到碾压工作环节，施工人员在摊铺机使用过程中，需要为碾压工作留出足够的施工空间，只有如此，才能够使施工缝隙的处理变得更为精准。在碾压工作完成后，施工团队可派遣专业接缝人员检测路面的平整度。为了提升接缝工作质量，专业接缝人员还可酌情使用加热方式，提升接缝处的黏结度，保证沥青混凝土路面的施工质量。

3.8 养护技术

第一，浇筑后需要及时对混凝土覆盖养护，使用清洁塑料膜，但是需要注意不可污染混凝土表面，养护时间不低于 7 d，结合大气温湿度、水泥种类、外加剂掺和情况等适当延长养护时间，若是使用缓凝型外加剂或是具有抗渗要求的混凝土则需要保证养护时间不低于 14 d。初凝时将塑料膜去除后使用润湿粗麻布进行洒水养护。而在洒水养护过程中，为了提高养护效果可以使用自动喷水系统以及喷雾器持续进行湿养护，避免出现干湿循环现象。而预应力混凝土的养护需要达到预应力张拉要求。养护期间以混凝土表层始终湿润为洒水次数标准，并使用塑料薄膜或是养护剂进行养护，不可洒水。若是外界温度处于 5℃以下，则需要对混凝土进行保温。在养护大体积混凝土时，需要结合气候环境进行适当温控，并根据需求对混凝土内外温度进行实时监测，使其处于设计范围内，一般要求温差不可超过 25℃。

第二，采用蒸汽对混凝土进行养护时，需要在混凝土浇筑完成后静置一段时间进行加温处理，一般需要静置 2～4 h，其温度需要超过 10℃，蒸养温度需要低于 80℃。加热养护混凝土过程中，混凝土表面系数超过 6，每小时升温 15℃，降温 10℃；混凝土表面系数低于 6/h，升温速度 10 h，降温速度 5 h。

4 道路桥梁施工中的混凝土施工质量控制措施

4.1 严格控制工程材料应用

现代工程建设模式下，人们对于道路桥梁工程的建设质量提出了较高的要求，要从源头上提升项目建设质量，还应重视施工材料的应用。目前商品混凝土在城市道路桥梁中的应用较多，在混凝土材料应用中，应做好水泥原材料的质量控制，如尽可能地使用道路塑化或者疏水硅酸盐水泥，控制硅酸盐水泥的比表面积，确保其比表面积不小于 2800cm^2/g。存放超过 2 个月的水泥需作强度实验。市政道路工程混凝土材料骨料选择中，应确保大骨料的密度控制在 2000～2800kg/m^3，同时应重视骨料清洁度的控制[4]。工程外加剂选用中，应重视外加剂用量控制，避免外加剂使用过多造成商品混凝土表面张力扩大和含气量增加等问题。完成这些原材料质量检查后，按照砂、水泥、碎石的顺序投料，确保配置的混凝土具有良好的和易性、坍落度和流通度。

4.2 重视施工过程质量监管

规范开展施工过程质量监管能保证道路桥梁施工技术应用的规范性，提升工程建设整体质量。结合工程建设实际可知，道路桥梁工程施工过程监管包含较多内容，首先，应制定严格的监管制度，并对技术监管人员的权责进行划分，明确具体管理范围，为施工现场监管工作的规范开展提供保证。其次，在项目中，应注重混凝土原材料配比设计、配置搅拌、材料运输、浇筑振捣、养护管理等环节的技术和质量控制，确保项目建设内容符合施工规范。在这些具体施工环节质量监管中，应做好关键施工内容的控制，如添加剂影响着水泥的流动速度和自缩值；添加剂不同，混凝土的自缩值也会有所差异[5]。故而在添加剂使用中，应严格按照国家规范使用添加剂，保证工程建设质量。若条件允许，还可在混凝土中引入一定的金属纤维，以此来提升混凝土的抗裂性等。

5 结论

道桥工程无论是对社会经济发展，还是对于人们的日常生活都是非常重要的。为了保证道桥工程的施工质量，要采用先进的沥青混凝土施工技术，加强施工管理，严格控制施工中的每个环节，提高沥青混凝土施工技术的成熟度，发挥其在道桥工程建设中的实际应用价值，助力我国道桥工程建设事业走上新台阶。

[参考文献]

[1]归斌.道桥施工中混凝土施工技术的应用[J].科技创新与应用,2020(11):150-151.
[2]孙明勇.道桥施工中的混凝土施工技术探究[J].建材与装饰,2020(8):266-267.
[3]黄祖生.道桥施工中的混凝土施工技术探究[J].科技创新与应用,2019(19):163-164.
[4]韩劭铎.道桥施工中的混凝土施工技术探究[J].科学技术创新,2019(11):142-143.
[5]张志国.道桥施工中的混凝土施工技术研究[J].四川建材,2018,44(10):108-110.

作者简介：李建祥（1974.3—），男，就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司,职务:董事长,职称级别:中级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

新建地铁与新建建筑穿插施工引起不均匀沉降处理措施

崔新梅 郑艳龙
北京城建亚泰建设集团有限公司，北京 100013

[摘要]随着城市地铁轨道交通的发展，新建地铁线路不可避免的出现下穿建筑的情形。结合地铁与新建建筑交叉施工实际案例，使用先浅基础施工后深基础施工、先高层建筑施工后低层建筑的施工顺序进行下穿施工，施工中先施工的浅基础高层建筑出现不均匀沉降，针对新建建筑出现的楼座不均匀沉降设计新型地基加固的方案，顺利完成工程建设，研究成果可以为类似工程提供设计参考。

[关键词]地铁下穿建筑；交叉施工；不均匀沉降
DOI：10.33142/ec.v6i8.9143 中图分类号：U456.3 文献标识码：A

Treatment Measures for Uneven Settlement Caused by Interlaced Construction of New Subways and New Buildings

CUI Xinmei, ZHENG Yanlong
Beijing Urban Construction Yatai Group Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract: With the development of urban subway and rail transit, it is inevitable that new subway lines will pass through buildings. Based on the actual case of cross construction between subway and newly built buildings, the construction sequence of underpass construction is used, which includes shallow foundation construction followed by deep foundation construction, and high-rise building construction followed by low-rise building construction. The shallow foundation high-rise building that was constructed first experienced uneven settlement during construction. A new foundation reinforcement plan was designed to address the uneven settlement of the newly built building base, and the project construction was successfully completed. The research results provide design reference for similar projects.

Keywords: subway underpass buildings; cross construction; uneven settlement

1 概述

随着城市的发展，建筑的不断扩张修建，带动城市交通的不断完善。地铁在选线过程中综合考虑考虑经济型和技术性，使城市轨道交通线路应尽可能多的经过大的客流集散点，如商业区、政治文化经济中心、居民生活集中的地方等，地铁也会出现下穿建筑的情况。

本文依托的项目为商业、住宅及车库混合项目，在车库下面下穿地铁，地铁自南向北贯穿整个车库，地铁顶部与车库筏板间有 2m 的回填土。本工程及地铁均为明开挖施工，原计划开挖及施工顺序为，本工程先局部开挖至车库底板标高，然后由地铁施工单位继续进行开挖，待地铁施工完成后并且回填至本工程基底标高，回填土经过试验合格后进行移交，然后进行本工程的施工，本工程的施工顺序是先开挖 5#办公楼，待 5#办公楼施工至地下二层（高于 6#住宅楼基底标高）时进行 6#住宅楼施工。

2 工程实例概况

本工程位于昌平区未来科学城，由一栋住宅楼、一栋办公楼及地下车库组成。6#住宅楼开挖深度为 7.18m。地下 2 层，地上 30 层，檐口高度 87.65m，采用装配整体式钢筋混凝土剪力墙结构，地基采用 CFG 桩复合地基，经处理后地基承载力为 360kpa；地基变形值不超过 50mm，倾斜数值不超过 0.0015。5#办公楼开挖深度为 18.58m；地下 4 层，地上 23 层，檐口高度 99.05m，采用钢框架-钢筋混凝土核心筒混合结构，地基采用 CFG 桩复合地基，经处理后达到 360Kpa。地基变形值不超过 50mm，倾斜数值不超过 0.0015；除车库地下四层，其余地下车库开挖深度为 14.23m，局部为 9.73m。

地铁 17#线南北贯穿本工程的地下车库位置，其中地铁基坑开挖深度为 24.51m，6#住宅楼开挖深度为 7.18m，5#办公楼开挖深度为 18.58m。地铁与本工程位置关系详见图 1。

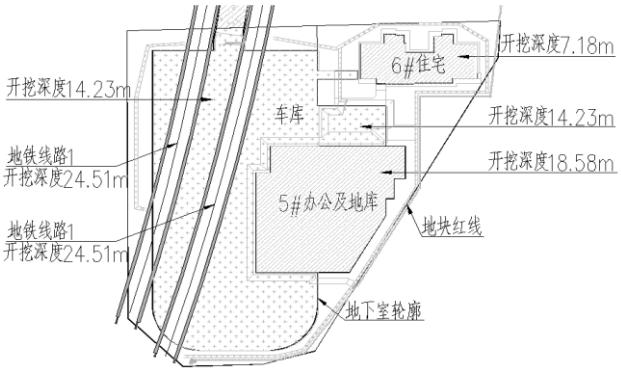


图 1 地铁与本工程车库及楼座的位置关系

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

根据本工程与地铁的位置关系，此处设计地铁施工方案为明挖施工，本工程位于地铁上空部位开挖至基底标高后，移交至地铁施工单位，由地铁施工单位继续进行开挖。由于地铁施工滞后于本工程的施工进度，而本工程又有交付工期要求，为满足本工程的工期要求，紧邻地铁 17#线的 6#住宅楼施工先于地铁施工，与地铁 17#线形成“先高后低，整体东高西低”建筑物施工现象。

经调整后，本工程与地铁整体施工顺序调整为先施工 6#住宅楼，6#住宅楼封顶后，地铁基坑开始开挖并组织结构施工，待地铁施工完成后开始进行 5#办公楼施工。

在地铁施工阶段，因西侧地铁与 6#住宅楼最近处相隔仅 27m，地铁基底标高与 6#住宅楼基底标高相差 17.33m，在地铁开挖过程，支撑未形成体系时，6#楼向西不均匀沉降；5#办公楼在北侧紧邻 6#住宅楼，且 5#办公楼基底标高低于 6#住宅楼基底标高 11.4m，在 5#办公楼开挖过程中容易造成 6#住宅楼向南不均匀沉降。

未了减少 6#住宅楼不均匀沉降的风险，对 6#住宅楼与地铁之间及 6#住宅楼与 5#办公楼之间车库部分进行采用注浆、增设 CFG 桩对地基处理，同时在 5#楼北侧与 6#楼之间原有基础上增设护坡桩，提高既有护坡桩的刚度。

3 地基处理方案设计

结合现场工程地质条件和周边环境条件，根据现场实测变形情况，为减少 6#住宅楼出现沉降变形、倾斜变形较大的风险，以及周边支护体系在基坑未开挖的情况下深层水平位移过大的风险采取加强措施，需要对 6#住宅楼周边 6#楼周边支护剖面进行加强，并对周边土体进行注浆加固。具体加固方案如下：

（1）6#楼周边回填

本次加强措施应先进行 6#楼北侧集水坑和 17D 剖面西侧以及 16C 剖面南侧网格填充区域的土方回填，土方回填至绝对标高 23.82m，应分层回填并进行压实以满足后期施工机械的需要，确保施工安全。

（2）注浆加固

在 6#住宅楼西侧与地铁相邻部分及南侧靠近 5#楼办公楼部分，采用注浆的方式对地基进行加固，注浆区域详见图 2。注浆采用 WSS 注浆技术，选用 AC 双液注浆，其中：水玻璃：水泥浆（体积比）=1：2；水泥浆液水灰比，水：水泥（重量比）=1：1；水玻璃与水泥浆混合液的凝结时间控制在 30s～3min 左右。注浆压力 0.3～1.2MPa。注浆施工前应先现场取点，进行注浆试验，根据实验数据最终注浆压力大小，注浆孔间距 1.0m，梅花形布孔，现场孔位可根据实际情况进行微调。注浆加固施工完成后，要求取芯数量宜按注浆孔的 3%～6%抽查，加固后土体无侧限抗压强度不小于 0.8MPa。

（3）对 6#楼周边支护剖面进行加强

在 6#住宅楼南侧增加 16 支护桩以增强原支护结构。支护桩直径为 800mm，间距 1.6m，桩长 22m，共计 3 道锚索。腰梁采用 2 根 22b 工字钢；

在 6#住宅楼南侧增加 12 支护桩以增强原支护结构。支护桩直径为 800mm，间距 1.55m，桩长 24m，共计 3 道锚索，腰梁采用 2 根 22b 工字钢。

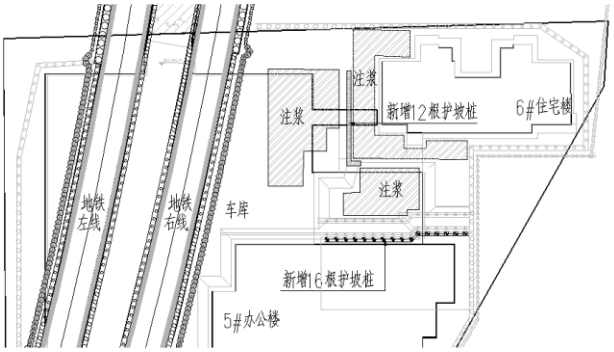


图 2 注浆区域及新增护坡桩

（4）增设混凝土板

在 6#楼住宅楼南侧与 5#办公楼北侧部分，增加钢筋混凝土板，图 3 钢筋混凝土板厚 400mm，板底标高 20.87m。钢筋网采用双层双向布置，C12mm@200mm，钢筋保护层 50mm，C25 混凝土。此区域结构施工前应进行板与支护桩之间的断开施工，以保证地基的整体性。

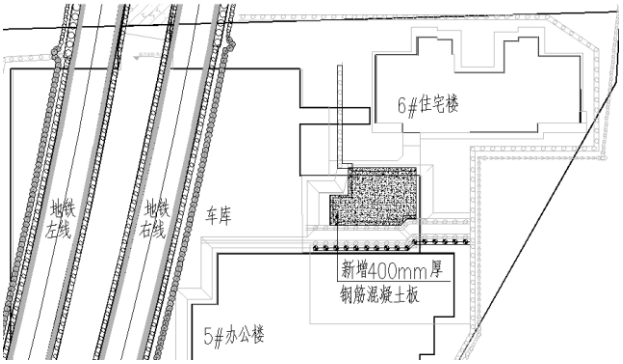


图 3 新增 400mm 厚钢筋混凝土板

（4）待（1）-（3）加强措施全部完成后，在 16.77m 标高处施工 5#楼 CFG 桩，其中Ⅰ区为 CFG 桩加钢筋笼区域，Ⅱ区为 CFG 桩不加钢筋笼区域，详见附图 4。CFG 桩在施工时先施工Ⅱ区再施工Ⅰ区，Ⅰ区施工时垂直北侧值剖面施工，隔排跳打，CFG 桩验收应严格按分区进行，且验收比例按验收标准。

CFG 桩施工完成后，进行 5#楼Ⅱ区基坑开挖，并进行主体结构施工。5#楼Ⅱ区结构施工完成三层地库底板后，进行 5#楼Ⅰ区基坑开挖，分步开挖，每步不得大于 2m，水平宽度小于 20m，基坑开挖过程中加强变形监测和人工巡视，并施工对应位置的锚索，基坑开挖完后施工对应的主体结构。

5#楼主体结构完成地下三层底板施工后，进行 5#楼基坑肥槽的刚性回填，要求采用 C15 素混凝土进行回填。回填完成后，再进行 6#楼西侧马道的开挖，并进行对应

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

标高的锚索施工。

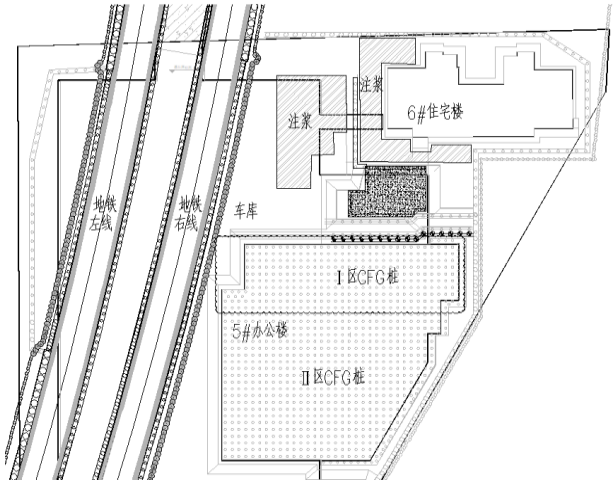


图 4 CFG 桩施工区域划分

4 施工管理

因 6#楼已施工已基本完成，对于后期地铁及 5#办公楼施工过程中避免出现 6#楼出现不均匀沉降的风险，对 6#住宅楼肥槽进行处理，并调整 5#办公楼的施工顺序。

（1）6#住宅楼肥槽回填

根据专家及设计现场勘察，需对 6#楼基础筏板周边肥槽进行密实处理，对于肥槽内的集水井等雨期排水措施，采用 C15 混凝土填充后找坡，统一向西侧流出，避免肥槽内积水，减少对地基沉降的影响。现场 6#楼北侧集水坑进行回填，回填密实，减少地表水渗漏到地基土中以保护楼座安全。

（2）注浆施工

在注浆之前，选定区域进行注浆加固现场工艺试验，以注浆工艺设计为基础，以土体变形量及加固后土体强度为评判指标，确定合理的注浆方式、注浆材料及配比、凝结时间、注浆压力、注浆分段长度、单孔单段注浆量、注浆速度等注浆施工工艺参数。工艺检验满足要求后，开始对 6#楼西侧及南侧需要注浆的区域记性注浆。注浆施工过程中严格控制注浆压力和注浆量，并注意巡视，防止过度注浆。

（3）护坡桩施工

为增强 6#住宅楼西侧及南侧原支护结构，在原护坡桩外侧新增护坡桩。护坡桩采用长螺旋钻机钻进，压灌混凝土后反插钢筋笼成桩的施工工艺。由于本工程对锚杆的成孔角度要求较高，且为避免成孔过程中钻孔塌孔对基坑的稳定性产生影响，本工程中预应力锚杆采用履带式跟管锚杆钻机成孔，并及时按设计要求注浆，确保质量与安全。锚杆张拉采用用液压千斤顶按设计图纸要求及时进行张拉锁定。

（4）5#办公楼 CFG 桩施工

待本次加强措施全部完成后，在 16.77m 标高处施工 5#办公楼 CFG 桩，其中 CFG 桩加钢筋笼区域（Ⅰ区），不加钢筋笼区域（Ⅱ区）图 4，CFG 桩验收应严格按分区进行，先施工Ⅱ区再施工Ⅰ区，Ⅰ区施工时垂直北侧值剖面施工，隔排跳打，且验收比例按验收标准。

（5）地下结构施工

CFG 桩施工完成后先进行 5#办公楼Ⅱ区的筏板施工，然后在进行Ⅰ区筏板施工，并先Ⅱ区后Ⅰ区形成流水逐层向上施工。筏板施工完成后，对筏板部分的肥槽采用 C15 混凝土进行回填。待地下三层顶板施工完成后，对地下三层的肥槽采用 C15 混凝土进行回填。

（6）监测

按照原施工顺序，只需对 6#住宅楼结构进行沉降、倾斜监测。但 6#楼经过周边地基加强后，可以改变施工方法，满足先高后低的施工条件，即 6#楼主体结构先行于毗邻待建结构施工，其中包含地铁结构和 5#办公楼。

在地铁施工完成前，需要对 6#住宅楼进行持续监测，主要对 6#住宅楼进行深层水平位移监测、地面沉降监测和地表沉降监测。根据现场地面设置的沉降监测点数据，核实是否存数据异常等问题，按要求执行监测频率，并结合对现场既有结构的观察，如有隆起、结构裂缝、主体倾斜等质量隐患发生，应及时采取相应措施进行控制，如局部停止施工、设置反力墩等阶段性控制方案。

本次地表沉降观测点固定在稳固土体中，监测点监测频率为每 1 天一次，直至变形数据收敛。6#楼主体结构整体倾斜不应超过 1.2‰。

对 6#住宅楼主体结构裂缝进行人工巡视，查验门窗、洞口处是否存在裂缝，必要时应由相应单位进行检测，一旦发现裂缝应立即停止所有施工，并及时调整施工。

5 结论

针对本工程的特殊施工顺序，出现先浅基础结构施工，后深基础结构施工，为减少已施工完成的浅基础结构出现沉降变形、倾斜变形较大的风险，采取 6#住宅楼周边地基加固，及周边既有支护体积加固等措施进行地基处理。经地基处理后，6#楼的沉降在地铁及 5#办公楼施工过程中已趋于稳定，地基处理成效显著，既保证了地铁及 5#办公楼能顺利施工，也保证地铁的顺利贯通及本工程的按期交付。

[参考文献]

[1]朱炜.浅析处理房屋地基沉降的措施[J].科技创新与应用,2012(12):205.
[2]耿明涛,张伟.相邻建筑物地基沉降处理方法探析[J].中国科技财富,2016(3):33-34.

作者简介：崔新梅（1988.11—），女，籍贯：山东临沂，研究方向：土建施工，职称：高级工程师，学历：硕士研究生；郑艳龙（1976.10—），男，籍贯：北京，研究方向：土建施工，职称：正高级工程师，学历：本科。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

装配式建筑结构施工技术的关键点分析

王坤磊
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]在传统的建筑工程当中，为了保证建筑工程的整体性以及强度，使用了现浇整体式的施工方式，但此种传统施工方式所需要的施工周期较长，并且在施工过程当中也会对周围的生态环境造成一定的破坏。采用现浇整体式的施工方法虽然可以节省大量的模板，但是也会增加工程的总体成本，这就给传统的建筑施工带来了不小的挑战。因此，装配式建筑施工技术就应运而生，并且在现如今的建筑行业当中得到了广泛的发展，但目前需要对装配式建筑施工技术的抗震能力进一步地进行分析，从而提升其自身的安全性以及可靠性。

[关键词]装配式建筑；结构施工技术；关键点
DOI：10.33142/ec.v6i8.9109 中图分类号：TU7 文献标识码：A

Analysis of Key Points of Structural Construction Technology of Prefabricated building

WANG Kunlei
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: In traditional construction projects, in order to ensure the integrity and strength of the construction project, the cast-in-place integrated construction method is used. However, this traditional construction method requires a longer construction period and can also cause certain damage to the surrounding ecological environment during the construction process. The use of cast-in-place monolithic construction method can save a lot of formwork, but it also increases the overall cost of the project, which poses significant challenges to traditional building construction. Therefore, the construction technology of prefabricated building emerges as the times require, and has been widely developed in today's construction industry. However, at present, it is necessary to further analyze the seismic capacity of Prefabricated building construction technology, so as to improve its own safety and reliability.

Key words: prefabricated building; structural construction technology; key points

1 预制装配式建筑

装配式建筑工法是一种新的现代工法，提倡采用可持续技术生产高质量的环保建筑构件，一方面满足国家对住宅管理和节能减排的要求，另一方面可以有效解决施工空间的问题。同时预制构件工程与传统工程相比，可以将建筑构件更安全地运送到施工现场，并根据施工要求进行安装。在安全方面，装配式建筑采用标准化、机械化生产工艺，避免了工地对建筑构件质量和工艺的控制，装配结构可以按照预定的标准尺寸进行制作，显著加快安装速度和相关建筑工程的施工速度。与传统的灌注式混凝土相比，节省了建筑混凝土的支架、模板等耗时较长且具有危险性的工作。传统的建筑方式存在着能源浪费和环境污染等问题。预制构件建筑的出现更完美地解决了这些问题。特别是近年来，随着国家对环境问题的重视，预制构件建筑被广泛接受，并发挥出了它的优势[1]。因此，加强对预制装配式建筑的研究，使其技术更加成熟，更好地服务建筑行业的发展，成为了当前建筑行业的当务之急。

2 装配式建筑施工技术的应用优势

2.1 有效实现成本控制

建筑市场的这种发展趋势导致市场竞争愈发趋向于白热化，施工单位及项目管理单位在寻求技术突破的同时，也不得不将目光放在成本控制上。在这种情况下，已经先一步在国外演化出成熟体系的装配式建筑进入各工程单位的视野，由于会提前对建筑的构件进行规划并以流水线的形式生产，且建筑施工过程以组装和加固为主，因此能够对现场施工导致材料过度消耗的情况加以控制，同时作业难度的降低和工序的优化，也意味着生产过程中水、电、设备、人力等各方面资源的大量节约，进而有效缩减了建筑施工所需的成本，在为企业获取更多经济效益的同时，也使企业拥有了更强的市场竞争力。

2.2 提升企业运行效率

由于这种技术会对建筑工程进行模块化处理，因此传统建筑施工技术中的相当一部分施工环节被充分优化，且批量生产及组装的流程使得施工流程表现出更加有序、相互影响程度更低的特征，避免了因前期作业不到位导致后续工程无法开展的情况，因而在很大程度上提升了施工效率并实现了工期的缩减。在这种情况下，企业在单位时间内就能够执行更多的工程，且单一工程需要投入的人力物力资源也得到优化，对于规模较大的企业而言有机会实现双项甚至三项工程同时进行的情况，且工程规模越大，这种优势就越明显。这就意味着企业在单位时间内能够进行多个项目的施工，企业的运行效率也能因此得到强化[2]。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.3 在环保上有显著优势

结合传统建筑工程的施工流程来看，工程中存在严重的资源浪费现象，且即使是在强化监理及其他相关部门监管作用的前提下，这种资源浪费现象也很难得到有效控制。另一方面，传统建筑施工技术还会为环境造成严重的负担，原则上为保障工程质量，施工中用到的各种工程材料及相关产物可多不可少，这就导致工程结束后很容易有多余的材料剩下来，但这类材料往往缺乏专业的回收策略，大部分情况下只是任选区域随意堆放，靠自然环境很难降解。且施工过程中各种工程机械的应用也会产生大量噪音及粉尘污染，这部分内容更难得到有效控制。但对于装配式建筑而言，其现场生产过程以组装为主，用到的机械大多是为了执行吊装搭建作业，因而就有效避免了噪声污染及加工作业产生的粉尘污染；而且由于构件都是直接生产制作完成，除浇筑用的混凝土之外在很大程度上避免了应用其他工程材料，工程材料导致的污染也因此得到控制。因而相比传统建筑工程技术而言，装配式建筑施工技术在环保上表现出更加显著的优势。

3 装配式建筑施工质量的问题

目前，装配式建筑施工中，存在预制构件安装质量不佳、预留孔洞与设计不吻合、钢筋预留位置不合理等问题，导致装配式建筑施工中质量难以达标。此外，在套筒灌浆施工环节中，溢浆口无浆液溢出也影响了装配式建筑施工的质量，带来一定的工程风险。

施工企业在装配式建筑工程管理和技术方面存在缺陷是导致上述问题的关键。众多企业缺乏科学的管理体系，技术能力欠缺，无法保障装配式建筑施工质量。施工过程中未对操作人员进行专业培训，从业人员专业素养不足等均增加了施工作业风险，影响了装配式建筑质量控制。由于装配式建筑施工单位管理不到位、技术能力欠缺、施工人员不合规等，导致预留钢筋变形、移位、预制构件被损坏，造成装配式建筑质量不达标，产生巨大的安全风险。由此可见，需重点关注装配式建筑施工过程中存在的典型问题，加强管理，配备专业人员，提高从业水平，切实解决质量风险因素，提升项目质量[3]。

4 装配式建筑施工技术要点

4.1 前期准备

（1）构件材料的生产需严格遵循设计图纸，重点控制施工指标，设计单位和构件生产厂家需认真商讨图纸偏差，确保构件设计合理性、生产产品的精确性，确保产品受力状况良好，以保障建筑质量。

（2）设计单位、工程总承包商、监理单位、生产厂商等相关主体单位需认真商讨项目情况，严格落实方案，加强责任制管理，明确不同单位的责任，通过制定质量管理体系，控制施工质量。

（3）预制构件的生产需严格遵循设计需求、技术规范，确保预制构件性能并保障生产精度，模具使用时需合理控制尺寸，根据构件设计尺寸，严格控制预埋孔、钢筋位置。

（4）生产完毕后，由专业技术人员根据技术规范进行项目检测，确保预购件质量达标，在施工过程中根据安装计划、工序安排核对构件型号和数量。

（5）对预购件的运输需合理规划路线，避免运输环节损坏预购件。需由专人管理放置现场，避免产生二次搬运等风险。

4.2 混凝土浇筑

对于装配式建筑施工来说，其中最重要的一个环节就是混凝土浇筑，混凝土浇筑的质量会影响到装配式建筑施工的整体质量，因此对于装配建筑施工当中的混凝土浇筑，相关的工作人员应该做到高度重视。在混凝土浇筑前期，工作人员应该对所使用的模具以及浇筑材料进行仔细检查，确保两者都符合施工标准。在检查过后，相关人员应对混凝土内部的成品构件以及所使用的钢筋质量进行检测，避免由于钢筋或者成品构件的质量不达标，从而导致混凝土浇筑的环节出现问题。

在混凝土浇筑完成之后，相关的工作人员应该对混凝土构架的质量进行严格检查，并且确保构架的表面足够的平整并且符合客户对装配式建筑的要求。如果在检查的过程当中，工作人员发现构件出现了问题，应该及时对构件进行更换，或者采取补救措施，以此来确保混凝土浇筑环节不会出现问题，同时也能够保障整个混凝土构件的质量[4]。除此之外，在浇筑完成之后，工作人员还应该对混凝土构件做好养护工作，以确保能够按时将其运到施工现场进行组装。

4.3 预制部件的装配工艺

首先，要对柱的装配工艺进行详细介绍，明确其装配流程，确保部件的位置能距离安装层面 20cm 处。同时，施工人员要对连接套筒以及层面的预留空间进行仔细查看，二者是否对准，在保证其对准后才能进行下降处理。其次，在安装斜撑的过程中，调整柱子的垂直高度，确保垂直高度符合建设的标准，再利用砂浆对柱子以及层面的连接处进行密封处理。最后，因为墙板预制部件的体积较大，因此在吊装的过程中，要确保吊装的速度相对平稳，当距离安装面 60cm 处时，工人要协助吊装设备，令部件缓慢下降。通过预制部件预留出的钢筋以及套筒对墙板的下落位置进行定位，当距离预留空间 20cm 处时，进行后续的接缝灌浆操作，确保斜撑以及墙板的垂直高度，以便对不收缩的砂浆进行及时调整。

4.4 预制构件吊装

吊装是装配式建筑施工过程当中相对重要的一个环节，因此在进行此环节的操作之前，施工人员应该选好吊装的位置，以此来保证在吊装时不会出现问题。同时为了确保预制构件的性能不会出现问题，施工人员应该将吊装

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

点设置在预制构件弯矩最小的位置，以此来确保能够对预制构件的性能进行充分检查。在吊装的过程当中，通常会使用占地面积以及体积相对较小的预制柱来进行吊装，此种方式更便于预制构件的连接，同时施工人员也可以根据正负弯矩相等的原则，来对构件的吊装进行科学合理的设计。在装配式建筑施工过程当中，选择吊装方式时，不仅要考虑预制构件的特性，同时还要考虑起重机以及吊具等设备的使用情况[5]。在吊装时预制构件应该保持对称的状态，一旦预制构件出现不对称的情况，工作人员应及时进行解决，从而保证预制构件的平衡，在最大程度上减少吊装施工对预制构件所造成的损害。

4.5 预制构件之间的连接施工技术

预制装配式建筑由许多构件连接而成，因此，在装配式建筑施工中，预制构件的连接技术至关重要。连接技术的优劣能够直接影响建筑的施工质量和建筑落成后的功能性。因此，施工中必须采用科学的、高质量的连接方式进行预制构件连接施工。目前，装配式建筑中主要使用的连接方式分 3 种：现浇连接、机械连接以及预制内剪力墙螺栓连接。这 3 种连接方式各有优劣，在施工中应合理选用。比如机械链接通过机械连续套筒实现构件的连续灌浆，由于其大量使用水泥，因而其连接为止非常稳定、安全，但是这种连接方式对于预制构件的内部加固要求较高。

4.6 利用 BIM 技术

BIM 技术是辅助装配式建筑施工技术最为常用的软件技术，因为该技术可以实现对施工现场的模拟，及时地暴露出实际施工过程中出现的问题，以便及时地对施工设计方案进行更改和调整。同时，该软件技术还具备强大的 3D 模拟功能，能够直观地展现出建筑设计的效果，从而对需要修改的部位进行调整，实现对于装配式建筑工程管理的有效性，进而提高时施工建设的效果。而且 BIM 技术的应用能够在最大程度上提升施工设计方案的精确性，减少返工的概率，提高装配式建筑工程的建设效率以及质量，保障施工建设的效果，以便对施工建设现场进行有效管理。

4.7 转换层钢筋定位控制

为了保证装配式工程的整体建设质量，要将现浇结构的装配式位置与现浇结构的转换位置进行置换，以便保证整体结构的稳定性，在进行内力传输的过程中能够不受影响，从而确保装配式作业的顺利开展。在装配式建筑施工期间，其预制墙板的安装速度极为可能对转换层的预留空间造成影响，从而失去对连接筋的管控。因此，在建设施工的过程中，要借助定位放线方法对其进行定位，保证竖向钢筋的准度符合建设标准，严格按照图纸的要求，对项目转换层的墙体厚度进行控制，以便保证项目的安全性以及稳定性。在进行锚入上层的操作时要控制装配式墙体浇灌钢筋的比对，以免二者的间距存在一定的差距。同时，要经过严格的计算以及勘察，以便最终确定其偏离的位置，保证其不大于 100mm，精准定位竖向钢筋的位置。如果其一旦超出 100mm，要对转换层钢筋的预留位置进行精准控制，避免对工程建设出现“二次浇筑”的情况，对施工期间的混凝土分层浇筑产生影响，致使其定位钢板的位置出现偏差[6]。

4.8 吊装阶段的安全对策

临时支撑系统的构建是建筑商经常忽略的重要环节。构筑坚实的临时支撑系统，是吊装阶段不可或缺的工作。其中纵向构件安装专用的工具式支撑系统，可以有效地控制纵向位移。当然，在这套系统运行前，应控制平板的强度，达到支撑力的要求。水平构件安装专用的工具式支承系统，常用于横向构件的安装。例如，用于装配折叠式地板的安装。该系统通过在一根钢的支承上组合各种类型的孔，可以实现不同的支承高度。当然，还要根据实际规格计算其实际支撑点的数量，应在两侧墙壁上留出相应的标高。如需增加或减少吊挂点数量，须经专业设计人员复核同意后方可操作。

5 结论

随着建筑行业的不断发展和技术进步，装配式建筑的应用范围更加广泛，为推动建筑产业可持续发展奠定了基础，促进了建筑行业创新和产业转型。为此，装配式建筑建设和推广的过程中需结合实际情况，重点探究可能影响项目建设质量的因素，加强装配式建筑施工质量控制，重点分析关键节点、典型问题，采取有效措施，积极应对防范质量问题提高建筑质量。

[参考文献]

[1]方鲁兵,范家茂.装配式建筑混凝土结构施工全过程技术研究[J].阜阳职业技术学院学报,2022,33(3):62-65.
[2]陈东勇.预制装配式建筑结构施工技术现状与问题研究[J].陶瓷,2022(9):156-158.
[3]李志豪.装配式建筑结构施工技术要点[J].中国建筑金属结构,2022(8):40-42.
[4]章勇.关于装配式建筑结构施工技术的研究[J].中国设备工程,2022(8):200-201.
[5]李华.装配式建筑结构施工技术分析[J].房地产世界,2021(24):84-95.
[6]陈溢煌.装配式建筑施工特点与结构施工工艺研究[J].住宅产业,2021(12):103-120.

作者简介：王坤磊（1986.12—），毕业院校：北京农业职业学院，专业：建筑装饰材料及检测，就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司，职务：分公司经理，职称级别：初级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

顶推施工技术在连续钢箱梁施工中的应用探讨

胡雪梅
中国十九冶集团有限公司，江苏 南京 210039

[摘要]文中将率先介绍顶推施工技术的技术要求与施工特征，找出连续钢箱梁顶推施工操作原理，再以某连续钢箱梁施工操作项目为例，详细阐述顶推施工技术在项目建设中的应用过程，如设计施工临时墩、安装滑道、设置导梁、限位纠偏及顶推施工等，然后根据施工操作效果，探索出优化顶推施工技术操作效果的有效措施，借助对施工技术运用状态的合理把控，确保连续钢箱梁施工操作质量。

[关键词]连续钢箱梁；临时墩；限位纠偏；顶推施工
DOI：10.33142/ec.v6i8.9101 中图分类号：U455.4 文献标识码：A

Discussion on the Application of Jacking Construction Technology in the Construction of Continuous Steel Box Girders

HU Xuemei
China 19th Metallurgical Group Corporation Limited, Nanjing, Jiangsu, 210039, China

Abstract: The article will first introduce the technical requirements and construction characteristics of push construction technology, identify the operating principle of continuous steel box girder push construction, and then take a continuous steel box girder construction operation project as an example to elaborate on the application process of push construction technology in project construction, such as designing and constructing temporary piers, installing slides, setting guide beams, limiting deviation correction, and push construction. Based on the construction operation effect, exploring effective measures to optimize the operation effect of top pushing construction technology, with the help of reasonable control of the application status of construction technology, so as to ensure the quality of continuous steel box girder construction operation.

Keywords: continuous steel box girder; temporary pier; limit deviation correction; jacking construction

引言

连续钢箱梁施工操作带有一定的独特性，操作人员要在施工作业中明确各个施工操作的具体位置，将顶推施工技术引入到连续钢箱梁操作中，提升对钢箱梁作业位置的控制效果。操作人员要恰当关注顶推施工技术内的指标要素，明确具体的施工标准，将该项标准融合到连续钢箱梁操作中，促进项目建设的标准性、规范性。

1 顶推施工技术的技术要求与施工特征

1.1 技术要求

顶推施工技术在实际操作期间，钢箱梁底板要带有较高的刚度、强度。同时，临时墩的搭建位置要较为精准，其稳定性、刚度与强度都要与施工要求相符。要集中控制顶推千斤顶，使该类操作与施工步骤保持一致。

1.2 施工特征

（1）顶推施工技术在具体应用时，该类技术下属的制作工序较为规范化，适当保证构件质量。（2）顶推施工技术的运用范围较为广泛，连续钢箱梁、简支梁、拱桥与斜拉桥等都结构都可使用该技术。（3）顶推施工技术在实际操作时由于临时墩的整体受力较为复杂，要进行多次的应力测算[1]。（4）鉴于顶推悬臂弯矩的各项限制，顶推施工技术所达到的跨径值多在 70-80m 左右。（5）运用顶推施工手段时，其采用的机具设备较为简便，增强了工程项目建设的便宜度。

2 连续钢箱梁顶推施工技术的操作方式

在连续钢箱梁顶推施工技术操作中，施工技术原理属大跨度桥梁施工技术的一种，该项技术多将千斤顶当成项目的顶进动力，将滑移材料当成梁支垫而开展的桥梁安装，该类滑移材料需始终保持较小的摩擦系数。连续钢箱梁顶推施工操作原理为利用千斤顶施加力量，再借用梁底滑道、滑块来组成滑动装置，然后将不同段的梁逐渐向前推进，继而完成落梁就位。具体来看，顶推施工技术的应用方式多由桥梁形式、千斤顶型号、桥墩可承受的推力与主梁长度而定，要在施工技术运用时恰当明确梁体预制长度。在确认梁体预制长度期间，为保障各梁段存在相同的预制长度，要在施工过程中恰当考量施工建设的循环周期，将该时间设定在 7-15d 左右。梁体顶推方式可包含多点顶推、单点顶推方式，多点顶推多为在各个桥墩的位置布置桥梁千斤顶，借助同步多点方式来增加力量，使梁体完成推移操作，鉴于千斤顶内部的行程要素，桥墩顶的移动状态将遭受千斤顶牵引力控制，出现正负方向的纵向位移，使桥墩出现变形问题，极大影响桥梁建设使用的整体安全[2]。当前连续钢箱梁建设中的顶推施工手段多为千斤顶的纵

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

向串联，利用自动管控装置来完成交替牵引，其速度要处在不间断、连续状态。单点顶推形式多为在桥梁的某一侧安设千斤顶，借助某侧顶推力来引导梁体纵向移动，鉴于该方式下的千斤顶拉力会集中在某一侧，要在千斤顶位置处及时安置具有反向推力的应用装置。

3 顶推施工技术在连续钢箱梁施工中的实践运用

3.1 工程概况

某连续钢箱梁的全线有 7 联，匝道为 6 联。当前连续钢箱梁的横向面多为单箱整幅断面形态，为增强施工操作质量，使用顶推施工技术。连续钢箱梁运用的材料面板属正交异性桥，16mm 为该类顶板的最小厚度，主线钢梁多为 U 形加劲肋，其间距多保持在 600mm 左右，匝道内部间距为 400mm，使用一字肋形式。底板间距也为 400mm，使用一字肋形态。依照当前的计算情况要精准调整箱梁板的厚度，腹板则要依照实际受力状况向受压区内设计纵向加劲肋。连续钢箱梁横隔板的间隔采取整体式和框架式，其间距多维持在 2m 以内，要依照连续钢箱梁端横梁与横隔板的具体受力状态来增加板体厚度。施工人员在了解到连续钢箱梁当前的结构设计情况后，要借助顶推施工技术对工程项目整体结构施加作用力，巩固结构质量。

3.2 设计施工临时墩

开展临时墩结构施工前，要对临时墩结构进行科学设计。（1）当前项目中桥梁的临时墩多为钢管柱形式，每组临时墩都拥有 4 根钢管柱，各管柱之间的钢管或槽钢利用剪刀撑形式完成连接。柱子顶部设计了可固定下滑道装置的柱头。在对连续钢箱梁顶推时的千斤顶状态进行适当考量时，要科学设计水平或竖向千斤顶，使临时墩的抗推能力变得更为稳定。处在桥墩位置的临时墩，要将桥梁支座垫与墩顶开展刚性连接，该项装置的刚度与强度都要与最大水平力、最大竖向荷载的应用标准相符。（2）完成临时墩结构设计后，要适当搭建临时墩基础。临时墩结构的基础扩展多采取钢筋混凝土形式，依照地基的最高竖向荷载与实际承载力来确认临时墩基础样式。通常来讲，临时墩结构基础多为整体式基础、分离式基础，其生成的尺寸要依照地基具体承载力与最高竖向荷载来定。基础混凝土材料多为 C30 类型，要在混凝土施工操作期间来埋设地脚螺栓，该类螺栓的型号应为 M25，将其运用到基础与钢管柱的连接中。明确临时墩结构基础以后，要依照具体的顶推施工操作状态来反复计算抗倾覆与承载力[3]。（3）设置临时墩结构时，要将其沿中线进行径向布置，滑道面的高程要适当达成竖向圆曲线的线形要求。当前连续钢箱梁在开展顶推操作中，最大悬臂需达到抗倾覆系数，该项数值多维持在 1.5 左右。连续钢箱梁中的分段长度、纵向的中心间距与横向间距都要达成钢箱梁的各个拼装段要求，再依照桥体的具体跨度来明确临时墩数量。在实际施工中，连续钢箱梁中的顶推高程值要与落梁高程值保持一致。

3.3 安装滑道

完成临时墩结构设计施工以后，操作人员要进行顶推滑道的安装。顶推滑道多为达成顶推施工操作目标的临时性装置，其内部构造包括滑板、滑道板与滑道调垫块等。滑道样式多为钢板焊接而成的长方体盒子，内部存在已焊接的不锈钢板。滑板的整体构造多为橡胶、聚四氟乙烯与钢垫块等，使用四氟乙烯板时要适当观察其表面，确保表面光滑清洁。若想科学完成各箱梁纵向梁底的衔接，使四氟乙烯块能在顶推操作中顺利滑动，要将钢板的纵向侧面设计成斜面形式，增强滑块前后滑动的便利性。进行滑道安装时，要合理控制滑道平面面积与顶面标高，使该类数值达到对应的受力要求，将该滑道固定在临时墩的顶纵梁内。操作人员在开展滑道安装应用前，要适时检查滑道位置，确保滑道表面的光滑程度。

3.4 设置导梁

进行导梁安装前，要对该类装置进行科学设计。比如，导梁长度多为 0.6-0.7 倍的顶推跨径值，截面为花架梁或工字形钢板梁。在探究导梁线形、高度与各连续钢箱梁的衔接位置时，该项数值与连续钢箱梁的结构位置设计相符。导梁前侧高度多为逐步变小，连接连续钢箱梁腹板材料与导梁的形式多采取焊接、栓接。由于导梁的上墩侧要设计千斤顶，可将导梁前侧当成弃门。进行导梁安装的过程中，要合理控制导梁安装形态，将连续钢箱梁与钢导借助锚固栓接形式设置成一个整体，该类安装形式的主要优势为竖向与横向的抗扭刚度值较高，可有效解决当前复杂的受力问题，且增强了安装拆除的便利性[4]。选取焊接方式的过程中，要对钢导梁焊接开展适宜的试验评定，利用该项试验明确焊接工艺中的各项系数。进行试验评定时，除了要恰当关注该类试验的整体条件外，还要使钢材料保持原有机械性能，不可在实际操作中产生内部缺陷、焊接变形与外观不良等问题。连续钢箱梁与导梁的连接要始终保持线性状态。

3.5 限位纠偏

在开展限位装置的安装前，要适当设计顶推系统。通常来讲，顶推系统多选取计算机内部的顶升同步液压体系，其内部系统共分成 5 部分，即人机界面的操作系统、位移压力测试系统、液压系统、PLC 控制系统与液压泵站系统等。操作人员在使用 PLC 控制系统时，要合理规划施工操作位移信号，使终端各个组中的千斤顶满足平衡性要求。进行限位纠偏时，要率先明确限位纠偏的主要目标，即限位装置应用的主要目标为限制、引导连续钢箱梁体的滑动方向，若在中线方向滑动时产生横向偏移，则要利用限位装置来完成对应的纠偏工作。实行限位纠偏前，要在临时墩附近安置合适的横向限位系统，使其在顶推操作时可恰当调节导向轮内部螺栓间的距离，使箱梁和导向轮间形成适宜空隙，由于顶推操作中的受力较难维持平衡状态，则要借助限位装置来引导梁体蛇形前进，该项举措极大缩减

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

限位空隙，有助于操作执行纠偏工作。在完成限位纠偏工作后，操作人员要适当检查顶推系统的具体应用位置，确保施工位置处在理想状态中。

3.6 顶推施工

进行正式的顶推施工操作前，要科学开展试顶工作。试顶操作的主要目标为逐渐积累顶推数值，使此后的施工操作变得更为合理。进行试顶操作期间，要科学记录试顶速度、试顶时间，再将该测试结果与此前的设计目标进行详细比较，若出现数值不一致情况，则要适当调整速度与时间。关注试顶运行关键指标时，要适当查看每分钟的前进速度、梁体启动过程中的顶力值与点动方式操作时的数据电话等。在了解该类关键数值后，还要精准计算出不锈钢板和四氟板间的摩擦系数，借助对该类系数值的适当规划，使此后千斤顶的收顶与出顶数值保持一致。

在完成试顶操作后，工作人员要科学检查施工设备。要利用手动模式来调整设备内部系数，在主控台及时按下“前顶进”，对溢流阀中的工作限压进行适当调整，精准设置牵引力的具体状态，根据其不同形态来检测出受力结构的变形状态，要对压力表、监控器、滑道、滑块与油泵等设备进行科学检查，确保该类数值的变化范围始终处在标准状态中。开展自动顶推施工操作期间，要全面监控、观察顶推系统内部的数值变化情况，了解临时墩、连续钢箱梁的具体运行状态，若某一环节产生质量问题，要及时停止顶推动作，在解决该类问题以后，才能开展顶推作业。进行顶推施工期间，要集中控制桥体内部的顶推千斤顶，使该类装置与施工操作步骤保持一致。若在顶推施工中发现梁体存有少量偏移，则要利用合适的限位器来完成纠偏工作，当梁体偏移数值超出 20cm 时，则要停止该位置的施工操作。工作人员要在偏移位置合理放置千斤顶，将千斤顶放置在后端墩柱与梁体前侧，在完成修正工作后才可继续施工。操作人员要定期检测临时墩结构变化，若发现其位移产生变化，要采用临时墩加固举措，增强施工操作的科学性。

4 顶推施工技术在连续钢箱梁施工中的质量控制措施

4.1 严格控制风雨要素

由于连续钢箱梁施工操作期间，会出现大风暴雨天气，若想达成施工进度要求、保障焊缝质量，要对施工现场产生的风雨要素进行适当控制。（1）顶板焊接过程中要科学搭设雨棚，并在焊缝顶部的横桥方向搭建出 1m 宽、1.5m 长的框架，在框架的表面覆盖油布。（2）进行底板焊接操作时，要精准搭建焊接操作系统平台，将平台宽度维持在 1m 左右，平台栏杆与底板下部平面的距离要保持在 100mm 以内，并在栏杆内部覆盖油布[5]。（3）若想增强广大操作人员的身体健康程度，要在焊接钢箱梁时开展通风操作，将轴流风机内部的风利用合适的分配器，在通风软管的引导下传输到不同的焊接工作中。

4.2 定期检测操作状态

定期检测对推施工技术的操作过程时，要合理控制临时墩间的高程，详尽临时墩的高程数据要维持在±2mm 左右。进行连续钢箱梁施工质量检验前，要根据工程项目的实际建设情况，科学设计操作状态的检测方案，明确各个步骤的施工检测标准，再将该标准运用到施工操作状态检测中，确保不出现任何违规操作。

4.3 增加路段维护力度

在控制连续钢箱梁顶推施工操作质量期间，要在项目施工时与施工后进行恰当的路段维护，使道路表面的性能指标始终符合项目建设标准。比如，当施工人员开展连续钢箱梁顶推操作时，要在各个施工路段安置防护栏，对该类道路进行恰当保护，也降低道路施工对人们出行的影响，增加人们出行的便利性。操作人员还要在重点路段设置防护标识，增强该类路段施工操作的醒目性，确保各个路段的整体建设质量。

5 结语

综上所述，在进行连续钢箱梁顶推施工操作期间，操作人员应恰当明确施工应用原理，将合适的施工方法投放到具体施工作业中。应用顶推施工技术时，要合理控制影响技术操作效果的多重要素，并借助严格控制风雨要素、定期检测操作状态、增加路段维护力度等措施来提升施工操作质量，确保连续钢箱梁施工操作的稳定性、科学性。

[参考文献]

[1]姜阳.连续钢箱梁桥安装施工中顶推技术的运用[J].中国建筑装饰装修,2022(10):52-54.
[2]曾国胜.市政桥梁工程变高度连续钢箱梁顶推施工技术[J].四川建材,2021,47(9):116-117.
[3]陈勇.基于顶推施工的连续钢箱梁桥设计及关键技术[J].城市道桥与防洪,2021(8):129-132.
[4]牛同盼,熊健,张广超.连续钢箱梁顶推结合支架法施工技术[J].绿色环保建材,2021(5):105-106.
[5]龙云祥,肖健,钟明华.连续钢箱梁顶推施工关键工艺研究[J].江西建材,2020(7):169-170.

作者简介：胡雪梅（1978.9—），女；民族：汉；学历：大专；所学专业：建筑工程管理；目前职务：科员；目前职称：助理工程师等。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

简支矩形压电薄板弯曲的解析解

胡敬伟 刘耕墨
北京城建亚泰建设集团有限公司，北京 100013

[摘要]基于薄板小挠度弯曲理论，忽略平面内电场强度，推导了压电板弯曲的平衡方程，分别采用 Navier 和 Levy 解法，获得了四边简支矩形压电薄板位移、应力和电势的解析表达式，数值算例表明两种解析方法所得结果一致。研究了厚度对压电矩形薄板弯曲特性的影响，对比不同压电材料矩形薄板弯曲特性，分析了压电板位移和电势与其材料参数之间的关系。
[关键词]压电材料；薄板弯曲理论；解析解
DOI：10.33142/ec.v6i8.9142 中图分类号：TU311 文献标识码：A

Analytical Solution of Simply supported Rectangular Piezoelectric Thin Plate

HU Jingwei, LIU Gengmo
Beijing Urban Construction Yatai Group Co., Ltd, Beijing, 100013, China

Abstract: Piezoelectric plate bending equilibrium equation is derived based on the thin plate bending theory and ignoring in-plane electric field. Navier and Levy methods are used to obtain the analytical expressions of a simply supported rectangular piezoelectric plate displacement, stress and electric potential. Numerical examples show that the results by two different analytical methods are consistent. The effect of piezoelectric rectangular thin plate thickness on bending behavior is also studied. The relation between material parameters and displacement as well as electric potential of piezoelectric plate are analyzed by comparing the bending properties of different piezoelectric material plate.
Keywords: piezoelectric material; thin-plate bending theory; analytical solution

压电材料因具有正逆压电效应，能够实现机械能和电能之间的相互转换，使得其在工程中的应用范围不断扩大，由最初用于军事上的压电水下超声换能器，发展到压电超声波马达、压电变压器、医疗上的声辐射力脉冲成像（ARFI）和高强度聚焦超声（HIFU）治疗技术[1]，以及航空航天中大型柔性空间结构的静动态形状控制和土木工程中的结构损伤检测等应用。如何精确而有效的分析压电材料复杂的力-电耦合行为，准确描述压电智能结构中的位移场、力场和电场，一直是压电研究和智能结构应用中必须解决的重要问题。

近年来，国内外许多学者对压电材料的机电耦合特性进行了广泛的研究：Ray 等人[2]提出了压电板柱弯曲的精确模型，获得了简支边界条件压电板的解析解。Cheng 等[3]从三维弹性理论出发，获得了带有压电层正

交柱壳的精确解。Wang 等[4]利用状态变量法，建立了具有不同材料特性压电介质问题的状态变量模型，获得了空间轴对称问题的状态变量解[5]和多层磁—电—弹性板的状态变量解[6]，建立了粘贴和埋置压电压磁致动器和传感器层合结构自由振动的状态变量公式[7]。刘正兴[8]、林启荣[9]等基于压电弹性介质的二维本构关系，获得了压电层合弹性梁的解析解。丁皓江和江爱民从压电平面应变问题的通解出发，利用调和多项式的显式表达式，结合试凑法获得了压电梁的一系列精确解和典型问题的解析解[10-11]。黄德进等[12]通过构造应力函数法，得到了均布荷载作用下两端固支正交各向异性梁的应力和位移的解析解。文献[13]在辛几何空间内给出了压电组合板得解析解。本文忽略平面内电场强度，基于经典薄板弯曲理论，推导了线弹性压电薄板弯曲的平衡方程，分别采用经典弹性力中

Navier 和 Levy 解法，获得了四边简支矩形薄板弯曲位移、应力和电势的解析表达式。

1 基本公式推导

线弹性压电本构方程为

$$\begin{cases}\boldsymbol{\sigma}=\mathbf{C}\boldsymbol{\varepsilon}-\mathbf{e}^{T}\mathbf{E}\\ \mathbf{D}=\mathbf{e}\boldsymbol{\varepsilon}+\in\mathbf{E}\end{cases} \tag{1.1}$$

其中，$\boldsymbol{\sigma}$、$\boldsymbol{\varepsilon}$、$\mathbf{D}$、$\mathbf{E}$ 分别是应力、应变、电位移、电场矢量；$\mathbf{C}$、$\mathbf{e}$、$\in$ 为弹性、压电、介电系数矩阵。对于横向均质压电弹性体，将式（1.1）展开为

$$\begin{cases}\sigma_x=c_{11}\varepsilon_x+c_{12}\varepsilon_y+c_{13}\varepsilon_z-e_{31}E_z\\ \sigma_y=c_{12}\varepsilon_x+c_{11}\varepsilon_y+c_{13}\varepsilon_z-e_{31}E_z\\ \sigma_z=c_{13}\varepsilon_x+c_{13}\varepsilon_y+c_{33}\varepsilon_z-e_{33}E_z\\ \tau_{xz}=c_{44}\gamma_{xz}-e_{15}E_y\\ \tau_{yz}=c_{44}\gamma_{yz}-e_{15}E_x\\ \tau_{xy}=c_{66}\gamma_{xy}\end{cases} \tag{1.2}$$

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

$$\begin{cases} D_x = e_{15}\gamma_{yz} + \in_{11} E_x \\ D_y = e_{15}\gamma_{xz} + \in_{11} E_y \\ D_z = e_{31}\varepsilon_x + e_{31}\varepsilon_y + e_{33}\varepsilon_z + \in_{33} E_z \end{cases} \quad (1.3)$$

其中，

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}、\ \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y}、\ \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z}、\ r_{xz} = (\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x})、$$

$$r_{yz} = (\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y})、\ r_{xy} = (\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}) \quad (1.4)$$

u、v、w 分别为弹性体在 x、y、z 方向的位移。不计体力时压电弹性体的平衡方程为

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z} = 0 \end{cases} \quad (1.5)$$

由薄板小挠度弯曲假定[14]可知，w 仅为 x，y 的函数，且

$$\varepsilon_z = \gamma_{xz} = \gamma_{yz} = 0 \quad (1.6)$$

$$\begin{cases} u = -z\frac{\partial w}{\partial x} \\ v = -z\frac{\partial w}{\partial y} \end{cases} \quad (1.7)$$

忽略薄板平面内的电场，即

$$E_x = \frac{\partial \phi}{\partial x} = 0，\ E_y = \frac{\partial \phi}{\partial y} = 0，\ E_z = -\frac{\partial \phi}{\partial z} \quad (1.8)$$

ϕ 为电势，薄板的弯矩可由应力表示为

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = \int_{-h/2}^{+h/2} \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} z dz \quad (1.9)$$

其中，h 为板的厚度，设作用在板上的横向荷载为 $p(x,y)$，薄板小挠度弯曲平衡方程为：

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + 2\frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} = p(x,y) \quad (1.10)$$

将（1.4）、（1.6）～（1.8）代入（1.2）和（1.3）可得

$$\begin{cases} \sigma_x = c_{11}(-z\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}) + c_{12}(-z\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}) + e_{31}\frac{\partial \phi}{\partial z} \\ \sigma_y = c_{12}(-z\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}) + c_{11}(-z\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}) + e_{31}\frac{\partial \phi}{\partial z} \\ \tau_{xy} = -2c_{66}\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \end{cases} \quad (1.11)$$

$$D_z = -e_{31} z\nabla^2 w - \in_{33} \frac{\partial \phi}{\partial z} \quad (1.12)$$

其中，$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$，将式(1.12)代入平衡方程(1.5)中第四式并对 z 积分可得

$$\frac{\partial \phi}{\partial z} = -\frac{e_{31}}{\in_{33}} z\nabla^2 w + \phi_1(x,y) \quad (1.13)$$

式中，$\phi_1(x,y)$ 为外力作用下板厚度方向上压电效应产生的电场。将式（1.11）、（1.13）代入（1.9）可获得板弯矩的位移分量表达式

$$M_x = \int_{-h/2}^{+h/2} \sigma_x z dz = -\frac{h^3}{12}\left(c_{11}\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + c_{12}\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{e_{31}^2}{\in_{33}}\nabla^2 w \right) \quad (1.14)$$

$$M_y = \int_{-h/2}^{+h/2} \sigma_y z dz = -\frac{h^3}{12}\left(c_{12}\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + c_{11}\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{e_{31}^2}{\in_{33}}\nabla^2 w \right) \quad (1.15)$$

$$M_{xy} = \int_{-h/2}^{+h/2} \tau_{xy} z dz = -\frac{h^3}{12}\left(2c_{66}\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) \quad (1.16)$$

将式(1.14)～(1.16)代入板的弯曲平衡方程(1.10)，并由横观各项同性材料参数关系 $c_{66} = \frac{c_{11} - c_{12}}{2}$，得位移表达的压电板弯曲平衡方程：

$$\frac{h^3}{12}(c_{11} + \frac{e_{31}^2}{\in_{33}})\left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = p(x,y) \quad (1.17)$$

令压电板的等效弯曲刚度 $D_p = \frac{h^3}{12}(c_{11} + \frac{e_{31}^2}{\in_{33}})$，即

$$D_p \nabla^4 w = p(x,y) \quad (1.18)$$

长宽分别为 a、b 的四边简支矩形板边界条件为

$$\begin{cases} (w)_{x=0,a} = 0, \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)_{x=0,a} = 0 \\ (w)_{y=0,b} = 0, \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)_{x=0,b} = 0 \end{cases} \quad (1.19)$$

考虑闭环短路电边界条件，即

$$\phi(x,y,\pm h/2) = 0 \quad (1.20)$$

将式（1.13）对 z 积分可得

$$\phi = -\frac{e_{31}}{2\varepsilon_{33}} z^2\nabla^2 w + z\phi_1(x,y) + \phi_0(x,y) \quad (1.21)$$

代入边界条件（1.20）可得：$\phi_1(x,y) = 0$，$\phi_0(x,y) = \frac{e_{31}}{2\varepsilon_{33}}(\frac{h}{2})^2\nabla^2 w$，因此，压电薄板内电势的精确解为

$$\phi = -\frac{e_{31}}{2\varepsilon_{33}}\left(z^2 - (\frac{h}{2})^2 \right)\nabla^2 w \quad (1.22)$$

2 简支矩形压电薄板弯曲的 Navier 解

Navier 把四边简支薄板的挠度 w 取为如下满足边界条件形式的三角级数表达式：

$$w = \sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty} A_{mn} \sin\frac{m\pi x}{a} \sin\frac{n\pi y}{b} \quad (1.23)$$

其中，m、n 为任意正整数。通过 Fourier 级数将平衡方程（1.18）右边荷载 $p(x,y)$ 也化为三角级数形式

$$p(x,y) = \frac{4}{ab}\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}[\int_0^a\int_0^b p(x,y)\sin\frac{m\pi x}{a} \times \sin\frac{n\pi y}{b} dxdy]\sin\frac{m\pi x}{a}\sin\frac{n\pi y}{b} \quad (1.24)$$

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

将式（1.23）、（1.24）代入平衡方程（1.18）可得：

$$A_{mn}=\frac{\frac{4}{ab}\int_0^a\int_0^b p(x,y)\sin\frac{m\pi x}{a}\sin\frac{n\pi y}{b}dxdy}{D_p\pi^2\left[(\frac{m}{a})^2+(\frac{n}{b})^2\right]^2} \quad (1.25)$$

将式（1. 25）代入（1. 18）得压电薄板弯曲挠度的表达式：

$$w=\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\frac{4}{ab}\int_0^a\int_0^b p(x,y)\sin\frac{m\pi x}{a}\sin\frac{n\pi y}{b}dxdy}{D_p\pi^2\left[(\frac{m}{a})^2+(\frac{n}{b})^2\right]^2}\times \quad (1.26)$$

$$\sin\frac{m\pi x}{a}\sin\frac{n\pi y}{b}$$

将式（1.26）代入（1.11）、（1.22）即可获得压电薄板弯曲应力和电势的 Navier 解的表达式：

$$\begin{cases}\sigma_x=\pi^2 z\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}A_{mn}[(c_{11}+\frac{e_{31}^2}{\in_{33}})(\frac{m}{a})^2+\\(c_{12}+\frac{e_{31}^2}{\in_{33}})(\frac{n}{b})^2]\sin\frac{m\pi x}{a}\sin\frac{n\pi y}{b}\\ \sigma_y=\pi^2 z\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}A_{mn}[(c_{12}+\frac{e_{31}^2}{\in_{33}})(\frac{m}{a})^2+\\(c_{11}+\frac{e_{31}^2}{\in_{33}})(\frac{n}{b})^2]\sin\frac{m\pi x}{a}\sin\frac{n\pi y}{b}\\ \tau_{xy}=-2\pi^2 c_{66}z\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}A_{mn}\frac{mn}{ab}\cos\frac{m\pi x}{a}\cos\frac{n\pi y}{b}\\ \phi=-\frac{e_{31}\pi^2}{2\in_{33}}\left(z^2-(\frac{h}{2})^2\right)\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}A_{mn}\left[(\frac{m}{a})^2+(\frac{n}{b})^2\right]\\ \times\sin\frac{m\pi x}{a}\sin\frac{n\pi y}{b}\end{cases} \quad (1.27)$$

3 简支矩形压电薄板弯曲的 Levy 解

对于 $x=0$ 及 $x=a$ 两边简支，其余两边 $y=0$ 及 $y=b$ 为任意边界条件，承受横向荷载 $p(x,y)$ 的薄板挠度表达式可取为：

$$w=\sum_{m=1}^{\infty}Y_m\sin\frac{m\pi x}{a} \quad (1.28)$$

其中，Y_m 是 y 的任意函数，m 为任意整数。显然，式（1.28）满足边界条件（1.19）中第一式；因此，只要在满足边界(1.19)二式条件下，选择适当的 Y_m 使得(1.28)满足压电薄板弯曲平衡方程（1.18）即可。将荷载 $p(x,y)$ 按 Fourier 级数展开为 $\sin\frac{m\pi x}{a}$ 的级数

$$p(x,y)=\frac{2}{a}\sum_{m=1}^{\infty}\left[\int_0^a p(x,y)\sin\frac{m\pi x}{a}dx\right]\sin\frac{m\pi x}{a} \quad (1.29)$$

将式（1.28）、（1.29）代入（1.18）可得：

$$\frac{d^4Y_m}{dy^4}-2(\frac{m\pi}{a})^2\frac{d^2Y_m}{dy^2}+(\frac{m\pi}{a})^4Y_m=\frac{2}{aD_p}\int_0^a p(x,y)\sin\frac{m\pi x}{a}dx \quad (1.30)$$

此常微分方程解的表达式可以写成：

$$Y_m=A_m ch\frac{m\pi y}{a}+B_m\frac{m\pi y}{a}sh\frac{m\pi y}{a}+C_m sh\frac{m\pi y}{a}+D_m\frac{m\pi y}{a}ch\frac{m\pi y}{a}+f_m(y) \quad (1.31)$$

其中，$f_m(y)$ 为任意一个特解，A_m、B_m、C_m、D_m 可由边界条件求得，则压电薄板挠度表达式为：

$$w=\sum_{m=1}^{\infty}[A_m ch\frac{m\pi y}{a}+B_m\frac{m\pi y}{a}sh\frac{m\pi y}{a}+C_m sh\frac{m\pi y}{a}+D_m\frac{m\pi y}{a}ch\frac{m\pi y}{a}+f_m(y)]\sin\frac{m\pi x}{a} \quad (1.32)$$

对于四边简支矩形板，受均布荷载 $p(x,y)=p_0$ 作用时，可设

$$f_m(y)=\frac{2}{aD_p}\int_0^a p(x,y)\sin\frac{m\pi x}{a}dx=\frac{2p_0a^4}{(m\pi)^5D_p}(1-\cos(m\pi)) \quad (1.33)$$

结合边界条件（1.19）中二式可求得：

$$\begin{cases}A_m=-\frac{2p_0a^4}{(m\pi)^5D_p}(1-\cos(m\pi)\\ B_m=-\frac{A_m}{2}\\ C_m=A_m[\frac{\alpha_m}{2}+\operatorname{csch}\alpha_m+\\-\frac{\alpha_m}{2}cth\alpha_m\operatorname{csch}\alpha_m cth\alpha_m-\frac{\alpha_m}{2}(cth\alpha_m)^2]\\ D_m=\frac{A_m(ch\alpha_m-1)}{2sh\alpha_m}\end{cases} \quad (1.34)$$

其中，$\alpha_m=\frac{m\pi b}{a}$。将（1.33）、（1.34）代入（1.32）关于 x，y 求二阶偏微分可得：

$$w_{xx}=\frac{\partial^2 w}{\partial x}=-\sum_{m=1}^{\infty}\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2[A_m ch\frac{m\pi y}{a}+B_m\frac{m\pi y}{a}sh\frac{m\pi y}{a}+C_m sh\frac{m\pi y}{a}+D_m\frac{m\pi y}{a}ch\frac{m\pi y}{a}+\frac{2p_0a^4}{(m\pi)^5D_p}(1-\cos(m\pi)]\sin\frac{m\pi x}{a} \quad (1.35)$$

$$w_{xy}=\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}=\sum_{m=1}^{\infty}\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2\left[(A_m+B_m+D_m\frac{m\pi y}{a})sh\frac{m\pi y}{a}+(B_m\frac{m\pi y}{a}+C_m+D_m)ch\frac{m\pi y}{a}\right]\cos\frac{m\pi x}{a} \quad (1.36)$$

$$\nabla^2 w=\sum_{m=1}^{\infty}\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2\left(A_m+2B_m ch\frac{m\pi y}{a}+2D_m sh\frac{m\pi y}{a}\right)\sin\frac{m\pi x}{a} \quad (1.37)$$

将式（1.35）～（1.37）代入（1.11）和（1.22）即得压电薄板弯曲应力和电势的 Levy 解表达式。

4 数值算例

以边长 $a=500mm$，宽度 $b=1000mm$，表面在 1N 均匀分布荷载作用下的四边简支 PZT-5H 矩形压电薄板弯曲为数值算例，PZT-5H 材料特性如表 1，$h/a=20$ 时 PZT-5H 矩形压电薄板横向挠度的 Navier 和 Levy 解分别如图 1 中（a）、（b）所示，计算时取 $m=n=10$，为便于对比给出了板中具体位置的横向位移如表 2，显然，本文推导所得矩形压电薄板弯曲的 Navier 解和 Levy 解一致。

为研究不同厚度矩形压电薄板弯曲特性的 Navier 和 Levy 解，分别考虑 $h/a=10$、15、20 三种情况，图 2 为

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

$y=b/2$时，两种不同解析方法所得矩形压电薄板横向位移沿 x 轴分布，图 3 为$x=a/2$时，两种不同解析方法所得矩形压电薄板横向位移沿 y 轴分布，图 4 为两种不同解析方法薄板中心（$x=a/2$，$y=b/2$）处电势沿厚度分布；图 2-4 中数值结果表明随着矩形薄板厚度减小，相同荷载作用下薄板横向位移和中心点处的电势均逐渐增大，Navier 解和 Levy 解所得薄板中电势相同。

图 5-7 中三种不同厚度矩形压电板在$x=a/4$，$y=b/4$时应力沿厚度分布表明，在中性面$z=0$处板的应力为零，板上下表面应力最大。矩形压电薄板短边方向（x 向）上下表面应力比长边方向（y 向）大，随着压电板厚度的减小薄板的应力逐渐增大。为分析不同压电材料矩形压电板的弯曲特性，本文分别研究了 PZT-5A、PZT-5A、PZT-6B、PZT-7A 四种不同压电材料特性下，$h/a=20$ 时压电薄板弯曲问题的 Navier 和 Levy 解，四种压电材料的材料常数如表-1。Navier 和 Levy 解所得$y=b/2$时四种矩形压电薄板横向位移沿 x 轴分布如图 8 所示，图中解析结果表明四种不同压电材料矩形薄板位移关系为$w_{5A}>w_{5H}>w_{7A}>w_{6B}$，分析主要原因为在厚度相同情况下，压电矩形薄板的等效弯曲刚度D_p与其弹性常数c_{11}及压电常数e_{31}和介电常数$\in_{33}$有关，而与压电常数和介电常数相比压电材料的弹性常数对薄板弯曲刚度的贡献较大，本文中$(c_{11})_{5A}<(c_{11})_{5H}<(c_{11})_{7A}<(c_{11})_{6B}$。

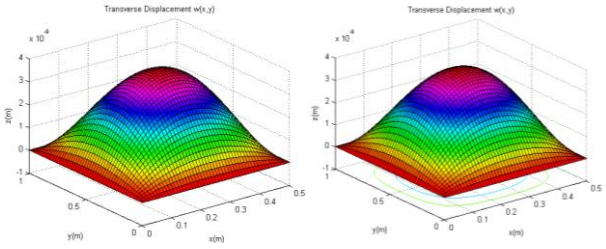
四种压电材料矩形薄板中心（$x=a/2$，$y=b/2$）处电势沿厚度分布如图 9，图中解析结果表明四种不同压电材料矩形薄板电势关系为$\phi_{7A}>w_{5A}>w_{5H}>w_{6B}$，分析主要原因为在厚度相同情况下，压电矩形薄板的电势ϕ与$-\frac{e_{31}}{\in_{33}}$有关，本文中：$\left(-\frac{e_{31}}{\in_{33}}\right)_{7A}>\left(-\frac{e_{31}}{\in_{33}}\right)_{5A}>\left(-\frac{e_{31}}{\in_{33}}\right)_{5H}>\left(-\frac{e_{31}}{\in_{33}}\right)_{6B}$

表 1 压电材料特性

压电材料	弹性常数 GPa					压电常数 C/m²			介电常数 nC/Vm			密度 kg/m³
	c_{11}	c_{33}	c_{55}	c_{12}	c_{13}	e_{33}	e_{31}	e_{15}	Ξ_{11}	Ξ_{22}	Ξ_{33}	ρ
PZT-5A	121	111	21.1	75.9	75.4	15.8	-5.4	12.3	8.11	8.11	7.35	7750
PZT-5H	126	117	23.0	79.1	83.9	23.3	-6.5	17.0	15.1	15.1	13.0	7500
PZT-6B	168	163	35.5	84.7	84.2	7.10	-0.9	4.60	3.60	3.60	3.42	7550
PZT-7A	148	131	25.3	76.1	81.3	9.50	-2.1	9.20	4.07	4.07	2.08	7600

表 2 板的挠度值（$\times10^{-9}$m）

y（m）		x （m）				
		0.250	0.300	0.350	0.400	0.450
0.250	Navier 解	2.898	2.762	2.364	1.732	0.918
	Levy 解	2.898	2.762	2.364	1.732	0.918
0.500	Navier 解	3.762	3.584	3.063	2.241	1.186
	Levy 解	3.762	3.584	3.063	2.241	1.186



（a）Navier 解　　（b）Levy 解

图 1 矩形压电薄板横向位移

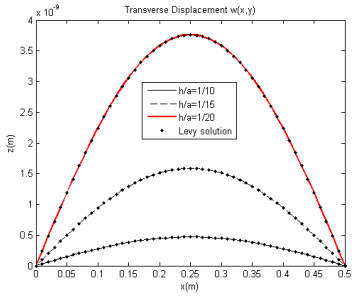


图 2 横向位移沿 x 轴向分布

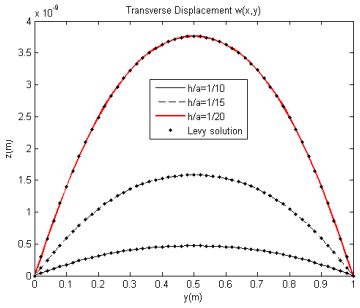


图 3 横向位移沿 y 轴向分布

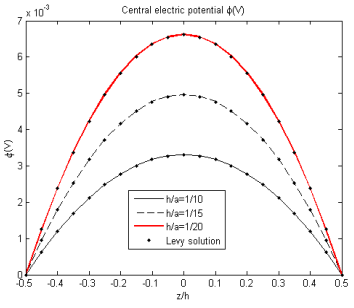


图 4 矩形压电薄板中心点出电势沿厚度分布

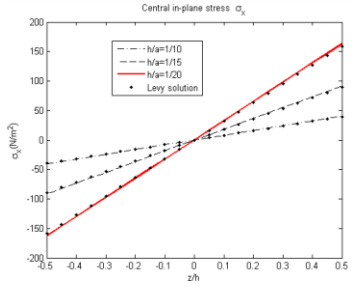


图 5 σ_x 随板厚度分布

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

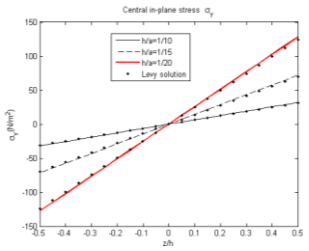


图 6 σ_y 随板厚度分布

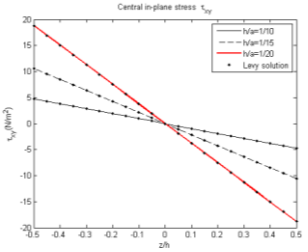


图 7 τ_{xy} 随板厚度分布

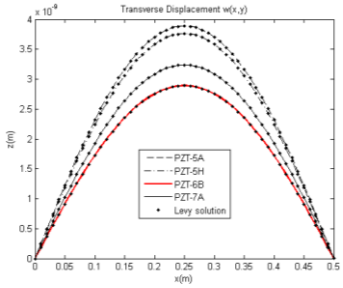


图 8 四种压电材料矩形薄板横向位移

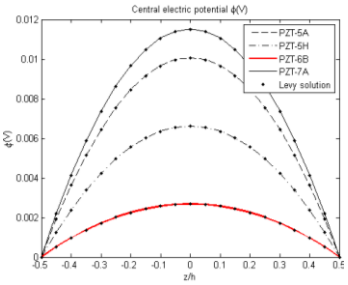


图 9 四种压电材料矩形薄板电势沿厚度分布

5 结论

本文基于小挠度薄板弯曲假定，推导了横贯各项同性压电薄板弯曲平衡方程，并分别采用 Navier 和 Levy 方法获得了四边简支矩形压电薄板横向位移、应力和电势的解析表达式。以表面均匀单位荷载作用下的四边简支矩形压电薄板为数值算例，验证了两种解析方法所得位移场、应力场和电势结果一致，研究了不同厚度和不同压电材料压电板的弯曲特性，得出如下结论：相同荷载作用下，矩形压电板厚度越小，横向挠度、产生的电势及平面内应力越大。

压电材料的弹性常数 C_{11} 对薄板弯曲等效刚度 D_p 的贡献较大，相同条件下，弹性常数 C_{11} 越小的压电板横向挠度越大；厚度相同情况下，压电矩形薄板的电势 ϕ 与 $-\frac{e_{31}}{\epsilon_{33}}$ 有关，$-\frac{e_{31}}{\epsilon_{33}}$ 越大的压电板，其产生的电势越高。

[参考文献]

[1]Zhang S.,R. Xia,L. Lebrun,D. AndersonT.Shrout Piezoelectric materials for high power,high temperature applications[J].Materials Letters,2005,59(27):3471-3475.

[2]Ray M.,K. Rao,B.Samanta Exact analysis of coupled electroelastic behaviour of a piezoelectric plate under cylindrical bending[J].Computers & Structures,1992,45(4):667-677.

[3]Chen C.,Y. Shen,X. Wang.Exact solution of orthotropic cylindrical shell with piezoelectric layers under cylindrical bending[J].International Journal of Solids and Structures,1996,33(30):4481-4494.

[4]Jianguo W.The state space solution of layered space axisymmetric piezoelectric media[J].Acta Mechanica Sinica,2001(1):6.

[5]Wang J., S. Fang,L.Chen.The state vector methods for space axisymmetric problems in multilayered piezoelectric media[J].International Journal of Solids and Structures,2002,39(15):3959-3970.

[6]Wang J., L. Chen,S.Fang.State vector approach to analysis of multilayered magneto-electro-elastic plates[J].International Journal of Solids and Structures,2003,40(7):1669-1680.

[7]Wang J.,L. Qu,F. Qian.State vector approach of free-vibration analysis of magneto-electro-elastic hybrid laminated plates[J].Composite Structures,2009(1):85.

[8]刘正兴,李山青.轴向载荷作用下压电—弹性层合梁段的二维解析解[J].上海力学,1999,20(4):348-356.

[9]林启荣,金占礼.压电弹性层合梁的电场作用下的二维解析解[J].上海交通大学学报,2001,35(4):518-521.

[10]丁皓江,江爱民.压电梁的多项式解(Ⅰ)——若干精确解[J].应用数学和力学,2005,26(9):1009-1015.

[11]丁皓江,江爱民.压电梁的多项式解(Ⅱ)——典型问题解析解[J].应用数学和力学,2005,26(9):1016-1021.

[12]黄德进,丁皓江,王惠明.均布载荷作用下正交各向异性固支梁的解析解[J].浙江大学学报工学版,2006,40(3):511-514.

[13]Leung A.,J. Zheng,C. Lim,X. Zhang,X.S. XuQ. Gu A new symplectic approach for piezoelectric cantilever composite plates[J].Computers & Structures,2008,86(19):1865-1874.

[14]徐芝纶.弹性力学(下册)[M].北京:高等教育出版社,1990.

作者简介：胡敬伟（1973.9—），男，籍贯：河北保定，研究方向：土建施工，职称：高级工程师，学历：本科。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

土木工程道桥施工技术要点的探究

何万峰
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]在土木工程领域中，道桥施工技术的发展与创新对于交通基础设施的建设和发展起着至关重要的作用。道桥的稳定性、质量和安全性直接关系着交通运输的畅通和人民生活的便利。影响道桥施工技术的因素包括自然环境、设计要求、资源条件等。通过合理的结构施工技术、基础施工技术能够提高施工效率、质量和安全性。在日益复杂和极具挑战性的土木工程项目中，不断创新和改进施工技术，是实现可持续发展和优质工程的关键。
[关键词]土木工程；道桥施工技术；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9130　　中图分类号：U415　　文献标识码：A

Exploration on Key Points in Civil Engineering Road and Bridge Construction Technology

HE Wanfeng
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: In the field of civil engineering, the development and innovation of road and bridge construction technology play a crucial role in the construction and development of transportation infrastructure. The stability, quality, and safety of road and bridge directly affect the smooth flow of transportation and the convenience of people's lives. The factors that affect road and bridge construction technology include natural environment, design requirements, resource conditions, etc. Reasonable structural construction techniques and foundation construction techniques can improve construction efficiency, quality, and safety. In increasingly complex and challenging civil engineering projects, continuous innovation and improvement of construction techniques are key to achieving sustainable development and high-quality engineering.
Keywords: civil engineering; road and bridge construction technology; application

土木工程道桥施工技术的影响因素包括自然环境、设计要求和资源条件。其中，自然环境影响着施工方法和施工安全；设计要求决定了施工工艺和材料选择；资源和技术条件则直接影响施工效率和质量。结构施工技术、基础施工技术是实现道桥稳定、安全和质量的关键要点。通过合理的施工计划与组织、质量控制与安全管理、施工技术与方法的运用，能够提高施工效率、质量和安全性。在实际施工中，需综合考虑各个要点的特点和相互关系，以实现道桥工程的成功建设。

1 影响土木工程道桥施工技术的因素

1.1 自然环境

自然环境包括地质条件、气候和水文等方面的因素，这些因素直接影响着道桥的施工方法和技术选择。首先，地质条件对道桥的施工具有重要影响。地质条件涉及土壤的性质、地层结构、地下水位等因素。不同类型的土壤和地层需要采取不同的基础处理方法。例如，软弱土壤需要进行加固处理，如灌注桩或地基加固，以确保道桥的稳定性。岩石地层则可能需要采用钻孔爆破等方法进行开挖。因此，在施工前需要进行详细的地质勘测和分析，以确定最适合的施工技术。其次，气候条件对道桥施工技术的选择和实施也具有重要影响。气候因素包括温度、降雨、风力等。高温或低温条件下，施工材料的性能可能发生变化，需要调整施工方法和工期。降雨量大的区域可能需要采取排水措施，以防止施工现场积水。强风区域需要考虑风力对施工设备和结构安全的影响。因此，在进行道桥施工计划时，必须充分考虑气候条件，采取相应的防护和调整措施。此外，水文条件也对道桥施工技术产生影响。水文条件涉及河流、湖泊、海洋等水体的特性。道桥的施工可能需要进行水下作业或涉水作业。例如，在河流或海洋中建造桥墩时，需要采用水下浇筑或钢管沉井等方法。此外，水文条件还会影响道桥的防洪措施和水工建筑物的设计，以确保道桥的安全性和稳定性[1]。

1.2 设计要求

设计要求直接决定了道桥的结构形式、承载能力、使用功能等方面，从而对施工技术的选择和实施提出了具体要求。首先，设计要求对道桥的结构形式和材料选择有着直接影响。不同的设计要求可能需要采用不同的结构形式，如梁桥、拱桥、斜拉桥等。每种结构形式都有其特点和适用条件，需要相应的施工技术和工艺来实现。此外，设计要求还会对材料的选择提出要求，如混凝土、钢材、预应力材料等。不同的材料需要不同的施工方法和工艺，以满足设计要求的要求。其次，设计要求还会对施工过程中的质量控制和安全要求提出具体要求。设计要求可能包括对道桥结构的承载能力、振动、变形等方面的要求。施工过

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

程中需要采取相应的措施来确保施工质量符合设计要求，如严格的材料试验、施工工序的控制和质量检测。同时，设计要求还会对施工过程中的安全性提出要求，如施工现场的安全措施、施工过程中的监测和预警等。这些要求需要施工团队具备相应的技术和经验，以确保道桥的安全和稳定。最后，设计要求还会对施工工期和进度安排提出要求。一些设计要求可能需要在有限的时间内完成施工，如紧急维修工程或交通要道的修建。在这种情况下，施工技术和工艺需要具备高效、快速的特点，以满足工期的要求。同时，设计要求还会对施工进度的安排提出要求，如分段施工、交通管制等，以最大程度地减少对交通和社会生活的影响[2]。

1.3 资源和技术条件

资源和技术条件包括可用的人力资源、物质资源和技术水平，对施工效率、质量和安全性有直接影响。首先，人力资源是施工过程中不可或缺的因素。合适的人力资源能够提供施工所需的专业知识和技能。包括项目经理、工程师、技术人员、施工人员等。他们的经验和技术水平对选择合适的施工方法、控制质量和解决施工中的问题至关重要。此外，适当的人力配备也能够保障施工工期和安全要求的实现。因此，在规划和实施道桥施工时，需考虑人力资源的充足性和技术水平。其次，物质资源对道桥施工技术产生重要影响。这包括建筑材料、机械设备和施工用品等。合适的建筑材料能够满足设计要求，如混凝土、钢材、预应力材料等。机械设备的适当选择和运用，能够提高施工效率和质量，如起重机械、混凝土搅拌车等。此外，施工过程中所需的辅助工具和用品也需要充足供应。因此，必须合理规划物质资源的采购和供应，以确保施工过程的顺利进行。最后，技术水平是影响土木工程道桥施工技术的重要因素。随着科技的不断进步，新的施工技术和方法不断涌现。先进的施工技术能够提高效率、质量和安全性，如 3D 打印技术、预制构件技术等。因此，施工团队需要不断更新技术知识，了解并采纳最新的施工技术。此外，培训和教育也是提高施工人员技术水平的重要手段。通过持续的培训和学习，能够提升施工团队的专业素质，为道桥施工提供更高水平的技术支持。

2 土木工程道桥施工技术分类

2.1 结构施工技术

结构施工技术涉及道桥结构的搭建、安装和连接等方面，旨在实现设计要求的结构形式、承载能力和使用功能。首先，预制构件的安装是结构施工技术的重要环节。预制构件包括梁、柱、板、墩等，在预制场或工地临时制作完成后，需要进行准确的位置调整、安装和连接。这涉及精确的测量、起重设备的运用、连接件的固定等步骤。通过合理的组织和施工方法，确保预制构件的准确位置和稳定连接，以形成完整的道桥结构。其次，钢结构的拼装也是结构施工技术中的重要内容。钢结构桥梁具有较大跨度和较高承载能力，其施工涉及大型钢构件的加工、运输和拼装。在施工过程中，需要确保钢构件的准确尺寸和精确拼接，以达到设计要求的结构形式和强度。这需要运用精确的测量仪器、起重设备和焊接技术，严格控制每个工序的质量，确保钢结构的稳定性和安全性。此外，混凝土的浇筑也是结构施工技术的重要环节。混凝土是道桥结构中常用的材料之一，需要进行准确的配合比、搅拌、运输和浇筑。在施工过程中，需要合理安排搅拌站和泵送设备的位置，确保混凝土的均匀性和流动性。同时，需要注意混凝土的施工速度和浇筑厚度，避免产生冷缝或温度应力，保证混凝土的强度和耐久性[3]。

2.2 基础施工技术

基础施工技术涉及对道桥基础的处理和建设，旨在确保道桥的稳定性、承载能力和安全性。首先，地基处理是基础施工技术的重要环节。地基处理是为了改善地基的承载能力和稳定性。常见的地基处理方法包括挖土加填、压实、加固和改良等。挖土加填是为了调整地基高程和均匀沉降，确保地基平稳；压实是通过压实设备将土壤进行压实，增加承载能力；加固可以采用钢筋混凝土桩、灌注桩等方式，提高地基的强度和稳定性；改良可以通过土壤加固剂、固结灰等方法改变土壤的物理性质，提高地基的工程性能。其次，桩基施工是基础施工技术的重要组成部分。桩基是通过钻孔或打桩的方式将桩体置于地下，用于承受道桥的荷载并传递到地基。常见的桩基类型包括灌注桩、钢管桩、预制桩等。桩基施工涉及钻孔或打桩设备的运用、桩身的制作和安装、桩顶与上部结构的连接等。通过合理的施工方法和严格的质量控制，确保桩基的质量和稳定性。此外，基础深挖与加固也是基础施工技术中的重要环节。在某些情况下，道桥的基础需要进行深挖，以满足设计要求的埋设深度。深挖过程中需要合理的土方开挖、支护结构的设置和排水措施的采取，以确保施工过程的安全和稳定。

3 土木工程道桥施工技术要点

3.1 施工计划与组织

施工计划与组织是土木工程道桥施工中的第一个要点。它涉及制定详细的施工计划、合理安排施工工序和时间，并组织合适的施工团队，以确保施工进度和质量。首先，制定详细的施工计划是施工计划与组织的关键步骤之一。施工计划应包括施工工序、工期、资源需求、关键节点等信息。通过合理的工序划分和时间安排，可以有效规划施工进程，确保施工任务按时完成。施工计划应综合考虑设计要求、施工条件和资源可用性等因素，制定出可行和可靠的施工计划。其次，合理安排施工工序和时间是施工计划与组织的重要内容之一。施工工序的安排应根据道桥的结构特点、施工工艺和资源条件等因素进行合理划分。每个施工工序都应设定合理的时间节点和目标，以确保施

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工进度的顺利推进。同时，要考虑工序之间的协调和依赖关系，避免工序之间的冲突和延误，保证施工进度的紧凑性和连贯性。最后，施工计划与组织还需要充分考虑风险管理和变更控制。在施工过程中，可能会出现各种不可预见的风险和变更情况。因此，应建立有效的风险管理机制，及时识别和评估风险，并制定相应的应对措施。同时，要建立变更控制程序，对施工计划进行动态调整和变更管理，以应对施工过程中的变化和调整需求[4]。

3.2 质量控制与安全管理

质量控制与安全管理是土木工程道桥施工中第二个要点，它涉及建立严格的质量管理体系和安全管理措施，以确保施工质量符合设计要求，并保障施工人员和周边环境的安全。首先，质量控制是质量控制与安全管理的核心。建立健全的质量管理体系，包括制定质量管理计划、建立质量控制标准和程序、实施质量检查和测试等。通过严格执行质量管理体系，可以确保施工过程中的各个环节符合设计要求，材料符合标准，工艺规范执行。同时，进行质量检查和测试，及时发现和纠正质量问题，保证道桥施工的质量和可靠性。其次，安全管理是质量控制与安全管理的重要组成部分。建立安全管理体系，制定安全管理计划和安全操作规程，确保施工过程中的安全措施得以有效实施。这包括施工现场的安全防护设施设置、施工人员的安全培训和防护措施、危险源的识别和控制等。通过严格的安全管理，可以减少施工事故的发生，保障施工人员的身体健康和生命安全，降低施工过程对周边环境的负面影响。同时，质量控制与安全管理需要进行有效的监督和检查。施工过程中，需要设立专门的质量控制和安全监督岗位，对施工过程进行全程监控和记录。进行定期和不定期的质量检查和安全巡检，及时发现和解决存在的问题。此外，要加强与相关监管部门的合作和沟通，接受他们的监督和指导，确保质量控制与安全管理符合相关法律法规和标准。

3.3 施工技术与方法

施工技术与方法是土木工程道桥施工中第三个要点。它涉及选择合适的施工技术和方法，根据地质条件、设计要求和资源条件等因素，以确保道桥的稳定和承载能力。首先，施工技术与方法应根据地质条件进行选择。不同地质条件下，施工技术和方法的选择会有所不同。例如，在软弱土壤地区，可能需要采用加固处理技术，如灌注桩或地基加固，以提高土壤的承载能力；而在岩石地层中，可能需要采用钻孔爆破等方法进行开挖。通过充分了解地质条件，选择适合的施工技术和方法，可以确保施工的可行性和安全性。其次，施工技术与方法应根据设计要求进行选择。根据道桥的设计要求，选择合适的施工技术和方法，以满足结构形式、承载能力和使用功能等要求。例如，在大跨度桥梁的施工中，可能需要采用斜拉索技术或预应力技术来提高结构的承载能力；在混凝土结构的施工中，可能需要采用模板支撑和浇筑工艺，确保混凝土的均匀性和强度。通过合适的施工技术和方法，可以实现设计要求的达到。此外，施工技术与方法应充分考虑资源条件和施工效率。根据项目资源的可用性，选择适当的施工技术和方法，以提高施工效率和资源利用率。例如，预制构件技术能够减少现场施工时间和人力成本，提高施工效率；自动化施工设备的应用能够减少人工操作和提高施工质量。通过合理利用资源和选择高效的施工技术和方法，能够提高施工效率、降低成本，并确保施工质量和安全[5]。

4 结语

在土木工程道桥施工中，结构施工技术、基础施工技术、施工机械技术和施工技术与方法是不可或缺的要点。合理运用这些技术和方法，能够确保施工质量、安全性和效率。在实际施工中，需综合考虑自然环境、设计要求、资源条件等因素，灵活应用相应技术，实现道桥的稳定、可靠和符合要求。通过不断的技术创新和管理改进，可以不断提升土木工程道桥施工的水平和质量，为社会交通和城市发展做出积极贡献。

[参考文献]

[1]母徕钰.土木工程道桥施工技术要点分析[J].科技创新与应用,2020(29):149-150.
[2]王宝财.土木工程道桥施工技术的管理措施分析[J].砖瓦世界,2021(8):212.
[3]郭锐.土木工程道桥施工技术的相关管理措施[J].四川建材,2021,47(6):207-208.
[4]赵生梅.土木工程道桥施工技术的管理措施研究[J].百科论坛电子杂志,2020(13):1838-1839.
[5]韩程.土木工程道桥施工技术管理措施研究[J].科学与财富,2020(16):266.

作者简介：何万峰（1987.6—），男，毕业院校：于北京农业职业学院，学历：大专，专业：建筑工程技术，就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司，职称级别：初级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高速铁路站台线并入道岔梁处末跨切边梁架设方法研究

卢永峰
中铁七局集团郑州工程有限公司，河南 郑州 450000

[摘要]新建中卫至兰州客运专线兰州新区南站东咽喉双线变四线处，站台左线为 3 孔单线简支箱梁预制架设，其他站台线和咽喉区道岔梁均为支架现浇，站台左线末跨切边单线箱梁架设时需将架桥机前支腿的一侧立柱支承在道岔梁翼缘板上，由于局部受力，将导致道岔梁翼缘板结构破坏，为特殊工况架梁。该文通过中兰客专兰州新区南站站台左线工程实例，对采用 JQXD-550 型架桥机在该工况下架设末跨单线箱梁的施工技术进行了全面研究，通过对道岔现浇梁梁面架桥机一号柱支点位置扩大钢板支垫和翼缘板设置临时支撑加固处理，有效地解决了桥梁安全架设难题，为类似桥梁架设施工提供了参考。

[关键词]咽喉区道岔梁；切边异形箱梁；末跨架设；施工方法
DOI：10.33142/ec.v6i8.9121 中图分类号：U238 文献标识码：A

Research on the Method of Erecting the End Span Tangential Beam at the Intersection Beam of the High Speed Railway Platform Line

LU Yongfeng
China Railway 7th Bureau Group Zhengzhou Engineering Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: The new Zhongwei Lanzhou New Area Passenger Dedicated Line will be built on the fourth line from the double track to the east throat of Lanzhou New Area South Station. The left line of the platform will be prefabricated and erected with 3-hole single track simply supported box girders. The turnout beams of other platform lines and throat areas are cast-in-situ with supports. When erecting the single track box girders with edge cutting at the end of the left line of the platform, one side of the column of the front leg of the bridge erecting machine needs to be supported on the flange plate of the turnout beam. Due to local stress, the flange plate structure of the turnout beam will be damaged, beam erection for special working conditions. Through the example of the left line project of the platform of South Station in Lanzhou New Area of the China Lanzhou Passenger Dedicated Railway, this paper conducts a comprehensive study on the construction technology of erecting the single track box girder of the end span with the JQXD-550 bridge erecting machine under this working condition. By expanding the position of the first column fulcrum of the turnout cast-in-situ beam girder girder erecting machine and setting temporary support and reinforcement for the flange plate, this paper effectively solves the problem of bridge safety erection, and provides a reference for similar bridge erection construction.

Keywords: throat area switch beam; trimmed irregular box girder; end span erection; construction methods

1 工程概况

新建中卫至兰州客运专线经兰州新区南站在定家沟线路所后，分正线、左右联络线引入中川铁路；正线（兰州方向）在树屏线路所引入，左右联络线（中川机场方向）在兰州新区站引入。兰州新区南站位于刘家湾制梁场小里程方向，刘家湾制梁场预制架设双线箱梁 139 孔，单线箱梁 343 孔。兰州新区南站站台左线为 3 孔单线简支箱梁，位于兰州新区南站东咽喉，其他站台线和咽喉区道岔梁均为支架现浇，仅站台左线为预制架设，末跨切边梁位于站台左线并入道岔现浇梁处（如图 1 所示），采用 JQXD-550 型架桥机和 YLJ550 运梁车进行架设，架桥机前支腿支点位于咽喉区双线变四线道岔连续梁端部，架桥机一号柱支点未在道岔梁腹板上方，道岔梁翼缘板下方悬空，翼缘板结构厚度 30-50cm 底部曲线渐变，施工为特殊工况架梁，施工工况复杂，施工风险高，作业难度大。

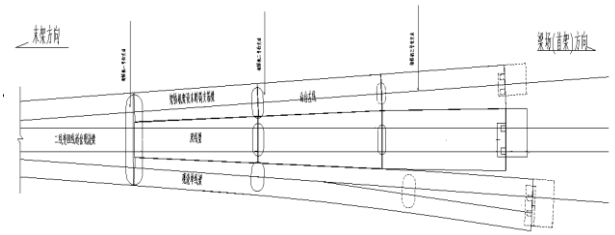


图 1 站台左线末跨架梁平面示意图

2 研究末跨切边梁架设目的

由于运输和架设切边异形箱梁过程中运架设备会受力会发生偏载，架桥机前支腿支点未在道岔梁腹板上方，国内可供借鉴参考的施工经验极少，结合以往高速铁路单线箱梁架设施工经验，通过研究架桥机设计参数和架梁工况分析受力检算，实践验证总结形成该方法。通过对咽喉区道岔梁面上架桥机前支腿一号柱支点位置设置扩大钢板支垫和翼缘板临时支撑装置，将上部施工荷载传递至道

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

岔梁腹板及翼缘板临时支撑装置，避免翼缘板受集中荷载作用破坏，保证作业人员和设备及既有桥梁的安全。通过较少的物资投入，取得特殊工况末跨切边梁架设成功，避免采用其他常规方案的高成本投入，取得较好的经济社会效益。

3 工艺原理

JQXD-550 型架桥机架设兰州新区南站站台左线末跨切边梁，架桥机前支腿一侧立柱站位于双线变四线道岔连续梁的翼缘板上。单线箱梁架设施工中，前支腿最大承重约 450 t，两支点最大支承反力各约 225 t。道岔梁端部支点位置翼缘板需承担 225 t 的局部压力，经结构检算，会造成架桥机前支腿下方道岔梁翼缘板破坏。

为保证兰州新区南站站台左线末跨切边梁架设的施工安全，根据 JQXD-550 架桥机设备参数确定前支腿一号柱的支点位置，通过在架桥机前支腿横梁下方铺设粗砂和扩大钢板找平道岔梁桥面横坡，使其内侧受力支点转移至道岔梁腹板上方，同时翼缘板和桥墩墩顶之间施工设置临时支撑装置，将外侧架桥机前支腿受力支点转移至道岔梁桥墩墩顶上方，分散架桥机架梁时外侧支点下方对既有桥梁翼缘板的集中荷载。为确保架梁施工的安全，通过大型有限元软件 MIDAS 对运、架梁工况进行模拟，并进行各架梁状态受力检算。同时通过在切边梁运输和喂梁过程中调整横向重心偏移距离，来确保架桥机和运梁车的运转稳定性，确保末跨切边梁架梁施工安全。

4 施工工艺操作要点

4.1 翼缘板临时支撑施工设置(如图 2 所示)

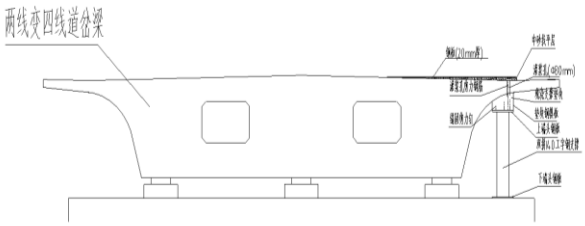


图 2 架桥机前支腿支垫及翼缘板临时支撑断面示意图

根据 JQXD-550 架桥机设备参数在道岔现浇梁端部标记架桥机一号柱支点位置，在道岔梁翼缘板处安设双拼 I40 工字钢支撑，支撑下端头钢板采用 8 根 M16 膨胀螺栓与桥墩墩顶固结，支撑上端头钢板顶面焊接 9 根 ø20 剪力钢筋，共 3 排，长度随翼缘板线性变化增长。在道岔梁翼缘板工字钢临时支撑上方翼缘板高点位置采用水钻钻孔，孔径 80mm，钻通翼缘板，取出钻芯，凿毛灌浆孔孔壁并清理干净孔内混凝土表面浮渣。

工字钢临时支撑上端头钢板与道岔梁翼缘板下部现浇支撑垫块，采用钢板焊接固定在工字钢支撑上端头钢上方，钢板与道岔梁翼缘板密贴，并采用泡沫胶封堵严密。搅拌支座灌浆料，配合比 1：0.12，从道岔梁翼缘板顶面灌浆孔灌入现浇支撑块钢模板内，灌浆料灌满现浇支撑块钢模板和翼缘板灌浆孔后，在灌浆孔中插入 3 根 ø20 抗剪力钢筋，抗剪力钢筋伸至工字钢支撑上端头钢上方，形成整体的翼缘板临时支撑装置。

4.2 切边梁运输

采用 YLJ550 轮胎式运梁车运输单线切边异形箱梁梁，切边梁单侧无翼缘板导致重心偏移，偏心距离 20cm。梁场搬梁机装梁作业时运梁车四支点位置根据切边梁重心向未切边侧横移 20cm（如图 3 所示），使其切边梁在运输过程中重心稳定。运梁过程中匀速行驶，车速控制在 2km/h，设专人在运梁车前后进行行车监护，与运梁车司机密切沟通，确保切边梁运输安全。

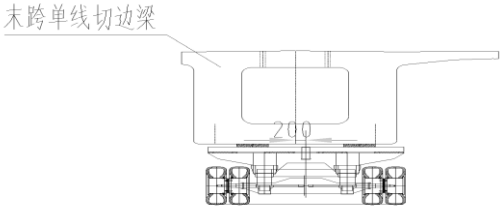


图 3 切边梁运梁工况断面示意图

4.3 扩大钢板铺设及架桥机过孔就位

待现浇支撑垫块支座灌浆料灌注 24h 后，其强度达到 40mpa。在架桥机前支腿一号柱下横梁支点位置道岔梁面上铺设中粗砂，将道岔梁梁面 2%人字坡找平，中粗砂找平层上方铺设 20mm 厚钢板，铺设后采用水平尺检查钢板平整度。JQXD-550 架桥机过孔，架桥机前支腿一号柱下横梁置于道岔梁面上扩大钢板上方并支垫到位，调整整机状态，确保架桥机前高后低，且一号柱与二号柱位置主梁高差不大于 100mm。架桥机前后吊挂向末跨单线切边梁切边侧横移 0.3m（如图 4 所示），使架桥机一号柱受力点远离道岔梁翼缘板临时支撑，减少翼缘板临时支撑的竖向荷载。

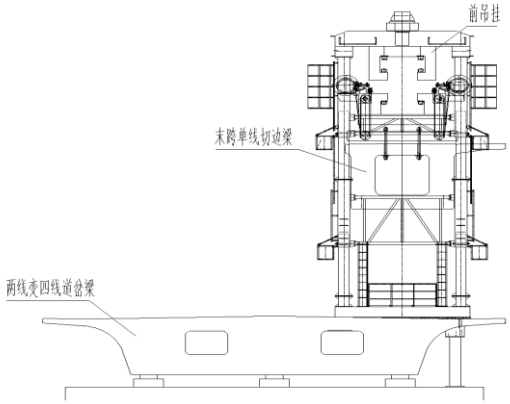


图 4 末跨切边梁架桥机就位工况一号柱断面示意图

4.4 架梁

利用架桥机前后吊梁小车将切边梁吊离运梁车，进行“三起三落”调试起重装置制动系统。随后喂梁过程架桥

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

机前后悬挂保持向末跨单线切边梁切边侧横移 0.3m 位置处（如图 5 所示），切边梁喂梁速度控制在 2m/min（如图 6 所示），切边梁前端到达架桥机前支腿一号柱喂梁完成后，前后悬挂连同切边梁向未切边侧横向回移 0.3 米，桥机正位落梁，落梁速度控制在 0.5m/min，确保架桥机运行的稳定性，落梁到位后检查复核支座方向、位置、标高、中线等技术参数，各项指标检查无误后，搅拌支座灌浆料进行支座灌浆。

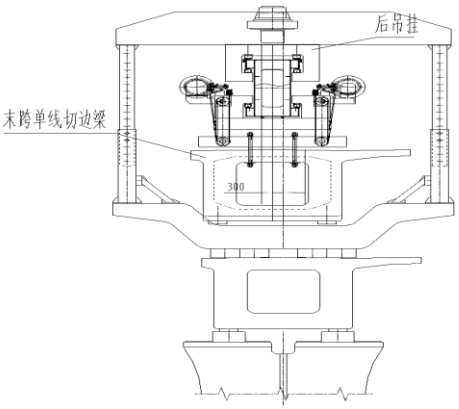


图 5　架桥机喂梁工况二号柱断面示意图

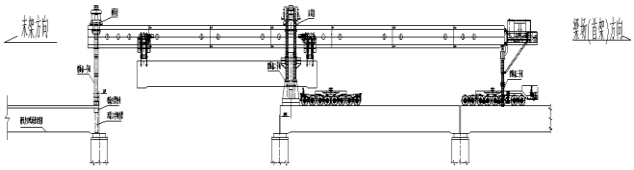


图 6　站台左线末跨喂梁工况立面示意图

4.5 架桥机退回及支撑装置拆除

兰州新区南站站台左线末跨单线切边梁架梁完成后，架桥机降低整机高度，运梁车安装专业驮运支架，将架桥机驮运转场。吊运道岔梁端部桥面扩大钢板，清除道岔梁桥面找平中粗砂，拆除道岔梁翼缘板临时支撑装置，破除翼缘板临时垫块，切割翼缘板下方外漏抗剪钢筋，恢复翼缘板临时垫块与翼缘板接触面混凝土表观。

5 经济效益和社会效益

兰州新区南站站台左线末跨架切边梁架设采用了此工法施工，施工过程中除安装和拆除扩大钢板及翼缘板临时支撑装置时需要汽车吊配合施工外，架梁过程不需要其他大型机械配合。相比较于其他工程项目采用末跨异型箱梁现浇方法，本工法切边异形箱梁采用梁场预制，架桥机架设，更利于现场施工安全，节约人工费和机械费用，降低工程成本，本工法节约直接经济成本约 35 万元。该工法操作简便、实用且施工速度快，可以适用于其他类似的桥梁施工。本工程使用此工法安全、优质，快速的完成了兰州新区南站站台左线末跨架切边异形箱梁架设。相比较于采用切边异型单线箱梁现浇方案，本工法节约施工工期约 3 个月，顺利实现了架梁节点目标，积累了丰富的施工经验，为今后高速铁路双线变四线道岔梁处末跨单线异形切边箱梁施工提供了借鉴经验。

6 结束语

中卫至兰州客运专线兰州新区南站站台左线架梁施工，通过对咽喉区道岔现浇梁梁面 JQXD-550 型架桥机一号柱支点位置设置扩大钢板支垫和翼缘板临时支撑加固处理，将上部施工荷载传递至道岔梁腹板和临时支撑装置，有效避免由于架梁荷载对道岔梁端部翼缘板的局部作用，引起的道岔梁翼缘板结构破坏，保证了末跨切边梁的安全架设。该孔末跨切边单线箱梁的成功架设，为国内首次采用“用于高速铁路站台线并入道岔梁处末跨切边梁架设的方法”，已成功申请国家发明专利，取得较好的社会效益和经济效益，为类似工况桥梁架设提供了范例，具有较好的借鉴作用。

[参考文献]

[1]谢芳君.高速铁路跨九龙大道桥式方案研究[J].铁道建筑技术,2018(1):4.
[2]潘定坤.双线变单线异型箱梁首跨架设施工方法研究和运用[J].上海铁道,2022(2):12.
[3]周水兴,何兆益,邹毅松.《路桥施工计算手册》[M].北京:人民交通出版社,2001.
[4]黄新梅.高速铁路单线箱梁在桥梁墩顶横移架设方案的技术研究[J].中文科技期刊数据库（全文版）工程技术,2016(12):200.

作者简介：卢永峰（1986.5—），男，甘肃永昌人，现就职于中铁七局集团郑州工程有限公司，高级工程师，长期从事高速铁路工程项目施工管理方面工作。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

大型单边悬挑钢结构施工过程及模拟分析

刘海锋 张昌满
北京城建亚泰建设集团有限公司，北京 100013

[摘要]随着我国经济发展和科技水平进步，大跨度悬挑钢结构被广泛应用于各种大型公共建筑。由于大跨度悬挑钢结构形式具有复杂性、多样性等特点，要求钢结构安装技术更加先进、施工顺序安排更加合理。国内针对大跨度、大空间的钢结构施工进行了丰富的研究，如国家体育场钢结构施工中采用模拟分析的方法对关键构件的调整，加快了施工进度，降低了用钢量，并提出了钢结构施工要点；崔晓强等对大跨度钢结构施工过程的结构分析方法进行了研究，提出了利用有限元软件对施工全过程跟踪的方法；刘勇庆对大悬挑悬挂结构施工过程进行的模拟分析，通过模拟数据的分析，确认合理的安装及卸载顺序，并进行监测。上述研究虽对北京新景商务楼现场施工具有一定的参考意义，由于本工程单边悬挑距离较大，临时支撑搭设高度较高，因此其研究指导性不足，针对本工程的实际施工特点，还需总结出一种行之有效的施工方法。

[关键词]单边悬挑钢结构；模拟分析；施工安装；卸载；监测
DOI：10.33142/ec.v6i8.9093 中图分类号：TU393.304 文献标识码：A

Construction Process and Simulation Analysis of Large Unilateral Cantilevered Steel Structures

LIU Haifeng, ZHANG Changman
Beijing Urban Construction Yatai Group Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract: With the development of Chinese economy and technological progress, large-span cantilever steel structures are widely used in various large public buildings. Due to the complexity and diversity of the forms of large-span cantilever steel structures, it is required that the installation technology of steel structures be more advanced and the construction sequence be more reasonable. There has been extensive research on the construction of steel structures with large spans and spaces in China, such as the use of simulation analysis methods to adjust key components in the construction of steel structures in the National Stadium, which has accelerated construction progress, reduced steel consumption, and proposed key points for steel structure construction; Cui Xiaoqiang et al. conducted research on the structural analysis method for the construction process of large-span steel structures and proposed the method of using finite element software to track the entire construction process; Liu Yongqing conducted a simulation analysis of the construction process of a large cantilever suspension structure, confirmed the reasonable installation and unloading sequence through the analysis of simulation data, and conducted monitoring. Although the above research has certain reference significance for the on-site construction of Beijing Xinjing Business Building, due to the large overhang distance on one side and the high height of temporary support installation in this project, its research guidance is insufficient. Based on the actual construction characteristics of this project, it is necessary to summarize an effective construction method.

Keywords: unilateral cantilever steel structure; simulation analysis; construction and installation; uninstall; monitor

引言

北京新景商务楼东侧为大型单边悬挑钢结构，最大距离为24.3m，用钢量约1000t。本工程通过建立有限元模型，接着进行模拟分析，从而安排合理的施工顺序。采用高空散装法进行施工，从地下三层开始搭设临时支撑（胎架），搭设高度18m，大悬挑结构安装完成后，进行临时支撑卸载，然后进行小悬挑结构和斜坡梁安装。同时对关键构件进行变形监测，实测值与模拟值对比表明：模拟分析能很好模拟施工过程中的受力状态，可为实际施工提供可靠依据[1-4]。

因此，本文对北京新景商务楼进行施工过程模拟，合理安排悬挑结构施工顺序，记录单边悬挑结构关键构件在各个模拟阶段的变形量，并与实际监测结果进行对比分析，从而为悬挑体量较大、临时支撑较高、单边悬挑距离较长的悬挑结构工程施工提供参考。

1 工程概况

北京市新景商务楼位于北京市东城区磁器口东北侧，南临广渠门内大街，西邻崇外大街，地下3层，地上10层，建筑面积3.4万m^2，建筑高度45m。地下1层为自行车库及商业用房；地下2层为汽车库及设备用房；地下3层战时为核六级人防物资库，平时为汽车库和设备用房；F1～4层为商业、影院、展览中心等；F5～10层为办公用房[5]。建筑整体效果如图1所示。

大跨度单边悬挑结构位置在地上结构F1～F2层11～14/B～H轴线区域，最大悬挑长度为24.3m，宽度为30.5m。图2为悬挑结构三维模型，悬挑结构箱型梁、箱型立柱和箱型支撑材质为Q420GJC，其余的BH结构梁材质为Q345B。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

其中C轴和G轴箱型梁在+5.5m处和+14.7m处由变截面的箱型梁组成，从11轴线截面为口1400×1000×100×100mm到14轴线截面变为口1200×1000×60×60mm过渡。14轴、C轴立面和G轴立面为桁架支撑立面，支撑结构为箱型结构，截面为口1200×600×80×80mm、口900×600×50×50mm、口600×600×40×40mm。箱形柱截面最大为口1600×800×100×100mm。



图1 建筑效果图

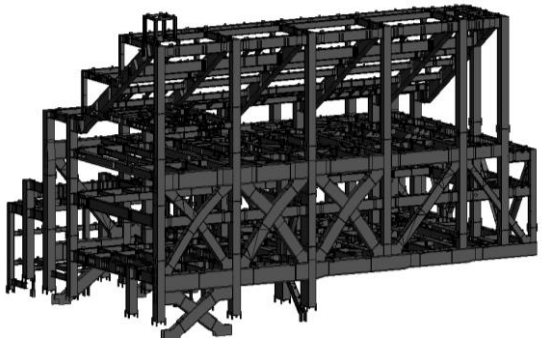


图2 悬挑结构三维模型图

2 悬挑钢结构方案

2.1 悬挑桁架施工流程

整体施工流程为：编制施工方案→技术交底→深化设计→材料采购→构件加工→胎架安装→大悬挑结构（11～14轴/B～G轴）安装→胎架卸载→小悬挑结构（11～14轴/G～H轴）安装→斜坡梁安装→后续工程施工。

大悬挑+小悬挑+斜坡梁结构分段吊装顺序为：F1层C、G列处的下弦梁安装→11-12轴/F1-F3层桁架安装→12-13轴桁架安装→13轴-13$\frac{1}{2}$轴桁架安装→C列和G列桁架中间钢柱及平台梁→14轴立面桁架安装→胎架卸载→11～14轴的G～H列区域小悬挑安装→斜坡梁安装

2.2 临时支撑（胎架）安装

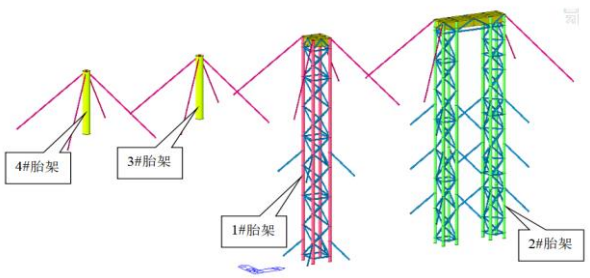


图3 胎架三维模型图

本工程共有4组胎架，其中1#、3#、4#胎架为单组胎架，2#胎架因为避开地下室剪力墙结构而设置成组合胎架。分别设置在G列12轴（4#）、C列12轴（3#）、G列14轴（1#）、C列14轴（2#），从地下三层（-15.250m）生根，直至悬挑桁架下弦梁底部位置，使上部荷载传至筏板基础。1#支撑胎架使用截面为1.5×1.5m标准组合胎架，标准节主肢用PIP273×20mm（Q235B）的圆管；2#支撑胎架使用截面为1.2×1.2m标准组合胎架，标准节主肢用PIP245×8mm（Q235B）的圆管，其余支撑PIP121×10mm（Q235B）组成格构式钢架；3#、4#胎架为P609×16（Q235B）圆管。

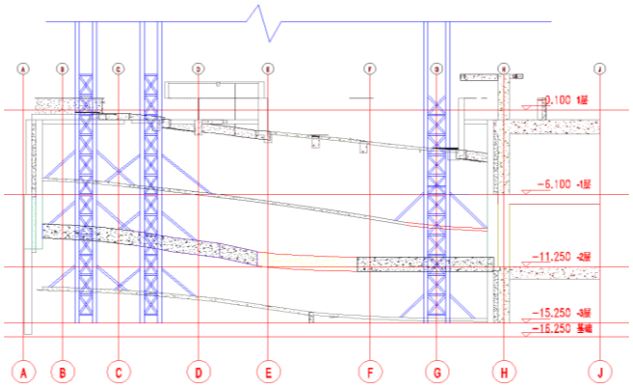


图4 支撑立面图（14轴）

由于胎架搭设高度较高，1#、2#、3#、4#胎架在F1层位置拉缆风绳，缆风绳与地面夹角保持在30°～45°之间，胎架管拉结点位于2/3层间高度处。在地下其他部分采用支撑稳固措施，如图4支撑立面图（14轴）。

2.3 胎架卸载方案

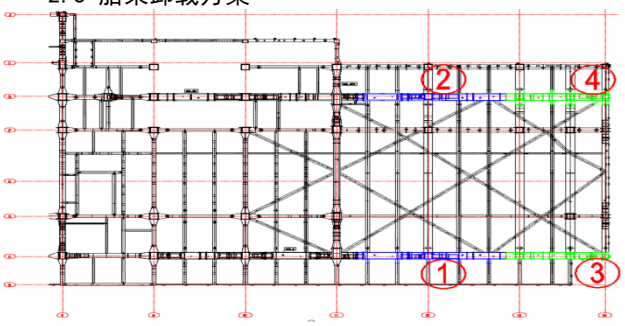


图5 支撑卸载点布置图

悬挑结构的支撑塔架卸载过程既是释放塔架中的内力和拆除塔架的过程，也是悬挑结构产生变形和结构体系稳步成型的过程。在此过程中，支撑塔架和结构体系中的受力十分复杂[6]。因此，需合理布置卸载点数量和位置，以及确定合理的卸载顺序和方法进行临时支撑卸载施工。

根据梁下部支撑设置情况，布置4个卸载点，如图5所示。根据卸载点理论反力值及卸载高度表，胎架支撑点的最大位移量为-12.96mm拟采用分阶段分级同步卸载：每个胎架先卸载一半位移量，观察3小时后再将剩余的位移量卸载完成。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 1 卸载点理论反力值及卸载高度表

卸载点序号	卸载点反力理论反力值	卸载点理论位移值	千斤顶型号
1	2307KN	3.07mm	350T
2	2048KN	3.85mm	350T
3	1790KN	10.17mm	350T
4	2253KN	12.96mm	350T

2.4 悬挑结构安装

本工程悬挑构件最大重量约 53t，采用搭设临时支撑，S560K25 塔吊和 LTM1800 型 800 吨汽车吊配合吊装，在高空进行组装焊接成整体，并通过液压千斤顶工艺进行卸载施工。悬挑结构在 11～14 轴安装范围内，根据塔吊起重能力以及构件平面布置：12～14 轴区域，作业半径在 22.4m 内，重量小于 25 吨的构件；11～12 轴区域，作业半径 30m，重量小于 18.6 吨的构件全部采用 S560K25 型塔吊安装。以上区域内，构件重量超过塔吊起重能力的采用 LTM1800 型 800T 汽车吊吊装。

大悬挑结构分区进行安装， C 列和 G 列桁架下弦安装完成后，将后续安装按照轴线中间主梁分为 4 个区，分别为 11 轴-12 轴，12 轴-13 轴，13 轴-13$\frac{1}{2}$轴，14 轴立面桁架。小悬挑结构分层进行安装，安装顺序为：1、首先安装 F1 层 12 轴 G-H 列小悬挑梁，吊装就位后用 5t 手拉葫芦拉紧；2、安装 12 轴 H 列钢柱及 11-12 轴的 H 列钢梁；3、安装 F2 层 12 轴的 G-H 列及 11-12 轴 H 列钢梁；4、12-14 轴 G-H 列钢构件安装顺序同 F1～F2 层 11-12 轴 G-H 列安装顺序；5、最后将小悬挑区域剩余次梁补齐。

3 施工过程模拟分析

3.1 模拟方法

本工程采用 MIDAS Gen 2019 软件建立了主体结构-悬挑结构-临时支撑三维有限元分析模型，如图 6 示。几何模型与设计数据一致；结构质量由程序自动考虑；钢材料模型由线弹性材料假设；节点连接刚度与设计假设一致，模拟采用刚接或铰接[7]。根据悬挑结构施工过程的各个阶段，在施工模拟过程中划分了 6 个模拟状态，施工模拟工况为：工况 1-胎架安装、工况 2-大悬挑安装、工况 3-胎架卸载、工况 4-小悬挑安装、工况 5-斜坡梁安装。

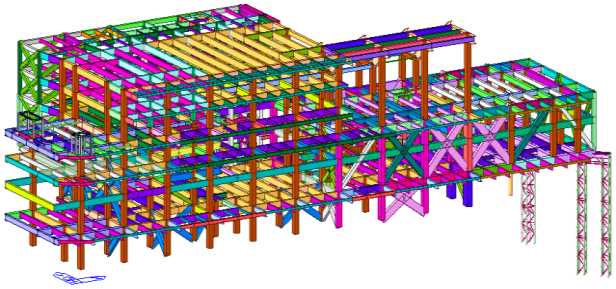


图 6 主体结构-悬挑结构-临时支撑三维有限元分析模型

3.2 模拟分析结果

施工模拟分析结果表明，在整个施工过程中，悬臂结构的最大变形和应力比始终保持在合理的水平。除工况 2 这一阶段的变形和构件应力变化较大外，其他构件的应力和变形都比较平缓。这是因为工况 2 是一个临时支座拆除过程，并且结构系统和载荷传导方向发生变化，所以差异较大。分析结果表明，在整个施工过程中，结构构件的最大应力比为 0.65，最大变形量为 20.99mm<24350/400=60.875mm，二者均满足要求。模拟施工过程的最大变形图和最大应力比如图 7、8。

表 2 施工模拟结果

施工阶段	CS02	CS03	CS04	CS05
最大变形/(mm)	6.08	15.38	18.09	20.99
最大应力比	0.54	0.6	0.52	0.65

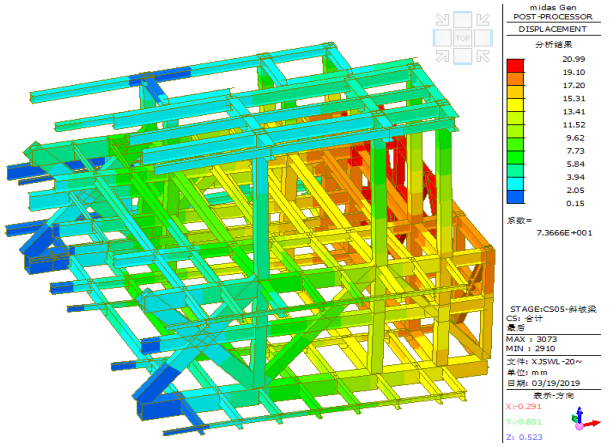


图 7 最大变形图

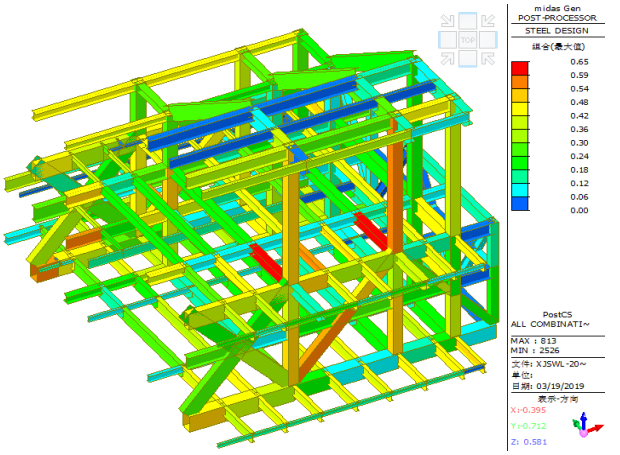


图 8 最大应力比图

4 位移监测与模拟数据对比

在悬挑结构的施工过程中，施工条件的变化会引起结构的巨大变化。因此，对各阶段工况关键构件的位移进行监测，以保证结构在施工过程中的安全稳定，并将监测结果与模拟数据进行对比。本悬挑结构荷载基本都会传递到 C 列和 G 列桁架下弦，从而将荷载传递至 11 轴的框架柱，这是悬挑结构最关键的支撑，因此，在 F1 层 10-14/C 和

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

10-14/G 位置钢梁的轴线交点位置处作为变形监测点，共 8 个监测点，如图 9 所示为 C 轴上节点的变形监测点 1、3、5、7；G 轴上节点的变形监测点对应分别为 2、4、6、8。各施工阶段对应监测次序为：

1 大悬挑结构安装完成→2 胎架卸载完成→3 小悬挑结构安装完成→4 斜坡梁安装完成

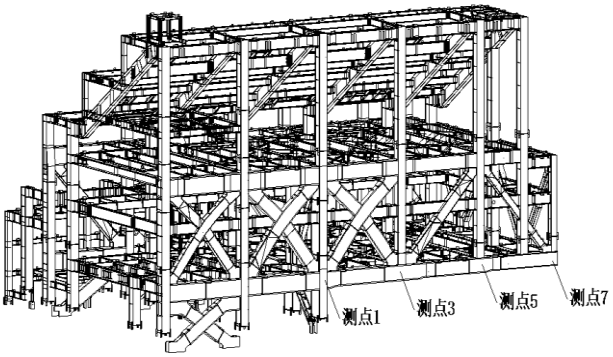


图 9 监测点布置图

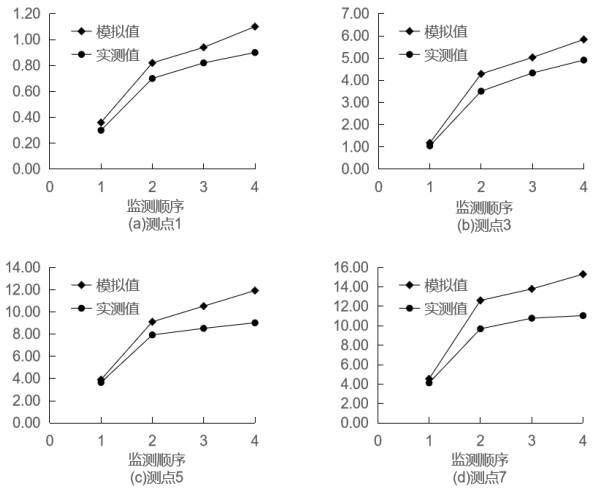


图 10 部分监测点对比图

从图 10 可以看出，同一测点监测结果与模拟数据的变化曲线趋势大致相同，这说明运用 MIDAS Gen 2019 进行模拟可以很好的反映实际施工过程，为施工的顺利进行提供依据。同一测点实测数据基本上小于模拟数据，这说明现场施工采取有利措施，很好地控制结构的变形。

不同测点的数据，越靠近悬挑根部的测点实测值和模拟值越小，增长趋势也越小。这是因为 11、12 轴和 C、G 轴为封闭稳定的立体桁架，承受了来自大悬挑结构、小悬挑结构及斜坡梁结构的荷载。这就相当于悬臂梁受到均布荷载，根部变形量小于端部变形量，如图 11 所示，悬挑区域简化为悬臂梁 AB，且受到均布荷载 q，测点 1、3、5、7 简化对应如图 11，任意一点的挠曲线方程为：

$$w=-\frac{qx^2}{24EI}\left(x^2-4lx+6l^2\right)$$

所以，由图 11 和任意一点的挠曲线方程可知，越靠近悬挑根部的测点实测值越小。

图 11 中，w3 为简化为小悬挑结构安装完成对应的挠曲线方程，w4 为简化为斜坡梁结构安装完成对应的挠曲线方程。从 w3 到 w4 这个阶段，测点 1 和测点 7 相比较可看出，这个过程种测点 1 的变化量明显小于测点 7，这也说明了越靠近悬挑结构根部的测点的实测值增长趋势也越小。

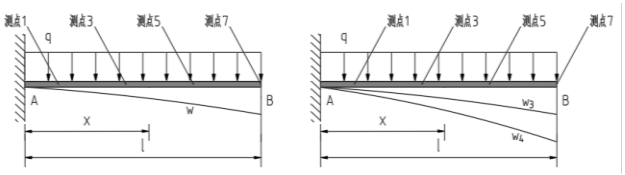


图 11 悬挑结构简化分析图

因此，将单边悬挑结构简化为悬臂梁，可以分析悬挑结构部分构件的变形趋势；利用有限元模型可以更好的预测钢构件安装过程中关键构件的变形，对采取起拱措施提供了可靠依据。

5 结语

临时支撑搭设前，需要进行模拟分析，验证其是否满足强度、刚度和稳定性要求。临时支撑卸载时，采用 350t 液压千斤顶，按照节点要求的卸载值进行分级卸载，并通过计算机控制每次位移下降，自动对比调整。

悬挑结构安装前，利用有限元软件对施工过程进行模拟分析，由模拟结果可知，施工过程中构件的最大变形为 20.99，最大应力比为 0.65，均满足要求，由此来进行施工顺序的安排。

对关键构件进行变形监测，并将实测值与模拟值进行对比分析，发现实测值略小于模拟值，二者变化均为上升趋势，实测值上升趋势相对平缓。分析结果表明：悬挑结构施工顺序比较合理，模拟分析可对施工过程进行较为准确的预测，为实际施工提供依据。

[参考文献]

[1]沈世钊.大跨空间结构的发展—回顾与发展[J].土木工程学报,1998(3):22-28.
[2]范重,刘先明,胡天兵.国家体育场钢结构施工过程模拟分析[J].建筑结构学报,2007,4(28):26-32.
[3]崔晓强,郭彦林,叶可明.大跨度钢结构施工过程的结构分析方法研究[J].工程力学,2006,23(5):33-37.
[4]刘勇庆.大悬挑悬挂混合结构施工过程及模拟分析[J].施工技术,2020,49(2):22-31.
[5]赵博尧,徐福江,盛平.北京新景商务楼结构设计[J].建筑结构,2015,45(1):11-16.
[6]韩杰,黄浩,赵超.某超高层建筑悬挑钢结构施工模拟分析及现场监测[J].施工技术,2013,42(8):22-26.
[7]曹志远.土木工程分析的施工力学与时变力学基础[J].土木工程学报,2001,34(3):28-33.

作者简介：刘海锋（1985.8—），男，籍贯：内蒙古赤峰，研究方向：土建施工，职称：工程师，学历：本科。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

道桥施工中桩基施工技术分析

李 壮
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]桩基施工技术在道桥工程中扮演着至关重要的角色。桩基作为道桥结构的基础支撑，其设计和施工质量直接影响着道桥的安全性、稳定性和持久性。为确保桩基的良好性能，桩基施工技术需要关注桩基设计、施工方法、质量控制、地质勘察、施工机械、桩基处理和施工监控等要点。合理应用这些要点和措施，能够增强桩基的承载能力、提升抗震性能和提高工期效率。文章将阐述桩基施工技术的关键要点和应用措施，旨在为道桥施工提供指导，确保道桥工程的安全可靠建设。
[关键词]桩基施工技术；道桥工程；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9127 中图分类号：TU7 文献标识码：A

Analysis of Pile Foundation Construction Technology in Road and Bridge Construction

LI Zhuang
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: Pile foundation construction technology plays a crucial role in road and bridge engineering. As the foundation support of road and bridge structures, the design and construction quality of pile foundations directly affect the safety, stability, and durability of the road and bridge. In order to ensure the good performance of pile foundations, pile foundation construction technology needs to pay attention to key points such as pile foundation design, construction methods, quality control, geological survey, construction machinery, pile foundation treatment, and construction monitoring. Reasonable application of these key points and measures can enhance the bearing capacity of pile foundations, improve seismic performance, and improve project efficiency. The article will elaborate on the key points and application measures of pile foundation construction technology, aiming to provide guidance for road and bridge construction and ensure the safe and reliable construction of road and bridge engineering.
Keywords: pile foundation construction technology; road and bridge engineering; application

文章探讨了道桥施工中桩基施工技术的要点和应用措施。首先，阐述了桩基设计的重要性，包括地质勘察、桩型选择和参数设计等。其次，介绍了施工方法，涵盖了振冲法、压注法和预制桩连接等。接着探讨了质量控制，包括关键参数监测、工艺控制和材料质量控制。最后，讨论了施工监控的重要性，包括实时监测关键参数、确保垂直度和偏斜度、承载力和抗震性能的监测。通过合理应用这些技术要点和措施，能够提高桩基的质量和工期效率，保障道桥工程的安全稳定运行。

1 道桥施工中桩基施工技术的重要性

1.1 承载能力

桩基施工技术在道桥施工中的重要性之一是确保桩基具备足够的承载能力。承载能力是桩基的关键指标，直接决定了道桥结构的安全性和稳定性。首先，桩基作为道桥结构的支撑，负责承受来自上部结构、交通荷载以及自身重力等荷载。承载能力的不足会导致桩基变形过大、沉降超限甚至失稳，进而影响整个道桥的使用寿命和安全性。因此，通过合理的桩基设计和施工技术，确保桩基具备足够的承载能力，是保证道桥结构安全运行的基础。其次，承载能力的合理设计和施工对于道桥的荷载分配和传递起着重要作用。桩基作为承载结构，能够将上部结构的荷载有效地传递到地下，通过地基土层的反力分散到周围土体中。通过合理的桩基施工技术，可以提高桩基的承载能力，有效分担和传递荷载，降低对地基的不均匀沉降和变形，保证道桥结构的整体稳定性。此外，承载能力的充足还能提供更大的安全余量，以应对特殊情况和突发荷载的作用。在一些特殊地质条件下，如软土地区、地震区等，通过合理的桩基施工技术，可以增强桩基的承载能力，提高道桥结构的抗震能力和抗侧移能力，确保在不利地质和荷载条件下的安全运行[1]。

1.2 抗震性能

桩基施工技术在道桥施工中的另一个重要性是提高桩基的抗震性能。抗震性能是道桥结构的重要指标之一，直接影响道桥在地震作用下的安全性和可靠性。首先，地震是道桥结构所面临的主要自然灾害之一，具有瞬态、冲击性和不可预测性的特点。在地震发生时，道桥结构会受到水平地震力的作用，从而引起振动、变形甚至倒塌。而桩基作为道桥结构的重要支撑，其抗震性能直接影响整个道桥结构的抗震能力。通过合理的桩基设计和施工技术，可以增强桩基的抗震能力，减少地震对道桥的破坏风险，保护人民生命财产安全。其次，桩基的抗震性能与桩身的刚度和强度密切相关。通过合理选择桩基类型、桩径、桩

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

长和桩间距等设计参数，以及采用适当的施工方法和处理措施，可以提高桩基的刚度和强度，增强其在地震荷载下的稳定性。例如，采用抗震钢筋、增加桩身截面尺寸、加强桩顶连接等措施，能有效提升桩基的抗震能力。此外，桩基的抗震性能还涉及与地基土的相互作用。通过合理的桩基施工技术，可以增加桩基与地基土的摩擦力和桩端阻力，提高整个桩基－地基土体系的抗震性能。例如，通过振冲法或压注法施工，能够增加桩体与土壤的紧密接触，提高桩基的整体抗震性能。

2 道桥施工中桩基施工技术要点

2.1 桩基设计

桩基设计是道桥施工中桩基施工技术的重要要点之一。它涉及选择合适的桩基类型、确定桩径、桩长和桩间距等关键参数，以确保桩基的承载能力和稳定性。首先，在桩基设计中，需要对地质条件进行充分的了解和评估。通过地质勘察和土层分析，获取地质信息，包括土层性质、厚度、层位等。这有助于确定桩基的设计参数，例如承载力设计值、桩端阻力分布等。同时，还需要考虑地下水位、地下水化学成分等因素，以选择合适的桩基类型和设计方案。其次，在桩基设计中，需要根据工程要求和桩基类型选择合适的桩径、桩长和桩间距。桩径的选择应考虑到桩的承载力要求、桩身的抗弯强度以及施工难易程度等因素。桩长的确定需考虑到地层条件、承载力需求和施工技术等因素，确保桩基能够达到设计要求。桩间距的确定要考虑桩基的相互影响和整体的承载能力，避免过于密集或过于稀疏导致承载力不足或经济浪费。此外，桩基设计还需考虑桩的锚固长度、桩身的钢筋配筋、桩顶的连接形式等细节。锚固长度的确定要考虑桩的抗拔能力要求和地质条件，确保桩与地基的良好连接。钢筋配筋的设计要符合桩的受力要求，以增强桩体的抗弯和抗剪能力。桩顶的连接形式要与上部结构相匹配，确保桩基与道桥上部的协调和一体化[2]。

2.2 施工方法

施工方法是道桥施工中桩基施工技术的关键要点之一。选择合适的施工方法对于确保桩基施工质量和提高施工效率至关重要。首先，施工方法的选择应根据地质条件和桩基类型来确定。常见的桩基施工方法包括钻孔灌注桩、静压桩、打桩法等。钻孔灌注桩适用于较软土层和砂土层，其施工步骤包括钻孔、注浆、插入钢筋和灌注混凝土。静压桩适用于较硬土层和沙砾岩层，通过静力法将桩身压入地下，形成桩基。打桩法适用于较硬土层和岩石层，通过振动锤或打桩机将桩体直接打入地下。其次，施工方法的选择还需考虑施工条件和工程要求。例如，当施工场地狭小或存在周围建筑物时，选择振动锤或打桩机施工能够减少噪声和振动对周围环境的影响。同时，根据工程要求，如桩基的承载能力、抗震性能等，选择适当的施工方法以确保桩基的稳定性和可靠性。另外，施工方法的安全性和施工质量控制也是施工方法选择的重要考虑因素。不同的施工方法在操作和控制上有着不同的要求和难度。施工人员需要熟悉和掌握相应的施工技术，确保施工过程中的安全和质量。此外，监测和记录施工过程中的关键参数，如桩身垂直度、桩身的防水措施等，以及及时进行质量检查和控制，是确保施工质量的重要手段。

2.3 质量控制

质量控制是道桥施工中桩基施工技术的重要要点之一。通过严格的质量控制措施，可以确保桩基施工质量符合规范要求。首先，质量控制包括对桩基施工过程中关键参数的监测和控制。这些关键参数包括桩身垂直度、偏斜度、承载力等。通过使用精密测量设备，如水平仪、测斜仪、静力桩载荷试验等，对这些参数进行实时监测和记录，以确保桩基的准确性和稳定性。其次，质量控制还包括对施工过程中的工艺和材料的控制。施工过程中的工艺控制包括桩基灌注过程中的注浆质量、浆液比例、注浆速度等的监控和控制。材料控制包括对混凝土原材料的质量、钢筋的质量和规格等进行严格的检查和验收，确保施工所使用的材料符合设计要求和规范标准。另外，此外，施工过程中的质量控制还需要加强现场管理和施工人员的培训。通过建立完善的现场管理制度，明确施工责任和流程，加强对施工人员的培训和监督，确保施工过程中的操作规范和质量要求得到有效执行。最后，质量控制还包括对施工过程中的质量缺陷和问题的处理和纠正。及时发现和解决施工过程中的质量问题，采取必要的纠正措施，以确保施工质量的持续改进。

3 道桥施工中桩基施工技术应用措施

3.1 地质勘察

地质勘察对于获取准确的地质信息，为桩基设计和施工提供依据至关重要。以下是关于地质勘察的几个要点：首先，地质勘察需要进行全面详细的调查和分析，以获取地质信息。这包括对地层的性质、厚度、层位、岩土结构等进行详细观测和描述。通过取样和试验分析，可以确定土壤的物理力学性质、水文特性、地下水位等参数，为桩基设计和施工提供准确的地质参数。其次，地质勘察还需要重点关注地质灾害和地下水等因素对桩基的影响。例如，对于地质灾害敏感区域，如滑坡、地震活动等，需要进行详细的地质灾害调查和分析，确定相应的防灾措施和桩基设计要求。同时，地下水位的高低和水文特性对桩基施工有重要影响，需要进行地下水位的监测和水文分析，确保桩基施工过程中的水文条件可控。再次，地质勘察还需要考虑勘察方法和工具的选择。根据地质条件和勘察目的，选择适当的勘察方法，如钻孔、取样、地质雷达等。合理选择和使用勘察工具和设备，确保勘察数据的准确性和可靠性。最后，地质勘察还需要进行数据分析和综合评价。通过对勘察数据的整理和分析，综合评价地质情况，确定

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

地质分层、土层特性、地下水位等重要参数，为桩基设计和施工方案的确定提供依据[3]。

3.2 施工机械

选择合适的施工机械设备对于提高施工效率和保证施工质量至关重要。以下是关于施工机械的几个要点：首先，根据桩基类型和工程要求选择适当的施工机械。不同类型的桩基施工需要使用不同的机械设备，如钻孔灌注桩可以使用钻机、混凝土灌注机等，静压桩可以使用静压桩机，打桩法可以使用振动锤、打桩机等。根据施工的具体情况，选择适当的机械设备，以确保施工效率和质量。其次，施工机械的选择还需考虑地质条件和工程要求。不同的地质条件和桩基类型对施工机械设备提出了不同的要求。例如，在软土地质条件下，可能需要使用具有一定抗侧倾能力的挖掘机或钻机；在坚硬地质条件下，可能需要使用具有较大冲击力的振动锤或打桩机。同时，根据工程要求，如施工时间、施工空间限制等，选择能够满足工程要求的机械设备。再次，施工机械的操作和维护也是施工质量控制的重要环节。施工人员需要熟悉和掌握相应机械设备的操作技术，确保施工过程中的操作规范和安全。定期进行机械设备的检查、保养和维修，保证设备的正常运行和使用寿命，减少机械故障对施工进度和质量的影响。

3.3 桩基处理

桩基处理设计采取适当的处理方法来增强桩基的承载能力和稳定性。以下是关于桩基处理的几个要点：首先，根据实际情况选择合适的桩基处理方法。常见的桩基处理方法包括振冲法、压注法、预制桩连接等。振冲法适用于较硬土层和岩石层，通过振动锤或打桩机将桩体直接打入地下，增加桩基的承载力。压注法适用于较软土层和砂土层，通过注浆或压浆的方式，在桩周围形成一定的增强体，提高桩基的承载能力和稳定性。预制桩连接方法适用于较长桩基，通过连接装置将预制桩连接成一体，形成连续的桩基体系，增强整体的承载能力。其次，桩基处理的施工参数需要根据实际情况进行调整。施工参数包括振冲或压注的力度、注浆材料的性质和比例、预制桩连接的形式等。根据地质条件和设计要求，合理调整施工参数，确保处理效果符合设计要求，同时避免过度处理导致不必要的工程浪费。再次，桩基处理还需要注意施工过程中的质量控制。对于振冲法和压注法，需要进行监测和记录振冲或压注过程中的关键参数，如振动力、注浆压力等，以确保施工质量符合规范要求。对于预制桩连接方法，需要对连接装置的安装和连接质量进行检查和验收，确保连接牢固可靠。最后，桩基处理还需要考虑与上部结构的协调。根据上部结构的荷载特点和布置要求，合理确定桩基处理的位置和形式，确保桩基与上部结构的协调和一体化[4]。

3.4 施工监控

通过实施有效的监控措施，可以对桩基施工过程进行实时监测和控制，确保施工质量和安全。以下是关于施工监控的几个要点：首先，建立监测体系，对桩基施工过程中的关键参数进行监测。关键参数包括桩身垂直度、偏斜度、承载力等。通过使用精密的测量设备，如水平仪、测斜仪、静力桩载荷试验等，对这些参数进行实时监测和记录。监测数据可以反映桩基施工过程中的实际情况，及时发现和解决施工中的问题。其次，监控桩基施工的垂直度和偏斜度，确保桩身的垂直性。通过使用水平仪等测量工具，对桩身的垂直度进行监测和控制，避免桩身的偏斜和倾斜，确保桩基的垂直度符合设计要求。再次，监控桩基的承载力，确保桩基的稳定性。通过静力桩载荷试验等方法，对桩基的承载力进行监测和控制。根据设计要求，对桩基进行逐桩或批量的载荷试验，检测桩的承载性能，确保桩基的承载能力符合设计要求。最后，施工监控还需要采取必要的检测手段和措施，确保施工质量和安全。例如，对桩身的防水措施进行监测，确保桩基在施工过程中不受地下水的侵蚀。同时，对施工过程中的关键节点和重要部位进行检测和验收，如钢筋的质量和布置、桩顶的连接形式等。

4 结语

综上所述，道桥施工中的桩基施工技术在确保承载能力、提高抗震性能和提高工期效率等方面具有重要性。桩基设计、施工方法、质量控制、地质勘察、施工机械、桩基处理和施工监控等措施的科学应用是保障桩基施工质量和道桥工程安全可靠性的关键。通过合理选择和应用这些技术要点和措施，能够提高桩基的承载能力、抗震性能和工期效率，确保道桥工程的成功建设。

[参考文献]

[1]刘宝军.桩基施工技术在道桥施工中的应用[J].科学技术创新,2020(21):144-145.
[2]徐亮.探究道桥桩基施工中的常见问题及技术要点[J].中外企业家,2019(33):83.
[3]韩劭铎.桩基施工技术在道桥施工中的应用研究[J].科学技术创新,2019(10):138-139.
[4]许永强.道桥桩基施工中的常见问题及技术要点[J].住宅与房地产,2019(34):188-189.

作者简介：李壮（1982.11—），男，毕业院校：西南交通大学，学历：本科，所学专业：土木工程，当前就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司，职务：项目经理，年限：10年。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水利水电工程碾压混凝土大坝施工技术

王永嘉[1] 陈 璐[2]
1 中国水利水电第十一工程局有限公司，河南 郑州 450000
2 开封文化艺术职业学院，河南 开封 475000

[摘要]水利水电工程的大坝是重要的灌溉、发电、供水和水资源调节设施。碾压混凝土大坝是近年来广泛应用的一种大坝类型，具有高强度、高耐久性、耐磨损等特点，适用于各种复杂地形条件。碾压混凝土大坝施工技术是建造碾压混凝土大坝的基础和核心，其施工过程的质量与效率直接影响大坝建设的成功。碾压混凝土大坝的施工技术是大坝成功建造的基础。针对不同的地形和条件，需要选择合适的填筑料、施工方法和机械设备，并对施工过程进行严格的质量控制，以确保大坝的稳定性和安全性。

[关键词]水利水电；大坝；碾压混凝土；施工技术
DOI：10.33142/ec.v6i8.9124 中图分类号：TV642.2 文献标识码：A

Construction Technology of Roller Compacted Concrete Dam in Water Conservancy and Hydropower Engineering

WANG Yongjia[1], CHEN Lu[2]
1 Sinohydro Bureau 11 Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450000, China
2 Kaifeng Vocational College of Culture and Arts, Kaifeng, He'nan, 475000, China

Abstract: Dams in water conservancy and hydropower projects are important facilities for irrigation, power generation, water supply, and water resource regulation. Roller compacted concrete dam is a type of dam that has been widely used in recent years, with characteristics such as high strength, high durability, and wear resistance. It is suitable for various complex terrain conditions. The construction technology of roller compacted concrete dams is the foundation and core of constructing roller compacted concrete dams, and the quality and efficiency of its construction process directly affect the success of dam construction. The construction technology of roller compacted concrete dams is the foundation for the successful construction of dams. For different terrains and conditions, it is necessary to select appropriate filling materials, construction methods, and mechanical equipment, and strictly control the quality of the construction process to ensure the stability and safety of the dam.

Keywords: water conservancy and hydropower; dam; roller compacted concrete; construction technology

水利水电工程是重要的基础设施和基础产业。大坝是其中的重要组成部分，作为水利枢纽，储存水资源和调节水量；并且可利用积聚的水能发电，为人们的生产和生活提供电力。大坝按施工工艺，主要可分为常态混凝土坝、碾压混凝土坝、砌石坝、各种土石坝等，传统的混凝土坝虽具有良好的强度和稳定性，但存在施工繁琐、成本高昂等缺点。随着经济技术的快速发展和，碾压混凝土大坝以其施工工期短、结构简单、成本低且质量有保证等优点，作为一种相对新型的大坝结构，越来越受到业主的青睐。并逐步成为水利水电工程发展的一种趋势。

1 研究水利水电工程碾压混凝土大坝施工技术的重要意义

1.1 提高大坝建设效率和质量

碾压混凝土大坝施工，相对于传统的钢筋混凝土大坝，具有便于就地取材、钢筋和模板用量少、成本低等优点。该技术能有效提高大坝建设效率和质量，并可以降低建设成本，进一步推动水利水电工程建设的发展。

1.2 提高大坝性能和稳定性

碾压混凝土大坝采用的是强度、耐久性等较好材料，能够提高大坝的性能和稳定性，有利于保障人民生命财产安全。

1.3 推动构筑物建设技术进步

随着碾压混凝土大坝施工技术的逐步成熟和普及，也促进了构筑物建设技术的进步。针对施工过程中的问题和需求，不断提出新的技术和方法，将有效推动构筑物建设技术的不断前进。

1.4 促进经济社会可持续发展

水利水电工程是重要的经济支柱，构筑坝体作为水利水电工程基础设施之一，具有重要意义。碾压混凝土大坝施工技术能够更好地推动水利水电工程的建设，也能够推动社会经济和技术的不断发展，进一步促进经济社会可持续发展。

2 水利水电工程碾压混凝土大坝施工技术的发展现状

2.1 技术成熟度稳步提升

碾压混凝土大坝的施工技术经过近几十年的不断研

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

发和探索，已经具有成熟的技术路线和应用范围，并且已应用于很多重点工程的建设中。相关的施工工艺和施工机械也得到了不断优化和升级，可以满足不同水利水电工程大坝施工的需求。

2.2 工程实践不断深入

碾压混凝土大坝施工技术已经在一些重点工程中进行了广泛应用，其中包括秦山核电站、乌东德水电站等。随着实践的不断深入，不断总结经验，将进一步加强碾压混凝土大坝的施工管理及优化技术。

2.3 技术创新不断推进

随着大数据、人工智能、云计算等技术的发展，碾压混凝土大坝施工技术也将受到技术创新的影响，形成新技术，如碾压掺化学品 C3（poly-carboxylate）的技术；同时新耐碳化应力增强掺合物的应用技术，能够进一步提高碾压混凝土大坝的施工效率、节约原材料，并降低碾压混凝土大坝因惯性荷载和温度变化导致的底部或者结构的变形和破坏的风险。

2.4 国际合作积极推进

碾压混凝土大坝是国际上比较先进的大坝工程，目前许多发达国家在碾压混凝土大坝领域已经取得了很多成果。目前，国际上许多大型水利水电工程采用碾压混凝土大坝结构。同时，多个国家间在贡献经验和技术等方面展开合作，促进碾压混凝土大坝施工技术的进一步发展。

3 水利水电工程碾压混凝土大坝施工的技术工艺

3.1 岩石预处理

在碾压混凝土施工之前，需要对岩基面进行清理。对于松散、破碎、粉化的岩石部分，需要通过清理、凿除、灌浆等方式进行处理，以提高基础的整体稳定性。

3.2 基础处理

为了确保大坝的稳定性，需要对基础进行充分评估和处理，包括基础的地质分析、基础的加固设计、缝隙处理等工作。对于抗渗性能要求高的基础，还可以采取止水帷幕或建造防渗墙等方式增强防水能力。

3.3 碾压式混凝土填充

碾压混凝土是一种干硬性低水泥含量的混凝土，主要由硅酸盐水泥、级配碎石、火山灰或粉煤灰掺和料、水、外加剂、砂等拌制而成，其塌落度较小。因而采用与土石坝施工相同的运输及铺筑设备，用振动碾分层填筑压实。在碾压混凝土大坝施工前宜建设试验段来确定压实机具、压实遍数以及最佳配合比。对于较难控制碾压质量的边角部位，多采用等标号的常态混凝土或变态混凝土补强。

3.4 其他构造物的施工

水利水电工程碾压混凝土大坝建设中的一般构造物包括扭面、冲砂底孔、溢洪道、引水塔等。工程建设时，需进行详细的设计规划，并根据规划进行现场实地勘测，制定相应的车间图和施工方案，经论证审批后实施。在施工开始前，需要完成控制点复测、三通一平以及必要的模板准备等工作。总之，水利水电工程碾压混凝土大坝的一般构造物施工需要严格按照设计要求和安全规范进行，确保工程质量和运行的安全可靠。

3.5 检验验收

施工完成后，需要对大坝的各施工段进行检验验收，通过各种指标的测试与评估，以保证大坝符合建设要求和质量标准。

4 加强水利水电工程碾压混凝土大坝施工的质量控制和安全管理

4.1 加强预处理和基础处理

碾压混凝土施工前，应先对岩基面进行检查，发现裂缝、松动等不良现象应及时处理。应对施工区域进行隔离，并采取安全措施，确保人员和设备安全。可用清水将岩石基面清洗干净，使表面无灰尘、油污等杂质。 一般使用高压水枪、风水枪等。 依据岩石硬度和表面条件，合理控制清理机械的压力和速度，避免对岩基表面造成二次损伤。清洗时应注意保护环境，避免对周围环境造成污染。清理完毕后，应再次检查岩基面，确保清理彻底，无残留杂物和污染物。清理后需要浇筑一层均匀的水泥砂浆，以增强基础的强度和稳定性，如不能及时进行混凝土施工，应及时进行防护处理，防止岩基面受氧化风化影响。此外，还需要进行深层的地质勘探，掌握下部的地质情况，为基础处理提供科学依据。为了确保大坝的稳定性，在进行基础处理时，需要针对基础的结构、性能、稳定性进行科学的加固设计。加固设计一般包括加固的深度、强度和防渗等方面，以保证基础的稳定性和安全性。底板施工主要是对基础面进行填筑和调平。浇筑时应严格按照设计要求进行分块，并在各个分块之间设置水平缝隙和垂直反应缝，以满足基础对渗透和膨胀的要求。底板施工完成后，需要进行充足的养护，以确保混凝土强度和质量。为了进一步提高水利水电工程碾压混凝土大坝施工技术的安全和可靠性，需要对基础的缝隙进行固结处理。在缝隙处理过程中，需要根据不同缝隙的大小和角度，选择不同的固结材料、采用不同的施工方式，以确保固结后的基础稳定性和整体强度。综上所述，预处理和基础处理是水利水电工程碾压混凝土大坝施工技术中非常关键的一步，采取科学有效的处理方法和技术手段，能够提高大坝的稳定性和安全性，有利于保证水利水电工程建设的长期效益。

4.2 严格控制坝体混凝土的质量

在工程施工过程中，应根据不同部位和结构的需要确定不同的配合比和掺合料的投入量，对于每批混凝土进行配合比、掺合料的质量掌控和记录，保证混凝土配合比的准确性、混凝土质量的稳定性。施工过程中，需要对混凝土的坍落度、骨料分布、含水量等指标进行检测和控制，以保证混凝土质量的稳定性和均匀性。混凝土的硬化和强度与浇筑时的温度、风速、湿度等因素密切相关。因此，在施工过程中应严格控制浇筑温度、风速和湿度等因素，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以保证混凝土的强度和整体性。混凝土浇筑后需要进行充分的养护，包括对养护期的温度、湿度和风速等因素进行控制和调节等。只有加强混凝土浇筑后的养护，才能确保混凝土强度和整体性达到设计要求。在施工过程中，需要严格遵守国家和地方对混凝土的质量标准和检验规定，及时记录和报告混凝土的质量情况，确保混凝土质量符合建设要求和质量标准。严格控制在施坝体混凝土的质量是水利水电工程碾压混凝土大坝施工技术中非常重要的一步，提高混凝土质量的稳定性和均匀性，为大坝的稳定和安全提供保障。

4.3 加强碾压混凝土施工过程的检测、监控和记录

为了加强水利水电工程碾压混凝土大坝施工的质量控制和安全管理，需要加强碾压混凝土施工过程的检测、监控和记录，以保证施工质量和安全。在碾压混凝土施工过程中，需要进行定期的检测，以及在特定情况下的现场检测。采用振动仪、温度计、湿度计、压力计等仪器，对施工过程中的振动和温度、湿度等指标进行控制和检测，及时发现和解决质量隐患。在整个施工过程中，需要严格监控施工人员的操作行为和安全措施，以保证施工安全。对碾压混凝土的压实度、强度、等级和均匀性等方面进行监控，并及时调整施工方案和措施，以确保施工质量和安全。在施工过程中，要及时记录每一天的施工情况，并对每层压实后的混凝土强度进行测试和记录，以方便后期检查和评估。同时，要求施工人员填写施工日志，并对施工过程中的事故和异常情况进行记录和汇报。对于施工完成后的碾压混凝土的质量，需要进行严格的质量验收，包括初验和复验。通过对混凝土强度、密度、均匀性、缺陷、骨料分布等指标进行检测和评估，以确保碾压混凝土的质量符合设计要求和国家标准。对每一道工序的施工都需要进行质量评估，评估结果应记录在施工日志中，并作为后续工序的参考依据。同时，也要对施工过程中出现的问题进行评估，并及时采取有效的纠正措施，以避免问题扩大和影响施工质量。综上所述，加强碾压混凝土施工过程的检测、监控和记录，通过各种有效的措施，可以保证施工质量和安全，为大坝的稳定和安全提供保障。

4.4 做好施工现场安全管理

水利水电工程碾压混凝土大坝的施工现场安全管理是水利水电工程建设过程中至关重要的一环，因此需要采取适当的措施做好施工现场安全管理。制定具体的安全生产管理制度和施工规范，确立安全生产目标和责任人，明确安全管理方面的要求和措施，并将其贯彻到整个工程的施工过程中，使其成为施工现场的重要管理工具。建立安全监测和检测体系，包括测量和记录混凝土浇筑的温度、湿度、压实度和均匀性等指标，以便及时发现安全隐患和质量问题，并采取必要的措施加以解决。在施工现场随时加强安全管理，包括对工地的出入口、工地周边、施工区域、危险地段、道路交通等方面进行巡查和安全检查，并做好管理记录。同时还要加强对员工的安全教育和技能培训，提高员工个人安全意识和技能水平。对施工现场可能发生的各种不安全情况，制定应急预案，包括应急处置流程、应急物资和设备准备、救援力量的调度和配合等方面的安排，以确保一旦发生紧急事件，能够快速、有效地进行处理和应对。在施工现场应用现代安全技术手段，比如视频监控、安全检测仪器、远程控制系统和安全设备等，以提高安全管理能力和水平，降低安全风险和隐患，同时提高施工效率和质量。综上所述，做好水利水电工程碾压混凝土大坝施工技术的施工现场安全管理，对保障工程建设和工人各方面的安全都有着至关重要的作用。通过各种合适的安全措施和管理手段，可以有效地预防和化解施工过程中出现的各种安全问题，确保水利水电工程的安全和稳定建设。

4.5 加强作业现场环境保护

水利水电工程碾压混凝土大坝施工技术的作业现场环境保护，是一个非常重要的问题。在施工过程中，遵循环境保护法律法规，严格按照施工许可证中的环境保护要求进行施工。尽可能采用绿色环保的材料和设备，减少废弃物和有害物质的排放。在施工前，要充分了解被淹没区域的情况，充分听取当地居民的意见，制定完善的搬迁方案，确保居民的合法权益得到保障。施工现场应建设固定的环境保护设施和监测站，对施工现场的空气、水质、噪声等环境指标进行监测，确保环境质量不受影响。对施工人员进行环保知识教育，引导他们自觉遵守环保规定，做到文明施工。建立健全的环境监测、环评和环保督察制度，对施工过程进行全程监督，严格查处破坏环境的行为。

5 结束语

综上所述，水利水电工程碾压混凝土大坝是一项涉及国计民生的重大工程，其施工技术、环境保护、安全生产等方面都需要我们慎重对待。在施工过程中，我们应该始终坚持“安全第一、质量为上、环境友好、文明施工”的工作原则，加强管理、督促落实，确保工程施工平稳有序进行，保证了水利水电工程的安全稳定运行，促进了当地经济和社会发展。同时，也要充分认识到环境保护的重要性并采取相应措施，保护好我们的生态环境，创造更美好的未来。

[参考文献]

[1]曾侃.水利水电工程中碾压混凝土大坝施工技术的运用[J].钛学术,2020(8):98.
[2]唐凯.水利水电工程中碾压混凝土大坝施工技术的运用探讨[J].工程技术,2017(7):9.
[3]陆宏斌.水利工程中碾压混凝土大坝施工技术的运用[J].工业,2017(6):34.

作者简介：王永嘉（1988.10—），毕业院校：河南城建学院，所学专业：工程造价，当前就职单位：中国水利水电第十一工程局有限公司，职务：主管，职称级别：中级，研究方向：国际工程投标。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

市政路桥中现浇箱梁模板支架施工技术的应用

徐洪军
长春城投城镇化建设投资有限公司，吉林 长春 130000

[摘要]现浇箱梁施工中需要借助支架完成模板安装、钢筋施工与混凝土浇筑，支架实际安全状态直接影响整个施工过程的安全性，因此在实际的支架施工中必须对支架安全给予足够的重视，提高安全控制力度。为保证现浇箱梁施工中的支架安全，文中将对浇箱梁模板支架施工安全控制要点。

[关键词]市政路桥；现浇箱梁；模板支架施工；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9112 中图分类号：TU984 文献标识码：A

Application of Construction Technology for Cast-in-place Box Girder Formwork Support in Municipal Roads and Bridges

XU Hongjun
Changchun Chengtou Urbanization Construction Investment Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract: In the construction of cast-in-place box beams, it is necessary to use brackets to complete template installation, steel reinforcement construction, and concrete pouring. The actual safety status of the brackets directly affects the safety of the entire construction process. Therefore, in actual bracket construction, sufficient attention must be paid to bracket safety and safety control efforts must be improved. In order to ensure the safety of brackets during the construction of cast-in-place box beams, the article will focus on the key points for safety control during the construction of formwork brackets for cast-in-place box beams.

Keywords: municipal roads and bridges; cast-in-situ box girder; formwork support construction; application

1 浇箱梁施工技术概述

现浇箱梁施工技术具体指在市政桥梁工程施工现场进行箱梁结构的浇筑，从而建造出可靠稳定的桥梁结构体系。在科技高速发展的背景下，我国箱梁结构浇筑得到进一步优化与创新，涌现出形式多样的箱梁结构，除了比较常见的单箱与多箱以外，还在具体结构造型上进行了革新，从而更好地满足新时期我国市政桥梁工程建设需求。从现浇箱梁施工技术在市政桥梁施工中的应用效果来看，该技术确实可以体现出比较明显的优势：（1）桥梁结构更加轻盈。在实际操作中，现浇箱梁施工主要是利用施工模型来开展，该模型的结构较为轻盈，无需使用复杂的机械设备辅助，所以通过大面积应用现浇箱梁施工技术，能够更好地保障市政桥梁施工的整体质量。同时，该技术具备良好的美观性，特别是在桥梁曲线弯曲施工环节，能够显著提高桥梁结构的美观度。（2）可实现一次性施工。现浇箱梁施工技术在市政桥梁工程中的应用，施工人员只需依据相应的模板结构就能够开展施工作业，并一次性施工，从而保证整个桥梁施工的安全性与可靠性。（3）施工面积比较小[1]。由于现浇箱梁施工通常是在桥梁的箱架上开展作业，所以作业面积相对较小。在整个桥梁施工现场的占地面积很小，更有利于市政桥梁施工作业的有序进行。

2 现浇箱梁施工工艺

2.1 地基处理

按照箱梁的走向准确放出支架搭设区域与横纵向间距。支架搭设开始前，需将搭设区域内的松软土和腐殖土全部清除，并铺筑一层厚度为 20cm 的级配碎石，同时用压路机将其碾压密实。地基处理后进行承载力检测，要求达到 150kPa 以上。最后浇筑一层厚度为 20cm 的 C20 混凝土。对于基岩处，应在修整平整后浇筑一层厚度为 10cm 的 C20 混凝土。在支架基础处理完成后，其承载力需达到 200kPa 以上。此外，要在基础的周围设置排水沟，以免基础受到雨水的浸泡而软化。

2.2 支架搭设

现浇箱梁的支架可采用承插型盘扣式钢管支架，钢管的外径可采用 4.8 cm，壁厚可采用 3.5 mm，具体的搭设方案为：（1）横桥向应根据位置的不同采用两种不同的间距，在箱梁两侧翼板可搭设 3 排间距为 900mm 的钢管支架，其余各处搭设间距为 600 m；（2）顺桥向在桥墩前后以及箱梁横隔板处可搭设 3 排间距为 600 mm 的钢管支架，其余各处可搭设间距为 900mm；（3）纵向以及横向应设置连接杆，其水平步距可设置为 1 200 mm；（4）在支架的顺桥向及横桥向均应设置数道剪刀撑，以加强支架的整体稳定性。横桥向可每间隔 5.4 m 设置一道剪刀撑，顺桥向应每间隔 5.4m 设置一道剪刀撑，若桥梁为曲线桥，且曲线半径较小时，顺桥向剪刀撑间距可适当增加；（5）支架搭设完成后，应在支架四周设置安全防护网，在中部设置 1～2 道水平防护网[2]。

2.3 支架调整

支架搭设完成后，应根据设计文件、支架的弹性变形

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

和非弹性变形等数据设置适当的预拱度。由于设计文件规定的预拱度是不变的，因此，若要正确设置预拱度，则应对支架进行预压。

预压的方式有多种，可以采用水箱加压，也可以采用砂袋加压，还可以采用预应力智能联动系统加压等。预压的荷载一般可选为箱梁及其必要的其他叠加荷载的 120%，加载时，必须对称、均衡，横桥向应从中间向两侧逐步加载，顺桥向应自跨中向两侧桥墩加载。加载时，不宜一次加载到位，应分级进行，一般可选择拟施加荷载的 40%、80%及 100%进行。每加载一级，则应对支架进行观测和检查，卸载后，则应再次对支架进行观测和检查。主要的观测内容为支架的沉降观测，在顺桥向，观测点应布置在箱梁的梁端、1/4 跨、跨中以及 3/4 跨处；在横桥向，沉降观测点应布置在两侧腹板底部、两侧翼板底部及箱梁轴线处。沉降观测完成后，再根据观测得到的数据调整支架顶部的高程，调整完成后再次量测高程数据，满足要求后，支架调整结束。

2.4 支架预压

（1）支架预压目的。

支架搭好后将方木铺放在上面，将竹胶板铺放在方木上层，用砂袋预加压，预加压的重量为支架所需所受载荷的 1.1 倍，砂袋通过人工与吊车相配合吊到预定位置。将支架预压完成后，对支架进行非弹性变形试验研究，以了解其与地基之间是否产生了非弹性沉陷，得到了支架受荷载作用时弹性变形资料，并确定施工合理预拱度使得卸掉支架后箱梁与设计有一致的标高及形状。同时对预应力混凝土箱梁进行张拉控制以保证结构安全[3]。

（2）加载顺序。

预压重量为 100%支架需承受的全部荷载，预压应按要求分级进行，第一级加压至 60%总重量，第二级加压至 80%总重量，第三级加压至 100%总重量，加载顺序为纵向从跨中向支点进行对称布载，横向从结构中心线向两侧对称布载。

（3）荷载分析及砂袋分布。

根据现浇箱梁混凝土纵横断面分布，将每联箱梁分两个横断面，分别为跨中和横梁断面，然后每个断面再分解出腹板、底板等不同区段，根据区段的钢筋混凝土自重的 1.1 倍确认预压的重量。堆载完成后采用防雨布进行覆盖，防止雨水进入砂袋，增加负荷。砂袋规格为 0.9m×0.9m×1.1m，黄砂单位重取 1.5t/m^3，根据各级荷载要求装入不同的砂量或土量，依次配袋压重。预压前用磅称重复核。

（4）预压标准。

加载 60%荷载完成之后观测，观测值与静压 12h 后的观测值前后对比沉降不超过 2mm，认为沉降符合要求，即可进行第二级加载 80%荷载，其加载顺序同第一级，本级加载荷载完成后观测，观测值与静压 12h 后的观测值前后对比沉降不超过 2 mm， 认为沉降符合要求，即可进行最后一级加载。在第三级加载 100%荷载之前，要认真核实前两级加载数量，并将余下的数量重新配重，不可局部超重而出现支架承重偏心。第三级加载 100%结束以后观测，以 24 h 为一个观测周期，观测值与静压 24 h 后的观测值前后对比沉降不超过 1 mm， 认为沉降符合要求，即可卸载[4]。

2.5 模板安装

模板内外模均用竹胶板制作，支架预压完成后对支架标高进行检测与调整，底模就位进行误差调整，然后设支座，如果没有错误则装设侧模及翼板底模，先装底板钢筋后装设横隔板、腹板钢筋、内侧模及内顶模，最后对顶板及翼板 2 处钢筋进行捆扎。

内模与支架两个部件的安装可以借助于汽车吊及其他设备实现。每个孔梁顶板底模处开设了两个进人洞以辅助内模拆除操作，加快了施工进度，因此，该模板系统具有良好的使用性能及较高的施工效率。内模在安装过程中，该部位背带及支撑体系采用钢管材料制成，需要有足够稳定性。

2.6 钢筋制安

以设计尺寸为基准进行合理下料并对所制备的钢筋按照规范要求安装就位。钢筋要捆扎牢靠，焊缝处不能出现空洞和其他质量问题。钢筋在安装过程中如果侵占了预应力管道安装部位，则应该优先对钢筋进行调整。钢筋在安装过程中有焊接需求，需要在安装预应力孔道之前完成焊接工作，不然钢绞线很容易被飞溅焊渣烫伤。此外，预应力筋与混凝土之间容易产生相对位移，也会导致张拉过程中发生变形。一定要在波纹管安装就位之后才能组织焊接作业，应做好防护措施对波纹管进行综合防护，将其危害降到最低。

2.7 混凝土浇筑

（1）混凝土浇筑是现浇箱梁的关键工序，在钢筋骨架绑扎就位后即可准备浇筑作业，本工程现浇箱梁属于大体积混凝土作业，采用的混凝土标号为 C50，由混凝土拌和站集中配置、运输，到达施工现场后采用泵送的方式作业。混凝土浇筑前要检查其坍落度，通过检验后采用二次浇筑的方法施工，先浇筑箱梁的底板和腹板，待混凝土初凝之后利用高压水枪冲毛，然后在混凝土终凝前浇筑箱梁顶板和翼缘板，整个浇筑过程分层、分段进行，采用对称浇筑的方式，浇筑过程中使用振捣装置将混凝土振捣密实，在振捣过程中振捣器的振动筛半径宜控制在工作半径 1.5 倍以内，与箱梁模板间距离控制 15～30cm。

（2）箱梁每层混凝土浇筑后均要组织振捣作业，当混凝土表面不再下沉，无气泡冒出且表面存在泛浆现象后，即表示混凝土已振捣密实，此时停止振捣作业进行养护。每段混凝土浇筑完成后要将混凝土表面初次抹平，待混凝

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

土达到定浆状态后再次抹平。混凝土表面平整后进入养护期，由于箱梁属于大体积混凝土，为减少其内部的水热化反应，在养护时要利用土工布或塑料薄膜覆盖密实，并间隔一段时间定期洒水，待养护至混凝土初凝状态后，安排人员在其表面拉毛处理，之后再继续养护混凝土作业。

2.8 预应力张拉

当混凝土养护至设计强度的 80%以上后可以准备预应力张拉作业，本工程采用智能张拉系统，主要由主机、油泵、千斤顶设备组成，该张拉系统以应力控制为基础，伸长量误差为校对指标，张拉前需要对千斤顶和油泵进行标定，经标定准确后安装油泵、油压表、千斤顶、位移传感器等装置，并将压力传感器连接到油压表接口，开启主机按照设计要求准备张拉作业。本次预应力张拉采取分级张拉的方式，主要顺序为 N2（N2a）→N4（N4a）→N1（N1a）→N3（N3a）→N5（N5a），每级张拉结束后均要持荷 5min，整个张拉过程中需要对预应力筋的伸长量及工作压力实施监测，如伸长量超出设计要求的±6%，则应及时分析原因并采取措施，待箱梁预应力张拉至设计应力后即可准备孔道压浆施工。

2.9 支架拆除

完成上述一系列的工序，且箱梁的混凝土强度达到设计强度的 100%后，方可将搭设的支架拆除。针对支架的拆除应从上向下作业，拆除顺序为先铲除作业平台的安全网、栏杆、脚手板，再拆除支架结构的剪刀撑、横杆、立杆。整个拆除过程中要有专人负责对梁底的情况进行监督，如发现异常必须立即停止拆除工作，等查明问题原因并解决后再继续拆除，所有拆除的材料在场地内归类存放，详细记录拆除的装置，便于下次施工使用。

3 市政路桥中现浇箱梁模板支架施质量控制

3.1 做好前期准备工作

在正式开展现浇箱梁施工前，施工单位必须做好相应的准备工作，以保证后续施工作业的高效、有序开展，具体包括：（1）针对市政桥梁工程的地基处理，需要清除干净所有杂物，确保整个地基的稳定性，并严格按照施工设计图和施工方案来采购钢筋、混凝土等施工材料，保证所有材料的质量均符合市政桥梁工程建设标准；（2）加强与设计单位的沟通交流，落实施工技术交底工作，并组织全体施工人员进行系统、专业的岗前培训，使之能够充分掌握现浇箱梁施工关键技术的操作流程、注意事项等，从而提高其施工技术水平。

3.2 机械设备

电焊机做好接地，且接地线不能使用其他钢筋或构件代替，二次线必须达到匹配，不能有破损。手持式工具所用末级开关箱漏保器额定漏电电流不能超过 15mA，动作时间不能超过 0.1s；所有负荷线的插头都应有专门的保护装置，同时应使用具有良好耐候性的电缆，且电缆不能存在接头；负责操作手持式工具的人员，应严格按照规定穿戴好各类防护用品。对于现场临时用电，其电源线不可胡乱拖放，也不可直接在金属架上进行捆绑，同时还要有良好的绝缘，一般不允许使用只有一层绝缘保护的裸线，为适应场地复杂的条件，还应采取有效的保护措施，包括防潮、防磨损及防断等。现场用电应严格遵守相关技术规范提出的各项要求[5]。

3.3 作业人员

支架搭设作业人员是登高特种作业人员，不仅要有上岗证，还应接受系统的知识教育与技术培训，只有经考核与体检合格后才允许上岗。女性、年龄在 18 周岁以下及患有不适宜登高操作的人员均不允许从事登高操作。夜间不可进行登高操作。施工中应采取合理有效的措施将施工噪声控制在最小。

施工现场应有完善的消防制度，所有动火作业都应办理相应的许可证，并采取有效的监控措施，从事动火作业的人员应严格持证上岗。支架搭设作业人员应为经考核合格的成熟架子工。施工方应定期对上岗人员进行体检，经体检确认合格后才能允许其上岗。所有从事支架搭设的施工人员，必须穿戴好各类安全防护用品。加强上岗人员技术培训，提高人员自身安全意识，经考核确认合格后，才能允许其上岗。认真做好安全技术交底。

4 结论

现浇箱梁也被称之为“箱梁”，属于梁结构中的一种，该结构具有美观性高、造价低、高性能等特点，在市政桥梁工程施工中应用这一结构，能够在极大程度上缩减施工周期，提高整个桥梁工程的品质。基于此，市政桥梁施工单位必须加强对现浇箱梁施工关键技术的研究与分析，结合工程的实际建设要求来提出科学、可行的现浇箱梁施工方案，并对每一道施工工序进行严格把控，从而切实提高市政桥梁施工的整体质量水平。

[参考文献]

[1]涂遥.现浇箱梁模板施工技术在路桥工程项目中的应用[J].工程技术研究,2021,6(21):58-59.
[2]武红英.路桥工程现浇箱梁模板施工技术[J].黑龙江交通科技,2020,43(11):107-108.
[3]陈伟龙.市政路桥工程现浇箱梁模板施工技术探析[J].建筑技术开发,2020,47(21):91-92.
[4]陈楠坤.市政路桥工程现浇箱梁模板施工技术探讨[J].住宅与房地产,2020(15):214.

作者简介：徐洪军（1981.12—），男；民族：汉，学历：本科，所学专业：土木工程，研究方向：道路与桥梁，目前职务：总经理，目前职称：高级工程师，业绩成果：长春市南溪湿地公园 2023 年维护工程担任项目经理。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

道桥施工中防水路基面施工技术浅谈

秦晓刚
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]道路桥梁工程随着现代社会经济发展的需求，其工程量与日俱增。而道桥工程施工中除了基础的地基和架构外，防水路基面的施工质量也是道桥建设不可忽略的重点。因为防水路基面的施工技术质量，是道桥路基面及桥梁钢筋免受雨水腐蚀的关键因素，也可以说防水路基面的施工质量，是保证防水路基面质量的基础。在实际的防水路基面施工中，施工技术的科学、合理、规范、是施工技术必须达到的宗旨。通过对施工技术的分析及防水路基面要点及问题的探讨，结合防水路基面的施工技术改善措施，提升道桥施工的防水路基面施工技术标准，保障道桥建设施工的整体质量。

[关键词]道桥施工；防水路基面；施工技术；措施
DOI：10.33142/ec.v6i8.9129 中图分类号：U4 文献标识码：A

Discussion on the Construction Technology of Waterproof Roadbed Surface in Road and Bridge Construction

QIN Xiaogang
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: With the demand of modern social and economic development, the quantity of road and bridge engineering is increasing day by day. In addition to the foundation and structure of the road and bridge engineering construction, the construction quality of the waterproof subgrade surface is also a key point that cannot be ignored in road and bridge construction. Because the construction technology quality of waterproof subgrade surface is a key factor in preventing rainwater corrosion of road and bridge subgrade surface and bridge steel bars, it can be said that the construction quality of waterproof subgrade surface is the foundation to ensure the quality of waterproof subgrade surface. In the actual construction of waterproof subgrade surface, the scientific, reasonable, and standardized construction technology is the purpose that construction technology must achieve. By analyzing the construction technology and exploring the key points and problems of waterproof subgrade surface, combined with the improvement measures of waterproof subgrade surface construction technology, the construction technical standards of waterproof subgrade surface in road and bridge construction are improved to ensure the overall quality of road and bridge construction.

Keywords: road and bridge construction; waterproof subgrade surface; construction technology; measures

1 道桥工程中防水路基面施工分析

1.1 施工机械设备的应用

道桥施工由于其工程质量要求的高标准性，在防水路基面的施工中也会用到很多先进的机械设备，来辅助防水路基面的施工技术。机械设备的应用，作为防水路基面施工不可或缺的施工技术之一，其应用质量对防水路基面的施工技术落实效果有着不可忽视的影响。因此在防水路基面的施工技术实施时，对机械设备的合理选择是非常重要的。道桥施工的现场人员，应根据道桥工程施工环境及施工特性，科学合理的选择最合适的机械设备进行防水路基面的施工，比如在使用压力机时，根据道桥工程施工现场土层特性的不同，可以针对性的采用光面钢轮压路机或振动压路机来确保土层的压实施工技术质量。光面钢轮压路机比较适用于土层表面的压实工作，能增强表层平整度，确保后续防水路基面的混凝土及防水层的平整度。振动压路机则针对粘度较小的土层结构时，更能发挥较好的压实作用。两种压实施工技术各有不同，可以互相弥补技术方面的不足，因此在实际的现场施工时，由施工机械设备人员科学合理的对机械设备进行选择和使用，确保机械设备能满足施工条件和施工环境的需求，达到良好的施工质量[1]。

1.2 松铺厚度的合理控制

在进行防水路基面施工时，道桥施工现场的松铺厚度的厚薄，也是防水路基面及道桥路基整体承载力的重要影响因素之一。对防水路基面施工松铺厚度的合理控制，也是保证道桥施工技术质量的基础。因此在实际的现场施工时，现场施工人员不仅要在合理控制基层松铺厚度的同时，根据实际施工现场的不同压实设备的规格，实时分析压路机自重情况，还要根据压路机的自重需求，合理增加松铺厚度，以此来保障施工时的作业质量。例如，如果现场施工人员所使用的是 12-15t 的压路机进行施工，那么松铺厚度就需要根据压路机的自重需求，将厚度合理控制在每层 15-18cm，才能保证压路机的压实质量，避免出现松铺厚度过薄的现象。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.3 加强对碾压速度的重视

因为防水路基面的结构干密度的施工质量，和压路机施工时的碾压速度息息相关，所以要想确保道桥施工中防水路基面的压实质量，碾压速度的控制就是需要加强重视的部分。由于压力机机械设备的不同，就需要依据相关控制标准进行碾压速度的控制。比如，振动压路机的压实速度应该控制在每小时 3-6km。在道桥工程防水路基面施工时，施工技术管理人员应严格对施工中的碾压速度进行监督和管理，确保碾压速度标准的贯彻落实，保障压实施工时的基面平整度。除此之外，道桥施工现场人员也应合理分析基面材料，选择符合基面材料性能的碾压设备和碾压速度标准，以此全面保障防水路基面的施工整体质量效果。

2 道桥工程防水路基面施工介绍

2.1 基层检查和材料准备工作

道桥施工时的防水路基面施工，基层的质量也是会影响防水层质量的重要因素之一。因此，基层的检查工作是道桥防水路基面施工技术实施的基础。施工人员应严格检查基层的干燥性及平整程度，避免基层的不平整或表面污渍现象影响防水层的整体质量，使用专业技术手法对基层表面污渍进行清理，对基层表面的浮浆则可以选择使用钢丝进行清除，如果基层表面平整度不足，则可以使用沥青对基层表面的凹陷部位进行填充，为防水层的施工技术提供整齐干净的基层表面，最大程度的为防水层提供良好质量的基层。除此之外，防水路基面的防水材料的选择和现场运输使用，也是不可忽视的部分。施工单位应选择质量良好的改性沥青防水卷材等防水涂层材料，在施工材料的运输过程中，保证卷材直立运输，减少运输对卷材的影响。施工材料作为施工质量的基础保障，其卷材必须符合相关施工技术的质量标准及质量资质，才能用于现场施工。

2.2 严格管控防水卷材及沥青混凝土的施工工作

道桥施工过程中，防水路基面的重要性不言而喻。首先需要确保路基面的干燥，均匀且全面涂刷表面底油。由现场施工技术人员提前对防水卷材的使用数量进行计算，避免卷材搭接时出现误差。铺设时则需要严格进行基准线的弹定，确保卷材铺设的标准。而进行对卷材的烘烤也要确保卷材表面的均匀，严格控制烘烤施工技术，确保烘烤技术标准符合施工要求，避免出现对卷材烘烤过度或卷材漏烤[2]。其次，对泄水口附近的卷材，则需要更加重视，确保卷材的深入深度符合现场施工需求，保障卷材接茬的施工质量，才能更好的保障泄水口在后期防水中发挥其相应作用。最后应严格控制防水层施工技术实施进程，杜绝破洞及空鼓现象的发生，及时进行修复，确保卷材防水层的整体质量，符合道桥防水路基面的施工技术质量标准。在铺设时严格控制运料车的行驶进程，避免刹车及掉头。防水路基面铺设完成后应立即设置护栏，并由专人看管，确保防水层不被影响和破坏。摊铺沥青混合料是防水路基面的最后施工部分，是在卷材铺设完成后进行。沥青摊铺过程中，首先，沥青运输车辆不能出现刹车或急转弯现象，防止出现沥青堆积。其次，卷材上的沥青必须采用摊铺施工技术，不得采用喷洒技术，必须确保沥青的密度和厚薄度，结合严格的压实施工技术，确保摊铺时是直线摊铺，避免影响到防水层。

2.3 合理设置路基排水设施

道桥工程中防水路基面的施工技术，最重要的就是解决路基的雨水冲刷浸泡问题。因此，排水设施的设置是不可忽略的工作。因为如果排水设施设置不够合理，就会导致路基在雨水天气不能及时排水，路基面如果被水浸泡，必然会对防水材料产生破坏，久而久之，也会对道桥路基产生影响，道桥建设中的水泥混凝土路基面本身就较容易受到接缝和路肩的影响，如果排水设施设置不当，就会出现骨料与沥青分离的情况发生，从而影响到路基面的承载能力，对路基的使用产生不好的影响。因此，现场施工人员应科学合理地进行路基排水设施设置的全面勘察，在路基位置设置最大化发挥排水作用的排水设施。

3 道桥施工中防水路基面的常见施工技术

3.1 拉毛处理技术

拉毛处理技术，是较为常见的路基面施工时的施工路面处理技术。首先，需要对路基面进行清理准备，在现场施工过程中合理应用对路基的拉毛处理技术，同时根据路基面情况采用最为合适的施工材料，优化完善拉毛处理技术施工时的不足之处，提升路基粘合性，综合发力来达到改善路桥防水混凝土性能的效果。一般在道桥防水基面施工时，路面的抹平是首要的处理工作，最常用的就是采用电动平磨机来将路面进行全面的抹平，这种抹平措施可以很好的避免路基面在后续的使用过程中，出现路面落差等导致的裂缝现象，也可以很大概率的避免路基缺角等情况[3]。在经过首次的拉毛处理、抹平措施之后，还需要对路面进行二次拉毛处理施工，对模板进行科学合理的设置，结合横坡放线施工技术进行路基的施工处理，以此更大程度的提升拉毛处理的施工效果。

3.2 抛丸处理技术

抛丸处理技术是指在对路基面实施机械处理时，一种适应性更强、优势更加明显的处理技术。首先是在指定高度和角度完成钢丸抛射工作，同时及时回收钢丸等抛射工作所用物体，这样的处理技术不仅可以在规定时间内将路基面的杂质去除，其高额的灵活性也是能确保施工效果的重要因素，可以较大程度的提升路基表面的整体质量，一方面可以将混凝土浮浆和砂层及时的清理掉，确保路基表面及混凝土裂缝的清洁度，符合防水材料灌注施工标准，使后续的防水材料灌注时，达到更高的施工效率和施工质量效果。另一方面也有利于施工操作时，将路基面的粗糙度合理控制在施工所需标准，避免了路基施工时的大量灰尘，具有更高的环保施工特性。目前我国对于抛丸处理技术的应用还在不断地更新完善，作为一种环保、适应性强、

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

作用效果良好的处理技术，在道桥工程施工中的应用逐渐增多，其在实际的防水路基面施工中，施工效果较好，因此也有着较为良好的发展前景。在抛丸处理技术的完善中，加强对抛射流量及颗粒尺寸等参数的合理设计和控制，是最大化发挥抛丸处理技术效果的重点。

3.3 路基面平整技术

路基面的平整，是防水层施工的重要基础保障。因此，对面层混凝土材料质量的控制，在对路基面平整前就要做好前期的准备工作，合理控制铺设材料的混合率，使用性能优异的施工材料，才能更好的保证混合料颗粒搅拌的均匀程度，如此一来也能更加确保面层的整体质量。防水路基面的施工，平整度是重中之重，将不平整区域进行有效的处理，并由专业技术人员对路面平整度进行检查验收。然后根据标准施工流程，对路基进行沥青的摊铺和碾压、合理控制碾压速度、松铺厚度等，全面做好路面的平整工作，在碾压后，施工过程中需要专业的技术人员对摊铺工作重点监督，合理控制摊铺速度及摊铺温度等实际施工情况，在保证摊铺质量的基础上，灵活调整施工摊铺速度。

3.4 喷涂技术

防水层的喷涂质量，是道桥施工防水路基面施工任务中的重中之重，作为防水工作中尤为关键的施工环节，防水涂料的成分必须要符合相关道桥施工及防水路基面施工技术标准。同时，现场施工单位应根据实际的道桥施工现场情况，结合项目现场及环境需求，合理增加适量的活性成分，使防水涂料能在确保首次喷涂质量的基础上，能够进行再一次的喷涂。喷涂和涂刷是防水路基面施工中最常见的防水涂料喷涂方式，这两种防水涂料喷涂施工技术具有可操作性强、对喷涂设备要求低等优势。喷涂方式的施工技术，抗穿性较强，极大的提升了路基面的防水性能，能够在有效解决路基裂缝的同时解决好路基的防水问题。不仅如此，一般喷涂结束 5 秒后路基面即可成型，因此，选择良好质量的喷涂材料也是至关重要的，只有合乎施工技术标准的喷涂材料，才能完全发挥防水涂料的真正防水作用，在确保防水效果的同时，避免劣质材料对施工现场的影响。

4 道桥施工中防水路基面损坏发生的原因

4.1 施工防水设计及防水材料因素

道桥施工的整个项目建设中，每一步都有可能出现对防水路基面造成损害的隐患。比如在道桥工程的前期道桥设计时，没有充分考察道桥施工环境，对道桥后续使用时的结构影响因素未达到相应的重视，使得桥面在环境作用下产生热胀冷缩情况时，出现路基面积水、裂缝与水接触过多等问题。因此，道桥工程的设计人员应在前期就全面考虑排水系统的设计，通过科学合理的排水系统，排出路基面的积水，将路基面受雨水接触产生问题的概率降到最低。除此之外，防水涂料的质量问题也是施工质量的重要影响因素，倘若施工时选择的防水材料没有达到质量标准，或者防水材料施工不达标，都会影响路基面的防水作用，为道桥表面损坏埋下隐患。

4.2 技术因素

道桥施工中防水路基的施工技术也是施工质量中的重点，施工人员的操作如果未按照实际施工技术标准进行操作，比如在拉毛或防水材料喷涂时未按照标准施工技术进行施工，都会直接对防水层质量产生影响。

5 道桥施工中防水路基面施工技术管理措施

5.1 建立质量监督体系，加强现场质量管控力度

施工技术的管理工作，是确保防水路基面施工质量的重要管理内容。因此，建立符合实际施工流程需求的质量监督体系是非常有必要的。一个科学合理的质量监督体系，才能更加清晰明确的对现场质量进行有序的管理工作，落实施工技术及施工设备等具体管理原则，达到施工管理提升施工质量的最终目的。

5.2 提升施工技术人员责任意识

任何施工质量都离不开施工技术人员的责任意识，作为现场施工人员，其质量意识，直接影响施工过程中的操作规范及施工整体质量。因此，施工单位应加强对施工技术人员的责任意识提升和强化，严格规范施工人员的技术操作规范，确保施工技术标准符合道桥防水路基面的施工技术标准，同时强化施工现场的监督管理落实，强化质量管控。除此之外还可以加强对施工技术人员的质量教育及质量意识培训，通过定期的安全教育提升施工技术人员的安全施工及施工质量意识，从基础上为施工质量做出有效贡献。

6 结语

道桥施工中防水路基面的施工技术，需要施工人员与管理人员的全方位配合和提升，施工技术人员加强施工操作规范，由现场技术人员对施工各环节的重点问题，根据实际情况进行合理的规划。而技术管理人员，则首要贯彻落实施工技术规范及质量管控责任，通过深入施工现场，加强对施工现场的监督，同时结合机械设备应用及材料质量的管理，全方位保证防水路基面施工技术的整体质量，为道桥施工的整体质量做出有效贡献。

[参考文献]

[1]张敏.道路桥梁施工中防水路基面施工技术分析[J].居舍,2021(8):44-45.
[2]陈岩.道桥工程中防水路基面施工技术分析[J].散装水泥,2022(5):11-113.
[3]寇祚.道桥施工中防水路基面施工技术简述[J].四川水泥,2021(7):216-217.

作者简介：秦晓刚（1982.9—），男，毕业院校：东北财经大学，学历：本科，所学专业：工程管理，当前就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司，职务及所在职务的年限：工程管理部部长、任职 4 年。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

公路桥梁混凝土结构施工技术与优化措施

刘 恋
中庆建设有限责任公司，吉林 长春 130000

[摘要]公路桥梁工程是我国完整交通体系的重要组成部分，是保障城市运行、区域联系和人们日常生活的关键所在。但同时，市政道桥工程也是一项十分复杂的工程，具有规模大、投入多、周期长、施工复杂等特点，在实际施工建设中同样会受到诸多因素的影响，从而加剧市场公路桥梁工程的安全隐患与质量隐患。因此，这就需要企业和工作人员重点结合公路桥梁工程特点，针对性做好问题分析与技术优化。其中，重点关注公路桥梁工程混凝土施工问题，把握好混凝土施工技术的各个要点，并尤其对其中产生的混凝土裂缝问题、钢筋锈蚀问题进行处置，从而不断提高公路桥梁工程的安全性与稳定性，具有重要意义。

[关键词]公路桥梁；混凝土结构；施工技术；优化措施
DOI：10.33142/ec.v6i8.9111 中图分类号：U415.6 文献标识码：A

Construction Technology and Optimization Measures for Concrete Structures of Highway Bridges

LIU Lian
Zhongqing Construction Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract: Highway and bridge engineering is an important component of Chinese complete transportation system, and is the key to ensuring urban operation, regional connectivity, and people's daily lives. However, at the same time, municipal road and bridge engineering is also a very complex project with characteristics such as large scale, high investment, long cycle, and complex construction. In actual construction, it is also affected by many factors, which exacerbates the safety and quality hazards of highway and bridge engineering in the market. Therefore, this requires enterprises and staff to focus on combining the characteristics of highway and bridge engineering, and carry out targeted problem analysis and technical optimization. Among them, it is of great significance to focus on the concrete construction issues of highway bridge engineering, grasp the various key points of concrete construction technology, and especially deal with the problems of concrete cracks and steel corrosion that arise, in order to continuously improve the safety and stability of highway bridge engineering.

Keywords: highway bridges; concrete structure; construction technology; optimization measures

1 混凝土施工技术在公路桥梁施工中的应用价值

社会经济的高速发展，无法脱离交通领域与交通体系的构建支撑，因此，市政道路与桥梁工程的高效施工建设十分关键。以往的公路桥梁工程在实际施工作业的进程中，存有较多的缺陷与不足之处，影响了我国交通领域与经济发展水平进步，为了更加有效地顺应社会发展脚步与人民群众的出行需要，提高路桥工程建设成效刻不容缓，十分必要。混凝土技术是公路桥梁工程建设进程中的核心与重点技术，混凝土技术所具备的抵抗压力能力、承受荷载能力等都直接关联着路桥工程的应用寿命与应用成效，同时，混凝土具备较强经济性，所需要耗费的资金费用较少，价格低廉，取材便利，在养护工作中也不需要花费大量资金，这些优势都使得其在路桥工程中被大范围引进与应用，同时也发挥出了较强的实效性意义。混凝土具有较为优异的性能特点，尤其是稳固性好，可以受到长时间的负荷承载压力，并且不会轻易出现应力改变。在这一角度着眼分析，混凝土的耐力虽然遭受到了外部环境以及其他因素的影响，如水位、环境温度等，但是只要在施工建设的进程中，合理高效应用相应举措展开处理优化，那么必然可以最大程度发挥出混凝土所具备的实效性意义。对此，相应领域工作人员应该更进一步强化与提高混凝土施工技术的应用质量，保障高效全面推进公路桥梁工程施工成效，从而实现社会经济稳步发展与交通领域进步[1]。

2 公路桥梁施工中沥青混凝土施工技术的应用现状

2.1 前期准备不充分

当前，公路工程沥青混凝土施工准备不够充足，道路规划、设计、勘探资料准备以及配套设施、材料准备缺乏条理，沥青混凝土施工配套设施安装不及时，对整体施工效率造成了干扰，制约了沥青混凝土施工技术优势的充分发挥。

2.2 核心环节质量把控不当

公路工程沥青混凝土施工包括沥青混凝土的搅拌、运输、摊铺、压实几个环节。根据公路工程实际情况的差异，适用的沥青混凝土施工机械也具有一定差异，每一种沥青混凝土施工机械均对应不同的施工参数、操作工艺。因部

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

分公路工程中沥青混凝土机械施工机制不够完善，公路工程沥青混凝土施工核心环节质量把控不当较为突出，间接影响了公路状况、通车年限[2]。

3 路桥混凝土施工技术要点

3.1 钢纤维混凝土

钢纤维混凝土是最近几年以来，全新兴起的新式路桥工程材料，对于路桥工程的施工作业具备较强的优势与积极作用。路桥工程建设进程中，工作人员经由将钢纤维材料添入进普通的混凝土材料之中，可以切实高效推进混凝土的强度以及承受荷载能力，也可以有效缓解分散外部所遭受的压力，切实强化了路桥工程混凝土构造的应用时长。除此以外，添入了钢纤维混凝土的路桥工程构造，其表层厚度将会有所降低，并且降低的还具有纵向以及横向的收缩缝隙。钢纤维混凝土所具备的性质也基本实现了优良的冻融性以及耐磨性，在承受荷载能力大幅提高的背景下，强化了路桥工程整体构造硬度，也降低了本身的重量，这样一来也降低了路桥工程因为自身重力的原因而出现的变形情况。考量到这些优势，在实际施工进程中，工作人员在路桥工程建设时可以适当引进与应用钢纤维，当然，需要提高关注的是，工作人员应该确保钢纤维在混凝土材料中的匀称分布，钢纤维在添入到混凝土搅拌设备之前，就应该将其进行相应的分散处理。钢纤维的添入量应该依据需要浇筑的水泥实际体积状况来判别，一般在普通混凝土的截面增加 1%-1.2%的钢纤维，就可以切实实现路桥表面的厚实程度减少大约 35%左右，同时也可以有效降低横向收缩缝。

3.2 混凝土配比技术

工作人员在进行混凝土配比作业的进程之中，应该考量以下几个方面的内容：混凝土的初凝时间，混凝土材料的塌陷度，骨料以及添加料所具备的实际性能等相应因素。工作人员应该严格控制好混凝土的配合比，控制混凝土成型以后，其所出现的坍落度，借此来降低在路桥工程施工进程中，对于泌水状况的出现。对于混凝土材料的初凝时间，工作人员也应该将其尽可能把控在七个小时之中，水泥材料的选取应用最大程度选择标号高、质量性能优异的，同时工作人员还应该依据实际路桥工程所处的环境区域地形情况、土壤制度特点等因素，灵活调整不同型号的水泥，借此来应对不相同的工程情况。骨料的质量因为会直接关联着路桥工程构造的整体强度以及承受荷载能力，因此骨料的选用配比应该把控好其中的含泥量，在路桥工程设计前期阶段，工作人员应该对这些参数信息严格审查核验，保障没有失误以后才可以应用[3]。

3.3 混凝土模板施工技术

这是公路桥梁工程设计构建过程中非常重要的一个环节。模板设计必须严格遵守现行法规，同时考虑到与模板安装和拆除相关的各种因素。在选择使用钢网材料时，尽量选择耐冲刷、耐腐蚀的材料。施工中常采用 T 型和 E 型，后者是模型的加工。这对于确保按照现行规定均匀打磨钢模板是必要的。同时需要精心加工，增加模板的稳定性，防止其容易损坏。

3.4 混凝土的浇筑技术

在公路桥梁施工中的主要环节是混凝土浇筑技术。正式施工前，必须确保混凝土到达施工现场，并确保混凝土施工现场充分细分，以便施工人员进行施工作业。避免其他工序影响此部分施工，确保施工的有序性，进一步提升施工效率，同时提高混凝土结构的稳定性，为以后的振动使用提供稳定的基础。其次，需要对混凝土材料进行全面的验收，确认没有问题后实施浇筑工作。浇筑时，重要的是用适当的层完成浇筑，并确保每一层混凝土的厚度相同。混凝土振捣最重要的是选用优质设备，对混凝土进行适当的振捣，控制振捣力，使振捣力达到工程要求。为了有效地减少振动过程中的气泡，混凝土需要振动两次才能完全振动。将接浆工作落实到实处，对塌落度进行针对性的调整。

3.5 路桥混凝土养护技术

在进行完混凝土浇筑作业以后，还应该展开相应时长的养护处理。在养护作业进程中，工作人员应该对混凝土的硬化程度展开全面考量，在混凝土凝固过程中，规避混凝土表面产生水分过度流失情况，借此来确保混凝土在凝固完毕后，满足工程建设所需要的刚度与硬度标准。混凝土的养护工作应该依据实际工程场地的环境，来展开不同程度的保养维护，如温度较高、阳光照射较为充足的环境中，工作人员就应该依据水分的蒸发情况，定时对混凝土展开洒水养护与降温处理。在进行拆模时，工作人员还应该确保混凝土满足相应强度要求，模板拆卸完毕后，工作人员应该对混凝土表层展开覆盖处理，规避水分过度流失，从而造成裂缝问题出现。

4 公路桥梁混凝土结构施工技术与优化措施

4.1 对原材料进行把控

原材料是公路桥梁工程大体积混凝土施工的基础性组成部分，并直接影响着大体积混凝土施工的质量与效果。因此，为确保大体积混凝土施工能够达到预期目标，这就需要企业和工作人员重点针对原材料进行控制。具体来看，主要可以从以下几个方面切入：

第一，做好原材料的材料采购工作。大体积混凝土施工原材料采购需先行针对工程实际情况与实际需求进行充分考量，然后确保采购所得材料尺寸、性能、型号等方面均能够符合工程需求标准。此外，在材料采购时，一并针对材料市场进行调研。通过材料市场调研，确定材料价格成本，减少企业不必要资金支出。同时，在调研中也能够帮助企业对材料供应商进行筛选，对材料供应商的资质进行审核，对材料合格证书进行检查。然后在择优选择的基础上，与符合标准的供应商建立长期合作关系；

第二，做好材料的运输与存储。针对混凝土材料容易

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

受到温度因素影响的特点，需重点做好材料存储环境温度、湿度、光照、通风等各项条件的把控，防止材料在存储期间出现损坏问题[4]。

4.2 做好混凝土的科学配置

科学合理的混凝土配制是公路桥梁工程大体积混凝土施工技术管理的关键，也是保证混凝土结构质量的关键。具体来看，原料的配比将直接影响混凝土的性能，因此在完成材料选择后，需相关工作人员结合原料的成分性质，选择科学的比例进行混凝土配置。同时，应当保证施工技术人员对工程项目施工情况具有一定的了解，能够在混凝土配制时，考虑到混凝土的性能和特点，进行不同用途混凝土的科学配置。期间，虽然可以按照传统混凝土配比方法进行调整，但切不可照搬，以此防止混凝土配制不能够满足本次工程的使用性能需求。

其次，在完成混凝土配制后，需结合一定比例进行试样制作。然后，对配比配置完成的混凝土性能进行检测，如混凝土性能不够理想，则需要进行重新配置，直到混凝土质量符合标准后，才能够正式应用到工程施工中。

4.3 优化混凝土配比，提高混凝土的强度和耐久性

为加强高强混凝土施工质量控制，首先检查钢筋混凝土原材料的质量和配比。施工人员必须结合大部分材料的信息，选择符合质量标准的材料，避免劣质材料对混凝土整体质量的负面影响。为提高混凝土的性能，可在混凝土混合料中加入活性颗粒，润湿混凝土中的小裂缝，填充细小孔隙，提高混凝土的性能。另外，高强混凝土在施工前必须将其均匀润湿，并将水比调整到最佳位置，以免高强混凝土收缩，造成裂缝。温差太大，不能避免高性能混凝土与环境热交换而开裂[5]。

4.4 加强施工过程的质量监管

管理人员应在施工过程中加强混凝土结构的质量控制，使混凝土的比例符合城市公路桥梁建设的要求。同时，需要严格遵守特定施工过程的施工计划，以确保给定施工现场的准确性。在生产过程中还要考虑温度变化等因素，使气压超过 1.0MPa。由于接缝是混凝土生产过程中最薄弱的接缝，因此在生产过程中必须小心处理接缝，并清除水泥表面残留的沙子或砾石，以确保混凝土完全密封。同时，对施工后技术人员要认真排查，具体问题要及时处理，以免影响整体施工质量。

4.5 完善管理体系

在沥青道路建设过程中，应建立标准化施工管理体系，在沥青混合料制作过程中做好监理工作，保证整体材料以及相关设备符合相关标准，尽可能减少材料质量问题，控制整体建设周期，控制成本投入。在施工管理环节，应重视以下内容：①做好材料质量控制，采购优质建设材料，在仓储方面应做好质量检测和验收，消除材料质量问题，做好材料的仓储工作，在材料质量验收环节，相关人员应以抽检方式，同时确保各个批次设备材料均参与抽检，若发现材料质量问题，则应制定对应处理方案；②积极开展现场管控，控制施工过程中材料质量、人员配置、设备规划等相关工作，尽可能提高施工质量。例如，在材料仓储部门，不同类型材料应根据自身性能做好分类管理工作，同时利用隔离墙进行分隔，避免出现材料的混合问题。

4.6 做好质量验收

工程施工竣工阶段，监理单位应联合第三方质检部门进行验收工作，探查建成的沥青混凝土路面的平整度，确保其各项性能指标与招标文件中的数据一致。而在路面压实完成后，质检部门可采用钻孔取芯的方式进行道路质量检测，分析各个层面的潜藏问题。若出现质量控制问题，则应联合施工建设单位及时制定对应的处理方案，迅速进行返工处理。

5 结论

混凝土施工技术在城市公路桥梁建设中占有重要地位，混凝土施工技术直接关系到城市公路桥梁施工的安全和质量。混凝土施工技术以其优势在市场上具有良好的发展前景，同时提高了市政工程建设的技术质量，减少了公路桥梁建设中的一些问题。但我们不能满足于现状，必须加强对混凝土的研究，提高混凝土生产技术，提高路桥建设质量，开启路桥建设新阶段。

[参考文献]

[1]刘康照.高速公路工程水泥混凝土路面施工技术分析[J].运输经理世界,2022(20):17-19.
[2][1]王朝辉,傅一,陈谦.环氧沥青混凝土桥面铺装材料研究与应用进展[J].材料导报,2018,32(17):18.
[3]汪志能.公路工程路桥施工中混凝土施工技术分析[J].运输经理世界,2022(18):145-147.
[4]海洋.公路工程施工中混凝土裂缝成因与解决措施探讨[J].居业,2022(6):13-15.
[5]韩亚雄.公路工程中沥青混凝土路面施工技术应用及研究[J].工程建设与设计,2022(11):194-196.
[6]凌征富.高速公路桥梁基础大体积混凝土施工技术及质量控制措施[J].交通世界,2022(16):64-66.

作者简介：刘恋（1984.8—），学历：本科，所学专业：土木工程（道路与桥梁方向），研究方向：道路与桥梁，目前职务：公司技术研发部经理，目前职称：高级工程师，一级建造师（市政工程及公路工程），从事道路及桥梁工程施工及研究 15 年，拥有丰富的道路桥梁施工经验，曾参建京港澳高速河北邢台段改扩建工程第 4 标段、作为技术负责人参建长春市两横三纵快速路 D 1 标段、东部快速路南延长线工程第三标段、吉林大路快速路工程第二标段等工程。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

BIM 技术在道路桥梁设计中的应用分析

袁宁波
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]BIM 技术作为一种新兴技术，在我国道路桥梁设计中的应用已经非常广泛，是目前国内建筑行业热门的技术之一，因其可视性、协同性强等特点展现出良好的应用效果而愈加受到重视，并在建筑工程中得到广泛应用。以下主要针对 BIM 技术在道路桥梁设计中的应用展开了相关分析，首先对 BIM 技术进行了概述，分析了 BIM 技术在道路桥梁设计中的优势，然后从道路桥梁设计中 BIM 技术的应用流程、建模、协同工作等方面对 BIM 技术在道路桥梁设计中的应用进行了具体分析，最后结合实例分析了 BIM 技术在道路桥梁设计中的应用效果。

[关键词]BIM 技术；道路桥梁设计；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9126　　中图分类号：U442.5　　文献标识码：A

Application Analysis of BIM Technology in Road and Bridge Design

YUAN Ningbo
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: As an emerging technology, BIM technology has been widely applied in road and bridge design in China, and is currently one of the popular technologies in the domestic construction industry. Due to its strong visibility and collaboration, it has shown good application effects and has been increasingly valued, and has been widely applied in construction projects. This article mainly analyzes the application of BIM technology in road and bridge design. Firstly, an overview of BIM technology is provided, and the advantages of BIM technology in road and bridge design are analyzed. Then, a specific analysis is conducted on the application process, modeling, collaborative work, and other aspects of BIM technology in road and bridge design. Finally, the application effect of BIM technology in road and bridge design was analyzed through an example.

Keywords: BIM technology; road and bridge design; application

1 BIM 技术

1.1 BIM 技术概述

BIM 技术是指以数字信息为基础，对工程项目进行全生命周期管理的一种技术。BIM 技术在道路桥梁设计中的应用，能够实现设计与施工一体化、设计与管理一体化等，这对于提高工程项目设计质量具有重要意义。BIM 技术的应用可以为工程项目施工提供更加科学有效的管理方法，并且能够在工程项目实施阶段对各种问题进行有效的预测与控制，减少由于施工不当引起的资源浪费和施工问题，同时也能够减少施工中出现的各种问题，为工程项目顺利完成提供保障。因此，在道路桥梁设计中采用 BIM 技术不仅可以提高设计质量和效率，还能够有效地降低施工成本，是实现道路桥梁工程建设可持续发展的重要技术支撑。

1.2 设计与施工一体化

随着社会的发展，越来越多的工程项目开始采用 BIM 技术，具有设计与施工一体化的优势，为工程项目实施提供了有力保障。通过 BIM 技术可以实现多专业协同设计、施工模拟以及碰撞检查等功能，从而对工程项目的设计方案进行优化，减少因设计错误而造成的资源浪费以及工期延误等问题。同时，通过对工程项目各阶段模型进行有效整合，能够实现施工过程中各阶段模型之间的有效衔接和协调，从而减少施工过程中出现的各种问题。因此，在道路桥梁设计中应用 BIM 技术，可以实现设计与施工一体化，为工程项目施工提供更好的技术支持，从而为工程项目顺利完成提供保障[1]。

1.3 设计与管理一体化

在道路桥梁设计中采用 BIM 技术，可以实现设计与管理一体化，将工程项目设计数据、施工数据以及竣工数据等进行有效地整合，对工程项目进行全方位的动态管理，减少因人为因素引起的问题。同时，通过 BIM 技术可以实现工程项目全过程的可视化管理，能够使相关人员对工程项目全过程的信息进行动态管理与分析。例如在施工阶段，通过 BIM 技术能够将施工图纸信息以及相关资料等进行有效整合，从而对施工进度以及施工成本等进行动态控制与管理。此外，在工程项目竣工阶段，通过 BIM 技术能够对工程项目进行全方位的检查与审核，并将检查结果反馈给施工单位，从而提高了工程项目质量以及效率。

1.4 优化设计方案

在道路桥梁设计中采用 BIM 技术，可以通过三维模型对工程项目进行分析，能够及时发现设计过程中存在的问题，并对工程项目进行优化。因此，在道路桥梁设计过程中采用 BIM 技术，可以对工程项目中存在的各种问题进行

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

准确分析，并为其提供合理的解决方案。同时，在道路桥梁设计过程中采用 BIM 技术还能够对设计方案进行优化，保证施工质量。例如，在道路桥梁设计过程中可以通过 BIM 技术对不同桥型的受力性能进行分析，并根据不同桥型的受力性能来选择合理的桥型。此外，在道路桥梁设计过程中还可以通过 BIM 技术来分析桥型与路线之间的关系，并结合地形、地质等情况来确定最佳路线方案。

2 BIM 技术在道路桥梁设计中的优势

2.1 提高设计质量

在道路桥梁设计中应用 BIM 技术可以将各种数据、图纸、模型等进行综合整理，对工程项目的各种数据进行及时更新，从而提高了设计质量。

2.2 加强协调能力

具体表现在以下方面：（1）道路桥梁设计人员可以通过 BIM 技术建立一套完善的、具有兼容性的建筑物模型，同时还可以通过模型对施工方案进行模拟，从而减少了道路桥梁设计人员在设计过程中可能遇到的问题。（2）在道路桥梁设计中应用 BIM 技术，可以使不同专业、不同类型的建筑物之间实现信息共享，使各个专业之间更加紧密地联系在一起。在道路桥梁设计中应用 BIM 技术可以使道路桥梁设计人员直接了解到施工现场的各种情况，从而更加全面地分析和评价整个工程项目的施工方案，最终确定出最佳的施工方案。（3）利用 BIM 技术进行道路桥梁设计，可以使建筑信息与各种模型之间实现共享，从而使道路桥梁设计人员能够及时了解到工程项目建设过程中所遇到的各种问题和情况。此外，建筑信息与其他信息之间也可以实现共享，从而使各个专业的工作人员在实际工作中可以相互交流、相互帮助，提高工作效率[2]。

2.3 增强设计水平

利用 BIM 技术可以对道路桥梁的各个部位进行详细分析，同时还可以根据不同部位所包含的信息，将各个构件进行整合，从而形成一个完整的 BIM 模型。在利用 BIM 技术进行道路桥梁设计时，通过将道路桥梁设计中所涉及到的各种数据信息进行整合，能够将道路桥梁的各项信息全面、准确地反映出来，从而提高了道路桥梁设计质量和效率。在进行道路桥梁设计时，需要利用 BIM 技术对施工图纸、施工方案等进行科学设计，然后再利用 BIM 技术将这些设计信息进行整合，从而形成完整的道路桥梁工程项目。在实际工作中，由于各个专业之间存在一定的差异性，所以在具体施工过程中很难完全保证建筑工程项目的顺利开展。通过将 BIM 技术应用于道路桥梁设计中可以有效地提高设计效率和质量，从而保证了整个工程项目的顺利进行。通过利用 BIM 技术可以实现资源共享和信息共享。

2.4 优势总结

在道路桥梁设计中应用 BIM 技术，可以有效地将道路桥梁设计的各个专业进行统一协调，有利于提高道路桥梁设计效率和质量。BIM 技术具有以下优势：（1）可以将道路桥梁设计的各种信息进行综合整理，在道路桥梁设计中应用 BIM 技术能够有效地减少了重复工作的时间和成本，同时还可以及时发现道路桥梁工程中可能存在的问题，及时采取措施进行解决，保证了设计质量。（2）道路桥梁设计是一项复杂的工作，在道路桥梁设计中应用 BIM 技术可以实现全专业的协调与配合。在实际工作中，每个专业都有各自的任务和职责，只有通过 BIM 技术才能将各个专业进行有效协调和配合。（3）BIM 技术在道路桥梁设计中具有良好的兼容性，能够将不同专业、不同类型的建筑物进行统一协调处理，使整个工程项目在施工过程中更加顺畅。（4）BIM 技术在道路桥梁设计中能够实现信息共享。利用 BIM 技术可以实现建筑信息资源共享，将建筑工程项目中所涉及到的各种数据、图纸、模型等进行统一管理和使用，从而减少了重复工作的时间和成本[3]。

3 道路桥梁设计中 BIM 技术的应用流程及建模

3.1 道路桥梁设计中 BIM 技术的应用流程

目前 BIM 技术已经在国内外得到了广泛应用，在道路桥梁设计中应用 BIM 技术也有着非常重要的意义，以下主要就 BIM 技术在道路桥梁设计中的应用流程及建模展开了相关分析。首先是道路桥梁设计中 BIM 技术的应用流程，BIM 技术主要是在道路桥梁工程设计的过程中应用计算机软件，对设计的相关数据进行收集、分析、处理，从而有效的提高道路桥梁工程设计的水平和质量。在具体应用流程上，主要有以下几个方面：（1）对道路桥梁工程进行分析和评估；（2）收集相关数据，并对数据进行整理和分析；（3）制定和优化设计方案；（4）输出设计图纸。其次是 BIM 技术的建模，BIM 技术具有较强的兼容性、开放性和共享性等特点，因此在道路桥梁工程设计中，可以使用不同类型的建模软件来进行模型创建。在建模过程中主要包括以下几个方面：（1）将设计图纸导入到 BIM 模型当中；（2）将模型导入到 AutoCAD 软件中；（3）将模型导入到 Revit 软件当中；（4）将模型导入到 Civil3D 软件当中；（5）将模型导入到 NX 软件当中。最后是 BIM 技术在道路桥梁设计中的协同工作，在道路桥梁工程设计中，BIM 技术主要是应用于道路桥梁工程中的各个专业，通过对各个专业的协同工作，实现对道路桥梁工程建设进度、质量等方面的控制。

3.2 主要包括以下几个方面

具体来说，主要包括以下几个方面：（1）将道路桥梁工程各个专业进行统一的管理；（2）实现道路桥梁工程项目管理信息自动化和网络化；（3）实现对施工进度、质量、成本等方面信息的共享；（4）实现各专业之间数据共享和相互交流；（5）实现信息实时更新；（6）实现对施工过程的实时监控和管理。综上所述，BIM 技术在道路桥梁工程设计中具有非常重要的作用，将其应用于道路桥梁工程项

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

目管理中，能够有效的提高道路桥梁工程建设质量和效率。同时，BIM 技术在道路桥梁设计中应用还可以有效缩短项目周期、降低工程成本和风险、提高经济效益等。

4 协同工作

4.1 协同工作是很重要的方面

在 BIM 技术的应用过程中，协同工作是非常重要的一个方面，也是一个十分关键的过程。在协同工作中，能够对道路桥梁设计方案进行反复优化，从而提高设计的效率，达到更好的效果。协同工作主要包括以下几个方面：首先是设计阶段的协同。在道路桥梁设计的过程中，需要多个部门同时参与进来，对于一些设计图纸、材料清单、设计要求等都要进行共享，从而方便不同部门之间的沟通与交流；其次是施工阶段的协同。在施工阶段，由于施工人员较多，道路桥梁结构复杂多变，在进行施工前需要对相关信息进行统计与分析，这样不仅可以更好地了解现场实际情况，还可以对现场可能出现的问题进行有效预测[4]。

4.2 BIM 与其他技术之间的协同

最后是 BIM 技术与其他技术之间的协同。BIM 技术与其他技术之间存在着紧密联系，在道路桥梁设计中使用 BIM 技术可以有效地将其与其他相关技术进行结合。比如在进行桥梁设计时，如果使用了 BIM 技术，就可以将其与 GIS 信息系统相结合来对桥梁工程进行管理。通过将 BIM 技术和 GIS 系统进行结合可以实现道路桥梁工程从规划设计到施工管理全过程的信息化管理。比如在进行桥梁施工时需要对实际情况进行分析和预测，需要将相关信息及时传送给施工人员、材料供应商等单位。BIM 技术与 GIS 系统的结合可以有效地实现信息共享以及空间位置关系查询等功能。通过对相关信息的处理和分析可以得到更加科学合理的道路桥梁工程规划方案。例如在某桥梁项目中 BIM 技术与 GIS 系统相结合就实现了道路桥梁工程规划设计方案的优化。该项目将道路桥梁工程中设计、施工等各个阶段所需要的相关信息都提取出来并传输到 GIS 系统中，从而使 GIS 系统中能够实现对道路桥梁工程数据、空间位置等信息的查询、管理与分析。

5 案例分析及桥梁工程量统计

5.1 工程应用案例

例如某高速公路桥梁工程项目为 2×80m 预应力混凝土连续箱梁，采用 BIM 技术对桥梁工程项目进行设计，利用 BIM 技术实现了桥梁工程的协同工作。该项目的 BIM 模型为基于 Revit 软件开发的三维可视化模型，实现了三维模型与二维设计图纸的关联。在施工阶段，通过该 BIM 模型进行施工模拟和工程量计算，并将计算结果和实际情况进行对比分析，发现与设计方案相比，实际施工费用减少了 2%左右。

5.2 道路桥梁工程量统计

传统道路桥梁工程中其工程量和造价主要依靠人工计算，其工作量大、校核时间长、精准度及效率较低。不同专业造价人员的参与容易造成信息冗余和共享困难的现象。引入 BIM 技术后，各阶段工程量及造价不仅可以通过软件进行快速准确的计算，还可以将每个阶段的数据储存在同一个数据库中，为下一阶段提供数据支撑，更便于校核与调取。通过 Revit 以桥梁变高箱梁为例，指出在配筋完成之后，通过 BIM 得出的工程量数据不仅可以估算桥梁造价，为方案拟定提供真实可靠依据，还可以为以后施工阶段编制施工图预算提供数据支撑。

6 结语

BIM 技术作为现阶段桥梁工程中最热门的技术之一，其应用效果突出于可视化、模拟、协同性强等特点必定使得该项技术在未来建造工程中担任愈加重要的角色。比起房屋建筑领域，BIM 技术在道路桥梁工程中的研究应用尚处于起步阶段。目前鲜有较完整的应用案例，多数研究仅集中于 BIM 技术在桥梁设计阶段和施工模拟中的应用。而 BIM 技术在桥梁后期监测和维护中的应用尚存在很大的研究空间。设计阶段 BIM 应用的核心是模型建立，而目前桥梁工程方面的软件针对性不强，建模效率较低。除此之外，目前企业中缺乏具有相应能力的专业 BIM 团队，缺乏统一的执行标准，将 BIM 理论运用到实际工程中还存在较大距离。今后对桥梁工程等大型基础设施工程的软件开发方面值得更加深入的研究，同时也应加强技术人才的培养。相信在国家政策的指导下，随着研究力度和深度的加大，BIM 技术将会在桥梁工程全寿命周期中展现更大的价值。

[参考文献]

[1]石健.道路桥梁工程伸缩缝施工质量技术控制[J].江苏建材,2023(2):109-110.
[2]陶悦.BIM 技术支持下桥梁工程的参数化智能建模技术分析[J].工业技术与职业教育,2023,21(2):35-39.
[3]赵峰,杨则英,孙英琳.BIM 技术在桥梁健康监测中的应用研究[J].建筑技术开发,2023,50(4):136-139.
[4]杨晓剑.BIM 技术在公路桥梁施工管理中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2023(2):163-165.

作者简介：袁宁波（1990.5—），男，毕业于东北财经大学工程管理专业，大学本科学历，当前就职北京四达基业建设工程集团有限公司，从 2018 年开始担任项目经理职务，助理工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

软土路基在公路施工中的技术处理分析

冯 超
江苏路通路桥工程集团有限公司，江苏 徐州 221600

[摘要]近年来，在公路工程建设规模不断扩大的背景下，公路工程的建设质量要求也在不断提高。为了保障公路工程安全良好稳定运行，需要对公路工程项目建设实施过程中出现的软土地基类型进行科学合理的处理，加强对公路工程软土地基施工处理技术的研究力度和应用力度，最大限度的规避影响公路工程地基稳定性的因素。本篇文章首先针对公路施工中软土地基施工处理技术进行了分析，然后对优化软土地基施工处理技术应用效果的相关措施进行了探究，希望能够为相关工作者提供有效的参考。

[关键词]公路工程；软土地基处理技术；应用分析；优化策略
DOI：10.33142/ec.v6i8.9099 中图分类号：U41 文献标识码：A

Technical Treatment Analysis of Soft Soil Roadbed in Highway Construction

FENG Chao
Jiangsu Road and Bridge Engineering Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221600, China

Abstract: In recent years, with the continuous expansion of the scale of highway engineering construction, the quality requirements for highway engineering construction have also been continuously improved. In order to ensure the safe, good and stable operation of highway engineering, it is necessary to scientifically and reasonably treat the types of soft soil foundations that occur during the construction and implementation of highway engineering projects, strengthen the research and application of soft soil foundation construction treatment technology in highway engineering, and minimize the factors that affect the stability of highway engineering foundations. This article first analyzes the construction treatment technology of soft soil foundation in highway construction, and then explores relevant measures to optimize the application effect of soft soil foundation construction treatment technology, hoping to provide effective reference for workers.

Keywords: highway engineering; soft soil foundation treatment technology; application analysis; optimization strategy

引言

目前随着在公路事业的飞速发展，公路工程建设实施过程中存在的软土地基类型越来越多。如果没有对软土地基进行科学合理的处理，可能会直接影响后续公路工程运行的安全性和稳定性。因此，研究公路工程软土地基施工处理技术对于提升公路工程的承载力和强度有着非常重要的现实意义，需要施工单位加以重视，并结合具体的情况，充分发挥不同软土地基施工处理技术的优势和价值，全面提升软土地基施工的综合效益。

1 公路施工中软土路基施工处理技术分析

1.1 公路施工中软土路基施工处理中采用的排水固结法

排水固结法是公路施工中软土路基施工处理技术之一，其在具体应用的过程中需要对多种影响因素进行综合考虑，结合公路施工现场的具体情况，采用科学合理的方式和手段在对应的软土地基中埋入排水体，并采用强制性的手段，借助相关的机械设备对地基施加一定的压力，在压力的作用下顺畅的排出软土地基内部存在的水分，改变软土土地基原有的性质和状态，进一步提升软土地基土壤的紧密度，优化软土地基的承载力和强度，确保处理过的软土地基能够满足公路工程的建设要求和建设标准。一般情况下，在利用排水固结法处理软土地基的过程中，需要合理选择施工材料，确保选择的工程材料具有良好的性能。比如施工过程中采用的排水带材料主要有两种，一是塑料材质的排水带，另一种是袋装的井沙材质排水带，不过在应用过程中需要根据施工现场的实际情况以及建设需求，选择合适的材料，确保材料应用效果的最佳化[1]。同时，在利用排水固结法处理公路软土地基的过程中，需要保障软土地基施工处理与公路工程的建设施工同步开展，保障公路工程的施工质量，最大限度的发挥公路工程的使用性能。此外，为了能够全部排出软土地基中的水分，进一步优化排水固结法的应用效果，可以在软土地基处理过程中同时混合使用排水固结法和铺筑砂土层法，这样可以让软土地基内部的水分得到最大限度的压缩。不过在此过程中需要更长的时间来进行软土地基的预压，可能会在一定程度上延长工期，影响后续施工活动的开展。因此在对公路软土地基处理的过程中，一定要通过综合统筹对软土地基的处理技术进行科学合理的选择，确保施工效益的最大化。

1.2 公路施工中软土地基施工处理采用的强夯法

在软土地基施工处理过程中强夯法的应用需要借助

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

一定重量的锤子来开展强夯作业。在此过程中一定要对锤子进行科学合理的选择，根据具体的施工建设要求以及软土地基处理的要求严格控制锤子质量。工作人员要深入施工现场，通过全面勘察工作的开展，了解施工现场软土地基的状态以及施工现场地质的具体情况，并在此基础上对锤子进行合理选择，确保选择的锤子在质量和重量方面能够满足软土地基施工的标准和要求。在选择好强夯作业的锤子之后需要开展后续软土地基的处理工作。施工人员需要将锤子放置在距离软土地基一定高度的位置，并且需要在锤子上施加相应的压力，在外部压力的作用下锤子会快速的下落到软土地基上，并给软土地基产生较大的冲击力，在冲击力的作用下软土地基中的水分会陆续排出。同时软土地基结构中的颗粒缝隙也会缩小，改变了软土地基原有的状态。不过在具体施工的过程中，需要工作人员对工程项目的现实情况进行具体分析，通过对多种因素的综合考虑，对强夯法的适用性进行准确判断。通常在沙纸土地基处理过程中强夯实法的应用概率比较高，而在饱和性粘土地基处理过程中不适合采用强夯法。

1.3 公路施工中软土地基施工处理中采用的换填法

公路工程施工过程中，换填法作为软土地基施工处理最常用的一种方法，其在具体应用的过程中也需要对多种影响因素进行综合考虑。工作人员需要根据公路工程项目的实施情况，全部挖出公路工程地基中存在的软土成分，并在对应的地基中填充上承载力好、强度高的高标准土质。在填充的过程中也可以选择一些硬度比较高的石子等相关的材料加入其中，以此来提高土层的强度和承载力，确保软土地基处理之后能够达到理想化的标准和要求。在地基填充的过程中还需要夯实填充物，进一步提高地基内部的紧密度。一般情况下，在利用换填法对软土地基进行处理的过程中，需要根据公路工程的建设要求，结合其他的软土地基处理方法进一步优化软土地基处理的效果和质量。比如在施工过程中可以将强夯法和换填法混合起来进行使用，充分发挥二者的优势，进一步提升软土地基处理的效果。此外，在利用换填法处理软土地基的过程中，还需要工作人员科学的判断施工现场的土质状况，如果施工现场的土质是黄土物质组成的或者淤泥物质组成的，那么就可以利用换填法对土质进行直接处理。不过当前换填法在具体使用的过程中还存在一定的局限性，因为其操作起来比较困难，操作步骤比较复杂，需要投入的成本比较高，尤其是一些大面积的软土地基。因此需要根据公路工程软土地基的实际情况对换填法进行科学合理的应用，在保证施工效率和施工质量的同时，也要控制好施工成本和施工工期。

1.4 公路施工中软土地基施工处理中采用的深层搅拌法

在软土地基施工处理过程中，深层搅拌法的有效应用需要工作人员根据工程项目的实际情况以及施工现场的现实情况，对软土地基的土层进行科学合理的搅拌。一般软土地基中含有的软粘土成分比较多，为了提升地基的承载力和强度，需要在深层搅拌的过程中选择一定量的固化剂加入到软土中，对搅拌的力度和搅拌的时间进行严格控制，确保搅拌的均衡性。在搅拌的作用下整个软粘土和固化剂之间就会产生一定的作用，导致软土地基的性质和软土地基的状态发生了一定的改变，整个软土地基的强度也会在原有基础上得到提高，进一步优化了软土地基的安全性、稳定性和承载力，确保处理后的软土地基能够满足公路施工的要求。一般在深层搅拌法应用的过程中，需要施工人员利用深层搅拌机对整个软土地基的土层进行深层次、全面性、系统性的搅拌。因为深层搅拌法对于土层的范围要求比较高，通常在使用过程中存在一定的局限性，需要工作人员慎重考虑。

1.5 公路施工中软土地基施工处理采用的砂垫层法

为了有效排出软土地基中的水分，强化地基的稳定性，在软土地基处理的过程中还可以对砂垫层法进行科学合理的应用。具体施工作业开展的过程中需要根据沙子的特点在施工填筑中选用颗粒比较大的粗沙，并且要采用适量的细沙进行辅助填筑。在施工之前需要科学测量软土地基，并根据获取的数据对软土地基进行分析，确保粗沙灌注的精准性[2]。在此过程中还需要对地基沉降的容量进行充分考虑，利用适量的沙袋在公路沿线两侧搭建沙堤，并在其外部设置相应的斜坡，以便于卸沙工作的开展。借助相关的推土设备进一步平整和夯实填筑的沙子。最后要设置观察监测点，开展科学的监测工作，严格把控砂垫层的厚度，确保砂垫层法在软土地基施工处理中效能的最大发挥。

1.6 公路施工中软土地基施工处理中采用的抛石挤淤法

一般在处理常年积水的坑洼地或者淤泥含量比较高的软土地基时会采用抛石挤淤法。当软土地基不具备较厚的淤泥，也没有硬壳保护软土层的情况下，可以选择大量的片状石块抛再淤泥软土层中，对淤泥起到一定的挤压作用，逼迫淤泥到达岸边，有效清理软土层，达到提高地基强度的目的。同时也可以借助水泵抽水设备排出洼地的积水，或者通过排水沟的设置来达到排水的目的。在此过程中需要采取相关的防水措施，避免出现积水回流进而产生二次积水情况。在排出所有的积水之后可以借助挖掘机设备有效清理表层的淤泥，并向制定地点运送清理出来的淤泥，然后再采用相关的材料进行填充，提升地基的稳定性和强度。

1.7 公路施工中软土地基施工处理中采用的加筋法

加筋法在软土地基施工处理中的科学合理应用，主要是通过在软土基层中铺设相关的材料来达到对软土层进行固定，提升软土层紧密牢固性的目的。一般在施工过程

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

中采用的材料需要具备较强的抗拉能力和抗腐蚀能力，材料的状态可以是网状材料、丝状材料也可以是条状材料或者带状材料。以上材料的使用能够加大软土层结构的摩擦力，降低软土层的流动性，提升软土层的稳固性。不过加筋法只适用于面积比较小的软土层，具体在施工过程中主要采用人工的方式来进行填埋，在对地基进行加筋加固之后还可以利用废弃的材料开展摊铺作业，不仅可以起到防水的作用，而且还可以起到对地基加固的作用，实现对废物的最大化利用。

2 优化公路施工中软土地基施工技术应用效果的相关措施

2.1 通过系统勘测工作的开展，综合评价软土地基

为了进一步优化公路施工中软土地基施工技术的应用效果，需要施工单位在系统勘测的基础上建立完善的软土路基施工技术体系。明确软土地基技术的操作要点，在技术人员的指导下，通过现场管理工作的严格开展，最大限度的规避影响软土路基施工的相关因素，为日后公路工程使用性能的正常发挥奠定良好的基础。因此，需要在软土地基施工处理技术应用之前开展系统性的勘察工作，根据获取的相关数据，对软土路基的存续情况进行科学合理的评价，深入研究软土存在的原因，采取科学合理的防护措施和防护技术，对软土地基进行改善和改良，从根本上解决和预防软土地基所带来的质量问题。当前在先进勘察手段和勘察设备的支持下，工作人员能够对土质状况进行综合性全面性的评价，对软土地基施工技术规划进行科学合理的制定，突破软土地基施工的重要技术难题，实现软土地基施工技术的纠正和改良，为后续软土地基施工作业的开展提供有效的支持。

2.2 统筹规划施工技术，不断强化软土地基的纠正能力

施工技术是保证施工作业高质量开展的基础和前提。为了确保软土地基施工质量，需要施工单位突破软土地基施工处理技术的限制，对软土地基进行改良。施工企业要统筹规划施工技术，结合工程项目的特点以及施工现场的气候和地质环境条件，对路基施工的技术规划进行科学合理的建立，不断提升施工单位对于软土路基施工技术的掌控能力和应用能力[3]。同时施工单位还需要根据软土路基的施工情况，纠正施工技术手段，对整个施工过程进行简化，节省施工过程中资金的投入，确保软土地基改良的效果，优化路基结合处的平稳性，最大限度的降低路基沉降情况发生的概率。

2.3 严格落实施工技术要点，实现软土路基存续状态的全面改进

在软土路基施工作业开展的过程中，施工单位要对软土路基施工技术要点进行准确把握，对各种软土地基施工技术进行科学合理的搭配和融合，充分发挥各种施工技术的优势和价值，提升软土地基施工处理技术的配套能力和综合作用效果，进一步加强软土地基的整体承载力。严格控制好软土地基施工处理过程中的材料供应问题和地质条件问题。坚持因地制宜的原则，通过科学论证工作的开展，在保护好环境的前提条件下对就地取材的施工技术手段进行科学合理的应用，实现资源的最大化利用和有序匹配，提升软土地基施工的综合效益。

2.4 通过系统性检测和总结工作的开展，重视重点路段的修复和巩固

在软土地基施工作业结束之后，需要通过总结工作的开展，分析和研究施工过程中存在的质量隐患，并采取科学合理的措施对重点路段进行有效跟进和修复，最大限度的规避公路工程的质量隐患。同时施工单位要通过系统性、全面性检测工作的开展，及时发现存在的一些潜在隐患，通过整修计划的科学合理制定，落实地基的修复工作和巩固工作，确保公路路基在后期使用过程中不会存在质量问题，保障公路路基整体的施工效果。

3 结语

综上所述，公路在经济发展过程中扮演着至关重要的角色，其施工质量直接影响到人们的行车安全和区域经济的发展。为了保障公路工程的施工质量，需要对公路工程施工中存在的软土地基进行科学合理的处理，根据软土地基的存续状态，对软土地基施工技术进行科学合理的选择，严格控制软土地基施工质量，提升软土地基的承载力和强度，确保处理后的软土地基能够满足公路工程的建设要求，降低工程质量隐患发生的概率，为公路工程的安全稳定良好运行提供有效的保障。

[参考文献]

[1]沈俊.公路软土地基处理中碎石桩复合地基的应用[J].建筑技术开发,2022,49(22):169-171.
[2]刘大华,卢颖,郑六龄,唐银波,周益.水泥搅拌桩施工技术在山区公路软土地基处理中的应用[J].工程建设与设计,2022(4):123-125.
[3]王晓俊,孟定宇.公路软土地基加固防治技术的综述及建议[J].四川建材,2022,48(7):100-101.
[4]张秀勇,王海龙,李杰.碎石桩复合地基在大丽高速公路软土地基处理中的应用[J].河海大学学报(自然科学版),2021,49(5):455-459.
[5]陈明国,周明辉,周崇盼,周晓东,王德江.强夯碎石桩复合地基技术在公路软土路基处理中的应用[J].水利建设与管理,2007,27(1):29-31.

作者简介：冯超（1988.6—），男，江苏大学，土木工程，江苏路通路桥工程集团有限公司，项目经理，中级工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

路桥工程施工的软土地基处理技术实践研究

王树阳
新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆 乌鲁木齐 831999

[摘要]随着时间的推移，我国的交通压力越来越紧张。路桥是解决地区间交通运输问题的重要手段，但在发展过程中，路桥的通行已越来越难以适应现实的需求。为提高路桥的交通运输水平，促进各地区之间的交通发展，必须在原有的道路上对路基及软土地基进行处理。

[关键词]路桥工程；软土地基处理技术；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9097 中图分类号：TU471 文献标识码：A

Practical Research on Soft Soil Foundation Treatment Technology in Road and Bridge Engineering Construction

WANG Shuyang
Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 831999, China

Abstract: With the passage of time, the traffic pressure in China has become increasingly tense. Roads and bridges are important means to solve regional transportation problems, but in the process of development, the passage of roads and bridges has become increasingly difficult to meet practical needs. In order to improve the transportation level of roads and bridges and promote the development of transportation between different regions, it is necessary to treat the roadbed and soft soil foundation on the existing roads.
Keywords: road and bridge engineering; soft soil foundation treatment technology; application

引言

对于路基而言，它是路桥工程施工中最关键的一部分，在某种程度上，它的稳定性可以对路桥工程建设质量的好坏产生直接的影响。同时也会对车辆行驶的安全、平稳运行产生直接或间接地影响。可见，在路桥工程施工中，对路基进行良好地处理十分关键。在路桥工程中，软土地基是最普遍的问题之一，它在实际施工中还会出现许多问题，因此，需要对其加以重视。

1 软土地基处理技术的意义

因为，软土地基没有足够的承载力来支撑高架桥梁的结构，所以，如果没有对其进行加固，就会造成其结构被破坏。同时，还会对建设在软土地基上的建筑物与地基间的密合性产生不利的影响。随着时间的推移，地面上的裂缝会逐渐增多，地下水位也会逐渐升高，最终导致建筑物的地基被抬高。所以，软土地基具有较大的安全隐患，需要对软土地基进行加固处理，以保证施工的安全和质量。由于我国地域广阔，各地的土质差异较大，因此，在进行地基处理时，必须针对具体的土质情况，选择合适的施工方法。对于软土地基，必须要有专门的处理方法，才能有效地控制软土土层的沉降，从而使工程质量得到有效提升。因此，采用专门的技术对软土地基进行处理是非常有必要的，在国内路桥工程施工中也是非常有价值的。这样不但可以保证道路的结构稳定，也可以保证整个工程的正常施工，还能确保道路桥梁的稳定性与安全性。除此之外，它还能延长道路桥梁的使用年限，有效地避免沉降、开裂等质量问题，对于以后的道路桥梁的养护和使用有着重要的作用。

2 软土地基的特点及危害

2.1 软土地基的特点

在路桥工程施工中，经常会遇到软土地基，其性质较为特殊，施工难度较大。在一般情况下，软土地基的特点主要表现为三点：（1）高含水量是其普遍存在的特点，一般都在 20%以上，高含水量导致土体具有较强的流动性，给工程施工带来很大的困难。因此，在进行工程建设之前，施工单位一定要到现场进行现场调查，对与软土地基相关的各种数据进行充分地认识和掌握，并有针对性地制定出相应的处理方案，为之后的软基施工打下良好的基础，从而有效保障路桥工程施工的总体质量。（2）相对于其他土质，软土具有较差的渗透性和较慢的固结速率。这是因为软土地基中含有许多有机物，会出现许多气泡，使排水管道堵塞，导致渗透率降低。工程建设对土壤的强度有较高的需求，而软土地基远达不到这样的需求，需要用专门的技术方法对其进行处理，然后才能正常施工。（3）软土地基的抗剪能力差，会对路基的正常排水造成影响，且其不均一，因此更易产生不均匀沉降。

2.2 软土地基的危害

软土地基对地表的破坏，是因为其内部土质疏松、水分含量高、土体与土壤间存在空隙所致。在路桥工程施工过程中，如果不能很好地处理好软土的土质问题，将会对

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以后的施工造成很大安全隐患。比如，土体中的水分不断蒸发，导致土体中颗粒浓度不断增大，导致地表塌陷，给行车和行人的安全带来巨大的威胁。在路桥工程中，桩基的施工质量对路基和路面沉降有很大影响。而在软土地基中，沉降是经常出现的问题。随着路桥工程建成和运营，路基的上部荷载不断增加，地基的承载力也不断增加，从而导致路面的沉降。此外，因为软土地基的稳定性很低，因此，在进行工程施工的时候，不仅要关注并监测基础本身的变化，还要考虑到未来的道路所受到的路面压力。另外，由于软土地基中土体的变形，引起土体出现位移现象，进而导致裂缝的出现。为此，在路桥工程建设中，应采取适当的软土地基处理技术，以减少其危害的可能性。

3 软土地基的处理原则和要点

3.1 软土地基的处理原则

运用有关技术进行软基处理时，应注重最后的成果，其成果将直接关系到路桥工程建设的质量。所以，在进行软土地基处理作业前，必须对施工现场的软土地基进行全面的分析，对软土地基的特点进行充分地把握。并据此制定出一系列科学、理性的处置方案。也要保证所选用的方法与本工程的具体条件相一致。与此同时，要加大对软土地基处理成本的关注力度，在确保得到较为满意的处理结果的基础上，尽可能地将工程成本降到最低，为建设单位带来更高的经济效益。

3.2 软土地基的处理要点

在路桥工程建设中，必须确定道路的级别，然后制定出相应的施工计划，并选择合适的施工材料。对于道路级别不高的情况，可以采用传统的施工方法进行处理，在保证路桥工程质量的前提下，减少工程的实施难度，加快工程进度，节约工程造价。若道路级别比较高，对其施工质量要求高的情况下，就要采取高水平的施工技术。同时，还要对施工材料的质量进行严格管理，保证施工材料的各种性能能够达到高级别道路建设的需要。除此之外，在对软土地基进行处理时，还要对其本身的特性进行全面认识，同时还要对其周边的环境进行全面地考量。从而提高路桥工程的建设质量，为以后的建设工作打下良好的基础。

4 路桥工程软土地基处理中存在的问题

4.1 地基处理方式不恰当

在路桥工程建设的全过程中，一般都采用软土地基。然而，从具体的工程建设过程中可以看出，软土地基的强度不高，并且具有很强的压缩性。而且，由于受到形成年代、矿物成分、形成原因等因素的影响，对软土地基的处理将会面临很多的难题，这在无形当中增加了施工人员的工作难度。如果处理不好，不但会造成建设成本持续上升，同时也会给工程施工带来一定的安全隐患。

4.2 地基处理技术和设备落后

在我国，由于地质条件的特殊性，在科学技术的支撑下，更多的技术形式开始被运用到了软土地基的处理中，并获得了很好的施工效果。然而，从具体的建设过程中可以看出，目前国内对于软土地基的处理与实际工程还是有一定的距离，从而造成工程整体受到破坏。

4.3 路桥工程质量监督管理不到位

根据路桥工程软土地基施工的具体状况，可以看出，部分监理部门在工作中的职责不明确，施工人员在软土地基施工过程中，没有对其进行有效地监管，导致一系列的施工隐患未能被及时发现，从而无法保证路桥工程的施工质量。

5 软土地基处理技术在路桥工程施工中的应用

5.1 换填处理技术

在路桥工程建设中，换填法是对基础地面下某一特定深度的软土进行开挖。根据工程建设需求，选择高强度、低压缩性、无腐蚀性的回填材料，使基础承载特性发生本质变化，显著提高基础的抗剪强度和稳定性。该技术对浅层软土的处理效果较好。在进行换填处理的施工过程中，应该选择结合进行机械挖掘和人工挖掘，不能发生超挖，从而对下卧土层造成干扰，并使地基的强度下降。比如，留出 30-50 cm 层次厚度的土壤，通过人工操作的方式进行清除；对所配置换填材料的级配、含泥和含水量以及有机质含量展开检测并筛选出其中的杂质，保证换填处理的特性和质量满足工程建设的需要，避免在以后的换填工序中发生不能进行压实的情况。在路桥工程建设中，为了节约成本，通常采用天然砂砾作换填体。应优先采用分层的填筑工作，每一层的铺筑工作完成后，应对铺筑层进行碾压，直到垫层的密实度达到设计的要求。并检测新填筑材料的水分含量，如有需要，应及时进行降排水。在地下水位比基坑底部高的情况下，为了保证边坡的结构稳定，必须进行降排水处理。在换填完成后，采用环刀法、贯入测定法、静力触探试验对回填效果进行检验。

5.2 表层处理技术

5.2.1 砂砾垫层

对于含水率高而土层贫瘠的软土地基，可以考虑利用砂砾垫层进行处理，在地基上铺设合适厚度的砂砾材料作为砂砾垫层。并对其进行加固，使软土地基达到较好的浅层排水效果。

5.2.2 垫敷材料

在工程地基中，如果存在局部不均匀沉降的问题，或存在大量空隙，应该在软土地基上使用垫敷材料技术，并铺设玻璃纤维格栅等材料，通过使用该物质优异的抗剪切和抗拉性能，可以使地基的抗压强度得到改善，从而防止路面出现不平整和局部沉降的问题。

5.2.3 表面排水

当软土地基中含有大量的水分，而土体的质量又比较高的时候，应该采用表面排水法，在规定的施工范围内，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

挖掘出一条排水沟槽，不断地排出地表水，并降低地基中的水分含量。然后，对软土地基进行换填处理，换填的材料应选择具备优良透水性能的砂砾层，以保证在后期的建设和运行过程中，将地基含水量控制在一个安全的范围之内。

5.3 粉喷桩加固处理技术

粉喷桩是深层搅拌加固法的分支技术，又被叫做加固土桩。按照施工条件，采用石灰和水泥等材料，调配出一种固化剂，然后将其注入到专用的搅拌机中，使其与软土进行强力混合。利用固化剂与软土的相互作用，逐渐地产生一系列的物理和化学作用，最终在软土中构建出一种高强度、高水稳的整体式地基土，从而达到加固软土地基，提高其承载力的建设目标。在采用该技术时，要收集和分析有关的工程资料，对各种材料进行试验，配制合适的固化剂，明确粉喷桩的施工规范；对工地进行清理，平整等工作。如有需要，可对其采取加固措施。比如，为了改善场地的承载能力，可以在软土地基的上层区域，设置合适的黏土层，可以选择在固化剂材料中添加适量的硫酸钠物质，来强化软土地基的固化效果。

5.4 压实加载处理技术

对于软土地基而言，也可以采用压实加载处理技术进行处理。在软土地基上，放置一定重量的重物，可以充分利用其本身的重力，不断地给地基施加载荷，实现对地基压缩特性的有效改善。然而，若采用单纯的压实式加载法进行处理，则会产生不同程度的不均匀沉降。为此，要根据实际工程条件，综合采用其他的加固方法，来增强软土地基的承载力，同时也要防止在工程施工中产生不均匀沉降。

5.5 地基化学加固处理技术

5.5.1 电化学加固

在软土地基上，施工人员将一定量的金属电极杆埋于其中，然后将电流引入到电极杆中，在持续的电渗和离子交换过程中，软土地基中的水分被持续释放，而被吸附的 Na、Ca 等被替换为 Al、H_2的物质。最后，将原来的铝胶结构转变成土粒结构，并且使地基含水率显著降低，达到对软土地基进行加固的目的。

5.5.2 硅化加固

在软土地基中，埋置多孔的金属灌注管，并利用该灌注管，不断地向软土地基中注入硅酸钠溶液与氯化钙溶液。当溶液与土壤发生相互作用时，会产生一种离子的化学反应，这样，在土壤颗粒的表面就会生成硅酸凝胶，从而使地基的无侧限极限抗压强度得到提升。

5.6 强夯处理技术

强夯技术是在软土地基上部放置一定量的重锤，然后放开限制，使其从高空自由下落，对下部土体进行动态夯击。在动态冲击作用下，软土地基会发生强制压密，增强地基强度，减少土体空隙，提高承载能力。然后，施工人员操作机械设备进行地基的填平。该方法具有施工工艺简单，地基变形和沉降小，适用土层广泛，节约材料，提高施工效率等优点。而当在软土地基周围布置有建筑物或者各种施工机械设备时，则需要进行防振和隔振防护。采用该方法能够以较少的成本改善软土地基的性能，具有广阔的应用前景。然而，在实践中，该方法经常会产生噪音，因此，在具体的工程作业中，必须要安装一些隔音装置。

5.7 涵洞处理技术

在实际的工程施工中，涵洞处理会牵扯到填筑施工环节。为了加强涵洞处理的效果，必须在桥台的前部和后部各放入一定量的填料和砂砾。在实际的施工操作中，为了更好地推动涵洞的固结，降低路桥工程施工中出现的差异沉降，应在桥梁两端 80-100 米的区域，对桥梁进行超载预压，使全部路桥工程地基的承载力得到明显的提升，同时降低了桥台及地基的沉降量。在涵洞和通道的施工中，可以将钢筋砼的箱体进行适当地加宽，以增加整体施工强度，便于施工。对于较高的路堤段，以及较大的下层地基沉降量和较长的沉降时间，可以采用降低改造为桥梁跨度的方法。

6 结束语

总之，软土地基的处理是路桥工程建设中的一个关键环节，它的质量直接关系到整个工程的质量。施工企业应该对软土地基的处理原则以及处理的关键要点有一个清晰的认识，并对路桥工程的建设需要进行深入的研究，对软土地基处理技术进行正确的运用，这样可以更好的提高软土地基的处理效果。

[参考文献]

[1]李永杰.路桥工程试验检测的现状与提高检测质量的措施[J].工程建设与设计,2023(8):210-212.
[2]官正玉.路桥工程下部结构大体积混凝土温控防裂施工技术应用要点研究[J].交通世界,2023(12):180-182.
[3]韩明伦.强化市政路桥工程现场施工管理的对策[J].工程建设与设计,2023(6):225-227.
[4]庞翠娟,麦浪苹,常亚静,廖剑权,罗敏星,杨淑娜,魏壮壮.基于 BIM 技术的路桥工程全过程应用研究[J].智能建筑与智慧城市,2023(3):135-140.
[5]李尊龙.市政路桥工程大体积混凝土施工技术管理分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(8):86-88.

作者简介：王树阳（1988.2—），男，毕业院校：中国石油大学,安全工程，单位：新疆北新路桥集团股份有限公司，职务：工程管理部主管，职称：工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑给排水管道的安装施工技术

吴江波
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]随着现代城市发展，城市建筑及公共设施数量快速增长，在对这些建筑进行安装与维护时存在着较多的问题，包括重要的给排水管道安装施工问题等。为了解决这一问题，施工人员需要采取有效的安装施工技术与维护措施。在这些方面，管道安装施工技术至关重要，它不但可以提升建筑的总体品质，还可以为住户带来安全、便利、安全可靠的服务。为了进一步提高管道安装的效率，施工人员应该采取多种措施，包括完善工程管理体系、执行相关法律法规，采用合适建筑给排水管道的安装施工技术。这样才能进一步提高整个建筑工程的效率。

[关键词]建筑给排水；管道安装；施工技术
DOI：10.33142/ec.v6i8.9128　　中图分类号：U4　　文献标识码：A

Installation and Construction Technology of Building Water Supply and Drainage Pipeline

WU Jiangbo
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: With the development of modern cities, the number of urban buildings and public facilities is rapidly increasing. There are many problems in the installation and maintenance of these buildings, including important installation and construction issues of water supply and drainage pipelines. In order to solve this problem, construction personnel need to adopt effective installation and construction techniques and maintenance measures. In these aspects, pipeline installation construction technology is crucial as it can not only improve the overall quality of the building, but also provide safe, convenient, and safe and reliable services for residents. In order to further improve the efficiency of pipeline installation, construction personnel should take various measures, including improving the engineering management system, implementing relevant laws and regulations, and adopting appropriate installation and construction techniques for building water supply and drainage pipelines, which can further improve the efficiency of the entire construction project.

Keywords: building water supply and drainage; pipeline installation; construction technology

引言

给排水管道安装是当今城市建筑中不可或缺的一部分，它直接关系到人们的用水安全以及城市给排水管道的使用。然而，目前我国给排水管道安装技术仍然较为落后，在规划和施工过程中，技术人员缺乏经验，检查也未能达标，这将严重影响人们的正常生活，甚至可能导致严重的社会危害。为了确保给排水管道安装工程的高质量，需要以科学合理的方式进行规划，并制定出完善的安装施工方案，以确保其有效的实施。

1 建筑给排水系统概述

1.1 给排水系统构成

建筑物内部的排水设施包括三个部分：供水、排水以及循环。供水部分负责为工业、农业、畜牧业提供清洁能量，并将污染物进行有效控制。排水部分则负责将其所释放出来的污染物进行净化，并将净化后的污染物进行有效控制。在建筑物的给排水管道的安装施工过程中，需要根据其组成部件的特点，以及其实际的使用情况，进行全面的分析，以便根据不同的需求，精心挑选最适宜的管道。此外，还需要对整个供水、排水及循环系统进行全面的评估，以便使得管道的安装更加完善[1]。

1.2 给排水管道施工要求

在开始施工之前，需要认真完成所有必要的准备。这包括制定施工方案、招募专业人才、使用最新的管道技术、选择最优的原辅材料以及严格控制现场的管理。施工人员需要全面考虑整个项目，并且确保所有的准备都得到了充分的实施。同时，施工人员还需要按照设计图纸的指导来执行，并使用最新的施工方法，以确保项目的顺利完成。在施工期间，应当精准地界定各方的职责，并且把每项职责都落实到每位参与者身上[2]。

1.3 给排水管道安装流程

为了保障施工现场的有效进行，保证项目的顺畅推进，需要先确定一套严格的管理机构，以确定安装排水系统的时间和地点。此外，还应当严格遵守相关的技术规范，保障项目的顺畅推进，并且有效地提高建筑施工的质量。为了完成任务，施工人员和技术专家都需要熟悉并精通相关的设计和制造规范。他们需要根据设计和现场条件，制定合理的施工流程，并严格遵守相关的质量和安全规范。一旦完成了这些任务，就可以开始进行放线测量，以便更好地控制和监督项目的进度。为了保障实施计划的有效执行，施工人员需要根据测量数据进行细致地检查。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 建筑给排水管道的安装施工原则与必要性

2.1 建筑给排水管道安装施工的原则

通过增设排水系统，施工人员力求最大化地发挥自然资源的效益，避免浪费，满足居民在生活、工作等方面所必需。具体来说，施工人员将会定期收集各个地区居民对自然资源的消耗量，以及各个部门之间的消耗量，以便更有效地满足居民的消耗。另外，由于大多数排水系统都设置在地面，所以施工人员还会采取措施，将它们连接到城市中各个部分，以便更有效地满足城市居民使用[3]。

2.2 加强建筑给排水工程中管道安装施工技术的必要性

通过改进建筑的排水系统，施工人员的社区将会受益匪浅。这项技术既为城市提供了必要的饮用水，也为保护环境作出了巨大贡献。它的应用将为我国的经济增长提供强劲动力，并为社会的长期稳定提供支撑。随着社会发展，许多企业出于谋取更高的经济效益，采取欺诈手段，如节省成本、滥用低质量的原材料，从而导致给排水系统无法满足规范的标准，对居民的日常生活及工作造成巨大的影响。当前，由于城市发展的迅速，施工技术的差异已经引起了越来越大的社会担忧，尤其是在人口稠密的情况下，导致饮用水的极度短缺。因此，改善排水系统的施工质量已经引起了社会各界的普遍认可，而采取正规的管道安装方式，将为实现自然资源的可持续发挥和最大限度地减少浪费，发挥其应有的作用。

3 建筑给排水管道安装施工存在的问题

3.1 思想上缺乏足够重视

安装给排水管道是建筑项目中不可或缺的一部分，它直接关系到人们的用水需求。然而，由于外部因素的影响，一些单位将安装给排水管道误解为排水建设，认为施工过程无需过多关注，导致安装工作粗心大意，无法保证工程质量。建筑工程的进行受到许多因素的影响，包括工期、人力、环境等。为了满足建筑工程的需求，施工单位需要考虑到资金、技术和人力方面的限制，使给排水管道安装处于落后的状态，从而无法达到预期的效果[4]。

3.2 施工过程不够规范

在安装给排水管道时，由于其建设工程复杂性以及技术不够成熟，可能会遇到一些棘手的问题。此外，由于安装人员的专业能力和素质各异，如果他们缺乏必要的专业知识，可能会影响到整个安装过程，从而导致安装质量受到影响。如果监理人员没有及时介入，施工人员可能会自行完成给排水管道的安装，这可能会导致许多问题，并且可能会影响到整个排水系统的使用效果。例如，在给排水管道安装完成后，可能会出现渗漏、滴水等问题。

3.3 监管力度严重不足

为了确保建筑物的质量，需要加强对给排水管道的安装和维护，并制定一套严格的监督机制。从设计到实际操作，从检查到评估，从预防到控制，从保证到改进，都要求严格地执行，从而使得整个项目的顺利实施。只有当所有的环节都得到充分的重视，才能真正发挥其作用，保证项目的顺利实施。由于排水系统与传统的建筑物有着本质的区别，它们被设置在建筑物的内部，因此很容易受到外界的干扰。此外，由于监督机制的欠佳，可能会导致排水系统的安装存在严重的风险，从而对建筑物的日常运营造成负面的影响。

4 建筑给排水管道安装施工技术要点

4.1 预留洞口

管道施工是建筑给排水工程的关键环节，因此需要加强对其的重视。为了确保后期的维护和管理顺利进行，需要在安装管道之前进行专业的测量，并在合适的位置留出足够的空间，以便后期的维护和管理。在预留洞口的过程中，除了要考虑施工建设时可能带来的影响外，还需要综合考虑各种因素，以确保洞口的准确位置[5]。

4.2 合理开展管道连接工作

当施工人员开始安装排水系统时，由于不同的建筑风格、特定的施工标准以及其他因素的存在，可能会遇到许多挑战。因此，施工人员需要根据不同的建筑物的高度以及特定的排水需求，采取适当的措施来完成这项任务。在进行法兰连接的设计和制造时，施工人员需要特别强调其重要性，特别是在选择和使用方面。施工人员需要确保所选择的法兰的方向和尺寸都是适当的，并且避免将它们放在相邻的地方。此外，施工人员还需要确保法兰的中心线和安装的管道的中心线处在相同的水平，这样才能为今后的管道连接和其他施工活动创造良好的环境。在进行卡箍连接时，应该特别注意遵守相关的规范，并且加强螺栓的紧固力，以便使用具备良好弹性的橡胶圈，以避免出现松动、接头松动或者其他问题。

4.3 给水管道试压工作

在建设项目中，给排水系统的试压是至关重要的。在完成安装之后，工程师应该立即开始检验所有已经连接上去的管道和部件。如果发现某些部位无法承受预期的负荷，应立即更换。在这个过程中，应该按照注入水量较小、释放空气量较大的顺序来进行试压。在发生故障时，需要立即终止测试，仔细查明其中的根源，制定可靠的措施，以避免由于过高的水位而造成的损害。在完成测试之后，需要及时完成管道的抽气，以去除管壁上的污垢，从而保证管路的安全性和使用寿命[6]。

4.4 室内管道安装

为了确保建筑物的正常运转，施工人员需要认真负责地处理室内的所有管道。施工人员需要特别重视管道的安装和布置，按照一些特殊的标准和流向来确保它们的正确性。施工人员需要确保所有的管道都按照一个固定的顺序来布置，而且需要确保所有的管道都是连接的。为了有效地处理室内管道的安装，应当严格遵守相关规范，并且进行全面的检验和评估。同时，应当采取有效的措施来防止出现冲突，以便及时有效地处置和调节。此外，应当严格按照规定的标准，精心挑选和检验所有的原辅材料，以确保其具备良好的耐久性和可靠性，从而达到最佳的室内管道安装效果。

4.5 制定科学合理的施工组织计划

由于安装排水系统需要使用大批优秀的原材料、先进的技术、精湛的操作技巧，以及完善的检测仪器，这些都

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

是必不可少的，以便更加准确地完成这些任务。通过制定完善的施工方案，可以使得每个步骤的顺利实现，并且能够避免相关的障碍物，从而促使整个项目的顺利完成。

4.6 严格按照施工方案进行作业

为了有效地实现给排水系统的可靠运营，需要认真遵守相关规范，并且精心检查每个环节，以便达到最佳的效果。特别是，在安装之前，需要检查所有的接头处是否有任何异常情况，并且检查管沟的平坦度和管道的埋入深浅是否满足规范。采取科学的管控措施，精心设计和规划施工流程，以及实行有效的资源循环利用，以最大限度地减少对资源的消耗，提高施工效率。

5 加强建筑给排水工程中管道安装施工技术的应对措施

5.1 做好施工原材料的选购

提高建筑物的建造和维护的成功率，需要依靠优秀的建筑物的建造和维护。建筑物的建造和维护需要以优秀的建筑物的建造和维护作为前提，而建筑物的建造和维护则需要以优秀的建筑物的建造和维护作为前提。为了确保材料的准确性和安全性，施工人员需要对所有的材料都进行严格的审核，确保它们都符合标准，同时要求所有的审核都要有完整的记录。此外，施工人员还应该对所有的材料都进行抽样测试，以便更准确地评估它们的质量。

5.2 做好施工管道的堵塞和渗漏防护工作

为了确保管道施工安全，施工人员需要首先确定问题的根源并采取适当的防护措施。在施工过程中，施工人员需要根据实际情况进行调整，并严格遵守设计图纸。如果发现问题或需要改动工程，施工人员需要立即与设计单位联系。在管道施工完成后，施工人员将定期派出专人进行检查，并将相关信息记录下来。如果发现堵塞或渗漏的情况，施工人员将立即向相关单位报告，并采取必要的防护措施。

5.3 做好建筑给排水管道内噪声的防控

噪声是排水系统中的一个重要问题，它通常由水流冲击管道造成。当水流流速较快，流量较大，撞击管壁的力会增加，导致噪声增大。因此，选择合适的管道材料对于降低噪音有很大的作用，比如使用柔性铸铁或消音内螺旋排水管。为了减少噪音对环境的不利影响，建议在给排水管道外部覆盖一层隔音材料。

5.4 根据需要强化管道材料的质量

若在施工过程中未按照规范的要求挑选合适的材料，将会严重影响给排水系统的可靠性和安全性，从而缩短其使用寿命，并且大大消耗资源。为此，需要严格控制和监督各项管道的生产，以确保其符合规范的要求，并且在各个环节都进行有效的保护和维护，保证良好的性能和可靠性。为了确保择优选用的有效性，施工人员建议在采购建筑材料之前，对其供应商进行全面的考察，以便以最低的价格获得最优的产品。

5.5 建立健全的人才管理机制

随着社会发展，越来越多的建筑公司开始采用高素质的劳动力，以降低建筑费用。然而，大多数建筑公司仍然会优先考虑招聘农村劳动力，因为他们缺乏必要的专业知识，无法在建筑行业内进行合法的劳动，也无法准确地掌控建筑的关键环节。尽管部分施工单位的安全意识较弱，但这并未影响到他们的素质和能力。为了确保工程的顺利进行，施工人员需要努力改进和优化他们的素质，并且让他们具备相应的资格和技能，以便能够在特殊情况下正常执行任务。为了确保施工质量，施工人员应该不断完善培训计划，以增强他们的专业知识、安全意识，并建立科学的评估体系，以此来促使他们的职业发展。

5.6 加强施工现场的监理工作

监理应该积极与业主沟通，仔细了解他们的需求，并严格按照他们的要求执行监理任务。在施工过程中，应该全程监督，确保施工单位严格遵守规范，施工人员在工作中始终保持良好的安全意识。为了确保施工质量，施工人员需要加强对施工单位的监督，避免他们偷工减料的行为。尤其是对于地下室施工，由于其内部管道众多，施工环境复杂，施工人员需要加强监督，确保没有缺陷、漏洞和碰撞等问题的发生。此外，对于高层建筑，尤其是存在转换层的建筑，施工人员需要加强监督，避免发生碰撞给排水管道的情况。

6 结语

为了确保建筑给排水管道优化设计和正常使用，施工人员应该加强对其质量的监督，并且积极发掘和处理可能存在的问题，结合实际情况不断优化设计，以确保其符合相应的技术和质量标准。同时，应当严格按照相应的技术指南和操作规范，选择符合要求的材料，并且定期进行测试和测量，以确保其正常使用。通过严格的检查和监督，施工人员可以有效地控制和改善管道的安装质量和正常使用，以期达到更好的给排水效果。

[参考文献]

[1]杨瑛琦.建筑给排水管道安装施工技术研究[J].建筑技术开发,2022,49(13):108-110.
[2]周子超.建筑给排水工程中管道安装施工技术[J].居舍,2022(16):71-74.
[3]王春敏.建筑给排水管道安装施工技术及质量控制[J].住宅与房地产,2021(27):72-73.
[4]许立烜.建筑建筑中给排水管道施工的防渗漏技术分析[J].住宅与房地产,2021(19):193-194.
[5]崔德爽.建筑给排水管道安装施工技术研究[J].建筑技术开发,2021,48(6):53-54.
[6]杨海锋.建筑给排水工程中管道安装施工技术[J].科技创新与应用,2021(8):176-178.

作者简介：吴江波（1989.2—），男，毕业院校：东北财经大学；学历：本科；所学专业：工程管理；当前就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司；职务：技术员；及所在职务的年限：10年。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈止水帷幕与桩支护逆筑法在旋流池工程施工中的应用

张 亮
中国十九冶集团有限公司，江苏 南京 210039

[摘要]为解决旋流池工程施工中地质条件、施工环节对相关作业安全及质量的干扰影响问题，文中对旋流池工程施工中止水帷幕与桩支护逆筑法的技术要点进行分析和阐述，进一步探究止水帷幕与桩支护逆筑法应用可行性，并提出施工期间注意事项，从根本上保障旋流池工程施工质量，以期为相关工程建设提供参考。
[关键词]止水帷幕；桩支护逆筑法；旋流池工程；高压旋喷桩；质量控制
DOI：10.33142/ec.v6i8.9102 中图分类号：TU273.3 文献标识码：A

Brief Discussion on the Application of Water Stop Curtain and Pile Support Reverse Construction Method in the Construction of Vortex Pool Engineering

ZHANG Liang
China 19th Metallurgical Group Corporation Limited, Nanjing, Jiangsu, 210039, China

Abstract: In order to address the interference and impact of geological conditions and construction processes on the safety and quality of related operations in the construction of a vortex pool project, the technical points of the water stop curtain and pile support reverse construction method in the construction of a vortex pool project are analyzed and elaborated in the article. The feasibility of the application of the water stop curtain and pile support reverse construction method is further explored, and precautions during construction are proposed to fundamentally ensure the construction quality of the vortex pool project, so as to provide reference for relevant engineering construction.
Keywords: water stop curtain; pile support reverse construction method; swirl pool engineering; high pressure rotary jet grouting pile; quality control

引言

在旋流池工程施工中，对止水帷幕与桩支护逆筑法合理应用，不仅可以弥补传统施工技术所存在不足，又能有效缩短旋流池工程施工周期。施工项目所在区域地质条件差，极易导致施工过程中出现建、构筑物下沉、坍塌等问题，降低施工作业安全性。基于此，即可发挥止水帷幕与桩支护逆筑法的技术融合应用优势，既能保证止水效果，又能使整个工程结构稳定性、可靠性进一步提升。止水帷幕与桩支护逆筑法如何在旋流池工程施工中有效应用，是目前各相关人员需要考虑的问题。

1 旋流池工程施工中止水帷幕与桩支护逆筑法的具体应用

本文以某地区旋流池工程施工项目为例，该工程施工项目所在地区属于浅海滩涂地貌，通过在施工前开展实地勘察工作，以掌握旋流池土层由上往下依次为杂填土、淤泥、淤泥质土。地质条件较差，为减少该问题对后续施工安全、顺利开展的影响，应在土方开挖前做好安全防护措施及突发情况应急预案，以保障旋流池工程施工安全。

以现场地勘报告及施工条件为依据，确定旋流池工程施工中止水帷幕与桩支护逆筑法的技术应用方案，其中旋流池基坑支护以地下连续墙或排桩的施工工艺为主。

1.1 止水帷幕施工技术要点

1.1.1 止水帷幕施工设计要求

本工程项目中采用内外各两排高压旋喷桩施工，并在施工区域形成止水帷幕，止水帷幕施工设计要求如下：

（1）高压旋喷桩的桩径：80cm；桩间距：60cm；相邻两根桩相互搭接 20cm；两排之间相互搭接 30cm，桩总设计长度为 26m。以自然地面为基准确定桩顶标高，形成壁状加固体。

（2）沿着坑底，从下至上加固单排高压旋喷桩，单排高压旋喷桩的桩径为 80cm，桩间距控制在 20cm，桩长度设计为 5.7m，并呈梅花型布置加固桩，桩顶标高为 -20.3m。

（3）坑底以下需要加固处理部分，加固桩采用双排高压旋喷桩，其桩径为 80cm，桩间距控制在 60cm，相邻两根桩相互搭接 20cm，两排之间相互搭接 30cm，桩总设计长度为 20.3m，在旋流池内筒以外呈井字型布置加固桩，桩底标高-20.3m。

1.1.2 施工流程

（1）严格按照高压旋喷桩施工流程安排并完成各项施工任务，以保证施工作业规范性，避免后续施工中发生不必要问题。

（2）将高压旋喷桩施工所涉及使用原材料运输至现

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

场指定区域，并在施工前做好原材料（原材料以 P.O.42.5 级水泥为主）质量检验工作，防止质量未达标原材料在施工中使用。

（3）根据旋流池工程现场施工平面布置图纸，规划现场水泥棚搭建区域，水泥棚作用主要是堆放现场水泥材料，减少外部环境因素对水泥性能影响，避免出现水泥受潮结块情况。同时确认现场各类机械设备是否在指定区域放置，检查现场水电供应是否正常和稳定，待无任何问题后，方可准许开展施工作业。

（4）以国家现行《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012/J220-2012）规定标准为依据，明确高压旋喷桩施工技术参数及具体施工要求，以保证高压旋喷桩施工质量。现场引孔工序完成后，按照设计深度，下射浆管，高压水通过喷嘴并旋转喷出，起到对作业区域土体近些切割和扰动的作用效果[1]。将射浆管提升至设计深度，确认位置准确后，即可喷射高压水泥浆，使喷射出的水泥浆液与扰动土体相互混合。将喷嘴旋转提升至孔口部位，则结束喷浆工序，施工人员要及时清洗浆管，避免管内留存过多水泥浆液凝固后而导致后续喷浆作业中发生管道堵塞问题。高压旋喷桩施工技术参数参考表 1。

表 1 高压旋喷桩施工技术参数

水泥浆的水灰比	1.0～1.5
喷浆压力	20MPa
喷浆量	100～150L/min
空气压力	0.7MPa
水流量	80～120L/min
水压	30～40MPa
提升速度	5～15cm/min
旋转速度	5～15r/min
水泥用量	600kg/m

（4）高压旋喷桩施工过程中，施工人员要保证钻杆连续且不中断进行旋转和提升，时刻关注喷射孔与高压注浆泵二者间隔距离，间距控制在 50cm 以内，钻孔位置与设计位置偏差≤50mm。检查现场施工区域孔位、孔深等内容是否与施工设计方案相一致。

（5）施工人员要在高压喷射注浆作业期间加强质量控制，针对注浆过程中可能会出现的异常情况制定处置措施，如压力骤然下降、上升或冒浆等情况，避免上述异常情况出现对施工质量造成较大影响。此外，提升对高压旋喷桩施工周边环境监测的重视程度，结合环境监测报告适当调整高压旋喷桩施工技术参数，以保障高压旋喷桩施工质量，进而将止水帷幕在旋流池工程施工中重要作用充分发挥。

1.2 桩支护逆筑法

该工程项目中旋流池的深度为 20.3m（含垫层），外径 18m，壁厚 0.8m，旋流池中心筒内径 5m，壁厚 0.3m。根据国家现行规定要求，工程建设所涉及基坑施工其深度超过 5m，均要做好安全专项方案。该工程项目中旋流池明显属于深度超过 5m 的基坑，为保证施工质量和安全，提出应用桩支护逆筑法，该工艺以地下连续墙为主，不仅可以提高旋流池基坑支护效果，又能与止水帷幕桩形成良好搭接和粘结效果，建立有效的抗渗防漏整体结构，强化旋流池工程施工中止水效果，降低下沉或坍塌等问题发生概率[2]。

1.2.1 支护设计

旋流池基坑以逆作法施工工艺为主，将环形支撑在逆作施工阶段设置。遵循“两墙合一”作业原则，墙体厚度为 120cm，施工完成后的地下连续墙则会形成一个围护体。将Φ850@1200 三轴搅拌桩分别设置在地下连续墙内外侧，形成槽壁并加固处理；墙外侧每 25.71° 设置Φ800@500 高压旋喷桩。

1.2.2 地下连续墙施工流程

（1）在正是开展施工作业前，将施工区域内既有地下室结构及桩基等障碍物情理干净，在浅土层处回填优质粘土，并压实处理至其符合设计要求，其中深部则是要制定合理的施工技术方案，避免后续地下连续墙施工中不必要问题发生。

（2）参照地下连续墙槽段平面布置图，确定地下连续墙定位，复核红线与主体结构位置是否保持一致；若存在定位与建筑总体定位图不符情况，则是以总体定位图为标准，对相关施工参数进行调整。

（3）地下连续墙在旋流池工程施工中不仅是基坑开挖阶段的挡土止水围护体，也是工程建设完成后作为永久使用阶段地下室结构外墙。结合现场实际施工情况，合理选择成槽设备和成槽工艺，以保证地下连续墙施工中成槽质量。

（4）以试验方式确定地下连续墙施工中成槽的各项参数。试验成槽段设计厚度为 120cm，墙体深度为 40m。在槽壁静置试验期间，应间隔 5h 测试一次槽段顶口、中部以及底端泥浆比重参数，以及槽壁稳定曲线、垂直度、沉渣厚度，以获得最佳成槽参数。由施工单位组织检测、监测单位对成槽试验的可靠性进行检查和确认，待通过相关部门审批后，方可准许开展施工作业。

（5）吊放钢筋笼时，无特殊要求均整笼吊放；若按照要求进行分段吊放时，则是要采取有效措施为上下节钢筋笼连接提供保护，以保证分段钢筋笼连接的整体性、垂直度以及牢固性均符合设计规范要求。在具体施工过程中，施工人员要妥善放置钢筋笼，其中地下连续墙的主筋与水平筋直接焊成钢筋笼骨架；钢筋笼入孔全过程应保持垂直，避免出现钢筋笼弯曲变形情况，下放时若遇到阻碍，则不

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建议强行下放，防止对钢筋笼造成损坏。将保护铁分别设置地墙两侧，起到防止地墙保护层厚度因施工操作发生改变的作用[3]。

1.2.3 土方开挖

土方开挖施工中，采用反铲多层接力挖土，人工配合清底，距基底 200～300mm 厚范围内人工清土，所挖土方均要全部外运。每层挖土标高必须严格控制，不得超挖；且基坑四周不得堆积土方，基坑四周利用冠梁上的预埋铁件搭设 1.5m 高 Φ48×3.5 钢管安全栏杆，挖土过程中在基坑侧壁设垂直爬梯供人员上下，底板砼浇筑完毕后搭设脚手架钢管“之”字形斜道到坑内。

1.2.4 模板安装与拆除

模板安装：①工程施工项目中墙壁使用原有灌注桩及钢丝网砂浆面层做外模，其余均采用建筑木模板（12mm），采用 100*50 方木按@200 做背楞，Φ48×3.5 扣件式钢管满堂脚手架进行支撑，侧壁采用 M12 拉结螺栓进行加固。②采用 Φ48×3.5 钢管搭设满堂脚手架，剪刀撑每隔 3.6m 设两道，在满堂脚手架顶部，利用 3m 长钢管将其与相邻结构搭接在一起。③将 M12 拉结螺栓以焊接方式与钢筋混凝土灌注桩连接，目的是起到加固侧壁模板作用。

模板拆除：遵循先支后拆，先拆非承重模板，后拆承重模板操作原则，及时清理现场内拆除下来的材料，并集中堆放以便周转使用。此外，模板拆除时间必须符合相应规范要求。

1.2.5 钢筋网绑扎

作业过程中，施工人员需要在四周两行钢筋交叉点进行扎牢处理，中间部分交叉点可采取相隔交错扎牢方式，前提是必须保证受力钢筋不会发生位移情况。双向主筋的钢筋网，应全部钢筋相交点扎牢；绑扎时，呈八字形紧扣相邻绑扎点的铁丝，预防网片歪斜变形。

例如，在绑扎墙钢筋时，根据钢围檩及施工缝留设确定墙的垂直钢筋每段长度，每段长度不宜超过 80cm，方便绑扎钢筋。钢筋的弯钩应保持混凝土内朝向，竖向钢筋则是利益滚压直螺纹机械设备进行连接。采用双层钢筋网时，撑铁需要在两层钢筋间合理设置，起到对钢筋间距进行固定作用。选用直径为 6mmh 或 10mm 的钢筋制作撑铁，撑铁长度与两层网片净距相一致。墙钢筋绑扎作业应在模板安装前完成[4]。

1.2.6 混凝土浇筑与振捣

混凝土浇筑：遵循“斜面分层、自然流淌、薄层浇捣、一次到顶”的混凝土浇筑原则，从底板中间向两端推进。每层混凝土浇筑间隔时间以混凝土还未初凝为准，分层厚度控制在 400mm，斜面浇捣坡度取 1：5。

混凝土振捣：选用插入式振动器，将其插入混凝土中，呈梅花状布置各插点，均匀控制插点间距，插点间距不超过 50cm，避免出现漏振情况。对上层混凝土进行振捣时，施工人员要做到“快插慢拔”，振捣棒插入下层混凝土深度为 50～100mm，使其能够对两层间的接缝有效消除，当混凝土表面无气泡、无水泥浆泛出时，即可停止振捣。针对钢筋密集的节点部位振捣处理，需要加强二次振捣，确保混凝土密实度符合相关规范要求。

混凝土养护：待混凝土浇筑及振捣工序结束后，施工人员要及时做好混凝土的保温保湿养护措施，一般情况下，混凝土浇筑完成 12h 后，即可使用塑料薄膜、麻袋等材料对混凝土表面进行覆盖。此外，施工缝是防水薄弱部位之一，应妥善施工缝处理特；其中底板和池壁施工缝均要以钢板止水缝或橡胶止水带为主，且再在支墙板模之前，冲洗缝表面浮粒，直至干净。混凝土质量检查及验收，应严格按照设计规范要求进行。

2 旋流池工程施工中注意事项

首先，加强旋流池工程施工过程中基坑环境监测。重点监测基坑支护结构体顶面和边坡顶面是否存在变形情况，如支护结构顶水平位移速率不超过 2mm/d，位移总量小于 6m；支护结构顶沉降速度不超过 2mm/d，总量小于 6cm。监测工作应贯穿于旋流池工程施工全过程，监测期应从基坑工程施工前开始，直至地下工程完成为止，同时也能更好地保障止水帷幕与桩支护逆筑法施工效果。

其次，注重混凝土的抗渗性提升。例如，在使用混凝土材料时，可在施工前，重点加强水灰比控制，水灰比过大或过小均会对混凝土的抗渗性造成较大影响。如水灰比过大，混凝土硬化过程中会将多余水分蒸发出来，会使诸多孔隙和毛细管道通路在混凝土内部形成，混凝土抗渗性下降；如水灰比过小，直接降低混凝土施工和易性，其使用性能整体变差，难以保证混凝土施工质量符合旋流池工程施工标准[5]。

最后，若旋流池工程施工中土方开挖作业期间出现局部坑壁位移过大、地面裂隙等情况，施工人员必须立即停止挖土，必要时回填土方，及时通知相关负责人，查明原因后并采取相应措施，确认无任何问题后，方可继续开挖。另外，施工作业期间，土方开挖至基坑底标高后，有土体隆起现象出现，需要在被动区采取反压加固措施，及时开展垫层及底板的施工作业，防止影响后续其他施工作业顺利进行。

3 结束语

综上所述，根据前期实地勘察报告，得知旋流池工程施工项目所在地区是浅海滩涂地貌，且旋流池土层分别由杂填土、淤泥、淤泥质土组成，地质条件较差。为保证旋流池工程施工质量与安全，提出将止水帷幕与桩支护逆筑法应用于该工程项目中，并在施工期间加强作业规范和质

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

量控制，使水帷幕桩与支护桩之间形成良好搭接和粘结效果，建立有效的抗渗防漏整体结构，以强化止水效果，在一定程度上也能有效降低下沉或坍塌等问题发生概率，切实提高旋流池工程建设水平。

[参考文献]

[1]向新志,姜命强.复杂环境下城市深基坑墙下止水帷幕施工技术[J].中国建筑防水,2023(5):37-41.
[2]杨界峰.不同止水帷幕设计下基坑降水影响分析[J].江苏建筑,2023(1):79-82.
[3]周璞基.超深基坑止水帷幕与排桩支护施工技术研究[J].江西建材,2023(1):313-314.
[4]杨宗亮.逆作法钢板桩围堰支护技术在深水基坑工程中的应用[J].铁路采购与物流,2022,17(12):64-67.
[5]陈志剑.浅谈旋流池分部分项工程的施工方法[J].冶金动力,2021(5):67-69.

作者简介：张亮（1985.3—），男，民族：汉，学历：大专，所学专业：电子商务，目前职务：科员，目前职称：助理工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高层建筑给排水设计施工及管道安装施工工艺

冯 轩
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]在我国的城市规划过程中，大多数建筑都是高层建筑。高层建筑的建设极大地提高了土地利用效率，但高层建筑的施工相对复杂。在设计过程中，施工单位应全面分析建筑的整体结构特点，做好给排水系统布局，确保给排水系统充分发挥作用。同时，设计师应高度重视给排水系统的设计，采用科学规范的方法提高高层建筑的设计水平，确保高层建筑的稳定运行。
[关键词]高层建筑；给排水；设计；施工；措施
DOI：10.33142/ec.v6i8.9125 中图分类号：TU82 文献标识码：A

Design and Construction of Water Supply and Drainage in High-rise Buildings and Construction Technology of Pipeline Installation

FENG Xuan
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: In the process of urban planning in China, most buildings are high-rise buildings. The construction of high-rise buildings greatly improves land use efficiency, but the construction of high-rise buildings is relatively complex. In the design process, the construction unit should comprehensively analyze the overall structural characteristics of the building, make a good layout of the water supply and drainage system, and ensure that the water supply and drainage system is fully functional. At the same time, designers should attach great importance to the design of water supply and drainage systems, adopt scientific and standardized methods to improve the design level of high-rise buildings, and ensure the stable operation of high-rise buildings.
Keywords: high-rise buildings; water supply and drainage; design; construction; measures

引言

目前在我国大多数建筑都是高层建筑，如果建筑物只有一个供水点，可能会对整个管网的供水产生一定影响，损坏阀门、管道及相关附件。因此，使用合理的供水系统至关重要。在设计过程中，有必要对建筑的整体设计特点进行全面分析，合理布局，确保其最大限度的功能性。

1 高层建筑给排水管道设计思路和布置原则

高层建筑管道的设计应遵循以下设计理念。（1）根据施工现场给排水系统的特点，进行合理的布置。（2）如果有压力，保护管道免受压力。（3）一根单排水管和两条双排管。（4）将管道埋设在浅层中。（5）使用柔性材料导管。（6）当相邻管道的填充高度接近时，应使用大开槽法。住宅供水系统的总体规划应遵循以下原则：（1）为防止相互干扰，同一平面上的管道不得重叠。（2）尽量不要在主楼或道路的中轴线上安装管道。（3）在布置排水管道时，应注意它们之间的相互关系和相互作用。例如，给水管应该与排水管保持一定的距离。（4）主管必应离分支多的一面近。（5）管道敷设深度应符合相关设计规范，防止外力对管道造成损坏。（6）架空管道不得影响建筑物的照明和居民建筑的正常使用[1]。

2 高层建筑给排水专业设计的要点

2.1 建筑排水方式的选择

主要用于排生活用水，而高层建筑主要在同一楼层排水和通风。所谓地面排水，就是在地面上安装一个中央排水处理点，这样既可以降低排水压力，也可以在出现故障时及时修复。然而，在选择这种方法时，必须考虑相关管道的密封性。同时，为了避免负压虹吸等问题，应在相应的排水系统中增加通风装置，以确保管道畅通，避免漏水。

2.2 有关的管道设备的选用

高层建筑的给排水也有一些要求。高层建筑的给排水取决于水压和高层建筑的压力。因此，在选择材料时，有必要考虑耐压性和耐腐蚀性。例如，目前建筑中使用的许多塑料管具有耐腐蚀、结构简单、成本低、耐压性好等特点。

2.3 住宅建筑给排水设计中的管道布置

遵循经济、美观、安全、协调的规划原则，不仅要充分利用其功能，还要与其他建筑空间系统相协调，形成高效、经济、安全的住宅室内管道系统。特别是在经济层面，考虑建设性质和卫生设施布局等因素，应选择适当合理的管道布局，并设计较短的管道路径，以减少管道系统中的浪费；例如，排水管道的设计必须有一定的坡度，以促进声音抑制和水流畅通[2]。从美学角度来看，给水管和排水管不应穿过对外观要求较高的卧室、橱柜等内部空间，也不应放置在可能引发火灾、爆炸等事故的局部空间，以避免管道事故。从安全角度来看，给排水管道的设计应避免拉伸接头、接头沉降和其他空间的交叉。同时，应注意管

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

道保护，采用软连接方式，最大限度地延长管道的使用寿命，并保护管道不受冻结和振动的影响，以确保其完整性和长期正常运行。此外，在管道布置时应预留一定的安装和维护空间，以加强管道的维护管理。在安装之前，必须考虑管道的布局，管道的分级是整个安装过程的重要组成部分。特别是对于拥有大量管道设备的内部组件，这个问题尤为明显。管道间距和预防的基本原则是：（1）通风管道位于顶部，液体管道位于下方。（2）热水管在上，冷水在下。（3）热水管道位于左侧，冷水管道位于右侧。（4）支线管道让主干线管道。

3 高层建筑给排水施工的要点分析

3.1 注重排水管道的安装

排水系统设计质量是影响高层建筑质量的重要因素。在安装特定排水管道时，应注意施工控制。首先，选择合适的管道，以确保符合既定的质量标准和规范。目前，PPP管道和UPVC管道在高层建筑中都有良好的应用前景。其次，考虑到高层建筑的特殊性，应选择合适的管道连接方式。例如，一些高层建筑使用热熔法，首先清理管道内部的污垢，然后加热管道，然后插入管道进行加固。冷却后，工作人员检查热熔管的连接质量，以确保连接牢固[3]。

3.2 给水管道的安装

（1）首先，根据建筑的设计和工艺布局要求，确定配水管的位置和方向。检查管道支架的位置和尺寸，确保管道安装后偏差符合设计规范。（2）管道安装完成后，及时准备施工工艺资料，并做好现场安装记录。埋地管道的铺设需要对隐蔽工程进行验收处理，记录并及时填写隐蔽验收记录，在隐蔽回填前对供水管道进行试压，验收后进行隐蔽，并收集和归档这些技术资料。（3）当管道安装中断时，应将管道开口用袋子包裹起来。当垂直管道在管道井中的安装中断时，应在管道井上方安装厚木板，以防止大型废料落入管道中。（4）PP-R 导管在热熔过程中与电源相连，工作温度为 260° C±10° C，指示灯点亮后即可开始工作。将管子水平插入热熔液器中，达到加热时间后立即将其与加热套管和加热头一起拆下。新插入的接头可以通过外力固定，但严禁旋转[4]。安装 PP-R 管道时，应采取一定措施防止其拉伸。

3.3 室外管道安装

首先，在安装外部水管时，应注意埋设。预安装需要对施工所需材料进行检查，专业检测部门应加强控制，确保其质量符合标准要求。在清理管道基础表面时，要积极开展排水工程，结合设备，促进施工活动的顺利进行。在管道铺设过程中，要合理控制管道与轴线连接的平衡与稳定，对路堤性能进行清晰深入的分析，合理计算地下水比。其次，在挖沟过程中，要加强施工测量和现场调查，准确利用施工测量和实地调查，充分了解施工现场的环境和水文条件，合理控制其分布，为提高挖沟质量创造有利条件。最后，要提高抗干扰能力，对施工方案进行深入分析讨论，确保施工方案科学合理。沟渠的填充是水管安装完成的最后工序，应注意以下几点：一是在填充沟渠之前，工作人员必须首先清理沟渠中的垃圾。二是有必要对填充有沟槽的土壤进行检查。三是回填完成后，工作人员应检查沟渠中土壤的压实度，确保压实率超过 95%。只有在适当的压实强度下，才能有效防止外力引起的管道开裂和渗漏。四是沟槽回填后，工作人员应平整地面，并严格遵守施工要求。

4 提高建筑给排水施工设计质量措施

4.1 建立健全设计界面管理协调机制

完善项目界面管理协调机制，可以有效解决项目中存在的问题。在管理层领导下，可以通过协商沟通来解决问题，这有助于减少部门之间的冲突，创造和谐的工作环境。此外，还应注意专业领导小组的设立。在通过谈判解决问题时，专业团队可以有效地分析问题，发挥领导作用，有效地解决冲突。

4.2 建设一个完善的施工组织结构

为了提高建筑设计的质量，有必要建立一个可靠的组织质量管理体系。在建筑设计过程中，仅靠人类的主观意识是不可能提高设计质量的。加强工程质量管理的组织和制度建设，强化人员行为规范，确保施工人员自觉加强管理。此外，该结构可以控制和管理施工组织的各种施工过程[5]。

4.3 制定最新的给排水设计方案

高层建筑的复杂性增加了建筑的复杂性，并增加了设计风险。因此，为了保证高层建筑的科学施工，建筑业与社会各界的合作需求也相应增加。在建筑工程中，高层建筑的给排水系统经常被忽视。给排水系统是高层建筑中最重要的系统之一，近年来高层建筑给排水设计技术进展甚微。因此，必须确定高层建筑给排水系统设计中出现的主要问题，以避免带来不便。给排水系统设计不当，对环境影响考虑不足，可能会导致高层建筑的给排水问题。高层建筑中给排水系统设计不当可能会导致健康问题。2003年爆发的严重急性呼吸系统综合征提高了人们对设计和维护给排水系统重要性的认识。SARS 病毒在庭院中的迅速传播凸显了机械密封造成的交叉污染的严重性。因此，迫切需要开发更科学、更安全的给排水项目，国家设计指南为高层建筑给排水系统的设计提供了必要的指导。这基本上保证了防止气味进入房间和防止疾病交叉传播的基本目标。目前高层建筑给排水系统的设计指南仅适用于30 层高层建筑，而现代高层建筑通常超过 100 层，在系统运行条件方面超过了现有设计指南的能力。然而，与低层建筑一样，它们使用相同的设计标准，在科学上并不严格。复杂因素是现代设计标准的历史根源，这些因素导致了在国际水平上相同条件下的许多设计差异，如交叉排气孔之间的距离等。给排水系统排放的废水是由液体、固体和空气组成的多相混合物，具有明显的气味和致病性。给

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

排水系统的安全性和完整性取决于功能性防水密封，最大限度地隔离给排水系统中的污浊空气，防止潜在疾病的交叉传播[6]。为了确保给排水系统的完整性和科学性，有必要科学地设计，以避免过大的水流速度或气流，以及空气压力的瞬态变化，从而导致水阀密封损坏。值得注意的是，排气管和交叉排气孔的直径必须至少与主烟囱的直径相同。在这种情况下，主动通风可以产生更好的效果。高层建筑给排水系统的设计还需要进一步的研究。有必要尽快将所需的研究纳入国家设计标准，以促进提高公共卫生安全、系统效率和设计理念的必要性。如果有合适的设施，最实用的方法是对高层建筑的给排水系统进行数值模拟，只要有合适的验证手段，就可以准确评估不同高层建筑高度和系统配置的运行性能。

4.4 提高建筑设计的质量管理

加强对建筑设计和施工图纸的监督检查。在监督过程中，可以充分发挥监督单位的管理作用，达到监督的有效性。在考虑设计时，有必要考虑设计方案和图纸的合理性。施工人员和技术人员需要共同努力，收集相关建议，为优化和改进建筑设计提供可靠的参考，进一步提高设计质量。

4.5 合理选择隔水管的类型

为了改善我国高层建筑的给排水系统，有必要对基于压力管道进行研究。我国高层建筑给排水系统的发展背景已经存在了一段时间。在此基础上，设计了单管道和双管道的给排水试验，并进行了对比实验分析，以获得给排水系统的给排水特性。以及基于压力管道的高层建筑给排水系统设计方法。测试结果可为高层建筑的给排水设计提供数据参考，为住宅给排水系统的给排水测试标准提供参数依据，完善我国高层建筑的给水排水系统。双管道的给排水排放优于单管道。在建筑物中，尤其是在高层建筑中，应该尽可能多使用双管道。高层建筑给排水系统复杂，管道水压变化大，容易损坏内部管道设备。在严重的情况下，它还会导致管道中的气味进入房间，破坏生活环境。管道压力的变化通常不会破坏管道水平支管上卫生设备的水封。当流量超过立管横截面的 1/3 时，立管的压力变化很大，水封很容易损坏。因此，有必要将单管或双管中的流速控制在形成水膜流的范围内，即在给排水集管横截面的 1/4-1/3 范围内。给排水系统的压力变化可以控制在允许的范围内，并可以充分实现单管或双管的进排气功能。这种容量测量方法主要用于使用常规管道和污水管道的高层建筑。在选择管道类型之前，有必要确定系统上层的容量，并在恒定流量的情况下降低系统的总高度。

4.6 给排水施工技术

高层建筑给排水技术主要包括预埋管道、分区施工、样板层施工。施工人员必须熟悉整个过程、管道安装、卫生管道安装技术。根据高层建筑情况，一些建筑必须进行专门设计，并提前预留相应的楼层。根据设计和统计结果，有必要在高层建筑的确切位置预留开口和管道，以便后续施工。分区建设的基本原则应符合上、下或上、中、下的分层要求，也可以根据排水管和排水孔的密度进行划分，便于施工监督和质量控制[7]。在样板层修建试水管道和下水道时，应注意控制管道布局，并根据设计选择合理的配件和管道。样板楼完工后，相关质量控制部门检查其是否符合标准要求。其他楼板也可以用同样的方式安装，以帮助缩短施工时间，方便施工检查。

5 结语

随着我国改革的深入发展，建筑业呈现出良好的发展势头，建筑设计在国民经济中的地位日益突出。因此，在建设的早期阶段，有必要加强项目规划、设计和施工管理，以确保项目质量。基于现有标准的设计主要来自对中低层建筑的研究。高层建筑给排水系统的设计不能盲目推断，因此迫切需要采取措施，解决高层建筑给排水系统设计问题，确保使用安全。

[参考文献]

[1]贾雪峰.高层建筑给排水设计的核心要点构架[J].工程建设与设计,2020(17):65-67.
[2]王琪.绿色建筑节水节能技术在某高层建筑给排水设计中的应用[J].居舍,2020(24):87-94.
[3]顾晓林.高层建筑给排水设计及施工要点分析[J].居舍,2020(12):79.
[4]刘桃红.高层建筑给排水设计施工及管道安装施工工艺[J].低碳世界,2020,10(3):91-92.
[5]马志超.高层建筑给排水施工及管道安装的问题及对策[J].中国高新科技,2021(15):82-84.
[6]肖毓秀.高层建筑给排水施工及管道安装技术研究[J].建材与装饰,2020(18):222-224.
[7]胡晓勇.高层建筑给排水设计施工及管道安装施工工艺[J].科技风,2021(21):116-117.

作者简介：冯轩（1981.2—），男，毕业院校：北京航空航天大学，所学专业：土木工程,就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司,职务：项目负责人。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程坡屋面施工技术要点与控制措施

章艳丽
新世纪建设集团有限公司，浙江 金华 321000

[摘要]近些年以来，在建筑工程当中设计理念不断更新发展的背景下，建筑样式越来越多样化，原本的平顶屋面也逐渐被坡屋面取代，这促使建筑功能出现了更加多样化的变化。坡屋面也逐渐成为了当前建筑屋面的一种主要设计风格与形式，特别是在一些住宅阁楼设计当中。但从实际效果上来看，坡屋面在防水性上依旧存在一定不足，经常会发生渗漏问题，所以必须在施工期间着重把握施工技术，并做好质量控制。本篇文章就针对施工技术当中的模板、钢筋、混凝土、厚挤塑聚苯板、细石混凝土保护层这几个技术要点进行分析，并提出了一些有效的质量控制措施，希望能够借此为建筑工程中的坡屋面施工提供可靠参考。

[关键词]建筑工程；坡屋面施工；施工技术；技术要点；控制措施
DOI：10.33142/ec.v6i8.9092 中图分类号：TU745.5 文献标识码：A

Key Points and Control Measures for Construction Technology of Sloping Roofs in Building Engineering

ZHANG Yanli
New Century Construction Group Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 321000, China

Abstract: In recent years, with the continuous updating and development of design concepts in architectural engineering, building styles have become increasingly diverse, and the original flat roof has gradually been replaced by sloping roof, which has led to more diverse changes in building functions. Sloped roofs have gradually become a major design style and form of building roofs, especially in some residential loft designs. However, from a practical perspective, there are still certain shortcomings in the waterproof performance of sloping roofs, and leakage problems often occur. Therefore, it is necessary to focus on grasping construction technology and ensuring quality control during the construction period. This article analyzes the key technical points of formwork, steel bars, concrete, thick extruded polystyrene board, and fine stone concrete protective layer in construction technology, and proposes some effective quality control measures, so as to provide reliable reference for the construction of sloping roofs in building engineering.

Keywords: construction engineering; slope roof construction; construction technology; technical points; control measures

现阶段，坡屋面已经成为了我国建筑屋面施工过程中的一种主要风格，特别是在住宅阁楼工程当中。而伴随着钢筋混凝土结构的坡屋面经常发生渗漏问题，因此这种质量通病也受到了更多关注与重视。想要从根本上消除这些隐患与质量问题，需要在设计过程中充分考虑建筑造型、建筑结构安全以及一些重点节点设计可能为建筑质量带来的影响。在施工期间还需要注重坡屋面施工技术要点，严格把控关键工序与部位，致力于有效降低渗漏发生概率。为此，以下内容针对建筑工程坡屋面施工中的技术要点及其质量控制措施进行了深入探讨。

1 建筑工程坡屋面施工技术要点分析

1.1 模板施工

模板施工首先应当选择适合的模板材料，并确保拼接合理，尽可能减少拼接缝。还需要保证接缝的紧密性，可以选择单面薄胶带对接缝位置进行封贴处理。针对一些坡屋面为45°的，则可以选择双层模板这种安装施工技术，分级摆放、安装与浇筑混凝土。该技术方法有效避免了商品型混凝土出现滑落、离析和早期容易收缩等问题的出现，能够让混凝土在振捣过厚更为密实，也能够确保坡屋面板整体厚度。屋面的檐沟部位属于一个经常发生渗漏的位置，在安装模板期间，需要控制好安装的平整性。屋面结构上的支模架系统需要事先借助于计算其承载力和验算其稳定性，而后在可以绘制详细的施工图纸。

1.2 钢筋施工

钢筋施工应当着重控制对应的保护层厚度以及板筋高度，提高钢筋网抗踩踏能力及其稳定性。结合施工图纸要求，将制作好的钢筋进行绑扎，确保牢固，而后使用同样标号的混凝土来制作小型垫块，用于保留充足的保护层，还需要在双层型号的钢筋网间加设一个马凳筋和上层钢筋与下层钢筋采取点焊连接方式，将间距控制到 600×600mm。需要注意的是，阳角与屋脊外侧受到刚性较强的梁结构约束，而混凝土在应用作用与温度作用下十分容易出现裂缝。需要着重调整好钢筋弯折的实际角度，尤其是阴角部位。在完成屋面钢筋的绑扎操作之后，还需要选择相同标号的混凝土制作小型垫块来撑起钢筋，防止混凝土在浇筑之后出现露筋的情况。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.3 混凝土施工

因为坡屋面通常坡度较大，所以混凝土施工中需要着重控制坍落度。如果坍落度过大，则会导致混凝土不容易成型，在振捣期间会出现流淌，不能够对浇筑厚度加以有效控制；如果混凝土的塌落度过小，则尽管容易成型，但是却难以铺设，无法振捣密实，且容易造成蜂窝或麻面等缺陷。根据计算好的工程标高与定位尺寸，在对应位置选择长度适宜的短钢筋头来焊接制作小型立杆，同时在上方选择红油漆或胶布标记处理。梁钢筋与钢筋头可选择点焊，在正式布料并完成找平后，拆除所有钢筋头，并将剩余小孔全部封堵严实。其中需要注意，严禁把钢筋头焊死，防止后续拆除困难。屋面在浇筑混凝土过程中顺着屋面，将屋脊当作分界线，同时浇筑四周位置。首先就是对檐口位置进行混凝土浇筑作业，根据顺时针环形方式来施工。完成檐口浇筑之后，在屋脊外侧换线起坡位置，根据顺时针浇筑，同时在最开始浇筑部位初凝之前开展交圈，之后按照环线路线浇筑第二圈，并陆续向屋脊部位聚拢，最终实现合拢的效果，完成所有浇筑作业。由于屋面坡度相对较大，工作人员无法站稳，所以为保障人员安全，还需要在屋面板上方搭设稳定的钢管架。

1.4 厚挤塑聚苯板施工

在铺设保温板材过程中，通常可以选择干铺或者粘贴等方式。在正式铺设前，应当根据具体情况、坡度走向以及保温板规格，预先做好分格与编排工作，边缘位置与模板板材不符的需要统一进行切割处理，同时制定完善的铺设顺序，保障铺设作业能够有组织有计划的进行，严禁出现随意铺设或者将保温板材进行切割处理的情况，在采取干铺方式过程中，需要拉线铺设或者找平弹线，确保板材接缝位置的通顺平直。板块需要紧密铺设、垫稳且平整，表面和临近两个板材之间需要保持一致的高度。在局部位置无法完成合理铺设的前提下，则可以根据边角实际情况切割保温板材，并做好嵌补处理；在嵌补过程中，可以选择利用一些废弃的边角料[1]。

1.5 细石混凝土保护层施工

根据屋面坡度与灰饼高度，将一个长木条预埋好，可以选择松木来制作长木条，并进行表面抛光处理。木作制作成为上宽下窄即可，且为楔形，高度和砂浆层相同，便于事后取出木条；木条上口需要和灰饼高度保持一致，两侧位置使用水泥砂浆进行固定处理。根据设计要求对钢筋网进行绑扎，需要注意，钢筋网要放置于保护层上方，并使用垫块加垫，这样能够有效控制收缩裂缝。除此之外，还需要根据配合比要求拌制细石混凝土，根据先远后近和先低后高的基本原则进行逐格施工；浇筑过程中根据分格板实际高度将其摊开刮平后，使用振动器来回振实，确认表面泛浆之后，使用木抹子抹平压实表面，初凝之前，需要做好二次压降和抹光操作；初凝之后，需要及时将隔板取出，并使用铁抹子将其抹光，并对分隔缝上的缺失位置进行及时修补，确保平直且整齐，等到终凝之前，进行最后一次压光处理；终凝之后，需要及时浇水养护，并保证养护时间不低于 7d。结合水落口出做好施工用坡度线，并使用细石混凝土制作圆弧，需要比保护层略低，同时在做天沟过程中，需要注意预先使用木条和保护层之间隔开，而后使用密封材料进行密实处理；水落口附近需要制作成为略低凹槽，和水落口保持接茬平顺，且坡度需要在 5% 以上，这样更有助于泄水。在完成浇水养护之后，需要用水冲洗干净分隔缝，并在干燥之后确认分隔缝之间能够相互贯通，修补好缺角位置，并打扫干净[2]。

2 建筑工程坡屋面施工质量控制措施分析

2.1 做好施工前准备工作

在坡屋面施工开始之前，需要对屋面施工设计进行严格审查，确保屋面工程设计方案的科学性与合理性，同时进一步明确施工期间的技术要求，全面掌握施工期间的一些细节性问题，在保证设计合理性的基础上，严格根据屋面施工设计开展施工作业，只有这样才可以确保不会在施工结束后发生坡屋面质量问题或渗漏现象。在进行屋面施工作业期间，需要有组织、有计划的推进各个环节，避免发生施工步骤混乱或施工环节遗漏的情况。

2.2 加强材料质量把控

想要从根本上保证工程建设质量，最为关键的一点就是要确保施工过程中所用原材料的自身质量，选择怎样的防水材料是至关重要的，采购建筑材料的人员需要严格控制好防水材料质量检验环节，因为这一环节将直接影响到整体施工质量。必须要针对原材料做好精挑细选，坚持货比三家，切记贪图便宜，所选材料还必须通过国家之间标准要求，只有这样，才能够从根本上提升施工质量，确保施工安全，从而为施工企业创造更多效益[3]。

2.3 做好节点位置处理

应当严格根据施工工序开展施工作业，针对坡屋面屋脊位置，在盖脊瓦过程中需要使用防水型砂浆进行压实处理，并保持脊瓦的湿润性，盖完之后需要浇水养护，将两端完全密封；针对拐弯部位，阴角与阳角需要制作成圆弧状，并使用混凝土将其填实；针对落水口位置，需要增设防水材料保护层；针对凹槽部位，需要使用混凝土进行密实的浇筑处理，并搭接专用的防水材料；针对平屋面上的分仓缝部位，则可以首先用防水胶泥进行嵌实，而后再使用卷材顺社分仓缝铺贴，这样能够保持良好的防水效果与屋面的美观性；针对女儿墙的根部位置，则应当首先进行细部处理，防水层在施工期间则可以在阴角部位干铺卷材，而后再铺设防水层，在完成铺设之后，将卷材裁剪平整之后压入到凹槽当中，最后使用密封材料进行填嵌处理，使用金属压条进行固定处理，使用水泥砂浆进行封口处理。

2.4 加强施工检查

在施工期间必须要做好监管与检查工作，还应当进行随时的抽样调查，将不合格的及时去除，并做好详细的检

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

查笔记，确保严格的贯彻执行，严禁懈怠。对工作人员的日常工作进行时刻监督，并留意他们是否存在偷工减料或者减少步骤的情况。在最后进行验收工作过程中，需要严格根据规定开展验收作业，全方位、多监督的开展检验工作，绝不放过任何细节[4]。

2.5 选择合理混凝土浇筑方案

按照基础承台进行平面布置，坚持水平分层、薄层连续进行浇筑以及逐步推进的基本原则，提升混凝土的浇筑速度，同时缩短整体浇筑时间，还需要注意入仓和振捣，为防止出现混凝土离析或漏振的情况，还需要在每一个浇筑带前后各布置一个振动器，其中第一个振动器布置到卸料点部位，第二个振动器布置到坡脚部位，让上层与下层钢筋网位置的混凝土能够振捣密实。除此之外，还需要确保混凝土能够获取充足供应量，避免浇筑层搭接的时间超出初凝时间，从而产生施工冷缝。

2.6 混凝土泌水与表面处理

在进行大体积类型的混凝土浇筑与振捣工作期间，上通泌水与浮浆会顺着混凝土形成的坡面流淌到坑底，从而影响到混凝土密实度与整体结构的稳定性。解决这种泌水问题的主要方式就是在混凝土结构底板附近模板底部位置设置一个排水孔，让多余水分可以在排水孔当中被及时排出，之后汇聚到集水坑井当中，再使用水泵将其排出。与此同时，混凝土收头处理也属于减少混凝土表面裂缝发生的主要方式，在初凝之前的 1-2h，首先使用长木刮杆根据标高进行刮平处理，而后再使用滚筒进行多次碾压，同时使用木抹子将其打磨压实后，确保收缩裂缝可以闭合，以降低表面裂缝发生概率[5]。

2.7 做好温度观测

第一，温度监测。为充分了解浇筑过后的混凝土温度场实际变化情况，方便控制温度，首先需要确定具体的测温方案，结合工程特征，可以在板底部、表面与中间等位置分别埋设一个同热传感器，而后使用专门测定混凝土实际温度的记录计与温度仪进行测量，做好全流程跟踪监测工作，借助于温度监测，对内外温差进行计算，并以此当做控制温度的主要措施与依据，保证温度不高于允许值；第二，监测结果。结合监测获取的结果来看，通常在混凝土完成浇筑之后，会在第三天快速升温，且中心温度最高可达 60℃左右，内部与表面温差最大可达 20℃，由此可见，做好混凝土温度观测工作至关重要，是实现均匀和平稳的有效手段。

2.8 混凝土养护管理

为有效降低混凝土浇筑过后的内部与表面温差，对表面裂缝问题加以控制，在完成混凝土振捣操作 12h 之后。需要在表面位置覆盖一层完整的塑料薄膜和两层麻袋做好保温处理与保湿养护。通过这种方式，能够有效减少或延缓表面热量的散发，从而实现对混凝土温度降低“峰值”的控制，确保降温速度能够不高出升温速度，有效防止混凝土裂缝的发生。另外还有一些养护措施，就是比如可以在分隔缝位置均匀的涂刷一层冷底子油，而后向内部灌嵌适量的硅酮密封膏进行密封处理，需要确保将缝内灌满且一次性完成。通过这种方式，也能够在一定程度上减少混凝土裂缝的出现，提高坡屋面的整体质量水平[6]。

3 结束语

综上所述，建筑坡屋顶部结构以造型更加美观、排水效果更好、组合方式更加灵活多变以及保温隔热性能更优等特点在当前的建筑施工过程中得到了广泛应用。但是这种屋顶结构的兴起与应用，也为屋面施工质量带来了各种各样的隐患和影响，所以在施工期间必须注重对坡屋面技术要点的把握，严格把关其中的关键位置与重要工序，并及时分析施工期间发生的各种问题，及时采取有效措施加以解决，控制好坡屋面施工质量。

[参考文献]

[1]黄庆农.坡屋面预制板与钢结构连接施工关键技术[J].江苏建材,2022(5):84-86.
[2]邹磊.高层建筑工程中现浇钢筋混凝土斜屋面施工技术[J].建材发展导向,2021,19(8):83-84.
[3]陈环环.建筑工程坡屋面施工技术要点与控制措施[J].工程技术研究,2020,5(8):46-47.
[4]黄晨,张润生.现浇钢筋混凝土坡屋面施工控制技术策略探讨[J].住宅与房地产,2019(31):112.
[5]刘朝辉.钢筋混凝土坡屋面防水施工技术的应用研究[J].建材与装饰,2019(9):20-21.
[6]赵帅,尚斌,陈龙,岳东成.新型烟风道与坡屋面一体化施工技术[J].施工技术,2018,47(4):1805-1806.
[7]李勇.住宅建筑坡屋面施工技术的要点与控制措施[J].中华民居(下旬刊),2013(5):137-138.

作者简介：章艳丽（1983.11—），女，毕业院校：石家庄经济学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：新世纪建设集团有限公司，职务：工程部项目经理，职称级别：高级工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

道桥防水混凝土的施工要点分析

宋洪波
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]道桥工程是我国运输行业的命脉，为我国交通运输行业做出了不小的贡献。但在对这些道桥项目进行养护的过程中，发现我国很多区域的道桥出现了严重的渗水情况，由于这些积水没有及时得到解决，经过长时间的渗水出现了严重的腐蚀情况，而这将会直接威胁到道桥的后期使用情况，当这些被腐蚀的道桥上一直有车辆经过时，就很容易破坏道桥的路基。众所周知，道桥的防水处理，直接关系到道桥整体的施工质量以及后期的使用情况，在科技迅速发展的今天，相关技术人员要结合现代社会的先进技术，优化施工方案，重点加强对道桥防水路基面的施工，确保路基的质量和适用性能够满足相关的要求和标准，以此保证道桥的实际运行年限。在具体开展施工前，首先要对可能造成道桥路基渗水的因素进行考察分析，并在施工中进行预处理，避免渗水现象的出现。这样也免去因施工不当而产生的大笔维修费用，同时也能减少我国运输行业的安全隐患。

[关键词]道桥；防水混凝土；施工要点
DOI：10.33142/ec.v6i8.9113　　中图分类号：TU528.32　　文献标识码：A

Analysis of Key Construction Points for Road and Bridge Waterproof Concrete

SONG Hongbo
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: Road and bridge engineering is the lifeline of Chinese transportation industry and has made significant contributions to the transportation industry. However, during the maintenance process of these road and bridge projects, it was found that many regions of China have experienced severe water seepage. Due to the lack of timely resolution of these accumulated water, serious corrosion has occurred after a long period of water seepage, which will directly threaten the later use of the road and bridge. When vehicles continue to pass by these corroded roads and bridges, it is easy to damage the roadbed of the road and bridge. As is well known, the waterproofing treatment of roads and bridges is directly related to the overall construction quality and later use of roads and bridges. In today's rapidly developing technology, relevant technical personnel should combine advanced technology in modern society to optimize the construction plan, focus on strengthening the construction of the waterproof roadbed surface of roads and bridges, and ensure that the quality and applicability of the roadbed can meet relevant requirements and standards, in order to ensure the actual operating life of roads and bridges. Before carrying out specific construction, it is necessary to first investigate and analyze the factors that may cause water seepage in the road and bridge subgrade, and carry out pre-treatment during construction to avoid the occurrence of water seepage. This also eliminates significant maintenance costs caused by improper construction, which also reducing safety hazards in Chinese transportation industry.

Keywords: road and bridge; waterproof concrete; key points of construction

1 道桥及防水路基面概述

伴随着道桥工程建设规模的扩大也出现了越来越多的问题。当道桥工程施工完成投入使用后，如果道路的防水没有达到标准，就会导致雨水渗透到基层，造成了道桥的破损和裂缝，严重影响了道路的美观性，居民的出行也受到了影响，因此，我们需要降低大雨对工程的影响。防水路基面的建设会使用到很多的防水材料，这些防水材料的使用使得路基面具备了隔水和排水的功能，从而达到防水的目的[1]。提升道桥工程馆的建设质量，延长道桥工程的使用年限，最大程度地降低我们后期的维修成本，是我们的道桥施工中防水路基面的施工技术分析的目的所在。

道桥防水路基面的科学设计和道桥防水路基面的施工构成了道桥施工中的防水路基面的施工技术，首先，我们需要设计科学合理的设计方案，在施工前结合道桥防水路基面的施工要求选择合适的施工材料，根据施工方案进行施工，对施工的过程进行科学的管理与把控，从而保障道桥防水路基面施工的质量。

在道桥工程中经常会发生防水路基面损坏的现象，造成这种现象的原因有很多，例如：天气的影响、监管不当、设计不当、施工不当等。防水路基面在发生损坏后应该及时地进行修补，防止裂缝进一步的扩大。但是，我们往往因为监管不利，而失去了修补的最佳时机。甚至有的防水路基面虽然进行了修补，但是，质量依旧无法得到保证，只能短期内工作，一段时间过后就又会出现裂缝，需要再次进行修

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

补，这样频繁的修补造成了人力、物力的大量的浪费。为了避免出现多次修补的情况，我们就需要在开始的时候就控制好防水路基面的质量，最大程度地延长它的工作年限。

2 道桥防水施工技术应用

2.1 拉毛技术

在道桥防水路基面的施工中，拉毛技术也并不陌生，与抛丸技术一样，也是一种比较常用的技术形式。但不同的是，在进行该技术的应用之前，需要施工人员将道桥的防水路基面清理干净，使整个施工路段必须要保证没有灰尘和杂物，避免影响技术的应用效果。在清理完施工路段上所有的灰尘和杂物之后，就可以按照相应的建设要求和标准开展施工作业，并且要以实际的施工建设需求为基础，选择与之相配的技术操作流程，如果在这个过程中，存在技术应用不当的问题，就要及时调整技术的应用形式，确保拉毛技术的应用优势能够完全发挥出来[2]。在具体的施工中，施工单位需要对整体的建设标准进行分析和制定，并以此为依据，制定最佳的建设方案，选择最适合的施工设备，通常情况下，应用电动平抹式机械设备的次数较多，该设备通过对路基面进行抹平处理，使得路面更加平整，进而更加便于后续施工工作的顺利开展。在完成上述一系列施工作业后，就需要对路基面的防水进行拉毛处理，同时要保证模板参数设置的合理性，并确定最终的放置位置，避免出现二次返工的情况。

2.2 防水粘结层施工技术

（1）施工人员必须熟悉掌握所有施工时可能用到的设备，尤其要了解设备参数和性能。（2）明确防水粘结层需要使用的喷洒工艺，可以结合所处施工环境挑选最为适合的喷洒方式。（3）检查施工设计方案内涉及到的所有指标，要求满足预期要求。如果对数据有疑虑，可以采用试验校正数据的方法，待确定没有问题便可以根据规范数据标准与施工要求，组织防水粘结层施工。（4）防水粘结层施工过程中，要对当时天气予以关注，确保防水粘结层的施工能够有序展开，免受天气因素影响。（5）路基面时刻检查表面是否干净、整洁，确定满足整洁程度规范，方可在表面喷涂材料，一般喷涂材料过程中应该控制好量和土层厚度，确定在要求范围内。

2.3 打磨刨铣

给路基面实施打磨处理本质上是为了对面层的粗糙程度进行有效控制，使表层的浮土、碎石等都能被有效去除，防止后续发生防水材料脱落等问题。在实际施工时应使用专门的磨削设备，基于设计标准确定打磨的粗糙程度。刨铣的目的是去除路面网纹，整个过程与击打相似，即给路基面施加相应的压力，以此全面提升路基面的密实度和承载力。同时，还要配备吸尘装置，以对路面灰尘进行有效吸附，防止杂质进入缝隙中给层间的粘附力带来影响，进一步提升路基面的防水效果[3]。一般刨铣装置的作业宽度可以达到 0.5～2m，深度大约被控制在 250mm，可以在短时间内将路基面的浮浆迅速清除。

2.4 抛丸技术

在混凝土防水路基面的建设施工中，抛丸处理技术的使用频率较高，其应用范围较为广泛，应用效果也相对较好，此种技术的应用原理为：通过借助钢丸本身的重量，合理运用大型机械设备，以提升防水路基面的整体强度、密实度，确保路基面的各项作业指标，满足工程的防水要求。该技术在应用的过程中，操作简单，具有明确的灵活性特征，可以对路面的杂物以及路径的灰尘进定要做好对机械设备运行速度的控制，确保颗粒保证在标准的范围内，而这就需要施工人员必须具备较强的操作能力。因此，在应用抛丸技术时，有必要对相关的技术人员进行相应的培训，使其能够真正明确该技术的应用要求，提升其应用水平，并在不断地摸索和应用中，积累施工经验。这样在未来的施工中，施工人员就能够对机械设备的各项功能有所了解，并能够灵活运用该技术，这也为道桥工程质量的提升提供了保障。

3 道桥施工中防水路基面施工注意事项

3.1 设计的基本要求

道桥的防渗设计应该采取多点防渗和排水相结合的原则，在防水层中应用 APP 型改性沥青防渗材料，并对伸缩缝、防撞墩、隔离带等处进行全面覆盖，以确保防渗材料的连续。为有效消除水平应力场，通常在桥板上设一条伸缩裂缝，在裂缝内加橡胶材料止水，并用密封件进行填充。同时，确保道桥的排水畅通，排水率符合要求，确保道桥平整；避免道桥长时间积水，尤其是道桥伸缩缝，长时间在干、湿、冻、融的交变条件下，势必导致防水材料过早老化。而防水方面，应对混凝土面板的隔离缝和开裂进行适当的修补，如果有较大的损坏，应采用全贴；另外，在进行防水层施工之前，必须先设定适当的沥青混凝土的厚度，防止因路面过厚造成压力超出其抗剪承载力的要求。

3.2 规范施工材料

道桥防水路面实施质量的高低和原材料的好坏有着密切的关系。所以我们一定要加强对施工材料监管，安排专业的人员对材料进行选购，材料选购者要综合比对各个商家提供的符合材料的标准，选出即符合选购标准又经济的材料，在确保材料质量的同时，降低材料选购的成本。材料选择时主要考虑的因素是防水性能、拉伸的强度、单行回复力，粘结力度等。

3.3 加强防水层的喷涂

路基表面是否平整稳定也影响着道桥施工的质量，因此，我们在施工的过程中要保证路基表面的平整，其次还需要开展清洁工作，清除道路上的垃圾和油污。在对防水层进行喷涂的过程中，应该加入活性剂稀释后再完成第一次的喷涂，待第一次喷涂干燥后再进行第二第三次的喷涂[4]。仅

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

仅依靠防水层的喷涂远远不能达到防水的目的，我们需要选用更好的策略保护防水层，特别需要注意的是在沥青混凝土铺上之前，相关的车辆杜绝在防水层上通行。在道桥实施的过程中，防水系统是一个相当重要的问题，防水系统的性能影响着道路施工质量的稳定性、持久性、安全性。因此，我们提升防水系统的质量，在实践中总结经验，提升施工的水准。

3.4 重视防水层设施的铺设

防水层是道桥工程中的重要防水设施之一，铺设防水层时，施工人员应提前测量初支混凝土断面，然后切除外露锚杆头，并采用分层喷射混凝土的方式对坑洼处进行找平，最后铺设混凝土防水层。应检查排水管数量、排水设施的通畅性。施工区域温度较低的情况下，还应定期检查防水层，保障其在道桥运营中抵御低温、顺利排水的作用。

防水板的铺设是道桥防水层设施的核心内容，其施工质量影响着道桥工程防水层的基本性能。相关人员应结合道桥施工特点及其防水技术要求，持续完善、规范防水板铺设流程。

（1）应用无钉铺设的方式，自上而下地铺设防水板，使防水板与其他区域的围岩充分连接。之后，施工人员可在道桥侧面区域开始铺挂防水板、土工布，具体的施工流程是用射钉枪将土工布固定在隧道初支面，然后用约 3mm 的钢丝将其拧紧，固定在螺栓上，固定后将土工布、防水板贴装在岩层表面，悬挂在钢丝绳上，并将其粘贴在对应的区域。

（2）施工人员可用焊接设备将防水板进行焊接，焊接宽度不小于 12cm，焊接接头应小于 1.5cm。焊接过程中，还应灵活控制防水板焊接时的温度。

（3）防水板铺设结束后，全方位地检查道桥防水层设施的施工质量，重点检查防水层各区域焊缝的焊接质量。检查方法是托起防水板，人工检验防水板与混凝土的黏合程度、防水板的焊接效果以及防水层表面是否存有褶皱情况。

3.5 加强施工缝的防水处理

（1）非必要不设置施工缝。若因特殊情况必须设置施工缝时，还应在处理施工缝时保障新旧混凝土的黏结程度；振捣施工缝周围的混凝土时，重视其密实度。对于处于防水工程核心段的施工缝，可应用膨胀型止水带加固施工缝。此外，道桥防水设施中，变形缝、穿墙管、施工缝是诱发渗漏风险的关键区域，其应用管理尤为重要。所以，在道桥内设置变形缝时，还应将不小于 60cm 的防水层布设在混凝土结构内，并使用密封胶密封变形缝。

（2）混凝土浇筑作业连续性不强时，道桥工程则会伴有变形缝或沉降缝，进行混凝土防水作业时，施工人员应根据各类施工缝的分布情况，使用水钢板进行防水处理。通过焊接水钢板的方式预防渗水、漏水风险。焊接过程中，施工人员应在施工缝表面清洁后，对其进行凿毛处理，然后实施焊接作业，密封处理施工缝时。可使用海绵条避免振捣环节出现离析问题。

（3）防水处理施工缝时，施工人员应在道桥二次衬砌结束后的 12h 内冲洗缝隙内的混凝土，露出混凝土面的石子后，正式灌注混凝土，灌注流程是先涂刷一层水泥浆，然后铺设厚度为 1cm 的水泥浆，30min 后再灌注混凝土浆液。

3.6 改进排水系统设计

在混凝土路基面防水施工技术中，要科学合理地设计排水系统。在排水系统设计全过程中，有关工作人员应掌握本地降雨状况，将排水系统设计与道桥施工区的环境紧密结合，设计出更科学合理的排水系统，设计排水系统时，还务必留意降水的最好收敛性部位及其更适合本地具体情况的污水管道种类[5]。最终，科学合理地剖析公道道桥基本建设中存在的不足，使排水系统能够更好地运作，在公道道桥防水路基施工过程中，有关施工队伍应开展实地调研，保证设计需要的信息和原材料，开展有关仿真模拟和检测，随后开展论述，最后挑选最好的设计方案，保证路面和公道道桥品质。排水管道对排水系统的设计也很重要。有关施工队伍还要统计分析公路施工区的排水管道状况，以提升防水路基表层的品质。

4 结论

作为道桥施工建设的关键组成部分，防水路基面施工技术对于工程整体的使用年限和维护工作都有着极大促进作用。为此，必须明确掌握影响其施工质量的相关因素，并根据工程建设的实际情况、施工要求和标准，制定出完善科学的施工方案，包含前期的勘察准备和材料选用，施工过程中的碾压处理、抛丸处理，再落实防水层、保护层、粘接层等方面的优化工作，真正从多个环节实现对施工技术的有效管控，才能进一步提升施工质量和工程效益。

[参考文献]

[1]张枭，孙媛.防水混凝土结构防渗漏施工技术[J].城市住宅，2021，28(8)：255-256.
[2]王一波.防水混凝土施工技术探析[J].城市住宅，2020，27(11)：215-216.
[3]肖志平.探析地铁施工中防水混凝土裂缝成因及应对策略分析[J].建筑技术开发，2018，45(17)：94-95.
[4]周伟.地下工程防水混凝土设计与施工分析[J].建材发展导向，2018，16(12)：55-57.
[5]宋利强.道桥防水混凝土的施工要点分析[J].民营科技，2011(3)：67-5.

作者简介：宋洪波（1986.10—），男，毕业院校：北京农业职业学院，学历：大学专科，所学专业：建筑装饰材料及检测，当前就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司，职务：副总经理，所在职务的年限：二年，职称级别：助理工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈建筑工程框架剪力墙结构主体工程施工技术

林 斌
浙江湖州诚捷建筑工程有限公司，浙江 湖州 313009

[摘要]框架剪力墙在建筑工程中的应用较为广泛，其灵活布置、承载力强等特点受到了施工人员的欢迎，相关的施工技术水平也得到了发展。由于框架剪力墙在施工时的质量决定了建筑物的安全与稳定，因此在施工的时候，施工人员需要合理地控制施工技术，避免出现失误，这样才能够保证施工的质量。
[关键词]建筑工程；框架剪力墙；主体工程；施工技术
DOI：10.33142/ec.v6i8.9091 中图分类号：TU974 文献标识码：A

Brief Discussion on the Construction Technology of the Main Body of the Frame Shear Wall Structure in Building Engineering

LIN Bin
Zhejiang Huzhou Chengjie Construction Engineering Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313009, China

Abstract: The application of frame shear walls in building engineering is relatively widespread, and their flexible layout, strong bearing capacity, and other characteristics have been welcomed by construction personnel. The relevant construction technology level has also been developed. Due to the fact that the quality of the frame shear wall during construction determines the safety and stability of the building, construction personnel need to control the construction technology reasonably to avoid errors in order to ensure the quality of construction.
Keywords: construction engineering; frame shear wall; main works; construction technology

1 框架剪力墙结构概述

框架剪力墙结构（也称为框剪结构）即在框架结构中通过设置一定数量的剪力墙来形成更加灵活自由的使用空间，以此满足不同建筑物的功能需求，同时也能提高建筑物的侧向刚度。由此可见，框架剪力墙结构中同时融合框架结构及剪力墙结构的优点，不仅可以有效解决单独剪力墙结构受水平荷载易变形及曲线位移的问题，也可以解决单独框架结构受剪切力作用易发生变形的问题，从而使建筑物整体的受力达到平衡，保证建筑物在受到水平荷载或剪切力的作用时不发生变形问题，大大提高建筑物的安全性及稳定性。

2 框架剪力墙施工特征探索

框架剪力墙与传统建筑结构相比基础抗震表现更为优秀，且形变能力强，能够根据施工团队需求进行延伸扩展处理。在建设过程中，为充分发挥框架剪力墙优势，需要设置合理的墙体、框架比例，使结构刚性达到理想标准，从根源提高建筑抗震性能。框架剪力墙结构虽然能够有效抵抗环境冲击力，但仍然存在形变极限，一旦冲击力超过基础结构能够承受的压力上限，建筑韧性就会下降，产生位移等负面问题。因此，框架剪力墙施工需要保证梁柱与地面维持一致，并积极调整悬臂梁等基础结构，避免墙体出现严重的位移问题，影响建筑的应用安全性。通常情况下，施工团队需要结合实际情况计算框架剪力墙的抗弯刚度特性，相关公式为 Elw=ΣEleq，公 El 式 w=中ΣEleq 代表各墙体等效抗弯刚度数据。另外，还应计算抗推刚度，公式为 CF=h· ΣD。通过科学计算相关数据，能够降低框架剪力墙出现施工问题的概率，有利于提高建筑工程质量，实现理想应用目标。在抗震性能方面，框架结构体系相较于剪力墙结构和框架结构，具有更多优势。但是在延展性层面，剪力墙结构具有更多的优势。框架结构体系在建筑工程当中，主要是根据抗震的实际情况发挥作用。如果地震烈度较小，剪力墙承载的负荷来自于水平方向。而地震烈度居中，框架和剪力墙进行有机配合，共同作用，达成对剪力墙的保护目的。对于地震烈度较大的情况，因剪力墙本身具备较大刚度，一旦发生大地震，则会成为抗震当中的第一道防线，随着剪力墙逐渐开裂，它所具备的刚度也会逐渐被削弱，进而框架会接替剪力墙的职能，发挥作用，为整个结构的稳定性保驾护航，避免因大地震而导致整体结构出现坍塌的情况。

3 框架剪力墙结构施工技术应用的难点

对于框架剪力墙结构施工来说，其所涉及的施工环节和施工工序比较多，因此，在实际施工中影响质量及安全的因素也比较多，框架剪力墙结构施工技术应用的难点主要有以下方面：

（1）因为应用框架剪力墙结构时，建筑体量通常比较大，建筑面积甚至可达数十万平方米，实际施工的工作量比较大，涉及工种及专业也比较多，所以实际施工中多工种交叉作业等都是难免的，这样无形中就增大了施工组

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

织的难度，易引起质量问题。比如，框架剪力墙施工中，时常会因钢筋设置不规范等，导致浇筑混凝土时出现钢筋错位或者位移等问题。

（2）模板支撑系统是框架剪力墙结构施工的关键部分，若模板支撑系统设置不合理极易引发建筑物垮塌问题，安全隐患比较大。因此，在应用框架剪力墙结构时，必须要结合实际承载力要求选择合适的模板支撑系统，保障施工安全。

（3）由于框架剪力墙施工体量大，涉及专业工程也比较多，所以对测量精度的要求也比较高。但是现场测量放线的时候，会因测量设备的性能限制而导致测量数据出现误差，这样不仅会影响设计工作及施工质量，而且也会进一步增大施工的难度。因此，实际工作中，必须要严格把控测量环节质量及精度，最大化地减小误差，提高测量精度，为后续工作的高效优质开展奠定基础。

4 建筑工程框架剪力墙结构主体工程施工技术

4.1 放线测量的技术

在框架剪力墙施工中放线测量具有重要技术意义，若测量结果不精确或存在严重偏差，容易导致结构稳定性下降，甚至可能引发工程事故。因此，施工团队需要重视放线测量环节，采取针对性措施进行部署，提高测量的可靠性。通常情况下，应准备全站仪、经纬仪、水准仪等设备，利用平面轴线控制网、主轴测设等方式开展放线测量活动。在土方工程进入移交环节前，需要向基底方向逐渐引测标高基准，并根据图纸详细信息开展后续操作。对于框架剪力墙而言，施工团队应建立基础放线控制网，再按照测量情况进行标注处理；在完成放线测量后，为确保结果的精确度符合需求，施工团队应要求专人进行二次复核，及时发现问题，避免干扰后续施工流程，提高框架剪力墙测量的精确性。

4.2 钢筋工程的施工技术

在框架剪力墙的施工中，钢筋施工是关键技术，一定要确保钢筋布置的合理性，避免布置过于密集而导致其在浇筑的时候出现位移的现象，而影响施工的质量。在进行钢筋工程的施工时，施工人员应该选择Ⅰ级钢筋以及Ⅱ级钢筋，质量较高的钢筋材料能够使剪力墙的结构具有一定的稳定性。梁、柱的节点在高层建筑的剪力墙施工中十分重要，要想确保建筑物稳定，就需要先确定梁、柱节点，保证节点的分布具有一定的规律性。因此，在施工之前，需要应用 BIM 技术进行建筑物虚拟模型的制作，然后确定梁、柱节点，确保节点的安排准确、合理；其次，施工人员需要合理地进行箍筋框架的设计，在这项内容的施工中，应将放样测量的各项数据作为施工的依据；再次，应用计算机技术进行模型的绘制，按照 1∶1 的比例制作模具，避免箍筋位置出现偏离的现象，确保施工的效果；最后，需要进行样板引路制度，加强对现场施工人员的管理，确保实体的模板能够发挥出作用，提高施工的质量。

4.3 模板工程施工

4.3.1 柱模板

按照施工图纸尺寸完成并做好技术检查工作，在完成前期工序后，首先对楼层进行平整，其次在立柱的四角点焊角钢，以保证立柱支撑，可在支撑之前，检查墙体的拉结筋、预埋件、孔洞等是否存在渗漏，以及固定点是否正确等，应确保在试模前检查是否准确[5]。在立柱模板拼装时，模板要交叉搭接，以保障形成一个整体并将每个柱底部贴近四角钢，确保其位置固定为正确。各立柱竖向吊起后，应按照轴线对其进行拉长检查。立柱的垂直和轴的偏移量应该小于 2mm。

4.3.2 梁模板

（1）在钢管下方加好垫板，并在牢固的基础上完成支撑。先完成梁部立杆架设，后平板立杆施工。立杆距离不得超过 80cm，横向横梁的第一根距离地面 1.8m，而上部的间隔不能超过 2m。在承重框架的下部，应设置好地杆与剪力撑。

（2）确保紧固件准备好，避免出现松动问题，其梁承架横杆下须加备轧。框架梁的上端要牢固，梁底和上端应完成拉丝工序。所有梁、平板模板在支撑模具之前应及时清洗，并涂上脱模润滑油。在装配过程中，接头间隙用玻璃油灰进行填充，以降低漏浆。梁模板支撑成型后，应进行技术审核，其误差应在：轴线偏移 2mm、高度+2.000mm、-3.000mm、横断面尺寸+2mm、-3mm、平面 2mm、预留孔，中间线偏移 5mm、横断面内径+5mm、0。

4.3.3 墙模板

模板与排档之间的连接要彼此错开，模板之间的接缝要用薄玻璃油灰。一般来说，应明确墙体模板的配板要求，并按照每种墙体配板大小进行排序，根据墙体的高、宽选择不同的大小完成配板工序。在安装墙模板之前，先在基础上找平，按照所铺设墨线，检查好墙体所在的位置，随后使用Φ12 根钢筋将模板的底板焊接到主筋上。此过程应检查好孔洞、预埋、预埋件是否配齐、位置是否正确，若无误再可进入立模工序，竖模时，应将模板底部的内壁与墙边的边线相垂直，并作临时支撑。

4.4 混凝土的施工技术

混凝土的施工质量对剪力墙以及建筑工程的质量都有重大的影响，对结构的外观以及性能有直接的影响。在具体的施工中，技术人员应对混凝土的质量进行科学的控制，在制备混凝土时，需要使用质量检测合格的原料，在施工中应对施工原料进行妥善保管。在结构连接好以后，就要进行混凝土的配比试验，找到合适的配比，再据此进行原料的混合与搅拌，确保得到质量较高的混凝土材料。为了确保混凝土的配比更加优化，可以使用高效减水剂，确保混凝土用掉大概 250kg/m3 的水泥。同时，需要检测

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

混凝土的坍落度，确保其坍落度合格。还要注意，在进行混合时，不可以使用膨胀剂。混凝土的搅拌质量也会影响施工质量，需要技术人员根据实际的要求对实践以及速度进行控制，确保混凝土搅拌均匀。在搅拌的时候还应该注意搅拌的方向，应始终保持一个方向搅拌，避免混凝土离析。在具体的混凝土浇筑时，应该采用分层的方式进行墙柱的浇筑，并确保分层的厚度在 500mm 左右。在进行混凝土浇筑时，应该确保入模的温度低于 30℃，并降低最大温升率。混凝土施工完成以后，还需要洒水养护，混凝土的表面应拥有 7h 的湿润时间。

5 优化措施

5.1 加强技术准备

施工前，相关人员应落实好一切准备工作，以使后续的施工过程变得更加顺利、通畅、有序。比如在施工之前应该切实关注设计图纸的会审工作，提升工作实效，优化工作质量；依据相关要求规范，核对结构图、建筑图、水电施工图等，通过细致核实和监控，找出各种图纸当中存在的具体问题，进行有效总结和针对性的调整，提升设计图纸的科学性、精准性；相关人员按照图纸进行施工，保证各种施工工序有序展开，顺利推进。

另外，在施工技术的具体运用环节，相关人员应该切实关注结构配筋是否合理；复杂的节点部分钢筋是否按照图纸要求定位，是否存在矛盾；在振捣的过程中，是否按照要求达到良好的振捣效果；在浇灌环节，浇灌的厚度是否达标等。相关人员通过对施工技术及流程开展全方位的科学监管，使剪力墙施工的质量得到稳定、可靠的保证。

5.2 把控施工重点

在施工过程中，任何一个环节出现问题，都会对建筑工程的质量造成严重影响，特别是在很多高层建筑施工中，施工结构复杂，施工过程面临很多挑战。所以在框架剪力墙结构主体工程施工技术的优化过程当中，要牢牢把控施工要点，关注施工的各个环节，聚焦施工的细节，为建筑工程的施工效率、施工质量提供强有力支撑。在各项施工的环节，相关人员要采取科学措施，对各个工序进行优化，以达到预期的施工目标。

5.3 改进混凝土的施工

在框架剪力墙结构混凝土的施工中，要注意严格把控水、水泥、碎石、砂等材料的质量，并按需合理添加防水剂、抗渗剂等外加剂，优化混凝土配合比，从源头控制好混凝土质量。同时，在实际混凝土浇筑过程中，要严格按照施工规范及施工顺序进行浇筑操作，通常是从边缘往核心位置进行浇筑，且浇筑完边缘位置后，要及时使用检测设备对施工质量进行检测，合格后，再进行核心位置的混凝土浇筑，在提高混凝土浇筑质量及密实度的同时，降低发生裂缝的几率。另外，也要严格把控混凝土分层浇筑的厚度，进一步优化混凝土施工质量，为整个框架剪力墙结构施工提供坚实保障。

5.4 注重混凝土附加养护需求

混凝土结构的可靠性直接影响框架剪力墙基础性能，除常规养护措施外，应结合实际条件，采取附加养护措施，从根源提高混凝土的应用质量。例如，为避免早期阶段脱水影响后续强度，在墙体拆模结束后，可立即在表面涂抹养护剂，使其水分充分固化，解决早期脱水问题。另外，还可以设置标准型养护箱，配置调节温度、湿度的应用装置，科学控制混凝土实际养护流程，以降低混凝土结构对框架剪力墙性能的影响。

6 结论

在建筑施工工程推进的过程中，框架剪力墙结构设计的科学性、合理性至关重要，它直接决定了建筑物是否具有较高的安全性，同时也决定了建筑工程的施工是否能够达到预期的经济指标。

所以应加强对建筑工程中框架剪力墙结构的优化设计，采用科学合理的施工技术。当前的施工技术水平还有很大的提升空间，需要相关人员不断提升框架剪力墙结构主体工程施工技术的理论与应用水平，加强对剪力墙施工的质量控制，不断推动我国建筑行业的高质量发展。

[参考文献]

[1]吴永波.建筑工程框架剪力墙结构主体工程施工技术的优化措施[J].居舍,2020(23):71-72.
[2]马力.建筑工程框架剪力墙结构主体工程施工技术探究[J].居舍,2020(18):73-74.
[3]王龙.建筑工程框架剪力墙结构主体工程施工技术探究[J].建材与装饰,2020(13):44-45.
[4]陈涛.分析建筑工程框架剪力墙结构工程施工技术[J].低碳世界,2019,9(9):234-235.
[5]王海平.建筑工程框架剪力墙结构主体工程施工技术的探究[J].资源信息与工程,2018,33(3):130-131.
[6]郭昌燮,吴宏辉,陈景镇,等.超高层住宅约束支撑减震结构施工综述[J].智能城市,2020(3):13-14.

作者简介：林斌(1986.10—)，毕业院校：大连理工大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：浙江湖州诚捷建筑工程有限公司，职务：工程管理科，职称级别：科长。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅析市政道桥施工中钻孔灌注桩施工技术的应用

刘翔跃
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]在道桥施工中，钻孔灌注桩施工技术是基础施工中的重要技术，应用该施工方法能够有效提高地基施工强度，保证道桥工程的基础稳定性，从而提高工程建设质量。对于市政道桥施工而言，对钻孔灌注桩施工技术的应用也需要加强技术了解与管理，提高现场施工技术水平，以保证充分发挥技术应用价值。基于此，根据市政道桥施工需求，结合道桥工程基础施工特点，对钻孔灌注桩施工技术的应用进行了全面探讨。

[关键词]市政道桥；钻孔灌注桩；施工技术；应用
DOI：10.33142/ec.v6i8.9118　　中图分类号：U416.1　　文献标识码：A

Brief Analysis of the Application of Bored Pile Construction Technology in Municipal Road and Bridge Construction

LIU Xiangyue
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: In road and bridge construction, the construction technology of bored piles is an important technology in foundation construction. The application of this construction method can effectively improve the strength of foundation construction, ensure the stability of the foundation of road and bridge engineering, and thus improve the quality of engineering construction. For municipal road and bridge construction, the application of bored pile construction technology also needs to strengthen technical understanding and management, improve on-site construction technology level, and ensure the full utilization of technical application value. Based on this, according to the construction requirements of municipal roads and bridges, combined with the characteristics of road and bridge engineering foundation construction, a comprehensive discussion was conducted on the application of drilling and grouting pile construction technology.

Keywords: municipal roads and bridges; bored cast-in-place piles; construction technology; application

引言

市政道桥是城市交通建设中的重要组成部分，对于一个城市的交通、经济和社会发展具有重要的推动作用。然而，在市政道桥的施工过程中，地基承载力、地质状况等因素经常会对工程的进程产生阻碍。解决这些问题的关键之一就是选择合适的地基处理技术，通过对钻孔灌注桩施工技术的应用，能够有效提高道桥工程的基础强度，增加基础施工的稳定性，从而为后续工程施工打下坚实基础。因此，相关工程单位也需要重视对钻孔灌注桩施工技术的应用，在道桥基础施工中明确该技术的应用流程，掌握技术应用要点，严格控制施工技术管理，以不断提高整体施工技术水平，实现对道桥工程基础施工质量的有力保障。

1 钻孔灌注桩施工技术的概述

钻孔灌注桩也称为钻孔灌注桩基础，是一种混凝土灌注桩基础施工技术，适用于各种土层地质条件下，能够保证基础施工的质量和效果。其施工过程主要分为钻孔、土层处理、注浆、钢筋安装及混凝土灌注等步骤。该技术将钻孔和灌注混凝土结合在一起，以形成坚固和稳定的地基。钻孔灌注桩的施工周期短，可在变化较大的土层中施工，灌注混凝土的质量和强度一般很高，可达到较好的承载力。由于其灌注混凝土的性质，钻孔灌注桩的防水性能好，可适应不同的地质条件和承载力要求，并且施工过程中噪音和振动较小，且无露天作业，环保安全[1]。

2 市政道桥施工中钻孔灌注桩施工技术的应用优势

在市政道桥施工中，钻孔灌注桩是常用的地基加固技术之一，钻孔灌注桩具有较强的承载能力，可以有效地支撑市政道桥的重量，保证市政道桥的稳定性和安全性。钻孔灌注桩在施工中混凝土通过泵送至孔洞内并与孔壁形成一体，钢筋加固使其具有较强的承载能力，能够进一步提高基础承载力。施工中，灌注桩的钢筋和混凝土通过搅拌而形成一体，具有较高的耐震能力，能够在地震等自然灾害发生时起到重要的支撑作用，从而保证市政道桥工程的稳定性。对于市政道桥工程而言，钻孔灌注桩施工周期短，且不受季节影响，能够快速地完成市政道桥的地基处理工作，大大缩短了整个工程的周期。同时，钻孔灌注桩施工过程中无需大量用水和土方开挖，对环境的影响较小，也能够有效地节约能源，对于环保节能意义重大。因此，钻孔灌注桩适用于各种地质条件下的市政道桥，能够满足不同的设计要求和工程需求，为市政道桥工程建设提供了

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

重要保障，具有广泛的应用前景。

3 市政道桥施工中钻孔灌注桩施工技术的应用流程

3.1 钻孔

钻孔是钻孔灌注桩施工的第一步，也是关键的一步。钻孔时需要根据设计要求，确定钻孔的位置和深度。一般来说，为了保证钻孔的垂直度和孔壁的光滑度，应该采用自动化钻孔机进行钻孔。在确定好位置后，应将钻头放入孔口，启动钻孔机，开始钻孔。在钻孔过程中，需要注意控制钻机的旋转速度、下压力和进给速度，以保证钻孔的垂直度和深度的准确控制。钻孔的同时，需要使用清孔器清除孔洞中的岩屑和泥土，保持孔洞的通畅，同时减少孔洞周围土体的液化和塌陷。在钻孔后，应当根据设计要求，检验钻孔的深度和孔径，确保达到设计要求。通过记录钻孔的深度、孔径、钻孔位置、地质情况等信息，以便后续施工和管理。此外，在钻孔过程中，需要注意控制钻孔机的旋转速度、下压力和进给速度，保证钻孔的垂直度和深度的准确控制，以此来提高成孔的质量[2]。

3.2 成孔检测与清理

在钻孔完成后，还需要进行成孔检测与清理，确保孔洞符合灌浆标准。成孔检测是指在进行钻孔过程中，对钻洞的深度、孔径、垂直度等进行检测和记录，是为了保证成孔的质量和准确性以及后续钢筋安装和灌注混凝土的正常进行。在成孔检测时，需要放置基准控制点，使用高度计进行测量，确保钻孔的位置准确无误。使用钻具质量检测仪对钻头和钻杆的质量进行检查，并对钻具进行清洗。钻孔过程中，还要定期使用测深工具对钻孔深度进行反复检测，并定期使用钻孔倾斜仪检测钻孔的垂直度，以确保钻孔深度和垂直度符合设计要求。而清理孔洞是对成孔后洞内泥土、岩石和砖石等杂物进行清理，以保证钢筋和混凝土能够顺利灌注进入钻孔中，确保钻孔的质量和灌注混凝土的结构稳定。在成孔后，及时清理孔洞，以免泥土、石块等物质影响灌注混凝土的性能，可以使用清孔器将孔洞内的泥土、岩石和砖石等杂物清除干净。通过正确的操作和科学的管理，可以保证钻孔的质量和准确性，保证后续的钢筋安装和灌注混凝土的正常进行，最终保证钻孔灌注桩的安全和稳定。

3.3 钢筋笼制作与安装

在钻孔灌注桩的施工流程中，钢筋笼的制作和安装是其中重要的步骤。在制作钢筋笼时，需要按照设计图纸的要求，对钢筋进行切割和弯曲处理。切割和弯曲的精度对钢筋笼的强度和稳定性有重要影响。将切割和弯曲好的钢筋进行焊接，组成钢筋笼，由于焊接的强度和质量也对钢筋笼的稳定性起到关键性作用，因此也要做好焊接质量的控制。在此基础上，钢筋笼表面还需要进行除锈处理，以确保其与混凝土牢固粘合。安装时，需要将钢筋笼放入桩孔中，注意钢筋笼应与桩孔的内侧保持一定的距离。安装钢筋笼的过程中，应避免钢筋笼与周围环境发生任何变形或移位。通过在钢筋笼的顶部和底部设置固定点，以确保钢筋笼在填充混凝土时不会移动或变形。并且在钢筋笼上方加装立管，以便在施工过程中能够向桩孔内注入混凝土[3]。

3.4 下放导管

在钻孔灌注桩的施工中，下放导管的作用是将混凝土从地面输送到桩孔里。现场人员需要先打出两个毛刷孔，并检查孔壁是否有松动、泥土、水等。只有孔壁清洁干燥才能进行下放导管。在钻孔的顶端处，在现场制作好的导管佩戴上下放管，然后将导管放入孔中。安装好导管之后，需要将搅拌机安装好，并与导管相连，确保搅拌机能够将混凝土顺畅地输送到孔中。下放混凝土前，需要先在孔顶部铺设一层水泥砂浆，以防止混凝土进入毛刷内，并定期检查导管的连接和流通状况，保证导管的畅通和质量。下放混凝土时，须保持混凝土的稳定性和均匀性，避免混凝土在运输过程中分层。此外，混凝土的输送须循环进行，同时搅拌机的转速和混凝土的流量应保持一致，需要经常检查混凝土的流量和强度。

3.5 制备混凝土泥浆

对于钻孔灌注桩施工而言，主要灌注材料为混凝土泥浆，因此混凝土材料的质量也极大的影响着灌注桩成桩质量。相关工程单位在制备混凝土泥浆时，首先要根据设计要求和场地条件来确定混凝土的配合比，包括水泥、砂、石子等的比例和混合工艺等。加强混凝土材料的质量控制，使用筛网筛选混凝土泥浆中的杂质，如石块、木材、纸张等，以保证混凝土泥浆的质量和流畅性。之后将水泥、砂、石子和水等原材料按配合比放入搅拌机中进行混合，直至混合均匀，形成混凝土泥浆。在混凝土搅拌后，需要检查混凝土泥浆的质量、强度和流动性，确保混凝土泥浆符合设计要求。在此基础上，混凝土泥浆需要储存到施工现场，并定期检查储存环境和泥浆的质量，确保泥浆不受外界环境影响而变质。在制备混凝土泥浆的过程中，施工人员需要严格按照工艺和配合比要求进行操作，不得随意更改或省略任何步骤，以确保施工出的钻孔灌注桩质量稳定。同时，混凝土泥浆的储存和保管也非常重要，需要采取相应的措施，防止泥浆质量发生变化、失去流动性等问题[4]。

3.6 灌注混凝土

在钻孔灌注桩的施工过程中，灌注混凝土是其关键步骤。在钢筋笼安装完成后，需要使用混凝土泥浆进行填充，注意填充时要从低处向高处灌注，以确保混凝土的密实度和均匀性。灌注混凝土时需要使用振动棒进行振捣，以确保混凝土内部没有气泡和空隙。振动棒应尽量不靠近钢筋笼，垂直地插入混凝土中，并保持不动或小幅移动，避免对钢筋和混凝土造成伤害。在浇筑过程中，需要记录混凝土的灌注量，确保灌注量符合设计要求。灌注时可以使用

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

震动器加速混凝土的稠化和密实度，提高混凝土牢固度。在混凝土灌注完成后，需要及时进行保湿处理，以确保混凝土充分凝固和硬化。对于混凝土灌注施工环节而言，施工人员需要严格按照设计要求操作，并保持施工现场整洁、有序，随时注意施工质量和安全。同时，灌注混凝土后，需要及时进行养护管理，以避免混凝土干燥裂缝等问题。

4 市政道桥施工中钻孔灌注桩施工技术的应用策略

4.1 做好施工前准备工作

在市政道桥施工应用钻孔灌注桩施工技术时，做好施工前准备工作非常重要，可以极大地减少施工中出现的问题。施工前应当做好地质勘察、环境检查、施工方案设计以及施工材料准备等工作，为后续施工的顺利进行提供条件。在进行钻孔灌注桩施工前，需要进行地质勘察和土壤试验，以了解地基情况并确定钻孔的位置、孔径和深度等参数。通过检查施工现场的环境，如地面是否平整、无杂物、无水迹等，以确保施工安全和施工效率。与此同时，还要设计合理的施工方案，包括机械设备、施工队伍的组成、施工过程、安全措施等，以确保施工高效、安全和质量达标。并且准备好施工所需的材料和设备，包括水泥、砂、石子、钢筋、导管、搅拌机、振动棒、塔吊等。在施工开始前，应当进行测量工作，确定施工的定位和高度等参数，以确保施工精度和施工结果符合设计要求。此外，还要对施工人员进行培训，包括操作设备、保护设备、防范事故等，并严格要求施工人员遵守相关安全规定[5]。

4.2 加强现场施工技术管理

对于钻孔灌注桩施工而言，需要明确相关技术标准，加强现场施工技术管理，以保证工程建设质量。通过制定周密的施工计划，明确每一步的施工内容、所需材料和人力资源的投入等，以确保施工的有序进行。在现场施工时，应当对施工所需的各类材料进行严格管理，确保材料质量符合施工要求，减少因材料问题导致的质量事故。通过对现场施工进行严格的监督，加强对施工人员的管理，确保施工操作规范、杜绝瞎操作、乱扔垃圾等行为的发生。在此基础上，还要严格落实安全生产管理制度，做好隐患排查，加强对施工现场的安全监管，避免安全事故的发生。通过对施工人员进行技术培训和指导，加强现场施工技术管理，确保施工质量符合设计要求。除此之外，钻孔灌注桩施工期间，应当对施工过程进行记录，包括施工时间、施工人员、材料使用情况、施工进度、施工质量问题处理等，以便后续分析、总结和管理。

4.3 注重钻孔质量检测

在钻孔灌注桩施工中，钻孔质量的优劣对整体施工效果有明显影响，需要注重对钻孔质量的检测，以及时进行查漏补缺。在进行钻孔灌注桩施工前，需要进行地质勘察和土壤试验，以确定钻孔位置、孔径及孔深等参数，还要进行地下构造的综合勘查，以确保钻孔质量。在钻孔的过程中，需要进行孔壁稳定性监测、孔深监测、孔径监测、钻进速度监测、注浆压力监测等，确保钻孔的质量和钻进的稳定性。在钻孔质量检测时，应当有专业的技术人员进行操作，检测结果的准确性、可靠性和可重复性是检测的关键所在。与此同时，还需要针对每一个环节进行检测，并建立详细的检测记录，以保证施工质量和施工效率。

4.4 落实成桩质量验收

对于市政道桥工程中的钻孔灌注桩施工而言，还应当落实对成桩质量的检测，以保证道桥基础工程建设的稳定性。在进行成桩质量验收前，需满足验收条件，包括土壤达到稳定状态、灌注混凝土强度达到设计要求、钢筋布置符合规范等方面的要求。根据相关标准和规范，选择合格的验收单位和验收人员进行验收，以确保验收结果的公正性和客观性。成桩质量验收应包括验收资料、验收过程、验收标准和验收结论等。验收内容主要包括钻孔灌注桩的垂直度、直径、数量、混凝土质量、钢筋质量等方面。成桩质量验收的方法主要包括目视检查、探伤、超声波检测、冲击波检测等多种方法，应灵活应用，结合具体情况选择合适的验收方法。

5 结语

基础施工作为市政道桥工程的重点内容，对钻孔灌注桩施工技术的应用能够有效提高基础强度，保证道桥工程的稳定性。相关工程单位需要重点加强对钻孔灌注桩施工流程的管理，加强现场施工技术控制，通过对各施工环节的技术检验，以确保整体的施工质量达到标准，从而为市政道桥工程的建设奠定重要基础。

[参考文献]

[1]杨普军.钻孔灌注桩施工技术在市政道桥工程中的应用[J].四川建材,2022,48(1):129-130.
[2]汪江龙.市政道桥施工中钻孔灌注桩施工技术的应用[J].砖瓦,2021(2):185-186.
[3]张军.市政道桥施工中钻孔灌注桩施工技术的应用[J].居舍,2020(15):70.
[4]袁柏涛.道桥施工中钻孔灌注桩技术的应用[J].黑龙江科学,2020,11(10):74-75.
[5]归斌.道桥施工中钻孔灌注桩施工技术的应用[J].科技创新与应用,2020(14):169-170.

作者简介：刘翔跃（1995.8—），男，毕业院校：北京航天航空大学，所学专业：土木工程，就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司，职务：工长，职称级别：初级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

既有建筑改造设计要点与具体做法解析

王海鹏
中国建筑科学研究院有限公司，北京 100029

[摘要]对已有建筑物进行改建、设计和利用，不仅是当今可持续发展的需要，也是当前城市发展中的一个重要课题，更是一种节约资源的方式。可持续发展是一种新的发展方向。文中对当今社会中的既有建筑的改造设计理念进行了综述，希望能对既有建筑的改造设计提供一些参考。

[关键词]建筑设计；既有建筑改造；设计要点；施工方法
DOI：10.33142/ec.v6i8.9095 中图分类号：TU201.1 文献标识码：A

Analysis of Key Points and Specific Methods for Renovation Design of Existing Buildings

WANG Haipeng
China Academy of Building Research Co., Ltd., Beijing, 100029, China

Abstract: Renovation, design, and utilization of existing buildings is not only a need for sustainable development today, but also an important issue in urban development, and is also a way to save resources. Sustainable development is a new direction of development. The article provides a summary of the renovation design concepts of existing buildings in today's society, hoping to provide some reference for the renovation design of existing buildings.

Keywords: architectural design; renovation of existing buildings; design points; construction methods

引言

在现代社会，对既有建筑进行更新改造，已成为建筑发展的一大趋势。对已有建筑物进行合理的改造，可为环境、经济与社会的可持续发展作出重大贡献。对已有建筑进行适当的改造，并对其进行再利用，这种方式与新建的绿色建筑相比，不仅更加环保、更加经济，还能将其文化与历史价值延续下去，这也与可持续发展的理念相一致[1]。

1 既有建筑可持续改造总论

随着中国经济社会的发展和人民生活水平的提升，既有建筑物的应用功能已无法适应城市多元化和个性化发展需要，因此必须实施功能改变建设。然而，在既有建筑改造过程中，改造设计面临着很多挑战。既有建筑的各个系统往往老化、磨损、不规范，存在安全隐患，需要进行改造和提升。此外，既有建筑的各个系统往往是与建筑结构紧密相关的，需要考虑到建筑的历史、结构等因素，进行合理的设计。

为了填补既有建筑改造项目设计执行规范和标准的空白区，2022 年 4 月 1 日起实施的《既有建筑维护与改造通用规范》提供了更加具体的指导和规范。其中，各个专业在既有建筑改造中都扮演着重要的角色，需要在现场实勘、检查、分析评定基础上进行相应的设计[2]。

建筑改造是一种重要的方式，可以使旧建筑焕发新生。在建筑改造中，有几种常见的类型。首先，功能性改造是一种类型，它在保留原有建筑结构和外观的基础上，对其功能进行改变。这种改造通常发生在商业建筑或住宅区，例如将一个商场改造成办公楼，或将一个旧仓库改造成公寓。其次，外观改造是另一种类型，它在保留原有建筑功能的基础上，对其外观进行改造。这种改造通常发生在历史建筑，例如对一座古老的教堂进行外观改造，以便更好地展示其历史和文化价值。第三，结构性改造是一种类型，它在保留原有建筑外观和功能的基础上，对其结构进行改造。这种改造通常发生在老旧建筑，例如通过加固结构来提高建筑的稳定性和安全性。

第四，历史性保护性改造是一种类型，它在保护原有建筑历史和文化价值的基础上，对其进行改造，以满足现代需求。这种改造通常发生在古老的建筑物，例如将一座古老的城堡改造成博物馆或艺术中心。最后，能源环保改造是一种类型，它在保留原有建筑结构和功能的基础上，对其进行能源环保方面的改造。这种改造通常发生在现代建筑，例如将一个办公大楼改造成可持续和环保的建筑，以减少对环境的影响。

2 既有建筑改造设计现状及问题分析

（1）既有建筑特殊性。在建筑工程领域，竣工验收文件是一项非常重要的工作，它是建筑工程的合法凭证，包含了建筑物的所有技术参数、工程图纸、结构设计等信息，是建筑工程验收的重要依据[3]。

但是，目前所有建筑的竣工检验文书大都是纸面材料，容易因为保管不好而造成原始信息破损或遗漏。这不但会给后期的检验和评估工作造成很大的浪费，同时也会给建筑工程的运营维护管理带来很大的困难。对于既有建筑的

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

信息提取，目前存在着查询难、提取速度慢、效率低等问题。这些问题不仅会影响到建筑工程的运营管理，还会给后续的改造工作带来很大的困难。

在我国，已有建筑缺乏有效的运营维护管理，信息可追溯性差。这不仅会导致建筑工程的质量问题，还会带来安全隐患和经济损失。针对既有建筑的改造工程，存在设计难度大、质量和安全管理要求高、施工难度大、场地条件差、项目管理动态性强等特点。这些问题需要在改造工程中得到充分的考虑，以保障改造工程的质量和安全。

（2）既有建筑改造项目设计工作耗时较长且效率低。在建筑设计过程中，设计活动的开展顺序和任务是非常重要的。这样可以确保设计过程的有序进行，并且能够在不同阶段之间建立基础和发展。这种方法适用于较简单的建筑项目，可以有效地促进设计的进展。然而，在传统的设计过程中，设计信息往往是递进式传递的，这导致了信息滞后的问题。这种滞后会使专业设计改造的矛盾变得突出，同时也会导致无法及时发现和解决问题。这样一来，设计周期会变得非常长，效率也会降低。

（3）既有建筑改造的设计方法。建筑及室内设计工具是现代建筑设计师和室内设计师必不可少的工具。它们能够帮助设计师提高效率和精度，从而更好地完成设计任务。二维绘图虽然是建筑设计的基础，但缺乏层次感和构建信息，需要设计师对空间的想象力要求较高。而三维绘图技术则可以很好地解决这个问题，它能够将建筑或室内设计的各个方面以立体化的形式展现出来，给人带来更真实的感觉。但是，三维绘图也有其不足之处，例如缺乏构件属性参数，这就需要设计师在使用时进行补充和完善。

另外，工程文档管理也是设计师需要面对的问题之一。由于建筑及室内设计涉及多种文件种类，例如设计图纸、工程文件、材料清单等，因此信息整合与利用难度较大。设计师需要采用一些专业的软件工具，如项目管理软件、文档管理系统等，来帮助他们更好地管理和利用这些文件。

（4）设计平台的分隔与设计软件兼容性。建筑改造工程设计是一项繁琐的工程，要求工程设计项目组内部建立详尽的工作计划。不同工程设计项目的设计人员要通过不同的工程设计软件在不同的工程设计系统上实现相应的工程设计任务。这些设计内容的相互关联性很高，要求各小组彼此沟通、信息互补、及时更新，传递并完成整体改造设计。但是，在传统产品设计过程里，不同的产品设计软件、甚至统一产品设计软件各个版本之间多存在兼容性问题，这就会影响到传统产品设计的速度与品质。

为了解决这些问题，设计项目组需要采用一些新的设计方法和技术。首先，应该采用一种统一的设计软件平台，以实现设计人员之间的协同设计。其次，设计人员需要采用相同的设计软件，以避免兼容性问题。同时，应该建立一个统一的信息交流平台，以便各小组之间能够及时交流信息，更新设计内容。最后，设计人员需要加强沟通交流，以便更好地理解彼此的设计思路和意图，从而更加高效地完成整个改造设计。

（5）信息特殊性。建筑改造设计信息整合难，传递效率低，易丢失，难定位，这是建筑改造领域面临的一个难题。同时，不同专业设计人员之间的信息交流不足，也会导致信息丢失和重建浪费时间和人力。据统计，设计师10%～30%的时间用于寻找合适的信息，这不仅浪费了时间，也会影响设计效率和质量。

3 既有建筑改造策略

（1）建筑功能改造。城市建筑需要进行改造以满足社会发展要求。城市是一个不断变化的地方，人们对城市的需求也在不断地变化。为了满足人们对城市的需求，城市建筑需要进行改造。这些改造可以是扩建，也可以是改变建筑的功能。

功能改造需要遵循可持续设计策略和方法。可持续设计是指在设计过程中考虑到环境、社会和经济三个方面的可持续性。在城市建筑的改造中，可持续设计策略和方法是非常重要的。旧建筑再利用需要以提供舒适的使用环境与条件为原则，符合可持续发展要求。只有这样，才能保证城市建筑的改造是可持续的。保证既有建筑形体不变，对建筑功能进行改进，有助于提高既有建筑环保节能性。

（2）建筑外形改造. 当建筑的功能发生改变时，往往需要对建筑外观进行改变，而在改变方法上，可以有很多种方法可以选择，如“修旧如新”、“焕然一新”和“新旧结合”。但是，不管采取什么方法，改造的关键是要从三个方面入手：分析现状，确定改造目标，确定改造方法。

首先，现状分析是改造的第一步，需要全面梳理建筑特点、建成年代、建筑材料、建筑工艺等方面的内容。在进行现状分析时，需要坚持保护历史真实性，保持其本体现状和风貌。只有深入了解建筑的历史、特点和价值，才能够有针对性地进行改造。

其次，改造目标的确定也是非常重要的。在确定改造目标时，需要充分认识和挖掘原有建筑的价值，使改造建筑在满足使用功能的前提下做最少的干预，从而焕发新的生命。通过合理的改造手段，可以让建筑焕发出新的生命力和活力。

最后，改造手段的确定是整个改造过程中的重中之重。在进行改造设计时，需要根据新的使用要求进行针对性的改造设计，采用多样化的改造策略，如用当今材料、工艺替代原有位置或局部的适应性提升，最大限度地保护其美学和建筑学价值。通过采用多样化的手段进行改造设计，可以在满足建筑使用要求的同时，尽可能地保护原有建筑的美学和价值。

（3）建筑技术改造. 建筑技术改造是指通过对原有建筑进行技术上的改善和优化，延长其使用寿命，提高其使

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

用、经济和文化价值的过程。随着时间的推移，原有建筑的功能和性能逐渐陈旧，需要进行技术上的改造，以满足当前的使用要求和市场需求。

在进行建筑技术改造时，需要遵循不同的改造策略，根据具体情况采取不同的技术手段和设备，保证改造建筑符合当前使用要求最合理的技术。比如，对于一些历史建筑，需要采用保护性改造策略，保留其原有的历史风貌和文化价值；对于一些老旧住宅，需要采用改建策略，将其改造成符合现代居住标准的社区住宅。

在进行建筑技术改造时，需要做好建筑耐久性和安全性的改造，制定合理的加强加固措施。比如，在进行钢结构加固时，需要对钢结构进行强度计算和设计，保证加固后的结构能够承受更大的荷载，提高建筑的安全性和耐久性。

此外，建筑技术改造还需要运用当今先进的技术手段和设备提升建筑的舒适性。比如，通过电器照明设备、智能化设备和空气调节设备等，提高室内环境的舒适度和品质，提高建筑的使用价值和市场竞争力。

最后，建筑技术改造还需要采用节能环保材料，如太阳能利用技术，降低原有构件的自重，提高防火安全性能，提高施工精度和加快施工周期。这不仅有利于保护环境，减少能源消耗，也有利于提高建筑的使用寿命和价值，为城市的可持续发展做出贡献。

综上所述，建筑技术改造是一项重要的工作，它可以延长建筑使用寿命，发挥更大的使用、经济和文化价值。在进行建筑技术改造时，需要根据具体情况采取不同的改造策略，做好建筑耐久性和安全性的改造，运用当今先进的技术手段和设备提升建筑的舒适性，采用节能环保材料，以实现建筑的可持续发展。

4 改造过程中的注意事项

在进行建筑改建工作时，为确保改建工程的顺利推进及改建成果的质量，需要关注一些关键点。

首先，要注重实地考察，搜集、整理、整理原始数据。这其中就包括了对数据的补充，尤其是一些重要数据的缺失，还需要专门的测量和检查。同时，还要注意地下隐藏管线数据和地下室防水结构数据的采集。这一信息的完整和准确是重建项目能否顺利进行的关键。

其次，需要关注与各相关专项设计的统筹及配合。建筑改建涉及到许多专业领域，如结构设计、装修设计、工艺提供等。所以，要把各个专项设计的要求都要作为考量的内容，对各种需求进行综合，以防止由于设计之间的要求不能满足导致改建工作出现瑕疵，或对原有建筑进行局部二次拆除，从而提高了工程费用。要与工艺提供方、内装设计单位展开了一次详细、全面的技术要求的对接，确保了土建改造设计、装修设计同步到位，并同步完成各项审批工作。

最后，需要关注绿建要求及相关技术的应用。在进行增加隔墙等改造时，应考虑建筑物承载能力及可循环材料的使用，以符合绿色建筑的要求。这不仅可以提高改建工程的环保性，还可以为未来的可持续发展做出贡献。

综上所述，建筑改建工作需要关注资料收集整理、专项设计的统筹配合以及绿建要求及相关技术的应用等关键点，才能保证改建工程的顺利进行及改建成果的质量。

5 结语

对既有建筑进行改建设计是一种普遍的方法，它可以改善居住条件、美化环境、减轻建设用地压力。在城市规划和建筑设计中，改建设计是一项非常重要的工作。在进行改建设计时，实地调研和数据分析是必不可少的步骤。通过实地调研，设计师可以了解到原有建筑的实际情况，包括建筑的结构、使用情况、环境、交通等方面的信息。在进行改建设计时，必须采用科学、简便、经济的方式来确保原建筑物结构的安全和正常使用。在改建设计过程中，设计师需要考虑到原有建筑的结构、质量、使用年限等方面的问题，以确保新建筑的稳定性和安全性。此外，设计师还需要考虑到新建筑的造价、施工难度、材料选用等方面的问题，以确保新建筑的建造成本和使用成本都能得到控制。

[参考文献]

[1]刘建武.既有建筑绿色改造电气设计[J].建材发展导向,2023,21(8):62-64.
[2]张立茂,吴贤国,张文静,等.BIM 在既有建筑改造设计中的应用研究[J].施工技术,2018,47(23):120-124.
[3]陈秀奇,傅勇.可持续理念下的既有建筑改造设计研究[J].中国新技术新产品,2018(1):113-114.

作者简介：王海鹏（1985—），男，汉族，籍贯：山东省临沂市，学历：本科，中级工程师，专业方向：建筑设计。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

现代建筑设计中传统文化的传承及创新

程亦飞[1,2]
1 天地科技股份有限公司，北京 100013
2 中煤科工开采研究院有限公司，北京 100013

[摘要]中国五千多年的历史源远流长，历史长河中积淀出传统文化的精髓，其特殊魅力在每个行业和领域中都得到充分发散。针对现代建筑设计来说，其美观性与实用性会对群众居住感受产生直接影响。随着传统文化日渐回归，通过深化研究中国传统文化在建筑设计中的传承，能够获得更加优越的建筑设计成果，极大程度上满足人们的居住需求。

[关键词]建筑设计；传统文化；传承及创新
DOI：10.33142/ec.v6i8.9094 中图分类号：TU9 文献标识码：A

Inheritance and Innovation of Traditional Culture in Modern Architectural Design

CHENG Yifei[1,2]
1 Tiandi Technology Co., Ltd., Beijing, 100013, China
2 CCTEG Coal Mining Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract: China has a long history of over 5000 years, and the essence of traditional culture has been accumulated in the long river of history. Its special charm has been fully disseminated in every industry and field. For modern architectural design, its aesthetics and practicality will have a direct impact on the living experience of the masses. With the gradual return of traditional culture, by deepening research on the inheritance of Chinese traditional culture in architectural design, more superior architectural design results can be achieved, greatly meeting people's living needs.

Keywords: architectural design; traditional culture; inheritance and innovation

为了进一步顺应时代发展，满足人们对于当代建筑设计的更高追求，将传统建筑文化运用于当代建筑设计中就是最有效的方式，这不仅在很大程度上满足了人们对于当代建筑设计的进一步追求，而且对于传统建筑文化的传承也起到了有效的推进作用。因此，本文将对传统建筑文化和当代建筑设计分别进行分析和探讨，详细论述传统建筑文化在当代建筑设计中的应用。

1 对于传统建筑文化的有关概述

1.1 传统建筑文化的价值与特点

我国传统建筑文化的特点主要表现在大气、生气和富丽三方面。大气就是传统建筑向来都是给人一种舒展的感觉，主要体现在建筑物在大门、大窗、大屋檐的设计结构上面；生气就是让建筑物本身更富有艺术性；富丽就是给人一种富丽堂皇的感觉。传统建筑文化的价值层面主要体现在实用性、哲学性以及生态性三方面。传统建筑的主要价值就表现在实用性上，在以往的生活中，人们对于建筑的要求仅仅在于是否能够适宜居住，对于建筑物的空间、功能等方面是否完好也较为重视，而对于建筑艺术层面的价值就很少去关注。而哲学性就是人们所追求的“天人合一”的状态。生态性在于传统建筑会根据不同地区的气候、环境等方面，建造与当地生态环境更为契合的建筑，更加注重生态方面对于建筑的影响。

1.2 传统建筑文化的内涵

我国的传统建筑是具有丰富内涵的，传统建筑文化中包含着很多我国特有的思想理念。我国传统的建筑不管是从平面还是从外观层面，都能让人们感受到一种生动且形象的美，传统建筑文化中有着非常深厚的文化底蕴，而且还充分表现出我国传统文化的思想内涵，因此，传统建筑文化不失为是我国传统文化的一个重要载体。从我国传统建筑文化层面来说，进一步理解和掌握传统建筑文化的相关内涵，这不仅对于传承我国优秀传统文化起到了切实有效的推动激励作用，还会促进我国传统文化建筑在当代建筑设计的发展。

2 建筑设计与中国传统文化的关系

2.1 建筑设计根植于传统文化之中

建筑设计一定要处于相应文化语境中完成，体现出多样化价值观与审美观，展现出某段时期实际文化风貌，从该层面来说，现代建筑设计植根于中国传统文化。例如苏州博物馆新馆，该建筑的设计与传统苏州古建风格密切相连，结合苏州地域特色，实现传统文化与现代设计的和谐统一，并且设计师有效提炼苏州传统文化，将该建筑的主体造型设计得十分巧妙、新颖，合理利用当地传统建筑色调，带给人们较强的相识感。在材料方面选择就地取材，充分使用石材等当地材料，将该建筑完全设计成苏州的特

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

色建筑。正因如此，苏州博物馆新馆密切融入当地环境。该建筑渗透了老子《道德经》中提出的空间理念，实现了建筑和自然的有机结合，在尊重传统文化的前提下，呈现出“苏而新，中而新”的效果。

2.2 传统文化是建筑设计的创新源泉

在建筑设计过程中，需要以“传统”为参考和依据，正确界定设计人员思维。众所周知，设计并不能由个人行为决定，需要给予优秀传统文化充分尊重，形成正确清晰的认知，汲取创新要素。例如2010年上海世博会中国馆，该建筑融合了“天人合一、和谐共生”的理念，实现建筑和中国传统文化的有机结合。该建筑总设计师提出，和谐观是中国传统文化的核心。在我国的建筑中，斗拱具有鲜明特色，是为防雨而构建出的该造型。此外，如世博会中国馆还应用了节能环保技术，紧跟时代发展步伐，体现当今时代特色，展示现今科技成就。

3 中国传统文化元素在现代建筑设计的运用策略

3.1 建筑材料的传承

近年来我国科技飞速发展，基于该背景建筑领域在广泛使用新型材料。随着我国传统文化日渐回归，在建筑设计中不断提高对传统材料的利用率。针对所取得的设计效果而言，传统材料相对质朴、庄重，将其应用于现代建筑设计中可以营造出幽深的空间意境。在现如今的建筑设计中，对传统材料的传承不是模仿使用传统材料。相关建筑设计人员需要按照客户要求，并参考选址等内容，采取创新性手段采用合适的传统材料，有机结合古典韵味浓郁的传统材料和现代建筑，实现两者的充分融合，对人们产生较大冲击力，唤醒其历史情怀，与此同时还可以让建筑空间具有更加多样性的文化价值。根据现阶段的建筑设计来看，在现代建筑设计中利用率较高的传统材料有玻璃瓦、竹制品等。这些传统材料既可以用来为建筑提供基本支撑，也可以用来装置建筑空间，从整个建筑空间的角度来说，只要合理利用传统材料都有画龙点睛的作用。

比如，在保证建筑空间美观度不会降低的基础上，合理划分相对较大的空间，使其成为多个区域，针对该情况，建筑设计人员一般会利用传统刺绣材料制作而成的屏风，将其作为整个空间的分割工具，结合建筑设计风格合理选用刺绣内容，以此确保刺绣屏风和空间协调统一。站在美学角度来看，利用传统针法制作而成的新式屏风能够达到客户对美观性与创新性的要求。另外，相较于模仿性应用，通过创新使用刺绣材料能够更好满足建筑设计多样化需求，该设计应用方式有效促进了优秀传统文化在建筑设计中的传承。

3.2 人文观念运用

（1）以中国礼教中的“人”为建筑设计基点，结合建筑功能、所处地域环境，对各类建筑风格区别对待，如部分建筑讲究速度、经济、效率，如航空站、医院、实验室、工厂等，部分建筑重感情，甚至需当作艺术品对待，如陵园、风景名胜区宾舍、公园亭榭楼台、骨灰堂等，在进行设计时就需讲究对应的文化氛围，以此来提升设计效果。

（2）结合当地历史文化进行现代建筑设计的创新发展，可借鉴地域古建筑文化中的空间设计形态与布局方式，如在四合院设计时，引入庭院化的空间设计形态，实现建筑功能性与日常生活起居的充分融合；在进行江浙区域园林设计时，可通过空间错落与建筑内容物的层递式安排来达到“移步换景”的观赏效果；在福建漳州土楼设计时，可通过独特的空间形态“圆”，将功能、审美、空间等结合在一起，这种空间形态设计的借鉴、延展，对比古建筑文化元素、哲学元素、审美元素等有着较大不同，表现出更加灵活的状态，但对设计水平要求也较高，需设计人员结合建筑功用、当地生活习惯等展开具体的设计作业。

（3）在突出当地特色风格时，需设计师对当地的基本情况有比较清楚的了解，如可参考杭州来福士，设计理念源于钱塘潮，将借涌潮现象的优美曲线及层层相叠的自然形态，以现代美学的表现手法，展示出与周边环境相呼应的建筑形态，不但极具中国传统文化特色，而且凸显当地风景，有着较大的设计美感。

3.3 建筑色彩在现代建筑中的应用与传承

不同的色彩被赋予不同的文化象征与含义，我国传统的建筑色彩中常见的颜色为木色、深红色等。中国上海世博会会馆的设计中，中国馆采用中国红，使建筑整体结构显得稳重大气，而由深到浅晕染出了红色的层次感，使建筑整体充满生机，整体呈现喜庆祥和的氛围。传统建筑色彩的运用使原本古老的传统文化色彩在现代建筑中焕发出勃勃生机。

3.4 屋顶造型在现代建筑设计中的应用与传承

我国传统建筑屋顶构造是非常有代表性的，青色的屋顶，飞檐迭起，简单的色彩搭配使人仿佛置身于历史文化的脉搏，在浓浓的文化回味中体现出人情冷暖。例如，中国美术学院象山校区在设计中采用传统建筑屋顶建材瓦片，增加了建筑整体的古典韵味，使建筑形象更贴合自然环境，影响人们的艺术观念和道德观念，体现人与自然和谐相处的美好愿景，最终引导人们回归社会、回归自然。

3.5 字体元素运用

（1）结合建筑设计方案、功能特征等，灵活选用宋文、甲骨文、汉字等元素，实现文字图案在建筑中的应用，在实现历史文化传承发展的同时，还可提升建筑本身艺术效果，如上海金茂大厦，前厅内八幅铜雕壁画集中体现了中国传统的书法艺术，其通过汉字，从甲骨文、钟鼎文，一直到篆、隶、楷、草的演变，反映了中国上下五千年的文明史。

（2）形式与内容的完美结合。形式体现内容、内容决定形式，处理好建筑设计中两者关系，才可有效提升设

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

计质量，并以字体元素装饰建筑整体，提升建筑文化内涵；此外还需结合当地的城市特征、历史底蕴，如西安，为十三朝古都，本身有着厚重的历史底蕴，在建筑设计时需凸显恢宏庄重，在选择书法艺术时，以楷书、隶书、篆书为主，同时还可在建筑设计中引入当地名人作品，如四川可用苏轼、河南可用王铎等，这对宣扬当地文化、体现当地特色来说有着较好的作用。

（3）个性与共性处理。字体、书法在现代建筑设计中的运用，需处理好个性与共性、局部与整体的关系，因地制宜，展示城市风貌，结合建筑风格，可通过素描、书法、油画、摄影等加以点缀，如苏州城市建筑设计时，苏州博物院白、黑为主色调的书法艺术，苏州公交站台上直入眼帘的书法作品等，不论是具象还是意象的书法艺术形式，与当地的历史文化气息都相对契合。

4 现代建筑设计对传统建筑文化的应用策略

4.1 对传统建筑文化内涵的深入挖掘借鉴

现代建筑设计过程中，可学习借鉴传统建筑的文化内涵，了解建筑建造时代的社会形态、经济水平、社会思想、文化潮流、宗教信仰，从中选取优秀文化内涵加以运用，使得现代建筑设计充满浓厚的传统文化底蕴，促进城市文化内涵的提升。甘肃本土建筑师在改革开放以后，立足甘肃独特的历史文脉和地域特色，强调地域文化特色，抽象并浓缩甘肃民居村落的建筑风格和民族特色，融入现代建筑气质中，把握地域传统的精髓，继承传统城市街区和传统建筑风格，也涌现出一批优秀的成功范例。如敦煌机场老航站楼将现代建筑与古典风格结合在一起，与古丝绸之路大漠风光相得益彰。该建筑因其独特的建筑艺术风格而入选 80 年代中国十大建筑，被录入中国美术年鉴和中国建筑年鉴。

4.2 加强对复原、重建建筑文化还原性的重视

随着我国经济水平的提升与建设文化强国战略理念的施行，人们对于保护传统建筑的意识不断提高，我国多数传统建筑均申请世界非物质文化遗产，开始推行对城市中建造历史悠久、损坏程度严重的建筑物的修缮与重建工作，富有时代特色的建筑物得到保护，使其恢复原本的古色古香。传统建筑物的修缮与重建也需要再次进行设计规划，在传统建筑的设计过程中，应保持建筑物本身的文化特色与时代风格，设计师应模仿建筑设计的特点进行重建。在修缮建筑过程中，一般仅仅对建筑破损处进行修补，对于承重能力不足的结构进行固定，可使用钢筋混凝土来提高建筑结构的坚固度和防水性，但现代建筑工艺的应用不能破坏原本建筑的风格与文化内涵。在对传统建筑进行重建过程中，应遵循建筑物原本的设计风格进行模仿设计，但传统建筑物并无图像、视频参考，仅可从史书中寻找对其修建过程、修建后外观、功能的描述，在重建设计中需要设计师结合当朝的人文、经济、社会、工艺水平等进行充分的联想。在对历史悠久的建筑物修缮与重建过程中，还可将建筑物周边打造成具有文化特色的商业街，吸引游客的同时能够弘扬建筑蕴含的文化内涵，使得越来越多的人能够了解我国优秀的传统文化。

5 结论

我国现代建筑设计中融入过多的西方元素，城市经济的快速发展带动城市化建设，农村人口大量涌入城市致使用地紧张，需拓展上层空间，因而城市中随处可见高楼大厦，现代建筑已形成统一标准的设计流程。当前，随着人们生活水平的提升，已不满足于温饱，开始追求精神文化的充盈，现代建筑过于单一的设计风格使得人们在欣赏时出现审美疲劳，城市中的高层建筑吞没了原本的地方特色和民族特色。基于传统文化建造的传统建筑成为当今的审美潮流，如故宫、苏州园林、布达拉宫、黄鹤楼等，其建设背后均体现了一个朝代的兴盛与衰亡，在观赏我国经典建筑的同时与历史结合，从建筑的建造方式了解当时朝代的经济水平，建筑上的图案能够体现该朝的民俗文化，建筑屋顶能够体现当朝统治者思想等等。因此，现代建筑设计需要传承传统建筑文化，引领传统文化的学习潮流，使得现代建筑更富有文化底蕴，给予城市更多的文化内涵。

[参考文献]

[1]李娜.传统建筑文化在现代建筑设计中的传承与应用[J].建筑技术开发,2020,47(23):28-29.
[2]陈欣荣,牟宗仪.传统建筑文化在现代建筑设计中的传承[J].建筑技术开发,2020,47(17):18-19.
[3]李金玲,刘红霞.传统建筑文化在现代建筑设计中的传承与发展[J].住宅与房地产,2020(24):79.
[4]杨锦棠.中国传统建筑材料在现代建筑设计中的传承与创新[J].绿色环保建材,2020(5):16-17.
[5]刘允之,王伟伟.传统建筑文化在现代建筑设计中的传承与发展[J].砖瓦,2020(1):89-91.

作者简介：程亦飞（1982.10—），男，毕业院校：北京工业大学，所学专业：建筑学，职务：项目副经理，职称：工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

商务酒店大堂空间色彩设计探究

赵秀艳[1] 赵天宇[2]
1 华北理工大学，河北 唐山 064400
2 曹妃甸职业技术学院，河北 唐山 064400

[摘要]通过对商务酒店大堂空间中色彩的设计研究，其目的是研究大堂各功能空间色彩设计构成的方法，分析构成规律，归纳色彩设计的原则。利用新材料、新技术和创新的表现形式，充分发挥酒店色彩空间中的独特魅力。在研究过程中采用实地考察对大量资料进行分析、综合、比较、归纳等方法。对酒店大堂各功能空间和各个界面色彩设计进行深入的分析、总结。提出了合理的色彩设计原则，是影响商务酒店大堂空间视觉、艺术和文化氛围的重要因素，也是影响酒店品味和人性化的重要条件。最后针对色彩的心理学研究，以及不同风格所营造出的不同的色彩环境进行了分析，对酒店大堂色彩空间构成进行了阐述，同时营造商务酒店大堂色彩设计提出了见解和方法，对色彩设计在酒店空间中的合理应用有所帮助和启发。
[关键词]色彩设计；商务酒店；大堂空间；艺术氛围
DOI：10.33142/ec.v6i8.9090 中图分类号：TU247.4 文献标识码：A

Research on Color Design of Lobby Space in Business Hotels

ZHAO Xiuyan[1], ZHAO Tianyu[2]
1 North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei, 064400, China
2 Caofeidian College of Technology, Tangshan, Hebei, 064400, China

Abstract: Through the study of color design in the lobby space of business hotels, the aim is to study the methods of color design composition for various functional spaces in the lobby, analyze the composition rules, and summarize the principles of color design. Utilize new materials, technologies, and innovative forms of expression to fully leverage the unique charm of the hotel's color space. During the research process, on-site investigations were used to analyze, synthesize, compare, and summarize a large amount of data. Conduct in-depth analysis and summary of the functional spaces and interface color designs in the hotel lobby. Proposed reasonable color design principles, which are important factors affecting the visual, artistic, and cultural atmosphere of the lobby space of business hotels, as well as important conditions affecting hotel taste and humanization. Finally, the psychological research on color and the analysis of different color environments created by different styles were conducted, and the composition of hotel lobby color space was elaborated. At the same time, insights and methods were proposed for creating color design in business hotel lobby, which is helpful and inspiring for the reasonable application of color design in hotel space.
Keywords: color design; business hotels; lobby space; artistic atmosphere

商务酒店大堂空间色彩设计，对酒店空间色彩环境的应用，具有重要的研究价值。大堂是酒店空间的重要组成部分，色彩是空间环境中第一视觉感受，商务酒店大堂空间中的色彩设计，不仅体现了商务酒店的品味和层次。还充分表现了酒店的设计理念和内涵。高品位、人性化的大堂空间色彩设计，直接影响到客人的感染力与吸引力，能够促进商务酒店的运营与发展。

1 绪论

1.1 研究的目的

本文通过针对商务酒店公共空间大堂中的色彩分析研究，对商务酒店色彩环境的把握与发展现状有了进一步的了解和提高，并结合商务酒店大堂各功能空间中的色彩设计分析，逐步完善和发展该空间中的色彩设计的质量。完美的空间环境会给人们带来的舒适的生活享受。

商务酒店大堂空间中色彩的合理运用，将决定着酒店的市场定位和高品质的企业风格。此空间中色彩艺术氛围，所表达的精神文化内涵，对于酒店企业来说是十分重要的。色彩在酒店空间中的合理运用，将为人们创造温馨、舒适的空间环境、创造个性化的酒店色彩氛围，是酒店企业发展的关键。舒适的色彩空间氛围将引领宾客的入住率，来提高酒店的经济实力。因此对酒店空间中的色彩艺术氛围的营造是非常必要的。

1.2 研究的意义

在经济迅猛发展的今天，商务酒店的色彩设计已经走向了成熟阶段，同时，色彩在酒店空间中的合理运用，也被宾客们所重视，是促进着酒店的经济发展和振兴的关键。

商务酒店大堂空间中的色彩配置与研究，应以宾客的色彩心理感受为出发点，作为设计师在设计此空间作品时

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

要把色彩的情绪化内涵以及情感意境等为主，并遵从室内空间不同功能应用加以合理配置，了解各种色彩所表达的不同内涵，才能更好的满足不同消费者的心理需求，以达到消费者在空间中感到心情愉悦的效果。

利用有效的酒店大堂空间中色彩的调节作用，能协助人们进行生产、生活、有效推进社会的发展。研究商务酒店空间中色彩设计这一课题具有较为深渊的价值意义。

所以商务酒店大堂空间中色彩的合理运用，是当今社会发展前景城市化的重要的模式，需要色彩学理论指导的协助。使之用来分析和研究酒店公共空间中的色彩合理应用，体现主题空间色彩氛围的价值。因此，设计师对商务酒店室内空间中色彩的设计研究是尤为重要的。

1.3 研究创新点

创新点：通过对商务酒店大堂空间中色彩设计研究，以提高设计师对商务酒店室内大堂色彩的设计理念，使设计的作品在审美视觉中，满足人们的心理需求，陶冶人们情操，使人们在舒适的色彩空间环境中生活得更加多姿多彩。

1.4 研究内容

对商务酒店大堂中色彩的应用现状、具体实例进行整理分析，找出色彩应用存在的不足，并针对不同大堂空间中应具备的色彩倾向，以及根据不同的地域文化特色等深入分析，总结商务酒店大堂空间中舒适的色彩环境、地域特色和在此环境中人的心理需求并加以阐述。

2 商务酒店大堂的概述及空间构成

大堂是酒店空间中最重要的区域，是体现酒店整体形象的标志。

2.1 商务酒店大堂的概述

在经济飞速发展的今天，高档次、高品位的商务酒店处处可见，其大堂的设计风格独具特色，从中体现出了城市化的经济实力以及和高档次的色彩设计理念。

在大堂空间中，首先应具备其色彩舒适性特征，宾客追求的是“宾至如归”，的色彩空间效果。大堂的空间布置合理，宽敞、大气、高档、豪华，具有人性化特色的大堂色彩空间是满足宾客的首要条件。

商务酒店大堂空间的特征，划分商务酒店与非商务酒店的区别，商务酒店大多是以商务客人为主的空间范畴。

其次，与度假旅游者相比，商务客人一般讲究的是高贵的形象和繁忙的工作状态，注重酒店的高雅的色彩空间环境和温馨如家的色彩情感氛围。所以针对实际情况为了满足商务客人的需求，经营者通常在酒店配备齐全的设施，以及在服务质量上提供服务等都高于其他酒店。

第三，对于工作压力比重相对加大的商务客人来说，商务功能更显重要。宴会厅、会议室等功能也是必不可少的，像办公功能如传真机、复印机、打印机等设备应布置齐全。

第四，优越的地理位置也是商务酒店具备的关键，对于日理万机的商务客人来说，时间观念最为强烈，他们需要在短时期内完成各种商务活动，所以地理位置也是他们选择的目标之一。

2.2 酒店大堂共享空间构成

商务酒店大堂共享空间中的设计是一门系统的、专业性极强的设计学科，因为整个酒店的企业形象，主要是通过酒店大堂色彩空间来表达的。关系到企业的经济，对企业的发展具有至关重要的作用。

以城市形象作为焦点的商务酒店中，商务酒店定位不同于其它类型的酒店，其高品位的文化内涵、将进一步推动着当地经济地发展和社会文明，商务酒店大堂的共享空间是一个酒店的文化品味和艺术氛围的体现。其空间构成是整个商务酒共享空间是一个酒店的文化品味和艺术氛围的体现。其空间构成是整个商务酒店空间的关键所在。如（图 1、2）北京励骏酒店公共空间。



图 1 北京励骏酒店公共空间



图 2 北京励骏酒店公共空间

2.2.1 大堂总服务台空间构成

商务酒店大堂的总台包括：总服务台、服务台背景墙面、办公室、监控室等。

酒店总服务台是整个大堂空间中最重要的空间。具有宾客视觉焦点集中的空间范畴，同时提供宾客入住登记、结算、货币兑换等各种服务项目。所以，色彩的设计首先给宾客一种视觉的亲和力以及高档次的色彩审美效果。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

总服务台是宾客进入酒店中使其具有安全感、具有情感交融的色彩空间环节，服务台是提供宾客服务的商务服务中心，如复印机、传真机、打印机等。

商务酒店大堂总服务台背景墙的设置是必不可少的，它是整个酒店的形象标识，是整体空间的文化氛围和企业精神面貌的体现。如（图 3）某酒店总服务台、（图 4）唐山迁西宾馆总服务台。



图 3　某酒店总服务台

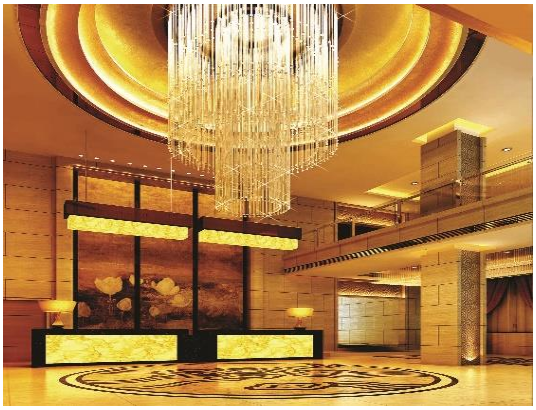


图 4　迁西宾馆总服务台

总台办公室、监控室、储藏室等都是酒店整体空间不可忽略的重要因素，将会给整个酒店的经济文化等方面的发展起到一定的推动作用。

酒店服务员工的服饰装束、仪容仪表、工作态度。以及服务员的服务技能、技巧。文化修养和精神素质、应变能力等方面将对整个酒店的形象也起到了一定推动的作用。

2.2.2 大堂休息区空间构成

商务酒店大堂休息区空间，主要是作为宾客休息、等待、洽谈等功能所组成的。

在酒店大堂的空间设计中，宾客的休息区空间布置是不可缺少的。在人流量汇集的宾客中，以便于宾客等候、休息的空间场所，按规范上规定，其使用面积，将是整个大堂面积的五分之一。所以休息区色彩的运用要与大堂空间的色彩相协调、统一为出发点进行色彩再创造。

休息区是整体空间中，使用率较高的场所，其家具以及陈设品色彩的选用，绿化盆栽的摆放等都要经过精心合理布置。

休息区大致分为私密区、半私密区和公共区三部分组成。

私密区，指空间低矮的休息区域，其大堂氛围亲切、情感交融，突出私密性，没有偶遇更多的视线，大堂氛围亲切舒适。（如图 5、6）中国大饭店休息区。



图 5　中国大饭店休息区



图 6　中国大饭店休息区

半私密区域，指多层次空间的休息区，视觉层次丰富，类似观赏空间，起到等待、闲聊和观赏的效果。（如图 7）北京 JW 酒店大堂半封闭式休息区。



图 7　北京 JW 酒店大堂半封闭式休息区

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.



图 8 北京丽都酒店休息区

“波特曼”式大空间休息区域，其功能形式更具有观赏性，公共感觉强烈，纯属的是以观赏为主的精神享受，此休息区大多用在豪华的商务大酒店中，其空间感更具有大气、豪放的风格。（如图 8）北京丽都酒店休息区。

2.2.3 大堂吧空间构成

大堂吧在整个空间中起到了一定的辅助作用，为宾客提供所需要的小食品、酒水等功能空间。同时也具有一定的休息功能。其空间是半开放式的，装酒店的特色风格来设置，一般多以雅致温馨的暖色调为主。其布局氛围小吧台、雅座。（如图 9、10）某酒店大堂吧。



图 9 某酒店大堂吧



图 10 某酒店大堂吧

2.2.4 大堂电梯间空间构成

商务酒店大堂空间中电梯厅是必不可少的公用空间范畴，是宾客分流量集散地，一般电梯间设置在宾客视觉容易辨认的空间地理位置，以提高宾客的使用效率，以便达到宾客来去自由的空间氛围。常用的电梯厅地面、墙面、顶面其风格上要统一，豪华、设计上应宽敞、明亮、简洁。高档次的商务酒店大堂中，电梯厅可为客人提供休息座椅、茶几等。陈设也是提高电梯间空间中的文化艺术氛围、以提高空间文化品质。电梯间是宾客入住客房的必经之路，其色彩的合理应用，将会给宾客留下色彩视觉的审美空间效果。（如图 11、12）某酒店大堂电梯间。



图 11 某酒店大堂电梯



图 12 某酒店大堂电梯间

2.2.5 大堂卫生间空间构成

商务酒店大堂公共卫生间，是宾客必用的空间场所，在其设计的造型、色彩的运用，都要经过深思熟虑。而且在使用功能中，还要考虑到残疾人的使用空间。

在色彩设计中要力求高品位、高档次的文化素质，以突出酒店对宾客的呵护与关怀，色调要以浅暖色为主，具有温暖、热情的视觉效果。材料一般采用高档次石材如“金线米黄”、“水纹米黄”石材等。突出其功能空间高档、明亮的色彩视觉效果。

（如图 13、14）某酒店大堂卫生间。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.



图 13 某酒店大堂卫生间



图 14 某酒店大堂卫生间

2.3 色彩设计基本概述

2.3.1 色彩的分类

色彩大致分为三要素：色相、明度、纯度。

（1）色相

色相即色彩的相貌和特征。如天空的“蓝”、青草的“绿”、苹果的“红”等。都属于色相的范畴。

颜色的不同，它所表达的情感认知也有所不同，我们通过对色彩的认识，结合人们对色彩视觉的审美需求，充分运用色彩所赋予我们的视觉之“美”来充实人们的生活。

（2）明度

色彩的明暗就是色彩在光的作用下所反射的明暗程度。是随着光照的变化而变化的。

人的视觉审美随着色彩的明度发生着变化，随着光照的不同，所产生的色彩效果也有所不同，同时色彩也传达着不同的心理感受。如果大堂的顶部色彩的明度低于地面，在空间的色彩视觉中，就会使人感到压抑、头重脚轻的色彩倾向。反之。地面的明度暗于顶面，则整体空间的色彩空间感就使人显得心情舒畅、和谐、自然。

（3）纯度

色彩的纯度指色彩的鲜明度纯度，代表单一色系的色彩氛围，几个或多个以上色系混合在一起就会降低色彩的纯度，颜色混合的越多，纯度就越低，互为补色之间的纯度相混合，如黄色和蓝色、绿色和红色之间相混合，色彩纯度相对减弱、减低。

2.3.2 色彩的心理学研究

人的心理情感、生活情趣等与色彩有着密切的联系。同时，色彩也将影响着人们的工作和生活。

人们的视觉及心理具有温暖的色系，统称暖色系。如红色、黄色等。暖色系具有热情、温柔、体贴的色彩倾向。在寒冷的冬季，在室内空间中，色彩采用温暖的色调，与同样温度的冷色调的空间相比，给人的心理反应就具有温暖的意境。

白颜色的空间给人以明亮、开阔、清楚的光感，并且白色通常是一种安全的颜色，可以大面积地使用，白色也象征着纯洁、洁白、干净的空间氛围。

黑色系具有神秘的色彩倾向，小面积的空间使用黑色系点缀，增加空间的稳重性，如地面的波打线、拼花等。在空间中体现大气、且富有变化的色彩视觉。如果大面积的使用黑色会给人以恐怖、不安全的色彩空间氛围。

在色系中具最有柔和的颜色为黄色，它给人一种安全、明亮的色彩视觉。在界面中如果大面积的使用浅浅的黄色加以装饰，整体空间就会显得温馨而舒适，如果大面积的运用纯黄颜色，整体色彩感觉将会烦躁无味。

绿色是暖色与冷色的中间色系，其象征着生命的活力，在绿色系空间中，可以联想到大自然清晰的心理感应。绿色系常用在医院、教室等空间中。同时，绿色具有开阔、清新的色彩空间效果。

蓝色系首先让人联想到大海、蓝天，其色相具有宽阔、清爽的色彩空间氛围。

紫色系具有浪漫色彩，一般年轻人喜欢紫色系，联想到紫色的玫瑰，象贞不渝的爱情[26]。

有的商务酒店大堂色彩设计，无论是设计风格还是色彩搭配等方面与多个酒店都惊人的相似。其实在不同的地理位置，不同的地域文化、涉及的色彩空间氛围应不尽相同，商务酒店的设计理念完全应有不同的气质和特色。所以商务酒店大堂空间中色彩的合理运用，是创造出各具特色的色彩艺术氛围。

在商务酒店室内大堂空间中，色彩合理运用是至关重要的，它不但能影响人们的情绪，同时也会影响人们的生活，所以酒店室内大堂空间中，色彩的完美设计，可以使人的身心得到愉悦，工作得以顺畅，生活更加幸福。

[参考文献]

[1]丹尼尔.室内色彩法则[M].北京：电子工业出版社，2011.

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

[2]杨玮娣.室内装饰色彩分析与应用[M].北京:水利水电出版社,2012.
[3]苏珊.池沃斯,董丽译.植物景观色彩设计[M].北京:中国林业出版社,2007.
[4]金容淑,武传海,曹婷译.设计中的色彩心理学[M].北京:人民邮电出版社,2011.
[5]李欢.主题酒店公共空间设计研究[D].西安:西南交通大学硕士论文,2007.
[6]邱春林.设计与文化[M].重庆:重庆大学出版社,2009.
作者简介：赵秀艳（1973.12—），河北省唐山市，毕业院校：华北理工大学艺术学院，设计艺术学，硕士，当前就职于华北理工大学艺术学院；赵天宇（2000.7—），河北省唐山市，毕业院校：渤海大学艺术学院音乐表演系，学士，当前就职于曹妃甸职业技术学院。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

低碳节能装配式建筑结构施工技术探讨

马 朝
北京四达基业建设工程集团有限公司，北京 100176

[摘要]装配式建筑是指在工厂内进行一些原始工作，然后将半成品运到现场进行连接和组装的建筑。因为所有工作项目中装配施工的原则是标准化管理、工厂化运作和信息化管理，所以装配施工的质量有很高的保证。同时，这种特殊的施工方法有效地提高了现场施工的整体效率。因此，装配式建筑逐渐成为现代工业生产方式的代表和城市建筑的首选技术类型。然而，随着装配式建筑技术的快速发展，建筑中仍然存在资源消耗、环境保护等问题。
[关键词]装配式建筑；低碳节能；建筑技术
DOI：10.33142/ec.v6i8.9134 中图分类号：TU7 文献标识码：A

Discussion on Structural Construction Technology of Low-carbon and Energy-saving Prefabricated Building

MA Chao
Beijing Sidajiye Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: Prefabricated building refers to a building that carries out some original work in the factory and then transports semi-finished products to the site for connection and assembly. Because the principles of assembly construction in all work items are standardized management, factory operation and information management, the quality of assembly construction is highly guaranteed. At the same time, this special construction method effectively improves the overall efficiency of on-site construction. Therefore, prefabricated building has gradually become the representative of modern industrial production mode and the preferred technology type of urban buildings. However, with the rapid development of prefabricated building technology, there are still resource consumption, environmental protection and other issues in the building.
Keywords: prefabricated building; low carbon and energy-saving; building technology

与传统建筑相比，装配建筑可以有效提高现场生产的低碳节能水平。以住宅建筑为例，阐述了如何通过有效的技术手段提高整个建筑过程的节能效果，促进建筑过程的绿色、节能、高效运行。与传统建筑相比，组装建筑在建筑过程中对固体废物的回收和再利用具有更好的技术水平。组装建筑与更先进的隔热材料相结合，可以降低能源消耗，提高生活舒适度。装配建筑的低碳节能水平更适合当今社会，减少温室气体排放，促进绿色建筑的应用[1]。

1 低碳节能在建筑施工中的意义

如何打造低碳建筑?从应用效率的角度来看，低碳节能的应用主要包括资源的有效利用、环境保护的实施和施工过程的管理三个方面。通过各个领域相关指标的详细实施，将有利于资源再利用，提高资源利用效率，加强建设过程的管理。同时，在实施过程中形成良好的评价体系和流程，对节约资源和绿色建筑的形势进行综合评价，规范运行，达到低碳节能的目标。

低碳和节能建筑材料的优势。低碳建筑材料的应用优势：（1）更有效地节约自然资源，减少环境污染。与普通墙壁材料相比，使用粘土等易燃材料消耗了大量土地资源。用工业废弃物处理新材料，减少固体废弃物的污染，节约土地。(2)施工周期短，新型墙体材料主要为砌块和板材。施工过程方便了砖砌体，砖砌体更大更轻，施工速度更快，施工时间更短，砖块数量减少。新型建筑材料应用于建筑墙体，可大大提高其隔热性能[2]。随着保温率、制造技术和产品应用的不断提高，保温技术和墙体保温都达到了一个新的水平，这将提高整个工程的施工水平。低碳节能的屋面不仅保证了建筑的排水功能，也是保温隔热的重要组成部分。节能屋顶的应用越来越普遍，聚苯板、泡沫板等新型建筑材料越来越多。为保证屋面结构和保温性能，屋面设计主要由彩钢保温板、植物板、防水材料、防水织物、钢结构、反光膜等组成。室内反光膜可以提高房屋的亮度，而轻质材料可以保证屋顶的便携性，既能保证保温性能，又能满足结构设计的要求。门窗作为结构墙体的主要组成部分，通风性好，散热性强，一方面通过窗户本身，另一方面通过柱子，所以门窗采用更先进的材料是低碳节能应用的目标。目前建筑结构中广泛使用玻璃纤维、塑料双层窗、真空窗，低碳节能效果显著。低碳节能的实现离不开建筑材料和构件的应用。在装配式建筑应用中，采用特殊的节能设计，确保预制构件符合节能要求。在现场组装时，管理组件的连接和缺陷非常重要。在设计复杂建筑时，还应特别注意外墙保温、屋顶结构、门窗节能以及新型建筑材料和构件的选用。环保配件在低碳生活中的应用，一方

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

面减少了加工过程中的能源消耗和环境污染；另一方面为建筑结构带来了节能和长期的环境效益。在安装结构实施中，综合选择和应用符合当地环境条件和国家提出的绿色环保节能理念。

2 装配式建筑的重要特点

建筑形式多种多样。如今，许多家庭普遍过于注重外表，不考虑家庭的需求。在施工过程中，建造了许多承重墙，内部空间太小，内部空间的调整缺乏灵活性。装配式建筑的开放式配置非常灵活多样，可以根据租户的实际需求自由配置和划分。正常情况下，应设置大面积的开放空间，墙体采用轻质材料，有效分隔空间。在混凝土施工中，石膏板的有效配置可以充分体现节能环保的效果。

创造更好的质量：一般来说，组装建筑的预制构件主要采用绿色建筑材料，可以有效地减少环境污染、火灾和耐磨性，避免潜在的破坏，同时组装结构的材料薄，重量轻，抗震能力强。对于地震暴露程度高的地区，其应用优势非常明显。此外，建筑物安装后可以与各种建筑物完全结合，形成独特的功能，尽可能保证建筑保温材料的有效应用和节能，促进建筑物安装后的二氧化碳减排[3]。

许多制造商在组装建筑物时使用模具来制造外墙板。通过喷雾可以保证外板的颜色和强度。破碎的门窗不断取代过去建造的木制窗户和钢制窗户。该工厂拥有先进的生产技术，并使用机器生产不同规格的型材。内部材料，如石膏板和颜料，可以在生产线上生产。在混凝土生产中，可以随时提高材料的性能，如绝缘，阻尼和防火等[4]。

缩短工作时间。一般来说，对装配式建筑物的要求很高，建筑物的施工必须在规定的期限内顺利完成，以保证建筑物的整体质量。装配建筑施工时，大多数情况下使用预制构件，建筑模型和墙壁等，节省了时间。施工现场浇筑可以顺利完成，充分节省人力物力，提高施工速度，有效缩短施工时间。

降低项目成本。推广安装可以有效地节省资金和工程成本。在整体设计中，项目成本、项目预算和项目评估是影响整体设计效率的重要因素。在模块化建筑的建设过程中，材料和设备的建设成本得到了很大的降低，保证了模块化建筑中空间和居住低安全概念的实现。

与以往的结构形式相比，施工现场的施工过程相对简化，包括现场各种部件的制造、运输和安装，没有灰、连接钢、支撑模板和泥浆等施工工序，施工现场的施工工人数量进一步减少，使施工工作更加便捷有序，工人的劳动强度进一步降低。减少建筑工地的废弃物、废水和噪音，减少环境污染，实现节能减排；所有流程，如工厂安装，都需要精度，质量和降低成本。

3 低碳节能装配式建筑技术

预制建筑物的防火和抗震性能：预制建筑物通常使用混凝土作为外墙的建筑材料。由物理泡沫制成的泡沫胶带通常用于安装建筑物的内墙。因此，墙体一方面具有很强的耐火性，另一方面，它也可以达到隔热的作用。另外，如果一些钢梁安装在建筑物的墙壁上，在装配过程中使用一些钢管连接建筑板，装配效果会更好。这不仅提高了建筑物抵御强风的能力，还具有抗震效果。因此，运营商通常在建筑物的墙壁上安装钢梁和钢柱，以提高整个墙壁的稳定性和硬度。这样，墙体的承重结构可以与周围的墙体结构形成一个统一的整体，建筑物的抗风抗震能力也可以大大提高。在建筑物内的地震测试中，我们在地震平台上设置了一个测试场。进行地震测试时，应确保所选房屋大小相同。根据地震台的要求，模拟墙应分为两层。我们对各层的结构模型进行了振动，发现屋顶结构的每一层都保留了原有模型的形状，结构的每一层都没有强烈的振动。然而，一些地区也受到影响。墙的重心主要集中在肋骨上，所以坚固的肋骨比较松，周围有振动干扰，墙面有裂缝。我们在实验中观察到，当人体的地震波达到 0.3g 时，建筑物的外部结构是松散的。当入口处的地震波达到 0.5g 时，建筑物轴线的外部结构可能会部分脱落，一级外墙的悬挂部分可能会碰到局部裂缝。但是在整个实验过程中，我们可以观察到没有像外板大跌落那样的滑动现象。

结合实践，当预制建筑采用混凝土作为墙体的建筑材料时，通常需要在建筑的外表面安装安装板，其主要作用是达到加固钢筋混凝土的目的。此外，在悬架内部增加了一个 XPS 板。XPS 板厚度一般为 21mm，XPS 板用钉子固定在建筑物外墙上。另外，棉花保温层填充在墙体外层和墙体中间层之间的保温层，起到保温隔热的作用[5]。

装配式建筑在屋顶和外窗节能中的应用。屋面结构一般由保温板、屋面板、EPS 复合保温板和防水板组成。这组面板可以直接安装在建筑物的墙壁上，直到面板完全填充和处理。为了起到保护作用，通常在屋顶上均匀地涂上泥浆。泥厚 25mm 左右，外窗一般用塑钢。玻璃是双层的，中间有裂缝。这种双层玻璃其实可以起到隔热的作用。为建筑物安装地板时，处理总是遵循自上而下的顺序。如果建筑底部有 20mm 厚，可以用水泥砂浆加固。如果建筑厚度大于 60mm，应采用组合保温。

节能技术在复合建筑中的应用使建筑的墙体结构更加灵活。在不同的室外温度条件和不同的气候特征下，通常可以组装不同的屋顶形状和建造不同的墙壁形状。该类安装建筑节能效果较好，总体符合国家节能指标。与传统建筑相比，能耗降低 58%。在白天温度高的地区，节能效果明显。在已安装的建筑物中，通常在建筑物的墙壁上安装一定数量的绝缘体。这种由面板组成的墙体结构具有非常好的通风性，并在两个墙体之间形成热传递。因此，形成这样的墙体结构可以使建筑内部温度适宜、舒适。寒冷的冬天来了，建筑的墙壁是用一些导热材料制成的。总的来说，这种材料具有良好的热工性能，属于复合墙体。在

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

这样的建筑中，复合墙体可以根据室温的变化进行适当的制冷或制热。

4 低碳节能装配式建筑技术的实际运用

低碳节能建筑生产技术在外墙施工中的应用。建筑安装时，要充分结合居民实际需求，合理选择墙体结构和厚度，使用预制构件，有效安装墙体，并进行热工性能测试，获得准确的热工性能参数，为建筑安装提供依据。特别是要适当控制实验室的温度和湿度以及冷热容器的温度。一般来说，在测量和校准结构元件的传热性能和热容器保护方法的稳定性时，应基于各种实验证据将实验室温度控制在 24.5℃。在低碳能耗组装技术实验中，只有当温度和热流密度指标稳定时，才能得到合适的壳体结构热工性能参数，有助于更好地控制建筑外墙质量[6]。

低碳节能组装技术在屋顶和外窗节能中的应用。对于带活动板的屋面结构，通常由密封、保温、弧形屋面板等组成。这些复合隔热屋顶板可以有效地应用于建筑物的墙壁并直接固定。板被完全填充并以有针对性的方式处理。屋顶 2.5cm 以上的污泥能有效控制屋顶的传热性能，双层中空玻璃在除钢窗小于 0.3W 时能有效隔热，建筑楼层的安装通常是自上而下。如果地板 2cm 厚，可以用水泥砂浆达到平面。如果地板厚度大于 6cm，应采用组合保温；超过 7cm，屋顶和外窗要铺细钢筋混凝土。当它超过 10cm 时，这不可避免地导致电阻超过 1.6W。

抗震、消防采用低碳节能建筑生产技术后，建筑外墙安装一般采用混凝土板，建筑墙体用混凝土板为物理发泡区。具有相应的隔热功能，防止建筑构件因高温而开裂燃烧，有效提高整个建筑的耐火性能。在已安装建筑的施工中，还具有较强的抗震能力。建筑工人通常在建筑物的墙体上安装钢柱和钢梁，充分提高了建筑物墙体的整体稳定性和硬度，促进了墙体和支撑结构的维护，形成统一的整体，全面提高建筑物的抗风抗震能力。比如地震试验是在地震台上的建筑物上进行的，同样大小的房屋作为地震实验室。完全符合地震台站的标准，模拟区域一般分为构造模型。在不同振动强度的发展过程中，各种屋盖结构均未经历强烈振动，模型保持不变。当振动发生时，破坏通常集中在周界前方的裂缝或回弹处。只有当入口处的地震波达到 0.3g 时，建筑物才会发生分离。当当地地震波达到 0.5g 时，建筑物顶部的插入机构将会倒塌，建筑物的外墙将会部分破碎。然而，在整体测试中，连接板没有滑动。

低碳节能建筑生产技术在建筑节能中的应用。在屋顶安装时，要充分结合不同的气候特点和室外温度条件，形成不同类型的墙体结构。这种模块化建筑具有很强的节能效果，能够满足我国的相关规定，比普通建筑节能至少 58%。对于具体的节能方法，一般表现在高温地区。在建筑物的墙体上安装保温板时，通常会对墙体结构产生良好的通风效果，并在墙体之间传递热量。在这种情况下，建筑物内的温度被最大化，以满足相应的设计标准，并确保舒适性。

低碳节能建筑生产技术在荷载试验中的应用。低碳组装技术的关键技术之一是压力测试，使人员能够确保测试柱符合标准电压，并在压力测试过程中确认各种电压水平。在此过程中，要保证各级荷载不超过标准荷载值的 5%，这样才能有效防止混凝土开裂。在试验柱达到标准荷载之前，人员必须保持垂直荷载的设计值不变，并按设计值加载水平荷载，以提高实际荷载值的准确性。

总之，低碳节能技术在装配式建筑中的应用，促进了建筑工地对环境变化的适应，促进了建筑与环境的融合，既能满足当前建筑生产的要求，又能减少二氧化碳的排放，改善整体自然环境。

[参考文献]

[1]于景杰,吴俊喜.低碳节能装配式建筑技术研究[J].建筑技术,2013(9):6-8.
[2]仲济安.浅谈低碳节能装配式建筑技术如何应用[J].环球市场,2016(25):34-35.
[3]李育君.低碳建筑设计技术及其方法浅析[J].企业科技与发展,2015(17):18-25.
[4]邓凯,朱国梁.某装配式建筑外墙防水设计及节点构造处理[J].中国建筑防水,2016(24):9-12.
[5]谭盛松.土建施工中的清水混凝土施工技术要点[J].农村经济与科技,2017(2):6-8.
[6]缪国栋.建筑工程大体积混凝土施工技术要点[J].中国建筑装饰装修,2022(2):46-47.

作者简介：马朝（1987.8—），男，毕业院校：北京建筑大学，所学专业：房屋建筑工程，就职单位：北京四达基业建设工程集团有限公司，职务：高新发展分公司经理，职称级别：初级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

征 稿

Call for Papers

《工程建设》由新加坡Viser Technology Pte.Ltd.主办，国际标准刊号：ISSN：2630-5283。本刊长期以来注重质量，编排规范，选稿较严格，学术水平较高，深受高校教师及科研院所研究人员青睐。本刊为开源（Open Access）期刊，出刊的所有文章均可在全球范围内免费下载，万方数据库、维普网等权威网站收录。

期刊针对工程项目建设的全过程，重点报道工程建设过程的科研成果、先进技术、高效设备、新型材料、工程项目管理经验等，突出工程领域新技术、新工艺、新方法，反映建筑、市政、交通等工程领域新成果、新进展，促进工程技术行业的交流与成果展示，为推动国际工程技术和科学技术发展服务。

《工程建设》期刊的主要栏目有：

工程管理、建筑工程、市政工程、机械工程、石油工程、矿山工程、冶金工程、勘察测绘、施工技术、建筑设计、节能环保、材料科学等。

鼓励工程建设各领域的专业技术人员和管理干部以及大专院校相关专业的师生和科研人员来稿，有关国家科技计划、自然科学基金和各种部门、地方、院所科技基金资助项目的文章优先发布。

征文格式与要求：

（1）论文要求：论点新颖，论证充分；设想可行，结论可靠；条理分明，书写清楚，用字规范，上交电子文件（word格式）。

（2）论文格式：题目、作者姓名、工作单位、省份及邮政编码、中英文内容摘要（150字符-300字符为宜）及关键词（3-5组为宜）、正文、参考文献。（附个人简介、邮箱、联系方式及详细收件地址，如：省、市、区、路）。

（3）论文篇幅：字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址：www.viserdata.com



Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址
21 Woodlands Close, #08–18,
Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

官方网站
www.viserdata.com