



www.viserdata.com

建筑工程与管理

ARCHITECTURE ENGINEERING AND MANAGEMENT

月刊

■ 主办单位：Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN 2661-4413(online) 2661-4405(print)

万方数据库收录

RCCSE权威核心学术期刊

2025

1

第7卷 总第67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.



建筑工程与管理

Architecture Engineering and Management

2025年·第7卷·第1期（总第67期）

主办单位: Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N: 2661-4413 (online)

2661-4405 (print)

发行周期: 月刊

出版时间: 1月

期刊收录: 万方数据库收录

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址: www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱: viser-tech@outlook.com

地 址: 111 North Bridge Rd, #21-01 Peninsula Plaza,
Singapore 179098

学术主编: 金光虎

责任编辑: 金星

学术编委: 张 庚 丁建华 李耀斌

刘海涛 刘光普 王 俊

向焕亮 叶高翔 Mason Chou

郭 腾 胡金中 柳 洪

Isaiah Kiang Brayden Ryeo

骆 辉

美工编辑: 李 亚 Anson Chee

印 制: 北京建宏印刷有限公司

定 价: SGD 20.00

本刊声明

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

版权所有, 未经许可, 不得翻译、转载本刊所载文章。

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

目 录

CONTENTS

建筑设计

- BIM 技术在装配式建筑设计与施工一体化中的应用研究
..... 李 佳 1
- 基于绿色环保理念的建筑给排水系统设计探究.....
..... 廖 园 莫 华 4
- 工业设备结构抗震性能分析与设计优化..... 郑斌杰 7
- 建筑结构设计中的安全隐患及解决措施..... 朱 涛 11
- 基于 BIM 技术暖通工程设计与施工应用研究.....
..... 王轶娴 14
- 建筑结构设计中的隔震减震措施探究..... 杨 鑫 17

建筑工程

- 基于无人机平台的建筑外墙保温层裂缝检测.....
..... 康 凯 李涛会 20
- 高层建筑消防工程防排烟施工技术分析..... 李信元 24
- 基于 BIM 技术的建筑工程管理优化与研究.... 徐增鑫 27

施工技术

- 高速铁路桥梁施工过程中的质量控制与优化技术分析..
..... 安晓鹏 30
- 电力建设项目中建筑施工技术的创新与应用研究.....
..... 武少帅 33
- 基于土木工程中混凝土施工技术研究..... 韦乔夫 36
- 建筑工程装配式施工技术创新与应用实践.... 于冰冰 39
- 市政道路沥青混凝土路面裂缝修补技术解析.....
..... 刘 洁 42
- 高盐水域桥梁桩基耐久性防护技术应用分析.....
..... 李 宁 45
- 大跨度钢结构施工重点要点技术探究.....

- 王 卿 王淑颖 49
- 住宅建筑工程屋面防水施工技术要点分析.... 吕洪兵 53
- 建筑工程土建施工中桩基础施工技术..... 孙 超 56
- 临近既有有线 MJS 施工质量控制..... 徐勇斌 59

材料科学

- 1060 铝合金铸轧板坯料裂边控制 ... 杨俊宝 李振来 64

工程管理

- 水利水电工程基础处理施工技术分析..... 陈 涛 68
- 房建工程质量管理体系构建与实施效果评估.....
..... 张立斌 71
- 高等数学在铁道工程地质数据处理与分析中的应...
..... 郭 萃 74
- 建筑电气消防供配电系统设计要点及探讨... 丁鹏飞 77
- 新时期土木工程管理的常见问题及优化策略.....
..... 陈伟强 80
- 土木工程行业智能建造与新能源发展趋势概述.....
..... 许运伟 83
- 农田水利工程中安全生产管理的优化措施... 王 欢 86
- 煤矿水体下安全开采可行性分析..... 胡嘉鸿 89

机电机械

- 工程机械行业现状及未来发展趋势研究.....
..... 万铭谦 张玲莉 93
- 焦化厂泵设备常见故障诊断与维修技术探讨.. 李东辉 96
- 机电安装技术及安装质量控制的探讨..... 王震强 99
- CMP 磨削过程中材料去除机理与磨损特性研究.....
..... 赵国彬 103
- 焦化厂自动化仪表的故障预防及维护策略分析.....
..... 魏 东 106

石油化工

- 长输油气管道水平定向钻穿越施工技术研究.....
..... 范佳豪 王佳旭 109
- 石油化工工程中节能减排技术的应用研究... 王燕坡 113

勘察测绘

- 某深基坑工程岩土工程勘察中抽水试验的应用.....
..... 郭 嫚 116
- 浅谈地籍控制测量与地籍测绘成图技术应用.....
..... 谷荣新 119

- 分析地形图测量和地籍测量的应用..... 吴东光 122

节能环保

- 新能源供热技术经济性评估与市场拓展策略探究.....
..... 金煜凯 于文博 125
- 光伏组件效率提升技术及其发展趋势.....
..... 仝晓芬 姜仕兴 黄志强 王跃辉 128

预算造价

- 招投标环节中 BIM 技术的集成应用与风险控制研究...
..... 邢海蓉 131
- 超低能耗建筑项目技术经济重难点及增量成本分析...
..... 黄 辉 135
- 建筑工程施工阶段造价控制策略与优化路径研究.....
..... 杨沛沛 139
- 住宅建筑工程预算审计与结算控制策略的优化与实施路
径研究..... 陆益甜 142
- 建筑工程施工阶段造价控制策略及优化路径研究.....
..... 叶静茹 145
- 现代信息化技术对建筑工程造价控制的影响.....
..... 吴圆圆 148
- 市政工程造价超概预算原因分析与控制策略.....
..... 盛 云 151
- 建筑工程项目成本优化中的精细化管理研究.....
..... 李国伟 154
- 工程造价管理在建筑工程中的重要性及优化策略研究..
..... 陈露露 157
- 工程预算定额在造价管理中的应用..... 赖美良 160

探讨交流

- 灌区农田水利渠道设计与施工技术..... 周志华 163
- 灌区现代化改造与高效节水灌溉技术研究... 尚 华 166

BIM 技术在装配式建筑设计与施工一体化中的应用研究

李佳

河北省石家庄市赵县, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着装配式建筑在建筑行业的快速发展, BIM (建筑信息模型) 技术在装配式建筑设计与施工一体化中逐渐发挥重要作用。通过三维建模和信息集成, BIM 技术优化了设计与施工的协作, 提高了施工效率, 降低了成本和风险。当前, BIM 技术已经在多个装配式建筑项目中应用, 并取得了明显成效。然而, 技术适配、人员培训等问题仍是其广泛应用的障碍。文中探讨了 BIM 技术在装配式建筑中的应用现状及其优势, 分析其面临的挑战, 并提出相应的解决措施, 推动 BIM 技术在装配式建筑领域的进一步发展。

[关键词] BIM 技术; 装配式建筑设计; 施工一体化; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15264

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Application Research on BIM Technology in the Integration of Prefabricated Building Design and Construction

LI Jia

Zhao County, Shijiazhuang City, Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the rapid development of prefabricated buildings in the construction industry, BIM (Building Information Modeling) technology is gradually playing an important role in the integration of prefabricated building design and construction. Through 3D modeling and information integration, BIM technology optimizes the collaboration between design and construction, improves construction efficiency, and reduces costs and risks. Currently, BIM technology has been applied in multiple prefabricated building projects and has achieved significant results. However, issues such as technological adaptation and personnel training remain obstacles to its widespread application. The article explores the current application status and advantages of BIM technology in prefabricated buildings, analyzes the challenges it faces, and proposes corresponding solutions to promote the further development of BIM technology in the field of prefabricated buildings.

Keywords: BIM technology; prefabricated building design; construction integration; technical application

引言

随着建筑行业的不断发展, 装配式建筑凭借其高效、节能、环保等优点, 逐渐成为主流建筑方式。预制构件在工厂制造后被运输至施工现场进行组装, 从而显著提高了施工速度与质量。然而, 设计与施工的协同问题依旧是这一模式面临的重要挑战。传统的设计与施工模式未能满足装配式建筑对信息共享与协调的高要求, 致使设计冲突、施工进度延误等问题的发生。在这一背景下, BIM (建筑信息模型) 技术作为一种先进的数字化工具, 以其三维建模与信息集成的优势, 被广泛应用, 有效提升了设计、施工及管理的效率。在装配式建筑的实施过程中, BIM 技术不仅使设计人员能够及时识别潜在的冲突, 还使施工人员能够准确理解施工要求, 优化资源配置, 进而提升了项目的整体质量与进度。本文旨在探讨 BIM 技术在装配式建筑设计与施工一体化中的应用, 重点分析其在提升设计精度、促进团队协作、优化施工流程等方面所起的积极作用。通过本研究, 期望能够为装配式建筑的发展提供新的思路, 并推动建筑行业向更高效、更智能的方向迈进。

1 BIM 技术在装配式建筑设计中的应用

1.1 装配式建筑设计的特点与挑战

作为现代建筑中的一种新兴方法, 装配式建筑设计具有许多独特的特点, 同时也面临着诸多挑战。该设计模式注重模块化、标准化与工业化生产, 预制构件在工厂制造后被运输至施工现场进行组装。这一方式显著提升了施工效率, 减少了现场施工的复杂性及对环境的影响。然而, 与传统建筑设计相比, 装配式建筑设计在构件的标准化、可制造性及现场施工协调性方面提出了更高的要求, 从而给设计人员带来了较大的挑战。在设计过程中, 装配式建筑的特点要求设计师确保每个预制构件的尺寸、形状、连接方式与施工顺序精确匹配。此外, 由于装配式建筑通常采用模块化设计, 如何保证建筑性能的同时有效地组合模块、优化空间布局, 并确保构件在运输及安装过程中的稳定性, 均是需要克服的关键问题。与此同时, 装配式建筑设计对跨学科的协作能力提出了更高的要求。建筑师、结构工程师、设备工程师与施工方等各方角色必须在设计阶段紧密合作, 确保每个设计环节能够与构件的生产、运输及安装无缝衔接。这一复杂的协作与协调工作, 构成了装配式建筑设

计面临的重要挑战。此外,装配式建筑设计与传统设计方法存在较大差异,如何将传统建筑设计理念与装配式设计相结合,并合理应用BIM技术进行全生命周期管理,以解决信息孤岛问题,也成为当前设计领域亟待解决的关键问题。

1.2 BIM技术在装配式建筑设计中的应用框架

BIM技术在装配式建筑设计中的应用框架,充分发挥了其在数据集成与协同工作方面的优势,确保了设计过程的可视化、精确性与高效性。通过数字化模型,每个构件得以进行三维建模,设计、结构、施工、设备等信息被整合到一个共享平台上。在这一框架下,设计人员能够清晰地查看各个预制构件的尺寸、规格及其在建筑中的位置,从而大大提升了设计的准确性与操作性。装配式构件的可制造性,也能在设计初期通过BIM技术进行评估。通过模拟装配过程,设计人员可提前识别可能的设计冲突与施工难点,避免了传统设计方式中存在的漏洞与施工阶段的返工问题。由于装配式建筑的预制与模块化特性,BIM的协同工作平台显得尤为重要。在此平台上,设计、生产、运输与安装等各环节的信息被有效整合,项目各方可实时共享设计变更与进度更新,从而确保各环节的紧密配合。通过这种实时的信息共享,沟通不畅所导致的误差与延误能够显著减少,从而提升整体项目效率^[1]。此外,BIM模型能够在项目生命周期的不同阶段进行动态更新,反映出构件在生产、运输与安装过程中可能发生的变化,使得装配式建筑的设计更加灵活,能够更好地适应实际的生产条件。在施工过程中,BIM技术还在优化施工流程中发挥着重要作用。通过施工模拟,设计阶段能提前预测可能出现的风险与难题,而碰撞检测功能则能有效识别设计中的冲突,避免了传统设计阶段因信息孤岛而导致的误差积累。同时,施工方获得了精准的施工指导,确保预制构件的安装精度,并通过精确的物资管理,提升了施工过程中的资源利用效率,减少了浪费。

1.3 BIM在装配式建筑设计中的建模与可视化

BIM技术在装配式建筑设计中的建模与可视化功能,起着至关重要的作用,为设计过程提供了精确、全面、直观的数字化支持。通过BIM技术,设计师能够创建一个三维数字模型,该模型不仅表现为几何形状,还包含了大量与项目相关的信息,如构件的尺寸、材质、生产要求以及安装方式等。在装配式建筑设计中,由于需要精确生产与组装大量预制构件,BIM的建模能力使得这些构件能够在虚拟环境中被准确模拟与布局,从而提高了设计的精准度,避免了传统设计方式中由于信息流通不畅而引起的误差与冲突。BIM的可视化功能进一步提升了装配式建筑设计中的沟通与协作效率。通过三维模型,设计团队、施工方及其他相关人员能够直观地查看建筑的外观、构件布置以及每层每部分的细节。这种高度可视化的方式,不仅便于项目各方在设计阶段进行讨论、修改与优化,还帮助非专业人员(如客户或投资方)更好地理解设计方案。在可视

化的支持下,设计变更与优化得以清晰展示,减少了因沟通不畅而导致的误解与偏差。另外,BIM技术具有实时更新的功能,设计更改会立即反映在模型中,确保所有相关方及时获得最新的设计信息。在装配式建筑设计中,BIM的建模与可视化尤其有利于解决预制构件之间的协调问题。考虑到装配式建筑设计需要处理预制、运输及安装等多个因素,BIM通过精确建模与碰撞检测功能,使得在设计阶段能够提前发现构件间的干涉与冲突,并通过虚拟环境进行调整与优化。通过这种前期的冲突检测,施工阶段因构件不匹配或安装难题引发的返工与延误,得以大幅减少,从而确保项目能够顺利实施。

1.4 BIM技术在装配式建筑设计中的优化与协同工作

BIM技术在装配式建筑设计中的优化与协同工作,展现出了显著的优势,能够通过集成各方信息、促进不同专业的紧密协作,从而显著提升设计的效率与精确度。装配式建筑的设计涉及多个学科与专业领域,如结构设计、机电安装以及建筑施工等,每个专业需处理各自特定的设计要素,并确保这些要素在实际施工时能够顺利对接。借助BIM技术的信息集成与共享平台,这些不同的信息被统一汇聚到一个三维数字模型中,使得各专业设计人员能够在同一平台上同步工作。通过这种方式,所有项目参与者能够实时访问最新的设计信息,并直接在虚拟模型中进行修改与优化,从而避免了传统设计方式中由于信息滞后或误传引发的误解与冲突。BIM技术的优化功能,尤其体现在其通过精确建模与模拟的能力,能够提前预测设计方案的表现,帮助设计团队识别潜在的技术难题。例如,碰撞检测功能能够自动发现建筑结构、机电系统与预制构件之间的干涉点,并及时提示设计人员调整方案,这有效避免了施工阶段频繁的设计修改与返工。通过这一功能,设计过程中的每一个环节得到优化,确保设计方案的可实施性及经济性。此外,BIM还能够对建筑的能源效率与结构安全性进行模拟分析,从而帮助设计人员在初期阶段就优化建筑性能,提高其可持续性^[2]。在协同工作方面,BIM打破了传统设计中存在的信息孤岛,使得不同专业团队能够同步工作并实时更新数据。这种方式减少了沟通过程中的时间损耗与错误,各专业人员不再局限于静态的二维图纸,而是在一个动态互动的三维环境中查看与修改设计内容。实时协同不仅大幅提高了设计效率,还提升了项目管理的透明度,使得设计阶段能够迅速发现问题并进行及时调整。

2 BIM技术在装配式建筑设计与施工一体化中的应用

2.1 装配式建筑设计与施工一体化的意义

装配式建筑设计与施工一体化,代表了现代建筑领域的一种创新模式,其核心在于将设计与施工过程紧密融合,通过优化协作、减少信息传递中的滞后与误差,从而提升整体工程效率与质量。作为一种以预制构件为核心的建筑形式,

装配式建筑强调工厂化生产与现场装配的结合,具备快速建造、节能环保及质量可控等突出优势。然而,涉及的多工序与复杂环节使得传统的设计与施工模式难以满足其高要求,信息断层、进度不协调及成本控制困难等问题,常常因此而出现。在这种背景下,设计与施工的一体化,成为解决这些问题的关键。BIM技术在装配式建筑设计与施工一体化中的应用,提供了信息化与数字化的强力支持。通过BIM模型,设计与施工团队得以在统一的平台上实时共享各类信息,设计方案的变更能够快速反馈至施工现场,使施工方能够根据最新的设计信息进行预制构件的生产与安装,设计方也能依据施工中的反馈及时调整设计方案,确保整个项目流程的高效实施与无缝对接。此外,施工模拟的功能使得BIM技术能够提前识别潜在问题,优化施工方案,从而避免了实际操作中的返工与延误。装配式建筑设计与施工一体化,不仅提高了项目的施工效率与质量,还有效优化了资源配置,减少了浪费,降低了工程成本。通过集成化管理与高效协作,设计与施工的各环节得以紧密衔接,使得装配式建筑的优势得以充分发挥。同时,这种一体化模式,推动了建筑行业从传统的分散管理向更加协同、高效、智能化的方向转型,符合现代建筑业对精益施工与可持续发展的需求。

2.2 BIM 技术在设计与施工一体化中的作用

BIM技术在设计与施工一体化中的作用至关重要,打破了传统设计与施工环节之间的隔阂,实现了两者的紧密协作与高效融合,且通过数字化与信息化手段发挥着关键作用。在传统建筑项目中,设计与施工通常是独立进行的,信息在不同阶段与团队之间传递时,容易导致设计偏差、施工错误及进度滞后等问题。通过构建共享的三维数字化模型,BIM技术确保了设计与施工信息的实时更新与同步,使得参与方无论处于设计阶段还是施工阶段,都能够基于同一信息平台进行协作,从而减少了信息丢失与误解。在设计阶段,BIM技术通过建模、可视化及模拟分析,帮助设计团队更加精确地表达设计意图,提前识别设计中的潜在问题,并优化设计方案。施工阶段,施工方依据BIM模型能够准确获取包括构件尺寸、施工顺序、材料清单等在内的详细信息,从而实现了精确施工与预制。施工过程中的进度、质量与成本等,亦可通过BIM技术进行动态监控,及时反馈,避免了因信息延迟或误差而引起的返工^[3]。此外,BIM技术还促进了不同专业之间的协同工作。在装配式建筑中,设计、施工与制造各方的配合至关重要,BIM技术通过集成各方信息与需求,创建了一个跨部门、跨专业的协同平台,推动了设计、生产与施工的一体化发展。

2.3 BIM 技术促进设计与施工一体化的模式与方法

BIM技术在促进设计与施工一体化方面发挥着关键作用,通过数字化信息的集成与共享,有效打破了传统建筑项目中设计与施工之间的壁垒,实现了更加高效的协同工作。在这一过程中,BIM技术不仅仅作为一个工具,它

还重新定义了建筑项目的管理模式。在设计阶段,设计决策得以通过三维可视化方式展示和验证,BIM模型帮助设计师、工程师以及其他利益相关者在项目初期全面理解项目细节,从而在早期解决设计冲突与问题。同时,BIM技术提供了一个统一的信息平台,确保每次设计方案的修改与优化都能实时同步给施工团队,从而有效避免了信息滞后或误解带来的问题。在施工阶段,施工团队能够借助BIM模型获取精确的施工路径、构件定位以及施工顺序的优化信息,使得施工人员能够更加精准地执行各项任务。在装配式建筑中,BIM技术尤为重要,因为通过数字化手段,构件的生产与预制得以精确指导,确保各构件与模块的准确配合与施工质量。此外,施工模拟得到BIM技术的支持,潜在的施工冲突得以提前识别,并制定了解决方案,从而避免了实际施工过程中可能出现的返工与成本浪费。通过BIM技术促进的设计与施工一体化模式,强调了各阶段之间的无缝衔接、信息流畅传递与协同工作^[4]。在这一模式下,项目的各方——设计师、工程师、施工方及供应商——能够基于同一平台共享数据与信息,从而实现资源优化与协作。具体方法包括基于BIM的进度管理、成本控制、质量监控与风险管理等手段,使得项目各个环节的实时信息更新得以保障,确保了项目的透明度与高效性。

3 结语

BIM技术在装配式建筑设计与施工一体化中的应用,推动了建筑行业向数字化与智能化转型。通过三维建模、信息集成及协同工作,不仅提高了设计与施工的效率,BIM在提升建筑质量、降低成本及减少风险方面也发挥了重要作用。尽管在实施过程中存在技术适配、人员培训等方面的挑战,随着技术的持续发展和行业逐步接纳,BIM技术在装配式建筑领域的应用前景依然广阔。展望未来,随着BIM技术的普及与不断创新,装配式建筑的设计与施工一体化将变得更加高效,推动建筑行业在智能化与可持续发展方面迈向更高水平。因此,优化BIM技术的应用模式并解决行业中的痛点,将被视为促进装配式建筑与BIM技术深度融合的关键所在。

[参考文献]

- [1]朱加林,赵骏强.装配式建筑中BIM技术的应用分析[J].建筑机械化,2024,45(12):161-163.
 - [2]林振瀚.BIM技术在装配式建筑施工中的应用研究[J].建设监理,2024,11(6):91-93.
 - [3]翟玉茜.装配式建筑的设计施工一体化实现机制研究[D].天津:天津理工大学,2024.
 - [4]黄绍文.装配式建筑一体化数字化建造的应用研究[J].绿色建造与智能建筑,2023,11(5):39-41.
- 作者简介:李佳(1994.8—),毕业院校:河北工业职业技术学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:河北省石家庄市赵县,职务:员工。

基于绿色环保理念的建筑给水排水系统设计探究

廖园¹ 莫华²

1. 广西楚桂施工图审查有限公司, 广西 南宁 530000
2. 广西中泽工程技术有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要] 在发展节奏相对较快的今天, 人们对于水资源的使用量形成了逐步上升的趋势, 导致水资源日益紧张, 节水节能成为一个新话题。在这个阶段, 由于生存环境的变化, 导致人们愈发意识到环境污染是较为严重的问题。至此, 大多数人开始意识到低碳节能、绿色环保的重要性。当前, 建筑给水排水是对水体浪费比较严重的一个方面, 设计中的不完善导致节水性能差, 程度也相对较低。这些弊端的显现让相关从业者意识到: 将绿色环保理念带入建筑给水排水设计迫在眉睫, 必须采取相对策略, 才可以保证水资源的合理有效利用。

[关键词] 绿色环保理念; 建筑给水排水; 给水排水系统; 系统设计

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15258

中图分类号: TU82

文献标识码: A

Exploration on Building Water Supply and Drainage System Design Based on Green Environmental Protection Concept

LIAO Yuan¹, MO Hua²

1. Guangxi Chugui Construction Drawing Review Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China
2. Guangxi Zhongze Engineering Technology Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: In today's relatively fast-paced development, people's usage of water resources has gradually increased, leading to an increasingly tight water supply. Water conservation and energy saving have become a new topic. At this stage, due to changes in the living environment, people are increasingly aware that environmental pollution is a serious problem. At this point, most people have begun to realize the importance of low-carbon energy conservation and green environmental protection. At present, building water supply and drainage is a serious aspect of water waste, and the imperfect design leads to poor water-saving performance and relatively low degree. The manifestation of these drawbacks has made relevant practitioners realize that it is urgent to introduce green environmental protection concepts into building water supply and drainage design, and relative strategies must be adopted to ensure the rational and effective utilization of water resources.

Keywords: green environmental protection concept; building water supply and drainage; water supply and drainage system; system design

引言

随着环保意识的日益提高与可持续发展理念的普及, 绿色建筑逐渐成为建筑设计中的核心关注点。作为建筑工程的重要组成部分, 给水排水系统不仅影响水资源的利用效率, 还与能源消耗及环境保护息息相关。传统的给水排水系统常存在水资源浪费、能效低下及污染排放等问题, 难以满足现代建筑对节能、环保与可持续发展的要求。因此, 如何在给水排水系统中引入绿色环保理念, 优化水资源利用并减少环境负担, 已成为建筑设计中的关键课题。在给水排水系统的设计中, 绿色环保理念主要通过节水、节能、污水处理与资源回用等手段, 力求减少水资源浪费与污染排放。水资源的浪费与污染排放的减少, 不仅能够有效降低建筑的运营成本, 还能减轻对环境的负面影响, 进而提升建筑的整体效益。通过绿色设计策略的实施, 系统的环保性与可持续性得到了显著提高。本文将探讨绿色环保理念在建筑给水排水系统中的具体应用, 分析当前水资源利用的现状, 并提出在设计过程中应采取的先进技术

与措施, 以提高系统的环保性与可持续性。为建筑行业提供切实可行的绿色设计策略, 推动行业向更加环保、节能的方向发展, 期望通过这些研究得到有效促进。

1 绿色环保理念在给排水设计中的重要性

随着全球对可持续发展日益关注, 绿色环保理念在建筑给排水设计中的重要性逐渐显现。传统给排水设计通常侧重于满足基本功能需求, 如供水和排水。然而, 面对日益严峻的资源短缺和环境污染问题, 单纯依靠技术手段, 已难以应对社会发展的需求。绿色环保理念, 强调通过科学合理的设计与技术创新, 最大限度地节约水资源、降低能源消耗, 并减少对环境的负面影响。在给排水系统中, 绿色设计通过节水技术的应用, 能够有效减少水资源浪费。高效节水设备与管道系统的采用, 水流与使用方式的优化, 从源头上控制了水资源的消耗。此外, 绿色环保理念还强调可持续的处理技术在给排水系统中的应用。雨水回收、污水处理与再利用技术, 不仅有效减少了对自然水源的依赖, 还显著降低了污水排放对生态环境的污染, 推动了水

资源的循环利用。智能化管理,作为绿色设计理念在给排水系统中的另一重要应用,通过引入先进的监测与调控系统,实现了水资源使用中的能源消耗的实时优化,从而提升了系统的整体效能与可持续性。同时,绿色设计还要求在系统设计中,充分考虑设备的长期运行与维护。低能耗、长寿命的设备应选用,以减少后期维护成本与资源浪费。

2 建筑给排水资源的利用现状

当前,建筑给排水资源的利用面临着诸多挑战与机遇。随着城市化进程的加速与人口的不断增加,建筑用水需求持续上升,给水排水系统的设计与管理不再单纯关注水的供应与排放问题,而是更多地涉及到水资源的高效利用与环境的可持续发展。然而,许多建筑仍依赖传统的给排水模式,缺乏对水资源合理利用与循环使用的深度思考。在给水方面,尽管部分建筑已开始采用节水设备与技术,整体节水措施的推广仍存在局限。尤其是在一些老旧建筑及公共设施中,水资源浪费现象依旧严重。智能化设计普遍缺乏于现有的水表计量与管理系统中,使得水资源的精确监控与优化管理变得困难。在排水方面,尽管不少城市已建设雨水收集与污水处理设施,建筑项目中的雨水回收与污水再利用技术应用仍处于起步阶段。许多新建项目未能充分将这一绿色理念融入设计与施工中,致使这一技术的应用受到限制^[1]。此外,建筑给排水系统的能源消耗问题日益突出,尤其是在水泵的使用与管道输送过程中,能源浪费现象较为普遍。系统运行成本因此偏高,环境负担加重,亟需通过技术手段加以改进。如何在建筑给排水设计中有效提升水资源利用率、减少能源消耗、优化系统运行,已成为迫切需要解决的重要课题。

3 绿色环保理念在建筑给排水中的应用

3.1 使用新型的节水节能设备

在建筑给排水系统的设计与应用中,采用新型节水节能设备已成为实现绿色环保理念的关键手段。通过引入先进技术,这些设备能够在保障使用功能与舒适度的前提下,显著降低水资源的消耗与能源的浪费。常见的节水设备包括节水型水龙头、低流量淋浴头、节能马桶等,它们通过优化水流控制与减少每次用水量,确保水资源得到高效利用。例如,智能感应水龙头能自动调节水流量,避免长时间流水或过度用水,从而有效减少水的浪费;而节水型马桶则采用双挡冲水系统,适用于使用者根据需求选择合适的冲水量,从而避免传统马桶一冲到底的浪费现象。此外,现代建筑逐步引入了智能化水处理与水循环系统。高效水泵与先进管道技术的使用,使得这些系统在确保水压稳定的同时,大幅降低了能耗。新型节能水泵具有变频调节功能,水流量与水压可以根据实际需求自动调整,不仅有效节省能源,还避免了供水系统的过度运作。随着智能化技术的不断发展,建筑给排水系统能够通过实时监控与数据反馈实现更加精细化的管理。水流量、漏水情况以及用水高峰的监测,使得系统能够及时采取措施,从源头上避免

了水资源的浪费。进一步地,现代建筑还采用了高效的水过滤、净化与再生设备,使雨水与污水的回收与再利用成为可能,从而进一步提升了水资源的综合利用率。

3.2 太阳能的利用

在建筑给排水系统中,太阳能的应用不仅体现了绿色环保理念,也成为推动建筑行业可持续发展的重要举措。随着能源危机和环境问题的日益严重,太阳能作为一种清洁、可再生的能源,凭借其无污染、资源丰富及成本逐渐降低的优势,已获得了越来越广泛的关注。在建筑给排水系统中,最常见的太阳能应用之一是太阳能热水系统。通过太阳能集热器吸收阳光并将其转化为热能,为建筑提供生活热水、暖气以及空调系统的热源。通过这一方式,传统化石能源的依赖被显著减少,能源消耗降低,从而节省了能源开支,并为环境保护做出了积极贡献。尤其在一些大型建筑或住宅区,集中式太阳能热水系统能够为多个住户提供热水,从而进一步提高了系统的经济性与运行效率。除了热水供应,太阳能在建筑给排水系统中的另一个重要应用是水泵驱动。在雨水收集与污水处理系统中,太阳能水泵被广泛应用于水的收集、输送与处理。太阳能驱动的水泵不仅减少了电力消耗,降低了能源成本,在电力供应不稳定或电网覆盖不到的地区,也能够保证水资源的管理与处理。通过智能控制系统,水泵能够根据实时的水流需求自动调节,从而提升了能源利用效率,确保了水资源的合理分配。进一步而言,太阳能驱动的水泵系统能够与建筑的整体能源管理系统结合,从而优化建筑的水电供应与能效,推动绿色建筑的能源自给自足。此外,太阳能在雨水回收与污水再生利用中的作用愈发重要^[2]。通过太阳能驱动雨水回收系统,建筑得以实现雨水的收集、过滤与存储,并将其用于非饮用水用途,如景观灌溉与冲厕等,从而减少了对市政供水的依赖,缓解了城市水资源的紧张。与此同时,太阳能驱动的污水处理系统通过光伏电池为污水处理设施供电,实现了污水的净化与再利用,进一步提升了建筑资源的综合利用效率与环境友好性。

3.3 控制超压出流

在建筑给排水系统的设计中,控制超压出流是实现绿色环保目标的关键措施之一。超压出流是指由于供水系统压力过高,导致水流浪费的现象。这样不仅增加了能源消耗,还可能对管道系统带来额外负担,缩短其使用寿命。有效控制水压,防止超压出流,已成为优化给排水系统、实现节水节能的核心环节。现代建筑给排水系统设计中,利用压力调节阀、变频水泵及智能控制系统等技术手段,可以有效避免水压超标以及由此引发的水流浪费。供水系统中的压力调节阀能实时监控水压,并根据用水需求的变化自动调节水流,确保水压始终保持在合理范围内,从而防止水压过高而造成水流过量。这项技术尤其适用于高层建筑及大型住宅区,其用水需求波动较大,水压容易不稳定,因此更加需要这种调节手段。此外,变频水泵在控制超压出流方面也

发挥了重要作用。传统水泵通常以固定速度运行,导致高峰时段水流过多,而低峰时段水流不足。通过变频水泵,转速根据实际用水需求进行调节,供水量与水压得以精确匹配,有效避免了水流过高或过低的问题,既节省了能源,又减少了超压出流的发生。结合智能水务管理系统,建筑给排水系统能够实时监控水压与用水状况,提前预警超压问题并采取调整措施,确保系统高效稳定地运行。通过控制超压出流,水资源的利用效率得以提高,水泵和管道系统的能耗得以降低,设备寿命也随之延长。更为重要的是,避免了由于超压引起的浪费与设备损坏,有效降低了建筑的维护成本。

3.4 雨水、污水的处理

在建筑给排水系统中,雨水和污水的处理是实现绿色环保目标的关键环节。随着城市化进程的加速,水资源紧张与污水排放问题愈发严重,建筑给排水系统通过有效的雨水与污水处理,能够减少对自然水源的依赖,降低污染排放,推动建筑行业朝着可持续方向发展。雨水回收与处理,作为绿色建筑设计中的重要组成部分,尤其在干旱地区或水资源紧张的城市环境中显得尤为重要。通过雨水收集系统,建筑能够从屋顶或其他表面收集雨水,经由过滤、沉淀等处理工艺去除杂质,使其达到用于非饮用用途的标准,如景观灌溉、道路清洁或冲厕等。这样,不仅市政供水系统的压力得以缓解,还减轻了城市排水系统的负担,减少了暴雨引发的城市内涝问题。在污水处理方面,绿色设计同样发挥着重要作用。传统的污水处理通常依赖集中化的市政设施,而建筑内的污水回用系统能够通过对生活污水、厨房废水等进行初步处理后,再次利用。这一过程中,小型污水处理设备或生物处理技术被采用,用于去除有害物质,以满足可循环利用的标准。经过处理的污水可用于绿化灌溉、冲厕等用途^[3]。在一些高标准的绿色建筑中,污水甚至可进行深度处理,转化为冷却水或工业用水,从而显著提升水资源的利用效率。随着技术的进步,现代建筑中的污水处理系统越来越向智能化与系统化发展。通过智能控制系统,污水处理设备能够自动调节处理过程,确保系统高效稳定地运行。通过实时监测水质和水量,系统可根据不同的水质需求调整处理参数,最大化处理效果,进一步提高水资源的利用效率,推动建筑给排水系统的绿色发展。

3.5 消防用水与生活用水分开贮存

在建筑给排水系统的设计中,消防用水与生活用水的分开贮存是实现绿色环保目标的重要措施之一。通过这一做法,水资源的利用效率不仅得到了提高,水质的交叉污染也得到了有效防止,从而保障了建筑的安全性和可持续发展。传统给排水设计中,消防用水通常与生活用水共享水源或储水设施。尽管这一做法在短期内似乎能降低系统建设成本,但从长远来看,它可能带来安全隐患和资源浪费的风险。生活用水主要用于饮用、烹饪及日常清洁等需求,其水质必须符合严格的饮用水标准;而消防用水则用

于应急灭火,虽然水质要求较低,但必须保证水量充足,水压稳定。通过将这两种水源分开储存,能够有效避免生活用水的污染,并确保在火灾发生时,消防用水能够迅速且高效地提供,满足灭火需求。为此,建筑设计中可设立专门的消防用水储存系统,包括专用水池、管网和水泵,以确保紧急情况下水压和水量充足。此种分开储存方式能够根据消防用水的特殊需求,合理配置水源及相关设施,从而提升消防系统的响应能力与可靠性。此外,生活用水储存系统则专注于提供符合饮用水标准的水源。通过严格的水质监控与消毒措施,水质安全得以保障^[4]。这一设计不仅有助于确保水质符合规定的卫生标准,还能体现绿色环保理念,优化资源配置。在消防用水储存上,由于其需求量较大,通常需要更多的水源;而生活用水的储备量则依据实际需求变化而定,设计时应科学合理,避免过度储存,从而减少不必要的浪费。随着绿色技术的广泛应用,现代建筑越来越多地采用雨水回收与废水再利用系统。消防用水与生活用水的分开储存为这些技术的实施提供了更加清晰的操作框架。例如,雨水回收系统可专门为消防用水提供水源,不仅提高了雨水的利用效率,也减少了对市政供水系统的依赖,进一步支持了绿色建筑的可持续发展。

4 结语

基于绿色环保理念的建筑给水排水系统设计,不仅显著提升了水资源的利用效率,减少了能源的消耗,还有效降低了对环境的负面影响,推动了建筑行业的可持续发展。通过引入节水节能设备、优化水资源管理方式,并加强雨水回收与污水处理等措施,绿色给水排水系统在节能减排与环境保护方面已发挥了重要作用。尽管在实际应用中仍然面临着技术推广、成本控制以及管理制度完善等一系列挑战,但随着绿色建筑理念的不断深化及相关技术的创新发展,建筑给水排水系统的绿色转型,已逐渐成为行业发展的必然趋势。展望未来,随着科技的进步与政策支持的增强,绿色给水排水设计将在建筑设计中进一步优化,成为不可或缺的组成部分,对建筑行业的可持续发展,产生深远而持久的影响。

【参考文献】

- [1]袁建中. 基于绿色环保理念的建筑给水排水设计探究[J]. 居业, 2024(7): 88-90.
- [2]刘迎春. 建筑给水排水设计中绿色环保理念应用解析[J]. 科技视界, 2016(6): 298-316.
- [3]罗丹尼. 绿色环保理念在建筑给水排水设计中的实践[J]. 现代物业(中旬刊), 2019(5): 103.
- [4]周迪. 试论建筑给水排水设计中绿色环保理念应用[J]. 现代物业(中旬刊), 2020(1): 76.

作者简介:廖园(1988.12—),毕业院校:重庆大学,所学专业:工程造价管理,当前就职单位:广西楚桂施工图审查有限公司,职务:副总经理,职称级别:中级。

工业设备结构抗震性能分析与设计优化

郑斌杰

惠生工程(中国)有限公司, 上海 201210

[摘要]随着工业设备在生产过程中的应用不断增加,设备的结构安全性和抗震性能愈发受到关注,工业设备不仅承受着来自外部的机械负载,还面临着地震等自然灾害可能带来的巨大风险。为了保证设备在地震中的稳定性和安全性,必须深入分析其抗震性能并进行合理的设计优化。本论文基于工业设备结构抗震性能分析,探讨了反应谱分析法和时程分析法两种主要的分析方法,分析了影响设备结构抗震性能的关键因素,如结构形式、材料强度及连接节点性能,并提出了一系列优化设计策略,包括合理选型与布局、增强结构刚度、优化连接节点及采用隔震与消能减震措施。通过案例分析,验证了优化设计在实际应用中的有效性,为工业设备抗震性能的提高提供了理论支持和实践指导。

[关键词]工业设备;抗震性能;反应谱分析;时程分析;结构优化

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15262

中图分类号: TU35

文献标识码: A

Seismic Performance Analysis and Design Optimization of Industrial Equipment Structures

ZHENG Binjie

Wison Engineering (China) Co., Ltd., Shanghai, 201210, China

Abstract: With the increasing application of industrial equipment in the production process, the structural safety and seismic performance of equipment have received increasing attention. Industrial equipment not only bears external mechanical loads, but also faces huge risks that may be brought by natural disasters such as earthquakes. In order to ensure the stability and safety of the equipment during earthquakes, it is necessary to conduct in-depth analysis of its seismic performance and carry out reasonable design optimization. This paper is based on the seismic performance analysis of industrial equipment structures, exploring two main analysis methods: response spectrum analysis and time history analysis. The key factors affecting the seismic performance of equipment structures, such as structural form, material strength, and connection node performance, are analyzed, and a series of optimization design strategies are proposed, including reasonable selection and layout, enhancing structural stiffness, optimizing connection nodes, and adopting seismic isolation and energy dissipation measures. Through case analysis, the effectiveness of optimized design in practical applications has been verified, providing theoretical support and practical guidance for improving the seismic performance of industrial equipment.

Keywords: industrial equipment; seismic performance; response spectrum analysis; time history analysis; structural optimization

引言

随着现代工业的快速发展,设备的使用场景和复杂程度逐步增加,工业设备不仅需要承受常规的工作负荷,还常常面临来自外部环境的极端影响,如地震等自然灾害。地震对设备结构的破坏可能导致生产线停运、设备损坏,甚至引发更为严重的安全事故。因此,如何提高工业设备结构的抗震性能,成为了设备设计和工程应用中亟待解决的一个重要课题。

当前,国内外学者对设备结构抗震性能的研究已有一定的积累,尤其在建筑结构抗震设计领域,但针对工业设备,尤其是大型设备的抗震性研究仍然存在诸多空白。工业设备具有特殊的结构和使用环境,常常需要依据不同的地震烈度、设备类型和使用需求进行不同的抗震设计,为了提高设备的抗震性能,不仅要通过结构形式和材料的优化,还需要从设备布局、连接节点、隔震和消能减震等多方面进行综合考虑。因此,本文旨在分析工业设备结构的

抗震性能,探索其影响因素,并提出有效的优化设计策略,以实现更为安全可靠的工业设备抗震设计。

1 工业设备结构抗震性能分析方法

在工业设备的抗震设计中,准确评估设备结构在地震作用下的响应是确保其安全性和稳定性的关键。为了实现这一目标,工程师常常采用不同的分析方法来模拟设备在地震荷载下的行为。常见的分析方法包括反应谱分析法和时程分析法,它们各有特点,在不同情况下具有不同的应用价值。

1.1 反应谱分析法

反应谱分析法是一种基于地震动反应谱的简化分析方法,通常用于评估结构在地震激励下的动态响应。该方法通过对结构进行线性或近似线性分析,将地震输入转化为结构的最大响应,适用于结构相对简单且不会出现明显非线性行为的情况。在反应谱分析中,首先根据地震动的特性和结构的固有频率,建立相应的反应谱,并通过该谱计算

设备结构在地震中的最大加速度、最大位移或最大内力。

反应谱分析的优点是计算相对简便,适用于大规模的结构系统,尤其是在初步设计阶段,可以快速评估结构的抗震性能。然而,该方法假定结构为线性系统,且不考虑地震作用的时间历程,因此对于一些具有较强非线性行为的复杂设备或高震级地震,其准确性可能受到一定的限制。

1.2 时程分析法

与反应谱分析法相比,时程分析法更为精确,能够更详细地模拟设备结构在地震过程中的响应。时程分析法通过引入地震动的时间历程,将地震波形直接施加到结构模型上,计算出结构在整个震动过程中各个时刻的响应。该方法不仅考虑了结构的非线性特性,还能够准确地模拟结构在地震波传递过程中产生的复杂动态效应。

时程分析法适用于复杂结构系统,尤其是那些在地震作用下可能出现大变形、非线性行为的设备。通过时程分析,可以评估结构在不同阶段的响应,如瞬时的加速度、位移、内力等,以及在不同地震强度下的表现。然而,时程分析法的计算量大、复杂度高,需要较为精细的建模和大量的计算资源。因此,它通常用于详细的抗震分析和设备改进设计阶段。

2 影响工业设备结构抗震性能的关键因素

工业设备的抗震性能不仅与其自身的结构设计密切相关,还受到多种因素的综合影响,要提升设备的抗震能力,必须全面分析和理解影响其抗震性能的关键因素,以下将从结构形式与布局、材料与强度以及连接节点性能三个方面探讨这些影响因素。

2.1 结构形式与布局

工业设备的抗震性能与其结构形式和布局息息相关,不同的结构形式对地震荷载的响应不同,一些设备结构可能由于设计上的缺陷或不合理的布局,使得地震力在某些部位的传递和分布不均,从而导致结构的局部失效或整体的不稳定。因此,合理选择设备的结构形式和布局,可以有效提高其抗震性能。

例如,设备的重心位置和支撑点的布置是影响抗震性能的关键因素,如果设备重心较高或支撑点不均匀,可能会导致设备在地震中产生较大的震动,从而增加设备的破坏风险。合理的布局设计可以确保设备在地震中受到的力更为均匀,减少振动的放大效应,增强设备的稳定性。

2.2 结构材料与强度

材料的选择和结构的强度直接影响设备的抗震性能,高强度材料能够更好地承受地震荷载,减少在地震中发生破坏的风险。常用的工业设备材料包括钢材、混凝土、铝合金等,不同材料在地震中的表现差异较大。例如,钢材具有良好的延展性和韧性,能在地震中吸收较多能量,但在强震作用下可能会发生屈服或断裂;而混凝土则在抗压性能上有优势,但可能在拉伸或弯曲作用下容易开裂。

材料的抗震性不仅与其本身的力学性能有关,还与材料的疲劳性能和老化情况密切相关。随着设备使用时间的增加,材料可能会出现老化或疲劳,导致其承载能力下降。因此,在设备设计阶段应综合考虑材料的选择与使用环境,确保其在整个生命周期内能够保持良好的抗震性能。

2.3 连接节点性能

连接节点是设备结构中重要的承载部位,其性能直接决定了结构的整体抗震能力,连接节点的设计应保证在地震作用下具有足够的强度和刚度,避免发生结构失稳或连接断裂。在实际应用中,连接节点可能受到多种因素的影响,如焊接质量、螺栓连接的紧固程度以及连接形式的合理性等。

不合理的连接节点设计可能导致局部失效,进而引发设备整体的失稳。例如,某些节点在受到地震荷载时可能发生滑移、开裂或变形,从而导致设备的整体稳定性下降。因此,在抗震设计中,必须对连接节点进行专门的优化,确保其能够有效地传递地震力,并在一定的变形范围内保持结构的完整性。

3 工业设备结构设计优化策略

工业设备的抗震设计优化是提高其抗震性能、降低震害风险的关键,优化策略通常从结构选型、布局、材料应用以及连接节点等方面着手,确保设备在地震中能保持稳定。

3.1 合理选型与布局

合理的结构选型与布局是优化设计中的基础,设备的选型不仅要考虑其功能需求,还应当充分考虑地震荷载对设备稳定性的影响。在设计时,首先需要根据设备的质量、体积、工作环境等特点选择合适的结构形式。例如,针对大型重型设备,采用刚性较强的框架结构可能更有利于抵抗地震引起的水平荷载。同时,合理的布局能够减少地震波对设备传递的震动,减少设备间的相互干扰和损坏。对设备的布置方案进行细致的分析与优化,有助于降低设备发生大幅位移的风险,提高整体抗震性能。

3.2 增强结构刚度与强度

提高结构的刚度和强度是增强抗震性能的另一重要策略,通过优化材料选择和结构设计,可以有效增强设备的抗震能力。例如,选用高强度合金材料或复合材料,可以在保证结构轻巧的同时提高其抗震性能。结构的刚度直接影响到设备在地震作用下的变形程度,因此在设计中应合理布置支撑结构,如增加支撑柱、加固基础等,以提升设备的整体刚度。此外,通过对关键部位进行加强设计,增加材料的截面尺寸或加强连接部分,也能够有效提高设备结构的强度,使其在强震作用下依然能够保持稳定。

3.3 优化连接节点

设备的连接节点是地震传递的主要路径,也是设备在地震中可能发生破坏的薄弱环节,因此,优化连接节点的

设计至关重要。合理设计连接节点，可以有效分散地震荷载，避免局部应力集中导致的损坏。常见的优化方法包括：采用灵活的连接方式（如铰接或弹性连接），使得设备在震动过程中可以相对位移而不发生脆性断裂；对连接处进行加固，增设抗震支撑或采用高强度连接件来增加其承载能力。同时，还需要通过材料的选择和热处理工艺，提高连接件的抗疲劳性能，确保其在地震作用下的可靠性。

3.4 采用隔震与消能减震措施

隔震与消能减震技术是近年来广泛应用于设备抗震优化中的先进方法，隔震技术通过在设备与基础之间设置隔震装置（如弹性垫、滚动支座等），有效减小地震波对设备的直接影响。这样可以大幅降低设备的震动幅度和加速度，减少地震对设备的损害。消能减震则是通过在结构中设置耗能装置（如阻尼器、摩擦阻尼器等），将部分地震能量转化为热能或其他形式的能量，从而减少震动对设备的冲击。这些措施不仅可以提高设备的抗震性能，还能延长设备的使用寿命，降低维修成本。

4 案例分析

本章通过实际案例分析，结合前述抗震性能分析与设计优化方法，进一步探讨工业设备结构在抗震设计中的应用。我们选择了典型的工业设备及其支撑结构作为分析对象，分析其在地震工况下的表现，并提出优化设计方案。

4.1 案例背景

选取的案例为某石油化工厂的主要设备基础结构，设备包括大型压缩机、反应器及其支撑平台。该工厂位于地震活动较为频繁的地区，抗震设计显得尤为重要。初步的设计方案采用了传统的钢结构支撑和基础设计，但在实际运行过程中，设备的稳定性和抗震性能未能满足预期标准，尤其是在强震下，设备支撑系统的振动变形较大，导致设备可能出现损坏或运行不稳定的问题。

4.2 反应谱分析法与时程分析法的应用

针对该设备基础结构的抗震性能，我们分别采用了反应谱分析法和时程分析法进行深入研究，通过反应谱分析法，我们对不同震级、不同振动周期的地震波进行了模拟，分析了设备在不同的震动条件下的响应。结果显示，虽然设备基础整体刚度较大，但设备与基础之间的连接节点却未能有效传递震动能量，造成了局部振动增幅。进一步应用时程分析法，我们结合具体的历史地震记录，进行了动态时程计算。通过模拟设备在实际地震波作用下的响应，

发现设备的某些支撑点出现了较大的瞬时位移，尤其是在强烈的加速度作用下，震动能量未能及时耗散，导致设备的整体稳定性下降。

4.3 设计优化与改进

基于上述分析结果，我们提出了一系列优化措施以增强设备结构的抗震性能，在合理选型与布局方面，我们调整了支撑系统的设计，增加了设备与基础之间的隔震支座，并优化了设备的布局，使得震动能量能够均匀分布，从而减少了局部应力集中。在增强结构刚度与强度方面，通过使用更高强度的材料和合理加固节点，增强了设备基础的抗震能力，避免了局部变形过大带来的风险。在连接节点的优化上，原有的刚性连接设计被改为柔性连接，能够有效吸收部分地震能量，减小设备和基础之间的传力。通过采用了消能减震措施，通过安装专门的减震器和消能装置，进一步降低了设备在地震中的响应，设计优化与改进如图1所示：

4.4 优化效果分析

通过上述优化设计，设备结构的抗震性能得到了显著提升，反应谱分析和时程分析结果表明，优化后的设计有效减小了设备基础的振动幅度，设备的稳定性得到了显著增强。特别是在强震下，优化后的设备支撑系统表现出了良好的减震效果，振动能量的有效分散和吸收使得设备避免了因震动过大而导致的损坏。优化后的设计还提升了设备的耐久性和长期稳定性，使得设备在未来可能出现的地震中能够保持较好的运行状态，确保了工厂的生产安全和设备的持续使用。

通过对该石油化工厂设备结构的抗震设计优化分析，本文展示了反应谱分析法和时程分析法在实际工程中的有效应用，优化后的设计方案不仅提高了设备结构的抗震性能，还增强了设备的安全性和耐用性。该案例为其他工业设备的抗震设计提供了重要的参考和借鉴，也为未来类似工程的设计优化提供了实践依据。

5 结语

本论文对工业设备结构的抗震性能进行了系统的分析，并提出了优化设计策略。通过反应谱分析法和时程分析法的应用，深入探讨了影响设备抗震性能的多种关键因素，结合实际案例，验证了设计优化在提高设备抗震能力中的有效性。研究表明，合理的结构选型、优化布局、增强结构刚度、优化连接节点设计，以及采取隔震与消能减震措施，都能显著提高工业设备的抗震性能。

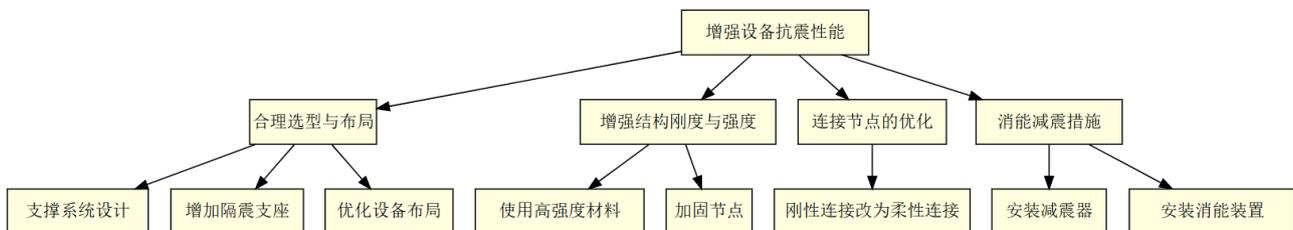


图1 设计优化与改进

通过案例分析,本文还展示了抗震优化设计在具体应用中的可行性和实际效果,为工业设备的抗震设计提供了有价值的参考。尽管当前的研究为工业设备抗震性能的提高提供了一定的理论依据和技术支持,但在不同类型设备的抗震分析和优化中,还需要结合具体应用情况进一步探讨和深化。未来的研究可着重于探索新型隔震与减震材料的应用,以及多种优化手段的综合应用,进一步提升工业设备的抗震能力。

[参考文献]

- [1]段绍沛. 冶金工业建筑的结构设计与安全考量[J]. 城市建设理论研究,2024(22):81-83.
- [2]黄可为. 某工业建筑改造后加固处理分析[J]. 福建建材,2023(4):44-46.
- [3]许兆辉. 石油化工框架式塔基础的抗震分析[J]. 石油化工设计,2024,41(2):4-7.
- [4]李一明. 结构全寿命周期抗震韧性评估方法研究[D]. 广州:广州大学,2023.
- [5]王赵诚. 大型石化生产装置结构-设备耦合体系抗震性能研究[D]. 西安:西安石油大学,2023.

作者简介:郑斌杰(1981.9—),男,毕业院校:石河子大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:惠生工程(中国)有限公司,职务:结构工程师,职称级别:工程师。

建筑结构设计中的安全隐患及解决措施

朱涛

新疆生产建设兵团第一师阿拉尔市地震局, 新疆 阿拉尔 843300

[摘要] 建筑结构设计安全问题是工程施工中的一项重要质量指标。在现代垂直建筑设计中, 如何节省材料和成本的同时, 保证建筑的安全性和稳定性则是设计者需要考虑的重点。此项研究就是关于建筑结构设计中的安全隐患及其解决措施的关键问题。文中使用统计的方法对我国建筑事故进行详细的分析, 并针对发生建筑事故的主要原因进行深入研究, 找出结构设计不合理或质量问题是导致安全事故的主要原因。论文提出了新的结构设计原理, 以及在建筑设计阶段加强安全预防和采取科学有效的措施, 使设计完全符合结构力学的要求, 从而消除安全隐患。通过对建筑结构设计进行安全性分析和处理, 以保证建筑工程质量。结果表明, 加强建筑结构设计的安全性, 能够有效地预防安全事故, 降低安全隐患。这种方法不仅可应用于建筑设计, 也可用于其他工程结构设计, 具有广泛的实用价值和理论参考意义。本研究为确保建筑结构设计的安全性提供了一种有效策略。

[关键词] 建筑结构设计; 安全隐患; 解决措施; 安全性分析; 结构力学

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15235

中图分类号: TU318

文献标识码: A

Safety Hazards and Solutions in Architectural Structure Design

ZHU Tao

Alaer Earthquake Bureau of the First Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Alaer, Xinjiang, 843300, China

Abstract: The safety issue of building structure design is an important quality indicator in engineering construction. In modern vertical building design, how to save materials and costs while ensuring the safety and stability of the building is a key consideration for designers. This study is about the key issues of safety hazards and their solutions in building structural design. The article uses statistical methods to conduct a detailed analysis of construction accidents in China, and conducts in-depth research on the main causes of construction accidents, identifying that unreasonable structural design or quality problems are the main causes of safety accidents. The paper proposes new structural design principles, as well as strengthening safety prevention and adopting scientific and effective measures in the architectural design stage to fully comply with the requirements of structural mechanics and eliminate safety hazards. By conducting safety analysis and handling of building structure design, the quality of construction projects can be ensured. The results indicate that strengthening the safety of building structural design can effectively prevent safety accidents and reduce safety hazards. This method can not only be applied to architectural design, but also to the design of other engineering structures, with wide practical value and theoretical reference significance, which provides an effective strategy to ensure the safety of building structural design.

Keywords: architectural structure design; safety hazards; solutions; security analysis; structural mechanics

引言

随着社会经济的发展以及科学技术的飞速进步, 现代建筑工程的高、大、轻、空的特征更加明显, 因此建筑结构设计的要求也就日趋严格。如何在符合经济效益的同时确保建筑的安全性和稳定性, 这一问题已成为建筑领域研究的重中之重。近年来, 我国因建筑结构设计不当导致的安全事故屡有发生, 有关数据统计显示, 这些安全事故中, 大部分源于结构设计的缺陷或者质量问题。这些事实凸显出在今后的建筑设计中, 我们未必能完全避免安全隐患, 但是至少可以尽可能地降低事故发生风险。探究领域内的安全隐患及其解决策略也因此变得尤为重要。本研究通过具体数据分析法, 对我国近年来发生的建筑事故进行了详细统计和深层次研究。研究结果显示, 结构设计中采用合理的设计原则, 都可以在很大程度上预防或者减少事故的发生。这也表明, 我们应该在设计早期阶段就进行安全

性分析, 强化设计质量, 提高建筑抗震、防火、防渗等安全防护水平。本研究以确保建筑结构设计安全为目标, 提出了新的结构设计原理以及在设计阶段对安全性的管控策略, 力图将设计与结构力学更好地融为一体。我们期望通过这样的研究, 不仅能对建筑设计提供有益的参考, 甚至可能对其他工程设计领域也能起到关键的借鉴作用。

1 建筑结构的现状和挑战

1.1 建筑结构的关联性与复杂性

建筑结构设计在现代工程中具有高度的关联性与复杂性, 这些因素直接影响到建筑的安全性、功能性和耐久性^[1]。建筑结构设计涉及多学科领域的交叉, 包括工程力学、材料科学和建筑美学等, 这要求设计者在各领域之间进行协调和权衡。建筑结构的复杂性还体现在不同建筑项目的特异性和多样性上, 设计必须因地制宜, 考虑地质条件、气候环境和物理特性等多方面因素。随着建筑技术的

发展,现代建筑逐渐趋向于更高、更大和更复杂的形式,这对结构设计提出了更高的要求。建筑结构设计还要应对不断变化的规范与标准,以确保设计输出能够满足当前及未来的建筑需求。这种关联性与复杂性要求设计者不断创新和优化设计方案,以应对多变的挑战。

1.2 建筑结构设计安全隐患的表现及其影响

建筑结构设计中的安全隐患表现复杂而多样,主要体现在设计不合理、施工质量控制不严、材料选择不当及技术应用不当等方面。这些隐患会导致建筑物的结构稳定性和承载能力不足,增加工程的安全风险。设计不合理可能导致受力分析失误和结构失衡,影响建筑物的整体安全性^[2]。施工阶段的质量控制不到位会引发材料和工艺问题,直接影响结构的耐久性和使用寿命。技术应用不当则可能因为缺乏科学严谨的计算或参数选取不当,导致建筑结构达不到设计要求。这些安全隐患不仅危害公众安全,还可能造成经济损失和社会影响,亟需关注与解决。

1.3 面临的挑战与未来发展

当前建筑结构设计面临的挑战包括日益复杂的设计需求、严苛的安全标准以及材料和施工技术的迅速革新。城市化进程加速使得高层及超高层建筑需求增加,这对结构设计的创新性和安全性提出了更高的要求。建筑行业亟需提升信息技术应用水平,以实现设计自动化和智能化,降低人为设计失误的风险。展望未来,发展可持续设计理念与采用先进建材技术,将成为确保建筑结构安全性和功能性的关键驱动力。注重多专业协同合作也将大大提升建筑设计的综合效能。

2 建筑安全事故的深度解析

2.1 安全事故的频发原因

建筑安全事故频发的原因可归纳为多个方面。设计阶段缺乏综合性考虑,导致某些设计未能充分考虑建筑在不同环境下的负载变化和材料性能。设计与实际施工脱节,不能及时调整方案,以应对地质条件和外部环境的变化,这也是一大原因。施工过程中,材料使用不符合规格或存在质量缺陷,降低了建筑的安全系数。施工管理不到位,现场人员缺乏足够的培训和安全意识,未经严格检查验收就进行下一步工序,导致隐患积累。随着建筑技术的不断发展,新材料和新技术的引入也可能因缺乏全面的安全评估而引发新的风险。这些因素共同作用,增加了安全事故发生的概率。经过深入分析,找出这些原因是预防和减少建筑安全事故的关键步骤。

2.2 技术及管理层面的失误

技术及管理层面的失误是造成建筑安全事故的重要原因之一。技术层面的问题主要包括设计过程中对结构力学原则的忽视、不合理的材料选择以及不充分的现场勘查,这些问题直接影响建筑的整体安全性和稳定性。在管理层面,项目管理不当、施工监督不到位、质量控制措施不严谨等因素常导致安全隐患未能及时发现和解决。相关法规和标准的执行不力,缺乏有效的安全教育与培训,也进一步加剧了事故发生风险。通过提高技术标准和加强管理流程,可以有效降低事故发生的概率。

2.3 对历史安全事故的深入理解

对历史安全事故的深入理解攸关建筑安全性的提升。分析显示,早期建筑事故多由材料不达标、工艺落后和设计失误导致,随着技术进步,现代事故更多集中于管理不当、防控措施缺失及过度追求经济效益等。深入剖析这些事故有助于识别潜在风险因素,通过学习事故教训,建筑行业可以改善设计标准,完善施工规范及强化监管。研究中揭示的经验有助于减少人力及财产损失,为今后建筑结构设计提供宝贵的实践指导。

3 建筑结构设计不合理或质量问题探讨

3.1 结构设计中的常见问题与潜在风险

建筑结构设计常见问题包括设计理念过于保守或激进、不充分考虑环境因素、忽视结构的整体性和稳定性等。在材料选择和节点设计上,可能出现应力分布不均、过度设计或设计冗余,这些都会引发潜在的结构风险^[3]。设计过程中对荷载的错误估算与分配、结构模型的简化、不当的基础设计也可能导致安全隐患的产生。这些问题可能会导致建筑物在使用期内出现沉降不均、开裂,甚至倒塌等严重后果。尤其在抗震设计中,设计不当可能导致建筑物无法承受预期的地震荷载,增加人员和财产的风险。精确的力学分析与实际应用之间的脱节,也往往是风险隐患的重要来源,应予以重点关注。

3.2 质量问题原因及后果

建筑结构设计中的质量问题是造成安全隐患的重要因素,原因主要包括材料选择不当、施工工艺粗糙、设计细节不足及监管力度不够^[4]。材料选择与实际需求不匹配可能导致结构强度不足,增加坍塌风险。施工工艺的粗糙可能引发结构受力不均,引起变形或倾斜。设计阶段中的忽略细节会造成承载能力不足或失稳隐患,严重影响建筑物的耐久性。监管不力可能导致施工中偷工减料或材料不达标,进一步加剧安全隐患。这些质量问题一旦发生,不仅可能导致结构功能失效,还可能危及人身安全,造成严重的经济损失和社会影响。通过改进设计方案和施工质量管理,可以有效减少此类质量问题的发生。

3.3 实践中的应用与挑战

在建筑结构设计的实际应用中,不合理设计与质量问题常常带来诸多挑战。一方面,设计师在实践中可能面临材料选择与结构布局上的限制,导致风险积累。另一方面,施工过程中质量控制的失误,包括施工细节不达标或对设计意图理解不足,都会引发结构安全问题。快速施工周期的压力与缺乏经验的施工团队,也会增加设计应用的复杂性与不确定性。建筑结构设计在实践中的成功应用取决于有效的监督机制和持续的技术支持。

4 新的结构设计原理和安全预防

4.1 结构设计原理的适应性和创新

在建筑结构设计领域,适应性和创新性是确保建筑安全性和稳定性的重要因素。传统的结构设计方法往往依赖于标准化的规范和经验,但随着建筑物功能和形态的不断多样化,

设计原理的灵活性变得尤为关键。新型结构设计理念强调对材料性能的综合利用,通过精确的结构分析和计算,最大限度提高材料的使用效率。借助先进的计算机仿真技术,可以模拟不同设计方案的表现,从而优化结构设计。创新性的设计手段还包括引入模块化和可持续构件,有效应对复杂的建筑需求。结合智能传感技术的应用,可以实时监控建筑性能,及时预警潜在的安全隐患。通过这些适应性和创新性方法,设计过程更为精确且具有前瞻性,从源头减少安全事故的发生概率。

4.2 安全预防的有效方法与策略

在建筑结构设计,安全预防是确保结构安全性的关键环节。采用科学的风险评估方法可以有效识别潜在安全隐患,通过建立和完善规范化的设计标准,有助于消除不合理设计引发的风险。在设计初期引入建筑信息建模(BIM)技术,提升设计方案的可视化和精确度,进而优化安全性能。加强施工材料的选择与质量控制,确保材料符合设计标准。推动设计团队与施工单位的密切协作,确保各环节信息的准确传递与落实。开展定期的安全培训和应急演练,提高相关人员的安全意识和突发事件应对能力,从而实现对建筑结构安全的全方位预防。

4.3 在设计阶段提高安全性的措施

在建筑结构设计阶段,提高安全性的措施涵盖了多方面的策略,包括在初始设计中充分应用先进的设计软件和技术模拟,确保结构能够抵御可能的环境和使用条件。实施严格的审核流程,由多学科专家团队对设计方案进行全面评估,以识别潜在风险并进行优化。采用现代化建筑材料和技术,包括防震、防火设计,提升建筑整体耐久度^[5]。在设计时融入结构力学原理,增强抵御自然灾害的能力,以确保最终设计的安全性和稳定性。

5 优化建筑结构设计的途径和策略

5.1 建筑结构设计优化的必要性

建筑结构设计的优化旨在提升建筑物整体的安全性、经济性和功能性,是现代建筑工程发展的关键环节。当前建筑行业面临着资源有限和安全标准不断提高的双重挑战,通过优化设计可有效应对这些问题。优化设计能够合理配置材料和结构,减少资源浪费,提升施工效率。随着技术的进步,优化设计还需结合智能化工具,以准确预测建筑结构的受力情况和潜在风险。通过先进的计算技术,如结构力学模拟与大数据分析,可以实现对设计方案的动态调整,从而增强建筑物的耐用性与稳定性。优化设计不仅有助于满足日益严格的安全规范,还能在项目全生命周期内实现经济效益的最大化。建筑结构设计的优化对于保障工程质量、降低安全隐患、提高资源利用率具有重大意义。

5.2 结构力学在设计中的应用和作用

在建筑结构设计中,结构力学是确保设计安全性和稳定性的核心。其应用通过分析建筑物的荷载分布、材料性能和结构形态,提供可靠的力学支撑。结构力学可以识别建筑中潜在的应力集中区域,从而优化构件的形状与材料

使用,提高结构的整体性能。通过建立精确的力学模型,可以模拟实际工况,对可能出现的结构变形和应力分布进行预判。这一过程有助于在设计阶段发现并消除隐患,确保建筑结构在长期使用中的安全性和耐久性。结构力学的深入应用为设计提供了科学依据,促进了建筑创新和质量提升。

5.3 保证建筑工程质量的路径和策略

保证建筑工程质量的策略涉及多方面措施。例如,需强化材料选择和采购环节的质量监督,确保符合设计及标准规范。结合先进的施工技术与严格的施工管理,以防止人为操作引起的质量偏差。建立完善的检查与验收机制,实现施工阶段的实时监控与数据记录。推动相关从业人员的培训,提高技术水平与安全意识,从而有效保障建筑工程的整体质量,减少潜在的安全隐患。通过系统化策略,确保建筑在结构设计到施工完成的各个环节均达到高质量标准。

6 结束语

本论文从实际工程出发,详细阐述了建筑结构设计中存在的安全隐患,以及如何从源头解决这一问题。通过对国内外建筑事故的统计和分析,明确了建筑结构设计在防止事故发生方面的重要性,并针对建筑结构设计中普遍存在的问题提出了新的设计原则和预防措施。本文的研究成果表明,对建筑设计施加结构力学的要求并运用新的设计原则,能有效排除安全隐患,保证建筑工程的质量和安全性。这种策略不仅在建筑设计中具有广泛的应用价值,也可推广到其他工程结构设计中。未来的研究进展将探寻如何在保证设计质量的基础上,进一步优化结构设计,降低成本,并探索如何通过数据分析和模型预测,以预测和防止可能的结构安全问题。同时,应进一步强化建筑结构设计的规范制定,提高设计者的安全防范意识,制度化地防止事故的发生。这一切对于建筑结构设计的安全性具有深远的理论意义和纵深的实践价值。总的来说,本论文对于建筑结构设计的理论与实践,特别是设计的安全性问题,提供了深刻的理论支持和实用的解决策略,帮助设计者更好地理解 and 处理建筑设计中的安全问题,以保证更安全、更高质、更高效的建筑设计实现。

[参考文献]

- [1] 吴臻. 建筑结构设计中的安全隐患及解决措施分析[J]. 产城: 上半月, 2020(9): 1044.
- [2] 曾锦坤. 建筑结构设计中的安全隐患及解决措施研究[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(8): 1971-1971.
- [3] 励凯浙. 建筑结构设计中的安全隐患分析[J]. 地产, 2021(21): 12-14.
- [4] 王亮亮. 建筑结构设计中的安全隐患及解决对策分析[J]. 安防科技, 2020(14): 129-129.
- [5] 步召全, 刘延雷, 刘玉东, 侯建东. 建筑结构设计中的安全隐患[J]. 大市场, 2020(9): 25-25.

作者简介: 朱涛(1983.3—), 男, 毕业四川农业大学土木工程专业, 目前就职新疆生产建设兵团第一师阿拉尔市地震局工作人员, 专业技术 11 级。

基于 BIM 技术暖通工程设计与施工应用研究

王轶娴

中联合盛科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 社会发展越来越迅速, 对生活质量的要求也随着经济水平的提高而提高。其中, 暖通工程的建设就成了新世纪的一大重点。建设暖通工程的过程中, 因为 BIM 技术能发挥良好的设计和施工效果, 发展前景十分广阔。所以文中通过分析 BIM 技术在暖通工程中的应用意义, 讨论它设计施工的主要应用形式。在保证暖通工程稳定施工的前提下, 促进 BIM 技术的应用, 推进总体的建设和发展。

[关键词] BIM 技术; 暖通设计; 施工应用

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15238

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Research on BIM Technology in HVAC Engineering Design and Construction Application

WANG Yixian

Zhonglian Hesheng Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the rapid development of society, the demand for quality of life has also increased with the improvement of economic level. Among them, the construction of HVAC engineering has become a major focus in the new century. In the process of constructing HVAC engineering, BIM technology has a very broad development prospect due to its excellent design and construction effects. The article analyzes the significance of BIM technology in HVAC engineering and discusses its main application forms in design and construction. On the premise of ensuring stable construction of HVAC engineering, promote the application of BIM technology and advance overall construction and development.

Keywords: BIM technology; HVAC design; construction application

引言

随着建筑行业技术的不断发展以及信息化水平的提升, 作为一种革新的数字化工具, 建筑信息模型 (BIM) 技术正重新塑造着传统的工程设计与施工方法。尤其是在暖通工程领域, BIM 技术的引入不仅优化了设计流程, 还显著提高了施工阶段的效率与质量。涉及空调、供暖、通风、给排水等多个系统, 暖通工程的复杂性及技术要求较高, 设计与施工团队需紧密合作。然而, 传统二维设计图纸及手工操作方式常常导致信息传递不准确、设计冲突频繁及施工效率低下等问题。为了解决这些问题, BIM 技术通过建立三维数字模型, 整合了设计、施工及运维各个阶段的相关数据, 形成了一个完整的数字化平台。在该平台上, 项目参与各方能够实时共享数据, 设计方案得以优化, 设计变更减少, 施工中的冲突可提前发现, 工程量计算更为精确, 施工的安全性与质量得以提升, 项目整体效益由此大幅提升。本文将深入分析 BIM 技术在暖通工程设计与施工中的应用, 探讨其在不同阶段的具体实践, 展示 BIM 技术在提升设计精度、加快施工进度、降低成本及优化资源配置等方面的关键作用。同时, 也将展望其在未来暖通工程中的应用前景及可能面临的挑战。

1 BIM 技术在暖通工程中的应用意义

BIM 技术在我国暖通工程中已得到广泛应用。其应

用不仅能够保障施工安全, 还能为企业带来显著的经济效益。因此, BIM 技术的应用具有显著优势。以冷暖设计为例, 在整个工程设计阶段, 首先需要进行模型划分, 确定热源的位置, 并根据不同位置的特点提出合理的施工方案。在负荷设计方面, 实际设计过程中, 建筑项目的面积是一个重要的依据, 结合特定地域范围来进行功耗设计。对于大面积的建筑, 设备设计中的功耗需求也会相应增大。借助 BIM 技术, 可以确保功耗计算的科学性与合理性, 结合单位面积和区域的实际情况, 确保机组与设备的设计符合要求, 优化负荷设计, 避免资源的浪费。

2 BIM 技术在暖通工程设计与施工中的具体应用

2.1 BIM 技术在暖通工程设计中的应用

BIM 技术在暖通工程设计中的应用极大提升了设计的精准度、效率及系统优化, 突破了传统设计模式的诸多局限性。在设计阶段, 三维数字模型的构建通过 BIM 技术直观地呈现了建筑空间、暖通设备及管道的布局, 使得设计人员能够全面掌握项目的空间结构与功能分区, 从而实现各系统间的高效协作, 减少了传统二维设计中信息不对称引发的冲突。借助 BIM 模型的参数化功能, 冷负荷与热负荷的精准计算得以完成, 设计人员根据建筑的特点、区域气候条件及能源需求, 能够选择合适的设备、规划管道走向, 并设计合理的通风与采暖系统, 确保设计不仅符合

功能要求,还具备良好的经济性与能源利用效率。多方案比选的支持,使得设计师能够迅速生成不同方案,并通过能效模拟与性能分析进行优劣对比,从而选择最优设计方案,达到节能与舒适性的双重目标。此外,BIM技术集成的实时数据共享功能显著提高了设计团队之间的协作效率。对于复杂项目,碰撞检测功能能够提前识别并解决管道、设备与结构之间可能出现的冲突问题,从而大大降低施工过程中返工的风险^[1]。动态仿真分析得以借助BIM技术,在设计阶段,设计人员能够预测系统运行效果,如气流组织、温度分布与能源消耗,从而为进一步优化设计提供有力的数据支持。

2.2 数据平台制作

在BIM技术的应用中,数据平台的构建对暖通工程设计及施工至关重要。通过建立集成化的数据平台,涉及暖通系统的所有数据,如建筑设计信息、设备参数、管道布局、负荷计算、材料清单及施工进度等,均可被集中存储并实时更新。这一平台保障了设计、施工及运维全过程中的信息共享与无缝衔接。在设计阶段,通过参数化设计与动态负荷计算,平台优化了暖通系统配置,确保了设计的科学性与合理性。此外,具备碰撞检测功能的平台能够自动识别管道布置与建筑结构之间可能存在的空间冲突,从而减少了因设计不当导致的返工。在施工阶段,平台的三维可视化功能能够清晰展示暖通系统的管网及设备布局,帮助施工人员准确理解设计意图,并确保施工按照规范进行。同时,平台能够实时录入与管理施工过程中产生的数据,如工程量、材料使用情况及项目进度,为施工团队提供了有力的决策依据。在运维阶段,不仅记录了设备的安装、运行与维护信息,数据平台还能够实时监控系统运行状态并进行故障诊断,为后期的维护与管理提供了重要数据支持。

2.3 BIM技术在施工阶段的应用

BIM技术的应用在施工阶段显著改进了传统施工流程,尤其在暖通工程中,BIM的三维建模与数据集成功能使施工过程更加高效、精准且可控。通过建立详尽的三维模型,设计信息关于暖通系统中管道、设备及其他关键组件被转化为可视化的施工图纸,施工人员得以提供更直观的参考,从而有助于更好地理解与执行设计意图。在施工前,BIM系统的碰撞检测功能能够提前识别设计中的空间冲突及潜在问题,如管道与建筑结构的干涉,有效避免了设计疏漏引发的返工与延误。通过数据集成,BIM技术还精准计算了工程量,自动生成了详细的材料清单与设备清单,优化了材料采购管理,确保了资源的及时到位,减少了不必要的材料浪费。随着施工进度的推进,项目状态能够被实时跟踪与更新,BIM平台确保了施工进度与设计进度的匹配,提高了项目管理的透明度与可控性。此外,施工过程的模拟与施工动画的生成,能够帮助施工人员预见并规避潜在风险,从而优化施工方案,提升了工程的质量

与安全性。

2.4 BIM技术在暖通管道综合中的应用

BIM技术在暖通管道综合设计与施工中的应用,显著提升了管道设计、安装及后期维护的效率与质量。在设计阶段,三维建模通过BIM技术精准整合了管道布置与建筑结构及其他机电设备布局,确保了管道系统与建筑空间及其他设施的协调性。借助BIM的碰撞检测功能,潜在冲突可以提前被识别并解决,设计师能够有效避免管道与建筑结构或其他系统之间的冲突,从而避免了施工阶段的返工与延误问题。此外,精确的负荷计算与管道的参数化设计得到了BIM技术的支持,确保了管道规格、流量、压力等符合系统运行要求,进一步提升了设计的科学性和合理性^[2]。在施工阶段,三维可视化模型的提供使得施工人员能够清晰理解管道布置、安装顺序及具体位置,从而有效降低施工误差并提升施工精度。每一项施工变更或调整都能通过BIM平台实时记录与反馈,确保了设计与施工的一致性,从而有效提高了施工效率与质量。材料管理方面,BIM技术也起着重要作用,管道组件与材料清单的自动生成确保了材料的精准采购与供应,避免了资源浪费。运维阶段,BIM模型中的管道数据、安装位置、规格及维护历史,为后期设备维护与管理提供了重要依据,从而显著提高了设备维护的效率与准确性。

2.5 产品库模型应用

在暖通工程中,BIM技术中产品库模型的应用对提高设计效率、优化设备选型及确保系统兼容性起到了至关重要的作用。一个集成了各种暖通设备、管道配件、阀门、泵站等信息的数据库,即产品库模型,包含了详细的产品规格、参数、材质及供应商等信息。通过BIM平台,符合设计要求的标准化组件可以直接从产品库中提取,设计人员无需重新绘制,从而显著提升了设计的准确性与效率。设备选型和系统布局变得更加快捷与精准,得益于产品库模型的应用,确保了各组件的规格、性能及尺寸完全符合系统需求,有效避免了因设备不匹配或安装错误带来的问题。标准化数据的提供,不仅提高了设计阶段的精度,也为施工阶段提供了准确的材料清单及设备信息,减少了因材料错误或设备不符而导致的返工或浪费。在施工过程中,通过将产品库中的组件与三维模型结合,BIM技术为安装提供了清晰的指导,确保了施工的顺畅与高效。

2.6 统计工程量

BIM技术在暖通工程中的应用,极大地提高了工程量统计的精确性与效率,传统的人工测量与计算过程因此显著优化。以往,依赖手动测量和计算的工程量统计,容易引发误差且耗时费力,而通过BIM技术,三维建模将设计与施工信息转化为数字化数据,从而能够自动提取和计算工程量。各种参数,如管道长度、设备数量、管道连接方式及设备规格等,得以在BIM模型中使用,工程量统计

可在此基础上自动化完成,避免了人工计算中的错误和繁琐。工程量的变化能够通过 BIM 系统实时追踪,确保设计调整或变更时,相关工程量得到及时更新,避免了漏算或重复计算的情况^[3]。除此之外, BIM 技术不仅能计算单一管道或设备的数量,还能够对整个暖通系统进行全面统计,包括空气处理机组、冷却塔、风管、阀门等所有配件,为项目的成本估算、采购及预算管理提供了精准的数据支持。

2.7 三维可视化技术交底

与其他工程项目相比,暖通工程的建设难度较高,涉及大量的人工与机械设备。若未做好任务分工和合理安排,容易导致现场混乱,进而引发安全事故。随着科学技术的进步,市场上管线和暖通设备种类日益增多,施工难度也随之增加。传统施工过程中,往往需要进行技术交底,但由于某些原因,部分工作人员难以准确理解施工意图,导致管线和暖通设备的安装工作无法顺利完成。其根本原因在于,二维 CAD 图纸存在局限性,难以清晰传达设计意图。通过引入 BIM 技术,采用三维可视化技术交底,能够呈现立体效果,帮助工作人员更好地理解图纸内容,掌握施工要点,从而确保安装质量。

2.8 BIM 技术在虚拟施工中的应用

BIM 技术在虚拟施工中的应用,极大地改变了暖通工程项目的设计、施工及管理方式。通过虚拟施工,能够在项目启动前对整个施工流程进行模拟与优化,从而使设计、施工及管理人员能够在数字化虚拟环境中全面预览项目的各个环节。暖通系统的布置、设备安装及管道连接等内容,都可在虚拟环境中进行详细展示与测试,潜在的冲突、错误或不合理之处可以被提前发现并解决,从而避免实际施工中的返工与浪费。例如,管道系统的合理性得以通过虚拟施工进行验证,确保管道布置不会与建筑结构或其他机电系统发生冲突,减少了施工阶段的不必要变更与调整。施工人员能够提前了解施工流程与任务,从而提高了现场操作的精准性与效率。此外,虚拟施工不仅局限于空间布局的优化,还涵盖了时间、成本等方面的模拟与预测,为项目管理提供了数据支持^[4]。项目进度管理人员可利用虚拟施工模拟施工进度,优化施工顺序并合理调配资源,从而确保工程按时完工。在成本控制方面,所需的材料、设备与人工资源可通过虚拟施工提前计算,采购计划得以优化,避免了资源浪费与资金超支。

2.9 BIM 技术在施工管理中的应用

BIM 技术在暖通工程施工管理中的应用,显著提升了项目管理的效率与精度,成为现代施工管理中不可或缺的重要工具。通过 BIM,项目进展能够被施工管理团队实时监控,确保各个施工阶段按照设计要求与计划顺利推进。

施工人员通过 BIM 的三维模型,清晰地获得了空间布局与设备安装细节,从而能够更准确地执行任务,并有效减少施工中的误差与冲突。通过虚拟模拟施工现场,项目经理能够提前识别潜在问题,如管道与建筑结构之间的干涉,并及时调整方案,从而避免了因设计变更或协调不当引起的工期延误与成本上升。各类施工数据、资源使用情况及进度安排等信息被 BIM 技术进行集中管理,确保了信息的透明共享,强化了不同施工团队之间的协同工作。施工管理人员能够依据实时数据进行资源调配与施工流程优化,从而提升工作效率,同时确保了材料、设备及人力资源的合理安排。通过数字化记录与监控, BIM 技术还对施工过程中的质量控制提供支持,确保了每一个环节符合质量标准,避免了因质量问题引发的返工与工期延误。

3 结语

BIM 技术在暖通工程设计与施工中的应用,推动了建筑行业的深刻变革,加速了工程设计、施工与管理的数字化与智能化进程。通过整合建筑全生命周期的各种信息,设计的精确性得到了提高,施工过程中的资源配置得以优化,成本得以降低,项目各方的协作得以增强,同时冲突与返工的发生也被减少。特别是在暖通工程领域,复杂的管道布局、设备安装以及系统调试对设计与施工管理的精度提出了高要求,而 BIM 技术在这一领域的应用则为其提供了强有力的支持。尽管 BIM 技术已在提升工程效率与质量方面取得了显著成效,但数据集成、技术标准以及推广应用等问题仍然面临挑战。随着技术的不断进步及行业的深度融合, BIM 技术在暖通工程中的应用前景广阔,未来将在提升工程建设整体水平、推动绿色建筑与智慧城市发展等方面发挥更大的作用。为此,应加强对 BIM 技术的学习与实践,提升其在设计、施工及运维中的应用能力,从而推动建筑行业的可持续发展。

[参考文献]

- [1] 贾立庄. BIM 技术在暖通工程设计施工中的应用探析[J]. 居舍, 2018, 11(23): 57.
- [2] 李延敏. BIM 技术在暖通工程设计与施工中的应用[J]. 中国住宅设施, 2022, 12(3): 16-18.
- [3] 徐华丽. BIM 技术在暖通工程设计、施工中的应用及研究[J]. 新型工业化, 2022, 12(1): 155-156.
- [4] 谢彬. BIM 技术在暖通工程设计施工中的应用探究[J]. 居舍, 2019, 11(22): 41-42.

作者简介: 王轶娴(1990.5—), 毕业院校: 河北建筑工程学院, 所学专业: 供热通风与空调工程技术, 当前工作单位: 中联合盛科技有限公司, 职务: BIM 工程师, 职称级别: 中级。

建筑结构设计中的隔震减震措施探究

杨鑫

广西天艺建筑设计有限责任公司, 广西 南宁 530022

[摘要] 目前,我国每年都会发生一些自然灾害,其中地震是比较常见的一种。地震是地壳快速释放能量过程中造成振动,期间产生地震波的一种自然现象和灾难,能量巨大且突发,是世界性难题。地震导致人员伤亡的主要原因是房屋倒塌,世界上普遍的做法是通过工程手段减轻地震灾害,且主要针对水平地震作用。随着社会的不断向前发展,我国的建筑物也越来越多,而且建筑物的高度也在不断增加,建筑物的隔震减震措施也越来越重要。

[关键词] 建筑结构设计; 隔震减震; 优化措施

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15218

中图分类号: TU35

文献标识码: A

Exploration on Seismic Isolation and Reduction Measures in Architectural Structure Design

YANG Xin

Guangxi Tianyi Architectural Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530022, China

Abstract: Currently, natural disasters occur in China every year, among which earthquakes are a relatively common type. Earthquake is a natural phenomenon and disaster caused by the rapid release of energy from the Earth's crust, resulting in vibrations and the generation of seismic waves. The energy is enormous and sudden, making it a global challenge. The main cause of casualties caused by earthquakes is the collapse of buildings. The common practice in the world is to reduce earthquake disasters through engineering means, mainly targeting horizontal earthquake effects. With the continuous development of society, there are more and more buildings in China, and the height of buildings is also increasing. The seismic isolation and reduction measures for buildings are becoming increasingly important.

Keywords: architectural structure design; seismic isolation and reduction; optimization measures

引言

随着城市化进程的加速,高层建筑及复杂结构的广泛兴起,建筑抗震设计已逐渐成为确保建筑安全性与耐久性的关键因素。地震灾害不仅对人员安全构成威胁,还对社会与经济发展产生深远影响。如何在建筑设计中提高抗震能力、减少地震带来的损失,已成为建筑工程师与设计师亟待解决的重大课题。现代抗震设计中的核心措施——隔震与减震技术,因其有效性,已受到广泛关注与应用。通过特定结构设计与设备,地震波对建筑结构的影响能够显著减少,从而降低地震破坏程度。这些技术,包括隔震与减震,能够通过不同方式增强建筑物的抗震能力。隔震技术通常在建筑物基础与上部结构之间设置隔震支座,切断了地震波的传播路径,从而减缓了地震能量的传递;减震技术则通过安装减震装置或吸能材料,吸收了地震能量,降低了建筑物的振动幅度。通过这些措施,建筑物的抗震稳定性得到了有效增强,抗震性能得到提升,维修成本及后期损坏风险在一定程度上被降低。尽管隔震减震技术日渐成熟,设计与实施中依然存在挑战,如支座性能、材料适应性与施工质量控制等问题,仍未得到完全解决。为此,深入研究建筑结构设计中的隔震减震技术,探索不同建筑类型与环境条件下的应用效果及优化方案,具有重要的实

际意义。本文将重点分析隔震减震技术的关键应用及面临的挑战,提出相应的优化措施,以期建筑抗震设计的发展与完善提供理论支持及实践参考。

1 建筑结构设计中的隔震减震存在的问题

1.1 隔震减震支座会受到抗震墙的影响

在建筑结构设计中,隔震减震支座作为提升抗震性能的重要手段之一,已被广泛应用。然而,在实际设计过程中,隔震减震支座的性能常常受到抗震墙的影响。抗震墙,作为增强建筑抗震能力的结构组件,其主要作用是提升建筑物的刚度与稳定性,但其设计与布局可能与隔震减震支座产生冲突。具体而言,抗震墙通常沿建筑物竖向方向设置,以提供充足的抗震承载力,但这种布置方式却会限制支座的自由活动空间,从而影响支座的隔震作用。尤其是在高层建筑中,抗震墙的位置通常占据了结构中的较大比例,导致支座的布置空间受限,进而影响了隔震系统的整体有效性。此外,当抗震墙的刚性与隔震支座的柔性发生相互作用时,建筑物的震动特性可能会发生变化,从而影响其整体抗震表现。

1.2 高层建筑结构设计中建筑物走向对抗震的影响

在高层建筑的结构设计中,建筑物的走向对抗震性能的影响至关重要。走向直接决定了地震作用下受力的分布

与变形模式。若建筑物的走向与地震波传播方向不一致,结构响应的不均匀性可能会导致,从而增加局部变形的风险,影响整体稳定性。不同方向的地震波可能使建筑物经历不同的震动模式,若走向设计不合理,某些方向的过度弯曲或扭转变形可能会出现。这样的不对称变形,使得部分结构部件承受过大的应力,进而增加潜在的安全隐患。此外,建筑物的走向还可能影响其与周围环境的相互作用,尤其是在密集的城市区域^[1]。在这种环境下,高层建筑与邻近建筑物的距离通常较小,若走向未经过合理规划,地震波的作用可能会加剧建筑物之间的相互影响,从而形成共振效应,这无疑增加了抗震设计的难度。

1.3 建筑结构的选择

在建筑结构设计,选择适当的结构类型对建筑物的抗震性能具有决定性影响。不同的结构系统在地震中的响应存在差异,因此,建筑物的动态特性应在设计阶段充分考虑。传统的框架结构、剪力墙结构以及框架-剪力墙混合结构在抗震性能上存在显著差别。框架结构通常较为灵活,能够有效吸收和分散地震能量,但在高烈度地震中,较大的变形可能会出现,从而影响结构的稳定性;剪力墙结构则具备较强的刚度和承载力,在地震中能够更有效地抵抗水平力的作用,但由于刚性较大,震后损伤可能会加重。框架-剪力墙混合结构结合了两者的优点,既提供了足够的刚度,也保持了一定的柔性,但其设计与施工的复杂性较高。除结构类型外,建筑物的高度、形状以及功能需求也对结构选择产生了重要影响。高层建筑通常选用刚性较强、抗震性能优异的结构形式,以应对较大水平力的挑战。如果在结构选择中未能充分考虑地震荷载的影响,建筑物在地震中可能会发生较大的振动,甚至可能导致倒塌或严重损坏。因此,合理的建筑结构选择,被视为保障抗震性能的核心因素。

1.4 墙体与防震缝设计问题

在建筑物的设计与建造过程中,墙体的规划与设计是一个至关重要的环节。墙体的位置与厚度是设计中的关键因素,必须进行全面且合理地考虑。防震缝的引入,显著提升了建筑物的抗震能力。在设计时,防震缝的长度与宽度应根据具体建设需求进行合理规划,从而增强整体的抗震性能。由于地震属于偶然事件,因此,目前在普通区域内防震缝的设置相对较少,而在地壳活动频繁的地区,则常常需要设置防震缝。当建筑物遭受地震影响时,建筑物与地面之间的位移往往会发生。在防震缝的长度和宽度设计过程中,存在一定的技术难点,这也导致了在实际应用中,防震缝的设置仍有不完善之处。

2 建筑结构设计中的隔震减震措施

2.1 隔震措施

隔震措施是一种在建筑结构设计中的应用的重要技术,能够通过建筑物与基础之间设置隔震装置,有效减弱地

震波对建筑物的影响,从而降低地震带来的破坏风险。常见的隔震装置,如隔震支座、橡胶隔震垫、球形铰链等,作用在于吸收或隔离地震波的能量,控制建筑物上部结构与地面之间的相对运动,进而减少地震振动对建筑物的传递。通过设置隔震支座,建筑物的基础部分与上部结构被分隔开,避免了地震波对建筑上层的直接影响。隔震技术,尤其适用于地震频发的地区或需要保护重要设施的建筑物,如医院、博物馆及桥梁等,已逐渐成为防震设计的核心技术^[2]。随着技术的不断进步,隔震措施在高层建筑、历史建筑以及特殊功能建筑中的应用范围愈发广泛。在设计过程中,隔震装置的选型、布局及施工质量的把控,对其隔震效果至关重要。综合考虑建筑物的类型、所在地区的地震烈度以及使用需求等因素,是确保隔震效果的关键。

2.2 建筑物走向设计抗震方法

建筑物的走向设计在抗震过程中具有重要意义,其与地震波传播方向的关系,直接影响建筑物在地震中的响应表现。合理的走向设计能够有效减少地震波对建筑物的影响,从而增强抗震能力。在建筑结构设计时,通常需要综合考虑地震波的传播特性与建筑物的形状、尺寸,并合理确定建筑物的走向。若建筑物的长轴方向与地震波传播方向平行,地震波的能量将较直接地传递至建筑物,可能导致建筑物承受更大的横向力,进而增加结构损伤的风险。若长轴与地震波传播方向垂直,地震波的作用面积会减小,从而震动幅度得到降低,达到减震效果。

此外,建筑物的布局与走向还需充分考虑周围环境因素,如地形特征与邻近建筑的结构类型等。对于高层建筑而言,合理的走向设计显得尤为关键。建筑物的高度、风荷载与地震力之间的相互作用较为复杂,精确的走向设计能够有效规避荷载不均匀所引起的不稳定性或倒塌风险。

2.3 建筑结构设计中的减震措施

2.3.1 新建建筑物结构设计中的减震措施

在新建建筑物的结构设计中,减震措施是提升抗震性能的关键方法。这些措施的主要目标,是通过吸收、耗散或转化地震能量,降低地震波对建筑物的直接影响,减少震动对建筑结构的破坏。常见的减震技术,如阻尼器、减震支座及动能吸收装置等,广泛应用于建筑中。阻尼器通过有效减缓建筑物的振动,耗散由地震引起的能量,从而减轻结构的振动响应。减震支座通过特别设计的支座,隔离建筑物与基础之间的连接,减少地震波的传播效应,降低地震对建筑物的影响。

对于高层建筑,惯性力较大,调谐质量阻尼器等系统,通常通过在建筑物顶部安装具有较大质量的振动系统,使其与建筑物的自然振动频率相匹配,进而有效吸收地震能量,避免过度振动导致的结构损伤。与此同时,动能吸收装置被安装在建筑物的结构内,利用液压或机械系统将震动转化为其他形式的能量,从而有效减少结构的震动响应。

2.3.2 已建成建筑物的抗震加固措施

对于已建成的建筑物,抗震加固措施旨在通过改造和增强现有结构,使其更有效地抵御地震作用,从而提升抗震性能。常见的加固方法,包括外加减震装置、结构加固及基础加固等,广泛应用于抗震设计中。外加减震装置通常通过在建筑物内安装阻尼器或减震支座来减小震动传播,例如摩擦阻尼器或黏滞阻尼器等。这些装置能吸收并耗散地震能量,从而降低建筑物的振动响应。结构加固则通过增加新的支撑或改变原有结构的受力方式,提升建筑的稳定性。常见的做法包括增设钢筋混凝土框架、加装剪力墙或增加钢结构支撑系统。对于承重能力不足的建筑,增设外部支撑系统有助于增强抗震能力^[3]。基础加固主要通过加深地基或扩展基础面积,提升建筑物与地面的接触面积和稳定性,从而增强整体抗震性。特别是对于在软土或不稳定土壤上建设的建筑,基础加固显得尤为重要。此外,防震缝设计的提升,也能有效增强建筑各部分的独立性,避免地震时不同部分相互干扰与损伤。

2.4 做好建筑物的体型设计

在建筑结构设计,建筑物的体型设计对其抗震性能至关重要。体型的合理性直接决定了建筑在地震中的稳定性及安全性。在设计时,应避免采用复杂、不规则的形状,尤其是那些高度不均匀或平面不规则的建筑。这类建筑在地震中容易产生不均匀的振动响应,进而导致局部失稳或变形。例如,过长、过窄或带有较大开口的建筑物,容易引发“扭转”效应,从而降低抗震性能。同时,建筑物的重心应尽量与抗震中心对齐,减少因重心偏移所产生的附加转矩。在设计过程中,建筑的刚度应在各个方向上保持均匀,避免局部刚度过大或过小的情况,这样有助于减小地震引起的变形及应力的不均匀分布。此外,建筑物的高度与基础承载能力应匹配,高层建筑设计时,风荷载与地震荷载的协调也需特别考虑,以避免出现过度倾斜或晃动。优化建筑体型设计不仅能够有效减少地震波在建筑物内的传播,还能提高建筑在地震中的稳定性与安全性。

2.5 强化试验研究力度,完善检测

在建筑结构设计,确保隔震与减震措施有效性的关键,正是通过加强试验研究与完善检测体系。随着建筑技术的不断创新,新型隔震与减震技术逐渐得到广泛应用,然而,这些技术的实际效果常常依赖于精确的实验研究与检测验证。在设计阶段,必须强化对隔震减震装置性能的

试验研究。通过模拟不同地震条件下的响应,能够评估其在实际工程中的适用性与可靠性。尤其是在引入新型材料与创新设计方案时,实验研究能有效验证这些技术是否达到预期的抗震减震效果,避免因技术实施失误而带来的风险^[4]。完善的检测体系,则保证在建筑使用后的各个阶段,能够实时监控隔震减震系统的运行状况。通过定期检查,能够及时发现隔震支座、减震装置等关键部件的老化、损坏或性能衰退问题,确保系统的长期稳定运行。尤其对于老旧建筑的加固项目,常规检查与精密仪器的使用,有助于发现潜在问题,避免设备失效所引发的灾难性后果。

3 结语

在建筑结构设计中,隔震与减震技术逐渐成为增强建筑抗震能力的关键措施。随着自然灾害,尤其是地震频发,建筑安全问题日益受到重视,隔震减震措施在保障生命安全、减少财产损失及提高灾后恢复能力方面发挥了不可或缺的作用。尽管该领域在技术应用上取得了显著进展,仍面临诸多挑战,如支座性能与耐久性、适应性材料的研发、施工工艺的提升以及后期维护管理的复杂性等问题。为了有效应对这些难题,基础理论与技术创新的进一步加强是必要的,结合大量实验数据以优化设计方案,提升技术的适用性与经济性。随着建筑行业对抗震要求日益提高,隔震减震技术的广泛应用在未来可期,这将推动建筑结构设计标准进一步提升。未来,跨学科的合作将成为推动设计、材料、施工及管理创新的关键,协同发展的力量将在创建更加安全、智能、可持续的建筑环境中发挥重要作用,进而为全球建筑抗震水平的提升作出贡献。

[参考文献]

- [1]蔡官民. 建筑结构设计中的隔震减震措施研究[J]. 新城建科技,2024,33(12):123-125.
 - [2]蒋宇鑫. 建筑结构设计中的隔震减震措施浅析[J]. 居舍,2023(12):76-79.
 - [3]叶宗山,李默怡. 浅议高层建筑结构设计中的隔震减震措施[J]. 绿色环保建材,2017(12):75.
 - [4]李泽鑫,刘传浩. 建筑结构设计中的隔震减震措施研究[J]. 工程建设与设计,2023(24):10-12.
- 作者简介:杨鑫(1988.11—),毕业院校:河北联合大学,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:广西天艺建筑设计有限责任公司,就职单位职务:结构设计,职称级别:中级。

基于无人机平台的建筑外墙保温层裂缝检测

康凯 李涛会

无锡城市职业技术学院, 江苏 无锡 214153

[摘要]随着建筑物使用年限的增加, 建筑材料性能会不断老化, 其中, 建筑外墙保温层的裂缝问题尤为凸显, 直接影响建筑结构的耐久性及建筑外形的美观性。文章介绍基于无人机平台的建筑外墙保温层裂缝智能检测技术, 通过使用低空多旋翼无人机平台采集建筑物表面的裂缝图像, 再辅以基于深度学习的智能视觉检测方法, 实现对建筑外墙保温层裂缝的高效、智能化识别与检测。

[关键词]无人机; 摄影测量; 智能化检测; 外墙保温层; 裂缝

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15267

中图分类号: TU755.7

文献标识码: A

Crack Detection of Building Exterior Wall Insulation Layer Based on UAV Platform

KANG Kai, LI Taohui

Wuxi City College of Vocational Technology, Wuxi, Jiangsu, 214153, China

Abstract: As the service life of buildings increases, the performance of building materials will continue to age. Among them, the problem of cracks in the insulation layer of building exterior walls is particularly prominent, which directly affects the durability of building structures and the aesthetics of building appearance. The article introduces an intelligent detection technology for cracks in the insulation layer of building exterior walls based on unmanned aerial vehicle platforms. By using a low altitude multi rotor unmanned aerial vehicle platform to collect crack images on the surface of buildings, and supplemented by an intelligent visual detection method based on deep learning, efficient and intelligent recognition and detection of cracks in the insulation layer of building exterior walls are achieved.

Keywords: UAV; photogrammetry; intelligent detection; exterior wall insulation layer; crack

引言

随着建筑物数量的不断增加和建筑高度的不断攀升, 传统的建筑外立面裂缝检测方法已经难以满足现代建筑安全管理的需求。长期以来, 建筑物外立面裂缝的检测主要依靠人工完成, 效率不高且难以完全覆盖需检测的区域, 检测人员的安全也难以保证。无人机摄影测量技术作为一种新兴的检测手段, 因其高效、安全和精确的特点, 逐渐成为建筑外立面裂缝检测的重要工具。近年来, 基于无人机的建筑外立面裂缝检测技术得到了越来越多的关注和应用, 无人机摄影测量技术在建筑外立面裂缝检测中的应用具有重要的工程价值和广阔的发展前景。

1 建筑外墙保温层开裂原因分析

建筑外墙保温层是建筑节能的重要组成部分, 其主要目的是提高建筑物的保温性能, 减少热量损失, 从而降低能源消耗。外墙保温材料可以分为有机类和无机类两种, 有机类保温材料如聚苯乙烯泡沫塑料 (EPS)、挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (XPS)、聚氨酯泡沫塑料 (PU) 等, 具有价格低廉、市场成熟、工艺简单、保温性优异的特点, 但耐火性较差, 市场占有率约为 80%。无机类保温材料如岩棉、膨胀珍珠岩等, 耐火性好、保温性能好, 但价格相对较高, 市场占有率约为 20%^[1]。

外墙保温层材料开裂有多种原因, 主要包括材料本身、

施工质量、环境因素以及设计缺陷等。(1)关于材料因素, 外墙保温层的开裂往往与材料的性能密切相关。例如, 聚苯板 (EPS) 的刚度和线性热膨胀系数较高, 容易因内外温差导致弯曲变形, 从而产生应力并引发开裂。此外, 如果保温材料的机械强度不足, 也会增加开裂的风险。不同材料之间的相容性不足, 如抹灰系统与保温材料之间未能有效结合, 也会导致开裂。(2)关于施工因素, 在施工过程中, 如果基层处理不当、黏结层控制不严、保温层施工质量差, 都会导致外墙保温层开裂。例如, 抹灰层厚度不足、网格拉伸强度不够以及网格应用不当等都会引起非定向开裂。如果施工技术不当, 如施工工序不合理、施工管理不善等, 也会导致保温层开裂。(3)关于环境因素, 环境温度的变化对建筑材料的热应力有显著影响, 特别是在温度波动较大的地区, 保温层容易因热应力而开裂。湿度的变化同样会影响保温层的稳定性, 湿胀运动可能导致裂缝的形成。(4)关于设计缺陷, 建筑主体结构或墙体构造设计存在缺陷, 如没有考虑足够的变形能力或应力释放机制, 也会导致保温层开裂。

2 建筑外立面裂缝检测方法的研究现状

建筑裂缝的检测方法目前可大致分为三大类^[2]: (1)典型的实时监测传感技术, 通常利用应力应变传感器、拉线式裂缝计等设备检测, 通过直接测量裂缝的宽度、深度

及扩展速率,实现对结构裂缝的即时、精确监控,这些传感器能够持续捕捉结构状态的变化,为结构健康监测提供宝贵数据支持;(2)典型的无损检测技术,利用超声波、微波雷达等技术检测裂缝,其利用波的传播特性,在不破坏结构完整性的前提下,有效识别裂缝的位置、形态及潜在危害,此类技术不仅适用于大面积快速筛查,还能对复杂结构中的隐蔽裂缝进行精准定位;(3)新型无损检测技术,包括摄影测量技术、激光扫描、热成像等技术检测裂缝,摄影测量技术通过高分辨率图像捕捉与分析,能够精确重建裂缝的三维形态;激光扫描技术则利用激光束的快速扫描,生成高精度的三维点云数据,实现裂缝的精细化测量;热成像技术则通过探测结构表面的温度差异,间接揭示裂缝的存在与分布,为裂缝评估提供独特的视角。

新型无损检测技术中的摄影测量技术如今越来越受到重视,因为摄影测量技术在成本效益、操作简便性和生成永久性记录方面具有优势,尤其适用于需要快速部署和低成本解决方案的场景。摄影测量技术首先要依托无人机平台,无人机的摄影测量路径也会影响到数字图像采集效果,然后辅以图像处理分析,可进一步实现裂缝区域的识别。

近年来,基于深度学习的建筑表面裂缝识别方法取得了显著的研究进展。这些方法主要集中在利用卷积神经网络(CNN)和其他深度学习技术来提高裂缝检测的精度和效率。深度学习技术已被广泛应用于建筑裂缝检测中,包括混凝土结构、历史建筑以及道路等领域的裂缝识别。在混凝土结构领域,已有不少基于浅层卷积神经网络的模型被提出,并用于实时监控混凝土表面的裂缝。此外,CNN也被用于进行砖砌体表面裂缝的自动分类和分割。虽然基于深度学习的建筑裂缝检测技术已有了广泛发展,但针对建筑外墙保温层裂缝识别系统仍需进一步探索。

3 基于无人机平台的建筑外立面裂缝检测的关键技术

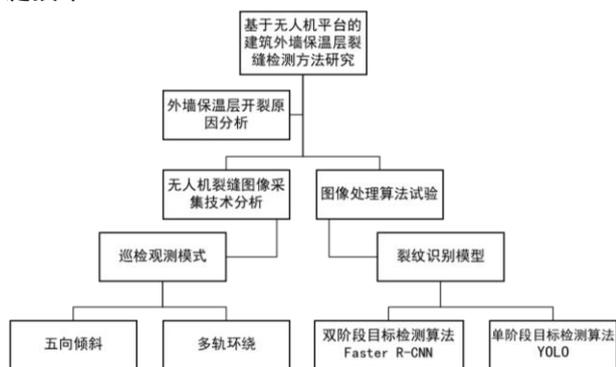


图1 一套基于无人机平台的建筑外墙保温层裂缝检测流程

本文提出一种基于无人机摄影测量技术的建筑外立面裂缝检测流程,利用低空多旋翼无人机平台高效采集建筑物表面裂缝图像,并结合基于深度学习的智能视觉检测方法,实现对裂缝的精准识别,从而构建了一套完整的裂

缝检测系统(如图1),以期显著提高建筑物安全评估与维护的效率。

3.1 建筑巡检路径规划

首先对目标建筑物的结构特征、周边环境以及可能的飞行限制因素进行了详尽的分析,包括建筑物的几何尺寸、屋顶形状、外墙材质、周围障碍物(如树木、电线等)以及法律法规对无人机飞行的具体要求。基于以上信息,制定飞行路径规划,需符合安全规范又高效节能的飞行轨迹,确保无人机能够覆盖整个建筑物,并以外立面作为重点观测对象。建筑巡检采用了五向倾斜观测和多轨环绕观测两种模式。五向倾斜观测模式是指无人机在垂直拍摄建筑物顶部的基础上,额外设置四个倾斜角度(通常为上、下、左、右各约45度),以获取建筑物侧面及屋顶边缘等难以从单一视角捕捉到的细节信息。这一模式有效弥补了传统垂直拍摄视角的局限性,极大提升了图像采集的全面性和准确性。而多轨环绕观测模式则是让无人机沿预设的多条不同高度和半径的轨道环绕建筑物飞行,通过连续拍摄,不仅能捕捉到建筑物的整体外貌,还能通过图像序列的叠加处理,为后续的三维建模提供丰富的数据支持。

3.2 图像采集处理技术

本研究利用大疆智图这一专业的无人机影像处理软件进行图像处理。通过无人机搭载的相机进行图像采集,然后将采集到的高分辨率图像导入软件,对图像进行拼接处理,利用计算机视觉技术自动识别和匹配航摄图像中的特征点,自动生成建筑物的高精度三维模型,以实现对建筑物外观形态的精准数字化再现。三维重建成果则包括多细节层次模型(OSGB、B3DM、S3MB格式)、单一纹理模型(PLY、OBJ、I3S格式)、点云(PNTS、LAS、S3MB格式)和空三文件(XML和Terra格式)。大疆智图在处理贴近摄影测量数据时表现出色,能够还原细小结构,并且重建精度高。

3.3 裂缝数据库的建立

有效的样本是深度学习的前提。本研究针对建筑外墙保温层裂缝识别,构建了一套具备泛化性的保温层裂缝样本数据集,外墙保温层包含多种类型,如EPS材质、XPS材质及岩棉材质等。在图像采集的基础上,本研究将采集的原始影像裁剪为等大子图块,对有无裂缝标注分类,建立了一个包含5000个裂缝正样本和5000个裂缝负样本的外墙保温层裂缝数据库。然后通过全随机旋转、亮度调整和对比度变换等影像处理操作实现初始样本数据的内部增广,另在样本中加入其他数据集中的不同裂纹形态及网络下载和数码相机拍摄等其他方式获得的不同分辨率裂缝数据,进一步拓展样本数据,最终获得正负样本各为10000张裂缝数据集,并按照7:2:1划分为训练集、验证集和测试集,为后续的裂缝检测算法提供了数据支持。

3.4 裂缝识别模型

本研究用目前主流的深度学习卷积神经网络模型

Faster R-CNN 与 YOLO 分别对裂缝数据库进行训练和测试，并对比两种模型进行裂缝目标识别的效果。

(1) Faster R-CNN (快速区域卷积神经网络) 是于 2016 年提出的一种用于目标检测的深度学习模型^[3], 属于双阶段目标检测算法, 它通过区域提议网络 (Region Proposal Network, RPN) 来生成候选区域, 从而减少需要提取特征的区域数量, 提高检测效率。在裂缝检测领域, Faster R-CNN 已被广泛应用于道路、混凝土结构和岩石裂隙的检测中, 在本研究则被用于建筑外墙保温层裂缝的识别。

Faster R-CNN 模型的训练过程主要包括两个阶段: 首先是区域建议网络 (RPN) 的训练, 其次是在 RPN 基础上的裂缝检测网络的训练。在 RPN 训练阶段, 利用了图像中裂缝和非裂缝区域的特征, 通过滑动窗口的方式生成候选区域, 这些候选区域被称为锚框 (anchor boxes)。RPN 的目标是为这些锚框提供精确的位置调整和对对象分类 (裂缝或非裂缝)。

在裂缝检测网络训练阶段, 使用了从 RPN 得到的候选区域, 并对这些区域进行进一步的分类和边界框回归。这一阶段的目标是减少误检率, 并提高裂缝检测的精确度。Faster R-CNN 模型通过共享卷积层特征的方式, 减少了计算量, 同时保持了较高的检测性能。

为了训练 Faster R-CNN 模型, 首先需要构建一个包含裂缝样本的数据集。这个数据集包含了从无人机拍摄的建筑物外墙图像中手动标注的裂缝区域。这些图像经过预处理, 包括灰度化、噪声去除和对对比度增强等步骤, 以提高裂缝特征的识别性。在数据集准备好之后, 如前文所述已分为训练集和测试集, 其中训练集用于模型的训练, 测试集用于评估模型的性能。在训练过程中, 采用了交叉熵损失函数来计算分类误差, 并使用损失函数来计算边界框回归误差。通过反向传播算法, 更新了模型的权重, 以最小化这些损失函数。此外, 还采用了数据增强技术, 如随机缩放、裁剪和翻转, 以增加数据集的多样性, 防止模型过拟合。

测试结果表明, Faster R-CNN 模型在裂缝检测任务上表现出色。与传统的基于人工设计特征的方法相比, Faster R-CNN 能够自动学习裂缝的复杂特征, 并在大尺度图像中实现更准确的裂缝定位。通过与传统方法相比, 可发现 Faster R-CNN 在裂缝检测的准确率、召回率等评价指标上更佳。

(2) YOLO (You Only Look Once) 是一种基于深度学习的目标检测算法, 由 Redmon 等人于 2016 年首次提出^[4], 该算法属于单阶段目标检测算法, 其核心特点是能够实现实时处理, 并且只需对图像进行一次检查即可完成目标检测。不同版本的 YOLO 模型在裂缝检测中的表现有所不同, 每个版本都进行了不同的改进和优化。例如, YOLOv5 系列模型在检测精度上比前系列有所提升, 其中 YOLOv5m 模型在裂缝检测任务中表现出色, 具有较高的精度。此外,

YOLOv8 模型通过引入可变形卷积网络和注意力机制等技术, 进一步提升了对复杂场景下裂缝特征的捕捉能力。而 YOLOv10 在处理复杂环境下的目标检测任务时表现出色, 特别是在无人机航拍图像的目标检测中, 其优化策略包括数据预处理、注意力模块的应用以及卷积优化等。在本研究采用最新的 YOLO 模型来训练裂缝数据, 旨在实现对建筑物表面裂缝的快速且准确的检测。

YOLO 模型的核心在于其能够直接从图像像素到边界框和类别概率的映射, 这一过程无需复杂的区域建议网络 (RPN) 或后续的候选区域提取步骤。这种设计使得 YOLO 在处理大规模图像数据时具有显著的速度优势, 同时保持了较高的检测精度。

为了训练 YOLO 模型, 首先如前文所述构建了一个包含裂缝和非裂缝样本的数据集。数据集中的裂缝样本通过无人机拍摄的建筑物外墙图像获得, 并将其进行了精确的标注。这些图像经过预处理, 包括尺寸调整、归一化和数据增强等步骤, 以提高模型的泛化能力和鲁棒性。

在训练过程中, YOLO 模型将整个图像分割成一个个格子 (grid cell), 每个格子负责预测中心点落在该格子内的目标。每个格子会预测多个边界框 (bounding boxes), 每个边界框包含目标的置信度 (confidence score)、边界框的位置和目标的类别概率。置信度表示边界框包含目标的可能性以及预测框与实际框的匹配程度。

采用了多尺度训练策略, 以适应不同尺寸的裂缝目标。YOLO 模型在训练时会同时考虑不同尺度的特征图, 这使得模型能够检测到不同大小的裂缝。此外, 还使用了锚框 (anchor boxes), 这些预定义的边界框帮助模型更好地预测目标的形状和尺寸。

在损失函数方面, YOLO 采用了一种复合损失函数, 包括类别预测损失、边界框坐标损失和置信度损失。这种损失函数的设计旨在优化模型的预测性能, 使其在裂缝检测任务中达到最佳的性能。

测试结果表明, YOLO 模型在裂缝检测任务上表现出色, 其检测速度和准确率均优于传统的基于人工设计特征的方法。YOLO 模型的快速检测能力使其特别适合于大规模建筑物表面的裂缝检测, 尤其是在需要快速响应和处理的场景中。

3.5 裂缝检测系统的建立

通过 Faster R-CNN 和 YOLO 裂缝识别模型的结果对比, 发现两者较传统的基于人工设计特征的方法而言, 均有着较高的准确率, Faster R-CNN 的裂缝目标检测方法在识别的结果上更精准, 而 YOLO 的裂缝目标检测方法在裂缝数据集上进行训练和测试得到分类结果及检测速率方面更佳, 在后续的外墙保温层裂缝图像检测阶段最终决定使用 YOLO 的方法来完成裂缝检测。结合前面的工作步骤, 最终可以建立建筑外墙保温层裂纹智能识别, 实现整体建

筑保温层巡检到识别全过程的自动化,为高效率的监测提供有效观测手段。

4 结论与展望

本研究使用低空多旋翼无人机平台采集建筑物外墙保温层的裂缝图像,再通过基于深度学习的智能视觉检测方法实现对裂缝的识别,提高了建筑物保温层裂缝检测的效率。通过整合无人机平台和深度学习技术,成功构建了一套高效、准确的建筑外墙保温层裂缝检测系统。未来,随着无人机技术和深度学习算法的进一步发展,该方法有望在建筑物维护和安全管理领域得到更广泛的应用。同时将来的工作将进一步优化深度学习模型,并探索将系统应用于更多类型的结构健康监测任务中,为土木工程领域的智能化发展贡献力量。

[参考文献]

[1]陈于文,钟传均,田贵川,等.建筑外墙保温材料研究综

述[J].四川建材,2023,49(10):1-3.

[2]刘春,艾克然木·艾克拜尔,蔡天池.面向建筑健康监测的无人机自主巡检与裂缝识别[J].同济大学学报(自然科学版),2022,50(7):921-932.

[3]Ren S,He K,Girshick R,et al.Faster R-CNN:Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks[C].New York:IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,2017.

[4]Redmon J,Divvala S K,Girshick R B,et al.You Only Look Once:Unified,Real-Time Object Detection[J].2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),2016(1):779-788.

作者简介:康凯(1990.3—),男,毕业院校:罗蒙诺索夫莫斯科国立大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:无锡城市职业技术学院,职称:讲师。

高层建筑消防工程防排烟施工技术分析

李信元

广西业佳绿建科技有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]高层建筑因其结构复杂、人员密集,火灾发生时烟雾扩散迅速,危害性极大。基于此,防排烟系统的主要功能是及时排放烟气,保持疏散通道畅通,从而保障人员的生命安全。在施工过程中,常常出现方案设计不合理、设备安装不规范、调试不彻底等问题,这些因素严重影响了系统的整体性能。随着建筑技术的不断发展,以及消防安全标准的逐步提高,防排烟系统的施工技术,亟需进行优化,以增强其在火灾中的应急响应能力。

[关键词]高层建筑;消防工程;防排烟施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15257

中图分类号: TU5

文献标识码: A

Analysis of Smoke Control and Exhaust Construction Technology for High-rise Building Fire Engineering

LI Xinyuan

Guangxi Yejia Green Building Technology Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: Due to its complex structure and dense population, high-rise buildings can cause rapid smoke diffusion and pose great harm in the event of a fire. Based on this, the main function of the smoke control system is to timely discharge smoke, maintain smooth evacuation routes, and thus ensure the safety of personnel's lives. During the construction process, problems such as unreasonable scheme design, non-standard equipment installation, and incomplete debugging often occur, which seriously affect the overall performance of the system. With the continuous development of building technology and the gradual improvement of fire safety standards, the construction technology of smoke control systems urgently needs to be optimized to enhance their emergency response capabilities in the event of a fire.

Keywords: high-rise buildings; fire engineering; smoke control and exhaust construction technology

引言

随着高层建筑数量的不断增加,火灾安全问题愈发严峻。作为消防系统中的重要组成部分,防排烟系统的设计与施工质量对建筑物火灾应急能力的发挥,起着决定性作用。高效的防排烟系统不仅能够及时清除烟雾,确保人员的安全疏散,还能够有效减轻火灾对建筑结构的破坏。防排烟系统施工技术的优化以及其稳定性与可靠性的提升,对保障高层建筑的消防安全具有至关重要的意义。

1 高层建筑消防工程排烟施工技术的重要性

高层建筑消防工程中的排烟施工技术具有重要意义体现在多个方面。由于高层建筑的高度及结构复杂性,火灾发生时烟雾迅速扩散,火势蔓延迅速,极大地威胁到人员的生命安全。设计合理、施工精确的排烟系统不仅能迅速疏散烟雾,还能在火灾初期为人员的撤离争取宝贵时间,排烟系统通过将有毒烟气排放至建筑外部,有效避免了烟气对建筑结构及设施设备的腐蚀,保障了建筑的长期安全运营。现代高层建筑普遍采用开放式布局及大面积公共空间,在缺乏高效排烟系统的情况下,火灾时烟雾迅速蔓延至整个楼层,形成极大的安全隐患。只有规范化与精确实施排烟系统施工技术,才能确保系统在紧急情况下高效运

行,从而显著减轻火灾造成的人员伤亡及财产损失。高效的排烟施工技术不仅是高层建筑消防安全的基础,更是社会公共安全的重要保障。

2 高层建筑消防工程防排烟系统施工存在的问题

2.1 施工方案缺乏科学性

在高层建筑消防工程防排烟系统的施工中,缺乏科学性施工方案是一个常见问题。在项目的初期设计阶段,许多方案未能充分考虑建筑物的实际使用功能、层数、布局及结构特点,导致防排烟系统的设计与建筑实际情况不符。对整体消防安全的综合评估往往被忽视,造成了施工方案在灵活性和适应性方面的不足,无法有效应对不同火灾场景中的排烟需求。部分设计人员未能及时更新设计理念,仍沿用过时的技术标准或简单照搬现有方案,这种“照抄照搬”的方式限制了排烟系统功能,未能实现最佳的烟雾控制效果。在施工过程中,排烟系统与其他建筑设施之间的协调性也未得到足够重视,导致系统布局不合理,甚至影响了其他建筑功能的正常使用。这些问题不仅增加了施工过程中的修改与调整,还可能导致系统投入使用后无法达到预期的排烟效果,甚至出现性能低效的情况。

2.2 防火阀的装置问题

在高层建筑消防工程防排烟系统的施工中,防火阀的

安装问题是一个常见且关键的隐患,选型不当往往导致系统无法有效运作。在某些项目中,防火阀的型号或规格未能根据建筑的实际需求进行合理选择,结果是防火阀在火灾发生时无法及时关闭,或者在高温烟气的冲击下失效,进而影响整个排烟系统的效果。另一个常见的问题是防火阀的安装位置与方式不当,在一些施工过程中防火阀的安装位置未严格按照设计要求执行,或者在安装时未考虑通风管道的布局,导致防火阀无法在火灾时发挥应有的作用,甚至出现卡滞或阻塞现象。防火阀与排烟风管的连接问题同样不可忽视,若连接不紧密或密封不严将大大降低防火阀的有效性,使其在火灾发生时无法有效地隔离烟雾,从而导致火灾蔓延及烟气污染等二次灾害的发生。

2.3 风口风量调试缺乏合理性

在高层建筑消防工程防排烟系统施工中,风口风量调试的合理性不足是一个普遍存在的问题,在调试过程中风口风量的调节常常缺乏精准性,导致部分区域的排烟效果未能达到设计标准。许多施工团队在调试时,未根据各区域的实际需求进行精细调整,而是依赖初步设定的风量进行操作,这种做法不仅影响了排烟系统的整体效率,还可能导致部分区域的烟雾未能及时排出,增加了火灾时的安全隐患。更为严重的是风口的位置与风量的分配不合理,在某些情况下关键区域的风口风量过大,而其他区域则风量不足,导致排烟效果不均衡,进而削弱了整个防排烟系统的功能。此外,缺乏科学的风量调节标准以及实际的运行测试,使得风口风量调试仅停留在简单的数值调整层面,而忽略了火灾发生时烟雾流动的实际情况。此类缺乏针对性的调试方法,致使防排烟系统在关键时刻无法有效发挥作用,显著增加了火灾发生时的安全风险。

2.4 施工质量控制不严

在高层建筑消防工程防排烟系统施工中,施工质量控制不严是一个亟待解决的重要问题,许多施工单位在实施过程中忽视了对细节的严格把控,导致系统的整体质量无法得到充分保障。一方面部分施工人员对相关规范和技术要求的理解存在不足,操作中表现出一定的随意性,具体体现在风管连接松动、密封不严,甚至使用不符合标准的材料,这些问题直接影响了排烟系统的稳定性与安全性。另一方面施工过程中的质量检查也未能做到严格到位,验收标准存在偏差,一些项目在完工后未进行全面系统的检查,关键部件如风机、风管及防火阀未经过充分的功能性测试或模拟演练,致使系统的运行效果未得到验证,从而留下了安全隐患。缺乏有效的施工监督与质量控制机制,往往使得工程进度与质量之间产生矛盾。在时间压力下施工人员通常忽视了质量细节,进而影响了系统的可靠性及应急响应能力。这些问题严重影响了防排烟系统的实际效果,甚至可能导致系统在火灾发生时无法发挥应有作用,进而危及建筑物及人员的安全。

3 高层建筑消防工程防排烟系统施工技术要点

3.1 科学设计施工方案

科学设计施工方案是高层建筑消防工程防排烟系统施工的核心要素之一。一个合理的施工方案应根据建筑的实际结构与使用功能,全面考虑建筑的高度、层数、通风条件以及火灾风险等多重因素。防排烟系统的设计必须准确评估火灾发生时烟雾的扩散路径与流动规律,并结合各区域的实际排烟需求,确保每个区域的烟雾能够及时且有效地被疏散。施工方案应在考虑建筑布局与消防安全要求的基础上,合理配置风管、风机及风口等关键设备的安装位置与规格,避免因设备位置不当而影响系统的正常运行。设计时还应充分考虑设备的维修与检修空间,以确保系统在后期能够得到有效的维护与修复,施工团队在设计过程中,应与消防设计、建筑设计及相关专业密切合作,确保防排烟系统与其他建筑设施的协调,避免相互干扰。通过科学设计的施工方案不仅能够提升防排烟系统的效率,更能够在火灾发生时,最大限度地保障人员与建筑的安全。

3.2 防排烟系统的设备选型与安装

防排烟系统的设备选型与安装是保障系统高效运行的关键环节。设备的选型必须根据建筑物的实际特点进行定制,综合考虑高度、结构、通风条件及火灾风险等多个因素,风机、风管、防火阀等核心设备的型号与规格应与建筑的排烟需求相匹配,确保在火灾发生时系统能够稳定且高效地运行。例如,风机的选择应根据具体的排烟风量及压力要求进行,确保具有足够的持续运行能力,以应对火灾过程中产生的强大烟雾^[1]。防火阀的选型则应根据不同区域的火灾风险进行定制,确保在火灾发生时能够迅速关闭,防止烟雾蔓延至其他楼层或区域,发挥有效的隔离作用。在安装过程中,设备的布局与安装方式至关重要,风管的规划应合理进行,避免不必要的弯头及阻力,确保烟雾能够顺畅排放。防火阀的安装必须严格遵循设计要求,确保在火灾发生时能够正常启闭,避免因位置不当而导致系统失效,设备与风管的连接处必须确保完全密封,任何松动或不严密的地方都可能成为系统失效的隐患。在安装过程中,还应预留足够的检修与维护空间,以便后期进行检查、调试及设备更换,从而延长系统的使用寿命。设备选型与安装的精确性直接影响防排烟系统的效果,也关系到火灾发生时建筑物内人员的安全与财产的保护。因此,施工过程中必须严格遵循设计要求,确保每一环节的精准执行与高效运作。

3.3 风口与风管安装

风口与风管的安装是防排烟系统施工中的关键环节,直接影响排烟效果的优劣。在风管安装过程中,必须严格遵照设计要求进行布置,确保管道布局的合理性,避免因空间限制或设计不当造成通道受阻,从而影响烟气流动。材质的选择尤为重要,风管应选用符合防火标准、具备良

好耐高温性能的材料,以确保在火灾发生时能够有效承受高温烟气的冲击。密封性同样至关重要,连接处的任何缝隙或松动都会导致烟气泄漏,从而降低排烟系统的整体效率。风口的安装也不容忽视,位置的选择应根据建筑物的结构特点及排烟需求进行合理规划,确保每个区域的烟气能够及时有效地排出^[2]。在安装过程中,风口与风管的连接必须紧密,严禁出现松动或不对称的情况,以确保烟气的顺畅流动,风口的调节功能应经过精心设计,调节装置必须灵活且可靠,能够根据实际需求精准调节风量,从而确保系统运行时各个区域的排烟效果达到最佳状态。

3.4 施工过程中的质量控制

在高层建筑消防工程防排烟系统的施工中质量控制贯穿全过程,构成了确保系统稳定性与有效性的基础。系统的运行效果与安全保障,直接受到施工质量优劣的影响。质量控制应从材料选择阶段开始,所有防排烟系统的设备与材料必须符合国家标准及设计要求,特别是风管、防火阀和风机等关键组件,其质量决定了系统在长期运行及火灾情况下的表现,每个施工环节都应严格把关,确保所有安装工作均符合设计图纸与技术规范,避免因施工误差导致系统故障。在施工过程中,所有操作必须经过细致检查与验收,尤其是关键设备的安装位置与连接必须符合设计要求。在风管安装时,管道的密封性必须得到确保,避免松动、裂缝或接头不严的情况,这些问题一旦发生,在火灾时可能导致烟气泄漏,进而严重影响排烟效果。防火阀与风口等设备的安装同样应严格执行,确保在火灾发生时能够正常工作,起到有效隔离烟雾的作用。施工中的质量检查与监控也至关重要,相关负责人应定期对每一施工环节进行检查,确保符合设计要求,及时发现并解决潜在的质量问题^[3]。此外,加强与设计团队及消防部门的沟通至关重要,以确保施工方案与设计方案之间的准确对接,避免因信息传递错误而造成问题。全面的质量控制不仅保障了防排烟系统的功能性,更确保了其在火灾发生时能够及时、有效地排除烟雾,从而为建筑内人员的安全提供有力保障。

3.5 风量与系统调试

风量调节与系统调试是高层建筑消防工程防排烟系统施工中的核心环节,直接关系到系统排烟效果与应急响应能力。在调试过程中,确保系统正常运行的关键在于精确的风量调节,根据建筑的布局、烟气流动规律以及排烟

需求,每个区域的风口与风管必须经过细致调整,以保证风量分配的合理性。不当的风量调节可能导致某些区域排烟不畅,而其他区域则可能排烟过多,进而影响整个系统的平衡,降低排烟效率。在调试时应根据不同楼层和区域的实际需求,灵活调整风机的运行模式与风量,确保烟雾能够在最短时间内有效排出。系统调试不仅涉及风量的精确调节,还包括对风机、风管、防火阀等设备的全面测试,在调试过程中必须确保各设备能够协同工作,确保系统在火灾发生时能迅速响应、无缝配合。此外,还应模拟火灾场景,以测试系统在极端情况下的表现,验证其在实际火灾中的排烟能力,风量调节的精度直接影响排烟系统的应急响应速度与火灾处理能力。在调试过程中,每个环节都必须严格控制,确保系统在关键时刻能够发挥最佳效能,从而保障建筑内人员的生命安全。

4 结语

高层建筑消防工程中的防排烟系统是保障火灾安全的重要组成部分。确保系统高效运行,必须依赖于科学的施工方案、合理的设备选型与安装、精准的风量调试以及严格的质量控制。实际施工中,常常会出现设计方案不科学、设备安装不规范、风量调节不精准等问题,这些缺陷可能直接影响系统的功能与在火灾中的应急反应能力。为确保防排烟系统在火灾发生时能够发挥预期作用,施工过程中,必须严格按照设计要求执行,并注重质量控制,确保每个细节都符合规范与精确标准。随着建筑高度的不断增加,防排烟系统的技术要求也相应提升。随着技术的持续进步以及相关规范的不完善,未来防排烟系统的性能有望进一步提升,从而为建筑物的安全提供更加可靠的保障。

[参考文献]

- [1]陈延香. 探析高层建筑暖通消防工程防排烟施工技术的应用[J]. 产品可靠性报告,2023(10):71-73.
- [2]钱娇娇. 高层建筑暖通消防工程防排烟施工技术[J]. 中国科技信息,2021(13):28-29.
- [3]王亚峰. 高层建筑暖通消防工程防排烟施工技术的应用[J]. 居业,2022(3):148-150.

作者简介:李信元(1989.1—),毕业院校:广西建设职业技术学院,所学专业:多媒体设计与制作,当前就职单位:广西业佳绿建科技有限公司,职务:副总经理,职称级别:无。

基于 BIM 技术的建筑工程管理优化与研究

徐增鑫

温州市洞头新城开发有限公司, 浙江 温州 325700

[摘要] 建筑行业近些年来随着我国城镇化水平的不断提高也得到了很大的发展, 同时城镇化水平也受到建筑行业发展推进, 可以说两者是相辅相成的。BIM 是一种新型的施工技术手段, 是一种三维立体模型。对于建筑行业的转型来说可以通过转变管理的方式来升级发展。BIM 有着很大的优势所在, 可以保证工程质量、能源的环保和建筑行业上资源的利用。文中主要是进行一些对于 BIM 技术的优化和在建筑工程管理中的应用的探讨。

[关键词] BIM 技术; 建筑工程; 工程管理; 管理优化

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15234

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Optimization and Research on Construction Project Management Based on BIM Technology

XU Zengxin

Wenzhou Dongtou New City Development Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325700, China

Abstract: In recent years, with the continuous improvement of Chinese urbanization level, the construction industry has also made great progress. At the same time, the level of urbanization has also been promoted by the development of the construction industry. It can be said that the two are complementary. BIM is a new type of construction technology, which is a three-dimensional model. For the transformation of the construction industry, upgrading and development can be achieved through changing management methods. BIM has great advantages in ensuring project quality, energy conservation, and resource utilization in the construction industry. The article mainly discusses the optimization of BIM technology and its application in construction project management.

Keywords: BIM technology; architectural engineering; engineering management; management optimization

引言

随着建筑行业技术的不断进步, 传统的建筑工程管理方法逐渐无法满足现代建筑项目日益复杂的需求。在这种形势下, BIM 技术作为一种创新的信息化工具, 已逐步进入建筑工程管理领域。通过数字化建模与信息整合, BIM 技术能够在建筑项目的全生命周期内有效实现设计、施工、运营等各个环节的无缝对接, 从而大幅提升项目管理的效率与精度。具体而言, 设计阶段, 建筑结构及相关设施的三维可视化展示通过 BIM 技术得以实现, 这有助于减少设计中的冲突与错误; 施工阶段, 通过不同专业的施工方案的模拟与协调, 资源配置得以优化, 从而提高施工效率; 在运营阶段, 设施管理与维护通过 BIM 模型进行, 有效延长建筑的使用寿命, 并降低运营成本。基于 BIM 技术的建筑工程管理优化, 不仅具有较高的理论价值, 同时也为实际工程实践提供了切实可行的解决方案。尽管 BIM 技术在全球范围内的应用日益广泛, 在我国建筑行业, 技术标准化不足、人才储备有限以及项目管理流程不规范等问题仍然存在。因此, 如何充分发挥 BIM 技术的优势, 解决现有管理中的难题, 已成为业界关注的热点。本文将深入探讨 BIM 技术在建筑工程管理中的具体应用, 分析其在设计、施工与运营等阶段的优化效果, 并结合实际案例提出相关改进措施, 旨在为建筑工程管理的数字化转型提供理论支

撑与实践指导。

1 BIM 技术特点

BIM 技术是一种基于三维数字模型的信息集成技术, 它将住宅建筑工程的几何信息、功能信息、性能信息以及施工过程信息整合到一个统一的模型中, 从而实现全生命周期的信息共享与管理。其核心特点包括可视化、协调性、模拟性和优化性。在可视化方面, BIM 技术通过三维模型直观呈现住宅建筑的外观、结构及内部设施, 帮助工程参与者更清晰地理解设计意图与施工要求。在协调性方面, BIM 通过集成不同专业的信息, 促进各专业间的协同设计, 有效减少设计冲突与返工的发生。模拟性方面, BIM 技术能够进行施工模拟、能耗分析等, 提前识别潜在问题并进行优化, 从而提高工程质量。在优化性方面, BIM 利用数据分析与模型优化, 提升设计质量与施工效率, 降低整体工程成本。

2 建筑工程管理存在的问题

建筑工程管理中存在许多问题, 这些问题常常对工程的进度、质量以及成本控制产生不利影响。信息流通不畅, 是其中一个突出问题。建筑项目涉及多个部门及各方合作, 信息在不同参与方之间传递时, 滞后或失真的情况容易出现, 进而导致决策延迟或错误, 从而影响施工的顺利进行。人员协调问题同样在工程管理中占据重要地位。项目涉及

的工种种类繁多,不同施工队伍间的协作,协调难题常常存在。尤其在现场资源有限的情况下,缺乏有效沟通与统一管理标准,施工进度容易延误,质量难以保障。建筑项目的复杂性,进一步增加了管理难度。设计变更的频繁发生,往往源自设计图纸的缺失或不精确,造成现场施工中的误解与冲突,加剧了工程管理的负担^[1]。安全管理问题,也是施工现场亟需关注的一环,尽管安全规范与措施日益完善,但部分施工人员的安全意识不足,管理人员监管不到位,导致安全事故时有发生,从而影响了项目的顺利推进。此外,施工过程中,材料管理不规范、预算超支等问题也时常发生。材料采购和使用过程中,缺乏严格监管与跟踪,容易导致材料浪费、质量问题或供应链中断。资金管理问题同样值得关注。在项目中,资金流动性差及拨付不及时的问题,常常导致资金链断裂,进而影响工程按时完成。

3 BIM技术在建筑工程管理中的运用

3.1 BIM技术在设计管理环节的运用

BIM技术在建筑工程管理中的应用,特别是在设计管理阶段,打破了传统设计方式的局限,推动了设计精度、协作效率以及整体项目质量的提升。通过BIM,设计团队能够在一个集成的三维数字模型中,充分实现各专业间的协调与融合,避免了传统二维图纸中可能出现的信息割裂或误解。一个综合性的虚拟环境由BIM提供,设计人员不仅可以直观地查看建筑、结构、电气、暖通等系统的整体布局,还能实时进行碰撞检测,自动识别设计中的潜在冲突,从而有效避免设计错误的发生。例如,机电系统的管道、设备与建筑结构之间,可能产生冲突,BIM能够在设计阶段预先识别并调整,避免施工过程中因设计问题导致的变更与返工,从而大大节省了时间与成本。BIM技术的高度集成化特性,使得不同专业的设计团队能够通过一个平台协作,共享设计信息。信息共享提升了设计的协同性,缩短了决策时间,确保设计阶段的工作能够按时高效完成。在优化设计方案方面,BIM结合模拟技术,允许设计人员从功能、空间利用、能效等多个维度对建筑进行全面评估。通过对不同设计方案的模拟与分析,BIM技术为设计人员提供了更为科学的数据支持,帮助他们做出更为合理的设计决策。例如,在建筑能效设计方面,建筑的热负荷与能源消耗能够通过BIM模拟,提前识别能效优化的潜力,从而助力设计人员作出更具可持续性的设计。此外,管理设计变更方面,BIM技术同样具有显著优势。在项目推进过程中,任何对设计方案的修改,都可以迅速在BIM模型中更新,并自动同步至所有相关人员,确保设计变更的透明度与可追溯性。

3.2 BIM技术在施工管理环节的运用

BIM技术在建筑工程施工管理中的应用,显著推动了施工流程的优化与工程质量的提升。在传统施工管理中,

信息沟通的滞后与不对称,常常导致施工计划与实际进度出现偏差,同时,施工现场环境复杂,误差与冲突频繁发生。而BIM技术通过构建数字化三维模型与集成实时数据,彻底改变了这一局面,显著提高了施工管理的精准度、透明度与效率。一个全面的虚拟施工环境由BIM为施工团队提供,施工人员能够通过三维模型精准理解设计意图与施工要求,从而提前识别并消除设计中的潜在冲突。例如,管道、设备与结构之间的碰撞问题,在传统方法中,往往依赖二维图纸的解读,容易发生误解或遗漏。相比之下,在BIM环境中,所有施工信息集成于一个三维模型中,任何设计变更或修改,都可以即时反映,确保所有相关人员能够清晰、及时地获得最新施工信息。这种方式,有效避免了施工中的返工与误差,从而减少了施工阶段的时间浪费与额外成本。BIM技术使得施工现场的资源管理更加精准,项目经理能够通过BIM模型实时掌控施工进度、材料、设备与劳动力的使用情况。系统提供的实时数据,不仅支持施工进度的追踪,还能根据实际需求、施工进度及现场条件,优化资源配置,确保各项资源得以合理调配,避免资源过剩或短缺,降低材料浪费与成本。此外,BIM的共享平台提高了不同专业及团队间的协作效率。在传统施工管理中,各专业常存在信息孤岛,导致信息流通不畅,而在BIM模型中,各方的信息可以实时共享,设计、施工、设备、供应链等信息汇集在同一平台上,避免了因沟通不畅带来的误解与延误^[2]。此外,施工质量与安全控制方面,BIM技术还发挥了重要作用。结合施工现场的实时数据,施工人员能够对进度、质量与安全进行全面监控,及时识别潜在的安全隐患与质量问题,并采取有效措施加以解决。与此同时,施工现场的数据,通过BIM模型反馈给管理者,为决策提供了准确依据,进一步保障了施工的顺利进行。

3.3 BIM技术在工程竣工环节的运用

BIM技术在建筑工程竣工阶段的应用,极大地改变了工程交付、资产管理及后期运维的管理模式。在传统的竣工环节,尤其是在工程交付时,普遍存在对纸质文档和手工记录的依赖,这使得数据丢失、错误或无法及时更新等问题频发。这些问题,不仅影响了竣工验收的效率,还给工程后期的维护与管理带来了挑战。相比之下,BIM技术通过数字化建模与信息集成,显著提升了竣工管理的效率与精准度。在竣工阶段,BIM不仅是简单的图纸存档工具,更作为一个全生命周期的数据管理平台,记录了从设计、施工到运营各个阶段的所有信息。在工程完成后,所有设计变更、施工数据、设备信息、材料使用情况以及施工中的关键节点,都被准确地整合进BIM模型。这些信息的集合,为竣工验收提供了全面、直观的数据支持,使验收人员能够快速获得相关工程数据及设计意图,确保每个项目都符合预定的标准与规范。此外,BIM模型,为竣工报告与档案的生成提供了极大的便利。通过电子化与标准化管

理设计图纸、施工日志、质量检测报告等文件,竣工报告的制作效率大幅提高,确保了数据的准确性与完整性。BIM技术在竣工环节的应用,还为建筑物后期运营与设施管理提供了坚实基础。通过BIM模型,物业管理方可以快速查阅建筑物的精确数据,包括系统安装位置、设备规格、维护周期等关键信息,使得建筑运营管理更加高效。特别是在设施维护与能源管理方面,相关部门可依托BIM提供的信息,及时进行设备的检修或更新,避免因信息滞后导致的资源浪费或设备故障。此外,竣工后的数字化交付,BIM技术也得到了促进^[3]。通过BIM平台,业主与管理者能够直接获取建筑物的数字副本,为未来的改扩建、设施升级及资产管理提供了便捷的参考与支持。

3.4 BIM技术在工程造价管理环节的运用

在建筑工程造价管理过程中,实施可视化管理尤为重要。通过合理运用BIM技术,能够有效地启动过程管理。然而,目前不少施工企业仍采用传统方式进行工程造价管理,通常直到项目竣工后才得知工程的具体情况。此种做法不仅影响了工程造价的精准性,还可能引发利益冲突与争议。因此,利用BIM技术对相关文档资料进行科学的可视化管理,能够通过数字化方式妥善存储文件,确保在需要时能迅速获取所需数据,进而最大化文档资料的价值,提升工程造价管理的整体质量。在数据筛选方面,建筑工程造价管理涉及大量的数据信息,传统的记录方式常常增加了查找数据的时间。而借助BIM技术建立数据库,不仅能大幅提高数据筛选的效率,还能帮助工作人员快速查找所需的资料。无论是在施工过程中,还是在项目竣工后,工作人员都能随时访问数据库,进行信息查询。动态化管理的实施也是BIM技术应用中的一大亮点。在建筑工程的各个阶段,BIM技术的应用能够加强过程管控。结合工程造价软件,可以进一步提高相关资料和文件的管理力度,确保管理工作更加精准、及时。最后,借助BIM技术实现数据信息共享,能够大幅提升工作效率。所有与工程造价相关的内容会存储在系统中,相关工作人员可通过客户端随时查询,保证信息流通更为顺畅。这一方式不仅提高了工作效率,还提升了管理质量。

3.5 BIM技术在工程运营环节的运用

BIM技术在建筑工程的运营阶段发挥着至关重要的作用,尤其在设施管理、维护与资产管理方面。建筑的运营阶段,通常是整个生命周期中最长且最为持久的时期,涉及大量设备的维护、能效管理及长期设施修复与改造工作。传统的运营管理,依赖手动记录与分散的信息来源,这不仅增加了管理复杂性,还容易导致信息滞后与资源浪

费。然而,BIM技术应用后,建筑内所有设施与系统,能够通过数字化模型实现集中管理,使得每一项设备、管道、电气系统及建筑元素的详细信息,都能在BIM平台上实时更新,确保运营管理人员始终能够获得最新的系统运行状态与维护需求。在运营过程中,BIM技术,为建筑管理人员提供了一个集成化的数字平台,能够实时监控建筑内各类系统的性能,同时有效识别设备故障与潜在风险。例如,通过将HVAC系统、电力系统、消防系统等设备的运行数据与BIM模型连接,并通过传感器进行监控,建筑物的设备故障,可以得到及时发现并进行修复^[4]。这种智能化管理方法,避免了设备老化或故障带来的长时间停机或高额修复成本,从而显著提升了建筑的运营效率与设备的使用寿命。此外,BIM技术,在能源管理与可持续运营方面的应用,为建筑物的长期运营提供了强有力的支持。通过在BIM平台集成建筑的能耗数据,管理人员能够全面分析能源使用状况,识别出潜在的能源浪费点,并采取相应的节能措施。这一点,对于绿色建筑项目尤为重要,BIM不仅有助于进行能效分析与优化,还能支持建筑内各系统的优化配置,从而减少能源消耗并降低运行成本。

4 结语

BIM技术在建筑工程管理中的应用,展现了广阔的前景及深远的影响。通过将BIM与各环节的工程管理结合,设计精度、施工效率及运营管理水平,能够有效提升,并优化资源配置,减少冲突与返工,降低项目风险,进而提升整体工程质量。尽管在实际应用过程中,技术标准化、人员培训等问题,仍是挑战,但随着技术的持续发展与行业逐步融合,BIM技术在建筑工程管理中的潜力,将进一步释放。随着数字化与智能化技术不断进步,BIM有望成为建筑行业发展的核心驱动力。为了推动行业的可持续发展,深入应用与创新BIM技术,将是每一位从业者与研究者的共同努力的目标。

[参考文献]

- [1]朱雅丽.基于BIM技术的住宅建筑工程管理策略优化与实践[J].居舍,2024(31):177-180.
 - [2]王月红.建筑工程管理中的BIM技术优化分析[J].四川建材,2019,45(7):173-174.
 - [3]夏斌.做好BIM技术的优化及在建筑工程管理中的应用[J].地产,2019(21):93.
 - [4]侯佳雨.基于BIM技术的建筑工程管理优化研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(24):124-126.
- 作者简介:徐增鑫(1986.6—),性别:男,职称:工程师,籍贯,浙江洞头。

高速铁路桥梁施工过程中的质量控制与优化技术分析

安晓鹏

新疆铁道职业技术学院, 新疆 哈密 839000

[摘要] 高速铁路桥梁承载着巨大的交通负荷, 且面临着严格的技术要求, 因而其施工质量对整个铁路系统的安全性至关重要, 随着新材料、先进工艺以及信息化技术的广泛应用, 施工质量已得到显著提升。尽管如此, 施工过程中依然存在诸多挑战, 需要通过技术创新与管理优化, 进一步提升质量控制水平, 以确保项目的高效与优质完成。基于此, 探索适合高速铁路桥梁施工的质量控制与优化技术显得尤为关键。

[关键词] 高速铁路桥梁; 质量控制; 优化技术

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15260

中图分类号: U4

文献标识码: A

Analysis of Quality Control and Optimization Technology in the Construction Process of High-speed Railway Bridges

AN Xiaopeng

Xinjiang Railway Vocational and Technical College, Hami, Xinjiang, 839000, China

Abstract: high-speed railway bridges bear enormous traffic loads and face strict technical requirements, therefore, their construction quality is crucial to the safety of the entire railway system. With the widespread application of new materials, advanced processes, and information technology, construction quality has been significantly improved. However, there are still many challenges during the construction process that require further improvement in quality control through technological innovation and management optimization to ensure efficient and high-quality completion of the project. Based on this, it is particularly crucial to explore quality control and optimization technologies suitable for high-speed railway bridge construction.

Keywords: high-speed railway bridges; quality control; optimization technology

引言

随着高速铁路的快速发展, 桥梁作为基础设施的关键组成部分, 施工质量对铁路的安全性与运营效率具有直接的影响。在复杂的施工环境与紧张的工期压力下, 确保每一个环节的质量控制, 已成为高速铁路桥梁建设面临的核心挑战。质量控制与技术优化的加强, 已被确立为提升工程质量与确保项目顺利推进的关键因素。

1 高速铁路桥梁施工过程中质量控制的原则

1.1 以人为本的质量管理理念

在高速铁路桥梁施工中, 质量管理理念中的“以人为本”将人员的能力与安全作为核心, 强调了每位施工人员积极性与创造力的充分发挥。施工过程的高效与安全运行依赖于明确各岗位的职责与任务, 这一基础确保了目标的实现。技能水平的提升至关重要, 施工人员的专业素养可以通过持续的技术培训与教育得到增强, 进而保证施工质量的稳定与提升。安全管理也是质量保障中不可或缺的一部分, 施工人员的安全意识与责任感的强化, 不仅减少了事故发生的风险, 还有效提升了施工效率。作为“以人为本”理念的关键组成部分, 人性化管理通过合理安排工时与休息, 确保了施工人员身心的健康, 从而保障了施工的稳定性与连续性。

1.2 技术创新驱动的质量控制

在高速铁路桥梁施工中, 由技术创新驱动的质量控制成为提高施工效率与确保工程质量的关键因素。随着科技的不断进步, 传统的施工方法与管理模式已难以满足日益严苛的高标准要求, 通过引入先进技术与设备, 施工质量控制水平得到了显著提升。以BIM(建筑信息模型)技术为例, 设计、施工与运营各阶段的协同效率得到了大幅提升, 潜在问题得以提前识别并优化, 从而减少了返工与资源浪费。智能化施工机械、机器人等自动化设备的应用极大提高了施工精度, 减少了人为误差, 保证了施工质量的稳定性与一致性。此外, 信息化管理手段通过实时数据监控与分析, 能迅速发现施工过程中的异常情况, 并及时调整施工计划, 从而有效避免了质量隐患的积累。

1.3 强调预防为先的质量控制策略

在高速铁路桥梁施工中, 采取预防为先的质量控制策略, 对于确保工程顺利进行至关重要。与事后修复相比提前识别并消除潜在的风险源显得尤为关键, 从项目启动之初起这一策略便贯穿始终, 通过精确的规划、严格的标准和持续的监督, 质量问题的发生得以有效减少。以材料采购阶段为例, 严格的检测流程与供应商管理能够有效杜绝劣质材料流入施工现场; 在施工过程中, 先进的质量控制

技术与设备对关键环节的实时监控,使潜在缺陷得以及时发现,避免了其发展成更大问题。与此同时,施工前的技术交底与操作规范培训,确保每位施工人员熟悉标准操作,最大程度上减少了人为失误。

2 高速铁路桥梁施工中的质量控制要点

2.1 材料质量控制

在高速铁路桥梁施工中,材料质量控制是保障工程质量的重要环节。桥梁施工所使用的材料直接关系到结构的安全性与耐久性,因此,材料的选购、验收与使用过程必须严格把控。在材料采购阶段,优质的供应商应根据国家或行业标准进行选择,同时要求供应商提供质量证明文件及检测报告,以确保材料来源的可靠性,所有进场材料都必须经过严格的现场检查,包括外观、物理性能及化学成分的检测,确保其无缺陷且符合规格要求。对于特殊材料,如高强度钢材与混凝土等,专项检测应及时开展,以消除潜在的质量隐患。材料的存储与运输同样不能忽视,必须确保在运输过程中材料不受损坏,同时储存环境应符合相关要求,以避免潮湿或变形等不利因素对材料性能的影响。

2.2 施工工艺控制

在高速铁路桥梁施工中,施工工艺控制是保障工程质量的关键环节之一,每一个施工步骤的精确实施,直接关系到桥梁最终的质量与安全性。为此,制定科学且规范的施工工艺标准并严格执行这些标准,对于确保工程的顺利进行至关重要。在施工前必须进行详细的技术交底,以确保每一位施工人员对工艺要求有明确的理解,并能熟练掌握施工流程。在实际操作过程中,每一项施工任务都应严格依据设计图纸与技术规范,避免任何偏差或错误的出现,特别是对于关键工艺环节,如模板安装、混凝土浇筑、钢筋绑扎等,必须加强监控,确保其严格符合设计要求。例如,混凝土浇筑应当在适宜的温湿度条件下进行,以防天气因素影响导致强度不达标。施工过程中,应对每项操作进行实时监控与检查,一旦发现问题应及时整改,避免小问题的积累变成更大的隐患。此外,施工设备的精度与操作的规范性也尤为重要,现代化施工设备与技术的引入,不仅提升了施工精度,还有效减少了人为失误,进一步提高了工艺控制的准确性。

2.3 施工设备与技术控制

在高速铁路桥梁施工中,施工设备与技术的控制是实现高效施工并确保质量的核心要素。先进的施工设备与技术不仅提升了施工精度,还有效缩短了工期,并减少了人为错误的发生。设备的选择与维护至关重要,必须根据施工项目的具体需求精确选配适宜的设备,并在施工前进行全面检查与保养,特别是在关键环节,如吊装或混凝土浇筑过程中,设备的稳定性与精准度直接影响施工质量。因此,定期对施工设备进行维护与更新,成为确保工程质量的重要措施。技术方面,现代施工技术的应用,诸如自动

化控制系统与数字化测量技术,极大地增强了施工的数据支持,使施工方案更加高效。例如,在桥梁架设中通过激光测量技术的应用,实现了钢结构的精准定位,有效减少了人工操作带来的误差。此外,智能化施工技术的引入,如无人驾驶机械与机器人技术既提升了施工效率,又显著降低了人为操作失误的风险。

2.4 环境因素的质量影响

在高速铁路桥梁施工中,环境因素对工程质量的影响至关重要。天气条件、地质状况及空气湿度等因素,不仅直接或间接地影响施工质量,还可能引发潜在的安全隐患。极端天气,如暴雨、低温及高湿等,可能严重干扰施工进度与质量。低温下,混凝土的凝固速度延缓,从而影响其强度;暴雨则可能引发积水,破坏地基稳定,甚至对材料造成损害。面对这些挑战,施工计划应根据气候变化进行适时调整并采取有效防护措施,确保施工不受不利天气条件的影响。地质条件的影响同样不可忽视,施工现场的土壤类型、地下水位及岩石破碎情况,均对工程质量产生显著影响。软土或高水位地区,岩石破碎的地质环境,都需要通过充分的地质勘察与分析,以制定科学合理的加固措施。由此,可以有效防止地基不稳定导致的结构变形或破坏。此外,施工过程中的噪音、粉尘及污染物排放也是必须加以重视的重要因素,对周围环境产生不利影响的同时,这些因素还可能威胁施工人员的健康。

3 优化技术与创新方法

3.1 信息化技术在质量控制中的应用

在高速铁路桥梁施工中,信息化技术的引入为质量控制提供了全新的思路与方法。随着先进技术的应用,施工管理得以更精确、高效,尤其是BIM(建筑信息模型)技术的使用,使施工的各个环节得以通过数字化建模与实时监控进行有效管理,大大提升了设计、施工与运维之间的协同效率。通过BIM,工程师能够在虚拟环境中模拟施工过程,提前识别潜在问题并进行调整,避免误差与偏差的发生,从而确保施工的顺利进行。与此同时,物联网(IoT)技术的应用,使施工现场的各类数据得以实时采集与传输,无论是温湿度控制、设备运行状态还是施工进度,所有信息均可通过智能化系统进行监控,通过这一系统不仅能够及时发现问题,还能在异常情况发生时迅速调整施工计划,避免隐患的积累。结合数据分析技术,实时数据提供了精准的决策支持,帮助预测可能出现的质量问题,并采取有效的预防措施。这些信息化技术的综合运用,不仅提高了施工过程的透明度,也为质量控制提供了更为强有力的技术保障,确保工程质量在每个环节都得到有效保证。

3.2 质量优化的技术手段与方法

在高速铁路桥梁施工中,质量优化的技术手段与方法在提高工程质量、确保项目顺利完成方面扮演着至关重要

的角色,通过引入先进的技术手段,施工过程中的每一个环节都得到了有效的优化。精益施工管理理念的应用作为提升施工质量的重要途径之一,不仅促进了施工效率,还能在确保质量的同时实现成本节约与工期缩短,通过减少浪费、优化资源配置以及提升工效,精益管理的实施确保了施工过程的高效与优质。在质量管理的数字化转型中,大数据分析 with 云计算平台的运用,使施工过程中的各项数据得以实时监控与分析。潜在问题得以在最早阶段被及时识别,确保能够迅速采取措施,增强质量控制的精准性与高效性。与此同时,先进的无损检测技术,如超声波检测与X射线成像等,为施工质量检测提供了重要支持,使隐患能够在施工阶段的早期得到发现并及时纠正,从而减少了返工与质量问题的发生。质量优化中的持续改进与反馈机制同样是不可忽视的关键环节,通过定期回顾与总结施工过程中的质量表现,结合问题分析与经验积累,施工工艺与管理模式得到了不断地优化,确保了质量控制在持续过程中得到完善。综合运用这些技术手段与方法,不仅有助于提升施工质量,更能确保每一环节都符合高标准要求,从而为项目的顺利实施提供了强有力的保障。

3.3 新材料与新工艺的应用

在高速铁路桥梁施工中,新材料与新工艺的采用极大地提升了工程整体质量,缩短了工期,并有效降低了项目成本。高强度钢材与超高性能混凝土(UHPC)显著增强了桥梁的抗压、抗震及耐久性,同时大幅减少了后期维护需求^[1]。通过预应力技术,桥梁对外部荷载的承载能力得到了增强,裂缝的产生得以有效减少,从而进一步提升了结构的安全性,智能化施工工艺的应用通过自动化设备与传感技术的结合,实现了施工过程的实时监控,极大地降低了人为误差与施工风险。与此同时,绿色环保材料的使用符合现代可持续发展理念,不仅有助于减少对环境的负面影响,还延长了桥梁的使用寿命。新材料与新工艺的广泛应用,不仅提高了施工效率,还确保了桥梁结构的可靠性与长期稳定性,推动了工程质量的显著提升。

4 质量控制的管理模式与措施

4.1 质量控制体系的构建

在高速铁路桥梁施工中,建立高效的质量控制体系至关重要。明确质量目标并制定可量化的管理流程,确保每个施工阶段的质量得到严格把控。质量管理部门应具备专业的技术与强有力的执行力,负责日常的检查与监督工作,确保工程按计划顺利推进。与此同时通过信息化平台进行实时质量数据监控,不仅提升了管理透明度,也大

幅提高了工作效率,施工记录的文件管理系统,应保证每一项数据的可追溯性,从而确保信息的完整性与可靠性^[2]。此外,质量控制体系必须与项目的进度、成本等其他管理系统紧密协作,通过资源的有效协调与优化,工程的高质量完成得以确保,这种多维度的管理模式使各个环节相互配合,有效保障了项目按期、按质的顺利实施。

4.2 施工过程中的质量监控机制

在高速铁路桥梁施工中建立一个高效的质量监控机制,确保工程质量的核心所在,该机制应贯穿整个施工过程,从前期准备到竣工验收每个环节的质量都需严格把控。施工前,材料、设备及人员必须进行严格审核,确保符合设计规范,所有进场材料应进行必要的检测,确认其质量已达到标准要求^[3]。在施工阶段,实时监测与巡检的实施至关重要,施工质量应动态跟踪,利用智能监控系统采集并分析数据及时发现并解决潜在问题。定期的质量检查与审查是确保施工过程质量的重要手段,每个施工节点的质量必须得到确认,出现质量问题时应立即启动应急预案,采取快速有效的整改措施防止问题蔓延。质量监控机制的关键在于持续地反馈与调整,依托现场反馈和数据分析,施工工艺与管理流程得以实时优化,从而保障项目高效推进,并确保其符合预定的质量标准。

5 结语

在高速铁路桥梁施工中,质量控制与优化技术作为确保项目顺利进行的基础,发挥着至关重要的作用。通过明确质量管理原则、实施严格的施工质量监督以及应用技术创新,施工质量得以有效提升,风险得以减少,整体效率也得到了显著提高。信息化技术、新材料的应用及精益管理方法,为质量控制提供了强有力的支持,科学化的质量管理体系与完善的监控机制,确保了施工过程的持续改进。随着技术的不断发展,未来的质量控制将变得更加精准与高效,进一步推动工程质量的持续提升。

[参考文献]

- [1]肖峰.高速公路桥梁施工过程中技术管理与质量控制分析[J].运输经理世界,2023(36):68-70.
 - [2]费锦松.公路桥梁施工过程中的质量控制与管理[J].黑龙江交通科技,2022,45(11):150-152.
 - [3]张君瑞.高速公路桥梁施工过程中技术管理与质量控制[J].绿色环保建材,2021(11):80-81.
- 作者简介:安晓鹏(1990.7—),男,毕业院校:兰州交通大学,所学专业:水利水电工程,当前工作单位:新疆铁道职业技术学院,职务:教师,职称级别:讲师。

电力建设项目中建筑施工技术的创新与应用研究

武少帅

中国能源建设集团天津电力建设有限公司, 天津 300180

[摘要]随着电力建设项目规模的不断扩大和施工环境的日益复杂,传统的建筑施工技术已无法满足项目对质量、进度、成本等方面的需求。近年来,建筑施工技术不断创新,新型施工技术的应用为电力建设项目带来了显著的效益。本研究对电力建设项目中的建筑施工技术进行分析,重点探讨了现代施工技术的创新成果及其在实际项目中的应用效果。通过对典型项目案例的分析,文中提出了施工技术创新对项目管理、成本控制、施工质量等方面的重要作用,并展望了未来技术发展的趋势。

[关键词]电力建设项目; 建筑施工技术; 技术创新; 施工管理; 项目效益

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15232

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Research on Innovation and Application of Construction Technology in Electric Power Construction Projects

WU Shaoshuai

China Energy Engineering Group Tianjin Electric Power Construction Co., Ltd., Tianjin, 300180, China

Abstract: With the continuous expansion of power construction projects and the increasingly complex construction environment, traditional construction techniques can no longer meet the requirements of projects in terms of quality, schedule, cost, and other aspects. In recent years, construction technology has continuously innovated, and the application of new construction techniques has brought significant benefits to power construction projects. This study analyzes the construction technology in power construction projects, focusing on exploring the innovative achievements of modern construction technology and its application effects in practical projects. Through the analysis of typical project cases, the article proposes the important role of construction technology innovation in project management, cost control, construction quality, and looks forward to the future trends of technological development.

Keywords: power construction projects; construction technology; technology innovation; construction management; project benefits

引言

随着我国电力行业的持续发展,电力建设项目逐渐向着规模化、复杂化、高效化的方向迈进。传统的施工技术在面对新型电力项目时,暴露出效率低、成本高、质量难以保障等问题。为了提高电力建设项目的整体效益,建筑施工技术的创新应用成为解决这些问题的关键。本文旨在分析电力建设项目中建筑施工技术的创新现状,探讨其在提升施工效率、保证施工质量、降低成本等方面的应用效果,并总结其推广价值。

1 电力建设项目中传统建筑施工技术的现状与挑战

1.1 电力建设项目的特点与需求

电力建设项目通常具有规模大、工期长、工程复杂等特点。随着我国能源需求的不断增加,电力项目的规模和投资逐年扩大,涵盖的工程种类也日益多样,包括电厂建设、输电线路、变电站以及配电网的建设等。电力建设项目还具有一定的特殊性,如施工环境恶劣、作业地点偏远,甚至部分施工需要在高温、高湿或严寒等极端气候下进行,这对施工技术提出了更高的要求。面对复杂多变的现场条件,项目的施工技术必须具备高效、稳定、可靠的特点。

电力建设项目对施工技术提出了更高的要求,要求施工方案能够快速适应现场变化,并确保工程的质量与安全。随着环保要求的日益严格,绿色建筑与节能减排也成为电力建设项目中的关键考量因素^[1]。

1.2 传统建筑施工技术的应用现状

在电力建设项目中,传统建筑施工技术仍广泛应用,如手工操作、人工测量与监控、传统的施工流程管理等。这些技术在某些小型项目中依然能够保证项目按时完成,但在大型和复杂的电力建设项目中,这些传统方法往往暴露出明显的不足。传统施工技术缺乏高效的信息化手段。项目管理和施工过程中的数据多依赖人工记录,信息流通不畅,难以及时反馈项目进展或问题。这不仅延长了项目周期,还容易导致决策失误,影响项目整体进度与质量。

施工现场管理依然依赖人工和传统设备,机械化和自动化程度较低,这导致了施工效率较低,且在一些工序中,施工人员容易疲劳,增加了安全隐患。尤其是在涉及大规模土建工程、钢结构安装等方面,传统施工方法的劳动力需求大,且施工周期较长,成本高昂。

1.3 面临的主要问题与挑战

施工周期较长是传统建筑施工技术的一大问题。由于

依赖大量的人工操作和手工测量,施工过程繁琐且容易出错。尤其是在复杂的电力建设项目中,往往需要进行大量的现场调整和施工验证,这无疑加长了施工周期,延迟了项目的整体进度。施工质量的控制难度较大。传统技术对施工过程中各环节的实时监控能力较弱,质量问题往往只能在后期检查阶段发现,难以及时采取有效措施进行修正。人工成本高且安全隐患较多。由于传统技术过度依赖人工,劳动强度大、人员流动性强,这使得施工人员在长期的高强度工作中容易出现操作失误或安全事故。在恶劣的施工环境下,安全问题尤为突出,这对项目的整体顺利推进构成了威胁。传统建筑施工技术在绿色施工和环保方面的应用不足,未能充分利用现代节能减排技术与设备。随着国家对环保要求的日益严格,传统施工方式不仅难以满足环保标准,还可能导致资源浪费和环境污染。

2 建筑施工技术创新的关键方向

2.1 信息化技术在施工中的应用

信息化技术的应用在建筑施工中已经成为提升效率、优化管理的重要手段。在施工过程中,信息化技术通过信息共享、实时监控、数据分析等手段,增强了施工过程的透明度和可控性。建筑信息模型(BIM)技术的广泛应用,能够在施工前进行全面的设计与模拟,帮助项目团队进行精确的计划和资源调配,从而减少施工过程中的错误与返工。施工现场的实时数据采集与分析技术也得到了较广泛的应用。例如,利用无人机、传感器、RFID 技术等设备,实时跟踪施工进度、监控现场质量以及评估安全风险。这些数据的即时反馈为决策层提供了精确的依据,能够快速调整施工计划和资源配置,提高施工效率和项目质量。

2.2 新型材料与绿色施工技术的应用

随着环保理念的深入人心,绿色建筑材料和施工技术的应用越来越受到重视。在电力建设项目中,新型建筑材料的使用,不仅能够提高施工质量,还能有效降低能耗和资源浪费。例如,采用高性能的保温材料、隔音材料和环保涂料,不仅提升建筑的节能效果,还降低了施工中的环境污染。绿色施工技术则注重施工过程中的环境保护,包括废水废气的处理、施工废弃物的回收利用等。通过采用低碳排放的机械设备和施工工艺,减少施工过程中对空气、水源和土壤的污染^[2]。

2.3 自动化与机械化施工技术的突破

自动化和机械化施工技术的突破,对于提高施工效率和减少人工成本起到了关键作用。在大型电力建设项目中,传统的人工施工方法往往会导致施工进度慢、成本高和安全隐患大。机械化施工技术的应用则主要体现在建筑工程的各个环节,如高效的塔吊、装配式建筑技术以及大型起重设备的应用,能够加快施工进度,减少劳动力需求,降低现场管理难度。特别是在电力建设项目中,机械化施工技术使得高空作业、重物吊装等复杂工序得以顺利完成,

减少了人工操作的安全风险。

2.4 智能化施工技术的未来发展

智能化施工技术的未来发展将进一步推动建筑施工行业的变革,尤其是在电力建设项目中,智能化施工将带来巨大的效益。智能化施工不仅仅是传统自动化设备的升级,还包括基于人工智能(AI)、大数据分析、物联网(IoT)等先进技术的深度融合。例如,通过人工智能技术,可以实现施工过程中的预测性维护与安全监控,基于历史数据和实时信息进行智能决策,优化施工过程中的资源配置和工序安排。物联网技术可以通过传感器与监控系统,实时采集施工现场的各类数据,进行智能分析和风险评估,从而实现高效的施工调度和实时管理。

3 建筑施工技术创新的实际应用与案例分析

3.1 案例一: BIM 技术在电力建设项目中的应用

BIM(建筑信息模型)技术在电力建设项目中的应用,尤其在电厂、变电站等大型基础设施建设中,展现了极大的优势。在某电力建设项目中,BIM 技术被广泛应用于从设计到施工的各个阶段。在施工过程中,BIM 技术通过精确的三维模型,帮助施工团队进行施工模拟,优化施工顺序,合理调配资源,减少了现场的施工错误和返工现象。更重要的是,BIM 技术还通过与项目管理系统集成,实现了对项目进度、成本和质量的实时监控和动态调整,大大提高了施工效率和管理水平。

3.2 案例二: 3D 打印技术在建筑施工中的创新应用

3D 打印技术作为一种新兴的施工方式,在建筑施工中有着极大的创新潜力。在某电力建设项目中,3D 打印技术被应用于结构件的制造和部分施工细节的建造。在该项目中,3D 打印技术被用于打印出结构复杂的小型建筑组件,如电力设备的支架、安装平台以及一些辅助设施等。这种方法大大提高了部件制造的效率,减少了现场焊接和人工组装的时间。与此同时,3D 打印材料的环保性和强度性能也为建筑施工提供了新的解决方案,尤其适用于一些特殊环境或对抗自然灾害的电力项目建设^[3]。

3.3 案例三: 智能化施工监控系统的实施效果

智能化施工监控系统通过物联网(IoT)技术、传感器和数据采集技术的结合,实时监控施工现场的各类数据,包括温度、湿度、人员位置、设备状态等。在某电力建设项目中,智能化施工监控系统的实施极大地提升了施工现场的管理水平。该系统通过安装在各类施工设备和作业区域的传感器,实时收集施工现场的数据,并通过无线网络将数据传输到集中监控平台,项目管理人员可以通过平台实时查看施工进度、设备运行状况以及安全情况。比如,当施工设备发生故障或发生安全隐患时,系统能够立刻发出预警信息,及时采取修复措施或调整作业计划,避免事故的发生。

3.4 案例四: 绿色施工技术在节能减排中的应用

绿色施工技术的应用不仅有助于减少资源浪费,还能

有效降低对环境的影响。在某大型电力建设项目中,绿色施工技术被应用于各个环节,包括施工材料的选择、施工方法的改进以及施工过程中的能效管理。该项目采用了环保型建筑材料,如低碳水泥、节能型钢材、环保型稀土合金材料等,减少了传统建筑材料带来的高能耗和高排放问题。在施工过程中,项目方还引入了高效节能的机械设备,优化了施工流程,以减少能源消耗和废气排放。项目还采取了雨水回收和废物回收利用等措施,有效减少了施工中的废水和废弃物,确保了施工过程中对环境的最小影响。

4 建筑施工技术创新对电力建设项目的影

4.1 提升施工效率与质量

建筑施工技术创新在电力建设项目中的应用显著提升了施工效率与质量。首先,信息化技术的引入,尤其是BIM技术,使得设计与施工过程的协调性大大增强。通过虚拟建模,设计人员和施工队伍可以提前发现设计冲突,减少了现场的返工和修改,确保了施工质量的稳定性。施工效率也随之提高,施工各环节能够按照更精确的时间表进行安排,减少了等待和不必要的工序。智能化施工技术的使用,比如无人机巡检、自动化设备等,使得高风险、高强度的作业能够由设备完成,降低了人工误差的可能性,同时提高了施工精度^[4]。

4.2 成本控制与资源优化

技术创新不仅提高了施工效率和质量,还显著改善了成本控制与资源优化。在传统建筑施工中,人工和材料的浪费常常是成本过高的主要原因之一。通过自动化和机械化施工技术,传统的人工操作得以减少,降低了劳动力成本。精确的施工计划与实时数据监控帮助项目经理有效分配资源,避免了资源的过度消耗。例如,BIM技术在施工过程中对材料使用的精确计算可以确保每种材料的使用量恰到好处,避免了材料的浪费。此外,施工设备的智能化管理能够提高设备的使用效率,减少了闲置时间和设备故障,进一步降低了设备成本。

4.3 项目管理模式的优化

建筑施工技术创新带来了项目管理模式的深刻变革。传统的项目管理方式往往依赖于人工监控和手工记录,信息的传递速度较慢,难以及时应对现场的突发状况。而随着信息化技术、智能化施工管理系统的引入,电力建设项目的管理方式变得更加高效与科学。通过BIM技术、物联网等手段,施工现场的所有数据能够实时上传至云平台,

项目经理可以随时获取到施工进度、成本、质量等方面的数据。这些信息的实时反馈使得项目管理者能够在第一时间做出调整,避免了不必要的浪费和延误。项目管理中的风险管理也得到了优化,通过智能监控系统,项目中潜在的安全隐患和质量问题可以被及时发现并处理,大大提高了项目的可控性与管理水平。

4.4 技术创新的可持续发展趋势

随着科技的不断发展,建筑施工技术创新在电力建设项目中的应用将向更加智能化、绿色化和自动化的方向发展。未来,人工智能(AI)与大数据技术的结合将为施工现场提供更加精确的决策支持,进一步提升施工效率与质量。随着3D打印技术和机器人技术的不断成熟,建筑施工将进一步向无人工干预或少人工干预的方向发展,这不仅能够减少人工成本,还能降低安全风险。绿色建筑与节能减排的需求也将促使施工技术创新持续发展。未来,建筑材料的环保性将更为突出,施工过程中的能效管理和废弃物回收技术将得到更广泛的应用。项目中的施工设备将更加高效、节能,以符合可持续发展的要求。

5 结束语

建筑施工技术的创新是电力建设项目成功的关键因素之一。通过引入新技术,电力建设项目能够在提高施工效率、降低成本、提升工程质量等方面取得显著成效。随着信息化、自动化、智能化技术的不断发展,未来的电力建设项目将更加注重绿色、智能和可持续的施工方式。为了应对不断变化的施工需求,相关技术的创新与应用将在未来电力建设项目中发挥越来越重要的作用。希望本研究能够为电力建设项目的施工技术发展提供参考与借鉴。

[参考文献]

- [1]徐万华.关于电力配套工程建设管理及控制要点分析[J].中国设备工程,2025(03):72-74.
 - [2]吕玉锋.基于电力工程的电力施工技术分析[J].电工技术,2024(2):671-673.
 - [3]丁鼎,卢华堂.电力工程建设中的信息化与绿色节能施工管理技术的应用分析[J].电工技术,2024(2):680-682.
 - [4]王奇,居则贵.电力工程建设全过程数字化技术应用与控制策略[J].电力设备管理,2024(22):225-227.
- 作者简介:武少帅(1990.9—),男,河北省张家口市,汉族,大学本科,工程师,就职于中国能源建设集团天津电力建设有限公司,从事电力工程建筑施工技术管理工作。

基于土木工程中混凝土施工技术研究

韦乔夫

广西建工集团控股有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要] 混凝土作为建筑结构中的基础材料, 广泛应用于桥梁、高楼、道路、隧道等土木工程领域, 其性能对工程的稳定性与使用寿命产生直接影响。施工过程中的各个环节, 包括材料选择、制备、浇筑、振捣及养护等, 每一环节的质量都对最终混凝土的性能起着至关重要的作用。随着技术的不断进步, 智能化施工技术与新型施工方法的引入, 为传统施工模式带来了创新机遇, 这些技术的应用也带来了新的挑战。在确保混凝土质量的同时, 如何实现施工过程的精细化管理及技术革新, 已成为工程建设领域亟待解决的关键问题。

[关键词] 土木工程; 混凝土; 施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15259

中图分类号: TU755

文献标识码: A

Research on Concrete Construction Technology in Civil Engineering

WEI Qiaofu

Guangxi Construction Engineering Group Holdings Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: Concrete, as a fundamental material in building structures, is widely used in civil engineering fields such as bridges, high-rise buildings, roads, tunnels, etc. Its performance has a direct impact on the stability and service life of the project. The quality of each link in the construction process, including material selection, preparation, pouring, vibration, and curing, plays a crucial role in the final performance of the concrete. With the continuous advancement of technology, the introduction of intelligent construction technology and new construction methods has brought innovative opportunities to traditional construction modes, but the application of these technologies has also brought new challenges. How to achieve refined management and technological innovation in the construction process while ensuring the quality of concrete has become a key issue that urgently needs to be addressed in the field of engineering construction.

Keywords: civil engineering; concrete; construction technology

引言

混凝土作为土木工程中广泛应用的基础建筑材料, 施工质量在很大程度上决定了工程的安全性、耐久性以及经济性。随着城市化进程的加速以及建筑工程规模的不断扩大, 混凝土施工技术面临着日益复杂的挑战。在确保施工质量的前提下, 如何提升施工效率、减少资源浪费, 已成为当前建筑行业亟需解决的核心问题。从土木工程混凝土施工技术的角度, 分析其关键技术及存在的主要问题, 并探讨相应的质量控制措施, 为提高混凝土施工质量提供理论支持与实践指导。

1 土木工程混凝土概述

混凝土凭借卓越的强度、耐久性及良好的塑形能力, 已广泛应用于各类基础设施和建筑工程中。作为一种复合材料, 混凝土由水泥、水、骨料以及外加剂按一定比例混合而成, 性能受多重因素影响, 包括材料选择、配合比设计及施工工艺等, 不同类型的工程对混凝土的技术性能提出了不同要求。例如, 桥梁建设中抗压性与抗裂性被视为关键性能, 而高层建筑则对混凝土的高强度与轻质特性有更高要求, 道路工程则更注重耐磨性与耐久性。随着现代混凝土技术的发展, 绿色环保与可持续发展理念日益成为

关注重点, 为此, 优化材料配比、引入新型外加剂以及应用智能化施工技术, 不仅提升了混凝土的工程质量, 也有效减少了碳排放和资源浪费。混凝土在土木工程中的作用除了体现优异的物理性能外, 更彰显了其在与工程技术协同创新中所展现的巨大潜力与价值。

2 土木工程中的混凝土施工技术

2.1 温度控制技术

温度控制技术在混凝土施工中的作用至关重要, 主要因为温度变化对混凝土的凝结、硬化过程及最终力学性能有显著影响。在施工过程中, 混凝土内部的水化反应会释放大量热量, 特别是在大体积混凝土浇筑时, 温度梯度过大极易引发裂缝, 为避免这一问题采取合理的温控措施显得尤为关键。常见的温控方法包括, 在材料准备阶段, 通过使用冷却水或加入冰块降低混凝土的初始温度; 在浇筑过程中采用分层浇筑与间歇性施工方式以减少热量积聚; 在养护阶段通过覆盖湿麻布或喷洒冷却液来保持混凝土温度的均衡。此外, 在寒冷天气条件下, 使用早强剂或设置保温设施, 已被证明是防止低温影响混凝土强度发展的有效手段, 精确的温控管理不仅能显著减少温差应力, 还能够提高混凝土结构的整体性能与长期耐久性。

2.2 制备技术

混凝土的制备技术对其最终性能至关重要,直接决定了是否能够满足设计要求。在制备过程中,关键因素包括原材料的合理选择与精确的配合比设计,骨料的粒径、级配及含泥量影响混凝土的和易性及强度;水泥的品种与质量决定了早期强度的提升及耐久性的保障;而外加剂的选择与用量则在流动性、凝结时间与抗裂性能等方面起到调节作用。整个制备过程中,材料必须严格按照设计的配合比进行精确称量,确保混凝土的各项性能达到预期标准。搅拌设备的均匀性与效率同样至关重要,若搅拌不充分,混凝土强度的分布将不均,进而影响工程质量。根据不同的施工需求,预拌混凝土、现场搅拌或干拌混凝土等不同制备方式可供选择。在某些特殊环境条件下,如高温、高湿或寒冷天气,制备工艺与原料温度的调整是必要的,以确保混凝土性能的稳定性与适应性。

2.3 浇筑技术

混凝土的浇筑技术是将混凝土材料转化为结构实体的核心环节,直接影响着结构的整体性能与质量。在浇筑过程中,必须根据结构的形状、施工环境及设计要求选择适当的浇筑方式,如泵送浇筑、溜槽浇筑或人工浇筑等,确保混凝土均匀分布是至关重要的,避免因过度集中或分层过高导致的离析与泌水现象。在大体积或复杂结构的施工中,通常采用分区分层的浇筑方式,控制每层的厚度并合理安排浇筑顺序,从而降低冷缝形成的风险。同时浇筑过程中,振捣工艺与浇筑节奏的协调起着重要作用,它能够有效提高混凝土的密实性及界面黏结力。对于特殊环境条件下的施工(如高温或低温),采取遮阳、喷雾降温或设置保温设施等措施是必要的,以避免外部环境对浇筑质量产生负面影响。

2.4 振捣技术

振捣技术在混凝土施工中是至关重要的工艺,主要作用在于确保材料的密实性与均匀性。有效的振捣过程能够排除混凝土中的气泡,使骨料与浆体紧密结合,从而显著提升混凝土的强度与耐久性。振捣方式通常可分为内部振动、表面振动与外部振动,具体选择何种方式依赖于结构的形式及施工条件。在实际操作中,振捣器的插入深度与移动间距必须精确控制,确保每次振捣的覆盖范围均匀一致。同时应避免振捣时间过长以防浆体分离,也应避免振捣时间过短以免气泡残留。对于钢筋密集区域或复杂构件,使用小型振捣设备或手动辅助设备是一种有效的方式,以确保细部质量得到充分保障。在大体积混凝土施工中,振捣频率与浇筑速度需要相协调,只有这样冷缝的产生才能有效减少。

2.5 养护技术

在混凝土施工中养护技术扮演着至关重要的角色,主要目的是确保混凝土水化反应的充分进行,从而提升其强

度与耐久性,并有效防止早期裂缝及性能退化。根据不同的环境条件及结构类型,常见的养护方法有覆盖保湿、洒水养护、塑料薄膜覆盖及蒸汽养护等。对于普通混凝土而言,覆盖保湿与洒水养护能够保持混凝土表面的湿润,防止水分过快蒸发,进而减少因收缩而产生的裂缝。而在干燥或多风环境中,塑料薄膜覆盖技术能有效减少水分的流失,提供更好的保护。蒸汽养护则常用于预制构件的生产,通过提升温度促进强度的快速增长。在施工过程中,养护时间应严格遵循设计规范的要求,不同强度等级及施工环境对养护时长的需求各不相同,必须精确控制。极端气候条件下的施工则需要采取额外的措施,例如冬季施工时应使用保温覆盖或加热设备,而夏季施工时则需采取遮阳降温措施,以确保养护效果的最佳实现。

3 混凝土施工中存在的问题

3.1 材料性能问题

在混凝土施工中,材料性能问题常常是影响施工质量的关键因素。水泥质量的不稳定,特别是水泥熟料成分的均匀性不足可能导致水化反应的波动,从而直接影响混凝土的强度与耐久性。若骨料存在粒径级配不合理或含泥量过高的情况,混凝土容易出现离析、泌水或界面黏结力不足等问题,这些都会严重影响混凝土的均匀性及其耐久性。同时,外加剂的质量不稳定或配比控制不当,常常导致混凝土在流动性、凝结时间及抗裂性能等方面的异常表现。此外,原材料在存储和运输过程中,环境条件如湿度和温度的波动,也可能对材料性能产生负面影响,材料性能的下降或失效常常是在不合适的储存条件下发生的,这一问题在施工过程中不可忽视,直接关系到混凝土的工作性能及其结构的长期稳定性。这些因素都对施工质量造成了深远的影响,成为混凝土施工质量管理中不可忽视的环节。通过严格控制原材料的选用、存储和运输条件,及早识别并解决这些潜在问题,才能确保混凝土的最终质量达到预期标准。

3.2 施工工艺问题

混凝土施工工艺问题是影响工程质量的关键因素,且其表现形式多种多样,贯穿施工的各个环节。在浇筑过程中,若每层的厚度或浇筑速度未得到严格控制,离析现象或冷缝的出现便成为常见问题,振捣作业的不规范同样是施工中频繁出现的错误,过短的振捣时间无法彻底排除混凝土中的气泡,而过长的振捣则可能导致浆体分离,影响混凝土的密实性和强度。养护过程中,若养护时间不足或措施不当常常引发表面干缩裂缝,或导致混凝土强度发育不完全,进而影响结构的长期耐久性。在施工现场,设备故障未能及时修复或工艺流程之间的衔接出现问题,直接影响施工质量,甚至可能导致后期的重大质量隐患,对于复杂结构的施工而言,模板支撑不稳固或密封不到位会使混凝土发生变形、漏浆等缺陷,进而影响最终的施工效果

与质量。这些施工工艺问题不仅对混凝土的整体性能产生不良影响，还可能在施工过程中埋下潜在的安全隐患。故此，必须引起高度重视，采取有效的控制措施，确保各项工艺规范严格执行，以保障工程质量的顺利达成。

4 混凝土施工技术的质量控制措施

4.1 加强施工现场管理

加强施工现场管理是确保混凝土施工质量的核心要素。施工现场的管理应严格遵循施工规范与操作标准，对每一个环节进行细致监控，确保所有操作均符合技术要求，从而避免人为失误的发生。在材料管理方面，必须确保混凝土的原材料质量符合设计标准并妥善储存，以防潮湿、污染或变质，确保每批次材料能够按时、按量到位。同时，现场设备与工具应定期检查，以保证其始终处于良好的工作状态，避免因设备故障引发施工中断或质量问题。施工人员的培训与技术指导同样至关重要，通过提升其专业能力与操作水平，可以有效减少技术失误的发生。现场的沟通与协调机制应保持顺畅与高效，确保各工序的衔接得当，并能够及时解决施工过程中出现的任何问题。全面加强施工现场管理不仅能够提升施工效率，更能够最大程度地控制质量风险，确保混凝土施工始终符合预定标准。

4.2 控制混凝土材料质量

混凝土材料质量的控制是确保施工质量的关键步骤。水泥、骨料、水等基础原材料的质量，必须符合设计要求及相关标准，避免使用过期或不合格的材料，这对于混凝土的强度与耐久性至关重要。骨料的粒径分布与级配应严格控制，过粗或过细的骨料都会影响混凝土的工作性与密实性，水的质量同样不可忽视，应确保水源清洁且无污染，避免使用含有杂质的水源^[1]。外加剂的选用应根据工程特点进行精确配比，确保其在优化混凝土性能方面发挥作用。原材料进场后必须经过严格的检验与测试，确保每批材料符合标准，任何不合格的材料应立即清理并禁止使用。在施工过程中，材料的存储、运输以及配合比的调整，都需精细化管理，以确保在不同环境条件下材料性能不发生不良变化，通过全面控制混凝土材料的质量，不仅能够保障施工顺利进行，还能显著提升混凝土结构的稳定性与长期使用性能。

4.3 提高施工人员的综合素质

提高施工人员的综合素质对确保混凝土施工质量至关重要。施工人员不仅需掌握基本操作技能，更应具备较强的技术理解能力与问题处理能力，在这一过程中定期进行技术培训与理论学习，尤其在新技术与新材料不断发展的背景下显得尤为重要，施工人员应时刻更新自己的知识，确保掌握最新的施工标准与工艺。施工人员的工作态度与责任心直接影响工程质量^[2]。因此，管理者应通过激励机

制，激发施工人员的工作积极性与主动性，确保每个施工环节都能按高标准完成。同时，施工人员的安全意识与团队协作精神也不容忽视，只有在保证施工现场高效配合与安全操作的基础上，才能最大限度地减少施工过程中的失误与事故。通过全方位提升施工人员的素质，不仅能够有效提高队伍整体水平，还能为混凝土施工的质量及工程的长期稳定性提供坚实保障。

4.4 应用智能化施工技术

智能化施工技术的应用在提升混凝土施工质量与效率方面，发挥着至关重要的作用，通过引入先进的智能设备与信息化系统，如建筑信息模型（BIM）、无人机监控、智能传感器及自动化施工机械，施工过程得以实现实时监控与精准管理^[3]。以BIM技术为例，通过对施工流程的提前模拟与优化，潜在的浪费与施工冲突得以避免，同时，现场数据能够实时反馈，为项目管理者提供科学决策依据。

智能传感器的应用使混凝土的温度、湿度、强度等关键参数得以持续监测，问题可以及时发现并调整，从而确保施工质量始终符合预定标准。此外，自动化施工设备，如混凝土泵车与振捣器的使用不仅提升了施工效率，也减少了人工操作带来的误差与安全隐患。通过智能化技术的广泛应用，施工现场的各项作业得以更加精细化与自动化，工程质量极大地提升，同时有效降低了人为因素对质量的影响，从而为项目顺利推进提供了坚实保障。

5 结语

在土木工程中，混凝土作为基础材料，施工技术的质量对工程的安全性与耐久性直接产生深远影响。通过对混凝土施工过程中各个关键环节的研究与分析，可以得出，温控、材料准备、浇筑、振捣及养护等操作，均对混凝土的最终质量产生显著作用。随着技术的不断发展，智能化施工技术的引入，为提高施工效率与质量提供了全新的解决方案。只有在各个环节持续创新与完善，才能确保混凝土施工的高质量完成，从而推动土木工程朝着更加安全、环保与可持续发展的方向发展。

[参考文献]

- [1] 胡岩芳. 土木工程中混凝土施工技术探析[J]. 甘肃科技, 2023, 39(2): 9-11.
- [2] 郑晓超. 土木工程施工中混凝土施工技术探析[J]. 砖瓦, 2021(12): 157-158.
- [3] 王双君, 张佳豪, 刘哲麟, 等. 土木工程中的混凝土施工技术研究[J]. 科技资讯, 2022, 20(17): 121-123.

作者简介：韦乔夫（1980.4—），毕业院校：广西科技大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：广西建工集团控股有限公司，职务：党支部书记、副总经理、安全总监，职称级别：工程师。

建筑工程装配式施工技术创新与应用实践

于冰冰

安徽省雄力建筑工程有限公司, 安徽 临泉 236400

[摘要] 装配式施工技术作为现代建筑工程中的重要发展方向, 凭借其高效、环保、节能的特点, 在提升工程建设速度和质量方面发挥了显著作用。随着建筑业对绿色施工与可持续发展的需求日益增强, 装配式施工技术的创新应用日益成为行业发展的趋势。通过优化设计方案、采用先进的预制构件制造与安装技术, 以及信息化手段的引入, 装配式建筑在项目实施中表现出较高的工程效率与较低的环境影响。文中探讨了装配式施工技术的创新点和实践应用, 并分析其在实际工程项目中的可行性与挑战。

[关键词] 装配式施工; 技术创新; 应用实践; 预制构件; 信息化管理

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15254

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Innovation and Application Practice of Prefabricated Construction Technology in Construction Engineering

YU Bingbing

Anhui Xiongli Construction Engineering Co., Ltd., Linquan, Anhui, 236400, China

Abstract: As an important development direction in modern construction engineering, prefabricated construction technology has played a significant role in improving the speed and quality of engineering construction due to its high efficiency, environmental protection, and energy saving characteristics. With the increasing demand for green construction and sustainable development in the construction industry, the innovative application of prefabricated construction technology has become a trend in the industry's development. By optimizing the design scheme, adopting advanced prefabricated component manufacturing and installation technology, and introducing information technology, prefabricated buildings have shown high engineering efficiency and low environmental impact in project implementation. The article explores the innovative points and practical applications of prefabricated construction technology, and analyzes its feasibility and challenges in practical engineering projects.

Keywords: prefabricated construction; technological innovation; application practice; prefabricated component; information management

引言

随着建筑行业向智能化、绿色化转型, 装配式施工技术凭借其高效、环保的优势逐渐成为建筑工程的重要发展方向。传统施工方式面临着周期长、成本高、环境污染等问题, 而装配式施工技术通过预制构件的应用, 不仅提高了施工速度, 还有效降低了对环境的负面影响。随着技术创新的不断推进, 装配式建筑在质量控制、资源节约等方面展现出巨大的潜力。探索这一技术的创新与实践, 已成为建筑行业未来发展的重要课题。

1 全球装配式建筑发展的趋势与经验

1.1 装配式施工技术的概念与特点

装配式施工技术是指通过预制构件的生产和现场组装的方式完成建筑物的建设过程。与传统的现浇施工方式不同, 装配式施工强调构件的工厂化生产与标准化设计, 施工现场主要进行构件的拼装和连接。该技术的核心优势在于其高效、精准、环保和节能特点^[1]。

首先, 装配式施工的关键在于预制构件的制造。通过现代化的生产线, 构件可以在工厂内精确加工, 减少了现场施工的复杂性和不确定性, 保证了建筑质量和施工进度。

其次, 装配式施工技术能够显著缩短施工周期, 尤其是在对工期要求较高的工程中, 具有明显的优势。除此之外, 预制构件的生产过程可大大降低材料浪费, 减少施工过程中的污染, 符合绿色建筑和可持续发展的理念。

1.2 全球装配式建筑发展的趋势与经验

随着环保意识的增强和建筑行业对效率的需求增加, 装配式建筑在全球范围内得到了快速发展。欧美、东亚等地区已在装配式建筑领域取得了显著成就, 积累了丰富的经验。

在欧洲, 特别是瑞典、德国等国家, 装配式建筑已成为建筑行业的主流趋势。瑞典通过政府政策的引导和市场的推动, 大力发展装配式建筑, 不仅提高了施工效率, 还促进了建筑工业化的发展。德国则将装配式施工技术融入到住宅和商业建筑项目中, 推动了建筑产业的智能化升级。

在亚洲, 装配式建筑在日本和中国等国家也取得了显著进展。日本在地震多发地区, 装配式建筑的抗震性能和建筑质量得到了高度重视, 装配式建筑逐渐成为重要的建筑形式。中国在“绿色建筑”和“智慧城市”的政策支持下, 装配式建筑的市场需求大幅增长, 多个城市已逐步实

现装配式建筑的示范性推广。

全球装配式建筑的发展趋势显示,随着技术的进步和政策的支持,装配式施工将在建筑行业中发挥越来越重要的作用,成为未来建筑的主要施工模式之一。

2 装配式施工技术的创新与技术突破

2.1 预制构件的制造与优化技术

预制构件的制造技术是装配式施工技术中的关键环节,其质量直接决定了建筑项目的整体施工效率和工程质量。随着科技的不断进步,预制构件的生产工艺和材料得到了显著优化。

首先,先进的生产设备和自动化生产线大大提高了预制构件的制造精度与生产效率。自动化生产线通过数字化设计与精密的机械设备,使得构件的尺寸和外观得到了精准控制,减少了人工误差,提高了生产速度。在材料方面,轻质高强材料、复合材料等新型材料的应用,增强了构件的抗震、保温、防火等性能,并减轻了构件自重,为后续运输和施工带来了便利。

另外,构件的模块化设计也是优化技术的重要表现。模块化设计使得建筑构件具有较高的通用性,便于标准化生产和批量生产,减少了设计和生产的复杂性,同时降低了制造成本。对于大规模项目,采用模块化设计可以有效降低生产周期,加速工程进度^[2]。

2.2 施工过程中的技术创新与智能化应用

施工过程中的技术创新与智能化应用,为装配式施工的顺利实施提供了重要保障。随着建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)和人工智能(AI)等技术的迅速发展,装配式施工逐渐向智能化、数字化方向转型。

BIM技术的应用,使得建筑设计与施工阶段的协同更加高效。通过BIM模型,设计师、施工人员和供应商能够在虚拟平台上进行实时沟通与调整,避免了因设计和施工衔接不当而产生的错误,提升了施工精度和效率。同时,BIM技术能够精确模拟装配式构件的安装过程,提前预测可能出现的问题,优化施工方案,减少现场施工的变更和返工。

物联网技术在施工现场的应用,使得每个预制构件的制造、运输、安装和维护过程都可以实时监控。通过智能传感器和网络设备,施工方可以精准掌握施工进度、材料使用情况以及设备运行状态,及时调整资源配置,提高施工效率和安全性。

人工智能的引入也在施工过程中发挥着重要作用。AI算法可以对施工数据进行智能分析,预测施工过程中可能发生的风险,并根据历史数据提出优化建议,为施工管理人员提供决策支持,降低了人力成本,提高了项目的可控性。

3 装配式施工在工程中的应用实践与案例分析

3.1 典型装配式建筑项目实施过程分析

在装配式建筑项目的实施过程中,关键步骤包括预制

构件的设计、生产、运输、安装以及后期的调试和验收。以某大型住宅小区项目为例,该项目采用了装配式施工技术,通过模块化设计,实现了标准化的预制构件生产。项目初期,通过BIM技术对建筑进行全生命周期建模,制定出详尽的施工方案,确保了施工的高效性和准确性^[3]。

预制构件的生产阶段,项目方与工厂密切配合,采用先进的生产线进行构件的精密加工。每个构件都经过严格的质量控制和检测,确保尺寸精确与符合设计要求。在运输环节,预制构件通过专用运输车辆运输到施工现场,确保其安全性和运输效率。现场施工时,通过起重设备将预制构件快速组装,减少了人工操作,缩短了施工周期。

项目中的装配式施工不仅大大提高了工程进度,还减少了建筑垃圾,降低了现场污染。特别是在安装过程中,模块化构件的拼装减少了现场的施工风险,提高了安全性。该项目的顺利完成验证了装配式施工技术在复杂建筑项目中的可行性和优势。

3.2 装配式施工在不同类型建筑中的应用

装配式施工技术的广泛应用,体现了其在不同类型建筑中的独特优势。除了住宅建筑,装配式技术在商业建筑、教育设施、公共建筑等领域的应用也取得了显著成果。

在商业建筑中,装配式施工通过标准化的预制构件设计,缩短了施工周期,并保证了建筑质量。以某商业综合体项目为例,采用装配式施工后,建筑的施工周期从传统模式的24个月缩短至14个月,节省了大量的建设成本^[4]。

在教育设施领域,装配式施工技术的应用不仅提高了施工效率,还能确保校园建筑的功能性和安全性。以某中小学教学楼为例,通过预制构件的组合,快速完成了教学楼的主体结构,并且通过精密设计保证了每个教室的采光、通风等功能,提供了良好的学习环境。

公共建筑如医院、图书馆等也开始采用装配式施工技术,尤其是在对建设周期和质量要求较高的项目中,装配式施工的优势更为突出。这些建筑通常具有较复杂的结构和大量的功能需求,装配式施工不仅可以提高施工效率,还能保证高质量的建筑性能。

4 装配式施工技术对建筑工程质量与效率的提升

4.1 提升施工质量的技术手段

装配式施工技术通过一系列先进的技术手段显著提升了建筑工程的施工质量。首先,预制构件的标准化生产确保了建筑材料的质量一致性。通过工厂化生产,构件的制造过程严格按照设计图纸进行,减少了现场施工中的人为误差,从而保证了建筑整体的精度与质量。

BIM(建筑信息模型)技术的应用进一步提升了施工质量。BIM可以在施工前对设计方案进行三维模拟,精确计算和分析各个构件的安装顺序、位置和相互配合,避免了传统施工中因设计与施工不符而导致的质量问题。在施工过程中,BIM还可以实时监控各项施工进度与质量指标,

确保工程按计划进行,减少了返工与重修的发生^[5]。

预制构件的质量控制在生产过程中得到了充分保障。工厂内的自动化设备和精密检测系统,能够对构件的尺寸、材质、抗压强度等关键指标进行严格把控,确保每一块构件都符合质量标准。相比于传统现场施工,装配式施工通过精细化管理,使得施工质量得到了显著提升。

4.2 施工效率的提高与成本控制

装配式施工技术的推广,不仅大大提高了施工效率,还在成本控制方面展现出独特优势。首先,预制构件的批量化生产使得建筑项目的整体施工周期大大缩短。通过精密的工厂生产、标准化的构件设计和模块化的安装方式,施工现场的工作量得到了有效减少。尤其是在高层建筑和大型公共建筑项目中,装配式施工的快速拼装能力显著提高了施工进度。

在施工效率的提高方面,装配式技术通过减少现场作业量和缩短施工周期,显著降低了人工成本。以住宅建筑为例,传统施工中需要大量的现场施工人员,而在装配式施工中,工人主要进行预制构件的拼装和安装,减少了对劳动力的需求,降低了人力成本。

装配式施工在成本控制方面具有显著优势。通过预制构件的大规模生产,不仅可以有效降低材料浪费,还能减少运输和存储成本。由于预制构件的生产过程标准化,生产效率高,单个构件的生产成本大幅降低,从而有效控制了项目整体成本。同时,由于施工周期的缩短,项目的资金占用时间也大大减少,为开发商和业主节约了资金。

5 装配式施工面临的挑战与未来发展方向

5.1 技术与管理层面的挑战

尽管装配式施工技术在提高建筑效率和质量方面具有显著优势,但在实际应用中仍面临一定的技术和管理挑战。

技术层面的挑战主要体现在预制构件的生产和运输环节。尽管现代化的生产设备和工厂化生产提高了构件的质量和精度,但如何在大规模项目中保持构件的一致性仍是一个技术难题。构件的设计与生产需要高度精密的技术支持,同时,预制构件的运输和安装也要求施工现场具备相应的技术条件。运输过程中对构件的保护、运输工具的选择以及现场安装技术的掌握,都对施工质量和效率产生直接影响。

管理层面的挑战主要表现在协同管理与信息共享方面。装配式施工涉及到设计、生产、运输、安装等多个环节,且各个环节的参与方较多,包括设计单位、制造厂商、施工单位等。如何确保各方能够及时有效地沟通与协作,避免由于信息滞后或传递错误导致的施工进度延误或质量问题,是一个亟需解决的管理难题。尤其是在复杂的大型项目中,施工组织的精细化管理和各环节的精准协调显得尤为重要。

5.2 装配式建筑未来的发展潜力与创新方向

随着建筑行业对高效、绿色、可持续发展的需求不断增加,装配式建筑技术在未来有着广阔的发展前景。

未来装配式建筑的设计将趋向更高的智能化和个性化。随着BIM、人工智能、大数据等技术的发展,装配式建筑的设计将更加精准和高效。通过智能化的设计平台,能够快速生成适应不同需求的个性化建筑方案,且可实现全过程的智能化,提升设计的灵活性和适应性。

绿色环保和可持续发展将成为装配式建筑未来创新的重要方向。随着建筑行业对节能减排的要求日益严格,装配式建筑将更加注重绿色建筑材料的应用以及施工过程中的能源和资源管理。例如,采用更加环保的建筑材料、节能型的构件设计以及在施工中加强废料回收和资源再利用,都将成为未来发展的趋势。

装配式建筑在智能化和自动化施工领域的应用也将进一步深化。未来,通过机器人、无人机等高科技设备的应用,施工现场将实现更高层次的自动化,进一步提升施工效率并降低人工成本。此外,装配式建筑的模块化和标准化程度也将不断提高,推动建筑行业进入一个更加工业化和精细化的时代。

总体而言,装配式建筑将朝着更加智能化、绿色化和高效化的方向发展,成为未来建筑行业的重要组成部分。

6 结束语

装配式施工技术作为现代建筑的重要发展方向,凭借其高效、环保、可持续的优势,正在引领建筑行业的变革。尽管面临技术和管理上的挑战,但随着智能化、绿色化的不断推进,装配式建筑的应用前景广阔。未来,随着设计、生产、施工各环节的进一步协同与创新,装配式建筑将实现更高效、更环保的施工模式,为建筑行业的发展提供新的动力和解决方案。

[参考文献]

- [1] 范怀己. 科技创新背景下建筑装饰的装配式施工技术研究[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(11): 93-95.
- [2] 刘继洲. 建筑施工中的预制装配技术进展与案例分析[J]. 新城建科技, 2024, 33(8): 19-21.
- [3] 刘磊. 新时代装配式建筑施工技术应用与创新[J]. 石材, 2024(7): 57-59.
- [4] 聂建省, 千绍玉, 聂雅飞. 装配式建筑预制外墙防水密封新材料与施工技术创新[J]. 黏接, 2024, 51(5): 37-40.
- [5] 林声. 高层建筑钢结构装配式施工技术[J]. 中国住宅设施, 2024(2): 175-177.

作者简介: 于冰冰(1986.5—), 男, 安徽临泉人, 汉族, 专科学历, 助理工程师, 就职于安徽省雄力建筑工程有限公司, 从事房建工程施工管理工作。

市政道路沥青混凝土路面裂缝修补技术解析

刘洁

太原市政建设集团有限公司, 山西 太原 030000

[摘要]在现代城市发展进程中,市政道路作为城市基础设施的关键构成部分,对于保障城市正常运作,促进经济发展和提高居民生活质量方面发挥着至关重要的作用。而沥青混凝土路面凭借其行车舒适、噪音小、施工便捷、维修简便等一系列显著优势,在市政道路建设中得到了极为广泛的应用。鉴于这一事实,深入研究用沥青混凝土路面裂缝修补技术,并寻求有效、可靠的裂缝修复方法,对于确保道路安全,延长道路使用寿命,降低道路维护成本,提高城市的整体形象和交通效率至关重要。

[关键词]市政道路;路沥青混凝土;路面裂缝

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15249

中图分类号: U41

文献标识码: A

Analysis of Crack Repair Technology for Asphalt Concrete Pavement of Municipal Roads

LIU Jie

Taiyuan Municipal Construction Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract: In the process of modern urban development, municipal roads, as a key component of urban infrastructure, play a crucial role in ensuring the normal operation of cities, promoting economic development, and improving residents' quality of life. Asphalt concrete pavement has been widely used in municipal road construction due to its significant advantages such as comfortable driving, low noise, convenient construction, and easy maintenance. Given this fact, in-depth research on crack repair technology for asphalt concrete pavement and seeking effective and reliable crack repair methods are crucial for ensuring road safety, extending road service life, reducing road maintenance costs, and improving the overall image and traffic efficiency of the city.

Keywords: municipal roads; asphalt concrete for roads; road cracks

1 市政道路沥青混凝土路面裂缝类型

1.1 荷载型裂缝

荷载型裂缝主要是由荷载的反复作用引起的。在车辆行驶过程中,路面结构受到垂直、水平、冲击等多种力的共同作用,当这些力超过路面材料的承载能力时,会导致路面出现裂缝。其中,剪切型疲劳开裂是荷载型裂缝的常见表现。当车辆在道路上加速,减速或转动时,它会在道路上产生更大的水平剪切力。在这种反复的水平剪切力作用下,沥青混凝土路面的面层与基层之间以及各结构层中材料之间的黏结力逐渐减小,导致材料发生剪切变形。随着时间的推移,随着车辆荷载数量的增加,这种剪切变形会累积并最终超过材料的抗剪切疲劳极限,从而在道路上产生剪切型疲劳裂缝。这种类型的裂缝通常呈现一定角度的倾斜分布,与行驶方向一致,裂缝的宽度均匀,并且随着病害的发展,裂缝会逐渐扩展到路面的深度,严重时会导致路面结构层的破裂和破坏。

1.2 非荷载型裂缝

温度变化是非荷载型裂缝的重要原因之一。其中,温度收缩裂缝是由于低温环境下沥青混凝土路面中沥青结合料和集料的收缩变形,不同材料的收缩系数不同,产生内应力。当这种应力超过沥青混凝土的抗拉强度时,就会导致路面产生裂缝。温度收缩裂缝一般在冬季气温较低时较

为常见,裂缝通常呈横向分布,在路面上间隔均匀出现。干缩裂缝主要是由于路面材料中的水分蒸发,导致材料体积收缩。路面施工完成后,如果养护不当,失水过快,很容易造成收缩裂缝。收缩裂缝宽度较细,趋势不规则,可能呈现纵横交错的网状分布。

施工工艺和材料问题也会导致非荷载型裂缝。在施工过程中,如果沥青混合料配合比不合理,会导致路面强度和稳定性不足,容易产生裂缝。另外,施工过程中压实不足,使得路面结构不够密实,在后续使用过程中容易因各种受力而出现裂缝。材料方面,如果使用的沥青质量不好,其低温抗裂性和耐久性不足,在温度变化等因素的作用下也容易产生裂缝。同时,集料的强度、耐磨性等性能指标不达标,也会对路面的整体性能产生不利影响,增加裂缝的风险。

2 市政道路沥青混凝土路面裂缝修补材料

2.1 传统修补材料

2.1.1 (改性)沥青

(改性)沥青是以普通沥青为基础,通过添加改性剂来改善其性能的一种材料。在常规道路铺设中,(改性)沥青表现出一定的黏结性和防水性,能有效增强路面结构的整体性。在低温环境下,普通沥青脆性明显,添加 SBS(苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物)等改性剂可以显著提高

改性沥青的柔韧性和低温抗裂性。

在裂缝修补领域,(改性)沥青的性能暴露出许多问题。它与裂缝壁的黏结强度有限,因此很难在裂缝内部形成稳定持久的连接。随着时间的推移和车辆荷载的反复作用,(改性)沥青与裂缝壁之间的黏结容易发生分离,导致裂缝再次开裂。(改性)沥青的温度稳定性不好,在高温环境下容易软化流动,使修补材料挤出裂缝,影响路面平整度和行车安全。但在低温环境下,容易变脆,失去弹性,不能适应路面因温度变化而产生的膨胀变形,进而导致裂缝进一步扩展。

2.1.2 (改性)乳化沥青

(改性)乳化沥青是将沥青颗粒均匀分散在含有乳化剂的水溶液中形成的乳液。这种材料流动性好,可在常温下施工,大大降低了施工难度和成本。由于采用水作为分散介质,减少了施工过程中对高温加热设备的依赖,既提高了施工的便利性,又降低了火灾等安全事故的风险。同时,(改性)乳化沥青与集料结合良好,能有效包裹集料,增强混合料的黏聚性和稳定性。

在实际应用中,(改性)乳化沥青也有一定的局限性。其固化时间相对较长,对于交通流量较大的市政道路来说意味着长时间的交通管制,对城市交通的正常运行会产生较大的影响。在固化过程中,(改性)乳化沥青需要适宜的温度和湿度条件。如果环境条件不理想,比如低温高湿天气,固化速度会进一步变慢,甚至可能固化不完全,从而影响修复效果。另外,(改性)乳化沥青的耐久性相对较弱,在长期的车辆荷载和自然环境侵蚀下容易出现老化、剥落等现象,不能长期有效保持修补裂缝的效果,需要频繁地再次修补,增加了道路养护的成本和工作量。

2.1.3 橡胶沥青和沥青玛蹄脂

橡胶沥青是将废旧橡胶粉按一定比例加入基质沥青中,经过高温高速搅拌后得到的一种改性沥青材料。橡胶粉的加入赋予沥青良好的弹性和韧性,显著提高其抗疲劳、抗老化和低温抗裂性能。从理论上讲,橡胶沥青能更好地适应路面裂缝的变形,有效地阻止裂缝的进一步发展。沥青玛蹄脂是由沥青、纤维稳定剂、矿粉和少量细集料经特殊工艺制成的复合材料。具有较高的黏结强度和防滑性能,能在路面表面形成一层坚固的保护膜,对裂缝起到良好的封闭和保护作用。橡胶沥青和沥青胶泥在实际裂缝修补工程中没有广泛使用。橡胶沥青的制备工艺复杂,需要严格控制胶粉的粒径、含量、加工工艺等参数,否则很难保证其性能的稳定性。而且橡胶沥青成本较高,一定程度上限制了其大规模应用。沥青玛蹄脂虽然性能优异,但也存在成本高的问题,其施工工艺要求严格,需要专业设备和技术人员操作,也增加了施工的难度和成本。此外,这两种材料对不同类型裂纹的适应性也有一定的局限性,对于一些复杂裂纹很难达到理想的修复效果。

2.2 新型修补材料

2.2.1 加热型密封胶

以橡胶沥青密封胶为例,在裂缝修补方面显示出独特的优势。该材料由基质沥青、高分子聚合物、稳定剂、添加剂等制成。通过特殊工艺。通过聚合物的接枝和交联反应,形成连续的弹性网络结构,赋予材料优异的柔韧性和高弹性。在实际应用中,这一特性使其能够与裂缝壁紧密贴合,即使在车辆荷载和温度剧烈变化的反复作用下,仍能保持良好的黏结状态,有效阻止裂缝的进一步扩展。

从应用范围来看,橡胶沥青密封胶广泛应用于高速公路、高等级公路、城市公路、机场等沥青路面的裂缝修补,以及水泥混凝土路面的接缝密封。对不同类型的道路裂缝都能起到很好的处理作用,无论是细小的发丝状裂缝还是较宽的结构性裂缝,都可以通过合适的施工工艺进行有效的修补。

与传统修补材料相比,橡胶沥青密封胶具有明显的优势。在黏结性能上,其与裂缝壁的黏结强度远高于普通(改性)沥青,可以形成更稳定的连接,大大降低裂缝再次开裂的风险。在温度稳定性方面,该材料具有优异的耐高温和耐低温性能。在高温环境下,不易软化流动,保证修补材料不会从裂缝中挤出,从而保持路面的平整;在低温环境下,仍保持良好的柔韧性,不会因脆性而失去密封性能,有效适应路面因温度变化而产生的膨胀变形。

2.2.2 常温型密封胶

聚氨酯、聚硫、硅酮等材料构成常温密封胶。这种密封胶在室温下通过化学反应由液态变为固态,从而实现对接缝的有效密封。

聚氨酯密封胶具有高强度、高弹性和良好的耐化学腐蚀性。它的固化过程比较快,能在短时间内形成具有一定强度的密封层,减少对交通的影响。固化后,聚氨酯密封胶与裂缝壁之间形成较强的附着力,能有效抵抗车辆荷载和自然环境因素的影响,长期保持密封效果。这种材料适用于密封性能要求高、裂缝宽度比较大的场合,如桥梁伸缩缝、大型建筑沉降缝等。在市政道路中,聚氨酯密封胶可以充分发挥其优势,对一些因路基沉降等原因造成的宽裂缝提供可靠的修补效果。

聚硫密封胶以其优异的耐油性、耐水性和耐老化性而闻名。在潮湿环境下,聚硫密封胶仍能保持良好的黏接性能和密封效果,其性能不会因水分侵蚀而降低。固化过程相对稳定,在不同的温湿度条件下都能达到良好的固化效果。聚硫密封胶因其优异的耐水性,常被用于隧道、地下停车场等经常接触水的地方修补裂缝。在市政道路中,对于一些容易积水的路段,聚硫密封胶可以有效防止水渗入裂缝,保护路面结构。

硅酮密封胶具有优异的耐候性和耐高低温性。无论是在严寒的冬天还是炎热的夏天,硅酮密封胶都能保持稳定

的性能。对各种基材有良好的附着力，能与沥青混凝土、水泥混凝土等材料紧密结合。硅酮密封胶在紫外线、臭氧等环境因素的长期作用下，不易老化变色，能长期保持良好的外观和性能。这种材料常用于外观要求高，需要长时间暴露在自然环境中的地方，如建筑物的外墙、玻璃幕墙等。在市政道路中，对于一些位于城市景观区域的道路，硅酮密封胶可以在修复裂缝的同时保证路面的美观。

2.2.3 贴缝型材料

贴缝带通常由聚合物改性沥青和轮胎基布等复合材料组成。其工作原理是利用聚合物改性沥青的高黏结性，将接缝胶牢固地贴在裂缝表面，轮胎基布起到增强材料强度和稳定性的作用。当路面因温度变化或车辆荷载而热胀冷缩时，贴缝带凭借其良好的柔韧性和弹性，可随路面一起变形，始终保持裂缝密封，有效防止水分和杂物的侵入。

3 市政道路沥青混凝土路面裂缝修补技术

3.1 灌缝技术

灌缝技术作为一种广泛应用于市政道路沥青混凝土路面裂缝修补的有效方法，其核心原理是通过向裂缝中注入特定的灌缝材料来有效封闭和填充裂缝。这一过程可以防止水分、杂物等有害物质渗入裂缝深处，从而避免裂缝的进一步扩大以及这些因素对路面结构的破坏。接缝填充技术特别适用于运动裂缝的处理。运动裂缝通常是由于路面在温度变化、车辆荷载等因素的影响下产生较大的膨胀和收缩变形而引起的。这种裂纹具有明显的动力学特征，其宽度和长度会随着时间和环境条件的变化而波动。接缝填充材料需要具有良好的柔韧性和弹性恢复能力，以适应裂缝的这种动态变化。高质量的填缝材料在裂缝张开时可以延伸而不被撕裂；当裂纹闭合时，它能与裂纹壁保持紧密黏附而不分离。这样，填缝材料就能在裂缝内部形成稳定的密封屏障，有效抵抗外界因素对裂缝的侵蚀，从而达到延缓裂缝发展、延长路面使用寿命的目的。

3.2 填缝技术

作为一种相对简单和传统的裂纹修补方法，填缝技术具有独特的技术特点和适用场景。与灌缝技术相比，填缝技术不需要开槽作业，这使得它在处理一些非运动缝和不适合开槽的路段时具有明显的优势。非运动缝，如施工接缝处理不当造成的纵缝、间距较小的相对稳定的横缝、局部路面材料老化尚未形成大规模结构破坏的裂缝，通常不会随着温度变化、车辆荷载等因素产生明显的动态位移。对于这种裂缝，填缝技术可以将修补材料直接填充到裂缝中，形成有效的密封屏障，阻止水分和杂物的侵入，从而延缓裂缝的进一步发展。对于不适合开槽的路段，如路面

结构强度低、面层薄的地区，如果采用开槽灌缝技术，开槽时可能会对路面结构造成额外的损伤，导致裂缝周围出现松散、剥落等病害。而填缝技术避免了开槽的环节，可以在不破坏路面原有结构的情况下，修补裂缝，保持路面的整体性。

3.3 贴缝技术

贴缝技术作为一种新型裂缝修补技术，近年来在市政道路沥青混凝土路面裂缝修补中得到广泛应用和重视。其显著的技术优势使其在众多修复技术中脱颖而出。贴缝技术的施工工艺非常简单，不需要复杂的开槽、加热等工序，大大缩短了工期。在一些车流量较大的路段，传统的灌缝或其他修复技术往往需要长时间的交通管制，给市民出行带来很大不便。贴缝技术可以在短时间内完成施工，减少了对交通的影响，提高了道路的使用效率。该贴缝技术可有效避免开槽等操作带来的二次病害。在开槽填缝过程中，开槽机可能会对裂缝周围的路面结构造成一定程度的破坏，导致裂缝周围的材料松散、脱落，从而引发新的病害。而贴缝技术可以直接粘贴在裂缝表面，不会对路面结构造成额外的破坏，保护路面的整体性，延长路面的使用寿命。

4 结语

本研究对市政道路沥青混凝土路面裂缝问题进行了深入分析，系统阐述了裂缝的类型和成因，尽管本研究取得了一些成果，但仍存在局限性。展望未来，裂缝修补技术有望在以下几个方面取得突破。在材料的研发方面，将致力于开发更加环保、高效、智能的修补材料，如具有自愈合功能的材料，在出现裂缝时能够自动修复，有效延长路面的使用寿命。在技术创新方面，结合先进的传感器技术和智能控制技术，实现了对裂缝的实时监测和精确修复，提高了修复工作的效率和质量。同时，加强综合修补技术体系研究，根据不同裂缝类型、路况和使用要求，制定出更加科学、合理、个性化的修补方案，为市政道路沥青混凝土路面长期稳定运行提供有力保障。

[参考文献]

- [1] 吴德胜. 市政道路沥青混凝土路面裂缝修补技术解析[J]. 建材发展导向, 2024(17).
 - [2] 李峰, 徐剑, 石小培. 沥青混凝土路面裂缝修补技术[J]. 公路, 2013(7): 5.
 - [3] 丁凯. 浅谈沥青混凝土路面裂缝灌缝技术[J]. 中国科技博览, 2013(29): 1.
- 作者简介: 刘洁(1996.7—), 女, 学历: 本科, 毕业院校: 太原理工大学, 所学专业: 土木工程, 目前职称: 助理工程师, 目前就职单位: 太原市政建设集团有限公司。

高盐水域桥梁桩基耐久性防护技术应用分析

李宁

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]为减少永久性钢护筒施工阶段存在的问题,开展高盐水域桥梁桩基耐久性防护技术应用分析,研究对永久性钢护筒施工中存在的问题进行分析后,提出解决方案。从永久性钢护筒施工中存在的问题来看,主要问题有钢护筒轴线错位、马牙槎施工存在问题、混凝土存在的问题、钢护筒断条及钢护筒乱根等问题进行分析后,对永久性钢护筒施工设计分析后,论述了永久性钢护筒施工方案及措施,以期为广大学者提供参考帮助及建议。

[关键词]高盐水域;桥梁桩基;耐久性;防护技术;应用

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15242

中图分类号: U4

文献标识码: A

Application Analysis of Durability Protection Technology for Bridge Pile Foundation in High Salt Water Areas

LI Ning

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

Abstract: In order to reduce the problems during the construction phase of permanent steel casing, an analysis of the application of durability protection technology for bridge pile foundations in high salt water areas was carried out. After analyzing the problems in the construction of permanent steel casing, solutions were proposed. From the perspective of the problems existing in the construction of permanent steel casing, the main problems include the misalignment of the axis of the steel casing, problems with the construction of the horse tooth joint, problems with the concrete, broken steel casing bars, and disorderly roots of the steel casing. After analyzing the design of the construction of permanent steel casing, this paper discusses the construction plan and measures for permanent steel casing, in order to provide reference and suggestions for scholars.

Keywords: high salinity water areas; bridge pile foundation; durability; protective technology; application

引言

现代化社会发展趋势下,桥梁事业为我国社会经济发展及建设提供了有力支撑,同时,国家对于桥梁设计强度有了显著提升。根据现有桥梁设计规范要求来看,为提高桥梁耐久性,部分施工单位在施工过程中通过采用钢护筒的方式提高整体桥梁结构设计,有效提高桥梁耐久性的同时,对于减少工程施工质量具有深远意义。诚然,因钢护筒施工流程复杂,目前施工阶段仍存在诸多问题亟待解决,对桥梁工程施工造成巨大影响。对此,本次研究以永久性钢护筒施工中存在的问题及其施工措施进行讨论,以期为广大学者提供参考帮助及建议。

1 高盐水域桥梁桩基耐久性防护技术应用分析案例

潍坊港疏港高速公路工程一标跨海大桥桩基工程,桩基空桩段长,地质条件差,处于 III 类近海或海洋氯化物、IV 类除冰盐、II 类冻融环境中,空桩部分长期受海水侵蚀及反复冻融影响,为减轻海水对桩基混凝土腐蚀,延长桩基混凝土使用寿命,降低跨海桥梁工程全生命周期的运维成本,桩基钢护筒在施工完成后保留作为桩基础的防腐屏障,根据施工环境和质量控制要求,研究开发出一套适用于跨海灌注桩永久钢护筒施工工艺,从而确保其安装精

度、垂直度及其他重要技术指标满足设计要求的本项研究的主要内容。

2 高盐水域桥梁桩基耐久性防护技术应用分析意义

潍坊港疏港高速公路工程一标跨海大桥桩基工程,桩基空桩段长,地质条件差,处于 III 类近海或海洋氯化物、IV 类除冰盐、II 类冻融环境中,空桩部分长期受海水侵蚀及反复冻融影响,为减轻海水对桩基混凝土腐蚀,延长桩基混凝土使用寿命,降低跨海桥梁工程全生命周期的运维成本,桩基钢护筒在施工完成后保留作为桩基础的防腐屏障,钢护筒施工长度为 13-18m,永久钢护筒长度为 6m。永久钢护筒既能够提高桩基本身持力、抗震、防腐效果,又能保证桩基施工质量,对以后的特殊地层及水下桩基施工有很大的借鉴意义。

3 高盐水域桥梁桩基耐久性防护技术研究

开展桥梁桩基环境要素的全面探究。着重分析关键环境要素对桥梁桩基持久性的作用,并对各类环境参数进行具体量化分析。

深入研究混凝土、钢筋等材料耐久性退化的力学原理。着重探讨在桥梁桩基施工中遭遇的代表性环境因素对混凝土、钢筋等材料耐久性特征指标的影响,以此为基础,实现

环境影响因素的荷载量化及材料耐久性设计标准的制定。

针对桥梁桩基的耐久性抵抗力进行科学研究。主要解决基于可靠性理论，桥梁桩基耐久性抵抗力变化的计算问题。

研究桥梁桩基的耐久性设计策略，目的是解决基于安全性及可靠性原则的混凝土结构耐久性设计方法。

利用先进的材料检测技术，处理现有桥梁桩基的剩余寿命评估及计算问题。

持续进行高性能混凝土的基础研究，探索在特定环境条件下，能够增强桩基混凝土抗渗透、抗冻融、耐干湿循环、抗碳化以及抵御各种环境因素影响的耐久性混凝土。

3.1 永久钢护筒主要研发内容

(1) 在采用施工工艺下沉钢护筒进行研究，如何保证钢护筒埋设的精确度（位置、垂直度等），满足设计要求；

(2) 如何保证所埋设的钢护筒能与周边土体紧密接触，满足设计要求的程度。

3.2 技术路线

提出施工方案→进行技术、经济分析→选定最优施工方案→研究施工工艺和组织→方案实施→效果验证。

3.3 创新点

对于粉砂砾石地层或大江大河及地下水位较高的地区，混凝土钻孔灌注桩施工可以积累一定的施工经验，市场推广前景较大。

采用振动锤振冲下沉施工工艺，无论是对护筒本身壁厚以及振动锤下沉速度、持力点位置和下沉力大小等参数确定，对以后类似工程施工均能起到参考作用。

水下设永久钢护筒，如何保证护筒垂直度、如何使护筒顶部高程定位在设计桩顶高程，都需要通过前期精细策划，并且在施工中严格控制与发现总结的，也是值得后续类似项目参考借鉴的。

4 高盐水域桥梁桩基耐久性防护技术应用存在的问题分析

4.1 桩基间钢护筒轴线错位

轴线错位是永久性钢护筒施工阶段相对常见的问题，如钢筋混凝土浇筑阶段没有对钢筋骨架位置进行调整，会导致下层放线出现永久性钢护筒错位的现象，最终导致上下层贯通性消失，严重影响永久性钢护筒稳定性，对整体桥梁结构施工质量造成巨大影响。

4.2 马牙槎施工存在问题

永久性钢护筒马牙槎施工问题具体表现在诸多施工单位施工阶段没有按照规范要求对马牙槎设计，甚至盲目设计马牙槎，导致马牙槎两侧砌体表现缺乏平整性，最终造成桩基与模板之间存在贴合不紧密的问题。此外，如马牙槎留设位置不准确，导致永久性钢护筒纵向、横向轴线有误，对后续工程施工造成极大影响。

4.3 混凝土存在的问题

永久性钢护筒施工阶段，因混凝土施工引发的问题主要以麻面、露筋等问题组成。永久性钢护筒支模施工阶段，

如钢筋混凝土保护垫绑扎工艺不合理，钢筋表面可能出现缺陷，亦或是钢筋布局不当引发钢筋外露等状况。在捣实环节，捣实是确保永久性钢护筒施工品质的核心环节，若捣实过程中，马牙槎砖墙与模板间的湿润度不足，很容易造成模板和砖墙吸收永久性钢护筒内的水分，进而引发混凝土表层酥脆的现象。

4.4 钢护筒断条

永久性钢护筒施工前期，施工人员应综合施工现场情况，对施工现场进行检查、清理工作后，应确保永久性钢护筒材料无灰尘、杂物，并保障永久性钢护筒各处紧密连接。诚然，从当前永久性钢护筒施工管理来看，诸多施工现场管理人员经常性忽视这一问题，加之混凝土材料内部结构本身稳定性较差，最终导致永久性钢护筒出现裂缝，对整体桥梁工程施工质量造成较大影响。

4.5 钢护筒乱根

永久性钢护筒乱根泛指钢护筒基础部位受到严重损害，导致桥梁工程施工质量存在严重问题，造成这一现象的主要因素在于施工人员施工前期因忽视清理工作，导致永久性钢护筒的底部受到泥浆和水分的严重腐蚀，甚至出现底部断裂的现象。

5 高盐水域桥梁桩基耐久性防护技术应用措施

5.1 永久性钢护筒施工设计

本项目桥梁桩基地处渤海湾海域，结构耐久性是一个重要课题，特别是水中桩基础与墩柱连接部分，是结构设计重点。桩基础采用混凝土灌注桩，在海水中设置的桩基础外部采用钢护筒作为永久性保护。根据海水侵蚀作用机理，参照渤海湾海域内同类桥梁工程实践，本项目永久性钢护筒设计具体如下：钢护筒采用 Q235NH 钢板，厚度不小于 12mm，长度采用 6m，筒径不得侵入钻孔桩的有效桩径，钢板材料性能应符合我们国家标准《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢带》（GB/T 3524-2015）以及《耐候结构钢》（GB/T 4171-2008）的有关规定，而且其焊接钢板还应满足可焊性的可靠性要求。



图1 钢护筒震动下沉图

钢护筒震动下沉图采用锤击或震动方法下沉钢护筒, Q235 钢护筒厚度不小于 12mm; 钢护筒下设, 应控制其顶部高程与设计桩顶高程一致; 护筒倾斜度不大于 1%; 护筒下设完成后中心偏差不大于 2cm。

5.2 永久性钢护筒施工

(1) 钢筋绑扎

本次工程永久性钢护筒绑扎钢筋前, 应将钢筋拉直定位, 并在施工阶段绑扎牢固, 规避施工中随意推拉对绑扎施工造成影响。钢筋搭接纵向长度应满足 35d, 并在施工阶段做好永久性钢护筒内部钢筋保护垫块绑扎工作。

(2) 马牙槎留设

砌筑马牙槎前应对砌砖墙轴线进行定位, 确保马牙槎留设位置准确性、精准性。在砌筑马牙槎阶段, 应按照先退后进的方法, 即砌筑时, 先砌的砖块要往后退一定距离, 并保证后砌砖块要往前突出。常见退进尺寸为 60mm, 马牙槎的高度不宜超过 300mm。以此确保混凝土能够充分填充, 提高永久性钢护筒施工质量。此外, 应沿墙高每 500mm 设 2 Φ 6 水平拉结钢筋, 每边伸入墙内不宜小于 1m。

(3) 抗震设计

严格遵照抗震设计规范和标准进行钢护筒的设置工作, 并保证和圈梁之间具有稳固的连接。并保证结构构件符合设计强度, 承受地震作用产生的内力。如通过合理选择材料和确定构件尺寸, 确保柱子、梁等能够承受地震时的水平和竖向荷载, 如在多层砖结构住宅工程施工中, 根据烈度与层次的具体要求, 并外墙四角以及其他桩基交界处设置钢护筒。

5.3 提高钢材强度

为进一步提高钢材强度及促进永久性钢护筒施工质量, 应进一步加强钢材施工质量控制。有关人员采购原材料的过程中一定要严格按照要求采购, 切忌将质量差的材料购买进来。同时, 在原材料进入施工场地以前, 质检人员务必做好抽检, 保证材料质量, 如果在检查的过程中发现材料质量达不到要求, 应立即追究相关工作人员的责任, 并采购新材料。由于钢护筒结构的特征, 其在施工时的钢材分布也更短, 具备不连续性, 体现出乱向分散形态, 这就是的钢护筒具备较强的抗压、抗冲击、抗弯曲和抗拉伸等性能。通过大量的研究和实测数据发现, 钢护筒结构的抗拉极限承载力是普通单轴钢材结构的 1.25~1.5 倍左右。在测量其抗弯极限承载力时, 是普通钢材的 1.5~2.5 倍左右。其抗冲击性能是普通钢材的 50 倍左右, 部分钢筋钢材甚至达到了 100 倍。

5.4 钢筋铺设

钢护筒是高盐水域桥梁桩基施工中的一道关键工序, 只有确保原料质量, 唯有具备相应技能方能着手加固作业。在整个建筑阶段, 需遵循钢筋绑扎的规范, 借助机械手段将主要钢筋连接, 并用钢丝牢固地绑扎箍筋与主筋。接着,

必须严格按照施工图纸规定的距离和定位筋的要求进行绑扎, 将捆绑好的钢筋笼安放到指定的固定位置。然后才能进行下一道工序。预应力钢束作为保障预应力混凝土桥梁结构稳定的关键, 预应力钢束承载能力和腐蚀情况和断裂问题具有密切联系, 在预应力钢束修复阶段, 应做好清理、防腐、修复及钢束更换工作, 实现预应力钢束正常使用的同时, 对于提高预应力混凝土桥梁结构稳定性及承载能力具有促进意义, 为提高钢筋铺设的施工质量, 在进行绑扎时, 施工人员应科学、合理选择钢筋数量和绑扎方法, 防止因数量不够精确而导致钢筋弯折, 从而确保铺设效率和绑扎质量。

5.5 桩基础加强

在高盐水域桥梁桩基施工中, 桩基是整个施工过程中重要的一环, 其对工程的整体稳定性起到了决定性作用。预应力混凝土桥梁施工阶段, 因使用混凝土材料数量较大, 混凝土病害问题也在不断增加, 如出现磨损、剥落、局部病害等情况, 势必会影响到预应力混凝土桥梁结构安全。在混凝土修补的过程中, 可通过聚合物修补材料、高强度修补混凝土等耐久性较好的材料进行混凝土的修补处理, 完成受损区域的修复和喷涂。在高盐水域桥梁桩基施工中, 大规模采用钢护筒施工技术, 既可增强桩基的整体穿透力, 又可提高沉桩速率, 减少锤击次数。因此, 采用钢护筒进行桩基施工, 不仅能有效减少人力、物力的消耗, 还能增加企业的经济效益。此外, 采用钢护筒进行桩基加强, 还可改善桩顶塑性, 提高桩尖的穿透性能, 保证高盐水域桥梁桩基施工质量。

6 高盐水域桥梁桩基耐久性防护技术应用展望

现阶段, 我国各类规模的桥梁工程普遍采纳了钻孔灌注桩技术, 其工艺不断优化成熟。该技术以占用作业面积小、所需机械和人工较少、对环境友好等优势著称, 同时具备单个桩基承载力强、桩基品质稳固等特点, 逐渐成为桥梁及建筑基础施工的主流技术, 市场需求持续扩大。钻孔灌注技术核心在于利用钻孔手段将预先调配的浆液注入土层, 从而增强土体的密实度, 并在注浆管末端形成浆泡。施工过程中, 若制浆量较小, 浆液会向钻孔周边扩散; 若制浆量过大, 则会提升抬升力, 这对于提升高盐度水域桥梁的结构稳定性大有裨益, 确保了钻孔灌注技术在加固方面的显著成效。在进行钻孔灌注桩的施工过程中, 必须对荷载、结构内力、强度、承载力、抗震能力、防撞能力、抗裂性能以及沉降变形等进行详细计算, 确保钢护筒与桩基能够共同承受力, 特别是在抵御地震作用时的重要性尤为突出。所以在有些超深灌注桩施工中, 特别是在大江、大河内的桩基施工, 永久钢护筒作为桩基必不可少的一部分, 而被大量应用与推广。

7 结束语

综上所述, 开展高盐水域桥梁桩基耐久性防护技术应

用分析,桥梁结构稳定性作为桥梁工程施工质量的重要组成部分,本次研究以永久性钢护筒施工进行讨论与分析,对永久性钢护筒中存在的问题进行分析后,论述了永久性钢护筒施工措施及方案,通过案例讨论与分析,为广大学者永久性钢护筒施工提供参考帮助。

[参考文献]

- [1] 宋家满. 强冲刷腐蚀环境下桥梁桩基耐久性设计研究[J]. 铁道建筑技术, 2024(1): 105-109.
- [2] 罗宇, 贾鹏. 含泥质石膏岩中桥梁桩基耐久性设计[J]. 城市道桥与防洪, 2022(4): 81-84.

[3] 刘江, 曾逢春, 蔡老虎, 等. 酸性水环境下桥梁桩基混凝土的配制与耐久性研究[J]. 武汉理工大学学报, 2012, 34(6): 91-95.

[4] 黄斌. 沿海地区桥梁桩基混凝土耐久性研究[J]. 福建建材, 2009(2): 26-28.

[5] 何斌. 对桥梁桩基耐久性问题的探讨[J]. 公路交通技术, 2003(2): 40-43.

作者简介: 李宁, 性别: 男, 毕业院校: 西安交大, 土木工程专业, 当前就职单位: 新疆北新路桥集团股份有限公司, 职务: 项目负责人, 职称级别: 工程师。

大跨度钢结构施工重点要点技术探究

王卿 王淑颖

中冶京诚工程技术有限公司, 北京 100176

[摘要]在建筑行业快速发展下,工程规模日益扩大,大跨度钢结构在建筑中的应用愈发广泛。此类结构具有颇多优点,诸如自重轻、跨度大、强度高,可以使功能以及空间得到优化,满足现代建筑工程发展需求。但是,大跨度钢结构在施工期间难度大,需要对施工各个环节严格把控,以确保施工质量达到既定要求。

[关键词]大跨度钢结构;拼装;吊装

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15241

中图分类号: TU2

文献标识码: A

Exploration on Key Technical Points in the Construction of Large-span Steel Structures

WANG Qing, WANG Shuying

MCC Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: With the rapid development of the construction industry, the scale of engineering is expanding day by day, and the application of large-span steel structures in buildings is becoming increasingly widespread. This type of structure has many advantages, such as light weight, large span, and high strength, which can optimize functionality and space and meet the development needs of modern construction engineering. However, large-span steel structures are difficult to construct during the construction period and require strict control over all aspects of the construction process to ensure that the construction quality meets the established requirements.

Keywords: large-span steel structures; assembly; hoisting

引言

近年来,建筑工程规模的不断扩大,对大跨度钢结构的应用逐渐增多,不仅可以增强结构稳定性、安全性,还能有效节约成本。但是,大跨度钢结构施工难度大,对技术要求高,倘若施工期间操作不规范或对细节考虑不到位,可能导致施工质量下降,一旦情况严重,会增大安全风险,致使工程效益受到影响。因此,在工程项目实施期间,相关人员应该对大跨度钢结构重点要点技术深入分析,合理制定技术应用方案。鉴于此,本文主要以某钢厂干煤棚项目为例,深入分析大跨度钢结构施工重点要点技术。并通

过对项目的密切监测,了解施工效果。结合最终的结果来看,合理应用施工技术,强化施工过程的管控,有助于施工质量和效率的提高。

1 工程概况

以某钢厂干煤棚项目为例,本工程为B型料场钢结构网架,长度180m,跨度60m,高度30m。建筑面积10800m²,安全等级为二级。具体参数信息如表1所示。为保证工程质量能达到设计要求,项目在实施期间,对大跨度钢结构施工重点要点深入分析,合理制定施工方案,强化施工各个环节的控制。

表1 项目参数信息

序号	名称	参数
1	设计正常使用年限	50年
2	场地类别	II类
3	地下结构设计	旋挖灌注桩,基础采用承台+地梁
4	柱间距	9m
5	柱顶预埋件标高	1.5m
6	混凝土柱尺寸	长1.5m,宽1.0m
7	小短柱尺寸	0.8×1.0m
8	山墙端立柱尺寸	1.2×1.2×1.5m
9	屋面活荷载	0.5kN/m ²
10	50年一遇的基本风压	0.8kN/m ²
11	100年一遇的基本风压	0.95kN/m ²
12	抗震设防烈度	7度
13	设计基本地震加速度	0.10g

2 大跨度钢结构施工重点要点技术分析

在开展大跨度钢结构施工期间,把控好施工的重点要点,依照施工工序规范施工,有助于施工效率和质量的提升。在本项目施工中,大跨度钢结构施工流程具体如图1所示。

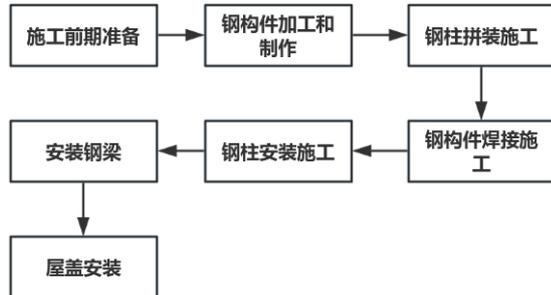


图1 大跨度钢结构施工流程

2.1 施工前期准备

工程项目在实施期间,前期准备工作尤为重要,只有将前期工作做好,后续工作才能顺利实施,从而将施工技术的作用充分发挥出来。因此,在大跨度钢结构施工前期,相关人员应该认识到准备工作的重要性,突出合理性、规范性。在准备阶段,需要从项目实际出发,全面、灵活掌握施工图纸及设计要求,在深化设计中优化节点连接设计,确保高空对接端口的精度以及如何充分考虑结构预拱变形问题是设计重点,了解施工技术标准、施工期间应用的施工工艺及方法等,针对性地制定施工措施,以便后续施工能有条不紊地展开。同时,明确施工设计意图,熟练掌握大跨度钢结构施工重点要点,并注重施工各个环节的管控。在施工前,组织专业技术人员会审施工图纸,找出图纸中存在的问题,仔细检查和研究,灵活制定应对之策,保证问题能从源头遏制,确保施工时不会出现设计变更等问题,使施工进度、质量、安全均达到设计标准^[1]。同时,将设计图的交底工作落实好,以施工流程、方案为基准,准备好施工所需的材料和设备,并围绕施工现场情况,做好细节的把控,将各个细节直观体现在施工图纸上,以便后续施工能做到有据可依。对于施工期间应用的钢梁、地脚螺栓等,需要对厂家、品质、规格、编号等逐一核对,质量需要与相关标准吻合。针对检查过程中出现的不合格材料,禁止出现在施工现场。

2.2 钢构件加工和制作

在大跨度钢结构施工过程中,钢构件的制作是关键,钢构件制作质量的高低关系到工程整体质量,所以应该给予此项工作高度重视。在对钢板制作前,需要进行矫平处理操作,借助专业设备对钢板矫平,将钢板生产期间形成的应力消除,使钢板表面有良好的致密性。钢板处理完毕后,应该以施工规范、要求为基准,将腹板位置的拼接缝错开距离控制在合理范围内。拼接缝需要避开钢梁1/3部位,且把控好与筋板的距离,具体在200mm左右^[2]。同

时,借助切割机将H型钢下料工作完成,腹板坡口位置同样要利用此设备切割。加工工作完成后,做好打磨工作,保证后续型钢的组装能更为便利。在型钢拼装工作开展前,相关人员需要明确施工图纸的设计意图,检查钢板的尺寸、规格等,在一定间隔内对临时支撑规范设置,通常为30cm。此外,运用智能化数控设备钻孔,螺栓孔两侧位置借助锁扣机切割,保证此部位的光滑度、平整度满足设计标准。为确保后续施工期间不会出现锈蚀问题,还要加强防腐,运用喷丸设备处理钢梁表面,并涂刷油漆,促进防腐效果的提高。

2.3 钢柱拼装施工

在组织开展钢柱拼装施工作业期间,相关人员需要将拼装的精度控制好,偏差不能超过既定值。如果出现偏差过大的情况,需要第一时间修正。

(1) 桁架安装。以施工设计标准和要求为依据,将桁架的地线标记好,并和小钢板一同焊接,增强二者的连接紧密性和牢固性,以免施工期间出现桁架松动等问题。在施工过程中,利用吊装的方式在桁架上部位置放置钢柱型钢,保证其定位的准确性。本项目在实施过程中,因为涉及的构件较多,且类型多样,所以针对直段桁架与弧形桁架,在设计过程中,全部采用专用式的拼装桁架,使施工保持统一,为不同桁架之间的相互转换提供便利。在桁架拼装时,可以将一个吊装单元看成一个整体,以单元的实际现状为依据,依照流程和工序将桁架拼装工作完成^[3]。同时,在杆件选取方面,应该依照设计图纸而定,杆件的刚度、稳定性等各项指标均要与设计相符。桁架上口的水平度应该严格控制,偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。为避免立柱出现不稳定的问题,可以将钢槽布设在立柱之间,使之形成整体。

(2) 钢柱拼装质量把控。在钢柱拼装过程中,其质量与后续的吊装作业有直接联系,相关人员应该做好监测工作,对整个拼装过程,严格监督与管理动态化跟踪和监测保证潜在的隐患和问题,能够及时发现品种质量,满足设计标准。

2.4 钢构件焊接施工

在对钢构件焊接过程中,需要严格按照规范和流程操作,把控好细节,保证焊接质量能够满足施工标准。

(1) 在对母材切割期间,借助切割设备辅助。现阶段,主要有自动化、半自动化两种切割形式,具体要根据实际要求选择合适的切割方法,使母材边缘的光滑度提高。在切割过程中,缺口不能受到损伤,需要保证粗糙度与设计要一致^[4]。

(2) 在对钢构件焊接过程中,如果利用定位焊接方法,焊接材料、施工工艺应该与施工期间的焊缝要求吻合。在定位焊缝操作期间,起始位置、完成部位以及转角,均不能进行焊接,坑弧需要全部填满。在焊接作业范围以外,禁止引、熄弧。定位焊接过程中,应该将尺寸控制好,具体如表2所示。

表2 定位焊尺寸要求(单位: mm)

母材厚度	定位焊缝长度		焊缝间隙
	手工焊	自动/半自动	
1≤20	40~50	50~60	300~400
20<1≤40	50~60	50~60	300~400
1>40	50~60	60~70	300~400

为保证焊接效果和质量能达到预期,相关人员在焊接期间,需要先焊接大坡口一侧,如果焊接的深度达到25mm,可以采取对钢构架翻面焊接的方式,将另一侧焊接好。翻面完成后,应该立即清根处理,深度控制在5mm左右。同时,运用砂轮机打磨构件表面,对坡口内的焊渣全部清除,将金属光泽露出,且与设计标准一致。焊接工作完成后,应该将飞溅物、熔渣等清理干净,焊接外观质量要满足标准。倘若在焊接过程中发现质量无法达到标准,需要第一时间进行修补。

高空焊接作业主要是屋盖桁架对接焊接,所以高空焊接质量控制是工程的重点。本项目靠近海边,焊接区域风力达到四级,焊接时必须采取防风措施;当焊件表面潮湿时,应采取加热去湿除潮措施,且焊接作业区相对湿度不应大于90%;雨天不得露天焊接,必须有防护措施。

2.5 钢柱安装施工

在安装钢柱过程中,应该以项目的实际情况为基础,严格按照规范作业,以提升施工效率质量。

(1) 本项目施工期间,钢柱全部利用起重设备吊装到指定位置。为确保钢柱吊装期间能始终保持平稳,降低安全事故出现概率,在牛腿上下3m范围内焊接吊耳。在正式吊装前,加固脚手架,保证稳定性,并将中心标高标记清楚。

(2) 倘若钢柱吊装到基础位置,应将其插到螺栓孔,使钢柱中心点和基础中心吻合,而后利用缆风绳调整钢柱的垂直度,在达到设计标准后,应用地脚螺栓加固^[5]。

(3) 钢柱安装过程中,可以细化为多个单元,以提高吊装的便利性。各个单元钢柱吊装就位后,应该第一时间进行钢梁与屋架安装。在安装期间,沿着钢柱支撑体系吊装,在保证前两根钢柱吊装稳定、可靠的前提下,组织开展后续工作,增强单元的整体牢固性。

2.6 安装钢梁

在钢梁吊装施工过程中,相关人员要从工程实际着手,以施工现场情况为依据,规范操作,保证吊装期间不会出现安全事故。

(1) 在对钢梁吊装前,对施工现场全面、仔细检查,验收所有钢梁的质量,一旦在检查过程中发现质量问题,应该及时处理,避免劣质钢梁出现在施工中。钢梁在运输期间,需要密切观察和检验,明确是否有变形等问题发生。如果在检查期间发现钢梁有损坏等情况,需要及时修复。若钢梁大破损较为严重,可以采取更换处理的方式,以免

对施工质量造成影响。

(2) 在对钢梁吊装前,相关人员应全方位检查钢梁的各项参数,尤其是拱度,应与设计要求一致。在对钢梁检查过程中,需要先将钢梁摆正,两侧作为支点,倘若拱度超过既定值,立即采取措施修正。在对钢梁修正过程中,火焰法是比较常见的方法。当全部达到标准后,可以开展后续吊装操作。

(3) 在钢梁吊装就位后,需要临时加固。当屋架吊装完毕后,根据实际情况调整钢梁,精度必须达到要求,保证后续不会出现变形问题。在校正钢梁时,将重点放在钢梁垂直度、标高上。

(4) 在对钢梁吊装期间,临时加固钢柱,确保标高与设计相符。针对肩梁位置,应该控制好垫板的厚度,根据要求调整。同时,对梁体标高仔细检查,借助水平仪逐一核对。梁体两侧位置的目标要与设计一致。此外,检查梁体垂直度以及中间位置,如果发现偏差过大的情况,可以适当调整垫板厚度。

2.7 屋盖安装

针对本项目而言,屋盖方面的节点重量,具体设置为25t。主桁架的重心与端部之间的距离需要严格控制,具体为30.1m。同时,以施工现场情况和条件为依据,选择使用2台履带吊开展施工作业。在施工期间,将屋架加工成整体,现场搭设作业平台,提升施工的便利性和质量。在开展吊装作业期间,相关人员应该重点关注钢梁的起拱度,满足设计标准。当屋架吊装工作结束后,利用螺栓对屋架两端固定处理,增强屋架的稳定性。此外,前两片屋架安装完毕且合格的基础上,采用设置安全防护网的方式,提高安全性和可靠性,以免后续出现安全隐患。

2.8 测量与监控

测量控制网建立:在施工现场建立高精度测量控制网,作为钢结构施工测量基准。采用全站仪、水准仪等测量仪器,定期对控制网进行复核,确保测量精度。

施工过程测量:在构件安装过程中,实时测量构件位置、垂直度、标高,与设计值进行对比。发现偏差及时调整,保证钢结构安装质量。对大跨度钢结构,考虑温度变化对结构变形的影响,选择合适时间进行测量,或采取温度修正措施。

变形监测:施工过程中,对关键部位设置变形监测点,使用高精度测量仪器进行定期监测。通过数据分析,掌握结构变形情况,及时发现异常变形,采取相应措施,确保施工安全与结构质量。

3 大跨度钢结构施工技术应用成效

以本项目为例,为了解大跨度钢结构施工技术的应用效果,明确施工重点要点是否把控到位,本次采用施工无线监测系统,动态了解工程的应用情况。其中,针对大跨度钢结构施工结构方面,以主拱肋施工为研究对象,其应力变化时程曲线如图2所示。结合图2的变化情况来看,

在时间的不断变化下,主拱肋的应力也发生较大改变,其变化幅度大,具体的趋势为先升高后下降,最后趋于平稳。在 500min 内,主拱肋施工期间,主要开展的是安装和焊接工作,此时的主拱肋上会有各个荷载加载,所以应力在短时间内迅速增大,但应力最大值比钢结构的屈服应力小,因此其应力与施工要求吻合。在 500min 后,焊接工作完成后,整个环节为卸载施工,故而应力持续下降。

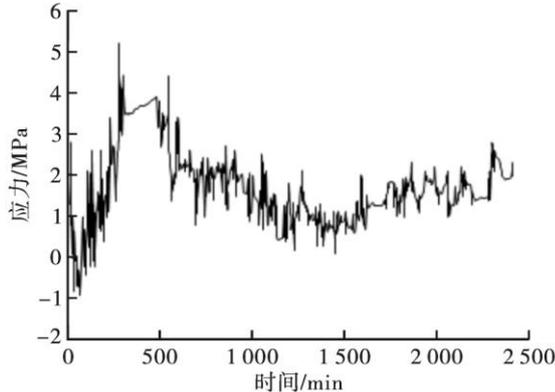


图2 应力变化时程曲线

结合图3的变化情况来看,在时间的不断延长下,主拱肋的位移发生较大变化,先升高后趋于稳定。在主拱肋加载期间,即 500min 以内,其位移的变化最大,增加的速度较快,最高达到 9.2mm,比限值要求的 10mm 小,因此可以达到标准。同时,在进入卸载阶段后,即 500min 后,位移处在平稳状态,平均为 7.6mm,同样比限值小。

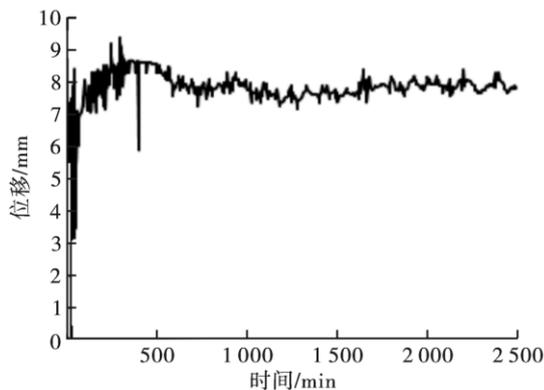


图3 位移变化时程曲线

在大震动力弹塑性方面, X 向、Y 向为主方向整体计算结果具体如表 3 所示。结合表中的数据来看, X 向最大层间位移角为 1/285, Y 向为 1/194, 均远小于规范限制 1/50, 满足“大震不倒”要求。

表3 X向、Y向为主方向整体计算结果

波组	最大层间位移角 (X 向)		最大层间位移角 (Y 向)	
	A 区	B 区	A 区	B 区
人工波 1	1/285	1/285	1/194	1/239
天然波 1	1/505	1/409	1/574	1/249
天然波 2	1/303	1/394	1/299	1/365

通过监测结果来看,本工程项目在建设期间,通过利用大跨度钢结构施工技术,强化施工各个环节的把控,建筑各方面性能均能达到既定要求,稳定性强、安全系数高。

4 结束语

综合而言,在建筑工程施工过程中,大跨度钢结构施工是关键组成。因此,应该加强各个环节的控制,明确施工重点要点,并以施工具体情况为基准,灵活运用施工技术,保证施工质量在提高的同时,安全性、可靠性能达到设计要求。同时,在施工期间,注重新技术、新工艺的应用,合理制定施工措施,建立完善的质量管理机制,确保施工作业顺利实施。

[参考文献]

- [1] 韩海亮, 谭亮, 高世昌. 大跨度钢结构张弦梁结构施工技术[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(12): 28-30.
 - [2] 黄永聪. 大跨度钢结构施工重点要点技术探究[J]. 建设机械技术与管理, 2024, 37(6): 136-138.
 - [3] 刘宇, 张鹏辉, 史明伟. 大跨度钢结构施工技术要点[J]. 四川建材, 2024, 50(2): 115-117.
 - [4] 邢济岐, 杨贺, 李浩楠, 等. 大跨度钢结构连廊的设计要点和施工技术[J]. 工程机械与维修, 2022(6): 231-233.
 - [5] 胡浩. 大跨度复杂钢结构施工过程中的技术要点研究[J]. 住宅与房地产, 2021(27): 70-71.
- 作者简介: 王卿 (1985.4—), 男, 北京工业大学, 结构工程, 中冶京诚工程技术有限公司, 高级工程师; 王淑颖 (1985.10—), 女, 北京工业大学, 道路与铁道工程, 中冶京诚工程技术有限公司, 高级工程师。

住宅建筑工程屋面防水施工技术要点分析

吕洪兵

湖南广福建筑股份有限公司, 湖南 长沙 410100

[摘要]现代建筑技术进步显著, 屋面防水工程在建筑防护体系中的地位逐渐上升。防水层构造能够显著抵御水分侵入, 确保建筑物稳定及持久, 同时提高居住的舒适性与建筑的经济价值。针对防水项目, 从建材挑选、设计施工、细节处理到维护保养, 整个流程的质量把控具有较高复杂性。针对屋面防水工程, 深入探讨质量控制措施, 对于提高建筑防水效果和延长其使用寿命, 具有重要的实践意义和研究价值。文中从多角度分析屋面防水工程的质量控制难题, 以期对相关领域提供实践与研究的借鉴。

[关键词]住宅建筑; 屋面防水; 施工技术; 要点

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15236

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Analysis of Key Technical Points for Roof Waterproofing Construction in Residential Building Engineering

LYU Hongbing

Hunan Guangfu Construction Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410100, China

Abstract: Modern building technology has made significant progress, and the position of roof waterproofing engineering in the building protection system is gradually rising. The waterproof layer construction can significantly resist moisture intrusion, ensuring the stability and durability of the building, while improving the comfort of living and the economic value of the building. For waterproofing projects, the quality control of the entire process from building material selection, design and construction, detail processing to maintenance is highly complex. Exploring quality control measures in depth for roof waterproofing engineering has important practical significance and research value for improving building waterproofing effectiveness and extending its service life. The article analyzes the quality control difficulties of roof waterproofing engineering from multiple perspectives, in order to provide practical and research references for the fields.

Keywords: residential buildings; roof waterproofing; construction technology; key points

房屋屋面作为房屋周边围护结构的主要构件, 其防水性能的好坏直接关系到房屋的美观、安全和居住舒适性; 使用寿命, 性能和效益都有直接的效果。在房屋建筑工程建设中, 若未加强对屋面防水施工技术的运用, 忽略了屋面防水的重要作用, 就很可能发生屋面渗水、漏水等现象, 从而对住户的日常生活造成不利的影 响, 使住户的居住感受和生活品质下降, 同时还会对建筑内部进行侵蚀、损伤, 从而产生安全隐患, 对人民的人身和财产造成极大的危害。

1 屋面工程的构造和作用

屋面结构包括基础层、隔汽层、防水层等多个功能层, 是结构设计和建造过程中必不可少的一环。在设计初期, 隔汽层是关键的保护措施, 它能有效阻止室内水蒸气渗透到保温层, 从而维护保温层的性能。在屋面设计中, 防水层是最重要的一环, 它既能起到保证建筑物的安全性, 又能阻止水对建筑物材料的侵蚀; 从而延长了建筑物的生命周期。该隔离层还具有防止各种物质发生化学变化、保持其原始特性及整体性, 降低其对屋面防水的不利影响; 保证屋面的使用性能和使用年限。保护层主要是对防水层或绝缘层起到补充保护的作用, 从而提高其使用年限。为了

提高防水性能, 将卷、漆组合成一种新型的防水材料。在易发生渗漏或破坏的地方, 增加加固层可提高其保护能力, 保证结构的总体使用功能。

2 屋面防水工程质量问题分析

2.1 结构方面原因

建筑物的构造是否合理, 直接关系到防水层的强度和承载力。当结构层荷载引起诸如强度不够、刚性分配不均匀等问题时, 就会出现开裂、变形等现象造成渗漏。结构层和防水层的黏结性能直接关系到建筑物的安全可靠度, 若二者连接不良, 或者出现裂缝、脱落等情况, 将会极大地降低防水层的防渗性能和耐久性。建筑工程的质量也会对防水的结果产生直接的作用, 特别是在建筑结构层的施工中, 如果没有足够的振捣或者没有足够的养护, 就会造成结构层的表层产生蜂窝或者麻面等缺陷。这种裂缝将严重地影响防水卷材的施工质量。

2.2 设计方面问题

良好的防水设计是达到防水效果的重要环节, 若在建筑设计中没有对建筑物的使用需要、周边环境以及对应的防水等级需求进行全面的分析, 就会导致防水层厚度不够、

材料选择不对、结构层级不合理等问题,从而降低了防水层的耐久性和服役年限。在防水设计中,细部是至关重要的,比如阴阳交接处、排水点、管道接口等,如果做得不好就会产生渗漏的危险。在建筑物的设计中,保证排水与排水的协同作用是维持结构整体与使用性能的关键,若二者不能很好地结合,则会造成排水不畅、积水成患,从而增大防水层的承压能力,加快其衰老进程。

2.3 施工质量问题

在工程建设过程中,如果操作不当、工艺处理不当或监督不力,都有可能造成防水层出现问题。比如在基层治理时,若未进行全面清扫,残余的石油、粉尘等杂物将使其对防水层的附着力降低。施工过程中若接头宽度不够、粘贴不牢固、表面有气泡、起皱等现象,将对防水性能和耐久性产生不利的不良影响。若防水涂层不均匀,涂层厚度不合格,或存在未覆盖的地方,都会对防水层的综合使用产生不利的作用。

2.4 材料方面问题

质量好坏直接影响到防水层的效果和耐久性。如果所选择的防水材料自身出现了抗力不足、抗气候侵蚀能力差、容易退化等缺陷,将极大地降低其性能和服役年限。另外,如果选择不合适或不满足设计要求,尤其是在特殊的情况下,所采用的防水材料不相配,或在施工过程中出现以次充好、减少用料等情况,都会对防水层质量造成很大的影响,从而造成工程质量和防水层稳定性得不到保证。

3 住宅建筑工程中的屋面防水施工技术

3.1 基层与保护工程

3.1.1 找坡层与找平层

对于混凝土建筑物,在进行工程建设时,首先要注意建筑物本身的排水坡度,坡降不小于 3%。为保证建筑物的稳定与耐用,应选用轻质、吸水性好的材质。在进行细石料混凝土找平层施工时,一定要保证砂浆和砼的层厚相同,一般砂浆层 25mm 为基准,砼为 30~35mm;这种厚度能保证防水工作的有效性。同时,对齐平面的分格缝不能超过 6m,最好是 5~20mm。边坡的平面度偏差不得大于 7mm,而找平层的平面度偏差不得大于 5mm。

3.1.2 隔气层与隔离层

防潮基层应平整,清洁,干燥。建筑层与隔热层间应有一层水雾阻隔层。屋面和墙面之间的连接部位,防水层应该沿着墙面一直往上延伸,并且其顶面要高于隔热层 150 毫米以上。在施工过程中,砌块材料、水泥砂浆或细集料混凝土保护层与卷材及涂膜防水层等要加设间隔层。

3.1.3 保护层

采用块状材料作屋面保护层时,应适当地设置网格。为保证因施工过程中因材料收缩或温差引起的裂缝或破坏,其纵向和横向距离应控制在 10 米以内。当采用水泥土做屋面保护层的时候,必须对其进行细致的平整和夯实,以保证平整和没有间隙。针对细粒级砼保护层,在浇筑过

程中必须将砼振捣到密实,以减少蜂窝麻面,改善其强度及耐久性能。在建筑工作中,要正确地把握好隔离缝之间的间隔,并根据规范和规程来规范其施工。当隔离缝间距大于 6m 时,应在其中间处设 V 形隔离缝,使隔离缝延伸到室内,加强屋面的防水作用。

3.2 防水卷材的优化选择

而防水材料的质量和性能又是决定其效果的主要因素。若采用质量差的防水材料,则会使房屋的防渗能力下降,造成漏水现象,甚至加重房屋漏水状况。针对这种情况,在进行房屋屋面防水施工时,应认真选择适宜的防水材料,保证其使用寿命与质量。在选用防水材料时,要考虑当地的气候条件,降雨量,屋面防水等级及抗震规范。当前,各种类型的沥青卷材、聚合物聚乙烯卷材、复合水泥基柔性涂层等产品在质量、性能、特点等方面都有很大的不同。在使用范围和优势方面都各有利弊。建设单位在选用时,除了要考虑到成本、供货及运输等方面的考虑,还要考虑到材料的耐高温、防水和耐渗透性能;抗气候,抗化学药品,物理性能;为保证所选材料符合国标要求,符合相关规范要求,符合相关规范要求,对其进行综合评价。比如,由于具有优良的弹性、耐高温、耐腐蚀性等性能,在高温地区有良好的应用前景。该产品具有优良的弹性和耐刺蚀性。而在湿润地区,应选用具有良好防水、耐老化性能的复合水泥基柔性涂层。

3.3 涂膜防水层

涂膜防水的应用工艺主要采用三种不同的材质。(1)密封剂,也就是俗称的橡皮,其具有良好的回弹力,在屋面缝处表现出明显的优点;能显著提高屋面接头处的压实度。(2)一种弹性薄膜,它是由一种既有高柔性又能抗热的合成聚合物制备的一种抗水性涂料;采用该材料进行屋面的防水工程,能很好地避免屋面裂缝的产生。(3)黏结剂。其主要成分是特种沥青,因此,该产品不仅附着力强,而且耐高温。在采用涂层防水的施工工艺时,必须对涂层的材质进行严格的质量管理,以保证涂层的使用品质与性能能够满足屋面防水的施工需求。并采用专业化的机器,将涂层按科学、合理的设计配比进行调配,并进行均匀的调配;当涂层的配方达到正确的要求时,才能开始喷涂工作。喷涂时,采用专门的喷洒器对屋面进行均匀、有序地喷涂,并严格控制涂层厚度,防止出现喷涂不均匀、漏涂等现象。为确保喷涂的品质,在喷涂之前,建筑企业还可以进行喷涂测试,对各种喷涂参数和技术参数有一个完整的认识和把握,从而指导喷涂的标准化和规范化。在全屋面上进行了均匀的涂料后,屋面的防水工作并没有完全停止,仍然需要等待一段时间,才能进行第二次的喷洒;通常情况下,静止的时间是 24 小时。

3.4 沥青防水卷材铺设

在进行屋面防水工程之前,必须按照设计要求,对沥青防水卷材进行准确的量测切割,保证其尺寸精度;然后

再对卷料的表面进行整平。若有缺陷或不平之处,则需认真校正,以达到建筑品质要求。其次,选择符合质量标准且性价比较高的基层处理剂,将其在已清扫过的基层上,防止涂层分布不匀或涂层积累,使卷材和基层之间的粘附力得到提高。当底层处理剂干透后,按规定的方位,依次展开防水卷材,并按照屋面的防水等级规定,对其进行分层。在保证排水顺畅的情况下,卷绕线的敷设方向要与屋面的斜度相垂直,也要与梁脊相平行。使用专用设备对卷材进行挤出平整,避免翘边、翘角、空鼓、起泡等现象,保证卷材与底层的紧密结合。为加强防水材料的整体性及严密性,应在不同的卷材之间设置合适的重叠宽度,此宽度可根据不同的卷材类型及不同的施工条件而定,如:高聚物改性沥青卷材的重叠宽度为 5cm,高聚物材料为 10cm,SBS 橡胶材料为 7.5cm。对拼接后的搭接处、端部和收口处采用专用的焊接装置进行焊接和封口,提高了防水能力。在需要时,可以在防水卷材之上设置一层保护层,采用水泥砂浆或细石混凝土等物质来防止防水层受到外部破坏,提高其耐久性,从而有效地提高防水层的服役年限。

3.5 防水层细部处理优化

在防水施工过程中,精细地控制防水层的微观结构,是保证整体防水体系发挥作用的关键。在寻求防水材料整体功能性提升之旅中,细部部分的改进尤为重要,此阶段是整个工程质量跨越的关键。特别是在阴阳角、排水口和管线根等易发生漏水的部位,要采取专门的防水材料和加固层,通过增加防护层、涂覆防水涂料或铺设防水卷材等方法,加强关键部位的防水性能。在具体的处理上,注重每个细部和施工技术,还要保证防水层和基础的紧密结合,防止产生空洞、气泡等;为提高防水性能,在施工期间,要仔细检查各个重要的部分,保证各项作业都按照规范的程序进行,杜绝任何的安全隐患。通过对施工防水层细部构造的合理设计,大幅提高其防水耐久性,从而保证建筑物的安全性与可靠性。

3.6 防水层后期维护与保养

为了防止各种原因造成的防水卷材的老化和损坏,应定期对其进行维护保养,以保证其使用寿命。有关单位要对防水层进行经常性的监控维护,对防水层进行彻底的检查,对出现的裂缝、鼓包、剥落等问题要进行检查,并加以处理。针对出现的损伤部位,应立即进行修补,选择与原有防水卷材配套的施工工艺,以保证修补的施工质量与原有防水层的一致性。在日常维护防水层时,要注意防止被利器划伤或受力造成损坏,并要使其表面保持干净、干爽。通过对建筑物防水层的认真维护,可以有效地提高其服役年限,维

持优异的防水性能,从而保证建筑物的长久、稳定地运行。

3.7 金属板铺装

对金属板的感光性要符合规定的要求,对场地内的物料要进行适当的保护,铺设好的金属片要有防踩或其他破坏的措施。在铺放钢板的时候,一定要按照设计图和对排图的要求,按照规定的方式来安装钢板,并且保证屋檐的边沿伸出墙壁不少于 200mm。屋面、顶棚槽处,其延伸长度不应小于 100mm。导水板施工时,必须设置在 250mm 以上,其渗水孔周围坡度不得大于 5%,并在其下方加一层保护层。防水涂层和辅助层应该比落水口的边沿高出 50mm,黏合牢固。在增加一道附加防水膜时,需将其延伸至不少于 250mm 的范围内,并在其上铺一层防水层。将已变形的缝合线填入不可燃烧的隔热层,然后在其上铺上一层防水的卷板,然后再放入内衬材料。管线周围的找平层必须保证其有一定的坡度,并且其高度不小于 30mm。为了保证末端的封闭作用,采用金属扣环将卷盘末端进行紧固和封闭,并在两端涂上一层防水漆。

4 结论

在房屋工程中,屋面防水的构造工艺与建筑的安全及耐久性能有着密切的联系。在保证屋面防渗性能的前提下,对其进行了科学的设计,并对其进行了选择。首先,选择符合要求的防水材料及合理的构造措施是保证建筑结构质量的重要保证。其次,要按照有关的规范和规程进行施工,精细的施工工艺,精细的施工,以及良好的施工组织,才能避免施工中出现的各种问题。严格控制重点环节,严格考核。一方面,要对隐蔽项目进行严格、细致的检查,严禁不通过检查就擅自开展下一步工作。另外,质检部门要强化工地的质量控制,对屋面防水工程进行全面的监督,对不合格的建筑进行及时的改正和评估。

[参考文献]

- [1]李丹丹. 建筑工程施工屋面防水施工技术应用[J]. 建材发展导向, 2024, 22(23): 96-98.
 - [2]姚儒想. 住宅建筑工程中屋面卷材防水施工技术应用[J]. 居舍, 2024(35): 43-46.
 - [3]庄江彬. 房建工程施工中住宅屋面防水技术的应用[J]. 住宅与房地产, 2024(32): 117-119.
 - [4]丁富平. 住宅建筑屋面防水材料的选用[J]. 居舍, 2024(31): 55-57.
 - [5]戴立. ETFE 膜结构屋面防水构造及质量控制研究[J]. 工程建设与设计, 2024(20): 4-6.
- 作者简介: 吕洪兵(1982.1—), 男, 湖南广福建筑股份有限公司。

建筑工程土建施工中桩基础施工技术

孙超

秦皇岛金洋建设集团有限公司, 河北 秦皇岛 066000

[摘要]自改革开放以来,我国社会经济高速发展,推动着我国建筑行业的发展,许多作为各种用途的建筑纷纷被修建起来,而桩基础是我国建筑工程中常见的基础,在我国建筑工程建设中被广泛应用,桩基础具有较强的稳定性,经济效益也比其他基础的经济效益要高。但桩基础比其他基础的施工要复杂许多,而且施工要求较高,在建筑工程施工时,桩基础施工具有一定的困难性,且桩基础是一个建筑工程最基础的构成部分,一定要保证桩基础的施工质量,保证整个建筑工程整体的施工质量。

[关键词]建筑工程; 土建施工; 桩基础; 施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15228

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Pile Foundation Construction Technology in Civil Engineering Construction of Building Project

SUN Chao

Qinhuangdao Jinyang Construction Group Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei, 066000, China

Abstract: Since the reform and opening up, Chinese social and economic development has been rapid, driving the development of the country's construction industry. Many buildings for various purposes have been built one after another, and pile foundations are a common foundation in Chinese building project, widely used in construction projects. Pile foundations have strong stability and higher economic benefits than other foundations. However, the construction of pile foundations is much more complex than other foundations, and the construction requirements are higher. During the construction of building projects, pile foundation construction has certain difficulties, and pile foundations are the most basic component of building projects. It is necessary to ensure the construction quality of pile foundations and the overall construction quality of the entire building project.

Keywords: building project; civil construction; pile foundation; construction technology

引言

桩基础,作为建筑工程中一种关键的土建基础形式,广泛应用于各种复杂的地质环境,特别是在土壤承载力较弱或地下水位较高的区域。通过将荷载传递到较深的土层或岩层,桩基础能够有效保障建筑物的稳定性与安全性。在现代建筑施工中,桩基础技术不断创新,衍生出多种类型与施工方法,每种技术均具有独特的适用场景与特点。桩基础施工技术的选择与实施,直接决定了工程的质量、进度以及成本控制。随着工程复杂度的增加及对建筑质量要求的提升,桩基础施工面临诸多挑战,诸如地质条件的变化、施工进度的高要求及环境影响的管理等。因此,桩基础施工技术的研究,尤其在应用途径上的深入探讨,对于提高工程质量、降低施工风险并确保项目安全,显得尤为重要。建筑工程中桩基础施工的关键应用路径,将在本文中探讨。不同施工技术的优缺点,将被分析,以期对桩基础施工提供切实可行的参考与指导。

1 建筑工程土建施工中桩基础技术的作用

在建筑工程的土建施工中,桩基础技术具有至关重要的作用,尤其在复杂地质条件或土壤承载力不足的地区。作为一种有效的地基处理手段,桩基础为建筑物提供了坚实的支撑。通过将荷载传递至更深层次的土体或岩层,能

够确保建筑物的稳定性与长久性。特别是在软土地基或存在沉降风险的区域,桩基础有效防止了因地基沉降不均引起的建筑物倾斜、开裂等安全隐患,从而保障了工程质量与使用安全。桩基础的适应性也较强,根据不同的土壤类型、建筑荷载及现场施工条件,能够选择不同的桩型(如钻孔桩、静压桩等),并灵活调整施工方法,确保了各类建筑项目在复杂地质环境下的顺利实施。无论是高层建筑、大型桥梁,还是地下设施,桩基础在各类工程中均得到了广泛应用。面对极端地质条件,如高水位区域、软土或膨胀土等,桩基础展现出了其独特的优势,成为建筑工程中不可或缺的技术。随着施工技术的持续进步,桩基础技术不断被创新与优化,不仅提升了施工过程的效率与安全性,也在工程的成本控制及进度管理上起到了积极的推动作用。

2 建筑工程土建施工中桩基础技术的应用类型

2.1 钻孔类型

钻孔桩技术,作为建筑工程中常用的桩基础形式之一,主要通过钻孔设备将孔眼打至预定深度,形成空洞后,将桩体材料(如混凝土、钢筋等)灌注进去,从而构建坚固的桩基础。钻孔桩具有较强的适应性,适用于多种土层,尤其在软土地基或岩土层交替的复杂地质条件下,表现尤为突出。与其他类型的桩基础相比,钻孔桩可在较小的施

工空间内进行施工,特别适合在市区或狭小场地进行作业。此外,在钻孔桩施工过程中,能够有效减少对周围建筑物与环境的振动与干扰,因此,适合在高密度建筑区或交通繁忙的区域应用。钻孔桩的施工质量,与钻孔精度以及灌注质量紧密相关^[1]。施工单位必须严格把控钻孔的垂直度、孔径与深度,确保桩体与地基的紧密结合,从而提升其承载力与稳定性。钻孔桩还具有较高的承载能力与耐久性,能够满足不同类型建筑物及工程项目的要求,特别是在高层建筑、桥梁以及大型地下设施等工程中,得到了广泛应用。

2.2 静压类型

静压类型桩基础技术在土建施工中,主要通过静压打桩设备的自重与桩架重量,增加预制桩在地基中的下沉速度,使桩在压力作用下顺利沉入土体。这种技术属于挤压技术,但其挤压过程中可能对土体造成一定破坏,进而提高地下水压力。因此,应用静压桩基础技术时,建议确保整个施工过程不间断,以避免因中途停工而影响施工效果。尽管静压类型存在一些缺点,但其优势依然显著。例如,桩体结构不会出现硬化,施工过程中的噪音较低,且对施工操作的要求相对较少,最终桩基质量较为理想。此外,相比人工打桩,静压桩基础技术的成本较低,能够为检测人员提供便利。特别是在遇到高压压缩黏土层时,静压桩基础技术尤为适用。

2.3 人工类型

人工桩基础技术,作为一种传统且应用广泛的桩基础施工方式,主要通过人工操作将木桩、钢桩或混凝土桩等预制桩材料打入土中,依靠人工力量完成桩体的安装。此技术常用于地质条件简单或土层较为坚实的地区,尤其适合浅层地基或地下水位较低的环境。在施工过程中,人工桩不需要复杂的机械设备,操作较为简单,施工成本低,特别适用于预算有限的小型项目或低层建筑。然而,人工桩在承载力和稳定性方面较其他桩基础类型稍显逊色,且施工对操作人员的技术要求较高,施工速度也较慢。由于人工桩依赖于人工精确操作,若未能严格控制施工质量,容易出现桩体偏斜或承载力不足等问题。因此,人工桩通常被用于土质稳定的地区,作为其他桩基础类型的补充或局部应用^[2]。尽管在现代大型项目中逐渐被更先进的桩基础技术所取代,人工桩仍因其经济性、施工简便性及较强适应性等特点,广泛应用于许多中小型建筑项目中。

3 建筑工程土建施工中桩基础技术的应用途径

3.1 做好充足准备

在建筑工程土建施工中,桩基础技术的顺利应用,要求在施工前做好充分准备,以确保施工过程的顺利进行及最终桩基的质量可靠性。地质勘察是其中的关键环节,必须通过专业的勘探手段,准确了解施工区域的土质、地下水位及岩层特征等信息。这些数据对于确定桩基础的设计

参数,如桩长、桩径、承载力及桩型等至关重要,有助于避免因对地质条件的误判而导致设计不符或施工困难。设计方案也需根据勘察报告中的详细数据进行优化与调整,以确保设计方案与实际土壤条件相匹配。合理的设计不仅能够提高桩基的稳定性,还能有效降低施工成本。在施工准备阶段,设备的选择与调试同样至关重要,施工团队应对桩机、钻机等设备进行全面检查,确保设备性能良好,防止因设备故障而延误工期或影响施工进度。施工人员的技术培训不容忽视,特别是对新技术、新工艺的掌握,能够提升施工效率,减少人为失误。此外,施工前还需要提前做好材料的储备工作,确保所需的各类材料及时到位,避免因材料短缺而影响施工进度。在现场管理方面,场地平整、施工通道规划及临时设施搭建等工作应提前安排妥当,以确保现场环境整洁、有序,从而保障施工的顺利进行。

3.2 根据条件选择不同技术

在建筑工程土建施工中,桩基础技术的选择应根据现场实际条件作出合理判断。土壤性质是决定桩型选择的关键因素。对于较软的土层或承载力较低的地基,沉桩或灌注桩通常能够有效增加桩的持力层深度,从而提升承载能力。而在较硬的岩层或承载力较强的地质条件下,打桩技术可能被认为更为合适。地下水位变化对桩基础的稳定性也具有重要影响,尤其是在高水位地区,灌注桩或置换桩能够有效抵消地下水对桩身的影响,保持桩基础的稳定性。施工场地选择时,空间和环境因素不可忽视。如果施工区域较为狭窄,则可选用低噪音、低振动的静压桩或螺旋桩,从而减少对周围环境的干扰。施工周期与成本也在技术选择中起着重要作用。若项目时间紧迫且预算有限,预制桩因其较短的施工周期及经济性优势,成为较佳选择。而在对工程质量要求较高的情况下,尽管灌注桩的成本较高,但其较好的稳定性与承载能力,往往能更好地满足项目需求。

3.3 保证荷载处于标准状态

在建筑工程土建施工中,桩基础的荷载承载能力直接决定着建筑结构的稳定性与安全性。确保荷载符合标准要求,已成为桩基础设计与施工中的核心环节。为确保桩基能够承受设计荷载,精确的地质勘察至关重要。通过勘察,土壤承载力及桩基所处的地质环境得以了解,从而为桩基础的选型、桩长、桩径等设计参数提供了科学依据。在桩基础施工阶段,施工质量必须严格控制,确保每根桩的承载力达到设计要求。通过采用合理的施工技术,如静压桩、灌注桩等,能够有效保障桩的荷载能力,避免因施工不当导致的承载力不足问题。施工完成后,荷载试验应及时进行,静载试验或动载试验被用来验证桩基的实际承载能力,以确保其符合设计要求^[3]。此外,在施工过程中,方案应根据实际情况及时调整,施工顺序与位置的合理安排将有效避免局部过载或不均匀沉降影响建筑物的整体稳定性。

3.4 确定钻孔准度

在建筑工程土建施工中,桩基础的钻孔准度是确保桩基质量与施工安全的重要因素。为达成这一目标,钻孔设备的详细检查与调试至关重要。特别是在使用旋挖钻机或打桩机时,必须确保设备能够稳定运作并精确定位,以避免设备故障或调节不当所导致的钻孔误差。此外,钻孔的位置、角度及深度应严格按照设计要求进行。施工人员需结合现场地形、土壤特性及设计图纸,准确标定钻孔的具体位置,以防偏差的出现。桩基础的稳定性,对于保证钻孔垂直度尤为重要。在施工过程中,应使用如全站仪、激光测量仪等先进测量工具,实时监测钻孔的垂直度与位置,并及时调整施工姿态,确保钻孔不发生偏斜。钻孔深度的控制同样至关重要,施工人员应依据地质报告与设计的要求,精确把控钻孔深度,确保钻孔能够达到预期的持力层。在施工过程中,土层变化需密切关注,若遇到较硬岩层或不稳定土层,应根据实际情况调整钻孔工艺或更换适合的钻头,以确保钻孔的顺利进行。

3.5 注意观察钻孔过程

在建筑工程土建施工中,桩基础的钻孔过程被视为关键环节,必须进行持续的监控与控制。钻孔过程中,钻机的运行状态应经过严格检查,确保设备正常运转,以避免因设备故障而导致施工延误或钻孔精度不符合要求。钻头的磨损情况应由施工人员定期检查,并根据土层的不同性质调整钻进速度与钻压,避免过度磨损或过快钻进影响钻孔质量。在钻孔过程中,地下水位的变化也必须受到特别关注。尤其在地下水水位地区,水位波动可能引起钻孔塌陷或孔内泥浆无法保持稳定,遇到此类情况时,应立即采取加固措施,如使用泥浆护壁或采用其他钻孔工艺。钻孔的垂直度与位置也应严格监控,确保钻孔始终遵循设计要求,避免出现偏移或倾斜,从而影响桩基承载力^[4]。若遇到不稳定土层或硬岩层时,施工方法应及时调整,或更换钻头类型,以提高钻孔效率并确保施工安全。定期进行现场检查与记录,不仅能够及时发现潜在问题,还能为后续施工提供必要的技术支持。

3.6 及时开展清孔操作

在建筑工程土建施工中,桩基础的清孔操作被视为至关重要的步骤,是确保桩基质量的核心环节,必须在钻孔完成后尽快进行。清孔的主要目的是去除钻孔过程中沉积

的泥浆、碎石及其他杂物,确保桩孔内清洁、干燥,从而为桩基灌注提供理想的环境。钻孔完成后,清孔应立即进行,以避免泥浆或杂物过多沉积,造成孔壁不稳或桩端与土层接触不充分,从而影响桩基的承载力。在清孔时,必须选用合适的工具,如清孔刷或清孔管,确保杂物被彻底清除,且在操作时要避免工具对桩孔造成损伤。若遇到地下水水位较高或孔内泥浆较多的情况,泥浆泵应被使用进行循环冲洗,以确保孔内达到设计要求的清洁度。然而,清孔操作过程中,过度冲刷应避免,以免破坏桩底土层的承载力。清孔完成后,施工人员应检查桩孔的深度、垂直度及位置,确保钻孔的精度未受到影响。

6 结语

在建筑工程土建施工中,桩基础技术作为基础设施建设的核心组成部分,发挥着至关重要的作用。随着工程规模的不断扩展以及施工环境的日益复杂,桩基础施工技术的持续发展与创新,带来了各种新的施工方法与技术手段的不断涌现。通过合理选择桩基础技术与优化施工方案,结合现场的具体条件,施工质量与承载力的有效提升可实现,从而确保建筑结构的稳定性与安全。然而,桩基础施工仍面临诸多挑战,包括地质条件的不确定性、施工进度的严格要求以及环境因素的干扰等。因此,深入理解桩基础技术的应用路径,并强化施工过程中的质量控制与风险管理,确保施工操作的精确与规范,显得尤为必要。展望未来,随着科技的进步与施工技术的持续提升,桩基础施工技术将在建筑工程中发挥越来越重要的作用,为工程的顺利推进及建筑物的长期安全使用提供坚实保障。

[参考文献]

- [1]高慧田.关于建筑工程土建施工中桩基础技术的实践探究[J].建材发展导向,2024,22(15):80-82.
- [2]张亚飞,田果.建筑工程土建施工中桩基础技术的应用研究[J].建材发展导向,2021,19(20):136-137.
- [3]娄虹玉.浅析建筑工程土建施工中桩基础技术的应用[J].居业,2021(3):89-90.
- [4]杨丽军.建筑工程土建施工中桩基础施工技术的应用研究[J].住宅与房地产,2020(27):168.

作者简介:孙超(1991.11—),男,毕业院校:河北能源职业技术学院,所学专业:工程造价,当前就职单位:秦皇岛金洋建设集团有限公司,职务:测量员,技术员。

临近既有线 MJS 施工质量控制

徐勇斌

杭州市建设工程质量安全监督总站, 浙江 杭州 310000

[摘要] 在软土中进行土体加固工程时, 由于软土通常具有较差的强度和较大的压缩性, 这可能导致挤压、沉降等问题; 可能发生既有结构发生不均匀沉降, 影响既有线路安全运营等问题。以杭州市城市轨道交通 12 号线某车站临近既有线施工为例, 提出 MJS 桩施作槽壁加固和止水帷幕的加固措施。通过沉降监测验证加固效果, 为类似下穿工程提供借鉴。

[关键词] 软土; MJS 加固; 地表沉降监测

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15221

中图分类号: U445.46

文献标识码: A

Quality Control of MJS Construction near Existing Lines

XU Yongbin

Hangzhou Construction Engineering Quality and Safety Supervision Station, Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: When carrying out soil reinforcement engineering in soft soil, due to the poor strength and high compressibility of soft soil, it may lead to problems such as compression and settlement; Uneven settlement of existing structures may occur, affecting the safe operation of existing lines. Taking the construction of a station near the existing line of Hangzhou Urban Rail Transit Line 12 as an example, this paper proposes the reinforcement measures of using MJS piles to reinforce the groove wall and waterproof curtain. Verify the reinforcement effect through settlement monitoring and provide reference for similar underpass projects.

Keywords: soft soil; MJS reinforcement; surface subsidence monitoring

Metro Jet System (MJS 工法) 是一种全方位高压喷射工法, 在传统高压喷射注浆工艺的基础上进行了改良, 主要目的是解决水平旋喷施工过程中的排浆和环境影响问题。通过采用特殊的多孔管和前端强制吸浆装置, MJS 工法实现了孔内强制排浆和地内压力监测, 通过调整排浆量来控制地内压力, 从而大幅度减少对环境的影响, 并保证成桩的直径和施工质量。

在建设阶段, 通过调控钻孔内的压强和抽取水的力量大小, 可以有效地操控土壤内部的压力并降低对周围环境的影响程度。这有助于防止因挤土现象导致的地面变化、房屋破损或构造物的移动等问题的产生。

在软土中进行土体加固工程时, 由于软土通常具有较差的强度和较大的压缩性, 这可能导致挤压、沉降等问题; 可能发生既有结构发生不均匀沉降, 影响既有线路安全运营等问题。以杭州市城市轨道交通 12 号线某车站临近既有线施工为例, 提出 MJS 桩施作槽壁加固和止水帷幕的加固措施。通过沉降监测验证加固效果, 为类似下穿工程提供借鉴。

1 工程概况及地质情况

1.1 工程概况

杭州的地铁线路十二号线上的某车站坐落于余杭区的教育和科技大道与余杭塘路交汇处以南的位置, 其路线方向呈东西走向, 并沿着教育和科技大道延伸。该站点西部是永福商务综合体(包括维也纳国际酒店二号楼), 东部则预留了未来的商贸及金融用途土地(现阶段仍处于未开发状态), 而北部则是已经投入使用的五号线的某车站

点。车站为地下三层岛式车站, 长 166.2m, 宽 23.7m, 标准段深 27.15m, 端头井深 28.61~28.94m。本站与 5 号线某车站站厅换乘, 建筑面积 17660.33 m²。

安装了两个进出口和两组风亭, 并且使用明挖顺的方式来保证安全。

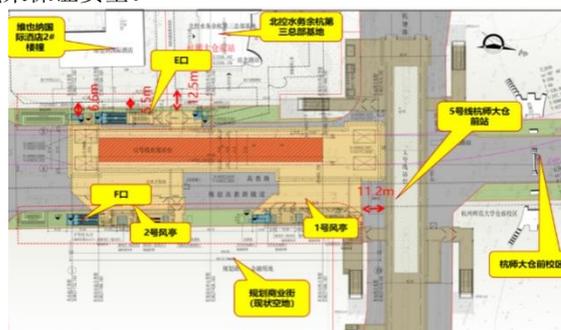


图 1 某车站周边环境示意图

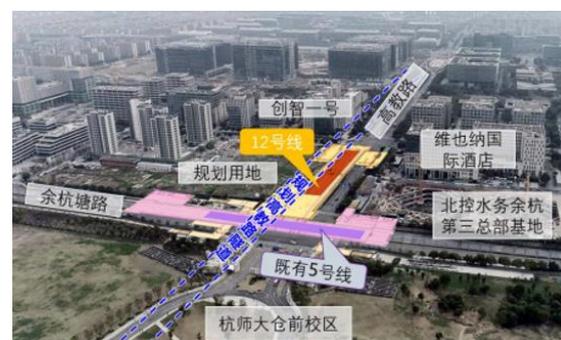


图 2 某车站周边环境航拍图

已运营开通的既有车站，距离 12 号线车站主体基坑最近约 2.2m，围护结构净距仅为 1m。依据杭州的城市地铁建设管理规定及轨道设施的防护标准，所有位于地下的建筑物如站台与通道等地段其周边五百公分范围内被划定为了特殊保卫区域。基坑范围土层主要为 1-1 杂填土、3-2 砂质粉土、4-1 淤泥质黏土、6-1 淤泥质粉质黏土、7-1 粉质黏土、9-1 粉质黏土、10-1 粉质黏土、12-1 粉细砂。底板主要位于 9-1 粉质黏土层、10-1 粉质黏土、12-1 粉细砂。

为降低 12 号线车站施工期间对既有线造成的影响，拟在 12 号线围护结构施工前对临近既有车站范围采取 MJS 槽壁加固措施。

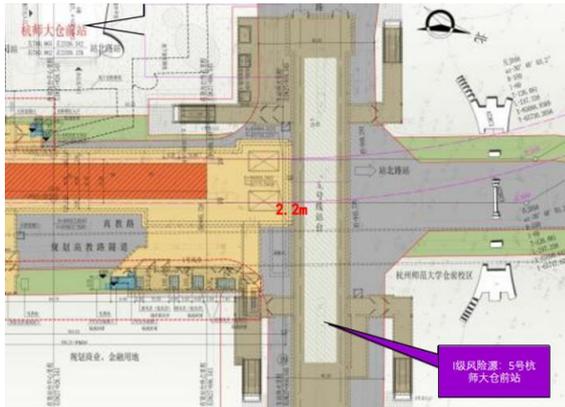


图 3 展示了新建车站与现有车站的位置关联

1.2 工程地质及水文地质

根据浙江省的《工程建设岩土工程勘察规范》(DB 33/1065-2019) 以及国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)，结合车站的相关地质勘察报告，确认了主要土层包括淤泥性黏土、淤泥性粉质黏土和粉质黏土。

依据现场勘查和区域水文地质信息，地保区域内的地下水主要包括潜水、压力水以及基岩裂缝水。

1.3 工程难点

(1) 软土通常具有较差的强度和较大的压缩性，在软土中进行施工，可能导致挤压、沉降等问题。

(2) 加固施工会对施工范围周边造成较大影响，但既有线与施工位置距离过近，施工时需对加固位置、加固压力等参数进行精准控制。

(3) 工期紧张，临近既有车站施工未能快速安全落地将严重制约施工工期，影响 12 号线整体工筹。

1.4 施工方法

MJS 工法，也被称为全向高压喷射灌浆技术，是基于使用高压水、高压空气与高压水泥浆这三个媒介来实现对周边土壤的破碎和侵蚀。该方法采用特定的多孔管道和前部设备设计，形成高压射流以达到切割并损坏土壤的目的。同时，它还包括了把硬化物质泥浆施压输入、喷射、切割土地、混合、排放泥浆、收集泥浆、运输泥浆等多个

步骤，这些都成为了其监测的关键部分。因此，这种方式可以用于全面的地基强化工程中，无论是水平方向还是垂直或倾斜角度，甚至能够完成 360 度的全方位工作。

通过全面考虑软土地基的地质特征、物理特性，以及施工引起的沉降变形特征，确定车站主体北端土地墙 N-05~N-11 外侧槽壁加固采用 $\varnothing 2400@1700$ MJS 进行施工。加固范围为-28.5m~4.5m。车站主体北端头地墙 N-05~N-11 外侧止水帷幕采用 $\varnothing 2400@1700$ MJS 进行施工，需二次引孔喷射。加固范围：全圆为-28.5m~-26.5m，半圆为-28.5m~-39m。槽壁和止水帷幕的加固都选用了 P.O. 42.5 级的普通硅酸盐水泥，每立方米用水泥 700kg，水泥与水的比例为 1:1，水泥掺量不低于 40%，桩体 28 天抗压强度标准值不低于 1.2Mpa。

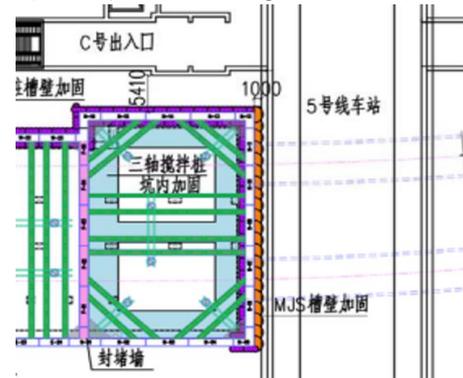


图 4 某车站地保区 MJS 加固平面图

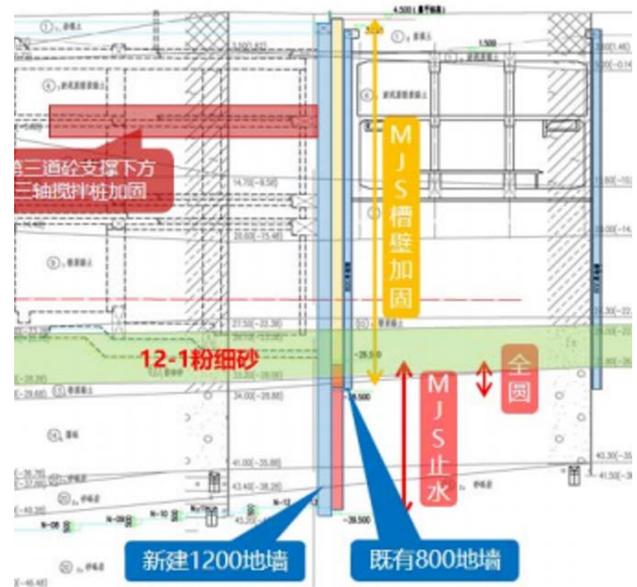


图 5 某车站地保区 MJS 加固剖面图

2 施工质量控制要点

2.1 MJS 加固施工质量控制标准

- (1) 钻孔位置： ≤ 50 mm；
- (2) 钻孔垂直度： $\leq 1\%$ ；
- (3) 孔深： ± 200 mm；

- (4) 桩体搭接: $>500\text{mm}$;
- (5) 桩体直径: $\leq 50\text{mm}$;
- (6) 桩身中心允许偏差: $\leq 0.2\text{Dmm}$ 。

2.2 MJS 加固施工流程

(1) 测量放线

根据设计排桩要求及基准控制网测出加固范围,定位好各桩位置点,可利用临时控制桩作为复核点位以免点位破坏的影响,施工范围内遇地下管线时桩中心应离开管线 $300\sim 700\text{mm}$ 。

(2) 开挖沟槽

为确保 MJS 旋喷桩下钻的顺利进行,破除原路面至原状土层,开挖沟槽以便引流储存回返浆液,防止下钻困难及泥浆外溢。

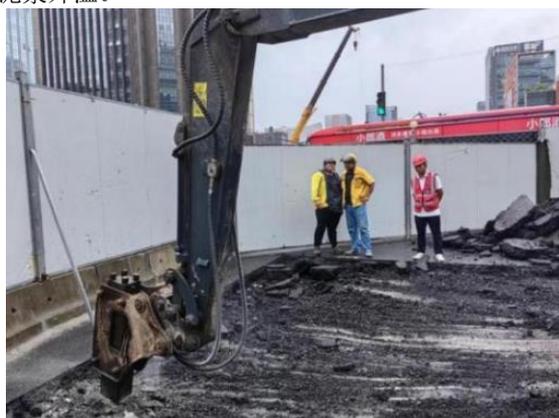


图 6 加固区沟槽开挖

(3) 桩机就位

按照设计的平面位置和施工角度,钻机已经定位好,并被安装在预设的孔位上。根据技术专家提供的角度进行调整。



图 7 水平尺(垂直加固)



图 8 角度尺(斜向加固)

(4) 引孔

当钻机到位时,需要对其进行水平和平面的调节,以达到其准确的垂直状态,同时要保持钻杆的位置与预设桩点相符。在开始钻探之前,需检查泥浆泵的工作性能是否良好。此外,还需要验证钻杆的长度,并在钻塔附近使用红色油漆标识出深度刻度,以便确认孔底的高度符合设计的深度要求。对于导入孔而言,我们应该利用专用的引导工具按照确定好位置和方向来进行深入到设计深度的引导工作,这个过程可能稍微超过设计深度约 100cm (例如:如果设计喷浆深度为 20m ,那么引导深度可以是 21m)。



图 9 钻机引孔

(5) 制备水泥浆液

水泥浆生产中,全自动拌浆系统按照设计比例 $1:1$ 进行制备,通过后台泥浆称重装置设定好比例后,系统将自动开始拌制。



图 10 后台泥浆称重装置

水泥浆属于一种悬浮液,为防止沉淀,在储存过程中需不断缓慢搅拌。在泵送前,必须通过筛网过滤拌制好的浆液,以免堵塞喷嘴,浆液的比重通常通过泥浆比重计进行测量。



图 11 泥浆比重测量

目前 MJS 加固施工一般均采用自动化称重拌料系统,通过设置水灰比既可实现自动拌浆,一般情况下不会存在

偷水泥的情况。

(6) MJS 施工过程

①将电源、数据线、各种管道、钻头以及地下压力监测显示器进行连接,确保在钻头没有负载的情况下进行清零操作。同时,确保管道连接处的密封性,使得管内不存在空气。

②检查设备的运行状态,包括主机、高压泵、空压机、泥浆搅拌系统、管理装置等,确认它们都处于正常工作状态后,将主机就位并确保机架稳定后再进行校零。

③即在引孔内将钻杆放置至预定深度,若在放置过程中遇到困难,则需要启动削孔水进行正常的削孔操作。

④在连接钻杆和钻头时,务必仔细检查密封圈和螺栓的情况,查看是否有缺失或损坏,并确保地下的压力显示正常。

⑤重复执行三个步骤和四个步骤,直到钻头达到预设深度并且钻杆准确安装。

⑥当钻头达到预期深度时,我们需要对它进行归零操作,确保电动机“0”标记、喷射口和钻杆上的白色线条保持一致的方向,接着设置各种加工条件,如摆动角度、拉出速率、旋转次数等。一旦这些都确定下来,就可以进入优化阶段了。

⑦设定好喷射点位,启动反向抽水及反向气流的流动,待确信排放浆料一切正常之后,再启用排水闸门,并同时激活高强度水泥泵与主要空气压缩机。起初以水柱的形式向上喷射至高度达 50 厘米,施加的水压达到 10 兆帕,随后转变为水泥浆状物体,当钻杆再次下降到正确位置以后,便可继续实施对地层的改造作业。

⑧启动高压水泥泵时,压力不应过大,应逐步提升,直至达到预设的压力。只有在达到预设压力并确认地面压力正常后,才可以开始增压。当水转变为水泥浆时,压力将自动上升,只有在压力发生突然变化时才能调整压力。

⑨在施工过程中,必须严密监控地下压力,如果压力异常,就需要立即调整排浆阀的大小以确保地下压力在安全区间内。

拆下一根钻杆之前,需将水泥浆更换为清水并关闭泵,当泵压力下降表示水已经到达位置,然后关闭水泥泵泵止和排空操作。

请在拆卸钻杆时,仔细检查密封圈和数据线的状况,确保无损坏,地下压力显示正常,如有异常情况需立即解决后才能进行喷浆作业。拆卸完成后,必须及时清洗和保养钻杆。

3 施工安全性分析

为验证在临近既有线 MJS 施工方法的稳定性,在既有线站台层、站厅层、隧道内布置监测点。经过分析优化后,分析可得:监测数据总体情况良好,沉降量均在允许范围之内,未对既有线结构造成影响,数据趋势正常。

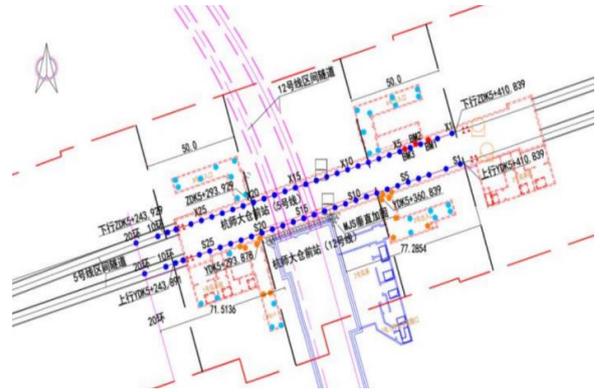


图 11 地保监测布置图

项 目	本次最大变化量/mm		累计最大变化量/mm		主体基坑施工	总体	备 注
	监测点号	变化量	监测点号	变化量			
道床沉降	SCJS00	0.6	SCJ08	-0.9	44.0	45.0	上行线
水平位移	SSP05	0.8	SSP12	-1.7	44.0	45.0	
水平收敛	SSSL00	0.1	SSSL05	0.4	44.0	45.0	
轨向高差	SCY00	-0.4	SCY08	0.9	44.0	45.0	
道床沉降	ICY015	0.8	ICY05	1.2	44.0	45.0	下行线
水平位移	XSP08	0.8	XSP24	0.9	44.0	45.0	
水平收敛	XSL01	0.5	XSL05	0.8	44.0	45.0	
轨向高差	KCY01	0.7	KCY020	0.9	44.0	45.0	
附属结构竖向位移	C7	0.14	C8	-1.0	46.0	410.0	C出入口
附属结构竖向位移	D5	0.13	D5	-0.5	46.0	410.0	D出入口
附属结构差异沉降	C2	0.03	C1	-0.3	46.0	410.0	C出入口
附属结构差异沉降	D1	0.00	D1	0.0	46.0	410.0	D出入口

图 12 各点监测数据统计图

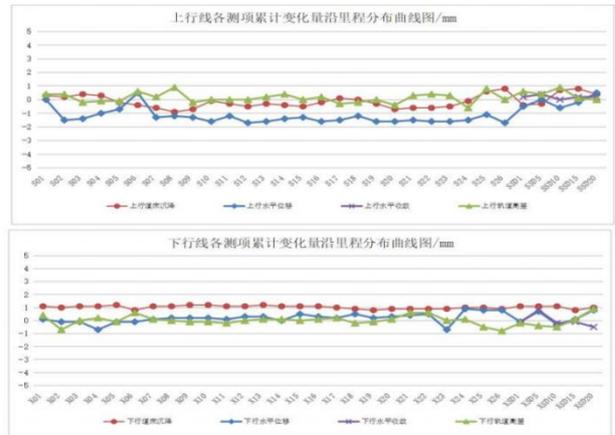


图 13 隧道、车站各测项变化图

4 结语

施工期间通过控制泥浆比重、喷浆流量、提升速度和提升时间来控制水泥用量。水泥浆液喷射流压力、喷射流量、钻杆步进提升或回抽参数又是保证成桩直径的关键参数。水泥用量和保证成桩直径的关键参数两者均达到要求才能满足加固体质量要求。水泥浆液的喷射流压力与流量反映其动力特性,而钻杆推进或者回收速度则体现了喷射流的作用时长。这三项指标共同构成了喷射流的总能值。一次旋转钻杆数量决定了喷射频率及每次喷射的时间长度,同时也是控制灌注桩直径的重要因

素之一。此外,同轴的高压空气被用于减少在泥浆中的喷射流能量损失,这些都对确保灌注桩的直径有着重要意义。

对于特定土层中所使用的施工参数、桩体直径和加固质量的判断,具有很高的经验性。因此,我们提供的研究数据可以作为软土地层 mjs 施工控制的重要依据。

[参考文献]

- [1]杨迅.公路设计中的软土路基处治方案优选研究[J].交通世界,2024,11(7):43-46.
[2]刘羽,王科,胡威,等.深厚软土地区深大基坑分坑开挖设计与分析[J].建筑结构,2023,53(2):2473-2479.
[3]张建毅.深基坑下穿高架桥变形影响及控制研究[J].

工程技术研究,2023,8(12):20-22.

[4]陈光辉,李永胜,赵建勋,等.MJS 加固桩在砂层地质施工技术研究[J].建筑结构,2023,53(2):2043-2045.

[5]陈树杰,易路行.MJS 工法在城市轨道交通车站施工中的应用[J].铁道勘察,2023,49(5):143-148.

[6]Peck R. B. Deep Excavation and Tunneling in Soft Ground[Z].Proceedings of the 7th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Mexico,1969: 225-290.

作者简介:徐勇斌(1985.4—),毕业院校:浙江工业大学,所学专业:机械工程,当前就单位:杭州市建设工程质量监督总站,职务:科员,职称级别:工程师。

1060 铝合金铸轧板坯料裂边控制

杨俊宝 李振来

滨州宏展铝业科技有限公司, 山东 滨州 256600

[摘要] 铝合金以其轻质、卓越的力学性能以及良好的耐腐蚀性, 广泛应用于航空航天、交通运输、建筑、电子等多个领域。随着对铝合金性能要求的不断提高, 其生产工艺逐渐向高效、低能耗的方向发展。在铝合金的深加工过程中, 铸轧技术因其高效、节能的优势, 成为重要的生产方式。然而, 在铝合金铸轧过程中, 裂边缺陷依然是影响产品质量的关键问题, 尤其在1060铝合金的生产中, 该问题尤为突出。文中在分析铝合金铸轧卷产生工艺裂边原因的基础上, 从减少铸轧区长度、改进铸咀布流方式, 调整合金化学成分。经过改进工艺并采取相应的控制措施, 使铸轧板坯料裂边减小。

[关键词] 1060 合金; 裂边; 铸轧区; 合金成分

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15243

中图分类号: TG146.21

文献标识码: A

Edge Cracking Control of 1060 Aluminum Alloy Cast-rolling Plate Billet

YANG Junbao, LI Zhenlai

Binzhou Hongzhan Aluminum Technology Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256600, China

Abstract: Aluminum alloy is widely used in various fields such as aerospace, transportation, construction, electronics, etc. due to its lightweight, excellent mechanical properties, and good corrosion resistance. With the continuous improvement of performance requirements for aluminum alloys, their production processes are gradually developing towards high efficiency and low energy consumption. In the deep processing of aluminum alloys, cast-rolling technology has become an important production method due to its high efficiency and energy-saving advantages. However, in the process of aluminum alloy cast-rolling, edge cracking defects are still a key issue affecting product quality, especially in the production of 1060 aluminum alloy, where this problem is particularly prominent. Based on the analysis of the causes of process cracking in aluminum alloy cast-rolling coils, the article proposes reducing the length of the cast-rolling zone, improving the flow distribution of the casting nozzle, and adjusting the chemical composition of the alloy. After improving the process and taking corresponding control measures, the cracking edge of the cast rolled plate blank has been reduced.

Keywords: 1060 alloy; cracked edge; cast-rolling area; alloy composition

铸轧生产由于工艺流程短、能耗低, 枝晶间距小, 金属间化合物细小等特点, 广泛应用于铝合金深加工生产中。但在实际生产过程中, 铸轧板坯存在着各种各样的缺陷, 其中裂边是生产过程中常见的一种缺陷。这种缺陷的存在使铸轧带材在后续工序生产中, 边部不断受到拉、压应力的作用, 裂边不断扩展, 特别是原有较大的裂边在冷轧中扩展迅速, 达到一定程度会导致断带, 使生产中断, 并且为轧机起火埋下隐患。另外, 对于过大的裂边, 在切边道次不能全部切掉, 这不仅影响后续加工和用户使用, 而且使成本上升。滨州宏展铝业科技有限公司铸轧车间产品主要以1060合金铸轧坯料为主, 前期也接到过客户反馈裂边大, 无法正常切除的问题。因此在铸轧生产过程中要解决裂边过大、避免裂边产生是生产技术人员亟待解决的问题。

1 铝合金铸轧技术概述

1.1 铸轧工艺特点

铸轧工艺以其高效、低能耗的特点, 在铝合金板材的初步加工中得到了广泛应用。在该工艺中, 铝熔体通过铸咀进入轧辊之间, 在这个过程中, 熔体迅速凝固, 最终形成板坯。与传统的锭轧工艺相比, 铸轧技术能够大大缩短

生产周期, 使得金属的凝固与成形过程得以加速, 从而提高了生产效率。通过铸轧工艺所生产的金属通常具有较小且均匀的晶粒, 显著改善了铝合金的力学性能^[1]。然而, 由于铝熔体在快速冷却过程中会经历较大的温差, 金属在变形时容易产生应力集中, 进而可能引发裂边等缺陷。如果在后续工艺中没有及时解决这些缺陷, 它们会对冷轧过程产生负面影响, 甚至可能导致断带等更严重的问题。

1.2 铸轧设备与参数

铸轧设备在整个铝合金板坯生产过程中发挥着重要作用, 其中, 铸咀、轧辊以及冷却系统是最为关键的组成部分。铸咀的主要功能是将铝熔体均匀地分配到轧辊之间, 而其设计精度在金属流动性和温度均匀性方面具有决定性影响。通过施加适当的压力与温度, 轧辊使得铝熔体在凝固的过程中迅速变形, 形成板坯。此时, 轧辊表面温度的控制至关重要, 若温度过高或过低, 都可能导致金属塑性不足, 从而影响其形状的稳定性的^[2]。与此同时, 冷却系统则通过调节轧辊的温度, 避免过度的热应力集中, 确保铝熔体在变形过程中能够顺利凝固。为确保铸轧工艺的成功实施, 需要对多个工艺参数进行精准控制, 如铸轧速度、

铸轧区长度及液态金属的温度。铸轧速度应根据金属的凝固特性来合理选择,若速度与金属凝固的需求不匹配,可能导致金属流动性不足,进而产生裂纹或其他缺陷^[3]。铸轧区的长度也会直接影响液穴的深度以及凝固壳的厚度,过长的铸轧区会降低金属的抗剪切能力,增加裂边的风险;液态金属温度的控制同样重要,过高的温度会使金属流动性过强,而温度过低则可能导致冷却速度过快,进而影响金属的成形效果。

2 裂边情况及原因分析

2.1 铸轧卷坯料裂边产生的过程

在铸轧生产过程中,铸轧区由铝熔体液相区、固液区、轧制变形区组成。铸轧法生产是无锭轧制过程,咬入时后部分无阻力,与轧辊接触的带坯表层和里层温差较大,在轧制变形时,表面温度低不易变形,带坯中心温度高易变形,金属表面与轧辊表面无相对滑动,金属受轧制变薄使中心部分金属产生较大的后滑,两者之间产生剪应力,产生变形,并且传递到液穴的凝固壳,使凝固壳的内部产生同样变形和剪切力。当变形产生的剪切力超过凝固壳金属的剪切强度时,在板坯的薄弱处,即边部首先开裂,而带坯的边部不仅受剪应力作用,同时受边部耳子施加于板坯侧部的后摩力和横向轧制分力的作用,从而在边部产生裂纹。

2.2 裂边情况

在铝合金铸轧过程中,裂边是常见的缺陷之一,通常表现为铸轧板坯的边缘部位出现裂纹。图 1 展示了在 $\Phi 1023\text{mm} \times 1900\text{mm}$ 倾斜式铸轧机上,生产的两种铝合金坯料在裂边方面的不同表现。对于 1060 铝合金,裂边较为显著,长度大约为 7mm,而 3003 铝合金则没有裂边现象。在 1060 铝合金中,裂边问题较为严重,裂纹的长度大约为 7mm。这一缺陷的产生受到多种因素的影响,包括铝合金的成分、铸轧工艺参数以及温度控制等方面。1060 铝合金主要由铝、铁和少量硅构成,合金成分使得它在铸轧过程中表现出较差的延展性和塑性。尤其在铸轧过程中,由于铸轧区的温度差异较大,金属表面与内层的温度分布不均,导致表面较快冷却,而内部温度较高,温差会引发应力集中,在边缘部位形成裂纹。相比之下,3003 铝合金在铸轧过程中表现出较强的抗裂性,边缘没有出现裂纹,说明其在避免裂边方面的表现较为理想。3003 铝合金的成分较为复杂,含有较高的锰成分,这改善了合金的塑性和延展性。铸轧过程中,合金的良好塑性帮助分散冷却不均所产生的应力,从而避免了裂边的生成。冷却过程中,由于合金的优良流动性和延展性,裂纹扩展得到了有效控制,使得最终生产出的铝合金板坯质量更加稳定。通过对 1060 铝合金与 3003 铝合金在铸轧过程中裂边现象的对比分析,可以看出,裂边的产生不仅与合金的化学成分密切相关,还与铸轧工艺的各个参数以及冷却过程的控制有着直接的关系。在生产过程中,合理调整合金成分,优化铸

轧工艺参数,精确控制冷却过程,对于减少裂边缺陷的发生,提升铝合金板坯的质量具有至关重要的作用。



a. 1060 铝合金 b. 3003 铝合金

图 1 不同铝合金坯料裂边情况照片

2.3 影响铸轧板坯料裂边的因素

2.3.1 铸轧区的影响

铸轧区的大小直接决定了铝合金板坯的裂边程度。表 1 显示,在其他工艺参数保持不变的情况下,铸轧区越大,液穴区的深度会相应增大,凝固壳变薄,抗剪切强度降低。这些因素综合作用下,微观裂纹的生成几率也显著增加。此外,变形区扩大,金属与耳子之间的作用力增强,宏观裂纹的扩展愈加明显。对于 3003 铝合金来说,铸轧区较小,液态金属的冷却更为均匀,耳子施加于板坯侧部的后作用力较小,因此裂边现象不明显。相比之下,1060 铝合金铸轧区较大,铝合金的流动性较差,使得耳子对板坯的后作用力更大,裂边更加显著。可见,铸轧区的长度是影响裂边的重要因素,较小的铸轧区可有效减少裂边的发生。

表 1 不同铸轧区裂边对比情况

合金	铸轧区长度/mm	铸轧速度 (m/min)	裂边情况
3003	50~57	0.9~1.0	无
1060	60~67	0.9~1.0	明显

2.3.2 合金成分的影响

如表 2 所示,3003 铝合金主要合金元素是 Mn、Fe、Si 和 Cu。Fe 含量高,铸轧卷坯料中 Fe/Si 实际比值是 5.0 左右,减小了游离硅的影响,有利于提高塑性。同时 Mn 能显著细化晶粒,改善合金的流动性,所以 3003 铝合金铸轧板坯裂边较小。而 1060 铝合金主要合金元素是 Fe 和 Si,铸轧卷坯料中 Fe/Si 实际比值是 2.4 左右,合金的流动性和塑性稍差,铸轧板坯裂边较大。

表 2 铸轧铝合金化学成分 (质量分数) %

合金	Fe	Si	Mn	Cu	Ti	Al
3003	0.4582	0.0876	1.1282	0.10	0.0215	余量
1060	0.1830	0.0767	0.0016	0.0009	0.0223	余量

2.3.3 铸咀边部通道的影响

铸咀设计对铝合金的铸轧过程具有重要作用,特别是在温度均匀性方面。若铸咀边部通道设计不合理,特别是在金属流动过程中,边部温度较中部明显偏低,会导致边

部的铸轧区温度较高,进而加剧裂边的发生。在3003铝合金中,铸咀边部通道的宽度为65mm,这一设计有助于金属流动的均匀性,从而减少了裂边的形成。相比之下,1060铝合金的铸咀边部通道宽度为55mm,通道较窄的设计导致金属流动受限,边部温度较低,裂边现象更加严重。铸咀设计优化能够显著改善铝合金铸轧过程中金属的温度分布,进而降低裂边的出现几率。

3 改进措施及效果

3.1 适当减小铸轧区长度

铸轧区长度对铝合金坯料的裂边程度有显著影响。本研究通过设定两种不同的铸轧区长度(55mm和65mm),在铸轧速度1.05m/min的条件下,生产1060合金,规格为6.7x1280mm的铸轧卷坯料。实验结果表明,当铸轧区长度为55mm时,裂边的尺寸约为3mm,而在铸轧区长度为65mm时,裂边增大至7mm。这一现象表明,较长的铸轧区使液穴区加深,凝固壳变薄,从而降低了抗剪切强度,并加剧了裂边的形成。由此可见,适当缩短铸轧区长度有助于减小裂边的出现。进一步的实验分析表明,铸轧区长度控制在55~60mm之间,能有效减少裂边的形成,同时保持较高的生产稳定性。图2展示了不同铸轧区长度下的裂边情况,清晰地体现了铸轧区长度的变化对裂边大小的影响。较长的铸轧区导致了更显著的裂边,进一步验证了铸轧区长度与裂边之间的直接关联。因此,合理控制铸轧区长度,对于提高铝合金坯料质量至关重要。



a. 铸轧区长度 65mm b. 铸轧区长度 55mm
图2 不同铸轧区边部裂边情况照片对比

3.2 适当提高合金中铁硅含量

为探讨铁(Fe)与硅(Si)元素的比例对裂边控制的作用,本研究调整了1060合金中的Fe/Si比值。在相同铸轧工艺条件下,Fe/Si比值为2.5时,裂边约为7mm;而调整成Fe/Si比值为5.0时,裂边的情况明显改善,裂边仅限于坯料的中部,并未延伸至边缘。根据这一结果,增加Fe含量并适当减少Si含量有助于改善合金的流动性和塑性,进而有效控制裂边。表3详细列出了调整前后的化学成分差异。通过提高Fe含量并适量减少Si含量,铝合金的流动性得到了显著提升,裂边现象得到了有效的抑制。图3显示了化学成分调整前后裂边情况的对比,进一步证明了成分优化在控制裂边方面的积极效果。

表3 调整后的化学成分对比

化学成分	Fe	Si	Cu	Ti	Al
调整前	0.1862	0.0709	0.0010	0.0224	余量
调整后	0.2554	0.0501	0.0151	0.0211	余量



a. 成分调整之前 b. 成分调整之后
图3 化学成分调整之后裂边对比情况

3.3 适当增大铸咀边部通道

铸咀的结构优化对于铝合金坯料裂边的控制至关重要。本研究通过增大铸咀边部通道的宽度至70~80mm,改进了铸咀的垫片尺寸及分布结构。此举有效减小了铸咀边部液态金属的温降,使铸咀出口横截面的温度更加均匀一致。这一改进增强了液态金属的流动性,有助于提高铝合金的铸轧过程稳定性,同时减少了由于温差导致的裂边发生。增大铸咀边部通道后,液态金属在铸轧过程中的流动得到了优化,裂边现象显著减轻,坯料质量得到了显著提高。

4 未来研究方向与技术创新

4.1 新型合金材料的研发

随着铝合金铸轧技术的进步,通过优化合金成分及微观结构,铝合金的综合性能得到了进一步提升。合金元素的选择在此过程中起着关键作用,例如钛、锆等元素的加入,显著改善了铝合金的塑性,从而有效减少了裂边的发生。细化晶粒技术的应用,不仅提高了铝合金的塑性,还增强了其应对铸轧过程中不同应力环境的能力^[4]。微观结构的精细设计逐渐成为研究的重点。通过对合金微观组织的精确控制,可以提高铝合金的强度、延展性与铸轧稳定性,从而减少裂边等缺陷。未来研究将专注于新型合金材料性能的提升,为铝合金铸轧生产提供更优质的基础材料。

4.2 精细化工艺控制

铝合金铸轧过程中,为进一步提高铝合金铸轧产品的稳定性与一致性,精细化工艺控制技术的优化成为未来研究的关键方向,特别是智能化控制技术的应用。借助先进的智能传感器和反馈控制系统,铸轧过程中的温度、应力等参数能够实时监控并反馈至控制系统,确保工艺参数的精确调整。通过持续采集实时数据,传感器能确保每个工艺参数在生产过程中得到准确调整。例如,温度传感器帮助实时监控温度场变化,避免温差过大引发裂纹或裂边;应力传感器有效识别金属在铸轧过程中所受的应力,防止

因过度变形导致的应力集中。结合人工智能技术,实时数据使得各项工艺参数能够自动调整,从而确保铸轧过程的精确性与稳定性。

4.3 铸轧设备优化升级

为了适应日益提升的高效与精密化生产需求,铸轧设备的优化升级显得尤为重要。随着铸轧工艺的不断发展,设备结构的优化已成为提升生产效率与产品质量的重要因素。未来的设备研发将重点优化铸咀与轧辊之间的协同作用,改进后的铸咀有助于熔融金属的均匀流动,减少流动不均导致的裂边等缺陷。同时,轧辊的升级将提升其耐磨性与机械强度,确保能够在高温条件下稳定工作,减少磨损并延长使用寿命,降低停机维护时间。随着智能化技术的不断发展,铸轧设备的自动化水平逐渐提高。集成的先进传感器与数据采集系统能够实时监控关键工艺参数,并根据数据自动调节,确保设备高效稳定运行。智能化改进不仅减少人工干预,还提高了生产线的自动化水平,提升了生产效率并降低了设备故障率。

5 结束语

1060 铝合金铸轧板坯料裂边与铸轧区长度、合金元素、铸咀边部通道结构等因素有关,将铸轧区长度控制在

55~60mm 之间,Fe/Si 比例控制在 5.0 左右,合理布置铸咀边部通道等措施,裂边可以控制在 3mm 以内,裂边未延伸至坯料表面,中间纵向开裂。由于铸轧坯料裂边显著减小,使冷轧过程中不发生断带,提高了生产效率,另外,还可减少冷轧板的切边量,提高成品率。

[参考文献]

- [1]官照亮.1060 铝合金薄板可调环形光斑激光搭接焊工艺优化与监测方法研究[D].湖北:华中科技大学,2023.
- [2]王绎潭,章国华,胡辉龙,等.1060 铝合金板表面条纹产生原因及控制措施[J].轻合金加工技术,2023,51(12):12-16.
- [3]周树德,贺耀文,刘鹏飞,等.铸轧坯料生产 8079 铝合金双零箔工艺控制要点[J].轻合金加工技术,2023,51(10):22-26.

作者简介:杨俊宝(1988—),男,汉族,山东省滨州市,大专,滨州职业学院,研究方向:铝加工铸轧板工艺管控;李振来(1984—),男,毕业院校烟台南山学院,机电一体化专业。函授本科毕业院校滨州学院,机械设计制造及自动化专业,就职滨州宏展铝业科技有限公司,现任滨州宏展生产厂长职位。

水利水电工程基础处理施工技术分析

陈涛

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要]我国对水利水电事业的持续投入,使水利水电工程在能源供应、洪水调控及水资源管理方面的重要作用得以充分发挥。由于此类工程通常位于地质条件复杂的区域,如软土、湿地或地震带,施工中的关键难题便在于基础处理。现代水利水电工程对高精度与高质量的要求,使传统的基础施工方式难以满足建设需求。因此,针对不同地质条件,适宜的基础处理技术的研究与应用显得尤为重要。随着预应力管桩、钻孔灌注桩、深层搅拌等新型施工技术的不断发展,工程建设的选择范围得以拓宽,基础施工的持续创新亦得到了有力推动。针对施工中存在的问题,深入研究并探索高效的技术与管理措施,已成为当前亟待解决的重要课题。

[关键词]水利水电工程;基础处理;施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15231

中图分类号: TV51

文献标识码: A

Analysis of Construction Technology for Foundation Treatment of Water Conservancy and Hydropower Engineering

CHEN Tao

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Chinese sustained investment in water conservancy and hydropower has enabled the important role of water conservancy and hydropower projects in energy supply, flood control, and water resource management to be fully realized. Due to the fact that such projects are usually located in areas with complex geological conditions, such as soft soil, wetlands, or seismic zones, the key challenge in construction lies in foundation treatment. The modern water conservancy and hydropower engineering requires high precision and high quality, making it difficult for traditional foundation construction methods to meet construction needs. Therefore, the research and application of suitable foundation treatment technologies for different geological conditions are particularly important. With the continuous development of new construction technologies such as prestressed pipe piles, bored piles, and deep mixing, the selection range of engineering construction has been expanded, and the continuous innovation of foundation construction has also been strongly promoted. In response to the problems existing in construction, in-depth research and exploration on efficient technical and management measures have become an important issue that urgently needs to be addressed.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; basic process; construction technology

引言

水利水电工程作为关键的基础设施,其建设质量对社会经济发展、人民生活水平以及生态环境保护的影响是直接的。在工程体系中,基础施工被视为核心环节,整体结构的稳定性与安全性均取决于此。随着工程规模的不断扩展与施工条件的日益复杂,传统的基础处理技术所面临的挑战愈发突出,难以完全满足现代工程的技术需求。新型基础处理技术的探索与应用、施工方案的优化,被视为提升工程质量的关键举措。若地基承载力与稳定性得以有效提高,工程的长期可靠性便能得到进一步增强,同时也为未来的大型水利水电项目提供更科学、高效的施工模式。随着新技术的不断引入,基础施工的水平将被持续推动至更高层次,工程建设的安全性亦将大幅提升。

1 水利水电工程基础处理的重要性

在确保水利水电工程长期稳定运行与安全性方面,基础处理起着至关重要的作用。决定结构承载能力的不仅是

基础处理方式,其对工程使用年限的影响同样显著。由于这类工程多建于地质条件复杂的区域,如软土地基或高水位地段,若地基问题未能妥善解决,沉降、裂缝等隐患极易出现,甚至可能危及整体结构的可靠性,通过科学合理的基础处理技术,地基的承载能力得以有效提升,沉降变形得以减少,抗震性能与耐久性也随之增强。随着工程规模的扩大,基础处理技术已不再局限于传统的单一模式,而是向多种工艺联合应用的方向发展。施工质量的提升依赖于技术的不断创新与优化。受到基础处理质量影响的不仅是后续工序的推进速度,整体结构的稳定性亦与之密切相关。因此,在水利水电工程建设中,基础处理始终占据不可忽视的重要地位。

2 水利水电工程基础处理施工技术

2.1 预应力管桩施工技术

预应力管桩技术作为水利水电工程基础处理的一种常见施工方法,凭借较高的承载力与稳定性在工程建设中

得到了广泛应用,通过预先施加一定应力使桩体处于拉伸状态,从而提升抗压与抗弯性能,为地基提供更优的承载效果,该技术不仅增强了基础结构的稳固性,也优化了地基的受力特性,提高了整体工程的可靠性。在施工过程中,预应力管桩的施作方式主要包括首张法与后张法,首张法的核心在于对管桩施加预应力,使其保持拉伸状态,随后安装至地基处理区域,以增强结构稳定性。待地基处理完成约 80%后,管桩被置入指定位置以进一步提升整体承载能力减少沉降隐患,并确保地基与建筑物的协调性。高承载能力、施工周期短、成桩质量稳定,使该技术具备较高的施工效率。尽管预应力管桩技术具有诸多优势,但在应用过程中仍需考虑一定的局限性。例如,挤土效应较为明显,施工时需合理控制桩间距,以减少对周围建筑物的不利影响^[1]。此外,在地质条件较为复杂的区域,如地下障碍物较多或孤石分布密集的场地,施工难度相应增加。尽管存在一定挑战,凭借卓越的承载能力与施工效果,该技术仍在水利水电工程基础处理中发挥着重要作用。

2.2 钻孔灌注桩施工技术

钻孔灌注桩技术因施工工艺较为简便且处理效果好,在水利水电工程的地基处理中得到了广泛应用。施工时可采用手动方式或借助正、反循环钻机完成钻孔,形成满足要求的桩孔。随后,将钢筋笼安放其中并灌注混凝土,使桩体由钢筋与混凝土共同构成,通过这种方式可有效增强地基的稳定性,提高基础的承载能力,为水利水电工程提供可靠的支撑。在实施过程中需结合设计要求精确计算桩体的长度与直径,并对基础土层进行复勘,以确保施工符合规范。钻孔灌注桩的优势在于其规格可依据实际需求灵活调整,同时,依托专业钻孔设备,可直接穿透不同地质条件的地基,适应性较强。与预制桩采用锤击法施工相比,该技术在作业过程中产生的震动与噪声较小,同时,较大的桩径有助于提高承载能力,满足不同工程的需求。尽管钻孔灌注桩具有诸多优点,但施工过程中仍存在一定挑战^[2]。其中,混凝土灌注需在孔内泥浆环境下进行,这可能增加质量控制的难度。泥浆的处理方式及混凝土灌注的均匀性,直接影响桩体的强度与稳定性。若未能充分填充桩孔,可能形成空隙或裂缝进而削弱承载能力。为了保证最终成桩质量,需严格管控施工各环节,确保混凝土浇筑密实,避免缺陷的产生。

2.3 深层搅拌施工技术

深层搅拌技术针对地基土质较差、承载能力不足的土层,能够有效改善其力学性能提升稳定性。施工过程中,深层搅拌机将水泥、石化产品等化学固化剂注入地基土内,并通过强制搅拌使其与软黏土充分混合,从而形成强度更高的加固层,该技术不仅能提高地基承载力还可有效减少沉降,适用于抗剪强度低、压缩性大、含水量高的淤泥质土层。在水利水电工程建设中,深层搅拌技术因施工周期

较短,应用较为广泛。按照处理方式不同,该技术可分为水泥搅拌桩法与注浆法,水泥搅拌桩法的核心在于固化剂的选用,通常使用水泥或石灰^[3]。施工时,搅拌机将水泥或生石灰与软土混合后再次搅拌,使固化剂均匀扩散并渗透至土层各部位,增强地基整体强度,该方法适用于黄土、粉土等高含水量土层,能够有效改善其稳定性与承载性能。另一种方式为注浆法,需先利用钻孔设备将注浆管插入软土层,再通过高压将水泥或水泥混合浆液注入其中。施工过程中,注浆管需在土层内同步提升与旋转,以确保固化剂与土体充分融合,达到理想的加固效果。该方法适用于加固深层地基,尤其在土层较厚或地基形态不规则的情况下,具有较高的适用性。尽管深层搅拌技术能够显著改善地基承载能力,但施工过程对技术要求较高,固化剂配比及搅拌均匀性需严格控制。此外,相较于传统地基处理方式,该技术成本较高,对设备及施工精度要求较为严格。

2.4 软土施工技术

水利水电工程建设中,软土施工技术作为常见的基础处理手段,对于提升地基稳定性至关重要。面对软土地基,改善施工环境与提高施工质量是关键措施,不仅有助于确保工程稳固,还可有效防止水土流失,避免因土壤侵蚀导致的质量隐患。在施工过程中,充分运用先进技术与优化工艺,有助于弥补软土施工技术的局限性,使地基处理更加高效可靠。软土具有高压缩性与低承载力的特征,不均匀沉降极易发生。施工方案的选择需依据具体地质条件,通过科学合理的技术手段确保施工质量达到预期目标。例如,软土加固技术与排水固结技术的应用,可在提升承载能力的同时降低沉降风险。工程人员需熟悉水利水电项目的施工环境精准掌握设计要求,从多种技术方案中选择适宜的工艺,确保软土地基处理的稳定性与可靠性。施工前,详细的地质勘察与现场监测是技术方案优化的重要依据,合理控制施工参数可降低潜在工程风险,提高施工质量。在实际操作中,确保施工方法符合设计标准,对技术方案的可行性进行严格把控,是提升软土施工技术应用效果的关键。科学的管理措施不仅增强了工程的整体稳定性,也为后续施工环节的顺利推进奠定基础。软土施工技术在水利水电工程中的应用价值显著,其有效实施需依托严谨的技术标准与系统化的施工管理,确保项目质量与安全目标的实现。

3 水利水电工程基础施工中应注意的问题

3.1 确保地基土结构的完整性

在水利水电工程的基础施工过程中,工程安全与地基土结构的完整性密不可分。作为整个工程的承载基础,一旦地基土发生细微变化或损伤,不稳定状况便极易产生,进而对结构安全与使用寿命造成影响。受多种因素制约的是地基土的稳定性,其中包括土壤含水量变化、沉降、地震作用以及施工荷载等。若施工阶段未能有效维持土体原有结构,松散、裂缝或局部失稳的情况可能出现,而这些

问题一旦发生,后期修复往往极为困难,并可能给上部结构带来不可预测的风险。在软土层或复杂地质环境下,地基土更容易受到外部因素的影响,稍有不慎,严重的地基隐患便可能形成,进而削弱工程整体质量。施工过程中,地基土的完整性须得到严格监测,同时需采取合理措施以减少施工对土体结构的扰动,从而有效降低长期安全风险。

3.2 做好基础防护工作

在水利水电工程的基础施工过程中,工程安全与稳定性在很大程度上取决于基础防护措施的有效性。若防护工作不到位,在复杂施工环境或极端气候条件下,各类工程隐患便可能随之产生。长期暴露在外的基础极易受到水流冲刷、风化作用、侵蚀影响以及外部荷载的破坏,从而导致结构稳定性的削弱。例如,地下水位的波动所引发的基坑积水,不仅可能改变土质特性,还可能造成水土流失。若施工过程中未采取合理的防护措施,土体结构便可能因扰动而松散,甚至出现塌方,从而对施工人员及设备安全构成严重威胁。特别是在深基坑开挖或湿陷性土壤条件下,地基的不稳定性往往因防护工作的缺失而加剧,使工程进度受到影响,甚至破坏整体施工计划。防护措施的缺陷所引发的往往是连锁反应,不仅导致后期修复成本的增加,还可能埋下安全隐患,使项目质量与工期受到严重冲击。

4 提高水利水电基础工程施工技术的策略

4.1 明确责任分工,建立健全管理制度

在水利水电基础工程施工过程中,施工技术水平的提升,在很大程度上取决于责任分工的明确性与管理体系的完善程度。各环节的执行效率取决于责任划分的清晰度,具体任务由专人负责,从而减少因职责不明带来的失误或进度延误。施工过程中,标准化操作的依据,由健全的管理体系提供,使各项工作得以有序推进并符合技术规范。施工现场的每项作业,均应制定具体的执行标准,无论是人员管理、资源调度还是质量控制,均需严格按照管理要求加以落实。合理的制度安排不仅能够提升工程质量,同时对施工中的风险起到有效控制作用,并增强工期掌控力与作业安全保障。一旦管理体系存在缺陷,责任界定不清,极易导致工作衔接脱节或责任推诿,最终对工程施工的整体效果与进度安排造成不利影响。

4.2 不断更新水利水电工程施工技术

在水利水电工程施工中,施工技术的持续优化对提升工程质量与效率具有重要作用。新型材料的应用、设备的升级以及施工方法的创新,均得益于科技的不断发展,使施工精度与速度得到提高,同时降低成本并优化作业流程。通过采用高效且环保的技术手段,工程性能得以增强,而施工活动对生态环境的影响也能有效减少。例如,智能化施工管理系统的引入,使施工进度与质量的实时监控成为可

能,潜在问题能够被迅速发现并加以解决,从而降低人为因素导致的偏差。此外,无人机巡检、自动化施工设备等新技术的应用,使施工安全性得到了进一步提升,作业效率也随之提高。行业技术的发展趋势应被密切关注,并采取先进施工手段,以确保水利水电工程在行业竞争中保持技术优势。

4.3 加强施工现场的管理

水利水电工程的顺利实施,离不开施工现场管理的有效强化。人员调配、物资统筹、施工环境控制、设备运行监管、质量把控及安全防护等多个方面,均属于管理工作的核心内容。各环节的紧密衔接得以保障,施工任务方能按既定计划推进,从而避免因资源配置不当或工序衔接不畅而导致工期延误。施工进度需由管理人员实时跟踪,作业安排也应根据实际情况进行合理调整,以确保资源得到充分利用。与此同时,对安全管理的重视不可忽视,潜在风险必须被提前分析并采取预防措施,以减少安全隐患,保障作业人员的安全以及设备的稳定运行。此外,严格的质量管控体系应被建立,在施工过程中及时发现问题,并采取有效措施加以调整,从而降低质量事故发生的概率,提高工程的可靠性。通过科学化、精细化的施工现场管理,整体作业效率得以提升,工程的竞争优势也能进一步增强。

5 结语

水利水电工程中,基础施工技术被视为确保项目质量与安全的核心环节。科学合理的工艺应被采用,现场管理需被强化,技术手段也需不断优化,以有效提升基础处理的稳定性与可靠性。施工过程中,细节管理与风险控制必须得到高度重视,地基的稳固性及施工的安全性需始终保持,从而确保工程得以高效推进。随着技术的不断演进,水利水电工程的施工方法正持续革新,基础施工向精细化、智能化方向发展的趋势愈加明显。施工水平的全面提升、项目管理的强化及技术创新的持续推动,将有力促进水利水电工程建设迈向更高标准与更优效益。未来,随着这些措施的逐步落实,水利水电基础工程的安全性、可靠性将进一步增强,其适应性与先进性亦将更加凸显。

【参考文献】

- [1]张金龙. 水利水电工程基础处理施工技术浅析[J]. 治淮, 2023(12): 58-59.
- [2]庄桂亮. 水利水电工程施工中的基础施工技术分析[J]. 科技创新与应用, 2021(9): 167-169.
- [3]寇方露. 水利水电工程基础处理施工技术方法应用[J]. 绿色环保建材, 2020(4): 215-217.

作者简介: 陈涛(1984.4—), 男, 毕业院校: 河北工程大学, 大学本科, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位: 河北省水务中心石津灌区事务中心, 职务: 副处长, 职称级别: 高级工程师。

房建工程质量管理体系构建与实施效果评估

张立斌

北京中联环建设工程有限公司, 浙江 温州 325000

[摘要]房建工程质量管理体系的构建与实施对确保建筑工程的质量至关重要。通过完善的质量管理体系,结合工程全生命周期的质量控制措施,可以有效提升建筑项目的整体质量水平。实施过程中,需加强各环节的质量监督与检查,确保设计、施工、验收等阶段的标准化执行。有效的质量管理体系不仅能降低建筑缺陷风险,还能提升项目的整体管理效率,为房建工程的可持续发展奠定基础。实施效果评估有助于发现管理过程中的不足,优化质量控制流程,进一步推动质量管理体系的成熟与完善。

[关键词]房建工程;质量管理体系;实施效果;质量控制;项目管理

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15263

中图分类号: U415.1

文献标识码: A

Construction and Implementation Effect Evaluation of Quality Management System for Building Construction Projects

ZHANG Libin

Beijing China-Union Construction Engineering Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract: The construction and implementation of a quality management system for building construction projects are crucial to ensuring the quality of construction projects. By improving the quality management system and implementing quality control measures throughout the entire lifecycle of the project, the overall quality level of the construction project can be effectively enhanced. During the implementation process, it is necessary to strengthen the quality supervision and inspection of each link to ensure standardized execution in stages such as design, construction, and acceptance. An effective quality management system can not only reduce the risk of building defects, but also improve the overall management efficiency of the project, laying the foundation for the sustainable development of construction projects. The implementation effect evaluation helps to identify deficiencies in the management process, optimize the quality control process, and further promote the maturity and improvement of the quality management system.

Keywords: building construction projects; quality management system; implementation effect; quality control; project management

引言

随着房建工程规模和复杂度的不断提升,如何确保工程质量成为了行业发展的关键问题之一。传统的质量管理模式已无法适应当前建筑市场的需求,迫切需要建立更加科学和高效的质量管理体系。通过构建完善的质量管理体系,不仅能够保障建筑项目的工程质量,还能提升整个项目的管理效率和安全性。如何在实施过程中实现有效控制和优化,是提升房建工程质量管理体系的核心课题。

1 房建工程质量管理体系的构建框架

1.1 质量管理体系的基本原则与构建目标

房建工程质量管理体系的构建应遵循科学性、系统性和适应性原则,围绕质量管理的目标进行设计。首先,质量管理体系要能够全面涵盖设计、施工、验收等各个环节,确保每个环节都有明确的质量控制标准和操作流程。其次,体系应具备灵活性和适应性,能够根据不同项目的特点及实际情况进行调整和优化。最后,体系的构建要以提升工程质量为核心目标,通过标准化、规范化的管理手段,有效降低工程缺陷和质量事故的发生率^[1]。

1.2 关键环节的质量控制措施

质量管理体系的核心在于有效控制每一个环节的质量。房建工程涉及的环节较为复杂,必须对设计、材料采购、施工过程及验收等各个环节进行全面监控。在设计阶段,应制定严格的设计审核制度,确保设计方案符合规范要求并能满足工程实际需求。在材料采购方面,应建立材料供应商评估体系,确保选用的材料符合质量标准。在施工阶段,必须实施全程质量监控,通过严格的现场检查与验收制度,保证施工质量不打折扣。此外,竣工验收环节要进行多方位的质量检验,确保最终交付的建筑物达到预定的质量标准。

1.3 系统化的质量评估与持续改进

建立房建工程质量管理体系不仅仅是对各环节的控制,更需要通过定期的质量评估与改进机制,确保体系的有效性。质量评估可以通过项目总结、质量审计以及工程回访等方式进行,系统化地评估工程质量管理过程中存在的问题和不足。通过评估,发现问题后,及时采取有效的改进措施,优化质量管理流程,从而逐步提升质量管理体系

系的成熟度。同时,还应引入外部审计与反馈机制,保持质量管理体系与行业标准的同步更新,推动质量管理的持续改进^[2]。

2 质量控制关键环节与实施策略

2.1 设计阶段的质量控制

在房建工程的设计阶段,质量控制的关键在于设计方案的合理性与可行性。首先,设计文件需严格审核,确保设计符合国家标准、地方规范以及工程实际需求。在此过程中,项目管理团队要加强与设计单位的沟通,确保设计意图与工程要求一致。对于设计图纸,尤其是结构、消防、给排水等关键部分,应进行多轮审查和修改,避免设计漏洞导致施工过程中的质量问题。为了进一步确保设计质量,还应聘请第三方专业机构进行设计质量评估,提供外部的质量保障。

此外,设计阶段还涉及对材料和施工工艺的初步选择。此时,工程项目组需根据设计要求与实际条件,优选施工材料和设备。材料选择应充分考虑其性能和长期耐久性,尤其是与建筑结构安全相关的关键材料,如钢筋、混凝土等。在施工工艺的确定上,也应进行多次模拟验证,确保所选工艺在实际施工中能够达到预期的质量标准。

2.2 施工阶段的质量控制策略

施工阶段的质量控制直接影响到房建工程的最终质量,控制措施必须涵盖施工过程的各个方面。首先,施工单位应严格按照设计图纸和技术规范执行,任何偏离设计的行为都应进行及时纠正。施工前,项目管理方应组织技术交底,确保所有施工人员充分了解施工方案和质量要求。施工过程中,要实施现场质量管理,定期进行质量检查,确保施工质量不打折扣。尤其是在关键施工环节,如钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑等,应进行严格的质量控制,采用先进的检测仪器与方法,确保施工工艺的准确执行^[3]。

同时,应加强施工过程中的材料管理,确保使用符合设计要求的合格材料。在施工现场,专门设立质量管理人员,定期对进场材料进行抽检和验收,确保材料的质量与规格与设计文件一致。对于重要部位和隐蔽工程,应进行分阶段验收与记录,形成详细的质量追踪档案,为后期验收提供依据。施工单位还应定期进行技术培训,提高工人对质量控制的意识和操作技能,确保施工人员在质量管理体系下能够执行到位,减少人为错误的发生。

3 房建工程质量管理体系的执行与监督机制

3.1 质量管理体系的执行机制

房建工程质量管理体系的执行机制是确保质量控制措施落实的关键。首先,必须明确各层级、各部门在质量管理中的职责,确保每一环节都有人负责。项目经理作为质量管理的首要责任人,必须定期督导各项质量控制工作,确保体系运行的顺畅与高效。同时,项目团队应设立专门的质量管理小组,负责质量管理体系的日常运行与监督,

确保各项质量控制措施得到严格执行^[4]。

在执行过程中,需根据不同阶段制定详细的质量控制计划。设计阶段的质量计划应重点关注设计文件的审核与修订;施工阶段则需要实施详细的施工质量控制计划,规范施工流程并规定检查频次;竣工验收阶段应有专门的验收计划,确保每一项工程验收标准符合相关法规与行业标准。所有质量控制计划要依照实际工程进度进行动态调整,确保质量管理体系能够与项目进展同步推进。

此外,为了确保质量管理体系的有效执行,项目管理方需通过定期召开质量分析会议,对质量控制措施的实施情况进行检查与分析,及时发现并解决问题。对于发现的质量问题,要采取纠正措施,并通过回访检查,确保问题得以彻底解决。通过这种持续的执行和反馈机制,可以确保质量管理体系在项目中得到贯彻和落实。

3.2 质量监督机制的完善与保障

质量监督机制是确保质量管理体系实施效果的重要保障。首先,房建工程项目应设置独立的质量监督部门,负责从设计到施工、竣工验收的全过程监督,确保每一环节都符合质量要求。监督部门要定期或不定期进行现场抽查,检查项目实施过程中是否存在违反质量标准的行为,并提出整改意见。

质量监督机制应当与第三方监督机构相结合。第三方检测机构可以提供更加专业、客观的质量检查与评估,避免因项目团队内部监管不足而导致的质量问题。第三方监督机构可以对关键环节、重要部位、隐蔽工程等进行专项检测,确保工程质量符合标准要求。

为了提高质量监督的透明度和公正性,还应建立质量问题追溯制度。每个项目的质量问题都应记录在案,并定期进行汇总和分析。质量问题的处理不仅仅依赖于工程建设单位,还应形成多方参与的工作机制,确保问题的全面解决。此外,质量监督机制还需与施工进度和成本控制相结合,避免因进度或成本压力影响质量控制的有效性^[5]。

总之,通过建立健全的质量监督机制,确保各项质量标准和管理要求得以严格执行,可以有效提升房建工程的质量水平,为项目的顺利交付提供有力保障。

4 质量管理体系在房建工程中的应用效果分析

4.1 提高工程质量的可控性

质量管理体系的应用在房建工程中能够显著提升工程质量的可控性。通过系统化的质量控制措施,项目团队可以在设计、施工、验收等各个环节提前设定标准,并实施全过程监控。例如,在施工过程中,严格按照质量管理体系进行材料验收、工序检查、现场质量控制等,确保每一个施工环节都符合设计要求和质量标准。通过实时监督和数据记录,项目管理方可以在施工过程中及时发现质量问题,并采取预防或纠正措施,从而避免了质量问题的积累和蔓延。

特别是在关键施工环节,如结构施工、混凝土浇筑等,质量管理体系能够为项目提供全面的质量保障。这些措施的应用大大减少了返工、修复的概率,提高了整体工程的质量水平,降低了因质量问题导致的工程事故和安全隐患。同时,质量管理体系还能够对项目交付前进行全方位的质量评估和验收,确保竣工的建筑物符合设计标准,达到预定的使用功能。

4.2 提升管理效率与项目成本控制

质量管理体系的实施不仅提高了工程质量,还显著提升了项目的管理效率,并对成本控制起到了积极作用。通过建立健全的质量管理体系,项目管理团队可以更高效地进行项目计划、资源配置和进度控制。每一个施工环节都有明确的质量要求和标准,避免了因质量问题导致的返工和延误,从而减少了不必要的时间和经济损失。

质量管理体系还能够帮助项目团队及时识别并解决潜在问题,减少项目中的质量纠纷和工程变更,这有助于项目成本的精确控制。例如,在施工过程中,通过严格的材料采购与使用控制,可以避免因材料不合格或采购不当造成的浪费和超支。此外,质量管理体系通过标准化、规范化的作业流程,也能帮助项目团队提高生产效率,缩短施工周期,进一步降低工程成本。

质量管理体系的应用不仅有助于提升房建工程的质量水平,还能通过优化管理流程,提升项目的整体管理效率,并为项目的成本控制提供有效支持,最终达到提高经济效益和社会效益的双重目标。

5 优化房建工程质量管理体系的策略与建议

5.1 强化全过程质量管控与数据化管理

优化房建工程质量管理体系的首要策略是强化全过程质量管控。从设计、施工到竣工验收,每个环节都应有明确的质量控制标准和执行流程。尤其在施工阶段,施工单位应加强与设计单位、材料供应商、检测机构的协调合作,确保施工过程的每个环节都能按照规范执行。为此,项目管理方可以借助现代信息技术,建立数字化质量管理平台,实时跟踪工程进度、材料质量、施工质量等数据,便于各级管理人员及时发现问题并采取纠正措施。数字化管理还可以提供数据支持,帮助项目团队做出更加科学的质量决策,并形成可追溯的质量记录,以便未来项目的质量回溯和改进。

施工现场的质量管理应依赖于标准化和精细化的操作流程。例如,针对关键施工环节,如混凝土浇筑、钢筋绑扎等,应制定详细的操作规程,严格按照流程操作,避

免工艺不当或施工偏差引起的质量问题。通过加强全过程的质量管控与数字化管理,可以确保工程质量的稳定性和可控性。

5.2 加强人员培训与质量文化建设

另一个优化策略是加强质量管理人员的培训与质量文化的建设。质量管理体系的有效实施离不开高素质的管理人员和工人队伍。项目团队应定期组织质量管理培训,提升管理人员的质量意识和专业水平,确保他们能够熟练掌握质量管理体系的运行和监督方法。在施工人员方面,应通过技术交底、岗位培训等方式提高工人的操作技能,确保施工过程中的每个环节都能按标准进行,避免因人为失误导致的质量问题。

除了人员培训外,建设项目还应注重质量文化的建设。项目管理团队应通过定期的质量管理会议、技术交流会等活动,培养全体员工的质量意识,使质量管理成为每个员工的责任和习惯。通过营造重视质量的氛围,鼓励员工在施工过程中主动发现并解决问题,从而在全员参与中提升工程质量。

总结来看,优化房建工程质量管理体系,除了加强过程管控和数据化管理外,还需通过系统的人员培训与质量文化建设,确保每一位员工都能参与到质量管理中,为提高整体工程质量奠定坚实基础。

6 结语

房建工程质量管理体系的优化是提升工程质量、保障施工安全和控制项目成本的关键。通过强化全过程质量管控、数字化管理以及提升人员素质与质量文化建设,可以有效提高项目的管理效率和质量水平。在未来的房建项目中,应继续探索和应用创新的质量管理措施,确保每个环节的质量可控,推动行业整体水平的提升。只有不断完善质量管理体系,才能为建筑行业的可持续发展奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1] 顾必佳. 房建工程施工质量管理措施[J]. 江苏建材, 2023(1): 149-151.
 - [2] 林周宝, 田勇征, 娄海涛, 等. 房屋建筑工程质量管理的有效措施[J]. 建设监理, 2022(12): 61-66.
 - [3] 左泽旺. 一般系统论在金茂铂悦房建工程质量管理中的应用研究[D]. 湖南: 长沙理工大学, 2022.
 - [4] 程超, 严荣青, 王星龙. 提升房建工程管理水平及施工质量的对策研究[J]. 工程建设与设计, 2019(20): 210-211.
- 作者简介: 张立斌(1984.5—), 男, 工程师, 籍贯温州。

高等数学在铁道工程地质数据处理与分析中的应用

郭萃

新疆铁道职业技术学院, 新疆 哈密 839000

[摘要]地质工程领域的数据处理与分析,传统方法虽然能在一定程度上帮助进行地质数据分析,但在应对复杂、多变的地质条件时,其效果逐渐受到限制。随着高等数学方法在地质数据处理中的应用不断深入,微积分、线性代数以及概率统计等数学理论逐步展现出其在复杂数据分析中的优势。尤其在铁道工程等实际项目中,借助数学建模能够帮助有效提取关键信息,从而为工程决策提供科学依据。随着数据量的激增,传统分析方法逐渐难以满足日益增长的需求,信息技术与人工智能的快速发展,为地质数据分析带来了新的突破。本篇文章探讨高等数学方法在地质数据分析中的应用,重点关注其在工程实践中的作用与前景。

[关键词]高等数学;铁道工程;地质数据处理;数学建模;误差分析

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15255

中图分类号: TU99

文献标识码: A

Application of Advanced Mathematics in Geological Data Processing and Analysis of Railway Engineering

GUO Cui

Xinjiang Railway Vocational and Technical College, Hami, Xinjiang, 839000, China

Abstract: In the field of geological engineering, although traditional methods can help with geological data analysis to a certain extent, their effectiveness is gradually limited when dealing with complex and changing geological conditions. With the continuous deepening of the application of advanced mathematical methods in geological data processing, mathematical theories such as calculus, linear algebra, and probability statistics have gradually demonstrated their advantages in complex data analysis. Especially in practical projects such as railway engineering, using mathematical modeling can help effectively extract key information and provide scientific basis for engineering decision-making. With the surge in data volume, traditional analysis methods are gradually unable to meet the growing demand. The rapid development of information technology and artificial intelligence has brought new breakthroughs to geological data analysis. This article explores the application of advanced mathematical methods in geological data analysis, with a focus on their role and prospects in engineering practice.

Keywords: advanced mathematics; railway engineering; geological data processing; mathematical modeling; error analysis

引言

地质数据通常具有多维性和高度的不确定性,传统的分析方法无法全面、精确地处理这些数据。在面对大规模、多样化的地质数据时,通过数学建模,微积分可以有效模拟岩体变形与地下水流动等现象,线性代数则帮助在数据处理中实现高效的结构化管理。而随着大数据与人工智能技术的进步,地质数据的分析进一步得到了优化,机器学习等算法的结合使得分析过程更加智能化、自动化,不仅提升了数据分析的准确性,也为地质工程的安全性、可靠性提供了坚实的理论基础。在未来,随着技术不断革新,数学方法将在地质数据分析中的作用愈加重要,尤其是在铁道工程等大型基础设施建设中,将发挥越来越关键的作用。

1 高等数学在地质数据处理中的理论与方法

1.1 微积分方法在地质数据分析中的应用

微积分在地质数据分析中占据了重要地位,特别是在地质变化趋势的描述和体积计算中。通过构建数学模型,导数能够帮助分析地质数据的变化速率,并识别出关键参数的变化点。例如,地下水流动的路径分析通常借助导数

来求得流量的变化率,累积流量的计算则使用积分公式:

$$Q = \int_a^b v(x) dx \quad (1)$$

其中, Q 表示流量, $v(x)$ 为流速, $[a, b]$ 表示流动路径的起止区间。类似地,地层堆积量和地质剖面面积的计算也涉及到积分法。地层体积的计算可通过下式求得:

$$V = \int_{x_1}^{x_2} A(x) dx \quad (2)$$

其中, $A(x)$ 为随深度变化的横截面积, x_1 和 x_2 分别是深度的起止位置。通过这些微积分方法,地下水流动量与地层体积得以准确计算,为地质分析提供了可靠的支持。

1.2 矩阵与线性代数在数据结构化处理中的作用

地质数据通常以矩阵形式存储,线性代数方法在处理这些数据时具有不可替代的作用。通过矩阵变换,可以实现地质图像的处理、断层的识别以及地质构造的线性拟合,从而显著提升了数据处理的效率^[1]。在多源数据融合过程中,矩阵运算能够迅速提取数据的关键特征并进行整合。以主成分分析(PCA)为例,奇异值分解(SVD)方法常被用来提取数据中的主要特征,其公式如下:

$$X = U\Sigma V^T \quad (3)$$

其中, X 为数据矩阵, U 和 V^T 为正交矩阵, Σ 为对角矩阵。通过这一方法,可以有效地对地质数据进行降维,同时保留最重要的信息,进而提高处理效率。此外,矩阵运算在断层分析中发挥了重要作用,帮助实现了对复杂地质环境的全面分析。

1.3 概率统计在地质数据误差分析与风险评估中的应用

地质数据通常存在一定的不确定性,概率统计方法为分析误差与评估风险提供了有力支持。通过合理构建概率模型,能够准确量化数据中的误差,从而为风险评估提供科学依据。正态分布常用于描述地质参数的随机波动,其概率密度函数为:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

其中, μ 为均值, σ 为标准差。正态分布广泛应用于岩土参数的波动描述,尤其是在风险评估方面,能够有效提高分析的准确性。此外,泊松分布常被用于建模特定时间内事件的发生频率,像地震活动等事件的发生也可通过泊松分布进行量化分析。

1.4 数值分析与迭代算法在地质问题求解中的应用

在地质问题求解中,数值分析与迭代算法发挥了重要作用,尤其是在解析解不可行的情况下。复杂的地层应力分布、地下水渗流等问题,往往需要通过数值方法来进行近似求解。例如,牛顿法常用于非线性方程的求解,其基本公式为:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \quad (5)$$

其中, $f(x)$ 为待解方程, x_n 为当前迭代值, x_{n+1} 为下一次迭代的值。通过不断迭代,非线性方程的解逐步逼近。高斯-赛德尔法也常用于地下水渗流问题,其求解公式为:

$$x_i^{(k+1)} = \frac{1}{a_{ii}} (b_i - \sum_{j \neq i} a_{ij} x_j^{(k)}) \quad (6)$$

其中, a_{ij} 为系数矩阵元素, b_i 为常数项, $x_j^{(k)}$ 为第 k 次迭代的结果。通过这些数值方法与迭代算法,复杂的地质问题得以迅速且精确地求解,为地质工程提供了强有力的数学支持。

2 铁道工程地质数据的数学建模与分析

2.1 数据拟合与回归分析的数学方法

在地质数据建模的过程中,通过回归分析,可以揭示地质参数之间的定量关系,进而为预测地质条件变化的趋势提供科学依据。多元线性回归方法常被用来探讨多个地质因素之间的关联。例如,在岩层厚度与地层深度的研究中,通过回归模型,能够明确两者的关系,进而为施工活动提供重要的参考数据。回归分析的数学表达式如下所示:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon \quad (7)$$

其中, y 表示岩层厚度, x_1, x_2, \dots, x_n 为各个影响因素, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ 为回归系数, ϵ 则是误差项。对于一些较为复杂的地质现象,如地震波衰减,非线性回归方法则能够更准确地模拟其规律。因此,在这些领域,非线性回归成为了一种必不可少的工具。

2.2 地质数据插值与优化算法

插值方法在地质数据处理中起着至关重要的作用,尤其是在填补缺失数据和处理不规则数据分布时。常见的插值方法,包括拉格朗日插值法和样条插值法,广泛应用于数据空间的补充与平滑处理^[2]。拉格朗日插值通过构造多项式估算未知数据值,样条插值则通过分段多项式拟合数据,确保了数据的平滑性与连续性。地质剖面的绘制尤为依赖这些方法,以确保其数据的一致性。在模型的参数求解过程中,优化算法起着决定性的作用,尤其是在模型的最优参数确定时。采用遗传算法、粒子群优化等优化方法,能够有效求解最优参数,从而提高模型的精度。当插值技术与优化算法结合时,能够显著提升地质模型的准确性,确保地质信息的完整性,并为后续的工程设计提供强有力的支持。

2.3 动态地质变化的预测模型

地质条件在铁道工程中的动态变化,必须建立有效的预测模型,尤其是基于数学理论模型。差分方程是一个常用的工具,能够有效模拟地质条件随着时间推移的演变。例如,在地表沉降的预测中,通常采用差分方程来建立模型,该模型能够准确反映沉降过程的时间演变。其数学表达形式为:

$$S(t) = S_0 + \sum_{i=1}^n \Delta S_i(t) \quad (8)$$

在式中, $S(t)$ 表示时间 t 时刻的地表沉降量, S_0 为初始沉降量, $\Delta S_i(t)$ 则代表各影响因素对沉降的影响。该模型能够帮助预测地表沉降的趋势,为工程安全提供可靠的预警。时序分析方法也被广泛应用于地质条件的动态变化预测,通过该方法可以准确掌握未来地质变化的趋势,从而为工程决策提供科学依据。

2.4 数学模型的稳定性与可靠性分析

为验证模型的稳定性,通常会进行敏感性分析与可靠性检验。特征值分析是常用的稳定性检验方法,能够确定模型对输入数据变化的响应强度。当模型的特征值过大时,意味着其对输入变化极为敏感,可能会导致较大的误差,因此必须对其进行严格的稳定性检验。同时,误差传播分析能够揭示输入误差如何影响模型输出结果,通过这种方式,能够验证模型的稳健性,确保其在不同条件下的可靠性。

3 高等数学方法在地质数据处理中的综合应用

3.1 多变量分析在地质数据综合处理中的应用

由于地质数据通常具有多维特征,因此处理这类数据时,多变量分析方法变得至关重要。主成分分析(PCA)及因子分析等技术能够有效地降低数据的维度,同时提取出对地质现象影响最大的关键因素。例如,在地质勘探的过程中,通过主成分分析筛选出岩体稳定性主要影响因素,从而优化勘探方案。该方法通过将原始数据转化为若干主成分,显著减少了数据的复杂性,进而提高了处理效率。数学表达式为:

$$Z_k = a_{1k} X_1 + a_{2k} X_2 + \dots + a_{nk} X_n \quad (9)$$

其中, X_1, X_2, \dots, X_n 为原始数据变量, a_{ik} 为载荷系数, Z_k 为第 k 个主成分。这样,数据的维度得到了有效降低,

为地质勘探提供了可靠的支持。

3.2 偏微分方程在地下结构分析中的应用

偏微分方程是描述地下结构力学行为以及流体流动的重要工具,尤其在岩体变形与地下水渗流的模拟中,数值解法发挥了至关重要的作用。常见的数值方法包括有限差分法(FDM)与有限元法(FEM),这些方法能够有效解决复杂的地质问题。以地下水流动为例,达西定律所描述的偏微分方程为:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \nabla \cdot (K\nabla h) + S \quad (10)$$

其中, ∂h 代表水头, K 为渗透率, S 为源项。通过有限差分法对这一方程进行离散化,进而能够精准模拟地下水流动。

3.3 时空数据分析在地质信息动态监测中的应用

地质信息的变化通常涉及时间和空间的双重维度,因此,时空数据分析对于地质动态监测尤为关键。通过对时空数据的综合分析,可以准确识别地质变化的时间演化与空间分布规律,为灾害预测及风险管理提供科学依据^[3]。举例来说,在滑坡等地质灾害的预警过程中,时空分析能够帮助识别出潜在的危险区域,支持灾后应急决策。这种方法不仅依赖于历史数据的积累,也能通过实时监测捕捉到最新的地质变化趋势,进而为应急处理提供有力支持。

3.4 傅里叶变换在地质波动信号分析中的应用

地震波、声波等地质波动信号的分析离不开傅里叶变换,它能够复杂的时域信号转化为频域信号,从而提取出信号的频率特征,进而有助于对地质构造进行分析。傅里叶变换为地震波的频谱分析提供了数学基础。其基本公式如下:

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega)e^{i\omega t}d\omega \quad (11)$$

在地质勘探中,通过傅里叶变换,能够揭示地层分界面、断裂带等关键信息。这种方法为地质调查提供了极为重要的支持,尤其在复杂的地质环境中,对地震波频谱的分析成为了揭示地下结构的重要手段。

3.5 模糊数学在不确定地质环境中的应用

地质环境中充满了不确定性问题,模糊数学为应对这些问题提供了有效的解决方案。利用模糊集理论及模糊综合评判,可以量化地质参数的不确定性,并为决策提供依据。例如,在评估边坡稳定性时,模糊数学能够综合考虑多种不确定因素,如土壤含水量与岩石强度,从而对稳定性进行合理的评级。在此过程中,模糊隶属度函数 $\mu_A(x)$ 描述了地质因素的不确定性,通过模糊综合评判为稳定性提供了合理的等级评价。

4 高等数学在地质工程中的发展与展望

4.1 大数据与人工智能结合在地质数据分析中的新方向

随着大数据和人工智能技术的飞速发展,地质数据分析领域迎来了新的发展契机。传统的数据分析方法在面对大规模、复杂的地质数据时显现出其不足,亟待引入更为先进的技术进行有效处理。深度学习算法与数学模型的结合

使得地质数据的智能处理成为可能,从而为精确预测地质变化提供了强有力的工具。例如,基于机器学习的地质优化模型在多个工程中已经取得了良好的成果。这些模型通过对历史数据的学习,不仅能有效预测未来地质情况,还能够优化工程设计,提高决策的科学性与准确性。随着技术的不断演进,这些创新方法已成为现代地质数据分析的重要趋势。

4.2 数学优化方法在地质工程中的潜力

在地质工程中,非线性优化算法的运用有效提高了地质勘探方案的效率,同时也优化了工程成本。在面对复杂多变的地质环境时,随机优化与遗传算法的结合能够更好地适应数据的不确定性,提供多样化的工程方案。通过模拟自然选择的过程,这些优化算法能够在庞大解空间中找到最佳方案,从而增强了决策的精确性与可靠性。应用这些技术不仅有效降低了项目实施过程中的风险,还为地质工程设计提供了强有力的数学支持,使得工程能更高效、精确地进行。

4.3 铁道工程地质数据分析的数学发展趋势

未来,铁道工程地质数据分析的发展将进一步向智能化、精细化及实时化的方向推进。随着计算技术的持续进步,数据获取手段的创新,地质数据的分析方法将在不断发展中逐步完善,推动地质工程技术向更高水平迈进。实时监测技术与精确建模的结合,将显著提升铁路工程的安全性及可靠性。同时,跨学科的合作,特别是地质学、数学与计算机科学的结合,正逐渐成为地质数据处理领域的一大趋势。跨学科的研究不仅为地质工程技术的发展提供了更强的技术支持,还使得分析方法在复杂的实际应用中变得更加高效,确保了工程实践中决策的科学性与合理性。

5 结语

高等数学方法在地质数据处理中的应用,不仅为地质工程带来了技术突破,也推动了工程实践的发展。微积分、线性代数及概率统计等数学工具,在地质数据建模、风险评估及灾害预测等领域发挥了至关重要的作用,确保了工程的科学性与可靠性。在铁道工程等项目,精确的地质数据分析直接影响到工程的安全性与实施效果。未来,随着信息技术、人工智能及大数据分析的迅猛发展,高等数学方法将成为地质工程领域中更加不可或缺的工具。

[参考文献]

- [1]周敏,王涵,张娜,等.基于多元线性回归的开发井绝对无阻流量预测[J].长江大学学报(自然科学版),2021,18(5):48-55.
 - [2]孙文洁,杨文凯,邓岳飞,等.基于模糊数学的北京城区地下空间地质适宜性评价[J].地球学报,2024,45(1):73-79.
 - [3]杨子萱.改进的模糊数学法在工程建设地质安全风险评价中的应用[J].化工矿产地质,2024,46(2):168-172.
- 作者简介:郭萃(1985.3—),女,毕业院校:昌吉学院;所学专业:数学与应用数学,当前工作单位:新疆铁道职业技术学院,职务:教师,职称级别:讲师。

建筑电气消防供配电系统设计要点及探讨

丁鹏飞

华商国际工程有限公司, 北京 100069

[摘要]近年来,随着消防安全意识的提升,建筑电气消防供配电系统的设计标准也日益严格,完全满足现代建筑对消防系统高要求的传统供配电设计方案已显得不再足够,新的设计思路与技术不断涌现。面对火灾预警、火灾报警、灭火系统等关键消防设施的电力需求,设计者必须在供配电系统中充分考虑冗余设计、紧急切换、电源监控等因素。此外,随着技术的进步,防雷、接地等系统的设计同样显得尤为重要。如何结合建筑的实际情况,合理选型、布置与配置,从而确保消防供配电系统的安全、稳定与高效,已成为建筑电气领域亟待解决的关键课题。

[关键词]建筑消防;供配电系统;设计要点

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15248

中图分类号: TU976.1

文献标识码: A

Key Points and Discussion on the Design of Building Electrical Fire Protection Power Supply and Distribution System

DING Pengfei

Huashang International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100069, China

Abstract: In recent years, with the increasing awareness of fire safety, the design standards for building electrical fire protection power supply and distribution systems have become increasingly strict. Traditional power supply and distribution design schemes that fully meet the high requirements of modern buildings for fire protection systems are no longer sufficient, and new design ideas and technologies continue to emerge. Faced with the power demand of key fire-fighting facilities such as fire warning, fire alarm, and fire extinguishing systems, designers must fully consider factors such as redundancy design, emergency switching, and power monitoring in the power supply and distribution system. In addition, with the advancement of technology, the design of lightning protection, grounding and other systems has also become particularly important. How to combine the actual situation of the building, select, arrange and configure reasonably, so as to ensure the safety, stability and efficiency of the fire power supply and distribution system, has become a key issue that urgently needs to be solved in the field of building electrical.

Keywords: building fire protection; power supply and distribution system; key points of design

引言

随着城市化的不断推进与建筑规模的不断增大,建筑电气消防供配电系统在保障建筑安全及应对火灾等突发情况中,起着至关重要的作用。满足一般电气设备的供电需求的同时,消防供配电系统必须具备在火灾等紧急情况下持续运行的能力,以确保消防设施的正常运作。在设计阶段,如何充分考虑系统的可靠性、稳定性及安全性,已成为建筑电气设计中的一个重要课题。

1 建筑电气消防供配电系统的重要性

建筑电气消防供配电系统是保障建筑消防安全的重要组成部分,该系统直接关系到火灾发生时各项消防设施的正常运行,包括消防水泵、排烟风机、应急照明及报警系统等。如果供电系统出现故障或不稳定,消防设备将可能失效,扑灭火灾的难度随之增加,人员生命安全也会面临威胁。除了高可靠性与稳定性外,良好的可维护性也是消防供配电系统的关键要求,以确保在发生故障时能够快速恢复运行。尤其是在高层建筑和公共建筑中,复杂的电气网络设计与布局至关重要,应避免单点故障造成大范围

断电或系统失效。同时,随着智能化与自动化技术的普及,数字化监控与远程管理已逐渐成为提升系统可靠性与应急响应效率的核心手段。一个完善的消防供配电系统,不仅是确保火灾防控措施有效落实的基础,更是保障公共安全、减少灾害损失的重要保障。

2 建筑电气消防供配电系统设计的基本要求

2.1 系统安全性要求

建筑电气消防供配电系统的安全性在设计中占据至关重要的位置,直接关系到火灾发生时各类消防设施能否正常运转。基本的安全措施应当配备齐全,如防火、防爆等,以确保电气线路、设备及其接线在极端条件下不会受到损坏。所有电气设备的选型必须严格遵循消防安全规范,易燃、易爆的材料应被避免使用,同时,配电箱、开关设备等必须具备能够承受高温或火灾情况下仍能正常运行的能力。此外,系统还需具备较强的抗干扰能力,尤其是在电力波动或短路等异常情况下,故障电源应迅速被切断,防止故障蔓延,确保其他设备的正常供电。应急照明、排烟风机、消防水泵等关键设备的电源应与主电源分开,确

保主电源发生故障时,备用电源或柴油发电机能够独立供电,从而保障火灾发生时人员疏散与灭火工作的顺利进行。

2.2 系统稳定性要求

建筑电气消防供配电系统的稳定性是保障系统长期可靠运行的核心。设计时需确保电力供应的连续性,防止电力波动或瞬间断电对消防设备造成不利影响。为达此目的,电气设备的选型应确保在不同负荷条件下的稳定运行,特别是应急照明与火灾报警系统等关键设备的电源,必须具备极高的稳定性,以避免供电中断时功能的失效。冗余备份设计在提升系统稳定性方面起到了至关重要的作用,主电源发生故障时,备用电源能自动接入,无需人工干预,从而有效减少系统停机的时间。同时,电气线路的布局应当充分考虑外部环境的影响,重要线路应避免布置在易受损区域,以减小外界因素对供电稳定性的干扰。为了进一步确保系统的稳定性,消防供配电系统应配置自诊断与自动修复功能。在出现异常时,系统能够及时发出警报并迅速采取纠正措施,确保系统始终处于可用状态。稳定性的保障不仅依赖于硬件设施的合理选择,还需要结合智能监控与管理手段,使系统在动态运行中始终保持高度的可靠性。

2.3 系统可维护性要求

建筑电气消防供配电系统的可维护性要求,确保系统在长期运行中能够保持优异的性能。在设计阶段,应充分考虑设备的可检查性与维护便利性,特别是配电箱、开关设备、应急电源等关键设备,应安置在便于接触的位置,使维修人员能够迅速进行检查与故障排除。电气设备与电缆布线必须符合规范,避免复杂的交叉与堆叠,以便于后期进行有效的检修与更换。系统应具备完善的监控与报警功能,一旦出现异常,能够实时定位故障点,协助维修人员迅速处理问题,从而缩短故障恢复时间。设备选型时,维修便捷性与配件可获取性也应得到充分考虑,以确保设备故障发生时能够迅速获得替换部件,避免因长时间停机而造成不必要的损失。定期检查与保养作为保障系统长期稳定运行的关键环节,应通过建立健全的维护计划与记录进行管理,这样可以及时发现潜在隐患并采取相应措施,延长设备的使用寿命。可维护性不仅体现在设计阶段的合理布局,更依赖于系统运行过程中的日常管理与定期检查。

3 建筑电气消防供配电设计的常见方案

3.1 放射式供配电设计

放射式供配电设计,作为我国建筑领域中常见的消防配电方案,以其独立性强的特点广泛应用。在这种设计模式下,每个分支系统直接从主配电箱获取电源,各电气线路之间几乎不依赖于彼此,从而能够有效避免因某一路电气故障而引发连锁反应,显著降低了整个系统故障的可能性。火灾监控与预警设施等关键领域,主要应用此设计方案,确保在火灾发生时,这些设施依然能够正常工作。通过集中配电方式,该设计简化了线路布置,使系统更易于

管理与维护,这也有助于降低后期管理的难度与成本。但放射式设计并非没有挑战,铺设的电线量较大,对有色金属的需求增加,从而推高了材料采购与施工成本。此外,设计结构相对复杂,特别是在大规模建筑中,可能导致系统布线不够简洁,进而影响日后的维修与扩展工作。因此,尽管放射式供配电设计在提升消防供电系统的可靠性与独立性方面具有明显优势,其高昂的建设成本与复杂的结构设计也限制了其在某些场景中的广泛应用。

3.2 树干式供配电设计

树干式供配电设计作为一种广泛应用于消防供电系统的方案,其结构呈现树状分布,主干线路直接从配电中心延伸到各个支路,这种设计通常用于大型建筑或复杂场所,能够有效管理电力分配,确保每个区域的消防设备能够及时获得所需电力。简洁的线路布局是树干式设计的主要优点,特别适合电力需求相对均衡的环境。但树干式设计在电路故障发生时也存在一定的局限性,由于电力传输依赖于单一的主干线路,一旦某部分线路出现故障,整个系统的供电可能受到影响,甚至导致多个区域的电气设备停运。为了避免这一风险,树干式设计应根据实际电力需求和设备应用特点进行定制,从而确保电气负荷的合理分配。特别是在主干线路的设计中,优化切换机制至关重要,确保在故障发生时,电源能够迅速且精准地切换,最大程度地减小故障对系统整体运作的影响。优化后的干线切换方案不仅增强了系统的应急响应能力,还能在出现故障时迅速恢复供电,确保消防设施得以持续运作。

3.3 链式供配电设计

链式供配电设计是一种通过顺序连接的方式进行电力分配的方案,每个电气设备依赖于前一设备提供电力,从而形成一条“链式”电力传输路线。该设计结构简洁,适用于电力需求相对稳定且规模较小的建筑,布线直观是链式设计的主要优势,能够有效节约空间与材料成本,尤其适合电力需求较低的场所。但链式设计也存在一些缺点,尤其是在系统某一环节发生故障时,整个链条的电力供应将受到影响,从而导致多个设备停运,这样的连锁反应使得链式设计在应对复杂的消防需求时,可能无法提供足够的可靠性,尤其是在大规模建筑或高风险区域。为了应对这一问题,合理规划各环节的负荷分配与电力供应路径是链式设计中的关键,确保关键设备能够优先获得保障。在这种设计方案中,冗余设置尤为重要,备用电源与自动切换装置的设置能够确保在故障发生时,电力供应不中断,保障消防设备的正常运行。尽管链式设计在某些情况下具有成本上的优势,但在对消防系统可靠性要求较高的场合,其适用性仍需谨慎评估。

3.4 混合式供配电设计

混合式供配电设计结合了放射式、树干式与链式设计的优点,旨在弥补单一设计方案的不足,提供更加灵活与

可靠的电力分配方式,该设计通常依据建筑的结构特点与电力需求,优化配电路径,并灵活选择不同的供电方式,以确保系统在各种情况下的稳定性与安全性。在需要时,通过主干线路进行整体电力供应,混合式设计能够采用放射式或链式的分支供电方式,使各区域或设备的电力供应更加独立,从而避免单点故障导致全系统的停运。此设计的主要优势在于其灵活性,混合式供配电方案能够根据建筑规模、消防设备分布与电力负荷的不同需求进行个性化调整,确保系统在面对各种运行状况时依然保持高效运作。特别是在大型或多功能建筑中,混合式设计能够平衡供电的冗余性与经济性,保证重要消防设施在任何情况下都能获得稳定的电力供应。此外,智能电源切换系统的应用提升了系统的应急响应能力,能够迅速应对故障或电力波动。尽管混合式设计具备多项优点,其实施难度相对较高,需要综合考虑各种电气设备的特性与需求,并精确制定设计方案。较为复杂的布线与配电结构可能导致初期投资的增加,然而,从长期来看,其在可靠性与安全性上的优势是值得投资的。因此,混合式供配电设计在对高可靠性与灵活性有着严格要求的消防供电系统中,展现了广泛的应用前景。

4 消防供配电系统中的关键技术

4.1 防火设计与电气线路布置

消防供配电系统中的防火设计与电气线路布置至关重要,它们直接影响系统在火灾发生时能否稳定运行,并确保消防设备持续供电。防火设计的核心目标是确保电气线路在火灾发生时不会成为火源或火灾传播的途径。为此,应选用具有较高耐火性或阻燃性能的材料,尤其在火灾风险较高的区域,电缆与配电设备必须符合消防标准^[1]。此外,在线路布置时,避免将线路铺设在易燃物旁或高温环境中,从源头上减少线路遭遇火灾侵害的可能性。在电气线路的布置过程中,消防设计规范必须严格遵循,确保各类消防设施的电力供应路径既独立又可靠,以保障火灾发生时能持续为消防设备供电。线路布局应尽量避免复杂的交叉与重叠,从而减少可能的干扰源与故障点。对于至关重要的消防设施,如火灾报警系统、应急照明系统、自动喷淋装置等,线路的冗余设计尤为关键,同时,应采取防火墙、隔断等措施来确保线路的安全。在布设电气线路时,消防设施的可操作性与日常维护也应当考虑,关键电气设备应设置防火门或防火隔断,这不仅能够有效隔离火源,还能防止火灾扩散,减少对电气系统的损害。

4.2 电气设备选型与配置

电气设备的选型与配置在消防供配电系统的设计中发挥着至关重要的作用,直接影响系统的安全性、稳定性与可靠性。鉴于消防系统在火灾等紧急情况下的特殊需求,所选设备必须能够在极端环境下持续稳定运行。设备应具备高可靠性、强抗干扰能力以及耐高温等特性,尤其是在面对火灾、爆炸或地震等灾难性事件时,应能有效保障系

统的正常运行。在设备配置方面,电力应高效、稳定地分配至各个消防设施,为了实现这一目标,负载分布需合理规划,以避免设备出现过载情况^[2]。同时,应设计备用电源与自动切换装置,确保在主电源发生故障时,消防设备仍能保持持续电力供应。各设备间的协调性同样非常重要,配电柜、断路器与开关设备等需根据负载电流、保护需求及操作便捷性进行精确配置,以确保在出现故障时,能够迅速切换至备用电源,避免影响系统的稳定性。在设备选型过程中,除了考虑设备的性能外,长期稳定性与易于维护性也应特别关注。虽然高性能设备的采购成本较高,但从系统整体安全性与维护成本的角度来看,选择高质量、耐用的设备无疑会带来长期的效益。

4.3 防雷与接地系统设计

防雷与接地系统在消防供配电系统中至关重要,关系到电气设备的安全性及人员生命财产的保护。雷电作为强大能量源,可能引发直接或间接的损害,若防护不当后果严重。因此,合理设计防雷与接地系统是确保消防供配电系统安全稳定运行的基础。防雷设计应根据建筑结构、规模及地理位置进行调整,高层建筑或关键消防设施应采取避雷针或避雷网等直击雷保护措施,以防雷电直接击中建筑物或设备,电气设备方面需使用电涌保护器等装置,避免雷电冲击。接地系统必须确保电气设备、金属构件与地面之间形成可靠连接,有效导引雷电电流,减少设备过载危害^[3]。设计时应考虑土壤电阻率及接地极埋设深度,确保接地电阻符合标准。此外,为提高系统有效性,应重视冗余性与可维护性,采用优质导电材料以避免腐蚀,并定期检查防雷设备,确保其在关键时刻正常工作。

5 结语

建筑电气消防供配电系统设计是确保消防设施正常运行与建筑安全的关键环节。在设计过程中,系统的安全性、稳定性及可维护性必须得到充分考虑,合适的配电方案与电气设备应被选用,以满足不同的需求。防火设计、电气设备的选型以及防雷接地系统的优化配置,共同构成了系统可靠性的核心基础。技术进步应在未来的设计中紧跟,通过不断优化方案,系统的安全性及稳定性将得到提升,从而在紧急情况下有效保障生命与财产的安全。

[参考文献]

- [1]陈明明. 建筑电气消防供配电系统设计要点探讨[J]. 大众标准化, 2023(3): 67-69.
 - [2]郑志阳. 建筑电气工程供配电系统设计要点研究[J]. 绿色建造与智能建筑, 2024(10): 124-126.
 - [3]李兴葆. 低碳背景下建筑电气供配电系统设计要点简析[J]. 电气技术与经济, 2022(6): 85-87.
- 作者简介: 丁鹏飞(1967.5—), 男, 籍贯: 山东, 专业: 工业电气自动化, 现有职称: 高级工程师, 研究方向/从事工作: 建筑电气供配电设计, 工程总承包、工程管理。

新时期土木工程管理的常见问题及优化策略

陈伟强

海天建设集团有限公司, 浙江 金华 322100

[摘要]随着我国经济的快速发展, 土木工程项目的规模持续扩大, 施工环境变得愈加复杂。尽管如此, 管理人员的素质、安全意识、管理体系等方面的不足, 依然对工程质量和进度产生负面影响。传统的管理模式, 已难以适应现代工程的需求, 推动管理优化与创新成为当务之急, 亟待解决的关键问题。

[关键词]新时期; 土木工程管理; 问题; 策略

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15240

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Common Problems and Optimization Strategies in Civil Engineering Management in the New Era

CHEN Weiqiang

Haitian Construction Group Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 322100, China

Abstract: With the rapid development of Chinese economy, the scale of civil engineering projects continues to expand, and the construction environment has become increasingly complex. However, the deficiencies in the quality, safety awareness, and management system of management personnel still have a negative impact on the quality and progress of the project. The traditional management model is no longer suitable for the needs of modern engineering, and promoting management optimization and innovation has become an urgent and critical issue that needs to be addressed.

Keywords: new era; civil engineering management; problems; strategies

引言

土木工程在基础设施建设中扮演着至关重要的角色, 直接影响着我国的经济增长与社会进步。随着工程规模的不断扩大与技术要求的提升, 土木工程管理正面临着越来越复杂的挑战。工程质量的提升、成本的降低、工期的缩短, 以及施工过程中的安全性, 皆能通过有效的管理得以确保。因此, 重点讨论新时期土木工程管理面临的主要问题及相应的优化策略, 以促进行业的可持续发展。

1 新时期土木工程管理的重要性

随着社会经济的快速发展与城市化进程的加速, 土木工程行业正面临前所未有的机遇与挑战。新时期的土木工程管理不仅决定项目的成败, 还对资源配置、施工安全与质量, 以及项目的经济效益与社会效益产生深远影响。若管理得当, 工程将能按时完成、预算内执行, 并达到预期的质量标准; 若管理不善, 成本超支、质量问题甚至安全事故将可能发生, 从而导致社会资源的浪费。在数字化与智能化迅速发展的背景下, 土木工程管理所面临的挑战愈加复杂。随着工程项目内容的多样化及跨专业协作的日益紧密, 要求管理者不仅需具备扎实的专业知识, 也应具备敏锐的项目协调与综合决策能力。对于施工企业而言, 提升管理水平已被视为增强市场竞争力与保障项目可持续发展的核心因素。因此, 土木工程管理的优化与创新, 已成为推动行业健康发展的关键。

2 新时期土木工程管理的常见问题

2.1 施工管理人员综合素质低下

在许多土木工程项目中, 施工管理人员的综合素质普遍较低, 成为工程顺利推进的主要制约因素之一。尽管不少管理人员拥有一定的专业技术知识, 系统的管理经验与协调能力却往往缺乏, 这一缺陷导致了项目执行过程中大量不合理决策与失误的产生。随着工程项目规模不断扩大, 施工环境愈加复杂, 单纯依赖技术知识已经无法满足日益增长的管理需求。如何高效地统筹人力、物力、时间等资源, 提升项目整体效率, 已成为当前亟待解决的一大挑战。在实际操作中, 部分管理人员的应急反应能力与沟通协作能力不足, 导致项目进度未能按计划推进, 且工程中的问题未能得到及时有效的解决。此外, 某些管理人员的职业道德素质存在缺陷, 表现为推卸责任或规避监督等行为。此类现象不仅影响了团队的执行力, 也破坏了工作氛围。施工管理人员综合素质的不足, 直接影响了土木工程项目的管理水平, 并对工程质量、施工进度及成本控制等方面造成了不良影响。

2.2 施工人员安全意识不足

尽管近年来土木工程领域对安全生产的关注不断增强, 施工人员的安全意识仍普遍不足, 尤其是在基层施工队伍中, 这一问题尤为突出。许多施工人员对安全规范的理解仅停留在表面, 缺乏对安全风险的深入认识。在追求工程进度或降低成本的压力下, 部分施工人员往往忽视了

安全操作的重要性,甚至随意放弃安全防护措施,频繁发生安全隐患。在高风险作业环境中,施工人员更多依赖经验,规范操作与必要的安全检查却往往被忽视。一些施工现场管理松散,安全培训缺乏深度且频次不足,致使施工人员对新型安全技术和设备了解较少。如此缺乏前瞻性和专业性的管理方式,使施工人员在面对潜在危险时,往往处于应付状态。安全规定的忽视及安全措施的不遵守,不仅增加了事故发生风险,尤其是在高空作业、深基坑作业等特殊环境下,安全事故的后果尤为严重。

2.3 缺乏完善的土木工程管理体系

现阶段我国土木工程管理体系尚不完善,尤其是在制度的建设和管理架构上,仍存在较多不足。一个全面、完善的管理体系对土木工程的顺利进行具有至关重要的作用。有效的管理体系能够根据项目的不同需求,灵活调整各项管理措施,确保每一个环节都能得到专业且有序的管理。但许多项目在实际操作中缺乏一个清晰且高效的管理结构,尤其是在项目管理部门的配置上,经常出现人力资源不足的现象。为降低项目成本,部分单位不合理地减少了管理人员数量,导致在施工过程中遇到突发问题或不可预见的困难时,管理部门无法及时应对,从而影响到整个项目的顺利推进。此外,土木工程项目的特殊性使得施工现场不可避免地会遇到突发情况,如天气变化、材料供应问题等,这些都需要有足够的人力和专业能力来及时解决。而在管理体系不完善的情况下,“多任务处理”往往成为常态,管理人员难以有效分配精力,导致决策和执行力的下降。在实际施工过程中,管理方法的滞后和对周围环境的缺乏科学认识,使得工程进度运行效率低下,资源浪费现象严重。更为严重的是,管理层与施工操作之间的脱节,使得施工质量、进度以及成本控制都未能得到有效保障,最终制约了土木工程管理体系的全面改进和提升。

2.4 工程进度延误问题

工程进度延误是土木工程中普遍存在的管理难题,严重影响了项目的顺利完成与整体效益。进度延误的因素多种多样,外部干扰因素,如恶劣天气、供应链问题和材料短缺,常使施工计划难以按时执行。与此同时,施工过程中资源调配不当和人员流动频繁等问题,也直接影响了工人的工作效率以及项目推进的速度。即便是细节上的疏忽,诸如设备维修不及时或施工工艺不规范也有可能致工期延误。另一个导致进度延误的关键因素在于项目管理中缺乏有效的沟通与协调。设计、施工、监理等各方之间信息未能及时传递,致使各环节衔接不畅,进而拖慢了整体进度。由于对项目复杂度及潜在风险评估不足,部分工程在前期准备工作中存在缺陷,直接影响了后续施工安排。随着进度延误逐步积累,成本压力也在不断上升,进一步加大了项目管理的难度,最终对项目的整体质量与预期效果产生了不利影响。

3 土木工程管理的优化策略

3.1 完善人员选拔标准,建立科学完善培训体系

在土木工程管理中,管理人员的专业技能和综合素质直接影响工程的质量与效率。因此,完善人员的选拔标准和建立科学的培训体系至关重要。为了提升管理水平,建设单位必须从根本上提高选拔标准,特别是对于管理人员的要求,不仅要具备扎实的专业知识,还要有较强的综合素质和良好的计算机操作能力,这些素质能够帮助管理人员更好地应对复杂的工程任务,推动项目顺利进行。在选拔过程中,科学的考评体系应对人员的专业技能、管理能力以及综合素质进行全面考核,确保所选人员能够满足工程管理的实际需求。与此同时,培训体系的完善也同样不可忽视,通过系统的培训不仅可以提升员工的专业技能,还能增强他们的团队协作能力和创新意识,为企业的可持续发展提供坚实的人员支持。科学的选拔与培训体系是确保土木工程项目高效管理的关键,它能够为项目管理提供强有力的后备力量,最终推动企业的长期稳步发展。

3.2 提升质量管理与技术创新

在土木工程管理中,提高质量管理水平及推动技术创新是提升整体工程质量的关键。随着工程规模与复杂性不断提升,传统质量管理方法已无法满足现代工程的需求。面对这一挑战,创新的质量管理模式显得尤为重要,通过引入先进的质量管理体系、标准化的操作流程及持续改进机制,施工过程得以有效规范,质量隐患的发生也得以降低。与此同时,技术创新在提升质量管理方面发挥着至关重要的作用,新技术与新材料的应用不仅提高了施工质量,也显著提升了施工效率。例如,BIM技术的应用,实现了设计、施工与运维各环节的数据共享,能够高效流动,从而在施工过程中进行实时监控与及时调整,有效规避潜在的质量问题。智能化设备与自动化施工技术的引入,进一步减少了人工失误,提升了工程的精准度与整体质量。质量管理与技术创新密切相连,相辅相成。未来的土木工程管理中,只有不断完善质量管理体系并持续推动技术创新,才能确保项目顺利、高效且优质地完成。

3.3 加强安全管理与防尘措施

在土木工程管理中,安全管理与防尘措施对于项目的顺利推进至关重要。施工现场的安全隐患,时刻威胁着工人的生命安全与工程的正常进展。加强安全管理不仅是防止事故发生的必要举措,更是提升项目管理水平的核心,通过建立完善的安全管理体系、实施严格的安全检查制度,并定期开展安全培训,施工人员的安全意识能够有效提升,从而减少事故的发生^[1]。此外,制定详尽的应急预案与救援措施,能够确保突发事件发生时迅速采取有效应对,最大限度地减少损失。防尘措施在土木工程施工中同样扮演着重要角色,施工现场的粉尘不仅对周围环境造成污染,还可能危害工人健康,通过采取有效的防尘措施,如喷雾

降尘、覆盖施工区域或选择环保材料,施工现场的工作环境得以改善,污染对周围环境的负面影响也得以减少。这些措施的实施与不断改进,不仅保证了施工过程的安全性,还提升了现场工作效率,为项目的顺利完成提供了保障。

3.4 强化成本控制与预算管理

在土木工程项目中,成本控制与预算管理是确保项目盈利性与可持续发展的关键因素。随着项目规模的不断扩大,成本管理变得愈加复杂,任何细微的疏忽都有可能导导致预算超支,进而影响项目的经济效益。合理的成本控制始于项目初期的预算制定,确保各项支出始终处于可控范围内^[2]。在预算编制时,所有潜在费用,包括材料采购、人工成本、设备使用及不可预见的因素均需全面考虑。随着项目的推进,预算的持续监控与及时调整变得尤为重要,定期对实际支出与预算进行对比分析应由项目经理执行,并在发现偏差时迅速采取纠正措施。通过实时数据跟踪系统,各项费用的动态得以精确掌握,预算超支的风险也可有效避免。此外,合理的成本控制还要求优化资源配置,避免浪费,提高工作效率,从而减少不必要的开支。科学的预算管理与严格的成本控制,不仅能确保项目顺利完成,还能提升企业的盈利能力。在强化成本管理的同时,市场竞争力得以增强,为未来项目奠定坚实基础。

3.5 加强工程进度控制与风险管理

工程进度控制与风险管理是确保土木工程项目按期完成的关键因素。项目进度受到多种因素的影响,包括天气变化、人员调配、材料供应等,任何一个环节的延误都可能导致整体工程的推迟。因此,进度控制不仅要求精准的计划与时间表的制定,还必须在施工过程中进行细致的监控与调整。每个阶段的任务必须确保按时完成,项目管理者需及时识别问题并采取适当措施,以避免小问题的积累导致整体进度的重大偏差。同时风险管理的作用同样不可忽视,土木工程项目涉及多个环节,每个环节都可能面临不同类型的风险,包括技术、资金、人员等方面的风险^[3]。为了有效应对这些挑战,提前识别并评估潜在风险,并制定详尽的应急预案,显得尤为重要。通过建立系统化的风险管理机制,能够在风险发生前采取预防措施,或者在风险发生后迅速采取补救措施,从而最大程度地减少损失。进度控制与风险管理相辅相成,二者相互补充,只有两者有机结合,才能确保土木工程项目顺利推进,避免延误,并确保项目按时完成且具备高质量。

3.6 加强施工现场管理

加强施工现场管理是确保土木工程项目顺利实施的基础。首先,提高管理人员对建筑工地安全管理的认识至关重要,施工企业必须加强对施工人员的安全意识培训,确保每一位工人都能自觉遵守安全规范,避免因疏忽大意引发事故。只有施工人员具备足够的安全意识,才能保证施工工作规范、有序地进行,减少安全隐患的发生。与此同时,建筑企业还应定期对施工现场进行全面检查,及时清除存在的安全隐患,为工程顺利推进提供保障。其次,建筑施工项目是集体性活动,施工人员之间的配合和协作尤为重要。因此,企业应通过完善的激励机制,提高施工人员的团队合作意识,确保工作中的每个环节都能高效协同,避免因沟通不畅或工作脱节导致的施工延误和质量问题。最后,加强施工人员的技术指导同样不可忽视。随着建筑技术的不断进步,施工人员的技术操作水平需要不断提高。企业应定期组织技术培训和操作演练,确保施工人员掌握最新的施工技术,提升施工质量与效率。通过这些措施的实施,施工现场的管理水平将大大提高,从而为项目的顺利完成提供坚实保障。

4 结语

新时期土木工程管理面临着多方面的挑战,涉及人员素质、安全意识、管理体系、成本控制等领域。通过优化人员的选拔与培训、提升质量及技术管理、加强安全防尘措施、完善成本及进度控制等措施,项目的管理水平可以显著提高。管理体系的持续优化不仅是应对日益复杂施工环境的关键,更是推动行业持续发展的必由之路。土木工程管理的创新与提升,为未来的高质量建设打下了坚实的基础。

[参考文献]

- [1]刘铭.新时期土木工程管理的常见问题及优化[J].居业,2021(9):153-154.
 - [2]邱明.新时期土木工程管理的常见问题及优化[J].绿色环保建材,2020(4):190-191.
 - [3]石永雷.新时期土木工程管理的常见问题及优化建议[J].房地产世界,2022(10):109-111.
- 作者简介:陈伟强(1982.11—),男,毕业院校:湖南工业大学本科,所学专业:土木工程,当前就职单位:海天建设集团有限公司,职务:项目经理,职称级别:中级工程师。

土木工程行业智能建造与新能源发展趋势概述

许运伟

上海建工二建集团, 上海 200080

[摘要]文中首先从生产力本质上探讨了土木工程的行业属性。随后描述了其发展趋势。从AI的角度解释了当前智能建造一词的含义。提出了工程机器人的发展方向,并解释了数字化和智能化的含义。同时,又从能源角度,展望了新能源在土木工程行业中的应用和发展前景。依次描述了太阳能、电能,和生物智能三个主要方向。最后,给出了智能建造和新能源这两大土木行业发展方向的展望。

[关键词]智能建造; 新能源; 太阳能; 数字化

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15237

中图分类号: U45

文献标识码: A

Overview of Intelligent Construction and New Energy Development Trends in the Civil Engineering Industry

XU Yunwei

Shanghai Construction No. 2 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200080, China

Abstract: The article first explores the industry attributes of civil engineering from the essence of productivity. Subsequently, its development trend was described. Explained the meaning of the current term intelligent construction from the perspective of AI. Proposed the development direction of engineering robots and explained the meaning of digitization and intelligence. At the same time, from the perspective of energy, the application and development prospects of new energy in the civil engineering industry were also discussed. The three main directions of solar energy, electricity, and biological intelligence were described in sequence. Finally, the article provides prospects for the development directions of intelligent construction and new energy in the civil engineering industry.

Keywords: intelligent construction; new energy; solar energy; digitization

引言

社会发展的本质是追求生产力的提高。从自然科学的角度看人类社会的生产要素和生产关系;能推动这一切发生的根本要素是能量的来源;即能源。尺度决定着人类研究的方式;而能量推动自然界的物质重组。所以;什么是真正有价值的存在?什么是结构?什么是材料?

材料和结构都可以看作是更小尺度的“材料”,通过一定的方式组合而成的结构。所以,材料和结构都只是一个人工概念,是物体在不同尺度上的别称而已。而物质是这个世界的客观属性之一。质量和能量在相对论描述的物理世界中是统一的。而物质的客观属性是本身具有质量。所以自然界中真正有价值的是物质(也可以称作材料或结构),以及能量,自然也包括能量的来源,即能源。

广义上讲,任何尺度上的材料通过一定的方式组合而成的可以满足人类一切功用(比如,居住、交通、跨越河流、厂房、能源收集、海底隧道、机场、车站、围堰)等的结构都可以算在土木工程的大范畴内。推动这一切发生的是能源。

新能源指可再生能源。包括:风能、太阳能、生物质能、水能、海洋能、地热能、氢能,与核能等^[1]。利用新能源发电,持续获得二次清洁能源——电能。通过逐步改

变能源消耗工具和装备,从传统能源往电能转移,必然是符合国家和人类发展命运的必经之路。比如,新能源汽车。以此摆脱对化石能源的极度依赖,摆脱能源困境。

1 土木工程的行业属性

1.1 土木的理解

传统的土木工程的建造过程可以理解为人运用工具、装备、机械等生产要素,把材料——现在主流是钢筋和混凝土(分别来自钢构件加工厂和泵站),按照设计的要求,形成各种类型的钢筋混凝土结构。

作为在人类诞生之日起就与“衣、食、住、行”这四大项中的“住”“行”相关的古老而又充满活力的产业而言,已经可见的两大发展趋势是智能建造与新能源的开发利用。

1.2 发展趋势概述

随着工程数量和从业人员的减少,更多的智能化装备必将更多地应用到工程现场中来。此外,原来一些在建造过程中耗能较高且污染环境的机械或装备也面临一个类似新能源汽车行业一样的产业能源的转型。比如,一些原先使用化石燃料产物(汽油、柴油)的发动机,可以考虑采用更为清洁的能源来代替。比如风能、太阳能、潮汐能等等。

2 智能建造

2.1 智能的概念

“智能”一词，来源于英文的“Intelligence”，是当前热门词汇“AI”当中的“I”。“A”是指“Artificial”，人工的、假肢的、机械的。某个狭义的释义可以理解为在电子计算机“ENIAC”之前的那一类用计数、解码等的具有某一类特定功能的“机械式机器”。

目前，人类（以美中为代表）在以下七个领域已经取得了较快的发展，主要包括：知识表示、自然语言理解、机器自主学习（包括大模型训练、AlphaGo、自动驾驶）、规划与问题求解、逻辑推理（卷积神经网络、贝叶斯分析等）、搜索（智能搜索引擎：Google、Baidu），和视觉成像^[2]。笔者个人的理解是，AI 终极的应用会集大成在第三代智能机器人上。智能化是以机器人为代表的各种装备的必然发展趋势和必经阶段。

2.2 工程机器人

业界普遍人为的第一代机器人，是“示教再现型”机器人。最早是通用汽车公司应用机械臂式焊接机器人来焊接在流水线上的汽车主体框架金属结构。从机器人学的角度看，目前建筑业主推的 3D 打印机器人大多还属于第一代机器人——机械臂式的示教再现型机器人。第二代机器人，是以智能传感器技术的发展为标志的，基于一定传感器信息的离线编程工业机器人。传感器是可以把环境中或对象中的物理量转化为电子器件中的可以识别和处理的电信号的装置。然后，第二代机器人可以根据这些电信号来发出指令，形成信息闭环。第二代机器人目前属于应用研究阶段。第三代机器人就是智能机器人（AI 机器人），是指装有多种传感器，在接收到指令后能根据环境情况自行编程的，高适应性智能机器人。第三代机器人总体处于实验研究阶段。这一代的机器人发展目标是使得机器人能拥有类似人脑的思维能力。

这种类人脑的思维过程和能力，可以通过具有逻辑判断的程序和软件来实现，也可以用硬件，比如以半导体材料为主制成的各种逻辑电路、数字电路、控制电路，甚至是芯片固定下来。以工程类 AI 机器人为例，AI 工程机器人应能独立自主地处理建造过程中的各种问题，完成某些建造动作。

2.3 数字化

“数字”一词常见于“通信”和“电子”大类中，可以狭义地理解为“数字信号”，其特点是离散。比如，数字信号是离散的，模拟信号是连续的。常见的有“数字计算机”“数字电路”“数字机器人”等。工程中的数字化包括：数字化设计、施工、管理、运维，和监理等阶段与职能。

工程中也正在推广数字化。以需要建造的“工程对象”为例，比如上海花博会的标志性雕塑“大蝴蝶”翅膀为例，

它是一个连续的曲面或曲线。在结构设计、荷载验算或实际施工时，可以由离散的控制点来实现。控制点中间用直线（模板）来代替即可。工程中。此类情况数不胜数，比如基坑变形监测、围护支撑应力应变随时间变化的监测等。因为真实物理世界，或者实际工地场景中，并不需要一个数学意义上的绝对连续，而只需要可控可用的数字化连续。

若以“工程装备”或“工程机械”为例，它们的数字化，可以狭义地理解为“数字电路控制化”或“数字计算机化”，主要是针对控制技术而言的。当然最终都会走向“数字计算机化”。因为只有数字计算机化，才能使得装备或机械完成比单片机、工控机、PLC、ARM、DSP 等控制型电路主板或（集成）控制电路仪器更为复杂的（建造）动作。

目前，按照工程机械的作用可将所有机械分为 22 个大类，141 个小类（组）。我国目前一共能生产的机械总规格型号的产品为 4500 多种（截至 2014 年）^[3]。目前，多数机械使用的是柴油或汽油的内燃机作为发动机。柴油和汽油都是来自化石能源，属于不可再生能源。为了长远的发展和能源战略需求，以及环境保护等多方面的要求，必须逐步完善新能源的利用技术，并在实际工程中予以推广。除了能源需要升级迭代外，工程机械本身也需要往数字化和智能化方向发展。应该大力提倡采用电动机来代替传统燃油、燃气机，并同时采用数控来代替电气化控制。用电动代替液压、气压驱动或传动。并用机械电子技术来实现施工机械的数字信号控制。数字电子技术的控制，可以由单片机或工控机来完成。或采用控制机加个人 PC 电脑，配合软件的方式来完成。从而最大限度地解放工人的劳动力。从体力劳动、重复劳动，变成智力劳动和轻松的电脑操作。

因此，无论是待建造的对象，还是工程装备或机械，只有先“数字化”，即“离散”，才能被（数字）计算机处理。因为，目前常规计算机的底层逻辑还是冯诺依曼范式内二进制代码“0”和“1”的归并与存储。数学逻辑上的“对错”、二进制数字上的“0”和“1”，都可以对应着真实（半导体）材料制成的微型电路或半导体元器件中一个最小单元的通的通与断。半导体材料制成的微型电路的大规模集成就是芯片，而目前我国在该领域也不断取得突破。这也为工程装备和工程机械装配上数控的“大脑”提供了无线的现实可能性。同时，采用“模块化”组装的思路，也使得工程机械可以通过改装，实现某些建造动作的细化和区分。从而实现工程机械使用功能的多样化。

2.4 智能化

常规的建造的过程，一般而言并不会太复杂。而智能建造的难点在于可以多大程度上由机器人或其他智能装备来替代，甚至机器人自主完成。在实际工程中，人之所以是主导因素，是因为从分子生物学或计算机体系结构的

角度看,人脑可以看作是一台由生物材料制成的复杂的天然的模拟计算机。处理的是带有信息的连续的脉冲电信号。人的五感可以看作是由生物材料制成的传感器(视、听、触、嗅、味)。

从能量或物理学的角度看,人是含有多种能量的生命体,对外可以提供机械能,热能,生物等。人本身能通过体力或脑力劳动方式,产生生产力,从而改变世界。从计算机量化体系或分子生物学的角度看,人脑是一台充满了生物脉冲电信号的由生物材料制成的天然的模拟计算机或者说控制器。通过学习和训练,可以实现和完成计算、图像识别、分析、逻辑判断、指挥、幻想等多种人工智能领域的模仿和学习的技能。所以,人本身就是(人力)资源,是建造过程中劳动价值和智力价值的体现。

所以,工程中智能化的难点,目前而言主要是针对工程装备和工程机械的。随着电子技术,尤其是微电子技术、机械电子技术、控制技术、计算机技术等电子大类中的分支领域的长足进步,为工程机械的升级迭代提供了广阔的发展前景。首先,工程机械可以实现高度的“自动化”“机电一体化”,再实现“数字化”,即“数字计算机”化控制。用数字计算机和工控机来代替人的一系列操作,来代替传统单片机或控制主板的控制命令,来实现升级后的工程机械的计算机控制。最终,用计算机程序(人工智能)来模拟或学习人的思考模式和方式方法,从而最终实现智能化。

可惜的是,目前中国的机器人市场还主要由跨国公司占有,包括ABB、FANUC、YASKAWA、KUKA等。当然,国内也已开始出现了一些新兴机器人公司,比如宇树科技等。

3 新能源发展趋势

3.1 新能源

地球上的风能、水能、海洋温差能、波浪能、生物质能,以及部分潮汐能都来源于太阳;即使是地球上的化石燃料(如煤、石油、天然气等),从根本上来说,也是远古以来储存下来的太阳能。

3.2 土木行业中的新能源应用前景

作为国民生产生活中的支柱产业,建筑业中的新能源应用并没有非常普及。在建造以及运维过程中的新能源的使用也比例偏低。在新建和城市更新项目中,新能源的应用应该予以提倡和加强。比如光伏板发电装置、太阳能热水器、风力发电装置、太阳能小夜灯、太阳能电瓶车充电装置、电动汽车充电装置、小区内的集中供电站、集中供暖站等。

3.2.1 太阳能

太阳给地球带来了光和热。在任何场地内都可以一定程度上地使用太阳能转化而来的电能和光能。太阳能经过太阳能电池转换为电能,再经过能量存储、能量变换等环

节,向负载提供合适的直流或交流电能^[4];或直接利用光伏电池储能^[5]或制作大规模发电集成系统^[6]。

3.2.2 电能

电能作为一种使用最直接、应用最广泛的二次能源。可以作为新能源利用的最主要的能源形式。它的来源很广泛,包括水力、风力、核能、太阳能、火力等;应用也非常广泛,所有的家用电器、大量的电子技术相关的设备等。

3.2.3 生物质能

随着垃圾分类的逐步推广,生物类垃圾的再利用而产生的能量来源不仅清洁、而且起到了回收利用的好的效果。

3.2.4 其他

不同的地区会有不同的地域特点。采用因地制宜的能源策略也是新能源开发利用的一个主要方向。比如海边有潮汐能、波浪能;高山上的风能、存在大高差的大江大河流域的水的势能,等。当然还有核能。

4 总结与展望

在所谓的“材料”组成“结构”的过程中,利用一切新能源,尽可能地推进自动化、数字化,以及智能化,都将是一种新的趋势,代表了一种更为新进的生产力。这其中必然涉及规划、勘探、设计、施工、管理,健康检测,和运维等工程的各个阶段。尤其涉及数字化和无纸化设计出图,还有施工过程中的施工机械的自动化、数字化,和最终的智能化。完成施工机械到施工机器人的升级和迭代。

让生活生产的空间,在使用更加清洁的能源同时,变得更加智能化显然最能体现符合先进生产力的发展方向的要求,是科学发展观的一个展示,代表了人民群众对美好生活的向往。也必将推动我国通向智能建造与新能源建造领域的“无人区”与“自由王国”。也必将是土木这个行业持之努力的方向。

[参考文献]

- [1]惠晶,颜文旭. 新能源发电与控制技术[M]. 北京:机械工业出版社,2023.
 - [2]Robin R. Murphy, 著. 人工智能机器人学导论[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
 - [3]李战慧,郑淑丽. 工程机械[M]. 北京:人民交通出版社,2014.
 - [4]杨天华. 新能源概论[M]. 北京:化学工业出版社,2013.
 - [5]陈楠,向钠,曾礼丽. 光伏电池制备工艺[M]. 北京:化学工业出版社,2020.
 - [6]廖东进,黄建华. 光伏发电系统集成与设计[M]. 北京:化学工业出版社,2013.
- 作者简介:许运伟(1986—),男,汉族,上海人,本科毕业,天津理工大学项目管理专业。

农田水利工程中安全生产管理的优化措施

王欢

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要] 农田水利工程的安全生产管理是确保工程顺利进行的关键。随着现代农业和水利基础设施建设的不断发展, 农田水利工程面临着诸多安全管理挑战。此文通过分析当前农田水利工程中安全生产管理存在的问题, 结合国内外的经验, 提出了一系列优化措施。文章重点探讨了如何提高安全生产意识、完善管理制度、加强安全技术保障等方面的对策。通过优化安全生产管理, 不仅能降低事故风险, 还能提升工程质量和效率, 促进农业可持续发展。

[关键词] 农田水利工程; 安全生产管理; 优化措施; 风险控制; 管理制度

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15229

中图分类号: TU714

文献标识码: A

Optimization Measures for Safety Production Management in Agricultural Water Conservancy Projects

WANG Huan

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The safety production management of agricultural water conservancy projects is the key to ensuring the smooth progress of the project. With the continuous development of modern agriculture and water conservancy infrastructure construction, agricultural water conservancy projects are facing many safety management challenges. This article analyzes the problems in safety production management in current agricultural water conservancy projects and proposes a series of optimization measures based on domestic and international experience. The article focuses on exploring measures to enhance safety production awareness, improve management systems, and strengthen safety technology support. By optimizing safety production management, not only can accident risks be reduced, but engineering quality and efficiency can also be improved, promoting sustainable agricultural development.

Keywords: farmland water conservancy engineering; safety production management; optimization measures; risk control; management system

引言

农田水利工程在保障农业生产、提高水资源利用效率方面发挥着重要作用。然而, 由于管理体系不完善、安全生产意识不足、技术支撑力量薄弱等问题, 农田水利工程的安全生产面临一定风险。随着水利设施的不断建设与更新, 如何有效提高安全生产管理水平, 成为了当前亟待解决的问题。本文通过研究农田水利工程中的安全生产管理现状, 探讨优化措施, 旨在为提升农田水利工程安全管理水平提供理论支持和实践指导。

1 农田水利工程安全生产管理现状

1.1 当前农田水利工程的安全生产管理体制分析

当前, 农田水利工程的安全生产管理体制主要依托于国家和地方政府的相关管理部门, 以及各级水利工程建设运营公司。政府相关部门负责制定安全生产法规和标准, 提供安全生产指导和监督。而各级水利工程建设单位和管理公司则负责具体的安全生产执行工作, 包括制定项目的安全生产计划、组织安全教育培训、落实安全防护措施等。在现行的管理体制中, 安全生产责任落实到项目各级管理者及从业人员, 但由于地方差异和人员流动, 管理执行力存在一定不足。

1.2 安全生产管理中存在的主要问题

在农田水利工程的安全生产管理过程中, 存在一些突出问题。首先是安全意识不足, 部分项目管理人员和施工人员对安全生产的重视程度不高, 安全生产意识薄弱, 易忽视安全操作规范。其次, 安全生产管理制度执行不力, 虽然大部分工程单位已建立了安全生产制度, 但在具体实施过程中, 制度往往形同虚设, 存在制度不完善、执行不到位的情况。另外, 安全技术设施和应急措施不够完善, 许多工程项目中安全设施的投入不足, 尤其是对施工现场的安全保障措施、人员防护设备等方面的投入不够, 导致了工程施工过程中的安全隐患。

1.3 农田水利工程事故案例分析

农田水利工程中发生的安全事故主要集中在施工阶段, 典型事故包括施工人员坠落、设备故障、电气火灾等。比如, 某农田水利工程中, 在施工过程中, 由于缺乏有效的安全防护措施, 一名施工人员因未佩戴安全带从高处坠落, 造成了严重伤害。又如, 在某水利工程项目中, 由于施工设备未进行定期检查和维修, 导致设备故障发生, 引发了严重的生产安全事故。此外, 由于缺乏完善的应急预案, 事故发生后应急处理不及时, 进一步加剧了损失。以

上事故案例反映了当前农田水利工程中安全管理中存在的突出问题,也警示了必须加强安全生产管理、落实责任、强化技术支持等方面的工作。

2 农田水利工程安全生产管理的优化目标与原则

2.1 优化目标:提升安全生产管理水平

农田水利工程安全生产管理优化的主要目标是提升整体安全管理水平,降低事故发生率,确保工程施工与运营过程中的人员、设备、环境等安全。首先,优化目标应聚焦于加强全员安全意识的培养,使每个项目参与者都能树立强烈的安全责任感。其次,通过完善安全管理制度和流程,推动管理体制的规范化,确保各项安全生产措施的落实到位。此外,加强安全技术支持,确保施工现场安全防护设备、技术手段的有效运用,也应该成为优化目标之一。最终,通过优化措施的实施,不仅要降低事故发生率,还要提高项目的安全生产效率,为农田水利工程的可持续发展提供保障。

2.2 安全生产管理优化的基本原则

在农田水利工程安全生产管理优化过程中,必须遵循一些基本原则。首先是预防为主的原则,即通过强化前期的安全规划和风险评估,确保潜在风险能够在施工前得到识别和控制,防止事故的发生。其次是责任明确原则,每个环节、每个岗位都需要明确安全生产责任,落实到个人,确保责任到位。第三是全员参与原则,安全生产不仅仅是管理者的责任,更应让所有参与者都意识到自己的安全责任,通过培训和激励措施,增强每个员工的安全参与意识。第四是持续改进原则,安全生产管理需要通过不断地总结经验,改进制度和措施,在实践中发现问题、解决问题,不断提升管理水平。

2.3 安全生产管理优化的影响因素分析

安全生产管理优化受到多方面因素的影响。首先,制度建设是影响优化效果的重要因素。完善的管理制度和严格的执行力是确保安全生产的基础,缺乏有效的制度保障,安全管理很难得到有效实施。其次,技术支持是关键因素之一,现代技术如信息化管理系统、智能化安全监测设备等,在提高安全生产管理效率方面发挥着重要作用。再者,资金投入也是优化安全生产管理的一个不可忽视的因素。充分的资金支持能够保障安全设施的配备、人员的培训以及应急措施的实施。最后,文化氛围的建设也起着决定性作用。建立起以安全为核心的企业文化,让安全成为每个员工的自觉行动,是推动安全生产管理优化的重要保障。

3 加强安全生产意识与培训

3.1 提高从业人员安全意识的必要性

在农田水利工程中,从业人员的安全意识是预防事故发生的重要保障。当前,很多安全事故的发生并非由技术问题引起,而是由于人员疏忽和安全意识薄弱所导致。提高从业人员的安全意识,不仅有助于加强施工现场的安全

操作,还能有效减少人为错误的发生,降低事故风险。通过提升从业人员对安全操作规范的理解和执行力,可以在源头上消除潜在的安全隐患。从业人员的安全意识提升,还能促进全员共同参与安全管理,形成全员防范的工作氛围,使安全成为每个人的自觉行动,从而降低事故发生率,提高工程施工的整体安全水平。

3.2 安全生产培训体系的建设

建立完善的安全培训体系是提升从业人员安全意识和操作技能的关键。首先,培训体系应覆盖从管理层到一线工人的所有人员,确保每个员工都能够接受必要的安全教育和技能培训。培训内容应包括安全法律法规、事故应急处理、施工现场的安全操作规范等,尤其要注重针对性的培训,针对不同岗位和风险领域进行专项培训。其次,培训不仅要形式化,更要注重实践操作,通过模拟演练、案例分析等形式增强员工的安全操作能力,提高他们在实际工作中应对突发事件的应变能力。培训应定期开展,并结合最新的安全技术和管理要求进行更新和完善,以确保员工在动态变化的工作环境中始终保持较高的安全操作水平。

3.3 企业文化与安全生产意识的结合

企业文化在提升安全生产意识中起着至关重要的作用。一个注重安全的企业文化能够使安全生产成为组织内所有成员共同的价值追求,而不仅仅是依赖于管理层的指令或制度。通过将安全生产理念融入企业文化,员工能够从思想上形成“安全第一”的意识,内化为自觉行为。具体而言,企业应通过制度设计、员工激励、榜样引导等方式,把安全文化深入到日常工作中,例如定期开展安全主题活动,设立安全先进员工奖项,营造积极参与安全管理的氛围。此外,管理层应通过自身的示范作用,传递重视安全的价值观,从上至下形成强大的安全生产文化力量。这样的文化氛围将大大提升员工的安全生产意识,推动安全管理工作不断向前发展。

4 完善安全管理制度与流程

4.1 制定完善的安全管理制度

制定和完善安全管理制度是保障农田水利工程安全生产的基础。首先,安全管理制度应明确各级管理人员的安全职责和具体操作要求,确保每个环节、每个岗位都有清晰的安全责任,避免出现责任不清、管理不到位的现象。其次,制度应包括安全生产的预防措施、应急响应流程、事故报告和处理程序等内容,确保在突发事件发生时能够迅速启动应急预案,最大限度地减少损失。此外,制度的执行力至关重要,制定的安全管理制度要能够落到实处,需要配备专门的安全管理人员并定期进行检查和评估,确保制度的执行效果。定期对制度进行审查和完善,结合工程实际情况进行适时调整,以适应不同项目的安全需求。

4.2 安全生产管理流程的优化

安全生产管理流程的优化直接关系到管理效率和事故防范效果。首先,应对现有的安全管理流程进行梳理,识别流程中存在的瓶颈和不足之处,如信息流转不畅、应急响应不及时等问题,并进行针对性改进。其次,要简化和精细化管理流程,避免不必要的繁琐环节,使得安全管理工作更加高效和灵活。例如,可以通过信息化手段引入安全生产管理系统,实时监控各项安全措施落实情况,及时传递安全信息,提高决策的效率。第三,要加强安全风险的识别和管控,优化风险评估流程,特别是在工程开工前,通过详细的风险评估,提前识别可能的安全隐患,并制定相应的预防措施,确保工程的各个阶段都有相应的安全保障。

4.3 安全检查与监督机制的建立

安全检查和监督机制是确保安全管理制度落实的关键。首先,应建立定期与不定期的安全检查制度,保持施工现场的安全生产环境。定期检查有助于及时发现并消除隐患,而不定期检查则能防止松懈,保持警觉性。检查内容不仅包括安全设备的完好性,还需确保安全操作规范、员工佩戴个人防护装备等。此外,应设立专门的安全监督机构,配备专业检查人员,确保检查的专业性与有效性。监督机制要具备反馈与纠正功能,发现问题及时反馈并要求整改,确保隐患得到解决。通过严格的检查和监督,可以确保制度执行力,减少安全事故的发生。

5 强化安全技术保障与应急管理

5.1 安全技术措施的有效实施

安全技术措施是保障农田水利工程施工与运营安全的重要手段。首先,针对不同的施工环境和工序,应采取适当的安全技术措施,例如采用防护栏杆、设置警示标志、加强高空作业的安全保护等。这些措施可以有效减少施工过程中的安全隐患,防止事故的发生。此外,随着科技的不断进步,现代技术手段,如智能监测、无人机巡检和物联网技术,可以实时监控施工现场的安全状况,提前发现潜在的安全隐患。例如,通过传感器检测设备的运行状态,及时预警设备故障或安全风险,从而采取有效措施避免事故的发生。在实施安全技术措施时,必须确保技术方案的科学性和实用性,合理配置设备,并进行操作培训,确保措施的有效实施。

5.2 安全技术设施的定期维护与检测

安全技术设施的定期维护和检测是确保其长期有效性的关键。设备、设施和防护措施随着使用时间的增加,可能会出现老化、损坏或者失效等情况,定期的检查和维

护能够有效延长设施的使用寿命,并及时发现潜在的故障。首先,应根据设备和设施的使用频率和环境条件,制定详细的维护保养计划,定期检查安全设施如防护网、警报系统、电力设备等是否正常运行。其次,检测工作应覆盖各类安全设备,包括消防设施、逃生通道、应急照明等,确保其在关键时刻能够有效发挥作用。此外,维护和检测工作应由专业人员进行,确保技术水平和操作规范,避免因人为失误导致设备失效或检查漏项。通过定期的维护与检测,可以在早期发现并消除安全隐患,确保施工现场的技术设施始终处于良好状态。

5.3 应急预案与应急响应能力建设

应急预案和应急响应能力的建设是确保农田水利工程在突发事件中迅速有效处置的关键。每个项目应根据施工特点和潜在风险,制定具体的应急预案,涵盖火灾、设备故障、自然灾害等情况,明确应急处理流程、人员分工和物资保障。预案的有效性依赖于定期演练,通过模拟真实情境,检验预案的可行性和响应速度,同时提高全体施工人员的应急处置能力和安全防范意识。此外,应急响应还需依赖完善的信息通讯系统,确保信息及时传递到决策层和应急团队,保证应急措施快速启动。通过建立健全的应急预案和响应机制,可显著提高农田水利工程应对突发事件的能力,减少损失,保障人员与财产安全。

6 结语

农田水利工程的安全生产管理关系到国家粮食安全和社会稳定。通过优化安全生产管理,不仅可以防范和减少工程事故,还能够有效提升项目的整体质量和效率。本文从多个方面提出了优化安全生产管理的措施,希望能为相关部门和从业人员提供参考。未来,应加强政策引导、加大技术投入、创新管理模式,从而推动农田水利工程的可持续发展,确保农业生产安全与效益最大化。

[参考文献]

- [1]刘发娣.小型农田水利工程建设与管理[J].农机市场,2024(6):69-71.山西省召开冬春农田水利建设暨“三农”领域安全生产电视电话会[J].山西水利,2023(11):5.
- [2]寇玉梅.小型农田水利工程运行维护管理的对策措施[J].南方农机,2023,54(7):178-180.
- [3]贾东杰.水利工程施工中安全管理及探析[J].内蒙古水利,2022(8):72-73.

作者简介:王欢(1981.2—),男,毕业院校:西安电子科技大学,大学本科,所学专业:工程管理,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心,职务:职员,职称级别:中级。

煤矿水体下安全开采可行性分析

胡嘉鸿

云南陆东煤矿有限公司, 云南 曲靖 655000

[摘要]随着安全意识的增强、人民群众对煤炭资源需求量的提升,煤矿企业被提出了更高要求。煤矿企业在实施开采作业前,需要做好可行性分析,从多个层面保障水下开采环节的安全性。本篇文章将以煤矿水体下的开采作业为研究对象,从不同角度出发,分析开采作业的可行性,期望借此为煤矿企业提供一定的借鉴,促进煤矿行业的长远发展。

[关键词]煤矿; 水体下安全开采; 可行性; 技术条件; 分析

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15227

中图分类号: TD823.83

文献标识码: A

Feasibility Analysis of Safe Underwater Mining in Coal Mines

HU Jiahong

Yunnan Ludong Coal Mine Co., Ltd., Qujing, Yunnan, 655000, China

Abstract: With the increasing awareness of safety and the growing demand for coal resources among the people, coal mining enterprises have been put forward with higher requirements. Before implementing mining operations, coal mining enterprises need to conduct feasibility analysis to ensure the safety of underwater mining from multiple levels. This article will take mining operations under coal mine water bodies as the research object, analyze the feasibility of mining operations from different perspectives, and hope to provide some reference for coal mining enterprises and promote the long-term development of the coal mining industry.

Keywords: coal mines; safe underwater mining; feasibility; technical conditions; analysis

引言

我国地大物博,煤矿资源较为丰富。在实践中不难发现,大部分煤矿处于山区,常有地面水库、堰塘、河流穿过煤矿区域,为煤矿开采带来不良影响^[1]。鉴于我国针对煤矿行业提出了安全开采的要求,煤矿企业需要秉持谨慎行事的原则,以科学、合理的方法分析开采对象,判断煤矿水体下开采作业的可行性。只有在各种条件满足,便于实施安全开采作业的情况下,煤矿企业才能设计开采计划,执行开采工作。本文将对煤矿水体下安全开采的可行性及其相关内容展开进一步论述。

1 煤矿水体下安全开采可行性分析的重要性

随着我国人民群众物质生活水平的不断提升,煤炭资源的需求量日益攀升。为满足社会发展以及人民群众的基本需求,煤矿企业需要聚焦于水体下的煤矿资源开采作业。由于水体环境较为复杂,开采作业会面临更多阻碍。在这种情况下,煤矿企业应当秉持安全生产的原则,加强对水体下开采作业的把控,做好前期的可行性分析。在对相关文献资料进行查阅后,可以将煤矿水体下安全开采可行性分析的重要性归纳为以下几点:

1.1 有利于保障开采人员的人身安全

近些年,煤矿行业的安全事故频发,使得社会各界高度重视煤矿开采环节的安全防护措施。特别是在复杂的水体环境下,一线开采人员更容易因为各种不稳定因素而遭受人身方面的安全风险。倘若煤矿企业想要实现安全生产

目标,便需要做好可行性分析。通过可行性分析,煤矿企业可以快速从技术角度确定煤矿开采期间的潜在安全风险,并采取针对性的技术措施,优化开采方案,尽可能降低不稳定因素对水体下开采作业的影响^[2]。同时,煤矿企业落实煤矿水体下安全开采的可行性分析工作可以为一线开采人员提供具体的指导,促使一线开采人员自觉规避开采期间的安全风险,避免受伤。总的来讲,可行性分析这一步骤不可或缺,其可以有效保障开采人员的人身安全。因此,煤矿企业需要遵循安全生产的原则,以安全开采为目标,积极践行煤矿水体下安全开采的可行性分析工作。

1.2 有利于实现资源的合理开发、利用

有关部门在对我国的煤矿资源进行分析后,发现许多煤矿资源位于水体下。在这种情况下,煤矿水体下安全开采的可行性分析便成为了值得关注的內容。由于可行性分析涉及到多种角度,所以煤矿企业可以全方位地认识煤矿资源在水体下的分布现状以及环境因素^[3]。通过可靠的前期准备工作,煤矿企业可以精确获取煤矿的具体数据,有序推进安全开采工作,尽可能规避因操作不当或者是安全防护措施不到位带来的资源损耗与环境污染问题。在可行性分析的支持下,一线开采人员可以在短时间内获取煤矿信息,依照开采方案,完成开采作业,进而保障资源的合理开发与利用。因此,煤矿企业应当将可行性分析列为煤矿水体下安全开采的前置条件,并依照分析结果,采取与之相关的措施,以此提升我国的资源利用率。

1.3 有利于煤矿企业树立高大、负责任的形象

随着市场竞争的不断加剧,煤矿企业需要正视自身的形象塑造,只有这样才能有效提升自身的竞争力。由于煤矿水体下开采作业的情况复杂多变,较容易引发安全事故,带来经济损失以及形象损害,所以煤矿企业需要通过严格、全面的可行性分析确定煤矿水体下安全开采的影响因素,锁定安全风险,采取相应措施,将安全风险扼杀于萌芽状态^[4]。一旦煤矿水体下开采作业得到安全实施,煤矿企业便可以在不知不觉中树立起高大、负责任的形象,这样既可以增强开采人员对煤矿企业的信赖感和认同度,又可以帮助煤矿企业树立高大、负责任的形象,进而提升煤矿企业的市场竞争力,赢取更多发展机会。因此,煤矿企业需要积极践行煤矿水体下安全开采的可行性分析,使得自身在发展过程中形成正面形象,为长远发展奠定坚实基础。

2 煤矿水体下安全开采的可行性分析

对于煤矿水体下安全开采工作而言,可行性分析必不可少。只有可行性分析这一工作落实到位,煤矿企业才能实现安全生产的工作目标。就目前来看,煤矿水体下安全开采的可行性分析可以被归纳为四个角度,分别是技术角度、经济角度、环境角度以及社会角度。接下来将结合煤矿企业的发展现状,从不同角度发出,分别展开探讨。

2.1 技术角度

煤矿企业在对煤矿水体下的开采项目进行可行性分析时,需要优先考虑技术因素。只有在现有技术满足煤矿水体下安全开采需求的情况下,煤矿企业才能着手考虑其他方面的因素,以此保障可行性分析工作的有序进行。就目前来看,在煤矿水体下开采环节里,煤矿企业首先需要考虑三个关键技术问题,即水患问题、裂缝问题以及突然下沉问题。针对不同问题,煤矿企业需要分别采取不同的措施,以此判断煤矿水体下安全开采项目的可行性。接下来将分别展开论述。

2.1.1 水患问题

在煤矿水体下开采作业里,因开采而引起的导水裂缝是否会波及河床底部,造成矿井透水或者淹井现象,即水患问题^[5]。



图1 矿井透水事故

开采人员在实施开采作业时,其开采行为可能会导致

岩层、地表发生移动,使得开采每层围岩中的新生界下水层里的水、溶洞水以及特定范围内的地表水、泥沙溃入井下,引发安全事故。为避免这一问题,煤矿企业需要从技术角度出发,判断现有的技术条件是否可以解决水患问题,杜绝灾害性透水事故。在煤矿开采期间,煤矿企业需要号召技术人员观察覆岩,判断其导水裂缝带是否波及水体底部。只要不波及底部,便可以开展其他关键性技术问题的分析^[6]。

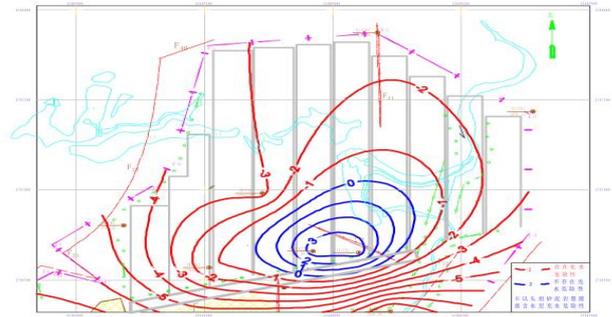


图2 三叠系下统卡以头组砂、泥岩裂隙弱含水层充水危险性

2.1.2 裂缝问题

裂缝问题在实践中较为常见。裂缝问题主要表现为以下两种:第一,因开采而引起的堤坝裂缝出现横切大堤的问题;第二,堤体内部生成许多裂缝,引发渗水通道。上述问题均可以被称为裂缝问题。裂缝问题的成因较为复杂、多变。例如,当开采人员实施开采行为后,其工作面上方的地表会在多种因素的影响下转化为下沉盆地^[7]。在该下沉盆地的边缘地区,地表会因拉伸而出现变形。一旦拉伸变形值达到一定标准后,地表便会出现裂缝。随着时间的推移,该裂缝会逐步发展为裂缝带,对煤矿水体下安全开采造成不良影响。需要注意的是,裂缝的切割深度线与地表起伏具有一致性。虽然实践问题较为多发,但其产生的规律有迹可循。煤矿企业需要在可行性分析阶段,对地表条件以及水体环境展开全方位的分析,分析现有的技术条件是否足以规避裂缝问题。

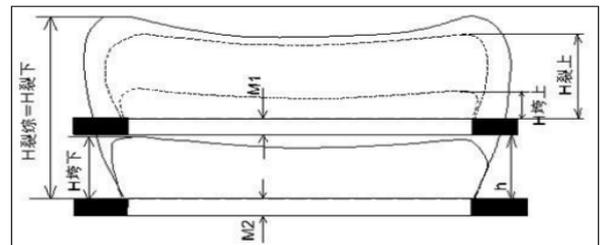


图3 近距离煤层导水裂缝带高度计算

2.1.3 突然下沉问题

堤坝因突然沉陷而引起的垮堤溃水问题,也可以被称为突然下沉问题。在对突然下沉问题进行技术分析前,煤矿企业需要掌握基本的理论知识,即在没有断层影响的地区,堤坝、表土和上部基岩的移动与变形会呈现连续状态,

- [2]张高青.高河煤矿 E1302 工作面浊漳河水体下综放开采技术研究[J].矿山测量,2013(4):88-90.
- [3]刘治国.下沟煤矿泾河及砂砾岩含水层下综放开采分析[J].煤炭科学技术,2012,40(8):32-35.
- [4]杨艳景,吴维权,孟令辉.太平煤矿水体下 S2N1 试采面综放开采安全可行性分析[J].科协论坛(下半月),2007(4):59-60.
- [5]徐明刚.界沟煤矿含水层下 7211 工作面开采可行性研究[D].安徽:安徽建筑大学,2022.
- [6]李南骏.张双楼煤矿西一采区提高开采上限技术研究[J].煤炭科技,2020,41(4):58-60.
- [7]马楠,朱景玉,颜超.崔庄煤矿湖下采煤经验介绍[J].煤矿现代化,2017(3):144-145.
- [8]邵小鹏,朱庆伟,李博.丁集煤矿 1521(3)工作面提高开采上限可行性研究[J].华北科技学院学报,2017,14(1):61-64.
- [9]张建超.燕家河煤矿近距离煤层群上行开采可行性分析[J].现代商贸工业,2016,37(30):197-198.
- [10]徐海鹏,宋伟,尹英文.杨村煤矿 1 煤安全开采可行性研究[J].山东煤炭科技,2013(2):98-99.
- 作者简介:胡嘉鸿(1977.12—),男,毕业于中国矿业大学采矿专业,1999年8月参加工作,现就职于云南省煤炭产业集团云南陆东煤矿有限公司总工程师办公室主任,采掘副总工程师,现职称:中级采矿工程师。

工程机械行业现状及未来发展趋势研究

万铭谦 张玲莉

江西电力职业技术学院, 江西 南昌 330032

[摘要]作为基础设施建设的关键组成部分, 工程机械在建筑、矿业、道路、桥梁等多个领域得到了广泛应用。随着全球基础设施建设速度的加快, 工程机械行业迎来了前所未有的发展机遇。然而, 传统设备在技术、适应性以及操作方式上的局限性, 尤其在智能化、环保及节能等方面, 逐渐暴露出其不足之处。随着科技的不断进步, 智能化、自动化及绿色环保技术的不断创新, 推动着行业朝着更高效、智能、环保的方向发展。智能化、自动化及绿色环保技术的不断进步, 使得传统的机械作业模式逐渐被更加高效、低排放、自动化的工作方式所取代。对工程机械行业的现状与未来趋势进行深入分析, 并明确未来发展的挑战与机遇, 对于相关企业在制定战略时具有重要的现实意义。

[关键词]工程机械; 机械智能化; 工业互联网; 发展趋势

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15266

中图分类号: TH248

文献标识码: A

Research on the Current Status and Future Development Trends of the Construction Machinery Industry

WAN Mingqian, ZHANG Lingli

Jiangxi Electric Vocational and Technical College, Nanchang, Jiangxi, 330032, China

Abstract: As a key component of infrastructure construction, construction machinery has been widely used in various fields such as construction, mining, roads, and bridges. With the acceleration of global infrastructure construction, the construction machinery industry has ushered in unprecedented development opportunities. However, the limitations of traditional equipment in terms of technology, adaptability, and operation methods, especially in terms of intelligence, environmental protection, and energy conservation, have gradually exposed their shortcomings. With the continuous advancement of technology, the continuous innovation of intelligent, automated, and green environmental protection technologies is driving the industry towards a more efficient, intelligent, and environmentally friendly direction. The continuous advancement of intelligent, automated, and green environmental protection technologies has gradually replaced traditional mechanical operation modes with more efficient, low emission, and automated work methods. In depth analysis of the current situation and future trends of the construction machinery industry, and clarification of the challenges and opportunities for future development, which is of great practical significance for relevant enterprises in formulating strategies.

Keywords: construction machinery; mechanical intelligence; industrial Internet; development trends

引言

近年来, 我国经济的迅猛增长促使基础设施建设步入新阶段, 工程机械行业也因此迎来了迅速发展的良机。行业规模的扩大与市场需求的不断增长, 促使国内企业逐步实现从模仿型向自主创新型转型, 市场份额也随之不断增长。随着越来越多的企业进军国际市场, 竞争的压力随之加大。然而, 在行业扩张的过程中, 技术瓶颈、市场竞争以及日益严格的环保法规等挑战开始显现。尽管我国工程机械行业在整体技术水平上已有显著进展, 但与国际先进水平相比, 仍存在较大差距, 尤其是在液压技术、智能控制系统及核心零部件研发等领域, 技术瓶颈仍难以突破。随着环保法规的趋严, 行业面临更高的排放标准要求, 这推动了动力系统与排放技术的不断创新。而智能化、自动化的转型虽然已经开始, 但技术的升级速度与国际市场的激烈竞争, 迫使国内企业加大创新与研发力度。如何打破技术瓶颈, 克服国际竞争压力, 并在智能化升级中抢占先机, 已

成为行业面临的重大课题。

1 工程机械行业发展现状

1.1 核心技术不足

在过去的几年中, 我国工程机械行业在产业规模和制造能力上取得了显著的进展, 尤其是在中低端产品的生产领域。然而, 核心技术方面的差距依然明显, 尤其是在高端机械设备、关键零部件、液压技术、智能控制系统及自动化技术等领域, 技术水平远未达到国际先进水平。尽管部分企业通过增加研发投入来加快技术进步, 但国内企业在高端产品及核心技术上的突破依旧受限, 影响了其在国际市场中的竞争力。液压技术、控制系统和关键零部件领域仍是行业短板。尽管在这些技术上有所进展, 但精度、可靠性和耐用性等方面与国际标准仍有差距。与此同时, 国内企业仍需依赖进口的关键零部件, 造成了产业链上的技术依赖, 进而影响了整体的自主可控性。因此, 提升自主研发能力, 突破技术瓶颈, 成为当前行业发展的紧迫任

务。随着人工智能、大数据、云计算等技术的不断创新,行业将在未来几年取得更多技术突破。

1.2 电动工程机械市场占有率较低

电动工程机械,因其低排放、高效等优点,受到环保政策推动的关注,已成为未来发展趋势之一。然而,尽管行业对电动化的重视日渐增加,但电动工程机械的市场渗透率仍然较低,主要原因在于高昂的研发成本和电池续航能力的不足。电池技术的局限性,是制约电动工程机械广泛应用的主要瓶颈。电池续航不足及充电效率较低,使得电动工程机械难以满足高强度、大规模作业的需求。与此同时,电池更换及维护成本较高,进一步提高了整体运营成本。尽管一些领先企业已经开始布局电动化领域,但整体行业的推进速度仍显缓慢。然而,随着电池技术的不断进步与充电设施的逐步完善,电动工程机械的市场前景仍然广阔。预计在未来几年,随着技术突破,电动工程机械的市场渗透率将逐渐提升,特别是在对环保要求更高的城市建设项目中,电动工程机械有望成为主流选择。

1.3 工业互联网平台相对独立

目前许多企业的工业互联网平台仍显得相对独立,各企业之间的信息共享与协同管理的体系尚未完善。大多数企业主要集中在设备联网和数据采集方面,未能有效整合信息资源,导致数据孤岛问题依然存在。尽管部分领先企业已将工业互联网技术应用于设备监控和管理,但整体应用仍处于初步阶段,信息流通与数据共享仍显不足。这不仅限制了企业从数据中提取价值的的能力,也降低了管理效率。因此,如何实现不同平台间的有效协同与信息共享,将成为未来行业发展的关键所在。随着技术的发展与应用的深入,预计未来几年,企业将加速搭建高效的信息共享平台,推动跨企业、跨平台的协同管理。

1.4 工程机械智能化工厂较少

在许多行业中,智能化工厂已经成为生产方式的主流,但在工程机械行业,智能化工厂的建设仍处于初步阶段。大多数企业的生产方式依然依赖传统的生产工艺,自动化与半自动化设备在生产中占据主导地位,智能化设备的应用仍然较为有限。工程机械产品的生产工艺复杂,定制化需求较高,这使得智能化技术的应用面临更大的挑战^[1]。传统生产线的设备改造成本高昂,且智能化技术的应用对于中小型企业而言,往往是一个巨大的经济负担,导致智能化转型进展缓慢。然而,随着技术的不断进步及市场需求的变化,智能化工厂将在未来几年成为工程机械行业的主要发展方向。预计随着机器人、自动化仓库及数字化生产系统等技术的广泛应用,越来越多的企业将加速智能化转型,以提高生产效率,降低生产成本,最终实现制造过程的智能化与自动化。

1.5 市场竞争加剧

随着国内外企业不断涌入,工程机械行业的市场竞争

日益激烈,尤其是在国内市场,企业之间为争夺市场份额,价格战愈演愈烈。同时,技术创新、品牌建设及售后服务等方面的竞争也日趋激烈。许多中小型企业因资金与技术上的短板,面临着巨大的生存压力。在这样的竞争环境下,单纯依靠价格竞争已无法持续吸引客户,企业必须通过技术创新、品牌差异化及优化服务等方式来提升市场竞争力^[2]。随着产品同质化问题的加剧,提升产品质量、推动技术创新,尤其是在智能化与绿色化技术领域,将成为企业在市场竞争中脱颖而出关键。

1.6 人才短缺与技术转型难度

随着工程机械行业智能化、自动化、数字化转型的深入,行业对高技术、高素质人才的需求愈加迫切。然而,当前行业内高端技术人才的供给方面仍存在较大缺口,特别是在人工智能、大数据、自动化控制等领域,专业技术人才的短缺,成为制约行业发展的主要障碍。许多企业在员工技能提升方面投入不足,导致部分员工未能跟上技术进步的步伐,影响了转型效率和效果。因此,企业需要加大对现有员工的培训力度,提升其技能水平,尤其是对新技术、新设备的适应能力。为了顺利应对技术转型的挑战,企业不仅需加大对高端人才的引进,还应着力培养具备创新能力的本土人才。

2 工程机械未来发展趋势

2.1 人机协作更加高效、准确

随着智能化技术的快速发展,未来工程机械的智能化水平将持续提升,通过传感器、人工智能算法以及物联网技术的广泛应用,工程机械与操作人员的配合将变得更加精准,作业效率和精度也将大幅提高,使得操作员可以在更为广泛的场景下进行设备的监控与调度,从而降低操作复杂性。借助这些技术,操作员能够实时了解设备的运行状态,进而调整作业流程或应对突发问题。这一转变使得传统的手动操作模式逐步被智能化系统所取代,且远程操作的便利性将使设备管理更加高效、灵活。同时,这种智能化协作能够极大地减少人工操作中的失误,保障作业安全并提高生产效率。随着技术的进一步提升,人机协作将逐渐覆盖更多领域,推动工程机械行业向智能化方向迈进。

2.2 节能环保技术更加成熟

面对日益严格的环保法规以及对绿色建筑需求的不断上升,节能环保技术将成为工程机械行业发展的关键。随着电动化、混合动力等技术的广泛应用,尤其在城市建设及狭小作业空间中,电动工程机械将逐渐替代传统燃油设备,极大减少碳排放与噪声污染,不仅有助于改善施工环境,还能够推动工程机械行业向绿色可持续发展迈进。混合动力系统将能够在高负载和高效率的作业中充分发挥其优势,通过结合内燃机和电动机的特点,提供更为稳定高效的动力输出。同时,排放标准的进一步严格将催生新一代动力系统的研发^[3]。未来,工程机械将不仅更加高效,而且

更加环保,排放将降到最低,减少对环境的负担。随着技术的不断完善,环保技术将在工程机械领域得到更广泛的应用。

2.3 无人驾驶技术应用更广泛

随着自动化技术的不断进步,无人驾驶技术将在工程机械领域得到更广泛的应用。无人驾驶工程机械能够根据预设程序或实时环境数据自主完成作业,极大地减少人工操作带来的安全隐患,并提高施工效率,特别是在矿山开采、道路建设等高风险、高复杂度的场景中,将展现出巨大的发展潜力。无人驾驶设备能够自动避障,并根据实时变化自主调整作业策略,这使得其在复杂环境下的适应能力远超人工操作。随着技术的日渐成熟,预计无人驾驶工程机械将在未来几年迎来快速发展,并广泛应用于各种施工场景。无人驾驶的普及不仅会提升施工效率,还将彻底改变传统的施工模式,为行业带来新的机遇。

2.4 工业互联网平台实现协同管理

随着信息化技术的快速发展,工程机械行业将在未来逐步实现工业互联网平台的全面整合,平台之间的数据共享与协同管理将成为新趋势。通过大数据、云计算等技术,企业可以实现对设备、人员、项目等方面的精细化管理,提高资源的配置效率并优化管理流程。这一变革将有助于提升整个工程机械行业的运营效率,降低成本,推动企业管理走向更高效、更智能的方向。平台之间的协同不仅促进了资源的共享,还能够打破企业间的信息孤岛,通过实时共享数据,企业能够在全球范围内更加精准地调整战略决策,提升市场反应速度。此外,供应链的协同化将进一步推动企业之间的信息流通和资源整合,增强工程机械行业的整体竞争力。

2.5 工程机械制造工厂智能化转型

随着技术不断进步以及市场需求的变化,工程机械制造企业将加速智能化工厂的建设,智能化生产线将成为提升生产效率与质量的关键因素。智能化工厂不仅能够提高生产效率,还能减少人工成本并确保产品质量,同时实现更加灵活的生产方式。企业通过引入机器人、自动化生产线、智能仓储及大数据分析等技术,将逐步实现从设计到生产的全流程智能化。智能化工厂能够实时监控生产过程,自动调整生产参数,确保每一环节的精确执行。采用这一模式后,生产的每一环节都将变得更加自动化、高效。随着企业对智能化工厂建设投入的增加,更多企业将能够通过技术创新提高生产能力,提升市场竞争力。

2.6 工程机械国际化市场开拓进程加快

随着全球基础设施建设的快速推进,尤其是“一带一路”倡议的落实,工程机械行业的国际化进程将加速。我国的工程机械企业通过不断增强自主创新能力,将积极拓展海外市场,特别是在新兴市场国家中,工程机械的需求呈现持续增长的态势。这些市场将成为我国企业未来发展的重要增长点。我国企业通过提升自主研发能力,逐步突破了国际市场的技术壁垒,越来越多的企业在全球市场中

占据了重要位置。通过跨国并购、合作以及资本运作,我国企业将进一步拓展海外市场,提升品牌国际化水平。随着全球化步伐的加快,国际市场将成为我国工程机械行业增长的核心驱动力,推动行业实现跨国经营与全球化发展。

2.7 工程机械租赁业务将不断增长

随着市场需求的日益多样化及项目周期的不断缩短,工程机械租赁市场将持续扩展。尤其对于大型基建项目、短期工程或季节性工程,租赁模式相较于购买设备具有更为灵活且经济的优势,租赁业务将成为越来越多企业的选择,不仅能减少企业的资金压力,还能为不同需求的客户提供更加个性化的服务。租赁市场的快速发展不仅促使企业不断优化租赁服务平台,提高设备的使用效率,还推动了整个租赁行业的升级^[4]。企业将在提升租赁服务质量的同时,提高设备的使用率与客户的满意度。随着租赁业务的不断增长,租赁市场将成为推动工程机械行业持续发展的重要引擎,为行业未来的可持续发展提供强有力的支持。

3 结语

随着行业不断发展,所面临的挑战与机遇也日益多样化。通过对行业现状与未来发展趋势的分析可以看出,智能化、环保技术和自动化将成为未来发展的关键方向。随着智能化技术的不断普及,工程机械的工作效率与作业精准度将大幅提升,施工安全性与进度也将得到显著改进;节能环保技术的推广,促进了行业朝着绿色转型方向发展,符合全球日益严格的环保法规要求;无人驾驶技术的不断进步将有效减少人工操作,降低安全风险并提高作业效率。尽管如此,要实现这些目标,行业仍需在技术研发、产业链升级及智能化平台建设等方面投入更多资源与创新,尤其是在核心技术攻关与高端人才培养方面,仍需要加大力度。同时,随着市场竞争的日益激烈,企业不仅要注重技术创新,更要加强品牌建设与差异化竞争,提升产品与服务的质量,以增强市场竞争力。未来,工程机械行业将继续朝着智能化、环保与高效的方向发展。在技术创新与智能转型的推动下,企业有望提升生产效率、增强市场竞争力,并为全球基础设施建设贡献更多的力量。随着行业的持续发展,工程机械不仅将在经济增长中发挥更大作用,还将在推动社会生产力提升及实现可持续发展方面展现出巨大的潜力。

[参考文献]

- [1] 邹十践. 我国工程机械行业现状及发展趋势[J]. 交通世界(建养·机械), 2014(9): 22-29.
 - [2] 张发奎. 智能化制造在工程机械行业的应用现状、发展趋势及影响[J]. 中国设备工程, 2018(5): 211-212.
 - [3] 李昕, 别致, 杨艳丽, 等. 工程机械行业智能化发展现状与趋势[J]. 建筑机械, 2023(5): 13-14.
 - [4] 文耀先. 解读工程机械行业焊接与切割应用现状及关键技术的发展趋势[J]. 科技视界, 2021(12): 156-157.
- 作者简介: 万铭谦(1984.2—), 男, 本科, 工业设计。

焦化厂泵设备常见故障诊断与维修技术探讨

李东辉

神华巴彦淖尔能源有限责任公司, 内蒙古 巴彦淖尔 015000

[摘要]我国焦化厂泵设备在生产过程中扮演着重要角色,但由于环境复杂、工作负荷大,设备常出现故障,如泵体腐蚀、密封损坏等。这些故障不仅影响设备效率,还增加了维修成本和安全风险。虽然传统的故障诊断方法仍被广泛使用,但通过引入振动分析、温度监测等新技术,诊断准确性和效率有所提高。此外,智能化技术和预警系统的应用,帮助提前发现问题,减少设备故障。尽管如此,仍存在技术标准不统一和数据共享难题,未来有待进一步优化。

[关键词]焦化厂泵设备;故障诊断;维修技术

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15244

中图分类号: TP3

文献标识码: A

Discussion on Common Fault Diagnosis and Maintenance Technology of Coking Plant Pump Equipment

LI Donghui

Shenhua Bayan Nur Energy Co., Ltd., Bayan Nur, Inner Mongolia, 015000, China

Abstract: Pump equipment plays an important role in the production process of coking plants in China. However, due to the complex environment and high workload, equipment often malfunctions, such as pump body corrosion and seal damage. These malfunctions not only affect equipment efficiency, but also increase maintenance costs and safety risks. Although traditional fault diagnosis methods are still widely used, the accuracy and efficiency of diagnosis have been improved by introducing new technologies such as vibration analysis and temperature monitoring. In addition, the application of intelligent technology and warning systems helps to detect problems in advance and reduce equipment failures. However, there are still technical standards and data sharing challenges that need to be further optimized in the future.

Keywords: coking plant pump equipment; fault diagnosis; maintenance technology

引言

在焦化厂的生产过程中,泵设备是保障各项工艺流程顺畅运行的关键设备之一。由于焦化生产环境复杂,设备长期承受高温、高压及强腐蚀性物质的作用,泵设备经常面临较为严峻的工作条件,这使得泵设备的故障频率较高,且故障类型复杂。泵设备的故障不仅影响生产效率,还可能带来设备停运、原料浪费甚至安全事故等严重后果。因此,如何及时诊断与修复泵设备的故障,成为焦化厂设备管理和维护中至关重要的任务。针对这一问题,本文将探讨焦化厂泵设备常见的故障类型及其诊断方法,分析泵设备维修技术与策略,重点介绍振动分析、温度与压力监测、声波检测等先进技术的应用。通过对泵设备故障诊断与维修技术的系统性研究,旨在为焦化厂的设备管理提供可行的解决方案,降低设备故障发生率,确保生产安全,提升设备的运行稳定性和经济效益。同时,也为相关领域的工程技术人员提供借鉴与参考。

1 焦化的原理

焦化厂是通过将烟煤进行高温干馏,制取优质的冶金焦炭并生产焦炉煤气和宝贵的化学产品的工业企业,一般由备煤、炼焦、回收、精苯、焦油五个生产环节组成,并

附有动力、机修等车间,有的还设有选煤厂、碳黑厂、制氢厂以及其他化学精制车间。由于焦化生产的工艺特点和产品性质所决定,在生产过程中存在着诸如燃烧、爆炸、中毒、触电等危险因素,因此必须采取积极而有效的防范措施,以确保生产的正常进行,确保人员和设备的安全。

2 焦化厂泵设备常见故障类型

焦化厂泵设备在日常运行过程中常见的故障类型多种多样。泵的机械密封故障是其中较为常见的一种,通常由于密封面磨损、操作不当或润滑不充分等因素导致液体泄漏,影响设备的正常运行。此外,泵的轴承损坏也是频繁发生的问题,轴承可能因长时间使用、润滑不足、过载运行或设备振动过大而出现故障,严重时会导致泵轴失效^[1]。泵的振动故障也是常见问题之一,通常由泵的安装不水平、泵体结构不均匀、轴弯曲或叶轮失衡等因素引起,振动会对设备性能产生不利影响。泵叶轮的腐蚀和堵塞也是常见故障,尤其是在处理腐蚀性或含有颗粒物的介质时,叶轮的磨损或被杂质堵塞会导致泵效率下降,甚至停运^[1]。电机故障也是焦化厂泵设备面临的一大问题,电机的过载、过热或电源波动可能引发电机损坏,影响整个泵系统的运行效率。因此,及时发现和处理这些故障,对于保证焦化

厂泵设备的长期稳定运行至关重要。

3 焦化厂泵设备故障诊断方法

3.1 基于振动分析的故障诊断

基于振动分析的故障诊断方法在焦化厂泵设备的维护中发挥着至关重要的作用。泵设备在运行时产生的不同频率的振动信号,通常与泵的工作状态及故障类型紧密相连。通过实时监测与分析泵体的振动信号,设备的异常状况可以有效识别。例如,特定频率范围内的振动异常,常常表现为轴承损坏、叶轮磨损、泵体松动或转子失衡等故障。振动信号的频谱分析技术借助之后,正常运行与故障状态下的振动特征得以清晰地区分,从而确定故障的类型及位置。故障的性质,除了能够通过振动分析帮助判断外,潜在故障的发展趋势也能够被预测,从而提前采取必要的维修措施。具有非接触性、实时性强以及操作简便等优势的方法,已成为泵设备故障诊断中常用的手段之一。

3.2 温度与压力监测法

温度与压力监测法在焦化厂泵设备故障诊断中是一种常见且有效的手段。泵设备在运行过程中,温度与压力的变化通常能够反映出设备的工作状态。温度异常升高,通常预示着泵内部可能存在摩擦过大、润滑不良或过载等问题,而温度过低则可能与流量不足或泵的工作效率低下有关。通过在关键部位安装温度传感器,泵体、轴承及密封部件的温度变化可以被实时监测,从而及时发现潜在故障隐患^[2]。压力变化,同样是故障诊断的重要依据。无论是压力过高还是过低,都可能指示系统中存在气蚀、堵塞、阀门故障或液体流量不稳定等问题。泵的压力监测不仅能够反映设备的运行状态,还能帮助评估管道系统的密封性及是否存在泄漏现象。

3.3 声波与超声波检测技术

声波与超声波检测技术在焦化厂泵设备故障诊断中得到了广泛应用,尤其在早期识别机械故障与异常状态方面展现出显著优势。超声波传感器的采用,可以有效检测泵设备中的微小裂纹、松动及摩擦等问题。利用声波在物体中的传播特性,超声波技术能够揭示设备内部无法直接观察到的故障,如轴承磨损、密封不良或零部件接触不良等问题。在应用过程中,高频声波信号由超声波设备发射,当这些信号遇到设备中的缺陷或损伤时,反射波形会发生变化。这些波形变化可以被专业设备捕捉,并转化为数据,为故障诊断提供依据。通过对比正常状态与异常状态下的超声波波形,潜在问题能够被技术人员判断出来,并在故障进一步恶化之前,相应措施将被采取。与传统的振动与温度监测方法相比,超声波检测具有更高的灵敏度,微小故障能够更早发现,特别适用于泵设备早期损伤的无损检测。

3.4 油品与润滑状态检测

油品与润滑状态检测在焦化厂泵设备故障诊断中扮演着至关重要的角色。通过定期监测泵设备润滑系统中的

油品,潜在的故障问题可以有效发现。润滑油的状态直接影响泵的运行效率与使用寿命,油品中的杂质、氧化程度以及黏度的变化等,均可能是设备故障的预警信号。通过检查油品的颜色、气味、黏度、酸值以及金属颗粒含量等参数,润滑不良、过度磨损、泄漏或其他异常现象可及时识别出。金属颗粒含量的增加,特别是,通常表明泵设备内部发生了磨损或腐蚀,可能源于轴承、齿轮等部件的异常磨损。定期的油品检测,不仅有助于及早发现问题,还能为设备的维护和预防措施提供依据。

3.5 电气系统故障诊断方法

在焦化厂泵设备的维护中,电气系统故障诊断至关重要,因为电气故障常常会导致泵设备无法正常启动或运行,严重时甚至会引发设备的广泛停机。电气系统的故障通常表现为电机无法启动、电流异常、电压波动、电气接线松动、过载保护触发等问题。为了及时发现这些故障,通过监测电机的电流、电压和功率因数等参数,电气系统的状态是否正常可以有效判断。电流与电压的波动,常常作为电气故障的预警信号。例如,过载时电机的电流往往会大幅增加,而电压不稳定则可能表明供电系统存在问题。借助红外热成像技术,还可以监测电气设备如接线端子、电缆以及电机的温度变化。电气故障的前兆,往往是过高的温度。通过定期检查电气控制系统中的元件(如接触器、继电器、变频器等),由于老化或损坏所引发的故障能够有效预防。

4 焦化厂泵设备维修技术与策略

4.1 泵设备常见故障的维修方法

焦化厂泵设备常见故障的维修方法主要集中在对故障的精准识别和有效修复上。首先,针对泵设备的机械故障,如轴承损坏、泵体磨损、叶轮失衡等,维修方法通常包括更换损坏部件、进行精密对中、平衡调整以及润滑油的更换或添加。轴承损坏常常导致泵的振动增加,影响设备的正常运行,及时更换轴承并确保正确安装可以有效防止进一步的损坏。叶轮的磨损或腐蚀常会降低泵的效率,甚至导致泵体破裂,因此对叶轮进行修复或更换至关重要。其次,对于泵设备的密封问题,维修时需检查密封部件是否磨损或老化,及时更换密封环、机械密封等组件,以防止液体泄漏。对于泵的电气故障,修理方法则包括检查电机绕组的绝缘状况,确保接线端子无松动,检查电气控制系统中的继电器、接触器是否正常工作,并根据需要进行更换或调整。对于操作不当引起的泵故障,如泵空转或进出口管道堵塞等问题,维修时应清理管道、排除杂物,并重新调整泵的工作参数。

4.2 泵设备部件的更换与修复技术

焦化厂泵设备的部件更换与修复技术,对于保证泵设备长期稳定运行至关重要。出现磨损、腐蚀或裂纹时,泵体、叶轮、轴承等关键部件需及时进行更换或修复。泵体

与叶轮的磨损,常导致泵效率下降或出现流体泄漏,此时,应根据具体损坏程度判断是修复还是更换。修复叶轮时,需要去除磨损区域的杂物,使用焊接或金属喷涂技术修复表面,并进行平衡测试,以确保在运行时不产生不必要的振动。如果叶轮严重损坏或无法修复,必须更换全新的叶轮。轴承损坏,常会引起设备运行不稳定,甚至导致设备过载或损坏。为此,轴承应定期检查,磨损情况应根据其决定是修复还是更换^[3]。修复时,可以采用表面涂层技术延长其使用寿命,或更换轴承及相关配件,以确保轴承的精确运转。若机械密封出现泄漏现象,则需要及时更换密封环或密封面。除上述部件外,泵设备的管道连接及密封装置也应定期检查,发现松动、老化或磨损时,应进行必要的修复或更换。

4.3 泵设备的预防性维护与保养

泵设备的预防性维护与保养,是确保设备长期稳定运行、延长使用寿命及减少故障发生的重要手段。定期检查泵设备的各个部件,如泵体、叶轮、轴承及密封等,可帮助及时发现潜在的磨损或故障隐患。对于易损件,如轴承和密封,应根据使用情况进行定期润滑与更换,以确保其处于良好的工作状态。此外,电气系统的检查同样不可忽视,电机的电流、电压及绝缘状态等,均应包括在内,确保电气部分没有异常。针对泵的驱动系统,如皮带及联轴器,其紧固情况需定期检查,及时调整或更换,以防止松动或磨损引发设备故障。此外,定期清洁泵体内部及进出水管,对于避免流体阻力增加或工作效率降低至关重要,这通常是由于积垢或沉积物造成的。通过对泵设备运行状态的持续监测,振动、温度、压力等数据的采集,能够在早期发现异常变化。数据分析则有助于预测潜在问题,进而进行调整与修复,防止故障扩展。有效的预防性维护,应根据设备的实际使用情况,制定保养计划,并建立完整的设备档案,记录设备的运行、维护及故障情况,从而确保后续的管理与追踪。

4.4 基于智能化技术的泵设备故障预警系统

基于智能化技术的泵设备故障预警系统,利用先进的传感器、数据采集装置、云计算与人工智能等技术,为焦化厂泵设备的故障诊断与维护提供了高效的解决方案。在泵设备的关键部位,多个传感器,如振动、温度与压力传感器,布置以便实时监测设备的运行状态。相关数据被采集后,传输至中央控制平台进行处理。经过智能分析,系统能够识别设备运行中的异常波动或变化,及时发现潜在的故障风险^[4]。比如,振动信号异常被检测到时,频谱分

析会进行,从而判断可能由轴承磨损、叶轮不平衡等因素引起,预警信号随之触发。同样,温度与压力的变化,也有助于识别泵设备是否存在堵塞或泄漏等问题。通过与历史数据的对比,智能系统能够在故障发生前发出预警,及时提醒操作人员采取必要的维护措施,避免小问题演变为重大故障,从而有效减少停机时间。

4.5 定期检查与故障排除的管理体系

定期检查与故障排除的管理体系,在确保焦化厂泵设备稳定运行中起着至关重要的作用。该体系的核心目标,是通过系统化、规范化的检查流程,及时发现潜在的设备问题,并采取有效的修复措施,从而降低突发故障的风险。检查内容涵盖泵设备的关键部件,如轴承、密封件、叶轮及泵壳等,以确保其磨损程度、润滑状态及配合精度符合技术要求。此外,电气系统、控制系统及管道系统亦需进行测试,以确保各项功能正常运行。检查周期应根据设备的使用情况、运行环境及类型进行合理制定,且随着设备运行时间的增加,适时调整应当进行。检查过程中,振动分析仪、温度监测仪、压力表等多种检测工具,均被操作人员用于全面监控设备的工作状态。同时,详细的检查记录应当建立,及时记录、分类与评估发现的问题,确保信息的透明性与可追溯性。

5 结语

本文对焦化厂泵设备故障发生原因进行了分析,同时介绍了泵设备维护的方式及检修维护中需要注意的各种问题。总之,做好焦化厂泵设备的检修和维护工作能够很好地保证相关设备的正常运行,提高设备工作的可靠性,降低企业泵设备的维修成本,从而达到保障焦化厂正常生产和经济效益的目的。未来,随着科技的不断进步,智能化技术将成为焦化厂泵设备维护的重要方向,帮助实现更高效、更精确的设备管理。

[参考文献]

- [1] 改广建. 设备检维修管理在焦化厂的实际应用[J]. 化工设计通讯, 2020, 46(6): 87-109.
- [2] 郝照瑞. 焦化厂设备维修管理策略优化的几点建议[J]. 河北企业, 2018(2): 7-8.
- [3] 常志刚. 探究焦化厂机电设备检修与维护[J]. 科技风, 2015(4): 115.

作者简介: 李东辉(1985.2—), 毕业院校: 包头职业技术学院, 所学专业: 焊接技术及自动化, 当前工作单位: 神华巴彦淖尔能源有限责任公司, 职务: 维修班长, 职称级别: 职称工程师。

机电安装技术及安装质量控制的探讨

王震强

唐山盾石建筑工程有限责任公司, 河北 唐山 063000

[摘要]机电安装技术在建筑工程中的应用逐渐成为项目顺利完成的关键因素之一。针对机电安装的质量控制,采用了系统化的管理方法,从设计、施工到调试阶段进行全面控制。通过制定严格的质量标准和流程,确保安装过程中各环节的协调和精确度。结合新型技术手段,优化了安装工艺与设备选型,提升了施工效率与质量。同时,应用先进的检测工具与实时监控系统,及时发现并解决潜在问题,有效防止了质量隐患的发生。实施全过程质量管控,不仅提高了项目的安装精度和可靠性,也为后期设备的稳定运行提供了保障,为建筑工程的安全性与经济效益做出了贡献。

[关键词]机电安装技术; 质量控制; 安装工艺; 施工效率; 设备选型

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15261

中图分类号: TU758.7

文献标识码: A

Discussion on Mechanical and Electrical Installation Technology and Installation Quality Control

WANG Zhenqiang

Tangshan Dunshi Construction Engineering Co., Ltd., Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract: The application of electromechanical installation technology in construction engineering has gradually become one of the key factors for the smooth completion of projects. For the quality control of mechanical and electrical installation, a systematic management method is adopted to comprehensively control from the design, construction to commissioning stages. By establishing strict quality standards and processes, ensure coordination and precision in all aspects of the installation process. By combining new technological means, the installation process and equipment selection have been optimized, improving construction efficiency and quality. At the same time, advanced detection tools and real-time monitoring systems are applied to timely detect and solve potential problems, effectively preventing the occurrence of quality hazards. Implementing full process quality control not only improves the installation accuracy and reliability of the project, but also provides guarantees for the stable operation of equipment in the later stage, contributing to the safety and economic benefits of construction projects.

Keywords: mechanical and electrical installation technology; quality control; installation process; construction efficiency; equipment selection

引言

机电安装作为现代建筑工程中的核心环节,直接影响到工程质量与后期运营效果。随着建筑规模的不断扩大和技术的快速进步,机电系统的复杂性和集成度大幅提升,如何在保障安装质量的同时提高施工效率,成为当前行业面临的重要课题。质量控制不仅仅是对安装过程的监督,更是提高项目整体水平、保障设备正常运行的关键。通过对安装技术的优化和质量管控手段的不断革新,可以有效减少施工过程中可能出现的问题,确保机电系统的高效稳定运行。精准的质量控制体系和先进的技术手段,为建筑工程的可持续发展提供了强有力的支撑。

1 机电安装技术的发展与应用现状

机电安装技术作为现代建筑工程的重要组成部分,随着建筑规模的不断扩大和工程技术的进步,逐步发展成为集成度高、复杂性强的关键领域。早期的机电安装多集中于基础设施的铺设与设备安装,而如今的机电系统不仅包括传统的电气、给排水、暖通空调、消防等基础设施,更涵盖了智能化控制系统、绿色建筑能源管理系统等新兴技术,成为建筑项目中不可或缺的一部分。

1.1 机电安装技术的演变与创新

传统的机电安装技术主要依赖人工操作与手动调试,但随着科技的进步,自动化与智能化技术开始渗透到机电安装中。从自动化控制系统的引入到智能化监测设备的应用,安装技术的变化不仅提高了施工效率,还大大减少了人为错误。特别是随着 BIM(建筑信息模型)技术的推广,机电系统的安装变得更加精确和高效,施工阶段能够实现实时监控和数据共享,优化了设计与施工的协同作用。

1.2 机电安装技术的多样化应用

当前,机电安装技术不仅限于传统的空调、电力、给排水等系统,还包括智能化建筑系统的集成。例如,楼宇自控系统(BMS)、光伏发电系统以及智能化安防系统的安装,已成为现代建筑项目中不可或缺的部分。这些新技术的应用,不仅提升了建筑的功能性和舒适度,还加强了能源管理与环境保护,符合绿色建筑的设计理念。此外,随着绿色建筑理念的推广,机电安装技术在节能、环保、可持续发展方面也发挥了重要作用。

1.3 机电安装技术的挑战与发展趋势

尽管机电安装技术不断创新,技术复杂性和集成度的

提升也带来了不少挑战。首先,机电设备种类繁多,施工过程中可能出现技术不匹配和协调困难的问题。其次,随着新技术的引入,施工人员的技术要求和培训难度增加,如何提升工人的技术水平和应对突发问题的能力是目前亟待解决的问题。此外,随着建筑智能化需求的增加,机电安装技术的未来发展趋势将更加注重智能化、自动化与绿色节能技术的融合,推动建筑工程的数字化转型。

总体来看,机电安装技术已经进入了一个多元化、智能化的发展阶段,其技术水平的提升不仅为建筑工程的顺利进行提供了保障,也为建筑的长期运营效率与可持续发展打下了坚实基础。

2 机电安装质量控制体系的构建与实施

机电安装工程涉及电气、管道、机械设备多个专业领域,技术要求高、作业环境复杂、跨专业协调性强。质量控制是确保项目顺利完成、提升设备性能和延长使用寿命的重要环节。为了确保机电安装的高质量完成,必须构建一套系统化、科学化的质量控制体系,并在实际施工中严格执行。这一体系不仅涉及施工过程的质量监控,还包括设计阶段、采购阶段、安装阶段和验收阶段的全流程控制。

2.1 质量控制体系的构建

机电安装质量控制体系的构建应根据工程项目的具体要求,制定明确的质量控制目标,并为每一环节设定相应的质量标准 and 操作规范。

首先,从设计阶段入手,确保设计方案的科学性与可行性,遵循行业规范及国际标准,避免设计缺陷或不合理方案导致后期安装困难,同时能够满足客户需求及预期。其次,在采购环节,选择合格供应商,严格筛选和验收设备及材料,确保所有机电产品符合技术标准与质量要求。接着,在施工过程中,实行全过程监控与质量检查,确保安装工艺符合设计要求,并及时发现并处理施工中可能出现的质量问题。

2.2 质量控制的关键环节

机电安装质量控制的核心环节包括施工准备、设备安装、调试和验收。

施工准备阶段需对施工现场进行详细规划,制定全面详尽的施工方 案,包括工程规划、物料采购、现场管理、风险识别和排查措施,确保施工设备、工具和人员都能按时到位,并做好安全保障工作。必须对施工人员进行质量意识和技能培训,理解质量控制的重要性,掌握相关技术和操作标准,强化作业流程的重要性,并学习新设备、新工具、新工艺,为项目施工打下坚实基础。

安装过程中,要求各工序按施工图纸和设计规范严格操作,实施严格的现场质量监督与检查,特别是在接线、管道布置和设备安装等关键工序时,必须进行精密测量,确保各项指标符合标准。调试环节是检验安装质量的重要步骤,确保所有设备能够正常运行,系统之间能够高效配

合,及时发现现场质量问题,并采取有效纠正措施。

最后,在验收阶段,通过系统测试和功能验证,对工程的外观、内在质量、运行性能进行全面检测,确保机电设备的质量符合国家及行业标准,一旦发现缺陷和不符合标准的问题,需与项目团队沟通问题、制定改进方案、重新施工或者更换不合格材料和构件。

2.3 质量控制的技术手段与措施

为了有效提高机电安装质量,引入先进技术与设备是提升机电安装质量控制水平的重要手段。应积极采用 BIM 技术、预制装配技术等先进技术,提高施工精度和效率。对于关键工序,可引入自动化、智能化的施工设备,减少人为因素对质量的影响。同时,应重视质量检测设备的更新,采用先进的检测仪器和方法,提高质量检测的准确性和可靠性。

2.4 质量控制的管理保障

完善质量管理体系是提升机电安装质量控制的基础。应建立健全质量管理制度,明确各岗位的质量责任,制定详细的质量控制流程和标准。同时,应加强质量管理的监督和考核,确保各项质量管理制度得到有效执行。此外,还应积极引入先进的质量管理方法,如全面质量管理(TQM)、六西格玛管理等,持续改进质量管理水平。

在施工过程中,加强人员培训与技能提升是提高机电安装质量的关键。应定期组织施工人员、技术人员和管理人员进行专业技能培训和 质量意识教育,提高其专业素质和质量意识。对于新技术、新工艺的应用,应进行专项培训,确保相关人员掌握正确的操作方法。同时,应鼓励员工参加职业资格认证考试,提升整体队伍的专业水平。

强化全过程监控与反馈机制是确保机电安装质量的有效措施。应建立从设计、施工到验收的全过程质量监控体系,对每个环节进行严格的质量控制。同时,应建立质量问题反馈机制,及时发现和处理质量问题。对于重大质量问题,应进行深入分析,找出根本原因,制定预防措施,避免类似问题再次发生。此外,还应重视用户反馈,及时处理使用过程中出现的质量问题,持续改进工程质量。

3 先进技术在机电安装中的应用与效果分析

随着建筑工程技术的不断进步,先进技术在机电安装中的应用逐渐成为提升安装质量和施工效率的关键因素。从自动化控制、信息化管理到绿色节能技术的应用,现代机电安装技术的创新和发展,推动了建筑工程行业的转型与升级。

3.1 BIM 技术的应用与效果

建筑信息模型(BIM)技术在机电安装中的应用,极大地提升了设计与施工的精确度和协同效率。通过 BIM 技术,设计师和施工团队能够在虚拟环境中进行机电系统的建模和仿真,提前发现设计中的冲突与问题,实现多专业之间的协同工作。BIM 不仅帮助设计阶段优化管线布局,

避免后期施工中出现碰撞和返工,还通过实时更新的施工进度与成本管理,提升了项目管理效率。在实际应用中,BIM技术能够精确指导设备的安装位置和管道走向,确保安装过程的高效与准确,从而减少了材料浪费和工期延误。

3.2 自动化控制系统的集成与优化

自动化控制系统在机电安装中的应用,提升了建筑智能化水平,尤其在大型商业建筑和高端住宅中得到了广泛使用。通过集中控制系统,机电设备的运行状态能够实现实时监控与调节。例如,楼宇自控系统(BMS)可以对空调、电梯、照明等设备进行自动化管理,确保设备的高效运行,并根据实时数据调整能源使用,降低能耗。此外,自动化控制技术的集成还提高了系统的稳定性,减少了人为干预的误差,提升了操作的安全性。

3.3 绿色节能技术的应用

绿色建筑理念的推广促使机电安装技术向节能、环保的方向发展。采用高效节能的机电设备、太阳能热水系统、雨水回收系统等绿色技术,不仅能减少能源消耗,还能降低建筑的环境负担。例如,太阳能光伏发电系统被应用于屋顶和外墙面,利用太阳能为建筑提供部分电力,实现建筑自给自足。与此同时,节能型空调系统和高效LED照明系统的广泛应用,大大降低了建筑的整体能耗,提升了建筑的绿色评级和市场竞争能力。

3.4 无人机与智能检测技术的应用

在机电安装过程中,尤其是对于大型建筑或高难度安装项目,传统的人工检查方式常常存在时间长、成本高、精度不足等问题。无人机和智能检测技术的应用有效解决了这一问题。无人机能够快速、高效地进行设备安装现场的巡检和监测,实时传输数据,提升了检测效率。通过激光扫描技术和红外热成像技术,能够对设备运行状态进行精确检测,及时发现潜在故障或质量隐患。

3.5 物联网技术的集成与数据管理

物联网技术的引入使机电安装中的设备与系统能够实现互联互通,通过传感器、数据采集设备等实时监控机电系统的运行状态。通过数据分析与处理,管理人员能够更高效地进行设备维护和故障预测,提前发现潜在问题并采取相应措施。这种智能化的管理方式不仅提高了设备的使用寿命,还有效降低了设备故障率和维修成本。

4 提高机电安装质量的关键措施与实践经验

4.1 严格执行设计标准与施工规范

机电安装的质量保证首先依赖于设计阶段的精确与科学。确保设计方案符合相关规范和标准是质量控制的首要步骤。设计图纸应明确各机电系统的布置与设备选型,并确保设计方案经过多方审查,避免遗漏或错误。施工单位应严格按照图纸执行,特别是在管道布局、电气线路和设备安装时,必须确保精确度,避免由于偏差导致的设备故障或后期难以调整的问题。此外,施工人员必须熟悉并

遵循国家及行业的相关技术规范,确保每个施工步骤的规范化操作。

4.2 强化施工过程中的质量监管与检查

施工过程中,质量监管是确保安装质量的重要环节。对每一个施工步骤都应进行严格的检查和把关,尤其是在关键节点,如设备安装、管道接驳和电气接线等环节。在施工前进行详细的技术交底,确保每位施工人员都能理解并执行施工要求。在安装过程中,质检人员应对材料、工艺、设备安装等各个方面进行定期抽查,确保符合设计要求。施工后期,还需要通过调试阶段的细致检查,确保设备的各项性能达标。

4.3 加强技术培训与人员素质提升

高素质的施工队伍是提高机电安装质量的保障。为此,企业应定期开展技术培训,提高施工人员对新技术、新设备的熟练掌握度。尤其是对一些高新技术的应用,如BIM技术、智能控制系统等,施工人员应具备基本的操作能力,以便高效准确地完成安装任务。此外,加强安全操作培训,提升工人安全意识,避免因操作不当引发的质量问题,是保证安装质量的重要措施。

4.4 推行先进技术与智能化管理

在机电安装中,借助先进技术和智能化管理系统,能够显著提高施工质量和效率。例如,使用BIM技术进行全过程管理,可以实现三维建模与虚拟检测,提前识别设计和施工中的潜在问题,减少施工中的错误。自动化控制系统和智能检测设备的应用,使得施工过程中能够实时监控各项数据,并自动进行调节,确保系统运行的高效性和稳定性。此外,通过物联网技术对设备的实时监控,能够及时发现设备运行中的异常,采取有效措施进行修复,从而延长设备的使用寿命,减少维修成本。

4.5 建立健全的质量反馈与改进机制

质量控制不应仅限于施工阶段,质量反馈与改进机制同样重要。在项目完成后,应对安装工程进行全面的验收与评估,发现其中的不足并及时整改。通过与业主、运营方的沟通,收集设备运行过程中遇到的问题,为后续的工程提供经验教训。同时,通过数据分析与反馈,持续优化质量控制流程,完善施工管理体系,为未来项目的顺利实施提供依据。

5 结语

机电安装技术作为现代建筑工程中的核心组成部分,其质量直接关系到建筑物的安全性、舒适性和可持续性。随着技术的不断发展,机电安装的复杂性和集成度也日益增加,如何在保证施工效率的同时提升安装质量,成为了行业关注的重点。通过构建科学的质量控制体系、应用先进技术以及加强人员培训,能够有效提升机电安装工程的整体质量。尤其是在BIM技术、自动化控制、绿色节能技术等方面的应用,为项目的高效施工和长远运营提供了有

力支持。实践经验表明,全面的质量控制措施和精细化管理能够有效避免施工过程中的质量问题,提高设备的稳定性与使用寿命。未来,随着智能化与数字化技术的不断推进,机电安装质量控制将迈向更高水平,助力建筑行业实现更高效、更环保的发展目标。

[参考文献]

- [1] 杨冀. 机电工程安装技术要点及质量控制分析[J]. 陶瓷, 2023(6): 107-110.
- [2] 沈茂军. 机电安装中 GIS 设备安装与调试技术及质量控制措施[J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(1): 44-46.
- [3] 周庆昌. 建筑机电安装技术及安装质量控制的探讨[J]. 科技风, 2022(18): 71-73.
- [4] 范玉军. 建筑机电安装技术要点及安装质量控制策略[J]. 产品可靠性报告, 2023(9): 53-55.
- [5] 蔡坤洪. 基于 BIM 技术的住宅机电安装工程质量控制[J]. 中国建设信息化, 2023(22): 70-73.

作者简介: 王震强(1988.2—), 男, 毕业院校: 河北工程大学科信学院, 大学本科, 所学专业: 机械设计制造及其自动化, 当前就职单位: 唐山盾石建筑工程有限责任公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 中级工程师。

CMP 磨削过程中材料去除机理与磨损特性研究

赵国彬

贺利氏信越石英(中国)有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 本研究深入探讨了化学机械平坦化(CMP)磨削过程中材料去除机理与磨损特性。通过分析CMP过程中材料去除的微观机理,揭示了磨削过程中物质的磨损特性及其对加工质量的影响。实验结果表明,磨料类型、压力、速度等因素对材料去除效率和磨损过程具有显著影响。本研究对优化CMP工艺,提升精密加工质量具有重要的理论和实践意义。

[关键词] CMP磨削; 材料去除机理; 磨损特性; 加工质量; 磨料

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15216

中图分类号: TN305.1

文献标识码: A

Research on Material Removal Mechanism and Wear Characteristics in CMP Grinding Process

ZHAO Guobin

Heraeus Shinetsu Quartz (China) Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: This study delves into the material removal mechanism and wear characteristics during chemical mechanical planarization (CMP) grinding process. By analyzing the microscopic mechanism of material removal during CMP process, the wear characteristics of materials during grinding process and their impact on machining quality were revealed. The experimental results indicate that factors such as abrasive type, pressure, and speed have a significant impact on material removal efficiency and wear process. This study has important theoretical and practical significance for optimizing CMP process and improving precision machining quality.

Keywords: CMP grinding; material removal mechanism; wear characteristics; processing quality; abrasive materials

引言

化学机械平坦化(CMP)是现代集成电路制造中重要的平坦化加工技术,广泛应用于半导体、光电器件等领域。CMP磨削过程中,材料去除机理的复杂性和磨损特性直接影响加工精度和产品质量。尽管CMP磨削的研究已有一定进展,但其在不同工况下的材料去除机制与磨损特性仍未得到完全揭示。本文通过实验分析与理论推导相结合,研究了CMP磨削过程中材料去除机理的本质特征,探讨了磨损特性对加工效果的影响,为CMP工艺的优化提供理论依据。

1 CMP磨削的基本原理与工艺参数

1.1 CMP磨削过程概述

化学机械平坦化(CMP)磨削是一种集机械磨削和化学反应于一体的复合加工技术。其基本原理是在磨盘上施加一定的压力和速度,使得磨料与被加工材料表面发生接触,同时在磨削区域加入化学腐蚀液(通常是化学抛光液),通过化学反应促进材料的去除。CMP磨削的核心在于机械与化学两种方式的协同作用:机械作用通过磨料的物理摩擦去除材料表面,化学作用则通过化学溶解或反应进一步辅助去除材料。在半导体制造中,CMP被广泛应用于晶圆的平坦化、抛光以及去除氧化层等工艺^[1]。

1.2 主要工艺参数分析:磨料、压力、速度、温度

在CMP磨削过程中,工艺参数对材料去除效率和表面质量具有决定性影响。磨料类型与颗粒大小直接影响去除效率与表面粗糙度。较硬的磨料适用于坚硬材料,细小颗

粒则实现更精细抛光。压力决定磨料与材料表面接触强度,适当压力提高去除效率,过高或过低的压力均可能导致表面损伤或低效加工。磨盘转速和工件相对速度影响去除速率和表面均匀性。过高转速会导致表面不平整或热损伤,过低则降低效率。温度影响化学反应与磨削性能,高温可加速去除速率,但过高温度可能造成热变形。因此,合理控制各工艺参数有助于提高加工效率和保证表面质量。

1.3 工艺参数对材料去除效率的影响

不同工艺参数的组合显著影响材料去除效率。磨料颗粒大小直接决定去除速率和表面质量,粗颗粒能快速去除材料,但表面粗糙,细颗粒则有助于提高表面质量但去除速率较低。压力对去除效率至关重要,适中的压力能提高效率并保持平滑表面,而过高或过低的压力则会影响加工效果。磨盘转速提升磨料作用频率,增加去除速率,但过快会产生热量,影响表面质量。合理调整这些参数,结合不同材料和加工需求,能够优化加工效果,实现高效且高质量的CMP磨削。

2 材料去除机理分析

2.1 机械去除与化学去除的协同作用

在CMP磨削过程中,材料去除依赖机械和化学两种机制的协同作用。磨料通过物理摩擦作用去除工件表面软质薄膜,磨料的类型、粒径和硬度直接影响磨削效果。氧化剂与工件表面反应,形成易于机械去除的软质物质,提高去除效率。pH调节剂通过优化酸碱度调节化学反应条件,

确保反应按预期进行,而抑制剂控制化学侵蚀,提升过程可控性并减少设备损害。表面活性剂保持磨料分散,防止团聚,确保抛光过程一致性和可靠性。机械与化学作用的结合有效提升材料去除效率,改善表面质量^[2]。

2.2 材料去除的微观机理:磨料与材料表面的相互作用

磨料与材料表面的相互作用是 CMP 过程中材料去除的关键。磨料通过与材料表面的物理摩擦,产生压力和切削作用,将材料逐层去除。在这一过程中,磨料的粒径和硬度直接决定了去除效率。较粗的磨料通过较大的切削力去除较多的材料,而较细的磨料则能提供精细的表面加工效果。磨料的硬度与材料的硬度差异也影响磨削过程,较硬的磨料能够更有效地突破材料表面的强度,使去除过程更加高效。

化学作用则通过氧化剂与材料表面反应,生成软质物质,减少磨料与材料之间的摩擦力。氧化剂与材料表面发生化学腐蚀反应,形成容易被机械力去除的薄层,进一步促进了磨料的切削作用。pH 调节剂和抑制剂的作用则通过优化酸碱度和控制化学反应的程度,增强了表面加工均匀性和稳定性。

2.3 材料去除速率的影响因素

材料去除速率(MRR)是评价 CMP 过程效率的重要指标,受到多个因素的影响。首先,磨料的性质对去除速率起着直接作用。硬度较高的磨料能更有效地破坏材料表面,增加去除速率。其次,磨盘转速和工件相对速度的增加会提高磨料与材料表面接触的频率,从而提高去除速率。压力的增大同样能增强磨料的切削作用,提升去除速率。然而,过大的压力可能会导致过度磨削并引发表面损伤,因此需要在控制范围内进行调整。此外,化学腐蚀液的浓度、pH 值以及化学成分也会影响去除速率,合适的化学腐蚀液能够加速材料表面溶解,提高去除效率。

2.4 CMP 过程中微观形貌变化与去除效率的关系

CMP 过程中的微观形貌变化是衡量去除效率的重要因素之一。在磨削过程中,材料表面不断被磨料切削和化学腐蚀,表面形貌会发生显著变化,可能表现为表面粗糙度的增加或减少。适当的微观形貌变化有助于提升去除效率,过于粗糙的表面则可能导致磨削力的波动,影响材料去除的均匀性。另一方面,化学反应通常会使材料表面形成一定的薄膜或溶解层,这一层的存在有助于减少磨削过程中的摩擦,避免表面损伤,从而提高去除效率。因此,CMP 过程中,微观形貌的变化与去除效率密切相关,优化表面形貌可显著提升整体加工效果。

3 CMP 磨削中的磨料特性研究

3.1 磨料磨削与磨料机制分析

在 CMP 磨削过程中,磨料磨削是影响工艺效果和工具寿命的重要因素。磨料的磨削机制主要包括两种:机械磨削和化学磨削。机械磨削是指磨料颗粒在与材料表面接触

时,由于摩擦力的作用,磨料本身发生物理性磨损,如颗粒的崩裂、脱落等。而化学磨削则发生在磨料与材料表面发生化学反应时,导致磨料表面发生溶解或化学腐蚀。两者通常是交替发生的,磨料的磨削不仅影响其对材料的切削能力,还可能导致加工表面质量的变化。因此,理解磨料的磨削机制,对于提高 CMP 过程中的材料去除效率和表面质量具有重要意义。

3.2 磨削的影响因素:磨料类型、硬度、形状等

磨料的类型、硬度、形状和颗粒大小显著影响磨削特性。硬度高的磨料能有效切削材料,但容易磨损,缩短使用寿命。锐利的磨料颗粒更容易刺入材料表面进行切削,而钝化颗粒则增加摩擦力,导致更高的磨损。颗粒大小对磨削影响亦不可忽视,细颗粒提高表面精度但去除速率较低,而大颗粒则提升去除速率,但可能导致较大磨损和粗糙表面。此外,磨料的材料组成也影响磨削效果,不同材料的磨料在不同工件上的表现不同^[3]。

3.3 磨削对表面质量与材料去除的影响

磨料的磨削对表面质量和材料去除效率影响显著。磨料磨削导致颗粒锐利度降低,增加表面粗糙度,可能产生划痕或凹陷,同时降低去除速率。为保持加工效率和精度,需控制磨料磨削,并优化工艺参数和磨料选择,减少磨削对表面质量的影响。此外,磨削导致工具失效可能引起尺寸不稳定,增加不合格率。因此,精确控制磨料磨削,确保磨料始终处于良好工作状态,是提升加工精度的关键。

3.4 磨削与工具寿命的关系

磨料磨削与工具寿命之间存在密切关系。随着磨料磨削的逐渐加剧,工具的切削能力会不断下降,进而影响加工精度和表面质量。工具寿命的长短取决于磨料的磨削速率以及磨料与工具之间的相互作用。较高的磨削速率意味着工具寿命较短,因此,需要通过合理控制磨料的使用寿命、磨削参数和工艺环境来延长工具的使用周期。通常,通过选择合适的磨料类型、优化磨削压力与速度,可以有效延缓磨料的磨削,延长工具的使用寿命,从而提高整体加工效率。

4 CMP 工艺优化与控制策略

4.1 工艺参数优化方法:基于材料去除与磨削特性的优化

CMP 工艺优化需基于材料去除速率(MRR)和磨削特性调整工艺参数。通过调节磨料类型、粒度、压力和速度,可以提高材料去除效率并减少磨料磨削。较高的压力和速度能增加去除速率,但可能引起磨料快速磨削和表面粗糙度增加。因此,优化时需平衡去除效率与磨削,确保加工质量。利用数学模型和实验数据分析,可为不同材料和需求选择最优工艺参数^[4]。

4.2 优化磨料选择与分布策略

磨料的选择与分布策略直接影响到 CMP 过程的材料去除效率与表面质量。首先,磨料的选择应基于被加工材

料的硬度、化学性质和表面质量要求。硬度较高的磨料适用于硬度较高的工件,但也可能增加磨损。其次,磨料的分布策略应确保磨料均匀地分布在整个磨盘上,以避免磨料集中导致局部过度磨削。可以通过优化磨料颗粒的分布密度、颗粒大小以及颗粒形状,来减少磨料对材料表面的不均匀作用,从而实现均匀且高效的材料去除。通过控制磨料的配置和量化分布,可以有效改善表面质量并延长工具使用寿命。

4.3 压力与速度控制策略的提出

压力和速度是 CMP 工艺的关键参数,合理控制可优化去除效率并降低磨损。过高压力可能导致表面损伤,过低则降低去除速率。因此,压力需根据材料特性和加工需求调节。磨盘转速和工件相对速度也影响加工效果,高转速提升去除效率,但可能引起热积聚影响表面质量,低转速则速率较低。通过实验数据和数学模型优化参数控制,可提升工艺稳定性和加工精度。

4.4 CMP 加工过程中的监测与控制技术

CMP 加工过程中,监测与控制技术在确保加工精度和质量中起着至关重要的作用。实时监测磨盘转速、压力、温度等工艺参数,可以及时发现加工过程中出现的异常情况,防止过度磨削或过早磨损的发生。基于传感器的在线监测技术可以动态反馈磨削状态,结合智能控制系统,自动调整工艺参数以维持稳定的加工状态。此外,使用图像处理技术对加工表面进行实时检测,可以获取表面粗糙度、缺陷等信息,为调整工艺参数提供数据支持。借助先进的传感器和数据分析技术,能够有效提升 CMP 过程的自动化与智能化水平,进一步提高加工质量和生产效率。

5 实验验证与数据分析

5.1 实验设计与材料选择

实验设计是 CMP 工艺优化与验证中的关键环节,合理的实验设计能够准确评估工艺参数对材料去除与磨损特性的影响。在本实验中,选择了常用于半导体加工的硅晶圆作为测试材料,考虑到其硬度适中且易于加工,同时具有良好的表面反应性。磨料选择上,采用了粒度不同的二氧化硅颗粒,以测试不同粒度对去除速率和表面质量的影响。实验中还设计了不同的磨削压力、速度以及化学液体浓度等工艺参数组合,目的是通过对比分析不同条件下的材料去除效果和磨损特性,寻找最优的工艺组合。

5.2 材料去除速率与磨损率的实验结果

实验结果表明,材料去除速率与磨料粒度、压力、转速等工艺参数密切相关。随着磨料粒度的增大,材料去除速率呈现上升趋势,但同时表面粗糙度也有明显增加。实验数据表明,在较低的压力和适中的转速下,去除速率较高且表面质量较好,而过高的压力会导致材料去除速率过快,但同时磨料的磨损率也大幅增加,导致工具寿命缩短。磨损率的实验结果显示,随着磨料使用时间的增加,磨料

颗粒的表面逐渐钝化,导致磨损速率显著上升,进而影响材料的去除效率和表面质量^[5]。

5.3 数据分析与结果讨论

实验数据分析显示,工艺参数对 CMP 磨削具有显著的非线性影响。磨料粒度影响去除速率与表面粗糙度,粗磨料提高去除速率但表面质量差,细磨料则反之。适中的压力能提高效率并减少磨料磨损,过低或过高的压力会降低工艺效果。磨料类型与材料相容性也关键,选择合适的磨料能有效减少磨损,延长工具寿命。

5.4 CMP 磨削工艺优化建议

根据实验结果,提出以下 CMP 磨削工艺优化建议:首先,应根据被加工材料的特性选择合适的磨料,粒度选择上应权衡去除速率与表面质量的需求。对于要求高表面质量的加工任务,推荐使用较细的磨料颗粒,尽管去除速率较慢,但可以获得更好的表面光洁度。其次,合理调节压力与转速是提高加工效率的关键。建议在适中的压力和转速条件下进行磨削,以平衡去除速率和表面质量。

6 结语

本文通过对 CMP 磨削过程中材料去除机理与磨损特性的深入研究,揭示了磨削过程中的关键因素,尤其是磨料选择、压力与速度对材料去除效率和磨损的影响。通过实验验证和数据分析,提出了有效的工艺优化策略。研究结果为进一步提高 CMP 技术的加工精度、降低成本和提升生产效率提供了理论支持。未来研究可以在不同材料、不同应用场景下继续深入探讨 CMP 磨削的材料去除机理与磨损特性,以推动精密加工技术的发展。

[参考文献]

- [1]范磊,王娜,尹国强.基于单颗磨粒磨削的 SiCp/Al 材料去除机理研究[J].组合机床与自动化加工技术,2024(10):126-131.
- [2]杨震宇,邹平,周亮,等.单颗 CBN 磨粒超声振动辅助磨削 AISI 304 材料去除机理[J].东北大学学报(自然科学版),2024,45(7):1011-1019.
- [3]闫峰.GaSb 单晶片微纳划擦特性与超精密磨削材料去除机理研究[D].辽宁:大连交通大学,2024.
- [4]高腾.超声赋能微量润滑磨削 CFRP 材料去除机理与力模型[D].山东:青岛理工大学,2024.
- [5]段继豪,安佳乐,吴卓繁,等.航发叶片砂碟磨削接触特性及材料去除机理[J].机械工程学报,2023,59(17):349-360.

作者简介:赵国彬(1985.9—),男,毕业院校:沈阳航空工业学院,学历:本科,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前就职单位:贺利氏信越石英(中国)有限公司,职务:工业化工程师,所在职务的年限:2年(包括其他工作单位16年),职称级别:现有中级工程师。

焦化厂自动化仪表的故障预防及维护策略分析

魏东

国能巴彦淖尔煤化工有限责任公司, 内蒙古 巴彦淖尔 015000

[摘要]随着焦化厂生产规模的不断扩大及技术的进步, 自动化仪表设备的种类与数量持续增加, 应用范围也在逐步扩展。现代化的自动化控制系统依赖各类精密仪器来实时监控温度、压力、流量等关键参数, 从而确保生产的高效与稳定。随着设备使用时间的延长及环境条件的日益复杂, 这些仪器设备的故障问题逐渐凸显, 给生产带来了较大压力。为了提升设备的可靠性与延长使用寿命, 减少维护成本并提高生产效率, 自动化仪表设备的故障预防与维护策略亟需得到更为充分的关注。

[关键词]焦化厂; 自动化仪表; 故障预防; 策略维护

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15245

中图分类号: TP3

文献标识码: A

Analysis of Fault Prevention and Maintenance Strategies for Automation Instruments in Coking Plants

WEI Dong

Guoneng Bayan Nur Coal Chemical Co., Ltd., Bayan Nur, Inner Mongolia, 015000, China

Abstract: With the continuous expansion of production scale and technological progress in coking plants, the types and quantities of automated instrumentation equipment continue to increase, and their application scope is gradually expanding. Modern automation control systems rely on various precision instruments to monitor key parameters such as temperature, pressure, and flow in real-time, ensuring efficient and stable production. With the extension of equipment usage time and the increasing complexity of environmental conditions, the problem of malfunctions in these instruments and equipment has gradually become prominent, bringing significant pressure to production. In order to improve the reliability and prolong the service life of equipment, reduce maintenance costs, and improve production efficiency, the fault prevention and maintenance strategies of automation instrumentation equipment urgently need to receive more attention.

Keywords: coking plants; automation instruments; fault prevention; strategy maintenance

引言

随着工业化进程的快速推进, 自动化技术在各类工厂中的应用日益普及, 尤其在焦化厂等高负荷、高强度的生产环境中, 自动化仪表设备扮演着至关重要的角色。生产过程的效率与安全直接受到这些设备性能稳定性的影响, 任何故障都可能导致生产停滞、资源浪费, 甚至引发安全事故。为了确保设备始终保持在最佳工作状态, 自动化仪表的维护与管理已成为焦化厂管理中的关键任务。

1 焦化厂自动化仪表维护工作的基本概念

在工业化升级改造持续深入的背景下, 焦化厂的自动化控制系统经历了技术手段的不断创新与优化, 自动化仪器和设备的广泛应用成为现代化生产的核心之一。随着科技的飞速发展, 自动化仪表设备的维护工作也在不断提升其重要性。良好的维护不仅能够保证仪器设备的完整性, 还能确保其内部数据的准确性与科学性, 从而为生产提供更为精准和可靠的决策依据。在焦化厂中, 采用科学、合理的仪表维护策略, 不仅能确保设备在长期运作中的稳定性, 还能有效提高工作效率和生产质量。通过定期检修、及时更新, 自动化仪表的使用寿命得以延长, 从而减少了更换频率, 降低了设备采购和维护的成本。此外, 系统的

维护工作还能大大减少人力和物力资源的消耗, 为企业带来更高的经济效益。因此, 自动化仪表的有效维护对于焦化厂的生产运营至关重要。它不仅能够提升设备的可靠性, 减少故障率, 还能在保障生产安全的同时, 确保企业能够长期稳定地运作。可以说, 自动化仪表的维护工作对焦化厂的持续发展起着至关重要的推动作用, 是企业实现现代化管理、提升生产力的关键所在。

2 关于焦化厂自动化仪表设备的故障分析

2.1 根据不同的参数分析不同的自动化仪表设备故障

在自动化仪器设备中, 要全面了解仪器的运行状态, 必须深入掌握其设计理念、设计方案、生产目的、制作过程及仪器性能等关键信息。只有在这些基础上, 才能在设备故障分析过程中做到得心应手, 精准定位问题所在。例如, 自动化仪器设备的仪表记录曲线如果始终表现为一条直线, 并且长时间没有任何变化, 这通常意味着设备出现了故障。此时, 可能是传感器未能正常响应, 或者信号传输系统存在问题, 导致数据没有被有效采集或处理。此外, 通过对仪器设备所记录的数据变化趋势进行分析, 也能发现潜在的故障。如果在某一段时间内, 仪表数据变化无规律, 忽大忽小且无法找到合理的解释, 那么很可能是控制

系统中的仪表出现了问题,这种情况可能由多种因素引起,如传感器的故障、信号干扰或数据处理错误等,甚至可能涉及到系统的硬件故障或软件逻辑的错误。因此,实时监控数据变化,并结合设备的设计参数进行对比分析,是有效判断仪表是否存在故障的关键方法。

2.2 温度自动化控制系统故障分析

温度自动化控制系统在焦化厂生产过程中扮演着至关重要的角色,确保设备在高温操作环境下的稳定运行。但受到多种因素的影响,系统常常出现故障,导致温控精度不足,甚至威胁到生产安全。其中,温度传感器故障被认为是系统失效的主要原因之一,常见的故障包括传感器失灵、老化或工作不稳定,这些问题会直接影响温度数据的准确采集。当传感器未能精确感知温度变化时,系统的反馈与调节将产生延迟或误差,从而影响整体温控效果。温度读取异常还可能由于传感器安装位置不当或电路连接不良而引发,从而导致温控系统的误调。另一个常见的故障源是温控器的参数设置错误或程序问题,如果控制器的设定不合理,或程序设计存在缺陷,可能会导致系统响应迟缓,无法有效调整温度,甚至发生死锁现象。若系统中的PID控制算法未根据实际情况优化调整,温度波动也将变得过大,难以稳定在设定值附近。电气系统的故障同样会影响温控系统的稳定性,温控系统的正常运行依赖于电力设备的协同工作。当电源电压不稳定,或电缆与接头存在接触不良的情况时,系统将变得不稳定甚至导致停机。继电器、接触器等电气元件的老化或损坏,也可能对温控系统的正常运作产生严重影响。

2.3 压力自动化控制系统故障分析

在焦化厂的生产过程中,压力自动化控制系统同样扮演着至关重要的角色,确保设备安全运行与工艺参数的稳定性。随着设备的持续运行,系统容易出现各种故障,进而影响压力控制的精度与可靠性,给生产过程带来潜在的风险。压力传感器故障是导致系统问题的常见原因之一,作为实时监测管道或设备压力的关键部件,传感器的老化、损坏,或受外部因素(如温度、振动等)影响,均可导致其读数不准确。当传感器无法提供精确的压力数据时,控制系统将难以作出准确的反应,可能导致系统出现过压或欠压现象,严重时甚至危及设备的安全。压力调节阀的故障同样是常见的故障来源,作为压力控制系统中的核心部件,调节阀的腐蚀、磨损或堵塞,会影响其正常运作,进而导致系统难以维持设定的压力值。此时,压力会出现波动,甚至无法稳定在目标值附近,进而影响整个生产流程的正常进行,造成效率下降或工艺异常。控制器及其软件问题也可能直接影响压力控制的准确性,若PID控制算法设置不当,或系统参数调整不合适,压力控制的反应可能迟缓,甚至产生过冲或超调现象。程序中的逻辑错误或自检功能失效,也可能导致控制系统的不稳定,进而影响压

力调节,破坏生产过程的稳定性。

电气系统的故障同样是压力控制问题的重要因素之一,不稳定的电源电压、接线松动或控制电路故障,都会影响压力控制系统的正常工作。控制信号的传递延迟或丢失,可能因电气连接不牢固,从而导致系统无法及时响应压力变化,影响设备运行的稳定性。

3 焦化厂自动化仪表设备的维护策略

3.1 建立严格定期的检查制度

建立定期检查制度是确保焦化厂自动化仪表设备持续稳定运行的关键保障。随着设备复杂度的不断增加以及生产任务压力的加大,自动化仪表的运行状态在很大程度上直接影响生产效率与安全性。科学合理的检查制度,有助于全面检测仪表设备,从而为保障设备性能提供有力支持,定期检查有助于及时发现潜在的故障隐患^[1]。在实际操作中,通过检查可以及早识别设备运行中的异常现象,例如传感器信号波动或控制系统反应迟缓等问题。虽然这些问题可能在短期内不显现,但若长时间积累,便会对设备造成不可逆的损害,甚至引发停产事故。早期发现这些隐患,有助于有效避免设备故障对生产造成的负面影响。此外,定期检查还能系统性地对设备进行保养与调试,保养工作不仅仅限于清理与润滑,更应包括设备性能的综合测试与调整,通过定期检修能够确保设备处于最佳运行状态,从而避免因操作不当或过度磨损而引发的精度与可靠性问题。在检查过程中,仪表的校准也是不可忽视的一部分,它确保了设备数据的准确性与稳定性,避免了生产过程中的误差。定期检查还能够显著延长自动化仪表的使用寿命,设备在长期运行过程中,往往会受到环境因素的影响,如温度变化、湿度、粉尘等,这些因素可能导致设备老化或磨损。定期检查使得磨损部件或失效部件能够及时发现,并采取替换或修复措施,从而延长仪器设备的使用年限,降低故障率,减少不必要的设备更换与维修成本。

3.2 仪器设备规划管理及预防性维护

仪器设备的规划管理及预防性维护是保障焦化厂自动化仪表设备长期稳定运行的关键措施。合理的规划管理不仅有助于有效分配资源,还能够通过科学的维护策略降低突发故障的发生率,从而提高设备的可靠性与使用寿命。仪器设备的规划管理应进行详尽的台账记录,确保每一台设备的型号、规格、安装位置及使用状况等信息一目了然。如此系统化的管理方式,便于企业实时监控设备的运行状态,出现问题时能迅速定位,进而制定有效的维修或更换计划。此外,通过对设备生命周期的科学评估,企业能够提前识别设备的维护需求,避免因老化或性能下降而导致的生产停顿。在此基础上,预防性维护作为一种减少设备故障率的策略,侧重于通过定期检查、检测及保养,提前发现并解决潜在问题,避免因设备故障造成生产中断^[2]。不同于事后修复,预防性维护可通过定期的技术检查、润

滑、更换易损件、校准等措施,确保设备始终处于最佳工作状态。特别是对于温度、压力传感器等关键设备,精度检测应定期进行,以确保测量数据的准确性。若发现问题,及时调整或修复以避免小问题发展为故障。与此同时,预防性维护还需根据设备的运行环境进行优化。在高温或高湿等严苛环境下,设备的损坏几率较高,此时需根据特定环境条件强化防护措施,选择合适的维护周期,并采取有效的防护手段,如安装防尘、防水罩等,以有效延长设备的使用寿命。

3.3 增强在仪器设备方面的自诊断技术运用

随着智能技术的快速发展,越来越多的先进电气仪表被应用于焦化厂的自动化控制系统中,极大地提升了生产的精确度和自动化水平。尤其是在智能检测仪表方面,随着其在设备维护中的逐步普及,许多仪表设备已经具备了自诊断功能,成为提高设备运行可靠性和延长使用寿命的重要工具。智能仪表的自诊断技术,作为这一技术进步的重要组成部分,能够实时监控设备的运行状态,并通过各种检测手段对设备的各项指标进行监测。自诊断技术通过传感器收集到的信号,能够分析设备的工作状况,识别潜在的故障隐患^[3]。比如,当设备的传感器发现测量数据出现偏差,或设备的工作信号出现异常波动时,智能仪表会立即发出警报,提示操作人员进行进一步检查,这种实时反馈机制不仅提高了故障处理的时效性,还大大减少了设备因故障停机的风险。自诊断技术的广泛应用,意味着焦化厂在仪器设备维护中可以更加主动而非被动,通过这种智能化的故障预警,技术人员能够提前识别并解决问题,而不必等到故障完全发生后再采取措施。这种早期发现故障的能力,显著提高了仪器设备的可靠性和生产的连续性。同时,智能仪表的自诊断功能也能减少人工检测的频次和人为错误,降低了人工成本,提高了维护工作的效率。更重要的是,智能仪表不仅能识别简单的硬件故障,还可以分析设备的运行数据,评估设备的健康状况,提供维护建议。例如,某些仪表能够通过长时间的数据监控,识别出设备部件可能出现的磨损、老化趋势,提前发出更换建议。这种功能使得仪器设备的维护不再是单纯的定期检查,而是基于实际运行状态的动态管理。

3.4 仪表设备维护保养基础工作的落实

仪表设备的维护保养工作是确保自动化系统稳定运行的核心环节。为实现这一目标,必须从多个方面入手,构建一个高效且完善的维护保养体系,其中包括日常检查、

定期维护以及操作人员的技能培训。日常检查作为基础性工作,对设备的正常运行至关重要,应定期对每台仪器设备进行详细检查,涵盖电气连接、信号传输以及外部环境适应性等方面。通过这种细致的排查,不仅能够及早发现潜在的故障隐患,还能确保设备的持续稳定运行。在此基础上,定期维护也是保持设备长期稳定性能的重要措施,定期的系统性检查与保养应包括更换老化部件、清理积尘、调整设备参数等工作,此外还需对设备进行全面检查。通过这些维护手段,可以有效确保仪器设备的精度,并延长其使用寿命。为了确保维护工作有序推进,企业应制定详细的设备维护计划,明确每项任务的责任分配与完成时间,以避免因疏忽或拖延影响设备性能。另外,操作人员的技术培训同样不可忽视。随着自动化技术日益复杂,设备的维护工作不仅仅局限于替换部件或清洁外观,更要求操作人员具备一定的专业知识与故障诊断能力。通过定期培训,提升员工对设备性能、操作规程及常见故障的识别与处理能力,不仅能够提高维护效率,也能有效减少人为操作失误对设备造成的影响。

4 结语

焦化厂自动化仪表设备的维护在生产效率与安全保障方面发挥着至关重要的作用。通过实施定期检查、精细化管理、预防性维护以及引入自诊断技术,设备的性能得以显著提升,使用寿命得以延长,同时故障的发生也得到了有效减少。随着技术的不断进步,焦化厂应持续优化维护策略,提升设备管理水平,从而确保自动化系统的稳定运行与高效运转。展望未来,智能化技术的广泛应用必将进一步提高设备维护的精准性与效率,推动焦化厂朝着更智能化、高效化的方向不断发展。

[参考文献]

- [1]李旭森.探析焦化厂自动化仪表的故障预防及维护策略[J].当代化工研究,2021(14):16-17.
- [2]王利雄.焦化厂自动化仪表故障的预防与维护[J].化工管理,2023(14):119-121.
- [3]郑梅.自动化在线检测仪表在焦化工程中的应用分析[J].冶金管理,2021(19):102-103.

作者简介:魏东(1984.12—),毕业院校:内蒙古科技大学,所学专业:化学工程与工艺,当前就职单位:国能巴彦淖尔煤化工有限责任公司,职务:专责,职称级别:助理工程师。

长输油气管道水平定向钻穿越施工技术研究

范佳豪 王佳旭

中国石油工程建设有限公司华北分公司, 河北 任丘 062500

[摘要]长输油气管道由于其高效、安全、经济等优点, 在我国的能源运输中占据重要地位。然而, 在实际的工程建设中, 受地理环境、地质条件等多种因素的限制, 传统的开挖施工方法难以满足长输油气管道的高效、安全和环保要求。为此, 本研究对一种被广泛应用于长输油气管道施工的水平定向钻穿越(HDD)技术进行了深入的研究。本研究首先分析了长输油气管道水平定向钻穿越(HDD)施工的需求和现状, 以及相应的技术难点和挑战。然后, 重点讨论了HDD的设计、施工、施工监控技术, 以及钻头选择与配套设备配置等关键技术, 并针对HDD技术在硬岩、砂砾土等复杂地质条件下的施工难题, 提出了相应的解决措施和具体施工方案。研究表明, 通过HDD技术, 不仅能够明显提高长输油气管道的施工效率, 降低施工成本, 而且能够大幅减少施工对环境和生态的破坏, 确保了施工的环保和安全, 提供了有益的参考和借鉴。

[关键词]长输油气管道; 水平定向钻穿越(HDD); 施工效率; 环保与安全; 复杂地质条件

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15246

中图分类号: TU990.3

文献标识码: A

Research on Horizontal Directional Drilling Construction Technology for Long-distance Oil and Gas Pipeline Crossing

FAN Jiahao, WANG Jiayu

North China Branch of China Petroleum Engineering & Construction Corp, Renqiu, Hebei, 062500, China

Abstract: long-distance oil and gas pipelines play an important role in energy transportation in China due to their advantages of high efficiency, safety, and economy. However, in actual engineering construction, traditional excavation methods are limited by various factors such as geographical environment and geological conditions, making it difficult to meet the requirements of high efficiency, safety, and environmental protection for long-distance oil and gas pipelines. Therefore, this study conducted in-depth research on a horizontal directional drilling (HDD) technology widely used in the construction of long-distance oil and gas pipelines. This study first analyzed the demand and current situation of horizontal directional drilling (HDD) construction for long-distance oil and gas pipelines, as well as the corresponding technical difficulties and challenges. Then, the key technologies of HDD design, construction, construction monitoring technology, as well as drill bit selection and matching equipment configuration were discussed in detail. Corresponding solutions and specific construction plans were proposed for the construction difficulties of HDD technology in complex geological conditions such as hard rock and gravel soil. The research results indicate that through HDD technology, not only can the construction efficiency of long-distance oil and gas pipelines be significantly improved and construction costs be reduced, but also the damage to the environment and ecology caused by construction can be greatly reduced, ensuring the environmental protection and safety of construction, providing useful reference and inspiration.

Keywords: long-distance oil and gas pipelines; horizontal directional drilling (HDD); construction efficiency; environmental protection and safety; complicated geological conditions

引言

在我国的能源运输领域中, 长输油气管道因其具有高效率、安全性高以及经济性较强等优势, 已逐渐成为关键的能源输送方式。然而, 其实际建设过程中存在的不同的地理、地质等影响因素, 使得原先传统的开挖施工方法难以符合长输油气管道的高效、安全以及环保需求。值得注意的是, 水平定向钻穿越技术(Horizontal Directional Drilling, HDD)被广泛应用在长输油气管道建设中, 并以其高效、安全、环保的特点应对各种复杂的工程环境。然而, 即使HDD技术显然对改善长输油气管道的施工条件有所贡献, 其设计、施工以及施工监控等关键技术、设备

选择与配套还存在一些挑战需要我们进一步研究和解决。本文正是围绕这一主题, 就长输油气管道水平定向钻穿越(HDD)施工的需求和现状、技术难点和挑战, 以及相关的关键技术进行深入的研究与探讨, 期望能进一步推动这一技术在长输油气管道施工中的应用, 为管道建设提供科学、有效的技术参考和借鉴。

1 油气长输管道的需求和现状

1.1 长输油气管道施工的重要性和挑战性

长输油气管道在能源输送中具有高效、安全、经济的显著优势, 已成为我国能源战略的重要组成部分^[1]。其施工过程中面临的挑战性问题凸显出深入研究和创新技术

的重要性。长输油气管道通常跨越复杂多样的地形和地质条件，包括山脉、河流、湿地等特殊区域。这种环境特性决定了传统机械挖掘或明挖开槽施工方式在很多情况下不可行，尤其是在对土地扰动敏感或环保标准严格的区域。施工中如何在保持高效推进中满足环保、安全和经济要求，成为管道建设的核心挑战之一。

长输油管道的施工规模往往十分庞大，建设周期长，涉及的管道铺设距离可达数百甚至上千公里。这种规模意味着对施工技术的稳定性和适应能力提出了更高要求，尤其是在面临地质不连续性、高地下水位或地表沉降风险等问题时，传统施工技术容易导致工程进度延误、成本超支及潜在安全隐患。

与此国家对生态环境保护的要求不断提高，现场施工过程中如何最大限度地减少地表破坏、水土流失、噪声污染以及对动植物生态的影响，也对管道施工提出了严峻考验^[2]。这些需求和挑战共同驱动着创新施工技术的兴起，以适应日益复杂的工程环境，真正实现高效、安全、环保和经济的施工目标。

1.2 水平定向钻穿越（HDD）技术的应用和问题

水平定向钻穿越（HDD）技术在长输油气管道的施工中具有广泛应用，主要用于跨越河流、公路、铁路以及其他障碍物，特别是在传统开挖方法不适用或环境敏感区域^[3]。HDD 技术在应用过程中也面临诸多问题。施工中的地质条件复杂多变，对钻头的磨损和施工精确度要求高。在硬岩和砂砾土等多样地质条件下，钻头选型、钻孔轨迹控制和施工参数调整等方面具有明显挑战。地下水的变动和地质不均匀性可能导致钻孔塌陷和设备卡钻等风险^[4]。设备的高昂成本和技术人员的需求也是 HDD 技术普及应用的主要限制因素。解决 HDD 技术在实际操作中的各种问题，对于提高施工效率和安全性至关重要。

2 水平定向钻穿越（HDD）技术的关键因素

2.1 HDD 施工的设计和控制技术

水平定向钻穿越（HDD）技术的设计和控制技术是保证施工顺利进行及施工质量的重要基础环节。科学合理的设计是 HDD 技术成功实施的前提。针对具体的穿越工程，需要综合考虑地质条件、水文环境、地形地貌以及管道尺寸与材质等因素，以确定合理的穿越路径和施工参数。穿越路径的设计需尽量避免岩层断裂带、溶洞、富水层等复杂地质区域，应尽量减少弯曲半径，以降低钻具和管材的应力，提高施工可行性。

HDD 施工控制技术是确保施工按设计要求进行的关键。施工过程中，导向控制系统通过精确的轨迹定位和实时的轨迹调整功能，保证钻头按照设计的轨迹推进，从而达到管道穿越的目标位置。在泥浆配置方面，合理调配泥浆性能可以起到冷却钻头、携带岩屑、稳定孔壁的功能，从而降低复杂地质条件对穿越施工的影响。施工机械参数

的实时监测与调整亦至关重要，包括钻压、扭矩、进给速度等参数的控制，以保证施工的安全性及效率。

通过精准的设计与严格的技术控制，HDD 技术可以最大限度地降低穿越施工中的技术风险，确保工程按照计划高质量完成，为复杂地质条件下的施工奠定坚实基础。

2.2 钻头选择和配套设备配置

在水平定向钻穿越（HDD）施工技术中，钻头的选择和配套设备的合理配置是保证施工顺利进行的关键因素之一。钻头的选择需综合考虑地质条件、管道直径及施工长度等因素。在硬岩地质中，应选用具有高强度切削齿及耐磨性能的 PDC 钻头或牙轮钻头，以提高切削效率并延长使用寿命；对于砂砾土等松散地质，应采用具备良好切削能力及高效排屑功能的适用钻头，避免塌孔和卡钻情况的发生。

配套设备的配置需根据施工设计要求及地层特点精准匹配，主要包括钻机、钻杆、泥浆泵及回拉设备等。钻机的选择应满足施工所需的推力和扭矩要求，确保施工精度；泥浆泵需提供稳定的泥浆输出，以润滑钻头、冷却设备并护壁固孔；回拉设备应具备足够的承载能力以避免损坏管材。设备间的协同配合能够显著提升施工效率和工程质量，为复杂地质条件下的 HDD 施工提供有力保障。

3 HDD 方案对复杂地质条件的应对

3.1 HDD 技术在硬岩施工难题对策

水平定向钻穿越（HDD）技术在硬岩地质条件下施工面临一系列难题，主要包括硬岩的高强度和磨蚀性，这对钻头性能、钻进效率及设备稳定性提出了更高要求^[5]。为应对这些问题，在施工设计和实施阶段需要采取针对性的技术措施。

硬岩地层施工过程中，钻头的选择至关重要。优质的钻头不仅需要具备高强度耐磨性能，还需根据硬岩的具体特性，如岩石强度、硬度和裂隙发育情况，选择适配的 PDC 钻头或滚刀钻头。在高压泥浆系统的配置中，可结合硬岩地层特性，选用适当的泥浆配比，通过泥浆的冷却、润滑、减阻作用优化钻头工作环境。高效的钻进参数如旋转速度、钻压和推进速率的优化，对于降低钻头磨损、提高钻进效率至关重要。

针对硬岩地层钻进中的高磨损问题，需加强设备的实时监控与维护，通过监控系统动态调整钻进参数，预警设备异常，确保施工过程的稳定性和安全性。采用先进的导向技术保障钻进路径的精度，避免因偏离设计路径增加施工难度。通过引入双动力头钻机等先进设备，还可进一步提升在硬岩条件下的施工效率。

这些优化措施不仅显著提升 HDD 技术在硬岩地层中的施工能力，在确保工程进度和成本控制方面提供了坚实保障，推动该技术在复杂地质条件下的广泛应用。

3.2 HDD 技术在砂砾土施工难题对策

砂砾土作为一种复杂且特殊的地质条件，往往对水平

定向钻穿越 (HDD) 施工提出了较大挑战。其具有的非均匀性、高磨蚀性以及易坍塌性,可能导致钻孔稳定性不足、管道穿越阻力增大等问题。针对这一地质特点,可采取多种技术措施加以应对。

优化泥浆配比是提高砂砾土 HDD 施工可靠性的关键,通过调整泥浆黏度和密度,可有效增强孔壁支撑力,减少坍塌风险。选用高耐磨钻头与钻杆,能够延长设备使用寿命并提升作业效率。施工过程中,采取分段施工及实时监测钻孔轨迹,可确保轨迹精准并降低意外风险。为防止孔道坍塌,采用钢制护管或封闭式空腔技术,能够显著改善钻孔稳定性。

这些针对砂砾土的施工措施,不仅提升了 HDD 技术在复杂地质条件下的适应性,还为长输油气管道施工提供了更加安全、高效的实践保障。

4 HDD 技术对施工效率和成本的影响

4.1 HDD 技术对提高施工效率的贡献

HDD 技术因其诸多优点在提高长输油气管道施工效率方面具有显著贡献。相比传统开挖技术,HDD 施工方法能够在不破坏地表的情况下进行管道铺设,有效避免了对地表设施和生态环境的干扰。这种非开挖施工特性使得在城市、河流、铁路等交通繁忙区域,以及生态敏感区域的施工得以顺利进行,从而无需复杂的地表恢复和重建工作,使工程进度得以加快。

HDD 技术通过先进的钻探设备和精确的测控系统,能够对钻进路径进行动态调整,保障了在复杂地质条件下的施工顺利进行。这种高精度的控制缩短了施工时间,降低了施工中断和返工的可能性,提高了施工效率。HDD 技术的自动化程度高,操作人员所需的劳动强度较低,且全程施工受天气条件影响较小,减少了因恶劣天气带来的施工延误。

与此 HDD 技术的模块化设计和标准化施工流程大幅缩短了施工准备和实际操作时间。管道穿越区域的精确设计与合理安排避免了不必要的施工环节,提高了资源的利用率。HDD 技术所需设备的灵活性和适用性使施工队伍能够快速响应各种施工需求,实现快速施工和有效管理。综合来看,HDD 技术的应用直接促成了施工效率的大幅提升,为长输油气管道工程提供了可靠的技术保障。

4.2 HDD 技术对降低施工成本的贡献

在长输油气管道施工中,水平定向钻穿越 (HDD) 技术对降低施工成本的贡献显著。HDD 技术减少了对地表开挖的需求,避免了大规模土方开挖和地表恢复所需的人力、设备及材料投入,从而有效降低了直接工程成本。HDD 技术能够适应多种复杂地质条件,通过精准地设计与施工,大幅减少了由地质问题所引发的施工返工及工程延误,这在长输管道跨越江河、高速公路等环境敏感区域的工程中显得尤为重要。HDD 施工对生态环境的破坏较小,减少了

因环境修复所带来的间接成本投入。依托高效的施工流程与严格的质量控制,HDD 技术在提高施工安全性和稳定性的同时,降低了因事故及质量问题所引发的额外成本支出,为实现管道工程的经济、高效建设提供了重要保障。

5 HDD 技术对环保和安全的保障

5.1 HDD 施工对环境和生态的保护

水平定向钻穿越 (HDD) 技术在长输油气管道的建设中得到了广泛应用,其对环境和生态的保护具有重要意义。传统的开挖施工方式通常会在地表植被、土壤结构和地表水系统造成不同程度的破坏,而 HDD 技术由于其非开挖的特点,极大地减少了对地表环境的干扰。HDD 施工方法能够有效避免对森林、河流、湿地等生态敏感区域的直接破坏,保护当地的生态系统。

在实施过程中,HDD 技术通过精确的技术参数控制和精细的施工组织,确保了钻孔路径的准确性,避免了不必要的土方开挖,减少了土壤侵蚀和水体污染的风险。HDD 施工中所使用的泥浆具有良好的封闭性和可控性,能够有效避免地下水体系的污染。施工所需的场地面积较小,施工周期短暂,进一步降低了对环境的影响。

通过采用 HDD 技术,施工噪音和粉尘的排放也显著降低,从而减少了对周围居民和野生动物的干扰。这种技术的使用为工程施工过程中环境和生态保护提供了一条可行的绿色路径,符合可持续发展的要求。HDD 技术不仅满足了工程建设的效率和安全需求,也为环境保护提供了保障,成为现代基础设施建设中重要的环保技术措施。

5.2 HDD 施工地安全保障措施

在长输油气管道施工中,安全保障措施是确保施工顺利进行的关键。水平定向钻穿越 (HDD) 技术由于其作业环境复杂,对安全要求较高,需在多方面确保其安全性。施工前,必须进行详细的勘测和风险评估,以识别潜在的危险源,确定适宜的安全防护措施。施工过程中,需加强作业人员的安全培训,提高他们对操作规程和应急处理程序的熟悉程度,从而降低人为失误的风险。应严格监控钻机设备状态,确保其在良好工况下运行;定期进行设备检修和维护,及时排除故障隐患。施工现场应设立警示标志和隔离措施,限制无关人员进入作业区域。施工用电、用水、用气等物资管理需严格遵循安全标准,防范线路故障和泄漏事故。遇到突发事件时,需有完善的应急预案,确保施工人员和周围环境的安全。这些措施的实施,为 HDD 施工提供了全面的安全保障。

6 结束语

通过对长输油气管道水平定向钻穿越 (HDD) 技术的深入研究,分析了长输油气管道 HDD 施工的需求、现状、技术难点与挑战,并对 HDD 的设计、施工监控技术,以及钻头选择与配套设备配置等关键技术进行了重点讨论。同时,针对硬岩、砂砾土等复杂地质条件下的施工难题,提出了

相应的解决措施和具体施工方案。实际结果验证,通过采用 HDD 技术,能够显著提升长输油气管道的施工效率,降低施工成本,大幅减少施工对环境和生态的破坏,有效保证了施工的环保和安全。然而,值得注意的是,对于极端复杂的地轨环境,HDD 技术可能还需进一步优化,以适应更多样的工程情况。因此,需要将未来研究重点放在优化 HDD 技术及其施工方式,提高其在复杂环境中的通用性和适应性上,以期进一步提高长输油气管道施工的效率 and 安全性。

[参考文献]

- [1]陈启伟.长输油气管道工程中定向钻穿越施工技术研究[J].精品.健康,2020(1):230-230.
- [2]王绥昊,龙小贺,王诗雅.地质复杂地段油气管道水平定向钻穿越施工方法[J].化工管理,2021(31):189-191.
- [3]王加虎张军.水平定向钻穿越砂层敷设燃气管道的施工技术[J].上海煤气,2023(5):8-9.
- [4]周政.油气长输管道定向钻穿越施工技术[J].工程技术,2023(7):0182-0184.
- [5]杨军.长输管道水平定向钻穿越施工技术[J].建筑工程与管理,2020,2(5):82-84.

作者简介:范佳豪(1996.4—),男,湖南工业大学科技学院,道路与桥梁。

石油化工工程中节能减排技术的应用研究

王燕坡

山东京博石油化工有限公司, 山东 滨州 256500

[摘要]随着全球能源需求不断攀升, 石油化工行业作为能源消耗和污染排放的重点领域, 亟需采取有效的节能减排技术。通过引入先进的工艺优化、能效提升、废热回收和绿色催化等技术, 可以大幅度降低生产过程中的能耗与排放。节能减排技术不仅能显著降低运营成本, 还能促进环保要求的达成, 有助于推动行业的可持续发展。在石油化工工程的实际应用中, 如何有效结合技术与管理措施, 实现资源的最大利用和污染的最小排放, 已成为亟待解决的重要课题。

[关键词] 石油化工; 节能技术; 减排技术; 废热回收; 绿色催化

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15233

中图分类号: TE683

文献标识码: A

Application Research on Energy-saving and Emission Reduction Technologies in Petrochemical Industry

WANG Yanpo

Shandong Chambroad Petrochemicals Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256500, China

Abstract: With the continuous increase in global energy demand, the petrochemical industry, as a key area of energy consumption and pollution emissions, urgently needs to adopt effective energy-saving and emission reduction technologies. By introducing advanced technologies such as process optimization, energy efficiency improvement, waste heat recovery, and green catalysis, energy consumption and emissions in the production process can be significantly reduced. Energy-saving and emission reduction technologies can not only significantly reduce operating costs, but also promote the achievement of environmental protection requirements, which helps to promote the sustainable development of the industry. In the practical application of petrochemical engineering, how to effectively combine technology and management measures to achieve maximum resource utilization and minimum pollution emissions has become an important issue that urgently needs to be solved.

Keywords: petrochemical industry; energy-saving technology; emission reduction technology; waste heat recovery; green catalysis

引言

石油化工作为全球能源和化工行业的重要支柱, 其生产过程中大量的能源消耗和废气排放一直是环境保护和可持续发展面临的巨大挑战。在全球范围内, 节能减排已成为各国政府和行业发展的核心议题。如何通过科技创新和技术升级, 在确保生产效益的同时, 降低能耗、减少排放, 已成为提升行业竞争力和环境责任感的关键。

1 石油化工行业节能减排的现状与挑战

1.1 传统工艺与设备的能效低下

石油化工行业大多数企业仍采用传统的生产工艺和设备, 这些工艺普遍存在高能耗、高排放的问题。许多老旧化工装置效率较低, 存在大量的能源浪费。例如, 许多炼油、蒸馏和分离过程采用的是高温高压工艺, 这种方式消耗了大量的热能和电力。在设备层面, 陈旧的蒸汽锅炉、压缩机、泵和换热器等设施普遍存在运行效率低下、热能利用不充分的现象。随着设备使用年限的增加, 这些设备的故障率和能耗水平逐渐增高, 极大地影响了整体能源效率。^[1]很多石油化工企业在运行过程中没有进行及时的设备更新和技术改造, 导致能源浪费和排放过高。由于设备老化, 蒸汽的回收、热能利用等环节都存在较大损失。这

不仅增加了能源的消耗量, 也使得生产过程中的二氧化碳和其他污染物的排放量难以控制。

1.2 生产过程中的能源消耗与污染排放不匹配

石油化工行业, 往往是能耗较高且难以避免污染排放的典型行业。由于石油化工产品的生产涉及到大量的化学反应、热能转换和物料传递过程, 这些工艺本身就需要消耗大量的能源。根据不同工艺的需求, 石油化工生产过程中主要依赖于蒸汽、天然气和电力等能源, 而这些能源的消耗往往远超行业平均水平。生产过程中产生的大量废气、废水和废渣等污染物的排放, 也是行业面临的主要问题。尽管近年来各类环保政策已逐步推行, 但仍有许多企业未能做到全面的污染物治理和资源回收, 导致生产废弃物的处理不规范、排放不达标。特别是在高温高压反应过程和炼油过程中的挥发性有机物 (VOCs)、二氧化碳及氮氧化物的排放问题, 依然是行业亟待解决的难题。

1.3 缺乏系统的管理机制与政策执行力不足

尽管许多地区已出台节能减排政策, 但石油化工行业在落实方面依然面临诸多挑战。许多企业缺乏系统管理和节能减排意识, 往往在生产中难以有效执行节能措施。部分企业注重短期经济效益而忽视长期节能效果, 缺乏完善

的节能评估体系,导致节能改造未能充分实施。此外,政策执行力度不够,地方政府监管不到位,部分企业仍未完全遵守环保标准。尤其是中小型企业,由于资金和技术限制,节能投入严重不足。^[2]尽管有技术创新,但由于资金和技术壁垒,许多先进节能技术未能广泛应用。

2 能源浪费与排放过高的根本原因分析

2.1 工艺流程不优化与能效低下

石油化工生产过程中的工艺流程常常设计不合理,这直接导致了能源的浪费。许多炼油和化工生产企业的工艺路线仍然依赖传统的热力学原理,尤其是在热能回收和利用方面缺乏高效技术。例如,在石油的蒸馏过程中,原油需要加热到高温(通常为 $350^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$)才能分离出不同的组分,但这一过程中大量的热能被浪费到环境中。在一些未进行节能改造的炼油厂中,约有 $25\%\sim 30\%$ 的输入热能被直接排放到大气中,造成了显著的能源损失。对于化工生产过程中的催化反应,许多老旧催化剂的效率较低,催化反应的选择性差,导致能源的非有效利用。例如,在聚乙烯生产过程中,催化反应的温度通常需要保持在 180°C 以上,且反应时间较长,这使得热能的消耗比实际生产需求高出 30% 以上。许多石油化工厂的能源管理系统不够智能,未能充分利用过程数据进行动态调节和优化。过度依赖人工操作和传统监控系统,导致热能、气体和电力的使用效率较低。特别是在热交换系统和蒸汽管网中,能量损失常常难以及时发现并解决,进一步加剧了能源浪费。

2.2 设备效能不足与老化

石油化工行业设备的老化和效能不足是导致能源浪费和排放过高的因素。以蒸汽锅炉为例,传统锅炉通常具有较低的热效率和较高的燃料消耗。一些老旧锅炉的热效率仅为 70% 左右,远低于现代锅炉($85\%\sim 90\%$),这使得大量燃料被浪费掉。尤其是当锅炉在负荷波动较大的情况下,效率会进一步下降。设备的频繁故障和长时间的停机维修也加剧了能源浪费。在一些石油化工企业中,由于设备管理不善,设备故障率较高。根据某炼油厂的统计数据,该厂的设备故障率在每年约为 $8\%\sim 10\%$,这不仅造成了直接的生产损失,还导致了停机期间能源的无效消耗。特别是电力和蒸汽的浪费,当设备故障或停机时,这些能源往往不能及时被切换或回收。一些关键设备,如压缩机、泵和换热器的运行效率也较低。以泵为例,在一些老旧设备中,泵的能效仅为 50% 左右,远低于新型高效泵的 $80\%\sim 90\%$ 能效。^[3]这不仅增加了能源的消耗,还导致了环境中二氧化碳和其他有害气体的排放。

2.3 低效废气与废热排放

废气和废热排放是石油化工行业能源浪费的重要表现形式,尤其是在高温高压的生产过程中。传统的废气处理技术效率低下,许多有害气体未经过充分净化就直接排放到大气中,既浪费了潜在的能源,又污染了环境。例如,

在石油裂化过程中,裂化炉的烟气温度通常为 400°C 左右,这些废热未能得到充分回收和利用。通过热交换设备回收废热的技术尚未在许多企业得到普遍应用,这使得大量高温废气直接排放,导致了能量的浪费。根据相关研究数据显示,石油化工行业的废热回收率普遍较低,仅为 $30\%\sim 40\%$ 。例如,在某大型炼油厂,废热回收系统的效率不到 35% ,导致了该厂每年约有 1500 万吨的蒸汽未能被回收利用。此外,部分石油化工企业的废气处理装置老化,废气排放中的二氧化碳、氮氧化物(NO_x)和硫氧化物(SO_x)等污染物的浓度未能有效降低,直接影响了排放标准的达标,增加了二氧化碳和其他温室气体的排放量。

3 关键节能减排技术的应用与效果评估

3.1 废热回收与热能利用技术

废热回收是石油化工行业最为广泛应用的节能技术之一。在石油化工的生产过程中,大量的废气和废水会排放出高温热能,这些热能如果能够有效回收,将大大减少能源消耗。例如,在炼油厂,常常采用热交换系统来回收高温废气和蒸汽,用于预热原料或提供工艺热源。通过废热回收,许多企业能够节省 $20\%\sim 30\%$ 的热能需求。例如,某大型石油化工企业通过引入集成热电联产(CHP)系统,将废气中的热能转化为电能和热能,成功减少了约 15% 的电力消耗。该技术的应用不仅有效降低了能耗,还减少了对外部电网的依赖,降低了运营成本。近年来一些先进的废热回收技术,如有机朗肯循环(ORC)系统,已开始石油化工企业中逐步推广应用。ORC系统能够利用低温废热(如低于 300°C 的废气)进行发电,某些企业通过这一系统的应用实现了 20% 以上的能源利用效率提升。

3.2 高效催化技术的推广与应用

高效催化技术在石油化工行业的节能减排中起着至关重要的作用。传统的催化剂在反应过程中可能会导致能量损失,且催化反应效率相对较低。近年来,通过引入新型催化剂和催化工艺,石油化工企业在降低能耗和提高反应效率方面取得了显著进展。例如,在加氢裂化和烯烃裂解反应中,采用新型高效催化剂能够显著降低反应温度和压力,减少能源消耗。以加氢裂化为例,传统加氢裂化反应需要在 450°C 以上的高温下进行,而通过应用新型催化剂,反应温度可降低至 400°C 左右,这不仅降低了能源消耗,还减少了操作中的氢气消耗和二氧化碳排放。根据某化工公司数据,使用新型催化剂后,能耗减少了约 10% ,二氧化碳排放减少了 15% 。^[4]绿色催化剂的研发进展也为石油化工企业带来了更为高效且环保的生产方案。例如,应用双金属催化剂或纳米催化剂,可以提高反应选择性,减少不必要的副产物生成,从而进一步降低能量损失。

3.3 工艺优化与智能化能源管理系统

工艺优化和智能化能源管理系统(EMS)是提升石油化工行业能源利用效率的重要途径。通过对生产过程的实

时监控、数据采集与分析,企业能够动态调整生产工艺,优化能耗结构。现代化的智能化能源管理系统通过对生产设备和系统进行全方位的实时监控,可以在能源需求低谷时自动调整生产负荷,避免过度能源消耗。一些石油化工企业通过引入数字化双胞胎技术,将工艺参数和设备状态进行虚拟建模与实时对比分析,发现能效低下的环节,从而及时进行调整。某炼油厂采用此技术后,在一个年度周期内,实现了总能耗下降7%以上,二氧化碳排放量减少了8%。工艺优化还包括了精细化的能源管理方法。例如,通过动态优化反应器的温度控制,或调整分馏塔的操作压力,可以在不改变生产效率的前提下,减少能量的过度消耗。一些企业还利用深度学习和人工智能算法,预测设备故障,避免因设备效率降低造成的能源浪费。

4 提升石油化工行业节能减排水平的对策建议

4.1 加大技术创新与设备升级力度

技术创新是提升节能减排水平的核心动力,尤其是在现有工艺和设备不断老化的情况下,技术改造显得尤为重要。石油化工行业应加大对先进节能技术的投入,重点推进高效催化剂、绿色化学工艺以及智能化控制系统的应用。例如,采用新型的催化裂化技术(FCC)可以显著提高原油加工效率,同时减少不必要的能源消耗。新的催化剂材料不仅提升了反应速率,还有效降低了反应温度和压力,从而大幅减少了能源的消耗。许多石油化工企业的设备更新滞后,导致整体能效水平低下。对于这些老旧设备,可以通过引进高效节能型设备或进行技术改造,如更换为高效电动机、优化泵和压缩机系统、改进换热器设计等,显著提升能效。据统计,通过对某炼油厂的设备更新和改造,可以使电力消耗降低约10%-15%。因此,企业应积极推进设备更新和技术改造,以达到节能降耗的效果。

4.2 强化能源管理与流程优化

在提升石油化工企业节能减排水平时,能源管理和流程优化至关重要。许多企业存在能源分散管理和低效利用问题,未能有效整合资源。因此,建立全面的能源管理体系(EMS)尤为关键。EMS通过实时监控、数据分析和智能调控,帮助企业精确掌握能源消耗,发现节能潜力,并通过优化控制策略实现精细化管理。工艺流程的优化也是节能减排的关键,通过合理调度高能耗设备、减少冗余工艺环节等,能显著提高能源利用效率。例如,通过改进流体动力系统,减少管道阻力,一些企业已实现15%以上的能源节

省。同时,流程优化还可降低二氧化碳等污染物的排放。

4.3 完善政策支持与激励机制

在节能减排的过程中,政府政策的引导和支持对行业的发展具有重要作用。石油化工行业应积极响应国家对节能减排的政策要求,配合政策导向进行相应的技术升级和管理改进。政府应出台更为具体和具有操作性的政策措施,如提供节能技术改造的财政补贴或税收优惠,鼓励企业进行设备更新和技术创新。特别是在节能减排初期,很多石油化工企业面对高额的改造投入时,常常缺乏足够的资金支持。政府可以通过补贴、低息贷款等方式缓解企业的资金压力,促进节能减排项目的实施。建立和完善企业节能减排的激励机制,促使企业主动提高节能减排意识。可以通过制定行业绿色认证体系、强化排放标准,以及给予符合标准的企业绿色标志等手段,鼓励企业积极投入节能减排技术的研发和应用。^[5]此外,政府可以通过设置能效指标和排放限制,迫使行业逐步向绿色化、低碳化发展,从而形成良性竞争,促进技术进步和管理创新。

5 结语

石油化工行业节能减排的提升既依赖于技术的创新与应用,也需要在管理和政策层面同步推进。通过优化工艺流程、更新老旧设备、实施智能化管理等手段,可以大幅度降低能耗与排放,推动行业的绿色转型。未来,持续加强节能技术研发、完善节能减排法规体系,将为石油化工行业实现可持续发展提供坚实的保障。

[参考文献]

- [1]余虹钢,曾桃,夏堃,等.石油化工企业节能减排现状与对策研究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(9):206-208.
 - [2]权计忠.石油化工企业节能减排的现状与对策[J].化工管理,2020(31):49-50.
 - [3]沈桂兰.石油化工装备制造业面临的问题及发展方向[J].科技信息,2012(15):440-416.
 - [4]李泽凯.节能减排环保型超低硫汽油生产技术——安庆市绿能石油化工技术开发有限公司创新纪实[J].中国发明与专利,2010(4):116.
 - [5]王少梅.石油化工企业节能减排的现状与对策研究[J].石化技术,2022,29(1):212-213.
- 作者简介:王燕坡(1987—),男,汉族,籍贯:山东菏泽,本科,职称:工程师,研究方向:化工工程。

某深基坑工程岩土工程勘察中抽水试验的应用

郭 嫄

上海元易勘测设计有限公司, 上海 201203

[摘要] 以上海地区某深基坑工程为研究背景,对抽水试验进行详细的应用分析,得出场地水文方面的地质工程参数-渗透系数、导水系数、贮水系数,为后期深基坑工程的设计和施工提供一定的理论指导。

[关键词] 深基坑工程;水文地质参数;抽水试验

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15256

中图分类号: TU463

文献标识码: A

Application of Pumping Test in Geotechnical Investigation of a Deep Foundation Pit Project

GUO Man

Shanghai Yuanyi Survey and Design Co., Ltd., Shanghai, 201203, China

Abstract: Taking a deep foundation pit project in Shanghai as the research background, a detailed application analysis of pumping test was conducted to obtain geological engineering parameters in the field of hydrology - permeability coefficient, hydraulic conductivity coefficient, and water storage coefficient. This provides theoretical guidance for the design and construction of deep foundation pit projects in the later stage.

Keywords: deep foundation pit project; hydrogeological parameters; pumping test

引言

对高层建筑、地铁、地下停车场等建(构)筑物建设而言,其基础建设过程中,基坑较深,在基础设施建设中是很重要的一环,而对地下水丰富的深基坑建设中,水文地质条件对深基坑工程的安全性和经济性有着直接影响。水文地质勘察方法很多,抽水试验就是其中一种重要的水文地质勘察手段,能够提供关于地下水位、渗透系数、含水层特性等关键参数^[1-2],对于深基坑的设计和施工具有重要意义。目前,不少学者做了大量研究,吴林韬^[3]分析了软土地区深基坑工程主要勘察技术方法,并对原位测试中的抽水试验进行详细分析,得到该场地砂性土的渗透系数变化范围;屈新文^[4]对天津地区某深大基坑通过抽水试验研究场地水文地质条件,结合工程特点进行分析评价;杨全旺^[5]分析了抽水试验的作用、对勘察的重要性,以及抽水试验对水文地质上的价值,并指出进行抽水试验常出现的问题及采取的措施。以上海地区拟建深基坑工程为背景,对抽水试验进行详细的应用分析,得出该场地水文地质参数,为后期深基坑工程的设计和施工提供一定的理论指导。

1 工程概况

1.1 工程基本概况

本工程位于上海市浦东新区某公园内,南侧和西侧为公园绿化,北侧为现存建筑,西侧为黄浦江,拟建建筑基坑结构边线距离黄浦江最近处约 16.0m。拟建建筑物内尺寸 36m*26m,基坑开挖深度普遍深度约 25m,局部深区为 27.4m,拟采用地下连续墙围护,墙身约 60.0m,基础型式采用桩基础,桩基型式采用钻孔灌注桩。

1.2 水文地质勘察工作主要内容

深基坑工程设计中,基坑支护是必须的工序之一,水

文地质参数的取值准确度直接影响降水的成效,尤其是渗透系数的取值问题。详勘阶段地质工程勘察过程中,需详细查明场地内隔水层、含水层的分布范围;含水层的埋深、土层厚度、渗透系数等参数;详细查明地下水与地表水之间的水力联系等,给设计和施工合理的结果和建议。

1.3 场地工程地质条件

(1) 地形地貌。上海属长江三角洲冲积平原。拟建建筑位于上海浦东新区,属滨海平原地貌类型。

(2) 场地内地层分布。根据勘察揭示,拟建场地揭露的地基土属第四纪河漫滩相、滨海、沼泽相、溺谷相、河口~滨海相、滨海~河口相沉积物,主要由黏性土、粉性土、砂土组成。勘探深度范围内揭露可划分为 4 个工程地质层及分属不同工程地质层的亚层。各土层名称、厚度、状态如表 1 所示,典型地质剖面图如图 1 所示。

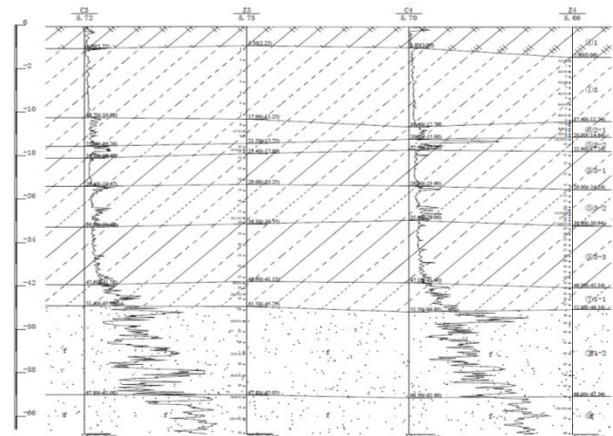


图 1 场地典型地质剖面图

表 1 场地地层特性表

土层层号	土层名称	土层厚度	状态	密实度
① ₁	杂填土	4.0	松散	
① ₃	江滩土(黏质粉土夹粉质黏土)	11.8	松散	
⑤ ₁	黏土	4.0	软塑	
⑤ ₂₋₁	黏质粉土夹粉质粘	2.7		松散
⑤ ₂₋₂	砂质粉土	2.7		中密
⑤ ₃₋₁	粉质黏土	6.2	软塑	
⑤ ₃₋₂	砂质粉土夹粉质黏土	7.1		稍密
⑤ ₃₋₃	粉质黏土	10.9	软塑	
⑦ ₁₋₁	砂质粉土夹粉质黏土	4.4		中密
⑦ ₁₋₂	粉砂	16.1		中密
⑨	粉砂	未钻穿		密实

(3) 场地内水文地质情况。拟建场地地下水位主要有浅部土层中的潜。补给来源主要有大气降水入渗和河水径流补给,其排泄方式以河流径流排泄为主,蒸发消耗为辅。潜水埋深一般离地表面 0.3~1.5m,常年平均地下水埋深为 0.5~0.7m。

场地内⑤₂₋₁层黏质粉土夹粉质黏土、第⑤₂₋₂层砂质粉土、第⑤₃₋₂层砂质粉土夹粉质黏土为微承压含水层,其中第⑤₂₋₁层、第⑤₂₋₂层连通可作为一个微承压含水层考虑。第⑦₁₋₁层砂质粉土夹粉质黏土、第⑦₁₋₂层粉砂、第⑨层粉砂连通可作为一个承压含水层考虑。

2 勘察成果分析

2.1 水力联系

为了揭示拟建场地地下水与地表水水力联系,在场地西侧布置一个水力联系孔进行地下水及地表水的监测,监测结果如图 2 所示:

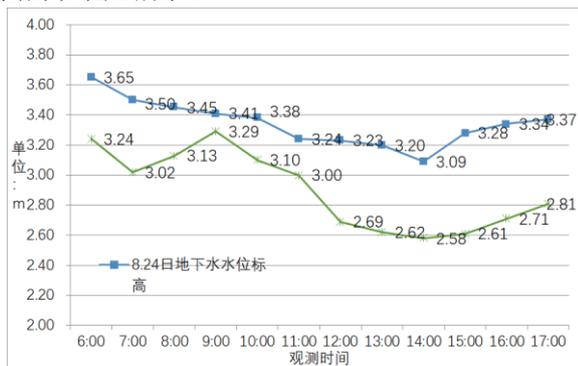


图 2 水位观测时间~水位标高变化曲线图

根据上图数据可知,拟建场地西侧黄浦江水位受潮涨潮落影响,绝对标高起伏在+2.58~+3.29m之间,地下水水位绝对标高为+3.09~+3.65m,根据观测结果可见,地表水的水位与场地内的地下水水位有较强的水力联系。

2.2 抽水试验方案设计与实施

2.2.1 抽水试验方案设计

为了得到微承压水、承压水水文地质参数,抽水试验

层位定在⑤₃₋₂、⑦₁层含水层中。对⑤₃₋₂层微承压含水层抽水试验井,编号 J1~J2,抽水井距离约 20m,设计井深 36.0m,试验井过滤器位于 29.0~35.0m,另布置 2 个观测井,编号 G3~G4,井深 35m。对⑦₁层承压含水层抽水试验井,编号 H1~H2,抽水井距离 26m,井深 58m,滤水管为 49~57m,另布置 2 个观测井,编号: G1~G2,井深 58m,滤水管为 50~57m。

2.2.2 抽水试验方案实施

本次试验分为 3 组,分别为:

第一组:对 H1 井进行单井抽水试验,观测井 H2、J1、J2, G1~G4,主要是求⑦₁层水文地质参数;

第二组:对 J2 单井抽水试验,观测井 J1、H1、H2、G1~G4,主要是求⑤₃₋₂层水文地质参数。

第三组:对 H1、H2、J1、J2 进行一组群井抽水试验,对 G1~G4 进行观测。

表 2 抽水试验工作量汇总表

试验分组	抽水井	观测井	累计时间(min)			平均流量 m ³ /h
			抽水	水位恢复	合计	
单井	H1	H2、G1~G4	1740	2940	4680	6.8
单井	J2	J1、G1~G6	1500	5340	6840	2.5
群井	H1~H2 J1~J2	G1~G4	4860	7980	12840	5.2/4.1 1.2/1.8

注:群井试验单井出水量按先后顺序分别对应 H1、H2、J1、J2。

2.2.3 水文地质参数求解

本次试验水文地质参数是根据稳定流与非稳定流抽水试验数据计算求得。含水层渗透系数等参数是根据试验时非稳定流阶段采集的数据,本次抽水试验计算方法采用定流量非稳定流的泰斯求解法进行参数计算。对于影响半径,通过抽水稳定后观测孔水位监测资料,利用稳定流计算公式求得。

(1) 理论推导公式

单井定流量的承压完整井流,可归纳为如下的数学模型:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 s}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial s}{\partial r} = \frac{\mu^*}{T} \frac{\partial s}{\partial t}, t > 0, 0 < r < \infty \\ s(r, 0) = 0, 0 < r < \infty \\ s(\infty, t) = 0, \frac{\partial s}{\partial r} \Big|_{r \rightarrow \infty} = 0, t > 0 \\ \lim_{r \rightarrow 0} r \frac{\partial s}{\partial r} = -\frac{Q}{2\pi T} \end{cases} \quad (1)$$

由此得出泰斯公式:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \int_{\frac{r^2}{4at}}^{\frac{r^2}{4\mu y}} \frac{e^{-y}}{y} \frac{r^2}{4ay^2} dy = \frac{Q}{4\pi T} \int_{\mu}^{\infty} \frac{e^{-y}}{y} dy, \text{其中: } \mu = \frac{r^2}{4at} = \frac{r^2 \mu^*}{4Tt} \quad (2)$$

用 $W(\mu) = \int_{\mu}^{\infty} \frac{e^{-y}}{y} dy$ 代替上式指数积分得到

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(\mu)。$$

为计算方便,将 $W(u)$ 展开成级数形式:

$$W(u) = \int_{\mu}^{\infty} \frac{e^{-y}}{y} dy = -0.577216 - \ln \mu + \mu - \sum_{n=2}^{\infty} (-1)^n \frac{\mu^n}{n \times n!} \quad (3)$$

$$\text{得: } T = \frac{2.3Q}{4\pi\Delta s}, \quad S = \frac{2.25Tt_0}{r^2}。$$

泰斯水位恢复法公式:

$$s' = \frac{Q}{4\pi T} [W(u) - W(u')] = \frac{Q}{4\pi T} \left(\ln \frac{4Tt}{r^2 S} - \ln \frac{4Tt'}{r^2 S'} \right) \quad (4)$$

利用以上理论公式及其变化推导的公式,转化为可编程的公式编写的抽水试验软件 AquiferTest 软件,进行本工程的水文地质参数求解。本次试验利用 AquiferTest 软件中泰斯曲线法、汉图什曲线法、泰斯恢复法对抽水试验数据进行水文地质参数的求解。

(2) 水文地质参数结果

表 3 ⑦₁层水文地质参数表

参数求解			渗透系数 (m/d)		导水系数 (m ² /d)		贮水系数
层位	抽水井	观测井	汉图什曲线法	泰斯恢复法	汉图什曲线法	泰斯恢复法	汉图什曲线法
⑦ ₁	H1	H2	1.75	1.74	17.84	17.41	4.05E-4
		G1	1.82	1.88	18.20	18.81	7.07E-4
		G2	1.83	1.79	18.31	17.90	4.73E-4
		平均值	1.80		18.08		5.28E-4

表 4 ⑤₃₋₂层水文地质参数表

参数求解			渗透系数 (m/d)		导水系数 (m ² /d)		贮水系数
层位	抽水井	观测井	泰斯曲线法	泰斯恢复法	泰斯曲线法	泰斯恢复法	泰斯曲线法
⑤ ₃₋₂	J2	J1	0.39	0.51	2.73	3.58	3.78E-4
		J2	/	0.46	/	3.23	/
		G3	0.41	0.56	2.85	3.90	7.68E-4
		平均值	0.47		3.26		5.73E-4

通过抽水试验及水文地质参数的计算,可知,第⑤₃₋₂层渗透系数为 0.47m/d (5.44E-4cm/s),导水系数为 3.26m²/d,贮水系数为 5.73E-4;第⑦₁层渗透系数为

1.80m/d (2.08E-3cm/s),导水系数为 18.08m²/d,贮水系数为 5.28E-4。

3 结语

(1) 拟建场地紧靠黄浦江,地表水水位与地下水有较强的水力联系,设计与施工引起足够重视。

(2) 岩土工程勘察过程中,抽水试验具有重要的作用,能够提供地下水位、渗透系数、含水层水文地质特性等关键参数,为基坑围护设计和施工提供合理的依据。通过合理布置抽水试验孔和观测孔,进行详细的抽水试验,可以有效评估地下水对基坑稳定性的影响,优化地下水控制措施,确保基坑施工的安全性和经济性。

(3) 建议实际施工过程中,减压降水应最后一层土开挖时启动降压,并做到按需控制、快速施工等要求进行,建议当底板完成后,结构强度满足设计强度要求时,在监测等信息化施工条件下,逐渐关闭承压水降水,以减小对周边环境的影响。建议实际施工过程中,减压降水以实际施工方案为主,并采用实际水位控制整个减压降水运行,并根据实际水位变化指导降水运行,做到“按需降水”,有效控制周边环境安全。

[参考文献]

- [1] 工程地质手册编写委员会. 工程地质手册(第五版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [2] 李再兴. 有关基坑降水方法的探讨[J]. 地下水, 2008, 30(2): 72-79.
- [3] 吴林韬. 软土深基坑勘察技术及实例验证分析[J]. 江西建材, 2023(4): 147-151.
- [4] 屈新文. 天津滨海新区某深大基坑工程的水文地质勘察和分析评价[J]. 铁道勘察, 2010(2): 70-74.
- [5] 杨全旺. 浅谈岩土工程勘察中抽水试验的意义及注意事项[J]. 西部资源, 2018(3): 98-99.

作者简介: 郭嫚(1987.1—),女,毕业院校: 沈阳建筑大学,学历: 研究生,所学专业: 建筑与土木工程师,目前工作单位: 上海元易勘测设计有限公司,职务: 项目经理 10 年,目前职称: 中级工程师。

浅谈地籍控制测量与地籍测绘成图技术应用

谷荣新

辽宁佳泰土地勘测规划有限公司, 辽宁 大连 116021

[摘要]地籍控制测量和地籍测绘成图技术在土地管理中具有重要意义。地籍控制测量为土地边界和权属确认提供精确的基础数据,而地籍测绘成图技术则通过采集和处理土地信息,生成地籍图。随着技术的进步,GPS 测量、数字摄影测量和遥感技术等被广泛应用,提高了测量的精度和效率。文章简要探讨了这些技术在地籍测量中的应用及其发展,以期能为土地管理和规划提供可靠的技术支持。

[关键词]地籍控制测量;地籍测绘成图技术;技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15220

中图分类号: P27

文献标识码: A

Discussion on the Application of Cadastral Control Surveying and Cadastral Mapping Technology

GU Rongxin

Liaoning Jiatai Land Survey and Planning Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116021, China

Abstract: The techniques of cadastral control surveying and cadastral mapping are of great significance in land management. The cadastral control survey provides accurate basic data for land boundary and ownership confirmation, while cadastral mapping technology generates cadastral maps by collecting and processing land information. With the advancement of technology, GPS measurement, digital photogrammetry, and remote sensing technology have been widely applied, improving the accuracy and efficiency of measurements. The article briefly discusses the application and development of these technologies in cadastral surveying, in order to provide reliable technical support for land management and planning.

Keywords: cadastral control survey; cadastral surveying and mapping technology; technical application

引言

地籍控制测量与地籍测绘成图技术在土地管理、城市规划及基础设施建设等领域中扮演着至关重要的角色。随着社会不断进步及土地资源日益紧张,土地信息的准确性与时效性显得愈加重要。作为地籍测绘的基础,地籍控制测量的精确度直接影响着土地边界的划定与权属的确认,其在保障土地登记信息的准确性与合法性方面,起着关键作用。地籍测绘成图技术则将这些精确的测量数据转化为直观的地籍图,提供了土地管理所需的空间数据支持。实际应用中,地籍控制测量通过构建高精度的控制网与测量基准,确保了地籍图的可靠性与准确性。借助先进手段,如 GPS 测量、数字摄影测量与遥感技术等,地籍测绘成图技术高效地采集并处理土地信息。两者的结合,不仅推动了地籍测绘的现代化,还大幅提升了测量精度与工作效率。此外,这些技术在应对复杂地理环境与土地信息更新需求时,展现出了显著的优势。本文将从地籍控制测量的基本要求与操作流程出发,结合地籍测绘成图技术的测量模式,深入探讨其在土地管理中的实际应用与未来发展,旨在为相关领域的研究与实践提供有价值的参考与借鉴。

1 地籍控制测量

1.1 首级控制网

首级控制网在地籍控制测量中占据着基础性 with 核心地位,其精确性直接影响着后续测量数据的可靠性与准确

性。该网一般由国家或地区的高精度测量点组成,具有严格的精度要求,并广泛应用于土地登记、规划、征收等土地管理工作。在建立首级控制网时,需精心选取合适的基准点,这些基准点通常由政府相关部门设立,具有法律效力,且在地理信息系统中提供了重要的坐标与高程数据。为了确保控制网的精度,测量工作常采用高精度的全站仪、GPS 技术及现代测量仪器,通过长时间的观测与测量,确保了控制点坐标、方向角及水平距离等数据的准确无误。值得注意的是,首级控制网的建设不仅要求高精度,还需具备良好的稳定性与可维护性。因此,在选择点位时,需充分考虑周围环境的稳定性,避免人为因素或自然灾害对其造成干扰。在地籍控制测量中,基准参考为整个测量网络提供了首级控制网,后续精细化测量的依据由此得以进行。

1.2 进行地籍控制测量时,需遵守的操作要求

地籍控制测量的操作要求是确保测量结果准确性与可靠性的关键。测量员必须严格按照国家及地方的测量规范与标准进行操作,以保证测量过程的科学性与规范性。在测量前,必须进行全面的现场勘查与准备工作,这一环节不可忽视,应充分了解地块的地理环境、周围建筑物及自然障碍物,以判断测量实施的可行性与操作难度。设备的检查同样至关重要,操作人员应确保仪器设备处于精度范围内,并定期进行校准与维护,以避免因设备故障而引起的测量误差。每一测量点的定位应精确记录,并依托首

级控制网进行严谨的校准与对比,从而确保测量数据的准确性。在测量过程中,测量员还应留意可能影响测量精度的因素,如大气条件、电磁干扰等,且采取有效的控制措施以补偿这些误差^[1]。面对复杂地形或特殊环境因素时,适当的测量方法应根据实际情况选择,例如,选用合适的测量仪器或进行分区测量,确保测量精度与效率。数据采集时,相关的地籍信息应全面调查,确保测量数据与土地权属、用途等信息一致,以避免未来因信息不符而引发法律纠纷。在操作过程中,历史数据的对比与核实亦需进行,潜在问题应及时发现并加以修正,从而提高测量成果的可靠性与准确性。

1.3 进行地籍控制测量操作的意义

地籍测绘工作中的准确性和可靠性对于地籍图的绘制至关重要。因此,在进行地籍控制测量之前,必须开展充分的调查工作,对即将测量的土地进行详细了解。通过调查该地块的地理位置、面积、地块等级、所有者以及使用者等信息,可以有效减少因地籍图比例问题带来的影响。此外,对于地籍信息的变更,应及时进行修改,确保地籍信息的更新与时俱进,从而提升地籍图的准确性。随着社会各方面的发展,对地籍控制测量的精度提出了更高的要求。因此,提升测量技术和测量仪器的精度成为必然,只有这样,才能确保地籍测量结果的准确性,为地籍控制测量提供坚实的技术保障。

1.4 强调对地籍控制测量工作的重视

地籍控制测量在土地管理与规划中占据至关重要的地位,其重要性不仅体现在为土地资源的合理利用提供基础保障,还关乎社会稳定与经济发展的关键。地籍控制测量的核心任务在于为土地界址的确立、地块权属的确认以及土地利用与管理提供精准的基础数据。不精确的测量结果可能导致土地权属争议,进而影响土地交易、城市建设及政府土地政策的实施,带来广泛的负面影响。因此,提升对地籍控制测量的关注度,确保测量工作的高精度与高可靠性,变得尤为重要。在实际操作中,测量人员需具备扎实的专业技能与丰富的实践经验,并运用先进的测量技术与设备,以确保测量结果的准确无误。对地籍控制测量工作的重视,亦体现在严格遵循测量标准与程序,确保每个环节都符合相关法律法规要求。测量过程中,必须对每一个环节进行严格把控,潜在问题应及时识别,并采取有效措施进行纠正,从而确保最终测量成果的完整性与一致性。

1.5 对控制网进行加密

加密控制网是确保地籍控制测量精度的重要步骤之一。作为测量工作的基础,控制网的质量直接决定了测量结果的准确性与可靠性。在复杂地形或大范围测量区域,控制网加密尤为重要。通过在原有控制网的基础上增加测量点密度,主要目的是提高测量精度,并有效减少误差。特别是对于细小区域或边界复杂的地块,控制网加密能够

显著提升测量数据的精确性,从而为后续的地籍图绘制与土地权属确认提供更可靠的数据支持。此外,测量点位的定位能力也能通过控制网加密得到增强,减少地形、环境或仪器误差带来的影响,保证了测量成果的稳定性与准确性^[2]。在实际操作中,控制网的加密应根据地形特征、测量要求及工程规模等因素进行合理布局,测量设备与技术手段的合理选用则确保了操作的有效性与精度。

1.6 图根点的设置

图根点的设置是地籍控制测量中的重要环节,对整个测量过程的准确性与稳定性起着至关重要的作用。作为地籍测量网的基础点,图根点的选择与布设必须根据具体的测量需求精心规划。通常,图根点应设置在视野开阔、地形稳定且易于识别的位置,避免其设置在可能受到干扰的区域,如高压电线下方或建筑物密集的地方,以确保测量的准确性。图根点的定位要求高精度的测量仪器与详细的现场勘查相结合,以确保位置的准确无误。在布设过程中,点位的合理分布与均匀性应予以充分考虑,确保后续测量数据能够快速、准确地采集。此外,测量结束后,图根点还应进行长期跟踪与检查,以确保其稳定性。若在测量过程中发现图根点存在误差或不稳定问题,应及时进行调整或重新设置,从而确保最终地籍测量成果的精确性。

2 地籍测绘成图技术的测量模式

2.1 野外数字澜置模式

野外数字澜置模式是现代地籍测绘技术中应用广泛的一种方法,尤其在地形复杂、测量面积较大的区域,展现出其明显的优势。通过结合先进的数字化设备与技术,并配合现场测量工作,该模式能够高效地采集与处理地籍信息。在实际操作中,电子全站仪、GPS定位系统及手持终端设备被测量人员用来在野外实时采集数据,并将其快速传输至后台进行处理与分析。与传统测量方式相比,数字澜置模式不仅显著提升了测量精度与效率,还减少了手工记录可能出现的误差。此外,即时反馈与更新的数据能够实现,从而保障地籍图的时效性与准确性。在这一过程中,所采集的数据并非仅限于坐标记录,而是通过高度集成的数字平台进行综合分析,为生成精确的地籍图提供支持。一个显著的特点是,绝大部分数据处理与初步校验可以在现场完成,传统测量中繁琐的中间环节因此减少,进而缩短了整体测量周期。采用数字化测量技术后,数据的存储与管理变得更加便捷,大大提升了信息的存取与查询效率。

2.2 GPS 测量模式

GPS 测量模式在地籍测绘中是一种关键的测量方式,全球定位系统(GPS)的高精度定位技术被广泛应用于地籍调查、土地边界确定及图纸绘制等多个领域。在该模式下,测量点通过卫星信号实时定位,并结合基站与移动终端之间的差分技术或RTK(实时动态定位)技术,地面目

标点的精确测量能够得以实现。该技术的核心优势在于其高效与精确,尤其适合那些传统方法难以高效完成的大范围或复杂地区^[3]。与传统的全站仪或水准仪测量相比,GPS测量模式显著减少了人工辅助的需求,且大大降低了环境因素带来的误差。测量过程中,多个卫星的信号被GPS设备接收,进行三维定位,差分算法的运用提高了精度,通常能够达到厘米级甚至更高的精度要求。在大宗土地或复杂地形的测量中,GPS模式能够快速且连续地进行数据采集,测量周期大大缩短,工作效率显著提高。GPS数据与地籍控制网以及已知基准点进行联动,从而进一步确保了测量结果的一致性,提升了数据的准确性与可用性。此外,GPS测量模式的适应性极强,无论是在城市密集区域,还是偏远山区,稳定的信号接收与精确的定位均能实现。

2.3 数字摄影测量与遥感模式

数字摄影测量与遥感模式已成为地籍测绘中广泛应用的现代技术手段,遥感影像与数字处理技术主要被依靠以获取大范围区域的地理信息,进而绘制精确的地籍图。该模式通过结合航空摄影与卫星遥感技术,高分辨率的航空或卫星影像被用来捕捉地物的空间位置及形态特征。在测量过程中,不同角度的影像由摄影测量仪器拍摄,利用立体视差计算出物体的三维坐标。而遥感模式则依托遥感卫星或无人机获取的影像数据,地物信息被提取并对地面情况进行定量分析。这种模式具有在大范围内快速获取地物信息的优势,尤其适合处理复杂地形或难以接触的区域,如山区、森林和湿地等。数字摄影测量与遥感技术的非接触性与全覆盖特性,使得传统地面测量中因人工干预产生的误差得以有效避免,同时提供了更多丰富的地表信息。通过图像处理、解译与分析,遥感影像能提取出土地利用类型、地形地貌变化、植被分布及水体情况等数据,从而为地籍测绘提供详细的背景资料。数字化技术的应用使得遥感数据能够转化为可操作的地理信息系统(GIS)格式,测绘结果变得更加直观、可视化,同时便于后续的存档、更新与查询。该模式不仅提高了地籍测绘的效率,还显著提升了精度,尤其在大规模土地调查、土地变化监测以及环境评估等领域,广阔的应用前景得以展现。通过实时数据处理,数字摄影测量与遥感模式大幅降低了地籍测绘的时间成本,短时间内完成大范围地区的测绘任务,强有力的数据支持为土地管理、规划与决策提供。

2.4 内业扫描数字化测量模式

内业扫描数字化测量模式在地籍测绘领域中被视为

一种先进的技术手段,依赖于激光扫描技术与数字化数据处理方法,精确地对地面目标进行测量与建模。其核心优势在于,快速获取大量三维空间数据是可能的,并通过数字化处理,这些数据被转化为所需的地籍图精确坐标与图形。在操作过程中,通常结合激光雷达(LiDAR)扫描仪等设备进行内业扫描,地物表面特征通过从多个角度扫描生成大量的点云数据^[4]。这些数据能够精确地描述地物的空间分布及三维结构。相比传统测量方法,内业扫描技术具备非接触性与高效性的特点,在较短时间内,广泛区域的测量任务能够完成,尤其适用于地形复杂或难以接近的区域。点云数据不仅提供较高的精度,还能比传统方法更详细地捕捉地物细节变化。在数据处理阶段,扫描数据经过先进的数字化技术的处理、转换与校正,最终生成符合标准的地籍图或三维地形模型。该模式显著提升了地籍测绘的精度与效率,人工干预及测量误差得以有效减少,特别适用于大范围、复杂地形或变更频繁的区域,展现了其明显的优势。

3 结语

地籍控制测量及地籍测绘成图技术在当代土地管理中的作用愈加重要。随着测量技术的不断革新,特别是GPS、数字摄影测量与遥感技术的广泛应用,地籍测量的精度与效率显著提高。通过这些技术的结合,土地边界的确定不仅更加精准,地籍图的绘制过程也得到了优化,从而更加有效地应对复杂的土地管理需求。展望未来,随着技术的持续发展与创新,地籍测量与成图技术将进一步推动土地管理向信息化、智能化方向发展,土地资源的管理效能也将得到提升,为城市规划与可持续发展提供更加有力的支持。

[参考文献]

- [1]李梅,朱佑斌.地籍测量中的控制测量措施[J].低碳世界,2018(7):69-70.
 - [2]蔡伦,赵学恩.对于地籍测绘和地籍控制测量的分析[J].建材与装饰,2017(21):196-197.
 - [3]王菲,梁国强.地籍测绘和地籍控制测量的研究分析[J].科技风,2014(1):128.
 - [4]吴琼彬.地籍测绘和地籍控制测量研究[J].中国高新技术企业,2015(32):18-19.
- 作者简介:谷荣新(1990.4—),毕业院校:辽宁工程技术大学,所学专业:测绘工程,当前就职单位:辽宁佳泰土地勘测规划有限公司,职称级别:中级。

分析地形图测量和地籍测量的应用

吴东光

大连市勘察测绘研究院集团有限公司, 辽宁 大连 116021

[摘要]随着我国城市化进程的加速与土地管理需求的不断增长,地形图测量与地籍测量已成为现代土地管理体系中不可或缺的关键工具。地形图测量通过精确的地理数据,地形与地貌的特征及其变动被描绘,为城市规划、交通基础设施建设与自然资源管理等提供了重要的基础信息。与此同时,地籍测量则主要聚焦于土地权属的界定与资源的合理配置,是保障土地资源有效利用的根本手段。近年来,遥感技术、无人机技术及激光扫描技术的迅速发展,测量工作的精度与效率得到了极大提高。这些技术的创新,不仅推动了相关领域的进步,还促进了数据应用的广泛拓展。随着土地资源日益紧张以及城市化过程中日益复杂的管理挑战,地形图测量与地籍测量的技术创新与融合应用,正逐渐成为推动社会经济发展的重要驱动力。

[关键词]地形图测量;地籍测量;应用

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15219

中图分类号: P217

文献标识码: A

Application of Topographic Map Measurement and Cadastral Survey Analysis

WU Dongguang

Dalian Institute of Investigation and Surveying Mapping Group Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116021, China

Abstract: With the acceleration of urbanization in China and the continuous growth of land management demand, topographic map surveying and cadastral surveying have become indispensable key tools in the modern land management system. Topographic mapping provides important basic information for urban planning, transportation infrastructure construction, and natural resource management by accurately depicting the characteristics and changes of terrain and landforms through geographic data. At the same time, cadastral surveying mainly focuses on the definition of land ownership and the rational allocation of resources, which is the fundamental means to ensure the effective utilization of land resources. In recent years, the rapid development of remote sensing technology, unmanned aerial vehicle technology, and laser scanning technology has greatly improved the accuracy and efficiency of measurement work. These technological innovations not only drive progress in related fields, but also promote the widespread expansion of data applications. With the increasing scarcity of land resources and the increasingly complex management challenges in the process of urbanization, the technological innovation and integrated application of topographic mapping and cadastral surveying are gradually becoming an important driving force for promoting social and economic development.

Keywords: topographic map measurement; cadastral survey; application

引言

地形图测量与地籍测量作为土地管理与城市规划的重要基础工作,提供了土地资源合理利用所必需的数据支撑,在各类建设项目的实施中发挥着至关重要的作用。随着城市化进程的不断推进,精准的地理数据与土地信息在城市规划、基础设施建设以及资源管理中的重要性日益突出。地形图测量通过详细记录地形地貌,为城市建设提供了所需的空信息,而地籍测量则通过明确土地权属与合理的资源分配,确保了土地资源的有效利用与管理。这两项工作相辅相成,不仅推动了土地管理的精细化与智能化发展,还为社会的可持续进步提供了有力支持。

1 地形图测量和地籍测量的内涵

1.1 地形图测量的内涵

地形图测量在我国城市建设规划中扮演着至关重要的角色,特别是在城市设计、基础设施建设及资源管理等领域。其核心任务是通过绘制不同比例尺的地图,特别是

1:500 比例尺地图,来呈现城市的地理信息。这些地图能够精准地描绘城市的地理标志物以及各类地形与地貌,采用点、线、符号和数字等元素,将城市空间的布局与自然特征清晰地展现出来。在 1:500 比例尺地图中,地形图测量通过精确标注城市内部各类地物及地形,帮助规划师与建设者更加直观地理解城市的立体结构。该类地图为城市经济建设提供了坚实的数据支持,特别是在基础设施规划与建设阶段,能够确保地理数据的精准传递。通过这种方式,地形图测量不仅有助于确保城市建设的顺利推进,还为未来城市的发展奠定了坚实基础,确保了资源的优化配置与环境的可持续利用。

1.2 地籍测量的内涵

地籍测量在土地管理中占据着核心地位,主要包括两个关键步骤:进行地籍调查以及根据调查结果绘制地籍图,这一过程不仅是土地管理的基础,也直接关系到土地资源的合理利用与权属的明确。在地籍调查阶段,测量人员需

对土地的地理位置、分类、面积及用途等重要信息进行详尽调查,为后续的测量工作提供数据支持。通过图形化呈现地籍调查获得的数据,地籍测量使土地的各项要素更加直观易懂。在这一过程中,地籍测量不仅需要精准绘制地籍图,还要确保图中展示的地理信息、地形特征及权属边界等数据的准确无误。特别是在界定地籍界址点、土地用途及权属边界时,必须保证数据精确无误,为土地权属的确立与管理提供有力的法律依据及技术保障。

2 地形图测量的主要应用领域

2.1 城市规划与建设

地形图测量在城市规划与建设中起着至关重要的作用,为规划设计提供了科学依据。在城市发展的初期阶段,准确的地形图使得规划师能够全面了解地理环境、地貌特征以及现有基础设施的布局。对于确定城市的扩展方向、道路网络、公共设施及绿化空间的配置,这些信息是至关重要的。通过地形图不仅能够展示土地的高程、坡度及水系分布,还能反映城市地块的空间分布,从而为土地用途的合理规划提供了有效指导。在实际建设过程中,详细的现场数据由地形图测量提供,确保了建筑物与基础设施的布局符合设计要求。无论是住宅区、商业区的建设,还是交通枢纽与公共设施的规划与建设,精准的地形数据都成为了保证工程顺利进行的基础。同时,城市环境保护与灾害防治工作也从地形图测量中受益,借助自然地貌变化趋势的数据,未来城市的可持续发展方向得以明确。

2.2 交通基础设施建设

地形图测量在交通基础设施建设中发挥着不可或缺的作用,为项目的规划、设计及实施提供了必需的基础数据。在道路、铁路、桥梁等交通工程的建设过程中,设计师能够准确掌握地形的高差、坡度变化及水文地质等自然条件,所有这些因素直接影响着交通线路的选择、结构设计及施工方案的制定。通过精确获取地形数据,设计人员能够评估不同路线的可行性,从而选择出最佳路径,避免因地理环境限制而出现的设计或施工问题。在交通项目的实施阶段,精确的定位依据由地形图测量提供。无论是在道路纵断面与横断面的设计,还是桥梁基础的建设,详细的地形图为施工单位提供了地面情况的准确数据,确保了工程按图施工,从而最大限度减少了因误差引发的返工与资源浪费。同时,地形图也为未来交通网络的扩展提供了宝贵的参考,确保了新建交通设施与现有设施的顺利衔接与协调。

2.3 自然资源管理

地形图测量在自然资源管理中发挥着至关重要的作用,提供了合理利用与保护资源的关键支持。通过精准的地形图,管理者能够清楚地了解土地的地理特征、植被分布、水系状况及其他自然要素,从而为资源保护与开发策略的制定提供了科学依据。在森林、矿产、水源等自然资

源的开发过程中,地形数据有助于评估资源的实际分布情况,明确开采与保护的合理范围。此外,地形图测量还为自然灾害风险评估提供了至关重要的信息,通过对地形高程、坡度等数据的分析,潜在的危險区域得以有效识别,从而为灾害防治措施的制定提供了支持。随着生态保护意识的不断增强,地形图被广泛应用于生态修复与环境监测,确保资源开发的同时,也兼顾了生态保护的需求。地形图测量不仅为资源开发提供了必要的技术支持,也为生态环境的保护与修复提供了科学指导,对实现可持续发展目标具有深远的意义。

3 地籍测量在土地管理中的应用

3.1 土地权属登记与界定

地籍测量在土地权属登记与界定中发挥着至关重要的作用,是确保土地使用权清晰、合法流转的基础。通过精准的地籍测量,土地的边界和坐标得以明确界定,从而为权属确认提供了坚实的依据。在进行土地权属登记时,地籍测量帮助相关政府部门详细记录土地信息,确保每一块土地的合法拥有者与使用者得到清晰标注,避免因权属不明确而引发的纠纷。尤其在土地买卖、转让及抵押等交易过程中,地籍测量提供了确认土地权属的重要依据。通过精确测绘土地,土地的面积、位置及空间特征被清晰地描述,从而确保交易各方对土地实际情况的全面了解。在城市化进程持续推进的背景下,随着土地利用方式的多样化,地籍测量在城市土地整合与更新改造等方面发挥着关键作用,帮助政府合理规划土地资源,推动土地的高效与合规利用。

3.2 土地资源管理与利用规划

地籍测量在土地资源管理与利用规划中扮演着核心角色,为土地的合理开发、有效保护以及科学规划提供了坚实的数据支持。通过精确的地籍信息,管理者能够全面了解土地的现状,包括其类型、面积、权属及使用情况,这些数据为制定合理的土地利用规划奠定了基础。在城市规划、农业用地分配及工业园区建设过程中,地籍测量为规划人员提供了必要依据,帮助实现资源的合理配置,避免了土地浪费或不当开发^[1]。在土地利用规划的过程中,地籍测量为土地分类提供了科学依据,帮助识别出可开发、可保护及禁止开发的土地区域,这为不同用途土地的合理分配提供了保障。例如,在城市扩展过程中,地籍测量能够确保住宅区、商业区、绿地等各功能区的划分更加清晰,避免土地用途冲突的发生。在土地资源的长期管理中,地籍测量同样发挥着重要作用,尤其是在土地流转、整合与生态恢复等领域,通过不断更新的地籍数据,管理者得以实时监控土地使用状况,确保资源的高效利用,并使其符合可持续发展的目标。

4 地形图测量与地籍测量的比较与结合

4.1 地形图测量与地籍测量的异同

地形图测量与地籍测量,尽管同属测量领域的重要组

成部分,其在目标、应用范围及操作方式上却存在显著的区别。地形图测量主要关注地表自然与人工物体的空间分布,包括地形、地貌、建筑物、道路及河流等。核心任务是通过精确的地理坐标生成详细的地形图,这些地图广泛应用于城市规划、基础设施建设及环境管理等领域^[2]。通常,地形图具有较大的比例尺,内容丰富,能够呈现细致的地理信息,为决策者提供全面的地理环境理解,无论是从宏观层面还是微观层面。

而地籍测量则侧重于土地权属的确认与管理,主要任务在于明确土地边界、记录权属信息并划分土地用途。对土地的精确测绘是其前提,此外,还需要依据相关法律、法规及政策,完成土地所有权与使用权的登记与界定。地籍测量更多聚焦于土地的法定属性与权属问题,其应用领域集中于土地资源的管理与规划。尽管两者的关注重点有所不同,地形图测量与地籍测量在实际应用中却密切相关。地形图为地籍测量提供了重要的地理背景数据,而地籍测量则通过准确界定土地边界及使用性质,为地形图的使用提供了法律依据。两者相辅相成,不仅增强了土地管理的科学性,还为城市建设与自然资源保护提供了可靠的数据支持,共同促进了土地资源的高效利用与可持续保护。

4.2 两者在项目实施中的互补性

地形图测量与地籍测量在项目实施中各自担负着至关重要的职能,二者紧密配合,共同为项目的顺利推进奠定了坚实基础。通过地形图测量,详尽的地理信息得以提供,涵盖地貌、建筑物、道路等空间要素。这些数据使得项目规划人员能够全面了解现场的自然环境及现有基础设施,从而确保项目设计的科学性与可操作性。在城市规划与基础设施建设等大型项目中,精准的地形图数据为设计阶段提供了直观支持,避免了因地形特点或障碍物而引发的后期工程调整。与此同时,地籍测量的主要职能是确认与界定土地的权属,确保项目用地符合相关法律法规^[3]。土地边界、用途及权属信息由地籍测量提供,在土地收购、征用或分配过程中为项目方提供了法律依据,有效防止了潜在的法律纠纷,保障了项目顺利进行。特别是在涉及多方所有权或复杂土地性质的项目中,地籍测量尤为关键,为土地使用权的确立及合理分配提供了科学依据。二者的相互配合,使得项目实施过程中既拥有精确的地理数据支持,又确保了土地使用的合法性与合理性。地形图测量从空间角度为项目提供了直观的环境视图,而地籍测量则通过确立权属关系为项目的法律合规性保驾护航。两者的结合,为项目从规划、审批到建设及运营的各个阶段提供了全方位保障。

5 地形图测量与地籍测量的技术创新与发展趋势

随着科技的不断进步,地形图测量与地籍测量在技术领域的创新,正不断推动着测量行业的前进。近年来,遥感技术、无人机(UAV)技术以及激光扫描技术(LiDAR)

逐步成为地形图测量中的核心手段。遥感技术通过卫星或航空平台采集的大范围、高精度地形数据,显著提高了测量效率,尤其在偏远地区或交通不便的环境中,发挥了重要作用。无人机技术凭借其灵活性与高分辨率影像采集能力,精准捕捉复杂地形及城市建筑的细节。而激光扫描技术,则通过激光束迅速获取三维地面数据,不仅精度高而且极大提升了测量效率,广泛应用于地形图测绘中的细节捕捉。在地籍测量领域,信息化与数字化技术的不断融合,使地籍调查、测绘以及数据存储与管理逐渐迈向智能化发展。GIS(地理信息系统)与GPS技术的结合,提升了地籍测量的精确度,也使得土地信息的存取与管理变得更加高效与便捷。数字化地籍系统(CAMA)能够实时更新土地权属信息、地籍图及土地利用状况,为土地管理提供了强有力的数据支持。此外,通过三维建模与虚拟现实(VR)技术,地籍信息得以更加直观地展示,提升了决策的科学性与透明度。展望未来,地形图测量与地籍测量将朝着更加智能化与自动化的方向发展。人工智能(AI)与大数据技术的广泛应用,将进一步优化数据处理与分析过程,从而提高测量工作的精度与效率。同时,云计算的普及,为测量数据的存储、共享及协同作业提供了更加便利的条件,推动了跨部门与跨区域的合作与数据整合。这些技术的创新,不仅推动了测量行业的发展,也为土地资源的合理利用、城市规划的精确实施以及社会经济的可持续发展提供了坚实的技术保障。

5 结语

地形图测量与地籍测量在土地管理与城市规划中占据着重要地位,为资源的合理配置与城市建设的顺利进行提供了基础。随着遥感技术、无人机以及激光扫描等创新技术的广泛应用,测量工作的精准度与效率得到了显著提升,为土地资源的可持续利用奠定了坚实的技术基础。这两者在项目实施中相互补充,极大地提高了土地管理的精细化程度,推动了各项工作的高效开展。随着技术的不断进步,地形图与地籍测量的结合将在推动社会经济发展与环境保护等多个领域,发挥更加关键的作用,为实现可持续发展提供强有力的支撑。

[参考文献]

- [1]张晶晶.地形图测量和地籍测量的应用分析[J].大众标准化,2021(23):248-250.
 - [2]谢永强.分析地形图测量和地籍测量的应用[J].居舍,2019(4):198.
 - [3]白雪,李聪,田新亚.地形图测量和地籍测量的应用研究[J].绿色环保建材,2019(8):83.
- 作者简介:吴东光(1987.12—),毕业院校:河海大学,所学专业:测绘工程,当前就职单位:大连市勘察测绘研究院集团有限公司,职称级别:中级。

新能源供热技术经济性评估与市场拓展策略探究

金煜凯¹ 于文博²

1. 青岛能源集团有限公司, 山东 青岛 266000
2. 青岛能源热电集团有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要] 在全球努力应对气候变化和促进能源转型的背景下, 供热领域的能源结构已成为一个核心环节。传统的供暖方式主要基于煤炭和天然气等化石燃料, 这些燃料不仅储量有限, 而且在燃烧过程中还会排放大量温室气体和污染物, 造成严重的环境破坏, 加剧了全球变暖和空气污染等环境问题。作为一种新兴的供暖方式, 新能源供热技术使用太阳能、地热、空气能、生物质能等可再生能源。用于供暖, 具有显著的环境优势和发展潜力。因此, 深入研究新能源供热技术的经济和市场发展战略, 对于促进新能源供热的广泛应用, 实现能源、环境和经济的协调发展, 具有重要的理论价值和现实意义。

[关键词] 新能源; 技术; 市场拓展

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15265

中图分类号: F426.4

文献标识码: A

Research on Economic Evaluation and Market Expansion Strategy of New Energy Heating Technology

JIN Yukai¹, YU Wenbo²

1. Qingdao Energy Group Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China
2. Qingdao Energy Thermal Power Group Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: Against the backdrop of global efforts to address climate change and promote energy transition, the energy structure in the heating sector has become a core component. Traditional heating methods are mainly based on fossil fuels such as coal and natural gas, which not only have limited reserves but also emit large amounts of greenhouse gases and pollutants during combustion, causing serious environmental damage and exacerbating environmental problems such as global warming and air pollution. As an emerging heating method, new energy heating technology uses renewable energy sources such as solar energy, geothermal energy, air energy, biomass energy, etc. Used for heating, it has significant environmental advantages and development potential. Therefore, in-depth research on the economic and market development strategies of new energy heating technology has important theoretical value and practical significance for promoting the widespread application of new energy heating and achieving coordinated development of energy, environment, and economy.

Keywords: new energy; technology; market expansion

1 新能源供热技术概述

1.1 主要新能源供热技术类型

1.1.1 太阳能供热技术

太阳能供热技术是一种利用太阳能集热器将太阳辐射转化为热能以满足供暖需求的技术。太阳能集热器是太阳能供暖系统的核心部件, 有各种类型, 包括平板集热器、真空管集热器和热管集热器。然而, 太阳能供暖技术也有一定的局限性。加热效果受天气和季节变化的影响很大, 在阴天、雨天或日照时间短的冬季, 加热输出将显著减少。此外, 太阳能集热器的初始投资相对较高, 占地面积大, 对安装位置有一定要求。然而, 随着太阳能技术的不断发展和成本的逐步降低, 太阳能供暖技术在能源转型和可持续发展中的地位越来越重要, 具有广阔的应用前景

1.1.2 地热能供热技术

地热能是地球上广泛使用的可再生能源, 全球地热资

源储量巨大, 包括高温地热资源、中温地热资源和低温地热资源。地热能是可再生和清洁的, 在开发和在使用过程中几乎不产生温室气体和污染物。它是环保的。地热能有很多优点, 但也面临着挑战。如果地质调查技术不完善, 可能会导致热源评估不准确, 影响系统设计和运行效率; 合理开发和保护地下水资源需要严格的技术规范和监管措施; 地热热泵系统的初始投资相对较高, 投资回收周期长, 这在一定程度上限制了其市场推广速度。然而, 随着技术的不断发展和政治的支持, 地热供暖技术有望在未来供暖市场占据重要地位, 为实现能源可持续发展做出重大贡献。

1.1.3 空气能供热技术

空气能源资源分布广泛, 空气能源存在于世界各地, 储量巨大, 不受地理位置的限制。空气能具有温度波动小的特性, 受季节和气候的影响相对较小, 是一种稳定可靠的能源。作为一种清洁能源, 空气在使用时不会产生污染

物,对环境友好,符合可持续发展的要求。虽然空气加热技术有很多优点,但也有一些缺点。在寒冷地区,空气源热泵的加热功率随着外界温度的降低而降低,需要更多的电力来维持加热效率,这在一定程度上影响了它们的能源效率和经济性。此外,在空气源热泵运行过程中,当蒸发器的表面温度低于空气的露点温度时,会发生结霜。结霜降低了蒸发器的传热效率,增加了运行阻力,需要定期除霜,这不仅消耗了额外的能量,还影响了系统的稳定性和加热效果。然而,随着技术的不断创新和完善,如新型制冷剂的研发、高效换热器的应用和智能除霜技术的发展,空气源供暖技术的性能和可靠性将不断提高,应用范围将不断扩大。

1.1.4 生物质能供热技术

生物质能源资源种类丰富,主要包括林业生物质资源(如树枝、锯末等)、农业生物质资源(如秸秆、稻壳等)、生活污水和工业有机废水、城市固体废物和牲畜粪便。生物质能是一种重要的可再生能源,具有可再生、低污染、分布广、储量丰富、碳中和等特点。但生物质供暖技术也面临着许多挑战。生物质原料的收集、运输和储存存在一定困难。生物质原料的分布相对分散,收集成本高,其季节性供应和易腐特性要求高储存条件。储存不当很容易导致生物质质量下降,影响燃烧效率。此外,生物质的燃烧会产生氮氧化物、二氧化硫、颗粒物等污染物。原因。必须采取有效的污染控制措施,确保符合环境排放标准。尽管存在这些问题,但随着生物质能技术的不断发展和完善,以及对可再生能源需求的不断增加,生物质能供暖技术在未来能源市场仍具有巨大的发展潜力,有望成为供暖领域的重要组成部分。

1.2 新能源供热技术的发展现状

经过多年的研究和改进,太阳能加热技术在工厂性能方面显著提高了太阳能集热器的收集效率。新型真空管和热管集热器即使在较低的阳光辐射强度下也能保持较高的热转换效率,光热转换效率约为50%~70%。在系统稳定性方面,太阳能热水系统的自然循环和强制循环技术相对成熟。通过合理的管道设计和控制系统配置,可以实现稳定的热水供应。然而,由于太阳能供暖系统的高供暖负荷和对天气的更高敏感性,其稳定性相对较弱,这就是为什么需要辅助热源和高效储能来确保持续稳定的供暖。在操作安全方面,太阳能集热器的使用寿命一般可达15~20年,但密封件和涂层等关键部件会随着时间的推移而老化和性能恶化,这需要定期维护和更换,以确保系统的可靠运行。

在地热技术中,地热热泵系统的成熟度相对较高。地热热泵系统中的埋管换热器技术不断发展,提高了管道的导热性和耐腐蚀性。埋地管道的施工工艺也越来越成熟,保证了各种地质条件下的可靠安装和高效传热。地下水源热泵系统在水源井的建设和回注技术方面取得了一些进展。通过优化井的结构设计和回注工艺,减少了对地下水

环境的影响,提高了系统的运行稳定性。地表水源热泵系统还改善了换热器的腐蚀和堵塞技术,可以适应不同水质的地表水。地源热泵系统的主要设备(热泵机组)性能稳定,在供暖条件下其能效比(COP)一般可达3~5左右,运行安全性高。在正常的维护保养下,使用寿命可达10~15年。

空气源热泵是空气源供暖技术的核心设备,在技术上也取得了重大进展。目前,市场上空气源热泵产品在低温环境下的供暖性能得到了显著提高。通过采用喷气增焓技术、变频技术和优化换热器结构,一些低温空气源热泵在-20℃的环境温度下仍能实现高加热性能,能效比(COP)可达2~3左右。在系统稳定性方面,空气源热泵控制系统可以根据室外和室内温度要求自动调节运行状态,有效避免因运行条件变化导致的系统故障。它们的操作安全性也很高。一般来说,空气源热泵的使用寿命为10~12年。然而,寒冷地区频繁的除霜过程会对设备的寿命产生一定的影响,必须增加维护和保养。

在生物质能供热技术中,生物质锅炉的燃烧技术正在不断成熟。通过改进铁锈结构和通风方式,直接燃烧技术可以将燃烧效率提高到70%~80%左右。气化燃烧技术和热解燃烧技术虽然技术难度大,但也取得了一些突破,一些示范项目成功实现了生物质能的高效转化和清洁燃烧。然而,生物质锅炉在运行过程中可能会出现炉渣和腐蚀等问题,这会影响工厂的使用寿命和运行安全。有必要进一步优化锅炉的设计和运行参数,加强日常维护和管理。

2 新能源供热技术的经济性分析

2.1 成本构成分析

新能源供热系统的初始投资成本主要包括设备的采购、安装和调试、管道铺设以及相关的基础设施建设成本。在其生命周期内,新能源供热系统的运营和维护成本呈现出不同的趋势。在正常运行中,太阳能供暖系统和地热供暖系统的维护成本会随着设备的老化而逐渐增加。然而,能源消耗成本保持相对稳定,总运营和维护成本正在缓慢上升。由于寒冷地区可能出现结霜和其他问题,空气加热系统的除霜频率会随着时间的推移而增加,从而导致能耗和维护成本的增加。生物质供暖系统的运营和维护成本受到生物质燃料价格波动的强烈影响。如果燃料价格上涨,运营成本将大幅上升。与此同时,随着设备的磨损,维护成本逐渐增加。

2.2 退役处理成本分析

新能源供热设备的退役成本也是其整个生命周期成本的一部分,包括设备回收、废物处理和其他费用。虽然新能源热水器的退役成本相对较低,但随着环保要求的提高和废物管理技术的发展,退役成本也会发生变化。在评估新能源供热技术的经济可行性时,虽然退役处理成本所占比例相对较小,但不容忽视,应将其纳入全生命周期成本分析,以更好地评估新能源供热技术的经济效益和环境效益。

3 新能源供热技术的市场发展策略

3.1 技术创新与提升

3.1.1 提高能源转换效率

在新能源供热技术领域,提高能源效率是众多研究致力于的关键目标之一,并取得了重大进展。在太阳能供热技术领域,开发新型太阳能集热器涂层材料是一个关键方向。传统的集热器涂层对光的吸收有限,而新型纳米涂层材料可以显著提高太阳能的吸收率,更有效地将太阳能转化为热能。随着材料科学、热力学等相关学科的不断发展,预计未来新能源供热技术的能效将进一步提高。新型量子点材料在太阳能吸收方面具有潜在的应用前景,可以使太阳能集热器的效率取得突破;地热供暖技术可以利用纳米流体技术进一步提高埋管换热器的传热性能;基于空气的加热技术可以引入人工智能控制算法,实现压缩机和换热器的智能协同运行,进一步优化能量转换过程;生物质能源供热技术有望通过基因编辑技术培育更高效的生物质原料,从源头上提高能源效率。这些潜在的技术发展将为提高新能源供热技术的能效带来新的机遇和突破。

3.1.2 增强系统稳定性与可靠性

新能源供热系统的稳定性和可靠性对其广泛应用至关重要。目前,已经采取了各种措施来改进技术和优化设计,以实现这一目标。通过物联网、大数据、人工智能等技术的不断发展,新能源供热系统将实现智能化运行和管理。在系统中安装大量传感器可以捕获实时设备运行数据、环境参数和需求信息。采用大数据分析和人工智能算法对这些数据进行处理和分析,实现供暖系统的远程监控、故障诊断和智能优化。

3.1.3 降低成本技术路径

降低新能源供热技术的成本是其市场推广的关键因素之一。目前,它主要是通过材料创新、工艺改进和大规模生产等技术手段实现的。随着技术的不断进步和行业的可持续发展,新能源供热技术的成本有望进一步降低。在材料领域,可以出现性能更好、成本更低的新材料,如基于纳米技术的高性能导热材料和成本效益高的储能材料;在工艺方面,智能制造和工业4.0技术将进一步提高生产效率和产品质量,降低生产成本;大规模生产将更加普及,产业链的协调发展将更加完善。从原材料供应、设备制造到系统集成和售后服务,每个环节的成本都得到了有效控制,使新能源供热技术更具经济吸引力,为其大规模推广应用奠定了坚实的基础。

3.2 市场推广与营销

3.2.1 目标市场定位

新能源供热技术的目标市场定位必须充分考虑不同

地区的能源需求、经济发展水平和政治环境,以准确定位潜在客户群,提高目标方向和市场推广效果。通过对能源需求、经济发展水平和政策环境的综合分析,新能源供热技术可以准确定位不同地区的目标市场和潜在客户群体,应用差异化的市场推广策略,提高市场推广的成功率和市场份额,促进新能源供热科技在全国范围内的广泛应用。

3.2.2 品牌建设与宣传

在竞争日益激烈的新能源供热市场中,品牌和推广对公司的发展至关重要。良好的品牌形象不仅可以提高公司的知名度和声誉,还可以增强消费者对其产品的信心和忠诚度,从而为公司赢得更多的市场份额和竞争优势。

3.2.3 商业模式创新

在新能源供热领域,商业模式的创新是产业发展和市场拓展的关键因素之一。随着市场需求的不断变化和竞争的日益激烈,传统的商业模式已无法满足企业发展的需要。因此,研究和创新商业模式已成为新能源供热企业实现可持续发展的必然选择。企业应积极探索适合自身发展的商业模式创新路径,加强与产业链上下游企业的协作与协同创新,充分利用互联网、大数据、物联网等新兴技术,不断提高核心竞争力,应对市场变化和竞争挑战,促进新能源供热技术的广泛应用和行业的可持续发展。

3 结论

本研究详细分析了新能源供热技术的经济和市场发展战略。新能源供热技术在经济和市场发展方面既有优势,也有挑战。尽管目前在成本和市场推广方面存在一些问题,但随着技术的不断进步、可持续的政策支持和市场的逐步成熟,新能源供热技术有望在未来的供热市场中占据重要地位,为实现能源结构调整、环境保护和可持续发展目标做出重大贡献。

[参考文献]

- [1]张宪昌.中国新能源产业发展政策研究[D].中国:中共中央党校,2014.
- [2]刘继磊,李德英.新能源供热技术发展现状[C].2019:供热工程建设与高效运行研讨会,2024.
- [3]陈昕,白旭春.太阳能热泵供热技术研究与应用[J].才智,2012(13):1.

作者简介:金煜凯(1981.10—),男,学历:本科,毕业院校:中国海洋大学,所学专业:国际经济与贸易,目前职称:市政工程中级职称,目前就职单位:青岛能源集团有限公司;于文博(1982.10—),男,学历:本科,毕业院校:青岛大学成教学院,所学专业:人力资源管理,目前职称:市政工程中级,目前就职单位:青岛能源热电厂集团有限公司。

光伏组件效率提升技术及其发展趋势

仝晓芬 姜仕兴 黄志强 王跃辉

华能新能源股份有限公司河北分公司, 河北 石家庄 075000

[摘要]随着可再生能源需求的持续增长, 光伏技术作为重要的清洁能源来源, 其效率提升成为研究的重点方向之一。提高光伏组件效率不仅可以增加单位面积的发电量, 还能降低整体成本, 推动其大规模应用。本研究探讨了当前光伏组件效率提升的关键技术, 包括材料改进、结构优化以及先进制造工艺。同时, 对未来光伏组件技术的趋势进行了分析与展望, 以为行业发展提供参考。

[关键词]光伏组件; 效率提升; 材料改进; 结构优化; 发展趋势

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15223

中图分类号: TM615

文献标识码: A

Efficiency Improvement Technology and Development Trend of Photovoltaic Modules

TONG Xiaoqin, JIANG Shixing, HUANG Zhiqiang, WANG Yuehui

Hebei Branch of Huaneng New Energy Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 075000, China

Abstract: With the continuous growth of demand for renewable energy, photovoltaic technology, as an important source of clean energy, has become one of the key research directions for improving its efficiency. Improving the efficiency of photovoltaic modules can not only increase the power generation per unit area, but also reduce overall costs and promote their large-scale application. This study explores the key technologies for improving the efficiency of current photovoltaic modules, including material improvement, structural optimization, and advanced manufacturing processes. At the same time, an analysis and outlook were conducted on the future trends of photovoltaic module technology, in order to provide reference for the development of the industry.

Keywords: photovoltaic modules; efficiency improvement; material improvement; structural optimization; development trends

引言

光伏组件是将太阳能转化为电能的核心部件, 其转换效率直接决定了光伏系统的发电性能和经济性。当前, 随着科技进步和市场需求的推动, 光伏组件效率提升技术正不断涌现, 涵盖了材料、结构和工艺等多个方面的创新。本文从现有技术出发, 分析了提升光伏组件效率的主要途径, 并探讨了未来的技术发展趋势。

1 光伏组件效率提升的关键技术

1.1 材料改进技术

硅基材料是目前光伏组件中最广泛使用的材料, 尤其是晶体硅。晶体硅具有较高的稳定性和优良的转换效率。然而, 传统的晶体硅组件面临着材料纯度和制造工艺等限制, 难以进一步提高效率。通过提高硅片纯度、优化硅片厚度和使用超薄硅片等技术手段, 可以显著改善硅基组件的光电性能。高效晶体硅技术, 如 PERC (钝化发射极和背面电池) 和 TOPCon (隧穿氧化钝化接触) 技术, 已成功提升了光电转换效率, 并成为行业主流技术。

除了硅基材料, 钙钛矿、铜铟镓硒 (CIGS) 薄膜等新型半导体材料在光伏组件中的应用也备受关注。这些材料具有宽光谱吸收和高转换效率的潜力, 尤其是钙钛矿材料, 其制备工艺简单、成本低, 具有极高的光电转换效率提升空间。近年来, 钙钛矿太阳能电池的转换效率已突破 25%,

成为业界重点研究方向之一。此外, CIGS 薄膜具有较强的吸收能力和柔性, 适用于轻薄化和柔性光伏组件, 有望为特定应用场景提供新的解决方案。

在材料改进中, 掺杂技术和杂质控制也是关键环节。掺杂技术通过在半导体材料中加入特定杂质原子, 可以控制材料的导电性和光电特性, 从而提升光伏组件的效率。硅材料中的掺磷和掺硼技术已相当成熟, 未来的研究集中在新型掺杂元素的应用, 以进一步优化光生电流和减少材料缺陷。此外, 杂质控制工艺对于减少载流子的复合损失至关重要。采用高纯度材料、提升制备过程中的清洁度以及优化杂质过滤技术, 能够有效降低光伏材料中的杂质含量, 从而减少电流损失, 提升组件的整体效率。

为了更加直观地呈现材料改进技术在提升光伏组件效率中的作用, 以下表 1 汇总了不同材料的关键属性、主要改进技术及其在光电性能上的影响。

表 1 展示了常见光伏材料的关键属性、改进技术以及它们对组件性能的实际影响。这些材料通过不同的改进技术, 在提升光电转换效率、降低成本和适应多样化应用场景方面表现出独特的优势。文中将结合这些属性分析不同材料在组件效率提升中的作用, 以更系统地探讨材料改进技术的可行性和发展潜力。

表 1 光伏组件材料属性及改进技术对比

材料类型	关键属性	主要改进技术	技术原理	转换效率提升效果	应用前景
晶体硅	高转换效率, 稳定性强	高纯度提纯, PERC, TOPCon	通过钝化和隧穿氧化减少复合损失	提升约 2%~3%	适用于大规模电站应用
超薄硅片	材料用量少, 轻量化	硅片减薄工艺	减少材料用量, 降低生产成本	提升约 1%~2%	适用于轻量组件应用
钙钛矿	高吸收系数, 低成本	多层钙钛矿涂层	增强吸光能力, 提高载流子生成速率	提升约 4%~5%	适合柔性 and 便携设备应用
CIGS 薄膜	宽吸光谱, 柔性强	高效蒸镀工艺, 材料配比优化	提高电荷传输, 优化薄膜晶体结构	提升约 3%~4%	应用于建筑集成、车载系统
复合半导体材料	可控光电特性, 柔性优异	新型掺杂技术, 薄膜层叠工艺	提升光捕获, 增加转换效率	提升约 3%~6%	适用于多节太阳能电池
导电高分子	柔性好, 成本低	材料聚合度优化	提高光电转换的均匀性	提升约 1%~2%	可用于穿戴设备光伏组件
超高纯硅	杂质少, 电流损耗低	超高纯提炼工艺	减少载流子复合, 提高电流密度	提升约 1%~1.5%	高效组件和特种应用

材料改进技术通过硅基材料的创新、新型半导体材料的开发以及掺杂与杂质控制等方面的研究, 有效提高了光伏组件的转换效率。这些技术不仅提升了组件的光电性能, 还推动了光伏组件在多样化场景中的应用发展, 为光伏行业的高效化进程奠定了坚实基础。

1.2 结构优化设计

1.2.1 表面纹理化技术

表面纹理化技术是通过在光伏组件表面构建微小的纹理结构, 如微米或纳米级的凹凸图案, 来降低反射率并增加光吸收。传统的平滑表面容易反射入射光, 导致部分光子未被吸收而损失。而经过纹理化处理的表面, 能“捕捉”入射光, 将其引导到组件内部, 增加了光的驻留时间和吸收率。图 1 所示。

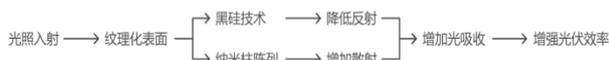


图 1 表面纹理化技术提升光伏组件吸光效率的流程图

表面纹理化常见的设计包括黑硅和纳米柱阵列。黑硅技术利用化学腐蚀或激光加工技术在硅表面形成凹陷的微结构, 从而降低反射率至 1% 以下, 大大提高了吸光能力。纳米柱阵列则采用纳米级的柱状结构来增强光的散射和入射角度, 使光在组件内部多次反射, 进一步增加了吸收效率。这些纹理化技术不仅增强了组件的光吸收, 还在低成本和量产化方面具有良好的适应性, 适合大规模应用。

1.2.2 光捕获结构

光捕获结构通过改变光在组件中的传播路径, 实现对光的多次反射和吸收, 以最大化光的利用率。具体而言,

光捕获结构通过在光伏材料的内部加入反射层或微小的散射点, 使光在材料中实现“困光”效应, 即使其多次反射而不易逸出, 从而延长光在材料内部的传播路径, 提高吸收率 (图 2 所示)。

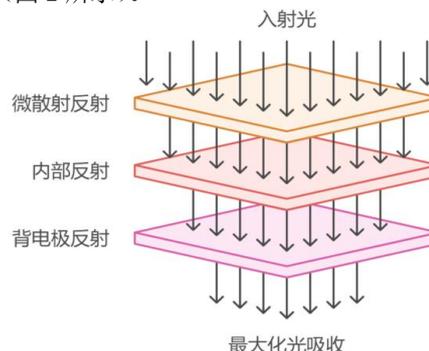


图 2 光伏电池中多层反射结构实现的光吸收示意图

背电极是光捕获结构的重要组成部分, 通过在组件底层增加高反射率材料 (如银或铝), 未被吸收的光子在到达背电极时会被反射回组件中, 重新参与吸收过程。这种背电极设计大大减少了光的损失, 提高了转换效率。此外, 先进的光捕获结构还包括微米级的散射层或多层干涉膜设计, 进一步增强了光的驻留时间和吸收效率, 特别适用于薄膜太阳能电池等对光捕获要求较高的组件。表面纹理化技术与光捕获结构通过不同方式增加光的吸收和减少反射损失, 在光伏组件结构优化中扮演了重要角色。这两种技术的联合应用使得光伏组件能够在保持稳定性的同时显著提升光电转换效率, 推动了高效、低成本光伏组件的发展。

2 光伏组件效率提升的未来发展趋势

2.1 高效低成本技术的创新

硅材料在光伏组件中应用广泛, 但其厚度和纯度对成本和效率有直接影响。传统的晶体硅片厚度通常在 150 微米左右, 而超薄硅片技术将厚度缩减至 100 微米甚至更低, 从而减少了硅材料的用量。减少厚度不仅降低了材料成本, 还能够提高光的吸收效率, 因为薄硅片的载流子复合损失较小。但超薄硅片技术面临着机械强度和制造工艺上的挑战。随着切割和处理工艺的改进, 超薄硅片的易碎问题得以缓解, 且可以实现量产化。例如, 东方日升新能源股份有限公司已实现全面采用厚度 110 微米超薄硅片的电池和组件的量产, 并具备采用厚度小于 100 微米硅片的量产能力。这项技术不仅有效降低了生产成本, 同时保持了光伏组件的高效转换性能, 是实现高效低成本光伏组件的关键步骤之一。

钙钛矿材料以其高光电转换效率和低成本的制备工艺成为光伏行业的关注焦点。与传统硅基材料不同, 钙钛矿材料能够在低温条件下制备, 通过溶液处理即可完成薄膜涂层, 显著降低了制造成本。此外, 钙钛矿光伏电池的能带宽度可调, 具有优异的光吸收性能, 能够在较薄的材料层中实现高效转换。钙钛矿光伏材料的主要瓶颈在于其稳定性和耐候性。研究人员通过添加保护层、开发双层或

多层钙钛矿结构等方法,逐步改善了材料的稳定性,使其更适合长期应用。随着技术的成熟,钙钛矿光伏材料有望实现大规模产业化,为光伏组件提供一种高效低成本的替代材料,例如,2024年10月,南京大学谭海仁教授课题组制备的大面积全钙钛矿叠层光伏电池,光电转化效率达28.2%,刷新了该尺寸的世界纪录。

除了硅和钙钛矿材料,其他复合材料在光伏领域也展现出巨大潜力。以铜铟镓硒(CIGS)和铜锌锡硫化物(CZTS)为代表的复合材料,具有较高的光吸收能力和良好的稳定性。这些材料可被制成薄膜电池,减少了材料的用量并简化了生产工艺,从而降低了成本。复合材料在制造过程中采用了更加环保的工艺,减少了对有害化学品的依赖,符合可持续发展的需求。此外,这些材料可以在不同的基底上沉积,适合制备轻质、柔性和可弯曲的光伏组件,能够应用于建筑一体化光伏、车载光伏等新兴场景。复合材料的应用为光伏组件的高效低成本发展提供了更多的选择。高效低成本技术的创新通过超薄硅片技术、钙钛矿材料产业化和复合材料的开发,实现了光伏组件的效率提升和成本下降。这些技术不仅增加了光伏组件在多样化场景中的应用可能性,也为大规模光伏发电提供了经济高效的解决方案。

2.2 制造工艺的智能化与模块化

智能制造的应用为光伏组件生产注入了全新活力。借助物联网、人工智能和大数据分析,智能制造实现了自动化和精准控制。这意味着生产流程不再依赖人工操作,所有环节从原料处理到成品检测均可自动化完成。智能系统监控温度、湿度等关键参数,并根据实时数据自动调整设备状态,确保环境最优。结果是,光伏组件的质量显著提升,良品率提高,而人工成本则显著减少。如隆基绿能科技股份有限公司的生产线已实现24小时不间断自动化生产。这种自动化不仅降低了人工干预,且通过智能能耗管理系统进一步减少了能源消耗。智能化工艺带来了可观的经济效益,并符合可持续发展要求。生产的智能化还意味着制造过程中的数据可以实时采集和分析,使企业能够迅速识别并排除故障,确保设备稳定运行。

模块化生产体系将光伏组件制造流程划分为若干标准化模块,使每个模块能够独立运行并快速适应不同产品需求。模块化的关键在于其灵活性:面对不同市场的需求,企业可以根据订单情况自由组合生产模块,快速响应。对于建筑一体化光伏(BIPV)和车载光伏等需要特定尺寸和形状的应用场景,模块化生产体系尤其适用。只需调整模块,即可生产出适应特定应用的光伏组件,从而满足个性化定制的需求。模块化还极大简化了运维流程,降低了维护成本。例如,在光伏电站中,若某个模块故障,可以迅速替换该模块,而无须停机整个系统。这种设计不但减少了维修时间,还提升了系统的运行稳定性。随着模块化生产在光伏行业的逐步普及,生产成本降低,响应速度加快,光伏系统的应用前景更加广阔。

智能制造和模块化生产的结合还促进了光储一体化方案的实现,使光伏组件与储能技术集成成为可能。这种集成系统能够有效解决光伏系统在光照不足或电力需求高峰期的供电问题。智能管理系统实时监控并调节电力输出,确保光伏系统和储能单元在不同条件下均保持高效运行。如华为推出的智能光储系统,通过AI算法优化光伏组件和储能电池的工作状态,实现对电力的精准管理。系统根据用电趋势和环境数据,自动分配电力输出和储存,减少对电网的依赖。此方案特别适用于偏远地区、离网环境及家庭等用电需求波动较大的场景,为用户提供可靠、经济的用电方案。光储一体化系统不仅提升了能源利用效率,还能为不同时段的电力需求提供灵活支持。光伏组件在白天的发电量存储于电池中,夜间供电需求高时释放,为电力系统的稳定性提供保障。光伏和储能的智能集成让光伏系统更加适应多样化场景,拓展了光伏发电的应用边界。

3 结语

光伏组件效率提升的研究集中在材料改进、结构优化和智能化制造等方面,已取得显著成果。材料创新,如硅基和新型半导体材料的应用,显著提高了光伏组件的转换效率;结构优化设计则通过提升光捕获和减少反射率等措施,进一步优化了光电性能。同时智能制造工艺的发展也为高效组件的大规模生产提供了有力支持。整体来看,光伏组件效率提升技术为光伏行业的可持续发展奠定了坚实基础。

【参考文献】

- [1]刘书强,郭嘉荣,詹佳才.光伏储能系统中光伏利用率的评估方法[J].中国标准化,2024,11(7):1-4.
- [2]戴升宝.风力光伏发电市场春天不远[N].济南日报,2024-10-31(5).
- [3]刘铁凝,王沁芳,许鸣,等.半透明光伏组件在BIPV中的优化应用研究[J].太阳能,2024(10):42-51.
- [4]田相亮,管有祥,陈昌明,等.从废弃光伏组件中回收银的研究现状[J].贵金属,2024,45(1):97-103.
- [5]刘强强.光伏发电柔性钢索构架及组件安装施工关键技术[J].安装,2024(10):33-35.
- [6]赵云.水光互补模式下黄藏寺光伏电站主要设备选型[J].农村电气化,2024(10):38-40.
- [7]叶伟.技术创新驱动光伏多元化应用[N].中国高新技术产业导报,2023-04-24(12).
- [8]李宁.光伏电站效率提升策略研究[J].中国设备工程,2023(7):101-103.
- [9]谭建斌,欧阳萍,段春艳,等.基于局部阴影遮挡下的光伏组件效率提升优化控制技术及其实验分析[J].科学技术创新,2022(24):37-40.
- [10]刘灿邦.N型光伏投资进入活跃期 新型电池效率提升[N].证券时报,2022-07-01(11).

作者简介:全晓芬(1991—),男,汉族,山西大同人,本科,中级工程师,研究方向为新能源发电。

招投标环节中 BIM 技术的集成应用与风险控制研究

邢海蓉^{1,2}

1. 乌鲁木齐市公共资源交易中心, 新疆 乌鲁木齐 830000
2. 乌鲁木齐市政府采购中心, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在建筑工程项目中, 招投标环节是项目成功的关键, 但传统招投标方式存在信息沟通不畅、决策不准确和风险评估不足等问题。随着 BIM (建筑信息模型) 技术的发展, 越来越多的建筑项目开始在招投标环节中应用 BIM 技术, 通过其三维建模、数据集成和可视化功能, 提高了信息协同与成本控制的准确性。BIM 技术不仅优化了招投标流程, 还增强了风险管理能力, 帮助各方更好地识别和控制项目风险。然而, BIM 技术的应用仍面临技术标准不统一、数据整合困难等挑战。因此, 如何有效集成 BIM 技术并进行风险控制, 已成为当前招投标环节中亟待解决的问题。

[关键词] 招投标; BIM 技术; 集成应用; 风险控制

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15252

中图分类号: F284

文献标识码: A

Research on Integrated Application and Risk Control of BIM Technology in Bidding Process

XING Hairong^{1,2}

1. Urumqi Public Resource Trading Center, Urumqi, Xinjiang, 830000, China
2. Urumqi Municipal Government Procurement Center, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: In the construction project, the bidding link is the key to the success of the project, but there are some problems in the traditional bidding method, such as poor information communication, inaccurate decision-making and insufficient risk assessment. With the development of BIM (Building Information Model) technology, more and more construction projects begin to apply BIM technology in the bidding process. Through its three-dimensional modeling, data integration and visualization functions, the accuracy of information collaboration and cost control is improved. BIM technology not only optimizes the bidding process, but also enhances the risk management ability, helping all parties to better identify and control project risks. However, the application of BIM technology still faces challenges such as inconsistent technical standards and difficult data integration. Therefore, how to effectively integrate BIM technology and control risks has become an urgent problem in the current bidding process.

Keywords: bidding; BIM technology; integrated application; risk control

引言

在现代建筑工程项目中, 作为项目启动的关键步骤, 招投标环节直接影响着项目的顺利实施与整体管理效率。然而, 信息不对称、沟通滞后以及决策不精准等问题常常困扰传统的招投标过程。这些问题不仅削弱了项目的透明度与公平性, 还增加了项目的风险。近年来, 建筑信息模型 (BIM) 技术的快速发展与应用使其在建筑工程的各个环节中发挥了日益重要的作用。通过三维数字化建模、信息集成以及可视化展示, BIM 技术不仅提升了设计与施工的精度, 还为招投标环节带来了革命性的改进。基于 BIM 技术, 招投标过程中的各类信息得以高效协同共享, 使得投标单位能够基于更为准确的项目数据进行成本估算与风险预测。同时, 投标评审也能够更加客观地进行。此外, 风险控制招投标环节中的作用得到了 BIM 技术的有力支持, 设计、施工及合同等方面的潜在风险能够有效识别并预防, 从而保障项目的顺利推进。本文将深入探讨 BIM 技术在招投标环节中的集成应用, 分析其在优化招投标流程、提升信息协同与可视化效果、加强成本控制及风险管

理等方面的优势, 并进一步研究基于 BIM 技术的风险控制策略, 旨在为建筑工程项目的招投标管理提供理论支持与实践指导。

1 BIM 技术在招投标环节中的集成应用

1.1 BIM 技术在招投标流程中的角色与优势

BIM 技术在招投标流程中的应用发挥了至关重要的作用, 展现出了明显的优势。通过三维可视化模型, 项目的设计方案、施工工艺与工期安排能够直观地呈现, 全面的信息支持得以提供, 帮助招标方与投标方做出更加准确的决策。在方案设计阶段, 通过精确地建模, BIM 技术能够快速识别设计缺陷与不足, 施工方案得以优化, 从而提升了设计质量。此外, 工程量统计变得更加精确, BIM 的参数化建模功能避免了传统方法中可能出现的计算误差或数据遗漏, 纠纷的发生得以减少。在信息共享与协作方面, BIM 通过集成数据平台, 使得项目各参与方能够实时沟通与传递信息, 协作效率显著提高。利用 BIM 技术中的施工模拟与成本分析工具, 不同技术方案得以对比分析, 最优的技术路线与成本方案得以帮助决策者选择, 从而增

强了投标的竞争力。通过对项目全生命周期的信息管理,数据的追溯与风险预测得以实现,招投标环节的透明度与科学性得到了有力保障。

1.2 招投标环节的信息协同与可视化

在招投标环节中,BIM技术在项目管理中的重要作用,信息协同与可视化被视为关键。通过集成化的数据平台与多维可视化工具,传统招投标信息处理方式被BIM彻底改变。在这一环节,项目设计、施工计划、工程量清单及成本预算等信息需要高效共享与精准传递。然而,传统方法依赖纸质图纸、独立文件或孤立的数据系统,常常导致信息不对称、沟通延迟及错误决策等问题。通过构建统一的三维信息模型,BIM技术动态整合各类信息,实现设计图纸、成本数据、工期计划等要素的无缝连接,确保所有信息在协同平台上进行实时更新与共享。这一协同机制不仅消除了信息孤岛,还为不同参与方之间提供了透明的沟通渠道。BIM技术的可视化功能在提升信息理解与评审效率方面,起到了关键作用。通过三维模型,设计方案的空间布局、技术细节及施工逻辑得以直观展示,招标方能够清晰了解,而投标方则通过虚拟施工模拟,动态展示关键工序,从而增强了方案的竞争力与说服力^[1]。同时,工程量的自动提取与可视化统计功能,使得复杂数据的传递更加透明,有效避免了人为统计错误或遗漏。在方案比选过程中,通过进度模拟与成本分析工具,BIM技术对不同技术路径进行动态对比,为决策提供了科学依据。

1.3 成本预算与报价分析中的BIM应用

在招投标环节,BIM技术在成本预算与报价分析中的应用显著提升了预算编制的准确性与报价的科学性,优化了传统依赖经验与人工计算的方式。通过参数化建模与集成化数据管理,设计方案与工程量清单得以无缝连接,工程量自动提取与动态更新,从而确保了数据的精准性与实时性。这一基于模型的工程量计算方法避免了传统手工统计中常见的遗漏与重复问题,同时提供了快速评估不同施工方案成本变化的能力。在报价分析方面,通过与成本数据库的对接,BIM技术能够快速匹配历史数据或市场价格,为投标方提供精确的材料、设备与人工成本信息。此外,施工场景下的资源配置与工期安排得以模拟,BIM技术从多个角度优化了报价方案。通过虚拟施工技术,特定工艺流程对成本的影响得以分析,投标方进而提出既具竞争力又符合项目需求的报价策略。基于BIM的敏感性分析工具,成本结构中的关键变量能够被识别,帮助投标方在市场波动或资源价格变化时调整报价策略,提高了风险抵御能力。更为重要的是,科学的成本评审工具为招标方提供了支持,通过三维可视化与动态数据分析,招标方能够对各投标方案的预算合理性进行量化评估,偏差因信息不透明或计算错误而产生的风险得以避免。

1.4 投标文件编制的智能化优化

在投标文件编制过程中,BIM技术通过智能化优化

功能显著提升了文件的生成效率与质量,为招标方与投标方提供了全方位的技术支持。传统的投标文件编制通常依赖人工操作,涉及大量数据整合与反复核对,常常导致信息遗漏、不一致或编制效率低下的问题。通过构建统一的数字化模型,BIM技术能够自动集成设计、施工、成本、工期等多维度信息,并将其转化为投标文件所需的各类数据,从而大大减少了人工整理的工作量。在智能化优化方面,信息能够被快速提取与更新。无论是工程量清单的编制,还是项目技术方案的描述,BIM模型均能直接生成高精度的数据,并将其与项目需求一一对应,确保文件内容的准确性与完整性。此外,参数化建模的借助使得BIM技术能够根据设计变更或工期调整等需求,动态调整文件内容,避免了因信息滞后导致文件失效或错误。同时,文件的图纸部分通过BIM的三维可视化功能得到了更加直观的表达方式。与传统二维图纸相比,三维模型与施工模拟图能够更加清晰地展示项目结构、工艺流程及场地布局,为文件的技术部分增添了可视化效果,帮助评审人员快速理解项目内容。此外,通过与云平台的集成,BIM技术还支持在线协同编辑,各参与方能够实时更新与共享信息,从而显著提升了文件编制的效率与团队协作能力。

1.5 基于BIM的招投标数据管理与共享

基于BIM的招投标数据管理与共享,彻底改变了传统招投标环节中数据分散与传递效率低下的问题,通过数字化及信息集成技术,为各参与方提供了一个高效的协作平台与数据支持。在传统招投标流程中,设计数据、工程量清单、成本预算等信息通常散布于不同文件或系统中,缺乏统一管理 & 共享机制,导致信息孤岛的形成,进而影响了投标方案的编制与评审效率。通过创建统一的三维信息模型,BIM技术将招投标相关的多维数据整合到同一平台,实现了全生命周期的动态管理与实时共享。在数据管理方面,项目的设计图纸、工程量清单、施工计划、成本数据等信息得以结构化地存储于模型中,BIM技术利用分类管理功能,便于快速查询与调用。通过这种精细化的数据组织方式,招投标环节中的信息一致性与准确性得到了保障,数据冗余或更新错误引发的决策偏差得以避免。同时,历史数据追溯与版本管理的支持,使得各方能够及时了解数据变更,保障了招投标过程的透明与可控^[2]。在数据共享方面,云平台或协作软件通过BIM技术实现了多方实时协同与信息同步。投标方可以基于共享的BIM模型,快速获取最新的设计与工程量信息,进而提升投标文件编制效率,而招标方则能通过模型动态监控各投标方提交的方案与预算,从而简化了评审流程。此外,BIM技术的开放接口与多格式兼容性确保了数据在不同专业、团队或软件之间的无缝流转,从而为跨团队协作提供了技术保障。

2 基于BIM技术的风险控制策略

2.1 风险识别与预警系统的建立

基于BIM技术的风险识别与预警系统,通过数字化、

信息化与可视化手段,为招投标环节提供了全面而精准的风险管控功能。传统的风险识别方法通常依赖于人工经验及分散的数据分析,往往难以及时发现潜在问题或避免遗漏。然而,BIM技术通过构建涵盖项目所有信息的三维数字模型,将设计、施工、成本、工期等多维度数据集成为统一平台,从而为系统化的风险识别与预警提供了坚实基础。在风险识别方面,依托强大的数据整合与动态模拟功能,BIM技术能够对项目各阶段进行全面扫描与分析。设计冲突、工程量不准确、资源配置不合理等问题在模型中能够被自动检测,潜在风险得以精准定位。此外,结合历史数据与参数化建模,BIM技术能够预测并分类类似项目中的常见风险,使得风险识别不仅是静态的,而且能够通过动态化与智能化的方式进行处理。例如,在招投标阶段,工程量清单中的异常项或施工场地布局不合理的问题可以被BIM模型识别,从而避免后期出现无法控制的损失。预警系统充分利用了BIM技术的信息可视化与实时监控优势,结合物联网与云计算等技术,能够对项目中的关键指标动态变化进行实时监控。当偏离预期的情况出现时,预警系统能及时发出警告,并以图形化形式直观展示相关数据。此预警机制不仅能够缩短问题发现的时间,还能为决策者提供清晰的分析依据,促进快速反应。例如,若项目预算超出计划或进度出现延迟,预警系统会立即触发,并提供可能的解决方案。

2.2 数据驱动的动态风险评估

基于BIM技术的数据驱动动态风险评估,依托实时数据分析及模型模拟,提供了精准而全面的决策支持,显著提升了项目风险管理的有效性。传统的风险评估方法多依赖于静态数据与经验判断,往往难以全面预测项目各个阶段可能出现的风险。然而,BIM技术通过其强大的数据集成能力及动态建模特性,使得风险评估可以在项目生命周期的不同阶段实时更新并进行优化。在动态风险评估过程中,BIM技术通过多维数据的采集与整合,确保了评估提供全面的信息支持。项目设计方案、工程量、成本预算、工期计划以及环境因素等关键数据都经过数字化处理,并统一存储于BIM模型中,这一集成方式有效消除了信息孤岛,提升了数据的准确性与一致性。此外,实时获取项目动态数据,如施工进度、设备运行状态及材料消耗等,通过传感器、物联网设备及云平台,BIM技术得以实现,从而保证了评估的时效性^[3]。借助这些实时数据,利用模拟与分析工具,BIM技术能够对潜在风险进行动态量化及预测。通过虚拟仿真施工过程,可能存在的施工工序间冲突或资源分配不合理问题能够被系统发现;而在成本及工期动态分析中,预算超支或工期延误的风险也能够被识别。此外,结合大数据分析 with 人工智能技术,BIM系统能够根据历史数据与行业案例,深入挖掘潜在风险模式,进而为项目风险趋势提供科学预测。

2.3 项目全生命周期的风险联控机制

基于BIM技术的项目全生命周期风险联控机制,贯穿了项目的设计、施工、运营与维护等各个阶段,形成了一个协同、高效、能够动态调整的风险控制体系。传统风险管理通常仅集中于某一阶段,且不同阶段之间的信息传递与协作存在滞后,往往导致风险识别与应对不及时,从而影响项目整体表现。然而,BIM技术通过数字化建模与信息集成,将项目全生命周期的各类数据与风险控制紧密结合,实现了对项目风险的实时监控与管理,确保项目从规划到交付,甚至到运营期间的每个环节都能在统一平台上进行有效的风险联控。在项目初期阶段,BIM技术借助虚拟模型帮助各参与方进行全面评审,潜在的设计缺陷、资源冲突与施工风险等能够被及时识别。通过对模型的动态仿真与分析,项目团队能够提前发现设计方案中的不足之处,避免后期的返工及不必要的成本浪费。此外,BIM技术的协作平台能够将设计、施工、成本、进度等多维度数据集成,提供精准的决策依据,帮助制定有效的风险预防措施,确保项目按预期顺利推进。在施工阶段,实时数据的收集与反馈通过BIM技术实现,项目进度、质量、安全等信息得以动态监控。结合物联网设备、传感器等技术,施工现场的实际数据可及时传输到BIM平台,从而帮助项目管理团队发现潜在的安全隐患、资源配置不当或施工进度延误等风险。与此同时,设计图纸与实际施工之间的差异,BIM的冲突检测功能可以提前发现,施工方案得以及时调整,避免不必要的施工风险。在项目的运营与维护阶段,BIM模型仍然发挥着重要作用。进入使用阶段后,建筑设施的数字化维护数据能够通过BIM技术提供,辅助运营团队在设备管理、能源监控及设施维护等方面进行有效的风险控制。通过实时监测建筑物的运行状态,设备故障或运营异常能够及时发现,并提供预警信息,从而帮助维护团队迅速响应并处理,减少设备故障对运营的负面影响。

2.4 法规与合同管理的数字化支持

基于BIM技术的法规与合同管理数字化支持,通过将项目相关法规要求与合同条款进行集成,提供了一种高效、透明且自动化的管理模式。传统的法规遵循与合同执行依赖人工检查及纸质文件,信息滞后、遗漏或版本混乱等问题往往容易出现,从而带来合规性与执行的风险^[4]。然而,BIM技术通过将法律法规、合同条款以及项目管理流程数字化,并将其嵌入一个统一平台,确保在设计、施工及运营各阶段中,法规要求与合同条款得到实时且精确的管理。在BIM平台上,合同履行情况能够自动检查并跟踪,工期、成本、质量等关键指标的完成进度得以实时监控。偏差能够被及时识别,并触发预警机制,从而避免合同风险的累积。同时,BIM系统将法规要求与项目各阶段的数据结合,对项目的合规性进行动态监

控,确保项目在全生命周期内始终符合相关法律法规。有效减少了法规变更或合同条款未遵守所可能带来的法律风险,这种做法得以实现。

3 结语

BIM 技术在招投标环节的应用为建筑项目带来了显著的优势,包括提高信息流动效率、增强成本预算准确性及加强风险控制能力。通过 BIM 的集成应用,招投标过程更加透明和高效,有助于各方做出更为科学的决策。然而,技术标准的统一、数据共享的难题以及实施成本的挑战,仍是当前面临的主要障碍。未来,随着 BIM 技术的不断发展与完善,招投标环节的数字化转型将进一步深化,为建筑行业的高效管理和风险管控提供更有力的支持。

[参考文献]

- [1] 田国锋,赵军,吴佳丽. BIM 技术在工程招投标阶段的应用研究[J]. 科技资讯,2022,20(12):61-64.
 - [2] 李豆. BIM 技术在建设工程招投标中的应用[J]. 中国建筑装饰装修,2023(6):64-66.
 - [3] 谢乐. BIM 技术在工程招投标管理中的应用研究[J]. 工程建设与设计,2024(4):117-119.
 - [4] 黄少惠. 基于 BIM 技术的工程建设项目招投标系统研究[J]. 福建建设科技,2021(2):92-95.
- 作者简介:邢海蓉(1990.4—),毕业院校:石河子大学,所学专业:计算机科学与技术,当前就职单位名称:乌鲁木齐市公共资源交易中心(乌鲁木齐市政府采购中心),就职单位职务:干部,职称级别:建设工程中级职称。

超低能耗建筑项目技术经济重难点及增量成本分析

黄辉

上海虹极置业有限公司, 上海 201808

[摘要]随着可持续发展理念在建筑领域的深入推进,超低能耗办公园区项目日益增多。文中以上海某超低能耗办公园区工程项目为例,深入分析其成本造价构成,并探讨在项目实施过程中成本管控的重点与难点,提出相应的解决措施,旨在为类似项目的成本造价管理提供参考,实现经济效益与环境效益的双赢。

[关键词]超低能耗建筑;建筑光伏一体化;成本造价控制;增量成本;管控重难点

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15251

中图分类号: TU27

文献标识码: A

Analysis of Technical and Economic Difficulties and Incremental Costs of Ultra-low Energy Consumption Construction Projects

HUANG Hui

Shanghai Hongji Real Estate Co., Ltd., Shanghai, 201808, China

Abstract: With the deepening of the concept of sustainable development in the field of architecture, the number of ultra-low energy office park projects is increasing. Taking a ultra-low energy consumption office park project in Shanghai as an example, this article deeply analyzes its cost structure, explores the key and difficult points of cost control in the project implementation process, and proposes corresponding solutions, aiming to provide reference for cost management of similar projects and achieve a win-win situation of economic and environmental benefits.

Keywords: ultra-low energy consumption buildings; building photovoltaic integration; cost control; incremental cost; key and difficult points of control

引言

近年来,全球气候变化问题日益严重,各国纷纷制定并实施碳中和目标,以应对气候变化对环境、经济和社会的多重影响。在这一背景下,建筑行业作为能源消耗和碳排放的重要来源之一,亟需进行绿色转型。根据国际能源署(IEA)的数据显示,建筑行业约占全球能源消耗的36%和碳排放的39%。因此,开发和推广绿色建筑技术成为实现低碳目标的关键环节。中国作为全球最大的碳排放国之一,在“双碳”目标的指导下积极推进绿色建筑的发展。作为国家绿色建筑示范城市,上海在建筑节能与可再生能源技术应用方面具有显著的前瞻性和实践性。近年来,超低能耗建筑和建筑光伏一体化(BIPV)技术的结合为建筑行业的绿色转型提供了创新解决方案。超低能耗建筑通过优化围护结构和设备系统,实现了能耗的大幅降低;而BIPV技术则通过将光伏组件集成于建筑结构中,实现了建筑能源的局部自给。

尽管超低能耗建筑与BIPV技术在节能减排方面具有显著优势,但其在国内的推广仍面临诸多挑战。首先,超低能耗建筑的设计与施工标准尚未完全体系化,技术推广存在区域性差异。其次,BIPV系统的设备成本较高,导致项目整体预算压力较大。再次,两者的技术结合需要多学科、多团队的协作,这对项目管理和执行能力提出了更高要求。

本文还选取上海某超低能耗BIPV光伏一体化办公园区作为研究对象,旨在探讨此类项目的成本造价指标及其管控重难点。具体而言,本文的研究目标包括:

分析超低能耗建筑与BIPV技术的技术实现路径;比较超低能耗BIPV建筑与普通建筑的成本构成差异;探讨通过合理管控实现成本优化的策略;评估超低能耗BIPV建筑的经济、社会和环境效益。

1 超低能耗建筑技术特点及难点

1.1 技术特点

超低能耗建筑通过先进技术实现能源效率与舒适性的双重目标,其关键在于高效围护结构、暖通设备优化和智能化能耗管理的协同应用。围护结构是节能建筑的核心,通过高性能隔热材料和气密性设计减少热能损失。例如,三玻两腔(甚至四玻两腔)LOW-E中空玻璃能有效降低传热系数,同时阻止红外辐射,使得建筑的采暖和制冷需求大幅下降。此外,无热桥设计可以显著减少因构造节点引起的热量流失,这种技术对于提升整体节能性能至关重要。

在暖通系统中,高效能量转换是超低能耗建筑的重要组成部分。结合热回收装置的使用,新风系统不仅改善了空气质量,还减少了供暖和制冷负荷。例如,通过回收排风中的热量为新风预热,大幅减少了热能需求。建筑设计还特别注重遮阳设施的优化,通过调整建筑朝向和设置外遮阳减少太阳辐射的热负荷,自然通风路径的设计则进一

步降低了对机械制冷的依赖,提升了能耗效率。

智能化能耗管理系统是超低能耗建筑的重要特征,通过传感器实时采集数据并动态调整能源分配。基于这些数据的智能算法可调节设备运行,如优化空调运行时间和照明亮度,从而减少电力消耗。智能化管理不仅提升了能源使用效率,还显著改善了居住环境的舒适性,为绿色建筑的发展提供了技术保障。

1.2 技术难点

尽管超低能耗建筑在节能方面具有显著优势,其推广仍面临诸多技术挑战。首先,气密性和热桥处理对施工质量提出了极高要求。建筑节点中的任何微小漏气点都会破坏整体节能效果,而热桥问题若未能妥善解决,不仅会导致能源浪费,还可能引发墙体结露,影响建筑寿命。

高性能材料的选择和成本也是推广的主要障碍之一。目前用于超低能耗建筑的隔热材料和特种玻璃在国内的普及率较低,市场供应不稳定且价格昂贵,这使得项目预算面临较大压力。此外,材料供应的地域差异性也影响了施工的灵活性和效率,进一步增加了项目的不确定性。

施工复杂性同样是一个重要难点。超低能耗建筑需要极高的施工精度,例如保温层的无缝拼接和窗框的气密性安装,这些细节处理直接决定了建筑的节能效果。然而,由于国内建筑施工团队对这些新技术的掌握尚不充分,施工过程中的失误可能导致项目的节能目标难以实现。

最后,超低能耗建筑的长期维护也带来了新的挑战。复杂的智能化系统需要定期维护和更新,如新风系统的过滤装置和智能控制软件的升级。这些维护工作虽然能保持建筑性能,但也会增加运营成本,影响投资回报周期。

2 BIPV 光伏一体化技术分析

2.1 技术特点

BIPV(建筑光伏一体化)技术将光伏组件直接集成于建筑结构中,实现了建筑功能与光伏发电的双重目标。与传统附加式光伏系统相比,BIPV通过嵌入屋顶、外墙或窗户结构,替代传统建筑材料,不仅节省了建材成本,还增强了建筑的美观性和现代感。例如,半透明光伏玻璃可以用于幕墙设计,同时提供采光和发电功能,成为绿色建筑的重要组成部分。

BIPV的多功能性是其显著特点。光伏组件不仅能够发电,还可充当隔热、防水、遮阳等建筑构件。例如,当光伏组件用于外墙或天窗时,能减少太阳辐射热量的传递,降低冷负荷需求。通过与智能电网和储能系统结合,BIPV建筑能够实现电力自发自用,并将余电反馈至电网,提升能源利用效率,减少对传统电力供应的依赖。

2.2 技术重难点

尽管BIPV技术具有诸多优势,其实际应用中面临一些技术难点。首先是发电性能与建筑功能的平衡问题。例如,透明光伏玻璃需要在透光率和发电效率之间权衡。过

高的透光率可能降低发电能力,而过低的透光率又可能影响室内采光效果。

其次,BIPV系统需与建筑电气系统、暖通设备和能耗管理系统无缝整合,这对设计和施工提出了更高要求。例如,逆变器和储能系统需根据建筑能源需求进行精确匹配,以确保能源供应的稳定性。同时,施工阶段需严格控制组件的密封性和结构稳定性,确保其具备防风、防水能力。

此外,维护的复杂性是BIPV技术推广的重要障碍。由于光伏组件直接嵌入建筑结构,更换和维修成本较高,尤其在幕墙和天窗应用中,需要拆装较大范围的组件才能完成维修工作,这对运维管理提出了更高要求。

3 上海某超低能耗建筑办公园区项目案例分析

3.1 项目概况

本项目占地面积约3.15万平方米,总建筑面积约12.69万平方米,其中地上总建筑面积7.93万平方米,地下总建筑面积4.76万平方米。地上为6栋办公楼,主要功能为办公和局部商业配套。1#~2#、3-1#、4-1#、5~6#办公楼地下采用混凝土框架-剪力墙结构,地上采用钢组合框架-剪力墙结构,楼板均采用钢管腹杆桁架预应力混凝土叠合板。3-2#、4-2#裙房地下采用混凝土框架结构,地上采用钢框架结构,楼板采用钢筋桁架楼承板。室外光伏连廊采用钢结构。整个项目绿色建筑目标为打造全园区超低能耗建筑。

3.2 超低能耗建筑技术路径

3.2.1 被动式节能策略

结合立面设计,控制墙窗比,加强围护结构热工性能,降低建筑使用过程中的能耗需求。具体为:

①合理的规划布局:通过合理的规划布局优化园区内部风环境,提高园区热舒适度;

②控制立面窗墙比:立面窗墙比0.5,幕墙采用四玻两腔(临近机场,综合考虑隔声和绿色建筑需要配置),幕墙传热系数 <1.4 ,减少热损失;

③高性能隔热屋面外墙,高性能门窗:提升外围护结构热工性能,整体热工性能提升50%;

④自然采光及立面外遮阳:既能自然采光又可外遮阳,减少夏季空调消耗。

3.2.2 主动式节能策略

使用低能耗的空调、照明、电梯设备,同时结合新风热回收、智能控制系统等,进一步提高能效,降低建筑使用能耗,具体为:

①智能照明:平衡负荷、提高功率、降低温度,优化照明控制系统,照明自身节能30%;

②高效机房:采用磁悬浮高效冷水机组和高效风冷热泵,降低水阻,优化机组运行策略,供冷供热自身节能36%;

③EC电机:在节能性、设备尺寸以及变频控制方面有巨大优势,电机自身节能10%;

④变频电机：优化电梯做功的功率和做功周期循环次数，电梯自身节能 15%。

3.2.3 可再生能源利用

通过屋面光伏板、BIPV 光伏立面、室外风雨连廊及雨棚顶面光伏板等发电措施，提供建筑日常使用能耗需求，达成超低能耗建筑目标。本项目建筑形态设计考虑最大化利用太阳能资源，光伏板安装面积约为 1.09 万 m²，光伏发电装机容量约 1661Kw，预估全年发电量约 126 万 Kwh。

3.3 增量成本概算分析

与上海市公共建筑节能设计标准相比，按照被动式超低能耗建筑技术标准进行设计与建造，项目单位计容面积增量成本约为 891 元/m²，较常规项目单方成本增量比例约为 6%~10%。其中本项目总增量成本约为 7062 万元，示范增量成本概算如下表 1 所示。

表 1 增量成本概算表

序号	技术措施	实施量	实施量	超低能耗建筑相对于常规节能	总增量 (元)
			单位	设计增量	
1	高性能外窗/幕墙	18,301.35	m ²	1620 元/m ²	29,648,187.00
2	外墙保温	19,235.68	m ²	280 元/m ²	5,385,990.40
3	气密性材料	19,235.68	m ²	150 元/m ²	2,885,352.00
4	屋面保温	10,073.09	m ²	100 元/m ²	1,007,309.00
5	全热回收新风系统	130,263.00	CMH	3 元/m ³	390,789.00
6	高性能冷水机组	12,831.00	kW	500 元/kW	6,415,500.00
7	高效空调输配系统及末端	71,272.00	m ²	90 元/m ²	6,414,480.00
8	节能电梯	45.00	台	100000 元/台	4,500,000.00
9	晶硅光伏系统	10,321.40	m ²	1200 元/m ²	12,385,680.00
10	碲化镉光伏系统	637.50	m ²	2500 元/m ²	1,593,750.00
总计					70,627,037.40

4 成本造价指标分析

4.1 增量成本构成

超低能耗 BIPV 建筑的增量成本主要来源于围护结构优化、暖通高效系统、光伏系统设备及安装费用、智能化管理系统投入以及设计和施工管理费用的提升。围护结构的高性能隔热材料和三玻两腔（甚至四玻两腔）LOW-E 中空玻璃，使得其每平米成本较普通材料增加约 20%~30%。此外，无热桥设计和高标准的气密性处理需要更高质量的材料与精密施工，进一步提高了造价。

光伏系统是另一个主要成本来源。与传统光伏组件不同，BIPV 组件需兼顾发电效率和建筑功能性，因此其单价较高。此外，逆变器和储能设备等关键部件以及定制化

安装方式也显著增加了施工成本。为了实现光伏组件与建筑一体化，安装过程需要特殊工艺确保系统防水性与稳定性，这也对施工成本造成压力。

高效暖通系统及智能化管理系统通过传感器、控制软件和数据处理设备，实现对建筑能源的实时监控与优化调度，同时提升了建筑整体的智能化水平。相比普通建筑，超低能耗 BIPV 建筑还需更高的设计精度和施工管理能力，因此设计费用和管理成本也有所增加。

4.2 初始投资与回收期

尽管初始投资高昂，但超低能耗 BIPV 建筑的节能收益和政策补贴为其提供了长期经济优势。例如，通过光伏发电节约 30% 的电力成本，并将余电上网获得收益，使得项目能在 8~12 年内收回增量投资成本，从全生命周期看具备明显的经济可行性。

4.3 成本与收益的平衡点

通过收益的多样化，超低能耗 BIPV 建筑实现了增量成本与收益的平衡。收益主要来自光伏发电的电费节省、余电上网收益和政策补贴，结合税收优惠和绿色建筑认证支持，这些收益逐步平衡了项目的高额初始投资。

为缩短投资回报周期，优化策略包括本地化生产高性能材料以降低成本、模块化安装技术以简化施工流程，并通过标准化设计减少技术复杂性。这些措施可有效降低初始成本，同时提高建筑的市场吸引力和长期经济效益。

5 光伏系统经济效益评估

5.1 直接经济效益

BIPV 光伏系统为超低能耗建筑带来了显著的直接经济效益，主要体现在用电成本的节省和余电上网收益上。光伏系统通过自发自用的方式，满足了建筑部分电力需求，显著降低了从市电购买电力的成本。

此外，余电上网为建筑带来了额外收入。光伏系统在发电高峰期会产生多余电量，这些电量通过并网销售获得收益。结合节省的电费和余电收益，BIPV 光伏系统每年的直接经济效益对初期投资形成了重要补偿。

5.2 长期经济效益

BIPV 系统的长期经济效益体现在投资回报周期的缩短和运行成本的降低上。基于当前市场条件，BIPV 建筑的投资回报周期通常为 8~12 年。虽然初期投资较高，但其运营期内的节能收益逐年累积，为业主带来了持续的经济回报。

同时，BIPV 建筑的运营成本显著低于传统建筑。光伏发电减少了建筑对传统电力的依赖，降低了电费支出。此外，光伏组件使用寿命通常为 20~25 年，且维护成本较低，这为建筑长期经济效益提供了保障。长期来看，BIPV 建筑在运营期间可实现较高的投资回报率，并为业主节省大量能源成本。

5.3 综合经济效益分析

除了直接和长期收益外，BIPV 系统还为建筑带来了

综合经济效益。首先, BIPV 建筑因其绿色环保特性更具市场吸引力。在商业租赁和销售中, 绿色建筑认证和光伏发电能力为其增加了附加值。其次, 随着碳交易市场的发展, BIPV 建筑的低碳属性还可以通过碳信用获得额外收益。

政策支持也进一步提升了 BIPV 系统的经济性。例如, 政府为绿色建筑项目提供的税收优惠和财政补贴, 在初期投资回收过程中发挥了重要作用。这些支持不仅提升了业主的收益, 还增强了建筑在市场中的竞争力。

6 成本管控的重难点与策略

6.1 设计阶段

设计阶段的成本管控对项目整体经济性至关重要。全生命周期成本分析和 BIM (建筑信息建模) 技术的应用能够优化设计方案, 避免施工阶段出现高成本问题。通过整合光伏系统与建筑结构, 减少不必要的功能重复, 同时保障技术可行性。设计过程中应优先选用本地化生产的高效光伏组件和标准化模块, 降低材料采购和安装成本。此外, 多方协作设计可以确保建筑师、光伏专家和工程团队在设计初期解决潜在的技术冲突。

6.2 施工阶段

施工阶段的成本管控重在质量管理和供应链优化。通过严格的施工规范, 确保围护结构气密性和光伏组件防水性的施工精度, 从而避免因返工造成的成本增加。材料供应链管理是施工阶段的重要环节, 通过提前采购关键材料和引入模块化施工技术, 可以有效缩短工期, 减少材料浪费和人工费用。

数字化工具的使用进一步提升了施工效率和质量监控。例如, 通过实时监控施工进度和成本执行情况, 可以迅速调整计划, 避免因延误引发的额外开支。预制构件的采用也能减少现场施工难度, 降低总成本。

6.3 运营阶段

在运营阶段, 光伏系统和智能化能耗管理系统的维护至关重要。定期清洁光伏组件可保持其高效发电性能, 而智能化系统通过数据分析优化能源使用模式, 进一步降低运营成本。通过储能设备的调节, 可平衡用电高峰和低谷需求, 减少能源浪费。

合同能源管理 (EMC) 模式是创新的运营成本管控方式, 将节能收益与运营方的收入挂钩, 激励持续优化能耗策略。此外, 为建筑租户提供个性化的能源管理解决方案,

不仅提升服务质量, 还能增加附加收益, 为运营方提供更多经济支持。

7 结束语

超低能耗 BIPV 建筑不仅在节能减排方面具有显著优势, 还为社会带来了多方面的积极效益。首先, 这类建筑通过采用先进的绿色技术, 推动了绿色产业链的发展。光伏组件、高性能建材以及智能化管理系统的需求提升了相关行业的技术水平和市场规模, 为本地制造业和高科技行业创造了更多就业机会。

其次, 超低能耗 BIPV 建筑的示范效应显著, 有助于提高公众对绿色建筑的认可度和接受度。在城市规划和建设中, 这些建筑作为绿色技术的样板, 为其他项目提供了借鉴, 带动了整个建筑行业的绿色转型。同时, 在商业应用中, 配备 BIPV 系统的建筑因其可持续发展特性, 能够吸引更多注重环保理念的企业和租户, 提升建筑的市场竞争力。

超低能耗 BIPV 建筑在环境保护方面的贡献尤为显著。首先, 其通过大幅降低建筑运行能耗, 减少了对传统化石能源的依赖, 降低了碳排放。每平方米 BIPV 系统每年可减少约 60~70 公斤二氧化碳排放, 相当于种植约 3-4 棵树的碳汇效果。

此外, BIPV 建筑的能源自给模式显著缓解了城市电网的负荷, 提升了城市能源系统的稳定性。在大规模推广的情况下, 这些建筑还能减少高峰电力需求, 优化能源结构, 助力实现“双碳”目标。

通过采用环保建材和智能化系统, BIPV 建筑在建设和运营过程中减少了资源浪费, 同时提升了能源使用效率。结合屋顶绿化和微气候调节技术, 这些建筑还能在减缓城市热岛效应方面发挥重要作用, 为城市生态环境的改善作出贡献。

[参考文献]

- [1] 王晓华. 超低能耗建筑设计与实践[D]. 北京: 清华大学出版社, 2021.
- [2] 张建辉. BIPV 建筑光伏一体化技术研究与应用[J]. 中国建筑科学研究院学报, 2020, 35(4): 123-130.
- [3] 李宏宇. 智能化绿色建筑技术集成分析[J]. 建筑技术, 2021, 42(6): 45-53.

作者简介: 黄辉 (1988.12—), 男, 上海人, 汉族, 本科学历, 中级工程师, 就职于上海虹极置业有限公司, 从事建筑经济及工程造价预算相关工作。

建筑工程施工阶段造价控制策略与优化路径研究

杨沛沛

新疆兵团城建集团有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830017

[摘要]自改革开放以来, 我国的经济建设呈现出了快速发展的趋势, 建筑产业也因此有了腾飞的空间, 并逐步扩大了产业规模。在建筑工程的建造过程中, 加强对成本的管控, 提高造价控制管理工作的水平, 是确保建筑工程项目取得理想效益的关键。针对施工阶段的造价控制管理, 要由专业性的造价管理人才, 加强对施工阶段造价控制要点的掌握。结合施工阶段的造价控制特点和目前我国建筑工程施工阶段造价控制的现状, 分析建筑工程施工阶段的造价控制措施。

[关键词]建筑工程; 施工阶段; 造价控制; 控制策略; 优化路径

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15250

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Research on Cost Control Strategies and Optimization Paths in the Construction Stage of Building Engineering

YANG Peipei

Xinjiang Production and Construction Corps Urban Construction Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830017, China

Abstract: Since the reform and opening up, Chinese economic construction has shown a rapid development trend, and the construction industry has therefore had room for takeoff and gradually expanded its industrial scale. Strengthening cost control and improving the level of cost control management in the construction process is the key to ensuring that construction projects achieve ideal benefits. For cost control management during the construction phase, professional cost management personnel should strengthen their grasp of the key points of cost control during the construction phase. Based on the characteristics of cost control during the construction phase and the current situation of cost control in the construction phase of building projects in China, analyze the cost control measures during the construction phase of building projects.

Keywords: construction engineering; construction phase; cost control; control strategy; optimization paths

引言

随着建筑行业的迅速发展, 工程规模与复杂性持续攀升, 施工阶段的造价控制已被视为影响项目经济效益与质量管理的核心因素之一。有效的造价控制不仅确保项目能够在预算内按期完成, 还能够提升资源利用率并减少浪费, 从而确保投资的合理性与可持续性。然而, 建筑工程施工阶段涉及的环节繁多, 如设计变更、施工方法的选择、材料采购及人员配置等, 都对最终造价产生了重要影响。如何在施工过程中实现有效的造价控制, 已成为当前建筑项目管理中的一个重要课题。本文将深入探讨施工阶段造价控制的策略与优化路径, 分析造价波动的关键因素, 提出一系列切实可行的控制措施与优化方案, 以期为建筑工程的成本管理提供理论依据及实践指导。结合当前行业的实践经验, 将在研究过程中探索创新的造价控制方法, 特别是预算编制、合同管理、施工变更、材料采购与人员配置等方面的优化路径, 旨在提升项目经济效益, 推动工程建设向高质量发展迈进。

1 建筑工程施工阶段造价控制的特点

建筑工程施工阶段的造价控制呈现出明显的动态性、综合性与实时性。在这一阶段, 工程项目从设计图纸转化为实际施工, 涉及大量资源的投入、技术的应用以及管理

的协调, 造价变动频繁且难以完全预测。由于施工环境复杂且充满不确定因素, 如天气变化、材料价格波动、设计调整以及工期变化等, 动态性的造价控制尤为突出。此外, 施工阶段的造价控制涵盖了材料采购、人员配置、施工工艺选择及工程变更等多个环节, 牵涉到工程技术、经济分析与管理决策等多个领域的协调, 展现了其综合性特征。为了确保造价控制目标的实现, 实时监控与调整项目进展是必不可少的, 潜在风险与问题需及时应对, 从而实现成本、进度及质量之间的动态平衡。正因如此, 施工阶段的造价控制不仅是技术层面的控制, 更是多种因素协同作用下的系统管理过程。

2 建筑工程施工阶段工程造价的影响因素

建筑工程施工阶段的造价受多种因素的影响, 这些因素复杂且多维, 主要由内部和外部条件的共同作用所决定。在内部因素方面, 设计变更是影响造价的重要因素, 设计阶段的缺陷或施工过程中因功能需求及业主要求的调整, 通常会导致工程量增加或资源浪费。此外, 施工方案的合理性及技术水平直接影响资源利用的效率, 先进的施工工艺与合理的施工组织对成本控制具有深远的影响。施工人员的素质与管理团队的能力也起着至关重要的作用, 不当操作或管理疏忽可能引发返工、工期延误等问题, 从而增

加成本压力。外部因素则包括市场经济与政策环境的变化,材料与设备价格波动对造价带来直接影响,尤其在大型项目中,其影响尤为显著^[1]。政策法规的调整,如环保要求及地方税费标准变化,亦可能导致间接成本的增加。此外,施工现场的地质条件、气候变化等自然因素,亦会对工程的进度与造价产生显著干扰。

3 建筑工程施工阶段造价控制措施

3.1 完善工程预算

工程预算的完善是建筑工程施工阶段造价控制的核心环节,其关键作用在于为整个施工过程提供准确的成本指导和控制依据。预算编制不仅需要工程量进行全面而细致的核算,还需综合考虑设计图纸的完整性、施工方案的合理性以及市场价格的动态变化,确保其具备科学性与前瞻性。在实际操作中,预算的制定应根据项目的实际需求,逐一各个环节进行详细分解,涵盖材料采购、机械设备使用、施工劳动力投入等方面,明确各项的具体数量与成本。此外,为应对施工过程中可能出现的风险与不确定性,预算中应设立合理的风险预备金,以应对材料价格波动、气候变化或设计调整等因素所带来的造价变化。预算的编制应依据国家定额与地方标准,同时结合项目所在地的市场行情,并通过动态调整机制来反映实际成本的变化。预算工作有效性的实现离不开各方的协同配合,设计单位需确保图纸与清单的一致性,施工单位应提供详细的施工方案,而财务管理部门则需基于预算数据制定科学的资金使用计划。

3.2 制定科学严密的合同条款

制定科学严谨的合同条款是建筑工程施工阶段造价控制的关键环节之一,其主要目的是通过法律文件明确各方责任与行为,规避潜在风险,优化资源配置。合同条款应以公平与合理为基础,充分反映项目特点及各方的实际需求。其内容应涉及工程范围、工期要求、质量标准、成本分摊及变更管理等关键问题。特别是在造价控制方面,合同应明确规定各阶段的付款方式、进度款支付条件,并设置与工程进展相匹配的支付节点,以确保资金流动的可控性及工程实施的连续性。针对施工过程中的潜在变更风险,合同应清晰规定变更申请程序、审批权限及费用调整计算方法,以防止设计变更或材料替代对造价产生不必要的影响。此外,合同条款应针对工程分包、材料采购、设备租赁等方面,明确各方的责任划分、交付标准及违约处理机制,以确保供应链的高效运作。同时,合同中还应加入有关不可抗力事件的条款,明确由于自然灾害、政策调整等不可控因素引起的工期延误或费用增加的处理办法,以保障双方的合法权益。为确保合同条款的合法性与严谨性,专业人士应在起草阶段被邀请,以从技术、经济及法律多个角度对合同内容进行全面审查。

3.3 合理采购施工材料与设备

在建筑工程施工阶段,合理采购施工材料与设备是控

制造价的关键因素,其核心目标在于实现质量与成本的最佳平衡,同时确保采购过程的规范性与透明度。材料与设备采购应以工程设计要求和施工组织方案为基础,结合市场调研和供应链评估,科学制定采购计划。采购前,市场行情需进行详细调研,全面了解材料与设备的价格波动、供应商资质以及产品性能,优选性价比高且信誉可靠的供应商,以避免由于单一采购渠道带来的价格垄断或供货不及时问题。在采购过程中,招标制度应严格遵循,通过公开竞争机制来降低采购成本,并确保合同中明确交货时间、质量标准及验收方式,从而减少后期的纠纷与成本浪费^[2]。为避免材料与设备质量问题对工程进度和成本造成影响,质量检测制度在采购环节中应严格执行,对所有采购物资进行全面验收,拒收不合格材料与设备并及时更换。此外,物资的批次与时间节点应合理安排,采购计划避免过多库存占用资金,并减少因材料短缺或设备迟到对施工进度的干扰。合理的采购策略还应包含对长期合作供应商的评估与激励机制,通过建立稳定的供需关系来提高整体采购效率。

3.4 合理配备施工人员

合理配置施工人员是建筑工程施工阶段造价控制的关键环节,其核心目标在于确保人员配置的合理性,最大化施工效率。施工人员的数量及其技能水平应根据工程需求与施工进度进行科学安排,避免因人员过多而造成资源浪费,或因人员不足而影响工程进度与质量。在人员配置过程中,根据施工任务的复杂性与专业要求,具备相应资质和丰富经验的技术人员与操作工人应被选派,确保各项任务能够按照既定标准顺利高效完成。此外,为提升施工人员的工作效率与质量,必要的培训与技术支持应在现场提供,确保工人掌握最新施工技术与安全规范,以避免因操作不当引发质量问题或安全隐患,从而增加额外成本。合理配置人员还需与项目施工计划与工期目标紧密对接,确保人员调配的灵活性,及时在关键节点增派或调整人员,以确保工程的顺利进行。与此同时,团队协作精神的培养亦应被注重,依托有效的现场管理与人员沟通,提高团队凝聚力与工作效率,减少因组织管理不善导致的工期延误或施工错误。

3.5 合理处理索赔事项

合理处理索赔事项是建筑工程施工阶段造价控制的重要举措,其核心在于在遵循法律与合同条款的前提下,妥善应对不可预见的情况、设计变更或外部因素引发的额外费用,从而避免不必要的成本增加与纠纷的产生。工程延期、施工条件变化、设计不完善或原材料价格波动等因素,通常是索赔事项的根源。面对索赔,依据合同中有关变更、延期及额外费用的规定,详尽的分析与评估必须进行。工程管理团队需及时、准确地记录并整理所有索赔事项的背景、原因与相关证据,包括施工进度、变更记录、合同条款及相关沟通文件,确保索赔的合法性与真实性。在处理过程中,保持与各方的顺畅沟通应始终进行,尤其

是在业主、设计方与承包商之间的协调时，公平、公正的原则始终应被秉持，避免因沟通不当或误解引发不必要的争议。涉及费用的索赔，需要根据实际情况进行合理核算，严格控制索赔金额，确保其在合同框架内合理合规^[3]。同时，为避免索赔事项对施工进度与造价产生持续影响，建议在项目初期就明确索赔程序、费用标准及时间限制，且在施工过程中加强对可能导致索赔的风险因素的监控。

3.6 合理控制施工阶段的工程变更

控制施工阶段的工程变更是建筑工程造价管理中的重要环节，能够有效防止设计变更、施工条件变化或其他不可预见因素引发额外成本。工程变更通常会对项目的预算、工期及质量产生深远影响，故必须实施严格的管理措施，以确保变更的合理性与必要性。每当变更发生时，变更内容需进行全面审查，分析变更的原因、影响范围及可能产生的费用，以确保变更基于实际需求，而非因过度设计或不合理要求所引起。同时，变更应通过规范化的审批流程进行管理，涉及对变更申请的审核与评估，并获得各方确认，以保障变更决策的透明与公正。明确记录应对所有变更事项进行，新增费用及工期调整等内容应经过详细估算，并得到相关方确认。在实施过程中，项目管理团队应严格把控变更的执行，防止不必要的重复变更或随意调整，以减少对施工计划与资源调度的干扰。同时，在变更发生前，承包商与设计单位应提供详细的技术与经济评估报告，避免工程变更引起预算超支。

3.7 提高工程造价人员业务水准

提高工程造价人员的业务能力是确保建筑工程施工阶段造价控制顺利实施的关键因素。预算的精确性、成本管理及风险预测的有效性，直接受造价人员专业水平的影响。扎实的工程造价理论基础，应由造价人员具备，并应熟练掌握相关计价软件与工具，确保在复杂项目中实现精准的预算编制、成本控制及资金流的跟踪。此外，行业政策、市场动态及相关法律法规，需造价人员密切关注，以便及时掌握原材料价格的波动、施工技术的进展以及国家与地方政策的变化，这对于精准预测成本并及时调整造价计划至关重要。同时，较强的沟通与协调能力也应由造价人员具备，因其与项目经理、设计人员、采购部门及业主进行紧密合作，了解项目实施过程中可能出现的变更与调整，确保各方意见达成一致，避免因信息不畅而导致费用超支。为了进一步提高业务水平，定期开展专业培训与考核同样重要。通过学习先进的成本控制方法、最新的市场动向以及项目管理技巧，可确保造价人员持续保持高效、专业的工作状态。

4 建筑工程施工阶段造价优化路径

建筑工程施工阶段的造价优化路径，核心在于通过精细化管理、科学决策以及技术创新，最大程度提升资源利

用效率，减少不必要的成本浪费，从而实现项目造价的有效控制与优化。优化路径的起点应是前期预算的准确性，预算方案应由工程造价人员依据详细的设计图纸与施工计划制定，并根据项目进展进行动态调整，确保预算与实际情况高度一致。同时，施工方案的合理性也应受到重视。通过合理选择施工方法与技术手段，施工成本不仅能降低，施工效率与工期也能得到提升，从而减少因工期延误所产生的额外费用。先进建造技术的采用，如预制构件与模块化建设，不仅能够提升施工质量与效率，还能在材料使用及人工成本方面实现显著节约。此外，精细化的材料采购管理及供应链优化对造价优化至关重要。在采购阶段，合适的供应商应被选择，并通过竞争性招标确保最优价格，同时应合理规划采购时间，避免因价格波动导致成本增加^[4]。施工阶段的变更管理必须依照严格的变更审批制度，确保每项变更都经过充分评估与论证，以免无序变更带来额外费用。在整个过程中，信息化管理手段的采用至关重要。借助 BIM 技术及数字化施工工具进行工程进度、质量与成本的实时监控，问题能够及时发现并迅速解决，从而保障项目造价始终维持在合理范围内。

5 结语

通过对建筑工程施工阶段造价控制策略与优化路径的深入分析，本研究揭示了有效控制施工阶段造价的多维度方法。从完善预算、合理控制工程变更到提高人员素质、优化材料采购等方面，每一项措施的落实都能为项目的成本管控提供有力保障。与此同时，随着建筑信息化技术的逐步普及，数字化管理手段和 BIM 技术的应用为造价控制带来了更加精准和实时的管理支持。然而，建筑工程的施工过程复杂多变，造价控制仍面临众多挑战，需要不断优化管理流程，提升团队的专业能力，并灵活应对市场变化。只有通过综合运用多种策略，持续创新管理手段，才能在保障工程质量和工期的前提下，最大限度地降低工程成本，确保建筑项目的经济效益和可持续发展。

【参考文献】

- [1] 王晓敏. 建筑工程施工阶段造价控制分析[J]. 居业, 2023(4): 127-129.
 - [2] 王剑云. 建筑工程施工阶段工程造价控制及管理[J]. 中国招标, 2022(7): 114-116.
 - [3] 王博轩. 建筑工程施工阶段工程造价控制措施探析[J]. 决策探索(中), 2020(11): 36.
 - [4] 高丽君. 建筑工程施工阶段工程造价控制管理[J]. 居舍, 2020(4): 138.
- 作者简介：杨沛沛（1989.7—），毕业院校：长安大学，所学专业：工程造价，当前就职单位：新疆兵团城建集团有限公司，职称级别：中级工程师。

住宅建筑工程预算审计与结算控制策略的优化与实施路径研究

陆益甜

横店集团房地产开发有限公司, 浙江 东阳 322118

[摘要] 伴随着住宅建筑行业的迅猛增长, 项目预算审计及结算监管是保障项目顺利执行、成本管控及效益提升的关键途径。通过对住宅建筑工程预算审计及结算控制现状进行探讨, 揭示了现存的若干问题, 如预算编制不严谨、审计程序不规范、资金结算监管不力等。以实例分析, 提出若干改进措施, 涵盖优化预算编制体系、强化审计流程监管、增强资金结算管控能力等方面, 并对实施途径进行了深入分析, 旨在增强住宅建筑工程项目管理效能、确保成本管控的理论支撑与实务指引。

[关键词] 住宅建筑工程; 预算审计; 结算控制; 优化策略; 成本控制

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15247

中图分类号: TP273

文献标识码: A

Research on Optimization and Implementation Path of Budget Audit and Settlement Control Strategies for Residential Construction Projects

LU Yitian

Hengdian Group Real Estate Development Co., Ltd., Dongyang, Zhejiang, 322118, China

Abstract: With the rapid growth of the residential construction industry, project budget auditing and settlement supervision are key ways to ensure smooth project execution, cost control, and efficiency improvement. By exploring the current situation of budget audit and settlement control in residential construction projects, several existing problems have been revealed, such as lax budget preparation, non-standard audit procedures, and inadequate supervision of fund settlement. Through case analysis, several improvement measures are proposed, including optimizing the budget preparation system, strengthening audit process supervision, enhancing fund settlement control capabilities, etc. The implementation approach is analyzed in depth, aiming to enhance the management efficiency of residential construction projects and ensure theoretical support and practical guidance for cost control.

Keywords: residential construction projects; budget audit; settlement control; optimization strategy; cost control

引言

伴随着房地产领域的进步, 住宅建筑项目规模持续增长, 项目管理工作遭遇了更多困难。预算审计及结算监管构成工程项目管理的核心环节, 对项目成本管控、资源分配及风险防范至关重要。然而, 目前预算审计及结算监管领域尚存诸多问题, 这不仅对工程建设的顺利进行构成了影响, 还提升了项目的经济风险。因此, 管理住宅建筑工程预算审计与结算控制的优化策略与实施途径, 对优化项目管理成效具有显著的现实价值。本论文将基于现状剖析展开, 基于实际情况, 提出有效可行的改进策略。

1 住宅建筑工程预算审计与结算控制的概述

住宅建筑项目预算审计及结算监管构成工程管理的关键环节, 该问题不仅关乎项目财务的透明性及资源的有效分配, 还直接对工程成本管控与经济效益产生显著影响。随着建筑业规模的持续膨胀, 住宅建筑工程项目管理遭遇愈发严峻的挑战。预算审计与财务结算监管的效应表现在多个层面, 涵盖项目预算的合理制定、项目实际支出的监控以及工程结算的合规性与精确度^[1]。

预算审计系对住宅建筑工程项目建设资金运用实施监管与审查的流程。它需对项目初始预算、施工期间产生的调整费用以及最终结算费用进行全程审核, 确保每一项

费用开支均符合相关规范, 并有效管控项目开销。结算是控制施工完毕后的管理措施, 依据合同约定与工程实际进度所执行的工程量计算与款项清算作业, 其旨在保障各项目支出计算的精确性, 确保支付与实际工作量相匹配, 防止虚报或费用缺失情形的出现。

在实践中, 住宅建筑工程预算审核与结算管理遭遇众多难题。鉴于市场波动及原材料成本的不确定性, 预算编制常出现失准现象, 对后续成本管理产生作用。审计程序不规范且结算过程缺乏透明度, 项目资金管理挑战加剧。为此, 住宅建筑工程预算审核与结款管理需依托科学的制度与先进的信息技术, 确保预算编制精确度、审计流程规范性及结算控制精准度, 确保项目成本管控及资金运用透明高效。

2 预算审计与结算控制中存在的问题

2.1 预算编制不科学

在住宅建筑领域, 预算编制构成项目成本控制的关键步骤。然而, 诸多工程项目在预算编制阶段存在非科学性 & 非合理性现象。预算编制缺少详细的数据佐证与精准的市场分析, 通常需借助预估或过往项目经验资料, 造成预算缺乏精确性与预见性。材料成本、人力成本及其他间接成本的预估往往未纳入市场波动及潜在变动因素。此预算

计划未能精确体现施工实际成本变动,易引发预算差异显著。在预算编制阶段,忽视了对项目整个生命周期的综合考量,在某些情形下,项目经费安排未涵盖潜在意外支出或设计调整,引发预算调整之际,难以灵活适应,进而影响项目的资金配置与财务稳健性^[2]。

此外,预算编制透明度不足,项目参与人员对预算流程的参与度不足,专家在设计、施工、采购等关键环节的见解往往遭忽视,导致预算内容缺乏全面性与可执行性。鉴于各种成本估算的基准各异,预算编制结果可能存在不一致性,项目管理者在后期管控阶段承受较重的财务压力。因此,确保预算编制的严谨性,需强化对市场价格的即时监控,提升数据解析与风险评价能力。采用更为严谨与周全的预算编制策略,进而确保项目后续审计与结账的依据稳固。

2.2 审计流程不规范

审计程序不合规是住宅建筑工程预算审计与结算管理中普遍存在的难题。传统的审计程序通常较为简略,缺乏详尽的规范化操作指南。审计人员在执行预算审查任务时,未能对各项费用支出及财务账目进行彻底审查,由此导致某些潜在财务风险及非规范资金流动未能适时察觉。在审计活动中,对预算执行状况的监督与评估相对不足,未能对项目预算各阶段实施周期性审查,引发预算偏差与超支识别困境,项目成本控制与结算精度最终受影响。

此外,审计人员专业技能与审计广度不足,亦为审计程序不规范的关键因素。在若干项目里,鉴于审计人员经验或技术支撑不足,难以对工程成本进行深入剖析,可能仅限于表面数据的校验,忽略了潜在的财务隐患。因此,为了规范审计程序,务必构建健全的审计体系,确立清晰的审计流程与规范,保障各项目阶段预算执行状况的实时、全面、精确审查。同时,增强审计人员专业技能,利用信息技术提升审计的及时性与精确度,保障审计程序的合规性与公开性,提升项目管理效率^[3]。

2.3 结算控制不到位

结算控制不到位是住宅建筑工程项目中常见的管理问题。项目的结算环节涉及大量的资金流动和支付,因此,结算控制精确度对项目资金周转与财务稳定性产生直接影响。然而,在实践层面,众多项目在结算监管方面存在众多缺陷。在结算环节中,未能精确计算工程量及工作细节,引发结算金额与实际施工进度及品质间的差异,某些项目或许因工程量遗漏或计算冗余而出现误差,引发结算金额失准,甚至出现夸大、虚报现象。结算审核流程存在不规范之处,缺乏一致的标准及严谨的审批程序。鉴于牵涉众多部门和人员,审批程序过于复杂或监管不足,可能引发资金支付延迟与偏差,甚至对工程项目管理构成潜在的腐败隐患。

另外,部分项目在结算控制环节未能充分遵循合同条款及项目变更的严格实施,关于工程调整及额外成本问题,

账目调整未按合同规定实时处理。导致结算数据与工程实际状况不吻合,进而影响项目整体财务的透明度。因此,强化支付结算监管,需在项目启动初期即确立结算流程及规范,确保工程项目计量精确、契约条文明确,并通过周期性的财务审查与稽核,迅速调整账目中的误差。提升支付结算的透明度与合法性,有效缓解财务风险,保障项目资金流转顺畅,确保项目按期、保质、保量完成。

3 预算审计与结算控制优化策略

3.1 完善预算编制机制

优化预算编制流程是增强住宅建筑工程预算审计与结算管控效能的核心途径。预算构成项目的财务规划框架,直接影响项目成本控制的方向与力度。因此,优化预算编制体系需从数个维度入手:预算编制需基于项目具体状况进行细致剖析。在预算编制过程中,需全面考量建筑材料成本、人工成本、设备租赁费用以及设计调整等因素,基于深入的市场调查与历史数据研究,提供预算编制的科学支撑。同时,预算编制需突出风险控制,预期可能发生的市场震荡或意外事件,提前将潜在变动要素纳入预算考量,保障预算的高效实施与适应能力^[4]。

应构建跨部门合作机制。在编制预算阶段,项目规划、购置、建设等各阶段的专业人员需协同介入,保障预算编制的完整性及精确度,各阶段专家依据专业领域提供所需数据支撑,进而防止单一部门预算编制失误。此外,预算编制需持续优化与修订,随着该项目的推进,预算实施期间可能遭遇设计调整、物料成本变动等情形,这需强调预算编制机制须具备适应性,周期性实施预算调整,确保项目实施期间财务均衡。

预算编制需强化公开性与监管效力。在预算制定阶段,项目相关各方及单位需确保信息互通,确立严苛的审批程序,规避由单一主导的预算编制模式引发的权益不均现象。同时,构建自主的审计体系,确保预算编制的合理性及公开性,完善预算编制体系,可确保后续审计与结算管控的稳固根基,有效缩小预算与实际支出之间的差距,增强全面财务管理能力。

3.2 加强审计环节管理

审计环节管理的完善是确保住宅建筑工程预算审计与结算控制精准实施的核心环节。审计不仅对预算执行阶段资金流转实施监管与核实,还能够实时识别项目潜在财务风险从而降低项目的财务风险。因此,提升审计阶段管控措施需从数个维度入手:审计程序需实现标准化与体系化。针对各个项目阶段,逐笔资金流动过程,均需设定清晰的审计时点,确保审计流程的严格实施。审计人员需遵循规范化审计程序,全程审查项目资金运用状况,确保资金按照预算及合同规定进行合理使用,预防超出预算或不合理支出的情形^[5]。

审计人员的专业素质和技术能力是审计环节管理的

基础。为了提高审计质量和效果,必须不断提升审计人员的业务能力和综合素质。定期举办审计教育课程,尤其是深化对建筑业相关法规、审计技巧、财务管理领域的钻研,增强审计人员对建筑项目繁复财务状况的辨识与解析技能。此外,审计人员需熟悉相关信息技术工具,采用先进审计软件、数据分析系统等手段,提升审计效能与精确性。审计环节需强化对项目调整及补充协定的审核,建筑工程项目常伴随设计调整、工程量变动等情形。审计人员需特别关注这些变动对预算与决算的效应,确保所有调整和额外支出均获得详尽记录与恰当审核。同时,审计机构应与项目管理机构和财务机构保持紧密联络,迅速处理审计环节揭示的难题。通过强化审计流程监管,确保项目经费预算与决算环节的公开与公平,预防财务风险的产生。

3.3 提升结算控制精度

提高结算控制精确度是保障住宅建筑项目顺利推进的核心步骤。结算管控不仅关乎项目财务精确管理,更显著影响项目资金流动性及财务稳健性。为了增强结算控制准确度,需保障清算信息的精确性与周全性。建筑项目结算阶段通常包含繁复的工程量核算与费用明细编制,每个步骤的失误均可能引发最终结算金额的误差。因此,在清算环节,需强化对工程量核实与计算工作,核实结算款项与实际施工状况相符。此外,对于项目调整及额外费用清算,需严格遵循合同规定,确保每项调整均获得恰当的预算与清算^[6]。

规范结算审批流程是提高结算控制精度的关键保障。结算审批流程通常涵盖多个部门与人员,有必要构建一个清晰的审批程序,确保每笔结算资金支出均经过细致审查。审查人员应细致审核结算文件,核实结算金额是否与合同规定相符,是否存在不合规的费用开支。同时,相关部门需保障结算资讯的实时传递与共享,防止因结算延迟或信息滞留引发的资金流转障碍。另外,信息化技术的应用亦为提高结算控制准确性的关键途径。随着我国建筑行业信息化程度的持续提升,日益增长的建筑项目采纳了电子化结算机制,采用数字化策略实施账目结算管控,这不仅能增进清算效率,还能确保结算数据精确性与可见性。通过构建统一的信息管理枢纽,项目相关数据可实现即时上传、修改与检索,规避了人工操作的差错与缺陷。

依托信息化平台的应用,可以显著增强住宅建筑工程

项目结算监管的精确度,减少人为干预,提高结算流程的自动化和透明度。信息化平台能够通过数据集成、实时更新和智能化分析,提供精准的结算数据,确保结算环节的每一笔支出都能够得到严格审核和监控。这不仅降低了传统结算流程中的人为错误或主观操作带来的风险,还能有效防范因信息不对称或手动操作失误导致的资金流失问题^[7]。

通过建立完善的结算控制流程,信息化平台能够实时记录和追踪项目的资金流向,对资金的使用进行全程监控。这种精细化的管理模式,不仅为项目提供了稳固的财政保障,还能够显著降低结算环节可能出现的风险和缺陷,保障资金的规范使用。项目经理和相关人员可以随时掌握资金使用情况,确保项目资金的合理分配与使用,从而提高项目的执行效率,最终确保项目按时、按质、按预算完成,达到财务规范和监管要求。

4 结语

住宅建筑工程项目的预算审计与结算控制关系到项目的经济效益和整体进度。通过对当前存在问题的分析,结合优化策略的实施路径,能够有效提升预算审计和结算控制的精确度与效率。企业应注重预算管理、审计流程的优化与信息化手段的应用,进一步规范和提升项目管理水平,确保项目顺利完成,降低工程成本,提高利润空间。

[参考文献]

- [1]王洁.住宅建筑工程预算审计与结算控制策略探析[J].居舍,2024(35):178-180.
 - [2]王海冲.论土建工程预算审计方法与有效控制建筑工程预算[J].中华建设,2022(9):55-57.
 - [3]徐慧萍.论土建工程预算审计方法与有效控制建筑工程结算[J].中国住宅设施,2021(10):89-90.
 - [4]祝晶晶,郭生南.土建工程预算审计方法与控制建筑工程结算的探讨[J].居舍,2021(29):151-152.
 - [5]朱晓芳.土建工程预算审计方法与有效控制建筑工程结算探析[J].大众标准化,2020(4):57-60.
 - [6]郭晓蕊.土建工程预算审计方法与有效控制建筑工程结算的方法探析[J].建材与装饰,2018(52):109-110.
 - [7]马月玲.论土建工程预算审计方法与有效控制建筑工程结算[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2018(12):139-140.
- 作者简介:陆益甜(1988.10—),本科,造价师,工程管理。

建筑工程施工阶段造价控制策略及优化路径研究

叶静茹

乌鲁木齐禾润科技开发有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 建筑工程项目的施工阶段, 通常被视为整个建设周期中最为复杂且资金投入最集中的时期。在此过程中, 工程设计、施工质量、材料采购及劳动力管理等多个因素, 均会直接或间接对造价产生影响。由于科学的成本管控措施未能被有效实施, 部分项目曾出现预算超支、工期拖延, 甚至对整体质量造成不利影响。如何在施工过程中实现造价的有效控制, 尤其是借助信息化技术与精细化管理手段, 已成为行业亟待解决的问题。对这些管控策略与优化路径的深入研究, 不仅能提升工程管理的整体效率, 工程质量与进度的稳定性亦可得到保障。同时, 成本的合理控制得以实现, 为项目的顺利实施提供了有力支撑。

[关键词] 建筑工程; 施工阶段; 工程造价; 控制; 优化路径

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15230

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Research on Cost Control Strategies and Optimization Paths in the Construction Stage of Building Project

YE Jingru

Urumqi Herun Technology Development Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: The construction phase of a construction project is usually regarded as the most complex and capital intensive period in the entire construction cycle. During this process, multiple factors such as engineering design, construction quality, material procurement, and labor management will directly or indirectly affect the cost. Due to the ineffective implementation of scientific cost control measures, some projects have experienced budget overruns, project delays, and even adverse effects on overall quality. How to achieve effective cost control during the construction process, especially with the help of information technology and refined management methods, has become an urgent problem to be solved in the industry. In depth research on these control strategies and optimization paths can not only improve the overall efficiency of engineering management, but also ensure the stability of engineering quality and progress. Meanwhile, the reasonable control of costs has been achieved, providing strong support for the smooth implementation of the project.

Keywords: construction engineering; construction phase; engineering cost; control; optimization paths

引言

随着建筑行业的迅速发展, 工程造价控制已成为项目管理中的核心内容, 尤其在施工阶段, 成本管控对于保障工程顺利推进、减少资金浪费的重要性愈发凸显。施工阶段的造价管理不仅关乎投资收益, 工程质量及工期安排亦受到直接影响。如何在施工过程中实现成本的有效调控, 已成为建设单位亟待解决的关键问题。科学合理的策略需被制定, 优化措施也应被有效实施, 使造价管理更加精细化与可控化, 从而确保工程资金的合理运用, 提升项目管理的整体效益。

1 施工阶段影响工程造价的主要因素

1.1 重大设计变更带来的影响因素

在工程项目施工图设计完成后, 通常情况下, 设计方案应保持稳定, 除非遇到特殊情况, 否则不宜频繁调整。若在施工阶段不断修改设计, 不仅会对工程总投资造成影响, 还会使项目成本持续上升, 增加超出预算的风险。每次设计变更都会带来额外的经济支出, 若频繁发生, 项目投资难以控制, 可能导致资金压力加大。与此同时, 施工进度也会受到干扰, 原定的时间安排可能被打乱, 甚至影

响关键节点的完成, 进一步加剧施工管理的复杂性, 使建设单位难以对造价进行有效管控。更值得关注的是, 频繁调整设计方案可能破坏原有的完整性和逻辑性, 增加设计缺陷的风险。某些隐性问题在施工前可能难以察觉, 一旦进入实际施工阶段, 将对工程质量产生不利影响, 甚至影响最终的使用功能。由此可见, 过多的设计变更不仅带来资金和工期方面的不确定性, 还可能影响工程质量与项目的整体可控性。保持设计方案的稳定性, 减少不必要的修改, 是确保工程造价受控、施工进度合理、工程质量可靠的重要措施。

1.2 工程材料带来的影响因素

建筑工程造价受多种因素影响, 其中材料的选择与管理尤为关键。材料质量不仅决定了施工进度, 也直接关系到工程质量。若建设单位对施工质量的监管不到位, 过度依赖施工单位的管理能力, 极易引发一系列问题。低劣的建筑材料不仅增加施工难度, 还可能导致质量缺陷, 甚至引发返工。返工意味着额外的人力、物力投入, 施工流程也将受到干扰, 造成工期延误, 使项目进度难以按计划推进。施工周期的拖延带来的影响远不止于此。额外的工期

消耗将直接推高项目成本,增加建设单位的资金压力,甚至影响整体投资管理,导致预算难以控制。同时,若施工质量未能达到既定标准,建筑工程的使用功能可能受损,降低项目的实际效益,使建设单位的投资价值大打折扣。在建筑工程施工过程中,精准选择材料并强化质量管控,既是降低成本的重要手段,也是保障工程效益的必要举措。

2 建筑工程施工阶段造价控制的主要策略

2.1 做好项目施工图纸会审

施工图纸会审,被视为建筑工程施工阶段造价控制的重要环节。作为工程实施的核心依据,施工图决定了项目的结构布局、施工工艺及材料选用,其审核的精准性对成本控制具有直接影响。若未能严格把关,设计中的不合理之处、技术细节的缺失或与现场条件的不匹配将难以及时发现,导致后续变更的发生,额外成本也会因此增加。在施工前开展系统性的图纸会审,潜在问题能够被有效识别,使设计方案与现场条件保持一致。会审过程中,由项目管理人员、设计师、施工团队及相关专业人员共同参与,对涉及成本、材料、工艺等关键内容进行深入分析,各项技术细节需经过充分论证。通过优化设计方案,施工过程中的调整与返工得以减少,因设计缺陷造成的预算超支也可有效规避。图纸会审的核心价值不仅体现在问题的识别,还体现在对施工风险的提前规避之上,通过科学严谨的审核流程,影响施工的潜在因素得以及时发现并妥善处理。高效的会审工作,使后续变更和调整成本大幅降低,并在项目推进过程中提供明确的技术指导,从而确保施工计划顺利实施。图纸审核的精准与细致,被视为提升工程质量、控制造价的重要措施。

2.2 严格把控设计方案变更

在建筑工程施工阶段,造价控制受到设计方案变更的直接影响。由于实际施工过程中,各种因素可能引发调整需求,但若变更频繁或缺乏合理性,预算超支的风险将大幅增加,成本管理也将受到冲击。为降低此类影响,每项设计调整均需经过严格审查,其必要性必须经过充分论证,以避免不必要的支出。设计修改所涉及的不仅是材料成本的变化,还包括施工工艺的优化与工期安排的调整。若变更未经过系统评估,造价的显著上升将难以避免,项目延期的可能性也会随之增加。因此,在变更正式实施之前,必须对资金投入、工程进度及质量影响进行全面分析。只有在合理性得到充分论证的情况下,变更方案方可获批执行。施工现场与图纸内容的不匹配,往往因设计变更而产生,使额外调整难以避免,甚至影响整体工程的协调性。为减少此类问题,设计变更管理机制需被建立并不断完善,审批权限与责任划分也应明确。通过严格控制调整流程,施工造价得以保持在可控范围内,资源浪费得以减少,工程执行的稳定性亦可得到有效提升。

2.3 精细化管理

在建筑工程施工阶段,造价控制的重要手段之一是精

细化管理,核心在于严密的规划与高效的执行,以确保项目在预算范围内推进。施工过程中,若管理不当,成本上升与工期延误的风险便难以避免。因此,从多个维度强化管理,确保各环节的有序运行,显得尤为关键。精细化管理的重要内容之一,是对施工各阶段的精确规划与合理调度。各工序的实施步骤须被细致安排,人力、材料及设备的配置亦需合理,以提高资源利用效率。任务执行细节的细化,使潜在问题得以及早发现,从而减少施工混乱与资源浪费的可能性。施工现场的管理要求须被严格执行,以实现质量、进度及成本的全方位控制。任何工序均应符合既定标准,从而降低误差与返工的风险,避免因重复作业而产生额外支出。此外,与供应商及分包商的协作需要加强,以确保材料供应及服务交付的及时性与可靠性,从而减少因供货延误或质量问题所带来的额外成本。

2.4 成本计划与预算管理

在建筑工程施工阶段,成本计划与预算管理被视为造价控制的基础环节,其核心在于合理调配项目资金,避免超支现象的发生。整个项目周期内的费用预测与分配,由成本计划加以涵盖,而预算管理则通过严格监控各项支出,使资金运作始终处于可控状态。制定成本计划时,设计图纸及施工方案需作为依据,对直接成本与间接成本进行详尽测算。测算的精准程度,决定了后续预算管理的有效性。若估算过高或过低,资金管理的平衡性将受到影响。施工阶段的动态调整是预算管理的核心,资金使用情况的实时跟踪,与实际支出的比对,确保了成本的合理控制。一旦超支趋势被发现,管理人员应立即评估成因,并采取适当措施,通过调整施工安排或优化资源配置,降低财务风险。成本计划与预算管理还需与施工进度保持同步。资金流动的合理性,在项目推进过程中起着至关重要的作用。施工进度的加快或延误,对成本均可能造成影响。因此,预算控制不仅涉及物资与人工费用的管理,时间成本的影响亦不可忽视。若施工拖延,额外支出便难以避免。科学的资金调配与精准的成本控制,使工程造价得以有效管理,从而确保项目在预期范围内顺利实施。

3 优化建筑工程施工阶段造价控制的路径

3.1 信息化技术的应用

信息化技术在建筑工程施工阶段的造价控制中,其作用日益凸显。随着建筑行业数字化转型的加速推进,项目管理效率得到了显著提升,同时,精准的数据支持也为成本控制提供了保障。通过先进技术的引入,各项资金支出的实时监测得以实现,工程严格按照预算执行的可能性因此大幅提高。BIM(建筑信息模型)技术的应用,使施工前的项目全流程能够以虚拟仿真方式呈现,设计方案、施工组织及资源配置的合理性得到了更加直观的分析。依托BIM模型,设计调整、进度安排与材料消耗等关键信息得以及时反馈并优化,由此降低了因施工误差或设计缺陷

导致的额外开支。智能化设备与传感器的广泛应用,使施工现场的关键数据得以实时采集与分析^[1]。施工进度、材料消耗、人员投入等核心指标被全程跟踪,各项作业的推进因此更加有序。数据的即时共享,使管理人员能够迅速调整策略,预算超支风险由此降低。信息化技术的深度融合,使建筑工程造价控制更加精准且智能。借助数据分析,潜在风险能够被提前预测,科学决策也能基于实时信息作出。资源配置的进一步优化,使项目在预算范围内高效完成。项目管理的透明度由此提升,造价控制的可靠性也得到了有力保障。

3.2 材料采购与供应链管理

在建筑工程施工阶段的造价控制中,材料采购与供应链管理的作用至关重要。施工成本与进度均受到其直接影响,合理的采购策略与高效的供应链管理不仅能确保材料质量与供应的稳定性,还能最大程度降低材料损耗及成本波动所带来的风险。材料采购计划的精准性需基于项目需求进行详尽预测,所采购的材料在种类、数量及质量上,必须符合施工标准^[2]。若采购量过大,库存积压与资金占用的增加将难以避免,而供应不足则可能造成施工中断,进而影响整体进度。因此,采购方案应科学制定,使材料供应保持稳定,短缺与延误导致的额外开支由此得以规避。供应链管理的精细化运作对造价控制同样具有重要意义,长期稳定的供应商合作机制需被建立,以确保材料采购的稳定性与价格的合理性。采用集约化采购或集中采购模式,单位成本得以有效降低。供应过程中的潜在问题,唯有通过与供应商的紧密协作,方能被及时发现并解决,从而减少因供应延误或质量不达标所造成的额外支出。信息化技术的深度应用,使材料管理的效率大幅提升。依托数字化平台,采购、运输、入场及使用等环节能够被实时跟踪,每批材料的准时到位与充分利用因此得以保障。通过精细化管理,不仅材料浪费能被有效减少,供应链中的潜在风险也可借助数据分析提前识别,并通过预防措施予以规避,使项目造价进一步优化。

3.3 项目团队的管理与协作

在建筑工程施工阶段的造价控制中,项目团队的管理与协作所发挥的作用至关重要。施工效率的提升与工程质量的保障,均依赖于团队的高效运作。额外成本可能由施工过程中未能及时识别与解决的问题所引发,因此,团队管理的优化对于减少不必要的开支尤为关键。团队顺利运作的基础,在于职责的清晰划分与高效的沟通机制。项目成员的岗位职责必须被明确,以避免因职能交叉或责任模

糊导致的资源浪费与进度延误。施工进度、预算执行及潜在问题,需通过定期召开的会议予以及时传达,使各环节的调整能够基于最新信息进行,从而避免因信息滞后而造成的误判与额外支出^[3]。团队管理中密切协作同样不可或缺,建筑工程的复杂性决定了各专业团队之间的紧密配合尤为重要,特别是在设计、施工及采购等关键环节,跨部门协同的加强,使工作效率得以提升,资源配置得以优化,项目造价由此保持在可控范围内。例如,若设计与施工环节能够无缝衔接,则因设计调整或不合理方案所导致材料浪费与工期拖延将被有效减少。而施工资金的合理分配,需由项目管理人员实时关注,以确保预算执行情况符合预期,超支现象由此得以规避。项目造价的稳定性直接受到团队应变能力的影响,施工过程中可能出现的突发情况,或因外部市场波动带来的成本变化,均要求团队迅速响应,并采取合理措施,以防止成本失控。若完善的风险评估与预警机制被建立,则资金超支的可能性将被有效降低,项目的顺利推进亦能得到保障。

4 结语

建筑工程施工阶段的造价控制,对项目的经济效益具有决定性影响。施工图纸的会审需被严格执行,设计变更的合理管控也不可忽视,精细化管理的落实与预算的精准编制,使工程成本得以及时调整,从而降低资金浪费与超预算的风险。信息化技术的深度应用,使成本控制的精确度得以提升;供应链管理的优化,使材料采购与运输的协调性得以增强;团队协作的强化,使施工管理的科学性得以提高。随着技术的持续演进,造价管理方式将变得更加精准,施工管理的合理性亦能在控制精度提升的同时得到进一步增强。建设单位需不断完善管理体系,以确保资金运用的合理性,工程实施的顺利性由此得以保障。若造价控制得以科学执行,则预算范围内的项目推进将更具可行性,从而使更优的经济效益得以实现。

[参考文献]

- [1]杨伟. 建筑工程施工阶段工程造价控制策略探析[J]. 居业, 2023(5): 95-97.
 - [2]王剑云. 建筑工程施工阶段工程造价控制及管理[J]. 中国招标, 2022(7): 114-116.
 - [3]姜谊欣. 建筑工程施工阶段工程造价控制管理[J]. 中国集体经济, 2022(18): 57-59.
- 作者简介: 叶静茹(1997.12—), 毕业院校: 长沙理工大学, 所学专业: 土木工程, 当前工作单位: 乌鲁木齐禾润科技开发有限公司, 职称级别: 初级工程师。

现代信息化技术对建筑工程造价控制的影响

吴圆圆

河北建研高科科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着现代信息技术的快速发展,全球信息化趋势日益明显。建筑行业作为推动国民经济增长的关键领域,正面临着国际先进技术同行激烈的竞争和挑战。在此背景下,运用信息技术提升建筑工程造价管理效率成为行业紧迫的课题。深入分析信息技术在建筑工程造价管理中的影响和应用,不仅是推动建筑市场健康稳定发展的关键,也是提升行业竞争力的必然选择。

[关键词]信息技术;建筑工程造价管理;竞争挑战;市场稳定

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15226

中图分类号: F285

文献标识码: A

The Impact of Modern Information Technology on Cost Control of Construction Projects

WU Yuanyuan

Hebei Jianyan High-tech Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the rapid development of modern information technology, the global trend of informatization is becoming increasingly evident. The construction industry, as a key sector driving national economic growth, is facing fierce competition and challenges from international advanced technology peers. In this context, using information technology to improve the efficiency of construction project cost management has become an urgent issue in the industry. In depth analysis of the impact and application of information technology in construction cost management is not only the key to promoting the healthy and stable development of the construction market, but also an inevitable choice to enhance industry competitiveness.

Keywords: information technology; construction project cost management; competitive challenges; market stability

引言

工程造价管理涉及工程项目全生命周期的决策和控制。在过去,这一过程主要依靠人工完成,耗时且易出错,对工程造价管理造成了一定的困扰。而随着信息技术的普及和信息技术的广泛应用,工程造价管理得以实现计算精度和数据管理的有序化,其在工程造价管理中的应用将更加广泛,产生的影响也将更加深远,从而提高了工作效率和管理的科学性。

1 信息技术及建筑工程造价管理的概述

1.1 信息技术的概述

信息作为一个基本概念,涵盖了事物运动的状态及其变化形式的各个方面,包括形式、内容和效用,它既是认识主体所感知的,也是所表述的。而信息技术是指依托计算机和通信技术的一种能力,它能够帮助我们获取、处理、存储、转换、展示以及传递包括文字、数字、图像和声音在内的各类信息。

在建筑工程造价控制领域,项目管理软件作为一种信息技术工具,能够辅助项目经理在项目规划、执行和监控等方面提高效率,确保项目能够按照既定的时间和预算完成,同时帮助工程师更精确地预测材料和工时成本,及时识别设计与预算之间的潜在矛盾。通过建立完善的信息系统,企业可以实时监控工程成本,预测市场变化,制定合理的投资策略,从而在激烈的市场竞争中保持优势。

1.2 建筑工程造价管理的概述

建筑工程造价管理涉及运用科学的方法和技术原理,在工程项目建设的全过程中,管理人员需要实施统一的管理目标,遵循各部门分工负责、财务造价统一监督管理的原则,对建筑工程的施工过程和业务行为进行全面的管控,旨在提升项目的经济效益。现代信息技术的应用,极大地提高了工程造价信息的检索效率,确保了数据的准确性。而建筑工程造价管理作为一项复杂的工作,它要求管理人员不仅要掌握建筑专业知识,还要了解财务、市场和项目管理等多个领域的知识,并且通过信息技术,管理人员可以对工程造价的各个层面进行全面掌握,从而在发现实际工程中的问题时能够迅速作出调整,并制定相应的解决方案。此外,信息技术还能帮助建筑企业对固有资产进行有效的投资和控制,优化资源配置,提高企业的整体运营效率。

2 信息技术在建筑工程造价管理工作中应用的特点

2.1 完善造价管理信息核算的流程优化

在建筑工程造价管理的核心环节,精确的数据核算是不可或缺的。工程项目在建设过程中,由于涉及的建筑材料种类繁多,其价格受市场经济波动的影响而波动不定。同时,人力资源的成本也受市场供需变化的影响而有所波动,这些因素的不确定性给造价核算带来了巨大的挑战。为了应对这一挑战,企业必须重视管理制度的优化和完善,确保其能够与信息化技术同步进步,这涉及制定一系列明

确的管理规范,包括数据处理标准、信息安全政策以及责任分配机制等。

在此基础上,企业需定期对管理制度进行审查和更新,以适应市场的动态变化和技术的更新换代,并引入信息技术进行造价核算,能够提高变量指标的调整灵活性,进而提升核算工作的效率和精确度,减少人为错误导致的偏差,从而显著提高核算工作的整体效率。信息技术的应用不仅可以自动化核算流程,还可以提供实时数据分析,帮助企业及时调整策略、优化资源分配,从而在激烈的市场竞争中保持优势,为信息化造价管理提供坚实的制度基础,从而保障造价控制工作的合理性和有效性。

2.2 降低建筑工程造价管理的成本负担

在传统的建筑工程造价管理模式下,由于对人力资源的高度依赖,企业往往需要投入大量的劳动力进行数据审核和费用核算的工作。为了达到有效的成本控制,还需依赖多个管理部门的员工共同实施管理活动,中层管理人员承担着企业运营的重要角色,也是确保项目顺利进行的关键因素。通过采用信息技术,企业能够更加精确地控制成本,这有助于从整体上降低运营成本。

为此,建筑工程企业应投入相应的资源和人力,寻求一种能够在很大程度上降低对传统管理手段依赖的新模式,从而实现人力资源投入的减少,进一步降低整体造价管理的成本。在这种背景下,信息技术的应用为企业提供了一种全新的解决方案,并通过自动化和智能化的数据处理,信息技术能够有效减少重复劳动、优化管理流程,为企业实现成本控制和效率提升提供了新的途径。通过引入信息技术,建筑工程企业可以在降低造价管理成本的同时,优化管理流程,提高管理效率,实现人力资源的合理配置,为企业的可持续发展奠定坚实基础。

2.3 推动建筑工程造价管理现代化进程

随着社会的不断进步,建筑工程企业面临着日益严峻的发展挑战。传统的工作观念和方式已不足以应对现代社会的需求。为了顺应时代的潮流,企业必须积极拥抱信息技术,加强信息化建设。这样做不仅能够推动企业工程造价管理向科学化、现代化方向发展,还能够显著提升企业的综合竞争力。具体而言,运用信息技术对造价管理进行优化,可以显著提升管理人员的作业效率,降低对中层管理职位的依赖,从而为企业节省人力资源方面的开支。信息技术的应用可以为企业带来流程的优化、决策的智能化以及管理的精细化,为企业在激烈的市场竞争中赢得先机。通过不断创新和改进,建筑工程企业能够在造价管理领域实现质的飞跃,为行业的可持续发展贡献新的动力。

3 建筑工程造价管理中信息化技术应用的影响

3.1 基础设施建设不足

由于我国信息化技术的起步晚以及发展历程中的种种限制,建筑工程造价管理所需的信息化支持可能并未能

及时得到充分的发展。这反映在相关技术平台的建设和基础设施的完善方面存在诸多不足,这些问题在一定程度上制约了信息化技术在造价管理中的应用。

因此,在管理层进行信息数据的收集和管理过程中,可能会遭遇各种障碍和挑战,直接影响了企业对市场动态的把握能力,使得对市场变化的响应变得不够灵活和迅速。这种状况对于企业以合理和高效的方式推进后续工作极为不利,可能会阻碍企业的长远发展和市场竞争力的提升。为了改善这一状况,企业需要加大投入,加快信息化建设的步伐,提升基础设施的建设水平,为造价管理工作提供强有力的技术支撑。

3.2 管理人员专业技能不足

在建筑施工的过程中,相关从业人员在专业技能和和管理方法上存在着不少问题,管理人员的工作往往受到传统工作理念和历史经验的影响,这在一定程度上导致了管理人员的思想观念滞后。当面对信息化技术在造价管理中的应用时,管理人员可能会感到不适应,这种不适应可能会阻碍管理人员在工作中采用更加合理的方式,管理人员可能无法充分理解信息化造价管理的优势。

为了提升建筑企业造价管理的整体信息化水平,加强对管理人员专业培训的重视变得至关重要,企业需要定期组织专业人员进行培训计划的制定和实施,以不断提升管理人员在信息化造价管理方面的技能和知识水平。然而,当前许多建筑单位在培训方面的资金投入不足,这在一定程度上限制了管理人员专业能力的提升,也影响了企业以更加合理和高效的方式推进相关工作,从而无法充分利用这些工具来提高工作效率。

3.3 造价管理制度不完善

在建筑工程造价管理的信息化进程中,企业所依赖的管理制度面临着新的挑战。为了有效降低信息泄露和数据处理的准确性问题,确保工作质量,必须建立健全严格的管理制度。然而,在实际操作中,相关管理人员对制度建设的重要性认识不足,导致现有的信息化管理方法和制度存在缺陷,这对建筑工程造价的有效控制构成了障碍。在信息时代,数据安全尤为重要,任何信息泄露都可能导致巨大的经济损失和信誉损害,可目前许多企业在制度建设方面存在忽视现象,导致管理人员在实施过程中,管理制度与信息化工具之间出现不匹配,并影响了造价控制的效率,也可能因为制度漏洞导致风险的增加。

4 信息化技术在建筑工程造价控制工作中应用的措施

4.1 构建完善的工程造价数据库体系

在建筑工程造价管理的实践中,管理人员需要针对不同环节的问题和数据进行分析,以确定数据库构建所需的原始资料和不断补充的资料内容,确保数据库的完整性和时效性。管理人员需结合工程预算编制的标准和要求,开

展管理工作,能够显著提升从业人员对建筑工程数据的管理和控制能力。在构建工程造价数据库的过程中,管理人员应当充分考虑数据的全面性和可追溯性,这意味着数据库不仅需要包含工程项目的直接成本数据,如材料费、人工费等,还应该涵盖间接成本数据,如项目管理费、财务费用等,为工程项目提供全方位的成本分析。

随着时间的推移,数据库中的数据资料会不断丰富,管理人员可以利用这些数据进行分析,掌握工程造价的动态变化趋势和规律。相关单位应当利用工程概算设计的数据进行审核,对各个阶段资金投入进行详细复核,以发现工作中潜在的问题,这有助于及时发现数据变动的方向和规律性,从而保证工程造价管理工作的合理性和高效性。一个完善的工程造价数据库不仅能够提升企业的管理水平,还能够为建筑行业的健康发展提供数据支撑,推动整个行业的技术进步和管理创新。同时,数据库的建设应当遵循标准化和规范化原则,确保数据的准确性和一致性,通过建立数据审核机制,可以有效地监控数据质量,防止错误信息的传播。在数据分析方面,管理人员可以利用先进的分析工具和软件,对数据进行多维度的挖掘和解读,有助于预测工程造价的未来走势,为企业决策提供有力的数据支持。

4.2 强化管理人员的信息化认知

在信息化时代背景下,工程造价管理人员的信息意识是信息化建设成功的关键。管理人员需要深刻理解信息在造价管理中的导向作用,而工程造价管理部门则需借助信息工具进行有效的造价调整和控制。为了提升管理人员的信息意识,管理部门可以采取多种方式和渠道进行信息重要性的宣传教育,以此提升工作的整体质量。相关单位需重视造价信息数据的共享,积极与行业内其他企业和机构建立联系,共同构建一个专业化的造价管理信息交流平台。

在信息化建设的过程中,工程造价管理人员应当认识到,信息不再是单纯的工具,而是决策的基础和资源的重要组成部分。为了达到这一目标,管理部门可以定期组织信息素养培训,通过案例教学、模拟演练等方式,让管理人员亲身体验信息化的便捷和高效。同时,企业可以邀请行业专家举办讲座,分享最新的信息化管理理念和技术,鼓励管理人员积极参与,不仅能够促进管理人员分享工作中的问题和解决方案,还能让管理人员交流不同软件应用中可能遇到的挑战和应对策略。通过这样的同行互助和经验交流,可以推动行业内部的知识共享和技能提升,从而提高造价管理的整体效能。而管理人员在培训与学习的同时,其信息意识将得到显著提升,能够更加熟练地运用信息技术来优化造价管理流程,提高工作效率,从而为企业的可持续发展贡献力量。

4.3 构建健全的工程造价信息化标准体系

在当前的信息化时代,工程造价信息网络的建立只是

第一步,更为关键的是要确保这些网络能够高效地互联互通,形成一个有机的整体。目前,虽然已经建立了众多的工程造价信息网络,但由于缺乏统一的标准体系和信息编码分类体系,这些网络在横向和纵向的联系上仍然有限,未能实现真正意义上的信息共享。为此,建立一套完整的信息共享标准体系至关重要,这不仅包括信息编码和分类的标准化,还涉及数据交换、处理和存储的统一规范,相关单位应重视在信息数据库建设过程中数据格式和标准化要求的执行,这有助于不断提升建筑行业的信息化水平,进而提高造价管理的整体质量。

为了改变这一状况,迫切需要制定一套涵盖工程造价电子商务、软件应用、知识产权保护以及信息资源保护等方面的政策法规,充分考虑信息化对工程造价管理带来的变革,确保法规的前瞻性和实用性。这些法规应当与建设领域的信息政策环境相协调,参照现有的信息化技术标准体系,建立一个权威、统一且规范的工程造价信息系统,从而确保工程造价信息化管理的健康和有序发展。通过这些措施,管理人员需要根据造价管理信息化的具体要求,有针对性地开展信息库的建设工作,以此来推动工程造价信息化建设向更高层次发展,为建筑行业的数字化转型奠定坚实的基础,提高造价管理的效率和准确性,为建筑行业的长远发展提供支持。

5 结束语

综上所述,现代信息化技术对于优化建筑工程造价控制流程具有显著作用。它通过提供实时数据分析,确保了成本信息的实时更新和准确性,有效降低了成本超支的风险。此外,信息技术的应用增强了成本预测的准确性,有助于提前识别潜在的成本风险,并为制定成本控制策略提供了有力的数据支持。因此,积极推广和应用现代信息化技术于建筑工程造价控制领域,对于提升建筑行业的整体竞争力和经济效益具有重要意义。

[参考文献]

- [1]黄浪.现代信息化技术对建筑工程造价控制的影响[J].工程建设与设计,2024(14):83-85.
 - [2]赵连琦.建筑工程项目管理中造价控制的信息化策略[J].工程与建设,2024,38(3):734-735.
 - [3]史振宇.BIM技术在复杂综合体建筑施工中的应用——以北京电影学院怀柔新校区一期工程为例[J].工程设计与施工,2024,6(2):56-58.
 - [4]朱余佳,童进.基于BIM技术的工程造价课程信息化案例教学分析[J].安徽建筑,2024(03):031.
 - [5]冯云燕."互联网+"背景下信息化技术在工程造价管理建设中的应用[J].中国建设信息化,2024(12):78-81.
- 作者简介:吴圆圆(1988.6—),女,毕业院校:河北经贸大学,所学专业:工程管理,当前就职单位:河北建研高科科技有限公司,职务:造价部,职称级别:工程师。

市政工程造价超概预算原因分析与控制策略

盛云

河北冀科工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 市政工程作为影响城市正常运作、居民日常生活的重要工程, 其建设事关重大。在实际工作中, 建筑工程企业在实施市政工程项目时, 不仅会重视质量的控制与管理, 还会重视造价的控制与管理。本篇文章将以市政工程作为研究对象, 针对其造价超概预算原因与控制策略展开探讨, 旨在提升市政工程的造价管理水平, 为人民群众营造良好的生活环境。

[关键词] 市政工程; 造价管理; 超概预算原因; 控制策略; 建筑工程企业

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15225 中图分类号: TU723 文献标识码: A

Analysis of Reasons for Over Budget of Municipal Engineering Costs and Control Strategies

SHENG Yun

Hebei Jike Engineering Project Management Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As an important project that affects the normal operation of cities and the daily lives of residents, the construction of municipal engineering is of great significance. In practical work, construction companies not only attach importance to quality control and management, but also to cost control and management when implementing municipal engineering projects. This article will take municipal engineering as the research object, explore the reasons and control strategies for its over budget, aiming to improve the cost management level of municipal engineering and create a good living environment for the people.

Keywords: municipal engineering; cost management; reasons for over budget; control strategy; construction engineering enterprises

引言

市政工程造价管理体系中, 造价管理占据着十分重要的位置^[1]。在开工前, 建筑工程企业往往会指派专业人员对工程所需的各种人力资源、物力资源和资金进行综合性计算, 从而确定市政工程造价项目的投资总额。然而, 市政工程的实际支出与预期支出并非完全一致, 其会在各种因素的影响下出现偏差。为保障自身在建筑市场中的竞争力, 建筑工程企业需要着重分析造价超概预算的原因, 并采取相应的控制策略。本文将对此展开进一步论述。

1 市政工程造价概预算的重要性

在城市化建设力度不断加大的今天, 建筑工程企业逐步将注意力转移到造价管理这一层面。造价管理水平的高低会直接影响市政工程的各个方面。倘若一个建筑工程企业的造价管理水平过低, 市政工程施工便无法得到有序推进^[2]。为此, 建筑工程企业需要将市政工程造价概预算列为重要内容, 这样不仅可以对市政工程造价项目的财务实现高效率的监控、审计, 还可以为市政工程的造价管理提供重要依据。就目前来看, 市政工程造价概预算可以被划分为三个阶段, 分别是设计阶段的概算、施工期间的概预算、依据施工图纸而进行的概预算等。其中, 依据施工图纸而进行的概预算较为重要, 其主要指的是建筑工程企业在正式开工前, 依照已通过审批的施工图纸、国家规定的预算限额以及费用标准, 确定总施工成本。建筑工程企业将市政工程造价概预算列为后续工作的经济依据, 可以使得市政工程的

施工得到有序推进, 避免费用及成本的盲目支出, 从经济层面打下坚实的基础。由此可以看出, 市政工程造价概预算为重要, 需要引起广大建筑工程企业的高度重视。

2 市政工程造价超概预算原因的分析

市政工程具备施工规模大、施工周期长、项目投资高等特点, 对建筑工程企业的造价管理能力提出了较高要求。然而, 部分建筑工程企业受制于多方面因素的影响, 在实际施工期间会出现超概预算的现象^[3]。伴随着建筑市场竞争的加剧, 建筑工程企业需要充分发挥自身的专业性, 剖析市政工程造价超概预算的原因, 为后续控制策略的提出奠定坚实基础。接下来本文将结合实践, 围绕市政工程造价超概预算的原因展开论述。

2.1 勘察设计管理不到位

工作人员在实施概预算时, 往往会将施工图纸作为依据。然而, 部分市政工程的施工图纸存在严重缺陷, 这主要是因为勘察设计管理不到位。当业主希望尽快获取投资回报时, 勘察单位可能会在驱使之下缩短勘察设计的周期, 导致勘察报告不精准, 进而影响施工图纸的设计精度, 最终造成超概预算的现象。再有, 当设计单位的技术负责人、项目负责人对设计方案的审核不够严谨时, 施工图纸也会出现缺陷, 最终造成超概预算的现象^[4]。除此之外, 建筑工程企业的施工人员未能准确理解施工图纸的设计意图, 未能遵循相关的设计要求, 也会使得后续施工中出现设计变更等问题, 进而增加建筑工程企业的施工成本。

2.2 材料价格变化的不良影响

有研究表明,在市政工程中,施工材料所占据的成本可以达到60%左右。部分建筑工程企业会在初期阶段购置好部分材料,但后续材料仍旧需要实时购买。然而,随着社会主义市场经济体制的不断完善,施工材料的价格往往会出现一定的波动。倘若在需要购置施工材料时,施工材料正处于价格最高的阶段时,建筑工程企业便需要耗费大量的成本,支出大量的费用,从而导致超概预算现象^[5]。由此可以看出,材料价格变化是导致市政工程超概预算现象的主要原因。

2.3 工作人员专业能力有待提升

在超概预算的造价管理中,工作人员的专业能力至关重要。倘若工作人员的专业能力不足,或者对施工的具体工艺了解较少,将会使得实际成本远高于预期成本。就目前来看,部分建筑工程企业过于重视质量管理,忽略了造价管理,导致相关的工作队伍普遍存在专业能力不高、职业素养较差的问题,使得超概预算问题频频出现。由此可以看出,这种因人为因素而带来的超概预算现象较为常见,需要引起建筑工程企业的关注。

2.4 概预算管理的力度不到位

概预算管理力度的不足长期以来都是超概预算的关键原因。就目前来看,部分建筑工程企业未予以预算内控一定的重视,片面强调质量管理。在这种思想的带动下,概预算的工作人员不能明确自己的职责与使命,导致概预算管理难以得到全面开展。同时,部分建筑工程企业未建立完整的概预算控制流程,使得概预算管理工作举步维艰^[6]。总的来讲,概预算管理力度不足,需要引起建筑工程企业的高度重视。

3 市政工程造价超概预算的控制策略

针对市政工程造价超概预算现象,建筑工程企业需要秉持具体问题具体分析的精神,围绕超概预算的原因,采取相应的控制策略。

3.1 提升勘察设计管理的整体水平

勘察、设计均是施工图纸质量的重要影响因素,也是市政工程造价概预算的依据来源。为避免出现市政工程造价超概预算现象,建筑工程企业需要想方设法提升勘察设计管理的整体水平。具体来讲,建筑工程企业需要通过合同管理、行政管理实现勘察设计管理。建筑工程企业在与勘察单位建立合作关系前,需要通过合同条款规定勘察设计的深度^[7]。在勘察过程中,勘察单位既需要遵循国家提出的《市政公用工程设计文件编制深度规定》,又需要遵循市政工程的具体建设要求,最大限度地提升勘察报告的精确性与全面性。同时,建筑工程企业应当重视与设计单位的合作,号召设计单位严格遵循国家、市政工程提出的各项要求与标准,将数据参数在设计图纸中列清楚。针对设计方案的可行性、合理性,建筑工程企业可以在原有基

础之上邀请专家,通过专家讨论的方式确定施工图纸的优化空间,从而保障施工设计的可靠性,为市政工程造价概预算提供保障。除此之外,建筑工程企业需要强化概预算、施工图纸的编制与审查工作,通过建立健全组织机构、完善相关制度设计等方式实现二者的编制与审查,只有这样才能让设计概算、施工图纸预算尽可能地反映市政工程设计实际情况^[8]。总的来讲,勘察设计管理对于市政工程造价概预算而言十分重要。建筑工程企业应当深度分析勘察设计管理、造价概预算之间的关系,并采取相应的措施,提升勘察设计管理的整体水平,为造价概预算创设有利条件。

3.2 实时关注材料市场,科学预测材料价格的变化趋势

施工材料的价格变化会受到多方面因素的影响,但仍旧有一定的规律可循。建筑工程企业在实施概预算时,需要将材料市场的动向把控到位,号召相关工作人员实时关注材料市场,科学预测材料价格的变化趋势。在超概预算的工程造价管理中,工作人员应当结合自身的专业知识储备与当地的经济环境,深入材料市场,明确各类市政材料的规格、价格,并列成清单,结合市政工程的实际情况,采取调整手段。例如,在炎热的区域,建筑工程企业应当考虑到气候条件、自然地理环境以及水文条件的影响,制定出一套科学、合理的专项施工方案,并关注施工材料市场的价格变化^[9]。针对价格变化较高的施工材料,工作人员应当考虑市政工程的实际需求,判断其他材料是否可以取代,并出具相应的施工材料采购方案。除此之外,建筑工程企业可以尝试与材料供应商建立长期合作关系。针对难以提前购置的施工材料,建筑工程企业可以指派专业人员深入材料市场,与材料供应商签订材料合同,将施工材料价格的增跌幅度控制在合理范围内。一旦需要采购材料时,该材料供应商需要将合同规定的报价提供给建筑工程企业,从而满足建筑工程企业的施工需求。通过上述措施,建筑工程企业可以有效规避因市场行情的变化而带来的超概预算现象。在这一过程中,相关工作人员需要认真履行职责,做好材料价格的预测,从而将概预算的误差控制在合理范围内。

3.3 提升工作人员的专业能力

“人”是决定市政工程造价概预算水平的重要因素。建筑工程企业在推进造价管理工作时,需要将相关工作人员列为突破口,通过多种举措提升工作人员的专业能力,这样不仅可以让造价概预算工作的实施更加井然有序,还可以有效规避因人为误差而导致的造价超概预算现象。具体来讲,需要落实好以下两点措施:第一,加强工作人员的专业化培训。以市政工程造价概预算管理为中心的知识体系正处于不断革新的过程中^[10]。为此,建筑工程企业应当积极关注知识市场,了解与市政工程造价概预算管理的内容,并将前沿知识、尖端技术整合在一起,并通过培训的方式提供给工作人员。工作人员定期参与培训,可以及

时了解前沿知识与尖端技术,为市政工程造价概预算工作奠定夯实基础。值得一提的是,若想保障培训效果,建筑工程企业应当对参与培训的人员进行考核,判断其是否满足市政工程造价概预算的要求;第二,为工作人员提供广阔的发展平台。建筑工程企业在为工作人员提供培训时,还需要注重工作人员的自主学习能力培养。建筑工程企业应当加强与同类型企业的合作关系,派遣内部的优质人员进行实地学习,掌握先进的工作方法与知识经验。除此之外,工作人员自身需要利用业余时间进行学习,明确市政工程造价该预算的各种方法。例如,工作人员可以参与行业内专家举办的讲座,在听讲座的过程中进行自主学习,从而为市政工程的造价管理提供支持。

3.4 加大概预算管理的力度

市政工程造价超概预算的原因多种多样,所以建筑工程企业在采取控制策略时,需要尽可能找到源头,并加大概预算管理的力度。针对常见的市政工程造价概预算问题,建筑工程企业应当建立健全概预算管理体系,并划分清楚相关工作人员的职责,最大限度地保障市政工程造价概预算的可靠性。具体来讲,需要落实好下列措施:第一,完善预算内控体系。在诸多市政工程造价超概预算的原因中,编制不规范也是其中之一。为此,工作人员应当依照市政工程的实际要求,提升对概预算内控的重视程度,并完善工作流程,使得概预算方案的编制趋向于科学化、合理化。同时,建筑工程企业应当利用详细、生动的案例去引导工作人员,使得工作人员在具体的操作流程中注重规范性,杜绝误差;第二,建筑工程企业需要从内部控制的角度出发,促使工作人员明确概预算岗位的工作职责,提升工作人员的思想认识。例如,某建筑工程企业考虑到市政工程造价超概预算工作的严重程度,提前组织工作人员展开了一次会议。在会议期间,负责人应当重点阐述概预算编制阶段的岗位职责,促使概预算人员明确市政工程造价超概预算各个环节的要点;第三,建立专门的内部控制体系,规范市政工程造价超概预算现象。市政工程造价超概预算现象的遏制需要落实在市政工程项目实施的不同阶段。在正式开工前,建筑工程企业需要建立内控预警体系,通过内控预警的方式发现潜在的概预算超出风险,并采取相应的控制策略。在市政工程项目实施期间,工作人员应当实时关注不同的造价超概预算影响因素,判断其是否处于可控范围内。

4 结束语

总的来讲,在市政工程造价管理期间,超概预算问题的发生较为常见。在建筑市场竞争日益白热化的背景下,建筑工程企业需要尽可能规避超概预算问题,这就使得控制策略的应用成为了必然。一方面,建筑工程企业需要深入市政工程造价概预算现场,明确超概预算的原因;另一方面,建筑工程企业需要及时采取相应的控制策略,将超概预算的风险扼杀于萌芽状态。具体来讲,建筑工程企业需要加大勘察设计管理、概预算管理的力度,并落实好工作队伍的建设科学预测材料价格的变化趋势。具体来讲本文通过对市政工程造价超概预算的原因与控制策略展开探讨,希望对建筑行业的相关人士有所助益。

[参考文献]

- [1]何岸怡.市政工程造价超概预算的原因与控制策略[J].工程技术研究,2023,8(1):153-155.
- [2]熊俊.市政工程造价影响因素分析及降价措施[J].活力,2022(9):88-90.
- [3]李杰柯.市政工程造价超概预算的原因与控制研究[J].居舍,2021(7):174-176.
- [4]潘朝海.市政工程造价概预算编制过程中存在的问题及对造价控制的影响[J].企业改革与管理,2019(19):154-155.
- [5]张帅.市政工程造价概预算编制过程中存在的问题对造价控制影响的探讨[J].居舍,2018(3):198.
- [6]韩菲.谈如何加强市政工程造价中概预算的管理[J].山西建筑,2017,43(23):210-211.
- [7]潘旖旎.对如何加强市政工程造价中概预算管控的思考[J].城市建设理论研究(电子版),2016(33):40-41.
- [8]赖钦涛.市政工程造价超概预算的原因与控制策略[J].中外企业家,2015(27):55-58.
- [9]郑小英.市政工程造价管理中超概预算的原因与控制策略[J].中国住宅设施,2023(12):91-93.
- [10]张静,马建军.综合性市政工程设计概算编制要点研究[J].工程经济,2021,31(9):19-23.

作者简介:盛云(1978.3—),女,毕业院校:石家庄经济学院;所学专业:工程造价,当前就职单位:河北冀科工程项目管理有限公司,职务:造价咨询部经理,职称级别:高级工程师。

建筑工程项目成本优化中的精细化管理研究

李国伟

杭州美的房地产发展有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要] 建筑工程项目的成本控制是工程管理中的核心环节, 而精细化管理作为现代工程管理的重要方法, 对成本优化具有显著作用。文中探讨建筑工程项目成本优化中的精细化管理策略, 分析其在预算编制、施工阶段控制、材料管理及信息化技术应用等方面的具体实践。通过案例分析, 总结精细化管理对成本降低的实际效果, 并提出优化策略, 以提高工程经济效益和管理水平。研究表明, 系统化的精细化管理有助于提升施工效率、减少浪费并提高企业竞争力, 为行业提供可参考的实践经验。

[关键词] 建筑工程; 成本优化; 精细化管理; 信息化; 施工控制

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15239

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Research on Fine Management in Cost Optimization of Construction Projects

LI Guowei

Hangzhou Midea Real Estate Development Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: Cost control of construction projects is a core link in engineering management, and refined management, as an important method of modern engineering management, plays a significant role in cost optimization. The article explores the refined management strategy in cost optimization of construction projects, and analyzes its specific practices in budget preparation, construction phase control, material management, and application of information technology. Through case analysis, summarize the actual effect of refined management on cost reduction, and propose optimization strategies to improve engineering economic benefits and management level. The research results indicate that systematic and refined management can help improve construction efficiency, reduce waste, and enhance enterprise competitiveness, so as to provide practical experience for the industry as a reference.

Keywords: construction engineering; cost optimization; refined management; promotion of information technology; construction control

引言

随着建筑行业的发展, 工程项目成本管理的重要性日益凸显。传统的成本控制方法往往存在粗放管理、资源浪费及成本不可控等问题, 而精细化管理则能在全生命周期内对成本进行精准控制, 提高施工效率并降低项目风险。本文基于建筑工程项目的成本优化需求, 探讨精细化管理的具体实施路径, 结合实际案例分析成本控制效果, 提出可行性优化措施, 以期为建筑行业的可持续发展提供理论支持和实践指导。

1 建筑工程成本优化的精细化管理体系

1.1 精细化管理在工程成本控制中的作用

精细化管理是建筑工程成本优化的核心手段, 其作用体现在多个方面。首先, 通过精细化管理, 可以提高工程造价管理的精准度, 使成本控制更加科学合理, 减少盲目性, 提高资源利用率。其次, 精细化管理能够有效降低施工成本, 提高企业的利润率。通过精细化的预算编制、合理配置资源以及科学施工组织, 工程企业可以减少不必要的开支, 从而提高经济效益。此外, 精细化管理还能避免资源浪费, 提高项目整体效益。施工过程中的材料浪费、人工闲置、设备低效使用等问题可以通过精细化管理进行

优化, 使各项资源得以最大化利用, 从而提升项目的经济价值。

1.2 建筑工程成本的主要构成及控制要点

建筑工程的成本主要由人工费用、材料费用、机械设备费用及管理费用构成, 各项费用均需要精细化管理以优化成本。

人工费用是施工过程中不可避免的成本之一, 优化劳务管理是降低人工费用的关键。合理安排工期, 减少施工人员的闲置时间, 并采用先进的施工技术提高劳动生产率, 是降低人工成本的有效途径。此外, 通过精确测算工时定额, 合理支付工资, 也能避免劳务成本的过度增长。

材料费用在工程总成本中占据较大比例, 加强采购管理是控制材料成本的关键。通过精细化采购, 可以有效规避材料价格波动带来的风险, 同时控制库存量, 避免材料积压或短缺。此外, 加强材料使用管理, 减少施工过程中的浪费, 也是降低成本的重要手段。

机械设备费用主要包括设备购置、租赁及维护费用。提高设备利用率, 减少设备闲置时间, 可以有效降低设备使用成本。对于短期工程, 合理选择租赁设备可以减少一次性投入, 而对于长期使用的设备, 则应加强维护保养,

延长使用寿命，降低维修成本。

管理费用主要涉及施工组织、办公成本等方面。精细化预算编制能够确保各项费用合理安排，同时严格费用审批制度，有助于避免不必要的开支，提高资金使用效率。

1.3 精细化管理的组织架构与职责分工

在建筑工程的精细化管理过程中，合理构建项目管理团队，并明确责任分工是成功实施精细化管理的关键。首先，建立一支高效的项目管理团队至关重要，团队成员应包括项目经理、成本控制人员、技术人员及施工现场管理人员，确保各个环节紧密协作。其次，制定详细的责任分工和精细化流程，明确各个岗位的职责，避免管理职责不清造成的成本浪费。通过精细化的工作流程，如建立标准化的施工方案、材料采购流程和成本控制机制，可以有效提高工程管理的效率。

此外，建立绩效考核机制也是精细化管理的重要组成部分。通过制定科学的绩效考核标准，可以激励施工团队提高工作效率，降低成本浪费。例如，通过设定施工进度考核、质量考核及成本控制考核等指标，对各个岗位的工作进行量化评价，并与薪酬激励挂钩，从而提高施工团队的积极性，确保精细化管理目标的有效落实。

2 施工阶段的精细化成本控制措施

2.1 施工前期的成本规划与预算管理

施工前期的成本规划是确保项目顺利进行的重要环节，精细化管理要求进行详细成本测算，并采用动态控制机制。例如，在某市政道路项目中，前期测算表明材料成本占总成本的60%，通过引入动态成本监测系统，实时调整采购计划，使材料浪费率从5%降至2.5%，节约成本约50万元。此外，全面预算编制及调整策略也是降低成本的关键，企业可采用“目标成本管理+责任分解”模式，明确各施工环节的成本责任。例如，在某高层住宅项目中，通过细化分包商考核机制，将超预算部分由责任人承担，使实际成本比初始预算降低8%。

2.2 施工过程中的成本精细化管理

施工过程中的成本管理主要体现在工序优化、资源配置和动态成本控制。例如，在桥梁建设项目中，通过优化钢筋绑扎流程，将单个桥墩的施工时间缩短20%，节省人工费用12万元。现场物资管理方面，某地铁项目通过“材料二级库”模式，将原材料存储损耗降低了3%，累计减少浪费30万元。此外，动态成本控制在施工质量和进度管理中也发挥关键作用。

2.3 成本控制中的精细化管理工具

现代建筑工程成本控制依赖于信息化工具，BIM技术可在设计阶段优化施工方案，减少返工成本。例如，在某医院建设项目中，BIM模拟发现管道碰撞问题200余处，提前优化方案，减少返工费用60万元。同时，信息化管理系统可以对施工成本进行实时监测，某大型商业综合体

项目通过ERP系统控制材料采购，降低采购成本约5%。此外，量化分析与数据驱动决策可以提高成本管理的科学性。

3 材料与设备管理的精细化策略

3.1 材料采购与供应链管理优化

材料采购是建筑工程成本控制的关键环节，供应商管理与采购计划的精准制定可以有效降低材料成本，提高供应链效率。例如，在某大型住宅项目中，通过建立供应商评级系统，从50家供应商中筛选出10家信誉优良、价格稳定的长期合作伙伴，采购成本降低了8%。同时，针对材料价格波动，采用“市场价格监测+批量采购”模式，在水泥价格上涨前提前锁定合同价格，使成本降低5%。此外，集中采购与分批次供应的经济性分析也十分重要，例如某市政工程采用集中采购钢筋，但分阶段配送，有效降低了仓储成本10%，减少资金占用200万元，提高了资金周转效率。

3.2 施工现场材料管理的精细化措施

施工现场材料管理的精细化主要包括材料进场验收、分类存储及损耗控制。某公路建设项目采用智能验收系统，将材料检验不合格率降低至2%以下，确保施工质量。材料存储方面，某地铁项目采用“分区存储+标识管理”，使仓储利用率提升15%，减少了因存放混乱导致的材料浪费。此外，施工现场材料的二次利用和废料回收也是降低成本的重要手段。例如，在某商场建设中，模板回收率达到85%，减少采购成本30万元；钢筋头回收再利用，使钢筋损耗率从3%降至1.5%，节约成本20万元。同时，施工过程中加强材料损耗分析，建立数据监测系统，可精准识别高损耗环节，及时调整施工方案，进一步降低材料浪费。

3.3 设备使用与维护的成本控制

建筑工程中的设备管理同样需要精细化策略，以提高设备使用效率并降低运营成本。首先，设备选型与租赁优化是关键，例如某桥梁工程项目采用租赁大型吊车代替购买，每月节约资金50万元，大幅降低了一次性投入。其次，设备维修与保养的成本效益对比也不容忽视，在某高层建筑施工中，通过定期维护保养，使设备故障率降低30%，维修费用减少15%。此外，智能监控与自动化管理的应用正在提升设备管理的精细化水平。某大型基建项目引入物联网监控系统，实现设备运行状态实时监测，避免设备超负荷运转，延长使用寿命30%，同时减少了突发故障造成的施工延误，提高整体施工效率。

4 信息化技术在精细化管理中的应用

4.1 信息化技术在成本管理中的作用

信息化技术的应用极大地提升了建筑工程成本管理的效率和精准性，使施工过程更加科学、透明和可控。首先，信息化系统能够提高数据的实时性和精准性。传统的成本管理方式往往依赖人工统计，数据滞后且容易出错，而信息化系统则能够实时收集、分析和更新成本数据，确

保施工成本的精确控制。例如,在某高层建筑施工过程中,通过引入 ERP(企业资源计划)系统,施工材料的使用情况可实时监控,使预算偏差降低 5%,从而优化了资金分配,提高了预算管理的精确度。此外,信息化系统还能通过自动化报表分析各项成本支出,为管理者提供更科学的决策依据。

其次,信息化技术能够促进成本管理的透明化与高效化。施工单位可借助数字化平台,实现施工现场的实时监控和数据共享,确保各部门间的信息流通,提高管理效率。例如,在某市政工程项目中,采用 BIM(建筑信息模型)技术进行成本分析,使施工进度和成本核算更加精准,提高了 30%的整体管理效率。BIM 技术还可以进行三维建模,提前发现施工冲突,避免返工和材料浪费,进一步降低施工成本。

此外,信息化技术支持科学决策与风险预警。通过大数据分析施工历史数据,系统可以预测潜在的成本超支风险,并提供应对方案。例如,在某公路建设项目中,管理团队通过数据分析发现某阶段的人工成本超支风险较高,于是及时调整施工方案,优化人员配置,最终将人工成本降低了 8%。同时,智能化的风险预警系统能够对施工过程中可能发生的意外情况进行预测,减少突发成本,提高项目整体经济效益。

4.2 施工现场的信息化成本管理系统

随着建筑行业数字化转型的加速推进,施工现场的成本管理越来越依赖信息化系统,这些系统在优化施工流程、降低成本和提升效率方面发挥了关键作用。其中,施工管理软件是实现精细化成本管控的重要工具。ERP(企业资源计划)系统可以整合项目资金、材料、设备及人工成本,实现一体化管理,确保成本控制的精准性。例如,在某大型商业综合体建设项目中,ERP 系统的应用优化了采购流程,使采购成本降低 6%,同时提高了资金使用效率,减少了库存积压现象。

此外,BIM(建筑信息模型)技术的引入为施工现场的成本优化提供了强有力的支持。BIM 可以通过三维可视化建模,提高工程设计精度,减少施工过程中的变更和返工。例如,在某商业建设项目中,BIM 技术用于碰撞检测,提前发现管线布置冲突问题,使施工变更减少 30%,节省成本 120 万元。这种技术还可以优化施工组织,提高资源利用率,进一步降低不必要的开支。

智能监测设备的应用也在不断优化施工成本管理。例如,在某高速公路项目中,管理团队采用无人机巡检技术代替传统人工巡检,使人工巡检成本降低 50%,每年节省

人工费用 50 万元,同时提高了巡检精度和效率。此外,远程监控与数字化施工管理系统的应用,让施工单位能够实时掌握施工进度、设备运行情况和成本支出情况,进一步提升了施工管理的透明度和效率,减少了施工现场的人力成本和误差风险,确保项目能够在预算范围内顺利推进。

4.3 未来建筑工程成本管理的数字化发展趋势

未来,建筑工程的成本管理将全面迈向数字化、智能化发展,以提升施工效率并优化资源配置。人工智能与大数据技术将在成本控制中发挥更大作用,通过智能算法分析历史施工数据,实现精确的成本预测和风险预警,从而优化预算分配,减少不必要的开支。自动化数据处理可以提高管理效率,降低人工干预带来的误差,确保成本管控的科学性和可持续性。

云计算和物联网的协同管理模式将进一步提高数据的整合能力,使施工现场的成本管理更加智能。实时数据共享能够增强施工各环节的协同作业能力,确保成本控制更为精准。同时,基于物联网的智能设备管理可实时监测资源消耗,优化材料和设备的调配,提高施工资源利用率,降低成本浪费。

5 结语

建筑工程成本优化的精细化管理在提升项目经济效益和施工效率方面发挥着重要作用。通过建立精细化管理体系、优化施工阶段成本控制、加强材料与设备管理,并应用信息化技术,可有效降低施工成本,减少资源浪费,提高管理透明度。研究表明,数字化和智能化手段将成为未来建筑成本控制的核心方向。企业应持续优化管理模式,强化技术应用,以实现高质量、低成本、可持续的建筑工程管理目标。

[参考文献]

- [1]史一超. 建筑工程项目施工工期一成本优化方法研究[D]. 河北:燕山大学,2020.
- [2]陶华. 建筑工程项目进度成本优化策略与方法[J]. 门窗,2016(11):162.
- [3]耿志军. 建筑工程项目成本优化改革研究[J]. 无线互联科技,2012(4):125.
- [4]雍亚军. 试论建筑工程项目质量成本优化与控制[J]. 中国城市经济,2010(5):141-142.
- [5]谷永彬,李振. 对建筑工程项目成本优化管理的研究[J]. 科技创新导报,2008(16):72.

作者简介:李国伟(1986.5—),毕业院校:重庆大学,所学专业:工程管理,当前就职单位:杭州美的房地产发展有限公司,职务:造价工程师,职称级别:中级。

工程造价管理在建筑工程中的重要性及优化策略研究

陈露露

温州市方略工程项目管理有限公司, 浙江 温州 325000

[摘要]工程造价管理在建筑工程中扮演着至关重要的角色,直接影响项目的经济效益、施工质量与进度控制。随着建筑行业的发展,工程造价管理面临着预算偏差、信息不对称、管理不规范等多重挑战。优化工程造价管理不仅有助于提高资源利用效率,降低成本,还能确保项目顺利实施并实现可持续发展。针对当前的挑战,文章探讨了科学预算编制、信息化管理手段的应用及监管机制建设等优化策略,旨在为建筑项目提供有效的造价管理解决方案。

[关键词]工程造价管理;优化策略;预算控制;信息化管理;项目监管

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15222

中图分类号: TU712.3

文献标识码: A

The Importance and Optimization Strategies of Engineering Cost Management in Construction Projects

CHEN Lulu

Wenzhou Fanglue Engineering Project Management Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract: Engineering cost management plays a crucial role in construction projects, directly affecting the economic benefits, construction quality, and schedule control of the project. With the development of the construction industry, engineering cost management is facing multiple challenges such as budget deviation, information asymmetry, and non-standard management. Optimizing engineering cost management not only helps improve resource utilization efficiency and reduce costs, but also ensures smooth project implementation and sustainable development. In response to current challenges, the article explores optimization strategies such as scientific budgeting, the application of information management methods, and the construction of regulatory mechanisms, aiming to provide effective cost management solutions for construction projects.

Keywords: engineering cost management; optimization strategy; budget control; information management; project supervision

引言

工程造价管理是建筑工程中不可或缺的环节,其主要作用在于控制工程成本、提高资源利用效率,并确保项目的经济效益与施工质量。随着建筑行业的不断发展,造价管理经历了从传统手工操作到信息化管理的转变,面临着预算偏差、信息不对称等诸多挑战。优化工程造价管理不仅可以降低建设成本,还能提升项目的可持续性和社会效益。文章旨在研究工程造价管理的现状及优化策略,通过科学的预算、信息化管理和监管机制建设,提出切实可行的改进方案,以推动建筑行业的高效发展。

1 工程造价管理在建筑工程中的重要性

1.1 提高项目经济效益: 控制成本、减少浪费、提升项目盈利能力

工程造价管理是建筑工程项目中关键的经济管理环节,直接关系到项目的盈利能力和经济效益。通过精确的预算编制和严格的成本控制,能够有效避免工程过程中不必要的资源浪费与资金浪费,从而最大限度地降低项目成本。在建筑项目的不同阶段,合理的造价管理不仅能控制资金流向,防止预算超支,还能帮助企业优化资金配置,使得有限的资金能够在项目的各项工作中得到最有效的使用。此外,精确的造价控制有助于提高项目的盈利水平,

提升企业在市场上的竞争力。例如,在项目初期,通过细致的市场调研和预算评估,可以有效预测和控制可能出现的成本风险,避免由于设计变更、施工延误或材料价格波动等因素导致的成本超支。

1.2 保障项目质量与进度: 造价管理在项目质量与进度控制中的作用

工程造价管理不仅仅是对资金的管理,它还与项目的质量与进度紧密相关。在建筑工程中,合理的造价管理能够确保工程在规定预算范围内完成,同时不牺牲质量与进度。首先,成本控制与工程质量密切相关,通过科学的造价管理可以选择性地购买优质材料并合理配置人力资源,避免因盲目追求低成本而导致质量问题。其次,工程进度的管理离不开造价的控制。如果资金分配不当,可能会导致材料供应延误、劳动力短缺等问题,进而影响工程进度。通过动态的造价控制,可以对项目实施的各个环节进行有效监控,确保项目按时、按质量标准完成。造价管理确保项目质量与进度,避免预算失控引发工期延误和质量问题。

1.3 优化资源配置: 如何通过科学的造价管理,提高资源使用效率,降低项目风险

工程造价管理的核心目标之一是优化资源配置,确保在建筑工程中资源得到最合理、最有效的使用。科学的造

价管理能够帮助项目管理团队准确评估资源需求,合理分配施工所需的人力、物力和财力。在施工过程中,通过精确的成本核算和预算编制,可以识别和消除冗余环节,确保每项资源都能为项目增值。同时,造价管理也有助于降低项目风险。建筑工程往往面临多种不确定因素,如材料价格波动、政策变动、施工环境变化等,这些因素都会对项目造价产生重大影响。通过提前进行风险评估和成本预测,合理配置资源并进行动态调整,可以有效降低因外部因素带来的风险。例如,通过与供应商签订长期合同或锁定价格,项目方可以规避市场波动带来的不利影响,从而确保项目的顺利进行。因此,合理的造价管理不仅提高了资源使用效率,还在一定程度上降低了项目的整体风险,使项目更加稳定和可控。

工程造价管理在建筑工程中至关重要,它不仅控制成本、提高经济效益,还保障质量与进度,优化资源配置,降低风险,确保项目成功实施,具有不可替代的作用。

2 当前工程造价管理面临的挑战

2.1 预算与实际偏差: 预算制定不科学, 导致工程实际造价与预估差异过大

工程造价管理中最为常见的挑战之一是预算与实际造价之间的偏差。预算编制通常是基于项目初期的设计方案和市场条件进行预测,但在工程实施过程中,由于设计变更、施工现场的不可预见问题、材料价格波动等因素,实际造价往往与预期存在较大差异。预算制定不科学可能来源于多方面的问题,如对市场行情、施工难度以及劳动力成本的估计不足,或是未考虑到项目进展中可能出现的突发状况。当预算偏差较大时,不仅会导致项目资金短缺,还可能影响项目的顺利推进,甚至需要额外融资,增加项目的财务风险。因此,如何在项目初期进行更精确的预算估算,并在工程过程中进行动态调整,成为解决预算与实际偏差问题的关键。

2.2 信息不对称与管理不规范: 造价管理数据传递不畅, 部门协作不足, 缺乏透明度

工程造价管理涉及多个部门和参与方,如设计单位、施工单位、监理单位以及业主等,而信息不对称和管理不规范往往是导致成本失控的重要原因之一。在很多建筑项目中,尤其是大型工程,项目的各个环节和部门之间往往存在信息传递不畅和协作不力的情况。例如,设计变更和施工进度的调整往往未能及时反馈给造价管理团队,导致造价控制不及时,造成资源浪费或成本超支。此外,一些企业或项目组在造价管理过程中缺乏统一的规范操作,信息的收集、整理与传递方式不统一,往往导致数据的不准确或不完整,影响了决策的科学性。缺乏透明度的管理体系也使得项目参与方之间的信任受到挑战,进而影响了工程造价的有效控制。因此,提高各部门之间的协作与沟通,建立透明的造价管理流程,成为解决信息不对称问题的关键。

2.3 外部因素影响: 如政策变化、市场波动、劳动力成本上涨等因素对造价的影响

除了项目内部的管理问题,外部环境因素对工程造价的影响也是不可忽视的。首先,政策变化可能导致建筑项目的审批流程、建设标准或环保要求发生变化,从而增加额外成本。例如,政府出台新的环保法规,可能要求采用更环保的材料或技术,导致项目预算的上升。其次,市场波动,尤其是建筑材料的价格波动,是工程造价管理中常见的挑战之一。钢材、水泥、玻璃等建筑材料的价格受市场供需变化、运输成本波动、自然灾害等因素影响,可能导致项目成本的不可控上涨。此外,劳动力成本的上涨,尤其是在一些地区,因劳动力短缺或工资水平提高,也会对项目的造价造成不小的压力。在这种多变的外部环境下,如何有效预判和规避外部因素对项目造价的影响,成为造价管理的一项重要任务。企业可通过与供应商签订长期合同、采用灵活的价格调整机制等方式来减轻外部因素带来的风险。

3 优化工程造价管理的策略

3.1 科学的预算编制与动态调整: 如何编制合理的预算与进行动态调整, 确保项目经济性

科学的预算编制是优化工程造价管理的基础,合理的预算不仅能够预测项目的资金需求,还能为后续的成本控制提供依据。在预算编制阶段,项目管理方应基于详细的市场调研、工程设计和施工工艺,充分考虑可能出现的风险和不确定因素,避免预算过于乐观或过于保守,确保其具备可操作性与灵活性。预算应综合考虑材料成本、人工费用、机械设备使用成本等各方面因素,同时还要留有一定的应急资金,以应对不可见的变化。

项目在执行过程中可能会出现设计变更、材料价格波动等情况,这要求预算管理要具备动态调整机制。通过定期跟踪项目的实际支出,及时调整预算,使其能够反映最新的项目需求和市场条件。动态预算调整有助于在出现预算超支或资金紧张时,能够迅速采取有效的补救措施,从而确保项目的经济性和可控性。

3.2 加强信息化管理手段: 应用信息技术, 推动工程造价管理数字化、自动化, 提高数据透明度与效率

随着信息技术的发展,数字化和自动化在工程造价管理中的应用越来越重要。通过引入信息化管理手段,项目管理方能够实时收集、分析和共享造价数据,大幅提升管理效率与透明度。采用工程造价管理软件,可以实时跟踪和记录项目的费用,自动生成各类财务报表,并对预算执行情况进行实时监控。此外,信息化管理还可以通过数据分析与预测模型,提前识别潜在的成本风险,帮助项目管理者制定合理的应对策略。

信息化管理不仅能够减少人工干预,降低人为错误,还能实现跨部门、跨地区的协同工作,提高数据传递的速度和准确性,确保各方在同一平台上共享信息。随着大数

据、人工智能等技术的不断发展,未来工程造价管理将更加智能化、自动化,使得项目成本控制更加精细化和高效。

3.3 建立健全的监管与审计机制:加强工程造价的全过程监督,确保合规性与透明度

健全的监管与审计机制是确保工程造价管理规范化、透明化的关键。项目管理方应在工程的各个阶段加强对造价的监督与审核,确保项目在预算范围内进行。全过程监管可以通过设立专门的造价监管团队,定期对资金使用、合同履行、材料采购等环节进行审查与核对,确保资金的合理使用与合规性。同时,应设立第三方审计机制,对项目的资金流向、合同履行情况进行独立审计,确保造价管理的透明度与公正性。

加强审计不仅能发现潜在的财务问题,还能有效防止腐败行为,提升企业的信誉度。审计报告和反馈意见为项目管理提供了依据,有助于管理层及时调整策略,保证项目按计划顺利推进。通过建立完善的监管机制,不仅能够确保项目的财务合规性,还能增强各方对项目资金使用的信任,提升整体项目管理的透明度与执行力。

4 案例分析:成功的造价管理实践

案例 1: 大型基础设施项目的造价管理

以北京大兴国际机场建设项目为例,该项目被视为国内大型基础设施建设中的标杆之一。在项目的造价管理中,项目团队采用了精细化预算编制和动态调整机制。首先,通过详细的市场调研与精确的工程设计,制定了初步的预算,并在实施过程中根据材料价格波动和工程进展定期调整预算。这一措施有效避免了因市场波动导致的成本失控。项目还利用先进的信息化手段,实时跟踪预算执行情况和成本支出,确保工程的资金使用透明且高效。通过严格的预算控制和资源优化配置,最终该项目在保持高质量和进度的同时,实现了较为精准的造价控制,为国内大型基础设施项目提供了宝贵经验。

案例 2: 高效的数字化造价管理系统应用

某建筑公司在实施“数字化造价管理系统”后,成功提升了项目成本控制的效率。该公司采用了基于 BIM(建筑信息模型)技术的造价管理系统,将各项工程数据、施工进度与资金使用情况进行实时同步。通过数字化平台,项目管理者能够随时查看工程进展、材料采购情况以及费用支出,及时发现预算偏差并进行调整。该系统还能够进行数据分析与预测,帮助项目管理者预判成本风险,并采取有效措施加以应对。通过这一信息化手段,该公司大幅

提高了成本控制的精度和效率,避免了传统造价管理中常见的信息滞后和错误,提升了项目整体的经济效益。

案例 3: 项目造价的全面监管机制

某市政道路建设项目在造价管理中通过加强全过程监管,成功降低了成本风险。项目实施过程中,专门成立了造价管理审计小组,定期进行预算审查与资金使用检查。审计小组不仅监督项目的预算执行情况,还对设计变更、材料采购和工程进度进行全程跟踪和审核。在项目过程中,所有变更和调整都必须经过审计小组的审核和批准,从而确保了预算和实际支出的匹配。通过这一全面监管机制,项目团队及时发现了潜在的资金使用不规范问题并进行了有效整改,避免了浪费和超支。最终,项目顺利完成,成本控制和资金管理得到了充分保证。

这些案例表明,通过精细的预算管理、信息化工具的应用以及全面的监管机制,可以有效提升工程造价管理的效率和精准度,确保项目的顺利推进并实现预期的经济效益。

5 结语

工程造价管理在建筑项目中具有至关重要的作用,它不仅直接影响项目的经济效益,还关系到工程质量与进度的可控性。优化预算编制、加强信息化管理以及健全监管机制等策略,有助于提升成本控制效率和透明度,减少项目风险。未来,随着人工智能、大数据等技术的应用,工程造价管理将更加智能化、精准化,为建筑行业带来新的变革和机遇,推动项目管理走向更高效和可持续的发展方向。

[参考文献]

- [1] 颜哲. 工程造价管理在建筑工程中的重要性及实施策略[J]. 投资与合作, 2021(10): 153-154.
- [2] 王志龙. 建筑工程管理的重要性及优化策略[J]. 江苏建材, 2022(6): 105-106.
- [3] 赵鹏. 工程造价管理在建筑工程中的重要性及优化对策[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(6): 130-132.
- [4] 左丹, 严开川. 工程造价管理在建筑工程中的重要性及优化对策[J]. 居业, 2024(6): 181-183.
- [5] 林江玲. 建筑工程管理及施工质量控制的重要性及优化策略[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(32): 22-24.

作者简介: 陈露露(1996.4—), 毕业院校: 浙江农林大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 温州市方略工程项目管理有限公司, 职务: 土建预算员, 职称级别: 助理工程师。

工程预算定额在造价管理中的应用

赖美良

中交四航局第二工程有限公司, 广东 广州 510300

[摘要]随着建筑行业的迅速发展与市场竞争的加剧,传统的造价管理模式面临着前所未有的挑战。尤其在成本不断上升、项目日益复杂的背景下,传统的预算定额体系难以快速响应市场变化及项目需求,进而影响了工程预算的准确性及成本控制的难度。为此,行业逐步意识到,只有通过持续更新预算定额体系,并结合信息化技术与智能化管理手段,才能实现更加精准高效的造价管理。优化与创新预算定额应用的探索,已成为当前工程造价管理研究的核心内容,而这一进程直接关系到项目的经济效益及行业的可持续发展。

[关键词]工程项目; 预算定额; 造价管理

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15217

中图分类号: F275

文献标识码: A

Application of Engineering Budget Quota in Cost Management

LAI Meiliang

The second Engineering company of CCCC Fourth Harbor Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510300, China

Abstract: With the rapid development of the construction industry and the intensification of market competition, traditional cost management models are facing unprecedented challenges. Especially in the context of constantly rising costs and increasingly complex projects, the traditional budget quota system is difficult to quickly respond to market changes and project demands, which in turn affects the accuracy of engineering budgets and the difficulty of cost control. As a result, the industry has gradually realized that only by continuously updating the budget quota system and combining it with information technology and intelligent management methods can more accurate and efficient cost management be achieved. The exploration on optimizing and innovating the application of budget quotas has become the core content of current engineering cost management research, and this process is directly related to the economic benefits of projects and the sustainable development of the industry.

Keywords: engineering projects; budget quota; cost management

引言

在现代工程项目中,造价管理对于确保项目顺利推进并实现预期经济效益至关重要。作为造价管理的重要工具,工程预算定额在项目全过程中发挥着不可或缺的作用。为工程造价的编制与控制提供标准化依据,它不仅如此,还在资金管理、成本控制及变更审核等各个阶段中扮演着关键角色。随着建筑行业技术的不断进步及市场环境的迅速变化,如何提升预算定额的科学性与适应性,已成为亟待解决的核心问题。

1 工程预算定额在造价管理中的作用

1.1 明确工程造价基础

工程预算定额是工程概算、预算、结算、决算等各个环节的基础性前提。通过制定科学合理的预算定额,造价管理人员能够明确各项费用的标准与范围,为整个项目的造价确定提供可靠依据。预算定额不仅为预算编制提供了数据支持,还能在后续的工程实施过程中,作为控制造价的重要参考。准确、合理的定额能够帮助项目决策者判断投资规模,明确成本控制的目标,并为项目全生命周期的费用管理奠定坚实的基础。同时,预算定额的合理性和准确性直接影响着工程造价的可靠性。如果定额设定过高或

过低,都可能导致工程预算失真,从而影响投资决策和资金分配。而在项目执行过程中,预算定额作为一种重要的标准和依据,能够帮助造价管理人员及时发现预算与实际支出之间的差异,进而采取相应的调整措施。

1.2 促进资源优化配置

通过制定科学合理的工程预算定额,企业能够根据自身的实际情况与市场需求,合理规划和配置项目所需的各类资源,包括人力、物力和财力。预算定额为企业提供了一个明确的资源投入标准,避免了资源的浪费与盲目超配。例如,定额可以帮助企业精准计算每一项工序所需的劳动力和材料量,从而确保资源的高效使用。在预算定额的约束和引导下,项目管理者能够更好地把握资源配置的度,确保在满足工程需求的同时,避免不必要的过度投入。这种优化配置不仅提升了资源的使用效率,还有效降低了工程成本,确保项目在预定预算内完成。通过这一过程,预算定额成为推动资源精细化管理的重要工具,帮助企业在激烈的市场竞争中保持优势,提升项目的经济效益与可持续性。

1.3 合理控制工程造价

在工程造价控制过程中,预算定额发挥着至关重要的

作用。造价管理人员可以通过定期对实际支出与预算定额之间的差异,及时识别并解决可能出现的超支问题。这样,项目团队可以在早期阶段发现问题并采取有效措施,从而避免了成本的失控。预算定额不仅是造价控制的参考标准,还能为项目的变更管理、索赔处理等提供坚实的依据。当工程发生变更或出现额外费用时,定额为相关方提供了量化依据,有助于快速解决纠纷,保障项目各方的权益。此外,预算定额还为动态的造价管理提供了有力支持。随着项目的推进,定额的实时对比和调整能够确保项目在整个生命周期内始终维持在合理的成本范围内。因此,预算定额不仅是预算编制的基础工具,更是工程造价控制的重要手段,为项目的资金安全与成本效益提供了可靠保障。

2 工程预算定额在造价管理中的具体应用

2.1 在工程估算与预算编制中的应用

在工程估算与预算编制阶段,预算定额作为确保准确性与合理性的关键工具,起到了至关重要的作用。通过制定详尽的预算定额,造价管理人员能够根据项目的具体特点,明确每项工程活动所需的资源、时间以及费用,这不仅为项目初期的成本估算提供了可靠依据,还为后续的预算编制奠定了科学基础。在此过程中,各项开支,如材料采购、人工费用及设备使用等,均有了明确的标准,从而大大提高了预算编制的可操作性与精准度。通过预算定额的应用,主观偏差在估算过程中得以有效避免,确保预算编制时市场行情与施工特点得到充分考虑,从而减少误差的发生。此外,项目资金的分配也得到了科学指导,使管理人员能够合理控制各项费用,进而优化资源配置。通过这种精准的预算编制方式,不仅增强了项目的成本控制能力,还为后续实施提供了坚实的财务支持,从而帮助企业做出更加可靠的决策。

2.2 在招投标阶段的定额应用

在招投标阶段,预算定额的应用至关重要。投标单位依据预算定额编制投标报价,从而确保所报价格既能够覆盖项目所需的各项成本,又具备足够的市场竞争力。通过预算定额,投标方得以明确各项费用的标准,合理安排资源,制定切实可行的施工方案,避免了低估成本带来的资金风险或高估报价造成的预算过高问题。招标方则利用预算定额对各投标单位的报价进行对比与评估,通过分析投标报价与定额标准之间的差异,招标方能够更加精准地判断报价的合理性,并筛选出过低或过高的报价,从而确保项目整体造价的合理性。预算定额的应用不仅有助于规范招标过程,还促使各方对工程费用形成统一认知,从而提升了招投标的透明度与公正性。在这一过程中,预算定额的合理使用不仅提高了投标报价的准确性,还促使项目双方在预算编制与费用控制方面达成了共识,为项目的顺利实施打下了坚实的基础。

2.3 在施工阶段的成本控制与监督

在施工阶段,预算定额对成本控制与监督发挥着至关

重要的作用。根据预算定额,造价管理人员定期对实际支出与预定标准进行对比分析,及时发现各环节中的成本偏差。通过这种持续监控,管理团队能够迅速识别出潜在的超支或浪费风险,并采取相应的纠正措施,确保项目成本始终维持在合理范围内。预算定额不仅帮助施工方规范资源配置,确保每项投入均符合预期标准,同时也为工程变更或工期延误等特殊情况提供了科学依据,便于费用调整。当施工过程中发生不可预见的变更时,预算定额作为参考标准,帮助各方重新评估并调整成本。通过这一精细化的成本监控机制,项目在预算控制下得以顺利推进,同时为后续结算工作提供了清晰依据,进而提高了资金使用效率与项目的经济效益。

2.4 在工程结算与审计中的作用

在工程结算与审计阶段,预算定额发挥着核心作用。在结算过程中,实际支出必须与预先制定的预算定额进行对比,从而确保各项费用均保持在合理范围内。通过这种对比分析,审计人员能够及时发现任何超支或不符合定额标准的支出,有效避免虚报或漏报现象的发生。同时,预算定额为结算提供了明确的参考标准,保障了结算数据的透明度与准确性。作为核查工具,在审计过程中,预算定额帮助审计人员深入分析各项支出,确保工程造价与合同条款一致。对于工程变更或材料价格调整等额外费用,预算定额能够明确其合理性,从而有效防止不当费用的发生。这一机制不仅保障了项目各方的财务权益,也为项目后期的资金监管提供了有力支持。通过严格执行预算定额,结算与审计环节确保了项目资金使用的清晰与公正,减少了潜在的经济风险。

3 工程预算定额应用中存在的问题

3.1 预算定额与市场价格波动的适应性问题

预算定额在应用过程中面临的一个主要问题是其难以适应市场价格波动的变化。随着原材料价格、劳动力成本以及市场供需关系的不断波动,传统的预算定额往往未能及时调整以反映这些变化,从而导致定额与实际成本之间的偏差逐渐增大。尤其在一些波动性较大的行业中,当建筑材料价格频繁上涨或劳动力成本急剧增加时,现行的预算定额常常滞后,未能有效应对市场变化。由于适应性差,工程造价的准确预测变得困难,预算与实际支出之间的差距不断扩大,进而影响项目的资金管理,增加了企业在实施过程中的成本风险。同时,预算定额未能与市场实际波动匹配,还可能对项目决策和进度控制产生不利影响,最终可能导致项目成本的失控。

3.2 预算定额体系的局限性

预算定额体系存在一定的局限性,主要表现在难以全面适应各类工程项目的具体需求。现有的定额体系大多基于通用的假设条件,而忽视了不同项目在技术复杂性、施工环境以及施工方法上的差异。因此,在使用预算定额时,某些特殊或定制化的工程项目往往无法准确反映实际的

资源消耗和成本状况,导致预算偏离项目的真实需求^[1]。此外,预算定额体系的灵活性较差,难以在项目过程中快速应对不断变化的情况。无论是施工技术的革新,还是项目执行中出现的不可预见因素,现有定额未能及时调整,这可能导致造价控制失衡,甚至错失最佳调整时机。如此种种局限性,严重制约了预算定额在项目全过程中的有效性,进而影响了成本控制的精确度与效率。

3.3 定额应用中的误差与偏差分析

定额应用中的误差与偏差问题,已成为工程造价管理中的一项重要挑战。由于预算定额通常依据过往经验或行业标准制定,这些数据未必充分考虑到特定项目的特殊性或施工过程中可能出现的变化。因此,实际施工中,资源消耗、工期安排以及材料价格等方面,常常与定额标准存在一定差距,这种偏差可能导致预算与实际支出之间产生显著误差,从而影响整个工程的成本控制。在不同阶段应用预算定额时,误差问题尤为突出。比如,在项目初期的估算阶段,定额多作为粗略参考,且由于现场数据不足,误差通常较大。随着工程的推进,若定额未能及时调整或更新,这些误差便会不断积累,最终对项目的造价决算产生较大影响。若未能有效控制这些偏差,工程造价的失衡便可能发生,进一步影响项目的经济效益与可持续发展。

4 工程预算定额在造价管理中的优化路径

4.1 预算定额的动态更新与调整

为了适应市场环境与工程实践中的不断变化,预算定额必须进行动态更新与调整。随着建筑行业技术的快速发展、材料价格波动以及劳动力成本的变化,原有的定额数据可能逐渐失去准确性^[2]。因此,定额需要定期评估与修订,以确保其能够真实反映当前市场状况及项目需求。动态更新的内容不仅限于对人工成本或材料价格的调整,还应涵盖施工工艺、设备使用及施工方法等各个方面。通过对项目实施过程中实际数据的收集与分析,定额可以根据实际情况进行科学合理的修正,使其能够更加灵活地适应不同项目的特点。在这一持续更新的过程中,预算定额将更精准地反映项目的实际成本,从而提高造价控制的精度,减少滞后或不准确定额带来的误差,确保项目预算与结算更加贴近实际,最终帮助企业实现更有效的成本管理。

4.2 信息化技术在预算定额中的应用

随着信息化技术的迅猛发展,预算定额的管理与应用逐渐依赖于数字化工具的支持,这些技术不仅提高了定额数据的准确性和实时性,也使定额的更新、查询以及应用过程变得更加高效与便捷。通过建立统一的数据库与智能化管理系统,工程造价管理人员能够轻松获取最新的预算定额信息,避免了人工操作中可能出现的数据错误与滞后问题。信息化技术的应用还使定额与项目进度、资源消耗

等关键数据实现了动态联动。例如,通过实时数据采集与施工现场监控,信息系统能够自动跟踪各项费用支出,并与预算定额进行即时对比,偏差及时发现并调整。这样的数据驱动模式不仅提升了预算定额的适应性,也为精确的成本控制提供了更有力的支持。在信息化技术的帮助下,预算定额的管理变得更加科学与透明,为工程造价管理提供了坚实的技术保障。

4.3 定额管理的智能化与精准化

随着人工智能与大数据技术的不断发展,定额管理逐步向智能化与精准化的方向迈进。借助智能技术,定额管理不再依赖传统的人工估算和静态数据,而是通过实时收集与分析施工现场的各种信息,精准预测项目需求与成本。例如,依据项目具体特征,智能系统能够自动匹配最合适的定额标准,从而减少人为干预可能带来的误差^[3]。通过这种精准化的管理方式,定额能够实时反映市场动态、施工进度以及资源使用情况,确保预算与实际支出高度一致。智能技术的应用还使定额的优化与调整更加灵活。在项目执行过程中,成本偏差能够被系统自动识别并反馈,实时数据则用于进行动态调整,从而避免了传统定额体系中常见的滞后性问题。这样的方式不仅提高了成本控制的精准度,也增强了项目管理的响应速度与适应能力。借助智能化与精准化的定额管理,工程造价的透明度与可控性显著提升,极大地支持了项目的高效执行与成本管控。

5 结语

工程预算定额在造价管理中的应用至关重要,贯穿项目的各个阶段,涵盖从预算编制到成本控制,再到结算审计的全过程提供了可靠的依据。但面临市场波动、体系局限以及误差偏差等诸多挑战,定额管理需要不断进行优化与更新。随着信息化与智能化技术的引入,预算定额的动态调整和精准应用,将大幅提升工程造价的控制精度与效率。未来,随着技术进步与管理模式的创新,预算定额将在工程造价管理中发挥更为关键的作用,推动行业向更加高效、透明的方向发展。

[参考文献]

- [1]刘俊显.工程预算定额在造价管理中的应用[J].中国招标,2024(10):187-189.
- [2]巩瑞.试析工程预算定额在造价管理中的应用[J].门窗,2018(3):49-51.
- [3]刘彦斌.工程预算定额在造价管理中的应用探讨[J].现代经济信息,2019(8):407.

作者简介:赖美良(1990.5—),毕业院校:华东交通大学,所学专业:软件工程、桥梁工程,当前工作单位:中交四航局第二工程有限公司,职称级别:中级职称(工程造价)。

灌区农田水利渠道设计与施工技术

周志华

河北省水务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着我国农业现代化进程的加快,传统灌溉模式已难以满足日益增长的水资源需求,水资源浪费与灌溉效率低下的问题由此凸显。现代水利技术,尤其是在水力计算与防渗技术方面的进步,已显著提升了渠道设计与施工的质量。但在实际应用过程中,渠道选址、地形适应性及水流控制等问题依然存在,严重影响了灌区水利系统的整体效果。因此,提高灌区水利渠道的设计与施工水平,已被视为实现水资源可持续利用的关键任务。

[关键词]灌区农田水利;渠道设计;施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15253

中图分类号: S27

文献标识码: A

Channel Design and Construction Technology of Farmland Water Conservancy in Irrigation Area

ZHOU Zhihua

Hebei Provincial Water Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the acceleration of Chinese agricultural modernization process, traditional irrigation methods are no longer able to meet the growing demand for water resources, highlighting the problems of water waste and low irrigation efficiency. The advancement of modern water conservancy technology, especially in hydraulic calculation and anti-seepage technology, has significantly improved the quality of channel design and construction. However, in practical applications, issues such as channel selection, terrain adaptability, and water flow control still exist, seriously affecting the overall effectiveness of the irrigation water conservancy system. Therefore, improving the design and construction level of water conservancy channels in irrigation areas has been regarded as a key task in achieving sustainable utilization of water resources.

Keywords: farmland water conservancy in irrigation area; channel design; construction technology

引言

灌区农田水利渠道是农业灌溉系统的核心组成部分,在水资源高效利用及农业生产稳定性方面的作用不可或缺。随着气候变化的加剧及水资源日益紧张,水资源的可持续管理已成为亟待解决的关键问题,探讨灌区农田水利渠道的设计与施工技术,分析设计过程中常见的挑战并提出优化策略,为工程实践提供切实可行的参考。

1 灌区农田水利渠道设计的原则

1.1 生态平衡原则

生态平衡原则在灌区农田水利渠道设计中的核心要求是对生态环境的保护与修复的高度重视,确保水利工程的长期可持续性。在设计过程中必须最大限度地减少对自然水系、土壤结构及植被生态的干扰,尤其是在水流路径的选择、渠道截面的设计及水质保护方面,生态环境的考虑应占据重要位置。在设计阶段,水土保持与水资源的循环利用被视为关键考量因素,工程的实施需避免对周围生态系统产生负面影响。例如,合理规划绿化带或生态缓冲区,既能有效防止水土流失,又能促进生物多样性的保护。在水流路径设计中,应与自然水体系相协调,避免对当地水文环境造成不利改变,从而确保地下水、湿地生态及农田灌溉水源供应不受影响。在设计中引入必要的水质

监测与净化措施,诸如沉淀池或滤水设施等,确保水质符合灌溉需求,避免周边生态环境受到污染。通过这一系列措施既能够保障灌溉效率,又能有效保护自然环境,促进农业生产与生态环境的双赢。在施工过程中,遵循生态平衡原则不仅限于追求短期的水利效益,还应充分考虑对环境的长期影响,应在设计阶段预先识别可能出现的生态问题,并采取相应的预防与修复措施,推动人与自然的和谐共生。

1.2 经济原则

经济原则在灌区农田水利渠道设计中扮演着至关重要的角色,目标是通过优化设计与高效施工,最大化投资效益。该原则的核心在于在确保工程质量与功能的基础上,尽量降低建设及后期维护成本,确保水利项目的经济可行性。设计过程中,初期投资与长期运行成本需同时考虑,通过精准的水文分析与合理的渠道布局,可以有效减少土方开挖量及多余的工程内容进而降低施工费用。此外,材料与施工工艺的合理选择,不仅避免了过度设计,还能有效减少材料浪费,确保资金得以高效利用。提高灌溉效益也是经济原则的关键部分,通过优化渠道断面设计、流速控制与水资源配置,不仅显著提高了水的利用效率,还有效避免了水资源的浪费,这种设计理念不仅降低了水利运

行成本,还增强了农业生产的可持续性与稳定性,为灌区经济效益的提升提供了坚实保障。在设计阶段,还应充分考虑后期的维护成本,通过选择耐用且易于维护的材料与施工技术,渠道结构的长期稳定性得以提高,从而减少了后期的修复与维护工作,进一步降低了运维费用。

1.3 干支渠结合原则

干支渠结合原则在灌区农田水利渠道设计中具有不可或缺的重要性,要求主干渠与支渠之间实现功能的合理衔接与协调,以确保灌溉系统的高效运行及水资源的均衡分配。在这一原则的指导下,设计人员需综合考虑水流分配、管理便捷性及渠系的灵活性,确保灌区在应对不同水情时能够优化灌溉效果。干支渠结合的关键在于确保水流分配的畅通无阻,设计主干渠时必须保证足够的水量能够稳定地输送至各支渠,以防止因水量不均而导致某些区域水源短缺或水质恶化。通过合理设置分水点与调节设施,能够在水资源波动的情况下灵活调整水流量,确保各支渠的水量保持均衡。在渠系结构设计中,干支渠结合还需考虑管理的便捷性与操作的高效性。支渠的布局应合理规划其长度与渠底坡度,尽量减少复杂操作及高额的维护成本。通过科学设计支渠,灌溉系统的整体效率得以提升,管理难度也随之降低。鉴于灌区发展需求的变化,干支渠结合还需具备良好的扩展性与调整性,随着农业生产的发展,灌溉系统可能需要进行扩建或调整。设计时应预留充足的空间与设施,便于未来对干支渠进行调整或扩展,从而避免在需求变化时无法适应。

2 灌区农田水利渠道施工技术

2.1 U型槽施工技术

U型槽施工技术在灌区农田水利渠道建设中的应用愈加广泛,简洁的结构、便捷的施工方式以及对水流的有效控制,使其成为一种高效且经济的选择。此技术通过将土壤开挖成U型断面,并结合适当的衬砌材料,能够实现防渗、稳定与水流调节等多重功能。施工的第一步是对选定渠址进行详细勘测与设计,确保U型槽的形状满足水流要求,且坡度符合设计规范。开挖工作通常采用机械化作业方式,提高施工效率缩短工程周期。在此过程中,开挖的深度与宽度需依据水流量、土质情况及渠床的稳定性进行综合考虑,避免因设计不当导致土壤坍塌或渗水现象。衬砌工作是U型槽施工中的关键环节之一,常见的衬砌材料包括混凝土、石砌或防渗膜等,材料的选择应综合评估土质、气候及经济因素。在混凝土衬砌施工中,需严格控制混凝土的配比、浇筑工艺及养护条件,确保槽壁具备良好的密实性与长期耐久性。若选用石砌衬砌,石材的质量与砌筑工艺也需特别注意,以确保槽壁平整牢固,避免出现渗水问题。在U型槽的转弯处或水流变化较大的位置,应设置水流调节井或溢洪道,以防止水流对槽壁的冲刷,确保水流的平稳与均匀分布。在施工过程中,水质的保护

尤为关键,施工人员需防止施工过程中的污染对周围水源或生态环境产生不良影响。尽管U型槽施工技术具有较低的成本与较短的施工周期,但为了确保其效果与持久性,施工质量及后期维护管理不可忽视。只有通过科学设计、精确施工与严格的质量控制,U型槽才能高效满足灌溉需求,进而为灌区提供稳定、经济的水利保障。

2.2 土方开挖与渠道形成技术

土方开挖与渠道形成在灌区农田水利渠道建设中占据核心地位,其质量直接影响渠道的稳定性及水流效果。此工序涉及土质分析、开挖方法的选择、施工设备的配置与施工精度的精确控制,确保渠道结构设计 with 功能要求得以实现。在土方开挖之前,详细的前期准备至关重要,包括对渠道路线的勘察与水文设计的核对,检查地形、土质、地下水位等自然因素,这些因素决定了开挖深度、坡度及所需的施工技术。例如在软土地区,可能采用机械挖掘,而在岩石或硬质土壤区域,则可能需要爆破或特殊设备来完成开挖任务。开挖过程中,渠道断面的设计极为重要,直接关系到水流的流畅性与稳定性。根据流量、坡度、土壤类型等多种因素,合理选择断面形状,常见的有梯形、矩形或U型。对于U型渠或梯形渠,必须严格控制底宽与坡度,以避免水流受到冲刷或淤积的影响。因此,设计合适的坡度与底宽,对确保水流的顺畅与稳定至关重要。在开挖过程中,施工质量的控制至关重要,底面需确保平整,坡面必须严格按照设计要求来操作,以防止底面不平或坡面过陡而影响水流。已开挖的区域应及时清理杂物,以避免污染物进入渠床。同时,土壤湿度的监测也应重视,过湿的土壤可能导致坍塌,而松软土质则会影响施工质量。土方开挖完成后,渠道整形与修整不可忽视,为了确保渠壁光滑、无明显凹凸,需进行精细操作。根据设计要求,有条件的区域还应进行防渗处理,常见的方法包括铺设防渗膜、石砌衬砌或混凝土衬砌等,以提高渠道的水密性与耐久性。

3 灌区农田水利渠道设计中常见问题

在灌区农田水利渠道设计过程中各类问题频繁出现,这些问题对工程的质量、成本以及长期运行效果产生了显著影响。尤其是渠道选址与地形地貌的适应性问题,在复杂地形区域尤为突出,设计人员常面临如何选择最佳渠道路径的挑战。在一些地形起伏较大的区域,或者由于土地利用不合理,渠道位置不仅易受自然环境的影响,还可能引发土壤侵蚀或水土流失,进而影响水流稳定性与水利系统的正常功能^[1]。水流控制与水力计算也是设计中的一大难题,水流的稳定与均匀分配依赖于精确的水力计算,但由于流量波动、土壤渗透性等因素的干扰,水流的控制变得尤为复杂,尤其在水文条件变化多端的情况下,准确的水流计算常常变得困难,这可能导致水资源浪费或灌溉效率降低。随着气候变化及用水需求的不断调整,设计中

未来水流需求的预测常常存在偏差,由于这种误差,水资源的分配可能会出现不均,部分地区水源过剩,而其他区域则可能面临缺水问题,从而加剧资源浪费与供水不足之间的矛盾。此外,渠道防渗设计与土壤特性的匹配问题,在某些地区同样显得尤为困难。特别是在土质松散或渗透性强的区域,防渗措施往往难以达到预期效果,水流的渗漏现象频繁发生,导致水资源浪费并增加维护成本。由于土壤性质与当地气候条件的匹配度较低,防渗设计的稳定性及实施难度也因此增大。

4 灌区农田水利渠道施工策略

4.1 科学规划与精确设计策略

灌区农田水利渠道的施工,科学规划与精准设计是关键起步环节,对工程的顺利推进及其长期运行效果具有决定性影响。有效的规划不仅需满足水利需求,还应综合考虑地理条件、气候特征及经济因素,以确保渠道系统的高效性与可持续性。在规划阶段,全面的水文与水力分析尤为重要,此过程涉及准确预测未来水流量、季节变化及用水需求,为设计提供可靠的数据支持,这些分析结果将帮助设计团队合理选择渠道断面形状、坡度与流量等重要参数。此外,结合当地地形与地貌,设计人员需合理规划渠道线路,避开过于陡峭或易受自然灾害影响的区域,降低施工难度并减少后期维护成本^[2]。在精确设计方面,关键在于施工技术与材料选择的匹配,在不同的土壤条件、气候环境及水质要求下,设计者需选择适当的防渗与衬砌材料,确保水流高效输送且渠道结构具备长期稳定性。例如,在水源相对紧张的地区,设计时应重点考虑水资源的节约与合理利用,并引入高效的水流调控措施;而在水源充足的地区,则应加强排水能力与防洪设计,以应对极端天气与水量波动带来的挑战。施工阶段同样需要关注施工技术的可操作性与经济性,通过合理的设计优化,不仅能够有效控制工程成本,还能提高施工效率。例如,采用预制件衬砌替代现场浇筑,施工进度不仅得以加速,且施工对环境的影响也能减少。

4.2 施工过程中的优化技术策略

在灌区农田水利渠道的施工过程中,实施技术策略的优化至关重要,这不仅有助于提升施工效率,还能确保工程质量,并降低总体施工成本。优化施工技术的核心在于提升现有技术手段的同时,合理调整施工过程中的各个环节,从而实现整体效益的最大化。机械化作业是提高施工效率的关键因素之一,通过引进先进设备,如自动化土方开挖机、机械化衬砌设备以及高效的水力调节设施安装设

备,施工周期得以大幅缩短,精度也得到提升,这些高效设备不仅减少了人为操作的误差,还能显著提高施工质量^[3]。此外,现代化技术,如GPS定位与无人机测绘,也在施工中起到了重要作用,这些技术能够实时监控渠道的质量,及时调整施工方案,避免因地形不符合设计要求而产生的返工问题。材料的合理配置与使用同样是施工优化中的关键环节,通过选择优质且具经济性的材料,不仅能够提高施工质量,还能有效降低总体成本。例如,在防渗与衬砌阶段,采用高强度、抗腐蚀性强的复合材料,不仅有助于提高渠道的防水性能,还能提升其耐久性。而在土方开挖环节,选用适宜的土质进行回填与压实能有效减少沉降现象,保证渠道的稳定性。此外,提前采购材料并优化物流调度,能够有效避免施工延误,确保各项工序按计划进行。施工工序的合理安排与协调是确保施工优化的重要因素,科学的施工计划能够使不同施工阶段顺利衔接,避免工序交叉、人员浪费及资源冲突。例如,在土方开挖与防渗层施工期间,调整工期安排,确保不同工种的有效配合,避免因等待或施工不均衡导致的时间与资源浪费。质量监控与反馈机制的建立也是施工优化的重要环节,通过实时跟踪施工质量,问题能够及时发现并进行调整,从而有效保障工程质量。采用智能化监控系统,对施工进度、材料使用及工人操作等环节进行实时监测,能够在早期发现潜在问题并及时进行修正,避免小问题积累成大隐患。

5 结语

灌区农田水利渠道的设计与施工技术对水资源的高效利用及农业的可持续发展至关重要。通过科学规划与精确设计,并结合优化的施工技术,设计中常见的难题,如渠道选址、流量调控与防渗设计等得以有效解决,从而确保水利系统的高效运行与长期稳定。随着技术的不断进步,未来的水利系统将更加智能化、精细化,农业灌溉效率有望进一步提升,且对环境的负面影响将得到显著减少。

[参考文献]

- [1]张树仁.灌区农田水利渠道设计与施工技术[J].农业开发与装备,2023(12):106-108.
 - [2]王磊,管德松.农田水利工程中渠道设计及施工技术[J].科学技术创新,2020(1):135-136.
 - [3]刘丽欣.灌区农田水利渠道设计及其施工技术分析[J].低碳世界,2018(8):92-93.
- 作者简介:周志华(1993.1—),男,毕业院校:华北水利水电大学,大学本科,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心,职称级别:专技十级。

灌区现代化改造与高效节水灌溉技术研究

尚 华

山东大禹水务建设集团有限公司, 山东 济南 250102

[摘要]随着全球水资源日益紧张,农业灌溉成为水资源消耗的主要领域。灌区现代化改造与高效节水灌溉技术的应用,成为提升水资源利用效率、保障农业可持续发展的关键。通过对灌区现状的分析,提出以智能化、高效节水技术为核心的改造方案,结合滴灌、喷灌等技术,优化水资源分配与管理。实际应用表明,现代化灌溉系统能够显著提升灌溉效率、减少水资源浪费,为农业生产提供可靠保障。进一步推动该技术的普及和应用,有助于实现水资源的可持续利用及农业生态环境的保护。

[关键词]灌区现代化;节水灌溉技术;智能化灌溉;技术创新;农业水资源管理

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15224

中图分类号: S274.3

文献标识码: A

Research on Modernization of Irrigation Areas and Efficient Water-saving Irrigation Technology

SHANG Hua

Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250102, China

Abstract: With the increasing scarcity of global water resources, agricultural irrigation has become the main area of water consumption. The modernization of irrigation areas and the application of efficient water-saving irrigation technologies have become key to improving water resource utilization efficiency and ensuring sustainable agricultural development. By analyzing the current situation of the irrigation area, a renovation plan with intelligent and efficient water-saving technology as the core is proposed, combined with drip irrigation, sprinkler irrigation and other technologies to optimize water resource allocation and management. Practical applications have shown that modern irrigation systems can significantly improve irrigation efficiency, reduce water resource waste, and provide reliable guarantees for agricultural production. Further promoting the popularization and application of this technology will help achieve sustainable utilization of water resources and protection of agricultural ecological environment.

Keywords: modernization of irrigation areas; water-saving irrigation technology; intelligent irrigation; technological innovation; agricultural water resources management

引言

全球水资源紧张,农业用水占比居高不下,节水问题亟待解决。我国灌区普遍面临灌溉水资源浪费和效率低下的挑战,急需进行现代化改造与技术升级。高效节水灌溉技术,尤其是智能化灌溉系统,已成为提升灌溉效率、优化水资源配置的重要手段。通过改造灌区基础设施和推广先进技术,能够显著提高农业生产效率,保障粮食安全,并推动水资源的可持续利用,促进绿色发展目标的实现。

1 灌区现代化改造现状与挑战

1.1 我国灌区的现状

我国灌区多存在基础设施老化、技术落后等问题,导致灌溉效率较低,水资源利用不充分。随着多年超负荷使用,许多灌区的渠道、泵站、储水设施等水利基础设施逐渐老化,存在渗漏、堵塞、设备故障等现象。这些问题不仅降低了灌溉系统的整体运行效率,也增加了维护成本。与此同时,水资源的利用效率较低,许多地方依然采用传统的灌溉方式,无法实现精确控制水量。水土流失现象严重的地区,由于过量灌溉或灌溉方式不当,导致水分过度流失,甚至带走了表层土壤,进一步加剧了土地的沙化和荒漠化。

1.2 灌区面临的主要问题

当前,我国灌区面临的最突出问题是水资源供需矛盾的加剧。随着农业用水需求的增加,水资源的供给却受到气候变化、地下水过度开采、生态保护等多重因素的制约,造成水资源分布不均、局部短缺。此外,传统灌溉方式普遍存在着水资源浪费现象,尤其是大面积采用的沟渠灌溉和漫灌方式,水分蒸发损失大,效率低下,难以满足农业高效生产的需求。许多灌区的水管理缺乏精细化与科学化,管理体系不完善,水资源的配置和调度存在明显的不合理性。例如,某些区域未能根据土壤湿度、作物需水量以及气候变化调整灌溉策略,导致部分地方出现了“过度灌溉”或“缺水灌溉”的情况。

1.3 灌区现代化改造的紧迫性

灌区现代化改造十分紧迫,关键在于实现农业可持续发展。引入高效节水灌溉技术,如智能灌溉、滴灌、喷灌等,能显著提高水资源利用效率,减少浪费,保障水资源的持续供给,增强农业生产的稳定性。基础设施升级和智能化改造是提升灌溉效率的重要步骤,通过大数据和物联网技术实时监控水源和作物需求,优化资源配置。此外,推动灌区管理模式改革至关重要,需要构建完善的水利管

理体系,强化水资源调配与监控,确保水资源的公平高效使用。全面改造将显著提升灌溉效率,节约水资源,确保粮食安全,推动农业绿色发展。

2 高效节水灌溉技术概述

2.1 节水灌溉技术的分类

节水灌溉技术主要包括地下滴灌、喷灌、微喷灌等多种形式。地下滴灌通过将水直接输送到植物根部,减少了水分的蒸发和表面渗漏,是目前最为高效的节水灌溉方式之一。喷灌系统则通过喷头将水雾化,均匀地喷洒到作物表面,适用于较大面积的作物灌溉。微喷灌则是一种更精细的喷灌技术,通过微小的喷头提供细密的水雾,适用于对水量要求严格的作物。除此之外,水肥一体化技术将灌溉与施肥结合,通过灌溉系统将水和肥料一同供应到作物根部,既提高了水资源的利用效率,又能保障作物营养的均衡供应。智能灌溉系统则利用传感器、自动化控制、数据分析等技术,实现灌溉的精准控制和远程管理。

2.2 高效节水技术的特点与优势

高效节水灌溉技术的最大特点在于减少水资源浪费,提高水资源的利用率。这些技术能够将水分精准输送至作物根部,避免了传统灌溉方法中因蒸发、渗漏等造成的水分损失。例如,地下滴灌能确保水分直接进入土壤,而非浪费在空气中。通过精确控制水分和养分的供应,能够为作物创造最适宜的生长环境,减少过度灌溉和养分不足的风险。此外,水肥一体化技术可以通过合理调控肥料与水的比例,不仅节约了肥料,还减少了对环境的污染,尤其适用于对肥料需求较高的作物种植。

2.3 高效节水技术的适用条件

高效节水灌溉技术的适用性受到土壤类型、作物种类和气候条件的影响。沙土地区适合滴灌或微喷灌,以减少水分流失;黏土土壤则适合喷灌。不同作物的水分需求差异大,技术选择需依据作物的生长周期和需水量进行匹配。气候条件,尤其是降水量、温度和湿度,直接影响灌溉频率与水量需求。区域适应性是推广节水技术的关键,不同地区的技术实施效果差异较大,因此需根据具体条件优化选择。此外,技术推广的可行性受农民接受度、经济条件和政府政策支持的影响,合理分析自然与社会条件是确保技术成功应用的关键。

3 灌区现代化改造方案与实施

3.1 现代化改造方案设计原则

灌区现代化改造的核心目标是实现水资源的高效利用,因此,在设计改造方案时,应优先考虑提高灌溉效率和节水效果。智能化灌溉系统作为重要组成部分,可以实时监测土壤湿度、作物需水量及气象变化,精确调控水量与施肥量,减少资源浪费,并优化水资源的配置。改造方案还需结合区域的具体水文条件与农业需求,制定个性化方案。例如,对于降水较少的干旱地区,应优先选择滴灌

或微喷灌等高效节水技术,而在降水较为丰富的地区,则可采用喷灌或其他适应性更强的灌溉方式。此外,方案设计还应考虑不同作物的需水差异,避免统一技术方案的“一刀切”现象,确保因地制宜地实施。

3.2 灌区基础设施的改造措施

灌区现代化改造离不开基础设施的升级和智能化建设。首先,灌溉渠道、泵站、水利设施等需要进行智能化改造,以提高设施的运行效率和维护管理水平。例如,可以通过安装流量计、智能阀门、远程控制系统等设备,实时调节水流量,确保水源的精准分配。此外,针对部分老化严重的灌溉渠道,应进行修复或重新铺设,避免水分流失和渠道堵塞。数据采集与监控系统的建设则是实现精准灌溉的基础,借助传感器、卫星遥感技术等手段,实现对土壤湿度、气候条件、水位等信息的实时监控。通过大数据分析,可以预测灌溉需求,科学调度水源,最大程度地减少浪费,提升灌溉效率。

3.3 实施过程中的关键问题与解决对策

在灌区现代化改造过程中,技术选型和资金投入的平衡是一个关键问题。不同技术的成本和效益差异较大,因此,需根据项目规模、区域特点以及预算情况,合理选择合适的技术方案。在资金有限的情况下,可考虑分阶段推进,通过示范区先行试点,积累经验,再逐步推广到全区。此外,设备维护和管理体制改革也至关重要。灌区现代化改造后,设备和系统需要长期维护,以保证其持续高效运行。对此,应建立完善的设备管理和维护制度,并定期进行培训,提升操作人员的专业技能。技术培训的加强尤为重要,尤其是农民对智能化灌溉系统的认知与应用能力较弱,通过多层次的技术培训和知识普及,能够提高农民的参与度和技术接受度,确保技术推广的顺利实施。

4 高效节水灌溉技术的应用案例分析

案例一:新疆某灌区节水技术应用

在新疆的某大型灌区,滴灌技术的推广应用取得了显著的节水效果。由于新疆地区常年干旱,水资源极为紧张,传统的沟渠灌溉方式效率低,水分蒸发损失大,导致灌溉水的浪费严重。自从实施滴灌技术后,水分直接输送到作物根部,极大地减少了蒸发和表面流失。通过精确控制水量,作物的生长环境得到了优化,节水效果显著,水利用率提高了约30%以上。然而,在技术推广过程中,也遇到了一些问题,例如当地农民对滴灌技术的理解较为浅显,初期设备维护成本较高等。为了解决这些问题,当地政府加大了技术培训和宣传力度,并设立示范区,通过农民培训和实际操作示范,逐步提高了技术的接受度和应用效果。

案例二:甘肃某灌区喷灌技术改造

甘肃省某灌区通过喷灌技术改造,实现了节水和增产的双重目标。该地区的农业灌溉水源主要依赖地下水,随着水位下降,传统的漫灌方式已难以满足生产需求。经过

喷灌技术的改造,灌溉效率得到了大幅提升。喷灌技术能够均匀地将水喷洒到作物表面,减少了水分蒸发和不均匀灌溉的现象,水分利用率提高了约25%。该地区的作物种植结构也影响了喷灌的应用效果。由于当地主要种植小麦、玉米等大田作物,喷灌技术尤其适用于这种大面积作物的灌溉。然而,喷灌技术的高期投入和设备维护成为技术推广的瓶颈。为此,当地政府通过财政补贴和政策支持,降低了农民的负担,加快了技术的普及与应用。

案例三:智能化灌溉系统的应用

山东省某灌区通过引入智能化灌溉系统,显著提升了生产效益。该地区水资源较为紧张且作物种类繁多,传统灌溉方式无法满足多样化的灌溉需求。智能灌溉系统通过实时监测土壤湿度、天气状况以及作物生长需求,实现了精准灌溉。系统根据实时数据调整水量与施肥量,大大减少了水肥浪费。经过试点运行后,灌溉效率提升了约40%,同时农作物的产量也有了明显增长。智能化系统的优化还提升了管理的精细化水平,减少了人工操作的误差。然而,智能化灌溉系统在初期投入较大,且对操作人员的技术要求较高。为此,当地通过多渠道资金支持、技术培训以及后期设备维护的补贴政策,解决了初期技术应用中的困难,确保了智能化灌溉系统的成功推广和持续优化。

5 灌区现代化改造与高效节水技术的未来发展趋势

5.1 技术创新与发展方向

随着科技的不断进步,灌区现代化改造的技术创新将更加突出智能化与信息化的融合。未来,智能灌溉系统将更加注重自动化控制和精准施水,采用物联网(IoT)技术实现灌溉设备的远程控制和实时数据监测。通过集成气象、土壤湿度、作物生长等数据,可以精准预测灌溉需求,避免过度灌溉和水分浪费。此外,大数据技术的应用也将为灌溉管理提供强有力的数据支持,通过对历史数据的分析和实时监控,优化水资源的调度和利用效率,提升灌区管理的科学性与精确性。这些技术的融合不仅能够提高灌溉效率,还能在一定程度上实现“智慧农业”,促进农业生产的现代化和可持续发展。

5.2 政策支持与资金保障

灌区现代化改造的推进离不开政策支持与资金保障。政府在推动灌区现代化改造中起到了关键的推动作用,特别是对高效节水技术的引导和扶持政策。在政策层面,应通过制定完善的灌溉水资源管理法律法规,鼓励地方政府和企业积极投入灌溉基础设施建设与技术革新。此外,政府还应通过补贴、贷款优惠、税收减免等方式,降低农民

和企业的初期投入成本,减轻其经济负担,推动节水技术的普及与应用。资金的支持也应重点关注低收入地区和贫困农户,通过专项资金帮助其实现技术转型和升级,推动灌区现代化建设的全面覆盖。

5.3 推广与普及的障碍及应对策略

尽管高效节水灌溉技术具有显著的优势,但在推广应用过程中仍然面临诸多障碍。首先,技术人员的短缺和技术能力的不足,导致灌溉系统的安装、维护和优化困难,影响技术的广泛应用。其次,部分农民对新技术的接受度较低,缺乏足够的技术培训和认知。为了克服这些问题,可以通过加强对农民的培训和技术指导,提高他们的技术接受度和操作能力。此外,通过示范区建设,展示高效节水灌溉技术的实际效益,可以有效引导农民进行技术学习和应用。政府和企业应加大对农民的技术培训支持,建立长期的技术服务网络,确保技术的可持续性和广泛普及。同时,科技创新也需要加快,减少技术推广的难度,为不同地区和作物提供更为适配的节水解决方案。

6 结语

灌区现代化改造与高效节水技术的研究成果表明,智能化、精准化灌溉技术能够显著提高水资源利用效率,推动农业可持续发展。然而,技术推广仍面临资金、技术人员短缺及农民接受度低等挑战。为此,未来应加强技术创新,融合大数据与物联网,提高系统智能化水平,同时加大政策支持和资金保障力度。通过示范区建设和培训等方式,加速技术普及,为实现农业水资源管理的智能化、可持续发展奠定基础。

[参考文献]

- [1]司昌亮,张生武,尚学灵,等.吉林西部旱田高效节水灌溉技术与综合效益分析[J].农业与技术,2020,40(24):77-80.
- [2]毛洪霞.果园水肥一体化高效节水灌溉技术应用研究[J].智慧农业导刊,2022,2(14):82-84.
- [3]张晓刚.农田水利工程高效节水灌溉技术的推广研究[J].农业开发与装备,2022(11):168-169.
- [4]徐文俊.基于智慧农业的高效节水灌溉技术发展现状及对策研究[J].地下水,2024,46(6):126-128.
- [5]郭伟霞.天然沙砾路在高效节水灌溉技术推广中的优势及策略研究——以河西走廊为例[J].数字农业与智能农机,2024(11):77-79.

作者简介:尚华(1983.11—),毕业院校:山西财经大学,所学专业:会计学,当前就职单位:山东大禹水务建设集团有限公司,职务:职员,职称级别:中级工程师。

征 稿

《建筑工程与管理》由新加坡Viser Technology Ptd Ltd主办，ISSN: 2661-4405 (印刷)。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。期刊是一个开放获取刊，致力于出版建筑领域的高质量学术论文。同时为建筑工程技术人员和专业人士提供一个交流和信息交换平台，文章被万方数据库等权威数据库收录。

《建筑工程与管理》秉承科学精神，以促进学术交流、科技进步，提高工程建设水平为宗旨，为推动建筑设计、建筑材料、建筑技术、城市规划、市政园林等领域的科研、设计、施工方面的最新研究成果与工程实践总结服务。

《建筑工程与管理》期刊的主要栏目有：

建筑设计、建筑工程、施工技术、材料科学、工程管理、市政园林、机电机械、城乡规划、石油化工、勘察测绘、节能环保、预算造价等。

鼓励建筑界各领域的专业技术人员和管理人员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

111 North Bridge Rd, #21-01 Peninsula Plaza,
Singapore 179098

官方网站

www.viserdata.com

ISSN 2661-4405



9 772661 440259