



www.viserdata.com

工程施工技术

ENGINEERING CONSTRUCTION TECHNOLOGY

月刊

■ 主办单位: Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN 2972-4058(online) 2972-404X(print)

中国知网 (CNKI) 收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

2024 11

第2卷 总第16期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

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

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



工程施工技术

Engineering Construction Technology

2024年·第2卷·第11期(总第16期)

主办单位: Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N: 2972-4058 (online)

2972-404X (print)

发行周期: 月刊

出版时间: 11月

数据库收录: 中国知网收录期刊

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: 朱 强

学术副主编: 魏 忠 高 江

责任编辑: 戚 滕

学术编委: 倪勤盛 陈 鹏 王子红 张耕野
侯明卫 刘 刚 赵 欢 王海军
王永华 洪秋生 李笑宇 刘汉涛
钱 冰 吉威伟 杨熠卿 宋世超

美工编辑: 李 亚 Anson Chee

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

建筑工程

- 建筑施工中的装配式建筑技术与优化研究..... 吕桃桃 1
..... 吕桃桃 1
基于 BIM 技术的建筑工程管理优化研究..... 盛俊杰 4
建筑工程后浇带施工技术及其质量控制..... 孙 昊 7
建筑工程项目中绿色建筑施工技术实践研究.....
..... 刘 利 10
低碳节能理念下建筑工程技术的改进研究.... 何 强 13

市政工程

- 公路工程路基路面常见病害及防治的对策.... 李 凡 17
市政道路桥梁施工中的桩基与地基处理技术研究.....
..... 李 昌 21
公路工程路基路面压实施工的技术研究..... 张 倩 24

冶金工程

- 离心铸造过程中质量控制与检验方法探讨.....
..... 黄世雨 张振法 王 琰 27
离心铸管机的生产效率提升技术研究.....
..... 张振法 王 琰 黄世雨 30
离心铸管机的经济性分析与成本控制策略.....
..... 王 琰 黄世雨 张振法 33

化工工程

- 微反应技术在精细化工生产中的应用前景.... 纪贵利 36
化工生产中节能降耗的技术优化策略研究.... 崔哲锋 39

石油工程

- 石油化工火灾扑救中的作战安全问题及建议.. 于 勇 42

工程管理

- 光伏发电工程档案管理现状及解决措施..... 张 娜 45
工程监理在建筑材料质量监督中的应用研究.. 梁艳丽 48

全过程工程咨询联合体成员收益分配问题研究.....
..... 丁 雨 52
工程设备采购流程的精细化管理探讨..... 程 波 57
工程项目投融资模式比较分析与发展建议.....
..... 赖 毅 袁 莎 60
工程造价结算审核中存在的问题及措施..... 葛碧平 63

施工技术

防腐施工技术在市政给排水管道中的应用研究.....
..... 张 磊 66
水泵机组安装施工技术措施研究分析..... 刘 鑫 69
室内装修工程中防渗漏施工技术应用研究.... 赵 昊 72
大型焦炉本体设备安装技术研究与应用..... 李宝贵 75
一种新型装配式支架在钢管拱安装中的应用.....
..... 齐晓明 78

机电机械

收放卷系统电气自动化控制的优化方案..... 任海超 84
电气自动化与电气工程的融合应用研究..... 刘小萍 87

摄像头环外观自动化检测设备开发与应用.....
..... 余 雷 倪明堂 明五一 90
混合动力矿用宽体自卸车增程器控制策略研究.....
..... 穆俊杰 94
计算机与机械电子技术的融合发展探讨..... 赵永波 98
辊压机设备振动分析与减震技术的应用探讨.....
..... 乔泽超 101
电力工程中的电气设备故障诊断与预防..... 曹 迪 104
船舶分油机常见故障的表现及处理方法分析.....
..... 冒 军 108
某大型轮式装载机“纯电再制造”方案研究.....
..... 冯永豪 郭 骏 112
手表后盖玻璃点胶组装线体研发与应用..... 陈飞宇 117
辊压机的热处理工艺对耐磨性的影响分析... 高延磊 122

探讨交流

高水位承压含水层抽水试验研讨.....
..... 刘春华 张 涛 袁小刚 125

建筑施工中的装配式建筑技术与优化研究

吕桃桃

内蒙古科技大学包头师范学院, 内蒙古 包头 014030

[摘要] 伴随全球范围内对持续发展与节能、减少排放的关注度, 预制品技术逐步转变为建筑领域关键发展途径。这种工艺运用部件制造厂内提前加工成形, 之后运输至工地安装, 明显地提升了施工效率, 减少施工噪音和垃圾产生, 并减轻了对生态环境的负担, 目的是研究预制式建筑施工技术的现状、实例和施工阶段内部改进意见。运用剖析世界及国内领域结论总结性结果与实际案例, 找出制约预制的建筑建造效率与品质因素, 提出相应地的改进方案。调查发现, 优秀的设计管理、合适供应链优化和先进的建造技术是提高装配式建筑建造质量关键影响因素。最后, 文章还对未来预制的建筑技术趋势进行预测分析, 强调了在新型建筑材料、技术创新不断进步的背景下, 预制的建筑物将开拓更加广阔应用范围。

[关键词] 装配式建筑; 施工; 优化; 建筑工程

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14341

中图分类号: TU756

文献标识码: A

Research and Optimization of Prefabricated Building Technology in Construction

LYU Taotao

Baotou Teachers' College, Inner Mongolia University of Science & Technology, Baotou, Inner Mongolia, 014030, China

Abstract: With the increasing global attention to sustainable development, energy conservation, and emission reduction, prefabricated technology has gradually become a key development path in the construction industry. This process utilizes pre processed components in the manufacturing plant, which are then transported to the construction site for installation. It significantly improves construction efficiency, reduces construction noise and waste generation, and reduces the burden on the ecological environment. The purpose is to study the current status, examples, and internal improvement suggestions of prefabricated building construction technology during the construction phase. By analyzing the conclusions and practical cases of the world and domestic fields, identify the factors that constrain the construction efficiency and quality of prefabricated buildings, and propose corresponding improvement plans. The survey found that excellent design management, appropriate supply chain optimization, and advanced construction technology are key influencing factors in improving the quality of prefabricated building construction. Finally, the article also predicts and analyzes the future trend of prefabricated building technology, emphasizing that with the continuous progress of new building materials and technological innovation, prefabricated buildings will explore a wider range of applications.

Keywords: prefabricated building; construction; optimization; construction engineering

引言

伴着城市化速度的加快, 建筑领域遭遇生态环境挑战、资源耗费和人力匮乏多重挑战, 陈旧的建造方式同时效率较低, 还导致众多建筑废弃物生态破坏。所以, 寻求更高效、绿色的建筑施工方法已经成为紧要需求, 预制组技术依靠特别建造方式和明显绿色特性, 逐步转变为建筑行业创造性关键发展途径。它采用在生产基地生产预先制造的构造单元, 改进了建造过程, 提升了工程品质, 并且减少对施工现场的环境损害^[1]。另外, 预制的零部件制造技术的适应性性与可持续使用性使其在新在当前的绿色低碳发展领域中明显竞争力增强, 虽然事先准备好的构建方法已经广泛地域得到广泛应用。然而建设过程中依然存在有诸多难题, 如设计协作不够充分、施工监管复杂、建筑材料的运送和储存难题等, 基于这一思路。本文将聚焦于预制建筑技术展开透彻探讨, 研究其在施工阶段施工应用情况以及优化方案, 旨在为预制建筑行业广泛推广持续发

展给予理论依据操作指南。

1 装配式建筑技术的现状

预制式建筑技术近年来在全球范围内得到广泛应用并快速发展, 特别在当今城市化加速、资源日益短缺、环保意识提升的社会, 其优势越发明显。本质所在体现在实现建筑构件工厂预制, 然后运输至工地组装, 这种方法不但提升了工程效率, 同时也大幅减少了工地现场的噪声和废料的产生。契合现代绿色可持续的建筑发展要求, 按照最新发布的数据分析结果, 西方国家在预制构件制造行业市场份额已经达到占比超过 30%。在我国市场, 随着政策推动技术进步, 装配式建筑市场逐步回暖, 预测未来数年内将持续维持稳定增长态势。

近年来, 许多城市开始主动推广预制品住宅, 尤其在住宅建设、住宅与基础设施建设领域, 实现了显著的成效。比如, 在我国政策推动下, 部分城市的地方政府项目逐步应用预制的混凝土构件建筑, 明显体现它的建设效率、施

工品质和绿色效应这些方面优势。但是,虽然模块化技术工艺已经获得显著进展,但是在应用过程中仍然遭遇诸多挑战,比如,设计与施工协作不畅、施工人员技术培训不充分、和物料搬运与存储管理等相关环节的困难。这些因素在一定程度上限制了预制建筑推广的可能性,预制的建造技术作为新兴的施工方法,在增进建筑业的建设效率和可持续性方面显现发展潜力。然而,若要在我国的中国的建筑业内广泛应用这一技术,必须针对技术和管理方面以及政策层面实施不断地改进和创新^[2]。

2 装配式建筑施工中的关键技术

预制的施工工艺包括多个领域,涵盖计划改进、组件制造、运送与装配等,每个阶段的技术革新和提高均为保障项目顺利进行的关键。在初始规划阶段,采用建筑信息模型(BIM)技术实施合作设计是提升预制装配式建筑的建造效率的核心工具。建筑信息模型技术具备完成三维模型创建,并且有功能高效融合工程各类信息,完成规划,以及建造和运营维护的全过程管理。采用数值模拟技术,有助于预先识别初步的构思的可能不足,降低建造时期引起重新工作和损耗,保障构件精确制造与装配,重新,在部件制造领域。规范化与产业化是预置组装结构基本原则,采用制定统一性零件规范,推进制造业,有助于提升组件制造效率和品质^[3]。

由于构件的重量和尺寸较大,运输过程中的安全和效率至关重要,合理规划运输路线及时限。运用特定搬运设备,有利于降低运送成本和风险,在组装活动期间严谨的施工监管技术援助是确保组装品质的主要保障,运用当代的建筑施工机械和设施,如起重机、组装机机器人等,有助于提高组装速率安全指数。与此同时,建筑人员的培训工作协调极为关键,唯有拥有专业技能专业人员方能保证部件准确安装和接合质量,防止由于操作失误形成质量问题。

预制的构筑物施工时段的质量管理和监控同样是极其关键的中心环节。利用构建优化质量管理体系,融合信息技术的运用,对制造、运送和组装所有环节执行即时监管,能够迅速识别和修正缺陷,保证工程品质达到规范。与此同时,时常实施实地考察和品质评价,构建品质监管架构,旨在出现问题时时迅速追溯根源并实施补救措施。一系列的核心技术的广泛应用,不但提高了预置构造的建造速度品质,还促进了建筑领域的创新变革。伴着科技发展持续,预制构件将在将来的建筑业施展越来越重要作用,成为着推进节能建筑和持续发展主要推动力^[4]。

3 施工中的优化策略

3.1 设计优化

在事先准备阶段,设计改良是增强建设品质与施工进度核心步骤,主要任务是采用合理的设计手段,妥善安排资源和人力,减少建造成本,增加总体收益。运用建筑信息模型技术,作为关键技术,能够在工程启动阶段实现协

作设计完成,除了应用三维设计模型,同时具备融合结构设计、机电工程设计、室内装饰设计等多元化技术信息,构建统一的设计管理平台。在设计图像的过程中,设计团队具备能力即时交流想法,预先识别设计矛盾和难题,降低施工过程的返工和调整,明显提升工作效能。

在完善计划的时期,应深入考虑部件标准与模块构造设计和规划方案,标准化的部件使用不但能推动完成工业化制造,减少生产费用,并且还能提升增强部件品质和统一性。实施组件化规划,设计者可在确保功能需求的前提下上面的基础上,将分割为多个自成体系的单元,显著提高施工的便捷性和效率。组件化应用方式使得各个项目能够实现重复使用标准化部件,压缩了工程周期,减少了对人力需求及材料浪费,降低了成本支出,显著促进了绿色建筑领域的进步。针对着诸多建筑类型及需求,执行设计思路精炼修正也非常关键,策划时期应全方位思索本土的气象因素、地质特点以及其它周围环境,进而保障建筑物之稳定性和适宜性。

在规划改进的阶段,环境保护与持续发展观念得以纳入之内逐渐显现特点趋势。在设计期间兼顾能效评估、建材挑选、环保技术运用众多要素,有助于显著减少建筑能源消耗环境影响度。另外,融合高技术手段,利用对建筑运作整体架构的全方位策划监管,达成能源效率提高项目,为将来的维修保养管理带来方便。这样的全面始终如一设计理念,可能为建筑物本身赋予给更多用途,也同时也为持续发展提供动力。精密设计是预制建筑建造过程中重要步骤,采用建筑信息模型技术、规范、模块设计、环保设计等手段,显著提高建造效率和工程水平,推进资源高效应用,为建筑行业长期稳定发展打下坚实基础。伴着建筑工程领域技能水平的持续提高与设计思想的更新,设计优化持续发挥其关键作用,促进预制建材构造向更优质量、更佳效能方向发展^[5]。

3.2 材料管理与运输优化

在预设构造施工阶段,物料控制与物流提效是增进施工进度、减少费用、确保工程品质关键要素。物料的科学配比不仅仅关联到施工效率和结构的稳定性,同时间接关乎到项目成本收益,因此,全程过程构建阶段,实施得当物资调控方式及高效率的运送计划非常关键。选物资并管理资源必须建立高效的供应链网络架构。借助与良好合作伙伴形成持久合作机制,保证品质保证与供应链稳定性,执行统一采办有助于显著削减采购费用,并运用信息互通和数据解析,及时跟踪市场变化和价格起伏,所以制订适宜的采办策略,减少物资采办风险。与此同时,运用当前的存储管理软件对存货物品执行即时监管及管理,保障物资利用和库存维持动态平衡,预防防止物资不足引起项目延期和由于库存过剩导致的资金浪费。

针对着预设的组装的式建筑特性,材料运送和分配工

作必须执行优化方案,提前制造装配建筑时常涵盖众多事先生产的部件,构件运送方式与路径仔细挑选至关重要。在搬运过程中,应依照零部件规格、重量级别和施工区域实际情况,合理规划运输线路,尽量选择缩短路线,避免不必要的迂回。同时,运送设备的抉择同样需要思索组件特性,选择适宜的运送设备例如专门运输车辆、吊装机械等用以保障组件于运送过程中稳固和完整性保持。利用构建运输数据系统,能够完成即时监管物流信息,合理分配,提升运送效率。在物品调控与运送环节中,数据手段的应用也起到了关键作用,应用建筑信息模型技术,能够设计时期就针对材料实行全面规划与控制,防止施工时期产生物料供给与需求的矛盾。与此同时,借助互联网技术,能够完成对货物运输过程的即时监管,利用数据处理迅速制定出运输计划调整,提升运输精确性与效率。另外,电子化的工具软件具有能协助项目经理即时了解物料使用状况和存货数据,为未来采买决策和调拨给予稳定依据^[6]。

节能减排的筛选过程同样被视为物品管理和物流优化的关键环节。在物资选购与应用阶段,首选挑选可持续资源和低排放材料,满足生态建筑规范,减少对生态影响。顾及于物流过程碳排放量,力求挑选地理位置更近的供应商,缩短运输途程,因此减少运输过程能源消耗和排放物量。利用优化材料挑选和运送策略,不但能提高施工效率,还有助于实现持续发展目标进程,资源管控与物流优化是预装部件组装环节中核心步骤其中一项。

3.3 施工流程的标准化与规范化

伴随预制构件建筑工程普及推广使用,其施工过程规范化逐渐成为建筑业的发展趋势。执行规范化与规范化流程执行,有助于显著降低施工过程中的不确定性,减少资源损耗,提高项目管理的效果和一致性。项目执行阶段的规范化有利于清晰化各个环节的责任界定和行为准则,在预制结构中,预制构件生产和、组装诸多环节均具有特有的生产流程工艺标准。通过制定具体施工规范和操作流程,工程人员从而明确地掌握各项工作的任务内容、步骤和质量要求,因此降低由于操作失误导致的故障^[7]。比如说,针对预定组件的悬挂组装,拟定详尽的悬挂组装程序、选择设备安全保护方案,能够显著减少安全风险隐患。与此同时,采用标准化的流程,有助于完成施工人员的培训工作和评估,提高其技术能力安全认识。标准化的建造程序有利于提高施工期间团队合作效能,在预建构造物的建造阶段中,各个阶段常常需要各类工匠相互的高效配合,如电工安装作业、管道布局与结构施工等。借助对建设活动

的标准化,就可以梳理各个环节配合关系和时间计划,防止因工作重叠引起的工程延期和资源浪费。比如,在搭建工作完毕后,立刻进行安装供水、供电和供气设备工作,可以有效缩短工程周期,加速工程进度,执行标准化治理,依然能够在工地搭建信息交流系统,完成所有员工之信息互换和协同,增进建设项目合作,明显提升工程效率。

工程规范性与标准化同样有利于提升质量监管与风险管理。在预制品件搭建期间,许多预制构件品质间接影响整体结构稳定性与持久性,所以,依据制定质量标准,制定各个阶段质量审查标准,能够迅速识别及时改正施工期间错误。此外,标准化的流程有助于提升施工现场的安全管理,制定安全操作规程和应急预案,可以有效应对施工过程中可能出现的突发事件,提高工人和设备的安全保障^[8]。

4 结语

综上所述,预制构件技术于建造过程中体现众多优点。借助设计优化、建材监管、施工标准化及信息化手段运用,能够明显提高建设效率和工程品质。遭遇面对人手不足和施工调度挑战等众多挑战,但借助持续的技术革新管理改善,预制建筑技术在将来建筑业将扮演更为关键的角色,促使建筑行业向更高效率的、环保节能及可持续发展的路径发展。

【参考文献】

- [1]许雅楠.住宅工程中的装配式建筑施工技术质量控制研究[J].产品可靠性报告,2024(3):79-80.
- [2]欧阳琳浩.装配式建筑施工技术关键及质量控制方法探究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(9):106-108.
- [3]冯晨曦.混凝土装配式建筑施工技术的优势浅析[J].建材发展导向,2024,22(6):129-131.
- [4]张正.住宅工程装配式建筑施工技术运用策略探究[J].绿色建造与智能建筑,2024(3):71-74.
- [5]孟磊.装配式建筑技术在住宅项目中的应用研究[J].房地产世界,2024(4):143-145.
- [6]商开友.数字化技术在装配式建筑施工中的应用前景探讨[J].工程与建设,2024,38(1):172-174.
- [7]刘国庆,季红英.装配式建筑施工常见质量问题及防范对策[J].中国建材,2024(6):121-123.
- [8]张志勇.装配式建筑施工技术在建筑工程中的应用分析[J].陶瓷,2024(4):228-230.

作者简介:吕桃桃(1990—),女,学历职称:大学本科,助理工程师,研究方向为建筑工程。

基于 BIM 技术的建筑工程管理优化研究

盛俊杰

义乌市建设投资集团有限公司, 浙江 义乌 322000

[摘要] 建筑行业作为经济发展的重要支柱, 项目管理面临诸多挑战, 如资源配置不当、沟通障碍、信息孤岛及施工质量控制等问题。传统项目管理方法多依赖纸质文档及分散的信息交流, 导致信息传递不畅、决策效率低下。随着信息技术的快速发展, 建筑信息模型 (BIM) 技术应运而生, 提供了一种全新的管理模式。BIM 技术通过构建详尽的三维模型, 实现设计、施工与运营各阶段数据的整合与共享, 不仅提升了项目的透明度, 还促进了各方之间的协作与沟通。在全球范围内, 许多国家和地区已将 BIM 技术纳入建筑行业标准, 推动其在建筑项目中的广泛应用。随着对建筑智能化与数字化转型的日益重视, BIM 技术无疑将成为未来建筑工程管理的核心驱动力。因此, 深入研究 BIM 技术的应用及优化策略, 对提升建筑项目管理水平及行业竞争力具有重要意义。

[关键词] BIM 技术; 建筑工程; 工程管理

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14329

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Research on Optimization of Construction Project Management Based on BIM Technology

SHENG Junjie

Yiwu Construction Investment Group Co., Ltd., Yiwu, Zhejiang, 322000, China

Abstract: As an important pillar of economic development, the construction industry faces many challenges in project management, such as improper resource allocation, communication barriers, information silos, and construction quality control. Traditional project management methods rely heavily on paper documents and scattered information exchange, resulting in poor information transmission and low decision-making efficiency. With the rapid development of information technology, BIM technology has emerged, providing a new management model. BIM technology integrates and shares data from design, construction, and operation stages by constructing detailed 3D models. This not only enhances project transparency but also promotes collaboration and communication among all parties involved. On a global scale, many countries and regions have incorporated BIM technology into the construction industry standards, promoting its widespread application in construction projects. With the increasing emphasis on building intelligence and digital transformation, BIM technology will undoubtedly become the core driving force for future construction project management. Therefore, in-depth research on the application and optimization strategies of BIM technology is of great significance for improving the level of construction project management and industry competitiveness.

Keywords: BIM technology; construction project; project management

引言

随着建筑行业的迅速发展, 项目的复杂性与规模日益增加, 传统管理方法已无法满足现代建筑工程的需求。为提升施工效率、控制成本并确保工程质量, 越来越多的建筑企业开始采用建筑信息模型 (BIM) 技术。BIM 不仅提供了三维可视化设计手段, 还整合了信息管理及协作工具, 显著优化了建筑工程的各个阶段, 包括设计、施工及运营管理。深入探讨 BIM 技术在建筑工程管理中的应用, 特别是在设计、施工、竣工与运营管理等方面的优势与挑战。

1 BIM 技术概述

BIM (建筑信息模型) 技术作为一种基于三维数字化的管理工具, 能够全方位支持建筑项目的生命周期。从设计、施工到运营维护, BIM 通过信息整合显著提升了各阶段的协同效率。在设计阶段, 实时协作得以在统一平台上进行, 专业人员的协同工作有效降低了信息传递中的误差

风险, 通过创建可视化模型使设计方案更加直观, 促进了利益相关者对项目的理解与决策。进入施工阶段, 详细的施工计划不仅由 BIM 提供, 还具备实时监控项目进度与资源配置的能力, 从而优化施工流程减少成本支出。随着建筑行业数字化转型的不断深入, BIM 技术正日益成为提升项目管理效率与降低施工风险的关键工具, 在未来建筑工程中的广泛应用, 预示着行业管理模式的深刻变革将会到来。

2 BIM 技术对建筑工程管理的优化作用

2.1 提高项目协同与沟通效率

在建筑工程管理中, BIM 技术显著提高了项目的协同与沟通效率, 这无疑是其核心优势之一。传统项目管理通常依赖于纸质图纸、电子邮件及各种文档, 信息传递方式的分散性不仅耗时, 且易导致信息的丢失或误解。设计师、施工人员与业主之间的交流常常受到时间延迟的影响, 进而造成沟通不畅, 影响项目的进度与质量。通过提供一个

统一的平台, BIM 技术使得所有相关方能够共享三维模型与实时数据, 这种可视化表现方式, 使项目参与者能够直观理解设计意图与施工要求, 从而减少因理解差异而带来的错误。例如, 设计师能够在模型中详细展示设计细节, 而施工人员则能实时查阅具体的施工步骤与材料规格, 这种透明度极大增强了各方的协同能力。在实际应用中, 项目团队借助 BIM 平台可实时跟踪项目进展。管理者能够通过可视化仪表盘, 随时掌握施工进度、资源使用情况及预算执行状况。当潜在问题出现时, 团队迅速识别并进行调整, 从而避免因信息不对称而导致的延误。若在施工过程中发现设计与现场实际情况不符, 相关人员能够通过 BIM 模型进行分析与讨论, 快速制定解决方案。BIM 还支持多专业协同工作, 能够整合建筑、结构、机电等不同领域的专业知识。在同一环境中各专业专家高效合作, 进行交叉检查与协调, 这样减少了传统项目管理中频繁召开的协调会议。借助这种方式, 不同领域的团队成员能及时交流意见与建议, 从而提高工作效率与项目质量。

2.2 优化资源配置与成本控制

在资源配置与成本控制方面, BIM 技术发挥着至关重要的作用。通过构建详尽的三维模型, 项目团队能够准确识别所需的材料、设备及人力资源, 不仅使得设计师在早期阶段能够进行合理规划, 也有效预测了施工过程中对资源的需求, 从而避免因材料浪费或短缺而导致的额外费用。实时跟踪项目进度与预算, BIM 使得实际支出与计划之间的差异能够迅速反映, 管理者因此能够及时调整策略。在应用 BIM 技术的分析工具时, 团队还可比较多种方案, 评估不同资源配置对成本的影响, 从而制定更具成本效益的决策, 这一系列优势不仅提升了项目的经济性, 也增强了整体管理效率。

2.3 提升工程质量与安全管理

在提升工程质量与安全管理中, BIM 技术已成为现代建筑项目管理不可或缺的工具, 通过建立详尽的三维模型, 项目团队不仅能够直观展示设计意图, 还能够准确识别所需的各类资源, 包括材料、设备及人力。这种清晰的信息传递在项目早期阶段尤为重要, 使得设计师得以制定更合理、高效的规划, 从而确保资源的充分利用。在施工阶段, BIM 模型实时反映各个阶段的资源需求, 帮助团队有效预测材料与设备的使用情况, 这种预测能力显著减少了因材料浪费或短缺而带来的额外成本。例如, 若在某一施工阶段发现某种材料使用量不足, 团队便可提前进行采购, 以避免工期延误及额外费用的产生, 通过精确的资源管理, 项目团队能够优化人力资源配置确保各项工作顺利进行, 从而降低因人员不足或调配不当导致的效率损失。BIM 技术还具备实时跟踪项目进度与预算的功能, 使得管理者能迅速反映实际支出与计划之间的差异。实时监控帮助项目团队及时识别偏离计划的情况, 从而快速调整策略。例如, 若某一阶段的实际支出超出预算, 管理者能够迅速分析原因, 并采取有效措施控制后续的成本支出。借助 BIM 强大

的分析工具, 团队得以比较不同方案并进行评估, 通过模拟各种资源配置方案, 管理者能够评估各自对成本的影响, 从而选择出最具成本效益的解决方案。这种基于数据的决策方式不仅提升了项目的经济性, 还有效减少了因决策失误引发的财务风险。

3 建筑工程管理的现状分析

3.1 传统建筑工程管理方法的局限性

传统的建筑工程管理方法存在诸多局限, 主要表现为信息传递不畅与效率低下。项目管理往往依赖纸质文件及分散的沟通方式, 导致各专业之间缺乏有效的协作, 这一模式的结果是信息孤岛的形成, 设计变更或问题反馈往往无法及时共享, 从而容易引发误解与工期延误。传统方法对项目全生命周期的综合管理重视不足, 无法有效整合设计、施工及运营阶段的数据与信息, 在预算与时间控制方面, 依赖经验的情况较为普遍, 缺乏科学的分析工具, 这种做法常常导致超预算或工期延误。现场管理的安全措施与质量控制通常为事后追溯, 难以实现预防与实时调整。面对日益复杂的项目需求与市场竞争, 传统建筑工程管理方法亟须进行转型适应新的挑战。

3.2 信息孤岛对建筑工程管理的影响

在建筑工程管理中, 信息孤岛产生了显著的负面后果, 主要表现在沟通不畅与决策效率低下。当不同团队或专业各自使用独立的系统与工具时, 重要信息便无法及时共享, 各方难以全面了解项目进展及潜在问题, 这种信息断层不仅增加了误解的风险, 还可能导致施工延误或出现质量隐患。例如, 若施工队未能及时接收到设计变更, 工人可能会发生错误操作, 从而引发安全隐患与额外成本。同时, 信息孤岛使得数据整合与分析变得复杂, 管理者在做决策时缺乏全面的数据支持, 难以进行精准的评估与判断。

3.3 协同与沟通障碍在建筑工程管理中的挑战

在建筑工程管理中, 协同与沟通障碍常常构成棘手的挑战。不同专业团队各自运作, 缺乏有效的互动与信息共享, 这一现象导致项目成员之间存在理解偏差, 进而影响决策的及时性与准确性。例如, 设计团队可能对施工团队的实际操作条件认识不足, 因而提出不切实际的设计方案; 而施工队在遇到问题时, 若与设计方的沟通不够迅速, 则可能导致延误与额外费用的产生。与此同时, 传统的沟通方式多依赖面对面会议与纸质文件, 这一局限使得信息传递变得缓慢, 沟通障碍不仅影响项目进度还可能降低团队士气, 妨碍创新与问题解决能力。因此, 提升协同与沟通效率, 成为建筑工程管理亟待解决的重要课题。唯有打破这些障碍, 才能确保项目的顺利实施。

4 基于 BIM 技术的建筑工程管理优化策略

4.1 BIM 技术在设计阶段的应用

在建筑项目的设计阶段, BIM 技术的应用显得尤为重要, 显著提高了设计的质量与效率。通过三维建模, 设计师得以以直观的可视化形式呈现构思, 使所有相关方更易

于理解设计意图,这种直观性大幅降低了误解的可能性,减少了沟通成本,促进了各专业团队在同一平台上的高效协作。BIM 技术还具备实时设计冲突检测功能,能够自动识别不同系统(如结构、机电及建筑)之间的潜在冲突。这一能力使团队能够在施工前及时解决问题,避免后期因修改而产生的高额费用。在参数化设计方面,BIM 的灵活性使得建筑形状与尺寸的调整可迅速完成,设计师能够即时查看这些变更对材料需求及成本的影响,这种快速响应能力极大提升了设计方案的合理性与经济性。

4.2 BIM 技术在施工阶段的应用

在施工阶段,施工管理的效率与精确度显著提升,得益于 BIM 技术的应用。通过三维模型,施工团队能够直观理解建筑结构及各系统的布局,为开工前的全面准备奠定基础,这种可视化效果不仅帮助施工人员掌握现场情况,还有效减少了因误解设计意图所导致的错误^[1]。此外,BIM 技术支持施工进度精细化管理,施工团队可根据 BIM 模型制定详细的施工计划,模拟不同工序的顺序从而优化资源配置,确保各项工作协调推进。实时更新施工进度功能,使项目经理能够随时监控工地的实际情况,及时识别并解决潜在问题,避免延误与超支。在安全管理方面,BIM 技术将安全管理与施工模型相结合,潜在的安全隐患能够被识别,团队在施工前可进行必要的风险评估。此外,施工人员可以在虚拟环境中进行安全培训,提前熟悉现场条件,从而提高现场作业的安全性。

4.3 BIM 技术在竣工阶段的应用

在建筑工程的竣工阶段,BIM 技术为项目交付带来了显著的便利。通过三维模型,项目团队能够迅速进行竣工验收,确保所有建筑元素符合设计要求,这种可视化方式使各方能够直观检查工程质量,及时发现并解决潜在问题,从而提高验收的效率与准确性。在竣工阶段,BIM 模型还能够生成完整的竣工文档,包括施工过程中的变更记录、材料清单及维护手册等,这些信息的整合使业主在后续的运营与维护中,能够快速获取所需数据,增强建筑物的可管理性。同时,运营团队可借助 BIM 技术开展建筑设施管理,包括设备监控与维护计划的制定,从而实现更高效的资产管理^[2]。值得一提的是 BIM 技术支持数字化交付,使得项目的所有相关信息能够在竣工时直接传递给业主,使业主能够轻松访问建筑的所有数据,为后续的运营与维护奠定良好基础。

4.4 BIM 技术在造价管理中的应用

在造价管理中,BIM 技术为项目成本控制提供了全新的视角与工具。借助三维模型,项目团队能够在设计阶段进行详细的成本估算,这一精准的预算能力使得各类材料及构件的数量与规格一目了然,避免了传统方法中因信息不对称引起的预算偏差,当设计变更发生时 BIM 能够实时更新数据,相关成本信息会自动调整,从而确保预算的准确性。动态管

理项目进度与成本,BIM 技术也发挥着重要作用,通过将实际支出与预算进行比较,项目经理能够及时识别偏离情况并采取相应措施,这种实时监控不仅有助于避免超预算现象,还显著提升了资源配置的效率,使资金流动变得更加合理。透明度的增强得益于 BIM 的可视化特点,使各利益相关方能够更清晰地理解项目的资金使用情况。这种透明性促进了各方的沟通与协作,进而避免因成本问题引发的纠纷。

4.5 BIM 技术在运营管理中的应用

在建筑物的运营管理阶段,BIM 技术通过整合建筑的所有相关信息,BIM 模型不仅包含设计与施工数据,还涵盖设备维护、能耗分析及使用情况等关键信息,这种集中管理的方式使设施管理人员能够实时监控建筑性能,及时识别潜在问题并采取相应措施,从而提升整体运营效率。智能化维护计划的制定,BIM 技术可发挥关键作用,帮助管理人员预测设备的维修需求,避免因设备故障而导致的不必要停机,这种数据驱动的维护策略不仅节省人力与物力,还显著延长了设备的使用寿命^[3]。同时,能耗监测的支持下,BIM 使运营团队能够通过分析能耗数据,识别节能潜力并制定优化方案,从而有效降低运营成本。在提升用户体验方面,BIM 技术通过可视化的空间管理,运营管理人员能够更合理地安排空间使用,提高人员流动效率。在用户使用建筑设施时,相关信息能够快速获取,增强了便利性与舒适感。

5 结语

BIM 技术在建筑工程管理中的应用,已成为提升项目效率、降低成本及提高质量的关键工具。从设计阶段的可视化与协同,到施工阶段的精细管理,再到竣工阶段的信息交付,建筑项目的各个环节均被 BIM 贯穿。通过高效的数据整合与实时监控,不仅优化了资源配置增强了沟通与协作能力,该技术还为后续的运营管理奠定了坚实基础。面对未来建筑行业的复杂性与挑战,BIM 技术的持续发展,必将为项目管理带来更多创新机会。探索 BIM 的潜力,对于应对行业变革至关重要,实现建筑项目的高效、智能与可持续发展。通过将 BIM 技术融入整个建筑生命周期,各方将在提升建筑质量、确保安全与推动可持续发展方面,携手迈出坚实的一步。

[参考文献]

- [1]刘瑶.基于 BIM 技术的建筑工程造价管理优化[J].砖瓦,2022(5):125-127.
 - [2]宋源.建筑工程管理中的 BIM 技术优化分析[J].现代物业(中旬刊),2019(9):140.
 - [3]万培,陈勇强,冯泽林.基于 BIM 技术建筑工程进度管理优化研究[J].交通科技与管理,2023,4(21):137-140.
- 作者简介:盛俊杰(1992.5—),男,毕业院校:沈阳建筑大学城市建设学院,学历:大学本科,所学专业:土木工程交通土建方向,就职单位:义乌市建设投资集团有限公司,职务:建筑工程管理员,在职年限:9年,目前职称:工程师。

建筑工程后浇带施工技术及其质量控制

孙昊

赤峰恒明房地产开发有限公司, 内蒙古 赤峰 024000

[摘要]后浇带的概念起源于应对混凝土施工过程中不可避免的裂缝与变形现象。随着建筑规模的扩大及结构形式的多样化,传统施工方法已无法充分满足现代工程的需求,后浇带的应用应运而生,其设计与施工技术不断演进,以适应不同项目的具体要求。随着建筑行业标准的持续完善,对后浇带施工的要求也不断提升,相关法规与规范的出台为施工单位提供了明确的指导,促进了施工质量的提高。但实际施工过程中依然面临诸多挑战,包括不规范的施工工艺、材料质量不达标以及管理不力等问题。因此,深入研究后浇带的施工技术与其质量控制显得尤为重要,以确保工程的整体质量与安全。

[关键词]建筑工程; 后浇带; 施工技术; 质量控制

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14326

中图分类号: TU3

文献标识码: A

Construction Technology and Quality Control of Post Pouring Strip in Construction Engineering

SUN Hao

Chifeng Hengming Real Estate Development Co., Ltd., Chifeng, Inner Mongolia, 024000, China

Abstract: The concept of post pouring strip originated from addressing the inevitable cracking and deformation phenomena during concrete construction. With the expansion of building scale and the diversification of structural forms, traditional construction methods can no longer fully meet the needs of modern engineering. The application of post pouring strips has emerged, and their design and construction techniques continue to evolve to meet the specific requirements of different projects. With the continuous improvement of construction industry standards, the requirements for post pouring strip construction are also constantly increasing. The introduction of relevant regulations and specifications provides clear guidance for construction units and promotes the improvement of construction quality. However, in the actual construction process, there are still many challenges, including non-standard construction techniques, substandard material quality, and inadequate management. Therefore, it is particularly important to conduct in-depth research on the construction technology and quality control of post pouring strips to ensure the overall quality and safety of the project.

Keywords: construction engineering; post pouring strip; construction technology; quality control

引言

在现代建筑工程中,随着结构设计日趋复杂,后浇带作为一种关键施工技术扮演着重要角色。不仅有效解决了施工缝引发的结构应力集中问题,同时还增强了整体结构的抗渗性与抗裂性。因此,合理设置后浇带并对其施工过程进行有效的质量控制,成为确保建筑安全与耐久性的关键环节。

1 后浇带在建筑工程中的作用及必要性

后浇带是建筑工程中一种关键的构造措施,应对混凝土结构因不均匀沉降、温度变形及收缩应力所导致的裂缝问题。特别是在大型建筑或复杂结构中,由于各部位的沉降差异及温度梯度的影响,混凝土在浇筑过程中容易出现应力集中从而引发裂缝。通过设置后浇带可以有效缓解混凝土初期收缩阶段的应力,使结构沉降更加均匀,防止早期裂缝的形成。此外,后浇带在合理划分混凝土施工分段及增强后期整体性方面也发挥着重要作用,显著提升了建筑结构的安全性与耐久性。尤其在高层建筑和超长结构中,后浇带的设计与实施已成为不可或缺的技术手段,确保了工程的长期稳定与可靠性。

2 建筑工程后浇带施工技术要点

2.1 后浇带设置形式

后浇带的设置形式主要分为横向和纵向两种。横向设置通常位于结构的短边或受力变化较大的部位,这种布局能够有效地分隔不同施工阶段的混凝土,从而降低应力集中引发裂缝的风险。纵向设置则适合于长条形结构或高层建筑,主要目的是缓解温度变化和收缩引起的应力分布不均。在实际施工过程中,后浇带的设置形式需综合考虑建筑的功能、使用条件及环境因素。例如,在地下结构中,后浇带应与防水措施相结合,确保良好的防水效果。设计师在选择后浇带的设置形式时必须平衡结构的整体性与经济性,确保施工合理、后期使用安全。

2.2 后浇带的宽度与间距控制

后浇带的宽度与间距控制是其功能有效性的关键因素。宽度的确定应依据结构的具体需求、混凝土的特性及环境条件。一般情况下后浇带的宽度不应小于 150 毫米,确保能够有效承受施工过程中产生的应力与温度变化,若宽度过大,则可能增加混凝土浇筑的难度从而影响施工质量。在间距方面,后浇带的设置需与结构的尺寸、设计荷

载及施工条件密切相关,通常建议将间距控制在6米至12米之间,过大的间距可能导致应力集中,从而增加裂缝出现的风险。在确定间距时,还需考虑混凝土的收缩及温度变化,确保后浇带能有效缓解这些变化带来的应力。此外,合理的宽度与间距控制也应兼顾施工工艺,确保施工过程的顺利进行,进而提升整体施工质量。

2.3 后浇带位置的确定

后浇带位置的确定对于结构性能及施工质量至关重要,后浇带应设置在受力较大的区域、温度变化显著的位置,以及施工缝与变形缝的交界处。在高层建筑中,风荷载与自重的影响使得后浇带适合布置于柱子与楼板的连接部位,减轻不同材料与构件引发的应力集中。同时,在温差较大的环境中,后浇带的位置应充分考虑温度梯度变化,避免因温度收缩造成的裂缝。另外,后浇带应远离建筑的主要承重构件,以维护整体结构的稳定性。在实际施工过程中,设计师需综合考虑建筑的功能、尺寸及施工进度,确保后浇带设置于合理位置,从而在施工后期有效降低裂缝发生率,改善结构整体性能。

2.4 模板设计及支撑系统

模板设计及支撑系统在后浇带施工中占据关键地位,合理性直接影响混凝土浇筑的质量与结构的稳定性。在设计模板时,需根据后浇带的宽度、形状以及施工高度选择合适的模板材料和类型。常用的模板材料有木模板、钢模板及塑料模板,各具优缺点,设计时应结合施工条件与经济性做出合理选择。模板的密封性与表面光滑度也不可忽视,良好的密封性能可有效防止混凝土漏浆,而光滑的表面则有助于混凝土成型及后期维护。支撑系统的设计同样不可或缺,支撑系统不仅需确保模板的稳定性,还要承受混凝土浇筑后的重量及施工过程中的其他荷载。合理布置支撑点,既要避免集中应力引起的支撑失效,又需确保支撑系统的整体刚度和稳定性,支撑间距应依据施工高度及模板材料的承载能力进行确定,防止模板发生变形或位移。

2.5 混凝土浇筑工艺

混凝土浇筑工艺在后浇带的施工中起着关键作用,直接影响混凝土的密实性与整体质量。在浇筑前需检查模板及支撑系统的稳定性,确保能承受混凝土的重量,混凝土的配合比需依据设计要求进行适当调整,确保强度及工作性符合预期标准。在浇筑过程中,混凝土应均匀分布,尽量采取分层浇筑的方式,尤其是对于较厚的后浇带,这一方法有助于有效降低混凝土沉降及裂缝产生的风险。每层的浇筑厚度应控制在30~50cm之间,确保混凝土能够顺利凝结,浇筑速度应适中,过快可能导致混凝土分离,过慢则可能出现冷缝。完成浇筑后,需及时振捣混凝土去除内部气泡,增强密实性。在振捣时应避免过度操作,防止混凝土分层及水泥浆上浮。浇筑结束后采取适当的养护措施,保持初期养护阶段的湿润状态,以防止干缩及裂缝的

发生。

2.6 防水施工技术

防水施工技术在后浇带的施工中至关重要,尤其是在地下结构及潮湿环境中。有效防止水分渗透的关键在于选择合适的防水材料,如聚氨酯、SBS改性沥青或防水涂料,这些材料具有优良的耐水性及柔韧性,能够适应混凝土的微小变形。进行防水施工时,需确保基面洁净且干燥,彻底去除杂物与灰尘以确保防水材料与基面有良好的结合。对于后浇带的防水层,通常应在混凝土浇筑前提前设置,形成连续的防水屏障。在施工过程中,防水层的涂刷需均匀,注意涂层的厚度与完整性,避免漏涂或薄涂现象。接缝处的防水处理同样重要,后浇带与周围结构的接缝应特别关注,可采用密封胶或防水带进行加固,确保接缝的密封性能。施工结束后,应进行淋水试验或压力试验验证防水层的有效性,确保无渗漏情况。

2.7 浇筑时间与温度的控制

浇筑时间与温度控制在后浇带施工中显得尤为重要,这直接影响混凝土的强度与耐久性。混凝土的浇筑应选择适宜的气候条件,通常最佳的浇筑温度范围为5~25℃,过高或过低的温度会影响水化反应,进而导致强度不足或出现裂缝。在高温环境下可采取遮阳、喷雾降温等措施,防止混凝土表面过快干燥;在低温情况下,适当的保温措施可以保证混凝土的正常凝结。合理安排浇筑时间也是关键,极端天气条件下应避免进行混凝土浇筑,一般建议在早晨或傍晚进行浇筑,这样能够降低温度波动对混凝土的影响。也要避免在预计有雨雪的天气中浇筑,以免外界水分影响混凝土强度导致渗漏现象。浇筑过程中对温度的监测也不可忽视,在施工现场应设立温度记录,定期检查混凝土的温度变化,并根据实际情况适时调整施工工艺,以确保施工质量。

3 建筑工程后浇带施工质量控制措施

3.1 材料质量控制

在建筑工程后浇带施工中,材料质量控制是保障施工质量与结构安全的关键。必须选择符合设计要求的混凝土及其他建筑材料,确保具备足够的强度、耐久性及抗渗性。在材料采购阶段,应仔细审查供应商的资质及材料的检测报告,确保所有材料符合国家标准及相关规范。混凝土的配合比需经过精准计算,并在浇筑前进行试验,以确定最佳配比方案。在使用新鲜混凝土时,需关注混合时间与运输时间,尽量减少在运输过程中水分的蒸发,从而保持其最佳工作性。在材料存放方面,必须关注环境条件,防止水泥、砂石等材料受潮或污染。在施工现场,材料应进行定期检验,包括外观检查及强度测试,确保在使用前达到预期的技术标准。施工过程中,严格执行材料使用记录至关重要,记录应包括每种材料的来源、批次及检验结果等信息,以便后期追溯及质量管理。

3.2 施工工艺的精细化管理

施工工艺的精细化管理在后浇带施工中至关重要,不仅直接关系到施工质量,还影响工期与成本的控制。详细的施工方案是精细化管理的基础,方案应明确各个工序的具体要求、材料选择、施工顺序及技术细节,以确保每个施工环节都有依据可循。现场管理需关注细节,确保每位施工人员清晰自己的职责与任务,通过明确分工可以有效减少因责任不清而导致的施工失误,定期召开施工会议,有助于及时沟通施工进度、问题及解决方案,从而保持团队的一致性提升施工效率。在施工过程中严格的质量控制至关重要,针对关键工序,如模板安装和混凝土浇筑,应设定详细的验收标准,确保每一步均符合相关规范,现场应配备专业技术人员,实时监测施工进度与质量,发现问题时及时整改^[1]。信息化管理在施工中同样重要,利用施工管理软件可实时记录施工数据,实现进度跟踪与质量分析。数据的透明化与实时化,有助于及时发现潜在问题并采取相应的预防措施。

3.3 优化施工方案和施工图纸

优化施工方案与施工图纸是提升后浇带施工效率与质量的关键环节。在方案制定的初期,需要充分考虑施工现场的实际情况,包括地形、气候及周边环境等因素,确保方案的可行性与经济性。例如,选择合适的施工方法及机械设备,不仅能够提升工作效率,还有助于降低施工成本。施工图纸的优化同样不可忽视,图纸应清晰标注每个工序的细节,包括后浇带的位置、宽度、浇筑顺序及模板的设计要求,详细的图纸能够帮助施工人员准确理解设计意图,降低因理解偏差导致的施工错误,合理的图纸布局还可以避免材料浪费,确保资源的高效使用^[2]。在施工过程中,应定期评估施工方案的实施效果,及时进行调整与优化。在发现工序不畅或材料使用不当的情况下应迅速采取措施,保证施工的顺利进行,通过不断的优化与调整,能够提升施工质量缩短工期,并降低整体项目成本。

3.4 施工过程中的技术监督

施工过程中的技术监督是确保后浇带施工质量与安全的重要环节。技术监督应贯穿于施工的各个阶段,从材料进场到施工完成都需要专业技术人员进行全面监控,这不仅涵盖对材料质量的检查,还包括施工工艺的执行情况,确保每个工序都严格遵循设计要求。在现场技术监督人员需定期巡查,以便及时发现并纠正施工中的问题。例如,在混凝土浇筑过程中,需密切关注温度与湿度的控制,防止环境因素对混凝土质量造成影响。同时,对模板安装、钢筋绑扎等关键工序进行检查,有助于有效防止因施工不

当而引发的安全隐患。建立有效的信息反馈机制同样至关重要,在施工期间技术监督人员应与施工团队保持良好的沟通,及时传递信息,确保各方对施工进度与技术要求的理解一致。当问题出现时,能够迅速采取措施,避免小问题演变为重大隐患。

3.5 完工后的质量验收与检测

完工后的质量验收与检测是后浇带施工中的重要环节,确保工程符合设计标准与使用要求。验收工作应依据相关规范和标准进行,涵盖施工质量的各个方面,包括混凝土强度、后浇带的宽度、位置及浇筑工艺等。验收小组通常由项目经理、技术负责人及质检人员组成,以确保从多个角度全面评估施工质量^[3]。在检测过程中,混凝土强度测试是关键环节,通常采用取样与试块压测的方法,确认其强度是否达到设计要求。同时需要检查后浇带的外观,确保没有明显裂缝或渗漏现象。此外,后浇带的防水性能检测也十分重要,应进行相关水密性测试,以评估其防渗效果是否符合标准。验收过程中需做好详尽记录,对发现的问题及时整改并形成书面报告,明确整改措施与完成时间,只有经过严格的验收,后浇带的质量才能得到保证,从而确保整个建筑结构的安全与耐久性。

4 结语

后浇带的施工技术及质量控制在建筑工程中具有重要意义,直接关系到结构的安全性与耐久性。通过对设置形式、施工工艺及质量控制措施的深入探讨,强调了优化施工方案与技术监督的必要性。实施精细化管理不仅提高了施工效率,还有效降低了潜在安全隐患。确保后浇带施工质量的关键因素包括重视材料质量、合理安排施工时间与温度,以及严格遵循验收标准。持续的技术监督与质量检测可以及时发现并解决潜在问题,从而为建筑安全提供有力保障。后浇带施工是一个系统工程,需全面考虑设计、材料、工艺与管理。只有在各方面均得到有效把控的情况下,才能确保建筑工程的质量,创造更加安全可靠的建筑环境。

[参考文献]

- [1] 蓝旺珍. 建筑工程后浇带施工技术及其质量控制[J]. 广东建材, 2024, 40(10): 132-134.
 - [2] 郑文轩. 基于大型建筑钢筋混凝土结构后浇带施工技术分析[J]. 广东建材, 2024, 40(3): 118-120.
 - [3] 狄立常, 王鹏, 胡永亮, 等. 建筑工程后浇带施工技术及其质量控制[J]. 工程建设与设计, 2023(14): 197-199.
- 作者简介: 孙昊(1989.8—), 男, 民族: 汉, 专业: 工程管理, 毕业院校: 内蒙古科技大学, 职称: 建筑工程, 单位: 赤峰恒明房地产开发有限公司。

建筑工程项目中绿色建筑施工技术实践研究

刘利

赤峰市城市建设投资(集团)有限公司, 内蒙古 赤峰 024000

[摘要]随着可持续发展理念的广泛传播,绿色建筑已成为国际建筑行业的关键趋势。根据联合国环境规划署(UNEP)的数据,全球能源消耗近40%来自建筑行业,同时产生了大量温室气体排放,发展绿色建筑施工技术不仅是应对气候变化的必要措施,更是实现节能减排目标的重要途径。绿色建筑施工技术的核心在于通过科学合理的材料选择、节能技术的应用及有效的管理措施,最大程度地减少施工过程对环境的影响。近年来,随着科技的不断进步,许多新型环保材料与智能化施工管理系统相继面世,为绿色建筑的发展提供了强有力的技术支持。同时,良好的外部条件也为绿色建筑的发展创造了,政府政策的倡导及公众环保意识的提升不可或缺。鉴于此,建筑工程项目中的绿色建筑施工技术的研究具有重要的学术价值,为行业实践提供了宝贵的参考。通过深入探讨绿色施工的优势、材料选择、节能实践以及管理控制措施,为推动建筑行业的可持续发展贡献力量。

[关键词]建筑工程;绿色建筑;施工技术

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14321

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Research on the Practice of Green Building Construction Technology in Construction Projects

LIU Li

Chifeng City Construction Investment (Group) Co., Ltd., Chifeng, Inner Mongolia, 024000, China

Abstract: With the widespread dissemination of sustainable development concepts, green buildings have become a key trend in the international construction industry. According to the United Nations Environment Programme (UNEP), nearly 40% of global energy consumption comes from the construction industry, which generates significant greenhouse gas emissions. Developing green building construction technologies is not only a necessary measure to address climate change, but also an important way to achieve energy conservation and emission reduction goals. The core of green building construction technology lies in minimizing the impact of the construction process on the environment through scientific and rational material selection, application of energy-saving technologies, and effective management measures. In recent years, with the continuous advancement of technology, many new environmentally friendly materials and intelligent construction management systems have been introduced, providing strong technical support for the development of green buildings. At the same time, favorable external conditions have also created opportunities for the development of green buildings, and the advocacy of government policies and the enhancement of public environmental awareness are indispensable. In view of this, the research on green building construction technology in construction projects has important academic value and provides valuable reference for industry practice. By delving into the advantages of green construction, material selection, energy-saving practices, and management control measures, so as to contribute to the sustainable development of the construction industry.

Keywords: construction engineering; green building; construction technology

引言

在全球气候变化及资源短缺问题愈发严峻的情况下,建筑行业承受着巨大的压力。大量能源的消耗伴随着建筑活动的进行,对环境造成了显著影响。推动绿色建筑的发展已成为行业的紧迫任务。关注建筑物的设计与施工并非绿色建筑的唯一目标,更在于强调在整个生命周期中实现资源的高效利用、环境保护与社会责任的承担。采用绿色施工技术后,建筑项目的对自然环境的负担能够显著减轻,同时建筑的使用效率与经济性也得以提升。

1 绿色建筑施工技术的优势

1.1 经济效益分析

绿色建筑施工技术在经济效益方面展现出明显的优势,通过采用高效节能设备及可再生能源系统,建筑的运

营成本显著降低,尤其是在日常使用中能源与水资源的消耗得以减少,从而有效降低电力与水费开支,这种节约措施不仅提升了项目的整体经济效益,同时增强了建筑的市场竞争力。许多绿色建筑项目还能享受到国家或地方政府提供的各类补贴及税收优惠,这些经济激励措施鼓励开发商与建设单位采用绿色技术,从而降低项目的初期投资成本。随着环保意识的日益增强,市场对绿色建筑的需求不断上升,这意味着这些项目的价值在未来有望持续提升,为投资者带来更高的回报。值得注意的是实施绿色建筑施工技术能够提升建筑的耐久性及使用寿命,同时减少后期维护与修缮的成本。良好的设计与施工质量在整个建筑生命周期内,有助于降低因老化或损坏引发的意外支出。

1.2 环境效益分析

绿色建筑施工技术对环境效益的贡献显著,通过优化设计与材料选择有效地减少了建筑对自然资源的消耗。可再生材料与高效隔热技术的采用,不仅降低了对非再生资源的依赖,还显著减少了建筑运营过程中产生的碳排放,这一效果对于减缓全球变暖及改善空气质量而言具有重要意义。在废物管理与资源循环利用方面,绿色建筑同样表现出色,在施工阶段实施垃圾分类与回收再利用措施,能够最大限度地减少建筑垃圾的产生,进而缓解填埋场的压力。此外,许多绿色建筑集成了雨水收集与污水处理系统,有效实现水资源的循环利用,进一步降低了水的消耗,这种综合管理模式使绿色建筑在使用过程中更加环保,显著减少对环境的负面影响。健康居住与工作环境的创造也是绿色建筑的重要优势,通过改善室内空气质量、增加自然采光及采用低挥发性有机化合物(VOC)材料,绿色建筑为人们提供了更为舒适的生活与工作空间,这样的改进不仅提升了居民的生活质量,同时有效降低了因环境因素导致的健康问题。

2 绿色施工材料的选择与应用

2.1 可再生与低碳材料的应用

在绿色建筑施工中,选择可再生与低碳材料至关重要,这不仅有助于减轻环境负担,还能提升建筑的可持续性。作为现代建筑的理想选择,可再生材料如竹材、再生木材以及环保混凝土,因快速生长与循环利用的特性而备受青睐,这些材料的使用有效降低了资源消耗,同时减少了生产过程中的能耗及温室气体排放。低碳材料的应用日益受到重视,该类材料在生产与运输过程中的碳足迹较低,使用时能够有效减少建筑整体的碳排放。以新型低碳水泥和高性能绝缘材料为例,二者不仅提升了建筑的能效,还有效延长了使用寿命。许多低碳材料还具备良好的耐用性与抗腐蚀性,从而减少了维护成本并降低了对环境的负面影响。通过推广可再生与低碳材料的应用,建筑行业能够更好地应对全球可持续发展的挑战。在此过程中设计师与施工单位应紧密合作,探索各种创新材料确保在满足性能与美观要求的同时,最大程度地减少对自然资源的依赖与环境影响,这不仅代表了建筑行业的革新,也为未来的生态文明建设作出了积极贡献。

2.2 无害化建材的使用

在绿色建筑中,选用无害化建材被视为保障居住者健康与安全的关键措施。这类材料通常不含有害成分,例如挥发性有机化合物(VOCs)、重金属及有毒化学物质,从而显著降低室内空气污染的风险,无害化建材的使用有助于避免装修过程中对环境与人体的负面影响,营造出健康的生活与工作空间,因卓越的安全性,天然材料如无甲醛木材和天然石材受到广泛欢迎,这些材料不仅具备良好的美观性,生产过程对环境的影响也较小,符合可持续发展

的理念,许多无害化建材在生产过程中采用环保工艺,进一步降低生态足迹推动资源的高效利用。通过采用无害化建材,不仅提升了建筑的环保标准,更增强了居民的生活质量,使用这些材料的居民能够享受到更清新的空气与更健康的居住条件,从而减少因室内空气质量不佳引发的健康问题。

3 节能施工技术实践

3.1 高效节能设备的应用

在现代建筑施工中,高效节能设备的应用已成为推动绿色建筑发展的关键因素。显著降低能源消耗与提高施工效率是这类设备的重要优势,例如电动挖掘机与节能型混凝土搅拌机等高效能机械在运行过程中,能够大幅减少燃料消耗及废气排放,从而有效减小施工对环境的影响。智能化设备的引入为节能施工提供了创新的解决方案,通过集成先进的传感器与自动化控制系统,施工设备能够根据实时需求调节工作状态。例如,智能照明系统在人员离开时自动调节亮度,避免不必要的电力浪费,不仅提升了工作环境的舒适性还有效降低了整体能耗。此外,高效节能设备的使用有助于延长设备的使用寿命,从而降低维护成本,由于这些设备通常采用更为先进的技术与材料,故障率较低且维修频率也相应减少,这种长期的经济效益为项目的整体成本控制提供了有力支持。

3.2 施工过程中的能源管理

在建筑施工过程中,有效的能源管理至关重要,能够降低施工成本并显著减少对环境的影响。制定全面的能源管理计划是成功的关键,该计划应明确各施工阶段的能源需求,并合理安排设备使用时间,减轻高峰用电段的压力。利用智能调度系统实时监控能源消耗,施工团队能够及时调整作业安排从而实现最佳能效。施工现场还需加强对能源使用的培训与宣传,工人在日常操作中往往忽视节能细节,例如,随手关闭不必要的设备电源或合理利用自然光照,通过定期的培训与宣传,团队的节能意识得以提升,从源头上减少不必要的能耗。可再生能源的采用也是提升施工过程能源管理的有效方式,在施工现场太阳能发电板的安装能够为部分设备提供绿色电力,降低对传统能源的依赖,这种方法不仅减少了碳排放,且在一定程度上降低了能源成本。定期评估与优化能源管理措施同样不可或缺,通过收集与分析能源使用数据,施工团队能够识别能源浪费的环节,并进行有针对性的改进。

3.3 智能控制系统的集成

在建筑施工中,智能控制系统的集成为提升工程效率及节能效果提供了有力支持。借助先进的传感器与自动化技术,这些系统能够实时监测并调节施工设备的运行状态实现精确控制。例如,智能照明系统能够根据环境光线自动调整亮度,确保在各种工作条件下最佳照明效果的维持,不仅提升了工作效率还有效减少了能源消耗。同时,设备的使用调度得以优化,智能控制系统通过分析实时数据预

测设备的负荷需求,合理安排运行时间,避免在高峰时段出现过度用电现象。例如,当某台设备处于空闲状态时,自动关闭的指令由系统发出,从而减少不必要的能源浪费,降低施工成本。集成智能控制系统显著提高了施工过程中的安全性,通过实时监控施工现场的环境与人员状况,潜在的安全隐患得以及时识别,警报迅速发出,这种实时反馈机制不仅提升了施工安全管理的效率,还为工人的生命安全提供了重要保障。

4 绿色建筑施工管理与质量控制

4.1 环保施工管理策略

在绿色建筑的施工管理中,环保施工策略的制定显得尤为重要。项目团队在施工前需开展详细的环境影响评估,识别潜在的环保风险,这一评估不仅涵盖施工对周围生态环境的影响,施工过程中噪声、废水及固体废物等污染物的排放亦应考虑,通过这一前期工作有效的管理措施得以制定,确保施工活动对环境的负面影响降到最低^[1]。严格管理施工现场则是提升环保效果的关键,采用封闭式施工围挡及噪声防护措施,能够有效控制施工期间的噪声与粉尘污染。此外,专门的废弃物分类收集区域应在现场设置,以确保各类废弃物的妥善处理,防止对环境造成二次污染,定期组织环境保护培训,工人的环保意识得以提升,确保每位员工能够积极参与环保管理。绿色施工技术与设备的推广也是环保管理策略的重要组成部分,通过选择低排放、低能耗的施工机械,结合现代信息技术进行调度与管理,施工过程中的资源消耗与污染排放得以显著降低,这不仅符合可持续发展的理念,还为项目整体经济性的提升提供了支撑。环保施工绩效考核机制的建立,通过定期评估与反馈,环保管理措施的持续改进得以实现,以数据为基础的管理方式有助于项目团队及时发现问题并进行调整,确保绿色施工目标的顺利实现。

4.2 施工过程的监测与评估

施工过程的监测与评估,被视为确保绿色建筑项目顺利实施的重要环节,这一过程不仅有助于识别潜在问题,还能及时调整施工策略,以实现最佳的环境与经济效益。项目团队应建立全面的监测体系,涵盖施工现场的各个方面,例如资源消耗、废弃物管理与环境影响等,通过定期采集和分析相关数据,能够实时了解施工指标是否符合环保标准。在实施过程中,先进的监测技术可被采用,例如物联网设备与传感器,以实时跟踪施工过程中能源与水资源的使用情况,这些设备不仅能够收集详尽的使用数据,还能在超出设定阈值时发出警报,帮助管理人员迅速采取应对措施^[2]。例如,水资源消耗一旦超过预定标准,管理人员便可立即检查是否存在泄漏或浪费现象。定期检测空气质量、噪声水平及土壤污染情况,确保施工活动符合环保法规,同时为周边居民提供更安全的生活环境,这些评

估结果为后续改进提供依据,指导施工团队采取更有效的环保措施。在施工结束后,整个过程应进行全面评估,监测数据与实际成果的分析可用于验证绿色施工目标的实现情况,这种总结性分析不仅为未来项目提供宝贵经验,更能帮助团队不断优化施工方案,提升整体环保管理水平。

4.3 质量控制体系的建立

建立完善的质量控制体系,被视为绿色建筑施工至关重要的环节,这一体系不仅确保建筑质量符合标准,更能有效促进资源的合理利用与环境保护。在项目初期,明确质量控制的目标与标准,制定详细的质量管理计划显得尤为重要,该计划应涵盖所有施工环节,从材料选择到施工工艺的实施,确保每个步骤均有相应的质量指标。结合过程监测与反馈机制,质量控制体系的有效性能够得到进一步提升,通过实时监测施工过程中的关键指标,例如材料性能、施工精度及环保措施的落实,问题能够被及时发现并加以纠正^[3]。例如,在混凝土浇筑过程中,传感器可被用于监测混凝土的温度与湿度确保满足设计要求,这种实时数据反馈不仅提升了施工效率还保证了施工质量。定期对施工人员进行质量管理培训,以增强他们的质量意识与责任感,从而确保每位员工自觉遵循质量标准,同时激励机制的建立,使得表现优秀的团队与个人获得奖励,进一步推动整体施工质量的提升。在项目完成后,应进行系统的质量评估与审查,以确保所有工程符合既定质量标准,这种后续评估不仅为业主提供可靠的质量保证,同时也为未来的施工项目积累宝贵经验,推动绿色建筑行业的持续发展。

5 结语

在可持续发展的背景下,绿色建筑施工技术的应用显得尤为重要。通过优化环保策略、节能技术与质量控制措施,不仅降低了建筑对环境的影响,还提升了经济效益与社会价值。选择可再生材料、集成智能控制系统,以及实施全面质量监测,均被视为推动绿色建筑发展的关键举措。尽管面临一定挑战,绿色建筑施工的逐渐成熟则得益于技术进步与管理创新。未来,各方应加强合作,分享最佳实践从而促进绿色建筑的广泛应用。唯有全社会共同努力,才能实现建筑行业的可持续发展,创造更加健康的生活环境。

[参考文献]

- [1]南永强. 建筑工程项目中绿色建筑施工技术实践研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(29): 139-141.
 - [2]何亚军. 建筑工程项目中绿色建筑施工技术实践研究[J]. 建材发展导向, 2023, 21(24): 159-161.
 - [3]谢红梅. 绿色建筑施工技术在建筑工程项目中的应用实践[J]. 住宅与房地产, 2024(17): 44-46.
- 作者简介: 刘利(1990.4—),女,民族:汉,专业:工程管理,毕业院校:内蒙古科技大学,职称:建筑工程单位:赤峰市城市建设投资(集团)有限公司。

低碳节能理念下建筑工程技术的改进研究

何强

义乌市建设投资集团有限公司, 浙江 义乌 322000

[摘要]随着城镇化进程加快, 建筑行业的能耗已占据国家总能源消费的显著比例, 亟须寻求有效的解决方案。研究表明, 全球范围内, 国家和地区在应对能源危机上形成了共识, 通过创新驱动的低碳技术应用, 致力于降低建筑能耗。文章系统分析了当前建筑能耗现状及其结构不合理的问题, 提出一系列改进措施, 以构建低碳用能系统, 促进建筑行业的可持续发展。研究的最终目标在于为建筑行业在实现节能减排、推动绿色转型方面提供科学依据与实践指导。

[关键词]低碳节能理念; 建筑工程; 工程技术; 技术改进

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14328

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Research on the Improvement of Building Engineering Technology under the Concept of Low Carbon Energy-saving

HE Qiang

Yiwu Construction Investment Group Co., Ltd., Yiwu, Zhejiang, 322000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the energy consumption of the construction industry has accounted for a significant proportion of the country's total energy consumption, and effective solutions are urgently needed. Research shows that there is a consensus among countries and regions worldwide to address the energy crisis and reduce building energy consumption through innovation driven low-carbon technology application. The article systematically analyzes the current situation of building energy consumption and the problem of unreasonable structure, and proposes a series of improvement measures to build a low-carbon energy consumption system and promote the sustainable development of the construction industry. The ultimate goal of the research is to provide scientific basis and practical guidance for the construction industry in achieving energy conservation and emission reduction, and promoting green transformation.

Keywords: low carbon and energy-saving concept; architectural engineering; engineering technology; technical improvement

引言

随着全球气候变化及资源短缺问题日益突出, 建筑行业的发展核心方向逐渐转向低碳节能理念。建筑领域不仅是能源消耗的重要行业之一, 也是温室气体排放的主要源头。传统建筑在能耗及其对环境的影响方面表现出明显不足, 亟须通过技术创新与管理改进实现节能减排目标。因此, 建筑工程技术的改进研究显得极为重要且紧迫。实施低碳节能理念, 不仅关乎建筑行业的可持续发展, 还将对国家能源结构的优化及环境保护产生深远影响。在这样的背景下, 探索建筑工程中的节能技术与管理措施, 意义重大, 推动整个行业的绿色转型。引入先进的建筑设计理念、优化施工工艺、提升材料利用效率以及加强节能技术的应用, 均将有助于有效降低建筑行业的能耗, 实现资源的合理利用。同时, 相关政策法规的完善, 公众对绿色建筑的认知与接受度的增强, 也将为低碳建筑的发展提供有力支持。本研究的目的在于通过分析当前建筑行业的能耗现状, 探讨低碳节能理念下的建筑工程技术改进措施, 力求为建筑行业的可持续发展提供理论支持与实践指导。期望通过深入的探讨, 为政策制定者、行业从业者及学术界提供有益参考, 共同推动建筑行业向低碳、节能的方向迈进。

1 建筑低碳节能的意义

1.1 提高施工水平, 推动行业发展

在当前全球面临能源危机及环境问题的背景下, 建筑低碳节能的重要性愈发明显。提升施工水平被视为实现建筑低碳节能的基础。通过引进先进的建筑技术与管理理念, 施工过程中能够有效减少资源浪费, 降低能耗, 从而促进整个建筑行业的可持续发展。高效的施工方法与现代化设备的应用, 不仅提升了工程质量, 还缩短了施工周期, 降低了项目成本, 为企业创造了更大的经济效益。随着低碳节能理念的广泛传播, 行业标准与市场需求的不断提高, 促使建筑企业加大对技术创新的投入, 增强自身的核心竞争力。这一趋势下, 企业在技术创新与管理方面的努力, 将为其在激烈的市场竞争中占据有利地位提供支持。

1.2 加强资源保护, 缓解能源危机

在全球范围内, 能源危机愈发严峻, 资源的过度开发与浪费使得可再生资源的有效利用愈加重要。在此背景下, 建筑低碳节能理念的实施显得至关重要。通过强化资源保护, 不仅能够显著减少建筑行业的能源消耗, 还能在施工与使用阶段最大限度地利用可再生资源。这一转变要求建筑设计与材料选择更加注重环保与节能, 推动高效、低能

耗的建筑材料与技术的采用。同时,优化建筑的能耗管理与维护措施,将有助于提升整体节能水平,从源头上降低对化石能源的依赖,减轻由能源短缺引发的经济与环境问题。

1.3 实现资源节约,促进经济发展

在当今经济与环境双重发展的背景下,推广建筑低碳节能理念,不仅能够有效节约资源,还能推动经济的可持续增长。通过节能技术与材料的应用,建筑行业有能力显著降低能源消耗,减少对传统能源的依赖,从而缓解对自然资源的压力。这一资源节约的实现,不仅使建筑企业在降低运营成本的同时,还增强了市场竞争力^[1]。随着绿色建筑兴起,低碳节能项目逐渐成为新的投资热点,吸引了大量资本与技术的流入,从而进一步推动相关产业的发展。

1.4 推动环境保护,提高生活质量

建筑低碳节能理念的推广,不仅被视为实现环境保护的重要手段,更是提高生活质量的关键所在。通过采用节能建筑设计与技术,能够显著降低建筑物在使用过程中的能源消耗与温室气体排放,从而减轻对环境的负面影响。这种环保建筑模式,有助于空气质量的改善,降低城市热岛效应,提升生态环境的健康程度。此外,低碳节能建筑通常经过优化设计,在采光、通风与隔热方面,能够为居住者提供更加舒适的生活空间,提升居住体验。通过采用可再生能源系统,例如太阳能热水器与风能发电,建筑的能源需求得以满足,自给自足能力得以提高,从而减少了对外部资源的依赖,增强了社区的可持续性。

2 当前建筑能耗的现状

2.1 建筑能耗总量高,增长势头强劲

当前,建筑能耗总量不断上升,强劲的增长趋势已显现,建筑行业已成为全球能源消费的重要组成部分。相关统计数据显示,全球总能耗中,建筑行业的能耗占近三分之一,且这一比例仍在上升。随着城市化进程的加速与人口的持续增长,尤其是在发展中国家,建筑活动的激增引发了对能源的强烈需求,进一步加剧了能耗的增加。此外,许多建筑在设计施工过程中,未能充分考虑节能因素,导致能源使用效率低下。传统能源结构依然以化石能源为主,因而产生了大量的碳排放。伴随生活水平的提高,居民对建筑舒适度的要求日益增加,制冷、供暖与照明等方面的能耗也随之上升。

2.2 建筑能耗结构不合理,可再生能源利用率低

当前,建筑能耗结构不够合理,主要表现在可再生能源的利用率偏低,而对传统化石能源的依赖依然普遍。在建筑领域,能源使用主要依赖于煤、石油及天然气等非可再生资源,造成了大量的二氧化碳排放及环境污染。这种单一的能源结构不仅加重了能源供应的压力,也限制了建筑能效水平的提升。尽管在太阳能、风能和地热能等方面,可再生能源技术已有显著进展,然而在实际应用中却未得到充分推广。许多建筑因缺乏相应的技术支持与政策引导,

使得可再生能源在建筑能耗中所占比例依然偏低。此外,因初期投资成本较高及配套设施的不完善,建筑业主对可再生能源系统的应用持谨慎态度,从而错失了优化能源结构与提高能源利用效率的机会。

2.3 建筑节能技术水平不高,节能标准执行力度不够

当前,建筑节能技术水平较低,节能标准的执行力度明显不足,导致建筑能耗问题愈发严重。尽管相关节能技术在理论上取得了一定进展,然而,许多建筑项目仍未能有效实施这些技术,尤其是在老旧建筑的改造及新建工程中。在设计阶段,节能因素往往未被充分重视,普遍存在能源浪费的现象。同时,现行节能标准在具体执行时缺乏有效的监管与强制措施,许多开发商在追求经济利益的过程中,对节能标准的遵守态度显得敷衍^[2]。由于缺乏有效的激励机制与监管手段,不少建筑项目在施工与运营阶段未能实现预定的节能目标,进一步加剧了资源浪费与环境负担。

3 低碳节能理念下建筑工程技术的改进措施

3.1 加强建筑节能顶层设计,完善法规标准体系

在低碳节能理念的推动下,加强建筑节能的顶层设计与完善法规标准体系,被视为实现建筑行业可持续发展的关键举措。顶层设计应以整体性与系统性为导向,建筑的生命周期出发,全面考虑设计、施工、运营及拆除等各个环节,以确保资源的高效利用与能源的合理配置。在设计阶段,建筑师与工程师需综合考虑建筑的形态、朝向、材料及环境条件,采用被动式设计理念,自然通风、采光与保温等手段应被充分利用,以最大限度降低能耗。节能标准及实施细则的明确,应由政策制定者负责,将节能目标与建筑项目的审批与验收紧密结合,形成强有力的法规约束,促进各方参与节能实践。法规标准体系的完善应包括节能评估指标、认证制度及技术规范,引导企业与施工单位在建筑过程中严格遵循相关标准。同时,节能技术研发与应用的激励机制,应由政府健全,鼓励企业积极探索新材料、新工艺与新技术,推动建筑节能技术的创新与产业化。针对当前建筑节能技术水平不高及标准执行力度不足的现状,各级监管部门需加强对建筑项目的跟踪与评估,确保节能法规的落实与执行,从而提升整个行业的节能意识与责任感。

3.2 强化科技创新驱动,加快关键技术产业化

在低碳节能理念的引导下,强化科技创新驱动并加速关键技术的产业化,成为推动建筑工程可持续发展的重要措施。动力来源不仅科技创新是提升建筑节能水平的关键,更是实现资源高效利用的关键。建筑行业应积极与科研机构、高等院校及技术企业加强合作,构建多方共赢的创新生态系统。通过联合攻关与协同创新,建筑节能技术的研发能力与转化效率应得到提升。在具体实施中,需集中力量突破智能建筑、绿色材料及节能设备等关键技术领域。

智能建筑技术的运用,能够通过自动化控制系统优化建筑能耗管理,实现能源使用的智能调度与监控,从而有效降低能耗与运营成本。此外,绿色建筑材料的新型开发与应用,凭借优良的保温及隔热性能,显著提升建筑的节能效果。节能设备的技术创新,如高效空调与LED照明,在保障舒适性与安全性的同时,能够大幅减少能源消耗。加快技术的产业化进程,同样至关重要^[3]。通过建立健全技术转移与成果转化机制,促进科研成果的市场应用,可以有效缩短技术从实验室到市场的周期,使新技术迅速推广与应用。同时,增强技术投资与研发能力,企业应提升自身在市场中的竞争力与抗风险能力。在此过程中,政府需发挥引导作用,通过政策激励与财政支持,推动科技创新成果的产业化,形成良好的市场环境与发展氛围。

3.3 突出建筑全过程节能,优化被动式主动式技术措施

在低碳节能理念的框架下,强调建筑全过程的节能管理及优化被动与主动技术措施的实施,对提高建筑能效及降低能耗具有重要意义。建筑全过程的节能管理涵盖了设计、施工及运营等各个阶段,节能技术的应用及效果评估在每个环节均应受到关注。在设计阶段,建筑的地理位置、气候条件及功能需求的充分考虑至关重要,建筑形状与朝向的优化应以最大限度地利用自然光照与通风为目标,以减少对人工照明及空调的依赖,从而实现被动节能。此外,建筑材料的合理选择及配置,使用高性能隔热材料与窗体玻璃,有助于有效降低热能损失,提升建筑的整体节能性能。在施工阶段,确保节能特性在施工工艺与材料使用中得到落实至关重要。施工单位应严格遵循设计要求,合理安排施工流程与材料使用,以避免资源浪费与能耗增加。在此过程中,现代化施工技术及设备的应用应得到推广,例如使用预制构件,不仅能提高施工效率,还可降低现场施工所需的能源消耗。运营阶段的节能管理同样重要。建筑投入使用后,智能化管理系统的实施应得到重视,通过实时监测与数据分析,能源使用情况应被跟踪,及时发现并调整不合理的能耗行为。主动式节能技术的引入,例如智能照明及 HVAC(供热、通风及空调)系统的优化配置与调控,能够根据实际使用情况自动调节运行状态,从而进一步降低能耗。

3.4 提高可再生能源利用水平,构建低碳用能系统

在低碳节能理念的引导下,提升可再生能源的利用水平与构建低碳用能系统成为建筑工程技术改进的重要方向。随着全球对可持续发展的重视,建筑行业需积极探索与采用可再生能源技术,以减少对传统能源的依赖,降低建筑能耗对环境的不利影响。太阳能的应用逐渐成为建筑设计的核心组成部分。光伏发电系统与太阳能热水系统的集成,有效地转化与利用太阳能资源,从而减少建筑的电力消耗与热水需求。合理设计与利用建筑的屋顶及外立面,为太阳能设备的安装提供了广阔的空间,有助于提升可再

生能源的整体使用效率。风能同样是值得关注的可再生能源。在建筑周边合理布局小型风力发电机,可以为建筑提供清洁电力,并在风能丰富的地区显著提高建筑的能源自给率。此外,地热能的开发与利用为建筑节能提供了新的思路。通过地源热泵系统的应用,使得利用地热能进行制热与制冷成为可能,显著降低了传统空调系统的能耗,提升了建筑的能源效率。除了直接利用可再生能源外,构建低碳用能系统还需整合多种可再生能源形式,以形成合理的能源使用结构^[4]。通过建立微网系统,光伏、风能及储能设备的结合,能够实现多能互补,确保建筑在不同气候条件下的稳定用能。该灵活的能源管理系统不仅提升了能源利用率,还增强了建筑抵御风险的能力,帮助应对不同的能源供需变化。

3.5 健全绿色消费政策体系,引导形成节能消费理念

在低碳节能理念的推动下,建立健全绿色消费政策体系对引导节能消费理念的形成具有重要作用。随着全球对环境保护与可持续发展的关注增加,建筑行业的绿色消费已成为推动节能减排的有效手段。应制定一系列强有力的政策法规,以激励消费者选择低碳、节能的建筑材料与设备。通过提供税收优惠、补贴政策及绿色信贷等措施,绿色建筑产品的采购成本得以降低,从而鼓励消费者优先选用符合节能标准的材料与设备。公众对绿色消费的认识与参与,实则是实现节能消费理念的关键环节。开展广泛的宣传与教育活动,提升公众对建筑节能与环保重要性的认识,使其意识到选择绿色产品不仅有助于环境保护,还能在长期使用中减少能源费用。此外,政府及相关机构可联合举办绿色消费主题活动,鼓励社会各界积极参与,营造良好的氛围,深入推动绿色消费理念的传播。建立完善的绿色产品认证体系,有助于规范市场行为,为消费者提供明确的购买指引。对符合节能标准的建筑产品进行认证,使消费者能够更便捷地识别与选择绿色产品。同时,绿色建筑评价体系的推广,鼓励建筑项目在设计、施工与运营过程中遵循节能原则,提供透明的信息,以帮助消费者在选择建筑时充分考虑节能效果及其对环境的影响。在此基础上,推动企业积极参与绿色消费政策的落实同样至关重要。企业应强化社会责任意识,研发绿色建筑产品,参与绿色建筑项目建设,通过透明的市场行为与优质的服务,提升消费者的信任。在响应绿色消费政策时,企业还应努力引导消费者形成绿色消费习惯,使其在购买与使用建筑产品时,主动选择对环境影响较小、资源利用效率高的产品。

4 结语

在低碳节能理念的指导下,建筑工程技术的改进显得尤为关键。当前建筑能耗的现状经过深入分析后,本文提出了一系列切实可行的改进措施,旨在推动建筑行业的可持续发展。随着科技的不断进步及政策的逐步完善,建筑行业在未来应积极探索更高效的节能技术与管理方法,强

化可再生能源的利用,营造良好的节能消费氛围。有效降低建筑能耗、缓解资源短缺与环境污染的压力,只有在各方的共同努力下才能实现。最终,低碳节能理念不仅将增强建筑行业的竞争力,更将为创造更美好的生活环境贡献积极力量。

[参考文献]

- [1]李茵. 低碳趋势下建筑施工技术的发展与改进策略[J]. 中国高新科技,2020(2):114-116.
[2]陈雄. 低碳节能趋势下建筑施工技术的改进思考[J].

建材与装饰,2016(18):7-8.

- [3]申玮. 低碳节能理念下建筑工程技术的改进[J]. 陶瓷,2024(6):228-230.
[4]赵泽宇. 浅谈节能减排环境下建筑施工技术的发展[J]. 居业,2018(1):122-123.

作者简介:何强(1985.10—),男,毕业院校:武汉工业学院,学历:本科,所学专业:土木工程,就任单位:义乌市建设投资集团有限公司,职务:副项目经理,所在年限:3年,目前职称:工程师。

公路工程路基路面常见病害及防治的对策

李凡

平顶山路鑫园林绿化有限公司, 河南 平顶山 467000

[摘要] 公路作为现代交通网络的重要枢纽, 随着经济的高速发展以及交通量的逐年增加, 公路路基及路面病害问题逐渐成为影响交通安全和公路使用寿命的关键因素。诸如路基沉降、裂缝、坑洞等病害, 已经成为常见的公路问题, 尤其在交通量大的地区, 这些问题愈发严重。文中将围绕常见的路基路面病害进行详细分析, 探讨病害发生的机制, 分析现有的防治技术, 并提出优化方案, 期望为提升公路建设质量及延长其使用寿命提供有益的理论支持和技术保障。

[关键词] 公路工程; 路基病害; 路面病害; 防治对策; 质量控制; 可持续发展

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14318 中图分类号: U41 文献标识码: A

Common Diseases and Prevention Measures of Roadbed and Pavement in Highway Engineering

LI Fan

Pingdingshan Luxin Landscape Greening Co., Ltd., Pingdingshan, He'nan, 467000, China

Abstract: As an important hub of modern transportation networks, highways have gradually become a key factor affecting traffic safety and the service life of highways due to the rapid development of the economy and the increasing traffic volume year by year. Diseases such as roadbed settlement, cracks, and potholes have become common highway problems, especially in areas with high traffic volume, where these issues are becoming increasingly severe. The article will conduct a detailed analysis of common roadbed and pavement diseases, explore the mechanisms of disease occurrence, analyze existing prevention and control technologies, and propose optimization plans, hoping to provide useful theoretical support and technical guarantee for improving the quality of highway construction and extending its service life.

Keywords: highway engineering; roadbed diseases; road surface diseases; prevention and control measures; quality control; sustainable development

引言

公路工程作为交通基础设施的关键组成部分, 其质量直接关系到交通安全与社会经济的正常运作。路基和路面是公路建设的两大重要部分, 但由于多种因素的影响, 路基和路面容易出现不同程度的病害。随着公路工程规模的扩大, 病害问题逐渐显现, 给后期的养护和修复工作带来巨大压力。因此, 了解路基和路面的常见病害, 并采取有效的防治对策, 成为提升公路工程质量、延长使用寿命的迫切需求。

1 公路工程路基路面的基本概述

1.1 公路工程的定义与分类

公路工程是为满足交通需求而建设的道路工程, 根据交通功能、流量以及设计寿命的不同, 公路可分为高速公路、普通公路和地方道路。高速公路主要服务于长途运输, 承载较大交通流量, 其设计标准较高; 普通公路则连接城市与乡村, 适应不同交通需求, 标准较为灵活; 而地方道路主要服务于乡村及小城镇, 交通量较少, 设计标准相对较低。此外, 公路还可根据地理环境进行划分, 如山区公路、平原公路和沿海公路等。每类公路的设计与施工都需要依据当地的地质条件、气候特点以及交通需求等因素进行具体调整, 以确保其具有足够的适应性与可靠性。

1.2 路基路面设计与施工要求

路基设计必须充分考虑土壤性质、地形、气候及交通量等因素, 确保其具备足够的稳定性与承载力。路面设计则要求具有良好的抗压、抗裂与耐磨性能, 以保证在使用过程中能够承受较大交通荷载, 并保持长期的耐久性。对于交通流量较大的路段, 路面材料的抗老化性及耐久性尤为重要。施工过程中, 确保每个环节的质量是至关重要的, 压实度、厚度、均匀性等指标需严格符合设计要求, 以保障道路的稳定性和安全性。在施工时, 环境因素如温度、湿度等也可能对质量产生影响。尤其在不稳定天气条件下, 施工管理必须更加严格, 确保材料与工艺的合规性, 以提升公路的长期使用寿命与可靠性。

1.3 路基路面的功能与作用

路基为路面提供稳定的基础, 承载交通荷载并有效分散压力, 保证道路的整体稳定性。良好的路面设计能够有效分散交通荷载, 减少对路基的冲击, 从而延长公路的使用寿命。抗裂性、抗滑性以及耐磨性是确保路面性能的关键因素, 尤其在高交通流量或恶劣气候条件下, 路面应具备更强的适应性, 以确保长期使用的安全性。路基与路面的相互依赖性较强。若其中一方出现问题, 另一方的性能也会受到影响。因此, 路基与路面的设计、施工应当同步进行,

确保每一环节都严格遵循标准，避免早期病害的发生。

1.4 路基路面常见病害的影响因素

不同区域的土壤类型、地下水位及地形变化都会直接影响路基的稳定性。例如，在软土地区，路基容易出现沉降与变形，而在山区或丘陵地区，路基则可能因为滑坡或塌方而受到破坏。寒冷地区的冻融循环会加速路面的裂缝及老化，尤其是沥青路面容易出现裂缝；高温地区则可能导致路面软化，出现车辙现象；而降水量较多的地区，水害问题尤为严重，常常导致路基被水浸泡，造成路面损坏。相对而言，干旱地区的土壤干裂问题更为突出，也会导致路基的稳定性降低。随着交通流量的增加，尤其是重型车辆的频繁通行，路面容易产生裂缝、坑洞与车辙等病害。在交通压力较大的路段，路面损坏较为明显，影响行车安全与驾驶舒适度^[1]。在设计阶段未充分考虑地质条件、气候特点及交通荷载等因素，或施工过程中使用了不合格的材料，或者工艺不规范，都可能导致路基与路面出现质量问题，进而产生病害。

2 公路路基常见病害分析

2.1 路基沉降

路基沉降是由地基不均匀沉降所引起的，导致路基整体或局部下沉，从而影响路面的平整度和使用性能。沉降通常由多种因素引发，如土质不均、施工不当、荷载超限等。尤其在软土或膨胀土地区，土壤的不均匀性对路基的稳定性影响较为显著，导致沉降表现出区域性差异。对于交通流量较大的路段，沉降问题尤为突出，往往导致路面出现裂缝或凹陷，进而影响车辆行驶的平稳性与安全性。

2.2 路基开裂

土壤的膨胀与收缩是导致开裂的主要原因，特别是在干湿交替频繁的环境中，土壤的膨胀性较强。开裂现象通常导致路基稳定性降低，继而影响路面平整性。特别是在干旱或半干旱地区，土壤的湿度变化剧烈时，开裂现象尤为严重。在冬季或夏季温差较大的地区，土壤的膨胀与收缩作用尤其明显，裂缝扩展速度较快。如果未及时处理裂缝，路基的稳定性将进一步受到威胁。

2.3 路基软弱层与水害

软弱层指的是承载能力不足的土层，水害是指水分渗透引起的土壤膨胀或流失。在湿润地区或地下水位较高的地方，水分渗透后会导致土壤膨胀或流失，加剧软弱层的破坏，进一步削弱路基的承载能力。湿润气候下，水分渗透的作用与软弱层的存在相互影响，增加了路基病害的发生概率。

2.4 路基变形与失稳

路基变形与失稳是指在外部荷载或自然灾害作用下，路基发生不均匀变形，严重时可能导致路基塌陷或滑坡。荷载超限、施工不规范及自然灾害等因素是引发变形与失稳的主要原因。在山区等特殊地质环境中，路基的稳定性

容易受到地形与地质条件的影响，失稳的风险较高。重型车辆的频繁通行，特别是在交通负荷较大的路段，会加速路基的变形，导致其承载能力逐渐下降。而自然灾害，尤其是暴雨、地震等极端天气，也可能导致路基大范围的变形，甚至造成严重的路面破坏^[2]。在山区或坡度较大的区域，路基失稳现象较为常见。

2.5 路基病害的成因分析

路基病害的成因是多方面的，通常是设计不合理、施工质量差、环境变化以及交通荷载过大等因素共同作用的结果。若设计阶段未充分考虑地质条件、土壤特性、交通流量和气候等多重因素，路基在长期使用过程中可能出现沉降、开裂等问题。在施工过程中，若未按规范要求对土壤进行压实或排水处理，路基的承载力将受到影响，进而导致病害的发生。环境因素的变化，特别是气温变化、降水量的波动以及地下水位的升降，会加剧土壤的膨胀与收缩，促使裂缝或沉降问题进一步加重。随着交通流量的增加，尤其是在超载车辆频繁通行的情况下，路基的荷载将不断增加。

3 公路路面常见病害分析

3.1 路面裂缝

作为公路路面中最常见的病害之一，有纵向裂缝、横向裂缝及网状裂缝等几种类型。纵向裂缝多见于车道中部，沿车道的纵向分布，而横向裂缝则贯穿路面，常出现在路面两侧或中央，严重影响驾驶的平稳性。网状裂缝多出现在沥青路面，表现为裂缝交织成网状结构。这些裂缝往往由路面材料的老化、温差引起的热胀冷缩作用以及交通荷载等因素共同作用所致。

3.2 路面坑洞与隆起

坑洞与隆起的出现，通常是由于交通荷载、温度变化及水害等多种因素的共同作用。特别是重型车辆的通行，长期积累的荷载容易引起路面下沉，从而形成坑洞，进而影响行车的安全性。温度变化也是导致坑洞与隆起的重要因素，尤其是在温差较大的地区，路面材料因热胀冷缩作用，容易发生膨胀或收缩，进而形成隆起或沉降。水害是另一重要因素，当水分未能及时排出，渗透至路面下层后，温差变化导致水分膨胀或收缩，最终使路面出现局部的破损。水分的侵蚀作用促使路面破坏加剧，形成恶性循环。

3.3 路面滑移与波浪

路面滑移是指路面层沿路基的滑移，常见于土质较软或受到水害严重影响的地区。软弱的路基无法提供足够的支撑力，导致路面在外部荷载的作用下发生位移。若滑移现象未得到及时控制，可能导致路面发生严重的倾斜，影响行车的稳定性。另一方面，路面波浪的形成通常与温度变化密切相关，表现为路面表面的起伏不平。温度变化使路面材料发生膨胀或收缩，尤其是在沥青路面中，波浪现象更为显著。波浪不仅影响驾驶的平稳性，还会对车辆造

成较大的冲击力,若长期得不到修复,路面磨损速度会加快,最终导致路面质量的下降。

3.4 路面磨损与松散

路面磨损是长期交通荷载作用下,路面表面逐渐变得粗糙的现象,表现为表面光滑度的下降。磨损的严重程度与交通量、路面材料的类型及养护情况息息相关。松散则指的是路面表层颗粒材料的脱落,通常发生在交通荷载较大或水害严重的路段。松散现象使路面材料的结构性逐渐丧失,进而降低路面的抗压能力与耐用性。磨损与松散现象的不断积累,不仅影响路面的使用功能,也加速了路面损坏的进程,最终导致路面质量的显著下降。

3.5 路面病害的成因分析

路面病害的成因复杂,设计阶段若未充分考虑路面材料的耐久性、路基的承载能力及交通量等因素,往往会为路面病害的发生埋下隐患。施工过程中,若未严格按照规范进行操作,或未采用合适的施工工艺,也容易导致路面质量不合格,进一步加剧病害的发生。随着交通量的增加,特别是重型车辆的频繁通行,交通荷载对路面产生的冲击加大,进而加速了路面磨损的速度^[3]。此外,气候变化、温差波动以及水害等环境因素,也在路面病害的发生中起到了重要作用。

4 公路路基路面病害防治对策

4.1 路基病害的预防与治理措施

4.1.1 施工阶段的预防与优化设计

施工阶段的优化设计至关重要,在进行设计时,必须对土壤性质、荷载情况及环境条件进行充分评估,确保选用适合的材料与施工工艺,以保证路基的长期稳定性。在软土、膨胀土或其他特殊地质条件下,设计方案应特别注重土壤改良与加固措施。施工过程中,若未严格按照设计方案执行,可能导致不必要的质量问题。因此,必须在施工各环节加强质量控制,确保每个步骤都符合规定标准。特别是对关键工序的监督,确保施工的精确与稳定,从而保障路基在未来长期使用中的可靠性。气候因素对路基的影响也不可忽视,尤其在多雨或湿润地区,应特别关注水文设计,合理设置排水设施,确保水分不会在路基中滞留,减少水害造成的潜在风险。交通流量较大的区域,设计时要考虑超载荷的影响,加强路基承载能力,避免交通压力对路基结构的破坏。

4.1.2 路基改良与加固技术

路基改良与加固技术作为提升路基稳定性与承载力的重要手段,通过使用土工合成材料,如土工布、土工格栅等,可以显著提高路基的抗压强度与抗剪能力。这些材料的使用能够增强路基的整体稳定性,减少软弱土层对路基结构的影响。加固桩技术的应用,尤其是对于承载力较低的土层,能有效避免由于交通荷载过大导致的沉降或位移。采用桩基系统时,合理布置桩基不仅能增强路基的抗

荷载能力,还能有效分散荷载,减轻不均匀沉降的风险。在水害较严重的区域,透水性结构的设计至关重要。透水性材料能够减少水分在路基中的滞留,防止土壤因过多水分而发生膨胀或流失,从而确保路基的长期稳定性与耐用性。

4.1.3 水文与排水系统的优化

水文条件对路基的稳定性有着显著影响,特别是在降水量较大或地下水位较高的地区,水害可能导致路基沉降、开裂等问题。因此,优化水文设计并合理设置排水系统,是预防水害影响的有效途径。排水设施的设计应根据降水量、地理位置以及地下水位等因素,采取相应的排水方案。对排水管道及相关设施的及时清理,有助于防止系统堵塞,从而确保水分能够快速排出,减少水害带来的潜在风险。地下水位较高的区域,应采用地下排水系统,以降低地下水对路基的负面影响^[4]。此外,应特别注意排水设计的适应性,以应对极端天气条件下的水文变化,确保路基的稳定性。

4.2 路面病害的防治与修复技术

4.2.1 路面裂缝的修补技术

针对不同类型的裂缝,应选择相应的修复技术。在小型裂缝的修复中,常采用沥青冷补技术。此方法通过低温状态下填充裂缝,操作简便,适应性强,尤其适用于低温环境。对于较大裂缝,灌缝修补则成为较为有效的技术选择。通过加热沥青,使其能够深入裂缝内部并形成密封层,防止水分渗透,减少裂缝扩展的风险。在路面结构严重老化或损坏较大时,热再生技术具有显著的修复效果。该技术通过加热路面材料,使其软化并重新压实,恢复路面原有的结构强度,有效延长路面使用期。

4.2.2 路面修复与重铺技术

当路面受损严重,无法通过简单修补恢复时,全深度修复技术通过去除受损层并用新材料替换,重建路面结构,以恢复其功能。冷再生技术也可以在一定程度上实现路面的修复。通过回收老化的路面材料并对其进行处理后重新铺设,既能够降低修复成本,又可减少资源消耗。此外,重铺技术适用于路面严重老化的情况,尤其当现有路面无法再承受正常的交通荷载时,重铺是恢复使用性能的最佳选择。

4.2.3 路面养护与监测手段

采用智能化监测技术,能实时、精确地检测路面状况,从而及时发现病害问题。通过传感器、无人机及地面雷达等设备,路面健康状态的监测变得更加高效。监测系统能够全天候地跟踪路面的变形、裂缝及沉降等指标,及时为养护提供依据。同时,定期的路面养护工作,能够防止潜在病害的发展,延缓路面老化过程。智能化的监测系统不仅能够提升检测效率,更通过提前预警,避免了因病害未及时修复而造成的更大损失。

4.3 公路路基路面病害的综合防治体系

4.3.1 强化设计阶段的质量控制

在此阶段,应综合考虑地质条件、交通荷载及气候变

化等多重因素，以制定科学合理的设计方案。通过精确选择路基材料、合理布局排水系统及优化路面结构设计，可以显著降低病害发生的可能性。对于特殊地质或极端气候条件的地区，更应进行深入的地质勘查，设计出具有适应性的方案，以确保路基路面在未来长期使用中的稳定性与可靠性。

4.3.2 加强施工阶段的质量管理

施工过程中，严格的质量管理是确保项目长期使用性能的关键。采用先进的施工技术和设备，可以提高施工效率，并确保施工质量。在关键施工环节，特别是土方处理、路面铺设等，必须严格控制每一细节，确保符合设计规范。特别是在不利环境条件下，如强降雨或极端气候，应根据实际情况采取适当措施，避免施工质量受影响。

4.3.3 后期养护与检测机制

定期检查与科学监测，可以及时发现潜在的病害问题并采取相应修复措施。智能监测系统的应用，使得对路面状况的检测更加全面与精准。通过实时监控路面裂缝、沉降、变形等情况，养护人员可以及时采取修复措施，避免病害扩展。同时，结合现代化检测技术，如红外成像、雷达检测等，为养护工作提供了可靠的数据支持，确保路面状态在使用期间始终处于最佳状态。

4.4 路基路面病害防治的长效机制

4.4.1 预防为主，治本为辅

公路建设的各个环节中，前期的防治措施至关重要。设计阶段应详细考虑地质条件、气候变化、交通负荷等因素，提前制定完善的防治方案。施工过程中，应严格按照标准执行，确保路基路面的施工质量^[5]。养护阶段，定期的监测与及时修复将有效防止病害的发展，减少大规模修复的发生，确保公路在使用过程中持续发挥良好功能。

4.4.2 环保材料与技术的应用

随着环保理念的普及，使用可再生材料、环保沥青及生态水泥等绿色建材，已成为公路建设的重要发展方向。特别是透水性路面、透气性沥青等新技术的广泛应用，可

以有效减缓水害对路基的影响，增强路基的防水性能。此外，环保技术的应用有助于减少施工过程中的碳排放，推动可持续发展的目标，促进生态环境保护。

5 结语

在公路路基路面病害防治过程中，设计、施工及养护等环节的有效管理是确保公路长期稳定运行的核心。从设计阶段开始，必须充分考虑地质条件、气候变化及交通荷载等多方面因素，制定出合理的设计方案，从源头上减少病害发生的风险。施工阶段应严格按照标准执行，采用先进的施工工艺与设备，确保施工质量符合规范要求，避免后期病害的出现。在养护阶段，智能化监测系统的应用可实时监控道路状况，及时发现潜在病害，减少突发病害的发生并降低维修成本。此外，环保材料的应用与新技术的推广，进一步提升了路基与路面的承载力，同时减少了资源消耗与环境污染。随着智能化技术与环保材料的应用，病害防治工作将迈向更加精确与高效的方向，从而为我国公路建设提供更加可靠的保障，推动交通基础设施的可持续发展。

[参考文献]

- [1]李许佳. 高速公路路基压实均匀性评价与控制技术研究[D]. 河北: 石家庄铁道大学, 2022.
 - [2]孙国伟. 道路工程中路基路面运用的病害治理[J]. 智能城市, 2020, 6(24): 89-90.
 - [3]刘喜明. 道路桥梁施工过渡段软基处治措施[J]. 交通建设与管理, 2023(5): 95-97.
 - [4]胡永永. 路桥过渡段路基路面施工及病害防治研究[J]. 四川建材, 2023, 49(12): 166-167.
 - [5]陈晨, 王臣. 市政路桥过渡段不均匀沉降影响因素及其预防维护措施分析[J]. 四川水泥, 2024(2): 234-236.
- 作者简介: 李凡(1982.7—), 毕业院校: 武汉科技大学, 所学专业: 计算机科学与技术, 当前就职单位: 平顶山路鑫园林绿化有限公司, 职务: 无, 职称级别: 工程师。

市政道路桥梁施工中的桩基与地基处理技术研究

李 昌

北京首钢建设集团有限公司, 北京 100043

[摘要]在城市基础设施施工阶段,基与地基处理技术是确保工程安全与稳定的关键。这篇论文阐述了桩基础与地基基础改进的基本原理应用实例,探讨了各种桩的特性和在复杂地质环境里应用。研究显示,适宜的地基加固措施能够显著增强地基承载力,降低沉降,同时保障建筑工程长期稳固性。另外,融合先进材质和当代建设技术,改进桩基设计思路与施工作业方式,有利于明显提高建设质量和施工速度,资料旨在为城市市政工程道路建设及桥梁建设提供深入指引与借鉴。

[关键词]桩基;地基处理;市政道路;桥梁施工

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14342

中图分类号: U213.15

文献标识码: A

Research on Pile Foundation and Foundation Treatment Technology in Municipal Road and Bridge Construction

LI Chang

Beijing Shougang Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100043, China

Abstract: In the construction stage of urban infrastructure, foundation and ground treatment technology are key to ensuring the safety and stability of the project. This paper elaborates on the basic principles and application examples of pile foundation and foundation improvement, and explores the characteristics of various piles and their applications in complex geological environments. Research shows that appropriate foundation reinforcement measures can significantly enhance the bearing capacity of the foundation, reduce settlement, and ensure the long-term stability of construction projects. In addition, integrating advanced materials and contemporary construction technologies, improving pile foundation design ideas and construction methods, is conducive to significantly improving construction quality and speed, so as to provide in-depth guidance and reference for urban municipal engineering road construction and bridge construction.

Keywords: pile foundation; foundation treatment; municipal road; bridge construction

引言

城市交通干道作为城市建设项目关键部分,其工程质量直接地关系到交通安保和居民日常生活,桩基和地基处理技术在此领域里扮演着至关重要角色。伴随着城镇化过程的加快发展,地质状况逐渐不断复杂化,传统的基础建设处理方式现已不再符合现有技术标准要求。因此,细致探究基础与地基加固技术,不但有助于增强工程稳定性,同时有利于促进城镇建设设施的长期发展。

1 桩基与地基处理技术概述

桩基础施工与地基加固方法是城市基础设施建设和建造桥梁必不可少的环节,这些直接影响决定工程稳定性与质量保障。坚固的基础达到稳定状态,借助将桩体打入地下土层,用以使建筑负荷分布至更坚实的地下层承受压力,按照资料和外形标准,桩基可以分为钢筋混凝土桩、钢管支柱和木桩多种种类,各有特点,适合于各种地质状况与承载能力要求。地基加固技术包括多种措施,目的在于旨在增强地基的承载力和稳定性,普遍的加固技术涵盖夯实增强、注浆强化、加筋增强和土壤更换强化等。在城市主要修建项目中,恰当的柱基和基础施工规划与调整方

案极其关键,有助于高效应对多变地质状况和不断增加交通负荷。随着技术能力的持续提高,新型材质运用及当代建筑技术运用,导致桩基及地基加固技术逐渐向更高效且节能环保的方向进步。另外,利用数据化手段和智能化监管平台,施工期间的打桩基础与地面基础情况能够即时监管,保障工程品质与安全系数。因此,全面理解与应用桩基与地基强化技术,对提升市政基础设施整体质量与安全性具备重要意义^[1]。

2 桩基的应用现状与发展趋势

柱依据城市及建设发挥着极其关键的职能。当前应用状况走向显示了工程技术领域领域内的持续发展与革新,在当代建筑行业中,桩柱基础建造技术广泛使用于各种基础建设项目。特别是在面对复杂地质条件时,桩基凭借其卓越的承载力和适应性良好成为解决有效处理地基下沉及不均匀沉降难题途径。现在柱脚的构思大多依靠高端的地质勘探技术,保证柱基类型和大小适宜合理,混凝土杆件由于出色的承载力和长期稳定性而获得广泛认可,而钢铁杆件则以更高的承载能力和较小的重量适合适用于各种环境。另外,伴随建造技术的进步,预制的预应力桩和

灌注桩使用逐渐广泛,特别是在城市建筑领域,预应力混凝土桩因建造速度快且环保而,逐步赢得了市场竞争力优势^[2]。

在技术演进的角度,地基处理技术正逐步转向智能化方向和绿色化方向进步,深度智能化检测桩基础技术性的工程实施应用让施工过程中桩基施工阶段实时获取信息与解析变得能够可行性。借助装置检测设备能够监测桩基基础承载状况状态情况受力情况、形变状况情况等现象,保障施工过程中施工安全和施工质量。与此同时,融合高新科技,桩基建设策划与执行高效率 and 精确度也得到增强,有能力有效避免和减少工程进行时的困难。另外,环保施工观念兴盛导致建材挑选和施工方法更加重视环保性能,比如使用可循环建材和降低施工期间产生噪音和尘土等有害物质的排放。随着城市化进程加速和基础建设需求不断上升,桩基施工技术遭遇众多挑战与机遇并存,怎样提高经济收益、适应能力和环境友好性转向成为研究焦点与实践核心。因此,详尽探究桩脚的应用情况与进步趋势,对促进城市交通和建筑行业的持续发展具备显著的现实意义。

3 地基处理技术的研究进展

地基改善技术的突破是建筑业研究的重点,关乎地基稳固程度和建筑物承载能力的增强。伴着现代化都市街区道路与立交系统施工的推进,地基增强方法的运用现已脱离了老旧的土壤回填增强工艺技术,演变为现在的多元化、综合化策略性方法,明显提升了地基加固的效率性和成效。现阶段,普遍加强基础方法涵盖加固地基、搅拌深层处理法、打入静压桩法、优化土壤结构和预压加固法及真空降水法等,各类技术具备独特的应用优势^[3]。

根本强化途径的增进导致土层坚实度和稳定性达到显著提升,采用利用化工材料进行时基础浇筑,可以显著优化地基的材质的物理属性及化学属性,增强其承载力。在此同时,深层混合法运用,使施工时土壤粒子完成充分搅拌,因而生成相对坚固的固态物质,适合用于承受重载的基础设施建设项目。这项工艺的普遍运用显著缩减了修建时间,减少建设费用。伴着科技进步,智能算法基础逐步转变成了为研究焦点。例如,通过传感器和监测设备一同搜集地面形变以及压力信息,因此技术人员有手段快速掌握地面状态进行即时调节。这类高效率的管理方式不但提高了建筑工程的安全性能,并且给后续维护给予了稳固的信息保障。另外,地基加固工程与建筑信息模型技术结合,让施工过程直观化及精密管理变为现实,提高了施工各个环节协同工作效率^[4]。

环境保护和持续发展思想的渗透作用,使得土地基础处理技术不断探索持续朝生态施工方向演进。采用环保材料和降低施工过程对环境冲击已经构成全新技术创新领域的主要考虑因素,举例来说,应用废弃物实施土壤

优化,同时节省了物资,也减轻了对生态环境的压力。此外,真空预压法得以应用,使软弱地基加固过程既提高了效率又保护了环境,为城市建设奠定了更为稳固的基础,基础治理手段的探讨进展在增强建筑项目稳定性、耐久性和长期领域起到关键作用。随着方式持续更新,将来根本提升科技将会更为显著地更加众多工程场合中体现更为突出的成长潜力应用前景,为城市建造领域内路桥建设供应稳固的支撑体系确保。

4 桩基与地基处理技术的优化设计

4.1 桩基设计的优化

精细化的桩基设计是在建筑项目中核心步骤,主要体现在合理选择桩种类、桩深和桩间距等多个方面上。桩基设计是设计优化核心技术,根据诸多地质状况、建筑负荷及施工现状,设计者需要权衡挑选钢筋混凝土桩、钢管桩或合成材料桩等若干不同种类桩基础。比如,水泥桩鉴于优异承载能力和抗腐蚀特性,广泛使用于需要较高承载能力的场合;而桩基则依赖卓越的坚毅的特性承载力。在特定地质环境下体现杰出性能表现。依据具体标准,恰当挑选桩基种类有助于有效增强工程稳固性与经济回报,明确桩身长度是作用于桩基施工质量关键,桩的长度须要符合地面的承载能力要求,过长的桩除了可能引起材料的不必要消耗,提高建造成本,还可能使导致施工过程的复杂化。比如,在深层地层开展建设活动,桩基可能需要更为先进的设备与技术方法,增加了施工风险。因此,设计者需进行彻底的地质勘察,确保桩体长度足以满足承载要求,同时保持在合理范围内延伸,从而实现最大经济效益^[5]。

桩间距的合理安排同样关键,恰当的桩间隔并且可以保证桩基承载能力平均分配,避免若是间隔不合适引起的互相作用导致的不均匀沉降。此外还能够一定程度内减少施工复杂度,在选择桩间距时,设计师需要综合考虑土壤的承载特性和结构荷载,确保设计方案既经济又有效。在整个项目策划阶段,采用数学模型建立和改善策略是增强桩基建设规划的精确性及可靠性程度关键手段。使用高速计算工具,工程师团队能够构建桩基数值仿真模型,仿造其各种荷载和特殊环境行为,该种手段方法同样能够协助设计者更为精确地了解桩基结构所受受力状况,并且也可预测其长期性能表现。及时地察觉隐藏问题,提供更合理的方案建议,依据诸多全面因素和适宜方式实施,桩基方案的优化提供全部项目稳固性、经济成本和耐久性确保坚实基础。

4.2 地基处理技术的创新

在地基加固技术范畴,利用先进材质与施工方法是关键改进途径,这为建筑施工的经济性与安全性成本形成新颖的解决方案。土壤加固剂的使用是增强地基承载力和稳定性重要手段,举例来说,轻质材料使用,完全有潜力显著减轻地基负担,特别是在松软地层地带,轻盈填料能够

降低沉降风险,提升地基整体稳定性。另外,优质建材比如例如防水膜、编织布和网格板,具备优异特性,具备潜力显著增强地基稳定性,降低水分侵入,增强地基承载力,诸多新式物质应用,不但提升了现有加工效率,也于若干领域减少了建设成本^[6]。

基础提高技能的革新还展现前沿方法的普遍运用中,以静压法进行的桩基施工为例,这项施工技术借助静压法使桩体沉入土中,降低了对周边环境的干扰,特别适合于城区拥挤地带的工程,保障了周围建筑物安全。振动原理依据振动原理降低桩与土壤间的摩擦力,确保桩的快速沉桩,该技术在降低施工期间的噪音和振动污染的同时,提高了施工效率和质量。而高压力注浆技术,借助高压将混凝土浆灌入土层裂缝,显著优化土体的物理状态和力学指标,增强地基承载能力,非常适合于治理不稳定地基。借助不断地科技探究与开发及推广应用,根基加强技术优化将朝着更为绿色、高效能推进发展,科研机构与企业必须要深化合作,促进创新物质和先进技术的研发与应用推广,比如开发环保的改良型生态友好材料,降低环境污染程度。在此过程中,随着科技发展,数字化建设管理平台逐渐开始被使用基础设施建设领域,利用实时监控和数据分析,有效提高施工效率安全保障,运用相应先进的技术,亦提升增强基础建设效率,也拥有潜力推进实现环保建筑和持续发展目标奠定坚实的基础。因此,基础处理方式的创新和优化将会持续推动建筑行业的发展发展,加快城市建设建设稳固和稳定^[7]。

4.3 综合管理与监测系统的建立

针对着桩基基础与地基部分强化技术的改良阶段,构建全面综合管理系统是关乎工程质量和工程稳定的核心环节。伴随现代信息技术快速进步,网络联接装置和庞大数据量处理应用于建设过程给予了有力的技术协助,技术融合,使得得以能够完成施工场所众多数据实现实时汇总和分析。因此迅速识别隐患进而迅速处理问题。举例说明,位于工地的监控设备,拥有对桩基的即时沉降、形态转变以及承重能力的检测功能,保障一旦检测到问题。维护队伍可以迅速采取行动,预防不测事件的出现,这般即时控制不但提升了建设过程保障,也增进了劳动生产率。构建完备的数据库存储过往施工数据与观测成果,对将来的工程利用与参考有关键意义。包括建设过程地质条件、打桩质量规范、施工技术及观测数据等,为相似工程给出参考价值。与此同时,借助数据整理和剖析,能够找出作用于建造品质要素,因此为将来建筑项目给予参考,提升整体建造的质量

控制标准,数据引领的决策制定过程,使得项目项目管理活动工程项目管理工程管理提升至科学性和精确性,进而显著降低人为错误,提升建设质量^[8]。

持续的监管与评价同样保障项目长期稳定性与稳定的关键手段。在柱子的基础与基础承载能力处理方法技术执行阶段,持续跟踪评估不但能够了解竣工项目完成后地基的情况,还给予将来的整治工作与加强提供合理依据。运用充分的数据剖析,方可评估基础结构是否符合应用标准,是否存在有未知的安全风险,这样的合理评估体系,兼具有为事务长期性稳固运行确保确保,同时将来维护工作管理事务供应资料支撑与理念根据。全面监管体系在根据桩基施工与基础修建技术的改良方案中担当极其重要作用,采用先进技术手段执行,建筑项目管理变得更加更为高效且规范化,就能完成对建筑项目全程的全面管理,因此为项目的安保、稳定与发展奠定稳固的基础。

5 结语

综上所述,桩基与地基处理技术在市政道路桥梁施工中的应用不断深化,通过技术创新与管理优化,能够有效应对施工中的各种挑战,提升工程的安全性和经济性,推动城市基础设施建设的可持续发展。

参考文献:

- [1]常磊.复杂地形条件下道路桥梁桩基综合施工技术[J].工程建设与设计,2022(19):201-203.
 - [2]孙爱敏.市政道路桥梁地基施工技术与质量控制[J].四川水泥,2022(7):273-275.
 - [3]曾昭鉴.桥梁桩基工程钻孔灌注桩施工及其控制研究[J].运输经理世界,2022(8):103-105.
 - [4]张天勤.桥梁桩基钻孔灌注桩施工工艺与质量检验[J].科学技术创新,2022(6):121-124.
 - [5]李万来.市政桥梁桩基施工技术的分析[J].中国住宅设施,2021(12):159-160.
 - [6]周必峰.道路桥梁工程施工中的软土地基施工技术应用[J].四川水泥,2017(5):72.
 - [7]张强.软土地基施工技术在公路桥梁施工中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2019(2):97.
 - [8]周必峰.道路桥梁工程施工中的软土地基施工技术应用[J].四川水泥,2017(5):72.
- 作者简介:李昌(1997.2—),男,毕业院校:天津大学仁爱学院,所学专业:土木工程,专业方向:桥梁,当前就职单位:北京首钢建设集团有限公司,职务:市政技术员,职称级别:助理工程师。

公路工程路基路面压实施工的技术研究

张倩

平顶山路鑫园林绿化有限公司, 河南 平顶山 467000

[摘要]公路工程作为基础设施建设的核心组成部分,其质量直接影响交通安全、工程使用寿命及其维护成本。路基和路面的压实施工技术在公路工程建设中起着至关重要的作用。良好的压实施工不仅能够确保道路的稳定性和承载能力,还能有效延长道路的使用寿命,降低维护成本。随着科技的进步和施工技术的不断创新,如何在施工中应用高效、精确的压实施工技术,已经成为提升公路建设质量的重要课题。文中分析公路工程路基路面压实施工技术的要点,以期对相关领域的实践提供理论依据和技术支持。

[关键词]公路工程;路基路面压实;施工技术要点;压实设备;压实参数控制

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14317

中图分类号: U41

文献标识码: A

Technical Research on Compaction Construction of Roadbed and Pavement in Highway Engineering

ZHANG Qian

Pingdingshan Luxin Landscape Greening Co., Ltd., Pingdingshan, He'nan, 467000, China

Abstract: As a core component of infrastructure construction, the quality of highway engineering directly affects traffic safety, engineering service life, and maintenance costs. The compaction construction technology of roadbed and pavement plays a crucial role in highway engineering construction. Good compaction construction can not only ensure the stability and bearing capacity of the road, but also effectively extend the service life of the road and reduce maintenance costs. With the advancement of technology and continuous innovation in construction technology, how to apply efficient and precise compaction construction techniques in construction has become an important issue in improving the quality of highway construction. The article analyzes the key points of compaction construction technology for highway engineering subgrade and pavement, in order to provide theoretical basis and technical support for practical applications in related fields.

Keywords: highway engineering; compaction of roadbed and pavement; key points of construction technology; compaction equipment; compaction parameter control

引言

随着我国公路基础设施建设的快速推进,路基与路面压实效果,是影响公路整体性能的重要因素,直接关系到路基的稳定性、承载能力以及道路的使用寿命。特别是在路基施工阶段,压实的均匀性与密实度对于公路的长期运行具有决定性作用。压实技术在公路工程中的重要性日渐突出,成为确保工程质量的关键环节。尽管传统的人工压实方法逐渐被机械化施工所替代,如何保证压实效果仍是当前面临的一个技术挑战。在我国高速公路及城市道路的建设中,压实质量对路基与路面的稳定性、安全性以及耐久性起着至关重要的作用。随着工程规模的扩大与施工复杂度的增加,压实施工技术的要求逐步提高。土质、材料配比、施工设备的选择以及施工环境等多种因素,交织在一起并共同影响着压实效果。因此,保证压实质量已成为当前亟待解决的技术难题。

1 公路工程中路基路面压实的重要性

路基和路面的质量是公路工程的基础,直接决定了道路的承载能力、稳定性以及使用寿命。压实施工通过对土壤或其他材料施加压力,使其达到密实、均匀的状态,从

而提高土体的承载能力,防止路基沉降或变形,避免出现裂缝或破损。合理的压实施工不仅能有效提升公路的使用寿命,还能减少道路维修频次,降低施工和维护成本。

2 公路工程路基路面压实施工技术的影响因素

2.1 施工材料

所选用的土壤、骨料以及添加剂的特性决定了其在压实过程中的表现。由于不同土壤、粒径及含水量对压实过程的适应性各不相同,因此,材料的合理选择和控制至关重要,能够有效避免压实质量不达标的风险。粗粒土(如砂、砾石)通常具有较好的压实性能,能够在较短的时间内达到理想的密实度。相对而言,细粒土(如黏土)更易受水分影响,可能出现膨胀或收缩现象,导致压实质量不稳定。过高的含水量会导致土粒之间的水膜作用,降低压实的效果,形成松散的结构;而当含水量过低时,土粒间的摩擦力增加,压实变得困难。在一些特殊施工条件下,常通过添加化学添加剂(如石灰、膨润土等)来改善土壤的稳定性和抗水性。然而,添加剂的使用需经过严格的设计与控制,若使用过量或选择不当,可能会对压实效果产生负面影响。

2.2 施工工艺

压实过程中,参数的合理设置(如压实次数、压实压力及速度)必须根据土质特性、施工深度等因素进行精确调整。适当的压实次数能使土壤得到充分的压实,确保土层的稳定性;过多的压实次数则可能导致土体的破坏或变形,影响整体施工质量。只有平衡压实次数与施加的能量,才能在保证压实效果的同时避免不必要的损害^[1]。若施加的压实压力过大,可能会使土粒发生破裂,影响土体的稳定性;而压实速度过快,则可能导致土壤未能充分压实,进而影响密实度。

2.3 施工环境

施工环境对压实施工质量具有显著的影响,尤其是温度、湿度等气候因素,会直接影响土壤的含水量及流动性,从而影响压实效果。在不适宜的气候条件下进行施工,压实效果往往不稳定,容易出现松散或不均匀的现象。在高温环境下,水分容易蒸发,土壤可能变干,压实难度增加;而低温环境则可能导致土壤结冰,无法进行有效压实。湿度过高时,土壤的含水量增加,反而不利于压实效果。施工时,应密切关注气候变化,灵活调整施工进度及方法,以适应不同的环境条件。雨季时,土壤含水量过高,容易影响压实效果;而在干燥季节,土壤缺水则可能导致土壤过硬,压实难度增大。

2.4 质量检测

科学的质量检测手段,能够及时发现施工中出现的问題并作出调整,确保工程达到设计标准。密实度是评价压实效果的重要指标,通常通过标准贯入试验、静力触探试验等方法进行检测。同时,土体强度的检测亦不容忽视,常通过无侧限抗压试验等方法,来评估土体的承载力及稳定性,确保工程的安全性和可靠性。质量检测的意义不仅限于评估施工结果,通过定期的质量反馈,施工单位能够及时了解压实效果的真实情况,发现潜在问題并进行纠正^[2]。例如,当某一层土壤的压实度不足时,施工人员可以通过调整压实设备或增加压实次数来提高密实度。

3 公路工程路基路面压实施工技术要点

3.1 公路工程压实设备的选择

压实设备的选择,不同的土壤条件与施工环境要求选择不同类型的设备,而每种设备的适用范围及效果也各不相同。正确选择合适的压实设备,能够最大限度地提高土体的密实度,确保路基的稳定性与长期承载力。

3.1.1 压实设备的分类及应用场景

振动压实设备通过施加高频振动,作用于待压实土层,以改变土粒的排列方式,减少土壤的空隙。振动压实能够有效减少土壤内部的空隙,提高施工效率,尤其在大面积施工中发挥显著作用。与振动设备不同,静压设备通过直接施加重力进行压实,适用于细粒土或高粘性土壤的压实工作。通过均匀的静压力,静压设备可以逐层压实土体,减少颗粒间的空隙,有效提高土壤的承载能力。静压设备在较干燥或湿度较低的土壤中表现尤为出色,能够避免过

度扰动土层。在一些特殊施工场合,通过合理结合振动与静压压实设备的使用,能达到更佳的压实效果。通常情况下,振动压实设备用于路基的表层压实,而静压设备则适用于较深层的土壤。两者的互补应用,可以使施工过程中每一层土壤都得到充分的压实,从而提升整体施工质量。

3.1.2 选择压实设备时的原则

选择压实设备时,考虑因素众多,除了设备的性能外,还需要综合评估施工环境与经济性等因素。在选择设备时,首要考虑的应是其压实效果,包括压实的深度、密度与均匀性。不同土壤类型需要不同类型的压实设备,粗粒土或湿润土壤的压实效果更依赖于振动设备,而粘性较强的细粒土壤则更适合使用静压设备。设备必须能够适应不同的施工环境。例如,湿润条件下的土壤更适合采用振动压实,而在干燥或粘性较强的土壤中,则宜选择静压设备。了解施工环境的特点,对于选择合适的设备至关重要^[3]。除了设备的采购成本外,还应评估其操作与维护成本,以及设备的工作效率和可靠性。选择性价比高、稳定性强的设备,能在保障质量的前提下,降低整体施工成本。

3.1.3 压实设备的合理部署与使用

压实设备的部署,需要根据土层深度、施工区域及土壤类型进行合理安排。通过科学布局,设备可充分覆盖施工区域的每一部分,避免遗漏与重复作业,从而提高施工效率。操作时,振动设备应维持恒定频率,确保压实效果的稳定,而静压设备则要精确控制压力和速度,避免因操作不当造成土壤扰动或压实不足。施工过程中应随时监控设备的工作状态,确保设备性能的稳定。定期检查、维护与保养设备,能够延长其使用寿命,避免因设备故障导致施工进度的延误。

3.2 路基路面压实参数的控制

3.2.1 压实参数的设定及其影响

在一定范围内,压实次数越多,土体的密实度越高。然而,过多的压实次数可能导致土壤颗粒之间的结构变化,进而影响土体的稳定性。因此,合理控制压实次数,确保每层土壤达到设计密实度,至关重要。压力过小,会导致土壤未能充分密实,影响路基的承载力;而过高的压力则可能破坏土壤的结构,使得土壤层出现不均匀压实现象。精确控制压实压力,能使每一层土壤的密实度达到最佳状态,从而增强路基的稳定性。过快的压实速度可能导致压实不均匀,而过慢的速度会拖延施工进度。

3.2.2 如何优化压实参数以提高施工效率

根据施工现场的土质特性与环境条件,合理设定压实次数、压实压力与压实速度,以确保每一层土壤均能够达到设计的密实标准。在土壤湿度较高的情况下,增加压实次数与压实压力,有助于提高土层的密实度。与此同时,在土壤较为干燥的环境中,减少压实次数可以防止过度压实,保证施工质量不受影响。通过合理设定压实参数,能够在提高施工效率的同时,避免资源的浪费。根据土壤类型与施工深度,合理选择合适的压实设备,并合理安排施

工顺序,可以显著提高施工效率。例如,在表层土壤的压实过程中,振动设备的使用效率较高;而在深层土壤的压实中,静压设备则能提供更稳定的压实效果。

3.3 公路路基路面压实施工技术要点

3.3.1 路基夯实技术

夯实技术是提高土体密实度与增强路基稳定性的核心手段。通过设备的反复压实,土层的承载能力得以提升,沉降与变形现象得到有效抑制。夯实过程中的关键在于力度、速度及层次的合理控制,保证每一层的均匀受力,从而避免不均匀压实所带来的负面影响。每种设备均有其适用的土质类型,振动夯实机主要用于粗粒土或湿度较高的土层,而静压夯实机则更适合处理细粒土或高粘性土层。合适设备的选用,不仅能够提高压实效率,还能确保施工效果达到设计要求。压实速度过快,可能会导致土体无法得到充分压紧,影响稳定性;而过强的压实力度则可能引发土体的破坏。科学合理地设置夯实参数,是确保施工质量的关键措施^[4]。分层作业能够有效避免局部区域的土体压实不足或过度压实,从而确保路基整体稳定性与均匀性。

3.3.2 控制机械压实

机械压实技术通过机械设备施加压力、振动等方式对土体进行压实,以确保土壤达到设计密实度。设备的选择、操作参数的设置及施工过程中的精确控制,都是影响压实效果的重要因素。粗粒土、湿土等土层宜采用振动夯实机进行处理,而细粒土或黏土则适宜使用静压夯实机。合理匹配设备类型与土质特性,有助于提高压实效率并确保施工质量。设备的选择还应考虑工作效率、可靠性以及操作与维护的经济性。压实压力若过低,土体无法达到设计要求的密实度;而过高的压实压力可能导致土体的破坏。操作员需根据设备类型、土质特点以及施工进度,灵活调整操作策略。确保设备的高效运转,实时监控设备运行状态,防止因操作不当造成压实不均或施工质量下降。

3.3.3 原材料配比均匀性

原材料的合理配比直接关系到压实效果。配比不均可能导致局部土层压实不足或过度压实,影响路基的整体稳定性与路面的质量。精确控制材料的配比,确保材料均匀混合,能够有效避免土体不均匀压实,提升施工质量。土壤、砂石等原材料的选择及其配比,需要严格按照设计要求进行。通过精确控制材料的配比,确保其符合设计要求,能够提高压实效果并避免施工过程中的不确定性。在材料的配比过程中,土壤与其他配料的比例应当根据实际需求进行合理调整。配比不均会导致压实作业中的不均匀现象,可能出现某些区域的压实效果不足或过度压实,从而影响土体的稳定性与耐久性。保证配比的均匀性,能够确保整个路基的压实质量符合标准,避免局部土体的压实不良或结构松散。为了有效保证原材料的均匀性,施工过程中应采用现代化的监测设备对材料的配比进行实时跟踪。若发现配

比问题,应及时调整,确保材料的配比始终符合施工标准。

3.3.4 控制道路压实含水量

过高或过低的含水量,均会影响土体的压实质量,进而影响路基的稳定性。在施工过程中,必须严格控制土壤的含水量,以确保最佳的压实效果。适宜的土壤含水量有助于颗粒之间的粘结力,从而提高土体的可压实性。含水量过高时,土壤可能变得过于湿润,导致施工难度增加;而过低的含水量则可能导致土体过干,难以压实。因此,在压实过程中,必须根据施工环境与土质特点,灵活调整土壤的含水量^[5]。在施工过程中,实时监控土壤的湿度变化是保证压实效果的关键。通过先进的湿度监控设备,施工人员可以随时获取土壤的水分含量,并根据变化情况进行调整。采用自动化控制技术,可以在施工过程中有效调节湿度,确保土壤始终处于最佳湿度状态。通过动态调整湿度,施工人员能够确保土壤在不同阶段的最佳湿度水平。在实际施工中,根据气候变化及土壤类型的不同,及时增加或减少水分,有助于实现均匀压实。控制土壤的湿度,能够有效保证压实效果,避免出现湿度不均的情况,从而提升路基的稳定性与整体施工质量。

4 结语

在公路工程中,路基路面压实的质量是确保道路稳定性、承载力及长期使用寿命的关键因素。压实效果的优劣,直接取决于压实设备的选择、压实参数的控制、土壤含水量的管理以及原材料配比的均匀性。随着技术的进步,现代压实设备与施工工艺的不断革新,提升了压实质量,为未来公路工程提供了更高水平的技术支持。进一步探索和完善压实施工技术,创新施工方法,已成为提升压实质量与应对施工难题的关键所在。不断优化压实施工技术,提高公路工程的整体质量,为道路的稳定运行提供更加坚实的基础。随着科学管理手段与先进技术的深入应用,公路建设行业将在未来实现更高效、更可持续的发展目标,进而为社会的基础设施建设提供更加可靠的保障。

[参考文献]

- [1]刘怀博.一种公路工程路基路面压实施工技术[J].中国科技信息,2023(20):72-74.
 - [2]孙慧英.道路桥梁工程路基路面振荡压实施工技术研究[J].科学技术创新,2024(6):179-182.
 - [3]张春生.公路工程路基填筑压实施工技术[J].黑龙江交通科技,2023,46(12):14-16.
 - [4]龚绵涛.公路工程建设中路基智能压实施工技术研究[J].新城建科技,2024,33(5):115-117.
 - [5]苟琳森.公路工程路基路面压实施工的实际应用[J].运输经理世界,2024(21):52-54.
- 作者简介:张倩(1982.6—),毕业院校:南京林业大学,所学专业:林学,当前就职单位:平顶山路鑫园林绿化有限公司,职称级别:工程师。

离心铸造过程中质量控制与检验方法探讨

黄世雨 张振法 王琰

安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 河南 安阳 455000

[摘要]在离心铸造过程中,铸件合格率与生产效率的提升,归根结底依赖于质量控制与检验方法的有效实施。我国离心铸造行业面临的市场需求及技术挑战,日益增长。虽然先进的无损检测技术,如超声波检测与X射线成像,已被许多企业应用于识别铸件内部缺陷,但在质量控制体系的建立与完善方面,仍存在不足之处。此外,工艺参数的优化与原材料的严格管理,也亟需加强。文章旨在探讨适用于离心铸造的质量控制与检验方法,为提升铸件质量及增强行业竞争力,提供参考。

[关键词]离心铸造;质量控制;检验方法

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14332

中图分类号: TG249.4

文献标识码: A

Exploration on Quality Control and Inspection Methods in Centrifugal Casting Process

HUANG Shiyu, ZHANG Zhenfa, WANG Yan

Angang Group Yongtong Ductile Cast Iron Pipe Co., Ltd, Anyang, He'nan, 455000, China

Abstract: In the centrifugal casting process, the improvement of casting qualification rate and production efficiency ultimately depends on the effective implementation of quality control and inspection methods. The market demand and technological challenges faced by Chinese centrifugal casting industry are increasing day by day. Although advanced non-destructive testing techniques such as ultrasonic testing and X-ray imaging have been applied by many enterprises to identify internal defects in castings, there are still shortcomings in establishing and improving quality control systems. In addition, the optimization of process parameters and strict management of raw materials also urgently need to be strengthened. The article aims to explore quality control and inspection methods applicable to centrifugal casting, providing reference for improving casting quality and enhancing industry competitiveness.

Keywords: centrifugal casting; quality control; inspection method

引言

离心铸造,作为一种高效且经济的铸造工艺,广泛应用于高质量金属部件的生产,例如管道、轮毂及轴类产品。凭借其独特的工艺特性,铸件的组织结构得以有效改善,力学性能与抗腐蚀能力显著增强。随着市场对产品质量要求的不断提升,质量控制与检验方法在离心铸造中的重要性愈发突出。铸造过程中出现的质量问题,如气孔、裂纹、冷隔及尺寸偏差,不仅影响铸件外观,还可能对其功能与安全性造成严重影响。因此,建立完善的质量控制体系及科学有效的检验手段,显得尤为重要。综合管理材料选择、工艺参数控制、模具设计、过程监测与最终检验等各个环节,缺陷率能够显著降低,从而确保铸件符合技术规范与使用标准。此外,现代无损检测技术,如超声波检测与X射线检测,可实时监控铸件内部质量,提供准确的数据支持。基于此,离心铸造过程中的质量控制方法及检验手段,将在本研究中深入探讨,以期提升铸造产品质量提供有力支持。

1 离心铸造过程中质量控制的重要性

在离心铸造过程中,质量控制的重要性,不仅体现在对最终产品质量的直接影响上,更深层次地关系到整个生产过程的效率、经济性与安全性。因其能够制造出高强度且均匀的铸件,离心铸造技术被广泛应用。然而,在实际生产中,任何环节的失控均可能导致产品缺陷,从而影响

结构的完整性与可靠性。例如,不当的材料选择或温度控制失误,可能会导致铸件内部缺陷的产生,这不仅降低了产品的机械性能,还可能在使用中引发安全事故。通过实施系统化的质量控制,能够在源头识别与消除潜在的质量风险,确保每个生产环节符合标准化要求。此外,严格的质量控制也可有效降低返工与废品率,从而节省生产成本,增强企业竞争力。更为重要的是,在当今市场环境下,消费者对产品质量的关注日益增加,完善的质量控制体系不仅体现了企业的信誉,也是其可持续发展的基础。深入理解与落实离心铸造过程中的质量控制,关乎的不仅是单一产品的成功,更是提升整个企业价值与行业地位的关键因素。

2 离心铸造中的质量控制方法

2.1 材料选择与管理

在离心铸造过程中,确保铸件质量的关键因素是材料的选择与管理。原材料的适宜性直接影响铸件的物理与化学性能,因此,符合标准的金属材料,如铝合金、铜合金或特种钢,必须严格筛选。在材料选择时,强度、耐腐蚀性与流动性的关注至关重要,以确保在高温条件下,材料能够保持良好的流动性,避免气孔及夹杂物的出现。此外,材料管理同样重要,涉及对原材料的储存、检验及追溯。应建立完善的管理体系,以确保在使用前对材料进行严格的质量检测,及时识别不合格的材料,防止其流入生

产环节^[1]。定期评估与审核材料供应商,被视为保障材料质量的重要措施,确保其长期稳定的供货能力。

2.2 模具设计与维护

在离心铸造过程中,铸件质量的重要影响因素之一,是模具的设计与维护。模具设计应依据铸件的几何形状及材料特性,以确保良好的金属流动与充型性能在铸造时得以实现。合理的设计能够有效减少冷隔与气孔等缺陷,同时提升铸件的表面光洁度与尺寸精度。模具材料的选择同样不可忽视,高强度钢与耐热合金等材料具备良好的耐磨性与耐高温性能,能够承受铸造过程中的高温高压环境。此外,模具的定期维护也至关重要,需检查其磨损与损伤情况,及时进行修复或更换,以确保模具始终处于最佳工作状态。模具的清洁保持,将有效防止铸料的粘附与积聚,从而提高铸造效率与铸件质量。

2.3 铸造过程参数控制

在离心铸造中,确保铸件质量的核心环节是铸造过程参数的控制。关键参数包括转速、温度、浇注时间以及冷却速度,这些因素直接影响铸件的结构性能与表面质量。金属液体在模具中的流动与填充,转速的选择至关重要,适当的转速能够确保金属液体均匀分布,降低气孔及其他缺陷的风险。浇注温度需依据材料特性严格控制,以避免金属液体在浇注过程中出现过早凝固,从而造成内部缺陷。同时,合理控制浇注时间可减少金属液体在模具中的滞留,进而提升铸造效率。冷却速度同样是一个重要参数,冷却过快或过慢均会影响铸件的晶粒组织与力学性能,因此,需根据实际情况选择合适的冷却方式。

3 检验方法

3.1 外观检验

在离心铸造过程中,外观检验是质量控制的重要环节,旨在通过观察与评估铸件的表面特征,识别潜在的缺陷及质量问题。检验人员通常关注铸件的表面光洁度、颜色均匀性、形状及尺寸,以确保其符合设计规范。常见的缺陷,如气孔、裂纹、冷隔、砂眼及表面粗糙等,可能对铸件的性能及使用寿命产生负面影响。因此,外观检验不仅要求具备专业技能与经验的检验人员,还需具备良好的观察能力及细致的工作态度。理想的光照条件下进行外观检验,是常规做法;必要时,可借助放大镜或其他辅助工具以提高检测精度。此外,检验结果的记录与分析,有助于为后续的质量改进提供重要数据支持。

3.2 尺寸检验

在离心铸造过程中,尺寸检验是确保铸件符合设计规格的关键环节,主要通过测量各个关键尺寸来判断是否满足公差要求。常用的测量工具,如游标卡尺、微米尺、千分尺以及三维坐标测量机,能够提供高精度的测量结果。重点关注的铸件部分包括外形尺寸、孔径、壁厚及关键部位的几何形状,以确保其与设计图纸一致^[2]。尺寸偏差的存在,可能导致铸件在后续加工或装配中出现不匹配,从

而影响整体产品的功能与性能,因此,严格控制尺寸精度显得尤为重要。应注意,尺寸检验应在铸件冷却后进行,以避免热胀冷缩带来的测量误差。记录尺寸检验结果,并与设计标准进行对比分析,有助于识别生产过程中的潜在问题,从而指导后续工艺的调整与改进。

3.3 无损检测技术

3.3.1 超声波检测

超声波检测是一种高效的无损检测方法,广泛应用于离心铸造中,以确保铸件的内部质量及结构完整性。该技术通过发射高频声波并接收其在材料内部传播时的反射信号,从而识别铸件内的缺陷,如裂纹、气孔与夹杂物。在实际操作中,超声波探头与铸件表面的接触至关重要,声波在材料中传播时,遇到缺陷时反射信号会发生变化,这些变化被记录并加以分析。高灵敏度与良好的深度穿透能力,超声波检测具备,能够有效探测深层次缺陷,并且不会对铸件造成损伤。此外,此检测方法适用于多种材料,特别是在金属与合金检测中表现尤为突出。为了提高检测的准确性,专业培训的操作人员必须经过,以掌握相关检测技术与数据分析方法。

3.3.2 X射线检测

X射线检测是一种高效的无损检测技术,广泛用于离心铸造中,以评估铸件的内部结构与质量。通过高能X射线穿透铸件,这项技术能够检测内部缺陷,如气孔、裂纹及夹杂物。在检测过程中,铸件被放置在X射线源与探测器之间,当X射线穿透铸件时,若存在缺陷,射线在传播过程中会发生衰减,形成影像。经过处理,这些影像能揭示铸件的内部问题,从而帮助检测人员作出准确判断。高分辨率与深度穿透能力,是X射线检测的优势,能够清晰显示复杂结构中的微小缺陷,适合多种材料,特别是金属与合金。尽管设备成本较高,且操作需严格遵循安全规范,但其检测结果的可靠性与准确性,使其在质量控制中扮演着不可或缺的角色。

3.4 力学性能测试

力学性能测试是评估离心铸造产品质量的重要环节,通过对铸件进行一系列物理及机械性能的检测,确保其在实际应用中的可靠性与安全性。通常,这些测试包括抗拉强度、屈服强度、延伸率及硬度等指标,反映材料在不同负荷下的表现。拉伸试验能够揭示材料在受力情况下的变形特性,从而帮助理解其塑性与脆性特征;而硬度测试则提供了材料抗压与抗磨损能力的直观评估。力学性能测试的有效性,依赖于合适的测试设备与标准化的程序,同时,严格控制测试环境,以确保数据的准确性与重复性^[3]。此外,测试结果为铸件设计与应用提供了重要参考,辅助工程师在选择材料及制定工艺时,作出明智的决策。

4 离心铸造过程中常见质量问题及对策

4.1 气孔

气孔是离心铸造中常见的质量缺陷,通常源于金属液体中气体未能及时排出。气体的来源可能包括熔融金属中的杂

质、潮湿的铸造材料或化学反应。当这些气体在铸造过程中被困住时，冷却后便形成气孔，从而降低铸件的强度与密封性。为有效预防气孔的产生，多种措施可被采取。优化浇注温度至关重要，较高的温度能降低金属液体的粘度，提高气体的排出效率。此外，真空浇注技术的采用，可以有效降低铸造过程中气体含量，从而减少气孔生成的可能性。保持铸造材料的干燥与清洁，避免使用潮湿或污染的砂料，也是降低气孔发生概率的有效方法。合理设计模具的排气系统，确保气体顺畅排出，有助于进一步减少气孔的形成。

4.2 裂纹

裂纹是离心铸造中常见的质量问题，主要在铸件冷却过程中发生，通常是由于温度变化引发的热应力过大，导致材料断裂。这种缺陷不仅影响铸件的外观，还显著降低其力学性能与使用寿命。为有效防止裂纹产生，能够采取多项措施。合理设计铸件的几何形状，避免尖锐边缘与复杂结构，有助于有效分散应力，从而减少应力集中。此外，控制铸造过程中的冷却速度至关重要，采用渐进冷却方式能够降低温度梯度，防止因温差过大而引发裂纹。同时，选择合适的材料及合金成分，亦有助于提高铸件的韧性，降低脆性断裂的风险。进行材料的预热处理，可以减少温度变化对材料造成的应力影响，从而进一步提升铸件的质量。

4.3 冷隔

冷隔是离心铸造中常见的质量缺陷，通常因金属液体在浇注过程中流动不畅或凝固过快而形成。这种现象会导致铸件内部出现分层，从而降低材料的力学性能及整体质量。冷隔的产生与铸造温度、浇注速度及模具设计密切相关。为有效防止冷隔的发生，确保金属液体的浇注温度足够高，以维持良好的流动性，从而顺利填充模具的各个部分，至关重要^[4]。同时，浇注速度的优化也不可忽视，适当提高浇注速度，可以减少金属液体在流动过程中的冷却，防止其过早凝固。在模具设计时，流动通道的形状与位置需仔细考虑，以确保金属液体能够顺畅流动，避免死角及流动阻碍。此外，铸造前对模具进行预热，有助于提高模具温度，减少金属液体接触模具表面时的冷却速度，从而进一步降低冷隔发生的概率。

4.4 表面缺陷

表面缺陷在离心铸造中是常见的质量问题，通常表现为砂眼、气泡、表面粗糙度不均及剥落等。这些缺陷不仅影响铸件的外观，还可能导致性能在实际应用中下降。表面缺陷的产生与模具材料、铸造工艺以及表面处理工艺密切相关。为有效预防此类问题，应从多个方面着手。高质量的铸造砂及适宜的涂层材料的使用，能够减少砂粒粘附及气体释放的现象。模具设计应优化，以保持表面光滑，从而避免因粗糙导致的缺陷。同时，浇注速度与温度的控制，防止金属液体在流动中产生过多气泡或熔渣。铸件冷却后，微小缺陷需及时通过喷砂或抛光等表面处理去除，从而提升整体质量。

4.5 尺寸偏差

尺寸偏差在离心铸造中是一个普遍的质量问题，通常指铸件的实际尺寸与设计尺寸之间的差异。这种偏差可能影响铸件的配合性与装配质量，导致在使用时出现功能失效。尺寸偏差的成因涉及多个因素，包括模具磨损、铸造过程中的温度波动、材料收缩特性及浇注工艺的不稳定性。为有效控制尺寸偏差，需采取多项措施。定期检查与维护模具，确保其精度与稳定性，以降低因磨损引起的尺寸变化。铸造工艺参数的优化，特别是浇注温度与冷却速率的控制，有助于减少材料收缩对尺寸的影响。此外，合理选择合金成分与材料特性，确保在凝固与冷却过程中保持良好稳定性，对控制尺寸偏差同样重要。生产后，进行精密测量及必要的修整，以确保产品符合设计标准。

5 结语

在离心铸造过程中，实施有效的质量控制与检验方法至关重要。通过对生产各个环节的严格监控，铸件的整体质量显著提高，确保其满足日益严格的市场要求。本文讨论了当前行业内常见的质量控制技术，包括无损检测、过程监控及反馈机制的建立。这些方法不仅能够及时识别潜在缺陷，还为生产过程的优化提供了宝贵的数据支持。展望未来，随着智能技术的不断发展，离心铸造的质量控制将朝着更加精细化和智能化的方向发展，从而实现生产效率与产品质量的双重提升。同时，员工培训与管理的加强，工艺参数与原材料选择的改进，将为行业的可持续发展奠定坚实基础。持续的创新与完善将是离心铸造行业在竞争激烈的市场环境中保持领先地位的重要保障，进而为经济发展作出更大贡献。

[参考文献]

- [1]李积武,姜飞.离心铸造原理分类及应用[J].科技创新与应用,2023,13(29):153-156.
- [2]康建明,梁海成,赵大志,等.镁合金离心铸造工艺数值模拟研究[J].特种铸造及有色合金,2023,43(4):452-456.
- [3]万敏,李宝秀,杨秀霞,等.离心铸造高碳半钢辊环开裂失效分析[J].铸造,2022,71(12):1580-1584.
- [4]刘建彬,武博,燕铸.离心铸造制备双金属复合管的选材设计[J].钢管,2023,52(1):49-51.

作者简介：黄世雨（1995.3—），毕业学校：安阳师范学院，所学专业：电气工程及其自动化，单位：安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司，职务：离心机工段长，职称：助理工程师；张振法（1996.2—），毕业学校：郑州职业技术学院，所学专业：汽车检测与维修，单位：安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司，职称：助理工程师；王琰（1995.4—），毕业院校：安阳工学院，所学专业：电气工程及其自动化，单位：安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司，职称：助理工程师。

离心铸管机的生产效率提升技术研究

张振法 王琰 黄世雨

安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 河南 安阳 455000

[摘要] 离心铸造是一种通过离心力使金属液体均匀分布于模具内壁的高效铸造技术, 由于该工艺独特的优势, 铸件的致密性与强度得到了显著提升, 因而在机械、化工及建筑等多个领域被广泛应用。尽管如此, 生产效率的提升仍受到设备性能、操作工艺及材料特性等多种因素的制约。近年来, 随着自动化和智能化技术的进步, 行业内对离心铸管机效率提升的研究不断深入, 这些技术的应用已逐渐成为推动行业革新的重要动力。通过深入分析离心铸管机生产效率提升的技术、关键因素及相应解决措施, 对行业发展具有重要意义, 这不仅促进了企业的技术进步也提升了整体市场竞争力, 为可持续发展奠定了坚实的基础。

[关键词] 离心铸造; 铸管机; 生产效率; 自动化技术

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14331

中图分类号: TG249.

文献标识码: A

Research on Production Efficiency Improvement Technology of Centrifugal Pipe Casting Machine

ZHANG Zhenfa, WANG Yan, HUANG Shiyu

Angang Group Yongtong Ductile Cast Iron Pipe Co., Ltd, Anyang, He'nan, 455000, China

Abstract: Centrifugal casting is an efficient casting technology that evenly distributes metal liquid on the inner wall of a mold through centrifugal force. Due to the unique advantages of this process, the density and strength of castings have been significantly improved, and it is widely used in various fields such as machinery, chemical engineering, and construction. However, the improvement of production efficiency is still constrained by various factors such as equipment performance, operating processes, and material characteristics. In recent years, with the advancement of automation and intelligent technology, research on improving the efficiency of centrifugal casting machines in the industry has continued to deepen, and the application of these technologies has gradually become an important driving force for industry innovation. Through in-depth analysis of the technology, key factors, and corresponding solutions for improving the production efficiency of centrifugal casting machines, it is of great significance for the development of the industry. This not only promotes technological progress of enterprises but also enhances overall market competitiveness, laying a solid foundation for sustainable development.

Keywords: centrifugal casting; pipe casting machine; production efficiency; automation technology

引言

随着工业化进程的加速, 离心铸造技术因其优异的铸件性能与高效的生产能力, 已在管材制造领域得到广泛应用。面对日益增长的市场需求, 提升离心铸管机的生产效率成为行业发展的关键任务。在确保铸件质量的前提下, 如何优化生产流程与降低成本, 已成为各大企业亟待攻克挑战。

1 离心铸管机的工作原理

1.1 离心铸造的基本原理

离心铸造是一种通过离心力将液态金属成型的工艺, 基本原理在于模具的旋转产生强大的离心力, 使金属液体均匀推向模具的内壁。模具被固定在旋转设备上, 液态金属在高温条件下被倒入模具内, 当模具开始旋转时离心力促使金属液体快速流动并紧贴模具内壁, 最终形成所需的铸件形状。此工艺的主要优势在于显著减少铸件中的气泡和夹杂物, 同时提升金属的密度与强度。多种金属材料, 尤其是铸铁与铝合金均适合进行离心铸造, 因其流动性与

成形性能优良。与传统铸造方法相比, 离心铸造能够实现更复杂的几何形状, 且在壁厚控制上更为精确, 从而显著提高产品的质量与使用寿命。在管道、阀门及其他工业部件的生产中, 这种工艺被广泛应用, 已成为现代制造业中一种重要的金属铸造方式, 离心铸造不仅提升了生产效率, 还为工程应用提供了更加可靠的材料保障。

1.2 离心铸管机的构成与功能

离心铸管机是一种专门设计用于生产管状铸件的设备, 主要由旋转主体、液态金属供给系统、控制系统及冷却系统构成。旋转主体作为该设备的核心部分, 通过高速旋转产生强大的离心力, 将金属液体推向模具的内壁从而形成铸管。负责将熔融金属均匀输送至旋转模具的液态金属供给系统, 确保在铸造过程中金属流入的稳定性, 控制系统作为整个设备的“大脑”, 通过精准调节旋转速度、铸造时间及温度等参数, 保障了铸造过程的高效与安全。迅速降低铸件温度、加快凝固速度的冷却系统, 则显著提升了生产效率, 这些组成部分在彼此协作中, 有效减少了

铸件内部缺陷，提高了产品的整体质量。

2 离心铸管机生产效率的影响因素

2.1 设备性能

影响离心铸管机生产效率的重要因素之一为设备性能。旋转速度的稳定性直接关系到铸造过程的均匀性与精确度，通过高速旋转离心力得以有效增强，使液态金属迅速流动并均匀分布于模具内壁，从而减少铸件中的气泡和缺陷，提升成品率。模具的材料与设计对设备性能同样起着关键作用，优质模具材料不仅能够承受高温与高速冲击，还能改善铸件的表面质量及尺寸精度。而合理的模具设计则保障了金属液体的流动性与凝固过程，确保铸件在规定时间内顺利成型。生产效率的显著提高也源于自动化程度的提升，现代离心铸管机配备了先进的控制系统，能够实时监测并调整各项工作参数实现高效的生产流程。设备的维护与保养同样不可忽视，定期的检查与调整能够有效防止故障，提升设备的可靠性进而促进整体生产效率。

2.2 原材料特性

原材料特性对离心铸管机的生产效率及铸件质量至关重要。金属的流动性直接影响铸造过程的顺利进行，具有高流动性的金属能够在模具中迅速且均匀地分布，减少气泡及夹杂物的形成，从而显著提高铸件的致密性与强度。例如，因其优良的流动性，铝合金及某些铸铁材料被广泛应用于离心铸造。温度控制同样是关键因素，适宜的熔化温度确保金属液体在倒入模具时保持理想的流动状态，从而避免因冷却过快而导致的凝固不均。因此，在铸造前需对金属进行精确的温度调节，以确保其处于最佳状态。材料的化学成分也影响铸件的性能，合金元素的添加可提升金属的机械性能及耐腐蚀性，合理的原材料成分选择不仅能延长产品的使用寿命，还能满足特定应用领域的要求。

2.3 操作工艺

操作工艺在离心铸管机的生产效率中发挥着重要作用，直接影响铸件质量及生产的顺畅程度。铸造前的准备工作至关重要，涉及模具的清洁、涂层处理及温度调节，这些步骤的完成确保金属液体能够顺畅流动，并减少铸件与模具之间的粘附，从而提高成型的准确性。铸造过程中的细节同样不容忽视，金属液体的倒入速度与角度直接影响铸件的内部结构及表面质量。若倒入速度过快模具内的金属液体可能会剧烈波动，导致气泡及其他缺陷的产生。因此，根据具体情况操作者需仔细调节倒入速度，以确保金属的均匀分布。冷却过程也是操作工艺中的关键环节，合理的冷却速度能够有效避免铸件内部应力的形成，降低变形及开裂的风险，在选择冷却方式时需根据材料特性与铸件的几何形状决定使用自然冷却或强制冷却。操作人员的技能与培训同样至关重要，能够迅速识别并解决生产过程中出现问题的熟练操作工，确保生产流程的高效与稳定。因此，完善的培训体系与经验积累直接影响整体生产效率。

2.4 人员培训与管理

在提升离心铸管机生产效率的过程中，人员培训与管理显得尤为重要，通过系统化的培训，操作工能够掌握设备使用技巧与工艺要求，从而有效减少操作失误与事故的发生。培训内容应涵盖设备的基本原理、操作流程及常见故障的排查与处理方法，定期进行培训不仅更新员工的技术知识，还能增强团队的合作意识，提升整体工作效率。明确的管理制度是提升生产效率的关键因素之一，通过制定详尽的操作规程与工作标准，确保每位员工能够按照统一流程进行作业，此种规范化管理能够有效减少因个人习惯导致的差异，进而保障产品的一致性与质量稳定性。在人员管理中激励机制也发挥着重要作用，适当的激励措施能调动员工的积极性与主动性提升工作满意度，进而促进生产效率的提高。设定合理的绩效考核标准并对表现优秀的员工给予奖励，有助于激励大家在工作中更加努力。有效的沟通渠道同样至关重要，定期召开生产会议鼓励员工反馈操作中的问题与建议，这有助于及时识别并解决潜在的生产瓶颈，通过增强员工的参与感与归属感，营造出更加积极向上的工作氛围。

3 离心铸管机生产效率提升的技术措施

3.1 自动化与智能化技术

在提升离心铸管机生产效率的过程中，自动化与智能化技术发挥了至关重要的作用。引入自动化控制系统后，铸造过程中的参数调节变得愈加精确，例如旋转速度、倒入速度及温度控制，这种精准的控制不仅提高了生产效率，还确保了铸件的一致性与质量。智能化技术的应用使铸造过程更加灵活与高效，通过数据采集与分析，智能系统能够实时监测生产状态，迅速识别并解决潜在问题。例如，系统根据实时数据自动调整工艺参数优化生产流程，减少资源的浪费，结合机器学习算法，智能系统能够持续学习与改进，从而增强整体铸造性能。此外，自动化显著降低了人工干预，提高了工作安全性。在高温与高压的生产环境中，大部分危险操作均由自动化设备承担，从而有效减少了工伤风险，这一变化不仅保护了员工的安全还提升了生产的连续性，进一步增强了效率。智能化的远程监控与故障诊断功能，也极大地方便了维护与管理，管理人员能够通过远程系统随时检查生产状态进行故障排查，甚至实施远程调整设备，这种高效的管理方式使设备的运行更加稳定，显著提升了生产效率。

3.2 设备的改进与升级

提升离心铸管机生产效率的关键措施之一，在于设备的改进与升级。针对旋转系统的优化可以通过增强电机功率及改进传动机制，提高设备的运行稳定性与旋转速度，这类改进将有助于缩短铸造周期，进而提升铸件的均匀性与质量。模具材料与设计的升级同样重要，采用耐高温、抗磨损的新型合金材料，不仅能够延长模具的使用寿命还

能降低更换频率,优化模具的流道设计,确保金属液体在铸造过程中快速、均匀地流动,有助于减少铸件缺陷率提升生产效率^[1]。集成先进监测技术也是设备改进的重要部分,在设备中安装传感器可以实时监控温度、压力及旋转速度等关键参数,这些数据为操作人员提供了及时调整工艺的依据,也为后续的设备维护奠定基础,从而降低故障率确保生产的连续性。升级控制系统增强智能化与自动化功能,实现生产流程的精细化管理亦显得至关重要,引入可编程逻辑控制器(PLC)与人机界面(HMI),使操作人员能够更直观地监控生产状态迅速做出反应,进而提升整体生产效率。

3.3 优化工艺参数

优化工艺参数在提升离心铸管机生产效率中扮演着重要角色。铸造过程中的旋转速度作为关键因素之一必须适宜,适当的旋转速度能够产生足够的离心力,使金属液体均匀分布在模具内壁从而减少气泡及缺陷,通过实验与数据分析,最佳旋转速度得以确定,从而确保铸件的致密性与强度。金属液体的倒入温度同样不可忽视,温度过高或过低均会影响铸件的质量,选择最佳倒入温度确保金属在流动时保持良好的流动性,并在凝固过程中降低内应力,对于提升铸造稳定性至关重要^[2]。冷却速度的调整亦为工艺优化的重要方面,合理的冷却速度能有效防止铸件在凝固时出现裂纹与变形,根据不同材料的特性,自然冷却或强制冷却的选择,将有助于适时调整冷却时间以适应铸件的几何形状,进而提升成品质量。定期评估与调整工艺参数以适应不同批次原材料的变化,也是保持生产效率的关键,这种灵活性不仅提高了生产效率,还确保了铸件质量的一致性。

3.4 材料选择与管理

材料选择与管理在提升离心铸管机生产效率中至关重要,合适的金属材料选择直接影响铸件的质量与生产效率,不同铸件需求依赖于不同材料特性。例如,因其优良的流动性和轻质特性,铝合金适用于高强度及耐腐蚀性管件,而铸铁则更适合传统重负荷应用。原材料的质量控制同样关键,在采购阶段需确保供应商提供的材料符合相关标准,并进行必要的化学成分及物理性能检测,避免因材料质量问题导致的生产中断或铸件缺陷,定期库存检查,有助于保持原材料的新鲜度与适用性,从而提升生产的稳定性。建立科学的材料管理系统,也能提高管理效率,通过信息化手段实时跟踪材料使用情况与库存水平,能够及时发出预警并优化采购流程,从而减少不必要的库存成本,这种管理方式不仅提升了资源利用率,也确保了生产的连续性。对材料使用记录的评估与反馈机制至关重要,通过分析每批次材料在生产中的表现,可以及时调整未来的材料选择与使用策略持续优化生产流程,进而提升整体效率。

3.5 质量控制与检测技术

在离心铸管机的生产过程中,质量控制与检测技术至关重要,直接影响着产品的合格率以及生产效率,建立一个全面的质量控制体系是确保铸件质量的基础,通过制定严格的生产标准与检测流程,可以在生产的每个环节进行有效监控,及时发现问题避免不合格产品流入市场。采用先进的检测技术,亦有助于提高质量控制的精确度^[3]。例如,超声波探伤与X射线检测等无损检测技术的使用,能够在不破坏铸件的情况下识别内部缺陷与结构问题,这些技术的应用使潜在风险得以及早发现,从而确保每件产品均符合质量标准。实施过程监控同样重要,在铸造过程中,温度、压力与旋转速度等关键参数的实时监控,可以保证工艺条件的稳定,这种实时监控不仅提升了生产的一致性,也为后续质量分析提供了数据支持。反馈机制在质量控制中扮演着关键角色,通过收集与分析生产过程中的质量数据,及时调整生产工艺与材料选择,可以形成持续改进的良性循环。这一机制不仅提高了当前生产的质量,还为未来的生产提供了宝贵经验。

4 结语

在现代离心铸造行业提升生产效率,已成为企业面临的重要挑战与机遇,通过引入自动化与智能化技术、持续改进设备、优化工艺参数,以及科学选择材料与进行质量控制,生产效率得以有效提高,同时确保了产品质量的稳定性,不仅减少了资源浪费还增强了生产能力,为企业在竞争日益激烈的市场中创造了更多机会。展望未来,随着技术的不断进步与市场需求的变化,离心铸造行业将面临新的发展方向,企业应持续关注新技术的应用与实践完善生产管理体系,适应不断变化的市场环境。唯有通过持续创新,才能在激烈的竞争中保持优势,为可持续发展贡献力量。

[参考文献]

- [1] 寻梦华. GH5605 离心铸管夹杂物控制技术研究[D]. 北京: 钢铁研究总院, 2024.
 - [2] 冯光弼. 提高铸管水冷离心铸造模具寿命的研究[J]. 山西冶金, 2022, 45(5): 38-40.
 - [3] 佚名. 福士科分享离心铸管制造中的金属液品质提升方案[J]. 铸造工程, 2021, 45(1): 80-81.
- 作者简介: 张振法(1996.2—), 毕业学校: 郑州职业技术学院, 所学专业: 汽车检测与维修, 单位: 安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 职称: 助理工程师; 王琰(1995.4—), 毕业院校: 安阳工学院, 所学专业: 电气工程及其自动化, 单位: 安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 职称: 助理工程师; 黄世雨(1995.3—), 毕业学校: 安阳师范学院, 所学专业: 电气工程及其自动化, 单位: 安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 职务: 离心机工段长, 职称: 助理工程师。

离心铸管机的经济性分析与成本控制策略

王琰 黄世雨 张振法

安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 河南 安阳 455000

[摘要]在现代铸造技术领域,离心铸管机的重要性日益凸显,其高效的生产能力及优质铸件使其被广泛应用于建筑、交通及能源等多个行业。随着基础设施建设的加速,市场对高性能铸管的需求显著提高,制造商因此不断优化工艺,以提升产品质量。文中分析离心铸管机的工作原理、市场现状,以及相关经济性与成本控制策略,从而为行业从业者提供实用指导。

[关键词]离心铸管机;经济性分析;成本控制;投资回报;市场需求

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14330 中图分类号: TG249. 文献标识码: A

Economic Analysis and Cost Control Strategy of Centrifugal Pipe Casting Machine

WANG Yan, HUANG Shiyu, ZHANG Zhenfa

Angang Group Yongtong Ductile Cast Iron Pipe Co., Ltd, Anyang, He'nan, 455000, China

Abstract: In the field of modern casting technology, the importance of centrifugal casting machines is increasingly prominent. Their efficient production capacity and high-quality castings make them widely used in multiple industries such as construction, transportation, and energy. With the acceleration of infrastructure construction, the market's demand for high-performance cast pipes has significantly increased, prompting manufacturers to continuously optimize their processes to improve product quality. The article analyzes the working principle, market status, and related economic and cost control strategies of centrifugal pipe casting machines, providing practical guidance for industry practitioners.

Keywords: centrifugal pipe casting machine; economic analysis; cost control; investment return; market demand

引言

近年来,全球经济复苏与城市化进程的加快,使基础设施建设的需求显著上升。离心铸管机在生产高强度、耐腐蚀铸管方面的优势,使得该行业经历了快速发展。同时,企业面临着激烈的市场竞争与日益严格的环保法规,因此必须不断追求技术创新与管理优化,以增强市场竞争力。深入分析离心铸管机的经济性,并制定合理的成本控制策略,显得尤为重要。通过对市场需求、竞争对手及政策环境的研究,将有助于把握行业发展趋势,推动可持续发展。

1 离心铸管机的基本原理

1.1 工作原理概述

离心铸管机的工作原理依赖于高速旋转的过程,通过产生的离心力,熔融金属被导入模具,模具壁上金属液体均匀地分布,最终形成优质的铸管。离心力的作用成功克服了重力,使金属液体得以流畅地移动,确保了模具每个细节都被充分填充,这大大减少了气孔及夹杂物等缺陷的产生。在实际操作中,技术人员需根据不同铸件的材料与要求,灵活调整转速与浇注温度,确保铸造效果达到理想水平。

1.2 主要技术参数分析

在离心铸管机的运行中,关键技术参数包括转速、浇注温度、铸造时间及模具设计,这些因素直接影响着生产效率与铸件质量。转速是离心力大小的主要决定因素,若其设置不当,铸件的质量可能会受到影响。适宜的转速范围应基于材料特性及模具结构合理地进行设定。浇注温度

对于金属流动性至关重要,只有在适当的温度下,金属液体才能顺利地填充模具,从而减少冷却时可能出现的收缩与变形。铸造时间的设定必须综合考虑金属的冷却速度及固化过程,以确保铸件能够在最佳状态下完成固化。而模具的设计同样不可忽视,合理的形状与材料选择有助于显著提升铸件的精度与强度,并延长模具的使用寿命。

1.3 设备结构组成

离心铸管机的结构主要由电动机、离心筒、模具系统、冷却系统及控制系统组成。作为核心动力源,电动机负责驱动离心筒进行高速旋转。离心筒通常由高强度材料制造,以确保在高速旋转过程中,能够承受产生的离心力,从而维持设备的稳定运行。模具系统则由上下两部分构成,浇注后能够合拢,形成铸件的外形。冷却系统负责有效降低模具温度,防止过热对铸件质量产生负面影响。控制系统集成了各项参数的监控与调节,包括转速、浇注温度及时间,确保铸造过程在最佳条件下进行。整体结构的合理设计与优质材料的选用,直接影响着设备的运行效率与最终产品的质量。

1.4 离心铸造工艺流程

在熔炼阶段,原材料需被加热至熔点以上,从而形成熔融金属。在此过程中,温度的控制尤为重要,确保金属完全熔化并减少氧化现象。随后,熔融金属在适宜的温度下迅速被倒入离心筒,随着旋转的开始,足够的离心力随之产生,使得金属均匀分布在模具壁上。在冷却阶段,铸件逐渐固化,可通过自然或强制冷却方式加速此过程,以提升铸件的性能。

脱模后,铸件必须经过必要的后处理步骤,包括去除浇口、表面清理及适当的热处理,以确保符合最终使用要求。各个环节的紧密衔接对于工艺流程的成功至关重要,任何环节的失误都可能导致铸件缺陷,进而影响产品的质量与经济效益。

2 离心铸管机的市场现状

2.1 行业发展趋势

近年来,离心铸管机行业的快速崛起,得益于基础设施建设与工业制造领域的推动,市场需求显著上升。伴随着城市化进程的加快及全球经济的复苏,高品质铸管的需求愈加迫切,这促使制造商持续提升生产效率与产品质量。智能化与自动化设备的引入,使得生产流程更加高效,人工成本也因此降低。在日益严格的环保法规背景下,企业被迫采用更环保的技术与材料,以减轻对环境的负担。

2.2 市场需求分析

对离心铸管的市场需求不断攀升,主要是由于建筑、交通与能源等多个领域的快速发展。基础设施建设的推进,尤其是城市供水与排水系统的升级,进一步提升了对高强度、耐腐蚀性铸管的需求。同时,石油与天然气行业的发展也推动了高性能铸管需求的增长。越来越多的企业对传统铸管的替代品表现出浓厚兴趣,这一趋势扩大了市场的潜在需求。

2.3 竞争对手情况

在离心铸管机市场中,竞争格局相当激烈,几家大型企业主导市场,而众多中小型企业也在积极参与竞争。这些大型企业凭借强大的技术研发能力、丰富的行业经验与完善的销售网络,获得了相当大的市场份额。相较而言,中小型企业某些特定细分市场或地区展现出较强的竞争力,通常通过灵活的经营模式与较低的成本来获取市场份额。竞争不仅限于产品质量与价格,技术创新与售后服务同样成为各企业争夺市场的重要手段^[1]。在未来,具备技术优势与优质服务的企业将在市场中占据更有利的位置。

2.4 政策环境影响

离心铸管机行业的发展在很大程度上受到政策环境的影响。各国政府对基础设施建设的重视不断增强,相关政策的实施为行业提供了积极支持。多个国家出台的促进绿色建筑与可持续发展的政策,鼓励使用环保材料,这为高品质铸管产品的推广创造了良好的条件。同时,制造业的税收优惠与补贴政策也在一定程度上减轻了企业的运营负担,推动了技术的升级与改造^[2]。然而,随着环保法规的日益严格,企业必须提高生产过程的环保标准,合规成本随之上升。

3 经济性分析

3.1 成本构成分析

整体成本由多个部分构成,其中离心铸管机的费用包括设备购置、生产材料、人工费用、维修保养及管理费用。设备购置通常占据总成本的较大比例,涉及的环节包括采购、运输及安装。生产材料的支出主要源于铸铁与合金等原料,市场行情对这一部分费用的波动影响显著。人工成本包括生产所需的人力资源,涵盖了工资、福利及培训支

出。为了保证设备正常运行,维修保养费用涵盖定期维护及突发故障的修理。管理费用则包括日常运营中的管理人员薪酬、办公支出及各类行政费用。

3.2 收益预测

在收益预测中,对市场趋势与需求变化的深入分析表明,未来几年铸管产品的需求将持续增长,这将推动销售收入的提升。各类产品线的收益经过细致分析后,能够帮助企业识别出利润率较高的产品,从而合理配置资源。行业竞争状况、原材料价格波动及宏观经济环境等外部因素也需被考虑,这些因素直接影响产品的定价与销售量。通过提升产品附加值及优化产品结构,企业将能够进一步增强盈利能力。收益预测为企业决策提供了重要依据,从而助力制定更为科学的市场策略。

3.3 投资回报率计算

将项目的净收益与总投资进行比值计算,可以得出投资回报率。在这一计算过程中,明确总投资额是首要步骤,包括设备购置、安装调试及运营资金等开支。接下来,需预测项目在特定周期内的净收益,通常通过销售收入减去总成本来实现^[3]。投资回报率的计算公式为:

$$ROI = \frac{\text{净收益}}{\text{总投资}} \times 100\%$$

对不同投资方案的回报率进行分析,能够帮助企业识别出最具潜力的投资选择。

3.4 敏感性分析

敏感性分析被广泛应用于评估离心铸管机经济性,旨在识别项目对关键变量变化的敏感程度。在进行此分析时,关键变量包括原材料价格、生产效率、市场需求及人工成本等。通过调整这些变量的数值,分析其对项目净收益及投资回报率的影响显得尤为重要。一般来说,原材料价格的波动对成本的影响最大,而生产效率的提升则能显著提高收益。通过敏感性分析,企业能够制定相应的应对策略,以降低潜在风险,优化资源配置,确保项目的经济可行性。

4 成本控制策略

4.1 采购成本控制措施

在离心铸管机的采购阶段,建立长期的合作关系,能够确保原材料的稳定供应及其具竞争力的价格。这种战略性合作不仅降低了采购风险,也为双方创造了互利的机会。采用集中采购模式,单个产品的采购成本显著降低,从而充分利用了规模效应。同时,定期进行市场价格分析与比较,有助于企业及时调整采购策略,以适应价格波动。构建多元化的供应链结构,选择来自不同地区的供应商,减少对单一供应商的依赖,这样可以有效保障原材料价格的稳定。

4.2 生产过程中的成本控制

在生产环节,优化生产流程与实施精益生产理念,生产环节中的浪费被有效消除,资源利用率得以提升。合理的工序安排能减少不必要的搬运与等待时间。引入全面质量管理(TQM)以确保每个环节的产品质量,从而降低因

质量问题引发的返工与废品率。实时监测生产数据，使数据分析能够识别生产瓶颈，及时调整生产计划以实现产能最大化。员工的参与同样不可忽视，设立激励机制以鼓励员工提出节约成本的建议，形成全员参与的良好氛围。

4.3 设备维护与管理策略

有效的设备维护与管理对于离心铸管机的正常运作极为关键，直接影响成本控制。科学的维护计划应制定，以确保设备能够定期接受检查与保养，从而预防突发性故障的发生^[4]。通过实施预防性维护，潜在问题在故障发生之前能够被识别，避免由停机导致的经济损失。引入信息化系统，实时监控设备状态，使企业能够及时掌握运行情况，进而提升维护的准确性。对专业维护人员的培训是必要的，确保其具备处理设备问题的技术水平，从而降低外包维修费用。在设备更新时，高效能与低能耗的设备应被优先选择，长远来看，有助于降低运营成本。

4.4 人力资源管理优化

合理配置人力资源，确保各岗位的有效利用，这样能够减少人力成本的浪费。通过分析岗位需求，科学的招聘计划得以制定，以避免因人手过多或不足而造成的资源浪费。定期培训与职业发展计划将提升员工的技能与素质，进而增强工作效率与满意度。高素质的团队能够更有效地完成任务，提高生产效率，降低单位成本。完善的绩效考核制度确保员工的工作表现与企业目标相一致，激励员工提升工作表现，实现整体的成本控制。在员工关系方面，良好的企业文化的建立有助于增强团队的凝聚力，提升员工的工作积极性，降低流失率。

5 优化建议

5.1 技术创新路径

在提升离心铸管机竞争力方面，关键在于新材料的研发，这些材料不仅提升了铸管的强度与耐腐蚀性，同时满足了市场对高性能产品日益增长的需求。新型合金材料的引入，显著改善了铸管的力学性能，延长了其使用寿命。智能化技术的应用同样不可或缺，通过对生产过程进行实时监控，数据的采集与分析得以实现，从而优化了生产流程，降低了人为错误的发生概率。自动化控制系统的整合，提高了生产效率，减少了劳动力成本。通过鼓励员工参与技术创新，相关激励机制的建立使员工的自主创新意识得到增强。同时，与高校及研究机构的合作，为企业提供了一个开放的技术交流平台，确保在技术上保持领先。

5.2 管理创新措施

在管理创新方面，精益管理模式的转向，成为离心铸管机生产与管理的关键举措。通过消除浪费、提高效率，精益管理有效优化了生产过程的管理水平。实施5S管理措施后，工作环境显著改善，员工的工作效率与安全性得到了提升。通过加强协作机制，跨部门合作的促进形成了良好的信息共享与资源整合氛围^[5]。项目管理工具的引入，使项目执行过

程更加规范，工作透明度与协作效率提高。完善的绩效考核体系将员工个人发展目标与企业战略目标相结合，实现双赢。

5.3 市场策略优化建议

在市场策略方面，积极应对行业竞争的必要性愈发明显，灵活制定市场策略以提升市场份额至关重要。深入的市场调研能够有效了解客户需求与行业动态，这对于精准市场策略的制定至关重要。根据客户反馈，不断改进产品质量与服务，将有效满足市场对高端铸管产品的需求。同时，构建多元化的市场渠道，结合线上与线下销售模式，以提升品牌曝光度与市场渗透率。数字营销手段的应用增强了品牌影响力与用户黏性，从而吸引了更多潜在客户。针对不同市场细分，制定差异化产品策略与个性化解决方案，有助于提升客户的购买欲望。与关键客户建立长期合作关系，增强客户忠诚度，这构成市场策略的重要部分。

6 结语

本研究对离心铸管机的经济性分析与成本控制策略，为企业优化资源配置提供了重要依据，同时也为提升行业整体效率与产品质量奠定了基础。随着市场需求的持续增长与技术进步的加速，企业必须不断探索创新，以在竞争激烈的环境中保持领先地位。通过建立稳定的供应链、优化生产流程及强化人力资源管理，降低成本的可能性将显著增加，盈利能力也将得到提升。借助现代信息技术与智能化管理手段，未来的运营与管理将更加高效。综上所述，本文对离心铸管机的经济性分析与成本控制策略的探讨，将为相关企业的决策与发展提供有力支持。

[参考文献]

- [1]黄新高,苏柏林,张研.水冷离心铸管机改造及效果[J].铸造设备与工艺,2021(4):10-13.
 - [2]官景文.球墨铸铁管离心内衬工艺装备[C].北京:中国铸造协会/《铸造工程》杂志社/第十八届中国铸造协会年会论文集/本溪北台铸管股份有限公司,2022.
 - [3]龚超.重型铸钢万向铰支座性能分析与设计研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2010.
 - [4]官景文.球墨铸铁管离心内衬工艺装备[J].铸造工程,2023(1):81-85.
 - [5]暴延强,梅燕娜,林雪川,等.大口径球墨铸铁管热模涂料喷涂质量改进措施[J].铸造,2023,72(9):1209-1212.
- 作者简介:王琰(1995.4—),毕业院校:安阳工学院,所学专业:电气工程及其自动化,单位:安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司,职称:助理工程师;黄世雨(1995.3—),毕业学校:安阳师范学院,所学专业:电气工程及其自动化,单位:安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司,职务:离心机工段长,职称:助理工程师;张振法(1996.2—),毕业学校:郑州职业技术学院,所学专业:汽车检测与维修,单位:安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司,职称:助理工程师。

微反应技术在精细化工生产中的应用前景

纪贵利

海湾工程有限公司, 河北 石家庄 050061

[摘要]微反应技术在精细化工生产中展示了其独特优势,特别是在效率和环保方面。该技术通过利用微反应器的优良混合性能和快速传质能力,有效提升了反应速率和产物选择性,确保了高效的化学转换过程。同时,精确的温度控制也确保了反应的稳定进行。此技术的应用不仅增强了生产过程的安全性,还减少了对环境的影响和资源的消耗。通过这些改进,微反应技术为精细化工产品的开发和生产流程的优化带来了显著的经济和技术收益。

[关键词]微反应技术;精细化工;反应速率;产物选择性;生产优化

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14349

中图分类号: TQ0

文献标识码: A

Application Prospects of Microreactor Technology in Fine Chemical Production

Ji Guili

Bay Engineering Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050061, China

Abstract: Microreaction technology has demonstrated its unique advantages in fine chemical production, especially in terms of efficiency and environmental protection. This technology effectively improves reaction rate and product selectivity by utilizing the excellent mixing performance and rapid mass transfer capability of microreactors, ensuring efficient chemical conversion processes. Meanwhile, precise temperature control also ensures the stable progress of the reaction. The application of this technology not only enhances the safety of the production process, but also reduces the impact on the environment and resource consumption. Through these improvements, microreactor technology has brought significant economic and technological benefits to the development of fine chemical products and the optimization of production processes.

Keywords: microreaction technology; fine chemical industry; reaction rate; product selectivity; production optimization

引言

在精细化工领域,生产效率和产品质量的提升一直是研究的核心目标。微反应技术以其独特的优势,正在引领这一领域的技术变革。通过精确的温控和混合效率,微反应器能够显著提高反应速率和选择性,从而优化生产过程。此外,微反应技术不仅能提高反应的安全性,还能减少对环境的影响。随着对资源节约和环境保护要求的日益增加,微反应技术为精细化工生产提供了前所未有的解决方案,其应用前景广阔,值得深入探讨和关注。

1 微反应技术的基本原理与优势

微反应技术是一种新兴的反应技术,它利用微小尺寸的反应器来实现化学反应。其核心优势在于微反应器具有高效的热传递和质交换能力,这种能力源自其微米级的尺寸和精确的设计。微反应器通常由微小的通道和反应区组成,这些微小通道能够提供极高的表面积与体积比,使得反应物在反应过程中能够实现更高效的混合和传质。由于其小尺寸的特性,微反应器能够在较短的时间内实现高效的反应,从而显著提升反应速率和产物的选择性。

在实际应用中,微反应技术的优势体现在多个方面。首先,微反应器能够提供极为精准的温控,确保反应在最佳条件下进行。这种精确的温度控制不仅提高了反应的选择性,还减少了副反应的发生,从而提高了产品的纯度和

产率。其次,由于微反应器的体积小,反应过程中的热量和物质传递更为均匀,这有助于减少反应过程中可能出现的热点和冷点问题,提高了反应的稳定性和安全性。此外,微反应技术还具有较低的能源消耗,因为微反应器的高效传热能力能够减少加热和冷却的时间,从而降低能源的使用量。

微反应技术的另一大优势是其对环境友好性的贡献。微反应器的高效反应特性使得在较短的时间内即可完成反应,这不仅提高了生产效率,也减少了原料的使用量和废物的产生。相比传统的反应技术,微反应技术能够显著降低对环境的影响。其减少了有害气体的排放,并且能够更好地控制和管理反应过程中的副产物,从而实现绿色化学的目标。此外,微反应技术还能够在连续流动的操作条件下运行,这种操作方式能够进一步减少反应过程中的危险性,提高生产的安全性。

2 微反应技术在精细化工生产中的应用现状

微反应技术在精细化工生产中的应用正逐渐成为行业的重要发展趋势。这项技术利用微米级流道设计,使得反应物在微反应器中能够快速而均匀地混合。微反应器的高效热和质量传递能力,使得反应过程的控制更加精确,从而显著提升了反应的速率和产物的选择性。在精细化工领域,这种高效的反应过程尤为重要,因为它可以满足对高纯度和高性能产品的严格要求。近年来,微反应技术在

精细化工中得到了广泛应用，特别是在催化反应、药物合成、材料制备等领域表现出显著优势。微反应器的应用不仅提高了生产效率，还降低了反应过程中的副产物生成，从而实现了更环保和经济的生产模式。

在催化反应方面，微反应技术通过优化反应器的流动特性，增强了催化剂的接触效率，提升了催化反应的活性和选择性。传统的催化反应通常需要较长的反应时间和较大的反应器体积，而微反应器的高效混合和传质能力使得催化反应能够在更短的时间内完成，并且提高了催化剂的利用率。例如，在精细化工中应用微反应技术进行药物合成时，可以实现反应的高效进行，确保药物的高纯度和一致性。此外，微反应技术还能够降低反应条件对催化剂的要求，延长催化剂的使用寿命，从而减少生产成本。

在材料制备领域，微反应技术的应用也展现了其独特的优势。微反应器能够实现对反应过程的精确控制，从而能够合成出具有特定结构和性能的材料。例如，在合成纳米材料和高性能聚合物时，微反应器能够提供稳定的反应环境，确保材料的均匀性和一致性。这种高精度的材料制备技术对于精细化工产品的开发至关重要，因为它能够满足对材料性能的高标准要求。微反应技术的模块化设计也使得其在材料制备过程中的应用更加灵活，可以根据不同的生产需求进行调整和优化。

尽管微反应技术在精细化工生产中展现了诸多优势，但其应用也面临一定的挑战。例如，微反应器的制造和维护成本相对较高，技术的普及和推广还需要进一步的技术创新和成本控制。此外，微反应器在处理大规模生产时可能会遇到一些技术瓶颈，因此在实际应用中需要对其进行优化和改进。然而，随着技术的不断进步和应用范围的扩大，微反应技术有望克服这些挑战，实现更广泛的应用。未来，随着精细化工行业对高效、安全和环保生产的需求不断增加，微反应技术将在精细化工生产中发挥越来越重要的作用，为行业的发展带来更多的创新和突破。

3 微反应器对反应速率和产物选择性的提升

微反应器的设计和操作特点使其在提升反应速率和产物选择性方面展现出显著的优势。其核心优势在于微米级的流道和混合区域，这种设计可以实现极高的热和质量传递效率。在微反应器中，反应物的流动路径极短，使得反应过程中的热量和质量能够迅速且均匀地传递。这种高效的传热和传质特性，使得反应速率显著提高，相较于传统的反应器，微反应器能够在更短的时间内完成反应。这一优势在许多精细化工过程中特别重要，例如在催化反应中，微反应器能够显著缩短反应时间，从而提高生产效率和降低能耗。

除了提高反应速率，微反应器在提升产物选择性方面也表现出明显的优势。在微反应器中，反应物的混合过程非常迅速且均匀，这减少了反应过程中产生副反应的机会，

从而提高了主要产物的选择性。微反应器能够精确控制反应条件，如温度、压力和流速，从而优化反应过程，确保产物的纯度和质量。此外，微反应器的高效混合和快速传质能力使得反应物和催化剂能够在最优条件下进行反应，进一步提升了产物的选择性。在药物合成和高精度材料制备等精细化工应用中，微反应器能够确保所需产品的高纯度和一致性，满足高标准的工业需求。

微反应器的应用还带来了反应过程的可控性和稳定性。由于其小体积和高度的控制精度，微反应器能够在反应过程中提供更加稳定的反应环境，这对于提高反应速率和产物选择性至关重要。微反应器的模块化设计使其能够根据不同的反应需求进行灵活调整，从而优化反应条件和提高反应效果。在实际应用中，微反应器能够通过调节流体动力学参数、反应温度和催化剂用量等因素，进一步提高反应的效率和选择性。这种高可控性不仅有助于优化生产过程，还能提高反应过程的可重复性和可靠性，从而确保产品质量的一致性。

综上所述，微反应器通过其出色的传热和传质效率，精确的反应条件控制及优良的反应稳定性，在精细化工生产中显著提升反应速率和产物选择性，成为关键技术工具。随技术进步，其在更多精细化工过程的应用前景广阔，预期将推动行业创新与突破。

4 微反应技术在安全性和环境友好性方面的优势

微反应技术在提升生产安全性和环境友好性方面具有显著的优势。由于微反应器的微米级流道和紧凑设计，反应物在极短的距离内完成混合和反应，这极大地提升了反应过程的控制精度。在微反应器中，反应物的流速和温度都可以精准调控，从而有效降低了反应过程中的热失控和压力失控风险。这种高效的热传递和控制能力使得反应过程更加稳定，显著减少了由于反应条件不稳定而导致的安全隐患。在化学反应中，尤其是高温、高压或危险反应物的使用，微反应器的安全性优势尤为突出，能够有效防止因反应不稳定而引发的安全事故。

微反应技术的环境友好性体现在其对资源和能量的优化利用。传统的化学反应往往需要较大的设备和较高的能源消耗，而微反应器因其小巧的体积和高效的反应过程，能够显著降低能源消耗。由于反应器内部的反应物流动距离短，热量和质量传递迅速，这使得反应在较低的能耗条件下就能完成。此外，微反应器可以有效减少原料的浪费和副产物的生成，这对于降低生产过程中的环境负担具有重要意义。通过优化反应条件和减少不必要的能源消耗，微反应技术能够帮助实现绿色化学和可持续发展的目标，减少对环境的影响。

微反应技术还在减少废物和副产物的生成方面表现出色。微反应器的高效混合和反应能力使得反应物能够在最短的时间内完成反应，从而减少了副反应的发生。这种

高效的反应过程能够最大限度地将反应物转化为目标产物,减少了废物的产生。进一步地,微反应器的模块化设计使得其在生产过程中能够灵活调整和优化,从而减少了不必要的物料消耗和废弃物产生。通过这种方式,微反应技术能够实现生产过程的优化,减少环境污染,支持可持续发展的理念。

总体而言,微反应技术通过提升安全性和环境友好性,推动了化学生产的绿色转型。其在精细化工中的应用通过优化资源利用和减少废物,展示了出色的反应控制能力。随技术进步,预期将在更多工业领域实现可持续生产目标。

5 微反应技术对精细化工产品开发及生产优化的推动作用

微反应技术在精细化工产品开发和生产优化中发挥了重要的推动作用。首先,微反应器因其精确的流体控制和高效的热、质量传递特性,能够显著提高反应的效率和产物的质量。在精细化工产品的开发中,对反应条件的控制和产物的一致性要求极高。微反应技术通过在微米级别实现精准的反应控制,使得在化学反应中能够精确调节反应速度、温度和催化剂的用量。这种精确控制不仅提高了反应的转化率和选择性,还能确保产品的高纯度和一致性。例如,在药物合成过程中,微反应器能够提供稳定的反应环境,确保药物的质量符合严格的标准。此外,微反应技术还支持对新型精细化工产品的快速开发和优化,通过对反应条件的灵活调整,缩短了研发周期,提升了产品的市场竞争力。

在生产优化方面,微反应技术的应用带来了显著的经济效益和生产效率的提升。微反应器的高效混合和传质能力使得反应过程在短时间内完成,这不仅减少了生产时间,还降低了能耗和原料消耗。传统的化学反应过程通常需要较大的反应器和较长的反应时间,而微反应技术能够在小体积的反应器中实现高效的生产,这对于降低生产成本至关重要。此外,微反应器的模块化设计使得其能够根据生产需求进行灵活调整和扩展,方便了生产规模的调整和优化。这种灵活性不仅提高了生产的经济性,还支持了对不同产品的生产需求,推动了生产过程的高效化和精细化。

微反应技术还促进了精细化工产品的绿色生产和可持续发展。在传统生产过程中,往往会产生大量的废料和

副产物,造成环境污染和资源浪费。而微反应技术的高效反应过程能够显著减少副产物的生成,提高原料的利用率,降低对环境的影响。此外,微反应器的高效能耗和节能特点进一步减少了生产过程中的能源消耗,从而支持了绿色化学和可持续生产的理念。通过减少废料、降低能耗和优化资源利用,微反应技术为精细化工产品的生产提供了一种更加环保和经济的解决方案。

综上所述,微反应技术在精细化工产品开发和生产优化中发挥了重要作用。其精准的反应控制、高效的生产能力以及环保的生产特性,使其成为现代化学工业中不可或缺的技术手段。随着技术的不断进步和应用的广泛推广,微反应技术有望在更多的精细化工生产过程中发挥更大的作用,为推动产业发展、提高生产效率和实现绿色生产目标做出重要贡献。

6 结语

微反应技术在精细化工产品的开发和生产中展现了显著的优势。其精准的反应控制能力不仅提升了反应速率和产物选择性,还优化了生产过程,提高了生产效率和经济性。微反应技术的高效能耗、低副产物生成和环保特性,使其成为实现绿色生产和可持续发展的重要工具。随着技术的不断进步和应用领域的扩展,微反应技术将在精细化工行业中发挥越来越重要的作用,为推动产业创新和实现高质量生产目标提供强有力的支持。

[参考文献]

- [1] 罗芬,李颖,吴冰,等. 微反应技术在提升精细化工安全中的应用[J]. 现代化工,2019,39(4):63-66.
- [2] 孙青霞,苏焕焕,金晓云. 微通道技术在提升精细化工安全中的应用进展[J]. 浙江化工,2023,54(9):43-48.
- [3] 马凯,王茂祥,韩传茂,等. 精细化工安全管理中微反应技术的应用[J]. 化工设计通讯,2020,46(7):86-87.
- [4] 赵洪波. 精细化工生产管理存在的问题及对策[J]. 管理观察,2019(8):22-23.
- [5] 王天胜. 精细化工生产管理存在的问题及对策研究[J]. 中国石油和化工标准与质量,2019,39(14):90-91.

作者简介:纪贵利(1980.2—),女,毕业院校:中北大学,所学专业:化学工程与工艺,当前就职单位:海湾工程有限公司,职务:副院长,职称级别:高级工程师。

化工生产中节能降耗的技术优化策略研究

崔哲锋

海湾工程有限公司, 河北 石家庄 050061

[摘要] 化工生产中节能降耗的技术优化策略对提升企业竞争力和环境保护具有重要意义。通过对化工生产工艺及设备进行分析, 提出了多项优化措施, 包括加强能源管理系统、应用先进的节能技术、优化生产工艺流程和设备改造等。研究显示, 这些措施能显著提高能源利用效率, 降低能源消耗和生产成本, 同时减少环境污染。技术优化策略的实施有助于化工企业在实现可持续发展的同时, 提升经济效益和社会效益。

[关键词] 节能降耗; 技术优化; 能源管理; 生产工艺; 环境保护

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14348

中图分类号: TH45

文献标识码: A

Research on Technical Optimization Strategies for Energy Conservation and Consumption Reduction in Chemical Production

CUI Zhefeng

Bay Engineering Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050061, China

Abstract: Technological optimization strategies for energy conservation and consumption reduction in chemical production are of great significance for enhancing enterprise competitiveness and environmental protection. Through analysis of chemical production processes and equipment, multiple optimization measures have been proposed, including strengthening energy management systems, applying advanced energy-saving technologies, optimizing production processes and equipment upgrades, etc. Research shows that these measures can significantly improve energy efficiency, reduce energy consumption and production costs, while also reducing environmental pollution. The implementation of technology optimization strategies helps chemical enterprises achieve sustainable development while enhancing economic and social benefits.

Keywords: energy conservation and consumption reduction; technical optimization; energy management; production process; environmental protection

引言

在全球能源紧张和环境压力日益增加的背景下, 化工生产企业面临着巨大的节能降耗挑战。提高能源效率不仅是企业降低运营成本的关键, 也关系到环境保护和可持续发展。随着科技的进步, 许多创新技术和优化策略为化工生产带来了新的解决方案。探索和应用这些先进技术, 优化生产工艺和设备, 不仅能有效减少能源消耗, 还能提升企业的经济效益和社会责任感。因此, 深入研究化工生产中的节能降耗技术优化策略具有重要的现实意义和广阔的应用前景。

1 化工生产中的能源消耗现状与挑战

化工生产是现代工业的重要组成部分, 其能源消耗在全球能源消耗中占据了相当大的比例。化工企业在生产过程中需要大量的能源用于加热、冷却、混合、反应等环节, 这使得能源的高效使用和管理成为化工生产中的关键问题。然而, 传统的化工生产工艺和设备往往存在能源利用效率低下的问题。例如, 许多化工厂仍在使用过时的设备和工艺, 这些设备的能效标准不高, 造成了大量的能源浪费。此外, 一些工艺过程中的能源回收系统不完善, 导致原本可以重复利用的能源被浪费, 从而增加了生产成本和

环境负担。

在能源消耗的现状下, 化工生产面临着严峻的挑战。首先, 随着全球能源资源的紧张和能源价格的上涨, 化工企业的生产成本不断增加, 这对企业的经济效益造成了直接影响。其次, 环境保护的要求也日益严格, 各国政府对排放和能源消耗的监管力度不断加大。化工生产过程中产生的温室气体和有害废物对环境造成了严重污染, 亟须采取有效措施减少排放。面对这些挑战, 化工企业需要探索更高效的能源使用方式和技术, 以降低能源消耗并减少对环境的负面影响。

在解决能源消耗问题的过程中, 化工生产企业可以采取多种策略。优化生产工艺流程是一个重要方面, 通过改进工艺设计和流程布局, 可以显著提高能源利用效率。例如, 采用先进的反应器和换热器, 提升反应过程的热效率, 从而减少能源的需求。此外, 设备改造也是一个有效的措施, 更新老旧设备和引入更高效的能源管理系统, 可以显著提高能效并减少能耗。同时, 实施能源回收技术, 将生产过程中产生的废热和废气进行回收利用, 也是一种有效的节能手段。这些措施的实施不仅有助于降低生产成本, 还能促进环境保护, 实现可持续发展。

2 节能技术的应用现状及发展趋势

节能技术在化工生产中扮演着至关重要的角色,其应用现状和发展趋势反映了科技进步对能源效率提升的积极影响。目前,化工行业在节能技术应用方面取得了显著进展。传统的节能技术,如优化热交换系统、提高隔热性能和改进加热设备等,已经在许多化工企业中得到广泛应用。热交换系统的优化可以有效提升热量传递效率,减少能源损耗,进而降低能源消耗。同时,改进的隔热材料和技术能够减少热量的流失,提高生产过程中的能效。加热设备的改进,包括高效燃烧器和精密控温装置的使用,也有助于减少能源的浪费。尽管这些技术在提升能效方面已经取得了一定的成果,但面对日益增长的能源需求和环境压力,单一的技术手段仍难以满足全面节能的要求。因此,更多创新的节能技术和综合解决方案成为了化工生产节能领域的重要发展方向。

近年来,随着科技的发展,节能技术的应用逐渐向更高效、更智能的方向迈进。智能化和数字化技术的引入为节能技术的发展提供了新的机遇。现代化的能源管理系统(EMS)和工业互联网(IIoT)技术使得实时监测和数据分析成为可能,通过精确的数据采集和分析,企业能够更好地了解能源使用情况,优化能源分配和使用效率。例如,基于物联网的监测系统能够实时追踪设备的能耗数据,及时发现异常并调整运行参数,从而实现更高效的能源管理。此外,机器学习和人工智能技术的应用也有助于预测能源需求,优化生产计划和工艺流程,进一步提高节能效果。新的节能设备,如高效变频驱动、节能泵和风机,也在不断推陈出新,这些设备不仅能提升能效,还能降低维护成本和故障率。

未来,节能技术的发展将更加注重综合性和系统性。除了单一的节能技术外,更多的综合解决方案将成为趋势。多种节能技术的集成应用,如节能技术与清洁生产技术的结合,将推动化工生产的全面升级。例如,将高效节能技术与废热回收系统相结合,可以实现能源的最大化利用和资源的循环利用。与此同时,绿色化工技术和可持续发展理念的融入也将推动节能技术的创新和应用。绿色化工技术注重减少对环境的影响,通过采用环保材料和减少废物排放,实现生产过程的绿色化。可持续发展理念强调长远的资源利用和环境保护,通过系统的节能技术和优化策略,企业不仅能降低能源消耗,还能在满足经济效益的同时,实现环境友好和社会责任。因此,节能技术的发展将更加注重技术的创新、系统的整合和环境的综合考虑,以推动化工行业实现高效、绿色和可持续的生产目标。

3 优化生产工艺流程对节能降耗的影响

优化生产工艺流程是实现化工生产节能降耗的关键策略之一。化工生产过程中,各个环节的能源消耗直接影响到整体的能效和生产成本。通过系统性地优化生产工艺

流程,可以显著提高能源利用效率,减少不必要的能量浪费。首先优化生产工艺的首要任务是对现有工艺进行全面的审查和评估。通过分析各个环节的能耗数据和生产流程,能够识别出能源消耗较高的环节和可能的优化点。例如,在反应过程中的热管理系统如果设计不合理,可能导致大量的能量流失。通过改进反应器的热交换效率,调整反应条件,以及优化热量回收系统,可以有效减少热能的浪费,从而降低能源消耗。改进生产工艺流程还包括提升物料的利用效率,减少原料和能源的浪费。例如,通过改进原料的配比和生产流程,能够提高产品的收率,减少副产品的生成,从而降低能源的消耗和生产成本。

工艺流程的优化往往涉及到技术升级和设备改造。新技术的引入可以大幅度提升生产效率和能效。例如,采用先进的催化剂和反应器技术可以提高反应的选择性和转化率,减少能源的需求。同时,现代化的控制系统和自动化技术能够精确控制生产过程中的各个参数,避免因人为操作误差而导致的能量浪费。设备的改造和更新也是优化工艺流程的重要环节。通过引入高效的设备,如节能泵、风机和加热装置,可以显著提高能效。此外,定期的设备维护和升级也是优化工艺流程的必要措施,及时排除设备故障和提高设备的运行效率,能够有效减少生产过程中的能量损失。

优化生产工艺流程不仅能够直接减少能源消耗,还能带来一系列间接的经济效益和环境效益。通过减少能源浪费,企业能够降低生产成本,提高经济效益。同时,降低能源消耗也有助于减少温室气体的排放和环境污染,符合可持续发展的要求。优化工艺流程还能够提高生产的稳定性和产品的质量,减少生产过程中的停机时间和维修成本,从而提升企业的整体竞争力。

4 先进设备改造与节能管理系统的实施策略

先进设备改造与节能管理系统的实施是化工生产企业提高能效和降低能源消耗的重要策略。设备的现代化改造不仅能够提升设备的性能,还能显著提高生产过程中的能源利用效率。设备改造的首要步骤是对现有设备的能效进行评估,并识别出能效低下的设备和环节。例如,老旧的加热炉或压缩机往往效率低下,能耗高。在改造过程中,引入高效的设备,如高效燃烧器、变频驱动的电动机和先进的热交换器,可以显著减少能源的消耗。这些新设备通常采用更先进的技术和材料,具备更高的能效和更长的使用寿命。此外,改造还包括对设备的控制系统进行升级,引入自动化和智能控制技术,使设备能够在最优条件下运行,进一步提升能效。

节能管理系统的实施则是优化能源使用和管理的关键。现代节能管理系统集成了数据采集、监控、分析和优化功能,通过实时监控能源消耗情况,帮助企业及时发现并解决能源浪费问题。这些系统通常包括能源监测仪表、

数据采集和分析软件,以及自动控制系统。通过对能源数据的实时监控和分析,企业可以获取详细的能源使用情况和趋势,从而识别出能源消耗异常的环节和潜在的节能机会。例如,能源管理系统能够追踪各个生产环节的能耗数据,发现其中的能效低点,并提供优化建议。系统的实施还包括设定能效目标和进行节能评估,通过持续的监控和改进,企业可以逐步实现节能目标并优化能源管理流程。

在设备改造和节能管理系统实施过程中,还需关注员工培训和制度建设。先进设备和管理系统的有效运行离不开操作人员的正确操作和维护。培训员工掌握新设备的操作技能和节能管理系统的使用方法,是确保设备改造和节能管理系统成功实施的基础。同时,建立健全的节能管理制度也是必不可少的,包括制定节能操作规程、定期进行设备维护和检修,以及建立能源使用的激励机制。这些制度能够帮助企业规范能源管理,提升节能意识,确保节能措施的长期有效性。此外,定期的评估和反馈机制能够促进设备改造和节能管理系统的不断优化,确保其在实际生产中发挥最大效益。通过综合运用先进设备改造与节能管理系统,企业不仅可以显著提升生产效率,降低能源成本,还能在环保方面做出积极贡献,实现可持续发展目标。

5 节能降耗技术对环境保护与经济效益的双重促进

节能降耗技术的应用不仅对化工生产企业自身的经济效益产生深远影响,还在环境保护方面发挥着重要作用。首先节能降耗技术通过提高能源利用效率,直接减少了能源消耗。能源消耗的减少意味着对化石燃料的需求降低,这有助于减少温室气体的排放和空气污染。化工生产中应用高效的能源管理系统、先进的节能设备和优化的工艺流程,可以有效降低生产过程中的能源消耗,从而减少对环境的负面影响。降低能源消耗的同时,也能减少废气和废水的排放,进一步降低对环境的污染。这种环保效益不仅符合全球日益严格的环保法规,也体现了企业对社会和环境的责任。

节能降耗技术带来的经济效益也十分显著。通过实施节能措施,企业能够显著降低能源成本,从而提升生产效率和竞争力。高效节能设备和技术的应用可以减少能源浪费,降低生产过程中的运行成本。例如,更新老旧设备和引入节能技术,不仅减少了能源消耗,还能降低设备的故障率和维修成本,提高设备的运行稳定性和寿命。这些经

济效益对企业的财务状况和市场竞争力产生了积极的影响,使企业在日益激烈的市场竞争中保持优势。此外,节能降耗技术的应用还能够提升企业的品牌形象和社会责任感,吸引更多关注环保和可持续发展的投资者和消费者。

节能降耗技术对环境保护与经济效益的双重促进体现了企业可持续发展的战略方向。通过实施节能措施,企业不仅能实现节约资源、降低成本的短期目标,还能在长期内促进环境保护和资源的可持续利用。节能技术的应用有助于降低对自然资源的消耗,减少环境污染,推动企业向绿色生产转型。这种转型不仅符合全球环保趋势和政策要求,还能为企业开拓新的市场机会,如绿色产品和低碳技术的市场。综合考虑环境效益和经济效益,节能降耗技术为企业提供了一个可持续发展的路径,使企业在实现经济目标的同时,也为环境保护做出积极贡献。通过这种双重促进,企业能够在实现经济增长的同时,积极参与全球环境保护和可持续发展的事业,实现经济与环境的协调发展。

6 结语

节能降耗技术在化工生产中的应用不仅显著提高了能源利用效率,还对环境保护和经济效益产生了深远影响。通过优化生产工艺、引进先进设备和实施智能节能管理系统,企业不仅能有效降低能源消耗和生产成本,还能减少对环境的负面影响,提升环保绩效。这些技术的综合应用推动了企业向绿色生产转型,实现了经济效益与环境保护的双重促进。未来,持续关注节能技术的发展与应用,将为企业的可持续发展和全球环保事业做出更大贡献。

[参考文献]

- [1]赵隆颢. 化工工艺中节能降耗技术应用与优化策略研究[J]. 化工设计通讯,2022,48(8):70-72.
 - [2]王同胜. 化工工艺中节能降耗技术应用与优化策略[J]. 冶金与材料,2022,42(6):173-177.
 - [3]莫贤才. 化工工艺中节能降耗技术应用与优化策略[J]. 化工设计通讯,2023,49(3):72-74.
 - [4]阮金俊. 化工工艺中节能降耗技术应用与优化策略[J]. 石化技术,2023,30(3):231-233.
 - [5]周恒,童凯,李玉军,等. 化工工艺中节能降耗技术应用与优化策略[J]. 清洗世界,2024,40(1):114-116.
- 作者简介:崔哲锋(1972.4—),男,毕业院校:河北科技大学,专业:化工工艺,当前工作单位:海湾工程有限公司。

石油化工火灾扑救中的作战安全问题及建议

于 勇

胜利油田应急救援中心港区专业应急救援站, 山东 东营 257000

[摘要] 石油化工行业涉及大量易燃易爆物质, 生产与储存过程中存在多种火灾隐患, 一旦火灾发生扑救的难度往往极大。除了高温与浓烟之外, 泄漏的有毒气体及可燃液体复燃的风险, 对扑救工作带来了严峻的挑战。近年来, 国内外多起石油化工火灾事故不仅造成了严重的人员伤亡, 也引发了广泛的环境污染。为应对这一形势, 各级消防部门与相关企业亟须提升火灾扑救能力, 确保在危机时刻能够有效应对。随着科技的发展, 现代消防技术的应用为火灾扑救提供了新的机遇。因此, 加强安全管理与应急响应机制, 以提升作战安全, 已成为当前亟待解决的任务。

[关键词] 石油化工; 火灾扑救; 作战安全

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14327

中图分类号: X92

文献标识码: A

Operational Safety Issues and Suggestions in Firefighting of Petrochemical Fires

YU Yong

Shengli Oilfield Emergency Rescue Center Port Area Professional Emergency Rescue Station, Dongying, Shandong, 257000, China

Abstract: The petrochemical industry involves a large amount of flammable and explosive substances, and there are various fire hazards in the production and storage process. Once a fire occurs, the difficulty of extinguishing it is often extremely high. In addition to high temperatures and thick smoke, the risk of toxic gases and flammable liquids reigniting from leaks poses a serious challenge to firefighting work. In recent years, multiple petrochemical fire accidents at home and abroad have not only caused serious casualties, but also triggered widespread environmental pollution. In order to cope with this situation, fire departments at all levels and relevant enterprises urgently need to enhance their fire fighting capabilities to ensure effective response in times of crisis. With the development of technology, the application of modern firefighting techniques has provided new opportunities for fire suppression. Therefore, strengthening security management and emergency response mechanisms to enhance operational safety has become an urgent task to be addressed.

Keywords: petrochemical industry; fire extinguishing; operational safety

引言

随着工业化的快速推进, 石油化工行业呈现出迅猛的发展态势, 随之而来的火灾风险也显著增加。火灾不仅给企业带来巨大的经济损失, 还可能对周边环境及公众安全构成严重威胁。因此, 研究石油化工火灾的扑救策略与作战安全问题显得尤为重要, 深入探讨石油化工火灾扑救中的主要安全隐患, 分析现有保障措施的不足之处并提出切实可行的建议, 以提升火灾扑救的整体效率与安全性。

1 石油化工火灾扑救的特点

1.1 爆炸风险高

随着工业化进程的加快, 石油化工行业迅猛发展, 但随之而来的火灾风险显著上升。给企业带来的不仅是巨大的经济损失, 周边环境及公众安全也可能因此受到严重威胁。因此, 研究石油化工火灾的扑救策略与作战安全问题, 显得尤为重要。本文将深入探讨石油化工火灾扑救中存在的主要安全隐患, 分析现有保障措施的不足之处, 并提出切实可行的建议, 旨在提升整体火灾扑救的效率与安全性。

1.2 有毒气体释放

在石油化工火灾中, 释放有毒气体构成了重大安全隐

患。火灾燃烧过程中石油产品及其添加剂会分解, 释放出氯气、二氧化硫、苯等有害气体, 这些有毒气体不仅直接威胁到扑救人员的安全, 还可能通过空气扩散危害周边居民的健康。一旦有毒气体浓度超过安全标准, 便可能引发呼吸困难、中毒甚至致命后果。因此, 在扑救过程中, 实时监测空气质量的必要性显而易见, 确保人员佩戴合适的防护装备, 同时及时撤离受影响区域。了解释放气体的种类及其危害特性, 有助于制定切实有效的应对策略, 从而降低事故造成的损失与伤害。

1.3 扑救难度大, 持续时间长

扑救石油化工火灾的难度较大且持续时间较长, 主要源于火灾本身的复杂性及其高强度。通常石油化工设施规模庞大, 种类繁多的设备以及分散的火源和燃料加大了扑救的难度。在瞬息万变的火场环境中, 快速评估与判断成为扑救人员的必备能力。同时, 由于高温与猛烈的火势, 扑救行动常常难以迅速奏效, 甚至可能引发二次爆炸的风险。火灾的持续时间受到多种因素的影响, 包括火灾类型、现场设备结构及扑救措施的有效性。为了最终控制火势并实现灭火, 扑救工作往往需持续较长时间, 并在过程中不

断调整策略与资源配置。这样的环境不仅考验消防队员的体力与耐力,更对指挥系统的协调能力提出了更高的要求。

2 石油化工火灾扑救中的主要作战安全问题

2.1 高温与爆炸风险

在石油化工火灾中,最显著的作战安全问题便是高温与爆炸风险。火灾发生后,火场温度迅速升高,可能达到数百甚至上千摄氏度,这种极端高温不仅对扑救设备造成严重损害,还对消防员的安全构成威胁,同时现场常常存在大量易燃气体与液体,当这些物质与空气混合至特定比例,遇到火源时便可能瞬间引发爆炸,不仅能摧毁周围设施还会迅速扩散火势,从而增加扑救的难度。在扑救过程中,消防人员对高温与爆炸风险必须保持高度警惕,采取有效的防护措施与战术,确保自身安全并尽快控制火势。

2.2 有毒气体泄漏与扩散

在石油化工火灾中,有毒气体的泄漏与扩散构成了严峻的安全隐患。高温及剧烈燃烧常常导致储存的化学物质分解,释放出多种有害气体,如氯气、硫化氢及苯,这些气体不仅直接威胁扑救人员的安全,还能够迅速通过空气扩散,影响周围环境及居民的健康,更为危急的是有毒气体的浓度可能在短时间内达到致命水平,造成中毒或窒息等严重后果。因此,在扑救过程中,必须及时监测空气质量,确保消防人员佩戴合适的防护装备保障安全,制定有效的应急响应计划,以便在有毒气体泄漏时迅速撤离人员并封锁危险区域,成为保护生命安全的关键措施。

2.3 可燃液体外泄与复燃

在石油化工火灾中,可燃液体的外泄与复燃构成了极具挑战性的安全隐患。火灾发生时,设备的破裂或容器的损坏可能导致储存的石油、化学溶剂等液体泄漏,这些可燃液体一旦外泄不仅加速了火势的蔓延,还可能在地面形成可燃液体池,从而显著提升复燃的风险。在灭火过程中,扑救人员必须时刻关注现场的液体泄漏情况,防止复燃事故的发生。复燃通常发生在扑救工作看似已经结束时,火势可能再次被点燃,造成二次伤害与财产损失。为确保扑救的安全与成功,制定有效的控制措施至关重要,其中包括使用吸油材料、设立拦截设施,以及强化对液体泄漏源的监测与处理等关键环节。

2.4 设备倒塌与结构失稳

在石油化工火灾中,设备倒塌与结构失稳构成了严重的安全隐患。在高温条件下,设备与建筑结构承受着极大的热应力,这直接影响其稳定性。特别是在大型石油储罐、反应器及管道系统等设施中,火势可能导致金属材料的软化或脆化,从而在负荷作用下引发倒塌,这种突发事件不仅会对扑救人员造成伤害,还可能引起更大范围的火灾或爆炸。现场的混乱与不确定性进一步增加了救援行动的复杂性,因此消防员在接近存在倒塌风险的区域时,需保持高度警觉。为了降低此类风险,提前进行结构评估与实时

监控至关重要;在及时发现结构异常后,应迅速撤离人员并调整扑救策略确保安全。

2.5 火场通讯与指挥系统失效

在石油化工火灾的扑救过程中,火场通讯与指挥系统的失效成为一个显著的安全隐患。在复杂的火灾现场环境中,浓烟、火焰及噪音严重影响通讯设备的正常运作,导致信息传递出现障碍。在此情况下,指挥官可能无法及时获取现场的真实情况,这直接影响了救援行动的有效指挥,增加了误判与混乱的风险,缺乏有效的通讯手段使扑救人员在紧急情况下难以协调,可能导致救援力量的分散或重复操作,从而降低灭火效率。为此,火灾应急预案中应当包括可靠的通讯方案,例如应急信号传输设备的设置、备用通讯渠道的规划,以及定期进行通讯演练的安排,确保在极端情况下仍能保持信息畅通,从而提升指挥效率与现场安全。

3 作战安全保障措施

3.1 消防员个人防护装备的配置与使用

在石油化工火灾扑救中,消防员个人防护装备的配置与使用至关重要。复杂且充满危险的火场环境,迫使消防员佩戴专门设计的防护装备,以抵御高温、毒气与化学品的侵害。合适的防护服须具备耐高温、阻燃及防化功能,确保在高温与有毒气体的环境中提供有效保护,呼吸器与防护面具的使用同样不可或缺,能够有效过滤有害气体,确保消防员在执行任务时能够安全呼吸。在装备配置方面,定期检查与维护防护设备至关重要,确保其保持良好的工作状态。出勤前,应对消防员进行全面的安全培训,确保他们熟练掌握如何正确穿戴与使用这些装备。同时了解装备的操作流程与应急使用方法,能够在关键时刻有效保护生命安全。

3.2 安全撤离与逃生路线规划

在石油化工火灾扑救中,安全撤离与逃生路线的规划至关重要。由于火场环境变化迅速,烟雾、火焰及有毒气体的扩散使撤离过程愈加复杂。因此,提前制定清晰的撤离路线图,并确保所有参与救援的人员熟悉这些路线,是保障生命安全的关键所在。撤离路线应根据火场布局及危险区域合理设计,尽量避开高温与有毒气体泄漏区域,设置明显的标识与指引,有助于消防员在混乱中快速找到安全出口。定期进行撤离演练,能够显著增强队伍的应急反应能力,确保在真正危机中有效、有序地撤离。保持撤离通道畅通无阻也同样重要,潜在障碍物必须定期检查并清理,以确保所有人员在紧急情况下能够迅速、安全地离开火场。

3.3 消防指挥系统的完善与升级

在石油化工火灾扑救中,消防指挥系统的完善与升级是提升作战效率与安全性的关键环节。高效的指挥系统不仅能实时监控火场动态,还能够迅速传达指令,协调各救援单位的行动。随着科技的进步,现代消防指挥系统应整合先进的通信技术、数据分析工具以及实时监控设备,实现信息共享与决策执行的高效性。对指挥系统的升级应包

括对指挥人员的培训,确保他们具备应对复杂火灾场景的能力。通过模拟演练与案例分析,指挥员的应变能力与领导力能够显著提升,使其在突发情况下能够快速做出判断,建立多部门协同作战机制有助于整合资源,实现消防、医疗及警务等部门之间的信息互通与合作。

3.4 实时监控与火场信息收集

在石油化工火灾的扑救过程中,实时监控与信息收集显得尤为重要。此环节为指挥决策提供了准确且及时的数据支持,使指挥员能够全面掌握火场的动态变化,通过部署先进的监控设备,如无人机、热成像仪及传感器,火势、温度、烟雾浓度及有毒气体的分布情况得以实时获取,从而为调整扑救策略提供可靠依据。信息收集不仅限于火场内部,还需关注周边环境及气象条件评估潜在风险,将这些信息整合进指挥系统,有助于实现火灾的动态管理及时调整救援计划,避免因信息延误而产生的安全隐患。对火场信息的记录与分析同样为事后评估与培训提供了宝贵资料,未来扑救行动的效率与安全性因此得以提升。

4 提升火灾扑救作战安全的建议

4.1 加强消防员的安全培训与演练

提升火灾扑救作战安全的关键在于强化消防员的安全培训与演练。此过程不仅奠定了队伍整体素质的基础,更确保每位成员在应对复杂火灾时能够迅速反应。定期组织针对性的培训,包括火灾现场应急处置、个人防护装备的使用以及撤离程序,使消防员能够熟悉各种突发情况的应对策略。演练被视为将理论知识转化为实践技能的重要环节,通过模拟真实火灾场景,消防员在压力下进行实战演练,不仅提升了团队协作能力,还帮助他们在紧张环境中保持冷静,提高应变能力。演练结束后,针对发现的问题进行及时总结与反馈,有助于整体作战水平的提升。

4.2 提升消防装备的科技含量

增强火灾扑救能力的关键措施之一是提高消防装备的科技含量。随着科技的不断发展,现代消防装备不仅需满足基本的防护需求,更应具备更高的智能化水平与便捷性。新型装备如智能灭火器、无人机监测系统及高压水炮,能够在复杂火灾环境中提供更精准的灭火与监测支持。采用先进材料与技术,有助于显著提升装备的性能与耐用性。耐高温、抗化学腐蚀的材料被使用,确保消防员在极端环境中保持安全^[1]。此外,智能化管理系统能够实时监控消防员的生理状态,及时提供必要的安全警示防意外发生。定期更新与升级装备,以跟上最新技术的发展,同样是提升科技含量的重要环节。通过整合信息技术与消防装备,构建智能化的指挥系统,实现数据的实时分析与决策支持,进而显著提高扑救的效率与安全性。

4.3 完善应急预案与安全管理制度

提升火灾扑救作战安全的核心环节在于完善应急预案与安全管理制度。制定详尽的应急预案,确保在火灾发

生时能够实现迅速而有效的响应,预案应根据不同类型的火灾情景进行分类,如常见的石油化工火灾及气体泄漏等,为每种情况提供有针对性的应对措施,各部门的职责分工应在预案中清晰界定,确保在紧急情况下,所有人员能迅速明确自身角色并进行高效协作。安全管理制度的完善同样至关重要,包括定期对应急预案进行评估与演练,确保参与人员熟练掌握操作流程。在演练结束后,及时总结发现的问题并进行调整与优化,使预案更具实用性^[2]。此外,建立安全管理的反馈机制,鼓励现场人员提出改进建议,有助于持续优化管理制度。结合现代科技手段,如信息化管理平台,能够实现应急预案的动态更新与信息共享,从而提升各部门之间的沟通效率。

4.4 增强多部门协同作战能力

提升火灾扑救效果的重要环节在于增强多部门的协同作战能力。在石油化工火灾中,消防、医疗救护、公安与环境保护等多个部门必须紧密合作,以有效应对复杂的火灾场景。因此,建立跨部门的协同机制显得尤为必要。定期举办联动演练,使各部门能够熟悉彼此的工作流程,增进沟通与理解从而确保在真正危机时刻迅速形成合力^[3]。在应急指挥系统中信息共享平台的引入至关重要,这一平台能够实时传递现场动态与资源需求,使各部门能够迅速反应。例如,在扑救过程中,消防部门可及时通知医疗单位准备救护设备,而环境监测部门则能够实时监控有毒气体的扩散情况,确保整个应急响应的安全与有效。制定统一的指挥标准与应急预案,有助于在紧急情况下各部门保持一致的行动,避免因信息不畅或职责不清而导致的混乱。

5 结语

在石油化工火灾的扑救过程中,作战安全显得至关重要,直接关系到消防员的生命安全与公众财产的保护。通过对火灾扑救特点及潜在安全问题的深入分析,明确了加强消防员培训、提升装备科技含量、完善应急预案,以及增强多部门协同作战能力等措施在提升作战安全方面的有效性,这些领域的持续努力成为构建安全高效火灾扑救体系的基础。面对未来的挑战必须不断总结经验,引入先进技术确保在复杂环境中快速、精准地应对火灾事故,最大限度地保障生命与财产安全。

[参考文献]

- [1]胡乃政. 石油化工火灾扑救中的作战安全问题及建议[J]. 化纤与纺织技术, 2023, 52(12): 102-104.
 - [2]王伟. 石油化工火灾扑救中的作战安全问题及建议[J]. 当代化工研究, 2023(18): 179-181.
 - [3]徐大河. 石油化工火灾扑救中的作战安全问题及建议探析[J]. 消防界(电子版), 2023, 9(4): 129-131.
- 作者简介: 于勇(1977.9—), 单位名称: 胜利油田应急救援中心港区专业应急救援站, 毕业学校和专业: 中国地质大学 工商管理。

光伏发电工程档案管理现状及解决措施

张娜

辽宁龙源新能源发展有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]在现代能源系统中光伏发电工程扮演着至关重要的角色,建设与运营过程中生成的大量技术文件、设计图纸、施工记录及验收报告等档案,不仅体现了工程的质量与进度,同时也为后续与维护与管理提供了关键依据。随着项目规模的扩展及技术的不断进步,档案管理的复杂性与挑战逐步增加。如何有效地管理这些档案,确保其完整性、准确性及可用性成为光伏发电工程管理中的关键问题。尽管现行的档案管理实践包括了一些基本措施,实际操作中仍存在档案制度缺失、信息化水平不足、人员培训不充分以及保存环境不达标等问题,不仅对档案的有效管理产生负面影响,同时也可能影响到项目的运营与维护。对光伏发电工程档案管理现状进行全面分析,以揭示存在的问题并提出相应的改进措施,是提升档案管理水平与确保项目成功实施的必要步骤。

[关键词]光伏发电工程; 档案管理; 现状; 解决措施

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14350

中图分类号: TM615

文献标识码: A

Current Situation and Solutions of Archive Management in Photovoltaic Power Generation Projects

ZHANG Na

Liaoning Longyuan New Energy Development Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: Photovoltaic power generation projects play a crucial role in modern energy systems. The large number of technical documents, design drawings, construction records, and acceptance reports generated during the construction and operation process not only reflect the quality and progress of the project, but also provide key basis for subsequent maintenance and management. With the expansion of project scale and continuous technological progress, the complexity and challenges of archive management are gradually increasing. How to effectively manage these files and ensure their completeness, accuracy, and availability has become a key issue in the management of photovoltaic power generation projects. Although the current practice of archive management includes some basic measures, there are still problems such as the lack of archive system, insufficient information technology level, inadequate personnel training, and substandard preservation environment in actual operation. This not only has a negative impact on the effective management of archives, but may also affect the operation and maintenance of projects. A comprehensive analysis of the current situation of archive management in photovoltaic power generation projects, in order to reveal existing problems and propose corresponding improvement measures, is a necessary step to enhance the level of archive management and ensure the successful implementation of the project.

Keywords: photovoltaic power generation engineering; archive management; present situation; solutions

引言

全球对可再生能源关注的持续增长,使光伏发电因其绿色环保的特性,逐渐成为电力行业的核心组成部分。在光伏发电工程实施的过程中,由于项目的复杂性与规模,产生的大量档案资料记录了设计、施工、验收等关键环节,为后续运营与维护提供了宝贵的参考。因此,实施科学且系统的档案管理,对于项目顺利推进、运营效率的提升以及长期可持续性的保障,具有至关重要的意义。当前光伏发电工程的档案管理面临诸多挑战,其中包括档案管理制度不完善、信息化水平的不足、管理人员素质的参差不齐以及管理流程的不规范。所有这些问题不仅影响了档案的有效利用,也对工程的整体管理及后续维护带来了负面影响。深入探讨光伏发电工程档案管理的现状及其存在的问题,并提出切实可行的改进措施,对理论研究和实际

应用均具有重要的意义。

1 档案管理在光伏发电工程中的重要性

1.1 对项目进度的支持

在光伏发电工程中,档案管理对项目进度的支持扮演了至关重要的角色。依赖于全面且准确的档案系统,各阶段的项目进展得以获得历史数据与实时信息,从而确保施工进展的透明性与可控性。关键节点的工程资料被系统化档案管理全面保存,同时通过数据分析和历史经验的有效运用,项目进度的风险被准确预判。在施工过程中,由于档案管理提供了统一的信息平台,不同部门之间的协调与沟通得以促进,进度延误的情况由信息不对称所引发被减少。

1.2 对项目质量的保障

在光伏发电工程中,项目质量的保障依赖于档案管理的关键作用。详细的施工环节资料,包括设计文件、施工

日志、材料检测报告及质量验收记录都由系统化的档案记录提供,这些文档成为质量控制的基础,通过对档案进行定期审核,潜在的质量问题能够被及时识别并纠正,从而确保施工过程严格遵循设计规范和标准。质量追溯的可靠依据来自于档案中的历史数据和技术文件,使施工缺陷或问题可以追溯至其根源,推动问题的迅速解决。项目的质量评估和改进得到支持的同时,系统化的档案管理还为未来工程积累了宝贵的经验和教训。

1.3 对后续运营维护的作用

在光伏发电工程的后续运营维护中,关键作用由档案管理发挥,详细涵盖项目设计方案、施工过程、设备配置及验收标准的系统化档案记录,为维护工作提供了重要参考依据^[1]。通过全面的档案信息,清晰了解设备技术参数、运行状态以及历史故障记录,维护人员得以制定科学的维护计划和应急预案。长期资产管理也得到了助力,设备运行数据的分析可以预测维修需求及更换周期,从而延长设备使用寿命并提升运行效率。一个完善的档案系统不仅确保了日常运营的顺利进行,还为优化维护策略和改进管理流程提供了坚实的数据支持,从而增强了系统的可靠性与经济性。

2 光伏发电工程档案管理的现状

2.1 档案管理制度不完善

光伏发电工程档案管理中,现状的一个突出问题为档案管理制度的不完善,主要表现为制度的系统性和操作性缺乏,例如统一的档案管理规范及标准在许多企业和项目中并未得到建立,导致实际操作中出现显著差异,这一制度缺失不仅对档案记录的完整性和准确性产生了影响,还对档案的归档、查阅及维护效率产生了负面效果。在文件整理和归档过程中,常常由于缺乏明确的流程或责任分工,资料的散乱或丢失成为常见现象,这在需要迅速调取资料时造成了困难,面对审计、检查或纠纷时,档案管理制度的不足使得缺乏有效的支持和依据。建立完善的档案管理制度,明确档案分类、保存、使用及更新等环节迫切需要实施,实现档案管理的规范化和系统化进而提升工程管理的整体水平。

2.2 档案管理信息化程度低

在光伏发电工程中,档案管理的信息化程度普遍较低,严重影响了档案的存储、管理与利用效率。传统的纸质档案依然被广泛使用,这种方法使信息的检索、更新与共享变得繁琐且效率低下,纸质档案不仅容易受到损害或丢失而且限制了信息的实时更新与部门间的协作。信息化水平的不足导致了档案数据整合的困难,从而形成了信息孤岛现象,相关人员难以获取全面的项目数据。引入现代信息技术,如电子档案系统与云存储,显著地提升了档案管理的效率和安全性,为数据检索与更新提供了更高效的手段。未实现信息化的档案管理无法满足项目快速发展的需求,并限制了管理水平的提升。通过实现档案管理的信息化转型不仅可以提高自动化与智能化水平,还能增强数据的安全性及可访问性,为整体工程管理提供坚实的支持。

2.3 档案管理人员素质参差不齐

在光伏发电工程中,档案管理人员素质的参差不齐对档案管理的效率与质量产生了显著影响。由于个人背景和经验的差异,档案在收集、整理及维护环节中,常常因操作不规范或技能不足而出现问题。必要的档案管理知识及培训部分人员可能并未具备,因此在档案标准化及数字化处理方面,常表现出理解不到位,影响了档案的完整性与准确性。人员素质的不一致也可能导致档案信息处理上的差异,从而影响档案的可靠性和后续利用的便捷性。为提升档案管理的整体水平,应对管理人员进行系统化的培训,明确岗位职责并提高其专业技能和管理能力,这不仅有助于增强档案管理的科学性与规范性,还能够确保档案信息的准确传递与有效使用。

2.4 档案管理流程不规范

在光伏发电工程中,档案管理流程的规范性缺失导致了信息管理的混乱以及档案处理效率的低下。许多项目因未建立统一的档案管理流程或流程设计不合理,使档案在收集、整理、存储及检索过程中出现诸多问题。例如,因档案归档标准及方法不统一,资料整理往往缺乏系统性,致使信息查找和利用变得更加困难。流转过程中若缺少必要的审核及检查环节,档案丢失或出错的风险也会随之增加。档案更新和维护的随意性亦使得档案信息的准确性和实时性难以得到保障。制定明确的档案管理流程、规范各个环节的操作并清晰划分责任,不仅能保证管理工作的有序进行,还可通过标准化流程减少人为失误,进一步提升档案管理效率及其整体质量和可利用性。

3 光伏发电工程档案管理中存在的问题

3.1 档案资料收集不及时

在光伏发电工程中档案资料收集滞后的问题普遍存在,给项目管理及后续维护带来了诸多挑战。由于未能及时归档,许多关键阶段的文件和数据未被有效记录,致使项目进度及质量难以得到实时的监控与评估。资料的延迟收集不仅影响了项目实施的准确性,也导致在工程回顾及审查时缺少必要的支持数据。若档案信息收集不及时或不完整,相关人员在查阅和分析历史记录时将面临困难,由此产生的管理效率下降使问题的追踪与解决复杂化,进一步影响了项目整体的顺利推进。

3.2 档案保存环境不达标

在光伏发电工程中档案保存环境不达标的问题尤为显著,许多项目的档案存放场所未达到专业存储标准,诸如温湿度控制不当、光照条件不佳或缺少必要的防火、防潮措施,这些不符合规范的保存环境,极大地增加了档案遭受损毁、变色或变形的风险,严重威胁档案的长期保存与使用价值。纸质文件若置于不适宜的环境中极易退化,导致信息丧失或难以辨认。保存条件的不规范不仅增加了档案管理的难度,也可能破坏项目历史记录及数据的完整性,进而影响后续查询和分析工作的准确性与效率。

3.3 档案利用效率低下

在光伏发电工程中,档案利用效率低下对项目的管理与决策过程产生了直接影响,由于档案系统的检索功能并不完善或分类方式缺乏科学性,相关人员在查找与使用档案时,往往面临繁琐的操作步骤以及较长的等待时间。低效的利用不仅耗费了大量人力资源,也延误了问题的解决与决策的制定。重复性及冗余信息的存在更是加剧了有效数据提取的困难,削弱了档案应有的实际价值,当历史记录或数据支持急需时,档案利用效率的低下使得信息无法及时提供,从而对项目的操作与管理效率产生了负面影响。

4 光伏发电工程档案管理的改进措施

4.1 完善档案管理制度

提升光伏发电工程档案管理水平的关键在于档案管理制度的完善,全面的管理规范必须被制定并实施,这些规范需涵盖档案的收集、整理、保存、使用及销毁的各个环节,每个流程的操作步骤与责任分工应明确规定,确保各项工作有标准可依^[2]。完善的制度文件也需被建立,包括档案分类标准、编目规则及保管与检查要求,进而确保档案信息的系统性和可追溯性。管理制度应定期审查与更新,以便结合实际操作中的问题和新技术的进展,及时调整以满足不断变化的管理需求。档案管理人员的培训也需加强,使其能够熟练掌握制度并规范操作,确保管理制度得以高效执行。

4.2 推进档案管理信息化建设

档案管理信息化建设的推进是提升光伏发电工程档案管理与准确性的关键举措,先进的档案管理软件系统应被引入,以实现档案的数字化存储并为高效的数据检索、分类和归档提供支持,电子档案库的建立不仅能显著减少对纸质档案的依赖,还大大提高了管理的效率和安全性,档案管理系统需与其他项目管理系统相互整合,确保信息共享防止数据孤岛的出现,进而保证信息的实时更新与一致性。为了顺利推进信息化建设,需制定详细的建设方案包括对系统需求的分析、技术的选择、具体的实施步骤以及人员的培训。系统的维护与升级工作同样不可忽视,确保能够跟随技术进步保障其稳定运行。

4.3 提高档案管理人员素质

提高档案管理人员的素质是优化光伏发电工程档案管理的核心步骤,系统化的培训应当覆盖档案管理的理论基础、操作流程以及新兴技术的应用,确保档案人员熟练掌握档案分类、数字化处理、信息安全和相关法规,尤其需要通过职业发展提供长期学习和技能提升的机会,鼓励其参与专业认证及行业交流,进而掌握行业的前沿技术和最佳实践,定期的考核机制也需引入,档案管理人员的工作绩效应当通过评估明确,并根据评估结果进行有针对性的培训或岗位调整。通过这些方式,不仅推动了人员的专业发展也为整体档案管理质量的提升提供了坚实的保障。

4.4 优化档案管理流程

优化档案管理流程是提升光伏发电工程档案管理效

率与质量的关键。首先需要对现有流程进行全面审查,优先识别出冗余或低效的环节。操作步骤若得以简化,整体工作效率将显著提高,标准化的档案处理程序必须制定,涵盖档案的收集、整理、分类、存储、检索及销毁等每一个环节,确保各步骤具备明确的操作规范与责任划分^[3]。引入现代化流程管理工具,诸如电子工作流系统,能够自动化处理流程,减少人为错误并确保信息处理的准确性与及时性。与此同时,严格的档案审核与监督机制也应建立,对各个流程环节进行定期检查与评估以便及时发现并纠正问题,从而进一步优化档案管理工作。

4.5 加强档案保存环境建设

加强档案保存环境建设对于确保光伏发电工程档案长期安全与稳定的重要性不可忽视,关键在于科学规划档案保存空间确保符合相关标准,包括对温湿度、光照强度、防火和防潮措施的严格控制。适宜的温湿度条件有助于有效防止纸质档案的劣化,因此专业的空调与除湿设备的配置必不可少,以维持恒定的环境。防火设施如灭火器与自动喷水灭火系统应安装在档案保存空间内,同时应使用防火、防潮的储存材料,降低火灾与水害的风险。定期对保存环境进行检查与维护是必要的确保设备故障能够及时修复,从而保持环境条件始终处于最佳状态。智能监测系统的引入,使得保存环境能够实时监控,并在异常情况出现时及时处理,从而进一步确保档案的安全。

5 结语

在光伏发电工程的顺利实施和长期维护中档案管理扮演着至关重要的角色,现状的深入分析揭示了诸多问题,如制度的不完善、信息化程度的不足、人员素质的参差不齐以及流程的不规范,这些问题显著地影响了档案管理的效率与质量。采取综合措施显得尤为重要,包括档案管理制度的完善、信息化建设的推进、人员素质的提升、管理流程的优化以及档案保存环境的强化,这些措施将有助于实现档案管理的规范化和现代化,从而为光伏发电工程的高效运行及可持续发展提供坚实的支撑。随着技术的不断进步与管理理念的更新,档案管理将持续朝着智能化与高效化方向发展,为项目的成功实施与长期发展创造更大的价值。

[参考文献]

- [1] 蔺晶. 光伏发电工程项目档案标准化管理研究[J]. 黑龙江档案, 2023(3): 118-120.
- [2] 菅爱爱. 刍议光伏科技档案管理的现状与对策研究[J]. 兰台内外, 2022(34): 10-12.
- [3] 俞小君. 规范光伏项目档案管理[J]. 中国电力企业管理, 2022(12): 44-45.

作者简介: 张娜(1988. 1—), 毕业院校: 东北电力大学, 所学专业: 电力系统及其自动化, 当前就职单位: 辽宁龙源新能源发展有限公司, 职务: 专职档案员, 职称级别: 中级。

工程监理在建筑材料质量监督中的应用研究

梁艳丽

新疆欧亚工程项目管理有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 随着现代建筑技术的发展, 对建筑材料质量的要求愈加严格。工程监理作为建筑工程管理中的重要环节, 不仅涉及到材料采购、施工过程的监督, 还包括对材料质量问题的处理和改进。文章探讨工程监理在建筑材料质量监督中的具体应用, 分析其在材料采购、施工、质量控制等环节的作用, 提出改进措施和优化策略, 以期对相关实践提供理论支持和操作指导。

[关键词] 工程监理; 建筑材料; 质量监督; 质量控制; 施工监督

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14347

中图分类号: TU712.3

文献标识码: A

Application Research on Engineering Supervision in Quality Supervision of Building Materials

LIANG Yanli

Xinjiang Ouya Engineering Project Management Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the development of modern building technology, the requirements for the quality of building materials are becoming increasingly strict. As an important part of construction project management, engineering supervision not only involves the supervision of material procurement and construction processes, but also includes the handling and improvement of material quality issues. The article explores the specific application of engineering supervision in the quality supervision of building materials, analyzes its role in material procurement, construction, quality control and other aspects, proposes improvement measures and optimization strategies, in order to provide theoretical support and operational guidance for relevant practices.

Keywords: engineering supervision; building material; quality supervision; quality control; construction supervision

引言

随着城市化进程的加快和建筑工程规模的不断扩大, 传统的质量控制方法已无法满足现代建筑工程对材料质量的高要求。工程监理作为保证建筑质量的关键环节, 不仅需要对材料的采购、验收、施工过程进行全面监控, 还需及时处理质量问题, 确保建筑材料的符合设计规范和和使用要求。因此, 完善工程监理在建筑材料质量中监督作用, 提升监理水平, 成为行业亟须解决的问题。

1 工程监理的定义与发展

1.1 建筑材料质量监督的相关研究

明确的质量标准有助于材料的选用和验收过程, 建筑材料的质量标准包括材料的物理、化学性质及其对环境和适应性的适应性。标准通常由国家和国际标准化组织制定, 如 ISO、ASTM 等。随着科技的发展, 建筑材料的检验技术也不断进步。例如, X 射线衍射 (XRD)、扫描电子显微镜 (SEM) 等技术的应用, 使得材料的微观结构分析变得更加精确, 能够更好地识别潜在的质量问题。在建筑材料的质量监督中, 通过 ISO9001 等质量管理体系认证, 为材料供应商提供了明确的质量管理框架, 同时也为工程监理提供了质量监督的依据。

1.2 工程监理在建筑材料质量监督中的作用

工程监理作为建筑工程管理的重要角色, 肩负着确保工程质量的重任。工程监理通过对材料的外观检查、检验报告审查以及必要的现场测试, 工程监理能够及时发现并

处理材料质量问题, 防止不合格材料进入施工现场。在施工过程中, 合适的储存条件和使用方法有助于保持材料的性能, 避免因储存不当导致的质量问题。工程监理还需确保材料的使用符合设计要求, 避免由于施工不当造成的材料浪费或质量下降。工程监理在建筑材料质量监督中通过与材料供应商、生产厂家和施工单位的沟通, 工程监理能够解决材料供应中的问题, 如供应延迟、材料不符等, 确保工程的顺利进行。工程监理还负责收集材料使用过程中出现的问题和反馈, 并与材料供应商和生产厂家共同分析原因, 提出改进建议, 有助于提升材料供应和使用的质量。

1.3 工程监理的基本概念与职能

工程监理是指在建设项目中, 通过制定监理规划、执行监督检查、实施质量控制等手段, 对工程项目进行全过程、全方位的管理和控制。监理确保工程施工和材料使用符合设计要求和规范标准。监控工程进度, 确保项目按照计划进展, 及时解决影响进度的问题。控制工程成本, 避免超支, 确保项目在预算范围内完成^[1]。监督合同的执行, 处理合同纠纷, 维护合同各方的合法权益。工程监理的工作流程一般包括项目启动、监理规划、现场监督、质量检查、问题处理、项目验收等阶段, 确保监理工作的系统性和规范性。

2 工程监理的定义

2.1 工程监理的主要职能

工程监理的主要职能包括质量控制、进度管理、成本

控制和合同管理。工程监理通过对施工过程的监督,确保施工质量达到设计标准和规范要求。工程监理负责制定和监督工程进度计划,确保各阶段工程按时完成。在施工过程中,监理需要及时处理进度延误的问题,协调各方资源,保持工程进度的稳定。工程监理需要对工程项目的预算进行控制,包括审核工程费用、处理变更和索赔、优化资源配置等。工程监理负责监督合同条款的履行,处理合同纠纷,维护合同各方的权益。

2.2 工程监理的法律法规与标准

各国对工程监理的法律法规有所不同,通常包括建筑法、工程管理条例、监理规范等。例如,在我国,《建设工程质量管理条例》和《工程监理规范》对工程监理的职责和标准进行了详细规定。除了法律法规外,还有许多行业标准和规范,例如 ISO9001 质量管理体系标准、ASTM 材料标准等,这些标准为工程监理提供了操作规范和质量控制依据。合同中通常会明确监理单位的工作范围、责任和权利,以及与其他合同方的关系和义务。

2.3 建筑材料质量监督的基本要求

建筑材料质量必须符合设计图纸和技术要求,符合国家或行业规定的质量标准。对建筑材料进行必要的检验和测试,确保其性能指标符合标准。在材料采购过程中,需要对供应商进行资质审核,确保其提供的材料符合质量标准。同时,在材料管理过程中,要采取有效的储存和维护措施,防止材料质量下降^[2]。建立质量反馈机制,及时处理材料质量问题,并根据反馈进行改进,改进提高材料质量和施工效果。

3 建筑材料的分类与特性

3.1 建筑材料质量的评价标准

建筑材料的质量评价标准是保证建筑工程质量的基础,主要包括以下几个方面:①物理性能:包括材料的密度、强度、硬度、韧性等指标。例如,混凝土的抗压强度(f_c)是其重要的物理性能指标。抗压强度的测试通常采用以下公式:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

表示施加的负荷, A表示测试样品的横截面积。测试结果必须符合国家或行业标准,如我国标准《混凝土强度等级和抗压强度测定方法》(GB/T 50081)。②化学性质:包括材料的耐腐蚀性、耐酸碱性等。例如,钢材的耐腐蚀性能可以通过盐雾试验来评估,盐雾试验的结果通常需要满足相应的耐腐蚀标准。③环境适应性:材料在不同环境条件下的稳定性和耐久性。包括抗冻融、抗湿热、抗紫外线等性能。例如,外墙保温材料需要经过冻融循环试验,确保其在严寒和湿润环境中仍能保持良好的保温性能。④安全性:涉及材料的防火性能、毒性等。例如,建筑用材料的防火等级通常按照 GB 8624《建筑材料及制品燃烧性能分级》进行分类, A 级为不燃材料, B 级为难燃材料等。

3.2 建筑材料的检验与测试方法

建筑材料的检验和测试方法多种多样,通过压缩测试机对混凝土或砖石进行抗压强度测试。硬度测试使用洛氏硬度计、维氏硬度计等对材料进行硬度测试。通过化学分析仪器如原子吸收光谱仪、X 射线荧光光谱仪等对材料的化学成分进行分析,确定材料中主要化学元素的含量。盐雾试验和酸碱试验用于评估材料在腐蚀环境中的耐腐蚀性。盐雾试验的标准为 ISO 9227。对建筑材料进行冻融循环试验,模拟实际环境条件下材料的耐久性。通过紫外线老化试验机模拟材料在紫外线辐射下的老化情况,以评估其耐光性。对钢材、塑料等进行拉伸试验,以测定其抗拉强度、延伸率等性能指标。通常使用拉伸试验机进行,测试结果按照 ASTM E8 标准进行评估。对木材、复合材料等进行弯曲试验,以测定其弯曲强度和弹性模量。

3.3 材料质量控制的技术手段

材料质量控制涉及多个技术手段, ISO 9001 质量管理体系标准,为建筑材料的生产和供应过程提供了系统化的质量控制框架。六西格玛(Six Sigma)旨在减少缺陷和变异的管理方法,通过统计分析和过程改进,提高材料生产过程的质量。使用传感器对材料在施工过程中的性能进行实时监测。例如,使用温湿度传感器监测混凝土的固化过程。通过数据采集系统收集材料的各种性能数据,并利用数据分析工具进行实时分析和质量控制。通过图像处理和计算机视觉技术对建筑材料进行无损检测,如裂缝检测、缺陷识别等。使用激光扫描技术对材料表面进行高精度的检测,以评估其几何形状和表面质量。

自动化材料测试机用于自动化进行材料强度、硬度等测试,提高测试效率和准确性。在生产线上安装在线监测系统,对材料的生产过程进行实时监控,及时发现和处理质量问题。

3.4 材料质量监督的管理流程

材料质量监督的管理流程涵盖从材料的选购、验收到施工过程中的质量控制,确保建筑材料符合设计和规范要求。在材料采购前,对供应商的质量管理体系、生产设施、过往业绩等进行评估。根据工程设计要求,确认所需材料的规格、型号、性能参数等,确保材料符合设计规范和质量标准。对进场材料进行初步检验,包括外观检查、包装和标识核对等。检查是否有运输损坏或其他明显缺陷^[3]。对关键材料进行实验室测试,验证其是否符合设计要求和质量标准。审查供应商提供的材料质量证明文件,如合格证、测试报告等,确保其真实性和有效性。

在施工现场,对材料的使用、存储和处理进行监督。确保材料在施工过程中按照设计要求正确使用,并防止材料因存储不当而受到损坏。记录材料的使用情况,包括入场日期、使用数量、施工方法等。这些记录有助于后期质量追溯和问题处理。在施工的不同阶段进行质量检查,确

保材料的实际使用情况与设计要求一致。例如,混凝土浇筑后进行强度测试,检查其是否达到设计强度。当发现材料质量问题时,及时向相关部门报告,并记录详细的发现情况和处理措施。根据问题的性质和严重程度,采取相应的整改措施,如更换不合格材料、重新施工等。整改过程中应确保材料质量符合标准,并记录整改过程和结果。对整改后的材料进行后续跟踪,确保整改措施有效,并防止类似问题的重复发生。

在工程竣工时,对使用材料的最终检查,确保其符合设计和质量要求。建立和保存完整的材料质量档案,包括采购记录、测试报告、验收记录等。这些档案在项目竣工后可用于质量追溯和后续维护。

3.5 工程监理在建筑材料质量监督中的应用

工程监理根据项目要求和标准,制定详细的材料质量控制计划,包括验收标准、检验频次、测试方法等。根据计划,实施相应的质量管理措施,如设定材料验收标准、安排现场检查等,确保材料质量符合要求。工程监理参与供应商的选择过程,审核供应商的资质和材料的质量保证能力。审核材料采购合同,确保合同条款明确规定材料的质量标准、检验要求和违约责任。工程监理负责检查材料的质量证明文件、进行现场检查和实验室测试,确保材料符合设计要求和质量标准。记录材料验收过程中的详细信息,包括验收结果、不合格材料的处理措施等,并向项目管理层报告。对施工过程中的材料使用情况进行监督,确保材料按照设计要求进行使用和处理。及时收集施工过程中发现的材料质量问题,进行分析和处理。对发现的材料质量问题进行处理,包括通知供应商、制定整改计划、实施整改措施等。根据问题处理的经验,提出质量改进建议,以优化材料采购和使用流程,提升整体材料质量管理水平。参与工程竣工验收,确保所有材料符合设计和质量标准,处理竣工验收中发现的问题。整理和归档项目中的材料质量相关记录,包括验收记录、测试报告、整改记录等,确保项目完成后的质量追溯和管理。

4 工程监理在建筑材料质量监督中的应用

4.1 工程监理在材料采购阶段的作用

工程监理需要对材料供应商进行资质审核,审查供应商的生产许可证、质量管理体系认证(如 ISO 9001)以及过往的业绩记录。监理人员需对材料采购合同进行详细审查,确保合同条款中明确规定了材料的技术规格、质量标准、检验要求以及违约责任等。合同中还应明确材料的交货时间、验收程序和保修条款,以确保双方的权利和义务得到有效保障。

在材料采购阶段,应依据设计要求和国家或行业标准(如《建筑材料及制品质量检验标准》GB/T 15037),包括材料的物理性能、化学性质、环境适应性等。监理人员负责对进场材料进行验收,包括外观检查、标识核对以及

测试验证。对于关键材料,还需进行实验室测试,确保其性能指标符合要求。

4.2 工程监理在施工阶段的监督措施

工程监理需要对施工现场的材料进行严格管理,包括材料的储存、搬运和使用。材料应按规定储存在干燥、通风的环境中,防止受潮、污染或损坏。监理人员应对施工过程进行实时监控,确保材料的使用符合设计要求和施工规范。例如,对混凝土的搅拌、浇筑和养护过程进行监督,确保其强度和耐久性符合标准。在施工过程中,监理人员需详细记录材料的使用情况、施工质量检查结果以及发现的问题。定期汇总和分析这些记录,及时发现潜在的质量隐患,并采取相应的措施进行纠正。当发现施工过程中出现材料质量问题时,监理人员需及时采取措施进行处理。

4.3 工程监理与材料供应商的协调

工程监理需与材料供应商保持密切的沟通,确保双方对材料的规格、质量要求和交货时间等达成一致。在材料使用过程中,如发现质量问题或供应问题,工程监理需及时与供应商沟通,协商解决方案。工程监理需对供应商的材料生产工艺、质量控制措施以及检验记录等进行检查^[4]。必要时,监理人员可要求供应商提供更多的质量保证文件或进行现场检查。工程监理需确保供应商按照合同履行义务,包括材料的质量、数量、交货时间等。如发现供应商未按合同要求履行,监理人员应及时采取措施,包括与供应商协商、修改合同条款或采取法律手段维护权益。

4.4 工程监理在材料质量问题处理中的策略

工程监理需建立有效的质量检查机制,定期进行材料检查、测试以及施工过程的质量控制。监理人员应关注材料的生产和使用情况,及时识别潜在的质量风险。对于发现的质量问题,监理人员需详细记录问题情况,包括问题的性质、发生时间、影响范围等。同时,对问题进行原因分析,找出产生问题的根本原因。这有助于制定针对性的整改措施,并防止类似问题的再次发生。针对材料质量问题,更换不合格材料、调整施工工艺、加强质量控制等。整改措施应明确责任人和完成时间,并对整改效果进行跟踪检查。在问题处理过程中,工程监理需收集质量反馈信息,对质量控制流程进行评估,提出改进建议,优化材料采购和使用流程,提高整体质量管理水平^[5]。对于因材料质量问题导致的重大损失或合同纠纷,要求供应商赔偿损失、索取违约金或诉诸法律程序解决争议。

5 结语

工程监理在建筑材料质量监督中的作用不仅仅是对材料质量进行基本的验收和检查,更涉及到材料采购、施工过程的全程监督及质量问题的处理。工程监理在材料采购阶段的作用包括供应商资质审核、合同审查和验收标准制定;在施工阶段,监理人员需关注材料的管理、过程监控及质量记录;同时,与供应商的协调和质量问题的处理

也是监理工作的重要内容。有效的工程监理不仅能够预防和解决材料质量问题,还能提升工程的整体质量和安全性。随着建筑行业的不断发展,对工程监理的要求也越来越高,本研究的成果对于提升建筑材料质量管理水平具有积极意义。

[参考文献]

- [1] 赵建荣. 建设工程监理过程中监理安全责任探讨[J]. 甘肃科技, 2021, 37(6): 100-102.
[2] 杨帆. 建筑工程施工风险分析及安全监理工作探讨[J]. 建筑与预算, 2024(2): 31-33.

- [3] 白振华. 建筑施工安全监理工作存在的问题及解决办法思考[J]. 建设监理, 2022(2): 32-34.
[4] 王斌. 建筑工程监理在施工现场协调中的策略研究[J]. 工程与建设, 2024, 38(2): 486-488.
[5] 葛晓晓. 智慧工地系统在施工现场安全管理中的应用[J]. 我国建筑装饰装修, 2023(15): 64-66.
- 作者简介: 梁艳丽(1980.6—), 毕业院校: 新疆农业大学, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位名称: 新疆欧亚工程项目管理有限公司, 职务: 总监理工程师, 职称级别: 中级。

全过程工程咨询联合体成员收益分配问题研究

丁雨

中国能源建设集团安徽省电力设计院有限公司, 安徽 合肥 230000

[摘要] 全过程工程咨询联合体模式在我国开展时间较短, 有关的收益分配研究较少, 有些定性研究的收益分配方法难以适用工程实际, 因此在工程实际中联合体成员间的收益分配还主要凭经验确定, 项目收益公平分配形势不容乐观。对于上述情况, 文章以全过程工程咨询联合体模式为研究对象, 综合分析全过程工程咨询联合体成员收益分配的相关理论, 提出根据 Shapley 值法构建的收益分配方式, 具有简单和公平实用的特点, 在工程建设领域有一定的合理性和针对性, 为全过程工程咨询联合体成员收益分配提供依据, 研究对全过程工程咨询的推广有一定的现实意义。

[关键词] 全过程工程咨询; 联合体; 收益分配; Shapley 值法

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14346

中图分类号: F282

文献标识码: A

Research on the Distribution of Benefits among Members of the Whole Process Engineering Consulting Consortium

DING Yu

China Energy Engineering Group Anhui Electric Power Design Institute Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230000, China

Abstract: The whole process engineering consulting consortium model has been developed in China for a relatively short time, and there is little research on income distribution. Some qualitative research methods for income distribution are difficult to apply to engineering practice. Therefore, in engineering practice, the income distribution among consortium members is mainly determined by experience, and the situation of fair distribution of project income is not optimistic. For the above situation, the article takes the whole process engineering consulting consortium model as the research object, comprehensively analyzes the relevant theories of profit distribution among members of the whole process engineering consulting consortium, and proposes a profit distribution method constructed based on the Shapley value method, which has the characteristics of simplicity, fairness and practicality. It has certain rationality and pertinence in the field of engineering construction, providing a basis for the profit distribution of members of the whole process engineering consulting consortium. The research has certain practical significance for the promotion of whole process engineering consulting.

Keywords: full process engineering consulting; consortium; income distribution; Shapley value method

引言

自我国 2017 年发布相关文件推进全过程工程咨询业务以来, 全过程工程咨询经过短短几年的发展, 取得长足进步, 引起工程界广泛关注。然而我国目前工程咨询企业一般只具备设计、监理、招投标等单一能力, 因此通过联合体的形式开展全过程工程咨询业务得到广泛应用。但是, 联合体各方是相互独立的个体, 在完成项目后进行合理的收益分配是联合体能够顺利合作的基础。如果联合体各成员在收益分配问题上不能使各方满意, 则会损害参与成员共同合作完成工作任务的积极性, 最终难以开展有效合作, 甚至导致合作失败。工程咨询领域推广全过程工程咨询, 促使勘察设计、监理、造价、招投标等工程咨询企业紧密结合, 优化项目资源, 有着全过程控制质量和工期, 有效降低项目成本, 提高项目总体效益的优势。通过联合体模式实施全过程工程咨询是目前国内全过程工程咨询实施初期的主要形式。而联合体参与方的收益分配将直接影响联合体成员的积极性, 收益分配不当将损害低收益成员的

利益, 最终可能导致联合体各方无法有效合作甚至最终导致项目失败。

1 全过程工程咨询概述

1.1 全过程工程咨询内涵

目前我国建筑工程行业的工程咨询业务仍限制于提供工程项目单一阶段、单一专业的咨询服务。勘察、设计、监理、造价等专业互相独立, 单独开展业务, 即使是一家咨询企业在同一工程中承担多项咨询业务, 各咨询专业也是单独开展业务, 各专业职能分离, 碎片化问题突出, 这势必造成工程项目资源浪费和效率低下, 不能实现最优服务的目的^[1]。全过程工程咨询服务便是将全过程的思想应用于工程项目的整个生命周期, 从项目立项到实施完成、运营维护, 目标是实现整个项目过程的最大效益, 降低成本, 提质增效。全过程工程咨询不是工程项目各阶段、各专业的简单相加, 而是对各阶段、各专业咨询服务的有机融合^[2]。在建筑公司“走出去”战略背景下, 投资多样化需求增加, 建筑市场国际化进程加快推进, 工程咨询企业

需要走出国门、与国际接轨,因此,开展全过程工程咨询服务成为我国工程咨询行业必然的发展方向。

根据同济大学和中国勘察设计协会等机构课题组对全过程工程咨询的定义,全过程工程咨询是从工程项目的决策到项目完成投入运营的全生命周期,提供各阶段、多专业的工程咨询服务。全过程工程咨询包括管理类和技术类服务,涉及工程项目实施周期内的策划、可研、设计、招标、造价、监理、施工、竣工及运营各个阶段,强调的是多阶段多专业的综合服务能力。

可以看出,全过程工程咨询不仅包括项目开展的各个阶段,也涉及各项工作所需要的专业知识,同时每个阶段工作遵从一定逻辑顺序和工作步骤。全过程工程咨询项目一般规模较大、结构复杂、涉及因素众多,完全符合系统工程方法论,因此,基于霍尔三维结构理论,可将全过程工程咨询活动划为前后紧密连接的7个阶段,7个工作步骤和各种专业知识的三维结构。如图1所示,用三维坐标系加以描述,全过程体现在时间维上,具体根据全过程工程咨询项目的生命周期分为七个阶段;逻辑维则是根据每个阶段工作所应遵循的顺序和步骤分为七个部分内容;知识维则是提供服务所需要的各种专业知识,主要有工程技术、信息技术等,综合以上信息可将全过程工程咨询构成一个三维空间服务体系。

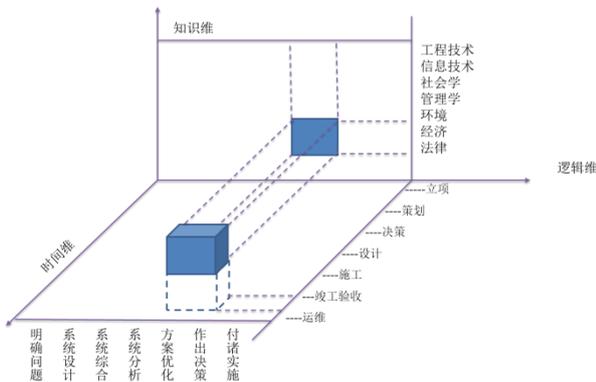


图1 全过程工程咨询三维结构图

通过以上三维图形的描述,可以看到全过程工程咨询的内涵是将各专业、各阶段的管理与技术经验充分融合,以工程项目管理咨询服务一体化为目标,在工程项目实施的全过程开展业务,提升项目总体效益,满足项目多专业、全周期、集成化的工程咨询服务需求。

1.2 全过程工程咨询服务内容

全过程工程咨询涉及项目的决策、招投标、勘察设计、施工、竣工及运营等全部阶段,且具有丰富的作品内容,涉及多专业,多知识领域,具有复杂性和长周期性的特点。全过程工程咨询服务作为一种全新的工程咨询形式,不仅要在传统咨询服务的基础上进行业务升级,同时还要进行管理模式的创新,形成跨行业、全过程的业务组合再造,这也是国家推行全过程工程咨询的意义和价值体现。全过

程工程咨询不同于传统的工程咨询方式,它是一种高度集约化管理过程,基于项目目标,融合投资、勘察设计、招标、实施、竣工、运维等阶段的资源和专业能力,提供项目全生命周期的工程咨询和技术管理服务,通过一体化的综合管理,实现项目各个管理目标^[3]。

2 全过程工程咨询联合体模式分析

2.1 全过程工程咨询联合体模式内涵

关于联合体的定义,在美国,联合体是指在市场中,两个或两个以上的主体为完成一个经营业务获取利益而进行合作的合伙经营。在日本,联合体是指两个以上主体基于共担收益和风险的原则,共同经营业务的行为。在我国《招标投标法》规定联合体是由两个以上的法人或者其他组织组成一个投标单位,以一个主体进行投标活动的组织。《建筑法》则规定两个以上单位可以联合承包大型建筑工程项目。因此根据现行法律法规关于联合体的规定,可知联合体应属于“合伙联营”的范畴,即指两个或两个以上的民事主体签订合作协议,共同开展经营活动,同时共同承担风险,共享项目收益,并对业主承担连带责任的营利性组织^[4]。

工程咨询企业组建联合体,是为了实现占领市场的目的。全过程工程咨询联合体是以联合体协议为基础,各成员根据协议共同投标项目并对业主承担连带责任。全过程工程咨询联合体由牵头方发起,其代表联合体实施项目全过程的协调和管理工作,联合体其他成员积极配合,并按照自己负责的咨询业务承担相应的责任^[5]。各个单位在业务开展过程中,充分发挥自身专业优势,通过和其他专业咨询单位组建联合体的形式,开展全过程工程咨询业务,提高项目投标中的竞争优势,达到合作共赢的目的。

2.2 全过程工程咨询联合体模式优势

作为提供工程咨询服务的全过程工程咨询业务,目前在我国仍然处于发展初期,我国工程咨询企业大多只具备勘察、设计、造价、监理、招投标等单一能力,因此通过组建联合体模式来实施全过程工程咨询是必要的发展路径。工程项目全过程工程咨询联合体模式相比其他服务组织模式具有以下优势:

(1) 进一步降低项目成本。联合体模式一般应用于大型工程咨询项目,需要各专业相关方加强信息分享,强化沟通交流,而联合体模式可以有效加强各方沟通效率,减少沟通成本。同时,采用联合体模式也可以减少业主方的招投标过程,降低招投标成本。全过程的工程咨询服务也可以消除各阶段碎片化导致的资源浪费问题,最终降低项目成本,提高项目最终效益。

(2) 强化各方资源整合、实现优势互补。组建联合体首先可以有效整合各专业企业的优势资源,增强企业的投标竞争能力,提高中标概率。其次,各联合体成员完成自己擅长的项目任务,并在联合体协议下提供各自的优势资源,更好地完成各自的工程咨询任务,可以有效弥补单

一企业的不足,有利于实现各方优势互补,为圆满完成项目的全过程工程咨询服务打下基础。

(3) 实现风险共担,有效减轻自身风险。首先,在投标阶段,进行联合体投标可以有效减轻各成员履约保证金的资金负担,共担项目投标风险。其次,在项目实施过程中,联合体成员对业主承担连带责任,以联合体合同为约束,成员以互利互信为基础,共同分担项目风险,努力实现合作共赢,有效减轻了各方承担的项目风险。

3 全过程工程咨询联合体收益分配分析

3.1 全过程工程咨询联合体收益分配概述

目前学者对可分配收益的理解主要有广义和狭义两种。狭义的可分配收益是指在一定的期间内,企业单独或共同取得的经济收益。广义的可分配收益不仅指经济收益,还包括经营过程中所得到的专利权、技术经验、商标和声誉等,这些无形资产也被列为收益分配的组成部分。联合体的收益分配是联合体成员一定时期内进行合作,完成任务后将共同获得的经济效益按一定的分配原则在各参与成员之间分配的过程,合作是联合体收益分配的基础。

全过程工程咨询联合体成员合作开展全过程工程咨询业务的根本目的是获取最大收益,虽然各成员基于联合体协议组建了利益共同体,但联合体内部,各个成员企业仍是不同的行为主体,各主体企业是相互独立的,这就导致各成员企业在合作时,会首先尽量维护自身利益不受侵害,争取自身最大收益。这也是联合体各成员对收益分配极为关注的原因。

3.2 合理收益分配对全过程工程咨询联合体重要性

收益合理地进行分配是保证联合体各成员稳定合作的前提,也是成员间加深合作、获取更高收益的必要条件,只有处理好收益分配的问题,才能保证联合体合作的成功,实现整个联合体的利益最大化。联合体企业参与全过程工程咨询业务的主要目的是获取竞争优势、取得更多收益。从利益共享方面来看,公平合理的分配方式是联合体得以存在的基础,是联合体稳定合作的关键。公平合理地进行收益分配对全过程工程咨询联合体重要性主要体现在以下几个方面:

(1) 对联合体成员合作的激励作用

公平、合理地分配收益是提高联合体服务质量,降低成本的有效激励手段。如果联合体成员间能够公平、合理地进行分配收益,即使没有外在约束,联合体各成员也会自觉地开展有利于联合体整体的行动,以获取个体最大收益,这也是符合企业自身利益的合理决策。

(2) 增强联合体的稳固性

一些学者将联合体收益分配的公平性作为绩效评估的一个重要因素进行研究后发现,公平的收益分配是保障联合体成员稳定合作的关键因素。从博弈的角度来看,联合体成员的收益分配会影响支付函数,如果有联合体一方

侵害其他成员收益,获取不合理收益,则可能会使被侵害成员的合作意愿降低,最终致使联合体解散。因此,公平合理地进行收益分配是保障联合体稳固的一个重要因素,联合体成员间公正地进行收益分配有利于联合体成员间的稳定合作,互利共赢。

(3) 提升联合体项目的整体效益

在全过程工程咨询联合体作为一个整体开展业务过程中,公平合理的收益分配机制可以更好激发各成员的工作动力,有效调动成员的积极性,促进他们更加努力完成项目任务,提高工作效率。合理的收益分配方式可以有效匹配各成员付出的贡献,从而使联合体各成员积极主动地完成工作任务,提升项目资源的利用效率,有效发挥联合体的协同优势,最终提高联合体的整体工作效率和项目效益。

3.3 全过程工程咨询联合体收益分配问题分析

在目前的全过程工程咨询实际项目中,收益分配形式主要是在联合体组建初期约定固定比例,该比例主要凭主观经验进行确定,分配方式简单,缺乏公平性与合理性。该收益分配方式难以平衡各成员在合作过程中的利益矛盾,如果成员在联合体合作中无法获得合理收益,或者收益低于单独开展自身业务的收益,将会挫伤成员的合作积极性,最终不利于全过程工程咨询业务的开展。

现就全过程工程咨询联合体收益分配问题构建一个简单模型来具体分析,首先为方便研究,现假设联合体由两方(成员1、成员2)组成, M 为联合体总收益, λ_1 、 λ_2 为联合体两成员的收益分配系数且 $(\lambda_1 + \lambda_2 = 1)$, M_1 、 M_2 分别为两成员可获得的利润, m_1 、 m_2 分别为两成员单独开展相同业务可获得的利润, N_1 、 N_2 为两成员单独开展相同业务可得的收益额, C_1 、 C_2 为联合体两成员完成各自工作任务需要投入的成本。

当联合体顺利完成合作时, $M_1 = \lambda_1 \times M - C_1$, $M_2 = \lambda_2 \times M - C_2$

当成员独立开展业务时, $m_1 = N_1 - C_1$, $m_2 = N_2 - C_2$

由上式可以看出,进行联合体合作是有利可图的,可以调动成员的积极性,促进共同合作完成项目任务。从联合体的合作动机来看,成立联合体的目的是追求联合体收益的最大化,然而联合体各成员在合作过程中依然会考虑自身利益,加上其他因素的影响,会存在个体理性行为,即追求自身的最大利益。因此,当时,该成员会考虑个体利益,消极对待联合体合作,甚至退出合作,最终导致全过程工程咨询联合体项目的失败。

从上述模型中,我们可以清晰地看出全过程工程咨询联合体中,影响收益分配的关键是收益分配系数。而现阶段使用的凭主观经验确定的固定分配比例明显无法满足联合体成员公平合理进行收益分配的诉求,收益分配的不合理问题突出,如不能得到有效解决,将直接影响全过程工程咨询联合体工作的开展,甚至导致联合体合作的失败,

不利于全过程工程咨询业务的健康发展。作为独立单位,联合体各成员均以最大利益为目标,对收益的分配问题极为关注,然而学界目前仍未找到一种公平合理的收益分配方法对收益进行有效的分配^[6]。

3.4 全过程工程咨询联合体成员收益分配理论

组建全过程工程咨询联合体的目的是取得联合体的收益,但联合体的收益如何分配将影响到联合体的稳定性。学界对于联合体的其他方面进行了很多研究,但有关联合体成员收益分配的研究文献并不多,相关的研究主要依据博弈论方法,采用的主要有理论有委托-代理理论和合作博弈理论两种。

(1) 委托-代理理论

委托-代理的主要内涵是委托人通过约束机制来改变被动地位,促使代理人付出最大努力来完成任务,并做出有利于委托人利益的行为。主要研究的是在委托人与代理人签订协议情况下,代理人完成协议所要求的任务,委托人根据协议给予代理人相应的经济报酬。研究发现在委托-代理合作的收益分配过程中,最重要的研究内容是成员的个体理性与团体的集体理性之间的关系^[7]。个体理性是各成员在进行联合体合作后获得的收益大于单独完成该工作时的收益。集体理性是指联合体成员收益之和等于联合体整体完成工作后的收益。集体性可以充分调动联合体成员的工作积极性,使各成员紧密合作,顺利完成工作任务,获取期望收益。

(2) 合作博弈理论

合作博弈理论是以竞争决策模型为基础,各参与方共同合作来获取最大收益的理论。在合作博弈中,为了获得最大收益,参与方既要互相竞争,也要共同合作,他们所做的一切都有为了自身利益最大化。在合作博弈中,博弈的关键和核心是参与者的利益分配^[8]。合作博弈关注的是集体理性而非个体理性,与委托-代理相比,合作博弈具有其特殊优势。首先,合作博弈不需要了解其他参与方的策略。其次,合作博弈的解更具有稳定性、唯一性。因此,在博弈过程中,参与方之间容易达成有约束力的协议。

在合作博弈中,如果合作收益大于成员单独经营时的收益且协议可以有效执行,则联合体存在帕累托最优分配解。合作博弈问题存在多种解法,目前主要有 Shapley 值、核心、核仁、谈判集等方法。应用中由于 Shapley 值解法存在唯一解、计算过程规范、结果更加合理而使用最多^[9]。

4 Shapley 值法用于全过程工程咨询联合体成员收益分配分析

4.1 Shapley 值法概述

Shapley 值法是 1953 年由 Shapley L. S. 提出的合作博弈求解方法,主要是用来解决多人合作博弈问题,该方法一经提出就引起学界广泛关注。Shapley 值法假设所有成员都为理性人,并根据收益与贡献相匹配原则,依据各

成员对项目的贡献来合理地分配联合体项目的总收益,达到个体理性和集体理性均衡兼顾的目的。Shapley 值法的收益分配解是唯一的,其原理和结果都容易被所有成员接受。由于全过程工程咨询联合体成员收益分配是由多个成员参与的多人合作博弈问题,成员不同的合作策略会产生不同的合作收益,而 Shapley 值法正是用于解决多人合作博弈问题比较合理的分配方案。

Shapley 值法是根据成员对其联合体所做的贡献度来进行收益分配的方法,这为我们实践中解决联合体收益分配问题提供了有效解决方案,可以达到集体理性与个体理性的有机统一。与占优解不同的是,Shapley 值法具有全过程工程咨询联合体唯一的收益分配结果,存在很大优越性,因此,该方法比较适合本文研究。

4.2 Shapley 值法的优越性和可行性

关于研究全过程工程咨询联合体成员收益分配的理论主要有委托-代理理论和合作博弈理论。委托-代理理论的研究视角主要是经济学范畴,它从经济人假设出发,认为人是个体理性为主,崇尚个体利益最大化,代理人往往会牺牲委托人利益为自己谋求私利。为了限制代理人的个人机会主义,委托人一般采用协议等约束措施,促使代理人更好地为委托人服务,由于相互缺乏信任,该方法一般交易成本较高。而实际上,全过程工程咨询联合体是在相互信任的基础上建立的,成员共担风险,同享收益,且有长期合作倾向,牵头企业的目标和成员企业的目标是相同的,牵头企业与合作企业信任度较高,合作基础是互相信任而不是控制一方。由此可见委托-代理理论并不完全适用全过程工程咨询联合体形式。而合作博弈是联合体各成员通过充分沟通,达成一个可以强制执行且具有共同约束力的协议而形成的合作类型,比较符合全过程工程咨询联合体模式的特点。

其次,委托-代理理论一般结论不够明确,即使是双边委托代理理论,也无法得出明确的适用性结论,而其他的像多任务代理、共同代理和多代理人等理论均无法得出十分明确的结论^[10],无法满足全过程工程咨询联合体收益分配需求。联合体成员收益分配必须有可行的唯一解,才能满足成员收益分配需求,因此委托-代理理论并不可行。而合作博弈的 Shapley 值法则存在确定的唯一解,可以满足全过程工程咨询联合体模式成员收益分配需求。

全过程工程咨询联合体并不是单一主体的行为,而是需要在联合体模式下多个成员的共同合作才能实现,各合作成员也不是分别决策,而是共同协商决策。由于全过程工程咨询项目在开展过程中,联合体合作成员之间关于项目能否顺利完成并不十分确定,且各成员加入全过程工程咨询联合体的顺序也不同,后加入的成员一般更加了解先加入成员的策略,所以全过程工程咨询联合体成员收益分配属于不完全信息对称的动态合作博弈过程。

在全过程工程咨询项目中,收益分配的本质是一种在一定约束条件下的多人合作博弈问题,各联合体成员在进行决策时一般是在个体理性与集体理性结合的基础上,因此成员不能仅仅考虑自身的最大利益,还应当考虑其他合作成员的利益及项目的整体利益。而 Shapley 值法正是兼顾个体理性与集体理性的基础上按贡献公平分配的一种分配方案。因此,在确定全过程工程咨询联合体成员收益分配方案时使用合作博弈理论的 Shapley 值法是比较适用的,可以保证收益分配过程的公正合理性。

5 结束语

随着建筑业快速发展,传统工程咨询企业所提供的碎片化服务已无法满足发展需求,需要新的工程咨询模式推动工程咨询业的发展,全过程工程咨询服务作为提供项目全生命周期的工程咨询服务模式,顺应了建筑业新时代的发展需求,且能为工程咨询企业提供更多的业务收益,是我国未来工程咨询行业必然的发展潮流。由于发展初期,国内工程咨询企业一般只具备单一能力,因此通过联合体模式实施全过程工程咨询成为重要途径。然而,如果联合体各方在收益分配上不能达成一致,收益分配不合理就会损害参与企业的积极性,甚至导致合作失败。目前关于全过程工程咨询联合体模式收益分配的研究比较匮乏,实际项目中往往还凭借主观经验进行收益分配。依据全过程工程咨询联合体模式成员收益分配原则,使用合作博弈的 Shapley 值法原理进行收益分配具有一定的公平性和合理性,对解决全过程工程咨询联合体模式成员收益分配问题是有效的,同时为该类问题的解决提供思路。

[参考文献]

[1]李会平.对全过程工程咨询的若干思考[J].招标采购

管理,2020,4(4):31-33.

[2]张武.浅议全过程工程咨询服务对建设工程管理的意义[J].四川水利,2017,38(5):120-122.

[3]黄雅如,胡淑晶,李卓希,等.“技术+管理”设计企业全过程工程咨询服务新路径[J].中国勘察设计,2020(10):58-61.

[4]岳向文.工程建设联合体投标若干法律问题[J].建筑经济,2005(9):84-86.

[5]何磊.项目联合体总承包模式的收益分配理论及其应用研究[D].湖南:湖南大学,2014.

[6]安晓伟,王卓甫,丁继勇,等.联合体工程总承包项目优化收益分配谈判模型[J].系统工程理论与实践,2018,38(5):1183-1192.

[7]牛余琴.EPC 总承包项目风险分担及收益分配研究[D].江苏:南京航空航天大学,2014.

[8]Xu Xiaofeng, Ruan Aiqing.The Construction of Shapley Value in Cooperative Game and its Application on Enterprise Alliance[J].Physics Procedia,2012(24):1377-1384.

[9]蒋鹏飞.合作博弈解及其应用研究[D].山东:山东大学,2007.

[10]刘有贵,蒋年云.委托代理理论述评[J].学术界,2006(1):69-78.

作者简介:丁雨(1990.9—),男,毕业院校:中国科学院大学,学历:硕士,所学专业:工程管理,当前就职单位:中国能源建设集团安徽省电力设计院有限公司,职务:安全工程师,所在职务的年限:3年,职称级别:助理工程师。

工程设备采购流程的精细化管理探讨

程波

葛洲坝易普力重庆力能民爆股份有限公司, 重庆 400000

[摘要] 工程设备采购流程的精细化管理对于提高项目效率和降低成本具有重要意义。通过对采购各环节的分析, 识别出关键控制点, 提出优化策略, 包括供应商评估、合同管理和库存控制等。精细化管理不仅可以降低采购风险, 还能促进资源的有效配置。进一步的研究建议结合信息技术, 以实现采购过程的透明化和智能化, 从而推动企业竞争力的提升。

[关键词] 设备采购; 精细化管理; 供应链优化; 成本控制; 信息技术

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14339 中图分类号: F426.3 文献标识码: A

Exploration on the Refined Management of Engineering Equipment Procurement Process

CHENG Bo

Gezhouba Explosive Chongqing Lineng Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

Abstract: The refined management of the procurement process for engineering equipment is of great significance for improving project efficiency and reducing costs. By analyzing each stage of procurement, key control points are identified and optimization strategies are proposed, including supplier evaluation, contract management, and inventory control. Fine management can not only reduce procurement risks, but also promote effective allocation of resources. Further research suggests combining information technology to achieve transparency and intelligence in the procurement process, which promoting the improvement of enterprise competitiveness.

Keywords: equipment procurement; refined management; supply chain optimization; cost control; information technology

引言

在现代工程项目中, 设备采购不仅是成本控制的关键环节, 也是影响项目成功与否的重要因素。随着市场竞争的加剧, 如何实现采购流程的精细化管理成为企业亟须解决的课题。通过深入探讨采购环节的优化策略, 不仅可以提高效率, 还能降低风险, 为项目的顺利推进奠定坚实基础。这一领域的研究将为相关从业者提供宝贵的参考和实践指导。

1 设备采购流程的现状与挑战

设备采购流程在现代工程项目中扮演着至关重要的角色。随着技术的进步和市场环境的变化, 企业面临的采购挑战也日益复杂化。首先, 采购流程的透明度不足常常导致信息不对称, 使得决策者难以做出准确判断。许多企业在选择供应商时缺乏系统化的评估标准, 容易造成不合适的合作伙伴, 从而影响项目的质量和进度。

成本控制成为采购过程中的另一大挑战。市场价格波动频繁, 导致预算控制变得困难。企业在采购设备时, 往往受到急需和预算限制的双重压力, 容易出现盲目采购或低价中标的情况, 最终可能导致设备质量不达标或售后服务不及时。此外, 合同管理不善也为采购带来了潜在风险。合同条款的模糊和不合理, 往往导致后续纠纷, 影响项目实施的顺利进行。

另一个值得关注的方面是, 采购流程中信息化程度的

不足。传统的手工操作不仅效率低下, 还容易出现错误和延误。随着信息技术的发展, 越来越多的企业开始探索数字化采购平台, 但实施过程中仍面临技术适配和员工培训等问题。这使得许多企业难以充分发挥信息化的优势, 从而影响采购流程的优化。

在全球化背景下, 跨国采购也带来了新的挑战。不同国家和地区的法律法规、文化差异以及市场环境各异, 给企业的采购策略制定带来了困难。因此, 企业必须具备灵活应对各种外部环境变化的能力, 以确保采购流程的高效与合规。

综上所述, 设备采购流程的现状充满挑战, 企业需认真分析并应对这些问题, 以实现采购的精细化管理。通过优化供应商选择、加强合同管理、提升信息化水平等措施, 将有助于降低风险、控制成本, 最终提升企业的竞争力。

2 关键控制点分析与识别

在设备采购过程中, 识别和分析关键控制点对于实现精细化管理至关重要。这些控制点不仅涉及采购流程的各个环节, 还直接关系到项目的整体成效。首先, 需求分析阶段是一个重要的控制点。在这一阶段, 项目团队需要明确设备的具体需求, 包括技术参数、性能指标和使用环境等。这一过程的准确性直接影响后续的采购决策。如果需求不明确或不合理, 将导致设备选择的偏差, 进而影响项目的实施。

接下来的供应商选择环节同样是一个关键控制点。有效的供应商评估标准应包括供应商的资质、过往业绩、技术能力以及财务状况等多方面因素。通过建立科学的评估体系，企业能够筛选出合适的供应商，降低采购风险。此外，企业还需关注供应商的交付能力与服务水平，确保其能够满足项目的时间和质量要求。

合同管理是另一个不可忽视的控制点。合同中应明确双方的权利与义务，包括价格、交货时间、售后服务及违约责任等条款。模糊的合同条款容易导致后期纠纷，影响项目的顺利推进。因此，企业在制定合同时，需进行充分的法律咨询和风险评估，以确保合同的严谨性与可操作性。

在采购执行阶段，监督与跟踪也是重要的控制环节。企业应建立采购过程的监控机制，通过定期检查和评估，确保各项工作按照计划推进。此时，信息化工具的应用可以提高监控的效率与准确性，及时发现并解决潜在问题。

采购后评估是一个不可或缺的控制点。在设备采购完成后，企业应对整个采购流程进行回顾与总结，包括供应商的表现、合同的履行情况及项目的实际效果等。通过这些反馈，企业能够不断优化采购流程，提升未来的采购决策质量。

综上所述，关键控制点的识别与分析是设备采购精细化管理的核心环节。通过在需求分析、供应商选择、合同管理、采购执行及后评估等方面建立科学的控制机制，企业能够有效降低风险、提高效率，从而在竞争激烈的市场中占据有利位置。

3 供应商评估与选择策略

在设备采购过程中，供应商评估与选择是至关重要的一环，直接关系到项目的质量和成本。有效的供应商评估策略应综合考虑多个因素，以确保选择到最适合的合作伙伴。

评估供应商的资质是基本的前提。企业应要求潜在供应商提供相关的营业执照、行业认证和质量管理体系认证等文件。这些资质证明可以反映供应商的合法性和专业性，是判断其是否具备合作基础的重要依据。

过往业绩的评估同样不可忽视。企业应调查供应商在类似项目中的表现，包括交货的准时性、设备的质量和售后服务的及时性。通过参考其他客户的反馈和案例，可以更全面地了解供应商的实际能力。此外，企业还可以与同行业的公司交流，获取对供应商的评价，以便进行更加客观的判断。

技术能力也是选择供应商的重要考量因素。在快速发展的技术环境中，设备的性能和技术创新能力直接影响项目的成败。企业可以通过对供应商的研发能力、技术团队的专业背景及其产品的技术参数进行评估，确保所选供应商能够提供符合项目需求的高质量设备。

财务状况的稳定性也是评估供应商时必须关注的方面。供应商的财务健康状况不仅反映了其运营能力，还关

系到其长期合作的可持续性。企业可以通过查阅供应商的财务报表、信用评级和行业声誉，来判断其财务稳健性，避免选择那些财务风险高的合作伙伴。

企业还应关注供应商的交付能力和服务水平。在采购过程中，及时交付和高质量的售后服务是保证项目顺利进行的关键。企业可以通过与供应商沟通，了解其生产能力和库存管理情况，确保其能够按时完成交付。同时，评估其售后服务的响应时间和处理效率，确保在设备出现问题时能获得及时支持。

建立长期合作关系的可能性也是评估的一部分。选择一个能够与企业建立稳定合作关系的供应商，有助于降低未来采购的不确定性。双方可以通过签署战略合作协议，建立信息共享机制，推动双方在技术、市场等方面的深度合作。

综上所述，供应商评估与选择策略应综合考虑资质、过往业绩、技术能力、财务状况、交付能力和合作潜力等多方面因素。通过系统的评估流程，企业能够选择出最适合的供应商，为项目的成功实施奠定坚实基础。

4 合同管理的最佳实践

合同管理是设备采购过程中至关重要的一环，良好的合同管理不仅可以降低风险，还能确保项目的顺利进行。实施最佳实践有助于提高合同的有效性与合规性，从而保护企业的利益。

合同的制定应当详尽且清晰。合同中应明确双方的权利与义务，包括价格、交货时间、质量标准、违约责任等关键条款。模糊的条款往往会导致后续的争议，因此在制定合同时，需要进行充分的讨论和协商，确保双方都能理解并接受合同内容。此外，专业的法律咨询也是必要的，以确保合同符合相关法律法规。

其次，合同签署前的审查过程必不可少。企业应组织相关部门对合同进行全面审核，包括法律、财务及技术等多方面的意见。这一过程能够及时发现潜在的问题，并进行修正，从而避免在合同执行过程中出现不必要的纠纷。审核过程中，可以使用合同管理软件进行版本控制，确保每次修改都有记录，以防止信息的丢失或误解。

在合同执行阶段，建立有效的监控机制至关重要。企业可以通过定期检查和进度报告来跟踪合同的执行情况，确保各项条款得到落实。这不仅有助于及时发现问题，也能促进供应商的配合，确保项目按时交付。同时，企业应保持与供应商的良好沟通，定期召开会议，及时反馈进展与问题，建立信任关系，减少矛盾的产生。

企业应当建立应急预案，以应对潜在的风险。在合同履行过程中，可能会遇到延迟交货、质量问题或合同变更等情况。企业应根据不同的风险情景制定相应的应急措施，包括备选供应商的储备、合同条款的调整及解决争议的途径等。这些预案可以帮助企业快速反应，降低风险的影响。

合同结束后,进行全面的评估和总结也是最佳实践之一。企业应对合同履行的效果进行回顾,包括供应商的表现、交货的及时性、设备的质量及售后服务等。通过收集反馈信息,企业能够识别出合同管理中存在的问题,并提出改进建议。这一过程有助于优化未来的合同管理,提高采购决策的质量。

信息化工具在合同管理中的应用愈加重要。使用合同管理软件可以实现合同的集中管理,便于存档和检索。同时,软件的提醒功能可以确保关键日期的跟踪,如合同的到期、付款节点等,从而降低漏约风险。

综上所述,合同管理的最佳实践包括详尽的合同制定、全面的审查、有效的监控、应急预案的建立以及合同评估和信息化管理。通过实施这些措施,企业可以在设备采购中有效降低风险,确保项目的顺利实施。

5 信息技术在采购流程中的应用与展望

信息技术在采购流程中的应用正在改变传统的操作方式,推动企业实现更高效、透明和智能的采购管理。通过现代信息技术的支持,采购流程不仅能够实现自动化,还能增强数据分析能力,提升决策的科学性。

电子采购系统(e-procurement)已成为许多企业提升采购效率的重要工具。这些系统通过在线平台集中管理采购活动,使得企业可以轻松地发布采购需求、管理供应商信息、处理订单和审核付款。这种集中化的管理方式大大减少了手工操作,提高了信息流转的速度,降低了人为错误的风险。此外,电子采购系统通常配备数据分析功能,可以实时监控采购指标,如支出分析、合规性检查等,从而帮助企业更好地控制采购成本。

云计算的应用使得采购信息的共享与协作变得更加便捷。通过云平台,采购团队、供应商和其他相关方可以实时访问合同、订单及交付信息,实现信息的无缝连接。这不仅提高了各方的沟通效率,还能增强供应链的协同能力。在多方协作的环境中,企业能够更迅速地响应市场变化,适应不同的需求,提高整体供应链的灵活性。

数据分析和人工智能(AI)的引入使得采购决策变得更加智能化。通过对历史采购数据的分析,企业可以识别出采购趋势、需求波动和供应商绩效,从而优化库存管理和供应商选择。例如,机器学习算法可以帮助企业预测未来的需求,减少库存过剩或短缺的风险。此外,AI还可以通过分析供应商的信誉、交付能力等因素,自动推荐最优的供应商,为采购决策提供数据支持。

区块链技术在采购流程中的潜力也不容忽视。通过区块链的分布式账本技术,企业能够实现采购交易的透明追溯,增强供应链的可追溯性和安全性。在设备采购中,

企业可以使用区块链记录每一笔交易、合同履行情况及付款状态,确保信息的真实可靠。这种透明性不仅增强了对供应商的信任,也降低了潜在的 fraud 风险。

在未来,信息技术的进一步发展将推动采购流程的智能化和自动化。例如,智能合同(smart contracts)将基于区块链技术自动执行合同条款,减少人工干预,提高合同履行的效率和准确性。随着物联网(IoT)的发展,设备和传感器将能够实时监控库存状态,自动触发采购请求,实现更加高效的库存管理。

供应链金融科技的发展也为采购提供了新的视角。通过金融科技,企业能够获得更灵活的融资解决方案,改善现金流管理,从而在采购过程中更好地控制资金流动。这将有助于企业在面对资金压力时,依然能够维持正常的采购活动。

未来,随着新技术的不断涌现,采购管理将朝着更加智能和自动化的方向发展。企业应积极拥抱这些变化,通过信息技术的应用实现采购流程的优化和升级,提升整体竞争力。

6 结语

信息技术在设备采购流程中的应用显著提升了效率和透明度,成为现代企业不可或缺的工具。通过电子采购系统、数据分析、供应链管理和人工智能等技术,企业能够优化决策、降低成本并增强供应商合作。未来,随着区块链等新技术的发展,采购流程将更加智能化和安全性。企业应积极适应这一变革,持续创新,以在竞争激烈的市场中保持优势,实现可持续发展。

[参考文献]

- [1]施禹聪.精细化管理模式应用于医疗设备采购效果研究[J].西藏医药,2023,44(5):3-5.
- [2]宓蓉,陈中建,胡鹏.医疗设备全过程协同管理在设备质量评估与质量控制中的价值分析[J].中国医学装备,2023,20(9):123-128.
- [3]蔡梅华,董政军,陈雅君.浅谈医疗设备采购闭环管理的重要性[J].生物医学工程学进展,2023,44(1):82-88.
- [4]郭方达.以等级医院评审为契机促进医疗设备精细化管理[J].医疗装备,2022,35(13):57-63.
- [5]张维,周君,魏守奕,等.基于医院资源规划系统的医疗设备采购全流程管理[J].中国医学装备,2021,18(8):170-174.

作者简介:程波(1987.11—),毕业院校:长江大学工程技术学院,所学专业:机电一体化技术,当前工作单位:葛州坝易普力重庆力能民爆股份有限公司,职务:生产技术部副主任,职称级别:工程师。

工程项目投融资模式比较分析与发展建议

赖毅¹ 袁莎²

1. 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 611130

2. 四川能投城市管理服务有限公司, 四川 成都 610000

[摘要]随着我国经济持续发展与城市化进程的加速, 基础设施建设的重要性愈加显著, 然而, 随着建设需求的增加与财政资源的紧张, 传统的投融资模式已难以满足实际需求。在这样的背景下, 社会资本的参与逐渐被视为推动项目实施的关键力量。因此, 深入分析各类工程项目的投融资模式, 将为项目成功执行提供必要的理论依据和实践指导。该研究的现实意义显著, 为促进基础设施的可持续发展, 以及公共产品和服务的高效供给奠定了坚实基础。

[关键词]工程项目; 投融资; 政府和社会资本合作

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14320

中图分类号: F224

文献标识码: A

Comparative Analysis and Development Suggestions of Investment and Financing Models for Engineering Projects

LAI Yi¹, YUAN Sha²

1. PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu, Sichuan, 611130, China

2. Sichuan Energy Investment Urban Management Service Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: With the sustained development of China's economy and the acceleration of urbanization, the importance of infrastructure construction has become increasingly significant. However, with the increasing demand for construction and the tight financial resources, traditional investment and financing models are no longer able to meet actual needs. In this context, the participation of social capital is gradually seen as a key force driving project implementation. Therefore, in-depth analysis of the investment and financing models of various engineering projects will provide necessary theoretical basis and practical guidance for the successful execution of the projects. The practical significance of this study is significant, laying a solid foundation for promoting sustainable development of infrastructure and efficient supply of public goods and services.

Keywords: engineering projects; investment and financing; collaboration between government and social capital

引言

近年来, 我国基础设施投资持续增长, 尤其是在国家政策的支持和经济发展的推动下, 基础设施建设逐渐成为促进经济增长和改善民生的重要领域。然而, 伴随而来的财政压力、项目风险及资源配置不均等问题也日益凸显。当前, 财政资源的短缺已成为项目推进的重要制约因素, 加之经济环境的不确定性, 使得传统的投融资模式面临挑战。在这一背景下, PPP 模式、特许经营模式等创新投融资模式应运而生, 成为探索可持续发展路径的有效选择。然而, 法律法规的不足、风险管理机制的缺失及专业人才的短缺等问题, 也在一定程度上影响了投融资模式的有效运作。因此, 深入研究工程项目的投融资模式选择和运用, 为应对这些挑战提供了切实可行的解决方案, 是促进基础设施可持续发展的重要一环。

1 工程项目建设投融资模式比较分析

1.1 政府直接投资

政府直接投资对公共财政的依赖度高, 适合大型基础设施及公共服务项目, 相比其他模式, 拥有更为成熟和健全的运作机制与配套制度。然而, 单纯依靠政府财政与债

务融资是无法满足我国基础设施建设的需要与社会经济发展的需要。因此, 面对不断增长的公共需求, 多样化投融资模式的探索, 资金使用效率的进一步提高, 显得愈加重要。

1.2 政府发行专项债

专项债为地方政府提供了一种灵活的融资工具, 此类债务工具旨在为特定项目融资, 其还款主要依赖于项目产生的收益^[1]。尽管专项债的使用受到国家财政政策与监管要求的制约, 合理规划与管理仍然至关重要, 以确保项目收益覆盖债务成本, 并有效降低潜在的债务风险。随着专项债发行规模不断增加, 政府债券风险逐步显现, 偿债机制不健全、项目质量欠缺、期限错配是债券的主要风险所在。

1.3 PPP (政府和社会资本合作) 模式

PPP 模式即政府和社会资本合作, 是基础设施中的一种项目投融资模式, 政府鼓励社会资本参与基础设施的投资、建设与运营。近十年来, 我国政府积极规范推行 PPP 模式, 并出台相应政策法规为 PPP 项目的实施提供政策支持和指导, PPP 模式在基础设施建设领域广泛应用。该模式在一定程度上解决了基础设施项目融资难题, 政府部门

管理经验与社会资本的资金技术结合,显著提升了项目的执行效率与质量,提高了项目公共服务水平,实现政府、社会资本与社会公众多方共赢的局面。

随着 PPP 模式的大力推广运用,实践中也出现了一些亟待解决的问题,包括风险分担机制不健全、回报机制不合理、双方权责不对等、监管机制不健全等,往往导致项目合作难以持续。同时,大量政府付费或可行性缺口补助项目,对地方政府财力依赖度高,对地方财政形成了长期支付压力,造成了隐性债务风险。

1.4 特许经营模式

特许经营模式在基础设施建设中越来越受到重视,通常包括 BOT、TOT、BOOT、ROT 等多种运作模式。根据国办函〔2023〕115 号文,政府明确要求进一步规范政府和社会资本合作机制,聚焦使用者付费项目,优先引入民营资本,不得通过可行性缺口补助、承诺保底收益、可用性付费等方式给予社会资本投资建设回报。特许经营是新机制下的政府与社会资本合作,能够有效整合资源,提高项目建设和运营效率,避免大量项目运作风险,同时缓解政府财政压力,控制地方政府债务风险,激活市场投资信心。伴随经济增速放缓、房地产调控、金融监管趋严等宏观环境的变化,我国经济形势愈加复杂,政府与社会资本合作新机制的出台有望成为当前推动新基建的重要抓手。

1.5 基础设施资产证券化

基础设施资产证券化是以项目资产为支撑的证券化融资方式,即以项目资产为基础,以其未来收益为保证,通过资本市场发行债券来募集资金的一种项目融资方式,能够将未来现金流转化为流动资金,适用于收益稳定的基础设施项目,比如自来水厂、轨道交通项目等。

基础设施资产证券化可有效盘活存量资产,提高社会资本资金使用效率和投资热情,并促进存量资产和新增投资的有效循环;同时,资产证券化可实现表外融资,具备风险隔离特点,不会增加企业负债,不挤占企业融资空间;此外,还可提前锁定资产的经营利润,提高当期财务表现。但基础设施资产证券化在基础资产转让过程中也具有一定风险,在 PPP 或特许经营项目中,资产转让通常会受到各种限制性条件,例如未经政府方同意,社会资本不可转让项目公司股权或收费权等,从而一定程度上增加了合规管理难度与风险。

1.6 基础设施投资基金

基础设施投资基金,是政府为扩大有效投资,解决项目融资不理想的问题,通过发行债券筹集资金而设立的专项建设基金,可直接注入项目资本金,也被称为“资本金贷款”,可有效引导资金定点投放,提升银行放贷意愿。该基金不参与项目日常管理,不行使股东权利,投资收益可通过现金分红、回购溢价等方式取得。相比专项债,该基金投资范围更广,受政策约束更小,投资机制也相对灵

活,因此短期内促进增量投资政策效果较为明显。

1.7 绿色金融与可持续融资

在“双碳”政策推动下,绿色金融逐渐成为项目融资的重要方向。绿色债券、绿色基金等金融、绿色资产支持证券化等工具的出现,为符合环保标准且具备可持续发展潜力的项目(包括清洁能源、绿色交通、乡村生态振兴、污染防治攻坚、生态修复等重大项目)提供了融资机会,解决项目长期资金周转问题,大大提升资本利用效率,提高社会资本的参与积极性。绿色金融的引导促使社会资本流向更具环境效益的项目,通过盘活存量资产,提高资产流动性,从而促进资源的合理配置。企业在制定融资方案时,重视绿色金融的标准与要求,必将提升项目的环保技术水平,并获得更为优惠的融资条件。通过绿色金融的支持,企业在市场竞争中能够占据更有利的位置。

各类工程项目投融资模式的分析表明,单一的投融资方式难以满足现代工程项目的多样化需求。在推动基础设施建设过程中,综合考虑不同模式的特点与适用场景的必要性愈加明显。灵活运用多种融资方式,以实现资源的最优配置与项目的可持续发展,成为当务之急。随着社会资本参与度的提高,平衡各方利益、有效分担风险以及确保项目成功实施的挑战,必将成为未来投融资模式改革的重要任务。

2 工程项目投融资存在的主要问题

2.1 投融资渠道单一

目前,多数工程项目的资金主要依赖于政府直接投资及传统融资方式,导致资金来源显得十分有限,使得项目实施常常面临财务困境,阻碍基础设施建设的推进^[2]。为了减轻政府财政压力,引导民间资本的参与显得尤为重要,社会资本通过 PPP 及特许经营等模式的介入,能够为项目注入新活力。单一的融资结构不仅影响项目进展与质量,还抑制了社会资本的有效投入和积极性。

2.2 风险分担机制不健全

在现有投融资模式中,风险通常集中于某一方,导致合作方之间信任不足,合作意愿降低,项目可持续性受到较大影响。PPP 及特许经营模式下,各参与方权责关系不清,风险难以有效分担,不仅影响项目稳定性,还加重了各方在风险管理方面的负担,潜在损失的可能性因此增大。

2.3 投资回报机制不明晰

许多工程项目在设计阶段缺乏可行且合理的投资回报机制,社会资本在投资时显得信心不足。投资回报的不确定性降低了社会资本参与意愿,进一步加剧了资金短缺与项目停滞的问题。特别是项目经营收入未能有效覆盖建设与运营成本,投资者对项目投资意愿通常较低。因此,清晰、可行的投资回报机制对吸引更多社会资本参与项目投资、建设与运营至关重要。

2.4 法律法规不完善

针对 PPP 项目与特许经营模式的法律法规仍显不足,

缺乏具体且明确的指导方针,国家层面虽然出台了一系列政策规范性文件,但仍需进一步细化和落实,以确保法律的有效执行和市场的健康发展。

2.5 人才短缺与专业能力不足

在工程投融资项目的实施过程中,专业人才的短缺与能力不足问题普遍存在,制约了项目管理的有效性与创新性。缺乏具备投融资、项目管理、财务分析与风险控制能力的专业人才,各参与方在项目执行中面临诸多困难,严重影响了项目的顺利推进与可持续发展。

2.6 地方政府隐性债务风险

在融资过程中,地方政府多存在隐性债务问题,直接影响了项目的健康发展及政府的财政稳定。隐性债务的累积不仅加重了财政负担,还使社会资本在项目运营阶段面临更高的投资回收风险,阻碍了基础设施顺利建设投产和公共产品服务的高效供给,限制了政府与社会资本的进一步合作潜力。

3 完善工程项目建设投融资的保障机制

3.1 更新投融资观念

在当下工程项目建设投融资背景下,使用者付费原则应始终作为项目实施的核心,择优筛选项目,确保运营收入能够充分覆盖建设与运营成本,避免增加地方财政债务风险。这一策略不仅提升了项目的投资可行性,也可有效增强社会资本投资信心。具体而言,政府与社会资本合作的项目需向更加科学化的项目策划方向转变,合理确认项目收费范围、渠道与方式,以确保投资者获得合理回报^[3],搭建项目合作基础。此外,制定清晰的资金管理与使用规范,将有效遏制隐性债务的发生。将投融资模式从传统的政府主导转向以使用者为中心的服务理念,社会资本的参与度将进一步提高,为基础设施的健康发展注入新动力。

3.2 促进金融机构改革创新

在新机制实施的过程中,鼓励金融机构依据可控风险与商业可持续性原则,为特许经营项目提供必要融资支持,这对提升项目融资效率至关重要。应积极探索多样化融资方式,以适应日益变化的投融资环境,例如,资产证券化结合投资基金,不仅可有效降低融资成本,还可增强资本流动性。同时,金融机构应与地方政府及项目实施主体紧密合作,开发适应不同项目类型的金融产品,尤其是在风险评估、收益预测与担保机制等方面的创新,不仅能为项目提供资金支持,还能有效分散投资风险,促进项目顺利推进。政策层面的支持同样不可或缺,鼓励金融创新并为新型融资方式提供法律保障。

3.3 加强人才保障

政府和社会资本合作项目涉及面广、交易结构复杂、实施周期长,部分地方政府由于欠缺管理经验,致使潜在社会资本对项目的投资预期降低。政府相关部门在加强监管、守好底线之外,应强化对相关工作人员的工作指导和

专业支持,可从政策指导、入退库管理、信息公开及信息质量提升等方面进行定期培训和经验交流。社会资本方在项目实施过程中也常面临专业人才短缺与能力不足的问题,项目推进过程中涉及投资、建设、运营等多方面问题也逐步凸显,项目投资不及预期,因此,加强人才专业培训对社会资本而言显得尤为重要,应制定系统化的培训计划,深入开展项目投融资、项目管理、财务分析及风险控制等领域的培训,以提升团队整体素质。地方政府和社会资本可与科研院校紧密合作,推进高素质、复合型人才的培养,建立长效的人才培养机制,为推动工程项目成功实施提供坚实的人才基础。

3.4 完善法律保障体系

从近几年 PPP 项目的推进情况来看,PPP 项目参与者中民营企业所占市场份额较低,主要原因在于法律保障条件、契约意识不足等相关因素^[4]。对此,建议加快政府与社会资本合作相关立法,出台相关条例,使政策文件的法规得以上位化,明确政府和社会资本在项目策划阶段、推进阶段、实施阶段有关各方的行为准则。地方政府应重诺履约,强化契约精神,建立健全监管体系,避免以政府换届等理由不履行与社会资本依法签订的项目合同,切实履行合同约定,保障社会资本基本权益,提高其参与积极性和履约执行力。

4 结语

工程项目投融资模式的选择与运用,直接关系到项目成败,也将影响基础设施建设的整体效率,以及公共产品和服务供给水平。在当前形势下,应加强对各类投融资模式的探索与实践,结合市场需求与实际情况,灵活运用多种融资方式,以实现资源的最优配置。同时,完善法律法规并建立完善的风险管理机制,将有助于保障各方权益。提升专业人才的培养与引进,将进一步提高项目管理水平,实现各方既定投资目的。通过创新工程项目投融资模式,积极引入社会资本,激发民间投资活力,必将为我国基础设施建设注入新动力,助力国家经济实现高质量发展。

【参考文献】

- [1] 吴亚平. 创新重大工程项目投融资模式[J]. 中国投资(中英文), 2022(4): 92-93.
 - [2] 赵琼. 工程项目建设投融资模式和管理模式探究[J]. 江苏科技信息, 2023, 40(1): 62-64.
 - [3] 林晓峰. 新能源项目投融资模式研究及案例分析[J]. 建筑经济, 2023, 44(1): 177-181.
 - [4] 苏靖丹, 伍迪, 王守清, 陈海清, 冯珂. 我国社会资本参与基础设施 PPP 项目的主要顾虑研究[J]. 建筑经济, 2021(8): 81-85.
- 作者简介: 赖毅(1990.2—), 女, 天津大学, 管理科学与工程; 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 工程师。

工程造价结算审核中存在的问题及措施

葛碧平

宁波机场集团有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要]随着机场工程规模的扩大和复杂性的增加,工程造价结算审核变得愈发繁琐,涉及的细节与内容众多,这使得出错的概率明显提高。目前,机场工程的造价结算审核中存在许多问题,这些问题不仅降低了审核效率,还可能导致资金浪费和争议。因此,深入分析这些问题至关重要。文中结合作者本人在机场及其相关设施(如场道、跑道滑行道、航站楼及市政道路)工作的经验,探讨当前审核中存在的问题及其成因,并提出相应的优化措施。通过改善审核流程、引入信息化技术等手段,可以提升审核的准确性和效率,确保机场工程的顺利实施。

[关键词]工程造价; 结算; 审核; 问题及措施

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14319

中图分类号: F275

文献标识码: A

Problems and Measures in the Audit of Engineering Cost Settlement

GE Biping

Ningbo Airport Group Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: With the expansion of airport engineering scale and the increase of complexity, the audit of engineering cost settlement has become increasingly cumbersome, involving numerous details and contents, which significantly increases the probability of errors. At present, there are many problems in the cost settlement review of airport projects, which not only reduce the efficiency of the review, but also may lead to waste of funds and disputes. Therefore, it is crucial to conduct a thorough analysis of these issues. Based on the author's own experience working in airports and related facilities (such as runways, taxiways, terminals, and municipal roads), this article explores the problems and their causes in current audits, and proposes corresponding optimization measures. By improving the audit process and introducing information technology, the accuracy and efficiency of the audit can be enhanced, ensuring the smooth implementation of airport projects.

Keywords: engineering cost; settlement; audit; problems and measures

引言

在当前机场工程建设的背景下,随着项目规模的不断扩大及技术要求的提升,工程造价结算审核的重要性愈加突出。该环节不仅是项目财务管理的核心,还直接关系到资金使用的效率与整体经济效益。然而,伴随着工程复杂性的增加,结算审核中所出现的问题也愈发明显,主要体现在工程量确认不准确、设计变更频繁及隐蔽工程成本审核困难等方面。这些问题的存在导致结算审核效率低下,项目资金风险增加,并可能引发各方争议与矛盾,从而严重影响项目的顺利推进。

在机场工程中,各施工场地如跑道、滑行道、航站楼及市政道路,其造价审核的特点及要求存在显著差异。例如,受气候及施工环境显著影响的跑道与滑行道,其工程量审核过程较为复杂,而航站楼的复杂设计与功能需求则使审核工作更加繁琐。此外,隐蔽工程的存在挑战了后期审核的透明度,造成资金使用的不确定性。如何有效识别与解决这些问题,已成为机场工程管理者面临的重要任务。

为了应对这一挑战,建立科学合理的工程造价结算审核机制显得尤为迫切。先进的信息化手段与BIM技术的引入,不仅是必要的,同时还需完善工程量清单的编制及动

态审核机制,以增强对设计变更的管理与控制。通过系统的分析与研究,本文将深入探讨机场工程造价结算审核中存在的问题,分析其成因,并提出针对性的优化措施,以期提升审核效率、降低项目风险及促进资金合理使用提供有效的理论支持与实践指导。

1 机场工程造价结算审核的重要性

机场工程造价结算审核在项目管理中占据了极为重要的地位,其影响不仅体现在项目的经济效益上,还关乎各方利益的协调与维护。由于机场工程通常涉及规模庞大、结构复杂的设施,如跑道、滑行道、航站楼与市政道路等,施工工艺与材料需求各个部分的差异,造成了造价波动性大,成本控制面临较高难度。通过实施有效的造价结算审核,可以及时识别施工过程中的变更与增项等费用偏差,确保合理支付工程款项,避免因预算失控而导致的项目亏损与资金浪费。此外,结算审核在保障施工方获得合理利润与维护业主单位投资效益之间起着平衡作用,从而形成对工程造价管理与财务控制的双重支撑。在机场项目中,由于不同施工场地的特点,结算审核要求的精准度更高,以应对因工期紧迫及特殊施工环境所引发的造价挑战。因此,机场工程造价结算审核不仅是项目成本控制的关键环

节,也是后续工程验收与财务结算的重要科学依据,确保项目能够顺利完成于预期的成本框架内。

2 机场工程造价结算审核的现状

2.1 机场工程造价管理的现状

目前,机场工程造价管理的现状展现出逐步完善的趋势,然而多重挑战依然存在。随着国内机场建设规模的快速增长,造价管理逐渐由粗放型向精细化转变,初步建立了较为完善的管理制度与审核流程。然而,由于涉及的专业种类繁多、工序复杂以及施工周期较长,造价管理仍面临预算编制准确性不足、频繁变更以及材料价格波动较大的问题。此外,不同设施如场道、跑道、滑行道、航站楼及市政道路的结构与施工要求显著不同,给工程量计算与费用控制带来了较大挑战。尽管信息化技术与BIM技术在造价管理中开始得到应用,但整体普及率仍较低,且技术的实际应用效果尚未达到理想水平^[1]。在这样的背景下,提升造价管理的精准度与成本控制效率,已成为机场工程造价管理领域亟须解决的关键问题。

2.2 不同施工场地(跑道滑行道、航站楼、机场市政道路)造价审核特点

在机场工程中,不同施工场地的造价审核存在显著差异,这些差异反映了各类场地的结构复杂性及施工技术要求。对于平整度、耐久性 & 材料质量要求极为严格的跑道与滑行道工程,造价审核需特别关注混凝土、沥青等材料的用量及单价变化。此外,材料的质量检验与铺设工艺亦必须严格把控,以确保跑道的安全性及长期使用性。相比之下,航站楼工程涉及土建、机电安装、装饰装修等多项工序,其造价审核不仅需关注单项工程的成本,还需考虑设备设施的集成度、精密度以及安装工艺的复杂性。在防火、通风、弱电系统等特殊系统的费用核算方面,审核的难度和细节要求也显著提升。尽管机场市政道路工程相对简单,但由于其连接航站楼、交通中心等多个区域,造价审核仍需兼顾工程的延伸性及路面耐久性。特别是在隐蔽工程与排水设施的审核上,必须严格核查,以确保道路在使用寿命内的稳定性。不同施工场地的特点,导致造价审核的内容与重点各异,要求审核人员具备广泛的专业知识与灵活的应对能力,以实现成本的精准控制。

3 机场工程造价结算审核中存在的问题

3.1 场道工程的计量偏差与审核难点

在机场工程的造价结算审核中,场道工程的计量偏差及审核难点尤为突出,成为影响造价精度的重要因素之一。涉及大规模土方填筑、地基处理及路面铺设等环节的场道工程,常常出现各工序的计量标准与实际施工情况之间的差异,从而导致结算时的计量偏差。在场道区域,跨度较大且施工环境变化多样,数据的准确性往往受到地质条件、沉降控制及天气等多种因素的干扰,难以保障。此外,隐蔽工程在施工时往往难以完全暴露,这给后续工程量的确认带来了显著困难,尤其是在地基处理与管道铺设等环节

中更为明显。另外,施工单位在实际操作中常常根据现场情况进行调整,而这些变更往往未能得到充分记录或未准确反映在图纸及账目上,导致审核过程中数据对比的困难加剧。这些因素共同增加了场道工程造价审核的复杂性,使得提高审核效率与准确性成为亟待解决的挑战。

3.2 跑道滑行道工程的设计变更及签证审核问题

在机场工程的造价结算审核中,跑道滑行道工程所面临的设计变更及签证审核问题尤为突出,成为控制成本的重要难点。由于严格的施工标准与复杂的技术要求的遵循,跑道滑行道工程在施工过程中常因地质条件、工期调整或功能需求的变化而引发设计变更。这些变更直接影响工程量与施工工艺,导致造价显著波动。此外,某些变更可能涉及较高的费用,从而增加了工程款结算的复杂性与争议性。伴随设计变更而来的是大量的签证记录^[2]。然而,由于施工周期较长且涉及多个单位,签证手续往往无法及时完善,导致部分施工内容的真实性与准确性在审核中难以确认。同时,签证内容繁多,部分记录不全或文件不规范,造成造价审核的工作量与难度大幅增加,针对这些问题的有效管理与解决,显得尤为重要。

3.3 航站楼工程中的工程量确认与单价审核难题

在机场工程的造价结算审核中,航站楼工程在工程量确认与单价审核方面面临显著挑战。作为功能最复杂的建筑之一,航站楼包含结构、机电、装饰、消防及安全等多个系统,施工过程中涉及的工程量庞大且多变。尤其是在土建与装修工程中,因工序繁琐且细节要求高,工程量确认不一致的现象时有发生。此外,航站楼项目的设备与材料规格丰富,进口设备及高标准材料的使用进一步增加了单价审核的复杂性。在不同施工阶段,变更与调整的出现可能导致某些工程内容在实际结算时未能与初步预算完全一致。审核人员进行工程量复核与单价确认时,需逐项核查,工作量因此变得繁重且细节复杂。同时,市场波动及材料价格上涨等外部因素也使得部分材料的单价难以控制,最终导致审核结果常常引发争议。因此,有效应对这些问题,对于提升审核效率及准确性,显得至关重要。

3.4 机场市政道路工程的隐蔽工程及追加费用审核问题

在机场工程的造价结算审核中,机场市政道路工程的隐蔽工程与追加费用审核问题尤为突出,重大挑战随之而来,给结算工作带来了不小的压力。市政道路工程通常涉及地下排水管道、通信线路及给水管网等隐蔽设施,这些构件在施工完成后被埋藏于地下,直接观察和检测的难度极大,因而使得后续的工程量确认及质量验收变得复杂。在施工过程中,隐蔽工程往往因地质条件变化、地下障碍物等突发情况而导致意外的施工调整。这类变更通常伴随着较高的追加费用。此外,隐蔽工程的记录过程往往较为繁琐,部分施工单位在施工期间未能进行详尽记录,或记录不够规范,这使得审核追加费用的过程变得困难。在审核追加费用时,隐蔽

工程的施工图纸、签证资料及相关说明必须被审核人员仔细查阅,以确保工程量及费用的合理性,这不仅增加了工作量,还耗费了大量时间。隐蔽工程的费用常常存在超支或增项的情况,进一步加大了机场市政道路工程造价结算审核的复杂性,因而对审核的准确性与公正性提出了更高要求。面对这些挑战,建立有效的审核机制显得尤为重要。

4 优化机场工程造价结算审核的措施

4.1 加强场道和跑道滑行道工程的设计变更控制

优化机场工程的造价结算审核,需在场道与跑道滑行道工程中加强对设计变更的控制,以有效降低因变更所导致费用增加及审核复杂性。由于这些工程具有较高的技术要求和特殊的施工环境,设计变更常常在建设过程中因不确定因素而产生。因此,在施工初期,全面的工程调研与设计优化应当被开展,力求减少施工过程中变更的频率与幅度。变更审批程序必须贯穿整个建设过程,以确保每项变更经过详尽的技术与经济论证,从而避免不必要的变更带来的项目成本上升。与此同时,及时且准确的变更记录对于造价审核至关重要。规范的记录与详细的档案将有助于审核人员在结算阶段清晰识别变更的合理性及实际费用的准确性,进而提升造价结算审核的效率与精确度^[3]。设计变更的严格控制不仅能有效管理施工成本,还为后续的施工审核奠定了坚实基础。

4.2 完善航站楼工程量清单编制与动态审核机制

优化机场工程的造价结算审核,完善航站楼工程量清单的编制及动态审核机制显得至关重要。结构复杂、功能多样的航站楼工程,施工内容及工程量庞杂,传统的静态清单编制方式常常无法适应实际施工过程中的变化。因此,在编制工程量清单时,动态管理方式应当被采用,以及时反映施工现场的实际情况,确保清单内容与工程进展保持一致。通过建立实时更新机制,各相关方需保持有效沟通,记录并调整工程量变更,避免因信息不对称而引发的结算争议。引入动态审核机制后,审核人员在审核过程中应依据最新的工程量清单,结合施工进度及变更情况,进行全面的复核与确认。透明度的提高不仅增强了结算的清晰性,还能促进项目管理的协调性与科学性,确保审核结果的合理性与公正性。

4.3 增强机场市政道路隐蔽工程造价透明度

为了优化机场工程的造价结算审核,提高机场市政道路隐蔽工程的造价透明度至关重要。隐蔽工程的特殊性使得其施工完成后无法直接观测,导致造价审核面临诸多挑战。因此,在隐蔽工程的设计阶段,详尽的记录与审批流程需被建立,确保所有工程量、材料及费用均经过严格审核与备案,从而形成透明且可追溯的档案。在施工过程中,隐蔽工程的施工情况应及时由施工单位记录,包括材料使用、施工工艺及变更情况,以为后续结算审核提供充分依据。同时,现场检查与审核应定期组织,以确保隐蔽工程的施工质量与成本控制,及时发现潜在问题,降低不必要的成本损失。信息化管理手段的引入,如使用 BIM 技术构

建隐蔽工程的三维模型,有助于在设计、施工及审核各个环节实现数据共享,从而提升造价的透明度与可控性^[4]。此外,透明的审核流程及信息共享机制,不仅能有效提高造价审核效率,还能增强各方对审核结果的信任,减少因信息不对称而引发的争议。

4.4 引入信息化手段与 BIM 技术,提升造价审核效率

引入信息化手段及 BIM 技术在机场工程的造价结算审核中,显著提升了审核的效率与准确性。BIM (建筑信息模型) 技术通过构建三维数字模型,将设计、施工与运营等各个阶段的数据整合到一个平台上,使得各方能够实时共享信息。这种可视化方式不仅促进了各专业之间的协同工作,更直观地展示了工程量及构件,从而提高了工程量计算的准确性。在设计阶段,充分考虑所有可能的隐蔽工程、复杂结构及细节, BIM 模型有效降低了后期设计变更的风险,减少了因信息不对称导致的造价争议。同时,信息化手段的应用,例如利用云平台进行数据管理与流程监控,使造价审核过程变得更加高效透明。审核人员可以实时访问最新的工程进展、变更记录及资金使用情况,从而加快了审核进程,缩短了结算周期。此外,借助数据分析工具,项目进展的趋势分析得以进行,及时识别潜在的成本风险。

5 结语

在总结工程造价结算审核中所面临的问题及其应对措施时,尽管审核工作在确保项目资金合理使用与控制风险方面发挥了重要作用,但仍面临着众多挑战。例如,工程量确认的不准确性、设计变更的频繁发生、隐蔽工程审核的复杂性等问题,均可能对项目的顺利推进造成影响。为有效应对这些挑战,审核流程的规范性必须得到加强,信息透明度应提高,并需运用现代技术手段进行数据分析与管理。通过持续优化这些措施,结算审核的效率与准确性将得以提升,同时,也为机场工程的可持续发展奠定了更加坚实的基础。展望未来,随着技术的不断进步与行业标准的提升,期待在工程造价管理领域实现更高水平的管理,从而推动整个行业的健康发展。

[参考文献]

- [1] 余虹. 工程造价结算审核中存在的问题及措施[J]. 商业 2. 0, 2024, 12 (9): 28-30.
 - [2] 周斌. 工程造价预结算审核常见问题及应对措施探讨[J]. 现代物业(中旬刊), 2020, 11 (5): 72-73.
 - [3] 刘晓. BIM 技术在民航机场建设造价中的应用探析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021, 10 (14): 170-171.
 - [4] 杨博骁. 探讨机场建设项目工程造价的有效控制[J]. 绿色环保建材, 2020, 11 (10): 153-154.
- 作者简介: 葛碧平 (1985. 11—), 毕业院校: 天津城市建设学院, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位: 宁波机场集团有限公司, 职务: 招标造价科副科长, 职称级别: 工程造价中级工程师。

防腐施工技术在市政给排水管道中的应用研究

张磊

石家庄市排水管护中心, 河北 石家庄 050000

[摘要] 市政给排水管道是城市基础设施中至关重要的一部分, 其质量直接关系到城市环境卫生和居民生活质量。然而, 由于管道长期处于潮湿、化学腐蚀环境中, 容易出现腐蚀、老化等问题, 因此对管道进行有效的防腐施工至关重要。文中研究了防腐施工技术在市政给排水管道中的应用, 通过电化学防护方法、磁场衰减检测技术和双层环氧涂料防腐技术等手段, 可以有效保障水利工程的质量, 减轻城市污染, 节约城市水资源。

[关键词] 防腐施工技术; 市政工程; 给排水管道

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14352

中图分类号: S276

文献标识码: A

Application Research on Anti-corrosion Construction Technology in Municipal Water Supply and Drainage Pipelines

ZHANG Lei

Shijiazhuang Drainage and Protection Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Municipal water supply and drainage pipelines are a crucial part of urban infrastructure, and their quality directly affects urban environmental sanitation and residents' quality of life. However, due to the long-term exposure of pipelines to humid and chemically corrosive environments, problems such as corrosion and aging are prone to occur. Therefore, effective anti-corrosion construction of pipelines is crucial. The article studies the application of anti-corrosion construction technology in municipal water supply and drainage pipelines. Through electrochemical protection methods, magnetic field attenuation detection technology, and double-layer epoxy coating anti-corrosion technology, the quality of water conservancy projects can be effectively guaranteed, urban pollution can be reduced, and urban water resources can be saved.

Keywords: anti corrosion construction technology; municipal engineering; water supply and drainage pipelines

引言

防腐施工技术在市政给排水管道中的应用研究是当前工程建设和环境保护领域的重要课题。随着城市化进程的加快和人口密集度的增加, 市政给排水管道系统承载着越来越多的废水和污水处理任务。管道长期处于潮湿、酸碱环境中容易受到腐蚀, 这不仅影响其使用寿命, 也可能引发环境污染和安全隐患^[1]。因此, 研究防腐施工技术在市政给排水管道中的应用, 可以提高管道的抗腐蚀能力, 延长其使用寿命, 保障城市环境的清洁和居民生活的安全。

1 防腐施工技术在市政给排水管道中应用的意义

1.1 保障水利工程质量

防腐施工技术能有效提高市政给排水管道的耐腐蚀能力。管道常常处于潮湿、高湿度以及接触酸碱物质的环境中, 这些因素容易引发金属管道的腐蚀, 尤其是在化学反应作用下更易受损。采用先进的防腐技术, 如涂层防腐、电化学防护等, 能有效减少管道的腐蚀速度, 延长其使用寿命, 从而保障管道系统的持久稳定运行。管道腐蚀损坏不仅影响水流畅通, 还可能导致泄漏和环境污染, 增加维修和修复的成本和工作量。通过在施工阶段采用有效的防腐措施, 可以大幅减少后期的维护投入, 提升工程的经济效益和运营效率。

良好的给排水管道系统不仅能够有效处理污水和雨水, 还能减少污染物的排放, 提高城市环境的整体质量。防腐施工技术的应用, 能够确保管道系统在长期运行中稳定可靠, 不仅符合环保要求, 也有利于居民健康和城市的可持续发展。

1.2 减轻城市污染

市政给排水管道系统是城市中不可或缺的基础设施, 承担着将污水和雨水安全、高效地排放和处理的重要任务。采用先进的防腐施工技术能有效预防管道腐蚀造成的污染。腐蚀损坏的管道往往会导致污水泄漏或雨水入侵, 使得有害物质直接释放到地下水或土壤中, 严重影响水质和生态环境。通过在管道施工和维护过程中应用高效的防腐技术, 如环氧树脂涂层、电化学防护等, 能有效阻隔化学物质对管道金属的侵蚀, 从而减少或避免污染物的外泄, 保护周围环境的安全和健康。

防腐施工技术有助于保障污水处理系统的稳定运行, 减少污水处理过程中的污染物排放。管道内部腐蚀会降低其输送效率, 增加能源消耗和处理成本, 同时也会使得污水中的有害物质更易释放到环境中。通过采用耐腐蚀材料和有效的防腐措施, 管道的内部光滑度和输送效率得以保持, 有效降低污水处理中的能耗和污染物排放, 从而减轻

城市污染负担。

1.3 节约城市水资源

采用先进的防腐施工技术能够有效延长管道的使用寿命,减少因管道老化和损坏而导致的水资源浪费。防腐技术如涂层防护、电化学防护等,能有效保护管道免受腐蚀侵害,从而确保管道系统长期稳定运行,减少水资源在输送和处理过程中的损失。此外,防腐施工技术的应用有助于提高管道系统的运行效率和可靠性,减少未经意的水资源浪费。管道腐蚀会导致泄漏和污染,不仅影响水质,还会造成水资源的浪费和地下水资源的污染,进而影响城市水资源的供应和可持续利用。保护管道免受腐蚀和损坏,确保管道系统长期稳定运行,不仅可以减少水资源的浪费,还能提高城市水资源的可持续利用率,为城市水资源的保护和可持续发展作出贡献。

2 市政给排水管道施工中的防腐施工技术

2.1 电化学防护方法

电化学防护方法是市政给排水管道施工中常用的一种防腐技术,是利用电化学原理保护金属管道表面免受腐蚀,具有高效、环保和长期稳定性特点。

在操作上,首先需要在管道表面安装阴极保护系统,通常是通过埋设阳极或者直接在管道表面附着阳极,并连接到外部电源或者控制设备上。阳极会释放电流,使管道表面形成一个电化学保护电场,进而抑制或者减缓金属在土壤或水环境中的电化学腐蚀反应。这种方法可以有效延长管道的使用寿命,特别适用于常年浸泡在潮湿土壤或者地下水中的市政给排水管道^[2]。

电化学防护方法的操作过程包括以下几个关键步骤:

2.1.1 设计和规划防护系统

根据管道的具体情况,设计阴极保护系统的布置方案。这包括确定阳极的数量、位置和深度,以及连接电源和监控设备的位置。

2.1.2 阳极安装

选择合适的阳极材料(如铁、铝合金或钛合金),并在管道表面埋设或者附着阳极。阳极通常被安装在管道周围的土壤或者水中,以便有效地向管道表面释放保护电流。

2.1.3 连接电源和控制设备

阳极与外部电源或控制设备连接,通过这些设备调节和监控阳极的电流释放,确保管道表面形成适当的保护电场。

2.1.4 监测和维护

定期监测阴极保护系统的运行状态,包括电流输出和阳极的耗损情况。必要时,调整电流输出或更换阳极,以保证防护效果的持续稳定。

电化学防护方法通过科学的电化学原理,可有效地抑制市政给排水管道在恶劣环境中的腐蚀速度,延长管道的使用寿命,减少维护和更换的频率,具有显著的经济效益和环境保护效果。

2.2 磁场衰减检测技术

磁场衰减检测技术是市政给排水管道施工中常用的一种防腐技术,是利用磁场的变化来检测管道表面是否存在腐蚀或者薄弱区域。这种技术主要应用于钢质管道,通过监测磁场的衰减情况,可以及早发现管道表面的腐蚀损伤,有助于采取及时的修复和保护措施,从而延长管道的使用寿命。

磁场衰减检测技术的特点包括非侵入性、高灵敏度和快速检测。它不需要直接接触管道表面,避免对管道的二次破坏,可减少工程施工的影响和成本。同时,该技术能够精确地检测到管道表面的微小变化,即使是隐蔽的腐蚀部位也能进行有效识别,从而提高检测的全面性和准确性。

在操作方法上,首先应选择适当的磁场衰减检测设备,并进行相关的校准和设备准备工作。校准是确保检测结果准确可靠的关键步骤,通常需要根据管道材料和尺寸进行参数设置和调整。再进行检测操作,将磁场衰减检测设备沿着管道表面移动或固定在特定位置,开始进行检测。设备会发出电磁信号,并接收管道表面反射的信号。通过分析接收到的信号变化,可以判断管道表面是否存在腐蚀或者薄弱区域。然后,将检测到的信号数据进行分析 and 处理,通常利用专业的数据处理软件或者算法进行信号处理和图像重构,以获取详细的腐蚀情况和管道健康状态的评估报告。最后,根据检测结果,评估管道的腐蚀情况和损伤程度,提出相应的修复或者保护建议,如进行局部修补、防腐涂层施工、阴极保护系统安装等,以保障管道的长期使用安全和稳定性。

磁场衰减检测技术通过其高效的检测能力和精准的数据分析,能够为管道的维护管理提供科学依据,有效地降低管道腐蚀带来的安全风险和经济损失。

2.3 双层环氧涂料防腐技术

双层环氧涂料防腐技术是市政给排水管道施工中常用的一种防腐保护方法,主要通过涂覆两层环氧涂料来有效保护管道表面免受腐蚀和化学侵蚀的影响。这种技术特别适用于钢质管道,可以显著延长管道的使用寿命并降低维护成本。

双层环氧涂料防腐技术的特点包括高度的化学稳定性和耐腐蚀性,能有效抵御大多数化学物质和电化学腐蚀,适用于各种环境条件下的市政给排水管道。其耐磨损性和耐候性也较强,能够长期保持涂层的完整性和保护效果。

在涂覆双层环氧涂料之前,必须对管道表面进行彻底的清洁和准备,包括去除表面的污垢、锈斑和油脂,确保管道表面干净、光滑并且没有任何障碍物。首先涂覆一层环氧底漆,底漆的作用是增强涂层与管道表面的附着力,同时提供额外的防腐保护。环氧底漆的选择必须考虑管道材质、使用环境和预期的耐久性要求。在环氧底漆干燥后,涂覆一层环氧中涂,中涂通常具有更高的抗腐蚀性能和化

学稳定性,能够有效防止外部化学物质对管道的侵蚀,并增加整体涂层的厚度。最后一步是涂覆一层环氧面漆,面漆不仅能够提供额外的美观效果,还能够进一步增强整体涂层的耐候性和耐磨性。环氧面漆通常具有高度的紫外线稳定性,能够防止紫外线对涂层的分解和褪色。完成涂覆后,需要进行涂层质量检验,确保涂层的厚度、附着力和完整性符合规定的标准。随后应采取适当的保护措施,防止外部因素对新涂层的影响,如避免物理损坏和化学污染。

双层环氧涂料防腐技术通过合理的工艺流程和优质的材料选择,能够为市政给排水管道提供可靠的防腐保护,延长管道的使用寿命并减少维护成本,是目前广泛应用的一种成熟防腐技术方案。

3 促进防腐施工技术在市政给排水管道中应用的措施

3.1 预制防腐保温管道

预制防腐保温管道采用预制成型的管道,在工厂内进行防腐保温处理后,再进行现场安装,具有施工周期短、质量稳定、使用寿命长的优点。首先,预制防腐保温管道通过在生产过程中进行专业的防腐保温处理,例如采用喷涂、浸渍或包覆等多种技术,可以有效地提高管道抗腐蚀能力。这种处理方式可以根据管道所处环境的不同,选择合适的防腐材料和技术,确保管道在潮湿、酸性或高温环境下仍能长期稳定运行,减少维护和更换频率,降低运行成本。其次,由于管道在工厂内完成大部分防腐保温处理,现场施工主要是安装和连接工作,能大大缩短施工周期。不仅可以提高工程的进度效率,还可减少对现场人力资源的依赖,降低施工风险和安全隐患^[3]。

另外,预制防腐保温管道在质量控制方面有着明显优势。工厂化生产能够严格控制每个环节的质量,确保管道在生产过程中达到设计要求和标准规范,有利于避免传统现场施工中可能出现的人为错误和施工缺陷。这样一来,管道的使用寿命和整体性能得到显著提升,能减少后期的维护和修复成本。

3.2 优化给排水管线综合系统设计

在设计中,应考虑管道的结构、材料选择、防腐技术及其应用环境,从而最大程度地提升管线系统的整体性能和长期可靠性。首先,考虑给排水管道的结构与功能需求的匹配。这涵盖从管道的尺寸、形状到布置方式的选择,确保在不同的应用场景下,管道系统能够有效地运输和处理水资源,保证市政基础设施的正常运行^[4]。其次,注重材料的选择与应用。选择耐腐蚀、耐压、耐磨损等特性优良的材料,如耐蚀钢、玻璃钢等,以及适用于防腐处理的涂层和包覆材料。这些材料能够有效地提高管道的抗腐蚀能力,延长使用寿命,减少后期维护和更换的成本。再者,考虑防腐技术的应用与维护。通过在设计阶段考虑防腐技术的合理应用,如喷涂、热浸镀锌、外包覆等方式,有效

地增强管道的耐用性和稳定性。建立定期的维护计划和检测机制,及时发现和处理管道表面的腐蚀问题。最后,考虑环境因素及运行安全。在设计过程中考虑管道系统的布置和周围环境的交互作用,避免因环境因素导致的管道腐蚀和损坏,提高管道系统的安全性和可靠性,保障城市基础设施的持续运行和发展。

3.3 合理敷设防腐保温管道

合理敷设防腐保温管道涉及到管道的布置方式和安装技术。在设计阶段,应考虑管道的地形、地质条件以及周围环境因素,选择合适的敷设深度和敷设方法,确保管道在地下环境中能够稳定运行和长期抗腐蚀。采用适当的敷设深度可以有效防止外部环境对管道的侵蚀,避免因土壤湿度、PH值等因素导致的腐蚀加速。此外,选择合适的管道支架和固定设备,保证管道在使用过程中的稳定性和安全性。

3.4 加强管道耐腐蚀检测

加强管道耐腐蚀检测是保障管道系统长期使用的重要手段。通过定期的非破坏性检测和表面检查,及时发现管道表面的腐蚀、磨损和损伤问题。可以采用超声波检测、磁粉探伤、涡流检测等先进技术,对管道的材料和连接部位进行全面检测和评估。特别是在管道暴露在复杂环境中,如高湿度、高温、酸性等恶劣条件下,加强检测能够及早发现问题,采取相应的修复措施,延长管道的使用寿命和可靠性。

4 结束语

市政给排水管道系统是城市基础设施的重要组成部分,长期运行中受到水质、土壤环境等多重因素的影响,易出现腐蚀问题,严重影响管道的使用寿命和运行安全。本文探讨了防腐施工技术在市政给排水管道中的应用,通过电化学防护、磁场衰减检测和双层环氧涂料等技术手段,可以有效提升管道的抗腐蚀能力和稳定性,保障水利工程的质量,延长管道的使用寿命,还有助于减轻城市污染和节约水资源,为城市基础设施的可持续发展和居民生活质量的提升贡献力量。

[参考文献]

- [1]张雪娇. 防腐施工技术在市政给排水管道中的应用策略[J]. 中国高新科技, 2024(4): 62-64.
 - [2]郭家宝. 建筑给排水管道防腐施工技术的应用[J]. 居业, 2023(4): 19-21.
 - [3]王婧婧. 给排水工程施工中管道防腐技术探讨[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(11): 127-128.
 - [4]张健. 防腐施工技术在市政给排水管道中的应用策略[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(7): 117-118.
- 作者简介: 张磊(1976.12—), 男, 河北省石家庄市人, 汉族, 大学本科学历, 工程师, 就职于石家庄市排水管护中心, 从事市政工程及工程安全管理相关工作。

水泵机组安装施工技术措施研究分析

刘鑫

扬州水利建筑工程有限责任公司, 江苏 扬州 225002

[摘要]近年来伴随城市化进程的加速,水资源的管理与利用愈加受到重视。水泵机组在农业灌溉、城市供水及污水处理等多个领域的广泛应用,推动了其安装施工的专业化与规范化要求的提升。同时,施工现场的安全问题引起了广泛关注,各类安全事故频繁发生,严重影响了人员安全与工程进度。因此,建立一套系统化的水泵机组安装施工技术措施,不仅能够提高施工效率与质量,还能有效降低安全隐患。鉴于此,将对水泵机组安装施工的重要性、基本构成及其功能进行系统分析,并探讨相关技术措施与安全管理策略,以期对相关领域的工程实践,提供理论支持与实践参考。

[关键词]水泵机组; 安装施工技术; 安全管理

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14343

中图分类号: TV743

文献标识码: A

Research and Analysis of Technical Measures for Installation and Construction of Water Pump Units

LIU Xin

Yangzhou Water Conservancy Construction Engineering Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225002, China

Abstract: In recent years, with the acceleration of urbanization, the management and utilization of water resources have received increasing attention. The widespread application of water pump units in various fields such as agricultural irrigation, urban water supply, and sewage treatment has promoted the professionalization and standardization requirements for their installation and construction. At the same time, safety issues at construction sites have attracted widespread attention, with various safety accidents occurring frequently, seriously affecting personnel safety and project progress. Therefore, establishing a systematic set of installation and construction technical measures for water pump units can not only improve construction efficiency and quality, but also effectively reduce safety hazards. In view of this, a systematic analysis will be conducted on the importance, basic composition, and functions of the installation and construction of water pump units, and relevant technical measures and safety management strategies will be explored, in order to provide theoretical support and practical reference for engineering practice in related fields.

Keywords: water pump units; installation and construction technology; safety management

引言

在水利工程及建筑设施中,水泵机组扮演着至关重要的角色,承担着水的输送、排放及循环等多种功能,安装施工的质量直接影响整个系统的性能与效率。因此,确保水泵机组的科学安装与安全运行显得尤为重要。随着技术的不断进步及应用领域的扩展,水泵机组的种类与功能愈加丰富,安装过程中的技术要求与安全管理措施变得愈发复杂。对水泵机组的安装施工技术进行深入探讨,具有显著的现实意义,这对于提高工程质量、降低安全风险以及保障水资源的高效利用,至关重要。

1 水泵机组安装施工的重要性

水泵机组的安装施工对于设备的正常运转至关重要,直接影响整个水利系统的效率与可靠性。在现代工程应用中,水泵机组广泛应用于供水、排水及循环冷却等多个领域,性能的优劣与资源利用效率及能源消耗密切相关。若安装不当可能会引发机组振动、噪音增加甚至导致故障,这将带来停机损失与经济损失。因此,严格遵循科学的安装程序确保机组的对齐、调试及系统集成是不可或缺的。

随着环保与节能理念的推广,水泵机组的选型与安装质量在降低能耗及减少环境影响方面也发挥着重要作用。合理的安装技术与措施的实施,不仅能够提高设备的运行效率还能延长其使用寿命,从而降低后期维护成本。

2 水泵机组的基本构成与功能

作为机组的核心部件,水泵的主要功能在于利用旋转叶轮将液体从低处抽送至高处,实现水的输送。根据不同的应用需求,水泵可分为离心泵、齿轮泵及螺杆泵等多种类型,各种泵的工作原理与适用场景各具特色。驱动装置由电动机或柴油发动机构成,负责为水泵提供所需的动力确保有效运行,在选择合适的驱动装置时,必须考虑水泵的功率需求与使用环境,以保证系统的高效性与稳定性。基础部分为整个机组提供支撑,确保在运行过程中设备的平稳性,防止振动或位移对机组造成损害^[1]。辅助设备的构成包括管道、阀门、过滤器及控制系统,主要功能在于优化水泵的工作条件提高整体效率。液体的输送由管道负责,阀门用于调节流量与压力,而过滤器则保护水泵免受杂质的干扰。控制系统通过实时监测与调节水泵的运行状

态,确保机组在最佳工况下运行,从而实现安全、稳定与高效的水输送功能。

3 水泵机组安装施工技术措施

3.1 基础施工技术

基础施工在水泵机组的安装中占据关键地位,直接影响到整个机组的运行稳定性及使用寿命。在进行基础施工前,现场的详细勘察是必不可少的,确保土壤的承载能力符合设计标准。一般而言基础应当建立在坚实的土层上,避免沉降或变形对机组造成的位移影响。根据水泵机组的类型与规格合理设计基础结构,包括尺寸、深度及钢筋的布置。在实际施工过程中,混凝土的浇筑需严格控制配比与施工工艺以确保达到设计强度,基础的平整度与垂直度也需精确把控,通常使用水平仪等专业工具进行测量,确保机组的安装位置准确无误。基础固化后应充分进行养护,以防止混凝土出现裂缝从而影响其承载性能,应在水泵机组周围设置有效的排水系统,防止雨水与地下水对基础的侵蚀与破坏。

3.2 水泵机组的安装步骤

水泵机组的安装步骤直接影响设备的性能与运行安全,在正式安装之前,全面检查与清点设备是必不可少的,确保所有部件完好无损,随后根据设计图纸的要求,小心地将水泵机组放置在预先准备好的基础上,确保机组定位准确,与基础对齐便于后续的对接工作。紧接着机组的对接工作开始,此步骤涉及将水泵与驱动装置(如电动机)通过联轴器进行连接,在对接过程中制造商的规范必须严格遵循,确保轴线的同心度与垂直度,避免在运行中产生振动或噪音。对接完成后逐步固定所有连接部件,确保坚固可靠。接下来进行管路与电气的安装。首先进水管与出水管需连接到水泵,确保接口密封良好以防出现漏水现象。然后进行电气接线,确保电源线路与控制系统的正确连接,符合相关安全标准,使用合适的电缆保护装置确保电缆不受外部因素的影响。安装完成后,需对系统进行全面检查,确认所有连接无误并检查各项设备的运行状态。初步调试与试运行应随之进行,确保水泵机组能够正常启动并运转达到设计的性能要求。

3.3 机组对齐及调试技术

水泵机组安装过程中,机组对齐直接关系到设备的运行效率与使用寿命,确保水泵与驱动装置之间的轴线同心是对齐的主要目的,避免因不对齐而引发的振动、噪音及早期磨损。在进行机组对齐时,通常使用激光对准仪或水平仪进行精准测量,需检查水泵和电动机的底座确保基础的平整与稳固,然后将机组的各个部分初步安装到位。接下来使用测量工具检测联轴器的间隙与轴向位移,在检测过程中通过微调机组底座的螺栓来实现对齐,如果发现轴向位移超出允许范围,机组需进行纵向或横向调整,确保两个轴心处于同一平面内并维持适当的间隙便于正常运转。

转。完成对齐,进入调试阶段,调试的第一步是进行系统的静态检查,确保所有连接均已紧固,管道及电气接线无误,随后启动水泵机组观察运转状态。在试运行期间需仔细监测机组的振动、温度及噪音等指标,以确认处于正常范围内,如若发现异常情况必须立即停机进行调整与检修。调试结束后,进行负载试验以验证机组在实际工作状态下的性能,通过逐步增加负载并监测机组的各项运行参数,确保在负荷下依然保持稳定与高效。若各项指标符合设计要求,机组的调试便可视为成功准备投入正式运行。

3.4 设备连接及管路安装

设备连接与管路安装在水泵机组的安装过程中占据重要地位,直接影响系统的安全性与运行效率。在进行连接之前,所有设备的外观及连接接口必须仔细检查,确保没有损坏、锈蚀或杂物,避免影响后续的安装步骤,接下来按照设计图纸逐一进行水泵与管路的连接。在管路安装时,进水管与出水管的选择至关重要,应根据介质性质合理选择管道材质,例如不锈钢、塑料或铸铁。在安装过程中,管道的水平与垂直需保持一致,避免因倾斜引起的应力集中。连接方式可采用法兰、螺纹或焊接等,确保每个接头具备良好的密封性,如有必要密封胶或垫圈可被使用,以防止漏水。在安装过程中,管道的热胀冷缩特性也应被考虑,合理设置膨胀节或柔性接头,防止温度变化导致管道破裂,在紧固每个管路接头时遵循均匀受力原则,避免因偏心受力造成连接松动。完成连接后,管路压力测试必须进行,这一环节涉及向管路内注入一定压力的水或气体,以观察是否存在漏点,从而确保管路系统的密闭性与安全性。在确认无误后,系统的充水或通水试运行可进行,以检验整个系统的运行状态。在电气连接方面,电缆的走向需与管道合理分开,避免干扰与短路。所有电气连接应符合相关安全标准,以确保系统在运行过程中能够稳定供电。

3.5 电气接线及控制系统的安装

电气接线及控制系统的安装在水泵机组调试中至关重要,准确性与可靠性直接影响机组的运行效果及安全性。在接线开始前,全面检查电气元件的状态是必要的,确认断路器、接触器、变频器、控制开关等组件处于良好状态,以防安装后出现故障。接线时依据电气图纸,确保线路连接的顺序及极性正确,电源线、控制线与信号线需合理区分,避免相互干扰,建议采用同颜色的电缆,以便于后期的维护与故障排查。在连接过程中,适当的接线端子与绝缘材料应被使用,确保接点稳固且绝缘良好,防止因松动或短路引发安全隐患。控制系统的安装要求控制柜的布局合理以便于操作与维护,控制柜内部的布线应整齐有序,避免电缆缠绕或交叉,同时为各类信号输入输出设备预留足够的接线空间,以确保后续扩展的便利性^[3]。完成安装后,必须对电气系统进行全面检查,确认无误后进行绝缘测试以确保系统的安全性。在系统调试阶段,首先进行静

态测试确认各电气组件的工作状态,随后逐步启动水泵机组观察控制系统的反应,包括启停信号与故障报警等功能是否正常,在此过程中通过监控仪表实时观察机组的运行参数,确保各项指标符合设计要求。电气接线及控制系统安装完成后,详细的操作手册及维护指南应被编制,以便操作人员在使用过程中遵循,通过细致的电气接线及控制系统安装,水泵机组的高效、稳定运行得以奠定坚实基础,确保在未来遇到问题时能够迅速排查与解决。

4 水泵机组安装的安全技术措施

4.1 安全管理制度

在水泵机组的安装过程中,健全的安全管理制度显得尤为重要。有效预防事故不仅有助于提升施工现场的安全意识还能确保施工的顺利进行,首要步骤为明确安全管理责任人,应制定详细的职责分工使每位员工清楚自身的安全责任,此外定期开展安全培训,以增强施工人员对安全操作规程及应急预案的理解,确保在突发情况下能够迅速做出反应^[2]。安全管理制度应包含定期检查与评估机制,施工现场需设立专门的安全检查小组,对设备、工具及施工环境进行全面的安全隐患排查,及时发现并整改问题消除潜在的安全风险。在进行高风险作业前,详细的安全作业计划应被制定,确保工人配备必要的个人防护装备,例如安全帽、手套与护目镜从而保障人身安全。事故报告与处理机制的建立同样重要,一旦发生安全事故,迅速向上级报告并进行详细调查与分析是必要的,总结经验教训防止类似事件的再次发生。定期召开安全总结会议,以评估安全管理制度的有效性,并根据实际施工需求更新和完善相关措施,确保制度始终符合现场要求。

4.2 施工现场安全防护措施

在水泵机组安装过程中,施工现场的安全防护措施直接关系到人员的安全及设备的正常运行。合理划分施工区域并进行明确标识是必要的,应设置明显的警示标志和安全围挡,防止无关人员进入高风险作业区,同时安全通道必须建立保持畅通,以便在紧急情况下能够迅速撤离。所有施工人员在进入现场前,需穿戴适当的安全帽、护目镜、耳塞、手套和防护鞋,确保在作业过程中的必要保护。针对特殊作业类型,如高空作业或深井作业,应配备安全带和呼吸器等专用防护设备进一步保障施工人员的安全。在施工阶段,机械设备的安全操作规程必须严格执行,所有参与施工的机械设备需定期进行检查与维护,以确保其始终处于良好的工作状态。在进行电气设备操作时,切断电源务必遵循安全接线标准,以避免触电风险。施工现场还需配备必要的应急救援设施,例如灭火器、急救箱和报警

器等,以确保在发生意外时能够迅速应对。同时,施工人员应接受急救知识培训,以提升自救与互救的能力,从而有效应对突发状况。

4.3 应急预案

在水泵机组的安装过程中,制定详尽的应急预案是有效应对突发事故的重要手段。所有可能出现的紧急情况,如设备故障、火灾、电气事故及人员伤亡等,均应包括在预案之中。针对这些突发事件需明确应急响应流程及职责分工,确保在紧急情况下能够迅速采取行动降低损失。必要的应急设备与物资也应列出,包括灭火器、急救包、应急照明及通讯工具等,确保这些设备随时可用,施工现场应设立专门的应急指挥区域,以便现场管理人员统筹协调应急工作。定期组织应急演练也是不可或缺的环节,通过模拟不同类型的突发事件,预案的有效性可得以检验,使所有参与人员熟悉各自的角色与任务,这种演练不仅提升了员工的应急处置能力,还能发现预案中的不足之处,从而进行及时调整与优化。有效实施应急预案还需强化信息沟通,施工现场的人员必须充分了解预案内容,同时与上级管理及应急救援机构保持紧密联系,以便在紧急情况下迅速获取支持与资源。

5 结语

水泵机组的安装施工过程复杂且极为重要,涵盖了多项技术环节及安全管理措施,对基础施工、设备连接以及电气接线等环节的深入探讨表明,科学的施工方法与严谨的安全管理乃是确保安装质量与安全的关键要素,同时健全的应急预案,能够显著提升现场对突发事件的应对能力,从而有效降低潜在风险。在今后的施工实践中,强化技术培训与安全意识的培养,将进一步提升施工人员的专业素养及责任感,这样的努力不仅有助于保障施工安全,还能确保水泵机组的高效、稳定运行,为水资源的合理利用奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]徐刘兵.水泵机组安装施工技术措施研究分析[J].水电站机电技术,2024,47(3):69-71.
 - [2]黄恒.水泵机组装配式安装施工技术[J].安装,2024(3):23-25.
 - [3]高安行,王志东,刘振.水泵机组制造与安装质量主要影响因素及对策[J].山东水利,2023(11):27-29.
- 作者简介:刘鑫(1990.6—),男,毕业院校:南京工程学院;所学专业:工程管理(工程造价管理方面),当前就职单位:扬州水利建筑工程有限责任公司,职务:项目副经理,职称级别:工程师。

室内装修工程中防渗漏施工技术应用研究

赵昊

北京外交人员服务局, 北京 100010

[摘要]随着人们对居住环境要求提高,装修工程品质的重要性越来越凸显。在此期间,防渗漏施工技术是确保室内环境安全标准与居住品质的关键要素。在家居装修过程中,防止渗漏是保障工程品质的重要环节之一,渗漏不仅会对建筑物本身的正常使用造成影响,同时会影响其构造与外观审美,并且造成安全隐患。文中基于实际工程项目,以室内装修工程的防水技术为切入点,分析了防水层施工、材料挑选、细节处置等核心施工技术。同时分析了施工过程中常见的挑战及其应对策略,研究表明,防水措施的标准化流程对增加主体结构的耐久性和提升居住体验起到关键影响。

[关键词]室内装修工程;防渗漏;施工技术;防水层;细部处理

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14351

中图分类号: TU753.3

文献标识码: A

Research on the Application of Anti-leakage Construction Technology in Interior Decoration Engineering

ZHAO Hao

Beijing Diplomatic Service Bureau, Beijing, 100010, China

Abstract: With the increasing demand for living environment, the importance of the quality of decoration engineering is becoming more and more prominent. During this period, anti leakage construction technology is a key element in ensuring indoor environmental safety standards and living quality. In the process of home decoration, preventing leakage is one of the important links to ensure the quality of the project. Leakage not only affects the normal use of the building itself, but also affects its structure and appearance aesthetics, and causes safety hazards. Based on actual engineering projects, this article takes waterproofing technology in interior decoration engineering as the starting point, and analyzes core construction technologies such as waterproofing layer construction, material selection, and detail disposal. At the same time, common challenges and corresponding strategies during the construction process were analyzed, and the study showed that the standardized process of waterproofing measures plays a key role in increasing the durability of the main structure and improving the living experience.

Keywords: interior decoration engineering; anti-leakage measures; construction technology; waterproof layer; detail processing

引言

渗水难题不但对生活空间引起损害,也对建筑结构稳固性形成潜在危险。所以,合适的防止渗漏施工方法非常关键。近年来,防水和堵漏施工技术不断升级,特别在建筑材料选择、施工方法和质量控制方面取得了显著进步。但是,因为一些施工人员在施工期间未充分关注防漏环节的质量,引起漏水事件经常发生,干扰整个工程质量状况。本文将探讨防渗漏施工方法在室内装饰工程的应用,目的是为提高工程质量提供参考。

1 室内装修工程防渗漏施工的必要性

防漏环节对于室内装潢极其关键,它主要确保了房屋的长期安全、保持了居住环境的宜人度以及杜绝了安全隐患等方面。漏水潜在风险倘若未能及时解决,可能对建筑结构产生损害,特别是在长期遭受水浸的环境下,水分子群渗透墙体、地面等部位,会导致建筑材料的损耗和老化。在极端情况下则可能影响住宅的结构完整性,缩短建筑物的预计使用寿命。泄露会影响居住环境的宜人程度,水渗入住宅空间,墙面和地面常会变得潮湿并出现霉斑,这不

仅会减少居住者的生活品质,还可能造成健康风险。例如,霉菌滋生导致的呼吸道疾病,这不仅会降低居住者的生活品质,亦可能引起健康隐患。另外,泄露亦会对建筑结构自身外表状态导致损害,墙体、天花板某些部位呈现水印和污渍等一系列问题,修补极为困难且费用极高^[1]。

假如出现泄露难题,往往不易完全解决掉,尤其是当泄露点处于装饰层及建筑体内时,经常需要彻底拆掉并重建,整治措施成本高昂,更为重要的是,泄露问题如果涉及到电路、电源箱等相关组件,可能会造成电力问题,存在较大安全风险。因此,防渗漏施工不仅关系到工程质量的好坏,更是保障建筑安全、维护居住者权益的关键。在室内装修工程中,防渗漏施工应被视为整个装修过程中的核心环节。尤其在厨房、卫生间、露天阳台等容易遭受水浸害区域中,务必严格遵循建造标准和严密的防水技术,以保障装修项目的耐久性和安全性能。

2 室内装修防渗漏施工技术的主要应用

室内装修工程中,防渗漏施工技术的应用主要集中在材料选择、防水层施工和细部节点处理等方面。这些技术

手段共同构成了确保装修质量、预防渗漏问题的关键保障。材料挑选是防水施工核心,优秀的防水材料才能实现更加持久长期有效的防护功能,普遍的防水材质涵盖防水油漆、防水卷材和防水混凝土等,它们具备防水功能、耐久性和良好的可塑性,有能力解决各类渗水问题。在挑选建材时,需按各区域功能需求做出恰当挑选,比如厨房和卫生间这样的潮湿空间,最好选用优秀的防水功能材料,以确保防水效果能够持久有效。防漏层施工环节是全部防水作业的关键步骤,施工品质直接关乎将来使用成效。防潮层的建设需严格依照具体施工规范执行,保障防水涂料要涂布均匀,特别在墙体与地面接缝处及角落这些易于漏水的细微部位,对这些区域进行加强处理,防止形成薄弱点^[2]。

细致工作是防漏技术的关键步骤核心环节,这些区域经常形成渗水隐患位置,例如、排水口、窗户台面等位置,假设处理不周到,容易引发渗水故障。针对某些部位,须使用特定种类密封物执行封堵,并检验施工成果的精确度和严密性,防止形成缝隙或漏洞,同时,像窗框和墙体的结合处,也应当实施防潮作业,尤其在湿润或多雨地带,这些位置防水处理尤为关键。居住空间装饰规划及防水工程技术的运用纳入完整程序,包括了建材挑选、施工步骤和细部打磨多个环节。执行认真挑选建筑材料、施工规范和严谨的关键工序管理,能够达到显著的预防渗水现象,保障装修质量及使用寿命持久稳定。这些技术手段一并提高了防水能力,也显著减少后续保养费用,为居民群体创造了更为宜人和安心的居住空间。

3 室内装修防渗漏施工中的常见问题

装修中的防水环节,常见问题大多源于材料选用不合适、施工未达标和细节处理不周到诸多方面,这些问题明显地影响了防水成效和工程品质。市场上流通有诸多防水材料种类,但是并非所有材料都适用于制作家装防水涂料层使用。质量不佳或适用性不当的防水材料常常不能达到完全防水的目的,使得防水层的持久性减弱,常常会发生漏水现象。比如,部分具备防水功能的涂层在风干后可能会出现裂痕,抑或防水卷材在施工阶段因为粘合不稳固而导致掉落。这种情况下,渗漏问题往往难以根治,需要大规模的修复工作,增加了维修成本和时间^[3]。

在家庭装修实践中,尤其是在洗手间和厨房等潮湿空间,比如地漏处、管道穿过墙壁处、墙体接缝处等位置经常成为导致漏水的主要隐患点。若一些部位操作不周,如防水剂未曾充实裂缝、接缝部位防水膜未能实现全方位遮盖,可能会引起水汽渗入建筑内部结构,诸多琐碎细节处置难题不但作用于防潮效能,也可能导致锈蚀、发霉等问题,降低装修品质及居住体验。在室内装修过程中,常见的防水问题经常大多出现在材料选择不当、施工方法不标准和细节处理不够细致完善这些方面,这种情况产生也减弱了防水的效能,甚至可能导致未来修理难题,为了确保

室内装修的质量,必须在材料选择、施工工艺和细节处理上严格把控,确保防水工程的全面和细致,从而有效预防和解决渗漏问题。

4 提高防渗漏施工质量的建议

4.1 加强施工过程中的质量监控

强化建造过程环节的质量监管是保障建设施工质量的重要手段,尤其在防水及排水施工环节,它的重要性更为突出。施工质量的保障不仅限于包括建材的检验,还涵盖施工技艺、施工标准和工地管理,对材料质量的严格监督极其关键。务必严加控制所有应用于建造的防水材料品质,保障其满足工程规范要求,通过对物料实施检验和试验,确认其防液体渗透能力、持久性和稳固性,防止由材料瑕疵引发的渗漏事件。同时,在物品购置环节中,应挑选值得信赖的供应商,提高购置物品出处的安全性保障。建筑工程的施工必须依据施工图和施工标准实施,即使微小失误也可能导致造成漏水隐秘缺陷。所以,施工阶段必须成立专门质量监管团队,承担监管施工操作落实情况,保证各个环节依照既定的施工标准执行。另外,如期实施项目质量检查,立刻察觉并改正施工过程中出现的缺陷,避免问题累积起来损害工程质量。

建设者技术能力和操作标准同样关乎防水层施工的质量,针对施工人员进行全方位训练,增强其对防渗措施的认知,保障其在施工过程中严格依照操作规程执行工作。同时,应强化工地管控,保持优良的作业环境,防止施工期间由于天气状况影响建设质量,造成不良影响。比如防止在湿润或低温条件下开展防水作业。施工品质管理需要包括跟踪施工进度和编制施工资料,保障项目依照预定计划进行,及时处理建设过程中出现的问题,保证施工质量的稳定性,利用完善的管理体系,如建立质量信息数据库、按时举行质量评估会议、进行现场监察等,有利于提升工程质量管理能力,保障防渗工程的顺畅实施,强化建设过程中质量控制囊括多个方面,包括建材品质、施工技术、工匠操作和施工现场管控,唯有彻底执行品质管理办法,方能真正提前一步掌控和处理防水和施工期间的诸多难题,保障建筑项目品质卓越与耐用年限^[4]。

4.2 提高施工人员的专业技能

提高建造工人的技术能力是保障工程品质至关重要的因素,尤其在防水施工环节。专业能力的增强不但关乎建设品质,也直接关联到工程安全防护和长期稳定性。从业人士应拥有稳固的专业能力,涵盖防水材质的特点、施工规范及操作流程等,经过定时的系统训练与学习过程之后,建筑业工人能够熟悉尖端技术发展及新材料迭代,并能娴熟地运用科学施工技术及技巧。经过亲自锻炼,工人更加熟练地了解防渗工程技术关键,掌握全部施工流程操作方法,在实践中,施工人员可以积累丰富的经验,学会处理各种施工难题,提升实际施工的准确性和效率。举例

来说,在防水漆的施工阶段,施工人员需要熟悉均匀涂抹方法,保证涂层厚度达到要求,用来防止将来漏水问题发生。另外,技术工作者需要拥有执行工程质量的自我检查能力,及时识别和改正工程中存在的问题,保障防水的耐久性。

施工人员能力层次提高的同时需要注重操作准则,特别是防漏水施工过程中的环节,如阴阳角处的处理工作、管道穿越墙体位置密封处理等,往往都是常常被忽略的重要步骤。经过全方位锻炼与实践结合操作,技术人员可以熟悉并把握相关细节的操作方法和技术,保证各个环节的质量达到标准,这样做的结果是有效避免漏水问题的发生。与此同时,需要遵守严格的施工标准,引导工程人员在施工过程中维持优良建造质量,保障建造过程的规范性和合理性。为了提升技术人员的职业技能层次,建筑企业需制定周全的奖励体系和评估准则,促进建筑从业者持续提升技术热情,执行建立技术能力评定、举办技艺比拼、开设职业发展路径等措施,唤起建设人员的学习兴趣和工作积极性,进而提高工程质量总体水平^[5]。

4.3 引入新型防水材料与技术

应用先进防水材质与手段是提升预防渗漏、损害建造技术效能的关键途径。对保障建筑物持久性、稳固性发挥显著影响,伴随防水材质的不断进步,防水材料和技术不断发展,现代建筑防水需求也日益提升,这导致利用新式防水材质和技术变得必需。新一代防水产品如卓越性能防水剂、超细级别防水油漆和自粘性防水膜等,它们具备的优秀性能使其变成应用于阻止渗漏施工的首选物资,高分子材料制成的防水层拥有伸缩性和抗环境变化能力,可以顺应建筑物发生的细微变化,并且具备优良的防漏性能,超细防水涂层则借助纳米技术增强了材质的防渗透功能和粘附性,可在各种复杂表面构成稳定且耐用的防水屏障,自粘性防水薄膜则利用便捷的施工方法和出色的防水特性,赢得广泛使用^[6]。

当代防水和堵漏技术手段措施的应用也显著地提高了施工阶段的工程质量与效率评定准则。比如说,先进渗漏防治措施借助感应器和监控设备立即检测防渗漏层的状况,能够在初期察觉难以发现的泄露隐患,随后实施迅速修复。该方法的使用不但提升了防漏效能水平,同时降低了未来保养的需求。另外,施工制备合成材料防水剂、防水层等新技术,依赖于施工、全面遮盖、强力粘合优

势,广泛用于各类建筑防水项目,明显提升防水效果和施工速度。升级版防液体渗透物质和技术流程的使用须与建筑技术改进协同应用,以最大化施展其优点。施工阶段,应严格按照新材料应用规范执行操作,保证材料的优良特性发挥最大效能。举例来说,针对例如高分子防水材料,施工时期必须确保基面平整且无水分,卷材接缝处需要实施彻底的热焊或冷接工艺,以实现长期的防水效果,在细观防水化学品使用阶段中,必须把握施涂的厚度与一致性,以达到优良防水的效果^[7]。

5 结语

综上所述,室内装潢期间防潮技术在装修中的应用,针对建材的挑选、施工技术、质量控制及问题处理进行详尽探讨,借助不断的技术革新改良,显著提高了建筑的防潮效果。应用融合实施先进防水技术材料与技术,标准化建造技术,提高建设者的专业技能,便可保障防止渗水问题产生,增强建筑整体性能及居住体验。这些研究和实践不仅为防渗漏施工提供了理论支持,也为实际操作提供了宝贵的经验和指导。

[参考文献]

- [1]张彬.住宅装修工程中防渗漏施工技术应用研究[J].居舍,2022(26):67-70.
 - [2]黎涛.浅谈安居工程中精装修住宅常见渗漏问题的处理[J].居舍,2022(1):26-28.
 - [3]黄治.房地产企业装修住宅防渗漏质量管理思考[J].经济研究导刊,2020(1):173-174.
 - [4]纪明珠.高档酒店装修工程卫浴间防渗漏综合施工技术总结[J].中国建筑装饰装修,2019(12):84-88.
 - [5]王智鹏.防渗漏工程在室内精装修项目中的质量控制分析[J].低碳世界,2017(7):132-133.
 - [6]王健.防渗漏工程在室内精装修项目中的质量控制分析[J].江西建材,2016(16):109-110.
 - [7]陈扬.地铁车站公共区装修对结构渗漏水防治分析[J].建材与装饰,2020(11):264-265.
- 作者简介:赵昊(1990.8—),毕业院校:北京建筑大学,所学专业:土木工程,毕业院校:北京航空航天大学,所学专业:公共管理,当前工作单位:北京外交人员服务局,职务:北京交远建筑有限公司第五项目部副经理,职称级别:管理八级。

大型焦炉本体设备安装技术研究与应用

李宝贵

五冶集团上海有限公司, 上海 201900

[摘要]随着冶金工业规模的扩大,大型焦炉设备在钢铁生产中的应用不断增多。焦炉本体设备安装涉及精确定位、焊接处理及系统调试等复杂环节,传统安装依赖人工操作,精度控制困难且周期长。现代智能化与自动化技术的提升,尤其是虚拟仿真、数字化管理与智能吊装的应用,大幅提高了安装精度与效率,并有效保障了安全性与稳定性。尽管技术进展显著,仍存在不可忽视的问题,深入研究与应用相关技术具有重要意义。

[关键词]大型焦炉设备; 安装技术; 安全性

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14353

中图分类号: TU761.2

文献标识码: A

Research and Application of Installation Technology for Large Coke Oven Equipment

LI Baogui

MCCS Group Shanghai Corporation Limited, Shanghai, 201900, China

Abstract: With the expansion of the metallurgical industry, the application of large-scale coke oven equipment in steel production is constantly increasing. The installation of coke oven equipment involves complex processes such as precise positioning, welding treatment, and system debugging. Traditional installation relies on manual operation, making precision control difficult and time-consuming. The improvement of modern intelligence and automation technology, especially the application of virtual simulation, digital management, and intelligent lifting, has greatly improved installation accuracy and efficiency, and effectively ensured safety and stability. Despite significant technological advancements, there are still significant issues that cannot be ignored, and in-depth research and application of related technologies are of great significance.

Keywords: large coke oven equipment; installation technology; safety

引言

大型焦炉本体设备的安装对于冶金生产至关重要,直接影响着设备的运行效率与生产安全。随着智能化、自动化及数字化技术的快速发展,设备安装技术得到了显著进步,但精度控制和焊接质量等技术难题在安装过程中仍未得到完全解决。通过探讨关键技术与创新应用,能够进一步提升安装质量与效率,推动行业技术的持续进步。

1 大型焦炉本体设备的构成与工作原理

大型焦炉本体设备在钢铁冶炼中占据着至关重要的地位,主要负责将煤炭转化为焦炭,为高炉提供还原剂。焦炉本体由多个关键组成部分构成,其中包括炉体、炉盖、炉底、煤气回收系统、冷却系统以及燃烧系统等。炉体作为焦炉的核心部分采用耐火砖建造,承受高温的同时确保煤气流动顺畅。煤气的封闭与排放由炉盖与炉底负责,从而保障炼焦过程的密闭性。焦炉煤气在回收系统中被捕集并进行净化处理便于再利用,减少了能耗并降低了环境污染。工作原理方面,焦炉通过加热煤炭至高温,使煤中的挥发物质蒸发并与热空气发生反应,从而生成焦炭。炉内的温度通常超过 1000° C,在这样的条件下,煤炭转化为焦炭并释放大量的煤气,煤气被回收后送入煤气回收系统处理,而焦炭则通过炉底排出,随后进入冷却系统快速降温。冷却过程采用水冷或气冷方式,确保焦炭适合后续运输与

使用。整个过程对温度控制、气流管理以及反应时间的把握要求极为严格,设备间的协同工作要求更是非常高。正因如此,大型焦炉本体设备不仅依赖精密的机械设计,还必须借助先进的自动化控制技术,确保操作的稳定性与高效性。

2 焦炉本体设备安装的技术要求

2.1 安装前的准备工作

在大型焦炉本体设备的安装之前,充分的准备工作至关重要,为整个安装过程的顺利进行奠定了坚实的基础。详细的技术审查必须开展,确保设计图纸、技术规范以及安装要求得到全面理解并严格执行。图纸审查的内容应涵盖设备的尺寸、安装位置及配套设施的要求,任何设计上的偏差都可能影响安装的精度,从而影响设备的长期稳定运行。现场准备工作也应严格遵守规定,首先安装区域需清理干净,确保地面平整、无障碍物,以保证设备能够稳固地安装。吊装设备及工具应在安装前进行检查,确认其能够安全承载设备重量,并适应复杂的吊装作业。安装团队的人员配置及分工必须明确,确保每个环节都能指派专人负责,避免因人员短缺或职责不清而导致的工作延误或错误。除了上述准备工作外,所有安装材料与设备必须按时到达现场并进行严格的质量检验,包括管道、支撑架及焊接材料等,材料的质量直接影响安装的质量与后期的安

全使用。在安装前，相关工作人员还应接受必要的技术培训与安全操作规程的培训，确保具备应对突发状况的能力。

2.2 安装过程中关键技术要求

在大型焦炉本体设备的安装过程中，严格的技术要求对于设备的运行效率与使用寿命至关重要。设备的安装位置必须严格按照设计图纸执行，任何偏差都可能影响后续操作的顺利进行，为了确保设备与基础之间的相对位置达到毫米级精度，高精度测量工具如激光水平仪与全站仪必不可少，进行精确定位。焊接与接头处理同样是安装过程中不可忽视的重要技术，焦炉设备由多个大型部件拼接而成，每个焊接接头都必须符合高强度与耐热的要求。在焊接前，材料需经过仔细检查并进行预热处理，以防温差引发焊接裂纹。完成焊接后，接头必须通过无损检测，确保无气孔、裂缝等缺陷，避免因焊接质量问题影响设备后期的运行。设备与系统调试是另一个关键步骤，安装完成后必须对设备进行全面调试与联动测试，以确认各项功能的正常运行。在调试过程中，特别需要注意电气、液压及气动系统的连接是否顺畅，是否存在漏气或漏油等问题。为了模拟实际生产环境，逐步加压、加热及负载测试常常是必要的，以确保设备的稳定运行满足生产需求。

2.3 安装后的质量控制

安装后的质量控制是确保大型焦炉本体设备长期稳定运行的关键环节。完成安装后，必须对设备进行全面检查与验收，重点检查设备的外观、焊接接头、紧固件以及各系统的连接，确保不存在遗漏或安装缺陷。特别是设备的精度与位置偏差，必须再次核实是否符合设计要求，以避免微小的误差对设备后期运行产生影响。在质量控制过程中，功能测试与调试同样至关重要，每一项功能测试都需逐项进行，以确保设备能够在实际工况下稳定运行。例如，加热与冷却系统必须达到预定的工作温度，气流系统的流量与压力应保持在设计范围内，这些测试涵盖了空载与负载等不同工况下的运行，任何异常的振动、噪音或温度波动都应当及时排查并进行调整。安装后的安全检查与风险评估也是不可忽视的内容，所有设备必须经过严格的安全检查，确保防护设施完善，消除潜在安全隐患。压力系统需进行压力测试以排除泄漏或故障点；电气系统应进行接地测试，防止短路或火灾隐患，专业检测人员应依据相关标准进行检查并记录详细结果。最后，性能评估与验收报告将成为设备正式投入使用的依据，在验收过程中若发现不符合标准的部分，应及时反馈给相关人员进行整改，确保问题解决后设备能够在最佳状态下运行。

3 大型焦炉设备安装的关键技术

3.1 设备定位与精度控制技术

设备定位与精度控制是大型焦炉本体设备安装中的核心技术，直接影响到安装质量及后续运行的稳定性。高精度测量工具，如全站仪、激光定位仪及水准仪等依赖于

精确的设备定位。在安装过程中，这些工具用于确保设备各部件的精确对接，并确保其与基础结构保持正确的相对位置。尤其对于大型设备，即便是微小的定位误差也可能导致设备无法正常运行，进而影响结构的稳定性或操作效率。精度控制技术要求在设备安装期间，实时监测各项参数确保所有组件始终保持在设计规定的范围内，通常采用多点测量方法，通过多个测量点的数据对比进行位置与角度的精细调整，确保安装精度的达成。例如，焦炉的炉体、支撑架等部件需保持准确的水平度与垂直度，且各组件的相对位置必须严格控制，以避免偏差对后期运行及安全性产生不利影响。动态调整与反馈机制在精度控制中也发挥着至关重要的作用，由于温度变化、地面沉降等环境因素的影响，设备在安装过程中可能会发生微小变形，因此，实时反馈与调整显得尤为重要。技术人员根据测量数据进行动态调整，确保每个安装环节都能达到精确要求。

3.2 焊接与接头处理技术

焊接与接头处理是大型焦炉设备安装过程中的关键环节，对设备结构的强度、安全性及使用寿命直接影响。焊接前的准备工作至关重要，涉及焊接材料的选用、设备的清洁以及焊接面预处理等环节，严格遵循技术规范是必须的，焊接部位的油污、锈迹及杂质必须被彻底清除，确保焊接材料能够与基材良好结合，焊接材料必须经过质量检查确保符合规定标准，防止因材料问题引起的焊接缺陷。焊接过程中的温控与操作细节也不容忽视，由于焦炉设备的本体通常由高强度钢材构成，精确控制热输入、焊接速度及焊接顺序显得尤为重要，这样可有效减小热应力与变形的风险。在高温环境下，裂纹、气孔等焊接缺陷容易发生，因此温度的精确控制对确保焊接质量至关重要。对不同材质的接头，还应选择合适的焊接工艺，如TIG焊、MIG焊或埋弧焊等以确保焊接质量符合设计要求。焊接完成后，接头的处理与无损检测是保障焊接质量的关键步骤，所有焊接接头必须接受严格的无损检测，例如X光检查、超声波检测等确保焊缝内部无气孔、裂纹等隐患。对发现的缺陷必须进行返修，直到焊接接头符合设计的强度要求。同时，焊接接头的表面处理亦不可忽视，焊接后表面的清理与防腐处理能够有效提升接头的耐久性，防止腐蚀对设备造成早期损坏。

4 大型焦炉本体设备安装过程中常见问题及解决方案

4.1 安装误差与精度问题

在大型焦炉本体设备安装过程中，安装误差和精度问题是常见的技术难题，尤其是在设备对接与定位时，哪怕是微小的偏差也可能对设备的运行效果与安全性产生影响，这类误差通常由多个因素引发，诸如测量工具的精度、环境条件变化（如温度、湿度）、基础处理误差及操作人员技术水平等。即使使用高精度设备，若安装过程中缺乏

精确控制, 误差的累积也可能导致设备位置偏移, 进而影响后续的稳定性与安全性^[1]。为应对这些问题, 加强测量与定位精度至关重要。采用激光定位仪、全站仪、自动水平仪等高精度测量工具, 有助于有效降低误差。安装过程中必须进行多点测量, 并将其与设计图纸进行比对, 确保每个部件的定位及角度完全符合要求。同时, 设备定位需分阶段进行, 从基础的地脚螺栓安装到大件设备的对接, 每一步都应进行核对, 确保安装误差尽可能小。除了测量与定位, 温控与环境管理也是解决安装误差的关键因素。特别是在高温环境中, 材料因热胀冷缩可能导致设备尺寸变化, 因此必须采取温度补偿措施来保证精度。在面对极端天气条件时, 适当调整施工进度或选择合适的施工时机, 能有效避免环境因素对安装精度的影响。操作人员的技术水平同样不可忽视, 经过专业培训的技术人员能够熟悉设备结构与安装要求, 并在遇到精度问题时迅速作出调整。加强现场监督及工人培训, 能够有效确保安装过程中的每一步操作符合规范, 从而减少人为误差对安装质量的影响。

4.2 焊接质量问题

焊接质量问题在大型焦炉设备安装中是常见的技术难题之一, 尤其在高温、高压及重负荷的工作环境下, 焊接接头的质量直接关系到设备的安全性与耐久性。常见的焊接质量问题包括焊缝裂纹、气孔、夹渣及焊接变形等, 这些问题通常源自不当的焊接工艺、错误的材料选择或操作不规范^[2]。例如, 温度控制不当可能会导致热裂纹的出现, 而焊接过程中未清理干净的水分或油污则易引发气孔或夹渣, 从而影响焊缝的强度。为解决焊接质量问题, 选择合适的焊接材料与工艺至关重要。由于大型焦炉设备通常使用高强度合金钢或耐高温特殊材料, 必须根据这些材料的特性, 选择恰当的焊接工艺, 如 TIG 焊、MIG 焊或埋弧焊等, 从而保证焊接过程的稳定性与强度。同时, 焊接材料的质量也不可忽视, 必须选用符合标准的焊条、焊丝等, 以避免因材料问题导致焊接缺陷。严格控制焊接过程中的温度、焊接速度及电流电压等参数, 亦是确保焊接质量的关键措施。合理的热输入能够有效避免过热或过冷现象, 从而降低焊接变形与裂纹的风险。在多道焊接过程中, 必须遵循工艺要求的焊接顺序, 以防止因焊接收缩不均匀而引起的焊接应力。在焊接完成后, 接头的检验与处理是保障焊接质量的关键环节。所有焊接接头需进行无损检测, 如 X 射线、超声波或磁粉检测等, 及时发现焊缝中的缺陷。对发现的问题, 必须进行修复与加固, 确保焊接接头的强度与密封性。同时, 焊接后的接头需要进行适当的热处理, 以消除焊接过程中产生的内应力, 进一步增

强接头的耐久性。

5 安装中的技术创新与应用

在大型焦炉本体设备的安装过程中, 技术创新的引入显著提升了安装的效率与质量。随着工业技术的持续进步, 新的技术与工艺逐渐被应用于设备的安装, 这不仅改变了传统的施工模式, 还极大地提升了整体施工水平。数字化及虚拟仿真技术的应用, 在安装过程中显得尤为重要, 通过建立三维数字模型, 虚拟环境中的全程模拟得以进行, 安装团队能够提前识别潜在问题并优化安装方案。通过这种预规划与问题预测的方式, 现场施工中的误差与返工得以避免, 有效提升了安装效率, 尤其是在高精度要求的设备安装中, 虚拟仿真为项目团队提供了有力的决策支持。智能化与自动化技术的融合也是当前安装中的一大亮点, 物联网、人工智能与机器人技术的借助, 使得设备安装过程中的各项作业得以自动化与智能化^[3]。例如, 智能吊装系统与自动搬运设备, 能够在短时间内完成设备的定位与安装, 提升了作业精度, 减少了人工操作的误差。此外, 设备运行状态的实时监测得以通过传感器技术的应用, 确保每项操作都严格按照预定要求执行。在部件制造过程中, 3D 打印技术的引入同样发挥了重要作用, 制造周期被显著缩短。特别是对于复杂零部件及定制化配件, 3D 打印技术能够快速制造并精确匹配所需规格, 避免了传统制造方式可能带来的时间延误与质量不一致的问题。

6 结语

在大型焦炉本体设备的安装过程中, 技术创新显著提高了效率、精度与安全性。整个施工过程, 从前期准备到后期的质量控制, 智能化、自动化与数字化技术贯穿始终, 工作流程得以优化, 人为失误得以减少, 施工风险得到了有效降低。尽管在精度控制与焊接质量等方面仍存在一定的挑战, 但持续的技术改进已带来了显著的成效。展望未来, 随着新技术的不断应用, 设备安装的效率、精度与智能化水平将不断提升, 从而推动行业的进一步发展。

[参考文献]

- [1] 王浩. 焦炉机械设备的运行控制探究[J]. 山西化工, 2023, 43(7): 107-109.
- [2] 王晓川. 高温环境下焦炉设备的维护措施研究[J]. 冶金与材料, 2020, 40(4): 40-41.
- [3] 芦建文, 王宏, 田凯, 等. 焦炉换气设备智能巡检系统的研究[J]. 洁净煤技术, 2021, 27(12): 382-386.

作者简介: 李宝贵(1990.4—), 毕业院校: 长春建筑学院, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 五冶集团上海有限公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 工程师。

一种新型装配式支架在钢管拱安装中的应用

齐晓明

湖南中铁五新重工有限公司, 湖南 长沙 410300

[摘要]宁淮城际铁路(Nanjing-Huai'an Intercity Railway),是江苏省境内由南京市至淮安市的高速铁路,长三角城际铁路网的重要组成部分,淮河生态经济带重大基础设施支撑项目。宁淮城际铁路总长约212km,其中正线全长约200.21km,设计速度350km/h。自南京北站至淮安东站,途经南京市浦口区、六合区、安徽省天长市、淮安市金湖县、洪泽区、淮安区,共设南京北站、六合西站、天长站、金湖站、洪泽站、淮安东站等6座车站。宁淮城际铁路项目建成运营后,南京与淮安将实现1小时直达,对于完善区域城际轨道交通网络,提高铁路运输能力和服务质量,促进苏皖沿线区域经济协调可持续发展,加快构建全省现代综合交通运输体系具有重要意义。本工程应用在宁淮城际铁路站前工程6标项目上,是一座跨既有南京绕城高速的156m系杆拱项目,全桥命名为宁淮城际铁路六合-南京双线特大桥(81.14+156+81.14)m预应力混凝土连续梁组合结构,于28号墩~31号墩,主跨设上承式系杆拱,如何安全可靠地完成29#墩至30#墩之间的156m系杆拱的安装施工作业是本项目的主要难点。

[关键词]新型;装配式;支架;应用

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14345

中图分类号: TU761.2

文献标识码: A

Application of a New Type of Prefabricated Bracket in the Installation of Steel Pipe Arches

QI Xiaoming

Hunan China Railway Wuxin Heavy Industry Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410300, China

Abstract: The Nanjing-Huai'an Intercity Railway is a high-speed railway from Nanjing to Huai'an in Jiangsu Province, an important component of the Yangtze River Delta intercity railway network, and a major infrastructure support project in the Huaihe River Ecological Economic Belt. The total length of Ninghuai intercity railway is about 212 kilometers, of which the main line is about 200.21 kilometers long and the designed speed is 350 kilometers per hour. From Nanjing North Station to Huai'an East Station, passing through Pukou District and Luhe District of Nanjing City, Tianchang City of Anhui Province, Jinhu County, Hongze District, and Huai'an District, there are a total of six stations including Nanjing North Station, Luhe West Station, Tianchang Station, Jinhu Station, Hongze Station, and Huai'an East Station. After the completion and operation of the Ninghuai intercity railway project, Nanjing and Huai'an will achieve a one hour direct connection, which is of great significance for improving the regional intercity rail transit network, enhancing railway transportation capacity and service quality, promoting the coordinated and sustainable development of the regional economy along the Jiangsu Anhui route, and accelerating the construction of a modern comprehensive transportation system in the province. This project is applied to the 6th section of the front engineering of the Ninghuai Intercity Railway. It is a 156m tied arch project spanning the existing Nanjing Ring Expressway. The entire bridge is named the Ninghuai Intercity Railway Luhe Nanjing Double track Extra Large Bridge (81.14+156+81.14) m prestressed concrete continuous beam composite structure. From Pier 28 to Pier 31, a through tied arch is installed on the main span. The main difficulty of this project is how to safely and reliably complete the installation and construction of the 156m tied arch between Pier 29 and Pier 30.

Keywords: new type; prefabricated; bracket; application

1 项目工况

1.1 钢管拱结构概述

1.1.1 拱肋

拱肋计算跨径156m,矢跨比=1/5,拱肋平面内矢高31.2m,拱肋采用二次抛物线线型。拱肋平面内抛物线方程为:

$$y = -\frac{4}{156 \times 5} x^2 + \frac{4}{5} x$$

其中: x 为拱肋计算点至原点距离,顺桥向为 X 轴线,竖向为 Y 轴线,坐标原点位于拱轴线与中支点梁顶面交点

处。拱肋横截面采用哑铃型钢管混凝土截面,截面高3m,沿程等高布置,主钢管外径1000mm,由厚18mm的钢板卷制而成,拱脚区域局部加厚至20mm。每片拱肋的两主钢管之间用厚16mm的腹板连接。每隔一段距离,在拱肋主钢管内设加劲环,在腹腔钢板间焊接拉筋。拱桥两片拱肋均为竖直铅垂布置,拱肋中心距离14.8m。上下拱肋除拱脚一定范围内采用哑铃型结构,其余均为分离结构,用竖向腹杆连接。两片拱肋之间共布置9道横撑,横撑为“一”字形撑。各处横撑均为上下两层,分别支撑拱肋的两个钢管。横撑由 $\Phi 450$ mm的圆形钢管组成,上下两层横撑间用

Φ250mm 的圆形钢管连接，钢管拱效果图如图 1 所示。

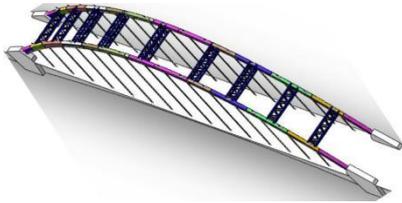


图 1 156m 钢管拱效果图

1.1.2 拱肋的分段

因系杆拱跨南京绕城高速公路，为了减少高速路上方施工的频繁性，综合运输、吊装对 156m 系杆拱进行分段。分段结果如图 2 与表 1 所示。

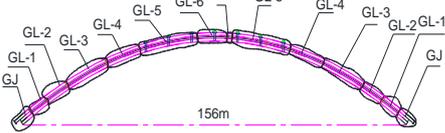


图 2 系杆拱分段

表 1 系杆拱分段

序号	节段编号	高×宽×长(m)	数量	单重(t)	总重(t)	备注
1	拱脚段	1.2×3×7.6	2	10.7	42.8	长：取上下弦管最长端；宽：拱肋弦管外边间距；高：拱肋厚度。拱肋长度为弧长
2	GL-1 段	1.2×3×7.4	4	10.4	41.6	
3	GL-2 段	1.2×3×9.5	4	13.3	53.2	
3	GL-3 段	1.2×3×17.5	4	22.9	91.6	
4	GL-4 段	1.2×3×13.9	4	18.2	72.8	
5	GL-5 段	1.2×3×23.3	4	30.5	50.4	
7	GL-6 段	1.2×3×11.5	2	14.7	29.4	
8	HL 段	1.2×3×2	2	3	6	
9	HC	2.45×2.95×14.8	9	13	117	
10	合计		37		555	不包含部分附属

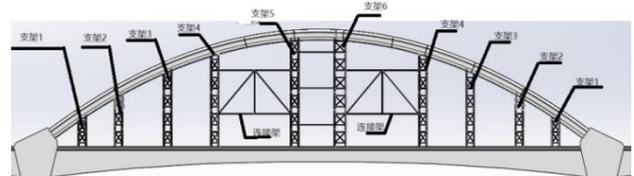
2 装配式支架设计说明

装配式支架作为钢管拱临时安装支架在钢管拱各节段安装中起着临时承载作用，是必不可少的环节和施工工艺。由于它是临时使用而非结构本身的结构系统，又成为临时支架，故文中所有提到的“临时支架”与“装配式支架”为同一物体的不同表述方式。

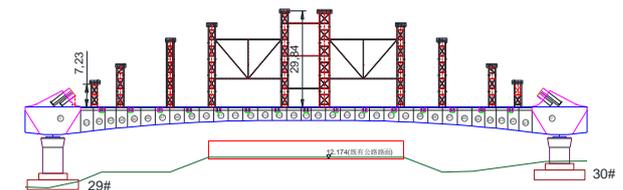
支架设计：各支架采用标准节装配式钢管支架搭建而成。其中标准节支架由 4 根竖直的规格为 Φ325×8mm 钢管组成，钢管材质为 Q235B 钢，钢管之间采用 100×5.5 角钢进行连接。标准节支架宽度 1.5m（侧视方向），长度 2m（正视方向），每个标准节支架高 5m，见图 4(c) 所示。每个标准节的钢管之间用 Φ500×20mm 的法兰板连接，法兰螺栓采用 M20×60mm 8.8S 紧固，每个法兰有 8 颗螺栓。

本工程投入的装配式支架由支架 1、支架 2、支架 3、支架 4、支架 5 和支架 6，对称分布组成，其中支架 1 的

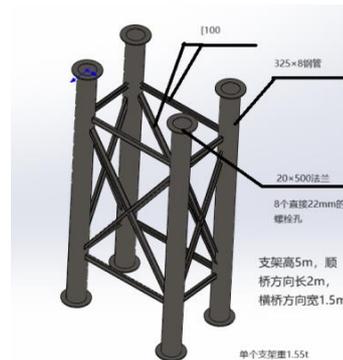
高度为 7.23m，支架 5 和支架 6 的高度为 29.84m，各支架均由若干个标准节和一个头部节组成。例如支架 1 由 1 个标准节和 1 个头部节堆积搭建而成；支架 2 由 2 个标准节和 1 个头部节堆积搭建而成；支架 3 由 4 个标准节和 1 个头部节堆积搭建而成；支架 4 由 5 个标准节和 1 个头部节堆积搭建而成；支架 5 和支架 6 分别由 5 个标准节和 1 个头部节组成。支架的标准节之间、头部节之间采用法兰连接。如图 3(a)、(b) 所示。



(a)



(b)



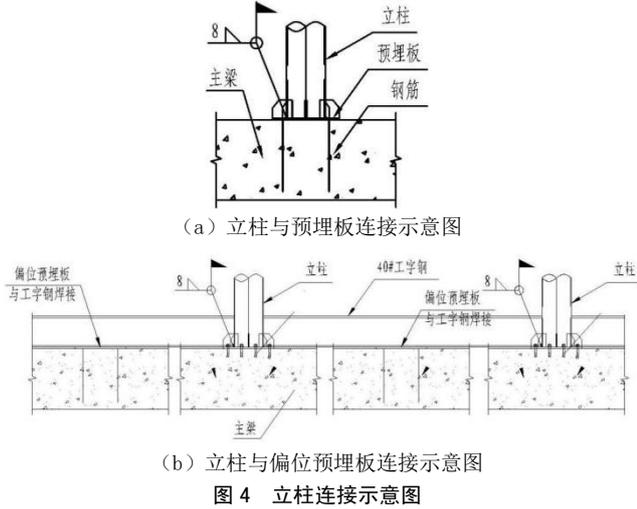
(c)

图 3 拱肋安装支架立面图

3 装配式支架的安装工艺要点

- (1) 支架应在钢拱吊装前进场安装就位、找正、固定。
- (2) 临时支架选用 25t 全液压汽车式起重机在桥面上进行安装。
- (3) 临时支架安装前要提前在地面标识出支架每个格构柱的就位点，支架安装完成后在支架横撑上标注拱肋安装就位控制点、标高控制点。
- (4) 临时支架在使用过程中要定期检查。检查横撑的挠度、立柱是否发生水平位移、焊缝的质量，临时支架系统的整体稳定性。
- (5) 临时支架通过预埋板与桥面刚性连接，因此在桥面浇注时需按支架布置图完成连接板的预埋；对于预埋板与实际支架安装位置偏移过大时，采用直径 20mm 化学锚栓作植筋连接与主梁连接，同时采用 30#工字钢将支架

底部与预埋板连接，见图4所示。



(6) 各支架安装时先进行标准节安装，再进行头部节安装，标准节之间以及标准节和头部节之间采用法兰螺栓连接可靠，螺栓要进行预紧力设计。

4 装配式支架在拱肋安装中的应用

4.1 拱座及预埋施工

拱座在浇筑混凝土前，依照设计要求，通过测量进行拱脚预埋段放样，拱脚预埋段安放拱座内后通过测量对拱脚预埋段平面、轴线进行复测调整直至符合设计要求，然后通过主梁 0#块预埋的角钢劲性骨架对预埋段进行加固，角钢与角钢之间采用焊接。如现场安装时条件允许，可在预埋段弦管处适当增加 14 号工字钢骨架对预埋段进行限位加固，以防浇筑混凝土时预埋段弦管偏移上浮。

拱座混凝土强度及弹性模量达到设计值的 100%，张拉拱座竖向预应力筋。竖向预应力张拉压浆完成且浆体强度满足设计要求后开始安装拱肋节段及拱肋腹板、横撑等拱上结构。

4.2 上部拱肋各节段在装配式支架上的安装

第一节段拱肋自重 10.7t，采用 2 台 100t 汽车吊站在桥面中间对称吊装，吊装幅度 12m，起升高度 6.46m，选用 17.4m 臂长，额定载荷 23.5t，吊装安全系数 2.2，满足吊装要求。第一节拱肋吊装后与临时支架点焊固定，见图 5 所示。

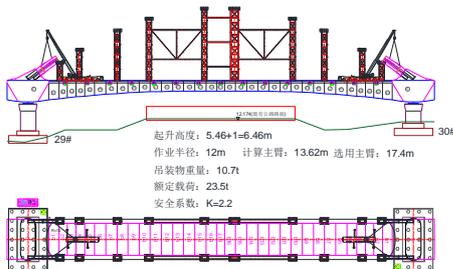


图5 第一节拱肋吊装图

第二节段拱肋自重 13.3t，采用 2 台 100t 汽车吊站

在桥面中间对称吊装，吊装幅度 11.12m，起升高度 18.28m，选用 22m 臂长，额定载荷 23.3t，吊装安全系数 1.75，满足吊装要求。第二节拱肋吊装后与临时支架点焊固定。见图 6 所示。

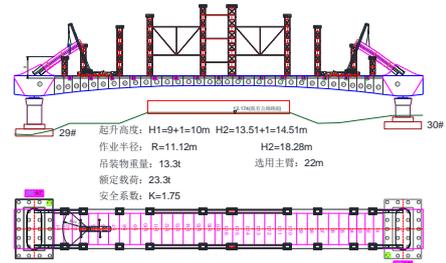


图6 第二节拱肋吊装图

吊装第 1、2 根横撑对称吊装，横撑自重 13t，采用 1 台 100t 汽车吊站在桥面中间对称吊装，吊装幅度 7.75m，起升高度 14.3m，选用 17.4m 臂长，额定载荷 41t，吊装安全系数 3.15，满足吊装要求。横撑吊装完成后与预留在拱肋上的节段用马板固定点焊，见图 7 所示。

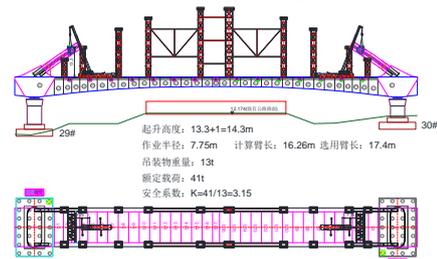


图7 第1、2根横撑吊装

第三节左侧拱肋吊装。第三节段自重 22.9t，采用 2 台 100t 汽车吊站在桥面中间前后对称吊装，左前方吊车吊装幅度 12.58m，左前方吊车吊装幅度 12.13m，右前方吊车起升高度 17.89m，选用 26.5m 臂长，右前方吊车起升高度 23.47m，选用 31m 臂长。两辆吊车的额定载荷分别为 21.5t 和 21.7t，吊装安全系数 $K_1=1.9$ ， $K_2=1.88$ ，满足吊装要求。第三节拱肋吊装后与临时支架点焊固定，见图 8 所示。

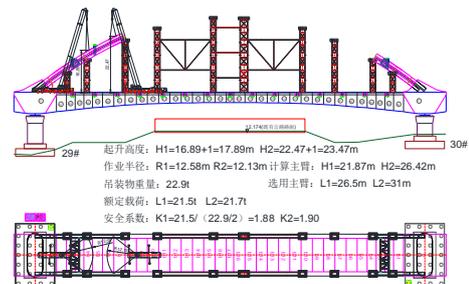


图8 第三节左侧拱肋吊装图

第三节右侧拱肋吊装。第三节段自重 22.9t，采用 2 台 100t 汽车吊站在桥面中间前后对称吊装，右前方吊车吊装幅度 12.58m，右前方吊车吊装幅度 12.13m，左前方

吊车起升高度 21.87m, 选用 26.5m 臂长, 左前方吊车起升高度 23.47m, 选用 31m 臂长。两辆吊车的额定载荷分别为 21.5t 和 21.7t, 吊装安全系数 $K_1=1.88$, $K_2=1.9$, 满足吊装要求。第三节拱肋吊装后与临时支架点焊固定, 见图 9 所示。

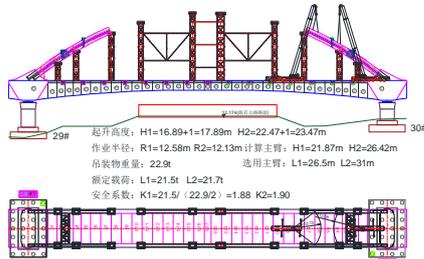


图 9 第三节右侧拱肋吊装图

吊装第 3、4 根横撑对称吊装, 横撑自重 13t, 采用 1 台 100t 汽车吊站在桥面中间对称吊装, 吊装幅度 9m, 起升高度 22.61m, 选用 26.5m 臂长, 额定载荷 32.5t, 吊装安全系数 2.5, 满足吊装要求。横撑吊装完成后与预留在拱肋上的节段用马板固定点焊, 见图 10 所示。

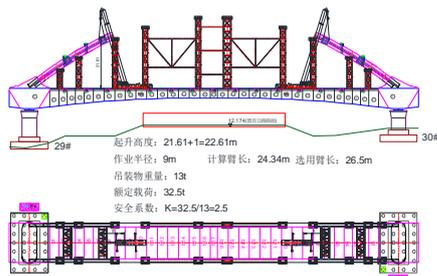


图 10 第 3、4 根横撑吊装图

第四节左侧拱肋吊装。第四节段自重 18.2t, 采用 2 台 100t 汽车吊站在桥面中间前后对称吊装, 左前方吊车吊装幅度 12.63m, 右前方吊车吊装幅度 12.51m, 左前方吊车起升高度 25.68m, 选用 31m 臂长, 右前方吊车起升高度 29.12m, 选用 35.5m 臂长。两辆吊车的额定载荷分别为 21.7t 和 20t, 吊装安全系数 $K_1=2.38$, $K_2=2.20$, 满足吊装要求。第四节拱肋吊装后与临时支架点焊固定, 见图 11 所示。

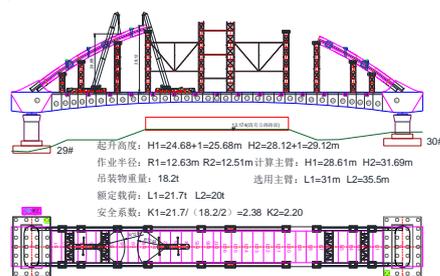


图 11 第四节左侧拱肋吊装图

第四节右侧拱肋吊装。第四节段自重 18.2t, 采用 2 台 100t 汽车吊站在桥面中间前后对称吊装, 左前方吊车

吊装幅度 12.51m, 右前方吊车吊装幅度 12.63m, 右前方吊车起升高度 25.68m, 选用 31m 臂长, 左前方吊车起升高度 29.12m, 选用 35.5m 臂长。两辆吊车的额定载荷分别为 20t 和 21.7t, 吊装安全系数 $K_1=2.20$, $K_2=2.38$, 满足吊装要求。第四节拱肋吊装后与临时支架点焊固定, 见图 12 所示。

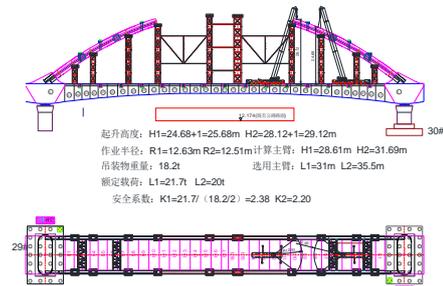


图 12 第四节右侧拱肋吊装图

吊装第 5、6 根横撑对称吊装, 横撑自重 13t, 采用 1 台 100t 汽车吊站在桥面中间对称吊装, 吊装幅度 9.4m, 起升高度 28.6m, 选用 35.5m 臂长, 额定载荷 24t, 吊装安全系数 1.85, 满足吊装要求。横撑吊装完成后与预留在拱肋上的节段用马板固定点焊, 见图 13 所示。

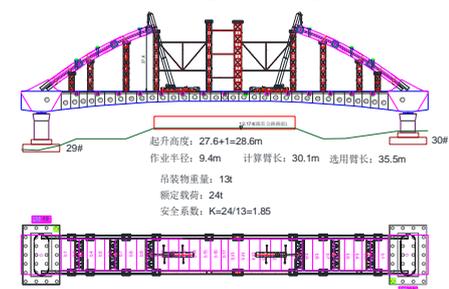


图 13 第 5、6 根横撑吊装图

第五节左拱肋吊装。第五节左拱肋段自重 31t, 采用 2 台 100t 汽车吊站在桥面中间前后对称吊装, 左前方吊车吊装幅度 11.32m, 右前方吊车吊装幅度 11.44m, 左前方吊车起升高度 29.92m, 选用 35.5m 臂长, 右前方吊车起升高度 33.39m, 选用 40m 臂长。两辆吊车的额定载荷分别为 23t 和 21t, 吊装安全系数 $K_1=1.48$, $K_2=1.35$, 满足吊装要求。第五节左拱肋吊装后与临时支架点焊固定, 见图 14 所示。

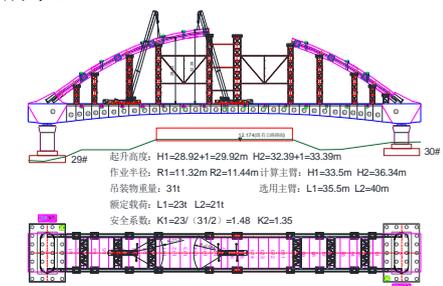


图 14 第五节左拱肋吊装图

吊装第7根横撑吊装,横撑自重13t,采用1台100t汽车吊站在桥面中间吊装,吊装幅度11.23m,起升高度32.39m,选用35.5m臂长,额定载荷21t,吊装安全系数1.65,满足吊装要求。横撑吊装完成后与预留在拱肋上的节段用马板固定点焊,见图15所示。

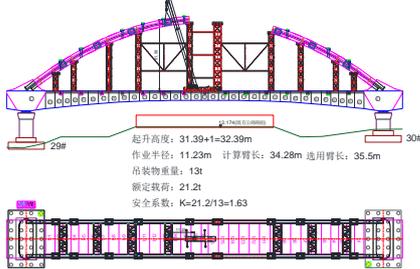


图15 第7根横撑吊装

第五节右拱肋吊装。第五节右拱肋段自重31.3t,采用2台100t汽车吊站在桥面中间前后对称吊装,右前方吊车吊装幅度11.32m,左前方吊车吊装幅度11.38m,右前方吊车起升高度29.92m,选用35.5m臂长,左前方吊车起升高度33.5m,选用40m臂长。两辆吊车的额定载荷分别为23t和21t,吊装安全系数 $K_1=1.48$, $K_2=1.34$,满足吊装要求。第五节右拱肋吊装后与临时支架点焊固定,见图16所示。

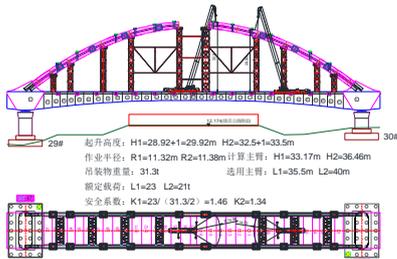


图16 第五节右拱肋吊装

吊装第8根横撑吊装,横撑自重13t,采用1台100t汽车吊站在桥面中间吊装,吊装幅度11.23m,起升高度32.39m,选用35.5m臂长,额定载荷21t,吊装安全系数1.65,满足吊装要求。横撑吊装完成后与预留在拱肋上的节段用马板固定点焊,见图17所示。

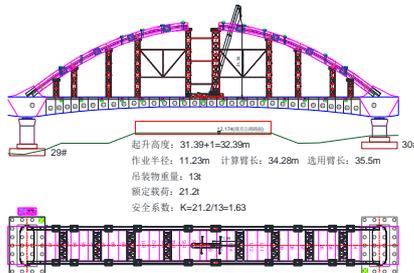


图17 第8根横撑吊装

第六节拱肋吊装。第六节段自重17.1t,采用2台100t汽车吊站在桥面中间前后对称吊装,左前方吊车吊装幅度14.31m,右前方吊车吊装幅度14.31m,右前方吊车起升

高度36.86m,选用40m臂长,左前方吊车起升高度36.86m,选用40m臂长。两辆吊车的额定载荷分别为17.5t和17.5t,吊装安全系数 $K_1=2$, $K_2=2$,满足吊装要求。第六节拱肋吊装后与临时支架点焊固定,见图18所示。

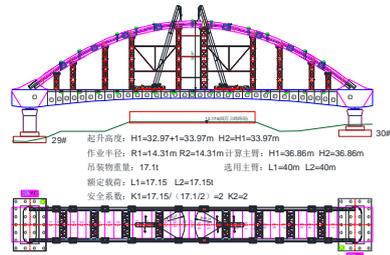


图18 第六节拱肋吊装

吊装第9根横撑吊装,横撑自重13t,采用2台100t汽车对称吊站,前后在桥面中间吊装,吊装幅度12.96m,起升高度33.63m,选用40m臂长,额定载荷17.6,吊装安全系数2.71,满足吊装要求。最后一根(第9根)横撑吊装完成后需要先测量整体拱肋的标高、偏斜度,配备两个手拉葫芦进行纠偏处理,当拱肋的曲线误差满足设计要求后,再将第9根横撑与预留在拱肋上的节段用马板固定点焊(第九根为所有误差消除节段,必须进行精确调整,保证合龙段误差最小),见图19所示。

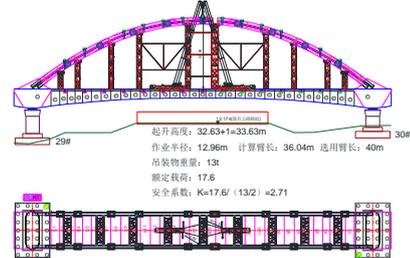


图19 第9根(最后一根)横撑吊装

合龙段拱肋吊装。合龙段自重3t,采用1台100t汽车吊站在桥面中间对称吊装,吊车起升高度33.84m,幅度14.31m,选用40m臂长,吊车的额定载荷为17.15t,吊装安全系数 $K_1=5.7$,满足吊装要求。合龙段对接完成后先测量一下整桥拱肋的曲线,通过手拉葫芦或千斤顶进行调节,其误差满足设计要求后,进行加固施焊,见图20所示。

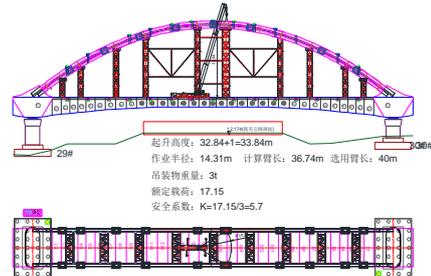


图20 合龙段吊装

拱肋安装完成后通过平台等安全辅助措施对拱肋进行焊接,所有对接焊缝按照UT100%进行探伤检测,确保

焊缝质量满足施工要求。

拱肋焊接完成后对吊杆进行安装和预张拉。待吊杆的预紧力达到一定值时,拆除临时装配式支架,后续施工按图纸或方案要求继续进行。

5 结论

经过对新型装配式支架建模受力分析计算,其稳定性完全满足施工要求。采用本款新型装配式支架将改变传统支架大、笨、粗的特点,用标准节堆积(搭积木式)而成,减少了每次吊装的重量的同时减少了吊装安全风险,并且能够快装快卸,必将成为钢管拱安装过程中越来越多被推崇的先进施工工法。

[参考文献]

- [1] 中国铁路总公司建设管理部. Q/CR9211-2015 铁路钢桥制造规范[S]. 北京:中国铁路总公司,2015.
 - [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ276-2012 建筑施工起重吊装工程安全技术规范[S]. 北京:中国国家标准化管理委员会,2012.
 - [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB50205-2020 钢结构工程施工质量验收规范[S]. 北京:中国国家标准化管理委员会,2020.
- 作者简介:齐晓明(1981—),男,机械设计高级工程师,技术总监。

收放卷系统电气自动化控制的优化方案

任海超

邢台纳科诺尔精轧科技股份有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要] 收放卷系统在电气自动化控制中起着至关重要的作用。通过优化控制算法, 采用先进的传感器和执行器技术, 实现对卷材的精确监测与调节。系统集成闭环控制策略, 能够实时反馈卷材的张力和速度, 确保生产过程的稳定性与高效性。引入智能化管理系统, 不仅提升了设备的自动化水平, 还降低了能耗与人工干预, 提高了生产效率与产品质量。优化后的收放卷系统在实际应用中展现出显著的性能提升, 适应性更强, 具备良好的经济效益和技术先进性。

[关键词] 收放卷系统; 电气自动化; 控制优化; 智能化管理; 生产效率

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14335

中图分类号: TP273

文献标识码: A

Optimization Scheme for Electrical Automation Control of Winding and Unwinding System

REN Haichao

Xingtai Naknor Technology Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: The rewinding system plays a crucial role in electrical automation control. By optimizing control algorithms and utilizing advanced sensor and actuator technologies, precise monitoring and adjustment of the coil material can be achieved. The system integrates a closed-loop control strategy, which can provide real-time feedback on the tension and speed of the coil, ensuring the stability and efficiency of the production process. The introduction of intelligent management systems not only enhances the automation level of equipment, but also reduces energy consumption and manual intervention, improving production efficiency and product quality. The optimized winding and unwinding system shows significant performance improvement, stronger adaptability, good economic benefits and progressiveness technology in practical application.

Keywords: winding and unwinding; electrical automation; control optimization; intelligent management; production efficiency

引言

随着制造业对自动化水平的不断提升, 收放卷系统的电气控制技术成为关键领域之一。传统的控制方法往往存在效率低、能耗高等问题, 难以满足现代生产的需求。优化收放卷系统的电气自动化控制, 不仅能够实现精确的卷材调节与监测, 还能提升整体生产线的智能化水平。通过引入先进的技术手段, 实现实时反馈与动态调整, 促进了生产效率的显著提升。针对这一领域的优化方案, 能够为行业带来更高的经济效益与竞争力, 值得深入探讨与研究。

1 收放卷系统的工作原理与结构分析

收放卷系统在现代制造业中扮演着关键角色, 主要用于对卷材的收卷和放卷过程进行控制和管理。其工作原理基于对卷材张力、速度和位置的实时监测与调节, 确保生产过程的稳定性与连续性。系统的基本结构通常包括驱动装置、传感器、控制单元和执行机构, 各部分相辅相成, 共同实现高效的自动化控制。

驱动装置是收放卷系统的核心, 通常采用电动机驱动卷轴, 通过变频器调节转速, 以满足不同生产需求。驱动装置的选择对系统性能影响显著, 需根据卷材特性和生产工艺进行合理配置。

传感器则负责实时监测卷材的张力、速度和位置。常用的传感器包括张力传感器、光电传感器和编码器, 能够

提供精确的数据反馈。这些数据将作为控制单元的输入信号, 以便实时调整驱动装置的工作状态, 确保卷材在收放过程中的一致性和稳定性。

控制单元是整个系统的“大脑”, 负责接收来自传感器的数据, 并运用先进的控制算法进行分析与处理。常见的控制策略包括PID控制、模糊控制和自适应控制等。这些策略通过实时计算, 调整驱动装置的输出, 以保持卷材的最佳张力和速度。例如, PID控制通过计算设定值与实际值之间的误差, 进行相应的增量调整, 从而实现高效稳定的控制效果。

执行机构则根据控制单元的指令进行具体操作, 通常包括电动机和气缸等。它们负责直接影响卷材的收放过程, 确保系统能够根据生产需要灵活响应。执行机构的设计要与传感器和控制单元无缝对接, 以实现高效的信息传递和动作执行。

在整个收放卷系统的设计中, 合理的结构布局和组件选择至关重要。系统应尽量做到紧凑、模块化, 便于维护和升级。同时, 随着智能制造的发展, 越来越多的收放卷系统开始引入物联网技术, 实现数据的远程监控和分析。这种智能化趋势不仅提高了系统的自动化水平, 还增强了其灵活性与适应性, 能够迅速应对生产过程中的各种变化。

2 传统电气控制方法的局限性

传统电气控制方法在收放卷系统中曾占据主导地位,

但随着制造业对效率和精度的要求不断提升,这些方法逐渐显现出诸多局限性。

传统控制方法多采用开环控制策略。这种方式虽然结构简单,但缺乏反馈机制,无法实时监测和调整卷材的张力和速度。在实际生产中,由于卷材特性和外部环境的变化,张力和速度可能会出现波动,导致产品质量不稳定。开环控制不能及时纠正这些偏差,往往导致生产过程中的废品率上升,从而增加了生产成本。

传统控制方法对设备的适应性不足。随着材料多样性和生产工艺的复杂化,传统控制系统在面对不同类型的卷材时往往难以实现最佳控制。每种卷材的特性不同,如厚度、柔韧性和伸缩性等,这些因素都要求控制系统具备相应的调整能力。传统方法通常只能依赖固定参数,难以进行实时优化,限制了生产的灵活性。

再者,传统控制方法的能效较低。在电气控制中,传统系统通常会由于缺乏智能化调节而导致能耗过高。过多的能量损耗不仅增加了生产成本,还对设备的长期运行产生负面影响,缩短了设备的使用寿命。因此,如何在确保生产效率的同时降低能耗,成为传统控制方法的一大挑战。此外,传统电气控制系统的故障诊断能力较弱。一旦出现故障,往往难以快速定位和修复,导致生产线停滞。传统方法依赖人工巡检和经验判断,响应速度慢,无法实现自动化故障监测。这种情况下,不仅延误了生产进度,还可能导致更严重的设备损坏和经济损失。

最后,传统控制系统在数据处理和决策能力上也显得力不从心。现代生产环境中,数据量庞大且复杂,传统控制方法无法有效处理这些数据,导致决策滞后。缺乏数据支持的控制系统往往难以进行精确的过程优化和预判,从而影响生产的智能化水平。

3 优化控制算法的设计与实现

优化控制算法的设计与实现是提升收放卷系统电气自动化控制性能的关键。通过引入先进的控制策略,能够实现对于卷材的精确监测与调节,从而提高生产效率和产品质量。

首先,优化控制算法的设计应基于系统的实际需求与特点。针对收放卷系统中的张力、速度等关键参数,需选择适合的控制策略。常用的算法包括PID控制、模糊控制和自适应控制等。PID控制因其结构简单、稳定性好而广泛应用,但在面对非线性系统和外部干扰时,调节难度较大。模糊控制通过模拟人类的决策过程,能够处理复杂的系统动态,适应性强,适合于非线性和不确定性较大的卷材收放过程。而自适应控制则通过实时调整控制参数,能够在系统特性发生变化时,保持良好的控制效果。

在设计过程中,需充分考虑控制算法的实时性和计算复杂度。为此,可以利用现代计算平台的强大处理能力,采用基于模型的控制算法。模型预测控制(MPC)是一种

有效的控制方法,通过建立系统动态模型,能够在一定的预测范围内优化控制输入。MPC能够处理多变量系统,并对约束条件进行有效管理,适合于需要精确控制的收放卷过程。

实施优化控制算法时,实时数据的采集与处理至关重要。通过集成高精度传感器,实时监测卷材的状态,可以为控制算法提供准确的输入。传感器的选择应根据系统需求,常用的有张力传感器、速度传感器和位移传感器等。这些传感器能够及时反馈卷材的张力、速度变化,并将数据传输至控制单元,保证控制算法的实时性和有效性。

控制算法的实现还需借助现代控制硬件,如PLC(可编程逻辑控制器)和嵌入式系统。这些硬件具有强大的数据处理能力和灵活的编程功能,可以快速响应来自传感器的信号并执行控制指令。合理选择控制硬件,可以大大提升系统的整体性能和可靠性。

在实施过程中,还需进行充分的系统测试与验证。通过模拟实际工况,对优化控制算法进行验证,确保其不同生产条件下均能保持良好的控制效果。通过实验数据的分析与比较,可以不断调整和完善控制算法,提高其适应性和稳定性。

最后,优化控制算法的设计与实现不仅应关注技术层面,还需结合实际生产经验与反馈。生产现场的反馈信息能够为算法优化提供重要依据,促进控制策略的不断改进和升级。通过与现场操作人员的沟通,及时了解生产中的问题和需求,从而实现控制算法的持续优化,确保收放卷系统的高效运行。

4 智能化传感器与执行器的应用

智能化传感器能够实现对于卷材状态的实时监测。这些传感器配备先进的测量技术,如光电、激光和超声波等,能够精确测量卷材的张力、速度、位置和厚度等关键参数。相比传统传感器,智能传感器不仅具有更高的测量精度,还能在复杂环境中保持良好的性能。此外,许多智能传感器具备自我诊断和故障检测功能,能够在出现异常时及时发出警报,减少停机时间和生产损失。

智能传感器通过数据融合与分析技术,能够将多个传感器采集的数据进行整合,实现更为准确的状态评估。这种数据融合技术使得系统能够从整体上判断卷材的运行状况,减少单一传感器可能带来的误差。通过对大数据的分析,智能传感器还能够预测未来的状态变化,为控制算法提供更为精确的输入,从而优化控制策略,提升系统的整体性能。

在执行器方面,智能化执行器具有更高的响应速度和精确度。与传统执行器相比,智能执行器通常采用伺服电机或步进电机作为驱动源,能够根据控制信号进行快速、精准的动作调整。这种高响应能力确保了卷材在收放过程中的张力和速度保持在最佳范围,防止了因张力波动引发

的质量问题。同时，智能执行器具备自适应功能，能够根据实际工作状态动态调整工作参数，提高了系统的灵活性。

智能化执行器还可以与智能控制系统进行深度集成，通过实时数据反馈，自动调节执行力度和速度。这种闭环控制方式使得收放卷系统能够及时应对生产中的各种变化，保持良好的稳定性和一致性。更进一步，智能执行器能够通过网络与其他设备进行信息共享，实现设备间的协同工作，提高生产效率。

此外，智能化传感器与执行器的应用也推动了物联网（IoT）技术在收放卷系统中的实现。通过将传感器和执行器连接到互联网，能够实现远程监控和数据分析。这种实时监控能力不仅能够提高生产线的可视化管理，还能够为设备维护提供依据，实现预测性维护，减少因故障导致的停机时间。

最后，智能化传感器和执行器的应用也促进了数据驱动的决策过程。在收放卷系统中，传感器采集的大量数据可以用于性能分析和优化，通过数据分析技术，企业能够发现潜在的生产瓶颈，并及时调整生产策略。这种数据驱动的方式使得企业能够更灵活地应对市场需求变化，提高竞争力。

5 实际应用效果与经济效益评估

实际应用效果与经济效益评估是衡量收放卷系统优化与智能化升级成功与否的重要指标。通过对系统进行优化改造，能够实现生产效率的提升、能耗的降低以及产品质量的改善，从而在经济上带来显著的效益。

首先，通过引入优化控制算法和智能化传感器与执行器，收放卷系统的生产效率得到了显著提升。在实际应用中，许多企业通过改进后的系统，生产速度提高了20%~30%。例如，在某纸张生产厂，采用优化后的收放卷系统后，每分钟生产量由100米提升至130米，这直接提高了产能，使得企业在市场竞争中获得了更大的优势。

其次，优化系统不仅提升了生产效率，还降低了能耗。智能化设备能够根据生产需要实时调整功率输出，从而避免不必要的能源浪费。在一项能源监测研究中，某企业在优化控制后，能耗降低了约15%。通过数据分析，发现原先系统中，因过度运行和不合理调节导致的能耗占总能耗的30%，而新系统的智能调节功能有效地减少了这一部分的浪费。

此外，优化后的收放卷系统在产品质量方面也表现出色。智能化传感器的实时监测能够及时发现卷材的张力波动，并通过闭环控制及时进行调整。这一措施显著降低了废品率，某企业在应用新系统后，废品率从8%降至2%。这样的质量提升不仅减少了生产成本，还提升了客户的满

意度和市场信誉。如表1所示。

表1 企业在实施收放卷系统优化前后的主要指标变化

指标	优化前	优化后	变化率
生产速度（米/分钟）	100	130	+30%
能耗（kWh）	2000	1700	-15%
废品率（%）	8	2	-75%
年产值（万元）	500	600	+20%

从表中可以看出，经过优化后的收放卷系统在各项指标上均有显著改善。尤其是废品率的降低，意味着在同样的生产条件下，企业能够获得更高的产出，这直接提升了整体经济效益。

最后，企业的投资回报率也得到了提升。虽然初期的系统改造和智能化设备的引入需要一定的资金投入，但通过提高的生产效率和降低的运营成本，企业在短期内便能收回投资。根据数据分析，某企业在改造后的一年内，运营成本下降了约20万元，投资回收期缩短至1年内，这种经济效益的显现无疑为企业进一步的技术改造奠定了基础。

6 结语

通过对收放卷系统电气自动化控制的优化研究，本文探讨了传统方法的局限性，提出了先进的控制算法及智能化传感器与执行器的应用。这些技术的引入不仅提升了生产效率，降低了能耗，还显著改善了产品质量，减少了废品率。实际应用效果表明，经过系统优化后，企业在各项经济指标上均取得了显著提升，实现了更高的投资回报。未来，随着智能制造的发展，收放卷系统将向更高的自动化和智能化方向迈进，为行业的可持续发展提供坚实保障。通过不断创新与优化，收放卷系统将为企业创造更大的经济价值和市场竞争力。

[参考文献]

- [1]毛鹏广. 变压器自动绕线机器人关键技术研究[D]. 山西: 太原科技大学, 2023.
 - [2]石贤可. 收放卷张力自适应控制及应用研究[D]. 河南: 中原工学院, 2019.
 - [3]陈保胜, 舒航. 带材收放卷张力控制系统研究[J]. 现代机械, 2022(6): 64-68.
 - [4]王刚. 薄膜卷材传输张力控制系统的研究与设计[D]. 湖北: 武汉理工大学, 2013.
- 作者简介: 任海超(1991.9—)男, 汉族, 河北省邢台市信都区, 电气工程师, 2014.7月毕业于内蒙古科技大学, 自动化, 本科, 电池极片辊压电气设计。

电气自动化与电气工程的融合应用研究

刘小萍

浙江新苑建筑设计有限公司, 浙江 丽水 323000

[摘要]在当今社会,科学技术的应用与社会生活紧密相连,推动了生产力的发展,并促进了电气自动化技术的持续进步。电气工程涵盖广泛的发展方向,其自动化领域展现出广阔前景。传统电气工程模式依赖人工操作与简单控制系统,导致效率低下与成本高昂,引入先进的自动化技术势在必行,以提升系统的智能化与自适应能力。电气自动化的发展为电气工程提供了重要技术支持,通过集成传感器、控制器及数据通信技术,实现实时监控与动态调整,从而优化运行效率,这一转变不仅提升了工程效率还有效降低了运维成本与风险。因此,电气自动化与电气工程的融合,不仅是技术革新的体现更是行业转型升级的必然选择,将助力电气行业向更高效、更智能的方向发展。

[关键词]电气自动化;电气工程;电气融合技术

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14340

中图分类号: F407

文献标识码: A

Research on the Integration Application of Electrical Automation and Electrical Engineering

LIU Xiaoping

Zhejiang Xinyuan Architectural Design Co., Ltd., Lishui, Zhejiang, 323000, China

Abstract: In today's society, the application of science and technology is closely linked to social life, promoting the development of productivity and promoting the continuous progress of electrical automation technology. Electrical engineering covers a wide range of development directions, and its automation field shows broad prospects. The traditional electrical engineering model relies on manual operation and simple control systems, resulting in low efficiency and high costs. It is imperative to introduce advanced automation technology to enhance the system's intelligence and adaptability. The development of electrical automation provides important technical support for electrical engineering. By integrating sensors, controllers, and data communication technology, real-time monitoring and dynamic adjustment can be achieved, thereby optimizing operational efficiency. This transformation not only improves engineering efficiency but also effectively reduces maintenance costs and risks. Therefore, the integration of electrical automation and electrical engineering is not only a manifestation of technological innovation, but also an inevitable choice for industry transformation and upgrading, which will help the electrical industry develop towards a more efficient and intelligent direction.

Keywords: electrical automation; electrical engineering; electrical integration technology

引言

在科技快速发展的大环境下,电气自动化与电气工程的融合已成为现代工程技术发展的关键方向。通过智能化控制、远程监控及数据管理等手段,电气自动化显著提升了电气系统的运行效率与安全性,并推动了工程的智能化进程。在此情境下有效整合电气自动化与电气工程的各自优势,成为行业急需解决的核心问题。探讨电气自动化与电气工程融合的必要性及其优势,并具体分析这一融合在实际应用中的表现,促进企业在技术创新与人才培养等领域的持续发展。

1 电气自动化与电气工程融合的必要性的必要性

在当前科技迅速发展的环境中,电气自动化与电气工程的融合已成为增强行业竞争力的关键所在。随着智能化与数字化进程的加快,传统电气工程面临的挑战愈发显著,仅凭人工操作及经验管理,现代生产与服务对高效率的需求难以得到满足,通过结合电气自动化技术,能够实现电气设备的实时监控与精确控制,进而提高系统响应速度,

减少人为错误的发生。在电气工程领域,许多设备在运行时耗费了大量能源,应用电气自动化技术有助于通过智能调节与优化控制策略,降低能源浪费并提升整体运行效率^[1]。引入电气自动化后,设备的维护逐渐变得智能化,通过故障预警与远程监控,潜在问题得以及时发现,从而降低维护成本与停机风险,确保系统的稳定性。面对日益激烈的行业竞争,企业必须不断进行创新适应市场变化,电气自动化与电气工程的深度融合,能够推动新技术的研发与应用,为企业创造新的商业机会与市场优势。

2 电气自动化与电气工程融合的优势

2.1 提高系统运行效率

电气自动化与电气工程的融合在提升系统运行效率方面发挥了显著作用,已成为当前行业转型的重要推动力之一。通过引入自动化技术,传统电气系统中的手动操作被智能控制所取代,使得设备在最佳状态下运行。例如,自动化控制系统实时监测设备的运行参数,如温度、压力与电流,并能够自动调整输出维持性能的稳定,不仅有效

降低了能耗还减少了由于人为操作失误而导致的设备损坏风险。自动化技术还提升了生产流程的灵活性与效率,通过集成先进的传感器与执行器,系统具备自主决策的能力,能够迅速响应生产需求的变化,这种灵活性在现代生产环境中显得尤为重要,特别是在多品种、小批量生产的情况下,自动化系统显著缩短了切换时间,进而提高了资源的利用效率。实时数据分析与监控功能的引入,为管理层提供了精准的决策支持,通过对历史运行数据的分析,企业能够识别潜在的瓶颈,从而优化生产流程进一步提升系统的整体效率。

2.2 降低运维成本与风险

电气自动化与电气工程的融合在降低运维成本与风险方面发挥了重要作用,已成为现代企业实现可持续发展的有效策略,通过自动化技术,设备的运行状态可被实时监控,故障预警系统则能够提前识别潜在问题,从而显著减少突发停机的概率,这种预防性维护模式不仅降低了紧急维修的需求,还减少了因设备故障而引起的生产损失。在传统的运维模式下,人工巡检不仅耗时耗力还容易受到人为因素的干扰,导致漏检或误检的情况发生,而在引入自动化检测设备后,企业得以全面采集与分析数据,制定出更加科学合理的维护计划,这种智能管理方式显著减少了人工干预的需求节省了人力资源,且降低了由于操作失误可能带来的风险。自动化系统的集成使技术更新与升级变得更加简便,随着技术的不断进步企业可灵活添加新功能或模块,而无须进行大规模的系统改造,不仅降低了系统维护的复杂性,还提升了企业应对市场变化的能力。

2.3 促进智能化与自动化发展

电气自动化与电气工程的深度融合已成为推动智能化与自动化发展的关键动力,通过将智能控制技术、物联网(IoT)以及大数据分析等先进理念融入电气工程,系统不仅能够进行实时数据采集与智能决策,更具备自我学习与优化的能力,逐步提升智能化水平。智能化系统根据实时数据动态调整运行参数,适应不断变化的生产环境。例如,在工业生产过程中,设备可通过自我学习来调整运行策略,从而在不同负载条件下维持最佳性能,不仅提高了效率还延长了设备的使用寿命。与此同时,智能化与自动化的结合为企业提供了更高层次的资源优化配置能力,通过对历史数据的深入分析,企业能够更清晰地识别生产过程中的各个环节,发现低效和浪费的部分,这种精准识别的能力不仅在节省成本的同时,能够有效提升生产效率,还助力企业实现可持续发展。随着智能设备的广泛应用,生产现场的自动化水平持续提升。未来,电气工程将更加趋向于智能化、网络化与数字化的深度融合,这种转型不仅增强了企业的竞争优势,更为整个行业的技术进步奠定了基础。

3 电气自动化在电气工程中的应用形式

3.1 自动化控制系统的设计与实现

自动化控制系统在电气工程中的广泛应用显著提升

了生产效率,并增强了系统的稳定性。设计一个高效的自动化控制系统,需明确其功能需求与性能指标,包括控制对象的选择、控制精度、响应速度以及安全性等,确保系统能够满足实际应用需求。在设计过程中,系统架构一般由传感器、执行器及控制器三部分构成的自动化控制系统,功能各有分工。传感器负责实时采集被控对象的状态信息,如温度、压力和流量等;执行器则根据控制信号调整设备的运行状态。作为系统核心的控制器,分析传感器数据并生成控制指令,从而实现了对设备的精确控制。在实现自动化控制系统时,编程与调试的环节不可忽视,现代控制系统通常使用PLC(可编程逻辑控制器)或DCS(分布式控制系统)来编写控制逻辑,通过设计合适的控制算法系统得以实现自动化操作。针对不同的工艺流程,设计人员还需考虑系统的冗余性与容错性,确保在设备故障或外部干扰的情况下系统依然能够保持稳定运行。

3.2 远程监控技术的应用

远程监控技术在电气工程领域的应用,正逐步革新传统管理与维护模式,使其更加高效便捷,通过网络连接,设备的实时数据被传输至监控中心或移动设备,实现对电气设备及系统的全天候监控。由此,管理人员无需现场即可及时获取设备运行状态并迅速响应潜在问题,显著提高了工作效率。该技术能够实时采集多种运行数据,包括电流、电压及温度等。这些数据被集中管理在云平台上,用户随时随地可查看设备状况。例如,在电力行业的变电站中,远程监控系统使操作人员能够快速发现异常情况并采取相应措施,避免因信息滞后而造成的损失。故障诊断与分析同样是这项技术的重要功能,借助数据分析算法系统自动识别运行过程中的异常模式提供故障预警,并指导维护人员进行针对性检查与修复,不仅降低了运维成本还延长了设备的使用寿命。远程监控技术的应用为企业带来了更大的灵活性,根据实时数据企业能够快速做出决策优化资源配置,提高生产效率。在现代工业环境中,这种能力显得尤为重要,特别是在面对快速变化的市场需求时,能够及时调整生产计划以保持竞争优势。

3.3 智能化设备在电气工程中的运用

智能化设备在电气工程中的应用象征着技术的重大进步,显著提升了系统的自动化与智能化水平,不仅具备自主决策和自我学习的能力,还通过数据分析优化运行模式,从而实现更高效的能源管理与设备维护。在智能电网的应用中,电力流动情况的实时监控得以通过智能化设备实现,同时还能够分析用电数据并自动调整电力分配,这种智能调节不仅有效平衡了负荷,还能够迅速应对突发情况,例如电力需求激增或设备故障,从而确保供电的稳定性与可靠性,智能电表的应用使用户能够及时了解用电状况,进而合理安排用电时间降低电费支出。在工业自动化领域,智能设备如机器人与智能传感器的引入,极大地增

强了生产线的灵活性与效率,这些设备能够自主完成装配、检测及搬运等任务,显著减少了人工成本提升了生产精度,通过与其他系统的集成,智能设备还能实现跨系统的数据共享与协作,从而使整个生产过程更加协调与高效。在电气设备的维护管理中,智能化设备同样发挥着关键作用,嵌入式传感器使得设备能够实时监测自身健康状态,自动生成维护报告,并提示维修人员进行必要检查,这种预测性维护方式不仅减少了停机时间降低了维护成本,还提升了设备的整体可靠性。

4 电气自动化与电气工程融合的保障措施

4.1 明确创新发展方向与政策支持

在电气自动化与电气工程的融合过程中,国家及地方政府需制定相关政策,鼓励行业内的技术创新与融合应用,这些政策能够通过资金补贴、税收减免及研发支持等方式,为企业提供必要的经济激励,从而促进其在技术改造及设备升级方面的投入。统一的技术标准与规范的建立,能够有效提升产品质量及系统兼容性,为不同企业间的技术交流与合作创造良好环境,这种标准的建立也有助于构建一个开放的创新生态系统,吸引更多科研机构与高校参与电气自动化与电气工程的融合发展。政府还可以通过组织行业交流会、研讨会等活动,促进企业间的知识共享与经验交流,不仅能够激发行业内的创新思维,还推动技术的快速传播与应用,从而增强整个行业的竞争力^[2]。在制定政策时,充分考虑环境保护与资源利用效率的必要性,鼓励企业采用绿色技术与可再生能源,推动电气工程向更加环保的方向发展,此类政策引导不仅能促进电气自动化与电气工程的深度融合,也为行业的长远发展奠定了坚实基础。

4.2 健全专业人才培养体系

健全专业人才培养体系,成为电气自动化与电气工程融合发展的重要保障。随着技术的不断进步与市场需求的不断变化,培养具备创新能力及实践经验的高素质人才显得尤为关键,高校与职业培训机构需根据行业发展趋势调整课程设置,增加与电气自动化与电气工程相关的实用技能培训,这一举措不仅能够提升学生的专业素养还能增强其就业竞争力。校企合作作为人才培养的重要途径,通过建立合作关系,企业可以为学生提供实习机会,使他们能够在真实工作环境中应用所学知识,实践经验有助于学生更好地理解理论内容,培养团队合作与问题解决能力,从而为进入职场做好充分准备。随着技术的演变,原有知识与技能可能逐渐过时,企业应为员工提供定期培训与进修机会,以助他们跟上行业的发展。同时,鼓励员工参与行业研讨会及技术交流活动,使其在实践中不断更新知识体系。政

府与行业协会应发挥作用,通过制定相关政策与标准,推动人才培养与行业需求的对接,奖学金、助学金等激励机制的建立,有助于吸引更多优秀人才进入电气自动化与电气工程领域。

4.3 强化控制管理能力与技术标准

在电气自动化与电气工程融合的过程中,强化控制管理能力与技术标准显得至关重要。确保系统的稳定运行与安全性,依赖于有效的控制管理能力,而统一的技术标准为行业的协调发展奠定了坚实基础。完善的控制管理体系应由企业建立,其中包括明确的管理流程、责任分工及应急预案,以提高对各类电气设备与自动化系统的监控能力^[3]。先进的管理软件与工具的引入,使企业能够实时监测系统运行状态,及时发现并解决潜在问题,从而避免因设备故障造成的损失。技术标准的制定与实施,是提升行业整体水平的重要手段,通过设立统一的行业标准,不仅能够确保各种设备与系统的互操作性,还能提高产品的质量与安全性。标准化做法有助于降低工程实施过程中的风险,提升项目的成功率。

5 结语

电气自动化与电气工程的融合不仅代表了技术发展的必然趋势,更是提升工程效率、降低成本与推动智能化的重要路径。通过对自动化控制系统的设计与实施、远程监控技术的应用以及智能设备的引入,系统运行的可靠性与灵活性得到了显著提升。此外,明确的发展方向与政策支持、健全的人才培养体系以及强化的管理能力,为实现这一融合提供了坚实保障。展望未来,随着科技的不断进步,电气自动化与电气工程的结合将愈加紧密,创造出更多创新的解决方案与应用场景。面对日益复杂的工程环境,企业需不断探索与实践以应对挑战,抓住机遇。唯有如此,才能在激烈的市场竞争中保持优势,推动整个行业的可持续发展。

[参考文献]

- [1]杨阳. 电气自动化与电气工程的融合应用研究[J]. 中国设备工程, 2024(15): 109-111.
 - [2]刘曦. 电气工程中电气自动化融合技术的应用刍议[J]. 大众标准化, 2021(24): 89-91.
 - [3]赵可. 电气自动化技术在电气工程中的融合应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(4): 148-149.
- 作者简介: 刘小萍(1991.11—), 毕业院校: 山东建筑大学, 所学专业: 电气工程与自动化, 当前就职单位: 浙江新苑建筑设计有限公司, 职务: 电气设计, 职称级别: 中级。

摄像头环外观自动化检测设备开发与应用

余雷¹ 倪明堂² 明五一³

1. 东莞领杰金属精密制造科技有限公司, 广东 东莞 523000
2. 广东省智能机器人研究院, 广东 东莞 523000
3. 广东华中科技大学工业技术研究院, 广东 东莞 523000

[摘要]随着智能手机和其他电子设备的广泛应用,摄像头环作为其关键部件之一,对其外观质量提出了较高要求。为了提升生产效率和降低人力成本,文中研究并开发了一种基于机器视觉的摄像头环外观自动化检测设备。该设备采用高精度相机和图像处理算法,实现了对摄像头环表面瑕疵、划痕、污渍等缺陷的高效检测。通过自动化控制系统,该设备能够实现针对不同尺寸和型号的摄像头环进行快速切换,保证了检测的灵活性和适应性。实验结果表明,该检测设备在准确率和效率方面显著优于传统的人工检测方式。检测精度达到99.5%,且每小时可处理超过500个摄像头环,有效降低了人为误差和漏检率。此外,文中还分析了设备的应用前景,指出其在消费电子、汽车摄像头等领域的广泛应用潜力。通过该设备的应用,企业能够实现生产过程的全自动化检测,提高产品质量的一致性,降低返工率,从而提升整体竞争力。

[关键词]摄像头环;外观检测;机器视觉;自动化设备;缺陷检测

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14323

中图分类号: TH165

文献标识码: A

Development and Application of Automated Inspection Equipment for Camera Ring Appearance

YU Lei¹, NI Mingtang², MING Wuyi³

1. Dongguan Lingjie Metal Precision Manufacturing Technology Co., Ltd., Dongguan, Guangdong, 523000, China
2. Guangdong Intelligent Robots Institute, Dongguan, Guangdong, 523000, China
3. Guangdong HUST Industrial Technology & Research Institute, Dongguan, Guangdong, 523000, China

Abstract: With the widespread application of smartphones and other electronic devices, the camera ring, as one of its key components, has put forward high requirements for its appearance quality. In order to improve production efficiency and reduce labor costs, this paper studies and develops a machine vision based camera ring appearance automation detection device. This device adopts high-precision cameras and image processing algorithms to achieve efficient detection of defects such as surface flaws, scratches, stains, etc. on the camera ring. Through an automated control system, the device is able to quickly switch between camera rings of different sizes and models, ensuring flexibility and adaptability in detection. The experimental results show that the detection device is significantly superior to traditional manual detection methods in terms of accuracy and efficiency. The detection accuracy reaches 99.5%, and it can process over 500 camera loops per hour, effectively reducing human error and missed detection rates. In addition, the article also analyzes the application prospects of the device, pointing out its extensive potential in fields such as consumer electronics and automotive cameras. Through the application of this device, enterprises can achieve fully automated testing of the production process, improve product quality consistency, reduce rework rates, and thus enhance overall competitiveness.

Keywords: camera ring; appearance inspection; machine vision; automated equipment; defect detection

引言

随着智能设备的普及和消费电子市场的蓬勃发展,摄像头技术成为现代电子产品中不可或缺的核心技术之一,如何有效提高摄像头环的生产质量与检测效率成为了制造业亟待解决的难题。传统的摄像头环外观检测通常依赖人工完成,检测人员通过目视检查的方式对摄像头环表面进行缺陷识别,如划痕、凹陷、污点、气泡等^[1]。然而,这种检测方式的检测结果易受人为主观因素影响,导致漏检率高、检测效率低。近年来,随着计算机视觉技术的迅猛发展,机器视觉在工业自动化检测领域的应用日益广泛^[2,3]。

机器视觉系统能够通过高分辨率相机获取产品表面的图像,并结合先进的图像处理算法对图像进行分析^[4],识别出产品表面的各种缺陷,避免了人为主观因素的影响,并且适应高强度的连续工作。因此,基于机器视觉的自动化检测设备成为了现代化摄像头环生产线的重要组成部分。

本文聚焦于利用机器视觉开发摄像头环外观自动检测设备,实现对摄像头环的外观自动化、高效、准确的检测。在研发过程中,着重对设备的结构设计、图像处理算法^[5]和控制系统^[6]进行深入研究。设备的整体设计以模块化为核心,既能满足不同产品型号检测需求,又具备良好

的扩展性和维护便利性。图像处理算法则基于先进的深度学习模型^[7]，能够对摄像头环表面的各种缺陷进行高效的识别和分类。控制系统采用 PLC（可编程逻辑控制器）作为核心^[8]，同时配备人机交互界面，便于操作人员进行参数设置与结果查看。然而，在摄像头环外观检测方面还存在着一系列挑战^[9]。摄像头环表面几何结构复杂易产生视觉盲区，其材料多为金属或塑料易反光干扰成像，生产中灰尘、油污等污染物也加大了图像处理算法难度。为了解决这些问题，本文在机器视觉基础上进行了技术改进。首先，在光学系统设计上采用了多角度光源^[10]布局，确保在不同角度下都能获得均匀照明。其次，在图像处理算法上，采用了多尺度图像融合技术^[11]，以提高对复杂表面结构的检测能力。最后，深度学习算法被用于对摄像头环表面缺陷进行分类和识别^[12]，系统能够自动适应不同缺陷类型，确保检测的准确性和泛化能力。

综上所述，随着摄像头环质量要求提高，人工检测已无法满足生产需求，开发基于机器视觉的自动化检测设备意义重大。本文旨在研发高效自动化检测设备，提升检测效率精度、降低成本，为智能制造提供借鉴。通过优化设计、技术创新等，力求提供自动化、高效、适应性强的方案，推动产业升级。

1 检测设备开发思路研究

1.1 市场需求分析

在当今竞争激烈的智能手机市场中，摄像头环作为手机的关键零件，质量和外观要求不断提升。然而，现有的人工检测方式已难以满足生产需求，主要体现在以下几个关键方面：

一方面，消费者对手机品质苛求，对摄像头质量的关注度增加，任何细微的外观瑕疵都可能影响用户对手机的整体评价。而摄像头环作为手机外观的重要组成部分，其精致程度直接关乎手机品牌的形象。手机制造商越来越重视产品质量，导致制造商需要更高标准的检测设备，以确保产品质量和品牌声誉。

另一方面，人工检测存在着不可忽视的局限性。高强度的工作使得检测人员极易疲劳。长时间专注于微小瑕疵的查找，检测人员的疲劳不断累积，注意力难以持续集中，这就导致了检测质量的明显下降。漏检、误检的情况时有发生，无法保证不良品被完全拦截，一旦不良品流入客户手中，将对企业的声誉造成严重损害。

此外，从生产效率的角度来看，人工检测效率低下。在手机市场需求不断增长、生产规模持续扩大的背景下，人工检测已成为制约生产的瓶颈。为了适应市场的快速发展，满足客户对高品质手机的需求，急需引入先进的自动化检测设备，自动化检测可以提升生产线的自动化水平，降低人工成本，从而提升企业的核心竞争力。

视觉检测技术和机器学习的发展使得自动化检测设备更为精确和高效，推动市场对先进检测设备的需求。综合这些因素，市场对手机摄像头外观自动化检测设备的需

求潜力巨大。

1.2 国内外技术背景

目前，在国内外市场上都有众多的摄像头环外观检测机相继问世，主要分为以下类别：

全自动视觉检测设备。这类设备主要采用高清 CCD 摄像头和图像处理算法，能够对摄像头的外观进行快速、高效、准确地检测，实现自动化生产线的智能化、高效化管理。传统光学测量设备主要采用人工测量和目视检查的方式，虽然检测精度较高，但工作效率低下，难以满足生产线的快速检测需求。

结合深度学习技术的机器视觉设备。这类设备基于深度学习技术和图像处理算法，能够对摄像头的外观进行高速、高精度的检测和判别。

随着深度学习技术的不断进步和发展，基于该技术的机器视觉设备将越来越普及。该技术可以提高检测准确率和速度，降低误判率和漏检率，有效提高了检测效率和稳定性。随着智能制造理念的深入推广和应用，自动化生产线必定成为趋势。

1.3 设计思路

该项目的外观检测设备主要根据三个方面进行开发，分别是根据光学成像原理、根据 AI 智能算法、根据需求自动化设备设计，如图 1、2、3 所示。



图 3 自动化设备设计需求

光学成像原理是采用高精度工业相机+面阵光源+线扫相机准确地识别缺陷特征、面积、颜色、灰度值等信息；AI 智能算法采用深度学习算法+逻辑控制算法处理实时图片与系统内部模型对比，并准确判断检测结果；自动化

设备设计是基于视觉评估方案以及产品结构进行设备开发布局，实现摄像头外观自动化检测和分 PIN。

1.4 技术可行性分析

公司在精密金属制造领域拥有丰富的经验和专业的技术团队。从技术可行性角度来看，公司具备以下优势来开发摄像头环外检测机。

首先，在硬件方面，公司依托现有的精密加工设备和技 术，可制造高精度的检测设备零部件。对于高清 CCD 摄像头等关键组件，可通过与可靠的供应商进行技术合作，确保其质量和性能。其次，在软件方面，公司有专业的软件开发团队，研究和应用图像处理算法及深度学习技术。通过收集大量的摄像头环外观样本进行训练，不断优化算法，可提高检测准确率和速度。同时，公司在自动化生产方面有深厚的基础，能够将检测设备与生产线进行有效整合，实现智能化管理。综上所述，结合公司的技术实力和资源，开发摄像头环外检测机在技术上是可行的。

2 检测设备结构与功能分析

2.1 设计原理

手机摄像头环外观自动化检测设备的设计原理主要包括图像采集、图像处理和缺陷识别。设备通过高分辨率摄像头采集环的图像如图 4 所示，利用 AI 算法输入图片加载模型参数，图片经过对应的缺陷模型运算得出置信度数值，进而判断产品是否为良品和不良品以及对应的缺陷类型。对缺陷进行二次判断，根据光度立体、标准差、长宽比、面积、最亮灰度等缺陷关联因子，综合判断产品为良品或存在新的缺陷，即可实现产品分检功能。这种方法能提高检测效率和准确性，实现高效的自动化检测。

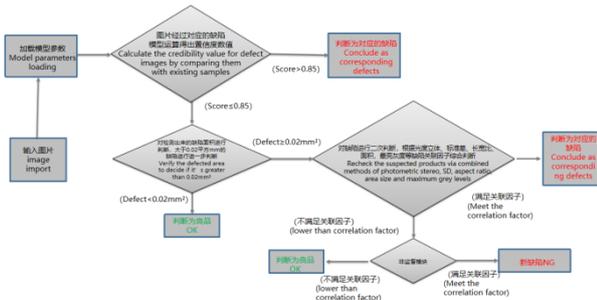


图 4 AI 算法

整体而言，这种设计原理不仅能通过高精度的视觉检测和智能算法，有效减少人为操作带来的误差，提高检测的准确率，并且大大提高了检测速度，能够在短时间内处理大量产品，适应大规模生产的需求。同时自动化检测设备能够保持一致的检测标准，确保每个产品的检测结果都符合预定的质量标准。自动化设备能够积累检测数据，进行趋势分析，为后续生产提供数据支持，优化生产流程。这对手机制造商来说，能够加速生产流程，提升竞争力，同时也可能推动相关设备制造和软件开发行业的发展，形成更完整的产业链。

2.2 整体结构

摄像头环外观自动化检测设备的整体结构设计是基于功能需求与生产环境的综合考虑，旨在实现高效、准确的检测流程。该设备主要由机械结构、传感系统、图像处理单元和控制系统四个主要部分组成，各部分相互协调工作，以确保整体检测效率和质量，其 3D 布局如图 5 所示。

(1) 机械结构。设备的机械结构是整个检测设备的基础，主要负责支撑和定位被检测的摄像头环。如图 6 所示为设备结构细节布局。结构设计采用模块化设计理念，便于组装与维护。机械部分包括一个可调节的工作台和一系列的夹具，用于固定不同尺寸和型号的摄像头环。工作台的高度和夹具的位置均可根据实际需求进行调整，以适应多样化的产品需求。同时，机械结构还考虑到抗震性和稳定性，以降低外界环境对检测精度的影响。

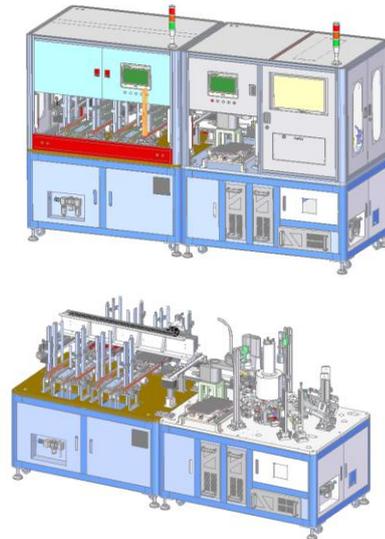


图 5 摄像头环外观检测设备 3D 布局

(2) 传感系统。传感系统是检测设备的核心部分，主要由高分辨率相机、光源和激光传感器组成。相机采用高清晰度图像传感器，能够在不同光照条件下拍摄高质量图像。光源采用可调节的 LED 灯光，能够有效减少反射和阴影，提升图像质量。激光传感器用于检测摄像头环的尺寸和形状，以确保在图像处理阶段提供准确的参考数据。

(3) 图像处理单元。图像处理单元负责对采集到的图像进行分析和处理。该单元采用先进的图像处理算法，包括边缘检测、纹理分析和缺陷识别等功能。通过对图像的实时分析，设备能够识别出摄像头环表面的各种缺陷，如划痕、气泡、污点等。同时，系统还具备学习能力，可以通过不断积累检测数据，优化检测算法，提高识别的准确率和效率。

(4) 控制系统。控制系统是设备的“大脑”，负责协调各个部分的工作。该系统采用 PLC（可编程逻辑控制器）作为核心控制单元，通过触摸屏界面实现人机交互。操作人员可以方便地设置检测参数、选择检测模式，并实时查

看检测结果。同时，控制系统还具备数据记录和分析功能，能够生成详细的检测报告，方便后续的质量追踪和分析。

总体而言，该摄像头环外观自动化检测设备的整体结构设计充分考虑了机械稳定性、检测精度和操作便捷性，旨在实现高效、全面的检测功能。通过各部分的紧密协作，设备不仅能够满足生产过程中的自动化需求，还能为提高产品质量和生产效率提供强有力的技术支持。该研究研制出的摄像头环外观检测设备由上料机、检测机、下料机组成，其中核心部分为检测部分，由高清 CCD 相机、线扫相机等硬件组成，配合深度学习软件完成检测，可以提高检测准确率和速度，降低误判率和漏检率，有效提高检测效率和稳定性。

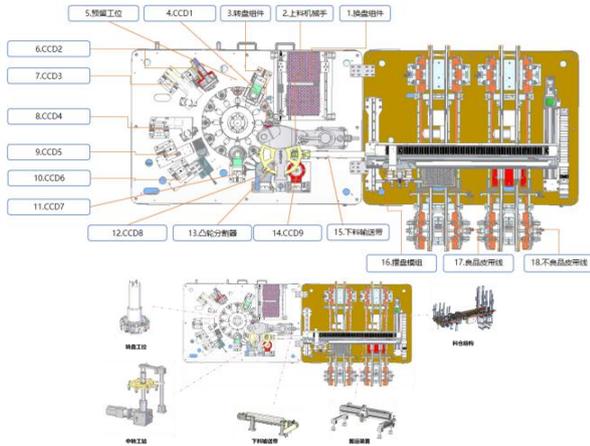


图 6 结构细节布局

3 检测设备应用

项目开发出的摄像头环外观自动化检测设备已投入使用，能够全自动检测摄像头外观缺陷，并能够自动区分不同类型的缺陷，并自动摆到对应 Tray 盘，显著提升生产效率和产品质量。该设备通过高精度的图像识别技术，能够快速检测摄像头环的各种外观缺陷，包括划痕、污点、颜色不均匀等问题。这种自动化检测大幅提高了检测效率，通常能在短时间内完成传统人工检测无法比拟的工作量。应用结果显示，机台设备具有良好的机械稳定性和电控系统稳定性，并且具有良好的容错能力。摄像头外观检测机检测数据准确可靠，很好地为生产线后续加工、装配提供依据。此外，自动化系统的引入减少了人工误差，使得检测结果更加一致可靠，提升了整体产品的市场竞争力。生产线的自动化改造也显著提高了生产效率，减少了人力成本，使得企业能够在激烈的市场竞争中保持优势。

总体而言，手机摄像头环外观自动化检测设备不仅优化了生产流程，还提升了产品质量，最终增强了消费者对品牌的信任和满意度。这种技术的应用为行业设立了新的质量标准，推动了整个手机制造领域的进步。此外，随着技术的不断进步，该设备的应用潜力将进一步扩展，为整个手机制造产业链的自动化升级提供支持。总之，该设备的设计为提升行业标准和推动智能制造进程奠定了基础。

4 展望

未来，摄像头环外观自动化检测设备可进一步集成人工智能和深度学习算法，实现更复杂的缺陷识别与分析，提高检测的智能化水平。此外，随着物联网技术的发展，设备可实现远程监控和数据分析，提升生产过程的透明度和管理效率。在环保和可持续发展的背景下，设备的设计也可能朝着低能耗和材料回收利用方向发展，促进绿色制造。同时，随着全球市场的扩大，设备的多功能性和适应性将使其在其他行业，如汽车和电子产品制造中得到应用。总之，手机摄像头环外观自动化检测设备将成为推动制造业智能化和高效化的重要工具，助力产业升级和创新发展。

基金项目：广东省基础与应用基础研究基金 (2022A1515140066)。

[参考文献]

[1]WANG X. Intelligent multi-camera video surveillance: A review[J]. Pattern Recognition Letters, 2013, 34 (1): 3-19.

[2]GOLNABI H, ASADPOUR A. Design and application of industrial machine vision systems[J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2007, 23 (6): 630-637.

[3]RANFT B, STILLER C. The Role of Machine Vision for Intelligent Vehicles[J]. IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, 2016, 1 (1): 8-19.

[4]刘幸福. 基于计算机视觉的课堂学生行为图像分析系统的设计与实现[J]. 软件, 2024, 45 (7): 144-149.

[5]马浩凯. 基于激光雷达与摄像头的智能车辆目标检测算法研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2024.

[6]徐湏基, 王峥, 邹佳民, 等. 基于 OpenMV 摄像头的运动目标控制与自动追踪系统设计与实现[J]. 现代电子技术, 2024, 47 (17): 166-172.

[7]张雷, 李果. 基于深度学习优化的图像高质量动态降噪算法[J]. 兰州文理学院学报(自然科学版), 2024, 38 (5): 54-58.

[8]崔丹丹, 尹倩, 曹阳明, 等. 基于 PLC 控制的新能源汽车智能共享车位控制系统设计[J]. 内燃机与配件, 2024 (12): 35-37.

[9]李杨. 基于六路摄像头的全景环视方法研究与实现[D]. 吉林: 吉林大学, 2024.

[10]邹阳阳. 基于全景成像的多角度散射光场同步测量技术研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2023.

[11]王璐雪, 王晓霞, 李翔, 等. 并行多尺度特征递归学习的低照度图像增强[J]. 计算机工程与应用, 2018 (3): 1-8.

[12]夏利峰, 刘浩, 吕照亮. 基于深度学习的表面缺陷检测研究与应用[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20 (23): 120-123.

作者简介：余雷 (1988—)，男，湖北当阳人，本科，工程师，研究领域为机械设计及其自动化研发与制造。

混合动力矿用宽体自卸车增程器控制策略研究

穆俊杰

福建宏大时代新能源科技有限公司, 福建 厦门 510800

[摘要]文中首先介绍了某款串联式混合动力宽体自卸车的动力系统构成、部件参数及工作原理,并结合矿用自卸车矿区典型工况分析了整车工作模式,为了提高混合动力矿用宽体自卸车燃油经济性,提出了结合整车负载功率需求及动力电池SOC对增程器发电功率进行控制的策略,分别针对整车牵引工况、电制动工况、怠速及停机工况提出了详细的增程器控制策略,通过车辆矿区运行测试验证,采用该控制策略的车辆在重载上坡工况下相比同级别、同线路运行的燃油车,整车节油率超过25%以上。

[关键词] 串联式混合动力; 燃油经济性; 增程器发电功率; 负载功率需求

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14322

中图分类号: TD50

文献标识码: A

Research on Control Strategy of Range Extender for Hybrid Mining Wide Body Self-dumping Truck

MU Junjie

Fujian Hongda Era New Energy Technology Co., Ltd., Xiamen, Fujian, 510800, China

Abstract: The article first introduces the power system composition, component parameters, and working principle of a series hybrid wide body dump truck, and analyzes the overall working mode of the vehicle based on typical working conditions of mining dump trucks. In order to improve the fuel economy of hybrid mining wide body dump trucks, a strategy is proposed to control the power generation of the range extender based on the load power demand of the vehicle and the SOC of the power battery. Detailed range extender control strategies are proposed for the traction condition, electric braking condition, idle condition, and shutdown condition of the vehicle. Through vehicle mining operation tests, it is verified that vehicles using this control strategy have a fuel saving rate of over 25% compared to fuel vehicles operating on the same level and line under heavy load uphill conditions.

Keywords: series hybrid power; fuel economy; range extender power generation; load power demand

引言

随着全球能源结构的转型与环境保护意识的增强,矿业作为能源消耗与排放密集型行业,面临着前所未有的节能减排压力。矿用自卸车是大型露天矿山的主要运输装备,承担着世界上约40%的煤炭、90%的铁矿石的开采运输任务^[1],其能耗高、排放大的现状已成为制约矿山企业绿色转型的关键瓶颈。因此,探索高效、清洁的运输解决方案,成为推动矿业可持续发展的迫切需求。近年来,混合动力传动技术以其高效的传动效率,较低的二氧化碳排放量等特点迅速成为了目前的研究热点^[2],特别是在矿用自卸车上的应用,混合动力系统通过整合传统内燃机与纯电驱动的优势,不仅能够有效降低油耗与排放,还能在复杂多变的矿山环境中展现出更好的适应性和作业效率。

从能量流动的角度来看,目前自卸车混合动力结构大致可以分为串联式、并联式和混联式三种^[3]。串联式发动机不直接参与驱动,只通过发电给驱动电机供电,结构简单,经济性好^[4],应用较为广泛。自卸车具有单个周期行程较短、载荷变化大、运输道路坡度变化大等工作特点^[5],对于串联式混合动力矿用自卸车节约油耗最关键的因素就是增程器发电功率的控制。如何精确控制混合动力系统中增程器的工作

状态,实现能量的最优化利用,是当前技术研究与实践中的一个重要课题。鉴于此,本文研究聚焦于串联式混合动力矿用自卸车增程器的控制策略优化,旨在通过深入分析增程器、动力电池特性,结合矿区典型工况,设计出一套既能满足动力需求又能最大化节能减排效果的控制策略。

1 矿用宽体自卸车混合动力系统说明

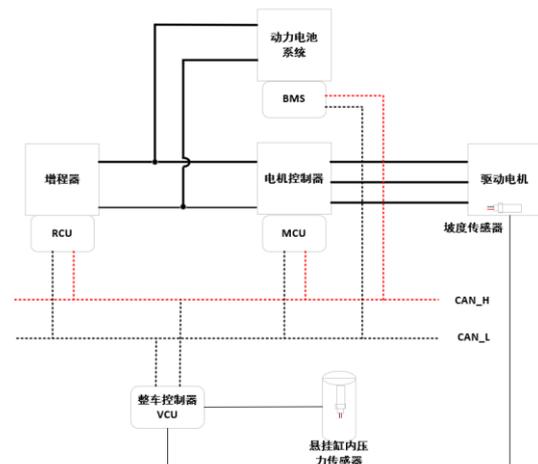


图1 混合动力系统拓扑图

本文以 135 吨级矿用宽体自卸车混合动力系统进行说明。该车自重 50 吨，额定载重 85 吨，采用串联式混合动力系统，系统主要由增程器、动力电池系统、电机控制器及驱动电机组成，混合动力系统拓扑图如图 1 所示。为了更好地识别整车状态，整车在驱动电机上安装了坡度传感器，用于检测车辆运行线路坡度；在悬挂缸内安装了压力传感器，用于检测车辆装载状态。为了更加灵活地控制增程器状态，整车油泵、气泵采用电驱动方式，与发动机动力解耦。

增程器主要由发动机、发电机、发电机控制器及增程控制器 (RCU) 组成，增程器根据整车控制器 (VCU) 给定的功率需求发电，给车上用电负载提供电能，并为动力电池充电。整车电制动时，当驱动电机输出功率超过动力电池充电功率或者电池满电时，增程器可以通过发动机缸内制动方式消耗电能。增程器额定发电功率为 400kW，发电效率最高可以达到 4.34kWh/L，增程器发电效率 MAP 图如下图 2 所示。

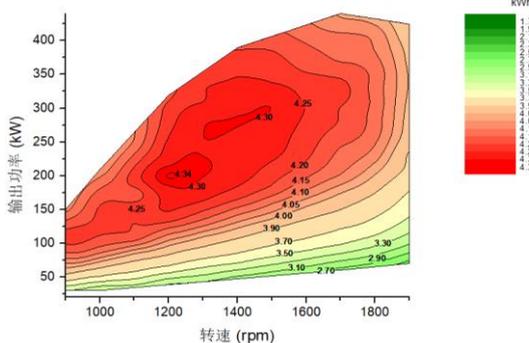


图 2 增程器发电效率 MAP 图

动力电池系统主要由动力电池箱、高压配电单元、电池热管理系统和电池控制系统 (BMS) 组成。动力电池在增程器功率不足时为整车提供电能，增程器功率大于负载功率时吸收电能，整车电制动时吸收驱动电机发出的电能，混合动力系统一般采用功率型动力电池。整车带电量 108kWh，可以实现额定 3C 倍率充放电，峰值 6C 倍率充放电，动力电池实现高功率充放电的区间是 SOC 在 30%~80% 范围内，电池温度在 25~50℃ 之间，动力电池高功率充放电区域如下图 3 所示。

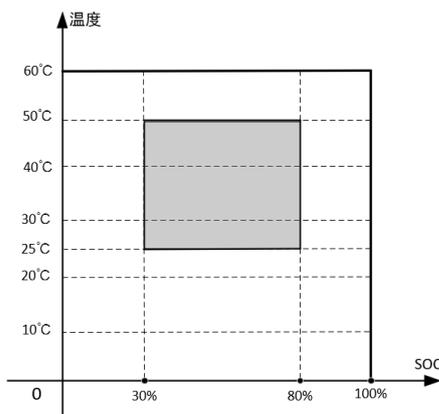


图 3 动力电池高功率区间

电机控制器及驱动电机的作用是牵引工况下将直流电逆变为电压频率可调的交流电为驱动电机供电，为整车提供动力；电制动工况下将驱动电机发出的交流电整流成直流电为动力电池充电，并提供电制动力。整车配置额定功率 600kW、峰值功率 800kW 驱动电机，8%坡道上重载爬坡稳定车速可以达到 12km/h 以上。驱动电机功率大于增程器额定发电功率，同时也大于动力电池额定放电功率，所以当驱动电机长时间满功率运行时需要增程器和动力电池同时供电。

2 整车工作模式说明

整车工作模式主要有以下 6 种。

模式 1: 纯电驱动模式，动力电池电量充足且电池输出功率满足负载需求时，增程器怠速或停机，驱动电机从动力电池取电，驱动车辆。

模式 2: 功率跟随模式，整车需求功率稳定且发动机工作在高效区，增程器发电直接给驱动电机，电能不经过动力电池，提高整车传动系统效率。

模式 3: 动力增强模式，当车辆急加速或者重载爬坡工况需求大功率时，增程器与动力电池同时提供能量驱动车辆，满足动力需求。

模式 4: 行车充电模式，动力电池电量较低且增程器功率冗余，增程器同时提供能量驱动车辆并给动力电池充电。

模式 5: 驻车充电模式，驻车状态下，动力电池电量低时，增程器启动发电为动力电池充电。

模式 6: 再生制动充电模式，车辆处于电制动状态下，增程器怠速、停机或处于缸内制动模式，动力总成处于发电状态为动力电池充电。

矿用自卸车重复运行在无交通约束的固定线路上^[6]，自卸车在矿区作业的一个典型工作循环是重载上坡运输、停车作业和空载下坡运输三个阶段，有些线路中也会包含重载下坡、空载上坡的路段。重载上坡路段所需功率最大，车辆会采用动力增强模式；整车处于空载时基本可以纯电模式行驶，若处于下坡路段可采用再生制动模式为动力电池补电；当动力电池电量较低时，会采用行车充电模式或者驻车充电模式给动力电池补电。

3 增程器控制策略分析

3.1 增程器控制策略难点分析

增程器控制策略主要有基于逻辑门限控制、模糊控制和基于优化的动态控制策略^[7]，基于逻辑门限的控制策略运算量较小，控制逻辑相对简单，在工程上应用较为广泛，下文基于逻辑门控制策略展开分析。

目前矿用宽体自卸车混合动力系统增程器发电功率控制基本通过油门踏板角度和电池 SOC 值来确定，油门踏

板反应的是驾驶员的加减速意图,无法直接反应车辆功率需求,若只通过油门踏板角度和电池 SOC 来确定增程器发电功率,由于油门踏板输出电压基本处于波动状态,且无法直接反应负载功率需求,增程器存在频繁调节发电功率及发动机频繁调速的问题,会导致整车燃油经济性较差。

增程器怠速时停机时机的选择是控制的一个难点,增程器停机时机选择不好,会导致增程器频繁启动或者发动机怠速时间长的问题,发动机产生较多的无用功,导致整车燃油经济性较差。

增程器缸内制动的控制也是一项难点,增程器缸内制动功能基本在车辆长距离重载下坡工况下才会使用,如果无法有效识别车辆处于重载下坡状态,且车辆电制动是否超过电池系统吸收功率,则会影响缸内制动启动时机,导致动力电池回充效率受到影响。

3.2 增程器控制策略说明

增程器的控制目标是发动机工作在高效区的时间占比尽可能多,满足车辆牵引、制动的需求下,发动机尽可能不进行频繁调速、启停;为了充分发挥动力电池充放电功率,动力电池 SOC 在 30%~80%区间内的时间占比尽可能多。

增程器的发电功率基本取决于整车所需功率和电池组的剩余电量^[8]。为了更加准确地得到负载功率需求,整车控制器通过采集油门踏板信号和驱动电机转速信号计算得到负载需求功率,结合动力电池 SOC,设置增程器工况分区坐标系。选取增程器工作高效区的 3 个点采用定点发电策略,根据不同功率等级分别定义为 W1, W2, W3 发电工况, W1 工况下发电功率 P1, W2 工况下发电功率 P2, W3 工况下发电功率 P3, 增程器怠速或停机不发电时定义为 W0 工况, 增程器工况分区图如下图 4 所示。

为了避免发动机频繁调速导致增加油耗,整车控制时车辆各个工况之间切换时需满足条件,且持续一定时间,由于动力电池可以短时峰值功率充放电,故短时间内的整车功率需求变化通过动力电池来实现;针对整车负载功率长期处于 W0、W1 或者 W1、W2 或者 W2、W3 之间的情况,

设置工况缓冲区(图 4 中阴影区域),避免因为 SOC 值在各个工况界限之间来回跳动导致增程器频繁改变工况。

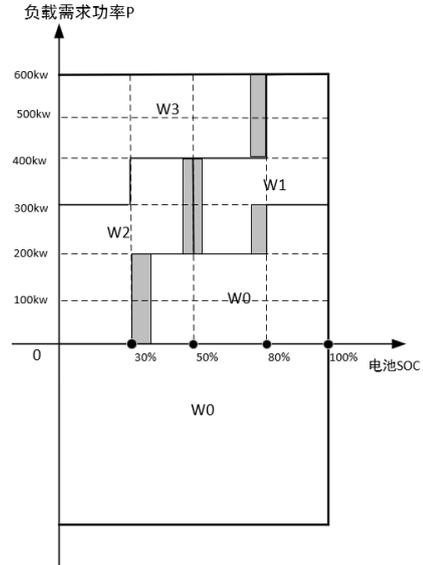


图 4 增程器工况分区

当整车处于牵引工况时,整车控制器 VCU 通过油门踏板信号、驱动电机转速信号得到负载功率需求,判断功率需求是否大于等于规定时间,若是则根据负载功率需求及当前电池 SOC 值下发增程器运行工况,若否,增程器状态保持不变。增程器控制流程图如下图 5 所示。

当整车处于电制动工况时,通过压力传感器、坡度传感器检测整车是否处于重载下坡工况,当处于重载下坡工况,判断电制动功率是否大于等于电池允许回充功率,若否,增程器保持怠速或停机状态,若是且满足持续时间后,整车控制器下发开启增程器缸内制动信号,超出动力电池吸收功率的部分,通过增程器缸内制动的方式进行消耗。增程器控制流程图如下图 6 所示。通过缸内制动可以提升整车电制动性能,减少整车重载下坡时的机械制动投入,提高整车安全性。

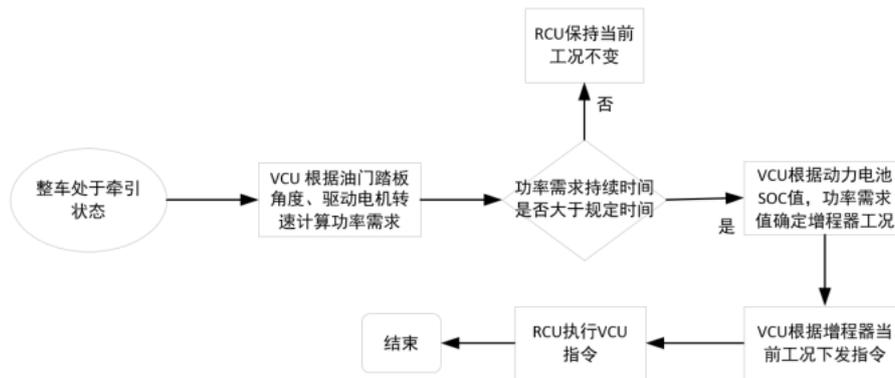


图 5 牵引状态增程器控制流程图

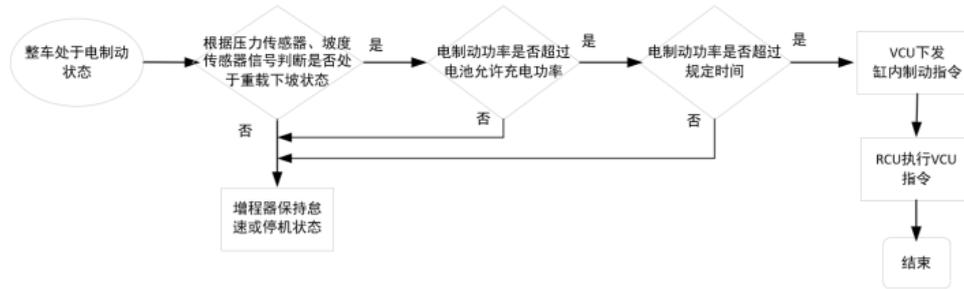


图6 电制动状态增程器控制流程图

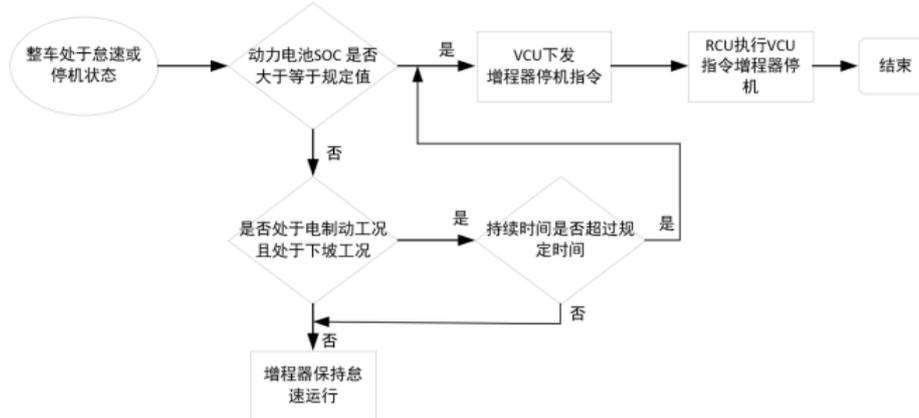


图7 增程器怠速或停机控制流程图

当增程器处于怠速或停机工况时，判断动力电池 SOC 是否大于等于规定值，若是则增程器停机，若否，判断整车是否处于下坡电制动工况，若是则判断持续时间是否超过规定时间，若是则增程器停机，若否则增程器是怠速运行，增程器控制流程图如图 7 所示。

搭载该混合动力系统及其控制策略的矿用宽体自卸车已在东北某矿运行超过半年时间，该矿区运距 4~5 公里，线路平均坡度 5%左右，属于重载上坡工况，目前车辆在该矿区运行能耗为 0.07L/吨·公里，相比同级别、同线路运行的燃油车，整车节油率超过 25%以上。

4 结束语

为了提高混合动力矿用宽体自卸车的燃油经济性，本文提出了一种基于负载功率需求并结合动力电池 SOC 的增程器控制策略，并对整车牵引工况、电制动工况、增程器怠速或停机工况控制策略进行详细说明。通过车辆在矿区实际运行数据可知，搭载该混合动力系统的矿用宽体自卸车相比同吨位燃油车重载上坡工况下节油率达到 25%以上，证明了该增程器控制策略的合理性及有效性。

[参考文献]

[1] 冯彦彪, 邵俊恺, 杨珏, 等. 矿用自卸车新能源技术研究

现状与展望[J]. 煤炭科学技术, 2023(6): 343-349.

[2] 冯彦彪. 串联式混合动力矿用自卸车性能及燃油成本分析[D]. 北京: 北京科技大学, 2017.

[3] 全梦炜. 90t 混联式宽体自卸车混合动力系统控制策略研究[D]. 西安: 长安大学, 2021.

[4] 胡格格. 露天矿超重型自卸车分布式混合动力系统设计及控制策略研究[D]. 北京: 中国矿业大学, 2022.

[5] 陈凌建, 唐勋路, 何成昭, 等. 混合动力矿用电动轮自卸车能量管理策略研究[J]. 控制与信息技术, 2022(5): 106-113.

[6] 周维, 刘鸿远, 徐彪, 等. 功率分流式混合动力矿用自卸车预测性等效燃油消耗最小控制策略研究[J]. 机械工程学报, 2021, 57(2): 200-209.

[7] 王庆年, 曾小华. 新能源汽车关键技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2022.

[8] 马崇银, 赵砚, 杨晓. 适用于混合动力汽车的增程器控制策略[J]. 汽车与新动力, 2023, 6(2): 62-65.

作者简介: 穆俊杰 (1989.7—), 男, 广东省广州市, 汉族, 大学本科, 中级工程师, 就职于福建宏大时代新能源科技有限公司, 从事新能源矿车设计与开发。

计算机与机械电子技术的融合发展探讨

赵永波

察右前旗融媒体中心, 内蒙古 乌兰察布 012200

[摘要] 计算机技术在数据处理、智能算法和系统控制方面的突破, 与机械电子技术在自动化、传感器和执行器技术的进步相结合, 为现代工业、智能家居、医疗服务等领域带来了前所未有的变革。为了全面理解计算机技术与机械电子技术的融合对各个行业的深远影响, 文中探讨这两种技术的基本概念及其发展历程, 分析它们的相互关系和融合的必要性, 并深入研究在实际应用中的表现及其未来发展前景。

[关键词] 计算机技术; 机械电子技术; 技术融合; 工业应用; 发展前景

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14338

中图分类号: TH-39

文献标识码: A

Exploration on the Integration and Development of Computer and Mechatronics Technology

ZHAO Yongbo

Chahar Right Front Banner Integrated Media Center, Ulanqab, Inner Mongolia, 012200, China

Abstract: The breakthroughs in computer technology in data processing, intelligent algorithms, and system control, combined with advances in automation, sensors, and actuator technology in mechanical and electronic technology, have brought unprecedented changes to modern industry, smart homes, medical services, and other fields. In order to comprehensively understand the profound impact of the integration of computer technology and mechanical and electronic technology on various industries, this article explores the basic concepts and development history of these two technologies, analyzes their interrelationships and the necessity of integration, and conducts in-depth research on their performance in practical applications and their future development prospects.

Keywords: computer technology; mechanical and electronic technology; technology integration; industrial applications; development prospects

引言

计算机技术以其强大的数据处理能力、算法应用和智能化特点, 推动了各行各业的数字化转型。与此同时, 机械电子技术, 通过将机械系统与电子控制技术相结合, 提升了工业自动化水平和设备智能化程度。随着科技的不断进步, 这两种技术的深度融合正在引领着工业、交通、医疗和家庭生活等领域的革新。计算机技术的引入, 使得机械电子系统能够实现实时数据分析、自适应控制和智能决策, 从而提高了生产效率和系统的可靠性。基于此, 探索计算机与机械电子技术的融合发展, 对推动科技进步和应用创新具有重要意义。

1 计算机技术与机械电子技术发展概况

1.1 计算机技术发展概况

计算机技术的发展经历了几个重要阶段。最初的计算机使用真空管进行数据处理, 体积庞大且不够稳定。随后, 晶体管的引入使计算机更加小型化和可靠。20世纪60年代, 集成电路技术的出现进一步推动了计算机的微型化和性能提升。进入21世纪, 微处理器的发展和多核技术的应用显著提高了计算机的计算能力。同时, 人工智能、云计算和大数据技术的出现, 不仅改变了数据处理和存储方式, 还扩展了计算机技术在智能决策和实时数据分析中的应用范围。如今, 计算机技术已经渗透到社会的各个层面,

从个人生活到工业生产、从医疗健康到金融服务, 无处不在地发挥着重要作用。

1.2 机械电子技术发展概况

机械电子技术结合了机械工程和电子技术, 形成了一个涵盖自动化控制、传感器技术和机器人技术的综合领域。起初, 机械电子技术主要用于提升传统机械系统的自动化水平。随着电子元件和计算机技术的进步, 机械电子系统逐渐变得更加智能化^[1]。例如, 20世纪80年代引入的计算机数控技术(CNC)极大地提高了机械加工的精度和效率。近年来, 智能传感器和嵌入式系统的应用, 使得机械电子设备能够实时监测和调整运行状态, 进一步增强了系统的自适应能力和功能性。这种技术的进步不仅推动了工业自动化的飞跃, 还在机器人、智能制造和智能家居等领域取得了广泛应用。

2 计算机与机械电子技术之间的联系

计算机技术提供了强大的数据处理能力和复杂算法的实现平台, 使得机械电子系统的控制与优化得以实现。计算机技术用于数据采集与处理, 机械电子系统中的传感器将实际环境中的物理量转换为电信号, 并通过计算机进行数据分析和处理, 以实现实时监控和故障诊断。计算机技术还用于系统控制和优化, 通过编程和算法设计, 计算机能够对机械电子设备进行精准控制, 优化运行参数, 从

而提高系统的性能和效率。计算机技术的集成使得机械电子系统能够实现复杂的功能，如自适应控制、智能决策和自动调整。随着技术的发展，计算机技术与机械电子技术的融合日益加深，人工智能和机器学习等前沿技术的应用，使得机械电子系统具备了更高的智能化水平和自主决策能力。

3 计算机融合机械电子技术发展的必要性

3.1 提高系统智能化水平

机械电子系统传统上依赖于预设的程序和简单的控制机制，而计算机技术提供了强大的数据处理和分析能力，使得系统能够基于实时数据进行智能决策。计算机技术能够应用复杂的算法和人工智能技术，从而实现自适应控制、故障预测和智能优化。例如，在现代制造业中，计算机技术使得生产线能够根据实时数据自动调整生产参数，提高生产效率和产品质量。在机器人技术中，计算机视觉和深度学习的应用使得机器人能够进行更复杂的任务，如图像识别、物体抓取和环境感知，使得机械电子系统能够更好地应对动态变化的环境，提高系统的自适应能力和操作灵活性，从而提升整体性能和可靠性。

3.2 增强系统的灵活性和可扩展性

传统的机械电子系统通常是硬件驱动的，一旦系统设计完成，功能扩展和性能提升往往需要更换或升级硬件。而通过计算机技术的集成，许多功能和性能的改进可以通过软件来实现。计算机技术允许系统通过软件编程和算法更新来适应新的需求和技术进步。例如，在智能家居系统中，用户可以通过软件更新来添加新的功能或改进现有功能，而不需要更换硬件设备^[2]。此外，计算机技术还支持模块化设计，使得机械电子系统可以通过增加新的模块或升级现有模块来扩展功能和性能，不仅提高了系统的使用价值，也降低了维护和升级的成本。

3.3 优化资源利用和降低成本

通过计算机技术进行精确的控制和优化，机械电子系统可以在运行中实现更高的资源利用效率。例如，计算机控制的自动化生产线可以优化生产过程中的每一个环节，减少能源消耗和材料浪费，从而降低生产成本。在工业设备的维护中，计算机技术通过实时监测和数据分析能够预测设备故障，从而进行预防性维护，避免了设备故障带来的高昂维修费用和生产停滞。此外，计算机技术的应用还能够提高生产过程的自动化水平，减少人工干预，从而降低劳动成本和提高生产效率。总之，计算机技术的融合不仅提高了机械电子系统的资源利用效率，还在降低成本、提高经济效益方面发挥了重要作用。

4 机械电子技术与计算机相融合在工业中的应用

4.1 自动化生产线

自动化生产线是机械电子技术与计算机技术融合的典型应用领域。现代自动化生产线通过集成计算机控制系统、传感器、执行器和机器人技术，实现了生产过程的全面自动化。计算机技术用于生产线的控制和监测，通过计算机控制

系统，可以实时监控生产线上的每一个环节，包括物料输送、加工过程、产品检测等。计算机系统能够根据实时数据调整生产参数，确保生产过程的稳定性和产品质量的均匀性。例如，自动化装配线上的计算机系统可以实时调整机器人手臂的动作，以适应不同类型的组件和装配要求。现代生产线通常需要处理大量的生产任务和物流，通过计算机系统进行调度和优化可以提高生产效率和资源利用率。计算机系统能够根据生产计划和实时数据优化生产顺序、调整生产速度，并预测设备故障，从而减少停机时间和维护成本。通过网络连接，操作人员可以在任何地方远程访问生产线的状态，进行参数调整和故障排除，不仅提高了生产线的灵活性，还降低了人工干预的需求，进一步提升了生产效率和系统稳定性。

4.2 智能机器人

智能机器人集成了计算机视觉、人工智能、传感器技术和机械控制技术，广泛应用于制造业、医疗领域和服务行业等多个领域。在制造业中，智能机器人用于完成高精度、高效率的加工和装配任务。例如，在汽车制造过程中，智能机器人可以进行焊接、喷漆和组装等工作，保证了产品的一致性和质量。同时，机器人能够通过计算机视觉系统识别不同的零部件，并根据预设的程序进行操作，极大地提高了生产灵活性和生产能力。在医疗领域，智能机器人用于进行手术操作和病人护理。手术机器人通过计算机控制实现高精度的手术操作，能够在微创手术中提供更精细的操作，同时减少了手术过程中的人为误差。护理机器人则能够通过传感器监测病人的健康状态，并提供智能化的护理服务，提高了医疗服务的质量和效率。在服务行业，智能机器人用于提供客户服务和互动。机器人可以通过自然语言处理技术与客户进行对话，回答问题并提供帮助。例如，酒店和商场中的服务机器人可以引导顾客、提供信息和进行简单的服务操作，提升了客户体验和服务质量。

4.3 智能家居

智能家居系统利用计算机技术与机械电子技术的融合，提供了更加舒适、安全和便捷的居住环境。智能家居系统集成了传感器、控制器和通信设备，通过计算机技术实现对家庭设备的智能控制和管理。在智能家居系统中，计算机技术用于设备的远程控制和自动化管理。用户可以通过智能手机或平板电脑的应用程序远程控制家中的照明、温控、安防等设备。计算机系统能够根据用户的习惯和需求，自动调整设备的设置，例如根据天气预报自动调节室内温度，或在用户离家时自动启用安全系统。智能传感器可以监测家庭环境中的温度、湿度、烟雾和气体泄漏等，及时向用户发送警报。计算机系统可以处理这些数据，并根据预设的规则自动执行相应的操作，例如在检测到烟雾时自动启动排风系统，或在检测到异常活动时通知用户或安保人员。智能家居系统还支持设备的集成和互操作性。例如，用户可以将不同品牌和类型的设备集成到一个统一的系统中，通过计算机技术实现设备之间的互联互通。这

种集成能力不仅提升了系统的灵活性,还扩展了智能家居系统的应用范围,使其能够满足用户的多样化需求。

4.4 精密制造

精密制造领域的应用同样展示了机械电子技术与计算机技术的紧密结合。精密制造涉及到高精度、高效率的加工和生产过程,计算机技术的应用极大地提升了制造过程的精度和效率。计算机数控技术(CNC)是精密制造中最常见的应用之一。CNC技术通过计算机控制机床的运动,实现对工件的精确加工。计算机技术能够根据设计图纸和加工要求生成控制程序,精确控制机床的刀具路径、切削速度和进给量,从而确保加工质量和尺寸精度。在精密制造中,计算机技术还用于质量检测和控制。高精度的测量设备和传感器可以实时监测生产过程中的关键参数,如尺寸、形状和表面粗糙度。计算机系统能够处理这些测量数据,进行统计分析,并根据设定的标准进行质量控制。通过实时反馈和调整,计算机技术帮助制造商保持产品的一致性和高质量。计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)技术允许工程师在虚拟环境中进行产品设计和优化,减少了实际制造中的试验和调整需求。这种虚拟仿真和优化设计能力不仅缩短了产品开发周期,还降低了制造成本。

4.5 交通管理系统

交通管理系统通过融合机械电子技术与计算机技术,实现了对交通流量的智能监控和管理。在城市交通管理中,计算机技术用于实时监控交通流量和交通状况。交通监控摄像头和传感器可以实时采集道路上的交通数据,计算机系统通过数据分析预测交通流量和拥堵情况,并对交通信号灯进行智能控制。计算机系统能够根据实时交通状况调整信号灯的配时,优化交通流量,减少拥堵,提高道路通行能力。在公共交通系统中,计算机技术用于实时调度和信息管理。例如,公交车和地铁系统中的计算机调度系统可以根据实时数据安排车辆的发车时间和运行路线。乘客可以通过手机应用程序获取实时的公交车和地铁信息,如到站时间和车厢拥挤程度,提升了出行的便利性和舒适性。智能交通系统还利用计算机技术和机械电子技术的融合实现了自动驾驶和车联网应用^[3]。自动驾驶汽车通过传感器、计算机视觉和人工智能技术实现自主驾驶,能够实时感知周围环境、识别交通标志和障碍物,并进行决策和控制。车联网技术则通过计算机系统和通信设备实现车辆之间的信息共享和协作,提高了道路安全性和交通效率。总之,计算机技术与机械电子技术的融合在工业中的应用涵盖了自动化生产线、智能机器人、智能家居、精密制造和交通管理等多个领域。

5 计算机与机械电子技术融合发展的前景

随着科技的不断进步,计算机与机械电子技术的深度融合将推动智能制造、自动化控制以及人类生活的各个方面发生深刻变化。未来,计算机技术将进一步提升机械电

子系统的智能化水平,使其能够实现更复杂和精确的功能。通过集成先进的人工智能算法和机器学习技术,机械电子系统将具备更高的自主决策能力和自适应能力。例如,智能机器人将在制造、医疗、服务等领域扮演越来越重要的角色,能够自主完成复杂任务,并根据环境变化调整操作策略,从而提高生产效率和服务质量。在智能制造领域,计算机与机械电子技术的融合将加速工业4.0的发展。未来的生产线将更加智能化和柔性化,通过实时数据分析和优化控制,机械电子系统将实现精准的生产调度和设备维护,减少生产成本和停机时间。同时,计算机技术将推动生产过程中的大数据应用,使得生产流程更加透明,供应链管理更加高效,从而提升整体生产能力和市场竞争力。在智能家居方面,计算机与机械电子技术的融合将使家庭生活变得更加便捷和舒适。未来的智能家居系统将支持更丰富的设备集成和互操作,通过计算机技术实现对家居设备的智能控制和自动化管理。用户可以通过语音识别、手势控制等方式与家居系统进行互动,实现个性化的居住体验。此外,智能家居系统还将具备更强的安全监控能力,通过先进的传感器和计算机分析,实时监测家庭环境,保护居住安全。在交通管理领域,计算机与机械电子技术的融合将推动智能交通系统的发展。未来的交通系统将利用计算机技术实现交通流量的智能预测和优化控制,提高道路通行能力和安全性。自动驾驶技术的发展将使得交通运输更加智能化和自动化,车辆之间的协作和信息共享将提升道路使用效率,减少交通事故的发生。

6 结语

计算机技术与机械电子技术的融合发展,标志着科技进步和应用创新的新阶段,不仅推动了智能制造、自动化控制和智能家居等领域的深刻变革,还为现代工业和社会生活带来了更高的效率、灵活性和智能化水平。通过计算机技术的引入,机械电子系统能够实现复杂的数据处理、智能控制和实时优化,提高了系统的性能和可靠性。同时,这种融合也促进了技术的创新和应用拓展,使得各个领域的技术应用得以升级和改进。未来的研究和实践需要更加注重技术的安全性、稳定性和经济性,以确保计算机与机械电子技术的融合能够持续推动各个领域的发展,为社会带来更多的利益。

[参考文献]

- [1]段芳,肖贻滨.探析计算机与机械电子技术的融合发展[J].科技创新导报,2019,16(32):237-238.
 - [2]果辉.计算机与电子技术在产业链中融合应用[J].集成电路应用,2023,40(8):356-357.
 - [3]段芳,肖贻滨.探析计算机与机械电子技术的融合发展[J].科技创新导报,2019,16(32):237-238.
- 作者简介:赵永波(1981.11—),男,汉族,毕业学校:集宁师范学院,现工作单位:察右前旗融媒体中心。

辊压机设备振动分析与减震技术的应用探讨

乔泽超

邢台纳科诺尔精轧科技股份有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要] 辊压机设备在工业生产中广泛应用, 其振动问题直接影响设备的性能和使用寿命。通过对辊压机振动源的分析, 识别出主要影响因素, 包括操作条件、设备设计和材料特性。采用先进的振动监测技术, 结合减震材料和结构优化, 显著降低振动幅度。应用改进的减震技术, 可以提升设备的稳定性和运行效率, 减少故障率, 延长维护周期, 从而降低生产成本。结果表明, 振动控制不仅有助于保护设备, 还能提高产品质量, 为企业带来更高的经济效益。

[关键词] 辊压机; 振动分析; 减震技术; 设备优化; 生产效率

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14334

中图分类号: TP27

文献标识码: A

Application Discussion on Vibration Analysis and Shock Absorption Technology in Roller Press Equipment

QIAO Zechao

Xingtai Naknor Technology Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: Roller press equipment is widely used in industrial production, and its vibration problem directly affects the performance and service life of the equipment. By analyzing the vibration sources of the roller press, the main influencing factors were identified, including operating conditions, equipment design, and material characteristics. By adopting advanced vibration monitoring technology, combined with shock-absorbing materials and structural optimization, the vibration amplitude is significantly reduced. The application of improved shock absorption technology can enhance the stability and operational efficiency of equipment, reduce failure rates, extend maintenance cycles, and reduce production costs. The results indicate that vibration control not only helps to protect equipment, but also improves product quality and brings higher economic benefits to enterprises.

Keywords: roller press machine; vibration analysis; shock absorption technology; equipment optimization; production efficiency

引言

辊压机设备作为现代工业生产的重要组成部分, 其性能直接关系到生产效率和产品质量。然而, 振动问题普遍存在, 严重影响设备的稳定性和使用寿命。振动不仅会导致设备故障, 还可能引发安全隐患, 因此有效的振动分析与减震技术显得尤为重要。近年来, 随着科技的进步, 振动监测和减震材料的应用不断发展, 为辊压机的性能提升提供了新的解决方案。探讨这些技术的实施与效果, 将为行业提供宝贵的参考, 助力企业实现更高效、更安全的生产目标。

1 辊压机设备振动特性分析

辊压机设备在各类工业生产中扮演着关键角色, 其主要功能是通过轧辊的高压作用来实现物料的加工和成型。然而, 随着长期的运行, 这些设备不可避免地会产生振动。这种振动不仅来源于设备的机械结构, 还受到操作条件和外部环境的影响。对辊压机的振动特性进行深入分析, 有助于明确振动发生的机理, 为后续的减震技术应用奠定基础。

辊压机在运行过程中, 由于轧辊的高速旋转和物料的挤压作用, 容易产生不规则的动态负载。这种负载的波动会导致设备的振动, 尤其是在物料特性不均匀或设备调试不当时。通过对振动信号的频谱分析, 可以识别出主要的

振动频率和振幅, 从而进一步推断出其产生的原因。这种分析不仅有助于了解当前设备的健康状态, 也为后续的预防性维护提供了依据。

振动的发生与辊压机的设计和制造工艺密切相关。设备的刚度、材料的选择以及连接部件的质量都对振动特性产生重要影响。通过数值模拟和实验测试, 可以获得不同设计参数对振动行为的影响数据。这为优化设备设计提供了参考, 有助于在新设备的开发阶段就减少潜在的振动问题, 提升设备的稳定性和安全性。

环境因素也不可忽视, 特别是振动对周围设备和操作人员的影响。在高振动环境中, 其他设备可能会受到干扰, 甚至引发连锁反应, 导致生产效率下降。同时, 长时间的振动会影响操作人员的健康。因此, 深入研究辊压机的振动特性, 不仅有助于设备本身的维护和优化, 还有助于提升整体生产环境的安全性与舒适度。

综上所述, 辊压机设备的振动特性分析是实现高效、稳定生产的基础。通过对振动源、设备设计及环境因素的全面考量, 可以为后续的减震技术研究和应用提供扎实的理论支撑。未来, 通过不断深化这一领域的研究, 必将推动辊压机设备的技术进步, 提高其在工业生产中的应用效果。

2 主要振动源及其影响因素

辊压机设备的振动问题源于多种因素,其主要振动源可以归纳为机械因素、操作因素以及外部环境因素。了解这些振动源及其影响机制,有助于采取针对性的措施进行控制和优化。

首先,机械因素是导致辊压机振动的主要来源之一。辊轮的高速旋转在运转过程中,产生的动态负载会导致设备的共振现象。这种共振现象通常在特定的转速下出现,容易引发显著的振动。此外,辊压机的构造复杂,包含多个移动部件,如轴承、传动系统和支撑架等。任何部件的磨损、偏心或安装不当,都可能造成额外的振动。通过定期检测和维护这些机械部件,可以显著降低因机械因素引起的振动。

其次,操作因素也对振动有重要影响。辊压机的运行参数,如物料的进料速度、压缩比和温度等,都会影响其振动特性。例如,当物料在辊轮间的流动不均匀时,会导致不均匀的压力分布,从而引发振动的增加。合理调节操作参数,保持物料的稳定流动,可以有效减小振动幅度。此外,操作人员的操作习惯和对设备的理解程度,也会在一定程度上影响设备的平稳运行。

外部环境因素同样不容忽视。辊压机设备的安装位置、周围的施工噪声、温度变化以及湿度等都可能对振动特性产生影响。例如,安装在平整地面上的辊压机可能会因为基础不稳而产生额外的振动。而在高温或高湿环境中,材料的特性可能发生变化,进一步影响设备的运行状态。对安装环境进行合理规划和改进,有助于减少环境对设备振动的干扰。

除了上述因素,振动传递路径也应受到关注。振动会通过设备的基础传递到地面,并可能影响周围设备和环境。因此,在设备布局时,需要考虑振动的传播和隔离措施。例如,使用减震基础和弹性支撑,可以有效降低振动对其他设备的影响。此外,合理设计设备的结构,增强设备的刚度,也有助于减少振动的传递。

综合考虑以上各类因素,可以通过多维度的分析和研究,制定出更为有效的振动控制策略。通过对振动源的深入了解,不仅能够提升辊压机的运行效率和稳定性,还能延长设备的使用寿命。针对不同的振动源,采取相应的技术手段,如优化设计、调整操作参数和改善环境条件,可以实现辊压机的平稳运行,为企业创造更高的经济效益和生产安全。未来的研究将进一步深入探讨振动控制技术的创新应用,以应对更为复杂的工业需求。

3 先进振动监测技术的应用

先进的振动监测技术在辊压机设备的运行中发挥着重要作用,能够实时识别和分析振动问题,帮助维护和优化设备性能。这些技术不仅提高了监测的精确度,也为故障预防和设备管理提供了科学依据。

采用加速度传感器和振动分析仪器,可以有效监测辊压机的振动状况。加速度传感器能够实时捕捉设备运行中

的振动数据,分析其频率和振幅,并生成详细的振动曲线。这些数据可以通过频谱分析技术识别出主要的振动源,从而判断设备的健康状态。例如,异常的频率成分可能指示部件的磨损或不对中,通过早期预警,能够及时进行维护,避免严重故障的发生。如图1所示。



图1 振动分析仪

智能监测系统的引入使振动分析更加高效。通过物联网技术,振动监测数据可以实时传输到中央控制系统,进行大数据分析和云端处理。智能算法能够对历史数据进行挖掘,识别出潜在的异常模式,并提供预测性维护的建议。这种基于数据驱动的管理方式,不仅提升了设备管理的智能化水平,还减少了人工巡检的工作量,提高了效率。

振动监测技术的应用也与机器学习和人工智能相结合。通过训练算法,可以将设备的振动数据与正常状态进行比较,实现对设备故障的智能诊断。这种方法可以显著提高故障检测的灵敏度和准确性,尤其在复杂的操作环境中,能够快速识别出潜在风险,从而大幅度降低设备停机时间和维护成本。此外,结合振动监测技术与数字孪生模型,为辊压机的状态监测提供了新的思路。通过构建设备的虚拟模型,可以实时反映其运行状态,并与实际监测数据进行比对,识别出性能偏差。这种数字化手段不仅帮助工程师更好地理解设备运行过程,还能为优化设计提供依据,使得辊压机在未来的生产中更加高效可靠。

4 减震材料与结构优化策略

减震材料与结构优化策略在辊压机的振动控制中发挥着至关重要的作用。有效的减震技术不仅能降低设备振动,提高运行稳定性,还能延长设备使用寿命和降低维护成本。因此,深入探讨合适的减震材料与结构优化方案具有重要意义。

减震材料的选择是控制辊压机振动的关键因素。常见的减震材料包括橡胶、聚氨酯和复合材料等。橡胶材料因其优良的弹性和减震性能,广泛应用于设备基础和连接部件的减震设计。聚氨酯材料则因其优异的耐磨性和抗老化性,成为高负荷环境中的优选材料。此外,复合材料结合了多种材料的优点,能够实现更优的减震效果。选择合适

的材料应根据辊压机的运行环境和振动特性进行定制,以实现最佳的减震效果。

结构优化是减震技术的另一重要环节。辊压机的设计可以通过增加结构的刚度和减小振动传递路径来优化其振动特性。例如,采用加强筋和肋条设计可以增强设备结构的整体刚性,从而减少因动态负载引起的变形和振动。此外,合理的结构布局 and 连接设计也能有效降低振动传递。例如,在支撑系统中应用弹性连接,可以有效隔离振动源,降低振动传递到设备的影响。

同时,数字仿真技术的应用为结构优化提供了新的手段。通过有限元分析(FEA)和计算流体力学(CFD)等方法,能够对辊压机的振动特性进行深入分析。这些技术使得工程师能够在设计阶段模拟和预测不同设计方案的振动表现,从而优化结构设计,提升减震效果。通过仿真分析,可以在实际制造前就识别出潜在的问题,降低后期的修改成本。

此外,动态监测和反馈调节技术的结合也为减震效果的提升提供了新思路。通过实时监测设备的振动状态,可以根据实际运行情况动态调整减震材料的特性或结构配置。这种自适应调节机制能够确保辊压机在不同工作条件下始终保持最佳的振动控制效果。未来,随着智能材料和自适应结构的快速发展,这一领域的研究将进一步深化,为减震技术带来更多创新解决方案。

综上所述,减震材料与结构优化策略在辊压机的振动控制中起着关键作用。通过合理选择减震材料和实施结构优化,可以有效降低设备振动,提升生产效率和安全性。随着技术的进步,结合新材料和先进的设计方法,将为辊压机的减震技术带来更广阔的应用前景,为工业生产的稳定性和经济效益提供坚实保障。

5 振动控制对设备性能的影响

振动控制对辊压机设备的性能影响显著,涵盖了设备的稳定性、生产效率、故障率和产品质量等多个方面。有效的振动控制措施能够显著提升设备的运行表现,降低维护成本,增强企业的竞争力。

首先,良好的振动控制能够提升辊压机的稳定性。在高振动环境下,设备的动态响应会受到干扰,导致运行不稳定,甚至引发设备故障。通过采用先进的减震材料和优化结构设计,可以显著降低振动幅度,使辊压机在更为稳定的状态下运行。这种稳定性不仅提高了设备的工作效率,还延长了其使用寿命,从而减少了频繁的停机和维护需求。

其次,振动控制直接影响生产效率。在振动控制良好的情况下,辊压机能够在最佳的操作条件下工作,确保物料的均匀加工。相反,过大的振动会导致物料在辊轮之间的流动不均,影响成品的质量和一致性。如表1所示。从表1中可以看出,实施振动控制后,辊压机的振动幅度大幅降低,故障率显著减少,生产效率明显提升,产品的合

格率也得到了显著改善。这些数据充分说明了振动控制在提高生产效益和产品质量方面的重要性。

表1 振动控制前后辊压机生产效率的对比

指标	振动控制前	振动控制后
振动幅度 (mm/s)	5.2	1.8
设备故障率 (%)	12	3
生产效率 (吨/小时)	50	70
产品合格率 (%)	80	95

此外,振动控制还对设备的故障率产生显著影响。设备在高振动环境中运行,易造成部件磨损加剧、连接松动等问题,从而增加故障发生的概率。有效的振动控制可以通过减少机械疲劳,延缓设备老化过程,降低故障率。这不仅减少了设备的停机时间,也降低了维护和更换部件的成本,提升了整体运营的经济效益。

最后,良好的振动控制对于提高产品质量至关重要。在辊压机加工过程中,过大的振动会导致产品的尺寸精度和表面光洁度降低,影响最终产品的市场竞争力。通过实施有效的振动控制,能够确保物料在加工过程中的均匀性,提升成品的一致性和质量。稳定的生产条件还可以减少因产品不合格而导致的返工和损失,进一步提高企业的经济效益。

6 结语

辊压机设备的振动分析与减震技术应用是提升工业生产效率与安全性的关键。通过深入分析振动特性、识别主要振动源、应用先进监测技术,以及优化减震材料和结构设计,可以显著降低设备振动,增强运行稳定性。有效的振动控制不仅提高了辊压机的生产效率和产品质量,还减少了故障率和维护成本,延长了设备的使用寿命。随着科技的不断进步,未来将在振动监测与控制领域出现更多创新技术,这将为辊压机的高效、可靠运行提供强有力的支持。持续关注振动控制技术的发展,企业将在激烈的市场竞争中获得更大的优势,实现更高的经济效益与可持续发展。

[参考文献]

- [1]王希娟,牛鹏,冯京晓.RP170-120型辊压机振动原因分析与处理[J].矿山机械,2014,42(4):139-140.
- [2]徐剑.辊压机轴承座振动的分析和处理[J].水泥,2016(7):70-71.
- [3]蒋冬青,刘明红.辊压机振动的原因分析及处理措施[J].新世纪水泥导报,2020,26(5):67-70.
- [4]程稳,刘晨浩,王尉,等.辊压机稳流仓振动原因分析及解决方案[J].中国水泥,2021(9):94-95.

作者简介:乔泽超(1986—),男,民族:汉族,籍贯:河北省邢台市内丘县,职务:机械工程师,2010年6月,毕业于武汉理工大学轮机工程专业,最高学历:本科,现主要从事锂电池极片辊压机、除皱装置、极耳热处理装置的研发设计工作。

电力工程中的电气设备故障诊断与预防

曹迪

中国华电科工集团有限公司, 北京 100700

[摘要] 电力工程中的电气设备故障诊断与预防涉及对设备运行状态的实时监测与数据分析。通过应用先进的传感技术和智能算法, 能够及时发现设备异常并预测潜在故障, 进而采取针对性的维护措施。建立故障诊断模型, 结合历史数据和机器学习方法, 可以有效提升故障识别率, 降低误报率。此外, 预防性维护策略的实施不仅减少了停机时间, 还优化了设备使用寿命, 从而提升了整体系统的可靠性和经济效益。此方法的应用促进了电力工程的安全运行, 提高了管理水平, 为电力行业的可持续发展提供了强有力的技术支持。

[关键词] 故障诊断; 预防性维护; 设备监测; 智能算法; 可靠性

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14337

中图分类号: TM71

文献标识码: A

Diagnosis and Prevention of Electrical Equipment Faults in Power Engineering

CAO Di

China Huadian Engineering Co., Ltd., Beijing, 100700, China

Abstract: The diagnosis and prevention of electrical equipment faults in power engineering involve real-time monitoring and data analysis of equipment operating status. By applying advanced sensing technology and intelligent algorithms, it is possible to promptly detect equipment abnormalities and predict potential faults, and then take targeted maintenance measures. Establishing a fault diagnosis model, combined with historical data and machine learning methods, can effectively improve fault recognition rates and reduce false alarm rates. In addition, the implementation of preventive maintenance strategies not only reduces downtime, but also optimizes the service life of equipment, thereby improving the overall reliability and economic benefits of the system. The application of this method promotes the safe operation of power engineering, improves management level, and provides strong technical support for the sustainable development of the power industry.

Keywords: fault diagnosis; preventive maintenance; equipment monitoring; intelligent algorithm; reliability

引言

电力工程中, 电气设备的可靠性直接关系到整个系统的稳定运行。随着技术的进步, 传统的故障处理方法已难以满足日益复杂的电力网络需求。借助智能化手段, 通过实时监测与数据分析, 可以实现对设备状态的精准掌握, 及时预警潜在故障。这不仅能够大幅降低设备停机风险, 还优化了维护策略, 提升了运行效率。在这个背景下, 深入探讨电气设备故障诊断与预防的有效方法显得尤为重要, 为电力行业的可持续发展奠定了坚实基础。

1 电气设备故障的主要类型与影响

在电力工程中, 电气设备的正常运行是确保电力供应稳定的基础。常见的电气设备故障类型主要包括短路、过载、接地故障、绝缘老化以及设备老化等。这些故障不仅影响设备的性能和寿命, 还可能引发更为严重的安全隐患和经济损失。

短路是电气设备故障中最为常见的类型之一。其原因多样, 包括设备故障、线路老化和外部因素如动物接触等。短路会导致瞬时电流激增, 可能损坏电气元件, 甚至引发火灾等严重事故。针对短路故障, 采用快速断电技术和自动保护装置, 可以有效减少损害。

过载故障通常发生在设备超负荷运行时。过载会导致发热加剧, 从而引发设备损坏。通过安装负荷监测设备, 可以实时监测电流变化, 及时发现过载情况, 防止事故发生。如图 1 所示。



图 1 过载故障

接地故障是另一种常见的电气设备故障, 通常发生在绝缘失效时。接地故障不仅会造成设备损坏, 还会对人身安全构成威胁。有效的接地保护系统和定期的绝缘检查是防止此类故障的重要手段。

绝缘老化是随时间推移而自然发生的现象,通常由环境因素、温度变化及机械应力等引起。绝缘材料的老化会降低设备的绝缘性能,导致电气泄漏和设备故障。因此,定期的绝缘测试和更换老化材料是确保设备正常运行的关键。

设备老化则是指设备在长期运行中,由于磨损、腐蚀等原因,其性能逐渐下降。这不仅影响设备的运行效率,还可能导致故障率增加。实施预防性维护策略,定期对设备进行检修和更新,可以有效延长设备的使用寿命,减少故障发生的概率。

上述故障类型不仅对设备本身造成影响,还对电力系统的整体运行产生深远的影响。故障导致的停电事件,不仅会造成经济损失,还可能影响社会生活的正常秩序。因此,电气设备的故障诊断与预防显得尤为重要。

为有效应对这些故障,采取科学的故障分析方法和预防措施至关重要。通过数据采集和分析技术,可以对设备运行状态进行实时监控,及时发现潜在故障。结合智能算法,建立故障诊断模型,能够提高故障识别的准确性,减少误报率。此外,故障影响的评估与管理也不容忽视。通过建立故障影响分析体系,可以量化故障对设备及系统的影响程度,从而制定相应的应急预案和改进措施。这不仅提升了电力系统的可靠性,还为后续的技术改进提供了数据支持。

2 实时监测技术在故障诊断中的应用

实时监测技术在电力工程中的应用日益广泛,其核心在于通过对设备状态的实时数据采集和分析,以实现及时发现和诊断故障。这种技术不仅能够提升故障识别的准确性,还能有效降低设备停机时间,保障电力系统的安全与稳定。

传感器技术是实时监测的基础。各种类型的传感器,如电流传感器、温度传感器和振动传感器等,被广泛应用于电气设备中。这些传感器能够实时收集设备的运行数据,监测其工作状态。当设备出现异常时,传感器会迅速发出警报,提醒维护人员进行检查和维修。例如,温度传感器可以监测变压器的温度变化,过高的温度可能预示着过载或绝缘老化,从而提前预警。

数据采集与传输技术在实时监测中起着关键作用。通过现代通信技术,监测数据可以被迅速传输到中央监控系统,确保数据的实时性与准确性。分布式数据采集系统可以将各个设备的监测数据集中管理,形成一个全面的监控网络。这种集中管理不仅提高了数据处理的效率,还使得对设备的整体运行状态有了更加全面的了解。

在数据分析方面,智能算法的引入大大提升了故障诊断的能力。通过机器学习和数据挖掘技术,可以从大量监测数据中提取有价值的信息,识别出设备潜在的故障模式。基于历史数据和实时数据的结合,构建故障诊断模型,不仅能够快速识别设备的异常状态,还能预测可能出现的故

障。这种智能化的诊断方式相比传统方法具有更高的准确性和效率。此外,实时监测技术还可以与其他管理系统相结合,形成综合的故障管理平台。例如,结合资产管理系统,可以实现设备状态与维护记录的无缝对接。当监测系统发现设备异常时,可以自动生成维护工单,通知相关人员进行处理,极大提高了响应速度和管理效率。

实时监测技术的应用不仅限于故障诊断,还在设备维护和优化运行方面发挥着重要作用。通过对设备的长期监测,可以建立设备的健康档案,分析其运行趋势。这种趋势分析能够为后续的设备维护提供科学依据,帮助企业制定更加合理的维护计划和策略,从而实现设备的优化运行。

3 数据分析与智能算法的结合

数据采集是这一过程的起点。通过传感器和监测设备,实时收集电气设备的运行数据,如电流、温度、振动等。这些数据的准确性和实时性是后续分析的基础。随着物联网技术的成熟,越来越多的设备能够进行在线监测,为数据分析提供了丰富的原始数据。

接下来,数据预处理至关重要。收集到的数据常常存在噪声、缺失值或冗余信息,因此需要经过清洗和标准化处理,以确保数据的质量。通过数据清洗,可以去除异常值和不相关的信息,提升后续分析的有效性。标准化则使得不同来源的数据具备可比性,为进一步分析打下基础。

数据分析过程中,智能算法发挥了核心作用。利用机器学习技术,可以构建故障诊断模型。通过对历史数据的学习,模型能够识别出设备运行中的正常模式和潜在的故障模式。例如,决策树、支持向量机和神经网络等算法,可以通过训练数据集学习不同设备状态下的特征,进而在实际运行中对新数据进行实时分类与预测。这种智能化的分析方法,不仅提高了故障诊断的速度,还减少了人工判断的主观性。

此外,深度学习作为一种新兴的智能算法,在复杂数据分析中展现出独特优势。通过构建多层神经网络,深度学习能够自动提取数据中的高级特征,大幅提升故障检测的精度。尤其在处理大量、复杂的时间序列数据时,深度学习展现出了强大的能力,可以有效捕捉到设备运行中的微小变化。

结合数据分析与智能算法后,故障预测与预警能力显著增强。通过历史数据的趋势分析,可以识别出设备的老化模式与故障前兆,进而实现预测性维护。这一策略不仅降低了突发故障带来的经济损失,还提高了设备的使用寿命。例如,当分析模型检测到温度、振动等指标超过预设阈值时,可以及时发出警报,通知维护人员进行检查。

4 预防性维护策略的设计与实施

预防性维护策略是保障电气设备正常运行、延长使用寿命的重要手段。其核心在于通过科学的管理和技术手段,

提前识别和处理潜在故障,从而降低突发故障的风险,提升设备的可靠性。

预防性维护策略的设计需要基于设备的运行数据和历史故障记录。通过数据分析,可以识别设备的关键参数和性能指标,明确哪些因素可能导致故障发生。这一过程通常涉及到对设备运行环境、负荷变化和维护历史的全面分析。结合这些信息,可以制定出适合特定设备的维护计划,确保维护工作有的放矢。

维护周期的设定是预防性维护策略中的重要环节。维护周期应根据设备的实际运行情况、制造商的建议以及行业标准进行合理安排。通常,可以采用基于时间的维护(如定期检查)和基于条件的维护(如根据设备的实时监测数据判断是否需要维护)相结合的方式,以实现最佳的维护效果。

在实施过程中,培训维护人员至关重要。维护团队需要掌握设备的基本原理、故障诊断技术和预防性维护的具体方法。通过定期的培训和演练,提升其专业技能和应对突发情况的能力。同时,维护人员应与监测系统紧密配合,及时获取实时数据,从而做出准确判断。

设备健康管理系统的引入也为预防性维护提供了技术支持。这类系统可以集中管理设备的运行数据、维护记录和故障历史,通过数据分析与智能算法,自动生成维护建议和工作计划。这样的系统可以帮助企业实现对设备状态的全面监控,提高维护工作的效率和准确性。

在实施预防性维护策略时,反馈机制不可或缺。维护工作完成后,需要对维护效果进行评估,收集反馈信息。这不仅有助于识别维护过程中的问题,还可以为后续的计划提供数据支持。通过持续改进维护策略,可以不断提升设备的运行可靠性。

最后,预防性维护策略的实施也应考虑成本效益分析。虽然预防性维护需要一定的前期投入,但通过降低故障发生率和停机时间,最终能够节省大量维修成本。因此,建立合理的成本评估模型,有助于企业在决策时平衡维护投入与设备效益之间的关系。

5 提升电力系统可靠性的案例研究

电力系统的可靠性是确保电力持续稳定供应的关键因素。设备老化和绝缘性能衰退是影响系统可靠性的主要问题之一。通过对一个具体的电力公司的设备优化维护案例分析,本文探讨了如何通过有效的维护策略提高电力系统的可靠性。

(1) 背景分析

电力系统中的主要设备,如变压器、断路器、电缆等,随着使用时间的增长会逐渐老化。特别是绝缘材料,在长期承受电压和环境因素的影响下,其性能会逐步下降,这直接影响到系统的安全和稳定性。因此,对这些老化设备的维护和优化是提高电力系统可靠性的重要措施。

(2) 设备维护策略

a. 定期检查与预测性维护

电力公司采用了一套定期检查系统,包括对主要设备的视觉检查、绝缘电阻测试和部分放电测试。通过这些检查,可以及时发现设备潜在的故障和性能下降的迹象。

b. 使用先进的监测技术

引入了基于条件的监测技术,如在线监测系统,用于实时监控设备的运行状态。这种技术可以精确地监测到设备绝缘的老化程度,从而提前预测故障并进行干预。

(3) 绝缘材料的改进与替换

对于高风险的老化设备,公司不仅定期进行检修,还计划了绝缘材料的改进和替换工程。通过使用更先进的绝缘材料,能够有效延长设备的使用寿命,同时提高系统的整体可靠性。

(4) 案例分析: 变压器绝缘优化

具体到变压器的绝缘老化问题,公司采用了以下策略进行优化:

绝缘油的定期更换和处理: 分析绝缘油中的溶解气体,评估变压器内部的绝缘状况,及时更换或处理绝缘油。

采用高性能绝缘材料: 在变压器的维护中引入了新型高分子材料,用于替换旧的绝缘系统,这些材料具有更高的耐温和抗老化性能。

(5) 成效与优化结果

通过上述措施,电力公司成功地提升了电力系统的可靠性。如表 1 所示。

表 1 展示了优化前后的变化

参数	优化前	优化后	改善比例
年均故障率	4.2%	1.1%	73.8%
绝缘材料使用寿命	12 年	20 年	66.7%
设备维护成本	¥500 万	¥300 万	40%

设备老化和绝缘性能衰退是电力系统可靠性的主要威胁。通过实施系统的维护策略和绝缘材料的优化,可以显著提升系统的稳定性和减少意外停电的风险。这不仅保障了电力供应的连续性,也为电力公司节约了大量的维护成本。以上案例为电力系统的其他设施提供了可行性的改进方案和重要的参考。

通过上述措施,公司成功地管理了电力系统中的设备老化问题,显著提高了系统的整体可靠性。这一过程不仅展示了技术和策略的有效性,也为同行业的其他企业提供了宝贵的经验。

6 结语

在电力工程中,电气设备的故障诊断与预防显得尤为重要。通过实时监测技术、数据分析与智能算法的结合,以及科学的预防性维护策略,可以有效提升设备的运行可靠性。案例研究表明,这些技术与方法的应用显著降低了故障率,保障了电力供应的稳定性和安全性。未来,随着技术的不断

进步,电力行业将更加依赖于智能化管理,进一步优化设备维护和故障处理流程,从而实现更加高效和可持续的发展。这不仅为电力行业的可持续发展奠定了基础,也为其他领域的设备管理提供了有益的借鉴。总之,综合运用现代技术手段,将为电力系统的安全、稳定运行提供强有力的保障。

【参考文献】

- [1]潘毅.关于电气设备故障诊断与模式识别探讨[J].山东工业技术,2019(10):211.
[2]孙航.电力自动化技术在电力工程中的应用研究[J].中国高新科技,2023(2):23-27.

[3]邓海英.电力电气自动化技术在电力工程中的运用[J].建材与装饰,2020(5):230-231.

[4]王雅雯.融合非平衡故障文本与监测数据样本集的电气设备故障诊断研究[D].北京:华北电力大学,2023.

[5]廖慧惠.基于模式识别技术的电气设备故障诊断分析[J].山西能源学院学报,2017,30(2):51-53.

作者简介:曹迪(1990.9—),男,本科:电子科技大学,软件工程,硕士:北京理工大学,工程管理(非全日制),单位:中国华电科工集团有限公司,职务:工程师,工作年限:11年,职称:工程师。

船舶分油机常见故障的表现及处理方法分析

冒 军

长江南京航道工程局, 江苏 南京 210000

[摘要] 船舶分油机装置作为船用动力装置核心部件, 运作状况直接影响船只的性能表现及安全性能。文中首先分析了船舶分油机常出现的故障现象, 涵盖油水分离效果不佳、异常声响、震动加强和控制系统的故障等情况。针对性地这些问题, 依据实际情况, 制订了相应的解决措施, 例如, 按时执行保养与清理、及时更替磨损部件、调节操作参数及增强故障判断能力等。此外, 还分析了防范手段, 以减少故障概率, 增强船舶分油机的稳定性和安全保障特性, 展开深入研究, 旨在是为船舶驾驶与维护授予理论支撑与操作指引。

[关键词] 船舶分油机; 故障; 表现; 故障处理

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14336

中图分类号: U67

文献标识码: A

Analysis of Common Malfunctions and Treatment Methods of Ship Oil Separators

MAO Jun

Changjiang Nanjing Waterway Engineering Bureau, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: As the core component of marine power equipment, the operation status of the ship's oil separator device directly affects the performance and safety of the ship. The article first analyzes the common fault phenomena of ship oil separators, including poor oil-water separation effect, abnormal noise, increased vibration, and control system failures. Based on the actual situation, corresponding solutions have been formulated to address these issues, such as timely maintenance and cleaning, timely replacement of worn parts, adjustment of operating parameters, and enhancement of fault diagnosis ability. In addition, preventive measures were analyzed to reduce the probability of failure, enhance the stability and safety characteristics of ship oil separators, and conduct in-depth research with the aim of providing theoretical support and operational guidance for ship driving and maintenance.

Keywords: ship oil separators; fault; performance; fault handling

引言

船舶分油机在船舶动力系统中发挥着至关重要的作用, 主要承担准确执行燃油及润滑油的区分, 保障船舶行驶的稳定性和安全性。然而, 分油机设备运行过程中时常遇到解决问题众多故障点, 干扰正常工作与稳定性。聚焦于这种状况, 研究的宗旨针对船舶分油机常见故障问题和维修策略进行详尽分析, 期望为船舶的安全运行提出建议。

1 船舶分油机的基本结构与工作原理

船用分油机是船舶动力设施必备装置, 其核心作用是实现彻底分离油水混合, 借此保证确保燃油品质与润滑油质, 保障主机效能及稳定性, 该设备的主要构造一般涵盖信息输入端、筛选模块、旋转组件、信息输出端、排渣排出接口和控制体系等若干个组件。物理分割工具是原油加工系统关键部分, 配备旋转装置借助离心力实现功能将多种物质之间轻质部分与重质部分完成分离分油机制根本基于离心作用鉴别出的物理规律。当含油物料进入之后分离区域后, 旋转装置快速旋转形成离心力导致轻组分子受迫向周边移动, 而重组分油在内侧积聚, 形成明显油水分离^[1]。

经过多个提炼步骤, 净化后原油从管道中流出, 而废液液体与残渣则经由排放出口排出, 监测系统则负责监控

原油精炼装置的运作情况, 包括温度、压力指标和液位数据等指标, 保障机器在安全界限内运行。另外, 分油机的选型, 还应兼顾到易于维护和保障安全的需求, 便于员工定期执行保养工作, 从而提升机械的耐用性和稳定性, 船只分油机的工作原理共同作用, 确保了船舶运行的高效运转安全与稳定性。

2 船舶分油机常见故障的表现及案例及维修注意事项

船用分油机在运作过程中, 遇到过多种故障, 故障现象各式各样, 有一些故障严重影响船舶效率和船舶的安全运行, 油水分离效果不佳是常见问题, 这频繁使得油品水分含量超过规定界限, 降低燃烧效率和润滑效果, 因此潜在损害发动机运行。异常噪音同样是对机械状况显著指示, 时常源于机械磨损、外来物体侵入或缺乏润滑, 持续噪音同时会对作业人员工作场所造成影响, 还可能暗示设备可能遭遇潜在故障威胁。震动加剧同样属于的重点关注状况, 常常与旋转轴的不平衡、轴承磨损或安装不当关联, 激烈震动会加速设备损耗, 可能导致结构损坏, 控制系统出现紊乱, 如比如温度计和压力计感应器发生故障, 可能引起馏分设备不能有效运作, 从而制约总体馏分效率。在操作步骤中可能发生泄漏事件, 这会对设备的正常运行造成干

扰,同时也可能危害船舶的安全性。从事众多领域特殊情况的透彻研究分析,有助于后续工作流程的任务执行维护工作,提供关键信息支持,保障船舶燃料分油机正常运行稳定运作效率^[2]。

故障案例一:无法密封,排渣口跑油。故障现象:启动后转速正常(马达电流正常),密封水及水封水电磁阀动作正常且有水出,一旦分油机低流量报警,出油管无压力指示,立即自动停止分油机,手动复位后自动进入下一个密封过程,之后故障仍然。转手动适当延长密封水供给时间又可分油,但不久就完全无法密封。故障分析及原因查找:通过拆下密封水和排渣水的进水控制内外短管,检查确知密封水无阻塞现象,又知未进油时,油泵有压力且进油三通阀动作无误,一旦进油则油泵压力立即下降至零而分油机出油管无压力指示。简单地查找,判定分油机未密封好,油进入排渣口以后,在高速旋转的分离筒作用下,被甩至油渣柜里面(油渣柜和排渣管为密封连接状态,不存在观察孔,所以肉眼很难发现)。故障排除:此故障中,保证配水装置内有充足的密封水,导致不能密封的原因如下:转速低、配水环小孔不畅通、活动底盘下面的弹簧座0令出现漏水、活动底盘上面堵头密封不严、活塞上面矩形胶圈与尼龙矩形密封圈密封不严,这些问题会导致活塞无法抬起、上面盘盖密封不严。出现以上问题后,要进行拆吊找出具体原因。吊出以后,通过细致观察可知分离筒本体底部密封水进水小孔由于水里面有杂质导致堵塞(即故障开始时以手动方式延长进水时间能够密封的原因)。将进水小孔和泄水小孔中杂质清除干净,对各0令弹性进行检查,都凸出滑槽一定高度,没有更换一个备件,重新安装好故障消失。之后进行管理时,定期放残重力水箱,不再出现这类故障。

故障案例二:出水口跑油。排渣口和出水口出现跑油,这是分油机容易出现的故障,而声响与振动不正常等问题较少(一般都是磨损过度、安装不合理所致)。如果重环不当,将引起出水口跑油,掌握油水界面相关理论,可以较快解决这类问题。笔者在某次分油机出水口跑油处理措施为:先是柴油分油机跑油,通过现场观察可知并非跑油,其实是跑渣,因油品不好,渣质比较多,并于分离筒边缘大量积聚,加之分离效果不好,电机出现黑烟。由于里面杂质比重轻、颗粒小,对排渣时间进行调整,效果并不好,将比重环 $\Psi 125\text{mm}$ 拆出,比小说明书中规定的 $\Psi 134\text{mm}$ 要小一号,在调整分油量和多次比对后,最终选用 $\Psi 145\text{mm}$ 。

在多次处理故障之后,总结出以下几个要点:现场观察要仔细,认真思考问题。要始终保持清晰的思路,如果自动存在问题,应以手动方式进行调试,先要由外围入手,再简单处出发。对于低流量、低压等问题,主要为进油三通阀控制空气节流减压阀脏堵所致,对于密封不良、无法

排渣等故障,由于进入电磁阀膜片节流孔脏堵导致电磁阀不能顺利打开与关闭造成。

分油机为高速旋转设备,拆装过程中应注意以下几点:检查立轴同轴度和高度,避免立轴磨损严重和下沉;检查分离筒本体和机架高度;分离盘架必须正确安装;活塞定位销口和定位销应啮合,同时正确安装;主锁紧环到位情况(并非记号相对,会出现因分离盘数量不同导致无法达到记号而锁紧)等。要严格检测几个checkpoint点,正确安装好各不动件和运动部件,如筒盖、向心泵等,避免出现碰撞导致损坏分油机。先检查四周有无杂物,是否松开刹车装置(不然转速不够),之后才能启动。

应注意以下几点:先要将各部件安装好,这样能够确保密封良好。以前在判断密封状况后,在未上好主锁紧环、装好盘盖和分离盘,直接用立轴锁紧螺帽,并收紧活塞和盘架后,以手动方式进密封水,观察活塞有无出现上升即可。其结果必然是活塞高速旋转产生离心惯性力,在密封水进入后平衡被打破,活塞冲破锁紧螺帽而飞出。不能采取这样的操作方式。我们知道,活塞重量一般超过10kg,转速过万后会形成加大的离心惯性力。飞出之后轻则打坏其他设备,重则造成人员伤亡。

最后值得一提的是,分油机转速是否足够至关重要,因其自身未安装转速表,转速可通过马达电流反映出来。同时还能够用马达电流,将立轴磨损情况、部件安装情况、分离盘片脏和分油机密封情况等反映出来。但是马达电流也不是一直不变的,在比重、分离量出现变化,或者是进油滤器脏堵等会导致A值出现变化。所以要认真观察,掌握实际情况,才能及时解决好各种故障。

3 船舶分油机故障的处理方法

针对船舶分油机设施经常问题,应该强化平时保养,用来预防故障的出现,按时维护保养是保障分油机良好运作的关健手段。值班时应定时检查油气水净化部件,定期清理累积的污物和沉淀物,保持分油机的效能,在此过程中,对润滑系统定期更换润滑油及更换损耗零件,同样不容忽视,尤其是例如轴承与转轴这类核心构件,若发现出现严重磨损的现象,则应立即进行更换,防止避免设备遭受额外损伤。其次,针对着分油机效率不佳的难题,员工应细致审查设备运行指标,涵盖流速、压力、温度等指标,保证它们保持在标准区间内,按照要求调节油水分离设备的运行参数,从而提高分离效果。最后,按时检查调节系统的感应器与执行器,保证其正常运作,如果察觉到问题,需要立即执行修正或替换,遇到分油机设备出现不寻常的声响和震动,立即对这所有部件进行彻底拆装检查,重点关注其旋转组件、轴承支架和连接部位,确认这些组件是否有松动或磨损情况。若察觉到不平衡状况,应实施立刻调整修正,以缓解震动对机械设备影响程度。针对操纵系统的故障现象,维修人员需马上检验电缆线路、操作面板

及感应器，必要时调整校正或替换损毁的部件，用来保障操纵系统的精确度和稳定性。另外，漏油必须迅速解决，需查明漏油原因，借助检验管道连接处、密封部件及焊接接头来找出故障点，按照不同类型的漏油状况，采取合适的修理手段，如替换密封垫圈、拧紧联接螺栓等修整部件或返修焊接等，以恢复密封功能^[3]。

提升船员问题处理能力与设施保养技能极其重要。借助于持续的训练操作，增强其对船舶分油机运行故障报警处理能力，有利于提高船员处理分油机故障的技能，结合平时遇到的故障，及时进行归类总结，对船员进行故障的处理培训。借助即时观察油品分配流程运作情况，迅速察觉问题，预先发出警示，降低问题隐患，分油机设备故障解决技巧，包括了由日常保养至紧急修理的全部环节，突出了防范与迅速应对的必要性。采用全面执行各类方法，能够显著提高分馏系统的稳定性能与安全保障，保证船只在航行的全程正常运作。分油机各项参数见表 1。

表 1 分油机各项参数

	F. O.	M/E L. O.	D/G L. O.
品牌	MITSUBISHI KAKOKI KAISHA		
型号	SJ30G	SJ30G	SJ10G
转速	10000rpm		
排量	3600L/h	3600L/h	1300L/h
排渣频率	2h/次		
空转电流	5A	5A	4A
正常运转电流	6.5A	6A	4.5A
排渣电流	9A		6A

4 故障预防措施

4.1 建立定期检查机制

建立定期检查机制对于船舶分油机的有效管理与维护至关重要，目的是借助规范化的审查流程，及时发现可能故障并实施措施，进而保障设备的连续运转及稳定性。定期检查机制应当明确检查的频率和项目，比如，针对船舶分油机，提议每月末执行一次全面评估，每季度进行一次深度维护，目的是及时发现并处理问题。每次进行检修时，操作人员需特别注意关键组件，如旋转体、油水分离器、控制单元和密封机构等，保证这些正常运转无损或其他损坏情况。此外，操作人员还应记录检查过程中的各项数据，包括油水分离的效率、各项压力和温度的变化情况等等，这些数据将为后续为维护决策提供重要依据。

时常审查既要含有机自检，还包括作业场所评价。船舶分油机的性能发挥深受运行环境影响，尤其是船舶在航行过程中，海洋水质和气象条件的变迁等因素可能会对机器的运作造成干扰。因此，检验过程中，需要评估船舶所在的海域环境，保障油品过滤器正常工作状态下满足安全规范，同步进行必须的操作步骤，比如清除杂质和尘埃，保持设备的通风与干燥，避免锈蚀和故障的发生。定期检

查机制的建立也需要明确责任分工，保障所有审查任务有明确人员承担责任，船舶分油机应拟定周密的查验安排，还必须通过培训提高工作人员的专业能力，使其能够熟练掌握分油机的工作原理和检查要点。与此同时，提倡定期开展技术交流和教育，让职员交流在审查和保养历程中经验与教训，借此良机构建高效率知识互助和团队协作环境^[4]。

定期检查还应结合现代技术手段，利用连接先进检测仪器与数据分析平台，实现对石油分馏设备实时状态的监控。智能传感器可以实时采集设备运行的各项参数，依赖数据处理单元进行分析及处理，迅速对操作人员反馈信息设备状况，提前警示潜在的故障征兆。这些技术手段同步加快了检测效率，还增强了故障防范与应对故障的能力，使得设备管理更加科学化与精细化。设立持续审核体系必须对审核结果实施归纳与评价，建立全方位的反馈体系流程机制，定期对审查发现瑕疵剖析，研究其根源，并拟定合适改善方案。随后，将审核实际操作中的经验与教训编撰成手册，为将来审核工作提供借鉴，持续优化审核流程，提高全面设备管理层面水平。

4.2 加强操作人员培训

强化职员训练是保障船舶分油机装置稳定运作关键策略，重点在于此增强职员的专业能力和应对紧急情况的技能，以应对日常操作中可能出现的各类问题。培训应涵盖分油机的基本结构与工作原理，让员工彻底掌握设备运作原理，这进一步有利于员工在作业过程中实行高效管理，同样能够在故障发生时迅速锁定问题所在。此外，培训内容还应包括分油机的常见故障及其处理方法，让操作人员在实际工作中能够熟练识别故障表现，并及时采取有效的解决方案，从而降低因操作不当引发的设备损坏风险。

操作人员的培训应注重实际操作技能的提升。理论根基固然关键，但是实操经验更加重要。所以，在训练期间，需要加强实践操作部分，针对以往出现的故障，对照实物现场，进行讲解培训，此类培训有助于提高船员掌握操作步骤，增强故障解决认识深度，提高应对突发状况的能力水平素养。同时，培训过程中还应强调团队合作的重要性，促进员工间的交流与合作，提升整个团队的作业效率。定期进行培训很重要，船员能力培养不应仅仅是一次性的举措，而需构建持续培训机制，时常针对职员系统培训新知识并强化实践训练，用以解决技术进步和设备升级引起的新挑战。在此过程中，考核的结果可以作为后续培训内容调整的依据，从而实现针对性与持续性的培训^[5]。

4.3 记录与分析故障数据

建立完善的故障记录机制是数据分析的基础。在日常工作中，所有突发状况和处理流程应当详细记录，包括异常发生的时间、地点及具体情况初步判断的原因和采取的紧急措施等。这些数据不仅为后续的故障分析提供了重要依据，并且可辅助工作人员构建对设备状态全面认知。通

过定期汇总这些记录,管理人士能够发现机械故障发生频次规律性,用来机械保养优化提供依据。

数据分析必须涵盖异常情况、出现概率和制约设备表现众多方面,经过出现问题数据深入探究,可以发现某些故障模式的共性,例如,比如某个部件在特定环境里经常出现故障,或者某类操作方法会引起设备功能降低等,这类分析有利于公司有的放矢地提高故障判断及解决。与此同时,异常数据的详细统计同样能够为机械保养计划赋予确切根据,使保养工作变得高效率和有针对性地。故障数据的统计有助于显著提高故障判断的准确性和效率,举例来说,使用数据可视化工具将故障数据以图表形式呈现,能够帮助管理层更直观地识别故障趋势和问题所在。借助将异常数据与运作指标实施相关性分析,公司就能够找出作用于设备运行状态主要因素,因此操作过程中实施有针对性的优化措施。另外,借助高级算法等先进技术,可以完成对故障类型准确预测,迅速识别并发出警告隐性问题,明显提升设备维护的效果。

记录与研究问题信息步骤也应与公司不断优化机制协同起来。在展开特异数据进行分析后,企业应制定恰当的优化措施,并实施效果进行监控与评估。举例来说,如果察觉到特定问题经常出现,应思考实施设计改进、操作指导或硬件提升,保证改善方案得到执行,采用建立完善管理体系,持续更新与改进,能够显著增强机械的运行稳定性。组织内部沟通同样关键要是记载与剖析难题信息资料关键性环节,定期举行故障探讨交流会,邀请操控人职员一起分析故障实例,交流经验与教训,有助于增强员工理解设备故障,增进同事们排除故障的能力。这种合作方式互相沟通有利于形成集体故障防范意识,保证每位员

工都能够在日常工作中环节应用了解的技能,存放与剖析引发故障情况是提升船舶分油机装置运作效能与安全保障重要环节,通过系统化的记录机制、深入的数据分析、结合现代技术的应用,以及团队的知识共享,企业可以在故障预防与处理上形成良性循环,进一步保障设备的可靠运行,降低事故风险,提高整体运营效益^[6]。

5 结束语

总之,船舶分油机一般性问题表现形式与解决措施包括故障诊断、修理过程、操作指南和信息管理诸多领域,通过建立全面的管理体系,及时处理故障,企业不仅能够提高分油机的运行效率,还能为船舶的安全运营和环境保护提供有力保障。

[参考文献]

- [1]王士新. HPA605 型船舶分油机出水口跑油及其他常见故障分析[J]. 科技风,2022(20):146-148.
 - [2]吕金军. 船舶机械设备维修保养中的常见故障及养护分析[J]. 船舶物资与市场,2020(7):96-98.
 - [3]李影. 船舶分油机系统及其控制单元建模与仿真[D]. 辽宁:大连海事大学,2018.
 - [4]刘凯. 船舶分油机常见故障的表现及处理方法分析[J]. 科技风,2016(12):150.
 - [5]王双华. 船舶分油机的常见故障与处理建议研究[J]. 科学中国人,2016(9):5-6.
 - [6]李亮宽. 船用分油机常见故障分析和解决方法[J]. 世界海运,2015,38(4):26-28.
- 作者简介:冒军(1979.6—),男,江苏南京,汉,本科学历,沿海一等轮机长,就职于长江南京航道工程局,从事船舶管理和航道疏浚工作。

某大型轮式装载机“纯电再制造”方案研究

冯永豪¹ 郭骏²

1. 云南华联锌铟股份有限公司, 云南 文山 663000

2. 福建宏大时代新能源科技有限公司, 广东 广州 510000

[摘要]通过对矿山老旧燃油驱动轮式装载机技术性能分析,将额定载重为11.4吨的轮式装载机由柴油发动机驱动改为纯电驱动,在去除原车发动机、变速箱及相关部件后,通过整车合理布置增加动力电池系统、行走电机和液电驱动系统等部件,双电机驱动实现行走驱动与工作装置驱动解耦,同时采用交流传动技术、CAN总线通讯和全新整车控制系统对整车进行软硬件适应性改进设计。“纯电再制造”后整车性能与原燃油式轮式装载机基本一致,制动性能实现电制动和机械制动双系统冗余,安全性能高,节能明显,经济效益显著,为唤醒老旧大型轮式装载机的新活力和建设绿色矿山提供参考。

[关键词]轮式装载机; 纯电再制造; 经济性分析; 绿色矿山

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14325

中图分类号: TH243

文献标识码: A

Research on the "Pure Electric Remanufacturing" Scheme for a Large Wheel Loader

FENG Yonghao¹, GUO Jun²

1. Yunnan Hualian Zinc & Indium Stock Co., Ltd., Wenshan, Yunnan, 663000, China

2. Fujian Hongda Era New Energy Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract: Through the analysis of the technical performance of the old fuel driven wheel loader in mines, the wheel loader with a rated load of 11.4 tons was changed from diesel engine drive to pure electric drive. After removing the original engine, gearbox and related components, the power battery system, walking motor and hydraulic motor drive system were added through the reasonable arrangement of the whole vehicle. The dual motor drive achieved the decoupling of walking drive and working device drive. At the same time, AC transmission technology, CAN bus communication and a new whole vehicle control system were used to improve the software and hardware adaptability of the whole vehicle. After "pure electric remanufacturing", the overall performance of the vehicle is basically the same as that of the original fuel wheel loader. The braking performance realizes dual system redundancy of electric braking and mechanical braking, with high safety performance, obvious energy saving, and significant economic benefits, which provides a reference for awakening the new vitality of old large wheel loaders and building green mines.

Keywords: wheel loader; pure electric remanufacturing; economic analysis; green mines

引言

工程机械行业是我们经济的重要产业之一。2020年,我国工程机械产品在全球销售额居第三位,预计到2025年我国工程机械销售收入突破9000亿^[1]。轮式装载机以其机动性高、操作简单、效率高等特点成为在公路、铁路、港口、矿山等建设工程领域的典型铲运挖掘工程车辆代表。但对于传统柴油驱动的轮式装载机来说,也有不可忽略的缺点,比如噪声大、耗油量高、尾气污染严重等。随着国家对环境的重视程度与日俱增,我国最早在2007年中国国际矿业大会上提出“发展绿色矿业”倡议,在2018年相关部委发布绿色矿山建设标准^[2]。

对于我国露天矿山,大型轮式装载机一直被国外头部工程机械供应商所垄断。针对大型轮式装载机每天长时间作业需要消耗大量燃油现状,且对于老旧大型轮式装载机底盘结构完好无损但柴油机和变速箱依赖进口导致维修保养费用居高不下及进口零配件采购周期长等痛点,对底盘结构状态相对完好的老旧设备进行“纯电再制造”,

对矿山企业是一种较为节省成本的方式,避免引进全新整车一次性投入过高的问题,同时去掉了传动老旧燃油大型轮式装载机进口传动部件的维修保养费用。本文中以额定载重11.4吨的大型轮式装载机为“纯电再制造”目标,为绿色矿山建设提供思路。

1 “纯电再制造”技术分析

1.1 设计目标

“纯电再制造”不同于新产品正向开发,应结合原燃油轮式装载机性能及功能需求,尽量减少对原机部件的改动,分析原燃油轮式装载机重心及载荷分布,在此基础上,对于新增的各种部件需要适应原燃油轮式装载机底盘并进行合理布置,使其再制造前后整车的重心偏移不大。整车技术参数如表1所示。

在满足整车功能需求的前提下,最高车速虽然较原轮式装载机偏小,但轮式装载机实际运行工况基本在原地局部移动进行匹配矿用自卸车装载或短距离转运,并不会长时间高速行驶,因此整车的工作效率并不会因为车速降低

表 1 轮式装载机技术参数

参数名称	再制造前	再制造后	备注
整车自重	53944 kg	≤56444 kg	改造后增重≤2500kg
额定载重	11400 kg	11400 kg	
铲斗容量	6.4 m ³ -7.7 m ³	6.4 m ³ -7.7 m ³	
最高车速	38.6 km/h	22 km/h	较原车偏小, 但不影响效率。
发动机净功率	397 kW	/	
最大轮边驱动力	350 kN	350 kN	
行走电机额定功率	/	280 kW	
行走电机制动功率	/	550 kW	
行走电机启动扭矩	/	4770 N.m	
行走电机额定扭矩	/	2335 N.m	
液压电机额定功率	/	315 kW	
液压电机额定扭矩	/	1500 N.m	
液压电机额定转速	/	1900 r/min	
整车外形尺寸	12185×3574×4128mm	8875×4240×4245mm	
机械制动性能	湿式盘制动 (ISO3450)	湿式盘制动 (ISO3450)	执行机构不变
电制动性能	/	满足 GB/T 35196	双制动冗余
整车带电量	/	563 kWh	与现有燃油 9 轮式装载机小时产量相当的情况下可连续工作 4 小时
整机充电时间 (SOC25%~90%)	/	双枪充电时间≤90min 四枪充电时间≤60min	

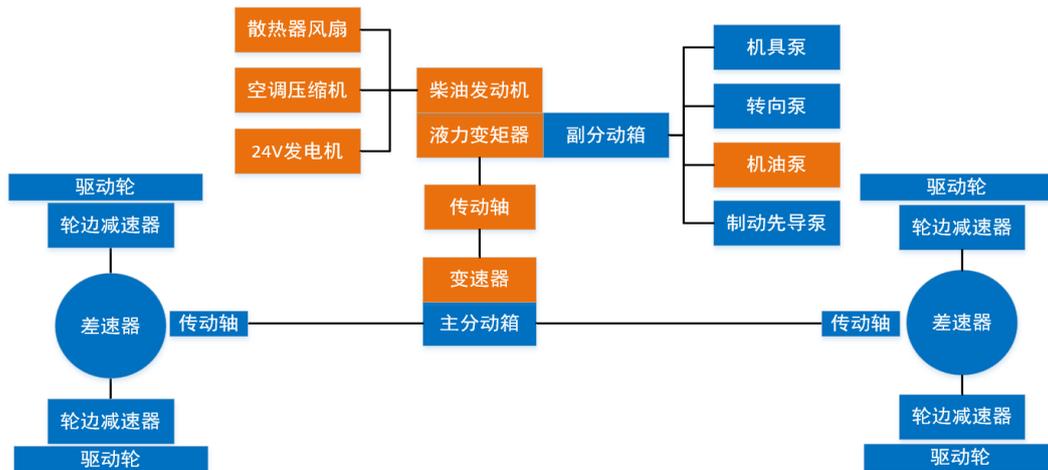


图 1 原车动力传递路线

有明显影响。当需要长距离转运时,可借助辅助车辆进行高效转运。通过“纯电再制造”后,整车牵引性能不低于原车,在机械制动保持不变的前提下增加电制动,实现双制动相互冗余,综合制动性能优于原车,安全性更高。

1.2 总体技术方案

额定载荷为 11.4 吨的燃油轮式装载机,原车为机械传动,前桥总成通过螺栓与前机架直接刚性连接,后桥配置摆动器装置,摆动器装置通过螺栓与后机架刚性连接,

提升整车的通过性。原车动力来源为柴油发动机,柴油发动机通过液力变矩器经传动轴将牵引动力传递给变速箱,变速箱直接与主分动箱机械连接,将牵引动力经主分动箱双轴输出传递给前后桥驱动整车行走。另外,柴油发动机通过液力变矩器经副分动箱将动力分配给机具泵、转向泵、机油泵和制动先导泵,给工作装置高效工作及整机转向制动提供动力。柴油发动机为整车工作唯一动力来源。其动力传递路线如图 1 所示。

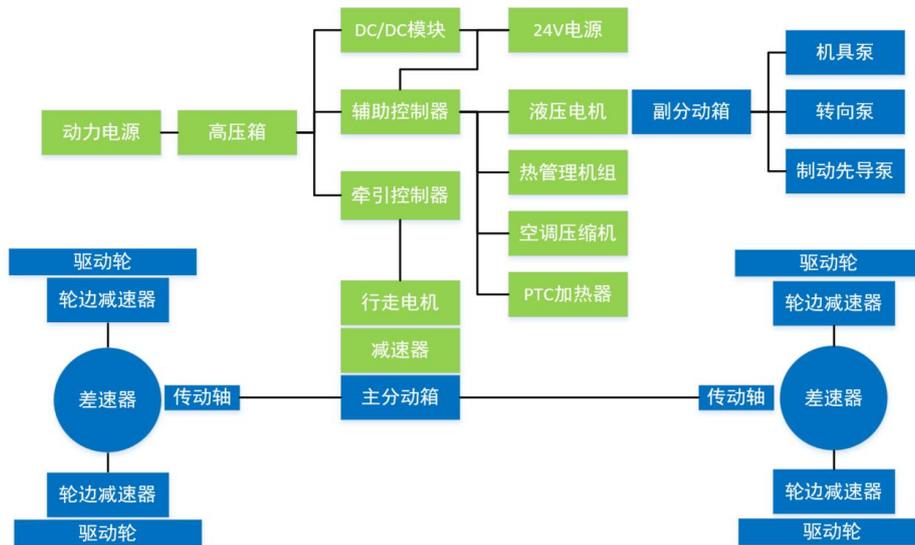


图2 “纯电再制造”后动力传递路线



图3 总体布置示意图

“纯电再制造”技术路线是去除发动机、变速箱及相关部件，增加动力电池系统、电传动系统和辅助驱动系统。电传动系统主电路由动力电池、高压箱、牵引控制器、辅助控制器、DC/DC 充电模块、行走电机和液电机组组成。牵引控制器驱动行走电机，控制车辆行走，辅助五合一控制器控制液电机组。通过“纯电再制造”后，整车为双电机驱动。行走电机通过减速器与主分动箱（相比原车相比去除变速箱）连接，通过主分动箱前后双轴输出将动力传递给前后桥驱动整车行走。液电机组通过原车副分动箱将动力分配给机具泵、转向泵及制动先导泵，保证工作装置高效运转及整车转向和制动功能。该方案都保留了原车的主副分动箱，充分利用原车传动机械部件（简单的齿轮的传动部件），此时原车在副分动箱上的机油泵已经取消，则需封堵副分动箱上的机油泵相关接口即可。“纯电再制造”后的动力传递路线如图2所示。

如图1和图2所示，其中橙色背景部件为去除部件，绿色背景部件为新增部件，蓝色背景部件为保留部件。辅助控制器有多组独立的控制单元，分别控制液电机组、热管理机组、空调压缩机、PTC加热器及24V电源和供电。

“纯电再制造”后，轮式装载机设备布置示意图如图3所示。

2 动力匹配分析

2.1 典型作业工况

轮式装载机用于将货物从料堆装入运输机械或将货物由一地转移至另一地时，其工作过程大体包括：空斗运行、铲取物料、铲斗提升、满斗运行、卸货五个循环作业过程^[3]。不同的作业方式对轮式装载机的动力性和经济性也存在不同的影响。轮式装载机的四种典型作业工况分别为“I”型、“L”型、“T”型和“V”型作业工况，而“V”型作业工况因轮式装载机工作周期短及效率高等特点，应用场合最为广泛，本文基于“V”型作业工况进行详细分析，“V”型作业工况如图4所示。

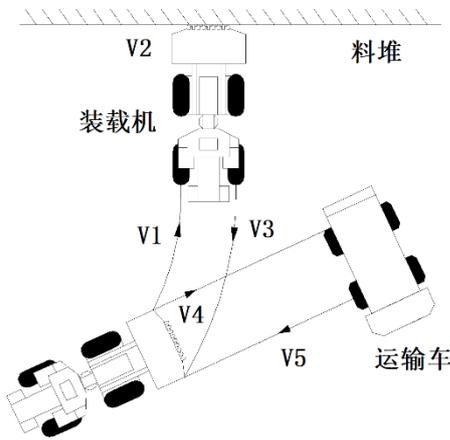


图4 “V”型作业工况示意图

如图4所示,“V”型作业工况其工作方式:轮式装载机朝物料位置推进,前进过程中同时降低动臂,在物料堆位置铲斗刚好放平;然后低速前进推向物料堆,随着插入深度增加阻力也逐步增加,车速逐步降低,其间逐步抬起铲斗直至物料装满铲斗;随后收起铲斗并抬起至运输位置,然后加速后退理物料堆,在合适位置转向运输车并加速驶向运输车,期间动臂逐步提高直至卸料位置,完成卸料;最后收斗加速倒车驶离运输车,在合适的位置转向再次驶向物料堆从而完成一个“V”型循环。其作业特性如表2所示。

表2 “V”型作业工况作业特性

作业阶段	作业过程描述	工作装置运动过程	行驶占比	载荷变化
V1	空斗运行	加速前进,动臂下降	高	空载
V2	铲取物料	降速推进,逐步收铲斗	高到低	逐渐满载
V3	铲斗提升	加速后退,动臂上升	低到高	满载运输
V4	满斗运行	加速前进,动臂上升	高	满载运输
V5	卸料并后退	卸料后,动臂下降,加速后退	高到低	空载

在轮式装载机铲装过程中,铲斗推进物料堆与机床刀具切削金属类似,但工况却复杂得多。在铲装物料的初始阶段,物料受到铲斗刃刀的作用下会逐渐挤压,松散物料逐步密实,在收到铲斗持续推进力后,密实物料会被破坏,随着铲斗的深入,掘进的压力持续增加,形成物料与地面的滑移面从而进入铲斗内^[4-5]。并且在该过程中,物料的松散程度和物料性质的不同所需要的推进力也不尽相同,导致铲装过程中的工况较为复杂。

2.2 牵引制动特性

考虑到轮式装载机作业工况复杂,行走车速不作为主要指标,但行驶作业却要求车速多变且频繁启停、转向及前进后退切换。对行走电机性能要求较高,主要体现在电机启动扭矩较大,有一定的超载能力。轮式装载机在插入物料时存在较大的插入阻力,和车辆行走阻力有本质的区

别。插入阻力是轮式装载机铲斗插入料堆时,料堆对铲斗的反作用力,插入阻力由轮式装载机的行走电机提高力矩。插入阻力的构成较复杂,计算的影响因子较多,“纯电再制造”采用原燃油轮式装载机的相关参数确定插入时行走电机的扭矩需求。

再结合“纯电再制造”后轮式装载机应满足的最大爬坡能力(电机转矩主要克服坡道阻力和滚动阻力)、最高车速及功率平衡等因素^[6],详细核算后,轮式装载机行走电机的牵引特性曲线如图5所示。

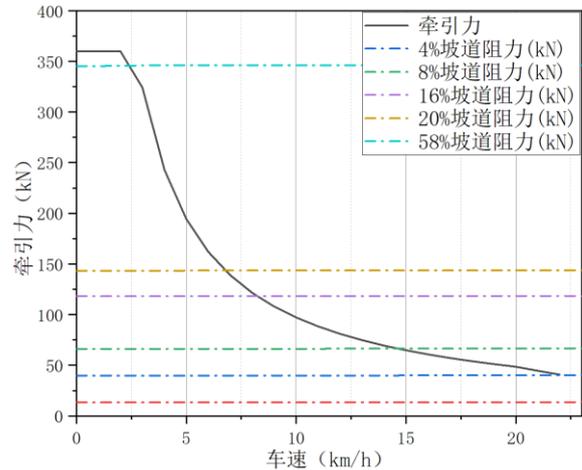


图5 牵引特性曲线

如图5所示,行走电机转速能满足整车最高车速22 km/h对应的设计目标;整车启动牵引力大于58%坡道上阻力,满足满载最大爬坡能力58%的要求;8%坡道上稳定车速可达14 km/h,满足设计目标中不低于13.5 km/h的要求;“纯电再制造”后整车牵引力不低于原车牵引力且采用无级调速的方式控制更为平滑。

另外,整车制动性能由机械制动和电制动双系统组成相互冗余,“纯电再制造”并未改变原车所配置的机械制动,这里不做机械制动分析。整车电制动特性曲线如图6所示。

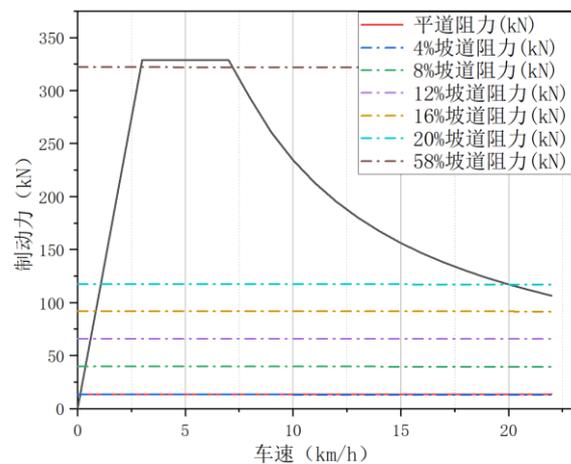


图6 整车电制动特性曲线

如图 6 所示, 轮式装载机满载在 8%下坡道时, 电制动力能保持 22 km/h 的稳定车速; 满载在 16%下坡道时, 电制动力大于以 1~22km/h 速度行驶时下滑力; 满载 58%下坡道时, 电制动力能保持 7km/h 的持续稳定车速。满足行车制动要求, 在行驶过程中将行车制动作为主制动, 大幅减少机械制动接入, 减少机械制动消耗, 进一步降低运输成本。

3 能耗经济性分析

轮式装载机的能源消耗统计较为复杂, 这里统一按照平均油耗进行计算。“纯电再制造”前后能源消耗如表 3 所示。

表 3 “纯电再制造”能源消耗统计

能源形式	能源单耗	能源单价 (人民币)	每天工作时长
柴油	39.23 L/h	6.7 元/L	20 h
电	110 kWh/h	0.4 元/kWh	20 h

说明: 按照每天工作时长 20 h 计算, 考虑到“纯电再制造”后, 在四枪充电的情况下, 每天充电时间约为 2 h, 相当于改造后, 工作效率为燃油轮式装载机的 90%。

如表 3 所示, 按照全年出勤 300 天计算, 燃油轮式装载机燃油消耗 235380 L, 全年消耗燃油费为 1577046 元。“纯电再制造”后, 纯电轮式装载机消耗电量 660000 kWh, 全年消耗电费 264000 元。相比之下, 虽然改造后, 纯电轮式装载机工作效率为燃油轮式装载机的 90%, 但仍然可节省 1313046 元。再结合去掉了柴油发动机和变速箱等进口件, 在能源消耗节省的基础上再省掉了昂贵的维保费, 经济效益明显。

4 结束语

根据能耗经济性分析, 运营方可以进一步优化充电时

间, 如在交接班时充电, 进一步提升纯电轮式装载机的工作效率, 找出工作效率最高工况条件, 进一步增加有效作业时间。通过对原有老旧燃油轮式装载机“纯电再制造”, 可明显降低矿山企业全新轮式装载机的采购支出和维保费用, 有效延长原有燃油轮式装载机的使用寿命, 唤醒老旧大型轮式装载机的新活力。

[参考文献]

- [1] 中华人民共和国环境保护局, 非道路移动机械及其装用的柴油机污染物排放控制要求 (征求意见稿): GB20891-2014[S]. 北京: 中国环境出版社, 2018: 36-86.
 - [2] 应紫敏, 吴旭, 杨武. 杭州市公交车油改电项目碳排放效益核算[J]. 生态学报, 2018, 38(18): 6452-6464.
 - [3] 程小康. 纯电动轮式装载机动力系统匹配与再生制动能量回收控制策略研究[D]. 厦门: 厦门理工学院, 2022.
 - [4] 吴传玉. 铲土运输机械铲掘阻力形成机理研究[D]. 长春: 吉林大学, 2011.
 - [5] 中华人民共和国铁道部发布. 装载机司机[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.
 - [6] 余志生. 汽车理论(第 6 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.
- 作者简介: 冯永豪(1988.10—), 男, 云南省文山市, 汉族, 本科, 机械工程师, 就职于云南华联锌铟股份有限公司, 从事矿山工程机械管理工作; 郭骏(1988.8—), 男, 湖北省监利市, 汉族, 硕士研究生, 中级工程师, 就职于福建宏大时代新能源科技有限公司, 从事新能源矿车设计与开发。

手表后盖玻璃点胶组装线体研发与应用

陈飞宇

广东金龙东创智能装备有限公司, 广东 东莞 523000

[摘要] 本研究提出并开发了一套能够实现全自动上料、组装、点胶、检测、固化、下料的手表后盖玻璃点胶组装线, 达成了自动点胶技术、在线扫码技术、线体分流技术、自动上下料技术等技术指标, 不仅有效地减少了人工成本、而且还提高了点胶效率和产品合格率。本套自动化点胶组装线体为手表后盖安装行业提供了更为优质、高效的解决方案。本研究研发的这套手表后盖玻璃点胶组装线体不仅适用于手表制造业, 还可广泛应用于医疗设备、精密仪器等领域, 具有广阔的市场应用前景。

[关键词] 自动化组装线体; 点胶系统; 视觉识别; 自动化传送; 固化检测

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14324

中图分类号: TP39

文献标识码: A

Research and Application of Adhesive Assembly Line for Watch Back Cover Glass

CHEN Feiyu

Guangdong Jinlong Dongchuang Intelligent Equipment Co., Ltd., Dongguan, Guangdong, 523000, China

Abstract: This study proposes and develops a watch back cover glass dispensing assembly line that can achieve fully automatic loading, assembly, dispensing, testing, curing, and unloading. It has achieved technical indicators such as automatic dispensing technology, online scanning technology, line body diversion technology, and automatic loading and unloading technology, which not only effectively reduces labor costs but also improves dispensing efficiency and product qualification rate. This automated dispensing assembly line provides a higher quality and efficient solution for the watch back cover installation industry. The watch back cover glass adhesive assembly line developed in this study is not only suitable for the watch manufacturing industry, but also widely used in medical equipment, precision instruments and other fields, with broad market application prospects.

Keywords: automated assembly line body; glue dispensing system; visual recognition; automated transmission; curing detection

引言

3C 行业作为全球发展最迅速的产业之一, 随着智能手机、平板电脑、可穿戴设备等消费类电子产品的普及和更新换代速度的加快, 市场需求持续增长^[1]。在这些产品的生产过程中, 点胶技术被广泛应用, 以确保组件的稳固连接和密封性能^[2,3]。在手表制造过程中, 后盖玻璃的固定与密封是关键工序之一。传统手表的后盖安装主要依赖机械卡扣或螺钉固定, 但随着智能手表和高端机械表的普及, 手表设计越来越注重防水性和外观的美观性^[4]。玻璃后盖逐渐取代金属后盖, 成为许多智能手表的首选, 而点胶工艺也因此成为后盖玻璃固定的核心技术^[5]。

点胶技术是通过可控方式, 将事先装入注射器的胶体精确挤射到基板或元件上, 以实现元器件之间的机械或电气连接和保护^[6-7]。这项技术不仅广泛应用于表面贴装技术, 还涵盖了芯片粘接、芯片倒装与封装、光电器件粘接、底填料充填以及芯片封胶等多个工序, 在先进电子制造和光电器件制造行业中都发挥着重要作用^[8-11]。接触式点胶技术大体上分为三种: 时间—压力式、螺杆泵式和活塞压力式^[12]。时间—压力式点胶技术主要通过控制施加的压力和胶水的释放时间, 来实现高精度的点胶效果, 常用于精密涂胶的工艺。这种技术广泛应用于电子、医疗、汽车等领域, 尤其在对胶水施加要求极高的场合表现出色。其优

点为使用一次性针筒且不需清洗, 缺点为涂敷速度较低对于微型元件的小胶量涂敷一致性差甚至难以实现^[13]。螺杆泵式点胶技术主要通过螺杆泵的转动, 控制胶水的流量和施加压力, 以实现高效且均匀的点胶效果。其优点在于能够快速且稳定地输送胶水, 适合大规模生产; 缺点则是对胶水的适应性有限, 可能不适合某些特殊类型的胶水使用^[14]。活塞压力式点胶技术主要通过活塞的移动来控制胶水的施加量和施加速度, 以实现精确的点胶效果。其优点在于能够实现高精度和高一致性的胶水施加, 适合多种粘度的胶水; 缺点则是操作过程可能需要定期维护, 且在较高粘度胶水的输送上速度相对较慢^[15]。

3C 产品对精密度的要求极高, 尤其是在屏幕与边框的粘接、摄像头模组的封装、传感器固定等关键部位, 需要点胶机精度施加胶水, 以保证产品的质量和稳定性。非标点胶机可以根据产品的具体需求进行定制, 满足这些高精度要求^[16,17]。手表后盖玻璃点胶组装线体的研发与应用是现代手表制造行业中一项重要的技术创新。玻璃后盖的点胶工艺不仅要求具有极高的精度, 以确保后盖的密封性、防水性和耐用性, 还必须在生产线上实现高效、自动化操作, 以应对手表制造行业的大规模生产需求^[18]。因此, 如何设计和研发一套高效、稳定的手表后盖玻璃点胶组装线体, 成为手表制造企业和设备制造商亟待解决的问题。本

研究旨在开发一套能够实现全自动上料、组装、点胶、检测、固化、下料的手表后盖玻璃点胶组装线，以减少人工成本、提高点胶效率和产品合格率。

1 研发的关键技术及其指标

1.1 组装线体的总体设计框架

如图 1 所示为手表后盖玻璃点胶组装线体的总流程图。在 HSG 上料时，取料吸嘴吸取单 PCS 产品后 HSG 移至下方的 CCD 进行拍照，记录产品位置。接着，上相机拍照与下相机的图像进行对比，以校准 HSG 位置并补偿相对位置。之后，载具开锁气缸顶升，放料轴随之下降并将产品逐一放置在载具上，载具顶升并下降，开锁气缸复位，流程进入 HSG Plasma 清洁设备进行处理。紧接着，产品进入 HSG Primer 点胶设备进行点胶。点胶时，阻挡顶升分料模具顶起。点胶后，产品进入静置设备中静置冷却和凝固大约 7.5 分钟后开始进行玻璃的上料。玻璃从吸塑盘上被搬运到中转位置，进行扫码、不良品排除以及补料操作。接着，进行撕膜、下方以及分流搬运载具。随后，进行点胶组装检测及保压，产品进入隧道固化炉烘烤 40 分钟。烘烤结束后，载具流至盖板搬运位置，此时会取起盖板模组，并将载具流出，盖板回流。最后，HSG 下料，完成整个手表后盖玻璃点胶装线体的流程。

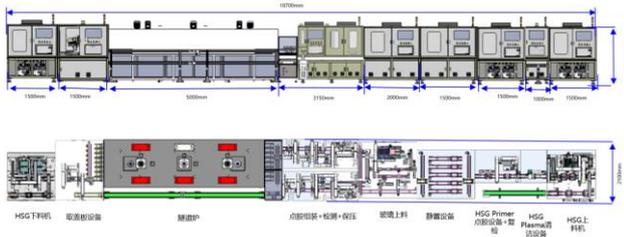


图 1 组装线体总体流程

1.2 关键技术介绍

自动点胶技术^[19]：采用高精度非标点胶机，配备精密的胶水流量控制系统和微位移调整机构，确保胶水施加的准确性和一致性。通过集成高精度工业相机和图像处理技术，实时识别手表后盖及玻璃的位置和姿态，自动调整点胶头的位置和角度，实现精准点胶。开发专门的软件控制程序，根据预设的点胶路径和参数，自动控制点胶机的运动轨迹和胶水输出量。

在线扫码技术：选用高性能的工业级条码扫描器或 RFID 读写器，集成到生产线上。在每个关键生产环节（如上料、点胶、组装、检测等）设置扫码点，通过扫描产品上的条形码或 RFID 标签，自动记录产品信息和生产状态。建立生产信息管理系统，收集并处理扫码数据，实现产品信息的追溯、分析和报表生成。

线体分流技术：设计智能分流机构，通过机械臂、气动或电动元件控制产品流向，根据生产需求和产品类型，将产品分配到不同的生产线或工序中。将分流机构与自动化控制系统集成，通过预设的程序和参数，自动控制分流

机构的动作和时机。根据生产线的布局和产能需求，灵活配置分流机构的数量和位置。

自动上下料技术：设计自动上料装置（如振动盘、料仓）和自动下料装置（如传送带、滑道），结合机械臂或传送带等自动化设备，实现原材料和成品的自动上下料。采用高精度定位机构和夹紧装置，确保原材料和成品在生产线上的准确定位和稳固夹紧。

自动清洗技术^[20]：在点胶头附近安装自动清洗装置，使用溶剂或高压空气定期清洗点胶头，防止胶水堵塞或污染。开发清洗程序，根据生产节奏和清洗需求，自动触发清洗动作。

多工位缓存静止产品技术：在生产线上设置多个缓存工位，采用传送带或机械臂将产品从生产线暂存到缓存工位，待后续工序准备好后再继续加工。设计缓存工位的存储和取出机制，确保产品能够平稳、快速地进出缓存工位。

全自动上料撕膜技术：在自动上料装置中集成撕膜机构，通过机械臂或专用夹具抓取原材料，同时撕去表面的保护膜或离型纸。撕膜动作与上料动作同步进行，确保原材料在进入生产线前已去除保护膜。

四轴、六轴机器人搬运技术：采用四轴或六轴机器人进行产品的搬运和组装工作，通过编程控制机器人的运动轨迹和动作，实现高精度、高效率的搬运作业。机器人配备视觉系统，能够实时识别产品的位置和姿态，自动调整搬运路径和姿态。

全自动称重技术：在生产线上设置高精度称重传感器，将待测产品放置在传感器上进行称重。开发称重控制程序，自动记录和处理称重数据，实现点胶重量每小时自动点检，确保单次点胶量在规格范围类。

全自动校针技术：设计专用校针设备，通过机械臂或专用夹具固定手表，自动调整指针的位置和角度。采用视觉系统或传感器检测指针的当前位置和目标位置。在换完点胶针头后 CCD 自动校准，补偿不同针头的位置坐标差异，从而实现指针的校准。

高精度组装间隙，角度复检技术：在组装过程中，使用高精度工业相机和图像处理技术，实时检测手表后盖玻璃与表壳之间的间隙和角度。开发复检程序，根据预设的标准和参数，自动判断组装质量是否合格，并进行必要的调整。

保压加热固化技术：采用链条式烤炉或其他加热设备对产品进行加热固化。在加热过程中，通过控制加热温度和时间，确保胶水充分固化。同时，采用保压机构对产品施加一定的压力，保持产品的稳定性和密封性。在固化完成后，通过冷却装置对产品进行冷却处理，确保产品质量。

1.3 技术指标

1.3.1 自动点胶技术

胶水流量控制系统和微位移调整机构达到高精度工业水平，确保胶水施加的准确性和一致性。集成高精度工

业相机和图像处理技术,自动调整点胶头的位置和角度,精准点胶。开发专门的软件控制程序,控制点胶机的运动轨迹和胶水输出量。

1.3.2 在线扫码技术

建立生产信息管理系统,收集并处理扫码数据,实现产品信息的追溯、分析和报表生成。

1.3.3 线体分流技术

集成分流机构与自动化控制系统,自动控制分流机构的动作和时机,根据生产线的布局和产能需求,灵活配置分流机构的数量和位置。

1.3.4 自动上下料技术

设计自动上料装置和自动下料装置,实现原材料和成品的自动上下料。

2 设备分类与功能分析

手表后盖玻璃点胶组装线体是一种高度自动化的生产设备,旨在实现手表后盖玻璃的高效、高质量安装。整个生产过程涵盖了从原材料上料到成品下料的全部步骤,各个设备扮演着至关重要的角色,包括 HSG 上料机、Plasma 清洁、Primer 点胶及复检、静置、玻璃上料、点胶组装与检测、保压、隧道炉加热、取盖板以及最终的下料。该线体通过集成先进的自动化技术和精密的控制系统,确保每个环节都能达到最佳效果,同时显著提高了生产效率和产品一致性。

(1) HSG 上料机

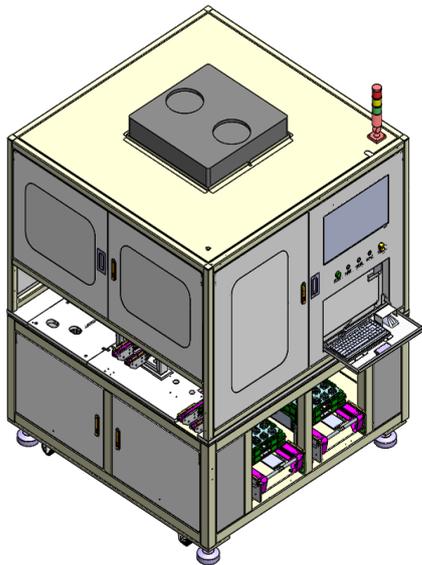


图2 HSG 上料机

如图2为HSG上料机设备,该机台尺寸(长*宽*高mm)1500*1500*1900mm,电压(V):AC220/50Hz,压力(Mpa):0.5,机台重量(KG):1500。自动化上料机负责将手表后盖或玻璃部件从存储区域自动输送到生产线的起始位置。采用真空吸盘或机械夹具,结合高精度伺服电机,确保每次上料位置的一致性和准确性。实现自动化上

料,通过编程控制,实现连续、稳定的上料过程,减少人工干预和人工操作,提高效率和安全性。

(2) HSG Plasma 清洁机

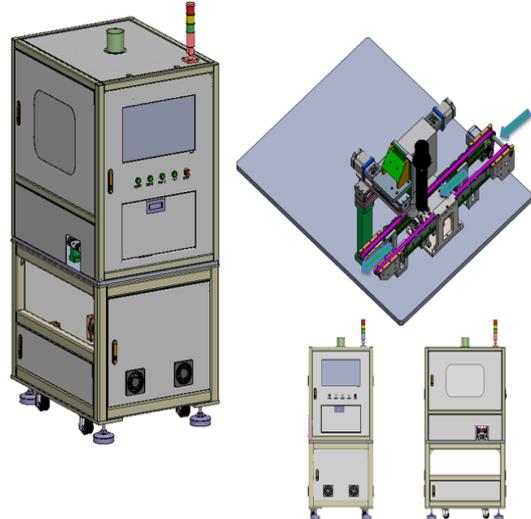


图3 HSG Plasma 清洁设备

如图3为HSG Plasma清洁设备,该机台尺寸(长*宽*高mm):800*1000*1900mm,电压(V):AC220/50Hz,压力(Mpa):0.5,单机台重量(KG):600。该设备使用等离子体对部件表面进行清洁和活化处理,等离子体能够深入微小孔隙,有效激活材料表面,增强胶水的附着力。去除表面污染物并增加润湿性,使用等离子技术对壳体表面进行清洁,去除油脂、灰尘等污染物,提高胶水的粘接效果。设备清洁效果好,无湿法清洗中容易洗坏清洗对象的问题,环保,提高效率。等离子体能够深入微小孔隙,有效激活材料表面,增强胶水的附着力。设备可自动调整等离子体的功率和处理时间,确保清洗效果一致。

(3) HSG Primer 点胶机

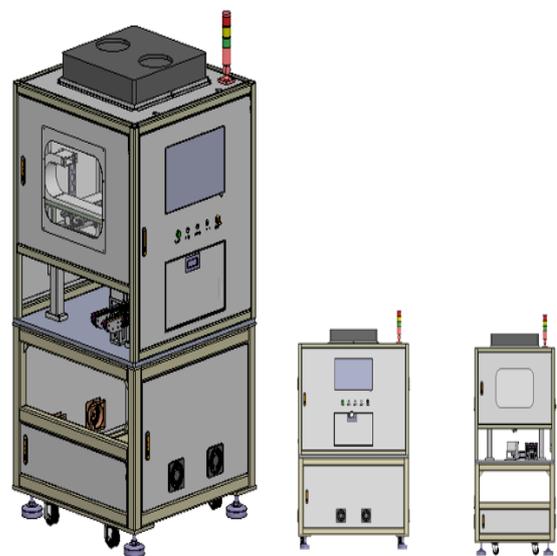


图4 HSG Primer 点胶设备

如图 4 为 HSG Primer 点胶设备，该机台尺寸（长*宽*高 mm）：1400*1000*1900mm，电压（V）：AC220/50Hz，压力（Mpa）：0.5，单机台重量（KG）：800，并且增加 CCD 定位和胶路检测。点胶设备负责将底漆（Primer）精确地涂覆在手表后盖或玻璃的预定位置上，为后续主胶的粘接做准备，增强胶水的粘接性能。并通过视觉检测系统则对点胶质量进行检测。采用高精度喷射技术，确保点胶均匀且无污染。利用高分辨率相机和图像处理算法，自动识别点胶缺陷，确保点胶质量。

(4) 玻璃上料+plasma

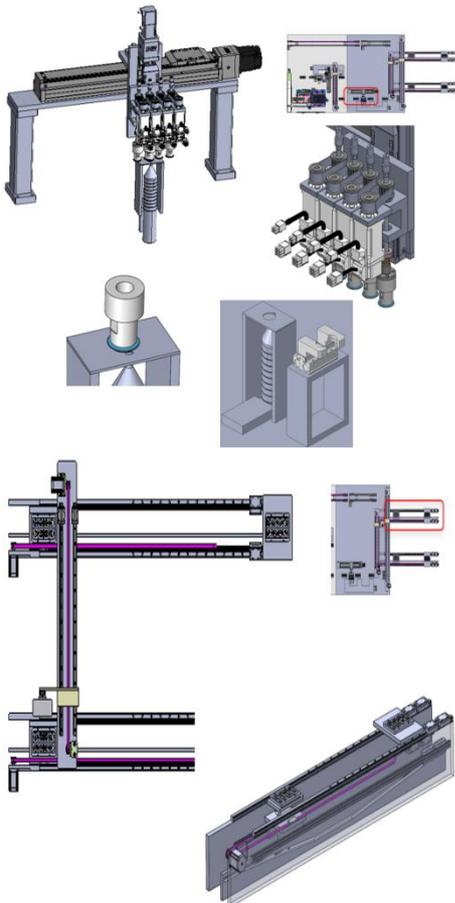


图 5 玻璃上料+plasma

如图 5 为 HSG 玻璃上料+plasma，玻璃 Plasma 清洗流程：真空吸头吸取玻璃产品，移动到 Plasma 上方，下方 Plasma 通过盖板上的小孔清洗玻璃，同时上方玻璃在电机带动下开始旋转，旋转一周完成一件玻璃清洗。玻璃分流模组：2 个玻璃输送平台同步输送，一个平台放料另一个平台同步供料。将手表后盖玻璃从专用料盒中取出，放置到指定位置，准备与壳体组装。类似于 HSG 上料机，专门用于将玻璃部件输送到流水线的相应位置。自动化输送玻璃部件，确保流水线的连续运作。结合视觉定位系统，确保玻璃准确无误地放置到位。采用真空吸盘或机械夹具，确保玻璃在搬运过程中不受损伤。

(5) 点胶组装+检测+保压

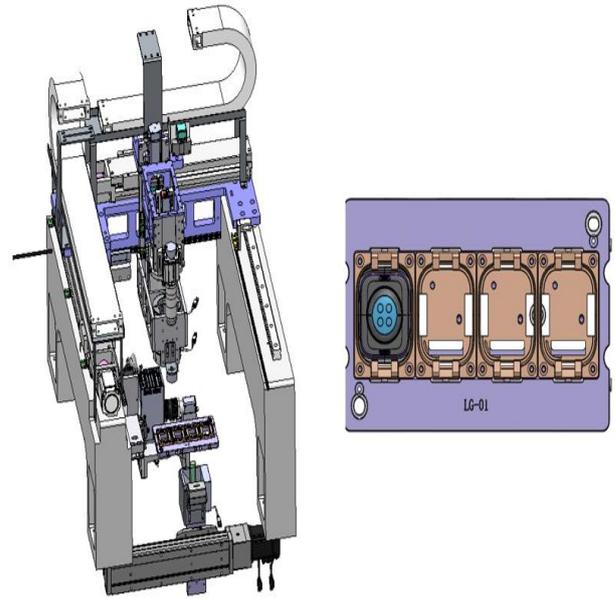


图 6 点胶组装

如图 6 为点胶组装，点胶组装设备负责将胶水精确地涂覆在后盖和玻璃的粘合面上，然后通过组装设备将两者黏合在一起。检测设备用于检测组装质量，保压设备确保粘合部件在固化过程中保持适当的压力。实现点胶、组装、检测和保压的自动化，提高生产效率和产品质量。

(6) HSG 下料机

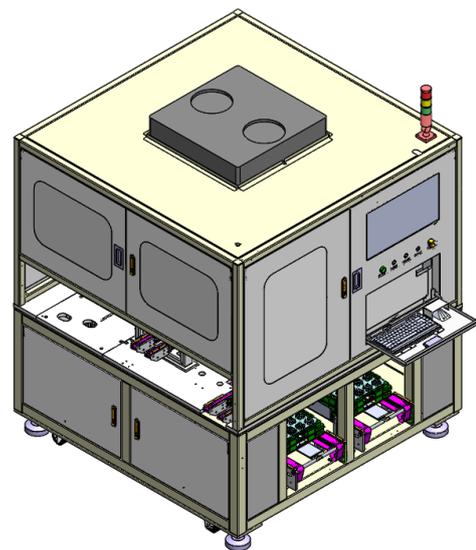


图 7 HSG 下料机

如图 7 为 HSG Primer 点胶设备，该机台尺寸（长*宽*高 mm）：1500*1500*1900mm，电压（V）：AC220/50Hz，压力（Mpa）：0.5，机台重量（KG）：1500。将完成所有工序的手表成品从生产线上取下，放入指定容器或输送带中，准备入库或发货。自动化取件，便于后续的检验、包装和运输。

3 结论

本研究成功开发了一种集成化、自动化的手表后盖玻璃点胶组装线体,通过一系列精密的设备和技术,成功实现了上料、组装、点胶、检测、固化、下料的全流程自动化生产。该线体集成了 HSG 上料机、Plasma 清洁设备、Primer 点胶设备、静置设备、玻璃上料机、点胶组装与检测设备、隧道炉、取盖板设备和 HSG 下料机等关键设备,确保了每一道工序的高效、精准和可靠。该线体达成了自动点胶技术、在线扫码技术、线体分流技术、自动上下料技术等技术指标,不仅显著提升了手表后盖组装的生产效率和产品质量,而且还降低了人工成本和操作误差。未来,随着技术的不断进步,该组装线体有望实现更高的灵活性和自适应能力,以适应多样化的生产需求和市场对个性化、定制化产品的需求。此外,智能化和信息化技术的进一步融合,将推动手表后盖组装线体向更高效、更环保、更智能的方向发展。

4 展望

在手表后盖玻璃点胶组装线体的研发与应用中,未来展望主要集中在以下几个方面:

(1) 智能化发展:随着科技的持续进步,手表组装线体应积极融合当前热门的深度学习和智能算法。通过这些技术,实现生产线的自我学习与优化,从而显著提升生产效率和产品质量。

(2) 多样化发展:自动化点胶组装线体的应用潜力不仅局限于手表后盖玻璃的组装,它还可以拓展至其他行业和领域。例如,智能手机、平板电脑、等精密电子产品的组装,以及医疗器械、汽车零部件等对高精度和高效率有严格要求的制造领域,都可以借助这类自动化线体提升生产效率和产品质量。

(3) 环保与可持续性:环保和可持续性将成为未来手表制造业的重要考量。生产线可以考虑采用更多的环保材料和节能技术,减少废弃物和排放,实现绿色生产。

[参考文献]

[1] 吕环环,张恒,文佳雄,等. 3C 产品加工领域关键技术及应用分析[J]. 世界制造技术与装备市场,2022(2):22-25.
[2] 段青鹏,刘永立,赵乃辉. 电容式触摸屏点胶贴合技术与设备研究[J]. 电子工业专用设备,2014,43(5):19-23.
[3] 王铁. 表面贴装工艺中的点胶路径规划研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2021.
[4] 黄铃,杨丽,钟飞,等. 贵金属手表壳制造工艺过程分析

[J]. 科技与创新,2018(18):97-100.
[5] 廖新明,王永亮. 光学防抖镜头模组 3D 点胶设备[J]. 自动化与信息工程,2020,41(5):38-41.
[6] 漆志亮. 基于机器视觉的点胶机工件定位研究[D]. 南昌:南昌大学,2018.
[7] 马海龙,李庆华,魏涛,等. 机器视觉与点胶技术结合研究现状[J]. 齐鲁工业大学学报,2020,34(1):53-57.
[8] 丁争荣. 高速点胶控制系统研发[D]. 长沙:中南大学,2011.
[9] 周莉. 基于实验室虚拟工作平台的点胶机定位精度的测试[J]. 组合机床与自动化加工技术,2008(7):59-61.
[10] 程方,张曦,张金松. 基于机器视觉的点胶机定位系统[J]. 机械设计与制造,2013(3):101-104.
[11] 刘凌云,罗敏,方凯. 面向粗定位工件的涂胶机器人系统设计与实现[J]. 组合机床与自动化加工技术,2013(1):77-79.
[12] 半导体封装工程师之家. 微电子封装点胶技术的研究进展[EB/OL]. (2023-10-29)[2024-10-11]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/663909528>.
[13] Li H X, Liu J, Chen C P, et. al. A Simple Model-Based Approach for Fluid Dispensing Analysis and Control[J]. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics,2007,12(4):491-503.
[14] 张勤,徐策,徐晨影,等. 超微量点胶方法与实验[J]. 光学精密工程,2013,21(8):2071-2078.
[15] 失效分析. 微电子封装点胶技术的研究进展[EB/OL]. (2022-06-04)[2024-10-11]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/524128682>.
[16] 查广丰. 基于机器视觉的点胶缺陷检测研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2021.
[17] 卢睿. R 棒电感自动点胶组装机设计研究[D]. 西安:西安理工大学,2024.
[18] 邓裕鹏. 一种双阀点胶机视觉系统设计与研究[D]. 成都:西华大学,2022.
[19] 李颖凡,周大富,张艳辉,等. SiP 模组自动点胶贴片技术[J]. 电子工艺技术,2024,45(5):39-42.
[20] 陈丹,刘泉新. 采用 PLC 技术汽车自动清洗设计[J]. 工业控制计算机,2024,37(8):175-176.
作者简介:陈飞宇(1988—),男,广东东莞人,硕士,工程师,研究领域为机械研发制造。

辊压机的热处理工艺对耐磨性的影响分析

高延磊

邢台纳科诺尔精轧科技股份有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要] 辊压机的热处理工艺在提升耐磨性方面具有重要作用。通过对不同热处理工艺参数的优化, 包括淬火温度、回火温度和保温时间, 分析了其对辊压机材料微观结构和硬度的影响。实验结果表明, 适当的热处理可以显著提高材料的硬度和耐磨性, 延长辊压机的使用寿命。特别是在特定的热处理条件下, 形成了细小均匀的硬化相, 提高了材料的抗磨损能力。此外, 通过对比未热处理和热处理后材料的磨损试验, 验证了热处理工艺在实际应用中的显著优势。这一研究为辊压机的耐磨性提升提供了理论依据和实践指导, 促进了设备性能的提高。

[关键词] 辊压机; 热处理; 耐磨性; 微观结构; 硬度

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14333

中图分类号: TP27

文献标识码: A

Analysis of the Influence of Heat Treatment Process of Roller Press on Wear Resistance

GAO Yanlei

Xingtai Naknor Technology Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: The heat treatment process of roller press plays an important role in improving wear resistance. By optimizing different heat treatment process parameters, including quenching temperature, tempering temperature, and holding time, the influence of these parameters on the microstructure and hardness of roller press materials was analyzed. The experimental results show that appropriate heat treatment can significantly improve the hardness and wear resistance of materials, and extend the service life of roller presses. Especially under specific heat treatment conditions, small and uniform hardening phases are formed, which improves the material's wear resistance. In addition, the significant advantages of the heat treatment process in practical applications were verified by comparing the wear tests of untreated and heat-treated materials. This study provides theoretical basis and practical guidance for improving the wear resistance of roller presses, promoting the improvement of equipment performance.

Keywords: roller press machine; heat treatment; wear resistance; microstructure; hardness

引言

辊压机作为现代工业生产中的关键设备, 其耐磨性直接影响着生产效率和设备寿命。随着工业技术的发展, 对辊压机材料性能的要求愈发严格, 传统的耐磨材料已难以满足高强度和高耐磨性的需求。热处理工艺作为提升材料性能的重要手段, 近年来受到广泛关注。通过合理的热处理, 能够显著改善辊压机的微观结构与硬度, 进而提高耐磨性。探索不同热处理工艺的效果, 不仅有助于延长设备使用寿命, 也为相关行业的技术进步提供了新的思路和方法。深入研究热处理工艺与材料性能之间的关系, 将为辊压机的优化设计和应用提供重要支持。

1 辊压机的工作原理与材料要求

辊压机是一种通过压力加工物料的设备, 广泛应用于冶金、矿山、建材等行业。其主要工作原理是利用一对或多对辊子, 借助机械力对物料施加压缩和变形作用。辊压机的设计不仅需要考虑工作原理的合理性, 还需对辊子的材料性能提出较高要求, 以确保在高压和摩擦环境下的稳定性和耐用性。

在辊压机的工作过程中, 物料在辊子的夹缝中受到挤压和拉伸, 形成粉碎或压制的效果。辊子的旋转速度、压缩比及物料的流动性等因素都会直接影响最终产品的质

量与效率。因此, 辊压机的设计需要精准计算, 以确保在最佳工作条件下运行。如图 1 所示。

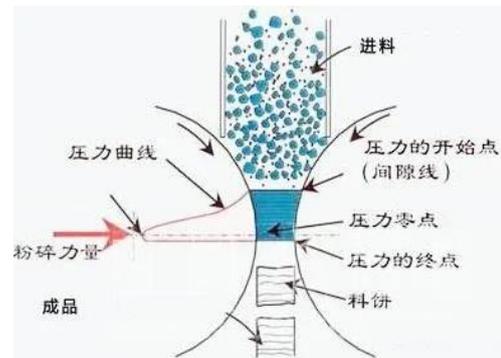


图 1 辊压机的工作

辊子的材料选择至关重要, 通常需要具备高强度、高韧性和良好的耐磨性。这是因为辊子在工作时不仅要承受高强度的压缩力, 还需要抵抗因物料摩擦产生的磨损。常用的材料包括合金钢、高锰钢和耐磨铸铁等, 这些材料经过特殊的热处理工艺, 可以显著提高其硬度和耐磨性。

除了材料本身的特性, 辊子的表面处理也是提高耐磨性的重要措施。常见的表面处理方法包括热处理、表面硬

化和涂层技术。热处理通过调节材料的微观结构,使其获得更高的硬度和韧性,能够有效延长辊子的使用寿命。表面硬化技术则通过增加表面硬度,进一步提升耐磨性能。

在实际应用中,辊压机的性能表现与所选材料的热处理工艺密切相关。不同的热处理工艺参数,如淬火温度、回火温度和保温时间,都会对辊子的微观结构及其硬度产生显著影响。例如,适当的淬火可以形成细小的硬化相,而回火则可以降低脆性,增加韧性,从而平衡材料的强度与韧性。

综上所述,辊压机的工作原理与材料要求相辅相成。合理的设计与高性能材料的结合,能够显著提高辊压机的效率和耐磨性,确保其在工业生产中的稳定运行。随着技术的不断进步,探索新的材料与处理工艺,将为辊压机的应用带来更多可能性,推动相关行业的进一步发展。

2 热处理工艺概述及其在辊压机中的应用

热处理工艺是一种通过加热和冷却操作来改变材料的微观结构和性能的技术,广泛应用于金属材料的加工。针对辊压机的使用需求,热处理工艺不仅能够显著提高材料的硬度与耐磨性,还能改善其抗疲劳性和抗裂性,从而有效延长辊子的使用寿命。

热处理的基本步骤包括加热、保温和冷却。加热过程通常将材料加热到一定温度,促使其内部结构发生变化。常见的热处理方法有淬火、回火、退火和正火等。其中,淬火是将金属材料加热到高于其临界温度后迅速冷却,以形成硬度较高的马氏体结构。这一过程能够大幅提升材料的硬度,但同时也可能导致脆性增加。为了降低脆性,通常需要进行回火处理。回火是在淬火后将材料加热到较低的温度,并保持一定时间,以调节材料的硬度和韧性,达到最佳的综合性能。

在辊压机中,辊子的材料一般需经过精确的热处理,以满足其在高压工作环境下的性能要求。例如,采用高锰钢作为辊子材料时,淬火和回火工艺的合理运用能够使其在抵抗磨损的同时,保持良好的韧性。高锰钢在淬火后表面形成硬化层,有效提升耐磨性,而回火则有助于降低其内应力,避免在长期高压作用下发生裂纹。

此外,热处理工艺的参数设置对辊子的性能有着重要影响。不同的淬火温度和冷却介质(如油、空气或水)会导致辊子材料形成不同的组织结构,进而影响其硬度和耐磨性。例如,采用油淬火能够获得较高的硬度,同时降低裂纹的风险。针对具体的辊压机应用,需要进行多次实验,以确定最优的热处理参数。

在实际应用中,随着辊压机技术的不断发展,热处理工艺也在不断改进和创新。新型的热处理技术,如感应加热和激光热处理,逐渐应用于辊子表面的强化处理。这些技术能够实现局部加热,使得辊子表面形成高硬度层,而内部保持相对较低的硬度,从而达到最佳的耐磨性与韧性平衡。

3 热处理参数对辊压机耐磨性的影响

热处理参数对辊压机耐磨性的影响至关重要,关键在

于控制淬火温度、回火温度和保温时间等因素。这些参数的合理设置直接决定了辊子材料的微观结构和性能,进而影响其耐磨性和使用寿命。

淬火温度是热处理过程中的一个重要参数。不同材料有不同的临界淬火温度,超出这一温度时,材料的晶体结构会发生相变。对于高锰钢等常用辊子材料,通常在1000~1200℃之间进行淬火。当淬火温度过低时,材料可能无法形成足够的马氏体结构,导致硬度不足;而过高的淬火温度则可能造成组织粗大,增加脆性。实验研究表明,适中的淬火温度能够有效提升辊子的硬度和耐磨性。

冷却介质的选择对淬火效果也有重要影响。常见的冷却介质包括水、油和空气。水淬火具有较快的冷却速度,能够在短时间内形成高硬度的马氏体结构,但也可能导致较大的内应力,增加裂纹风险。相比之下,油淬火虽冷却速度较慢,但能有效减小内应力,使材料韧性更好。因此,选择合适的冷却介质对于提高辊压机耐磨性至关重要。

回火温度同样对辊子的性能有显著影响。回火过程是在淬火后将材料加热至一定温度并保持一段时间,以调节其硬度和韧性。通常,回火温度在200~600℃之间,较高的回火温度能够显著降低材料的脆性,增加其韧性,适合用于承受冲击载荷的辊子。适当的回火处理可以在保持足够硬度的同时,提高耐磨性,延长使用寿命。

保温时间也是影响热处理效果的重要因素。过短的保温时间可能导致材料未能充分相变,而过长则可能引起硬度下降。针对辊压机的具体应用,需通过实验确定最佳保温时间,以确保材料内部组织均匀,达到理想的耐磨性。此外,热处理工艺的重复性和稳定性也是确保辊压机耐磨性的关键。生产过程中,工艺参数的一致性和控制的精确性直接影响辊子材料的性能。因此,定期对热处理设备进行校准和维护,确保各项参数稳定,是提高辊压机整体耐磨性的重要保障。

4 微观结构分析及其对性能的影响

微观结构分析在材料科学中扮演着重要角色,尤其对于辊压机的耐磨性和整体性能具有直接影响。辊子材料的微观结构决定了其物理和机械性质,因此深入理解其微观结构变化对提升辊压机性能至关重要。

辊子材料在热处理过程中,微观结构会发生显著变化。例如,淬火后,钢材内部会形成不同的相,如马氏体、贝氏体和珠光体等。马氏体是一种具有高硬度和强度的相,但其脆性较大,因此在实际应用中,需要通过后续的回火处理来优化其性能。回火过程中,马氏体会转变为较为稳定的贝氏体或珠光体,同时降低其硬度,增加韧性,从而改善辊子的耐磨性和抗裂性。

在微观结构分析中,金相显微镜和扫描电子显微镜(SEM)等技术被广泛应用于观察材料的相组成和组织特征。通过观察辊子的断口形貌和组织特征,可以获得材料在高温高压条件下的实际性能表现。例如,细小均匀的硬化相能够有效增强材料的耐磨性,而粗大或不均匀的组织

则可能导致早期磨损和失效。

材料的晶粒尺寸也是影响耐磨性的重要因素。一般来说，晶粒越小，材料的强度和韧性越高，因此在热处理过程中，通过调节冷却速率和保温时间，可以实现对晶粒尺寸的控制。细小的晶粒结构能够在摩擦和磨损过程中更好地分散应力，从而提高耐磨性。

微观结构的变化还会影响辊子的疲劳强度和抗冲击性能。在高应力环境下，材料的微观缺陷，如夹杂物、气孔和裂纹，可能成为失效的起点。通过对微观结构进行分析，可以识别出潜在的缺陷并采取相应的优化措施。例如，通过改进熔炼和铸造工艺，可以减少夹杂物，提高材料的整体质量。此外，热处理后形成的残余应力也对辊子的性能有重要影响。残余应力可分为压应力和拉应力，压应力有助于提高耐磨性，而拉应力则可能导致材料的开裂和疲劳失效。因此，通过合理设计热处理工艺，优化冷却速度，可以有效控制残余应力的分布，提升辊子的可靠性。

综上所述，微观结构分析是理解辊子材料性能的关键。通过热处理优化微观结构，能够显著提高辊压机的耐磨性和整体性能。未来，随着材料科学技术的不断发展，更先进的分析手段和处理工艺将为辊压机的设计与制造提供更多支持，推动其在工业应用中的广泛使用。

5 热处理工艺优化与辊压机性能提升的案例研究

热处理工艺优化在辊压机性能提升中起着关键作用，通过案例研究，可以直观地了解不同热处理参数对辊子性能的影响。以下案例展示了通过优化热处理工艺，成功提升辊压机耐磨性的实际应用。

某制造企业对其辊压机的辊子材料进行了热处理工艺的改进。最初使用的热处理方案为标准淬火和回火工艺，淬火温度为 1050℃，回火温度为 500℃，保温时间均为 1 小时。经过实际测试，发现该工艺生产的辊子在使用过程中出现较快的磨损，导致生产效率降低，增加了维护成本。为了解决这一问题，企业决定对热处理工艺进行优化。

在优化过程中，首先对淬火温度进行了调整，采用了 1100℃ 的淬火温度，结合油淬火，以减少材料内部的裂纹风险。此时，通过实验确定回火温度为 550℃，保温时间保持在 1 小时。如表 1 所示。

表 1 最终的热处理参数

热处理参数	优化前	优化后
淬火温度	1050℃	1100℃
冷却介质	水	油
回火温度	500℃	550℃
保温时间	1 小时	1 小时

经过这些调整后，对辊子进行了微观结构分析，结果显示，优化后的辊子表面形成了均匀细小的硬化层，内部则维持了较高的韧性。这一微观结构的改善直接提升了辊

子的耐磨性。经过实验测试，优化后的辊子在磨损试验中表现出明显的优势，其耐磨性提高了约 30%。此外，使用寿命也延长至原来的 1.5 倍，维护频率大幅降低，生产效率得到了显著提升。

具体数据表明，优化后辊子的硬度达到了 HRC58，而优化前为 HRC54。同时，通过疲劳测试，优化后的辊子在循环负荷下的疲劳寿命提升了 25%。这种性能提升不仅降低了材料的更换频率，也减少了停机维护时间，为企业节省了显著的成本。

为了进一步验证优化工艺的有效性，企业还将优化后的辊子应用于不同类型的生产线。在不同的生产环境下，优化后的辊子均表现出良好的耐磨性和稳定性，生产过程中几乎没有出现因磨损导致的停机问题。这样的成功案例证明了热处理工艺优化在提升辊压机性能中的重要性。

综上所述，通过对热处理工艺的优化，企业成功提升了辊压机的性能，显著提高了耐磨性和使用寿命。这一案例不仅为相关企业提供了参考，也为辊压机的设计与改进提供了重要的理论依据。未来，随着技术的不断进步，持续优化热处理工艺将为辊压机行业的发展带来更多可能性。

6 结语

辊压机的耐磨性是确保其在高强度工业环境中高效运行的关键。通过对热处理工艺的深入研究，明确了淬火温度、冷却介质、回火温度和保温时间等参数对辊子材料性能的显著影响。优化热处理工艺不仅能显著提高辊子的硬度和耐磨性，还能改善其韧性和抗疲劳性能，从而延长使用寿命。微观结构分析进一步揭示了不同工艺对材料内部组织的作用，为辊压机的设计和应用提供了重要依据。通过具体案例的研究，证明了优化热处理工艺在提升辊压机性能方面的有效性。未来，随着材料科技的不断进步，针对辊压机的热处理工艺将更加精细化，为相关工业领域的高效生产提供更强支持。

[参考文献]

- [1] 宋玉冰, 史宇麟, 姬立功. 辊压机整体锻造挤压辊锻造工艺研究[J]. 矿山机械, 2007(7): 17-19.
 - [2] 石丽艳, 张雅春, 张新生. 辊压机辊面堆焊修复技术的探讨与应用[J]. 矿山机械, 2007(1): 35-36.
 - [3] 徐星. 轧辊、辊压机及模具钢的表面激光熔覆研究[D]. 湖北: 武汉科技大学, 2012.
 - [4] 滕凤明. 水泥辊压机磨辊表面形态设计及其耐磨性与破碎性研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2014.
- 作者简介: 高延磊 (1995—), 男, 民族: 汉, 籍贯: 河北省邢台市平乡县八辛庄村 050 号, 现职称: 初级工程师 (机械工程师), 2017 年 7 月毕业于河北农业大学、农业机械及其自动化专业, 最高学历: 本科, 现在邢台纳科诺尔公司从事新品研发工作。

高水位承压含水层抽水试验研讨

刘春华 张涛 袁小刚

湖北建艺岩土工程勘察设计有限公司, 湖北 荆州 434000

[摘要]荆州开发区地层中下部为砾砂层和卵石层, 为区域承压含水层, 渗透性强, 水位很高, 且与长江水补给关系密切。本篇文章介绍了荆州开发区某工程勘察项目抽水试验案例。并通过全方位、多角度的对比分析, 论证了本次试验成果的有效性、可靠性, 较准确获得了场地含水层综合渗透系数及其它水文地质参数。此外, 通过与荆州其它抽水试验项目进行分析对比, 提出了承压含水层抽水试验地方经验的一些新见解。

[关键词]承压含水层; 抽水试验; 综合渗透系数

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14344

中图分类号: TU463

文献标识码: A

Discussion on Pumping Test of High Water Level Confined Aquifer

LIU Chunhua, ZHANG Tao, YUAN Xiaogang

Hubei Jianyi Geotechnical Engineering Survey and Design Co., Ltd., Jingzhou, Hubei, 434000, China

Abstract: The middle and lower parts of the strata in Jingzhou Development Zone are composed of gravel sand layers and pebble layers, which are regional confined aquifers with strong permeability and high water levels, and are closely related to the recharge of the Yangtze River. This article introduces a pumping test case of a survey project in Jingzhou Development Zone. Through comprehensive and multi angle comparative analysis, the effectiveness and reliability of the experimental results were demonstrated, and the comprehensive permeability coefficient and other hydrogeological parameters of the site's aquifer were accurately obtained. In addition, by analyzing and comparing with other pumping test projects in Jingzhou, some new insights on local experience in pumping tests for confined aquifers have been proposed.

Keywords: confined aquifer; pumping test; comprehensive permeability coefficient

引言

荆州开发区, 属长江北岸一级阶地地貌单元, 地势相对平坦, 为典型的二元地层结构。其地表填土层相对较薄, 堆积年限短, 粘性土层厚度一般在 10m 左右。其中浅部 6m 深度范围内成分相对较单一, 渗透系数很小, 为相对隔水层; 6~10m 深度范围内则多为粉质黏土与粉土、粉砂互层, 具弱渗透性; 粘性土下面为砂层、圆砾和卵石层, 为区域承压含水层, 渗透性强, 水位高, 该承压水头丰水期高至地表下 0.5~1.5m 左右, 且与长江水补给关系密切。荆州开发区地下室多为一层地下室, 基坑开挖深度在 5.0m 左右, 开挖后基底隔水层厚度不够, 不足以抵抗高承压水头压力而存在产生突涌的可能性, 故荆州开发区基坑开挖一般需要采取降水、隔水措施。

荆州开发区砂层的渗透系数较小, 经验值为 3~5m/d, 砂层与深部砾卵石层实为同一含水层, 补给性很强, 按此参数进行基坑降水设计施工, 难以降低承压水头, 降水效果较差。而单一砾卵石层渗透系数相对较大, 经验值为 13~15m/d, 单纯于砾卵石层中抽取地下水以降低承压水头, 虽然降水效果很明显, 但设计井深大, 降水井偏多, 施工难度大, 对环境影响很大, 经济效益差。开发区基坑降水实为抽取砂砾卵石层同一含水层的承压水。因此如何对场地砂、砾卵石含水层综合渗透系数进行合理取值成为

开发区基坑降水设计施工成功的关键。

我单位近期完成的一勘察项目, 考虑其基坑开挖深度与规模, 在该项目抽水试验中采用了“稳定流多孔抽水试验”的方案, 以求获得相对准确的砂、砾卵石含水层综合渗透系数及其他有关水文地质参数, 达到指导基坑降排水设计施工的目的。

1 项目案例介绍

1.1 项目工程地质与水文地质概况

1.1.1 项目地质概况及地形、地貌

表 1 岩土层的分布及主要特征一览表

层号及土名	颜色	状态	层厚 (m)
①素填土	褐色	松散	0.7~3.6
②粉土	黄褐色	稍密	0.6~3.4
③淤泥质粉质粘土	灰黑色	流塑	0.5~2.1
④粉质粘土	黄褐-灰褐色	软塑	2.0~5.3
⑤粉质粘土夹粉土	黄褐色	可塑	0.8~3.8
⑥粉砂夹粉土	黄褐-灰褐色	松散	0.5~6.3
⑦细砂	灰色	中密	0.5~4.6
⑧圆砾	杂色	稍密	8.8~15.0
⑨卵石	杂色	中密	最大揭露厚度

场地属长江北岸一级阶地地貌单元, 勘察期间, 场地

原始地形为荒地。勘察期间实测勘探孔地面高程 28.8~30.2m, 场地整体地势较平坦。根据钻探、孔内原位测试和土工试验等多种方法和手段, 将勘察深度范围内的岩土体分为 9 层, 各土层的分布、结构特征见表 1。

1.1.2 地下水类型及埋藏条件

(1) 上层滞水

上层滞水为包气带局部隔水层粉质粘土之上集聚的重力水, 表层填土中粉质粘土具毛细水, 湿润地区毛细上升高度为 1.5m 左右, 二者混合赋存于①层素填土层中。接受大气降水及地表水补给, 并易达到饱和, 入渗补给强度较差, 通过蒸发排泄。水量有限且不稳定。勘察期间实测其水位埋深为 0.30~0.90m。

(2) 承压水

承压水赋存于深部的⑦层细砂、⑧层圆砾及⑨层卵石层中, 其水位及水量主要接受临区含水层及长江侧向补给, 径流条件下部优于上部。因与区域承压含水层连通, 水量丰富, 其水头呈年周期性变化, 主要受季节影响, 且随长江水位变化而变化, 勘察时测得承压水水位埋深为 0.80~2.20m。

1.2 抽水试验方案

1.2.1 抽水试验过程

本次试验共进行三次降深, 降深按从小到大的顺序。整个试验过程及抽水时间要求均严格按照《供水水文地质勘察规范》(GB50027-2001) 实施。对水位降深、稳定持续时间及流量分别观测。观测时间间隔先密后疏, 直至稳定。抽水终止后, 再次观测恢复水位, 观测时间先密后疏, 直至恢复。

1.2.2 抽水试验井结构

本次试验于场地范围内沿垂直地下水流向布置两口抽水试验井, 一口为观测井, 一口为抽水井, 观测井与抽水井的距离为 50.4m。

试验中, 两试验井结构完全一致, 抽水井井深为 29.5m。

水井成孔直径为 $\phi 600\text{mm}$, 井管直径为 $\phi 219\text{mm}$, 抽水

管直径为 $\phi 80\text{mm}$, 深井泵放置深度 22.0m, 涌水量计量采用水表 DN80。

井结构: 地面以下 0~11.0m 深度为实管, 11.0~27.0m 深度为滤水管, 27.0~29.5m 为沉淀管。其中井管高出自然地面约 30cm。

井管材料: 井管采用钢管 $\phi 219 \times 6.0\text{mm}$, 实管与滤管采用相同材料。其中滤管段侧壁钻孔, 孔径 18mm, 孔距 5cm, 滤管外包缠 12 目钢丝网一层, 60 目尼龙网三层。

填料: 井管与井孔孔壁之间 0~10.5m 深度段填黏土球; 10.5~29.5m 深度段填滤料。黏土球为直径 20~40mm, 滤料为 $\phi 1\sim 3\text{mm}$ 的圆砾。

过滤器紧接隔水层顶板, 本次抽水试验井为承压非完整井。

1.3 试验结果

1.3.1 试验成果曲线

从第 1 落程到第 2 落程, 抽水井降深较明显, 降深差值为 3.5m, 观测井降深差值为 0.23m, 抽水量明显增大; 从第 2 落程到第 3 落程, 抽水井降深减缓, 降深差值为 0.6m, 观测井降深差值为 0.07m, 抽水量进一步增大, 如下图 1 所示。

从 Q-S 曲线可知, 出水量随着降深的增加持续增大, 近似线性关系, 表明抽水含水层的渗透性、补给条件好, 出水量较大, 如下图 2 所示。

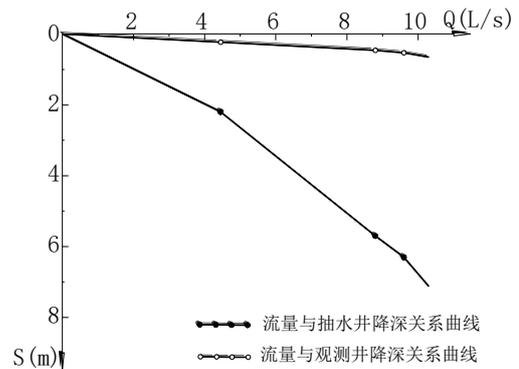


图 2 Q-S 曲线

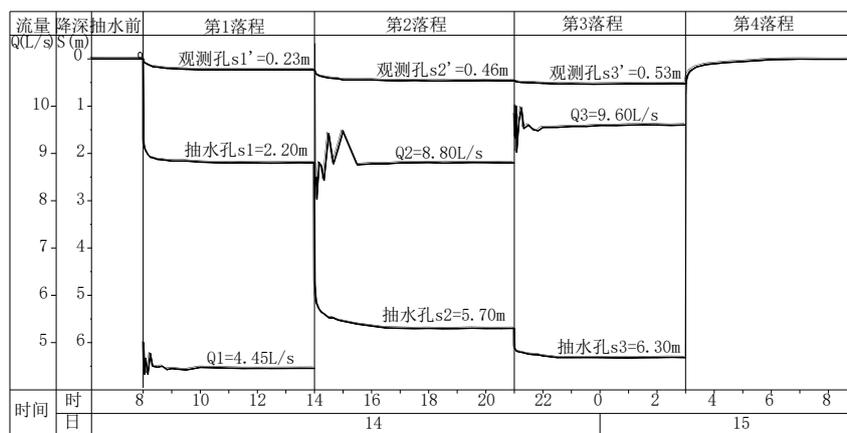


图 1 Q-t 与 S-t 曲线

1.3.2 水文地质参数计算

1.3.2.1 影响半径 R

根据计算公式 $R=10 \cdot S \cdot K^{0.5}$ ，当本工程中降深达最大值时，所得 $R=189.0\text{m}$ 。依据地方经验，抽水影响半径一般为 $180\sim 300\text{m}$ ，为方便计算，抽水影响半径取 200m 。

1.3.2.2 综合渗透系数 K

根据过滤器长度和过滤器设置位置选用与之相匹配的计算公式，据此综合渗透系数 K 计算式采用《水文地质手册》式 8-1-22：

$$K = \frac{0.16Q \left[\ln \frac{r_1}{r_w} + 0.5(\xi_0 - \xi_1) \right]}{m(S_w - S_1)}$$

计算结果： $K_1=10.7\text{m/d}$ ； $K_2=7.9\text{m/d}$ ； $K_3=8.1\text{m/d}$ 。
 $K=(K_1+K_2+K_3)/3=8.9\text{m/d}$ 。

2 试验结果分析研讨

2.1 试验结果复核

(1) 计算公式选取检查及参数复核

根据区域成果资料和荆州长江大桥岩土工程勘察结论，卵石层覆盖厚度近百米，故本工程中对场地含水层厚度 m 值参照以上研究成果取 $m=100\text{m}$ 。

本次抽水试验井为承压非完整井，过滤器紧接隔水层顶板，且过滤器长度小于含水层厚度的 $1/3$ （过滤段长度为 16.0m ），本次试验中抽水井结构设置的具体情况与试验所选取计算公式的适用条件相符。

(2) 试验曲线检查

根据《工程地质手册》图 9-3-5，本工程试验曲线（图 2）是较为典型的渗透性强、补给条件好，出水量大的含水层抽水试验曲线。

(3) 试验结果离散性分析

根据试验成果曲线，对三次降深计算各自的渗透系数，分别为：

$$K_1 = 10.7\text{m/d}, K_2 = 7.9\text{m/d}, K_3 = 8.1\text{m/d};$$

$$K=(K_1+K_2+K_3)/3=8.9\text{m/d}.$$

其极差变异性为： $(10.7-8.9)/8.9=20.2\%$ ； $(8.9-7.9)/8.9=11.2\%$ 。

根据以上统计结果，三次降深所得综合渗透系数最大极差为 20.2% ，极差不超过平均值的 30% ，试验结果的变异性满足相关规范要求。

2.2 与其他项目抽水试验的分析对比

我公司在神华 6#楼项目中，试验所得场地含水层综合渗透系数为 14.6m/d ，而在顺驰太阳城人防项目中，试验所得场地含水层综合渗透系数为 11.2m/d 。本次试验所得场地含水层综合渗透系数为 8.9m/d ，其值要稍小于以上两个项目，为便于比较分析，列表如下：

比较分析发现，本次试验与神华 6#楼项目的差异，主要是由于距长江补给源的距离不同，所处水力梯度差别

较大，而本次试验与顺驰太阳城人防项目的差异则主要是由于场地含水层结构组成的不同。这就说明，场地含水层综合渗透系数的大小，不仅与场地工程地质条件有关，而且与地下水的水力梯度也有密切的关系。根据以上对比分析的结论，建议在本场地基坑降水设计中，根据卵石层层顶埋深变化情况，合理调整相邻井孔距离及井深，对卵石层分布较浅地段建议适度加密降水井。

表 2 不同项目抽水试验的对比分析

类别	与长江补给源距离	含水层厚度			综合渗透系数 (m/d)
		区域经	砂层深度范围	卵石层深	
本项目	5800m	100m	8.0~11.0m	17.0m 以	8.9
神华	不足 300m	100m	15.5~24.0m	24.0m 以	14.6
顺驰太	2000m	100m	10.0~13.0m	13.0m 以	11.2

此外，由于在荆州开发区地下室多为单层地下室，基坑开挖深度有限，因而地下水水位降低值要求不大，所以尽管在本地区场地含水层厚度近百米，但降深影响深度范围亦有限，故真正对工程有实际意义的场地含水层综合渗透系数，实为井管范围及降深影响深度范围地层的综合渗透系数。即井深的差异，对试验所得渗透系数值也会有间接的影响。

2.3 利用地方经验参数检验

(1) 十字交叉相乘法核算

本次抽水试验花管总长 16.0m ，其中位于细砂层中过滤段长度为 7.0m ，位于卵石层中过滤段长度为 9.0m ，在地层单层结构均匀性较好的前提下，根据花管在砂层和卵石层中的比例分配，采用十字交叉相乘法，对本次抽水井试验深度范围内砂、卵石层承压含水层综合渗透系数 K 可能的分布范围进行估算：

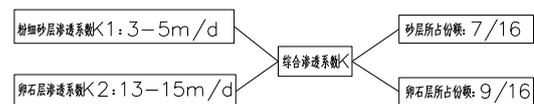


图 3 十字交叉相乘法

据此，得计算式如下：

$$\frac{K-K_1}{K_2-K} = \frac{7/16}{9/16}$$

计算结果为 K 值范围在 $7.4\sim 9.4$ 之间。

本次试验所得综合渗透系数为 $K=8.9 \in (7.4\sim 9.4)$ 。因此可判定本次试验结果是较准确的。

(2) 地方经验判断

根据《荆州市建筑工程勘察技术规定》第二章第四节地下水相关部分：“根据荆州市中心城区水文地质长期观测及研究资料认定：用于二、三级基坑的降水设计时，中下部砂、卵石含水层（组）的渗透系数 K 可按经验取值：粉、细砂层 $3\sim 5\text{m/d}$ ，卵石层 $13\sim 15\text{m/d}$ ”。

本工程实测抽水井井深范围内砂、卵石的综合渗透系数 $K=8.9\text{m/d}$ 位于地方经验值范围内。

本次试验参数与地方经验值差异性原因分析：本项目

卵石层间充填细砂,局部地段层间细砂含量较高,该层于勘察场区内均有分布。故综合渗透系数应高于纯砂层渗透系数、低于纯卵石层渗透系数,而试验结果进一步验证了本次抽水试验的可靠性。

3 结语

通过以上的比较分析,让我们对荆州开发区抽水试验及含水层渗透系数,有了新的认识:

(1) 场地综合渗透系数的大小,与场地水力梯度范围、场地所处的水力补给环境等有关,并且与试验所采用的井结构也有间接关系。所以在荆州开发区,只有在场地属同一水文地质单元,水文地质条件类似的邻近工程中,才可以引用抽水试验成果资料。

(2) 在荆州开发区,对渗透性系数虽然已有成熟的经验性结论,但对含水层综合渗透系数,仍应通过现场抽

水试验实测获得,且推荐使用稳定流多孔抽水试验。

(3) 在条件允许时,抽水试验不仅应提供影响半径及场地含水层综合渗透系数等水文地质参数,尚应对基坑降水设计中的井结构设置、井深及最大涌水量等提供具体的合理建议。

[参考文献]

- [1] 《建筑基坑支护技术规程》[Z]. JGJ 120-2012.
 - [2] 《水文地质手册》[Z]. 第二版 地质出版社出版.
 - [3] 《荆州市建筑工程勘察设计技术规定》[Z].
 - [4] 《供水水文地质勘察规范》[Z]. GB50027-2001.
 - [5] 《基坑工程技术规程》[Z]. DB42/159-2012.
 - [6] 《工程地质手册》[Z]. 第五版 中国建筑工业出版社.
- 作者简介:刘春华(1987—),男,湖南新化人,汉族,硕士研究生学历,工程师,研究方向为岩土工程勘察设计。

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

