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

中国科学评价研究中心（RCCSE）收录期刊



2022 12

第5卷 总第46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

2022年·第5卷·第12期（总第46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： 12月

收录期刊： 万方数据库、维普数据库

中国科学评价研究中心

期刊网址： www.viserdata.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

程俊儒　王建立

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

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它权利的行为，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

建筑工程施工中工程监理的作用及提升措施..... 张青川　杨　彬 1

岩土工程建设中深基坑支护及勘察技术分析... 袁　松 5

建筑工程施工现场机电安装施工技术分析..... 张友亮 8

输电线路工程信息化管理方法研究..... 王志力 11

论统筹管理及预测对工程造价的影响..... 梁　成 15

浅析公路工程项目造价控制管理及其问题分析..... 刘　娇 18

道路桥梁工程的预应力施工技术分析..... 王　瑶 21

BIM 技术在建筑工程造价管理中的应用与探究 ..... 葛　洋 25

三峡库区陡坡消落带生态修复技术研究—以偏岩子为例 ..... 邱利文　吴柳东　张定军　沈　健　李　豪 28

生态修复技术在水土保持工程的应用分析..... 冯君园 32

房建施工监理现场的质量管理策略..... 柯有国 35

浅谈高速公路路基养护技术与管理... 王景春　田　鹏 38

建筑工程

探讨建筑工程管理中创新模式的应用及发展趋势..... 刘淑辉 41

土木建筑工程施工边坡支护技术分析..... 杨仲舟 44

浅析建筑工程施工中深基坑支护的施工技术研究..... 严春健 47

市政工程

空气源热泵供暖技术及应用实践研究..... 隋金洲 50

路桥施工技术及质量控制措施的分析和研究..... 吉庆锋 53

沥青混凝土面层施工技术在市政道路维护工程中应用探析 ..... 魏晓娟 56

市政道路工程施工方法与质量控制..... 张建平　胡晓宇　张小毛 59

市政道路桥梁施工管理中存在的问题及优化措施..... 陈红旗 62
市政道路工程施工管理及质量控制..... 张　鹏 65
浅析市政道路软土路基的施工技术..... 李　燕 68

机械工程

提升机械设计制造及其自动化的有效路径分析..... 王　松　夏明立 71
管道自动焊碳钢实芯焊丝焊接工艺分析..... 刘建国　王银飞　王振飞　王　健　田文冲 74
胶带机无人值守技术在煤炭生产中的应用..... 刘志文　朱聿顺　刘宝明 78

石油工程

综合录井井控监测技术应用现状..... 王益军　杨　阳　张贵莲　刘云霞　曹丽萍 81
浅析石油钻井自动化关键技术应用..... 卢伟伟 85
工艺管道施工常见问题分析..... 刘锡君 88
试论石油化工设备防腐的有效措施..... 王益军　杨　阳　张贵莲　石　锐　姬　虹 92
关于石油工程技术创新策略的思考..... 刘　强 95

矿山工程

矿山地质环境勘查与治理应用..... 张　萌 98
智能化采煤工作面关键技术及应用..... 张　宁 101
环境岩土工程技术在矿山地质环境保护中的应用..... 常　进 104

勘察测绘

工程地质勘察中的水文地质危害及其对策... 康吉莉 108
岩土工程勘察土工试验的质量控制策略..... 常力文 111
浅谈石洞沟煤矿水文地质特征及防治措施..... 钱直明　颜小平　胡　平 114
地震波 CT 技术在隧道岩溶探测中的应用.... 赵清先 118
水电站地质灾害问题评估研究..... 杨　琴　王大卫 123
我国煤矿区水文地质勘查与环境地质评价现状及发展趋势..... 刘　俊 126

施工技术

分层流实验室造波系统的设计与开发..... 牛　猛 129
公路工程沥青路面施工现场试验检测技术研究..... 周一青 133
浅论水泥路面加铺沥青面层施工工艺及质量控制..... 张　岳 136
九度区乌兹别克斯坦某银行超高层高标号混凝土工程综合应用技术..... 陈秋晨 139
浅析化工工程施工安全管理..... 王　丹 143
流水施工技术在建筑工程项目管理中的应用研究..... 郭浪浪 146
浅谈房屋建筑工程室内防水施工技术应用... 赵李洋 149
桥梁施工中现浇箱梁施工技术的应用..... 荣　斌 153
提高白色双曲面薄壳混凝土屋面施工质量... 尹茂勇 156
深基坑支护技术的应用研究..... 李国庆 160
水利水电工程施工中滑模施工技术..... 纪星楠 164

建筑设计

二次设备舱结构的力学分析与设计..... 张道磊　刘慧峰 168
大跨度无支撑装配式混凝土结构厂房设计..... 向黎明　徐立宾　焦祥梓　张志坚　唐成众 172
斜柱在退台收进高层结构中的应用及抗震性能分析..... 熊　俊　张　滔 175

节能环保

关于城镇燃气 LNG 气化站内增设 LNG 加气设施的探讨.. 边　頔 179
给水变频技术在垃圾焚烧发电中的应用..... 徐潇潇 182
浅谈生活垃圾焚烧余热锅炉研究现状..... 张建超　曹自豪　宋帅林　解东路 186
煤气化工艺节能减排技术及应用探析..... 秦丽丽 190

材料科学

ATC 检测技术研究..... 顾　新　邹仕军 193
气象雷达检测技术研究..... 王晓东　高　源　徐　波　闫钰强　李鹏飞 197

建筑工程施工中工程监理的作用及提升措施

张青川[1] 杨 彬[2]
1 新疆蓝天工程监理咨询有限公司，新疆 库尔勒 841000
2 新疆恒信工程项目管理咨询有限责任公司，新疆 乌鲁木齐 830002

[摘要]建筑工程在城市发展过程中起到了重要的作用，建筑工程与人们的工作生活有着直接的关系，同时也关系到人们的生命财产安全，因此应强化建筑工程施工质量管理。在进行建筑工程施工过程中应强化工程监理工作。一方面对建筑工程施工过程进行监管，确保工程可以在合同规定的时间内完成；另一方方面，强化施工质量监督管理工作，确保建筑工程施工质量。建筑工程监理工作与施工技术管理间有着直接的关系且相互影响，因此在进行建筑工程监管过程中应构建质量监管目标，通过有效的监管工作实现工程经济目标。因此，在进行建筑工程施工过程中应强化监理工作力度并利用监管制度对施工技术、材料及设备进行有效监管，最大限度保证工程整体建设质量。
[关键词]建筑工程施工；工程监理；作用；提升措施
DOI：10.33142/ec.v5i12.7308 中图分类号：TU7 文献标识码：A

The Role of Engineering Supervision in Construction and Improvement Measures

ZHANG Qingchuan[1], YANG Bin[2]
1 Xinjiang Lantian Engineering Supervision Consulting Co., Ltd., Korla, Xinjiang, 841000, China
2 Xinjiang Hengxin Engineering Project Management Consulting Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830002, China

Abstract: The construction project has played an important role in the process of urban development. The construction project has a direct relationship with people's work and life, and also relates to people's life and property safety. Therefore, the construction quality management of the construction project should be strengthened. In the process of construction, the project supervision should be strengthened. On the one hand, supervise the construction process of the construction project to ensure that the project can be completed within the time specified in the contract; On the other hand, strengthen the supervision and management of construction quality to ensure the construction quality of construction projects. There is a direct relationship and mutual influence between construction project supervision and construction technology management. Therefore, quality supervision objectives should be established in the process of construction project supervision, and engineering economic objectives should be achieved through effective supervision. Therefore, during the construction of the building project, we should strengthen the supervision work and use the supervision system to effectively supervise the construction technology, materials and equipment, so as to ensure the overall construction quality of the project to the maximum extent.
Keywords: building engineering construction; project supervision; effect; improvement measures

引言

社会经济发展的过程中人们也更加关注建筑工程建设质量与整体建设水平。在建筑工程施工管理过程中应强化施工质量监理工作，在工程监理人员的监管下提升建筑材料质量并进一步强化各环节施工质量管理，从而避免施工质量及安全隐患，保证建筑工程施工可以顺利开展。建筑工程监理人员应充分认识到施工现场监理工作的重要性并积极面对监理工作中的不足，监理人员应明确自身职责，并通过高效的工程监理工作来提升建筑工程质量，为人们创建更多高品质的建筑工程。

1 建筑工程监理工作的主要内容

1.1 对施工质量进行监管

在建筑工程监理工作中应认识到质量监管的重要性。高质量的质量监理工作可以提升建筑工程整体建设质量同时还可以提升建筑使用功能，确保建筑物的安全性与稳定性。监理人员对施工方案中的条款进行细化，从而保证施工方案的全面性、准确性，从而可以对施工环节、施工工序进行有效的监管，同时做好施工图纸审核与交底工作，让施工人员在了解施工图纸的基础上提升工程建设质量。

1.2 对施工进度进行监管

建筑工程监理过程中还应强化施工进度管理。在进行施工进度监理时监理人员应先了解工程实际情况并严格控制各分项工程进度管理。重点做好工程建设初期管理，明确监理人员责任，严格按照合同中的条款制定施工进度管理计划、管理目标，同时在施工过程中还应做好各分项工程施工进度管理并对其中的问题进行纠正，在确保进行管理效果的基础上提升工程建设质量。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.3 对施工成本进行监管

近些年来建筑工程规模逐渐扩大，施工内容也不断增多，这样就需要不断提升建筑监理工作水平，通过监理工作确保工程质量、工程安全、工程进度的基础上实现对成本的控制。在进行成本监管后可以提升建筑企业经济效益。因此，工程监理人员应对施工合同进行核查，对合同中的各项规定、条款等进行逐条审核与计算，然后再根据工程实际情况做好各环节成本监管，确保其符合合同要求，在保证成本监理效果的同时提升建筑工程综合效益[1]。

2 工程监理工作在建筑工程中起到的作用

2.1 提升施工技术应用水平

建筑工程监理工作应用到建筑工程中可以提升建筑工程整体施工质量同时可以对施工进度进行有效监管，提升施工技术应用水平。要想保证工程监理工作满足现代建筑行业发展需要，应积极引进新先进的监理理念、先进的施工技术与先进的施工材料，从而保证施工效益。建筑工程监理工作的主要目的是提升建筑工程建设质量；可以严格按照施工技术规范应用施工技术并对施工技术应用情况进行全面审查。在进行建筑工程监管工作时应将工程监理制度落实到各施工环节中，在了解工程设计方案、施工方案后合理选择新技术，确保监理工作水平。此外，建筑工程施工技术在应用后可以与施工标准相符，若与施工标准相悖监理人员应叫停工程。

2.2 做好工程监理与施工技术的协调工作

建筑工程监理工作与施工技术是互补的，因此在强化施工技术管理工作后可以提升建筑工程施工质量，同时施工技术管理水平的提升还可以推动施工监理工作的开展。从另一个方面来看，高效的施工监理工作可以确保施工技术应用水平，确保施工技术可以更好的满足现代建筑行业发展，提升建筑工程整体建设质量[2]。

3 建筑工程监理工作中的问题

3.1 安全监管意识不足

若在进行建筑工程监理工作时没有树立安全监管意识，会导致安全问题的发生。首先随着建筑工程建设规模的扩大也增加了监理人员的工作量，也给安全监理工作落实带来影响。其次工程监理人员的专业性与建筑行业发展不匹配，无法真正的发挥出工程监理在工程中的作用；而且监理人员未明确自身工作内容，也给工程监理工作带来不利的影响。最后未真正落实监理工作，多数监理工作多流于表面，管理效率较低。

3.2 业主会给监理工作带来影响

当业主方没有完全放权给监理人员时，监理人员就无法开展具体的监理工作，也会给工程监理人员的服务意识带来影响。更无法对业主的想法进行全面理解，再加之与业主方交流不及时，在监理过程中出现问题会延迟问题解决时间，给工程建设带来影响。

3.3 工程监管制度不健全

现阶段在进行建筑工程监理工作时，虽然一些建筑企业虽然构建了监管制度，但是并不完善，主要体现在以下几个方面。首先未对监理人员岗位责任进行确定，这样的情况下监理人员就无法了解自身工作内容与应负责的责任，监理制度不健全也无法发挥出监理工作的作用。其次监理工作未明确分工，最终导致监理人员对自身工作产生偏差，最终无法完成监理工作内容。最后所应用的监理依据不完善，当监理人员未明确自身工作内容时监理工作效果也无法达到相关要求，在这样的情况下也会影响工程建设质量[3]。

4 提升工程监理工作在建筑工程施工中应用效果的措施

4.1 对建筑工程监理法律法规进行完善

无论在进行哪项工作时均应有相关的法律法规进行规范，同样工程监理工作也主要有完善的法律法规进行约束。但是现阶段我国与工程监理工作相关的法律法规还需要进一步完善。因此为了进一步体现出工程监理工作在施工中的作用应对工程监理法律法规进行完善，为工程监理工作提供法律依据，工程监理人员也可以正确履行自身的监管责任，利用监理工作提升工程管理水平。

4.2 工程监理体系的完善

在进行建筑工程监理工作时不仅需要有完善的法律法规还应对监理体系进行不断完善。但是现阶段我国建筑工程监理体系并不完善，因此应根据现阶段我国已出台的相关法律法规、监理政策对现有的监理体系进行不断完善，进而可以使建筑监理工作更加符合建筑市场发展要求。此外，监理人员还应学习与监理工作相关的法律法规，如《合同法》、《招投标法》，确保工程监理工作合法、合规。

4.3 合理收取监理费用，提升监理服务水平

目前，我国建筑工程监理行业在为建筑企业提供服务时属于有偿服务，需要收取相应的费用，但是并不符合收费标准，若收费高于或低于标准既无法保证监理工作效果也会给监理单位管理工作带来影响，最终阻碍整体行业的发展。因此，随着建筑行业的发展，监理单位也应对监理工作服务费用进行调整并保证监理服务价格的合理性。同时还应不断提升监理人员的专业能力与监理水平，始终将建设企业的利益放在第一位，提升建筑工程监理工作水平，为建筑企业提供更加专业的监理服务。

4.4 采用标准化原则进行工程监理工作

要想更好的发挥出工程监理工作在建筑工程中的作用，应采用标准化原则进行监管工作，确保每项监管工作都符合监理标准、监理要求及监理规定，对监理工作内容进行定性并采用定量管理方式。要想实现监理工作标准化管理目标各参建企业还应做好交流、协调等工作，对施工过程中所产生的问题进行优化，确保建筑工程建设质量并

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

可以在合同规定工期内完成施工内容。如在某工程中，监理单位应严格按照设计方案做好钢筋混凝土强度检测工作，从而保证钢筋混凝土材料质量，提升建筑结构的稳定性。此外，监理人员还应做好监理工作记录，实现监理工作标准化[4]。

4.5 提升监理工作的精细化

首先做好施工现场监理工作。施工现场监理工作主要包括施工过程监理与现场施工监理。第一，合理选择施工建设地点并做好施工现场规划。第二，对施工现场机械设备放置用地、使用场地，使用数量、设备型号等进行详细分析与管理。第三，对监理工作内容进行细化。如可以将建设内容进行细化，分为基坑工程、给排水工程、装饰装修工程等，管理内容细化后可以为施工监理工作提供便利。第四，在进行建筑工程建设过程中还应强化安全监理工作。建设企业应从实际出发并了解施工现场特点，在此基础上构建安全监理制度并对安全监理责任进行分配，确保安全监管工作可以全面落实。监理人员还应做好施工现场巡查工作，从而避免安全风险。其次采用旁站监管方式。由专业的监理人员对重要的施工步骤、施工内容、施工位置进行监管，旁站监管主要是对施工材料、施工设备、主体框架等进行监管。再次做好巡视监管。工程监理人员在进行巡视时应保证巡视的全面性，通过巡视避免安全事故并及时发现施工质量中的不足，建设企业应根据相关的规章制度及要求保证巡视监理效果，重点巡视旁站监理工作。最后强化验收监理。验收监理指的是工程建设完成后监理人员对工程进行验收工作，严格按照规范、步骤完成验收监管，从而保证工程建设质量

4.6 组好各参建方协调工作

随着建筑工程施工量逐渐增多，参建方也随之增多，各参建方的利益是共同的，因此应做好各参建方协调工作，避免工程建设过程中所产生的风险，也可以降低给工程建设质量所带来的影响。因此，监理人员应对各参建方的利益进行分析并充分做好各参建方的沟通、协调等工作，保证各参建方的利用不会受损害，同时还应了解各建筑工程具体情况并提升建筑工程安全及质量管理。首先，在工程建设过程中若出现安全风险，监理人员应对风险产生原因进行分析并确定负责人员，在进行判断后确定监理人员及其责任，从而维护各参建方权益。最后在进行监理工作时，监理人员应严格检查施工材料及设备等质量，避免因材料及设备质量不合格给工程整体建设质量带来影响，同时也可以确保施工人员安全，确保建筑工程可以顺利开展。

4.7 强化成本监理工作

在进行建筑工程施工过程中要想对建筑工程成本进行有效控制，应强化施工进度、施工质量的管理，同时充分利用成本节约原则、动态化管理理念进行成本管理。首先成本节约原则。应细化工程施工步骤及施工技术，然后对各环节成本进行严格管控，从而实现对成本的节约。其次，成本动态管理理念。建筑工程成本监管工作具有一定的动态性，应从建筑工程设计阶段就开始对成本进行监管并设定成本监管目标，在进行监管时应根据工程实际情况做好优化。在进行工程成本监管时应明确以下几个方面的问题。第一，明确当月施工量。应由专业人员对当月施工量进行科学安排，在确定后应由主管人员进行签字，对比当月具体施工量与计划施工量。第二，确定当月监理费用。在了解监理工作法律法、规章制度后应做好监理经费管理，包括合同变更费用、索赔费用等。第三，对当月费用使用量进行记录。(1) 由专业人员做好当月资金具体投入量及资金使用情况。(2) 对比实际资金使用量与计划资金投入量，确保资金可以合理应用，保证施工可以顺利开展。第四，确保投资方案应用效果。(1) 应对投资方案进行总结与归纳。(2) 对投资方案应用效果进行分析，若存在问题应及时进行处理，保证处理效果。

4.8 强化进度监管工作

首先监理人员在进行监理工作时为了更好的了解监理工作实际情况，会采用图表、图片、文字等形式并将其编制到监理报告中，确保监理人员可以实时掌握工程监理工作情况。其次在了解建筑工程进度计划、具体进展后，对可能给建筑工程施工进度造成影响的风险进行分析，从而帮助建筑企业可以对施工进度进行有效的把控。最后工程监理人员应对管理项目进行逐项监管，包括工程建设程序、施工技术、施工材料及设备等，确保管理工作的全面性，提升工程建设质量。

4.9 提升监理人员的专业性

工程监理工作效果与工程建设质量有着直接的关系，同时要想保证工程监理工作效果应确保监理人员的专业性，还应提升监理人员的管理意识与责任感，利用高水平的监理团队提升监理工作水平。首先对监理制度进行完善并确定监理工作内容与监理范围；提高监理人员选拔门槛，选择责任心强、专业水平高、工作经验丰富的监理人员，从而保证监理工作水平。其次监理单位还应根据监理工作情况，做好监理人员培训工作，对培训内容进行细化，保证培训内容可以满足监理工作要求，通过培训向监理人员输送先进的监理工作理念、监理知识、监理工作法律法规等，从而提升监理人员的专业性，构建一支专业素质高、监理水平强的监理团队[5]。

5 结语

综上所述，工程监理工作在建筑工程施工过程中起到了重要的作用，但是因为我国监理工作起步相对较晚，也给监理行业发展带来一定阻碍。因此在进行工程监理工作时应明确工作重点并对监理内容进行细化，不断完善监理工作法律法规与管理机制，在提升监理工作水平的基础上

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

确保建筑工程建设质量。

[参考文献]

[1]孙国亭.浅析建筑工程施工监理难点及对策[J].居舍,2022(5):142-144.
[2]问刘峰.建筑工程施工中工程监理的作用及提升措施[J].中国建筑装饰装修,2022(3):183-184.
[3]刘宏旺.解析建筑工程监理的难点及有效对策[J].房地产世界,2021(23):108-110.
[4]洪荣南.建筑工程监理中存在的问题和措施研究[J].建设科技,2021(22):48-50.
[5]徐祥.建筑工程监理的作用及优化措施分析[J].居舍,2021(29):143-144.

作者简介：张青川（1987.10-），毕业院校：西南交通大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：新疆蓝天工程监理咨询有限公司，职务：总监，职称级别：中级职称；杨彬（1992.7-），毕业院校：天津城建大学，所学专业：工程造价，当前就职单位：新疆恒信工程项目管理咨询有限责任公司，职务：员工，职称级别：中级职称。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

岩土工程建设中深基坑支护及勘察技术分析

袁 松
连云港市建院工程勘察检测有限公司，江苏 连云港 222000

[摘要]针对岩土工程建设中常见的深基坑支护及勘察工作问题，可通过调整深基坑支护模式、调整勘察技术的方式提高深基坑支护及勘察质量，做好事前勘察工作，将排桩支护技术、土钉支护技术合理应用于支护作业中，为获得理想施工质量作出奠基作用。本篇文章结合岩土工程建设中深基坑支护及勘察技术展开分析，旨在保证岩土工程项目的整体施工成效。
[关键词]岩土工程；深基坑；支护；勘察技术
DOI：10.33142/ec.v5i12.7307 中图分类号：TU17 文献标识码：A

Analysis of Deep Foundation Pit Support and Investigation Technology in Geotechnical Engineering Construction

YUAN Song
Lianyungang Construction Institute Engineering Investigation and Testing Co., Ltd., Lianyungang, Jiangsu, 222000, China

Abstract: In view of the common problems of deep foundation pit support and survey work in geotechnical engineering construction, we can improve the quality of deep foundation pit support and survey work by adjusting the deep foundation pit support mode and survey technology, do a good job in advance survey, reasonably apply the row pile support technology and soil nail support technology to the support work, and lay a foundation for obtaining ideal construction quality. This article analyzes the deep foundation pit support and survey technology in geotechnical engineering construction, aiming to ensure the overall construction effect of geotechnical engineering projects.
Keywords: geotechnical engineering; deep foundation pit; support; survey technology

引言

深基坑支护与勘察工作可直接决定建筑施工的整体质量，因此，在进行作业时应当确保勘察和深基坑支护进行良性配合，使得基坑承载力达到既定标准，满足后期施工要求。基于此，行业内需针对深基坑支护及勘察问题进行探索，此问题具有实质性研究价值，

1 深基坑支护及勘察的相关概述

岩土工程条件作为影响基坑支护工程的主要因素之一，通常情况下，在正式展开工程建设活动前，相关工作人员应当精准了解区域岩土工程的实际条件，明确工程气候气象、水文等方面的相关细节，根据深基坑支护工程实际情况，为施工方案设计提供基础性资料，并对施工方案展开评估。在完成上述活动后，确保所获得的施工成效可达到一定标准。

在工程中，深基坑支护对施工条件有着很高要求，基于此，确保环境要求一致是工程符合深基坑支护施工的要求，并成功进行施工、达到最佳施工效果的关键指标。同时，施工过程还必须结合对相关环境要求所进行的研究，而具体来说，主要应当研究与深基坑支护施工有关的地质环境因素，例如，施工现场气候环境、水文地质条件等，这类因素均将为工程的顺利建设带来极大影响。为实现此目标，便需要相关工作人员合理利用岩土勘察技术，发挥此技术实际职能，针对深基坑支护工程中的水文地质等环境特点展开综合分析。

2 深基坑支护及勘察工作的重要性

2.1 利于辅助工作人员了解岩土工程情况

深基坑支护的岩土勘探工程是开始进行工程施工阶段的主要前期准备工作，一般情况下来说此工作环节位于最关键的部位，主要是基于地质情况对深基坑支护工程建设的顺利开展可带来一定影响效果，因此这一施工环节具有极大决定性意义。基于此，在开展深基坑支护施工之前，施工管理人员必须针对施工区域内的岩土施工情况进行全面摸排和检查，确保后期施工项目的安全。除了岩土情况之外，水文地质情况也是施工管理人员必须着重检查的内容，在进行之前，施工管理人员必须全面进行勘察准备工作，根据有关资料和实际施工情况，为后期顺利制定施工方案提供有参考价值的信息。由此可充分说明，精细化分析地质水文条件，做好充分的前期准备工作，才能保证最终所设计的工程施工方案是合理、科学的。

2.2 利于提前了解施工环境特点

深基坑支护在实际施工时，一般根据其所处自然环境也会给出高度要求，但在此所提到的高度要求主要是指地质条件与水文地质条件对深基坑支护施工时所产生的诸多影响，外界环境影响也应与深基坑工程建设条件呈现相

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

符合状态。针对工程建设环境进行精细分析也同样是顺利进行工程建设活动的必需条件，在此背景下进行岩土勘查工作、并针对所要进行工程建设活动的自然环境条件进行综合分析便变得尤为重要。而在此过程中应当收集并分析水文地质指标相关数据，也能为后期顺利展开深基坑支护施工活动提供有效数据支撑，避免产生深基坑支护问题，最终影响后续施工成效。

2.3 利于为施工做好充足准备

通过把握勘察工作的正确方向，对岩土条件、施工环境进行综合调查与分析，可为顺利展开深基坑支护施工活动奠定坚实根基。做好前期准备，可辅助作业人员在深基坑正式开挖时规避对各类因素为岩层带来的破坏，若未能提前制定完善的支护方案、进行支护处理，将为后期展开施工活动带来一定安全影响，且深基坑施工也并不仅仅是与地质有关，还极易受到其他因素的影响，基于此，应当进行综合考量，避免在施工时遭遇各类突发问题，因此这一工作环节是不容忽视的。

3 常见深基坑支护设计形式

3.1 排桩支护技术

通过作业人员将钢筋混凝土、灌注桩合理安放于深基坑附近，形成排列支护桩，达到阻挡泥土的效果。使用排柱支护技术既不会产生噪声污染、操作步骤较为简洁，同时，使用此施工技术对施工区域的周边环境也不会带来影响。基于此，在结合实际施工情况，使用排桩支护技术时，可辅助极多施工人员获得良好的应用成效。且作业人员可结合实际情况运用搅拌桩、旋喷桩和高压灌浆措施提高支护效果，构建具有极强稳定性的深基坑支护结构。

3.2 土钉支护技术

通过使用土钉支护技术，可有效提高深基坑支护机构的稳定性，且在应用此技术的过程中，经过施工人员使用其掌握的技能，结合施工现场情况制定详细施工方案、展开合理施工，可确保土钉具有一定的拉力和强度。在设计土钉时，要保证土钉达到相应的标准，并对其展开拉拔实验，在实验时第三方监理单位应当在场，从而保证实验结果的有效性、严谨性。此外，应当计算土钉的支护孔深，对其做好备注，便于后期展开施工活动。

4 岩土工程建设中深基坑勘察要点

4.1 勘察工作布置原则

结合基坑工程的特点，应当确保勘察深度，满足基坑侧壁稳定性评价、计算及支护设计。勘察深度可根据开挖深度的 1.5 至 2 倍予以确定。若勘察范围受到场地大小的限制，勘察点布置则应当采取利用场地条件的基本原则，辅以开挖边界调查研究及资料收集工作。

4.2 岩土工程条件分析

结合地层结构分布特征、地质剖面、水文地质条件等多方面因素进行综合分析，基于上述因素作为支护方案选型及内力变形极端等多项工作环节中不可或缺的重要资料，因此，需确保这类资料的可靠性和完整性。

4.3 周边环境分析

此工作具体是指确定围护结构位，选择基坑支护方案，上述工作环节均应以周边环境分析时获得的数据为主要依据。在进行周边环境分析时，具体应当有以下几个方面着手展开调查：①调查临近建构物或建筑物的基本情况，内容主要包括结构形态、埋深、建筑物红线情况。②了解附近的交通状况，具体包含道路分布等。

4.4 基坑侧壁岩石工程特性分析

在展开此工作时，应当结合场地实际情况分析以下方面内容：①不同分化程度的分化带埋深和厚度。②分化的连续性和均匀性。③不同软化程度软化带的埋深和厚度。④判断是否存在断裂造及破损带软弱夹层等。

4.5 基坑边坡稳定性评价

在展开评价工作时，应当结合岩土工程内因以及工程环境、外因这两方面进行综合考虑。通常情况下，岩土工程内因的评价内容包含地层结构及分布特征、基坑侧壁岩石风化及软化程度等，工程环境的外因主要评价周边环境不利因素、潜在动荷载等。

5 岩土工程建设中深基坑支护勘察存在的不足

5.1 深基坑支护环节不足

由上述分析可了解深基坑支护工作的实际价值，因此也充分说明了，提高支护工作质量将成为展开建筑施工活动的必然要求。尽管支护工作的重要性可从理论上得到充分证明，但在实际展开实践活动的过程中，却极易受到多类因素的影响，因此出现种种问题。①支护材料质量将直接影响深基坑支护工作质量，且在利益诱惑下，极易存在部分施工单位应用劣质材料的问题。可以说，偷工减料情况屡见不鲜，因此将对施护效果带来负面影响。②关于深基坑的挖掘，需应用多类施工设备，尽管现阶段可以使用的高效设备数量、类别越来越多，但在实际进行施工活动时，还是会因为人工操作不当、设备检修不及时等多种问题，影响设备的使用成效、影响深基坑支护效果，最终将会直接降低施工质量。③深基坑边坡修理可直接影响支护施工工作成效，基于此，我国相关部门也针对这一问题推出了规范标准，但部分单位并未严格结合标准执行施工活动，因此便导致边坡修理工作存在漏洞，最终影响了深基坑支护施工质量。④其他因素对施工带来影响，也将导致施工质量呈现下滑状态，如，在设计土钉时，工作人员需要考虑当地土质以及存在于表层和深层不同位置的土质有着怎样的差异，经过综合分析才可避免产生土渣、为后期施工带来消极影响，但部分工作人员未能关注这一问题，极易促使施工活动存在漏洞，影响工程的顺利进行。

5.2 岩土勘察环节不足

尽管勘察工作的难度、技术要求比支护作业要低一些，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

但岩土勘察作为后期顺利展开施工作业的重要基础，仍旧需要予以足够的关注和重视。通常情况下，岩土勘察环节不足主要体现于以下两个方面：①勘察人员缺乏专业素养，容易产生定位不准确的问题，最终所获取的数据缺乏参考性。②未能构建完善的勘察机制，勘察工作范围包含土质、周边环境以及地形地貌等多个方面，若此时勘察机制无法顺利运行，将极易产生信息获取失误的问题，最终影响勘察效果。③未能选择相适配的勘察技术，因此导致勘察设备、勘察软件无法发挥其实际职能，最终影响勘察结果的科学性。同时，结合岩土勘察工作进行实际观察可明显发现，此工作活动关乎于后期施工质量，因此工作人员需确保勘察工作的精准性，所取样的数量越多所获得的结果也便越加全面，而在实际展开工作活动时，极易受到成本管控的限制以及为了达到节省勘察工作时间的效果，导致许多工作环节都因此受到压缩，最终严重影响岩土勘察结果的客观性，无法确保勘察工作获得理想质量。

6 岩土工程建设中深基坑支护及勘察工作的策略

6.1 改善深基坑支护效果的策略

为改善深基坑支护效果，建议从以下方面出发调整工作：①严格监管支护作业中要用到的原材料，避免因材料质量因素影响施工成效。具体可成立监督小组，专门负责材料采购监督环节，深入市场亲自调研，审查供应商的资质，确保供应商所提供的材料可符合相应标准。同时，避免采购工作人员从中获利。在采购到优质的材料后，应当为材料选择适当的位置进行妥善管理，避免外界因素对材料质量带来影响。②坚持提高工作人员专业素养。结合我国建筑行业实际特点可明显发现，经常存在部分施工人员依靠施工经验完成作业，而并非凭借其专业知识保证施工质量。尤其是在展开深基坑支护施工活动时，需要工作人员方面掌握足够的物理学知识，切勿凭借施工经验进行施工。此外，随着施工难度的持续提升，对于工作人员的专业素养也提出了更多要求，施工单位方面应当重点关注工作人员的专业素质问题，为工作人员提供培训、接受再教育的机会，可采用引进技术人员的方式，提高工作人员队伍的整体素质水平。③合理应用机械设备。目前可发挥良好应用效果的深基坑作业设备数量极多，作业人员需结合施工项目的实际特点，选择相适配的设备完成施工，具体应当关注以下几点问题：首先，在使用设备前了解设备的实际情况，例如，使用情况、优缺点等。其次，定期检修并维护设备，保障设备的平稳运行。最后，结合深基坑施工情况，选用适合的设备，确保此设备可彰显其基本职能、提高施工效果。④对施工过程加强监督。在展开深基坑支护施工时，需要涉及多个步骤，如，土钉施工、边坡修理、浇筑施工等，在任何一个施工环节出现错误，均会造成整个项目的瘫痪。因此，针对工程的质量监管工作必须贯彻于始终，特别是要注意某些易被忽视的环节。施工单位可组建专业工程质量监管组织负责完成此项工作活动。同时，也为避免出现互相推诿责任的问题，必须将责任落实到个人，通过这种方法提高质量监督有效性。

6.2 优化岩土勘察技术的措施

优化岩土勘察技术，确保后期活动得以顺利实施，具体可结合以下几种方式完成勘察工作：①合理应用互联网技术作为辅助工具，例如，可以互联网技术为载体，通过建立岩土勘测技术的分析库，为工作人员提供技术支持，从而提升工作效率，同时也可提高勘测数据分析的准确度。网络平台能够为勘测技术人员创造学习、沟通、互动的空间，并通过使二者充分融合，最终提升勘察工作的有效性。②重视新设备和新技术的引入问题，对岩土勘测技术设备进行优化和完善，主要目的是提高勘测成果的准确度。基于此，有关单位方面必须着重注意对新勘测设备、先进勘察技术的研究问题，对技术与设备加以创新和优化，将其应用于实践中，保证勘察工作的准确性，为顺利展开后续施工活动奠定坚实根基。③重点关注人才培养问题。人才是用新技术的人，更是研发新技术的主力军，相关单位为了提高勘察工作效率，应当重点关注相关人员应用新技术的能力，在展开培训活动时辅助工作人员获得专业知识，充分发挥人才的实际价值。

7 结束语

综上所述，关于岩土工程建设中深基坑支护及勘察技术问题需进行深层次地研究，精准把握深基坑支护的作业方向，合理应用勘察技术提高勘察工作效率，为建筑活动的顺利实施奠定坚实根基。

[参考文献]

[1]康凤波.基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计[J].地产,2021(17):3.
[2]林华彬.泉州丰泽某软弱土场地岩土工程勘察与基坑支护设计探究[J].中国金属通报,2022(1):3.
[3]徐高华.岩土工程中建筑深基坑支护设计研究[J].智能城市,2021(2):103.

作者简介：袁松（1988-），男，汉族，籍贯江苏镇江市，本科，土木中级工程师，主要从事勘察、检测与管理工作。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程施工现场机电安装施工技术分析

张友亮
山东省工业设备安装集团有限公司，山东 济南 250013

[摘要]新形势下，我国建筑工程领域在快速发展过程中，工程施工现场机电安装作为不可或缺的施工项目，机电安装质量对于人们生活舒适度、使用性能等多个方面都带来很大的影响。科学运用机电安装施工技术，有利于充分展现出应用机电安装施工技术的价值，并为提升建筑工程项目施工质量打下了良好基础。
[关键词]施工技术分析；机电安装；施工现场；建筑工程
DOI：10.33142/ec.v5i12.7292 中图分类号：TU7 文献标识码：A

Analysis of Construction Technology of Electromechanical Installation in Construction Site

ZHANG Youliang
Shandong Province Industrial Equipment Installation Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250013, China

Abstract: Under the new situation, in the rapid development process of China's construction engineering field, mechanical and electrical installation at the construction site is an indispensable construction project, and the quality of mechanical and electrical installation has a great impact on people's living comfort, use performance and other aspects. The scientific application of mechanical and electrical installation and construction technology is conducive to fully demonstrating the value of the application of mechanical and electrical installation and construction technology, and has laid a good foundation for improving the construction quality of construction projects.
Keywords: analysis of construction technology; electromechanical installation; construction site; architectural engineering

对于机电工程项目来说，与我国社会的变化和发展产生着紧密的联系，机电工程项目质量与人们生活质量和企业的稳定发展等产生着很大的影响，同时凸显了其稳定性和安全性。在这个期间，应深入分析机电安装具体措施和安装效率，优化分配人员，对符合标准材料进行合理应用，有利于确保工程技术质量，充分展现出机电安装施工技术自身应用价值。

1 分析机电安装工程具备的特点

当前我国经济水平的不断提高，人们生活中追求着更高的生活品质，因此人们对于建筑工程领域的质量，有着更高标准和要求。在此背景下，建筑机电工程施工项目，也有着更高质量要求和标准的基本特点。一些大型建筑企业在进行建筑机电工程质量建设期间，尤其是一些高档次的建筑工程项目，在开展房屋装修和使用机电设备施工安装方面，对质量要求都很高，需要构建完善的工程项目质量监督与管理机制，注重管理施工现场的设备与材料，优化施工现场机电安装施工技术，可以有效提高整体工程项目施工质量。

2 分析机电设备施工中存在的问题

2.1 较差的建筑机电设备安装质量观感

当前，社会在高速发展过程中，逐渐扩大了民用建筑工程项目施工规模，并且针对机电设备的安装质量方面有着更多要求。特别是随着社会高速发展，生活质量的不断提升，在开展写字楼、高档住宅等一些高端民用建筑项目中，对于机电设备安装质量要求通常比较严格。工程中吊顶内灯具，应结合具体情况做好合理的位移工作，否则很容易出现风口、淋喷头等不保持在一个直线上，产生的原因在于通风、水与电等布置图不具备专业性。实际开展卫生间卫生洁具安装过程中，工作人员没有充分考虑到安装位置的美观性要求，很容易导致施工中产生一些问题，最终导致管理出现不到位的问题，会在一定程度上损坏产品质量，主要原因在于：缺乏良好的机电工程观感质量意识。

2.2 建筑机电设备存在着振动大、噪声大的问题

针对设备机房中出现较大的噪声问题，具体原因在于：设备部件出现不平衡的旋转惯性力和偏心扰力产生的振动，以空气声波、固体声的形式。基于建筑物扩散到周围的空气，传播噪音。随着社会的发展，我国对于噪声控制方面有着更加严格的要求，尤其是针对学校、公共建筑、医院等相关建筑工程项目，都提出非常高的标准与要求。为了避免对工作、生活、学习以及周围的环境质量等产生影响，需要充分考虑到这个问题。

3 探究建筑工程施工现场机电安装施工技术

3.1 通风系统安装施工技术

首先，施工中注重对风管安装施工技术进行科学运用。施工中风管安装位置，需要做出科学的选择。区域管线存在着相对密集情况。明确风管实际安装位置，有利于更好的符合建筑工程施工中对于风管安装标准和要求，根据实

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

际施工情况，对施工方案做好拟定。工作人员结合实际施工现场的要求，制作托架、支架等分零件，对具体方案做好拟定的工作，注重风管的安装环节，结合施工现场的具体安装位置，对于支架、吊架等相关形式做出科学的调整。

其次，优化排送风系统的安装技术。完成建筑基础施工环节以后，应对通风系统安装工作进行综合性的考虑。安装之前，需要确保预定位置整洁、干净，在安装期间需要对现有资源进行综合性的运用，优化安装作业环节。选择预定位置需要谨慎，根据具体情况，保障通风系统安装能够有序进行。结合常规标准，在进行打孔过程中，需要确保预留打孔截面应当比正式安装期间的截面多 10cm。

3.2 机电系统安装与调试

安装机电系统作为非常重要的施工环节，对于机电设备稳定运行打下良好的基础，安装机电系统期间，应严格遵循相关条件，有序开展工艺性的操作与安装。安装机电系统以后，正式投入使用之前，应做好调试，具体步骤作为机电系统注重开展调试工作，加强对调试环节的优化，完善系统启动与停止等多个步骤。开始调试前，应对每个设备参数严格开展调查以及核对工作，对比分析全部运行标准与环境，对机电系统当中的离合器实际通风情况进行深入的分析与研究。系统实际运行过程中，对于电流和电压情况进行综合性的考察，当实际符合操作标准以后，方可投入运行。

3.3 安装建筑室外配电箱

在安装室外配电箱期间，应考虑到多方因素，安装防雨罩、防雨罩具体位置，在实际符合两个规定内容以后，才能有序开展后续的施工作业活动。室外配电箱安装在人多地方或人们生活密切的地方，应对配电箱位置上合理安装固定门锁，能够为配电箱的安全、稳定运行打下良好基础，防止出现人为上的破坏，有利于降低产生安全事故的发生概率。

3.4 电气系统安装施工技术

建筑工程施工期间，需要做好充分的施工准备工作，具体内容包含了：施工设备、施工图纸、施工材料、施工机械、施工人员等相关要素，通过优化施工准备环节，确保电气安装施工活动的顺利展开。工程项目中，应相互协调土建与电气施工作业环节，具体包含了：电缆桥架、空洞预埋、防雷接地焊接。建筑工程施工中，需要注重对电气管线设计图纸的优化与完善工作，制定完善的施工工序，在此基础上有序开展施工作业活动。工程项目中楼板暗敷管线安装过程中，需要安装建筑楼钢筋更具合理性。施工前，对施工准备环节进行完善，保障施工材料质量和数量。墙壁内应做好电气管线的暗敷工作，开展墙壁施工作业期间，需要优化线盒定位，提高位置的精准性。

3.5 优化排水工程施工技术

首先，注重完善给水设备以及管道安装作业环节。对于引入的水管，需要结合建筑工程施工具体情况，做好合理布局工作，应保障其大小尺寸与规定的建筑工程施工标准相互符合，通过需要和管道合理保持相应距离。给水管道在实际安装期间，需要明确工程项目所规定的标高，实际符合施工要求与标准，在开展焊接设置期间，防止出现与墙壁出现紧贴情况，有利于为后续开展检查工作提供方便。管道完成安装以后，需要工作人员对施工技术的相关资料注重开展填写工作，严格验收施工作业质量，做好完善的施工记录。针对建筑工程项目中的楼板与穿墙的管道来说，应制定完善的保护措施，注重对套管与管道之间缝隙做好处理工作。施工期间，当存在着需要中断安装作业环节，工作人员应做好完善的关口封闭工作。开展管道焊接过程中，需要将管道两环之间的缝距合理保持着一定的距离。施工期间，基于切割机在墙面上合理打出浅沟，有序进行管线的铺设工作，然后做好墙上浅沟的优化工作。明装线管、线槽应合理安装支架，线管支架在墙壁上做好直接的安装工作，对于线槽来说，应合理实施角铁支架。

其次，注重完善排水管道施工环节。施工中需要实际满足建筑工程施工实际质量标准，结合具体情况，对伸缩节做好合理装置工作，注重对管道坡度做好科学的把控，防止出现和烟囱连接。对于立管管道来说，每层需要合理设立检查口，有利于之后开展维修检查工作，对于实施的施工技术，需要实际满足规范标准和要求，为提高整体施工质量打下良好的基础。

最后，优化消防系统施工作业环节。由于建筑中的消防系统，直接影响了人们的生命财产安全。因此，需要足够重视消防系统安装作业环节。结合建筑工程施工项目设计相关标准与要求，与消防部门进行有效的沟通和交流，合理优化施工作业方案，在此基础上做好优化安装工作。当发生火灾时，能够及时启动灭火栓泵、水流指示器和报警阀。对于消防喷头来说，需要设置在合理位置，对安全隐患及时进行消除，可以确保消火栓安装实际符合施工规定。

4 建筑工程施工现场机电安装质量控制相关策略

4.1 确保施工图纸设计质量

在进行安装之前，需要对施工设计图纸进行严格的审查，能够保障和安装的标准、要求保持一致性，确保整体安装质量。安装过程中，需要与工作人员进行有效沟通，明确图纸设计内容与施工标准，有利于工作人员对施工图纸设计内容进行准确的理解，并严格遵循施工图纸开展相关操作。

4.2 注重施工材料的选择

实际开展机电安装作业期间，管理人员需要充分认知施工材料质量对于工程项目质量的意义。加强管控施工材料质量，结合实际情况对施工原材料进行科学的选择，提高检查工作力度，防止施工期间出现施工材料以次充好现象。

4.3 合理选择机电设备

选择机电设备期间，应选择一些优质、信誉高的机电安装企业。使用机电设备，应确保建筑工程施工质量，为后续开展施工作业活动打下良好基础。施工期间，应对机

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

电设备基本型号进行合理选择，可以确保与实际施工要求相互符合。应对机电设备仿真性、防水性、性能及质量等进行综合性的考虑，防止在使用期间受到外界损耗。工程安装应安排具有丰富经验以及良好的专业素养工作人员，对机电安装施工作业内容进行充分了解与掌握，更好的胜任该岗位工作。

4.4 注重开展机电设备安装管理工作

机电设备安装对于建筑工程质量提高产生很大影响，安装期间每个作业环节都应进行细致的掌握，尤其是优化安装步骤以及合理使用技术等相关内容。安装过程中，应对专业技术人员进行合理选择，严格遵循相关安装操作流程开展相关操作，防止由于某个设备出现了错误性的安装，加大了安装隐患产生的概率，很容易影响机电设备的实际运行质量。随着现代化科学技术水平不断提升，信息技术对每个机电安装环节开展监控，也作为提高质量的关键方式。由于机电安装有着很强的技术性特征，在每个施工作业期间，工作人员应严格遵循安装相关规定，完成工作之后应注重开展验收质量工作，注重对安装效果的检验工作，检验有没有实际符合施工的标准与要求，对于没有实际符合标准的需要禁止投入使用。注重开展质量的控制工作，优化安装管理工作内容，全面提高技术人员和监管人员自身专业素养，定期组织工作人员开展系统性的培训，可以为提高整体工程质量奠定坚实基础。

4.5 优化和完善工艺技术

现代施工作业中，注重提升施工工艺，有利于不断提高机电设备整体安装技术水平，可以确保建筑工程领域朝着智能化的方向不断发展。因此，在实际开展施工管理过程中，需要对施工工艺流程做好优化与完善工作，不断提升施工技术水平。施工作业期间，应优化施工程序。施工作业过程中，施工人员结合施工标准和要求将机电设备合理安置到适合位置，能够更好的完成安装流程。针对不同机电设备，严格遵循相关程序以及要求对施工流程图和施工要求等，做好明确的编制工作，确保处理方案更具科学性及合理性，有利于保障机电设备能够安全、稳定运行。

5 探究建筑工程机电安装施工技术在工程项目中具体应用

实际开展施工作业期间，需要对机电安装施工技术要点加以明确。基础结构施工完成之后，应合理开展机电安装作业环节，在此环节需要充分重视机电安装施工准备工作。具体包含了：施工图纸设计、施工材料、施工设备等相关内容。工程项目施工前期，工作人员应与土建人员加强开展合作交流，可以对空洞、线管等相关预留预埋工作内容进行充分的了解。一般情况下，在实际开展结构底板安装施工作业过程中，预留预埋作业应在该时间段内，进行合理实施，包含了：线管以及孔洞预埋工作内容。此外，值得注意的是，实际开展施工作业过程中，施工人员应科学选择施工技术。建筑工程项目机电安装施工期间，施工人员需要结合施工现场的具体情况科学选择施工技术，只有充分展现出机电设备安装技术的合理性与很强的适应性，才能有序进行施工作业活动。对于机电设备安装的类型有：解体安装、整体安装。开展安装之前，应对机电设备开展全面的检车工作，有效保障了工程项目中机电设备质量与安全。应注重对弱电系统安装技术科学选择基础上合理开展安装作业活动。通过科学安装报警系统及监控系统等，对弱电系统技术进行科学的运用有序进行安装作业活动，为提高安装质量打下良好的基础。

6 结束语

综上所述，在实际开展建筑工程施工项目期间，应深入研究与探讨机电安装工程施工质量与施工技术，注重科学控制机电安装作业环节，可以为提高整体施工质量打下良好的基础。注重优化和完善每个机电安装作业环节，逐渐提高安装技术水平，尤其是施工中很容易产生问题的环节，需要及时进行发现并解决问题，从而有利于推动机电设备的稳定、正常运行。

[参考文献]

[1]马得森.建筑工程施工现场机电安装施工技术分析[J].大众标准化,2022(13):82-84.
[2]刘邦华.建筑工程施工现场机电安装施工技术浅析[J].低碳世界,2019,9(9):238-239.
[3]何新军.建筑工程施工现场机电安装施工技术探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2018(20):80.

作者简介：张友亮（1986.9-），男，毕业院校：长春建筑学院，专业：建筑学，就职单位：山东省工业设备安装集团有限公司，安全处副处长，中级工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

输电线路工程信息化管理方法研究

王志力
天津瑞鑫电力工程有限公司，天津 300480

[摘要]通过分析输电线路工程的特点，将输电线路工程每个生命周期中的危险因素定位到“人、机、物、法、环”几个维度，形成一套可发展成流程化、大数据化、信息化方向的软件产品，指导衍变成输电线路工程安全危险管理的方法，希望以此全面、有效辨识安全危险因素、并对危险因素采取行之有效的风险分级管控措施，有效提升输电线路工程的安全性，减少安全生产建设事故发生的概率。

[关键词]输电线路；信息化；安全管理
DOI：10.33142/ec.v5i12.7286 中图分类号：TM75 文献标识码：A

Research on Information Management Method of Transmission Line Project

WANG Zhili
Tianjin Ruixin Electric Power Engineering Co., Ltd., Tianjin, 300480, China

Abstract: By analyzing the characteristics of the transmission line project, the risk factors in each life cycle of the transmission line project are positioned to the dimensions of "human, machine, material, law, and environment", forming a set of software products that can be developed into a process, big data, and information oriented direction, guiding the evolution into a method of transmission line project safety risk management, hoping to comprehensively and effectively identify safety risk factors effective risk grading management and control measures shall be taken for the risk factors to effectively improve the safety of the transmission line project and reduce the probability of safety production and construction accidents.

Keywords: transmission line; promotion of information technology; security management

输电线路在整个供电系统中有着非常重要的作用，而且随着社会的不断发展对电力能源的需求也在不断提高，所以加强对输送电能的输电线路进行建设显得特别重要。但是在输电线路的建设过程中，由于受到各种因素的影响，各种问题和危险也在不断的发生，所以有必要加强对整个输电线路工程的安全危险辨识，并结合当前先进的数字化信息技术更好的掌握危险源并对其采取相关措施进行处理。

1 输电线路工程

据统计，2021 年电力行业发生人身伤亡事故 36 起、死亡人数 45 人，比去年同期多增加 1 起，增幅比例约 3%；死亡的人数增加了 5 人，增幅比例约 13%。从工程建设和运行角度看，其中电力生产运行方面，发生 23 起人身伤亡事故，事故致死 24 人；电力工程建设方面，发生 13 起人身伤亡事故，致死 21 人，事故发生的起数同比增加 7 起，占事故总起数的 36%；死亡人数同比增加 13 人，占死亡总人数的 47%。[1]

2021 年事故起数和死亡人数较 2020 年均有所增加，特别是电力建设事故起数和死亡人数同比增幅较大，暴露出部分电力企业只顾工期进度而忽视安全质量，对外包工程全过程的安全监督力度不够，对高风险作业管理存在真空，风险防控和隐患排查工作未能形成长效机制并有效落地，作业人员意识和能力不足导致现场“三违”现象屡禁不止。

在输电线路工程建设实际施工过程中，影响到输电线路安全施工的因素有很多，通过分析总结出输电线路的组成和工程特点如下。

1.1 输电线路工程的组成

输电线路工程涉及到工地运输，具体可分为土石方工程、基础工程、杆塔工程、架空线路工程、杆塔组立及杆上设备工程（含避雷器线、绝缘子、铁构件金具及接地装置等部件）[2]。工地运输根据线路运输物料的种类有人力运输、拖拉机运输、汽车运输、船舶运输和索道运输等几种；土石方工程包括线路复测和分坑，电杆坑、塔坑和拉线坑人工挖方及回填，机械挖方及回填等；基础工程包括预制基础、钢筋加工及制作、现浇基础、岩石锚杆基础、灌注桩基础、预制桩基础、钢管桩基础、基础护壁及混凝土基础防护等；杆塔工程包括混凝土杆组立、机械钻孔立混凝土杆、撑杆制作及安装、钢管杆组立、铁塔组立、10KV 以下横担安装、拉线制作及安装和杆塔刷漆等；架线工程含导线、避雷线一般架设、张力架设、跨越架设等；施工方式分为架空和埋地两种，埋地又会涉及到电缆线路工程，沟槽、管沟和拉管等几部分。

1.2 输电线路工程特点

输电线路工程属于线性工程的一种，其建设过程是一项高危险性工程，包含的点位多、线路长、涉及到的面广，而且各点工程规模较小，施工地点比较分散，使得施工过

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

程中不得不频繁的变换位置，流动性较大。

生命周期较长，从有建设意向到建成使用前，可分为规划可研、初设、施工图设计、招投标和施工等好几个阶段，直至验收通过后做完结算才算输电线路工程建设完工。输电线路工程地域跨度和规模整体一般都较大，很容易受到地质和气象等外界环境因素的影响，选址过程同时还需要应对不同外界环境，比如高山、河流、高速公路、铁路等交叉跨越。输电线路工程涉及到的投资预算大、协作方多、工程周期一般比较长。

输电线路工程全寿命周期过程中每个阶段都有可能面临人员的变更和流动，每个周期关联性和牵制性比较强，受制于上一周期的影响，也有可能带来外业环境的变化，本该春季施工的变成汛期或冰冻时节施工。

输电线路工程的特点概括起来可描述成为工程复杂度强、人员和环境流动性大、线路工程总体路由地貌多变、工程与其他线性工程或构筑物交叉多、非标准化作业和未知因素引起的不确定性多，再加上安全观念淡薄，是一项高风险工程。[3]

2 输电线路工程信息化管理结构

将安全危险因素按工程项目生命周期分类采集，集成到软件系统中，通过系统软件将采集到的危险因素进行进一步的触发分析，确定危险发生的可能性，并赋予专家打分分值，依然采用专家评分的方式对危险发生后的后果可承受程度进行打分，结合危险因素发生的可能性和危险发生的后果，确定工程项目的最终危险等级。最终通过软件管理的方式将输电线路工程建设过程辨识到的危险因素进行管控，从而达到降低项目总体危险发生的概率。

在全面有效的分析了输电线路工程建设过程中的所有风险因素之后，进行有效的风险评估，不失为安全风险因素管理方法中一套行之有效的解决方案。风险评估可按照如下流程进行：

（1）确定评价对象；
（2）辨识风险因素；
（3）数据收集；
（4）风险可能性分析；
（5）风险后果分析；
（6）风险等级确定；
（7）提出风险消减措施建议。

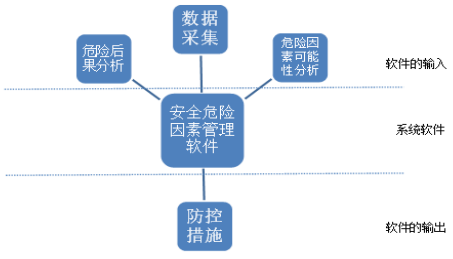


图 1 安全危险因素管理软件框架

2.1 数据采集

软件的数据采集模块，按照工程项目的全寿命周期模式，分为规划可研阶段的数据采集、设计阶段的数据采集、招投标阶段的数据采集和施工阶段的数据采集。每一阶段的数据采集，按照各个阶段的安全危险因素分类，模块可提供要采集数据的通用模板的下载功能，数据模板可以生成类似工单的样式，根据具体项目的不同特点，可对数据模板进行增加或删除功能项的编辑，确定之后再回传到数据采集模块。

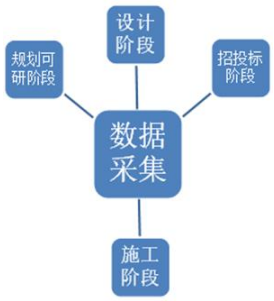


图 2 数据采集模块架构

2.2 危险因素可能性分析

根据工程项目全寿命周期的特点，危险因素可能性分析可从规划科研阶段、设计阶段、招投标阶段和施工阶段 4 个方面进行评判，每个阶段将风险因素识别范围定位人、机、物、法、环五类。

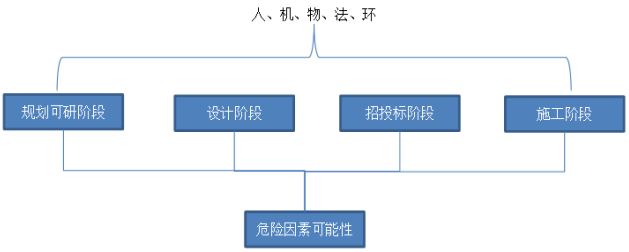


图 3 危险因素可能性分析组织框架

采用通用模板对输电线路工程项目进行危险因素可能性评分，通用模板中包括影响工程项目危险可能性的所有因素，将这些因素组织为层状结构，并且提供各因素的缺省权重。通用模板包括规划科研阶段的危险、设计阶段的危险、招投标阶段的危险和施工阶段的危险四个部分。每个部分包括若干评分项，按照上述评分原则得到规划可研阶段危险评分项的得分 S1、设计阶段的危险评分项的得分 S2、招投标阶段危险评分项的得分 S3、施工阶段的危险评分项的得分 S4，并按照式（1）计算危险因素可能性得分 S：

$$S=100-(0.25S31+0.25S32+0.25S33+0.25S34)^{[4]} \quad (1)$$

式中：S31——规划可研阶段危险评分项的得分；
S32——设计阶段的危险评分项的得分；
S33——招投标阶段危险评分项的得分；
S34——施工阶段的危险评分项的得分。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.3 危险后果分析

根据输电线路工程的特点，输电线路工程危险因素导致的危险后果从人的伤亡角度、财产损失的角度、环境影响的角度和社会影响的角度几个方面考虑。每个方面赋予一定的缺省权重分值，几个部分的累加权重作为危险后果的得分。

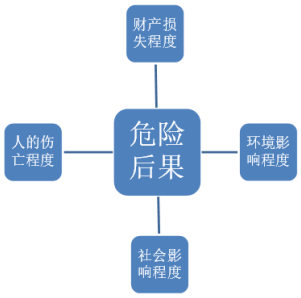


图4 危险后果模块组织框架

2.4 危险等级及防控措施

若危险因素的危险等级可分为低、中等、较高和高四个等级的话，假定风险值=危险因素可能性得分*危险后果得分，可以考虑将低、中等、较高和高四个风险等级分布到一定的风险值范围中。具体风险值边界是多少，由于本文研究的时间有限，暂时不能提供具体数值，有待进一步研究。

通过软件将输电线路全寿命周期中的危险因素进行分类和管理，可以得出到底是全寿命周期过程中的哪一个阶段在人、机、物、法和环的哪个环节出现了较高的危险，从而可以进一步的有的放矢的指定防控措施。体系文件层次性、逻辑性一般比较强，其内容范围可以涉及到工程建设方方面面。主要风险概括起来可以说是写的不是正在做的，正在做的不能写到体系里面去。

软件通过设计模块与模块之间的逻辑关系，将工程建设中的体系制度转变成软件的逻辑管理条件，让体系文件在软件中以流的形式无形的存在。

3 输电线路工程信息化管理应用

3.1 对人员的管理应用

在输电线路工程项目的施工过程中，采取以人员+机械的方式进行。主要以机械化为主，但施工安全管理的主观因素在于施工人员，因此，主抓施工作业人员的安全意识和施工现场的安全情况，在输电线路工程建设过程中加强监督，针对已辨识的风险因素及时做好管控措施，做好排查工作。

施工作业人员必须提高自身的安全意识，安全管理人员定期通过安全监察督促作业人员提高安全意识。对于安全管理和安全制度，要及时检查和落实。在实际作业中，作业人员必须遵守相关规定，不违章、不违法。监理人员及时发现工作中的不安全因素，及时纠正，完善安全管理。人员方面的风险可能性发生的比较大，后果常常也比较严重，但通过有效的风险防范，可以很大程度上的避免。

安全危险因素软件中在数据采集模块中，专门设置对人这一重大风险因素的属性和危险行为进行采集和分类管理。

3.2 对机械的管理应用

输电线路工程建设涉及到运输、挖掘、吊装等工序，常常用到大中型机械设备，安全风险管控中，要严格落实大中型施工机械进场报审制度，对大中型机械的年检和作业人员的资质施行审查。机械方面的风险发生的可能性也比较大，后果常常也比较严重，但通过有效的风险防范，可以很大程度上的避免。

软件对机械的建模存档，主要考虑机械的基本属性和主要风险描述。

3.3 对物料的管理应用

输电线路工程中涉及到的物，主要为施工材料。施工材料中又可分为主材和辅材，主材一般为建设单位作为甲供材提供，建设单位对于甲供材的供货单位有严格的审查和准入制度，质量上一般较为可靠；辅材一般为施工单位提供，为了节约成本，控制造价，常常出现以次充好的现象。在对物的管理过程中，一是要严格落实材料进场报审制度，二是要严格审查物供应单位的资质和物的质量认证上。物方面风险发生的可能性也比较大，后果常常也比较严重，但通过有效的风险防范，可以很大程度上的避免。

软件中对物建立逻辑元数据表，能追溯物的特点、属性及来源和去向。

3.4 对方法的管理应用

为了有效减少安全风险因素带来的影响，方法上需要人、机、物、法、环等方面制定一套完整的体系文件。从输电线路工程建设全寿命周期中涉及到的人的行为、作业流程、再到设备安全检查、环境管理等每一项工作、每个环节都做出细致、明确的规定，从而达到安全教育、检查等目标。并对体系进行宣贯，组织全体人员学习体系文件内容，并定期进行内审和外审，对体系进行改进。体系文件层次性、逻辑性一般比较强，其内容范围可以涉及到工程建设方方面面。主要风险概括起来可以说是写的不是正在做的，正在做的不能写到体系里面去。

软件通过设计模块与模块之间的逻辑关系，将工程建设中的体系制度转变成软件的逻辑管理条件，让体系文件在软件中以流的形式无形的存在。

3.5 对环境的管理应用

输电线路工程规划在户外，不乏荒郊野岭或泥潭高陡险坡等地形地貌方面的风险，不时还要遭受蚊虫或毒物的伤害，再有就是如雷雨风险、冰冻风险等多变的气象条件，线路长不可避免的会遇到与铁路、公路和其他线路的交叉跨越，地下未知的隐蔽工程更是随时有可能在施工的过程中引发爆雷，因此输电线路工程户外作业所处的环境成为

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

了影响施工人员生命安全的因素之一。

为了有效的规避未知和多变的环境带来的风险因素，工程项目部门应当在开展施工作业之前对施工环境进行充分了解，深入调研或地探，并制定相应的安全技术措施。例如部分输电线路工程必须穿越大山、大河、冻土等险峻的地理环境，在进行此类工程施工之前，对于架设电网等基础设备采取相应的安全技术措施。若输电线路工程施工现场处于山脊间，需要凿岩、爆破，需提前做好防护处理，在特殊时节与特定区城，还需落实防台风、防地震、防滑坡等防范措施。多从规划部门了解已批复工程的路由规划和实际竣工路由的情况，有效规避未知的隐蔽工程带来的潜在风险。环境方面的风险因素未知性大、即使充分的采取了措施，仍有可能突发风险，风险因素被触发后，后果一般也比较严重。

软件中设计水、土、大气等环境资源的元数据表。将输电线路工程途径的环境信息用软件模拟出来。

4 结束语

综上所述，输电线路工程是一个复杂且时刻可能会出现生命安全风险的工程。风险因素存在于施工前、施工中等多个生命周期内。输电线路的安全风险危险辨识是一项艰巨而复杂的任务，要注意结合输电线路工程全寿命周期的特点，从人、机、物、法、环等多维度去进行辨别。在实际工作中，全面准确的辨识出每一个风险因素，才有可能为后续的管理工作提供可靠的指导。

在输电线路工程中，管理可以渗透到工程建设的每个环节。从工程项目有意向建设开始，管理工作即已经开始。贯彻落实危险分级管控，隐患排查治理的“双重预防机制”，管理方法应结合输电线路工程安全危险辨识的结果，通过全面的体系建设，含括工程建设全生命周期的每个阶段，对人的行为、物的状态和环境的不稳定性进行预见和约束。管理方法还应结合落实、监督执行。监督执行是必不可少的管理手段。在输电线路项目的施工建设中，应该建立专门的体系文件执行情况检查部门，参与到项目建设的重点建设环节，开展重点监督检查。通过进行全过程的监督管理，及时纠正和预防安全风险，从而降低安全风险的发生概率，保证输电线路工程建设的整体工作质量。确保工程建设所有参与方将相关建设标准落到了实处。管理方法做到行事有依据、执行有监督、功过有奖惩，形成一套良性的、可持续的方法，管理方法朝着流程化，信息化、软件化发展。

[参考文献]

[1]曹凯,汪洵.风险分级管控和隐患排查的双重预防机制分析[J].电力安全技术,2021,23(6):7-9.
[2]李家伦.输电线路工程安全危险辨识与管理方法研究[J].大科技,2019,12(35):73-74.
[3]张明.电力工程输电线路施工内容[J].大众用电,2021,36(8):36-37.
[4]保绍昆.输电线路工程安全危险辨识与管理[J].科技创新导报,2021,23(6):7-9.
[5]于艳强,李明,李阳,等.城市轨道交通可研现状分析和编制趋势[J].都市快轨交通,2015,28(6):112.
[6]彭晓殷.工程项目设计阶段的风险研究[J].魅力中国,2021,23(6):7-9.
[7]郭飞.安全生产管理与事故致因理论[J].建筑工人,2018,39(12):30-33.

作者简介：王志力（1984-），男，天津滨海新区人，汉族，大学本科学历，助理工程师，研究方向为输配电线路新建改造运维管理工作。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

论统筹管理及预测对工程造价的影响

梁 成
宁夏城发建筑工程有限公司，宁夏 石嘴山 753000

[摘要]现代管理学中，不论那种观点，始终将计划这一环节放在很重要的位置，工程造价管理工作也是如此。前期策划做到思路清晰、目标明确，前期预测做到数据全面、风险预估；那么在后期必将有好的结果。
[关键词]工程造价管理；策划；预测
DOI：10.33142/ec.v5i12.7283 中图分类号：TU2 文献标识码：A

Discussion on the Influence of Overall Management and Prediction on Project Cost

LIANG Cheng
Ningxia Chengfa Construction Engineering Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 753000, China

Abstract: In modern management science, no matter what point of view, planning is always a very important link, so is project cost management. The early planning should be clear in ideas and objectives, and the early prediction should be comprehensive in data and risk estimation； Then there will be good results in the later period.
Keywords: project cost management; plan; forecast

引言

工程造价管理是一个大概念，不同的角度，所关注的管理重点不尽相同。设计单位关注的是如何有效的控制造价的合理性和科学性，建设单位关注的是如何节约和控制造价的合理边界，而施工单位更关注造价的准确性和经济效果。

古语云：“凡事预则立，不预则废”，现代管理学中有一个重要的理论—PDCA 循环管理理论。无不在阐述“计划”在管理当中的首要作用，在施工管理活动中更是如此。本文重点从施工单位的角度出发，以最终的赢得值为目标，以作者多年来的工程造价管理实践活动进行分析总结，认为如何做好工程成本管理的统筹及预测工作，应该从以下几个方面重点开展工作：

1 投标阶段的准备与市场初调

一个工程的最终经营成果，大体上在工程投标阶段已经有了 50%以上的确定。一个有经验的投标人，将结合市场环境和自身的经验，在“人、机、料、法、环“五个大方面形成系统的投标策略。一般情况下，“人、机、法”的风险基本可控。目前市场上的人力资源相对充足，虽然施工作业人员在减少，工资水平也在逐年上升；成本有一定的增长。但是总的风险是可控和可测的，主要的在风险是安全的风险，只要在施工管理环节做好工伤保险和意外保险的购买，做到风险的合理转移；“人”的风险是相对可控的。做为一个合格的承包商，常规的施工机具自有率普遍较高，较少使用的机械设备也大多采用了租赁的方式进行了解决。因此，总体上机械的自有率和市场租赁价格也相对容易掌握。做为施工方法来说，只要是常规的工程，施工工艺和施工方法也是不难掌握，而特殊的工艺和方法也是中标人特有的技术优势。所以，大体上的风险也是可控的。真正需要着重分析和研判在于“料、环”两项。建筑材料和构配件市场受市场供应水平、经济发展水平、以及大环境等诸多的方面的影响，有明显的市场波动；尤其在当下的后疫情时代和国际大环境不稳定的前提下，要更加做好风险评估和应对。加之建筑施工的特性，使得环境对工程造价的影响也十分重要；好的地质、地域、周边环境的各种有利和不利的影响（交通条件、资源供应、气象、水文等）都会对工程的成本产生很大的不确定影响。

这必然要求投标人在参加一个工程的投标之前，要对市场的各种影响因素进行详实的调查和分析。从宏观方面要了解工程所在地的各项市场数据，比如劳务分包价格、机械供应价格、大宗材料的市场行情、自然环境的影响、交通的发达程度、政府的营商环境等。同时结合自身的实际情况，对所有的影响因素列表、列项，进行细致的分析，对有利的因素如何应用，对不利的因素如何规避和转移。以上的诸多影响成本因素，在管理活动中要采用科学的方法进行分析和论证，得出最终的决策结论，都可以通过不平衡报价体现在投标文件当中。

2 合同谈判阶段的细节约定

一个工程中标后，在合同签订之前，双方对合同条款的约定和补充协商，将对实施期间以及后期的工程结算有决定性的影响。作为业主方，在招标文件中规定合同的主要条款和细节，甚至列出一些对自身有利的条款等，这是常规的市场规则。但作为一个有经验的投标人，在投标报价中要有相应的应对措施；同时，在合同谈判阶段，我做

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

好充足的准备和分析。以清单规范和相关的造价政策为依据，利用补充协议和补充条款；从法律条款、变更及签证、风险的分担与转移、结算与支付、违约与索赔等诸多方面进行补充约定，从而最大化的做到合同的公平和互利原则。

为了有效的应对此类风险，投标人要积极的准备，全面的分析。在合同谈判阶段，组织一个由法律专业、财会专业、工程管理、造价管理等各方面人员组成的谈判小组。将招标文件约定的合同版本进行细致的研究，分析出对我方不利因素，做好应对的策略。同时，将合同文件中缺失和不足的部分，分专业列出详细的补充条款，逐条逐句进行分析，确保无行文上的表达不明和法理上的明显歧义。做好充足的备课，才能同业主方进行细致和耐心的谈判。只有良好的沟通和协调，再加上自身的扎实准备，才能减少合同约定的疏漏，为后期的合同履行和工程实施奠定良好的基础。

3 工程实施之前的详细策划和市场详调

工程实施之前，项目管理团队的组建，人、材、机的保障，施工工艺的选择，对环境的优劣分析及应对，诸多因素都需要做详细的策划和安排。首先，要组织一个优秀的管理团队，尤其是项目负责人，不但要做好现场的管理及对外沟通协调工作，同时要随时掌握经营成本的投入及经营成果的分析，每向前推进一步，都要做好测算，安全和质量十分重要，但绝不能牺牲企业应有的利润。第二，作业人员和机械设备的选配，也是十分的关键。目前，市场上大多数的总包企业，在人员的选择上主要是采取劳务分包的模式，以包代管，虽然牺牲了一部分利润，但确实有利于人中的保障和稳定，同时也节省了一定的管理成本。但是，随着目前国家对农民工工资发放的制定化和规范化，劳务分包也不再是唯一的选择。从成本角度出发，由总包企业自行组织招录施工作业工人，与劳务作业工人签订长期劳动合同也不失为一种合理的选择。例如以一个用工量在 50 人左右的工程，根据以往的施工经验，从成本角度出发，自己组织作业人员能比劳务分包节省 30%左右的人工费。机械设备是从长期经营的角度出发，自购设备对承包商是有利的。设备的折旧、摊销可以有效的降低企业所得税，同时自有设备的周转率也能提高企业长期的经营利润。第三，做好对大宗商品市场的分析与预测，适度超前的进行材料储备，是有效抵御市场风险的有效手段。根据近几年的市场统计分析，钢材、水泥、金属基材料的价格有明显的季节性特征，施工旺季价格上扬，施工淡季价格下行。以 2021 至 2022 年钢材的市场波动为例，也能充分的映证这一规律；做为一个有经验的承包商，选择一个合理的存储场地，储备一定量的建筑材料也是经营效益的一个重要方面。总之，在工程开工前，一定要分门别类的做好各项工程的成本的详细调查和测算；才能对下一步的供应和保障提供决策性的数据。

4 工程施工当中的优化与策略管理

工程施工是一个变化的过程，相应的工程的成本控制也是一个变化的过程。在工程的实施过程当中，合理的施工方法，有经验的管理人员，熟练的操作工人，合理的施工进度计划，良好的自然环境等等因素，都会对工程的投入和产出产生一定的影响。这就要求，造价管理工作要贯穿于整个施工过程中，综合考虑，全面分析，认真做好过程当中的成本控制和方案选择，进而直接影响成本的变动。以周转材料的使用为例，一个工程的工作面的划分和流水段的划分，不仅影响人员的投入，也直接影响到周转材料的使用。例如，某工程单层建筑面积 1500㎡，采用木模板浇筑砼，完成一层主体工程的施工需要 4500㎡ 的模板，以每 55 元/㎡ 的模板费用为准，一次性全部配置模板需要投入 24.75 万元。如果通过留置施工缝或采用后浇带等方式，划分为两个施工段进行流水作业，配备 2250㎡ 的模板便可以完成砼的浇筑；该项模板措施的成本因为周转一次而节省了 12.375 万元。因此，做为一个有经验的承包商，在满足进度和质量的前提下；合理的组织施工和采用有效的措施，降本增效是一项十分必要且关键的工作，需要去认真的研究和思考。

同时，现场要配备专门的造价管理人员，配合项目负责人做好日常的管理工作，工程变更的执行和计划，变更签证的资料准备和审签，进度计划的调整和优化，材料计划的提出和采购等。在施工过程中，要做好扎实的管理工作。以一份变更文件为例，施工过程中业主方下发了一份变更单，要引起工程量的增加，同时要产生相应的措施费用。这时，项目经理在安排编制相关的实施方案和计划时，首先要安排技术人员编制详细可行的方案，造价管理人员根据方案编制一份成本预算和一份报审预算。并将报审预算报监理及业主进行初步审核。如果审核的金额大于成本预算，则项目经理可以办理此次变更的后期实施程序。如果如果审核的金额小于成本预算，则此份变更单的实施会给施工企业带来预期的损失；此时项目经理对此份变更是否实施要予以驳回或其他处理。

总之，在施工过程中，一系列的管理活动都有一定的不确定性，每有一个管理活动出现，都有可能导致成本投入的变化。如何有效的利用有利的变化和规避不利的变化，是一项十分重要的管理方法，项目管理团队要根据不断变化的管理活动，采取相应的手段，不断的优化和调整，才能确保工程施工成本在相对的可控可测的范围内。

5 工程结算前的资料准备

在工程结算的准备阶段，是否有充足的准备和策划，直接影响工程最终的结算金额。行内有句老话“挣钱不挣钱，全看预算员”，因为从企业经营的角度看，工程施工是一个经营过程，最终反映经营成果的是营业收入，也就是工程最终的结算金额。而如何取得一个较为理想的结算

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

金额，需要扎实的做好各个方面的工作。审批的施组、审签的竣工图、变更单、签证单、过程结算资料、材料的认价、形象进度的确认、施工合同及协议等相关资料要齐全；同时要有专班专人负责，分专业进行编制。提交前的会审和勘正，审核过程中的沟通和对接等等。以一份较为详细的工程结算书为例，首先要有一份详细的编制说明，说明中要注明编制的依据（图纸、合同、签证资料、施工日期的确认、定额的选取、材料价格的认定、取费、税率等）；其次是工程预算书（取费表、分部分项清单、材料分析、工程量计算书等）；最后是相关的资料备付及流程类的表格等等。如果缺少了任何一个形式要件，工作就不能后续开展；如果准备的资料中存在明显的瑕疵或不足，可能导致审定额的减少等。比如，竣工图纸的绘制，要注意完善过程的变更和工艺的变更，做到不少不漏；合同资料的准备，要注意收集、整理施工过程中的往来的函件、联系单等过程资料；签证资料要做到表格、附图、照片、计算文件等的详实、细致，做到全面准确；材料价格的认定，要区分套用发布价的采用和市场询价的区别，确保材料价格都要有明确的采用依据，做到不漏项、不漏价和合理定价；工程量计算书，要做到有图形、有详式，方便审核和核对，尤其要避免漏算、少算、错算等常规错误；定额的具体运用是一项复杂和系统的工作，对个人的工作经验和工作能力要求很高，施工方要非常重视此项工作；一定要选派有经理、懂施工工艺和施工工序的造价管理人员做为主审人员，套用合适的定额，选取合理的子目，应计尽计，做到预算不漏项、定额不错用。

总之，在后期的结算审核阶段，做好充分扎实的准备工作，才能确保竣工结算的准确、全面和合理。

6 竣工结算审核时的工作细节控制

一个较大型的工程，在结算的审核时，有不同的造价从业人员参与，业主、监理、设计、咨询、审计等各方参建人员，以不同的身份和不同的利益诉求参与到这项工作当中，使的造价的审核工作在过程当中会反复的修改和补充。这就要求，做为施工方一定要选派有一定工作经验，协调能力、专业能力及社交能力都相对较高的人来做为负责人进行这项工作的全程介入。对工作当中的问题及时的沟通、决策。对技术上的问题，同相关人员进行深刻细致的探讨。合理的方面据理力争，需要提供的佐证、材料等要充足，尤其是要注意保留和提供过程当中的影像资料和施工资料等。尽可能的做到不漏项、不缺项，应算尽算。全面把据各个方面的细节控制，充分的准备，细致的工作，才能较为准确的得出一个合理的工程结算价格。

7 结语

总之，随着建筑市场准入条件的变化，资质管理的改革，经济增长的不确定性影响等；在后疫情时代，施工企业的竞争越发的激烈。在有限的市场空间内，大量潜在竞争对手的进入，要想取得一个较为优质的施工任务变的更为艰难。这就要求一个承包商要学会精打细算，向管理要效益，以质量求生存。既能以一个业主相对满意的价格中标，又能以自身的优势为依托，加强成本的管控，以理想的经营成果，圆满的向业主交付一个个精品工程。从而才能在激烈的竞争中谋的生存、求得发展。以上是本人在长期的施工管理和造价管理中总结的一些经验，以供参考。

[参考文献]

[1]韦滨.高职项目管理专业建设的探索与实践[J].项目管理技术,2008(10):72.
[2]王兆,杨锐.高职土程项目管理专业人才培养模式探讨[J].徐州建筑职业技术学院学报,2007(4):67.
[3]张春钢.论建筑业项目经理素质与能力培训[[J].山西建筑,2010(9):191.
[4]刘彤.工程咨询建筑业项目经理能力的培养与提高[J].有色冶金设计与研究,2010(3):47.
[5]蒋天颖,丰景春.基于网络的工程建筑业项目经理胜任力评价研究[J].科技管理研究,2010(1):59-60.
[6]刘力溶,赵振宇,左剑.建筑业项目经理能力建设问题的问卷调查分析[J].项目管理技术,2010(4):25.

作者简介：梁成（1982.7-），男，西安科技大学，本科，土木工程专业，一级建造师，一级造价师，咨询工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅析公路工程项目造价控制管理及其问题分析

刘 娇
石柱县通煌公路工程有限公司，重庆 409100

[摘要]我国交通体系不断完善，公路工程建设规模和建设数量不断增多。公路工程项目建设管理中受到诸多因素影响容易引发造价超标的问题，为了避免出现这种情况，应明确影响公路工程造价控制的因素，对项目造价管理主要问题进行分析，进而提出优化建议。通过改进传统造价控制中的不足，有助于提升造价控制管理水平，有助于推动公路工程项目造价管理水平的提升，并且为相关工作者提供一定的参考。

[关键词]公路工程；造价控制；问题改进
DOI：10.33142/ec.v5i12.7277 中图分类号：TU7 文献标识码：A

Brief Analysis of Highway Project Cost Control Management and Its Problems

LIU Jiao
Shizhu Tonghuang Highway Engineering Co., Ltd., Chongqing, 409100, China

Abstract: China's traffic system has been continuously improved, and the construction scale and number of highway projects have been increasing. In the construction management of highway engineering projects, it is easy to cause the problem of cost exceeding the standard due to the influence of many factors. In order to avoid this situation, it is necessary to identify the factors that affect the cost control of highway engineering, analyze the main problems of project cost management, and then put forward optimization suggestions. By improving the deficiencies in traditional cost control, it is helpful to improve the level of cost control management, promote the level of highway project cost management, and provide some reference for relevant workers.

Keywords: highway engineering; cost control; problem improvement

1 影响工程造价的因素

1.1 工程设计

在编制公路工程造价管理方案中，需要充分参考工程设计的成本估算。可以说，设计方案的科学合理性对工程建设可行性、造价管理效果有着决定性影响，同时决定着能否顺利有序地开展工程建设施工活动。

1.2 建设材料以及设备

建设材料和设备是公路工程建设中必须要投入的因子，公路工程建设质量水平直接受到建设材料质量水平的影响，为此，只有确保建设材料质量达标才能为建设高品质的公路工程奠定坚实的基础。公路工程建设规模的扩大促使其成本投入不断增多，建设材料单价、工程所用材料用量逐渐增多，市场经济环境中想要选购高品质的材料必然要投入更多的价格。同时，高品质的建设设备可以将施工中设备出现故障的概率降低，实现建设效率的提升，将一些不必要的支出节约下来。

1.3 财务因素

公路工程造价管理还会受到财务因素的影响，这主要是因为财务部分负责公路概算、预算定额、间接费用等计算和管理工作，通过科学的财务管理可以有效控制公路工程造价，经过不断优化升级财务工作有助于将不确定因素带来的风险降低，达到有效管理造价成本的效果。

1.4 施工环境因素

公路工程大部分施工活动都要露天完成，这就导致施工中地质条件、气候环境等因素会影响到施工过程，一些可预见的情况可以提前采取预防措施，但是还存在一些突发状况难以预估，对施工建设工程量、施工效率、施工进度、造价成本等多方面都会产生负面影响，其中最为常见的突发状况如暴雨、滑坡等自然灾害。

1.5 人员因素

推动公路工程顺利施工的决定性力量为人力，管理人员的专业能力、综合素养等直接决定了工程造价管理水平。如果管理人员的综合能力较高，那么会将工程造价管理的有效性、合理性显著提升。

2 公路工程造价管理问题剖析

2.1 设计理念方面

公路工程建设的基础和依据为设计方案，同时设计方案决定了工程总体造价。在具体设计中受到勘查资料、设计人员等多方面因素影响可能会发生造价不合理的情况。比如有的设计人员十分重视施工技术环节忽视了经济因素的影响，导致浪费了部分资源。又如设计人员缺乏足够的专业能力和先进的设计理念，没有充分调查和掌握建设项目实际情况，没有准确把握工程建设需求，导致谁方案存在一定的偏差，难以取得理想的设计效果。此外，有的

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

设计人员缺乏足够的工作责任心，没有对设计工作和造价管理的关联性给予足够的重视，进而对造价管理的有效性、可行性产生了负面影响。

2.2 初步设计与施工图间的差异矛盾

正式进行公路工程施工前需要有初步设计内容，初步设计可以指导施工人员将施工方向和目标确定。在具体实践中施工图可能和初步设计内容存在或多或少大的差异，导致公路工程造价成本管理出现一定的偏差。这主要是由于很多公路工程盲目追赶进度，在没有明确施工具体内容时就开始建设活动，导致具体实际情况和理论存在一定偏差，初步设计的目的没有落实，施工活动难以顺利完成，引发施工停滞等不良情况，增加工程、施工费用，导致工程造价管理效果不佳。

2.3 设计变更方面

在公路工程的实际施工过程中，结合实际施工的状况，难免会遇到设计变更的问题，从而影响了工程造价，拉升了工程的成本。在公路工程建设中，面临着众多的环节，各个环节之间相互交错，再加上工程规模较大，不可避免地受到气候、环境、地质、人文等一些不可控因素的影响，不得不对工程设计进行变更，这就改变了施工的工程量、施工进度以及施工质量。

2.4 造价管理机制有待完善

有效的管理机制是公路工程造价管理的保障，是高效化完成造价管理工作的基础。完善的管理机制可以将造价管理的合理性、有效性提升，进而保证在公路工程建设中充分发挥造价管理的作用和应用价值，保证顺利有效地开展工程施工活动。在建设公路工程过程中，造价管理机制应当涵盖所有环节、所有项目，然而很多企业实际应用中缺乏完善的管理机制，导致管理漏洞较多，难以顺利地落实造价管理任务，进而将管理效率和质量拉低，十分不利于工程项目的有序开展。

3 公路工程项目造价管理措施

3.1 决策阶段造价控制

在造价决策阶段，需要对公路工程所在区域的自然条件、经济条件、土地开发、交通规划等多方面内容进行调查研究，以交通需求和客流量为基础做好建设方案的编制、对比、审核，积极选用安全性高、技术先进、和当地经济发展适应的标准和模式，在对各项信息资源有了系统性的了解和掌握后，对信息资源进行细致地分析，将施工任务明确，得到最佳造价管理方案。

3.2 设计阶段造价管理

设计阶段是公路工程造价管理十分重要的环节，如果已经完成项目投资决策理想，那么设计阶段就是控制整个项目建设总投资的最为主要的阶段，为此，造价管理者应高度重视造价控制管理方面，加强公路工程管理的优化，做好设计方案的编制和审核，通过对比分析、测算设计方案经济性后确定最佳设计方案。

为了将公路工程成本降低，设计阶段可以采取成本前置的理念，并且积极开展全过程成本控制。所谓成本前置理念就是设计单位在规划阶段从成本角度分析各个环节的资金消耗，积极使用限额设计方法，在招标阶段做好清单控制价的合理编制，施工阶段严格控制设计变更，从而将公路工程项目造价控制方案充分落实。建设单位需要对各类施工资源进行细致深入地分析，合理优化设计外购清单，确保有序落实施工任务。限额设计是当前设计阶段造价控制常用的方法，可以对工程整个造价控制过程进行动态跟踪。

在设计阶段还要坚持持续优化原则，尽量避免余量搭载。为提高设计人员的责任心可以建立并且落实设计差错追责机制。相关设计人员应坚持实事求是原则和技术竞技性原则，以行业特点为基础加大创新和变革力度，将公路工程造价控制管理水平提高。此外，在设计阶段还要对成本控制工作给予足够的重视，将资金预算和成本控制能力努力提高，降低建设成本，将项目经济效益提高。

3.3 招投标阶段

3.3.1 重视招投标文件编制情况

招投标文件编制水平对工程造价也发挥着一定的影响，合理的招投标文件可以规范、科学地指导招投标工作。在招投标文件中，应当详细罗列出公路工程项目建设技术标准、质量标准、投标者资质、中标企业标准等内容，按照各项标准筛选最佳施工单位，确保公路工程造价管理等一系列工作顺利地完成。

3.3.2 积极引进市场竞争机制

市场竞争机制下由企业和市场决定定价结果，为保证定价合理，应确保市场环境公平、公正，提高投标者参与竞争的积极性。在招投标阶段，应合理设置询标环节，通过询标将不合理报价和低于成本报价等情况直接筛除，确保更加高效地完成市场竞争。通过询价还可以探查重报、漏报、错报等问题，有助于报价合理性和科学性的提升，为招投标双方合法权益提供保障。此外，还要将招投标的透明度尽可能地提高，积极使用工程量清单计价法实现标底淡化效果，以免发生漏标、靠标、跑标等问题，营造公平、公正你、公开的招投标市场环境。

3.3.3 择优选择中标单位

对不同投标单位呈递的报价、具备的资质、社会口碑形象等进行对比分析，加强考察竞标单位近些年的经营情况，将优质中标单位确定。应督促中标单位按照设计要求完成施工操作，最大限度地保障报价合理性，确保顺利达成公路工程施工进度、质量、造价管理、工期等各项目标。

3.4 施工阶段造价控制

公路工程施工中需要应用到大量的施工设备和材料，工程整体造价管理水平会受到设备、材料等多方面因素的

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

影响，为此，应加大力度管理施工所用设备、材料等资源。第一，加强监管昂贵材料的使用，严禁浪费。管理者可以根据材料特点、属性循环使用可循环利用的材料，充分发挥设备材料的应用价值。第二，加大施工设备维修养护力度，将不必要的支出尽可能地减少。应安全合理地放置并且管理施工材料，保证运输、使用便捷性。在设备材料使用时坚持先入先出的原则，以免长期储存设备、材料出现质量降低的情况。第三，施工人员在具体应用材料设备时应严格遵守设计方案要去，避免影响施工进程，确保工程建设质量。第四，加大安全管理力度。公路工程建设项目处于复杂多变的环境当中，施工中多种因素的影响很容易出现安全风险。施工组织设计中应明确常见安全风险因素，并且合理选择实施施工组织设计。第五，提高资源利用率。公路工程建设所在区域很多周围资源可以充分发挥其价值，这对于降低工程造价成本、提升资源利用率有着深远的意义，为此，应当做好造价控制，节约施工时间。第六，提高施工团队应对突发情况的能力，确保施工人员能够充分掌握施工现场实际情况和每个施工环节的重难点，在施工中不断改进优化，提高重视，做好数据偏差控制，合理选择施工方法，采取主动控制的方式提高造价管理水平和管理效果。

3.5 造价动态控制

公路工程施工工艺、材料、设备、方法等随着交通运输业和科学技术的发展得到了很大的进步，工程造价管理的内容、政策等也随之而不断调整、完善，这显著加强了造价管理的政策性和实效性。在公路工程项目造价管理中，需严格遵守相关政策和法律法规的规定，比如中大型公路工程在规划设计中应做好公路工程面积的确定，确保和政府政策相符合，还要以相关建设标准合理设计各种公路的设计方案，做好造价管理方法规划。动态控制已经成为当前常用的一种造价管理方法，具体编制造价动态管理方案时应当重点关注如下要点：

第一，将公路工程相关政策具体要求、公路工程建设类型等确定，做好公路工程各个项目造价管控方案差异性分析，明确各个环节造价控制重难点。

第二，将施工图纸和初步设计方案确定并且加强投资方、业主等各方的沟通交流，做好公路工程图纸的合理设计，在前期做好经济规划方案的确定。

第三，根据设计图纸将使用的施工技术、结构样式确定，将具体施工人员、设备、材料等敲定，并且以此为基础完成造价预算方案的编制。为此，在公路工程建设中我们需要以具体实际情况为基础、以管理办法和文件为前提动态管理工程造价。

3.6 竣工决算阶段

3.6.1 制定项目结算书

工程项目完工后造价管理者需要参照施工实际情况和市场建材价格等情况完成定标预算的针对性调整，比如以月份为基础对项目签证、调整、结算文件等资料进行确认，完成项目结算书的编制，并且以现行要求严格审核结算书内容。

3.6.2 关注项目结算审核

对工程竣工结果和设计图纸的差异性、工程建设质量水平、施工效果是否达标、完工量和结算量是否相符、设计变更手续是否完善、调整后的单价是否和合同要求相符合等内容进行全面地审查，重点审核施工索赔等内容，将索赔的正规性、合理性提高，以免产生不必要的资金支出。

3.6.3 贯彻落实工程结算责任机制

对出现超支、节支情况的原因进行综合性分析，明确影响因素，将责任归属范围确定，并且做好奖惩机制的落实。如果存在严重的超支问题，需要适度对负责人采取处罚措施，如果有效落实造价管理方案并且达到一定的节支效果应适当给予一定的物质和精神方面的奖励，并且加大表扬力度，在肯定节支成绩的同时激发员工造价控制的主动性，提高工程造价控制效果。

4 结语

总而言之，作为一项民生工程，公路工程建设关系着国家发展、社会发展以及国民的日常出行。造价控制作为公路工程建设管理的核心内容，只有不断提高造价控制水平才能改善传统造价管理中的不足，才能将造价控制理念渗透到各个环节中，才能提升造价控制效果，最终实现工程经济效益的全面提升。

[参考文献]

[1]杨春喜.公路工程造价控制中存在的问题及解决措施[J].交通世界,2020(30):125-126.
[2]罗汝兴.公路工程施工造价管理现状问题及解决措施[J].交通世界,2020(26):169-170.
[3]张文超.公路建设项目工程造价全过程管理控制措施分析[J].低碳世界,2020,10(7):209-210.
[4]马犇.公路工程造价全过程控制措施建议探究[J].交通世界,2020(21):138-139.
[5]金珠,邹喻,陈红.公路工程造价的影响因素研究[J].价值工程,2020,39(20):33-36.
[6]程东文.公路工程造价管理高质量发展问题的探索[J].中国公路,2020(11):182-184.
[7]黄威.公路工程造价的控制管理策略[J].价值工程,2020,39(15):99-101.
[8]周彦红.公路工程造价管理与控制研究[J].智能城市,2020,6(3):106-107.

作者简介：刘娇（1989.5-），女，毕业院校：重庆交通大学；所学专业：工程管理，当前就职单位：石柱县通煌公路工程有限公司，职务：技术人员，职称级别：工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

道路桥梁工程的预应力施工技术分析

王 瑶
北京建工路桥集团有限公司，北京 100000

[摘要]市政道路桥梁工程规模大、技术复杂，需要采用先进的施工技术。其中预应力施工技术在提高工程质量的同时，具有施工方便、造价低等优点。因此，预应力施工技术被广泛地应用于路桥工程，并可缩短工程工期，提高其抗震能力和承载力，积极推进预应力施工技术，提高施工质量，促进我国路桥工程的发展。文中主要介绍预应力施工在市政道路桥梁工程中的应用，并简要分析了预应力施工技术。

[关键词]预应力技术；施工；公路工程；应用
DOI：10.33142/ec.v5i12.7270 中图分类号：TU757 文献标识码：A

Analysis of Prestressed Construction Technology for Road and Bridge Engineering

WANG Yao
BCEG Road and Bridge Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract: The municipal road and bridge project is large in scale and complex in technology, which requires the use of advanced construction technology. Among them, the prestressed construction technology has the advantages of convenient construction and low cost while improving the project quality. Therefore, prestressed construction technology is widely used in road and bridge projects, which can shorten the construction period, improve its seismic capacity and bearing capacity, actively promote prestressed construction technology, improve construction quality, and promote the development of road and bridge projects in China. This paper mainly introduces the application of prestressed construction in municipal road and bridge engineering, and briefly analyzes the prestressed construction technology.

Keywords: prestressing technology; construction; highway engineering; application

在公路桥梁工程中，采用内预应力技术可以极大地提高结构的整体质量。然而，在采用外预应力施工的情况下，必须利用外力来调节施工机械，并对预应力进行严格的控制，确保工程建设中的工程质量符合要求。在公路桥梁工程中，采用内预应力技术可以极大地提高结构的整体质量。然而，在采用外预应力施工的情况下，必须利用外力来调节施工机械，并对预应力进行严格的控制，确保工程建设中的工程质量符合要求。

1 预应力技术在公路桥梁施工中的应用

预应力施工技术因其结构稳定、造价低等优点而被广泛应用于路桥工程建设。另外，在建筑工程中，可采用预应力施工技术将楼板设计成预应力板，从而大大提高设计强度，而对于要求较高的配电室，通常采用局部开挖，既能及时有效地降低整体楼层高度和开挖深度，又可大大节省施工成本。(2)有利于路桥改造：由于社会经济的快速高效发展，对公路桥梁工程质量提出了更高的要求。(3)抗裂性强：墙体开裂是建筑物普遍存在的问题，其维护与施工十分复杂，严重影响建筑物整体质量。

1.1 锚具和钢绞线的选择

1.1.1 锚具的选择

根据目前预应力技术发展的现状，目前工程上使用的锚具有两种：一种是摩阻式锚杆，它具有种类繁多、应用领域广泛的特点。该设备是以楔形锚杆为基础，经过特殊的工艺加工而形成的，但这种设备的使用需要在预应力钢筋的紧固状态下进行，否则会使锚杆的应力大大降低。二是机械式锚杆，它是用预应力钢作为基材，通过机械装置对其末端进行加工而成，其优点是安装方便，而且没有明显的预应力损失。

1.1.2 钢绞线的选择

在高速公路桥梁施工中，合理使用钢绞线，可以节约钢材，降低投资，保证道路桥梁的质量。目前，预应力钢绞线已得到了广泛的使用，它是一种新的预应力钢，它在很多桥梁项目中得到了很好的使用效果，而且使用方便，成本低廉，比传统的冷拉式预应力钢丝要好得多。

但在施工中应针对预应力钢绞线采取严格的质量控制措施，具体如图 1 所示：

类别	检查项目	控制数
钢绞线束	每束钢绞线断丝或滑丝 每个断面断丝之和不超过该断面钢丝总数	1 丝 1%

图 1 分析图

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.2 预应力管道及钢绞线安装

1.2.1 纵向钢束安装

按实际需要选用合适的安装方法，在短时间内可以采用手工穿束；如作业时间长，作业量大，需与机器配合。编结是顺利完成穿束的必要条件，在这一工作中，要把每根都整理好，然后统一使用钢丝绳，以保证它们的稳定，并将它们固定在不同的地方，防止缠绕。采用手工穿束法比较好，但如果在实际工程中遇到困难，应先将绳索的一端调整成尖头形状，然后用卷扬机进行穿束。在穿束钢绞线时，要注意保护，防止出现弯折、断丝等质量问题。

1.2.2 竖向钢束的安装

本项目中选择的是预穿束的方式，通过绑扎将钢束与腹板钢筋形成稳定的整体，在尚未进入浇筑环节时便要将其固定在管道内。施工所用的波纹管要与钢筋绑扎，考虑波纹管的稳定性要求，必须经过找平处理，通过增设Φ8钢筋的方式实现固定，具体工艺要求为间距 1m、长 20cm。

1.3 封锚及压浆

（1）张拉完成后，如果各方面的施工效果都很好，就可以进行孔道注浆，这是为了防止钢筋锈蚀；然后再用钢筋束将其固定在梁体上。孔道灌浆后，其浆料必须是致密的，为了达到这一目的，混凝土的配制要按工艺要求进行，水灰比稳定在 0.3～0.35 之间，并制成样品，对其进行性能分析，28 天内的强度要达到 60 MPa。

（2）在完成张拉后，应安排工人及时进行钻孔压浆。这一工序对水泥的性能有很高的要求，必须在 C50 以上，并且在整个生产过程中都要使用真空辅助压浆工艺。检查施工情况，如出现浆液溢出现象，应留出一定的时间让其继续排出，以保证浆料充分充满，直到水泥固化。质量检验孔的功能是协助工人了解实际的质量状况，其安装间隔 20-30m，并在随后的降压过程中将其依次关闭。在不同的施工阶段，压浆压力有一定的差别，如果是横向或弯曲的，则整个过程中，这个数值应该保持在 0.5-0.7 MPa；在垂直孔道时，宜采用 0.3～0.4 MPa 的方法。

1.4 预应力技术在公路桥梁钢筋混凝土浇筑的应用

混凝土综合性能良好，但由于多种因素的影响，很容易出现裂纹，采用预应力技术可以有效地防止裂缝，降低裂缝的发生。从机理上讲，钢筋的回缩力很大，这一段会向受拉点传递，使得混凝土在受压时处于受压状态，而当受压时，受拉区就会起作用，在那里的预应力可以抵抗外部的压力，从而可以有效地解决混凝土开裂问题。

1.5 预应力技术在公路桥梁加固中的应用

承载力是衡量高速公路桥梁整体使用状况的重要指标，各种改善桥梁承载能力的措施中，加固措施的运用效果最好，对增强结构具有重要的作用，也为道路运输提供了便利。在实际工程中，有多种不同的加固方式，例如：桥面受力状况的改善、外预应力的调整。在实际工程中，对构件进行试验是一种比较可行的方法，在这种方法下，受拉部位会出现较大的张应力，这种张应力状态的改变会使预应力构件的拉应力降低，从而使结构承载力得到改善，从而达到加固目的。

2 预应力在公路桥梁工程中存在的问题

2.1 张拉力控制

当前预应力施工技术在道路桥梁的应用方向上已经渐渐成熟。但是在现场应用的过程中仍然存在一定的技术盲区，给施工埋下了很大的安全隐患。在此前提下，对于施工方而言，预应力技术应用不当的原因通常有以下几点：技术人员培训不当，导致施工人员对于技术理解不到位进而影响后续实际操作。另外施工人员安全责任意识不足，导致其缺乏责任心，进而导致了施工质量的下降。

2.2 混凝土收缩

由于当前道路桥梁的施工离不开混凝土浇筑。因此混凝土收缩也成为了影响道路桥梁质量因素的一大原因。作为建设的主要材料，混凝土的收缩会引发路面桥面出现裂缝，或者桥基开裂等情况，严重时还会诱发内部结构出现形变，这些混凝土质量问题给道路桥梁的使用带来了严重的风险。而追溯其原因，则可以发现是混凝土在配比上出现了问题，过多的添加剂或者泥浆比不合理，导致了混凝土结构脆性增加，从而在收缩时较易出现开裂等问题。

2.3 管道堵塞

管道堵塞的问题同样也是施工人员对于技术的理解和应用不到位而造成的，使得预应力技术无法发挥其真正的效果。并且从技术更迭的领域来看，当前很多施工的预应力技术较为落后，和先进技术出现了脱节的情况。同时相关的管理和监督方案落实存在一定疏漏，导致施工人员无法对改技术有着更为详细的了解。这些无形中给施工增加了难度，同时也不利于施工安全的保障。当技术应用不正确时，则会引发管道拥堵，导致钢筋拉力出现异常，最终影响道路桥梁的使用。

3 预应力技术施工时的具体控制要点

3.1 加强钢筋在安装时的必要控制工作

在进行高架桥的施工时，工人们必须要遵守有关规定，严格控制钢筋的安装，防止出现破损的预应力钢筋，确保工程的正常运转。为防止钢筋受损，施工单位必须在施工之前制订有效的控制措施，并对预应力筋进行适当的保护。在进行施工的时候，一定要控制好，确保所有的预应力钢筋都牢固，再进行加固。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3.2 后张力预应力方面的施工

在后拉预应力施工中，施工单位不但要根据设计图的规定，对预应力钢筋进行详细的防护，还要根据实际情况，严格控制钢筋的下料长度。在下料时，请使用砂轮割割机，如有需要，可采用气割或电割。另外，施工人员还需要仔细的检查一下预应力钢筋的切割程度，然后按照图纸上的要求，将钢筋按照图纸上的要求进行分类，然后进行编号，确保不会纠缠在一起。之后，再用湿布将其包好，以免因施工时飞溅的火花烫伤钢绞线。在进行具体的施工过程中，必须要严格的按照相关的规定进行仔细的检查，将预应力管线安装、加固，确保锚杆的控制力达到设计和规范的要求，以防止漏水。

3.3 加强浇筑混凝土方面的控制工作

在进行混凝土浇筑时，在进行预应力管线的振动时，必须认真、谨慎，避免因碰撞而引起管线变形、渗漏，从而使预应力管线堵塞。为使张拉达到规范要求，必须在浇筑完混凝土后，及时清除孔道，以免造成张拉、压浆等相关工序的堵塞，从而保证桥梁工程的整体质量。

4 优化应用效果的措施

4.1 做好下料处理

在高架路道桥施工中，采用预应力技术，先进行下料处理，再对钢管和锚垫板进行注浆，以达到粘接和增强预应力钢筋稳定的目的。在进行下料作业之前，先将胶合部分清除干净，以去除剩余的钢丝。另外，施工方要合理地控制胶接段的长度，避免发生错位。工作人员在穿插钢索的时候，也要考虑到钢绞线的下垂问题，并对此进行了处理，确保了胶合部分的强度。

4.2 运用压浆施工方法

在道桥构件的施工中，采用预应力技术，首先要把体外索锚杆固定好，然后再采用局部粘接方法来控制道桥构件的附着力。一般来说，施工单位都会采用压浆施工方法，这样可以合理地控制压浆层的密实度，从而提高接缝部位的粘接强度。只有严格按照有关规范进行施工，方能保证锚杆的施工质量达到有关规范的要求。道桥施工采用压浆施工法，其效果和效果都很好，因此在施工前，有关工作人员必须对压浆的具体操作过程进行细致的研究，并进行模型试验，争取一天内张拉，并根据压浆工序进行压浆，从而保证道桥的施工质量。

4.3 预应力混凝土结构设计

在预应力混凝土结构的设计中，应注意：①保证其在正常工作状态下的工作，防止由于承受能力过大而造成结构变形，从而影响其正常使用；②必须保证结构材料的强度小于设计规范，这样既能满足结构的安全性能，又能有效地控制构件和构件之间的张应力；③强化混凝土结构的受力变形，防止超过设计极限；④严格按照工程的要求和设计要求，对预应力混凝土结构进行检验，确保其质量；⑤加强对施工物料的管理，严格检查物料，保证在道桥工程中使用的材料，并做好钢筋的保存，合理地切断钢筋，科学地计算灌浆量，保证孔道浆液的饱和度。

5 结束语

为了维持自身的竞争力，必须在施工过程中降低相应的投资，同时又要保证建成后的桥梁质量，因此，必须对材料的成本进行会计核算，并对其进行成本控制，并制定相应的管理体系，培训相关的人员，并在项目的建设过程中，对存在的问题进行总结、改进、研究，制定出合理的应对措施，从而促进公司的可持续发展。从上述分析可以看出，在预应力技术应用中，一定要严格按照有关的行业标准和技术规范来进行，并加强对工程建设的监督和评价。只有严格按照有关规范进行施工，方能保证锚杆的施工质量达到有关规范的要求。因此在施工前，有关工作人员必须对压浆的具体操作过程进行细致的研究，并进行模型试验，争取一天内张拉，并根据压浆工序进行压浆，从而保证道桥的施工质量对参加施工的技术人员，要加强施工安全的培训，提高施工技术水平，从而确保工程的最后质量。总之，提高预应力混凝土的使用水平，需要各方共同努力，共同努力，才能提高我国公路桥梁工程的质量，保证我国的公交行业健康发展。

[参考文献]

[1]徐晓飞.道路桥梁施工中预应力技术施工质量管理方法研究[J].交通世界,2021(28):155-156.
[2]秦戈.道路桥梁施工中预应力技术施工质量管理工作研究[J].交通建设与管理,2020(6):136-137.
[3]熊子诚.预应力技术在道路桥梁施工中的应用[J].江西建材,2020(9):143-145.
[4]颜志福.预应力技术在道路桥梁施工中的应用[J].运输经理世界,2020(9):68-70.
[5]陈福斌.道路桥梁施工中预应力技术施工质量管理探究[J].价值工程,2020,39(20):140-141.
[6]祁孝庆.新时期道路桥梁工程中预应力技术的应用分析[J].决策探索(中),2020(3):42.
[7]张虎.预应力技术在道路桥梁施工中的应用研究[J].中国新技术新产品,2019(23):119-120.
[8]汪美娟.预应力施工技术在市政桥梁工程中的应用[J].建筑技术开发,2018,45(4):85-86.
[9]汤冶.预应力施工技术在道路桥梁中的应用[J].住宅与房地产,2016(25):98-102.

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

[10]周雄才,龙跃华,洪睿.公路桥梁施工中预应力技术研究[J].工程技术研究,2017(3):81-97.
[11]徐鹏.公路工程道桥施工中预应力施工技术的应用分析[J].建筑工程技术与设计,2019(20):2328.
[12]刘平.公路工程道桥施工中预应力施工技术的应用浅谈[J].建筑工程技术与设计,2019(20):2299.
[13]马秀超.大跨度复杂钢结构施工过程中的若干技术问题[J].建材与装饰,2017(10):8-9.
[14]刘强.分析大跨度复杂钢结构施工过程中的若干技术问题[J].城市建筑,2019(4):81.
[15]阮爱章.大跨度复杂钢结构施工过程中的若干技术问题及探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2013(11):1.
[16]刘永平.预应力施工技术在高速公路桥梁施工中的应用研究[J].黑龙江交通科技,2018(11):65.
[17]谭文武.城市高架桥工程中的预应力施工技术分析[J].住宅与房地产,2017(6):76.
[18]张希庆.大偏坡桥梁工程中预应力施工技术的应用分析[J].四川水泥,2021(4):65.
作者简介：王瑶（1996.3-），女，汉、山西大同，大学本科，方向工程管理。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

BIM 技术在建筑工程造价管理中的应用与探究

葛 洋
安徽轩洋工程咨询有限公司，安徽 宣城 242199

[摘要]近年来在国内引进和应用了 BIM 技术，BIM 具有强大的计算和三维立体功能，便于设计图纸的可视化处理。该软件可为部门提供准确计算，提高项目公司内部计算的准确性，并提高项目计算效率。在设施建设过程中，包括投资决策、设计、招标、施工、竣工等，任何阶段都会有成本，如果施工单位对施工成本缺乏系统全面的控制，可能导致成本超支，增加施工成本，引起施工方之间的经济纠纷，不利于项目顺利投产，因此，在这种情况下，施工单位应采用 BIM 技术，加强施工价格管理。采用专门设计的施工信息模型，有效管理项目施工过程，这将大大降低建筑工程各个环节的交易成本。在建设预算范围内，可以进行低成本高质量的建设，建设双方都可以获得预期的经济收入。

[关键词]BIM；造价管理；应用
DOI：10.33142/ec.v5i12.7264 中图分类号：TU723.3 文献标识码：A

Application and Research of BIM Technology in Construction Cost Management

GE Yang
Anhui Xuanyang Engineering Consulting Co., Ltd., Xuancheng, Anhui, 242199, China

Abstract: In recent years, BIM technology has been introduced and applied in China. BIM has powerful computing and three-dimensional functions, facilitating the visualization of design drawings. The software can provide accurate calculation for departments, improve the accuracy of internal calculation of the project company, and improve the efficiency of project calculation. In the process of facility construction, including investment decision-making, design, bidding, construction, completion, etc., there will be costs at any stage. If the construction unit lacks systematic and comprehensive control over the construction costs, it may lead to cost overruns, increase construction costs, cause economic disputes between the construction parties, which is not conducive to the smooth operation of the project. Therefore, in this case, the construction unit should adopt BIM technology to strengthen the construction price management. The specially designed construction information model is adopted to effectively manage the project construction process, which will greatly reduce the transaction cost of each link of the construction project. Within the scope of construction budget, low-cost and high-quality construction can be carried out, and both parties can obtain expected economic income.
Keywords: BIM; cost management; application

引言

在设施建设中，施工价格管理的主要任务是严格管理和控制施工期间的成本。目前我国建筑价格管理存在诸多缺陷，而且这些问题相当严重，对建筑价格管理的有效性影响很大。现阶段需要改进建筑价格管理，合理运用 BIM 技术，确保估算精度和数据可靠性的提高，这将有助于建筑业的发展和进步。

1 BIM 技术概述

BIM 技术是指应用于施工管理过程中的施工信息模型，它要求施工单位在施工项目实施过程中能够收集和处理施工项目的所有信息，进而形成施工信息模型，最终可以通过数字信息进行模拟，从而获得完整的施工进度信息，并对信息进行相应的调整，以确保项目的高质量，因此该技术目前在工程施工中具有非常重要的意义，需要大量的应用和推广。综述了 BIM 技术在工程建设中应用的特点，主要是保证信息的一致性和完整性、可见性、建模性、协调性等，通过建立综合项目管理体系，有效控制影响项目有效施工的风险，工程在施工中的应用可以分析和共享与工程施工相关的所有信息，从而有助于更有效地提高施工质量。为建立项目全生命周期施工管理的基础，如果任何一个施工周期出现施工问题，各施工部门都可以通力合作，及时处理问题，以达到施工效率。目前，BIM 技术在建设项目施工价格管理中的应用使施工单位员工能够参与施工价格管理，分阶段进行施工价格管理，从而大大降低了超出预算的施工成本。

2 BIM 技术作用

使用 BIM 技术创建 3D 建筑模型将使员工更好地了解建筑的整体结构，并更清楚地确定其影响，同时还将对项目有更全面的了解，使施工人员能够充分理解设计师的想法。BIM 技术的应用还可以帮助工作人员访问和处理有关项目各个组成部分的信息，这样您就可以查看以前或将来项目工作中使用的模板。在 BIM 模型的基础上，施工组织进行策划和编辑。基于相关参数的 BIM 模型不同于以往的 CAD 模型。CAD 模块设计使用坐标几何图形创建图形元素。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

BIM 模型的核心是定义模型元素之间关系的特殊元素的图像。BIM 模型可以清晰地显示模型中各种元素，更直观地反映构件之间的差异。在建筑工程中，碰撞检测是一个必要的环节，其目的是作为一个专业的组成部分，以保证各个组成部分的设计科学、合理、高效，减少施工过程中的矛盾。通过碰撞检测软件，模型的各个组成部分紧密相连，及时检测和消除安全威胁[1]。

3 建筑工程造价管理的因素研究

3.1 管理控制理念

建筑工程的范围很广，包括价格控制是建筑中的专业和技术工作之一，在项目实施定价中，项目管理非常重要。建筑工程的进行受到图纸、建筑工人、自然环境、社会环境等因素的影响，部分建筑工人对工程成本认识不足，导致后续成本控制难以落实。有的工程公司价格管理理念相对落后，有的公司只注重招标投标和施工图纸，施工成本控制往往不重视，忽视了建材采购、施工成本控制，在随后的施工过程中购置设备等环节造成了成本失控状态。

3.2 工程设计的变动

在施工过程中，设计阶段的施工费用需要根据施工过程随时调整。如果施工计划有改变，工程图则亦有重大改变，对工程造价会有很大影响。如果施工项目经理对项目实施阶段的定价工作重视不够，那么缺乏成本控制方案的综合设计方法将导致后期施工成本急剧上升。有些工程经常更改设计图纸，对后来的价格管制工程有负面影响。如果预算成本不能根据设计上的改变灵活地调整成本控制，则很可能出现成本失控现象。

3.3 重要性

在施工管理领域，有效的施工价格管理不仅保证了项目的成功实施，而且有效地提高了施工企业经济效益。然而，如果施工管理过程中没有对施工成本进行调节，就可能导致施工项目的预算超支。因此，在建筑工程中使用建筑工程价格管理可以帮助降低工程成本或降低投入成本风险，从而提高建筑工程价格管理的质量，增强建筑业之间的竞争力。

4 我国目前工程造价管理现状分析

4.1 工程造价数据分析不准确

工程造价数据并非凭空想象，胡编乱造，必须经过仔细计算和深思熟虑。建筑项目的成本确定过程通常基于估计和计算。这些不同阶段的建筑成本考虑和要求各不相同，结果不显著，在编制过程中没有考虑到，也没有根据项目本身的数据进行核对，导致这些阶段的建筑成本数据与实际项目数据脱钩，每一阶段的数据分析结果都不准确，施工被动，难以预测，导致工作量增加，工期亦延长，最终不单只造成人员流失，增加了人工成本，财政资源未达到预期的控制。

4.2 工程造价缺乏多方平台的相互协作

我国的工程建设需要包括客户、设计和施工组织在内的多个部门的合作。因此，施工价格管理涉及不同部门的利益，但在缺乏统一的沟通平台、无法就管理方式达成一致的情况下，在施工成本上存在一定障碍，导致经济损失。

5 BIM 技术在建筑工程造价管理中的应用

5.1 BIM 技术在决策阶段的运用

在决策阶段应用 BIM 技术时，应积极帮助业主选择科学控制建设项目投资评价的方案。在备选方案方面，在施工初期将制定各种投资机制，并利用 BIM 技术对各种备选方案进行科学比较，然后选择最佳方案，从而充分减少成本损失。此外，在投资评估中，该技术具有巨大的数据库功能，根据存储数据进行建筑投资评估，从而提高投资评估的准确性。施工前应积极监控项目，用 BIM 技术中的视觉特征总结设计需求，然后通过建立三维立体模型分析研究环境对施工项目的影响。此外 BIM 技术可以准确地识别项目计划中不合理的部分，从而便于对施工进行早期控制，以确保投资估算的准确性。对于建筑工程价格管理来说，投资价值评估是其中一个最重要的内容。在传统的价格管理模式下，建筑工程投资的价值评估必须以现有的投资数据为基础，然后再编制和评估这些数据。在此基础上，利用 BIM 技术估算施工管理投资成本，可以利用 BIM 技术建立相应的工程技术信息模型，建立可靠的施工成本数据库，得出完整的工程成本指标。这样施工经理便可获得有关资料，据以准确估计施工投资的价值，从而提高投资估计的准确性和可靠性，并提高整体施工管理的效率。

5.2 BIM 技术在设计阶段的应用

BIM 软件最显著的特点是可视化建模。直观模型比传统的建筑工程价格管理方法具有更清晰、直接的特点。这样可以在设计阶段有效地提高资金的使用效率，确保有效的投资控制和保证预测的准确性。在设计阶段必然会出现设计缺陷，采用 BIM 技术可以有效地识别和解决设计缺陷，这是软件和新信息技术的有机结合，能够提供更专业、更高效的工作平台，提高信息传递的效率。BIM 技术的有效性不仅表现在它可以帮助专业设计人员，还表现在它可以帮助其他非专业设计人员改进图纸。在工程建设阶段，不可避免地会出现不匹配问题，因此可以通过 BIM 技术解决和改进以前开发的软件互操作性不足的问题[2]。

5.3 BIM 技术在招投标阶段的应用

投标作为建设项目的重要阶段和工作之一，可以将理论投资转化为实际建设。为了确保资金得到有效利用，投资者应在吸引投标者参与投标的同时，全面检查投标者的财政能力。投标者可以使用 BIM 模型快速查看工程范围信息并检查其是否符合地籍，从而避免泄漏和错误的问题。在 BIM 模型中输入工作清单数据，客户将 BIM 模型直接发送给所有投标人，从而获得项目的详细信息。此外，还可以利用 BIM 模型对结构设计的空间和工程信息进行合理的比较分析。投标者可以在招标文件中对工程清单的准确性进行全面的检查和验证，并选择最佳的投标方案。建筑投标时间有限，投标者在核对投标内容后，会花更多的精力和时间精简投标书。我们使用 BIM 技术来计算建筑成本，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

首先可以在 Revit 程序中使用相应的模型创建，然后导入计算工作量的软件开发和开发模块，使用 Revt 模型导入专用软件。利用 BIM 技术，还可以利用 PPKPM 模型进行施工图设计和钢筋结构优化，从而建立三维可视化模型，利用软件对钢筋的计算体积进行比较，计算出钢筋的数量和价格[3]。在建筑工程招标过程中，还可以有效地利用 BIM 技术，利用 BIM 技术开发相应立体模型得到具体的建筑模型。在具体招标过程中，可以利用 BIM 技术实现工程信息数据的精确检索和验证，也可以增强对具体标准制定的支持。此外，具体投标者可进一步完善施工计划，利用 BIM 技术获取相关数据和相关市场价格。

5.4 BIM 技术在施工阶段的应用

施工阶段施工价格管理主要是完成工程的结算问题。已完成工程的结算由业主根据合同条款和实际工作量成本进行。不过，由于各方面的预算、工程进度等，管理比较分散，不属于同一部门，协调工作亦有一定困难，导致计算难度增加。在 BIM 技术用于施工阶段计算的同时，在三维模型的基础上，将工程进度和工程成本两个维度结合起来。在 5D 模型的帮助下，在不同的时间段内，工程量和成本的可视化显示可以帮助计算人员快速准确地计算，如果施工阶段发生变化，BIM 提供软件来计算工程成本的变化，从而使整个施工过程更加精确。在施工阶段，对于施工价格管理来说，最重要的工作是把投资规划作为现阶段价格管理的关键，在审核施工图纸时，需要运用 BIM 技术综合研究相关数据信息，明确问题，然后解决问题。采用先进的建筑信息模型，再结合相关数据信息，可以使建筑信息模型更加清晰[4]。这时，建筑业需要根据工程计划进行合理的分工，以及根据工程的资金情况进行合理的审核，结合 BIM 技术所包含的信息，在施工过程中选择合适的材料和确定施工材料的价格时，这将有助于证明工程的价值并控制所有相关成本。在建设项目施工期间，应当计算整个项目的结算，并确定合同的结算顺序。根据项目实际施工实际的工程量，为施工投资者提供整个项目的工程量明细表和项目已完成工程的发票。之后，项目投资者委托咨询公司和控制企业确认工程单位施工费用。工程单位需要应用方案预算建设时间表和签证变更。在提交项目进度表时，很难实现项目建设数据的一致性和对接性，这可能导致组织对工程公司承担的工程量进行评估的难度很大，而且收集材料的时间也很长，难以准确考虑信息，这可能导致申请和计算实际项目进度的困难。应用 BIM 技术建立三维立体模型，有效解决 BIM 软件下价格数据差问题，提高 BIM5D 模型下的施工规模和工程成本，显示相关工程成本信息的不同时间节点。管理人员应事先知道施工中需要使用的材料种类和数量，然后与项目实际施工期间的费用信息进行比较，如果两者之间的差异很大，就需要分析项目超支的原因。此外，还采用了价格控制战略，以有效控制费用减少和防止超支。加强工程建设全周期施工成本实时控制，如果存在质量风险、进度缓慢、安全事故等，这也可能导致项目成本较高，因此通过 BIM 动态施工管理技术来调节施工价格，根据每个施工过程、每个施工阶段的施工进度、施工材料的应用等进行调整。发现质量、安全、施工进度问题，追究问题根源，根据需要配置合理调控建材资源，确保各环节有效协调，确保施工成本低，降低超支风险[5]。

5.5 BIM 技术在竣工结算阶段的应用

建筑工程完成阶段的主要工作是确定工程的实际成本、编制有关的完工报告文件和完成项目资产的移交。通过 BIM 技术开发的模型可以帮助人们了解结构的空间关联、工作范围和进度。随着 BIM 模型数据库的不断改进和优化，可以持续收集和处理数据，包括通过控制设计变更和签证等要素。在项目完成时，BIM 模型中包含的信息可以显示施工现场的所有要素，从而确保计算的效率和工程的成功完成。施工对象的最终验收计算是整个施工价格管理的最终环节，也是价格管理的重要内容之一。本节需要准确记录项目施工的整个过程和施工的每个阶段的信息，施工单位可以利用 BIM 技术记录、存储和评估整个施工过程和各个环节的真实施工过程的具体信息，以及根据有关建筑标准评估项目的合理性，以保证项目顺利完工验收。此外，施工单位可根据设计初期建立的施工模型和相应的施工策略，继续对设计工作和实际工作进行比较分析，比较两者之间的差距，及时补充设计工作，以尽量减少问题，从而保证施工价格管理的有效实施。

6 结语

BIM 技术可以在建筑工程价格管理中发挥关键作用，因为它相对于传统建筑工程价格管理模式的优势显而易见，可以随时准备修改建筑计划，这对控制建筑工程成本至关重要。因此必须将 BIM 技术引入建筑工程价格管理，可以为我国建筑业的发展做出重大贡献。

[参考文献]

[1]苍雨萌.大数据时代 BIM 技术在工程造价管理中的应用探析[J].山西农经,2018(4):116-117.
[2]朱焱焱.智慧建筑中工程造价管理的 BIM 技术运用分析[J].江西建材,2018(1):132-133.
[3]路秋兰,刘凡荣,赵晓光.基于 BIM 技术在工程造价管理中的应用分析[J].石家庄理工职业学院学术研究,2019,14(2):75-77.
[4]邱健,王秀文,江联军,等.浅析现阶段建筑工程造价管理中的 BIM 技术应用[J].中国住宅设施,2019(33):10.
[5]陈仕才.建筑工程的造价管理和成本控制研究[J].建材与装饰,2019(36):196-197.

作者简介：葛洋，单位名称：安徽轩洋工程咨询有限公司，安徽省宣城市，毕业院校：安徽新华学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：安徽轩洋工程咨询有限公司，职务：项目经理，职称级别：助理工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

三峡库区陡坡消落带生态修复技术研究——以偏岩子为例

邱利文[1] 吴柳东[2] 张定军[1] 沈 健[2] 李 豪[1]
1 中国长江三峡集团有限公司长江生态环境工程研究中心长江珍稀植物研究所，湖北 宜昌 443000
2 中国建筑西南勘察设计研究院有限公司，湖北 武汉 430074

[摘要]以偏岩子为例对陡坡消落带进行了生态修复技术研究，提出了石笼防冲墙、生态挡墙、和生态袋护坡工程措施，为植物生长提供必要的土壤，并且防止土壤受水浸泡以及浪涌冲刷流失，在此基础上筛选了 20 种耐水淹植物，不同高程区域配置不同植物品种，经历 1 个水文年后，多年生草本植物成活率达 90%以上，耐水淹灌木成活率达 75%以上，生态修复效果良好。
[关键词]三峡库区；消落带；生态修复；生态袋；植被
DOI：10.33142/ec.v5i12.7262 中图分类号：S727.2 文献标识码：A

Study on Ecological Restoration Technology of Steep Slope Fluctuation Zone in the Three Gorges Reservoir Area——Taking Pianyanzi as Example

QIU Liwen [1], WU Liudong [2], ZHANG Dingjun [1], SHEN Jian [2], LI Hao [1]
1 Yangtze River Rare Plants Research Institute of Yangtze River Ecological Environment Engineering Research Center of China Three Gorges Corporation, Yichang, Hubei, 443000, China
2 China Southwest Geotechnical Investigation & Design Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430074, China

Abstract: Taking Pianyanzi as an example, the ecological restoration technology of steep slope fluctuation zone was studied, and the gabion scour wall, ecological retaining wall, and ecological bag slope protection engineering measures wer
e proposed to provide necessary soil for plant growth, and prevent soil from being soaked in water and being washed away by surges. On this basis, 20 kinds of flood resistant plants were screened, and different plant varieties were deployed in different elevation areas. After one hydrological year, the survival rate of perennial herbs is more than 90%, and the survival rate of flood resistant shrubs is more than 75%. The ecological restoration effect is good.
Keywords: three gorges reservoir area; drop zone; ecological restoration; ecological bag; vegetation

三峡库区的生态环境问题一直是人们关注的焦点，其生态环境质量不仅关系到三峡工程的运行，也是影响长江流域可持续发展的重要因素[1-2]。随着三峡工程的建成和运行，根据“蓄清排浊”的运行方案，在多水多沙的汛期 6～9 月，水库水位降低至 145m，泥沙通过大坝上的泄洪深孔排出；汛末 10 月，来水中含沙量降低，水库蓄水至正常水位 175m，达到蓄清排浊的目的。水库的调度引起水库水位变动，使得周围库岸形成了高达 30m 高差的消落带。三峡库区消落带是水位反复周期变化的干湿交替区，是库区水域与周边陆地环境的过渡地带，同时具有水、陆两个环境的特点。消落带生态环境由其地貌形态、组成物质与土壤、地下水、气候与植被等要素组成，由于其特殊性、不稳定性、脆弱性，且易受到外界环境的干扰，消落带出现的一系列生态环境问题日益明显和突出[3-5]。因此，开展三峡库区消落带生态修复技术研究是服务于消落带生态环境建设和保护，对于深入践行新发展理念坚持生态优先绿色发展，保障三峡库区生态环境与库岸的稳定安全，促进库区经济社会可持续发展有着重大现实和深远意义。

1 偏岩子概况

偏岩子位于三峡大坝上游、背靠湖北省秭归县茅坪镇，是三峡库区中的一座小岛，主要由闪云斜长花岗岩组成。北侧 B 区岸坡总体较平整，地形坡度约 30°，高程 160m 为一平台，高程 160m 以上岸坡采用喷射混凝土面板防护，局部破损，坡面存在浮石，高程 160m 以下岸坡已采用混凝土防护，现状基本完好。西侧 A 区岸坡总体上陡下缓，高程 160m 以上岸坡地形坡度约 35°，采用喷射混凝土面板防护，破损严重，存在出现架空垮塌现象，坡面存在大量松动块石，高程 160m 以下岸坡地形坡度 15°～25°，表层覆盖有沙壤土，如图 1 所示。

偏岩子岩体一般风化较强烈，在水流冲刷及浪蚀作用下，极易发生冲蚀、剥蚀型塌岸，如图 2 所示。当岩体中裂隙或岩脉发育时，岸坡风化岩体也易沿不利结构面倒向坡外，发生崩塌型塌岸，导致岸线逐渐后退，如图 3 所示。此外，在库水位的频繁涨落作用下，偏岩子消落带水土流失严重，岸坡原有土壤和植被冲刷殆尽，荒漠化严重，生态景观效果差。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

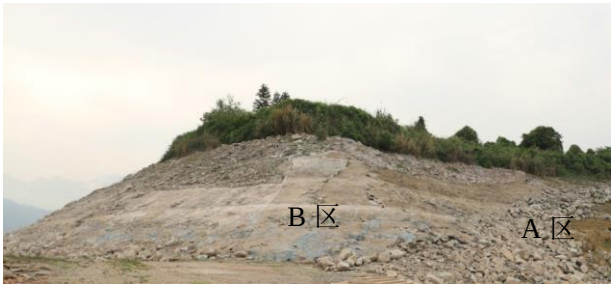


图 1 偏岩子消落带全貌图

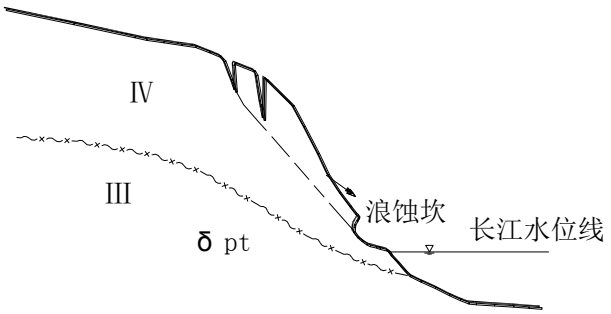


图 2 因冲刷及浪蚀作用风化岩体崩塌

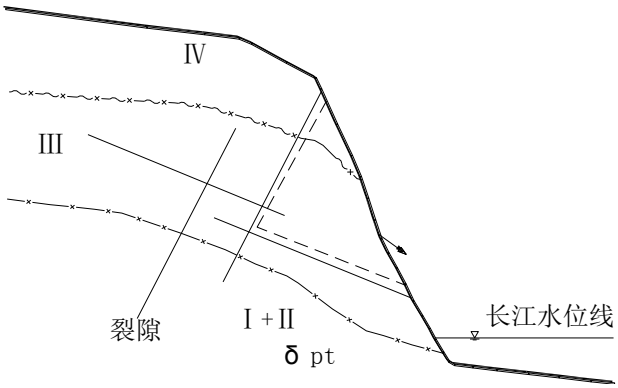


图 3 因裂面或岩脉发育导致风化岩体崩塌

2 偏岩子消落带生态修复技术

消落带修复措施包括生物措施、生物+工程措施、工程措施三大类，其中工程措施费用昂贵，又无景观价值，破坏了消落带的水陆物质交换和能量流动，使消落带失去了截污去污能力，最好只应用于坡度较陡等不宜进行生物措施治理的区域（约占库区消落带总面积的 3%）。相对于工程措施，生物措施明显具有多重生态效益和景观效益，是消落带生态修复的主要途径。只有在消落带构建具有自稳定维持机制的植被，提高消落带植被覆盖率，利用其降解吸收消落带的污染物质，阻截消落带陆上污染物和降低土壤侵蚀，稳定消落带库岸，提高消落带的生态环境质量和景观质量，才能从根本上解决消落带生态问题[6-8]。

目前消落带生态修复技术探索主要集中于小型工程加生物措施，而筛选耐旱耐淹、适合消落带生长的植物是生态修复的关键，并且陡坡消落带基岩裸露、土壤稀少，植物栽植工艺、后期管护也是生态修复的重点难点。

根据偏岩子消落带的特点和现场实际情况，本次生态修复采用了石笼防冲墙、生态挡墙、生态袋护坡、锚杆挂网和植被绿化的综合措施。石笼防冲墙、生态挡墙、生态袋护坡为植物生长提供必要的土壤，并且防止土壤受水浸泡以及浪涌冲刷流失[9-10]，锚杆挂网保证岸坡的稳定、生态袋的顺利铺设和整体性，如图 4 所示。植被绿化根据消落带不同区域受水淹胁迫的程度，选择相应高程适合的乔木、灌木、草本品种，以植物群落营造景观格局[11-13]，如图 5 所示。

2.1 工程措施

（1）场地整理

清除场地内的杂草、植物根茎、碎块石及松动岩体，杂草及植物根茎集中处理。B 区坡面浮石和松动岩体清理至高程 160m 平台，坡面高程 170m 处布设一级马道，同时作为生态挡墙基础。A 区上部块石堆采用锚杆及镀锌铁丝网固定，局部不稳定孤石，采用植筋方式支挡，防止滚动。

（2）石笼防冲墙工程

为防止水流冲刷 A 区下部缓坡，造成水土流失，A 区坡脚沿桥梁走向方向布设石笼防冲墙，墙高 1.0m，宽 1.0m，长约 75m，防冲墙必须座落于平整坚硬的基础上。填石应尽量选用较大的石块，特别是靠近石笼边部的石块，其块径应大于网孔孔径，施工时石料应选择性的分层填筑，每层靠近石笼边部人工选择块径较大石块码砌，再回填内部石块，必须分层填筑密实。石块要求质地坚硬，不易破碎或水解。不允许使用薄片、条状、尖角等形状的片石和风化石、泥岩等石料。

（3）生态挡墙工程

B 区高程 160m 平台内侧布设 1#生态挡墙，高程 170m 马道布设 2#生态挡墙。1#生态挡墙，墙高 1.0m，顶宽 1.3m，底宽 1.3m；2#生态挡墙，墙高 0.8m，顶宽 1.0m，底宽 1.0m，面侧坡率均为 1:0.2，均采用生态袋堆砌。生态挡墙上垂直布设锚杆，间距 2.0m，锚孔直径 70mm，锚孔深 0.8m，锚杆钢筋长 1.8m 和 1.6m，型号为 HRB400 级Φ25 钢筋，采用 M30 砂浆灌注。生态挡墙墙身布设 PVC 排水管，水平间距 3.0m，内径 75mm，长 1.8m 和 1.5m。

（4）生态袋护坡工程

消落带坡面采用生态袋护坡，生态袋紧贴坡面，间隙不超过 1cm。生态袋外形尺寸 40cm×80cm，装土后 25cm×65cm×15cm，呈面状堆叠，错位码放（开口处向边坡）。坡面 PVC 排水管梅花型布置，水平间距 5.0m，斜面间距 3.0m，内径 75mm，长 45cm。锚杆水平与斜面间距 2.5m，梅花型布置，锚孔直径 70mm，锚孔深 1.2m，锚杆钢筋长 1.7m，型号为 HRB400 级Φ25 钢筋，采用 M30 砂浆灌注。锚杆节点处布设 HPB300 级Φ12 加强钢筋，水平与沿斜面间距 5.0m。排水管、锚杆安装完毕后，外挂直径 3mm、网孔 10cm×10cm

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的镀锌铁丝网。客土混合草籽，生态袋现场装填。

（5）人行梯道工程

B 区高程 160m 至坡顶沿坡面布设两条梯道，梯道宽 1.2m，每级台阶高 150mm，宽 300mm，将岩质坡面凿成台阶状后，浇筑 15cmC25 混凝土面层。



图 4 偏岩子消落带生态修复工程措施

2.2 生物措施

（1）植物品种筛选

根据淹水胁迫下植物的适应性、植物出水后的恢复生长、扩展和拓殖能力，偏岩子消落带生态修复筛选的乔木品种包括池杉、中山杉、枫杨、杂交柳、湖北海棠、水桦，灌木品种包括中华蚊母、疏花水柏枝、秋华柳、野生蔷薇、黄苍蒲、美人蕉，草本品种包括花叶芦竹根、狗芽根、牛鞭草、莎草、狗尾草、苍耳、多年生野花。

（2）植物配置

根据消落带不同区域受水淹胁迫的程度，乔木、灌木、草本植物配置如下：

①高程 155～160m：以草本植物花叶芦竹为主。

②高程 160～165m：草本植物（花叶芦竹、狗牙根、牛鞭草、莎草、苍耳、狗尾草）+灌木（疏花水柏枝、秋华柳、中华蚊母、黄苍蒲、美人蕉、野生蔷薇）+乔木（中山杉、杂交柳）。

③高程 165～170m：草本植物（花叶芦竹、狗牙根、牛鞭草、莎草、苍耳、狗尾草）+灌木（疏花水柏枝、秋华柳、中华蚊母、黄苍蒲、美人蕉、野生蔷薇）+乔木（中山杉、池杉、枫杨、杂交柳、湖北海棠、水桦）。

④高程 170～175m：草本植物（狗牙根、牛鞭草、莎草、苍耳、狗尾草、野花组合种子）+灌木（疏花水柏枝、秋华柳、中华蚊母、野生蔷薇）+乔木（中山杉、池杉、枫杨、杂交柳、湖北海棠、水桦）。

（3）植物栽植

每年夏季汛前三峡水库需逐步降低水位，此时方可进行消落带生态修复，而苗木一般夏季生命活动最旺盛，移栽成活率低，加之低水位生长时间有限，会导致成活率进一步降低。为提高苗木成活率，偏岩子消落带生态修复选择苗木生命活动最微弱的冬季、提前半年采用无纺布种植袋进行移栽假植，给苗木提供足够的生长时间。

消落带高程 160～175m 坡面清理完成后开挖树穴，树穴间距 3.0×3.0m，梅花型布置，树穴大小根据假植的无纺布种植袋确定，一般直径 60cm，深 60cm，乔木连同种植袋一并移栽，周边回填客土，胸径一般 3～5cm，各品种间隔布置。

A 区高程 155～160m 栽种花叶芦竹，栽种密度 4 株/m^2；高程 160～175m 坡面栽种中华蚊母、疏花水柏枝、秋华柳、黄苍蒲、美人蕉及野生蔷薇，栽种间距为 1.0×1.0m，各品种混合栽种；

B 区生态挡墙背侧回填客土后栽种乔木，株距 1.5m，乔木间片植灌木，1#生态挡墙片植疏花水柏枝、秋华柳黄苍蒲及美人蕉，片植密度 4 株/m^2，混合栽种；2#生态挡墙片植野生蔷薇，栽种密度 15 株/m^2；

生态袋护坡中以草本植物为主，客土混合草籽，选用狗牙根、牛鞭草、莎草、狗尾草、苍耳及野花组合种子，按 10g/m^2、12g/m^2、5.5g/m^2、2.5g/m^2、4.5g/m^2 及 5.5g/m^2 配置。

（4）管护工程

假植苗移栽后应立即浇水并浇透，保证树根与土壤紧密结合，促进根系发育。灌水后及时采取措施防止表土开裂透风，后期根据土壤墒情变化注意浇水。夏季还需多对坡面和树冠喷水，增加环境湿度，降低蒸腾。植林后需对幼苗进行抚育管理，造林初年苗木以个体状态存在，树体矮小，根系分布浅，生长比较缓慢，抵抗力弱，适应性差，因此需加强苗木的初期管理，采取松土、灌溉、施肥等措施进行管理，待植物生长出的发达根系可反过来促进消落带的土壤保存。



图 5 偏岩子消落带生态修复植被绿化

3 偏岩子消落带生态修复效果

消落带植被生长情况是判断生态修复是否成功的重要标志，因此，采用植物成活率来评价生态修复的效果是可行的。

以树苗的叶片没有发黄发黑，没有全部脱落或虽有脱落，但枝条还是新鲜的，没有变色、皱缩现象或有新芽（叶）长出作为植物成活标准，经历 1 个水文年后，各种植物长势喜人，偏岩子消落带全部被耐淹耐旱的绿色植被覆盖，多年生草本植物成活率达 90%以上，耐水淹灌木成活率达 75%以上，说明不同高程区域淹水胁迫下植物的适应性良好、植物出水后的恢复生长、扩展和拓殖能力较强，消落带修复后景观改善显著，景观效果良好，如图 6 所示。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.



图 6 偏岩子消落带生态修复效果（1 个水文年后）

4 结论

（1）陡坡消落带基岩裸露、土壤稀少，采用石笼防冲墙、生态挡墙、生态袋护坡、锚杆挂网等工程措施可为植物生长提供必要的土壤，并且防止土壤受水浸泡以及浪涌冲刷流失。

（2）消落带生态修复筛选了乔木、灌木、草本等 20 种耐水淹植物，不同高程区域配置不同植物品种，苗木选择在冬季提前移栽假植，经历 1 个水文年后，多年生草本植物成活率达 90%以上，耐水淹灌木成活率达 75%以上。

（3）后续需定点监测多个淹水-落干循环下消落带植被变化过程，进一步研究消落带植物群落的分异与自维持机制。

基金项目：中国长江三峡集团有限公司技术服务项目（合同号 SXSNZB/0593）。

[参考文献]

[1]谢红勇，扈志洪. 三峡库区消落带生态重建原则及模式研究[J]. 开发研究，2004(3)：36-39.
[2]戴方喜，许文年，陈芳清. 对三峡水库消落区生态系统与其生态修复的思考[J]. 中国水土保持，2006(12)：6-7.
[3]周永娟，仇江啸，王姣. 三峡库区消落带生态环境脆弱性评价[J]. 生态学报，2010，30(24)：6726-6733.
[4]潘晓洁，万成炎，张志永，等. 三峡水库消落区的保护与生态修复[J]. 人民长江，2015，46(19)：90-96.
[5]潘晓洁. 三峡库区消落带环境治理和生态恢复的研究现状与进展[J]. 三峡大学学报（自然科学版），2011，33(2)：23-28.
[6]鲍玉海，贺秀斌. 三峡水库消落带土壤侵蚀问题初步探讨[J]. 水土保持研究，2011，18(6)：190-195.
[7]贺秀斌，鲍玉海. 三峡水库消落带土壤侵蚀与生态重建研究进展[J]. 中国水土保持科学，2019，17(4)：160-168.
[8]周明涛，杨平，许文年，等. 三峡库区消落带两个重要高程段边坡的生态修复模式[J]. 水土保持通报，2012，32(4)：122-125.
[9]简尊吉，郭泉水，马凡强，等. 生态袋护坡技术在三峡水库消落带植被恢复中应用的可行性研究[J]. 生态学报，2020，40(21)：7941-7951.
[10]鲍玉海，贺秀斌，钟荣华，等. 三峡水库消落带植被重建途径及其固土护岸效应[J]. 水土保持研究，2014，21(6)：171-174.
[11]樊大勇，熊高明，张爱英，等. 三峡库区水位调度对消落带生态修复中物种筛选实践的影响[J]. 植物生态学报，2015，39(4)：416-432.
[12]周明涛，杨平，许文年，等. 三峡库区消落带植物治理措施[J]. 中国水土保持科学，2012，10(4)：90-94.
[13]卢刚，徐高福，刘乐群，等. 中国水库消落带植被恢复研究进展[J]. 浙江林业科技，2016，36(1)：72-80.

作者简介：邱利文（1981-），男，高级工程师，研究方向为陆生生态修复；通信作者：吴柳东（1990-），男，工程师，研究方向为边坡治理及生态修复。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

生态修复技术在水土保持工程的应用分析

冯君园
枣庄市水利勘测设计院，山东 枣庄 277899

[摘要]土地的生产率是决定着土地的社会价值和经济效益的重要因素，因此，水土保持工程在避免水土流失、优化生态环境、提升资源使用效率上都具有重要意义。而在我国水土保持工程项目的建设中，生态修复技术可以起到至关重要的作用，因此，本篇文章对此的相关研究具有很高的实际应用价值。
[关键词]生态修复技术；水土保持工程；应用分析；经济效益
DOI：10.33142/ec.v5i12.7261 中图分类号：TV5 文献标识码：A

Application Analysis of Ecological Restoration Technology in Water and Soil Conservation Project

FENG Junyuan
Zaozhuang Water Resources Survey and Design Institute, Zaozhuang, Shandong, 277899, China

Abstract: The productivity of land is an important factor that determines the social value and economic benefits of land. Therefore, water and soil conservation projects are of great significance in avoiding water and soil loss, optimizing the ecological environment, and improving the efficiency of resource use. In the construction of water and soil conservation projects in China, ecological restoration technology can play a vital role. Therefore, this article has a high practical application value for the related research.
Keywords: ecological restoration technology; water and soil conservation works; application analysis; economic performance

引言

水利工程是国家经济发展的重要组成部分，近几年在全国范围内都有大量的建设项目，但由于建设时间长、范围大，其建设过程中会给周边的生态环境造成不利的影响，从而造成严重的生态损害。因此，本篇文章主要对水利工程中的生态修复技术在水土保持工程中的运用思想及运用途径进行了简要的剖析，并对其实际运用进行了较为详细的论述，以期对有关人士有所启示。

1 水土流失的主要原因

1.1 植被破坏

在进行水利工程的建设之前，相关部门要到施工场地进行勘察，并结合现场的地质环境情况，选用适当的机械设备进行地基建设。水利工程中机械设备等项目的正常运转，都会对现场及其周围环境造成一定的干扰。另外，由于建筑垃圾以及建筑工人生活垃圾的不合理丢弃、建筑物料的不断挤压、环境的污染，都致使该区的土壤品质不断恶化，水土保持能力不断下降，对植物的生长造成了极大的不利影响。地表植物具有防风、防沙、防水土流失的作用。植物的毁坏会对该区的生态环境和地基的稳定性产生一定的影响。在地基开挖过程中，应根据实际情况，采取相应的措施，以防止地基受到损害。反之，如果遇到强降雨，将会冲走地表土层，导致水土流失，不但会降低水利工程的施工速度，而且还会将泥沙冲入河道，对水体产生污染，并对环境产生潜在的威胁[1]。

1.2 临时占用建设用地

水利工程的建设是一个庞大且耗时的项目。在工程建设中，由于工程建设需要人力、机器等的大量投资，因此，必须在工地周边修建一定的临时居住场所和库房，以保证工程建设和物料供应的需要。临时场地和道路的修建会对区域的生态造成一定的冲击。所以，在拆迁过程中，必须采用生态修复措施，以增强用地面积，以保证环境的生态平衡，防止在强降雨等气候环境下造成水土流失。

1.3 水土保持工程设计多样化

水土保持工程的建设是一个牵扯到很多方面的复杂项目。在工程建设中，涉及到水利发电、防洪、农业灌溉、工业、生活等诸多领域。因而，在工程建设过程中，将会使土壤和环境的生态系统的多样性受到损害。由于水土流失的成因不同，土壤的重力和水分作用也会发生变化。同时，由于水土流失的种类繁多，若不能得到及时、高效的治理，就将会对区域的生态和社会的发展造成极大的不利影响。

2 水土保持生态修复技术在水利工程中的应用

2.1 生态环境保护

由于人们生活质量的大幅提升，其思想观念也在随之改变。加之近几年来，由于人为的破坏，人们对自然生态的保护也日益关注。在各种水利工程的建设与发展中，必须重视对于环境的环保与生态修复。有关部门应加强对环境保护的认识，并运用相应的技术措施，以达到治理各类水土流失的目的，从而达到绿色、环保的目标。在进行水利工程的建设之前，应对建设场地进行勘察，对场地和周围的情况

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

进行全面的调查，并对其进行细致的研究，从而制订出一套科学、合理的施工计划；在水利工程水土保持建设的实践中，要加强对项目的监督，使其严格遵守相关的建设计划和要求，以保证项目的安全和环境恢复的需要；在完成后，由监理人责令其按照合同要求，将已建成的建筑临时设备全部拆除，进行现场清扫，并进行植被和生态环境的修复[2]。

2.2 保护表层种植土壤

在生态环境中，没有土壤，植物就无法生存。在自然环境水土保持和修复的过程中，对于土地的保护和修复是其整体的一个关键环节，它将直接关系到环境修复的效果。在水利工程水土保持项目的实际施工中，若固守原有的传统理念，不仅会造成水土流失，而且还会造成地表水土流失。在工程建设中，必须加强对土壤环境的防护，这同时也是防止水土侵蚀的一项重要手段。为了降低建筑废弃物对植物的损害，有关部门应结合当地的具体情况，制订相应的水土保持措施和后期治理措施。

2.3 制定合理的维修计划

中国拥有广阔的领土以及众多的人口。目前，我国对水资源的需求日益增长，但不同区域之间存在着不同程度的差异。要使水资源得到最优化的分配，就必须通过大规模的水利工程来进行资源的整合，以保证各种资源的最优使用。在我国，由于科技水平的提高，出现了大量的水利工程，但同时也造成了一定程度的水土流失。所以，水土流失治理与修复必须依据土壤特性，进行针对性的策略研究，并据此制订出一套科学、有效的生态修复规划，确保绿化的创新性和效益。在实践的过程中，有关部门要吸取前人的教训，采纳国外先进技术，把生态环保作为重点，把最好的技术运用到实际工程中去，才能达到最好的效果。另外，在进行生态修复时，要注重植物的保存和后续的栽植，以保证区域的环境长期、平稳的发展[3]。

2.4 建立健全水土保持监督制度

在水利建设项目实施的过程中，各相关部门应建立健全的水土资源环境监测体系，督促相关部门认真落实各项工作，以确保各项整治工作取得最大成效。在实践中，必须对水体进行相应的检验，并形成一套完整的监控系统。同时，要使土地管理体制得到切实落实，就必须加强对土地利用的监督机制，加强对土地利用的监督管理，以促进土地利用的顺利进行。

2.5 调整施工管理模式

水利工程的建设必须在靠近水源的地方进行。由于我国的自然条件十分复杂，不同的水体状况也是不同的。在水利工程项目建设后，如何进行土壤治理和修复是十分必要的。各有关部门应根据建设项目的有关规定，及时采取相应的生态修复技术，采取行之有效的防治措施，并严格遵守有关的建设管理规定。水土流失不但会造成生态环境的损害，还会严重地损害到后续的运营效果。

3 生态修复技术的应用路径

3.1 土壤改良技术

土壤是植物生存的根本，是水利工程水土保持修复技术在农业生产中的重要组成部分，土壤理化性质、周边土壤性质对土壤生态修复技术的利用具有重要的影响。水利工程的建设常常引起地表水土流失，从而造成水土保持能力下降，而贫瘠多盐碱地也将最终造成水土流失。土地施肥技术是目前比较常用的土壤改良技术，如生物改良技术等，可以解决水利工程建设后土壤贫瘠、养分缺乏的问题，依据特定微生物和植物的活化特征，对土壤进行改良。特别是土壤加速成熟的微生物，不仅可以活化土壤中的养分，还可以提高土壤的产能，优化土壤结构，释放养分，促进植物的生长。利用植物的生物技术还可以进行土壤养分的循环利用，从而提高土壤的肥力状况和土壤的物理性质，而绿色肥料则可以提高土壤中的磷酸盐及微量元素含量，促进土壤中活性物质的激活。另外，绿色肥料在抑制杂草的生长中也起着重要的作用，它具有顽强的生命力、良好的抗逆性和耐酸碱的能力，可以很好的为水利项目的生态修复提供有效的支持[4]。

3.2 植物应用策略

在水利工程的水土保持中，必须重视对植被的选择和栽植种类的搭配。选择植物品种时，应根据水源地的气候、土壤、地理环境等条件，根据生态修复以及丰富植物多样性的基本原理，同时因地制宜，选择复绿快、耐贫瘠、耐干旱的植物，避免水土流失、丰富植被类型的多样性，选用生态修复植物，从而达到长期可持续林地系统以及植物群落的培育；植物栽植搭配要根据现场环境和栽植状况，合理搭配有关植物，而水利工程周围则采用低矮灌木与草本植物相搭配，配合乔木，可以很好的达到生态修复的要求。护坡部位宜选用浅根和深根植物结合的种植方式，从而达到土壤固结、护坡稳定和防止水土流失的目的。土壤改良地区可以选用豆科植物作为绿色肥料，这样可以使土壤结构得到改良，固氮固磷能力和活化养分，从而迅速、高效地改变土壤的结构和物理特性。

4 水利工程水土保持生态修复技术分析

4.1 固碳释氧技术

在水利工程水土保持的建设中，必须对土壤中的固碳量和氧气释放量进行评估，以保持周围土壤的生态平衡与稳定性。常用的方式是用假定方法来检验固碳量和释放量。将固碳－氧气释放的关系式定义为 T，并将其对应的氧气生成为 T0。在行业排放的 CO2 可以通过 TC 来表达。由此得出了水土保持工程的综合价值是 T0 与 TC 之积。

4.2 水资源保护利用技术

在进行水利工程建设时，对于河道的治理是一个非常关键的工作，因此必须对堤坝进行适当的布置。在现实发展中，护坡具有其独特的功能，它的功能是对防洪进行有

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

效的管理。为此，有关部门应当在实际的发展过程中，采取适当的对策，以确保河道的安全，同时对河道的生态和环境进行适当的调控，以保障沿岸居民的人身和财产的安全。要保证河道畅通，就需要加大河道的排水量，改善土壤的固有性质，同时采取一些措施，对河道的泥沙淤塞进行相应的治理。淤泥与河道的演化关系十分紧密。在具体开发中，要坚持不随意扩大河道的方针，根据相关法规进行河床的排水。另外，由于其独特的自然条件，使其在水土流失方面处于全球前列。首先要加强对土壤环境的管理和技术的引导，使土壤环境质量得到全方位的改善。为此，有关部门可以在实践中制订有关的监管规定，并对其进行技术上的管制，制订有关标准，对其进行科学的分析与研究。其次，要在实践中加强监管，以保证水土保持环境质量的监控结果的准确。

4.3 护坡修复技术

护坡修复技术是治理水土流失的一种生态保护技术。在实践中，该技术的基本原理是：既要采取灵活的防治措施，又要采取严格的监管措施。利用该技术，可以在工程实践中实现土壤保护等方面的功能，使工程得以进行。在工程实践中，要依据滑坡的具体情况和形式，对其局部的岩层和土层的情况进行合理的评价，以便制订科学、合理的技术措施。

在土坑中添加适量的土，肥，水，才能进行栽植。也可在山坡上开挖一条沟渠，用适当的土壤、肥料和水，再将植物的种子撒进去，同时起到保护土壤的作用。在实践中，水利工程护岸护坡的修复技术是生态修复技术中的重要代表。这一技术在实际的相关应用中，以灵活控制为主导，以硬性控制为辅助。

通过对工程实际进行生态修复，可以达到水土保持、护坡、改善景观、保护环境等方面的效果。在实际使用中，必须进行“台阶绿化法”、“喷拌绿化”、“种子基板绿化”、“点孔挖沟法”、“沟渠绿化”、“箱型植被恢复”、“垂直植被恢复”等措施的实施。点孔挖沟技术，主要适用于倾斜角超过 75 度且有拉伸变形的岩质护坡面和分层状岩石。该类型的岩体构造面不均匀，质量差，岩体裂隙较多，且存在大量的洞穴和空穴。点孔挖沟技术的实施，必须考虑到斜面上的洞穴和凸起，在斜面有利的地形上，选择合适的地点进行挖掘，将化肥等物质填满，再进行栽植。还可以在斜坡上开挖一条深沟槽，为植被的种植提供必要的基质，从而达到对裸露的岩石进行绿化，并能维持土壤的水分，改善坡面的生态环境。

4.4 生态退化恢复技术的开发与建设

水土保持工程的修建将会对区域的环境造成严重的破坏。当项目在现实发展中对环境产生了较大的影响时，必须立即停止施工，寻找导致环境污染的主要因素，并采取相应的措施进行调整和预防。

4.5 稀缺植被生态修复技术

目前，我国多数林区在发展的过程中存在着较为突出的水土流失问题，这是因为林地的生态环境遭到了破坏。有关单位要在工作中深入挖掘问题的根源，进而采取相应的对策，尽量增加绿化覆盖率，进一步宣传和强化林业资源的防护，严格限制违法的耕地开荒行为，加大对边远山区的森林保护宣传力度，增强公众对防治水土流失的重视。在农业方面，要降低肥料用量，在农业生产中普遍采用有机肥料；采用节能炉、沼气供暖等方式替代常规的木制供暖方式，以实现生态化、绿色、环保，这有利于森林生态环境的健康发展，避免了生态破坏和水土流失等情况[5]。

5 结语

总而言之，当前水利工程水土保持项目的建设和运营中仍有很多问题需要处理，这些问题既会对项目的质量和效益造成影响，同时又会对生态环境系统造成不利的后果。为此，各有关部门必须转变传统的治理方式，结合地区的实际情况，制订有针对性的生态修复规划，改善水资源的运行方式，采用生态修复技术，以最大限度的提高土地资源的自然修复能力，从而达到治理水土流失的目的。

[参考文献]

[1]吕波,余凡,付健.生态修复技术在水土保持工程的应用探析[J].河北农机,2021(10):155-156.
[2]蒋文健.生态修复技术在水土保持工程的应用分析[J].水利科学与寒区工程,2021,4(4):64-66.
[3]郑伟武.水利工程水土保持生态修复技术的应用分析[J].居舍,2022(12):67-70.
[4]刘自琳,王春柏,王可.水利工程水土保持生态修复技术的应用分析[J].中国水利学会 2014 学术年会论文集(下册),2014(2):539-543.
[5]黄桂云,张国禹,吴笛.生态修复技术在水利工程水土保持中的有效运用[J].绿色环保建材,2019(10):219.

作者简介：冯君园（1989.1-），男，毕业于华中农业大学水土保持与荒漠化防治专业，现就职于枣庄市水利勘测设计院，担任设计师职务，中级工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

房建施工监理现场的质量管理策略

柯有国
新疆浩诚致远项目管理咨询有限公司，新疆 阿克苏 843000

[摘要]目前，中国建筑业发展迅速。建筑质量不仅影响我们的日常生活，也影响社会经济的发展。如果建筑设施的施工质量差，可能会造成安全威胁，甚至房屋倒塌，造成重大损失。因此，如何控制和提高建筑工程质量是建筑行业需要进一步考虑的问题。为了提高施工质量，我们需要做好监理工作。良好的监督与提高施工质量密切相关。监理人员的现场质量控制在质量控制中起着主导作用，因此对施工监理的现场质量管理模式进行简单分析，以充分发挥监理人员的优势。
[关键词]施工；监理；质量；策略
DOI：10.33142/ec.v5i12.7255 中图分类号：TU712.3 文献标识码：A

Quality Management Strategy of Housing Construction Supervision Site

KE Youguo
Xinjiang Haocheng Zhiyuan Project Management Consulting Co., Ltd., Aksu, Xinjiang, 843000, China

Abstract: At present, China's construction industry is developing rapidly. Building quality not only affects our daily life, but also affects the development of social economy. If the construction quality of building facilities is poor, it may pose a security threat, or even collapse of houses, causing heavy losses. Therefore, how to control and improve the quality of construction projects is a problem that needs further consideration in the construction industry. In order to improve the construction quality, we need to do a good job in supervision. Good supervision is closely related to improving construction quality. The on-site quality control of supervisors plays a leading role in quality control, so the on-site quality management mode of construction supervision is simply analyzed to give full play to the advantages of supervisors.
Keywords: construction; supervisor; quality; strategy

引言

在住房建设中，监理人员必须履行职责，按照标准程序监督每个施工阶段，并承担相应的责任。现场施工监理非常重要。它的存在可以确保施工各个环节的高质量管理，并与人民生命财产的安全密切相关。因此，施工企业有必要重视施工现场工作的监理，尤其是保证工程质量。

1 监理现场质量管理的重要作用

1.1 有效提高房建施工质量

如上所述，除了施工技术、建筑材料和建筑职业道德的影响外，第二个因素是施工监理的作用。对施工各环节进行监督、检查和评价，为施工环节提供全面、准确、科学的质量指导，提高施工质量。事实上，影响施工质量的因素越来越多。特别是在施工速度很高的情况下，许多施工企业和施工人员都在试图加快施工速度，提高施工效率，连续生产严重影响了施工用户的财产安全和生命安全。更为严重的是，他们反对建设监理，减少工程质量检查，导致建设监督职能失效。

1.2 有益于提升施工人员的质量意识

项目初期，相关管理人员召开施工人员召开质量会议，以提高施工人员的质量意识。管理人员有权制定适当的质量管理流程，持续改进施工流程，加强及他们在施工过程中对施工的理解，并与施工项目的相关人员协调，制定更有效的管理计划，在开始阶段预防质量问题。管理人员根据施工进度召开相关会议，必须解决施工进度、施工中使用的材料、施工中采用的生产技术等问题。

1.3 增加对房建施工材料的管理

建筑材料对建筑质量起着非常重要的作用。如果建筑对象从一开始就存在建筑材料质量问题，建筑质量就无法得到有效保证。有关部门必须重视建筑材料的质量。在现场监督期间，所有进入施工现场的建筑材料都必须按照相关规定及时检查。房屋建筑工程监理现场质量管理可以及时检测出不合格的建筑材料，从而有效地消除工程质量风险。

1.4 实现对工程质量方面的动态管理

结合图纸内容，在施工质量控制实施过程中，监理人员可以认真分析各施工工序和材料应用的实施进度，实施控制管理，提升施工质量管理的动态效益，对此应进行科学监督。同时，从材料质量、人员行为、工程机械应用效果等方面，把握影响施工质量的因素，使相关控制工作更有针对性，达到提高施工质量科学控制水平的目的[1]。

1.5 加强沟通，协调关系

（1）施工质量监督旨在发现质量问题并确定相关原因，确定施工质量事故的责任主体，避免不必要的纠纷，使施工质量监督达到预期效果，为降低施工风险、提高效率提供相应支持。（2）监理单位应根据合同和相关法律法

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

规提供必要的人员和设备，以便施工单位能够有效及时地监督施工进度，了解施工质量，帮助减少因施工引起的子公司之间的冲突，确保施工单位之间的有效协调，维护双方利益[2]。

2 监理现场质量控制存在的问题

2.1 相关管理制度不健全

要实施建设项目，必须首先建立有效的监督管理体系，有效地保证建设项目的质量，随时发现问题并加以解决。住房建设管理制度的缺陷直接影响到建设方实施监督。虽然履行监督职能，但由于施工人员的阻挠，这些职能的有效实施受到阻碍。此外，在监督书面信息改进的过程中，应更加重视现场实物监督。有些监督职能不能以固有的形式体现出来，它能真正体现现场质量控制的控制作用，保证工程质量。许多建筑企业蔑视对建筑工程质量的控制，这种认识对建筑企业本身是不利的。但除了自身的建设因素外，我们还没有建立一个安全有效的管理体系来控制住房建设。在某种程度上，监理工作受到了限制。没有有效的管理体系，许多项目监理人员无法正常运作。随着时间的推移，施工监理将对工作失去信心，工程监理将无法发挥作用，其监理水平和技术将逐渐消失。因此，无法准确确定项目的质量问题。

2.2 工程质量检查不彻底

施工中最严重的问题表现在两个方面：一方面是材料强度，另一方面是施工单位作业现场施工过程中的质量管理。只有加强管理，及时检查，才能解决这两个问题。与建筑材料有关的问题应通过严格的采购和验收程序进行处理。施工人员往往不遵守监督检查规定，质量信息严重缺乏，在质量管理方面很被动。

2.3 质量监管意识相对弱化

由于体制原因，许多没有足够监理资格的人也加入了监理团队，参与监理工作。在施工现场，如果监理人员素质不高，监理意识薄弱，他们就无法发现质量问题，无法发挥他们的作用。这对建设项目的质量保证有非常负面的影响，因为如果不履行监督职能，就无法发现工程质量问题，甚至无法有效解决。即使在最终验收的那一刻，也存在一些问题，但一切都太迟了，损失注定是严重的。项目管理者应加强对内部监理人员的管理，加强对内部监理人员的培训，确保在新工艺施工前严格执行技术控制制度。

2.4 监理力度相对较低

虽然一些单位建立了监督机制，但监督工作中存在问题，没有按照合同要求妥善实施。由于虚假招标文件的影响和分包工程师的工作失误，施工图的质量和适应性难以保证，这是施工环节的潜在质量。施工单位本身也面临着监理问题，缺乏科学合理的施工安排，甚至可能在实际运行中减产。上述问题是由于重复分包、任意收费或不合理的建设项目费用，以及一些管理人员出于经济利益故意不履行职责造成的。在这种情况下，很难保证建筑工程的质量。

2.5 现行制度当中存在一定缺陷

有效的监理制度确保了监督工作的顺利完成，但大多数监理机构尚未制定出更具适应性的监督制度，而且由于现行监督制度存在一些缺陷，很难在各监理机构和主管管理人员之间划清界限，使施工人员在实际工作过程中可能出错，并且在实际应用中缺乏相应的检查机制，导致备件和机械设备在实际施工过程中没有准备好，因此很难保证各个阶段的施工质量，甚至出现施工过程不能正常连接。因此，建设对象的建设效率和质量没有得到保障，这可能会对建筑物的安全稳定产生一定的影响。

3 房建施工监理现场的质量管理策略

3.1 完善工程监理体系

施工过程的管理应涵盖施工的所有阶段。从项目的设计、施工和验收开始，有必要对人员进行监督。特别是在施工前，设计师应监督从设计公司收到的施工图纸的工艺流程和质量，以确保工程设计图纸符合工程要求。根据科学合理的设计资源的合理使用，控制开发的重点和核心技术，减少返工。在具体工作中，监督主要包括施工人员、施工材料和施工机械设备的个人行为。在工程验收方面，进行工程质量控制，确保施工符合技术标准要求，保证房建施工质量。

3.2 完善监理法律法规制度

为了有效实施施工过程监理，必须为监理创造更有利的环境。通过制定完善的立法规定，作为监理机构工作的基础，提高监理机构的管理能力。现阶段，鉴于我国现行监管制度的不足，有必要加强相关法律规定，防止假冒等违法行为，并有效监管市场。此外，还需要提高市场从业人员对相关法律法规的理解，加强对法律法规实施的监督，以控制自己在工作阶段的行为，提高工作意识，确保监督的顺利实施，提高建设项目的质量和安全，为中国工程监理市场的快速发展奠定了良好的基础。施工单位应与监理部门合作，制定切实可行的项目绩效控制体系。监事应当制定详细的监督规章制度，制定完善的监督指导意见，为监事提供科学依据。最后建设单位和监理单位应根据合同建立良好的监督和处罚制度，充分发挥施工参与方的作用，通过科学的激励和处罚活动，规范施工参与方行为，不断提高全体管理人员的职业道德和责任感[3]。

3.3 严格控制原材料的质量

建筑材料的质量控制对整个建筑的设计和施工至关重要。工程材料生产信息汇总中概述了建筑项目中建筑材料质量控制的具体方法。这些信息包括有关取样过程、相关立法、规划和控制、材料控制和管理条例、现场材料验收数据的信息，材料进场审查报告和不合格材料处理过程的关闭信息在检查原材料进场准备时，应彻底检查并及时归档与原材料进出口相关的信息和照片。监督材料输入和检查见证人根据整个施工现场材料管理的标准流程，对不合格的建筑材料进行明确标识，并及时办理报废手续，避

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

免工程单位使用这些材料。

3.4 依法保障工程监理人员的权利

工程建设不仅是施工企业的责任和义务，也是推动社会发展的重要力量。建设一座城市需要数千名建筑工人付出巨大努力，以换取大量劳动力。因此，施工企业和全体施工人员的辛勤工作也涉及到社会责任，如建筑安全、城市美化、工程质量等。要解决和保证工程质量，首先要保证项目监理人员的权利和地位。监督是依法实施的，因此项目监督职能可以实时发挥监督作用。因此，成立项目监理团队作为项目的第三方，直接在国家城市建设的指导下，独立发挥项目监理的作用。在开展建设项目中，只要有坚实的法律保障，建设管理局在考虑该项目时不会受到其他因素的影响，而是会专注于检查工作，以便及时发现和处理该项目存在的问题。其次，只有将工程监理与施工企业分开，才能充分发挥监督职能[4]。

3.5 培养现场质量监管的专门人才

在选择监理人员时，必须严格遵守规则，确保所选人员对自己的职责有明确的认识，并有一定的监督经验。需要加强监理人员的岗位培训，以提高他们的技能，并成为提高监管效率的基础。目前，我们没有明确的住房建设质量控制标准，只能根据监理人员的实际表现来评估他们的能力和水平。这就需要加强对监理人员的培训，使他们掌握最先进的监督管理技术，促进更有效地实施质量控制。在培训过程中，必须不断提高质量和安全意识，以满足现场管理的需要。企业在选择监理人员时，要关注监理人员的专业水平，在培训时应加深监管理人员对房建工作的理解，增强员工的责任感和积极性，以便更好地进行监督。其次加强对项目施工监理人员的培训，掌握施工技术，包括建筑材料检验、施工过程中的技术检验等，只有掌握好工程技术，才能在控制过程中发现和提出问题。

3.6 严格按照工程图纸落实施工

一个符合既定标准的建筑项目能否完成，在很大程度上取决于它能否按照原设计方案的要求完成施工，在项目施工过程中有效地实现设计方案中明确提出的建筑理念，从而提高施工的功能性。符合既定标准的建筑监理人员必须具备审查计划的技能，并了解设计计划中的各种特征、位置、设计优先级和建筑特征。同时，监理人员必须能够将自己的技能融入到施工现场的管理之中，真正满足施工要求，并严格验收。对于房屋建筑图纸的审批，必须明确审批顺序，掌握工程图纸中的规范和要求，迅速发现工程图纸中存在的问题和不足，并及时采取相应的纠正和监管措施，全面提高现场施工质量控制。

3.7 细化房建施工现场监理环节

首先，监理单位应与施工单位协调，明确施工现场的监理流程，严格监督施工现场的建筑材料、施工质量、施工工艺、施工项目和安全施工。同时，要突出施工主体的中心作用，以施工项目为主要监理，充分保证施工质量。其次，项目监理必须进行线路定位、桩施工、钢筋绑扎生产、屋面、外窗外墙、阳台、厨房等基础作业，防止渗漏，并协助施工人员及时控制施工质量，及时纠正存在的问题，充分保证施工质量。

3.8 施工过程中质量、进展、造价及安全施工控制

根据监理合同的具体规定和相关政策文件的要求，监督规范的符合性。根据施工特点控制施工数量、进度控制和成本控制，做好施工过程中的检查和检测，及时发现施工过程中质量、安全、管理、成本控制等相关问题。在处理生产安全事故阶段，控制企业应当按照有关法律、法规和施工规范的要求，停止生产，采取根本措施，并督促施工企业按照施工技术标准处理发生的安全事故，避免对后续施工带来不利影响[5]。

3.9 编制目的性强的监理实施细则

具体信息可以成为所有监理工作的重要依据。确保监理人员实施改进和优化计划的一般规定是：首先，要明确掌握图纸，了解其实质，了解其思想，特别是施工图纸、新材料和新技术的技术应用。其次，根据现场的实际需要和多年的工作经验，我们应该加强施工监理中潜在风险的清查，化解质量和安全隐患，完善整体解决和控制机制，确保规章制度的有效实施，管理好各项工作。

4 结语

建筑施工管理和现场质量控制对提高住宅施工质量具有重要作用。因此，建筑企业必须坚持质量管理标准，对建筑工程进行全面质量控制。施工企业应结合工程实际，建立完善的、有针对性的质量管理体系。施工准备阶段必须严格控制质量，加强施工期间工作场所和竣工阶段质量控制，以确保建筑施工质量符合要求，并为人们提供安全舒适的生活环境。

[参考文献]

[1]李辉元.论房建工程中的施工质量监理工作[J].冶金管理,2020(11):165-167.
[2]周朝.房建工程监理现场的质量管理要点研究[J].低碳世界,2021,11(2):137-138.
[3]岳胜.分析房建施工监理现场的质量管理策略[J].建材与装饰,2019(31):157-158.
[4]张海琴.房建施工监理现场的质量管理策略探析[J].建材与装饰,2019(29):182-183.
[5]李海涛.房屋建筑工程项目的监理质量控制策略探究[J].中国高新区,2018(14):182.

作者简介：柯有国（1972.7-）男，毕业学校：四川农业大学，专业：建筑工程技术，工作单位：新疆浩诚致远项目管理咨询有限公司，职称：工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈高速公路路基养护技术与管理

王景春 田 鹏
陕西交通控股集团有限公司西略分公司，陕西 汉中 723000

[摘要]中国作为世界范围内高速公路里程数量最多的国家。高速公路的发展建设为人们的日常出行带来了许多便利，也在很大程度上促进了经济发展以及社会进步。因此当公路使用达到一定的年限时，就离不开必要的养护工作。本文基于高速公路路基养护工作的相关要求，重点分析了路基养护的常用处理方式，包括：排水设施养护、路肩养护、边坡养护、透水路堤养护、桥涵、隧道养护，并分析了道路封层应用、预防性公路养护技术、沥青再生养护应用。对于当前我国高速公路路基结构的养护相关技术展开分析和总结。以提升我国高速公路路基养护工作质量。

[关键词]高速公路；路基；养护技术；管理
DOI：10.33142/ec.v5i12.7253 中图分类号：U418.6 文献标识码：A

Brief Discussion on Maintenance Technology and Management of Expressway Subgrade

WANG Jingchun, TIAN Peng
Xilue Branch of Shaanxi Transportation Holding Group Co., Ltd., Hanzhong, Shaanxi, 723000, China

Abstract: China has the largest number of highway mileage in the world. The development and construction of expressways have brought many conveniences for people's daily travel, and also promoted economic development and social progress to a large extent. Therefore, when the highway is used for a certain number of years, it cannot be separated from the necessary maintenance work. Based on the relevant requirements of expressway subgrade maintenance, this paper focuses on analyzing the common treatment methods of subgrade maintenance, including: Drainage facilities maintenance, shoulder maintenance, slope maintenance, pervious embankment maintenance, bridge and culvert maintenance, tunnel maintenance, and analyzes the application of road seal, preventive highway maintenance technology, and asphalt regeneration maintenance. For the current maintenance of highway subgrade structure in China, relevant technologies are analyzed and summarized, so as to improve the quality of highway subgrade maintenance in China.

Keywords: expressway; subgrade; maintenance technology; management

引言

在高速公路的日常使用以及结构性养护方面而言。车辆行驶负载过大或者养护工作开展不力，都很容易导致路基受到损害发生变形。同时对于路面结构造成一定的破坏，进而影响到人们的日常出行道路使用。但由于高速公路其本身的设计以及使用特点导致路面磨损情况难以避免。严重时还会导致较为严峻的使用安全威胁。无论再好的路面设计以及施工建设效果都无法彻底避免日常使用对其造成的磨损。因此针对高速公路路基的养护工作是有其必要性的。科学合理的路径和工作能够使得其使用寿命进一步延长。要合理规划养护方案引进新材料使用新技术在养护工作细节方面把控到位，从而合理修复当前区域高速公路路基受到的损伤。

1 高速公路路基养护工作的相关要求

高速公路路基部分养护工作有着严格的规定，具体来说要确保公路两旁排水设备的畅通和边坡的稳定，这样在雨天才可以确保道路没有由于大雨的冲击而受到损伤。除此以外，还需要做好的事情便是落实好道路每一路段之中的绿化问题，因为这些植物不但有助于美化环境，对暴雨多发区域的道路也可以达到防治水土流失的效果。需要做到的就是确保路基的路肩部位不存在下陷、突出、缺口等问题，而且排水槽等排水设备没有发生阻塞，而纵向的排水沟也必须保证通畅，这样才可以真正防止路基上发生积水的问题。而针对泥石流、坍塌等自然事件，要仔细记录发生位置，并及时制订出有针对性的保护措施，以减少此类问题给道路造成的危害。而如果一旦出现路基填筑构造物发生破损就要及时进行修补，以维护其整体性。但在这里必须明确的是，高速公路维护的一项重要工作是确保道路排水系统充分发挥正常的功效，对这部分的管理工作也必须特别注意。在进行道路养护管理工作之前必须制订出详尽的工作规划以及运用科学管理方法，使道路养护管理工作向着更加系统化的方面发展，如此才可以提升道路维护的工作效益。

2 高速公路养护管理工作的重要性

高速公路的建设是我国公路运输事业进步的重点内容，对于我国经济发展以及社会进步有着十分关键的作用。优秀的高速公路养护管理工作能够最大化保障公路使用安全，提升其使用的安全性以及舒适性，尽可能延长其使用寿命，提升其使用效率。对于高速公路养护的管理工作是当前我国高速公路事业发展进步的核心内容，也是现代化公路建设以及养护单位的重点工作内容。高速公路的综合性养护就依靠着养护部门以及企业更加科学、合理化的管理体系，以其成熟

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

化的管理模式以及框架，借助科学、合理、完善、规范化的养护管理体系来进一步提升高速公路整体养护质量。

3 高速公路养护管理工作措施

3.1 做好日常的保洁，展现路容路貌

对于高速公路养护的日常管理工作而言，对于保洁工作的全面实现是其良好社会形象实现的前提和基础。例如高速公路路面的油污不但十分影响道路形象，破坏观感，同时也很容易和路面发生一系列的化学反应，使得沥青路面加速老化或被破坏，为后续的道路养护管理工作带来工作负担，还很容易存在安全隐患。因此日常的高速公路路面养护管理工作应当准备好相应的清洗材料，配置专业人员予以巡查、记录和上报，及时对于路面油污进行清洗，从而防止对于路面造成不可挽回的破坏，额外增加了修复成本。

3.2 注重高速公路养护的安全管理

高速公路之中的车流量相对较大，同时车速十分之快，因此路面的养护工作需要被严格管理，要求其依据行业规范和操作要求来严格进行，在施工时设置好一定的施工作业标志。施工作业技术需要上报交通工具安全控制措施，坚持安全、文明施工。

3.3 突出路面巡查，做好预防养护工作

为了使得高速公路路面养护工作得到有效管理并有章有节，防止施工过程里的突发性事故以及大范围损害事件发生，一定要做好相应的灾害预防性养护工作，加强此方面的管理工作能够保障高速公路养护工作高质量实现。预防性养护主要指道路巡查、桥涵检查、沥青路面清灌缝、交通量观测等工作。

4 高速公路路基养护技术

4.1 排水设施的养护

通常而言，高速公路的路基部分之中的结构是有路面以及地下的排水设备构成的。此外路面里的排水设备一般又有着拦水带、急流沟、下水道、泄水槽、侧水沟等。地下排水设备通常有建筑防水隔离层、管式渗沟、洞式渗沟、盲槽、暗沟、明沟等。路基排水的主要目的是使地基湿度限制在规定的范围内，以提高地基的安全性和强度。在春季来临雨雪融化期间亦或者是汛期到来以前需要对于路面以及地下的排水设施进行相应的疏导和质量查验工作。尤其是在雨季的时候更加需要加强巡查工作，只有第一时间发现了安全隐患和质量问题才可以有效地进行处理。进而保护高速公路路面、路面以及路基等等部位不会反复受到雨水的冲刷。在恶劣的暴雨天气之后都需要对于相应的设备仔细进行查验以及核对，出现了质量问题就需要第一时间进行解决，进而保障高速公路的使用安全性。

4.2 路肩养护

高速公路的路肩区域如果发生质量问题就很容易使得其路面出现裂缝，严重的时候还会导致坍塌，因此对于高速公路的养护工作而言，其路肩部位的加固以及养护工作是极为关键的。同样需要在恶劣暴雨天气之后及时将路肩部位地表位置的水及时进行清理，进而使得路肩横坡区域的平整度不受到影响。如果积水情况较为严重则势必导致该路肩部分的土壤松软。因此高速公路的路肩养护之中需要长期保持其平整性以及坚实稳定性，从而避免其发生积水情况出现缺口或者难以修复的坑洼。尤其是雨季之后路肩位置的泥沙和积水需要第一时间予以清理。如果路肩位置过高使得排水工作不能顺利进行的时候就要立刻对于进行平整性处理，进而达到相应的排水要求。土路肩的整平作业必须在雨季后进行，在泥土湿漉漉前与修复路基以及清除边沟的养护作业同时进行。路肩横坡太高的，采用与该道路相同的土质甚至是合适的材料加以填充，不得采用从边沟清理出来的泥沙或者其他草根泥土加以填充。由其中如果路肩地段属于粉砂土性质，那么就需要掺杂一定性质的粘性土来完成其表面的平整工作，使得其稳定性进一步提升。而如果进行回填工作时切厚度达到了十五厘米以上，就不能够盲目施工而是应当分层进行填实工作。如果路肩部位有土或者有草那么就需要在进行最初的坡道设计时使其稍微超过普通坡道的高度，便于后续进行排水。由于高速公路路肩位置常常会出现湿软以及咬边的情况，因此为了使得其底部位置的积水情况得到显著改善，通常需要在该高速公路的路肩位置安装使用相应的排水盲沟。其基本的结构设计可以使用无纺布包裹的塑胶管，此类材料的使用优势就在于成本造价较低，同时在施工时较为方便。在雨季来临的时候陡坡位置的路肩部位比较常见一些纵横方向的沟槽，而借助截水明槽的使用能够在该部分路肩位置中显著提升其使用强度。因此高速公路的路肩部分设计时就应当结合设计要求和标准。通常可以在路肩之外的一部分区域设置堆料的平台，而到了冬季还需要使用一定的防水材料，依照该路肩的具体情况来合理配置堆料平台的建设区域。此外，路肩位置之中还可以适当栽种一部分的青草，从而显著降低雨水的冲刷效果，使得其对于路肩的腐蚀性大大降低。还可提高路面的美观。草皮应经常维护，避免影响到路面排水[1]。

4.3 边坡养护

坡度的斜率是保障性能的基础，坡度必须平顺、坚硬无裂隙。石质的路堑坡度要重视斜坡表面的风化，清除斜坡表面的轻岩和危石。土质路堑的边缘很容易产生沉陷、缺口的现象，因此可以通过在边坡表面栽种某些植被加以保护，或者是采用篱格填石的方式加以补强。而如果出现了塌陷或者边坡面需要修补的地方不能够在边坡上直接填筑的，就必须将底层生活物挖成台阶状然后分层填密，填实的地方长度比原边坡面宽一些。还可以采用土工织物加以修复，因为这些物质对于路基修复、养护作用特别好。

4.4 透水路堤的养护

必须经常清除透水路堤的路基坡脚以外的部分，防止由路基的土壤塌陷所引起的石缝阻塞，压水式透水路堤上的路基护坡高程必须要超过正常洪水一米，当雨季高程出现不足时必须进行并采取加固的补救措施。上游护低的铺

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

设方式是报障密实没有问题的，在路基和透水路堤中间的隔离层，主要目的就是用来阻止更多的水上涨，但如果地基出现了发软变形的情况后，也就意味着隔离层发生问题，没有效果，需要及时的修护[2]。

4.5 在道路封层方面的应用

高速公路养护过程中，为了更好地达到养护的目的和效果，我国在自主研发各种养护技术的同时，还积极借鉴了国外的诸多养护技术和方法，并将其应用到具体的实践中，取得了比较理想的效果。比如稀浆封层技术，该技术使用的稀浆是一种新型混合材料，在道路维护项目进行时，将这种物质敷设到道路上，能够把道路密封起来，这样能够有效的起到修复作用。必须注意的是此工艺在使用过程中，需要确保产品经过完全混匀后，才能将其均匀地铺设在地面之上，否则可能难以达到预期的效果。该技术应用的主要优点体现在能够有效地减少路面破损程度，且操作简易、便捷，维护时间也大幅减少，路面的使用寿命大幅延长，并能够广泛应用于各种病害的维修，例如针对道路裂缝甚至是路面长期老化后所造成的表面损伤，均能够使用该技术进行保养与修复[3]。

4.6 在沥青再生养护中的应用

而对于高速公路的养护工作，为了使得相应的养护工作目标以及养护效果能够更好地进行实现，我国不但在对于养护技术研发领域中格外重视，也在积极去引进以及借鉴外国的一些高速公路养护技术和方式，同时在我国的高速公路养护事业之中积极使用并加以提升，得到了十分优秀的使用效果。同时在使用沥青再生养护技术时，需要将沥青在其路面表面均匀摊铺一层。依照一定比例调配原料并将整个施工区域封锁起来。该技术的使用优势就在于施工建设周期极短。对于其公路日常运行使用的干扰较小。同时技术使用完成后，能够对于其使用效率和使用质量有着进一步提升。此外该技术使用成本较低。技术原料多为废弃的沥青。不但节约施工成本，也是对于我国可持续化发展以及环境保护建设的额外响应。但该技术使用局限性就在于对于道路路面情况限制较高，因此应用面并非十分广阔。

4.7 预防性公路养护技术

预防性路面保护技术，是近些年来新兴的一种新概念。它是在道路、桥梁、道路结构等仍然相对完整的状况下，全面防范道路交通事故与病害的出现，然后及时采取必要措施加以防治，该技术的运用能够更有效地提升高速公路的运营质量和技术水平，也能够更好地增长路面寿命[4]。相比于中国传统的道路路面维护技术而言，其最突出性优势就是具有很大的技术先进性，并且能够更有效地发现潜在隐患与问题。要让全国的交通更为安全、畅通的运转，最大限度地减少公路维护费用，提升公路维护科技应用质量可谓迫在眉睫。预防性养护技术有着较快的应用及发展的速度。其原因就在于伴随着我国工程建设科学技术实力的不断发展进步。高速公路工程项目的数量愈发增多，因此传统的高速公路养护技术缺点也愈发明显。对于相应的养护技术手段进行调整和优化是有其必要性的。而目前我国高速公路建设中较为常见的路面为沥青路面，其建设成本较低且有着较长的使用时间，因此得到了广泛使用。而沥青路面建设较为传统，因此也有着一定的局限性所在。例如路面使用年限不断延长，使得日常车辆运行时负载，额外增加变形和裂缝情况也时有发生因此为了对于日常交通出行的需求进行满足，就需要采取相关的技术手段对于该路面进行养护。在这个时候养护技术使用通常就具备一定的滞后性。需要告诉公路发生明显损害，进而有针对性的对其展开养护工作。不但需要大量的人力物力投入，也有着较高的施工建设成本，影响人们的正常出行生活。而预防性的公路养护技术，近年来得到一定的推广和使用，但远远没有能够达到全面普及。这一现状和我国不同区域经济发展程度，以及高速公路建设使用情况有着莫大的关联[5]。

5 结语

目前而言，我国的高速公路路基养护技术发展已经趋于成熟化。本文详细的阐述了排水设施养护、路肩养护、边坡养护、透水路堤养护、桥涵、隧道养护的重点，对相应的养护问题或路基问题给出了建议。并分析了道路封层应用、预防性公路养护技术、沥青再生养护应用。其中，高速公路路基的沥青再生养护技术，是近年来我国高速公路日常养护过程中使用较为新颖的一项技术，而预防性路面保护技术在道路、桥梁、道路结构等仍然相对完整的状况下，能够全面防范道路交通事故与病害的出现，有效地提升高速公路的运营质量和技术水平，也能够更好地增长路面寿命。但和部分发达国家相比，依旧存在差距。相关建设单位要转变传统的工作思路，结合行业新技术开展工作。在不断的施工建设以及经验积累中逐渐改善自身养护方式。

[参考文献]

[1]许增兵.刍议路基的养护及施工管理[J].科技展望,2015,25(34):26.
[2]董丽霞.公路路基工程养护要求与日常养护对策[J].交通世界,2016(24):102-103.
[3]张罗,汪益敏,李林生,等.基于专家调查问卷的公路路基病害预防及养护技术现状分析[J].公路工程,2015,40(6):210-213.
[4]武海燕.地理信息系统在高速公路路基养护中的应用[J].交通世界(建养.机械),2014(7):74-75.
[5]鲍晓军.高速公路路基路面病害科学检测与预防养护研究[D].长沙:长沙理工大学,2008.

作者简介：王景春（1989.7-），男，西安科技大学，岩土工程，陕西交通控股集团有限公司西略分公司，养护管理部副部长，工程师；田鹏（1978.2-），男，北京交通大学，交通运输管理专业，陕西交通控股集团有限公司西略分公司，党委书记，工程师.

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

探讨建筑工程管理中创新模式的应用及发展趋势

刘淑辉
咸宁市建筑安全监督站，湖北 咸宁 437100

[摘要]近年来，工程施工管理日趋标准化。施工企业要在竞争日益加剧的市场竞争中，逐渐过渡到运营管理，为工程项目的高品质发展提供了良好的条件。然而，企业经营方式、经营方式的创新不能一蹴而就，需要长时间的积累和不断的发展。因此，我们需要对现有的工程施工企业进行总结和总结，同时也要吸取国外的先进经验，对我国工程施工企业进行改进，使其符合当前的发展趋势，符合国际上的要求，符合中国工程的国际化发展。文中就如何在施工项目中运用和开发新的施工管理方式，以提高施工项目的整体水平，推动建设项目的可持续发展。

[关键词]建筑工程管理；创新模式；发展分析
DOI：10.33142/ec.v5i12.7279 中图分类号：TU712 文献标识码：A

Discussion on the Application and Development Trend of Innovation Mode in Construction Engineering Management

LIU Shuhui
Xianning Construction Safety Supervision Station, Xianning, Hubei, 437100, China

Abstract: In recent years, engineering construction management has become increasingly standardized. In the increasingly fierce market competition, construction enterprises should gradually transition to operation management, providing good conditions for the high-quality development of engineering projects. However, the innovation of enterprise operation mode and operation mode cannot be achieved overnight, which requires long-term accumulation and continuous development. Therefore, we need to summarize and summarize the existing engineering construction enterprises, and at the same time, we need to learn from foreign advanced experience to improve our engineering construction enterprises to make them conform to the current development trend, international requirements and the international development of Chinese projects. This paper discusses how to apply and develop new construction management methods in construction projects to improve the overall level of construction projects and promote the sustainable development of construction projects.

Keywords: construction engineering management; innovation mode; development analysis

近几年，建设项目的管理越来越规范化。建设单位要从激烈的市场环境中逐步向经营经营转变，为建设高质量的建设项目创造有利的环境。但是，企业的经营方式和经营方式的革新，并非一朝一夕之功，而是长期的累积与发展。为此，必须对已建项目的建设单位进行全面的归纳与归纳，并借鉴外国的一些成功做法，不断完善国内的建设项目，以适应目前的发展、国际需求，并与中国的项目国际化发展相适应。文章就工程建设中的工程应用与发展新的工程管理方法进行探讨，以期达到全面提升工程质量，促进工程可持续发展。

1 施工企业经营方式改革的重要作用

1.1 顺应时势

建筑行业的发展既关系到国家的现代化进程，又关系到国民经济的发展。因此，稳定地发展我国的建筑工程，有着非常重要的实际作用。工程建设工程的最优解能使工程建设更具科学性，并能较好地解决常规工程建设中存在的某些缺陷。因此，只有采取合理的技术措施，才能有效解决工程建设中的问题，推动建筑企业的发展。另外，建筑行业也必然会走向国际化。建设工程管理的好坏，将直接关系到建设工程的发展，尤其是在全世界，建设工程公司要走出国门，就需要加强管理，运用科学的管理思想、先进的管理思想和现代的经营理念，在激烈的国际竞争中取得优势。因此，施工单位要在工程施工中立足，就需要对工程施工进行持续的控制。

1.2 建筑目标的实现

在建设过程中，施工工艺取得了很大的进展。当前施工项目工期短，任务重，规模大，施工技术复杂，施工难度大，施工难度大，施工难度大。但在当前的城市发展中，传统的经营模式已不能满足城市发展的需求，已是一个很大的障碍。随着工程质量、安全、环保、节能等方面的要求越来越高，许多工程施工单位在工程质量、安全、环保、节能等方面遇到了一些难题。因此，建筑企业要在建设管理中进行改造和优化，采用现代化的施工方法，对建设项目进行有效的控制，确保工程的安全和安全。

2 当前建筑工程管理模式存在的问题

2.1 缺乏管理意识

当前，部分建筑企业因追求个人的利益而忽略了建设

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的管理，致使许多建设项目的建设不能满足当前建筑行业的发展需求。许多项目经理没有意识到管理的重要作用，不能充分利用自己的优势，不愿将大量的投资用于项目的经营模式的革新，以增强公司的整体能力，使其在市场中的地位不能得到长久的发展。有些工程甚至出现了行政违规现象。比如，在施工过程中，由于施工单位多次分包，导致施工安全无法保证，安全风险较大，对工程施工造成了巨大的经济和财产安全，并对施工单位的发展，给社会造成不良影响。

2.2 人员素质偏低

施工项目一般规模较大，技术难度较大，施工周期较大，施工过程复杂，施工过程中要多个单位共同努力。但在工程建设中，一些工人是外来务工人员，学历不高，工程质量不高，工程建设滞后，协调不合理，不能统筹协调，造成工期延误、技术性失误、人员任用不当等问题，造成工程建设的管理问题，进而影响工程进度，造成工程建设的重大问题。

2.3 管理体系不健全

对于一个项目来说，完善的管理体系是确保工程质量的重要因素，但是由于国内许多建筑单位对其管理工作缺乏足够的认识，致使其无法按照规定进行，许多项目仅仅依靠技术人员自己的判断，管理水平低下，严重制约了工程技术水平的提高。由于该制度在制订后没有得到很好的贯彻落实，并且缺少专业的监管机构对其进行检查，使其形成了一种形式，无法有效地实施。在发生紧急情况时，由于没有健全的组织机构支撑，造成很多紧急情况的草率处置，造成了大量的费用和延迟。工程管理一般要从项目的早期就着手，覆盖整个工程的整个建设进程，保证工程建设的技术水平和技术水平。但是，在实践中，常常会形成一套“死循环”的体系，从而造成企业的经营效益不高。同时，在原则上，工程监理的结构应当是总承包商与总工程师双方共同承担，并根据其职能进行相应的管理。但在实践中，由于存在着形式主义的管理，致使工程管理人员缺乏实际的经营能力，致使工程项目的经营管理工作陷入了困境。

2.4 管理模式创新缺少技术支持

施工操作的质量好坏直接影响到整个施工质量，可以说是施工的关键，一般的施工项目，工期长短、施工环节等都会有很大的差别，施工技术、材料和机械装备也会发生很大的变化，因此必须要进行科学的施工和管理。然而，由于项目的管理方法不够新颖，不能合理安排交叉作业，导致施工的秩序不清，难以加速技术革新。

2.5 管理主体及管理对象专业素质待提高

在项目管理的过程中，确定项目的目标与目标，是确保项目实施效果的前提，然而，通过对两者的分析，我们发现，项目经理们对于项目的本质认识上有一些偏差，为尽早的完工，故意让他们加速，而忽略了项目自身的特性与规律，盲目的追逐项目的进展，使得项目的安全风险陡然增加。受国家的基本情况的制约，施工工人的文化素养和其他方面还不够高，在施工中也存在着一定的不安全感，而且是由项目本身的特点所决定的，而且人员流动性大，而且岗前的训练不全面、系统，想要取得理想的工作结果是很困难的。

3 创新模式在建筑工程管理中的应用

建筑工程实施阶段处于动态变化过程中，加强工程管理可以规范工序流程和操作行为，其中建设单位的管理作用是不可忽视的，随着建筑行业的飞速发展，以往工程管理模式的弊端逐渐暴露出来，创新管理模式是行业发展所需，也是建设单位可持续发展的核心动力，综合考虑工程建设特点，想要创新工程管理模式，可从以下方面展开：

3.1 技术角度的管理模式创新

大数据作为现代科学技术发展的一个重大成果，把它与项目管理有机地联系起来，是公司技术进步的一个主要体现，它可以极大地改善企业的信息传输和精确度，使各个主管单位能够有效地进行信息的交流，从而极大地推动了管理的革新。施工企业可以利用大数据系统将项目的各个环节连接起来，做到项目的信息互联，及时了解项目的进展情况，并能主动地介入项目的施工和施工。采用新技术进行管理，难免会造成一些员工的工作难点，因此，要按照新技术的使用标准进行技术教育，为员工搭建一个拓展新技术的舞台，并能及时的发现新技术的使用问题，并能及时予以妥善处理，推动施工单位管理工作的有效开展。

3.2 理念角度的管理模式创新

现代公司若要实现可持续发展，必须建立高素质、高素质的员工，并建立专业的管理团队，确保项目的正常开展，从而提高公司的综合运营能力。施工企业要实现项目管理的效益，必须改变传统的项目经营观念，按照项目施工的管理要求，不断引进先进的技术和技术，使项目的管理效果更加理想。在项目建设项目的实施中，以项目的管理思想为指导，使项目经理树立正确的经营观念，推动企业的经营方式改革与优化，使企业的经营观念得以不断的更新和完善，使企业的经营活动得以有效地进行。尤其要强调的是，在经营理念上要结合当前的发展状况和经营特征，采用合适的经营方式，才能取得更好的效益。此外，建筑公司要有清晰的发展方向和发展战略，并结合工程的发展需要，寻求最优的管理方法，对项目的进度进行控制，使公司的经营向更高的层次迈进。

3.3 方向角度的管理模式创新

当前，我国许多施工企业的经营方式都与施工企业的发展方向背道而驰，对施工企业经营行为的基本规律和特点进行剖析，发现存在的问题，以此为基础，以建立更为科学、合理的经营模式，从而达到提高企业经营管理水平

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

和效益的目的。在施工过程中，以工程承包为指导，可以对经营的内容和程序进行规范，并制订出一套严格的经营标准，从而提高公司的市场竞争能力。施工企业要搞好施工组织的统筹，组织实施项目的统一管理，为企业的经营模式改革提供指导。

4 建筑工程管理创新模式的发展分析

4.1 施工项目的创新

施工企业应加大对施工人员的安全培训，加大对施工人员的技术培训。另外，建设工程建设的管理制度要进行，加强对建筑材料的控制。建筑材料在建筑工程中占有举足轻重的地位，建筑工程中对材料的质量要进行严格的管理，防止工程中出现的低劣现象。另外，施工企业还要聘请一位工程监理人员，对工程施工过程进行全面监控，保证工程的施工质量和安全性。施工项目施工的好坏直接关系到项目的进度。工程的品质检查应当参考相关的品质保障资料。要建立完善的质量保证体系，就需要根据施工项目的质量要求，依据相关法律规定，建立相关的质量控制体系。施工企业应强化对专业技术人员的培训，采用现代化的经营管理体制，提高工程技术人员的专业素质和综合素质，完善项目的管理体系，保证项目施工的安全。为了实现工程目标，建筑单位应根据工程进度对工程质量进行调整。一有问题，管理者就得马上解决。施工企业应采用现代化的管理方法和科学的管理制度。建筑企业要正确区分员工的职责，协调各方工作，完善公司的机构与职责，提高公司的企业地位。

4.2 加强人员管理

而在东部地区，一些地区的施工项目因施工项目的高品质而导致了一些安全问题。而在我国的西部地区，由于工程施工技术的落后，使得工程质量出现了一定的问题。建筑企业要加强对职工进行专业技能培训，提高他们的专业技能，提高他们的整体素质，从而提高工程建设的质量。建设部门在培训职工方面存在较大差异。施工企业应强化对项目的管理，并对其进行严格的安全监控。施工人员的安全生产是施工质量控制的重要环节。施工单位应根据相关法律规定，对施工单位、施工队伍和技术人员进行资格审查。建筑工地不得雇用不称职人员，以免出现质量、安全等问题，导致工程项目出现事故，并对业主承担相应的法律后果。施工队伍由施工人员、管理人员、技术人员组成，施工企业要提高工程质量，必须对职工进行素质的培训。在工程建设中，因涉及到大量的人力，导致了工程物资的损耗和资源的损耗。为了保证工程建设有序进行，必须对已建工程进行改造。例如：施工单位可以在工地设立安全检查站，要求工人佩戴安全帽入场，并提供安全防护；并配备了专门的管理团队，减少了人力物力的浪费。

5 结语

建筑业是国民经济的支柱产业，其发展程度对国民经济的发展起着举足轻重的作用，必须引起整个社会的关注。建设工程项目的关键在于运用科学合理的施工方法，保证工程质量，达到节约成本，提高经济效益，保证工程施工安全，防止安全事故，推动工程建设的良性发展。创新的经营方式能够有效地提升员工的工作效能，加强公司的组织架构。所以，要在新形势下，持续地引入新的经营理念。目前，我国的经济发展不断深入，工程建设中的常规管理模式已经不能满足现代化的需求。在建设现代化城市时，应将信息技术与建筑体系相结合，建立一套完备的楼宇体系。建设工程管理工作具有外部和内部两个方面的复杂性。因此，施工企业要积极地利用这种方法进行施工，了解和把握施工过程中的变化对工程施工的影响，从而有效地防止施工过程中出现的问题。

[参考文献]

[1]康承虹.建筑工程管理中创新模式的应用及发展[J].建材与装饰,2019(31):168-169.
[2]毕菡清.建筑工程管理中创新模式的应用及发展[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2019(8):39-40.
[3]丁曦.建筑工程管理中创新模式的应用及发展分析[J].智能城市,2017(8):78.
[4]李立新.建筑工程管理中创新模式的应用及发展分析[J].建材与装饰,2017(24):59-60.
[5]周晓龙.建筑工程管理中创新模式的应用及发展分析[J].中国住宅设施,2016(6):22.
[6]陈建根.论建筑工程管理中创新模式的应用及发展[J].住宅与房地产,2020(9):151.
[7]苏剑.建筑工程管理中创新模式的应用及发展研究[J].建材发展导向,2020,18(1):296-297.
[8]张路.建筑工程管理中创新模式的应用与发展分析[J].房地产导刊,2020(5):127.
[9]陈敏.建筑工程管理中创新模式的应用及发展研究[J].散装水泥,2020(2):68-69.
[10]孙志红.探讨建筑工程管理中创新模式的应用及发展趋势[J].市场调查信息:综合版,2020(8):148.
[11]杨亚萍,李玲.探讨建筑工程管理中创新模式的应用及发展趋势[J].建筑工程技术与设计,2020(35):3317.

作者简介：刘淑辉（1986-），女，民族：汉族，籍贯：湖北咸安，最高学位：大学本科、职务职称：咸宁市建筑安全监督工程师，主要研究方向或主要从事工作：房屋建筑工程安全监督与管理。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

土木建筑工程施工边坡支护技术分析

杨仲舟
郎溪经济开发区管委会，安徽 宣城 242100

[摘要]随着中国建筑业快速发展，建筑工程的规模和数量以及对建筑工程安全和质量的要求都有了很大的提高。边坡支护技术的有效利用可以提高建筑结构的安全稳定，不仅保证施工安全，而且提高施工质量。边坡支护是一种常见技术，对施工的顺利进行有很大的影响。因此，为了更好地满足现代社会人们对高质量生活需求，必须在日常工作中完善施工技术，加强边坡支护技术的研究，使边坡支护在施工过程中得到更有效的运用，为人们创造更先进的建筑产品。
[关键词]土木；边坡支护；技术
DOI：10.33142/ec.v5i12.7263 中图分类号：TU753.8 文献标识码：A

Analysis of Slope Support Technology in Civil Engineering Construction

YANG Zhongzhou
Langxi Economic Development Zone Management Committee, Xuancheng, Anhui, 242100, China

Abstract: With the rapid development of China's construction industry, the scale and quantity of construction projects as well as the requirements for the safety and quality of construction projects have been greatly improved. The effective use of slope support technology can improve the safety and stability of building structures, not only ensure the construction safety, but also improve the construction quality. Slope support is a common technology, which has a great impact on the smooth progress of construction. Therefore, in order to better meet the needs of modern society for high-quality life, we must improve the construction technology in daily work, strengthen the research on slope support technology, so that slope support can be more effectively used in the construction process, and create more advanced building products for people.
Keywords: civil engineering; slope support; technology

引言

边坡支护技术在施工项目中起着重要作用，为其他施工分项目的实施提供了依据。在实际工作中，员工必须正确认识边坡支护，掌握应用元素，才能做得更好，提高施工质量。为了真正保证施工安全，防止事故发生，必须采用边坡支护技术，加固边坡，从而提高边坡的稳定性。相比之下，对边坡稳定性的影响有很多原因，目前施工工程中常用边坡技术，以获得良好的保护效果。

1 边坡支护技术概述分析

在进行建设工程时，必须进行环境调查，了解施工周围的地质环境，结合建设工程的规模以及现场的实际地质环境，合理应用边坡支护技术，保证施工顺利进行，并能有效降低事故发生率。采用边坡支护技术可有效降低倒塌、渗水及发生裂纹的机会，从而确保建筑工程顺利进行[1]。为确保建筑工程顺利进行，边坡支护工程必须在建筑工程展开前进行，在整个施工中采用较为广泛的边坡支护技术。

2 边坡支护工程特点

在建筑工程中，如果边坡不太稳定，不作保护，便会引致山泥倾泻及滑坡等现象，更会发生严重意外，可能引致倒塌及无法弥补的损失。边坡工程在时间成本方面分为永久边坡和临时边坡。对边坡稳定性的影响有多种因素，包括外部因素以及地质和工程因素。其中，陡坡将加速崩塌概率、事故频发。作为山地防护设施的切入点，涉及要素多，需要进行勘察监测，性质较为复杂，可能受到地质影响，与土体或沉积物防护密切相关。不同保护方法的适用范围存在很大差异。以边坡支护为主的施工，必须深入勘察，掌握周边施工环境情况，合理设计支护结构，与工程要求相匹配，保证工程质量。

3 边坡支护技术重要作用

随着经济的快速发展，矿山建设在西南地区占有突出地位。采矿工程项目的正在实际施工中，受规划工程影响，施工现场或周围可能出现开挖和土堆。基于这些边坡，特别是“高度回填”的人工边坡，工程可能会影响施工。缺乏有效处理会导致失稳，更重要的是，会引致山泥倾泻及破坏，以致引致大规模意外。此外，这亦会增加建筑方面的投资，同时亦会延长建筑时间，对社会发展有一定的影响。在建筑工程方面，施工成本高，工期较长。施工过程中，有效运用边坡支护技术，可保证施工安全，减少工程事故，加固边坡，提高边坡稳定性。此外，基于施工中的干扰因素，必须采取对策，科学应用边坡支护技术，以显著提高施工质量。如果施工过程中建筑边坡不加以保护，可能延误工程。在更严重的情况下，可能导致工程倒塌，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

后果极其严重。在施工过程中，如遇暴雨，边坡可能坍塌，最终影响施工进度。因此，边坡支护技术保证了施工安全，亦可对社会有所裨益[2]。

4 土木建筑工程施工边坡支护技术

4.1 加筋土支护技术

加筋土支护技术的作用主要体现在增强土体承受力等方面，适用于平坦地势，如果工程范围大或者在陡坡地势情况下则应谨慎应用加筋土支护技术。加筋土支护技术是指在土体中加入筋体，如带条、网格或者纤维等材料，借助筋体自身的抗拉能力来改善土体的力学性能，提升土体的抗压、抗拉以及抗剪能力。加筋土支护技术是一项传统的施工工艺，应用比较广泛。比如在软土地基中埋设筋体材料，使其与软土地基共同构成加筋地基，能够起到强化地基的作用。加固材料的应用，可以有效抑制土壤变形，有助于提升土壤结构的稳定性，增强地基的强度。加筋土支护技术施工设备简单，施工便捷，并且产生的施工垃圾少，无噪音。另外该技术的应用在成本方面的优势也十分显著，尤其是可以在不允许开挖的地区应用，这是加筋支护技术的重要优势。

4.2 锚固支护技术

锚固支护技术在动态土质中的应用效果十分显著，动态性土质的特点在于表层缺乏稳定性，而应用锚固支护技术则可以解决这一问题。锚固支护技术应用过程中，需要将锚杆穿过表层土壤，直接插入到土体之中，并与土体共同构成抗剪力结构。借助该结构，可以对土体的流动起到抑制作用，强化土体的固定效果，增强土体的稳定性。锚固支护技术原理简单，施工便捷，并且技术应用过程中不受环境等因素的影响，因此该技术在土木工程施工中得到了广泛的应用。另外，相较于其他支护技术，锚固支护技术的施工成本更低，这也是该技术的重要优势之一。锚固支护技术需要借助插入土体中的锚杆起到稳定土体的作用，这使得施工具有隐蔽性的特点，会在一定程度上增加质量控制的难度。在技术应用之前，需要结合施工现场地质状况以及土木工程质量要求，确定锚杆数量、锚杆所承受的张拉力，同时还要做好地基基孔规划，明确其分布形式等。锚固支护可以借助深部地层的潜能来强化基坑以及建筑的稳定性，应用效果十分显著[3]。

4.3 逆作拱墙技术

逆作拱墙的施工工艺应结合实际施工条件和使用的相关图纸。由于逆作拱墙是利用墙的固有压力，施工前应仔细研究基坑周围的地质条件和荷载分布。只有经过仔细的应力分析，才能进行设计和施工。此外，在拱墙设计中，土压力主要通过拱墙的架设和拱的力学性能转化为墙应力。综上所述，也可以清楚地了解拱墙的功能。在选择工程类型时，必须根据图纸要求和实际施工条件，具备相应的技术操作经验。

4.4 复合土钉支护技术

复合土钉边坡支护技术具有工时短的优点，同时保持效率较好，符合施工要求，可以降低施工成本，具有一定的经济可行性。在施工位置困难的情况下，可根据地质情况，采取多种组合方式进行选择性防护施工，发挥一定的防护作用，提高施工对象的安全性和强度。在进行建筑工程时，作为复合土钉支护方法的支撑点，将提供边坡壁的固定，从而对土体产生稳定的影响。该技术稳定性好，在深基坑边坡加固工程中应用良好。

4.5 土钉墙支护技术

土钉墙支护技术是基坑施工中较为常见的紧固方法之一，采用科技施工方法将粘土钉连接成一个单一的结构。土钉墙支护施工成本技术手段一般只在基坑中铺设锚杆，并在锚杆末端安装钢网，借助锚固喷注技术可加固基坑整体结构。该技术的应用既能有效保护基坑整体结构，又能保证施工现场土体的完好。深达 15.2 米的施工满足了地基深度加固技术要求，因此该技术被用于一些需要加固的地区，大大节省了维修费用。

4.6 重力式挡土墙施工技术

至于墙体边坡的重力防护方法，则以墙体为主。建筑在挡土墙中的材料可以是块状或页岩，也可以是钢筋混凝土。土墙分为三种类型，一种是垂直式，另一种是叶轮式，最后一种是倾斜式。这种边坡支护技术的优点体现在墙体施工形式简单，施工工艺简单，经济性强，能产生经济效益。这项技术适用于石材储量大的地区，但也有一些缺点，即墙体本身很重，地面荷载较高[4]。

5 提高边坡支护施工质量的策略

5.1 编制合理的边坡支护技术实施方案

边坡支护技术的应用要求很高，专业设计人员可以编制边坡支护技术方案，然后组织有经验的设计人员进行审查，确保工程的全部细节符合现场实际情况。为方便其后的建筑工程顺利进行，在设计和分析阶段，应充分了解工程实施的地理位置、环境等，借鉴以往工程的经验，更好地应用边坡支护技术，并确保技术形式的不断优化，引进先进的配套理念和方法，满足建设工程发展的需要。

5.2 设计环节

为保证实际边坡支护技术的有效性，在前期设计中，对施工现场进行了综合勘察，确定了工程范围。为保证施工安全，提高施工质量，必须做到以下几点：一是作为施工企业，施工项目必须符合施工状态，并经工程审批后，实施控制，按照施工标准，施工人员必须有专业技能。二是边坡施工前支护，施工区域内必须进行编号工程，根据施工设计，明确穿孔位置，保证无误，在穿孔部位贴上标记后。三是进行防护工程拉伸试验，以确定入土深度。施工单位一般不进行拉伸试验，由第三方进行。四是施工单位应根据土钉固定深度，或以明确规定的强度程度，采用特殊方法进行施工。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

5.3 了解建筑基坑施工的整体结构

了解基坑工程的总体结构具有重要意义。如果建设者对整个建筑没有清晰的认识，而重点放在建筑技术的最终完成上，那么整体宏观效应就不会达到最佳状态。此外，这对施工管理也有负面影响，使施工与管理层之间的密切互动更加困难。因此，管理人员必须向施工人员解释项目的预期成果，以及每个施工组成部分的总体影响和相关性。只有建筑工人和工作小组了解到这一点，才能更有效地完成边坡支护，确保建筑工程顺利完成。

5.4 重视工程竣工后检查

在建筑工程中，施工质量直接取决于建筑结构、地基加固和地基施工以及施工进度。为避免因设计工作和现场施工情况而对整体工作造成干扰，边坡加固工程完成后，必须对施工工程的整体质量进行检查，以符合合同条件，按时完成工程。

5.5 施工现场场地管理

现场施工要加强建材装备管理，责任人员必须熟悉设计图纸，明确各单位的施工项目，科学优化各项作业，并根据施工管理水平逐步进行安全分析。为了充分利用施工人员、材料、设备和其他资源，必须制定合理的组织计划，以确保过程控制。与此同时，应加强技术储备，特别是建筑条例和管理人员。在建筑物料管理方面，为配合工程的整体安全，由于建筑地盘的物料较为复杂及多元化，因此需要进行分类管理，以免物料混乱，影响工程进度。材料采购时，采购人员应及时采购施工材料。材料到达现场后，应当负责管理，防止材料流失，保证施工质量。应加强施工和管理体系优化，增加现场施工管理成本，做好现场清理工作，避免现场管理出现故障，及时疏散现场。通过相关专业软件的建模和优化程序，可以确定最优的实施顺序。

5.6 边坡支护施工质量把关

施工中应保证边坡支护技术的施工质量，必须经常检查和视察辅助设施，特别是在恶劣天气情况下。修复工作完成后，必须进行检查。此外，作为建筑工人，应利用视察期间收集到的数据来制订支护结构方案。

5.7 注重降排水

排水量下降直接影响工程施工稳定性，是边坡支护技术应用中特别关注的课题。有害地下水会干扰防护设施，影响周围土壤的稳定性，为此，施工过程中必须严格控制排放和引水，提高施工保护条件。举例来说，现时普遍采用的排水方式是排泄引流方式，可以及时清除有害的积水，避免对边坡作业造成严重影响，以及合理设计积极对抗地下水威胁的沉积物方案[5]。

5.8 施工之中的合理应用

由于施工区域的差异和施工期间在多种因素影响下发生突发事件的可能性，施工机构必须合理利用边坡保护技术来解决诸多问题。在边坡保护技术人员的支持下，工人们进行了施工保护工作，成功地进行了工程施工。施工单位应当加强安全管理，给予职工安全管理指导，对施工工程安全进行论证。边坡防护技术的应用包括为施工创造安全的环境，科学实施工程材料管理，提高施工设备的性能。同时，由于部分建筑工人缺乏安全工作的意念，不注意穿戴防护用品的必要性，在工程安全威胁下将防护用品隐匿，管理层应加强安全工作宣传。结合其他类型的工程事故，宣传工程施工中的安全施工项目，帮助提高工人对边坡支护技术应用的印象。加强工程设备安全作业，利用合理的工程技术，以边坡支护技术为先导，保证有效施工。

5.9 实时监测施工场地区域地质稳定情况

施工过程中，保证土体结构稳定性是维护施工生产安全的重要措施，组织专业技术人员开展本工作，根据土体监测的实际需要选择合适的检测仪器，为确保施工现场安全因素及时消除隐患，有序推进施工。土体结构较为稳定，为避免施工阶段出现故障，一般采用地质监测方法对土体结构动态进行监测，管理人员及时获取动态监测数据，专业分析客观评估土体结构的真实状况，做到慎之又慎，降低安全风险或紧急情况。此外，在项目实施阶段，需要高度关注复杂的地质环境，专门派出现场勘察组，准确记录相关数据信息，以文件形式交给工作组，便于制定和调整施工方案。在选择边坡支护技术时，根据这些监测数据，制定护坡方案和控制措施，结合实际情况，确保每个施工现场都有相应的规范标准，使施工工作按照标准程序进行。

6 结语

总的来说，随着城市化进程的深入和发展，现代建设项目的结构及其地质环境逐渐复杂化，对建设的技术要求和质量标准提出了更高的要求，以保证建设生产活动的安全稳定。必须保证边坡支护技术的合理应用，有助于提高工程的整体质量。鉴于边坡支护技术在整个施工项目中的重要性，有关技术人员应在充分监察区内周围环境的基础上，制订切合实际的配套工程方案，以确保配套工程顺利进行，尽量提高支护技术的效益，避免施工安全问题的发生，为施工创造安全的生产环境，从而提高施工工作的整体效率。

[参考文献]

[1]徐建月,冯文新.房建工程施工中边坡支护技术的研究[J].工程技术研究,2019(17):38-39.
[2]周锋,郑胜栋.土木工程建筑施工中的边坡支护技术研究[J].住宅与房地产,2021(22):178-179.
[3]段鸿斌.土木工程建筑施工中的边坡支护技术探析[J].现代营销(经营版),2021(6):153-154.
[4]秦锦锋.土木工程施工中的边坡支护技术分析[J].建材发展导向(上),2021,19(1):236-237.
[5]张学庆.土木工程施工中的边坡支护技术分析[J].工程建设与设计,2020(21):202-204.

作者简介：杨仲舟，安徽省宣城市，唐山学院 土木工程，郎溪经济开发区管委会建设局科员，助理工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅析建筑工程施工中深基坑支护的施工技术研究

严春健
江苏南通二建集团有限公司，江苏 启东 226200

[摘要]近年来，建筑工程的建设力度逐渐加大，深基坑技术作为常用技术不仅有效提升了施工质量，也延长了工程的使用寿命。只有选择科学的施工工艺，明确具体的施工顺序，才能够达到预期的建设目标。深基坑施工工艺会受到施工组织顺序的影响，必须严格按照设计要求进行施工，将工程成本控制在合理的范围内，促进整体施工质量的提高，保证施工的安全性。
[关键词]建筑工程施工；深基坑支护；施工技术管理
DOI：10.33142/ec.v5i12.7258 中图分类号：TU7 文献标识码：A

Brief Analysis of Study on Construction Technology of Deep Foundation Pit Support in Construction

YAN Chunjian
Jiangsu Nantong No. 2 Construction Engineering Group Co., Ltd., Qidong, Jiangsu, 226200, China

Abstract: In recent years, the construction of construction projects has gradually increased. As a common technology, deep foundation pit technology not only effectively improves the construction quality, but also extends the service life of the project. Only by selecting scientific construction technology and specifying the specific construction sequence can the expected construction goals be achieved. The construction technology of deep foundation pit will be affected by the construction organization sequence, so the construction must be carried out in strict accordance with the design requirements, the project cost shall be controlled within a reasonable range, the overall construction quality shall be improved, and the construction safety shall be guaranteed.
Keywords: building engineering construction; deep foundation pit support; technical work in construction

深基坑支护施工技术是当前高层、超高层等大型建筑工程常用的一项深基坑处理技术。大型建筑工程基坑开挖过程中，其深度会持续增加，而随着基坑深度的不断增加，基坑所处地质条件将会越来越差，若遇地下水区段还会出现渗水等恶劣施工环境，导致基坑的稳定性受到影响，从而导致施工安全受到威胁。为了确保深基坑施工的安全性与稳定性，必须采取有效的技术措施来为施工提供安全保障，深基坑支护技术便能够发挥有效的保障作用，可有效避免基坑周边出现的土方坍塌、土层渗漏等一系列问题，使工程施工质量得到有效提升。但在开展深基坑支护作业时，还要根据实际工况选择合理的支护施工技术，并且还需要严格按照施工技术要求来操作，所以深基坑支护施工技术的适当选择，以及对此项技术的掌握水平对于深基坑支护施工而言非常关键。

1 深基坑支护的概念及特点

所谓深基坑是指基坑开挖深度≥5m，或者是深度<5m，但基坑所处地质条件以及周边环境比较复杂的一类工程。大多数出现于高层、超高层、地下停车库等大型建筑工程中，深基坑支护指的是为了确保地下结构施工和深基坑周围环境的安全性，特选择支挡、保护以及加固等技术措施，以此保证施工安全。深基坑支护具有以下特点：①递增性。深基坑支护的递增性主要体现在深度方面和施工环境方面。从深度方面来讲，随着建筑工程的不断发展，工程施工技术也随之发展，深基坑支护的技术水平在不断提升，使得深基坑的深度在持续增加；从施工环境方面来讲，随着基坑深度不断增加，所面临的地下施工环境会越来越复杂，导致深基坑设计及施工难度会越来越大。②灵活性。深基坑支护施工同其他项目相比而言，具有更强的灵活性，该技术能够将地下资源充分利用，有利于缓解现阶段我国土地资源不足的情况，同时，深基坑支护施工技术多种多样，可满足不同施工环境的要求，在技术应用方面可选择性较强，并且各类支护技术可搭配应用，所以具有较强的灵活性。③施工难度比较大。深基坑支护施工既受到地下施工环境所影响，又受到地上因素影响，由于地下施工环境非常复杂，且涉及分布复杂的地下管道，导致深基坑施工容易受到影响，并增加施工难度，甚至容易出现安全事故。同时，地面压力、路面承载力等地上因素会造成施工质量和安全均收到影响，从而提升了施工难度。

2 建筑工程深基坑支护施工技术的常见类别

2.1 土钉墙支护技术

深基坑土钉墙支护技术是建筑工程深基坑支护技术中的核心部分，此项技术主要通过运用土钉或混凝土来对基坑结构进行加固处理，以此来提升整个建筑工程的质量和稳定效果。土钉墙支护技术的施工环节主要包括以下几方面内容：其一，展开深基坑的开挖作业，在深基坑挖掘到指定深度后便利用土钉墙技术对深基坑的壁面展开全

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

面化清洁及整顿；其二，对土钉墙展开放线测量，结合最终的数据成果明确土钉墙支护的具体密度系数，相关施工人员可以结合测量成果用专业化钻孔技术进行打针设计，并在综合考虑多种因素的前提条件下明确具体深度，保障钻孔符合工程施工的规范标准，切实减少深基坑施工期间所埋下的安全隐患问题，为人民群众的生命安全及财产安全提供有力的保障。在钻孔工作结束后，为了有效提升建筑工程施工的整体质量，防止出现数据偏差或错误，相关人员可以对钉孔作出直观性的标记，随后可以将质量达标的土钉完全深入钉孔当中，当所有土钉按照标准需求注浆至一定深度后，便可以对其展开灌浆处理。从整体视角来看，应用深基坑土钉墙支护技术期间会消耗较少的材料资源，整体操作工艺简单、易上手，所以在建筑施工期间运用此项技术可以在根本上提高施工质量及效率，并将对周围生态环境造成的影响效果降低至最小化。

2.2 土层锚杆技术

在运用该技术开展作业活动以前，先要依据实际勘测结果确定孔的具体位置，另外应当确定其间距，按照设计图的有关标准，在确保设计图科学的基础上开展后期作业活动。通常而言，土层锚杆施工包括三部分内容，（1）锚杆部位的明确。依据施工图确定锚杆的具体地点，之后结合施工状况实际丈量，且将数据全部记录下来。另外，质量管理部门与安全管理部门应当认真核对，防止偏差的产生。最后还需要安全和质量管控人员重新测量，保证数值的精准；（2）在锚杆所在位置实施打孔作业。如果在钻孔施工时感到阻碍要停下检查，根据孔位处材料质地情况来确定阻力来源，调整钻孔方式或者是更换钻头，避免钻头发生损坏；（3）灌浆施工。当完成钻孔后通过灌浆措施来提高钻杆稳定程度。对此要先做好灌浆材料的配备，科学设置搅拌速度和实践，同时提前将孔洞中杂质清除再进行灌浆施工。[1]

2.3 护坡桩技术

护坡桩施工的基础在于钻孔压灌桩，这项技术在应用中流程相对简单，同时在施工中也不会产生较大的污染和噪音，对于施工环境的适应性较高，因此在城区施工中应用较多。护坡桩技术通过钻孔压灌来将水泥浆灌入到孔洞当中，同时加入一定的砂石和钢筋等来有效提高护坡桩的强度和质量。具体来说，首先在钻孔点处采使用专业钻孔机器来进行钻孔施工，再孔洞形成并且满足施工要求后，从孔底进行灌浆施工。水泥浆在压力的作用下会逐渐上涌，当其到达目标水位线后取走钻杆，同时向其中添加一定量的钢筋和砂石，再进行高压补注水泥浆，保证护坡成型的稳定性。在整个过程中要对压力进行控制，防止由于压力过大而导致孔洞破裂，注浆失败。

2.4 地下连续墙支护技术

如果需要在地质较软地区进行建筑施工，就需要采用地下连续墙支护技术，提高地基稳定性，确保施工安全。该项技术实用性较广，能够很好地适应各种地质环境，稳定性较为突出，同时其施工过程不会破坏周边环境。第一，科学设计导墙的厚度。现代化建筑工程所采用的墙体结构通常由钢筋混凝土制作而成，设计人员需要结合实际情况科学设计导墙厚度促使连续墙施工质量获得大幅度提高。另外，设计人员需要合理设计泥浆配比，确保其液面与挖沟施工的截面平整效果完全相符，减少地面渗水等不良问题的产生；第二，严格根据建筑需求和标准条件配置泥浆数量。泥浆是连续墙支护施工中必不可少的关键材料，其自身的配比数量及质量与整体建筑工程质量息息相关。在此情况下，相关人员需要精准掌控材料的分配，促进连续墙自身防水性能的提升，在根本上规避地下渗水和管壁脱落等问题，有效加强泥浆护壁的稳定性及可靠性；第三，根据当地的环境特点及地质条件科学设计施工深度。相关人员在开展地下连续墙支护施工前应合理完成渡槽施工环节，保障各类施工机械设备的规格、数量满足建筑施工需求，在根本上提高整体工程质量。另外，在完成渡槽作业后 4h 需要对泥浆材料进行有效储存，并确保泥浆材料的配比不超过 1∶3；第四，应用导管法。相关人员运用管道技术方法对混凝土结构展开全面浇筑，避免混凝土中混入少许泥浆材料。另外，在开展浇筑作业前需要将管道安设在具体位置上，运用强大的外部作用力挤出管道内部残留的浆液并投入于沉淀池加以处理，在各项参数符合标准后排放于自然环境当中，避免对周边生态环境造成污染和破坏。为了确保混凝土结构的整体性，工作人员需要保障浇筑的连续性、不间断性，并在槽段顶部位置完成混凝土成型，促使其整体强度和硬度符合工程标准。

2.5 钢板桩支护技术

钢板桩支护技术的施工模式较为简单便捷，往往运用于深基坑的支护施工领域当中。相关人员首先要做好钢板材料的优质筛选，在制作支护结构期间需要做好钢板彼此间的衔接工作，切实提升整体结构的稳定效果，进而构成高密度、高强度的钢板墙。此技术方法可以发挥出一定的阻挡作用，并将深基坑周边的水分与土壤加以隔离。但是此项技术不具备足够的土壤适应能力，在地质范围的应用期间往往凸显出一定的局限性。

3 建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理措施

3.1 前期勘察

工程单位需要选用专业人员，在施工现场进行调查取样，收集相关信息，利用这些信息制定科学的方案，明确周边环境、开挖面积等各方面情况，深入了解基坑开挖深度及基坑周边环境。只有将前期勘察工作做好，才能准确了解工程的实际情况，为工程的顺利实施提供保障。

3.2 合理选择施工方式

在建筑项目施工期间，运用不同类型的深基坑支护方

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

式会产生差异性的支护效果，所以在开展建筑基础施工环节中，相关建设团队需要以建筑项目特点为核心要素，筛选出科学化、合理化的深基坑支护施工技术。在进行支护施工前，相关企业需要做好各项准备工作，全面检测并审核工程现场的环境要素和地质条件，并在充分考虑多种外界影响因素的前提下选择最佳适宜的深基坑支护技术，进一步提高建筑基础施工项目的质量及效率。只有保障深基坑支护施工技术的科学性、合理性，才可以在短时间内达到建筑施工质量提升的基本目标。除此之外，在开展支护施工前需要全面勘测施工场地的水位分布状况，根据工程建筑项目的施工状况采用高效实用的措施方法减少地下水位带来的影响，为工程项目的有序进行提供更多的保障和支持。[2]

3.3 做好基坑降排水工作

地下水会对深基坑施工产生不利影响，在设计和施工中如果基坑土层具有较高的渗透吸收效果，并且配备承压水头，需要计算坑底情况，如果发生突涌情况时无法满足稳定性要求，要采取更为有效的方法来降低影响。通常可以采用管井降水和井点降水措施来加以处理。这两种措施效果较好，并且施工简单、成本较低。同时采用井点降水法还能对土壤物理性能进行有效改善，防止支护结构变形，提高支护质量。如果基坑处具有较高的地下水位，同时渗透性较强，在降水的影响下会严重影响周围环境，在这样的情况要进行节水处理，采用止水帷幕能够有效实现这一要求，并且其成本较低，在基坑支护中应用较为广泛。对于较深基坑也可以采用地墙整水措施，能够与支护桩进行有效结合，但是其成本相对较高。对于基坑支护施工来说，设计和施工人员不但要对坑内水情况进行准确判断，同时也要考虑到地表水问题，利用排水沟来进行有效处理，保障施工有效性。

3.4 加强基坑施工和监测风险控制

要想保障建筑深基坑施工工作顺利的实施，施工人员必须严格按照施工相关要求进行施工。在制作钢构件的过程中还应注重焊缝的问题，使其质量得到保障。在进行墙混凝土浇筑的过程中应注重浇筑的步骤，防止发生一系列的问题，尤其是泥沙夹和缩径等，还要有效地避免锚索结构发生失稳的问题，这就需要将一定的预应力加入其中。要加强对桩顶卸载和桩前反压方法的应用，并将这些方法落到实处。土方开挖作业必须要符合设计相关要求，并严格地按照相关的原则来实施。可将抽条间隔开挖方法全面地渗透在土方开挖工作中，进而避免给周围环境带来一定影响。挖土机械在行走时应沿着设计路线，尽量避免发生碰撞。通过混凝土结构体系实施支护结构开挖，开挖前必须要等待支护结构符合设计相关要求。加强封闭底板，进而在坑底土体等方面防止发生扰动。为了能够对土体变形问题进行有效管控，要求使用排桩换成的方式，这也是高层建筑工程施工建设中的一种常见形式。在排桩施工的实际开展中，需要同环形支护体系进行合理配合，以此确保深基坑工程整体施工作业的安全性、稳定性与可靠性，基于此规则，有序进行钻孔灌装和桩型排列，确保地下施工支护体系的完善，实现对土体变形有效管控的目标。在建筑工程深基坑施工的前期还应充分考虑其他可能发生的问题，并将合理的应急方案提前确定下来，引进合理的应急物资。实现信息化施工，既要加强施工监测还应加强建筑工程深基坑施工工作，并检测好各个方面，不断提高监测数据的真实性和准确性。如果发生危险的情况将及时报警，保障建筑深基坑施工的安全性，防止存在安全隐患。

4 结语

综上所述，在建筑工程施工中，深基坑施工是建筑工程的重要基础。近年来，建筑数量不断增多，建筑高度、难度也逐渐增大，使得建筑深基坑施工面临较大的挑战。在深基坑技术中，必须合理进行边坡开挖，明确深基坑技术施工工艺特点，合理选择施工工艺，充分发挥每一种施工工艺的作用，做好前期勘察，合理选择施工方法，以确保深基坑施工质量。

[参考文献]

[1]曲宝常.建筑施工中深基坑施工技术的应用分析[J].建筑技术开挖,2020,47(9):27-28.
[2]张宇.试论高层住宅建筑工程中的深基坑支护施工技术与工艺[J].低碳世界,2019,9(8):160-161.

作者简介：严春健（1984.9-），男，民族：汉，籍贯：江苏海门，学历：本科，职位：中级工程师，研究方向：建筑工程。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

空气源热泵供暖技术及应用实践研究

隋金洲
青岛海信日立空调系统有限公司，山东 青岛 266000

[摘要]在建设中国特色社会主义道路的推动下，经济、科技、文化的快速发展使得人们越来越追求舒适生活，从而促进了供暖技术的优化和完善。现代化背景下，越来越多的城市尤其是高海拔和严寒地区的城市，开始将空气源热泵供暖技术广泛推广、应用到各个居民小区的供暖过程中，除满足居民对供暖的需求外，也为居民提供了更好的生活环境。本篇文章将通过阐述空气源热泵供暖技术的原理，来浅析空气源热泵供暖技术的特点，并针对这些特点了解其在应用过程中的优势，从而对空气源热泵供暖技术的应用策略进行研究。

[关键词]空气源热泵；供暖技术；应用实践；暖通工程
DOI：10.33142/ec.v5i12.7301 中图分类号：S214 文献标识码：A

Research on Heating Technology and Application of Air Source Heat Pump

SUI Jinzhou
Qingdao Hisense Hitachi Air Conditioning System Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: Driven by the road of building socialism with Chinese characteristics, the rapid development of economy, science and technology, and culture makes people increasingly pursue comfortable life, thus promoting the optimization and improvement of heating technology. In the context of modernization, more and more cities, especially those in high altitude and cold regions, have begun to widely promote and apply the air source heat pump heating technology to the heating process of various residential areas. In addition to meeting the heating needs of residents, it also provides a better living environment for residents. This article will analyze the characteristics of air source heat pump heating technology by explaining the principle of air source heat pump heating technology, and understand its advantages in the application process according to these characteristics, so as to study the application strategy of air source heat pump heating technology.

Keywords: air source heat pump; heating technology; application practice; HVAC engineering

引言

对于高海拔和严寒地区来说，空气源热泵供暖技术拥有很大的优势，不仅运行安全、节能环保，还用途广泛、使用灵活，能够保证供暖过程的持续性和安全性，使供暖效率和效果都得到提高。因此，国家针对空气源热泵供暖技术，制定了一系列的相关政策，以促进此项技术的研究发明和推广应用，从而满足我国寒冷地区对暖气的需求。

1 空气源热泵供暖技术的原理

空气源热泵供暖技术主要是指通过电能驱动压缩机，利用逆卡诺循环原理，将空气中大量低温热能以极少的电能进行吸收，经过压缩机进行压缩，将其转变为高温热能，在此基础上，利用循环系统将热能传输至水箱进行加热释放，以为室内提供持续不断的热能的技术。对于空气源热泵供暖技术来说，在运行过程中，其热水机组始终遵循着能量的守恒定律和热力学第二定律。以极低的电能消耗，能够获取极多的热能，拥有耗能低的特点。热泵同水泵的原理相似，因水是从高处往低处流，无法自动从低处往高处流，因此要将水从低处送往高处，就必须借助水泵，利用电力消耗，将低处的水送到高处的水箱中。热量转化也一样，要将低温环境下的热量转移到高温环境下的热水器中，如要将地下水的热量转移到热水器中，就需要现将地下水送到热水器中进行加热，而后才能获取热水，针对这种情况，就需要配置热泵，同样利用电能消耗达到目的[1]。换句话说，热泵的最主要作用就是将空气中或者低温水中的热量进行提出，然后利用电能将其进行转换，使其变成热能，再将这些热能通过消耗机械功的原理送到高温环境中去，从而达到供暖效果。

2 空气源热泵的特点

2.1 用途广泛、四季无忧

空气源热泵在实际的应用过程中，用途比较广泛，这个广泛既指空间范围的广泛也指时间范围的广泛。对于空间范围来说，只要城市的经济发展水平和科技水平能够达到空气源热泵系统的安装所需，即可在任何居民小区进行推广应用。而对于时间范围来说，空气源热泵既拥有制冷功能，也拥有制热功能。对于夏冬季节温度分明的地区来说，安装空气源热泵系统，既可以在冬季进行制热，也可以在夏季进行制冷，以满足人们在夏冬季节对生活环境的需求。

2.2 安全运行、环保

空气源热泵在进行供暖的过程中，主要是通过消耗少

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

量电能使热泵从空气中吸取大量低品位热量的方式来达到供暖需求，在这个过程中，不需要使用燃煤或者天然气，加上水和电在加热时也是安全分离的状态，因此，既节约了能源，也保证了运行过程的安全。同时，不存在排放废气和废水的现象，对环境也不会造成污染，能够响应国家提出的环保节能政策，促进整个社会的长远、稳定和可持续发展。

2.3 使用灵活、没有限制

空气是无时无刻不存在的，不会受白天黑夜的时间限制，也不会受晴天雨天的天气影响；不会受东部西部的地区限制，也不会受水源、燃气的供应影响。因此，应用空气源热泵进行供暖，相比起使用太阳能热泵、燃气热泵、水能热泵等形式进行供暖来说，是没有空间、时间、能源、环境等问题限制的，是非常灵活的[2]。

2.4 节能省电

空气源热泵在运行的过程中，消耗的电能是非常低的，但获取的空气源所产生的热能却是非常高的。具体点说，就是当空气源热泵在运行时，每消耗一份电能，是能够获取 2 份甚至 2 份以上的空气源所产生的热能。在这种情况下，应用空气源热泵来进行供暖，相比其他方式来说，就具有省电优势。换句话说，居民在需要同样热能的前提下，使用空气源热泵进行供暖，能够节约用电，不仅节约了电费，减少了经济支出，同时也节约了电能，为促进社会与经济的稳定、长远、可持续发展奠定了基础。

2.5 获取热能受气候影响

空气源热泵供暖虽然不受地区和天气的影响，能够十分灵活地完成热能转换，为室内提供所需暖气，但若是在我国北方极为严寒的地区，应用空气源热泵供暖却依旧会受到一定影响。而主要的影响因素则是因为空气中的热能较少，使得在消耗电能进行低温热能转换时热能资源非常有限，从而影响整个供暖系统的暖气供给。

3 空气源热泵供暖技术的优势

3.1 节能环保、安全高效

上文有提到，空气源热泵具有安全运行、节能省电的特点，因此，利用空气源热泵进行供暖，也同样具有节能环保、安全高效的优势。首先，节能环保。主要表现在同样暖气需求下，使用空气源热泵形式进行供暖，要比燃气采暖、太阳能采暖和电采暖更节能。一是更加节约提供热能的原始能源，如燃气、水和太阳能等。二是更加节约，将原始能源进行热能转换时所消耗的机械能，如电能[3]。另外，使用空气源热泵供暖，主要利用的是空气，不会在系统运行的过程中排放废气和废水，因此不会对环境造成污染。其次，安全高效。主要表现在利用逆卡诺循环原理对空气中的低温热能进行吸收从而转换为高温热能，不需要使用到天然气和石油等存在危险性的能源，同时，在空气源热泵系统运行的过程中，水和电是完全分离的，避免了一切可能发生的安全事故，使得整个空气源热泵供暖过程的安全性得以保证。

3.2 技术体系健全

我国地域辽阔，各个地区的地形地势、气候温度、自然环境各不相同。在冬季，我国的北方城市温度较南方城市低得多，供暖对于我国北方的居民来说，是十分重要的。如在冬季没有及时对北方城市的居民进行供暖，或者在供暖的过程中出现了故障和错误，那么，将会对北方居民的日常生活和社会生产造成巨大的影响。在空气源热泵供暖技术推广应用之前，为保证在正式应用时不会出现失误现象，会进行大量的测试，根据测试结果进行研究和分析，使空气源热泵供暖技术得到优化和完善，直至其能够在应用时正常发挥功能为止。而在整个测试阶段，相关技术人员会涉及到很多工作内容，例如在测试过程中对空气源热泵供暖技术的各项研究数据进行记录、储存和整理，对测试阶段用户的感受反馈和建议进行收集和整理等，这些信息数据是非常庞大的，在储存和管理的过程中，需要应用到先进的计算机技术和网络技术，然后，在此基础上，根据这些信息数据，就建立了相对完善的技术体系，从而在将空气源热泵供暖技术应用到供暖过程中时，就有了健全的体系保障。另外，因在对空气源热泵供暖技术进行测试时，为更好地管理信息数据，成立了统一的数据平台中心，从而能够使空气源热泵供暖技术在实际应用的过程中，及时获取社会上的相关时事热点，以方便从中吸收经验、借鉴经验，从而对空气源热泵供暖技术进行优化和调整，使其能够在不同区域有针对性地完成供暖任务，给予各个不同区域内居民更好的用户体验[4]。

3.3 技术相对便捷

在对空气源热泵供暖进行操作的过程中会发现，同其他技术相比，空气源热泵供暖技术明显具有长久的、稳定的改造功能。换句话说，在将空气源热泵供暖技术应用到供暖过程中时，是能够充分结合区域内的供暖需求，来进行供暖体系优化和调整的，以使最终在应用空气源热泵供暖技术时，能够与区域内的工作需求相适应。而这种改造是不仅仅限于现阶段的，它还具有长久性，也就是说，空气源热泵供暖技术在未来的工作发展中如果出现工作需求变动，那么它也是能够持续性地创造出较高的价值，不会为整个系统带来严重的安全隐患。另外，从实际应用的情况来看，在操作空气源热泵供暖的过程中，是能够达到快速完成工作任务要求的，也就是说，空气源热泵供暖技术具有十分高效的工作效率，不会出现供暖受阻、持续性无法保持的现象。

4 空气源热泵供暖技术的应用对策

4.1 加强技术方案的有效拟定

既为空气源热泵供暖技术，其在进行研究和应用的过程中，最主要的目的自然是为了提高城市居民小区的供暖

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水平，使供暖效果得到保证，从而满足人们对暖气的需求，以保证人们在冬季来临时日常生活和社会生产都不会受到影响。那么，在将空气源热泵供暖技术进行测试的过程中，经过研究、探讨和分析，相关技术人员一致提出，要想更加有效地提高空气源热泵供暖技术在应用时的供暖效率和质量，就还需加强技术方案的有效拟定。首先，在拟定空气源热泵供暖技术的操作方案时，要充分考虑区域内的实际情况和工作需求。以拟定出适合区域供暖的技术方案，从而严格把控空气源热泵供暖技术的整体效果。例如在我国的北方地区，当冬季来临时，各个区域都会变得十分寒冷，那么，就会导致需要供暖的区域十分庞大，但不同区域的寒冷程度不同，因此工作实际需求也不同，那么，在拟定技术操作方案时，就要充分将这些区域的特殊情况进行考虑。其次，在拟定空气源热泵供暖技术的操作方案时，还要对动态的影响因素进行掌握和了解。这其中，主要的动态影响因素是指天气在变化时的极端现象，如大风雪、冰雹等。

4.2 完善设备体系

在空气源热泵供暖技术应用的过程中，要使其功能能够正常发挥，还需要完善设备体系，所谓设备体系，主要包括以下三个方面。第一，在进行空气源热泵供暖设备选择时，首先需要保证其性能，要确保设备能够有较高的承受力，换句话说，就是要保证整个空气源热泵供暖设备的质量，避免因质量不过关而在应用过程中存在严重的隐患，导致在供暖时出现故障，影响人们的日常生活和社会生产。第二，社会和经济在不断发展，环境的恶化使得全球变暖的现象越来越严重，暖冬现象也越来越严重，加上我国的人口一直存在持续增加的现象，就导致空气源热泵供暖技术在应用的过程中会随着时间的变迁而使未来的工作产生变化[5]。而为了能够保证空气源热泵供暖技术的便捷性，使未来工作在发生变化时依旧拥有较强的改造能力，就需在进行设备搭配时，从分将未来工作变化产生的影响考虑进入，从而选择合适的设备进行搭配，使设备的综合应用效果得到提升。第三，在对空气源热泵供暖设备的日常管理过程中，要做到定时维修和检查，在这种情况下，要确保相关技术人员的技能水平过关，最后在进行采购的过程中就与厂家保持良好的合作，使厂家能够派遣相关技术人员对设备进行定期保养，从而使设备的细节能够始终保持完善。

4.3 优化末端设计

空气源热泵供暖的末端设备通常使安装在房屋建筑内部，要使其在达到供暖效果的同时不会对居民的生活造成影响，就需要在进行末端设备安装之前，优化末端设计。要优化末端设计，使末端设备的安装能够科学合理，需要在进行设计时充分结合房屋的建筑结构及房间内各物品的摆放情况来进行设计，当然，同时也需要考虑到居民的生活习惯。从经济和舒适两个角度出发，根据客户的要求来选择供暖形式，使空气源热泵供暖能够在最终的实际应用过程中满足客户的需求，为客户带来良好的体验感。

4.4 供暖区域设计

空气源热泵能够以少量的电能吸收大量的低温热量，再将低温热能转变为高温热能，实现供暖。相比其他的供暖方式，具有很多的优势，如安全性好，节能又高效等。但空气源热泵供暖技术在实际的应用过程中，也会受到气候和温度的影响，使供暖的效果并不明显。如在低于零下10℃的地区应用空气源热泵供暖时，当在进行操作时完全开展了简单应用，那么，不仅不会达到预期的效果，甚至可能发生严重的后果。因此，在实际应用空气源热泵供暖技术时，要注意对供暖区域进行设计[6]。

5 结语

综上所述，空气源热泵供暖在我国北方地区得到了广泛的推广应用，相比其他采暖方式来说，空气源热泵供暖具有安全运行、操作灵活、节能环保、高速高效等特点，且还具有技术体系健全、技术便捷等优势，不仅能够在供暖过程中根据工作需求进行优化和调整，甚至能够考虑到未来的工作发展变化，从而使供暖设备在搭配过程中提升综合应用效果。不过，在应用空气源热泵供暖时，也还存在部分缺点，如供暖效果会受到温度影响。针对常规操作，在温度低于 10℃的地区，就会使供暖效果大打折扣，甚至造成严重后果。因此，在对操作技术方案进行拟定时，要对供暖区域进行合理设计。

[参考文献]

[1]金磊,王守国,李静岩.供暖用低温空气源热泵技术发展现状及前景展望[J].铁路节能环保与安全卫生,2022,12(2):36-44.
[2]唐志伟,刘静,石英,等.低碳供热技术节能指标与经济效益综合分析[J].化工进展,2021,40(1):156-162.
[3]魏安,周文和,武剑云,等.双级热泵耦合相变蓄能器供暖技术应用分析[J].节能,2021,40(7):1-5.
[4]吴云鹤.空气源热泵供暖能耗预测及需求侧响应研究[D].山东:青岛理工大学,2021.
[5]李旭林,张梓蕴,王云龙.太阳能与空气源热泵耦合供热技术应用研究[J].农业与技术,2021,41(8):860-863.
[6]韩卫珍,刘勇,任文晋.空气源热泵成为可靠供暖热源技术的探讨[J].山西建筑,2021,47(6):161-163.

作者简介：隋金洲（1988.4-），男，青岛大学全日制本科毕业；热能与动力工程专业，当前就职单位：青岛海信日立空调系统有限公司，职务产品经理，职称级别：工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

路桥施工技术及质量控制措施的分析和研究

吉庆锋
新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在现代社会发展过程中，突出了路桥工程建设的重要作用，为了促进路桥施工质量随之提升，全面优化居民的出行体验，需要结合路桥施工作业的开设现状，提出有针对性的质量控制对策，促进施工技术应用水平随之提升。根据路桥施工技术应用现状，对其操作质量予以严格管控，通过全面掌握施工技术的操作要点，使其能够符合预期工程施工目标，为路桥事业的发展提供有力支持。在施工作业前期准备阶段，应对施工技术的操作方式予以全面分析，以优化工程建设质量为主要目的，加强对于工艺和技术应用的管控，为后续施工作业有序进行做好铺垫，有助于促进公路交通事业的持续发展。

[关键词]路桥工程；施工技术；质量控制；相关对策
DOI：10.33142/ec.v5i12.7295 中图分类号：U415；U445 文献标识码：A

Analysis and Research on Road and Bridge Construction Technology and Quality Control Measures

JI Qingfeng
Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: In the process of modern social development, the important role of road and bridge construction has been highlighted. In order to promote the quality of road and bridge construction and comprehensively optimize the travel experience of residents, it is necessary to put forward targeted quality control measures in combination with the current situation of road and bridge construction, so as to promote the application level of construction technology. According to the application status of road and bridge construction technology, the operation quality shall be strictly controlled. By comprehensively mastering the operation points of construction technology, it can meet the expected project construction objectives and provide strong support for the development of road and bridge undertakings. In the early stage of construction preparation, the operation mode of construction technology should be comprehensively analyzed. With the main purpose of optimizing the quality of project construction, the management and control of process and technology application should be strengthened to pave the way for orderly follow-up construction, which is conducive to promoting the sustainable development of highway transportation.

Keywords: road and bridge works; construction technology; quality control; relevant countermeasures

引言

在社会经济发展背景影响下，随着居民日常生活水平不断提高，在路桥工程项目建设阶段，为施工环节带来了较大的压力，对其施工水平提出了较高的要求。在使用路桥施工技术的过程中，应对其质量控制提出严格要求，通过分析路桥施工技术的应用现状，在掌握操作要点时，全面优化质量控制措施。通过引起路桥工程企业的高度重视，发挥施工技术应用优势，使管理工作成效随之提升。

1 路桥施工技术应用现状和质量控制的必要性

在居民出行过程中，为了满足出行方面的需求，促进社会经济整体建设进程有所加快。随着路桥工程项目的建设，朝着高效化和规模化的发展方向转型，对于国内各个地区，所建设的路桥工程数量逐渐增多。

在施工过程中，部分施工单位为了实现经济效益最大化发展点目标，所以在工艺使用阶段，并未对其予以严格管控。在质量控制作业开展环节，若缺乏有效控制对策，导致人员施工的操作行为缺乏规范性，为偷工减料等问题发生提供了可能性，所得到的工程施工效果，与预期质量目标不相符合[1]。

随着路桥工程建设项目的开展，应结合施工技术的应用情况，加强管控工作执行力度，全面改善施工工艺的应用成效，有效加强路桥工程建设质量，使工程施工现状得到改善，提升路桥工程的管控工作水平。

在路桥施工作业中，应突出质量控制环节的必要性，结合施工技术的应用要求，提出有效质量管控对策，进而延长路桥工程的使用周期。在后续维修和养护过程中，使其费用成本有所降低，维持企业的经济效益，降低交通安全事故的发生几率，并保障居民出行和交通运输安全性。

2 路桥施工技术的应用

2.1 路基路面施工技术

2.1.1 落实现场调研、勘察作业

在路基路面施工过程中，随着施工现场勘查工作的开展，应根据地形地质、土壤气候和水文条件等多方面的内容，保障调查环节的全面性，筛选合适的施工技术，保障施工方法的适应性。

例如：在处理软土地基时，需要在表面处理技术、置

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

换法的作用下，使软弱土层承载能力随之加强。在非软土地基中，需要借助填土、压实等操作形式。在筛选路基材料时，通常以沙性土、黏性土为主，使其符合工程项目规定。在实验测试过程中，掌握土壤的性能和参数。

在处于横坡位置时，若横坡缓于1:5，需要直接在路堤位置，促进填土作业的开展。若横坡陡峭，且陡于1:2.5，从基底软弱土层入手，结合土层的抗滑稳定系数，促进检测作业的开展，采用有效改善方法，在支护加固工作中，使其具备优良加固成效。

2.1.2 促进基底处理，增强路基强度

在路基压实作业中，基于前期准备环节，需要结合路面情况，对其进行全面清理。在开挖过程中，以纵向界面为主，在筛选填筑材料时，确保该项材料具备良好渗水性能，促进支护、防护等作业有效落实。

在处理软弱土层时，需要从排水、分隔、过滤等三个方面的因素出发，在综合考虑过程中，筛选合适的加固方法，对基底处理工作予以完善。

在填筑作业完成之后，需要及时开展压实、平整等操作。采用人工、机械相互结合的方法，确保夯锤高度、力度设置准确性，加强对于沉降率的管控，使其处于3cm之内。

在路基碾压过程中，需要采用压路机等设备，加强对于沉降率的控制，使其处于2cm～5cm之间。根据实验段的相关规定，确定相应的频率和次数。

2.2 过渡段施工技术

首先，在路桥过渡段，随着施工作业的开展，采用设置搭板的方法，加大对沉降问题的防范力度，降低变形等危害的发生几率。在设置搭板时，需要在桥台连接处，使其标高能够保持一致。采用水平、竖向等两种方式，促进加固作业有效落实，使桥台承受能力随之加强[2]。

其次，对于软弱土层来说，还应促进地基处理工作有效落实，可以在桥头区域，减少跳车等问题的出现，延长路桥工程项目的使用周期。在软弱地基中，结合常用的防护加固方式，以换土法、排水固结法、超载预压法和高压喷射注浆法为主，在软弱地基处理作业中，有着较为良好的适应性，能够加大对位移等问题的防范力度，降低变形等问题的发生几率。

最后，在地基加固方法的作用下，在路基中，使其承载力、负荷力随之加强，使其强度符合标准要求，可以有效防止地基压缩问题的出现，合理规避地基变形问题。结合常用的加固方法，主要是以填筑加固为主，采用碎石土、沙性土、水泥或者石灰等材料，能够在路基区域中，采取合理方式，减少不均匀沉降现象，加强地基的压实程度。

2.3 桥梁施工技术

2.2.1 钻孔桩施工技术

首先，需要派遣专业的施工人员，使其能够将施工图纸要求，作为基础参考依据。基于严格性与严谨性的基本原则，在施工现场，促进测量、放线等工作有效落实。在全站仪等设备的辅助下，对桩位予以确定，保证纵横距离设置的合理性。通过明确桩位的中心位置，采用木桩设定的形式，做出明显的标记，为审查、复核等工作的开展提供便利，使其与施工图纸要求保持一致。

其次，为了加强桥梁的刚度，有效规避变形等问题的出现，还需要制作完善的护筒等设施，确保其埋设操作具备完善性，进而形成加固防护效果。在确定钻孔位置之后，应及时安装钻具，并对其安装成效进行检查。待钻机顺利就位之后，应对钻机进行稳固处理，使其能够与装备设置保持一致。

再次，结合施工图纸中的参数设置，促进钻孔作业有序进行，在前期准备环节，应筛选合适的钻头，使其能够满足标准要求。待钻孔作业结束之后，还需要借助高压水枪等设备，对钻孔进行全面清洗，可以分2次完成。对于钻孔中的杂质、泥浆、灰尘和水分，能够被全面清除，避免对钻孔的垂直程度造成不良影响，使其孔径和深度设置具备准确性。

最后，在制作钢筋笼时，将后续的施工要求作为基础参考，在安全平台时，使其具备完善性。结合桩位的长度，在处理钢筋笼时，使其与规定要求相符合，结合钢筋笼的制作质量，促进检测作业全面落实。待钢筋笼制作完成后，需要使用吊装设备，在吊装钢筋笼时，使其被调放至合适的位置，通过派遣专业施工人员，及时对钢筋笼进行绑扎，使其具备固定性、整体性和稳定性。在混凝土施工作业中，需要采用合理的拌制方法，为后续灌注环节提供支持。采用科学的振捣方式，对混凝土表面磨平处理，能够有效加强桥梁基底的强度，使其具备稳定性和安全性。

2.2.2 桥台施工技术

首先，在施工现场，需要设置合适的脚手架搭设场地，对于高出墩柱的设计，其标高保持在1m左右即可，促进防护稳定作业有序进行。

其次，需要结合钢筋的质量，对其进行全面检查，结合表面的毛刺、灰尘和油污，对其予以全面清除。严格按照规定要求，促进钢筋焊接作业的开展，完成相应的安装任务。采用双面焊接的方式，结合其焊缝的长度，需要对比钢筋直径，使焊缝长度能够大于钢筋直径，超出5倍左右即可。

最后，在使用不锈钢模板时，促进支模作业有序进行，为后续混凝土浇筑作业开展提供辅助。待混凝土材料凝固之后，需要及时对模板进行拆除，通过洒水养护的方法，使养护时间能够超过7天。当温度较低时，还应借助有效保温措施，避免混凝土材料出现裂缝或者变形等问题。

2.2.3 桥梁墩帽施工技术

首先，结合施工现场总体情况，促进调研、分析工作的开展，结合基底的土壤性质，对其进行全面确定。在筛选加固防护方法时，使其能够与土壤性质相符合，优化基底处理工作实施质量。

其次，使用全站仪等设备，结合施工现场的总体情况，促进测量、放样等工作有效落实。根据此处墩柱的中心点，对其加以确定，在核实和审查过程中，确保其中心点设置

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的准确性。在搭设支架时，需要加强墩柱与墩帽之间的联系，在连接紧密的情况下，结合支架的稳固性能，对其进行全面检查。在底部可以安置木方等设施，能够进一步增强支架的稳固性。

最后，在使用不锈钢模板时，能够促进支模操作的开展，利用钢筋等设施，完成绑扎任务，进而做出明显标记。基于严格施工要求，使该项操作符合规范标准。在混凝土浇筑作业中，对于整体浇筑过程，需要采用一次成型的方式。在浇筑环节，应促进振捣工作同步落实，确保混凝土材料紧凑，并且能够符合严密性、紧实性等基本要求。

3 路桥施工质量控制有效措施

3.1 落实前期准备工作，制定科学施工方案

在施工前期准备过程中，要求施工企业能够结合施工图纸，对其进行认真审查。结合其中的关键信息，在反复认证的情况下，保障各施工工序能够落实到位。结合施工条件和环境条件，在全面检查的过程中，对施工方案进行合理化调整，确保施工方案的可行性。

在制定科学施工管理制度时，能够为施工作业有序进行提供有力保障，确保其质量达到标准要求。根据施工阶段可能存在的质量问题，需要在前期预算过程中，制定相应的解决方案，加强对施工质量的严格管控。在制定施工方案和操作计划时，需要对多方面的干扰因素进行综合考虑，坚持统筹规划这一目标，保障施工工序安排到合理性。

将施工图纸和施工条件，作为基础参考依据，在安排施工步骤时，坚持合理化的原则，借助施工方案的正确指导，保障总体施工行为的规范性。采用动态化的调整形式，根据具体施工情况，为施工质量的提升提供基本前提。

3.2 严格控制材料质量

在路桥工程项目建设过程中，其材料质量，对工程建设水平有着直接影响，需要对材料质量予以严格管控，为后续施工作业有序进行提供基本支持。

一方面，在路桥工程建设过程中，对于砂石、混凝土和骨料等材料的使用，其总体用量相对较大。对于路桥工程整体建设质量有着直接影响，应对施工企业提出严格要求，使其在引进该类材料时，对其质量予以严格控制，对后续施工作业开展，提供充足的材料支持[3]。

另一方面，在材料采购过程中，需要与具备合格资质的供应商，建立良性合作关系，使供应商能够提供具有质量保障的产品。通过建立长期、稳定的合作关系，确保优质材料供应的持续性。在材料进入施工现场后，应对其质量、规格和数量进行检查，坚持严格性与严谨性的基本要求，避免将劣质材料投入现场使用。若发现材料质量问题，需要立即退回，并对其妥善处理。

3.3 借助现代管理技术，完善质量监测体系

随着科学技术的蓬勃发展，在路桥工程建设过程中，随着质量控制作业的落实，可以在现代化科学技术的辅助下，促进质量管理工作水平随之提升。在质量控制阶段，与信息技术相互结合，基于信息化的管控形式，能够在质量控制过程中，基于科学依据指导，形成高效化的控制形式。

在路桥工程建设过程中，所受到的压力条件具有多样性，通常是以交通荷载、交通流量和行车速度为准，对该项工程的使用周期带来了直接影响，并且容易对其使用质量造成严峻考验。

随着路桥工程项目建设任务的开展，应促进质量监测工作有效落实，结合实际的质量观测地点，对其进行合理预测。在后续维修、保养工作实施过程中，为其提供便利，保证数据支持的充足性。

在路桥工程投入使用后，根据工程的总体使用情况，由相关部门负责，促进工程监测作业的开展。通过建立质量监测体系，确保体系建设具备完善性，使路桥工程质量得到提升，在居民的出行过程中，为其提供安全保障。

3.4 定期组织参建人员开展质量教育工作

首先，随着路桥工程建设项目的开展，应全面加强参建人员的质量意识和安全意识，为后续施工作业的开展带来基本前提。对于所有参建人员，需要定期参与质量教育工作，有效加强各部门人员的质量意识，确保人员行为操作规范性。

其次，在施工过程中，若出现质量问题，通过派遣专业人员，使其能够深入分析，掌握出现质量问题的主要原因。在制定改进措施时，坚持科学化与合理化的基本原则，避免在后续施工过程中，导致该类问题再次出现。以层次化的管控形式，减少责任推诿等问题的出现。

最后，对于各环节施工人员，在施工企业的正确带领下，随着培训工作的开展，主要是以专业技术和安全质量等培训内容为主，使这两方面的要求，能够在工程施工作业中贯彻落实。结合施工现场总体情况，建立科学、严谨的管理体系，基于有针对性的管理对策，加强对施工质量的监督。

4 结束语

在路桥工程施工环节，为了保证整体建设具备安全性、稳定性，并形成高效化的施工模式，需要基于严格性与严谨性的基本要求，结合路桥工程施工技术的应用情况，对其进行监督并考察。为了促进路桥施工水平有所提升，需要根据工程建设质量，建立完善的监督管控体系。基于高质量、高水平的工程建设模式，促进路桥工程使用周期随之延长，在交通行业的发展过程中，呈现安全化、稳定化和高效化的转型态势。

[参考文献]

[1]任振华.对路桥施工技术及质量控制措施的探讨[J].科技创新导报,2021(13):1-2.
[2]赵宣,崔永.路桥施工技术及质量控制措施的分析和研究[J].工业C,2021(5):262-263.
[3]韩冰.路桥施工技术及质量控制措施的分析和研究[J].商品与质量,2021(33):257-258.

作者简介：吉庆锋（1981.9-），男，毕业院校：西安交通大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：新疆北新路桥集团股份有限公司，职务：总工程师，职称级别：高级工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

沥青混凝土面层施工技术在市政道路维护工程中应用探析

魏晓娟
涡阳市政建设集团有限公司，安徽 亳州 233600

[摘要]社会的不断发展让群众的需求得到了满足，不同城市之间的贸易交流越来越频繁，往来也越来越密集，市政道路工程项目的建设问题备受人们的关注，沥青混凝土路面本身具有稳定性能高、防水性能好、使用寿命较长的显著特点，沥青混凝土路面在市政道路施工中体现出了广泛应用的效果，但是当前我国市政道路沥青混凝土的建设中仍然存在显著的问题，包括路面裂缝、路面松散，还有路面坑槽等现象，都会导致人们的出行受到影响。为了进一步提高市政道路施工效果，保障市政道路维护工程的有序开展，有必要在立青混凝土面层施工中加大重视力度，关注施工的工艺，保障施工的性能，为施工人员提供参考依据。

[关键词]沥青混凝土；面层施工；市政道路工程
DOI：10.33142/ec.v5i12.7287 中图分类号：U416.2 文献标识码：A

Application of Asphalt Concrete Pavement Construction Technology in Municipal Road Maintenance Project

WEI Xiaojuan
Woyang Municipal Construction Group Co., Ltd., Bozhou, Anhui, 233600, China

Abstract: The continuous development of society has met the needs of the masses. Trade exchanges between different cities have become more frequent and more intensive. The construction of municipal road projects has attracted people's attention. The asphalt concrete pavement itself is characterized by high stability, good waterproof performance and long service life. The asphalt concrete pavement has been widely used in municipal road construction. However, there are still significant problems in the construction of asphalt concrete for municipal roads in China, including pavement cracks, loose pavement, and potholes, which will affect people's travel. In order to further improve the construction effect of municipal roads and ensure the orderly development of municipal road maintenance works, it is necessary to pay more attention to the construction of asphalt concrete surface course, pay attention to the construction process, ensure the construction performance, and provide reference for construction personnel.

Keywords: asphalt concrete; surface course construction; municipal road works

市政道路工程涉及到不同环节，其中沥青混凝土道路工程师及其关键的组成，由于沥青混凝土具有固有的特征，将其用于道路铺设环节，能够保证道路经久耐用，为后续的路面维护工作开展创造便利的条件。但当前我国的沥青道路时光建设中仍然存在路面裂缝、路面坑槽等问题，有必要在沥青混凝土路面施工技术的应用方面投入更多的关注，来保证市政道路建设的质量效果，为社会经济的持续发展提供更加良好的道路基础。

1 市政道路只有沥青混凝土面层施工可能会出现的问题

1.1 路面裂缝

实际中，沥青混凝土市政道路中出现面层裂缝的原因相对来说比较丰富，比如说沥青混凝土路面的回填土压实情况不好，就是导致裂缝产生的最为关键的一项原因。如果沥青混凝土材料中掺杂了水分，在后续施工完成之后也同样可能会导致裂缝的产生，另外针对于市政道路工程沥青混凝土的监管工作不足也会导致裂纹的产生。在工程项目竣工之后，如果市政部门不采取行之有效的方式加强对于路面的定期维修和保养工作，就很容易会导致沥青混凝土的路面受到破损，并且导致其抗老化的能力被削弱，长时间使用之后必然会出现裂缝问题，而影响到沥清混凝土路面的实际使用质量和寿命，甚至更加严重的还会危及到了公众的生命安全[1]。

1.2 路面松散

沥青混凝土面层中有着很多的粗集料颗粒，而这些颗粒之间有着较强的锁结力，与此同时，细集料颗粒又可以在沥青混凝土面层中形成一层特殊的薄膜，让沥青混凝土材料整体的粘结性能以及温度的稳定性都得到同步的提高。但是有一些市政道路工程项目的建设中，施工人员却并没有严格按照有关方面的规定选择合适的施工材料，也没有做出相对应的检查，因此而导致市政道路工程中出现了松散性问题。此外，在开展市政道路工程项目的施工时要理解混凝土拌和温度控制也有着极大的必要性，如果说工作人员在拌和时没有对温度进行严格的控制，可能会导致出现沥青材料性能下降现象，因此出现路面松散的问题。此外，沥青混凝土材料中，如果沥青的含量本身比较低，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

那么其粘结性能就无法达到预想的状态，也会导致沥青还有混凝土这两种材料无法紧密相连，因此而影响整体的结构性能。由于沥青材料中的成分通常都是酸性，而掺和的颗粒 pH 选择不合理时也会导致两者之间的粘连性能不强，让面层松散[2]。

1.3 路面坑槽

有很多的沥青混凝土面层会出现坑槽的现象，它主要的原因是在施工工作中，工作人员并没有在施工之前对面层表面的灰尘进行清理，因此导致在沥青混凝土路面面层施工中出现了不稳定的现象，另外在沥青混凝土路面的后续使用过程中，如果面层不稳定，该现象会进一步扩大，最终由小入大，产生了坑槽问题。此外，路面坑槽也会和车辆的作用存在着紧密关联。在沥青混凝土面层施工的前期准备中，可能并没有提供相对更加稳定且清洁状态的面层根基，因此当大量的车辆在路面上行驶而过时，就会产生较大的路面压力，路面的压力配合雨水的冲刷会导致面层部分的沥青混凝土结构出现松散和变形等特征，逐渐由一个细小的裂缝扩大成坑槽，因此在开展道路施工工作时就必须要针对路面的颗粒还有垃圾进行及时的清除，进而开展面层施工工作，否则在大型车辆长时间经过面层的过程中，必然会导致路面出现松散甚至坑槽，这样影响到沥青混凝土路面的使用性能。

2 市政道路工程的沥青混凝土施工工艺技术

2.1 市政道路中沥青混凝土施工材料的运输

运输沥青混凝土施工材料时要选择更加合适的方式，通常要选择大吨位的车辆完成运输的任务，在短时间内将材料运输到施工的现场，并完成材料的堆放，如果运输时间太过程，必然会导致沥青材料的粘性下降，因此导致最终的沥青混凝土路面施工性能被破坏，也无法保证道路的平稳使用状态，在后续使用过程中也可能会出现裂缝和坑槽等其他的问题，让群众的出行质量下降。

2.2 沥青混凝土的贪污处理

市政道路中摊铺沥青混凝土材料要对具体摊铺的时间进行更加严格的控制，并且保证摊铺过程中的均匀性以及摊铺过程的连续性，确保摊铺的时间绝对不能太长，也同样不能过短，在实际摊铺的过程中，机械设备绝对不能随意改变前进的速度或者是方向，要保证摊铺时路面的平整性[3]。

2.3 沥青混凝土的碾压操作

针对市政道路工程中沥青混凝土的压实处理，必须要严格按照初压、复压还有终压这三个流程来开展。在沥青混凝土的初压环节所用到的最合理的方式就是轮胎式压路机，要利用轮胎式压路机将道路碾压两遍，并在碾压时严格控制温度，还有碾压的速度，其中碾压的温度控制在 160 度左右为合适的温度，而碾压的速度则应当控制在一小时 2.5km 左右。之后要开展复压处理，复压环节要将温度进行更加严格的控制，这个环节的速度要比初压时的速度更快，每小时 4km 左右为合适的速度。而在终压环节可以使用 20t 胶轮压路机，并且保持在 80 度左右的温度来开展碾压工作，在碾压之后消除碾压的痕迹，并形成一个相对更加平整的压实面[4]。

2.4 沥青混凝土路面接缝的处理

针对于沥青混凝土路面的横向缝进行处理时，要在预定的摊铺道路中设置好和路面摊铺以及压实厚度同等厚度的木板，并在木板上撒上一层细砂，在放置木板时，顺着和车道垂直的方向来完成碾压的拼缝，而针对于其他多余的一些混合料则需要进行及时的清除。在针对沥青混凝土裂缝进行处理的过程中，对道路的平整性进行随时的检查指导，直到铺完整个路面为止。而针对纵向缝进行处理时，最常用的技术就是热接缝施工技术，在沥青混合料还尚未完全冷却的时候，完成沥青混凝土的接缝工作，开展碾压时摊铺机之间的距离要保证在合适的程度，让路面的平整性和美观性最大化。

2.5 针对路面病害进行防治

市政道路工程沥青混凝土路面出现各类型的病害问题是客观存在的现象，比如说沥青混凝土路面的不平整性以及路基的不均匀沉陷，还有不均匀沉降都是可能会出现的问题。针对这些路面病害问题进行防治和处理，必须要做好路基的填筑工作，要严格按照相关方面的规范性要求和标准来实施填注任务，让填筑的性能更加优良，填筑的质量更加良好，维持路面的稳定状态，这样才能够保证路面的平整性，强化路面的使用性能。

3 沥青混凝土面层施工技术在市政道路维护工程中的应用

3.1 裂缝预防技术

市政道路沥青混凝土面层施工过程中要对裂缝问题产生的具体原因进行分析，判断得出路面裂缝产生的原因丰富可能来自于设计的不合理，也可能来自于材料选择不标准或者是施工技术不达标，还有外部环境因素等多方面的影响。要预防裂缝的产生，就需要做好市政沥青混凝土面层施工工作，在具体预防的过程中主要包括以下几个方面的内容：首先是要强化基层施工质量的控制工作，塑料薄膜的添加方式能够显著减少市政道路混凝土路面还有草坪之间的摩擦阻力，而通过加强基层养护能够更好地保证基层养护的实际效果，使沥青混凝土路面浇筑目标的实现。路基压实质量也要符合路面的压实程度，要保证均匀的路基并且有足够的强度。其次是要强化路面基层的质量控制工作，在底部可以使用水泥材料来进行稳定，让材料的性能得到严格的控制，防止水泥浆的形成[5]。另外是要做好面层施工工艺的控制，在具体施工的过程中，可以采取优质养护剂或者湿法养护的方式，防止阳光直接照射到沥青混凝土面层中，对其质量造成影响，在修整完成之后

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

要覆盖面层，防止温差问题对于路面的性能造成影响。实际中，为了防止后续产生修补问题造成的麻烦，有必要对裂缝问题进行更加严格的预防，在我国裂缝的预防技术应用已经比较普遍，在使用裂缝预防技术时，就需要相关的施工人员能够对具体用到的施工材料产生充分的了解和详细的掌握，通过填土分层来进一步完成填注以及压实的工作，此外也可以采取全路一次性摊铺的模式，这种方式有助于防范裂缝的产生。

3.2 采用坑槽处理技术

沥青混凝土路面出现的坑槽，对于道路整体的美观性能会造成影响，同时也会让路面的使用效果受到破坏。通过对坑槽进行的处理，能够更好地达到沥青混凝土路面状态，也是沥青混凝土施工技术的另外应用的用途。现如今坑槽处理技术用于高低速公路以及收费站，还有服务区、加油站等不同的位置都体现出了明显的优势，在应对坑槽问题方面体现出了优秀的成果，在对坑槽进行处理时要遵循相对应的流程：要先清理路面的表面，之后去填涂刷预处理的材料，当表面的涂料表呈现透明状态之后将找平层料摊铺在表面上，最后再用面层料作为面层来实现坑槽填平的要求，与此同时，让坑槽部分的材料在室温的状态下快速得到固化，修复道路之后可以在四个小时后打开并恢复交通。组织开展市政道路的沥青混凝土摊铺工作之前，需要工作人员先对路面下层进行仔细的打扫，保证下层的清洁性，防止杂质的存在，为了避免坑槽再次出现，需要保证面层具备一定的厚度，这样才能够让沥青混凝土面层在车辆荷载的影响下同时具备抗压能力，为人们的出行提供方便的条件。与此同时还需要使用改性沥青或者是通过提升沥青混凝土的含量，来保证沥青材料所具有的粘合性能得到大幅度的发挥，让最终呈现出的坑槽处理状态更加优良。针对于坑槽问题的再次出现，有必要进行及时的修补和养护，最终才能顺利达到坑槽处理的效果[6]。

3.3 路面修补技术

市政道路沥青混凝土施工技术的应用会涉及到很多的内容，在修补路面之前，需要工作人员先做好准备工作，对路面的灰尘进行清理，之后要保证路面的清洁性，防止整体的交通秩序受到影响[7]。在维修路面时，可以采取加罩的方式来对路面进行修补，在施工中用到风稿来完成凿毛的处理，情况允许时也可以对路面进行喷洒，对粘层进行清扫，来完成道路的修补工作。实际中路面修补技术的应用也会同样包括着路面的养护工作，因此当施工人员技术和水平较高时，往往会针对路面的损坏情况进行精准的判断，结合实际选择更加合适的路面养护修补方法，让修补的效率得到提升，解决路面存在的问题，也能进一步延长道路的使用寿命，维持其稳定使用的性能，这是一个整体上提高沥青混凝土面层质量的方式。针对路面进行修补的过程中同样需要注意，如果修补的压实性能无法达到理想的状态和要求，那么在投入使用之后仍然会出现路面下沉的现象，因此这在修补工作中就需要进一步填充冷补料，之后再进行压实，如果发现存在路面下沉的现象，则可以采取冷补工艺等方式，完成修补工作。通常来说，针对于修补后的道路要在时隔两个月之后进行再次修补，从而最大程度上解决路面破坏的问题，让沥青混凝土路面能够最大程度上恢复到原本的性能，体现出更好的抗渗耐磨特点[8]。

4 结语

总而言之，市政道路中沥青混凝土是主要的一种类型，沥青混凝土的道路施工质量直接影响到市政道路工程的整体质量效果，为了进一步提高市政道路工程项目的施工质量水平，就需要在沥青混凝土施工中做好充分的准备工作，严格按照施工的图纸去选择合适的材料，并对施工过程中的每一项资源进行严格的控制和正确的配置，让资源的优势得到最大化的发挥。本文针对市政道路工程重力轻混凝土面层的施工技术进行分析，希望可以更好地提高沥青混凝土的施工性能，发挥其使用价值，防止路面坑槽以及其他的问题产生。

[参考文献]

[1]刘晋文.浅谈沥青混凝土面层施工技术在市政道路维护工程中的应用[J].科技风,2020(11):148.
[2]吴鹭明.沥青混凝土面层施工技术在市政道路工程中的应用[J].工程技术研究,2020,5(5):155-156.
[3]杨海波.沥青混凝土面层施工技术在市政道路维护工程中的应用分析[J].中国住宅设施,2020(2):105-106.
[4]李玉雯.沥青混凝土面层施工技术在市政道路维护工程中的应用分析[J].绿色环保建材,2020(2):186.
[5]江晖.沥青混凝土面层施工技术在市政道路维护工程中的应用探讨[J].四川水泥,2019(12):29.
[6]林家明.浅谈沥青混凝土面层施工技术在市政道路维护工程中的应用[J].居舍,2019(19):37-74.
[7]余德连.浅谈沥青混凝土面层施工技术在市政道路维护工程中的应用[J].河南建材,2019(2):195-196.
[8]周香青.沥青混泥土面层施工技术在市政道路维护工程中的应用[J].居舍,2018(24):57.

作者简介：魏晓娟（1980-），女，汉族，安徽涡阳人，本科学历，现供职涡阳市政建设集团有限公司，工程师，研究方向为市政道桥。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

市政道路工程施工方法与质量控制

张建平 胡晓宇 张小毛
襄阳园冶风景园林集团有限公司，湖北 襄阳 441106

[摘要]市政道路工程是促进城市发展和经济提升的基础性工程，同时还具有满足城市居民交通出行需求与缓解交通压力的重要作用，是新时期社会经济可持续发展的重要保障。市政道路工程具有施工周期长、范围小的特点，与其他建设工程存在较大的差异，且市政道路工程在施工过程中还会受到城市低下管网和管线的影响，加上工程施工大多数都是在市内区域进行，为了避免影响交通秩序和城市居民生活，一些施工单位往往会加快建设速度，没有严格筛选施工方法，所制定的施工方案也存在不合理之处。对此，市政道路工程项目施工建设期间，受到内在以及外在因素的影响，导致相应的施工质量管控工作还存在较大的挑战。

[关键词]市政道路工程；影响因素；质量控制
DOI：10.33142/ec.v5i12.7278 中图分类号：U41 文献标识码：A

Construction Method and Quality Control of Municipal Road Engineering

ZHANG Jianping, HU Xiaoyu, ZHANG Xiaomao
Xiangyang Yuanye Landscape Group Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441106, China

Abstract: The municipal road project is a basic project to promote urban development and economic upgrading. It also plays an important role in meeting the traffic demand of urban residents and relieving traffic pressure, and is an important guarantee for the sustainable development of social economy in the new era. The municipal road project has the characteristics of long construction period and small scope, which is quite different from other construction projects. In addition, the municipal road project is also affected by the urban low pipe network and pipelines during the construction process. In addition, most of the project construction is carried out in the urban area. In order to avoid affecting the traffic order and the life of urban residents, some construction units tend to speed up the construction and do not strictly screen the construction methods, the construction scheme developed is also unreasonable. In this regard, during the construction of the municipal road project, affected by internal and external factors, the corresponding construction quality control work still faces great challenges.

Keywords: municipal road engineering; influencing factors; quality control

引言

随着当前经济的不断提升与社会的进步，人们生活质量水平得到了良好的提升，同时也对城市各项基础设施提高了要求。为了促进城市的发展与经济效益的提升，便增加了市政工程建设的规模与数量，以此满足城市的发展需要和人们生活需求。而市政工程作为保障城市居民交通出行和提高生活便利的重要基础性和服务性工程，在城市建设化进程不断加快的同时，其工程质量与管理水平也得到了良好的发展。但在道路工程实际施工过程中，面对许多施工方面的问题时，所使用的施工技术仍然存在不合理之处，导致道路工程整体质量受到不小的影响，从而给居民交通出行带来不便。由于道路建设是一项复杂的系统性工程，而市政道路工程又有许多复杂之处，在后面工程施工建设过程中，如果施工单位所采用的施工技术不合理，便会影响整个工程稳定。为此，相关单位必须要加强市政道路现场施工工程管理，严格控制好工程质量，提高整体效率，保证道路工程结构稳定。高效管理方式和先进的施工技术，是工程管理与施工的重要组成部分，管理是工程开展的基础保障，而技术则需要软件和硬件共同努力才能提高。施工单位在工程正式开展施工前要先制定好科学合理的施工工艺与施工规划，并结合实际施工情况对施工技术进行灵活的调整，从而确保道路工程的整体质量与施工效率，为工程顺利稳定开展提供坚实的基础保障。

1 市政道路工程施工特点

1.1 不稳定因素多

市政道路工程作为城市在发展过程中重要的组成部分，与其他建筑工程一样，所涉及到的专业和内容比较多，并且在施工建设过程中所投入的经济成本也很高。如果相关施工单位在开展市政道路工程的建设时，没有对工程项目内容与施工工艺方案等其他工作，进行科学合理得把控，在一定程度上就会影响道路工程的建设质量，对现场工作人员的安全也会带来威胁。其次道路工程在施工建设过程中还存在许多不稳定的因素，包括施工材料、工作人员职业素养，以及施工单位、开发方等主体单位本身带来的因素与市场变动、政策变更等其他突发的因素，便增加了工程的施工建设难度，延长了工程周期的同时，提高施工单

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

位的施工成本。

1.2 施工环境复杂

市政道路工程的施工建设同样也会受到天气情况的影响，但与其他建筑工程的施工现场环境不同的是，市政道路工程的施工建设环境更为复杂一点。市政工程通常都是在市区里面进行的，而部分施工现场的车流量与人流量比较大，特别是在上下班的高峰时期，很容易受到外界环境的影响而导致施工工作难以进行。若没有做好相关的安全防护措施，对于行人和车辆的安全也难以保证。此外，市政道路工程在施工建设过程中，对于机械设备设施的管理不严格，施工人员也没有严格按照工艺要求进行工作，导致施工机械设备频繁出现问题，从而导致工程施工建设的效率与质量下降，降低了施工设备的使用寿命，还会提高维修的成本。

2 加强市政道路工程施工管理与质量控制的必要性

当前随着经济和时代的不断发展，城市发展对市政工程方面的要求也在不断提升，而为了满足现在发展需求，施工单位需要结合当前经济与时代实际发展情况，努力提高自身标准，为经济发展做好重要的基础保障，加强在道路工程施工过程中各工作环节的质量监督管理工作。其次，相关管理工作人员需要具备敏锐的观察能力，对于工程施工过程中体现出来的问题能及时发现，并作出合理的解决措施，以此提升施工效率和工程整体质量[1]。市政道路工程与当前城市的发展息息相关，在日常生活方面还保障着人们的生活质量，只有确保道路工程质量达到标准要求，才能有效提高人们生活水平与城市经济效益。现场施工管理作为市政道路工程重要的组成部分，是保证现场施工人员生命安全与施工质量，确保工程能够正常稳定开展的核心关键。施工管理工作需要注入新鲜的血液，要不断引进绿色发展理念，创新施工管理技术，制定适应当前市政建设发展的绿色管理模式，才能提升工程整体质量。

相关施工建设单位还需要对管理人员进行绿色管理理念的培训与辅导，让施工现场管理工作人员能够清楚地意识到，绿色发展理念与创新意识的重要性和实际意义，更好地帮助管理人员建立良好的管理理念，从而达到提高工作效率和对质量进行有效控制的目的，为建筑施工打下坚实的基础。此外，相关施工单位的主要负责人在日常的管理工作中，应适当的把工作重心调整到工程施工现场管理方面，只有确保施工人员的生命安全与工程质量，才能稳定城市的发展。相关施工单位负责人要从长远的角度去看，能够保证社会经济的可持续健康发展，不能总考虑当前的经济效益，更需要注重在施工个过程中存在的问题，问题是随着工程建设逐渐呈现出来的，在工程开展前期需要做好应对工作，结合绿色创新发展理念制定合理的解决措施，实现绿色施工管理的目标。

3 市政道路工程施工方法

3.1 路基施工

从工艺与技术管理角度上来看，在开展路基工程施工作业之前，做好相关的准备工作是非常有必要的。工程技术人员首先要对路基进行放样采样，做好桩恢复管控，以工程测量标准为依据，布置路堑顶。同时，要对排水沟渠等位置加以标记，保证标记准确，根据放样技术标准要求，加强地界桩、路堤等地方的管控。

3.2 回填土增强岩土强度

道路由于长期的使用，会导致整体结构质量下降，强度和地基结构稳定下滑，并且在高负载的情况下，所产生的高强度压力还导致道路地基结构出现变形，对地基内部的结构也有一定的损坏，进而就会影响到道路的正常使用和人们的安全出行。对此，相关的施工单位要从工程经济学的角度出发，在保证市政道路工程整体经济效益的前提下，还需要确保道路地基的质量与结构的稳定，以及改善土壤质量的沉降环境。而在道路地基材料的使用方面，要结合工程现场土壤地质的实际情况，合理的选择道路施工材料。目前在市政道路工程中，所采用的回填土大多为石灰土，这类土质具有变形小和韧性低的特点，将熟石灰和经过筛选的土壤按照一定的比例进行调配搅拌，可以有效提高道路地基的强度。

3.3 路基土方作业

市政道路工程建设中，所采用的施工技术有多种，而关于路基土方施工技术具体包含两个方面。一是施工前的准备，大部分建设工程在施工前都需要做好充分的准备工作，才能确保后续施工稳定开展。准备工作包含施工方案的制定、材料采购、设备选择等等，所有工作都需要根据市政道路工程实际施工需求，按照科学、合理的原则开展作业，制定出完善可靠的施工方案，综合考虑工程成本，对工程造价进行正确的评估，避免成本浪费。工程计划拟定好以后，需进行上报核实。路基土方技术施工准备中，还需对工程现场进行测量，以确保线点、水准点等达到工程建设要求。二是填基路基相关工作，路基的压实度和强度等要达到道路工程要求，若压实度和强度不足，在后面使用过程中就容易出现路面病害，例如路基沉降、开裂等等[2]。在施工建设过程中，工程技术人员就需要根据工程实际施工状况，选择合理有效的施工方法与技术，而在对大面积的道路进行施工时，则要采用指定的技术对整个施工过程进行严格的控制。

4 影响道路工程质量的要素

4.1 工程设计不合理

设计工作是任何一项建设工程在施工前所必须要做的基础性工作，也是工程顺利开展的根本，倘若施工方案存在设计不合理等问题，便会影响到工程正常稳定进行，对整体质量也有不同程度的影响，还会提高工程的成本。一旦工程出现问题，便不能建造出高质量的工程。为此，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

设计人员必须要具备一定的专业知识和较高的能力水平，严格按照工程设计标准要求，结合工程现场实际状况，才能设计出合理、可靠的施工方案。

4.2 市政道路中的技术方面问题

科学性、合理性的施工技术可以更好的保障工程建设稳定进行，在一定程度上还能降低成本，减少人员伤亡等安全事故发生。在市政道路工程施工建设中，施工技术的选择同样非常重要，与工程整体质量和效率有直接关联。结合市政道路工程实际建设情况来看，一些工程在施工方面仍然存在缺陷，主要体现在理论水平和实践操作能力两方面，常见的工程环节有路基填土、材料配比、道路压实等，包括后面道路使用过程中的正常养护，而每道工序使用的施工技术均存在差距，如若某个环节质量没有达到工程标准要求，就会影响到其他工序产生影响。

4.3 施工人员专业技术差

基层作业人员是道路工程建设的直接参与者，直接影响工程质量。从当前的工程建设可以看出，大多数工程一线作业人员都是农民，他们文化水平不高，专业性知识比较匮乏，对施工技术或一些机械设备的使用不够熟练和专业。由于理论性知识基础薄弱，操作技能水平不高，在一定程度上降低了市政道路工程质量。

5 市政道路工程施工方法与质量控制具体对策

5.1 混凝土路面施工质量控制

在实际施工过程中，混凝土 28d 抗弯强度需要达到标准要求，即 4.0MPa-5.0MPa，抗压强度需达到 30MPa-35MPa。混凝土必须要有足够的强度、耐性和抗腐蚀性，才能确保道路结构稳定。在搅拌混凝土时，通常会在其中添加一些调和剂，各种配料比对必须合理，单位水泥用量不应小于 300kg。施工时混凝土坍落度要结合工程实际施工状况，依据施工条件不同合理进行调整，受环境、湿度等方面的影响，混凝土坍落大小度会不断变化，存在明显差异，通常为 1cm-2.5cm。混凝土单位用水量，需根据骨料种类、最大粒径等确定。对道路路面进行施工时，先用水浇湿基层，再将混凝土均匀的倒在上面，使用振捣器振捣，提高混凝土充实度。保证振捣均匀，严格控制好操作力度，砂浆层厚度需保持在 5mm 以内，确保每个缝灌满混凝土[3]。控制好混凝土路面切割时间，切割前先检测路面混凝土抗压强度，当抗压强度达到 10MPa 左右，即可进行切割。混凝土路面施工完毕后，需做好防护措施，在表面覆盖一层薄膜，浇水养护，覆盖时间不得低于 14 天。

5.2 完善管理制度与设计方案

为了提高市政道路工程施工质量，能够对工程项目质量管理进行有效地控制，以及降低突发事故和风险发生率，提高工程施工工作效率，工程施工单位相关负责人要结合实际工作情况对工程质量管理体系不断完善优化，建立完善的市政道路工程安全施工操作管理流程和质量安全检查等规章制度，施工单位和相关监管机构必须要求做到严谨、科学合理。除此之外，还要尽力完善责任的追究制，发生事故时要对相关责任人给予严厉的惩罚，可以起到良好的警示的作用。在建立工程施工现场质量管理体系时，可以借鉴丰富的管理经验或引进先进的管理理念，结合工程实际建设情况，制定适合目前工程施工建设与质量管理的完善体系，确保制度的合理性与科学性，以此提高市政道路工程质量与效率，对施工现场质量管理进行有效的控制。由于市政道路工程施工考虑的因素比较多，这些因素对工程整体质量和效率都有一定影响。在开展市政道路工程施工方案设计工作时，要深入实地进行考察，并对工程现场状况进行详细的分析，包括工程周期、电气管道布局等等，要保证设计的合理性，避免后面道路改建引起冲突。

5.3 加强施工人员的培训

由于基层作业人员多为农民工，加上他们知识水平低，专业程度不强，因此需要加强培训和教育。施工单位要加强安全管理和专业技能培训的考核力度，在施工人员技能水平和实践能力上，通过考核的方式进行检验，从而找出他们存在的问题，及时进行解决，以此提高整体工作水平能力，使市政道路工程施工变得更为规范。良好的施工环境有利于提高作业人员工作积极性和主动性，也能减轻施工人员的工作压力。

6 结语

综上所述，在开展市政道路工程时，不仅需要对工程质量进行严格控制，还要合理选择施工方法，确保施工方法的可靠性与有效性。施工人员要善于发现问题和工程存在的不合理之处，并及时进行上报，使问题得到解决，以此避免安全事故发生，影响到工程开展和质量。

[参考文献]

[1]方建华.市政道路工程施工管理及质量控制探讨[J].居舍,2021(36):151-153.
[2]邱伟跃.市政道路白改黑工程施工质量控制思考分析[J].建设科技,2021(22):32-34.
[3]马永峰.市政道路工程施工管理中质量控制的影响因素及对策[J].运输经理世界,2021(33):49-51.

作者简介：张建平（1990.1-）女，大学本科，当前就职单位:襄阳园冶风景园林集团有限公司,职务:项目经理，职称级别：工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

市政道路桥梁施工管理中存在的问题及优化措施

陈红旗
湖北省大悟县丰店镇方店村，湖北 孝感 432000

[摘要]在市政道路桥梁工程项目施工过程中实施有效的施工质量管理，能够减少工程中的质量问题，确保工程的整体质量符合要求。因此，相关企业在施工过程中应加强质量控制。在城市的不断发展和进步过程中，城市建设规模也在不断扩大，市政道路桥梁项目的施工质量对城市的发展速度有重要影响，也关系着城市居民的出行安全，所以，加强城市道路桥梁施工管理控制十分重要。

[关键词]市政道路桥梁；施工管理；问题；优化措施
DOI：10.33142/ec.v5i12.7257 中图分类号：U445.1 文献标识码：A

Problems and Optimization Measures in Construction Management of Municipal Roads and Bridges

CHEN Hongqi
Fangdian Village, Fengdian Town, Dawu County, Hubei Province, Xiaogan, Hubei, 432000, China

Abstract: Effective construction quality management during the construction of municipal road and bridge project can reduce the quality problems in the project and ensure that the overall quality of the project meets the requirements. Therefore, relevant enterprises should strengthen quality control during construction. In the process of continuous development and progress of the city, the scale of urban construction is also expanding. The construction quality of municipal road and bridge projects has an important impact on the speed of urban development, and also relates to the travel safety of urban residents. Therefore, it is very important to strengthen the management and control of urban road and bridge construction.

Keywords: municipal roads and bridges; construction management; problems; optimization measures

在新时期社会不断发展的背景下，我国基础建设工程的规模及数量都有了大幅度的提升，极大地改变了人们的生产生活方式，对加快城市发展步伐起到了至关重要的作用。而市政道路桥梁工程作为其中的关键组成部分，更是有效转变了人们的出行方式，加强对这一工程项目的现场管理，不仅可以提升道路桥梁的建设质量，而且也能充分发挥出道路桥梁的建设功能，更好地保障人民大众的安全出行。因此，在现代化社会的发展进程中，加强道路桥梁现场施工管理途径的深入研究，具有极其重要的指导作用。

1 市政道路桥梁工程建设施工管理的特点

1.1 综合性

当前我国社会经济不断迅猛发展，城市建设基础设施逐步发展完善，因此需要根据城市战略发展规划充分落实基础配套设施的健全建设，有效发挥平面空间资源，对功能进行合理划分与融合，道路桥梁工程建设属于其中的基础项目，对于城市发展规划有着重要影响作用，促进了基础设施相互连接，推动了城市系统的健全发展。

1.2 多样性

道路桥梁工程本身有着一定的多样性特点，这主要针对其功能结构而言，为了充分保障社会发展以及大众的实际需求，道路桥梁工程本身的功能以及结构也有着一定的独特性，城市内部不同等级的道路桥梁、各种形式的立交桥等等建设工程，也充分反映了市政道路桥梁工程所具有的多样化特点。施工管理对象也有其多样性特征，因此市政道路桥梁工程施工管理工作的开展也需要符合多样化的需求。

2 市政道路桥梁施工管理的重要性

2.1 有利于提高施工质量

道路桥梁建设项目的发展可以促进周边地区经济的快速发展，是促进区域文化经济交流的重要环节。采用科学的管理模式和综合管理手段，及时发现施工过程中存在的安全问题和隐患，并结合这些问题科学合理地提出对策。[1]

2.2 帮助降低项目风险

在大多数建筑行业，建设项目的风险和验收过程中的风险是难以避免的。因此，有必要有效地降低和规避项目建设过程中的风险，这对整个项目、施工企业和经济都具有重要意义。此外，在实际施工过程中，不合理的工程设计和工程监理也会给施工带来严重风险，容易给施工企业造成重大损失。

3 市政道路桥梁施工管理中存在的问题

3.1 人员能力问题

在现代化社会发展进程中，人才建设的重要性不言而喻，想要加强道路桥梁现场施工管理的效果，必须要重视人员能力的提升。随着工程建设数量的增加，所面临的外

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

部环境也越来也复杂，如果施工人员的综合能力仍停留在以前的状态，则很难满足当前的建设要求，必须加强人才培养战略的实施，才能更好地为工程建设注入源动力。然而，在实际的现场施工管理中，管理者对全体人员业务能力的掌握程度并不高，对专业素养不强的人员也基本很难发现，使得施工现场经常发生一些质量问题，不仅影响工程进度，而且会带来一定的质量隐患，不利于道路桥梁工程的长效发展。

3.2 施工材料质量未得到保障

市政施工中道路桥梁的质量控制对人们的生活和城市的建设都产生直接影响，甚至关乎人们和城市建设的利益。而施工原材料作为整体施工质量控制的第一步，在原材料选择和检测中，需要严格保证原材料的质量符合施工需求。但由于部分道路桥梁建筑企业为了从中谋取更多的利益，提升自身的经济效益，便在原材料的选择中偷工减料，利用便宜的原材料进行施工，从中减少成本的消耗，从而从中赚取更多的利益。比如，沥青作为道路桥梁工程施工的主要原材料，若施工单位利用便宜的原材料代替性能和价格较高的原材料，导致施工质量不符合要求，便会导致道路桥梁的内部结构出现裂缝，道路桥梁的表面也会出现裂缝，导致工程的稳定性降低，同时还增加了道路桥梁维修的工作难度。原材料在选材中质量未得到有效的保障，便意味着对人们的生活和城市的交通发展造成影响，甚至会因施工质量不合格对人身安全造成一定的威胁。[2]

3.3 质量监督不过关

道路桥梁工程施工涉及范围较广、影响较大，因此质量监控是项目管理工作中十分重要的一环，也是道路桥梁工程施工项目管理的重点和核心。目前，道路桥梁工程施工项目管理中的质量管理落实仍旧存在一些问题，究其原因在于质量监督机制落实不到位，并没有从源头上及时发现问题解决问题，出现施工人员应付了事，一旦某一个环节的施工质量出现问题，会影响到后续的施工环节，进而导致了整体质量问题，无法达到预期的施工标准。就现阶段来看，监督基础建设不完善导致了工作人员职责不清，在施工开展的过程当中标准性规范性欠缺等情况较为突出，影响了工程施工的质量。

4 市政道路桥梁施工管理的优化措施

4.1 建立完善的施工技术质量控制体系

完善的施工技术质量控制体系是保证施工技术质量控制顺利进行的前提和基础，能够为道路桥梁施工质量提供重要的保障。道路桥梁是重要的交通设施，起到的重要作用与意义不言而喻，所以，针对道路桥梁施工技术质量中存在的问题，必须建立完善的施工技术质量控制体系，以此为依据建立健全的责任制度并贯彻落实，做到谁的责任，谁负责，以此增强工作人员责任感，从而有效避免因施工技术质量问题的出现。

4.2 提高建筑工人的专业素质

在道路桥梁施工材料的选择过程中，材料的运输阶段和验收阶段都必须符合相关标准和规范，避免道路桥梁重复施工的问题。同时，要做好施工现场的监督管理，确保道路桥梁工程质量。在整个工作过程中，要突出以人为本的理念，并定期进行，以构建优质的职业教育和培训体系，最大限度地提高建筑专业人才的素质。此外，建设单位应与高校建立合作关系，增加校园相关课程，为社会发展培养高素质专业人才奠定基础，确保桥梁工程向科学化、智能化、专业化方向发展，为解决以往人力资源浪费，提高道路桥梁施工技术水平奠定安全基础。

4.3 加强施工材料质量控制

要想保证道路桥梁的施工质量，就需要在工程施工中加强对原材料质量的控制力度，根据不同施工需求选择各个环节所需要的原材料，严格按照施工材料质量的标准进行选购，切不可为了减少成本的开销选择不合规定的原材料。相关部门在原材料的选购过程中，还要具备较强的责任心，积极与工程设计部门进行沟通，了解所需要的材料要求，严格按照设计部门所提出的标准进行原材料选购。在原材料选购和检测中，设计人员和施工人员也需要参与进来，保证施工原材料的质量与实际施工需求相符。例如在钢筋原材料的选购中，首先需要考察原材料供应商的相关证件是否齐全，然后将设计部门所提供的钢筋尺寸和强度等方面要求提供给供应商，严格按照要求选择刚进材料，再采用货比三家的方法，选择性价比较高且质量更加符合需求的供应商购买刚进材料。所购买的原材料还要经过严格的检测，若如何规定，可以适当与供应商长期合作。在原材料选购到进入施工现场的过程中，施工单位仍需要对所购买的原材料进行抽样检测，若抽样检测中发现质量不符合规定的原材料，则同批原材料都需要返回重新检测或采购等处理。市政道路桥梁的施工质量对人们的生活和城市的发展均产生重要影响，关乎人们与政府的利益，因此，原材料质量的把控非常重要，只有尽可能降低原材料质量问题，才能有效确保市政道路桥梁施工的有效开展。[3]

4.4 加强施工设备的检修力度

在道路桥梁工程施工中，大型的机械设备的数量基数大，如夯实机、摊铺机、压实机械等，对道路桥梁工程的有着巨大的价值，是道路桥梁工程中重要存在，因此，优化道路桥梁工程机械设备的管理策略非常必要。首先，在道路桥梁工程施工过程中一定要保证机械设备的运行状态，保证其处于良好的状态下运行，重视日常的机械设备养护工作。其次，由于当前道路桥梁工程施工中，对机械设备的相关养护技术不过关，导致机械设备长时间处于高速运转的状态，造成内部零件的损伤，增加道路桥梁工程施工进度失控以及施工质量失控的风险。因此，要积极开展机械设备养护技术投入，提升检修的技术水平，保证能

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

够针对机械设备运行过程出现的各类问题进行分析处理，保证机械设备以及工程项目稳定开展工作。

4.5 做好环境控制

在道路桥梁工程施工开展的过程当中，由于多为露天施工，受天气环境影响较为明显，在这样的情况下想要有效落实项目管理工作，提高道路桥梁施工的施工质量，就需要对气候环境作出有效的反应，将气候环境等自然原因对道路桥梁施工造成的影响和冲击降到最低。项目管理工作人员需要建立管理预案，明确不同环境下对于施工建造工程所造成的影响和制约，合理地规划和安排施工程序以及施工方案，保障施工开展过程当中受气候环境影响降到最低。除此之外，在施工开展的过程当中也需要防止对于周边环境造成负面影响，尤其需要关注的是噪声污染。管理人员需要合理地调控施工时间，安排施工作业，结合施工现场环境对施工程序、施工方案、施工设计作出有效调节，在保证施工进度和施工质量的同时降低对于环境和居民的影响。

4.6 提升道路桥梁工程施工进度的控制力度

在道路桥梁工程施工过程中，制定合理的施工规划方案，要求道路桥梁工程按照规划进行施工，保证其施工进度稳定，能够在规定的竣工时间交付工程。在道路桥梁工程施工进度技术管理过程中，管理人员要提升重视程度，制定详细的日施工计划、周施工计划、月施工计划，保证各个规划与整体工程工期相吻合。道路桥梁工程施工工期规划要基于实际情况，对当地的气候条件以及施工难度制定，防止不良因素耽误道路桥梁工程的稳定开展。当发生工期出现落后现象时，不应盲目地追赶工期，应积极制定科学合理的规划，对日、周、月施工流程进行合理变动，保证道路桥梁工程施工进度的合理性。

4.7 注重工程各个阶段的质量控制

工程开始阶段我们要进行图纸的审核工作，施工现场的勘察工作，各种数据的测量工作，工程实施的准备工作等等，这些工作进行时都要严格按照操作流程和管理体系的要求进行质量控制，一定要保证每个环节都不能有疏漏，这个过程在整个质量控制中起着主导作用，一旦这个环节有问题，下面的环节做的再好也没有意义。道路桥梁施工技术的质量控制是一个复杂而庞大的工程，其是一个环节连着一个环节的，所以，道路桥梁施工技术的质量控制各个环节都很重要，要对道路桥梁施工技术的质量控制的每个环节都严格控制，加强管理，只有这样，才能将道路桥梁施工技术的质量控制做的更好发展的越快。

4.8 加强造价控制

造价控制是项目工程管理落实过程中十分重要的内容，相关工作人员需要在造价控制的过程中在保障质量的前提下合理地协调人力、物资和安全等各大要素，造价控制可以从以下几点做出优化和调节：首先，需要明确道路桥梁工程施工质量检测标准，造价的控制并不是一味地压低成本，而是需要在保证质量的基础上尽可能减少不必要的资源浪费；其次，需要成立相应的成本管理机制，对路桥施工过程当中的人力资源、物力资源等作出有效地调配和控制，发挥资源的最大效益，减少不必要的资源浪费，提高资源的利用率；最后，在工程施工的过程当中需要引入全过程监管，控制每一个环节的造价信息和消耗成本，以此为中心尽可能地降低道路桥梁工程施工过程当中所需要消耗的成本和资源。

5 结语

市政道路桥梁的施工作为合作性较强的施工工作，各环节之间的配合与质量管控决定工程整体施工的质量。与其他建筑施工不同，道路桥梁的施工主要目的是为人们生活和交通出行提供便利，促进城市的发展，所以，在工程施工中需要加强对质量的控制。作为整个城市发展的关键，在施工过程中质量的控制决定道路桥梁整体的施工效果，因此需要加强对施工质量的保障，施工方更需要加强自身的责任感，比起眼前利益，更要注重自身在行业内的口碑。在控制施工质量的同时，保障城市建设的有效发展与进步，为自身企业在业内树立良好的口碑和形象，增强自身在业内的地位和竞争力。

[参考文献]

[1]闫秀海,张新伟.道路桥梁施工安全管理存在的问题和对策分析[J].交通世界,2020,27(9):122-123.
[2]任青春,张小于.道路桥梁施工管理存在的问题及对策分析[J].四川建材,2019,45(1):197-198.
[3]吕昌江,吴明明.道路桥梁施工企业投标管理的问题及对策分析[J].交通世界,2018,25(5):152-153.

作者简介：陈红旗（1991.4-）男，民族:汉族，籍贯:湖北省大悟县，学历:本科，职称:工程师，研究方向:市政工程施工管理。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

市政道路工程施工管理及质量控制

张 鹏
重庆北新融建建设工程有限公司，重庆 404799

[摘要]城市快速发展的同时，人民群众对于城市各项基建也越来越重视，城市的基础设施是稳定发展秩序，满足人民群众生活需求与提升幸福感的重要设施。市政道路工程是促进城市发展和经济提升的基础性工程，同时还具有满足城市居民交通出行需求与缓解交通压力的重要作用，是新时期社会经济可持续发展的重要保障。道路工程施工建设质量的好坏，将直接影响道桥结构整体稳定与使用安全，对于大众驾驶体验也有一定的影响，并且还关系到后面的道路桥梁维护工作。通常在道路工程施工阶段，难免会遇到许多不可抗力的因素，对工程质量与使用安全带来影响时，若施工时所使用的施工技术与管理方法不规范，还会导致道路出现病害，比如路面裂缝和路基沉降等问题。因此，在开展道路工程施工建设时，施工单位就需要加强施工管理与质量控制

[关键词]市政道路工程；施工管理；质量控制
DOI：10.33142/ec.v5i12.7254 中图分类号：F27 文献标识码：A

Construction Management and Quality Control of Municipal Road Engineering

ZHANG Peng
Chongqing Beixin Rongjian Construction Engineering Co., Ltd., Chongqing, 404799, China

Abstract: With the rapid development of the city, people pay more and more attention to various urban infrastructure. Urban infrastructure is an important facility to stabilize the order of development, meet people's living needs and improve their sense of happiness. The municipal road project is a basic project to promote urban development and economic upgrading. It also plays an important role in meeting the traffic demand of urban residents and relieving traffic pressure, and is an important guarantee for the sustainable development of social economy in the new era. The quality of road construction will directly affect the overall stability and use safety of road and bridge structures, have a certain impact on the driving experience of the public, and also relate to the road and bridge maintenance work in the future. Usually, during the construction stage of road works, it is inevitable to encounter many force majeure factors, which will affect the project quality and use safety. If the construction technology and management methods used in the construction are not standardized, it will also lead to road diseases, such as pavement cracks and subgrade subsidence. Therefore, the construction unit needs to strengthen construction management and quality control when carrying out road construction

Keywords: municipal road engineering; construction management; quality control

引言

随着城市建设不断加快，市政基础设施建设正稳步进行，特别是市政道路交通方面的建设。市政工程作为保障城市居民交通出行和提高生活便利的重要基础性和服务性工程，在城市建设化进程不断加快的同时，其工程质量与管理水平也得到了良好的发展。但在道路工程实际施工过程中，面对许多施工方面的问题时，所使用的施工技术仍然存在不合理之处，导致道路工程整体质量受到不小的影响，从而给居民交通出行带来不便。由于道路建设是一项复杂的系统性工程，而市政道路工程又有许多复杂之处，在后面工程施工建设过程中，如果施工单位所采用的施工技术不合理，便会影响整个工程稳定。为此，相关单位必须要加强市政道路现场施工工程管理，严格控制好工程质量，提高整体效率，保证道路工程结构稳定。高效管理方式和先进的施工技术，是工程管理与施工的重要组成部分，管理是工程开展的基础保障，而技术则需要软件和硬件共同努力才能提高。施工单位在工程正式开展施工前要先制定好科学合理的施工工艺与施工规划，并结合实际施工情况对施工技术进行灵活的调整，从而确保道路工程的整体质量与施工效率，为工程顺利稳定开展提供坚实的基础保障。

1 市政道路工程施工特点

1.1 不稳定因素多

市政道路工程作为城市在发展过程中重要的组成部分，与其他建筑工程一样，所涉及到的专业和内容比较多，并且在施工建设过程中所投入的经济成本也很高。如果相关施工单位在开展市政道路工程的建设时，没有对工程项目内容与施工工艺方案等其他工作，进行科学合理得把控，在一定程度上就会影响道路工程的建设质量，对现场工作人员的安全也会带来威胁。其次道路工程在施工建设过程中还存在许多不稳定的因素，包括施工材料、工作人员职业素养，以及施工单位、开发方等主体单位本身带来的因素与市场变动、政策变更等其他突发的因素，便增加了工

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

程的施工建设难度，延长了工程周期的同时，提高施工单位的施工成本。

1.2 施工环境复杂

市政道路工程的施工建设同样也会受到天气情况的影响，但与其他建筑工程的施工现场环境不同的是，市政道路工程的施工建设环境更为复杂一点。市政工程通常都是在市区里面进行的，而部分施工现场的车流量与人流量比较大，特别是在上下班的高峰时期，很容易受到外界环境的影响而导致施工工作难以进行。若没有做好相关的安全防护措施，对于行人和车辆的安全也难以保证。此外，市政道路工程在施工建设过程中，对于机械设备设施的管理不严格，施工人员也没有严格按照工艺要求进行工作，导致施工机械设备频繁出现问题，从而导致工程施工建设的效率与质量下降，降低了施工设备的使用寿命，还会提高维修的成本。

2 加强市政道路工程施工管理与质量控制的必要性

当前随着经济和时代的不断发展，城市发展对市政工程方面的要求也在不断提升，而为了满足现在发展需求，施工单位需要结合当前经济与时代实际发展情况，努力提高自身标准，为经济发展做好重要的基础保障，加强在道路工程施工过程中各工作环节的质量监督管理工作。其次，相关管理工作人员需要具备敏锐的观察能力，对于工程施工过程中体现出来的问题能及时发现，并作出合理的解决措施，以此提升施工效率和工程整体质量。市政道路工程与当前城市的发展息息相关，在日常生活方面还保障着人们的生活质量，只有确保道路工程质量达到标准要求，才能有效提高人们生活水平与城市经济效益。现场施工管理作为市政道路工程重要的组成部分，是保证现场施工人员生命安全与施工质量，确保工程能够正常稳定开展的核心关键。施工管理工作需要注入新鲜的血液，要不断引进绿色发展理念，创新施工管理技术，制定适应当前市政建设发展的绿色管理模式，才能提升工程整体质量。

相关施工建设单位还需要对管理人员进行绿色管理理念的培训与辅导，让施工现场管理工作人员能够清楚地意识到，绿色发展理念与创新意识的重要性和实际意义，更好地帮助管理人员建立良好的管理理念，从而达到提高工作效率和对质量进行有效控制的目的，为建筑施工打下坚实的基础[1]。此外，相关施工单位的主要负责人在日常的管理工作中，应适当的把工作重心调整到工程施工现场管理方面，只有确保施工人员的生命安全与工程质量，才能稳定城市的发展。相关施工单位负责人要从长远的角度去看，能够保证社会经济的可持续健康发展，不能总考虑当前的经济效益，更需要注重在施工个过程中存在的问题，问题是随着工程建设逐渐呈现出来的，在工程开展前期需要做好应对工作，结合绿色创新发展理念制定合理的解决措施，实现绿色施工管理的目标。

3 影响市政道路工程质量的因素

3.1 工程设计不合理

设计工作是任何一项建设工程在施工前所必须要做的基础性工作，也是工程顺利开展的根本，倘若施工方案存在设计不合理等问题，便会影响到工程正常稳定进行，对整体质量也有不同程度的影响，还会提高工程的成本。一旦工程出现问题，便不能建造出高质量的工程。为此，设计人员必须要具备一定的专业知识和较高的能力水平，严格按照工程设计标准要求，结合工程现场实际状况，才能设计出合理、可靠的施工方案。

3.2 市政道路中的技术方面问题

科学性、合理性的施工技术可以更好的保障工程建设稳定进行，在一定程度上还能降低成本，减少人员伤亡等安全事故发生。在市政道路工程施工建设中，施工技术的选择同样非常重要，与工程整体质量和效率有直接关联。结合市政道路工程实际建设情况来看，一些工程在施工方面仍然存在缺陷，主要体现在理论水平和实践操作能力两方面，常见的工程环节有路基填土、材料配比、道路压实等，包括后面道路使用过程中的正常养护，而每道工序使用的施工技术均存在差距，如若某个环节质量没有达到工程标准要求，就会影响到其他工序产生影响。

3.3 对工程的质量管理不足

根据对市政工程施工管理工作整体实际情况来看，目前部分市政工程使用的施工管理技术方案较为落后，一些施工单位仍然采用的是以往的管理方法。这些陈旧的施工管理技术还保留的主要原因，来自与相关施工单位管理工作人员仍旧保持以往管理理念，工作人员管理理念没有得到及时的更新与改进，致使工程施工管理模式滞后，也没有对传统管理模式进行完善和创新，最终就会影响到市政工程施工质量与工程整体效率。其次，在施工材料的采购和选择上，相关采购方案与材料检验方法也比较落后，若使用的检验方法没有进行创新与改进，对于一些新型材料相关指数无法保证数据真实性和准确性，也就不能确保材料的质量。采购方案不合理，在相关工作人员开展采购工作时，就会增加施工单位的经济成本。因为市政工程施工时所需要的材料本就繁多与复杂，如果没有采取有效的管理措施和质量检测技术，就会导致劣质或残次等质量不合格的材料流入到工程当中，不仅对整个工程质量带来影响，还威胁着相关工作人员的生命安全，对居民的生活也有一定影响。

4 市政道路工程施工质量控制措施

4.1 加强原材料质量管理

道路工程施工建设中必须要确保材料的质量，才能保证整个工程的稳定与可靠。需严格加强工程建设材料的质量检验，预防偷工减料现象的出现，例如对工程所需的半

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

成品、原材料和成品材料，沙、石、水泥等的试验检测，就可检测出哪些原材料是不合格的，哪些原材料是禁止使用的，这样能预防施工单位用劣质材料充当合格材料进行施工，与此同时，在对样品取样时，应当有监督机构人员在场并签字，取样过程和数量应当依据规范对原材料进行一些非常规的试验，来确定该材料是否满足施工技术的要求。对施工过程中采用的新材料、新技术、新工艺等，要进行严格的试验检测，试验报告出来后才能投入使用，禁止带着盲目和试试看的态度进行施工[2]。其次，施工单位应建立完善的试验检测制度与监管体系，构建一支高质量、高技术水平的质量检测和管理队伍，提高其整体质检与管理水平。在管理的过程中，要充分的利用监理中心实验室的试验设备，把试验检测作为有效手段严格把好质量关，从而达到保证施工质量的目的。在施工过程中，检验不合格的样品，要由质检人员填记录好返工时间。

4.2 完善质量管理制度

想要切实提高市政道路工程的质量，实现对道路工程施工现场质量进行有效控制的目标，只对道路工程施工现场管理模式进行创新是不够的，相关施工单位还需要在创新道路工程施工现场管理模式的过程中，对企业内部管理结构加以改进与完善，做到与施工现场管理模式统筹兼顾，达到协调发展的目的。只有确保施工单位内部管理结构完善，才能做好道路工程施工技术质量管理工作，以此提升工程施工队伍整体建设水平，提高道路工程质量与管理水平。可以将信息技术引入到工程施工现场管理工作中，促进工程施工现场管理向着智能化与信息化方向发展，对工程施工进度、工程造价和质量进行有效的控制管理，从而提升市政道路工程整体效率与施工单位经济效益。在建立工程施工质量管理体系时，可以借鉴丰富的管理经验或引进先进的管理理念，结合工程实际情况，制定适合目前工程施工建设与质量管理的完善体系，确保制度的合理性与科学性，以此提高施工质量与效率，对施工现场质量管理进行有效的控制。除此之外，还要尽力完善责任的追究制，发生事故时要对相关责任人给予严厉的惩罚，可以起到良好的警示的作用。由于市政道路工程施工考虑的因素比较多，这些因素对工程整体质量和效率都有一定影响。在开展市政道路工程施工方案设计工作时，要深入实地进行考察，并对工程现场状况进行详细的分析，包括工程周期、电气管道布局等等，要保证设计的合理性，避免后面道路改建引起冲突。

4.3 强化工程施工测量控制

从工艺与技术管理角度上来看，在开展路基工程施工作业之前，做好相关的准备工作是非常有必要的。工程技术人员首先要对路基进行放样采样，做好桩恢复管控，以工程测量标准为依据，布置路堑顶。同时，要对排水沟渠等位置加以标记，保证标记准确，根据放样技术标准要求，加强地界桩、路堤等地方的管控。在进行市政道路高层控制测量时，通常采用复合水准路线进行布设，将水准点设置为临时性和永久性，永久性水准点一般布设在重点和线路起点及需要进行长期观测的工程附近，而水准点也必须要满足方便快捷、标志明显等特点，严格按照国家规范要求进行测量与计算，根据复核程序要求对测量进行控制，测量工作完成后需对检测点采取保护措施，最终由监理对测量结果进行审查检验[3]。

4.4 提高市政道路施工建设人员素质

工程里具有丰富的实际工作经验的人员，这些工作人员对工程整体建设情况与质量管理情况，以及对工程各个施工工作环节已经非常熟悉与了解，并积累了丰富的专业技术知识。但这些工作人员由于受到了文化程度的限制，大多数工作人员文化水平普遍较低，就算积累了较多的丰富工作经验，对于具有复杂性的现场质量管理工作也难以胜任，不能得到有效的发挥。由于基层作业人员多为农民工，加上他们知识水平低，专业程度不强，因此需要加强培训和教育。施工单位要加强安全管理和专业技能培训的考核力度，在施工人员技能水平和实践能力上，通过考核的方式进行检验，从而找出他们存在的问题，及时进行解决，以此提高整体工作水平能力，使市政道路工程施工变得更为规范。良好的施工环境有利于提高作业人员工作积极性和主动性，也能减轻施工人员的工作压力。

5 结语

综上所述，市政道路工程是城市发展、提高城市居民生活质量的重要部分，只有加强市政道路工程施工管理，严格控制好施工质量，规范施工作业人员操作，提高其素质，才能避免质量缺陷，以保证工程施工质量满足标准要求。

[参考文献]

[1]左忠华.市政道路工程施工现场质量管理的研究与分析[J].中国住宅设施,2022(8):73-75.
[2]赵小刚.市政道路工程施工管理和质量控制[J].四川建筑,2022,42(3):304-305.
[3]方建华.市政道路工程施工管理及质量控制探讨[J].居舍,2021(36):151-153.

作者简介：张鹏（1983-），男，汉族，陕西省西安人，本科学历，现供职于重庆北新融建建设工程有限公司，工程师，研究方向为施工管理。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅析市政道路软土路基的施工技术

李 燕
涡阳市政建设集团有限公司，安徽 亳州 233600

[摘要]一个区域之中的社会发展以及经济进步等等方面的内容都需要在道路建设运行之中进行实现，一个城市经济发展进步的重要推动力量就是城市道路的建设。而道路建设中的路基施工质量就很大程度上决定了道路整体的施工质量。而我国市政道路施工项目中的一个较为关键的难题就在于软土地基的问题，路基施工部分的整体施工质量和软土路基的处理方法是否正确有着莫大的关联。因此在市政道路工程施工之中一定要提前做好相关内容的设计以及规划工作，进而更好地满足具体的交通运作以及货物承载效果，特别是对于一部分土质情况相对较软的路基就需要额外做好加固的工作。使得我过市政道路工程项目的路基结构建设具备更加优秀的承载力以及稳定性，使得相关车辆日常出行和运输货物更加安全。
因此文中就我国市政道路之中对于软土地基的施工技术进行探讨，以为相关工作者开展施工建设提供一定的基础层面支持以及理论层面参考。

[关键词]市政道路；软土地基；施工技术
DOI：10.33142/ec.v5i12.7288 中图分类号：TU99 文献标识码：A

Brief Analysis of Construction Technology of Soft Soil Subgrade of Municipal Road

LI Yan
Woyang Municipal Construction Group Co., Ltd., Bozhou, Anhui, 233600, China

Abstract: The social development and economic progress in a region need to be realized in the operation of road construction. The important driving force for the economic development and progress of a city is the construction of urban roads. The subgrade construction quality in road construction largely determines the overall road construction quality. A key problem in municipal road construction projects in China is the problem of soft soil foundation. The overall construction quality of subgrade construction is closely related to whether the treatment method of soft soil subgrade is correct. Therefore, the design and planning of relevant contents must be done well in advance during the construction of municipal road works, so as to better meet the specific traffic operation and cargo bearing effect, especially for some subgrade with relatively soft soil conditions, additional reinforcement work is required. It makes the subgrade structure construction of our municipal road project have better bearing capacity and stability, and makes the daily travel of relevant vehicles and transport of goods safer. Therefore, this paper discusses the construction technology of soft soil foundation in municipal roads in China, and provides certain foundation level support and theoretical level reference for relevant workers to carry out construction.

Keywords: municipal roads; soft soil foundation; construction technology

引言

任何道路工程项目都是以质量以及安全作为最终底线的，市政道路施工的建设质量需要所有单位以及部门共同关注，只有在保障相应的道路工程项目施工质量的前提之下，才可以更加合理有效地保护人民群众的生命财产安全，进而实现相应的城市道路建设施工任务。在我国市政道路施工的项目之中软土路基是整个道路施工项目中的核心问题。通常而言软土是指湖沼、谷地以及湿地地区之中沉积的一部分有着较高含水量以及将较大的孔隙比，同时有着较强压缩性和较低的扛剪强度的细粒土。通常有着较强的灵敏性以及较差的透水性，土层层状的分布十分复杂，不同层次之间往往有着较大的物理力学差异。主要又包含了冲填土、杂填土以及淤泥质土和其余有着强大压缩效果的土质。因此想要更好地保障道路施工的效果就需要格外重视软土地基施工工艺的选择以及应用。如果对于软土路基情况处理不当，就很容易使得建设道路发生下沉以及变形的情况，让该道路使用以及性能受到影响，为人们的日常出行以及货物运输带来极大的不便。

1 市政道路工程项目之中软土路基的危害性

软土路基就是一种在我国市政道路施工之中的土质软弱、有着较大孔隙同时透水效果很强而导致整体土壤结构强度过低的路基情况。同时软土路基本身的抗压以及承载能力都相对较差，往往在外部的压力以及自身重力的双重影响之下会发生十分明显的沉降情况。特别是在市政道路之中进行使用了以后会有着许多车辆对其进行碾压，进而导致该市政道路路基出现损坏，软土发生位移，从而导致地面的沉降、变形、开裂情况，对于人们的日常生活以及出行安全造成严重的威胁。所以在进行市政道路路基设

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

计之中需要对于该软土路基情况进行及时有效的加固处理，防止安全事故的发生。

2 市政道路工程中软土地基的施工要求

2.1 路基结构的稳定性

路基施工项目是我国市政道路工程项目施工的重要内容，路基是整个市政道路工程项目的重量承担部分，对于该道路使用的承载力有着保障效果。因此如果路基部分的施工建设最开始就有着施工质量问题，后续的使用里因为车辆的反复碾压就十分容易使得整个路基结构发生变化，从而破坏整个项目的结构稳定性。所以在市政路基的项目施工里需要对于该路基结构进行科学合理化的设计，不断优化项目施工的技术，使其能够更好地满足工程项目建设的标准。

2.2 路基结构的强度

市政道路的路基建设需要有着很好的使用强度，其本身强度达不到标准就会在后续的使用过程里有着较强的负荷，如果负荷缓慢增加甚至超过了整个路基所能够承受的强度，就会使得整个结构出现变形。也正是如此才需要在市政道路的路基施工之中通过不同技术的使用来保障其强度达到要求，进而使得相应的市政道路建设质量达到要求，保障人民群众日常出行以及货物运输的安全性。

2.3 水温稳定性

由于市政道路长期暴露于户外环境当中，在长期的使用过程中必然会受外界环境的影响，尤其是雨水的冲刷及地下水的影响，会使得路基的强度受到影响，造成路基结构强度减弱；尤其是在温差较大的北方地区，容易发生冻融反应，在热胀冷缩的作用下引起路基结构的不稳。因此，在市政工程路基施工中，还需要对路基的水温稳定性进行重点的技术管理。

3 市政道路软土路基施工中常见的技术问题

3.1 软土的取样

软土路基强度低，如果想建造出品质较高的道路，务必对路基的使用寿命和强度进行保证，否则将容易出现道路交通事故，从而给社会治安带来不良的影响。一般软土路基强度低，如果它在外力的作用之下，就会发生下沉、变形等的现象。就会难以市政道路工程相关质量验收标准。那么，在处理道路软基的过程里，有关软土的取样是技术人员必做的一件事情。并且还要进行一系列的研究与化验，从而使得软土施工工艺和技术措施得到提高。这样，便能使得路堤荷载的基本要求得到满足。

3.2 边坡路基处理问题

因受雨水的冲刷，边坡的软土路基易受破坏，尤其市政道路工程中，边坡的稳定将受到影响。因此一定要处理好边坡的路基。且地段符合标准的，也要做好边坡路基的处理。

3.3 路基填料问题

软土路基易导致在荷载的影响作用下路基形成了很大程度的侧向不均匀平衡和沉降，这些特殊情况往往也会使得道路结构缺乏稳定性。所以，软土路基对交通工程道路的规划修建来说其实也是十分不利的。但如要想使路面在施工过程中出现的各种实际地质状况变化和与城市规划的总体要求都得以协调适应，必需重新选取一些软土地块来进行施工[1]。

4 市政道路软土路基不同施工技术分析

经过市政道路建设相关技术研究者以及施工人员的不懈努力，现目前我国市政道路的软土路基施工技术以及使用经验都得到了十足的提升，能够对于施工建设之中不同的难点和技术问题进行解决，使得该市政道路施工质量得以提升，拥有更长的使用寿命和更好的使用质量。

4.1 袋装沙井技术

这一类技术在我国市政道路的软土地基施工之中使用十分常见，其基本技术特征就在于使用许多砂砾石到一种特殊的有着透水能力的土工织物袋子里面，再依据相应的规格要求在该软土路基之中设置，从而实现对于排水砂柱的设置，进而让该软土路基之中包含的水分得以清除以提升路基的紧实程度。这一类技术的使用优势所在就是不需要太多的资金成本投入同时操作十分便捷。在完成对于一系列沙井的设置之后还需要注意要在其表面铺设出一层土工布。使得排水的效率以及速度得到进一步提升，让该市政道路路基的使用稳定性以及承载性得到强化，能够行之有效避免路基发生滑坡以及塌方等等安全事故的发生。但是相应的这一类技术的使用也不可避免地存在其局限性，因为市政道路建设时预期的车流量过大，就不适合使用本技术。

4.2 喷浆搅拌桩技术

喷浆搅拌桩技术的使用基本原理就在于用特殊配置比例的混凝土来配置成浆体，再经由一定的喷浆装置在该软土路基表面区域均匀地喷洒数次，使得软土层变得硬化同时形成板结，也就实现了对于路基土层的稳定作用。路基经过喷浆搅拌桩技术的使用之后就能够达到市政道路的路基建设要求。喷浆搅拌桩技术同样有着其适宜的范围，要求路基含水量需要大于百分之三十但是小于百分之五十。这一类路基施工中进行喷浆搅拌桩技术就能够获得更加理想的效果。也就是说在淤泥质土等等种类的软土地基施工之中喷浆搅拌桩技术的使用情况最为优秀。能够在层地基里形成帷幕。喷浆搅拌桩技术使用的优势所在同样也是有着较强的经济性，和上述的袋装沙井技术比较而言，这一类技术有着更加稳定的使用效果，但是缺点同样很明显，就是技术使用的时候会有较大的施工噪音，因此对于周边居民的日常工作以及生活作息会有着一定的影响[2]。

4.3 强夯软土层技术

强夯软土层技术基本的原理所在就是用压路机亦或者其余有着很大重量的物体来直接对于软土路基表面进

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

行夯实，从而直接让该路基的使用强度以及硬度都有所上升，还可以进一步避免路基沉降亦或者发生变形等等情况。同时在进行相应的强夯软土层操作以前，相关的技术工作者要对于目标道路进行放样以及检测，总而明确需要进行强夯的位置以及相隔距离。操作时进行的碾压以及夯击次数在两到三次上下，初次的夯击工作需要从两侧的部分出发，进而逐渐朝着中心区域进汇拢，第二轮的夯击则是相反，从路面的中心区域开始朝着两侧开始。经过上述两次夯击之后路基的使用强度以及使用硬度如果依旧达不到标准就需要再次进行夯击。尤其需要关注的是为了使得强夯软土层技术使用更加合理有效，需要在夯击的过程里结束了对于一个点位的夯击就要使用夯沉量进行测试，需要将相应的夯沉量控制到一点五到两厘米左右。此外强夯软土层技术可以在平均的厚度小于 2.8m 的粘性土以及素填土中进行使用，操作方法相对简单，同时施工效果十分理想，因此有着较为广泛的使用空间[3]。

4.4 加筋技术

加筋技术和上述软土路基施工技术比较而言有着较高的使用成本，所以在许多大型的市政道路软土路基施工建设工作进行中十分常见，同时有着十分优质的加固效果。加筋技术的应用主要是在相应的软土路基之中设置一定的土工格栅，从而使得其强度以及硬度得到强化。通常来说都需要结合砂垫层的使用来和该土工格栅进行融合使用，从而形成一个特殊的合体层，从而把市政道路路基对于压力的承载给转移到合体层之中。一般而言软土层以及合体层不断是从硬度还是强度上来看都有着十分明显的区别，合体层在上述方面之中明显要优于软土层。软土路基缓慢变得坚硬的时候其中的合体层还有这一定的排水面效果，从而进一步提升项目建设施工速度以及施工效率。从而在保障质量不受到影响的前提之下尽可能缩短工期，进而使得该市政道路软土路基的最终承载效果以及负荷情况得以强化，使其拥有更加优质的使用效果，同时尽可能延长使用寿命。使用加筋技术来进行土工格栅铺设的技术使用步骤大致为：对于目标软土地基进行清理-进行土工格栅的绑扎-进行土工格栅的铺装-进行软土路基的碾压-验收最终施工效果[4]。

4.5 土壤置换技术

土壤置换技术其实质其实是由以往的软土路基表层处理方法的升级以及优化，这一类技术的使用原理十分容易。简单来说就是选择一部分有着较强密实性以及较低含水量的质量优秀土来替换原本的软土，从而使得该市政道路路基的稳定效果有所提升，从而有效避免滑坡亦或者塌方情况的出现。土壤置换技术的使用相较于其他技术使用有着一个根本的优势所在那就是永续性，基本可以实现以此更换终身受益，有着极高的使用价值。但同样，土壤置换技术的使用也存在其特殊的局限性。除了施工建设的资金投入量大之外，还会对于该区域的地表环境破坏严重。现目前我国对于土壤置换技术在是市政道路软土地基的使用建设中使用主要是两个方法，首先来说就是使用人工的方式进行挖掘，首先派遣许多劳动力把该软土路基之中的软土该挖出来，接着再用相应的优质土进行回填，这一类优质土往往是粗粒，有着较强的吸水效果，能够对于该市政道路的基本路基建设效果进行提升。此外第二类方式则是使用定位爆破的技术，借助爆炸产生的冲击破把最初的软土给挤出去从而达到破坏的效果[5]。之后再使用优质土进行回填即可。爆破的过程中要对于施工区域中的安全隐患格外关注，要拉起明显的警戒线坚决杜绝项目施工以外的人接触爆破区域，从而避免一切安全事故的发生。此外在对于土壤置换技术进行使用的时候需要将先前的软土进行清理，然后再对于优质土进行上述的碾压以及夯实工作，从而进一步提升该市政道路软土路基施工建设的强度和硬度，进一步降低路面变形以及沉降情况出现的几率。

5 结语

总而言之版伴随着现如今我国经济实力的发展以及社会的进步，使得市政道路的规划规模得到了扩大，建设力度也达到了提升。而在我国市政道路施工之中的一项重要技术难点就是软土地基的问题，需要在施工过程中及时发现并尽快解决。由于不同软土地基技术的使用情况较为复杂，有着较强的针对性。因此就需要施工建设者对于不同技术的优势所在、不足之处以及使用的注意事项都清晰把握，依照不同市政道路建设工程项目的具体开展状况来选用最适宜的软土地基施工技术，从而使得该软土地基的使用稳定性以及承载力得到强化，推动我国市政道路施工项目更加高效率高质量地建设发展。

[参考文献]

[1]刘帅.强夯法施工技术在市政道路软土路基处理中的应用尝试[J].中华建设,2022(5):148-149.
[2]周石馨.强夯法施工技术在市政道路软土路基处理中的运用分析[J].科技创新与应用,2021,11(20):179-181.
[3]徐财琴.开挖换填施工技术在市政道路软土路基处理中的应用研究[J].运输经理世界,2021(16):31-33.
[4]赵雪蕾.论述市政道路工程中软土路基加固施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2019(15):175.
[5]刘强.强夯法施工技术在市政道路软土路基处理中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2019(4):158.

作者简介：李燕（1980-），女，汉族，安徽涡阳人，大专学历，现供职涡阳市政建设集团有限公司，工程师，研究方向为市政道桥。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

提升机械设计制造及其自动化的有效路径分析

王 松 夏明立
安徽江淮汽车股份有限公司，安徽 合肥 230000

[摘要]机械设计制造及其自动化是在进行机械设计制造过程中采用自动化技术完成各项工作，提高机械设计制造产品效率与质量。但是要想确保机械设计制造及其自动化水平可以满足机械设计与机械制造要求，同时保证机械的规模与性能，同时综合考虑机械的运行原理，确保机械设备产品可以稳定的运行，同时可以满足企业生产要求。采用机械设计制造及其自动化技术后可以将原有的流水生产线进行简化，同时可以提高企业产品质量，真正的发挥出机械设计及其自动化技术的作用，推动企业向着自动化、智能化方向发展。

[关键词]机械设计制造；自动化；提升路径
DOI：10.33142/ec.v5i12.7289 中图分类号：TH16 文献标识码：A

Effective Path Analysis of Design, Manufacture and Automation of Hoisting Machinery

WANG Song, XIA Mingli
Anhui Jianghuai Automobile Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230000, China

Abstract: Mechanical design and manufacturing and its automation is to use automation technology to complete various tasks in the process of mechanical design and manufacturing, and improve the efficiency and quality of mechanical design and manufacturing products. However, it is necessary to ensure that the mechanical design and manufacturing and its automation level can meet the requirements of mechanical design and manufacturing, while ensuring the scale and performance of the machinery. At the same time, it is necessary to comprehensively consider the operating principle of the machinery, so as to ensure that the mechanical equipment products can operate stably and meet the production requirements of enterprises. The adoption of mechanical design, manufacturing and automation technology can simplify the original flow production line, improve the quality of enterprise products, truly play the role of mechanical design and automation technology, and promote the development of enterprises towards automation and intelligence.

Keywords: mechanical design and manufacturing; automation; promotion path

引言

机械设计制造及其自动化技术的发展与广泛应用进一步提升了工业企业的生产效率，为工业企业发展提供动力。同时还应进一步加快机械设计及其自动化技术的发展，提高机械制造性能，提高生产效率的同时提高生产质量。

1 机械设计制造及其自动化技术

机械设计制造及其自动化技术中充分利用了机械设备，在日常生产中可以实现自动化操作，从而减少了人员的使用量。从广义上来看，机械设计制造及其自动化技术在应用后减少了人员的使用量同时可以减少操作过程中的人为误差，提高生产效率。最初机械设计制造及其自动化技术最早是由日本研发，将机电一体化技术作为基础进行研究与优化形成机械设计制造自动化技术，并得到了有效的推广与应用。我国机械设计制造及其自动化技术起步相对较晚，但是随着对技术的不断优化与革新，也得到了快速的发展，应用到工业领域后得到了良好的效果。

2 机械设计制造及其自动化技术的特点与优势

2.1 特点

机械设计制造及其自动化技术的特点比较明显，在应用后可以为操作人员工作提供便利且可以将生产过程中的问题进行有效处理，目前自动化技术已经被应用到不同的行业中，提高了生产效率的同时也提高了产品质量，可以及时将生产中的问题进行有效处理，更好的体现出先进技术的优势。传统的人工生产方式工作效率相对较低且在生产过程中容易导致偏差，直接影响产品质量，但是采用机械设计制造及其自动化技术后可以提升产品的精度，同时可以对传统的操作方式进行优化与革新。同时此项技术可以为人们操作提供辅助，在对设备进行准确操作后就可以得到良好的效果，提升工作效率。机械设备自动化在各企业中应用后可以提高企业效益，需要掌握相关的知识并将不同的工作内容进行及时处理，更好的满足各行业发展要求，确保各项工作可以按照标准完成。机械设计制造及其自动化技术中主要包括计算机技术、机械工程技术等相关技术，其使用范围是非常广的，因此应做好高级工程技术人才培养与储备工作，为企业发展奠定基础。机械设计制造机器自动化机制中的计算机辅助设计在制造领域中应用后得到了良好的效果，同时在进行人才培养与储备的过程中应从设计需求出发，从而确保各项工作可以有序开展[1]。

2.2 优势

在科学技术的带动下也推动了各个行业的发展，生产

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

效率不断提升，最终提高了企业的经济效益。同时企业要想实现良性发展，应对技术进行优化，将自动化技术应用到产品生产过程中可以提高产品精度与质量，确保机械设备性能具有良好的使用效果，利用计算机技术保证机械设备运行效果，同时对产品性能进行有效控制，从具体要求出发对各项生产工作进行控制。随着机械设计制造及其自动化技术的发展与应用，微控制技术也被进一步完善，同时可以将操作流程进行简化且可以将生产过程进行完善，有效避免外界环境所带来的影响，为各项工作顺利开展奠定基础并保证运行的稳定性与安全性，提高整体生产效率。机械设计制造及其自动化技术在不同行业中应用均得到了良好的效果，所以还应不断加大创新力度，对各项工作内容进行合理安排并将问题进行有效处理。

3 机械设计制造及其自动化发展现状

从整体来看，我国制造产业与工业相对发达的国家相比还是有一定差距的，主要表现在工业产品结构、生产投入结构、产品组织结构等方面。我国机械设计制造产业以往所使用的技术多以引进的技术为主，再加之资金方面不足，导致整体技术处于落后状态。虽然，现阶段我国机械制造产品质量有了进一步的提升，但是多数机电产品的性能还是无法达到领先地位。机械设计制造行业的竞争不断加大，但是也会受到产业结构的限制。在新的发展时代，要想保障企业竞争实力各企业应不断加大科技、资金的投入量。但是从现阶段我国机械设计制造行业来看，技术、资金的投入量均与制造业强国还有一定差距，尤其是产品的自主研发能力且产品开发周期也相对较长。此外，因为体制的约束导致机械设计制造及其自动化技术的发展比较分散，无法真正实现机电一体化[2]。

4 提升机械设计制造及其自动化技术应用效果的路径

4.1 不断提升机械设计制造及其自动化技术的生态效益

近些年来，环境保护意识均不断增强，经济性友好型社会、环境友好型社会已经成为建设重点，随着时代的发展，机械设计制造及其自动化技术也应向着生态环境保护方向发展。因此，在进行机械设计制造过程中应最大限度提升机械设备自动化水平并提升生态效益。因此，在进行机械设计与机械制造过程中，设计人员应全面落实节能环保设计理念。一方面，在机械设备能源消耗方面应进行有效的控制并减少传统燃料的使用量，增加风能、太阳等可再生资源的使用量，有效控机械设备运行过程中给生态环境所带来的影响，在满足企业生产要求的基础上推动企业发展。另外，严格控制能源消耗量，并对机械设备输出功率进行优化，减少电力能源消耗量，同时做好新型材料的研发与使用，体现出新型材料在机械产品中的优势。同时在进行机械设计制造及其自动化中融入绿色理念，确保机械设计与机械制造行业可以符合时代发展要求。也就是说，在进行机械设计制造过程中应将绿色环保理念落实到各环节中，确保机械自动化设计、生产过程中体现出环境保护工作的作用。有效控制环境污染问题并实现对自然资源的高效利用，在控制资源使用量的同时可以提升机械设计制造行业的生产效率。此外，要想提高机械设计制造产品质量，在生产过程中相关技术人员应合理使用生产原材料并采用有效的方式对质量问题进行控制，避免企业只重视短期利益忽视长远发展的情况。机械设计制造行业在发展的过程中会产生一些废水或是废料，因此企业应落实国家已经颁布的相关法律法规，提升企业员工的环境保护意识，减少环保问题的发生。

4.2 实现机械设计制造及其自动化技术的配套发展

配套发展是在推动机械设计制造行业发展的同时也带动相关产业的发展，从调整产业结构的基础上提高机械设计制造及其自动化水平。要想推动机械设计制造行业的发展应站在全局角度并对内部与外部市场环境进行综合考虑。从企业内部环境来看，企业应对各部门间的工作态度进行调整并加强联系，例如零部件检测部门与计算机技术部门应积极的做好沟通并实现信息共享，从而提高生产效率。从企业外部环境来看，企业应与上下游企业进行联合，从而提升机械产品质量，例如零部件生产企业应及时提供机械设计图纸，进而保证零部件规格、尺寸与机械设备生产要求相符[3]。

4.3 充分将自动化技术与智能化技术进行结合

近些年来，数控技术得到了快速的发展，但是自动化与智能化水平相对较低，导致机械设备生产流程出现偏差。因此，机械设计制造企业应认识到智能化技术、自动化技术的优势与作用，将传感技术、PLC 技术应用到数控技术创新过程中并对机械设备生产过程进行实时监管。在机械设计制造行业中，自动化技术一直是重要的生产技术同时应更好的推动我国经济发展。现阶段，我国一些企业中所使用的机械设计制造及其自动化技术还相对落后，尤其是我国经济发展水平相对落后的地区，在应用机械设计制造及其自动化技术过程中还存在一些不足。因此为了更好的推动机械设计制造及其自动化技术的发展应积极融入自动化技术、智能化技术，将机械设计与机械制造行业发展不均衡的情况进行优化，进一步提升机械制造产品的性能并提高生产效率，实现机械设计与机械制造行业自动化生产目标。

4.4 最大限度满足机械设备功能要求

机械设备自动化产品就是将机械设备性能进行优化，进而提升机械设备使用效果，从机械设备某个生产环节出发将设备进行优化，确保机械设备自动化可以满足机械设备功能要求。在此应用注意的是，机械设备性能与其内部结构有着直接的关系，因此应提升产品结构设计水平并满

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

足社会发展要求。要想提升机械设备自动化水平，相关技术人员应积极做好机械设备制造生产过程管理，充分发挥出机械设备的作用，提高机械设备生产效率与水平，为机械制造行业构建良好的发展环境。

4.5 做好虚拟现实技术与数字媒体技术的结合

数字媒体技术在应用后可以将信息载体进行优化，从而完成数字化信息传输，也就是将信息载体转化为二进制数字化处理技术。虚拟现实技术也是随着时代发展而来的，可以将虚拟场景与现实物品进行有效衔接，充分利用了三维图形构件立体的虚拟场景，在虚拟场景中，使用者可以有效控制虚拟物体。在应用虚拟现实技术时使用者需要佩戴 AR 眼睛，这样使用者可以近距离观察物体，为客户带来良好的视觉体验感并完成全方位的观察。传统的机械设计与机械制造行业所涉及到的企业较多且生产流程也比较复杂，在应用虚拟现实技术与数字媒体技术后可以将生产进行科学规划，主要包括零部件生产流程、保存、维护等，确保生产流程的规范性，保证工业产品生产可以顺利开展。在进行工厂规划时采用虚拟现实技术可以实现与其他客户模拟过程中所形成的平面图与生产线，利用远程系统完成新的制造单元规划，提高了生产效率。在进行机械设计制造时将数字化媒体技术、虚拟现实技术与自动化技术进行全面结合，然后利用机械设备数字化技术与虚拟现实技术创建机械设备虚拟运行场景，在虚拟运行场景中完成机械设备模拟运行，帮助技术人员及时发现机械设计制造中的问题[4]。

4.6 利用先进的技术进行创新

不同的机械产品展现的形式也不相同，在应用这些机械产品时所体现出的优点也不同。因此要想在最短的时间内了解机械设备具体情况，应充分利用现代化技术，并将传统的机械设计制造技术进行优化与创新，同时将机械设备进行分类，保证机械设备使用效果。在应用机械设备的过程中应体现出能量输入的作用，输入的能量与输出的能量展现出的形式也存在差异，如果可以充分发挥出机械设备使用功能，应用设计师理念将机械设备功能进行创新，同时也为机械设计制造行业向着自动化、智能化方向发展。

4.7 实现模块化设计理念

近些年来，我国机械设计制造行业也得到了快速的发展，其中在电子设备运行的过程中可以更好的体现出系统化、模块化特点。现今，计算机技术已经成为新时代工业生产中最有应用价值的技术之一，同时也是未来社会经济发展的主要依据。在进行机械设计制造过程中应全面融入模块化设计理念，在应用模块化设计理念时应注意以下方面。首先，在进行机械设计制造及其自动化生产过程中应合理应用资源，充分发挥出资源在生产中的作用，然后在了解机械设备运行特点后保证生产工作的针对性，从而推动机械设计制造行业的发展，将机械设计制造生产系统进行完善后可以提高企业生产效率与综合水平，体现出模块化设计理念的价值。其次，机械设计制造企业有着不同的发展需求且发展形式也存在差异，同时不同的机械设备需求也不相同，主要是因为机械设备内部结构存在差异。随着现代机械设计制造及其自动化技术的发展与应用，采用模块化设计理念可以将机械设备运行过程中的问题进行有效处理，将机械设备中的不利因素进行优化，从而推动机械设计制造行业的发展，提高整体行业生产水平[5]。

5 结语

通过分析可知，在社会经济不断发展的过程中，机械设计制造及其自动化技术是工业生产中的主要技术之一，可以有效减少人员使用量，在保证生产效率的同时提高产品质量。为了更好的推动工业产业发展，应不断提升机械设计制造技术的自动化、智能化水平。在应用机械设计制造及其自动化技术时还应保证其具有一定的生态效益且可以形成配套发展模式，将智能化技术与自动化技术进行全面结合，更好的满足机械设备生产要求，提升机械设备性能与质量，进而提高机械设计制造及其自动化技术应用水平，推动工业产业发展。

[参考文献]

[1]罗澄清.提升机械设计制造及其自动化的有效路径分析[J].科技资讯,2022,20(17):75-77.
[2]田义.提升机械设计制造及其自动化的有效路径分析[J].电脑知识与技术,2021,17(35):108-109.
[3]张鑫,冯清.提升机械设计制造及其自动化的有效路径分析[J].科技视界,2021(23):134-135.
[4]唐相成.提高机械设计制造及其自动化的有效路径研究[J].内燃机与配件,2020(21):185-186.
[5]唐世赫.提升机械设计制造及其自动化的有效路径分析[J].湖北农机化,2020(2):38.

作者简介：王松（1978-），男，安徽合肥市人，汉族大学本科，现任江淮汽车乘用车公司冲压车间主任，研究方向：车间生产管理材料成型及自动化；夏明立（1974-），男，安徽省合肥市，高级技师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

管道自动焊碳钢实芯焊丝焊接工艺分析

刘建国 王银飞 王振飞 王 健 田文冲
中石化第十建设有限公司，山东 青岛 266555

[摘要]随着石油化工行业焊接技术快速发展，对焊接质量、施工效率要求也愈来愈高，传统的焊条电弧焊已满足不了焊接施工进度的需求。为了提高施工进度，降低成本，降低劳动强度，减少电弧烟尘污染，优化焊接环境，适应工程建设中市场的竞争，我公司承揽的谋乙烯装置管道焊接施工时，在管道焊接中采用熔化极 RMD 气保焊打底（以下简称 RMD 焊）+熔化极 CO_2 焊（以下简称 CO_2焊）填充盖面的焊接工艺，取得良好的施工进度、焊接质量，充分验证此了焊接工艺，具有焊接成本低、效率高、质量稳定等优点。此文着重介绍管道自动 RMD 打底焊+ CO_2 气保焊填充、盖面焊接工艺在谋乙烯装置管道焊接施工中的应用，在项目工程建设中提供了有力的技术支持，为公司工厂化管道预制的焊接施工积累了经验。

[关键词]熔化极气体保护焊；碳钢实芯焊丝；焊接特点；焊接工艺
DOI：10.33142/ec.v5i12.7282 中图分类号：TG457.6 文献标识码：A

Analysis of Welding Technology of Carbon Steel Solid Wire for Automatic Pipeline Welding

LIU Jianguo, WANG Yinfei, WANG Zhenfei, WANG Jian, TIAN Wenchong
Sinopec Tenth Construction Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266555, China

Abstract: With the rapid development of welding technology in the petrochemical industry, the requirements for welding quality and construction efficiency are becoming higher and higher. The traditional electrode arc welding can no longer meet the needs of welding construction progress. In order to improve the construction progress, reduce costs, reduce labor intensity, reduce arc smoke pollution, optimize the welding environment, and adapt to the market competition in project construction, our company has adopted the welding process of melting electrode RMD gas shielded welding bottoming (hereinafter referred to as RMD welding)+melting electrode CO_2 welding (hereinafter referred to as CO_2 welding) to fill the cover during the pipeline welding of the ethylene plant contracted by our company, and achieved good construction progress and welding quality, the welding process is fully verified and has the advantages of low welding cost, high efficiency and stable quality. This paper mainly introduces the application of automatic RMD backing welding+CO_2 gas shielded welding filling and covering welding process in the pipeline welding construction of the ethylene plant, which provides strong technical support in the project construction and accumulates experience for the welding construction of the company's factory pipeline prefabrication.

Keywords: gas metal arc welding; carbon steel solid wire; welding characteristics; welding technology

在管道焊接施工中，打底焊在整个焊接中尤为重要，焊接质量和效率都要求较高，技术难度大，特别是大口径、厚壁管道焊接更为突出。选择好的焊接工艺直接关系工程进度，质量和企业的效益。我公司开发的管道自动 RMD 打底焊接工艺，在碳钢实芯焊丝焊接中具有成本低，生产效率高，操作方便等优点，效率是钨极气体保护焊的 3-5 倍，成为管道打底焊接的首选工艺。显著保证了焊接质量和施工效率。

1 RMD 打底焊的特点

（1）目前使用的压壁式管道自动焊 RMD 碳钢实芯焊丝打底焊机，内置与焊接材料保护气体、焊丝直径相匹的焊接参数，一元化调节方式，操作简单。焊接时能保证焊缝外边成形平坦，内部成形微凸，焊缝焊接过程平稳，飞溅小，熔深大，适合全位置焊接。

（2）RMD 焊电弧热量集中，加热面积小，熔池小，有利于熔池的控制。电流密度较大，焊接速度快，在气流冷却作用下，熔池停留时间短，有利于控制熔池下坠，熔池可见度好，便于直接观察熔池的形状，根据熔孔大小更好的控制焊接速度和保证良好的焊缝成形。

（3）焊接时推荐采用 80%Ar+20%CO_2混合气体，熔池铁水流动性增强，可以提高焊缝的铺展性，熔宽适中，焊缝成形美观。

2 焊接材料介绍

在谋乙烯装置管道焊接施工中由于焊接工作量较大，经过对不同的焊接工艺比分析，采用管道自动 RMD 打底焊+CO2 焊填充盖面焊接工艺。采用的焊丝牌号为 CHW-50C6R，规格Φ1.2mm，碳钢焊丝具有优良的焊接工艺性能，焊丝焊接飞溅小，成型美观，熔敷效率高，焊缝金属气孔敏感性小，管道全位置焊接工艺性能稳定。

表 1 碳钢 CHW-50C6R 焊丝的化学成分（%）

C	Mn	Si	S	P	Cu	Ni	Mo	V
0.08	1.52	0.88	0.015	0.020	0.20	0.021	0.007	0.008

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 2 熔敷金属力学性能；（保护气体 80%Ar＋20%CO2）

Rm (MPa)	Rpo.2(MPa)	A(%)	Akv(J)
			-40℃
550	430	30	90

3 混合气体的选择及分析

在熔化极气体保护焊实芯焊丝 RMD 打底、盖面焊接过程中，保护气体对电弧的影响至关重要，当采用较大的 CO2 气体比例时，增加了电弧的挺度，焊丝熔化速度减慢，焊丝干伸长度与母材的距离缩小，容易造成顶丝，飞溅过大焊枪喷嘴堵塞，影响气体的流量，对熔池的保护效果变差，焊缝两侧夹沟，焊缝氧化严重等现象。

为了保证焊接电弧稳定性，改善熔深条件，细化熔滴，增加过渡频率，减焊接缺陷，提高焊缝综合的性能，改善焊接环境，降低劳动强度，经过对 $Ar+CO_2$ 混合气体对比分析，$Ar+CO_2$ 混合气体我们选择了 80%Ar+20%CO，焊接弧燃烧稳定，飞减小，提高了焊丝的熔化速度，熔滴呈现稳定的喷射过渡，增加熔深，电弧均匀分布，改善了焊缝熔深形状，焊缝表面氧化现象减轻，降低焊缝咬边倾向，熔池金属的润湿性好，焊缝内外质量符合相关的质量标准。

4 RMD 焊打底焊接工艺注意事项及缺陷预防

4.1 焊接注意事项

（1）坡口角度的选择直接影响焊接电弧对根部的熔合效果，在符合相关标准规范和保证焊接质量的前提下，尽量减小坡口的角度，提高焊接效率。

（2）焊接时，钝边的大小直接影响背面的穿透，钝边越大，越不容易焊透，钝边小或者没钝边时，容易产生烧穿，在管口组对过程中对钝边要严格把关。

（3）采用过快的焊接速度时，容易使气体保护对熔池效果变差，焊缝冷却速度太快，成形不好，焊接速度过慢，焊缝增宽熔池热量集中，容易烧穿和造成背面产生焊瘤。

（4）焊接时应注意导电嘴与熔池的距离，过小的距离影响操作手的视线，影响熔化金属受保护气体的压缩后冲击熔池，造成熔池产生较大的波动使焊缝乃外表面凹凸不平和形成涡流产生气孔。过高会使气体对熔池的保护效果变差，容易造成飞溅、咬边、气孔等焊接缺陷。

（5）焊枪角度的控制对于焊缝的宽度、余高、焊缝的内外质量至关重要，焊枪前倾角过小得到的焊缝高且窄，过大的前倾角获得焊缝平而宽的焊缝成型。

（6）管道自动 RMD 焊接打底层时，在摆动过程中焊丝的移动超出熔池，或者焊接工艺参数不匹配，电流大或者电压小，坡口组对不均匀等造成穿丝现象。

4.2 焊缝中产生气孔的原因

（1）室外作业有风或穿堂风的风速大于 2m/s 时破坏了保护气体对熔池的覆盖。

（2）气体保护的流量太大，形成紊流，吸入空气而破坏对熔池的保护。

（3）由于喷嘴上的飞溅过多，堵塞喷嘴，造成喷嘴气体对熔池不能有效保护。

（4）操作不合理，焊枪干伸长度过高或者过低，焊枪角度不正确，都将对熔池不利，焊接时注意控制到 15-20mm。

（5）喷嘴不合适，尺寸过小，喷出气体不能有效覆盖熔池，导致焊缝出现气孔。

（6）焊接区域有赃物，油脂，油漆或潮气。

（7）焊枪受损，包括气路，喷嘴等。

4.3 焊缝中产生未焊透的原因

（1）坡口角度太小，钝边太厚和根部间隙太小等原因，使焊接电弧不能熔透根部，产生为焊透。

（2）坡口错边太大，迫使焊枪倾斜，而使一侧加热不足。

（3）前一道焊缝凸起或者接头处理不好，容易产生未焊透。所以焊接时，一定处理好前一道焊缝，保证接头成斜坡状。

（4)焊接时，焊接速度太慢或焊枪倾斜角度不合适，将熔池铁水推向前方，使电弧不能达到坡口面宽度，致使不能很好的熔化坡口，形成未焊透。

4.4 RMD 焊接中的单边未熔问题

单边未熔合是管道自动 RMD 打底焊接中最主要的缺陷，他主要出现在管道的点固点接头、钝边不均匀部位，在焊接时，焊接电流过小，把电弧下压过低，焊接速度太慢，致使焊缝高而窄。

焊接过程中熔池的温度不均匀，坡口两侧的熔孔不一样大，所熔化的铁水就向温度高的一侧流动，导致另一边熔合不好。

坡口组对出现错边超标，焊接时不能及时的调整焊枪角度，电弧没能压顶到根部，导致产生单边未熔合。

4.5 RMD 打底焊接工艺

起弧点从管道的两点位置并且在点固点部位，引燃电弧后待熔池热量升高，当电弧稳定燃烧时快速将焊丝送进到熔池开始正常焊接，再送进焊丝开始焊接。焊接时坡口两侧稍作停留，焊丝始终在熔池内摆动，如果焊丝超过熔池会出现穿丝，造成焊接缺陷，中断焊接需要再次接头时，起弧点必须在弧坑的前端大约 5～7mm 处。

在焊接过程中要及时观察焊接熔池前端的熔孔，熔孔尺寸保持在 1～1.5mm，当发现熔孔尺寸逐渐增大，说明管道背面焊缝在逐渐增高，焊接速度慢，温度过高，再继续焊接将会导致焊瘤或者穿丝现象，此时应提高焊接速度，增加摆动速度，坡口两侧停留时间延长，直到熔孔回复原装。如果发现熔孔尺寸逐渐缩小或者没有熔孔，容易造成管道背面未焊透、内凹等缺陷。应及时加减慢焊接速度，焊丝压住熔池的前半部打开熔孔。在焊接中及时调整焊枪

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

前进的速度，始终让熔池保持一定的尺寸，才能保证管道背面均匀一致的焊缝。



图 1 焊枪角度示意

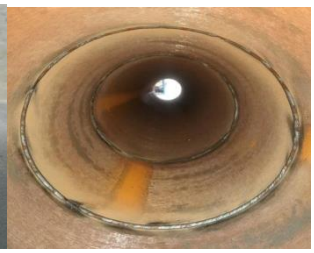


图 2 打底焊缝成形

5 RMD 自动打底焊接要点

（1）焊接前把待焊部位及两侧 10-20mm 的范围内的油、锈、水份及其它污物打磨干净，在焊枪的喷嘴上涂一层防飞溅剂。

（2）焊接时注意在坡口两侧稍做停留、中间过渡稍快点，这样可以更好的控制焊缝两边夹沟，由于受熔池温度的影响造成下坠、熔孔过大穿丝等缺陷。

（3）选择合适的干伸长度是保证焊接过程稳定性很重要的因素之一。焊丝干伸长太长时，引弧不好，电弧不稳定，飞溅大熔深浅；干伸过短，飞溅容易堵塞喷嘴。

（4）在焊接过程中，如果焊接速度过快，造成熔池冷却速度太快，焊缝成形不好；焊接速度过慢，焊缝的宽度明显增大，熔池热量过于集中，易产生焊瘤。同时，熔池得不到保护气体的有效防护，焊缝容易出现缺陷。

（5）引弧前要求焊丝与焊件保持 2-3mm 的距离，若焊丝收弧时有球，必须剪去，否则不容易引弧，会引起焊丝成块烧断。

（6）应在点固点位置稍向前 5-8mm 处起弧，待电弧稳定燃烧形成熔池后，向熔池送进焊丝，在焊接过程中，应始终保持焊枪角度 80° 左右。为了防止铁水下坠，摆动时，在焊道中间过渡稍快点，在两边稍作停留均匀的焊接速度，使焊缝成形更美观。

（7）收弧不当容易产生弧坑、弧坑裂纹、气孔等缺陷。在收弧处先关送丝系统再熄灭电弧，收弧焊枪停止后，不要立即抬起焊枪，让焊枪里边的气体尚未冷却的收弧处。

6 熔化极气体保护碳钢实芯焊丝焊填充、盖面焊接工艺

（1）焊接过程中，保证焊丝的干伸长度不变，是保证焊接过程稳定性很重要的因素。根据焊缝的宽度对焊机上的电感及时调整，焊接电压的增加电弧的宽度，电压过小值时是电弧越窄。气体的配比对电弧的稳定性，熔深影响较大，焊丝干伸长过长，飞溅较大，飞溅容易堵塞喷嘴。如果焊接速度过快，造成熔池冷却速度太快，焊缝成形不好；焊接速度过慢，焊缝的宽度明显增大，熔池热量过于集中，易产生焊瘤， 在焊道中间过度稍快，两侧稍作停留均匀的焊接速度，焊缝成型美观。



图 3 焊接过程



图 4 热焊层

（2）由于熔化极气保焊碳钢实芯焊丝对焊接工艺参数要求较高，操作人员对管道不同的焊接厚度计宽度进行相应的焊接工艺参数调整，填充层由于管壁较厚及时调整焊丝的干伸长度，控制电压和保护气体的配比精确度要求更严格，操作人员熟练的掌握焊接工艺参数选择的规律，焊接不同的位置都能优良的焊接质量，避免焊接缺陷的产生。

（3）焊接时，焊枪角度要根据管子不同的管径及壁厚随时调整，这样才能保证焊缝质量，避免焊缝产生气孔、夹渣等现象。填充时，要注意坡口边缘不要被电弧擦伤原始坡口边缘，以备盖面层焊接。盖面层焊接应在坡口边缘稍作停顿，以保证熔池与坡口更好地熔合，焊缝表面尺寸符合相关的标注要求。



图 5 填充层



图 6 盖面焊缝

7 熔化极气体保护焊焊实芯焊丝工艺和焊条电弧焊的功效对比分析

（1）熔化极气体保护焊碳钢实心焊丝焊接工艺，具有焊成本低，熔敷效率高，焊接变形小，可以连续焊接，提高生产效率，（比氩弧焊高近 10 倍，比焊条电弧焊高 3-5 倍）。成本低于电弧焊和钨极氩弧焊。采用短路过渡，焊缝含氢量低，抗锈能力强，抗裂性能好。电弧热量集中，加热面积小，熔池小，熔池控制容易。熔池体积小，焊接速度快，易操作。

（2）焊缝成形不够美观，焊接飞溅大，焊接设备施工移动不方便，气保焊焊接参数调节比手弧焊，氩弧焊复杂。抗风能力差，氧化性强的材料不易焊接。

我公司承揽的谋乙烯装置管道焊接施工中，正逢濮阳多风、多雨季节，我们采取搭建防风棚、加大气体流量等防护措施，有力的保证了工程的质量和进度。

（3）对于焊条电弧焊焊接前需要按照焊材质量证明书上的烘烤温度进行烘烤，而熔化极气体保护焊所使用的

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 3 焊接工艺参数

焊机型号	焊丝牌号	焊接方法	焊丝直径（mm）	送丝速度（mm/min）	焊接电流(A)	摆动频率（T/min）	电弧控制	摆动宽度（mm）	左、右停留（S）	焊接电压
AUTO PPAW630-A	CHW 50C6R	RMD	Φ1.2	135	130～140	120	15	3.0	0.1	14
AUTO PPAW630-A	CHW 50C6R	CO2 焊填充	Φ1.2	145	144～150	120	80	8.0	0.25	21
AUTO PPAW630-A	CHW 50C6R	CO2 焊盖面	Φ1.2	145	135～145	120	80	15	0.25	20

表 4 熔化极气体保护焊和焊条电弧焊焊接耐热钢焊接效率、成本分析

项 目	熔化极气体保护焊			焊条电弧焊		
焊接材料：	A106.GR.B	A106.GR.B	A106.GR.B	A106.GR.B	A106.GR.B	A106.GR.B
管道规格（mm）	Φ508*9.53	Φ273*8.18	Φ219*6.5	Φ508*9.53	Φ273*8.18	Φ219*6.5
焊材规格（mm）	Φ1.2	Φ1.2	Φ1.2	Φ1.2	Φ1.2	Φ1.2
焊材消耗量（Kg）	1	0.6	0.4	1.8	1.2	1
熔敷效率（%）	90%以上	90%以上	90%以上	50～60%	50～60%	50～60%
焊材单价（元/kg）	8.2	8.2	8.2	8.9	8.9	8.9
焊材费用（元）	8.2	4.9	3.3	16	11	8.9
焊接时间（≈h）	50	26	20	125	58	40
工时单价（元/h）	400	400	400	400	400	400
工时费用（元）	37	20	15	92	43	30
气体单价（元/瓶）	70	70	70	/	/	/
气体需要量（瓶）	0.3	0.2	0.15	/	/	/
气体费用（元）	21	14	10	/	/	/
总费用（元）	66	38	29	108	54	39

实芯焊丝则不需要对焊材进行烘烤。

（4）熔化极气体保护焊实芯焊丝和焊条电弧焊对比分析，从焊条头，焊接过程中熔化后的渣壳不易清理，缩短了对焊道的清理工作。提高了劳动生产率，减轻焊工劳动强度，焊接质量稳定，各项综合性能数据都优于焊条电弧焊。

8 结束语

在谋乙烯装置工厂化管道预制焊接施工中，我们依据管道焊接的实际情况，为了提高焊接效率，降低焊工劳动强度，提高焊接质量，选用熔化极气体保护焊碳钢实芯焊丝管道自动 RMD 打底+熔化极 CO_2 焊填充盖面的焊接工艺。共完成 A106.GR.B 材质管道 3650 寸，所焊口经射线检测焊接一次合格率 99.3%以上，经过施工实践证明，此工艺明显在施焊成本、焊接质量、施工效率、劳动强度上优于焊条电弧焊、钨极氩弧焊，适合公司工厂化管道预制焊接施工，具有广阔的市场前景。

[参考文献]

[1]李亚江.焊接材料的选用[M].北京:化学工业出版社,2004.

[2]吴林.焊接方法与设备[M].北京:机械工业出版社,2001.

作者简介:刘建国,单位名称:中石化第十建设有限公司,山东省青岛市,毕业院校:中国石油大学（华东）,所学专业:机电一体化技术,当前单位:中石化第十建设有限公司,职务:焊接主任技师,职称级别:高级技师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

胶带机无人值守技术在煤炭生产中的应用

刘志文 朱聿顺 刘宝明
陕煤集团神木张家峁矿业有限公司，陕西 榆林 719316

[摘要]要想更好的推动煤矿企业发展，应对相关设备进行优化与提升。其中胶带机是煤矿生产过程中的常用设备，与煤矿生产效率有着直接的关系，因此应对其进行优化并积极引入先进的技术，使其可以向着智能化、高效化、低能耗方向发展。现阶段，一些煤矿企业已经开始使用集中控制系统、远程启停系统，这些系统可以将胶带机保护动作情况、运行参数、运行故障等相关信息传递到矿山调度室中，从而应实现远程监控目标。同时应将监控设备安装到胶带机卸料点等位置，完成初步无人值守功能。要想保证胶带机运行的安全性，还应在驱动装置、装卸位置、张紧位置、转载位置与设备尾部位置配备专业的人员并做好巡检工作，对胶带机各段位置、设备等进行巡检，保证设备可以稳定运行。

[关键词]胶带机；无人值守技术；煤炭生产；应用
DOI：10.33142/ec.v5i12.7281 中图分类号：TD528.1 文献标识码：A

Application of Belt Conveyor Unattended Technology in Coal Production

LIU Zhiwen, ZHU Yushun, LIU Baoming
Shenmu Zhangjiamao Mining Co., Ltd. of Shaanxi Coal Group, Yulin, Shaanxi, 719316, China

Abstract: In order to better promote the development of coal mining enterprises, relevant equipment should be optimized and upgraded. Among them, the belt conveyor is a common equipment in the production process of coal mine, which has a direct relationship with the production efficiency of coal mine. Therefore, it should be optimized and advanced technology should be actively introduced, so that it can develop in the direction of intelligence, high efficiency and low energy consumption. At this stage, some coal mining enterprises have started to use centralized control systems and remote start stop systems, which can transfer the belt conveyor protection action, operating parameters, operating faults and other related information to the mine dispatching room, so that the remote monitoring goal should be achieved. At the same time, the monitoring equipment shall be installed at the unloading point of the belt conveyor to complete the preliminary unattended function. In order to ensure the operation safety of the belt conveyor, professional personnel should also be assigned to the driving device, loading and unloading position, tensioning position, transfer position and equipment tail position, and do a good job of patrol inspection. Patrol inspection should be carried out on the positions and equipment of each section of the belt conveyor to ensure that the equipment can operate stably.

Keywords: belt conveyor; unattended technology; coal production; application

引言

煤矿企业在发展的过程中，更多先进的技术、设备也得到了广泛的应用，其中胶带机的应用量相对较大，胶带机主要是完成矿井运输工作，可以提升煤矿生产工作效率。但是，现阶段胶带机在应用过程中一些关键位置还需要大量人员进行管理，无形中增加了煤矿生产人工成本。因此为了进一步提升胶带机的生产效率，可以采用无人值守技术，从而减少人员使用量，实现胶带机无人值守目标，进而推动煤矿企业向着智能化、现代化方向发展。

1 煤矿用胶带机概述

1.1 煤矿用胶带机研究现状

现阶段，在煤矿生产中胶带机已经成为主要的生产设备之一，胶带机在生产时主要使用继电器，以制动、启动上下动力型高角度运送设备为主。其中就地方式是主要的控制方式，但是此种方式的安全性相对较差。例如当在相对恶劣的环境中使用时所需要的人员量相对较大，无法对历史数据进行记录。所以胶带机在使用时的各项指标均需要在现场进行显示，无法对多条胶带机进行同时监测。

1.2 胶带机电气系统

在进行胶带机系统设计时应明确电气系统特征并应充分利用电子原理构建胶带机体系，完成更加深入的分析。胶带机中的电子控制系统主要有人机接口、控制台、多种传感装置与防护装置。胶带机电气控制系统的监控系统应对煤矿运送过程中胶带机温度、速度、井下环境、损坏情况等进行实时监控。同时利用集中控制方式提前设定安全系数，体现出自动化控制的优势[1]。

1.3 胶带机电子控制系统中的硬件设备

1.3.1 主站硬件设备

胶带机电子控制系统中主站硬件设备主要包括控制柜、KC01-102T 人机界、KZX 界面、本安型 KPA-24 设备、安型 PLCKC02 设备等。主站硬件设备是否可以与所使用的环境相符且可以同时满足功能要求及设计要求，通过此来

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

满足设备运行要求。在此基础上完成编程，提升使用功能，做好调式与动态演示，为从站硬件选择提供支持。

1.3.2 从站硬件设备

传感器硬件是从站硬件中的重要硬件，其中的控制箱、PLC 触屏等与主机硬件设备有相同之处，但是机型不同也存在一定的差异。在煤矿安全防护设备中传感器使用效果需要通过温度传感装置、速度传感装置、堆煤传感装置、烟雾传感装置、皮带机跑偏检测传感装置、纵向传感装置、拉线传感装置进行体现。这些装置应构建起完整的控制系统，与此同时还应加设防护设备与感测装置[2]。

2 胶带机无人值守技术在煤矿生产中的具体应用

2.1 远程传输线点检测技术的应用

完成主输送胶带机数据采集与分析后，可以与远程传输线点检测技术进行结合并完成线点检测，将设备温度等数据进行实时收集与传输，全面替代传统的人工点检方式，目前多会采用GWP100温度传感器与GWZD100/20振动温度传感器，但是在应用过程中应根据实际情况对系统进行优化，实现对重要零部件温度、振动情况的实时监测，同时可以使用无线分站点将数据信息传输到调度监控主设备中。在进行数据监测时如果发现问题，点检系统可以及时进行报警或是立即停机，然后主控调度室中的主机可以及时发出故障报警，检修人员可以第一时间完成故障处理。

2.2 智能识别技术的应用

在了解主运输系统胶带机视频监控系统功能后，工作人员应对胶带机带面情况、接头位置等进行检查，同时检查是否存在跑偏问题、是否存在体积较大的煤块以及是否存在撕带或是停机等问题。为了有效规避人工观察中的弊端可以将高清摄像头安装到装卸位置、张紧存储仓位置、机尾滚筒位置等关键位置，通过高清摄像头完成重点部位图像采集工作，然后使用工业环网实时回传画面。在使用智能系统与计算机系统完成视频图像分析与设备数据分析时，若有异常情况应及时将其推动给值班人员，也可以采用立即停机方式。现阶段智能识别技术被应用到胶带机关键位置可以起到良好的保护作用。比如可以将智能摄像头安装到胶带机装卸位置，从而实现堆煤保护可视化。同时在采用智能识别技术时应了解煤矿生产情况，可以将远程监控摄像头、胶带机与智能识别技术进行结合，然后将其固定到胶带机关键位置，为巡检人员提供清晰的图像。

2.3 胶带机纵向撕裂识别技术与钢丝绳芯无损检测技术的应用

在对矿用运输胶带机保护设备进行研究后可知，应对保护设备进行更新与优化，避免出现断带、撕带等故障。现阶段胶带机所使用的防纵撕保护装置主要包括翻版式、称重式、翻板与拉线组合方式、拉线方式、超声波检测方式与电磁感应方式等。以上方式虽然在使用时具有一定的稳定性、灵敏性，但是使用范围并不广泛。使用胶带机纵向撕裂识别技术与装置时，充分利用了光感摄像机激光发射装置在输送带表面构建轮廓线图像，然后再上传到计算机系统中，通过分析系统对所拍摄的图像激光轮廓线变化情况进行判断，然后确定胶带机带面具体损坏位置或是其他带面的问题，最终应采用合适的方式进行处理。同时将钢丝绳固定到胶带机表面，带面中钢丝绳芯变化情况判断是比较困难的，目前多会采用无损检测技术，对胶带机面钢丝绳故障进行判断，可以及时进行报警或是停机，同时检测人员也可以将带面异常位置图像进行局部放大，通过此完成原始数据查询。

2.4 除铁技术的应用

在了解主动运输系统胶带机除铁装置使用情况后，可以融入智能除铁技术，智能除铁技术主要包括金属探测装置与除铁装置。要想保证胶带机可以稳定运行并提升生产效率，应将金属探测装置安装到除铁器最前段，使其与除铁装置可以同时使用，在使用智能除铁技术时还可以同时设置报警装置。将金属探测装置固定后可以探测到金属，然后进行及时报警，但是并不会导致胶带机停止运行，此种金属在清除时可以采用永磁除铁装置；合理设置大块金属报警装置，避免胶带机出现停机问题，在岗人员完成清除工作。报警模式不同所使用的钢丝绳胶带检测效果也存在差别，可以使用不同的信号对小金属信号进行识别并完成清除工作，同时可以将大金属块、长杆状金属块进行识别与定位，采用人工方式进行迅速清除，缩短停机时间。

2.5 自动润滑技术的应用

将自动润滑设备安装到胶带机电机设备、滚筒设备中，从而可以对供油计量进行准确的控制，同时可以将润滑设备的给油量、具体给油时间进行纠正，保证注油过程的自动化同时可以将相关信息传递到上位机上，实现对润滑油系统的实时监控[3]。

2.6 巷道巡查机器人技术的应用

巡查机器人具有一定的智能性，其中应用了无线数传技术、无线充电技术、取像装置，可以对巷道内的故障进行实时诊断与检测。当煤矿矿井主要运输系统中使用无人值守技术时，就会显现出人工巡检检测频率、间隔时间长等问题。同时随着 5G 技术、人脸识别技术与 AI 技术的不断发展与应用，智能巡查机器人技术也在不断被更新。随着智能胶带机巡检机器人中 5G 技术的不断使用，可以代替人眼、人耳与人手，提升处理计算速度与判断效果，实现实时报警的目的。值班人员应在生产值班室内通过远程控制平台完成巡检机器人操作并转换成自动化模式。智能巡查机器人可以将检查结果直接显示到屏幕上，值班人员在了解报警内容后在第二天完成具体的检修工作。在具体使用时，智能巡查机器人应将人工巡检方式进行全面替代，主要包括无线电通信实时采集与存储设备、无线充电设备，同时可以对施工现场的温度、声音、影像、气体、烟雾等数据进行实时监控，在

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

利用数据分析系统进行自动分析并判断其是否会给设备带来故障，完成故障位置确定，从而可以减少人员劳动量并保证工作安全，同时减少因故障所导致的停机问题。

2.7 胶带机激光纵向撕裂识别技术的应用

将扇形光源激光发声装置安装到胶带机与集运胶带机卸料位置中，利用扇形激光光源完成上带面扫描工作，激光光束应在上带面位置完成一条与带面轮廓线相同的反射线。利用特定的光感摄像设备拍摄激光反射线，然后采用图像实时算法对所拍摄图像的轮廓线进行判断，当出现问题时可以及时进行报警，从而保证胶带机可以安全、稳定的运行，保证动态监测工作效果。

2.8 油液监测技术的应用

将在线监控装置安装到油液设备中，固定循环泵后按照一定的周期将齿轮位置油液抽取到分析装置中，对油液的粘稠度、水分换量、磁铁颗粒、非磁铁颗粒等进行检测。油液检测技术在使用过程中可以完成数据监测、历史数据查询、分析及导出、故障报警、智能化诊断及设备维护等工作，保证 CST 齿轮油油脂状态、胶带机驱动减速器等检测，并可以将磨损故障等进行预防。

2.9 防火技术的应用

煤矿企业在进行井下生产过程中，可以采用分布式感温光纤检测设备完成胶带机沿线、机头桥架等位置温度监测，然后利用矿井下设备将温度信息号传输到上一个系统中。若监测点位置温度出现异常反应时会发出警报通知巡检人员，从而可以对胶带机沿线温度情况进行实时监测，并将火灾进行有效控制。

3 无人值守技术应用原理

煤矿胶带机无人值守系统主要包括无人值守承重系统、定量给料控制系统、车辆身份自动识别系统等。无人值守系统中，门岗管理系统应对车辆身份信息进行识别，利用系统将信息录入到销售管理系统中并将信息系统进行匹配，当完成识别后再开启闸机放行。车辆系统达到承重监测区域后，完成空车重量信息采集后将其传输到相应的数据库中。车辆向装煤监控区域行驶，产品在仓库中采用变频系统传递到胶带机上，成品煤通过缓冲仓然后再进入到定量仓中，通过溜槽完成成品煤装载并做好相关信息记录，同时做好严格控制。承重给料设备中的测量系统是将采集到的给料量信息实时传输给控制系统与后台数据库中，实际下料量与车辆等额要求相符后，对自动停车信号进行控制并实现自动停车，对系统中的装车数据进行纠正。若车辆实际装载量与预期装载量间存在偏差，应由专业的人员对偏差进行纠正，不需要停车进行调整并利用控制装备完成具体测量工作，在保证测量数据准确性的基础上将停止设备控制信号进行传输并进入到循环等待状态。完成装载工作后车辆驾驶人员应通过身份识别系统完成信息对比，在保证信息准确的基础上做好车辆装载物清单打印，然后将相关信息传输到后台管理系统中[4]。

4 无人值守技术在煤矿生产中应用的管理措施

在采用无人值守技术的同时还应建立完善的管理机制。首先，应将管理人员、设备维护人员的工作职责进行合理分配与确定，在了解胶带机具体使用情况后科学完成现场巡查与设备检修工作，同时为了进一步提升现场巡查人员与设备检修人员的工作水平还应制定相应的考核标准，从而提升这部分人员的责任心。其次充分做好胶带机巡检人员岗前培训与考核工作，通过培训与考核工作可以提升其专业性，从而对胶带运行功率、电压、电流、振动、温度、油位、液压系统压力、皮带张力等参数进行确定，确保其可以在规定的范围内。巡查人员可以在巡查过程中通过胶带机运行声音来判断其运行情况并可以将一些故障进行处理，得到良好的处理效果，保证煤炭企业生产效率。最后根据自身企业情况制定无人值守技术应用标准并进行全面落实。同时还应做好相关管理人员智能化技术使用培训，从而保证设备使用效果与水平，体现出胶带机在煤炭企业生产中的作用[5]。

5 结语

煤矿胶带机无人值守技术主要被应用到关键位置，包括胶带机装卸位置、张紧位置、转载位置、综撕位置等位置，实现实时监控，采用自动化监控系统、智能视频管理系统、胶带机纵撕智能化监控系统、钢丝绳芯带面无损检测技术同时利用智能化技术应减少人员使用量，提升工作人员的安全性。采用无人值守技术后可以提升工作内容、岗位配置的针对性同时提高工作效率，在此过程中还应做好培训工作，实现“一人多值、一职多能”的目标，可以对工作人员能力进行更进一步的挖掘，转变原有的管理模式与管理方式，更好的推动煤矿企业生产，同时提高煤矿企业经济效益。

[参考文献]

[1]吴涛，何周柱.活鸡兔井 22 煤集运胶带机无人值守自动化技术[J].内蒙古煤炭经济，2019(19)：10-12.
[2]斯德江.煤矿井下胶带输送机的无人值守控制系统研究[J].设备管理与维修，2020(8)：118-119.
[3]周建军.煤矿井下胶带输送机的无人值守控制系统[J].机电工程技术，2017，46(9)：101-102.
[4]梁建俊.综采工作面带式输送机无人值守系统分析[J].机械管理开发，2018，33(10)：254-255.
[5]肖华明.矿用带式输送机新技术应用前景分析[J].工矿自动化，2018，44(4)：34-39.

作者简介：刘志文（1990-），男，陕西靖边人，汉族，大学本科学历，机电工程师，研究方向为煤矿胶带机运行与维护工作。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

综合录井井控监测技术应用现状

王益军 杨 阳 张贵莲 刘云霞 曹丽萍
克拉玛依市三达检测分析有限责任公司，新疆 克拉玛依 834000

[摘要]随着社会的发展，科学技术的进步，越来越多的新技术被研发出来。比如综合录井监测技术，通过使用该种技术能够提升钻井参数的准确性和可靠性，而且能够保证石油地质工作的顺利开展。现阶段，综合录井技术被较常使用在石油地质勘探方面，却很少应用在钻井工程建设中。随着钻井工程的发展，逐渐需要使用到综合录井技术。目前对综合录井工程进行建设时，必须要重视到如何应用综合录井技术，提升钻井工程建设的质量和水平。在文章中，主要从技术和体制的角度分析了综合录井技术应用过程中存在的技术难点，提出了综合录井技术的发展方向以及应用建议，以期为提升综合录井技术的应用能力提供一些帮助。

[关键词]井控监测技术；综合录井；应用现状
DOI：10.33142/ec.v5i12.7300 中图分类号：TE142 文献标识码：A

Application Status of Comprehensive Logging Well Control Monitoring Technology

WANG Yijun, YANG Yang, ZHANG Guilian, LIU Yunxia, CAO Liping
Karamay Sanda Detection and Analysis Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

Abstract: With the development of society and the progress of science and technology, more and more new technologies have been developed. For example, comprehensive logging monitoring technology can improve the accuracy and reliability of drilling parameters and ensure the smooth development of petroleum geological work. At present, comprehensive logging technology is often used in petroleum geological exploration, but rarely used in drilling engineering construction. With the development of drilling engineering, comprehensive logging technology is gradually needed. At present, when constructing the comprehensive logging project, we must pay attention to how to apply the comprehensive logging technology to improve the quality and level of drilling engineering construction. In the article, the technical difficulties in the application of comprehensive logging technology are analyzed mainly from the perspective of technology and system, and the development direction and application suggestions of comprehensive logging technology are put forward in order to provide some help for improving the application ability of comprehensive logging technology.

Keywords: logging control monitoring technology; comprehensive logging; application status

引言

随着经济的快速发展，各行各业对石油、煤炭和天然气等资源的需求量增加，应用这些资源也取得了不错的成效。因此，资源开发公司必须要通过先进的技术和方法对资源进行开采利用，对技术应用要点进行全面系统的掌握，确保资源开采工作能够顺利进行，并且取得预期的成效。而在资源开展作业中，必须要重视钻井井控工作这一关键环节。一旦钻井井控工作出现了问题，很容易出现井喷现象，使开采公司和作业人员处于不安全的环境下。由此可见，资源开采公司的相关作业人员必须要全面掌握录井技术的内容，保证在进行钻井工程作业时及时快速的对资源进行寻找，提高钻井作业的安全性。与此同时，应用综合录井技术时，必须要重视应用井控监测技术，对钻井作业的开展采取实时监控的管理状态，从而提升钻井工程建设的效率和质量，能够及时发现钻井作业中出现的危险因素，并且进行及时有效的处理，降低井喷带来的风险，保证作业人员的安全。

1 综合录井技术概述

对钻井工程进行建设时，可以应用综合录井技术，提升井下作业的安全性，提升钻井作业的效率，保证钻井作业的开展能够取得较大的成效。对综合录井技术的应用价值进行分析，具体包括以下几个方面。第一，自动化程度高。通过应用综合录井技术，能够完整的收集整理相关的参数，为钻井工程的作业提供数据支持，如果在必要的情况下，工作人员可以打印这些数据资料，使其他工作人员能够准确的掌握钻井工程的各项数据参数，根据钻井工程的实际施工情况来开展钻井作业，不仅提升了钻井作业的效率，而且提升了钻井作业的质量。第二，钻井资料具有较高的完整性。通过应用综合录井技术，能够实现对钻井资料的自动化跟踪分析，尽可能的减少数据遗失现象的发生，使工作人员开展工作能够有准确的资料，降低钻井作业过程中的风险，提升钻井作业的安全，及时有效的反馈钻井作业区域的地层信息以及资源储存特性，最大程度的发挥资源开采的作用和价值，同时提高资源后续使用中的价值，以上就是综合录井技术的优势。[1]

2 综合录井井控监测技术的应用现状

2.1 井控异常的综合录井参数特征

通常情况下，井场内会安装各种不同的传感器，这些传感器会直接或间接的获得很多数据参数，而综合录井仪

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

利用这些参数，对钻井工程进行全方位的监控，同时及时上报异常数据。在不受钻井设备和材料的影响下，异常参数可以直接反映出井筒压力的变化情况，对录井参数的异常变化进行研究，有利于对井筒压力的平衡状况进行评价。通常情况下，导致井控出现异常的原因如下。其一，地层流体进入井筒。在这种情况下，会出现井涌、井喷和溢流的现象。其二，井筒流体进入地层。在这种情况下，通常会出现井漏。（图 1）增加钻井中液烃类的气体含量，直接导致电导率和钻井液的密度降低，这种情况反映的是地层流体进入井筒，根据出口排量、井筒压力变化、总池体积增加的情况来确定是否出现井涌、溢流的异常情况。如果出口流量、泵压、泵冲以及总池体积呈现大幅度减少的情况，就表明钻井液液注的回压降低，这种情况反映的是钻井液流入地层，并且造成了井漏的现象。

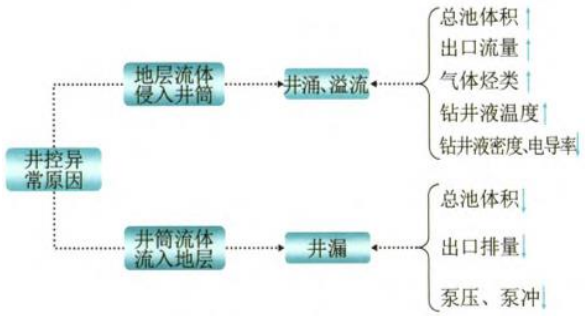


图 1　综合录井参数监测井控异常

2.2 起下钻过程中录井井控监测

在起下钻的过程中，通常会出现井控异常和失控的现象。所以，在起下钻期间必须要做好安全监控工作。根据起下钻的相关井控操作规定来看，重点监测起下钻的返浆和灌浆是录井的一大重要职责，必须要提升起下钻的安全性。如果起下钻的速度不符合井控安全的标准，就会导致抽汲和压力过大，从而使地层的流体侵入井筒，进而出现井涌的现象，还会因为压漏地层而出现井漏的现象。使用井控监测技术对起下钻的速度进行实时监控，结合井眼直径、钻井液性能、地层状况、钻具组合等条件对起下钻的速度进行确定，如果起下钻速度过快，录井仪就可以自动报警。开展起钻工作时，为了使井内的压力达到平衡状态，必须要及时将与钻具体积差不多的钻井液量灌入井内。如果灌入量和钻具体积差不多，就表明井筒内的压力达到平衡的状态。开展下钻工作时，如果井筒反出的钻井液体积比钻具体积大，这种情况也说明地层流体出现了侵入井筒的情况。利用池液位的传感器对钻井液的变化情况进行监测，从而来确定地层流体是否侵入井筒。进行起下钻时，及时监测钻井液的出口流量，对井筒的流体状态进行判断，从而更好的控制井筒内的压力，并且做好早期预警工作。比如上海某公司开发了一种新型的超声波和电磁波的监测装置，主要监测钻井液以及人口流量，并且监测的数据具有精确性。中国石油大学也利用涡轮流量计、电磁流量计以及分流式小截面的测量方法对钻井液返出量和井口防溢管中环空流体进行监测，能够精准的弄清楚出口排量的变化。为了对出口流量进行监测，可以使用流量计工具，有利于促进井控监测的安全和精准性。[2-4]

2.3 钻进过程中录井井控监测

整个钻进阶段，使用井控安全监测技术，有利于全面了解保护油气层和油气显示的情况。为了计算出 dc 指数，可以结合钻进阶段的转盘转速和转压等工程参数，对地层孔隙中的压力大小进行监测；为了对钻井液池体积的大小进行监测，可以使用超声波传感器的工具，对井内流体的情况进行监测；井筒内如果达到了平衡状态，可以表现为钻进阶段中的气测异常。对 df 指数、气测异常、钻井液池体积的检测结果进行分析，能够有效的监测钻井阶段的安全情况。

2.3.1 dc 指数法

如果钻进了不正常的高压地层时，通常会因为高压地层压实度不足、孔隙度大，而造成机械钻速增大的情况。由此可见，可以根据钻速大小来确定压实地层中孔隙压力的大小。西部某录井工程公司为了提升检测的精度，对指数检测法进行升级，具体包括对钻井液密度差、钻头磨损进行处理。根据 PDC 破碎岩屑的机理研究数据来看，必须要保证 PDC 钻进下具有科学合理的录井方法。研究 PDC 钻头地层中孔隙压力的监测技术，在 PDC 钻进模式下，提出了新型的 dc 监测模式，使异常高压过渡带的监测具有准确性。SM011 井自清水河组中部至三叠系为异常高压地层，钻后根据井段 3960.00～4608.00m 实测的地层孔隙压力计算的压力系数为 1.64。修正前 df 指数法回归该井段的地层孔隙压力系数为 1.55(图 2 左)，与钻后实测误差为 0.09，利用修正后的 dc 指数法检测得到的地层孔隙压力系数为 1.61(图 2 右)，与钻后实测值绝对误差为 0.03。[5]

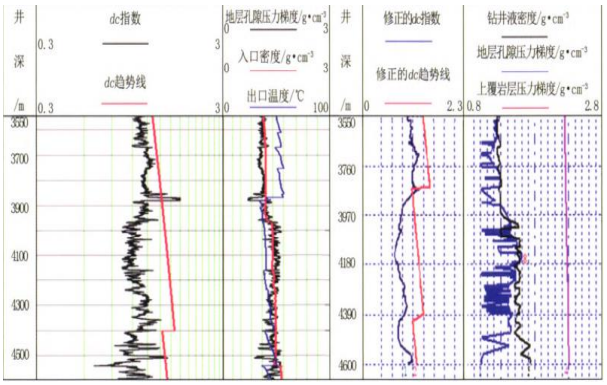


图 2　SM011 井地层孔隙压力剖面(左图为修正前，右图为修正后)

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.3.2 钻井液池体积法

对钻井液体积的增减大小进行实时、动态和准确的监测，能够对井涌、井漏等情况进行分析，从而为确定井筒地层状况提供数据支持。录井的操作人员必须要对钻井液池体积的大小进行实时监控，没有受到人工灌注的影响，如果一定时间内钻井液池体积出现了大于 0.5m³ 的变化，就可以直接确定钻井液出现了溢流和漏失的情况。在这种情况下，必须要做到一旦发现溢流就关闭井筒，即使没有确定出现溢流，也要关闭井筒进行检查。如果确实出现了油气显示、溢流、以及井漏等异常情况，就要及时上报。通过使用动态堵漏监测仪，并且可以结合体积法、密度法、质量守恒法来对井内是否出现井漏和溢流进行判断，最大程度的提高判断的及时性和准确性。除此之外，使用传感器可以判断流量的方向，如果是正方向就表明出现井漏，如果是负方向就表明出现溢流，为判断钻井阶段的溢流和井漏提供了技术支持。目前，塔里木和青海的油田都会使用到动态堵漏监视仪，并且取得了良好的堵漏效果。

2.3.3 气测异常法

一旦井筒内流入了地层流体，就会出现油气侵的情况，导致液柱体积变小，这个时候可以使用液位传感器对罐内液体的情况进行监测，确保能够及时发现井控异常现象。如果转入油气层，会出现气液显示的异常，甚至会出现气侵的现象，这种情况反映了油气层流体具有较高的压力系数，比钻井液的密度值还要高。对气测异常进行正确判断，同时做好预警报告工作，将问题反应给钻井及其工作人员，保证其采取井控措施具备大量的准备空间。利用气侵检测技术，能够根据压力波的传播速度、套管压力以及立管压力信号来对气侵程度、气柱高度、井底含气率进行判断，最终得到准确的含气量。通过对气侵监测技术进行研究和利用，有利于提升井控操作中的安全。[6]

2.4 有害气体的监控预警

通常情况下，地层流体具有较复杂的压力系统，一旦揭开油气层，就会导致地层流体进入井筒而出现溢流的现象。如果地层流体中有较多的酸性气体，就会导致运营的过程中出现剧烈膨胀，在这种情况下，就很容易导致出现井喷的现象。所以，必须要提升监测有毒有害气体的水平，保证井控操作中的安全。

举个例子:准噶尔盆地南缘 KA10 井在井深 3862.28m 出现 HzS 气体异常，10∶19 浓度检测值(气体体积分数)为 1×10-6，10∶20 当浓度检测值(气体体积分数)达到 10×10-4 时及时报警，10∶22 检测值(气体体积分数)达到 31×10-后开始下降，10∶ 27 降到 0 后恢复正常钻进(图 3)。因此，在钻井阶段，必须要对 H_2S 气体浓度进行及时准确的预报，不仅需要做好井控安全预警，而且需要采取针对性的措施，保证井控安全。

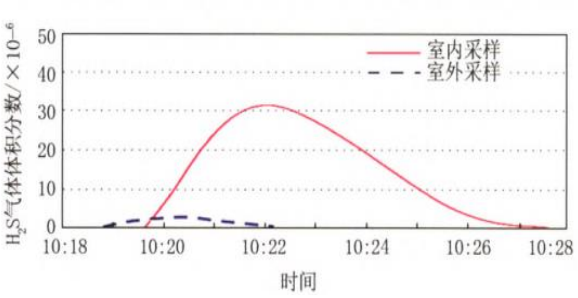


图 3 KA10 井 HS 气体检测曲线

3 井控监测技术发展思考

与传统的井控监测技术相比，现阶段的井控监测技术取得了较大了进步。但是该技术采集参数只适用于地面条件下，没有办法对地下参数进行采集。如果实现随钻测量和综合录井技术的结合，就可以全面的提升井控的安全性。控制井筒里的液柱压力大小，能够解决井筒中压力失衡的问题。对井筒里的液柱高低进行精确的测量，能够检测井筒压力，具体可以使用以下两种方法。第一，为了对井筒里的液柱面进行监测，可以在节流管的交汇处安装气枪声波发生器和接收装置，对回声声波的返回时间进行测定，从而计算出液柱的高度和压力。第二，对井筒液面进行测量，从而检测出溢流量。在钻井四通阀上安装液位的下限开关，在溢流管的下方安装液位的上限开关，还要在溢流管上安装出口流量传感器，在起下钻罐内安装液位传感器。根据这些开关和传感器提供的数据信息来判断是否出现井涌和井漏的情况。目前，上海某公司对这种技术申请了发明专利，能够保证井控监测工作的精细化。许多石油技术服务的公司也不断建设和完善随钻地层中的孔隙压力大小的测量系统，如果钻井液没有进入地层，测量系统就可以测量地层以及流体情况，得出相关数据，从而对地层孔隙压力以及相关物理参数进行确定，不仅能够为井控安全监测提供数据支持，而且为采油作业提供指导作用。所以，对随钻地层中的孔隙压力大小的测量系统进行研发和应用，能够保证井控安全监测工作的顺利开展。与传统的井控监测技术相比，现有的技术具有及时性、精确性、可靠性的特点。通过开发应用先进的机械、物理、电子等井控监测技术，实时监测井筒压力的平衡情况。现阶段，我国对这类技术的研发缺乏经验，必须要引进国外先进的技术，进一步提高我国井控监测技术的水平。[7]

4 结束语

综上所述，需要控制井控监测参数，不断加大对监测技术的投资和研究力度，实现井控监测技术和新井筒监测手段的有机结合，提升井控技术的水平，保证井控的安全，同时优化钻井工作。

[参考文献]

[1]王建彬.综合录井井控监测技术应用现状及发展思考

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

[J]. 中国化工贸易,2020,12(1):138-140.
[2]吴英伟. 综合录井井控监测技术应用现状及发展思考[J]. 信息系统工程,2019(10):79-82.
[3]滕照伟. 综合录井井控监测技术应用现状及发展思考[J]. 石油石化物资采购,2021(16):71-72.
[4]赵富波. 综合录井井控监测技术应用现状及发展思考[J]. 信息周刊,2019(52):59.
[5]金业权,喻海霞,孙泽秋,等. 层次分析法在地层因素诱发井控风险分析中的应用[J]. 石油天然气学报,2011(8):1-3.
[6]袁波,刘刚,戴爱国,等. 高温高压天然气井常见问题及安全钻井工艺[J]. 国外油田工程,2006(8):5.
[7]苗树富,邓国岩. 欠平衡钻井技术在板深 7 井的应用[J]. 钻采工艺,2000(1):5.

作者简介：王益军（1965.11—），男，汉族，籍贯:陕西，本科学历，1989 年毕业于西安石油大学油田化学专业，高级工程师，从事油田污水处理技术工作 30 年，现任克拉玛依市三达检测分析有限责任公司总经理。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅析石油钻井自动化关键技术应用

卢伟伟
克拉玛依市地质工程有限责任公司，新疆 克拉玛依 834000

[摘要]由于科学技术的快速发展，对自然能源的需求不断增加，导致储量减少，甚至一些能源可能面临中断的危险。虽然中国的自然资源在发展过程中控制着发展速度，并努力探索和开发其他新的自然资源，但目前，自然能源的发展速度已不能满足社会发展的需要。为了解决这个问题，在中国石油钻井技术升级的同时，政府继续增加进口，增加能源流入。文章中对石油钻井自动化在石油行业的应用进行了一系列研究，结合电气自动化的应用，分析了我国油井钻井的综合质量，科学应用现代电气自动化优化油井钻井技术，提高工作效率，促进中国石油的顺利运营。

[关键词]石油钻井；自动化；应用
DOI：10.33142/ec.v5i12.7272 中图分类号：TE19 文献标识码：A

Brief Analysis of Application of Key Technologies in Petroleum Drilling Automation

LU Weiwei
Karamay Geological Engineering Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

Abstract: Due to the rapid development of science and technology, the demand for natural energy continues to increase, leading to the reduction of reserves, and even some energy may face the danger of interruption. Although China's natural resources control the speed of development in the process of development, and strive to explore and develop other new natural resources, at present, the speed of development of natural energy can no longer meet the needs of social development. In order to solve this problem, while China's oil drilling technology is upgraded, the government continues to increase imports and increase energy inflows. In this paper, a series of studies have been carried out on the application of petroleum drilling automation in the petroleum industry. Combined with the application of electrical automation, the comprehensive quality of oil well drilling in China has been analyzed. Modern electrical automation has been scientifically applied to optimize oil well drilling technology, improve work efficiency and promote the smooth operation of PetroChina.

Keywords: oil drilling; automation; application

引言

在中国，石油能源有限。在许多情况下，我们依靠石油进口来维持社会发展。在复杂的国际环境中，石油进口将对中国的能源安全产生一定影响，导致石油需求的变化。为了避免这种情况，中国政府决定继续增加中国的石油产量，增加石油供应，并确保中国的健康经济发展不依赖石油进口。石油钻井技术探尤为重要。从实际情况可以看出，我国现有的钻井技术与发达国家相比还有很大差距。石油工业的可持续发展需要强化这些技术的应用，优化其实际应用，为井喷作业有序推进奠定基础。无论是智能勘探、虚拟存储还是监管自动化，在一定程度上，这已成为我国油井钻井技术的重要保障。

1 自动化技术概述

当涉及到少数人或没有人直接参与时，该工具或系统可以根据人们的命令准确地完成相关工作。目前，我国正在逐步掌握自动化技术并开始将其应用于各个领域。自动化技术的应用使所有领域的员工受益。例如，在生活领域，自动售货机越来越多。在工业生产中，越来越多的工厂正在使用自动化设备。由于采用了自动化技术，工人不再需要执行复杂的工作，提高了工作效率。不再依靠人力来执行危险任务，自动化技术的应用在一定程度上保护员工的人身安全，使用自动化技术的优势显而易见。

2 我国石油钻井开采现状

2.1 石油产量过低

由于我国石油企业缺乏现代智能化的油井钻井技术测量，在石油企业的生产过程中，油井定位失败和含油气层布置不合理，给石油生产带来极大的不便，导致石油产量低。在传统油井中，由于缺乏先进的勘探技术和设备，生产工艺落后，各生产环节的作业效率低，严重影响了钻井过程中的石油产量。同时，传统的石油生产企业未能及时升级已开发的基础设施，石油生产钻井队未能在硬岩地区进行科学高效的石油生产，这在一定程度上阻碍了石油的持续生产。

2.2 成本投入与回收周期过长

石油工业的一个显著特点是早期加工和快速加工的高成本和高投资。然而，总的来说，中国石油生产企业在经过大量的背景投资后，如油井日常维护、原油储存等，长期成本回收将面临相当大的困难。因此，石油企业的资

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

本支出周转速度缓慢，严重影响其经济效益，导致石油企业发展缓慢，在与外国公司的竞争中处于劣势。

2.3 设备和工艺过于陈旧

我国石油企业传统钻井主要采用人工，水泥浆用于固井。因此，过时的采矿方法消耗了大量人力资源。此外，少量老式钻井设备也使石油开采复杂化。石油通常分布在地理位置复杂，如硬岩地区。缺乏钻井设备将对岩石钻探产生不利影响，并降低生产率[1]。

3 石油钻井自动化关键技术的应用

3.1 在智能勘探方面的应用

智能勘探是油井自动钻井的关键技术之一。它可以准确定位不同地区的油田。在这种情况下，进一步明确了石油目标，提高了生产效率，在一定程度上降低了后续作业的效率。智能勘探技术是一种主要基于 GIS 和 GPS 技术的快速探测技术，它使勘探更加智能化，节省了大量人力、物力和财力，为石油开发提供了保障。此外，除了确定油田的位置外，还可以对石油资源进行详细分析[2]。目前，石油资源勘探高度可达 200 米，对石油开采起着关键的支撑作用。同时，智能采矿技术的应用可以通过技术手段分析勘探数据和其他信息。结合数据分析结果，进一步确定了储层的位置、含量和深度，并通过工程分析完善了产前数据。一般来说，勘探是基于智能方法来确定石油资源的位置，并通过数据分析来实现石油储量的同化，为未来石油开发奠定基础[4]。

3.2 在存储虚拟化方面的应用

钻探石油非常困难，从不同钻井层获得的信息和数据有很大差异。数据处理的重要辅助工作可以通过分层自动化组合技术完成，通过数据库在一定程度上进行了改进。钻井进度数据对石油的利用有很大影响。只有正确分析和研究钻井数据，才能将其用于采油。该技术主要利用计算机采集数据，使计算机辅助数据采集具有更大的科学可信度和准确性，并实现了虚拟数据存储，这不仅体现在复合技术上，也体现在容错方面。在油田勘探过程中，钻井作业的安全和使用受到各种外部因素的影响。在某种程度上，改进故障技术可以降低事故风险。自动调试技术的应用进一步提高了钻井作业管理的安全性，有效避免了单点操作错误，并收集了更多的数据。除数据存储外，还可以设置数据备份，以使钻井过程更安全，减少外部干扰。除了这两种技术之外，存储虚拟化还包括动态扩展技术，主要用于自动化系统中的存储。然而，在技术应用过程中，操作人员必须了解并改进整个过程，以实现自动化技术在钻井中的进一步应用。虚拟存储技术的使用在一定程度上确保了钻井数据的安全性，并促进了自动化系统的管理和开发。

3.3 地质导向钻井技术

深井定向地质钻探技术的改进是在传统定向地质钻探工艺理论基础上发展起来的一种有前途的地质钻探技术。储层钻具的地质定位技术与地质定向钻具密切相关，它使地质储层的测井、钻井和管理成为一个有机结合、有机融合的过程。因此，基本上实现了随机钻探控制的钻探目标。地质勘探塔钻探技术用于地质导向时，主要考虑地质储层的两个参数来确定阻力和功率，这可以准确地确定具体的地质构造储层。地质油藏结构和钻头运动轨迹不仅提高了地质产量和石油钻井成功率，而且大大降低了钻井成本，为中国石化企业的发展创造了更多的社会和经济效益[5]。

3.4 调控自动化技术应用

逻辑表达式方法。在油井自动调节中，逻辑表达式作为计算机系统操作的关键元素，是一种虚拟存储技术，可以帮助石油企业优化油量信息的调节。在逻辑表达式应用的支持下，石油企业可以有效地实现各种钻井数据处理的自动化，减轻工人的工作量，为高级管理人员做出优化决策提供科学依据。（2）信息传输技术。在石油钻井的自动控制过程中，应用信息传输技术可以实现将油井的所有勘探数据快速、准确地传输到地面控制中心，使地面控制人员能够适当调整钻井深度。该技术的应用不仅可以保证自动油井钻井的顺利进行，还可以有效地满足石油企业各行业的信息共享需求。（3）自动操作技术。在油井钻井设备的自动化操作中，石油企业需要利用信息、计算机和通信技术，有效地建立自动控制平台，有效地完成油井钻井过程中的自动控制任务。例如，工人有意识地采取预防措施，可以模拟和分析石油钻井过程，并确保在应用钻井技术时能够及时发现潜在的安全风险[2]。

3.5 应用信息网络通信技术

石油工业远程自动化技术主要基于计算机和通信技术。ICT 在油井钻井中具有重要的信息传输功能，保证了工作面与地面指挥中心生产数据的同步性和一致性。信息技术的应用不仅可以保证矿山与井下的顺利沟通，还可以让用户获取和共享第一手数据，确保数据及时有效。石油钻井自动控制技术中的信息传输技术，使石油钻井过程中的数据传输及时、准确、高效，例如将探井数据传输到控制中心，控制中心应分析该地区可能的发展，并根据获得的信息提出适当的对策。现代钻井通信网络可以通过共享中心、监控中心等实现双向数据传输和项目信息共享。集成的数据交换功能、大的存储容量保证了有效传输和安全快速的数据解释，为钻井作业决策提供了依据。快速反馈检测、信息处理和推理，确保了工作面与矿井之间通信的效率和质量，方便了矿井内反馈和命令的传递。

4 推动自动化钻井技术在石油生产中运用的措施

4.1 有效的管理体系

由于油井钻井技术及相关技术、管理机制和处理方法可能会产生重大影响，更有效的管理方法将使钻井技术得到更有效的发展，并为石油开采提供更好的环境和技术支

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

持。钻井技术的发展需要不断完善相关管理制度，为员工提供积极的指导和有效的监督，使相关技术人员能够结合石油工业的发展不断创新和提高。它将使国内石油工业持续发展，从而产生长期的创新能源，使石油工业真正成长。

4.2 演练培训

针对钻井技术人员安全意识和专业素质不强，安全隐患极易发生的事实，必须加强对钻井技术人员的教育和培训，提高安全施工技术知识水平，增强安全生产意识。技术人员在钻井作业中发挥着关键作用，为钻井技术创新的发展做出了重要贡献。因此，投资钻井技术研究和培训钻井安全技术人员具有重要意义。技术人员需要改变原有的误解，学习国外先进技术，学习新知识、新理论、新技术，进行突破和创新，提出新的想法，然后结合中国石油钻井专业技术知识，以不断推动中国石油钻井技术创新。

4.3 先进石油钻井技术和设备介绍

科学技术的发展和进步提高了石油钻井技术水平，大大提高了石油钻探效率。在油井钻井技术中，主要研究高压非平衡油井技术。在油井钻井过程中，应用高压喷发技术可以实现钻头的高压喷发，也可以快速冲击和破碎岩石。其技术优势是可以用光纤激光器以相对较快的速度切割岩石，也可以成功地进行钻探作业。高压波应力技术广泛应用于含砂量大、岩梁体积大的新型油井。随着高压的适度增加，可以结合实际情况合理提高和调整勘探高度和深度。

4.4 鼓励科研人员发展创造，提高自动化技术水平

目前中国没有足够的力量鼓励科学创新。我们需要创造一个促进全社会创新的环境。鼓励科研人员研究创新，提高我国自动钻机的技术水平。首先，国家可以投资于科学家的技术培训并奖励他们的成就。我们可以在拥有先进自动化技术的国家组织员工交流，了解他们的成功与失败。为取得研究成果的研究团队提供财政支持和奖励，以克服困难，激发积极性。对于石油设备制造商来说，有必要重视自身内部研发企业的管理和建设，购买最先进的设备，建立一个设备齐全的实验室，雇用高工资的高素质研究人员，并组成一个专门的研究团队。

4.5 优化石油生产企业的管理方式

第一，确保科学管理，降低成本，增加利润。石油公司应根据自身实际情况制定科学的工作计划。这将最大限度地利用现有资源，降低内部投资成本，并实现最大效率。其次，在生产过程中建立一个健全的监督团队可以在一定程度上减少损失。监理团队成员必须选择责任心强、认真、素质高的人员，坚持以人为本的科学管理。如果一家公司想要有一个光明的未来，它必须首先拥有一批优秀的员工。为了保护员工的利益，为公司创造利润，我们需要加强与员工的沟通，了解他们的工作需求，提高他们的工作热情，增强他们对公司的认同感。虽然中国石油公司经历了计划经济，但他们的想法很难适应市场经济。所以他们必须改变，为企业注入新的智力能量。

5 石油钻井自动化关键技术应用的发展趋势

目前油气田勘探的目的是提高勘探开发效率，寻找新的储层区块，增加油气产量。特别是对中国来说，许多陆上油田都处于开发后期和高含水层阶段，产能有下降趋势。因此，我们必须加大对钻井技术开发的投资，更加重视寻找新的矿床，开发和提高现有矿床的生产力。随着普通油气层烃当量的降低，钻井将向高原、山地、沼泽特殊地形和高温、高压、复杂地质构造方向发展。因此，石油钻井自动化最重要的技术应用将成为未来一个新的方向和目标。为此，有关人员必须尽快做好油井钻井自动化关键技术研究的准备工作，为满足国内日益增长的油气需求奠定基础。随着技术进步和劳动解放的发展，互联网、大数据、信息化、数字技术等技术在设备现代化道路上的快速进步，自动化和智能化的发展已成为决定性因素，钻井油已进入全自动化、智能化发展的时代，并将成为未来大型装备企业的必然目标。对于长期以来坚持严酷、危险的现场作业环境，主要依靠人力资源的石油行业来说，加快油井自动化的发展是一个亟待解决的问题。建议我国增加这方面的财政和人力资源，以加快其快速发展。

6 结语

总之，石油在中国社会发展和经济建设中发挥着重要作用，科技发展和人民日常生活都需要石油的支持。随着石油和能源需求的增长，当今的国际形势十分复杂。由于中国进口石油，石油进口对中国经济发展产生了负面影响。在国际形势下，为了改变这种局面，我国政府决定发展石油能源，将电气自动化应用于石油钻井，提高钻井效率，降低石油勘探难度，优化电气自动化勘探、虚拟存储和自动化技术，进一步促进中国石油企业健康发展。

[参考文献]

[1]李根生,宋先知,田守嶒.智能钻井技术研究现状及发展趋势[J].石油钻探技术,2020(1):1-8.
[2]赵小甫,逯志坚,胡泽洪.有关石油钻井自动化技术的探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2018(13):224.
[3]李丙虎.石油钻井设备机械机电一体化问题研究[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(14):53-54.
[4]邱宇.电气自动化技术在海洋石油钻井作业中的应用研究[J].化工管理,2020(5):125-125.
[5]张鹏.电气自动化技术在海洋石油生产作业中的应用[J].通信电源技术,2020,195(3):153-154.

作者简介：卢伟伟（1981.1-）毕业院校：中国石油大学（华东），所学专业：石油工程；单位名称：克拉玛依市地质工程有限责任公司，职务：人力资源部主任，职称级别：工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工艺管道施工常见问题分析

刘锡君
中石油昆仑燃气有限公司四川分公司，四川 成都 610100

[摘要]管道对于石油化工企业是非常重要的设施之一，它承担着站与站之间和站内介质的输送任务，它是整个输送系统能够正常运行的基本保障。本篇文章着重阐述工厂和场站内地上工艺管道施工过程中存在的常见问题，结合规范 SH3501 列举出施工过程中与规范不相符合的地方，并说明检查并处理这些问题的方法。

[关键词]工艺；施工；管道
DOI：10.33142/ec.v5i12.7284　　中图分类号：TE65　　文献标识码：A

Analysis of Common Problems in Process Pipeline Construction

LIU Xijun
Sichuan Branch of PetroChina Kunlun Gas Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610100, China

Abstract: Pipeline is one of the very important facilities for petrochemical enterprises. It undertakes the transmission task of medium between stations and in stations, and it is the basic guarantee for the normal operation of the entire transmission system. This article focuses on the common problems existing in the construction of the process pipeline in the factory and station, lists the inconformities with the specification in the construction process in combination with the SH3501 specification, and explains the methods for checking and handling these problems.

Keywords: process; construction; pipeline

1 绪论

管道由管道主管、管件和附属设施设备的组合，用以输送介质、分配介质、分离介质、混合不同介质、排放介质、计量介质、控制或制止介质流动[1-3]。管道是管子、管件、阀门、法兰、螺栓、垫片和其他组成件的装配总成。地上工艺管道主要分布在工厂和场站内，该部分几乎包括了所有化工企业存在的管道。本文主要阐述管道施工验收的主要内容及要求，并针对每项内容列举常见问题和提出解决办法。对于管道的验收过程，可分为中期验收和竣工验收，三查四定是中期验收的主要手段，三查内容主要包括对管道的主体、管件和附属设施的检验，主要包括母材、焊缝、阀门、法兰、支吊架、静电接地、补偿器、伴热线、保温、安全保护装置等内容通过直观或设备检验的检查。在三查过程中也要核对管道的设计参数，核实管道设计的压力参数和温度参数是否能够满足管道在投用后的各种工况的需求，更要查管道未完工程量和施工质量隐患，本文结合管道施工验收规范要求，列举出施工过程中与规范不相符合的地方，并说明检查并处理这些问题的方法。

本文以管道的施工工序依次说明施工过程中存在的问题。

2 管道施工验收主要内容及要求和常见问题

管道的验收内容主要包括外观检查、焊缝检测、静电接地、支吊架、防腐、伴热、保温、压力试验、吹扫、置换等。

2.1 外观检测

外观检测较为直观，主要对整条管道的管子、管件、阀门、法兰、螺栓、垫片和其他组成件进行直观的检查，其要求为管子、管件的表面应光滑，不得有裂纹，表面无明显的凹凸，外观无明显的氧化现象，表面的其他缺陷不得超过产品制造标准规定的允许范围。焊缝应成形良好，与管道母材应圆滑过渡不得有咬边、未焊透、未熔合、裂纹等缺陷。

外观检查主要以巡线检查为主，焊缝检测以超声、射线、磁粉检测为主，焊缝外观应与管道母材应圆滑过渡不得有咬边、未焊透、未熔合、裂纹等缺陷，出现以上现象应重新焊接，管道在跨区域时，设计可能存在材质不同的情况，对口时应严禁焊接，否则会产生很大的电化学腐蚀，可以选择法兰连接的形式。

在施工时比较容易出现垫片混用，螺栓规格不按要求使用等现象，发现问题后应要求立即更换复核设计要求的螺栓垫片。

补偿器作为管道重要组成件，是管道后期能否正常运行的重要部件。补偿器分为自然补偿器和人工补偿器，对于较长的热力管道，补偿器是不可少的管件，它能够平衡管道由于温差引起的轴向位移，有效的防止了管道大的变形。自然补偿器主要是指“Π”或“Z”形补偿器，人工补偿器主要指波形补偿器。

“Π”形补偿器在安装前应根据设计文件要求进行

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

预拉伸或预压缩，并应记录试验数据与设计规定进行对比，记录记入管道竣工资料存档。允许偏差不大于 10mm 且不大于预伸缩量的 10%，如果“Π”形补偿器水平安装时平行臂应与管道保持相同坡度，垂直臂应呈水平状态，对于 DN≤150 的管道在过“Π”形补偿器处应该有三个导向支架，在检查中发现管廊绝大部分“Π”形补偿器处 DN≤150 的管道没有三个导向支架，在运行时由于管道热胀冷缩可能会导致管道偏移，从而产生环向应力。波形补偿器的安装应该注意安装的方向，如果方向装反，管道在吹扫过程中杂质有可能吹入层板之间，这样将会对两层板的相对滑动造成影响，使波形补偿器失去预有的伸缩效果，波形补偿器的设计压力应该与主管的设计压力相同，波形补偿器的设计压力低于管道的设计压力，试压时只能按照设计压力低的试压，这样就不能确定管道的施工能否满足管道的运行工况。

2.2 焊缝验收

外观检查

（1）焊缝表面应均匀整齐，不应有不得有咬边、未焊透、未熔合、裂纹、焊瘤、凹坑等缺陷；

（2）对接焊缝是错边量最大不大于管道母材壁厚的 12.5%，对焊母材壁厚有差异时，应按壁厚小的母材壁厚计算，且小于 3mm，；

（3）角焊缝的边缘应平缓过渡，焊缝的凹度和凸度不应大于 1.5mm；

无损检测

（1）管道焊缝按要求应 100%无损检测，一般设计提出检测方法应优先选用超声波检测或射线检测。管道最终的连接头进行射线检测和超声波检测同时检测。

（2）进行射线检测或超声检测时，根据压力等级确定检测合格级数。

焊缝是管道连接最为常见的一种形式，但焊缝又因施工质量问题形成气泡，夹渣等原因给管道运行带来了极大的安全隐患。所以，建议焊缝检测应严于规范要求，并采用多种检测手段相结合。

2.3 静电接地装置

管道各段间的静电接应导电良好，当螺纹接头间或法兰之间检测的电阻值大于 0.03Ω 时，应用电阻小于 0.03Ω 的导线跨接，使整条管道形成一个有效的导电体，静电接地引线宜采用焊接形式，使其稳固在管道表面。静电接地的材料或零件安装前不得刷油或刷漆，导电接触面必须除锈使其母材裸露，不锈钢管道导线跨接或接地引线应焊接不锈钢板进行过渡，不应与不锈钢管直接焊接，造成焊接处电化学腐蚀。

在验收中发现静电接地装置统一按中国石化工程建设公司的规定，直管道的静电接地距离为 200m，除液化气跨阀用导线跨接外，其他物料管道的跨阀不做导线跨接，所以并不知道每段静电接地之间，特别是之间有阀门或法兰的电阻是不是大于规范的要求，还有的不锈钢管道的接地装置并没有用不锈钢过渡，静电接地能不能起到很好的作用，正等待测算。

2.4 管道支架

支架按形式分为固定支架、导向支架和滑动支架[2]，安装管道时应同时安装管线支吊架，支吊架应安装牢固，位置选择正确，支承面和管子接触应良好。无热位移管道的吊架其吊杆应垂直安装。

在对支架验收过程中发现主要存在以下问题：

（1）固定支架位置安装错误，固定支架应该安装在补偿器的一侧，且两个补偿器之间只有一个固定支架，检查中发现两个补偿器之间有两个或多个固定支架的现象，其次固定支架的挡板离管架距离太大，起不到应有的固定作用；

（2）导向支架位置安装错误，导向支架应安装在“Π”形补偿器的两侧，导向挡板离管托距离太大，规定为 2mm；

（3）管托与管道没有满焊，还有管托悬空、倾斜，热力管道的管支架没有偏位安装等现象；

（4）管道主管材质为不锈钢而管托为碳钢，管托与主管之间应加石棉垫隔层，这样可以有效防止电腐蚀，在检查中发现部分管托之间没有加绝缘隔层。

2.5 防腐[4]

管道表面处理应满足以下要求：

（1）表面处理应在钢管和管件防腐和补口前应进行，按规范要求除锈等级应尽量满足 Sa2 级，锚纹深度应在 40μm-70μm 之间；

（2）当进行喷砂处理时，应将管口封堵防止磨料进入钢管以及其他附属设备内部；

涂漆应满足以下要求：

（1）防腐中的涂漆施工应选用喷涂、刷漆或滚漆方式进行，涂漆之前，应先进行试涂。稀释剂的种类和用量应满足相关标准的要求。涂漆必须在产生浮锈前全部完成，如果产生浮锈应重新除锈，检验满足要求后再涂漆；

（2）涂漆应完整、均匀，尽量使漆膜厚度一致，没有明显的凹凸感，涂漆次数和厚度应满足设计要求和国家现行有关防腐标准的要求；

（3）涂漆超过一遍时，不同涂料的前后涂漆间隔时间有所不同，但任何涂料的前后间隔时间都应不超过 14h。

管道建设中，防腐常见问题：

（1）表面喷砂处理时，对管道保护不到位导致磨料进入管道内，进而造成管道低点或者阀门阀槽堵塞；

（2）表面处理不彻底，造成防腐层易脱落或者破损；

（3）涂漆时，前后涂漆间隔时间超过规定时间，使防腐层不能达设计要求；

（4）涂漆厚度达不到设计厚度；

综上，在进行防腐施工时，每道工序都应留下施工记录，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

现场验收记录并签字确认，最后要对漆膜厚度进行检验。

2.6 伴热线

对于要伴热的管道伴热线要紧贴管道，与主管的捆扎距离应按以下规定[3]：

（1）伴热管 DN15 每 1m 捆扎一次；

（2）伴热管 DN20 每 1.5m 捆扎一次；

（3）伴热管 DN≥20 每 2m 捆扎一次。

每个弯头处捆扎 3 道，管道为不锈钢伴热管为碳钢的每个捆扎点在主管与伴热管之间要加绝缘垫，而现场很多地方捆扎距离过大，弯头处绝大部分也没有捆扎 3 道，主管为不锈钢的管道，与伴热线捆扎的地方部分没有加绝缘垫，还有部分伴热线不畅通或者接错等现象。

2.7 保温[4]

（1）对已保温的管段或构件，应妥善保护，局部磨损处应及时修补；

（2）采用有机保温材料时，环境温度和原材料温度宜控制在 15℃-30℃，发泡后应有熟化时间。施工前宜在现场同条件进行试验，观测发泡速度、孔径大小、颜色变化、裂纹和变形情况等；

（3）采用预制块管壳保温时，预制块在拼接时应错开，水平管的接缝应面向正面。多层组合时，应分层绑扎，内层宜采用薄胶带固定，外层宜采用镀锌铁丝，包装钢带等绑扎。每块保温材料绑扎不得少于两道，绑扎间距应符合下列要求：

A)硬质保温材料不应大于 400mm；

B)半硬质保温材料不应大于 300mm；

C)轻质保温材料不应大于 200mm；

D)不得采用螺旋式缠绕绑扎。

（4）补口处的保温层应圆滑过渡，并应按照设计要求进行防水层施工；

（5）法兰在保温时尽量在法兰外侧留出超螺栓的长度多 2cm 的空隙；

（6）管托处的保温，应保证管托能自由滑动，而且不破坏保温层；

（7）采用玻璃钢外保护层时，施工温度不宜低于 18℃，相对湿度不宜大于 80%，缠绕时应控制展带和缠绕速度以及搭接尺寸，并控制压实度，以消除可见气泡。环向活动缝应按照设计留置。

在施工过程中常见的保温问题：

（1)施工队对完成的保温没有保护，从而造成破坏；

（2）使用有机保温材料时，发泡不饱满，保温材料发泡后有空洞，没有充分填满外保温层与管道空隙，影响保温效果；

（3)采用管壳预制块保温时，接缝没有按要求错开，绑扎间距不满足间距要求；

（4）在进行阀门、法兰保温时没有考虑检修，检修时只能强拆保温，使保温造成损坏，不能重复利用。

2.8 压力试验

根据规范 SH3501，压力试验是管道投用前必须作的一项工作，管道压力试验，按设计技术文件要求进行，压力试验前应确定管道主体及附属施工完毕、热处理和焊缝检测合格，并由建设或监理单位、施工单位和有关部门对管道的材质、管道组成件、焊接记录进行检查[2]。常温压力试验的压力为：气压试验的试验压力应不低于为设计压力的 1.15 倍，液压试验的试验压力不低于管道设计压力的 1.5 倍。管道的设计温度高于试验温度时，应对温度进行修正，管道的试验压力应按下列公式计算[2]：

$P_t = KP\sigma_1/\sigma_2$

P_t—管道的试验压力，MPa ；

K—系数，液压取 1.5，气压取 1.15；

P—管道的设计压力，MPa；

σ_1—试验温度下材料的许用应力，MPa；

σ_2—设计温度下材料的许用应力，MPa。

进行压力试验前，应隔离与试压无关的设备、仪表、安全阀、爆破片等，通常为拆卸封堵或者加置盲板隔离，并设置明显标志[2]。

液压试验时，充装试验介质，必须使管道内的空气排净，升压过程应缓慢，在升压过程应密切观察管道及附件有无异常。当达到试验压力后，稳压 10min，观察管道内压力变化情况，当不降压、无泄漏后将压力降至设计压力，稳压 0.5h，不降压、无泄漏和无变形为合格，试验过程中如发生紧急情况应立即泄压，处理完毕后再次试验。

气体压力试验时，增加压力按设计文件要求执行，升压应缓慢，当管道内气体压力提升到试验压力的 50%时，停止升压并稳压 3min，检查管道和压力指示是否有异常，无异常时继续逐级升压，每级压力按试验压力的 10%升压，每级稳压 3min，检查管道和压力指示是否有异常，无异常时继续逐级升压，直至试验压力稳压 10min，在升压过程如果发生异常应停止升压并立即泄压，处理完毕后再次试验。试验合格收再将压力降至设计压力，焊缝、法兰连接处喷涂发泡剂进行检查，无泄漏为合格。

压力试验时常出现以下问题：

（1）施工方一般都是在压力达到试验压力时通知建设单位检查，这样就不确定注水时是否排空，所以建设单位应该提前到检查地点，检查试压管道的高点放空，管道如果不排空，在管道最高点会聚集大量气体，如果该地方泄漏不易察觉；

（2）最高点和最低点的表压值差太大的原因有可能是压力表的造成的，所以在检查压力之前应该检查压力表指针是否归零，是否校验合格，是否在有效期内；或者可以用同一块合格的压力表检查不同部位的压力；

（3）经检查压力表合格，管道焊缝、法兰都合格，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

但压力不断的缓慢下降，这就要检查试验管道的阀门，安全阀处是否有断开，在压力试验时，图方便有的阀门未加盲板，这样有可能是阀门内漏造成压力下降；

（4）主管线施工未完进行压力试验，比如缺管托或静电接地等需要在管线上用火作业的，必须泄压处理完再进行压力试验，不能带压处理；

（5）针对不锈钢管道水压试验时，没有按要求使用软化水，cl^+含量没有控制在 20ppm 以内，这样试压会对不锈钢管道造成一定的腐蚀。

2.9 管道吹扫

管道系统压力试验合格后应进行吹扫，吹扫的方案可根据管径、管道介质也定[2]。吹扫可以选择人工清扫、水冲洗、蒸汽吹扫、空气吹扫中一种或多种结合。通常管道的公称直径大于 600 mm 时，建议用人工清扫的方法；管道的公称直径小于 600 mm 时，建议使用洁净水或空气进行冲洗或吹扫。使用水冲洗管道时，要保证足够的水流速度，水流速不得低于 1.5 m/s；使用空气吹扫管道时，要保证有足够的压缩空气，通常会利用已建压缩机或者大型气体储罐作为吹扫气源，吹扫时空气流速不得小于 20m/s。

管道吹扫常见的问题：

（1）水压过小，冲不出管道里面的较大或较重的杂物，可以在出口加一临时阀门进行爆破吹扫，直到出口水色透明；

（2）水冲洗出口临时线管径过小，达不到主管管径的 60%，造成水在管道中的流速过小，不能达到水冲洗的目的，这种情况应更换出口临时线；

（3）气体吹扫时临时线连接不牢，吹扫出口直对设备，并没有采取任何隔离措施，所以在吹扫前要反复检查各吹扫出口是否具备排放条件，还有是风速不够，达不到吹扫的预期效果，吹扫时判断吹扫是否合格大都是靠目测，没有严格按照规范要求检验。

（4）在吹扫时还有部分管道死角吹扫不到的问题，气体吹扫较大直径的管道时，风压不够，可以在给气点选择一缓冲罐进行爆破吹扫。

2.10 置换

置换是管道投用前的最后一步工序，置换介质通常选用氮气，其目的是使管道内的空气排出，降低管道内的氧含量，以保证在进入可燃介质时不发生闪爆。

置换时应在管道各支线末端、高点设置排放口，并检测排出气体的氧含量，排放口氧含量应低于 5%。

置换过程具有窒息的风险，所以再置换时，应仔细检查有限空间，做好标识，专人负责看护，各支线末端和高点排放口检测氧含量时应佩戴防护工具。

现场置换易出现死角和置换不彻底现象，所以在置换之前应做好详细的置换方案，将各支线末端和管道高、底点作为排放点。应重复检测排放口的氧含量，连续三次检出的氧含量合格后停止置换。

3 结语

管道验收是管道投运前非常重要的节点，施工过程中常会出现不按图施工，工人疏忽大意，管道的中期验收、竣工验收、投运前的安全检查就显得尤为重要，管道的各项验收应严格执行设计要求和国家法规要求，发现施工问题应定任务、定人员、定时间、定措施，直至完成整改，满足设计和生产要求。

[参考文献]

[1]郭光臣,董文兰,张志.油库设计与管理[M].山东:石油大学出版,2004.

[2]中华人共和国石油化工行业标准.石油化工有毒、可燃介质管道工程施工及验收规范:SH/T3501-2021[S].北京:中国标准出版社,2021.

[3]中华人民共和国工业化工部.工业金属管道工程施工及验收规范:GB50235-2010[S].北京:建设部标准,2010.

[4] 中华人共和国石油化工行业标准.石油天然气站内工艺管道工程施工规范:GB50540-2009[S].北京:中国标准出版社,2009.

作者简介：刘锡君（1979.4-）石油大学（华东）国际企业管理专业,目前就职单位：中石油昆仑燃气有限公司四川分公司

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

试论石油化工设备防腐的有效措施

王益军 杨 阳 张贵莲 石 锐 姬 虹
克拉玛依市三达检测分析有限责任公司，新疆 克拉玛依 834000

[摘要]随着社会经济的快速发展，石油化工行业也得了蓬勃的发展，体现在化工生产的技术水平、质量和效率都不断提高，并且推动了我国经济的整体发展。通常在石油化工生产的过程中，容易受到机械设备状态的影响，一旦相关的机械设备被腐蚀，会影响到设备的正常运行，进而无法保证化工生产的效率和质量。所以，如果想提升石油化工生产的质量和效率，必须要对导致设备腐蚀的具体原因进行分析，根据原因来制定出合理的防腐对策，提升防腐技术水平，研究新的防腐方法，提升化工生产的效率，保证设备在使用阶段的安全。

[关键词]防腐；石油化工设备；有效措施
DOI：10.33142/ec.v5i12.7299 中图分类号：TE65 文献标识码：A

Trial Discussion on Effective Measures for Anticorrosion of Petrochemical Equipment

WANG Yijun, YANG Yang, ZHANG Guilian, SHI Rui, JI Hong
Karamay Sanda Detection and Analysis Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

Abstract: With the rapid development of social economy, the petrochemical industry has also achieved vigorous development, which is reflected in the continuous improvement of the technical level, quality and efficiency of chemical production, and has promoted the overall development of China's economy. Usually, in the process of petrochemical production, it is easy to be affected by the state of mechanical equipment. Once the relevant mechanical equipment is corroded, it will affect the normal operation of the equipment, and thus cannot guarantee the efficiency and quality of chemical production. Therefore, if you want to improve the quality and efficiency of petrochemical production, you must analyze the specific causes of equipment corrosion, formulate reasonable anti-corrosion countermeasures according to the causes, improve the level of anti-corrosion technology, research new anti-corrosion methods, improve the efficiency of chemical production, and ensure the safety of equipment in the use stage.

Keywords: corrosion prevention; petrochemical equipment; effective measures

引言

众所周知，石油是一种化学产品，而化学性质具有特定性，容易对周边环境产生影响，而这些影响中最常出现的是腐蚀现象。所以，石油化工进行生产时，大部分的机械设备都现了不同程度的腐蚀现象，这也会直接的破坏设备的内部结构，从而导致设备不能够正常运行，无法保证石化企业的长期稳定发展。除此之外，如果大型的石化设备出现腐蚀的情况，还会造成化学物质向外泄露，严重的影响到了周边的生态环境，对工作人员的身心安全造成极大的威胁，不利于促进社会的稳定发展。由此可见，必须要对石油化工设备进行防腐蚀处理。石化企业要提前了解清楚设备被腐蚀的原因，针对具体原因提出相对应的解决措施，尽可能的提升设备的使用寿命。

1 石油化工设备防腐重要性

其一，有利于严格落实安全生产。通过石油化工设备来对化工产品进行生产时，必须保证化工设备的安全状态。一旦化工设备出现被腐蚀的情况，就会导致生产出来的产品质量变差，还会出现有毒气体和液体泄露的问题，严重威胁到了工作人员的安全，也无法达到国家制定的安全生产目标。与此同时，腐蚀容易导致石油原料出现泄漏的情况，一旦遇到明火，就会造成爆炸，对化工产品的生产造成的影响，而且对工作人员和相关企业的安全生产造成了极大的阻碍。通过对设备进行防腐蚀的处理，可以有效的解决上述问题，避免机械设备出现过度腐蚀的情况，保证石化生产的工作能够顺利开展。通过进行防腐蚀的处理，有利于提高化工生产的效率，有利于保护工作人员的身体健康，有利于保障人们的生命安全。其二，对环境保护具有作用。出现腐蚀现象后，对企业的生产效益造成了直接影响，使企业的经济效益变差，甚至企业还会承担环境污染的责任。因为机械设备出现了腐蚀问题，非常容易泄露设备中的原料和半成品，如果是有害气体和液体见了泄露情况，一旦排入土壤、水体等自然界中，都会严重破坏生态环境。所以，对设备进行防腐蚀的处理，可以从根本上避免对环境造成污染，最大程度的减少气体和液体的泄露情况，使石化过程中产生的废气和废液能够得到合适的处理，可以优化资源配置，减少出现资源浪费的现象，从而将石化生产对环境的影响降到最低。[1-2]

2 石油化工设备被腐蚀的原因分析

2.1 化学反应

在生产石油产品时，如果需要获取一种化学产品，首

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

先工作人员会使用添加化学试剂的办法，提取石油中的相关物质，也可以通过这种办法使化学物质实现向化学材料的转换。在这个生产过程中，通常都会有比较剧烈的化学反应，容易产生腐蚀性的化学气体和化学物质，从而对石油化工设备造成影响。除此之外，生产石油化工产品需要很长的时间，这就导致化工设备很长一段时间内处于运行状态，这种情况下，化工设备和有腐蚀性的气体和液体进行接触，就会导致设备表面出现腐蚀的情况，也会造成设备金属表面的化学特性发生变化，从而使设备的内部结构出现改变，进而造成石油化工设备无法正常运行，也可能导致企业的化学产品出现泄露的情况。[3-4]

2.2 物理腐蚀

如果使用传统的办法来生产石油化工产品，气液流动就会直接造成化工设备出现腐蚀的情况，出现这种问题的原因是由于人工操作不当而导致的，所以在实际生产过程中，必须要使操作人员重视到设备保存及防护的重要性，尽量避免出现气液流动速度不符合标准的情况，从而避免设备和管道因为冲刷而被腐蚀。一般来说，气液流动的速度越高，设备和材料进行接触的面积越大，从而导致材料被腐蚀的速度变快。所以，必须要重视设备的承受能力，控制设备中气液的流速在合理范围内，避免出现流速过快造成设备腐蚀的情况。如果工作人员不具备安全生产意识，没有重视到设备进行维护和检修的重要性，对设备的腐蚀现象不重视，不仅会导致腐蚀程度加深，甚至会导致设备出现无法修复的情况，直接影响到了企业的经济效益。

2.3 设备被腐蚀的重要原因

通常情况下，石化企业采购石油化工设备时，考虑较多的资金因素。石化企业为了降低设备成本，优先选择性能一般的设备，这种情况下就会导致石油化工设备具有极差的组成材料，比较容易出现腐蚀的现象，而且石油化工设备的结构设计也不科学、不合理。除此之外，对于采购的石油化工设备来说，一旦在后期投入使用的过程中没有良好的环境，就会因为恶劣的环境而导致设备的老化速度变快，从而使石油化工设备出现腐蚀的现象。除此之外，石油化工企业没有完善的管理制度和符合实际情况的维修制度，而且没有做好对石油化工设备的质量检测工作。由于石油化工设备具有较高的造价，一旦某个设备的零件被损坏，替代的零件肯定是价格较低的，并且具有较差的质量、刚度和使用性能，这种情况下，就会导致设备的性能变差，进一步导致石油化工设备出现被腐蚀的情况。

3 石油化工设备防腐的有效措施

3.1 制定完善的防腐蚀计划

为了将石油化工设备所具有的防腐蚀性能提高，石油化工企业通常会使用注水、脱盐以及注碱等手段。石油化工设备在生产过程中，相关工作人员必须要制定出合理的防腐蚀计划，通过氯化物这些化学物质实现石油化工产品腐蚀性的降低。除此之外，工作人员可以使用电化学防腐蚀的手段，利用电化学的工作原理，通过阳极保护以及电流阴极保护的方式，优化配置防腐蚀设备的结构。

3.2 科学设计石油化工设备操作工艺和流程

第一，现阶段，我国石油化工设备所具有的操作工艺不完善，许多石化设备在生产的过程中无法及时处理表面存在的物质，导致腐蚀反应更加激烈。使用石油化工设备后，没有及时清理设备表面的溶液和残留物，即使没有施工，也会使设备出现腐蚀的情况。所以，必须要对石化设备的外形进行严格控制，提升设备的平整度。对石油化工设备进行制作时，需要使用统一的物质材料，避免生产的石油化工设备有坑洼和死角的情况。第二，许多石化设备都会存在很多缝隙，如果对这些缝隙不进行防腐处理，就会加剧腐蚀现象的发生。特别是铝制和不锈钢的设备，较常出现缝隙腐蚀的情况，从而导致石油化工设备无法正常运行。所以，操作石化设备时，必须要保持对表面的干燥，还可以通过设置排水孔的方式来保持干燥，尽可能减少设备产生一些缝隙。通过专门的仪器对设备表面进行干燥和冷却，不给设备的腐蚀提供充足的反应条件。对于特定产品的生产时，必须使机械设备保持干燥，避免发生腐蚀的情况，可以使用高浓度硫酸的方式。第三，提高机械设备的安装质量，有利于保证设备性能的提升，有利于提升设备的抗腐蚀效果。在安装石化设备时，严格按照相关操作流程，对使用过程中的物质流速以及流动状态进行控制，避免出现腐蚀反应。所以，安装石化设备时，必须要重视到各部位的防腐问题，选择抗腐蚀效果较好的材料，一旦非金属材料发生破损，必须要及时进行处理，以免设备出现损坏的情况。除此之外，通过研究新材料、更新新材料，提高材料的质量，必要时设置一些排水孔，避免机械设备在使用过程中产生缝隙。[5]

3.3 科学选择设备，做好设备研究工作

现阶段，我国逐渐重视起对石油化工设备进行防腐研究，不仅对常用的设备材料进行研究，而且还积极开发了性能较为良好的新型防腐材料，同时在生产和制造化工设备时扩大使用范围。设备衬里和覆盖层使用防腐蚀材料，隔离介质和金属设备，从根本上避免设备具有腐蚀的条件，使设备的耐磨性和抗腐蚀效果提升，进而使设备的使用寿命得到延长。通常情况下，化工厂所使用的涂料具有防腐蚀性，与普通涂料相比，具有技术含量高、耐酸、耐碱的特点，同时应用了许多先进的技术和研发成果。所以，对生产设备进行选择时，必须要从保证化工产品的正常生产的角度出发，重视起生产设备的选择工作，选择抗腐蚀效果好、耐久性高的化工设备，综合考虑应用新材料的情况，特别是是否应用环保性的防腐蚀材料。这种情况，不仅能够使设备的使用寿命延长，而且将环保设备投入到实际生产中，有利于响应国家绿色环保的号召，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

对生态环境进行保护，同时还有绿色节能的特点。除此之外，石油化工设备在生产时，使用者必须应用新型的防腐材料，生产的实际情况，引进先进的设备，提升化工设备的防腐水平，做好化工设备的防腐工作。由此可见，工作人员必须要重视选择材料的重要性，选择防腐效果较好的材料，实现设备内部结构的优化，最大程度的提升化工设备的防腐蚀效果。第一，选择石油化工设备的生产材料，采购人员必须要避开防腐蚀效果较差的原料，包括金属材料。由于金属材料具有较差的腐蚀性能，一旦使用金属材料就会导致工序复杂，要提前做好防腐处理工作，在金属材料的表面进行防腐剂的涂抹，使金属材料具备防腐蚀保护层。通常情况下，工作人员可以直接选择玻璃钢材料或合金钢材料，因为这两种材料具备较高的防腐蚀性能。第二，优化设备的结构设计，通过对设备的内部结构进行优化，最大程度的使设备的防腐蚀效果提升。相关工作人员必须具备防腐蚀的意识，结合化工设备生产的工艺和工作环境进行结构设计。从湿度的角度来讲，必须要对设备的内部进行干燥设备的安装，保证能够控制生产导致的水流，避免出现腐蚀的情况，控制内部液体流速在合理范围内。

3.4 提升工作人员的防腐蚀意识

为了提升设备的防腐质量，石油化工企业要增强工作人员的意识建设，保证工作人员能够严格按照相关的操作流程和技术规范进行化工产品的生产。通常情况下，工作人员的操作不规范是导致石油化工设备出现腐蚀的最主要原因。所以，石油化工企业要完善相关的规定制度，严格约束工作人员的行为。除此之外，石油化工企业可以通过对员工开展定期培训的方式，对员工进行防腐的理论教育工作，帮助工作人员防腐知识和被出现腐蚀的原因，提升工作人员的专业素养和综合素质能力。与此同时，相关的监督部门和管理部门须要做好防腐蚀监督工作，通过建立健全监督机制和奖惩制度，对操作规范的员工进行奖励，对违规的工作人员进行处罚，还可以对表现优异的人员进行嘉奖，调动工作人员的积极性和工作热情。

3.5 隔离腐蚀介质

对石油化工设备进行防腐处理时，最重要的是从源头上对腐蚀问题进行解决，不单单是只使用方法好修复和处理工作。如果化工设备容易被腐蚀，就要对腐蚀介质的浓度进行控制，分离设备和腐蚀介质。将石油化工设备的所属环境进行改善，提升设备的防腐效果。第一，设备需要远离具有腐蚀性的物质，如果长期处于海水的腐蚀中，直接影响到设备的质量。第二，控制腐蚀介质的浓度，可以使用稀释的方式，不仅需要保证企业的正常运行，而且需要减少高浓度介质和设备的接触时间。通常情况下，石油化工企业生产过程中的设备和管道，都直接与腐蚀介质进行接触，介质的浓度和温度会出现变化的情况。所以，要结合实际情况，选择科学合理的防腐措施。如果介质在温度高的情况下才会出现腐蚀，不能及时控制介质，就要做好设备的隔离处理，可以使用涂隔离层的手段。[6-7]

4 结束语

综上所述，对石油化工设备进行防腐蚀处理时，通过应用先进的防腐蚀工艺、使用科学的设备操作、严格规范设备的操作流程，能够有效的提升设备的防腐蚀效果。石化企业要提前了解清楚设备被腐蚀的原因，针对具体原因提出相对应的解决措施，尽可能的提升设备的使用寿命，从而保证石油化工设备能够为石化企业的正常运行提供帮助，进一步提升企业的经济效益。

[参考文献]

[1]龚旭鹏.石油化工设备防腐的有效措施[J].化工管理,2022(12):117-120.
[2]李宝春.试论石油化工设备防腐的有效措施[J].中国设备工程,2021(24):147-148.
[3]林波.试论石油化工设备防腐的有效措施[J].冶金管理,2020(11):79-81.
[4]程先步.试论石油化工设备防腐的有效措施[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(1):46-47.
[5]滕海超.关于石油化工设备安装过程中的现场管理[J].工程建设与设计,2020(10):5.
[6]刘晓芳.石油化工设备检修中的危险因素及控制方法[J].科技创新与应用,2020(29):9.
[7]李志远,崔斌.石油化工设备维护与管理相关措施分析[J].清洗世界,2021(7):5.

作者简介：王益军（1965.11-），男，汉族，籍贯:陕西，本科学历，1989 年毕业于西安石油大学油田化学专业，高级工程师，从事油田污水处理技术工作 30 年，现任克拉玛依市三达检测分析有限责任公司总经理。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

关于石油工程技术创新策略的思考

刘 强
克拉玛依市地质工程有限责任公司，新疆 克拉玛依 834000

[摘要]目前，随着国民经济建设的快速发展和能源应用的日益广泛，我们面临着石油资源的严重短缺。由于自然地质条件的复杂性，石油勘探技术效率低，石油综合利用技术有限，大量石油资源仍有待开发。为了有效解决上述技术问题，培养石油工程人才，我们要建立和完善石油工程各方的技术创新和技术创新体系，须对我国现有的采油工程设施进行系统改造和技术更新。石油已成为现代建筑的基础，在许多开发石油工程的地方，仍存在许多问题有待解决。因此，为了更好地保证石油工程建设的质量和效率，我们必须改进和创新石油工程技术。

[关键词]石油；技术；创新；策略
DOI：10.33142/ec.v5i12.7273 中图分类号：F42 文献标识码：A

Thoughts on the Technical Innovation Strategy of Petroleum Engineering

LIU Qiang
Karamay Geological Engineering Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

Abstract: At present, with the rapid development of national economic construction and the increasingly extensive application of energy, we are facing a serious shortage of oil resources. Due to the complexity of natural geological conditions, the efficiency of oil exploration technology is low, and the technology of comprehensive utilization of oil is limited. A large number of oil resources still need to be developed. In order to effectively solve the above technical problems and train petroleum engineering talents, we need to establish and improve the technical innovation and technological innovation system of all petroleum engineering parties, and we need to systematically transform and update the existing oil production engineering facilities in China. Petroleum has become the basis of modern architecture. In many places where petroleum engineering is developed, there are still many problems to be solved. Therefore, in order to better ensure the quality and efficiency of petroleum engineering construction, we must improve and innovate petroleum engineering technology.

Keywords: petroleum; technology; innovation; strategy

引言

石油广泛应用于各个领域，对中国的发展起着巨大的作用，具有巨大的经济价值。然而，石油资源作为一种不可再生资源，随着开发和再利用的不断发展，其稀缺性已成为全球能源利用的一种趋势。现在，越来越多的发达国家开始使用新能源，如清洁能源和可再生能源，而不是石油。电动汽车等新能源的出现大大缓解了石油短缺的问题。与此同时，许多发达国家在引进石油综合开采技术、提高石油综合开采和资源利用效率、不断更新石油生产技术手段、为石油生产的可持续发展奠定坚实基础等方面做出了巨大努力。

1 石油工程技术创新的必要性

1.1 发展现状需要技术创新

自中国加入世界贸易组织以来，该国的总体发展水平不断提高，但面临着许多新的挑战。在世界范围内，竞争日趋激烈，各个行业都面临着国内外的巨大竞争。石油工业继续发展和竞争。石油行业在未来的发展中可能会取得更大的进步，从而获得更大的市场份额，达到一个新的高度[1]。目前，中国石油工业的发展面临着许多技术困难，这使得石油工业不可能有高质量的发展。因此，我们必须支持石油工程创新。

1.2 工程特点以及技术因素要求进行技术创新

通过对国家石化研发数据的实证分析，石化行业是知识密集型行业。为了更好地发展石油工业，必须保持技术进步和创新。只有掌握先进的石油工程技术，才能确保石油工业的发展优势，为石油工业的开发提供足够的动力，使其保持在竞争的前列。因此，有必要依靠石油工业的科技创新来保证中国石油工业的发展。在中国技术创新是确保最终生产成本和成品质量的必要条件。因此，为了刺激石油工业的高质量发展，有必要对石油工业进行技术改革[2]。

2 新时代石油企业技术标准化的实施条件

石油化工企业在符合我国自主市场经济发展条件下力争上游，生产需要标准化现阶段，我国石油公司处于社会主义市场经济背景下，政治、经济及相关法律法规不完善。考虑到正常运营和发展，有必要将标准化作为实施手段。鉴于石油公司不符合市场标准，存在经营漏洞，容易产生经济犯罪。如果技术或质量标准不能满足公众的要求，大量低端产品降低了市场质量，那么市场上的产品质量可

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

能会参差不齐。

石油企业进行经济结构战略性调整需要推进标准化工作，标准化是石油工业发展的重点之一，它可以有效提高产业结构调整和升级的效率，提高企业的生产效率，降低生产成本。鼓励和指导公司开发新技术，生产更高水平的产品。质量标准化有助于公司降低不合格率。标准化生产可以有效提高公司的生产率。石化企业生产标准化管理的深入实施，更有利于相关法律法规的科学发展和应用。国家法律法规的制定和实施有时需要市场上已经制定的标准和规范作为合作的基础，石油公司也不例外。中国石油工业的健康发展仍然需要不断推进企业标准化管理。改革开放以来，中国石油工业逐步从陆上转向海上，开采水平逐步加深。经过快速发展，石油行业正逐步面临生产经营瓶颈。因此，中国石油工业必须开展标准化工作，以确保在竞争激烈的国际市场上保持稳定的地位。

3 石油工程技术的现状与问题

3.1 没有合理的创新机制

由于中国石油工业的服务体系尚未完全形成，其运行机制过于落后，影响了技术的创新和发展。这是因为石油行业在引进创新技术方面花费了太多时间，导致目前研发部门缺乏合理的研究体系，而适应不断变化的环境和时间条件的技术改革导致研究机构不够积极，无法调动研究人员的积极性和创造性，无法在市场上竞争。

3.2 资金投入不够

由于石油项目需要大量资金支持，他们的石油工作往往过于依赖投资。当他们的投资水平不能满足石油工业技术发展的要求时，往往会导致技术创新的缺陷。目前，与世界其他国家相比，我国的石油开采行业落后，特别是在关键工程技术方面。主要原因是石油工程公司过分强调项目的经济效益，忽视技术创新的需要，导致技术支持不足。此外，由于技术创新的长期性，特别是对现代技术的研究，石油企业长期无法盈利，缺乏投资动机[2]。同时，从国外引进技术也需要大量的资金投入，这导致石油企业对技术创新的投入不足，制约了我国石油工程的创新活动和发展。

3.3 创新投入不足

随着中国经济和社会的发展，石油勘探和生产面临着越来越多的挑战，需要技术创新。目前，根据国内外相关专家的研究成果，我国石油工程创新能力还存在一些问题。主要原因是，中国的油田勘探和开发项目主要集中在石油生产，而不是技术和研究资源，这导致技术创新滞后。此外，由于环境和工资的限制，中国大量石油工程专业人员出国，忽视了自己的研究和创新。

3.4 缺乏整合技术资源能力，人才短缺

众所周知，石油建设一直是中国经济的支柱之一，也是中国国有企业的代表，如中石油、中石化等。这也导致了中石油以往经济运行模式的惰性。结构性矛盾的存在是中华人民共和国工程技术资源体系的缺陷之一。这导致石油效率大幅下降，关闭和重用大量分散的资源和技术资源。此外，随着先进科学技术的快速发展，各行业人才的素质直接决定了行业的市场竞争力。现阶段我国石油建设项目缺乏高素质的技术人才，供需矛盾明显，难以创新和发展石油项目。就质量而言，中国技术创新人才短缺严重制约了创新能力。世界先进技术严重缺乏高技能人才，其特点是缺乏综合性、创新性和连续性。

4 加强石油工程技术创新的措施

4.1 加大石油技术创新项目支持力度

为了确保中国石油实现创新，国家投入了大量的技术、人力、物力和社会资源。因此，为了真正有效地确保技术创新的安全和成功实施，最终达到国家技术创新的预期效果，我们必须不断加大对石油技术创新项目的投资。一是要逐步优化和完善企业财务、创新和投资管理体系，不断拓展全方位的产业融资管理创新手段，中国的金融服务形式和创新金融服务不仅有效降低了中国石油和能源行业创新融资的风险，而且提高了中国石油能源行业创新金融的效率。为了更好地发展，石油公司作为一个长期计划，应该同时关注石油技术创新和石油生产技术创新。配备专业技术人才，加强软硬件建设。二是在石油公司发展阶段，为石油技术创新创造良好的环境，需要出台相应的激励文件。为了确保技术创新的成功发展，政策和经济方针必须更加重视吸引人才和技术人才，以便更好地利用人才的主观能动性，提高技术创新的效率。三是钻井在中国石油勘探中发挥着重要作用，但其实际应用也有一些局限性，特别是在石油勘探、平台稳定性和可燃性的基础上。不定期使用的石油钻井平台容易发生火灾，对石油生产安全造成严重影响，带来巨大的经济和社会经济效益。因此，有必要加强其耐火性和安全性的技术创新。四是我们必须利用现有技术加强对石油生产的控制。除其他外，自动化技术的应用将提高石油工业的工作质量和安全。同时，应重视智能技术在石油生产过程中的开发和应用，如分布式传感器在矿山中的应用，以加快矿山勘探的发展。五是突出信息技术的开发利用，全面熟悉油井钻井技术，建立完善的石油资源数据库，对石油企业未来的工作做出有针对性的决策[3]。

4.2 完善创新机制

目前，石油行业体制改革需要注重加强创新和改革，因为石油企业面临政府的制约，严重制约了其经营。因此，石油企业必须加强管理制度，不断完善制度，确保制度的应用。在实践中，石油公司应根据自身的具体情况，不仅要推进工程创新，还要确保油藏技术的可操作性，这样才能给公司带来长远利益，从而实现提高企业市场竞争力的目标。因此，有必要加强技术研究机构的建立和支持，确保技术创新的研究与开发有适当的工作组合和制度保障[4]。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

就石油公司而言，现有的创新机制需要补充和完善，并应实施以下措施：一是石油公司从自身特点出发，注重技术研发，通过研究建立企业技术研发管理体系，整合核技术，提高石油技术生产效率和质量。石油公司还应优化传统技术，及时更新，尽可能适应现代条件。二是结合石油公司工程技术的实际情况，补充完善石油公司的管理安排，确保创新在石油行业的成功实施。

4.3 三次采油技术创新

第三次采油是石油生产中常用的技术。鉴于技术的复杂性，有必要关注技术问题并采取有效措施。第三次生产中的技术问题可以分类，以减少各种操作问题。目前，聚合物三次回收单管分层注射成型技术已得到广泛应用。分层技术在石油生产中的应用效果显著，有三元复合注入分层方法。为了提高采油效率，可以采用电动调节法来提高配油效率，采取合理措施去除结垢，提高采油速度。

4.4 加大创新资金投入

石油工业的技术创新需要更多的投资，特别是财政投资。通过增加对石油工业采用新技术的财政投资，我们可以确保技术创新的所有方面都得到足够的财政资源的支持，以应对技术创新带来的挑战。加强风险管理，增加融资金额，拓宽融资渠道等。（1）当石油公司对设备进行技术创新时，它肯定会扩展到某些类型的设备和工具，必须淘汰传统的存在危险性的机器。（2）重视石油技术。石油技术直接影响整个企业的管理效率，我们必须认识到这一点，不断提高技术，增加石油工程领域的科学研究，争取国际趋同。（3）技术创新和人力资本投资。在 21 世纪，在企业之间的竞争中，如果有员工能够积极沟通、承担责任、专心致志、积极交流经验，他们应该更加重视人才培养。（4）建立内部和外部信息交流机制。在石油工业引进新技术时，我们必须与国外科技界进行适当的交流与合作。为了改进研究和开发，必须保持不同部门之间的联系，促进技术成果的商业化和生产。同时，在这一层面上，还需要控制和更有效地管理在国外设立的研究机构，以促进技术发展的普遍性[5]。

4.5 建立科学合理的奖励机制

在企业发展的过程中，往往需要高素质的人才来把企业做得更好。公司员工的友好努力产生了很大的影响。因此，要拥有一支高素质的团队，企业的员工必须严格遵守规章制度。此外，我们应该增加奖惩制度，对犯错的员工给予适当的奖惩，使员工不仅能在工作中更加体贴，还能培养他们自律，从而提高石油企业员工的整体素质和责任感。为了确保其成功发展，必须加强循证激励机制，确保员工充分发挥积极性。合适的薪酬激励机制是企业成功的关键。这不仅激发了公司员工的热情和潜力，还吸引了外部专业人士，使公司见多识广，引人注目，迫使公司重新开始。因此，企业必须花费大量时间研究人员的人格等复杂因素，然后仔细制定工资标准。我们都应注重促进创新工程技术的应用和形成机制，这是石油企业现代化的内在条件，也是鼓励员工创新的动力。同时，我们应该重视建立和完善其他社会保障制度，切实增强劳动者的安全感和责任感，加强企业责任，确保创新石油技术能够带来最大效益。

4.6 发展方向

随着智能化、信息化和自动化的发展趋势，智能技术在中国各个领域的应用是不可估量的。随着石油工程技术的发展，目前的石油开采环境变得越来越复杂。监测技术的应用可以在一定程度上保证石油开采的安全，特别是互联网与勘探技术的结合可以实现对地层和地形的实时监测，节约成本，确保石油生产的安全。此外，与地理信息系统的集成使员工能够及时了解石油生产现场的情况，确保清晰准确的图像，便于及时发现石油生产问题，降低安全事故的风险，还可以实时监控石油生产。现代石油工业信息化和智能化技术的发展已成为石油工业的发展趋势。软件系统在地理定位中集成定位和计算数据分析，弥补了传统手工分析的不足，通过模拟技术和方法提高了石油总产量水平。

5 结语

随着中国经济的快速发展，石油工业的快速发展和显著成就，其发展的关键在于技术创新。中国应该重新考虑企业的情况，以提高其市场竞争力。最后，为了更好、正确地应对独立市场经济全球化和世界经济发展的现状，中国石油科技企业必须为中国石油产品的工程技术提供有效的技术创新，我们将继续加大企业创新和技术投资，完善技术创新激励机制，增加产业政策融资，重视中国工程产业，工程产业和工业、工程企业、文化建设等战略措施有效提高了中国石油工业工程企业的创新发展效益，为中国石油工程公司的可持续发展奠定良好的技术基础

[参考文献]

[1]谢树林，杨先利.关于石油工程技术创新策略的思考[J].化工管理，2020(3)：103-104.
[2]刘培鑫.关于石油工程技术创新策略的思考[J].石化技术，2019，26(8)：244.
[3]褚英杰，何能欣，李孟超，等.石油工程技术创新策略[J].科技风，2019(32)：108.
[4]王洁文.对石油工程技术创新策略的研究[J].中国农村教育，2019(26)：125-126.
[5]王晨伟.石油工程技术创新策略的研究[J].中国石油和化工标准与质量，2019，39(1)：166-167.
作者简介：刘强（1973.7-），毕业院校：中国石油大学（华东）；所学专业：石油工程；单位名称：克拉玛依市地质工程有限责任公司；当前就职单位：克拉玛依市地质工程有限责任公司，职务：副总经理；职称级别：工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

矿山地质环境勘查与治理应用

张 萌
河北地矿建设工程集团有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]我国拥有丰富的矿产资源，矿产资源开发利用对于我国的经济社会发展有着重大的推动作用。然而，我国目前矿山开采中常出现不合理开采、违规开采、过度开采等现象，造成地质灾害隐患。基于此，矿山地质环境勘查及治理工作需要受到高度重视。文章从矿山灾害问题出发，对矿山地质环境勘查与治理措施进行了探索，希望能够促进矿产行业的健康绿色发展，进一步推动我国社会经济建设的不断进步与发展。

[关键词]矿山；地质勘查；治理
DOI：10.33142/ec.v5i12.7304 中图分类号：X52 文献标识码：A

Application of Mine Geological Environment Exploration and Control

ZHANG Meng
Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: China has rich mineral resources, and the development and utilization of mineral resources play a significant role in promoting the economic and social development of China. However, unreasonable mining, illegal mining, excessive mining and other phenomena often occur in the current mining of mines in China, resulting in potential geological disasters. Based on this, mine geological environment exploration and control work need to be attached great importance. Starting from the problem of mine disasters, this paper explores the exploration and control measures of mine geological environment, hoping to promote the healthy and green development of the mineral industry and further promote the continuous progress and development of China's social and economic construction.

Keywords: mine; geological exploration; government

1 矿山地质环境问题

由于矿山多年的开采，造成的地质灾害、资源破坏和环境污染等矿山地质环境问题突出。原始地貌不复存在，地质和生态环境破坏严重，形成了陡峭的采面、基岩裸露的采矿平台、无序堆放的废弃矿渣以及与周边环境极不协调的残山等各种地质环境问题，破坏了原始自然地貌植被，占用了宝贵的土地资源，不仅如此，矿山开采导致岩体稳定性遭到严重破坏，采面节理裂隙发育，存在崩塌地质灾害隐患，矿渣堆积在坡面易产生滑坡地质灾害，堆积在沟道内易产生泥石流地质灾害，地下开采矿山也易产生地面塌陷地质灾害。并且，堆积的矿渣和裸露岩土体在风的作用下易产生扬沙，对当地居民的生产生活产生一定影响。

1.1 地质灾害隐患

受矿山开采影响，岩体结构遭到破坏，加之出露面裂隙较发育，风化严重，部分岩体与母岩脱离严重，前缘临空甚至三面临空，尤其是掌子面坡度陡立，相对高差较大，坡面存在的危岩，在遇突发性强降雨或者持续降雨、强风、地震等外力因素的影响下可能会产生崩塌地质灾害。

受到风、重力作用及雨水冲蚀的影响，堆积在自然斜坡上的矿渣容易出现垮塌现象，如果遭遇暴雨，还容易诱发不稳定斜坡等地质灾害。

1.2 破坏地貌景观

矿山开采活动中的掌子面、渣坡、平台会影响矿山原有的地貌景观、植被形态和土地资源，当基岩出现大面积裸露现象，植被将难以得到自然恢复。长期下去，不利于周边自然环境的可持续发展。

受到开采活动的影响，矿山区域内的一些植被严重破坏，例如出现植被被剥离的现象，被剥离的松散堆积物与矿渣混合在一起形成渣土，压占大量土地。

1.3 对土地资源的占压和破坏

（1）土地压占与破坏

矿产资源开发活动剥离挖损土地，形成的大量废渣压占土地，导致土地类型改变、土壤质量下降。

（2）粉尘污染

植被受到严重损坏，植物不再对细颗粒物质形成保护，从而地表出现裸露，再受到风力作用，发生风沙源现象，对空气造成一定的污染，不利于城市环境质量。

（3）水土流失

受到雨水冲刷的作用，堆积的矿渣被冲蚀，造成矿区水土流失。再加上地表植被受损、地形地貌被破坏，更进一步促使造成了水土流失。

2 矿山地质环境勘查与治理应用

2.1 合理规划矿山开采工作

开展矿山开采前，应当借助精密的仪器设备对矿区坡度进行勘查测量，为后续开采活动提供依据，确保开采活动顺利进行，且还应当对矿山开采的地质结构进行全面了

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

解，避免实际开采工作中发生山体滑坡、地面塌陷、崩塌等地质灾害。在规划矿山开采工作时，需要充分做好准备工作，制定完善的应急措施，还需要强化各施工人员的安全意识，有效组织技术培训和安全培训，深化矿山地质灾害的危险性及其防治工作的重要性。除此之外，还应当明确具体的开采标准，避免实际工作中出现不合理开采、过度开采等问题，降低矿山开采对地质环境的影响，开采的负面影响降到最低。

2.2 建立矿山地质勘查制度

矿山开采中，要认识到环境地质调查管理的重要性，提高抵御地质灾害的意识和责任，建立矿山地质勘查制度，细化水文地质勘查标准，保障地质调查工作有效开展，实现矿山生态环境治理。具体实施环境地质调查管理中，务必严格执行勘查要求，对矿山地质勘查区域进行合理划分，结合环境地质调查报告及其具体数据制定有针对性的处理方案，以提升矿山开采活动的科学性和规范性。

2.3 采用先进的矿山地质勘查技术

针对矿山地质勘查工作，应当借助先进的勘查技术，实际的矿山地质调查中采用的技术有高分辨率视频法、自然伽马射线探测、井斜测量等，同时结合后台设备及系统对相应的数据进行采集和整合分析，然后通过对视频数据与自然伽马射线数据的同步分析，完成对传统 GR 曲线不能进行的矿层、石灰岩、粗砂岩等地层的划分，为后续矿山地质环境勘查工作打下坚实的基础[1]。通过这一系列技术应用，不但能够达到用曲线解释地层特性缺陷的目的，并且采用此种技术模式能够实现近地表钻孔和巷道数据的同步分析，提升地质调查的效率及数据分析的准确度，有利于矿山地质勘查工作有效开展。并且，开展矿山地质环境勘查过程中，工作人员通过视频分析，能够精准地采集和分析矿区地质变化、岩石裂隙、分离条件、水点等数据，不但确保勘查工作的全面性，且数据精准度高，同时借助软件进行孔斜轨迹平面图和孔斜轨迹剖面图绘制，提高绘图的有效性，使矿山地质勘查工作得到了有力的技术支持。

2.4 结合勘查数据开展分区防控

针对矿山地质灾害问题，要结合勘查数据确定矿山地质灾害的等级，从而实施科学的治理。深入调查地质灾害情况，分析矿山地质勘查数据，将矿山地质灾害程度划分为三个等级，分别是重大、次重大、一般，实施分区防控。

对于重大防控区，由于其有着较低的稳定性，存在较多、较大的地质灾害风险，易产生安全事件，基于此，在实施防控管理中，相关部门要与当地的交通、水利等部门建立联合防治管理体系，实行责任制管理。

对于次重大防治区，相应的稳定性指数也较低，地质灾害风险也处于不可控水平，对此区域的防控管理，应当采用监督预防模式，主管部门对防治管理承担主要责任，同时定期排查地质灾害及隐患，以有效保证周边建筑及人员的生命财产安全。

对于一般防治区，其危害程度属于小型，有一定的稳定性，能够通过定期检查实现危害规避。对此区域的防控管理主要通过周边村委会，制定专门人员定期进行检查并记录，传送给管理机构，管理机构实施监测相应数据，必要的情况下响应应急预警通道，以及时有效地降低地质灾害给环境和人民带来危害[2]。

2.5 强化灾害监测，健全预警体系

在矿山地质灾害预防中，灾害监测与预警是重点工作之一，对于地质灾害预防有举足轻重的作用。采取实时、动态的地质灾害监测工作，能够实现地质灾害科学有效地防控。对矿山地质灾害进行实时监测，能够迅速获取关于矿山地质的地表环境与构造特征的情况，从而便于对其动态变化进行掌控。比如，通过了解地质结构的空间与时间变化，地质灾害治理人员能够明确矿山地质环境与开采活动之间的联系与制约关系，进而制定有效措施继续宁地质环境治理。

地质灾害监测与预警体系具有包含如下几个方面：首先，地质环境监测的各部门需要明确自身职责，采用先进的监测技术实施监测工作，从而为地质灾害预防与治理提供可靠的依据；其次，对于别突发事件来说，需要借助现代化监测仪器，对矿山中地表环境的变化和发展趋势进行全面实时监测；再次，构建完善的地质灾害预警体系，为了保证预警体系建立的可行性和完备性，需要结合实际灾害情况，并融合前沿的管理理念和新型的技术手段，实现地质灾害防治工作有序稳步开展。

通过对矿山地质灾害进行全面有效地监测与预测，能够有效对矿山地质的异常情况发现、分析和判断，准确对地质灾害进行预警，及时响应地质灾害应对措施，提高地质灾害预防和治理水平[3]。

2.6 加强对矿山环境的有效治理

2.6.1 地貌重塑措施

针对矿山开采边坡，加强削坡处理，使其能够符合植被生长需求，且使开采区域的地貌与周边地形地貌相协调，并在采坑部位将产生的碎石填补进去。针对岩石与土体运输，加强管理，进行有效遮盖，以防运输时由于岩石或土体跌落而出现污染事件。对于截排水沟的设置与开挖加强合理规划与管理，达到科学有效排泄雨水、山洪的目的，降低边坡水土流失。

2.6.2 土石方平整措施

削坡工程施工后进行土石方平整处理，借助挖掘机将平台的矿渣进行填埋，利用推土机予以整平、压实，尽量在平台表面铺设小块碎石。并且，保证作业平台与坡脚的倾斜角控制在 3% ，这样便于雨水汇集流出。针对土方平衡调配环节，需要保证挖方量与填方量保持平衡、一致。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.6.3 保水措施

针对矿山开采破坏问题，保水措施是非常必要的，其也是矿山地质灾害这里的关键点。在水土流失控制过程中，应当将排水沟设置在露天采场的缓坡部位；截水沟主要设置在滑坡后缘 2m 外；导洪沟设置在中部位置，这样能够避免雨水集中而出现过度冲刷治理区域的情况，从而达到有效控制与治理水土流失的目的。对于泥石流灾害问题，应当根据实际状况合理规划和建设蓄水、截水、引水等水利工程，通过科学控制地表水流，削弱水动力，实现水土分离，维持土体稳定。并且，完善渡槽与排洪道工程的修建配套，使泥石流可以流畅地排泄，以防泥石流积累爆发而发生更大的灾害事件。

2.6.4 矿山地面减沉措施

针对采空区的地质灾害问题，可以通过矿山地面减沉措施实现治理。矿山地面减沉技术是利用砂、厂砂炉渣和尾矿等材料对采空区予以填充，实现地质灾害预防，有效降低开采对周边环境的负面影响。矿山地质环境方面，地面沉陷通常会严重破坏周边生态环境，比如，降水冲刷沉陷地面且破坏周边土层结构，从而出现水土流失、泥石流现象。采用矿山地面减沉措施能够很大程度地减少沉陷，实现地质灾害有效预防和治理[4]。

2.6.5 生态恢复治理措施

（1）土壤修复治理

①物理修复手段，采用机械松土的方式对深层进行恢复治理，采用人工方式在上层土进行深根植物种植；

②化学修复手段，酸性土壤选择适合量的石灰喷洒在土壤上以达到改善的目的，碱性土壤通过适量的酸性剂以优化土壤，在改良营养失衡土壤的过程中借助有机物料实现土壤涵养，增强土壤肥力；

③微生物修复手段，生态环境系统中，土壤微生物发挥着重要作用，其是分解者的角色。众所周知，微生物主要依靠自身生命代谢实现土壤中毒害物质的分解，以便土壤满足植物生长要求；并且，微生物修复方式还可以发挥优化土壤基质、增强土壤肥力和催熟等作用，如此可以在短期内促进矿山土壤质量恢复，为植被种植提供良好的土壤条件，提高了复垦效率。另外，进行矿山地质灾害区域新植被栽种时，还能够融合运用微生物实现根系周边土壤改善及营养成分促进吸收，以帮助植物健康成长，提高植物成活率。

（2）植被恢复

对于受到破坏的矿山地质环境，通过植被种植实现生态恢复。对于植被选择，要选择本土的、环境适应能力强、生长迅速的植物，且需要植物种类兼具耐旱、有经济附加值、抗风沙和污染能力。可以将乔木、灌木、草本相搭配，实现地表覆盖、地块保护、土壤涵养。例如，选择草木时候，首选豆科植物与禾本科禾草，这类植物具有良好的改善土壤质量的能力，并且能够依靠其旺盛的生命力实现快速生长，从而有效覆盖矿山地质灾害区。在进行矿山地质灾害区植被恢复过程中，应当依据区域的土壤、地形等实际情况采取科学的配置方案，遵循宜乔则乔、宜灌则灌、宜草则草或三者相结合的原则，最大程度地确保植被覆盖和生长，达到生态环境修复的目的。

（3）封山育林与管护

通过封山育林措施能够促进植物自然繁殖与生长，避免人畜或其他经营行为给矿山地质环境造成影响，保证矿山地质环境恢复的稳定性，逐步使得矿山地质灾害区植被恢复，并最终形成茂盛的森林。加强矿山地质环境管护，通过实施三分造、七分管达到恢复植被全面保护的目的[5]。

3 结语

综上所述，不科学或过度的矿山开采行为会造成很多地质环境问题，这些地质环境问题影响着矿产资源的开发与利用，也给我国社会经济可持续发展带来制约。因此，相关部门要实施切实有效的矿山地质环境勘查与治理工作，通过合理规划矿山开采工作，建立矿山地质勘查制度，采用先进的矿山地质勘查技术，结合勘查数据开展分区防控，强化灾害监测，健全预警体系，加强对矿山环境的有效治理，实现矿山地质灾害问题预防与有效治理，确保矿山行业健康发展，为我国社会经济发展做出更大的贡献。

[参考文献]

[1]郭佳伟.矿山地质工程勘查技术解析[J].工程建设与设计,2022(9):211-213.

[2]何辰.我国矿山地质灾害主要类型和勘查防治方法[J].世界有色金属,2022(8):145-147.

[3]徐帆.分析矿山地质勘查问题及相关建议[J].世界有色金属,2022(8):122-124.

[4]李镇.矿山工程中地质勘查及生态环境治理措施与方法研究[J].世界有色金属,2022(2):167-169.

[5]左瑞琦.矿山地质环境问题及地质勘查措施[J].世界有色金属,2021(4):193-194.

[6]陈昌.矿山地质勘察与勘察灾害防治的策略分析[J].中国金属通报,2021(6):200-201.

[7]曾国星,彭文祥.矿山地质灾害勘查方法与防治措施分析[J].世界有色金属,2020(11):116-117.

作者简介：张萌（1990.10-），男，毕业院校：石家庄经济学院华信学院，专业：环境工程，就职单位：河北地矿建设工程集团有限责任公司，职称：水文地质工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

智能化采煤工作面关键技术及应用

张 宁
山东东山王楼煤矿有限公司，山东 济宁 272063

[摘要]采煤工作面作为煤炭生产过程的关键技术，其质量问题成为影响煤矿综合开采和安全高效运行的重要因素，此文中针对智能化采煤工作面的关键技术进行了系统分析，并提出了相应解决与应用方案。
[关键词]智能化；采煤；关键技术
DOI：10.33142/ec.v5i12.7260 中图分类号：TD823.97 文献标识码：A

Key Technology and Application of Intelligent Coal Mining Face

ZHANG Ning
Shandong Dongshan Wanglou Coal Mine Co., Ltd., Ji'ning, Shandong, 272063, China

Abstract: As the key technology in the coal production process, the quality problem of the coal mining face has become an important factor affecting the comprehensive mining and safe and efficient operation of the coal mine. This paper systematically analyzes the key technology of the intelligent coal mining face, and puts forward the corresponding solutions and application programs.
Keywords: intelligence; coal mining; key technology

引言

采煤技术是煤炭生产过程中的重要环节，随着我国经济发展，越来越多煤矿开采深度和广度不断提高，为了适应新形势下日益增长的能源需求以及资源环境压力等问题，智能化采煤工作面技术应运而生并且得到广泛推广与应用。

1 智能化采煤工作面关键技术

1.1 环境与设备状态精准感知技术

（1）采煤工作面环境的精准感知技术主要是利用传感器来进行信息采集，然后根据数据和模型，通过计算机系统处理得到准确有效地图像。由于煤炭开采过程中产生大量粉尘、废气等有害气体对人身体健康有很大影响，因此需要采取监测与分析手段实现实时监控煤矿井下的各种情况并及时反馈给相关部门以解决这些问题，采煤工作面环境参数信息在现场测量设备上是比较复杂的一种技术之一，它包含了多种多样且具有不同特点和应用领域。

（2）智能采煤工作面环境与设备状态的精准感知技术主要是指运用传感器、计算机和通信网络等相关理论，将煤矿开采过程中所涉及到的各种信息进行整理分析并形成相应数据模型。这种系统能够通过对获取到煤矿生产资料以及矿井作业情况来判断该采掘机是否安全，在利用传感器采集煤炭巷道内实时监测点位置及工作面煤质参数时，需要使用智能测量技术对其进行在线监测和识别，以实现远程监控、自动记录等功能[1]。

（3）在采煤工作面中，环境与设备状态的精准感知技术主要是针对传感器采集到数据进行分析处理。通过对收集来的信息和相关参数进行整理、归类等一系列流程，将这些信息转化为相应格式数据并输出给计算机软件系统或人机界面上，实现了智能化采煤工作体自动识别、自动化控制以及远程监控功能，根据不同环境与设备状态实时监测煤矿井下开采过程中煤炭的运移情况，及时调整采掘进度及设备安全作业标准。

1.2 采煤空间三维地质信息建模

（1）在对智能采煤工作面的建模过程中，首先要建立一个三维地质信息模型，这个模型是由一些物理量转化为计算机模拟、计算和分析等多种技术方法。然后再将其输入到软件平台上，通过这些功能可以实现采空区空间结构参数与空间关系的转换，最后根据所需要进行数据处理后生成相应结果输出给电脑界面或存储器等设备来保存下来并利用该数据库对整个采煤工作面的各种地质信息进行整合。

（2）在采煤工作面中，由于矿井的开采深度较大，而煤炭资源相对丰富且不容易被挖掘出来。因此我们可以利用计算机技术建立一种三维地质信息模型，收集、分析和提取原始资料，将采集到的数据进行处理加工成可视化图形，通过几何建模软件对这些数据加以整合形成一个完整的矿井空间数学模型，为后续工作提供可靠依据，实现了采煤工作面智能识别与优化设计过程中的自动化控制技术。

（3）采煤工作面的空间信息建模是智能化采煤技术中的关键环节，该阶段主要包括：①建立三维地质模型，在这个过程中，我们要以实际情况为依据，对地质参数进行合理的设置和调整；②将物理数据转换成数字量输入到计算机系统里去处理并生成二维图像以供分析研究利用；

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

③采用合适方法获取空间信息、利用计算机系统的功能提取有用信息等。

1.3 采煤机高精度惯性导航定位

（1）在采煤机工作时，由于受到地面因素影响，往往会出现大量的煤层倾角与速度变化，为了能够及时准确地对这些情况做出反应，需要采用高精度惯性导航系统来实现这一目标。首先将煤矿中高精度加速度传感器和陀螺仪结合起来使用，其次利用陀螺仪和 GPS 系统之间存在着一个相互独立作用力矩为轴心提供了定位信息，在进行惯性测量时就可以通过计算出的角运动方程与角度值比较得出结果[2]。

（2）在采煤机的工作过程中，由于受到地面因素和各种外界条件（如天气、地质等）影响，会出现不同程度上的偏差。因此我们需要对其进行精确地调整，为了确保高精度采煤机具有较好适应度与稳定性并且能够满足实际生产需求时可以获得准确位置信息数据来为下一步作业提供可靠依据；同时还应考虑到在工作过程中不能产生较大误差以及影响定位准确性因素，因此必须采用一定方法提高精度从而达到要求。

1.4 多源信息融合感知与智能交互技术

（1）多源信息融合是指利用各种传感器、通信网络和计算机技术，把多种信息进行集成，从而实现对煤炭开采过程中的各个环节，包括采煤机工作面等多个空间数据采集点及工作量计算汇总。在智能采掘业领域内采用多源并行处理模式来解决煤矿井下煤层地质问题，通过将采集到的数据整合后再传输至地面计算机系统、采矿设备或相关控制单元进行信息融合和分析，从而实现对煤炭开采过程中各方面情况的实时监测与预警预报。

（2）多源信息融合技术是指通过多种传感器获取的煤层特征，利用计算机、图像处理和人工智能等方法，实现对原始数据进行挖掘分析。该技术具有以下特点：一是能够采集大量的采空区煤炭地质资料；二是可以在不影响煤矿安全生产情况下使用；三是可将采集到的信息以三维坐标形式表达出来供决策者参考；四是多源信息融合感知与智能交互技术可以有效提高工作效率并降低成本费用。

（3）多源信息融合技术是利用多个传感器、网络通信等设备，对煤层进行综合分析，实现采空区的智能化监控。通过采集到不同位置的煤炭地质参数和空间分布特征以及矿井生产条件变化情况，结合多源信息融合感知与人工智能算法来处理数据中存在不确定性因素所产生的新方法或过程。并在煤矿开采过程中应用该技术将提高工作面安全系数、减少人为失误等问题，从而有效地提升采煤企业经济效益，促进我国矿业发展。

1.5 采煤设备协同控制技术

（1）采煤机的协同控制技术是指利用计算机、传感系统等对煤炭开采过程中出现的问题进行分析和处理，从而达到解决煤矿生产安全以及资源浪费，提高工作面效率及经济效益。在采掘企业中运用智能化设备进行远程监控，通过使用人工智能控制系统来实现自动化监测，该方法能够有效地将人脑神经网络应用于采煤机的自动控制当中去、将计算机技术与机电一体化结合起来形成新时期新型的协同控制技术[3]。

（2）采煤工作面的协同控制技术主要是指将人工智能、模糊逻辑以及神经网络等理论结合起来，对矿井自动化设备进行综合应用，从而提高生产效率，减少人力物力资源。随着计算机和专家系统在煤矿开采领域中越来越广泛地运用到了智能采掘机，利用该方法能够有效降低人为操作失误率并且提升整个煤炭运输过程的安全性与可靠性；通过使用该技术可以实现远程控制、实时分析以及故障诊断等功能，同时还能对矿井工作面设备进行自动监控。

2 智能化采煤工作面的关键技术优势

2.1 自动化控制提升准确性

（1）采煤机的自动化控制技术是指通过计算机、通信网络和通信网等现代信息技术，对煤矿生产过程进行自动监控，并能够实现实时监测与远程操作。采煤工作中，采面支架自动化控制、降尘自动化系统、耦合控制系统、综采时序控制等都是将自动化控制技术落实到综采工作面，将以往需要人工控制的、机械化的工作内容纳入到智能化系统中，由计算机系统进行智能控制，有助于减少人工操作而导致的误差，提升采煤运行准确性。

（2）采煤机的自动化控制可以有效地提高开采工作面的生产效率，保证了煤炭资源得到充分合理利用，从而使采矿工人在作业过程中能够获得更多收益。在实际中使用智能化采煤技术可以有效提高工作面开采安全性和稳定性，同时还能够提升自动化控制的准确性及效率性，通过远程遥控等方式实现无人值守操作控制煤炭运输过程中监控人员与作业管理人员实时交流信息，从而及时发现问题并采取相应措施解决问题。

2.2 智能分析提升科学性

在旧的采煤体系中，虽然引入大量的采煤机械，但是其操作流程优化、运转轨迹规划、负载能力分析等工作操作仍多凭借从业者的经验，而引入智能化采煤机能够收集精准定位数据、规划智能规划综采轨迹、调整滚筒高度、分析故障自动预警与原因，根据综采工作面的实际参数、实时地理情况、工作负荷状态等数据进行实时智能分析，不断优化综采流程，提升煤矿整体运转的科学性[4]。

2.3 参数监控保障实时性

（1）在煤矿综采工作中，智能化设备及其技术体系能够实现数据智能化监控，例如地面调度室的智能集成系统，不仅能够一键启停，而且能够对工作设备的启动、运行、负荷和暂停进行实时监控，能够保障采煤工作平稳运行，也能够更加及时地发现综采工作面潜在问题，提升采

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

煤工作的时效性。

（2）采煤工作面的参数监测和监控系统可以实时对井下煤炭开采过程中各种信息进行采集、分析，通过计算机技术手段实现数据处理，并及时地将其传输到远程终端。这样不仅提高了煤矿安全生产管理水平而且还能有效避免人为因素造成的矿难事故，智能化采煤机在实际使用时可以根据不同类型井巷条件采取多种方式的监测方法和监测设备来保障参数监控系统实时性。

3 智能化采煤工作面关键技术应用

3.1 采煤设备状态采集与传输

（1）采煤机的状态采集与传输是指将整个采掘工作面全部信息录入系统，通过计算机网络技术和通信技术，实现对煤矿设备状态、参数等数据进行实时监测。利用该系统可以有效地获取井下的各种传感器信号，由于煤矿安全生产中井下环境复杂多变以及突发状况时有发生且难以预测及控制等特性使得传感器受到严重威胁。因此为了保证采煤机在正常运行情况之下能够及时准确采集到信息，需要采用多点传输和集中处理技术来解决这些问题[6]。

（2）采煤机的状态采集是指利用传感器、计算机和信号等技术对设备进行实时监测，并根据检测结果提出改进方案，以便提高煤矿开采质量。采空区采用了多点传输方式。将多个测量站串接在一起组成一个完整的数据收集网系统，同时将各个矿井下采集到信息传送到地面控制中心或集中处理中心后再通过无线网络向调度员发送指令给相关部门和领导部门以供决策者了解情况、调整计划等，实现远程监控与控制功能[5]。

3.2 工作面系统协调集中控制

采煤机系统的协调集中控制主要是指智能采掘工作面系统中，各子系统之间通过通信网络进行通信，实现对整个煤矿开采过程全方面信息共享。利用该技术可以有效地减少在生产作业时出现的干扰因素，同时也能提高煤矿井下安全管理水平和效率、降低劳动强度与成本，还可保证工作人员能够及时了解矿压变化情况并做出相应调整措施来应对突发事件发生所造成的经济损失等问题。

3.3 采煤工作面设备故障诊断

采煤工作面的设备故障诊断是智能化煤炭开采技术中最重要也最基础的环节，它可以及时发现煤矿安全生产事故，从而保证工作人员和矿井技术人员在作业过程中有效防止意外发生，减少不必要损失。该方法主要有两种：一种是利用传感器、电子仪器等工具对采煤巷道内进行实时监测；另一种则是非接触式检测方式即通过分析设备故障信息来确定是否存在非正常工作状态或异常现象的技术手段。

3.4 智能化采煤系统安全保障

采煤工作面的安全保障是指工作人员在进行煤炭开采过程中，要严格按照相关规定来执行，并且及时发现问题解决问题，其安全保障主要包括：一是加强煤矿生产过程中人员与设备、机具和设施之间的有效配合，确保工作人员在作业时能够严格遵守操作规范。二是要对员工进行定期培训，通过不断地考核不断提高他们职业技能素质水平以及专业能力素养。三是需要建立健全相关法律法规制度并加强监管力度来维护采煤工作面安全保障机制运行稳定有序运转，从而保证整个煤矿生产过程中人员与设备、机具和设施之间的相互配合更加高效合理化[1]。

4 结语

综上所述，采煤技术是煤炭开采中的重要环节，也是煤矿生产过程中必不可少的一环。积极开展对煤矿综采工作面智能化技术的研究，指出未来智能化采煤工作面技术和装备的发展方向，能够进一步深化信息技术在煤矿开采过程中的运用，进而全面提升煤矿生产水平，保证煤矿企业的经济效益。

[参考文献]

[1]蔡峰.蒙陕地区中厚煤层智能化综采工作面关键技术应用研究[J].中国煤炭,2022,48(5):6-7.
[2]魏明华,曾现策,宋忠亮,等.智能化精品采煤工作面创建关键技术研究与应用[J].能源技术与管理,2021,13(22):22-23.
[3]付超云.智能化采煤工作面建设关键技术研究[J].科学技术创新,2021,23(29):3-4.
[4]李伟涛,任鹏辉,薛敏清.韩城矿区 5#煤智能化综采工作面技术研究与应用[J].华东科技(综合),2021,22(5):11-12.
[5]张作.采煤工作面前,后期切眼设备安装对接关键技术研究[J].工程技术研究,2022,4(5):63-65.
[6]黄书翔.智能化采煤工作面关键技术及应用研究[J].煤炭科学技术,2021,49(33):127-128.

作者简介：张宁（1990-），男，毕业于山东科技大学，大专学历，电气自动化技术专业。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

环境岩土工程技术在矿山地质环境保护中的应用

常 进
河北地矿建设工程集团有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]国家经济不断发展的过程中也推动了各个领域的发展，同时也给矿山企业带来新的发展契机。在进行矿山建设开采的过程中，环境岩土工程技术对矿山地质环境保护工作有着重要的作用。环境岩土工程主要包括士力学、岩体力学、工程地质学等相关理论，同时在实施勘察岩石与土体情况后完成整改工作，进而提升岩土结构、土体结构的问题性，解决环境岩土工程技术应用过程中的问题。环境岩土工程具有比较明显的综合性，因此在使用过程中勘测技术也相对较多，应用后具有良好的使用效果。近些年来，随着各领域的发展，对矿山资源适应量也随之增多，在进行矿山开采的过程中会给矿山地质环境带来非常不利的影响，虽然一些矿山企业也在进行环境治理，但是整体治理保护效果并不理念。因此要想减少矿山开采给环境所带来的影响，应积极利用环境岩土工程技术进行环境治理，从而保证矿山环境地质效果与质量，更好的推动矿山领域发展。
[关键词]环境岩土工程技术；矿山地质；环境保护；应用
DOI：10.33142/ec.v5i12.7294 中图分类号：F42 文献标识码：A

Application of Environmental Geotechnical Engineering Technology in Mine Geological Environment Protection

CHANG Jin
Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The continuous development of the national economy has also promoted the development of various fields, and also brought new development opportunities to mining enterprises. In the process of mine construction and mining, environmental geotechnical engineering technology plays an important role in mine geological environment protection. Environmental geotechnical engineering mainly includes relevant theories such as geomechanics, rock mechanics, engineering geology, etc. At the same time, the rectification work is completed after the implementation of rock and soil investigation, so as to improve the problem of geotechnical structure and soil structure, and solve the problems in the application of environmental geotechnical engineering technology. Environmental geotechnical engineering has obvious comprehensiveness, so there are relatively many survey technologies in the use process, and it has good use effect after application. In recent years, with the development of various fields, the adaptability to mine resources has also increased, which will have a very adverse impact on the mine geological environment in the process of mining. Although some mining enterprises are also carrying out environmental governance, the overall governance and protection effect is not ideal. Therefore, in order to reduce the impact of mining on the environment, environmental geotechnical engineering technology should be actively used for environmental governance, so as to ensure the effect and quality of mine environmental geology and better promote the development of the mine field.
Keywords: environmental geotechnical engineering technology; mine geology; environmental protection; application

引言

近些年来，绿色矿山建设工作得到了进一步的推动，绿色矿山的建设可以提高矿山开采过程中环境治理水平。绿色矿山建设是未来矿山领域发展的主要方向，因此应积极开展矿山地质环境、土地复垦等方面的建设，同时合理开展环境保护工作，为矿山地质环境保护工作提供有力的支持。在矿山生产过程中地质环境保护工作是非常重要的一项工作，可以提升矿产资源使用效率并可以对尾矿进行合理规划，协调好矿山建设与生态环境保护间的关系，更好的推动绿色矿山建设。

1 环境岩土工程技术内涵

环境岩土工程中主要包括环境保护工作与岩土工程技术，目前我国环境岩土工程技术并不太成熟，没有形成完整的理论体系，从目前研究结果来看环境岩土工程主要是将岩土工程技术与环境保护措施进行结合后完成对矿山地质环境的改善与修复。从矿山生产企业角度来看，在进行矿山建设过程中会给环境带来破坏，如矿山生产中的房屋、修路等活动会给植被带来破坏；同时工业垃圾、矿山垃圾以及有毒有害物质等没有进行合理的处理。此外，采矿过程中若处理不当会出现踩空区坍塌、地表塌陷等问题，当地下水抽取超量后会出现地面沉降问题，在进行爆炸作业时会产生震动与噪音等问题，同时矿山开采过程中产生的废物也会给土壤与水源带来污染。此外，矿山开采过程中也会产生一些地质环境灾害，给自然环境带来不利的影响[1]。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 常见的矿山环境地质灾害种类

在进行矿山开采过程中，矿山地质灾害主要是由于人为因素、自然环境等所导致的，给生态环境等方面带来非常不利的影响，因此应强化预防与管理工作，但是我国矿山类型比较复杂，矿山自然环境、人为因素不同所导致的环境地质灾害也存在差异。且矿山条件不同，环境地质灾害的成因、处理措施也存在一定的区别，因此应对矿山环境地质灾害类型进行全面分析并做好相应的预防及治理工作，目前我国矿山地质灾害类型主要包括以下几类。

2.1 矿震灾害

矿震灾害是一种比较常见的矿山环境地质灾害，通常发生在矿山开采区域。矿震灾害与自然地震灾害相比震源比较浅，但是所带的危害相对较大。导致矿震灾害发生的原因是因为在进行矿山资源开采过程中矿山内部所出现的孔洞相对较大，同时会受到构造应力、大地应力、开挖附加应力的综合影响导致局部应力集中，在这样的条件下应力会释放导致地面晃动。

2.2 地表塌陷灾害

在矿山开采过程中地表塌陷灾害也是比较常见的矿山灾害，主要是因为在进行矿山资源开采过程中开采区域会出现踩空区，采空区会出现塌陷问题，最终导致地表出现沉降等问题。地表塌陷灾害会给地面建筑物、田地带来非常大的破坏，无法保证建筑物的稳定性，也会给农业种植带来不利的影响。

2.3 矿坑突水灾害

矿坑突水灾害属于突发性灾害，所带来的影响也是非常巨大的。主要是因为矿坑中的氧气比较稀薄，当出现突水问题时大量的水会涌入到巷道中，直接影响巷道通风情况，也无法保证巷道内操作人员的安全。

2.4 采空区塌陷灾害

当矿山资源过渡开采时，会导致采空区塌陷灾害，此种灾害也是矿山环境地质灾害中比较严重的灾害之一，主要是因为采空区相对较大且无法对原有的岩石进行有效的支撑，最终岩层出现断裂问题导致采空区塌陷灾害。

2.5 地热灾害

随着矿山资源开采深度不断加深，也增加了低热灾害的发生率，在矿山资源开采深度过深后会导致地热灾害，操作人员若长期在温度较高的环境中工作会影响身体健康。当处在瓦斯环境中更应做好地热灾害控制工作，减少地热灾害给矿山环境地质治理所带来的影响。

2.6 地下水系不稳定

在进行矿山开采过程中若没有保证地下水系的稳定性，也会给矿山开采工作带来不利的影响。矿山在持续开采的过程中会不断排出地下水，水位会出现下降现象，最终无法导致地表水枯竭或地面塌陷等问题[2]。

3 矿山环境地质灾害所带来的危害

3.1 土地污染问题

在进行矿山开采过程中，若没有做好土地污染控制工作会直接导致地表水与地下水污染问题。矿山开采时，矿井中的水若没有进行处理就直接排放到河流中就会导致地表水污染问题；当矿山开采过程中若出现地表沉降现象就会增加裂缝发生率，地表水会下渗到地下位置，给地下水系带来污染。

3.2 地表植被破坏问题

矿山开采过程中若没有做好管理工作会给地表植被带来直接破坏。矿山开采主要包括井下开采与露天开采。井下开采时不仅会出现地表沉陷问题同时也会有裂缝产生，给地表植被带来破坏；露天开采时会给土壤与植被带来不利的影响，导致矿山开采地点出现沙漠化问题。

3.3 生态系统破坏问题

矿山开采过程中不仅会给地表植被带来影响，同时也会给生态系统带来破坏。也就是在进行矿山资源开采时地表植被会不断减少形成荒漠化，且矿山生产过程中会产生废弃物，直接导致土壤、水源、大气等方面的污染问题，若治理工作不及时会给生态系统带来直接的破坏。

3.4 次生灾害

矿山资源开采过程中主要的次生灾害包括突发型次生灾害与缓慢型次生灾害。突发型次生灾害指的是突发性灾害；缓慢型次生灾害是在进行矿山开采过程中容易导致水土流失灾害或是土壤污染灾害等[3]。

4 矿山地质环境保护中环境岩土工程技术的应用策略

4.1 提升环境地质灾害防控意识

矿山地质灾害的发生过程是比较缓慢的，也就是无法在短时间内通过监测发现需要对矿山地质情况进行更加全面的了解，因此在进行矿山地质灾害防治时应注意以下方面。首先应对灾害防控措施进行完善，同时对矿山区域情况进行动态化监测，地质空间会在一定时间内产生变化，通过此来对矿山地质灾害发生程度进行预测，从而可以对矿山地质灾害进行有效管理。但是因为地质灾害勘察工作比较复杂，在进行此项工作时应与政府相关部门做好协调，积极做好勘察工作为地质灾害预测与治理提供数据方面的支持。

4.2 做好不同环境地质灾害的治理工作

第一，滑坡灾害治理。在进行滑坡灾害治理时可以采用地下排水工程、滑带土层改良等方式。地下排水工程主要包括平孔技术与盲孔渗水技术，要想有效治理滑坡问题应先避免水患，采用这两种方式均可以使矿山内的水排放与吸收，通过此对滑坡问题进行控制并降低所带来的经济损失。此外，对滑坡带的土层进行优化，但是此种方式在使用时还存在一定缺陷，因此应根据滑坡灾害情况进行优

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

化，使其更加完善。第二，地质塌陷灾害治理。在进行矿山开采的过程中会因为爆破施工导致岩体崩落等问题，而在进行地下开采过程中冒顶事故是比较常见的事故，此时可以采用锚杆支护技术、防护技术等避免冒顶事故的发生，如在处理松动崩落的石块时可以采用防护网进行固定，避免岩石崩塌问题的同时可以降低冒顶事故发生率。第三，地面塌陷灾害治理。现阶段在处理地面塌陷灾害时通常会选择注浆方式，但是因为地面塌陷灾害属于突发问题，当受到外界环境影响时会出现形变现象，也是无法进行及时预测。所以可以采用灌浆法、填充法对矿山内部结构进行填充。

4.3 对矿山环境地质灾害进行分级治理

矿山种类不同地质灾害种类也存在差别且严重程度也有差别，同时发生后的严重程度也有一定的区别。因此为了更好的做好矿山灾害治理工作应对环境地质灾害等级进行分类，从而确保矿山环境地质灾害防治效果。当矿山开采区域发生比较严重的地质灾害时会给周边环境、矿山开采企业效益等方面带来非常不利的影响，因此应全面做好矿山环境地质灾害治理工作。保证环境地质灾害治理人员的专业性并融入精细化管理理念对各项治理工作进行优化，从而提升矿山环境地质灾害治理效果。同时在处理矿山环境地质灾害的过程中还应合理应用专门的治理技术与设备，提高治理工作质量与效率。若矿山环境地质灾害并不严重，在进行等级划分时可以设置为低等级区域，但是也应重点关注并派遣专门的人员进行管理，将管理责任落实到人，确保各项工作有专人管理且出现问题时可以及时进行处理，进而可以对矿山环境地质灾害进行有效控制[4]。

4.4 对地质勘察技术与治理手段进行优化

在进行矿山环境地质灾害治理过程中应根据实际情况制定相应的管理制度并合理的选择治理技术，通过此来保证矿山环境地质灾害防治效果与质量。在进行管理工作时应先做好勘察工作，并制定防治计划，通过此来提高矿山环境地质灾害治理工作效率，同时对勘察技术进行不断创新并保证应用的科学性，提升勘察结果的准确性。在进行矿山环境地质灾害勘察防治工作时，应对各项工作进行综合考虑，减少外界因素所带来的影响，同时对相应的管理制度进行完善，根据工作岗位做好各工作人员工作内容的分配，从而保证各项工作可以得到全面落实。此外，要想保证矿山环境地质灾害防治效果，在进行防治工作时还应做好安全管理工作，加强安全宣传与培训工作力度，从而提升矿山工作人员的安全意识与自我保护意识，减少矿山开采作业风险的同时保证工作人员的安全。矿山环境地质灾害勘察过程中应将国家发布的管理体系与管理标准作为依据，从而保证勘察评价工作可以有效开展，提高勘察工作的精细化。

4.5 提高环境地质灾害治理水平

现阶段，矿山环境地质灾害主要表现在水环境污染、土壤环境污染、大气环境污染与固体垃圾污染等方面，因此在进行治理工作过程中应根据破坏情况、水土条件、污染情况等制定相应的治理措施并合理选择治理方法。例如水资源污染治理，矿山水资源污染主要是因为开采过程中所产生的废水，因此要想减少污染问题矿山开采企业可以采用水净化设备与水循环设备，有效控制污染问题。在进行矿山水土流失、地面裂缝、植被减少等环境地质问题处理时可以采用复垦方式，在进行复垦时应对开采过程中所导致的空洞进行回填，可以采用相应的设备完成回填作业，对矿山开采现场周边的裂缝、沟壑等进行覆盖与修复，然后种植新的植被。此外，若矿山开采区域存在滑坡地带，在加固时可以采用削坡卸载方式或是种植绿植方式。矿山固体垃圾中主要包括矿土、矸石、尾矿渣等，在处理这些固体垃圾时需要大量的土地进行堆放，若处理不合理就会导致污染问题，在治理过程中可以采用回收再利用方式，例如在处理矸石时，由于矸石防渗透性较高可以将其作为路基垫层，也可以将其作为空心砖制作原料，提高再次利用效果。另外，在处理固体废弃物时还可以采用化学处理方法与植物处理方法。化学处理方法是将化学反应剂应用到尾矿表面，形成固结硬壳，但是此种方式所需要的资金量较大；植物处理方法是将永久性植物种植到废石或是尾矿堆场位置，主要使用的植物有牛毛草、苇草等。还可以将固体废弃物作为矿区回填料，如可以将石灰石制作为农用石灰，将不同的金属尾矿进行回收等，提高固体废弃物利用价值。

4.6 积极应用先进的环境地质治理技术

在采用先进的环境地质治理技术后可以有效改善矿山环境地质处理效果，先进的矿山地质环境治理技术主要有水土保持技术、绿色开采技术、地质环境监测技术与合理开发建设用地技术。绿色开采技术可以有效降低给矿山环境所带来的影响；水土保持技术可以为矿山环境地质治理工作提供相应的处理技术并完成对矿山区域地质环境的治理与复垦工作；地质环境监测技术在应用时应保证应用人员的专业性并将治理计划进行完善；合理开发建设用地技术是在与矿山地质开采地点相关管理部门进行联系后对矿山资源进行合理规划，辅助矿山企业完成转型并减少资源滥采问题，同时积极采用先进的治理技术，提升矿山环境地质治理水平与质量[5]。

5 结语

通过分析可知，矿山生产过程中要充分做好矿山地质环境保护工作，同时落实安全生产原则、以防为主原则、综合治理原则，矿山开采减少过程中地质灾害治理与环境修复工作具有同样的重要性。矿产资源开发与利用时应积极做好地质环境保护与土地复垦等工作。提升矿山地质环境治理的科学性，积极采用环境岩土工程技术，提升矿山环境地质灾害预防与治理效果。此外，在进行矿山地质环

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

境治理过程中还应增加植树量，对生态环境进行改善的同时可以恢复自然生态环境，从而推动绿色矿山建设。

[参考文献]

[1]李丹丹.环境岩土工程技术在矿山地质环境保护中的应用[J].新疆有色金属,2022,45(6):17-18.
[2]杜波.矿山地质环境保护与治理研究[J].中国金属通报,2022(4):60-62.
[3]李志刚.矿山地质环境保护与恢复治理的研究[J].世界有色金属,2022(7):184-186.
[4]邢月龙.地质环境背景对矿山地质环境保护与恢复治理影响及分析[J].世界有色金属,2021(19):209-210.
[5]朱颖怀,黄群.矿山环境地质问题及成因探讨[J].世界有色金属,2021(17):186-187.

作者简介：常进（1987.2-），女，毕业院校：东北林业大学，专业：园林植物与观赏园艺，就职单位：河北地矿建设工程集团有限责任公司，职务：科员，职称级别：中级。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工程地质勘察中的水文地质危害及其对策

康吉莉
河北地矿建设工程集团有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]在进行工程建设过程中，工程地质勘察工作可以为工程安全、建设过程提供有力的保证，同时还与工程建设质量、企业发展等有着直接的关系。从工程地质勘察工作性质来看，应将此项工作贯穿到与工程相关的各个环节中，充分利用工程地质勘察工作了解工程地点水文地质条件等，确保工程可以安全稳定的开展，同时保证工程建设质量。在与近些年来一些工程情况结合后可以发现，一些工程施工现场施工环境比较恶劣且影响因素相对较多，这样也就增加了安全事故发生率，如冒顶问题、突水问题等，这些安全问题均与工程施工地点水文地质条件有关。因此应强化工程地质勘察工作，并对导致水文地质灾害的因素进行分析，有效控制安全问题的发生，确保工程可以顺利开展。

[关键词]工程地质勘察；水文地质；危害；对策
DOI：10.33142/ec.v5i12.7306 中图分类号：TU42 文献标识码：A

Hydrogeological Hazards and Countermeasures in Engineering Geological Investigation

KANG Jili
Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In the process of engineering construction, engineering geological survey can provide a strong guarantee for engineering safety and construction process, and has a direct relationship with engineering construction quality and enterprise development. From the perspective of the nature of engineering geological survey, this work should be carried out in all links related to the project, making full use of the engineering geological survey to understand the hydrogeological conditions of the project site, so as to ensure that the project can be carried out safely and stably, and ensure the quality of project construction. In combination with some projects in recent years, it can be found that the construction environment at some project construction sites is relatively harsh and there are relatively many influencing factors, which also increases the incidence of safety accidents, such as roof fall, water inrush, etc. These safety problems are related to the hydrogeological conditions of the project construction site. Therefore, the engineering geological investigation should be strengthened, and the factors leading to hydrogeological disasters should be analyzed to effectively control the occurrence of safety problems and ensure the smooth development of the project.

Keywords: engineering geological survey; hydrogeology; harm; countermeasures

引言

在进行工程地质勘察过程中，应找到其中的影响因素，在了解工程地点环境后应进行重点管理。因此在进行工程地质勘察工作时，相关技术人员应充分了解实际情况，并有效避免水文地质危害，从而保证工程可以顺利开展。

1 工程地质勘察工作内容

通常情况，工程地质勘察工作内容主要包括以下方面：第一，从工程地基结构、基础结构施工角度来看，应对水位地质危害进行分析。第二，在对工程建设地点地下水情况进行了解后，对工程施工过程中可能出现的隐患进行分析并制定相应的防控措施。第三，确保地下水文勘察工作的及时性并根据工程要求采用相应的措施，避免施工过程中出现偏差给工程建设质量及安全带来不利的影响。从工程基础建设角度来看，要想保证工程结构的稳定性应确保地基的稳固性，但是工程现场水文情况与地基稳固性有着直接的关系。假如在进行工程施工过程中没有能严格控制施工地点地下水情况，就会增加工程整体建设质量问题。工程地点水文地质勘察图的绘制可以将施工现场水文地质情况进行全面、详细的展现，给后期工程建设图纸绘制提供依据，主要包括对设计图纸中的数据进行调整等，最大限度减少因地下水问题给工程施工结构带来非常不利的影响[1]。

2 工程地质勘察过程中水文地质工作的作用

2.1 充分了解地下水沉降情况，保证施工设计方案的准确性

工程地质勘察过程中相关技术人员应先了解工程实际情况，保证所得到水文地质信息的完整性，从而充分了解地下水沉降情况。在对以往工程经验进行总结后可知，在进行工程施工过程中，当地下水出现沉降问题时会增加安全事故发生率，因此在进行工程地质勘察过程中，应保证水文信息资料、地下水文情况的及时性。同时可以利用所获得信息数据完成施工方案调整与优化，并对可能产生的风险进行预防。

2.2 对勘察技术进行优化，保证工程建设进度

当工程地点地下水情况不稳定时会给施工进度带来

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

不利的影响，同时也无法保证施工人员人身安全。因此应充分认识到水文地质危害的重要性，同时对工程施工过程中可能产生的水文地质危害进行识别，从而保证工程整体建设工作可以有序、安全的开展。在此基础上施工人员可以利用水文地质信息及危害对工程地质勘察技术进行优化与调整，并可以提升管理效果，减少因水文地质因素给工程施工所带来的影响[2]。

3 工程地质勘察中水文地质危害所带来的影响

3.1 潜水位上升所带的影响

在工程地质勘察中水位地质危害中潜水位问题是主要的影响因素之一，无法对岩土地下水含量进行有效的控制，同时也无法保证工程地点地质结构的稳定性，增加了工程施工难度。工程地质勘察过程中当出现潜水位上升问题时会导致土壤浮力提升现象，无法保证地基结构的稳固性，若情况严重时还会导致坍塌等问题，可见当出现潜水位危害时会给工程带来非常大的影响。其次，当出现潜水位上升情况时，会给原地质结构带来不利的影响，主要体现在失衡等问题，当土层中的颗粒长期浸泡在水环境中时会出现饱和现象，此时工程地质结构中所产生的参数无法与工程施工要求相匹配，导致施工过程中不确定因素增加，无法保证地基结构的稳固性、承载能力，若没有及时进行处理不仅会导致坍塌问题，也会给后期施工带来非常不利的影响。

3.2 地下水位下降所带来的影响

工程地质勘查过程中，当出现地下水位下降问题时无法控制地面及下部工程结构、地下管线、地下管道等承载能力下降。因为地下结构施工过程中需要将水位地质信息作为依据，通过合理的应用来保证地基结构的稳固性。但是当地下水出现下降情况时无法保证土体自重应力，当土体自重应力出现变化时会导致体积压缩问题；当土体出现不均性情况或是受到重力影响，就无法保证压缩比例满足要求或是沉降规律无法进行有效控制等，导致工程地基结构出现沉降问题、坍塌问题等。当出现不均匀沉降问题时，会导致工程结构应力集中问题，此时还会出现裂缝问题，严重时工程结构会出现塌落或断裂等问题。

3.3 地下水位波动问题

在进行工程地质勘察工作过程中，当地下水位波动比较大时也会带来地质灾害，若处理工作不及时就会导致施工材料出现腐蚀等问题，无法保证工程实际使用年限。当地下水文波动情况比较严重时会导致工程基础结构底部、周边等岩土工程形式、参数等出现变动，给工程质量带来不利的影响，若情况严重时无法对问题进行修复，造成永久性损伤。地下水位波动问题出现后会也会影响工程地基周边位置土质情况，工程相关参数也会发生改变，如地基土承载能力等，主要问题是无法保证强度及地基结构的稳固性。此外，在工程中一些特殊材料不会在长期浸泡后出现腐蚀问题，但是一些常用的施工材料会因长期浸泡出现腐蚀问题。当材料质量出现问题时也会给整体工程建设质量带来不利的影响，因此应重视地下水位波动情况并制定预防措施，为工程质量提升奠定基础[3]。

4 工程地质勘察过程中有效控制水文地质危害的措施

4.1 有效控制地下水位变化情况

工程地质勘察过程中，要想有效避免水文地质危害，在进行工程地质勘察时应对各项工作进行管理，严格控制地下水文变化情况并了解地下水位可能产生的变化，确定管控工作重点并满足工程建设要求，同时保证设计工作的准确性并合理设置地下水位勘察工作顺序。在进行地下水位勘察工作过程中，应实时把控地下水位变化规律，保证勘察工作可以有序开展。工程地质勘察过程中，还应保证地下排水管道终端排水量监测工作效率，可以利用 PLC 技术应对多出的水量进行控制并实施掌控地质岩层中地下水位变化情况，可以利用 PID 调节装置进行调节及采样工作。在具体工程中应利用 PID 进行模拟计算并完成离散计算，采用计算机技术时应对地下水位变化情况进行实时观测，与地球化学原理进行结合后找到水位变化比较频繁的位置并将变化数据进行收集，及时汇报给相关管理部门并防止水位突然增长所导致的地质灾害。这样就要求在进行工程地质勘测工作时应保证参数收集的及时并与地质结构进行结合，将工程地质勘察方案进行优化与完善，采用多种物探方式计算水位深度，根据当地相关部门所提供的年均降雨量数据计算并预测地下水位升降量。此外，利用 GIS 技术对空间功能进行分析，主要是对水文地质参数进行分析，构建完善的地质灾害预测体系，并建立相应的预测模型。采用 GIS 空间分析功能完成工程勘察数据分析并确定影响因素，采用熵值法对各指标赋予权重并对综合预测模型进行完善，从而减少突发情况的发生。采用计算机技术后可以对地下水位变化情况进行实时监测并可以有效规避人工计算所产生的偏差。在进行工程地质勘察工作时还应做好技术人员安全保障工作，保障各项工作可以严格按照流程、标准进行。

4.2 做好地下水埋藏与岩土水性质研究

工程地质勘察团队应对工程施工地点地下水水文地质情况进行研究，主要包括地下水位、水流方向、地下水分布情况等，从而确定工程施工地点地下水埋藏条件。工程地质勘察工作中岩土水文性质研究具有较重要的意义，通过此项研究可以充分了解工程施工地点土层渗透情况、溶解度、保水情况等，从而可以对水文地质灾害进行有效的控制。

4.3 严格控制地下水位

在进行地下水位控制过程中，应采用智能化监控技术对地下水变化情况进行实时监控，确保建筑物不会因地下

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水位变化情况影响其稳固性。做好地下水排水、周边水环境监测工作可以有效控制地下水变化情况并保证地下水位的稳定性，有效降低给建筑物带来的质量影响[4]。

4.4 对工程勘察标准进行统一的同时完成工程地质勘察体系建设

要想保证工程地质勘察工作中水文地质危害控制效果，应对工程勘察标准进行统一并对勘察体系进行完善。国家相关管理部门、地方管理部门、相关企业应对工程地质勘察中水文管理标准进行规范化管理并指明发展方向。在利用信息化技术后可以提升工程勘察工作的科学性与工作效率，更好的将信息化技术与工程地质勘察工作进行结合，推动工程地质勘察工作的发展。

4.5 做好工程地质勘察人员培训工作

在进行工程地质勘察工作过程中应对水文地质勘察体系进行优化与完善，同时还应保证勘察团队的专业性，根据情况做好勘察人员专业内容培训，通过培训提升勘察人员专业性及工作效率，有效减少工程勘察过程中的水文地质危害给工程所带来的风险。在进行勘察人员培训过程中还应做好培训内容、培训人员情况登记工作，从而提升参与培训人员的参与度并可以真正认识到培训工作的重要性，通过培训提升勘察人员专业水平及工作能力，保证工程勘察工作质量与效率。

4.6 提升工程地质勘察人员的认知度与工作水平

工程地质勘察工作内容相对较多，且勘察过程容易受到各方面因素的影响，在这样的情况下也增加了工程地质勘察工作难度，因此参与工程地质勘察工作的人员应提升对自身工作的认知度及工作水平，对勘察工作进行有效控制，保证勘察工作可以安全完成。同时在可以得到准确的水文地质勘察信息与条件，保证工程建设位置与地下工程水位满足施工要求。参与工程勘察的人员还应积极学习与工程地质勘察相关的专业知识、操作技术，并掌握各项技术、设备的使用原理，同时做好理论与实践结合工作。在此还应注意的是在进行工程勘察水文危害控制时还应做好总结工作，全面了解水文特点，保证工程可以顺利开展。

4.7 严格勘察地下水变化情况

在勘察地下水变化情况时应关注以下方面：第一，对地下水情况调查目的及要求进行确定。第二，确定地下水深度变化情况与影响因素，全面了解已经发生的变化，落实相关法律法规、勘察技术等，从而形成更加准确的地下水勘察报告，在此基础上选择施工材料。同时可以为工程建设提供所需要的资料，预测工程建设过程中可能出现的安全问题并制定防御策略。

4.8 控制地下水位及潜水位状态

要想有效控制水文地质危害应先将地下水水位控制在合理的范围内，此种工作需要相关管理部门做好给水管道与饮水管道施工管理，有效避免管道渗漏问题，即使出现问题也可以及时进行处理，当地下水位较低时应对下降原因进行调查，严格控制地下水位及潜水位状态，从而减少地质灾害的发生。

4.9 做好水文地质评价工作，提升工程建设安全

工程地质勘察中水文地质灾害控制过程中，勘察人员应认识到水文地质评价工作的重要性，并将其进行全面落实。在对以往工作进行总结后可知，有效的评价工作可以将水文地质灾害进行预防，同时也可以保证工程结构的稳定性。在认识到水文地质评价工作重要性后勘察人员在完成勘察工作后，及时分析水文地质信息并进行深入研究，重点观察水位变化、地质因素可能导致的危害。假如在工程地质勘察过程中地基中的压缩层为粉质土质且含量较大，施工企业应有效控制流砂问题。此外，在进行工程地质勘察过程中应确保水文地质分析工作的精准性，勘察企业应根据情况合理选择勘察设备，保证勘察工作可以顺利开展。首先，工程地质勘察人员应明确自身工作的重要性，并可以准确操作现代化技术，提升工程勘察工作的准确性。其次，将性能不良或是老旧设备进行更换，根据工程要求引进先进的设备，从而保证工程地质勘察数据的准确性并对勘察数据进行及时分析，通过此来控制工程地基施工中的安全问题[5]。

5 结语

通过分析可知，工程地质勘察工作在工程建设过程中起到了重要的作用，因此应认识到工程地质勘察工作的重要性，并强化水文地质危害的管理工作。在进行工程地质勘察水文地质危害控制过程中，应先确定勘察位置，制定勘察方案。同时还应积极引进先进的测试技术、勘察方法，提升工程地质勘察工作的先进性。此外，工程地质勘察人员还应认识到自身工作的重要性，并积极参与到各项培训工作中来，通过培训提升自身专业水平、操作能力，可以严格按照规范完成工程地质勘察工作，进而减少水文地质危害。

[参考文献]

[1]徐川川,卫伟,张恒博.工程地质勘察中的水文地质危害及其对策[J].冶金与材料,2022,42(3):174-176.
[2]李朋.岩土工程地质勘察过程中的水文地质问题研究[J].当代化工研究,2022(10):180-182.
[3]潘志伟,陈东兴.地质勘察中的水文地质危害分析及对策[J].西部探矿工程,2022,34(4):32-34.
[4]张帆.工程地质勘察中的水文地质危害分析及对策[J].西部探矿工程,2022,34(3):47-48.
[5]孙豫陇.水文地质问题在工程地质勘察中的重要性[J].有色金属设计,2022,49(1):90-92.

作者简介：康吉莉（1982.2-），女，成都理工大学，资源勘查专业，河北地矿建设工程集团有限责任公司。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

岩土工程勘察土工试验的质量控制策略

常力文
河南省有色工程勘察有限公司，河南 郑州 451464

[摘要]岩土工程勘察包含的内容较多且具有一定的系统性，土工试验是岩土工程勘察中的主要内容之一，利用土工试验结果可为岩土工程勘察报告提供数据支持，可见土工试验在岩土工程勘察中具有非常重要的作用。但是在进行岩土工程勘察土工试验时比较容易受到不同因素的影响，无法保证土工试验结果的准确性，最终给岩土工程勘察质量带来影响，因此应对土工试验中可能出现的问题进行分析并制定相应的处理措施。在对岩土工程勘察土工试验中的问题进行分析可知，主要表现在质量与管理措施方面，在对土工试验管理措施进行优化并对试验质量进行有效控制后应确保岩土工程勘察作业顺利开展，同时可以有效减少勘察过程中的安全问题。土工试验是保证岩土工程勘察中的主要内容，可以为岩土工程勘察工作提供数据支持并保证岩土工程勘察工作质量，因此强化土工试验质量管理具有非常重要的意义，可以更好的推动岩土工程勘察工作的顺利开展。

[关键词]岩土工程勘察；土工试验；质量控制
DOI：10.33142/ec.v5i12.7296　　中图分类号：TU4　　文献标识码：A

Quality Control Strategy of Geotechnical Test in Geotechnical Engineering Investigation

CHANG Liwen
He'nan Nonferrous Engineering Survey Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 451464, China

Abstract: Geotechnical investigation includes many contents and is systematic to a certain extent. Geotechnical test is one of the main contents of geotechnical investigation. The use of soil test results can provide data support for geotechnical investigation reports. It can be seen that geotechnical test plays a very important role in geotechnical investigation. However, it is easy to be affected by different factors when conducting geotechnical investigation and geotechnical test, which cannot ensure the accuracy of the geotechnical test results, and ultimately affects the quality of geotechnical investigation. Therefore, it is necessary to analyze the problems that may occur in the geotechnical test and formulate corresponding treatment measures. Based on the analysis of the problems in geotechnical investigation and test, it can be seen that they are mainly reflected in the quality and management measures. After optimizing the management measures of geotechnical test and effectively controlling the test quality, it is necessary to ensure the smooth development of geotechnical investigation and effectively reduce the safety problems in the investigation process. Geotechnical test is the main content of geotechnical investigation, which can provide data support for geotechnical investigation and ensure the quality of geotechnical investigation. Therefore, it is of great significance to strengthen the quality management of geotechnical test, which can better promote the smooth development of geotechnical investigation.

Keywords: geotechnical investigation; geotechnical test; quality control

土工试验是岩土工程勘察中的重要工作，土工试验是将试验内部试验与野外勘察进行充分结合，从而保证岩土工程勘察工作效果与质量，进而提升岩土工程勘察分析与评定水平，确保给岩土工程勘察工作提供数据的准确性。岩土工程勘察时应落实精细化管理原则同时需要满足岩土工程勘察工作要求，但是岩土勘察工作过程中会受到一些因素的影响，主要包括施工现场环境、勘察人员专业性、勘察设备专业性等方面，同时这些因素也会给后期工程建设带来一定的影响。现阶段，多数建筑企业为了保证施工进度会缩短岩土工程勘察时间，所采用的勘察技术也相对简单，给岩土工程勘察土工试验质量带来不利的影响，也无法保证工程顺利开展

1 土工试验在岩土工程勘察工作中应用内容与作用

岩土工程中地质勘察、岩土勘察是重要的施工内容，在此过程中应重点做好土工试验，全面落实土工试验标准并保证试验过程的科学性，对采集到的样本进行全面分析并保证所得到的土工试验数据的准确性与可靠性。土工试验在保证地质数据准确性的基础并可以为岩土工程勘察质量提供保障，可以利用试验数据完成岩土工程施工方案设计，确保岩土工程施工可以顺利开展。同时，确保土工试验所得到数据的实时性、精准性与标准性，进而为岩土工程勘察提供保障。在整个岩土工程中参与施工的企业首先要完成的就是做好地基建设，因此应保证地基结构的安全性、稳定性，从而保证整体工程结构的稳固性。将土工试验应用到岩土工程勘察中可以充分利用地质学理论、建设力学理论，使建设范围内的采样更加具体并可以得到准确的地质信息，全面掌握施工地点地理形态、地质地貌等信息，从而可以对施工地点地质结构的稳定性、强度、安

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

全性等进行分析。岩土工程勘察中土工试验内容主要包括，在进行岩土工程施工过程中会因为施工区域岩土分布不均匀给工程带来影响，导致施工区域出现不稳定的情况。因此，在进行工程施工前应由专门的技术人员到施工现场进行勘察测绘工作，同时按照步骤采用专门的勘察设备，完成土工试验取样工作，完成土工试验取样后采用原位测试联合试验方式进行试验，保证土工试验质量并得到准确的试验结果。土工试验过程中应做好物理学性能与土体力学性能试验，保证土体质量与强度。土工试验量相对较大，通过多次试验得到准确的岩土性质数据，并根据相关标准完成试验数据报表编制，确保岩土工程可以顺利进行[1]。

2 土工试验过程中的问题

2.1 未构建科学的土工试验环境

土工试验被归类到试验范畴，不同的试验所需要的试验环境也不相同，若试验环境与试验要求不符会给土工试验质量带来不利的影响。但是在进行岩土工程勘察土工试验时若试验环境无法达到标准也会影响试验数据的精准性，如试验室环境温度、湿度等方面。当出现此种情况时若只单纯的考虑经济效益就无法保证试验结果的准确性。当土工试验数据出现偏差后会直接影响岩土工程勘察质量，也会给整体施工情况带来非常不利的影响。

2.2 土工试验设备先进性不足

科学技术在不断发展的过程中，也推动了土工试验设备的发展，在保证土工试验设备精准性的同时才能确保试验数据的准确性，可见试验设备与试验结果的准确性有着直接的关系。因此要想确保土工试验结果的准确性应积极引进先进的试验仪器设备，要求岩土工程勘察企业增加资金投入量，确保土工试验可以顺利开展，但是这样也增加了岩土工程勘察成本。同时一些岩土工程勘察企业并没有认识到土工试验的重要性，还有一部分岩土工程勘察企业将工作重点放在经济效益提升方面，先进设备引入资金不足的现象比较常见，还有一些岩土工程勘察企业老旧设备更新不及时等也给土工试验结果的准确性带来不利的影响[2]。

2.3 各参与部门协调性不足

可以说岩土工程勘察中的土工试验相对复杂，在进行土工试验的过程中需要各专业部门、人员进行积极的合作，从而保证土工试验可以顺利开展并可以确保土工试验结果的准确性。但是有一部分土工试验需要在户外环境中完成，例如在进行施工区域取样工作时，因为存在空间限制、相关人员沟通不及时等情况就无法完成土工试验目标，导致土工试验质量不高等问题。

2.4 土工试验管理制度不健全

现阶段，我国没有针对岩土工程勘察土工试验设备管理的法律法规，所使用的部分土工试验设备、用品等未经过专业部门的审核。同时岩土工程勘察法律法规、制度不完善且无法满足市场发展要求，导致土工试验重视度不高，还有一部分土工试验部门在未经过允许的情况下就将试验结果进行修改，直接影响了土工试验结果的准确性、真实性。此外，还有一部分地区监管标准不统一，也导致岩土工程出现偏差[3]。

3 提升土工试验在岩土工程勘察工作中质量的措施

3.1 全面认识到土工试验在岩土工程勘察中的作用

要想进一步提升岩土工程勘察中土工试验工作效率与质量，应充分认识到土工试验的重要性，只有认识到土工试验的重要性才能对土工试验过程进行严格的管理并保证土工试验结果的准确性。例如在进行岩土工程勘察土工试验时应积极采用先进的试验设备，通过此来保证土工试验结果的准确性。同时还应对土工试验方法进行完善，在提升土工试验工作质量的同时提高土工试验效率。此外，在进行岩土工程勘察土工试验时应确保试验人员的专业性，同时可以全面了解试验内容并对土工试验过程进行严格管理，确保土工试验的严谨性。在进行岩土工程勘察土工试验管理过程中应确保试验数据的准确性并为后期岩土工程开展奠定基础。

3.2 对土工试验管理制度进行优化

岩土工程勘察土工试验时应落实相应的规章制度，并确保各试验步骤的规范性。这样就要求土工试验监督管理部门强化管理并制定相应的规范体系。另外，由于我国地质结构比较复杂，因此各地区所实施的试验标准也存在偏差，因此各地区监督管理部门应对法律法规进行优化与完善，通过此对土工试验制度、试验步骤、试验规范进行统一，有效避免土工试验过程中因人为因素所导致的试验结果偏差，从而保证岩土工程土工试验工作可以顺利开展。

3.3 确定土工试验样品选择标准

第一，在进行岩土工程勘察土工试验工作时应选择具有代表性的样本，可以充分反应施工地点土层形状、土质条件等特征，从而保证岩土工程勘察工作可以有序开展。第二，在进行取样工作时土工试验技术人员应保证样本性质的稳定性，避免在试验过程中样本性质出现变化，也就是避免岩土结构、含水量等出现变化。若在试验过程中样本出现变化还应进行再次取样，确保土工试验结果可以满足岩土工程要求。第三，测定样本参数的过程中，土工试验技术人员在进行工作时应保证在自然的状态下完成，同时可以对外界因素进行有效控制，避免给样本参数等带来不利的影响

3.4 全面落实土工试验步骤

岩土工程勘察中土工试验的步骤包括：土工试验样本准备、样本含水量试验、样本密度测试、样本比重测试、样本颗粒性分析与试验、样本界线含水量检测、样本相对密度试验以及样本击实试验等，在进行试验的过程中应全面落实土工试验方法标准（GB/T50123-2019）中的规定。严格管控土工试验样本选择要求，做好样本

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

包装与运输工作，同时做好样本委托与制取等工作，将施工现场土质情况进行最大限度的还原，将原土物理形状进行真实的反馈[4]。

3.5 提升土工试验数据的准确性

岩土工程勘察土工试验时，土工试验技术人员应对土体采样位置特点进行全面了解，同时对地质年代、成因、成分等进行确定。可以采用物理指标试验了解各颗粒含水量、级配密度等内容。同时对试验单元进行划分，主要包括原状土样与扰动土样并汇总不同试验数据，采用统计表方式进行编制，划分各区域试验点数据变化情况并对数据变形情况进行确定。最后在明确数据图特点后将数据分为正常与异常两类，从而保证土工试验数据的准确性。

3.6 及时更新土工试验设备并对试验环境进行优化

岩土工程勘察土工试验中所使用的仪器设备为硬件设备，同时也是土工试验开展的基础，但是目前多数岩土工程勘察企业并没有真正认识到土工试验工作的重要性，导致试验用仪器设备先进性不足，最终给土工试验结果带来偏差，同时也会给岩土工程质量带来不利的影响。因此应全面落实国家对土工试验仪器设备标准与规定并做好仪器设备维护工作，调整仪器设备精度，减少偏差，同时根据仪器设备使用情况做好老旧仪器设备淘汰等工作，引进先进的仪器设备，从而保证土工试验结果的准确性、真实性。目前，岩土工程勘察领域中所使用的计算机软件相对落后，且更新升级不及时，无法与土工试验技术发展相匹配，直接影响后续设计与施工工作，所以应对土工试验中所使用的软件进行升级。此外，要想保证土工试验结果的准确性还应对试验室温度、湿度进行调控，如夏季与冬季室内外温差相对较大，所以试验人员应调节好试验室湿度并保证试验温度满足要求，保证土工试验可以顺利开展。

3.7 提高土工试验人员的专业性

岩土工程勘察土工试验中人员是核心也是主要的参与者。因此在进行土工试验过程中，既要选择专业水平高的试验人员同时还应保证试验人员具有严谨的工作态度。土工试验人员的专业性与土工试验结果的准确性有着直接的影响，因此应重点关注试验人员的专业水平并建立一支高水准的试验团队，同时根据情况做好培训工作，不断提升试验人员的知识理论水平及实践能力。此外，不同的土工试验内容应由不同专业的人员完成，同时保证试验人员具有较强的职业素养与责任感，有效避免土工试验过程中所产生的偏差；对土工试验各环节进行严格的管理，从而保证试验结果的准确性与可信度。岩土工程勘察企业还应做好土工试验人员培训工作，并根据要求做好专业人员招聘工作，做好人才储备的同时提高土工试验工作团队的专业性，为土工试验工作顺利开展及发展奠定基础。

3.8 积极宣传土工试验的重要性

在进行岩土工程勘察土工试验过程中若无法保证人员操作的准确性，就会给土工试验结果的准确性、真实性带来不利的影响，因此在进行土工试验时应明确试验内容、试验流程并做好土工试验重要性宣传工作，确保各土工试验参与人员均可以有专业精神与严谨的工作态度。此外，土工试验机构还应积极做好交流学习工作，分析土工试验过程中的重点、难点，提升认识度的同时提高土工试验技术人员的职业素养与综合水平。

3.9 土工试验过程中应注意的问题

土工试验是岩土工程勘察中的主要内容，土工试验人员应对各试验环节进行严格控制，确保样本具有代表性，若样本存在含水量稳定性差，在进行土工试验时进行称量工作，称量盒在烘箱中取出后应及时盖上盒盖并放置到干燥的容器中，保证试验室温度与湿度。固结试验过程中，应确保样本温度与固结容器中的滤纸湿度、透水板湿度相近，如样本为淤泥土质可以将其直接放入到固结容器中；样本为残积土可以将湿度相同的样本用湿度相同的湿布进行包裹。直剪试验垂直加载等级分别为100kPa、200kPa、300kPa、4000kPa，但是要想保证试验结果的准确性应保证试验样本选择满足标准，同时做好垂直等级调节，确保土工试验可以顺利开展[5]。

4 结语

通过分析可知，土工试验质量是保证岩土工程勘察工作顺利开展的基础，在进行土工试验过程中应确保工作人员的专业性且保证设备满足试验要求，构建良好的土工试验环境，从而保证土工试验结果的准确性与试验质量，更好的推动岩土工程勘察工作开展。

[参考文献]

[1]王新,绳博文,于天文,等.岩土工程勘察土工试验的质量控制策略[J].新疆有色金属,2022,45(6):40-41.
[2]胡雨婷.浅析岩土工程勘察中土工试验的质量管理[J].中国住宅设施,2021(12):44-45.
[3]周璇.岩土工程勘察中土工试验质量管理探讨[J].建筑技术开发,2021,48(7):137-138.
[4]丛稳.岩土工程勘察中土工试验质量管理的探索[J].世界有色金属,2021(3):172-173.
[5]杨少萍.岩土工程勘察室内土工试验质量及管理[J].世界有色金属,2020(7):212-213.

作者简介：常力文（1993-），男，河南商丘永城市人，汉族，大学本科学历，初级工程师，研究方向为：岩土工程勘察土工试验的质量控制策略。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈石洞沟煤矿水文地质特征及防治措施

钱直明 颜小平 胡 平
四川省煤田地质工程勘察设计研究院，四川 成都 610072

[摘要]文中在延伸勘探及前人研究成果的基础上，从矿区水文地质特征入手，分析了矿井充水因素。并结合矿井实际生产情况，针对矿井充水因素给出了相应建议，为煤矿矿井设计建设和后续安全开采提供了科学依据。
[关键词]煤矿；水文地质；防治措施
DOI：10.33142/ec.v5i12.7280 中图分类号：TD741 文献标识码：A

Brief Discussion on Hydrogeological Characteristics and Prevention Measures of Shidonggou Coal Mine

QIAN Zhiming, YAN Xiaoping, HU Ping
Sichuan Institute of Coal Field Geological Engineering Exploration and Designing, Chengdu, Sichuan, 610072, China

Abstract: Based on the extended exploration and previous research results, the paper analyzes the factors of mine water filling from the hydrogeological characteristics of the mining area. Combined with the actual production situation of the mine, the corresponding suggestions are given for the water filling factors of the mine, which provides a scientific basis for the design and construction of the mine and the subsequent safe mining.
Keywords: coal mine; hydrogeology; preventive measures

引言

石洞沟煤矿位于米仓山西段南缘之大两会背斜南东翼。区内地形北高南低，中间广元～乐坝一线为最低的槽谷，成为南北山区的天然分界，其北属大巴山～米仓山区，为中深切割的中山地形，南属中低山地形。矿区属于四川盆地及盆周山地水文地质区中的米仓山～大巴山褶皱山地裂隙～岩溶水亚区，区内以平沟里～莱麻山～王家垭～石龙沟头上一线地表分水岭将整个区域分为南、北两个次级水文地质单元。矿区主要位于南端次级水文地质单元，该水文地质单元地势总体上北高南低，西高东低，区域地表排泄基准面由嘉陵江控制，工作区位于补给～径流带上。

1 矿区水文地质

1.1 矿区地形地貌特征

矿区地处大巴山麓西部边缘，山脉走向与地层走向基本一致，近东西向。区内地势陡峻，地形起伏较大，总体为北高南低的叠瓦状顺向坡。海拔 550～1100m，相对高差 550m，一般高差 100～300m，地形坡度 10～50°，局部有大于 60° 的陡崖，最低侵蚀基准面位于石洞沟最低点海拔为 550m。地形地貌总体属构造侵蚀的中山地貌，南缘为缓坡丘陵地带。

1.2 地表水

矿区范围及其附近无大的江河、湖泊、水库等地表水体，除东西两侧边界直线距离约 300～400m 开外各有 1 条常年性河流碗厂河和碗厂沟外，其余均为季节性溪沟。据实地调查及收集资料：碗厂河从北向南流经矿井西部边界，系矿区范围附近较大河流，最大径流量 57392m^3/h，最小径流量 1238m^3/h，一般流量为 3571m^3/h。碗厂沟从北西向南东流经矿区东部边界，流量规模略次于碗厂河，最大径流量 40215m^3/h，最小径流量 521m^3/h，一般流量为 1148m^3/h。季节性溪沟主要有 3 条，自西向东依次为桥河沟、石洞沟和酉家沟。桥河沟在雨季时最大径流量可达 19127m^3/h，平时水量极小，旱季时常干涸断流；石洞沟最大径流量 22770m^3/h，最小径流量 43m^3/h，一般流量为 64m^3/h；酉家沟最大径流量 24080m^3/h，最小径流量 28m^3/h，一般流量为 40m^3/h。

矿区位置较高，地表迳流条件好。除东部碗厂沟向南流入南江外，其余溪沟水均向南西流入中厚坝河最后汇入渠江，属渠江水系。

1.3 含（隔）水层特征

矿区内出露地层由老到新为三叠系上统须家组(T_3xj)，侏罗系下统白田坝组(J_1b)、中统千佛岩组(J_2q)、下沙溪庙组(J_2xs)及第四系全新统(Q_4)。参考《煤矿床水文地质、工程地质及环境地质勘查评价标准》(MT/T1091-2008)，综合考虑含水介质的岩性、井泉点的出水量、井巷揭露的涌漏水情况及区域水文地质资料，将矿区内出露地层由老至新对含、隔水性的特征叙述如下：

1.3.1 三叠系上统须家河组(T_3xj)

按岩性组合特征可分为七段，在工作区内仅见六段、七段出露。

①三叠系上统须家河第六段(T_3xj^6)含水层

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

该地层呈条带状近似东西展布于矿区北侧边界，出露位置较高，呈中山陡坡地形，受水面积 0.75km^2，地表裂隙率 1.256～4.55%；通过钻探揭露地层厚度 29.00～51.27m，平均厚 40.14m；岩性为灰白色厚层状中粒砂岩，上部夹薄层细粒砂岩及细砾岩。据钻孔抽水试验成果，该地层单位涌水量为：碗厂河 34-1 钻孔 0.00348L/s·m；ZK37-2 钻孔 0.00389L/s ¶m，ZK40-1 钻孔 0.00573L/s ¶m。在石洞沟煤矿+515m 平硐测得流量为 1.68L/s。

综合该段地层岩性组合特征、钻孔抽水试验成果及矿井平硐观测成果得：该段地层为富水性弱～中等的裂隙含水层。

②三叠系上统须家河第七段(T_3xj^7)弱含水层

该地层呈条带状近似东西展布于矿区北侧边界，出露位置较高，呈中山陡坡地形，出露面积 1.42km^2，地表裂隙率 1.011～1.634%；地层厚度 119.83～135.07m，平均厚 129.43m，为区内主要含煤地层。上部岩性主要为灰至深灰色中至厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩夹薄层细砂岩、粉砂质泥岩及泥岩，下部岩性主要为深灰色中厚层状细砂岩、粉砂岩夹粉砂质泥岩、泥岩及煤层。据碗厂河 34-1 号孔抽水试验成果，该层段单位涌水量 0.00095L/s·m，属富水性弱的含水层。

综合该段地层岩性组合特征与钻孔抽水试验成果得：该段地层为富水性弱的裂隙含水层。

1.3.2 侏罗系下统白田坝组(J_1b)

按岩性组合特征可分为四段，在工作区内均有出露。

① 侏罗系下统白田坝第一段(J_1b^1)含水层

该地层呈条窄带状近似东西展布于矿区北侧边界附近，出露位置较高，呈中山陡坡地形。地层厚度 33.60～87.64m，平均厚 58.66m；岩性主要为浅灰色厚层状中至粗砾岩，砾石成分为硅质白云岩、白云质硅质岩为主，硅质胶结，砂质充填。钻孔钻至该层位时，孔内常出现全孔漏失情况，钻井液消耗量较大。据地表出露及钻孔岩芯揭露情况，该层段裂隙较发育，为富水性中等的裂隙含水层。

②侏罗系下统白田坝第二段(J_1b^2)含水层

该地层呈窄条带状近似东西展布于矿区北侧边界附近，出露位置较高，呈中山陡坡地形。地层厚度 18.20～39.51m，平均厚 26.92m；岩性主要为灰色薄至中厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩，夹薄层泥岩及细粒砂岩。该层段裂隙较发育，为富水性中等的裂隙含水层。

③侏罗系下统白田坝第三段(J_1b^3)含水层

该地层呈窄条带状近似东西展布于矿区北部，常呈中山陡坡地形。地层厚度 25.97～44.95m，平均厚 33.98m；岩性主要为浅灰色厚层状中至粗砾岩，砾石成分为硅质白云岩、白云质硅质岩为主，硅质胶结，砂质充填。钻孔钻至该层位时，孔内常出现全孔漏失情况，钻井液消耗量较大。据地表出露及钻孔岩芯揭露情况，该层段裂隙较发育，为富水性中等的裂隙含水层。

④侏罗系下统白田坝第四段(J_1b^4)弱含水层

该地层呈条带状近似东西展布于矿区中部及北部，据区域地质资料，该段地层厚度 216.67～237.43m，平均厚 226.52m；岩性主要为灰色、深灰色薄至中厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩，夹细粒砂岩、粉砂质泥岩及泥岩。该层段裂隙不发育，岩体较完整，且粉砂质泥岩及泥岩夹层较发育，为富水性弱的裂隙含水层。

1.3.3 侏罗系中统千佛岩组(J_2q)含水层

该地层呈条带状近似东西展布于矿区中部，据区域地质资料，其厚度 201.75～382.00m，平均厚 277.56m；岩性主要为灰色、灰绿色薄至中厚层状粉砂岩，夹细粒砂岩及泥岩。巷道揭穿该层段时有地下水流出，流量为 0.074～5.116L/s，碗厂河 34-1 号钻孔井口流量 3.826L/s，为富水性中等的裂隙含水层。

1.3.4 侏罗系中统下沙溪庙组(J_2xs)隔水层

该地层呈条带状近似东西展布于矿区南部，据区域地质资料，其厚度 219.00～554.00m；岩性主要为紫红色泥岩，夹灰绿色中厚层状粉砂岩、灰色细粒砂岩及中粒砂岩，地层岩石中泥质含量高，隔水性能好，为富水性弱的隔水层。

1.3.5 第四系(Q_4)孔隙含水层

该含水层主要分布于山间冲沟两侧及地势低洼处，由松散的残坡积、冲洪积物组成，主要成分为黄褐色黏土、砂质黏土、砂土、碎块石土、砾石等，为地表岩石风化后形成的坡积、残积碎石、砂土、亚砂土等。一般蓄水条件差，接受大气降雨补给，透水性好，储水性差，为富水性弱孔隙含水层。

1.3.6 矿区含、隔水层小结

根据岩性组合、水理性质等特征将矿区内地层划分为含水层、弱含水层与隔水层。含水地层主要为三叠系上统须家河组第六段(T_3xj^6)、侏罗系下统白田坝组第一、二、三段（J_1b^1～J_1b^3）及侏罗系中统千佛岩组（J_2q）等裂隙含水层和第四系（Q_4）残坡积、洪冲积层孔隙含水层。弱含水地层为三叠系上统须家河组第七段（T_3xj^7）、侏罗系下统白田坝组第四段（J_1b^4），该两段地层含水性与其上、下地层含水性相比较明显要弱。隔水地层为侏罗系中统下沙溪庙组(J_2xs)。矿区地层含、隔水层划分情况详见表 1。

1.4 地下水的补给、径流，排泄条件

区内地势陡峻，地形起伏较大，总体为北高南低的叠瓦状顺向坡，地面纵坡降大。地下水类型主要为砾岩、砂岩孔隙裂隙水，第四系覆盖层较薄，含水地层出露良好，地下水主要接受大气降水补给。大气降水入渗后，在重力作用下，顺岩层倾向运移，经岩石的风化裂隙与构造裂隙等地下通道汇入地层深部，在开采位置较低的矿井中排出，若遇弱透水层时，则在地形切割含水层的地方溢出成泉。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 1 矿区地层含、隔水层划分一览表

地层	岩性组合特征	厚度(m)	含、隔水性	富水性
下沙溪庙组(J_2xs)	紫红色泥岩，夹灰绿色中厚层状粉砂岩、灰色细粒砂岩及中粒砂岩。	—	隔水层	弱
千佛岩组(J_2q)	灰色、灰绿色薄至中厚层状粉砂岩，夹细粒砂岩及泥岩。	277.56	裂隙含水层	中等
白田坝组(J_1b^4)	灰色、深灰色薄至中厚层状粉砂岩，夹细粒砂岩及泥岩。	274.90	裂隙弱含水层	弱
白田坝组(J_1b^3)	浅灰色厚层状中至粗砾岩，砾石成分为石英及少许燧石，硅质胶结，砂质充填。	33.98	裂隙含水层	中等
白田坝组(J_1b^2)	灰色薄至中厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩，夹薄层泥岩及细粒砂岩。	26.92	裂隙含水层	中等
白田坝组(J_1b^1)	浅灰色厚层状中至粗砾岩，砾石成分为石英及少许燧石，硅质胶结，砂质充填。	49.82	裂隙含水层	中等
须家河组(T_3xj^7)	灰至深灰色中至厚层状细粒砂岩、粉砂岩粉砂质泥岩夹泥岩及煤层。	129.31	裂隙弱含水层	弱
须家河组(T_3xj^6)	灰色厚层状中粉砂岩，夹细砾岩及粗砂岩。	—	裂隙含水层	弱～中等

2 矿井充水因素分析

2.1 大气降水

本大气降水是矿区地表水及地下水的主要补给源，亦是矿井充水的主要水源。大气降水经地表入渗后，可沿岩石的风化裂隙与构造裂隙等地下通道渗入矿井，成为矿井充水水源，其渗入量与大气降水时间及降水强度密切相关。

2.2 地表水体

矿区范围内无大的地表水体，仅有季节性溪沟，自西向东依次主要为桥河沟、石洞沟和酉家沟。溪沟水可经地层裂隙渗透进入矿井，是矿井充水的间接水源。但由于其水量仅雨季暴雨时较大，平时流量极小，旱季时甚至干涸断流，故而对矿井充水影响较小。

2.3 煤层顶板砂岩裂隙水

矿区主采煤层 K10、K11、K12、K13 煤层均位于须家河第七段下部，各煤层层间较小，且 K10 煤层顶板与 J_1b^1 地层底板间距大于该 4 层煤综合计算导水裂缝带高度。故白田坝组及其上的各含水岩组地下水不会直接涌入 K10 及其以下煤层采空区，煤系地层(T_3xj^7)中各煤层顶板导水裂缝带高度内的砂岩裂隙水是其开采时顶板的直接充水水源。

2.4 煤层底板层间承压水

矿区主采的 K13 煤层底板为须家河组第六段(T_3xj^6)富水性弱～中等的砂岩裂隙含水层，据延伸勘探 ZK37-2、ZK41-1 号钻孔抽水试验时对该层段静止水位观测成果，该含水层水体具有承压性。该层段底板下距 K13 煤层底板 0.33～7.27m，是 K13 煤层的底板直接充水含水层，是 K13 煤层以上各煤层的底板间接充水含水层。

2.5 采空区及老窑积水

2.5.1 石洞沟煤矿老空水

石洞沟煤矿采空区位于后续开采部位的高位，且均已密闭，在密闭处均留设有泄水孔，采空区积水不易储存，加之开采煤层为急倾斜煤层，煤层顶底板岩层采动裂隙发育，亦不利于采空区储存积水，采空区内汇入的水通过各密闭石门泄水通道排入回风大巷，无大量采空区积水现象。

2.5.2 其他小窑老空水

石洞沟煤矿各主采煤层的露头均位于矿权范围北部开外，据调查访问，上世纪中后期在煤层露头附近出现不同规模的小窑，开采深度较浅，采掘规模较小。

2.6 陷落柱导水

石洞沟煤矿生产过程中共揭露陷落柱 2 个，根据井下物探、钻探及巷道工程揭露情况反映：两个陷落柱内均不含水，对矿井不构成导水作用，目前尚不存在导水性，对本矿井生产水患影响较小。

3 矿井水文地质问题及防治措施

3.1 地表水体水害问题

矿区内的季节性溪沟桥河沟、石洞沟和酉家沟均切割煤层露头，与矿井存在一定的水力联系，溪沟水可经岩层裂隙渗透进入矿井，特别是在雨季时，其渗入量会明显增加，可对矿井造成一定的水患危害。其主要防治措施如下：

①严格遵照相关规程、规范划定地表水体防(隔)水煤柱线，留设防(隔)水煤柱；

②掌握地表溪沟附近巷道的出水状态，定点监控出水量、水的特性变化动态，做好预测预报工作，对预测的出水部位进行注浆堵水。

③落实并保证矿权边界隔离煤柱的完整性，严禁超层越界开采。

3.2 本矿井采空区积水水害问题

石洞沟煤矿采空区位于后续开采部位的高位，采空区内积水若不及时排除，将引发下部煤层开采水害问题。其主要防治措施如下：

①明确采空区边界，开采下水平煤层时，严格按照《煤矿安全规程》、《煤矿防治水细则》要求预留的足够的防隔水煤柱。

②发现水患采取"探、防、堵、疏、排、截、监"的防治水措施进行综合治理，严禁超层、越界开采，在防治水工作方面与相邻矿井要形成联防联测机制，避免水患事故的发生。

③严禁在采空区进行任何采掘活动。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3.3 煤层顶、底板砂岩裂隙水水害问题

矿区主采煤层均位于含煤地层须家河组第七段(T_3xj^7)下部，且层间距较小，煤层顶板砂岩裂隙含水层受采动影响，其裂隙将与矿井贯通，岩体中储存的水会沿贯通裂隙进入矿井，对矿井造成一定的水患危害。其最下煤层 K13 煤层与须家河组第六段(T_3xj^6)砂岩裂隙含水层间距仅 0.33～7.27m，距离极近，且该含水层水为承压水，极易突破 K13 底板涌进矿井而导致水害事故发生。主要防治措施为：加强对巷道顶、底板出水点的观测，定点监控出水量、水的特性变化动态，做好预测预报工作。

3.4 封闭不良钻孔导水水害问题

在延伸勘探施工的钻孔中 ZK36-1 号钻孔原孔位因孔内事故遗留有 250m 钻杆，遗留物使钻孔无法正常封闭，可能存在封闭不良钻孔导水隐患。矿井开采至该孔位附近时，应做好探放水工作，并严格按照《煤矿安全规程》、《煤矿防治水细则》要求预留的足够的防隔水煤柱。

4 结束语

在煤矿生产和建设过程中，矿井水害是影响矿井安全的重要因素。分析和研究矿井水害类型及其充水因素，对于水害的防范和治理具有十分重要的意义。在查清矿井水害水患后，采取有针对性的、有效的防范与治理措施，才能对矿井中各种水害事故的发生产生有效的预防作用，确保煤矿的安全生产。

[参考文献]

[1]张锋.四川省旺苍县石洞沟井田石洞沟煤矿资源储量核实及延伸勘探报告[D].广元:四川省恒升晟睿勘察设计有限公司,2022.

[2]曹虎生,胡伟,郝忠宝.黄蒿界煤矿水文地质特征及充水因素分析[J].陕西煤炭,2022,41(4):134-137.

[3]李相海.浅谈苇子沟煤矿水文地质特征及防治措施[J].煤矿现代化,2022,31(1):113-115.

作者简介：钱直明（1991.6-），男，重庆开州人，汉族，本科，工程师，现从事水工环勘查及矿产勘查工作；颜小平（1974.8-），男，四川三台县人，汉族，本科，工程师，现从事矿山地质及测量工作；胡平（1982.2-），男，四川盐亭县人，汉族，大专，工程师，现从事矿山地质及测量工作。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

地震波 CT 技术在隧道岩溶探测中的应用

赵清先
四川省兴冶岩土工程检测有限责任公司，四川 成都 610000

[摘要]地震波 CT 根据声波对岩土结构断面进行扫描，结合其物理力学性质的相关分析，采用射线走时和振幅来重构原状地层，评价岩土工程结构，如隧道、大坝、地基等的内部声速情况，通过像素、色谱、立体网络等方式的综合展示，直观反映其内部结构图像。文中根据在隧道钻孔内测得的波速反演地质体，结合区域地质特征及地下溶洞三维空间形态模型，对地下溶洞区（包括溶洞充填区）、溶蚀区、微溶蚀孔隙区以及非溶蚀区四种地质体的形态、分布做出分析，取得了良好的应用效果。

[关键词]地震波 CT；隧道；声波；地质体
DOI：10.33142/ec.v5i12.7271　　中图分类号：U459.1　　文献标识码：A

Application of Seismic Wave CT technology in Tunnel Karst Detection

ZHAO Qingxian
Sichuan Xingye Geotechnical Engineering Detecting Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: Seismic wave CT scans the section of the geotechnical structure according to the acoustic wave. Combined with the relevant analysis of its physical and mechanical properties, it uses the ray travel time and amplitude to reconstruct the undisturbed strata, evaluate the internal sound velocity of the geotechnical engineering structures, such as tunnels, dams, foundations, etc., and intuitively reflect the internal structure image through the comprehensive display of pixels, chromatography, three-dimensional network, etc. Based on the wave velocity inversion geological body measured in the tunnel borehole, combined with the regional geological characteristics and the three-dimensional spatial shape model of the underground karst cave, the paper analyzes the shape and distribution of four geological bodies in the underground karst cave area (including the karst cave filling area), the karst area, the micro karst pore area and the non karst area, and obtains good application results.

Keywords: seismic wave CT; tunnel; acoustic wave; geological body

引言

目前，地震波 CT 技术运用于研究各类地层、构造、岩体、土体的分布界线及其力学性状；在工程地质勘查中常用来探查断裂带、密集节理带、含水带、空洞、风化带等不良地质体的位置、形状及力学强度等。麻窝隧道挖建过程中；在隧道左洞 ZK67+619～ZK67+641 段与右洞 K67+613～K67+642 段均发现溶洞；现场勘察揭示为同一溶洞。为确保隧道的施工质量及安全；需要运用有效的地球物理勘探方法探测地下溶洞发育情况；对隧道横穿溶洞带来的地质风险做出评估。

1 地震波 CT 基本原理

地震波 CT 的探测方法也称地震波层析成像方法，其原理为：利用地震波射线对地质体(结构)进行透视，通过地震波走时和能量衰减的观测对地质体(结构)成像。地震波 CT 技术是利用地震波在不同介质中传播速度的差异，确定一个沿路径积分的图像函数[1-7]

$$d = \int f(x, y)\, dl \qquad (1)$$

即 Radon 变化，地震波在检测的物体中传播时，纵波的走时是速度（x，y）和几何路径的函数，对于第 i 条射线，假设射线的走时为 t，则有如下积分式。

$$t_i = \int_{R_i} \frac{1}{v(x, y)} d_s，\ i = 1，2，\ \ldots，n \qquad (2)$$

式中，n 为射线的总条数，R_i为第 i 条射线的路径，将隧道断面的被检测区域离散成若干个规划的网格单元[1-7]。其中重要的是记录每条射线穿过的单元和统计每个网格单元穿过的射线数目。采用打靶法，由震源位置和接收点位置得到出射角，不考虑速度，从震源按直线路径追踪到接收点，记录下射线所穿过的单元。

根据地震波信号初至时间数据的变化，利用计算机通过这种重建的测试区域地震波速度场的分布特征，由此获得地震波走时数据，并进行速度(x，y)分布反演来推断地质构造的位置、形态和分布状况。

地下溶洞地震波 CT 层析成像定位探测的工作方式如图 1 所示，在两钻孔间布置 CT 探测剖面，系统在计算机控制下由发射仪激发高频率声波穿过孔间地层到达接收孔，高灵敏度接收传感器拾取信号送入接收机，扫描全部区域后经计算分析确定溶洞位置。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

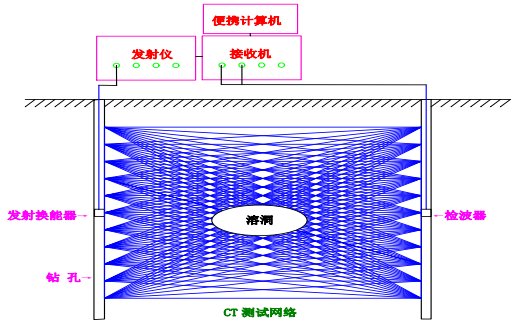


图 1　地震波 CT 层析成像探测系统布置及工作方式

2 工区概况

麻窝隧道位于贵州省遵义市东北部江津（渝黔界）经习水至古蔺（黔川界）在建高速公路，距离遵义市区 200km。麻窝隧道周边为地势较高的中低山，属峰丛洼地地貌，地形切割较浅，相对高差小于 500m，峰丛之间，岩溶洼地、漏斗、落水洞很发育，常形成峰丛洼地或峰丛漏斗的组合形态。

麻窝隧道挖建过程中，在隧道左洞 ZK67+619～ZK67+641 段与右洞 K67+613～K67+642 段均发现溶洞，现场勘察揭示为同一溶洞。经量测溶洞长度约 50m，最大宽度约 120m，高度约 40m，溶洞向左前方且向下发育，断面逐渐缩小。顶板整体稳定性较好，局部不时有塌块坠落，底板为溶蚀塌陷物所覆盖，塌陷物主要为灰岩石块，块体间多有粘土充填，无胶结，结构松散，地下水不发育。前期发现溶洞现在已经碎石弃渣及石方回填，麻窝隧道 ZK67+619～ZK67+641 段、K67+613～K67+642 段横穿溶洞，其溶洞向左前方斜向下发育，但是溶洞正下方是否仍然发育其他溶洞，地质简图见图 2 所示。

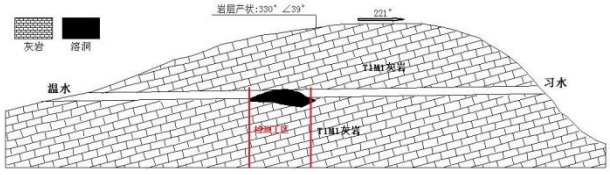


图 2　麻窝隧道溶洞段工区地质简图

3 地震波 CT 数据分析处理

地震波 CT 运用的是井中激发与接收的采集方式，因此得到的反演地质资料深度更为准确，运用地质体的速度随深度的变化特征来描述地质体异常区域。

通过对该区资料的分析，总体上分为溶洞区（包括溶洞充填区）、溶蚀区、微溶蚀孔隙区以及非溶蚀区四种地质体，对应的地质解释为溶洞、溶蚀灰岩、微溶蚀孔隙灰岩以及微分化灰岩，它们的速度分布如下表所示。

表 1　不同地质体速度分布情况

类　型	溶洞	溶蚀区	微溶蚀孔隙区	非溶蚀区
速度（m/s）	1900～2700	2000～2900	2700～3900	>3900

从钻孔资料来看，下部发育充填溶洞和空溶洞，结合地下溶洞发育规律以及工区地震资料来分析，该区溶洞多为充填物在溶洞底部疏松堆积的半充填溶洞类型，不含岩溶水，取芯资料显示，溶蚀段岩芯破碎严重，孔隙十分发育，并见高角度裂缝。

①ZK1～ZK3 剖面

如图 3 所示，整体上看，剖面上、中、下均发育低速异常区，其基本形态呈串珠状，结合钻孔资料，判定为溶洞。在剖面顶部（8～32m，0～16m）范围内存在一相对低速异常区，结合隧道现场资料及其回填区地震响应特征，解释为麻窝隧道挖遇的溶洞对应的回填区，其开口较大、向下逐渐变小，与下部溶洞呈串珠状连接；在（32～41m，20～32m）区域，低速达到 2200m/s 左右，为典型的溶洞响应特征，且 ZK3 井钻孔资料显示在 23.1～24.1m 处钻遇空洞，与反演结果相吻合；此外，在（30～41m，60～72m）区域见明显低速异常区，其地震响应特征与上部异常体类似，推测为溶洞，该处钻孔资料显示，在 65.8～70.4m 处钻遇溶洞，岩心见褐黄色粉质粘土。图中 26～50m 之间存在明显高低阻分界面，解释为溶蚀底面，反映当时地下水或地表水对围岩的侵蚀现象较普遍，上部部分岩体形成溶洞、溶蚀区，大部分岩体经地下水改造形成微溶蚀孔隙灰岩，与下部相对高速岩体相区别。下部岩体相对完整、速度高，解释为微风化灰岩。

②ZK1～ZK4 剖面

如图 4 所示，整体上看，剖面上存在四个明显的低速异常带，斜向下呈串珠状分布。上部低速异常带，与剖面 ZK1～ZK3 对应位置相比，声速略高，可能由于充填物不均匀压实有关，且受回填区注浆处理质量的影响，表现出不同的声速响应，但整体上低速异常趋势明显，解释为回填区；从反演结果来看，下部溶洞、溶蚀程度严重，见三个明显低速异常区，结合钻孔资料分析，均判定为溶洞。30～46m 之间存在明显低速异常区域，中间可能有小溶洞或溶蚀性灰岩存在，向外方向溶蚀程度逐渐变弱，可以形成微溶孔隙灰岩。走势上来看，ZK3 井、ZK4 井钻遇的溶洞可能相互连通，且向 ZK3 方向上逐渐加深。

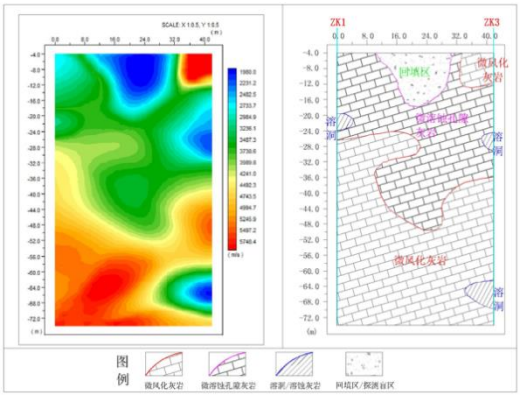


图 3　ZK1～ZK3 剖面解释成果图

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

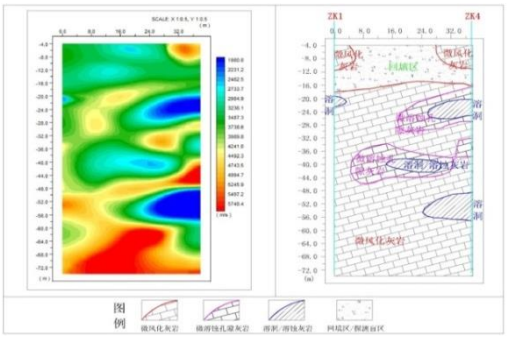


图 4 ZK1～ZK4 剖面解释成果图

③ZK2～ZK3 剖面

如图 5 所示，其反演结果与 ZK1～ZK3、ZK1～ZK4 结果相吻合，比较而言，上部溶洞回填区深度在 0～14m 之间。ZK2 井溶洞不发育，取芯资料显示个别地方岩心较破碎，中等风化岩石，溶蚀孔隙发育，反演资料显示岩体 ZK2 井岩体声速大于 3500m/s，为中高速岩体，相对较稳定，剖面上溶洞周围岩体溶蚀相对较严重，34～50m 之间声波速度异常，与 ZK1～ZK4 剖面中部溶蚀性灰岩相对应，岩性解释为微溶蚀孔隙灰岩。

④ZK2～ZK4 剖面

如图 6 所示，其反演结果与 ZK1～ZK3、ZK1～ZK4、ZK2～ZK3 结果相吻合，剖面上的溶洞和上面叙述的溶洞相关联。上部溶洞变浅，与 ZK2～ZK3 形态相似，下部溶洞与井资料吻合性也较好。整体上，井与井之间的岩体，特别是在溶洞周边，溶蚀较严重。岩性上，中高速岩体解释为微风化灰岩，中低速岩体解释为溶蚀孔隙灰岩、微溶蚀孔隙灰岩，低速岩体解释为溶洞。

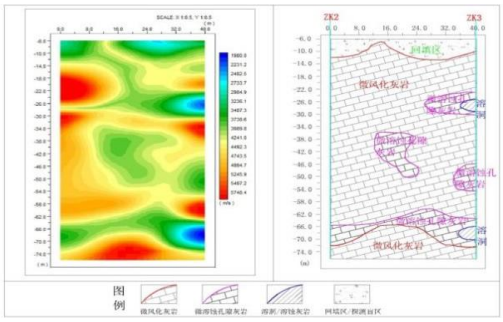


图 5 ZK2～ZK3 剖面解释成果图

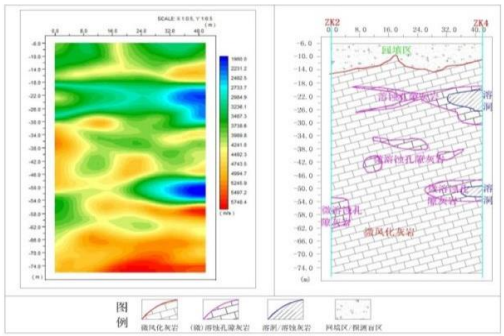


图 6 ZK2～ZK4 剖面解释成果图

⑤ZK5～ZK7 剖面

如图 7 所示，从反演成果来看，下部岩石相对较完整，但局部溶蚀现象普遍存在。上部中间区域 0～15m 范围内岩体，呈低速特征，而剖面 ZK5～ZK8 低速范围在 0～30m 之间，可能与充填物不均匀压实有关，且受回填区注浆处理质量的影响，表现出声速的局部异常。此外，ZK5 井 14～18m、28～31m、38～42m，ZK7 井 10～30m、34～46m 均存在低、中低速异常特征，反映溶洞、溶蚀带、风化带等岩体响应特征，ZK5、ZK7 井钻井取芯岩石破碎，呈短柱状、块状，岩芯见风化岩石、溶蚀空洞，与地震反演结果相吻合。

⑥ZK5～ZK8 剖面

如图 8 所示，整体上看，剖面上 44m 以下岩体相对完整，但局部溶蚀严重。上部低速异常特征明显，溶洞、溶蚀带、风化带非常发育，剖面上呈串珠分布，与 ZK5～ZK7 剖面反演的低速异常在空间上相对应，并且在该剖面方向上，溶洞特征更为明显。走势上来看，ZK7、ZK8 井钻遇的溶洞，向 ZK8 方向上走势逐渐加深。

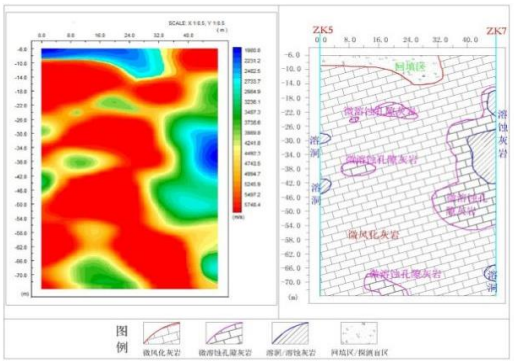


图 7 ZK5～ZK7 剖面解释成果图

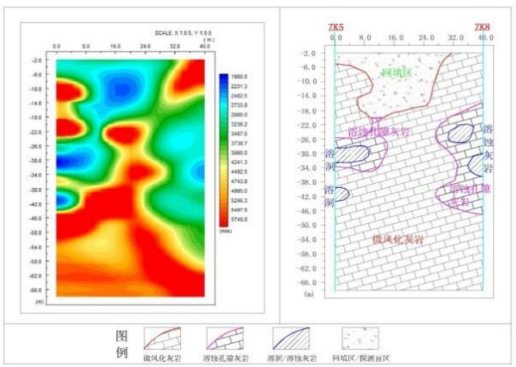


图 8 ZK5～ZK8 剖面解释成果图

⑦ZK6～ZK7 剖面

如图 9 所示，岩体上部回填区并未见到低速异常区，并且速度均匀变化，这与 ZK6 井上部资料缺失相关，反演结果为下部地震数据插值得到。反演结果来看，54～62m 岩体存在一明显速度分界面，下部岩体未见明显低速异常带，推测下部岩体发育完整，溶洞不发育，解释为原状地层灰岩，孔隙不发育；以上岩体，溶蚀现象十分普遍，形成溶蚀带，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

岩性上解释为溶蚀性灰岩，孔隙十分发育、相互联通，取心破碎严重、呈块状，部分岩体形成溶洞，ZK7 井 12～28m 发育低速异常带，结合钻孔资料分析，解释为溶洞。

⑧ZK6～ZK8 剖面

如图 10 所示，整体上，与剖面 ZK6～ZK8 具有相似的地球物理响应特征，剖面 36～42m 以下岩体呈中～高速特征，局部溶蚀现象发育，岩体呈中速特征。30～36m 之间岩体，呈明显低速异常带，结合钻孔资料分析，该段岩体溶洞、溶蚀孔隙十分发育、连通性好，岩性上解释为溶蚀孔隙灰岩。ZK8 井钻孔资料显示，在 11.8～12.2m、13.9～16.4m 钻遇溶洞，25.1～31.8m、33.2～34.9m、36～39.3m 溶蚀十分发育，在反演剖面上对应低速异常区，与钻井结果相吻合，岩性综合解释为溶蚀灰岩。结合 ZK5～ZK8 剖面分析，ZK7、ZK8 井钻遇的溶洞可能相互连通，且向 ZK8 方向上有逐步加深的趋势，开口逐渐变小，但周边岩体溶蚀现象更为强烈。

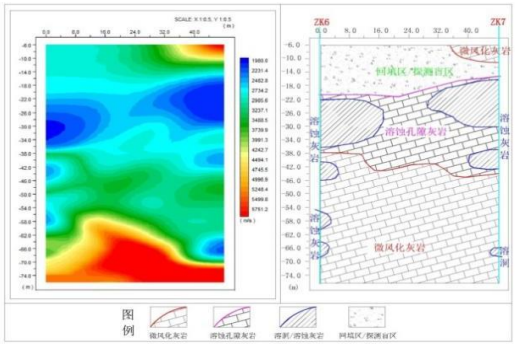


图 9　ZK6～ZK7 剖面解释成果图

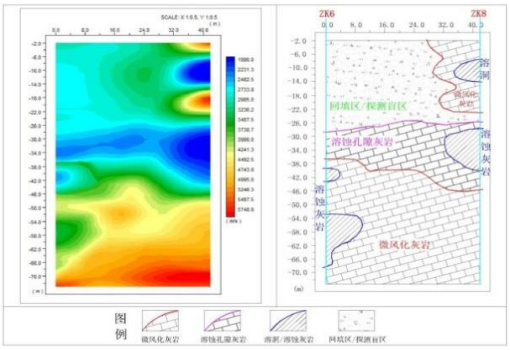
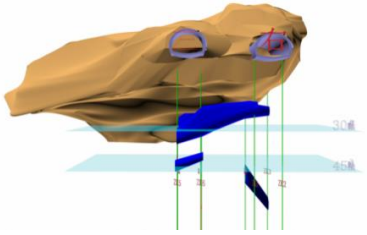


图 10　ZK6～ZK8 剖面解释成果图

4 三维空间模型

结合地震波 CT 资料、钻孔资料、地质资料以及工程资料，建立麻窝隧道地下溶洞三维空间形态，如下图所示。



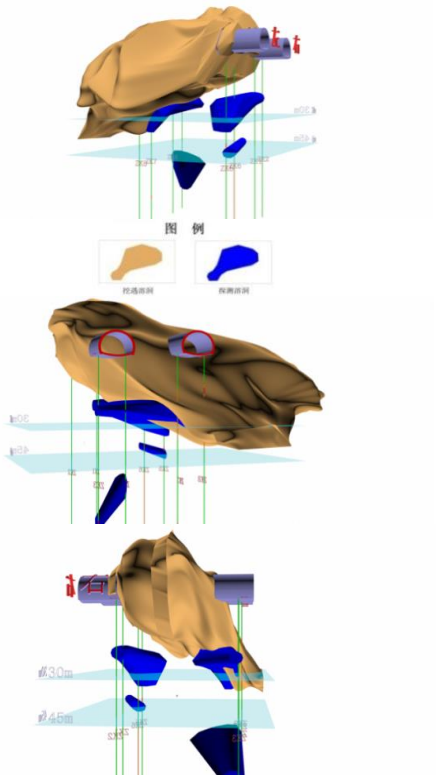


图 11　麻窝隧道溶洞段 3D 建模

麻窝隧道溶洞在 3D 建模图中能够清晰的辨别出来，溶洞（已回填）主体向两个方向发育，一是从右侧隧道到左侧隧道呈逐渐加深趋势；二是溶洞向 ZK8 井方向深部延伸。

5 结语

麻窝隧道溶洞回填区下部岩体，发育多组低速异常带，溶洞、溶蚀现象普遍发育，相互之间的关系复杂，主体上共有四个溶洞发育：

①30m 以上岩体，除已挖遇的溶洞外，仍有两个溶洞发育，横向上分别表示为 ZK1-ZK6-ZK5 与 ZK3-ZK4-ZK7-ZK8，走向与上部回填溶洞大体一致，从右到左逐渐加深，其中 ZK3-ZK4-ZK7-ZK8 走向溶洞与上部已挖遇的回填溶洞相贯通。两溶洞之间的岩体声速较低，可见当时地下水在该区域较活跃，形成区域溶蚀带，多发育溶蚀性孔隙灰岩，局部地方溶蚀严重可形成小溶洞。

②30～45m 岩体，在 ZK6-ZK5 走向上见溶洞，形态、走向与上部探测溶洞类似；钻孔之间的岩体，溶洞、溶蚀区多为上部同种类型地质异常体在纵向上的延伸（垂直渗流或裂隙溶蚀作用），上部仍为溶蚀带，局部发育溶洞、溶蚀区，岩体多为溶蚀性孔洞灰岩、微溶蚀孔隙灰岩，下部岩体中、高速特征连续均匀分布，反映岩体逐渐稳定，岩性上多为微～中等风化灰岩。

③45m 以下岩体，工区内 ZK4-ZK3 走向上见一溶洞发育，其走向与上部溶洞差别较大，呈“∧”分布特征，推测该区岩体受共轭剪切作用力后剪切破裂，地表水顺着裂

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

缝往下渗透形成了工区内岩体目前所见的溶洞形态。总体来看，45m 以下岩体，高速特征连续分布，岩性为原状地层灰岩、微风化灰岩，孔隙不发育。

通过地质资料与处理成果的综合分析发现，溶洞的延伸方向与岩体的走向不一致，初步确定溶洞、溶蚀的发育可能与裂缝系统的产状相关，地表水沿着裂缝系统渗流，进而产生溶洞、溶蚀带等。

需要注意的是，运用二维地震资料对地下溶洞进行三维空间展布情况进行分析仍然存在较多的不确定性，需对工区布置三维地震测线，采集三维地震体，才能对地下溶洞的空间展布进行较为准确的描述。尽管如此，仍可以确定的是，麻窝隧道挖遇的溶洞回填区下方，仍发育溶洞，溶蚀现象较普遍，局部溶蚀程度较严重。

[参考文献]

[1]赵爱华,张美根,丁志峰.横向各向同性介质中地震波走时模拟[J].地球物理学报,2006,49(6):1762-1769.
[2]王建军,廖全涛,曹建伟,等.应用井间地震 CT 探测某桥墩基础断裂[J].物探与化探,2006,30(2):186-188.
[3]段心标,金维浚.井间地震层析成像初始速度模型[J].地球物理学进展,2007,22(6):1831-1835.
[4]肖宽怀,刘浩,孙宇,等.地震 CT 勘探在昆石公路隧道病害诊断中的应用[J].地球物理学进展,2003,18(3):472-476.
[5]李丹,李川,赵永贵.地震 CT 与 FBG 传感器技术在隧道结构诊断中的应用[J].工程地质学报,2008,16(6):839-843.
[6]贾莹,孟刚,荣宁,等.地震 CT 在箱型梁桥检测中的应用[J].山东理工大学学报(自然科学版),2008,22(4):71-75.
[7]张奂欧,胡玉瑞,赵永贵.地震 CT 在芭蕉箐隧道地质灾害诊断中的应用[J].CT 理论与应用研究,2009,18(4):53-60.

作者简介：赵清先（1990.5-），男，成都理工大学，地球探测与信息技术，四川省兴冶岩土工程检测有限责任公司，技术员，工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水电站地质灾害问题评估研究

杨 琴[1] 王大卫[2]
1 京创智慧科技有限责任公司，四川 成都 610052
2 雅砻江流域水电开发有限公司，四川 成都 610052

[摘要]水电站工程建设对于保障民生，促进社会和谐有着积极的意义，国家和社会在不断加大投资建设力度的同时，不断地对引发工程安全隐患的各种条件进行分析和研究。水电站工程建设不仅能够为种植业带来充足的水资源，同时也能对洪涝灾害带来的风险进行处理和应对，加大对水电站工程建设防御措施的制定，从根源上避免工程建设地质灾害问题的发生。
[关键词]水电站；地质灾害；问题评估
DOI：10.33142/ec.v5i12.7250 中图分类号：P694 文献标识码：A

Study on Evaluation of Geological Hazards in Hydropower Stations

YANG Qin [1], WANG Dawei [2]
1 Jingchuang Smart Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610052, China
2 Yalong Hydropower Development Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610052, China

Abstract: The construction of hydropower stations is of positive significance for ensuring people's livelihood and promoting social harmony. While the state and society are constantly increasing investment and construction efforts, they are constantly analyzing and studying various conditions that cause potential safety hazards. The construction of hydropower stations can not only bring sufficient water resources to the planting industry, but also deal with and respond to the risks brought by flood disasters, increase the formulation of defense measures for hydropower station construction, and avoid the occurrence of geological disasters in engineering construction from the root.
Keywords: hydropower station; geological hazards; problem evaluation

1 地质灾害危险性现状评估

根据国土资源部发布《评估规范》，地质灾害危险性现状评估的任务主要是基本查明评估区及周边已发生（或潜在）的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷（含岩溶塌陷和矿山采空塌陷）、地裂缝和地面沉降等地质灾害的形成条件、分布类型、活动规模、变形特征、诱发因素与形成机制等，对其稳定性（发育程度）进行初步评价。查明评估区地质灾害对生命财产和工程设施造成的危害程度[1]。

2 地质灾害危险性评估内容

2.1 滑坡危险性预测评估

库区发育有 9 处滑坡体，水库运行对其稳定性不起影响作用，由于水库运行库水位消落差较小，预测未来其稳定性与现状一致，仅金厂坝滑坡，在地震工况下可能失稳。根据其特征按《评估规范》对水库区滑坡稳定性进行分级，金厂坝滑坡，稳定性分级为强发育，其余滑坡体稳定性分级为弱发育，金厂坝滑坡对水库运行危害程度大，其余 8 处滑坡其危害程度小。根据水库区滑坡稳定性分级和危害程度分级，按《评估规范》对滑坡危险性预测评估，金厂坝滑坡地质灾害危险性预测评估危险性大，其余 8 处地质灾害危险性预测评估危险性小。

2.2 不稳定斜坡危险性预测评估

不稳定斜坡有伍家坪子变形体、长河坝变形体、麻沙沙一组变形体和虎山滩拉裂变形体 4 处不稳定斜坡。其中，麻沙沙一组变形体和虎山滩拉裂变形体远高于正常蓄水位；伍家坪子变形体、长河坝变形体与水库蓄水关系密切，因其坡体为覆盖层，可能局部解体产生塌滑，但官地水电站水库运行库水位消落差仅 2.0m，对不稳定斜坡稳定性现状不会改变，预测未来其稳定性与现状一致，即伍家坪子变形体、长河坝变形体、麻沙沙一组变形体稳定性分级为中等发育，虎山滩拉裂变形体稳定性分级为弱发育。伍家坪子变形体、长河坝变形体、虎三滩拉裂变形体地质灾害危害程度小，麻沙沙一组变形体地质灾害危害程度中等，根据《评估规范》库区伍家坪子变形体、长河坝变形体、虎山滩拉裂变形体地质灾害预测评估危险性小。麻沙沙一组变形体地质灾害预测评估危险性中等[2]。

3 水电站地质问题的分析处理及工作程序

当出现水电站地质灾害时，一般由专业地质人员先进行现场实地查看、了解情况，分析原因，再决定勘察和处理方法。（1）查阅地质资料、现场查看，了解实际情况。地质人员在承担施工期地质工作任务的时候，首先需要详细了解工程区的地质情况、存在的不利地质因素等，领会设计意图。在出现地质问题时通过查阅已有的地质资料、现场查看、询问施工人员等，综合分析地质问题的原因。（2）进行必要的勘探、试验、测绘等工作，分析所出现

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

地质问题的原因，必要时应补充工程地质勘察。通过地质资料、现场查看等仍无法明确问题原因的，就要进行简单的勘察手段，如测绘、坑槽探、试验等。如果发现问题较为复杂，需要补充工程地质勘察的，则需要和技术、行政部门沟通，因为补充工程地质勘察一般都涉及勘察费用问题，工作流程也相对复杂，需要其他专业或部门配合。(3)编写地质简报或工程地质说明，提出处理建议。查明地质问题后，应以文字报告等书面形式提供给设计、业主等，常用的形式为地质简报、勘察说明或勘察报告。需要注意的是，此类勘察及文字报告一般都应与设计多沟通，准确把握设计需求，文字报告应做到文字简练、结论正确、建议可行。(4)按确定的设计处理方案进行地质工作及服务。施工地质工作首先应熟悉、掌握工程区地质条件，其次要理解设计意图。施工方对地质专业往往不甚熟悉，因此作为专业地质人员，在遇到地质问题时应建议、指导施工方采取正确的施工方法，为工程的顺利实施服务。(5) 施工期地质问题处理的一般程序。①发现或出现地质问题后首先进行现场查看、了解，包括询问施工人员等，掌握问题的实质性；②根据实际情况结合勘察资料，进行综合分析、研判，找出问题的症结所在；③仍不能查明问题原因时，及时和设计沟通，进行补充勘察，④如有必要可通过业主、监理通知施工方暂停施工，待查明问题后再决定施工方案。情况紧急时可先口头告知施工方停工或采取安全措施，再按正常程序报监理、业主等；⑤查明地质问题或地质条件后，编写地质简报、说明或勘察报告，提供给设计、业主等；⑥待处理方案或设计方案确定后，即可进行施工处理[3]。

4 库区地质条件

官地水库属高山峡谷型水库，正常蓄水位 1330m，上游回水至大水沟，库长 58.0km，库容约 7.83 亿 m^3，两岸支沟悬挂较高，沟底坡度较大，支沟回水长度一般小于 1.0km。库区地质条件主要为与库岸稳定有关的地质条件。水库两岸山势挺拔，地形陡峻，左岸坡度达 40°～60°；右岸稍缓，坡度 30°～50°，呈不对称的“V”型谷，枯水位江面宽 50～100m。库岸高程 1800m 以下大多基岩裸露，以上植被茂盛。两岸冲沟发育，沟内一般皆常年流水，沟口大多悬挂在高程 1300m 以上。两岸发育有Ⅲ～Ⅳ级基座阶地，Ⅰ～Ⅱ阶地局部有残留。根据库岸稳定性将水库区分为三个区段：(1) 坝前-虎山滩：距大坝 0.0～3.0km，库段长 3.0km，为一向西凸出的河弯。左岸坡度 40°～50°；有岸一般 35°～40°。岸坡下部较缓。河谷由横向谷渐变为纵向谷，至坝前又变为横向谷，出露地层主要为二迭系（P2β）的玄武岩，无区域性断裂通过。该区段上游段发育虎山滩古滑坡，纵向谷段卸荷拉裂深度大，且坝前左岸有大片覆盖层分布。(2) 虎山滩-老伙房：距大坝 3.0～33.0km，库段长 30.0km，为两道向西凸出的河湾，河谷类型复杂，纵、横、斜向谷并存，坡度一般 30°～45°，陡峻处可达 55°～60°。从元古界至中生界地层均有出露，主要岩性为玄武岩、灰岩、砂岩等，该区段岸坡处于稳定或基本稳定状态。(3) 老伙房-大水沟库尾：距大坝 33.0～58.0km，库段长 25 公里，以纵向谷为主（21 公里），局部段为横向谷。出露地层主要为古生界（P1、P2β、P2）、中生界（T1q、T2y、T2b）灰岩、砂岩及玄武岩等，多处分布大片覆盖层，该段构造变动较强烈，小高山断裂横切巴折一带库岸，近库尾有周家坪断裂斜切库岸。该区段库岸大多为稳定或基本稳定，局部不稳定，发育有规模较大的巴折水运段滑坡和周家坪滑坡群。

5 地质灾害调查统计分析

地质灾害调查，官地水电站库区地质灾害种类为滑坡、不稳定斜坡(表 4.3 - 1)。官地水电站库区有 9 处滑坡体，分别周家坪（梅子坪）滑坡、垫（店）子沟滑坡、许家沟滑坡、巴折水运段滑坡、官房沟滑坡、小水沟滑坡、金厂坝滑坡、麻沙沙一组滑坡和虎山滩滑坡。其中，7 处可研阶段已进行了研究，2012 年 2 月库区蓄水后发现了金厂坝滑坡体和麻沙沙一组变形开裂，本次调查与分析，金厂坝滑坡体仅在地震工况下，滑坡体处于不稳定状态，存在失稳的可能，最有可能失稳模式为分区解体式失稳，其它 8 处滑坡体处于稳定状态。官地水电站库区不稳定斜坡有伍家坪子变形体、长河坝变形体、麻沙沙一组变形体、虎山滩拉裂变形体共 4 处，其中，长河坝变形体为 2012 年蓄水期间出现的变形拉裂、伍家坪子变形体、麻沙沙一组变形体为 2018 年汛期出现开裂现象。

表 1 官地水电站库区地质灾害一览表

地质灾害种类	名称	岸别	距大坝沿河长（Km）	滑坡类型	方量（10^4m^3）
滑坡	周家坪（梅子坪）滑坡	右	50.0	覆盖层滑坡	100
	垫（店）子沟滑坡	左	42.0	基岩崩滑	35
	许家沟滑坡	左	39.6	覆盖层滑坡	100
	巴折水运段滑坡	右	37.0	覆盖层滑坡	330
	官房沟滑坡	左	30.0	覆盖层滑坡	>50
	小水沟滑坡	左	18.0	基岩崩滑	20
	金厂坝滑坡	右	17.0	覆盖层滑坡	2180
	麻沙沙一组滑坡	右	16.5	覆盖层滑坡	40
	虎山滩滑坡	右	2.5	基岩滑坡	220
不稳定斜坡	长河坝变形体	右	25.0	碎石土	300
	麻沙沙一组变形体	右	16.5	碎石土	30
	虎山滩拉裂变形	右	2.5	松动岩体	10
	伍家坪子变形体	右	38.3	碎石土	3

6 地质灾害危险性评估标准

根据国土资源部颁布的《评估规范》，地质灾害诱发因素的分类见表 2。地质灾害发育程度分为强发育、中等发育和弱发育三级。地质灾害危害程度分为危害大、危害中等和危害小三级见表 3。地质灾害危险性依据地质灾害发育程度、危害程度分为危险性大、危险性中等、危险性小三级，分级标准见表 4[4]。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 2 地质灾害诱发因素分类

分类	滑坡	崩塌	泥石流	岩溶塌陷	采空塌陷	地裂缝	地貌沉降
自然因素	地震、降水、融雪、融冰、地下水位上升、河流侵蚀、新构造运动	地震、降水、融雪、融冰、温差变化、河流侵蚀、树木根劈	地震、降水、融雪、融冰、堰塞湖溢流、地震	地下水位变化、地震、降水	地下水位变化、地震	地震、新构造运动	新构造运动
人为因素	开挖扰动、爆破、采矿、加载、抽排水	开挖扰动、爆破、机械震动、抽排水、加载	水库溢流或跨坝、弃渣加载、植被破坏	抽排水、开挖扰动、机械震动、加载	采矿、抽排水、开挖扰动、震动、加载	抽排水	抽排水、油气开采

表 3 地质灾害危害程度分级

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数（人）	直接经济损失（万元）	受威胁人数（人）	可能直接经济损失（万元）
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	3～10	100～500	10～100	100～500
小	≤3	≤100	≤10	≤100

表 4 地质灾害危险性分级

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

7 库区地质灾害危险性预测评估

官地水电站水库已运行近 10 年之久，在此之前经历了可研阶段的详细论证和施工前之前的专项地灾报告评估；在蓄水初期，金厂坝滑坡出现了变形开裂现象；此次调查，在原有资料的基础上对可能产生的地质灾害进行了逐一调查，现状调查结果，官地水电站水库区地质灾害为滑坡、不稳定斜坡、岸坡覆盖层堆积体塌岸。由于官地水电站其水库库水位消落差较小，水库运行遭受新的地质灾害和诱发地质灾害可能性小，仅对现有的地质灾害做预测性评估。其评估方法仍然是按《评估规范》对其稳定性（发育程度）和危害程度分级，在此基础上进行评估。

8 地质灾害防治措施建议

官地水电站水库库区地质灾害有 9 处滑坡、4 处不稳定斜坡。根据《评估规范》，金厂坝滑坡地质灾害危险性综合评估危险性大，其余 8 处滑坡地质灾害危险性综合评估危险性小。金厂坝滑坡曾做过两次专题报告，其结论是金厂坝滑坡体在天然状况下整体基本稳定；暴雨工况下稳定性差，可能会出现小规模的失稳，大规模下滑的可能性不大，坡体的变形将在较长的时间内继续存在，逐渐趋于稳定；仅在地震工况下，滑坡体处于不稳定状态，存在失稳的可能，最有可能失稳模式为分区解体式失稳。金厂坝滑坡发生的地质灾害不会造成完全堵江，但存在局部堵江侵占库容和河道的现象，地质灾害产生涌浪，对官地大坝及水工建筑物影响不大，对水库两岸处于涌浪影响高度以下的居民、建筑物以及库区水上交通安全将产生较大影响。为此，对金厂坝滑坡体变形阶段进行了划分，并提出了在不同变形阶段的滑坡预警建议值。金厂坝滑坡体上已进行了多项监测设施，目前，金厂坝滑坡体变形阶段为等速变形阶段，建议继续监测，对滑动阶段进行判别，当滑坡达到临滑阶段，应高度重视，并启动应急预案。建议对金厂坝滑坡进行定期巡视，如遇截水沟破坏等，进行恢复。周家坪（梅子坪）滑坡对官地电站水库运行而言其地质灾害危险性综合评估危险性小，但滑坡体上有近千人居住，梅子坪乡政府也位于此滑坡体上，建议对该滑坡体进行人工巡视，并告知当地政府，梅子坪台地为一滑坡，严格管理好生活用水的排放。麻沙沙一组变形体上已有多处开裂变形现象，地质灾害危险性综合评估危险性中等。建议与当地政府沟通，密切注意其发展情况。伍家坪子变形体、长河坝变形体、虎三滩拉裂变形体等其余地质灾害点，可采取定期和不定期巡视[5]。

9 结语

综上所述，做好地质灾害防御工作是水利水电工程建设的重要组成部分，其不仅能够促进工程施工质量的有效提升，还能够从源头上降低建设过程的各种风险，使其充分发挥出本身所具有的优势和效果。

[参考文献]

[1]孙红敏.水利水电工程地质灾害与防御措施[J].河南水利与南水北调,2021,50(7):97-100.
[2]张进,张成强.水利水电工程施工中常见地质灾害预防措施与安全管理[J].2021 年全国土木工程施工技术交流会论文集,2021(6):590-591.
[3]刘红岩,张小趁,李俊峰,等.基于突发地质灾害应急防治的边（滑）坡分类方法[J].防灾减灾工程学报,2021,41(2):193-202.
[4]朱自立.水电工程突发事件应急物资储备库优化建模研究[D].湖北:三峡大学,2020.
[5]王峰.水利水电工程水文地质问题分析[J].科技风,2019(15):174.

作者简介：杨琴（1994.1-），女，四川省成都市，安徽理工大学，自然地理与资源环境，京创智慧科技有限责任公司，数据处理员，助理工程师。王大卫（1995.6-），男，四川省成都市，河海大学，水利工程，雅砻江流域水电开发有限公司，方式工程师，工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

我国煤矿区水文地质勘查与环境地质评价现状及发展趋势

刘 俊
河北地矿建设工程集团有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]煤炭资源是社会经济发展的重要能源，我国每年所消耗掉的煤炭数以万计，主要用于火力发电。由于经济和科技在不断的发展，对于煤炭的需求也是很大的，但煤炭涉及到的范围比较广泛而且安全隐患也比较多。因煤矿开采的特殊性，时常有安全事件发生，且大多数都是由地质所引起的。对此，要加强对煤矿区水文地质勘察与环境地质评价，排除潜在的安全隐患，系统性分析其发展现状，针对存在的问题做出科学高效的解决措施，为煤炭事业发展提供有力保障。
[关键词]煤矿区；水文地质勘察；环境；地质评价；现状；趋势
DOI：10.33142/ec.v5i12.7305 中图分类号：P64 文献标识码：A

Present Situation and Development Trend of Hydrogeological Exploration and Environmental Geological Evaluation in Coal Mining Areas in China

LIU Jun
Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Coal resource is an important energy for social and economic development. In China, tens of thousands of coal are consumed every year, mainly for thermal power generation. Due to the continuous development of economy and science and technology, the demand for coal is also great, but coal involves a wide range and has many potential safety hazards. Because of the particularity of coal mining, security incidents often occur, and most of them are caused by geology. In this regard, it is necessary to strengthen the hydrogeological survey and environmental geological evaluation of the coal mine area, eliminate potential safety hazards, systematically analyze its development status, and make scientific and efficient solutions to the existing problems, so as to provide a strong guarantee for the development of the coal industry.
Keywords: coal mining area; hydrogeological investigation; environment geological evaluation; present situation; trend

引言

在煤矿开采过程中会受到多方面的因素影响，包括当地地理环境、气候条件与水文情况等因素，若没有采取良好的预防措施，就会致使煤矿开采效率与质量下降，同时提升开采成本与负担。相关工作人员要根据开采现场的实际情况，结合先进的科学技术制定完善的施工计划，才能保证煤矿区开采质量。但是在实际的开采过程中会受到来自个方面因素的影响，相关工作人员就要充分考虑各方面的问题，确保煤矿开采能够稳定进行。其次，地质勘察工作人员在工程开展前就要做好地质勘探工作，制定合理的施工方案，为煤炭资源开采打下坚实的基础。而在地质勘察工作中，对地理环境和地质结构、水文情况的勘探工作是非常重要的，关乎到煤矿区所有开采人员的安全问题。因此，地质勘查工作人员就要清楚了解煤矿区开采现场的地质结构与水文情况，并对可能出现的风险做好相应的预防措施，确保煤矿开采正常稳定进行。另外，还要实时掌握煤矿区开采现场地下水文结构情况，相关工作人员在对其勘察过程中，应当做好水文情况的数据记录，并进行详细的研究与分析，确保在煤矿开采开展过程中不会破坏水文结构。对此，地质勘察工作人员只有做好自身的本职工作，并保持严谨的工作态度，清楚认识到煤矿区水文地质勘察工作对整个工程带来的影响，才能更好的确保地质结构与开采人员安全。

1 水文地质勘察的重要性

1.1 保障开采安全

往往煤矿区开采现场环境比较复杂，部分开采人员对现场的水文环境和地质结构不清楚，便会在煤矿开采工作正式开展时发生严重的安全隐患，若在工程开展前期做好相应的水文地质勘查工作，在很大程度上能够有效减少安全事故发生概率，确保煤矿开采安全。水文地质勘查工作可以很好地帮助开采人员熟悉煤矿区开采现场周围的环境，降低人员安全意外事故的发生，提升煤矿开采整体工作质量与安全。其次，相关煤矿企业单位要清楚认识到水文地质勘查工作对工程安全的重要性，加强地质勘察工作人员的教育，做好煤矿开采现场与周围环境的水文地质勘查工作。

1.2 提高工程经济效益

由于煤矿勘察方案设计的内容较为繁琐，涉及到的方面也比较多，为确保勘察方案能够与实际开采相符，就要保证最终方案的合理性与科学性，同时，相关地质勘察人员在进行煤矿区水文地质勘探时，保持严谨的工作态度，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以便获取准确的地质数据。如果相关工作人员在进行水文地质勘查工作时，采取的勘探技术不合理，就会使最终勘查数据不充足不够详细，从而导致开采效率降低。煤矿开采本身就需要大量的资金来扶持，才能保证工程能够开展起来，在前期还要做好水文地质勘察工作才能提升煤矿开采整体经济效益，以及促进社会效益的提升。因此，水文地质勘察价值还体现在促进社会经济发展等方面。

2 煤矿区水文地质勘察现状

就当前煤矿区水文地质勘察实际情况来看，煤矿区仍存在着许多严重的问题，这些问题不仅体现在地质结构和水文环境上，其在人员方面也有所表现。我国地域辽阔，境内有丰富的地形地貌，但这些地形地貌也影响着我国水资源分布。受到地形地貌和地质结构的影响，我国水资源分布表现得不均匀，呈现东多西少的情况，这在一定程度上也限制了煤炭工业的稳定发展。而水文地质勘察也存在诸多问题，这些问题还需进一步解决[1]。

2.1 水文地质勘察落后

我国煤炭资源基本上都分布在西部、北方地区，其中以陕西省、山西省、内蒙古自治区、宁夏回族自治区四个省份居多。尽管这些省份有丰富的煤炭资源，但由于气候条件和地理环境等因素的影响，这些地区的水资源十分稀少，降水多集中在 7 月和 8 月，地下水短缺。因此，在各方面因素的影响下，部分地区煤矿区域水文地质勘察工作时常中断、被迫停止，导致水文地质勘察工作无法有效开展，同时也影响到其勘察价值与作用的发挥，阻碍了水文地质勘察的发展。

2.2 防水排水工作

煤矿开采企业在追求效率的同时要重视防水的工作。因为煤矿开采与管理需要有完善高效的工作制度，才能规范煤矿安全生产有效提高质量。但在煤矿开采地质防水的工作中，没有实际的相关资料和数据整理不够全面，没有对水源和地质环境进行仔细的勘探，无法保证资料的精确完整而传递了一些错误的信息，不能提供煤矿检测部分的得一些相关数据。此外还有一些资料因为在收集整理时候没有规范要求，就不能与制定的煤矿开采方案上进行协调，对于煤矿安全开采工作无法提供规范有效的指导。这样一来无法有效地防止水灾害的发生而导致地质防水的整体工作作用效果得到开展，造成煤矿地质防水工作只是一个形式，提高了煤矿安全开采的隐患还影响煤矿生产的稳定发展，严重的情况甚至还会出现因为煤矿安全生产地质防水工作没有到位，造成巨大的经济损失与人员伤亡。由于在排水的相关问题上没有得到很好的关注，在煤矿安全开采的保护问题上缺少了相关的措施，许多的企业把排水系统建设在一个既不科学又不合理的位置，且没有依照具体的建设标准要求建造水仓所以建造出来的水仓与排水系统不协调，导致排水系统不能发挥良好的作用。另外，还有些煤矿开采区域虽有完善的排水系统，但是缺少了后期的维护保养工作，没有对老旧破损的零件进行及时更换，在降低排水系统工作质量的同时还影响后面的长期稳定使用，因此在对于出现水害的时候不能及时的进行排水[2]。

3 煤矿区环境地质问题与现状

3.1 煤矿区环境地质问题

3.1.1 诱发严重地质灾害

我国大多数煤炭矿产资源开采现场都是在矿井进行工作的，且矿井采矿的历史比较久远，对于相关的开采工艺要求是非常高的，开采的难度也很大，在安全方面不能得到有效地保障。矿井采矿的缺点在于，在开采时所占用的土地面积比较大，并且随着矿洞数量的增加，对土地的破坏面积也在持续增长当中，已经严重威胁自然生态环境，以及矿场周围的民众。由于煤炭矿场对于地质环境的破坏程度极高，当地形地貌受到破坏后，就会导致地下水系统受到一定的影响，当地下水出现堵塞或断流等情况时，就会引发地面塌陷和山体滑坡等人为自然灾害。对此，结合煤矿开采实际情况，为保护自然生态环境和地理地质免遭破坏，需要加强水文地质勘察工作。而煤矿开采工作是一项复杂、长期的系统性工程，需要做好充分的准备，做好采矿区水文地质勘察，结合矿区地质的特点，制定相应的灾害事故预防解决措施，以及相关的矿山环境恢复治理工作制度，采取合理有效的开采技术，以此确保工作正常稳定开展。同时，环境因素也影响开采方法的合理选择，比如开采区域的地质结构是否允许出现塌陷的情况，能否使用爆破开采等等。另外就是所使用的相关开采设备的技术，现场的开采环境直接影响着开采设备和技术的性能，若选择的开采设备与技术不符合现场开采环境，不能满足开采工作的标准要求，就会影响整个开采工作的稳定进行。

3.1.2 占用大量土地资源

一些在露天开采的矿区，其开采面积较广泛，因此往往占用了许多土地资源，同时也破坏了土壤结构，影响周边植物生长。其次，露天开采的矿区还容易造成地表塌陷，在遇到下雨天时便会产生积水，增加人员安全风险，还加重了了土地盐碱化。西部矿区则会造成水土严重流失，而水土一旦流失所产生的严重后果便是土地荒漠化，严重破坏采矿区周围自然生态环境，影响植被健康生长。

3.1.3 破坏矿区的生态水循环系统

由于过度开采煤炭资源，已经严重破坏了矿区的生态水循环系统，出现矿坑向外排水的情况，导致地下水急剧减少，造成地下河水断流。此外，煤矿开采会对空气环境带来污染，因煤矿开采主要通过大型机械设备进行，还需对矿井中的废弃进行处理，由此产生许多有害气体。这些气体中通常含有酸性物质，一旦与空气接触，便会与只进行融合，倘若遇到下雨天就会形成酸雨，造成的破坏更加严重。

3.2 煤矿区环境地质评价现状

合理的环境地质评价方法也是保证整个开采工作效率与稳定的关键，相关开采企业要根据矿山实际情况选择

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

评价方法，才能确保企业的经济效益。结合实际情况，在正式开展矿山开采工作前，要严格落实地质勘查工作，并确保勘测结果的准确性和真实性，以此为依据制定施工工艺，结合勘测结果与工程实际的地理地质情况，采取合理的开采方法和相关技术，引进先进的开采和设备，才能保证矿山开采工作的顺利进行。适宜的评价方法可以有效促进矿产资源的开采效率与质量，在一定程度上还能避免出现资源浪费的现象，在减少工作人员压力的同时，还能提高开采企业的经济效益。由于矿场性质存在较大的差异，违规开采的现象频繁发生，这些开采单位所使用的开采技术也不符合现场的实际要求，便会给自然生态环境和地质环境带来严重的破坏，导致自然生态环境问题日益严重，同时也给矿山地质环境恢复治理的工作带来了许多的阻碍。矿产资源开采单位在施工过程中，因所使用的开采技术和施工工艺不符合相关标准要求，导致矿山事故时有发生，已经严重影响到矿产资源开采现场周围民众的日常生活，同时也对周围的自然生态环境带来一定的破坏。为此，要充分做好环境地质评价工作，开采也要认识到环境地质评价的重要性，才能更好地保障开采安全[3]。

4 煤矿区水文地质勘察与环境地质评价未来趋势

4.1 进一步加强防水排水工作

通过不断地加强专业人员的技术知识和引进新型的基础设施，要时刻重视煤矿地质防水工作，为保证煤矿地质防水相关制度的合理，要先寻找煤矿地质水害发生的原因，并进行仔细研究与探讨来保证煤矿地质防水方案有精确科学性，才能够提升在防水工作上的质量与实际效果。要提高资金投入煤矿地质防水工作才能稳定进行，清楚认识防水工作的重要性，加强相关人员专业技术培训，通过不断学习改进煤矿地质防水新思想，在遇到突发的水灾害时才能够有足够的应对能力进行有效处理。为此，在基础上建立安全预防工作小组来对防治水工作进行监督管理，而管理人员要具备相应的大局观，明确工作发展的方向需要从整体部分出发，才能全面的开展煤矿地质防水工作。而精确掌握矿井内的水源动态掌控内部整体情况，就需要利用相关的探测设备对地质结构和矿井内部积水的地方，进行全面的调查与勘探，为确保煤矿生产工作能够稳定的进行，就需要在勘探时对安全隐患较大且容易发生水害事故的地方进行标记，再利用排水系统把积水处理掉来保证生产环境[4]。

4.2 加强环境恢复治理的重视

政府相关行政部门以及企业领导层需要同时能够从长远以及全局两个方向进行分析，将生态环境资源保护和我国经济社会发展两者利益关系定义要充分明确，加强生态环境保护监督与保护管理工作以及对自然资源生态环境与我国经济社会发展重要的历史意义应该有充分的整体认识，逐渐转变为集约型经济发展模式。而在以往的煤矿开采当中没有对环境保护引起足够的重视，导致生态环境遭受了严重的破坏以后才认识到，也没有在生产过程当中采取有关的措施。因此要树立绿色发展理念，在提高经济效益的同时采取有效的环境保护措施并制定长远的规划发展，为制止生态环境的恶化和资源缺乏对经济发展造成严重的影响，需要将经济利益与环境保护结合起来。

4.3 推进灾害调查与灾害预测相互结合

对采矿区地质灾害进行调查，其主要目的是能够准确掌握矿区地质灾害一些更为重要的信息，从而对其带来的危害与影响形成一个更为清晰的认识。灾害预测就是根据现有的资料，对矿区可能发生地质灾害以及带来的损害程度进行预测。将灾害预测与灾害调查结合在一起，可进一步提升地质灾害信息资料获取的准确性，根据预测结果做出相应的地质灾害预防措施，以降低其造成的影响，提高煤矿开采安全性。

5 结语

综合上述，随着社会的发展，煤矿区水文地质勘察和环境地质评价工作的重要性会变得更为显著，对煤矿事业发展影响会更深，这在一定程度上促进了水文地质勘察与环境地质评价的发展与整体水平提升，为煤矿事业做出更大的贡献。

[参考文献]

[1]王文杰.煤矿区水文地质勘查与环境地质评价现状及发展形势[J].内蒙古煤炭经济,2021(14):200-201.
[2]张志刚.水文地质勘查在地下水环境影响评价中的应用研究[J].世界有色金属,2021(13):198-199.
[3]马文强.山西省宁武县程坑煤矿扩区水工环地质特征分析[J].华北自然资源,2019(1):56-57.
[4]冯学远,张志强.水文地质勘查在地下水环境影响评价中的应用[J].世界有色金属,2018(2):201-202.

作者简介：刘俊（1987.12-），男，毕业院校：河北工程大学，专业：水利水电工程，当前就职单位：河北地矿建设工程集团有限责任公司，科员，职称级别：工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

分层流实验室造波系统的设计与开发

牛 猛
中船重工 702 研究所东方海事，上海 200011

[摘要]分层流试验水池主要用于内波、旋涡尾迹机理与表现特征的研究。文中以中船重工 702 所分层流实验室造波设备系统为设计研究对象，介绍了设备组成与设计特点，对该套设备的在实际实验中的应用予以充分的考虑，确保了设计的先进性。该系统配备内波造波装置，将使该实验室具备水下航行体及海洋结构的环境内波载荷试验能力；配备水面吹风装置以及微幅波造波系统，将使该实验室具备风浪下航行体水面尾迹试验能力。

[关键词]实验室；内波造波；微幅波造波；尾迹试验
DOI：10.33142/ec.v5i12.7293 中图分类号：TP3 文献标识码：A

Design and Development of Wave Making System in Stratified Flow Laboratory

NIU Meng
China Shipbuilding 702 Research Institute Dongfang Maritime, Shanghai, 200011, China

Abstract: The stratified flow test tank is mainly used to study the mechanism and performance characteristics of internal waves and vortex wakes. Taking the wave making equipment system of 702 Institute of CSIC as the design object, this paper introduces the composition and design characteristics of the equipment, fully considers the application of the equipment in actual experiments, and ensures the advancement of the design. The system is equipped with internal wave making device, which will enable the laboratory to have the environmental internal wave load test capability of underwater vehicles and ocean structures； Equipped with a surface wind blowing device and a micro amplitude wave making system, the laboratory will have the ability to test the wake of a vehicle on the surface under wind and waves.

Keywords: laboratory; internal wave making; micro amplitude wave making; wake test

船舶设备或潜航设备在海洋中航行，时刻都要面对各种各样的波浪，波浪是海洋中时刻都存在的自然现象，海洋工程研究的主要对象就是要明确波浪对船舶的影响，需要克服的阻力载荷[1]等。所以对波浪的研究是海洋工程的重要研究领域，同时也具有重大的现实意义。实验水池作为海洋工程研究的重要工具，一直都是各大研究机构和与海洋相关大学不可或缺的实验装备。但在实验室的环境下，平静的水体与存在风浪的自然环境还是有很大差别的，为了尽量模拟自然水体环境，以期获得接近真实的实验数据，造波设备又成为了实验水池的重要配置。

分层流试验水池主要用于内波/旋涡尾迹机理与表现特征的研究[1]。目前，分层流试验水池实验室功能主要如下：模拟海洋密度跃变分层与连续分层；静水中模型运动产生的内波尾迹试验；分层海洋中航行体水动力试验。

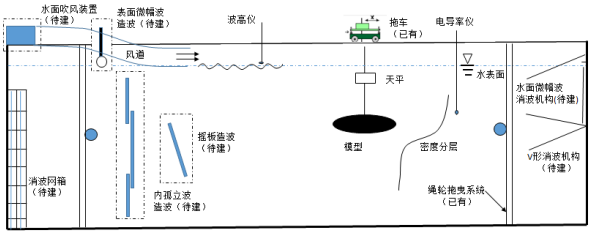


图 1 分层流水池总体示意图

本文章介绍的内容包括内波造波及消波装置、水面微幅波造波及消波装置、水面吹风装置。配备内波造波装置，将使该实验室具备水下航行体及海洋结构的环境内波载荷试验能力；配备水面吹风装置以及微幅波造波系统，将使该实验室具备风浪下航行体水面尾迹试验能力。

1 系统组成和总体技术要求

分层流试验水池造波系统，包括以下三个方面内容：

（1）内波造波及消波装置；

（2）水面微幅波造波及消波装置；

（3）水面风生波装置。

2 内波造波及消波装置

内波造波系统由两部分组成，一部分用于兴造连续内波，另一部分兴造内孤立波[2]。两部分共用一套内波消波装置。

（1）连续内波造波系统

连续内波采用摇板方式来造波，其原理如图 2 所示，通过改变板的高度、板的摆动幅度以及板的摇动频率来调节所造的内波波幅。

连续内波造波造波板中心位置升降依靠外部的升降机构来实现，确保可以实现高度的连续可调，造波板的高度分别准备 300mm，450mm，600mm 三种，以适应不同的试

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

验要求，造波板用不锈钢制作。

通过选用不同的造波频率和造波板可造多种波幅范围的内波。

在使用过程中为使操作安全可靠且尽量简单方便，造波系统和升降支架间采用便于拆装的结构，造波板的更换也使用便于拆装的设计。

考虑到造波速度较慢（0.01Hz-0.1Hz），且造波板转轴处是浸没入水中的，因此采用了不锈钢轴承，既能满足使用需求，易于维护，且具有很好的耐腐蚀性。

造波机构的主框架采用80*40*4的316L不锈钢方管，确保足够的强度。

连续内波造波系统主要由升降机构、造波机构框架、偏心轮机构、传动机构、摆动机构及造波板组成。

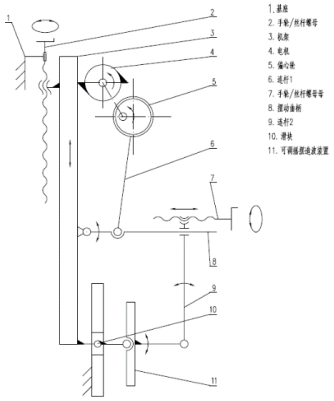


图2 连续内波造波系统原理图

系统性能指标：可造内波波幅范围在0.1cm-5cm。

设备指标：内波造波板摇动频率 0.01Hz-0.1Hz，一周期内误差1s。

定义坐标系O-XYZ如下：X为水池长度方向，Y为水池宽度方向，Z为垂直方向向上为正，原点在水池池底。

摇板摇摆中心垂向可调[3]，范围为：Zc=0.4m-0.8m，精度1mm；

摇板长度为2.80m，摇板高度范围h=0.3-0.6m，精度1mm；

摇板角度在0°到45°可调，试验前确定摇摆角度，调整精度为1°；摇板摆角随时间呈正弦曲线。

摇板中心轴距离水池首端为4.0m；

电机通过连杆机构、滑块与造波板相连，详见图3。

位移机构为手动操作，通过操作手轮带动丝杆螺母机构使机构上下移动，移动的范围为400mm。

转板摇动频率：范围为 0.01Hz-0.1Hz，电机带动曲柄转动时，当每转动一圈，曲柄上下摇动一次，可通过控制电机的转速来确保摇板的摇动频率。

在电气控制系统中，由伺服电机、伺服驱动器、减速箱、电器控制箱（由PLC、显示屏及其它电气元器件等组成）、编码器等组成[4-5]。

在曲柄的输出轴上安装编码器，可以记录实际的转速，在控制箱的显示屏上有设定电机转速的按钮，并在显示屏上显示。当电机运转时，如果PLC从编码器上采集的数据与设定的参数不一致时，伺服系统会自动修整至与设定的参数一致，满足控制机构频率的要求。

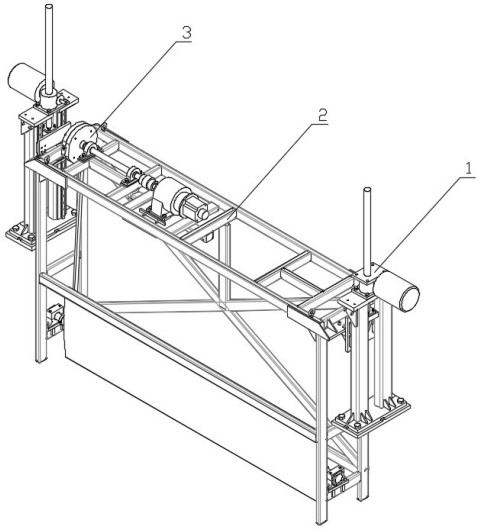


图3 连续内波造波系统示意图

（2）内孤立波造波系统

内孤立波造波升降支采用直线导轨的方式。该系统造波闸门的移动范围比较大（0.8m），且平均速度较高（0.2m/s），为达到要求，本设计采用了双电动缸推动的方式，且采用一台PLC对两台电动缸驱动器同时发出控制指令，保证其同步性；因为闸门比较大（约2.8m*1.3m），因此重量较大，电动缸的负载大，在充分考虑了这些因素后对电动缸做出了选型，确保稳定可靠的使用。电动缸马达采用伺服电机，速度连续可调。为了能使用方便，当不需要使用时可把造波闸门和横梁拆除，也可以连同升降支架一起拆除，造波闸门还准备了专用的存放架。其主要由电动缸、造波闸门及闸门水封组成。

内孤立波造波采用抽板造波方法实现。闸门距离水池首端为4.5m，原理图如图4所示。

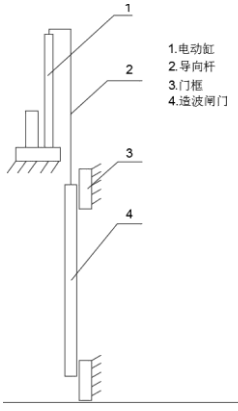


图4 内孤立波造波系统原理图

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

内孤立波造波系统组成：控制系统、闸门与滑轨等。

系统性能指标：可造内波波幅范围在 0.1cm-5cm。

整个闸门高度约 1.3m，闸门宽度为 2.8m。

密封时，闸门覆盖垂向位置为：Zc=0.2-1.0m；

闸门垂向可移动范围最大为：0.8m；

闸门移动平均速度为：0.2m/s；

闸门主要框架采用 316L 不锈钢材料；闸门采用流线型，以减小垂向移动过程中产生流体不必要的扰动。

闸门运动的距离按工作要求设定为300至800mm多档。

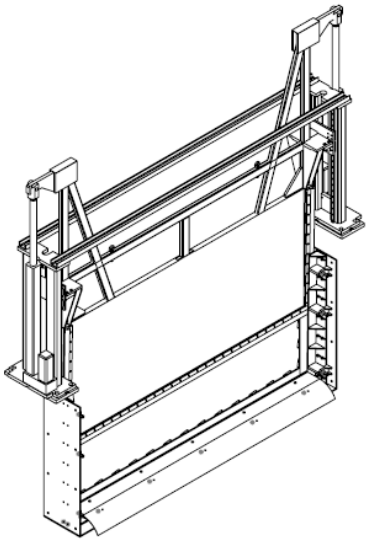


图 5　内孤立波造波系统示意图

（3）内波消波装置

在水池尾端布置 V 形消波装置。由垂向位移模块和 V 形消波板组成，如图 6 所示。

V 形夹角在 30°-60°之间可调，精度为 1°；

安装于水池尾端的垂直安装架上，中心高度可调节，调节范围在 Zc=0.4m-0.8m，精度 1mm；

V 形板主体骨架采用 316L 不锈钢材料；

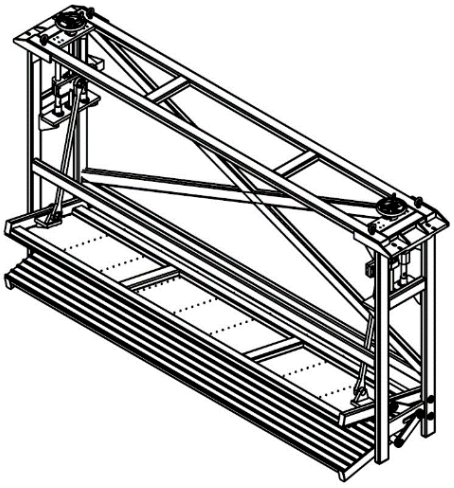


图 6　内波消波装置示意图

3 水面微幅波造波及消波系统

水面微幅波的工作原理如图 7 所示，圆柱的上下振荡由伺服电机通过凸轮带动传动杆实现，通过输入控制信号可精确控制圆柱的运动，通过控制圆柱的振荡频率以及调节圆柱的直径以生成不同幅值和周期的表面微幅波。

水面微幅波造波系统利用造波圆柱的上下运动，兴造水面微幅波，该系统与升降机构分体设计，以便于拆装，造波圆柱的震动幅度用偏心轮的不同偏心距来调节，偏心距可以从 0-10.0cm 连续可调。造波的频率依靠伺服马达控制。

造波圆柱的中心位置依靠外部的升降机构来实现，确保可以实现 0.6-1.2m 的连续可调，造波圆柱分别准备直径为 300mm、150mm、100mm、60mm、40mm 和 20mm 六种，以适应不同的试验要求。

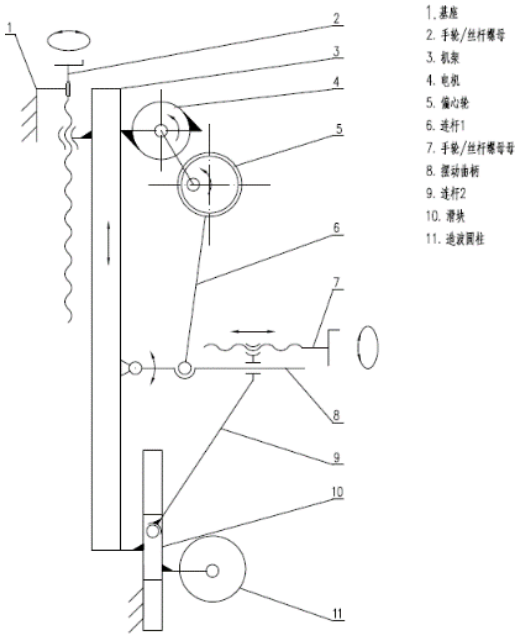


图 7　水面微幅波造波原理图

（1）水面微幅波造波系统

水面微幅波造波装置由伺服电机、控制系统、可调转板转轴机构、滑块机构、曲柄连杆机构、基座、圆柱振荡机构组成。

圆柱垂荡中心位置范围为：Zc=0.6m-1.2m，连续可调，精度 2mm；

振动幅度 h=1.0-20.0cm，连续可调，精度 1mm；

一组微幅波造波圆柱可置换，直径分别为 30、15、10、6、4、2cm。

垂向振荡机构距离水池首端为 4.5m。

水面微幅波波幅 0.1cm-5cm。

圆柱振荡频率为 1-5Hz。圆柱垂向振荡位移随时间呈正弦曲线。通过电机驱动连杆机构带动圆柱在水面附近上

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

下振荡，兴造出表面微幅波。

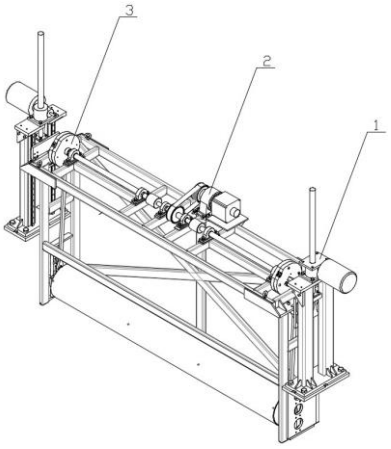


图 8 水面微幅波造波示意图

（2）表面微幅波消波装置

表面微幅波消波系统由基座、位置角度调整装置、消波板组成，如图 9 所示，图中尺寸均为示意。

消波斜板的角度在 15°-30°之间可调，精度 1°；

消波斜板板面带锯齿条纹；

安装于水池尾端的垂直安装架上，其中心高度可调节，调节范围在 Zc=0.6m-1.2m，精度 0.01m；移动范围为 600mm。

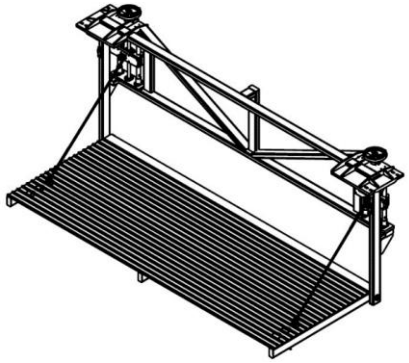


图 9 水面微幅波消波系统

4 水面风生波装置

水面吹风装置由风机及控制系统、风道系统以及风速仪构成[5-6]。

性能指标：出风口风速 1-20m/s，工作段距水池首端约 10m 处风速在 1-7m/s。

该装置对风道的密封性和流线性设计要求较高，需要让风均匀的吹到水面上。

配备 3 台轴流式风机，风机总风量不低于 21000m^3/h，风压不小于 300Pa。出风口风速 1-20m/s，工作段风速在 1-7m/s。风机的尺寸能够满足在水池首端的布置，三台总长不超过 3m。

配备变频调速器对风机进行调制，使得工作段处风速满足要求范围。

风道系统采用玻璃钢，做成可分段组装可拆卸式。

风机坐落在水池首端水池外，也可安装水池首端池壁上。风道从水池上方斜向下，最后转变成截面为矩形的风道，其宽度为 3.0m。为消除风机出口处风流中周向速度分量，使截面风流场变得均匀，流道之中安装有导流格栅，导流格栅的位置在出口前方，尺寸与风道截面相同。风道在贴近水面时弯曲形成弧度，并与水面相切，同一位置的上风道面水平延伸，以形成水面上的均匀风流。当水位为 1.2m 时，水面距离风道盖板的高度为 0.3m。

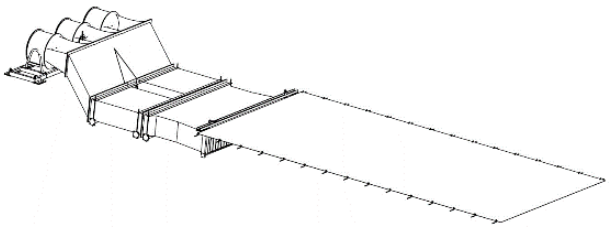


图 10 造风系统

通过对造波需求的分析与研究[6]，结合已有的实践经验，在原有的基础上进行了优化，做到了既能满足需求又可以提升效益，获得试验所得基础数据的重要工具，本文结合 702 所的分层流试验水池，对造波系统提出了自己的解决方案，也为今后此类设备的设计提供了新的思路，本设计采用了可调偏心轮机构，使设备结构更加紧凑合理，运行更可靠；采用电动缸的设计是一次很好的尝试，为日后此类设备的设计提供了新的思路。

[参考文献]

[1]童寿龙,陈作钢.循环水槽船模阻力试验不确定度分析[J].中国舰船研究,2020,15(4):144-152.
[2]李海涛,唐啸宇,李梦如,等.基于潜堤地形上的波浪传播模拟[J].科技资讯,2017,15(19):197-201.
[3]容科专,丘翔,李振辉,等.一种机械式升降安全装置的设计的研究[J].科技创新导报,2020,17(16):98-100.
[4]陈俊,邢方亮,王磊,等.基于 ethercat 总线的推板式造波机控制系统[J].科技资讯,2020,18(23):18-21.
[5]蒋望梁,陈作钢.基于 cfd 的风洞及循环水槽设计系统程序开发[J]. 中国舰船研究,2020,15(2):42-48.
[6]姚顺,马宁,丁俊杰,等.规则波与流相互作用的数值模拟与不确定度分析[J].哈尔滨工程大学学报,2021,42(2):172-178.

作者简介：牛猛（1981-），男，汉族，籍贯河北，工程师。主要从事实验水池造波系统的技术研究。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

公路工程沥青路面施工现场试验检测技术研究

周一青
江苏华杰工程咨询有限公司，江苏 南京 210000

[摘要]在道路施工中，为了评价施工效果，施工人员必须进行现场沥青路面试验。在处理沥青路面时，员工必须非常小心，必须考虑路面的实际情况和外部因素，确保行车安全，促进公路建设更好发展。文中首先介绍了沥青施工现场试验在道路工程中的重要性，然后从沥青施工现场常见问题的角度简要介绍了道路工程中沥青路面需要达到的要求。最后，从施工原材料、施工压实度、施工找平和防渗等几个方面简要分析了道路工程沥青路面施工现场检测技术，以供参考。
[关键词]公路；沥青；施工；检测
DOI：10.33142/ec.v5i12.7285 中图分类号：TU471 文献标识码：A

Research on the Test and Detection Technology of Asphalt Pavement Construction Site in Highway Engineering

ZHOU Yiqing
Jiangsu Huajie Engineering Consulting Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: In road construction, in order to evaluate the construction effect, construction personnel must conduct on-site asphalt pavement test. When dealing with asphalt pavement, employees must be very careful and must consider the actual situation of the pavement and external factors to ensure driving safety and promote better development of highway construction. This paper first introduces the importance of asphalt construction site test in road engineering, and then briefly introduces the requirements of asphalt pavement in road engineering from the perspective of common problems in asphalt construction site. Finally, from the aspects of construction raw materials, construction compactness, construction leveling and seepage prevention, this paper briefly analyzes the on-site inspection technology of asphalt pavement in road engineering for reference.
Keywords: highway; asphalt; construction; testing

引言

发展道路建设是中国的优先事项之一。它不仅为人民提供便利的交通，而且在很大程度上决定了我们人民的生活质量和福祉。此外，道路基础设施的发展也为社会经济发展做出了巨大贡献。因此，只有不断完善道路施工现场检测方法，才能提高路面沥青现场施工质量控制，提高公路整体质量。为了将道路工程沥青路面工程试验提升到一个新水平，相关人员应注意改进原材料控制、混合料组成和密封试验，结合实际情况灵活应用道路沥青路面施工现场试验技术，及时封层，确保道路施工质量。

1 沥青路面需要达到的要求

目前道路上车辆越来越多，对沥青路面的质量要求也越来越高。在这种情况下，高速公路将增加，沥青路面上的压力也将增加，对沥青路面的荷载要求更高。在高速公路建设过程中，施工人员需要确保施工质量要求。如果沥青路面具有良好的抗疲劳性能，则外摩擦对沥青路面影响较小，不易损坏沥青路面。相反，如果沥青路面的抵抗力不好，路面很容易被车辆摩擦损坏，缩短了沥青路面的使用寿命。因此，为了延长道路长度，必须对路面的抗疲劳性能提出严格要求。沥青路面原材料直接影响沥青路面的质量。如果使用不当，容易产生一系列隐患，影响道路工程质量，因此必须对原材料的质量提出要求[1]。

2 公路工程沥青路面施工现场试验检测的重要性

公路基础设施的建设和发展将大大有助于提高人民生活质量，保障出行便利。因此，公路建设服务部门应特别关注公路建设的施工质量，沥青公路建设是公路建设的基础建设。施工单位应认真研究沥青路面施工的具体细节和流程。特别是在公路工程中使用沥青时，应首先进行公路施工现场检验。在施工期间，及时找出可能影响公路整体质量的细节，努力解决沥青路面施工中存在的问题。在公路施工过程中控制沥青路面的施工质量，不仅可以提高路面的整体运营质量，还可以有效降低投入运营后发生道路事故的可能性，确保道路使用者的生命财产安全。在公路建设中，沥青施工是我国公路建设的主要施工形式，它比其他建设项目难度更大、专业性更强，对技术人员的资质要求更高[2]。此外，沥青路面的施工现场试验难度很大。这就要求施工单位具有较高的现场检测技术。目前我国公路施工现场检测技术相对稳定，质量较高，大大提高了工程的整体质量。因此，施工队伍在建设特定道路沥青路面时，应采用科学有效的现场试验方法，确保道路沥青路面

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的施工质量，以促进我国公路建设的可持续健康发展。

3 沥青路面施工现场试验检测技术

3.1 对公路沥青施工原材料进行试验检测

为了测试道路施工所需的材料，应特别注意沥青和砂在路面中的作用。一旦砂岩的质量不合格，支撑路面基础的砂岩将坍塌。在测试过程中，应特别注意测试结果的可靠性和准确性，否则会影响道路的质量和安全，不能粗心大意和随机检查。测试时，员工应首先注意选择高质量测试仪器进行测试。通常应选择相对均匀的样件进行测试，以提高试验质量。但是在进行测试时，员工必须了解密度。因为如果密度受到质疑，会影响生产的比例和要求。网格法广泛用于沥青材料的配置，可以发挥材料的精确作用，避免配置问题。常见的步骤是控制材料质量，分析配置过程中的含水量，最后通过多层操作确定材料密度。在材料密度控制过程中，一个重要步骤是检查材料的形状。在此过程中，工人可以用光标或普通参考仪器测试材料，然后确定材料的有效性。

3.2 沥青混合料级配检测

沥青混合料组成的确定在沥青路面的整体施工中起着重要作用，是沥青路面施工的组成部分。沥青混合料级配的质量控制直接决定了整个公路建设的正常运行，因此相关建设部门必须予以重视[3]。在这些测试中，有必要确保相关人员具有较高的专业资格。目前许多建筑工人没有接受过培训，没有一定的资格证书。合格的检查员必须经过培训才能拥有丰富的经验。如果混凝土材料比不符合要求，则混凝土强度不符合标准，必须精确调整比例，使道路更坚固。

3.3 抗滑性能检测

沥青路面的防滑性是运行过程中车辆与地面之间的摩擦系数，直接影响人身安全。当监测道路摩擦指数时，相关人员应实时跟踪道路防滑指标，记录数据。道路防滑指标非常重要，是车辆在道路上行驶时不会发生打滑和交通事故的重要指标。

3.4 路面密度结构试验检测技术

为确保路面质量，施工人员必须检查路面密度。在密度测试技术中，操作员应考虑施工中的现象，进行有针对性的密度测试，明确密度状态，根据沥青混合料的性质，操作员可以通过雷达检测沥青混合料中是否存在离析。在测试过程中，施工人员需选择路面滚动测试点，通过潜水雷达和沙土测试钻取岩心获得指标，然后利用指标计算介电常数的变化，绘制当前道路结构的密度。最后评估路面性能。沥青混合料破碎完成且材料冷却后，可使用岩心取样法检查其紧密性。沥青混合料的压实度也可以通过密度测量来确定，但这种方法非常麻烦，而且岩心取样器容易损坏涂层。

3.5 强度检测

在测试沥青路面强度时，主要测量沥青的剩余混合料，主要使用贝克曼方法测量强度。贝克曼梁弯曲的确定原则是杠杆模式，通过计算沥青路面弯曲百分比来计算[4]。在相关规范中，标准轴向载荷、轮胎尺寸、轮胎前部间隙以及因在贝克曼梁上接地而产生的压力基本上都有清晰标记。使用贝克曼仪器测量沥青混凝土路面曲率时，应将梁插入两个轮胎之间的间隙中，且不得接触轮胎。应控制贝克曼梁端部的百分比，以便车辆能够缓慢行驶。当读取千分表的最大值时，随着车辆继续行驶直到停止，沥青弯曲对路面的影响将逐渐减小，读取千分表的稳定值时。

3.6 公路沥青过程中的压实度检测

铺沥青后不可能直接打开路面，因此工作人员有必要检查路面的压实情况，项目合格后投入运营。目前有两种检测方法，采样芯和核密度测试仪，用于测量道路压实程度。在第一次试验中，在路面混合料完全破碎且温度一致的情况下，应进行测量，否则会影响测量结果。然而，岩芯取样法有其缺点，可能影响路面质量，取样方法复杂。这给公路建设带来了许多不便。因此，应使用核密度计测量其压实度，不仅简单准确，而且大大提高了道路的可用性和使用寿命。

3.7 施工平整度和防渗方面

就道路平整的渗透程度而言，作为路面修复的重要内容之一，道路建设项目中的防水平整效果主要决定道路建设的整体质量。因此，道路施工单位必须进行现场测量，以防止路面渗透和平整度。一般情况下，在测试操作中，工作人员应在三米长道路施工过程中使用仪器测量路面平整度，以获得标尺与路面之间的间隙值，并通过数值分析采取相应措施防止事故发生，导致后续生产过程中的过度交通拥堵[5]。除了平整度，现场测试和路面防渗测试也非常重要。由于道路施工中的沥青混合料可能会因沥青路面上的特定裂缝而发生变化，相关施工单位需要准确测量道路施工中因裂缝引起的问题而产生的防水系数，在收集和分析数据并采取适当措施，确保道路使用质量。在防止路面渗漏方面，应尽一切努力避免因数据计算错误而导致道路质量恶化，从而危及生命和财产安全。

4 沥青路面施工现场常见问题

4.1 摊铺方面

目前我国公路工程沥青路面建设项目在很大程度上存在路面问题。由于沥青路面没有适当的沥青混合料供应，道路工程正式开始，路面工程的荷载可能会波动，这种荷载波动直接影响道路施工中质量。此外，大部分沥青路面的道路工程在摊铺过程中严重延误，导致沥青混凝土无法承受最佳摊铺温度，这对整个沥青路面的密度和完整性产生不利影响，这导致道路后续生产过程中出现裂缝，不仅影响了道路的使用寿命，也影响了交通安全。因此，摊铺问题在很大程度上影响了公路的使用寿命，也在很大程度降低了沥青路面的整体施工质量。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

4.2 离析方面

离析问题通常是公路建设中最常见的施工问题。它通常存在于沥青混凝土的运输和卸载过程中。施工过程中的离析现象对公路工程的施工质量构成极大威胁。公路建设中的问题通常有两种：一种是离析温度，另一种是密度。高速公路施工过程中出现离析现象有两个原因：一是沥青水泥搅拌过程中，材料不符合施工标准规范，公路施工中沥青运输和卸载受到严格控制，道路施工中沥青摊铺不当将不可避免地导致离析。其次当沥青混凝土温度过高时，沥青路面上的道路工程会产生温度离析。由于沥青混合料拌和不均匀，施工道路的沥青温度发生变化，大大降低了道路施工的整体质量。因此，只有重视并采取适当的补救措施，才能保证公路施工质量。公路建设中的典型离析问题不仅是温度离析问题，而且还是密度离析问题。密度离析现象主要是由于沥青成分高，容易聚集，导致沥青和凝析油分布不均匀。因此，离析密度问题也是影响道路建设质量的重要原因，极大地制约了道路投入运营后的交通安全。为了解决离析问题，必须重点解决沥青混凝土搅拌中的缺陷。

5 沥青路面施工现场试验检测管理策略

5.1 提升检测技术和工作流程管理

首先是对材料进行检验，主要根据不同类型的原材料进行检验。在公路建设过程中，这些试验结果也是公路建设的主要内容之一。因此，在实际施工前，相关施工单位应及时向施工管理部门提交合格材料的试验结果，以确保施工前对参数进行验证。其次，建筑参数数据的准确性将影响道路交通的质量和安全。因此，相关检测人员应摒弃传统的检测方法，采用先进的技术和设备，确保所有检测过程的科学化和标准化。不得私自增减，确保检测数据的真实性和准确性。

5.2 加强检测人员综合素质

测试是一项要求员工具备高资质、严谨和高职业道德的工作，并在掌握新技术和提高绩效时对日常工作采取认真负责的态度。一旦测试人员工作态度出现问题，或者他们缺乏进行此类测试所需的相对较高的专业资格和经验，就会出现一系列问题，在道路施工检查过程中可能会出现严重后果。因此，有必要定期对检测人员进行专业培训，提高道路工程检测员招聘的行业门槛，确保其符合岗位要求。

5.3 完善试验检测保障体系

在公路施工质量控制方面，中国建立了由政府和企业组成的公路工程质量保证体系，全面监控公路工程建设质量，履行职责和职能。此外，作为检测单位，应根据实际情况制定统一的检测指南和质量控制程序，使相关人员充分了解和掌握检测过程及其实际联系，确保其标准化和合理性，进一步提高检测水平。此外，应加强监管机构，提高审计人员的技能，并明确测试结果的责任，以便他们能够承担进行相关测试的责任。

5.4 公路工程沥青路面施工的具体对策

虽然我国对公路工程沥青路面混凝土施工的研究已有一定的历史，但目前国内公路施工规范仍存在许多不足。鉴于沥青路面施工过程中沥青路面施工的不足，以下给出了一些主要施工标准。首先，我们必须对道路荷载提出定量要求。由于道路荷载的完成是公路交通建设中最重要的要求之一，施工单位或相关承包企业应更加关注道路荷载。随着城市车辆数量的爆炸性增长，对道路通行能力的需求必然会增加。为了满足更多城市车辆的需求，公路工程沥青路面的施工规范必须相应改进。道路建设的设计应使道路在投入使用后能够应对一定的荷载，使道路更好地服务于社会。其次公路的使用寿命取决于其实际使用寿命。疲劳是影响公路使用寿命的最大因素，这就要求公路建设在具体项目中科学合理地提高公路建设强度，从而有效促进公路使用寿命延长。同时，通过延长道路使用寿命，可以有效提高企业的经济效益和社会效益。作为高速公路施工过程中的主要原材料，施工单位应注重沥青原材料的质量，注重每个施工环节，避免因沥青问题影响公路整体质量。

6 结语

公路沥青路面施工现场测试技术不仅可以检查道路质量，确保行车安全，还可以为未来公路建设提供相关参考，促进公路建设更好发展。目前我国公路建设仍需在各方面进行改进，尤其是在沥青路面建设方面。公路建设和开发人员应集中精力进行沥青测试，并开发相应的测试技术，为公路建设提供技术支持。在施工环节，施工人员还应及时发现施工中可能存在的问题，采取科学的纠正措施，从而提高公路实际投入运营后的使用效率和整体施工质量，以带动我国公共道路建设的进一步发展。

[参考文献]

[1]刘凡清.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术探讨[J].交通企业管理,2018,33(5):56-57.
[2]莫肇中,庞恒强.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术研究[J].建材发展导向,2019(6):214-214.
[3]杨阳.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术研究[J].中国战略新兴产业(理论版),2019,000(10):1-1.
[4]高占静,雷霆.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术研究[J].海外文摘·学术,2019(4):1-2.
[5]冯国英.沥青公路路面试验检测技术探讨[J].中国科技投资,2020(4):148-149.

作者简介：周一青（1985.2-），女，单位，江苏华杰工程咨询有限公司，技术负责人，中级职称。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅论水泥路面加铺沥青面层施工工艺及质量控制

张 岳
南京市老山林场有限公司，江苏 南京 210000

[摘要]随着我国经济的发展，社会生产力水平逐渐提高，不断增长的经济活动与交通运输需求对道路质量也带来了更多考验。过去水泥路面在面对大型货车运输时存在众多问题，载重负担的增加也导致水泥路面受到严重破坏，相关道路改建工作也逐渐受到了重视。通过在水泥路面加铺沥青面层能够有效提高路面缓冲功能，增加道路工程的结构强度和稳定性，是道路改建施工的主要方向。基于此，根据当前水泥路面的改造需求，结合加铺沥青面层施工特点，对相关施工工艺及质量控制措施进行了全面探讨。

[关键词]水泥路面；沥青面层；施工工艺；质量控制
DOI：10.33142/ec.v5i12.7276 中图分类号：U4 文献标识码：A

Brief Discussion on the Construction Technology and Quality Control of Adding Asphalt Pavement to Cement Pavement

ZHANG Yue
Nanjing Laoshan Forest Farm Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: With the development of China's economy, the level of social productivity has gradually improved, and the growing economic activities and transportation demand have also brought more challenges to the road quality. In the past, cement pavement faced many problems in the face of large truck transportation. The increase of load burden also led to serious damage to cement pavement, and related road reconstruction work has gradually been paid attention to. The main direction of road reconstruction construction is to effectively improve the buffering function of the pavement and increase the structural strength and stability of the road project by paving asphalt pavement on the cement pavement. Based on this, according to the current reconstruction demand of cement pavement, combined with the construction characteristics of asphalt overlay, the relevant construction technology and quality control measures are comprehensively discussed.

Keywords: cement pavement; asphalt surface course; construction technology; quality control

引言

在现代化社会发展中，人们对道路质量问题也愈发关注，不仅生活出行受到路面问题影响，相关道路缺陷还会严重制约地方经济发展，因此需要有关部门引起重视。过去的道路工程主要以水泥路面施工为主，有着施工简单、建设迅速的特点，但同时也容易出现质量问题，如路面开裂、混凝土裂缝、塌陷变形等。在过去交通运输压力不大的情况下，此类问题尚不明显，但随着时代的发展，快速增加的交通流量也使得相关问题日益突出。对此，道路改建工程也相继开展，主要通过加铺沥青层面的方式来增强路面缓冲能力，使重型货车经过时能够在应力分散作用的影响下，降低对路面单位面积造成的压力，从而减少路面应力碎裂等现象的发生。在沥青的作用下，公路路面的弹性增强，受温差形变造成的影响更小，也有效减少了路面裂缝的问题产生，沥青颗粒还能够增强道路的摩擦力，使车辆在雨天时有更好的抓地力，从而避免车轮打滑发生安全事故。相关工程单位在加铺沥青层面施工时，需要做好严格的施工技术管理，确保施工工艺达到要求，保证道路改建的质量，以实现道路工程的长期稳定运行。

1 道路加铺沥青面层工作的总体步骤

在针对水泥路面加铺沥青面层时，其施工步骤与重新建设有着一定差距，相关施工流程也主要分为以下几个步骤：

（1）施工前做好路面受损的调研工作，确定沥青层面的加铺范围，并规划好水泥路面的铲除范围。在挖除水泥层板和铣刨水泥路面时，需要做好之前工程建设的技术交底，保证工程施工的有序开展。

（2）根据水泥路面的工程情况，制定相应的施工方案，对沥青层面加铺的厚度和材料问题进行探讨，敲定最终的施工方案和技术要求，为后续施工开展提供有效指导。

（3）对沥青层面施工所用的卵碎石原料进行检测，明确各项检测指标，做好 SBS 改性沥青混凝土 AC-20C 和 AC-13C 生产配合比优化工作。对玄武岩原料进行检测，并完成罩面层 SMA 生产配合比优化，对沥青同步碎石封层、SMA 生产以及其他施工现场内容加强监管[1]。

（4）按照施工方案有序开展沥青加铺施工，对现场的施工人员、施工设备、施工技术加强管理，维持施工现场秩序，保证工程施工工作的顺利开展。

（5）做好全线修补路段的压实工作，针对沥青层面

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的压实度、接缝、渗水系数等指标进行检验，开展全面的技术验收工作，以保证加铺沥青路面的整体施工质量。

2 道路加铺沥青面层的施工工艺内容

对于沥青加铺工程而言，可以选择多种加铺施工工艺，能够针对不同的道路情况进行有效铺设，在保证沥青层面施工质量的同时，确保道路整体结构稳定性的提升。

（1）直接加铺沥青混凝土。此类处理方法主要在路面受损程度较轻的情况下，是早期道路改建加铺沥青层面的常用方法。该施工方法需要对原有道路的路面和接缝进行清理，重新进行灌缝，在清理完成后直接将沥青混凝土铺洒在表面，形成路面上方的沥青层面。但在实践应用中，混凝土板块裂缝的长期发展也会对沥青层面造成影响，导致沥青路面开裂、混合料掉落、堆挤等问题，因此在后期工程发展中也逐渐采用了更好的技术工艺。

（2）铺设连接配筋混凝土层面后加铺沥青层面。该技术主要在原路面和沥青层面之间加铺了一层连接配筋混凝土，通过配筋混凝土来控制原路面的开裂变形问题。该方法需要对原路面进清洁铣刨，铲除路面受损风化的混凝土残渣，使配筋混凝土能够充分粘合原本道路的路基，在混凝土上方继续铺设沥青层面。该方法能够有效提高沥青路面的稳定性，增强道路整体结构强度，但施工流程相对较多，成本较高，工期也更长。

（3）在沥青层面加铺纤维材料。此方法是对加铺连接配筋混凝土工艺的改进，通过将配筋混凝土替换为玻璃纤维材料，以代替其抗拉抗变形的功能。其中，玻璃纤维具有较强的抗拉性能，可以有效阻止原路面的裂缝扩展，并且施工难度相对更低，施工速度更快。在实际应用中，纤维材料也只能延缓裂缝的形成，无法杜绝该现象的发生。

（4）洒布改性乳化沥青粘层。该方法主要采用改性乳化沥青原料，在原路面裂缝处加设玻璃纤维栅格，以此来提高沥青层面的粘结力。施工时需要对水泥路面进行凿毛处理，为沥青层面提供粘结基础，能够有效提升沥青路面的稳定性，因此也成为了当前众多道路改建工程的主要施工工艺[2]。

3 道路加铺沥青面层的施工工艺要求

3.1 处理原有水泥路面

对于部分道路工程而言，其施工建设时间较早，早期道路工程技术的不成熟也导致路面问题众多，无法直接用于铺设沥青层面。因此，相关工程单位在施工前需要对原有的水泥路面进行处理。对于轻微裂缝的路面可以直接进行清理，采用有效的混凝土修补方法进行修复，避免裂缝受到侵蚀进一步扩大。对于断板、沉陷、错台、碎裂等受损严重的路段，需要及时的清理，挖除受损部分，并重现浇筑混凝土路基，保证水泥板层的结构稳定性。在处理过程中，工程单位应当安排专业勘测人员对水泥道路的整体情况进行勘察，采用超声技术和脉冲技术等了解水泥道路内部缺陷问题。通过对隐藏缺陷的及时发现，能够避免在后续施工中对沥青面层造成影响。此外，在原有水泥路面清理完成后，需要将废弃材料进行集中安置，做好路面残渣灰尘的清理，以加铺沥青面层的工艺要求修复浇筑水泥板层，从而为后续施工打下基础。

3.2 防治沥青面层的反射裂缝

反射裂缝是指原本道路中存在的裂缝，受外界影响后逐渐扩大，向上反射到沥青面层，导致沥青面层出现裂缝问题。为减少此类问题的发生，需要针对沥青厚度进行严格控制，正常情况下，应确保沥青面层不小于 10cm。在铺设沥青前，应当对水泥道路裂缝问题做出有效处理，在填缝灌料后铺贴 SBS 防裂卷材，以控制水泥板层的裂缝发展[3]。在沥青材料方面，使用改性乳化沥青能够有效提高裂缝的粘合力，通过设计应力吸收结构也可以有效减少车辆对裂缝造成的压力。通过对玻璃纤维栅格的应用，可以有效提升沥青混凝土的抗拉能力，从而减少水泥裂缝对沥青面层造成的影响。正确设计沥青面层厚度，合理使用沥青材料，不仅能够有效提高沥青路面的稳定性，减少裂缝问题发生，还可以降低沥青面层的渗水系数，减少路面渗水对于水泥板层的影响。

3.3 控制沥青层面的厚度

在水泥道路加铺沥青面层时，施工单位应当明确其厚度变化所产生的影响，通过施工前合理的方案设计，确保沥青层面的施工厚度得到有效控制。对此，相关工程单位需要做好对道路情况和工程环境的调查，在降雨量较多的道路工程中，需要适当增加沥青层面的厚度，在通行车流量较大的路段也需要增加沥青厚度。对于工程单位而言，沥青厚度减少虽然能够节省一定施工成本，但同时也严重影响了工程建设质量，造成后续维护成本的增加，不仅降低了道路工程的安全性，同样也对工程单位带来负面影响。而通过对沥青层面的厚度控制，可以全面提升道路改建后的承载能力和抗冲击能力，由此也为道路工程的长远运行打下坚实基础，使工程质量得到有效保障。除此之外，沥青面层作为道路路面，还需要保证整体的路面平整性，在水泥板层有塌陷的地方需要提升沥青厚度，使其表面保持平整性。通常情况下，沥青面层有两层，低层负责粘合水泥板面，而表层则需要满足车辆通行的抗滑防水功能。在不平整路段施工时，可以适当增加低层沥青的厚度来填平，最低厚度不得小于 5cm，表层沥青厚度不得小于 4cm[4]。

3.4 合理选择沥青层面的材料

在加铺沥青面层施工时，需要严格加强材料方面的管理，相关材料质量也是影响沥青面层施工质量的重要因素。对此，相关工程单位应当重点开展沥青材料的检测工作，针对沥青面层施工所需的沥青、石料和填料进行严格检测，确保材料质量达到施工工艺要求。其中，沥青材料的质量保障尤为重要，应当使用石油沥青和改性沥青作为材料进

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

行施工；石料的选择主要确保其粒径大小合适，能够有效用于工程施工中；填料的选择主要针对其中的杂质问题进行管理，需要确保混合料干燥清洁，没有结块和团粒，以满足工程施工需求。工程单位应当在施工前对用料的配比进行严格管理，根据相应的技术要求合理调制施工用料，必要时可以通过试验测试的方法来检测材料性能，以实现对工程整体质量的保证。

3.5 增强沥青层面的抗渗能力

对于沥青面层施工而言，沥青层面的抗渗能力是工程施工的重要指标，需要全面确保沥青路面的防渗效果达标，以实现过下方水泥板层的保护。在铺设沥青时，首先应当保证其铺设厚度达标，沥青层面的厚度越大，则抗渗能力越强，相关工程单位应当根据实际工程情况和环境条件进行斟酌。与此同时，在接缝问题上，加铺沥青面层如果采用直接面，会导致接缝问题突出，甚至在道路运行使由接缝处出现沥青料脱落的情况，接缝处的防渗能力也会大幅下降。因此，可以采用阶梯法进行接缝，沥青面层主要分为两层，需要将下层沥青的接缝与上层错开，以此来避免水分通过接缝直达水泥板层[5]。在材料方面，增加沥青材料的粘结性能也可以有效提升其抗渗能力，工程单位可以选择在沥青材料中适当加入抗剥落药剂，提高沥青材料的粘结向，以降低沥青材料的渗透系数。

4 水泥路面加铺沥青面层的质量控制措施

4.1 加强材料质量控制

为保证加铺沥青面层的施工质量，工程单位首先应当加强对材料的质量控制力度，避免材料出现问题导致工程建设缺陷。在质量管理工作中，需要对材料采购时的质量进行控制，对采购之后的材料应当进行合理储存，避免材料受环境影响发生质变。相关采购人员在进行施工材料采购时，应当严格按照工程技术标准进行采购，对材料供应商的相关资质进行审核，确保其供应材料的质量达标。在材料进入工地之前，工程单位还需要对其进行抽样检测，通过实验室检测的方式，确保对材料整体质量的有效保证。对于现场材料的保存工作需要科学管理，采用争取的存储方法进行保存，安排相关人员对现场进行巡查，避免出现材料损坏或丢失等问题。此外，施工时还应当对施工人员和施工设备的技术工艺进行要求，确保能够有效处理材料，使其按照工艺标准用于现场施工。

4.2 加强施工现场管理

公路工程往往有着较长的施工周期，其面对的施工环境也相对复杂，尤其是在公路改建过程中，对整体施工质量造成影响的因素众多。相关工程单位需要全面提升现场管理力度，保证现场施工的有序性，合理开展原路面处理工作，在正确制定施工方案的前提下，严格要求各施工环节按照方案执行。在施工现场管理时，需要做好对周围环境的控制，避免沥青铺设受到杂物灰尘影响。与此同时，相关工程单位应当加强质量控制意识，结合工程质量管理需求，对施工质量管理制度进行不断完善。以此为基础，开展高效的质量管理工作，确保相关质量控制措施能够全面落实。对于技术要求较高的施工环节，应当根据施工要求安排能力较强与技术经验丰富的人员进行施工，确保施工人员对加铺沥青面层施工工艺充分了解，以此来保证整体的施工效果。

4.3 加强施工技术管理

对于公路改建工程而言，加铺沥青面层有着严格的技术要求，相关技术管理工作也是工程质量控制的重要内容。因此，施工单位在进行沥青铺设时，也需要重点加强对施工人员和施工设备的技术管理。在施工人员方面，需要做好有效技术普及，使其能够明确具体的技术操作步骤，以保证相关工艺技术的有效落实。在施工设备方面，应当按照工程施工的技术标准，选择对应规格的机械设备，从而确保沥青铺设工作的有效开展。与此同时，相关人员在操作设备时也需要具备足够的技术经验，保证施工效果能够达到工艺要求。在沥青面压实过程中需要合理调整，应合理选择压路机类型，普通路段压实度 96-98%及以上，山路大纵坡路段压实度取下限。施工过程中，工程单位还应当技术人员需要对各环节施工工艺进行验收，以此来实现全面的质量控制效果。

5 结语

加铺沥青作为道路改建工程的重要施工内容，通过对施工工艺和施工质量的有效控制，能够全面提升道路结构强度，保证其稳定运行。相关工程单位应当明确加铺沥青施工的工艺流程，做好严格的质量控制措施，确保工程整体施工效果的不断提升。

[参考文献]

[1]朱琼,吴尧珍.水泥路面加铺沥青面层施工技术[J].交通世界,2021(32):109-110.
[2]刘晨,徐昊.国道旧水泥路面加铺沥青面层施工技术[J].黑龙江交通科技,2021,44(10):243-244.
[3]王国利.水泥路面加铺沥青面层施工技术研究[J].四川建材,2021,47(5):150-151.
[4]高峰,廖伟坚.水泥路面加铺沥青面层的施工技术分析[J].运输经理世界,2021(7):133-134.
[5]王元有.水泥路面施工中沥青面层加铺工艺研究[J].西部交通科技,2020(7):12-14.

作者简介：张岳（1996.5-），女，毕业于南京林业大学，所学专业城乡规划，当前就职于南京市老山林场有限公司，职务工程管理，职称为助理城乡规划师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

九度区乌兹别克斯坦某银行超高层高标号混凝土工程综合应用技术

陈秋晨
上海建工五建集团有限公司，上海 200063

[摘要]乌兹别克某银行办公总部项目建设地点位于乌兹别克斯坦共和国塔什干市塔什干新城 6 号地块，该地块建设包括超高层办公楼及中央地下停车场。总建筑面积 22 万 m^2，塔楼最高 33 层，达 147m，混凝土最高强度等级为 C60。根据本项目地勘报告，设计采用了中国规范的抗震设防烈度 9 度，基本地震加速度值为 0.40g，设防地震分组为第三组，抗震要求极高。而因乌兹当地抗震规范无法适用现代化超高层建筑设计、施工的要求，故本项目按约在乌兹别克斯坦当地规范基础上，围绕中国国内的设计、施工规范进行深化。

[关键词]9 度抗震区；超高层结构；高标号混凝土；施工综合技术
DOI：10.33142/ec.v5i12.7275　　中图分类号：TU352.1　　文献标识码：A

Comprehensive Application Technology of Super High-rise High Grade Concrete Project of a Bank in Uzbekistan in Jiudu District

CHEN Qiuchen
Shanghai Construction No. 5 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200063, China

Abstract: The construction site of the office headquarters project of a bank in Uzbekistan is located in Plot 6, Tashkent New City, Tashkent City, the Republic of Uzbekistan. The construction of this plot includes super high-rise office building and central underground parking lot. The total building area is 220,000 m2, the tower has a maximum of 33 floors, reaching 147m, and the maximum strength grade of concrete is C60. According to the geological survey report of this project, the seismic fortification intensity of 9 degrees specified in the Chinese code is adopted in the design, the basic seismic acceleration value is 0.40g, and the fortification earthquake is grouped into the third group, with extremely high seismic requirements. Since the local seismic code of Uzbekistan cannot apply to the design and construction requirements of modern super high-rise buildings, the project is deepened based on the local codes of Uzbekistan and around the domestic design and construction codes of China.

Keywords: 9 degree seismic zone; super high-rise structure; high grade concrete; comprehensive construction technology

1 项目基本信息

1.1 结构概况

建筑层数：26 层、33 层

结构高度（室外至大屋面）：115.60m、147.10m

1.2 当地高标号混凝土工程施工难点

本项目结构形式为钢筋混凝土框架核心筒结构，核心筒剪力墙、柱的混凝土强度等级最高为 C60，抗震设防烈度为九度。根据当地情况，结合国内类似工程经验，本工程高标号混凝土施工难点主要包括以下几点：

（1）粉料缺失，混凝土稳定性较差

经调研，乌兹别克斯坦当地的商品混凝土等级普遍为 B30～B45，由于当地没有生产粉煤灰与矿粉的需求及条件，

表 1　混凝土强度等级分布

楼层 / 强度等级 / 构件	工业建设银行塔楼				ASAKA 塔楼				ALOQA 塔楼			裙房	纯地下室
	地下底板～首层	首层～19 层	19 层～29 层	29 层～屋顶层	地下底板～首层	首层～11 层	11 层～屋顶层	地下底板～首层	首层～15 层	15 层～屋顶层	地下底板～首层	首层～屋顶层	地下底板～首层
剪力墙（筒体）、柱	C60	C60	C50	C40	C60	C60	C50	C60	C60	C50	C40	C35	C35
楼层梁、板	C35	C35	C35	C35	C35	C35	C35	C35	C35	C35	C35	C35	C35
其他构件	基础底（梁）板：塔楼下 C40，塔楼外 C35（以塔楼周边后浇带为界），抗渗等级 P8；地下室外墙 C35，抗渗等级 P6；基础垫层:C15												
	连梁：同楼层与之相连墙的混凝土强度等级												
	楼梯梁、板：同楼层梁板的混凝土强度等级												
	水池、水箱：C35												
	构造柱、圈梁、压砖槛、过梁等：C25												

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

且骨料、砂石与国内均有差异，故混凝土原材配比也与国内差异较大，因此商品混凝土的稳定性也较差。

（2）施工条件有限，不利混凝土浇筑、泵送、养护

由于乌兹别克斯坦属严重干旱的大陆性气候。最冷时，地面最低温度可达零下 30℃；最热时，地面最高温度可达 44℃，根据施工计划及工期安排，本工程高标号混凝土的浇筑、养护将不可避免的遇到极热、极寒温度的挑战，施工条件较为恶劣。

另外，由于当地的固定泵机械、泵管及相关操作人员都无法满足高标号混凝土施工需要，且当地的商品混凝土无法满足高标号混凝土要求（C60 等级），需通过对当地高标号混凝土原材料、配合比的研究与优化，保证极寒、极热温度下高标号混凝土浇筑、泵送、养护。且本工程抗震设防烈度为九度，对混凝土浇筑的施工技术也要求较高。

2 主要施工技术

2.1 高标号混凝土配合比试验与优化

通过对乌国当地有资质的混凝土公司的调研，对当地规模最大的商品砼公司提供的水泥、骨料、砂石、外加剂等进行试验。

（1）胶凝材料与骨料试验

表 2 硅酸盐水泥 500D0 试验性能表

试件简介：硅酸盐水泥 500 D0					
试验、分包：未做					
试验仪器与工具					
试验仪器设备与工具		编号与签发日期			
干燥箱 UTD-1300		696/09t 12.06.2020			
秤		3725 01.06.2020			
秒表		346/06 28.01.2020			
维卡仪（测定水泥浆稠度和凝结时间的仪器）		064 29.01.2020			
筛		553 05.02.2020			
试验结果					
序号	测试项目	试验方法相关规范与标准	参数值		是否满足要求
			规范要求	实际测试	
1	初凝时间，min	GOST 310.3-76P2.2	＞45	2h27min	满足
2	终凝时间，h	GOST 310.3-76P2.2	＜10	3h13min	满足
3	标准稠度（%）	GOST 310.3-76P1.2	无严格规定	26.8	
4	磨碎细度筛余量 008（%）	GOST 310.3-76P1.2	＜15	0	满足

通过试验可知：

①硅酸盐水泥 500 D0 满足 GOST10178-85《硅酸盐水泥与矿渣硅酸盐水泥技术规程》。测定标准稠度与出厂证标准稠度不一致，导致减水剂或水泥掺量的增加。

②细骨料属于 2 级粗砂，>5mm 颗粒含量不符合 GOST31424-2010《硬质岩石骨料技术规程》的要求。配制混凝土时，应按照 GOST27006《混凝土配合比》的要求进行调整，颗粒大于 5mm 的骨料作为粗骨，因此，需要减少粗骨料和增加细骨料的用量。

③粗骨料经复核检验，各指标结果符合中国标准，故不做赘述。

（2）机制砂试验

表 4 机制砂 试验性能表

序号	检测项目		2 区标准值（%）	检测结果（%）	单项判定
1	颗粒级配（累计筛余%）	方孔筛，4.75mm	10～0	14.5	不合格
		方孔筛，2.36mm	25～0	37.4	不合格
		方孔筛，1.18mm	50～10	48.0	合格
		方孔筛，600um	70～41	56.8	合格
		方孔筛，300um	92～70	69.5	不合格
		方孔筛，150um	94～80	90.0	合格
		颗粒级配区	1、2、3 区	2 区	合格
		细度模数	-------	2.7	合格
2	含泥量，%		---	---	---
3	亚甲蓝，%	MB＜1.4（合格）	≤10.0	---	----
		MB≥1.4（不合格）	石粉含量≤3.0	亚甲蓝 1.4	石粉含量 4.2%（不合格）
4	坚固性	质量损失（硫酸钠溶液法），%	≤8	---	---
5	表观密度，kg/m3		≧2500	2670	合格
6	堆积密度，kg/m3		≧1400	1553	合格
7	紧密密度，kg/m3		---	1784	---
8	氯离子含量（%）		≤0.01%	0.0017%	合格

通过试验可知，当地的机制砂粒径小，石子存在单一级配粒径现象多。

（3）配合比优化措施

①提高并控制总胶比重，减少砂石料用量，保证和易性。水泥+粉煤灰用量控制在 550-560KG/m3，（超高泵送时可适当提高至 600KG 左右）。

②控制实际用水量，由于当地砂石原材的含水率较高，实际用水量需要扣除含水率，用水量控制在 170KG/m3 左右。

③增加外加剂用量（巴斯夫），从国内试验和当地混凝土视频目测，外加剂用量不足，建议用量 1.7-1.8KG/m3（不少于 1.6KG）。

④控制原材料稳定性，当地的机制砂粒径小于 3.15mm，石子存在单一级配粒径现象多，用于高标号混凝土的原材尽量经过专门筛选后定料专供，提高稳定性。

⑤与当地搅拌站沟通并按国内优化配合比试配，混凝土

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 3 细骨料 试验性

试件简介：细骨料（硬质岩石）						
试验、分包：未做						
试验仪器与工具						
试验仪器设备与工具			编号与签发日期			
干燥箱 UTD-1300			696/09t 12.06.2020			
筛			3005 09.06.2020			
秤			3725 01.06.2020			
试验结果						
序号	测试项目	试验方法相关规范与标准	参数值			是否满足要求
			规范要求二级粗砂		实际测试	
1	颗粒成分与细度模数	GOST 8735-88 P3.4	细度模数	2.5-3.0	2.6	满足
			筛余量 N063，质量百分比（+-5%）	45-65	46	满足
			＞10mm	＜2%按质量	0	满足
			＞5mm	＜12%按质量	19	不满足
			＜0.16mm	＜15%按质量	7	满足
2	含泥量、含泥块量	GOST 8735-88	含泥量＜10%（质量）		1	满足
			含泥块＜2%（质量）		0	满足
3	含水量，%	GOST 8735-88 P10.3	无规定		10.3	
4	未经过 5mm 过筛 天然含水量表观 密度，kg/m³	GOST 8735-88 P9.1	无规定		1645	

的扩展度控制在 600mm±50mm，不能仅单从坍落度来控制。

⑥后续可通过再提高砂率作为极限措施备用。

⑦通过与国内相关材料公司开展的混凝土原材与配比试验，为当地高标号混凝土在本项目的使用提供技术支持，并提供了相关配合比建议，参考下表：

表 5 C55(D)机制砂混凝土生产配合比参考(坍落度：200±20 mm)

原材料	水	水泥	粉煤灰	机制砂(2.7)含水率(8.5%)	砂(2.1)	碎石	外加剂棕色(1.6%)
规格	自来水	D500	II 级	粗砂	细砂	5-20mm	巴斯夫
生产配合比	89	530	0	951	0	870	8.48
备注	建议：有条件的情况下总胶≥550Kg/m³（总胶=水泥+矿粉+粉煤灰），坍落度：200mm±20mm，扩展度：≥500mm*500mm。						

2.2 9 度区超高层高标号混凝土施工技术优化

（1）9 度抗震设防区的混凝土浇筑施工方法与其他低级别抗震设防区不同，首先对柱（竖向构件）模板支撑进行验收、校正复核，浇注高度为梁下口 20～30mm，待柱（竖向构件）混凝土达到规定强度后，再进行梁、板支模并验收、校正。其次，在梁、板混凝土浇筑施工前，应提前清理新旧混凝土接茬处水泥浮浆和松动石子，用水和铁刷冲洗干净并晾干，再浇一层净水泥浆后才进行梁浇注。同时，在梁、柱节点区域，由于含钢量大，混凝土浇注的质量控制难度较大，因此混凝土粗骨料粒径受限制，采用细石砼才能满足要求，并在节点位置加强捣实。否则，柱的混凝土会由于梁柱节点钢筋过密而无法正常浇注，故其施工组织因尽量规避此点。

（2）需在施工前，进一步排查现有固定泵性能指标，建议配置使用双发动机固定泵。

（3）高标号混凝土的固定泵甭管口径建议由 125mm 增至 150mm。固定泵的管路泵送压力值建议配置为 50Mpa。

（5）由于当地的固定泵操作工能力和熟练度均有限，建议配置国内有丰富施工经验的工人进行操作。

（6）当遇到极寒、极热天气时，需提前配置相关养护设施。混凝土浇筑气温低于 0℃以下甚至极寒时，做好相应的保温措施，在混凝土浇筑前准备好加热机，并于浇筑施工开始前提前预热，保证楼板浇筑不会因为温度过低出现质量、安全问题。在楼板面收光后及时覆盖毛毯，以确保混凝土质量。当日气温低于 5℃时，不得浇水。在炎夏，当正式浇捣施工之前，需做好劳动力安排、物资及设备的准备工作，且由于当地夏季干旱酷热，应主动避让中午时段高温气候，又因昼长夜短，为保证连续浇筑工作，尽量将浇筑时间安排在温度较低的日落之后，同时也能避开当地下班晚高峰，保证混凝土搅拌车能及时、连续供应混凝土，为混凝土浇筑工作顺利进行打下基础。提前做好

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

降温措施，对原材料进行降温处理，对施工层的钢筋、模板排架、新老混凝土接茬部位适当洒水降温。根据现场实操情况，在夏季通宵完成施工混凝土浇筑后，立即对浇筑完成部位进行养护，通过洒水、铺设塑料薄膜等方式，阻止水分蒸发，保证混凝土水化充分及防止干缩裂缝。

（7）进入超高层泵送后，润管和冲管的措施也需要注意，润管由砂浆改为净浆，冲管需要由上至下进行冲洗。

3 结语

随着“一带一路”建设的深入推进，近年来进入乌兹别克斯坦的中国施工企也越来越多，在这崭新的建筑市场和环境，面对语言障碍和不同的建筑材料、施工工艺、验收标准等，如何将中国设计、中国标准、中国施工引入乌兹别克新坦，显得尤为重要。本文以乌兹别克斯坦某银行超高层项目为例，以项目高标号混凝土施工过程中的主要配合比控制要点、综合施工技术为其他同类项目的实施作参考。同时，也为当地九度区的超高层高标号混凝土的应用和施工提供了有力的支撑，经当地监理公司全过程见证，并附带试验结果，获得了当地业主的认可，也为后续工作的开展夯实了基础，为“一带一路”建设做出应有的贡献。

[参考文献]

[1]中国建筑工业出版社.建筑工程抗震设防分类标准[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.

[2]建筑标准与规范.KMK 2.01.03-19 地震区建设[S].乌兹别克斯坦共和国国家建筑工程委员会--塔什干,2019:1-2.

[3]闫锋,花炳灿.九度区乌兹别克斯坦某银行超高层结构设计[J].《建筑钢结构进展》,2020(4):56.

[4]熊梅.9 度抗震设防烈度地区建筑施工的差异分析[J].西昌学院学报(自然科学版),2009(1):78.

作者简介：陈秋晨（1987.8-），男，毕业院校：上海应用技术学院；所学专业：土木工程，当前就职单位：上海建工五建集团有限公司第二工程公司，职务：技术工艺科副科长，职称级别：工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅析化工工程施工安全管理

王 丹
青岛西海岸新区第二中医医院，山东 青岛 266400

[摘要]科技进步、社会发展，每个行业在智能化时代都在快速发展，化工行业同样有着巨大进步，社会大众开始关注化工行业。到那时同其他类型行业相比，化工行业存在一定危险性，并且随着各类安全事件频繁发生，化工行业逐渐成为高危行业，正是基于此原因，我们应该更应该高度关注化工行业安全问题。人们经常将化工工程同易燃易爆等危险因素相关联，安全管理必须要加速推进。一旦在工程中埋线安全隐患，引发事故就会直接威胁人们财产和生命安全，事故危害难以估量。所以，国家、社会和企业应高度重视安全问题。文中针对化工工程安全管理展开详细分析，针对未来发展提出相关安全建设措施，希望给同行带来一些可参考的经验。

[关键词]化工工程；化工业；施工安全管理
DOI：10.33142/ec.v5i12.7267 中图分类号：F203.9 文献标识码：A

Brief Analysis of Construction Safety Management of Chemical Engineering

WANG Dan
Qingdao West Coast New Area Second Hospital of Traditional Chinese Medicine, Qingdao, Shandong, 266400, China

Abstract: With the progress of science and technology and social development, each industry is developing rapidly in the intelligent era, and the chemical industry has also made great progress. The public has begun to pay attention to the chemical industry. At that time, compared with other types of industries, the chemical industry has certain risks. With the frequent occurrence of various safety incidents, the chemical industry has gradually become a high-risk industry. For this reason, we should pay more attention to the safety problems of the chemical industry. People often associate chemical engineering with flammable and explosive risk factors, and safety management must be accelerated. Once the potential safety hazard is buried in the project, the accident will directly threaten people's property and life safety, and the accident harm is difficult to estimate. Therefore, the state, society and enterprises should attach great importance to safety issues. In this paper, the safety management of chemical engineering is analyzed in detail, and relevant safety construction measures are proposed for future development, hoping to bring some referential experience to peers.

Keywords: chemical engineering; chemical industry; construction safety management

化工行业作为经济发展中必不可少的一环，是检验国家科技和经济水平的重要标准之一。化工工程危险性大且科技含量高，需要涉及很多方面，在具体施工中，安全管理成为首要关注因素。科学的安全管理体系，安全可靠的管理方案是确保化工施工有序进行的关键。在化工工程施工期间，如何掌控工程危险性，实现最大化安全性能，是化工行业发展期间必须要解决的关键问题。

1 化工工程施工特性

1.1 大规模，高投资

化工工程包含众多建设环节，很多环节建设都需要大型设备参与，烦琐的程序导致工程建筑需要投入大量资金且规模庞大。外界干扰因素较多，复杂生产工艺，工程建设管理需要严格要求。因为前期需要投入资金量较大，短时间内很难完成资金回流，为了缩减成本，很多化工工程前期建设中会出现偷工减料行为，最后致使工程存在巨大安全隐患，不仅威胁正常生产，而且还会影响到地方经济秩序平稳性。所以，在工程建设前期，设计方应认真做好预算，绝不能盲目投资，致使出现烂尾工程或污染性工程，要绿色环保和资源节约相结合。

1.2 技术含量高，更新迅速

化工工程发展需要高新技术支持，很多大型化工设备的操作需要专业技术指导。化工工程本身脱胎于科技发展，而随着技术更新，化学技术的进步，各项技术难题的解决以及行业创新性发展，化工工程发展也在持续加速。因为化工工程需要使用特殊材料和精密仪器，在施工期间，需要施工方具备高度精确的安全操作，而且随着时代发展，要定时更新检验标准，通过技术引进提高化工工程科技含量，吸取专业经验，完成创新发展目标。

1.3 施工难度大

化工工程覆盖众多领域，从施工前期和后期管理需要复杂专业知识。管道铺设、防腐涂料选择等，工程整体规模庞大，因此需要多个专业施工团队共同完成工程建设。而一旦协作完成，必然涉及安全管理、各方协调、质量监督等工作，庞大的工作量必然加大施工难度，因此合理调整施工环节，降低施工难度，确保施工质量符合标准。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 化工工程施工安全管理的重要性

化工工程建设是一项系统性复杂工程，同时也包含较大危险性。我们应清晰认识到化工工程特性，并在接下来工程施工安全管理中做好安全管理。要想保障工程安全性，各个环节施工人员都要具备安全生产意识。

2.1 化工工程施工安全管理顺应现代化生产的基本要求

社会主义科学发展观引领下，国内各行各业奋力前进。很多行业受到社会转型升级影响，化工行业同样需要进行变革。首先应树立“以人为本”安全观，从上到下贯彻安全理念，任何生产或管理行为都要以人为本，将人员生命财产安全作为基础出发点，从整体出发夯实化工行业安全管理基础，使之满足现代化生产要求。化工工程施工安全非常关键，顺利实现安全生产目标，不仅能推动生产变革，而且还会社会稳定和谐增添助力，所以化工行业从业人员要高度重视安全工作。

2.2 化工工程施工安全管理可以促进化工企业的经济发展

在实现化工工程安全管理目标的道路上，每个从业人员都应该做好职业培养。因为，企业中人才是核心劳动力，做好人才培养，提升所有化工从业人员安全意识，并意识到自身工作重要意义，可以帮助企业从根本上增强安全施工和安全管理能力。从业人员夯实强有力安全意识后，还需要针对其技术水平开展一系列培训。这样做一方面可以帮助企业降低生产风险，另一方面可以让企业依靠管理控制成本，增强工作效率，提升企业整体竞争力。同时，在安全意识加较硬的技术能力还可以帮助企业增强综合水平，提升经济效益[1]。

3 化工工程施工过程中涉及的安全管理问题

3.1 设备繁多

化工工程建设中需要很多种类的机械设备，每台设备安装都有着严格标准。在实际操作中，如果对设备安全流程不熟悉，极易出现错误安装现象，不仅损害设备性能，还会影响工程施工进度。每天化工设备资金投入较大，如果在安装期间无视特殊设备状况，不了解设备功能、注意事项等，不仅会损失大量资金，还会引起安全事故。为杜绝此类现象再次出现，施工人员应深入施工现场，首先要详细了解设备性能，然后按照标准施工安装，避免因盲目施工出现损害。对于部分施工人员不熟悉或不认识的设备，应立即联系厂家，依靠厂家技术指导尽快掌握设备安装流程、使用方法。

3.2 安全管理意识薄弱

如今市场竞争风云变幻，在竞争中出现大量建设施工相关问题。招标期间出现的问题主要是压价，虽然压价能够给施工单位在招标期间带来部分竞争优势，但在实际施工期间也容易出现因为资金短缺而引起的器材短缺或设备缺失问题，更加严重的还是会出现质量安全问题。化工工程施工牵涉大量安全管理环节。不过因为施工人员安全意识不足，从施工前期就开始忽略安全西街，出现粗放施工现象，进而导致安全事故频繁出现。化工工程本身存在较大危险性，在部分特殊情况下，如果忽视安全施工，不关注西街，不仅会在工程中埋下隐患，而且还会诱发严重的人员或经济损失。作为特殊行业，化工不管是前期还是后期施工中，每个环节都应该严格贯彻安全管理，避免因为施工疏忽引起不可弥补的损失。增强工程项目人员安全意识能较大程度保障工程顺利施工，而且也是建设高质量工程的基本保障。

3.3 前期建设管理不到位

工程前期安全管理是整个工程发展的基本前提。前期安全管理具备较强系统性，安全管理主要包含相关人员安全教育和培训，而且还包含设备、材料、环境的综合管理。工程项目施工期间，因为涉及大量种类工作人员，如果对每个施工人员都采取同样管理方式，必然会影响管理质量，严重时会直接影响到施工现场管理。另外，各种材料和设备的现场管理同样需要做好区分管理，确保这些基本要素管理质量是增强施工质量的保障。

3.4 安全监督过程不完善

建设行业进入新发展时期后竞争更加多样化，在恶性市场竞争影响下，监理单位也会出现安全监督松懈、不完善的状况。监理单位相关工作人员和技术人员自身监管或专业水平不足，导致监管中漏洞百出，在安全监督管理工作上得过且过，漫不经心，执行不到位，致使很多质量安全问题在施工现场频繁出现，施工建设安全状况不断“报警”。很多建立人员并不熟悉项目建设技术规范和相关法律法规，在开展安全监管期间对自身安全监管职责了解不够彻底，致使安全管理行为和结果根本不符合相应标准，而且其错误监管还会给施工单位带来负面引导，影响整个施工过程中相关人员漠视安全管理，让项目施工出现巨大安全隐患，影响工程后续管理和发展[2]。

4 强化化工工程施工安全管理措施

4.1 做好施工前部署

要想提升化工工程整体安全性，管理单位应该在工程前期出台施工安全管理措施，确保每个施工环节安全质量都处在管理之下，保障工程建设平稳性。首先在工程施工前，安全管理人员应进行必要的前期管理。前期安全管理主要是针对材料、机械设备、现场环境等因素开展安全检查、管理等行为。对于整个化工工程施工来说，现场材料管理质量将会直接影响工程造价成本。依靠一系列材料管理措施，确保每个技术人员和工作人员都能够对工程建设有着充分了解，通过分析各类因素，进而设计符合化工工程建设的施工方案和整体规划。施工方还可以根据施工方案计算材料和资金投入，提前做好工程建设准备。以施工周期、施工进度、施工人员数量等因素合理安排设备。施工期间还要针对使用到的相关材料展开科学分析和检查，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

按照施工进度以及施工现场真实状况，合理安排材料进退场时间和数量，另外，还要针对各个施工环节做好抽样检查和进场验收，报检后分类整理材料，合理堆放保存，按照要求登记备案。到场材料需要根据相应标准造册登记，避免材料无故丢失或浪费。对于易受环境影响的建设材料还要做好防护，确保在后续施工中材料性能和质量保持不变。

4.2 施工过程严格把关

首先要依据标准严格考核施工方，建立完善的责任制度，将具体责任落实到个人，并建立相对应的监管体系，确保工程文明施工，建设和谐施工环境。严格控制现场可能出现的各类危险因素，预防为主，增强危险意识。在项目建设期间，要不间断地依靠培训增强施工人员安全意识，从项目实际状况出发，开展安全教育，增强施工人员安全防范能力。严格落实安全管理细则，将防污染、防爆、防火工作放到首位，针对特殊项目必须要交给专业人员管理，避免因管理不当而出现安全事故，另外还要增强监管人员责任意识和执行力，不要出现推脱行为。

4.3 技术探索与落实

化工工程建设需要具备较高技术水平，但掌握这些先进技术的工作人员不足，很多施工环节确保人才支持。在实际施工期间，应该对技术人员进行摸底，确保其掌握核心技术，同时要做好保密工作。项目负责人应立足于化工项目真实状况，选拔专业人员进行技术钻研，确保尽快掌握核心技术，能够严格落实各项技术措施。化工工程安全管理中，专业人员落实技术措施且不泄露核心技术同样非常重要。化工行业核心技术关乎整个化工项目的平稳运行，所以要严格落实技术保护工作，在探索各项技术的同时，积极创新，推动整个化工行业迈向新的台阶[3]。

4.4 防治结合

首先，建设安全管理系统，依靠完善的管理制度加强隐患因素、重点区域安全防护，关键要素重点关注。将所有安全隐患纳入安全管理中，及时解决施工中出现的各类安全问题，严肃处理各类违反安全管理的行为和操作，绝不能麻痹大意。特种作业人员上岗前必须要经过系统学习和严格考核，合格后方可上岗。严肃处理任何不遵循安全管理制度的工作人员，依靠合理的奖惩制度增强员工安全监管意识。其次，保障设备规范使用并严格落实，将安全防护措施落到实处。如果施工中遭遇特殊天气，项目无法开展时，绝不能因为要控制周期而随意开工，将任何侥幸心理扼杀在萌芽。防治结合作为整个化工工程施工的借本手段，在化工工程施工期间应坚持预防为主，治理为辅原则，第一时间处理安全问题，定期排查安全隐患。

4.5 完善安全培训机制

化工工程平稳有序进行的关键是工作人员安全管理意识，它是影响项目建设的核心因素。加大力度培养工作人员安全意识已经成为安全管理核心工作。从项目建设实际情况出发，完善安全培训制度。定期组织一线人员开展安全培训，对其安全操作进行定期审核。岗位不同，安全培训内容也要有所差异。培训人员要认真审核每一名培训人员培训效果，将人人都是安全员的工作理念渗透到培训中，灌输到员工脑海中。增加惩罚力度，严肃考核行为，监督落实到岗位个人。安全培训绝不能形式主义，要落到实处，要让安全培训成为化工工程质量提升的重要保障。

合理利用多渠道资源能提升化工工程施工安全管理效果和作用。实现此目标需要管理者从内部开展安全管理，有效整合各类资源。首先要建立科学监管模式，每个管理部门要给予监管工作一定支持，加大力度建设基础设施，确保每项工可以有序推进。

4.6 实现化工工程施工安全管理工作的多样化、多元化

时代进步，科技飞跃发展的当下，化工工程施工安全管理表现出多元化和的多样化发展态势。过去几年中，传统安全管理模式多为理论讲解，很少有生产与实践操作相结合的管理状况。但是科技进步的当口，工程管理工作同样需要变革，比如借助多媒体渠道，在虚拟技术支撑下展开模拟情景，让每个员工更加深刻认识到安全管理对于工程施工决定性意义。利用这种新型方式，能够让员工直观感受到问题所在，并集思广益解决问题，为后期妥善处理各类突发事件奠定实践基础。

4.7 进一步完善安全生产责任制

完善项目安全生产责任制，企业应根据实际情况开展安全生产知识宣传，要增强培训效果，让每个员工认识到安全重要性的同时，不断增强自身技术水平，打造强有力监督体系。对各类事故成因认真总结，细致摸排施工现场安全隐患。在相关事故基础上总结经验，完善相关制度。设置奖罚机制约束员工不合理行为，调动员工安全施工积极性，增强责任意识。

5 结束语

化工工程施工期间遇到的各类问题都可以得到妥善解决，避免危险积小成大。安全管理模式是整个化工工程建设的重要保障措施，依靠强有力措施落实安全管理措施，认真审核，让工程建设更具稳定性。实际施工中，化工工程应该解决所有难题，严格遵守安全管理制度，将制度落实到具体施工行为上，既可以降低化工工程安全隐患，控制成本，还可以改善化工产业发展模式，帮助化工产业尽快实现现代化改造。

[参考文献]

[1]李顺超.化工工程施工问题及其安全管理探究[J].中国石油和化工标准与质量,2012,33(16):180.
[2]刘佳东,吴峻恺.秦山化工码头工程引堤施工中的几个问题[J].港工技术,2002(2):33-34.
[3]范伟中,戴泉力.浅谈化工安全管理的重要性[J].中国石油和化工标准与质量,2014(1):56.

作者简介：王丹（1987.10-），女，北京工商大学，应用化学专业，青岛西海岸新区第二中医医院，工作人员，中级。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

流水施工技术在建筑工程项目管理中的应用研究

郭浪浪
大元建业集团股份有限公司，河北 沧州 061000

[摘要]伴随我国经济发展的时候，建筑行业的发展也突飞猛进，由于建筑工程管理逐渐向高强度、满负荷、周转率低等特点转变，传统施工思维和项目管理模式已经无法再适应当下的社会发展要求，流水施工技术是新时代的产物，随着时代发展应运而生，有一定的技术先进性和新颖性，在新时代建筑工程管理运用中具有天然优越性。文章主要介绍流水施工技术的基本特征和发展趋势，并进一步阐述其优势特点，最后对如何应用流水施工技术提供一定的可行性建议。
[关键词]建筑工程；项目管理；流水施工技术
DOI：10.33142/ec.v5i12.7251 中图分类号：TU74 文献标识码：A

Research on Application of Flow Construction Technology in Construction Project Management

GUO Langlang
Dayuan Construction Group Co., Ltd., Cangzhou, Hebei, 061000, China

Abstract: With the development of China's economy, the development of the construction industry has also progressed by leaps and bounds. Due to the gradual transformation of construction management to the characteristics of high intensity, full load, and low turnover rate, the traditional construction thinking and project management mode can no longer meet the requirements of the current social development. Flow construction technology is the product of the new era. With the development of the times, it has a certain degree of technological progressiveness and novelty, which has natural advantages in the management and application of construction projects in the new era. This paper mainly introduces the basic characteristics and development trend of flow construction technology, further expounds its advantages and characteristics, and finally provides some feasible suggestions on how to apply flow construction technology.
Keywords: construction engineering; project management; flow construction technology

引言

城市化进程的加速发展和我国科技的突破创新为我国建筑业带来了发展的春天，但其中也面临一定困难，机遇与挑战同在，为了更好地立足于新时代发展浪潮，不被时代洪流所淘汰，甚至进一步做大做强，建筑工程企业应当一马当先，积极开拓进取，改变传统项目管理思维，变革传统项目管理模式，以更积极的姿态抓住时代机遇，在市场中增强市场竞争力，为企业转型升级提供新出路。近年来随着我国科技发生日新月异的新变化，流水施工技术也广受企业青睐，有相关调查研究证明这一技术的应用有利于企业进行项目优化管理，对于缩短工期、简化施工程序以及提高建筑质量具有重要意义，已经成为辅助企业建筑项目管理的有力工具。

1 基本名词解释

1.1 施工流水技术

施工流水技术是一种与工业流水生产相类似的生产方式，流程类似，但又存在一定差异性。在引入技术初期，施工流水技术仅仅被当成简单的生产管理工具，但随着技术进步与企业对技术的深入理解，流水施工技术也在不断发展和完善，并逐渐被企业纳入建筑工程施工管理体系中。这一技术主要指的是企业通过应用这门技术将施工对象以及工作主体，按照一定的时间间隔有序开展工作，最终完成任务。流水施工技术的实践应用需要企业按照标准化流程模式将工程进行施工划分，并合理调动施工人员、妥善安排现场资源设备，通过科学组织管理整体的人力、资源等才能让流水作业与工程施工紧密联系，高效完成施工任务。

1.2 其他施工方式

依次施工。这种方式指的是将工程项目中的施工对象进行细化和拆分，分解为多个施工任务，在遵循工艺要求和安全标准的基础上推动每一个施工对象的开展，环环相扣，以此类推，以至完成整个流水线任务。这一方式在一定时间投入的劳动力与其他设备资源相对减少，能够有效节约成本，施工管理方式较为简单，但却存在一定问题：无法很好地利用进行；施工对于连转轴不停施工无法保证专业质量或施工连续性；各项资源在投入上各有差异，无法实现均衡化。

平行施工。这一方式是通过采用多个专业水平一致、团队模式类似以及人员素质一致的施工队伍在同期完成各自施工对象，最最大程度完成整个工作面，扩大工作范

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

围，以期利用最短时间完成最重任务，缩短工期。但这一模式也存在以下缺点：投入大量人力、物力和设备资源等，操作复杂，需要人为大力干预。

2 流水施工技术的应用优势

2.1 专业

同以往建筑施工方式相比，传统施工技术严重滞后建筑业发展，技术体系分散，技术更新慢，缺乏高度规范化和专业化。而流水施工技术的进驻使得项目施工过程的专业程度与流程化建设明显增强，这一技术充分吸收了工业生产流水线作业的优势，并借助生产流水线的特点和设计思路，将一项复杂又繁复的工程施工进行人为合理安排，将施工进行科学划分，并合理调配施工人员，确保每一位施工人员能够被安排在合理的位置，让每一处施工环节和步骤更加标准化、流程化，让整个工程施工在专业的规范化标准活动中顺利推进，并保证施工对于在技术配合下以高标准、高质量的方式完成任务，让流水施工技术完美衔接每一个施工环节和阶段，推动整个施工过程连续、高效运转，并在专业施工团队的配合下提高施工过程的专业度。

2.2 提高资源利用率

经调查研究发现流水施工技术能大大提高建筑工程的资源利用率。流水施工技术对工作节奏感、工作节拍等尤为重视，并试图通过这一工作节奏与施工人员形成默契配合关系，最终实现对整个施工现场中人员调配、科学设备和技术等统筹管理，实现物尽其用、人尽其位，对每个施工环节进行跟踪定位，最终实现整体资源的优化配置。在施工流水技术引领下的建筑工程能够更好地帮助管理者把控施工管理全局，深入分析施工技术，并结合当前施工现状，在进行全面客观分析后对施工人员进行分类，并研究一套较为全面精细的施工装备比例体系，更好地技术人员与设备进行调配。一般情况下企业建筑工程管理者是根据施工任务与人员安排进行调配，因此在通过应用流水施工技术后能够帮助建筑工程管理者更好地掌控整体资源，并运用科学方法对资源进行分配，以最大限度发挥人力、物力和技术的作用，从而避免浪费工程资源。

2.3 缩短工期

流水施工技术同传统施工技术相比技术优势明显，尤其是在工程周期上。传统项目管理下的工程程序繁复，并呈现出机械化、单一化特点，工程管理者无法对现场工程资源进行全面合理地分配和调控，施工过程中秩序混乱，无法很好地利用资源，同时也难以多线完成不同任务，不能确保多种任务在同一时间内顺利开展，一旦在工程建设过程中出现误差或者突发状况，就使得工程无法如期完成。当流水施工技术应用于建筑工程后，工程管理者可通过大数据掌握整体流程，并深入每个施工环节，在对整体施工情况有全面的了解后对重难点环节进行监督和把控，能够科学合理安排和优化每一道施工工序，对施工人员进行灵活调配，保证在多个项目同时进行的工作环节中能够实行无交叉施工，保持施工秩序，并延伸施工连续性，既不需要打破原来施工技术，还在前面的施工过程的基础上对整个施工环节进行实时追踪，避免突发情况或误差的发生，提高工作效率，使得工期相较以前大大缩短，既节约成本，又提高收益，达到事半功倍的效果。流水施工最大的优势是规范人员操作、科学施工，增质提效。

2.4 提高经济效益

流水施工技术的应用管理能够更好地提高工程效率，以最快的速度获取最多的经济效益。在这一技术实施过程中，工程管理者遵循施工规律与各个工序的差异性将施工过程合理划分为多个任务板块，并让这几个不同板块的任务同期进行，大大节约时间。同时流水施工技术已经发展到较为成熟阶段，能够对各类资源进行合理利用，保证资源不在各个工序中被不断消耗，因提高施工资源的整体利用率，让成本相较以前大幅度降低。

3 流水施工技术的应用

3.1 明确施工技术的对象、技术参数

工程管理者在进行流水技术应用时应当全面了解施工技术的基本情况、每一道施工工序以及影响工程进行和开展的各种因素等，以全面掌握施工进度，避免资源过剩。同时教师要明确施工环节的每一个规范化标准，对每个施工环节时间进行精准把握，严格把控任务时间，从而对工期进行整体有效控制，一般情况下施工单位可结合业主所提出的任务时间结合每个流水技术工艺在进行短时间划分，划分单位通常以周、月或年，以更好地保证完成时间。推动项目开展。流水施工技术的参数主要包含以下三个要素：工艺参数、空间参数和时间参数。这三个参数都是衡量施工技术是否合格的关键衡量指数，其中工艺参数指的是施工在这一技术开展阶段所呈现的状态，又分为施工和流水施工。空间参数与整个工程的工作面和工作段有关，即工程的规模与时间分段，主要辅助工程管理者对空间状态或数据进行分析。时间因素内容众多，主要有流水节拍、步距或施工等，主要辅助管理者对时间状态或数据进行分析。

3.2 明确施工技术的基本方式

流水施工基本方式有全等节拍流水、成倍节拍流水和分别流水三种形式。全等节拍流水是一种步距与节拍一样的施工方式，通常有以下步骤构成：确定施工起点，合理划分施工阶段、由施工内容确定施工工序、确定节拍和步距值、计算总工期、绘制指示图标。成倍节拍流水指的是同一施工过程节拍和步距相等，但不同施工过程则有所不同，其是在节拍之间寻找最大公约数以更好地确定不同团队的施工时间，达到更快施工效果，最大效率提高施工效率。这一过程主要由以下步骤构成：确定施工起点、确定步距和流水值、计算、绘制图标。分别流水施工指的是在各个施工阶段上工程量不相同或者专业差距大的情况下

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

易导致流水节拍不一样，因此企业为了顺利开展工作将工程队最大限度进行对接，以形成连续性比较强的非节奏流水。这三种流水施工方式存在差异性，企业要根据不同情况进行适用或分组搭配，避免施工现场混乱，并尽可能平衡所有阶段的工作量与难度，保证施工对象保持较为一致的工作节拍，保证施工流水技术的最大效用。

3.3 正确划分施工阶段

划分施工阶段是应用流水施工技术的重要内容，是保证流水施工技术正常、高效应用的基础与关键。在划分时，首先应当依照施工时间来对整个施工过程进行粗略划分，定下最基础的划分大体计划。然后，就要对各施工段进行详细划分，也就是按照施工空间来进行划分。在施工工期与施工阶段划分完成之后，需要对各施工工期与阶段进行详细分析，同时结合施工班组与施工要求，来对各施工阶段的实际工程量进 行适度调整。调整时应当充分考虑工程数量、施工人员、流水节拍等因素，尽量保证调整的合理性与有效性。然后在确定各施工阶段的流水节拍与步距时，应当充分考虑到实际施工环境与所选用施工方式。其中需要注意的是无节奏流水施工的流水节拍存在较大的差异性，难以得到固定的流水节拍，需要进行科学的分析、计算与安排。

3.4 加强技术管理，提高人员素质

强化监督管理才能真正实现管理技术的有效发挥，保证项目工程按照高质量高标准方向进行，在施工前期，管理者要针对施工要求、总体进程、客户需要和相关质量标准，做好技术规划路线，在整个流水施工过程中，企业要针对施工过程中的材料寻求、使用以及存储等流程进行实时追踪和监控与并设置相应的管理部门，成立专职人员对施工整体环节和每个细节进行监督，同时设置相应的绩效考核制度，保证施工过程的严肃性，不可儿戏，确保施工工程按照计划和时间顺利开展，甚至提前完成。在流水技术施工后，专职人员与工程管理者要同时对工程进行检测和验收，设实落实施工责任到具体每一个施工人员。并坚持安全至上、质量第一的原则保证工程完美收工。作为新兴管理技术，其应用也需要施工人员和团队的有机配合。如果施工人员没有较高的施工水平和严谨的施工态度，将直接影响施工工程的进展，甚至会出现延期等情况。建筑工程企业要对施工工人人员进行相应的专业培训，并除了相应的知识理论外进行实践知识的学习，以保证施工人员实操技术与理论技巧的提升，保证在各个环节的操作训练中更为熟练与标准，确保施工质量。

4 划分时的考虑因素

在一般情况下工程管理者应当根据实际情况对每个施工阶段进行合理规划和划分，并在进行划分时考虑一下因素：考虑施工整体情况，重点关注施工空间与时间。工程考虑者要对整个施工过程进行整体把握，结合实际施工过程，运用建筑学的专业知识进行划分，同时要根据有些施工队伍流动性强等特点进行细化，对于分工数量与分工阶段不应该太复杂或过于简单，保证科学合理，如果数量太多或过于简单往往会耗费更大的精力与时间进行协调分工，反而加重施工负担，干扰工程整体进展与管理，影响施工进度，在安排过程中应当尽量考虑时间和流水空间的间距，当有倍数情况出现时最佳，使得整个工程效率提高。同时在施工过程中也不可太过于保守或太急躁，应根据现场实际施工情况与设备维护措施进行养护，要预留一定的时间以防突发情况或重新对施工工程重新安排，对于房屋结构、标准层施工等，建议采用一定的严格数量控制，尽量将施工段数量控制在施工专业数量以下，保证工程连续性。

5 结语

流水施工技术与传统的施工技术存 在极大的差异性，其主要不同在于依据 施工阶段与施工层次来规划和完成建筑施工工程项目，努力改进施工工序中不协调的地方，以适应现代社会建筑工程 追求效率的要求。运用流水施工技术，可以科学、合理的配备与安排施工人员、机械、资金和各项施工投入。此外，依据一定的施工顺序逐步完成每个施工阶段与施工层次的任务，提高劳动效率，提升劳动熟练程度，为建筑工程的现代化管理提供一种重要渠道。

[参考文献]

[1]杨亮亮.论建筑工程施工管理中运用流水施工技术[J].住宅与房地产,2016(9):191.
[2]刘瑛.建筑工程项目管理中流水施工技术应用分析[J].技术与市场,2017,24(12):268-270.
[3]杨博.流水施工技术在建筑工程项目管理中的应用[J].工程技术:文摘版,2017(9):160.

作者简介：郭浪浪（1994.4-），毕业于：北京交通大学海滨学院，当前就职于：大元建业集团股份有限公司华东工程局，职务：技术员，职称级别：初级职称。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈房屋建筑工程室内防水施工技术应用

赵李洋
北京正宇恒通建设工程有限公司，北京 100195

[摘要]现今，在中国社会主义市场经济高质量发展的背景下，居民生活水平不断提高，商品住宅的建造数量不断增长。在房屋建筑工程中，室内防水主要在厕浴间等部位应用，而在上述部位中，普遍存在因防水施工质量不符合要求而产生的渗漏问题，轻者会对房屋建筑的适用性和耐久性造成影响，重则会对房屋造成较大的破坏，甚至危害着用户的生命财产安全，通过分析不难发现，渗漏的原因主要在于防水施工技术应用不成熟、细部处理不到位等。文中结合室内厕浴间的防水施工论述了室内防水施工的材料类型及特点、通用技术、防水构造，针对性的提出施工要点，明确施工中需注意的事项。
[关键词]房屋建筑；室内防水；防水构造；施工要点
DOI：10.33142/ec.v5i12.7256 中图分类号：TU2 文献标识码：A

Brief Discussion on Application of Indoor Waterproof Construction Technology in Building Construction Engineering

ZHAO Liyang
Beijing Zhengyu Hengtong Construction Engineering Co., Ltd., Beijing, 100195, China

Abstract: Nowadays, under the background of high-quality development of China's socialist market economy, the living standard of residents is constantly improving, and the number of commercial residential buildings is growing. In the housing construction project, indoor waterproofing is mainly used in the toilet and bathroom, and in the above parts, there is a common problem of leakage caused by the unqualified waterproof construction quality, which may affect the applicability and durability of the housing construction, or cause great damage to the house, or even endanger the safety of users' lives and property. It is easy to find through analysis that, The leakage is mainly caused by the immature application of waterproof construction technology and inadequate detail treatment. Combined with the waterproof construction of indoor toilet and bathroom, this paper discusses the material type and characteristics, general technology, waterproof structure of indoor waterproof construction, puts forward the construction key points, and clarifies the matters needing attention in the construction.
Keywords: housing construction; indoor waterproof; waterproof structure; key points of construction

引言

室内防水施工技术是房屋建筑工程施工技术的重要组成部分，而防水施工对保证房屋建筑使用功能和寿命具有重要的作用，其质量合格与否是衡量房屋建筑施工质量的重要指标之一，而厕浴间的渗漏既影响房屋建筑的使用功能和寿命，又给人民生活带来许多不便，因此必须严格控制防水施工的每一道工艺流程，才能从根本上防止渗漏现象出现。

1 室内防水工程施工特点

房屋建筑工程中的室内防水工程作为室内装修隐蔽工程的关键节点，在标准规范中有严格的施工工序和质量要求。防水施工质量和房屋整体质量是局部与整体的关系，因此保证室内防水施工质量极其重要。室内防水工程施工主要在厕浴间，因此要编制严谨的施工方案，考虑多种施工因素，提高防水施工质量。

从作业环境来看，室内防水施工条件相对较好，因为室内的环境相对稳定，不会受到外界自然环境的侵扰，所承受的水量及压力非常小，仅仅是浸泡的情况；从施工材料来看，所用施工材料一般采用涂抹防水，相比卷材防水而言施工更加绿色安全环保，没有火灾危险，无毒无味，无污染，操作简单方便，施工快捷。

从施工工艺来看，室内防水施工工序复杂繁多，施工质量要求高，一环扣一环，只要有一环出现问题，整体的防水质量将难以保证，对基层、细部处理等部位都有严格的要求，需要从人员、材料、方法等方面全面把控。总的来说，室内防水工程是保障房屋建筑耐久性的关键点和难点，为保证防水施工质量，一定要按照施工工艺要求进行施工，才能防止渗漏现象出现。

2 室内防水材料的类型及特点

2.1 室内防水材料的类型

目前来说，市面上适用于厕浴间等位置的防水材料品种有许多，主要有聚氨酯防水涂料、聚合物水泥防水涂料、聚合物乳液防水涂料和渗透结晶型防水涂料等。其中单组分环保型聚氨酯防水涂料适用于防水层的迎水面，分为Ⅰ型和Ⅱ型两种型号，其中Ⅰ型为水平型，适用于水平面防水施工；Ⅱ型为垂直型，适用于非水平面的防水施工[2]。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.2 聚氨酯防水涂料的特点

单组份环保型聚氨酯防水涂料最适合用于室内，特别是厕浴间的防水，其具有如下特点：

（1）现场即开即用，施工方便，维修简单，施工周期短。

（2）拉伸强度高，延伸率高，弹性好、耐高温和低温性能好，对基层收缩和开裂变形的适应性强。

（3）一次涂刷可达 1-3mm 厚、涂膜密实，无气泡，粘结力强，在符合要求的基层上不需要涂刷基层处理剂。

（4）耐化学腐蚀、耐老化、耐霉变、耐水性、不透水性好。

（5）颜色可根据需要调整，可满足不同客户对表面色彩的人性化要求，材料还具有美化和保温的功能。

（6）材料成分中没有对环境和人体有害的化学物质，不释放甲醛，没有刺激性气味，符合绿色建筑的要求。

（7）对基面含水量要求不苛刻，可在较潮湿的基面上施工，也可在相对湿较大的条件下施工，适用于厕浴间和屋面、地下室、蓄水池、墙面的防水。

2.3 聚氨酯防水涂料的物理性能

表 1 单组分聚氨酯防水涂料物理性能

序号	检测项目		指标	
			I	II
1	拉伸强度/MPa	≥	1.90	2.45
2	浸水 168h 后拉伸强度/MPa	≥	1.7	
3	断裂伸长率/%	≥	550	150
4	浸水 168h 后断裂伸长率/%	≥	400	
5	撕裂强度/（N/mm）	≥	12	14
6	低温弯折性/℃	≤	-40	
7	耐水性/%(材料浸水 168h 后取出擦干即进行试验，其粘结强度和抗渗性保持率)	≥	80	
8	不透水性 0.3MPa 120min		不透水	
9	固体含量/%	≥	80	
10	表干时间/h	≤	12	
11	实干时间/h	≤	24	
12	加热伸缩率/%	≤	+1.0	
		≥	-4.0	
13	潮湿基面粘接强度/MPa	≥	0.5	
14	定伸时老化	加热老化	无裂纹五边形	
15	碱处理	伸长强度保持率/%	60～150	
		断裂伸长率/%	500	400
		低温弯折性/℃	-35	

3 室内防水施工通用技术

实践中，要具体问题具体分析，针对不同构造的厕浴间编制指导具体施工的防水方案，按照规范工序进行施工，可以通过先做好立墙后做地面的方式加强室内防水施工质量，在具体的施工中，要使用安全环保无毒的施工材料，在充分保证施工人员安全和用户健康的条件下进行有效的防水施工。

在室内防水施工上要注意施工的工艺流程，正确的施工，才能够有效的保证防水施工质量。在使用涂膜防水的过程中，涂膜防水层容易有气泡出现，或者产生防水层空鼓的现象，这往往是因为防水施工前没有对基层表面进行彻底的清理或防水涂料使用不均匀。在容易产生渗漏问题的部位要增加附加措施，在防水涂膜做好之后，一定要对施工成品进行试验，向地面面层蓄水，并观察是否存在渗漏的现象，以此保证防水施工的质量。如果地面出现排水不畅的现象，很可能是设计失误，或者是没有按照设计要求的坡度和坡向施工，对于这种情况应该及时补救，以免造成积水和倒泛水。对地面基层做防水施工之前应进行严格检查和设计，这样可以避免很多问题的发生，在一定程度上保证室内防水施工质量，进而提高房屋建筑耐久性[3]。

4 厕浴间的防水构造

厕浴间楼地面的结构构造由下至上如下图所示：

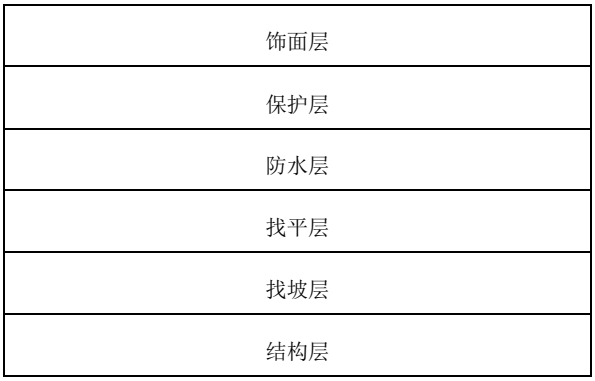


图 1 厕浴间楼地面的结构构造

4.1 楼地面结构层

新建商品住宅厕浴间的楼地面结构层设计上多采用钢筋混凝土整体现浇板，老旧小区的厕浴间楼地面结构层多为钢筋混凝土预制板，为防止楼地面可能的积水通过墙根部渗透，一般在厕浴间四周除门洞外的墙身部位整体浇筑高度不小于 150mm 的混凝土坎台，坎台的宽度应与墙宽相同。

4.2 找坡层

为避免厕浴间楼地面积水，要求厕浴间地面设计标高应低于厕浴间外地面标高 20mm 以上。地面设置不小于 2% 的排水坡度，坡向地漏。为防止积水和倒泛水的出现，应按照设计给定的排水坡度施工，保证排水坡向正确。

4.3 找平层

厕浴间地面找平层采用水泥砂浆，水泥砂浆的配合比为 1:2.5-1:3，厚度一般为 20-30mm，要求坚实无空鼓，不得有酥松、起砂和起皮现象，表面抹平、压光。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

4.4 套管管根

管根孔洞在立管定位后，楼板四周缝隙用提高一个抗渗等级的膨胀混凝土填充。管根做半径 10mm 圆弧，管根与找平层之间应留凹槽，槽深 10mm、宽 20mm，凹槽内嵌填密封膏，管根平面与管根周围立面转角处应用防水涂料涂刮一遍做附加层处理。

4.5 地漏

地漏管根与混凝土之间应留凹槽，槽深 10mm、宽 20mm，凹槽内嵌填密封膏，以地漏为圆心，半径 50mm 范围内排水坡度不小于%5 且坡向地漏内，平面与地漏管根及周围立面转角处应用防水涂料做附加层处理，防水收头应涂刮至地漏管体内。

4.6 阴阳角

厕浴间的阴阳角为防水施工关键部位，为保证防水施工质量，将阳角应打磨成 10mm×10mm 的圆角或钝角，阴角采用 1:2.5 的水泥砂浆做成八字角是工程上的一般做法。

4.7 地面防水层

在饰面层和地面找平层之间的是防水层。阴角处防水层往墙面上返高度：淋浴区墙面涂刷高度不低于 1800mm，非淋浴区墙面涂刷高度不低于 300mm，防水附加层一般在地面与墙面阴阳角处施做，待附加层施工完成后施做墙面的防水层。

4.8 保护层

一般可采用20mm厚的1:2.5水泥砂浆抹面抹平、压光。

4.9 饰面层

根据设计要求一般采用地面砖面层等。

5 厕浴间防水施工要点

厕浴间防水施工遵循由细部至大面的原则，先施做细部，然后施做墙面，最后施做地面，涂抹防水因其施工方便、工期短、便于维修、无毒无味、绿色环保、安全施工的特点被广泛使用。

以单组分环保型聚氨酯防水涂料为例，施工中采用橡胶刮板涂刮，管根、转角处采用刷子涂刷，其施工工艺流程为：清理基层→细部处理→第一遍防水涂膜施工→第二遍防水涂膜施工→第三遍防水涂膜施工→第一次蓄水试验→墙面淋水试验→保护层、饰面层施工→第二次蓄水试验→工程质量验收。

5.1 清理基层

基层的观感质量应符合要求，应干净整洁、平整牢固，没有灰尘、积水、杂物蜂窝麻面、裂缝等，基层干燥度应符合产品要求。

5.2 细部处理

为保证防水整体质量，管根、地漏、阴角、阳角等细部应认真处理。

（1）管根周边的附加层宽度：在管根部位附加层的高度不小于 100mm，在防水基层部位附加层的宽度不小于200mm。

（2）地漏附加层宽度为 300mm，伸入地漏口内的附加层宽度不小于 100mm，地漏周边附加层的宽度不小于200mm。

（3）阴阳角部位附加层宽度为 300mm，以交界部位为中线上下各 150mm。附加层部位若设计有网格布增强层，网格布铺贴后应浸透，不得出现折皱现象。

5.3 第一遍防水涂膜施工

按照设计要求的参数用橡胶刮板在基层表面涂刮单组分环保型聚氨酯防水涂料，质量上要保证薄厚均匀，不漏涂，无气泡，每平米材料用量为 0.6-0.8kg。

5.4 第二遍防水涂膜施工

在第一遍涂膜固化后，再进行第二遍聚氨酯涂刮。第二遍涂刮方向与第一遍涂刮方向呈 90° 垂直，施工质量及材料用量与第一遍防水施工要求相同。

5.5 第三遍防水涂膜施工

第三遍防水施工在第二遍涂膜固化后进行，施工完成后涂膜总厚度最终达到设计要求。在最后一遍涂膜施工完毕尚未固化时，将一些洁净的中粗砂均匀的摊铺在涂抹表面，目的是增加防水保护层与涂抹防水之间的粘结。规范要求，单组分环保型聚氨酯防水涂料涂膜总厚度应≥1.5mm。

5.6 第一次蓄水实验

第三遍防水涂料施工 48 小时后应做 24h 蓄水试验，用密封性好的材料将做好防水的房间的全部排水口密封，蓄水高度应保证液面最浅处不低于 200mm，记录原始水位，24 小时后观察数位高度，若水位没有明显下降，证明合格。

5.7 墙面淋水试验

试验之前需要对出水水压进行测试，避免水压不够导致出水缓慢或者水压过高破坏墙体上的防水层。让水流在完成防水的墙面从上而下持续流淌半小时，合格判定标准：检查另一侧墙面，若没有渗透情况为合格。

5.8 保护层和饰面层施工

第一次闭水试验合格后再做保护层或饰面层，一般采用 1：2.5 的水泥砂浆将防水层覆盖保护，施工过程中注意不要破坏已经试验合格的防水层。

5.9 第二次蓄水试验

第二次蓄水试验在防水保护层及饰面层完成后进行，蓄水 24h，合格的判定依据是：无渗漏和排水畅通。第二次蓄水试验合格后才可以进行防水施工的正式验收。

6 施工中需注意的事项

6.1 材料进场验收复试

防水涂料进场后，应按照规范的规定进行抽样检验。

（1）抽样数量：每 5t 为一批，不足 5t 按一批抽样。

（2）外观质量检验：均匀黏稠体，无凝胶，无结块。

（3）抽样检验性能应符合表 3 要求：

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 2 单组分聚氨酯防水涂料进场抽样测试物理性能

序号	检测项目	指标	
		I	II
1	浸水 168h 后拉伸强度/MPa ≥	1.7	
2	浸水 168h 后断裂伸长率/% ≥	400	
3	耐水性/%(材料浸水 168h 后取出擦干即进行试验，其粘结强度和抗渗性保持率) ≥	80	
4	不透水性 0.3MPa 120min ≥	不透水	
5	朝湿基面粘接强度/MPa ≥	0.5	

6.2 基于 BIM 的技术交底

施工一线的建筑产业工人综合素质普遍偏低，面对传统的、直白的技术交底文件，直观的反馈是不想看、看不懂、记不住，导致交底流于形式，相关的防水施工工艺及要点不能有效传达至工地现场，造成作业人员不能按照正确的施工工艺进行施工，以至于产生不符合质量要求的防水完成面，这是导致厕浴间渗漏情况多发的因素。而 BIM 的表达方法为“所见即所得”，更有利于施工人员直观领悟，让其能真正看到、听到、说到、做到正确的施工工艺和要点，提高防水施工质量。因此在施工前针对性的对施工人员采用基于 BIM 的技术交底是从管理上提高防水施工质量的一种简单易行高效的方法。

6.3 其他注意事项

（1）宜在环境温度 5℃至 35℃施工。

（2）单组份聚氨酯防水涂料使用时，勿在本产品中掺入水分或其它材料。

（3）施工时应采用合适的防护措施，如口罩、手套等。

（4）细部处理按有关规范要求进行，建议加一层网格布做胎体增强。

（5）每遍防水施工完成固化前，需防止上人行走。

（6）为防止已完成的防水层被破坏，禁止将铁质施工器具、钢制材料、脚手架管件等有棱角重物放未做保护层的防水层上。

（7）严格按照防水施工的工序进行施工，前一道防水层未成膜固化前，严禁进行下一道工序。

7 结束语

当前，越来越多的人开始重视房屋建筑的适用性和耐久性，在进行室内防水施工作业时，要熟练应用防水施工技术，掌握施工工艺流程中的施工要点，加强细部处理，精心施工，严格验收，这样不仅确保了室内防水施工质量，还从根本上防止渗漏现象出现，进而提高了房屋的使用寿命和质量。

[参考文献]

[1]中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑工程施工质量验收统一标准:GB 50300-2013[S].北京:中华人民共和国住房和城乡建设部,2013:2-3.

[2]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.聚氨酯防水涂料:GB/T19250-2013[S].北京:中华人民共和国国家标准,2013:1-2.

[3]杨聪聪.浅谈室内防水施工技术措施[J].基层建设,2018(6):133.

作者简介：赵李洋（1994.9-），男，北京正宇恒通建设工程有限公司，助理工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

桥梁施工中现浇箱梁施工技术的应用

荣 斌
长春市政府投资建设项目管理中心，吉林 130000

[摘要]现浇箱梁施工技术涵盖着众多的技术要点，在开展现浇箱梁施工中，施工人员必须对桥梁工程的总体施工质量加以有效的控制，在施工中必须严格遵从施工规范，从而让桥梁的质量达到标准，同时让桥梁的安全性得到保证。
[关键词]桥梁施工；现浇箱梁施工技术；应用
DOI：10.33142/ec.v5i12.7269 中图分类号：U445.4 文献标识码：A

Application of Cast-in-place Box Girder Construction Technology in Bridge Construction

RONG Bin
Changchun Municipal Government Investment and Construction Project Management Center, Jilin, 130000, China

Abstract: The construction technology of cast-in-situ box girder covers many technical points. During the construction of cast-in-situ box girder, the construction personnel must effectively control the overall construction quality of the bridge project and strictly comply with the construction specifications, so that the quality of the bridge can reach the standard and the safety of the bridge can be guaranteed.
Keywords: bridge construction; construction technology of cast-in-situ box girder; application

从现浇箱梁的整体情况来看，现浇箱梁有良好的完整性和刚度性。现浇箱梁技术在应用的过程中也能够提升桥梁的外观性。从现浇梁施工技术层面分析，该技术涉及的基本的技术要领和操作方式。现浇箱梁的箱梁支架、施工流程和现浇梁设计三者之间保持了平衡的优势，所以在现行浇筑的过程中能够发挥着重要的作用和价值。在桥梁施工环节施工人员应该全面把握现浇箱梁技术要领，按照整体性的标准思路做好实践施工作业，如此才能将现浇箱梁技术的作用价值发挥出来。提升桥梁工程项目的整体建设效果[1]。

1 现浇箱梁施工的结构特点

在公路桥梁建设的过程中，整体的发展进度得到了前所未有的突破，直接推动了现浇箱梁结构的广泛应用。考虑到预应力现浇箱梁结构的轻盈度，我们要全面维持整体的高度和跨度。要充分发挥箱梁结构的具体优势，从而为桥梁线路的设计提供更加有效的思路。除此之外，不仅能够达到良好的跨度和平面曲线弯曲度，还可以消除因为地形和障碍物的影响，进而达到更好的外部条件。从目前的现浇梁情况来看，主要是通过跨连续结构实现的。通过一次性的整体浇筑，可以达到良好的受力效果。确保整体的受力性能和刚度符合当前人们出行的要求。此外，在开展现浇梁施工过程中，不需要占用大面积的施工场地，也不需要有墩顶盖梁作为支撑。直接通过简单的形式实现操作，确保上下结构的稳定性和轻盈度，更好地保证外部的结构稳定和质量提升。从某种程度上来看，现浇梁的实施能够确保工程造价的有效降低，进而全面控制公路桥梁的建设资金消耗[2]。

2 桥梁现浇箱梁的优势

2.1 性能可靠

通过现浇箱梁结构的有效设置，为桥梁起到辅助作用。从结构形态的角度来看，箱梁的跨度大、截面高度小，适应于大跨度的桥梁工程，能够维持桥梁结构的稳定性，对于全桥的安全使用有着重要的意义。

2.2 美观性

现浇箱梁的施工具有灵活性，可根据工程要求和具体条件对箱梁的基础结构做适当的调整。并且，箱梁结构自身的形式也具有多样化的特点，可将其直接建设在墩柱上，无需配套墩顶盖梁结构，此时建设成型的桥梁呈现出较好的美观性，有利于优化桥梁外观线型。

2.3 经济性

现浇箱梁施工流程精简，在不影响质量的前提下，部分工序可被有效省去；现浇箱梁施工期间涉及到的施工材料较为常见，在此方面耗费的成本较低。因此，在保证施工质量的同时还具有突出的经济效益。

2.4 适用性强

现浇箱梁对工程环境的适应能力较强，通常在各类环境中均可顺利施工现浇箱梁，随着桥梁跨度的变化或是平面曲线弯曲的变化，灵活地调整现浇箱梁的作业参数，以便顺利建设现浇箱梁。得益于现浇箱梁适应性强的特点，可有效突破地形对工程的制约。

3 现浇箱梁施工中存在的问题

3.1 混凝土梁体产生裂缝

在现浇箱梁施工中混凝土量体产生裂缝是极为普遍的情况。其原因也较多：（1）在地基处理的过程中，倘若

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

地基处理没有符合标准，就会造成箱体支架在浇筑时出现沉陷，还有可能发生移动，造成混凝土量体在凝固的过程中出现严重的裂缝；（2）梁体的底板、顶板以及腹板在进行浇筑的过程中没有将时间控制好，导致不同夹板间没有得到均匀的收缩从而产生裂缝。

3.2 预应力张拉时产生滑丝情况

预应力波纹管定位筋在外腹板外侧进行延伸时，容易导致众多钢筋头顶到外部的模板，若在此时对钢绞丝展开定位安装，定位筋会给波纹管下缘造成很大程度的损坏。在混凝土浇筑中会加大钢绞丝滑落的风险。另外，在波纹管定位施工过程中，在定位筋的焊接中也会损害波纹管，不利于工程后期的预应力张拉，所以，在施工中保护好波纹管是十分关键的。

3.3 浇筑时模板松动发生接缝处漏浆

在浇筑时导致接缝处发生漏浆是由于接缝处没有进行充分的加固从而让模板发生松动，导致接缝处发生漏浆。加固不牢固主要是工人技术水平较弱，或者是模板没有起到牢固的支撑作用导致的，以上原因会造成模板间发生松动出现相应错动，进而导致漏浆的发生。

3.4 混凝土表面不平整

混凝土梁体表面不美观，具体原因为底板的问题，底板于最早完工的，倘若后期施工没有得到良好的维护，就会对底板造成严重损害，使得底板无法达到美观的要求，例如，腹板施工钢筋在焊接的过程中没有对焊接废渣进行有效的处理，导致发生底模板烧伤现象，另外，不同板相互间没有实现合理的焊接处理，同样会让梁体的美观性受到影响。

3.5 混凝土浇筑的质量差

混凝土浇筑的质量由多种因素制约。如在浇筑时衔接性和连续性没有达到良好，就会让混凝土表面产生粘皮，另外，如果第一次浇筑和第二次浇筑间隔时间太长会让浇筑质量无法得到保证，个别部位容易产生大量气泡。在浇筑完成后，提前拆模也会让混凝土质量难以达到标准，一些部位没有得到充分的干燥会让表层产生粘皮，另外，拆模后，倘若没对废料尽快进行处理，也会导致施工总体质量无法得到保证。

4 现浇箱梁施工技术在桥梁施工中的应用

4.1 前期准备工作

在运用该项施工技术前必须充分掌握施工中的各种要素，将准备工作落实到位是后续施工的重要保证。首先须让施工现场保持清洁，施工位置保持平整。减少积水，保证施工质量，在施工前必须建造好排水沟渠，并使其保持清洁，从而让施工场地中的积水能够随时排放。施工现场清洁之后，对强度不符合标准的区域加以有效处理，压实完成后必须展开充分的填筑。通常会利用分层填筑的办法使得填筑质量符合要求，各层都必须压实，保证施工区域土层达到稳固的效果[3]。

4.2 地基处理

现浇箱梁操作中，必须要加强地基处理。实际施工中，施工人员结合桥外侧边线延伸方向将排水沟提前修筑好，从整体上优化现场排水环境，快速排除施工现场积水，以便顺利开展施工任务。明确施工场所后，还要整平处理地面。接着用石灰稳定土进行填筑，用振动压路机对已完成填筑部分地基基础进行碾压，增强地基稳定性并保障其平整度符合项目施工规范。现场施工作业环节，软土地基特殊情况是无法避免的，软土地基会直接影响项目地基的稳定性。此种情况下，可通过地基换填处理技术保障基层牢固稳定。用 C20 混凝土浇筑地基表面，厚度 20cm。结合项目实际施工情况，合理设置横坡以降低积水发生几率[2]。

4.3 支架搭设施工

在开展支架搭设施工前，先结合设计图纸实施测量放样，同时进行明确的标识。按照中心线来搭建支架，然后将垫块置于立杆底部，各个垫块须添置圆盘支座。在搭建支架的过程中，须在垫块的中部配置立杆，让垫块达到平稳。再根据由下到上的步骤来装置立杆及横杆。在装置立杆及横杆时，必须保证其稳定性。在完成支架框架安装后，就可以进行顶部组装。在顶板添加 U 形托架，同时将方木及锲木垫块安装于支托内。

4.4 支架预压试验

若想让后期施工得以有效完成，以及实现安全施工，就必须对搭设完成的支架展开预压测试，对支架的承受限度进行了解，避免在施工中因为超过承受能力而造成坍塌事故。在进行预压试验时会采取在支架横梁上放沙袋的办法，堆载的总重量须高于箱梁总重量的 1.2 倍。在对砂袋进行堆载的过程中，通常都是每间隔 10 min 增加一次载重。荷载完成增加后，需超过 24 h 的负载。倘若负载达成，再进行逐步卸载。当堆载预压完成后，需要结合堆载的沉降量对模板预拱度进行调节。

4.5 模板的安装

作为桥梁现浇箱梁施工技术的基础，施工人员进行模板安装之前，先应该充分做好清洁工作，维持模板表面干净整洁，尤其是一些不容易发现的角落，严禁灰尘等问题出现，而且也应该排除焊接位置损坏现象。同时，施工人员可以提前准备好 1.5cm 厚的高强竹胶板，放在模板底部用来固定，尤其应该注意横坡位置，必须按照施工内容 3%范围进行处理。出于减少呼气漏浆出现几率，施工人员将重心放在模板位置上，可以适当涂抹一层脱模机的基础上，通过纵横成线的操作模式，使用胶带确保相邻模板缝隙能够紧密结合。等到施工人员结束模板底模安装工序以后，接下来可以开始箱梁侧模与翼缘板位置模板安装。首先，分析侧模模板安装工作，施工人员应该设置在最合适的区域，同时借助压杆作用促使其保持适当垂直性。如果发现侧模与底模两者之间存在缝隙，可以使用胶带加以处理，防止后期漏浆质量问题；进行翼缘板模板安装程序可

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以仿照底模安装手段；最后是进行内膜安装时，施工人员可以选择吊装处理工艺，完成安装任务后对内模尺寸等进行检查，尤其是接下来混凝土浇筑工序，施工人员务必应该注意内模调整，一旦发现与方案要求不一致需要立刻处理。

4.6 箱梁钢筋的加工、安装施工技术

由于箱梁结构属于大型系统性工程，在项目开展环节涉及的钢筋材料比较多，所以在钢筋加工以及安装环节需要做好尺寸的核对，并且对材料的质量进行测定，且按照施工需求进行绑扎施工。

第一，在箱梁钢筋加工安装过程中，合理选择钢筋的尺寸大小和形状。合理把控钢筋的安装数量和具体位置，并设置指定的宽度和间距。通常的情况下，一般会选择绑扎法进行箱梁钢筋的绑扎操作。在绑扎的环节中，牢固度是主要的参考因素。在焊接钢筋的过程中，可以提前做好钢筋的焊接操作处理，确保整体的焊接效率。同时，还要控制焊接的饱和度和长度；第二，在钢筋焊接注意的操作环节里，还要维持整体的型号。之后结合箱梁安装的具体流程，避免出现严重的施工问题。一旦出现严重的安装位置状况，务必要做好及时地调整更新，确保安装的无误性[4]。

4.7 混凝土浇筑

分两次完成浇筑作业，先是底板及腹板，后是顶板，最终浇筑成型。

（1）第一次浇筑

在底板顶面设置高度控制点，以此为参照，组织混凝土浇筑施工。以分层错位的方式浇筑，先浇筑 5～10 m 的底板，再从腹板起始端开始，逐层浇筑并采取振捣措施，各层厚度不大于腹板高度的 1/2。经过腹板混凝土浇筑施工后，转向下一段的底板、腹板，按照前述方法有序推进，做到循环交叉施工。混凝土终凝时间达到 24 h 及更久时，凿毛腹板顶部，采用此方法清理残留的表层浮浆，直至该部分的粗骨料暴露于外界为止，此时有利于提高混凝土结合面的质量。

（2）第二次浇筑

从一端开始，有条不紊地向另一端推进。浇筑前，先测量中线，作为施工的参照基准，并将顶面高程控制轨道布设到位，以吊装的方法将混凝土振动梁置于成型的轨道上，调整好装置的姿态并试运行，消除异常。此后，正式进入混凝土浇筑环节，用输送泵卸料，先由施工人员初步整平，再用振动梁沿着预设的轨道匀速向前推进，完成浇筑部分的振捣作业。振捣时加强质量检查与控制，混凝土面存在凹陷时，及时填补，使该处恢复平整与密实的状态。振动梁共 2 台，前后错开 2～5 m，全程稳定在该距离范围内，避免碰撞。

混凝土浇筑后，密切观察实际状态，初凝则安排第一次抹面(设备采用的是抹面机)，终凝前再次处理。

4.8 预应力筋张拉

（1）准备工作。

箱梁腹板钢筋安装到位后，检查预应力筋，以便明确此类材料的平面位置和标高，再将波纹管安装到位。预应力管的布设位置必须合理，否则易影响到预应力筋的受力和应力分布，因此相关工作人员必须严格依据施工设计图纸安装波纹管，保证波纹管位置的准确性和材料自身的稳定性。波纹管安装后，用灌水法组织密封性试验，据此检验波纹管的密封性能和接头部位的严密性，试验后将管道内残留的水清理干净，以便进行后续的施工。

（2）预应力筋穿束。

在控制预应力筋的长度时，需要考虑到张拉端的长度。在波纹管、锚垫板均安装到位并且钢绞线编束完成后，进入钢绞线穿束环节，此处采取人工穿束为主、卷扬机辅助作业的方案，要求每根钢绞线均不出现受损、扭曲或是其它的异常状况。

（3）预应力筋的张拉。

正式张拉前，选用智能张拉设备，对其进行标定，计算钢束的理论伸长量，并确定张拉力与油表的对应关系。待前述工作均落实到位后，全面检查油泵和油路管道，判断各自是否具有稳定性、严密性、畅通性，若油泵和油路管道各方面均无误，方可安排预应力的张拉作业。张拉采用智能张拉机，在混凝土实测强度达到设计强度的 90%及以上并且同时满足龄期至少为 10d 的要求时，方可进入张拉环节。张拉流程为：0→初应力→1.05(持荷 5min)→σcon→锚固，分阶段有序张拉。遵循“双控原则”，即张拉力以及预应力筋的伸长量均要满足要求。经过张拉后，确定锚具外多余的钢绞线，用砂轮机将该部分切除干净。

5 结语

公路桥梁项目施工中合理应用现浇箱梁技术，有利于保障项目整体施工质量和施工任务的顺利完成。实际施工中，施工企业要规范应用现浇箱梁施工技术与操作流程，施工人员准确把控施工要点，依照设计方案合理开展施工，从整体上提高路桥项目的建设质量。

[参考文献]

[1]杨玉刚.公路桥梁施工中现浇箱梁的施工技术[J].交通世界,2021(24):66-67.
[2]马宏宇,李红,郑春雨.抱箍托架在复杂地形桥梁高墩现浇箱梁施工中的应用[J].施工技术,2017,1(1):1010-1013.
[3]潘本金,任万鹏.钢混组合箱梁与桥面板整体现浇施工关键技术[J].施工技术,2022,2(12):42-45.
[4]汪芳进,张小川.鳊鱼洲长江大桥南汊航道桥主梁施工关键技术[J].桥梁建设,2022,1(3):8-15.

作者简介：荣斌（1977.5-），男，所学专业：建筑工程，岩土工程，研究方向：市政道桥，房屋建筑，目前职务：总工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

提高白色双曲面薄壳混凝土屋面施工质量

尹茂勇
中国电建市政建设集团有限公司，天津 300384

[摘要]随着建筑结构设计理论、设计手段及施工水平的不断提高,各种各样的建筑型式不断涌现。白色清水混凝土作为新型建筑美学的代表施工工艺，能够实现细部构造上的简明性，省去了装饰饰面的施工工序，构建了墙体一体化的装饰效果，本文基于对雄安新区白沟引河右堤防洪治理工程右岸艺文 A 驿站（桩号 2+000）的实际情况，联合白色清水薄壳混凝土的工艺原理和技术特点，对白色双曲面薄壳混凝土面屋面施工质量的提高做出了相应的探析。
[关键词]薄壳混凝土；白色清水混凝土；双曲面屋面；施工工艺
DOI：10.33142/ec.v5i12.7274 中图分类号：TU765 文献标识码：A

Improving the Construction Quality of White Hyperbolic Thin Shell Concrete Roof

YIN Maoyong
PowerChina Stecol Corporation, Tianjin, 300384, China

Abstract: With the continuous improvement of architectural structure design theory, design means and construction level, a variety of architectural styles are emerging. As a representative construction process of new architectural aesthetics, white as cast finish concrete can achieve the simplicity of detail structure, omit the construction process of decorative finish, and build the decorative effect of wall integration. Based on the actual situation of Yiwen A Post Station (stake No. 2+000) on the right bank of the right embankment flood control project of Baigou Yinhe River in Xiong'an New Area, and combined with the process principle and technical characteristics of white as cast finish thin shell concrete. This paper probes into the improvement of the construction quality of the white hyperbolic thin shell concrete roof.
Keywords: thin shell concrete; white fair faced concrete; hyperbolic roof; construction technology

1 工程概况

雄安新区白沟引河右堤防洪治理工程(二标段)右岸驿文 A 驿站（桩号 2+000），基地面积 2491 ㎡，建筑面积 1995 ㎡,计容建筑面积 1908 ㎡,建筑层数二层,建筑高度为 14.5m，建筑功能为多层公共建筑，建筑内设置纪念品售卖、咖啡、餐饮、医务室、多功能厅、办公等功能，建筑设计使用年限 50 年，建筑抗震设防烈度为 8 度，建筑耐火等级二级，屋面防水等级二级。建筑结构形式为钢框架结构+混凝土无梁楼盖，屋面形式分为三种，分别是曲面玻璃幕墙、双曲面聚碳酸酯板幕墙和白色双曲面薄壳清水混凝土屋面。

如图 1 图 2 所示：



图 1 雄安新区白沟引河右堤防洪治理工程右岸艺文 A 驿站工程俯瞰图



图 2 雄安新区白沟引河右堤防洪治理工程右岸艺文 A 驿站工程实体图

2 工艺原理

白色清水混凝土是纯粹的绿色建材,不会产生不必要的建筑废物，为了实现建筑美学，建筑设计大师将清水混凝土打造成为晶莹剔透的薄壳结构，薄壳结构一般为曲面和异形艺术造型，根据清水混凝土的曲面形状，可分为筒形的薄壳、抛物面薄壳，根据顶面的形状可区别为圆顶的薄壳和双曲面的扁壳，这种模仿蛋壳的结构可均匀的把力分散到各个部位，所以壳体结构可以做的很薄、很轻便，超越一般的结构跨度，便于建筑的造型，与传统混凝土结构的方正造型不同，异形的造型所取得的突破和创新使建筑极具个性。

白色清水混凝土的精神在于一次成型，不剔凿修补、

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

不抹灰，能够表现材料自身的色彩。清水混凝土材料比其他的建筑材料更为丰富，蕴含更多的可能性，有着极为微妙、层次丰富的变化，白色清水混凝土洁净、清透的建筑艺术表现力，能够表现出简约、现代、独立、包容的建筑情感的灰色混凝土，层次丰富的灰色调是清水混凝土的魅力所在。如图 3 图 4 所示。



图 3　罗马天主教堂



图 3　冥想之森火葬场

3 施工重难点

双曲面薄壳混凝土屋面平面与纵横剖面三向成弧，且每个横向剖断面圆弧半径随纵向剖断面位置的变化而变化，导致双曲面薄壳屋面难以用特定的数学公式来表达屋面任一点的平面位置对应的高程之间的关系，工程施工数据获取难度较大。

屋面任意横剖断面圆弧半径均由对应位置主纵剖面断面标高和平面位置轮廓边界线 3 点成弧确定，且屋面纵剖断面方向存在倾斜纵坡，导致屋面上任意两点标高完全不一致，要完成整个屋面的施工，必须从钢柱顶高程，H 型龙骨三维放样到屋面模板校正，再到成品造型验收，每道工序都面临大量的测量与放样工作。

为保持双曲面薄壳混凝土屋面的曲线造型，现场采用小块模板拼接使整体形成接近曲面，以不大于 4m*4m 的钢模板的四个角点为平面基准，分割成两块三角板以同时满足曲面及 4 点标高不在同一平面的问题，使偏差控制在规范容许范围内。在三角块区域曲面高差较大的部位，则采取再次切割，拼接成更接近曲面样式的模板形状，全部屋面展开面积哒 2400 ㎡，梁板顶模板拼接测量定位量多，难度打，弧面感官质量难以保证。

4 关键技术流程

4.1 施工工艺流程

具体的施工工艺流程为材料准备，钢模板安装，钢筋定位与绑扎，依据混凝土搅拌比例对材料实现配比，搅拌浇捣，再进行混凝土的养护。

4.2 操作要点

该驿站屋面最高处高程为 26.7m，最低处为 15.3m，最大坡比达到 1：1.2，总面积 1420 平方米，属于大坡度支模区域，支模前先对每四根 H 型钢梁交会后中间中空区域进行高程分析，在满足现场施工条件情况下，对中空区域进行分割，细化中空区域在双曲面屋面上的各个平面位置的高程。然后现场根据模型中分割的情况对每个 H 型钢梁中空区域进行模板铺设。铺设时以全站仪为主对每块钢模板位置高程进行校正。为方便测量工作，每个单体屋面建立单独施工坐标系，坐标系应符合右手法则，即以主纵断面为 X 轴，垂直 X 方向为 Y 轴，竖直方向为 Z 轴。由于 H 型钢梁中空区域较大，为验证混凝土浇筑时钢模板挠度在控制范围内，提前计算浇筑混凝土时的活载和恒载总计为每平方米 0.9 吨，在钢模板铺设完成后进行预压试验，找到具有代表性的区域，在增加负荷前对该区域钢模板底部进行位置高程测量，再将此区域顶部堆放满足最大活载和恒载总重的吨包，使此区域达到满负荷状态，再次测量此区域钢模板底部平面位置高程，进行数据分析。经试验，钢模板满负荷状态的挠度在允许范围之内。

壳底模板安装、验收完毕后，即进行壳体钢筋绑扎。在壳面板中，钢筋为双层双向Φ12Ⅲ级钢，均为双向布置。先绑扎底层双向钢筋，再绑扎面层双向钢筋。中间每隔 1.2～1.5m 安放一个定位马凳，用铁丝拉牢。壳体底面钢筋采取混凝土垫块控制保护层厚度，距离面层钢筋 30mm 上焊接钢筋条带，作为壳体厚度的控制措施。预应力筋绑扎必须满足顺直和标高的要求，经过现场检测满足施工质量要求。

白色清水混凝土的生产过程包括生产前的准备、混合材料的定义确定和性能控制。生产清水混凝土的原料制备应在单独的专用储罐和容器（地点）中进行，以避免混合后对清水混凝土的性能产生不利影响。砂子和碎石等原材料应单独存放，而且只能单独存放，并应建造防尘、防雨和隔热的棚子。

储存期间应避免混凝土中的活性物质发生物化反应，产生沉淀和结晶；在施工阶段中最好采用相关工具持续搅拌，在温度和湿度上进行监控，来保持混合物的均匀性。对混凝土搅拌设备进行科学地校准，将动态数据及时测量记录，以混凝土搅拌达到相应的混合比例为核心实现对清水混凝土生产质量的前期把控；在生产之前，要一一进行检查原材料、混合料配比、混凝土产量、混凝土搅拌时间、混凝土均匀性，综合考虑混凝土能耗和性能因素，建造一个合适的混凝土搅拌系统。

表面光滑的混凝土的凝结过程 根据结构的不同形式，表面光滑的混凝土有不同的凝结方法，即灌注和浇筑。对于垂直结构，包括墙、柱、板等，根据施工情况来选择不

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

同的施工方法，根据不同的浇筑间隔来对混凝土量和搅拌方式进行区分，对施工混凝土中的连续浇筑和放置是连续浇筑混凝土；混凝土和浇筑同时进行，直到该部分完成。对于低坡结构，如板块，通常是以块状进行。间隔堆放很容易使用，也很容易检查施工进度，但在分层混凝土施工中，由于分层施工，很容易在形成的分层混凝土表面形成分层带（线）或色差。

连续浇筑需要进行测试，对各方面的检查也更加严格，但成品混凝土颜色均匀，脱层的可能性较小，当混凝土自由下落度出现不良反应时，应使用辅助装置，如棒子、抹子或振动抹子。因此，必须采取措施，避免在落差较大的直线混凝土截面上出现散射。预制混凝土的硬化分为两个过程：模具硬化和薄膜硬化。模具硬化是指在混凝土浇筑后、换模前的一段时间内，用模具对清水混凝土进行硬化。为了保证混凝土的表观质量和体积稳定性，带模混凝土的养护时间必须不少于 72 小时。

这可以用薄膜养护或防腐剂溶液来完成，但同时必须用一定厚度的绝缘材料覆盖，以保持热量和水分。隐形混凝土的保护对混凝土的机械性能、耐久性和可视质量有重大影响，应给予特别关注。即确保未烧制混凝土的机械性能、耐久性和其他特性，特别是其表观性能和抗压强度不被改变。消除外部混凝土的缺陷是施工过程中的一个重要部分。重要的是要采取适当的措施来消除孔隙等缺陷，以确保外部混凝土的统一外观。缺陷修复得越早越好，主要是因为水泥水化得越早，待修复的材料与原水泥结合得越好，水化时间越短，其整体性能越好。为了确保修复后的砂浆与基材有较强的结合力，并有相似的颜色，建议使用与工程中使用的相同类型的水泥，并增加修复后的网片或砂浆的强度。

混凝土的整理过程如下：基本清洁→基本清洁→基本清洁→准备修补材料→修补→修补→维护→表面整理→准备表面保护材料→表面油漆→保护成品。中国许多早期的清水混凝土纪念碑后来都没有用于维修和护色。混凝土很容易吸收水和灰尘，进而造成建筑外观的缺陷。

4.3 常见质量问题

混凝土建筑仍然面临着一些挑战，如：清水混凝土在人力和财力方面，在保证施工技术的项目实施方面，成本都非常高；不存在相应的措施和质量保证措施，以确保其在混凝土施工中得到全面实施，但目前建设部门、监理单位、设计部门和商品混凝土生产企业对直缝混凝土施工过程的投入相对较少。

监管部门、设计部门和商品混凝土生产商对钢筋混凝土施工过程的投资相对较少。这导致了许多设计者倾向于只根据规范计算结构强度来满足安全要求，而不考虑结构设计、其建筑材料、设计的实用性、结构强度都要考虑到，往往还有人为的错误等方面，因此，预期的目标并没有实现。在一年四季中，夏季气温较高，在清水混凝土的温湿度控制上较为困难，在入模、脱模上会有时间上的阻碍，模板内外存在温差，已造成清水混凝土外观上的裂痕，干扰形成光洁的装饰效果。要先设置混凝土拌合比例，市场上的原材料，如沙子和碎石的质量不会改变，因为没有生产商的及时反馈，混凝土质量差异很大，容易导致混凝土在坍落度上的数据不良，混凝土外观难以根据标准行形成良好的表面颜色，极大地影响了混凝土整体质量。清水混凝土的外观随着时间的推移而褪色，主要是由于空气的酸碱度使混凝土变得不透明。表面碳化，目前还没有解决方案。

因为施工部门对过渡缝、拉力螺栓和结构缝等明确的混凝土细节质量没有给予足够的重视。会出现墙角脱落、墙面抹灰不均匀等现象，对于施工中出现的缺陷问题，相关的工作人员根据即时情况选择返工、修缮维护等相关措施又会引起工程建设相关的协调建设工作的二次处理，从建设成本、工程期限、工程目标进度上都会产生消极影响，不必要地增添建筑负担和麻烦，故而要根据施工效果在工程建设期就对混凝土拌合、施工、模板施工问题进行质量缺陷规避处理，依据施工工序对施工质量严格监控。

5 制定检查制度

根据以上提出的一系列相关问题的解决措施，要根据清水混凝土的技术标准为核心，对清水混凝土出现的外观问题进行时间上的管控，要将清水混凝土上的人为失误降到最小，对参建方的各项施工环节进行数据信息的管理，尤其是施工方作为重要角色，将清水混凝土施工中出现的时间进度管理作为重点的施工技术进行探讨，将施工中客观存在的工作进行协调交叉配合，将混凝土的质量问题进行相对应的解决措施，明确参建各方在建设清水混凝土施工过程中出现的各项技术难点和质量问题采取相应的补救措施应对。

清水混凝土在工程施工中比普通混凝土技术标准高，具体实施时要求更加严谨、耐心，从而能够呈现出清水混凝土桥梁工程的镜面装饰效果，其施工的重点是抓好混凝土原材料的质量规格和得出最佳配合比的计算试验的过程，从系统性的视角上来应对清水混凝土的设计环节，以综合性和全过程性视角实现对施工质量的控制，将设计环节和施工环节中的施工秩序进行组织管理，将施工程序进行组织设计，将工程管理监督阶段涉及到的技术标准和产品质量切实地落实，例如将清水混凝土技术标准作为设计的基础，对混凝土搅拌过程中的组织设计，温度管控和混凝土质量的流动性严格调节，混凝土的稳定性对建筑外观作用十分重要，能够确保模板支撑结构的关键可靠，尤其在建设过程中确保模板的刚度和稳定性，对混凝土搅拌、混凝土的运输、都要有专人专管实现管理，保证混凝土的质量不会造成建筑外观的缺陷；增强施工人员的质量管控意识，充分强化施工人员的内心职业素养，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

作为甲方和项目负责人，要根据项目的实际情况来综合判定项目各方的工作关系、工作内容和信息相关资源的协调，项目负责人要保证每个环节的安全进行，建工程项目中出现的同专业之间的问题以更直观，更容易解决的方式来应对项目质量的提升，只有这样才能及时付诸实践，吸取经验教训，明确清水混凝土施工中的模板工作、钢筋工作、混凝土浇筑和养护等不同环节的单独实施，避免分工。生产裂缝、沙子和水。清水混凝土的技术施工需要认真细致的工作，因为它很容易出现质量缺陷，影响整体外观，所以它比通常的混凝土施工规范更为严格，要根据不同的条件，如不同的天气状况和环境温度，增加混合料的比例，减少水泥的消耗量，选择合适的材料规格。及时调整形式，完成好混凝土的后期养护和保护，做到及早发现问题，有针对性的处理，有效减少破碎问题。

6 结语

产业发展和科技的融合推动会造未来时代对资源的“哄抢”，建筑环保主题会愈发受到人们的重视，白色清水混凝土不仅能够实现建筑美学，而且还能够在现有的建筑预算上实现攻克成本空间，打造一体成型的内外墙，本文在结合雄安新区白沟河右岸防洪工程的实际情况的基础上，从白色清水混凝土薄壁弧形屋面的工艺原理和技术参数方面，在提升白色清水混凝土施工质量的施工工艺上不断进行分析和探讨，给出了相应的建议和解决策略。在未来时代的引领下，清水混凝土将会是实现建筑美学和新型绿色建筑的代表选材，其极简的施工工艺和建筑风格也将会引起人们的喜爱，清水混凝土的广泛应用也将在不久的将来带来生态友好的产业变革。

[参考文献]

[1]薛国强.斜屋面防水施工及质量控制[J].福建建材,2008(2):88-89.
[2]杜旭东.建筑工程施工质量管理中存在的问题及分析对策[J].大众标准化,2022(16):40-42.
[3]黄燕飞,王彭丰.提高建筑工程管理及施工质量控制的有效策略[J].居舍,2022(21):148-151.
[4]黄世杰.关于建筑工程施工质量管理控制策略对确保建筑物安全性的思考[J].江苏建材,2022(3):139-140.
[5]牛琪.建筑工程混凝土施工质量的管理策略研究[J].居业,2022(6):125-127.

作者简介：尹茂勇（1987.10-），男，基础工程技术，中国电建市政建设集团有限公司，技术负责人，工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

深基坑支护技术的应用研究

李国庆
中国水电基础局有限公司，天津 301700

[摘要]深基坑在城市建设进程中，非常重要。深基坑施工过程中，需要用到支护技术，支护技术的水平直接决定了建筑质量，也成为基坑施工企业竞争的核心技术。施工方案是否能够，通过专家论证，基坑支护技术，也是关键指标之一。本文从深基坑开挖特点入手，分析了深基坑支护技术的特点和重要性。对于建筑中地下层的安全稳定性、排水能力和抗压性的高要求，只有深基坑支护技术的成功应用，才能够顺利完成。文中对在施工过程中深基坑支护技术的应用，进行详细的分析，能够为建筑施工的深基坑施工技术，更深一步的了解。希望以此文，给深基坑支护技术研究者，提供参考。

[关键词]深基坑；基坑开挖；支护措施
DOI：10.33142/ec.v5i12.7266 中图分类号：TU473.2 文献标识码：A

Application Research of Deep Foundation Pit Support Technology

LI Guoqing
Sinohydro Foundation Engineering, Tianjin, 301700, China

Abstract: Deep foundation pit is very important in the process of urban construction. In the process of deep foundation pit construction, support technology is needed. The level of support technology directly determines the building quality and becomes the core technology of foundation pit construction enterprises. Whether the construction scheme can be verified by experts, the foundation pit support technology is also one of the key indicators. This paper starts with the characteristics of deep foundation pit excavation, and analyzes the characteristics and importance of deep foundation pit support technology. For the high requirements of the safety, stability, drainage capacity and compression resistance of the underground in the building, only the successful application of the deep foundation pit support technology can be successfully completed. In this paper, the application of deep foundation pit support technology in the construction process is analyzed in detail, which can further understand the deep foundation pit construction technology for building construction. It is hoped that this paper can provide reference for researchers of deep foundation pit support technology.

Keywords: deep foundation pit; foundation pit excavation; support measures

引言

随着城市化的进程加快发展，城市的地价越来越高，城市的人口越来越多，城市规模也越来越大，对高层以及超高层建筑的需求增多了。建筑越高，对施工技术的要求，也越高[1]。建筑的层高越高，对基坑技术要求越严格。在超高层和高层施工过程中，建筑空间结构的加固，就需要深基坑支护技术的使用[2]。只有深基坑支护技术过关，造出来的建筑才能保证稳定的安全性[3]。传统建筑施工，由于建筑层高不高，基坑技术要求不高。现在高层建筑施工中，需要加深基坑深度，在相对复杂的施工条件中，容易引发安全事故[4]。因此，当前对深基坑支护技术的研究，是基坑施工技术发展的关键。深基坑支护技术的原理就需要土力学和结构力学为基础，建筑工程中还需要工程地质进行分析。在深基坑支护技术应用过程中，必须保证土工参数是准确的，对计算假定和施工条件，甚至气候因素，都需要考虑进去。在经过精心设计和安排后，对深基坑围护工程的安全性、成本和工期，都会起到很大的影响。

1 深基坑开挖特点

1.1 基坑向大深度方向发展

当前城市人口规模越来越大，为了应对城市发展对空间的需求，城市建筑中高层以及超高层建筑增多了。建筑的层高越高，基坑也越来越深，深基坑的相关技术要求也越来越高。在超高层和高层施工过程中，建筑空间结构的加固，也需要深基坑支护技术的使用。深基坑的出现和发展，是顺应社会发展需求而发展的，基坑大深度发展，更需要提升基坑的支护技术。

1.2 大规模基坑支撑系统难度提升

1.2.1 围护结构失稳

深基坑施工开挖过程，潜在各种施工危险，围护结构的施工失稳，就会带来严重的损失。围护结构的施工程序是需要一丝不苟的执行的，如果哪个步骤出问题，就会带来围护结构的不稳定性。这种不稳定性，是由于围护结构不均匀的受力所引起的。围护结构需要考虑到周围的水土的作用力之和相互平衡，才能保证结构稳定。当围护结构其中一部分的受力过大或者过小时，这种平衡、稳定的条

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

件就会受到影响，严重时，就引起事故。

1.2.2 开挖基底隆起

在软土地区施工，往往地下水的水位较高，这就容易引起基底隆起的问题发生。在软土地区普遍存在含水量过高，土质软弱，难以承载过重的建筑，支撑结构受到几滴隆起影响，受到破坏，同时施工中嵌入支护结构的深度，也是有要求的，如果不够深，也会引起开挖基底隆起的现象发生。

1.3 基坑开挖对周围建筑产生不利影响

1.3.1 路面开裂、坍塌

建筑工程在施工过程中，对周边的影响较大。深基坑开挖施工过程中，会对地面产生挤压的力，周边地面会出现开裂的情况发生。当地下水位较高时，就会出现水和砂涌出来的情况发生，甚至会导致周围路面发生坍塌的情况。

1.3.2 导致周边建筑受损

高层与超高层建筑施工过程中，基坑深度要求高，如果遇到周围也是较多建筑的情况下，深基坑的变形，应该得到严格控制。周围建筑由于距离较小，就会产生变形影响，从而发生变形、倾斜等事故。在深基坑开挖施工中，要严密观测地下水位，软土沉降问题，需要严格预防。建筑如果离施工现场过近，就会产生构建开裂，这就需要对软弱土进行改良和加固等措施，严格控制沉降均匀度。

1.4 基坑开挖对施工进度产生不利影响

在整个建筑施工过程中，需要挖土和打桩，同时降水和混凝土浇筑等工序，相互协作，才能完工。深基坑支护工序，对相邻施工场地的各项工序，是紧密相连、相互牵制的。深基坑开挖的地下水问题和结构稳定性支持，对相邻场地的结构和设置支持，都是在施工过程中，应该注意的要点。

2 深基坑支护技术的特点

2.1 运用在城市化水平高的建筑施工

城市的经济水平与发展规模，直接决定了城市的基础设施完善程度。在城市化发展水平较高的城市中，建筑施工的技术水平也要求较高。建筑施工技术水平要求提高了，就需要高水平的施工技术指导人员、施工现场更复杂、场地之间面临的问题更多。城市中由于空间利用度较高，就需要高层和超高层的建筑技术，深基坑支护技术，就成为建筑施工顺利的保障。

2.2 地域性影响较大

从自然和人文的影响因素出发，基坑开挖前，应该考察地质条件中，土质和土壤的特点，才能够做好各种应急处理准备工作，在问题发生时，能够第一时间做出判断。施工前，还需要考虑水文条件中，地下水的高度等问题，还有周围的人为环境，例如周围建筑的密集程度，住户的习惯和施工要求等，也是影响施工安排的重点。施工深基坑支护技术的应用，还需要对建筑的特点和地域性问题，进行考虑，从而安排基坑建筑的施工进度表。总之深基坑项目的支护技术使用，是受地域问题影响的，整个工程的推进，都需要参考各种外界问题，才能够减少后续需要处理的问题。

2.3 施工支护类型较多

深基坑支护施工包括重力式的方法、混合式的方法和悬臂式的方法。随着我国建筑行业的发展，在建筑施工过程中，使用深基坑支护技术也更熟练了。高层和超高层建筑，是为了增大空间利用率，这是离不开深基坑支护技术的支持的。多变的地质条件和复杂的施工环境，促使深基坑支护技术必须发展，才能够保证减少建筑施工的危险性和降低故障发生的概率。

3 深基坑支护的重要性

城市的人口越来越多，需要的空间也越来越高，由于土地资源的有限性，决定了高层与超高层建筑必须发展，以此来提高空间的利用率。高层、超高层建筑的施工难度，就决定深基坑支护技术水平必须应用和发展。深基坑支护技术，是一种难度较高、影响因素角度的技术。深基坑支护技术使用过程，对施工的材料和工艺方面，都应该规范施工、科学施工和谨慎施工，以减少施工中的故障。深基坑支护技术施工过程中，是需要按照工序的秩序，有规律地准确开展的。高层建筑的建设，需要深基坑支护技术，根据不同的条件，采取不同的支护措施，才能够更好、更安全促进建筑工程的开展。

只有严格把控各个环节，才能够保证建筑的质量和施工故障不在发生。深基坑技术是高层建筑的保证，更是施工过程中安全的保证。

建筑施工过程中，需要考虑水文条件中，地下水的高度等问题，还有周围的人为环境，例如周围建筑的密集程度，住户的习惯和施工要求等，也是影响施工安排的重点。深基坑支护技术，是建筑施工中，最重要的一个步骤。高层和超高层的建筑过程，也是必须按照预先制定的、专家审核过的施工方案进行，严格按照施工设定的图纸和规程施工，都是消除故障和隐患的关键。只有深基坑支护技术过关，造出来的建筑才能保证稳定的安全性。同时对深基坑支护施工参与的人员，应该从意识上和行为上，都应该考虑自身施工过程中的各个注意点。

3.1 土层锚杆支护施工技术

深挖基坑支护技术应用过程中，安装一个临时的支护在坑壁上，能够作为基础，永久性保障工程构筑物稳定，这种支护称为土层锚杆，从挡土桩和土层，用支护进行连接，保证土层结构受力的稳定，还可以是挡土墙与工程的构筑物，进行连接。它非常轻巧，具有两端固定的方式，合理地均匀受力，空间占有较小，造价较低，能够节约成本，提高施工效率，提早完工。由于在挡土结构上，加了土层锚杆，能够减少安全事故，也能够预防土层各种危险

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

发生。但是在它应用过程中，起到双层作用，对建筑工地能够保证稳定性和安全效率性，同时保护了施工人员和周围居民的安全。

深挖基坑支护技术施工过程，对工程中，工人的钻孔深渡、位置和速度，都通过参数量化，促进工人执行。在基坑开挖过程中，采取干、湿两种作业，在作业过程中，对机械的参数化控制要求度高了。在机械加水，进行钻孔操作，能够起到保护设备的作用。钢筋结构的预应力，是施工设计中，根据考察处理的地理参数，环境因素，根据通过的施工方案，进行深挖坑浆液质量参数确定。

3.2 护坡桩施工技术

护坡工程环节，是深基坑支护中的一个环节，在施工中能够起到支护作用。这也是一个施工管理的过程，在深基坑施工中，采用护坡支护工序，能够提升周围建筑和山区型地质问题，带来的阻力均衡稳定化的难度增大的问题。深基坑支护，同时促进防水环节，在前期施工中的安排，提高工程质量。这种技术具有深埋、安全减阻、稳定护坡等特点。护坡工程在施工过程中，应该考虑到地质问题，首先是否是采用这种深基坑支护技术的土质类型，周围的环境是否符合工艺要求。其次护坡技术对护坡基层工程技术工艺流程的技术要求较高，深埋型的基坑护坡工艺，应该严格考量。总之高层建筑的建设，需要深基坑支护技术，根据不同的条件，采取不同的支护措施，才能够更好、更安全促进建筑工程的开展。

3.3 土钉支护施工技术

深基坑支护技术中，有多种方法，施工人员可以用土钉钉入土体，从而增强深基坑支护的稳定安全性能。这种方法对土钉与土体的摩擦力，能够用来稳定结构，促进结构达到力均衡。土钉支护施工技术非常简单，只需要施工人员根据建筑要求，对土钉强度和拉力值参数，进行相关计算，然后充分了解数据参数值的基础上，进行操作。土钉支护施工技术应用过程中，还需要进行拔出土钉的实验，从而测试土钉拉力值，再进行灌浆的数量控制。土钉支护施工技术施工环节为相互协作的环节，需要多部门的共同研究，水灰比的偏差才能得到够控制，从而通过外加剂的方式，一共控制，但是配比问题，对土钉支护工作起着非常重要的作用。土钉支护施工技术比较简单，但是对尺寸和力的要求较高，施工人员的沟通能力，对低误差的高要求下，土钉支护施工技术对深基坑支护技术发展中，提供了重要的研究数据。因此这种支护方法，对施工人员的责任感要求更高。

3.4 地下连续墙支护施工技术

施工人员对深基坑支护措施，进行工程实际情况勘查过程中，对施工材料、设备、周围地质环境和安全性等，通过实地考察和参数计算分析等，都需要进行较深入了解分析。地下连续墙支护作为深基坑支护的一种，能够提升侧压支撑力和刚度的加强，同时深基坑变形的故障也不会发生。但是这种支护措施应该避开软土地的地质，对砂砾土层就能够起到很好的效果。施工人员在地下连续墙防水支护施工，最初要侵蚀基坑的围墙护壁，接下来地下连续墙支护施工，通过多层挖槽、多层浇筑钢筋混凝土层按照工序联结，促进深基坑的支护强度和防水性。这种支护方法，半逆方向和逆方向施法的施工方式，是永久有效的、稳定安全的、性价比高的。

详细分析地下连续墙支护施工是一个复杂的施工流程，施工人员在施工过程中，首先进行防水泥浆的侵蚀工序，让基坑围墙护壁能够达到工序设计方案，要求的工序效果。其次通过呈多层挖槽形状的保护设备，对围墙护壁进行多层挖槽操作，当多层挖槽操作效果达到工序要求时，就可以进行多层浇筑钢筋混凝土层浇筑，这样一个多层的土层和单层的钢筋混凝土层比起来，能够有更强的防水强度，高浇筑强度的效果，提升地下连续墙支护保护效果。

3.5 钻孔灌注桩支护施工技术

深基坑支护技术中，技术性要求最高的一种是钻孔灌注桩支护施工技术，这种方法的实施，需要高水平的人才。在钻孔灌注桩支护施工技术施工过程中，有一系列的施工标准，需要遵循，还有护筒的选择，也需要技术人员进行专业的区分。这是支护效果最强的一种方法，直接受到混凝土浇筑质量效果的影响，需要达到 1 米到 2 米之间的距离，混凝土与钢筋笼之间如果继续高速浇筑，就会引起钢筋笼上浮的现象发生。

钻孔灌注桩支护施工技术施工过程为：首先，对钻孔灌注桩支护施工技术施工的环境和地质条件，进行详细的勘查，根据相关勘查的数据，做出合理的施工方案，安排施工工序进程。其次技术人员在施工管理过程中，需要对泵量实时监测和控制钻井过程，钻井速度，也需要在保持均衡力的前提下，加快进程，但是整个施工过程必须保证角度的正确性。如果每道工序都能够按照标准完成，钻孔灌注桩支护施工一次性就能成孔，工序最后还是需要进行清孔处理。余量必须在钻孔的高度中，得到体现。

4 结语

现在高层建筑施工中，需要加深基坑深度，在相对复杂的施工条件中，容易引发安全事故。因此，当前对深基坑支护技术的研究，需要土力学和结构力学为基础，建筑工程中还需要工程地质进行分析。在深基坑支护技术土工参数是准确的，对计算假定和施工条件，甚至气候因素，都需要考虑进去，才能分析清楚承载力的各方面问题。当基坑深度要求高，如果遇到周围也是较多建筑的情况下，深基坑的变形，应该得到严格控制。周围建筑由于距离较小，就会产生变形影响，从而发生变形、倾斜等事故。在深基坑开挖施工中，要严密观测地下水位，软土沉降问题，需要严格预防。在经过精心设计和安排后，对深基坑围护工程的安全性、成本和

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工期，都会起到很大的影响。对于建筑中地下层的安全稳定性、排水能力和抗压性的高要求，只有深基坑支护技术的成功应用，才能够顺利完成。文中对在施工过程中深基坑支护技术的应用，进行详细的分析，能够为建筑施工的深基坑施工技术，更深一步的了解。同时如果想要施工更加顺畅，可以邀请专家、学者，通过论证和优化的方法把工程安排往更高的科学高度引导。通过深基坑支护技术研究，是响应行业发展需要的，更是响应时代发展要求的。

[参考文献]

[1]蒋小龙,党坤.土木工程中的钢结构施工技术[J].住宅与房地产,2018(13):220.
[2]郭永会.建筑钢结构施工技术与质量控制的措施[J].江西建材,2017(10):50-51.
[3]姜桂茂.土木工程项目中的钢结构施工技术[J].科技展望,2015,25(13):38.
[4]余磊.建筑工程中的深基坑支护施工技术分析[J].绿色环保建材,2021(4):116-117.
[5]傅刚良.建筑工程中的深基坑支护施工关键技术的应用[J].居舍,2021(10):40-41.
[6]周震宇.建筑工程中的深基坑支护施工关键技术的应用研究[J].建材与装饰,2020(1):23-24.

作者简介：李国庆（1997.9-），毕业院校；中南林业科技大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：中国水电基础局有限公司，当前职称级别：助理工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水利水电工程施工中滑模施工技术

纪星楠
中国水电基础局有限公司，天津 301700

[摘要]近些年来，随着我国水利水电工程建设数量不断增多，施工技术也得到了进一步的优化，其中滑模施工技术就是比较常用的使用技术之一。滑模技术的技术特点比较明显，具有快速、安全、操作简便等特点。滑模施工技术相对于固定模板的应用有着较高的优势。在进行水利水电工程施工过程中滑模施工技术是服务于混凝土施工技术中的一类，是对工程质量的保障，是使工程更快，更便捷、更美观的依靠。提高施工速率，减少工期是每一位工程人的夙愿，为做到快速的完成工程建设的同时还要保证工程建设的质量是现阶段工程人需要努力的方向。每当汛期来临之际，砂砾石坝面板工程的施工进度、施工质量就会受到一定的影响，为减少自然因素对工程进度的影响，就需要采取一种施工时间短，操作相较方便的施工技术来进行此类项目，恰恰滑模施工技术就可以在进行混凝土面板施工中做到以上要求。采取滑模施工技术可以降低复杂结构施工难度并提升工程建设精度，同时水利水电砂砾石坝面板工程中混凝土浇筑方量相对较大，所以在进行此类工程施工过程中也给滑模施工技术提出了更高的要求，因此应规范操作滑模施工技术，体现出滑模施工技术在水利水电工程中的作用。

[关键词]水利水电工程；滑模施工技术；自动化
DOI：10.33142/ec.v5i12.7265 中图分类号：TV52 文献标识码：A

Slip Form Construction Technology in Water Conservancy and Hydropower Project Construction

JI Xingnan
Sinohydro Foundation Engineering, Tianjin, 301700, China

Abstract: In recent years, with the increasing number of water conservancy and hydropower projects in China, the construction technology has been further optimized, among which the sliding form construction technology is one of the commonly used technologies. The sliding form technology has obvious technical characteristics, such as fast, safe and easy to operate. Slipform construction technology has higher advantages than the application of fixed formwork. During the construction of water conservancy and hydropower projects, the slip form construction technology is a kind of concrete construction technology, which guarantees the quality of the project and makes the project faster, more convenient and more beautiful. It is the long cherished wish of every engineer to improve the construction speed and reduce the construction period. At this stage, engineers need to work hard to ensure the quality of the construction while completing the construction quickly. Whenever the flood season comes, the construction progress and quality of the sand gravel dam face slab project will be affected to a certain extent. In order to reduce the impact of natural factors on the project progress, it is necessary to adopt a construction technology with short construction time and convenient operation to carry out such projects. The slip form construction technology can meet the above requirements in the concrete face slab construction. The adoption of slip form construction technology can reduce the construction difficulty of complex structures and improve the construction accuracy of the project. At the same time, the concrete pouring volume in the face slab project of water conservancy and hydropower sand gravel dam is relatively large, so higher requirements are also put forward for the slip form construction technology in the construction process of such projects. Therefore, the slip form construction technology should be standardized to reflect the role of the slip form construction technology in water conservancy and hydropower projects.

Keywords: water conservancy and hydropower projects; slip form construction technology; automation

引言

在我国社会经济发展过程中，水利水电工程属于基础性工程，在建设后可以有效防治洪涝灾害且可以对水土流失问题进行有效控制，同时也可以更好的推动我国工业、农业等方面的发展。因此在进行水利水电工程施工过程中应科学合理的选择与应用施工技术，从而保证水利水电工程可以顺利开展，提升水利水电工程整体建设质量。现阶段在进行水利水电工程施工过程中多会采用滑模施工技术，因此为更好的提升混凝土结构施工质量，规范操作滑模施工是保证施工质量的前提。从技术角度来看，滑模施工技术的应用是可以提升混凝土施工的便利性从而以提高施工效率、减少安全事故的发生。滑模施工技术与同类技术相比优势更加明显，可以更好的推动水利水电工程建设与发展。

1 滑模施工技术概述

1.1 滑模施工技术内涵

滑模施工技术中的模板主要为普通模板与专业模板，滑模安装的动力设备中主要是以液压千斤顶为主。当使用

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

千斤顶施工时，滑框可以顺延已经浇筑成型的模板滑动，采用逐层浇筑的方式完成混凝土模板浇筑，从而满足整体强度，保证机具可以提升，已完成浇筑作业的混凝土表面应采用循环滑动方式，在进行强度设计过程中应落实相关的标准。水利水电工程中所使用的滑模施工技术与桥梁工程、铁路工程中所使用的滑模施工技术是有区别的，需要对滑模尺寸进行严格的、精准的控制，但是由于结构具有一定复杂性，在施工过程中需要增加混凝土浇筑量。在进行水利水电工程施工过程中，应合理设计滑模结构弧度，尽可能的减少弧度变化问题。水利水电工程中采用滑模施工技术可以降低施工成本并可以保证水利水电工程施工质量[1]。

1.2 滑模施工技术的优势与使用要求

滑模施工技术在水利水电工程施工中有较明显的优势。滑模施工技术的使用可以保证工程建设的连续性从而达到缩短施工工期目的。同时滑模施工技术具有较强的整体性，在控制施工外观方面有着极强的作用，此外，为节约成本材料的损耗也是必须要控制的一项，滑模施工较其他施工方式来说可以节约模板的模板的损耗从而达到减少损耗率降低生产成本。但是在应用滑模施工技术时应注意以下问题，由于滑模施工技术的在使用后可以加快施工速度，因此在滑模板滑升的过程中应保证各工序可以紧密衔接同时还应保证预埋件、混凝土浇筑结构质量。若其中一个工序衔接出现间断会直接影响水利水电工程整体建设质量。

水利水电工程坡面面板施工具体应用过程中，若隧道坡度或是大坝迎水坡面相对较大时混凝土的入仓难度也就会随之增大，为保证混凝土入仓的稳定性，就需对混凝土拌合、混凝土运输方式和混凝土入仓方式进行控制，同时根据工程情况合理选择施工技术与施工工艺，最大限度减少施工难度。保证混凝土入仓的满足施工要求，从而提高产品质量[2]。

水利水电工程中当一些形状固定且浇筑方量较大的混凝土作业就可以使用滑模技术。因不需要反复挪动模板，减少模板损耗，从而达到提升施工效率的作用。此外，滑模技术的主要优势体现在模板的反复使用，可以提升混凝土浇筑施工效率。

2 滑模施工技术的特点

滑模技术的特点比较明显：滑模施工技术应用效率相对较高；滑模施工技术在应用后可以有效控制成本；滑模施工技术在应用后有利于水利水电工程施工质量的整体提升；滑模施工技术在应用后可以进一步加快水利水电工程施工进度。在具体施工过程中，滑模技术的应用是利用模板和动力滑升装置来构建混凝土结构，其中滑模模板结构是技术实施的主体。需要结合施工实际对滑模的结构组成和各项参数进行精细的设计，并按照设计参数制作精密的滑模施工结构，以使滑模施工操作能够保持顺畅性和稳定性。滑模操作的机械动力主要由固定卷扬装置提供，从而实现模板的动力滑行，动力装置可以实现模板的自由升降和混凝土表面的滑行移动，之后再采取分层提升完成混凝土浇筑施工。在混凝土施工中，混凝土的制作与科学配置是关键，另外，还需要对混凝土面板生产进行试验，以优化施工工艺，还需要根据施工期间的气候条件对施工计划进行合理的设计，从而保证施工的质量和进程。可见，滑模施工技术在水利水电工程中应用具有非常明显的优势，在应用后可以进一步提升水利水电工程施工效果与质量。也就是说，在进行水利水电工程施工过程中滑模施工技术也是混凝土施工技术中的一类，但是此类施工技术可以为工程质量提供最大的保障，使工程施工质量更加稳定。

3 滑模施工技术在水利水电工程中的实际应用

3.1 做好施工准备工作

在开展滑模技术施工之前要做好各项准备工作。首先要到施工现场进行实地勘察，对照施工现场情况和施工设计方案，保证施工实际与方案相符，保证各项施工设计的可行性。要重点检查施工现场的安全状况，提前做好安全防护，为后期施工操作的开展提供安全保障。还要对可能会影响施工技术的因素进行处理。

其次，做好施工技术交底工作。施工技术人员和管理人员要明确施工技术规范、设计要求、操作要点等内容，并要根据施工设计和实际情况合理规划施工资源配置。

最后，在开工前检查施工机械设备和材料，确定设备无故障，保证设备运行状态良好，并认真核对和检查施工材料，质量不达标的材料不能投入使用[3]。

3.2 滑模安装施工技术

（1）卷扬机安装

根据施工设计将准备好的卷扬机设备运输到施工指定场地，进行固定支撑处理，然后根据卷扬机的配重计算组装构建，期间对安装参数进行精确性控制，包括尺寸、布设宽度、高程等。

（2）侧模安装

确定侧模的规格、角度参数，然后利用钢筋三脚架装置进行支撑固定。侧模的安装顺序要从下至上进行。

（3）滑模结构安装

滑模包含多个组成结构，利用运输车辆将组装结构运输至坝顶，利用吊车按照设计图纸组装结构。

（4）滑模吊装施工

在滑模前段上侧设置相应规格的钢筋吊环，然后利用吊车连接吊环进行运输，吊装移动速度不宜过快，以保持结构的稳定性。吊装运输。通过吊装运输的方式，将其放置到合适的位置，技术人员需调整滑模位置，将其放置在仓号正中心处。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

（5）进行卷扬机的连接安装

先在滑模两端设置卷扬机牵引拉环和动滑轮，拉环处的钢丝绳在缠绕动滑轮后与卷扬机底座连接，之后利用卷扬机将绳索收紧，配合吊装车卸荷移走。

（6）进行滑模安装和拆卸处理

在卷扬机移动滑模至仓号最低区域的中心位置，进行滑模浇筑，再利用吊车将滑模移到上空，拆卸卷扬机，之后吊车将滑模放置于坝顶，为下一步施工做准备。

3.3 严格控制滑模运行精准度并做好滑模停止操作

滑模滑升的过程中，应对滑模水平进行有效控制，同时对纵向位置进行调整，水平位置主要是因为滑模无法均匀提升，所以应对滑模运行情况进行精准控制，确保卷扬机可以与滑模提升同步完成。采用的方式时将两台卷扬机的电机与同步限速装置并联，确保两台卷扬机可以以相同的速度提升；在提升的过程中每三层使用激光水平装置检测滑模运行状态，若存在偏差应及时进行纠偏，确保滑模可以在水平侧模位置中间轨道提升。在进行滑模施工时应保证施工的连续性，当出现意外情况停止滑动时应及时采用相应的措施，完成混凝土浇筑施工后滑模应继续提升到混凝土与模板位置，避免粘连。当出现施工缝情况时应及时对施工缝进行处理，使用人工方式将混凝土表面凿毛剔除，有必要时使用水将异物进行清除，先浇筑一层水泥砂浆后再将设计标号混凝土进行浇筑。

3.4 保证材料运输安全并设置滑模专用通道

在进行施工过程中坡面上部与下部通道可以使用浇筑仓号两侧所设置的软体，将软梯上部使用锚固固定在坝顶位置，工作人员在施工过程中必须佩戴安全绳。在进行面板与滑模施工过程中应做好模板、钢筋、铜止水等材料的运输工作。钢筋与模板运输过程中可以采用吊车将其吊至到浇筑仓号中，采用人工方式放置到安全区域中。运输铜止水时应采用铜止水成型设备在坝顶位置进行现场压模成型，从顺坡位置运送到各接头位置[4]。

3.5 滑模技术应用时应注意的问题

3.5.1 严格控制混凝土配合比

混凝土施工质量关系到水利水电工程建设整体质量，因此应严格控制混凝土配合比。在了解滑模技术自身优势的基础上严格控制混凝土施工质量，有效减少施工过程中的质量或是安全隐患。水泥混凝土中主要包括水、水泥、添加剂等物质，在确定这些物质的使用量后采用合理的方式进行搅拌。水泥混凝土拌制的过程中应严格控制各种材料配合比，最大限度满足工程建设需要，从而保证水利水电工程施工质量。在进行水泥混凝土拌制时可以在试验室中进行试验与计算，最大限度保证配合比满足施工要求。只有保证水泥混凝土配合比及拌制过程的科学性才能确保其强度满足工程要求，同时可以更好的满足水利水电工程对和易性的要求，提升原材料使用的科学性并可以提升施工材料使用效率，有效减少浪费现象。

3.5.2 保证混凝土拌制的科学性

采用滑模施工技术时应确保混凝土拌制工作的科学性。在了解混凝土配合比后严格按照设计要求合理选择施工材料，保证材料计量，同时在进行检查过程中应科学使用计量装置，保证计量结果的精准性。在施工现场安装搅拌站时应由相关部门参与并做好计量认证工作。

3.5.3 对滑模施工过程进行严格控制

首先应根据水利水电工程施工要求合理选择模板材料，一般情况下水利水电工程主要以木质模板为主，因此应对滑模进行严格控制。在进行滑模控制时通常会使用水准仪完成水平测量同时使用千斤顶同步装置控制水平度。要想保证滑模结构处于中心位置，在进行测量时可以使用激光照准设备与吊线进行配合使用，完成测量工作，同时及时调整滑膜变形情况，若发生变形情况时应根据模板上下情况进行测量，从而减少变形问题，提升滑膜施工技术使用效果。

3.5.4 有效控制滑模施工过程中的偏差

当使用滑膜施工技术进行施工过程中，即使是一个小的偏差也会给水利水电工程建设质量带来非常大的影响，因此在进行滑膜施工过程中应严格控制偏差。在进行测量工作时就应保证测量结果的准确性，只有保证测量结果的准确性才能对后期施工偏差进行有效控制，有效避免滑膜施工过程中的偏差，进而保证水利水电工程施工质量[5]。

4 面板堆石坝滑模施工前景展望

随着自动化的在各行各业中普及，我们充分的体会到自动化操作的便捷、精准、快速的特点。大大降低了施工人员在施工过程中的安全风险，更有效的控制了产品的质量，从而高效、优质的完成施工任务。

然而在水利水电工程上自动化的应用还近乎处于零阶段，就当前关于滑膜施工技术展开的论述在实际生产中使用的并不普遍，砂砾石坝面板施工多数还采用无轨滑模，无轨滑模在施工过程中对面板平整度、形体尺寸等无法准确的控制，只能依靠施工人员运用靠尺等基础工具进行现场控制往往在施工完成后会因振捣不充分、收面不及时、滑模提升速度不均等原因造成波浪纹、冷缝、颜色不均等外观问题。并且在施工过程中施工人员在滑模台车上不系安全带等现象总是出现，当滑模台车运行时会大大增加施工的安全风险。

当自动化系统代替了原有人工所操作的振捣、收面等工作后，将会大大减少人工成本，提高施工质量。

随着自动化技术在各行各业中的普及，相信水利水电工程也将会实现自动化生产。

5 结语

通过分析可知，在进行水利水电工程施工过程中，滑

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

模施工技术已经得到了广泛的应用，在应用后可以有效控制施工进度、使施工过程更加简便且可以提升施工安全并对施工成本进行有效控制。因此将滑模施工技术应用到水利水电工程施工过程中应全面落实相关规范与标准，更好的发挥出滑模施工技术在水利水电工程中的作用，提升滑模技术使用效果，进而提高水利水电工程施工质量。

[参考文献]

[1]黄河,丁友.浅谈水利施工中滑模技术的应用[J].技术与市场,2018,25(3):137.
[2]刘继磊.浅谈水利施工中滑模技术的应用[J].山东水利,2017(4):24-25.
[3]张春风,孟耐东.滑膜技术在水利施工中的重要性分析[J].技术与市场,2016,23(6):171.
[4]张玉才.水利施工中滑模技术的应用[J].中国新技术新产品,2016(9):109-110.
[5]王明明.浅谈滑模技术在水利水电工程施工中的应用[J].科技创新与应用,2016(9):208.

作者简介：纪星楠(1999.4-)，毕业院校：宁夏理工学院，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：中国水电基础局有限公司。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

二次设备舱结构的力学分析与设计

张道磊 刘慧峰
北京四方继保自动化股份有限公司，北京 100097

[摘要]在国家及国家电网的大力推动下，智能变电站模块化建设得到了很大的发展和进步，出现了一次设备舱、二次设备舱、生活舱、一二次组合设备舱等多种类型的模块和模块组。本篇文章以二次设备Ⅲ型舱为例，阐述一下预制舱结构的力学分析与设计。

[关键词]二次设备舱；力学分析；设计
DOI：10.33142/ec.v5i12.7303 中图分类号：TM315 文献标识码：A

Mechanical Analysis and Design of Secondary Equipment Cabin Structure

ZHANG Daolei, LIU Huifeng
Beijing Sifang Automation Co., Ltd., Beijing, 100097, China

Abstract: With the strong promotion of the state and the national power grid, the modular construction of intelligent substations has made great development and progress. There are many types of modules and module groups, such as primary equipment cabin, secondary equipment cabin, living cabin, primary and secondary combined equipment cabin. In this paper, the mechanical analysis and design of the prefabricated cabin structure are described by taking the Class III cabin of secondary equipment as an example.

Keywords: secondary equipment cabin; mechanical analysis; design

引言

二次设备舱这些年得到了广泛的应用和发展，有人会问，你为什么还要谈二次设备舱结构的力学分析与设计，还有这个必要吗？我可以很肯定地回答你：很有这个必要。之所以要谈二次设备舱的力学分析与设计，主要是在与舱体加工制作单位的技术人员交流过程中，发现很多技术人员对于舱体的计算模型、作用代表值、作用效应的组合、内力分析、构件设计等问题的认知上，存在很多的差异。舱体加工制作单位认为：二次设备舱，它是设备，不是建筑，不执行建筑结构的设计规范。从国家电网企标《预制舱式二次组合设备技术规范》（Q/GDW 11157-2017）的名称上来看，国网确实把它定义为设备。但是，在国网企标中的“规范性引用文件“中，与结构内力分析相关的规范只有：《建筑结构荷载规范》、《建筑抗震设计规范》、《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》及《电力设施抗震设计规范》，再没有与力学分析有关的其它规范，由此推定：二次设备舱舱体的结构分析与设计，应该根据《建筑结构荷载规范》及2022年开始执行的《工程结构通用规范》（GB 55001-2021）进行荷载代表值的取值及承载能力极限状态、正常使用极限状态下的作用效应组合，按照《建筑抗震设计规范》及2022 年开始执行的《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）进行地震作用的计算及地震作用效应和其他荷载效应进行地震作用效应组合。拟通过二次Ⅲ型舱为例，详细地介绍一下二次设备舱的力学分析与设计过程。

1 二次设备舱的概况

与二次设备舱直接相关的规范性文件主要有三本，分别是国家电网企业标准《预制舱式二次组合设备技术规范》（Q/GDW 11157-2017）、国家电网企业标准《预制舱式10KV～35KV 一二次组合设备技术规范》（Q/GDW 11882-2018）及国家标准《智能变电站二次舱通用技术条件》（GB/T 36283-2018）。

根据舱体长度的不同，二次设备舱分为三类，分别为Ⅰ型舱、Ⅱ型舱和Ⅲ型舱。Ⅰ型舱的外形尺寸（长*宽*高）为6200mm*2800mm*3200mm，Ⅱ型舱的外形尺寸（长*宽*高）为9200mm*2800mm*3200mm，Ⅲ型舱的外形尺寸（长*宽*高）为12200mm*2800mm*3200mm。三类舱体在外轮廓上比较，仅长度不同，相邻型号的舱体长度相差 3m，宽度和高度均相同。

Ⅲ型舱内一般布置 25 面屏柜，如图 1 所示。800mm 宽的屏柜共计 25 面，250Kg/面；900mm 宽的屏柜共计 2 面，300Kg/面。舱体地面铺设防静电活动地板，活动地板与舱底板之间设置 200～250mm 净高的线缆夹层。在舱体的两个端部墙体上布置工业空调。

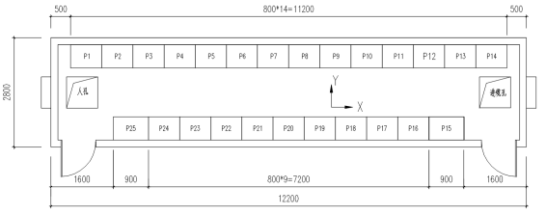


图 1 二次设备Ⅲ型舱平面布置图

舱体的墙体外墙板一般采用水泥加压板或钢板，墙体

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的内饰板一般采用铝塑板或金属雕花板，外墙板与内饰板之间设置保温且不燃的材料，舱体的屋面外板一般采用不锈钢板，吊顶采用铝塑板或金属雕花板，吊顶与不锈钢之间设置保温且不燃的材料。

从结构受力的角度来看，预制舱主要由两大部分组成，一部分是舱体的钢结构底座，另一部分是底座上部的轻型钢结构房屋。在舱体吊装就位阶段，舱体底座需要承担着预制舱全部的重量；在舱体就位后的正常使用阶段，钢结构底座与混凝土基础顶面预埋件焊接，除传递着上部结构、设备的自重外，还传递着风荷载、雪荷载和地震作业。而舱体底座上部的轻钢结构，在吊装阶段，主要承受由于舱体底座的变形而引起的内力，在正常使用阶段，主要承受风荷载、雪荷载的作用。

舱体底座的周圈一般采用热轧 H 形钢或热轧槽钢，为了增强底座的整体性，同时兼顾大部分 800mm 宽屏柜的布置，一般沿着舱体长边方向每间隔 800mm 布置一根热轧槽钢或热轧窄翼缘 H 型钢。在舱体底座长边钢梁腹板上开孔，设置 4 个销轴，最终形成 8 个吊点。

二次设备舱最大的特点，就是完全在工厂加工、制作、屏柜安装，现场吊装就位、接线、调试后即可投入使用。它的特点，就要求我们的内力分析和设计分为三个设计状态：一是持久设计状况，即二次设备舱正常使用时的状态；二是短暂设计状况，即舱体在吊装就位时的状态；三是地震设计状况。不同的设计状况，在荷载的取值、荷载的组合有着不同的要求。

2 网企标对二次设备舱的技术要求

舱体设计使用年限为 40 年，舱体结构重要性系数按 1.0 考虑。海拔高度≤3000m；抗震设防烈度 8 度，设计基本加速度 0.30g；设计最大风速 35m/s；地面活荷载标准值 4KN/m2； 屋面均布活荷载标准值不小于 0.5KN/m2；屋面雪荷载标准值按舱体所在地取值。

3 结构内力分析与设计方法

二次设备舱为轻钢结构，结构构件很多采用冷弯薄壁型钢，属于 S5 级截面，薄壁构件的边缘达到屈服强度前，其腹板可能就已发生局部的屈曲，故舱体的内力分析采用一阶弹性分析方法。除抗震设计外，均采用以概论理论为基础的极限状态设计方法。所谓极限状态，是指整个结构或构件的作用效应，超出某一特定的状态，就不再满足设计规范规定的某一功能要求。国家标准要求按照承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。承载能力极限状态的计算，主要是对结构、构件、连接节点的强度、稳定、倾覆、滑移的计算。正常使用极限状态的计算，是从使用者的观感和感受出发，主要是对结构、构件的变形、裂缝、振动的计算。

4 持久设计状况下荷载标准值的确定

4.1 风荷载标准值ω_k

（1）基本风压的确定

基本风速υ_0 =35KN/m，根据《建筑结构荷载设计规范》附录 E.2，空气密度ρ=0.00125*$e^{-0.001z}$，其中 z 为海拔高度，从公式中可看出空气密度ρ是 z 的降函数，暂取 z=5m 时，则基本风压$\omega_0 = 0.5 * \rho * \upsilon_0^2$=0.5*0.00125*$e^{-0.001*5}$*$35^2$=0.76 KN/$m^2$。

（2）风压高度变化系数μ_z

暂按 B 类地面粗糙度考虑，$\mu_z = 1.0$

（3）风荷载体型系数μ_s

依据《建筑结构荷载规范》表 8.3.1 可知：当风速沿着+Y 时，墙

体迎风面$\mu_s = 0.8$，墙体背风面$\mu_s = -0.5$，与 Y 方向平行的墙面$\mu_s = -0.7$，屋面迎风面$\mu_s = -0.6$，屋面背风面$\mu_s = -0.5$。

当风速沿着+X 方向时，墙体迎风面$\mu_s = 0.9$，墙体背风面$\mu_s = -0.2$，屋面及与 X 轴平行的墙面$\mu_s = -0.8$。

（4）风荷载脉动增大系数β，《工程结构通用规范》要求不得小于 1.2，本文取 β=1.2。

（5）风荷载标准值ω_k

风速沿着+Y 方向时，墙体迎风面$\omega_k = \beta * \mu_z * \mu_s * \omega_0 = 0.73$KN/$m^2$，墙体背风面$\omega_k = -0.46$KN/$m^2$，与 Y 方向平行的墙面$\omega_k = -0.64$ KN/m^2，屋面迎风面$\omega_k = -0.55$KN/m^2，屋面背风面ω_k=-0.46KN/m^2。

风速沿着+X 方向时，墙体迎风面$\omega_k = 0.82$KN/m^2，墙体背风面$\omega_k = -0.18$KN/m^2，屋面及与 X 轴平行的墙面$\omega_k = -0.73$KN/m^2。

4.2 雪荷载标准值 S_k

（1）基本雪压 S_0

二次舱的上部结构为轻钢结构，对雪荷载比较敏感，参照国家电网企业标准《预制舱式 10KV～35KV 一二次组合设备技术规范》（Q/GDW 11882-2018），取特殊地区使用条件下的基本雪压 0.75KN/m^2。

（2）屋面积雪分布系数μ_r

①当屋面雪荷载均匀分布时，$\mu_r = 1.0$。

②当屋面雪荷载不均匀分布时，半跨$\mu_{r1} = 0.75$，半跨$\mu_{r2} = 1.25$。

（3）屋面雪荷载标准值 S_k

①雪荷载均匀分布时，S_k=$\mu_r * S_0 = 0.75$ KN/m^2。

②雪荷载不均匀分布时，半跨 S_{k1}=0.56 KN/m^2，半跨 S_{k1}=0.94 KN/m^2。

屋面活荷载 0.5 KN/m2。

4.3 地面等效均布活荷载标准值

国网企标要求地面活荷载标准值 4KN/m^2，参考《变电站建筑结构设计技术规程》表 4.3.1 注 1，“表中所列标准值为等效均布荷载，包括设备荷载及其在楼面的安装、运行、检修荷载。”舱体地面活荷载的输入，就可以有两种方式输入。方式一：不再单独地输入屏柜的重量，舱体地面均按 4.0KN/m^2 的等效均布活荷载输入；方法二：屏

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

柜的重量作为永久作用，按照均布线荷载布置在屏柜底座X方向的钢梁上，除屏柜所占的区域，均布置 4.0KN/m^{2}的均布活荷载。

4.4 其他荷载

（1）在舱体计算模型中没有建立的墙板、屋面板、保温材料、防静电地板、空调等材料或设备，作为永久荷载，按照实际重量施加到计算模型的构件上。

（2）在模型中已经体现出来的结构构件，计算程序会根据材料的容重自动计算构件的自重。

5 短暂设计状况下荷载标准值的确定

5.1 风荷载

根据《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》（JGJ 276-2012）第3.0.12条，“大雨、雾、大雪及六级以上大风等恶劣天气应停止吊装作业”的规定，在吊装阶段，基本风压按六级风的风速计算。依据《大气科学名词》（第三版）可知，6级风的风速为10.8～13.8m/s。本设计按照14m/s风速确定风荷载标准值。计算步骤同本文的4.1条。计算结果如下：

基本风压$\omega_0 = 0.12$KN/m^2。

风速沿着+Y 方向时，墙体迎风面$\omega_k = \beta * \mu_z * \mu_s * \omega_0 = 0.115$ KN/m^2，墙体背风面$\omega_k = -0.072$ KN/m^2，与Y方向平行的墙面$\omega_k = -0.101$ KN/m^2，屋面迎风面$\omega_k = -0.086$KN/m^2，屋面背风面ω_k=-0.072KN/m^2。

风速沿着+X 方向时，墙体迎风面$\omega_k = 0.130$KN/m^2，墙体背风面$\omega_k = -0.029$ KN/m^2，屋面及与X轴平行的墙面$\omega_k = -0.115$KN/m^2。

屋面均布活荷载标准值取0。

5.2 屋面雪荷载标准值 Sk

（1）基本雪压 S_0

参照国家电网企业标准《预制舱式10KV～35KV一二次组合设备技术规范》（Q/GDW 11882-2018），取一般地区使用条件下的基本雪压0.25KN/m^2。

（2）屋面积雪分布系数μ_r 同本文中4.2条

（3）屋面雪荷载标准值 S_k

①雪荷载均匀分布时，$S_k = \mu_r * S_0 = 0.25$KN/m^2

②雪荷载不均匀分布时，半跨 S_{k1}=0.188KN/m^2，半跨 S_{k1}=0.313KN/m^2

5.3 地面活荷载

防静电活动地面的等效均布活荷载取0，但是屏柜的重量应按永久荷载按照实际重量输入。

6 地震设计状况下水平地震作用标准值的确定

由于国网企标对地震计算所需要的计算参数还不够全面、完整，从理论上讲应该按照二次设备舱布置的实际情况进行选取，本文暂且补充如下：

舱体的抗震设防类别为丙类，抗震设防烈度为8度（0.30g），场地类别按Ⅱ类考虑，设计地震分组按第一组考虑，水平地震影响系数0.24，特征周期为0.35s，舱体结构的阻尼比取0.05。

水平地震作用的计算，主要有底部剪力法、振型分解反应谱法及时程分析法。结合舱体结构的实际情况，本文采用振型分解反应谱法进行水平地震作用的计算。为确保地震作用计算的正确性，所选取的振型数量，能够确保振型参与质量之和不得小于总质量的90%。

结构地震力的计算，本质上是对结构的动力计算，根据达朗伯原理，通过引入惯性力，即可将动力计算问题转化为静力平衡问题来解决，但这仅仅是形式上的转换，是一种动态的、瞬间的力学平衡。地震力的大小，与舱体结构的质量和刚度有很大的关系。

《建筑与市政工程抗震通用规范》第4.3.1条规定，计算地震作用时，建筑与市政工程结构的重量荷载代表值应取结构和构配件自重标准值和可变荷载组合值之和，屋面雪荷载的组合值系数取0.5，屋面活荷载不予考虑，地面活荷载组合值系数取0.5 。即重量荷载代表值=1.0*舱体的永久荷载（含屏柜的重量）+0.5*屋面雪荷载+0.5*地面等效均布活荷载。。

7 荷载或荷载效应组合

二次设备舱在使用、吊装过程中，可能同时出现的荷载，应该按照承载能力极限状态和正常使用极限状态下的要求，分别采用荷载或荷载效应的基本组合、标准组合、地震组合，然后取其最不利的组合进行结构构件的设计。结构构件的强度计算、稳定计算采用荷载的基本组合，构件的挠度、节点的位移的计算采用荷载的标准组合。结构构件的抗震验算效应组合应采用地震作用效应和其他效应的基本组合。

7.1 组合公式

基本组合：

$\sum_{i\geq 1}\gamma_{Gi}G_{ik} + \gamma_{Q1}\gamma_{L1}Q_{1k} + \sum_{j>1}\gamma_{Qj}\psi_{cj}\gamma_{Lj}Q_{jk}$（公式1）

标准组合：$\sum_{i\geq 1}G_{ik} + Q_{1k} + \sum_{j>1}\psi_{cj}Q_{jk}$ （公式2）

地震组合：$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh}S_{Ehk} + \gamma_{Ev}S_{Evk} + \sum\gamma_{Di}S_{Dik} + \sum\psi_i\gamma_i S_{ik}$（公式3）

公式1～公式3符合的含义请参见《工程结构通用规范》（GB 55001-2021）及《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB 55002-2021）。

7.2 荷载或效应组合的说明

D—永久荷载标准值，L—活荷载标准值，LR—屋面活荷载

W1—+Y向风荷载标准值，W2—+Y向风荷载标准值，W3—+X向风荷载标准值，S1—均布雪荷载，S2—不均布雪荷载（前半跨大，后半跨小），S3--不均布雪荷载（前半跨小，后半跨大），Ex—X方向地震力，Ey—Y方向地震力，永久作用的荷载分项系数：当对结构不利时，取1.3；

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

当对结构有利时，取 1.0。

可变作用的荷载分项系数：当对结构不利时，取 1.5；当对结构有利时，应取 0。

地震组合时，重力荷载的分项系数取 1.3。

地震作用的荷载分项系数：当仅计算水平地震作用时，取 1.4；当仅计算竖向地震时，取 1.4；同时计算水平地震和竖向地震时，当以水平地震为主时，水平地震的分项系数取 1.4，竖向地震的分项系数取 0.5；当以竖向地震为主时，水平地震的分项系数取 0.5，竖向地震的分项系数取 1.4。

7.3 舱体内力分析的荷载或效应的组合

表 1 舱体内力分析的荷载或效应的组合

序号	名称	类型	说明
1	C1	代数和	1.3*D + 1.5*1.0*L+1.5*0.7*RL
2	C2	代数和	1.0*D + 1.5*1.0*L +1.5*0.7*RL
3	C3	代数和	1.3*D ± 1.5*W
4	C4	代数和	1.0*D ± 1.5*W
5	C5	代数和	1.3*D + 1.5*1.0*L ± 1.5*0.6*W
6	C6	代数和	1.0*D + 1.5*1.0*L ± 1.5*0.6*W
7	C7	代数和	1.3*D + 1.5*0.7*1.0*L ± 1.5*W
8	C8	代数和	1.0*D + 1.5*0.7*1.0*L ± 1.5*W
9	C9	代数和	1.3*(D+0.5L) ± 1.4*1.0*Ex
10	C10	代数和	1.3*(D+0.5L) ± 1.4*1.0*Ey
11	C11	代数和	1.0*(D+0.5L) ± 1.4*1.0*Ex
12	C12	代数和	1.0*(D+0.5L) ± 1.4*1.0*Ey
13	C13	代数和	1.3*D + 1.5*1.0*(L+S)
14	C14	代数和	1.0*D + 1.5*1.0*(L+S)
15	C15	代数和	1.3*D + 1.5*1.0*(L+S) ± 1.5*0.6*W
16	C16	代数和	1.0*D + 1.5*1.0*(L+S) ± 1.5*0.6*W
17	C17	代数和	1.3*D + 1.5*0.7*1.0*(L+S) ± 1.5*W
18	C18	代数和	1.0*D + 1.5*0.7*1.0(L+S) ± 1.5*W
19	C19	代数和	1.3*(D+0.5*(L+S)) ± 1.4*1.0*Ex
20	C20	代数和	1.3*(D+0.5*(L+S)) ± 1.4*1.0*Ey
21	C21	代数和	1.0*(D+0.5*(L+S)) ± 1.4*1.0*Ex
22	C22	代数和	1.0*(D+0.5*(L+S)) ± 1.4*1.0*Ey
23	C23	代数和	D + (L+RL)
24	C24	代数和	D ± W
25	C25	代数和	D + L ± 0.6*W
26	C26	代数和	D ± W + 0.7*L
27	C27	代数和	(D + 0.5*L) ± 1.0*Ex
28	C28	代数和	(D + 0.5*L) ± 1.0*Ey
29	C29	代数和	D + (L+S)
30	C30	代数和	D + (L+S) ± 0.6*W
31	C31	代数和	D ± W + 0.7*(L+S)
32	C32	代数和	(D + 0.5(L+S)) ± 1.0*Ex
33	C33	代数和	(D + 0.5(L+S)) ± 1.0*Ey
34	C34	代数和	C1～C22 组合的包络
35	C35	代数和	C23～C33 组合的包络

8 舱体结构构件的设计

舱体结构构件的力学分析完成以后，还需要根据《钢结构设计标准》、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》（GB 50018-2002）的要求对结构构件及连接节点进行设计，确保结构构件在强度、稳定、变形及构造上满足设计规范的要求。在舱体结构体系内，主要存在三类构件，一是受弯构件，二是轴心受力构件，三是拉弯、压弯构件。

受弯构件，主要对构件的受弯强度、受剪强度、构件的整体稳定、局部稳定及挠度的计算。需要特别注意的是受弯构件的容许挠度有两个指标，一个是在永久荷载标准值+可变荷载标准值作用下容许的挠度值[v_T]，另一个是仅在可变荷载标准值作用下容许的挠度值[v_Q]。舱体底座周圈的钢梁及屋面梁挠度，不得超过[v_T]=1/400、[v_Q]=1/500 的容许值，屋面檩条的挠度不得超过[v_T]=1/240 的容许值。

轴心受力构件，主要对它的截面强度、轴线受压构件的稳定性及长细比进行控制。舱体内的柱间支撑在计算模型中一般都是按照轴心受力构件来计算的。在设计过程中，需要特别关注舱体的吊装阶段，确保设计模型与吊装方案保持一致，同时需要对吊装销轴对孔壁的局部抗压强度的计算。

舱体的柱子一般都是安装拉弯或压弯构件进行设计的。主要对它的截面强度、构件的稳定性及长细比进行控制。在风荷载或多遇地震标准值的作用下，柱顶位移不得大于 h/60，其中 h 是柱子的高度。

[参考文献]

[1]中华人民共和国住房和城乡建设部、国家市场监督管理总局.工程结构通用规范:GB 55001-2021[S].北京:中国建筑工业出版设,2021:6-22.

[2]中华人民共和国住房和城乡建设部、国家市场监督管理总局.建筑与市政工程抗震通用规范 GB 55002-2021[S].北京:中国建筑工业出版设,2021:14-15.

[3]中华人民共和国住房和城乡建设部、中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.建筑结构荷载规范 GB 50009-2012[S].北京:中国建筑工业出版设,2012:8-11

作者简介：张道磊（1980.9-），男，毕业于北方交通大学，电力系统继电保护，目前就职于北京四方继保自动化股份有限公司，集成设计部部门经理，中级工程师；刘慧峰（1966.12-），男，毕业于大连理工大学，工业与民用建筑专业，目前就职于北京四方继保自动化股份有限公司，工程设计主管，高级工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

大跨度无支撑装配式混凝土结构厂房设计

向黎明[1] 徐立宾[1] 焦祥梓[1] 张志坚[2] 唐成众[2]
1 上海思睿建筑科技有限公司，上海 200000
2 安徽元鼎建筑工业有限公司，安徽 蚌埠 233000

[摘要]本项目一层层高 12 米，柱距为 9X18.2 米，楼面活荷载为 5kN/m²,为降低项目总造价，施工过程中采用无支撑设计，预制构件采用预制柱、预制叠合梁、预应力双 T 板，预应力外墙板，ALC 内墙板等构件。由于在设计中对施工及使用过程的各种工况进行了一体化的考虑，使本项目在进度、质量和工期上都较好的体现了装配式建筑的优越性，实现了节能减排，文明施工的目的。

[关键词]大跨度厂房；无支撑；装配式；双 T 板；预应力外墙板
DOI：10.33142/ec.v5i12.7302 中图分类号：TU741.2 文献标识码：A

Design of Large Span Unsupported Prefabricated Concrete Structure Workshop

XIANG Liming [1], XU Libin [1], JIAO Xiangzi [1], ZHANG Zhijian [2], TANG Chengzhong [2]
1 Shanghai Sirui Construction Technology Co., Ltd., Shanghai, 200000, China
2 Anhui Yuanding Construction Industry Co., Ltd., Bengbu, Anhui, 233000, China

Abstract: The first floor of the project is 12m high, the column spacing is 9X18.2m, and the floor live load is 5kN/m^2. In order to reduce the total project cost, the unsupported design is adopted in the construction process, and the prefabricated components are prefabricated columns, prefabricated composite beams, prestressed double T plates, prestressed exterior wall panels, ALC interior wall panels and other components. Due to the integrated consideration of various working conditions in the construction and use process in the design, the project has better reflected the advantages of prefabricated buildings in terms of schedule, quality and duration, and achieved the purpose of energy conservation, emission reduction and civilized construction.

Keywords: large span workshop; no support; assembled type; double T plate; prestressed exterior wall panel

1 项目概况

本项目位于安徽省蚌埠市天井湖大道东侧、磨王路南侧、六号路西侧、四号路北侧，项目总占地约 141.7 亩。用地面积：94483.8 ㎡（约 141.7 亩），总建筑占地面积：50864 ㎡，总建筑面积：92769.76 ㎡，计容面积：168691.7 ㎡，建筑密度：53.8%，容积率为：1.8。包括厂房，综合楼，配电房，门卫及水处理车间等组成。



图 1 总体效果图

其中 5#厂房地上 2 层，无地下室，建筑高度 18.50m，一层层高 12.00m，底层设 5t，7.0m 轨高行车；二层层高 6.50m，单层建筑面积约 3560 ㎡；结构形式采用框架结构，主要柱距 9X18.2m，抗震设防烈度：7 度。建筑平面见图 2，剖面见图 3。

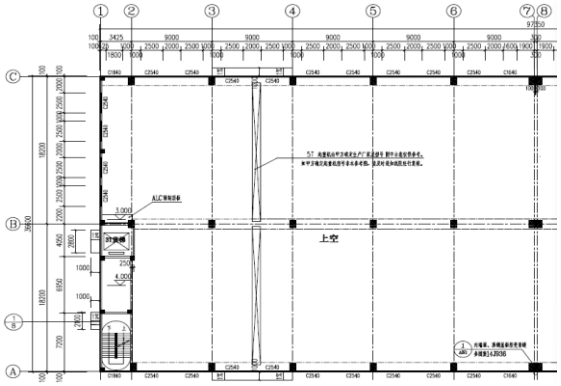


图 2 典型建筑平面图

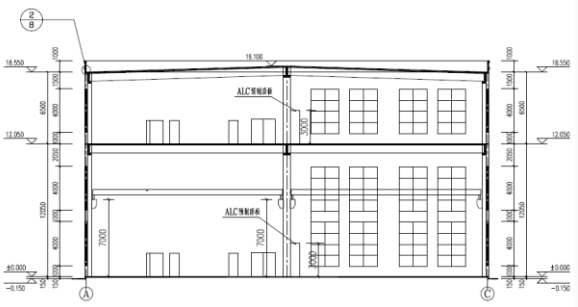


图 3 建筑剖面图

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 装配式建筑拆分

根据 5#楼实际情况，采用了预制柱、预制叠合梁、预应力双 T 板，预应力外墙板，ALC 内墙板等装配式构件。5#楼一层层高为 12 米，最大跨度为 18.2 米。经过经济性比较分析，本项目楼梯间范围采用现浇框架结构；其它区域采用了装配整体式框架结构，并按施工工程中无支撑的要求设计。

依据建政秘[2021]10 号文《蚌埠市装配式建筑装配率计算方法》装配率计算结果为 74.6。其中主体结构 Q1 采用预制梁、板、柱，实际得分为 46.7；围护墙和内隔墙 Q2 采用非承重围护墙非现场砌筑和内隔墙非砌筑，实际得分为为 10.9；装修和设备管线 Q3 采用全装修和管线分离，实际得分为 12.0；鼓励创新项 Q5 采用光电建筑（薄膜发电组件板面积规模），实际得分为 5。

预制柱、预制叠合梁平面布置图如图 4，预应力双 T 板平面布置图如图 5。

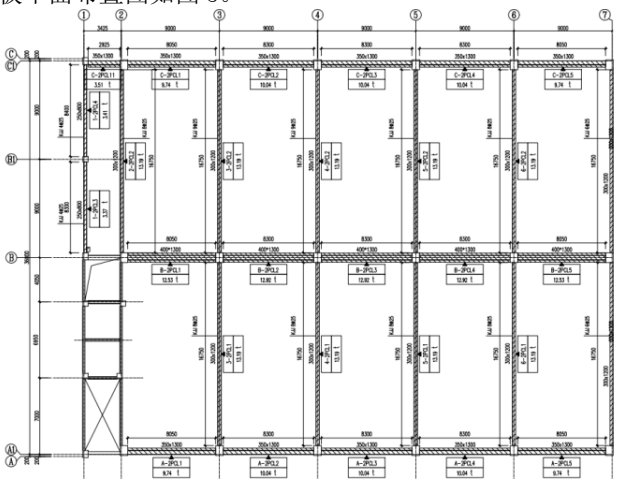


图 4 预制柱、预制叠合梁平面布置图

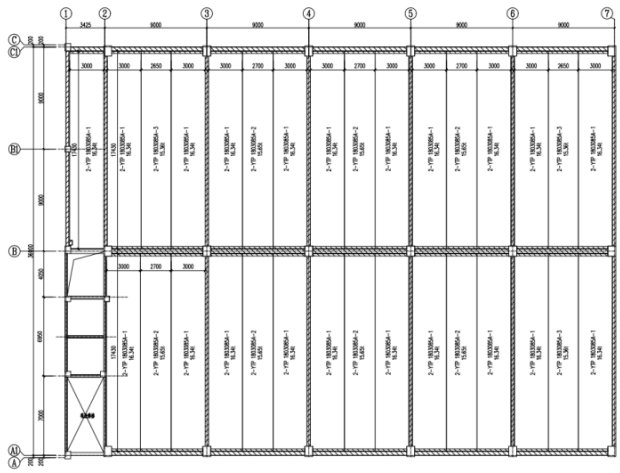


图 5 预应力双 T 板平面布置图

3 大跨度预应力双 T 板

本项目板的实际长度为 17.43n，活荷载为 5kN/m^2，采用预应力双 T 板。双 T 板高度为 850mm，宽度不超过 3000mm，混凝土强度等级为 C40，预应力钢筋为 8Φ^{s}15.2，预应力张拉控制应力系数为 0.60。

双 T 板叠合层考虑反拱大小后厚度取为 80mm，双 T 板按《混凝土结构设计规范［附条文说明］》GB50010-2010（2015 年版）附录 H 无支撑叠合梁板 两阶段设计。

4 预制外墙板

外墙板采用了预制外墙板，一层层高 12m，中部设置抗风钢桁架，为了满足施工过程中的受力要求，预制外墙板两侧分别设置了预应力钢筋。

预制外墙板按脱模、运输、吊装（翻转）、安装完成等四个工况包络设计，高 12 米的外墙板两侧分别设置了预应力钢绞线 2Φ^{s}15.2 以满足脱模、吊装（翻转）阶段的设计要求。连接节点参考《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102-2003 进行设计。

外墙顶部通过预埋螺栓与预制梁底连接，平面内预留螺栓空隙大小满足大震变形要求，平面外通过螺栓与屋面预制梁拉结。

外墙中部通过预埋螺栓与钢抗风桁架连接，平面内预留螺栓空隙大小满足大震变形要求，平面外通过螺栓拉结。

外墙下部通过埋件与基础梁形成铰接连接。

为验证预制外墙板在施工及使用工况的安全性，采用 ABAQUS 有限元程序对外墙板的脱模、吊装、安装完成后实际受力状况分别进行了分析，结果显示最大的混凝土拉应力均不超过 ftk，满足规范要求。

5 预制柱、叠合梁 无支撑设计

本项目由于一层层高 12 米，跨度为 9X18.2 米，为避免施工时高支模带来的造价和工期的影响，施工工况采用了无支撑设计。

为了实现施工过程中的无支撑设计要求，主要受力方向的叠合梁采用外挑牛腿作为双 T 板的支撑；预制柱在主受力梁方向设置混凝土牛腿，次受力梁方向采用临时钢牛腿 作为两个方向预制叠合梁安装施工过程中的支撑，并且在混凝土牛腿顶面埋设梁的定位钢筋，方便叠合梁的安装和定位。

叠合梁按《混凝土结构设计规范［附条文说明］》GB50010-2010（2015 年版）附录 H 无支撑叠合梁板 两阶段设计。

第一阶段后浇的叠合层混凝土未达到强度设计值之前的阶段。荷载由预制构件承担，预制构件按简支构件计算；荷载包括预制构件自重、预制楼板自重、叠合层自重以及本阶段的施工活荷载（一般按 1.5kN/m^2）。第二阶段叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后的阶段。叠合构件按整体结构计算；荷载考虑下列两种情况并取较大值：施工阶段 考虑叠合构件自重、预制楼板自重、面层、吊

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

顶等自重以及本阶段的施工活荷载;使用阶段考虑叠合构件自重、预制楼板自重、面层、吊顶等自重以及使用阶段的可变荷载。

经过计算复核并适当增加预制部分截面高度和钢筋,满足施工和设计工况的要求。

6 现场安装照片

图6为现场柱安装图片,图7为现场叠合梁安装照片,图8为现场双T板安装图片,图9为预制外墙板安装照片。



图6 预制柱安装



图7 预制叠合梁安装



图8 双T板安装



图9 外墙板安装

7 小结

本项目一层层高达到12m，最大跨度达到18m，楼面活荷载为5kN/m^2。楼面采用预制叠合梁、预应力双T板，柱采用了全预制柱,通过设计永久混凝土牛腿或者临时钢牛腿的方式 实现了施工过程中的无支撑设计，避免了高支模带来的成本和工期的影响。一层的外墙采用高 12m预制预应力混凝土外墙板，降低了外墙的施工难度，节省了工期。

经过本项目的实践进一步证明了装配式建筑在对设计及施工中出现的工况进行一体化的考虑,因地制宜的选用合适的预制构件，可以较好的在进度、质量和工期上体现装配式建筑的优越性,实现节能减排,文明施工的目的。

[参考文献]

[1]装配式混凝土结构技术规程:JGJ 1-2014[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.

[2]装配式混凝土建筑技术标准:GBT51231-2016[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.

[3]装配式钢结构建筑技术标准:GB/T51232-2016[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.

作者简介:向黎明(1976.1-),男,同济大学,结构工程,工学硕士,副总经理,一级注册结构工程师;徐立宾(1977.3-),男,华东船舶工业学院,建筑工程,装配式建筑设计经理,工程师;焦祥梓(1960.7-),男,美国新泽西理工学院,土木工程,硕士,总工程师,美国华府注册结构工程师;张志坚(1963.6-),男,安徽省建筑工程学校、同济大学,工民建专业,安徽元鼎建筑工业有限公司,总经理,高级工程师;唐成众(1989.12-),男,毕业于河北建筑工程学院,建筑学专业,安徽元鼎建设工程有限公司,设计部副部长,中级职称。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

斜柱在退台收进高层结构中的应用及抗震性能分析

熊 俊 张 滔
重庆市设计院有限公司，重庆 400015

[摘要]针对外部轮廓连续退台收进建筑，研究利用斜柱及斜撑组成斜向框架做为承重结构及抗侧力体系，实现结构的层层退台收进；通过考察相似项目的做法，采用不同的力学模型进行对比分析，对斜柱、斜撑，以及与斜柱相连梁的抗震性能进行分析，以达到结构的安全性能目标，为类似建筑的结构设计提供参考。
[关键词]斜柱框架；退台收进结构；抗震性能
DOI：10.33142/ec.v5i12.7268 中图分类号：TU973.14 文献标识码：A

Application of Inclined Columns in Retractable High-rise Structures and Seismic Performance Analysis

XIONG Jun, ZHANG Tao
Chongqing Architecture Design Institute Co., Ltd., Chongqing, 400015, China

Abstract: Aiming at the building with continuous setback and setback of external contour, the diagonal frame composed of diagonal columns and braces is studied as the load-bearing structure and lateral force resisting system to realize the setback and setback of the structure layer by layer; Through investigating the practice of similar projects, different mechanical models are used for comparative analysis, and the seismic performance of diagonal columns, diagonal braces, and beams connected with diagonal columns are analyzed to achieve the safety performance goal of the structure and provide reference for the structural design of similar buildings.
Keywords: skew column frame; retreat structure; seismic performance

引言

带斜柱的退台收进结构作为一种新颖的建筑结构形式，以其丰富的立面造型，越来越多的应用到工程实际中，然而斜柱通常会造成建筑物的竖向刚度突变，可能会带来抗震性能薄弱部位。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）[1]及《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ3-2010）[2]中的规定，抗侧力构件沿竖向宜均匀变化，避免侧向刚度和承载力突变。退台式收进结构由于外部轮廓收进，造成结构外围的竖向结构如框架柱不连续，在退台处出现刚度突变；斜框架柱与剪力墙分部不均匀，导致结构刚度分布不均匀等对结构抗震性能带来不利影响。为更好地满足现代建筑各项功能的实际需求，要求设计人员应对建筑主体结构设计问题进行反复衡量与分析，以确保高层建筑物结构承载能力与抗震性能得以深化加强，减少使用风险问题。

1 斜柱结构的研究现状

随着社会经济水平及建筑审美的提升，带斜柱的建筑结构形式也越来越多的应用于工程实践中。刘云浪[3]等对某超高层外框斜柱结构进行了抗震性能分析，针对斜柱对结构的影响提出了抗震措施。梁影[4]等对某带斜柱转换的框支剪力墙结构进行了分析研究，结果表明斜柱转换能明显改善转换层与其相邻上层结构的侧向刚度比，降低转换梁的截面尺寸，节省建筑的使用空间。张琳[5]等以深圳中国人寿大厦为例，针对斜柱及其相关构件的内力、斜柱节点和穿层斜柱屈曲问题等进行了分析。袁世聪[6]等对垂直外框架柱和倾斜外框架柱的框架-核心筒结构进行了弹性分析，结果表明斜框柱能够减小结构的层间位移。贾鑫[7]以某带斜柱框剪结构为例，应用振型分解反应谱法和静力弹塑性分析方法，探究了斜柱对于框剪机构抗震耗能机制和楼板应力的影响。何中明[8]研究了某斜柱框架-核心筒结构，结果表明斜柱对结构整体性能影响较小，但是斜柱倾斜角度发生改变的楼层，构件的内力有较大的变化。

2 工程实例分析

2.1 工程概况

本项目位于重庆市两江新区，人流量大，并且距离观音桥核心圈直线距离 4kM，朝天门 6.2kM，距离江北机场约 15kM，地理位置优越。基地西侧为已建住宅跟商业大楼，其他 3 侧都为未建区域，基地高于城市道路，且有明显高差 10m，基地内侧为平地，无明显高差。建筑结构高度为 61.5m，主要由地下两层和地上十四层组成，结构形式为斜柱框架-框架剪力墙结构，且存在局部转换。

该工程设计基准期及结构设计使用年限均为 50 年，结构安全等级为二级；工程设防类别为丙类，抗震设防烈度为 6 度(0.05g)，地震分组为第一组，场地类别为Ⅱ类，特征周期为 0.35s，设防烈度最大地震影响系数α_{max}为 0.04；地面粗糙度类别为 C 类，基本风压为 0.4kN/㎡，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

承载能力计算时，风荷载效应放大系数取 1.1。

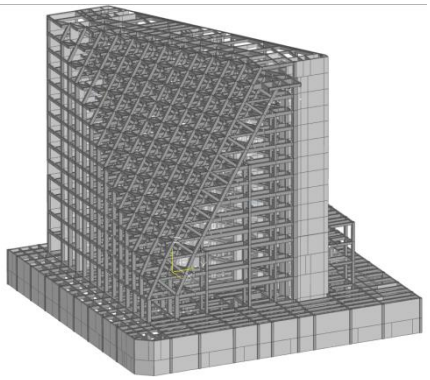


图 1 计算模型三维透视图



图 2 项目效果图

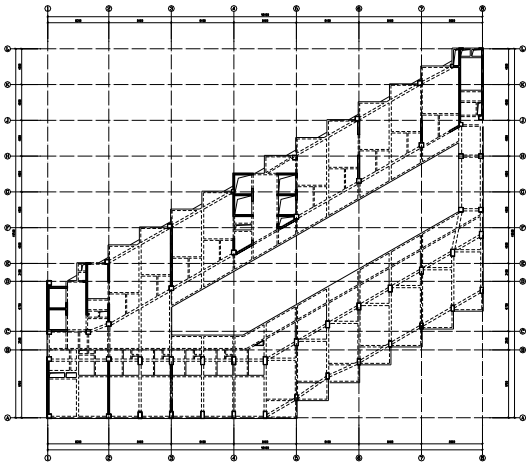


图 3 典型楼层平面布置图

2.2 竖向荷载作用下的内力分析

为了解斜柱及与其相连相邻构件的受力特点，取斜柱及与斜柱相连梁进行分析，本文选取典型的斜柱 A（4 层 8 轴交 C 轴）、B（6 层 7 轴交 C 轴）、C（10 层 6 轴交 D 轴）和 D（12 层 5 轴交 C 轴）斜柱及相连梁。

在竖向荷载作用下，斜柱的内力值如下表 1 和表 2，与斜柱相连梁的内力值如表 3 和表 4。

表 1 恒载作用下典型斜柱内力

柱号		A 柱	B 柱	C 柱	D 柱
轴力（kN）	柱底	-3732.2	-8361.6	-4560.3	-2832.3
	柱顶	-3673.5	-8307.0	-4511.1	-2783.2
扭矩（kN·m）	柱底	2.5	0.2	-0.1	-2.1
	柱顶	2.5	0.2	-0.1	-2.1
X 向剪力（kN）	柱底	-60.7	-35.0	2.8	0.4
	柱顶	-60.7	-35.0	2.8	0.4
Y 向剪力（kN）	柱底	-98.7	-43.1	34.8	66.6
	柱顶	-70.6	-11.9	62.9	94.7
X 向弯矩（kN·m）	柱底	241.6	97.5	-22.6	-68.9
	柱顶	-235.5	-235.5	213.9	321.3
Y 向弯矩（kN·m）	柱底	-173.1	88.2	15.9	10.5
	柱顶	168.8	-81.3	2.3	8.6

表 2 活载作用下典型斜柱内力

柱号		A 柱	B 柱	C 柱	D 柱
轴力（kN）	柱底	-316.3	-872.1	-450.0	-202.5
	柱顶	-316.3	-872.1	-450.0	-202.5
扭矩（kN·m）	柱底	0.1	-0.1	0.3	0.0
	柱顶	0.1	-0.1	0.3	0.0
X 向剪力（kN）	柱底	-6.4	-2.9	2.4	1.8
	柱顶	-6.4	-2.9	2.4	1.8
Y 向剪力（kN）	柱底	-6.5	1.0	10.5	14.2
	柱顶	-6.5	1.0	10.5	14.2
X 向弯矩（kN·m）	柱底	17.4	5.3	-26.6	-31.9
	柱顶	-19.0	10.2	24.3	36.7
Y 向弯矩（kN·m）	柱底	-18.4	-6.3	6.0	4.8
	柱顶	17.8	7.6	-5.6	-4.9

由以上表可以看出，斜柱在竖向荷载作用下，除了承担轴力作用外，还要承受较大的剪力和弯矩。

位于斜柱交接处的接层，与斜柱相连的框架梁受到斜柱轴向力水平分量分配来的拉、压力。计算时，框架梁按照拉（压）弯构件进行验算。考虑轴力工况的框架梁验算结果见表 3 和表 4，表中仅给出典型框架梁的验算结果。

表 3 恒载作用下典型框架梁内力

梁号	轴力(kN)	扭矩（kN·m）	梁端剪力（kN）		梁端弯矩（kN·m）	
			X 向	Y 向	X 向	Y 向
4 层(8/A～C)	332.7	16	18.7	-97.0	-143.3	24.0
6 层(7/B～C)	588.4	10.2	40.6	-179.8	-347.7	27.9
10 层(6/B～D)	0.0	3.6	0.0	-189.6	-405.9	0.0
12 层(5/B～D)	0.0	3.5	0.0	-195.9	-461.7	0.0

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 4 活载作用下典型框架梁内力

梁号	轴力(kN)	扭矩（kN·m）	梁端剪力（kN）		梁端弯矩（kN·m）	
			X 向	Y 向	X 向	Y 向
4层(8/A～C)	29.3	2.1	2.4	-12.4	-22.1	2.9
6层(7/B～C)	60.6	1.4	3.8	-24.9	-44.8	2.6
10 层（6/B～D）	0.0	0.4	0.0	-25.6	-49.7	0.0
12 层（5/B～D）	0.0	1.0	0.0	-26.3	-56.3	0.0

由以上表可以看出，与斜柱相连的框架梁，在竖向荷载作用下，柱由竖直变为倾斜时，为了平衡斜柱轴力的水平分量，存在较大轴拉（压）力；而位于斜柱中部的框架梁，几乎不存在轴向力。

2.3 水平地震作用下的内力分析

结构所受水平荷载有地震作用和风荷载两种，由于风荷载相较于地震作用来说对结构产生的影响较小，在本节选取水平向的地震作用的内力进行分析。典型斜柱及典型框架梁的选取同 2.2 节。

在水平地震作用下，斜柱的内力值如下表 5 和表 6，与斜柱相连梁的内力值如表 7 和表 8。

表 5 X 向地震作用下典型斜柱内力

柱号		A 柱	B 柱	C 柱	D 柱
轴力（kN）	柱底	-279.5	24.1	24.1	-53.7
	柱顶	-279.5	24.1	24.1	-53.7
扭矩（kN·m）	柱底	0.9	-2.8	-0.9	0.9
	柱顶	0.9	-2.8	-0.9	0.9
X 向剪力（kN）	柱底	-16.4	-25.3	-24.2	-20.6
	柱顶	-16.4	-25.3	-24.2	-20.6
Y 向剪力（kN）	柱底	-7.1	-6.4	-7.0	-6.8
	柱顶	-7.1	-6.4	-7.0	-6.8
X 向弯矩（kN·m）	柱底	15.8	10.4	17.0	15.8
	柱顶	-24.3	-20.9	-16.9	-16.9
Y 向弯矩（kN·m）	柱底	-49.3	-63.0	-57.9	-49.1
	柱顶	43.3	59.3	593	50.7

表 6 Y 向地震作用下典型斜柱内力

柱号		A 柱	B 柱	C 柱	D 柱
轴力（kN）	柱底	279.2	107.7	130.2	144.8
	柱顶	279.2	107.7	130.2	144.8
扭矩（kN·m）	柱底	0.8	-1.0	-0.7	-0.8
	柱顶	0.8	-1.0	-0.7	-0.8
X 向剪力（kN）	柱底	-2.7	-4.3	1.5	1.9
	柱顶	-2.7	-4.3	1.5	1.9
Y 向剪力（kN）	柱底	-13.3	-10.1	1.1	1.2
	柱顶	-13.3	-10.1	1.1	1.2
X 向弯矩（kN·m）	柱底	33.5	24.4	-3.2	-3.3
	柱顶	-41.5	-24.6	-3.5	3.5
Y 向弯矩（kN·m）	柱底	-7.5	-9.8	3.9	4.7
	柱顶	7.6	11.0	-3.7	-4.6

由表 5 和表 6 的数据可以看出，上层斜柱在 Y 向水平地震作用下所受的轴力较 X 向大，斜柱变角度位置处，剪力和弯矩都较大，而中部的斜柱，弯矩和剪力都较小。

表 7 X 向地震作用下典型框架梁内力

梁号	轴力(kN)	扭矩（kN·m）	梁端剪力（kN）		梁端弯矩（kN·m）	
			X 向	Y 向	X 向	Y 向
4层(8/A～C)	19.7	4.7	7.1	-2.8	-1.8	7.4
6层(7/B～C)	-5.3	8.6	17.5	-2.4	6.1	13.3
10 层（6/B～D）	0.0	7.4	0.0	-1.5	5.4	0.0
12 层（5/B～D）	0.0	6.5	0.0	-1.2	5.3	0.0

表 8 Y 向地震作用下典型框架梁内力

梁号	轴力(kN)	扭矩（kN·m）	梁端剪力（kN）		梁端弯矩（kN·m）	
			X 向	Y 向	X 向	Y 向
4层(8/A～C)	46.5	0.7	-1.8	-0.9	-2.2	-1.2
6层(7/B～C)	34.1	1.0	2.8	-2.0	-10.0	2.0
10 层（6/B～D）	0.0	-0.5	0.0	-1.2	-4.4	0.0
12 层（5/B～D）	0.0	-0.6	0.0	-1.5	-5.5	0.0

在水平地震作用下，与斜柱相连的框架梁的内力情况与竖向荷载作用下相似，柱由竖直变为倾斜时，为了平衡斜柱轴力的水平分量，存在较大轴拉（压）力；而位于斜柱中部的框架梁，同普通框架梁受力特性一致。

3 结语

本文对某带斜柱高层结构的斜柱框架进行了抗震性能分析，根据分析结果，得出了以下的结论：

（1）同普通竖直框架柱相比，斜柱在竖向荷载作用下，除了承受轴力以外，还承担较大的剪力和弯矩。

（2）为平衡斜柱轴力产生的水平分力，与斜柱相连框架梁在斜柱角度变化的楼层处，存在较大的拉(压)力，为拉（压）弯构件，位于斜柱框架中部的框架梁，其受力特性和普通框架梁一致。

[参考文献]

[1]中华人民共和国建设部.建筑抗震设计规范(GB50011-2010)2016 年版[S].北京:中国建筑工业出版

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

社,2016.
[2]中华人民共和国建设部.高层建筑混凝土结构技术规程(JGJ3-2010)[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.
[3]刘云浪,杨先桥,傅学怡.超高层外框斜柱结构抗震性能分析与设计[J].建筑结构,2012,42(1):54-58.
[4]梁影,谭增辉.带斜柱转换的框支剪力墙结构整体性能分析[J].四川建材,2013,39(1):24-26.
[5]张琳,张德龙.某带斜柱超高层建筑的斜柱设计探讨[J].建筑结构,2013,43(7):59-64.
[6]袁世聪,蒋欢军.倾斜框架柱对框架-核心筒结构受力性能影响的初步分析[J].结构工程师,2014,30(1):20-25.
[7]贾鑫.某带斜柱框剪结构的抗震性能分析[D].安徽:安徽建筑大学,2014.
[8]何中明.某办公楼斜柱框架—核心筒结构设计研究[D].贵州:贵州大学,2016.
作者简介:熊俊(1992.6-),天津大学,水利工程,重庆市设计院有限公司,结构设计师,工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

关于城镇燃气 LNG 气化站内增设 LNG 加气设施的探讨

边 頓

北京燃气绿源达清洁燃料有限公司，北京 100143

[摘要]随着可持续发展的概念的提出，自然气动力汽车的出现， LNG 加气站的数量也越来越多。目前，部分城市已采取 LNG 加气站、 LNG 加气站的分离方式，既要占用大量土地，又要加大运输费用，提高运输风险。因此，推进城市天然气液化天然气和天然气加气站的联合建设，是目前 LNG 行业面临的一个重要问题。从 LNG 储气站和 LNG 储罐联建站的规划和施工，对其中需要注意的问题进行了分析和讨论。

[关键词]城镇燃气；LNG 气化站；LNG 加气；合建；平面布置

DOI：10.33142/ec.v5i12.7290 中图分类号：TU996 文献标识码：A

Discussion on Adding LNG Filling Facilities in Town Gas LNG Gasification Station

BIAN Di

Beijing Gas Lvyuanda Clean Fuel Co., Ltd., Beijing, 100143, China

Abstract: With the concept of sustainable development and the emergence of natural gas powered vehicles, the number of LNG stations is increasing. At present, some cities have adopted the separation method of LNG filling stations and LNG filling stations, which will not only occupy a lot of land, but also increase transportation costs and transport risks. Therefore, it is an important issue for the LNG industry to promote the joint construction of urban LNG and natural gas filling stations. From the planning and construction of LNG storage station and LNG storage tank joint construction station, the problems needing attention are analyzed and discussed.

Keywords: urban gas; LNG gasification station; LNG filling; joint construction; plane layout

1 LNG 产业的发展情况

LNG 即液化天然气，它的主要成份是沼气，它无色，无味，无毒性，是一种洁净、有效的能量来源。当前，国内天然气液化天然气站的发展正处于一个新的爆发期，但是随着新建天然气站选址困难、BOG 蒸发量大等一系列问题，LNG 汽化器与 LNG 加气站合建的形式开始出现，本文就其合建中常遇到的问题进行探讨。就现在来说，液化天然气的年均增速达到 12%，是世界上发展最快的能源工业，尽管国内 LNG 还没有发展到一定的规模，但根据 LNG 的特性，可以预测今后 10-20 年，LNG 将会是国内天然气的主要力量。随着国内能源紧张形势日益严峻，引入 LNG 有利于优化能源布局、保障能源安全、加强生态保护等方面发挥重要作用。近几年，国内对 LNG 行业的发展给予了越来越多的关注，不但增加了对 LNG 的投资，而且对 LNG 的投资计划与执行也在持续进行，LNG 产业正处于飞速发展的关键时期[1]。

目前，目前，我国 LNG 加气站正处于一个新的爆发期，但随着新建地区选址困难、 BOG 蒸发量大等一系列问题，LNG 气化站与 LNG 加气站合建的形式开始出现，本文就其合建中常遇到的问题进行探讨。

2 城镇燃气 LNG 气化站内增设 LNG 加气设施的方案及可行性

LNG 加气站与 LNG 气化站合建的在总体布局上，要根据具体情况，使输气流量和工艺布局最优化，使 LNG 加气区与储存区尽可能接近，缩短工艺管线的距离[2]，以增加气体输送速率。按照施工进度，模式一和模式二总图布置的主要区别在于模块三。

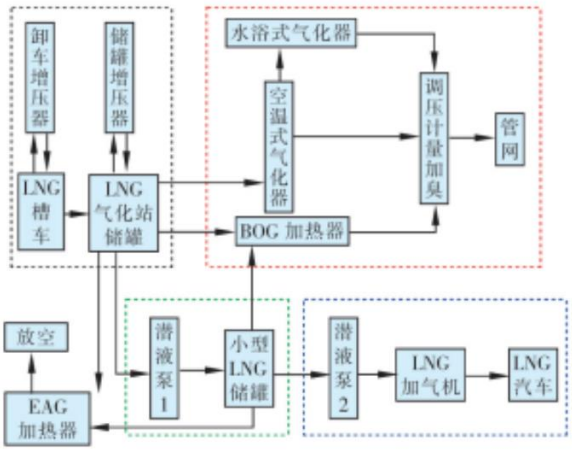


图 1 LNG 加气站与 LNG 气化站合建的工艺流程

2.1 加气站的分级

LNG 加气站与 LNG 气化站合建的总图设计过程中，不论采用何种合作方式，都必须对 LNG 加气站进行分类，并对有关设备的消防间隔进行严格的管控。在模型一中，

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

LNG 加气库和 LNG 汽化器的两个罐场布局是相对独立的，LNG 加气站的天然气来源是从一个小型 LNG 罐内进行的。可按照小型 LNG 储罐的容积来确定 LNG 加气站的等级。模式二中,《汽车加油加气站设计与施工规范》GB50156-2012 版中并没有规定 LNG 加气站的级别和使用范围。鉴于该模式与 LNG 气化站的加气功能类似，故不设分级。根据 GB50156-2012 《汽车加油加气站设计与施工规范》(2014 版）中的 4.0.9 规定， LNG 加气站的加气机与 LNG 储罐之间的安全间隔（不低于 25 m)。

2.2 储罐的防火间距

在总图设计过程中，LNG 汽化器的消防间隔应符合《城镇燃气设计规范》GB50028-2006。《汽车加油加气站设计与施工规范》(2014)GB50156-2012 中，明确指出：除了满足本技术要求外,LNG 加气站与 LNG 储罐之间的联建必须满足 GB50028-2006 《城镇燃气设计规范》中的相关要求。通过比较，同等条件下，根据①的最大间隔，其次是根据②的间隔，根据③的间隔最短。此处建议根据①确定两个油罐区域的防火间隔。

2.3 储罐容积方面

储罐容积方面：LNG汽化器需要的是总容量小于2000 m3。对于单个罐没有任何的限定，在现有的 LNG 汽化器中，通常使用的是 100 m 的容量。LNG 加气场中，罐体的总体积必须小于 180 m3 每箱容量为 60 m3，当前在加气站中，一般都是 60 m3 油库。LNG 液化天然气气化与 LNG 加气设施联合建设，其方式为公用 LNG 罐体。同时，在本项目中， LNG 罐区与站台之间的防火距离符合 GB 50028 中的 9.2.5 规定。所以，在联合建设站内， LNG 罐体容量可以不受限于单个罐体容量。

2.4 关键工艺管道长度

工艺管道布置的合理与否,它与生产过程中的操作效率有很大的关系。LNG 加气站和 LNG 汽化器的生产流程都以低温液相和气相管为主。在满足总图要求的情况下，工艺管线的布局要尽量缩短，以减小水压的损耗 [2]，也可降低因外界辐射而带来的 BOG。在联合施工站工艺体系中，潜油泵进口工艺管线的长短对其工作性能有重要的作用，而潜液泵的出料管长度对其预冷却效果有一定的作用。因此，在总图布置时，应着重对潜液泵进、出口工艺管线长度的控制。按照图 1 的 LNG 流向，将 LNG 汽化器的贮槽和潜油泵 1 的处理管路的 L1、以及在潜水泵 1 和 LNG 储槽的处理管路的 L2、以及在小 LNG 储槽（或在型二中的 LNG 汽化器）和潜液泵 2 的处理管路的 L3 和在潜水泵 2 和 LNG 加气器的处理管路的长度 L4。从 LNG 加气场的设计和运行实践来看， LNG 油库和油泵的工艺管线不应大于 3 米，也就是 L1 和 L3 都不能大于 3 米。L2 根据两个储罐区域的实际间距而定,应尽可能地接近两个储罐区域。L2 对 LNG 的加气过程没有明显的作用，但对管线的 BOG 排放有很大的作用。尽管 BOG 可以通过管网进行使用，但是考虑到经济和系统流畅度，L2 不能高于 160 m，L4 不能高于 30 m。因此，在这种合建方式下， LNG 加气站和 LNG 气化站的工艺管线总长度与两个储罐的实际距离相关，而其中的关键工艺管线长度（L1，L2，L3，L4 之和）不应大于 196 m。合建模式二中 LNG 加气站与 LNG 气化站的关键工艺管道总长度(L3、L4 之和)不宜超过 33m。

2.5 建设用地

依据 GB50137—2011《城市用地分类与规划建设用地标准》，加油站、供气站等土地为城镇建设中的商业服务设施；LNG 汽化器是一种公共服务的土地，是城镇建筑的天然气供应。LNG 加气站和 LNG 储罐并排建设，其土地使用的性质上的差别是不可避免的。尽管 LNG 加气站和加气站属于同一类，但是 LNG 加气站和 LNG 汽化器联营，具有卸气、储存、调压、加气等多个工序，具有加工和后处理的特点。因此，在合资建设的 LNG 加气站中， LNG 加气站的特性与单纯的流动状态是不同的。而 LNG 加气站又是一种新的能源基建工程。为此，施工方要主动与地方当局进行交流，以弹性和实际方式解决合资 LNG 加气场用地的问题。LNG 加气站的建成，是提高我国居民居住质量，达到节约能源和减少排放的目的。我国天然气液化天然气加气点的建设已在全国范围内展开,但许多地区发展较慢。LNG 加气站的施工进度之所以慢，主要是因为施工用地的落实和审批手续复杂。因此，提出鼓励各单位利用工业用地、基础设施用地、公用设施用地等用地，建立 LNG 加气厂；鼓励企业通过租赁土地、划拨用地等方式，建立 LNG 加气站，并制定相应政策措施，充分利用经济杠杆的作用保障各方利益[4]，促进 LNG 汽车产业的快速发展。

3 合建站模式优缺点分析

3.1 优点:减少场站选址等程序缩短工期

采用合建站模式，一次选址，一次就能拿到土地的所有权和规划许可,将项目的前期工作和审批工作结合起来，大大的减少了整个工程的工期。LNG 储罐与现场的配套设施可以共享，采取联合建设方式；技术上：与汽化厂共享一套 LNG 储存系统、卸车系统、 EAG 供热系统以及 LNG 出液管路，做到设备及管路系统使用。公用工程方面： 能与汽化器共用辅助用房、电气及自控系统、消防给水系统等， 节省了大量的资金。在不需要增设 BOG 循环设备的情况下,可以高效地循环利用 BOG。利用联合建设站方式，将 BOG 供热循环利用到城镇中压管网，将 BOG 供热循环利用到中压网络，实现了将 LNG 加气站的 BOG 整合到中压管网，节能效益显著。储罐储存天数增加，在联合建设的情况下，油库的存储容量要比加气站大得多，所以在供气上更有保证和更好的市场适应性。LNG 气化站通常用作城市天然气的调峰或紧急供气,大部分时间都是长时间贮

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

存，采取联合建设方式可以提高 LNG 的利用率，降低 LNG 长距离贮存所需的蒸发量。LNG 設备利用率提高，LNG 汽化器是保证天然气的重要来源，其运行时间短，设备利用率低，经济效益差，很难充分发挥其功能，同时，运行次数少，设备安全隐患.以合建方式实现 LNG 气化站与 LNG 加气站的有机结合与优化，能有效解决上述问题。

3.2 缺点:合建站选址受限制

LNG 汽化器通常选择在距离人口较少、运输便利的地区， LNG 加气站则考虑在高速公路、国道、省道沿线、利用物流公司、公交公司、运输公司等企业的用地资源进行优先选择。因此，对加气站的位置影响因子进行了研究。由于天然气调峰的原因，在冬季等地区天然气供需紧缺的情况下，煤气库将成为应急或调峰的气源，将会以满足城市和非间断用户的需求为主，而对天然气的需求将会有一定的制约。加液速率受到一定的限制，因为 LNG 储罐与 LNG 卸料点和车站道路的距离要求比较远，所以泵撬至加液机管路相对较长，导致 BOG 蒸发量大，从而影响加液速度。该项目的作业比较繁琐，因为两个站点的 LNG 罐体是公用的，所以水泵撬的进液管道和回气管都与汽化器是共享的。所以，相比单一 LNG 站，水泵的启动和关闭和操作比较繁琐， LNG 气化站的下游用气流量较低，会造成水泵的回风口憋压，从而影响到水泵的正常工作，产生误操作的概率也会增大，给合建站的运行管理带来一定风险。

4 结语及建议

4.1 从实际需求出发，建立城镇天然气

LNG 储罐和 LNG 储罐罐罐车联建，既可以解决目前我国城市地力紧缺的问题，又可以提高运行的效益。在对合建站进行规划建设的过程中，要综合分析各种影响因子，注重关键问题，确保工程建设的合理、科学。在目前的技术标准尚不清楚的条件下，结合工程二，提出了城市天然气 LNG 汽化器和 LNG 加气站两个储罐之间的安全距离，以保证今后的运营和运营。城市天然气液化天然气储配站（特别是城市天然气）与 LNG 加气站的土地利用特性有一定的差别，提出了相关的政策措施，以补偿 LNG 应急储配站日常储备损耗损失，同时满足 LNG 加气站的快速发展需求。

4.2 泵撬的进液管及回气管均与气化站共用

LNG 气化站的启动和关闭控制系统较单一 LNG 站点较为繁琐， LNG 气化站的下游用气流量较小，易造成水泵的回风口憋压，造成水泵无法工作，同时，由于天然气站与加气站的阀门等管路的设置，存在着较高的误动作几率，从而增加了设备的使用和管理的危险性。

4.2.1 LNG 加气站的建设需因地制宜，从节约土地、提高天然气的能效等方面，提出了 LNG 加气站与 LNG 汽化器的合作方式，要视需求而异。

4.2.2 在规范没有明确的情况下，合建模式一中，提出了 LNG 加气站和液化天然气汽化器两个储罐之间的防火间隔应根据车站外部的安全距离来确定。LNG 加气和液化天然气的主要技术管线全长不得大于 196 m。合建模式二中，建议 LNG 加气站不划分等级，LNG 加气机与 LNG 储罐的防火间距不应小于 25m。LNG 加气站与 LNG 气化站的关键工艺管道总长度不宜超过 33 m。

4.2.3 鉴于 LNG 和 LNG 液化天然气的使用性质不同，提出了采用弹性、实用的方式来解决这一问题。本文认为，我国应该采取相应的政策和措施来推动 LNG 汽车行业的迅速发展。

[参考文献]

[1]李迎.LNG 加气站与 CNG 加气子站合建的探讨[J].燃气与热力,2013,33(7):41-42.
[2]章阳,袁赓,束从国,等.LNG 加气站与 LNG 气化站合建的探讨[J].燃气与热力,2015,35(9):18-20.
[3]于丽.LNG 与 CNG 加气合建站总图布置的探讨[J].城市燃气,2016(4):18-23.
[4]句建国.论 LNG 气化站与 LNG 加气站合建站总平面设计要点[J].工程技术：引文版,2016(5):26-27.
[5]林梓荣,汪双凤,傅书训.关于 LNG 加气站增加应急气化功能的探讨[J].工业安全与环保,2020,46(5):5.
[6]孙志莹.关于城镇燃气 LNG 气化站内增设 LNG 加气设施的探讨[J].工程技术：引文版,2021(11):244-244.

作者简介：边頔（1989-），男，汉族，北京，大专，主要研究方向，燃气系统运行。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

给水变频技术在垃圾焚烧发电中的应用

徐潇潇
中国恩菲工程技术有限公司，北京 100038

[摘要]文中首先对变频技术在垃圾焚烧发电中的应用特性及实际运行情况进行了介绍，并对其在垃圾焚烧发电中的功能及优越性进行了说明。本文从变频技术的基本理论出发，阐述了变频技术在垃圾焚烧发电中的应用及其应用特点，并对其在垃圾焚烧发电中的作用和优势进行了阐述。垃圾焚烧发电是实现废物处理无害化、减量化和资源化的重要途径。在垃圾发电厂中，风机、水泵是应用最广、数量最多、耗电量最大的两种设备，因此，降低风机、水泵的耗电量是降低垃圾发电厂自用电量的重要措施。
[关键词]垃圾发电；节能改造；变频器；给水泵
DOI：10.33142/ec.v5i12.7291 中图分类号：X705 文献标识码：A

Application of Frequency Conversion Technology for Water Supply in Waste Incineration Power Generation

XU Xiaoxiao
China ENFI Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100038, China

Abstract: Firstly, the paper introduces the application characteristics and actual operation of frequency conversion technology in waste incineration power generation, and explains its functions and advantages in waste incineration power generation. Based on the basic theory of frequency conversion technology, this paper expounds the application and characteristics of frequency conversion technology in waste incineration power generation, and expounds its role and advantages in waste incineration power generation. Waste incineration for power generation is an important way to realize harmless, reduced and resourceful waste treatment. In garbage power plants, fans and water pumps are the most widely used, most numerous and most power consuming equipment. Therefore, reducing the power consumption of fans and water pumps is an important measure to reduce the power consumption of garbage power plants.
Keywords: garbage power generation; energy saving transformation; frequency converter; supply pump

目前，人们生产和生活中产生的垃圾越来越多，如果不及时的处理，将会对土壤、空气、水源造成严重的污染，从而导致疾病的扩散，从而对人体的健康造成极大的危害。在常规的火力发电系统中，常规的给水控制都是采用电工频的方式对水泵进行起动，通过逆流阀来降低水压，将水压控制在一个合理的范围内，再通过调整阀门来控制水流。在长时间的使用中，它控制方式简单有效，价格低廉，维护方便。

1 垃圾焚烧发电的优势

将二次利用难度极大的垃圾作为发电技术，无论对于生态保护而言，还是缓解能源危机等方面都是具有深远意义的。垃圾焚烧发电技术开始应用于欧美等国。垃圾焚烧发电技术相比传统煤炭、天然气等发电手段而言，存在较大 的差异。这种差异主要来自发电原料，垃圾焚烧技术应用于电力产业后，垃圾处理的难度陡然下降，同时也遵循了垃圾无害化处理的要求。我国在引入垃圾焚烧发电技术后，积极使用该技术，目前我国已经在这一方面成为了国际典范，综合经济性、环保性等多方面要求，垃圾焚烧发电技术必然会得到更多广阔的发展空间。

1.1 垃圾焚烧发电能够对城市垃圾围城困难进行更好的缓解

在城市化不断推进的现代，随着人口鞲家以及物质经济不断发展，城市生活垃圾越来越多。以往采取的垃圾处理方法为改造垃圾站，提高其垃圾处理的能力，压缩垃圾焚烧或掩埋等。以上垃圾处理方法虽然减少了垃圾对生态环境的污染，避免垃圾影响市容市貌，但是以上处理方法会造成土地资源利用不充分以及大气污染等。而将垃圾用于发电则与之相反，发电前，需要委派专门的机构负责垃圾的回收和运输，之后将垃圾放置在指定的空间内发电。垃圾焚烧发电不仅可以提高城市土地的利用率，同时可以缓解能源问题，减少垃圾污染等，为促进城市的建设提供更多的支持。

1.2 垃圾焚烧发电技术的应用可大大缓解供电紧张的情况

在化石能源储量越发减少的前提下，仅仅采用化石能源是无法满足人类社会可持续发展的需求的。并且化石能源中的氮硫成分也会造成大气污染，引起发电站周边环境，尤其是大气质量下降。而垃圾焚烧发电技术则不然，使用该技术不仅可以减少垃圾对环境的影响，还可以作为辅助电源，为人类社会提供更多的电能。

1.3 相比

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

和传统发电手段相比，垃圾焚烧发电的效率虽然不够高，但是因为其原料成本多为运输和后期处理的费用，所以垃圾焚烧发电的成本还是比较低的。垃圾在回收之后，需要进行分类，将其他可以利用的部分清点后，用于其他行业；对于部分有毒有害垃圾，比如电池、水银温度计等，需要将其从垃圾中清理出来，避免对环境造成二次影响；部分无法燃烧的垃圾也应当清理出来，避免影响发电效果。所以和传统化石能源相比，其经济成本是非常低的，所以垃圾焚烧发电的经济优势非常明显。

1.4 焚烧炉介绍。

焚烧的对象为各类有机物等可燃物，燃烧中，有机物中的元素和氧气结合构成氧化物和氢化物，这些产物的体积相对很小，并释放出巨大的热量。生活垃圾的有效处理和能量转化率的提高对垃圾焚烧炉的选择非常关键，其也同设备投资、运行成本、垃圾适应性存在着一定的关联性。

2 给水泵控制策略

2.1 给水泵控制

给水是从预抽泵中抽取的，经过供水泵增压后，经过出口电动阀和供水大旁路流入锅炉的输水管道，也可以通过最小流量阀返回到脱氧机。该电动给水泵机组采用高压变频器，通过改变电动机的电源频率来实现变频调速，从而调整供水流量；拆掉原液力耦合器的泵轮和涡轮，改为直接连接的形式；取消原勺管调整模式，不保留液力耦合器调速，采用变频调速，取消工频工作功能。

2.2 跳闸互联锁

变频调速后，1 号和 3 号泵没有互锁，也不再是备用泵。2 供水泵联锁的起动条件是：①在投备后，1#供水泵 6 KV 或#1 型变频器停机（#1 供水泵变频器变频停止状态信号），#2 供水泵电机 A 级（下文简称 2 A）联锁起动，2 A 起动超时，6 kVC 分段电压超过 5.8 kV 时，联锁起动 2 B；②在投入后备后，3#供水泵 6 KV 或#3#变频器停机（#3#供水泵变频器变频停止状态信号），2 B 起动，2 B 起动超时，6 kVC 分段电压超过 5.8 kV，2 A 联锁起动；③2 A、2 B 联锁起动联锁，避免联启 2 A，2 B，6 KVA，B 级冲击。

2.3 自动调节逻辑

对水泵液力耦合器进行了改装，将原辅助泵（备用泵）留在泵组中，并各增加 1 个润滑油泵（常压泵）。主油泵是一种长时间工作的润滑油泵，副油泵是后备泵，当主泵出现故障时，它就会启动副油泵。采用原有的进水泵调整逻辑，通过常运变频泵与后备泵的联动、勺追踪等构成了自动调整逻辑的参数。一般情况下，变频器与变频器并排工作，其特征曲线基本相同，供水系统能自动投入使用。如果变频给水泵中的一个变频器发生故障，或泵组发生故障，则按照电厂的实际负载需要，需要启动#2 号供水泵，该#2 号供水泵通过备用液力耦合器进行调整，这样就会产生一组变频泵（#1、#3）和 2 号工频供水泵组同时工作。##2 通过液压耦合器来调节送水泵的速度，通过高压变频器来调节变频泵（1 号泵组和 3 号泵组）的转速，这两种泵的执行机构特性曲线不同，如果不进行相应的调整，一组工作频率和一组变频泵组同时工作，供水系统不可能全部投入。在前期的逻辑设计中，为确保一组变频供水泵（#1 或#3）与一组工频供水泵组（#2）并排操作，供水可以自动进行，在#2 供水泵组 DCS 组态逻辑中，MA 站前勺管/频率 f（x）功能。根据 DCS 的历史数据，得出了液力耦合器勺管开口与泵转速之间的关系。根据电动机的转速、液力耦合器的传动比，得出变频改造后的设定值与泵速的关系，并将泵管的开度与变频改造后的设置值进行了比较，得出了相应的理论 f （x）。

3 试验方案

3.1 自动控制扰动试验

汽包锅炉给水控制系统由电控给水泵组成：单冲/三冲量给水系统和给水泵最小流量再循环控制系统。在对水泵进行自控干扰测试之前，利用独立的测量信号对汽包水位进行了必要的校正。供水系统的自动控制逻辑已修改完毕，手动/自动无扰切换，控制器动作方向正确，控制器参数设定完毕，满足了系统的初始控制需求。供水控制系统质量指标主要有：①锅炉给水稳态质量指标，该指标在±25 mm 范围内，不能频繁地进行操作；②在给定的汽包水位扰动（干扰量为±60 毫米）下，过渡阶段的衰减速率为 0.75-0.9，并在 5 分钟内完成。在实验期间，如果汽包水位失控，操作人员要把供水控制方式改为人工操作，人工调节水位，调整和修正控制器的参数，反复测试，直至控制达到供水控制系统的质量要求为止。

3.2 抢水试验

当机组负荷、主要参数和汽包水位都趋于平稳的情况下，就可以进行抢水实验。在单机两套给水泵组进行变频工作的情况下，改造后 1 号和 3 号给水泵没有联动，不能进行工频工作。如果某一台变频器发生故障，则联启投入 2 号供油泵（工频工作），2 号泵启动后，勺管会根据跳闸变频泵的要求快速响应，保持汽包水位在可控范围内，避免因蒸汽压力过大而造成机组带负载，降低经济损失。变频水泵正常工作，2 号水泵待机，2 号水泵连续起动，2 号水泵的静态测试结束；也就是说，人工模拟一台变频器跳闸，2 号水泵在 10 秒内开始工作，汤勺命令 10 秒内达到目标，而目标值则按照变频命令转换成相应的调羹命令。在测试期间，如果备用泵不能连续起动，或勺管命令不能加到预定的命令时，机组应立即减载，也就是把锅炉的主控方式转换为手动方式，让机组进入机跟踪运行状态，快速地停止一台磨煤机，降低锅炉的输出功率，避免供水和

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

锅炉的出力失衡，快速地把锅炉的输出功率与给水泵的正常工作相适应。在抢水成功后，若汽包水位仍较低，则可通过人工加大水泵进水的预设偏差，提高进水量，使汽包水位快速稳定。

3.3 RB 试验

该工程出现 RB 的条件有：①各单元均在协同工作；②供水泵的电力负载超过 90%；③输入 RUNBACK。在以上三种情况下，任何一台供水泵都会跳闸。RUNBACK 的 RUNBACK 是按不同工作条件下的锅炉减载速率来确定的。在 RUNBACK 出现后，其工作流程如下：第一，机组从协同工作状态转换为机跟踪状态；其次，最上面的自停式磨煤机要保持 3 个最下层的磨煤机，放入底部的微油油枪；然后，根据实际情况，在至少 3 个磨煤机操作的前提下，确定在 10 秒之后是否跳闸；最后，在机械跟踪方式下进行滑行时，系统自动地给出了压力设置的目标值，并以每分钟 0.4 MPa 的速度降低。

4 案例分析——某电厂给水泵生产中存在的问题

锅炉给水泵的耗电量较大，是垃圾焚烧发电设施设备的重要组成部分，降低其耗电量可以有效提高发电效率。给水调节阀作为给水泵的关键结构，可通过这一结构改善水位调节品质。和传统发电模式不同，垃圾焚烧工艺的余热锅炉运行工况不够稳定且厂用电率比较大，给水母管压力一般为 6.6MPa 左右，但是正常压力应当为 5.0MPa 才算合理。所以引起锅炉给水泵电能损失以及电机运行效率不高的主要因素就在于此。

5 改造措施

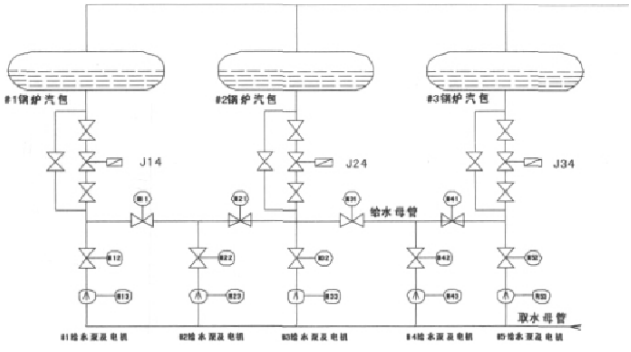


图 1 锅炉给水系统工艺流程图

改造方案简述为:将两变频给水泵用于锅炉运行，确保给水量的正常供给，避免其发生水量波动。同时再加入一台给水泵用于出口，保证出口位置的母管阀门常开且全开，当系统用水量超过之前两台给水泵正常值，即为变频器输出功率达到 50HZ 时，应当要求操作人员将这一给水阀并入系统中，确保给水量的充足。当需水量减少时，应当尽快要求操作人员将原本并入系统的給水阀撤离。另外，当变频设备设施出现问题时，应当避免给水不足的情况发生，需要在保证系统运行的同时，提高其安全性，避免发生安全事故。锅炉给水系统管网参数为:给水母管Φ133mm，再循环母管Φ57mm，给水泵进口管Φ108mm，泵出口管Φ89mm。高压变频器控制给水泵投用后，当焚烧炉负荷发生变化引起余热锅炉产汽量变化时，锅炉给水流量调节以变频器调节为主、其它方式调节为辅。图 1 所示为锅炉给水系统工艺流程图。

6 给水泵变频系统的特点及运行效果

该改造方案中引入了变频技术和全封闭控制技术，所以给水泵变频系统基本实现了机电一体化的要求，这位提高供水稳定性和安全性提供了巨大的支持。在改造完成的半年内，该系统一直处于良好运行的状态且节能效果也非常优越，特点如下：

6.1 调节范围宽、灵敏度高、节能效果明显

节能效果优良的原因为：第一，电机功率越大，转速也会越大，当水泵效率保持不变时，调节流量下井，则转速也会降低，这时，泵机功率下降，在提高系统稳定性的同时，保证了供水效率。第二，应用变频技术后，其扁平系统的滤波电容会促使功率因数无限向数值 1 靠拢，这样可有效减少无功损耗，从而降低工作电流的大小，这也起到了节能作用。

经过实际测试计算系统改造前锅炉给水吨水耗电能为 5.567 度，改造后吨水耗电能为 3.410 度，单位节电率高达 38.75%。如果按日均锅炉上水 1500 吨计算，则日均节电（度）=1500 ×（5.567-3.41)=3235.5 度年均节电(度)=330×3235.5=1067715 度

6.2 具有完善的保护功能和高效的节能特点

变频技术的保护作用为电机提供了更多的保护，随着该技术的应用，电机达到了软启动和软停止的效果。半年过去也优化了原有的热力系统不稳定和设备运行不够智能化的情况，这对于降低节能需求对锅炉供水系统的冲击提供了巨大的支持，提高了给水调节阀的使用寿命，为保证锅炉正常供水提供了帮助。

7 结语

综上所述，垃圾焚烧技术以其对环境优化、减少污染等优势为电力行业所应用。而变频技术本身非常灵敏，且维护难度较低，所以将变频技术应用于垃圾焚烧发电是非常可行的，将该技术应用于电动机驱动不仅可以降低经济成本，还可以提高发电效率，为缓解能源紧张以及保护生态提供更多的支持和帮助。

[参考文献]

[1]高岩.垃圾焚烧发电的技术特点及应对措施[J].化工管理,2016(32):138-139.
[2]林海清.城市生活垃圾焚烧发电技术分析[J].低碳世界,2016(20):12-13.

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

[3]崔丽华,杨文通,王国权,吴喜文.数字化设计的关键—CAE技术[J].机械制造,2003(12):73.
[4]崔丽华,杨文通,王国权,吴喜文.数字化设计的关键—CAE技术[J].机械制造,2003(12):43.
[5]李冬梅,刘峻峰,韩沐昕,等.“固体废物处理与资源化”实验课程建设[J].实验技术与管理,2016,33(2):189-191.
[6]崔俊丽,刘鸿雁,陈泽渊,等.贵阳市生活垃圾产生处置现状及资源化利用[J].贵州大学学报(自然科学版),2016,33(4):128-132.
[7]李道圣,江文琛,张校申,等.固体废物熔融固化教学实验研究[J].实验技术与管理,2010,27(2):124-126.
[8]杨朝晖,曾光明.环境工程微生物学教学改革的探索与实践[J].大学教育科学,2004(3):45-46.

作者简介：徐潇潇（1981-），女，汉，陕西商洛，大学本科，高级工程师，主要研究方向：热能动力。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈生活垃圾焚烧余热锅炉研究现状

张建超[1] 曹自豪[2] 宋帅林[1] 解东路[1]
1 郑州锅炉股份有限公司，河南 郑州 450000
2 河南省地质矿产勘查开发局第五地质勘查院，河南 郑州 450000

[摘要]文中介绍了生活垃圾焚烧余热锅炉的本体结构以及配套清灰装置的结构形式、工作原理及应用场合，明确了垃圾焚烧余热锅炉设计中以及清灰设备选型中需要注意的问题，为后续研究提供参考和依据。
[关键词]垃圾焚烧；余热锅炉；本体结构；清灰装置
DOI：10.33142/ec.v5i12.7259 中图分类号：TK229.929 文献标识码：A

Research Status of Waste Heat Boiler for Domestic Waste Incineration

ZHANG Jianchao [1], CAO Zihao [2], SONG Shuilin [1], XIE Donglu [1]
1 Zhengzhou Boiler Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450000, China
2 No.5 Geological Survey Institute of He' nan Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: This paper introduces the body structure of waste heat boiler for domestic waste incineration and the structure, working principle and application occasions of the supporting ash removal device, clarifies the problems that should be paid attention to in the design of waste heat boiler for incineration and in the selection of ash removal equipment, which provides reference and basis for subsequent research.
Keywords: waste incineration; waste heat boiler; body structure; ash removal device

引言

“十四五”规划期间生态环境面临着重要的挑战，改善生态环境，提升治理力度，满足生态环境与人民的需求成为生态环境治理的核心任务。随着城市化进程的推进，“垃圾围城”问题随之出现，国内许多城市都需要去迫切解决[1]，即亟需解决城市生活垃圾原有量最大程度降低，又能够将城市生活垃圾焚烧后所产生的余热充分利用，其中焚烧余热发电技术就能够解决了迫切的“垃圾围城”问题又可以实现了能源回收利用。本文对垃圾焚烧余热技术中的余热锅炉以及锅炉清灰系统做简要概述为后续研究学者提供相关参考和依据。

1 焚烧余热锅炉技术参数

目前国内垃圾焚烧余热锅炉大部分主蒸汽参数常采用中温中压（4.0MPa/400℃），随着余热锅炉市场竞争不断加剧，焚烧电厂投资企业为了追求利润最大化，亟需提高余热锅炉的热效率，其中一个主要途径就是提高余热锅炉的主蒸汽参数，故国内部分余热锅炉也采用中温次高压（6.4MPa/450℃）蒸汽参数，两种参数各有优势，主蒸汽压力 4.0MPa 提高到 6.4MPa，主蒸汽温度从 400℃提高到 450℃。主蒸汽温度的提高，会造成过热器的受热面积需要增大，会造成过热器壁面高温腐蚀严重的情况，所以不能采用常规碳钢管子，需要采用合金钢或不锈钢管子以延长过热器的使用寿命。主蒸汽压力提高，会造成锅炉受压面管子壁厚需要加厚，会造成水冷壁中饱和水的温度上升，水冷壁防腐等级需要提升。其重量增加和受热面材质的提升都会导致余热锅炉造价成本上涨。但蒸汽参数提高会使机组发电效率会增加，因此需要从锅炉的投资、运行维修、效益等方面综合考虑去最终选择哪种参数。由于国内垃圾分类制度还不完善，城市生活垃圾，成分复杂、水分高、热值低[2, 3]，国内已建垃圾焚烧余热锅炉中其中温中压参数居多，随着城市化进程的快速发展，政府制定更加完善的垃圾分类制度，居民垃圾分类意识提高，生活垃圾热值升高，随着垃圾的热值提高其发电效益增值越明显，今后在新建机组中采用中温次高压参数的垃圾焚烧余热锅炉占比会越来越大。

2 焚烧余热锅炉结构形式

焚烧余热锅炉常采用单压自然循环水管锅炉系统，由汽包（含内部装置）、水冷系统、下降管、蒸发器、高低温过热器、省煤器、本体给水管路、炉膛密封系统、锅炉钢架、平台扶梯以及门类杂件等组成，布置形式常采用卧式和立式，立式余热锅炉占用的场地面积较小，整体钢材耗用量较少，整体成本低，但立式锅炉受热面管束常采用水平布置，在锅炉运行过程中受热面易于积灰且清灰过程比较困难，受热面在工地现场吊装过程中有一定难度，后

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

期检修维护比较麻烦。对于垃圾日处理量小于 500t/d 的焚烧炉，推荐采用立式余热锅炉，对于垃圾日处理量为 500t/d 以上的大型焚烧炉，推荐采用卧式余热锅炉[4]。

本文以卧式余热锅炉为例简单介绍其本体结构，如图 1 所示卧式垃圾焚烧余热锅炉从炉前到炉后依次为垂直烟道、水平烟道和尾部烟道、本体整体采用悬吊方式于钢结构。第一烟道由膜式蒸发受热面组成并且在其内部表面覆盖耐火材料，耐火材料附着范围从底部一直到烟道顶部，以防水冷壁高温烟气腐蚀，炉膛水冷壁表面浇筑卫燃带耐火材料层，减小锅炉管束的吸热，使炉膛整个主控区温度达到 850℃左右，并保证炉膛中烟气停留时间应大于 2s，烟气平均流速 3m/s 左右，以防止燃烧过程中二噁英生成，烟气随后通过垂直烟道膜式壁，温度降至大约 650℃以下，继续进入水平烟道依次通过蒸发器、过热器、省煤器对流受热面，温度降至约 190-220℃，最后进入烟气净化系统。垃圾焚烧过程中会产生大量的氮氧化物、酸性物质、二噁英和重金属等污染物，为满足 GB18485-2014《生活垃圾焚烧污染控制标准》，国内目前较为成熟的烟气净化工艺系统为“SNCR+半干法（高速旋转雾化反应器）+干法(石灰粉)+活性炭吸附+袋式除尘器”组合工艺。

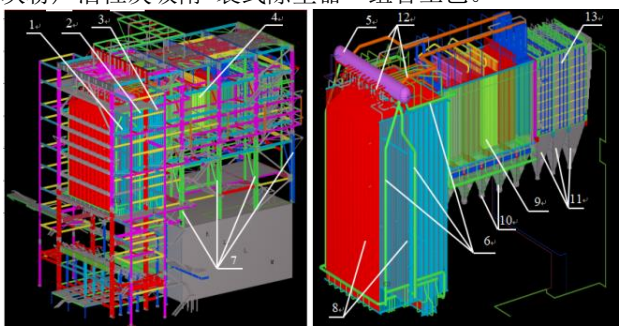


图 1 垃圾焚烧余热锅炉总体展示

（1：第一烟道；2：第二烟道；3：第三烟道；4：水平烟道；5：锅筒；6：下降管；7：钢结构；8：垂直烟道膜式水冷壁；9：水平烟道膜式水冷壁；10：水平烟道下灰斗；11：省煤器区域下灰斗；12：汽水连接管；13：省煤器护板区域）

3 焚烧余热锅炉炉排

机械式炉排技术和流化床焚烧技术是目前用于城市生活垃圾焚烧处理常采用的技术手段。建设部发布的《城市生活垃圾处理与污染防治技术政策》，科技部和国家环保总局要求，目前垃圾焚烧技术已经成熟，机械式炉排焚烧炉技术为目前推广应用较多的形式，谨慎使用其他焚烧炉。由中国环保产业协会数据统计，对近两年新投入运行的垃圾焚烧设施进行了不完全统计，炉排炉是焚烧炉的主流工艺。共有 49 个项目，其中只有 3 个焚烧炉采用流化床工艺，其余采用机械式炉排工艺，占 93.5%机械炉排炉在运行中表现出了较好的性能，在垃圾适应性、垃圾处理量、设备故障率等方面具有优势。流化床焚烧炉需要对原生垃圾进行预处理且故障率高，国内垃圾一般掺煤才能焚烧，环保不易达标[5]。目前，机械炉排炉已成为垃圾焚烧炉的首选。

机械式炉排炉的炉床由多个机械部件组成，垃圾在炉排上依次通过余热干燥段、燃烧段和燃尽段[6]，炉温正常维持在 850℃-950℃。德国的马丁炉排炉技术、日本的日立造船炉排炉技术等是目前国内外主要应用的机械炉排式焚烧炉，这些技术在其核心的炉排部分有着共同的结构形式和特点，其中倾斜逆推往复机械炉排和倾斜正推往复机械炉排是各个厂家主推炉排形式。炉排运动方向与垃圾的运动方向相反的炉排为倾斜逆推往复机械炉排。如图 2 所示垃圾在炉排上面不断翻转和搅拌，并与空气接触充分，燃烧更加充分和稳定。其优点是垃圾能够得到充分混合，炉排后期工地施工所需要的占地面积较小，投资少。斜推往复式机械炉炉排的移动方向与垃圾相同。如图 3 所示，每个炉排段通过一个大的高落差来松动和搅拌垃圾，燃烧段设置一把剪切刀，进一步充分搅拌垃圾，垃圾能够与空气接触充分，垃圾燃烧完全，炉排漏渣率低，余热锅炉负荷调节能力强，但炉排面积大，工地施工占地较大，前期业主投资较高。作者认为可以结合倾斜逆推往复式机械炉排和倾斜顺推往复式机械炉排的各自的优点，后续新建余热锅炉可采用顺推和逆推相结合往复式机械炉排，为后续研究学者解决我国生活垃圾成分复杂，燃烧过程中不稳定等问题提供新的思路。

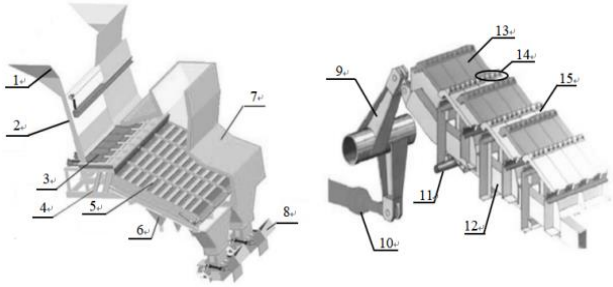


图 2 倾斜逆推往复式机械炉排

（1:进料斗；2：溜槽；3：给料器；4：炉排及给料器支撑；5：炉排；6：灰斗；7：炉壳；8：除渣机；9：摇臂；10：液压缸；11：托辊；12：驱动梁；13：固定炉排；14：一次风孔；15：运动炉排）

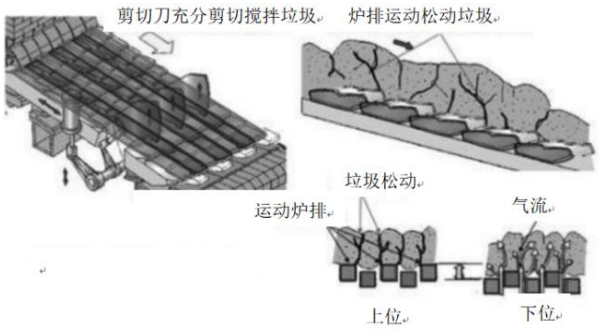


图 3 倾斜逆推往复式机械炉排

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

4 焚烧余热锅炉清灰系统

城市生活垃圾种类繁多成分复杂，在焚烧炉内燃烧后产生的高温混合烟气中含有大量的粉尘和熔融状态的粘结性灰，容易在锅炉受热面上积灰并粘结，导致受热面的传热效率下降，锅炉出口排烟温度过高，发电量减少，积灰严重情况下会导致非计划性停炉，难以实现长周期运行，故能够处理好焚烧余热锅炉受热面的积灰结渣问题，对于焚烧发电厂的正常运行以及经济效益也同样至关重要[7]。目前蒸汽清灰、激波清灰、振打清灰、水喷淋清灰、声波清灰是垃圾焚烧余热锅炉清灰系统中常采用的清灰方式。

4.1 蒸汽清灰

蒸汽吹灰方式是以高温高压的蒸汽作为吹灰介质，蒸汽通过蒸汽吹灰器的喷口从而获得一定的速度，最后以高速喷射的方式直接吹扫有积灰附着的受热面，气流冲击灰渣的同时，高温灰渣被冷却产生热应力，形成大量裂缝，在高速气流冲击下裂开并脱落从而达到清灰的效果[8]。常用蒸汽清灰装置有长伸缩式蒸汽清灰装置和固定式蒸汽清灰装置。

长伸缩式蒸汽清灰装置结构包括枪管、提升阀、支架、齿条箱和电机等组成，吹灰枪由电动装置送入锅炉内，喷嘴进入炉内后，吹灰蒸汽阀门开启，吹灰开始，灰枪继续动作，直至退出炉膛，在整个吹灰周期内，枪管始终保持旋转，以吹扫受热面不同的部位。蒸汽清灰有效吹灰半径为一般为 1.5-2.0m，长伸缩式主要设置在高温烟气区域，例如蒸发器和过热器区域，固定式蒸汽吹灰装置是固定在膜式壁外部，主要以一定的角度进行吹扫墙体受热面，能够清理长伸缩式吹灰器吹灰死角区域。蒸汽清灰装置蒸汽吹灰压力高，喷射速度大能清除粘附性较强的积灰，但一次性投资较大，设备故障率较高，吹灰枪管容易发生卡涩、漏气等，需要消耗蒸汽，运行费用高，还会增加烟气中的含氧量和水分并增加锅炉的排烟量。

4.2 激波清灰

激波吹灰技术是一种靠冲击波的能量将受热面表面积灰清除的方法，其基本工作原理是让燃料在一个特殊的装置中产生爆燃，剧烈爆燃气体在瞬时升至高压，在装置中气体爆燃产生高速热气流以强有力冲击波方式作用于受热面，从而使受热面上的灰渣瞬间击落，将受热面表面吹扫干净[9]。图 4 所示发生装置主要由燃进气管、混合罐、点火装置、火焰导管、激波发生器、激波发射喷口等几部分组成。激波吹灰对附着在受热面逆风面上以及锅炉本体上边边角角的各类灰垢具有较高的清灰性能，对结焦和粘性沉积物也有显著作用效果，另外结构系统简单（无转动机械）、可靠性高、不需要经常维护，结构尺寸小、占用空间小。但存在一定的安全隐患，并且喷嘴附近受热面管子容易受损，需要进行适当的保护。

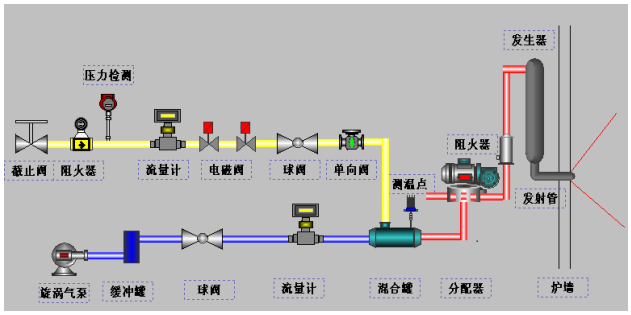


图 4 燃气激波吹灰装置流程图

4.3 喷淋清灰

喷淋清灰装置是在焚烧余热锅炉竖直烟道顶部布置的喷水清灰系统，喷淋清灰装置安装在余热锅炉竖直烟道上面的开孔位置，能够进行上下移动和旋转并向下喷水。喷淋清灰装置喷出的水由软管进入烟道中，随后水通过喷嘴喷射到附着有大量结渣物的受热面上，在结渣物表面上，水渗入到结渣物细小的渣孔中，由于水受热快速膨胀，导致结渣物的体积迅速膨胀，从而使受热面上的结渣物破碎并掉落[10]。相比其他的余热锅炉清灰系统，喷淋清灰装置需要安装所占空间小，仅在炉顶布置即可，另外可以通过控制系统较容易改变清灰装置的移动方位，具有灵活灵动的特点。并且喷淋清灰系统的水源为工业水即可，不需要通过水处理后的高品质水。

4.4 机械振打清灰

机械振打清灰装置是利用动力系统带动振打锤对锅炉内管束进行打击，从而使受热面产生振动，使得积灰脱离附着面，达到清灰的目的[11]。机械振打的优点是消耗动力少，不会对烟气增加额外的介质，但缺点是对锅炉受热面联箱角焊缝的使用寿命和强度有一定程度的不良影响。尝尝布置在余热锅炉垂直烟道以及水平烟道。

4.5 声波清灰

声波清灰装置是利用声波具有衍射、反射、绕射的特点，所以在余热锅炉积灰受热面只要在声波能量有效作用范围内，都可清除管排间以余热锅炉本体各个逆风面的积灰，并且不留死角。另外声波清灰以空气为介质不会引起腐蚀，是利用较小能量的循环往复作用而达到清灰的目的，不会使管壁受损，较适用于粘性较强灰尘清除。但声波吹灰器振动膜片制造难度大，造价高，需要不断更换，维修工作量大[12]，持续 150dB 以上的噪声对人体有害。

5 结语

生活垃圾余热锅炉主流参数为中温中压 4.0MPa/400℃、中温次高压 6.4MPa/450℃两种，具体选用需要从锅炉的投资、运行和维修、效益等方面综合考虑。

常用垃圾余热锅炉布置形式有卧式和立式结构，对于占地面积有限制要求的建议选用立式结构，若无占地面积

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

特殊要求建议选用卧式结构，其受热面安装、检修、维护、清灰等方面比较有优势。

针对目前国内生活垃圾具有水分高、热值低、成分复杂特点，新建垃圾焚烧余热锅炉建议采用机械式炉排炉的炉床，生活垃圾与空气充分接触，燃烧更充分，更稳定，处理能力更强，还须要结合项目规模、投资能力和环保要求等综合考虑选择相应具体结构形式的机械炉排。根据我国生活垃圾成分复杂燃烧不稳定等特点，后续新建垃圾焚烧余热锅炉机械炉排推荐选用倾斜式顺推和逆推往复式相结合机械炉排。

余热锅炉清灰装置是为保证垃圾焚烧余热锅炉高效长期运行不可缺少的配套辅机设备，各种清灰方式在锅炉运行实践过程中均有应用，应根据余热锅炉受热面结构形式、积灰特点、布置空间大小选用相应的清灰装置。

[参考文献]

[1]王喜军.当前垃圾分类的法治治理[J].人民论坛,2021(7):89-91.
[2]李晓东,陆胜勇,徐旭,等.中国部分城市生活垃圾热值的分析[J].中国环境科学,2001,21(2):156-160.
[3]高全,张军营,丘纪华,等.燃煤电站锅炉高温腐蚀特征的研究[J].热能动力工程,2007,22(3):292-296.
[4]曾纪进,陈国艳,段翠九.余热锅炉布置方式对垃圾焚烧发电厂性能的影响[J].广东电力,2014,27(1):1-4.
[5]刘青,于海洋,张守玉,等.循环流化床垃圾焚烧锅炉炉膛设计分析[J].锅炉技术,2007,38(6):20-25.
[6]郑春,王东方.论生活垃圾焚烧发电工艺方案及余热锅炉设计选型[J].能源与节能,2018(10):90-93.
[7]邹金生,王志强.垃圾发电厂锅炉受热面积灰结焦特性及清灰装置的应用[J].华电技术,2012,34(11):70-74.
[8]鲁敬妮,屠珊,卓敏鹏,等.某新型蒸汽脉冲式声频清灰器清灰机理及经济性分析[J].热力发电,2018,47(1):8-12.
[9]尹朝亮.余热锅炉积灰分析和激波清灰[J].节能与环保,2005(2):32-35.
[10]邹海峰.远程水力吹灰器在大型燃煤电站锅炉中的应用[J].热力发电,2014(4):141-144.
[11]汤晓勇,田晓东,许名熠,等.机械振打清灰装置在垃圾焚烧余热锅炉上的应用[J].节能,2019,38(11):112-115.
[12]鲁景,李多松.声波清灰技术的原理及其应用[J].工业安全与环保,2007,33(1):14-15.

作者简介：张建超，河南开封，硕士，工程师，动力工程专业，毕业于上海理工大学能源与动力工程学院，就职于郑州锅炉股份有限公司技术中心，专业方向余热锅炉设计。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

煤气化工艺节能减排技术及应用探析

秦丽丽
国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤制油分公司，宁夏 银川 750000

[摘要]近年来，由于国民经济与社会的快速发展，经济增长与环境保护间的冲突愈演愈烈。为实现经济社会发展与环境保护的可持续发展，节能减排已成为防治污染的有效措施。本篇文章对煤气化工艺节能减排技术进行分析，对我国节能减排的主要方法进行阐述，着重阐述了我国煤化工领域节能减排的主方法。最后，当前煤化工领域的节能减排给出了具体的政策和意见。期望在我国煤化工领域可以真正做到节能减排，并推动我国煤化工的健康发展。
[关键词]煤气化工艺；节能减排；技术优化
DOI：10.33142/ec.v5i12.7252 中图分类号：TQ546.4 文献标识码：A

Application Analysis of Energy Saving and Emission Reduction Technology of Coal Gasification Process

QIN Lili
Oil Branch of CHN Energy Ningxia Coal Industry Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract: In recent years, due to the rapid development of national economy and society, the conflict between economic growth and environmental protection has intensified. In order to achieve the sustainable development of economic and social development and environmental protection, energy conservation and emission reduction has become an effective measure to prevent and control pollution. This article analyzes the energy conservation and emission reduction technology of coal gasification process, expounds the main methods of energy conservation and emission reduction in China, and focuses on the main methods of energy conservation and emission reduction in the field of coal chemical industry in China. Finally, specific policies and opinions on energy conservation and emission reduction in the field of coal chemical industry are given. It is expected that energy conservation and emission reduction can be achieved in the field of coal chemical industry in China, and the healthy development of coal chemical industry in China can be promoted.
Keywords: coal gasification process; conserve energy, reduce emissions; technical optimization

在探讨煤化工的节能减排的问题时，人们需要重视煤矿作为一种储量很大的石化能源的使用效益。主要利用煤炭资源，而非传统的石油化工能源。同时，在实际操作过程中，我们应该意识到自身的科技不足，采取技术创新、仪器设备投入、人员引进等措施，有效增强企业的综合实力。另外，企业需要围绕环境污染治理开展研究。在产品加工过程中，应当确定废水的类型以及适当的管理方式，保证其产品符合可持续发展战略。唯有如此，我国煤化工企业才能保持长期良好的发展，并能够更好地为新时代的国家建设作出贡献。

1 我国煤化工行业节能减排技术使用的必要性

煤炭为原料，利用化工技术把煤炭转变为气态、液态、固态产物或半成品，再进一步生产出各种化工产物或石油燃料工业，叫做煤炭化学工业，又简称煤化工。根据工艺途径分析，煤化工分为三个工艺途径：第一，煤焦化、第二，煤气化、第三，煤液化。

为适应越来越严格的环境要求，有必要通过采取相应的环保举措来遏制环境产生的污染：通过加工转化、处理，或安全处置、减量化、再循环、或无害性处理，最后达到接近零排放或标准排放。发展现代煤化工，需要优化和整合各种煤转化技术。它不但便于生活废水的集中处理与综合处置，因而降低了环境保护成本，同时也有利于垃圾处置，甚至变废为宝，从而取得了一定的效益。

煤化工也是一种规模较大的产业。但只有在工业生产设备达到相当规模时，效益才会显现出来。如项目集中烟气进行脱硫和脱硝处理，就可以降低二氧化硫和氮氧化物的总排放量。同时，利用硫磺的提取也能够取得一定的经济效益，从而降低污染。但大型煤化工深加工技术却是一个工艺流程长、技术含量高、工序繁琐的严格工程。其技术开发与管理工作难度很大，且投入资金巨大，还具有相当的危险性。为此，目前我国规划中或在建的煤化工建设项目普遍达不成国家有关规定的规模。由于资金、技术和其他条件的限制，一些煤化工企业采取了做大、分阶段实施、整体分解、大堆小的方法。这样不但有助于资金审批的顺利进行，同时能够得到更多的资金，但却不能发挥出多大的效益。

2 新型煤化工产业生产发展中节能减排技术应用现状

2.1 甲醛合成工艺

甲醛带有很明显的刺鼻臭味，无色气体，会对人类身

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

体产生很大危害。在我国的工业化学品制造中，越来越多的甲醛大部分是从现有的天然气来源中提炼出来的。但是，因为我国各个地方的煤气能源划分不很具体，能源划分又不一致，单独采取一种工业利用方式将产生巨大的浪费，提高了成本。在新时代先进化学工业的开发中，利用煤气制造甲醛日益受到重视。焦炉煤气高效脱硫后，利用煤气柜中形成压缩空气，进行高效二次脱硫操作。空气组分进行了整合，并加以了合理压缩与转移，以便于逐步产生甲醛。

2.2 氨合成工艺

合成氨的原料主要包括天然气、煤炭、石脑油、重质油等。目前，在化工生产中，通过应用高温高压氢气、氨和催化剂，可以有效地获得更多的氨气。这项技术已经发展了很长时间，各种技术和工艺的应用相对完善。目前，它广泛应用于大多数化工行业的发展。此外，一些技术比较成熟，可以用于化工生产领域。

2.3 煤化工联产技术

煤化工联产技术主要用于集中集成和利用各种高效技术，确保有效促进工业集成生产和各种资源的综合利用。例如，直接液化技术和煤焦炭技术的联合应用是煤化工新技术领域的一个关键研究方向，但目前尚处于试验开发阶段，但许多工作已开始逐步进入实际操作。

2.4 二甲醚合成工艺

目前，二甲醚可用作燃料与柴油的配合使用。目前，实际使用效益不错，未来前景看好。在该产品的持续使用与开发进程中，总体市场需求持续提高。目前，常见的二甲醚生产与制备技术是一步法与二步法。二步法没有充分进入现代企业生产，但是从产品实践的检验已经得出结论，其有着良好的使用可行性，二步法的使用实践能够有效的提高反应催化的产品。

3 探讨节能减排技术在新型煤化工中的应用路径

3.1 有效优化焦油加工工艺

焦油主要是一层深棕色、黑色的粘稠物质，带有强烈腐蚀性和恶臭，在煤熔化时产生。各产品使用单位要注重对焦油成分进行有针对性的选择与处理，选用各种类型的最高真空度水塔应用设备，采用低温最大真空度的蒸馏工艺、多级循环水、冷热空冷流体热量输送工艺。进行蒸汽处理，调节水、气、焦油的指标，集中排出采煤生产过程的各类垃圾。另外，人们也要关注热能的各种处理方法的运用与研制，以保证采煤工艺与产品的完整安全可靠性得到全面提高，并对煤焦油实施有针对性的管理。目前，为了减少焦油对环境和人体的危害，提出了常压真空技术、空冷低温和真空蒸馏操作来处理焦油。通过综合利用各种技术，可以有效控制废水排放量。

3.2 重视废水净化技术的合理应用

和其他石油化工产品相似，煤化工产业同样存在废水污染问题。在一系列的加工过程中，工厂必须及时排出大量的有害废物，而在这些废物中包括了大部分的有机物质。如不经处理直接进入自然界，将对人类和生态系统产生巨大危害。所以，有必须坚持废水净化技术的使用，保证所有排出的废水都进行严格的管理与检测，保证废水排放量符合排污规范。废水污染，可以说是我国煤化工企业在生产过程中最严重的环境污染项目。按照相关的国家废水排放与处置规范，在厂区设置废水处理工作站，每日 24 小时工作，有关环保部门也将做好检查监督。如果现有未处置的废气被污染，将立即进行查处，并强化执法检查，以保证整个煤化工企业的污染物排放量得以合理管控。煤化工企业的城市废水大多为我国近代史气体洗涤厂城市废水，其中存在着大批的有毒有害物质，如酚类、氰化物、油和氨氮废水。虽然目前使用的印染城市废水方式为生物法，但却难以实现对传统煤化工技术废气中喹啉类药物和吲哚类的高效分解。所以，在未来的废水处理技术研究中，很有必要对废水处理技术加以革新，以确保废水处理后的排水符合国家可持续发展战略。

3.3 多喷嘴新型水煤浆气化炉新技术

多喷嘴新型水煤浆气化炉在实际中的应用取得了良好的应用效果，并在工程工业化中得到了发展。其中，新型气化炉水煤浆气化技术在有效气体成分、比煤耗、比耗氧量、碳转化率等技术指标上应与原有应用技术相比具有更好的应用优势。气化效率高，技术应用先进。从生产经营实践中可以看出，选用国外水煤浆气化技术，可使二氧化碳含量降低 2.0%～3.0%，有效气体成分提高 2.0%～3.0%。与氧气比较，实际的碳利用率增加了 2.0%～3.0%，总能耗则有效地减少 7.9%。其中，四个喷头在气化炉喷头的使用上有着良好的协同效应。其气化炉控制面积大，压力调整频率快，适应性强。复合床型洗涤冷却技术有优异的传热传质效应，液位平稳稳定，且可避免传统进口工艺中带灰、带水等问题。对渣水处理系统，应当重视对流及换热技术的选择，若热处理效果好，可有效防止设备结垢堵塞。

3.4 回收甲醇产生二氧化碳，实现零排放

3.4.1 煤气化二氧化碳储存技术

近年来，该技术开发形式也受到了关注和广泛应用。该技术开发的使用领域，大多集中于地质结构状况和自然环境中，既无法直接给煤气化开发工作带来技术可行性，也无法伴随着开发过程中起到稳定的作用。比如，针对已经开发了的油气田，储油量和产能将大大减少，由于煤层的开采富集深度较大，且面临着尚未开发的微咸水层或煤层区，可考虑利用二氧化碳储藏技术开发。正如上所述，由于煤炭的气化过程中生成了大量二氧化碳。如果直接释放二氧化碳，就会对气体环境产生强烈的降解作用，又或者直接导致气体污染。所以，如果利用二氧化碳储藏技术开发，就能够储藏大量的超临界二氧化碳。如果存放在水

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

底，当海洋中存在大量的金属材料，就会和贮存在水底的二氧化碳进行反应，形成碳酸盐沉积物，从而大大减少二氧化碳的排放。从发展煤气化产业的实际出发，通过向采矿条件较差的煤层开采注射二氧化碳，能够明显提高太原煤气化股份有限企业回收率，同时提高煤油产量。应注意的是，应根据煤气化工艺建设区的具体情况确定使用二氧化碳储存技术。因此，煤气化勘探线的地质构造不稳定，具有发生变化的可能性。一旦大量二氧化碳逸出，会继续污染大气环境，从而导致大气温室效应。由于二氧化碳储存区往往成为酸性环境，如果与重金属和二氧化碳混合，可能会污染地下水。鉴于上述隐患，需要分析具体问题，以避免滥用二氧化碳存储技术。

3.4.2 煤气化二氧化碳回收技术

液态二氧化碳煤浆提取工艺。这种方法通常用来生产特定比例的煤粉和水。生产比例为 3：2。首先，在焦煤等其他燃料的提炼与制造工艺中，采用液体超临界二氧化碳取代部分水，与煤气化炉进行二次反应，进而实现焦煤完全燃烧，大大提高煤炭的使用效果。其次，液体二氧化碳固化法。这一技术能够使二氧化碳转变为干冰以及其他化学物质，因而进一步拓展了煤气化能源的使用范围。也因此，其技术能够应用在工业模具的清洁、灭火设备的制造、生活美容、舞台效果的展示等领域中。最后，二氧化碳临界超临界萃取工艺。该技术具备的诸多优势，能够减少在煤气化过程中所形成的大部分二氧化碳，同时具有节水减排的效果。这个过程相对简单。在提取试剂的协助下，提取效果能够明显提高。同时，也具备分散和处理简单的优势。另外，煤气化能源二氧化碳的物理化学特性比较安全稳妥，可以成为提升煤气化工艺节能减排效益的可靠手段。

3.5 煤制烯烃节能减排措施

煤制烯烃项目中，需要注重于提高油水分离和处理的技术，更新中水回用系统，并建设工业生产过程中的污染监控表。而在节能减排问题上，企业也将强调精细化管理，以做到对节能减排的有效监管。热电中心省煤器省煤装置的合理改进可以提高锅炉热效率，减少燃煤的消耗，提高蒸汽船风力发电装置的综合负荷。要注意改进油水界面张力分离装置，将有助于降低废水处理设备，增加回水率。有效回收反渗透浓盐水，提高循环水利用率。对原煤制烯烃装置的反应再生系统也进行了改装，以改善反应再生系统的催化循环能量和煤焦油燃烧能量，从而提高了聚烯烃设备的满负荷运转。实时检测烟气氮氧化物、含尘量、氨氮等指标，并及时传输数据。

3.6 循环水含硫量控制

首先，对煤气水中的脱硫化氢进行吹曝处理，然后引入配套处理系统进行进一步处理，重点是硫的回收。这种方法的优点是不需要用烧碱调节循环水的 pH 值，可以在很大程度上防止碱过量的后果，有效地防止设备内部腐蚀，提高设备的利用率。这种方法可以确保大气不受污染。但在实际生产过程中，投入成本略有增加。其次，通过 pH 监测减少和调整硫和氢成分的吸收步骤。如果向循环水系统中添加苛性钠或石灰等碱性物质，化学试剂会根据自身特性反应生成硫化物，这会增加循环水中盐的比例，并使反应系统中产生的部分硫化氢在未经完全处理的情况下排入大气环境。

3.7 改善煤的热解

改进煤热解技术是节能减排技术在煤气化中应用的有效措施。改善煤的热解措施对煤气化过程中分离出来的分子条件进行了优化，使煤气化过程热解后的大分子和中分子在节能减排技术下有更好的归宿，减少了煤气化工艺中垃圾无法处理的情况。因此，在煤气化的热解反应中很易发生共焦油。虽然焦油的分子尺寸适中，但直接进入空气时会对环境产生严重危害。此外，焦油非常吸热，冷时容易结冰。一旦推得太久，就无法解决。在这些前提之下，节能减排的能够通过回收产生的卷烟烟气，这种焦油能够在密闭系统内分解，产生化学或物理反应，形成工业物质，降解后直接放入废物处理场。

4 结束语

煤气化与生产过程中的减排与节水问题和行业的可持续发展密不可分。企业采用了多种减排节能工艺，包括热交换处理工艺、火炬板焚烧工艺、冷却器合成器减灰工艺等。在多年的实践运用中，上述工艺已证实能够在一定意义上攻克低耗节能难题，达到企业制造过程中产生的生物循环的作用，提升制造工艺中的除灰效率，减少废水排放。

[参考文献]

[1]樊开.煤气化工艺节能减排技术及应用探析[J].山西化工,2020,40(6):117-119.
[2]王海谦,谢雯婕,吕梁.煤气化工艺节能减排技术及应用探究[J].化工管理,2019(30):108.
[3]杨志强.煤气化工艺节能减排技术及应用探析[J].石河子科技,2019(1):45-46.

作者简介：秦丽丽（1987.4-），女，毕业院校：宁夏大学，所学专业：化学工程与工艺，当前就职单位：国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤制油分公司，职称：助理工程师。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

ATC 检测技术研究

顾 新 邹仕军
航空工业沈阳飞机工业（集团）有限公司，辽宁 沈阳 110034

[摘要]ATC 激励器用于在内场环境下空管二次雷达和精密测距模拟地面台站与空管应答机和精密测距机通过射频信道进行交互，实现对空管应答机和精密测距机设备的功能和性能测试。
[关键词]ATC；空管应答机；精密测距；技术
DOI：10.33142/ec.v5i12.7298 中图分类号：U231.7 文献标识码：A

Research on ATC Detection Technology

GU Xin, ZOU Shijun
Aviation Industry Shenyang Aircraft Industry (Group) Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110034, China

Abstract: The ATC exciter is used to interact with the ATC transponder and the precision range finder through the RF channel in the air traffic control secondary radar and precision range finder simulation ground station under the infield environment, so as to realize the function and performance test of the ATC transponder and precision range finder equipment.
Keywords: ATC; ATC transponder; precision ranging; technology

1 概述

1.1 设计基本原则

1.1.1 采用先进技术

ATC 激励器采用软件无线电思想，功能模块标准化综合设计，具有数据吞吐快、模块化结构好、开放性强、即插即用等特点，代表了当前和今后测试领域的发展方向。

1.1.2 通用平台，模块化设计

ATC 激励器设计选用通用 X86 硬件平台，各硬件模块设计采用模块化设计，便于扩展；通过软件设置或者升级，可完成多种空管应答机、精密测距等导航识别设备功能和指标的检测；在保证满足功能和性能要求的前提下，采用国产零部件和模块；同等条件下，优先选用成熟货架产品。

1.1.3 满足需求，兼顾发展

ATC 激励器采用模块化设计，从硬件和软件两个方面都预留扩展裕量，以达到适时更新升级，实现对空管应答机、精密测距器等导航、识别设备检测的目的。

1.1.4 支持远程控制

支持远程控制为新一代仪器的基本功能要求，其使用成熟度高、价格低廉的以太网，使用兼容行业标准协议栈和指令集，方便用于远程控制。

1.2 组成

ATC 激励器为内场台式设备，配置有安装把手，可安装在标准 19 寸机柜上。该设备是在内场环境下，通过射频电缆连接到空管应答机、精密测距等设备完成对上述设备的功能和性能测试。该设备由 ATC 激励器主机、测试电缆、计量电缆、电源电缆、拉杆箱等组成。

1.3 工作原理

ATC 激励器采用软件无线电架构和模块化设计，ATC 激励器主机由电源单元、显示控制单元、射频单元和机箱组成。其工作原理如下图所示：计算机主板通过 RS422 总线与识别与监视射频模块进行数据通信，实现对该模块的控制与数据监控。实现对广播式自动相关监控系统（ADS-B）及航管应答（ATC）的测试。

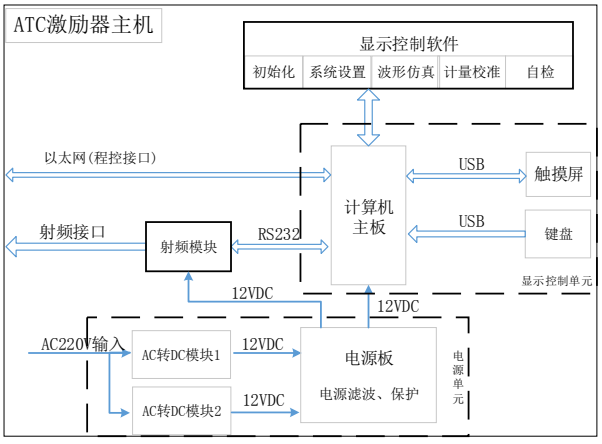


图 1 工作原理框图

其中显示控制单元包括计算机主板、触摸屏、键盘和显示控制软件。显示控制软件运行在计算机主板上，测试人员通过触摸屏和键盘操作显示控制软件软件完成对设备的测试。

显示控制单元用于人机交互、射频模块控制和远程通信，实现对电源单元和射频模块的控制，完成开关机控制；

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

按照用户操作为设备提供射频信号激励实现对空管应答机、精密测距器的功能和性能测试；射频通道的计量中校准等功能。触摸屏为 7 英寸的电容式触摸屏，亮度可调，最大亮度 800cd/m^2，阳光下可视。触摸屏和键盘为人机交互的双备份操作接口，实现对 ATC 激励器的控制。

电源单元主要由 2 个 AC 转 DC 模块和 1 块电源板组成。输入电源为 AC220V/50Hz 电源，通过 2 个 AC 转 DC 电源模块转换为 2 路独立的 DC12V 电源，然后经过电源板上的过压、过流、滤波等电路后，分别为显示控制单元供电和射频模块供电。2 路独立电源供电，阻断显示控制单元通过电源通道对射频模块的传导干扰。

射频模块：接受显示控制单元的控制，对空管应答机进行询问、或应答精密测距器的询问，并对设备输出信号的频率、功率、脉冲参数等进行测试。

ATC 激励器的对外接口包括 3 个射频接口、1 个以太网接口和 1 个电源接口。其中以太网接口为程控接口；射频接口包括 1 个射频接口（位于设备前面板）、1 个同步输出接口和 1 个检波输出接口（位于设备后面板）。

在对成品设备进行内场测试时，测试人员使用射频电缆连接 ATC 激励器的射频输出接口和成品设备的射频输入接口，实现对成品设备的射频激励。

射频电缆为天津 609 厂军工级导线，设备内部的集成电路、接插件、显示屏等件均采用工业级器件。射频电缆和电源适配器电缆两端均有白底黑字的提示标识，电缆的长度合理。

ATC 激励器配置的拉杆箱用于收纳本设备的主机、射频电缆、电源电缆等，具有拉杆和万向轮，方便移动。

1.4 射频模块工作原理

1.4.1 空管模式工作原理

空管模式功能框图如下图所示：

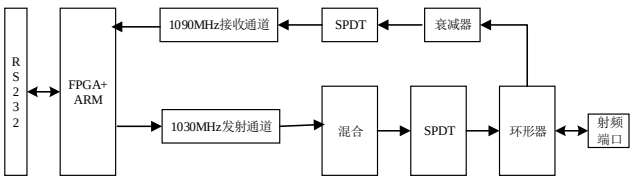


图 2 空管模式

空管模式由 1090MHz 接收通道；1030MHz 发射通道；信号处理等功能单元组成。

1090MHz 接收通道用于接收被测航管应答机发射的应答信号；发射通道用于模拟发射给被测航管应答机的二次雷达的询问信号。

信号处理部分采用 FPGA+ARM 的架构，FPGA 主要用于完成 DDC、DUC、信号调制解调等实时性要求较高的处理，ARM 主要用于完成控制、管理协调等算法复杂的处理工作。

被测航管应答机发射的 1090MHz 信号进入后，经环形器、衰减器、测试模式选择开关、限幅器、1090MHz 滤波器后进入核心芯片 AD9363，每一片 AD9363 中具有 2 个完整的接收通道，包括前放、混频、采样、下变频等。射频信号经过 AD9363 接收处理，输出的基带 IQ 数据送入 FPGA 中进行进一步处理。该基带数字信号传送到 FPGA 中进行解调、码源恢复等处理后再通过 RSR422 接口传送到上位机中进行解码、报文解读、结果显示等处理。

信号处理由 FPGA SOC 芯片实现，由 FPGA 电路及其内部的 ARM 处理器共同完成。

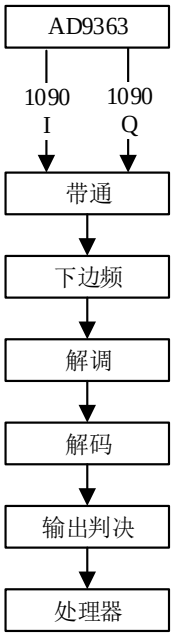


图 3 接收信息处理流程图

由处理器设定 1030MHz 信号的内容数据，然后 FPGA 产生编码的基带数据，通过 AD9363 的上行信道，分别将其上变频到 1030MHz 的射频信号，经滤波、混合、放大后从无线端口输出。输出幅度调整由数控衰减器和 AD9363 通过软件实现。

1.4.2 精密测距工作原理

精密测距工作原理框图如图 4 所示，由信号处理单元、信号调理单元以及电源、环形器、程控衰减器和固定衰减器等几部分组成。

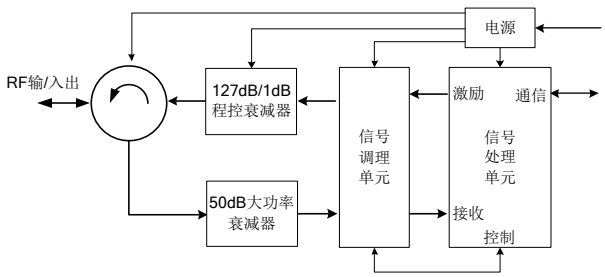


图 4 精密测距激励器原理框图

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

精密测距：精密测距设备输出的测距询问信号经射频电缆送入环形器，经环形器收发隔离后送入 50dB 大功率衰减器进行信号衰减，然后送入信号调理单元进行滤波和接收信号电平控制，再送入信号处理单元进行下变频、A/D 变换、译码、延时、编码、D/A 变换、上变频等，经功率放大，然后经程控衰减器和环形器输出送至精密测距设备。通过控制延时值的变化实现不同距离和速率变化的模拟。

设备输出功率测量：测距询问信号通过电缆送入激励器，经环形器和 50dB 大功率射频衰减器后，信号调理单元对其进行接收信号电平控制，然后送入信号处理单元进行下变频、高速 A/D 采样和滤波后进行功率测量，并将测量数据发送显控单元进行功率标定和显示。

1.4.3 电源设计

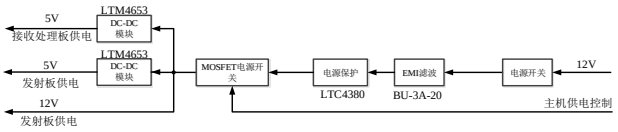


图 5 电源电路原理图

射频模块外部供电为+12V，根据产品要求，+5V 输出电源模块选用宽电压输入型的电源模块。由于输入/输出压差大，为保证宽电压输入范围和模块温升，必须选择效率较高的 DC-DC 型模块。

接收处理部分所用电源种类较多，接收处理板从整机电源部分提供的直流+5V 电源经板上电源管理部分电路产生。

功放部分电路需要+5V 电源，功放供电电压为+5V，由于器件工作电流不大，所以由电源模块产生并输入功放模块。

电源噪声是本设计需要仔细考虑的问题，电源噪声主要有两种，传导和辐射，传导赖于连接的导线或电路板中的走线，因此该噪声的抑制，常常用有针对性的滤波和良好的布局来控制。电路板上所有电流流动的地方都会辐射出电磁场。所有走线都相当于天线，所有铜平面都是谐振器，这种辐射干扰的抑制，一般采用电磁屏蔽的方法加合理的功能电路分区来控制。

在器件选择上，留有足够的功率容量，尤其在使用线稳压器时，注意芯片自身的功率耗散和温升特性，进行合理的热设计。为尽量减小电源噪声，在整个电源设计中，都需加强电滤波，电路板设计中注意布局布线，注意电流的流向，避免形成回路。

12V 电源输入电源模块后，首先经过 EMI 滤波器 BU-3A-20 进行滤波，避免外部干扰进入设备，也能避免设备干扰信号输出到外部电路。

电源保护模块 LTC4380 对电源部分进行防护。LTC4380 是超低静态电流(IQ)浪涌抑制器，可为汽车、工业和航空电子系统中始终保持接通的 4V 至 72V 电子组件提供紧凑的过压和过流保护。LTC4380 利用一个简单的 IC 和串联 N 沟道 MOSFET 解决方案取代了由庞大笨重的电感器、电容器、瞬态电压抑制器(TVS)和熔丝构成的传统分流电路，从而节省了电路板空间，并在瞬态电压或电流浪涌过程中实现连续运作。LTC4380 可保护下游电子组件免受高达 MOSFET 额定值之输入过压的损坏，同时还能避免电源遭受输出过载。在输入电压浪涌期间，LTC4380 减低外部 MOSFET 两端的过高电压，同时对其栅极实施箝位，因而把输出限制在一个安全的电压。

电源模块对外提供 3 组 5V 电源，采用 AnalogDevice 公司的降压直流/直流 μModule 稳压器 LTC4653。LTC4653 是高度集成的电压转换模块，其输入电压范围宽达 3.1V 至 58V，输出电流高达 4A，具有集成度高、体积小、效率高、EMI 干扰小的特点。

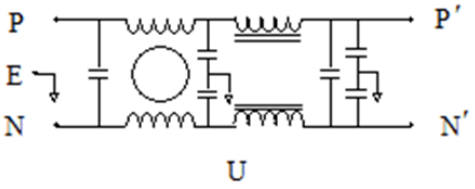


图 6 EMI 滤波原理图

2 结构

ATC 激励器结构采机箱设计，主要由机箱外壳和前后面板组成，面板和外壳螺装固定，维护便捷。外壳和面板材料均选用航空铝合金，轻量化设计，同时保证设备的结构强度结实可靠，满足台式仪器在各种使用环境下移动的作业需求。

ATC 激励器具有材质坚固、固定在设备上且不易损坏脱落的铭牌，铭牌上显示设备型号、编号、出厂日期、生产厂家等内容。

ATC 在尺寸设计上充分考虑机柜安装要求，可方便拆卸，便于移动。ATC 激励器设计高度为 132mm，标准 3U 高度。宽度为 312mm，配置有安装把手，支持 19 英寸的标准机柜宽度。

3 计量校准

ATC 激励器 设计的射频接口与标准仪器相连，按照我公司编制的计量校准说明书进行计量，我公司在设备交付时提供计量检测电缆。

ATC 激励器在交付时，我公司向用户提供计量校准说明、按 GJB5109-2004 要求填写《附录 C 校准设备推荐表》和《附录 E 装备的检测和校准需求汇总表》各一份。

ATC 激励器在交付时，我方将按照甲方的要求，从设备的实际性能、指标要求和实际使用方面，拟定符合测试设备、仪器设备功能性能指标要求的计量检定/校准方法。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

我方将负责组织对用户的计量人员进行培训，且培训期限大于 3 天。保证设备交付后，用户人员能够按照计量检定/校准方法对设备工作状态、性能指标进行认定。

ATC 激励器在交付用户后，我方将为用户提供由经中国合格评定国家认可委员会、国防科技工业实验室认可委员会认可的计量技术机构出具的溯源证书。

[参考文献]

[1]肖文,李仕明.激励熵与企业激励系统的预警机制[J].西南交通大学学报,2005(5):87.
[2]陈群.企业激励系统的“内装修”[J].企业改革与管理,2003(2):76.
[3]倪宏伟,徐政.磁探技术中一种新型磁激励系统[J].同济大学学报(自然科学版),1996(3):65.
[4]慈晓强,李少鸣,田国栋.军队油料保障激励系统的耗散结构模型浅探[J].中国储运,2011(2):45.
[5]慈晓强,李少鸣,田国栋.军队油料保障激励系统的耗散结构模型浅探[J].中国储运,2011(4):54.

作者简介：顾新（1975-），男，汉族，研究员，航空工业沈阳飞机工业（集团）有限公司，主要从事无线电、仿真方向研究。

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

气象雷达检测技术研究

王晓东 高 源 徐 波 问钰强 李鹏飞
陕西飞机工业有限责任公司，陕西 汉中 723213

[摘要]气象雷达，属于主动式微波大气遥感设备，是专门用于大气探测的雷达。气象雷达是用于警戒和预报中、小尺度天气的主要探测工具之一”是用于探测气象要素和各种天气现象的雷达，常称为“千里眼、顺风耳”。
[关键词]雷达；测试仪；技术
DOI：10.33142/ec.v5i12.7297 中图分类号：TN959.4 文献标识码：A

Research on Meteorological Radar Detection Technology

WANG Xiaodong, GAO Yuan, XU Bo, WEN Yuqiang, LI Pengfei
Shaanxi Aircraft Industry Co., Ltd., Hanzhong, Shaanxi, 723213, China

Abstract: The meteorological radar belongs to the active microwave atmospheric remote sensing equipment, which is specially used for atmospheric detection. Weather radar is one of the main detection tools used for warning and forecasting medium and small-scale weather. It is a radar used to detect meteorological elements and various weather phenomena, often called "Qianliyan, Shunfenger".
Keywords: radar; tester; technology

1 产品组成

气象雷达综合测试仪主要由收发前端、变频模块、频综模块、信号处理单元、显示控制单元及电源六部分组成。

2 产品技术特性

2.1 功能指标

检测气象雷达发射信号载波频率，并根据检测结果可输出同频回波，回波要求延迟、频率、脉冲宽度及强度可调；检测气象雷达发射脉冲信号重复频率；检测气象雷达发射脉冲信号峰值功率；对脉冲包络信息进行检波并通过 BNC 接口输出给外部测试设备；手动模式下具有六个目标模拟回波输出功能，其中单目标模式下回波延时、回波频率、回波脉冲宽度及回波强度等参数分别可设置，其余目标模式下（2 目标～6 目标）回波延时及脉冲宽度分别可调，回波频率及回波强度可调但为统一值；将被测件输入的射频信号进行功分输出，用于外部频谱测量。

2.2 性能指标

（a）输入信号频率：9295MHz～9500MHz；（b）输入信号功率：0.1kW～12kW；(c)输入信号脉冲宽度：200ns～30us（周期不大于 5ms）；（d）载波频率输出分辨率为 10kHz，精度为±250kHz；(e)信号峰值功率测量精度：±0.6dB（1kW～12kW）；(f)信号脉冲重复频率：分辨率 1Hz，测量误差不大于±1Hz；g)载波频率测量精度详见表 1；（h）模拟回波输出参数详见表 2；（i）附件：标称 50W 功率负载及 20dB±1dB 定向耦合器；（与主机频率匹配）。

表 1 频率测量精度

序号	输入脉宽	允许最大误差
1	30μs～2μs	10kHz
2	2μs～0.5μs	50kHz
3	0.5μs～0.1μs	500kHz

表 2 回波输出参数

1	频率输出范围	9250MHz～9500MHz
2	频率输出分辨率	10kHz
3	输出脉冲宽度	0.2us～500us
4	频率输出精度	±250kHz
5	输出功率范围（含附件）	-50dBm～-127dBm
6	输出功率精度	-50dBm～-80dBm 范围内，±1dB -81dBm～-127dBm 范围内，±2dB
7	延时时间调整范围	0.1～999.9（μs 或 nm）
8	延时时间调整精度	100ns

3 技术方案

3.1 总体思路

气象雷达综合测试仪可用于大功率脉冲体制气象雷达的测试，仪器操作界面在 windows 系统下运行，设计开发采用虚拟仪器软件 LABVIEW 对原仪器面板进行可视化设计，其使用面板及操作方法基本与原进口仪器相同。

仪器内部采用了模块化设计，收发前端主要完成信号收发隔离、信号功分、脉冲包络检波及峰值功率检波等功能；变频模块将输入信号进行下变频供给后端信号处理单元进行数据采集及处理完成输入射频频率及重频的测量功能；频综模块主要承担 X 波段调频信号的产生、放大、

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

幅频调整和脉冲调制输出等功能；电源模块负责各个单元模块的电源供给。

3.2 收发前端设计

收发前端完成信号衰减及收发隔离，信号功分，脉冲包络信号检波，信号峰值功率检波以及时序同步等功能。

收发前端前级为大功率射频信号（X 波段），输入后经 30dB 衰减经环形器、功分器功分为三路信号，其中一路经脉冲包络检波器检波为脉冲包络信号输出至固定在面板上的 BNC 端口；一路信号经衰减输出至变频模块进行下变频为 30MHz 左右的中频信号后输出至信号处理单元进行频率及重复频率测量；一路进行峰值功率测量。收发前端后级为频综模块，频踪模块产生的延时、脉冲宽度及强度可调的回波信号经组合隔离器作为模拟雷达信号输出至外部雷达设备。

3.3 变频模块设计

变频模块主要完成射频信号下变频以提供给后端 AD 采集处理进行频率测量的功能。可以实现将气象雷达综合测试仪收发前端功分输出的射频信号下变频至中频信号（30MHz±2.5 MHz），并完成信号的放大及输出功能，具有可变频射频信号脉冲宽度小等技术优势。

3.4 频综模块设计

频综模块能实现两种工作模式下的不同功能，当工作在自动模式下时能为根据输入信号频率输出同频且延时、脉冲宽度及强度可调的回波信号；当工作在手动模式时其主要功能为输出频率范围、延时、脉冲宽度及强度可调的回波信号。同时可输出六路参数可调的回波信号功能，输出频率、幅度分别可调的连续波信号。

3.5 信号处理单元设计

3.5.1 主要功能

中频数字信号处理单元是气象雷达综合测试仪的核心部件，该单元通过 RS422 通讯接口控制变频模块以 10Hz 的速率 2MHz 间隔步进进行射频频率扫描。当变频模块根据控制指令产生射频信号与被测雷达的射频脉冲信号混频后，变频模块对混频后信号进行滤波、放大处理，保留中频信号送入中信号处理单元的 AD 模块，AD 模块对输入信号进行二次放大、滤波处理后送入信号处理模块进行处理，当信号处理模块测量出采集的中频信号为 30MHz±2.5 MHz 时，信号处理单元通过控制算法调节变频模块频率，锁定变频模块频点至中频输出频率为 30M±1M 的频率点。然后通过信号处理模块对 AD 模块采集的中频数字信号的频率、脉冲重复频率、峰值功率进行测量。将计算结果与通过 RS422 通讯接口得到变频模块返回的射频信号频率相加得到被测雷达的实际工作频率、脉冲重复频率及峰值功率。信号处理单元对被测雷达的工作频率、脉冲重复频率及峰值功率通过平滑处理后，用 RS422 通讯接口将测量到雷达的实际工作频率、脉冲重复频率及峰值功率发送至显示控制单元。同时信号处理单元同步产生模拟测雷达发射的脉冲包络信号，通过滤波处理后，由 I/O 端口输出至频综模块，做为频综模块模拟回波的时序基准。

3.5.2 硬件设计

信号处理单元采用 Zynq-7000 全可编程 SoC 系列处理核心方案，该方案将双核 ARM Cortex-A9 和 FPGA 逻辑资源集成在一颗芯片上，通过内部总线连接，集成度和性能显著提升，系统的整体功耗显著降低。由于将整个系统的核心 CPU 集成在一个芯片内，因此大大降低了整个系统的体积和重量，使得与外设连接所需要的接口也减小，极大提高了系统的可靠性。基于全可编程 SoC 功能的多样性，使得以前需要很多外部专用 ASIC 器件才能实现的系统，现在可以只使用一个全可编程 Soc 器件实现。通过该种方式，有效减少了嵌入式系统设计中所使用的电子元器件数量，显著缩小了电路板的尺寸。

3.5.3 软件设计

软件平台采用 xillinx 公司的 Vivado 开发工具进行 FPGA 设计与开发，硬件描述语言为 verilog HDL。xillinx SDK 设计工具对 ARM 核心进行开发，软件描述语言为 C++ 语言。

设计内容包括 FPGA 逻辑设计和软件设计两部分。其中逻辑设计采用 AMBA AXI4-Stream 协议进行设计，该协议将不同接口整合到一个接口中，简化了不同领域 IP 的集成，并使自身或第三方 IP 的开发工作更简单易行。由于 AXI4 IP 已为实现最高性能、最大吞吐量及最低延时进行了优化，从而简化了设计工作。

FPGA 逻辑设计包括变频时钟子模块、正交分解子模块、第一 FIR 滤波器子模块、第二 FIR 滤波器子模块、脉冲信号处理子模块和傅里叶变换子模块等；其中除傅里叶变换子模块外，其余模块均为自定制模块。

变频时钟子模块为整个 FPAG 逻辑部分提供时钟，该时钟是整个系统的时钟基准。

正交分解子模块将 AD 采集的信号通过正交分解后下变频至零中频后通过 AXI4-Stream 协议输出。该模块设计有 AD 超限报警功能和自检功能。当仪器开始 AD 采样前，对该模块进行自检，自检通过后开始对 AD 进行采样。

第一 FIR 滤波器子模块设计采用数字低通滤波器技术，为保证滤波效果该模块设计了 5M 低通滤波器，带外抑制达 90dB，有效抑制了杂波干扰，并把滤波后的信号通过 AXI4-Stream 输出至脉冲信号处理子模块。第二 FIR 滤波自模块设计采用滤波器技术，检测出脉冲信号包络，通过 AXI4-Stream 输出至脉冲信号处理子模块。

脉冲信号处理子模块将第一 FIR 滤波器子模块输入的数据进行分析处理，当判别到有脉冲调制信号输入时，将该脉冲信号相关据打包后通过 AXI4-Stream 发送至傅里叶变换子模块。脉冲信号处理子模块将第二 FIR 滤波器

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

子模块输入的数据进行自适应门限计算，并将输入信号的脉冲包络进行整形、滤波处理输出给频综模块作为模拟回波发射时间基准。同时通过脉冲技术的方式计算出输入脉冲信号的脉冲重复频率。

傅里叶变换子模块直接调用开发环境提供的 IP 核，使用 pipelined 模式，进行 4096 点 FFT 运算，以保证输入信号频谱分析的实时性和测量精度。其他相关 FPGA 逻辑功能模块的整体设计主要保证数据处理的实时性和精度要求，充分利用该芯片逻辑资源充分的特点，保证了测量的精度要求。ARM 核心软件主要完成对测量数据的读取、变频模块跟踪算法实现，信号处理模块与变频模块通讯、信号处理模块与显示单元通讯。ARM 程序设计采用巡检的方式每 10ms 对测量的频率、脉冲重复频率进行读取后，对 100ms 周期内所读取的数据进行平均计算后通过 RS422 通讯发送至显示单元。同时，在锁定雷达发射频率前，每 100ms 对变频模块进行调频控制指导锁定被测雷达发射频率。ARM 核心的设计采用状态机的设计方式，架构清晰，可扩展性强。

3.6 显示控制单元设计

软件设计包括主控界面设计、六脉冲子面板设计以及故障监测子面板设计。

主控界面面板包括开关、旋钮、自定义类的控制控件以及仪表、数值类的显示控件，模拟测试相关的功能按键、开关及旋钮，布局则遵循原原有使用习惯。主控界面的人机交互方式为鼠标按键及滚轮控制（部分输入也可由键盘直接输入）。主控界面主要完成自动/连续波选择、自动模式/手动模式选择、延时距离 us/NM 切换、PRF/RF 切换、手动模式下频率调节、峰值功率显示、频率显示功能；同时完成单脉冲、双脉冲或六脉冲模拟回波信号设置，包括：回波信号延时、回波强度以及回波信号开关。峰值功率测量通过调用功率探头实现；脉冲重复频率以及雷达工作频率显示通过串口接收信处模块的测量结果；六脉冲回波信号设置时弹出单独窗口完成六脉冲信号的产生。主控界面软件通过 RS422 串口 1 将控制信号传给频综模块，完成对频综模块的控制，通过 RS422 串口 2 与信处模块交联，完成频率及故障数据接收处理，并发送雷达信号及控制信号给信处模块。

主控界面根据 range on 开关选择确定是否调用六脉冲子面板，并在串口 1 或串口 2 发来故障信号时调用故障监测子面板显示。

故障监测子面板完成根据串口发来的各模块故障信息进行故障报警指示

3.7 电源设计

为满足整机正常工作的全部电源需求，选取成熟多路输出电源模块，分别输出为 + 12V±10%（≯4A）、-12V±10%（≯1A）及+5V±0.5V(≯1A)共三路电源。

同时设计内部接口板将上述三路电源转化为输出至变频模块的±12V 两路电源；输出至频踪模块的±12V、+5V 三路电源；输出至显示控制单元的+5V 电源；输出至信号处理单元的+5V 电源。其中输出至信号处理单元的+5V 电源在接口板中通过四路 DC/DC 电源芯片转化成信号处理单元工作所需的全部电源（+3.3V、+1.5V、+1.8V、+1.0V）。

3.8 外形及内部结构设计

气象雷达综合测试仪外形采取简单、实用、方便运输、低成本的设计理念，采用标准货架机箱，高度为标准 5U，气象雷达综合测试仪内部模块分布充分考虑各功能单元及模块的分布连接关系，兼顾仪器内部电磁兼容性考虑进行设计，对外射频连接采用标准 N 型阴口，脉冲宽度测量接口采用标准 BNC 接口。

4 关键技术及创新点

4.1 关键技术

4.1.1 变频模块谐波杂散抑制设计

变频模块谐波抑制主要是二次谐波，三次以上基本上不用考虑，二次谐波的抑制主要由末级放大器和末级滤波器技术指标保证。末级放大器的谐波抑制大概在 20dBc 左右。加上末级带通滤波器，此滤波器是定制滤波器，要满足指标要求的 3dB 带宽为 5MHz，所以在带外抑制的指标上，在 50MHz 时所提抑制指标大于 40dBc。

杂散主要是 DC/DC 开关电源的开关频率及数字电路的干扰尤其是数字电路的时钟频率引起的。对于开关电源的设计采用分腔设计，也就是电源和数字电路在两个不同的腔体中，以防止空间辐射到数字及其他电路部分，对于线上的串扰则通过输入输出端加 π 型滤波电路滤除。对于晶振所产生的时钟频率杂散，主要由泄露到射频面参与变频而产生，主要由高次谐波变频而来，所以只需要把时钟频率降低，那么时钟频率的谐波将极大的减小，从而排除时钟频率产生的杂散。

4.1.2 软件设计

气象雷达综合测试仪频率测量频段为 9250MHz-9500MHz，最小测频脉宽达 0.2us，脉宽相对较窄，频谱范围大，实时性要求较高。在前期设计过程中，软件研发面对该问题，需解决三处技术难点。第一、雷达在工作状态时高频脉冲串对测量有较大电磁干扰，干扰通过 AD 采样后被放大，影响真实信号的采集。第二、脉宽过窄，信号采集到的有效数据数量少；第三、 实时性和精度的高要求使得软件在短时间内处理大量的数据，对处理速度是极大的考验。

软件针对上述难点通过反复仿真、试验、改进及后，进行如下处理架构设计：1 采用两次 FIR 滤波器软件滤波，针对性地滤除两个特殊频段的干扰；提高采样频率至 40M，同时增加采集脉冲串的数量，保证后端 FFT 测频所需的数

Copyright © 2022 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

据量；采用实时 FFT 测频技术，在确保测频精度的同时，保证测频的速度。

4.1.3 抗干扰设计

气象雷达综合测试仪既有来波接受测量功能，又有回波产生输出功能，其中来波信号功率较大易产生串扰影响回波产生信号的精确度，避免相互之间的串扰工作十分必要，在方案实行时应进行充分隔离。为保证相互之间不发生串扰及电磁干扰问题的产生，连接电缆前期试验阶段全部采用半刚性电缆，后期状态固化之后全部改用刚性电缆以保证信号的抗干扰性能。各个功能模块密封设计并合理布局杜绝电磁干扰的可能。

4.2 创新点

4.2.1 六脉冲回波模拟功能

该仪器国内针对该类型气象雷达专用测试仪器，该仪器的研制成功填补了国内该项测试仪器的空白；同时在同类型仪器中首次实现了六脉冲回波模拟输出功能，可实现 DO-172 标准的编码输出模拟功能，拓展了仪器的应用范围。

4.2.2 新型脉冲频率测量技术

采用新型脉冲频率测量技术：对脉冲信号进行软件滤波、整形、通过算法提取脉冲包络后，计算脉冲重复频率、脉冲宽度；通过运算处理模块，完成对脉冲信号的解调运算，得出频率值序列和脉冲重复频率值序列及脉冲宽度序列，即用的第一 FIR 滤波器子模块有针对性地滤除了采样信号中的随机干扰，保证了采样数据的稳定性，提高了测量脉冲频率的准确度；用第二 FIR 滤波器子模块提取脉冲包络信号，不需要额外增加硬件脉冲检波电路，降低了硬件设计难度；利用傅里叶变换子模块的运算速度快、运算数据量大的特性，提高了脉冲频率测量分辨率、准确度和测量速度；通过脉冲信号处理子模块采用的脉冲判别机制，提高了弱脉冲信号数据、窄脉冲信号的辨识度，提高了脉冲宽度和脉冲重复频率的测量范围；

此外通过监测模块实时监控脉冲信号频率测量器工作状态，提高了该脉冲信号频率测量器的可靠性和可测试性。

4.2.3 LABVIEW 软件应用模拟操作界面

仪器界面采用 LABVIEW 虚拟仪器面板设计，旋钮、按键、开关、指针表等实体仪器控件均可省去，由虚拟控件代替，颜色、大小、样式可实现自定义，给用户更好的使用体验。虚拟仪器面板使仪器布局更加简洁、紧凑，可以解决实体器件布局紧张的问题，同时仪器内部连线通过集成的接插件，方便寻找，便于仪器排除故障。

软件通过六脉冲窗口子界面及故障显示子界面的设计，用户可根据监控或测试的重点随时切换主视角窗口，同时软件具有的数据记录功能可保存产品测试数据用于排故及同类雷达产品设计时的数据采集源。并且通过 RS 软件的内校准和宽、窄脉冲的自适应设计，软件峰值功率测量具有较高的精度。

软件可扩展性良好，可模拟示波器和频谱仪进行信号和频谱测量，同时可轻松扩展为触摸屏，完全去除鼠标操作，为用户提供更好的交互体验。

[参考文献]

[1]田云峰.综合测试设备校准技术研究[J].宇航计测技术,2011(3):65.
[2]曹俊武,胡志群,陈晓辉,等.影响双线偏振雷达相位探测精度的分析[J].高原气象,2011(3):76.
[3]游华标,游祖鎏,郑东齐.L 波段雷达探测系统存在问题的研究和解决方法[J].民营科技,2016(6):65.
[4]祁湘文.推荐三部气象新书[J].全国新书目,2001(4):65.
[5]王向华,高艳秋,温彦春.L 波段雷达维护与故障维修[J].黑龙江气象,2008(3):65.
[6]张磊.河南省 GPS-MET 综合应用系统网站正式上线[J].全球定位系统,2010(6):76.
[7]高太长,陈新甫,翟东力.异源多普勒频移应用于空中风探测[J].解放军理工大学学报(自然科学版),2007(4):65.
[8]盖晓东,高军,兰朝生.L 波段高空气象探测雷达丢球现象的探讨及应对措施[J].黑龙江科技信息,2010(22):56.

作者简介：王晓东（1985-），男，陕西汉中人，高级工程师，学士本科生。主要研究方向为：通信技术，光电子技术，投放技术，测控技术等。

Copyright © 2022 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，中国知网、维普网全文收录。

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