

主管：云南省科学技术协会  
主办：云南奥秘画报社有限公司  
编辑委员会：(按姓氏笔画为序)  
马成勋 卢 骏 刘 杨 陈贵楚  
陈 洋 李 鹏 杨 璐 张 乐  
莫德姣 夏文龙 韩梦泽 蔡 鹏  
社长、总编：万江心  
社长助理：秦 强  
编辑部主任：张琳玲  
编辑：周 罍 官慧琪 吴彩云  
美术编辑：王 敏  
运营：李瑞鹏  
外联：张娅玲

编辑出版：《科海故事博览》编辑部  
地址：云南省昆明市坤盛路 66 号  
邮编：650228  
编辑部电话：0871-64113353 64102865  
电子邮箱：khgsblzz@163.com  
网址：http://www.khbl.net

国际标准连续出版物号：ISSN 2097-3365  
国内统一连续出版物号：CN 53-1103/N  
广告经营许可证：5300004000063  
运营总代理：云南华泽文化传播有限公司  
印刷单位：昆明滇印彩印有限责任公司  
出版日期：2024 年 3 月 5 日  
邮发代号：64-72  
定价：15 元

## 版权声明：

稿件凡经本刊采用，如作者无版权特殊声明，即视作该文署名作者同意将该文章著作权中的汇编权、印刷版和电子版（包括光盘版和网络版等）的复制权、发行权、翻译权、信息网络传播权的专有使用权授予《科海故事博览》编辑部，同时授权《科海故事博览》编辑部独家代理许可第三方使用上述权利。未经本刊许可，任何单位或个人不得再授权他人以任何形式汇编、转载、出版该文章的任何部分。

## 科技博览

- 001 嵌入式计算机软件测试关键技术研究  
..... 李流丽
- 004 PLC 技术模式下的自动化系统集成设计与实现  
..... 李 翔
- 007 护士助手机器人多传感器数据融合定位导航系统研究  
..... 陈再胜 王颜霞
- 010 大断面隧道开挖对相邻既有隧道稳定性影响的数值分析  
..... 李旺林 郭浩宇
- 013 广联达（GMA）算量在市政工程计量中的准确性与效率分析  
..... 刘 含

## 智能科技

- 016 基于物联网的电网数字化管理  
..... 黄 侠 刘 波
- 019 面向智能制造的化工设备 PLC 应用技术创新  
..... 张 悦
- 022 基于区块链的医院网络安全框架设计与实现  
..... 于翠梅
- 025 电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用分析  
..... 孙 宇
- 028 电力系统及其自动化技术在供配电系统中的应用研究  
..... 黄钟庆

## 工业技术

- 031 地质实验测试技术应用研究  
..... 谷苗苗
- 034 上行式移动模架施工技术研究  
..... 冯扬芄
- 037 深基坑降水技术在建筑工程中的应用分析  
..... 冷振兴 刘 明
- 040 市政排水管道深基坑开挖支护施工技术探析  
..... 韦裔昌

# 目录 Contents

- 043 建筑工程大体积混凝土施工技术应用探析..... 刘传根  
046 高层建筑工程施工中桩基础施工技术探讨..... 郑丽萍

## 环境科学

- 049 环保型城市交通工程施工技术与应用..... 王林涛 王恩波  
052 臭氧技术在给排水污水处理中的应用分析..... 张扬琳  
055 城市水污染控制与水环境保护综合整治措施..... 汪素珍  
058 陡倾角地层煤层气地震勘探方案优化与应用探析..... 刘成立  
061 测绘地理信息技术在矿山地质勘查工作中的应用发展..... 满乘佑

## 科创产业

- 064 新能源光伏电站安全技术应用研究..... 彭少卫 葛全  
067 高层建筑结构与抗震性能优化..... 伊永波 刘岩  
070 基于给排水管道工程的造价管理研究..... 赵品诚  
073 煤矿企业降本增效管控措施思考与实践..... 苗慧娜  
076 煤矿机电设备运行状态大数据管理平台设计..... 刘艳秋

## 管理科学

- 079 建设工程施工现场的变更签证管理..... 刘松  
082 信息化技术在水利工程管理中的运用..... 杨屹  
085 高速公路沥青路面施工技术与质量控制..... 余沛东 戚梦佳 王宇洋 董玘玘 姚俊凯  
088 以计划为导向的电力工程全生命周期管理研究..... 肖波  
091 电气工程及其自动化的质量控制与安全管理探讨..... 庞来君  
094 煤矿综采工作面机电设备故障与精细化管理问题研究..... 蔡松

## 科教文化

- 097 水轮发电机组安装中的问题与措施..... 宋成  
100 电力工程技术问题和施工安全研究..... 李基萍  
103 35kV 变电站接地变压器故障烧损事故分析..... 胡越 陈嘉豪  
106 关于 DA20-C1 飞机电源系统介绍及故障分析..... 洪常军  
109 CT 机等放射影像设备的故障分析与养护探究..... 刘昌明

## 科学论坛

- 112 公路桥梁施工中的沥青路面施工技术研究..... 杨永在 李永春 邢鹏程  
115 水利工程大体积混凝土施工技术优化探究..... 尹永宝  
118 电力工程中 110kV 输电线路设计与优化路径研究..... 邢峻 肖超群 袁宾宾 张晓晓  
121 灌注桩后注浆施工技术在建筑工程施工中的应用研究..... 王安慰  
124 关于双馈风力发电机组变频器冷却系统技术改造的分析及探究..... 孙研

# 嵌入式计算机软件测试关键技术研究

李流丽

(国家知识产权局专利局专利审查协作广东中心, 广东 广州 510000)

**摘要** 嵌入式计算机软件作为一门迅速发展的技术, 其稳定性和可行性的保证是至关重要的。为了确保软件在各种应用环境下的可靠性, 必须采用合理的测试方法。在嵌入式计算机软件技术水平的提升过程中, 测试方法的合理应用起着至关重要的作用, 明确定义了相应的测试法, 这有助于为今后的测试方法应用奠定坚实的基础, 提供了详细的测试方法, 强调了合理的测试方法对于软件稳定性和未来领域发展的重要性。通过在嵌入式计算机软件测试方面进行深入的研究和应用合理的测试方法, 进而推动整个领域朝着更加稳健和可持续的方向前进。

**关键词** 嵌入式计算机; 软件测试; 宿主机测试; 动态测试; 仿真机测试

中图分类号: TP31

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0001-03

嵌入式计算机软件测试技术的紧密联系体现在其广泛涉及计算机系统的各个方面。这包括操作系统、应用软件、移动通信和数据库等多个组成部分, 而这些部分之间必须展现出良好的兼容性, 以确保整个系统的协同运作<sup>[1]</sup>。嵌入式计算机软件的使用范围不断扩大, 因此对软件的质量和性能提出了新的挑战。在这个背景下, 对测试工作的核心和关键技术进行深入研究显得尤为迫切。随着社会大环境的不断发展, 在追求软件质量的同时, 需要测试方法和技术的不断改进和创新的迫切性<sup>[2]</sup>。在日益竞争激烈的市场中, 嵌入式计算机软件的质量和性能直接关系到产品的竞争力和用户体验, 因此不断提升测试技术水平成为软件开发领域的一项重要任务。

## 1 基本概述

### 1.1 嵌入式计算机

嵌入式技术是一种专注于特定应用领域的计算机技术, 主要用于满足应用系统对性能的高要求<sup>[3]</sup>。这种技术通过设计嵌入式计算机, 使它在网络、工业、视频等领域中具有更多样化的功能, 以适应不同用户的需求。由于嵌入式计算机必须实现特定功能, 因此对其性能有着极高的要求<sup>[4]</sup>。为了确保计算机能够高效处理用户问题, 嵌入式技术需要对计算机软件、硬件和系统进行特殊处理。其专用性质决定了其在实现特定功能方面的卓越性能。通过采用特定的嵌入式系统, 嵌入式计算机能够适应不同应用场景, 使其功能更为灵活多样<sup>[5]</sup>。这种定制化的设计要求嵌入式技术对计算机的软件、硬件和系统进行精心调整, 以确保系统能够高效运行。正是由于这种高度的定制和专业

化, 嵌入式计算机才能在网络、工业、视频等领域中发挥关键作用, 为不同用户提供定制化的解决方案, 推动科技在各个领域的不断创新。

### 1.2 嵌入式计算机软件

嵌入式计算机软件是一种独立操作能力的载体, 用于实现嵌入式计算机专有功能。这些专有功能涵盖监控、管理、移动计算、数据处理等多个领域, 为电子设备的自动化提供了必要支持<sup>[6]</sup>。简单嵌入式系统通常以单片机为代表, 功能较为单一。相对而言, 复杂嵌入式系统类似于普通计算机, 引入了嵌入式操作系统和应用软件, 使其功能更加完备。这些特点使得嵌入式计算机成为电子设备领域实现自动化的关键技术。嵌入式操作系统为系统提供了更高层次的管理和调度, 使得复杂嵌入式系统能够处理多任务、多线程的情境。同时, 应用软件的加入为系统提供了更多的应用领域, 使其更适用于不同的电子设备<sup>[7]</sup>。这样的设计和结构使得复杂嵌入式计算机系统在满足基本嵌入式功能的同时, 更具灵活性和适用性。总体而言, 嵌入式计算机软件在电子设备领域的广泛应用, 不仅提高了自动化水平, 也推动了技术的不断创新和发展。

### 1.3 嵌入式计算机软件测试方法

嵌入式计算机软件具备独特的功能和属性<sup>[8]</sup>。在软件测试的工作原理方面, 首先进行初步编译软件, 然后将其下载到目标计算机, 完成数据传输, 并最终引导软件的运行。在实际运行中, 宿主计算机负责利用操作系统开发软件, 而目标计算机则接收数据, 导致测试在这两者之间频繁切换, 增加了测试的难度。尽管宿主计算机对硬件和配置的要求较低, 从而降低

了软件测试的成本,但这种频繁切换仍然带来了一定的挑战。为了应对这一挑战,科研人员致力于实现在宿主计算机中完成软件测试。通过这一方法,可以更有效地利用宿主计算机的资源,减少与目标计算机之间的切换,从而提高整体的测试效率<sup>[9]</sup>。这一创新性的方法有望为嵌入式计算机软件的开发和维护提供更为经济和便捷的解决方案,为行业的发展注入新的活力。

## 2 关键性技术

### 2.1 宿主测试

静态测试技术是一种通过自动检测和捕捉软件错误信息的方法,其特点在于通过严密的逻辑和编译标准,弥补了传统人工检测的不足,主要适用于嵌入式计算机软件系统。这种技术具有高正确率和高效率的优势,相较于人工检测,能够实现更高的正确率,并通过图形转换功能,高效地转换框架图、流程图等<sup>[10]</sup>。其工作原理基于以数据为主的特性,无需逐一对所有机器进行检测,可以判断系统的错误位置,从而缩短检测时间。其原理是在软件运行过程中对实际开发目标与预期开发目标进行对比,检测差距,分析内容差异,并判定被测对象的质量与运行效果,成功实施需要单元测试、集成测试等支持。这种技术主要针对软件代码,通过检测软件缺陷、分析软件设置情况,并在软件开发过程中提供支持。其进展趋势是环环相扣、层层递进,使得软件开发过程更为完善。

### 2.2 动态测试

动态测试技术与静态测试技术有显著区别。静态测试无需运行嵌入式计算机软件即可检测其代码,而动态测试则要在各个测试环境中运行嵌入式计算机软件,通过实际运行与开发目标对比,及时发现性能和运行效果问题。动态测试主要应用以下技术:(1)单元测试,检测计算机软件结构,发现逻辑错误和基本单元问题;(2)集成测试,在单元测试后检查内部联系是否正确,解决连接逻辑路径和端口问题;(3)系统测试,对系统结构、逻辑路径、输入输出、功能等进行全面测试;(4)验收测试,通过实际应用测试各功能是否正常。动态测试全面实际,但存在依赖高素质测试人员和测试过程不细化的问题,需要与其他技术结合,以发挥最佳软件测试能力。

### 2.3 仿真机测试

在嵌入式软件测试的全过程中,数据获取被认为是一项至关重要的步骤。相对于获取源代码而言,数据获取任务更为复杂,但其重要性不可忽视<sup>[11]</sup>。不同

的方法可用于数据获取,包括内存指数、虚拟 I/O 指数和物理通道取数等。尽管获取源代码相对简单,但数据获取却是具有挑战性的任务,要求采用各种方式确保数据的完整性。为了应对这一挑战,嵌入式软件测试领域广泛采用了仿真测试技术。通过改造测试工具,该技术确保了正确输入,并在测试结束后将已缓存的数据保存至计算机系统,以备将来使用。

嵌入式计算机软件仿真建立在局域网络为背景的数据处理系统上,主要分为仿真技术和仿真测评控制技术两大部分<sup>[12]</sup>。在仿真测试技术方面,其特点主要包括数据仿真模拟,该模拟仅在特定技术下实现,能够针对不同对象进行多种类型的数据仿真,以确保测试结果的真实可靠性。为了保持仿真测试数据的实时性,检测过程中必须维持稳定的运输信号,这需要先进的技术手段的支持。通过这些先进的技术手段,嵌入式软件测试能够更全面地获取数据,在仿真环境中保证测试的准确性和可靠性。这种综合的方法不仅提高了测试的效率,而且确保了最终产品在不同环境中的稳定性和可靠性。细致而有针对性的数据仿真模拟为测试提供了更多维度的信息,使得针对不同对象的多种数据仿真成为可能。因此,通过局域网络为背景的数据处理系统,嵌入式计算机软件仿真技术成为确保软件稳定性和可靠性的关键步骤。

## 3 目标机测试技术

### 3.1 内存分析

内存分配错误在嵌入式计算机软件中是一个严重的问题,常常导致系统频繁故障。这类错误可能触发下一次分布的终止,进而威胁到数据信息的实效性。为了解决这一问题,内存分析技术变得尤为关键<sup>[13]</sup>。由于嵌入式系统内存较小的特性,传统的内存分析技术具备快速而准确地检测不合理内存分配问题的优势。通过实施有针对性的解决方案,这些技术能够有效降低嵌入式计算机软件故障的频率,从而确保系统的稳定性和可靠性。在嵌入式计算机系统中,内存分配错误对软件运行的稳定性产生重大影响,因此需要采用适当的手段来解决。内存分析技术成为解决方案中的关键因素,其优势在于能够快速而准确地检测内存分配问题。由于嵌入式系统通常具有较小的内存容量,因此需要特定的解决方案来应对这一问题。这种方法对于保障数据信息的实效性至关重要,有助于提高嵌入式计算机系统的整体性能。

硬件分析耗时较长,且成本较高,这在大型项目

或紧急情况下可能显得不切实际。更为重要的是,硬件分析工具可能在特定环境中无法充分发挥作用,甚至可能引发计算机代码错误或导致内存运行受阻<sup>[14]</sup>。因此,在实施内存分析时,测试团队需要权衡不同方法的利弊,根据具体需求做出明智的选择,以确保整个测试过程既准确又高效。软件分析相对于硬件分析来说,通常具有更快的执行速度和更低的成本,但在某些情况下可能无法提供硬件分析所具备的深度和全面性。因此,测试团队需要综合考虑项目的特点、时间和预算等因素,以制定出最为合适的内存分析策略,从而确保系统在运行时能够稳定、高效地运行。

### 3.2 性能分析

这项关键技术的主要应用领域是对嵌入式计算机系统软件进行全面的性能测试<sup>[15]</sup>。在这个过程中,性能分析技术的任务是深入了解和分析软件的性能,通过综合考量系统的各个方面来评估其性能水平。通过对系统性能的综合测试,我们能够从表面上判断软件的好坏,但性能分析技术的价值在于提供深度分析,超越仅仅依赖用户体验的评估。通过深入挖掘软件系统内部,性能分析技术能够具体分析资源利用、执行时间等方面的细节,从而发现潜在问题并提供解决方案。这种深层次的技术分析为软件开发者和维护人员提供了关键信息,帮助他们更好地理解和优化系统性能。最终,性能分析技术的应用有助于高效提升嵌入式计算机系统软件的性能水平,确保其能够持续保持高质量,满足用户的需求。

### 3.3 故障注入

嵌入式计算机软件测试是一项涉及宿主机和目标机协同作用的任务。在这个过程中,宿主机负责生成和发送测试数据信息,而目标机则承担接收和处理这些数据的责任。为了确保测试的准确性,需要在计算机软件运行期间进行精心设置,以便按照指定的时间和方式执行测试。这些设置通常需要人工干预,用于调整测试参数并确保测试过程的可重复性<sup>[16]</sup>。为确保故障注入技术的有效性,目标机的各个组件都必须具有高质量和性能,以确保注入的故障能够准确地模拟实际运行中可能出现的问题。这种技术广泛应用于测试目标机的特定性能。通过故障注入技术,测试人员能够清晰地了解嵌入式计算机内部的运行情况,方便观察和记录目标机的实际运行状态。故障注入技术使测试人员能够更全面地评估嵌入式计算机的性能和可靠性。

## 4 结语

嵌入式计算机影响到了各个行业,诸如电器和飞行控制器等领域,嵌入式计算机得到了广泛的应用,极大地提升了各种功能的性能。这一技术的普及和应用使得人们在日常生活中更加便捷、高效,并且拓展了各行各业的发展空间。然而,随着社会的不断发展,嵌入式技术变得越来越复杂,对从业者的技术素养提出了更高的要求。为适应嵌入式技术环境的不断变化,社会背景下迫切需要及时更新和完善嵌入式计算机测试技术。这包括对测试方法和工具的创新与升级,以确保嵌入式系统的稳定性和可靠性。在这个快速变化的技术环境中,强调保持探索精神变得尤为重要,以便及时适应嵌入式技术的发展趋势。

## 参考文献:

- [1] 叶远富. 嵌入式计算机软件测试关键技术[J]. 电脑乐园·信息化教学, 2018(03):365.
- [2] 邓平, 陈晶晶. 嵌入式计算机软件测试关键技术[J]. 电子技术与软件工程, 2017(11):64-65.
- [3] 夏敏. 嵌入式计算机软件测试关键技术研究[J]. 电脑知识与技术:学术版, 2020(02):68-69.
- [4] 侯聪聪. 嵌入式计算机软件测试关键技术[J]. 电子技术与软件工程, 2018(11):214.
- [5] 何泽源, 杜慧琦, 朱骁勇, 等. 嵌入式计算机软件测试关键技术探讨[J]. 缔客世界, 2019(07):92.
- [6] 陆立华. 嵌入式软件应用于计算机软件开发过程中的价值[J]. 电脑编程技巧与维护, 2018(07):57-59.
- [7] 李刚, 王平. 一种基于某嵌入式软件系统测试的方法[J]. 兵工自动化, 2017, 36(12):48-51.
- [8] 王磊. 嵌入式软件进行功能测试的相关技术研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2018(04):71-73.
- [9] 刘茹. 基于嵌入式计算机的软件测试关键性技术分析[J]. 信息与电脑:理论版, 2019(14):76-77.
- [10] 麦锐. 分析嵌入式计算机技术及应用[J]. 计算机产品与流通, 2019(07):13.
- [11] 刘茹. 基于嵌入式计算机的软件测试关键性技术分析[J]. 信息与电脑(理论版), 2019(14):76-77.
- [12] 施洋. 浅谈嵌入式计算机技术及应用探究[J]. 中国信息化, 2019(12):48-49.
- [13] 王中华, 李亚晖, 何旺宇, 等. 机载嵌入式计算机多级安全防护体系架构研究[J]. 航空计算技术, 2020(5003):91-95.
- [14] 赵秀梅. 基于嵌入式的计算机软件测试技术分析[J]. 技术与市场, 2020(2708):66-67.
- [15] 同[5].
- [16] 张道兴. 基于嵌入式计算机软件测试关键性技术分析[J]. 信息技术与信息化, 2020(11):83-85.

# PLC 技术模式下的自动化控制系统集成设计与实现

李翔

(兰州兰石能源装备工程研究院有限公司, 甘肃 兰州 730300)

**摘要** 工业自动化水平不断提高, 自动化控制系统在现代工程中扮演着越来越重要的角色。PLC 技术作为一种灵活、可编程的控制器, 被广泛应用于生产线、工厂和其他自动化环境。本文探讨 PLC 技术模式下的自动化控制系统集成设计与实现, 从 PLC 工作原理到具体的系统设计和程序实现, 旨在为读者提供深入的理论与实践参考。

**关键词** PLC 技术; 自动化控制系统; 集成设计; 系统架构

中图分类号: TP27

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0004-03

## 1 PLC 工作原理

PLC 的工作原理涵盖了三个关键组成部分: 输入模块、中央处理单元 (CPU) 和输出模块。输入模块负责接收外部传感器和设备的信号, 将这些信息传递给中央处理单元。中央处理单元是 PLC 的智能核心, 执行预定的控制算法, 基于输入信息做出决策, 并生成相应的输出信号<sup>[1]</sup>。最后, 输出模块将这些输出信号转化为实际的动作, 如启动电机或控制阀门。深入了解这些组成部分, 特别是它们之间的协同作用, 为系统设计和程序编写提供了坚实的理论基础, 有助于实现高效、可靠的自动化控制系统。这种深刻理解是确保 PLC 系统顺利运行的关键步骤。

## 2 自动化控制系统集成设计

### 2.1 系统需求分析

#### 2.1.1 用户需求

在系统需求分析中, 我们不仅仅需要关注用户对系统功能的期望, 更需要理解其实际应用场景中的需求。用户在自动化控制系统中的期望可能涉及对生产效率的提升、产品质量的保障以及运行成本的控制等方面。通过与用户进行充分的沟通, 我们可以获取到关于系统性能、响应速度、可靠性和灵活性等方面的具体要求。例如, 在制造业中, 用户可能关心生产线的调整速度、生产批次的灵活性和对不同产品规格的适应性。除了功能性需求, 用户体验也是关键考虑因素。直观的用户界面、易于操作的控制方式以及清晰的系统反馈都直接影响着用户的满意度<sup>[2]</sup>。因此, 在需求分析阶段, 我们需要综合考虑技术性能和用户友好性, 确保系统能够在实际运行中得到顺利应用。此外, 关

注用户对系统稳定性、可维护性和未来扩展性的期望, 有助于设计出更加全面、可持续的自动化控制系统。最终, 通过深入了解用户需求, 我们能够在系统设计和实施过程中有针对性地解决问题, 确保设计出能够完美匹配用户期望的自动化解决方案。

#### 2.1.2 系统性能要求

系统性能的要求是自动化控制系统设计中的关键因素, 对其进行准确的分析有助于确保系统能够在实际操作中表现出色。其中首要的性能指标之一是响应时间。这涉及系统对输入信号作出反应的速度, 尤其是在需要实时控制的场景中, 例如生产线的自动调整或紧急停机。通过明确定义响应时间的要求, 可以确保系统在高速运行的生产环境中能够及时做出决策和调整。而系统的稳定性则是另一个关键性能指标。稳定性涉及系统在不同负载和工作条件下的稳定运行能力。通过分析系统对不同工况的适应性, 可以为系统的设计提供稳定性方面的具体目标。这包括在面对突发情况时的抗干扰能力, 确保系统不受外界因素的干扰而产生不稳定的行为。其他性能指标可能包括能效、可扩展性、并发性等。例如, 在能效方面, 系统的设计需考虑如何最大程度地降低能耗, 提高系统的节能性。可扩展性方面, 需要确定系统是否能够方便地进行扩展, 以适应未来生产需求的变化<sup>[3]</sup>。

### 2.2 系统架构设计

#### 2.2.1 分层结构

分层结构是一种经典的设计模式, 它将整个系统划分为不同的层次, 每一层负责特定的功能, 从而简化了系统的复杂性。在自动化控制系统中, 分层结构通常包括底层的硬件控制层、中间的逻辑控制层和顶

层的人机交互层。底层硬件控制层负责与传感器和执行器进行交互, 监测和控制物理过程。中间的逻辑控制层包含 PLC 等控制器, 负责处理输入信号、执行控制算法并生成相应的输出信号。最顶层的人机交互层则提供用户友好的界面, 使操作人员能够监视系统状态、进行设定和调整。通过这种分层结构, 不同层次的功能得以清晰划分, 使得系统更易于理解和维护。同时, 每一层的独立性也使得系统更具弹性, 可以对其中的某一层进行升级或替换, 而不对整个系统造成重大影响。这种模块化的设计有助于提高系统的稳定性和可靠性, 同时为未来的系统扩展提供了便利。

### 2.2.2 模块化设计

模块化设计是自动化控制系统架构中的一项关键原则, 其核心概念在于将系统划分为独立的功能模块, 使得每个模块都可以独立设计、测试和维护。这种设计方法强调系统的高内聚性和低耦合性, 为系统的可维护性和可扩展性提供了重要保障。在模块化设计中, 每个模块负责特定的功能, 如输入处理、控制算法、通信协议等。这些模块之间通过定义清晰的接口进行交互, 使得它们可以相对独立地进行开发和测试。这种独立性使得系统更易于维护, 因为在修改或升级某个功能时, 只需关注受影响的模块, 而不必涉及整个系统<sup>[4]</sup>。另外, 模块化设计也为系统的扩展提供了便捷性。如果需要引入新的功能或更新某个模块, 可以在不影响整个系统的情况下进行。这对于应对不断变化的需求和技术发展至关重要。同时, 模块化设计也使得不同模块可以由不同的团队或厂商开发, 提高了开发过程的灵活性和效率。

## 2.3 设备选型与集成

### 2.3.1 传感器与执行器选择

传感器是系统获取实时环境信息的关键组成部分, 而执行器则负责将控制信号转化为实际动作。因此, 合理选择传感器与执行器对于确保系统能够准确感知和控制至关重要。首先, 对于传感器的选择, 需要根据系统的实际需求来确定。考虑到不同工业场景的特殊性, 传感器的类型包括但不限于温度传感器、压力传感器、光电传感器等。了解每个传感器的性能指标, 如灵敏度、精度、响应时间等, 以确保选择的传感器能够在实际操作中满足系统的精确感知需求。其次, 执行器的选择也需根据系统的控制任务来确定。执行器的种类繁多, 包括电动执行器、气动执行器等。在选择时需综合考虑执行速度、扭矩、精度等因素, 以确保执行器能够有效地将控制信号转化为相应的机械运动。最后, 设备的集成也是要考虑的重要因素。确保传

感器与执行器与 PLC 及其他控制设备之间的通信协议兼容性, 使得系统各个部分能够协同工作。此外, 要考虑设备的可靠性和稳定性, 以保障整个系统的可靠运行。

### 2.3.2 PLC 型号选择

在自动化控制系统中, 选择适当的 PLC 型号是确保系统性能和稳定运行的重要决策。首先, 需要根据系统规模来评估所需的控制点数量和输入/输出数量。大型系统可能需要高端 PLC, 而小型系统可以采用更经济的低端型号。对于具有复杂逻辑和大量 I/O 点的系统, 需要具备更高处理能力和内存容量的 PLC。其次, 性能要求也是选择 PLC 型号的关键考虑因素。如果系统需要快速的响应时间、高精度的控制或者复杂的算法运算, 就需要选择具备更强处理能力的 PLC。一些特殊应用场景可能需要支持特殊通信协议或网络功能的 PLC 型号。最后, 成本效益也是选择 PLC 型号时需要平衡的另一个方面。根据预算限制, 选择满足系统需求但又不过度投资的型号。在选择过程中, 也要考虑 PLC 的可扩展性, 以便在未来系统升级或扩展时能够轻松适应新的要求。

### 2.3.3 通信协议设计

不同设备可能来自不同厂商、具有不同功能, 因此有效的通信协议是整个系统能够顺利运行的基础。首先, 需要考虑选择一种通用、标准化的通信协议, 以确保各个设备之间能够实现互操作性。常见的通信协议包括 Modbus、Profinet、Ethernet/IP 等, 选择适合系统需求的协议是至关重要的。此外, 对于某些特殊设备, 需要考虑定制化的通信协议, 以满足特定硬件或软件的需求。其次, 通信协议的设计需要考虑通信速率、数据传输的稳定性和实时性等因素。特别是在需要实时控制和监测的场景中, 选择能够满足实时性要求的通信协议是至关重要的。通信协议的设计也要考虑数据的加密和安全性, 以防止潜在的网络攻击和数据泄露。此外, 通信协议的设计需要确保容错性和可靠性。在工业自动化环境中, 设备可能受到干扰或故障, 因此通信协议应该具备一定的容错机制, 能够在发生问题时自动恢复或提供相应的报警。

## 3 PLC 程序设计与实现

### 3.1 编程规范与标准

在 PLC 程序设计与实现中, 编程规范与标准是确保系统稳定性和可维护性的基石。首先, 清晰的命名规范是编写可读性高代码的基础。准确、简洁的命名方式有助于其他工程师迅速理解变量、函数和模块的用途, 提高代码的可维护性。此外, 规范化的缩进和注释的使用是为了确保代码结构清晰, 容易理解, 降

低出错的概率。其次,将整个程序划分为小而独立的模块,每个模块负责特定的功能,有助于提高程序的灵活性和可扩展性。这种结构也使得单元测试和调试更加有效,有助于及时发现和解决问题。规范化的PLC编程还应注重控制逻辑的简洁性和清晰性,避免冗余的代码,合理使用函数块和状态机等结构,以提高程序的可读性和易维护性。考虑未来的维护需求,确保代码的可扩展性和可修改性。最后,符合国际标准和行业规范是保证PLC程序的安全性和可靠性的重要保障。特别是在涉及安全控制和紧急停机的情境下,编写符合标准的规范化代码可以最大程度地降低潜在的风险。

### 3.2 输入输出处理

在PLC程序设计中,输入输出(I/O)处理是确保PLC正确感知和控制外部设备的关键方面。对于输入处理,首先需要定义和配置各个输入点,这涵盖传感器、开关等外部信号源。PLC通过扫描这些输入点,实时获取外部环境信息。处理输入信号时,需要设定合适的触发条件和逻辑,确保PLC能够准确响应各种情况。对于输出处理,PLC负责将控制信号传递给执行器、阀门、电机等外部执行设备。在输出处理中,需要编写清晰的逻辑控制程序,确保根据输入信息生成准确的输出信号。此外,合理的输出处理还包括对执行设备的状态监测,以便及时发现和处理异常情况。在整个输入输出处理过程中,需要考虑实时性、可靠性和安全性。PLC的扫描周期、响应时间等参数需根据实际需求进行调整,以保证系统能够在要求的时间内做出正确的决策。同时,加入适当的错误处理和安全机制,如急停逻辑、故障检测等,以提高系统的安全性和可靠性。通过精心设计输入输出处理逻辑,PLC能够有效感知外部环境,并实时、准确地控制外部设备。这为自动化控制系统的可靠性和稳定性提供了坚实的基础。

### 3.3 控制算法设计

根据系统的实际情况,可以选择不同类型的控制算法,包括比例积分微分(PID)控制、模糊控制、模型预测控制等。其中,PID控制是一种经典的控制算法,适用于许多工业场景。它基于当前误差、误差的积分和误差的微分来调整系统的输出,以实现系统的稳定控制。模糊控制通过模糊集合和规则库进行推理,适用于复杂系统和非线性系统,能够更灵活地适应不确定性和变化。模型预测控制则基于对系统未来行为的预测,通过优化控制输入以实现最优性能。在程序设计过程中,需要根据选定的控制算法编写相应的控制逻辑。这包括参数调整、稳定性判断、鲁棒性处理等方面。清晰的编程结构和注释能够提高程序的可读

性和可维护性。在选择控制算法时,需综合考虑系统的动态特性、稳定性要求以及对控制性能的期望。通过精心设计和实现控制算法,可以使自动化控制系统更好地适应复杂的工业环境,实现高效、精准的控制。

### 3.4 异常处理与安全设计

异常处理与安全设计直接关系到系统在面对突发状况时的稳定性和可靠性。首先,异常处理需要对可能发生的异常情况进行充分的分析和定义,例如传感器故障、执行器故障或通信中断等。对于每一种异常情况,需要设计相应的容错和恢复机制,确保系统能够在异常情况下做出合适的应对。在安全设计方面,首先要考虑的是防范潜在的危险情况。通过引入急停按钮、安全传感器和紧急停机逻辑等安全设备,可以在系统出现危险情况时迅速切断电源,确保设备和操作人员的安全。此外,建立健全的权限管理系统,确保只有经过授权的人员才能对系统进行操作,防止误操作导致的事故。异常处理和安全设计还需要充分的文档化和培训。制定详细的异常处理流程和安全操作规程,并对相关人员进行培训,以确保在发生异常情况时能够迅速、正确地采取行动<sup>[5]</sup>。此外,定期进行演练和检查,对系统进行全面的安全性评估,及时发现潜在风险并采取措加以解决。通过综合考虑异常处理和安全设计,可以大大提高自动化控制系统的稳定性和可靠性。这不仅有助于保护设备和生产过程,还能最大程度地保障操作人员的安全。

## 4 结语

通过对PLC技术模式下的自动化控制系统集成设计与实现的深入研究,本文为工程师和研究人员提供了全面的理论指导和实践经验。随着自动化技术的不断发展,对于提高生产效率、降低成本、改善生产质量具有重要意义。希望本文的研究成果能够在实际工程中得到广泛应用,并为未来的自动化控制系统设计提供有益的参考。

### 参考文献:

- [1] 房宝平.基于PLC技术的自动化控制系统分析[J].集成电路应用,2023,40(11):274-276.
- [2] 柯丽媛.自动化控制系统中PLC技术的应用[J].集成电路应用,2023,40(10):228-229.
- [3] 冯玉龙.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].数字通信世界,2023(09):57-59.
- [4] 张扬.当代工业自动化控制系统的集成信息平台设计[J].电子技术与软件工程,2018(05):125.
- [5] 王艳香.跨越PLC自动化控制系统的集成架构[J].现代制造,2005(11):30-31.

# 护士助手机器人多传感器数据融合定位导航系统研究

陈再胜, 王颜霞

(商丘工学院机械工程学院, 河南 商丘 476000)

**摘要** 本研究针对室内移动的护士助手机器人, 提出了一种多传感器数据融合的定位导航系统。该系统在 ROS 平台的基础上, 结合里程计、惯性单元、激光雷达和单目相机四种传感器数据, 通过 EKF 算法实现里程计和惯性单元的数据融合得到机器人有较大误差的位姿和速度, 并通过 ACML 算法将之与激光雷达和单目相机的位姿数据融合实现更为精准的定位, 同时获得高精度的实时地图, 以促进路径规划和导航。经测试, 该定位导航系统有较高精度, 具有一定的技术应用价值。

**关键词** 室内移动机器人; 多传感器融合; SLAM; 定位导航

**基金项目:** 2022 年校级重点科研项目: 护士助手机器人定位导航技术研究与应用 (项目编号: 2022KYXM20)。

**中图分类号:** TP242; TP7

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)03-0007-03

随着传感器技术和计算机技术的不断发展, 传统的单一传感器信息采集和多传感器单独信息采集已不能满足现阶段高精度、高稳定性的机器人市场需求, 尤其是在医院室内移动的护士助手机器人<sup>[1]</sup>。采用计算机算法将多种传感器数据进行融合获取机器人位姿, 并实现定位导航, 经过多学者<sup>[2-3]</sup>研究, 能相对提高精度, 并不断应用于移动机器人、智能汽车、自动驾驶等领域。

本文在前人<sup>[4-5]</sup>的基础上, 根据项目条件, 研究了一种多传感器数据融合定位导航系统, 主要应用于室内移动的护士助手机器人, 其承载能力 30kg, 最大移动速度  $v_{\max}$  为 0.6m/s, 可实现自主导航、避障、充电和物品运送等<sup>[6]</sup>。该定位导航系统采用轮式里程计和惯性测量单元 IMU 通过 EKF 算法实现机器人较为粗糙的实时位姿和速度, 采用激光雷达通过 ROS 服务包构建环境地图, 采用单目相机校准机器人实时位姿, 通过自适应蒙特卡洛定位 (AMCL) 算法实现机器人精准定位及导航。本定位导航系统为护士助手机器人等室内环境下移动的机器人实现高精度定位导航提供了一种技术方案。

## 1 定位导航系统设计

本护士助手机器人以 ROS 开源系统为基础, 树莓派为上位机, 向下位机分发节点命令, 并接收下位机获取的位姿信息, Arduino 控制板控制底层控制系统,

惯性测量单元 IMU 和轮式里程计作为内部传感器, 激光雷达和单目相机作为外部传感器, 配合上位机完成机器人 SLAM 和路径规划系统的实现。护士助手机器人定位系统主要包括以下几个方面。

### 1.1 底盘控制系统

该控制系统主要用于控制机器人的运动速度。首先, 接收 ROS 速度命令, 驱动电机按初始速度旋转; 其次, 控制器接收 ROS 速度或角度命令, 控制电机基本运动。同时, 在该 ROS 功能包中读取电机的运行速度, 将其转换为行驶里程数据, 并反馈到树莓派上位机。

### 1.2 SLAM (即时定位和地图构建) 系统

本系统主要利用 ROS 框架中的 SLAM 功能包实现。首先, 激光雷达通过 360° 扫描可检测到周围环境障碍物的距离信息; 其次, 树莓派通过该功能包将接收到的里程计数据、惯性传感器数据和雷达数据进行融合处理, 从而创建机器人实时位姿和室内环境图。

### 1.3 路径规划系统

首先, 操作者通过可视化界面规定机器人目标点, 输入至树莓派控制中心; 其次, 机器人根据给定的目标点, 在 SLAM 全局地图中, 通过 A\* 算法进行全局路径的规划, 计算出机器人到目标点的最优路线; 对于障碍物, 通过局部路径规划算法和模糊控制理论选取最优避障路径, 避免与动态出现的障碍物发生碰撞, 最终使机器人到达目标点。

## 2 SLAM 系统实现

### 2.1 多传感器数据融合即时定位

本护士助手机器人通过 AMCL 算法获得机器人的实时位置和姿态，并将单目相机获得的初始位姿与之加权平均获得机器人即时位姿。

AMCL 算法是一种具有较高鲁棒性的护士助手机器人定位算法，其核心算法是基于概率模型的粒子滤波算法。首先，底盘控制系统中的轮式里程计作为内部传感器，通过航迹推算算法基于光电编码器的脉冲变化量推算出机器人的位姿、角 / 线速度实时变化数据，惯性测量单元 IMU 采用惯性传感器 MPU6050 测算出机器人的角 / 线速度实时变化数据，两种数据通过 EKF 算法推算出机器人实时位置的坐标和姿态数据，并与机器人基坐标系进行坐标变换后得到机器人即时位姿数据 A；激光雷达作为外部传感器，通过 slam\_gmapping 地图包构建全局地图，获得机器人周围障碍物的距离数据 B；单目相机作为外部传感器，获得室内环境初始距离图像和机器人运行过程中的实时距离图像，经过图像处理 and 位姿估计后得到机器人位姿数据信息 C；数据 A、数据 B 和数据 C 通过 AMCL 算法创建概率模型，并经测算后得到机器人的即时位姿，同时与单目相机获得的位姿数据进行加权平均，最后获得较为准确的机器人即时位姿信息。具体数据融合流程如图 1 所示。

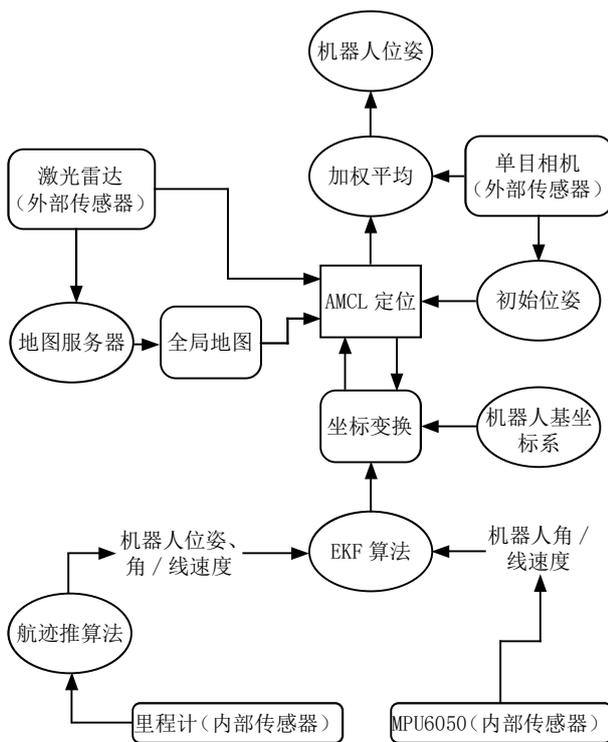


图 1 多传感器融合流程图

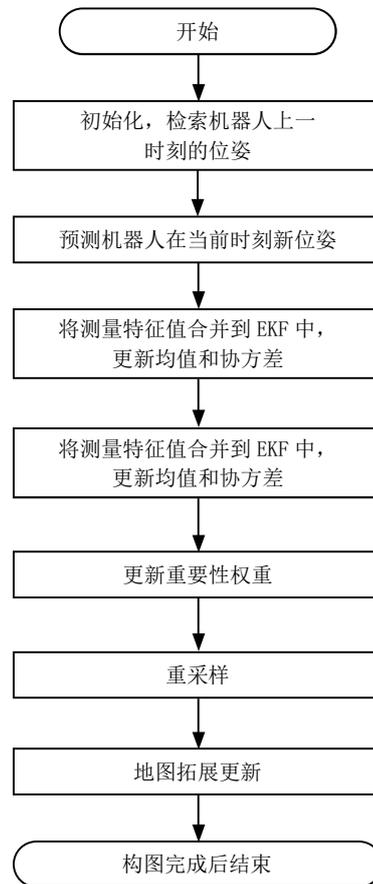


图 2 Fast-SLAM 基本流程

### 2.2 SLAM 算法实时地图构建

本护士助手机器人选择粒子滤波的 SLAM 方法 (Fast-SLAM) 完成地图构建。Fast-SLAM 算法利用扩展卡尔曼滤波算法 (EKF) 进行状态估计，利用粒子滤波算法 (PF) 进行机器人的位姿估计。若已知机器人的路径，且各个地标的位置估计是相互独立的，则机器人路径信息和环境路标信息估计模型为：

$$P(S_t, \theta | Z^t, \mu^t, n^t) = P(S_t | Z^t, \mu^t, n^t) \prod_{n=1}^N P(\theta_n | S_t, Z^t, \mu^t, n^t)$$

$P(S_t | Z^t, \mu^t, n^t)$  为机器人路径信息后验估计。

$\prod_{n=1}^N P(\theta_n | S_t, Z^t, \mu^t, n^t)$  为环境地标估计。

FastSLAM 算法的基本步骤可以分为以下几步：

Step 1. 初始化检索：从初始化分布的粒子中检索得到机器人在  $t-1$  时刻的位姿  $S_{t-1}^k$ 。

Step 2. 预测：通过  $P(S_t | Z^t, \mu^t, n^t)$  获得机器人在  $t$  时刻新位姿的采样  $S_t^k$ 。

Step 3. 测量更新：对于每一个观测到的特征值  $Z_t^j$ ，找出与之对应的  $j$ ，并将测量的特征值  $u_{j,t}^k$  合并到相应的 EKF 中，然后更新均值  $u_{j,t}^k$  和协方差。

Step 4. 计算重要性权值: 为新粒子计算其重要性权值  $\omega^k$ 。

Step 5. 重采样: 用同样数目的粒子将原来  $N$  个粒子替换, 并且对每个粒子按照其对应的重要性权值  $\omega^k$  进行采样。具体流程如图 2 所示。

### 3 系统测试与分析

#### 3.1 地图构建

由于医院无法实地检测, 为测试本系统的构图性能, 选择在学校教室和教室走廊两种环境下, 模拟院长走廊和多房间的环境, 进行实时构建地图。在教室环境下构建的实时地图, 地图构建基本符合实际场景。在教室环境下, 机器人地图构建系统跟随机器人不断变化, 采用绿色边线表示障碍物, 此种障碍物具有两种特点: 一是高度超过了激光雷达扫描的最高高度; 二是竖直方向上为平面, 即可以遮挡住激光雷达在竖直方向上的扫描光线。而当遇到障碍物竖直方向上不为平面时, 激光雷达的扫描光线可以通过该障碍物, 扫描到其他位置, 中部分地图边线明显, 而其他地图边线不明显, 甚至有射线射出的情况。同时, 我们也检测了在某些带有玻璃门的教室环境下地图构建情况, 当机器人经过玻璃门时, 激光雷达的射线可以穿透玻璃门, 导致环境地图构建失败, 地图边线不存在或者不突出。

机器人在行走过程中在教室长走廊环境下构建的实时地图, 地图边线明显的部分即为墙体, 而地图边线不明显, 有射线射出的部分表示教室门是开着的, 同时, 如果是带有条状玻璃的教室门或者通体玻璃门, 情况也类似。

该测试结果, 一方面证明了本文提出的多传感器数据融合方法地图构建的有效性, 同时也反映出激光雷达在地图构建方面的缺陷, 因此可以考虑增加视觉系统, 提高地图构建的可靠性; 另一方面也说明在障碍越明显的地方, 机器人系统构建的地图越清晰。这里的障碍物的明显性, 比如墙体相对于桌子障碍的明显性就更突出, 激光雷达扫描射线的反射率就越高。

#### 3.2 实时定位

为测试本系统的实时定位功能, 选择重复到点定位精度作为测试指标, 实验过程中先记录一下机器人到指定位置的坐标值, 作为初始位置, 并记作 0 点, 然后让机器人根据规划路线离开初始位置 0 点, 之后再回到初始位置 0 点, 重复 10 次, 分别记录各次机器人的  $x$ ,  $y$ ,  $\theta$  方向的误差, 并计算 10 次的平均误差,

作为精度值, 最终测试结果见表 1。需要指出的是, 该机器人在该规划路线行走的过程中有 2 张带有靠背的椅子和 1 张垂直方向为平面的桌子作为障碍物, 且椅子和桌子的最高高度均超过机器人的最高高度。由表 1 可见, 本定位导航系统精度较高, 效果较理想。并且在机器人按照规划路线运行的过程中可以很好地检测到障碍物, 并绕过障碍物继续行进, 直至到达测试终点, 说明该机器人多传感器数据融合定位导航系统实时定位功能具有较为可靠的稳定性, 能实现较为有效的路径规划和自主导航。

表 1 本系统定位精度

测试指标	精度值
$x$ 方向平均误差	20.09mm
$y$ 方向平均误差	15.81mm
$\theta$ 方向平均误差	3.89°

### 4 结语

本文介绍了一种应用于室内移动护士助手机器人的多传感器数据融合定位导航系统, 采用里程计和惯性测量单元 IMU 作为内部传感器, 激光雷达和单目相机作为外部传感器, 内部传感器通过 EKF 算法进行机器人的即时位姿估计, 激光雷达测算出机器人环境距离, 并构建环境地图, 单目相机拍摄的图像经过数据处理得到机器人的实时位姿, 最后通过 AMCL 算法进行机器人实时定位。经过系统测试, 该系统具有较为良好的定位精度, 以及较为有效的地图构建系统, 在室内移动机器人定位导航技术方面有一定的借鉴价值。

### 参考文献:

- [1] R. SreeRaja Kumar. Robotic nursing in health care delivery[J]. International Journal of Nursing Education, 2018, 10(03):148.
- [2] 李彤, 张会兵, 刘丁柯, 等. 面向城市道路的多传感器融合定位导航技术 [J]. 测绘通报, 2019(11):44-50.
- [3] 孙伟, 孙沛伦. 非视距环境下的 UWB/INS 室内定位方法 [J]. 测绘科学, 2023, 48(01):1-7.
- [4] 胡文龙, 周宇飞, 宋全军, 等. 基于 UWB 和 IMU 信息融合的室内定位算法研究 [J]. 制造业自动化, 2023, 45(02): 193-197, 213.
- [5] 叶泳骏, 陈新度, 吴磊, 等. 基于视觉与陀螺仪组合的机器人粒子滤波定位 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 2021(11):1-4.
- [6] 陈再胜, 王颜霞. 多传感器融合的自主导航护士助手机器人的设计与实现 [J]. 科海故事博览, 2023(05):13-15.

# 大断面隧道开挖对相邻既有隧道稳定性影响的数值分析

李旺林, 郭浩宇

(西南交通大学希望学院, 四川 成都 610400)

**摘要** 新建大断面公路隧道的开挖会导致相邻已运营隧道周边围岩的应力分布发生变化, 从而对既有隧道的支护结构造成不利影响。为了研究新建大断面公路隧道开挖对相邻既有隧道稳定性的影响, 本文采用了数值模拟方法进行计算分析, 揭示了相邻既有隧道支护结构的位移变化规律。研究表明: 新建隧道开挖会对相邻隧道的洞口造成较大变形。新建隧道开挖后, 相邻隧道位移变化随着新建隧道的开挖深度趋于稳定; 且洞口左拱肩区域的竖向位移变形最大, 增长 5.6 倍; 左拱腰区域的横向位移变形最大, 增长 33 倍。研究结果旨在为修建既有隧道旁的复线工程提供参考, 以防止既有隧道的支护结构破坏和洞口边坡失稳等工程灾害。

**关键词** 隧道; 大断面开挖; 稳定性; 变形; 数值模拟

**中图分类号**: U45

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0010-03

## 1 前言

我国交通领域建设快速发展, 早期建造的单洞公路隧道在现如今的交通流量下已经不足以满足需求。因此, 为了增加交通流量, 近年来修建了越来越多的隧道复线<sup>[1]</sup>。但新建隧道开挖施工会导致相邻已运营隧道周边围岩的应力分布发生变化, 从而对既有隧道的支护结构造成不利影响, 为了确保相邻隧道的安全性和稳定性, 需要对相邻隧道支护结构的位移演化规律进行研究<sup>[2]</sup>。

许德鹏<sup>[3]</sup>利用实地测量和数值模拟技术研究了隧道洞口开挖对已支护相邻隧道围岩稳定性的影响, 结果表明洞口开挖对支护隧道围岩的变形影响较大。

罗阳<sup>[4]</sup>和何剑<sup>[5]</sup>通过数值模拟软件模拟了新建隧道掌子面爆破对先行隧道围岩振动的影响, 发现相邻隧道迎爆面的围岩受到的爆破振动影响较大于背部爆破面。

吴文琦<sup>[6]</sup>等人采用有限元软件, 深入研究了侧壁导坑法分阶段开挖施工对小距离相邻隧道爆破振动的影响, 研究表明小距离隧道的拱腰和拱脚部位所受到的爆破振动影响最大。

此外, 周杰<sup>[7]</sup>、李军<sup>[8]</sup>及邓宏<sup>[9]</sup>等学者也利用数值模拟软件, 对新建隧道施工对邻近已运营隧道的安全影响进行了系统评估。

由此可见, 新建隧道的施工过程对相邻既有隧道结构的安全性产生的不同程度的影响, 已经引起了国

内学术界的高度关注和深入研究。

综上, 本文以某典型已运营隧道旁侧新建大断面公路隧道为背景, 建立数值模型。基于数值模拟结果, 重点分析新建公路隧道开挖施工对已运营相邻隧洞稳定性的影响, 并给出结构支护的优化建议。

## 2 工程背景

新建隧道和既有隧道洞均长为 837m, 道路等级为一级公路。根据勘察结果, 隧道洞身穿越地段以凝灰熔岩为主, 围岩处于微风化的状态, 属于坚硬岩石类别, 虽然其结构面的结合程度一般, 但岩体的完整性较好; 由于受到区域构造的影响, 部分地方的岩体完整性较差, 表现为局部破碎。据现场地质调查和收集新建隧道施工成果, 隧道开挖时, 地下水呈点滴状出水, 开挖后局部拱部易产生掉块、小坍塌及初期支护变形破坏。根据本次勘察和收集到的相关资料, 两隧道该段围岩等级暂定为 III 级, 与岩土工程勘察报告围岩等级基本吻合, 若施工阶段存在局部岩体破碎, 节理裂隙较为发育, 拱部存在掉块等影响隧道稳定性情况, 应降低围岩等级至 IV 级, 加强支护措施和洞内超前地质预报。

## 3 数值模拟

### 3.1 模型建立

在考虑隧道结构特征和围岩条件的基础上, 建立三维有限元模型。该模型包括一个新建隧道和一个既

有隧道，两个隧道之间相距 15m。模型包含了 254610 个单元和 259191 个结点。在模型计算时，模型的环侧和底部边界采用了严格垂直约束。对于隧道围岩，采用了基于摩尔-库伦屈服准则的弹塑性模型，而对于隧道衬砌，采用了弹性模型。为了确保有限元模型固定边界条件对隧道开挖模拟计算的影响最小化，对围岩模型进行了改进，通过将围岩模型的横向宽度增加到隧道直径的 5 倍，将隧道底板与围岩模型底边距离增加到隧道直径的 4 倍，极大地减少了影响。同时将围岩上表面的模拟距离扩展到地表，埋深达 100m，以尽可能准确地模拟真实环境。根据隧道的结构特征和围岩条件，对隧道支护结构和围岩体采用了三维实体单元模拟，支护结构厚度为 1m。

### 3.2 参数设置

根据 JTG 3370.1-2018《公路隧道设计规范》，选择表 1 中列出的各材料物理力学参数取值。

表 1 围岩及衬砌结构基本物理力学参数

围岩与 支护	密度 $\rho$ / ( $kg/m^3$ )	弹性模量 $E/GPa$	泊松比 $\nu$	内摩擦 角 $\varphi(^{\circ})$	粘聚力 $c(MPa)$
围岩	2450	10	0.28	45	1
初期 支护	2500	28	0.2	—	—
二次 衬砌	2500	30	0.2	—	—

### 3.3 工况设置

在模型建立后，模型左侧模拟新建隧道的实际开挖过程，模型右侧分析既有隧洞的支护结构变形演化规律。在进行数值计算时：

首先，进行了地应力的平衡分析，以确保隧道的开挖前的稳定。

其次，模拟了新建隧道的开挖过程，并在适当的位置施加了支护结构，在释放围岩的压力的时候确保隧道的稳定性和安全性。

新建隧道开挖时，对开挖进尺进行控制。本次模拟总开挖深度为 300m，共设置 11 个工况，即记录开挖前初始状态和每次开挖 30m 时既有隧道支护结构的竖向位移和横向位移的变形发展，对既有隧道的支护结构的变形进行监测，直至新建隧道开挖且支护完成的隧道长度达到 300m。对支护结构危险断面设置监测点，包括拱顶、左拱肩、右拱肩、左拱腰、右拱腰、左拱脚、右拱脚和拱底，如图 1 所示，监测该位置的位移演化规律。

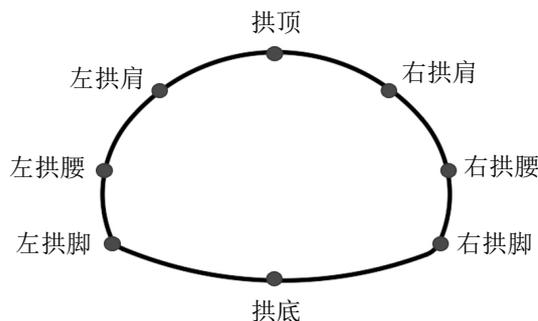


图 1 既有隧道支护结构监测点布置图

## 4 结果分析

### 4.1 支护结构整体变形分布趋势

随着新建隧道的开挖，既有隧道支护结构的竖向变形会逐渐增大。隧道洞口的竖向变形是整个支护结构变形的显著体现。根据开挖数据，当开挖深度达到 60m 时，隧道洞口的支护结构最大竖向位移为 0.4mm，位于拱顶-左拱肩-左拱腰区域。随着开挖深度增加至 150m，隧道洞口的支护结构最大竖向位移为 0.47mm。而在开挖深度达到 300m 时，洞口的支护结构最大竖向位移仍为 0.47mm，同样位于拱顶-左拱肩-左拱腰区域。可以看出，随着隧道深度的增加，洞口的竖向位移呈现出逐渐增大并趋于稳定的趋势，表明洞口支护结构的变形程度较大，同时，随着开挖深度的增加，洞口周边围岩的稳定性受新建隧道开挖的影响越来越小，而与隧道掌子面较近的围岩稳定性受新建隧道开挖的影响较大，但与新建隧道掌子面较近的围岩变形程度仍不如洞口周边的围岩变形程度。

综上，新建隧道开挖时，相邻既有隧道的洞口变形较大，是整座支护结构的危险断面。为进一步研究支护结构危险断面位移演化规律，对洞口设置监测点，包括拱顶、左拱肩、右拱肩、左拱腰、右拱腰、左拱脚、右拱脚和拱底，分别监测已支护隧道在新建隧道开挖 0m 至 300m 全过程中的竖向变形量和横向变形量的发展趋势。

### 4.2 支护结构危险断面位移演化规律

对隧道的变形位移监测和安全评估是确保隧道安全运营的重要环节，如图 2 所示，对于既有隧道洞口面上监测点的竖向位移和横向位移的变形情况，在隧道开挖的不同阶段，变形的幅度和趋势有所不同。可以看出：既有隧道的支护结构的变形随着新建隧道的开挖可以分为两个阶段。当新建隧道刚开挖时，既有隧道的支护结构的竖向位移和横向位移会出现急剧变化。这是由于地层的松动和应力重分布，支护结构受到较大的变形影响。随着新建隧道的开挖深度增加，

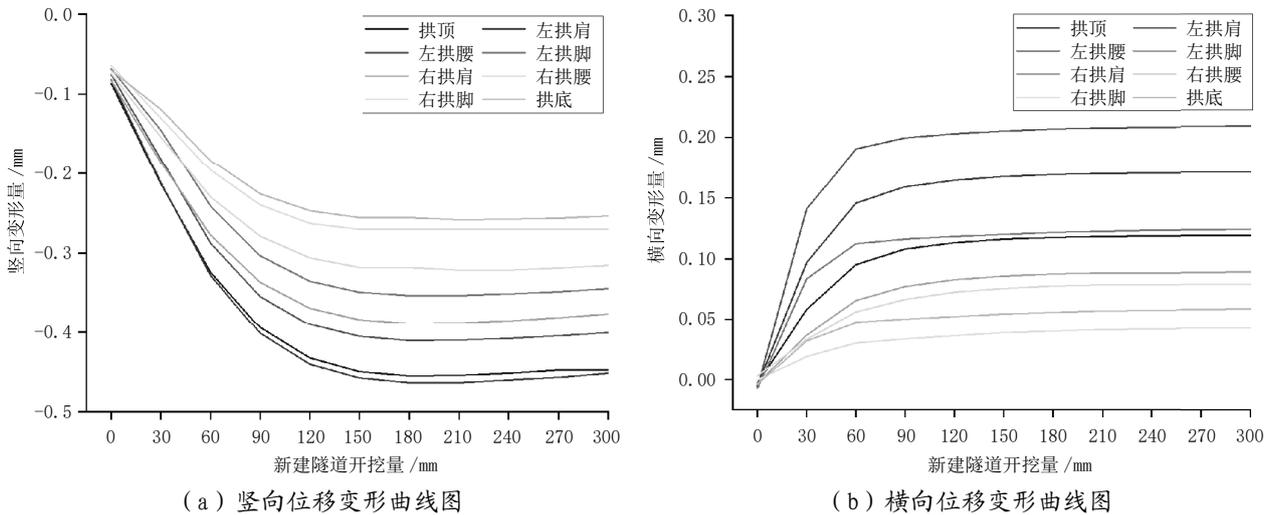


图2 既有隧道洞口面上监测点的竖向位移和横向位移的变形发展趋势

支护结构的竖向变形趋于稳定。在开挖至150m时,竖向位移的变形幅度较小,变形趋势相对平稳。这意味着隧道的稳定性得到了较好的控制和保证。相比竖向位移,支护结构的横向变形相对稳定的阶段较早。在新建隧道开挖至90m时,支护结构的横向变形趋于稳定。

支护结构在不同监测点的变形情况是不同的。从拱顶、左拱肩、右拱肩、左拱腰、右拱腰、左拱脚、右拱脚以及拱底区域来看,竖向位移变形最大的是左拱肩区域。在新建隧道未开挖至开挖300m这个阶段,竖向位移变形量增长了5.6倍。而在左拱腰区域,横向位移变形最大,相比未开挖阶段,横向位移变形量增长了33倍。虽然变形增长的数值较小,但其变形量与初始变形量的比重不可忽视。拱底和右侧区域的变形虽然也有所变化,但与左侧区域相比,数值更小。

对既有隧道左右侧区域的位移变化进行比较,可以发现相对于隧道左侧区域,位于隧道的右侧区域整体位移变化较小。这可能是因为既有隧道左侧靠近新建隧道掌子面,新建隧道的开挖工作导致左侧区域的岩体松散,而右侧区域相对稳定。因此,在新建隧道施工过程中,需要采取相应的支护措施来降低左侧区域的位移变形。故针对既有隧道旁隧道复线的修建工程过程,应加强同侧的支护结构强度,同时对同侧的支护结构的变形随时监测,防止已运营隧道支护结构破坏及洞口段边坡失稳等工程灾害发生。

## 5 结论与建议

(1) 通过对某大断面隧道开挖施工对相邻既有隧道影响的数值分析表明:新建隧道开挖对已运营隧道洞口造成较大变形,特别是靠近新建隧道一侧。需要关注洞口支护结构的安全问题。(2) 既有隧道的支护

结构变形可分为两个阶段。新建隧道刚开挖时,支护结构的竖向和横向位移急剧变化;开挖至150m时,竖向变形趋于稳定;新建隧道开挖至90m时,横向变形趋于稳定。(3) 在复线工程中,需要加强同侧支护结构的强度,监测其变形情况,以避免已运营隧道支护结构的破坏和洞口边坡失稳等工程灾害发生。特别需要关注同侧拱肩区域的竖向位移变形和同侧拱腰区域的横向位移变形,这两个区域变形最为明显。

## 参考文献:

- [1] 《中国公路学报》编辑部. 中国交通隧道工程学术综述·2022[J]. 中国公路学报, 2022, 35(04): 1-40.
- [2] 罗阳. 爆破施工对相邻隧道围岩振动影响规律研究[D]. 杭州: 浙江科技学院, 2019.
- [3] 许德鹏, 吴俊浩, 李献民. 隧道洞口段开挖对相邻隧洞影响的数值分析[J]. 路基工程, 2015(02): 148-151, 165.
- [4] 罗阳, 韦麟, 支彦锋, 等. 相邻隧道围岩爆破振动影响规律研究[J]. 浙江科技学院学报, 2019, 31(05): 412-418.
- [5] 何剑, 朱映丞, 沈明炜, 等. 地铁隧道小净距爆破施工对相邻隧道支护振动响应研究[J]. 路基工程, 2022(01): 171-176.
- [6] 吴文琦, 任小峰. 小净距隧道爆破开挖对相邻洞的影响研究[J]. 公路, 2011(12): 204-208.
- [7] 周杰, 罗军强, 杨凡杰, 等. 安家庄隧道施工对相邻已运营隧道安全性的评估[J]. 土工基础, 2018, 32(02): 146-150.
- [8] 李军, 吕婧, 刘瑞. 新建隧道施工对近距离既有隧道的影 响及安全风险评估[J]. 公路与汽运, 2017(05): 183-187.
- [9] 邓宏. 新建隧道施工对既有隧道的安全风险评估研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2015.

# 广联达 (GMA) 算量在市政工程计量中的准确性与效率分析

刘 含

(中铁十一局集团第一工程有限公司, 湖北 襄阳 441104)

**摘要** 本文研究了广联达 (GMA) 算量在市政工程计量中的准确性与效率。通过对广联达 (GMA) 算量的介绍以及市政工程计量中的应用现状进行分析, 探讨了算量的准确性和效率方面的问题。通过对数据输入与处理准确性、计算方法的准确性以及模型建立与表达准确性等方面进行分析, 评估了广联达 (GMA) 算量的准确性。同时, 对计算速度与效率、自动化程度与效率以及界面友好度与效率等方面进行了分析, 评估了广联达 (GMA) 算量的效率。最后分析了广联达 (GMA) 算量在市政工程计量准确性与效率方面的局限性, 并提出了相应的优化策略, 以期为提高市政工程计量工作的质量和效率提供参考。

**关键词** 广联达 (GMA) 算量; 市政工程计量; 准确性; 计算速度; 界面友好度

**中图分类号**: TU99

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0013-03

市政工程计量是衡量工程建设成本和进度的重要环节, 精确且高效的计量是保证工程质量和经济效益的关键。然而, 传统的手工计量方式存在计算繁琐、易出错等问题, 影响了计量工作的准确性和效率。随着计算机技术的不断发展, 广联达 (GMA) 算量作为一种计量辅助工具逐渐得到应用并取得了显著的成效。本研究将重点探讨广联达 (GMA) 算量的准确性和效率, 并通过实例分析其在市政工程计量中的具体应用。

## 1 广联达 (GMA) 算量概述

### 1.1 广联达 (GMA) 算量软件

广联达 (GMA) 算量软件是一种计量辅助工具, 旨在提高市政工程计量的准确性和效率。其基于计算机技术发展而来, 集成了自动生成清单、材料价格管理等功能, 为市政工程计量带来了便利<sup>[1]</sup>。

### 1.2 广联达 (GMA) 算量在市政工程计量中的特点和优势

1. 多样化的计量功能: 广联达 (GMA) 算量提供了丰富的计量功能, 包括工程数量计算、工程造价估算、工程进度管理等。它能够根据市政工程的特点, 进行灵活的计量方式选择, 并能自动生成各种报表和统计分析。

2. 高效的计量速度: 广联达 (GMA) 算量采用先进的算法和数据处理技术, 能够快速准确地完成大量复杂的计量任务。它能够大大节省人力和时间成本, 提高计量效率。

3. 灵活的数据管理: 广联达 (GMA) 算量提供了便捷的数据管理功能, 用户可以轻松地导入和导出计量数据, 同时支持多种数据格式的互相转换。此外, 还支持数据备份和恢复功能, 确保数据的安全性和完整性。

4. 自动化计量策略: 广联达 (GMA) 算量采用智能化技术, 能够自动识别图纸和文档中的工程量, 并自动计量, 大大降低了人为错误的发生概率。同时, 还支持图像识别和人工智能技术, 能够进一步提高计量准确性和效率。

### 1.3 广联达 (GMA) 算量在市政工程中的具体应用

广联达 (GMA) 算量在市政工程计量中有着广泛的应用, 具体体现在以下几个方面。

1. 施工图纸导入: 广联达 (GMA) 算量支持导入市政工程的施工图纸, 通过智能识别和分析图纸中的工程构件, 自动生成相应的计量清单。这大大减少了人工手动计量的时间和误差, 提高了计量的准确性。

2. 自动生成清单: 广联达 (GMA) 算量能够根据导入的施工图纸自动生成各种类型的计量清单, 包括工程量清单、材料清单等。这样一来, 计量人员只需进行必要的确认和调整, 就能够快速得到准确的计量结果<sup>[2]</sup>。

3. 材料价格管理: 广联达 (GMA) 算量可以与材料供应商、市场情报机构等进行数据交互, 获取最新的材料价格信息, 并实时更新到计量中。这为市政工程的计量提供了准确的材料价格依据, 避免了因价格波动带来的计量误差。

## 2 广联达(GMA)算量的准确性分析

在市政工程计量中,应用广联达(GMA)算量,能够有效提升计量结果的准确性,这种准确性主要体现在以下几个方面。

### 2.1 算量的数据输入与处理准确性

在市政工程计量中,准确的数据输入和处理是保证计量结果准确性的关键。广联达(GMA)算量在数据输入方面提供了丰富的功能和选项,可以根据具体需求选择合适的数据格式和数据源。其支持多种数据输入方式,包括手动输入、导入Excel表格、直接连接数据库等。这些输入方式能够有效地降低数据录入错误的可能性。

广联达(GMA)算量还提供数据处理功能,对输入的数据进行自动校验和验证,这样可以确保数据的一致性和完整性,避免计量结果出现错误。同时,算量软件内置了丰富的计算公式和算法,能够自动进行计算并生成准确的计量结果。用户还可以根据需要,自定义计算公式和规则,以满足不同项目的计量需求。

### 2.2 算量的计算方法的准确性

广联达(GMA)算量采用先进的计算方法和算法,以确保计量结果的准确性。在开展市政工程计量时,算量软件提供了内置的市政工程相关标准和规范,可以根据项目特点自动生成合理的计算方案。在计算过程中,会自动考虑诸如材料损耗、变更调整等多种因素,以保证计量结果的准确性。这样的计算方法更加符合市政工程的特点,提高了计量结果的可靠性<sup>[3]</sup>。

此外,广联达(GMA)算量还具备错误纠正和异常处理的功能。当输入的数据存在错误或者计算过程中出现异常情况时,算量软件能够及时发现并给出相应的提示和警告。用户可以根据软件的指引进行修正和处理,避免引入潜在的误差,并有效保证计量结果的准确性。

### 2.3 算量的模型建立与表达准确性

广联达(GMA)算量可以通过建立准确的工程模型来支持市政工程计量工作。用户可以根据实际情况,选择合适的模型进行建立和表达。在模型的建立过程中,提供了丰富的图形化界面和工具,方便用户进行模型的绘制、编辑和调整。

为了确保模型的准确性,广联达(GMA)算量提供了各种常用的市政工程元素和构件库供用户选择。用户可以根据实际情况从这些库中选择合适的构件进行组合和配置,确保模型的准确性。此外,算量软件还支持参数化建模,即模型的各项参数可以根据实际情

况进行设置和调整。这样的灵活性使得模型能够更好地反映实际施工场景,增强了计量结果的准确性和可靠性。广联达(GMA)算量还支持模型的可视化展示,用户可以通过模型的三维展示和动画演示来验证模型的准确性和合理性。这种可视化展示能够帮助用户更好地理解和分析模型,进一步提高计量结果的准确性。

## 3 广联达(GMA)算量的效率分析

广联达(GMA)算量在市政工程计量的效率方面同样具有较大的优势,主要表现在以下几个方面。

### 3.1 算量的计算速度与效率

广联达(GMA)算量具备较高的计算速度和高效性,能够快速准确地完成市政工程的计量任务。尤其在处理大规模市政工程时,算量软件通过并行计算的方式,同时处理多个计算任务,显著提高了计算速度。这种并行计算的特点使得大规模工程的计量可以在较短的时间内完成,大幅度节省了计量工作所需的时间。此外,广联达(GMA)算量采用了优化的算法和数据结构,减少了计算过程中的冗余和重复操作。算量软件会对输入的数据进行合理的处理和优化,提高了计算的效率。这种经过优化的算法和数据结构,使得计量过程更加高效,用户可以迅速获取计量结果,提高了工作效率。

### 3.2 算量的自动化程度与效率

广联达(GMA)算量具有较高的自动化程度,能够自动完成大部分繁琐的计量工作,从而提高了计量的效率。用户只需输入相关数据和参数,算量软件就能够根据预设的计算规则和公式,自动进行计算和生成计量清单。这种自动化的功能大大减少了人工干预的时间和错误率,提高了计量的效率。此外,广联达(GMA)算量还提供了各种自动化功能和工具,如自动生成报表、批量处理数据等。通过这些自动化功能,用户可以一键生成各种报表和统计数据,省去了手动整理和计算的时间。同时,批量处理功能可以同时多个项目进行计量操作,极大地提高了计量的效率。

### 3.3 算量的界面友好度与效率

广联达(GMA)算量拥有简洁直观的图形化界面,使用户能够快速上手并进行操作。界面布局合理,将不同功能和工具分区显示,用户可以快速找到所需的功能和工具,节省了查找的时间。同时,算量软件还支持自定义界面的设置,用户可以根据自己的习惯和需求进行界面布局的调整,提高了操作的效率。此外,广联达(GMA)算量提供了丰富的快捷键和右键菜单等操作方式,用户可以通过快捷键快速完成常用操作,避免了频繁的鼠标操作。右键菜单可以在需要时提供

快速的功能选择,进一步提高了操作的效率<sup>[4]</sup>。

## 4 问题与展望

### 4.1 广联达(GMA)算量在市政工程计量准确性与效率方面的局限性

广联达(GMA)算量作为市政工程计量软件的一种,虽然具有一定的准确性和提高效率的优势,但仍然存在一些局限性。由于市政工程计量的复杂性和多样性,广联达(GMA)算量无法考虑到所有可能的计量情况,导致计量结果可能存在误差。特别是在处理复杂地形和结构的市政工程项目时,广联达(GMA)算量的计量方法可能不够精确,无法完全反映工程的实际情况,从而影响了计量的准确性。例如,在市政道路工程中,广联达(GMA)算量可能无法准确计量复杂交叉口的地下管线网络,导致不准确的计量结果。此外,广联达(GMA)算量对于大型园区综合工程的计量也存在一定的不足,因为涉及多个子项目和不同工程部位的计量规则较为复杂,广联达(GMA)算量难以完全适应这种复杂情况。

### 4.2 对广联达(GMA)算量未来发展的展望和建议

广联达(GMA)算量作为市政工程行业常用的计量软件,其未来发展的展望和建议主要包括提高计量准确性、优化计量效率和与其他软件平台整合共享数据等方面。

首先,对于广联达(GMA)算量的计量准确性,可以通过引入更精确的计量算法和规则来提升。目前,广联达(GMA)算量的计量结果主要依靠预设的算法和规则进行计算,存在一定的误差。未来可以结合现场实测数据,通过数据分析和模型优化的方式改进算法和规则,以提高计量的准确性。例如,可以考虑引入机器学习和数据挖掘等技术,通过分析历史计量数据和实测数据,建立更精准的计量模型,并不断优化和更新模型,以提高计量结果的准确性。此外,加强用户和开发者之间的沟通和合作也很重要,及时获取用户的反馈和需求,针对市政工程计量领域的特点进行定制化开发,满足用户的精准计量需求<sup>[5]</sup>。

其次,广联达(GMA)算量可以通过优化计量效率来提升其竞争力。目前,广联达(GMA)算量在大规模计量项目中的运行速度较慢,计量过程繁琐,影响了用户使用体验和计量效率。未来可以通过提升算法和软件运行速度,增加并行计算功能,以及优化计量流程和界面设计等方式来提高计量效率。此外,可以引入人工智能和大数据等技术,通过自动化和智能化

的计算过程,提高计量效率。例如,可以通过自动识别和提取工程图纸中的计量信息,减少人工操作,提高计量的自动化水平。同时,通过利用大数据分析和处理技术,对历史计量数据进行挖掘和分析,提炼出规律性的计量模式,为后续计量提供参考,进一步提高计量效率。

此外,广联达(GMA)算量还可以与其他软件 and 平台进行整合,实现数据共享和交互。目前,在市政工程项目中,涉及的数据来源和处理软件较为繁多,导致数据的一致性和完整性难以保证。未来可以通过与其他相关软件 and 平台的对接和整合,实现数据的共享和交互,将不同软件 and 平台中的数据进行统一整合,提高计量数据的一致性和完整性。例如,可以将广联达(GMA)算量与 BIM (Building Information Modeling) 软件和市政工程管理平台进行整合,实现从设计到施工再到计量的全过程数据共享和交互,提高数据的可靠性和准确性,进一步提高计量的准确性和效率。

## 5 结语

广联达(GMA)算量在市政工程计量的过程中体现了较高的准确性,在数据输入与处理准确性、计算方法的准确性以及模型建立与表达准确性等方面表现优异。同时,广联达(GMA)算量也具有较高效率,在计算速度与效率、自动化程度与效率以及界面友好度与效率等方面表现出色。然而,广联达(GMA)算量仍存在问题 and 不足之处,比如需要进一步提高算量对复杂工程的适应性和精度。因此,对广联达(GMA)算量的改进与发展仍然具有重要意义。希望本文的研究结果能够对市政工程计量领域的从业人员和相关研究者提供一定的参考价值,推动算量的进一步发展和应用。

## 参考文献:

- [1] 安晔宇.广联达钢筋算量软件应用体会与技巧简析[J].消费导刊,2017(26):190.
- [2] 陈灿奇,张芬,胡燕,等.广联达钢筋算量软件使用技巧[J].百科论坛电子杂志,2021(22):2120-2121.
- [3] 徐思奇,赵杰.广联达钢筋算量软件应用体会与技巧浅析[J].黑龙江科技信息,2013(34):41,203.
- [4] 王英丽.信息环境下如何提高钢筋计算的准确性研究[J].数字化用户,2017,23(27):133.
- [5] 岳虎.市政工程报价和公路工程报价分析研究[J].砖瓦世界,2021(03):186.

# 基于物联网的电网数字化管理

黄侠, 刘波

(国网安徽省电力公司宿州供电公司, 安徽 宿州 234000)

**摘要** 本文全面探讨了物联网如何影响电网的各个方面, 包括数据采集与传输、远程监控与控制以及预测与优化。文章还详细分析了电网数字化管理面临的主要挑战, 如安全与隐私问题、技术标准的缺乏以及投资与成本的考量。同时, 也探讨了由此带来的机遇, 特别是在提升能源效率、促进可持续发展、实现智能化服务和用户参与方面。本文旨在展示物联网技术如何转型传统电网, 使其更加智能化、高效和可持续。

**关键词** 物联网; 电网; 数字化管理

中图分类号: TN919

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0016-03

在全球范围内, 能源行业正面临着前所未有的变革, 其中电网数字化管理是推动这一变革的关键因素之一。随着物联网技术的不断发展和成熟, 其在电网管理中的应用日益增多, 带来更高的运行效率和更佳的能源利用。通过物联网, 电网不仅能实现更精确的数据采集和传输, 还能提供远程监控与控制, 以及有效的预测与优化策略。这些进步不仅能优化能源分配和消费, 还为实现更可持续的能源系统提供可能。

## 1 物联网与电网数字化管理概述

### 1.1 物联网技术概述

物联网技术是指将传感器、软件和其他技术融合, 以收集和交换数据的系统和设备的网络。这些技术的关键组成部分包括自动化工具、无线传感器网络、先进的数据分析技术以及云计算平台。物联网设备能够在没有人为干预的情况下, 自动收集大量数据, 从而提供实时信息和分析。这在电网管理中尤为重要, 因为它允许电力公司远程监测电网状况、预测需求波动、优化资源分配, 并及时响应电网故障。此外, 物联网技术还能够支持智能电表和家庭自动化系统, 从而提高能源使用的效率和可持续性。

### 1.2 电网数字化管理的基本概念

电网数字化管理是指使用数字技术来监控、控制和优化电力系统的运行。这一概念的核心在于利用实时数据分析和网络技术来提高电网的效率、可靠性和可持续性。在数字化管理的框架下, 电网不再是一个单一方向的能量流动系统, 而是变成一个高度互动和自适应的网络, 能够智能响应各种内部和外部的变化。通过实时数据监控和分析, 电网运营商能够更准确地预测能源需求、优化电力分配, 并迅速识别及修复系

统故障。此外, 电网数字化管理还包括集成可再生能源、提高能源存储效率以及实现电网的高度自动化。这不仅能提高电网的运营效率, 还有助于实现长期的环境 and 经济目标<sup>[1]</sup>。

## 2 物联网在电网数字化管理中的作用

### 2.1 数据采集与传输

在电网数字化管理中, 物联网技术的首要作用是数据的采集与传输。通过部署覆盖广泛的传感器网络, 物联网设备能够实时监测电网的各个方面, 包括电力消耗、线路负载、变压器状态和电力质量。这些传感器收集的数据是实现电网高效运行的基础。例如, 智能电表能够提供关于电力消费模式的详细信息, 而线路监测器则可以检测到潜在的维护问题或故障。除数据采集, 物联网在数据传输方面也非常关键。通过无线通信技术, 收集的数据能够被实时传输到中央控制系统。这种快速和可靠的数据传输不仅能增加操作效率, 还为电网的实时监控和管理提供支持。

### 2.2 远程监控与控制

物联网技术在电网数字化管理中的另一个关键作用是实现远程监控与控制。物联网使电网运营商能够从远程位置监控电网的实时状态, 包括能源流动、系统负荷和设备性能。这种监控不仅限于被动地查看数据, 还包括能够实时调整电网操作以响应各种情况。例如, 通过远程控制中心, 运营商可以调整发电量、重新分配负荷或者隔离故障区域, 以防止故障蔓延至电网的其他部分。此外, 智能电网技术, 如需求响应系统, 允许运营商在高需求时段动态调整电力分配, 从而优化资源使用并减少浪费。远程监控和控制技术在紧急情况下尤其重要, 如自然灾害期间, 这些技术

可以帮助迅速恢复电力供应,减少停电时间。

### 2.3 预测与优化

物联网在电网数字化管理中的第三个重要作用是预测与优化。通过分析从智能传感器和设备收集的大量数据,物联网技术能够帮助预测电网的未来需求和出现的问题。这种预测不仅基于历史数据,还包括实时数据分析,例如天气变化、消费者行为模式和能源市场动态。利用先进的数据分析方法和机器学习算法,电网运营商能够预测需求峰值,并据此调整发电量和负荷分配。这种优化不仅能提高能源的使用效率,还能减少运营成本。此外,预测性维护是物联网技术的另一个关键应用领域。通过分析设备的运行数据,可以提前识别潜在的维护问题并进行预防性维修,从而避免突发故障和昂贵的修复费用<sup>[2]</sup>。

## 3 电网数字化管理的关键技术

### 3.1 传感器技术

传感器技术在电网数字化管理中的应用非常广泛,其核心功能是持续监测电网的各种物理和电气参数,如电压、电流、功率和频率。这些传感器通常安装在电网的关键节点,如变电站、配电线路和用户接入点。随着技术的发展,现代传感器不仅能够提供精确的即时数据,还能够承受极端的环境条件,确保在不稳定或恶劣的环境下依然能够稳定运行。例如,光纤传感器因其高度的抗电磁干扰能力,在高压电网环境中尤为有效。此外,智能传感器技术的发展也为电网管理带来新的可能性。这些智能传感器不仅能够采集数据,还能进行初步的数据处理和分析,从而减轻中心处理系统的负担。通过实时监测电网状态,传感器帮助运营商及时发现潜在的问题和故障,如过载、线路损耗或设备故障,从而实现更有效的故障预防和管理。

除常规的监测功能,传感器技术在电网数字化管理中还扮演着其他关键角色。随着可再生能源的增加,电网变得越来越动态和不可预测。在这种背景下,传感器技术有助于实现更精准的能源平衡和需求管理。例如,通过监测太阳能发电板和风力发电机的输出,传感器能够帮助电网运营商更有效地整合这些可变的能源来源。同时,随着电动汽车和储能设备的普及,电网需要能够处理更复杂的能量流动。在这些情况下,传感器技术提供关键数据,以优化电网的负荷分配和能源存储。另外,传感器数据还支持电网的长期规划和升级。通过分析长期收集的数据,运营商可以更好地理解电网的使用模式和趋势,从而进行更有针对性的基础设施投资和升级。

### 3.2 通信技术

电网的数字化管理依赖于高效和可靠的通信技术来传输大量数据。这些数据包括从传感器收集的实时信息、控制命令以及用户反馈。为满足这些需求,电网采用多种通信技术,包括有线和无线通信。有线通信技术,如光纤通信,提供高速率和高安全性,特别适用于核心电网的通信需求。无线通信技术,例如蜂窝网络(如4G/5G)、LoRaWAN(长距离低功耗网络)和Wi-Fi,提供更大的灵活性和范围,特别适用于远程地区和移动设备。此外,电网通信技术还包括专门设计的协议和标准,如IEC 61850和DNP3,这些协议能确保数据传输的稳定性和兼容性。随着物联网和智能电网的发展,电网通信技术面临着越来越高的数据处理和传输需求。因此,确保通信网络的高带宽、低延迟和高可靠性对于电网的稳定运行至关重要<sup>[3]</sup>。

除基本的数据传输功能外,通信技术在电网数字化管理中还承担着更复杂的任务。例如,随着分布式能源资源(如太阳能和风能)的日益普及,电网需要能够处理来自众多小规模发电站的数据。这要求通信网络不仅要有广泛的覆盖,还需要能够处理高度分散的数据流。另一个挑战是实现电网的需求响应管理,这需要通信技术能够快速传达需求变化信息,并实现对家庭和商业用户的实时控制。此外,随着电网对安全性和抗干扰性的要求日益增高,通信技术需要不断进步以防止数据泄露和网络攻击。最后,随着物联网和边缘计算的发展,通信技术正越来越多地应用于数据的预处理和本地化分析,这有助于减轻中央系统的负担并提高响应速度。

### 3.3 大数据与云计算

大数据技术在电网管理中的应用关键在于其能够处理和分析庞大且复杂的数据集。随着物联网和传感器技术的普及,电网每天都会产生巨量的数据,这些数据包括消费者用电模式、设备状态、天气条件和市场价格等。大数据技术使得电网运营商能够从这些数据中提取有价值的洞察,从而做出更加精准的决策。例如,通过分析用户用电数据,可以优化电网负载管理,减少能源浪费,并提升供电的可靠性。同时,大数据分析也支持预测性维护,通过对设备性能数据的分析,可以预测潜在的故障和维护需求,从而提前采取措施避免停电。此外,大数据还在整合可再生能源和响应市场变化方面发挥着重要作用。通过分析天气模式和市场需求,电网可以更有效地调度太阳能和风能等可再生能源,实现能源的最优配置。

云计算技术在电网数字化管理中的作用体现在其

为大数据分析提供强大的计算资源和存储能力。通过将数据存储和处理迁移到云端,电网可以实现更高效和灵活的数据管理。云计算平台支持电网运营商在需要时快速扩展计算能力和存储空间,这对于处理电网数据的波动和不确定性至关重要。此外,云计算还提供更高级的数据分析和机器学习服务,使电网能够实现更深入的数据挖掘和模式识别。例如,通过机器学习算法,电网可以更准确地预测电力需求和市场趋势,从而优化发电和分配策略。同时,云计算还能促进电网的协同管理和合作。通过共享云平台,不同的电网运营商可以共享数据和资源,实现更广泛的数据集成和协作。例如,区域电网可以共享天气和负载数据,以更好地协调电力的跨区域分配。大数据和云计算技术在电网数字化管理中的应用不仅能提高数据处理的效率和能力,也为电网的智能化和可持续发展提供强有力的技术支持<sup>[4]</sup>。

## 4 电网数字化管理的挑战与机遇

### 4.1 挑战

安全与隐私问题是电网数字化管理中最为关键的挑战之一。随着越来越多的数据被收集、传输和分析,电网系统面临着严重的网络安全风险。黑客攻击、数据泄露和恶意软件都会严重威胁电网的稳定运行和用户的隐私。为应对这些风险,需要投入大量的资源来加强网络安全措施,如加密技术、防火墙和入侵检测系统。此外,随着物联网设备的增加,电网的攻击面也在不断扩大,会增加保护工作的复杂性。

技术标准与互操作性的问题也是电网数字化管理的一大挑战。由于电网涉及众多不同的技术和设备,缺乏统一的技术标准会导致兼容性和互操作性问题,这在集成多个系统和设备时尤为明显。此外,随着新技术的不断涌现,现有系统很快就会过时,维护技术的最新性和兼容性需要持续的投资和更新。

最后,投资与成本问题也是电网数字化管理面临的重大挑战。电网的数字化升级需要昂贵的初始投资,包括新技术的采购、系统的集成以及员工的培训。对于许多电力公司而言,这样的投资是一项巨大的财务负担,特别是在预算有限的情况下。此外,持续的维护和升级也需要持续的资金支持。因此,寻找成本效益高的解决方案和资金来源是实现电网数字化的关键。

### 4.2 机遇

能源效率与可持续发展是电网数字化管理带来的显著机遇。数字化技术,特别是物联网和大数据分析,使电网能够更高效地管理能源,减少浪费,并优化资源配置。例如,智能电网能够更有效地集成可再生能源,

如太阳能和风能,从而减少对化石燃料的依赖。此外,通过预测性维护和优化设备运行,可以延长设备寿命并减少能源损耗,促进电网的可持续运行。

其次,智能化服务与用户参与是电网数字化带来的另一个重要机遇。数字化电网能够提供更多定制化和互动性强的服务,如实时能耗监控和个性化的能源管理方案。这不仅能增强用户体验,也鼓励用户更积极地参与到电能的节约和高效使用中。例如,通过智能电表和家庭自动化系统,用户可以更好地控制自己的能源使用,甚至可以将自家产生的可再生能源反馈给电网。

最后,数据驱动的决策与优化是电网数字化管理的核心机遇之一。大数据和先进的分析工具为电网运营商提供深入洞察,使他们能够基于精确的数据做出决策。这种数据驱动的方法不仅能提高操作效率,还能增强电网对未来趋势和潜在问题的预测能力。此外,通过收集和分析大量数据,电网可以持续优化其运营策略,以应对不断变化的市场和技术环境<sup>[5]</sup>。

## 5 结语

基于物联网的电网数字化管理正引领着电力行业的未来。通过集成先进的传感器技术、强大的通信网络和大数据及云计算平台,电网不仅能提升其运行效率和可靠性,还在能源的可持续使用和智能化服务方面迈出重要一步。虽然在安全、技术标准和成本方面面临挑战,但这些都不足以掩盖数字化管理带来的巨大机遇。从提高能源效率到增强用户参与,再到数据驱动优化决策,物联网在塑造一个更智能、更高效、更环保的电力系统方面发挥着不可或缺的作用。展望未来,这种基于物联网的电网数字化管理无疑将继续作为能源行业创新和发展的关键驱动力。

## 参考文献:

- [1] 林建涛. 基于物联网的电网工程智慧工地数字化管理方法[J]. 自动化与仪器仪表, 2020(07):179-182.
- [2] 杜舒明, 梁雪青, 赵小凡, 等. 基于物联网的电网数字化管理平台构建[J]. 数字技术与应用, 2021, 39(12):225-227.
- [3] 白钊, 胡杰, 何鹏, 等. 基于物联网技术的智能电网基础设施建设数字化管理平台研究[J]. 机械与电子, 2022, 40(10): 77-80.
- [4] 戎毅成, 谭鑫, 高瑾, 等. 基于物联网的电网施工智慧工地数字化管理平台建设[J]. 山东电力技术, 2023, 50(04): 22-27.
- [5] 闫嵩琦. 基于物联网的电网数字化管理平台构建[J]. 数字技术与应用, 2023, 41(10):177-179, 225.

# 面向智能制造的化工设备 PLC 应用技术创新

张悦

(青海盐湖工业股份有限公司, 青海 格尔木 816099)

**摘要** 在面向智能制造的大背景下, 化工设备 PLC 应用技术创新成为引领行业变革的核心驱动力。传感器技术、数据分析算法以及远程监控与维护的融合, 赋予了化工设备更强大的智能化能力。本文深入探讨面向智能制造的化工设备中 PLC 应用技术创新, 以期为提高化工生产的智能化水平、优化生产过程提供参考, 最终实现化工行业的可持续发展。

**关键词** 智能制造; 化工设备; PLC 应用技术

**中图分类号**: TQ05

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0019-03

科技进步和制造业的转型升级, 使智能制造成为全球工业领域的重要趋势之一。在这个大背景下, 化工领域作为工业体系的重要组成部分, 其生产过程的智能化和自动化水平日益成为提高生产效率、优化资源利用、降低成本的核心要素。可编程逻辑控制器 (PLC) 作为化工设备控制系统的核心, 发挥着至关重要的作用。本文探讨了关于面向智能制造的化工设备中 PLC 应用技术的创新, 以期能够提升化工设备的自动化水平。

## 1 PLC 的基本原理

可编程逻辑控制器 (PLC) 作为一种专门用于工业控制的计算机系统, 其基本原理在于提供了一种灵活且可编程的方式来监控和控制生产过程。PLC 的核心是其程序控制能力, 通过预先编写的程序, PLC 能够根据输入信号的变化实时调整输出信号, 从而控制与之相连的各类执行器和设备<sup>[1]</sup>。其工作原理类似于逻辑开关, 能根据逻辑条件执行特定的控制任务。PLC 通常由输入模块、中央处理器、输出模块以及编程和通信模块组成, 这些模块协同工作, 使 PLC 在不同的工业应用中发挥关键的控制功能, 提高生产效率和可靠性。

## 2 PLC 在化工设备中的重要性

### 2.1 实现对生产过程的高度自动化和精确控制

PLC 通过自动化控制实现了生产过程的高度智能化, 在复杂多变的化工生产环境中, PLC 可以实时监测并响应各种传感器信号, 调整温度、压力、流量等参数, 实现对生产过程的即时精确控制, 不仅提高了生产效率, 还确保了产品的一致性和质量。

PLC 在化工设备中的应用为过程优化提供了有力支持, 通过精密的程序设计, PLC 能够对生产过程进行优

化调整, 最大程度地降低资源消耗, 减少废品率, 实现可持续生产, 这不仅有助于降低生产成本, 还符合现代化工产业对于可持续发展的追求。

PLC 在化工设备中的重要性还体现在安全性方面。化工生产涉及各种危险因素, 如化学品的高温、高压等, PLC 系统能够通过监控传感器数据, 迅速响应并采取紧急措施, 确保生产过程的安全性, 对于防范事故、降低安全风险具有重要意义。

### 2.2 确保生产过程的稳定性和一致性

通过实时监测和响应各种传感器信号, PLC 能够精准控制温度、压力、流量等关键参数, 从而有效维持生产环境的稳定状态。这对化工制造来说至关重要, 因为任何生产过程中的波动都可能导致产品质量的降低甚至事故的发生。PLC 系统的智能化控制不仅能及时应对变化, 而且可以在整个生产过程中保持一致性, 确保每个生产周期的产品都符合高质量标准。通过这种方式, PLC 为化工企业提供了稳定、可靠的生产环境, 为其在市场中取得竞争优势提供了坚实的基础。

### 2.3 安全性提升

化工生产环境的危险性不可忽视, 而 PLC 通过实时监控和响应传感器数据, 能够快速识别潜在的安全风险并采取紧急措施, 这种即时性的反应机制有助于防范化工事故, 减少了可能对人员和设备造成的损害。通过 PLC 系统的智能化控制, 化工企业能够确保在任何异常情况下都能实现生产过程的安全关闭或调整, 最大程度地保障工作人员的安全<sup>[2]</sup>。此外, PLC 系统还提供了远程监控和维护的功能, 使工程师能够随时随地对设备进行监测和故障排除, 进一步增强了生产过程的安全性。

### 3 面向智能制造的化工设备PLC应用技术创新

#### 3.1 传感器技术的创新应用

##### 3.1.1 智能传感器的发展

在面向智能制造的化工设备中, PLC应用技术的创新日益凸显, 尤其在传感器技术的发展方面取得了显著的进展。其中智能传感器的发展为化工设备的智能化和自动化提供了强有力的支持。

科技的不断演进, 智能传感器不再局限于传统的测量功能, 而是通过集成先进的计算和通信能力, 实现了更高级别的信息处理和交互, 这意味着传感器不仅能够感知环境参数, 还能进行实时数据分析和决策。在化工设备中应用智能传感器, 可以使PLC系统更加敏捷地感知生产过程中的各种变化, 并根据这些信息迅速作出相应的调整, 以保证生产的高效稳定。

智能传感器的发展使得化工设备对于各类物理、化学参数的监测更为细致和全面。例如, 传感器能够实时监测流体的粘度、温度、压力等关键参数, PLC系统可以根据这些实时数据进行精准控制, 以实现生产过程的最优化。同时智能传感器的通信能力也为设备间的信息交互提供了更便捷的途径, 使得整个生产系统能够更好地协同工作, 实现资源的高效利用。

智能传感器的发展不仅提升了PLC在化工设备中的实时控制水平, 还为数据驱动的决策和预测性维护提供了基础。通过实时收集和分析传感器数据, PLC系统能够预测潜在故障, 提前进行维护, 从而降低设备的停工时间, 提高生产效率和可靠性。

##### 3.1.2 传感器与PLC的集成

传感器与PLC的集成不再是简单的数据采集和传输过程, 而是建立了一个紧密连接的智能网络, 使得化工设备能够更加智能地感知、分析和响应生产环境的各种变化。

通过传感器与PLC的深度集成, 化工设备可以实现对多个参数的同时监测, 并将这些数据实时传输到PLC系统中进行分析。传感器的多样性使得可以监测到的参数范围更加广泛, 包括温度、湿度、压力、流量等多个方面, 这使得PLC系统能够全面了解生产过程的状态, 并且可以根据不同参数之间的关联性进行智能化的综合分析<sup>[3]</sup>。

传感器与PLC的集成不仅仅是单向的数据采集, 更实现了双向的信息交流。传感器通过即时收集的数据提供给PLC系统, 而反过来, PLC系统通过对这些数据的深度分析和处理, 向传感器发出指令, 实现对设备的精确控制, 这种实时反馈机制使得化工设备可以根据生产需求和环境变化进行动态调整, 最大程度地

提高生产效率和资源利用率。

集成传感器与PLC的系统还具备自适应性和自学习能力, 通过不断积累和分析历史数据, PLC系统可以优化控制策略, 逐渐适应生产过程中的变化, 实现更加精准和智能的控制, 这种智能化的控制系统不仅提高了生产效率, 还减少了对人工干预的依赖, 降低了操作风险。

#### 3.2 数据采集与分析

##### 3.2.1 大数据在化工制造中的应用

在面向智能制造的化工设备中, 数据采集与分析的关键技术创新中, 大数据应用扮演了不可忽视的角色。化工制造涉及庞大而复杂的数据集, 包括生产过程中的温度、压力、流量等多种参数, 以及设备运行状态、原材料质量等多方面信息。传统的数据采集方法已无法有效处理这一海量且多样的数据流, 而大数据技术的引入为化工制造提供了全新的数据管理和分析手段。

大数据在化工制造中的应用首先体现在数据采集的全面性和即时性。通过传感器网络和物联网设备的大规模部署, 大数据技术能够实现对整个生产过程的高频、高密度数据采集, 这不仅有助于全面了解生产现场的动态变化, 也为PLC系统提供了更加丰富的输入, 使其能够更为准确地进行实时控制和决策。

大数据在化工制造中的应用不仅仅是数据的多样性, 更体现在对数据的深度分析和挖掘。通过采用先进的数据分析算法和机器学习技术, 大数据技术能够从庞大的数据集中提取出隐藏的规律和趋势, 为工艺优化、质量控制等方面提供有力的支持。例如, 通过对生产数据的深度分析, 可以发现生产过程中的潜在问题, 并及时调整PLC系统的控制策略, 实现生产效率的最大化。

此外, 大数据技术的应用还促使了化工制造业向更加智能化和自适应的方向发展。基于历史数据的分析, PLC系统可以通过学习模型优化控制策略, 适应生产环境的变化, 这种自适应性不仅提高了生产系统的适应性和灵活性, 还为设备的预测性维护提供了可行性, 降低了设备停工的概率。

##### 3.2.2 数据分析算法的创新

随着数据量的急剧增加, 传统的数据处理方法显得力不从心, 而数据分析算法的创新在于能够从庞大而复杂的数据集中提炼出有价值的信息。数据分析算法的创新促使了化工设备向更加智能化的方向迈进, 新一代的算法不仅更加高效, 而且更为灵活, 能够适应不同类型和规模的数据。例如, 机器学习算法的应

用使得系统能够自动发现隐藏在数据背后的模式,从而更好地理解生产过程的动态和变化。

这些数据分析算法的创新也在提高生产过程的实时性和准确性方面发挥了关键作用。通过实时分析传感器采集到的数据,算法可以迅速检测到生产中的异常或潜在问题,为 PLC 系统提供及时的反馈,这种实时反馈机制有助于系统实现更为迅速和精确的控制调整,从而最大程度地减少生产中的不确定性,提高生产效率。

在化工制造中,数据分析算法的创新还为质量控制和产品优化提供了有力支持。通过对生产数据进行深入分析,系统可以更好地理解不同因素对产品质量的影响,从而调整生产参数,提高产品的一致性和品质,这对于提升企业竞争力和满足市场需求至关重要。

### 3.3 远程监控与维护

#### 3.3.1 远程监控系统的设计与实现

在面向智能制造的化工设备中,远程监控与维护的关键技术创新中,远程监控系统的设计与实现成为推动化工设备智能化的关键驱动力,这使得工程师和运维人员能够通过网络远程实时监控和管理设备运行状态,实现了设备的全方位远程管理,为化工生产提供了更高效的解决方案。

远程监控系统的设计在于建立一个高效的数据传输通道。通过采用先进的通信技术,例如物联网技术和云计算平台,远程监控系统可以实现对设备生成的大量数据的高速传输和实时更新,工程师可以在任何时刻远程获取到设备的运行状态、性能参数以及各种监测数据,从而及时了解生产过程的动态情况。

远程监控系统注重用户友好性和实用性,通过直观的界面和功能设计,使得工程师可以方便地监控设备的运行情况并进行必要的操作,不仅包括设备的实时状态显示,还包括对设备进行远程诊断、调整参数,甚至进行虚拟仿真等功能,从而在不同时间和地点实现对设备的全方位管理和控制<sup>[4]</sup>。

远程监控系统的实现也加强了对设备的预测性维护。通过实时监控设备运行状况,系统可以分析设备的健康状况,提前预测可能的故障,从而为工程师提供提前干预的机会,减少停机时间,降低维护成本,提高设备可靠性。

远程监控系统的设计和实现对于化工设备而言不仅是一项技术上的创新,更是提升工作效率和降低运维成本的重要手段,不仅满足了智能制造对于实时监控的需求,也为化工企业在全局范围内实现设备的远程管理提供了坚实的基础。通过远程监控与维护技术

的创新,化工企业不仅能够更好地适应市场需求,还能够提高生产效率,降低运营风险,实现可持续发展。

#### 3.3.2 远程维护的技术创新

远程维护的技术创新在于建立稳定而高效的远程连接。通过利用互联网和物联网技术,远程维护系统可以建立起设备与远程维护中心之间的实时连接,实现数据传输的即时性,使得远程维护人员能够迅速获取设备的运行数据、故障信息以及各种监测数据,这为远程维护人员提供了清晰的设备运行画面,使其能够远程准确定位和分析潜在问题<sup>[5]</sup>。

远程维护技术创新着力提升远程操作的精确性和灵活性。远程维护系统通过引入先进的远程操控技术,允许维护人员在不亲临现场的情况下进行设备操作和维护,包括对设备参数的调整、故障排除,甚至对设备进行远程重启等操作,使得维护人员可以随时随地迅速响应并处理各种问题,降低了对维护人员的地理依赖性,提高了工作效率。

远程维护技术创新也强调了对于安全性和数据隐私的重视。采用加密传输技术和权限控制机制,确保了在远程维护过程中的信息安全。维护人员可以在授权范围内访问设备数据,而不会牺牲敏感信息的隐私保护,为化工企业提供了更为可靠和安全的远程维护环境。

## 4 结论

智能制造中,化工设备 PLC 应用技术的创新为生产提供了智能化、高效化的解决方案。通过整合传感器技术、数据分析算法以及远程监控与维护,设备实现了实时监控、智能决策和远程操作,提高了生产效率、产品质量和设备可维护性,这一技术创新为化工行业的现代化和可持续发展奠定了坚实的基础,使企业能够更灵活地适应市场需求,从而推动智能制造迈向新的高度。

### 参考文献:

- [1] 李高乐.PLC 技术在化工装置电气自动化控制中的应用[J].智能城市,2021,07(24):60-61.
- [2] 李长洛.石油化工设备安装技术及项目管理研究[J].中国设备工程,2021(22):36-37.
- [3] 李雪如,孟德涛,孟凡文.PLC 控制系统在大型化工厂设备改造中的运用[J].电子世界,2020(21):175-176.
- [4] 申晨晨.基于 VR 的石油化工设备智能仿真维修培训系统研究与应用[D].杭州:杭州电子科技大学,2020.
- [5] 杨伟成.新型化工设备在化工生产中的应用与研究[J].化工设计通讯,2018,44(03):102.

# 基于区块链的医院网络安全框架设计与实现

于翠梅

(山东省菏泽市鄄城县妇幼保健院, 山东 菏泽 274700)

**摘要** 区块链技术是一门新兴的技术, 主要通过无人的信用委托平台, 实现互联网互相信任的问题, 通过加密数据信息, 保障数据存储的安全, 也可以使数据的记录更加透明与准确。本文阐述了区块链技术的相关知识, 分析了区块链技术在医院网络安全中出现的问题, 探讨了基于区块链的医院网络安全架构设计与实现策略。

**关键词** 区块链; 医院; 网络安全; 框架设计

中图分类号: TP393.08

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0022-03

医院作为重要的公共服务机构, 拥有大量患者的个人隐私信息与医疗数据, 因此, 保护医院网络安全十分重要。而传统的网络安全防护措施, 通常难以应对日益复杂的网络攻击手段, 而区块链作为一种新型的技术具有许多优势, 为医院网络安全提供了新的解决方案。

## 1 区块链技术概述

### 1.1 区块链的概念

区块链是一种应用模型, 在模型中能够实现两点之间的功能传输, 还可以对加密算法等相关功能进行运算, 使不同节点形成数据信任, 从而获得相应的权益。从概念出发, 区块链技术通常被人们认为是一种数学算法。从广义角度来说, 对区块链技术进行理解, 该技术就是通过一些跨链式的结构进行数据的验证与传输, 并运用自动化的脚本代码, 达到智能合约的目的, 再进行后续的操作。从狭义角度来说, 分析区块链技术, 可以认为此技术标准是参考时间的先后顺序, 利用链接的方法形成链式数据的结构。

### 1.2 区块链的技术原理

数据的产生形式通常会通过一连串密码学方法构建数据块, 最终形成分布式的账簿系统, 也就是区块链的技术原理。区块链技术包括链接与数据块, 数据块属于数据结构, 这种数据结构能够记录交易。挖矿记录或被验证的转账记录是交易记录, 对数据块而言, 它肩负着系统内加密的数据信息, 同时这些数据信息需要在一定的时期内进行存储, 对于验证的有效性与次生区块的形成具有一定的作用。链接就是区块和区块间的关系, 最终形成的区块链。对于区块单元而言, 它包括三个部分, 分别是交易信息、随机数等, 交易信息中有双方交易的数量与交易时形成的电子货

币数字签名与双方的私钥等, 这些交易信息也是区块链需要承担的任务。数字签名是一个证明数据的机制与依据。它对数学机制的所有权进行证明, 数字签名包含诸多内容, 比如发送者的私钥等, 从而确定发送方式, 通过确认签名发出消息, 此外, 还包括确定整个数据或信息的完整性<sup>[1]</sup>。

### 1.3 区块链技术的特征

区块链技术属于分布式的数据库技术, 它能够使数据之间实现共享, 同时具有一些基本的特征, 比如集体维护、去中心化、可靠数据库等, 去中心化的主要特征就是在运营中没有中心化的硬件或管理机构, 每一个节点的权利与任务都是平等的。若在其中有任何一个节点没有工作, 都不会对整个运行系统造成影响。去信任就是在区块链技术运营中, 数据库的运作与数据都是公开的, 在各节点执行交易时不需要信任, 因此叫做去信任, 也就是在系统所规定的范围与时间内, 不同节点是不能欺负彼此的。集体维护的特征就是在系统中, 每个节点都是受到维护的, 每个节点都参与到系统的维护中, 可靠数据库就是在运营系统中, 所参与的节点都是完整的信息。因此, 对某个节点的数据库进行修改是不能实现的, 系统会通过自己的判断, 将频率最多且出现相同的记录认定为真实。对于其安全性而言, 整个节点的参与度与计算能力成正比。参与度的高低直接决定计算能力的强弱, 同时也代表了系统数据的安全性。

## 2 区块链技术在医院网络安全中出现的问题

### 2.1 数据存储空间不足

在区块链技术应用中, 数据库是一个重要的数据集, 每笔交易都在数据库中存储, 因此, 所有参与的节点都需要下载与更新存储的数据, 并下载与记录

自始至终的数据。在医院网络安全中,拥有数字化技术数据存储量在不断地攀升。若在医院网络安全技术中应用区块链技术,它将承载大量的医院信息与患者的数据,这就需要大量的数据库资料存储空间。若使每个节点的数据达到同步,就需要庞大的区块链数据存储空间,这也是在众多领域中区块链技术应用的关键。对医疗系统来说,其对医疗系统工作快速开展与医患数据的准确性具有直接的影响<sup>[2]</sup>。

## 2.2 大规模交流下的抗压问题

随着医院内部与外部信息交流不断增加,区块链技术的应用也随之扩展。然而,当大量数据同时传输时,区块链网络可能面临严重的抗压问题。医院网络中的交流可能涉及大量的医疗数据,比如,患者的病历、医疗记录与医嘱等。这些数据的传输需要高速与稳定的网络连接,但区块链技术的分布式特性可能导致传输速度较慢,从而影响医院网络的正常运行。大规模交流下的抗压问题还涉及网络的带宽和存储容量。区块链技术需要大量的存储空间来存储交易数据和区块链的历史记录。当医院网络中的交流数据量过大时,可能会导致网络带宽和存储容量不足的问题,从而影响数据的传输与存储。区块链技术的网络节点数量也可能影响到网络的抗压能力。在医院网络中可能存在大量的节点参与区块链的验证和交易确认过程。当节点数量过多时,可能会导致网络拥堵和延迟,从而影响到医院网络的正常运行<sup>[3]</sup>。

## 2.3 医院网络安全缺乏实践经验

尽管区块链技术被认为是一种安全且去中心化的解决方案,但在医院网络环境中应用时仍然面临一些挑战。医院网络安全意识的欠缺是导致问题出现的主要原因,由于医疗工作人员对区块链技术并不熟悉,缺乏对网络安全威胁的认识和理解,这会导致区块链系统在使用与管理时出现漏洞,从而使医疗数据容易受到攻击。由于医院网络环境的复杂性,区块链技术的实施也会面临一些难题,医院网络通常包含多个终端设备、传感器、服务器等,这些设备之间的数据交互需要高度的安全性,然而,区块链技术的部署与配置对于医院网络来说可能是一项复杂的任务,需要采用专业技术对医院进行管理。医院网络中的潜在安全漏洞也十分令人担忧,由于医院网络常常连接到外部网络,如互联网等,因此,存在被黑客攻击的风险<sup>[4]</sup>。

## 2.4 隐私与安全问题

尽管区块链技术本身被认为是安全的,但其应用

在医院网络中仍然存在一些风险。由于区块链是一个公开的分布式账本,其中的交易信息是可追溯的,这可能导致患者隐私泄露的风险。虽然区块链数据是匿名的,但患者的身份信息仍然可能通过其他方式与其相关联。区块链技术的去中心化特性,使得数据存储多个节点上,这增加了网络攻击的潜在目标。黑客可能通过攻击这些节点来窃取敏感的医疗信息,从而对患者的隐私和安全造成威胁。由于区块链是基于密码学的,一旦密码被破解,整个网络的安全性将受到威胁。区块链还具有可扩展性,由于每个节点都需要存储完整的区块链数据,就会导致数据量的快速增长,从而对网络的带宽与存储资源提出挑战。

## 3 基于区块链的医院网络安全框架设计与实现策略

### 3.1 建立分布式的网络结构

基于区块链的医院网络安全架构设计需要建立一个分布式的网络结构,传统的网络结构中存在着集中式的服务器,一旦服务器被攻破,整个系统的安全性就会受到威胁。而区块链的分布式结构使得数据存储多个节点上,没有单一的中心服务器,从而降低了被攻击的风险。同时,区块链的去中心化特点也增加了系统的抗攻击能力,即使某一节点被攻破,其他节点仍然能够运行正常,保证了数据的安全性与可靠性。建立分布式网络结构,可以减少单点故障的风险。分布式网络结构将数据与计算资源分散在多个节点上,即使某个节点发生故障,其他节点仍能正常运行,保证医院网络的连续性和可靠性。分布式网络结构还可以增加网络的安全性,其每个节点只存储部分数据与计算任务,大大降低了黑客获取全部数据的难度,同时,基于区块链的分布式账本技术可以确保数据的不可篡改性与透明性,使得医院网络更加安全可信。同时,还可以提高网络的性能与可扩展性,实现并行计算与负载均衡,提高网络的处理能力和响应速度。伴随医院规模的不断扩大,可以方便地添加新的节点来扩展网络的容量与覆盖范围<sup>[5]</sup>。

### 3.2 引入智能合约

智能合约是一种合约的进化形式,它利用人工智能与机器学习的技术,使合约能够自动学习和适应不断变化的网络环境。智能合约是区块链中的一种自动执行的合约,可以确保数据的安全和一致性。医院可以通过智能合约实现数据的自动验证与控制,确保只有授权的用户才能访问与修改数据。同时,智能合约

还可以记录和追踪数据的变更历史,任何人都无法篡改数据,保证了数据的完整性和可追溯性。智能合约在医院网络安全中的应用是为了提高网络的自我防御能力,通过对网络流量进行实时监测与分析。智能合约可以识别异常行为与潜在的威胁,并自动采取相应的应对措施,比如,当发现有可疑的网络攻击行为时,智能合约可以立即启动防御机制,如封锁攻击源IP地址或限制访问权限,以保护医院网络的安全。智能合约还可以进行自我学习与优化。通过不断分析与整理医院网络的安全日志与历史数据智能合约,能够识别出网络的漏洞与弱点,并提出改进的方案。这种自我学习与优化的过程,使得医院网络安全架构能够不断适应新的威胁与攻击方式,保持较高的安全性与可靠性。

### 3.3 加强身份认证与访问控制

基于区块链的医院网络安全架构设计需要加强身份认证和访问控制。传统的网络安全系统往往通过用户名和密码来进行身份认证,但这种方式容易被攻击者破解,而区块链技术可以通过公钥和私钥的加密方式来进行身份认证,只有拥有私钥的用户才能访问和修改数据。区块链技术的去中心化特性为医院提供了更加安全和可信的身份验证机制。通过使用区块链,医院可以建立一个分布式的身份认证系统,确保其有被授权的用户可以访问敏感的医疗信息。医院可以将所有医护人员身份信息存储在区块链上,这些身份信息包括医生、护士和其他医疗人员的资质、执业证书与许可证等,每个医务人员都有一个唯一的身份标识符,该标识符被记录在区块链上,并与其 ([6]) 进行关联。当医务人员需要访问医疗信息时,他们需要使用其身份标识 ([6]) 进行身份验证。区块链技术可以确保这些身份信息的真实性与安全性,防止身份欺诈和冒名顶替。加强访问控制也是保护医疗网络安全的重要手段。医院可以实现细粒度的访问控制,确保只有授权的用户可以访问特定的医疗信息。同时,基于区块链的访问控制,可以将权限管理的过程透明化,确保只有授权人员才能进行敏感操作,提高了系统的安全性 [6]。

### 3.4 加强数据隐私保护

基于区块链的医院网络安全架构设计,需要加强数据隐私保护。患者个人隐私信息和医疗数据的泄露,将对患者造成严重的损害,区块链技术可以通过加密算法和匿名化技术来保护数据的隐私性,确保只有授权的用户才能访问和使用数据,同时,区块链的不可

篡改性,也可以防止数据被篡改或删除,保护数据的完整性与可信度。通过使用区块链技术语言,可以实现匿名化的数据存储和传输。区块链是一种分布式账本技术,每个参与者都可以验证和记录交易,而不需要透露个人身份信息,这意味着患者的个人身份和健康数据可以被加密,只有授权的参与者才能解密与访问,这将大大降低患者隐私被泄露的风险,并增加医院网络的安全性。区块链的不可篡改性是提高数据隐私保护的关键特性之一,一旦数据被写入区块链,就无法被删除或修改,只能添加新的交易记录。这确保了患者健康数据的完整性与真实性,防止任何未经授权的篡改。通过这种方式患者可以更加信任医院网络,并且对他们的个人数据的安全性 ([6]) 与隐私保护有更多的控制权。同时,采用智能合约,也可以加强数据隐私保护,智能合约可以在区块链上执行。通过编写智能合约,医院可以定义与实施严格的访问控制策略,确保只有经过授权的参与者,才能访问患者的健康数据。

## 4 结论

基于区块链的医院网络安全架构设计,可以有效提升医院网络的安全性 ([6]) 与可靠性。通过建立分布式的网络结构,引入智能合约、加强身份认证与访问控制以及加强数据隐私保护,可以有效防止网络攻击和数据的泄露,保护患者的个人隐私信息与医疗数据的安全。然而,区块链技术也存在一定的挑战与限制,因此,在实际应用中需要进一步研究与改进。

## 参考文献:

- [1] 刘惠明,潘珺瑜. 医疗区块链技术运用的法律规制探究 [J]. 卫生软科学, 2023, 37(12): 28-33.
- [2] 朱春伦,唐玲,邵维君,等. 基于区块链的异地医疗信息共享试点项目实践 [J]. 中国数字医学, 2024, 19(01): 29-33.
- [3] 姚尧,袁骏毅,岑星星. 基于区块链的电子病历安全共享方案 [J]. 医学信息学杂志, 2023, 44(11): 84-89.
- [4] 秦余腾,王秀娟,扈蕴琨,等. 一种基于区块链的医院病历档案系统 [J]. 中国科技信息, 2023(22): 76-80.
- [5] 沈益督. 基于区块链技术的医院网络安全应用探究 [J]. 电脑知识与技术, 2023, 19(30): 78-80.
- [6] 郑荣,雷亚欣,张默涵,等. 基于联盟区块链的多源个人健康信息协同共享模式研究 [J]. 图书情报工作, 2023, 67(20): 79-92.

# 电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用分析

孙 宇

(辽宁金亿电力科技有限公司, 辽宁 沈阳 110000)

**摘 要** 电气自动化技术是我国未来发展的主要方向, 它将会为我国的工业、农业、交通运输业等提供更加全面和更好的服务。在电力系统中, 电气自动化是一门新兴的技术, 它的运用不但可以改善电网的各种性能, 而且可以提高电网的自动化程度, 从而达到节能减排的目的。为此, 本文着重介绍了在生产运营电力系统中的电气自动化技术, 并对其在生产运营电力系统中的应用进行了说明。

**关键词** 电气自动化技术; 生产运行; 电力系统

中图分类号: TM76

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0025-03

电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用主要包括: (1) 进行监控和管理。(2) 监控和管理故障处理。(3) 监控和管理电网信息。(4) 监控和管理变电站信息。(5) 监控和管理继电保护与自动装置。(6) 监控和管理各种二次设备。(7) 监控和管理调度自动化。(8) 实现信息系统一体化。在生产运行电力系统中, 电气自动化技术的应用能够极大地提高电力系统的安全、稳定和可靠性, 同时还能提升电力系统的经济效益, 在此基础上, 提出了一种基于功率密度函数的多目标优化算法。所以, 电力自动化被广泛地运用于生产运营的电力系统中。

## 1 电气自动化技术

电力自动化是一门建立在计算机控制与通信的基础上, 通过对电能和各种电器的控制, 实现对电气设备的自动化控制, 进而实现对整个电气系统的自动化控制<sup>[1]</sup>。目前我国的电气自动化技术主要有以下几种类型: (1) 计算机技术: 计算机是一种电子装置, 具有强大的运算能力, 它的出现为电力系统提供了良好的条件, 可以通过计算机完成电力系统中各方面数据的采集、存储和处理, 实现对电力系统进行监控。

(2) 网络技术: 网络是计算机技术和通讯技术结合发展起来的一种新型技术, 它能够将各种设备和各个系统连接起来, 可以对数据进行采集和处理, 实现对整个电气自动化系统进行有效监控。(3) 信息技术: 信息是指计算机能够处理和储存信息数据, 而计算机则是利用信息进行数据处理和信息传递的一种新型设备。在现代社会中, 信息已经成为人们生活中最重要的资源之一。(4) 通讯技术: 通讯是指在不同设备之间实

现数据交换和传递的一种新型设备。通讯设备在电气自动化系统中不仅能够实现对电力系统中各方面数据的采集、存储和处理, 还能够实现对整个电力系统中各方面数据信息进行传输。(5) 人工智能: 利用计算机模拟人在认识世界过程中的一些活动, 并根据这些活动规律来解决一些实际问题。人工智能作为一种新型科技产品, 可以更好地辅助电气自动化技术进行应用和管理, 而且还可以提高电网的自动化程度。

## 2 生产运行电力系统中电气自动化技术的应用必要性

### 2.1 提升工作效率

电气自动化技术可以从根本上提高电力资源调配效率, 推动生产运行电力系统的稳定发展。首先, 电气自动化技术能够通过电网系统的自动化管理实现对电网系统的实时监控, 能够将电力企业获取到的实时数据进行传输、汇总、分析, 为电网系统提供了大量详细数据, 能够让相关工作人员快速掌握电网状态<sup>[2]</sup>。其次, 电气自动化技术能够将电力资源调配工作分为两个部分, 分别是调控中心和具体的生产设备, 在调控中心中进行实时数据分析和信息汇总, 从而制定出更加科学、合理的电力资源调配方案。同时, 电气自动化技术还能够对设备运行过程中产生的数据进行实时监测, 并且对监测结果进行及时反馈, 在发现设备异常的情况下可以及时做出应对措施。最后, 在电力企业中运用电气自动化技术, 可以实现对生产过程中生成的各种数据和计算机进行集成, 从而为电力企业提供更加全面、准确的信息资料。并且通过对电力企业获取到的数据进行分析, 还能够为电力企业提供更多有价值

的信息资料,从而推动电力企业的长远发展。

## 2.2 降低能源损耗

在生产运营的电力系统中,采用电子自动控制可以提高生产运行的电能质量,减少能量损失。应用电气自动化技术,能够对电网结构进行优化,将设备进行优化改造,同时,通过优化配置电网资源,可提高电网的生产运营效率,确保电网的安全稳定运行。从供电方式来看,电气自动化技术能够对电力资源进行科学配置,对不同的发电方式进行合理选择。比如在火力发电过程中,电气自动化技术能够对发电过程进行有效控制和管理;在水力发电过程中,电气自动化技术可以对水轮发电机组进行优化配置。

## 2.3 实现智能化的管理

在生产运行电力系统中,电气自动化技术的应用是非常有必要的,并且这一技术也能对电力系统进行智能化的管理,使得电力系统的运行更加高效和稳定<sup>[3]</sup>。第一,在电气自动化技术应用过程中,可以对电力系统的各个方面进行实时监控,可以随时了解到电力系统运行状态和各项数据信息,从而实现智能化的管理。第二,在实际工作中,工作人员可以根据相关数据信息对电气自动化技术进行合理的应用,有效保证各项工作能够按照标准程序进行。第三,在实际应用过程中,也可以根据不同情况对电气自动化技术进行灵活应用,提高电力系统运行效率。

## 2.4 降低运维成本

电气自动化技术的应用,能够使电力系统中的运行设备实现智能化的管理,使管理更加科学、合理、高效,有利于降低人力资源的使用,可以避免人工操作所产生的错误。一方面,通过电气自动化技术的应用,能够有效降低电力系统中设备使用年限的损耗。另一方面,通过电气自动化技术的应用,有利于降低运维成本。例如:对变电站进行智能化改造后,能够降低变电站维修人员的工作强度和工作量;在故障发生时,可以自动寻找出故障点并及时检修,提升了运维工作的效率。

## 2.5 提升电力系统安全性能

将电力自动化技术引入生产运行电网,为电网的安全运行提供了保证。因为在电气自动化技术的作用下,能够自动完成一些动作,提高了电力系统运行的安全性。例如,在生产运营的电力系统中,采用自动化技术对设备进行维修,可降低不必要的人员投入。同时,在对设备进行维护和维修时,将原来的手动操作转变为自动化操作,不仅减少了人力资源的投入,还提高了生产效率。例如,在电力系统中采用自动检测和控制技术,可以使电力设备得到更好的保护,提

高了电力系统的运行效率和可靠性。此外,在一些大型企业中还应用了电子计算机技术来进行生产管理,提高了管理效率。总之,在工业生产领域中采用自动化技术可以减少生产成本、降低设备故障率、提高生产效率、优化生产流程、减少能源消耗和降低人员成本。与此同时,电气自动化技术的应用,可以对一些电力系统故障进行分析,对电力系统运行情况进行诊断,降低了电力系统故障的发生率<sup>[4]</sup>。

## 3 生产运行电力系统中电气自动化技术的应用策略

### 3.1 自动化开关的应用

电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用,其最主要的作用是自动化开关。在应用自动化开关过程中,需要确保其具备较高的自动化水平,而这也是保障自动化开关作用得以发挥的重要基础。具体来说,自动化开关在实际应用过程中,可以通过计算机来控制和操作,并且结合网络来实现信息的传递。在这一过程中,如果电网发生了故障问题,那么系统会自动对故障点进行定位,并根据定位结果来实现对故障点的隔离,使电力系统能够正常运行。与此同时,由于网络具有较强的传输能力和传输范围,因此自动化开关能够通过网络实现对电网系统的控制和管理。

### 3.2 实现控制管理一体化

在电力系统中采用自动化技术,不仅可以实现对电气设备的全面管理,还能够对其进行实时监测和控制。而在这一过程中,也需要对生产运行电力系统进行有效的管理,从而使其能够达到自动化的要求。在电网运行过程中,电网运行中遇到的各种故障,都能及时、准确地判断故障原因,及时采取措施,保证电网运行的可靠性和经济性。同时,将电气自动化技术应用于生产运营的电力系统,可以有效地解决这些问题,从而达到更好的工作效果,提高设备的利用率。另外,还可以实现对设备的智能控制,以更好地服务于电网的生产运行。通过采用电气自动化技术,可以实现生产运行中的电力系统的自动控制,这既能提升生产运行中的电力系统的效率与品质,又能有效地降低成本,提升工作效率,推动公司的长期发展。

### 3.3 智能监控系统的构建

将电气自动化技术运用于生产运营电网,可以提高电网的总体运行效率,同时也对电网的安全起到了一定的作用。随着社会和经济的发展,电气自动化技术在生产运行的电力系统中得到了逐步的发展,为更好地推动生产运行的电力系统的高效率发展,必须继续加强智能监测系统的建设。当前,全国许多地区都

在积极推进智能监测系统的建设,为了更好地提高电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用效率,同时也必须让有关人员充分意识到电气自动化技术对于电力系统生产运行的重要性,不断地优化电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用方式。

从根本上来看,电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用,不仅能够有效地提升电力系统的整体运行效率,而且还能保障生产运行电力系统的安全稳定运行。同时,为了能够更好地提升生产运行电力系统中电气自动化技术的应用效果,还需要相关人员能够认识到电气自动化技术的重要性,不断地强化对电气自动化技术应用过程中的安全管理工作,从而更好地提升生产运行电力系统中电气自动化技术应用的整体效果。例如,相关人员在生产运行电力系统中应用电气自动化技术时需要确保电气自动化技术具有良好的网络性能。

### 3.4 实现综合调度功能

电气自动化技术的集成调度功能主要表现为:一是收集生产运营用电系统的信息,利用信息采集、数据传输、信息存储和信息处理等过程,使生产运营用电系统中的信息资源得到有效的集成;二是对电力自动化技术的使用状况进行管理,对电力系统的运行状况进行监测与管理,通过对生产运行的电力系统中的设备及设备的信息进行监控,以达到对生产运行的电力系统的遥控;三是利用电气自动化技术的智能化特点,对电力系统中出现的故障进行识别和诊断,这样才能有效地防止交通事故的发生,降低交通事故的损失;四是在生产经营过程中,对电网的经济运行实施有效的管理<sup>[5]</sup>。

### 3.5 实现自动发电控制

自动发电控制主要是指通过电气自动化技术,实现电力系统中各个环节的自动化控制,从而更好地满足电力系统运行的各项需求。具体来说,自动发电控制主要有以下几个方面的应用:一是在实际应用过程中,根据实际电力需求,合理设置机组类型、设备容量等参数,确保机组的有效配置,从而为自动发电控制提供稳定、安全、可靠的基础;二是通过电气自动化技术实现对火力发电厂中发电机组的自动控制,进而保证发电机组在运行过程中能够有效响应电网需求,实现发电机组的自动启停;三是通过电气自动化技术对电力系统进行监控,提高电力系统运行质量。

### 3.6 促进电气自动化技术的发展

电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用,对于提高生产运行电力系统的安全性和稳定性具有重

要意义,因此,在实际应用过程中,应将其作为重点内容进行分析,并做好电气自动化技术的科学管理工作,促进电气自动化技术的发展。在电气自动化技术的应用过程中,相关管理人员应从多方面入手,为电气自动化技术的发展提供必要的支持。首先,应不断提升电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用效率,并在此基础上,推动电气自动化技术的发展。其次,加强对电气自动化技术在生产运行电力系统中应用的重视程度,并进一步明确相关工作人员的责任和义务,有效保证电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用质量和效果。最后,在实际工作过程中,相关管理人员应结合电气自动化技术自身特点和优势,并结合实际情况做好生产运行电力系统的优化管理工作,进一步促进电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用。

### 3.7 加强安全管理工作

为了能够保障电气自动化技术的安全性,相关部门需要加强管理工作,做好监督工作,确保工作人员能够在安全环境下开展工作。(1)确保电气自动化技术的应用与安全管理的相互统一。(2)相关部门要定期对电气自动化技术开展检查,在发现问题时及时采取措施进行整改。(3)相关部门要对电气自动化技术开展评估工作,根据评估结果制定相关方案,严格把控电气自动化技术的应用情况。(4)电气自动化技术在应用过程中会对电力系统产生影响,因此需要加强安全管理,确保操作人员、设备等都不会出现问题,确保电网的安全、稳定运行。

## 4 结语

将电气自动化技术与电力系统相结合,能够实现电力系统的安全、稳定运行,对促进社会发展起到了至关重要的作用。在未来发展过程中,电气自动化技术还将会有更多、更好的应用场景,我们要不断地进行研究和探索,掌握电气自动化技术的应用特点和技术要点,将其在电力系统中进行合理的应用。

### 参考文献:

- [1] 王冬生. 电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用刍议 [J]. 科技创新与应用, 2019(29):177-178.
- [2] 梁友飞. 电气自动化技术在电力系统运行中的应用分析 [J]. 海峡科技与产业, 2020(06):42-44.
- [3] 杨文文. 电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用 [J]. 科技创新与应用, 2018(24):158-159.
- [4] 赵伟民. 电气自动化技术在生产运行电力系统中的运用 [J]. 技术与市场, 2019, 26(02):134, 136.
- [5] 王勇. 电气自动化技术在电力系统生产运行中的应用分析 [J]. 信息记录材料, 2017, 18(12):188-189.

# 电力系统及其自动化技术在供配电系统中的应用研究

黄钟庆

(肇庆新奥燃气有限公司, 广东 肇庆 526000)

**摘要** 电力系统及其自动化技术在供配电系统中的应用不仅有助于提高电力系统的稳定性和可靠性, 还能有效提高供配电效率, 降低运营成本。基于此, 本文分析了电力系统及自动化技术在供配电系统中的应用优势, 然后对其中的问题进行了研究, 同时探讨其具体的应用, 并提出相应的解决措施, 以期能够为促进电力系统及其自动化技术在供配电系统中的应用提供有益参考。

**关键词** 电力系统; 自动化技术; 供配电系统

中图分类号: TM76

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0028-03

在电力系统中, 供配电系统是非常重要的组成部分, 其直接影响整个电力系统的安全运行。目前我国的供配电系统还存在不足, 而且供配电系统是一个相对较为复杂的系统工程, 因此在对其进行设计时会存在一定的难度。同时, 由于供配电系统中所涉及的设备比较多, 运行过程中会产生各种问题, 从而影响供配电系统的正常运行。为了提高供配电系统在运行过程中的安全性以及可靠性, 就需要将电力系统及其自动化技术应用到供配电系统中, 使其能够更好地满足社会生产生活的需求, 同时也能够有效降低供配电系统故障率。

## 1 电力系统及自动化技术在供配电系统中的应用优势

### 1.1 确保供配电系统的稳定性

电力系统及其自动化技术在供配电系统中的应用, 无疑为现代社会的稳定运行提供了坚实的支撑。在传统的供配电系统中, 由于缺乏有效的监控手段, 常常会出现因人工操作不及时而导致系统故障的情况<sup>[1]</sup>。现如今, 自动化技术能够对供配电系统进行实时监控, 这意味着任何异常情况都能在第一时间被发现, 这不仅避免了因操作不及时而导致的系统故障, 而且其为及时解决问题提供了宝贵的时间。同时, 自动化技术能够根据实际需求调整电力供应, 在高峰期, 自动化技术能够确保电力供应的稳定性, 避免因需求过大而导致的系统过载; 在低谷期, 自动化技术则能根据需求调整电力供应, 避免资源的浪费<sup>[2]</sup>。

### 1.2 提高供配电系统的效率

随着科技的不断进步, 电力系统及其自动化技术

的应用, 使得供配电系统的效率得到了显著的提高。在传统的供配电系统中, 人工操作是主要的手段, 不仅效率低下, 而且容易出错, 但是自动化技术的应用, 能够有效地解决这些问题。自动化技术通过预先设定的算法, 能够自动完成电力的调配, 这不仅大大减少了人工操作的时间消耗, 而且有效地避免了人工操作可能带来的误差<sup>[3]</sup>。在电力系统中, 每一个环节都至关重要, 任何误差都可能导致严重的后果, 所以自动化技术在这方面的应用, 极大地提高了电力系统的稳定性和可靠性。除此之外, 在传统的供配电系统中, 电力供应是相对固定的, 无法根据实际情况进行实时调整。然而, 自动化技术的应用, 使得电力供应可以根据实际需求进行调整, 这不仅能够确保电力供应始终处于最优状态, 而且提高了供配电系统的效率。

### 1.3 实现对设备的高效管理

在供配电系统中, 传统的设备管理主要依赖于人工巡检, 这种方式不仅效率低下, 而且难以做到全面<sup>[4]</sup>。而自动化技术能够实时监控设备的运行状态, 及时发现任何异常情况, 这不仅大大降低了设备的故障率, 还减少了因设备故障导致的电力供应中断的情况。与传统的人工巡检相比, 自动化技术提高了设备管理的效率和全面性, 为供配电系统的稳定运行提供了有力保障。除此之外, 自动化技术还能根据设备的运行状态进行预测性维护, 通过分析设备的运行数据, 可以预测其可能出现的问题, 及时进行预防性维护, 避免了因设备突发故障导致的生产停滞和安全事故, 这不仅提高了设备的运行效率, 还为企业节约了大量的维护成本<sup>[5]</sup>。

## 2 电力系统自动化技术在供配电系统中面临的挑战

### 2.1 电力系统有待升级

随着社会和经济的快速发展,电力系统的需求和规模也在不断扩大。然而,在电力系统升级的过程中,许多地方的电力系统仍使用老旧的设备和落后的技术,这不仅可能导致效率低下,而且可能增加运行风险,升级这些设备和系统需要大量的资金投入和复杂的技术解决方案。与此同时,在升级电力系统的过程中,新旧设备或系统之间的兼容性问题可能会成为一个挑战,然而确保新旧系统之间的无缝对接需要仔细的规划和测试,这可能会增加升级的复杂性和成本。此外,电力系统的升级可能对环境产生影响,例如建设新的输电线路或发电设施可能会对当地环境产生影响,所以如何在满足电力需求的同时减少对环境的负面影响,是电力系统升级中必须考虑的一个问题。

### 2.2 自动化技术不够完善

自动化技术涉及多个领域,如计算机科学、工程学、数学等,其复杂性使得开发和完善自动化技术需要大量的时间和资源,而且自动化技术的发展还受到许多外部因素的影响,如市场需求、政策环境、社会观念等。例如,市场需求的变化可能导致自动化技术的优先级调整,政策环境的变化可能对自动化技术的发展产生限制或促进作用,社会观念的变化会影响人们对自动化技术的接受程度。除此之外,由于自动化技术的缺陷或算法错误等原因,供配电系统无法充分发挥其潜力,甚至产生负面影响,如导致生产线的停滞或故障。

### 2.3 实时监控和快速响应能力不足

在供配电系统中,使用的电力系统和自动化技术存在技术限制,例如数据传输速度慢、处理能力不足或实时分析能力有限,这导致无法实时监控和响应,影响及时性和准确性。与此同时,如果计算资源存在不足,那么无法满足实时监控和快速响应的需求,就会导致响应速度降低,在紧急情况下,这会影响关键业务的正常运行,甚至导致业务中断。此外,供配电系统在处理大量数据时,数据整合、清洗和处理的效率低下,导致无法实时监控和响应,从而导致数据延迟,影响决策的及时性和准确性。

### 2.4 网络安全和数据保护有待加强

随着电力系统的复杂性和互联性的增加,网络安全和数据保护的重要性也日益凸显。随着网络技术的发展,针对电力系统的网络攻击也日益增多,攻击者可能利用系统漏洞,对电力系统进行恶意攻击,如拒绝服务攻击、病毒传播等,可能导致电力系统的正常

运行受到影响,甚至引发严重的安全事故。同时,电力系统涉及大量的敏感数据,如用户用电信息、设备运行状态等,这些数据如果被非法获取或滥用,将对个人隐私和企业利益造成严重威胁。此外,电力系统的自动化运行需要依赖大量的实时数据,如果这些数据受到篡改或损坏,将对电力系统的正常运行造成严重影响。

## 3 电力系统自动化技术在供配电系统中的具体应用

### 3.1 在供配电系统远程监控和故障诊断中的应用

在供配电系统中,传统的故障诊断方法不仅效率低下,而且准确率不高,难以满足实际需求,而自动化技术的应用,能够实现远程监控和故障诊断,对整个供配电系统进行实时的、全面的监控,一旦发现异常情况,能够迅速进行故障定位和诊断,并采取相应的措施进行处理,大大提高了故障处理的效率和准确性。同时,通过自动化技术,可以实现远程监控和故障诊断的统一管理,对供配电系统的运行状态进行全面的掌握,为电力系统的稳定运行提供了有力保障。除此之外,自动化技术还能对供配电系统中的各种设备进行实时监控,及时发现设备的异常情况,预测设备的寿命,避免因设备故障导致的电力供应中断,并且可以实现设备的全面管理,为设备的维护和更新提供了有力支持。

### 3.2 在供配电系统优化电能质量中的应用

随着人们生活水平的提高,对电能质量的要求也越来越高,传统的电能质量检测和优化方法已经无法满足实际需求,而自动化技术的应用,为供配电系统优化电能质量提供了新的途径。自动化技术能够对电能质量进行全面的检测和分析,通过对各项指标的评估,找出影响电能质量的关键因素,然后采取相应的措施进行处理,从而提高电能质量。同时,自动化技术还能对供配电系统中的无功补偿和滤波装置进行智能控制,提高系统的稳定性和可靠性,避免因电力电子设备产生谐波导致电能质量下降。除此之外,自动化技术还能实现电能的调度和分配,通过实时的数据采集和传输,对整个供配电系统进行全面的掌握,从而实现对电能的合理调度和分配,提高电力系统的运行效率。

### 3.3 在供配电系统节能降耗中的应用

随着能源需求的不断增加,电力系统的节能降耗问题越来越受到关注。现如今,人们通过自动化技术,可以对供配电系统进行全面的优化和控制,实现电力资源的合理分配和有效利用,从而降低能源的消耗和

浪费。例如,自动化技术可以对电力系统的运行状态进行实时监测和分析,及时发现和解决能源损耗大的问题,优化电力输送和分配方式,提高电力系统的运行效率。同时,自动化技术还可以对电力设备进行智能控制,根据设备的运行状态和需求进行自动调节和控制,避免设备长时间处于高能耗状态,从而降低能源的消耗和浪费。除此之外,自动化技术还可以对供配电系统进行预测性维护,通过对设备运行状态的实时监测和分析,预测设备的寿命和潜在故障,提前进行维护和更换,避免因设备故障导致的能源损耗和浪费。

#### 4 电力系统自动化技术在供配电系统中应用质量的优化策略

##### 4.1 加强对电力系统自动化技术的管理

在供配电系统中应用电力系统自动化技术时,必须加强对其的管理,确保自动化技术能够充分发挥其作用。首先,建立完善的技术管理制度,通过制定合理的技术标准和规范,明确自动化技术的应用范围和实施方式,建立完善的技术管理体系,确保自动化技术的合理应用和有效管理。其次,加强自动化技术的实时监控和数据分析,对供配电系统中的各种设备和运行状态进行实时监控,收集各种数据,通过数据分析及时发现和解决潜在问题,提高自动化技术的应用效果。最后,注重人才培养和队伍建设,电力系统自动化技术是一门高科技、高技术含量、高信息含量的综合性技术,对人员的专业素养和技能要求很高。

##### 4.2 优化运营和维护管理

为了确保供配电系统的稳定运行,人们必须注重电力系统的运营和维护管理,确保自动化技术能够长期稳定地运行。首先,建立完善的运营和维护管理制度,制定合理的运营和维护计划,定期对自动化设备进行检查和维护,确保设备的稳定性和可靠性。其次,加强技术更新和升级,随着技术的不断发展和进步,电力系统自动化技术也在不断更新和升级,因此,必须及时对供配电系统中的自动化设备进行更新和升级,确保设备的先进性和功能性。最后,加强自动化技术的安全防护,针对网络攻击和病毒传播等问题,必须加强自动化技术的安全防护,建立完善的安全防护体系,保护数据的安全和系统的稳定。

##### 4.3 完善电力系统运行机制

在供配电系统运行管理中,必须完善电力系统运行机制,确保自动化技术的合理应用和有效实施。首先,建立健全的电力调度和控制系统,实现电能的合理调度和分配,确保电力系统的稳定运行。其次,加强电力系统的数据采集和传输,实现数据的实时监测

和分析,及时发现和解决潜在问题。再次,加强电力系统的安全防护和可靠性管理,确保电力系统的安全和稳定。最后,还需要注重与其他系统的协调和配合,实现电力系统的全面优化和控制,例如:加强与气象、水文等系统的信息共享和交流,提高电力系统的预警和应对能力。

##### 4.4 提升电力系统自动化技术应用人员素质

由于电力系统自动化技术具有高科技、高技术含量和高信息含量的特点,因此对应用人员的专业素养和技能要求较高。为了确保自动化技术的有效应用,必须加强应用人员的培训和教育,提高其技术水平和专业素养。首先,定期组织技术人员进行电力系统自动化技术的培训和学习,使其能够熟练掌握自动化技术的原理、应用方法和维护技能,并鼓励技术人员进行自主学习和知识更新,了解最新的技术动态和发展趋势。其次,提高应用人员的责任心和职业道德水平,培养其严谨的工作态度和良好的团队协作精神,以便通过专业素养的培养,使应用人员能够更好地适应电力系统的运行和管理需求,提高自动化技术的应用效果。最后,加大对高素质人才的引进力度,吸引更多的专业人才参与到电力系统中来,为自动化技术的应用和发展提供有力的人才保障。

#### 5 结语

随着科技的不断进步,电力系统自动化技术也在不断发展,其在供配电系统中的应用也越来越广泛。通过自动化技术的应用,可以实现对供配电系统的全面优化和控制,提高电力系统的运行效率、稳定性和可靠性,降低能源的消耗和浪费。为了确保自动化技术的有效应用,需要加强对电力系统自动化技术的管理、优化运营和维护管理、完善电力系统运行机制、提升应用人员素质等方面的措施,从而为电力系统的可持续发展提供有力保障。

#### 参考文献:

- [1] 李国丽. 电气自动化在供配电系统中的应用研究[J]. 光源与照明, 2023(05):201-203.
- [2] 路梓鹤. 电气自动化技术在供配电系统中的应用解析[J]. 电子元器件与信息技术, 2023,07(04):69-71,91.
- [3] 卞锦珍. 电气自动化技术在供配电系统中的应用研究[J]. 造纸装备及材料, 2022,51(05):21-23.
- [4] 蔡永鑫. 电气自动化技术在供配电系统中的应用研究[J]. 光源与照明, 2022(03):225-227.
- [5] 张轶,郎凯,宋海涛,等. 供配电系统中电气自动化技术的应用[J]. 电工技术, 2022(02):93-95,98.

# 地质实验测试技术应用研究

谷苗苗

(辽宁省第四地质大队有限责任公司, 辽宁 阜新 123000)

**摘要** 本文深入探讨了地质工作中地质实验测试技术的多方面应用和发展; 详细分析了该技术在矿产开采、化学探矿、复杂环境应用、地质灾害防范以及岩矿测试等方面的重要作用; 特别指出技术在提高探测精度、数据处理效率和适应极端环境能力方面的最新进展; 强调了地质实验测试技术在地球科学发展中的核心地位, 以及它如何为地球资源的有效探索和利用提供关键支撑。本文旨在全面评估地质实验测试技术在当前和未来地质工作中的应用前景和潜力。

**关键词** 地质工作; 地质实验; 测试技术

中图分类号: P5

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0031-03

地质实验测试技术是地球科学研究的重要组成部分, 其在地质工作中的应用范围广泛且深远。这些技术不仅为地质结构和过程的理解提供基础, 而且在矿产资源的勘探、环境评估及地质灾害的预测与防治中扮演着至关重要的角色。随着科技的进步, 地质实验测试技术正迅速发展, 其精度、效率和应用范围的不断扩大, 对地质学的研究和实践产生重大影响, 成为理解和探索地球这一复杂系统不可或缺的工具。

## 1 地质实验测试技术的概述

地质实验测试技术作为地球科学领域的关键组成部分, 指的是一系列用于分析和解释地质材料、结构和过程的方法和手段。这些技术包括但不限于地球物理探测、岩石矿物的化学分析、地质结构的显微镜观察和地质年代学。其作用体现在多个层面: 首先, 它们为理解地球的构造、历史和动力学提供基础信息, 进而推动地球科学理论的发展; 其次, 这些技术在矿产资源勘探、环境评估以及地质灾害预测与防治方面发挥着至关重要的作用。例如, 通过地球化学分析能够精确地评估矿床的成分和价值, 而地球物理方法则能有效探测地下结构, 为石油、天然气等资源的勘探提供关键信息。此外, 地质实验测试技术在评估和缓解自然灾害风险中扮演着重要角色, 如地震监测和滑坡预警。这些技术的发展和运用, 不仅能提高地质工作的准确性和效率, 也为人类对自然资源的合理开发和可持续管理提供科学依据<sup>[1]</sup>。

## 2 地质工作中实验测试技术的应用

### 2.1 矿产开采

地质实验测试技术在矿产开采领域的应用是多方面的。首先, 在矿床的勘探阶段, 地球物理方法如磁测、

地震测量和电阻率测量等被广泛使用。这些技术能够揭示地下结构特征, 识别矿体的位置、形态和延伸方向。例如, 磁测技术利用地球磁场的局部异常来探测磁性矿物质, 而地震测量则通过分析地震波的传播特征来推断地下的地质结构。同时, 遥感技术也在矿产勘探中发挥着重要作用, 它通过分析从卫星或航空器获取的图像数据, 帮助地质学家识别有矿潜力的区域。

除矿床的定位和评估, 地质实验测试技术在矿产开采的规划和实施阶段同样发挥着关键作用。地质化学分析, 包括岩石和矿物的化学成分测试, 为矿石的质量评估和选矿工艺的优化提供科学依据。通过对采集的样品进行精确的化学成分分析, 可以确定矿石中有价值金属的含量, 进而评估矿床的经济价值。此外, 地质力学测试, 如岩石的抗压强度和抗剪强度测量, 对于确保开采作业的安全和有效性至关重要。这些测试结果能够指导矿山的设计, 包括采矿方法的选择、矿井支护结构的设计以及开采过程中的安全防范措施。综合运用这些实验测试技术, 不仅能提升矿产资源的开采效率和效益, 也能保障开采过程的安全性和环境可持续性。

### 2.2 化学探矿

化学探矿是一种利用地球化学原理和方法来探测和评价矿产资源的技术。这一技术的核心在于分析土壤、岩石、水体及植被中的化学元素含量, 从而识别潜在的矿化区域。具体而言, 化学探矿涉及采集地表或近地表样品, 然后对这些样品进行精确的化学分析, 诸如原子吸收光谱法、X 射线荧光光谱法和质谱法等。这些分析方法能够检测样品中金属元素的微量含量, 甚至达到 ppb (百亿分之一) 级别的灵敏度。例如, 通过测定土壤中的金、铜或铅等元素含量, 可以推断下

伏岩层中存在的金属矿床。此外,地球化学异常的识别是化学探矿的另一关键环节。地球化学异常通常表明某种矿化过程的存在,化学探矿不仅在寻找金属矿床方面发挥作用,还在非金属矿物和石油天然气勘探中有着广泛的应用。在石油天然气勘探中,化学探矿涉及对油气微渗透现象的检测,即通过分析地表沉积物中的烃类组分变化来定位潜在的油气藏。这一技术特别适用于在复杂地质条件下的勘探,如遮盖层厚重或地形复杂的区域。在非金属矿物勘探中,如稀土元素和工业矿物,化学探矿同样展现出其独特优势。通过精确地测定稀土元素或其他工业重要矿物的化学组成,可以评估矿床的品质和提取价值。化学探矿技术通过其高精度和高灵敏度的化学分析能力,为矿产资源的发现和评估提供一种高效、经济且环境友好的方法,能极大地推动地质勘探领域的发展<sup>[2]</sup>。

### 2.3 在复杂环境中的应用

地质实验测试技术在复杂环境中的应用展现其适应性和创新性。在极端环境如深海、高山、极地和沙漠等区域,传统地质勘探方法面临重大挑战。例如,深海地质勘探要求技术能够抵御高压和腐蚀性的海水环境,同时需有高精度的定位和采样能力。在这些情境下,远程操作的无人潜水器和专业的深海钻探设备被广泛应用。这些设备配备先进的传感器,如声呐和地震仪,用于深海地形和地质结构的精确测绘。此外,为适应极端温度和不稳定的地质条件,沙漠和极地勘探常采用特种车辆和耐寒耐热材料制成的设备。例如,在南极洲的冰盖下进行地质勘探时,科学家使用热水钻探技术来穿透厚重的冰层,以获取下方岩石和沉积物的样本。

另外,地质实验测试技术在城市化和人类活动密集区域的应用也具有挑战性。在这些环境中,传统的地质勘探方法会引起环境干扰和社会反响。因此,更多地采用非侵入性或低影响的技术,如地面穿透雷达(GPR)和电磁法。地面穿透雷达能够提供地下结构的高分辨率图像,适用于探测地下管线、考古遗址和地下空洞。在城市地质环境中,电磁法用于探测地下水和污染物的分布,因为它对地下水和污染物的电磁特性非常敏感。这些技术不仅能减少对环境的影响,也能提高城市和人类密集区域地质勘探的安全性和准确性。

### 2.4 防范地质灾害

在地质灾害防范领域,地质实验测试技术的应用至关重要。首先,在地震风险评估方面,地震学研究通过监测地震波在地球内部的传播特征来预测地震活

动。高精度的地震仪和网络系统能够记录微小的地震波动,为地震预警提供数据支持。此外,通过分析断层带的活动性和应力积累情况,可以评估未来地震发生的可能性。例如,利用全球定位系统(GPS)和雷达干涉测量技术(InSAR)对地壳运动进行长期监测,科学家能够识别潜在的地震危险区域。除地震外,滑坡预警也是地质灾害防范的关键领域。在滑坡易发区,通过安装地质雷达和倾斜计等监测设备,可以实时监测地面移动和裂缝的发展,从而提前预警滑坡事件。

在防范地质灾害的实践中,地质实验测试技术的创新和整合尤为重要。例如,通过将遥感技术与地面监测设备相结合,能够实现对广阔区域内地质灾害风险的综合评估。遥感技术如卫星影像分析,可以覆盖大范围区域,识别地表变化和潜在的危险区域。同时,地下水动态的监测对于防范如地面塌陷和泥石流等灾害同样关键。通过分析地下水位的变化和水文地质条件,可以评估地质灾害的发生风险。此外,地质实验测试技术在灾害发生后的应急响应中也发挥着重要作用。例如,在地震后,快速的地震影响评估和地质结构损伤分析对于救援行动的指导至关重要。地质实验测试技术在地质灾害的预防、监测、预警和应急响应方面发挥着不可或缺的作用,为保护人类生命财产安全提供强有力的科技支持。

### 2.5 岩矿测试

岩矿测试是地质学中的一个核心领域,涉及对岩石和矿物的物理、化学和矿物学特性的详细分析。在物理测试方面,岩石的硬度、密度、磁性和电性等属性通常被测量,这些属性对于识别岩石类型和其成因过程至关重要。硬度测试,如莫氏硬度测试,是识别矿物最基本的方法之一。密度测量则通过特定的仪器,如密度计,来确定岩石的质量与体积比。此外,磁性测试能揭示岩石中铁磁性矿物的含量,而电阻率测试则在探测含水层和矿体定位中发挥重要作用<sup>[3]</sup>。

在化学和矿物学测试方面,岩石和矿物的化学成分分析是关键步骤。利用如X射线荧光光谱(XRF)、电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)等先进技术,可以准确测定样品中的微量元素和稀土元素的含量。这些数据对于判断岩石的起源、分类和成矿环境具有重要意义。例如,稀土元素的分布模式可以揭示岩石的成因和演变历史。矿物学分析则重点关注矿物的晶体结构和形态特征,通常采用显微镜观察、扫描电子显微镜(SEM)和透射电子显微镜(TEM)等方法进行。这些技术不仅能揭示矿物的微观结构,还能提供关于矿

物形成条件和环境的重要信息。例如,通过显微镜观察矿物的颜色、条纹和光泽,可以识别矿物种类,而 SEM 和 TEM 则能在更微观层面上揭示矿物的晶体结构。

## 2.6 矿产普查

矿产普查是指系统地调查和评估一定区域内的矿产资源。在矿产普查的第一阶段,地质实验测试技术起到决定性的作用。通过运用地球物理和地球化学的方法,如重力测量、磁力测量、电法探测和地球化学采样,可以获得关于地下结构和矿产分布的初步信息。重力测量和磁力测量能够揭示地壳深部的密度变化和磁性异常,这些数据对于确定矿床的位置和深度至关重要。电法探测,特别是电阻率测量和电磁测量,能有效识别地下岩石的电性特征,帮助区分不同类型的岩石和矿石。地球化学采样和分析则对于评估矿区的矿化程度和矿物种类具有重要意义。通过对土壤、水体和岩石样品的化学成分进行分析,可以识别地表或近地表的矿化迹象,为进一步的详细勘探提供指引。

在矿产普查的深入阶段,更为精确和高技术的方法被采用,以细致评估矿床的规模、品位和开采潜力。这包括钻探取样和更高级别的地球物理和地球化学分析。钻探是矿产普查中的关键步骤,它能提供直接的地下岩石和矿物样品,供进一步的实验室分析。实验室内,采用如 X 射线荧光光谱分析(XRF)、电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)和光谱分析等技术,能够准确分析矿石中的元素含量和矿物组成。此外,岩石学和矿物学分析,包括矿物的显微结构和化学成分研究,为评估矿床的形成过程和开采潜力提供重要信息。通过这些高级技术的应用,矿产普查能够详尽地描绘出一个地区的矿产资源图谱,为矿产的开发和管理提供科学依据,从而实现资源的有效利用和可持续发展<sup>[4]</sup>。

## 3 地质实验测试技术的发展

### 3.1 地质实验测试技术改进

地质实验测试技术的改进是地质科学发展的一个重要方向。近年来,技术创新主要集中在提高测试的精确度、降低成本和适应复杂环境的能力。例如,高分辨率地震反射技术的进步使得地质学家能够更精确地描绘地下结构。这项技术通过使用高灵敏度的传感器和先进的数据处理算法,提高对地下地质结构的识别能力,尤其是在油气勘探领域中的应用。此外,遥感技术的进步也为地质实验测试带来革命性的变化。卫星和无人机搭载的多光谱和高光谱成像系统能够迅速覆盖广阔区域,提供有关地表特征和变化的详细信

息。在数据处理方面,人工智能和机器学习的应用正在变革地质数据的解读方式。通过训练算法识别复杂的地质特征和模式,地质分析的速度和准确性得到显著提升。

### 3.2 地质实验测试技术的提高

地质实验测试技术的提高体现在多个方面,特别是在提升测试效率和环境适应能力上。随着技术的进步,许多原本耗时繁琐的测试方法变得更加快速和自动化。例如,现代化学分析技术如激光诱导击穿光谱(LIBS)和 X 射线荧光分析(XRF)设备的便携化,使得地质样品的现场分析成为可能,能极大地提高测试的效率。在地球物理勘探领域,三维地震勘探技术和电磁勘探技术的发展,提供了更为立体和全面的地下视图,能增强对复杂地质结构的理解。此外,环境适应性的提升也是地质实验测试技术发展的一个重要方面。随着对极端环境勘探的需求增加,如深海、高山和极地,相关设备和技术正在不断适应这些严苛的条件。例如,深海钻探技术的改进使得在深海底部进行地质样品采集成为可能,而在极地地区,特种材料和技术的应用能够抵御极端的温度和环境条件<sup>[5]</sup>。

## 4 结语

在地质工作的各个方面,地质实验测试技术发挥着不可替代的作用。从矿产勘探、化学探矿到复杂环境中的应用,再到地质灾害的防范和岩矿测试,这些技术的深入发展和应用能极大地提高地质学的研究深度和广度。技术的不断改进和提高,特别是在精确度、效率和环境适应性方面的进步,为地质科学的未来开辟新的领域。地质实验测试技术的研究不仅能促进地质学的科学发展,也为地球资源的探索和利用提供坚实的技术支持。

## 参考文献:

- [1] 熊丽青.试分析地质工作中的地质实验测试技术[J].世界有色金属,2020(14):216-217.
- [2] 陆洋.地质工作中的地质实验测试技术研究[J].世界有色金属,2020(03):280-281.
- [3] 梁西振.地质工作中的地质实验测试技术研究[J].世界有色金属,2019(22):167-168.
- [4] 张文婷.地质实验测试技术及其与地质工作的关系探究[J].产业与科技论坛,2018,17(06):132-133.
- [5] 董杨,旷慧群,李慧.浅析地质找矿工作中地质实验测试方法的重要性[J].世界有色金属,2017(04):132.

# 上行式移动模架施工技术研究

冯扬芑

(中铁二十五局集团第一工程有限公司, 广东 广州 510080)

**摘要** 移动模架作为施工中不可或缺的设备, 已经在具体项目施工中得到了快速的发展和广泛的应用。本研究主要针对新建广湛高速铁路上行式移动模架施工技术展开研究, 通过对移动模架的主要组成、工作原理、施工工艺和质量控制等方面的问题进行深入分析, 提出解决方案和改进措施, 以提高施工的效率和质量。研究成果对移动模架的施工工艺和质量控制方法提出改进建议。

**关键词** 移动模架; 施工工艺; 工作原理; 移动模架安装; 移动模架预压

中图分类号: U238

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0034-03

为保证新建广湛高速铁路顺利完工, 采用上行式移动模架施工, 该模架是一种常用于高墩桥梁施工中的临时支撑结构。它的主要作用是施工过程中提供稳定的支撑和安全的工作平台, 同时具有快速安装、灵活调整和易于拆除的特点。

## 1 工程概况

高中立交特大桥起讫里程为 DK26+586.18~DK31+687.26, 全长 5101.08m, 全桥孔跨布置为 24m 简支梁 7 孔、32m 简支梁 29 孔。所有的墩身都是双线圆端形的实体桥墩, 其高度在 3m~20m 之间。线路上跨一、二级市政交通道路和居民区地段较多, 为保证不受施工工期和施工场地限制, 选择了两套 HJZQ1100 上行式箱梁移动模架进行现浇施工。

## 2 移动模架发展及特点

在施工过程中, 移动模架能够有效地提高施工效率, 减少人力物力成本, 提高工程质量。本节将围绕移动模架的发展和特点展开讨论, 以便更好地了解其作用和应用范围。

一方面, 移动模架经历了不断的发展和完善。随着科学技术的进步, 新材料的应用以及施工工艺的不断更新, 使移动模架在结构、功能和控制等方面都得到了大幅度的提升。早期的移动模架主要由钢结构组成, 但随着施工的进一步发展, 新材料的应用使得现代的移动模架更加轻便、灵活, 提高了施工的效率和质量<sup>[1]</sup>。

另一方面, 移动模架具有一些独特的特点。首先是可移动性, 即移动模架可以根据实际需求进行移动和布置, 适应不同的施工需求。其次是可调节性, 移动模架可以根据具体要求进行高度和角度的调整, 以适应不同的梁体要求。此外, 移动模架还具有高的运

行速度和稳定性, 能够满足快速施工的需求, 同时保证施工质量和施工安全。

在国内外研究和应用方面, 移动模架已经得到了广泛的应用和研究。在国内, 移动模架已经应用于许多大型桥梁、隧道和高速铁路等工程项目中, 取得了显著的成果。同时, 国外也在不断地开展移动模架相关的研究和应用, 在模架的设计和施工技术方面提供了宝贵的经验和参考。

总体而言, 本文将对上行式移动模架施工技术进行深入研究, 提出改进方案和质量控制标准, 以进一步提高移动模架施工的效率和质量, 希望能为其他相关工程的施工提供理论和实践支持。

## 3 移动模架的主要组成、工作原理

### 3.1 移动模架的主要组成部分

HJZQ1100 上行式移动模架是专门为铁路客运专线双线整孔桥梁施工而设计的, 其特性在于上行式的设计, 同时也具备了独立安置主支撑的功能。移动模架的构造包括主体结构、行走机构、支撑腿、主支腿、前支腿、起重机、悬挂肋、底模系统、顶模系统、横移机构、横移肋的横向锁定机构、可移除的内模系统、电力液压系统, 还有其他配套设施<sup>[2]</sup>。

### 3.2 上行式移动模架工作原理

移动模架工作原理主要包括整体结构设计、传动机构和控制系统三个方面。首先, 整体结构设计是移动模架能够承载和移动箱梁的基础。它由主框架、底模系统、端模系统和主支腿、前支腿等固定部件组成。其中, 主框架、底模系统是移动模架的主承载结构, 通过承载箱梁和传递施工荷载来保证施工稳定性。后支撑腿、中主支腿和前支腿主要起到支撑和定位的作用, 确保移动模架的稳定性和精度。

传动机构使移动模架能够实现施工过程中的移动和定位,主要包括电动机、齿轮传动、轮边带和定位装置等。电动机通过传递动力,带动齿轮传动系统工作,从而实现移动模架的移动。轮边带通过与轨道相配合,将动力传递给轮胎,实现模架的移动。定位装置则保证了模架在定位过程中的稳固性和精确度<sup>[3]</sup>。

控制系统是移动模架工作原理中不可或缺的一部分,它起到整体协调和控制的作用。控制系统由主控单元、传感器和执行机构组成。主控单元负责接收传感器的反馈信号,通过执行机构实现对移动模架的控制。通过对不同的信号进行处理和分析,控制系统可以实现移动模架的移动和定位。同时,控制系统还可以对施工过程中的各个参数进行实时监测和数据采集,以便对施工质量进行评估和调整。

## 4 移动模架施工工艺

### 4.1 施工准备

在施工准备阶段,需要设备和材料的准备工作和施工人员的培训和组织工作。根据移动模架的组成部分和工作原理,确定所需的施工设备和材料清单。在准备过程中,需要对设备和材料进行检查和测试,确保其完好无损且能够满足施工要求。施工人员需要具备相关的专业知识和技能,熟悉移动模架的组装和施工流程,以及相关的质量控制要求。在施工前,需要进行培训并组织人员的合理分工,合理调配人力资源,确保施工进度和质量。

在施工准备的最后,还需要编制详细的施工方案和安全措施。施工方案中包括施工的时间节点、工艺流程和施工顺序等,以指导施工作业进行。安全措施包括施工现场的防护设施的设置、工器具和设备的安全使用规定,以及人员的安全教育和事故应急预案等,保障施工作业的安全。

### 4.2 移动模架安装

场地准备→后支腿拼装就位→主梁、平联及中支腿、前支腿组装→主梁吊架→挑梁、外肋拼装→导梁拼装→起升小车安装、前支腿固结→外模系统及电气设施安装调试<sup>[4]</sup>。

在施工场地内完成前、后支腿拼装,并利用 100 吨吊车吊装前、后支腿准确就位,再将枕木或水泥预制块铺设至地面上形成支墩、支墩高度不小于 90cm,用 100 吨汽车吊自一端开始依次将各节段主梁分节拼装成整体。在拼装过程中,必须严格测量各节段主梁的标高,使其一致,再按序号将平联系拼装至主梁。

主桁架拼装完成后对节点板进行最终旋紧检查螺栓预紧力达到设计要求,墩台测量复核后支腿及行走

系统校核标高及位置。采用 2 台 500 吨吊机在相应吊装位将主桁架吊装至墩顶支腿就位,栓接。在拼装场地将左右侧主梁采用平联拼装,安装中支腿、前支腿后整体进行吊装,吊装完成后立即用 15 吨葫芦,在两边端头拉紧固定。

首先对称将挑梁拼装至主梁相应位置进行栓接,然后对称将外肋拼装至挑梁位置栓结,拼装过程用平板车配合转运。

导梁拼装于主梁小里程方向,分节段进行拼装,先拼装 1 节段组(长 10.08m,单节重 6.35 吨),再拼装 2 节段组(长 10m,单节重 3.9 吨),最后拼装 3 节段组(长 11.42m,单节重 3.77 吨)。吊装前导梁提前在接头端拼装好连接板,便于导梁在空中分段拼装。拼装完毕导梁后立即拼装联系梁,使之稳定。

采用汽车吊将起升小车安放至导梁位置,通上电源,将前支腿约束与墩顶解除,用起升小车吊装前支腿与墩身、垫石固结。最后对称拼装外模系统及其配套电器设施。

### 4.3 移动模架预压

预压移动模架的目标是减少其非弹性变形对梁体的影响,计算模架在施工负荷下的弹性变形量,作为设定模板拱度的主要参考。同时,检查各部分结构的强度、刚度和受力稳定性,以确认模架的承载能力是否达到设计标准,保障施工的安全性。

预压移动模架是为了模拟箱梁的荷载分布情况,本移动模架使用预制混凝土块作为预压荷载。在使用的上行式移动模架是全新的,预压的压力是施工总荷载的 1.2 倍<sup>[5]</sup>。

#### 4.3.1 试验目的

1. 为了确保移动模架的设计和制造品质,需要在现场进行空载和堆载测试,以保证设备在未来的使用中能够正常运作并完全使用。

2. 为了更好地掌握现浇箱梁的施工设流程,并且能够预期到施工结束后移动模架的弯曲性能与刚性,已经在施工开始之前,对起始跨与不同跨度的堆积负荷进行了模拟实验。

3. 通过模拟移动模架在箱梁施工过程中的负载状况,来分析并确认移动模架主梁框架及其附属结构的弹性变形,同时也能够消除其非弹性变形。

4. 通过其规律,在移动模架的施工过程中,预先设定模板的拱度值和混凝土分层浇筑的顺序。

#### 4.3.2 试验方法概述

实验步骤:通过模拟该孔箱梁的实际浇筑流程,执行真实负荷,来确定和估算其承载能力。这种测试方法与起重设备有所区别:由于它的负荷是按照一定

的顺序逐渐提升的,而且每次提升的观测时长也各不相同。预压应按照最大施工荷载的60%、100%、120%(首次预压)进行分级加载,每一级的加载持荷时间应不低于2小时、2小时、8小时。

设计负荷:32.6m简支箱梁(配备全封闭的声屏障)的混凝土方量为378.4m<sup>3</sup>,钢筋的重量为82.692吨,钢绞线的重量为12.965吨,C50钢筋混凝土的配比规定的质量是2.55吨/m<sup>3</sup>,而其内部模具的质量则是36吨。在确定荷载的强度和排列方式时,对箱梁内部模具的组合、混凝土的建造过程以及如建造人员的体重,以及各种建造器材的摆放等各种要素进行了深入的思考。另外的重量是根据5吨进行的。

制定参考点:对比真实的空间模型床的精确坐标,然后将这个坐标视为下滑的初始阶段。

移动模架承受总重量:G总=G梁重+G内模+G附属重量=378.4m<sup>3</sup>×2.55吨/m<sup>3</sup>+36吨+5吨≈1005.92吨。

在全面评估了这些因素后,确定预压荷载系数为120%,并设定其基准载荷为1207.104吨。通过预制混凝土块来模拟混凝土箱梁的重量分布,按照603.552吨(60%)、1005.92吨(100%)、1207.104吨(120%)的标准进行模架的分级负载试验,并对每个测点的标高值进行测量。通过观察预压前、预压期、稳定期和卸载后的标高数据,计算出模架的总下沉值(从预压前到稳定期),同时也计算出弹性变形量(从卸载后到稳定期)和非弹性变形量(从预压前到卸载后)。

#### 4.3.3 试验目的

载荷过程可以被划分为三个等级:0-60%-100%-120%。卸载反之。在每次加载过程中,都需要对所有标记点的数据进行测量。如果发现某一部分的变形过大,就应该停止加载,只有在对系统进行强化处理后,才能继续进行加载。在箱梁施工的全部负荷达到时,需要对移动模架的受力情况进行监测。每隔2h~4h小时进行一次测量,24h后再次进行观察。如果两次观测的数据点的平均值低于2mm,那么就可以断定模架已经处于稳定状态,此刻应该停止观测并做好卸载的准备。每一级的卸载工作完成后,都需要进行详细的观察和记录,然后再将其转移到下一级负载。一旦发现任何异常情况,应立即停止操作,通过分析原因并找出问题,然后再继续进行工作。

### 5 关键技术点

#### 5.1 移动模架安装

1. 模架首次安装完毕部分结构连接部位会存在缝隙,因此在预压完毕后必须整个检查,并将螺栓再次紧固。

2. 当主梁及各支腿安装完毕后,要测量各支腿所对应的主梁标高,计算出浇筑梁底标高,确定梁底标高与设计标高之差,再与各支腿未行程完的油缸行程对比,保证各支腿油缸剩余行程满足梁底设计高程,并确保设计误差在范围之内。

3. 在移动模架安装的过程中注意当地的天气预报情况,特别是主体框架没有完全形成之前,如果出现恶劣天气,需采用特殊措施确保模架的安全。

#### 5.2 移动模架预压及预拱度

1. 在进行移动模架的施工之前,每个孔箱梁都必须预先设定好拱度。为确保施工的安全性,需要对移动模架进行预压试验以评估其承载力和挠度。在选择移动模架时,需要考虑到箱梁的自重、涨模系数(通常是1.2倍)以及施工负荷等因素。

2. 外肋横梁、主梁、横梁或底模板被分别安置为移动模架的观测点,而翼缘板则增设了沉降观测点,其位置与横梁保持一致,并且进行了编号。

3. 预设拱度:根据每次沉降的记录绘制沉降曲线,并以沉降值为基础进行计算,以确定适宜的施工预设拱度。根据梁的弯曲程度和支撑的形变,得出的预拱度总和,即为预拱度的最大值。预拱度的最大值应在其他点,而梁的两端点应被认定为零点,并且应采用二次抛物线的方式进行分配设置。

### 6 结语

随着中国铁路项目的快速施工和发展,桥梁结构越来越多地应用于大型河流等中,尤其是在施工高速铁路过程中,桥梁的作用越发明显。因此,移动模架作为一种自带模板,以其较强的适用性,应用广泛。综合考虑现场施工情况及环境进行设计,能更好地满足实际需求,对技术质量安全、成本、工期、效率等进行很好的控制,能实现项目综合效益的显著提升。

### 参考文献:

- [1] 牛俊坡.上行式移动模架法现浇箱梁施工技术研究[J].施工技术,2021(20):124-126.
- [2] 徐辉俊.移动模架现浇箱梁施工技术应用探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(03):372,374.
- [3] 王云飞.上行式移动模架原位现浇箱梁施工技术要点探讨[J].交通科技与管理,2021(36):130-131.
- [4] 王杰,钱有伟.双幅并制箱梁移动模架施工关键技术研究[J].铁道工程学报,2022(01):56-60.
- [5] 刘忠启.浅析海上上行式移动模架现浇箱梁关键施工技术[J].施工工程技术与计,2018(32):161.

# 深基坑降水技术在建筑工程中的应用分析

冷振兴, 刘 明

(青岛胶州湾发展集团有限公司, 山东 青岛 266300)

**摘 要** 深基坑降水技术是一种关键的地质工程技术, 用于管理和控制基坑中的地下水位, 以便进行安全和高效的施工。这项技术对建筑工程的成功至关重要。本文深入探讨了深基坑降水技术在建筑工程中的应用, 旨在为工程师和建筑专业人士提供深基坑降水技术的全面理解和实践参考。

**关键词** 深基坑降水技术; 建筑工程; 井点降水; 环形防渗墙

中图分类号: TU74

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0037-03

深基坑降水是建筑工程中的一项重要技术, 它涉及地下水位的管理和控制, 以保证建筑施工的安全性和效率。同时, 这也关系到施工期限的控制, 以及工程的经济效益。适当而有效的降水技术不仅可以保障建筑的安全性和施工的顺利进行, 还能减少对环境的影响, 节省资源。因此, 深基坑降水技术在现代建筑工程中的重要性不言而喻, 其研究和应用已成为工程技术领域的热点和焦点。

## 1 深基坑降水技术概述

深基坑降水技术是一种应用于深度基坑中的水位控制技术。其主要目的是为控制和管理地下水位, 防止由于地下水的浸渍和流动对基坑施工产生不良影响。深基坑降水技术的核心是通过一定的方法, 如泵送、排水等, 将基坑中的地下水位降低到安全的水平, 使得施工可以在干燥和安全的条件下进行。这一技术的运用需要结合实地的地质条件和工程需求, 进行精细的计算和设计<sup>[1]</sup>。

## 2 深基坑降水方法

### 2.1 井点降水

1. 井点的布置阶段: 在实施井点降水技术之前, 首先需要进行详细的地质勘探, 了解地下水的分布、流动特性以及土层结构。基于这些信息, 工程师们将制定出一份井点布置计划, 这个计划应包括井点的位置、数量、深度以及间距等信息。井点的布置要考虑到整体的效益和成本, 同时也要确保每个井点能有效地抽取地下水, 以实现地下水位的有效降低。因此, 这是一个需要精确计算和精心设计的过程。

2. 钻孔阶段: 在井点布置完成后, 接下来就是钻孔阶段。工程师们会使用专门的钻孔设备, 根据井点布置计划, 在预定的位置钻出一定深度的井点。钻孔

的过程需要细心和耐心, 必须保证每个井点的直径、深度和位置都符合设计要求。钻孔过程中, 应监测井点周围土壤的稳定性, 以防止井壁塌陷或者地面下陷。同时, 钻孔设备应定期维护, 保证其正常运行。

3. 安装抽水设备阶段: 钻孔完成后, 接下来就是安装抽水设备。通常情况下, 抽水设备主要包括水泵和管道系统。水泵通常安装在井点底部, 通过泵的工作将地下水抽取到地表。管道系统连接每个井点, 负责输送抽取出的地下水。在安装过程中, 应确保设备安装牢固, 管道连接无漏洞, 以保证系统的稳定运行。

整个井点降水技术的实施过程, 都需要严格遵循设计要求和施工规范, 只有这样, 才能保证井点降水技术的效果, 实现地下水位的有效降低, 保证工程的安全施工。

井点降水技术适用于各种类型的土壤, 尤其在粘性土和含有大量细颗粒的土壤中效果更佳。这是因为这些类型的土壤中, 地下水的流动性较差, 通过井点降水可以有效地改善土壤的水分状况, 提高土壤的稳定性和承载力。

然而, 井点降水也存在一些局限性。首先, 井点降水对施工的干扰较大。井点的布置和抽水设备的运行, 都会对施工现场产生一定的影响, 会导致施工进度延误。其次, 井点降水导致地表的沉降。当地下水被抽取出来后, 土壤中的水分会发生变化, 导致土壤的压缩和地表的下陷<sup>[2]</sup>。

### 2.2 环形防渗墙

环形防渗墙技术是一种在建筑工程中广泛应用的降水方法, 尤其是在深基坑和大型地下工程中具有重要的应用价值。环形防渗墙技术是一种独特且高效的防水方法, 其基本原理在于在基坑周边构建一道连续的防水屏障, 从而有效阻止地下水的入侵。这一防水

屏障,通常称之为“防渗墙”或“防水墙”,是由具有优良防水性能的材料构成的。

常用的防渗墙材料主要有混凝土、塑料混凝土和土工布。混凝土,尤其是钢纤维混凝土和防水混凝土,由于其出色的防水性、抗渗性、稳定性和耐久性,被广泛应用在深基坑工程中。塑料混凝土,这种特殊混合物结合混凝土的稳定性和强度,以及塑料的防水性和柔韧性,使其成为在地下水位较高或地质条件复杂的工程中理想的选择。而新型材料土工布,以其轻质、防水和高度可塑的特性,适应非规则形状的基坑或地下管道工程的需求,展示其独特的优势。这些材料的选用需要根据具体的地质条件和工程需求来决定,以确保防渗墙的性能和工程的顺利进行。

环形防渗墙的构建过程如下:

环形防渗墙的构建过程是一个专业化、系统化的工程项目,通常需要经过精心的规划和执行,涉及多个关键步骤。在这些步骤中,必须使用专用设备并且严格遵守施工规范,以确保防渗墙的质量和效果。下面将详细介绍环形防渗墙的构建过程。

1. 在基坑周边打下导孔。这一步骤是通过专用设备进行的,如深层搅拌机、钻机或者挖掘机等。这些设备需要具有足够的功率和稳定性,以确保在复杂的地质条件下,也能准确无误地打下导孔。在这个过程中,工程师们需要根据地质勘探报告和工程设计,精确控制导孔的位置、深度和方向<sup>[3]</sup>。

2. 向导孔中注入防水材料,形成防水屏障。防水材料可以是混凝土、塑料混凝土或者土工布等,选择哪种材料,取决于具体的工程需求和地质条件。防水材料的注入,通常需要使用专门的泵车或注浆机进行,以确保材料能均匀、完全地填充导孔,形成密实、完整的防水屏障。

3. 通过挖掘机或其他设备将防水屏障挖出,形成环形防渗墙。这个步骤需要非常小心,因为防渗墙的稳定性和完整性直接影响到基坑的防水效果和工程安全。在挖出防渗墙的过程中,工程师们需要根据实际情况,灵活调整设备的操作方式和工作速度,避免对防渗墙造成破坏。

### 3 深基坑降水技术在建筑工程中的应用

深基坑降水技术在全球各类建筑工程中都有广泛的应用。不论是住宅建筑、商业建筑还是公共设施的建设,其工程都会涉及深基坑施工,而深基坑降水技术则是保证施工顺利进行的关键。

在住宅建筑工程中,由于住宅的规模通常较大,需要深入地下进行地基施工,因此深基坑降水技术的

应用十分重要。通过这项技术,可以确保地基施工的安全,防止地下水的渗漏和流动,从而影响施工的进度和质量。例如,在某住宅楼盘的施工过程中,由于地下水位较高,施工方采用深井降水技术,能有效地控制地下水位,保证地基施工的顺利进行<sup>[4]</sup>。

在商业建筑工程中,由于这类工程通常需要建设地下停车场、地下商场等设施,因此深基坑降水技术的应用也十分必要。在一次商业中心的建设过程中,施工方采用环形防渗墙的方式,能有效地防止地下水的入侵,保证基坑的干燥,从而提高施工的效率 and 安全性。

在公共设施的建设中,如地铁、隧道等,由于工程深度大,地下水位问题尤为重要。通过深基坑降水技术,可以有效地解决地下水位问题,保证施工的进度和安全。比如,在某城市地铁的建设过程中,由于地下水位的波动较大,施工方采用水平井降水的方式,通过控制地下水位,成功地完成隧道的施工。

### 4 深基坑降水技术的挑战与解决方案

深基坑降水技术在建筑工程中具有广泛的应用,然而,在实施过程中,这项技术也面临着诸多挑战。以下是几个主要的挑战以及相应的解决方案。

#### 4.1 地下水位的预测困难

地下水位的波动对深基坑降水技术的实施具有重大影响。准确地预测地下水位的变化,是深基坑降水技术的一个重大挑战。如果预测不准确,会导致降水效果不佳,甚至引发安全事故。

解决方案:实现准确预测地下水位的变化,需要借助先进的地质勘探技术和地下水动态模拟技术。通过对地下水位进行长期的观测和数据分析,可以建立地下水动态模型,从而准确预测地下水位的变化。此外,还需要提高工程人员的技术水平,使他们能够准确理解和应用这些模型。

#### 4.2 环境影响

深基坑降水会对周边环境产生影响。例如,过度的降水导致地表沉降,影响周边建筑的稳定性。此外,降水过程中,地下水会带走土壤中的营养物质,影响土壤的肥力<sup>[5]</sup>。

解决方案:在施工过程中,应尽量采取温和的降水方式,避免过度降水。同时,应实施严格的环境监测,及时发现和处理环境问题。对于影响土壤肥力的问题,可以通过土壤修复技术,恢复土壤的肥力。

#### 4.3 降水设备的维护

深基坑降水设备的运行和维护,是保证降水效果

的关键。然而,由于深基坑环境复杂,设备的运行和维护工作具有很大的挑战性。

解决方案:对于这一问题,需要提高施工人员的技术水平,让他们能够熟练地操作和维护设备。同时,也需要引入高质量的设备,以提高设备的运行稳定性和维护性。

#### 4.4 工程成本

深基坑降水技术的实施,需要投入大量的人力和物力资源,因此,如何有效地控制工程成本,保证施工过程的经济效益,无疑是深基坑降水技术面临的一个重要挑战。

解决方案:控制工程成本,需要从工程设计、施工技术、设备选择等方面进行综合考虑。在工程设计阶段,应选择经济合理的降水方案。在施工过程中,应通过提高工作效率,减少无效的人力和物力消耗。在设备选择上,应选择性价比高的设备。

深基坑降水技术面临的挑战多种多样,要有效地解决这些挑战,需要科技的发展,同时也需要施工人员的技术水平的提高。只有这样,才能充分发挥深基坑降水技术的优点,保证建筑工程的安全和效率<sup>[6]</sup>。

### 5 深基坑降水技术的未来发展趋势

随着科技的发展和建筑行业的持续进步,深基坑降水技术也将迎来更为广阔的发展前景。以下是预测的几个主要发展趋势。

#### 5.1 数字化和智能化

未来的深基坑降水技术将更加依赖于数字化和智能化技术。通过使用地理信息系统(GIS)和地下水模型,工程师可以准确地预测地下水位的变化,从而提高降水效果。此外,通过引入人工智能和大数据分析,可以实现对地下水动态的实时监控和预警,及时发现和处理可能的问题。

#### 5.2 环保和可持续性

随着环保意识的增强,深基坑降水技术将更加注重环保和可持续性。在未来的施工过程中,降水技术需要考虑到环境因素,尽量减少对环境的影响,例如,通过使用新型的环保材料,减少降水过程中对土壤和地下水的污染。同时,也需要寻找可再生的水源,减少对地下水资源的消耗。

#### 5.3 综合利用

深基坑降水不仅可以解决施工过程中的地下水问题,还可以实现地下水的综合利用。例如,将抽取的地下水用于施工现场的水源,或者经过处理后,将其

用于城市的供水系统。这样不仅可以解决施工过程中的水源问题,也可以提高地下水资源的利用效率。

#### 5.4 标准化和规范化

随着深基坑降水技术的广泛应用,对这一技术的标准和规范也会逐渐完善。通过制定统一的技术标准和操作规程,可以提高施工的效率 and 安全性,同时也可以推动降水技术的发展和革新。

深基坑降水技术的未来发展将是多元化和综合化的。在数字化和智能化技术的推动下,深基坑降水技术将更加精确和高效。在环保和可持续性的理念指引下,深基坑降水技术将更加绿色和环保。通过标准化和规范化,深基坑降水技术将更加规范和科学。尽管深基坑降水技术还存在诸多挑战,但我们有理由相信,随着科技的不断进步,深基坑降水技术的未来将更加美好<sup>[7]</sup>。

### 6 结语

深基坑降水技术是建筑工程中至关重要的一环。它的应用范围广泛,从住宅建筑、商业建筑到公共设施建设等多个领域都有其身影。虽然在实施过程中会遇到地下水位预测困难、环境影响、设备维护和工程成本等挑战,但通过采用先进的技术和设备,以及提高工程人员的技术水平,这些问题都可以得到有效的解决。朝着数字化、智能化、环保、可持续性、综合利用以及标准化和规范化的方向发展,深基坑降水技术将在未来更好地服务于建筑工程,保障工程的安全性和效率,同时也将对环境产生更小的影响。这是一个值得我们持续关注 and 研究的领域,以期 for 建筑行业的持续发展提供强大的技术支持。

### 参考文献:

- [1] 刘波.强夯法在建筑工程地基处理中的应用[J].科技与企业,2011(08X):137.
- [2] 马天戈.建筑工程地基研究[J].现代商贸工业,2011(16):280.
- [3] 周鹏华,周杰刚,李继承,等.武汉中心工程非落底式止水帷幕深基坑降水技术研究[J].施工技术,2013(18):15-18.
- [4] 胡韬.建筑工程深基坑降水技术与应用分析[J].建材与装饰,2016(42):39-40.
- [5] 巩刚虎.基于建筑工程深基坑降水技术与应用分析[J].建材发展导向(上),2020,18(04):162.
- [6] 张健儿,吕艳斌,姚伟华,等.深基坑承压水降水控制施工技术[J].建筑技术,2016,47(09):791-794.
- [7] 金留念.深基坑支护施工技术在建筑工程中的应用分析[J].城市建筑,2020,17(05):141-142.

# 市政排水管道深基坑开挖支护施工技术探析

韦裔昌

(广西路桥工程集团有限公司, 广西 南宁 530000)

**摘要** 本研究深入探讨市政排水管道深基坑开挖支护施工技术,明确其工程概况、特点以及实施中的难点和注意事项。通过对夏林路项目的详细案例进行分析,提炼出施工技术的实施难点和注意事项。在夏林路项目工程实施过程中,地质复杂性、与交通协同施工、复杂支护结构施工等方面存在一系列难点。施工计划的灵活性、钢板桩支护开挖施工中的技术选择和操作步骤等均是项目成功实施的关键。研究结论:本研究总结了市政排水管道深基坑开挖支护施工技术的关键点,强调了地质勘察和水文分析的重要性,以及临边防护、环境保护、施工人员培训等方面的注意事项。本研究旨在为类似工程提供实用的经验和技術参考,有助于确保施工的安全、高效、质量可控。

**关键词** 市政排水管道;深基坑开挖;支护施工技术

**中图分类号:** TU99

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)03-0040-03

在城市化不断推进和城市基础设施日益完善的背景下,市政排水管道深基坑开挖支护施工作为城市建设中一项重要的工程活动,其复杂性和技术难度逐渐凸显。为了满足城市排水系统的需求,提高城市防洪能力,以及确保市政设施的正常运行,深基坑开挖作为一项涉及地下结构和地质条件的工程,其施工技术显得尤为重要。夏林路项目作为一个具体案例,其排水基坑的设计和施工过程具有一定的代表性。本文将对市政排水管道深基坑开挖支护施工技术进行深入研究和分析。

## 1 工程概况和特点

夏林路项目的长度范围为K0+000-K+700.91,设计长度为700.91m。该项目的排水基坑不涉及地下水,最大开挖深度约为10.41m。雨水管渠的全长为1967m(不包括雨水口联接管),管径范围从d800mm到d2800mm,共设有61座雨水检查井,1座出水口,以及83座进水井。污水管道的全长为1265m,管径范围从d400mm到d800mm,共设有47座检查井。在开挖深度超过5m的区段,采用了分级放坡开挖和钢板桩支护形式。由于基坑开挖深度超过5m,属于危险性较大的分部分项工程范围,需要采取相应的安全措施。

## 2 市政排水管道深基坑开挖支护施工技术的实施难点

### 2.1 地质复杂性与不确定性

深基坑工程的难点之一在于地下地质环境的复杂性和不确定性。地质条件的多变性可能导致不同区域

存在差异性的地层结构,如软土、砂砾岩、坚硬岩石等,这对支护结构的设计和實施提出了更高要求。地下水位的不断变动也增加了工程的不确定性,可能导致基坑开挖过程中水土失衡,增加工程风险。

### 2.2 工程与交通协同施工

市政排水管道深基坑通常位于城市中心区域,与周边的交通和市政设施高度关联。在开挖支护过程中,需要保障附近道路和地下管线的正常通行和运行。这对施工方在工程进度和交通协同管理方面提出了极高的要求<sup>[1]</sup>。施工过程中需要保障市政设施的完好性,避免对周边环境和居民生活造成不必要的干扰。

### 2.3 复杂支护结构施工

市政排水管道深基坑支护结构设计复杂,尤其在选择和安装钢板桩、围檩、支撑等方面需要高度精准和协同。基坑深度较大时,需要考虑支护结构的稳定性和安全性,包括在变化多端的地质条件下保持结构的完整性。复杂的支护结构施工不仅需要高水平的专业技术,还需要对现场情况快速响应和灵活调整。

## 3 施工计划

首先,项目团队将对施工图进行详尽审核,确保施工图的准确性,施工管理人员将熟悉图样,理解设计意图,掌握结构构件的设计尺寸,为施工奠定基础。在技术准备阶段,进行三级技术交底,确保施工班组了解并熟悉施工、安全、环保、文明施工等各方面要求。材料的计划和采购将提前有序展开,与可信赖的供应商建立长期供求关系,保障施工所需材料的及时供应<sup>[2]</sup>。

施工过程中,基坑的开挖将按照严格的分层、先撑后挖、及时支撑的原则进行,以确保施工安全、防止地层滑塌。而钢板桩的引孔施工、支护等工序也将根据设计要求有序展开,确保工序之间的衔接顺利进行。最为重要的是,施工计划将保持灵活性,根据实际情况及时调整,确保在工程进行的过程中能够迅速应对可能出现的各种挑战。通过周密的组织、科学的策划以及灵活的调整,本工程将力争保质保量地完成排水工程,为城市基础设施建设贡献一份可靠的力量。

## 4 钢板桩支护开挖施工

### 4.1 钢板桩选择与准备

在本工程中,为确保基坑支护的牢固性和长期稳定性,经过仔细的材料选择,我们采用了 Q345 钢拉森 IV 型钢板桩以及 Q235 钢作为围檩与钢支撑的主要材料。Q345 钢板桩以其卓越的强度和优异的耐腐蚀性能而著称,成为基坑工程理想的支护材料。而 Q235 钢的选择则确保了足够的强度,以应对基坑施工中可能受到的各种压力。为了进一步提升支护结构的性能,特别是在插打过程中,我们采用了一项精心设计的工艺措施。在钢板桩内部涂抹黄油混合物油膏,这不仅能够显著减少插打时的摩阻力,提高插打效率,还能有效增强防渗性能,有效地预防地下水的渗透。通过这一综合而精心考虑的工程技术手段,我们旨在确保支护结构在基坑开挖过程中表现出卓越的可靠性和高效性。

### 4.2 插打过程

在进行板桩插打前,施工人员需确保在钢板桩的锁口内均匀涂抹黄油混合物油膏。插打过程中,通过全站仪双向校正板桩姿态,采用低幅轻振的方式使桩尖缓慢进入土中,然后再施加正常的激振力,将桩沉入设计深度。在整个插打过程中,要特别注意保持桩身横平竖直的状态,尤其是前两根板桩对后续板桩具有垂直导向作用<sup>[3]</sup>。在插打时要小心慢打,每沉桩 1m 后需要暂停振动,对桩身姿态进行校正,确保桩的位置、方向和垂直度的精准性。此外,打桩过程中需确保横平竖直的原则,以确保插打桩的稳定性和准确性。在整个插打过程中,监测设备的使用,如全站仪,是确保桩体姿态准确的关键工具。通过这些细致入微的操作,我们可以有效地保证桩的准确定位和垂直度,为后续施工工序奠定坚实的基础。

### 4.3 钢板桩内支撑

完成钢板桩的打设后,必须实施边开挖边支护,以确保桩护臂能够有效地抵御基坑侧压力,从而防止因缺少支撑而导致桩体产生变形。为此,我们选用了

规格为 300×300×15×15 的“H”型钢作为支撑材料,保证其强度和耐久性。在支撑的布置中,我们注重水平间距的合理设置,通常采用 4m 的水平间距,以确保支撑的牢固性和有效性。支撑的设置考虑了基坑深度,分别在 5m~6m 深度设置一道支撑,6m~9.5m 深度设置两道支撑,第一道支撑距离钢板桩下 1m 处,第二道支撑与第一道支撑的间距控制在 3.5m~4m 范围内。支撑的固定采用花篮螺栓,以确保连接的稳固性。此外,在支撑的布置过程中,我们还考虑了支撑的下放安排,以适应相应工序及施工材料的需要,避免因支撑设置不当而导致施工材料或相关工作无法正常展开,从而避免不必要的返工。在支撑的固定过程中,通过水准仪的观测调整高度,确保支撑的位置准确可靠。这样的支撑设计和布置,为后续的基坑开挖提供了坚实的保障。

## 5 基坑开挖

基坑开挖的施工原则是“及时支撑,先撑后挖,分层开挖、严禁超挖”。这意味着在土方开挖之前,必须及时进行支撑工作,确保基坑周边的结构能够稳定承受土压力。在土方挖掘时,采用了分层开挖的方式,首先挖至横撑下 0.5m 位置,然后安装好横撑并确保支撑的稳定性,才能继续挖至基坑底标高,严禁超挖。为了保证挖土过程的平稳进行,我们采用了一台普通挖机和一台长臂挖机相结合的方式。普通挖机进行初步的挖土作业,将土方挖至横撑下 0.5m 的位置。然后,安装好横撑,并确保支撑的牢固性和稳定性。接着,利用长臂挖机沿着相邻两道横撑中间继续挖土,直至达到设计的基坑底标高<sup>[4]</sup>。这种组合使用的方式,既能够确保土方开挖的效率,又能够保证工程的安全性和稳定性。在挖土的过程中,我们还特别关注了临边防护的设置,确保在挖掘的同时,周围范围内的安全措施得到了有效的实施。这一系列施工步骤的科学设计和合理执行,为深基坑开挖提供了可靠的技术支持。

## 6 市政排水管道深基坑开挖支护施工技术注意事项

### 6.1 地质勘察和水文分析的重要性

在市政排水管道深基坑开挖支护施工前,深刻了解地质和水文情况至关重要。通过详尽的地质勘察,我们能够获取地下土层性质、分布、水文条件,以及可能存在的地质构造等信息,为后续支护设计提供精准基础数据。水文分析则能帮助确定地下水水位的位置和变化规律,为有效防止地下水涌入基坑提供科学依据。这些将为施工过程中制定合理的支护方案和采取

相应的防水措施提供关键支持,确保工程的稳定进行。因此,地质和水文情况的深入了解为市政排水管道深基坑开挖支护施工的顺利实施奠定了坚实的基础。

### 6.2 临边防护的设置

在进行基坑开挖施工时,确保临边防护的设立至关重要,以确保施工人员和设备的安全。这一防护措施包括在基坑边缘设置坚固的护栏或采取其他有效的防护手段,旨在防止人员或设备误入危险区域。通过合理而牢固的临边防护,可以有效减少工地事故的发生,为工程安全提供坚实的保障。除了对人员和设备的安全保护外,适当的临边防护还有助于维护周边环境的整洁和秩序<sup>[5]</sup>。通过有效的防护措施,可以减少施工对周围区域的不必要影响,确保周边环境的良好状态。因此,在基坑开挖的整个施工过程中,合理设置、严密执行临边防护措施是确保工程顺利进行、保障相关人员安全的不可或缺的举措。

### 6.3 施工现场的环境保护

在深基坑开挖的施工过程中,环境保护至关重要。为此,必须特别注重采取一系列措施,以预防施工废弃物和污染物进入周边水体。这包括制定科学合理的废弃物处理方案,防止其对环境造成不可逆的破坏。同时,施工现场需要定期清理,以防止扬尘、噪声等污染物对周边环境产生负面影响。为了最大程度减少施工对环境的影响,必须按照相关环保法规执行。这包括严格遵循废弃物管理和处理的规定,确保施工现场的废弃物得到妥善处理。此外,通过科学的施工计划和合理的施工工艺,最大限度地减少施工活动对周边生态系统的冲击。通过严格执行环保法规和采取综合的环保措施,可以确保深基坑开挖施工过程中对周边环境的最小影响。这不仅有助于维护自然环境的健康,也是对社会责任的充分体现。

### 6.4 施工人员的安全教育和培训

确保施工人员的安全是市政排水管道深基坑开挖支护施工中的首要任务。在施工前,必须对所有参与工程的人员进行充分的安全教育和培训,以确保每位工作者了解工程的安全规范、操作规程和应急预案。通过培训,施工人员能够提高对潜在危险的认识,增强安全防范意识,并学习正确的工作流程和紧急情况下的应对措施。培训内容应包括工地安全规定、施工现场的危险因素及应对方法、相关操作规程、紧急疏散程序等方面的知识。此外,施工人员还应了解和掌握使用个人防护装备的正确方法,确保在施工现场始终保持良好的安全状态。通过充分的安全培训,施工

人员将具备在复杂施工环境中保持冷静、迅速应对紧急情况的能力。这不仅有助于确保施工过程的安全顺利进行,还能够减少工作事故的发生,为工程的顺利完成奠定坚实的基础。

### 6.5 定期的施工进度和质量检查

为确保市政排水管道深基坑开挖支护施工按计划有序进行,必须建立定期的施工进度和质量检查机制。项目管理人员应定期对施工现场进行检查,以核实工程进度和施工质量是否符合设计和规范要求。这种定期检查的机制有助于及时发现和解决潜在问题,确保工程在可控范围内进行。在检查过程中,需要重点关注施工进度是否按计划进行,关注支护结构和材料的质量是否符合标准。如果发现任何不符合要求的地方,项目管理人员应迅速采取纠正措施,并确保问题不会扩大影响整体工程进度。通过建立健全的检查机制,不仅有助于提高工程的整体质量,还能够减少施工中可能出现的问题对工程进度造成的不利影响。这种有序的监督和检查方式为工程的按时完工提供了有力的保障。

## 7 结语

市政排水管道深基坑开挖支护施工技术是一项复杂而关键的工程,要求施工人员具备扎实的专业知识和丰富的实践经验。通过本文的深入探讨和案例分析,总结出了一套行之有效的施工方法和操作要求。在今后的实际工程中,可根据本文提供的技术指南,进一步提升工程的施工质量和安全水平,为城市基础设施建设贡献力量。

## 参考文献:

- [1] 宋川云,钟有信,徐帆,等.基坑开挖与支护方式对邻近路基变形的影响[J].建筑技术开发,2023,50(12):158-160.
- [2] 罗劲松.岩土工程施工中深厚软土深基坑开挖支护技术[J].建筑技术开发,2023,50(12):172-174.
- [3] 汪亚林,李大华,陈硕豪,等.深基坑开挖的数值模拟分析及支护优化[J].合肥学院学报(综合版),2023,40(05):119-124.
- [4] 韩莉.全地下泵站深基坑开挖支护结构安全稳定性分析[J].广东水利电力职业技术学院学报,2023,21(04):40-43,71.
- [5] 孟江,刘凯,冯强,等.深基坑开挖对邻近市政隧道影响研究[J].石家庄铁路职业技术学院学报,2023,22(03):11-15.

# 建筑工程大体积混凝土施工技术应用探析

刘传根

(郓城县环境卫生服务中心, 山东 菏泽 274700)

**摘要** 大体积混凝土作为一种关键的建筑材料, 其施工技术的具体应用受到行业越来越多的重视。本文首先介绍大体积混凝土的定义和特点, 然后深入探讨在建筑工程中大体积混凝土的施工技术, 包括原材料选用、施工工艺、质量控制等方面的关键问题。通过案例分析, 总结了成功应用大体积混凝土的一些经验和教训, 最后展望了大体积混凝土在未来建筑工程中的发展前景。

**关键词** 建筑工程; 大体积混凝土; 技术创新; 经济效益

**中图分类号**: TU755

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0043-03

城市化进程的加速和建筑业的蓬勃发展, 使建筑工程对于结构材料的要求日益提高。大体积混凝土由于其高强度、耐久性以及施工过程中的可塑性等特点, 使得大体积混凝土在高层建筑、桥梁、水利工程等领域得到广泛应用。由于大体积混凝土的施工难度较大, 涉及的技术问题较为复杂, 因此需要深入研究和总结经验, 以确保其在建筑工程中的有效应用。

## 1 大体积混凝土的定义与特点

大体积混凝土是一种在单个浇筑过程中使用大量混凝土的工程材料, 其体积通常超过传统混凝土浇筑标准。与传统混凝土相比, 大体积混凝土具有几个显著的特点: 第一, 大体积混凝土在配方上常采用高强度混凝土, 因而具备卓越的强度表现, 能够承受更大的荷载和压力。第二, 由于材料的优质选择和施工工艺的精湛, 大体积混凝土表现出卓越的耐久性, 具有更长的使用寿命。第三, 与其出色的性能相对应的是施工过程中的挑战, 由于大体积混凝土的体积庞大且重量巨大, 从而会导致施工难度显著增加。第四, 大体积混凝土还具有良好的可塑性, 使其在施工过程中能够更灵活地适应不同的建筑形状和结构要求。这为建筑设计提供了更大的创造空间, 使得大体积混凝土成为多种建筑项目的理想选择<sup>[1]</sup>。

## 2 大体积混凝土施工技术

### 2.1 原材料的选择

水泥、骨料、外加剂等原材料的科学选用, 直接决定了混凝土的性能和整体施工过程的稳定性。为了确保大体积混凝土施工的高质量, 必须加强重视对原材料的选择。水泥的种类和质量对混凝土的强度和耐

久性有着直接影响, 在大体积混凝土施工中, 应当选择高强度、低收缩的水泥种类, 以确保混凝土的整体性能得到提升。同时, 应合理控制水泥的用量, 防止过量使用引起的温升问题。在大体积混凝土的配制中, 应当选择形状合理、颗粒分布均匀的骨料, 并通过优化骨料的种类和比例, 确保混凝土在硬化后具备更好的抗压、抗弯强度。此外, 骨料的湿度和干燥状态也需要得到合理的控制, 以免影响混凝土的工作性能。外加剂的种类和使用量也会影响混凝土的流动性、抗裂性等, 在大体积混凝土的施工中, 应根据具体工程需求选择高效的外加剂, 如减水剂、增塑剂等, 以提高混凝土的流动性和可塑性, 从而降低施工难度。为了进一步优化原材料的选择, 可以通过混凝土试块的实验测试, 对各种原材料组合进行性能评估, 从而确定最佳的配方。在施工前期, 检验人员需要进行充分的原材料检测, 以确保质量符合标准<sup>[2]</sup>。

### 2.2 施工工艺的创新

大体积混凝土的施工工艺涉及多个环节, 这就要求施工人员更为精密的控制和创新。在大体积混凝土的施工中, 如果有一定条件, 应该采用先进的搅拌设备, 如旋转鼓式搅拌机, 能够确保混凝土的均匀性, 减少混凝土内部的空洞和缺陷。此外, 采用具有自动化控制系统的搅拌设备, 能够更精准地控制搅拌过程中的时间、速度和温度, 提高混凝土的整体质量。在浇筑过程中, 需要合理安排浇筑顺序、控制浇筑速度和采用适当的振捣方法, 以确保混凝土在模具内均匀分布, 避免产生气泡和缝隙。通过引入先进的测量技术和实时监控系統, 可以在施工过程中及时发现问题并进行调整, 从而提高施工效率和质量。合理的养护措施能

够确保混凝土的早期强度和耐久性，因此在大体积混凝土施工中，可以采用保湿膜、喷淋养护等先进技术，确保混凝土充分水化，减少龟裂和表面缺陷的发生。此外，在大体积混凝土施工中，还可以考虑引入新型的混凝土添加剂，如早强剂、缓凝剂等，以优化施工工艺。这些添加剂可以在不改变混凝土基本性能的前提下，提高混凝土的早期强度、延缓混凝土的凝结时间，从而更好地适应大体积混凝土施工的特殊需求。

### 2.3 质量控制

为了确保大体积混凝土工程的稳定性和耐久性，必须在原材料的质量、施工过程的实时监测以及质量验收等方面实现全方位的质量控制。一是原材料的质量控制，通过对水泥、骨料等原材料进行严格的检测和筛选，确保其符合相关标准和规范。二是施工过程中的实时监测，相关人员应该采用先进的传感器和监控系统，实时监测混凝土的搅拌、浇筑、振捣等各个环节，及时发现异常情况并进行调整。通过数据分析和反馈机制，能够迅速纠正施工过程中的问题，保证混凝土的均匀性和稳定性。三是质量验收。在大体积混凝土施工中，应建立完善的质量验收体系，包括对混凝土强度、密实性、外观等多个方面进行全面检测。合格的质量验收能够为工程提供权威的质量保证，确保大体积混凝土工程达到设计要求。同时，对混凝土施工中可能出现的问题，如裂缝、气孔等缺陷，也需要引入有效的控制手段。通过合理的施工工艺、优化的浇筑方式以及养护的科学手段，可以最大程度地减少混凝土施工中的质量问题，确保工程的长期稳定性和耐久性。在大体积混凝土施工中，质量控制是一个系统工程，需要多方面的配合与努力。从源头控制原材料的质量，到施工过程中的实时监测和最终的质量验收，每一环节都需要精心设计和科学管理<sup>[3]</sup>。

## 3 案例分析：成功应用大体积混凝土的经验与教训

### 3.1 高层建筑项目 A

**成功经验：**该项目采用了高强度混凝土配方，并借助先进的搅拌设备确保混凝土的均匀性。在施工过程中，项目团队注重浇筑过程的控制，采用实时监测系统对混凝土浇筑进行精细调控。此外，项目组还在养护阶段引入了温控技术，确保混凝土的适当温度下进行养护，提高了混凝土的早期强度。

**教训：**在该项目中也发现，由于搅拌设备的维护不到位，导致了一些混凝土的均匀性问题。这提醒其

他项目在施工前要充分保养搅拌设备，确保其正常运行，避免因设备问题而影响混凝土的质量。

### 3.2 桥梁工程项目 B

**成功经验：**该桥梁工程采用了特殊设计的模具，使得大体积混凝土能够在桥墩的施工中得到有效的浇筑和成型。项目团队在施工前进行了详细的工艺预演，确保每个施工环节的流程清晰可行。同时，通过引入新型混凝土添加剂，提高了混凝土的耐久性和抗裂性。

**教训：**在项目的实施过程中，由于部分模具的制作精度不够高，导致了一些桥墩的表面不够光滑。这表明在大体积混凝土工程中，模具的设计和制作也是一个需要高度重视的环节，不能仅仅注重混凝土本身的质量。

### 3.3 水利工程项目 C

**成功经验：**该水利工程项目在大体积混凝土的施工中充分利用了先进的传感技术，通过实时监测混凝土的流动性和均匀性，保证了施工过程的稳定性。项目组还在质量验收阶段引入了无损检测技术，对混凝土内部进行全面检测，确保了工程质量。

**教训：**项目组也发现了一些混凝土的流动性问题，主要是由于部分施工人员未能严格按照工艺要求执行。这表明在大体积混凝土施工中，人员培训和执行的严格要求同样至关重要，以确保每个施工环节的合理操作。

通过对这些案例的分析，可以得出以下结论：在大体积混凝土工程中，成功的关键在于全面考虑材料的优化选择、施工工艺的创新，以及质量控制的严密执行。同时，从案例中也看到了一些可能的教训，例如设备的维护不到位、模具设计的不精细、人员培训和执行不到位等问题。在今后的工程实践中，需要充分吸取这些经验和教训，不断提升大体积混凝土工程的施工水平和质量水平。

## 4 展望：大体积混凝土在未来建筑工程中的发展前景

### 4.1 技术创新

随着科技的不断进步，建筑工程领域正迎来一场技术创新的浪潮。在这个不断演进的过程中，大体积混凝土的施工技术也将迎来新的发展，更加智能化和自动化，借助先进的传感技术和数据分析方法，实现对施工过程的更精确控制。未来，大体积混凝土的施工将更多地借鉴先进的数字化技术。通过在施工现场广泛应用传感器技术，可以实时监测混凝土的流动性、均匀性、温度等关键参数。这些传感器将产生大量的

实时数据,通过数据分析和人工智能技术,工程团队可以更准确地了解施工现场的状况,及时调整施工参数,确保混凝土的质量。在大体积混凝土的搅拌阶段,智能化的搅拌设备将成为未来的发展方向,这些设备将配备先进的自动化控制系统,能够根据混凝土的配方和施工要求,自动调整搅拌时间、搅拌速度等参数,以保证混凝土的均匀性和强度。同时,这些设备还可以通过互联网实现远程监控和控制,提高施工的灵活性和效率。在大体积混凝土的浇筑阶段,无人机和激光扫描技术的应用将成为常态。无人机可以通过搭载高分辨率摄像头和激光雷达,对施工现场进行实时监测,快速获取施工面的三维数据,有助于及时发现施工中的问题,优化浇筑路径,提高施工的精度和效率。另外,建筑信息模型(BIM)技术也将在大体积混凝土施工中扮演重要角色。通过BIM技术,工程团队可以在虚拟环境中模拟整个施工过程,包括原材料选择、搅拌、浇筑、养护等各个环节。这有助于提前发现潜在问题,优化施工方案,降低施工风险<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 经济效益

大体积混凝土的广泛应用为建筑工程带来了显著的经济效益,主要体现在减少施工时间、提高建筑结构性能以及降低维护成本等方面。首先,大体积混凝土的使用可以有效缩短施工周期,提高施工效率,从而减少了建筑工程的总体投资。相较于传统混凝土,大体积混凝土在一次浇筑中就能完成更大范围的施工,避免了多次浇筑所需的等待和间隙时间。这不仅减少了劳动力和设备的使用时间,降低了人工成本,还减轻了项目管理的压力,使得工程能够更加迅速地完工。其次,大体积混凝土的高强度和优越的耐久性,提高了建筑结构的整体性能。这种优越的性能不仅能够降低建筑物自身的损耗和维护成本,还能够减少由于结构问题引起的维修和加固费用。在长期运行中,建筑结构的稳固性和耐久性能够有效地降低业主的运营成本,带来更为可观的经济效益。最后,大体积混凝土的使用还能够降低施工过程中的一系列附加成本。由于其优越的工程性能,大体积混凝土在施工过程中更容易实现机械化和自动化,减少了人工操作的可能性。这不仅提高了施工的安全性,还避免了由于人为因素引起的施工差错和缺陷,从而减少了纠正这些问题所需的额外成本。

#### 4.3 可持续发展

通过合理选择原材料、优化施工工艺,大体积混凝土能够更好地满足可持续发展的要求,减少对自然

资源的消耗和对环境的影响。首先,大体积混凝土的可持续性体现在原材料的选择上,通过采用高性能的水泥、骨料和其他原材料,可以生产出更耐久、更环保的混凝土。一些可替代性原材料,如粉煤灰、高炉渣等的使用,不仅能够减少对传统资源的依赖,还有助于废弃物的有效利用,实现资源的可再生和循环利用。其次,大体积混凝土的优化施工工艺,采用智能化搅拌设备和先进的传感技术,能够更精确地控制混凝土的配比和施工过程,避免浪费材料,提高施工效率,有助于降低施工过程中的能源消耗和碳排放,减轻对环境的不良影响。然后,大体积混凝土在建筑结构方面,高强度和耐久性的混凝土能够延长建筑物的使用寿命,减少对资源的再投入,同时减少了对环境的干扰。此种长期的建筑结构性能也与可持续发展理念中的“长效”和“维持性”相契合。最后,大体积混凝土的施工过程中减少了浇筑次数,避免了多次浇筑所需的能源和时间消耗。这不仅降低了工程的整体碳足迹,还对周边环境造成的干扰较小,符合可持续发展的低碳生态理念<sup>[5]</sup>。

#### 5 结语

通过对大体积混凝土的定义与特点、施工技术的各个环节以及成功案例的分析,更全面地了解了这一先进建筑材料的应用现状。大体积混凝土的施工过程不仅仅涉及材料的选择和工艺的创新,更需要科学的质量控制和经验的总结。在未来,随着科技的发展和 Society 的需求,大体积混凝土将在建筑工程中发挥越来越重要的作用。我们也要清醒地认识到,大体积混凝土的施工过程中仍然面临一些挑战,包括施工难度大、成本较高等问题。因此,需要建筑行业的从业者们不断努力,共同攻克这些难题,推动大体积混凝土技术的进一步发展。

#### 参考文献:

- [1] 张斌. 建筑工程大体积混凝土浇筑施工技术[J]. 居舍, 2023(35):62-65.
- [2] 刘军林. 房地产建筑工程大体积混凝土裂缝控制施工技术[J]. 居舍, 2023(35):59-61,98.
- [3] 唐豪,侯国山. 建筑工程大体积混凝土施工技术的要点应用及施工技术研究[J]. 佛山陶瓷, 2023,33(12):38-40.
- [4] 王旭丽. 建筑工程基础底板大体积混凝土施工技术分析[J]. 黑龙江科学, 2023,14(22):118-120.
- [5] 张玉晓. 建筑大体积混凝土浇筑施工技术应用研究[J]. 居舍, 2023(31):18-20,97.

# 高层建筑工程施工中桩基础施工技术探讨

郑丽萍

(寿光恒安建筑安装工程有限公司, 山东 寿光 262700)

**摘要** 桩基础是影响高层建筑工程整体建设质量的重要子工程项目, 对桩基础的施工管理必须与时俱进, 面对较为复杂的桩基础工程施工, 必须采用先进施工技术提高施工质量, 为保障高层建筑工程整体质量水平提供相应支持和帮助。高层建筑工程施工中桩基础施工技术具有持力层坚硬、桩基础刚度高的特点, 合理运用桩基础施工技术能够促进高层建筑工程施工的持续优化, 在保障高层建筑工程建设质量的同时真正提高人们的居住品质。本文就高层建筑工程施工中桩基础施工技术的特点及常见问题展开分析, 在结合常用桩基础施工技术的情况下, 提出了有效优化高层建筑工程施工中桩基础施工技术的策略。

**关键词** 高层建筑; 工程施工; 桩基础施工技术

中图分类号: TU974

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0046-03

在城市化进程不断加快的背景下, 城市人口数量不断增加, 对土地的开发利用必须极大提高效率, 在有限的使用面积内提高土地利用效率, 基于高层建筑的全面推广, 促进城市规划布局更加合理化。高层建筑工程施工中桩基础施工技术的重要性不言而喻, 桩基础结构对高层建筑工程整体质量的影响直接且深刻, 直接关系到建筑结构安全性和稳定性, 因此考虑到桩基础施工技术的核心价值, 在确保高层建筑结构安全的情况下真正实现全方位管理。高层建筑中桩基础是将建筑与地面进行连接的重要结构, 因此需要格外关注建筑结构的安全性, 结合不同桩基础施工技术, 推进桩基础工程项目的有效优化, 在全面考虑地形地质条件等因素的情况下, 确定桩基础的类型长度等参数。目前高层建筑工程施工中桩基础施工技术同样存在一些问题, 主要表现在单桩承载力不足, 桩基础位置偏移以及浇筑中的颈缩问题等。因此高层建筑工程施工中必须考虑到基础施工技术的合理利用, 在有效建构扎实基础的同时, 为高层建筑整体质量提供保障。

## 1 高层建筑工程施工中桩基础施工技术的特点分析

### 1.1 持力层坚硬

通常情况下, 高层建筑工程施工会随着高度增加容易产生各种问题, 在高度不断提升的情况下, 建筑需要承受的压力也在不断增加, 高层建筑大多采用垂直结构将受力集中到建筑的中心位置, 因此随着高度的增加, 中心受力也随之增加<sup>[1]</sup>。倘若房屋建筑力学性能无法满足建筑施工要求, 就容易出现房屋建筑

倾斜乃至坍塌等恶性事件, 这为房屋建筑的使用, 尤其是高层建筑的使用, 埋下了巨大隐患。桩基础施工技术的全面应用需要与高层建筑结构特点相适应, 避免出现施工过程中不可控的质量因素, 在实际施工环节将具备较高强度和高度的一些材料作为施工基础, 在规范地基建设的情况下增强承重能力, 以此保障高层建筑桩基础具有较强的稳定性。

### 1.2 桩基础刚度高

现阶段高层建筑工程施工中桩基础施工技术应用管理正在不断发生变化, 由于单桩大多作为建筑的单层装, 因此必须使用优质材料保障建筑良好力学性能<sup>[2]</sup>。在具体施工环节, 摩擦桩同样需要具备较高的高度, 因此需要采用裙装的方式进行建设, 在各类型施工项目中对建筑装饰的选择提出较高要求, 既要考虑到本身的力学性能, 同时也要对建筑整体产生的重量进行充分考虑, 使得楼层高度增加需求得到全面保障, 避免由于楼层高度的提升导致桩基础力学负担加剧。此外, 外部自然环境和地形地貌因素同样可能对中基础施工产生一些影响, 因此必须考虑到高层建筑在桩基础施工过程中的外部环境, 选择组合桩进行施工, 以增强建筑体力学性能。

## 2 高层建筑工程施工中桩基础施工技术的常见问题

### 2.1 单桩承载力不足

高层建筑工程施工中需要依赖每一根桩基础的承载力, 倘若单桩承载力不足则容易导致建筑工程整体质量受到影响。实际上单桩承载力不足的问题影响较

为深刻,在高层建筑工程中,倘若所有单桩都存在承载力不足的情况,则容易影响建筑桩基础的承载力,对后续高层建筑结构安全产生了极大阻碍<sup>[3]</sup>。单桩承载力不足的原因主要表现在施工过程中控制不严谨以及施工方案不科学等方面。施工过程中控制不严谨,主要表现为前期制作好的预制桩出现断裂,在运输过程中,由于固定不牢靠而产生运输断裂问题,又或者由于在桩基础预制过程中本身的质量缺陷导致桩体出现断裂等情况,在桩基础受力不均的情况下,破裂现象尤为突出,倘若出现预制桩断裂的情况,则必然影响桩基础的整体承载力。

## 2.2 桩基础位置偏移

高层建筑工程施工所涉及的桩基础数量众多,每根桩基础的设计位置以及桩基础之间的设计间距都有一定要求,由于桩基础数量较多,因此在施工过程中可能出现由于测量定位失误而导致施工精度受到影响的情况,由此出现了桩基础偏移的问题极大,影响了高层建筑桩基础施工整体质量。在施工管理环节,对图纸的了解与解读不够深入,未能按照图纸要求和生产标准进行位置确认,由此导致桩基础位置与建筑物走线出现偏移。此外,还有部分施工单位在预制桩打桩环节未能按照施工工序要求做出调整,打桩顺序不科学导致基础位置偏移较大。桩基础位置偏移容易导致后续高层建筑施工过程中重心出现偏差,不利于建筑工程的安全性和稳定性<sup>[4]</sup>。

## 2.3 浇筑中的颈缩问题

不同桩基础结构形式不同,在桩基础浇筑过程中可能出现颈缩的现象,比如采用套管成孔灌注桩施工技术过程中,由于操作不当可能出现桩身某处的颈缩问题。桩基础施工中混凝土浇筑必须保证及时、充分、密实,在浇筑过程中,倘若出现提前抽管或抽管过快的情况,则容易导致混凝土未能充分浇筑,由此产生颈缩的问题。此外,灌注桩周围土质若过于疏松,同样容易导致混凝土出现局部扩散的情况。因此,导致混凝土实际浇筑量比设计规定浇筑量更大,在未能及时发现混凝土局部流失的情况下,很容易在后续桩基础成型后出现颈缩现象<sup>[5]</sup>。

# 3 高层建筑工程施工中桩基础施工的常用技术分析

## 3.1 预制桩施工技术

预制桩施工技术是高层建筑工程桩基础施工技术中的重要类型,在实际施工管理过程中需要将提前制

作好的基础桩打入预先设定的点位,通过这样的方式达到桩基础施工的目的。

预制桩施工技术工艺较为简单,施工周期能够得到有效控制,在有效利用提前预制好的桩基础进行施工的过程中能够极大缩短施工工期。在有效把控预制桩质量的情况下,施工现场需要做好管控桩位测量与打孔工艺质量监测,能够极大降低施工现场的管控难度,并且在一定程度上提高预制桩的一致性。预制桩施工过程需要控制好打桩工艺采用承装设备将预制的桩基础打入定点位置,既要考虑到打桩过程中造成土质上移等问题,同时也要合理控制打桩速度,并制定相应的应急处理方案,确保打桩过程得到有效管控,在严格控制每一根预制桩入土深度的情况下,极大地提高桩基础结构的稳定性。

## 3.2 振动沉桩施工技术

振动沉桩施工技术是高层建筑桩基础施工中的常用技术,其原理在于使用振动器对预制桩进行振动处理,从而提高沉桩的整体效率。振动沉桩施工技术本身工艺较为简单,技术成熟可靠,空间利用率较高,虽然施工过程中存在较大的噪声污染,但是仍然被广泛使用。由于振动沉桩施工技术本身的特殊性,在实际技术应用过程中需要考虑到周边的整体布局以及施工环境,避免在城市中心施工时使用该技术<sup>[6]</sup>。

## 3.3 灌注桩施工技术

灌注桩施工是高层建筑工程中的常见施工技术,主要采用成孔工艺进行施工处理,在灌注桩成孔环节,可以采用钻孔沉管等多种形式,使得施工现场中所需要的灌注孔位满足实际工艺需求。在钻孔作业环节,需要优先使用机械钻孔的方式进行钻孔作业,提高钻孔精度,对各项参数做好充分保障。在灌注桩钻孔作业之前,也要考虑到施工现场的组织情况,结合具体处置以及地质特点确定相应的施工技术,倘若出现土质松散或地下水位较高的情况,则采用隔桩跳打的方式,避免灌注桩施工质量受到影响。

## 3.4 静力压桩施工技术

静力压桩施工技术是针对预制桩形式的应用技术,主要采用静力压桩设备对预制桩进行打桩沉桩处理。静力压桩工艺特点为操作简单振动及噪声控制良好,因此大多在城市中心区域使用,能够极大降低噪声污染。静力压桩施工技术主要利用相关设备自身重量以及配重,对预制桩形成反作用力,从而将预制桩打入预定的深度,在使用静力压桩施工技术的情况下,对钢筋混凝土消耗较小,能够极大地控制施工成本<sup>[7]</sup>。

## 4 高层建筑工程施工中桩基础施工技术的控制要点

### 4.1 加强桩基础施工管理制度建设

全面加强高层建筑工程施工中桩基础施工相应管理制度建设是有效实现规范化管理的前提和基础,因此必须重视对相关管理模式的优化建构,在把握好工程细节的情况下,规范相应的桩基础施工流程,使得各项管理制度得到全面建构和优化,为后续施工操作的规范管理提供相应支持和帮助。因此,相关施工单位必须组织技术人员认真分析桩基础施工工艺特点,并且对相应施工环境及施工过程中的风险进行排查,建立起相应的应急管理预案,在有效满足桩基础施工基本要求的同时制定相应的控制机制,使得各岗位工作得到有序开展,在实际管理过程中提高工作人员的积极性和参与热情,为确保高层建筑工程中桩基础施工整体效率提供一定的支持和保障。此外,关于管理制度的建构和应用,还应考虑到高层建筑工程施工的实际要求,能够以规范化的管理提高施工效率,并且在制度建设真正自觉维护管理制度,使得制度建设中的各种规范得到有效践行。

### 4.2 做好施工前准备工作

做好施工前期准备工作是有效促进高层建筑桩基础施工全面落实的关键所在,因此需要在设备材料人工等各方面做好资源统筹规划,既要关注桩基础施工的实际需求,同时也要做好对相应资源的整合配备,既要加强对专业施工团队的管理,同时也要严格执行技术交底,在施工整体进度和质量得到保障的情况下,才能实现高层建筑工程应有的社会价值和经济价值。桩基础施工的前期准备需要考虑到现场状况的排查,对软土冻土等不良地质进行相关监测,在提前勘察并且获取信息的情况下,选择适当的施工工艺,真正提高桩基础施工的整体效率。

### 4.3 提高施工过程监管水平

做好施工过程的监督管理是提高施工质量的关键所在,因此需要加强对高层建筑工程中桩基础施工技术的相关监督管理<sup>[8]</sup>。由于高层建筑桩基础施工中涉及的工艺环节较为复杂,所涉及的工作内容较为多样,因此必须关注施工过程质量监测的核心价值,既要基于施工计划进行相关施工,同时也要推进施工管理人员和施工操作人员对各项工艺的合理掌握,使得施工现场得到科学管理,在有效安排施工作业任务,组织施工机械调度各环节做好全面协同与配合,在有条不紊进行施工管理的情况下,真正提高施工的科学性。

对施工过程的监管必须具有较强的针对性,施工过程中可能出现的各种问题都要做好应对,能够对施工现场各项活动做出更高要求,并且及时发现可能存在的工艺问题。

### 4.4 做好施工质量全面管控

对施工现场的质量监测必须与时俱进,能够抓住高层建筑工程建设的整体特点,对基础施工技术的应用和管理方面提出较高要求,无论现场采用何种桩基础施工工艺,都应当与施工质量相适应,通过这样的方式做好质量控制,在保障施工安全的情况下,真正提高管理效率和水平。对施工质量的监测需要重视施工环节中各工序的测量和监督,一方面避免桩基础出现偏移的情况,另一方面也要对单个桩体承重情况做好有效管控,通过这样的方式进一步增强桩基础施工技术应用的整体效果。此外,针对质量的全面监管还应考虑到检查机制的有效建构,能够定期巡查,并且对相关生产资料进行审核,在发现问题的同时及时解决问题,使得质量控制能够满足预期。

## 5 总结

在高层建筑工程中应用桩基础施工技术是提高高层建筑工程整体质量的关键,相关施工管理单位必须重视对桩基础施工技术的全面创新和应用,在新时代背景下,根据相应管理要求做好技术创新,在施工过程中对管理流程以及质量监控提出更高要求,确保高层建筑工程中桩基础施工技术为高层建筑施工奠定良好基础,确保高层建筑经济效益的全面实现。

## 参考文献:

- [1] 田建辉. 桩基础技术在建筑工程土建施工中的应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2021(10):54-55.
- [2] 郭磊. 探讨建筑工程土建施工中的桩基础施工技术[J]. 四川水泥, 2021(09):293-294.
- [3] 张珂. 基于建筑工程土建施工中桩基础施工技术要点探究[J]. 四川水泥, 2021(02):179-180.
- [4] 张若收, 周晓红, 刘佳杰. 建筑工程土建施工中桩基础施工技术的应用研究[J]. 住宅与房地产, 2020(36):179-180.
- [5] 花尉攀. 建筑工程土建施工中桩基础技术的应用探究[J]. 中阿科技论坛(中英阿文), 2020(06):64-65.
- [6] 贾玉勇. 高层建筑工程施工中桩基础施工技术探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020(14):19.
- [7] 刘杰. 建筑工程土建施工中的桩基础施工技术要点思考[J]. 建材与装饰, 2020(07):48-49.
- [8] 张正曦. 建筑工程土建施工中桩基础施工技术的应用研究[J]. 现代物业(中旬刊), 2019(11):221.

# 环保型城市交通工程施工技术与应用

王林涛, 王恩波

(山东宇通路桥集团有限公司, 山东 东营 257300)

**摘要** 当前城市人口急剧增长, 而且车辆数量也在不断增加, 导致城市出现了交通拥堵、空气污染和能源浪费等问题, 不利于城市的发展与进步。为应对这些挑战, 环保型城市交通工程作为一项综合性解决方案逐渐崭露头角, 目的是为了构建更加智能、高效、绿色的城市交通系统, 以促进城市的可持续发展。本文深入研究环保型城市交通工程施工技术与应用, 以为城市交通规划者、工程师和决策者提供具有前瞻性的建议, 以推动城市交通领域的进步和升级。

**关键词** 环保型城市交通工程; 空气质量; 交通拥堵; 能源浪费; 碳排放

**中图分类号**: U12

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0049-03

现如今, 我国城市化进程加速, 城市交通工程作为城市基础设施, 是连接城市生活、推动经济发展的关键。然而, 城市交通工程的快速发展也伴随着一系列环境问题和挑战, 如日益加剧的交通拥堵、空气质量恶化以及不可忽视的碳排放问题。在这一背景下, 我们迫切需要重新审视城市交通工程的发展方向, 寻找创新的施工技术和可持续的应用模式, 以构建更加环保、智能、可持续的城市交通系统。本文深入探讨环保型城市交通工程施工技术与应用, 并提出一些建设性的解决方案, 以期能为推动城市交通工程迈向更为可持续的未来提供参考。

## 1 环保型城市交通工程的定义

环保型城市交通工程是指在规划、设计、建设和运营城市交通基础设施的全过程中, 积极采用环保理念和可持续发展原则, 以最小化对自然环境的不良影响为目标<sup>[1]</sup>。

这一概念涵盖了多个方面, 包括采用绿色建筑材料、推动智能交通管理系统的应用、提升能源效率, 以及降低交通活动对空气质量和碳排放的负面影响。环保型城市交通工程的目的是通过技术创新和可持续性措施, 建设更为健康、高效、环保的城市交通系统, 实现城市可持续发展的愿景。

## 2 当前城市交通工程环境挑战

### 2.1 空气质量问题

现如今我国的城市车辆不断增加, 交通活动所带来的空气污染成为城市居民生活质量的重要威胁。汽车尾气排放中的颗粒物、氮氧化物和挥发性有机物等有害物质对空气质量产生明显影响, 导致细颗粒物

(PM<sub>2.5</sub>) 超标、臭氧浓度升高等问题逐渐显现, 这不仅对居民的健康构成潜在风险, 还对城市生态系统和环境可持续性产生负面影响。对此, 在当前城市交通工程中, 传统的规划和设计模式未能有效解决这一问题, 使得改善空气质量成为当务之急。

因此, 寻找并应用环保型城市交通工程施工技术成为至关重要的任务, 旨在减少交通活动对空气的污染, 降低空气质量指标的不良波动, 为城市居民创造更为清新、宜居的生活环境。通过创新施工技术, 我们有望在空气质量问题上取得实质性进展, 为建设更为环保的城市交通系统奠定坚实的基础。

### 2.2 交通拥堵与能源浪费

随着城市化的加速发展和私人交通工具的普及, 道路拥堵已成为城市居民日常生活的一大困扰, 这不仅导致出行时间延长, 也导致车辆排放的有害物质增多, 对环境和空气质量带来了直接威胁。

与此同时, 交通拥堵还伴随着能源浪费的问题, 因为长时间的堵车不仅使车辆效率降低, 更导致燃油的过度消耗, 车辆在拥堵状态下频繁启停、怠速等, 进一步加大了对有限能源的浪费。由此可见, 这种能源浪费不仅对城市经济和可持续性产生负面影响, 还加剧了对石油等非可再生资源的过度依赖。

因此, 在城市交通工程中, 引入创新的交通管理系统、发展可持续的交通工具、优化道路设计等环保型施工技术将成为改善交通状况、减少能源浪费的有效途径。通过综合应用相关技术, 我们有望在提高城市交通效率的同时, 降低能源消耗, 创造更为环保和可持续的城市出行环境, 对今后的城市发展起到积极的推动作用。

### 2.3 碳排放与气候变化

交通工具的燃烧排放产生的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)等温室气体对大气层造成不可忽视的负担,直接影响着全球气候变化的加剧。城市交通工程的迅速发展导致了车辆数量的激增,加剧了城市碳排放的规模和速度,为气候系统带来了巨大的不稳定因素<sup>[2]</sup>。

随着全球气温升高、极端天气事件频发,气候变化的威胁日益凸显。因为城市交通工程所引发的碳排放不仅对全球气候变暖贡献巨大,同时也对城市内的气候和环境造成直接影响,所以短期内的极端气象事件、长期内的气温升高等问题都将加大城市的适应难度,对居民生活和城市可持续性构成威胁。

因此,为应对这一挑战,环保型城市交通工程应当着眼于减少碳排放,推动低碳出行方式的发展,倡导使用清洁能源交通工具,以及引入智能交通管理系统来优化交通流,减少车辆拥堵。

## 3 环保型城市交通工程施工技术的应用

### 3.1 绿色建筑材料的应用

1. 可持续性材料选择。在环保型城市交通工程的施工中,可持续性材料的选择至关重要。因为这涉及在建筑和基础设施项目中使用具有更低环境影响的材料,以降低资源消耗、减少废弃物产生,从而推动城市交通系统向更为可持续的方向发展。所以,在这一背景下,可持续性材料的选择包括但不限于回收材料、可再生资源材料以及经过认证的环保材料,使用这些材料不仅有助于减少对自然资源的过度开采,还能减缓环境的破坏和能源的消耗。

通过引入这些可持续性材料,环保型城市交通工程能够在建设过程中减少对环境的负担,创造更为可持续的城市基础设施。可持续性材料的选择不仅关乎工程项目的绿色认证,更是对城市未来可持续性发展的一项长期投资。因此,推动可持续性材料在城市交通工程中的广泛应用,不仅符合当代环保理念,也为后代留下了更为环保和可持续的城市遗产。

2. 绿色建筑设计原则。在环保型城市交通工程的施工实践中,绿色建筑设计原则着眼于通过创新性的设计理念和技术,最大程度地减少对环境的不良影响,从而促使城市交通系统的可持续发展。在选择绿色建筑材料时,首要的原则是考虑材料的可再生性和环境友好性,从而有助于减少对非可再生资源的依赖,降低了对自然生态系统的压力。

另一个重要的原则是材料的能效和节能性能。在城市交通工程中,建筑和基础设施的能源消耗对整体的环保产生重要影响,因此,选择具有较高能效和优

越隔热性能的建筑材料,有助于降低能源需求,减缓城市热岛效应,提升建筑的整体环保性。在此基础上,耐久性和易于维护的特性也是绿色建筑设计的关键考量,以延长材料的使用寿命,减少对资源的过度消耗。

在整个设计过程中,通过优化空间布局和设计元素,可以最大化地利用自然光照、通风等自然资源,减少对人工照明和空调系统的依赖,实现能源的智能利用。

由此可见,绿色建筑设计原则的应用不仅关系到单一建筑的环保性能,更与整个城市交通系统的可持续性发展密切相关。通过在施工中贯彻绿色建筑设计原则,我们能够更为城市创造一个更为宜居、环保和可持续发展的交通环境,为未来城市的可持续发展奠定坚实的基础<sup>[3]</sup>。

### 3.2 智能交通管理系统

1. 交通流优化。交通流优化通过引入先进的技术手段和实时数据分析,旨在更好地协调和管理城市交通流动,以降低交通拥堵、减少车辆排放、提高道路通行效率。其中智能信号灯控制系统是一项重要技术,它通过实时监测路况、交通流量和车辆密度,能够自适应地调整信号灯的时序,以实现交叉口交通的最优化。使用智能化的控制系统能够有效减少车辆在交叉路口的停滞时间,还可以降低车辆的怠速和加速频率,进而减少能源的浪费和空气污染的产生。

另外,应该对数据驱动的决策支持系统进行优化,通过收集、分析大量的交通数据,系统可以实时预测交通拥堵状况并提供优化的路线规划建议,有效引导驾驶员选择最有效的行驶路径,减少拥堵区域的压力,同时也为城市交通规划提供了重要的数据支持。

总体而言,智能交通管理系统中的交通流优化技术不仅提升了城市交通系统的整体效率,也对减少交通对环境的不良影响具有显著作用。通过降低拥堵、提高交通运输效率,这一技术为城市创造了更为宜居的出行环境,同样也为减少碳排放、改善空气质量等环保目标的实现提供了有效途径。

2. 数据驱动的决策支持系统。在环保型城市交通工程的建设中,数据驱动的决策支持系统通过全面收集和分析大量实时交通数据,为城市交通决策者提供全面的信息支持,从而实现更加精准和高效的交通管理。首先,系统依赖于强大的数据采集网络,通过交通摄像头、传感器等设备获取路况、车流、拥堵状况等大量实时数据,致使数据被传输至中央控制中心,进行实时监测和分析。

需要注意的是,数据驱动的决策支持系统的核心在于对这些数据进行智能化处理和综合分析,利用先

进的数据挖掘和机器学习算法,系统能够预测交通拥堵的发生和演变趋势,为决策者提供提前预警和预测,从而帮助决策者能够迅速做出反应,采取针对性的交通管理措施,最大程度地降低交通拥堵的程度<sup>[4]</sup>。

此外,数据驱动的决策支持系统还具备智能的路线规划功能,通过分析历史数据和实时路况,系统能够为驾驶者提供最佳的行车路径,避开拥堵区域,实现更为高效的出行,从根本上减少车辆的等待时间,降低车辆的燃油消耗,进一步减缓了交通对环境的不良影响。

由此可见,在整个环保型城市交通工程中,数据驱动的决策支持系统的应用不仅提升了交通系统的智能化水平,更为城市交通决策者提供了科学依据,使得决策更加科学、合理。通过更加精准的交通管理,这一系统为降低碳排放、改善空气质量以及提高城市出行效率等目标的实现提供了强有力的支持,为构建更为环保和可持续的城市交通系统奠定了基础。

### 3.3 能源效率提升

1. 新能源交通工具。在环保型城市交通工程中,新能源交通工具的引入着眼于减少对传统燃油的依赖,通过采用更为清洁和可再生的能源,如电能、氢燃料等,以减缓交通活动对环境的不良影响。首先,新能源交通工具的使用显著降低了车辆尾气排放,有效减缓了空气污染和温室气体的释放,有力推动了城市的空气质量改善和碳排放减少。

其中,电动交通工具作为一种突出的新能源交通工具,既具备零尾气排放的特性,而且在能源转换效率上远远超过了传统燃油车辆。通过与可再生能源技术的结合,电动交通工具的能源来源更具可持续性,有望进一步减少城市的碳足迹。新能源交通工具的推广不仅是对城市交通工程能源结构的积极改变,也是对城市可持续发展目标的有力支持。

此外,随着电池技术的不断进步和研发,电动交通工具的续航里程和充电速度等性能逐步提升,进一步促使了其在城市交通工程中的广泛应用。通过建设更加智能的充电基础设施和推动电池技术创新,城市交通工程有望加速新能源交通工具的普及,实现能源效率的全面提升。

综合而言,新能源交通工具的应用是环保型城市交通工程中的一项目标策略,旨在通过清洁能源的采用,推动城市交通系统朝着更为环保、高效的方向迈进,既满足了日益增长的交通需求,也为城市居民提供了更为健康、宜居的出行环境,为城市交通工程的可持续发展奠定了坚实的基础。

2. 节能施工设备与工艺。在环保型城市交通工程中,实施能源效率提升旨在通过技术创新和工程管理

的手段,最大限度地减少在施工过程中的能源消耗,从而降低对环境的不良影响。首先,采用先进的节能施工设备,使用高效率的建筑设备、施工机械和工程工具,以及引入智能化控制系统,从而让设备能够在施工中实现更为精准的能源利用,减少能源浪费,提高工程施工的整体效率。

同时,城市需要注重施工工艺的节能性,通过优化施工流程、合理设计工程方案,可以减少不必要的能源消耗。例如,在道路施工中,采用冷拌搅拌设备而非传统的热拌设备,能够显著减少施工过程中的能源消耗和碳排放<sup>[5]</sup>。而且,施工现场的绿色建筑概念也逐渐受到关注,通过最小化材料浪费、提高资源利用效率等手段,进一步推动了城市交通工程施工过程的能源效率提升。

在这一背景下,推广节能施工设备与工艺不仅降低了施工过程对能源的依赖,也为城市交通工程提供了经济效益和环保效益的双赢局面,体现对绿色施工理念的积极追求,为城市交通工程的可持续发展提供了实质性支持。通过在施工阶段的节能措施,我们有望在整个城市交通系统的生命周期内实现更为环保和可持续的运营,为城市居民创造更为宜居的出行环境。

## 4 结论

环保型城市交通工程施工技术的不断演进与应用,为构建可持续、绿色的交通系统奠定了坚实的基础。通过引入智能交通管理系统、绿色建筑材料以及新能源交通工具,有效降低了环境负担,提升了能源效率。节能施工设备与工艺的采用进一步强化了施工阶段的环保措施。这一系列技术与应用的集成,不仅改善了城市居民的出行体验,也为城市环境的可持续发展贡献力量。未来,随着技术的不断创新,环保型城市交通工程将持续演进,为建设更为宜居、绿色的城市提供可行性和示范。

## 参考文献:

- [1] 刘长杰. 城市道路与交通工程设计技术研究[J]. 交通节能与环保, 2023, 19(04): 81-85.
- [2] 朱路平. 城市交通工程建设项目造价控制策略研究[J]. 工程技术研究, 2022, 07(22): 134-136.
- [3] 李小鹏. 道路交通分析与交通工程设计技术要点[J]. 科技创新与应用, 2022, 12(08): 72-74.
- [4] 周传梅. 浅谈城市道路交通工程施工的环保问题[J]. 四川水泥, 2022(02): 272-274.
- [5] 苏颖川. 关于城市道路交通工程设计技术的完善策略探讨[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(01): 148-150.

# 臭氧技术在给排水污水治理中的应用分析

张扬琳

(皖创环保股份有限公司, 安徽 宿州 234000)

**摘要** 臭氧技术作为一种强氧化剂, 在给排水污水治理中具有良好的应用效果。针对城市给排水产生的污水, 一般采用絮凝沉淀法进行降解处理, 但在该过程中往往难以有效去除有机物, 导致治理后水体的化学需氧量(COD)含量仍较高。本文建立了臭氧消毒的数学模型, 依据最小费用原则, 对臭氧技术与污水治理的结合进行了深入研究。实验结果显示, 应用此方法后, 平均COD含量和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量分别为 $14\text{mg/L}^{-1}$ 和 $3\text{mg/L}^{-1}$ , 均达到了较为理想的治理效果。该方法可有效净化、消毒和清除微生物, 更好地满足了污水治理的要求。

**关键词** 臭氧技术; 给排水; 污水治理; 控制单元

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0052-03

传统的水净化消毒方法主要依赖于氯气, 然而长期使用氯气会导致水中的卤化反应, 对人体有害。为了解决这一问题, 臭氧技术逐渐受到关注。与氯气相比, 臭氧具有诸多优势, 可以避免氯气的危害, 并具有较高的应用价值。排水的规划设计直接影响了城市未来发展前景, 如何有效处理给排水污水, 是推进城镇化水资源管理保护工作的重点<sup>[1]</sup>。相关学者已对此方面问题展开了研究, 有研究提出针对常规的混凝反应污水处理模式进行改进, 在反应过程中添加磁粉, 依托于磁加载多效澄清技术实现污水混凝效果的增强, 再应用该方法处理给排水污水, 用来提高出水水质。但是, 该治理技术的应用稳定性较差。有研究以活性炭为基础, 提出活性炭吸附与光催化氧化相结合的污水治理工艺。考虑活性炭的吸附体积和待处理污水面积, 计算出具体治理参数, 实施该治理技术去除水体中的污染物。应用结果表明, 该技术的污染治理效果较差。有研究利用高密度碳棒和碳钢, 外加恒压电位仪, 制作出一种电位诱导沉积防垢装置, 再根据当前污水中含油量、悬浮物含量, 确定合理的电位诱导防垢装置电极数量, 实现给排水污水的有效处理。现场试验表明, 该方法的污水治理成本较高<sup>[2]</sup>。

本文将重点分析臭氧技术在给排水污水治理中的应用, 探讨其原理、效果及优势, 以为相关领域提供参考。

## 1 排水处理系统臭氧生产方法

在给排水处理系统中, 臭氧处理是一种有效的技术手段。为了实现臭氧的生产, 通常采用无声放电法。这种方法需要利用臭氧发生器, 该设备包含高压交流电、空气到氧气转换器、两个电极和诱导体等关键部分。

电极1与电极2平行设置, 并在高压交流电的作用下形成电场<sup>[3]</sup>。当输入的干燥空气经过这个电场时, 氧分子受到电场的影响, 转化为氧原子。这些氧原子与其他氧分子结合, 最终产生臭氧。通过这种方式, 臭氧发生器能够连续地生产臭氧, 为给排水处理系统提供足够的臭氧量。

## 2 臭氧对人体的影响

臭氧具有较强的氧化性, 因此有一定的杀菌效果, 除了可以杀死繁殖的细菌, 还可以达到除臭的目的, 因为除臭的强氧化性, 同时对人体健康也会产生危害。臭氧大量吸入体内以后, 会对人体的细胞、组织产生损伤, 甚至有可能引起癌变。同时臭氧对眼睛、呼吸道都会有一定的刺激作用, 从而会影响人的视力, 会导致肺功能的损伤和肺组织的损伤, 尤其对于有肺部疾病的人, 臭氧的危害更为明显, 所以要合理的对待臭氧。臭氧在污水处理中具有良好的效果, 但同时需要注意控制其浓度。在有人类活动的环境中, 臭氧浓度不应超过 $0.01\text{-}0.02\text{ppm}$ , 以防对人体造成中毒风险。臭氧作为强氧化剂, 能够有效去除污水中的有害物质, 提高水质。然而, 如果臭氧浓度过高, 会带来危害。当人体暴露在高浓度的臭氧环境中, 会刺激眼睛、鼻子和喉咙, 引起咳嗽、胸闷等症状。长期接触高浓度臭氧还可能对肺部组织造成损害, 增加患上慢性呼吸道疾病的风险。

## 3 臭氧在给排水系统当中的应用

对现有的给排水污水处理模式进行深入分析后不难发现, 有机物降解是当前污水治理领域面临的最大挑战。为了更有效地应对这一挑战并改善水质, 提出

了一种基于臭氧氧化工艺的新治理模式<sup>[4]</sup>。臭氧技术因其强大的氧化能力在污水处理中显示出巨大潜力,它能迅速分解多种有机污染物,从而显著提高污水处理的效率和质量。在这一新模式下,设计了一套完整的污水治理工艺流程,详见图 1。

该流程首先通过预处理步骤去除污水中的大颗粒杂质,然后进入臭氧氧化反应单元,在这里,污水中的有害有机物在臭氧的作用下被分解为无害或低毒性的小分子。接下来,经过氧化处理的污水进入后续处理单元进行深度净化,包括去除残余的臭氧和微量污染物,最后通过出水检测确保处理后的水质达到排放标准。

在臭氧污水处理过程中,分解过程可以通过数学模型进行定量描述,从而更好地理解反应机制并优化处理条件。当向给排水污水中加入臭氧进行分解时,假设臭氧的质量浓度保持为一个恒定的值,估算污水内残留有机物的量。为了达到预期的污水治理效果,

确保臭氧接触池中具备足够的臭氧量是至关重要的。臭氧量的不足将直接影响有机物的分解效率和水质改善的程度。为了准确估算所需臭氧量,实现给排水污水臭氧治理需要结合目标市场份额和最小费用原则。在确定目标市场份额时,需要对比臭氧污水处理能力和控制单元产排污能力。通过合理的匹配,可以确保臭氧技术在给排水污水处理中的有效应用。为了实现给排水污水臭氧治理的最佳效果,还需要定义阻抗公式。臭氧可以用于预处理阶段,通过氧化作用去除污水中的有机物和氨氮等污染物,为后续处理创造有利条件<sup>[5]</sup>。臭氧可以用于深度处理阶段,对难以降解的有机物进行氧化分解,提高出水水质。污水传输路径的总费用包括了污水处理和污水输送两个方面的费用。通过合理选择节点和路径,可以降低总阻抗,从而降低污水传输的总成本。通过调整节点间的连接关系,可以优化污水传输路径,降低总阻抗,进一步降低总处理费用。

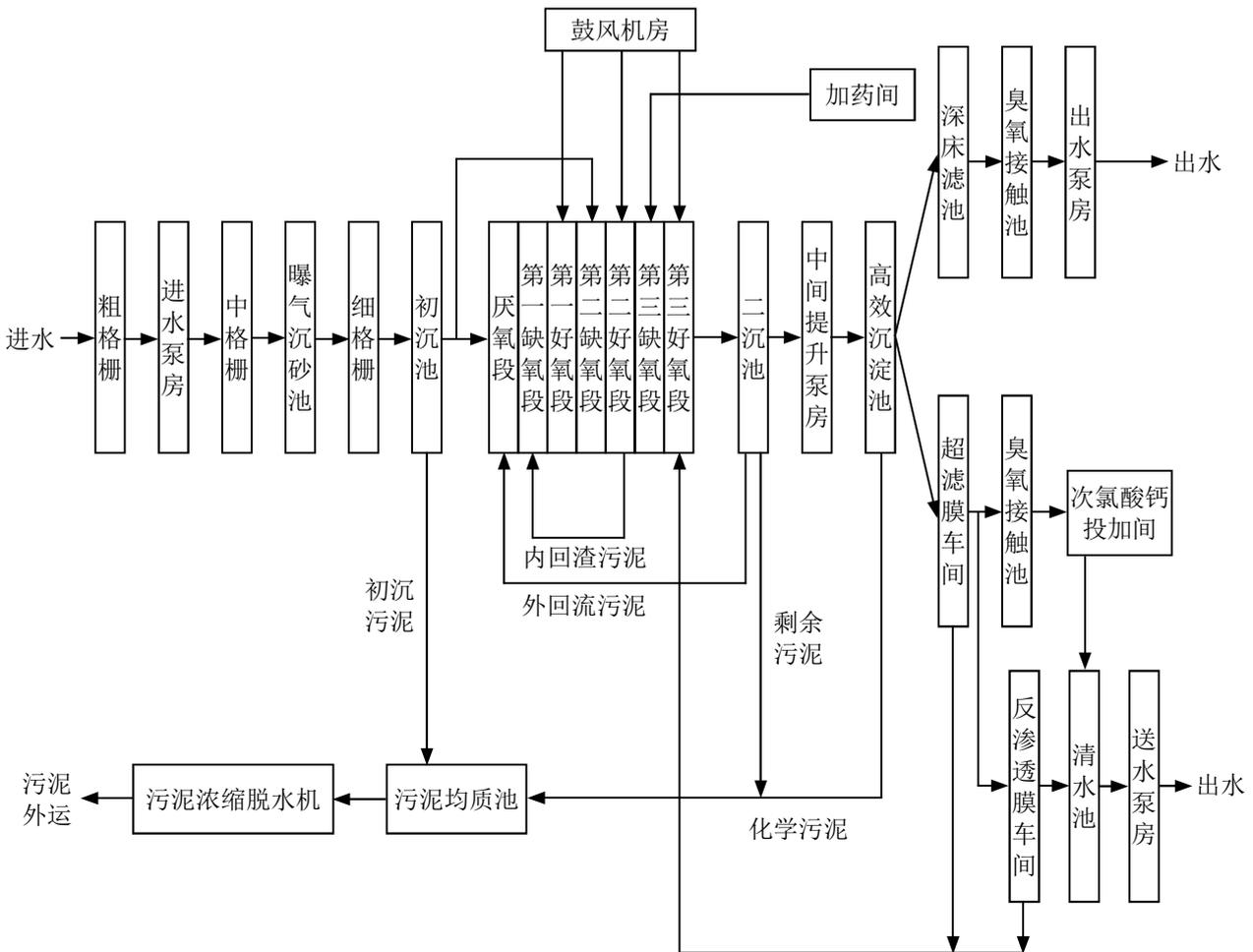


图 1 臭氧污水处理工艺流程

## 4 应用实例分析

### 4.1 区域概况

本研究以某城镇为研究对象,该城镇拥有20万人口,人均可支配收入为30520元。随着城镇的发展,污水排放量逐年增长,而现有的污水处理设施仅有2座。为了有效应对污水治理的挑战,本研究探讨了臭氧技术在给排水污水治理中的应用。臭氧技术作为一种强氧化剂,能够有效去除污水中的有害物质,提高水质。

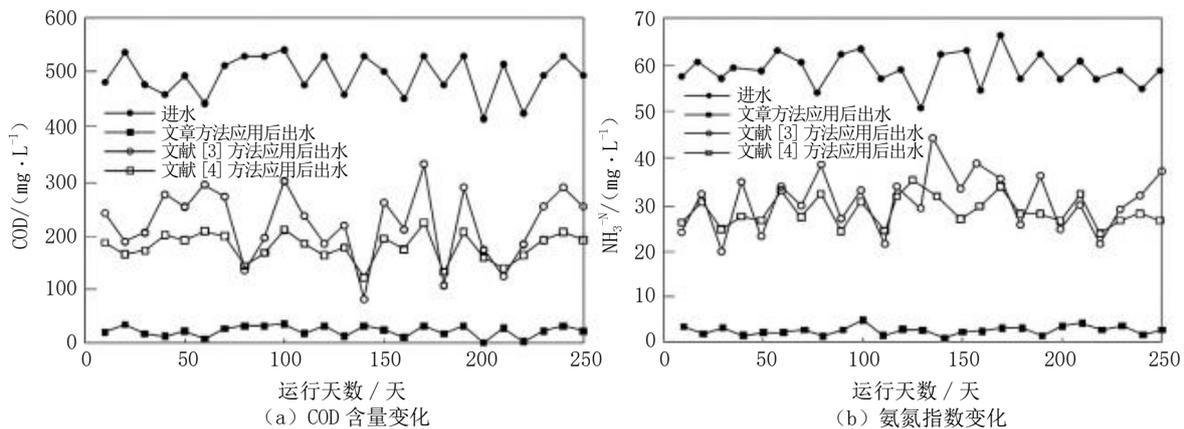


图2 不同治理方法应用后污水中COD和NH<sub>3</sub>-N含量对比

通过结合该城镇的具体情况,本研究旨在为臭氧技术在给排水污水治理中的实际应用提供有益的参考和指导。

### 4.2 布置臭氧制备间

在两处污水处理厂内进行臭氧制备间的布置,是臭氧技术在给排水污水治理中的重要环节。为了确保臭氧制备间的合理布置,需要综合考虑多个因素,包括臭氧发生器、冷却水循环泵的数量和规格、平均投加量、安装和检修空间以及防腐蚀措施等。根据提供的数据,臭氧发生器有5台,每台流量为150kg/h,功率为1395kW,扬程为250kPa。平均投加量为150kg/h。这些设备需要合理布置在制备间内,确保气流顺畅,提高臭氧制备效率。同时,为了方便设备的安装和检修,需要预留足够的空间。冷却水循环泵也是制备间内的重要设备之一,共有5台,流量为310m<sup>3</sup>/h。这些循环泵的作用是冷却臭氧发生器产生的热量,确保设备正常运行。在布置时,需要合理安排循环泵的位置,确保冷却水循环流畅。

### 4.3 污水治理效果分析

为了评估臭氧技术治理方案的性能,在同一厂内安装了其他设备进行对比测试。在测试周期内,待处理的污水分为三部分,分别为未经处理的污水、经过其他设备处理的污水和经过臭氧技术处理的污水。本

文提出的污水治理方法应用后,相比其他两种治理方法,明显具有更好的COD去除效果,这说明了所提污水治理方法的高应用性。通过对比不同处理方法的治理效果,可以发现臭氧技术具有更好的COD去除效果。为了更直观地比较不同处理方法的治理效果,绘制了图2的对比图像。该图像显示了不同处理方法对COD和NH<sub>3</sub>-N的去除效果。从图中可以清晰地看出,臭氧技术在去除COD和NH<sub>3</sub>-N方面具有最佳的治理效果。

## 5 结语

应用臭氧技术后,出水平均COD含量和NH<sub>3</sub>-N含量分别为14mg/L<sup>-1</sup>和3mg/L<sup>-1</sup>,较好地实现了最初研究目标。这一结果表明,臭氧技术能够有效地去除污水中的有机物和氨氮等污染物,显著提升出水水质,满足环保和排放标准要求。臭氧技术在给排水污水治理中的应用具有广阔的前景和重要的实际意义。相信,随着技术的不断发展和完善,臭氧技术将在未来的污水治理领域发挥更加重要的作用,为保障人类健康和生态环境做出更大的贡献。

## 参考文献:

- [1] 王栋. 高效生物催化技术在炼化污水深度处理中的应用[J]. 工业水处理, 2022,42(01):143-147.
- [2] 何志琴, 陈盛, 李云. MBR技术在农村生活污水处理中的研究进展[J]. 环境工程技术学报, 2022,12(01):137-144.
- [3] 郑心愿, 华英豪. 磁加载多效澄清技术在城市黑臭水体治理和城市生活污水处理中的应用案例[J]. 环境工程学报, 2021,15(09):3136-3142.
- [4] 王炼, 陈利芳, 何习宝, 等. 活性炭吸附耦合光催化氧化技术资源化处理染料废水[J]. 印染, 2022,48(11):33-36.
- [5] 斯绍雄, 张玉敏, 张磊, 等. 电位诱导沉积防垢技术在油田污水处理中的应用[J]. 水处理技术, 2023,49(01):127-131,136.

# 城市水污染控制与水环境保护综合整治措施

汪素珍

(中联西北工程设计研究院有限公司, 陕西 西安 710000)

**摘要** 水环境作为地区内部自然生态环境系统中的重要组成部分, 对于当地区域内的居民生活以及发展有着决定性的作用。结合我国当前阶段的社会发展现状来看, 在我国城市的现代化建设与工业化发展的不断深入下, 城市所在地区的水环境受到了不同程度的污染和损害, 限制着城市未来的发展道路。本文基于城市水污染控制与水环境保护综合整治的重要性, 分析了城市水污染成因, 并对相关整治措施进行了探究, 以期能为相关人员提供参考。

**关键词** 城市水污染控制; 水环境保护; 综合整治措施

**中图分类号**: X52

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0055-03

水污染对人类健康和生态系统造成了巨大威胁, 其是当今世界面临的严重环境问题之一。水作为生命之源和人类社会发展的基础, 其污染不仅破坏了水资源的可持续利用, 还引发了诸多环境和健康问题。因此, 水污染治理成为环境保护的重要议题。尤其是在城市水污染治理的过程中, 需遵循一系列原则以保证有效性和可持续性。其中预防为主的原则要求从源头上减少和控制污染物的排放, 避免污染事故的发生。污染源控制原则要着重于对污染源的管控和管理, 包括监管、减排和技术改造等措施; 生态修复原则注重通过生态工程手段恢复和改善受污染的水体和水生生态系统; 综合治理原则要强调综合考虑不同污染源和环境要素之间的相互作用, 综合运用各种治理手段。

## 1 城市水环境内涵

城市水环境就是在城市范围之内水环境区域, 包括湖泊、池塘、河流以及地下水等。丰富的水环境资源在为人们的生产生活提供便利的同时, 也增加了水环境治理的难度。对水环境进行治理就是对受到污染的水源, 通过各种方式有效处理, 同时, 保护没有受到污染的水源, 以此让城市水环境保持生态平衡。城市水环境主要由水环境、周边环境、具体布局三个部分组成: (1) 水环境。水环境不仅包括区域内水系循环系统、供水补给、水资源质量以及污水入河等具体指标, 还包含水生植物和微生物在水资源中的生存情况。(2) 周边环境。周边环境就是水资源周围的特定设施、地面环境以及绿化等环境。(3) 具体布局。具体布局就是城市水资源周边的供水、排水、其他管道的建设, 另外, 还包括对附近工业生产所产生的影响。所以, 要以实际数据和具体治理环境为基础, 针对性

地规划设计治理方案, 同时, 还要以综合治理的要求为依据, 选择科学、有效的水环境治理措施和水污染控制措施, 以此提升城市水环境的治理效果。

## 2 城市水污染控制与水环境保护综合整治的重要性

水是人类、动植物赖以生存与发展的必需品, 良好的水生态是现代城市文明的重要体现, 因此, 加强城市水污染控制以及水环境综合治理至关重要。首先, 基于生产角度来看, 工业以及农业都需要利用到水资源, 因此, 要想有序开展工农业生产, 保障经济社会的发展, 就需要确保水资源供给的安全、充分、及时。其次, 基于生态角度来看, 水作为生态环境系统的基础, 能够使大自然的有序循环发展得以维护, 还能支撑大自然生态链的完整性, 因此要做好水环境质量的保护工作<sup>[1]</sup>。

此外, 水生态环境保护是必然的。即使我国近几年的水生态环境质量有所改善, 但是一些地方的水资源污染依然比较严重, 还需进一步加强水资源保护, 这些也都为城市水污染控制和水环境综合治理工作的全面、深入开展提供了前提。

## 3 城市水污染成因

### 3.1 城市化和河流保护工作配合度低

在经济的快速发展下, 城市化建设进程加快, 城市的建筑面积增大, 人口数量增多, 造成了污水排放量的直线上涨。虽然一部分城市居民已经具备了较强的环境保护意识, 但是在当前水污染日益严重的情下, 仍然需要针对水环境污染问题加大宣传与讲解力度。水环境治理与城市建设与发展有着紧密联系, 然

而在城市建设过程中,存在城市建设与水环境保护之间的矛盾,无法落实具备的较高配合度,甚至一些企业在工程建设项目中未落实严格的水污染排放治理体系,造成了污水处理效果较差,无法满足当前的水环境治理要求。

### 3.2 生活污染严重

当前,城镇居民生活质量得到了较大的改善,城市水污染成了水环境最大的污染威胁因素。在生活类城市水污染中,废水中的主要成分是大量的化妆品以及各类化学元素,如果这种废水不经处理就直接排放到城市所在地区的天然水域中,那么污水内部的固体污染物和各种化合物就会超出天然水域的自净能力,如此一来,城市水环境系统就会逐渐受到污染侵蚀,进而引发水体质变<sup>[2]</sup>。

### 3.3 工厂污水排放超标

城市水环境污染的最主要污染源就是工厂污水的排放,伴随着城市工业化的不断推进,城市内部的各种化工企业规模不断地扩大,并且废水的化学污染类型以及排放总量都得到了极大的提升,虽然城市相关职能部门以及工作人员加强了废水排放工作的管理强度,并提出更多的管理制度和排放指标,但是工厂污水排放超标的问题依旧屡禁不止。

### 3.4 农业废水处理不当

在城市周边的农业生产区域,在生产活动中使用的化学农药以及化学肥料等,包括畜牧养殖业的粪便等,最终都会因为降雨以及其他排放方式汇聚到城市周边区域的天然水域中。伴随着城市发展以及时间的推移,这类处理不当的农业废水也会对城市水环境造成严重污染。即使一些城市的农业废水在排放前会进行集中处理,不过有关部门的监管力度不足,并且缺乏相关监测技术,从而不利于开展环境保护工作,具体的城市水环境保护工作很难得到彻底的落实。

### 3.5 缺少科学性地规划

城市在发展过程中供水范围不断扩大,造成了城市水资源使用系统的复杂性,不同地区有着不同的管理范围和管理方式,无法满足城市水环境细节部位的有效衔接,缺乏统一的管理方式<sup>[3]</sup>。同时,目前很多城市居民已经认识到了水资源保护的重要性,也建立了相应的水资源保护管理体系,然而仍然有大量的居民并未意识到水资源保护的作用,也出现了一些水资源保护管理机制落实不到位的现象,无法满足当前的城市水环境治理要求。

## 4 城市水污染控制与水环境保护综合整治措施

### 4.1 促进部门横向联动,创新协同管理体制机制

城市的水管理部门包括水利局、环保局,为了对城市水量、水质的变化情况有一个实时的了解,应该建立起一个水情信息交流平台,把基础数据提供给城市水环境污染防治工作。为了在制定决策中提供有效的数据支持,同一部门或者同一级别的管理部门需加快信息平台的构建,以此对数据进行调整并上报。还可以运用高技术手段,监测地下水的分布、储量、水质、水量和温度。与此同时,在跨界河流治理中推广应用“联合河长制”,实施联席会议制度,构建完善的信息共享和议事协调平台,从而基于顶层设计、组织实施、监管执法等方面,促进跨界河湖及周边陆域综合治理和管理成效的提升。

### 4.2 建立完善的污水处理系统

在城市水污染控制中,必须结合水污染治理要求进行分析,建立完善的污水处理系统,落实各个系统之间的有效运转,满足城市水环境的改善,降低污染问题造成的威胁与破坏。(1)加大对节水系统的建立。在水环境治理过程中,利用植树造林等方式满足水资源的合理利用,同时通过绿植实现对城市水质的改善,满足水环境的保护要求。(2)在生产与生活过程中加大清洁型生产方式的应用,满足良好的生活与生产方式,降低废弃物的出现概率,并且对废弃物进行无害化处理,避免废弃物的随意排放,而影响水环境治理效果。(3)加大对城市工业生产的调整,实现对城市内部现有工业企业之间的分级处理,对于一些二级企业可以继续使用一级企业生产的废料,满足资源的优化利用,实现资源变废为宝,满足废物的零排放。(4)在城市水环境治理工作中,政府部门需要发挥良好的调控职能,结合城市发展现状进行分析,对污水处理体系进行完善,加大对全新处理技术的应用,在所有的污水经过统一的回收与处理之后再行排放,以此缓解城市水环境问题<sup>[4]</sup>。

### 4.3 明确治理标准

在城市水污染控制与水环境保护综合整治工作中,必须进行明确的工作规划,并结合先进的科学发展理念,对城市内部的水环境污染问题以及水体生态系统进行全面的分析和调查,对其中的重点整治项目进行明确。在实际的综合整治阶段,应当从发展的角度看待工作内容,对城市内部的水环境作出适宜城市未来

发展趋势的优化和整改,确保城镇居民的利益受到应有的保护。同时构建科学规范的城市水环境治理规划以及污水排放指标,通过明确的治理标准提升城市所在区域的水环境整体质量。

#### 4.4 利用生态技术修复城市水环境

水生生态系统修复技术的主要作用是保护和繁殖适合在水中生长的植物、动物以及微生物,能够使生物群落的结构和多样性得以改善。如此一来,不仅水的自净能力得到了进一步提升,水污染有所减少,同时,生态修复区、风景名胜区景观功能和美学价值都会进一步提升,能够使城市水生生态系统得到有效改善。城市水环境是一个完成城市给排水任务的开放系统。城市供水系统中污染物种类繁多,有着复杂的来源。在控制河流污染中要采取执法措施,不过在此之前会被城市雨水面源污染和空气污染所影响。通常情况下,有机物、无机盐和重金属造成的环境污染比较严重。水的自净速率低于污染物排入水中的速率,因此,不仅要保障城市防洪排涝的安全,还需要对复合生态滤床、人工浮岛、水生植物、水生动物、生态通风等生物修复技术加以利用,从而使水生生态系统实现多元化、动态、稳定、自我调节,满足人与自然和谐共处的需求,促进城市的可持续发展。

#### 4.5 推广水资源回收和再利用技术

推广水资源回收和再利用技术是水污染治理的重要措施之一,旨在减少对传统淡水资源的依赖,最大限度地利用和循环利用水资源。通过推广水资源回收和再利用技术,可以有效减少水的浪费,缓解水资源短缺问题,并降低对环境的压力<sup>[5]</sup>。通过对废水进行适当的处理和净化,使其符合再利用的要求,如农田灌溉、工业用水和城市绿化等,废水回用技术包括生物处理、膜分离、紫外线消毒等,能够有效去除废水中的污染物和病原体,确保回用水的质量和安全性。在工业生产和城市用水领域,废水回用技术可以大幅减少对淡水的需求,实现水资源的节约和循环利用。通过收集、储存和利用雨水,可以为非饮用水领域提供可替代的水资源。雨水收集利用技术包括建筑物屋面雨水收集系统、地面雨水收集池等,能够收集降水过程中的雨水,供应农田灌溉、景观绿化、地下水补给等用途,这不仅能够减轻城市排水系统的负荷,还能够充分利用雨水资源,提高水资源的利用效率。

#### 4.6 增强人们的水环境保护意识

在城市污水处理工作中,为了满足污水处理效果的提升,需要加大对城市水污染问题的分析,并结合

实际情况加大对水环境保护工作的宣传,确保所有的城市居民都能够具备较强的环境保护意识,积极参与到水环境保护工作中,充分调动群众的力量,满足水环境保护的科学性。目前,很多城市居民在日常生活中都有了较强的水环境保护意识,所以在今后的生活过程中,更加需要加大对水环境保护工作的宣传,为水环境治理工作贡献力量。与此同时,政府部门要学习和培训水环境保护管理措施和知识,大力宣传基层群众,增强公众水环境保护意识,切实落实各项管理工作,有效改善城市水环境。水资源的保护和管理本质上是为人民服务的,所以在管理的过程中,不能只靠技术,城市居民也要有环保意识,尤其是经济水平低的地区,人们保守落后,不能充分认识到环保的重要性,影响了个人利益,破坏了环保的成果。在此背景下,需要加强公众对水资源保护对环境重要性的认识,充分调动积极性,自发参与水资源管理,实现水资源管理的方方面面。虽然很多城市居民并不是专业人员,常常会感受到力不从心,但是只要在生活中具备较强的水环境保护意识,便能够大幅度降低污水的排放量,间接上满足了城市水环境保护的要求<sup>[6]</sup>。

## 5 结语

在城市水污染控制与水环境保护综合整治工作中,环境部门需要充分发挥引导作用,落实针对性的环境保护宣传,确保每一位居民都能够具备较强的环境保护意识。同时,在城市内部建立水循环系统,可降低水资源的污染程度,保障水污染治理的资源化发展。只有坚持预防为主的原则,加大污水治理体系的建立,才能够进一步减少城市水环境的污染,落实科学的水环境保护措施,促进城市的可持续发展。

## 参考文献:

- [1] 张晶.城市水污染控制与水环境综合整治策略探析[J].环境与发展,2020,32(03):60,62.
- [2] 刘军,王红霞,陈伟.水污染治理中的物理化学方法研究进展[J].环境科学研究,2022,35(04):932-938.
- [3] 张晓明,王建国,陈亮.水污染治理中的生物技术应用现状与展望[J].环境科学导刊,2023,42(02):120-127.
- [4] 唐旖旎,唐冰.城市水污染控制与水环境保护综合整治技术的研究[J].皮革制作与环保科技,2021,02(10):82-83.
- [5] 赵雷,李静,王华.水污染治理中的综合管理策略研究进展[J].环境科学与管理,2020,45(09):102-108.
- [6] 张晓娟,李明燕,刘鑫.水污染治理中的生态修复技术研究进展[J].环境科学与技术,2021,44(06):78-83.

# 陡倾角地层煤层气地震勘探方案 优化与应用探析

刘成立

(中海油田服务股份有限公司物探事业部, 天津 300459)

**摘要** 本文讨论区域处于乌鲁木齐河东富煤中心, 煤层气勘探潜力巨大, 潜在资源量1067亿方。为推动新疆淮南地区勘探开发进度, 有多家煤层气勘探开发公司在新疆乌鲁木齐东北部准格尔盆地部署地震勘探工作。由于准噶尔盆地最初形成于中石炭世末, 下二叠统是它成盆的最早沉积盖层, 它是在周边海槽闭合碰撞时多向挤压应力场中形成的, 属于压性盆地, 整个工作区断层较为发育, 构造倾角较大, 有效的地震勘探资料获取难度较大。针对准噶尔盆地南缘因其独特的地表、地下构造, 存在着“双复杂”的世界级勘探难题, 勘探突破口难以落实, 为提高该区域的地震勘探资料质量, 根据以往地震勘探方案进行分析, 优化本次地震勘探采集技术设计方案, 并分析优化方案后地震采集资料质量的改进情况。

**关键词** 断裂; 观测系统; 剖面; 地震勘探; 单炮

中图分类号: P315.7

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0058-03

新疆地区煤层气资源量大, 2000m以下浅煤层气资源量达9.51万亿 $m^3$ , 居全国第一位。煤层气俗称瓦斯, 是与煤共生的非常规天然气。目前, 新疆已在阜康市、吉木萨尔县、乌鲁木齐市米东区、拜城县实施煤层气开发, 年产煤层气近1亿 $m^3$ 。乌鲁木齐市米东区位于准噶尔盆地南缘, 该区域煤层气丰富, 储盖组合匹配良好, 发育一系列大型背斜构造带, 具备形成煤层气田的地质条件。作为现阶段国内勘探程度较低的正向构造带发育的地区, 准噶尔盆地南缘勘探开发越来越受到各界关注, 探讨该地域地震勘探采集技术设计方案具有重要意义。

## 1 勘探区域地质特征

本文研究的区域位于北天山褶皱带北缘, 准噶尔坳陷区南部, 研究区域内断层、褶皱较为发育, 地层的倾角总体呈现北缓南陡的特点(北部倾角约 $30^\circ$ , 南部倾角一般为 $70^\circ\sim 80^\circ$ ), 区域内构造整体呈现“东西分段、南北分带和上下分层”的特征<sup>[1]</sup>。

新疆乌鲁木齐东北部准格尔盆地区域内断层发育, 分布多个断裂构造, 其中阜康逆掩断裂, 分布于工作区北部, 区内长度70km, 断面南倾, 具犁式构造特征, 地表倾角较大, 约 $45^\circ\sim 55^\circ$ , 深部渐缓, 约 $18^\circ\sim 40^\circ$ 。妖魔山逆掩断裂, 分布于区域南部, 为一区域性控煤构造, 控制煤系地层的南部边界, 区内长度70km, 走向近于东西, 断面南倾, 倾角较大, 约 $65^\circ$ , 断距由西

向东逐渐增大。碗窑沟逆掩断裂长度68km, 发育在七道湾背斜北翼并切割北翼西山窑组地层, 断层北倾, 倾角一般 $72^\circ\sim 85^\circ$ 。七道湾背斜, 位于乌鲁木齐河东区, 分布于七道湾以东, 区内长度33km, 轴向北东, 轴面南倾, 倾角 $76^\circ\sim 88^\circ$ , 向西倾伏, 断层北盘(即上盘)由西山窑组、头屯河组地层构成单斜构造(北单斜), 地层倾角 $70^\circ\sim 80^\circ$ , 局部直立甚至倒转; 背斜南翼(即八道湾向斜北翼)倾角由西向东逐渐变缓, 倾角在 $30^\circ\sim 65^\circ$ 之间。八道湾向斜, 位于七道湾背斜以南, 区内长度41km, 轴向北东 $60^\circ$ , 轴面南倾, 两翼地层由西向东分别为西山窑组、八道湾组构成, 南翼地层陡( $55^\circ\sim 80^\circ$ ), 北翼缓( $30^\circ\sim 65^\circ$ )。

## 2 地震勘探历史分析

为取得理想的地震资料, 对该区域历史的地震勘探观测系统进行分析, 1989年和2008年该区域的测线观测系统采用了常规的二维采集方式, 2002年和2009年采用宽线观测系统, 适当增加了目的层有效覆盖次数, 达到改善低信噪比地区地震成像的效果; 2020年采用了高覆盖的宽线观测系统, 采集效果有了较大的提高。

1989年为该区块开展常规二维地震勘探, 采用观测系统2975-25-0-25-2975, 接收道120道, 覆盖次数60次, 道距25, 炮距50, 剖面特点较明显, 剖面信噪比低, 地质现象不清, 目的层反射不明显、构造形态

不清晰, 横向展布特征难以准确识别, 构造难以准确落实。

2002 年该区块开展宽线采集的二维地震勘探, 采用宽线 2L1P, 观测系统 4890-10-0-10-4890-20/5690-10-0-10-4090-20, 接收道 490 道, 覆盖次数 240 次, 道距 20, 炮距 40, 剖面信噪比较 1989 年资料有一定的提高, 背斜构造形态较为清晰, 主要煤层反射较为清楚、波组特征较为明显, 但断层不够清晰, 二叠系、三叠系反射不清, 难以追踪识别。

2009 年该区块开展宽线采集的二维地震勘探, 采用宽线 2L1P, 观测系统 6390-10-20-10-6390, 接收道 1280 道, 覆盖次数 256 次, 道距 20, 炮距 40, 剖面信噪比跟 2002 年资料品质较为相似, 主要煤层反射较为清楚、波组特征较为明显, 但断层不够清晰, 断点不明确, 由于采用了较长的偏移距, 中深层反射较 2002 年资料有一定改善。

2020 年该区块开展宽线采集的二维地震勘探, 采用宽线 2L2P/3L2P, 观测系统 11990-10-20-10-11990, 接收道 2400/3600 道, 覆盖次数 1200/1800 次, 道距 20, 炮距 40, 剖面信噪比跟 2002、2009 年资料信噪比有一定提升, 目的层的煤层反射较为清楚、波组特征较为明显, 但部分区域难以横向追踪, 断层不够清晰, 断点不明确, 主要目的层构造难以准确落实, 较 2002 年资料有一定改善, 中深层地层反射较为清晰。

通过已有资料分析可知: (1) 宽线采集信噪比明显高于常规采集; (2) 长偏移距采集更有利于中深层地层成像; (3) 2020 年采集的资料中浅层信噪比仍然较低, 观测系统八道湾组有效覆盖次数应至少高于 2020 年采集覆盖次数<sup>[2]</sup>。

### 3 地震采集难点与对策

#### 3.1 地震采集设计难点与对策

通过以上资料和工区地震条件的分析, 本区地震资料主要存在以下难点:

1. 复杂高陡构造和断裂发育造成地震波波场十分复杂, 地震资料表现为反射杂乱, 波组特征不明显, 构造成像不准确。

2. 信噪比较低, 构造成像效果不佳。

3. 工区静校正问题突出, 影响成像效果。

在采集技术参数方面, 主要是采取“宽线、高覆盖、长排列观测系统”的采集技术对策: (1) 宽线采集。采用多线、较大测线宽度的宽线观测系统, 通过面元组合叠加提高压制侧面散射干扰的效果, 改善剖面成像信噪比; (2) 高覆盖采集。通过提高覆盖次数, 改

善叠前偏移效果, 提高资料的信噪比, 改善目的层成像效果, 提高储层预测的精度; (3) 长排列接收。有利于 AVO 分析, 更有利于满足叠前储层预测对地震资料的要求; 有利于接收深层的反射信息, 提高深层及陡倾角地层的成像效果。

#### 3.2 优化观测系统方案

综合考虑以上论证分析结果, 优选两种观测系统方案, 具体参数如表 1。

表 1 推荐观测系统参数

	推荐方案 1	推荐方案 2
观测方式	二维宽线 (3 线 1 炮)	二维宽线 (3 线 2 炮)
纵向观测系统	6395-5-10-5-6395	6395-10-20-10-6395

方案 1: 纵向面元尺寸 5m, 面元较小, 接收点数量增加一倍, 使用一条炮线。

方案 2: 纵向面元尺寸 10m, 增加一条炮线, 炮数增加一倍, 施工成本显著提高, 但相同面元下覆盖次数相同。

对比两个方案的优缺点, 可以看出, 方案 1 纵向面元更小, 更有利于中浅层成像, 布置的炮数更少, 施工成本更低, 方案 1 更优。

#### 3.3 推荐观测系统

二维地震勘探观测系统设计参数如下:

观测系统类型: 宽线 3R1S

道距: 10m

炮间距: 40m

接收线距: 20m

最大接收线距: 40m

纵向观测系统: 6395-5-10-5-6395m

### 4 采集施工技术难点与对策

#### 4.1 采集施工技术难点

地表条件: 属山前带复杂地表, 砾石沉积, 岩石出露, 地表岩性多变, 激发接收条件差。

表层条件: 砾石层厚, 山地低速层厚度与速度变化大, 难以追踪稳定的折射层。

深层条件: 结构复杂, 断裂发育, 没有明显的反射标志层, 成像效果差。

难点 1: 工业园区、煤矿及采空塌陷区等大型连片障碍物多, 炮检点布置困难, 获取完整地震资料困难。

难点 2: 低信噪比, 浅、深层构造复杂, 断裂发育, 地震成像困难, 静校正问题突出。

#### 4.2 采集施工技术对策

对策 1: 依托小线元、高覆盖宽线二维观测系统优化设计。

通过调研山前带采集方法、以往资料分析、采集方法论证,采用宽线二维3线1炮,观测系统提高本工区地震资料成像。

本次采用宽线二维采集方法优点:(1)采用小面元刻画陡倾角地层成像;(2)高覆盖次数满足山前带成像;(3)宽线横向多次覆盖和组合压制干扰;(4)提高静校正精度和速度分析精度;(5)提高对近地表低速层的刻画。

对策2:优选激发参数。为优选适合该区的最佳激发因素。针对不同岩性开展实验点,优选适合本区的最佳激发因素。

对策3:优化激发参数设计。详细表层调查,精细激发分区,逐点设计激发参数,提高单炮资料信噪比和频带。

(1)详细表层调查工作,加密岩性调查点,结合基岩露头、大钻的近地表资料构建表层结构模型;(2)通过表层调查资料及现场调查优化岩性分类,基于岩性及速度模型的激发井深设计;(3)根据高清卫片、地质露头、岩性录井、微测井、潜水面调查等信息精确划分岩性分区。

## 5 优化方案后采集资料分析

### 5.1 采集资料单炮分析

基岩区单炮整体能量强,波阻反射特征明显,单炮目的层信噪比较高,波阻反射特征明显,单炮低频信息丰富,信噪比较高,连续性较好,单炮目的层高频段有较明显的目的层反射特征,频带较宽<sup>[3]</sup>。

砾石区单炮整体能量均衡,波阻反射特征明显,整体品质较好,信噪比较高。单炮低频反射信息丰富,单炮目的层主频段信噪比较高,波阻反射特征明显,高频段能见到有效反射,频带较宽。

黄土区单炮整体能量较强,波阻反射特征明显,整体品质较好,信噪比较高,目的层连续性较好,单炮低频信息丰富,单炮目的层高频段能见到目的层有效反射<sup>[4]</sup>。

从现场处理剖面看,主要目的层反射信噪比较强,连续性较好,反射能量强,波组特征明显,同相轴连续好,构造形态清楚,浅、中、深各层位反射信息丰富,波组特征明显,能够真实反映地下地质现象<sup>[5]</sup>。实践表明,本次采集方法科学合理,施工参数准确可靠,现场质量管理严格,所获地震资料能够完成本项目地质任务要求。

### 5.2 采集资料效果总结

通过对单炮资料进行分析,单炮信噪比较高、频

带较宽,剖面目的层反射信息丰富,波组特征清晰,信噪比高,连续性较好,整体资料品质较好。岩石区激发效果最好,频带较宽;次为砾石;黄土区频率相对较低。岩石区激发频带宽5-57Hz,砾石频宽5-53Hz,黄土区频带较窄5-46Hz,可控震源频宽6-84Hz。从现场处理剖面分析,主要目的层连续性较好,信噪比较高,层间信息丰富,波组特征明显<sup>[6]</sup>。与以往二维成果剖面对比,剖面目的层连续性更好,层间信息更丰富,信噪比较好。后期通过室内精细资料处理,剖面质量将会有进一步提升,能够完成预期地质任务。

## 6 结语

新疆是煤层气资源大区,但产量在全国占比却微乎其微,其中一个原因就是新疆煤层气构造复杂开采难度大,新疆煤层气高倾角,煤层多且厚,煤质碎软,钻井和压裂工程难度大。新疆准噶尔盆地南缘物探面临下组合超深目的层、天山北坡超级冲积扇群、中浅层超强各向异性、多重冲断超复杂断裂系统、山地超陡倾角地层“五超”难题,高精度地震勘探难度大、成本高,而且,南缘地震勘探还面临许多技术问题,有些甚至是世界级难题,比如,南缘地区是典型的地表、地下双复杂勘探区,本论文是对新疆准噶尔盆地南缘区域煤层气地震资料采集方案的一次优化探索,进一步加强地震采集技术攻关,强化采集质量控制,通过优化的地震采集方案,获取优质的地震勘探资料是推进新疆准噶尔盆地南缘勘探开发的关键利器。

## 参考文献:

- [1] 魏永恒,葛燕燕,王刚,等.新疆库拜煤田铁列克矿区地应力分布及其对煤层气开发的影响[J].现代地质,2022(05):1324-1332.
- [2] 桑树勋,李瑞明,刘世奇,等.新疆煤层气大规模高效勘探开发关键技术领域研究进展与突破方向[J/OL].煤炭学报,1-24[2023-12-29].
- [3] 余传涛,柳春林,薛俊杰,等.废弃矿井煤层气资源地球物理勘探研究进展[J].吉林大学学报(地球科学版),2023,53(06):1991-2005.
- [4] 郭栋.如何提高煤层气井钻井效率的工艺技术[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(21):151-153.
- [5] 康永尚,闫霞,皇甫玉慧,等.深部超饱和煤层气藏概念及主要特点[J].石油学报,2023,44(11):1781-1790.
- [6] 徐凤银,王成旺,熊先钺,等.鄂尔多斯盆地东缘深部煤层气成藏演化规律与勘探开发实践[J].石油学报,2023,44(11):1764-1780.

# 测绘地理信息技术在矿山地质 勘查工作中的应用发展

满乘佑

(微山县自然资源和规划局夏镇中心服务所, 山东 济宁 277600)

**摘要** 本文深入探讨了测绘地理信息技术在矿山地质勘查工作中的应用及其发展。首先, 分析了这些技术在提高勘探精度、操作性以及减少环境限制方面的显著优势。其次, 详细讨论了测绘地理信息技术在地质测绘、灾害预测、自然资源调查以及矿产勘查中的具体应用。最后, 文章还阐述了加强政策支持、提升测量人员素质以及重视技术推广的策略, 这些都对推动该技术的发展至关重要。本文旨在提供一个全面的视角, 帮助相关人员更深入地理解测绘地理信息技术在现代矿山地质勘查中的重要角色和未来发展趋势。

**关键词** 测绘地理信息技术; 矿山地质勘查工作; 精度; 可操作性; 环境限制性

**中图分类号**: P2; TD1

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0061-03

随着技术的进步, 测绘地理信息技术在矿山地质勘查中的应用日益成熟和普及。这些技术, 包括遥感、地理信息系统 (GIS)、全球定位系统 (GPS) 等, 为地质勘查提供了更高的精度、更强的操作性和更少的环境限制。随着对地球资源的探索需求不断增加, 这些技术在识别、评估和开发矿产资源方面发挥着关键作用。

本文旨在深入分析这些技术在矿山地质勘查中的应用, 以及如何通过政策支持和技术推广进一步促进其发展。因此, 探索测绘地理信息技术在矿山地质勘查中的应用, 对于行业的未来发展具有重要意义。

## 1 测绘地理信息技术在地质勘查工作中的优势

### 1.1 精度提高

测绘地理信息技术在地质勘查工作中能显著提升精度, 这一进步得益于高级遥感技术、精细的地理信息系统 (GIS), 以及先进的全球定位系统 (GPS)。遥感技术通过使用多波段影像数据, 能够揭示地表及其下的地质结构, 这在传统方法中往往难以观测或需要极大的努力和时间。特别是在难以接近的地区, 如遥远山区或密集丛林, 遥感技术提供一种有效的地质勘探手段。此外, GIS 的应用能极大地提升数据处理和解析的效率。通过 GIS, 可以将大量复杂的地质数据集成到一个易于理解和操作的数字平台上。这不仅能提高数据处理的效率, 而且能通过数据的可视化呈现, 提高分析的准确性<sup>[1]</sup>。

### 1.2 可操作性强

地理信息系统 (GIS) 和现代测绘技术的可操作性强, 在地质勘探中表现尤为显著。GIS 提供一个动态、交互式的平台, 允许用户不仅存储和检索数据, 还能进行复杂的分析和模拟。这一特性使得地质专家能够进行多维度的数据分析, 例如, 通过叠加不同数据层 (如地形、地质结构、水文数据等) 来揭示地下资源的潜在位置。此外, GIS 的强大功能还包括对历史数据的存储和分析能力, 这对于理解地质变化和预测未来趋势至关重要。另外, 随着无人机 (UAV) 和便携式地质仪器的发展, 现场数据的采集变得更加高效和精确。无人机可以在短时间内覆盖大面积地区, 搭载的多光谱摄像机和激光雷达 (LiDAR) 系统能够提供高分辨率的地表和地形数据。

### 1.3 环境限制性小

测绘地理信息技术在减少环境限制方面展现出显著优势, 尤其是在地质勘探中对于难以接近区域的应用。遥感技术能够穿透云层和植被覆盖, 提供关于地面以下结构的重要信息, 这对于传统地质勘探方法来说是一大挑战。例如, 合成孔径雷达 (SAR) 可以生成高分辨率的地表图像, 即使在天气恶劣或光线不足条件下也能工作。这种技术在探测地质断层、裂缝以及其他结构上显示出高效性。此外, 遥感技术在探测和监测地质灾害 (如滑坡、地震后的变化) 方面发挥着重要作用。在极端环境, 如高山、沙漠或极地地区,

传统的地质勘探方法不仅成本高昂,而且风险极大。

## 2 测绘地理信息技术在地质勘查工作中的应用

### 2.1 在地质测绘技术中的应用

测绘地理信息技术在地质测绘领域的应用能极大地提高地质图的精度和实用性。传统地质测绘依赖于地面调查和手工绘图,而现代技术通过整合高分辨率卫星影像、地面扫描数据以及地理信息系统(GIS),能够生成更为精确和详细的地质图。这种集成方法特别适用于复杂地质结构的解析,如断层系统、岩层分布和矿体定位。例如,遥感技术能够捕捉到不同岩石类型的特定光谱特征,辅以地面验证,这对于辨识不同地质单元至关重要。此外,利用激光雷达(LiDAR)技术进行地面扫描,可以获得高精度的地形数据,这对于理解地质构造和地表过程至关重要。这些高精度的数据被输入GIS中,不仅能提高地质图的空间准确性,而且能使得地质数据的存储、分析和共享变得更加高效和便捷。

此外,测绘地理信息技术在三维地质建模方面也显示出其独特的优势。三维地质模型能够直观地展示地下结构,这对于矿产资源的探测和开发具有重要意义。通过结合地表和地下数据,如钻孔数据、地震反射数据以及地质图信息,可以构建出精确的三维地质模型。这种模型不仅有助于理解地质构造的三维分布,而且对于评估矿体的形状、大小和分布提供关键信息。在此过程中,GIS的高级分析功能能够处理和解释大量的地质数据,使得模型的构建更为精细和准确。例如,在石油和天然气勘探中,三维地质模型是理解储层分布和性质的关键工具。此外,这些模型在环境评估和工程规划中也发挥着重要作用,如在评估地下水资源、规划隧道工程或分析地质灾害风险时<sup>[2]</sup>。

### 2.2 在地质调查灾害预测项目中的应用

测绘地理信息技术在地质调查及灾害预测领域发挥着重要作用,特别是在地震、滑坡及其他自然灾害的风险评估和预测方面。GIS和遥感技术的结合为监测和分析地质灾害提供强大的工具。例如,在地震风险评估中,GIS用于整合和分析地震历史数据、断层线分布、地质结构等关键信息,这些数据对于理解地震风险区域至关重要。通过GIS,可以创建地震风险地图,显示不同区域的潜在地震危险等级。此外,遥感技术,尤其是合成孔径雷达(SAR)技术,能够监测地面微小变化,这对于识别潜在滑坡和地面沉降区域非常有效。SAR技术通过捕捉不同时间点的地面影像,可以精确测

量地表的微小变动,这种变动是滑坡或其他地质灾害的前兆。此外,通过分析遥感数据和地表变化趋势,可以对潜在的灾害区域进行及时的预警,从而采取必要的预防措施,减少灾害造成的损失。

测绘地理信息技术同样在地质灾害的后续监测和灾后评估中发挥着关键作用。在灾害发生后,快速准确的地质信息对于救援行动和灾后重建至关重要。例如,在洪水或地震发生后,通过遥感技术迅速获得受影响区域的实时图像,对于评估灾害影响、规划救援路径和优化资源分配极为重要。GIS在灾后数据分析和\*\*管理方面提供高效的平台,不仅可以用于评估灾害对基础设施和人口的影响,还可以帮助决策者制定有效的恢复和重建计划。此外,GIS和遥感技术在灾害发生后的环境监测中也至关重要,例如监测洪水后的水质变化、滑坡造成的地形变动等。

### 2.3 在自然资源调查中的应用

测绘地理信息技术在自然资源调查中的应用能极大地提高资源探测的效率和精度。遥感技术,尤其是多光谱和高光谱成像,已成为探测和评估自然资源的关键工具。多光谱成像能够捕获地表不同波长的反射光,通过分析这些数据,可以识别和分类不同类型的土壤、植被和矿物。例如,在矿产资源调查中,高光谱成像可以用于识别具有特定光谱特征的矿物组合,这对于寻找潜在的矿产区域至关重要。此外,遥感技术还在水资源管理中发挥着重要作用。通过监测地表水和地下水的变化,可以有效管理水资源,评估干旱和洪水风险。GIS的应用进一步加强这些数据的分析和解释能力。GIS不仅可以存储和管理大量的遥感数据,还可以对数据进行复杂的空间分析,揭示资源分布的模式和趋势。例如,在森林资源管理中,GIS可以用于分析森林覆盖变化、生物多样性分布和潜在的火灾风险区域。

此外,测绘地理信息技术在自然资源调查中还具有强大的时空分析能力。时间序列分析是评估和监测资源变化的关键方法。通过分析不同时间点的遥感数据,可以监测资源如何随时间变化,这对于理解自然资源的动态变化和预测未来趋势至关重要。例如,在土地利用和土地覆盖变化研究中,通过对历史遥感数据的分析,可以识别人类活动对自然资源的影响,如城市扩张、农业发展和森林砍伐。GIS的强大分析工具允许对这些变化进行精确的量化和空间定位,从而为资源管理和环境保护政策的制定提供依据。此外,GIS

和遥感技术在自然灾害对资源的影响评估中也发挥着重要作用。例如,在评估洪水或风暴后的资源损失和环境影响时,这些技术能提供宝贵的数据和分析工具<sup>[3]</sup>。

#### 2.4 在矿产勘查中的应用

测绘地理信息技术在矿产勘查中的应用能极大地提升勘查效率和准确性。遥感技术,尤其是高光谱成像,能够识别地表矿物的特定光谱特征,这对于探测潜在的矿产资源至关重要。例如,不同矿物吸收和反射太阳光的方式各不相同,这些差异通过高光谱成像可以被精确地捕捉和分析。这种技术使得能够在较大的地区迅速识别出具有潜在矿产价值的区域,从而指导更详细的地面调查。此外,地球物理方法如重力测量、磁力测量和电阻率测量也在矿产勘查中发挥着重要作用。这些方法可以揭示地下的地质结构,如岩石密度的变化、磁性异常和电性特性的差异,这些都是推断矿体位置和大小关键线索。通过将这些地球物理数据与地质和遥感数据结合,可以更准确地定位矿体,预测矿石的品位和储量。

GIS 和遥感技术的综合应用在三维地质建模中也表现出其强大的功能。三维地质模型通过整合地表和地下数据,提供对矿区地质构造的深入理解。例如,通过结合钻孔数据、地震测量数据和地质图信息,可以构建出显示矿体分布、岩层构造和断层位置的三维模型。这对于决定钻探位置、评估开采潜力和规划开采策略至关重要。此外,这种三维模型对于评估矿产开采的环境影响也提供了重要的信息。随着计算技术的进步,这些模型可以进行更为复杂的模拟分析,如流体流动模拟和应力分布分析,这对于预测开采过程中遇到的问题和挑战非常有帮助。此外,GIS 系统中的决策支持工具可以用于优化资源的利用,评估开采方案的经济性和环境可持续性<sup>[4]</sup>。

### 3 测绘地理信息技术的应用策略

#### 3.1 加大政府政策与技术扶持

政府政策和技术扶持在推动测绘地理信息技术的发展与应用中起着至关重要的作用。政府可以通过制定相关政策和提供财政支持,促进测绘地理信息技术的研发和创新。例如,政府可以设立专项基金,支持在遥感、GIS、GPS 等领域的技术研究和新技术试点项目。此外,政府还可以通过制定标准和规范,引导测绘地理信息技术的健康发展,并确保数据的质量和安全。政府的政策支持还包括建立和完善地理信息基础设施,为公共和私营部门提供高质量的地理数据和服务。

#### 3.2 提高测量人员综合素质

提高测量人员的综合素质是测绘地理信息技术应用策略的重要组成部分。高素质的技术人员是确保测绘地理信息技术正确应用和发挥最大效能的关键。因此,加强专业人员的教育和培训至关重要。这包括提供系统的理论教育,如地理信息系统、遥感技术、数据处理等相关课程的教学,以及实践技能的培训,如现场测量操作、数据分析软件的使用等。此外,鼓励持续学习和专业发展也非常重要,可以通过参加研讨会、技术交流会和继续教育课程来实现。

#### 3.3 重视技术推广与应用宣传

重视技术推广和应用宣传是确保测绘地理信息技术得到广泛应用和认知的重要策略。通过有效的宣传和推广活动,可以提高公众和相关行业对这些技术的认识和理解,包括通过媒体发布成功案例,展示技术在不同领域的应用成果,以及举办展览会和公开课程,使更多的人了解这些技术的优势和应用潜力。此外,与教育机构合作,在学校和大学中增加相关课程和讲座,可以培养学生对测绘地理信息技术的兴趣和技能。此外,与行业组织合作,举办专业培训和认证课程,可以提高行业从业人员的技术水平<sup>[5]</sup>。

### 4 结语

测绘地理信息技术在矿山地质勘查中的应用呈现显著发展趋势。从提高勘查精度、增强操作性到减少环境限制,这些技术彻底改变了传统勘探方法。遥感、GIS 和地球物理测量等技术的综合运用,在发现和评估矿产资源方面显示出无可比拟的效率和精确性。随着政策支持、专业人才培养和技术推广的加强,未来这些技术在矿山地质勘查领域的应用将进一步深化,推动行业向更高效、可持续发展的方向发展。

#### 参考文献:

- [1] 罗国龙,万振华.浅析测绘地理信息技术在地质勘查工作中的应用发展[J].智能城市应用,2021,04(04):123-125.
- [2] 王芳.测绘技术在地质勘查中的应用及发展方向[J].决策探索(中),2020,660(08):80-81.
- [3] 汪洋.测绘地理信息技术在地质勘查工作中的应用试析[J].内蒙古煤炭经济,2021(02):2.
- [4] 尹晓峰.测绘地理信息技术在地质勘察工作中的应用探讨[J].中国金属通报,2021(09):160-161.
- [5] 张文军.新型地理信息系统技术在工程测绘中的应用[J].住宅与房地产,2020(05):236.

# 新能源光伏电站安全技术应用研究

彭少卫, 葛 全

(广西建工集团第二安装建设有限公司, 广西 柳州 545001)

**摘要** 新能源不断地发展, 光伏电站已经成为应用最为广泛的新能源发电设施之一。然而, 随着光伏电站规模的不断扩大, 对其智能化运维的要求也越来越高, 它不仅需要高效、可靠、安全地运行, 还需要满足管理的便捷性和实时性。因此, 如何实现光伏电站的智能化运维管理已成为业内的一大热点问题。本文以新能源光伏电站为研究对象, 以智能化运维的管理机制和系统部署为研究内容, 对现有的技术和管理方法进行了分析和比较, 提出了针对性的解决方案和建议, 旨在为光伏电站的智能化运维管理提供可行性参考和前瞻性思路。

**关键词** 新能源光伏电站; 安全技术; 配电网; 消防系统; 智能化运维

中图分类号: TM6

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0064-03

新能源光伏电站在能源领域扮演着越来越重要的角色。然而, 光伏电站的安全问题也备受关注。为了保障光伏电站的安全运行, 研究人员和工程师们积极探索新能源光伏电站安全技术的应用。本文将重点研究新能源光伏电站在配电网和消防系统中的安全技术应用。

## 1 新能源光伏电站对配电网安全效果的影响分析

### 1.1 引起保护误动或者拒动

新能源光伏电站的接入会对配电网的保护装置产生影响, 可能引起保护误动或者拒动, 进而影响电网的安全性和可靠性。在光伏电站并网发电时, 电网保护装置需要快速判断电网的状态并采取相应的保护措施, 以防止电网发生过电流、过电压、短路等故障。然而, 由于光伏电站与传统发电方式存在差异, 其电压和频率的变化幅度可能较大, 与电网的正常运行状态存在一定的偏差。这种电压和频率的变化可能会导致保护装置的误动或者拒动。误动指保护装置错误地判断电网存在故障并采取过保护措施, 例如关闭线路或切断电源; 拒动则是指保护装置无法正确判断电网的故障并未采取保护措施, 从而导致故障无法及时得到隔离和修复。保护装置的误动或者拒动可能对电网运行产生严重影响。误动会导致无故障的线路或设备被切断, 造成供电中断, 影响用户的正常用电。而拒动则可能导致故障持续存在, 进一步损坏线路和设备, 增加电网的故障范围和隐患<sup>[1]</sup>。

### 1.2 造成电压波动和闪变

光伏电站的发电是依靠太阳能的变化而产生的,

在日照条件变化或云量浮动时, 光伏发电的功率也会出现相应的变化。这种功率变化会导致电网电压的波动和闪变现象。电压波动是指电压在短时间内出现较大的波动, 可能超出电压稳定范围。而电压闪变是指电压瞬时性的变化, 可能对敏感设备产生影响。这些电压的变化可能对电网的负荷平衡造成挑战, 影响电网的稳定运行。同时, 对于一些对电压变化敏感的设备, 如计算机、医疗设备等, 电压闪变可能会导致设备故障或不稳定运行<sup>[2]</sup>。

## 2 新能源光伏电站安全技术 in 消防系统中的应用分析

### 2.1 新能源光伏电站在消防系统中的安全隐患

光伏电站的高温、干燥环境以及易燃材料的使用, 使得光伏电站的火灾风险较高。尤其当电站发生故障或缺陷时, 可能导致电缆短路, 进而发生火灾。光伏电站经常处于户外, 其电缆线路、开关柜等故障部位暴露在外, 容易受到外力撞击或腐蚀。这些部位的故障可能造成火灾或短路, 对电站的稳定运行和人身安全造成威胁。光伏电站的电子设备对温度和室内环境有一定的要求。一旦室内温度过高或遭遇火灾等情况, 这些设备可能在较短时间内被损坏, 造成重大损失。

### 2.2 光伏电站类型以及火灾风险

#### 2.2.1 光伏电站类型

光伏电站根据规模、布局和用途的不同可以分为以下几种类型:

1. 分布式光伏电站: 分布式光伏电站通常安装在建筑物的屋顶、停车棚或地面上, 用于为建筑物自身供电或向附近的用电设施提供电能。这些电站规模相

对较小,通常是以小型光伏组件或光伏阵列形式布置。由于规模较小,火灾风险较低,但仍需进行日常的消防安全管理和隐患排查<sup>[3]</sup>。

2. 集中式光伏电站:集中式光伏电站一般是在大型场地(如荒漠或农田)上建设,规模较大,主要以大型光伏组件或光伏阵列形式布置。这些电站由多个光伏阵列组成,集中供电给电网。由于规模较大,设备布局复杂,火灾风险相对较高,需要加强故障排查、设备维护和消防设施设置。

3. 屋顶光伏电站:屋顶光伏电站是一种常见的光伏电站类型,安装在各种建筑物的屋顶上,如住宅、商业建筑和工业厂房等。这些电站往往规模较小,使用光伏组件或薄膜太阳能电池板作为发电设备,供给建筑物自身用电或馈入电网。火灾风险由于规模较小而较低,但需要注意光伏组件和电缆的正常运行和防火措施。

#### 2.2.2 火灾风险

光伏电站作为新能源设施,尽管其整体火灾风险相对传统能源设施较低,但仍存在一定的火灾风险。以下是光伏电站可能面临的火灾风险:

1. 电池组件故障:光伏电站的核心部件是太阳能电池组件,如果存在质量问题、设计缺陷或制造瑕疵,可能导致电池组件过载、短路或发热,从而引发火灾。

2. 电缆故障:光伏电站中的电缆是连接各个组件和逆变器的重要部分。如果电缆受到外力损坏、老化、短路或过载,可能导致火灾的发生。

3. 逆变器故障:光伏电站的逆变器负责将直流电转换为交流电供电给电网。如果逆变器存在设计缺陷、过载或电气故障,有可能引发火灾。

4. 防火措施不足:光伏电站的设备和组件往往分布在广阔区域内,消防设施可能不够完备,导致火灾发生后扑灭困难。

5. 外界因素:光伏电站在户外环境中运行,可能受到自然灾害(如雷击、风灾等)或恶劣天气条件的影响,加剧火灾风险。

为应对光伏电站的火灾风险,消防系统应用了一系列技术和措施。其中包括:安装火灾报警系统,及时发现火灾迹象并触发警报;配备自动灭火系统,如喷淋系统或气体灭火系统;设置合理的消防通道和逃生通道,确保人员疏散安全;建立完善的灾后处理预案,包括火灾扑灭、应急救援、设备维修等。同时,加强火灾风险评估、定期的设备检测和维护,以及对人员进行技术培训和消防演练,也是减少火灾风险的重要手段。通过有效的火灾预防和控制措施,可以保障光

伏电站的安全运行,同时最大限度地降低火灾对设施和人员的危害。

### 3 新能源光伏电站在消防系统中的安全技术措施

#### 3.1 建立健全的监管机制

政府需要制定具体的监管政策,加强对光伏电站的事故应急预案、防火限高制度、防范外部因素等方面的监管,对违规单位和个人依法进行严格的惩处。在政策制定方面,政府还需要借鉴其他国家和地区的经验,不断完善监管机制。生产单位需要建立健全的消防安全管理体系,采取必要的技术和措施,规范生产和施工过程,包括加强对电池组件、逆变器、电缆及其附件的检测和质量监督管理,确保配置符合规范的消防设施、消防设备和安全设备,以及加强员工的消防安全培训等。施工单位需要根据详细的设计文件和安全监理要求,进行施工方案的制定和实施,配备专业的施工人员和工具设备,严格按照规范组织施工作业,确保消防设施和安全装置安装合理、稳固、牢固。检验机构作为第三方评估单位,应加强对光伏电站的消防安全检测和评估工作,确保检测结果的准确性、客观性和可行性,促进行业技术发展和标准化建设<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 建立安全事故防范系统

针对光伏电站可能发生的安全事故,建立完善的预防和应急处理机制。光伏电站引入智能监测系统,利用先进的传感器和监控设备实时监测关键设备的状态,及时发现异常情况。通过建立自动化灭火系统,中心区域和关键设备可自动触发喷淋或气体灭火装置,以迅速扑灭火灾并避免火势蔓延。此外,光伏电站还建立了远程监控系统,实现对电站的远程监控和控制,以便及时响应和处理事故情况。同时,电气火灾防护也被强化,采用阻燃材料和电弧保护装置,有效防止电气设备引发火灾。定期维护机制确保设备的正常运行,并开展安全培训与演练提升员工的安全意识和应急处理能力。光伏电站还制定详细的灾害事故应急预案,确保在发生火灾等紧急情况时能迅速、有效地进行救援和处理。通过建立全面的安全事故防范系统,光伏电站能够提高监测、预警和处理能力,有效降低火灾风险,保障设施、设备和人员的安全。

#### 3.3 加强光伏电站的消防安全管理和培训

光伏电站需要建立完善的消防管理制度,明确消防安全责任分工和操作规程,确保各级人员的消防安全意识和责任意识。要加强消防设备的日常检查和维护工作,确保消防设备处于正常工作状态,并定期进

行消防设备的演练和实践操作,提高员工对消防设备的熟悉程度和操作能力<sup>[5]</sup>。同时,还要定期组织针对消防安全的培训和教育活动,包括消防知识的普及、消防逃生演练和应急处理技能的培训,提高员工的消防安全意识和应对能力。此外,建立安全生产标准化体系,制定详细的消防安全操作规程和操作流程,对设备的布局、通道的设置、材料的储存等方面进行规范要求,确保消防安全管理的全面实施。通过加强光伏电站的消防安全管理和培训,能够提高员工的消防安全意识、技能和应对能力,确保光伏电站的消防安全措施得到有效执行,最大程度地预防和减少火灾事故的发生,保障人员和设施的安全。

### 3.4 加强对设备的安全检查

在日常运营过程中,光伏电站设备的故障和损坏情况可能会给消防安全带来潜在危险,因此,必须加强对设备的安全检查。为了确保安全,可以定期对电站内的关键设备,如电池组件、逆变器、电缆等进行安全检查,包括检查设备的外观、内部构造、电气连接是否稳固可靠等。同时,还可以设置自动化监控系统,对设备的运行状况进行实时监测和分析,及时发现并处理异常状况,以确保设备的安全可靠运行。此外,还需要建立设备档案,记录设备的基本信息、保养运行状况及维护保养记录,对设备进行全面评估和分析,采取有针对性的维护保养措施。通过加强对设备的安全检查,能够及早发现设备的问题,有效地预防和减少火灾事故的发生,确保光伏电站的消防安全。

## 4 新能源光伏电站的智能化运维的管理机制和系统部署

### 4.1 光伏电站智能化运行和维护的管理核心内容

光伏电站需要建立完善的数据采集和分析系统,实时采集光伏发电设备的运行数据、环境参数和气象数据等,通过数据分析和算法模型,准确判断设备运行状态和性能,发现潜在问题和异常情况。光伏电站要建立远程监控和控制系统,实现对发电设备的远程监测、遥控和调度,能够快速响应异常情况和故障,并进行远程处理,提高运维效率和减少维修时间。同时,在管理方面,光伏电站需要制定维护保养计划和标准化操作流程,确保设备的定期维护和检修,减少故障发生。此外,还应建立设备档案和故障数据库,记录设备的历史维护记录和故障信息,为运维决策和问题解决提供依据。通过光伏电站智能化运行和维护的管理核心内容,能够实现光伏发电设备的精准管理和高效运维,提高发电效率和可靠性,降低运维成本和风险<sup>[6]</sup>。

### 4.2 新能源光伏电站智能运行和维护管理的系统构成

在光伏电站的智能运行和维护管理中,系统构成包括以下几个方面。首先,数据采集和监测系统,用于实时采集光伏电站的运行数据、环境参数和气象数据等。这些数据是智能运维系统的基础,用于监测设备状态、发现异常情况和优化发电效率。其次,数据分析和算法模型系统,通过对采集的数据进行分析和处理,建立算法模型,进行故障预警、性能评估和优化等工作,提高光伏发电设备的运行效率和可靠性。再次,远程监控和控制系统,通过云平台和物联网技术,实现对光伏发电设备的远程监控、遥控和调度,实时响应异常情况和故障,提高运维效率。此外,还包括设备档案和故障数据库系统,用于记录设备的维护保养情况和故障信息,为运维决策和问题解决提供参考。最后,智能化运维管理系统,集成上述各个系统的功能,提供统一的操作界面和管理平台,实现对光伏电站的全面管理和监控。通过系统构成的完善,新能源光伏电站能够实现智能运行和维护管理,提高发电效率、降低运维成本,并确保设备的可靠运行。

## 5 结语

智能化运维对于提高光伏电站的发电效率和可靠性,降低运维成本和风险具有关键意义。在当前新能源发展的背景下,采用智能化运维管理机制和系统部署,可以有效提高光伏电站的运行效率和监控能力,缩短设备维护时间,降低人为因素对设备性能的影响,并最终实现光伏产业可持续发展。因此,不断探索和推广光伏电站的智能化运维管理机制,引入新技术、新思路,提升运维管理水平和运维效率,已成为当前光伏企业的重要发展方向。

## 参考文献:

- [1] 张科杰,张国彦,徐宝昌,等.计及高比例新能源配电网电压风险的储能容量优化配置方法[J].电瓷避雷器,2023(06):85-93.
- [2] 王玉赞,王笑南.新能源发电在新型电力系统中的应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(35):4-6.
- [3] 王许磊.基于新能源产业发展的技术技能人才培养研究[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2023(12):68-71.
- [4] 冯星.光伏电站建设及运行质量安全问题及对策[J].中国高新科技,2023(18):23-24,27.
- [5] 陈曦.新能源光伏电站安全技术应用研究[J].大众标准化,2023(01):95-97.
- [6] 杨洪伟.光伏电站消防安全管理对策[J].中国新通信,2022,24(05):107-109.

# 高层建筑结构与抗震性能优化

伊永波<sup>1</sup>, 刘岩<sup>2</sup>

(1. 山东金润建设咨询有限公司, 山东 淄博 255000;

2. 山东德泓土木工程有限公司, 山东 滨州 256200)

**摘要** 城市化进程不断推进, 高层建筑的数量不断增加, 因此其结构与抗震性能显得尤为关键。本文探讨了高层建筑设计结构与抗震性能优化的重要性与挑战。主要论点在于通过合理的结构设计和抗震性能优化, 可以提高高层建筑在地震等自然灾害中的抵御能力, 确保建筑物的安全性, 减少可能的人员伤亡和财产损失。

**关键词** 高层建筑; 结构设计; 抗震性能; 安全性

中图分类号: TU972

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0067-03

高层建筑在现代城市中扮演着重要的角色, 高层建筑的建设不仅可以有效利用有限的土地资源, 还能够满足城市居住和商业需求。然而, 高层建筑的设计与建造面临着众多挑战, 其中最为关键的是保障其在自然灾害, 尤其是地震中的安全性。地震是一种毁灭性的自然灾害, 会对高层建筑造成严重的破坏和损失。

## 1 高层建筑的抗震挑战

随着城市化的不断发展和人口的增加, 高层建筑在现代城市中越来越普遍。然而, 高层建筑面临的抗震挑战也变得日益严峻。地震是一种自然灾害, 具有破坏性和危险性, 对高层建筑的抗震性能提出了极高的要求。本文将深入探讨高层建筑在抗震方面所面临的挑战, 并探讨如何有效地解决这些挑战。

高层建筑的抗震挑战首先表现在地震力的巨大影响。地震是地球内部的地壳运动所导致的地表振动, 其大小和强度难以预测。高层建筑由于其高度和结构特点, 更容易受到地震力的影响。这种力量可以导致建筑物的振动、倾斜甚至倒塌, 给人员和财产带来巨大风险。另一个抗震挑战是建筑的动力响应。高层建筑在地震发生时会发生动态响应, 即建筑物的振动和变形。这种动态响应可能导致建筑物的破坏, 特别是在频率与地震波相符时, 共振效应可能会引发更大的破坏。高层建筑的设计必须考虑到地震动态响应的影响, 以减小振动幅度, 提高建筑的稳定性。

另外, 高层建筑的结构复杂性也增加了抗震挑战。为了支撑高层建筑的自重和荷载, 通常需要采用复杂的结构设计, 如剪力墙、框架结构和核心筒等。这些复杂的结构需要经过严格的抗震分析和设计, 以确保其在地震条件下的稳定性和安全性<sup>[1]</sup>。

材料的选择也是高层建筑抗震性能的重要因素。不同的建筑材料具有不同的强度和弹性特性, 对抗震性能产生重要影响。在高层建筑的设计中, 必须选择合适的材料, 如钢结构、混凝土和复合材料, 以满足抗震要求。高层建筑的抗震挑战是一项复杂而严峻的任务。解决这些挑战需要综合考虑地震力的影响、动态响应、结构设计的复杂性和材料的选择等多个因素。通过科学的工程方法和技术创新, 我们可以提高高层建筑的抗震性能, 确保其在地震等自然灾害中的安全性, 为城市的可持续发展提供更好的保障。

## 2 结构设计的重要性与优化策略

高层建筑的结构设计是确保其抗震性能的核心因素之一, 因为结构的合理性和优化策略直接影响了建筑物在地震等自然灾害中的稳定性和安全性。本文将详细介绍高层建筑设计的重要性以及优化策略, 包括结构的刚度、阻尼、质量分布、质心位置等关键因素。

结构设计在高层建筑的抗震性能中具有决定性的作用。首先, 结构设计决定了建筑物的整体稳定性。在地震发生时, 结构的合理设计可以分散地震力, 减小建筑物的振动幅度, 从而降低了倒塌的风险。结构设计还关系到建筑物的承载能力和荷载传递效率, 直接影响了建筑物的使用寿命和安全性<sup>[2]</sup>。

为了提高高层建筑的抗震性能, 结构设计需要采用一系列优化策略。首先, 结构的刚度是一个关键因素。适当的结构刚度可以抵抗地震力, 减小结构的变形, 确保建筑物的稳定性。不同的结构类型, 如剪力墙、框架结构和核心筒, 具有不同的刚度特性, 需要根据具体情况进行选择和设计。阻尼是优化抗震性能的重

要策略之一。通过引入适当的阻尼系统，如摩擦阻尼器和液体阻尼器，可以有效地减小建筑物的振动幅度，提高其抗震性能。阻尼系统的设计需要考虑到结构的动态响应和地震波的特性。质量分布和质心位置也是优化策略中的关键因素。合理分布质量可以减小建筑物的倾斜和变形，从而提高抗震性能。质心位置的选择可以影响建筑物的旋转和倾斜程度，需要根据地震波的方向和强度进行优化。

建筑材料的选择和使用也是结构设计中不可忽视的因素。不同材料具有不同的强度和弹性特性，可以在结构设计中根据需要进行选择。例如，钢结构具有较高的强度和塑性，适用于需要较大变形能力的结构。结构设计在高层建筑的抗震性能中起着至关重要的作用。通过合理选择结构类型、刚度、阻尼、质量分布和质心位置等因素，并采用合适的建筑材料，可以有效提高高层建筑的抗震性能，确保其在地震等自然灾害中的稳定性和安全性。结构设计的优化策略需要根据具体情况综合考虑，以满足高层建筑的抗震要求<sup>[3]</sup>。

### 3 材料选择与高层建筑抗震性能

高层建筑的抗震性能在很大程度上依赖于所选择的建筑材料。材料的性质、强度、耐久性以及弹性特性对建筑物的抗震行为产生直接影响。本节将详细探讨高层建筑抗震性能中材料选择的关键因素，以及不同材料在抗震性能中的作用。

钢结构在高层建筑中广泛使用，因为它具有出色的强度和韧性。钢结构的高强度使其能够承受地震产生的巨大力量，而其塑性特性使其能够在地震中发生弯曲而不破裂。此外，钢结构的轻质化特性有助于减小建筑物的质量，降低了地震时的倒塌风险。因此，在高地震危险区域的高层建筑中，钢结构常被用于构造框架或支撑系统。混凝土是另一种常见的建筑材料，特别适用于高层建筑的结构构件，如柱和梁。混凝土具有较高的压缩强度，能够承受垂直荷载，同时也有一定的抗拉强度。然而，在地震中，混凝土的抗震性能主要取决于其加筋方式，如钢筋混凝土结构。加筋混凝土能够提供更好的抗震性能，因为钢筋可以承受拉力，增加结构的韧性。

复合材料，如玻璃纤维增强混凝土（GFRC）和碳纤维增强聚合物（CFRP），在高层建筑中的抗震设计中也逐渐得到应用。这些材料具有轻质化、高强度和耐久性的特点，可以减小建筑物的自重，提高抗震性能。复合材料通常用于加固和维修现有的结构，以提高其

抗震性能。高层建筑的抗震性能还与基础材料密切相关。建筑的地基、地基承载层和地下结构的材料选择和质量控制对于抵御地震力至关重要。适当的基础材料和工程技术可以减小建筑物的振动，提高其稳定性。

在高层建筑的结构中，粘结剂和连接材料也起着重要作用。例如，强化混凝土和钢结构的连接通常使用高性能粘结剂和螺栓。这些连接材料必须具有足够的强度和耐久性，以确保结构的整体稳定性。高层建筑的抗震性能取决于材料的选择和使用。不同材料具有不同的特性，适用于不同类型的结构和地震环境。通过合理选择建筑材料，并采用合适的工程方法，可以有效提高高层建筑的抗震性能，确保其在地震等自然灾害中的稳定性和安全性。在高层建筑的设计和建造中，材料选择是一个至关重要的决策，需要综合考虑多个因素<sup>[4]</sup>。

### 4 建筑布局与地震影响

高层建筑的布局在其抗震性能中扮演着至关重要的角色。建筑的形状和布局直接影响了在地震发生时建筑物的行为。不同的建筑形状和质量分布方式会导致不同的地震响应。因此，深入了解高层建筑的布局与地震之间的相互关系至关重要。本文将详细探讨建筑物的形状如何影响其抗震性能，以及质量分布和质心位置如何影响地震时的稳定性，从而为建筑工程提供更多的设计和改进的可能性。

建筑物的形状是其抗震性能的关键因素之一。不同形状的建筑物在地震中会有不同的响应。例如，方形或圆形的建筑物在地震时通常具有较好的抗震性能，因为它们的质心位置相对稳定，难以发生旋转和倾斜。相反，不规则形状的建筑物可能更容易发生不均匀的变形和破坏。在高层建筑的设计中，通常会考虑采用更稳定的形状，以提高抗震性能。建筑物内部的质量分布也对其抗震性能产生影响。合理分布质量可以减小建筑物的振动幅度，提高其稳定性。通常，建筑物的底部会有较大的质量，以增加其自重，从而减小地震时的振动。质量分布也涉及建筑物的楼层布局和荷载分配，需要进行合理设计以满足抗震要求。

建筑物的质心位置对其抗震性能具有重要影响。质心位置的选择可以影响建筑物的旋转和倾斜程度，在地震中可能引发不均匀的振动。通常，质心位置应尽量靠近建筑物的中心，以减小旋转和倾斜的可能性。在高层建筑的设计中，工程师会通过计算和模拟来确定最佳的质心位置。建筑物的高度也会对其抗震性能

产生影响。较高的建筑物通常具有较大的振动振幅,因此需要更严格的抗震设计。在高层建筑的设计中,通常会采用更加灵活的结构系统,如加筋混凝土或钢结构,以增强其抗震性能。建筑物的高度还会影响地震波在建筑物内部的传播方式,需要进行详细的分析和设计。

建筑物的布局与地震影响密切相关,包括建筑物的形状、质量分布、质心位置和高度等因素。合理的建筑布局可以提高高层建筑的抗震性能,减小地震时的振动和倾斜幅度,从而确保建筑物的稳定性和安全性。在高层建筑的设计中,工程师需要综合考虑这些因素,并采取相应的设计和工程措施,以满足地震的抗震要求。通过科学的建筑布局,可以为高层建筑的抗震性能提供更多的保障<sup>[5]</sup>。

## 5 最新科技与抗震性能的提升

随着科技的不断进步和创新,高层建筑的抗震性能也取得了显著的进展。最新科技在建筑工程领域的应用为高层建筑提供了更强大的抗震性能。这包括使用先进材料、采用创新的结构设计方法、应用实时监测技术以及智能化系统的运用。这些技术应用不仅提高了建筑物在地震中的稳定性,还增强了其抗震性能。因此,科技的不断进步为高层建筑的抗震性能提供了新的前景,有助于确保城市的安全和可持续发展。

先进材料的使用是提高高层建筑抗震性能的重要途径之一。例如,高性能混凝土和高强度钢材的应用可以增加结构的强度和韧性,提高抗震性能。此外,新型复合材料,如碳纤维增强聚合物(CFRP)和玻璃纤维增强混凝土(GFRC),也被广泛用于结构加固和维修,以提高现有建筑的抗震性能。最新科技为结构设计提供了更精确和高效的工具。有限元分析、计算流体动力学模拟和建筑信息建模(BIM)等先进的计算方法可以帮助工程师更好地理解建筑结构在地震时的行为,并优化设计。结构拓扑优化、参数化设计和自适应控制策略等技术也被用于改进建筑物的抗震性能。

实时监测和反馈系统可以帮助工程师和建筑管理者实时了解建筑结构的状况。传感器网络、激光测距仪和无人机技术等先进的监测工具可以用于监测地震后建筑物的损伤情况,及时采取维修和加固措施。智能化建筑管理系统也可以用于实时监测建筑内部的振动和变形,以确保建筑物的安全性。防震控制技术是一种通过主动或被动的方式减小建筑物在地震时的振动幅度的方法。主动控制技术包括液体阻尼器和摩擦

阻尼器等设备,可以在地震发生时提供反作用力以抵消地震力。被动控制技术包括基础隔离系统和支撑系统,可以减小地震力的传递。这些技术在提高抗震性能方面发挥了重要作用。

最新科技的应用需要多学科合作和研究,包括工程学、地震学、材料科学和计算科学等领域的专家。跨学科团队可以共同研究抗震技术,开发创新解决方案,并测试其在实际建筑中的应用。这种综合性研究有助于推动抗震性能的不不断提升。最新科技在高层建筑的抗震性能提升方面发挥着关键作用。先进材料、结构设计方法、实时监测系统、防震控制技术和多学科合作都为高层建筑的抗震性能提供了新的前景。通过不断的科技创新和工程实践,我们可以更好地应对地震风险,确保高层建筑的安全性和可持续性。抗震技术的不断发展将为未来的城市建设提供更强大的支持,使高层建筑能够在地震等自然灾害中保持稳定和安全。

## 6 结语

高层建筑的抗震性能优化是建筑工程领域的至关重要的任务。这一领域涵盖了结构设计、材料选择、建筑布局和新技术的广泛应用,旨在提高高层建筑在地震等自然灾害中的稳定性和安全性。通过科技进步和丰富的工程实践,我们不断积累经验,有信心进一步提高高层建筑的抗震性能。这不仅有助于减少可能的人员伤亡和财产损失,还为城市的可持续发展和社会的安全做出了积极的贡献。我们将继续致力于研究和创新,确保高层建筑在面对地震等自然灾害时能够保持稳定和安全。

## 参考文献:

- [1] 李明. 高层建筑结构抗震设计与分析[J]. 建筑结构, 2020,45(07):1-8.
- [2] 王华. 高层建筑抗震设计中的材料选择与性能评估[J]. 建筑材料, 2019,38(03):12-18.
- [3] 张伟. 高层建筑抗震性能优化的现代技术与方法[J]. 结构工程师, 2020,36(05):20-28.
- [4] 陈明, 刘洋. 高层建筑抗震设计的新趋势与挑战[J]. 建筑科学, 2021,56(02):34-41.
- [5] 高兴, 杨丽. 高层建筑抗震性能与可持续性设计的关联性[J]. 建筑可持续发展, 2022,50(01):8-15.

# 基于给排水管道工程的造价管理研究

赵品诚

(安徽医科大学, 安徽 合肥 230032)

**摘要** 给排水管道工程是城市基础设施的重要组成部分, 其造价管理涉及诸多方面。本文通过对给排水管道工程的造价管理原则进行研究, 探讨如何优化给排水管道工程的造价管理。本文认为, 应坚持实事求是、以人为本、技术与经济相结合的原则, 并从设计、招标、施工和竣工结算等阶段采取相应的优化策略。同时, 通过案例分析, 进一步验证了优化策略的有效性。本文旨在为提高给排水管道工程的造价管理水平提供有益的参考。

**关键词** 给排水管道工程; 造价管理; 实事求是; 以人为本

中图分类号: TU99

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0070-03

给排水管道工程是城市基础设施的重要组成部分, 其造价管理与项目的全寿命周期有着密切的联系。近年来, 我国在给排水管道工程方面的投资规模持续增长, 然而在给排水管道工程投资决策和设计、招标、施工和竣工结算等各阶段, 工程造价管理的水平依然存在诸多问题, 如何优化给排水管道工程造价管理成为亟须解决的重要课题。给排水管道工程造价管理是一项复杂的系统工程, 应从整个项目实施全过程出发, 根据工程实际情况, 对其造价进行有效控制与管理<sup>[1]</sup>。

## 1 给排水管道工程的造价管理原则

### 1.1 坚持实事求是

在给排水管道工程造价管理中, 相关人员必须始终坚持实事求是的原则, 以保证给排水管道工程的整体建设质量。在给排水管道工程造价管理工作开展中, 相关人员首先需要以往给排水管道工程造价管理中出现的问题进行总结, 然后结合工程建设实际情况, 制定出更加科学合理的造价管理方案。在设计阶段, 相关人员要对给排水管道工程的图纸进行审核, 以保证图纸设计符合国家及行业标准; 在施工阶段, 相关人员要加强对施工材料和施工质量的控制, 并定期对施工情况进行检查, 以保证施工质量; 在竣工验收阶段, 相关人员要做好竣工结算工作。

### 1.2 坚持以人为本

在给排水管道工程的造价管理中, 需要始终坚持以人为本的原则。这意味着要充分考虑到人的因素, 重视人的作用和价值。通过以人为本的管理, 可以激发员工的工作积极性和创造力, 提高工作效率和质量, 从而更好地实现造价管理的目标。

### 1.3 坚持技术与经济相结合

给排水管道工程是一项技术密集型的工程, 需要

采用先进的技术和设备来完成。但是, 仅仅依靠技术是不够的, 还需要将技术与经济相结合, 综合考虑技术可行性和经济合理性。通过技术与经济的有效结合, 可以更好地控制工程造价, 提高工程的经济效益和社会效益。

## 2 给排水管道工程中造价管理的难点

### 2.1 设计阶段造价管理难点

给排水管道工程的设计阶段是整个工程造价管理的核心环节。在这个阶段, 需要考虑诸多因素, 这些因素都直接关系到工程的造价。首先, 管道的走向是设计的首要问题。合理的走向可以减少工程量, 降低施工难度, 从而节省造价。反之, 不合理的走向会增加工程量和施工难度, 导致造价上升。因此, 设计人员需要根据实际情况, 经过仔细的勘测和规划, 选择最优的管道走向<sup>[2]</sup>。其次, 管材的选择也是设计阶段的重要考虑因素。不同的管材价格差异很大, 因此选择合适的管材对控制造价至关重要。设计人员需要根据工程需求和管材特性, 选择既满足工程要求又经济实惠的管材。同时, 还需要考虑管材的耐久性、抗压性、耐腐蚀性等因素, 以确保管道的安全稳定运行。此外, 施工环境也是设计阶段必须考虑的因素之一<sup>[3]</sup>。不同的地质、气候条件会对施工产生影响, 从而影响造价。设计人员需要对施工环境进行深入了解, 充分考虑环境因素对施工的影响, 并采取相应的措施来降低环境对造价的影响。

### 2.2 施工阶段造价管理难点

在给排水管道工程施工阶段, 造价管理的确面临诸多难点。这些难点主要源自两个方面: 一是施工环境的不确定性, 二是施工过程中的管理问题。

1. 地质条件的变化和气候条件的影响等不可预知

的因素,都会对施工造成极大的困扰。例如,如果施工前未能充分了解地质情况,可能会导致施工中出现地基不稳、管道破裂等问题,这无疑会增加施工成本。同时,气候条件的影响也不容忽视。突发的暴雨、大风等天气可能会造成施工现场的混乱,甚至需要停工,这无疑会影响施工进度,进而影响施工成本。

2. 材料浪费和人工浪费是施工过程中最为常见的问题。例如,如果没有合理的材料管理计划,可能会导致材料的浪费,增加不必要的成本。同样,如果没有有效的劳动力管理,可能会导致人工成本的增加。这些问题的存在,无疑会增加施工成本,对造价管理造成极大的困扰。

### 2.3 竣工结算阶段造价管理难点

竣工结算是给排水管道工程造价管理的最后一个环节,也是最为关键的环节之一<sup>[4]</sup>。在这个阶段,造价管理的难点主要在于如何准确核算工程的实际成本。由于给排水管道工程往往涉及众多的隐蔽工程,这些工程在施工过程中难以进行准确的测量和记录,因此容易导致竣工结算的争议。

## 3 给排水管道工程造价管理优化策略

### 3.1 加大对设计阶段的管理力度

设计阶段是给排水管道工程造价管理的关键阶段,需要加大对这一阶段的管理力度。具体来说,需要从以下几个方面入手:

1. 制定科学合理的设计方案,确保设计方案的可行性和经济性。设计方案需要充分考虑到给排水管道工程的特点和实际情况,选择合适的设计标准和材料,避免因设计不合理而导致的浪费和损失。

2. 加强设计图纸的审核工作。设计图纸是给排水管道工程施工的重要依据,也是工程造价管理的重要依据。因此,需要加强对设计图纸的审核工作,确保设计图纸的准确性和完整性,避免因设计图纸的错误而导致的施工过程中的变更和调整。

3. 推行限额设计。限额设计通过对工程项目的投资估算进行分解,对设计方案进行优化,从而达到控制工程总造价的目的。在给排水管道工程中推行限额设计,需要根据工程实际情况,制定科学合理的限额设计指标和标准,并将其贯穿于整个设计阶段。

### 3.2 加强招标阶段的造价管理

给排水管道工程造价管理在招标阶段的重要性不言而喻,这一阶段的工作直接影响到整个工程的造价水平和质量<sup>[5]</sup>。为了实现有效的造价管理,需要从以下几个方面加强招标阶段的管控。

1. 制定科学合理的招标文件。招标文件是整个招标过程的指导,也是投标单位制定报价的重要依据。因此,在编制招标文件时,必须对工程的具体要求和条件进行明确,确保投标单位能够全面理解工程需求。同时,招标文件中的技术要求和工程量清单等内容应当准确、详细,以避免后期现场实际情况与招标要求出现偏差,导致工程变更和造价失控。

2. 加强投标报价的管理。投标报价是工程造价管理的核心内容,也是评标过程中需要重点考虑的因素。在评标过程中,不仅要对投标单位的报价进行合理性分析,还要综合考虑投标单位的信誉、实力和经验等方面的因素。信誉良好的投标单位能够保证工程的顺利进行,实力雄厚的投标单位能够提供更可靠的技术支持和资源保障,经验丰富的投标单位则能够更好地应对工程中的各种问题。通过多方面的综合评估,能够选择出最适合的投标单位,从而确保工程造价的合理性和可靠性。

3. 加强合同管理。合同是工程实施的重要依据,也是约束双方行为的重要工具。在合同签订前,需要认真审查合同条款,明确双方的权利和义务,避免出现歧义和纠纷。同时,在合同执行过程中,需要加强对合同的监督和管理,确保合同履行的规范性和有效性。通过加强合同管理,能够有效地减少工程中的纠纷和索赔,从而降低工程的造价风险。

### 3.3 强化施工阶段的造价管理

施工阶段是给排水管道工程造价管理的重要环节,这一阶段的造价管理对于整个项目的成本控制具有决定性的影响。为了确保施工阶段的顺利进行,并有效控制成本,需要从以下几个方面进行强化管理。

首先,强化施工现场的管理至关重要。给排水管道工程施工现场往往环境复杂,涉及众多的施工人员、设备和材料。因此,必须建立健全的现场管理制度,明确各方的职责和权限,确保施工过程中的协调和配合。同时,要加强对施工现场的安全管理,预防安全事故的发生,以免造成不必要的损失和延误。

其次,工程变更和签证的管理也是施工阶段造价管理的重点之一。由于给排水管道工程通常涉及大量的隐蔽工程,因此在施工过程中容易出现工程变更和签证的情况。为了确保工程变更和签证的合理性和有效性,需要建立严格的变更和签证审批制度。对于任何变更和签证,都需要经过充分的评估和审核,确保其符合工程实际需要,并且不会对整个项目的成本造成过大的影响。

此外,施工材料和设备的管理也是施工阶段造价

管理的重要一环。材料和设备的采购成本通常占据了整个项目成本的大部分,因此,选择质量可靠、价格合理的材料和设备对于控制整个项目的成本至关重要。在采购过程中,需要进行充分的市场调研,了解各种材料和设备的性能、价格等信息,以便选择最适合项目的材料和设备。同时,在施工过程中,还需要加强对材料和设备的保管和使用,避免出现浪费和损失。

### 3.4 重视竣工结算阶段的造价管理

竣工结算阶段是给排水管道工程造价管理的最后阶段,需要重视这一阶段的造价管理。具体来说,需要从以下几个方面入手:

1. 认真审核竣工图纸和相关资料。竣工图纸和相关资料是给排水管道工程竣工结算的重要依据,需要认真审核。要确保竣工图纸和相关资料的真实性和完整性,避免出现虚假和遗漏等情况。

2. 加强工程量审核和计价审核。工程量审核和计价审核是给排水管道工程竣工结算的重要内容,需要加强审核力度。要严格按照合同约定和相关规定进行审核,确保工程量计价和结算的准确性和合理性。

3. 加强质量验收工作。质量验收工作是给排水管道工程竣工结算的重要环节,需要加强质量验收工作。要严格按照相关标准和规范进行质量验收,确保工程质量符合要求。同时,还需要对质量验收过程中发现的问题进行处理和整改,避免出现纠纷和质量问题。

## 4 案例分析

### 4.1 工程概况

某城市给排水管道工程是该城市基础设施建设的重要组成部分。这个工程全长约10公里,采用DN800mm的管材,设计使用年限为50年。该工程的建设目的是为了满足不同城市日益增长的对水资源的需求,提高城市供水的可靠性和安全性。该工程的建设过程非常复杂,需要考虑到地质勘察、管材选择、施工方法、环境保护等多个方面。在施工过程中,工程师们需要精确计算管道的埋深、坡度、转弯半径等参数,以确保管道的正常运行和水流的顺畅。同时,还需要考虑到施工对周围环境的影响,采取相应的措施来减少噪声、尘土和废水的排放。

### 4.2 造价管理优化措施的应用

针对该给排水管道工程的特点和实际情况,为了实现造价管理的优化,采取了以下几种措施:

1. 在设计阶段,加强了设计方案的论证和比较,通过技术经济分析,选择了技术可行、经济合理的方案。同时,推行了限额设计,根据投资估算控制初步设计,

再由初步设计控制施工图设计,将工程总造价严格控制在合理范围内,避免了无谓的浪费。

2. 在招标阶段,制定了科学合理的招标文件,明确了工程的具体要求和条件。在评标过程中,不仅考虑了报价的合理性,还对投标单位的实力、经验和信誉等方面进行了综合评估。通过深入了解投标单位的背景和业绩,确保最终选择的投标单位具备完成工程所需的资质和能力,能够满足工程的质量和工期要求。

3. 在施工阶段,加强了施工现场的管理,确保施工过程的有序性和规范性。通过建立健全的现场管理制度,明确了各方的职责和权利,加强了对施工现场的监督和检查。同时,还加强了工程变更和签证的管理,严格按照工程变更和签证的程序进行操作,避免了出现虚假签证和不合理变更等情况。

4. 在竣工结算阶段,认真审核了竣工图纸和相关资料,加强了工程量审核和计价审核。通过仔细核对竣工图纸与实际工程量的一致性,确保了工程量计价的准确性。同时,还对各项费用进行了合理的审核和调整,确保了结算的合理性和准确性。

### 4.3 效果评价

通过以上造价管理优化措施的应用,该给排水管道工程的造价得到了有效控制。具体来说,该工程的总投资比原预算节约了10%,同时工程质量也得到了保证。这充分说明了造价管理优化措施在该工程中的可行性和有效性。

## 5 结论

给排水管道工程造价管理是一项复杂而重要的工作,需要从多个方面入手进行优化和管理。本文从设计、招标、施工和竣工结算四个阶段提出了相应的优化策略,并通过案例分析验证了这些策略的有效性。未来,还需要进一步加强对给排水管道工程造价管理的研究和实践,以不断提高工程的经济效益和社会效益。

### 参考文献:

- [1] 陈婷婷. 建筑给排水管道穿楼板套管施工工艺与造价分析[J]. 四川水泥,2023(12):53-55.
- [2] 赵月鹏. 市政给排水管道不良地基处理方案对比分析[J]. 交通科技与管理,2023,04(08):125-127.
- [3] 徐辉. 市政给排水施工中顶管施工技术应用研究[J]. 住宅与房地产,2019(36):192.
- [4] 毛如意. 市政给排水管道工程设计阶段的造价控制分析[J]. 四川水泥,2019(02):122.
- [5] 毛如意. 基于给排水管道工程的造价管理研究[J]. 建材与装饰,2019(03):215.

# 煤矿企业降本增效管控措施思考与实践

苗慧娜

(开滦能源化工股份有限公司吕家坨矿业分公司, 河北 唐山 063000)

**摘要** 煤矿企业降本增效是当今煤炭行业亟待解决的关键问题。煤矿业一直以来都是能源领域的支柱产业, 然而, 随着环境压力的增加、资源日益稀缺、市场竞争的加剧以及供给侧结构性改革的不断深化, 煤矿企业必须积极应对成本上升和效益下降的挑战。本文深入探讨煤矿企业降本增效的措施, 例如自动化设备、成本控制、提高成本管控意识等, 以期能够帮助煤矿企业可以更好地适应不断变化的市场条件提供参考, 从而提高其竞争力, 实现可持续发展。

**关键词** 煤矿企业; 降本增效; 可持续发展

**中图分类号**: F275

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0073-03

降本增效对煤矿企业至关重要, 它直接关系到企业的竞争力和可持续性发展。通过有效的成本控制和资源管理, 煤矿企业可以降低生产成本, 提高生产效率, 从而在市场上更具竞争力。

## 1 煤矿企业降本增效的意义

首先, 降本增效有助于提高煤矿企业的竞争力。随着供给侧结构性改革的持续深化, 煤矿企业面临着越来越大的压力, 需要更高效地运营以降低成本。通过降本增效, 企业可以在资源利用、生产效率和能源消耗方面取得显著的改进, 从而提高其市场竞争力, 更好地适应行业的变革。其次, 降本增效有助于煤矿企业改善安全状况。煤矿作为高风险行业, 安全问题一直备受关注。通过煤矿企业通过改进设备维护、培训员工以提高安全意识、优化作业流程, 能够提高煤矿企业生产效率和效能, 降低事故发生率。此外, 降本增效还有助于减轻环境压力。随着全球对环境问题的关注不断增加, 煤矿企业需要采取措施来降低其对环境的影响。通过提高能源利用效率、减少废弃物和污染物排放, 煤矿企业可以降低其生产对环境的负面影响, 更好地履行社会责任, 减少污染和资源浪费。最后, 降本增效也可以实现煤矿企业的健康可持续性。由于煤矿资源作为化石能源是有限的, 随着时间的推移, 成本会不断上升。通过提高效率 and 降低成本, 煤矿企业可以延长资源的可持续开采期限, 并为未来转型创造空间。<sup>[1]</sup>由此可见, 降本增效对煤矿企业的意义重大, 它不仅有助于提高竞争力、改善安全和环境状况, 还有助于增加可持续性, 从而为企业的长期发展创造更多机会。因此, 煤矿企业应积极采取措施,

寻求降低成本、提高效率的方法, 以实现这些重要目标。

## 2 煤矿企业降本增效管控原则

1. 资源优化原则。煤矿企业应充分优化资源的利用, 包括煤矿资源、人力资源和资本资源。煤矿企业通过采用先进的勘探技术和采矿方法, 确保矿藏的高效开采和提高产出。同时, 企业应合理配置和培养人力资源, 确保员工具备必要的技能和知识, 以提高生产效率。此外, 有效的资本预算和管理有助于避免不必要的浪费, 提高资本的回报率。

2. 技术创新原则。煤矿企业应积极采用先进的采矿设备、自动化技术和信息技术, 以提高生产效率和安全性。通过引入智能化系统, 监控生产过程, 及时发现并解决问题, 有效降低事故风险。同时, 注重设备的定期维护, 延长寿命周期, 确保设备在高效运行的同时降低维修成本。综合运用云计算、大数据分析等信息技术手段, 实现数据集成与共享, 为决策提供科学依据。

3. 成本管理原则。精细化的成本管理是降本增效的核心。煤矿企业需要建立成本核算体系, 深入分析各项成本, 并设立有效的成本控制措施。通过定期审查运营成本、采购成本和劳动力成本, 寻找降低成本的机会。此外, 制定预算和设立绩效指标也有助于煤矿企业跟踪成本管理的进展, 并及时做出调整。

4. 风险管理原则。煤矿企业需要认真管理各种风险, 包括市场风险、安全风险和环境风险。通过建立健全的风险管理体系, 识别潜在风险并采取预防措施进行预防和控制。同时, 煤矿企业还应培训员工关于风险防范和应急响应的知识, 确保安全和环保标准得到遵守。

### 3 煤矿企业降本增效的关键因素

1. 技术升级和自动化。煤矿企业可以通过引入先进的采矿技术和自动化设备来提高生产效率和降低成本。自动化技术可以帮助企业减少人力成本、提高安全性，并提高生产的精确度和可控性。此外，新技术的应用还可以减少煤矿作业中的浪费和资源损失。

2. 资源管理和优化。煤矿企业通过制定科学合理的采矿计划，合理配置资源开发顺序，实现资源的高效利用。采用先进的勘探技术提高资源勘探的准确性，确保煤矿企业能准确评估矿产储量，并为后续决策提供可靠数据支持。同时，煤矿企业通过优化采矿过程，降低矿产浪费，最大限度地提高资源回收率，以最大化地利用矿产资源，有效降低开采成本，提高产出效益，实现资源管理的全面优化。

3. 节能减排和环保措施。随着环境法规的加强和社会对环境友好型企业的需求增加，煤矿企业需要采取节能减排和环保措施。通过减少废水和废气排放、优化能源使用、采用清洁技术以及减少环境污染，帮助煤矿企业实现可持续发展。

4. 员工培训和安全管理。煤矿企业的员工培训和安全管理至关重要。通过提供必要的培训，员工可以更加熟练地执行任务，减少事故和损失。加强安全管理，确保员工的安全，减少工伤事故对企业造成的成本和声誉损失。

### 4 煤矿企业在降本增效管控中存在的问题

1. 不重视成本的控制。煤矿企业在过去的一段时间内获得了高额的利润，管理层可能会形成一种惯性思维，认为盈利能力一直会持续下去，因此不太重视成本控制。此外，成本控制需要可靠的信息系统来收集、分析和监控成本数据。<sup>[2]</sup> 如果企业的技术和信息系统不足或不现代化，可能会导致成本管理困难，从而影响对成本的控制。

2. 成本核算的结果缺乏真实性。煤矿企业可能存在信息收集和记录的不完善。煤矿作业复杂，涉及多个环节和部门，如果信息系统不够健全或不及时记录成本数据，例如忽略了隐性成本、没有纳入全部费用或者数据记录出现错误，会导致成本核算结果的不准确。此外，有的煤矿企业可能使用不恰当的成本分摊方法，从而导致成本数据的不准确，继而影响成本核算结果不够真实。

3. 降本增效贯彻落实不充分。首先，管理层的意识不足。如果企业领导层未能充分认识到降本增效对企业长期可持续性的重要性，可能不会给予足够的支持和资源。其次，员工的参与和共识不足。降本增效

通常需要员工的积极参与和合作，但如果员工不理解或不认同降本增效的必要性，或者他们没有足够的培训和支持，贯彻落实就会受到阻碍。<sup>[3]</sup> 再次，降本增效通常需要对企业的运营和流程进行改革，如果改革方案不当，会导致降本增效难以有效落实。最后，缺乏绩效管理和监督机制。如果煤矿企业没有建立有效的绩效评估和监督体系，无法及时识别问题并采取纠正措施，降本增效的方案会失去动力。

4. 煤矿企业降本增效机制不够完善。首先，一些煤矿企业缺乏足够的成本分析和数据收集，导致无法清晰地了解各个生产环节的成本构成，难以制定有效的成本控制策略。其次，一些企业缺乏透明度和责任制度而面临成本管控的挑战。没有明确的责任人或团队来监督和改进成本控制措施，容易导致成本控制的漏洞和失误。再次，企业文化也可能影响成本控制机制的完善程度，如果企业未培养出强调成本节约和效率的文化，员工可能不会积极参与成本控制的过程。最后，外部因素如市场压力、政策法规和价格波动也可能使成本管控机制不够完善。企业可能更注重应对市场波动和政策变化，而忽视了长期内的成本降低潜力。

### 5 提升煤矿企业降本增效管控的措施

1. 建立完善的成本管理制度。首先，企业应确立明确的成本管理目标，明确降本增效的具体目标，如降低采矿成本、提高生产效率、减少资源浪费等，确保降本增效目标与企业的长期战略相一致。其次，建立成本分析和数据收集体系，采用现代化的成本管理工具和软件，确保能够准确、及时地收集和分析各个生产环节的成本数据，了解企业生产具体环节，对成本浪费环节进行及时调整。再次，明确责任与权力，建立明确的责任制度，确保每个部门和员工都知道自己在成本控制中的角色和责任，以便企业内部能够有效地推动改进措施。此外，制定成本控制策略和计划，基于成本分析结果，制定具体的成本控制策略和计划，通过优化采矿流程、引入自动化设备、提高能源效率，并明确实施步骤和时间表。最后，建立监测和反馈机制，定期监测成本控制的进展，并进行评估和反馈。根据反馈结果进行必要的调整和改进，确保成本管理制度不断优化和适应变化的需求。

2. 提高工作人员的成本意识。首先，开展定期的成本意识培训。通过定期的培训课程，向工作人员传达成本管理的重要性以及如何在日常工作中识别和控制成本，帮助工作人员建立清晰的成本意识。其次，设立明确的目标和激励机制。与培训相结合，企业可以制定具体的成本控制目标，并将其与员工的绩效评

估和奖励机制挂钩,以激发员工积极参与成本控制。再次,加强宣传和意识传递。通过内部沟通、会议、海报等方式,持续强调成本控制的重要性,让工作人员深刻理解成本对企业经营的影响,以及每个人在成本控制中的作用。此外,建立跨部门的合作和信息共享机制。鼓励不同部门之间的合作,促使员工跨足成本控制的方方面面。同时,建立成本数据共享平台,让员工能够更好地了解和比较各自部门的成本情况,从而激发竞争意识和改进动力。最后,强调安全和质量的重要性。在成本控制的过程中,鼓励员工在确保安全和质量的前提下,寻找降本增效的方法,以确保企业的可持续发展。

3. 对煤炭生产的技术进行创新。首先,投入研发和创新资金。煤矿企业应该增加对研发和技术创新的投资,建立专门的研发团队,开发更高效的采煤机械、智能化控制系统、环保技术等,以降低成本并提高生产效率。其次,引入先进的技术和装备。煤矿企业可以考虑引进国内外领先的采煤技术和装备,例如,自动化采煤设备、智能化控制系统、数据分析和预测工具等,通过引进技术提高采煤的效率,减少资源浪费,从而有效降低成本。最后,加强技术合作和知识共享。与其他煤矿企业、研究机构和技术供应商建立合作伙伴关系,共享技术和知识。通过合作,可以获取先进的技术信息、经验和资源,加速技术创新的过程。

4. 制定完善的考核评价体系。首先,企业需要明确降本增效的关键目标和战略方向,然后为各个部门和岗位制定与这些目标相符的具体绩效指标。这些指标应涵盖成本控制、效率提升、安全生产、环境保护等关键领域。<sup>[4]</sup>其次,建立一个定期的绩效评估机制,包括内部自评和外部审核,以确保指标的客观性和可靠性。同时,为员工提供明确的绩效评估标准和反馈机制,鼓励他们积极参与降本增效工作。最后,持续改进评价体系,根据实际情况调整和优化绩效指标,确保其与企业的战略目标保持一致,从而实现更好的降本增效管控。

5. 重视资金审批工作和财务管理工作。一方面,资金审批工作应该更加谨慎和透明。企业需要建立严格的审批流程,确保每笔资金的使用都符合企业的战略目标和降本增效计划。审批流程中应包括详细的预算和成本控制计划,以便管理层全面了解项目的资金需求和预期效益。此外,审批过程应包括多个审批层级,以避免单一审批者过于集中的权力,从而减少滥权的可能性。另一方面,财务管理工作应该更加精细和全面。企业需要建立健全的财务管理体系,包括财务规划、

预算控制、成本核算和绩效评估等方面的工作。财务团队应密切监控企业的财务状况,及时发现和解决财务问题。同时,应建立财务报告和分析体系,为管理层提供准确的财务信息,以便他们能够做出明智的决策。此外,财务管理还应注重风险管理,确保企业在降本增效措施中能够应对潜在的财务风险。

6. 加强矿山管理,减少不必要的资源浪费。首先,煤矿企业需要建立严格的矿山规划和布局。通过科学的规划,可以优化矿山的布局,减少采煤工作中的资源浪费,最大程度地提高煤炭的采收率。<sup>[5]</sup>其次,强化资源管理和监控。企业应该利用现代技术,如智能传感器和数据分析,实时监测矿山生产过程,确保资源的高效利用。通过追踪资源的使用情况,企业可以及时发现资源浪费的问题,并采取纠正措施,例如减少过程中的漏损、减少能源浪费等。最后,实行严格的环境保护和安全管理。减少资源浪费不仅有助于成本控制,还有助于降低环境风险和提高安全性。企业应加强环境管理,采取节能减排措施,降低污染排放。

## 6 结论

煤矿企业降本增效管控措施是确保企业生存与发展的必由之路。通过技术创新、成本管理、资源优化、员工培训等措施,企业能够有效提高生产效率,降低生产成本,提高资源利用效率,确保安全和环保生产,实现财务可持续性。这些措施不仅有助于企业在市场竞争中脱颖而出,还有助于推动整个煤炭行业向更加可持续的方向发展。然而,降本增效并非一蹴而就的任务,需要企业的不断努力和 innovation,以适应不断变化的市场需求和环境压力。因此,煤矿企业应将降本增效视为长期发展的战略目标,不断寻求改进和创新,以确保其在未来实现可持续发展的目标。

## 参考文献:

- [1] 常龙,任欢欢,赵磊.浅谈新形势下煤炭企业降本增效管理[J].山东煤炭科技,2015(10):195-196,198.
- [2] 孙占朋,杜艳阳.基于作业成本法核算的煤炭企业降本增效研究——以神东煤炭集团柳塔煤矿为例[J].煤炭经济研究,2018(04):69-76.
- [3] 王娟.煤矿企业降本增效管控措施思考与实践分析[J].纳税,2019(12):194,197.
- [4] 李永勤.煤矿企业降本增效管控措施思考与实践[J].中国煤炭工业,2017(08):61-63.
- [5] 刘怡君.煤矿企业降本增效中内部市场化的运用探析[J].财讯,2023(11):92-94.

# 煤矿机电设备运行状态 大数据管理平台设计

刘艳秋

(安徽恒源煤电股份有限公司设备租赁分公司, 安徽 宿州 235000)

**摘要** 在煤矿生产、运输等环节中, 机电设备发挥着不可忽略的作用, 机电设备运行状态会直接影响煤矿开采作业安全和效率。基于此, 文章以现阶段技术为基础, 构建涵盖煤矿机电设备运行状态数据信息, 且可以智能化管理、自动示警的管理平台, 实现企业设备资源整合和运行数据实时监测, 从而大幅度降低由于机电设备故障导致的煤矿安全事故, 为煤矿开采工作开展营造更为安全的工作环境。

**关键词** 煤矿机电; 设备运行状态; 大数据; 管理平台

**中图分类号**: TD6

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0076-03

煤矿机电设备是矿业生产中不可或缺的关键要素, 其运行状态直接关系到生产效率、工人安全以及矿井整体经济效益。为了更好地实现机电设备的精细化管理, 提高其运行效能, 我们设计了一套煤矿机电设备运行状态大数据管理平台。该平台整合大数据技术, 旨在全面监控、分析和优化煤矿机电设备的运行状态。

## 1 总体设计思路

在各种先进技术支持下, 煤矿用机电设备种类不断增加、运行数据复杂繁琐, 这均导致机电设备管理面临较大难度。基于此, 文章以大数据技术为基础, 基于Hadoop构建煤矿机电设备运行状态管理平台。发挥大数据优势, 实现运行数据智能化管理和自动化分析, 从而实现企业设备资源整合和运行数据实时监测<sup>[1]</sup>。

## 2 煤矿机电设备运行状态大数据管理平台设计方案分析

### 2.1 平台架构

结合上文对总体设计思路的阐述, 该管理平台大体由五个层级组成, 按照从下往上的顺序依次为资源层、数据存储层、平台层、应用层和服务层。每一层级具备独立功能, 彼此之间在逻辑上存在关联, 共同提供智能化服务。具体来看, 资源层是基础组成部分, 是整体平台运行的保障, 所需的运行数据均来自该层级, 主要由硬件设备、人员体系和管理系统三个模块组成。数据存储层的主要目的是存储来自资源层的数据信息, 借助PLM数据库、历史数据库、分布式数据库、云端数据库等分门别类存储数据信息。平台层是机电

设备运行状态大数据处理的关键部分, 其主要由数据采集、数据预处理、分布式存储、数据挖掘和数据可视化几项功能组成, 借助大数据技术, 结合用户需求, 可以智能分析数据。应用层是用户日常应用最广泛的区域, 其包括设备运行状态监控、井下设备实时监控、在线设备数据监测、设备车间维修记录等功能模块, 这种结构化设计, 便于用户直观查找到所需内容, 并且降低系统操作难度。服务层支持各种应用整合, 确保平台各功能可以独立发挥作用, 也可以协同发挥作用。且该层级可以基于实际需求调整应用组成部分, 及时去除不必要的应用模块, 增设新的功能, 这对于提供贴心式服务, 保证系统服务过程透明化有积极作用。

### 2.2 设计中涉及的关键技术

#### 2.2.1 高通量数据管理技术

高通量数据管理技术是指针对大规模产生、采集和处理的数据, 采用先进的管理方法和工具, 以确保数据的高效存储、检索、处理和分析。文章应用HBase分布式数据库, 并且应用RDF数据存储模型作为基础。该技术应用过程中可以有效提升查询结果的准确度, 并且在一定程度上提升查询效率。虽然煤矿机电设备运行状态大数据日益复杂、繁琐, 但基于该技术, 可以实现高效、准确检索和查询<sup>[2]</sup>。

#### 2.2.2 多源数据融合技术

多源数据融合技术是在面对来自不同数据源的多样化数据时, 将这些数据整合为一个一体化的数据集, 以提供更全面、准确的信息。这涉及数据清洗、对齐、特征融合、模型融合等关键步骤。文章借助该技术,

确保中间数据库实现智能化整合,也就是借助中间数据库的对应接口表,确保平台可以从多层次采集设备运行状态,例如结合物料表结构确定设备状态、结合环境因素确定设备运行状态等。基于该技术可以实现数据和企业核心语义结构物理对象结点兼容,也就是进一步展现数据整合优势,避免出现信息孤岛现象。同时,该技术的应用使得平台可以更为准确、详细描述资源,围绕设备运行状态更为全面定义数据资源集,从而确保查询、检索过程中,可以基于表征实现高效筛选,并关联展示设备的各项参数信息。

### 2.2.3 并行化数据处理技术

并行化数据处理技术是通过同时处理数据的不同部分,以提高数据处理速度和效率的技术。文章在平台设计过程中,引入机器学习算法,构建数据清洗模型和数据预警分析模型,发挥智能技术确保数据自动进行预处理,不仅可以更为高效地识别各种类型设备的运行状态,及时获取大数据信息,还可以依据一定特征对数据进行分类。同时,该技术可以在一定程度上修复异常值,提升平台容错率,避免由于系统故障影响管理效果。另外,在设计数据清洗模型时,借助 MapReduce 技术,足以保证数据清洗具备智能化特点<sup>[3]</sup>。

### 2.2.4 数据可视化技术

数据可视化技术是将抽象的数据通过图形化的方式呈现,使人能够更直观、清晰地理解数据的含义。文章在思考管理平台设计过程中,借助 setOption 方法、Sjax 技术等,确保数据信息可以自动化生成图表,如此更便于用户查看信息数据。

## 2.3 功能模块阐述

结合上文阐述,煤矿机电设备大数据管理平台中,为了实现预期目标,充分发挥结构化优势,确保数据采集模块、数据预处理模块、分布式存储模块、数据挖掘模块等充分发挥效用是关键。数据采集模块主要发挥采集信息源的作用,其可以收集来自传感器、企业设备、历史数据及企业其他系统中的相关信息,从

而为数据分析和示警等功能实现奠定坚实的基础。数据预处理模式的主要目的是为平台提供便于计算、分析且格式统一的数据基础,该模块通过设备监控数据建造约简化处理、元数据提取、数据转换等,确保最终结果系统平台内部模型格式,可以完成分析。分布式存储模块是信息存储的主要场所,该部分包含多个数据库,例如分布式数据库、历史数据库等,可以分门别类存储相关信息,且该模块还具备备份功能,可以有效预防信息丢失问题发生。数据挖掘模块主要作用是借助机器学习算法等,智能化依据需求完成数据分析。数据可视化模块包括三方面内容,其中企业运行可视化是展现煤矿企业机电设备信息的渠道,设备运行状态可视化是展示机电设备实时运行数据的主要途径,设备健康状态展示是示警信息展示载体。上述五大模块中又基于具体功能细化为多个子模块,这些模块协同运行、有效衔接,共同组成管理平台<sup>[4]</sup>。

## 3 系统测试分析

为了直观验证文章提出的机电设备运行状态大数据管理平台设计方案的科学性和实用性,文章在此营造测试环境,通过模拟现实应用场景,验证该平台的功能,以直观化数据证明该平台的优越性。

### 3.1 测试平台搭建

在此应用 IBM-S822LC 服务器,搭建 Hadoop 集群。并且设置 1 台虚拟机作为主节点,再设置 2 台虚拟机作为从节点。测试环境硬件配置见表 1 所示。而虚拟机的软件配置见表 2 所示。

### 3.2 RDF 数据存储模型试验验证

为了验证 RDF 数据存储模型的实用性能,在此应用文章提出的平台架构方案,搭建管理平台,应用平台加载、解析大量 RDF 数据。涉及的数据来自经过设备运行状态大数据平台处理后的 RDF 数据<sup>[5]</sup>。为了直观展示存储性能,在此以传统的基于 Oracle 集群的平台为对照组进行对比试验,最终所得结果如图 1 所示。

表 1 平台集群硬件配置总结表

名称	主节点	从节点 1	从节点 2
操作系统		Ubuntu 16.04 LTS	
主频		3.6GHZ	
处理器核数		4 核	
内存		8G	
硬盘容量	100G	80G	80G

表2 虚拟机软件配置总结表

节点名称	主节点	从节点 1	从节点 2
主机名称	master	Slave1	Slave2
IP	192.168.88.135	192.168.88.130	192.168.88.131
Eclipse	安装		不安装
Jdk、ssh		安装	
Hadoop 版本		Hadoop2.6.0	
HBase 版本		HBase1.2.6	
功能	管理、控制		存储、计算

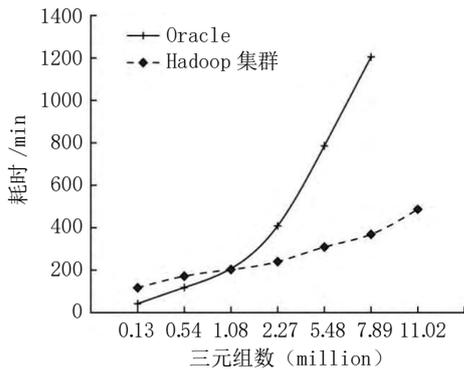


图1 RDF数据解析和加载时间对比图

结合图1可知,虽然在三元组成低于1.08百万时,Oracle系统更具有优势,效率更高,但当三元组数据量超过1.08百万时,文章提出的方法具备明显优势,且随着数据量增大优势更为明显。

### 3.3 并行化数据处理模型试验验证

在此借助搭建的测试环境,对提出的管理平台并行化数据处理效果进行检验。通过在搭建的平台上对设备运行状态大数据进行清洗、降噪和缺失值修复,验证相关模型的应用性能<sup>[6]</sup>。将基于时间序列的清理模型设为对照组,从而直观展示模型价值。最终所得结果如图2所示。

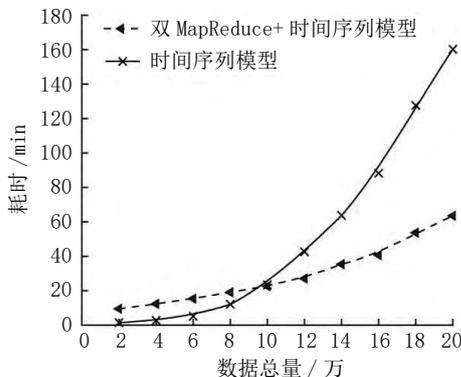


图2 数据清洗时间对比图

结合图2来看,在数据量低于10万时,基于时间序列的模型更具备优势,但随着数据量增加,文章提出的模型优势日益明显。

### 4 结语

文章结合实际需求,基于Hadoop搭建煤矿机电设备运行状态大数据管理平台,该平台采用结构化设计模式,通过细化功能模块,确保各功能划分合理且便于用户应用。

最后,为了验证文章提出设计方案的应用价值,通过搭建测试环境的方法,采取对比验证模式对系统功能进行检测。

结果证明,该方案可以大幅度提升数据管理能力和管理效率,最大限度地避免出现由于机电设备故障导致的安全事故。

### 参考文献:

- [1] 关伟.煤矿机电设备自动化管理平台设计研究[J].煤炭新视界,2023,11(01):67-69.
- [2] 钟超能.自来水厂机电设备技术管理的创新思路探究[J].模型世界,2023,25(10):52-54.
- [3] 梁志开,江志明,李甘,等.基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台研究[J].水利水电快报,2023,44(09):116-122.
- [4] 包丽琦.基于.net core的收放装置数据管理分析软件设计[J].长江信息通信,2023,36(09):118-120.
- [5] 廉智勇.浅谈基于物联网的煤矿机电设备智能管理平台设计[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(16):57-58.
- [6] 刘振华,徐绪堪.基于物联网的煤矿机电设备智能管理平台设计[J].工矿自动化,2019,45(04):101-104,108.

# 建设工程施工现场的变更签证管理

刘 松

(安徽医科大学, 安徽 合肥 230032)

**摘 要** 本文主要探讨了建设工程施工现场变更签证管理的相关问题。首先介绍了施工现场变更签证管理的基本原则,包括实事求是、客观公正、责权一致等。其次提出了实施施工现场变更签证管理的策略,包括及时完整地处理变更签证、控制签证费用和加强工程合同管理等。最后,为优化施工现场变更签证管理流程,提出了建立健全变更签证管理制度、严格履行变更签证程序和加强设计变更的审核管理等保障措施。本文旨在通过这些措施能够提高施工现场的管理水平,减少工程纠纷,降低项目风险,提高企业的经济效益和社会效益。

**关键词** 建设工程; 施工现场; 变更签证; 管理流程

中图分类号: TU71

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0079-03

建设工程施工过程中,由于各种原因会出现设计变更和现场签证,而这些工作的顺利进行需要完善的变更签证管理来保障。建设工程项目涉及范围广、内容复杂,建设工程的投资规模大、工期长,具有投资多、周期长、风险高等特点,容易发生各类工程纠纷和矛盾,而这些问题会给建筑企业造成较大的经济损失。施工现场变更签证管理是影响工程造价的关键因素之一,通过合理有效的变更签证管理能够提高建筑企业的经济效益。在建设项目中,变更签证管理是一项涉及多个部门和多个环节的工作,只有通过及时完整地处理变更签证,才能实现工程造价控制的目标。

## 1 施工现场变更签证管理概述

在建设工程施工现场的变更签证管理中,管理的核心在于对施工现场的实际情况进行及时、准确、全面的了解,并在此基础上进行合理的调整和处理。施工现场的变更签证管理不仅涉及工程的质量、进度和成本,更直接关系到各方的经济利益和责任<sup>[1]</sup>。因此,实施有效的变更签证管理,对于保障项目的顺利进行,提高企业的经济效益和社会效益具有重要意义。

## 2 施工现场变更签证管理的基本原则

### 2.1 实事求是、按实结算

在建设工程施工现场的变更签证管理中,实事求是是最基本的原则。所有的变更签证都应以实际情况为基础,真实反映施工现场的实际情况,确保变更签证的有效性和准确性。任何虚假的变更签证都会导致管理失效,给企业带来经济损失和法律风险。因此,实事求是的原则是施工现场变更签证管理的基石。

### 2.2 客观公正、责任明确

在施工现场的变更签证管理中,必须遵循客观公

正的原则<sup>[2]</sup>。管理团队应保持中立和客观的态度,不受任何外界因素的影响,确保变更签证的公正性和合理性。同时,对于变更签证的责任应进行明确的界定,防止责任推诿和纠纷的产生。

### 2.3 责权一致、分级负责

在变更签证的管理中,应确保责权一致,即承担责任的人应同时拥有相应的权力。各级管理人员应明确自己的职责和权限,确保管理工作的有效性和顺畅性。同时,应建立分级负责的管理体系,使各级人员各司其职,共同完成变更签证的管理工作。

## 3 建设工程施工现场变更签证管理的实施策略

### 3.1 变更签证要及时、完整

在建设工程施工现场,变更签证管理是一项至关重要的工作<sup>[3]</sup>。为了确保施工进度不受影响,并提高管理的准确性和有效性,相关人员必须注重变更签证管理的及时性和完整性。

一旦出现需要变更签证的情况,相关人员应迅速进行记录和处理。时间就是金钱,拖延可能会带来更多的麻烦和成本增加。及时的变更签证能够确保施工进度不受阻碍,降低因变更签证问题导致的工期延误风险。

同时,变更签证的内容应完整、详细。记录变更签证时,应包括时间、地点、原因、涉及人员等信息,以便于后续的审核和处理。任何信息的遗漏都可能导致管理上的混乱和不必要的纠纷<sup>[4]</sup>。因此,确保变更签证的完整性对于提高管理的准确性和有效性至关重要。

### 3.2 严格控制签证费用

签证费用是指因施工过程中的变更而产生的额外费用,其管理对于保障企业的经济效益至关重要<sup>[5]</sup>。

因此, 管理人员需要深入了解施工现场的实际情况, 对签证费用进行准确的评估和审核, 防止出现虚报、多报的情况。

1. 管理人员需要对施工现场进行实地考察, 了解施工进度和变更情况, 以便对签证费用进行准确的评估。同时, 管理人员还需要对施工合同、图纸、技术规范等文件进行仔细审查, 确保签证费用的合理性和有效性。

2. 管理人员需要对签证费用进行严格的审核。在审核过程中, 应重点关注签证事项的真实性、必要性和合理性, 防止出现虚假签证或过度签证的情况。对于存在疑问的签证费用, 应进行深入调查和核实, 确保其合理性和准确性。

3. 需要定期对签证费用进行统计和分析。通过对签证费用的统计和分析, 可以及时发现并处理异常情况, 防止出现签证费用的浪费和不合理支出。同时, 还可以通过数据分析和趋势预测, 为企业未来的项目管理提供有益的参考和借鉴。

4. 为了更好地控制签证费用, 企业需要建立完善的签证管理制度和流程。通过明确签证的申请、审核、批准和执行等各个环节的责任和要求, 确保签证费用的合理性和规范性。同时, 还需要加强对签证管理人员的培训和教育, 提高其业务水平和责任心, 以确保签证费用管理的科学性和有效性。

### 3.3 加强工程合同管理

工程合同作为变更签证管理的法律依据, 对于保障企业的合法权益具有不可替代的重要意义。为了实现这一目标, 企业在签订工程合同时必须对变更签证的条件、程序和责任进行明确的约定, 确保合同内容清晰、具体, 防止因模糊不清而引发纠纷。

1. 企业在签订工程合同时应对变更签证的条件进行明确约定。变更签证是指在施工过程中因设计变更、施工条件变化等原因引起的工程量或工程项目变化。这些变化可能导致工期延误、成本增加等问题, 因此在合同中应对变更签证的条件进行明确规定, 例如哪些情况下允许变更签证、哪些情况下不允许等。这样可以确保在施工过程中出现类似情况时, 各方能够依据合同约定进行操作, 避免了因约定不明而产生的纠纷。

2. 工程合同中应对变更签证的程序进行明确约定。变更签证往往涉及工程量、单价、总价等多方面的变化, 需要经过严格的审批程序。因此, 在合同中应对变更签证的提出、审核、批准等程序进行明确规定。例如, 应规定在何种情况下应由哪一方提出变更签证申请、申请时应提交哪些材料、审核和批准的流程和时限等。这样可以确保在施工过程中出现变更签证的情况时,

各方能够按照规定的程序进行操作, 提高了合同的执行效率, 减少了因程序不规范而产生的纠纷。

3. 应完善资料管理。资料管理是施工现场变更签证管理的基础工作之一。完善资料管理, 确保资料的完整性和准确性, 对于提高管理效率和保障企业利益至关重要。此期间应建立健全的资料管理制度, 明确各类资料的收集、整理、归档和保管等方面的要求和流程。这包括施工图纸、技术规范、施工日志、验收记录、变更签证申请和处理记录等各类与施工现场相关的资料。同时还应指定专人负责资料的管理工作, 确保资料的完整性和准确性。负责人应对资料进行定期的整理、分类和归档, 并确保所有资料都有备份, 以防止资料丢失或损坏。同时, 应定期对资料进行审查和更新, 确保资料与施工现场的实际情况保持一致。

## 4 优化施工现场变更签证管理流程的保障措施

### 4.1 建立健全变更签证管理制度

为了提高施工现场变更签证管理的水平, 建立健全相应的管理制度是至关重要的。管理制度应该对变更签证的范围、标准、程序和责任等进行明确的规定, 确保管理人员在执行时有章可循、有据可查。这样可以避免因管理不善而导致的混乱和不必要的损失。

1. 对于变更签证的范围, 管理制度应明确规定哪些情况下可以进行变更签证, 哪些情况则不能。这样可以确保所有相关人员都清楚自己的责任和义务, 避免出现管理上的漏洞。

2. 对于变更签证的标准, 管理制度应明确规定签证的依据和条件。这包括签证所需的文件、资料和审批流程等。只有当所有必要条件都得到满足时, 才能进行签证。这样可以避免因标准不清晰而导致的争议和纠纷。

3. 管理制度应明确规定变更签证的程序和责任。这包括签证申请的提交、审批、执行和监督等环节。每个环节的责任人都应该清楚自己的职责和权限, 以确保整个程序的顺利进行。

4. 为了确保变更签证管理制度的有效实施, 应对相关人员进行培训和指导。这包括对管理人员进行制度培训, 使其深入理解制度的内容和要求, 明确自己的管理职责。同时, 还应定期对制度进行评估和修订, 以适应施工现场的变化和管理需求的变化。只有这样, 才能确保变更签证管理制度始终保持其科学性和有效性。

### 4.2 严格履行变更签证程序

在施工现场的变更签证管理中, 管理人员的责任重大。管理人员需要严格按照规定的程序进行操作, 确保变更签证的及时性、完整性和准确性。为了达成

这一目标, 管理人员需要认真履行自己的职责, 加强对施工现场的监督和检查。

首先, 管理人员需要确保变更签证的及时性。施工现场的情况是复杂多变的, 经常会有一些突发情况需要处理。在这种情况下, 管理人员需要及时做出反应, 对施工计划进行适当的调整, 并办理相应的变更签证。这样可以保证施工进度不受影响, 防止因处理不当而造成不必要的损失。

其次, 管理人员需要确保变更签证的完整性。变更签证的内容应该全面、详细, 包括变更的原因、范围、影响以及处理措施等信息。这样可以保证变更签证的有效性, 为后续的施工和管理提供可靠的依据。同时, 管理人员还需要对变更签证的完整性进行审查, 确保没有遗漏任何重要的信息。

最后, 管理人员需要确保变更签证的准确性。在办理变更签证时, 管理人员需要对施工现场的情况进行认真调查, 了解实际情况, 避免出现虚假变更签证的情况。同时, 管理人员还需要对变更签证的准确性进行审查, 确保其真实反映施工现场的情况。

为了防止出现虚假变更签证的情况, 管理人员还需要加强监督和检查工作。管理人员需要对施工现场进行定期巡查, 了解施工进度和存在的问题。同时, 管理人员还需要对变更签证的办理过程进行监督, 确保其按照规定的程序进行操作。如果发现违规行为, 需要及时纠正, 并追究相关人员的责任。

#### 4.3 加强设计变更的审核管理

设计变更无疑在施工过程变更中扮演着重要角色, 甚至可以说是导致施工现场变更的主要原因之一。这就使得对设计变更的审核管理成为优化施工现场变更签证管理的关键环节。一旦在施工过程中出现设计变更, 必须立即进行审核和处理, 以免影响工程进度和增加不必要的成本。

在对设计变更进行审核时, 应从多个角度出发, 包括经济性、合理性和可行性等, 全面评估其影响。这样做的目的是为了防止因设计变更而导致工程成本的飙升和工期的严重延误。这样的审核管理, 不仅能保证施工的顺利进行, 更能确保项目的经济效益和社会效益。

此外, 加强与设计单位的沟通和协调也是必不可少的。只有设计单位和施工单位紧密合作, 共同应对设计变更问题, 才能更有效地完成设计变更的管理工作。这样的合作不仅可以提高工作效率, 也可以增强工程质量, 确保项目能够按时交付, 达到预期的效果。

因此, 对于施工单位来说, 对设计变更的审核管理是一项至关重要的工作。这不仅需要施工单位具备

专业的管理团队和技术人员, 还需要有健全的管理制度和规范的操作流程。只有这样, 才能真正做到对设计变更的有效管理, 从而优化施工现场的变更签证管理。

#### 4.4 强化施工现场变更签证管理人员的培训与考核

在施工现场的变更签证管理中, 管理人员的素质和能力是至关重要的。为了提高管理人员的专业水平和工作能力, 强化施工现场变更签证管理人员的培训与考核是必要的措施。通过培训和考核, 可以帮助管理人员更好地理解 and 掌握变更签证管理制度, 提高其执行能力和应对能力。

1. 培训是提高管理人员素质的重要途径。培训内容应包括变更签证管理制度、管理流程、审核要点、常见问题处理等方面。通过系统性的培训, 使管理人员能够全面了解变更签证管理的相关知识, 明确自身的管理职责和工作要求。同时, 培训还可以增强管理人员的责任心和执行力, 提高其应对复杂情况的能力。

2. 考核是检验管理人员工作成果的重要手段。定期对管理人员进行考核, 可以了解其工作状态和工作成果, 及时发现存在的问题和不足。考核标准应与变更签证管理制度的要求相一致, 以确保考核的有效性和公正性。通过考核结果分析和反馈, 可以帮助管理人员发现自身存在的问题和不足, 促进其改进和提高。

### 5 结语

建设工程施工现场的变更签证管理是一项涉及多个方面、多个环节的工作。为了提高管理水平、减少工程纠纷、降低项目风险和企业的经济效益和社会效益, 应遵循实事求是、客观公正、责权一致等基本原则, 实施有效的策略和保障措施。通过及时完整地处理变更签证、控制签证费用和加强工程合同管理等策略, 以及建立健全管理制度、严格履行程序和加强设计变更审核管理等保障措施, 可以优化施工现场的变更签证管理流程, 提高管理效率和质量。

### 参考文献:

- [1] 邵光院. 设计变更和工程签证管理及对造价的影响[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(07): 175-177.
- [2] 罗艺梅. 全过程跟踪审计在工程项目变更签证管理与控制中的应用[J]. 房地产世界, 2022(23): 128-130.
- [3] 连少芬. 基于建设单位视角的工程变更与现场签证控制研究[J]. 四川水泥, 2022(09): 75-77.
- [4] 韩明炎. 政府投资建设项目中设计变更与现场管理[J]. 四川建材, 2021, 47(12): 182-183.
- [5] 谢安宁. 论设计变更、现场签证对控制工程造价的影响[J]. 住宅与房地产, 2021(18): 84-85.

# 信息化技术在水利工程管理中的运用

杨屹

(安徽省淠史杭灌区管理总局红石嘴管理处, 安徽六安 237000)

**摘要** 新时代,我国水利事业快速发展,在此过程中,水利工程管理的信息化建设也在不断进步,但是由于水利工程管理本身涉及的内容较多、难度较大,因此必须考虑到信息化技术的全面创新,以先进信息化技术为基础,保障水利工程管理质量的进一步提高。信息化技术在水利工程管理中的科学应用不仅能够确保信息传递的准确性,也能够通过信息分类管理,实现科学严谨的水利工程管理,在资料传输以及后期维护方面提供便利性,也能够持续提高数据的处理效率,避免由于人为因素造成的误差。在实际应用过程中,卫星遥感技术、计算机仿真技术、数据库技术和网络通信技术等技术逐步有效应用。基于此,本文分析信息化技术的应用价值,探索其有效应用路径,旨在为相关人员提供参考。

**关键词** 信息化技术; 水利工程管理; 卫星遥感技术; 计算机仿真技术; 数据库技术

**中图分类号**: TV5

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0082-03

科学技术不断发展和进步,信息化技术在社会各领域得到有效普及,尤其是在水利工程管理方面,信息化技术发挥了极大作用,对促进水利工程管理整体水平提升产生了积极推动作用。水利工程管理信息化技术不可或缺,无论是前期的建设施工还是后续的运行维护,这些都离不开信息化技术的有力支持,在合理利用信息化技术的情况下,水利工程管理效率能够得到极大提高,在全面优化区域范围内水资源全面应用的同时,能够真正保障水利工程管理的可持续发展,为保障民生奠定坚实的基础。信息化技术作为水利工程管理中的基础技术,其本身与水利工程管理整体质量息息相关,在有效推广信息化技术的情况下,水利工程管理能够真正提高数据处理效率,在施工环节、运行维护环节等各方面降低成本,确保水利工程项目整体质量,为促进水利工程的可持续发展提供保障。目前信息化技术在水利工程管理中的运用仍然面临着一些问题,主要表现在缺乏统一的信息化技术标准,对信息化技术应用投入不足,管理制度建设缺乏信息化特点,以及信息化技术人才储备不足等方面。基于此,全面推进信息化技术在水利工程管理中的深入应用尤为重要。

## 1 水利工程管理中的常见信息化技术

### 1.1 卫星遥感技术

卫星遥感技术应用于水利工程管理,不仅能够提高水利工程管理整体水平,同时能够在数据采集以及环境监测等方面起到积极的推动作用。卫星遥感技

术通过卫星实时监测的形式,将水利设施运行情况传输至控制中心,在及时发现水利工程项目实际问题的情况下,制定具有针对性的解决策略,通过对卫星遥感技术的全面应用使得相关数据更加真实,并且能够起到动态监测的良好效果<sup>[1]</sup>。此外,基于卫星遥感技术的积极影响,能够将水利工程管理中的普遍问题进行集中处理,借助管理预警软件平台进一步保障水利工程整体质量。

### 1.2 计算机仿真技术

计算机仿真技术在水利工程管理中的应用能够起到提高水利工程规范性和高效性的价值作用,通常来说,企业需要在水利工程建设之前对施工阶段可能发生的问题进行监测和提前设计,并制定相应的应急方案,对工程相关参数做好采集分析,才能保障施工过程的顺利开展<sup>[2]</sup>。运用计算机仿真技术能够在施工管理中对相应施工方案进行调整和优化,既要保障施工的实用性,同时也要在水利施工管理中建立起相应的模型,通过对不同数据的集中汇总,使得施工过程更加简洁,工程技术人员能够起到降低计算强度,在搭建模型的同时减少由于数据运算导致的时间分配不均。

### 1.3 数据库技术

在信息化时代背景下,水利工程项目管理中的各类型数据需要采用信息化手段进行储存以及收集。运用数据库技术能够提高资料的准确性,在建立数据库的情况下,对水利工程项目的各个参数以及实际建设情况进行汇总,由专业人才进行管理,使得各项数据

能够第一时间得到有效调动,为后续水利工程项目建设奠定坚实的基础。此外,数据库技术的应用还能够在水利工程管理中,对相应数据进行分析处理,在建立数据库的同时形成相应的建设经验,为各级水利单位提供数据参考,在不断更新数据库的情况下能够避免由于数据分析不当而产生的水利工程建设管理问题。

#### 1.4 网络通信技术

网络通信技术的应用能够提高通信效率,在水利工程管理中必须关注网络通信技术的重要价值,保证工程数据传输和工程项目管理相适应<sup>[3]</sup>。网络通信技术的使用能够帮助施工企业全面了解区域内所有水利工程项目的基本情况,并且实现对水利工程管理的信息共享,将大量信息进行高效率传输,能够使得信息数据更加科学严谨,在施工企业对水利数据以及相关项目模型做出有效应用的情况下,真正提高水利工程管理整体实施效果。

### 2 信息化技术在水利工程管理中的运用价值

#### 2.1 有利于节约水利工程资源消耗

水利工程管理本身是一项系统性的工作,在前期水利工程建设方面需要考虑到多方因素,由于水利工程项目本身施工周期长,而且施工难度大,因此需要耗费大量的财力物力。通过信息化技术在水利工程管理中的全面应用,能够借助信息化技术对工程进行项目化分解,在做好统筹规划的情况下,保障管理者对工程项目建设情况的深入了解,无论是工程项目周边的水文地理自然景观等因素,还是对水利工程项目规划及建设进度,这些都能够信息化技术的辅助下得到有效总结,为提高水利工程管理工作中的成本控制水平奠定基础。

#### 2.2 有利于提高水利工程管理效率

依据水利工程本身的特征,信息技术的合理运用能够为水利工程的管理提供助力,大多数情况下,一些大型的水利工程通常放置到城市郊区,在这样的环境下能力管理维护效率低且难度大。在有效运用信息化技术的情况下,针对大型水利工程的管理能够得到进一步优化,例如,依据先进的传感器、数据传输的装置,可以对水利工程进行全方位监测,水利工程中各个方面的数据信息能够从中得到有效收集,并且发送至计算机系统,以帮助检测人员及时发现水利工程中可能存在的问题,借助信息化技术第一时间作出应对,同时也能够预防出现水利工程运行问题。

#### 2.3 有利于保障水利工程功能性

水利工程作为一项重要民生工程,其建设目的在

于实现水资源的合理分配,避免出现水资源浪费等情况。信息化技术与水利工程管理的充分结合,可以对水利工程的内在价值做出有效评估、统计,并在经过大量的数据分析对比之后,可以对相关的工程进行有效修正,及时规避水利工程管理中的潜在风险,同时也能够通过优化水利工程管理的形式,保证水利工程功能性的进一步实现,在紧密关注水利工程管理核心价值的情况下,真正实现水利工程应有的功能价值。

#### 2.4 有利于提高水利工程安全性

不同水利工程项目所处的地理位置不同,其建设情况也各不一样。随着信息化技术的不断发展成熟,在水利工程管理方面也能够起到重要的监测效果,在确保水利工程安全性方面能够产生积极的推动作用<sup>[4]</sup>。信息化技术的应用能够提高精确度,在各项水利工程施工管理中运用信息化技术能够保障水利工程相关数据的有效监测,在动态监测的过程中提高精确度,避免出现信息误判等问题。水利工程管理中的信息化技术具备抗干扰性强的优势,能够避免由于人为失误导致的安全监测问题,在信息系统功能的辅助下,水利工程管理安全性也能得到提升。

### 3 水利工程施工管理中运用信息化技术的问题

#### 3.1 信息化技术标准缺乏统一

现阶段随着水利工程施工项目的不断建设和发展,在信息化技术的应用和推进方面取得了卓越成就,但是仍然面临着一些问题,运用信息化技术进行管理的情况下,需要基于大量软件和数据进行处理,但是目前关于信息化技术的相关软件开发和硬件配置仍然具有较为明显的复杂性,不同厂家提供的解决方案不同,由此导致信息化技术应用中数据容易出现不统一的情况。再加上缺乏明确信息的信息化技术及数据的管理标准,由此影响了信息化技术的推广和应用效果<sup>[5]</sup>。此外,针对相关信息化技术应用,缺乏明确的管理制度支持,在信息化技术应用中对管理标准的建构仍然有待优化,由此导致设备之间不能直接互联互通,影响数据传输的整体效率。

#### 3.2 信息化技术应用投入不足

现阶段关于信息化技术的应用中,对信息化技术基础设施配置仍然有待优化,一方面表现在资金投入较为有限,另一方面则表现在信息化技术应用缺乏前瞻性。从资金投入的角度来看,目前水利管理部门在信息化建设方面的专项资金投入相对有限,资金来源单一,再加上管理制度不完善,容易导致水利工程施工管理的信息化建设相对混乱,很难真正形成规模化效应。

在信息化建设规划方面,对软件的选择以及对硬件设施的配置缺乏严谨性,没有真正考虑到水利工程项目的实际需求,由此影响了信息化技术应用的进一步优化。

### 3.3 信息化技术人才储备不足

高素质人才是水利工程管理的重要推动者,在信息化时代背景下,部分水利管理部门对高素质人才培养缺乏应有的重视和关注,同时精通水利工程管理和信息化技术的专业人员较为缺乏,由此导致信息化技术在水利工程管理中的推进受到较大影响。随着信息化技术的不断发展成熟,水利工程管理中对相关系统维护以及数据共享的需求正在不断增加,在缺乏高素质人才的情况下,很难真正推进信息化技术的进一步渗透,最终影响了水利工程项目的全面优化。在高素质人才缺失的情况下,水利工程管理信息化的建构难以实现预期成效。

## 4 信息化技术在水利工程管理中的运用策略

### 4.1 建立统一的信息化技术标准

建构明确统一的水利工程管理信息化技术应用标准是实现科学管理的关键所在,因此必须考虑到水利工程管理中信息化技术本身的应用价值,结合当前市面上广泛应用的软硬件设施,推进各单位实现有效协同,在数据采集、数据共享、平台建设等方面形成相互认可的标准。信息化技术在水利工程管理中的应用必须建立起明确的管理体系,对信息化技术的相关应用方式以及操作流程做好有效规范,在信息化技术使用方面能够建立相应的管理制度和标准,使得水利工程管理更加科学严谨,在实现信息化技术综合价值的情况下,保障水利工程管理的整体效果。

### 4.2 优化信息化技术软硬件配置

加强信息化技术的基础设施建设,能够满足水利工程管理的各项要求,因此必须在信息化技术的普及推广中格外重视基础设施的配置和优化,无论是开发软件资源还是做好硬件设施建设,都需要突出水利工程管理的实际需求,在充分保障基础设施建设落到实处的前提下,为信息化技术的全面应用奠定基础。基础设施建设需要与水利工程管理本身的规划相适应,一方面做好前期准备,在水利工程项目规划中,对硬件设施进行规划处理,并且做好相应的安装及调试;另一方面也要在后期维护保养环节,尝试利用信息化设施提高维护保养整体效果以增强信息化技术的应用。实际上,对信息化技术软硬件设施配置必须与时俱进,在充分保障水利工程管理建设资金的情况下,对相应资金项目进行专门监管,确保各项基础设施能够得到全面建成<sup>[6]</sup>。

### 4.3 加强水利工程信息化人才培养

水利工程管理中信息化技术人才培养必须与时俱进,在充分关注水利工程管理核心要求的情况下,从人才引入和人才培养两个方面出发。一方面引入具备水利知识和信息化技术的复合型人才,吸引优秀人才投入水利工程管理;另一方面也要针对信息化技术的实际应用需求,对相关水利工程管理人员进行培训,格外关注信息技术知识的培训,使得高素质人才能够在水利工程管理中发挥重要推动作用<sup>[7]</sup>。此外,水利工程管理还应重视对相关工作人员的考核,将能否具备信息化技术作为重要的考核依据,以推动水利工程管理队伍整体信息素养的全面提升。在水利工程信息化人才队伍建设取得预期成效的情况下,保证水利工程管理各项工作能够真正落到实处,以信息化技术为推动力增强水利工程管理整体效果,在高素质人才的有效推动下提供水利工程管理质量。

## 5 总结

全面优化水利工程管理中信息化技术的全面应用,是保障水利工程管理整体质量的关键,也是促进水利工程管理信息化建设的基本要求。水利工程管理必须关注信息化技术的核心价值,在基础设施建设人才队伍建设管理制度建设等各方面做新的尝试,真正突出信息化技术的重要价值和作用,使得水利工程管理信息化水平得到进一步提高。在保障水利工程项目有序运行的情况下,真正发挥水利工程项目的重要价值,在农业工业各领域实现应有效果,真正造福百姓。

## 参考文献:

- [1] 王丽霞. 信息化技术在水利工程施工管理中的应用探究[J]. 城市建设理论研究(电子版),2022(27):36-38.
- [2] 房广云. 探索信息化时代背景下的水利工程管理方法[J]. 中国新通信,2022,24(14):44-46.
- [3] 王志航. 农田水利工程施工管理中信息化技术的应用[J]. 新农业,2022(10):64.
- [4] 乌云高娃. 信息化技术在农田水利工程施工管理中的应用[J]. 农业工程技术,2022,42(06):68-69.
- [5] 罗逸铭,李连国,张李荪,等. 信息化技术在小型水利工程运行管理中的应用[J]. 江西水利科技,2022,48(01):20-23.
- [6] 赵波. 信息化技术在农田水利工程施工管理中的应用分析[J]. 南方农业,2021,15(23):227-228.
- [7] 刘凤军. 刍议信息化技术在农田水利工程施工管理中的应用[J]. 农业工程技术,2021,41(15):63,67.

# 高速公路沥青路面施工技术与管理控制

余沛东<sup>1</sup>, 戚梦佳<sup>1</sup>, 王宇洋<sup>2</sup>, 董玘玘<sup>2</sup>, 姚俊凯<sup>2</sup>

(1. 宁波招商公路交通科技有限公司, 浙江 宁波 315000;  
2. 浙江交工高等级公路养护有限公司, 浙江 杭州 310000)

**摘要** 本文针对公路沥青路面施工技术及管理控制进行了深入研究。首先, 对沥青路面的施工材料配置拌和技术、沥青摊铺技术、沥青路面压实和接缝处理技术以及沥青混合料碾压技术进行了详细阐述。其次, 从原材料采购、施工机械设备、沥青混合料制备、质量检验和质量评测等多个方面提出了具体把控质量的举措。最后, 通过案例分析, 验证了所提措施的有效性, 在确保公路沥青路面提升施工质量的同时, 也提升了工程经济效益。

**关键词** 公路工程; 沥青路面; 材料配置拌和技术; 沥青摊铺技术; 沥青混合料碾压技术

中图分类号: U416

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0085-03

沥青路面作为高速公路的主要构造之一, 其施工质量对于保障道路的长期使用和行车安全至关重要。本文主要对沥青路面施工技术和质量控制进行深入研究, 提供一套科学和有效的质量控制方法, 以推动我国公路建设质量的提升。

## 1 公路沥青路面施工技术

### 1.1 材料配置拌和技术

沥青路面的沥青混凝土配合比配置和技术是保障工程项目施工路面质量的重要支撑, 尤其在高速公路的施工方面, 施工材料配置要求和技术要求显得尤为重要。配合比设计的目的是为了精准把握沥青混凝土等材料中各个组成部分的占比, 从而在工程施工路面的强度、耐久性及其稳定性上满足对品质的要求。衡量沥青路面工程项目施工质量高低的关键环节, 首先在于在采购的原材料上是否符合相关的指标要求及施工现场操作人员的技术水平是否合格。在工程项目施工开始前, 要对采购的原材料进行充分、详细的检验并从各个原材料用量上进行准确的计算, 另外还要充分掌握各个原材料之间的相互关系及搅拌融合之后的相互影响, 来进行科学的计算和调整, 进而确保原材料品质和用量配比符合科学逻辑的相关设计要求。其次, 对工程项目材料配置拌和的技术人员要做到专人负责, 技术专业人员要定期参与相关技术层面的学习和培训, 能灵活掌握和应对在施工过程中遇到的问题。比如, 技术专项负责人在进行拌合作业时, 应根据使用原材料和添加颗粒材料的尺寸大小来科学调配冷料搅拌的转速, 保证搅拌器械的转速与相关规定转

速保持一致。与此同时, 还需要制定科学的抽检程序, 让施工现场的技术人员对拌合料的品质进行抽检作业, 只有保证被抽检的拌合物在通过检查并达到相关指数标准后才可以的施工中使用。另外, 在抽检环节, 还要例行对沥青混合料的温度、表面、密度、油石比例等项目进行抽检, 保障整体品质标准符合设计要求和规范标准<sup>[1]</sup>。如一旦在抽检环节发现不达标的拌和料, 需立即做出调配方案, 尽可能避免对工程施工的品质造成不利影响。

### 1.2 沥青摊铺技术

在沥青摊铺作业正式开始之前, 工程技术人员必须对施工现场进行全面而详尽的评估。这一过程涉及对作业路段的全面路况、潜在的障碍物、交通流量以及其他可能影响施工的因素的仔细研判。在此基础上, 制定出一系列预防措施和应对策略, 以降低施工风险并确保作业的顺利进行。关键控制参数的设定是确保沥青摊铺质量的关键。首先是摊铺宽度的确定, 这需要根据地质条件、材料供应能力以及项目需求来综合决策。通常, 摊铺宽度应控制在两个车道宽度以内, 以防止沥青原材料的离析现象。接着是沥青堆放高度的控制, 应保持在摊铺设备高度的 60% 左右, 并依据实际施工情况适时调整, 以确保摊铺的均匀性。此外, 摊铺速度的调整也是至关重要的, 它需要符合技术规范, 并考虑到环境因素和设备性能。稳定的摊铺速度有助于保证沥青混合料的均匀摊铺, 避免出现速度不一导致的摊铺不均问题。当使用多台摊铺机同步施工时, 合理安排机械间的距离同样重要, 这不仅能够优

化摊铺效果,还能提高施工效率。在整个摊铺过程中,技术人员需要全程监督,在确保沥青摊铺品质的同时,还要对摊铺作业的进度把控到位。最后,沥青路面摊铺质量的关键在于铺摊机的操作原理。摊铺机在施工作业时通过推动沥青材料并用履带将其输送至料仓,从而实现混合材料在施工路面的均匀摊铺,并达到对摊铺路面厚度和密度的精准把控,从而确保路面平整度满足设计要求。

综上所述,沥青摊铺施工需要严格细致的技术管理,只有全面考虑并精细控制每个环节,才能最终确保路面的质量达到预期标准<sup>[2]</sup>。

### 1.3 沥青路面压实和沥青路面接缝处理技术

沥青路面压实技术在高速公路施工中扮演着至关重要的角色,它直接关系到路面的安全性和舒适性。为确保施工中的质量,必须严格遵守相关的施工标准和施工规范,通过对沥青混合料施加外力进行强力压缩,从而提高路面的整体性能。在沥青路面施工过程中,施工缝的处理质量尤为关键,尤其是对纵向和横向裂缝的防治。为了消除纵向裂缝,通常采用两台摊铺机同步并以阶梯方式进行摊铺作业,还需要在摊铺过程中预留一段工作空间,然后使用热接缝进行压实处理,因此可以有效地把纵向接缝消除。在处理横向裂缝时惯用的施工方案是采用平接缝技术,施工人员可以利用直尺进行测量,并且直尺要保持顶部悬空,随后以纵向方向将直尺放到沥青路面上。最后通过直尺和锯缝机的相互协作,共同完成对沥青横向缝的操作。

另外,在使用钢制滚筒压路机对公路沥青路面进行压实作业时,现场施工负责人需要对压路机的行进速度和行进方向进行实时监控,保证对压路机的各项动态操作都在施工人员控制范围内,这样可以有效地保障沥青路面施工作业的高质量和高标准。

### 1.4 沥青混合料碾压技术

在沥青路面施工过程中,沥青混合料的碾压环节对整个工程的质量起到至关重要的作用。因此,对碾压速度和碾压温度给予足够的关注和控制在必不可少的。首先,碾压速度的控制对于沥青混合料密实度的形成和路面的质量具有重要影响。过快的碾压速度可能导致沥青混合料无法充分密实,从而影响路面的承载能力和使用寿命。而合理的碾压速度则可以使沥青混合料在摊铺过程中得到充分压实,形成稳定的结构,

降低后期出现裂缝的概率。其次,控制沥青混合料的温度也是较为重要的一方面。沥青混合料的温度会随着碾压过程逐渐降低,若温度变低,可能会降低沥青混合料的流动性,从而导致摊铺的不充分,对压实效果也会有所影响。所以,应时刻关注施工过程中对沥青混合料温度变化的掌握,保证沥青混合料处于合适的温度下进行碾压作业。最后,沥青混合料摊铺和沥青混合料的碾压要同时进行施工<sup>[3]</sup>。压路机的工作原理及施工作业是通过压路机自重来碾压沥青混合料进而形成摊铺的效果,同时再利用压路机的钢滚筒等设备来确保沥青路面的平整度和密实度。

## 2 沥青路面施工质量控制措施

### 2.1 案例简介

本案例中的某公路工程是一项关键的基础设施项目,全长达到122公里,设计为双向4车道,允许的最高行驶速度为120公里/小时。为了确保车辆在高速行驶时的舒适性和安全性,该路段的施工项目规定使用了沥青混凝土材料来铺设。在工程施工环节,施工团队应坚持把工程质量和建设单位的效益放在首位,严格把控安全质量的各项流程,从而夯实了该项目路段工程的质量并打下了坚实的基础。

### 2.2 原材料的采购和质量控制措施

沥青混合料中所包含的材料有碎石、沥青、混凝土等为主要原料,这也是沥青混合料构成沥青混凝土路面的核心原料。在开工前,施工管理团队首先要对原材料进行抽检作业,从而保证施工所用的原材料符合相关施工质量条件和设计要求,这也是保障路面施工品质的关键环节。为避免在施工过程中出现原材料导致的质量问题发生,应严格把控入场原材料的三证(即产品合格证、质量保证书、检验报告),同时做好对入场材料的复检作业,始终在保证材料各方面质量达标后,才能将入场材料投入使用。在混合料的配置过程中,工程团队还要严格控制混合物的温度,并持续调整以符合设计规范要求,确保混合料出口温度的准确性<sup>[4]</sup>。

### 2.3 沥青路面施工机械设备质量控制措施

在对沥青路面施工质量进行严格控制的过程中,施工设备和施工质量同样重要。在施工中所使用的沥青路面施工设备决定着沥青路面的施工质量。沥青路面施工中负责机械设备管理的人员,需要定期对机械

设备进行全面的检查,并且及时维护机械设备。因此,公路施工人员应对沥青混合料拌和设备、物料输送设备、铺装机械设备和碾压机械设备在沥青路面施工中的使用情况进行全面检查,保障在机械设备的运行中都处于最佳的工作状态。在此基础上,我们在沥青道路工程施工中,在选择和使用机械设备时还要与时俱进,尽可能选择一些技术先进和品质过硬的机械设备,对整体的施工质量有更夯实的基础保障。

#### 2.4 沥青混合料质量控制措施

在沥青拌合作业中,沥青混合料在拌合过程中对温度的把控是该项作业的关键。它确保了级配稳定性和集料干湿程度。出场温度必须遵守规范,以保持混合料在施工过程中的温度可控,防止温度波动影响质量。沥青含量的确定需根据设计和施工要求,涉及沥青类型、标号和总体配比。添加料的精确计量和均匀拌和同样重要,以确保混合料的最佳工作状态和整体性能。取样时,应保证均匀性,选择能反映整个批次质量的取样点,并根据规范进行适当频率和数量的取样,以确保混合料的质量符合标准。

#### 2.5 沥青路面质量检测与质量评定措施

为了能保证在实际项目工程中有效提升施工质量,除了实施严格的质量控制措施,还必须进行系统的质量检测和评定。质量检测主要针对施工中使用的所有材料,包括沥青、碎石、填料、纤维稳定剂等,以确保材料满足技术要求和国家标准,为提高路面工程施工品质奠定基础。检测包括材料的物理和化学性质测试,如沥青的针入度、软化点、延伸度、粘附性,以及集料的粒度分布、抗压强度、吸水率等。施工过程中的监控,如混合料拌和温度、摊铺和压实温度、设备校准等,有助于及时发现问题并防止质量缺陷。施工完成后,质量评定工作对工程的整体质量进行评估,涉及路面结构的外观、平整度、抗滑性、耐久性等指标,全面了解工程状况,为后续维护管理和改进提供依据。

#### 2.6 其他方面的质量控制措施

在沥青路面施工中使用信息技术,不仅能够提升工作效率,在施工期限内完成施工,还能够为质量控制提供极其精确和可靠的数据。引进先进的信息技术,如质量控制硬件系统集成在沥青路面施工中能够为沥青路面在施工质量控制上提供强有力的支持。该硬件系统集成可以实时对归入系统中的沥青路面施工中的所有质量控制点进行检测、控制和管理。通过高精度

的传感器和监测设备,实时采集沥青路面施工过程中的各种数据,如混合料的温度、湿度、密度、沥青的粘度等。通过对采集到的数据进行深入分析,可以实现对沥青路面施工质量的实时监控和预警。质量控制设备集成系统可以对沥青路面施工过程进行实时监控,确保各项施工工序的正确性和规范性。质量控制设备集成系统可以实现数据共享,使得施工单位、监理单位和业主等各方都能够实时了解沥青路面施工的质量情况,从而更好地协调和管理施工过程<sup>[5]</sup>。

#### 2.7 沥青路面施工质量控制的效果

在公路工程沥青路面施工中,我们通过科学方案与资源优化,确保了高质量与经济效益。我们严格检测所有进场材料,确保其符合设计要求和规范标准。利用先进的施工监控设备和技术手段,实时监控混合料的配比、温度和摊铺厚度,并加强施工现场管理,确保各道工序的施工质量。施工结束后,我们对沥青路面进行全面质量检测,验证混合料的配比和性能符合设计规范,最终评定为合格。

### 3 结语

在公路沥青路面施工中,实施有效的质量监督系统至关重要。这样不仅可以有效提高工程项目品质,还可以为工程项目在经济和效益方面提供利益。此外,为了确保工程质量,我们还需构建一套全面的施工管理体制,从而为工程项目在改进施工技术上提供有力支持,并为高速公路沥青路面施工技术与质量控制措施提供有效的科学性及合理性,以促进我国公路工程建设持续、健康的发展。

#### 参考文献:

- [1] 李晓森.公路沥青路面施工技术及其质量控制[J].工程技术研究,2021,06(02):128-129.
- [2] 余程城.公路工程沥青路面施工技术及其质量控制[J].交通世界,2020(Z2):86-87.
- [3] 王银州.公路工程沥青路面施工技术及其质量控制[J].交通世界,2019(16):24-25.
- [4] 陈懿.高速公路沥青路面施工技术和质量控制分析[J].四川建材,2018,44(10):179-180.
- [5] 张岩.高速公路沥青路面施工技术与质量控制[J].山西建筑,2018,44(24):115-116.

# 以计划为导向的电力工程全生命周期管理研究

肖波

(国网湖北省电力有限公司恩施供电公司, 湖北 恩施 445000)

**摘要** 以计划为导向的电力工程全生命周期管理是一种新的管理理念,它强调项目从开始到结束的全过程管理,包括项目的策划、设计、施工、运营等环节。这种管理方式强调的是计划的制定和执行,以及对计划的监控和调整,使得项目能够按照既定的目标和计划顺利进行。基于此,本文将对以计划为导向的电力工程全生命周期管理进行深入研究,希望能为电力工程管理提供有效的理论依据和实践方法。

**关键词** 电力工程; 全生命周期管理; 前期规划; 过程管理; 精益化管理

**中图分类号**: TM73

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0088-03

电力工程作为基础设施建设的重要部分,其规模大、周期长、投资高、技术复杂,对其进行有效的全生命周期管理是保证工程顺利进行的关键。然而,目前的电力工程管理往往存在着一些问题,如项目延期、成本超支、质量不达标等,这些问题往往与项目的全生命周期管理有关。因此,对电力工程全生命周期管理的研究,对于提高电力工程的管理效率、控制工程成本、保证工程质量,以及满足社会对电力工程的期待具有重要的理论和实践意义。

## 1 全生命周期管理的基本概念和意义

### 1.1 全生命周期管理的基本概念

全生命周期管理是在电力工程中的一种全面、系统的管理方法,它覆盖了电力工程项目从概念形成、设计规划、建设实施到运营维护和最终退役等所有阶段。这种管理方法的目标是通过整个项目周期的有效管理和控制,确保项目的各项目标能够顺利实现,同时提高项目的效率和效果。全生命周期管理首先要求在项目开始阶段确定项目的目标和计划,明确项目的需求和预期结果。这个阶段的管理重点是对项目的策划和设计,包括项目的规模、技术方案、投资预算等方面的决策。接着是项目的建设阶段,全生命周期管理的重点在于对项目的施工过程的管理,确保项目的建设按照计划和要求进行,控制项目的成本和进度,保证项目的质量。在项目投入使用后,全生命周期管理转向项目的运营和维护阶段。这个阶段的管理重点是通过维护和改进,确保电力工程的正常运行,满足电力供应的需求。同时,还要对项目进行持续的评估和改进,以提高项目的运营效率和效果。最后,当电力工程到达预定的使用寿命,或者由于其他原因需要

退役时,全生命周期管理还需要对项目的退役和废弃进行管理。这包括对项目的废弃物的处理,对项目场地的恢复等<sup>[1]</sup>。

### 1.2 全生命周期管理的意义

近些年,我国经济持续繁荣、社会不断向前发展,全国城市化进程也在稳步推进,电力工程的规模因此大幅扩大。以2016年天津市蓟州区的电力工程为例,其总施工量相对于2015年提升了64%,同时施工企业和工作人员数量也在逐年增长,其中施工企业数量在2015年的基础上增长超过了20%。然而,传统的电力工程管理方式开始遭遇挑战,难以满足不断增长的电力工程建设需求,管理问题开始显现。这主要体现在以下三个方面:首先,工程信息的共享程度不足:各个施工阶段和专业相对孤立,信息共享情况较差,关联性弱,导致管理人员无法全面掌控项目的进展情况。其次,对工程风险的管理力度不足:缺少有效的风险管理工具,无法预先估计工程施工的潜在风险,只能在风险发生后进行应对和补救,这导致了大量人力和物力的浪费。最后,施工团队的管理手段不完善:施工人员的素质良莠不齐,施工质量并不尽如人意,甚至有可能出现施工事故。为此,光源公司引入了工程管理系统,实施了以计划为导向的电力工程全生命周期管理,这一改变解决了在电力工程全过程中遇到的诸多问题。

## 2 以计划为导向的电力工程全生命周期管理策略

### 2.1 前期规划

前期规划在整个项目的生命周期中起着至关重要的作用。它涵盖了从项目立项到工程实施阶段的各项

计划,这其中包括需求分析、工程设计、预算制定、资源规划、施工计划和风险评估等多个环节。首先,需求分析是前期规划的重要环节。需求分析的目标是确定电力工程所需满足的具体需求,包括电力供应的规模、覆盖范围和服务目标等。这需要对当前和未来的电力需求进行详细的研究,同时考虑因社会经济发展、科技进步等因素可能带来的需求变化。接下来,基于需求分析的结果,进行电力工程的设计。设计阶段需要明确工程的技术方案、设备选型、布局设计等。在此阶段,应充分考虑各种因素,如技术的成熟度、环境影响、设备的可靠性和经济性等,以确保设计方案的可行性和优越性。而预算应包括工程建设、设备采购、人力投入、后期维护等各项费用。在制定预算时,应根据工程的规模和复杂性以及市场价格等因素进行合理估算。预算应具有一定的弹性,以应对可能出现的价格波动和未预见的费用。此外,资源规划也非常重要。资源规划包括人力资源、物资资源和时间资源的规划。人力资源规划应根据工程的技术需求和工作量,确定所需的人员数量和技能等级。物资资源规划则需要根据工程设计和施工计划,确定所需的设备、材料等。时间资源规划应确定工程的各个阶段的起止时间,以确保工程的顺利进行<sup>[2]</sup>。

## 2.2 注重过程管理

以光源公司为例,在光源公司的工程管理系统投入使用之前,信息在各部门和各业务负责人之间并未实现共享。举例来说,专责工程资料的人员只能保证资料的完整和合规,但对于资料的及时更新和与现场实际情况的一致性无法做到实时监控。同时,工程资料对于高层决策的支持作用并未得到充分发挥,这无疑造成了工程资料的浪费。为了改变这一现状,在开发工程管理系统之前,光源公司对现有的工程管理制度进行了重新梳理和整合,以此形成了一套系统完整的工程管理流程。这套流程明确了每个环节的输入要素、输出结果以及明确的职责分工,并生成了多种表单模板。如此一来,每个岗位的职责明晰,管理到位,工作流程更加清晰明了。这不仅提高了工程管理的效率,也使得工程资料能够为决策层提供有力的支持,实现了工程资料的最大化利用。

## 2.3 开展精益化管理

工程管理系统以工程为核心,根据工程的规模大小,将其构建为“工程-工程部分-工程区域”的三层架构。在这个架构中,“工程”包含了所有必须完

成的施工任务;“工程部分”根据各个不同的标段进行划分;“工程区域”是对施工的最小单位进行更细致的划分,如一段电力线路、一个居民区或是一个乡村。在工程启动的阶段,投标和总承包合同通常涉及整个工程;招标和分包合同则与工程部分相关;进入计划和执行阶段,工程计划、进度、资料、变更、验收等环节与工程区域密切关联,由此实现对工程的微观管理。在工程监控的最后阶段,从工程区域开始,逐级向上汇总到整个工程,以实现从具体细节到总体情况的统一管理。以工程区域作为管理的基础单位,可以统一协调和调度每一个区域的建造者、设计者、施工者、监理者等多方参与者,对每个区域的工程成本、质量、进度、材料进行实时的监控,以达到精细化管理<sup>[3]</sup>。

## 2.4 开展风险管理

在电力工程的全生命周期中,可能会遇到各种预料不到的风险,如技术难题、环境变化、政策法规调整等。因此,需要建立有效的风险管理机制,对可能的风险进行预测和应对,减少风险对工程带来的影响。首先,在设计阶段,工程团队需要进行全面的风险评估,包括技术风险、市场风险、环境风险等。如技术风险,可能源于新技术的应用、设计方案的变更等;市场风险,可能由于原材料价格波动、电力市场需求变化等引起;环境风险则可能包括地质条件、气候条件等。对于识别出的风险,需制定相应的预防和应对策略,以降低可能的负面影响。其次,在施工阶段,风险管理则更多地集中在工程质量、工程进度、安全事故等方面。例如,如何确保工程质量,如何防止工程延期,如何避免或减少安全事故等。这需要制定严格的质量控制、进度控制和安全控制措施,并实时监控施工现场的情况,对出现的问题及时采取措施进行纠正。最后,在运维阶段,风险管理的重点则在于设备的运行和维护,包括设备故障、运维成本超标、设备寿命等。这需要建立完善的设备维护体系,定期进行设备检查和维修,对设备的运行状态进行实时监控,及时发现和解决问题。

## 2.5 加强现场监控

现场监控可以实时掌握工程施工的进度,及时发现问题,防止小问题逐渐演变为大问题。要实现有效的现场监控,第一步是制定详细的工程计划,包括进度计划、资源计划和质量控制计划。这将有助于识别和跟踪项目进度,对项目进行适时的改进和优化。同时,采用先进的监控技术。如无人机巡检、远程监控系统、物联网(IoT)设备等可以实时获取现场工作情况,有

效提高监控效率和准确性。此外,还需要定期进行现场审查和评估,及时发现潜在的问题和风险,防止工程延期或超预算。所有的项目参与者,包括工程师、承包商、供应商等,都需要在项目过程中保持良好的沟通。通过共享信息和协调活动,可以确保项目按计划进行,并及时处理任何潜在的问题<sup>[4]</sup>。由此可见,加强现场监控对于电力工程全生命周期管理尤为重要。这需要建立完善的监控系统,提供足够的监控人员,并对监控人员进行专业的培训,以确保监控工作的有效进行。

### 2.6 统一数据格式

以数据为基础,统一数据格式,提高信息共享程度,是电力工程全生命周期管理的重要组成部分。对此,需要搭建统一的数据平台。在多元化的数据来源中,统一的数据平台可以集中管理和处理所有的数据,将它们转化为易于理解和使用的信息。这种平台可以为整个电力工程项目提供实时、准确的数据,以支持决策制定。为了确保数据的兼容性和一致性,要确定统一的数据格式。这样,不同来源的数据可以被有效地整合到一起,为决策提供全方位的视角。数据的价值在于如何使用它。因此,应需要强化数据分析和利用,将数据转化为有价值的洞见,比如使用先进的数据分析工具,如人工智能和机器学习等来实现。在数据共享的过程中,还要确保数据的安全。对此,可以建立一套完善的数据安全管理制度,其中包括数据加密、访问控制等重要措施,以确保数据安全得到充分保障。这个制度将要求员工遵守严格的数据管理规定,确保数据不被非法获取、泄露或损坏。

### 2.7 制定物资管理计划

在工程施工中,物资的可用性和及时性是工程进度度的关键因素。为此,需通过详细的物资需求计划、采购计划和领用计划来确保物资的充足和及时供应。在物资申请之前,项目经理将依据预定的工程进度,制定翔实的物资需求计划。借助工程管理系统,依据预设模板快速形成物资需求计划的基础框架,并进一步调整细节以适应特定工程的需求。物资需求计划将清晰标明各类物资的需求时间和数量,为后续工作提供依据。为了按照市场需求规划,物料管理人员将甄选合适的供货商,并建立物料采购计划。这一规划的主要目标,就是确定供应商的交货期限以及商品的送达地点。在必要时,一旦供应商的交付日期无法达到工程物料使用计划,可通过调整采购计划,变更为供

货商或通过分批收购的方法来确保项目物资要求得到实现。最后,项目经理必须按照实际物料供应进度以及设计施工进度,提出工程物料领用计划,以准确掌控工程物料的领取数量,从而避免物资的无谓浪费或损失<sup>[5]</sup>。

### 2.8 加强队伍人员管理

在电力工程全生命周期管理中,人是最活跃的变数,也是最重要的资源。以计划为导向的人员管理,旨在通过科学的管理方法,最大化地发挥每个人的能力,提高工作效率,确保工程的顺利进行。在电力工程中,每个阶段所需要的人员技能和数量都有所不同。因此,需要制定详细的人员需求计划,包括人员职能定位、技能需求、数量需求等信息。同时,也要考虑到人员的轮换和培训计划,确保队伍始终保持活力,且能够适应工作的需要。还应该包括对人员绩效的管理,通过设定明确的工作目标和评价标准,以及定期的绩效评估,激励人员积极工作,及时发现并解决问题。对于表现优秀的人员,应给予适当的奖励和激励,以鼓励其继续保持高效的工作状态。

## 3 结语

电力工程是国家能源供应的重要组成部分,其质量和效益直接影响到国家经济和社会的发展。为了实现电力工程全生命周期管理的有效性,必须采用先进的管理模式和技术手段,形成一套完整的管理体系和流程。而以计划为导向的电力工程全生命周期管理,不仅关乎工程的成败,也体现了工程管理的科学性和规范性。无论是物资的调配,还是数据的处理,都需要根据明确的计划进行,通过有效的资源配置、科学的决策支持以及严格的数据保护来提高电力工程全生命周期管理的效率和效果,实现工程目标的顺利完成。

### 参考文献:

- [1] 杨佳欣,陈盛华.全生命周期成本审核管理在电力工程项目审计中的应用分析[J].时代金融,2018(29):270-279.
- [2] 李鸿,思文东.电力工程全生命周期成本最优管理研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(22):70-72.
- [3] 李燕.电力工程造价的全生命周期造价措施研究[J].内蒙古煤炭经济,2020(08):94-95.
- [4] 徐小峰.BIM技术应用于电力工程全生命周期造价管理中的对策探讨[J].科技创新导报,2020,17(06):147-148.
- [5] 陈屹东,彭可竹,邓嘉翕,等.BIM技术在电力工程全生命周期造价管理中的应用[J].湖南电力,2019,39(02):53-56.

# 电气工程及其自动化 的质量控制与安全管理探讨

庞来君

(国网甘肃电力公司平凉供电公司, 甘肃 平凉 744000)

**摘要** 文章深入探讨了在电气工程及其自动化领域中实施有效的质量控制和安全管理的策略和最佳实践。通过对现行管理方法和技术的细致分析, 文章提出了一系列创新的改进措施, 旨在为增强电气工程项目的操作效率、可靠性和安全性提供借鉴。这些措施不仅包括传统的质量保证技术, 还涵盖了最新的自动化和智能化技术, 以适应日益复杂和多变的工程环境, 从而全面提升电气工程项目的整体质量和安全水平。

**关键词** 电气工程; 自动化; 质量控制; 安全管理; 项目执行

中图分类号: TM76

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0091-03

电气工程及其自动化领域的质量和安全直接关系到工程效率和稳定性。质量控制和安全管理是实现电气工程成功的基石, 尤其在日益复杂和自动化的工程实践中显得尤为重要。

## 1 电气工程的质量控制要求

### 1.1 标准与规范的遵守

在电气工程项目的执行过程中, 遵循国际和国内的标准和规范是确保工程质量的基础。这些标准涵盖了从设计到施工, 再到运维的各个环节, 确保工程的每个阶段都符合预定的质量要求。例如, IEC (国际电工委员会) 提供的电气工程标准, 为设计和建造过程中的电气设备和系统提供了严格的指南。各国的地方标准, 如美国的 NEC (国家电气代码) 或欧洲的 EN 标准, 也提供了适用于特定地区的详细规范。通过遵守这些标准, 可以确保工程项目在全球范围内的安全性和可靠性。遵循这些标准还有助于避免由于不合规而产生的潜在法律问题和经济损失。

### 1.2 质量监督与评估

电气工程项目的质量监督与评估是确保工程质量的另一个关键环节。这一过程包括对工程项目的持续监控, 确保所有操作都符合预定的质量标准。通过定期进行质量检查, 可以及时发现和纠正可能出现的问题, 从而防止它们在项目的后期阶段产生更大的影响。评估过程通常涉及对工程项目中使用的材料、设备和施工方法的检查, 以及对项目完成情况的审核。例如, 可以通过使用先进的测试设备来检测电气系统的性能, 确保它们满足所有适用的性能标准。项目审计是质量

评估的一个重要方面, 它涉及对项目管理流程的复查, 以确保所有的决策和执行步骤都是基于对质量控制目标的深入理解。这样的评估不仅可以提高电气工程项目的整体质量, 还有助于提升客户满意度和项目的市场声誉<sup>[1]</sup>。

## 2 电气工程的安全管理策略

### 2.1 风险识别与评估

在电气工程项目中, 风险识别与评估是确保安全运行的基石。这一过程涉及对工程项目中可能遇到的所有潜在风险进行全面的审查, 包括设备故障、操作错误、环境因素等。风险评估的第一步是识别所有可能的危险源, 包括电气短路、过载、设备老化或操作不当。随后, 对这些风险进行分类和分级, 以确定它们可能对工程安全造成的影响程度。评估还应考虑这些风险发生的可能性, 以及它们可能对工程人员和设备安全造成的具体影响。完成风险评估后, 可以根据评估结果制定相应的风险缓解措施, 以减轻或消除这些风险。这一过程不仅需要技术专业知识的, 还需要对历史数据和工程经验的深入理解。在实施风险评估时, 利用定量和定性的方法相结合是非常重要的。定量方法, 如故障树分析 (FTA) 或事件树分析 (ETA), 可以提供关于风险发生概率的具体数值, 而定性方法则侧重于风险的性质和可能的影响。例如, 通过对过去的事故案例进行分析, 可以识别出导致电气故障的常见原因, 从而有助于在未来的项目中采取预防措施。

风险评估是一个动态的过程, 需要根据项目进展和环境变化进行定期更新。这意味着项目管理团队需

要持续监控工程环境和操作条件的变化,以及它们可能带来的新风险。例如,在工程项目进入不同阶段时,可能会出现新的技术挑战和安全隐患,需要及时识别并加以应对。有效的风险评估还要求跨部门的协作和沟通。例如,设计团队、施工团队和运维团队需要共享信息,确保风险评估覆盖所有相关领域。同时,项目管理者应确保所有工程人员都了解相关风险和应对措施,强化他们的安全意识。

## 2.2 安全控制措施的实施

在电气工程项目中实施有效的安全控制措施是保障项目顺利进行的关键。需要确保所有工作人员都能够使用适当的个人防护装备,如绝缘手套、安全眼镜和防护服。这些装备能够在电气作业中提供必要的个人保护,减少事故发生风险。制定应急响应计划也是安全控制的重要环节。这些计划应包括在发生电气事故或其他紧急情况时的详细行动指南,如急救措施、疏散路线和联络人信息。除此之外,定期对工程人员进行安全培训也至关重要。这样的培训应涵盖正确的操作程序、事故预防策略和紧急情况下的应对措施。还应实施定期的安全检查和维修程序,以确保所有的电气设备和系统都处于良好的工作状态。通过这些综合性的安全控制措施,可以有效地降低工程中的安全风险,保障员工和设备的安全<sup>[2]</sup>。

## 3 自动化技术在电气工程中的应用

### 3.1 自动化系统的集成

在当代电气工程项目中,自动化系统的集成起着至关重要的作用,这不仅显著提升了项目的运行效率和精确度,还大幅减少了因人为因素导致的错误。自动化系统的集成涵盖了多个方面,其中包括自动化控制系统、传感器网络、数据采集和处理系统等。这些系统的综合运用能够实现对电气设备和工程进程的高效控制和监控,优化资源分配,提高操作速度,同时减少能源消耗和运行成本。例如,集成的自动化系统可以包括先进的PLC(可编程逻辑控制器)和SCADA(监控控制与数据采集)系统,这些系统可以实现对电气设施的远程监控和控制,不仅提升了操作的灵活性,也增强了系统的可靠性和稳定性。通过实施高级的自动化解决方案,如机器视觉系统和自动化机器人,可以进一步提高工作效率和减少操作中的错误。

在安全管理方面,自动化系统的作用同样不可小觑。集成的自动化系统能够实时监测工程状态,及时发现并处理潜在的安全隐患,有效预防事故的发生。例如,通过安装多功能的传感器和监控设备,可以实

时监测电流、电压、温度等关键参数,确保系统运行在安全的工作条件下。这些系统可以快速识别异常情况,并自动触发警报或采取紧急措施,如切断电源或调整控制参数,以防止事故的发生。自动化系统的集成还有助于实现更程度的数据整合和分析。通过收集和来自各个传感器和设备的数据,工程师可以获得对整个系统性能的深入理解,这对于优化运行策略和提前识别维护需求至关重要。例如,通过应用先进的数据分析技术和人工智能算法,可以从大量数据中提取有价值的洞见,用于预测设备故障和优化维护计划。

### 3.2 智能监控与维护

智能监控与维护是自动化技术在电气工程中的另一个关键应用。通过部署智能监控系统,可以实时跟踪电气工程项目的进展,及时发现和处理任何可能的问题。这些系统通常包括高级传感器、视频监控以及基于人工智能的分析工具,能够对大量数据进行实时分析,识别出异常模式和潜在的故障。例如,通过监控电气系统中的电流和电压,智能监控系统可以预测设备故障,及早采取维护措施,从而避免更严重的问题发生。这些系统还可以优化维护计划,通过预测性维护减少不必要的维护工作,降低维护成本。智能监控系统的另一个优点是其能够提供关于工程效率和安全性详细洞察,为工程管理者提供决策支持。这些系统的应用不仅增强了电气工程的可靠性和效率,也为未来的智能电网和自动化工程提供了坚实的技术基础<sup>[3]</sup>。

## 4 质量控制与安全管理的融合策略

### 4.1 综合管理体系的构建

在电气工程领域,建立一个综合性的管理体系,将质量控制和安全管理有效融合,是确保项目全面优化的关键。这种管理体系的构建需要在项目的各个阶段——从规划、执行、监控到维护都实施质量和安全的标准化程序。制定一套统一的质量和安全管理策略至关重要,确保所有项目成员都清晰理解并遵循。例如,通过建立质量管理体系(如ISO9001)和安全管理体系(如OHSAS18001),可以为项目提供一系列标准化的流程和指导原则。这些体系帮助团队识别并管理与质量和安全相关的风险,同时确保项目遵循国际认可的最佳实践。这样的综合管理体系还需要包括对关键性能指标(KPIs)的监控和反馈机制。这些机制允许项目管理者跟踪项目进度,评估其符合既定质量和安全标准的程度,并在必要时进行调整。通过定期评估这些KPIs,管理团队可以确保项目目标的实现,同时及

时识别并解决任何可能出现的问题。

进一步地,综合管理体系的构建还需要包含定期的培训和教育计划。这些计划旨在提升团队成员在质量和安全方面的意识和技能,确保他们对最新的行业标准和实践有充分的了解。通过定期的培训,可以确保团队成员能够有效地应用最新的技术和流程,同时对可能出现的风险有充分的认识。综合管理体系还应强调持续的改进。这意味着不断地评估和更新现有流程,以适应不断变化的工程环境和技术进步。通过采用创新的方法和技术,项目团队可以不断提升其工作效率和质量,同时减少风险。最后,有效的沟通在综合管理体系中也扮演着重要角色。项目管理团队需要确保所有利益相关者,包括工程师、承包商和客户,都对项目的质量和安全标准有充分的了解。这种开放和透明的沟通有助于建立信任,确保项目目标的一致性和项目成功的最大可能性。通过实施这样一个全面的综合管理体系,电气工程项目不仅能在质量和安全方面得到保障,还能实现更高的运行效率和更低的风险,最终实现更成功的项目结果。

#### 4.2 持续改进与创新

持续改进和创新是电气工程项目在质量控制和安全管理方面取得成功的关键因素。为此,项目管理团队需定期对现有的流程、方法和技术进行评审和更新。这一过程涉及对项目实施过程中的数据和反馈进行深入分析,识别改进的机会。例如,通过引入更先进的数据分析工具,可以更准确地预测和识别潜在的质量和安全隐患,从而在问题发生前采取预防措施。同时,对于检测到的问题,需要采取根本原因分析(RCA)方法,确保不仅仅解决表面问题,而是深入挖掘并解决问题的根本原因。持续改进也意味着对新技术和创新方法的积极采纳。随着科技的发展,新的工具和技术(如人工智能、机器学习和物联网技术)正在不断涌现,这些技术有潜力极大地提升工程项目的质量和安全性。例如,通过采用基于人工智能的预测维护系统,可以有效地降低设备故障率,提高整个系统的可靠性。最终,持续的改进和创新能够确保电气工程项目在竞争日益激烈的市场中保持领先地位,同时提升客户满意度和项目的整体表现<sup>[4]</sup>。

### 5 案例分析与实践经验

#### 5.1 成功案例的分析

分析成功的电气工程项目能够为行业提供宝贵的见解。例如,考虑一项大型风电场项目,在这个项目中,

通过精确的设计和高标准的质量控制流程,成功实现了项目的按时交付和超出预期的性能。项目团队在设计阶段就引入了先进的仿真技术,确保了设计的准确性和效率。在施工阶段,通过采用自动化的设备和精确的监控系统,有效地减少了人为错误,提高了施工效率。项目管理团队实施了严格的安全管理措施,包括全面的安全培训和定期的风险评估,确保了工作人员的安全和工程的顺利进行。这个案例展示了高标准质量控制和安全管理在电气工程项目中的重要性,以及如何通过先进技术和严格的流程管理实现这些目标。

#### 5.2 教训与挑战的总结

从失败的案例中吸取教训同样重要。例如,某城市地铁信号系统升级项目由于缺乏有效的质量控制和安全管理而遭遇重大挑战。项目在实施过程中未能及时发现和修复系统中的一个关键软件缺陷,导致了一系列的运营问题和安全隐患。这个问题最终导致了昂贵的返工和延期,严重影响了项目的预算和声誉。这一案例凸显了质量监控的重要性,尤其是在涉及复杂电气系统的项目中。它还表明了即使在项目的后期阶段,持续的质量评估和风险管理也是至关重要的。此案例提供了一个重要的教训:即在电气工程项目中,质量控制和安全管理是一个持续的、不可或缺的过程,需要贯穿项目的每个阶段,以避免潜在的风险和失败<sup>[5]</sup>。

### 6 结语

电气工程及其自动化领域的质量控制和安全管理对确保项目成功至关重要。本文探讨的策略和实践对于提升工程质量和安全性具有重要意义,对于未来的电气工程实践具有指导价值。

#### 参考文献:

- [1] 李雨松. 电气工程及其自动化的质量控制与安全管理[J]. 大众标准化, 2023(22):27-29.
- [2] 谷文彬. 电气工程及其自动化的质量控制和安全管理新策略研究[J]. 中国设备工程, 2023(08):61-63.
- [3] 霍福国. 电气工程及其自动化的质量控制与安全管理[J]. 化学工程与装备, 2023(02):205-206.
- [4] 刘娅丽. 电气工程及其自动化的质量控制与安全管理研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2022,12(11):210-212.
- [5] 薛彬. 电气工程及其自动化的质量控制与安全管理探讨[J]. 冶金与材料, 2022,42(05):98-99,102.

# 煤矿综采工作面机电设备故障与精细化管理问题研究

蔡松

(安徽恒源煤电股份有限公司设备租赁分公司, 安徽 宿州 235000)

**摘要** 现阶段,虽然电能、太阳能等新能源得到大力推广,但煤仍是重要能源之一。现代化技术持续化发展,煤矿开采也日益向智能化、高效化方向发展。综采工作面机械化程度大幅度提升,应用的机电设备数量日益增加。但从应用效果来看,由于前期矿井建设中对机械设备管理的投入占比较少,且关注度不足,这导致机电设备管理面临很多问题。文章结合实际,阐述煤矿综采工作面应用的机电设备常见故障,并从精细化管理角度提出可行策略,旨在为大幅度提升机械设备管理水平提供借鉴,高效预防设备管理隐患。

**关键词** 煤矿; 综采工作面; 机电设备; 故障; 精细化管理

中图分类号: TD61

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0094-03

精细化管理是一种注重细节、高效执行的管理理念,包括详细规划、精确资源分配、监控和评估、细致执行以及持续改进等要素。它要求在任务或项目进行的每个阶段都进行详细规划,确保明确的目标和资源需求。通过实时监控和评估任务的进展,可以及时发现并纠正问题,确保整体目标的实现。强调细致执行,包括标准化操作流程和培训人员,以提高执行效率和质量。基于此,在煤矿综采工作面机电设备故障管理中应用该管理模式,发挥精细化管理优势,设计一套更为完善系统的预防、防控体系,对提升机电设备管理质量,保证设备充分发挥效用有积极作用。

## 1 煤矿综采工作面常见的机电设备阐述

### 1.1 采煤机、工作面刮板输送机和液压支架

上述三种机电设备协同工作,确保采煤过程安全、有序开展。三者之间存在紧密联系,相互配合、有效衔接,在现代智能技术支持下,组成了一个智能系统。

具体来看,采煤机是煤矿综采工作面的核心设备之一。它主要负责切割、装运和输送煤炭。采煤机的种类有很多,包括煤矿综采设备中常见的有悬臂式采煤机、滚筒式采煤机等。这些机器通常配备有强大的切割系统和输送系统,能够高效地采集煤炭并将其送往后续的处理装置。

刮板输送机是用于将采煤机采集的煤炭从工作面运输到煤矿井口的设备。它通过刮板链将煤炭刮到输送机上,然后通过链条的牵引将其输送至矿井出口。这种输送方式适用于煤矿综采工作面的特殊环境,确

保了高效的煤炭运输。

液压支架是用于支撑和稳定煤矿综采工作面的设备。在采煤过程中,煤矿岩层可能发生塌方,为了确保矿井的安全稳定,需要使用液压支架支持工作面。液压支架具有可调节的高度和稳固的支撑能力,能够适应不同的矿层情况,保障采煤工作的安全进行。

### 1.2 带式输送机、破碎机及转载机

这三种机电设备与之前提到的采煤机、刮板输送机和液压支架相互协作,形成了一个完整而高效的煤矿综采系统。

带式输送机是用于在煤矿综采工作面内、井下和井口之间输送煤炭和其他物料的设备。它由带子、滚筒、支撑和传动装置等组成。带式输送机在采煤过程中起到了重要的连接和运输作用,将煤炭从采煤机、刮板输送机等设备处输送到后续处理设备,如破碎机或储存设备<sup>[1]</sup>。

破碎机用于将采煤机采集的煤炭块破碎成更小的颗粒,以便后续的处理和运输。煤炭需要在矿井内破碎成适当的尺寸,以方便输送和提高燃烧效率。破碎机通常包括颚式破碎机、圆锥破碎机等不同类型,根据煤炭的不同需求选择合适的破碎设备。

转载机是一种用于装载和搬运煤炭的机械设备。在煤矿综采工作面,转载机主要用于将破碎后的煤炭从破碎机或其他地方装载到运输设备上,如带式输送机或矿车。这样的机械设备提高了煤炭的装载效率,加速了整个采煤过程。

### 1.3 绞车、乳化液泵站等辅助设备

除了上述机电设备外,还存在很多重要辅助设备,这些设备为煤矿综采工作面的有效运行提供了重要保障。例如绞车作为一种用于提升和下放设备、材料以及人员的机械设备,在煤矿综采工作面,常常用于运输煤炭或其他物料,尤其是在需要垂直或倾斜提升时。它可以是电动绞车或液压绞车,根据具体需求选择不同类型的绞车。同时,乳化液泵站作为供应乳化液的主要场所,其在预防煤矿火灾发生、预防爆炸风险、抑制粉尘等方面发挥重要作用。

## 2 煤矿综采工作面机电设备故障常见类型和成因

### 2.1 故障常见类型

结合上文对煤矿综采工作面机电设备的介绍,结合相关设备可知其主要面临故障包括以下几方面:第一,电机故障。电机是煤矿综采工作面机电设备的核心组件之一。常见的问题包括电机过载、短路、断路等,这可能导致设备停止工作或无法正常启动。第二,传动系统故障。传动系统包括齿轮、联轴器、皮带等部件,它们的故障可能导致设备运转不畅,甚至完全停止。常见问题包括齿轮损坏、联轴器断裂、皮带滑脱等。第三,液压系统故障。液压系统在煤矿设备中广泛应用,常见故障包括液压泄漏、油泵失效、液压管路损坏等,这些问题可能导致设备失去正常的液压动力。第四,控制系统故障。控制系统是煤矿综采设备的智能化核心,故障可能导致设备无法正确响应操作。常见问题包括传感器故障、控制器故障等。第五,安全系统故障。主要包括设备在关键时刻无法及时停止等,一旦发生会增大事故风险<sup>[2]</sup>。第六,磨损与老化。由于煤矿工作环境的恶劣性质,机电设备常常面临磨损和老化。例如,设备的轴承、齿轮等部件因长时间使用而逐渐磨损,需要定期检修和更换。

### 2.2 故障成因

综合常见故障类型来看,综采工作面机电设备故障产生原因包括以下几方面:第一,维护不到位。检修工作开展缺乏规范性,没有按照规范要求完成检修任务,这势必导致机电设备出现故障。第二,疲劳磨损损坏。综采工作面机电设备在运行过程中,出于利益追求,往往存在超负荷作业现象,日积月累势必会导致机电设备出现故障。第三,产品质量不达标。机电设备运行过程中由于损伤,会出现更换零部件的情况,例如驱动部位断链、电缆漏电等,在更换过程中,如果更换部件存在质量问题,势必会增大故障发生概

率。第四,其他因素。除了上述三方面因素外,环境不适宜、人员关注度不足、风险防控体系不完善等也是影响因素。基于此,结合机电设备特点,深入分析故障成因、从源头处加以管控,可以有效避免故障出现。

### 3 提升机电设备精细化管理质量的有效措施

精细化管理是基于现代化技术发展提出的一种管理模式,其强调在常规管理基础上,对管理对象进行细化分解,将较为笼统的管理内容细化为更为直观的数据或者程序等便于管理。通过这一方法确保各项工作高度执行,且执行效果可量化,可以将工作内容和具体人员相挂钩,避免出现推诿责任的现象。基于此,推进精细化管理实施,优化煤矿综采工作面机电设备管理原有模式有积极作用。在此结合精细化管理内涵,阐述四点提升机电设备管理质量的有效策略。

#### 3.1 做好检修人员培训,提高人员综合素质

机电设备维护管理中,检修人员是主要执行者。因此,人员的能力水平和意识层面会影响精细化管理实施效果。为了确保精细化管理充分发挥优势,优化原有的人员培训体系,结合新时期机电设备检修、维护要点和精细化管理要点,重构培训方案。同时,推行模块化培训,也就是将主要内容细化为技术模块、典型案例、管理模块三大部分,每大模块下再依据不同方向细化为多个子模块,针对性进行如设备操作要点、设备受损检查、设备维护、精细化管理等培训。通过构建专业、系统的培训体系,可以显著提升人员综合素质,便于其更从容应对日常生活中面临的问题。另外,在日常工作中,检修人员保持严谨、认真态度是保证机电设备管理规范开展的基础<sup>[3]</sup>。因此,在培训体系中应围绕精细化管理内涵,着重培养员工思想意识,确保其从内心认同规章制度,自愿遵守相关条例,且养成良好的工作习惯和安全意识。并且为了保证员工始终端正工作态度,设置奖惩机制、引导机制等,如定期组织技能竞赛、将日常晋升和福利奖金等与员工技能相挂钩、每周组织评比活动等,均可以在潜移默化中引导员工形成精细化管理意识。

#### 3.2 做好综采工作面机电设备故障超前预防

精细化管理过程中,加强风险防控、做好安全隐患排查工作有积极作用。预先识别故障隐患点,可以有效避免机电设备出现故障。超前预防体系构建时应主要关注以下内容:第一,日常检修维护过程中,着重关注牵引块驱动轮齿、链轮齿等部位,通过声音判断是否存在故障。同时检查上述部位所在区域温度,一般情况下温度低于 40℃ 则证明该处于正常状态。牵

引块惰轮还需要关注油箱状态,一般当油位处于标准状态时,设备运行最佳,因此,每隔20h需要增加惰轮和链轮油量,且关注该区域温度。第二,牵引齿轮箱温度在60℃以下为正常状态,因此,应检查该部位是否存在异常响声以及温度是否超出标准范围。第三,牵引电机也是故障隐患点之一,及时检查完整性、温度可以有效避免出现故障。第四,日常检查维护中,重视电气元件的检测也极为重要。例如遥控器、带载接地、先导回路等区域,及时进行安全测试,可以保证机电设备正常运行。同时,认真检查煤矿机电设备电缆状态也是预防故障的可行策略,如及时发现电缆损坏、电缆连接断开问题等有积极意义<sup>[4]</sup>。第五,加强电控箱的检查,做好防潮处理,可以有效预防事故发生。第六,加强对电源、电机、电缆等设备的检查,确保相关电气元件和电缆连接稳定,定期对拖曳电缆绝缘进行分析,且重视牵引电机、遥测泵电机等电缆绝缘情况,这也是预防机电设备故障的可行思路。第七,重视摇臂齿轮箱的状态,例如观察油位情况、温度情况,也是预防故障发生的保障。一般情况下应确保油位处于标准状态,且每隔20h进行一次润滑处理,且对油缸销轴、摇臂等区域进行润滑处理;查看摇臂是否存在异常声音;判断摇臂齿轮箱的温度,这均可以预防故障发生<sup>[5]</sup>。

### 3.3 加强对重点设备和部位的检修维护力度

日常检修维护过程中,结合以往机电设备故障情况,确定机电设备故障重点区域和重点关注部位等,可以进一步发挥检修维护优势,做好设备事故预防工作。例如驱动部连接件是容易发生故障的部位,在日常检修中,着重检查是否出现松动、损坏等可以有效预防故障;减速器和油尺等也是重点,检查减速器声音是否正常、油位是否处于正常位置等均是避免故障发生的有效措施;检查温度表也可以预防故障发生,一般情况下,冷却液流量处于25L/min、工作温度低于70℃、入口水温度低于30℃是正常状况,一旦超出该范围,需要重点关注;油品质量可以在一定程度上反映设备状态,因此,每月2次按照规范要求进行质量化验,可以保证设备正常运行。同时,检查机头、机尾联轴器定位螺栓是否出现损伤,这些部位一旦出现断裂、弯曲等情况会影响应用质量。同时上述部位还需要定期加入甘油润滑,从而延长部件使用寿命。另外,驱动部检查也是重点。驱动装置是综采工作面机电设备运行的关键部位,一旦该区域出现问题,例如温度高于70℃、存在异常响声、冷却液流量低于25L/min等,很容易造成驱动失灵或者运行不稳现象。同时,需要

加强冷却管路的检查,确定其无泄漏,如果发现存在泄漏情况,需要先清理周围杂物,然后及时采取有效措施做出处理,避免造成更严重后果<sup>[6]</sup>。

### 3.4 构建设备管理、人员管理风险防控体系

为了确保精细化管理目标达成,做好安全管理、人员管理,构建风险防控体系也是可行措施。上文通过构建超前预测体系可以有效识别安全风险,针对性采取可行措施加以预防,且对重点部位加大防护力度也是避免故障发生的可行思路。在其基础上,构建设备管理、人员管理风险防控体系,例如在开机前检查周围环境,判断是否适宜作业;设备维修维护过程中,安排专业人员负责,并按照规范化流程完成此任务;更换零件时断开电源,加强对液压支架的管控;确保各项管理制度落实到位等,均可以辅助构建更为完善的故障预防体系<sup>[7]</sup>。同时,设备运行过程中,定期对设备进行停机检查,针对零部件做好保养和更换工作,如针对刮板机进行检查,发现溜槽出现破损时及时进行更换,可以有效避免事故发生。

## 4 结语

煤矿综采工作面施工过程中,机电设备发挥着重要作用,同时也面临较高的故障风险。文章结合机电设备主要类型,详细阐述机电设备常见故障,并分析故障成因,然后结合精细化管理理念,提出四点可行策略,最大限度地提升机电设备检修效率,保证检修质量,并从风险防控角度采取策略,旨在营造安全、稳定运行环境,为煤矿综采工作持续化开展提供更多参考。

## 参考文献:

- [1] 赵晓宇.综采工作面机电设备快速安装工艺研究与应用[J].煤炭科技,2023,44(03):164-167.
- [2] 孔庆宇.智能化综采工作面自动化技术应用[J].机械管理开发,2021,36(12):188-189,194.
- [3] 张志刚.优化综采工作面采煤机安装工艺的具体对策研究[J].矿业装备,2020,10(03):66-67.
- [4] 崔海舰.综采工作面液压支架故障及其处理[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(20):114-116.
- [5] 郭小六.综采工作面设备快速拆除工艺应用[J].机械管理开发,2020,35(04):144-146.
- [6] 赵朋,白建军,吕怀宝.智能化综采工作面机电设备管理研究[J].山东煤炭科技,2019,37(12):180-182.
- [7] 张荣.综采液压支架各部件常见故障及维修研究[J].当代化工研究,2019,19(15):55-56.

# 水轮发电机组安装中的问题与措施

宋 成

(安徽省蚌埠闸工程管理处, 安徽 蚌埠 233010)

**摘 要** 水轮发电机组作为水电站的核心设备, 其安装质量直接关系到电站的安全和稳定。当前, 水轮机装调过程中, 由于装配结构、轴衬间隙、镜板应力和高程控制等原因, 导致装配质量下降, 危及机组的安全运行。本文从高质量、高标准、认真探索、严格要求出发, 通过理论上的研究分析, 总结安装、运行、试验的实践, 提出了尚未普遍了解但已全面实施的、长期行之有效的方法及其它注意细节, 探索和实施这些方法, 旨在为不断提高运行的质量和安装水平提供参考。

**关键词** 水轮发电厂; 水轮机; 安装

**中图分类号:** TM6

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)03-0097-03

水轮发电机组的安装已积累了大量的实践经验, 然而, 到现在为止, 水轮发电机组的安装还存在许多亟待解决的问题。水轮机是一种适应性很强的发电设备, 所以, 对于水轮发电机组的安装, 一定要给予足够的重视。为了能更好地保证水轮发电机组的安全和稳定运行, 本文对水轮发电机组安装中出现的一些问题进行了分析, 并提出了质量控制举措。

## 1 水轮发电机组安装问题

### 1.1 固定结构

在水轮机的安装过程中, 其定位机构既是对机组的定位进行校核的基础, 又是对电机的定转子中心的校核<sup>[1]</sup>。在安装时, 由于对定位点的确定不准确, 造成了后期机组的额外受力很难施加到轴承零件上。此外, 由于安装位置偏差或误差, 机组在工作中会发生动态不平衡, 严重影响机组的发电安全和发电效率, 严重影响机组的工作寿命。

### 1.2 轴线轴瓦间隙

水轮机组的安装过程中, 需要对轴、轴承等零部件进行加工, 如果二者间的间隙处理不好, 会对机组的运行质量产生很大的影响。在法兰水导、上导、下导等施工中, 往往忽视了测点的选取, 导致测点选取不当, 影响了测量精度。此外, 因为在安装时没有做好清洁工作, 所以在镜板与止推瓦之间产生了一些杂物, 影响了机器的正常运转。在盘车运行过程中, 由于缺少固定的检测操作, 使得检测过程中的碰撞、损坏等问题很难得到及时的检测, 检测过程中的信息记录不完整, 检测过程中的间隙调节不及时<sup>[2]</sup>。另外, 元件安装测量点的选取也会影响元件读取精度。在打

开连轮轴凸缘挡圈时, 由于间隙太大, 造成了电机轴等零件的中心偏差, 造成仪器读数不准, 从而影响了机器工作的受力平衡。

### 1.3 镜板受力

在机组安装时, 镜面面板的受力也是一个重要问题, 镜面面板将承受横向作用力, 并承受一定的推力。有些人在推镜子的时候, 并没有对调节方式进行控制, 所以在安装之后, 得到的测量结果并不精确。仪器本身就有一些误差, 光靠感觉很难判断出误差的大小, 这就导致了镜面上位置的千分表的数据误差比较大<sup>[3]</sup>。在测试过程中, 工作人员往往是在镜面的边缘位置对其水平状况进行检测, 忽略了推力瓦受力改变的作用, 从而造成了镜面平整度测试中的问题。另外, 采用测微计监控工作流程时, 并没有对推力瓦进行逐块读取, 往往是在两片工作结束之后才开始读取, 即使是在转动的状态下, 也要进行回零, 这样的镜面受力问题以及处理方法的不当, 都会严重影响机组的安装质量。

### 1.4 高程控制

水轮机下部结构的标高控制是水轮机安装过程中的一个重要环节, 关系到水轮机的安装质量。在施工过程中, 由于施工单位固定构件和旋转构件之间的标高差异, 在施工过程中没有考虑到施工过程中的高程差异, 给测量带来了一定的误差。另外, 在深基坑的返点测量过程中, 未考虑测量带自身的误差, 造成了深基坑工程测量的较大误差, 包括下机架高程误差超标、座环加工及导水机构尺寸精度不够、判定时未考虑温度影响、预载时未考虑量具误差、定子线杆下引线不能精确校核其中线高程等问题。

## 2 水轮发电机组安装问题解决策略

### 2.1 固定结构问题的解决

对于机组对中位置的确定,首先要明确其功能和重要性。在安装过程中,要正确地安装机组的各紧固件,以保证机组的气密性均匀分布,这样就可以准确地确定定位中心,这样机组电动机的定子和转动部位的中心也可以准确地安装<sup>[4]</sup>。因为只有当安装点被确定后,施加在设备上的附加力才能全部施加到轴承组件上,从而使其能够长期支撑轴而不会在工作过程中产生波动。在安装过程中,要注意对组件的固定结构进行定位,从而提高组件的安装精度,避免机组发生受力不均的情况,保证机组高效、安全地工作。同时,在设备安装过程中,对设备的安装也要给予足够的重视。比如:在安装转轮时,需要在固定的结构中间,注意对挡油筒等零件的管理,防止结构“偏心”,也可以防止机器在工作过程中发生“甩油”,减少因安装故障而造成的轴承零件损坏。机组安装中央结构的定位程序,不应该受固定结构的形状、性能等方面的影响。如果一个固定部件可以测定的直径多于三个,并且可以测定的读数大于六个,那么就可以将该固定部件的各个区域的直径中心点连接起来,形成一个多边形。对于已测得的固定中心,还要加以校正,使其在同一垂线上。

### 2.2 安装间隙问题的解决

为解决机组安装轴与轴瓦间隙的问题,法兰水导、上导、下导的安装工作,需对各点进行均匀划分,以保证各点在同一竖直面上。因为对轴、衬套的初始调整都会对镜板的侧向受力产生影响,所以安装时需要安装人员对镜板、止推瓦等进行彻底的清洁,并采取综合的清洗措施,清除其内的杂质。另外,在缝隙处涂油可以降低运行的摩擦阻力,在天气比较热的时候,可以将猪油和羊油按照一定的比例混合,防止由于天气原因造成的涂油融化。

在盘车作业中,要确保大轴能够正常运行,而大轴在工作过程中不会被其它零件,尤其是挡油筒与大轴之间的碰撞所影响。有些安装者可能忽略了这一点,因为这样的撞击对装置的操作造成的影响是相当轻微的。为确保安装工作的质量,在安装盘车过程中,要注重对固定结构的中心点进行检测,对出现的撞击损坏进行及时处理。在进行检查时,要注意清点,清点完毕后不能受到任何外力的影响。在检验作业时,可以用手指轻轻推动盘体,判定轴杆的松紧度,在检查之后,准确地记录相关的结果。特别是在某些工作中,有人错误地认为,只需将上转子固定好,便可开启上

转子的润滑工作,从而保证了落转子列车的正常运转。实际上,当转子落下后,很难再回到原来的中心位置,而大轴的转动又不是完全的自由,因此,即便是在导瓦夹紧的情况下,转子也无法平稳地回到中间。在这种情况下,当工人把转子放下来后,要立即松开上导向瓦,检查大轴是否正常运转,根据大轴的运转状况,调整导向瓦的间隙,然后再进行盘车<sup>[5]</sup>。在设备的安装和运行过程中,不需要简单地将上导瓦紧紧地抱住,只需要确保上导瓦之间有一个空隙,这个空隙可以在0.01mm~0.02mm之间,这样就可以让盘车的工作不会浪费太多的力量,从而达到对零的目的。

另外,在设备安装过程中还涉及千分表等零件的安装作业,若所选取的测点位置不平或刀纹不匀,将会影响千分表的准确性。为防止这一现象发生,应在测微计的顶端安装橡皮木套,以保证测点处的平滑。在采用连轴法兰的情况下,不能出现开缝过大的情况,若电机轴或其他结构有偏心,将会对机组仪器的摆度、读数精度产生影响。如果各零件的同轴度都有很大的差异,哪怕盘车的摆度是正确的,也会影响到整个系统的正常运转。所以,在安装阶段,就需要建造者正确地进行组件的安装作业,加强检查工作,防止单元不平衡等问题的发生。

### 2.3 镜板受力及处理问题解决

现有大型水电机组及抽水蓄能电站止推轴承多为三波形不可调节弹性油箱,其推力轴承载能力无法调节,所以对支架的安装水平要求极高,通常为0.02mm/m。这类结构的止推轴承通常都是先对框架进行预装,然后利用镜面调平来控制框架的标高,在浇筑混凝土的时候要特别注意使用千分表来监控框架的水平 and 位移,并且要做到严格的对称、均匀的慢慢浇筑。在重新安装下架前,应按水平方向重新调整框架,以保证水平方向不超过0.02mm/m。另外,在安装止推轴承零件之前,要认真清理并检查各零件的尺寸和偏差是否符合图纸的规定。在转子提升前后,推头与镜板、推力头与转子法兰之间的间隙要按照图纸上的规定进行,通常要求0.02mm的塞尺是不能通过的。每一次起吊前,都要将转子升降三次,以保证其处于完全自由的情况下,测定其静、动转动水平及镜盘的摆动量,以满足设计要求。

### 2.4 高程测量误差的解决

在水轮发电机安装过程中,要对其进行质量控制,以确保机组在正常工作状态下,不使水漏环与转轮顶盖保持平行,以免影响下一轮的水力效率。同时,为

为了防止定子中线与转子中线的标高相差太大, 定子与转子的轴线高度必须一致, 从而使下机架和定子机架承受更大的轴向载荷。在设备安装时, 要对下部支架的高程进行校核, 要对各部件之间存在的各部件之间的标高差异进行合理分配。同时, 对转子极轴线的标高进行了校正, 以补偿支架的安装高度。

比如新疆叶尔羌河的蓄高水电站, 总装机容量为 180MW, 厂房中有 4 个水轮发电机组, 机组的水头为 54m。该发电机采用垂直的半伞形结构, 采用风冷式工作, 底部支架的安装高度为 1552.495m, 定子底座的高度为 1553.945m, 转子的安装高度为 1554.56m。机组的结构组成简图如图 1 所示。

程中, 必须先求出下机架的支承凸缘表面至定子中线的高差, 再与设计标高进行比较, 以确定标高的精度, 进而对产生标高偏差的原因进行分析。

### 3 结语

随着我国经济的高速发展, 对发电工业的节能减排需求也越来越高, 为减轻能源危机和环境污染, 电力工业中还在继续使用新的发电技术和装备, 以提高发电效率, 减少能源消耗和环境污染。而对于最重要的水电厂而言, 在水电工程建设过程中, 最关键的是机组的安装工作, 必须根据可能发生的问题, 制定相应的应对措施, 并制定相关的质量控制手段, 确保安装质量, 确保机组的稳定、安全、高效运行。

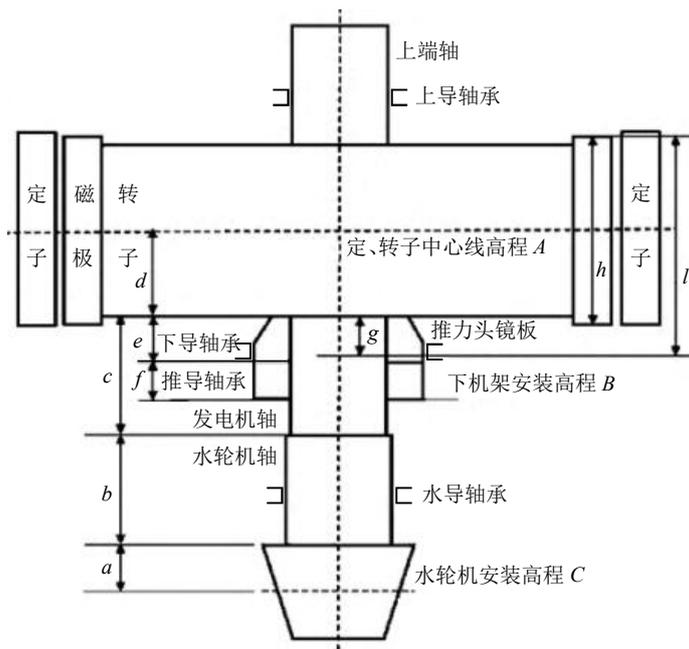


图 1 机组的结构组成图

图 1 中, a 是转动法兰表面至透平机的安装中心的距离, b 是透平机轴线的长度, c 是实际的发电机轴长度, d 是转子中心至下个凸缘的距离, e 是推定头的镜板厚度, f 是推导出的轴承厚度, h 是极长, g、l 是转子法兰表面上用水平仪、皮尺测定的结果。

下架高程的确定<sup>[6]</sup>, 应根据机组的实际安装高度和下机架导向轴承至导水机构的中心距离综合确定。在预先安装好框架之前, 采用野外测量的方法或由厂商提供发电机轴长、水轮机轴和推力头的镜盘厚度资料。下架高度测量采用以下公式:

$$B=C+a+b+c-e-f+\delta+\beta \quad (1)$$

式 (1) 中,  $\delta$  是转轮的弯曲度,  $\beta$  是支架下部所能承载的最大重量, 轴向推力偏斜。为此, 在预埋过

### 参考文献:

- [1] 莫斌伟. 水轮发电机组安装技术分析[J]. 工程技术研究, 2023,08(08):112-114.
- [2] 陈峰. 关于水轮发电机组安装的质量控制探讨[J]. 水上安全, 2023(07):16-18.
- [3] 王雷. 水轮发电机组安装技术[J]. 现代制造技术与装备, 2021,57(04):184-185.
- [4] 盛昌华. 水电站水轮发电机组安装要点分析[J]. 价值工程, 2021,40(18):123-125.
- [5] 吉振伟. 中国水电四局水轮发电机组安装与调试综述[J]. 水电站机电技术, 2021,44(z2):1-5.
- [6] 伍威. 水轮发电机组安装中的相关问题及处理分析[J]. 中国科技纵横, 2021(01):66-67.

# 电力工程技术问题和施工安全研究

李基萍

(潍坊世纪晨光电力科技有限公司, 山东 潍坊 262200)

**摘要** 电力工程作为支撑现代社会基础设施的重要领域,其发展与安全直接关系到社会经济的持续稳定。然而,随着科技的不断进步和社会需求的不断增长,电力工程面临着日益严峻的技术问题和施工安全挑战。为了更好地应对这些挑战,本文深入研究电力工程技术问题和施工安全,以期为该领域的可持续发展提供理论和实践支持,促进电力工程领域的创新与发展,提高电力工程的技术水平和施工安全水平,期望可以为建设安全、可靠、高效的电力系统贡献新的理论和实践经验。

**关键词** 电力工程; 能源混合; 新能源接入; 施工安全; 风险评估

中图分类号: TM7

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0100-03

传统电力系统的设计和运行已经难以适应新能源的大规模接入、负荷变化的快速波动以及对电力系统运行效率和可靠性要求的不断提高。因此,有必要深入剖析当前电力工程技术面临的各种问题,以便提出更先进、高效的解决方案。

另外,在电力工程的施工阶段,安全问题一直是一个备受关注的焦点,电力工程施工涉及复杂的设备、高电压环境和大量人员协同作业,安全事故可能对人员和设备造成严重损害。尽管过去取得了一些成果,但施工安全依然是一个综合性、系统性的问题,需要更为全面的研究和管理手段来提升工程施工阶段的安全性。

## 1 电力工程的重要性

电力工程在现代社会中具有重要的地位和作用,电力工程是现代基础设施的核心之一,为各个行业提供了必不可少的动力和能源支持。电力工程直接影响到人们的日常生活,其支持了家庭用电、照明、通信、娱乐等方面的需求,提高了人们的生活水平,现代社会离不开电力,各种科技设备、家电产品对电力需求不断增长。电力工程对国家和地区经济发展至关重要,它为工业生产提供了必要的动力,促进了制造业和服务业的发展,可靠的电力供应是吸引投资和促进经济增长的重要因素之一<sup>[1]</sup>。电力工程的发展推动了科技创新,新能源、智能电网、高效电力传输等领域的研究和应用都依赖于电力工程的技术进步,电力工程的创新对于实现清洁能源、提高能源利用效率具有重要意义。

## 2 当前电力工程技术面临的挑战

电力工程技术当前面临着多方面的挑战,这些挑战涉及日益增长的能源需求、环境问题、技术创新和能源安全等方面。随着对可再生能源需求的增长,电力系统需要更好地集成太阳能、风能等新能源,这涉及电力系统的灵活性和可调度性,以便更好地应对这些能源的不确定性和间歇性。高效的能源储存技术对于解决可再生能源的波动性问题至关重要,当前的能源储存技术仍然面临成本高、寿命短、储能密度低等挑战,需要更多的研究和创新。

电力系统需要更多的智能化和数字化技术,以实现电网的实时监测、控制和优化,就需要面对大规模数据处理、网络安全和人工智能等方面的技术挑战。提高电力系统和设备的能源效率是当前面临的一个重要挑战,涉及电力设备的设计和运行优化,以减少能源浪费和提高系统的整体效率。面对日益复杂的电力系统结构,系统的稳定性和韧性变得更为关键,特别是在面对突发事件和故障时,电力系统需要具备快速响应和自我恢复的能力。

## 3 电力工程技术问题

### 3.1 能源混合与新能源接入

能源混合与新能源接入是电力工程面临的一项关键技术挑战,其解决涉及多方面的技术和系统创新。要实现能源混合,电力系统需要整合多种能源包括太阳能、风能、水能、地热能等,这就要求建立更加灵活、智能化的电力系统,以适应多源能源的变化。不同能源的可用性具有不确定性,例如天气对太阳能和风能

的影响,电力系统需要对这些不确定性进行有效管理,以确保系统的可靠性和稳定性。新能源的接入引入了间歇性的能源生成模式,电力系统就需要更加灵活地应对瞬时的能源波动,特别是在云量变化或风速波动的情况下。

新能源的接入使电力系统的调度和运营变得更加复杂,传统的电力系统调度模式需要更新,以适应新能源的不同特性和可变性。有效地将新能源集成到电力系统中需要准确的系统建模,包括对新能源的发电特性、输电损耗、电力质量等进行精确建模,以确保系统运行的稳定性和可靠性。储能技术的发展是解决新能源间歇性的重要途径,需要推动更加高效、成本效益和环保的储能技术,例如电池技术、压缩空气储能等,将储能系统有效地集成到电力系统中,以平衡能源供需、提高系统的响应速度和灵活性<sup>[2]</sup>。智能电网技术的应用可以优化能源的分配和利用,实现对电力系统的实时监测和控制,提高系统的适应性和韧性。建立智能电网管理系统,利用先进的信息通信技术和数据分析,实现对多源能源的有效调度和管理。

### 3.2 电力系统稳定性

电力系统稳定性是电力工程领域中一个至关重要的问题,直接关系到供电系统的正常运行和安全性。稳定性主要分为电压稳定性和频率稳定性两个方面,随着电力系统规模的不断扩大和新能源的大规模接入,稳定性问题变得更为突出。电力系统中可能出现电压暂降电压短时下降和电压暂增电压短时上升的情况,这会对电力设备和终端设备造成影响,特别是在电力系统发生突发事件或大规模设备投入运行时,电压稳定性问题容易凸显。电压不平衡是指系统中各相电压的不一致性,会导致负荷不均衡,对电力设备和终端设备造成影响,甚至影响到电力系统的正常运行。电力系统中的频率是由发电机群的动力平衡控制的,而在系统负荷变化或者发电机组失去同步的情况下,频率可能发生波动,频率波动对系统的稳定性和设备的运行都有重要影响。在电力系统中,频率失衡是指系统中不同地区或部分的频率不同步,频率失衡会导致电力设备的不稳定运行,甚至对系统产生严重影响。

随着电力系统规模的扩大,新能源的大规模接入以及电力系统的复杂性增加,稳定性问题的解决变得更为复杂。引入先进的调度和控制系统,实现对电力系统的实时监测、调度和控制,以快速响应系统变化提高系统的适应性<sup>[3]</sup>。针对新能源的间歇性特点,采用先进的调度算法和储能技术,实现对新能源的有效

调度和集成。引入智能电网技术,通过先进的通信和数据分析技术,实现电力系统的智能化管理,提高系统的稳定性和韧性。对电力设备进行升级和改造,采用先进的电力设备和控制技术,提高设备的稳定性和可靠性。

### 3.3 电力传输效率和输电损耗

提高电力传输效率和减小输电损耗是电力工程领域中关注的重要问题,输电效率的提升涉及多个方面的技术和管理创新,以降低能量损耗、提高电能传输效率,并确保电力系统的可靠运行。使用高温超导材料或高导热性材料制造导线,以降低输电线路的电阻减小能量损耗,柔性直流输电系统具有较小的输电损耗和更高的电流传输能力,可以通过高压直流输电技术降低输电损耗。实施实时监测和调度系统,通过精确监测电力系统的状态,实时调整输电线路的负载,最大程度地减小输电损耗,发展先进的电力系统优化算法,包括输电网配置、电流分配等方面的优化,以降低整个系统的能量损耗。

通过合理设计输电线路的布局,缩短输电距离,减小输电过程中的电阻降低能量损耗,通过提高输电电压、减小电流,可以降低线路电阻对输电损耗的贡献。在输电网中引入储能系统,通过储存和释放电能来平衡负荷需求,减小输电过程中的能量损耗,通过协调电力系统调度和储能系统运行,实现对电力系统的智能化调度,提高系统效率。寻找更低电阻、更高导电性能的新型导电材料,以替代传统的输电线路材料,减小电阻提高输电效率。研发更高效的绝缘材料,降低线路电阻和损耗,提高输电效率。

## 4 电力工程施工安全措施

### 4.1 风险评估和管理

风险评估和管理在电力工程施工中是确保安全的关键步骤。对施工项目进行全面调研,了解工程环境、设备状态、作业人员等方面的情况,识别可能的风险源,通过与相关人员沟通、现场考察和历史数据分析,识别潜在的施工安全风险。将识别到的风险进行分类,分为人员相关风险、设备相关风险、环境相关风险等,以便更好地进行管理,对每个风险进行定量和定性分析,评估其可能性和影响程度以确定哪些风险是最紧要解决的。基于风险评估的结果,制定详细的风险管理计划,明确风险控制措施和应急预案,针对每个识别的风险,明确采取何种控制措施,例如改变工艺流程、采用新的工艺技术、加强设备维护等<sup>[4]</sup>。制定

应急预案,包括事故的迅速报告和处理程序、紧急救援流程、人员疏散计划等,确保在事故发生时能够及时有效地响应。确定足够的资源用于实施风险管理计划,包括人力、物力、财力等,以确保计划的有效执行,设立监测机制定期检查风险管理计划的执行情况,并根据需要对计划进行更新和调整。

#### 4.2 人员培训和资质要求

在电力工程施工中,人员培训和资质要求是确保施工安全和高效进行的重要环节。在制定培训计划之前,进行详细的需求分析,了解工程中不同工种的技能和知识要求,以便有针对性地进行培训。制定涵盖安全规定、操作规程、应急处理流程等方面的培训内容,确保培训内容全面、系统。确定培训的形式包括课堂培训、实地演练、模拟演习等,以满足不同工种人员的学习需求,制定培训周期确保培训时间充足,使参与培训的人员能够充分掌握相关知识和技能。设立培训后的评估机制,通过考试或实际操作等方式评估培训效果,确保培训的实质性收益。对参与电力工程的工程师、技术人员和操作人员进行必要的培训和考核,确保其掌握相关技能和知识,建立健全的合格证书管理体系,确保合格证书的真实性和有效性。

对于涉及技术、法规等方面快速更新的行业,建立合格证书的更新机制,确保人员持续保持最新的知识和技能。

#### 4.3 作业环境和设备安全

作业环境和设备安全是电力工程施工中至关重要的方面,直接关系到工人和设备的安全。

在施工现场明确标识危险区域,如高压区域、作业区域、潜在的坑洞或挖掘区域等,以吸引工人的注意力并提醒潜在的危險。设置明显的紧急出口标识,确保工人在紧急情况下迅速找到安全通道,保障他们的撤离安全,标识和保持清晰的安全通道,以确保工人在需要时能够迅速而安全地撤离现场。制定定期检查计划,对施工现场使用的电力设备进行定期检查,确保其符合安全规定并能正常运行。建立设备维护体系,定期进行设备保养和维修,例如润滑、清洁、紧固等,防止设备因长时间使用而发生故障。制定设备的详细操作规程,确保工人了解正确的设备操作步骤,降低操作错误导致的事故风险,定期检查和测试紧急设备如灭火器、急救箱等,确保在紧急情况下能够及时使用。对使用设备的工人进行培训,使其了解设备的操作原理、安全注意事项等,提高操作技能,降低事故风险。

#### 4.4 电力设备安全操作

电力设备安全操作是确保电力工程施工过程中工人和设备安全的重要方面。制定详细的电力设备安全操作规程,包括设备的启动、停止、调整等操作步骤,规程应该涵盖所有可能的操作情况,确保工人能够正确、标准地使用设备。在操作规程中明确列出安全注意事项,如电力设备的潜在危险、防护措施、个人防护装备的佩戴等,以提高工人对潜在风险的警觉性。对工人进行操作规程的培训,确保他们理解并能正确执行规程,建立良好的沟通机制使操作规程得到有效传达和执行<sup>[5]</sup>。定期审查和更新操作规程,确保其与设备性能、工程环境等因素保持同步,以应对变化和 提高安全性。制定明确的紧急停电程序,切断电力设备电源的具体步骤和操作流程,确保所有工人都了解何时以及如何执行紧急停电。对工人进行紧急停电程序的培训,使其了解紧急停电的紧急性和操作步骤,培训内容包括使用紧急停电装置、开关等设备。在电力设备上标明紧急停电开关的位置并确保其易于访问,这有助于工人在需要时快速找到并执行停电操作。定期组织应急演练,检验紧急停电程序的有效性,通过模拟实际场景提高工人在紧急情况下的应对能力。在一些情况下,可以使用监控系统实现对电力设备的远程监控和紧急停电,提高操作的及时性和准确性。

### 5 结论

本文通过深入研究电力工程技术问题和施工安全,强调了电力工程在社会发展中的重要性。通过对当前面临的挑战进行分析,提出了解决电力系统稳定性、能源混合、新能源接入等问题的方案。此外,强调施工安全的关键性,包括人员培训、设备安全和作业环境等方面,推动了电力工程的可持续发展,对电力工程领域的进步和安全性具有深远的影响。

#### 参考文献:

- [1] 井维波. 配电网电力工程技术及其施工安全问题研究[J]. 自动化应用, 2023, 64(05): 218-220.
- [2] 王磊. 配网电力工程的技术问题分析与施工安全措施[J]. 中小企业管理与科技, 2022(01): 163-166.
- [3] 何威. 农村电网电力工程的技术问题分析与施工安全措施[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(13): 123-125.
- [4] 刘坤. 电力工程技术问题及施工安全研究[J]. 居舍, 2021(03): 78-79.
- [5] 王一鸣. 电力工程技术问题及施工安全探讨[J]. 科学技术创新, 2020(19): 134-135.

# 35kV 变电站接地变压器故障烧损事故分析

胡 越, 陈嘉豪

(国网湖北省电力有限公司天门市供电公司, 湖北 天门 431700)

**摘 要** 35kV 变电站接地变压器故障烧损事故是电力系统中常见而严重的问题, 对系统的稳定运行和设备的寿命造成不可忽视的影响。本文通过对一起 35kV 变电站接地变压器故障烧损事故进行深入分析, 从事故原因、影响及防范措施等方面展开研究, 通过对事故的剖析, 以期为电力系统中相似问题的预防提供有益的参考和经验。

**关键词** 35kV 变电站; 接地变压器; 故障烧损事故

中图分类号: TM63

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0103-03

在电力系统运行中, 及时发现并解决潜在问题, 对于保障系统的平稳运行具有重要作用。35kV 变电站接地变压器在电力系统中扮演着至关重要的角色, 其正常运行直接关系到系统的稳定性和可靠性。然而, 在实际运行中, 由于各种原因, 接地变压器故障烧损事故时有发生, 给电网安全运行带来一定威胁。为深入了解和分析 35kV 变电站接地变压器故障烧损事故, 需要研究事故原因, 找到问题的症结所在, 并提出相应的解决方案, 以防未来类似事故的发生。

## 1 35kV 变电站事故前的运行方式

在事故前的运行方式中, 1 号主变已经完成投运, 主变压器是电力系统中能量传递的核心设备, 其正常运行对电网的稳定性会产生直接影响, 1 号主变投运意味着系统有了更多的传输能力和备用能力; 35kV 变电站采用两段 10kV 母线并列运行的方式, 使得系统在正常运行状态下可以实现备用互换, 提高了系统的可靠性, 母线并列运行也为系统提供了更好的灵活性, 方便对系统进行维护和检修; 在正常运行状态下, 35kV 变电站有 6 条 10kV 出线同时运行, 出线负责将电能传输到下游用户或其他变电站, 确保电力系统的供需平衡, 通过多条出线的运行, 系统不仅能够满足不同负荷需求, 还提高了系统的容错性; 在事故前, 35kV 变电站正常运行时带有 4000kW 的负荷, 表示系统在事故前处于一种正常运行状态, 能够满足相应的用电需求, 负荷的变化会直接影响电网的稳定性, 而在事故前的运行状态下, 系统负荷处于合理范围内<sup>[1]</sup>。

事故发生后, 仔细检查接地选线装置柜内情况, 发现除了干式接地变压器外壳存在放电痕迹外, 柜内还有 3 根熔断器熔断, 接地变压器中性点避雷器击穿,

选线装置控制器仅有熔丝熔断告警, 没有其他接地故障记录。

## 2 35kV 变电站接地变压器故障烧损事故经过

事故发生时间为 2021 年 4 月 25 日 12 时 13 分 15 秒至 18 秒左右, 系统发生了一次间歇性的 U 相弧光接地故障, 并伴随着极高弧光过电压, 通过对 I 段电压互感器柜控制器接地故障录波的详细分析, 能够更清晰地了解事故的经过。在事故发生的瞬间, 系统中 U 相发生了间歇性的弧光接地故障, 该类型的故障通常由于设备老化、绝缘损坏或操作不当等原因引起, U 相弧光接地导致电流异常升高, 产生了大量的高次谐波; 通过 I 段电压互感器柜控制器接地故障录波分析, 观察到系统在故障期间伴随着大量的高次谐波, 是由于弧光的高温和电弧振荡所引起, 高次谐波的产生加剧了电网中的电压畸变, 对设备和系统稳定性造成了严重影响; 由于故障引起的弧光过电压, 使得电压互感器零序电压输出呈现平顶波的异常波形, 情况表明系统中出现了过高的零序电压, 导致设备的绝缘击穿, 对电网的稳定性产生不可忽视的威胁。

异常的零序电压直接影响了接地变压器中性点保护系统, 引起了其中的可控硅避雷器反复动作, 由于零序电压过高, 避雷器受到不断的冲击, 反复触发并逐渐受损; 避雷器和连接铜排在故障期间受到了巨大的电流冲击, 留下了明显的放电痕迹, 表明避雷器在保护系统的过程中受到了严重的击穿和损坏; 经过实际测量, 发现 3 只串联避雷器中存在明显的异常, 其中 1 只避雷器完全被击穿, 阻抗为零, 另外 2 只避雷器阻抗降低, 阀片损坏, 进一步证实了避雷器在事故中的关键作用, 并显示出在电弧接地故障下的严重受损程度<sup>[2]</sup>。

### 3 35kV 变电站接地变压器故障烧损事故原因分析

事故中最直接的原因在于接地变压器中性点避雷器的设计动作值偏低,在事故中,避雷器的设计动作值并未能有效地抵御弧光接地情况下的高电压,导致其发生击穿,设计动作值过低使得避雷器在事故发生时无法提供足够的防护,从而直接导致了事故的发生;弧光接地是导致事故的另一个重要因素,在系统中当出现弧光接地情况时,电压会突然升高,对各个设备都带来了巨大的电压冲击,在本次事故中,弧光接地导致中性点电压升高,避雷器在高电压的作用下失效。

在事故前,系统的最高电压为12kV,根据中性点计算值( $12\text{kV} \div 3 \approx 6.93\text{kV}$ ),避雷器直流1mA值不低于12.3kV,但是接地变压器中性点避雷器的设计动作值为12.6kV,说明其设计值偏低,而线路避雷器额定电压为17kV,折算到中性点的电压值为9.82kV,氧化锌阀片直流1mA动作值不低于13.9kV,事故中避雷器的性能与电压计算值不匹配,进一步加剧了其在弧光接地情况下的失效。事故中避雷器不仅用于过电压的保护,还作为并联在高压可控硅两端的保护元件,然而由于避雷器设计动作值偏低,其在可控硅不同期导通时并未起作用;因为避雷器设计动作值偏低,使得在弧光接地情况下避雷器反复动作,导致避雷器不仅要承受弧光接地带来的高电压,还需要反复忍受工频放电能量,增大了避雷器损坏的风险,反复动作与工频放电能量的结合,使得避雷器在事故中扮演了不良的角色。

在事故分析的初期,对避雷器进行解剖是关键步骤,而解剖过程中的发现揭示了制作工艺上的明显瑕疵,瑕疵是导致事故中发生的重要因素,促成了避雷器的失效;事故中解剖发现,该型号避雷器采用了环氧筒套装结构,但是该结构相对简单,很难保证阀片侧面的爬电安全,阀片侧面的爬电安全对于避雷器的正常运行具有重要作用,而制作工艺简单的结构存在缺陷,增加了阀片爬电的风险;在制作过程中,硅橡胶压模封装是常见的工艺,然而解剖库存避雷器时发现,阀片表面存在残留的硅橡胶,残留导致阀片与其他部件之间的不良接触,影响避雷器的正常运行,进而对系统的安全性产生严重威胁<sup>[3]</sup>。

在事故中,保护熔断器未能快速开断是造成接地变压器故障烧损的重要原因,故障点的接地阻抗突然下降主要是由于设备故障、绝缘损坏或其他因素引起,导致故障电流的急剧增加,使得熔断器需要迅速响应,

然而如果熔断器设计不当或存在故障,就无法在短时间内完成快速开断;单相短路电流的剧增表明系统出现了严重的电气故障,熔断器应当能够迅速断开电路,防止进一步的损坏,但是熔断器的额定电流或快速开断特性不符合实际需求,导致在高电流条件下无法快速开断;熔断器在流经大电流时会产生热量,热量无法迅速散失或熔断器设计存在缺陷,就导致绕组的过热,最终导致开裂和喷弧,造成熔断器动作的延迟,失去快速开断的效果。此外,单相短路电流的异常增加是事故的关键节点,短时间内无法迅速切断高电流导致设备过载和烧损。

### 4 35kV 变电站接地变压器故障烧损事故处理措施

#### 4.1 优化避雷器选型

在重新选型避雷器之前,首先需要全面评估35kV变电站的电气系统参数,包括系统电压、电流特性、接地变压器的额定电流和额定电压等,通过对参数的详细了解,可以为选型提供准确的依据,确保新避雷器符合系统实际需求;重新选型避雷器时,要考虑35kV变电站的电气系统频率与波形,不同系统频率和波形对避雷器的性能有不同的要求,需要确保选择的避雷器在实际运行中能够有效工作,防范因频率和波形变化导致的问题。在遭受接地变压器故障烧损事故后,需要对系统故障模式进行深入分析,了解故障模式有助于确定新避雷器的性能需求,不同的故障模式对避雷器的选择产生不同的影响,因此需要有针对性地进行选型;重新选型避雷器时,需注意技术参数的优化选择,包括击穿电压、动作电流、动作时间等,优化参数可以提高避雷器在系统中的适应性和响应速度,从而更好地保护电气设备免受过电压的影响。根据35kV变电站的实际需求,需要选择合适的避雷器类型,常见的避雷器类型包括氧化锌避雷器、钼钨避雷器等,不同类型的避雷器具有不同的特性,需要根据具体情况进行选择,以确保其在实际运行中发挥最佳作用;在确定了新的避雷器选型方案后,需要进行全面的试验与验证,包括在实验室条件下对避雷器进行性能测试,以及在35kV变电站实际运行环境中进行验证,通过试验与验证可以确保新选型的避雷器能够稳定可靠地工作<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 优化熔断器选型

熔断器在电气系统中担任着过电流保护的关键角

色,合理选择熔断器可以更有效地隔离故障、保护设备、减小事故影响范围,而在 35kV 变电站接地变压器的故障处理中,优化熔断器选型显得尤为重要。在优化熔断器选型时,需要充分考虑接地变压器的负载特性,不同的负载情况导致过电流的幅度和持续时间不同,因此应选择熔断器具有较宽的过载容量范围,以适应不同负载条件;瞬时过载和热过载是熔断器需要考虑的两个主要因素,瞬时过载是由于短路等突发事件引起的,而热过载则是由长时间的过载引起,熔断器的选型应兼顾两个方面,确保在短时间内迅速动作,同时能够承受一定时间的额定负载;根据 35kV 变电站接地变压器的具体情况,选择适用的熔断器类型也是优化选型的关键,常见的熔断器类型包括高压熔断器、熔断开关等,其工作原理和适用场景有所不同,需根据变电站的实际需求和设备特性进行选择;35kV 变电站通常处于恶劣的环境中,例如高温、高湿等,在熔断器选型时需要考虑环境因素对设备的影响,选择具有良好环境适应性的熔断器,确保其稳定可靠运行;在确定熔断器选型之前,可以通过系统仿真和实际试验来验证所选熔断器的性能,通过模拟不同故障情况,检验熔断器的动作时间、动作特性等,以确保其能够在实际故障发生时快速而可靠地动作。

#### 4.3 构建故障信息收集系统

在接地变压器的关键位置部署各类传感器,包括温度传感器、湿度传感器、压力传感器等,传感器能够实时监测设备运行状态的变化,一旦发生异常,即可产生报警信号,通过信息收集系统传送到监控中心;引入智能监测装置,通过先进的数据采集技术,对接地变压器的关键参数进行实时监测,装置能够通过网络将采集到的数据传输到信息收集系统,形成完整的设备运行数据。对 35kV 变电站的遥测遥控系统进行升级,使其具备更强的实时性和准确性,通过遥测遥控系统,可以实时获取接地变压器的运行数据,同时可以对设备进行遥控,提高设备运行的可控性;采用红外热像技术,对接地变压器的热情况进行监测,通过红外热像技术可以直观地观察设备的热分布情况,及时发现潜在的故障点,为故障的提前预警提供可靠依据。在关键的设备位置安装摄像头,建设视频监控系统,视频监控系统可以实时监测设备的外部情况,如果发生异常,能够通过图像传输迅速反馈到信息收集系统;利用先进的故障诊断技术,对接地变压器的故障信息

进行深度分析,通过故障诊断技术,可以精准地判断故障的类型、位置以及可能的原因,为事故处理提供有力支持<sup>[5]</sup>。

#### 4.4 及时更换装置损坏元器件

接地变压器作为电力系统的核心设备之一,其元器件的正常运行直接关系到电网的稳定性和安全性,发生元器件损坏后,如果不能及时更换将导致设备进一步损坏,甚至引发事故,所以需要及时更换装置损坏元器件。为了及时发现装置元器件的潜在故障,需要建立定期的巡检和监测机制,通过使用先进的监测设备,包括红外热像仪、振动传感器等,对接地变压器的元器件进行全面、细致的监测,以提前发现元器件的异常情况;根据巡检和监测的结果以及维护记录,制定科学合理的元器件更换计划,该计划应包括元器件更换的时机、更换的具体步骤、更换所需的时间等详细信息,从而可以有序地进行元器件更换工作,最大限度地减小对电网的影响;建立完善的备件管理体系,确保所需的元器件备件能够随时准备就绪,备件储备应充足,并进行分类管理,以便在发生故障时能够迅速调配,并确保更换元器件的高效进行。

#### 5 结语

35kV 变电站事故前的运行方式表明系统在正常运行状态下,设备分布合理,供电能力充足,事故后的分析显示出一些潜在的问题,如干式接地变压器绝缘老化、熔断器熔断、避雷器击穿等。为确保系统的稳定性和可靠性,建议优化避雷器与熔断器选型,并对设备进行定期检测与维护,加强对监测设备的功能评估,以及强化事故发生后的详细记录与分析。

#### 参考文献:

- [1] 方扬,贾晓辉,郑升讯,等.一起 35kV 单相接地故障引起接地变跳闸的事故分析[J].电工电气,2023(01):39-42.
- [2] 黄江浩,慕宗江,林文亮,等.避雷器击穿引起的 110kV 主变二次跳闸事故分析[J].黑龙江电力,2022,44(04):350-354.
- [3] 杜卫仕,王瑞虎,胡松华.一起 35kV 母线电压不平衡故障的处置[J].农村电气化,2023(09):80-82.
- [4] 于云娟,谢潇磊,胡书通.不接地系统单相断线故障分析与诊断[J].电力设备管理,2022(16):25-28,41.
- [5] 田巍.35kV 电缆突发绝缘击穿事故分析及防范措施[J].电世界,2021,62(01):29-30.

# 关于 DA20-C1 飞机电源系统介绍及故障分析

洪常军

(中国民用航空飞行学院新津分院, 四川 新津 611431)

**摘要** DA20-C1 飞机用于特技飞行训练工作, 相比同类型飞机具有优秀的滑翔能力。自我院投入 DA20-C1 飞机运行以来, 多次发生电源系统相关故障, 直接影响飞行训练任务。因此, 本文以维护手册为依据, 结合实际排故障经验, 对电源系统的原理以及一些常见故障进行分析, 通过阐述该飞机电源系统组成和工作原理, 分析 DA20-C1 飞机故障原因, 提出有效的故障排出方法和维护建议, 以期日后维修工作提供借鉴经验, 从源头上保障飞行训练的安全性和可靠性。

**关键词** DA20-C1; 电源系统; 故障分析

**中图分类号**: V22

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0106-03

## 1 电源系统组成介绍

DA20-C1 飞机有一个 14 伏直流 (DC) 电源系统。该系统有两个电力来源, 它有一个 14 伏的发电机和一个 12 伏的电瓶。在通常的操作中 14 伏发电机为系统供电, 一个 40 安培的发电机连接在发动机的右前方, 发动机轴上的皮带轮操作柔性皮带转动发电机, 电源系统有一个 12 伏、20 安培小时的电瓶, 发电机不运行时, 电瓶向电源系统提供直流电, 它还为发动机起动提供动力。当负载超过发电机所能提供的电力时, 电瓶也可以提供电力, 电瓶通过电瓶继电器和起动机继电器为起动提供大电流。GEN/BAT 开关控制所有系统中的电源, 主汇流条和电子设备汇流条将电源分配给其他系统<sup>[1]</sup>。

直流发电系统包括以下部件: 发电机、过压控制继电器、过电压传感器、发电机警告灯、发电机断路器、发电机控制断路器、电压表、电流表、警示灯继电器、GEN/BAT 开关。发电机的标称输出电压为 14 伏 DC $\pm$ 2.5%, 在发动机转速为 1742 至 2800 转/分时, 发电机可连续供电 40 安培, 发电机内置整流器和电压调节器, 不能调整输出电压。发电机具有以下连接: 主汇流条向发电机的 IG 端供电用于励磁; B 端为发电机输出供电; L 端发出故障警告。电刷和滑环将励磁电流传输到转子, 转子上有一个风扇, 用于对发电机进行鼓风冷却。发电机将在以下情况进行工作: 发动机正在工作; 电瓶、发电机和发电机控制断路器闭合; GEN/BAT 开关设置处于 ON (接通位)。以下部件构成发电机控制系统: GEN/BAT 开关; 过压传感器; 过压继电器。当 GEN/BAT 开关设置为 ON (接通) 时, 过压传感器的引脚 2 从主汇流条接收电瓶电压, 过压传感器

的引脚 1 向过压继电器的线圈提供电压, 继电器通电, 过压继电器的闭合触点向发电机上的端子 IG 提供主汇流条电压, 发电机开始工作。如果过压传感器在其输入 (引脚 2) 处感应到超过 16.1 伏, 则引脚 1 上的输出电压变为零, 过电压继电器断电。这将消除发电机的励磁电压, 发电机停止工作。如果在电压恢复正常后循环 GEN/BAT 开关 OFF 和 ON, 发电机将恢复工作。GEN 警告灯、警示灯继电器、电压表, 电流表构成发电机指示系统, 如果驾驶舱处于正常飞行配置 (所有断路器关闭), 则在以下情况下, 警告灯将亮起: GEN/BAT 开关设置为 ON (接通), 发动机未运转; 主汇流条上的电压超过 16.1 伏; 发电机出现故障, 发动机未运转; 按下 GEN 警告灯上的测试功能。当发电机发生故障时, 发电机上的端子 L (通过警示灯继电器的闭合触点) 为发电机警示灯提供接地。GEN 警告灯亮起。如果过压传感器在其输入 (引脚 2) 处感应到超过 16.1 伏, 则引脚 1 上的输出电压变为零。过压继电器断电。这将使警告灯继电器断开, 警示灯继电器的常闭触点为 GEN 警示灯提供接地。GEN 警告灯亮起。电压表显示主汇流条上的电压。当发电机工作时, 它通常显示 14 伏, 它显示发电机断开时的电瓶电压。在高负载和低发动机转速期间, 电压表可能显示低于 14 伏的电压, 这表明电瓶正在帮助发电机提供电压, 电流表显示电瓶和主汇流条之间的电流。当电流表指针显示 + 时, 表示电瓶正在充电; 当电流表指针显示 - 时, 表示电瓶正在提供电流。

电瓶系统由电瓶和电瓶继电器组成。DA20 飞机的电瓶为一个 12 伏的铅酸电瓶, 是由浸在硫酸水溶液中

的铅板所串联而成的, 单个额定电压为 2.0 伏。电瓶额定电压为 12 伏, 就是说电瓶中串联有 6 个。电瓶位于防火墙左侧, 发电机电压大于电瓶电压时, 发电机为电瓶充电。电瓶通过电瓶继电器向主汇流条提供电流。电瓶继电器位于继电器盒中。一个 50 安培的断路器保护电瓶系统。电瓶需要定期保养, 定期测量电瓶电量、容量和电解液液位, 维护电瓶时要清除电瓶外部的电解液, 不要把电瓶电解液弄到身上。电解液包含硫酸, 可能会导致灼伤。电解液液位不足时, 需将电瓶从飞机上取下, 用蒸馏水补充电解液。清除接线柱区域的污垢, 用合适的防腐剂保护接线柱和电缆接线片。保持通风软管没有扭结, 确保里面是干净的。操作电气系统时, 比如更换发电机更换断路器等, 务必断开电瓶负线。

外部电源装置 (EPU) 系统。外部电源的三个主要部件是 EPU 插座、控制继电器的开关和继电器。EPU 插座和相关电路为各种地面操作提供外部电源连接, 例如维护、电瓶充电、启动发动机等。外部电源系统通过二极管进行反极性保护, 驾驶舱中, 灯开关左侧的开关允许 EPU 继电器在连接外部电源且电源可用后闭合。驾驶舱中的指示灯表示插座上有电源, 或者 EPU 继电器在断开时保持关闭。

直流电负载分配。直流电负载分配系统具有以下部件: 电子设备主电门继电器, 电子设备主电门开关, 电瓶继电器, 断路器, GEN/BAT 开关。主汇流条由 3 根铜排通过硬接线连接。发电机通过发电机断路器向主汇流条供电。电瓶通过电瓶继电器、电流表和电瓶断路器向主汇流条供电, 电瓶向电瓶继电器的线圈提供正极电压, GEN/BAT 开关连接到电瓶继电器的另一侧和接地。电子设备汇流条, 电子设备继电器的常闭触点将主汇流条连接到电子设备汇流条, 一个 20 安培的断路器保护系统。1 安培断路器保护继电器的控制电路, 电子设备继电器的控制电路连接到电子设备开关。断路器保护每个电路中的接线不受过大电流的影响, 可以手动打开和关闭所有断路器。如果电路中流过电流过大, 相关断路器会自动断开。

## 2 电源系统常见故障和解决措施

电源系统是保障飞机运行的重要组成部分, 飞机电源系统常见故障主要有以下几点: (1) 电瓶电压显示低; (2) 电瓶无法连接到主汇流条; (3) 电流表始终显示为零; (4) 电压表始终显示为零; (5) 系统中没有外部电源。下面将分析这几种故障原因并提出解决措施。

### 2.1 电瓶显示电压低

在日常维护中可能需要长时间通电而导致电瓶电压不足, 发动机无法启动, 这是最常见的, 在日常维护时, 如需长时间通电应使用外接电源。下列几个原因也会导致电压不足。

1. 电瓶电解液液位低。在日常定检维护时, 一旦发现电解液不足的情况应立即增添电解液。若电解液长期不足, 会大大降低电瓶容量, 极板长期暴露在空气中也会加速硬化, 缩短使用寿命。当出现电解液不足时, 应首选蒸馏水, 切忌使用自来水或矿溶水。日常操作时应注意个人防护, 配备必要的耐酸防护用品, 以免硫酸溅到人的手上和脸上, 造成灼伤。日常加强对蓄电池的维护到位, 对于放电终了的电瓶, 长期处于防空状态会缩减电池寿命, 维修人员须在 24 小时内将电瓶充至饱和状态; 每月对已充满电的电瓶至少复充一次, 以防止极板硬化<sup>[2]</sup>。

2. 电瓶容量低。通常是电瓶过放而导致容量变低, 应将电瓶拆下进行容量测试。容量测试放电终了的电瓶必须在 24 小时内充电; 充满电的电瓶每月至少复充一次, 以防止极板硬化。正负极板表现的一般有: 极板硫化、反极、极板的腐蚀、弯曲和断裂、蓄电池内部短路、活性物质脱落等。其中又以极板硫化、活性物质脱落较为普遍。极板的不可逆硫酸盐化: 对硫化程度较轻且为时尚短的情况, 用过充电的办法, 便可以使极板性能恢复正常。硫化程度稍重的要采用小电流长时间过充办法。如果是最严重的, 可用水处理法。活性物质脱落: 充电电流不宜过大, 尤其在充电末期更需减小电流, 使气泡不至于过分剧烈析出, 以减轻对活性物质冲击, 不要经常过充电与过放电。

3. 发电机输出低。通常发电机故障导致电压不足, 一般来说更换发电机即可, 更换发电机后需测试发电机, 将直流电压表连接到主汇流条上测量电压, 将 GEN/BAT 开关设置为 ON (GEN 警告灯必须亮起), 启动发动机, 将发动机转速设置为 1720 转/分, 电流表必须显示正读数。电瓶充电后, 测量发电机电压, 电压必须为 14 伏  $\pm 2\%$ 。将所有电气负载设置为 ON, 然后在整个测试过程中操作间歇性负载, 电压必须保持在空负载时发电机电压的  $\pm 2.5\%$  以内, 电流表不得显示放电。但是发动机在低转速工作状态下, 如地面小功率长时间滑行, 发电机输出较低, 此时在供电输出端加系统负载可能会导致低电压警告出现, 这是正常的, 这种情况可以在较大转速时恢复。

### 2.2 电瓶无法连接到主汇流条

(1) 电瓶断路器开路或者故障。通常需要检查断

路器是否跳开,一般情况下断路器故障概率比较小,所以排故前期不建议更换断路器;(2)电瓶继电器故障,GEN/BAT开关故障。通常来说,电瓶继电器故障概率比开关的故障概率大,所以维护时优先考虑更换电瓶继电器,更换电瓶继电器后有功能测试:一是确保GEN/BAT开关设置为OFF(断开),电压表上不得有任何指示;二是将GEN/BAT开关设置为ON(接通),电压表必须指示蓄电池电压;三是操作启动电机,但是不需要启动发动机。故障未消除,再更换开关,更换开关时应注意线路做好标记以及导线之间缠绕不要太紧密;(3)GEN/BAT开关与电瓶继电器之间的线路,或GEN/BAT开关与接地点之间的线路故障。对导线进行导通性测试。修理或更换有缺陷的接线。

### 2.3 电流表、电压表始终显示为零

电压表显示的是电子汇流条的状态。它的表盘上标有量程数值为8-16伏,以2为单位。标尺分为三个彩色圆弧表明汇流条电压的状况。这些圆弧是:红色段表示8.0-11.0伏,黄色段11.0-12.5伏,绿色段12.5-16.0伏特,电压红线在16.1伏特。电流表指示电瓶的充电(+)和放电(-)。它由一个表盘,数字标记为-60到60安培。一般来说哪个表故障就更换哪个表,拆卸电流表时必须先断开电瓶即断开电瓶负线。安装电流表之后需要做电流表功能测试,做这项测试要在可以运行发动机的区域进行此测试<sup>[3]</sup>。测试流程:(1)确保GEN/BAT开关设置为OFF(断开),电压表上不得有任何指示;(2)将GEN/BAT开关设置为ON(接通),电压表必须指示电瓶电;(3)启动发动机。增加发动机转速,使发电机工作,电流表必须显示电流(+);(4)关闭发动机。启动发动机的时候必须确保螺旋桨的区域无人员设备。电压表的功能测试:(1)确保GEN/BAT开关设置为OFF(断开)。电压表上不得有任何指示;(2)将GEN/BAT开关设置为ON(接通)。电压表必须指示电瓶电压;(3)将万用表连接到电压表的两个接线端,电压表必须与万用表显示相同的电压;(4)将GEN/BAT开关设置为OFF(断开)但是电压表一直显示为零还可能是电流表和电压表之间的接线有问题,或电压表和接地点之间接线有问题,这时应对导线进行导通性测试,修理或更换有缺陷的接线。

### 2.4 系统中没有外部电源

该飞机具有一个外部电源接口,位于左机翼根部位置前面,须确保外部电源已牢固插入插座,检查外部电源开关EPU是否打开。地面电源电缆插头由于使用的时间较长,日常维护清洁防腐没做到位使电缆插头老化腐蚀,地面电源长期在特别潮湿的环境中暴露

使用、工作环境温度的剧烈变化、地面电源露天的放置以及日常保养不到位等都会造成地面电源的损坏,缩短使用寿命<sup>[4]</sup>。使用过程中跳火引起的烧蚀等,以及飞机老龄化,飞机自身的接头处老化、腐蚀、插拔次数过多造成磨损等,造成了电源插头与飞机插头之间接触不良或接触部分电阻值过大,当正极、负极或控制插钉之间接触不良时均不能形成回路而无法向飞机电网供电,或造成接触部分电阻值过大使得飞机电压过低和不稳定,极大地影响电源与插座的可靠连接<sup>[5]</sup>。首先应确保插座是否有松弛、损坏的情况,如果依旧没有电源输入,继而测试外部电源继电器,如果存在故障,更换外部电源继电器。

### 3 总结

当出现故障的时候,排故时应当严格遵守维护手册,遵循由简到难的原则。飞行后,要认真听取飞行人员反映的飞机故障现象,根据实际情况分析故障原因,找到排故方法。在平时定检维护工作中,对电瓶的维护必须检查到位。电源系统作为影响飞行安全的重要系统,维护中还要加强对相关线路的检查,一般检查容易接近的区域内的插头、线路接头、导线外观等,主要检查线路绝缘层损伤、磨损、腐蚀、烧蚀、插头损伤、插钉弯曲烧蚀等。由于绝缘层的破损可能隐藏在线路固定夹下或在其他部件下面,或在线束之中,而每一线束可能有多根导线组成,且许多线束被固定在飞机的壁板中,因此有时检查的难度很大,但是发现有可能有磨损的地方应及时处理,预防由于导线破损导致短路情况发生。希望通过本次对电源系统的介绍以及一些常见故障的分析,能够帮助机务维修人员深入了解DA20-C1飞机的电源系统,希望本文对维护此类飞机机务同行有所帮助。

### 参考文献:

- [1] 黄明远.某型单发飞机典型电源系统故障分析[J].航空精密制造技术,2022,58(04):60-62.
- [2] 马翼.172飞机电瓶故障诊断与应对策略[J].才智,2010(16):266-267.
- [3] Gunes T,Turhan U,Açikel Y B.Improvement of aircraft maintenance manual (AMM) for Cessna 172[J].Aircraft Engineering and Aerospace Technology,2022,94(07):1078-1086.
- [4] 王首清.CESSNA 172飞机外接电源故障分析[J].科技经济市场,2019(08):15-16.
- [5] 张宇.某型直升机电源系统常见故障及检测排除[J].电气时代,2023(05):125-127.

# CT 机等放射影像设备的故障分析与养护探究

刘昌明

(湖北科技学院, 湖北 咸宁 437000)

**摘要** 放射影像设备在现代医学中发挥着重要作用, 利用放射影像设备拍摄的资料, 医生可以更加直接快速地诊断疾病, 进而制定科学的治疗方案。不仅如此, 放射影像设备还可以用于评估疗效, 患者治疗一个疗程或是一段时间后, 利用放射影像设备拍摄的资料, 和之前的资料进行对比, 医生可以评估治疗是否取得了预期的效果, 为下一步的治疗提供参考的依据。放射影像设备投资大、技术含量高, 对使用环境和操作规范都有较高的要求, 使用维护不当容易引发故障, 影响检测的效率。技术人员在使用放射影像设备时, 必须严格按照使用标准进行, 定期对设备进行维护保养, 同时还需要了解设备常见的故障和引发故障的原因, 当设备出现故障时, 能够及时处理或者给出处理的方案, 以发挥设备应有的效能, 提升服务的质量。

**关键词** CT 机; 放射影像设备; 故障分析; 养护

中图分类号: TH77

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0109-03

医疗设备是医疗机构进行日常诊疗、教学和科研的重要工具。放射影像设备可以准确拍摄人体内部的结构图像, 帮助医生更加直观、精确地确定人体内部的情况。医疗机构常用的放射影响设备有 X 射线设备、CT 扫描设备、MRI 设备(磁共振成像)、超声设备(超声波成像)等。不同的影像设备, 其工作原理和常见的故障类型也不相同, 最终获得的检测结果精度和适用的范围也有相应的区别。其中 X 射线设备主要通过向人体发射 X 射线并通过感应器接收反射的 X 射线, 得到被检测者骨骼系统和某些组织结构的二维影像。而 CT 扫描设备则是利用旋转的 X 射线源和感应器, 同时利用计算机进行断层扫描, CT 扫描设备可生成横断面的数字化图像, CT 检测获得的人体内部解剖结构和组织信息更为详细, 在临床得到了越来越广泛的应用。此外, MRI 设备的检测原理是利用强磁场和无线电波来获取人体内部的高分辨率影像。超声设备则是通过超声波生成实时的内部影像。

本文主要以 CT 扫描设备为例, 探究 CT 机等放射影像设备常见的故障及其原因, 同时对影像设备的养护进行了介绍。

## 1 CT 扫描设备的基本组成及故障类型

### 1.1 CT 扫描设备的基本组成

CT 扫描设备主要由三部分组成, 分别是控制台、X 射线发射器和相关的探测设备、检查床, 控制台是带有计算机的, 主要用于分析扫描的结果。X 射线发生器包括 X 射线高压发生器和 X 射线球管两部分<sup>[1]</sup>。

### 1.2 CT 扫描设备的故障类型

CT 扫描设备的故障类型主要有三类。第一类是人为因素引起的故障, 常见的有操作不当, 操作不按流程等。第二类是环境因素引起的故障, 当 CT 扫描设备所在的环境发生了较为明显的变化, 如温度、湿度升高、电压不稳定等, 会导致设备出现故障。第三类是设备本身的故障, 常见的有硬件故障及软件故障。

#### 1.2.1 人为因素引起的故障

临床常见的人为因素引起的故障有图形均匀度较差、图形错误、伪影等。出现均匀度较差与开机预热时间没有达到标准或是使用机器之前没有进行常规的矫正有关。图形错误大部分定位不准引起的, CT 带有的检查床是可以调节高低的, 检查时如果病人的位置不对, 则会出现图像错误的问题。伪影与扫描参数设置不当有很大的关系, 被检查者身上带有金属物件也会产生伪影的情况。人为因素引起的故障不会影响机器的正常运作, 也不会对机器造成严重的损坏。在检测中如果出现人为因素导致的故障, 可以较快地得到解决。

#### 1.2.2 环境因素引起的故障

CT 设备是医疗行业的精密设备之一, 对运行环境有较高的要求, 通常情况下, 要求 CT 设备必须在无尘或是微尘的环境下运行, 温度保持在 18℃~24℃之间, 温度变化不宜过大, 每个小时的最大温度变化需控制在 4℃以内; 环境的湿度保持在 40%~60% 之间。此外, CT 设备的供电必须稳定, 不能出现电压不稳定的情况。CT 扫描设备中探测器的材料特性对工作温度有较高的

要求, 温度过低或是过高都会影响其输出特性, 导致检测结果出现变化。长期的高温环境还会加速探测器材料的老化, 降低 CT 扫描设备的使用寿命<sup>[2]</sup>。为了更好地保护 CT 扫描设备, CT 机中设计了温度调节电路和过温保护装置, 当温度超出系统的最高值时, 系统的过温保护开关会立刻切断电源, 使机器停止工作。机器周围环境灰尘过大会导致机器滤网堵塞, 机器内部温度升高, 影响机器的正常工作。机器周围环境湿度过高, 则有可能导致机器电子元件发生短路等故障。而电压不稳定则可能导致机器运行不稳定, 影响检测图像的质量。电压变化过大, 还可能出现烧毁机器等严重的故障。

### 1.2.3 机器自身的故障

CT 扫描设备属于大型的医疗设备, 设备的电路结构、机械结构和计算机系统都非常复杂。这些系统和结构是 CT 扫描设备顺利运行的基础, 只有当每一个系统和结构都运行顺畅, CT 扫描设备才能运行顺畅。

机器在使用过程中, 总会出现各种故障, 这跟机器零部件使用一段时间后出现磨损、老化等都有一定的关系。对于 CT 扫描设备而言也是这样, 新的机器使用一段时间后, 总会发生一些自身零部件引起的故障。CT 扫描设备常见的故障主要有硬件故障和软件故障两大类, 硬件故障又包含了机械故障和电气故障两大类。处理这些故障首先要找到引起故障的原因, 然后才能有针对性地解决机器的故障问题。

CT 扫描机常见的机械故障有转动部件失灵、卡死或是部件磨损过度等。常见的电路故障有短路、开路或是漏电等。常见的软件故障有计算机死机、软件无法运行、软件参数出现异常等。

## 2 CT 扫描设备常见的故障分析

1. 机器无法正常曝光, 机器出现了错误信息的提醒警报, 如果警报提醒是短路引起的故障, 需要检查高压插头、油箱或者球管等。处理这类型故障常采取排查法, 对可能引起故障的部位进行全面的检查, 常见的检查顺序为: 球管 - 油箱 - 高压电缆 - 高压插头。

CT 机还常出现不曝光的故障, 如果机器上出现提示旋转机架找不到停止位的警报。表示故障可能跟旋转机架的机械故障或是控制电路有关。处理该故障可以先检查旋转机架的传动齿轮, 如果是齿轮问题, 那么维修齿轮的故障即可。如果不是齿轮问题, 则需要根据提示对程序进行调试。调试程序后仍存在脉冲的问题, 可以判断编码器出现了故障, 需要更换编码器。

2. 计算器无法进入操作系统或是运行过程中突然退出操作系统或关机。出现这类型故障跟机器内存不

足或是图像储存数据库出错有关, 如果是内存不足引起的故障, 退出操作系统前会出现系统运行速度减慢的现象。处理这类型故障的主要方式是重新启动机器, 删除一些不必要的文件, 必要时要对硬盘进行格式化处理<sup>[3]</sup>。

3. 测量值出现较大的偏差。出现这个故障与 CT 机突然关机有关, 当出现停电或是程序问题, CT 机会突然关机。主要的故障表现为数图像变粗, 水模的 CT 值扫描测量偏差出现变大。应对该故障可以从以下两个步骤进行: 第一, 进行数据校准, 主要校准水模和 CT 值, 如果校准后问题依然存在, 则表示可能是机器出现了问题, 需要做进一步的处理。第二, 如果校准数据解决不了问题, 需要用 CT 机自带的分析软件对故障进行分析, 对比分析的结果找到引发故障的原因。

4. 螺旋扫面显示正常, CT 片中存在阴影。出现这个故障可能是系统故障引起的, 也可能是高压故障引起的。处理这个故障首先需要重新校正系统参数。校准后如果图片依然会出现故障, 可能与机器内部存在过高的压强有关, 需要检查高压滑环和碳刷, 看看这些部件是否存在磨损严重或是损坏的情况, 及时维修或是更换。

5. 机器检查床走位不准, 无法上升或是降落。出现这个故障可能与热保护继电器出现异常有关, 也可能与交流接触器故障有关。应对这个故障首先测试交流接触器端口的电压, 如果电压出现了异常, 表示交流接触器可能存在接触不良, 需要对接触器进行全面的清理或是检修, 使端口电压恢复正常<sup>[4]</sup>。如果是保护继电器出现了异常, 需要对继电器进行复位或是更换。

6. 无法正常传输图形。当 CT 主机需要将检测的图像传输到工作站时, 出现了“Push Failed, Internet Error (传输失败, 网络故障)”的提示。出现这个故障可能与网络连接出现了故障有关, 也可能与医院的影像储存和传输系统故障有关。处理故障首先检查网络, 如果是网络的问题, 修复网络即可。如果不是网络的问题, 则需要检测影像储存和传输系统, 排除故障后重新启动机器。

7. 检测床有异响, 行进速度不均匀。这个故障通常是机械故障引起的, 机械故障可能发生在承重滚轴处, 也可能发生在马达推动系统处。排除故障需要对这两个部分进行检查, 如果是承重滚轴出现了磨损, 可以通过上润滑油或是更换的方式消除故障, 如果是马达推动系统的马达或是齿轮出现了损坏, 需要及时更换。

8. 其它放射影像设备的常见故障分析。(1) X 射线设备的常见故障分析。X 射线设备的常见故障有电源

故障、显示屏故障、X 射线发射故障、机器噪声过大以及运行故障等。引起电源故障的常见原因有电源线短路、电源线插头损坏等。应对故障可以从检查电源线和检查插头两方面进行,通过更换电源线或是维修更换插头的方式修复故障。显示屏故障常见的有屏幕黑屏、图像无法显示等。出现这个故障可能与显示屏连接线松动、屏幕参数不对有关,可以通过重新启动显示屏等方式修复故障。X 射线发射故障可能与高压发射器故障或是 X 射线管故障等有关。处理故障需要检查高压发射器是否损坏或检查 X 射线管是否老化或损坏,然后更换损坏的零部件。机器噪声过大可能与风扇故障或是机器内部零部件松动有关。处理故障首先检查风扇和机器内部零部件的连接情况,然后再根据实际情况处理故障。运行故障可能与机器运行过热或是系统崩溃等有关,使用时需要定期清洁设备,及时更新系统,这样可以降低机器出现运行故障的概率<sup>[5]</sup>。

(2) MRI 设备和超声设备的常见故障分析。MRI 常见的故障有网络故障、床进出故障以及水冷机组的故障等。其中网络故障与局域网或外部网都有关系,床进出故障主要是机械故障引起的。水冷机组的故障可能与压缩机氟利昂不足有关,也可能与压缩机里高压保护开关故障有关。超声设备常见的故障有死机、设备没有响应以及设备黑屏。死机和设备没有响应与系统电源接触不良或是系统运行故障有关。黑屏与显示器故障与显示器温度过高有关。

### 3 查找 CT 扫描仪故障的依据和常用方法

#### 3.1 查找 CT 扫描设备故障的依据

现阶段,医院使用的大部分 CT 设备都具有自我诊断的功能,可以通过计算机的故障诊断软件,诊断绝大部分的故障。机器不同的代码对应不同的故障类型,不同厂家表示故障的方式可能不一样,但是都会在说明书或是操作手册上详细注明。当机器出现故障时,计算机上会显示相应的代码,根据代码则可以初步判断出现的故障类型和故障发生的部位。

#### 3.2 查找 CT 扫描设备故障常用方法

如果计算机上没有明确的故障提示,技术人员需要根据机器的故障状况进行分析判断。CT 机常见的故障类型有旋转不正常、曝光不正常、图像不正常。技术人员需要先找到故障的类型,之后再进一步分析可能产生故障的原因。

机器发生故障时,技术人员首先要分析引起故障的主要因素,是人为的原因、环境的原因还是机器本身的原因。如果是人为的原因,消除故障因素就可以

解决问题。如果是环境的原因,改善环境的参数就可以消除故障。如果是机器的原因,可以通过测试判断故障的原因,如果测试无法判断,则需要采取其它工具对机器进行检测,如万用表、示波器等,检测之后诊断故障,然后再维修故障。

### 4 CT 等放射影像设备的养护

CT 等放射影像设备的养护包括日常维护和定期保养两部分内容。其中日常维护的工作包含以下几点内容:第一,做好设备的清洁卫生,调节好机房环境,确保机房环境能够满足机器运行的要求。第二,运行前对设备的电、水、气、油路等进行检查,确保通畅后再开机。第三,检查仪器的控制面板参数是否正确。第四,启动仪器后打开仪器自检程序,并注意仪器运行中是否存在声音或是振动等异常。第四,确保使用者每次都能按照规范操作机器<sup>[6]</sup>。

定期保养包括初步保养和深度保养两大类,初步保养通常一个月或是一个季度进行一次,保养的内容包括检查机器零部件的连接情况,零部件的磨损情况和润滑情况,做好设备的深度清洁。深度保养包括测试设备的灵敏度、对设备进行校准,更换耗材,对一些运行状况较差的设备进行整机的拆洗检修等。深度保养通常一年一次或是两年一次。

### 5 结语

放射性影像设备影响着检测的效率和质量。医疗机构的技术人员必须按照规范操作机器,并做好机器的维护保养工作。同时,技术人员也需要掌握与设备相关的常见故障和引发故障的原因,在机器发生故障时,能够及时处理问题,确保设备的正常运行,尽量避免因为设备问题影响医疗机构的运行效率和患者的就诊体验。

### 参考文献:

- [1] 柯志友.64 排螺旋 CT 常见故障维护与保养分析[J].中国设备工程,2023(13):43-45.
- [2] 杨升富,张桂平,王丽娇,等.CT 常见故障数据分析与预防性维护[J].北京生物医学工程,2022,41(05):521-525.
- [3] 初铮.CT 设备中球管维护及检测措施分析[J].中国设备工程,2022(14):162-164.
- [4] 梁昊.医院放射影像设备的维护与保养[J].影像研究与医学应用,2020,04(11):235-236.
- [5] 李玉峰.浅析 CT 机等放射影像设备的故障分析与养护[J].影像研究与医学应用,2019,03(20):103-104.
- [6] 王柔植.医院放射影像设备的维护与保养[J].医疗设备,2017,30(06):42-43.

# 公路桥梁施工中的沥青路面施工技术研究

杨永在, 李永春, 邢鹏程

(鄂尔多斯市东方路桥集团股份有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

**摘要** 沥青路面施工技术在公路桥梁工程项目中是十分重要的环节, 因此需要确保沥青施工开展的质量可以使得公路桥梁工程质量满足合理的条件。然而, 针对沥青路面的施工操作技术而言, 通常会出现大量的不足, 尤其是外部环境因素给沥青路面造成的影响非常巨大, 需要重点关注。因为大部分大型货车本身具备较大的荷载量, 因此要是货车负荷大于沥青路面结构所承载的极限力度, 就会使得公路桥梁路面结构产生破损现象。而沥青路面工程实施期间最关键的就是应合理把控施工质量, 并给公路交通系统的稳定程度与安全性提供关键保障。基于此, 本文重点按照公路桥梁工程施工期间的沥青路面施工技术进行进一步的研究与分析, 以期可以为促进我国交通领域的不断进步提供借鉴。

**关键词** 公路桥梁; 沥青路面施工技术; 碾压施工技术; 振荡压实技术

**中图分类号**: U445

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0112-03

沥青路面施工操作主要指的是道路基层上层所铺设的沥青混合料, 并借助摊铺与碾压等操作形式, 产生更加均匀、平整的路面构造, 沥青路面施工技术的重点为材料的选择、操作技术的管控以及工程质量的检测。沥青路面有着较强的抗水性能、高温稳定性、抗滑性能以及耐久度, 还可以带来更舒适的行驶感受以及较好的交通安全路况, 借助恰当的操作技术, 能够确保沥青路面具备更好的品质与运行期限, 降低路面损坏以及修理费用, 同时, 沥青路面操作技术还能够提升施工效率, 减少施工周期, 并给交通工程的成功开展提供了一定的保障, 因此应重点掌握施工操作关键点, 为公路桥梁工程的建设提供关键价值。

## 1 沥青混凝土路面概述

沥青路面作为我国现阶段公路工程项目实施期间非常关键的结构形式之一, 就是把一定厚度的沥青混合料平铺到半刚性和柔性基层上而产生的面层构造。按照路面强度差异, 沥青路面重点涵盖了级配密实式以及嵌挤锁结式两种类型, 而前者沥青路面构造需要应用沥青玛蹄脂碎石或沥青混凝土敷设路面, 具有较高的密实度、孔隙度, 所以具备较强的路面稳定程度与强度, 作为高级路面之一; 后者重点应用的沥青碎石混合料主要采取了灌入式铺设, 也有着较高的强度, 然而和前者沥青路面结构对比而言也具有一定的差距, 并属于次高级路面的范畴之一。类似的沥青路面构造形式有很多优势, 比如: 平整度高、行车平稳舒适、

振动小、噪声小、后期养护便利等, 所以频繁应用到我国的公路工程施工环节中。然而沥青混合料中的沥青会受到温度影响, 而过高的温度会导致软化, 过低会导致开裂, 同时, 耐水性能也不够好, 该部分因素都应借助优秀的技术与施工管理进行管控, 不然会在后阶段运行期间受到该部分因素的影响导致沉降、车辙或路面开裂等现象产生。

## 2 工程项目案例基本情况

以国内某高速公路为实际案例, 整个工程设计为双向四个车道, 对于车辆行驶的速度设定为100km/h。路基宽度为24.5m, 桥面净宽为2\*14m, 整个工程中包含28座桥梁, 在施工中为了确保工程质量达到规定的要求, 路面结构的建造所选择的是沥青混凝土材料进行铺设, 路面类型是沥青混凝土路面, 设计年限20年。

## 3 工程项目存在的矛盾

### 3.1 施工设备的选择

因为同个项目的修建期间需要采用多种操作设备, 不同类型的机械装置所带来的效果也存在差异, 在选择施工设备时需要针对各种路况进行安排, 才能确保工程具有更高质量。比如: 压路机。各种型号的压路机会带来不同的效果, 所以在选择机械装置时需要与当地的地质条件与温度相结合进行安排, 针对某些特定区域进行工具选择时最好采用具有更高防水效果的设备。

### 3.2 铺层厚度与压实次数

路面铺设的厚度与压实次数也会影响到整个路面的质量。在铺层期间,路面的薄厚程度会对后期的压实技术造成影响,较薄的铺层会大幅度降低温度,无法满足压实目的;而较厚的铺层会使得压实时间更长,也不能满足压实条件。针对压实次数而言,若少量压实会在车辆通行时间较长时形成显著的车辙印;过量的压实会使得粗骨料出现碎裂风险,路面出现龟裂现象。

### 3.3 温度与速度影响

压实温度与速度在沥青路面压实技术中也是十分关键的因素之一,过高的温度会使得压路机对混合料形成推移效果;过低的温度会使得路面不够平整,损害了路面最终压实效果。所以,在具体压实施工期间,操作人员需要严格根据标准的温度实施<sup>[1]</sup>,以确保取得更好的压实成效。针对施工速度而言,过快的碾压会使得路面产生形变与开裂;过慢的碾压速度使得碾压时间增加,从而降低了路面温度。

## 4 沥青混凝土路面应用创新技术

### 4.1 施工准备

1. 技术准备。应结合现场具体情况规划更完善的工程技术方案,并在通过监理单位检验结束后再对施工技术进行准备。将中桩每根 10m 的间隔设置在验收达标的路面表层,再根据敷设厚度与系数对钢丝绳的地点进行调整。其次,还需要对图纸进行复核,完成相关技术与安全交底,在摊铺之前结束对透层与封层的操作,清理好外表层。

2. 试验准备。根据施工标准成立专门的试验团队,在施工现场进行测试从而合理规划材料的配合比,同时交予施工单位与监理单位做出审批。

3. 材料准备。材料需与标准条件一致。本工程所使用的混合料需依据合同规范实施,同时测试沥青材料的延度、软化点、薄膜加热、蜡含量、密度等特性,并在通过测试后能够达到设计标准条件。

4. 机械准备。在工程施工开展前对所应用的操作工具进行检查,从而在调试完成后可以与运行需求相符。将规格型号为 5000 的拌和设备安装在沥青拌和站中进行调试,总共分配了 2 台胶轮压路机、2 台装载机、2 台摊铺机(2100-2 型)<sup>[2]</sup>、3 台双钢轮震动压路机、20 辆 > 15t 的自卸汽车等设备,从而达到施工标准。

### 4.2 沥青混合料的摊铺

在沥青路面中使用摊铺技术时,需要合理管控摊

铺的速度,可以更好地提高路面平整度。施工人员需要在施工期间合理管控摊铺机的产量与宽度。施工期间通常会应用到多于 2 台的摊铺机施工操作,从而提高工作效率,而针对与摊铺标准不相符的路面需要技术人员手工摊铺,并且在摊铺期间分配专业人员带领进行,人工修补以及对混合料进行替换等,从而更好地保障路面质量。

(1) 通常会在摊铺施工前合理调试设备精准度,在能够正常运行后进行施工,预热大约 20min~30min,熨平板温度需超过 100℃,同时合理调控其高度与仰角。(2) 在摊铺机采取分条摊铺操作时,大致长度为 50m~120m,而摊铺长度需要随着气候温度的变化成正比,间隔路沿大概 10cm 处进行操作,通过人工摊铺的方式针对雨水井、窨井周围的剩余宽度进行补齐缩减接缝,进一步保障熨平板后松铺面更加平整,并且提高了混合料的初始疏密性。(3) 在对外部路面进行摊铺时,应该在摊铺机上应用浮动式的基准梁,并与熨平板上安装的自动控传感装置相配合,对混合料的标高进行合理控制。(4) 摊铺期间应控制施工速度和混合料拌和速度统一,通常需维持在 1.0~3.0m/min 内持续实施<sup>[3]</sup>。

### 4.3 碾压施工技术

在随沥青路面进行碾压施工时,必须合理分析对压实效果造成影响的重点因素,并合理调控混凝土的厚度、温度与振幅频率等数据,从而更好地确保沥青混凝土具有更好的质量。按照沥青路面的压实操作标准优化施工技术,增强整个路面的坚硬度与牢固程度,防止出现车辙等质量问题,尽量延长公路寿命。并且在施工期间还需要按照具体情况将温度控制在 120℃~150℃ 范围内,过高或过低的温度都会对路面压实效果造成干扰,还需要基于原始摊铺厚度进行管控。

碾压操作通常实施在摊铺操作后面,而在此期间所使用的大量设备和操作技术直接影响着整个沥青道路的平整程度,因此,在具体碾压期间要想进一步强化整体质量,施工人员应遵守相应的施工准则,缓慢、细心、高效处理,并且力度保持先轻后重的方式,施工区域为先边缘后中心。先对纵向接茬处应用 6~8T 的两轮压路机维持 20~30m/min 的速度进行碾压,在无显著痕迹时换成 10~12T 的压路机以 20~30m/min 的速度施工,使路面更加稳定坚实<sup>[4]</sup>。在碾压期间,在应该转化方向时将速度放缓,期间禁止停止施工,也不得随意改变转头位置,禁止原地倒轴或错轴。对道路弯

曲部分以及拐弯位置施工时,应保持圆弧施工路线,避免出现拐死角行驶导致沥青混合料出现裂纹。在碾压期间应保持碾轮部位更加干净,并将稀释柴油涂抹至轮胎外部防止粘轮,而针对未碾压到的地点需要采用热夯热烙铁进行夯实增强密实度,满足质量标准。

#### 4.4 振荡压实技术

要想进一步强化道路路面工程的坚硬程度还应该对其展开进一步压实操,该工作与整个公路工程质量息息相关,要是压实施工开展得较为成功,就可以更好地达到后阶段车辆通行的标准;反之,要是并未成功实现对公路工程的压实操强化其路面压实度,就会妨碍到后期的顺利通行。所以,应充分使用振荡压实技术为公路工程建设质量的强化提供保障,操作人员合理使用振荡压路机设备,并在技术人员的支持下,通过卧轴式结构或垂直轴式结构进行压实工作。

#### 4.5 对路面接缝的处理

接缝处理作为沥青路面施工过程中十分关键的工作之一,接缝部位的优劣将会对整个路面的综合情况造成影响,在具体操作期间,涵盖了纵向与横向两类。对于纵向施工缝来说,要是只应用1台摊铺机,就应该预留10cm~20cm区域当成后期施工的标高标准。利用热接缝形式处理好重叠路面,此类裂缝为跨接缝,横向接缝工程为平接缝施工,并间隔1m,在接缝未充分冷却时对底部较薄弱环节进行清理,直接关联工作缝。另外,施工人员需要在快要结束路面铺筑时进行切割施工,以确保路面整洁,再用油进行涂层,维持均匀平整度,以横向压实收尾。

### 5 公路桥梁施工中的沥青路面施工技术要点分析

#### 5.1 科学实施混凝土配比

混凝土配合比选定的合理性会对整个建筑结构的稳定程度造成影响,还应从材料的各个环节进行合理管控,从而更好地保障工程施工符合预期成效。石料、砂石是砂石骨料中非常关键的材料之一,其配合度直接对混凝土性能造成影响,还应对混凝土材料进行合理管控,才可以增强材料的耐久程度。借助当前的材料配比形式,在对石料、砂等进行配控时,还应保障碎石规格小于结构截面最小尺寸的 $1/4^{[5]}$ ,不但可以增强混凝土材料的稳定性,也可以提升应用效能。在对混凝土进行配制时,需要合理添加外加剂,根据材料结构进行合理管控与优化,能够增强工程质量,提升构造稳定程度,从而提升工程施工成效。要想合理优

化外加剂的使用性能,还应为其提供更好的保护效果与抗害能力,在对外加剂进行调查时能够结合干缩性,并用粉煤灰对结构性能进行维护,持续增强砂石骨料的使用性能。

#### 5.2 完善工程施工方案的适应性

为更好地强化施工技术合理程度,操作单位还应详细拟定施工方案,同时强化沥青混凝土操作技术的应用合理度。其一,施工单位应合理把控操作标准,并结合实际运行期间给后期带来的维护和保养技术展开合理研究,进一步根据相应的功能性需求健全沥青混凝土技术的应用流程,同时对功能扩展结构进行完善;其二,施工企业还应科学实施对公路桥梁环境的调查,不仅需要掌握附近施工区域的环境条件,还需要研究政策机制,进一步结合公路桥梁工程项目,对公路桥梁工程的运输条件、承载力等进行计算,提高沥青混凝土技术的适用性;其三,合理整合各项技术方案,施工企业还应详细研究施工条件,重点包括了施工区域的划分方式,同时适当结合沥青混凝土技术的应用形式与施工区域,降低大部分因素给施工技术应用流程造成的影响。

### 6 结语

公路桥梁工程中进行沥青混凝土施工是我国工程建设期间非常重要的环节之一,而科学实施沥青混凝土施工技术能够更好地强化公路桥梁工程项目的支撑性,并给公路桥梁工程项目的成功实施奠定更好的基础。在了解沥青混凝土施工流程后,还需要凭借合理使用沥青混凝土技术的形式,强化整个公路桥梁建设单位的操作水平,推动我国城市经济朝着更好的方向前进,再在公路桥梁建设发展过程中充分发挥价值,为公路桥梁建设进一步发展提供了支持。

#### 参考文献:

- [1] 龙始雄. 道路工程沥青路面施工技术 & 质量控制措施[J]. 工程技术研究, 2020, 42(06): 64-65.
- [2] 吴卫志, 吴颂涛. 道路工程的沥青路面施工技术与质量控制策略[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42(07): 61-62.
- [3] 耿春波. 浅谈道路工程沥青路面施工技术与质量控制要点[J]. 智能建筑与工程机械, 2020, 02(05): 3-4.
- [4] 李铁强. 公路桥梁沥青路面接缝施工的处理技术[J]. 中国科技投资, 2018(14): 60.
- [5] 张志强. 公路施工中的沥青路面施工技术[J]. 设备管理与维修, 2020(20): 151-152.

# 水利工程大体积混凝土施工技术优化探究

尹永宝

(潘集淮河河道管理局, 安徽 淮南 232000)

**摘要** 本文研究了水利工程中大体积混凝土施工的现状与技术优化。通过分析大体积混凝土施工中的温度压力、混凝土特性和内部约束条件的影响, 探讨了该领域所面临的挑战。同时, 论述了施工技术在水利工程中的具体应用, 包括施工前期准备、混凝土模板施工、浇筑施工以及养护技术。最后, 讨论了施工管理、人员培训、实时监测与质量控制、安全防护和环境保护等方面的重要性。

**关键词** 水利工程; 大体积混凝土施工技术; 安全防护

**中图分类号**: TV5

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)03-0115-03

水利工程中大体积混凝土施工是一个重要而复杂的过程, 通常用于建造水坝、水库、渠道等基础设施。这种类型的混凝土施工具有其独特的特点和挑战。施工过程中需要处理水化热带来的温度压力、混凝土自身的特性、施工前期准备、模板施工技术、浇筑施工技术、养护施工技术等多方面的问题。想要确保大体积混凝土施工质量, 需要严格的管理、精准的技术操作、质量监控、安全防护和环境保护等综合手段。有效的施工策略和全面的管理措施是确保工程安全、质量和稳定运行的重要保证。

## 1 大体积混凝土的现状

### 1.1 水化热带来的温度压力

水化热是混凝土在固化过程中释放的热量, 其产生源于水泥与水的化学反应。在大体积混凝土的施工中, 特别是在大型构件中, 水化热释放速度较快, 导致混凝土内部的温度升高。这种温度升高导致温度梯度和温度差异, 产生内部应力, 甚至引发裂缝。这种温度压力对混凝土的施工质量和结构安全构成潜在威胁。

### 1.2 混凝土自身特性

混凝土作为一种多孔材料, 具有多种特性, 其中包括较高的抗压强度、相对较低的抗拉强度以及良好的可塑性等。然而, 混凝土的温度敏感性和收缩性使其容易受到外部环境条件的影响。大体积混凝土施工对混凝土的配制、搅拌、运输等方面提出更高的要求, 以确保混凝土的质量、均匀性和耐久性。在大体积混凝土的施工中, 必须全面考虑混凝土的物理、化学特性, 同时需要针对施工过程中遇到的不同环境影响进行评估和控制。

### 1.3 混凝土内部约束条件影响

大体积混凝土施工中, 混凝土内部存在多种约束因素, 包括外部环境因素、模板约束以及混凝土本身内部因素等。这些约束因素对混凝土的收缩、膨胀或变形产生直接影响, 进而对工程结构的稳定性和耐久性产生潜在影响。因此, 了解并控制这些内部约束条件对于大体积混凝土施工质量的保证至关重要。透彻理解这些约束因素, 并采取相应的预防措施和施工管理手段, 对于确保混凝土结构的质量和长期稳定性具有重要意义<sup>[1]</sup>。

## 2 大体积混凝土施工技术在水利工程中的具体应用

### 2.1 施工材料质量监控

在施工前期, 首要任务是对这些材料进行详尽的检测和质量认证。水泥作为混凝土的主要胶凝材料, 其品质直接影响混凝土的强度和耐久性。骨料作为混凝土的骨架材料, 必须具备适当的强度和坚固性。添加剂和掺合材料则对混凝土的流动性、耐久性等性能起到重要作用。严格的质量监控包括对这些材料的物理性能、化学成分、颗粒分布、含水率等方面进行全面检测。必须确保所有原材料符合相关的国家标准和规范, 并且具有稳定的性能和良好的质量。通过质量认证, 可以有效地预防混凝土施工过程中出现的各类质量问题, 避免由材料问题引发的工程质量隐患。

### 2.2 混凝土的配制

在混凝土配制过程中, 必须严格遵循精确的配合比例和搅拌工艺, 以确保混凝土的均匀性和稳定性。合适的搅拌工艺和时间是保证混凝土均一性的重要保

障。其中,水泥、骨料、水和掺合料的比例是决定混凝土性能的关键要素。适当的搅拌时间和方式能够确保混凝土成分充分混合,避免发生分层或固结等问题,保证混凝土具备所需的强度、流动性和耐久性。

在大体积混凝土施工中,对混凝土的配制过程要求更加严格。这是因为大体积混凝土对混凝土的各项性能要求更高,同时搅拌过程中产生的热量也更大<sup>[2]</sup>。因此,必须确保搅拌时间充足,以保证混凝土充分混合,防止因不均匀混合引发的混凝土性能不稳定问题。

### 2.3 混凝土的运输

混凝土的运输过程也是施工中需要特别关注的环节。要确保混凝土在运输过程中保持质量稳定,并且在运输的每个阶段都能够维持其预期的特性。适当的搅拌和运输方式能够确保混凝土的均匀性和质量,并避免在运输过程中发生分层或固结等问题,确保混凝土到达施工现场时具备所需的性能和状态。

### 2.4 大体积混凝土模板施工技术

目前市场上常见的模板材料有钢模、木模和塑料模等。钢模具有强度高、稳定性好、重复使用次数多等优点,适用于各种工程需求;木模则具有成本低、易于加工和安装的优点,适用于一些小型工程;塑料模则具有重量轻、便于搬运和安装、可回收利用等优点,适用于一些特殊环境。因此,在选择模板材料时,应根据工程需求、成本控制和环保要求等因素综合考虑。其次,模板的安装应严格按照设计要求进行,确保模板的平整度、垂直度和稳定性。在安装过程中,应注意以下几点:(1)模板的支撑应牢固可靠,防止因支撑不稳导致的模板变形和位移;(2)模板的接缝应严密,防止混凝土渗漏和裂缝的产生;(3)模板的固定应合理,避免对混凝土结构造成损伤;(4)模板的拆除应在混凝土达到一定强度后进行,避免对混凝土结构造成损伤。此外,为了提高混凝土的外观质量,可以在模板表面涂抹脱模剂。脱模剂可以降低混凝土与模板之间的摩擦力,使混凝土更容易剥离和清理。同时,脱模剂还可以保护模板表面,延长模板的使用寿命。在选择脱模剂时,应注意其性能和适用范围,以确保施工效果<sup>[3]</sup>。

### 2.5 大体积混凝土浇筑施工技术

浇筑顺序的选择是大体积混凝土浇筑施工技术的关键。在确定浇筑顺序时,应根据结构的特点和施工条件进行合理的选择。一般来说,可以采用分层浇筑或斜面浇筑的方法。分层浇筑是将混凝土分成若干层

进行浇筑,每浇筑一层后都要进行振捣,以确保混凝土的密实度。斜面浇筑是将混凝土从高处向低处进行浇筑,这样可以有效地减少热量的产生和传递,降低混凝土的内部温度。这两种方法都可以有效地减少裂缝的产生,提高混凝土的质量。其次,控制好浇筑速度也是大体积混凝土浇筑施工技术的重要环节。如果浇筑速度过快,混凝土在模板内积聚过久,会导致内部温度过高,从而引发裂缝的产生。因此,应根据实际情况控制好浇筑速度,既要保证施工进度,又要防止混凝土内部温度过高。同时,还应注意混凝土的振捣密实,以提高其抗压强度和耐久性。振捣密实是通过振动棒对混凝土进行振捣,使混凝土内部的气泡排出,从而提高其密实度。在浇筑过程中,还应密切监测混凝土的温度和湿度变化。这是因为混凝土的温度和湿度的变化会直接影响到混凝土的性能和质量。如果混凝土的温度过高,会导致其内部的水分蒸发过快,从而引发裂缝的产生;如果混凝土的湿度过低,会导致其干燥过快,从而影响其强度的发展。因此,应通过设置温度和湿度监测设备,及时掌握混凝土的温度和湿度变化情况,以便及时采取相应的措施进行调整。

### 2.6 大体积混凝土养护施工技术

混凝土浇筑完成后应立即进行养护。这是因为混凝土在硬化过程中,如果水分过快蒸发,会导致混凝土内部产生裂缝,从而影响其强度和耐久性。因此,我们通常采用覆盖保湿、喷水养护和蒸汽养护等方法来保持混凝土的湿度,防止其过早干燥。覆盖保湿是将混凝土表面覆盖上湿布或者塑料薄膜,以减少水分的蒸发;喷水养护则是通过向混凝土表面喷洒水分,以保持其湿度;蒸汽养护则是通过加热混凝土,使其保持在一定的温度和湿度条件下,以防止其过早干燥和裂缝的产生。其次,我们需要根据混凝土的龄期和环境条件,制定合理的养护计划。混凝土的龄期是指自浇筑完成到达到预定强度的时间,这个时间通常需要28天以上。在此期间,混凝土的温度和湿度变化会对它的强度和耐久性产生影响。因此,我们需要根据混凝土的龄期和环境条件,制定出合理的养护计划,以确保混凝土的养护效果。

## 3 水利工程技术大体积混凝土施工与优化

### 3.1 施工管理与人员培训

施工管理是确保大体积混凝土施工质量的关键。在大体积混凝土施工过程中,由于其工程量大、工期长、技术要求高等特点,使得施工管理工作显得尤为重要。

施工管理需要对工程进行全面的计划、组织、指挥、协调和控制,以确保工程的顺利进行。这包括对施工方案的科学制定,对人力、物力资源的合理调配,以及对施工过程的严格监督和管理。只有这样,才能够确保大体积混凝土施工的质量达到设计要求和标准。在施工过程中,由于各种不可预见的因素,会导致工程进度的延误<sup>[4]</sup>。因此,施工管理需要对工程进度进行有效的控制,以确保工程按照预定的计划进行。这包括对施工进度的合理安排,对施工过程中出现的问题进行及时的处理,以及对施工进度的实时监控等。然而,无论是施工质量还是施工进度,都离不开施工人员的专业技能和素质。因此,对施工人员进行专业的培训和技术指导,是提高大体积混凝土施工质量和效率的重要保障。通过培训,可以使施工人员掌握大体积混凝土施工的基本知识和技能,提高他们的专业素质和技术水平。同时,通过对施工人员的技术指导,可以使他们在实际施工过程中,能够准确理解和执行施工方案,避免因操作不当而导致的质量问题。

### 3.2 实时监测与质量控制

实时监测在大体积混凝土施工过程中的应用,不仅可以帮助我们及时发现潜在的质量问题,还可以优化施工方案和提高施工效率。通过实时监测混凝土的温度、湿度、强度、收缩等关键参数,我们可以对混凝土的性能进行实时跟踪,从而确保混凝土的质量符合设计要求。一旦发现潜在的质量问题,我们可以立即采取措施进行调整和改进,避免质量问题的恶化。

通过对混凝土施工过程中的各种参数进行实时监测,我们可以了解到施工过程中的各种问题和困难,从而根据实际情况对施工方案进行调整和优化。例如,在混凝土浇筑过程中,我们可以通过实时监测发现混凝土的流动性不足,从而调整混凝土的配合比,提高混凝土的流动性;在混凝土养护过程中,我们可以通过实时监测发现混凝土的湿度不足,从而采取相应的措施增加混凝土的湿度,保证混凝土的养护质量。

### 3.3 安全防护和环境保护

在水利工程建设中,大体积混凝土施工涉及的工程规模较大,施工周期较长,因此对施工安全和环境保护的要求也相对较高。安全管理是水利工程大体积混凝土施工过程中的基础工作,也是保障施工人员人身安全的前提。因此,我们必须制定一套完善的安全管理制度,明确各级管理人员的安全职责,加强对施工现场的安全巡查和隐患排查,确保施工过程中的安

全隐患得到及时发现和处理。同时,还应加强对施工人员的安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和自我保护能力,确保施工过程中的人身安全。在大体积混凝土施工过程中,由于混凝土浇筑、振捣等作业会产生大量的粉尘、噪声等污染,对环境和人体健康造成影响。因此,我们必须采取有效的防护措施,减少污染物的产生和排放。例如,可以采用湿式喷浆、封闭式输送等方式进行混凝土浇筑,减少粉尘的产生;可以采用低噪声设备进行振捣作业,降低噪声污染;还可以设置隔音屏、防尘网等设施,对施工现场进行有效隔离,保护环境和人体健康<sup>[5]</sup>。在大体积混凝土施工过程中,我们应合理利用资源,减少废弃物的产生和排放,保护生态环境。例如,可以采用再生骨料、施工垃圾等替代传统骨料,减少对自然资源的消耗;可以对废水、废渣等进行回收处理,避免直接排放到环境中;还可以加强施工现场的绿化工作,提高施工现场的生态环境质量。

## 4 结语

水利工程技术大体积混凝土施工与优化探究,是一项关乎工程安全、质量与效益的重要课题。通过对大体积混凝土施工过程中的关键技术问题进行深入研究,我们不仅能够提高工程质量,降低工程风险,还能够为我国水利工程建设事业的发展提供有力支持。然而,随着科技的不断进步和社会的快速发展,水利工程技术面临着新的挑战 and 机遇。因此,我们必须保持敏锐的洞察力,紧跟时代步伐,不断创新和优化大体积混凝土施工技术,以适应新时代的发展需求。让我们携手共进,为水利工程技术的发展贡献我们的智慧和力量!

## 参考文献:

- [1] 张珍. 水利工程大体积混凝土浇筑标准施工技术探究[J]. 大众标准化, 2023(14):164-165,168.
- [2] 邹浩. 水利工程大体积混凝土施工技术应用研究[J]. 珠江水运, 2023(11):108-110.
- [3] 史玮. 水利工程大体积混凝土施工技术应用探析[J]. 治淮, 2022(04):50-51.
- [4] 范留坤. 探究水利工程大体积混凝土施工技术与质量控制措施[J]. 智能城市, 2018,04(08):161-162.
- [5] 吴丹. 浅谈水利工程大体积混凝土施工技术应用思考[J]. 江西建材, 2017(20):122.

# 电力工程中 110kV 输电线路设计与优化路径研究

邢峻, 肖超群, 袁宾宾, 张晓晓

(山东华岳电力技术有限公司, 山东 东营 257091)

**摘要** 我国电力系统中, 高压输电线路发挥着无可替代的重要作用。110kV 的输电线路属于高压线路的范畴, 不仅对施工技术有着特殊要求, 而且施工过程更加复杂, 加之作业通常是在室外开展, 便难免会受到地理、环境以及气候条件等因素限制。基于此, 为确保施工的顺利开展, 更需电力企业加强对施工技术的探究, 以确保输电线路的施工质量。

**关键词** 电力工程; 输电线路; 优化设计

中图分类号: TM72

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0118-03

在我国社会经济不断发展与民众生活水平日益提升的背景下, 社会的用电需求大幅增加。基于此, 电力企业需要不断革新电力技术并对高压输电线路的建设给予高度关注。与此同时, 输电线路的建设过程也要综合考量 110kV 输电线路的架设需求, 这样才能为线路的施工质量提供保障, 继而在维护我国电力企业稳定发展的同时推动我国社会经济的有序发展。

## 1 110kV 线路设计特点

在我国的高压输电线路网架中, 110kV 输电线路是最为常见的线路类型。基于该线路的特殊性, 在野外、郊区的线路架设方式与城市线路有所差异。在野外或郊区通常采用架空线路敷设的方式, 而在城市则以电缆敷设为主。此外, 不同线路类型的具体分工也不尽相同, 如 110kV 线路的主要作用是连接地区之间的电网。如今, 随着我国整体经济的飞速发展, 国内电网的建设规模有了明显增加, 加之人们用电需求的激增, 对 110kV 输电线路的设计及应用提出了更高要求。对此, 为保证输电线路的安全运行, 技术人员更要加强对输电线路的研究, 以提高输电线路设计合理性、节能型及高效性, 维护我国整体经济的稳定发展<sup>[1]</sup>。

## 2 输电线路设计存在的重要问题

输电系统是整个电力系统的重要组成部分, 由于我国普遍使用的输电线路和电缆的范围相对较小, 屋顶结构有许多组件, 如屋顶布线、塔架、导体、绝缘体和接地装置。因此, 采用一般结构修建输电线路可能会造成无法完全消除的损坏。然而, 在设计 110kV 输电线路时, 设计人员忽略了输电线路长度与实际情

况之间的不匹配, 这已成为一种潜在的安全隐患。为了将来更换新旧电源, 增加运行的不稳定性, 很难保证安全, 特别是难以分析当地的地质、地形、人文和水文等条件, 导致电网分布不均。

110kV 电缆设计管理和控制要点是, 在规划输电系统之前, 应进行充分和全面的现场研究, 例如, 建筑条件是否适宜, 是否有摩天大楼, 是否有长期鸟类采集、森林覆盖等话题。如果出现此类问题, 有必要避免与高层建筑跨越施工线, 这取决于鸟类融合期的长度以及对适当对策的周期性反应。

设计图纸时要实事求是, 该项目的所有细节都经过了仔细审查, 渠道的潜在安全风险将继续消除。规划师必须积极与负责施工的人员沟通, 重新设计和改进施工中的问题。监理人必须严格审查图纸, 按照相关行业标准进行审查, 并与规划师合作进行有效更改<sup>[2]</sup>。

## 3 电力工程中 110kV 输电线路设计与优化路径

### 3.1 设计初步工作

施工图设计作为输电线路工程建设的首要环节, 具体的工作内容主要包含以下几点: 首先是结合工程建设所在地的电网建设及实际供电需求选择对应的导线型号。在施工图设计前, 设计人员需深入实地调查, 全面了解工程所在地的具体情况, 而后基于了解到的实际用电需求以及对周遭环境的适应性来选择适合大小的导线截面, 确保输电线路的建设能够满足电网规划负荷要求。同时还需考虑到随着社会发展, 山区的用电量也会明显上涨。因此, 设计人员还需通盘考虑输电线路运行后的状况, 若是输电线路在运行后的较

短时间内便达到负荷要求,而当线路长期处于满负荷的运行状态时便会对线路造成损伤。对此,为避免上述情况的发生,在选择线路导线的截面大小时便要考虑到此种状况。当然,导线截面的选择并非越大越好,而是要遵循选择适中的原则,且在确定了导线型号后还要进行避雷线的搭配。除了对材料的考量外,气候条件亦是初步设计阶段必须关注的重点,为最大限度减轻气候条件对 110kV 架空输电线路的影响,设计人员需联系当地气象部门,全面了解当地历年的最低及最高温度,以缜密的计算来为当地 110kV 架空输电线路的设计规划提供指导<sup>[3]</sup>。

### 3.2 杆塔施工技术

杆塔在输电线路中主要发挥着支撑输电线路的作用。因此,杆塔的建设质量将对整个输电线路的质量与安全有直接性的影响。对此,电力企业不仅要意识到杆塔施工的重要性,更要明确杆塔在整个输电线路工程施工中的重要地位。

#### 3.2.1 规范施工

工程整体的施工质量主要受施工的规范程度影响。针对工程项目的具体施工,设计图纸中均有明确的规范及标准,此足以表明图纸对项目工程的重要性。合理的图纸设计能为工程的施工质量提供保障,而要确保图纸设计的合理性,需设计人员深入现场展开勘察,了解工程所处位置的环境、气候等各方面条件后,方能在图纸中做出明确标识,以此提高施工单位的施工警惕性并防止杆塔倾倒或杆塔沉降的现象发生。此外,有关杆塔的埋设深度与杆塔高程也要按照前期勘测所得之数据来合理设置,进一步保障杆塔的安全及稳定。

#### 3.2.2 塔基质量控制

塔基质量的控制主要有两个关键控制面,分别是塔基的正面及侧面。控制的具体内容是塔基的坡地以及塔基的修建是否符合设计规定的质量标准。做好上述主要控制工作,才能为塔基建设的牢固度与稳定性提供保障,继而避免塔基下沉的情况出现;其次,塔基质量控制还需从塔基抵御外部袭击的能力入手。当前国内在建设杆塔塔基时普遍采用钢混基础结构,该结构最主要的优势是具有极强的抵御外部袭击能力,但钢混基础结构施工也对岩石地基有着较高要求。因此,确保杆塔地基施工质量需做好基塔底部岩石成分的勘察,确保岩石结构完整方能为塔基施工的顺利开展提供保障<sup>[4]</sup>。

#### 3.2.3 优化塔脚

不同地区的地理环境有所差异,因此,输电线路的塔脚建设亦需考虑所处建设区域的地理环境。如塔

脚所处建设区域为高耸的山脊,便需对地底层面的土方挖掘量予以合理控制;而在坡度陡峭的区域导致杆塔与塔脚之间存在较大的高差时,则中立柱的高度应尽可能地延长,以让杆塔与塔脚间的高差得到平衡。

#### 3.2.4 排水沟施工

先期的输电线路杆塔地基建设是为了给项目开展打基础,后期的运行则需基于排水沟来提供相应保障。好的排水环境能最大限度地减轻大自然水体对基面的影响。因此,必须对排水沟的施工给予同等重视。倘若排水施工不是处于平坦的地形区,则排水沟的建设与杆塔的水平距离不得低于 3m。此外,排水渠的设计还要参考所在区域的山体形势,做好坡体与坡面水体的拦截,从而降低大自然水体对基础设施的影响。

### 3.3 导线和避雷线的绝缘配合与防雷设计

#### 3.3.1 绝缘配合设计

110kV 的输电线路属于高压线路,因此需要搭配绝缘设计。首先,需要对区段的绝缘强度进行划分;其次要依据气候条件来确定污秽等级,从污秽等级反馈的绝缘性能入手采取适宜的防范措施,以满足架空线路绝缘设计的要求;最后,为强化线路运行安全,绝缘配合设计还需明确绝缘子串数目,这需要设计人员对线路的荷载条件及电压等级展开综合性分析,在全面了解不同区段的绝缘子串应用条件后才能发挥其最大作用并提高架空线路的设计质量。

#### 3.3.2 110kV 输电线路防雷技术

(1) 接地电阻设计。110kV 输电线路往往涉及较广的覆盖面,因此提高了施工成本。为降低施工成本,施工队伍可在施工接地电阻时尽可能降低杆塔的接地电阻存量,这样既不会影响避雷效果,也能达到节约施工成本的目的。同时,杆塔接地电阻降低也不会导致雷击杆塔后的电位出现较大波动幅度,而在绝缘子能够正常为输电线路提供保护的前提下,输电线路的抗雷击水平也将得到提升,从而降低雷击跳闸事件的发生概率。当然,这也要求技术人员在开展线路设计、施工以及维护时根据土壤实际状况来对接地电极的深度及大小予以合理调节,具体可通过改变接地体的角度或使用接地模块等方式来降低土壤的天然电阻率,以此达到从源头上减少线路维护成本的目的。(2) 双避雷线同负保护角的设计。双避雷线同负保护角的设计是 110kV 输电线路防止雷击的重要手段。关于双避雷线的使用,需要注意以下几大技术要点:一是对避雷线与导线距离的控制需要预先做好测量工作,确保两者的水平间距在标准范围以内;二是根据当前的技术水平择优选择线路敷设方案,视实际条件选择设置

密集输电线路,必要时可将输电走廊取消来降低敷设成本。(3)保证设计数据及方法的准确性。为保证输电线路的敷设质量,在前期进行实地勘察时需要多次测量,以最大限度减少设计误差。为进一步减少线路的施工成本,除采用上述接地电阻设计的方法外,还可视现场情况合理选用填充降阻物、地基深埋等方式。

(4)设计布局输电线路以保证其合理性。合理的输电线路必然要避开雷击高发地,但若条件限制无法完全避开,则要做好预防措施。当然,尽量避开是首要选择;其次要避开较为潮湿的区域,尤其是素有雷暴走廊之称的峡谷顺风口、沼泽、湖泊、水库等区域,更要与之远离;最后则是要避开山、田交界等土壤天然电阻率较低的地区。(5)耦合地线在降低线路反击跳闸与雷电绕击事件方面有着突出作用,因此需要增加架空线里的耦合地线数量。(6)安装可以控制的放电避雷针装置。科技的进步使输电线路的雷电防护能力可以通过添置装置设备来提升,如自动重合装置便可处理一些闪络性的跳闸事故,为供电正常提供保障<sup>[5]</sup>。

### 3.4 线路终勘

(1)定线测量。为保证施工方案的可行性与线路的运行安全,除了要依据选线规范开展定线测量外,也要预留足够的空间来保障转角杆塔的设置稳定。(2)断面测量。断面测量需依据相应的规范性原则,即测量必须沿着线路中心线展开。在山区地带地形较为复杂,则需将布点的间距适当缩短。此外,断面图的绘制也必须在现场进行,一来方便对图纸进行修正,二来能保证图纸与地质情况一致,最大限度地减少施工误差。(3)定位测量。有关山区架空线路的设计,其中一项重点内容便是定位测量。定位测量是一种以现场勘测的方式来定位图纸塔杆位置的测量方法。考虑到图纸设计往往会与现场情况存在些许出入,针对杆塔位置与型号的确定还需结合线路的运行需求。当然,设计人员也要对现场检验给予高度重视,而测量的最终结果也应交由施工方保存,确保杆塔位置与线路布置均是按照相关图纸执行,从而最大限度地减少施工误差,提升施工质量。

### 3.5 线路架设施工技术

按照展放的划分标准可将架线施工划分为拖地与张力张开两种张力现实形式。其中,拖地展开也被称作不对线盘制动,是以人工来进行拖动而不借助任何设备的方法。虽然该方法的操作过程相对较为简便,但会在一定程度上导致导线磨损,从而对导线的使用寿命产生影响。此外,因过程全然依赖于人工,劳动

效率偏低。而张力放线则借助机械的牵引力,让导线能够在安全距离通过交叉物。在机械的辅助下,不仅能保证良好的放线质量,且效率也更高。该方式的弊端也十分明显,那便是需要运用放线滑车,导致施工成本增加且对施工环境有一定要求。就目前而言,我国采用的放线滑车直径通常为导线直径的10倍以上,而为减少钢丝弯曲应力及磨损,架线后通常还要进行紧线,以便在减少浪费的同时让输电线路的整体性能得到提升。紧线的过程通常需要对各方因素进行全面考察,如混凝土的强度以及杆塔的牢固度等,紧线时的张力过大可能导致塔身变形,对后期的尺度观测产生影响。此外,针对输电线路工程项目的核心环节,即输电线路的架设,做好前期的各项准备工作方能线路的建设质量提供有力保障。准备的具体事项:首先,需确保工程所需的各项材料、设备齐全以及对架设线路的合理规划;其次,做好材料与线路的质检工作,从源头上杜绝线路质量问题;再次,合理把控可能影响线路安全的关键因素,诸如线路是否存在裂缝、线路的弯曲度超出了限定标准等。对于上述可能造成质量问题的因素必须引起施工方的高度关注;最后,要对混凝土的强度予以严格控制,确保混凝土强度符合相关标准要求方能最大限度地减少控制塔杆的不良受力,继而保证塔杆张力满足相关标准要求<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

针对110kV输电线路的优化设计不仅能降低输电线路的敷设成本,而且能带来更高的社会与经济效益。当然,需要优化设计之处也绝不仅限于输电线路,其他电网工程的设计方案也应根据综合需求来设计并优化,这样才能最大限度地提升工程的建设质量并满足社会的实际应用需求。

## 参考文献:

- [1] 刘玉孝.110kV~220kV输电线路安全设计要点分析[J].中国新技术新产品,2019(24):39-40.
- [2] 王德鹏.优化110kV输电线路设计分析[J].门窗,2019(20):153.
- [3] 吕昶.110kV以下电力输电线路设计技术要点分析[J].科技风,2019(22):184-185.
- [4] 黎日辉.城市密集型110kV架空输电线路设计研究[J].机电信息,2019(14):57-58.
- [5] 练刚.探析35~110kV输电线路的设计要点[J].科技创新导报,2017,14(28):67,69.
- [6] 翁庭强.110kV以下电力输电线路设计技术要点分析[J].计算机产品与流通,2017(09):103-104.

# 灌注桩后注浆施工技术 in 建筑工程施工中的应用研究

王安慰

(海陆建设(青岛)有限公司, 山东 青岛 266100)

**摘要** 灌注桩后注浆施工技术作为一种有效的地基加固手段, 受到了人们的广泛关注。本文以该技术在建筑工程中的应用为例, 通过对施工过程中的关键环节进行深入研究, 提出了一系列解决措施, 主要包括加强基础性准备工作、控制钻孔和混凝土施工质量以及严格控制注浆施工质量等。通过这些措施, 本文旨在为相关人员和工程提供参考, 确保灌注桩后注浆施工的高质量和可靠性。

**关键词** 灌注桩后注浆; 建筑工程; 地基加固; 施工质量

中图分类号: TU74

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0121-03

地基是建筑工程的基础, 其稳定性直接关系到整个工程的安全和可靠性。然而, 随着建筑结构的复杂化和对工程质量的要求提高, 传统的地基处理手段已经难以满足需求。灌注桩后注浆施工技术因其操作简便、效果显著而备受关注。然而, 在应用过程中, 仍然存在一系列问题, 如施工质量难以保障、工程安全性不足等。因此, 本文通过对该技术的深入研究, 提出创新性的解决措施, 以期对相关人员和工程提供更为可靠的参考<sup>[1]</sup>。

## 1 灌注桩后注浆施工技术概述

灌注桩后注浆施工技术是一种用于增强土壤承载力和稳定性的地基处理方法。该施工过程可分为两个主要步骤, 首先是灌注桩的成孔阶段, 其次是注浆阶段。在灌注桩成孔阶段, 首先进行现场调查, 确定桩的布置位置和深度。随后, 通过旋挖或钻孔等方式在地基内形成孔洞, 以容纳后续灌注的浆液。这确保了桩的贯通性和连接性, 使其在地基中形成一体化结构。注浆阶段是整个工程的关键步骤。通过事先设计好的管道系统, 将水泥浆或其他合适的浆液注入已形成的桩孔中。注浆过程中, 浆液填充孔洞并逐渐扩散到周围土体, 实现了土体的固结和加固。注浆后, 浆液在桩内逐渐凝固, 形成坚固的灌注桩结构, 提高了土壤的承载力和整体稳定性。

## 2 建筑工程施工中应用灌注桩后注浆施工技术的优势分析

### 2.1 有利于增强桩基阻力

在建筑工程中应用灌注桩后注浆施工技术, 其首要优势在于有利于增强桩基阻力。通过该技术, 首先

在地基中形成桩孔, 然后注入水泥浆或其他浆液。这一过程中, 浆液填充桩孔并逐渐扩散到周围土体, 使土体与浆液形成坚固的一体化结构。这种注浆方式能够有效地提高桩基的承载能力。浆液中的水泥或其他固化材料在与土壤接触后发生水化反应, 形成坚硬的物质, 从而加固了土体。这不仅增加了桩基的垂直承载能力, 还提高了桩基的抗拔和抗侧移能力。这样的增强效果对于建筑工程中要求较高承载能力的基础结构, 如高层建筑或大型工业设施, 具有显著的优势。通过灌注桩后注浆施工技术, 确保了基础的牢固稳定, 为整个建筑工程提供了可靠的基础支持。

### 2.2 有利于避免工程沉降

应用灌注桩后注浆施工技术 in 建筑工程中的另一个显著优势是其有利于避免工程沉降。通过注浆过程, 水泥浆或其他浆液填充土孔, 改善了土体的工程性质, 减少了土体沉降的风险。浆液的注入填充不均匀或松散的土层, 能够提高土体的密实性。这有助于减少地基土体在施工后的压缩变形, 从而避免工程发生过度沉降。尤其对于那些对地表沉降要求较为严格的建筑工程, 如高层建筑、地铁隧道等, 采用灌注桩后注浆施工技术可以有效地控制沉降, 确保工程的稳定性和可靠性<sup>[2]</sup>。这种优势在需要维持地表平稳度和减少基础沉降影响的工程中尤为重要, 确保建筑结构在使用过程中不会受到过度沉降的影响, 提高了工程的持久性和安全性。

### 2.3 有利于降低施工难度

通过合理设计的管道系统, 水泥浆或其他浆液可以迅速注入桩孔。这简化了注浆过程的操作步骤, 提

高了施工的效率。相较于其他复杂的地基处理方法,如挖土桩或灌注桩前预压桩,灌注桩后注浆施工技术更为直观且容易掌握。其次,注浆施工的过程相对较为灵活。施工人员可以根据具体工程情况随时调整注浆的速度和量,以满足实际需要。这种操作的自由度降低了施工中的不确定性,有利于灵活应对复杂地质条件和工程环境。

### 3 建筑工程施工中应用灌注桩后注浆施工技术的要点分析

#### 3.1 前期准备

前期准备是应用灌注桩后注浆施工技术的关键阶段,首先,进行工程现场勘测。在勘测阶段,需要详细了解地下土层结构、地下水位、地质条件等信息。通过地质勘测报告,确定灌注桩的布设位置、深度和数量,为后续施工提供科学依据。其次,进行桩基设计。基于勘测结果,结合工程的荷载要求和地质条件,进行桩基设计。设计过程中考虑到地下水位、土壤承载力等因素,确保桩基在各方面能够满足工程要求。同时,确定注浆材料和配比。根据地质勘测结果,选择合适的注浆材料,通常为水泥浆或其他适宜的浆液。在注浆材料的配比上,需要根据工程的具体情况和设计要求确定,确保浆液具有足够的流动性和固结性。最后,进行施工方案设计。制定详细的施工方案,包括施工工艺、施工流程、安全措施等。在方案中明确施工过程中可能遇到的问题及应对措施,确保施工的高效进行<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 注浆管道的布设

在注浆管道的布设时,首先,进行桩孔位置标定。根据前期的地质勘测和桩基设计,确定桩孔的位置和深度。标定桩孔位置是注浆管道布设的前提,需要严格按照设计要求进行,确保每个桩孔的布设位置准确无误。其次,设计注浆管道布置方案。在确定了桩孔位置后,需要设计合理的注浆管道布置方案。管道的布设要考虑到桩体的整体加固效果,避免出现死角,确保浆液能够充分覆盖桩孔的所有部分。通常,采用辐射状、环状或螺旋状的管道布置方式,以确保注浆均匀、全面。然后,考虑注浆管道的连接。管道连接应牢固可靠,以防止浆液泄漏或管道损坏。通常采用高强度、耐腐蚀的材料制作注浆管道,连接部分要进行密封处理,确保注浆过程中浆液能够顺利流动。接下来,考虑注浆管道的直径和流速。注浆管道的直径和浆液的流速需要根据设计要求和桩孔的尺寸来确定。管道直径适当选择,能够保证足够的流动性,而流速则需合理控制,以确保浆液充分填充桩孔,避免浆液在注浆过程中过快或过慢引起的问题。最后,注浆管

道的固定和保护。注浆管道的固定要牢靠,避免在施工过程中发生移动或断裂。与此同时,需要在施工现场设置保护措施,以防止管道受到外部损伤,保障施工的正常进行。

#### 3.3 注浆管道的制作

注浆管道的制作需要选用适宜的材料。注浆管道的材料选择对整个施工过程至关重要。一般而言,选用高强度、耐腐蚀的材料,如钢材或特殊合金,以确保注浆管道在恶劣环境下具有良好的耐久性。其次,进行注浆管道的设计。管道的设计要根据实际工程需求和桩孔的布局,确保注浆管道的布设方案能够满足工程要求。设计要考虑到注浆管道的直径、长度、连接方式等因素,以保证注浆过程的稳定性。然后,进行管道的制作。在制作过程中,需要确保每根注浆管道的加工精度和质量。采用先进的生产工艺,如焊接或拼接,确保管道的密封性和连接牢固。管道制作过程中需要进行质量检测,确保每根管道的质量符合设计要求。接下来,进行防腐处理。由于注浆管道在地下工作,容易受到潮湿和腐蚀的影响,因此需要进行防腐处理。选择适合地下环境的防腐材料,对注浆管道进行表面处理,提高其抗腐蚀性能。最后,管道的运输和储存。制作完成的注浆管道需要妥善安排运输和储存。在运输过程中要避免碰撞和挤压,防止管道变形和损坏。储存时要保持通风干燥,避免长时间暴露在潮湿环境中,以确保管道的使用寿命<sup>[4]</sup>。

#### 3.4 压水试验

压水试验是应用灌注桩后注浆施工技术中的一项关键步骤,首先,进行试验前的准备工作。在进行压水试验之前,需要对注浆管道进行全面检查,确保管道制作质量符合设计和标准要求。同时,确认注浆孔口已经封堵,防止水泥浆液从孔口渗漏,影响试验的准确性。检查注浆孔口封堵情况时,可使用合适的材料,如塑料封堵或灌浆材料,进行有效的密封。其次,进行试验设备的调试。准备好试验所需的压水设备,确保其正常运行。调试设备时要检查压力表、阀门、管道连接等部分,确保试验期间能够精准地控制和测量压力。此外,要检查试验系统的安全性,确保试验过程中没有安全隐患。接着,进行压水试验。将水泥浆液或其他适宜的浆液注入管道,逐渐增加压力,观察管道是否发生渗漏。在试验过程中,需记录浆液注入压力、试验时间和任何异常情况。通过控制试验参数,如压力和持续时间,可以模拟实际施工中的工况,更全面地评估管道的性能。在试验结束后,进行试验结果的分析。根据试验记录和观察到的情况,判断注浆

管道是否具有好的密封性和稳定性。若发现渗漏或其他异常情况,需要及时修复或调整,确保注浆施工的可行性。最后,制定相应的试验报告。将试验过程、试验结果、发现的问题以及采取的应对措施详细记录在试验报告中。这份报告将成为后续施工的参考依据,也为施工的进一步优化提供了实际数据支持。

#### 4 灌注桩后注浆施工技术在建筑工程施工中的应用策略

随着城市的不断推进和建筑结构的复杂化,建筑工程对地基的要求日益提高。灌注桩后注浆施工技术作为一种有效的地基加固手段,因其操作灵活、适用范围广泛而备受关注。在复杂地质条件下,传统的地基处理方法难以满足工程要求,因此,灌注桩后注浆施工技术成为解决地基稳定性和提高承载能力的重要选择。在这一背景下,研究和制定科学的应用策略,以确保施工质量和工程安全性,显得尤为迫切。

##### 4.1 控制钻孔施工质量

控制钻孔施工质量是确保灌注桩后注浆施工技术有效实施的重要策略。首先,需制定详细的施工方案,明确钻孔的位置、深度和直径等设计要求。同时,采用先进的钻孔设备,确保施工过程中能够准确地按照设计要求进行。其次,在钻孔过程中,要进行实时监测,确保孔壁的稳定性,防止塌方或泥浆涌入,影响施工质量。此外,定期检查和清理钻头,防止因损耗或堵塞导致的施工质量下降。最后,进行质量验收,通过地质勘测和岩土实验,验证钻孔质量是否符合设计和施工标准。通过以上策略的实施,可以有效地提高钻孔施工的准确性和可控性,为后续的施工阶段奠定坚实基础。

##### 4.2 控制混凝土施工质量

控制混凝土施工质量是确保灌注桩后注浆施工技术顺利实施的关键策略。首先,需在施工前明确混凝土的配合比和强度等设计要求。同时,采用高质量的混凝土原材料,确保混凝土的抗压强度和耐久性。其次,实施精确的测量和搅拌操作,保证混凝土配合比的准确性和均匀性。采用现代化搅拌设备,确保混凝土的坍落度和均匀度。此外,要加强对施工过程中的实时监测,确保混凝土的浇筑质量符合标准,防止出现裂缝、空鼓等质量问题。最后,实施严格的养护措施,确保混凝土充分硬化和强度的提升。通过以上策略的有效实施,能够保障混凝土施工质量的稳定提升,为灌注桩后注浆施工奠定坚实的基础<sup>[5]</sup>。

##### 4.3 控制注浆施工质量

控制注浆施工质量是确保灌注桩后注浆施工技术顺利实施的重要策略。首先,实施严格的施工方案,

明确注浆的流程、参数和要求。通过精确的设计和计算,确保注浆施工过程中的压力、流量等参数符合工程要求。同时,通过科学合理的注浆管道布设,保证浆液能够均匀分布到每个桩孔中。其次,选用高质量的注浆材料,确保浆液具有足够的流动性和硬化强度。采用合适的注浆设备,确保浆液在注入过程中保持稳定状态,防止空隙和渗漏的发生。此外,施工中需加强实时监测,通过检测注浆压力和流量等数据,及时调整施工参数,保障注浆施工的稳定性和质量。最后,进行严格的施工验收,通过地质勘测和注浆效果的实际观察,验证注浆施工的质量是否符合设计和施工标准。通过以上策略的全面实施,能够确保注浆施工质量的稳定性和可控性,为工程的成功实施提供坚实保障。

##### 4.4 合理选择注浆材料和设备

在灌注桩后注浆施工中,合理选择注浆材料和设备是确保施工质量的关键策略之一。首先,根据工程的实际需求和地质条件,精选适用的注浆材料,如水泥浆、膨胀剂等。确保材料具有良好的流动性、硬化性能和与地层相适应的特性。其次,选用符合标准的注浆设备,确保设备的稳定性和操作性。通过现代化的注浆设备,能够更精确地控制注浆参数,提高施工效率。此外,定期对设备进行检查和维护,防止设备故障对施工质量的影响。最后,实施注浆前的试验,通过模拟实际施工条件,验证注浆材料的性能和设备的适用性。通过这一策略的有机整合,可以有效保障注浆施工的顺利进行,为建筑工程提供坚实的基础支持。

#### 5 结语

随着灌注桩后注浆施工技术的推出和普及,对其创新和优化需求日益增加。人们需要积极探索创新和应用新的技术手段,加强工程施工的过程管理和质量监控,构建更为可靠和高效的地基加固体系。在未来的发展中,我们应当加强技术创新,提高工程质量,促进建筑工程的全面发展。

#### 参考文献:

- [1] 郑有利,严元生.灌注桩后注浆施工技术在建筑工程中的应用研究[J].房地产世界,2023(17):130-132.
- [2] 林伟.灌注桩后注浆施工技术在建筑工程施工中的应用分析[J].居业,2023(07):28-30.
- [3] 高晓飞.灌注桩后注浆施工技术在建筑工程施工中的应用[J].工程技术研究,2023,08(06):50-52.
- [4] 吴祺.建筑工程施工中灌注桩后注浆技术的应用[J].科技资讯,2023,21(04):84-87.
- [5] 赖焕枫.桩后注浆施工技术在建筑工程施工中的应用探析[J].建筑与预算,2023(01):59-61.

# 关于双馈风力发电机组变频器冷却系统技术改造的分析及探究

孙 研

(华电(浙江)新能源有限公司, 浙江 杭州 310000)

**摘要** 双馈风力发电机组作为可再生能源技术的核心组成部分,在推动绿色能源革命中扮演着至关重要的角色。然而,变频器作为其关键设备,其冷却系统的效率和稳定性直接影响整体性能与寿命。随着技术的不断进步和应用要求的提高,对变频器冷却系统进行技术改造成为确保发电机组高效稳定运行的迫切需求。因此,本文深入分析当前冷却系统面临的挑战,并探讨通过具体技术改造来优化性能、降低维护成本并提高可靠性的可能路径。

**关键词** 双馈风力发电机组; 变频器冷却系统; 技术改造

中图分类号: TM6

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0124-03

双馈风力发电机组是一种先进的风力发电系统,其核心在于使用双馈电机,这允许部分功率通过转子进行调节,而另一部分则直接从定子输出。在这种配置中,转子与电网之间的变频器能够调整频率和电压,以匹配电网的要求,这种灵活的功率调控不仅提高了能量捕获的效率,还减少了机械应力,延长了发电机组的使用寿命。在此基础上,对变频器冷却系统的技术改造显得尤为重要,高效且稳定的冷却系统能够确保变频器在最佳状态下运行,进一步提升整个发电机组的性能与可靠性。

## 1 变频器冷却系统现状分析

### 1.1 常见问题与性能瓶颈

双馈风力发电机组变频器冷却系统在提高发电效率和确保设备稳定性方面发挥着关键作用。然而,实际运行中,这一系统常常面临多种问题和性能瓶颈。首先,热管理不足是一个普遍问题,冷却系统往往因设计不当或维护不足而无法有效地散发由变频器产生的热量。这导致设备过热,影响性能,甚至缩短设备寿命。其次,冷却介质的选择和循环效率也是性能瓶颈的常见原因。不恰当的介质可能会导致热交换效率低下,而循环系统的不充分则会导致热点的形成,进而影响整体的冷却效果。此外,环境因素如温度波动、湿度以及污染物积累也严重影响冷却系统的效率和可靠性。尘埃、污垢和其他颗粒物可能堵塞冷却通道,降低散热效果,同时湿度变化也可能引起部件腐蚀,增加维护需求和成本<sup>[1]</sup>。

另外,系统监控和故障诊断的不足是导致问题长

时间未被发现或处理的重要原因。在没有实时监控和快速响应机制的情况下,即使小问题也可能迅速演变成严重故障。此外,现有冷却系统在设计上往往缺乏足够的灵活性和适应性,难以应对快速变化的工作条件和环境因素,这限制了其在不同气候和负载条件下的有效性。最后,随着技术的发展和运行条件的变化,原有系统的性能往往无法满足日益增长的效率和可靠性要求,使得对改进措施的需求变得更为迫切。正是这些问题和瓶颈,使得对双馈风力发电机组变频器冷却系统的技术改造变得不仅必要而且紧迫,以确保整个系统的高效、稳定运行<sup>[2]</sup>。

### 1.2 冷却系统故障对发电效率的影响

冷却系统的故障对双馈风力发电机组的发电效率产生深远影响,这种影响贯穿整个发电过程,从微观的机械性能损失到宏观的能源产出降低。当冷却系统无法有效地排除变频器产生的热量时,会导致设备温度升高。这不仅影响变频器的运行效率,还可能触发安全保护机制,导致设备自动降频或停机,从而直接减少能源的产出。

持续的过热环境还会加速设备的老化过程,降低其整体寿命,这意味着更频繁的维护和更早的替换周期,从而增加了运行成本和减少了总体的能源产出。同时,不稳定或失效的冷却系统还会增加运行风险,可能导致意外停机和产能损失,这在高需求时段尤其致命,可能导致发电量大幅下降。此外,不恰当的冷却还会影响系统的响应能力,降低对变化负载和环境条件的适应性,这对于风力发电这种高度依赖自然条件的能

源来说,能否快速有效地调整输出是至关重要的<sup>[3]</sup>。

从更广泛的角度来看,冷却系统的效率直接关系到整个发电设施的能源消耗。一个低效的冷却系统需要更多的能源来维持设备运行,在一定程度上抵消了风力发电所产生的能源收益。此外,频繁的故障和维护不仅会导致直接的经济损失,还可能因停机和修理导致对电网的供电不稳定,从而影响整个电力系统的可靠性和效率。解决冷却系统的问题并确保其稳定高效运行,对于提高双馈风力发电机组的整体发电效率和可靠性,以及确保长期经济和环境效益具有至关重要的意义。

## 2 技术改造的必要性与目标

### 2.1 提高效率与降低维护成本

技术改造在双馈风力发电机组的发展中扮演着至关重要的角色,尤其是针对变频器冷却系统的改进,其必要性源于对提高整体效率和降低运维成本的持续追求。效率的提升不仅意味着更多的能量转换和更高的电力输出,还关系到系统对环境变化的适应性和能源需求的响应能力。通过技术改造,可以实现更优的热管理,确保关键组件在最佳温度下运行,从而减少能量损失,提高发电效率,并延长设备寿命。同时,高效的冷却系统还能减轻因过热导致的设备损坏和故障,进一步降低意外停机的风险,确保持续稳定的能源供应。

降低维护成本同样是技术改造的重要目标。当前,冷却系统的故障和低效率不仅直接影响发电效率,还导致高昂的维护和修复费用。技术改造通过引入更先进的材料、设计和监控系统,能够显著减少因故障或不当维护导致的成本。例如,更耐用和高效的冷却介质、自适应的温度控制系统以及实时的故障监测技术,不仅能提升系统的稳定性和响应速度,还能减少对定期维护的依赖和突发故障的频率。这些改进不仅减轻了日常运维的负担,也为长期的成本节约和资源优化奠定了基础。

此外,技术改造还意在提升系统的可持续性和环境友好性。通过优化能源使用和减少废物产生,改造后的系统能够更有效地利用自然资源,减少对环境影响。同时,随着监管要求的加强和公众对环保的关注增加,提高系统的环境绩效已成为遵守法规和建立良好公共形象的重要因素。因此,技术改造不仅是提高经济效益的手段,更是实现可持续发展和社会责任的关键步骤<sup>[4]</sup>。

### 2.2 确保系统稳定性与延长使用寿命

确保系统稳定性与延长使用寿命是进行技术改造

的另一关键目标,这不仅关乎单个组件的效能,而且影响整个风力发电系统的长期可靠性和经济效益。系统稳定性的核心在于能够持续、可靠地在各种环境条件下运行,这需要冷却系统能够有效地适应温度变化、负载波动和其他潜在的影响因素。通过技术改造,如引入更先进的温度监控和自适应调节技术,可以实时调整冷却需求,防止过热或冷却不足,确保设备始终在最佳状态下运行。此外,改进的设计和材料选择也能显著增强系统的抗压能力,减少因极端天气或频繁变动的工作条件引起的损耗。

延长使用寿命不仅减少了因更换设备而产生的直接成本,还意味着更高的资源利用效率和更低的环境影响。通过技术改造,可以提升各个组件的耐用性和兼容性,减少故障发生的频率,延缓设备老化。例如,使用耐温性更好、热效率更高的材料,可以减少热应力对设备的影响,延长其有效工作周期。同时,集成的故障诊断和预防性维护策略也能够及时发现并解决潜在问题,防止小问题演变为大故障,从而延长设备的整体寿命。此外,系统稳定性和使用寿命的提升还与能源的可持续生产密切相关。稳定高效的冷却系统能够确保发电机组在不同的运行条件下都能保持最佳性能,减少无效或低效的运行时间,提高整体的能源产出效率。长期而言,这不仅为发电企业带来更稳定的收益,也为社会提供更可靠的绿色能源,促进经济和环境的和谐发展。

## 3 变频器冷却系统具体技术改造措施

### 3.1 高效散热材料应用

应用高效散热材料是变频器冷却系统技术改造的关键措施之一。随着新材料技术的不断发展,一系列具有更高热导率和更好热稳定性的材料被开发出来,这些材料可以显著提高散热效率,从而直接提升冷却系统的性能。例如,使用先进的复合材料和纳米技术可以制造出更轻薄、散热能力更强的散热片,这些散热片在占用更小空间的同时提供更大的散热面积,有效加快热量传递。此外,高性能的导热胶和界面材料也在改善热接触效率方面发挥着重要作用,它们能够更有效地填补微观空隙,减少界面热阻,确保热量能够从变频器快速、有效地传导到散热器。同时,这些高效散热材料通常具有更强的耐高温和抗老化性能,这意味着它们能够在更广泛的温度范围内稳定工作,并且具有更长的使用寿命。这不仅减少了维护和更换的需求,也意味着整个冷却系统能够在更长时间内保持最佳性能,从而延长了变频器及相关设备的整体寿命。

### 3.2 智能温控系统集成

集成智能温控系统是对变频器冷却系统进行技术改造的重要措施,旨在通过先进的控制策略和算法自动调节冷却过程,以适应不同的运行条件和环境变化。这种系统通常包括温度传感器、控制单元和执行机构,能够实时监测变频器的工作温度并精确调整冷却介质的流量或散热器的工作状态。通过智能化的管理,温控系统可以确保变频器始终在最佳温度范围内工作,既防止过热造成的损害,又避免了不必要的冷却导致的能源浪费。智能温控系统的一个核心优势在于其自适应能力,它可以根据预设的参数和实时数据自动优化冷却策略,无需人工干预即可响应外部温度变化、负载波动和设备老化等因素。这种动态调整不仅提高了冷却效率,还增加了系统的灵活性和鲁棒性,使其能够在各种复杂多变的条件下保持稳定运行。此外,智能温控系统还可以记录和分析运行数据,为故障诊断和性能评估提供支持,有助于及时发现和解决问题,进而减少维护需求和延长设备寿命。此外,随着物联网和大数据技术的发展,智能温控系统还可以与其他设备和管理平台相连,实现更广泛的数据共享和协同控制,不仅提高了单个系统的效能,还能优化整个发电站的运行效率和安全性<sup>[5]</sup>。

### 3.3 提高冷却介质循环效率

提高冷却介质循环效率是提升变频器冷却系统性能的关键措施之一,旨在通过优化冷却介质的流动特性和热交换效率来实现更有效的热管理。这通常涉及对冷却路径的重新设计,以减少流动阻力和热阻,确保冷却介质能够快速、均匀地分布到热量集中的区域。例如,通过采用更先进的管道布局和流体动力学设计,可以降低液体或气体冷却介质在循环过程中的湍流和热损失,从而提高整体的散热效率。此外,选择更高性能的冷却介质也是提高循环效率的重要方面。不同的介质在热容、热导率和粘度等方面有不同的特性,通过选择适合特定工作条件的介质,可以显著提升热交换的效率和速度。同时,采用更加精密的温度和流速控制技术,可以确保冷却介质在整个系统中均匀分布,避免局部过热或冷却不足的情况发生。

在提升冷却介质循环效率的过程中,实时监控和智能调节系统的作用不可忽视。通过安装传感器和实施数据分析,可以实时监测冷却介质的温度、流速和压力等关键参数,并根据这些数据自动调整泵速和阀门开度,确保冷却介质始终在最佳状态下循环。这种自适应调节不仅提高了冷却效率,还增加了系统对外

部变化的响应能力,使其能够在不同的环境和负载条件下保持最佳性能。

### 3.4 实时故障监测与诊断技术

实施实时故障监测与诊断技术是变频器冷却系统技术改造的关键环节,目的在于通过持续的监控和智能分析确保系统的持续稳定运行。这种技术涉及将传感器和监控设备集成到冷却系统中,实时收集关于温度、流速、压力以及其他关键指标的数据。通过对这些数据的持续分析,可以及时发现异常波动或偏离正常运行范围的迹象,从而在问题发展成严重故障之前及时进行预警和干预。实时监测的另一个重要功能是提供详尽的运行记录,这对于故障诊断和性能评估至关重要。通过分析历史数据,可以识别潜在的风险点和故障模式,为未来的维护和改进提供指导。先进的诊断技术还能够利用机器学习和人工智能算法,从复杂的数据中提取深层次的洞察,预测潜在的问题并提出优化建议,从而不断提升系统的性能和可靠性。实时故障监测与诊断技术的集成不仅提高了冷却系统的透明度和可控性,还显著降低了因突发故障导致的停机时间和维护成本。通过及时的问题发现和处理,可以避免小问题演变成大故障,保证系统的持续稳定运行。此外,这种技术还为远程监控和管理提供了可能,使得维护团队可以在不到现场的情况下进行故障诊断和处理,进一步提高了维护效率和系统的整体运行效率。

## 4 结语

随着技术不断进步和对可持续能源需求的增长,对变频器冷却系统的改造将持续推动风力发电的效率和可靠性。这些持续的努力不仅将提升能源产出,还将促进更广泛的环境与经济利益。维护这一发展势头,确保技术与时俱进,将是推动绿色能源向前发展的关键。

### 参考文献:

- [1] 李振东. 基于 Flotherm 的变频器散热系统优化与试验 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2023.
- [2] 龙浔. 刍议风力发电机变频器的应用和故障的探讨 [J]. 科技资讯, 2023(10):55-58.
- [3] 曹怀生, 朱锋, 闫一伟, 等. 浅谈高压变频器的原理及冷却方式 [J]. 聚酯工业, 2022(01):60-61.
- [4] 李猛. 基于热仿真的高压变频器单元冷却系统设计 [J]. 电工技术, 2021(23):83-86.
- [5] 卢鑫鑫. 不平衡电压对双馈风力发电机组变频器的影响分析 [J]. 光源与照明, 2021(07):72-73.