



www.viserdata.com

水电科技

HYDROELECTRIC SCIENCE & TECHNOLOGY

月刊

■ 主办单位：Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN: 2630-5291(online) 2717-5383(print)

中国知网（CNKI）收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

2025 1

第8卷 总第49期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

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

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



水电科技

Hydroelectric Science & Technology

2025年·第8卷·第1期（总第49期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：2630-5291(online)

2717-5383 (print)

发行周期：月刊

出版时间：1月

数据库收录：中国知网收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

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

Singapore 179098

学术主编：余 亮

责任编辑：金 星

学术编委：丁 飞 罗 超 陈云鹤

熊贵斌 孙永斌 王江涛

傅媛娜 赵 军 张小红

余 亮 董 建 杜永纯

古彦华 夏 玲 徐 飞

Alva Oh Bruce Kong

Daniel Goei

美工编辑：李 亚 Anson Chee

印 制：北京建宏印刷有限公司

定 价：SGD 20.00

本刊声明

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

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

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

目 录

CONTENTS

水利工程

- 水利施工中导流围堰技术应用分析..... 黄晟轩 1
- 水利工程施工中的质量控制与安全管理..... 陈美芳 4
- 水利工程施工中地下水控制技术研究..... 武 进 7
- 水利工程测量技术及其在质量检测中的应用.. 李文婷 10
- 海塘建设施工技术与管理控制要点..... 陈 根 13
- 现代化施工技术在水利工程涵闸建设中的应用.....
- 张有志 16
- 水利施工项目中安全风险管理与控制措施研究.....
- 沈增铁 19
- 复杂地质条件下水利工程施工关键技术研究.. 王洪楼 22
- 水利工程施工中质量控制与安全隐患管理分析.....
- 贾玉萍 25
- 水利施工技术在水库加固中的应用与探讨.... 张建平 28
- 水利工程建设质量与安全监督管理要点研究.....
- 温作清 31
- 绿色施工理念在水利工程管理中的实践与创新.....
- 代 磊 34
- 水利水电工程中水库泄洪设计优化与技术应用.....
- 伏 林 37
- 水利灌区施工中钢板桩围堰导流施工技术的应用.....
- 杨 俊 40
- 农村水利工程施工中的安全和质量控制策略.. 李继胜 44

水文水资源

- 奇台县中葛根渠首工程洪水分析计算..... 张松婷 47

水土保持

- 水土保持技术在水利工程中的应用探析..... 张宝禄 51

能源动力工程

- 人工智能技术在风力发电领域的应用..... 任利健 54

高比例新能源地区调相机优化配置方案研究及发展建议
..... 王 震 李钦伟 曲炯辉 金莲花 贾祎飞 58

水电建设

水利水电工程施工管理中电气的质量和安全管理控制分析..
..... 妥 花 61
水利水电工程土石方施工技术的分析..... 彭 初 64

电力工程

数字化缺陷在超特高压输电线路巡检业务管理中的研究
与应用 张俊波 曾璐阳 阮 扬 67
配电运检智能化指挥调度系统的设计与应用.....
..... 董云鸽 张文龙 71
离网型微网案例分析及相关问题..... 王 亮 74
电力系统业扩报装的管理策略分析..... 马维民 78
电气工程及其自动化的智能化技术分析..... 李滨锋 82

电气工程

无线测温系统在 10KV 高压真空断路器上的应用.....
..... 田艳静 85
电气工程及其自动化的 PLC 技术应用研究.... 郑 洁 88
用电检查技术在电力营销中的应用..... 马维民 91

自动化技术与应用

配电网中的电力故障检测与自动恢复技术.... 李兴海 95

技术解决方案

火力发电厂烟气治理及脱硫脱硝技术分析.... 张战强 98
涵闸施工关键技术及质量控制要点解析..... 王登攀 101
变电站直流系统蓄电池组核容放电测试方法策略.....
..... 李 航 张 伟 杨 波 徐延顺 104

运行维护

水利工程项目生命周期管理与成本控制研究 .. 黄兴聪 107
特高压换流变电站运维策略研究与实践.....
..... 张文龙 董云鸽 110
新时期水利工程运行管理标准化建设及对策研究.....
..... 李亚萍 113
大型水利泵站机电设备安装和检修措施分析 .. 夏旭明 116
水利工程中水库管理与调度优化研究..... 孙巧叶 119
低压线路漏电的常见原因及排除技巧总结... 吴培享 122

综合研究

低温多效蒸发浓缩与高温旁路烟道蒸发技术在脱硫废水
零排放中的联合应用研究..... 任楠楠 126

水利施工中导流围堰技术应用分析

黄晟轩

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330000

[摘要]本研究针对我国水利工程施工过程中的导流围堰技术应用进行了全面系统的分析。研究首先解述了导流围堰技术的原理以及主要功能,发现它能有效地分隔水流,尤其是施工期间的分流导流,实现施工质量和工期的保障。其次,我们采取了实证分析的方法对数个实际工程案例进行了系统、深度的分析和研究,研究中发现,导流围堰技术在提高施工效率、保障工程的顺利施工上发挥了关键作用;同时,导流围堰对于环保和施工安全也起到了显著作用,减少了施工过程中对周边环境的影响,降低了水土流失的风险,也确保了工人施工的安全。最后,本研究对导流围堰技术在未来的发展进行了预测和展望,认为随着技术的发展和工程需求的增长,导流围堰技术会得到更广泛的应用。文中的研究结果对于更好理解和应用导流围堰技术,提高水利工程施工效率和质量具有重要的参考价值。

[关键词]水利施工;导流围堰技术;工程效率;施工安全;技术发展

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15170

中图分类号: TV551.

文献标识码: A

Application Analysis of Diversion Cofferdam Technology in Water Conservancy Construction

HUANG Shengxuan

Jiangxi Water Investment Construction Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: This study comprehensively and systematically analyzes the application of diversion cofferdam technology in the construction process of water conservancy projects in China. The study first explained the principle and main functions of diversion cofferdam technology, and found that it can effectively separate water flow, especially diversion during construction, to ensure construction quality and schedule. Secondly, we adopted an empirical analysis method to systematically and deeply analyze and study several actual engineering cases. The research found that the diversion cofferdam technology played a key role in improving construction efficiency and ensuring the smooth construction of the project. At the same time, the diversion cofferdam has played a significant role in environmental protection and construction safety, reducing the impact on the surrounding environment during the construction process, lowering the risk of soil erosion, and ensuring the safety of workers during construction. Finally, this study predicts and looks forward to the future development of diversion cofferdam technology, and believes that with the development of technology and the growth of engineering demand, diversion cofferdam technology will be more widely applied. The research results in the article have important reference value for better understanding and applying diversion cofferdam technology, improving the efficiency and quality of water conservancy engineering construction.

Keywords: water conservancy construction; diversion cofferdam technology; engineering efficiency; construction safety; technological development

引言

水利工程是国家基础设施建设的重要组成部分,良好的水利工程对国家经济和社会发展均有深远影响。而在众多水利工程技术中,导流围堰技术以其独特的优点,日益引起了研究者的关注。这项技术以其连续、稳定的导流效果,较好的安全保障以及对施工环境的保护作用,在水利工程建设中起着极其重要的作用。然而,尽管该技术重要性日趋明显,其在实际应用中还存在一些问题和挑战。在这样的背景下,本研究对我国水利工程施工中的导流围堰技术进行了全面的分析。我们希望通过系统阐述导流围堰的工作原理和主要功能,分析其在实际工程中的应用效果,为广大工程技术人员提供参考,同时也为该领域的研究者提供启示,推动导流围堰技术的进一步发展和应用。

1 导流围堰技术理论概述

1.1 导流围堰技术的基本原理

导流围堰技术的基本原理是在水利工程施工过程中,通过设置临时屏障,分隔和引导自然水流,使施工区域暂时隔离于水流影响之外^[1]。该技术主要依靠临时构筑物,如土质、混凝土或钢板制成的围堰,形成一条封闭或半封闭的水域,引导河道水流朝预定方向流动。在导流过程中,围堰的高度、厚度及材料选择需根据现场水文条件、流速与工程规模进行设计,以确保其能够承受水压力并有效阻拦或分流水流。通过调整水流走向,导流围堰能够创造出相对干燥且稳定的施工环境,使得下游施工区域得以在无水或少水的条件下进行作业。技术的应用需要结合合理的施工组织和管理,才能在保障施工进度和质量的同时减少

对当地生态系统的影响。

1.2 导流围堰技术的主要功能

导流围堰技术在水利工程中具有重要的功能。其首要功能是实现水流的有效分隔,确保施工区域保持干燥,从而使施工过程不受水流影响。这种技术通过合理设计和材料选择,可以在短时间内迅速搭建起临时围堰,保证施工工期的需求。在分流导流方面,导流围堰技术能够科学地疏导洪水和施工期间的流水,避免出现水流导致的施工难题。导流围堰技术还能在施工设备和人员提供一个相对稳定的工作环境,从而提高施工效率与安全性。导流围堰的设置有效减少了水土流失,为施工环境保护提供了有利保障。这些基本功能共同助力于水利工程的顺利推进与成功实施。

1.3 导流围堰技术在水利工程施工中的应用范围

导流围堰技术在水利工程施工中的应用范围广泛,包括河道整治、坝体修建、水库扩建以及港口码头工程等。在河道整治中,导流围堰能够有效引导水流,保护施工现场免受水流侵袭。在坝体和水库的施工中,此技术可以分隔主体结构与水流,提供稳定的施工环境,保证建设质量和进度。在港口和码头的开发中,导流围堰确保了浸水区的干燥,以便于基础设施的顺利建设。该技术的灵活应用显著提高了水利工程各类项目的施工效率和安全性。

2 实证分析——导流围堰技术在实际工程中的应用

2.1 导流围堰技术在提高工程效率中的作用

导流围堰技术作为水利工程施工中的核心技术之一,通过分流导流和有效隔离施工区域,大幅度提升了工程效率^[2]。在实际应用中,导流围堰能够显著缩短施工准备时间。通过快速封闭与排水,不仅减少了施工区域内的水体干扰,还创造了良好的施工条件,确保机械设备能够高效运行。由于施工现场条件的充分改善,人员和设备调度更加顺畅,减少了人为和自然因素造成的工期延误。导流围堰技术通过合理的设计与布置,优化了材料使用和人力资源配置,有效节约了施工成本。与传统的简易导流措施相比,导流围堰技术在降低施工难度的同时提升了整体工程的执行效率,为水利工程的按期交付提供了可靠保障。

2.2 导流围堰技术在保障施工安全方面的贡献

导流围堰技术在保障施工安全方面发挥着至关重要的作用。其一,导流围堰能够有效隔离施工区域与水源,降低水流对施工现场和机械设备的直接冲击,减少了操作风险。这一隔离效果在施工过程中至关重要,可以确保作业环境的稳定性,从而减少因水流压力导致的事故风险^[3]。其二,围堰的构建使得施工操作能够在相对干燥和受控的环境下进行,降低了水下作业给工人带来的潜在危险,提高了整体施工的安全性及效率。通过减少意外事件的发生,围堰技术保障了工人的人身安全,并增强了现场管理的可控性,有效降低了因自然环境因素导致的施工延误和工期拖延的可能性。总体而言,导流围堰技术在施工安全保障

中具有显著的贡献,其应用不可或缺。

2.3 导流围堰技术对环保的影响分析

导流围堰技术在环保方面起到了积极效应^[4]。通过有效分隔施工水域和自然水体,减少了施工过程中对水体生态系统的干扰,确保了水体的清洁度。该技术的应用有助于控制施工期间泥沙、污染物等悬浮物的扩散,降低对下游环境的冲击。导流围堰技术通过精确的水流引导,减少了施工区域的水土流失风险,有效保护了周边地区的生态环境。这种技术在环保中的显著作用提升了水利工程的可持续发展效益。

3 导流围堰技术在环保和施工安全方面的应用

3.1 导流围堰技术在降低环境影响中的作用

导流围堰技术在水利施工中的应用对于降低环境影响具有重要意义。通过合理设计和设置导流围堰,可以有效控制施工现场的水流状况,将水流引导至指定区域,从而减少对周边生态系统的扰动。与此导流围堰技术能够在施工过程中保持水体的流动性和水质稳定,避免因施工导致的大面积水体污染。导流围堰还能够减少施工设备和材料对河床或湖泊底泥的直接干扰,降低水体浑浊度和悬浮物的释放,保护水生动植物栖息地和生存环境。其结构设计也能有效抵御洪水的冲击,防止因施工引起的水土流失,保持生态系统的完整性和可持续性。导流围堰技术的科学应用,不仅能确保施工的顺利进行,同时能够显著减少施工对环境的负面影响,在现代水利工程中具有不可或缺的环保价值。

3.2 导流围堰技术对水土流失的风险降低情况

导流围堰技术在降低水土流失风险方面具有显著效果。施工过程中,围堰技术通过有效分流和隔离水流,减少了水流对河岸和施工区域的直接冲刷,从而最大限度地降低了水土流失的可能性。这种分流能力能够稳定水流环境,使得施工区域的土壤结构得以保持完整,防止土壤颗粒随水流失。而且,导流围堰的设置能够减少暴雨或突发性水流对施工地的瞬间压力,进一步保护周围土壤环境。这种技术的应用不仅提升了施工的可靠性,也为水利工程的环境保护提供了技术支持,成为现代施工中重要的环保措施。

3.3 导流围堰技术在确保工人安全方面的作用

导流围堰技术在确保工人安全方面发挥了重要作用。其合理的设计与布置,有效隔离施工区域与水流,使得施工环境更加稳定和可控,从而减少了由于水流干扰而引发的安全隐患。在施工过程中,采用围堰技术可以为工人提供一个相对干燥且安全的作业空间,降低了因水流湍急或突发洪水而导致的事故风险。该技术的应用还能确保施工设备的稳定运行,避免因水流侵蚀引发的设备故障,进一步保障工人的人身安全。导流围堰技术的应用,为保障水利工程施工安全提供了有力支持。

4 当前导流围堰技术的应用状况和存在的问题

4.1 导流围堰技术在现阶段的使用情况

导流围堰技术在现阶段的使用已广泛融合于各类水利工程项目中,其应用的广度和深度不断扩大。在现代水

利工程施工中,导流围堰的使用主要体现在其能够有效地分隔和导流施工区内外水流,确保施工现场的干燥,有利于工程的开展和施工质量的提升^[5]。当前,许多大型水库、堤坝和河道整治等工程中,导流围堰已成为不可或缺的关键技术手段。随着技术的发展,导流围堰的设计也趋向于更加多样化和高效化,能够适应复杂多变的工程施工环境。通过采用组合式、模块化设计,导流围堰可灵活调整和安装,满足不同施工条件的需要,提升了技术的应用性和适用性。导流围堰的实施与维护依赖于精准的设计和施工管理,若管理不当,可能导致施工延误和成本增加等问题。

4.2 导流围堰技术应用的主要挑战与问题

导流围堰技术在应用过程中面临诸多挑战和问题。其一,设计和施工中的复杂性要求高,这不仅需要专业技术人员的参与,还需要精确的施工管理和协调,以确保项目顺利进行。导流围堰的建造材料、成本控制和施工周期也是重要的挑战之一,这直接影响工程的经济性和时间表。再者,导流围堰在环境保护方面需特别注意,施工过程中的不当操作可能导致生态破坏或环境污染。天气和水文条件的变化也为施工带来了不确定性,需要制定详细的应对方案,以降低风险。这些因素综合影响导流围堰技术的实施效果。

4.3 针对当前存在问题的改进建议

导流围堰技术在应用过程中虽然取得了一定成效,但仍存在一些问题亟待解决。为了提高技术的整体效能,需加强技术研发,提升围堰材料的耐久性和环保性能,以适应不同施工环境的需求。合理优化设计方案,加强施工管理与技术指导,确保围堰建设的精确性和稳定性。注重施工人员的培训,提高其技术水平和安全意识,以减少人为因素导致的问题。需加大对新技术、新材料的引入与试验,推动导流围堰技术与现代科技的深度融合,实现智能化管理和监测。

5 导流围堰技术的未来发展趋势

5.1 预测导流围堰技术的未来应用趋势

导流围堰技术作为水利工程中的核心技术,其未来应用趋势显示出广阔的发展空间。随着水利工程规模的不断扩大和复杂性的增加,导流围堰技术将在提高工程施工效率和质量方面发挥更大作用。智能化和自动化成为未来导流围堰技术的重点发展方向,通过先进传感器和实时监控系统实现施工过程的精确控制。材料科学的进步将为导流围堰带来更高效、环保的材料选择,从而减少对环境的不良影响。与此导流围堰技术的应用领域有望拓展至更为广泛的环境工程、城镇防洪及生态保护等领域,以满足日益增长的多样化需求。这一技术的不断优化和创新将有助于构建可持续的水利基础设施体系,有效应对气候变化和极端天气带来的挑战。

5.2 导流围堰技术面临的发展机遇与挑战

导流围堰技术的发展面临着诸多机遇与挑战。一方面,随着水利工程规模的扩大和技术复杂性的增加,导流围堰技术的需求不断增长,为其应用提供了广阔空间。绿色环

保理念在全球范围内的推广,也推动着技术向更加环保和可持续发展的方向,相关的新材料和新工艺的研发为技术革新带来了可能性。另一方面,导流围堰技术在应用过程中仍面临诸多挑战,如复杂水文地质条件对技术提出更高要求,以及对于施工安全和环境保护的更高标准。成本控制是现实中的关键问题,如何在保证质量和安全的同时降低成本,需要持续的技术创新和实践积累。通过科学研究与技术突破,这些挑战有望在未来得到有效解决,从而进一步推动导流围堰技术的发展。

5.3 导流围堰技术的研究方向与发展前景

导流围堰技术的研究方向主要聚焦于新材料应用、智能化控制和环保设计。新材料的使用能够提高围堰的耐用性和适应性,智能化控制系统则可以实现施工过程的自动化和精确监控,提升效率。环保设计方面,将更加强调对生态系统的保护,减少对水体及周边环境的影响。在发展前景上,伴随技术进步,导流围堰将更加广泛地应用于复杂多变的水利工程中,满足未来更高的施工要求和环境标准。

6 结束语

本论文深入探讨了导流围堰技术在水利施工中的应用效果,从理论和实践两个维度展开。解析了导流围堰的工作原理及其主要功能,证实其能有效改进施工过程。通过实证研究发现,该技术能显著提升施工效率,确保工期,同时兼顾环保与安全。然而,导流围堰的潜力尚未完全挖掘。尽管研究已深入探索其功能和贡献,但仍存局限,如未考虑所有影响施工效率的因素,技术优化方面仍有待研究。导流围堰在水利施工中至关重要,未来有望更广泛应用。未来研究需关注其与其他工程中的应用及科技进步的影响,通过实证研究和理论探讨,提出最优方案。本研究对深化导流围堰理解、推动其应用及促进水利工程建设具有重要价值。

[参考文献]

- [1]于志刚康威. 水利工程中导流和围堰施工技术的应用[J]. 江西建材,2021(5):115.
- [2]臧孟军. 水利工程施工中导流及围堰技术的应用[J]. 工程技术,2021(4):88.
- [3]张涛刘翠平. 水利工程施工中导流及围堰技术分析[J]. 工程技术,2022(1):22-24.
- [4]李志浩. 水利工程中导流施工及围堰技术的探讨[J]. 工程技术,2023(5):20-23.
- [5]李杰三. 水利施工中导流围堰技术的应用[J]. 建筑技术开发,2023,50(6):37-39.

作者简介:黄晨轩(1997.8—),男,大专毕业院校:九江职业技术学院,大专所学专业:建筑工程技术,本科毕业院校:南昌大学,本科所学专业:土木工程,当前就业单位:江西省水投建设集团有限公司,职务:项目副经理,职称级别:助理工程师。

水利工程施工中的质量控制与安全管理

陈美芳

浙江甬程环境建设有限公司, 浙江 宁波 315400

[摘要]在水利工程施工过程中, 质量控制与安全管理的有效实施至关重要。通过对当前工程施工中质量与安全的综合分析, 文章旨在提出一系列具体且实用的管理策略。这些策略涉及从材料选用到工作流程的优化, 以及从人员培训到技术应用的广泛方面。通过实施这些策略, 可以显著提升施工质量, 有效预防安全事故, 确保工程项目的顺利进行与成功交付。

[关键词]水利工程施工; 质量控制; 安全管理; 管理策略; 技术应用

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15169

中图分类号: TV551.3

文献标识码: A

Quality Control and Safety Management in Water Conservancy Engineering Construction

CHEN Meifang

Zhejiang Yongcheng Environmental Construction Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315400, China

Abstract: Effective implementation of quality control and safety management is crucial in the construction process of water conservancy projects. Through a comprehensive analysis of quality and safety in current engineering construction, the article aims to propose a series of specific and practical management strategies. These strategies involve a wide range of aspects, from material selection to workflow optimization, as well as from personnel training to technical application. By implementing these strategies, construction quality can be significantly improved, safety accidents can be effectively prevented, and the smooth progress and successful delivery of engineering projects can be ensured.

Keywords: water conservancy engineering construction; quality control; safety management; management strategy; technical application

引言

水利工程作为推动经济社会发展的关键基础设施, 其施工质量与安全管理直接影响到工程的效益与持续性。然而, 施工过程中常见的质量缺陷与安全事故问题不断, 这要求采取更有效的管理措施。因此, 针对水利工程施工中的质量控制与安全管理进行研究, 具有重要的实际意义。文章旨在分析当前的问题, 提出改善措施, 并通过案例分析验证这些措施的有效性, 为实现更高质量和安全性的施工管理提供理论与实践指导。

1 水利工程施工质量控制现状与问题

1.1 现状分析

当前水利工程施工的质量控制在国内外有着广泛的标准和规范, 例如中国的《水利水电工程施工质量验收标准》(GB 50290—98) 等, 这些标准旨在确保工程质量达到预定的技术和安全要求。尽管有明确的规范和高标准的要求, 实际执行情况却常常受到多方面因素的影响, 如施工环境、材料供应、技术力量和管理水平等。在实际施工中, 虽然大多数工程能够遵守基本的质量控制标准, 但仍有不少工程因管理和技术问题而出现质量缺陷。

1.2 常见问题

在水利工程施工的质量控制过程中, 一些常见的问题包括材料质量不符合标准、施工工艺不当、监理不足以及

施工人员技术水平不均。例如, 材料质量问题可能源于供应商的不规范操作或检测环节的疏忽, 导致使用了不符合规格的水泥、钢材等材料。施工工艺问题则常见于对工程设计要求理解不足或执行不严格, 比如防水处理不到位、混凝土浇筑速度不符合规范要求。此外, 监理不足也是一个重要问题, 缺乏有效的现场监管会让许多质量问题在施工过程中被忽视。

1.3 案例研究

以中国南方某大型水利工程为例, 该工程在施工过程中出现了严重的质量问题。该工程的主要任务是建设一座大型水库, 旨在提供灌溉和城市供水功能。在施工过程中, 因为使用了不符合规格的混凝土和钢筋, 导致大坝的部分结构在竣工验收时发现裂缝和渗水问题。进一步调查显示, 原因在于供应链管理松懈和现场监理不严, 供应商提供的部分建材未经过严格检验就被使用, 同时施工现场的质量控制检测频率低于标准要求。

此案例凸显了水利工程施工质量控制中的典型问题, 并对工程安全和功能造成了长远影响。为解决这些问题, 提出了加强材料供应链管理、提高施工人员技术培训、加大监理力度和提升检测频率等措施。通过这些措施的实施, 能够有效预防类似问题的再次发生, 确保水利工程的质量和安

这个案例教训表明,质量控制不仅需要在纸面上制定严格标准,更重要的是在实际操作中严格执行,加强现场监管和材料检验,以确保每一个环节都符合质量要求。

2 水利工程施工安全管理现状与问题

2.1 现状分析

在中国,水利工程施工的安全管理制度较为完备,涵盖了从工程设计、施工到后期维护的全过程。相关标准如《水利水电工程安全生产管理规定》明确规定了施工安全的具体要求和措施。尽管如此,实际施工中安全管理的执行仍面临诸多挑战。工程规模大,参与方多,施工环境复杂多变,这些因素使得理论上的安全管理措施难以完全落实。此外,安全设施投入不足、安全教育培训不充分以及监管执法不严格等问题,也严重影响了施工安全的实际效果。

2.2 常见问题

在水利工程施工的安全管理中,常见的问题包括安全责任不明确、安全设施配备不足、应急管理不到位以及安全教育培训的缺失。这些问题常常导致施工现场事故频发,如坍塌、溺水、机械伤害等。安全责任不明确是因为多个承包商和分包商参与同一项目,责任界定模糊。安全设施的缺乏则是因为在成本控制的压力下,一些施工单位可能会忽视必要的安全投入。此外,由于缺乏有效的应急响应计划和实施,一旦发生事故,后果往往更为严重。

2.3 案例研究

以中国东部某大型水库扩建工程为例,该工程在施工期间发生了一起重大安全事故。在进行深基坑作业时,由于安全措施不到位,导致基坑边坡崩塌,造成多名工人受伤,其中两人死亡。事后调查发现,事故的直接原因是施工单位未能严格按照安全标准操作,基坑支护工作未达标准要求,且监理单位的监管不力,未能及时发现和纠正这一问题。此外,工人们缺乏足够的安全培训,对于基坑作业的潜在风险认识不足。

这一事故暴露了水利工程施工安全管理中存在的严重问题,特别是在高风险环境下安全措施的实施不力。事故之后,相关部门加强了对水利工程施工安全的监管,提高了安全标准的执行力度,并强化了对施工人员的安全培训。这些措施的实施有助于预防类似事故的再次发生,保障工人的生命安全和工程的顺利进行。

通过这一案例可以看出,加强施工现场的安全管理,明确各方责任,配备必要的安全设施,并进行有效的安全教育培训,保障水利工程施工安全的关键。每一个环节的严格把控都是避免悲剧的重要保障。

3 质量控制的策略与方法

3.1 质量控制策略

为了确保水利工程的质量达到最高标准,实施综合的质量控制策略是必不可少的。首先,材料控制是基础,要求所有材料必须符合国家和行业标准。工程单位需要与信

誉良好的供应商合作,确保供应的材料有质量保证,同时建立严格的入库检验流程。其次,工艺控制同样关键,需确保所有施工过程按照规定的工艺执行,特别是在混凝土浇筑、钢筋绑扎等关键工序上,必须严格遵守施工规范。此外,实施质量审核和定期的工程检查,可以及时发现问题并进行纠正,防止质量问题的扩散。

3.2 技术与工具

现代技术和工具在提升工程质量控制中扮演了核心角色,极大地提高了工程施工的精度和效率。激光扫描和3D建模技术不仅可以进行初步的设计验证,还能在施工前模拟各种施工场景,预测可能的结构冲突和技术问题,从而在实际施工前做出必要的调整。无人机技术的应用使得施工监控更为广泛和灵活,尤其在难以接近的区域,无人机可以提供清晰的视角,及时传回关键数据。此外,智能传感器和物联网技术不仅监控材料的存储条件,还能实时跟踪施工设备的运行状态和工人的安全状况,确保施工过程中每一个环节都符合安全和质量标准。通过这些高科技工具,项目管理团队能够实现更高水平的信息整合和资源优化,有效预防和解决施工过程中的问题。这种技术驱动的管理方式,是提升现代水利工程质量的关键因素。

3.3 人员与培训

工程质量的保证是一个多方面的问题,其中人的因素尤为关键。强调施工人员的专业培训和质量意识的提升对于确保工程质量至关重要。通过建立系统的培训计划,定期对工程师和技术工人进行关于最新施工技术、安全知识和质量管理规范的培训,不仅可以提升他们的职业技能,还能增强其质量控制能力。此外,实施有效的激励机制,如奖励那些在工作中主动发现问题并提出解决方案的员工,可以进一步提升工程团队的主动性和责任感,从而有效提高整体工程的质量和标准。这种整体的人力资源管理策略,使得每位员工都成为质量提升的积极参与者。

通过实施这些质量控制策略和方法,可以有效提高水利工程施工的质量,确保工程安全、可靠并且具有持久的运行能力。这不仅符合国家对基础设施建设的要求,也是对社会负责的表现。

4 安全管理的策略与方法

4.1 安全管理体系

构建一个完善的安全管理体系是确保水利工程施工安全的基石。首先,需要制定详细的安全规章制度,这些规章不仅要符合国家安全生产的相关法规,还应考虑到工程特有的风险和挑战。每一个施工项目都应有一套专门的安全管理规划,包括风险评估、危险源管理、事故报告和应急响应程序。此外,应急预案的制定同样重要,它确保在发生紧急情况时,可以快速有效地采取行动,最小化伤害和损失。例如,对于可能发生的洪水、坍塌等情况,需要有明确的撤离路线和救援策略。

4.2 技术与装备

利用先进的安全技术和装备对提高施工安全至关重要。现代安全技术如实时监控系统、自动化报警系统和远程控制设备可以大大减少人为错误和事故风险。例如,通过安装高清摄像头和传感器于关键施工区域,可以实时监控施工现场的动态,及时发现潜在的安全隐患。此外,使用耐磨损和高强度的防护装备,如安全帽、安全带和抗冲击手套,能够有效保护施工人员在操作中的安全。在机械设备方面,引入自动停机功能和遥控操作技术,可以在检测到操作异常时自动切断电源,防止事故发生。

4.3 教育与培训

提升施工人员的安全意识和操作技能是通过教育和培训实现的。应定期对所有施工人员进行安全教育和技能培训,使他们完全了解施工过程中的潜在风险,并掌握必要的安全操作技能。培训内容应包括但不限于正确使用各种机械设备、执行紧急撤离程序、使用个人防护装备以及急救技能等。此外,通过模拟演练的方式,如火灾、地震等紧急情况演练,可以增强工人的应急处置能力。安全意识的提升不仅依赖于个体的学习,也需要团队合作和场景模拟,以确保在真实情况下能够有效应对。

通过实施这些策略和方法,可以构建一个稳固的安全管理框架,有效地预防和减少施工过程中的事故和伤害,确保工程顺利、安全地进行。这不仅保护了施工人员的生命安全,也保障了工程质量和工程效益的最大化。

5 案例分析:成功的质量与安全管理实践

5.1 国内外成功案例

在国内外的水利工程建设中,有许多成功案例展示了出色的质量与安全管理实践。在国外,美国胡佛大坝的建设是历史上一个标杆性的例子。尽管建设于20世纪初,胡佛大坝项目采用了严格的质量控制和安全管理措施,包括在极端气候条件下使用冷却管道系统来控制混凝土温度,从而保证结构的稳定性和持久性。在国内,三峡大坝的建设也是一个典型例子,该项目不仅在工程规模和技术难度上具有里程碑意义,而且在质量控制和安全管理上也作出了杰出贡献,例如实施了全面的质量管理体系,采用了国际先进的安全设备和技术,确保了施工的高标准和安

5.2 实施策略分析

胡佛大坝的成功在很大程度上归功于其创新的质量控制技术和严格的安全规范。建设期间,工程团队使用了大量冷却管道来控制混凝土的固化过程,这是当时的一项创新技术,有效防止了因温度过高而导致的裂缝和结构不稳。此外,项目还采取了严格的劳动者安全措施,如强制穿戴安全帽和定期安全培训,显著减少了工伤事故。三峡大坝的建设则侧重于全面的质量管理体系和现代化的安

全监测系统,通过实时数据分析确保了施工过程中各项指标达到预定标准,同时,对施工人员进行系统的安全培训和紧急救援演练,确保在紧急情况下能够快速反应。

5.3 可行性与适应性分析

胡佛大坝和三峡大坝的案例表明,高标准的质量与安全管理措施在大型水利工程中是完全可行的。这些措施的成功实施依赖于充分的预算支持、先进的技术应用和严格的管理制度。在不同环境下,这些管理策略的适应性也表现良好,但需要根据具体的地理、气候和社会经济条件进行适当的调整。例如,在发展中国家,资金和技术可能是制约因素,因此,采用适合当地实际情况的管理措施和技术变得尤为重要。此外,考虑到文化差异,安全培训和教育的方法也应当本地化,确保施工人员能够完全理解和有效实施安全规程。

通过这些成功案例的深入分析,可以看出,无论是在技术先进的国家还是资源有限的地区,通过合理设计和实施质量与安全管理策略,都能有效提升水利工程建设质量和安全性能。这些实践提供了宝贵的经验和教训,对全球水利工程建设具有广泛的借鉴意义。

6 结语

文章全面探讨了水利工程施工中的质量控制与安全管理的關鍵问题和实施策略。通过国内外的成功案例分析,明确了严格的质量标准和全面的安全措施对保障工程成功的重要性。这些案例表明,通过科技和管理的创新可以显著提高工程质量与安全性。未来研究应关注在不同环境下如何有效地适应和实施这些策略,特别是在资源受限的环境中如何运用本地化的解决方案。此外,随着新技术的发展,如何融合这些技术以提升施工质量和安全管理,也将是未来研究的重要方向。

[参考文献]

- [1]王日新.水利工程施工中的质量控制与安全管理探讨[J].工程技术研究,2021,6(13):178-179.
 - [2]马占岳.水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理[J].水利科学与寒区工程,2023,6(8):147-149.
 - [3]阿合买提·哈司木.水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理[J].城市建设理论研究(电子版),2024(2):205-207.
 - [4]刘钊.水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理[J].水上安全,2024(16):157-159.
 - [5]李攀.水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(26):205-207.
- 作者简介:陈美芳(1982.6—),单位名称:浙江雨程环境建设有限公司,毕业学校:宁波工程学院,专业:土木工程。

水利工程施工中地下水控制技术研究

武 进

安徽省临泉县田桥街道办事处, 安徽 临泉 236400

[摘要] 水利工程施工过程中, 地下水控制是保障工程顺利进行的重要环节。地下水位过高或水流渗透等问题, 往往会影响施工进度及工程质量。文中通过分析水利工程施工中的地下水控制现状, 探讨了多种地下水控制技术的应用, 包括降水法、注浆法和围护结构的使用。结合典型案例, 提出了针对不同地质条件的地下水控制技术选择和优化措施。研究表明, 采用科学的地下水控制方案可以有效降低地下水对水利工程施工的负面影响, 确保施工安全和工程质量。

[关键词] 地下水控制; 水利工程; 施工技术; 降水法; 注浆法

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15167

中图分类号: TV551.1

文献标识码: A

Research on Groundwater Control Technology in Water Conservancy Engineering Construction

WU Jin

Anhui Linquan Tianqiao Street Office, Linquan, Anhui, 236400, China

Abstract: Groundwater control is an important link in ensuring the smooth progress of hydraulic engineering construction. High groundwater levels or water infiltration often affect construction progress and project quality. The article analyzes the current situation of groundwater control in hydraulic engineering construction and explores the application of various groundwater control technologies, including precipitation method, grouting method, and the use of enclosure structures. Based on typical cases, the selection and optimization measures of groundwater control technologies for different geological conditions are proposed. Research has shown that adopting scientific groundwater control schemes can effectively reduce the negative impact of groundwater on hydraulic engineering construction, ensuring construction safety and engineering quality.

Keywords: groundwater control; water conservancy engineering; construction technology; precipitation method; grouting method

水利工程施工过程中, 地下水的存在是影响工程质量和施工进度关键因素。随着施工深度的增加, 地下水的渗透和流动问题变得更加复杂, 尤其是在地下水位较高的地区, 容易引发渗漏、塌方等安全隐患。因此, 地下水控制技术成为水利工程建设中的重要技术之一。本文将对水利工程施工中常用的地下水控制技术进行系统分析, 探讨其在实际工程中的应用与优化, 为水利工程施工中的地下水问题提供科学的解决方案。

1 水利工程施工中的地下水问题概述

1.1 地下水对施工安全的影响

地下水的存在直接影响水利工程施工的安全性。在施工过程中, 若地下水位过高, 可能导致基坑或隧道塌方、滑坡等安全事故的发生。尤其是在进行深基坑或地下设施施工时, 地下水的渗透会导致土体的强度降低, 使土层的稳定性受到威胁, 增加了土壤的流动性。此外, 施工区域若存在明显的水流或高水位, 可能导致施工设备的基础不稳, 甚至造成设备倾斜或倒塌, 增加了安全隐患。为了防止这些问题, 地下水控制技术必须被严格执行。

1.2 地下水对工程质量的影响

地下水不仅影响施工安全, 还对工程质量产生重要影响。施工过程中, 地下水的渗透会造成混凝土浇筑质量问题, 导致混凝土的强度和耐久性下降, 甚至出现裂缝或水

泥剥落等现象。此外, 地下水在施工区域内的持续渗漏可能导致土壤膨胀或腐蚀, 影响结构的稳定性, 甚至可能导致后期的沉降、裂缝等质量问题。特别是在高水位地区, 地下水与施工材料的反应可能导致腐蚀性物质的形成, 增加了对建筑结构的长期影响, 因此在水利工程的施工过程中, 地下水的管理与控制至关重要^[1]。

1.3 施工过程中常见的地下水问题类型

在水利工程施工中, 地下水带来的问题通常表现为几个方面。首先, 地下水位过高是最常见的问题, 它会影响基坑的开挖, 增加排水和支护的难度。其次, 渗水问题是施工过程中另一个频发的情况, 特别是在地下结构施工时, 水的渗透会增加土层的湿度, 影响结构的施工质量。第三, 地下水流动的方向和速度有时难以预测, 若不加以控制, 可能导致水流的集中或分布不均, 从而加剧工程地质条件的复杂性, 甚至引发局部水土流失或塌方等严重问题。最后, 水质问题也不容忽视, 施工过程中, 水源的污染或泥沙的浑浊可能影响施工进度和施工质量, 甚至对周围环境造成污染。因此, 在施工阶段, 针对这些地下水问题的有效控制显得尤为重要。

2 地下水控制技术的基本原理与分类

2.1 地下水控制的基本原理

地下水控制的基本原理是通过改变地下水的流动路

径、降低地下水位、减少水流渗透或阻止水体进入施工区域,从而确保施工环境的稳定性。地下水的流动受到地形、土层性质、地下水补给条件等多方面因素的影响。在水利工程施工过程中,地下水控制通常依靠物理和化学手段来控制水流方向和水位高度,确保地下水对施工的负面影响最小化。通过降低地下水位、提高土体的抗渗性、加固支护结构等方式,地下水的渗透力和流动性会得到有效控制,避免水流对施工安全和质量造成威胁。

2.2 常见地下水控制技术的分类

地下水控制技术的分类主要依据技术的应用方式和作用机理来划分,常见的控制方法包括降水法、注浆法、围护结构法和排水系统的应用。

2.2.1 降水法

降水法是通过安装深井泵等设备抽取地下水,降低施工区域的地下水位,从而避免水位过高带来的安全隐患。降水法可以有效地在短时间内将地下水位控制在可接受范围内,通常用于地层渗透性较大的区域。常见的降水方法包括井点降水、深井降水和重力降水等。降水法的关键是准确计算水位降低的深度和范围,以确保施工环境的稳定。

2.2.2 注浆法

注浆法是将水泥、化学浆料等材料注入地下水渗透层,通过填充土体孔隙、裂缝等位置,减少水流的渗透性。注浆法适用于土层松散或者水流渗透严重的地区。通过注浆处理后,土层的抗渗性大大增强,可以有效阻止地下水进入施工区域,保证施工过程中的安全性与质量。注浆法常用于隧道、地下室和深基坑等项目。

2.2.3 围护结构法

围护结构法通过构建挡水墙、止水板等设施,形成一个封闭的防水屏障,从而将施工区域与地下水隔离。围护结构通常用于水位较高或地下水流动性强的区域。常见的围护结构形式有地下连续墙、钢板桩墙和混凝土防水墙等。通过围护结构的加固,地下水无法渗入施工区域,从而有效保证施工的顺利进行。

2.2.4 排水系统的应用

排水系统是通过设置排水管道、渗水井等设施,将施工区域内积水及时排出。排水系统广泛应用于地下工程、隧道和基坑等施工过程中,尤其在地下水位较高的区域。通过合理布置排水系统,能够持续排除地下水,并保持施工区域的干燥,从而避免积水对施工产生不利影响。排水系统的设计需要考虑地下水的流速、流向及水量等因素,以确保排水效果的最大化^[2]。

3 地下水控制技术在不同地质条件下的应用

3.1 在砂层中的地下水控制技术

在砂层中,地下水渗透性较强,水流较为迅速,控制地下水的难度较大。针对砂层的特点,常用的地下水控制技术包括降水法和注浆法。降水法主要通过井点降水系统

或深井泵降水来降低地下水位,以减轻砂层中地下水的渗透作用。由于砂层的孔隙度和渗透性较高,降水法通常需要较多的井点配置,以确保水位能够有效降低。在某些情况下,注浆法也可以与降水法结合使用,通过在砂层中注入水泥浆或化学浆料,填充孔隙,进一步增强土层的抗渗性,减少地下水渗透进入施工区域。

3.2 在黏土层中的地下水控制技术

黏土层的渗透性较低,地下水的流动速度较慢,但由于黏土具有较强的膨胀性和渗透性变化,仍需采取适当的控制技术。在黏土层中,降水法仍然是常用的技术,尤其是在需要开挖深基坑或地下结构时。通过井点降水系统或深井泵抽水,可以有效降低地下水位,减少施工中的渗水问题。然而,由于黏土层水流的缓慢特性,注浆法在此类地层中也有较好的应用效果,尤其是在处理土体裂缝或渗水点时。

3.3 在岩石层中的地下水控制技术

岩石层的渗透性相对较低,但由于岩石的裂缝和孔隙可能成为地下水流动的通道,地下水的控制同样面临一定挑战。在岩石层中,注浆法通常是最常用的技术,尤其是在裂缝较为发达的岩石层。通过注浆,可以填充岩石的裂缝或空隙,阻止水流的渗透和流动,确保施工区域的干燥。此外,围护结构法也可在岩层中应用,尤其是在高水位地区。通过设置地下连续墙或钢板桩墙等围护结构,可以有效隔绝地下水,防止其进入施工区,确保施工的顺利进行^[3]。

3.4 地质条件对技术选择的影响分析

地质条件对地下水控制技术的选择有着重要影响。不同的土层类型和地下水情况决定了采取哪种技术最为合适。在砂层中,由于渗透性强,通常需要综合采用降水法和注浆法,以确保地下水位的有效控制。在黏土层中,尽管渗透性较低,但水流速度较慢,降水法和注浆法的结合能够有效减少水分渗透。在岩石层中,由于岩石可能具有复杂的裂缝系统,注浆法和围护结构法更为常见,能够有效隔断水流,保障施工环境的稳定。

4 地下水控制技术的优化与创新

4.1 技术优化的必要性

地下水控制技术的优化是确保水利工程施工安全和工程质量的关键。随着施工深度和工程规模的增加,传统的地下水控制技术往往面临着效率低、成本高或适应性差的问题。优化技术不仅能提高地下水控制的效率,还能降低施工成本,减少资源浪费。例如,针对不同地质条件下的地下水问题,优化降水法、注浆法等技术,可以提高水位控制的准确性和持久性,避免施工过程中出现因地下水渗漏引发的次生灾害。因此,技术优化的必要性不仅体现在提升施工效果上,更能增强工程的可持续性和经济性^[4]。

4.2 现代化设备在地下水控制中的应用

现代化设备的引入使地下水控制技术得到了显著提

升。先进的水泵设备、智能监测系统和自动化控制系统的使用,可以极大地提高地下水控制的效率和精度。例如,采用自动化的井点降水系统,结合实时监测和控制,可以动态调整水泵的运行参数,根据地下水位变化实时调整降水力度,从而实现精确控制。智能化水位监测仪器能够实时反映地下水位的变化趋势,使施工人员能够及时发现潜在风险并做出应对。

4.3 新型材料与技术的创新应用

新型材料和技术创新应用在地下水控制中起到了重要作用。随着科技进步,开发出了一些高效、环保的新型水泥、化学注浆材料以及防水涂料,这些材料不仅具备更强的抗渗性和耐久性,还能减少对环境的影响。例如,采用高分子化学材料进行注浆,可以提高浆液的渗透能力和抗水压能力,在复杂地质环境下能够更好地控制地下水流动。此外,新型自愈合材料的研发为地下水控制提供了更多的可能性,这些材料在发生微裂缝时能够自动修复,有效延长地下水控制设施的使用寿命。

4.4 综合技术方案的提出与实施效果分析

随着地下水控制技术的不断发展,单一技术手段已无法满足复杂施工环境下的需求,因此,提出和实施综合技术方案成为一种趋势。在复杂地质环境下,可以根据实际情况将降水法、注浆法、围护结构法等多种技术结合使用,形成互补优势,达到更高效的地下水控制效果。例如,在某些高渗透性的砂层区域,先使用降水法降低地下水位,再通过注浆法强化土体的抗渗性,最后应用围护结构防止地下水进入施工区域。实施这一综合方案不仅能够提高地下水控制的稳定性,还能降低单一技术失败的风险。通过实际案例分析,综合技术方案的应用效果表明,在多种技术协同作用下,地下水控制的效果更加显著,施工环境的稳定性和工程的安全性得到了有效保障^[5]。

5 案例分析与实际应用

5.1 某大型水利工程的地下水控制案例

在某大型水利工程中,施工区域位于地下水位较高的砂层和黏土层交界处。施工方采用了综合地下水控制技术,包括降水法、注浆法和围护结构法。在初期阶段,使用井点降水系统降低地下水位,并通过实时水位监测系统动态调控水泵运作,以确保施工区域的干燥。接着,在部分渗透性较强的区域,采用了高效水泥浆注浆法,以提高土层的抗渗能力,减少水流对施工的影响。最后,为确保长期稳定性,施工方还设置了地下连续墙作为围护结构,进一步隔离地下水流动,保障了工程的施工安全和质量。

5.2 地下水控制技术在施工中的应用效果

该项目的地下水控制技术应用取得了显著效果。首先,降水法有效降低了地下水位,确保了基坑的干燥,避免了因地下水位过高导致的土体滑移和基坑塌方问题。其次,注浆法在施工过程中成功阻止了水流的渗透,特别是在渗水较为严重的砂层区域,注浆提高了土层的抗渗性,避免了混凝土浇筑过程中水分渗入,确保了混凝土结构的质量。围护结构的使用有效防止了外部水流进入施工区域,减少了施工环境的不稳定因素。

5.3 案例分析中的经验教训与改进措施

通过此次案例分析,施工方总结了以下经验与教训:首先,降水法在某些特殊地质条件下效果不如预期,特别是在黏土层中,降水过程较为缓慢,需与其他技术如注浆法配合使用,确保水位的快速下降。其次,注浆法的选择材料和施工工艺需要更加精细,避免出现局部注浆不均匀的现象,导致渗水控制不完全。最后,围护结构的设置必须根据地下水流动方向和土质条件精确设计,避免因水流压力过大而导致结构变形或损坏。

6 结束语

地下水控制技术在水利工程施工中具有重要作用,通过合理选择和优化技术方案,可以有效解决地下水带来的安全和质量问题。实际应用中,降水法、注浆法和围护结构法等技术相互配合,能够显著提高施工效率和安全性。案例分析表明,技术的综合运用和精细化管理对项目的成功至关重要。在未来的工程实践中,应进一步优化技术手段,加强现场管理与技术创新,以应对复杂地质条件下的地下水控制挑战,确保水利工程的顺利实施。

【参考文献】

- [1]王祥国. 水利工程施工中地下水的处理研究[J]. 中国新技术新产品, 2019(4): 114-115.
- [2]王丽娟,王学. 水利工程施工组织与项目管理技术分析[J]. 黑龙江水利科技, 2024, 52(11): 83-85.
- [3]刘思佳,王佳玮,王晨,等. 水利工程施工技术及其管理水平提升策略[J]. 价值工程, 2024, 43(33): 63-65.
- [4]胡忠军. 水利工程施工中混凝土裂缝控制策略探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(33): 79-81.
- [5]周阜军,陆凤华,商志清,等. 水利工程地基施工过程中地下水污染生态净化处理研究[J]. 环境科学与管理, 2021, 46(5): 79-83.

作者简介: 武进(1970.11—),男,汉族,专科,水利水电助理工程师,就职于安徽省临泉县田桥街道办事处,从事水利工作。

水利工程测量技术及其在质量检测中的应用

李文婷

新疆鸿源润泽建设有限公司, 新疆 伊犁 835200

[摘要] 水利工程常面临复杂的地形和多变的气候条件, 传统测量技术如水准测量与全站仪测量, 已难以满足现代水利工程对精度的严格要求。随着测量技术的不断进步, 变形监测、高程控制测量及水下地形测绘等新兴技术已被广泛应用, 这些技术在提高测量精度与实时监控能力方面显著地发挥了作用。但在实际应用中, 尽管这些先进技术已取得了一定的成效, 测量精度、设备适应性以及环境因素等多重挑战依旧存在, 需在实际操作中进一步优化与完善。

[关键词] 水利工程; 测量技术; 质量检测

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15163

中图分类号: TV698.1

文献标识码: A

Water Conservancy Engineering Surveying Technology and Its Application in Quality Inspection

LI Wenting

Xinjiang Hongyuan Runze Construction Co., Ltd., Ili, Xinjiang, 835200, China

Abstract: Water conservancy engineering often faces complex terrain and variable climate conditions. Traditional measurement techniques such as leveling and total station measurement are no longer able to meet the strict accuracy requirements of modern water conservancy engineering. With the continuous advancement of measurement technology, emerging technologies such as deformation monitoring, elevation control measurement, and underwater terrain mapping have been widely applied, which have played a significant role in improving measurement accuracy and real-time monitoring capabilities. However, in practical applications, although these advanced technologies have achieved certain results, multiple challenges such as measurement accuracy, equipment adaptability, and environmental factors still exist, which need to be further optimized and improved in actual operation.

Keywords: water conservancy engineering; measurement technology; quality inspection

引言

水利工程在我国基础设施建设中占据着举足轻重的地位, 质量与安全直接关系到社会经济的发展与民众的生活水平, 在水利工程的设计、建设及运营过程中, 精确的测量技术发挥着至关重要的作用。随着工程规模的不断扩大及其复杂性的提升, 传统的测量方法已无法满足对高精度与高效率的需求。因此, 进行质量检测的先进测量技术的采用, 已成为确保工程安全性与可持续性的关键所在。

1 水利工程质量检测的重要性

水利工程质量检测在工程建设中的重要性不可忽视。水利项目通常涉及庞大基础设施的建设, 伴随而来的是较高的安全风险, 任何质量问题都可能引发严重后果, 因此, 通过严格的质量控制措施, 能够确保施工过程中的每一个环节都符合相关标准, 从而最大限度地避免安全隐患。水利工程的投资金额巨大, 质量问题不仅影响工程的正常功能运行, 还可能导致巨额的经济损失, 及时进行质量检测有助于尽早发现潜在问题, 避免因修复滞后而带来的成本增加与工期延误。水利工程对功能的要求极为严格, 尤其在防洪、排水以及水源管理等关键领域, 工程质量与其效能及长期可持续性息息相关。质量检测的实施不仅为竣工验收提供了科学依据, 还能确保项目符合设计要求、技术标准以及相关法律法规。

2 水利工程质量检测中测量技术的应用

2.1 变形监测技术

变形监测技术在水利工程质量检测中的作用至关重要, 尤其在大坝、桥梁等关键设施的建设与运营中意义尤为突出, 通过实时监测结构物的位移、沉降、倾斜等变化, 潜在的安全隐患能够被及时发现。例如, 在大坝的长期运行过程中, 由于水压力、地震或其他外部因素的影响, 微小的变形可能会发生。如果这些变化未能被及时监测与处理, 可能会导致严重的安全风险, 精确的变形监测技术能提供实时数据, 确保结构物始终维持在安全的运行状态。变形监测技术通常结合多种测量手段, 如全站仪、激光扫描、地面雷达、倾斜计等, 这些设备能够在不同监测点精确测量位移变化, 并通过数据分析判断变形的趋势和范围。现代变形监测技术融合了智能化与自动化系统, 实现了数据的远程传输与实时反馈, 大大提升了监测效率与反应速度。在实际应用中, 变形监测的范围已不再局限于单一测量点, 而是采用多点、多维度的方式, 对水利工程中的各类构筑物进行全面监控, 这种系统化、多层次的监测方法使工程管理人员能够及早识别潜在风险, 并采取必要的措施以防问题的进一步恶化。通过科学的变形监测, 不仅能够有效保障水利工程的安全, 还能在后期的维护与修复提供可靠的数据支持, 从而确保工程的长期稳定性。

2.2 高程控制测量技术

高程控制测量技术在水利工程中具有至关重要的作用,尤其在大坝、渠道、堤坝等关键设施的建设与维护过程中发挥着不可或缺的作用,核心任务是确保设计高程与实际施工高程之间的精确对接,从而保障结构物的建设符合设计规范,确保整个系统的稳定性与安全运行。高程的准确性不仅对工程质量至关重要,也直接影响水利设施的防洪排水功能、稳定性以及长期运行效果。高程控制测量常用的技术手段包括传统的水准测量、全站仪测量以及现代的 GPS 技术,水准测量依赖精密的水准仪器来测量不同点之间的高差,确保数据的高精度。随着技术的不断进步, GPS 技术在高程控制中的应用逐渐增多,尤其在复杂地形或大规模工程中, GPS 测量不仅能够覆盖更广泛的区域,还能显著提升测量效率与精度。为了确保高程控制的持续稳定,许多水利工程在竣工后会进行长期监测,定期对关键结构进行高程检测并跟踪沉降、变形等变化情况,从而确保设施在长期使用过程中保持稳定。高程控制测量技术不仅保障了施工过程中的精确执行,还为后期维护、管理及改造提供了可靠的数据支持,确保了水利工程的长期安全性与可靠性。

2.3 水下地形测绘技术

水下地形测绘技术在水利工程中具有至关重要的应用,尤其在水库、大坝、水电站等项目的设计、施工及后期维护过程中,作用不可或缺,核心任务在于获取水体底部及周围区域的详细地形数据,为工程规划与设计提供基础支持。面对水下施工环境的复杂性及频繁变化,精准的地形数据不仅决定了设计方案的可行性,也直接影响了施工过程的安全性及精度。目前,水下地形测绘技术主要依赖于声呐测量、激光扫描、侧扫声呐等高精度仪器。声呐测量技术得到了广泛应用,通过声波在水中的传播特性测量水下地形的高度变化,分析声波的反射时间及波速能够精确获取水下物体的轮廓与地形。近年来,激光扫描技术已在水深较浅的区域广泛应用,高分辨率与较快的测量速度为水下地形数据提供了更为精准的支持。随着无人水下航行器 (ROV) 及自动化水下机器人技术的不断发展,水下地形测绘已步入新的阶段,这些自动化设备能够在不影响施工进度进行连续的水下测量,实时传输的数据可直接上传至管理系统,为项目决策者提供精准的水下地形信息,在恶劣水下环境中展现了较高的精度与稳定性,极大地降低了人工测量带来的风险与限制。除了在工程设计阶段的应用外,水下地形测绘技术还为水利设施的运行与维护提供了重要的依据,定期的水下测绘可以及时揭示水库库底的淤积或沉积物的变化,有助于早期发现潜在的安全隐患,从而采取有效的预防措施,避免事故发生。

3 水利工程测量技术应用存在的问题

水利工程测量技术在实际应用中面临着诸多挑战,这

些挑战直接影响了测量结果的精度以及工程质量的保障。在复杂的水利工程环境中,尤其在大坝建设、河道改造等关键项目中精确地测量显得尤为重要。但由于设备的技术限制、操作人员的经验差异以及外部环境的干扰,常常会导致测量结果出现误差,难以达到预期的高精度标准,精度不足可能会引发数据偏差从而影响工程设计与后续质量评估。水利工程项目往往位于地形复杂、水位波动较大的区域,这些特殊环境对设备的性能提出了更高的要求。例如,在水下测量时,仪器可能会受到水流、沉积物等因素的影响导致测量误差增大,传统设备在这种恶劣环境中的表现往往不尽如人意,从而限制了在水利工程中的广泛应用,影响了数据的准确性与可靠性。另一个影响测量质量的重要因素是测量人员的技术水平与专业素养参差不齐,随着测量技术的不断进步,新设备与新技术不断涌现,但部分操作人员未能接受必要的培训且对新技术掌握不足。在面对复杂水利工程项目时,技术水平的不足、操作不当或数据解读错误时有发生,这些都直接影响了测量数据的可靠性与有效性。环境因素对测量工作的干扰同样不容忽视,恶劣的天气条件如强风或高湿度,可能会导致测量设备发生故障从而降低测量精度,在偏远地区或远离主流交通的水域,复杂的外部环境更增大了测量工作的难度,外界干扰因素的增加使测量工作的稳定性面临更大挑战。这些问题的存在使水利工程测量技术的可靠性受到严峻考验。在实际应用中,如何克服这些障碍提升测量精度与设备适应性,提高操作人员的技术水平已成为确保水利工程质量的关键。

4 提高水利工程质量检测中测量技术的应用策略

4.1 提高测量设备的精度与适应性

提高水利工程质量检测中测量技术应用效果的关键之一,在于增强测量设备的精度与适应性。水利工程常涉及复杂地形与多变环境条件,传统测量设备在精度与适应性方面往往存在局限,提升设备性能变得尤为重要,增强测量设备的精度与适应性不仅可以有效提升数据的可靠性,还能增强工程的安全性与稳定性。精度作为水利工程测量技术的核心要求,尤其在大坝、堤防等重要设施的监测中,显得至关重要^[1]。现代测量设备如高精度全站仪、激光扫描仪、三维激光雷达等,借助先进的传感器与数据处理技术实现了更高的测量精度,这些设备能够在多种环境条件下提供准确的数据减少误差,并在复杂地形中执行细致的测量任务,确保数据的真实性与一致性。设备的适应性同样重要,水利工程项目通常建设在地形复杂、水位波动频繁的地区,甚至涉及水下测量或在极端天气下的作业。为应对这些挑战,测量设备需具备强大的环境适应能力。例如,在水下测量时,水深、流速与水质变化可能会影响仪器的正常工作,因此,具备防水、防腐蚀特性的设备显得尤为关键,同样在面对高温或低温等极端气候

条件时,设备的抗干扰能力与稳定性必须得到充分保障。随着科技的不断进步,智能化、自动化设备的引入已成为水利工程测量的未来趋势,除了提高测量精度,这些设备通过数据集成与实时反馈能够自动调整测量参数,提升测量过程的适应性与效率。在复杂环境中借助这些设备,水利工程质量检测可以更好地应对各种挑战,为工程的安全与稳定运行提供更加可靠的技术保障。

4.2 加强多源数据融合

在许多复杂的水利工程项目中,单一的数据来源往往难以全面、精准地反映工程的实际情况,通过有效融合多种数据源不仅能够获得更为完整、精确的信息,还能为决策过程提供更有力的支持。水利工程项目常涉及多种测量技术的协同应用。例如,地面测量、遥感影像、无人机航拍、水下声呐等数据源,虽然各自具备独特优势,但在单独使用时往往无法全面呈现工程的全貌,将这些数据源有效融合,一个更为全面的测量体系得以建立^[2]。在大坝监测应用中,传统的地面测量提供了精确的高程与位移数据,水下声呐测量则补充了水下结构的详细情况,遥感数据帮助监测周边环境变化,综合分析这些数据可以更准确地评估大坝的稳定性、监控水位波动、分析沉降情况等,从而为管理者提供更科学的决策依据。此外,多源数据的融合不仅限于空间维度的整合,时间维度的结合同样至关重要,例如实时监控数据与定期测量数据的结合,对工程项目动态变化的把握更加全面。实时数据能够快速反馈潜在的安全隐患,而长期积累的数据有助于揭示变化趋势与规律提前预测可能的风险。借助多源数据的融合,水利工程测量工作的精度与可靠性得到了显著提升。随着大数据分析 with 人工智能技术的不断发展,数据融合的深度与广度已获得极大拓展,智能化的数据处理系统能够自动识别数据之间的关联性,过滤噪声提取关键因素,从而大幅提升测量效率与决策的准确性。

4.3 推动智能化与自动化发展

推动智能化与自动化技术的发展,已成为提升水利工程测量技术水平的关键方向之一。在传统的水利工程测量中,人工操作及手动数据处理常常限制了效率与精度的提升,随着科技的快速发展,智能化与自动化技术逐渐在测量领域占据了重要地位,不仅提升了数据采集的精度,还显著提高了工作效率减少了人为误差,从而为工程项目的质量检测与管理提供了更加精准的技术支持。智能化技术

的应用使测量设备能够实时根据环境变化自动调整工作参数,借助人工智能的图像识别与机器学习技术,设备能自主识别测量目标并动态调整测量方式,以减少人为因素造成的偏差^[3]。例如,在大坝监测中,智能传感器网络能够实时判断大坝结构的应力分布、温度波动及沉降情况,并在检测到异常时自动触发预警信号,这种系统的实时反馈机制显著提升了监控的效率与精准性。自动化技术则更注重减少人工干预,提升测量过程的连续性与一致性,自动化测量设备能在预设时间内持续进行数据采集与分析,确保测量任务的高效完成。例如,无人机与自动化水下机器人等设备,能够自主完成复杂地形或危险区域的测量任务,既提高了测量精度,也保障了工作人员的安全。与此同时,自动化的数据处理平台能够快速处理庞大的数据量并自动生成分析报告,从而提升了工程监测的响应速度与决策效率。智能化与自动化技术的发展,既代表了水利工程测量技术的突破,也促进了管理效率与安全保障的全面提升。

5 结语

水利工程测量技术在保障工程质量与安全方面具有至关重要的作用。随着变形监测、高程控制测量及水下地形测绘等技术的逐步应用,水利工程的质量检测水平得到了显著提升。但测量精度、设备适应性及环境影响等问题依然存在,这些因素限制了技术的全面推广与应用。为提升测量技术的整体效能,设备精度的强化、智能化技术的发展以及多源数据的有效融合显得尤为关键。通过这些措施不仅能提高测量精度与工作效率,还能推动水利工程测量技术朝着更高标准的发展。随着技术的不断进步,水利工程测量将在确保工程质量与安全方面发挥愈加重要的作用。

[参考文献]

- [1] 伍尚汉. 水利工程测量技术及其在质量检测中的应用[J]. 水上安全, 2024(18): 20-22.
 - [2] 闫志港, 李雪莲. 现代工程测量技术在水利工程建设中的应用[J]. 灌溉排水学报, 2023, 42(6): 147.
 - [3] 张路, 秦伟. 水利工程施工测量常用技术分析[J]. 居舍, 2022(13): 73-76.
- 作者简介: 李文婷(1995.2—), 毕业院校: 南昌工程学院, 所学专业: 工程造价, 当前就职单位名称: 新疆鸿源润泽建设有限公司, 职务: 安全员。

海塘建设施工技术 with 质量控制要点

陈 根

禹顺生态建设有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要]海塘建设是沿海防护工程的重要组成部分, 涉及复杂的土建结构和防护功能。施工过程中, 技术手段的应用与质量控制是确保海塘稳固性与长期使用效果的关键。在施工设计阶段, 需充分考虑地质条件、潮汐变化和海洋气候等因素, 确保工程结构的适应性与耐久性。施工过程中, 采用现代化的施工机械设备与精准的施工技术, 提高作业效率并确保每一环节的精度。质量控制方面, 严格把控原材料质量, 落实现场施工检查与监测, 确保结构的密实度与防渗性能。此外, 定期的工程评估与维护体系也是保障海塘安全运营的重要措施。通过精细化的技术与质量管控, 海塘工程能够有效防止海水侵蚀, 保护沿海区域的生态环境和居民安全。

[关键词]海塘建设; 施工技术; 质量控制; 防护结构; 工程管理

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15160

中图分类号: TV8

文献标识码: A

Key Points of Construction Technology and Quality Control for Seawall Construction

CHEN Gen

Yushun Ecological Construction Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: Seawall construction is an important component of coastal protection engineering, involving complex civil structures and protective functions. The application of technical means and quality control during the construction process are key to ensuring the stability and long-term effectiveness of the seawall. During the construction design phase, it is necessary to fully consider geological conditions, tidal changes, and marine climate factors to ensure the adaptability and durability of the engineering structure. During the construction process, modern construction machinery and precise construction techniques are used to improve operational efficiency and ensure accuracy at every stage. In terms of quality control, we strictly control the quality of raw materials, implement on-site construction inspections and monitoring, and ensure the compactness and anti-seepage performance of the structure. In addition, a regular engineering evaluation and maintenance system is also an important measure to ensure the safe operation of seawalls. Through refined technology and quality control, seawall engineering can effectively prevent seawater erosion, protect the ecological environment and residents' safety in coastal areas.

Keywords: seawall construction; construction technology; quality control; protective structure; engineering management

引言

海塘作为沿海防护工程中的重要组成部分, 肩负着防止海水侵蚀、保护沿海区域安全的重任。随着海平面上升和气候变化的影响, 海塘建设面临着前所未有的挑战。如何在复杂的地质条件和恶劣的海洋环境中实现高效、稳定的海塘工程建设, 成为工程技术人员亟需解决的关键问题。通过引入现代化施工技术和严格的质量控制体系, 不仅能够提高工程施工效率, 还能确保海塘的长期稳定性与防护功能。深入探讨海塘建设中的技术应用和质量管理, 将有助于提升工程质量, 确保防护效果, 从而为沿海地区提供更为坚实的生态屏障。

1 海塘建设的设计与规划关键因素

1.1 地质与环境条件分析

海塘建设的设计与规划首先需考虑地质与环境条件。沿海地区的地质特征复杂, 可能存在软弱土层、岩石分布不均等问题, 这对海塘基础的稳定性至关重要。因此, 在设计阶段, 必须进行详细的地质勘察与水文气象分析。通

过准确获取地下土层的性质、土壤承载力以及潮汐变化、波浪强度等外部自然因素, 可以为海塘结构的选型与施工方案提供科学依据。此外, 海潮、风力、气温变化等因素的长期影响也必须纳入考量, 确保设计方案具有足够的适应性与抗风险能力。

1.2 结构与材料选择

在海塘建设中, 结构的合理性与材料的选择决定着工程的耐久性与功能性。根据不同的地质条件与外部环境, 设计师应选择适合的海塘结构类型, 如土质海塘、混凝土海塘或复合结构等。同时, 抗渗性和抗腐蚀性是海塘结构设计中的重点。由于海水的侵蚀性极强, 海塘的防护材料必须具有较强的抗渗透性、耐久性与抗风浪能力。常用的材料包括高强度的混凝土、防腐涂层、岩石及防渗膜等。这些材料的选择不仅影响海塘的稳定性, 还关系到其维修与维护的难度。

1.3 防护功能与安全性设计

海塘建设的核心目的是防止海水侵蚀与波浪冲击, 因

此,防护功能的设计至关重要。在规划阶段,需综合考虑海塘的防波堤作用、滩涂保护功能及区域内的生态影响。设计时应根据水位变化、潮汐周期以及海风等因素,合理确定海塘的高度、坡度和防护墙的力度。同时,安全性是设计中不可忽视的因素。海塘不仅要具备防潮防风的能力,还要能够承受极端天气事件,如台风、洪水等带来的巨大冲击力。通过模拟不同灾害条件下的力学分析,可以优化设计方案,提高海塘结构的安全系数,确保其长期有效运行。

2 现代施工技术在海塘建设中的应用

2.1 高效的施工机械化设备

现代施工技术在海塘建设中的应用首先体现在施工机械化设备的广泛使用。传统的海塘建设多依赖人工操作,施工效率低且易受环境因素影响。而现代化的机械设备,如高效挖土机、打桩机、旋挖钻机等,能够在较短时间内完成大规模的土方开挖与基础处理工作,极大地提高了施工效率。这些设备的使用,不仅减少了人工投入,也提高了施工的精准度与安全性。对于海塘的堆土、压实、基础施工等环节,机械化施工能够确保施工过程中的稳定性,避免因人工操作带来的不确定性。

2.2 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术在海塘建设中的应用,显著提高了施工精度和质量控制能力。该技术能够在施工前对现场地形、地貌进行精确扫描,获取高精度的三维数据模型,为设计阶段提供详实的参考资料。在施工过程中,三维激光扫描可用于实时监测海塘建设的进度与质量,及时发现偏差并进行调整。通过对比扫描数据与设计图纸,可以精准控制施工偏差,确保工程的每一环节都严格按照规划执行,极大减少了人工测量带来的误差。

2.3 水下施工技术

在海塘建设中,水下施工技术是另一项重要的现代化施工技术,尤其适用于海塘防护结构的建设。由于海塘大部分施工区域处于水域环境中,水下施工要求具备高精度与高效率。水下混凝土浇筑、沉船桩施工、钢筋网结构安装等施工工艺,依赖于先进的水下作业设备与技术,如水下机器人、潜水员操作和水下焊接技术。这些技术的应用不仅提高了水下施工的效率和质量,还能有效避免水下环境的干扰,保证施工过程中防护结构的稳定性与防渗性。

2.4 远程监控与智能化管理系统

现代施工技术还包括远程监控与智能化管理系统的应用,能够对海塘建设中的各类施工数据进行实时监控与分析。通过传感器、监控摄像头等设备,施工过程中的各种数据,如土方量、施工进度、材料使用情况等,可以实时上传至云平台进行分析处理。施工管理人员能够随时查看施工现场的动态,及时做出调整决策。此外,智能化管理系统还能对施工过程中的安全性进行监控,防止施工事故的发生。通过数据的智能化处理与分析,不仅提高了施

工的精确度,也为工程的质量控制提供了更为高效的保障。

3 海塘工程质量控制措施与技术手段

3.1 严格的原材料检验与控制

海塘工程的质量控制首先要从原材料的选择和检验入手。由于海塘工程长期处于海水环境中,材料的耐久性、抗渗性和抗腐蚀性至关重要。在施工前,应对所有材料进行严格的检验与测试,确保其符合设计标准和质量要求。常用的防腐、防渗材料,如高强度混凝土、钢筋、抗海水腐蚀的涂料等,都需经过严格的质量认证。在混凝土的配制过程中,应确保水、水泥、砂石骨料的质量,确保配比的科学性。此外,施工现场应建立材料档案,对每一批材料进行追踪管理,确保其来源可追溯,防止使用不合格材料,确保海塘结构的稳定性与防护效果。

3.2 施工过程的实时监测与质量检查

施工过程中的质量控制是确保海塘工程符合设计要求的重要环节。采用现代化的监测技术和设备,能够实时跟踪施工质量,及时发现和纠正施工中的偏差。例如,使用激光测量仪、全站仪等设备,精确测量土方的开挖深度、填土的密实度、混凝土的浇筑位置等。对于海塘防护墙等结构,实时监测其施工精度,确保每一项工序的质量符合规范要求。对于关键工序,现场应进行专门的质量检查,包括土方压实度检测、混凝土强度检测、钢筋施工质量检测等,确保各项指标在合格范围内,避免因工序问题影响整体结构安全。

3.3 施工工艺与技术手段的规范化应用

规范化的施工工艺与技术手段是海塘工程质量控制的核心,直接影响着海塘的长期稳定性与防护效果。施工单位应根据设计要求、工程特点以及现场实际情况,选择合适的施工工艺和技术方法,并严格遵循施工标准与规范进行操作。例如,在土方施工阶段,必须保证土壤逐层压实,确保达到设计规定的压实度,从而增强工程的抗渗性与稳定性;在混凝土浇筑过程中,操作时需要避免气泡、裂缝等质量缺陷,确保混凝土的强度和耐久性。此外,水下施工是海塘建设中的重要环节,需要严格控制水下混凝土的浇筑速度与质量,防止水流对施工质量造成不利影响。关键部位如土工膜铺设和护坡结构施工,应特别关注工艺管理,确保施工质量达到设计标准。例如,土工膜铺设时要避免出现起皱、撕裂或搭接宽度不足等现象,以保障防渗效果。通过对每一环节的严格把控,确保施工过程中的每个细节都符合技术标准,最大限度地提高海塘工程的质量和可靠性。

3.4 后期质量评估与维护体系建设

海塘建设完工后,质量控制工作并未结束,后期的质量评估与维护体系建设同样至关重要。建立科学的后期质量评估机制,可以确保海塘在长期运行中保持良好的防护效果。定期的检测与评估能够及时发现海塘结构中潜在的

质量问题,防止小问题逐渐演变成重大隐患。例如,定期对防护墙的防渗性进行检测、对坡体稳定性进行分析、对抗风浪能力进行测试等,都是后期质量管理的重要内容。为了保障海塘的长期有效性,还应建立完善的维护机制,对受损部位进行修复与加固。维护工作可以通过定期巡检与监测来实现,及时发现腐蚀、开裂等问题,并采取有效的修复措施,延长海塘的使用寿命,确保其持续发挥防护功能,保障沿海地区人民的生命财产安全。

4 海塘长期稳定性保障与后期维护管理

4.1 定期监测与评估体系的建立

为了确保海塘的长期稳定性,定期的监测与评估体系至关重要。海塘在投入使用后,仍然需要持续监测其结构健康,包括防波堤、护坡、排水系统等关键部位。监测内容通常包括水位、波浪强度、沉降情况、裂缝变化等多个方面。采用现代监测技术,如物联网传感器、遥感技术和无人机巡检,可以实时获取海塘各部分的状态信息,并通过数据分析及时发现潜在的安全隐患。此外,通过对历史监测数据的积累和对比分析,能够预测海塘结构在不同气候和潮汐条件下的表现,为后期维护提供决策支持。建立完善的评估体系,可以有效识别海塘在长期使用中的老化、腐蚀等问题,为维修和加固工作提供依据。

4.2 维修与加固技术

随着海塘使用时间的延长,其防护功能可能会逐渐减弱,特别是在风浪侵蚀、海水腐蚀等环境因素的影响下,结构的稳定性可能会受到威胁。因此,定期的维修与加固措施不可忽视。在发现问题后,采取及时有效的修复手段至关重要。常见的修复方式包括对混凝土表面的防腐层进行补修、对护坡结构进行加固、对出现裂缝的区域进行灌浆等。此外,对于防波堤结构中的软弱土层或失效部位,可以通过注浆加固或更换材料来增强其承载力。加固技术的选择需根据具体问题进行针对性处理,例如在高风险区域安装钢结构支撑,或通过设置新的排水系统减轻结构负荷,确保海塘的稳定性与安全性。

4.3 环境适应性调整与优化

海塘长期稳定性的保障不仅依赖于结构本身的维护,也需要根据环境变化进行适应性调整。随着气候变化、海平面上升等因素的影响,传统的海塘设计可能不再适应新的环境需求。为了确保海塘能够在不断变化的环境中继续发挥作用,需要对其进行优化设计。例如,在海平面上升的情况下,可能需要提高海塘的高度或重新规划防波堤的坡度,以应对极端气候事件和洪水风险。此外,随着科技进步,新的材料与技术也为海塘的适应性调整提供了更多

选择,如使用更加耐腐蚀的材料,或者在海塘结构中加入智能监控系统,实时调整防护策略。通过这些环境适应性调整,可以进一步增强海塘在未来环境变化中的防护能力。

4.4 长期资金与管理机制保障

海塘的长期稳定性保障离不开充足的资金投入和完善的管理机制。为了确保海塘的长期运行,政府和相关部门应制定并实施科学的资金保障机制,确保维修、加固和维护工作的顺利进行。定期的资金评估与投入能够保证在出现问题时能够及时采取有效措施进行修复,避免因资金短缺导致维修、加固和维护工作滞后。除此之外,海塘管理部门应建立高效的管理体系,明确各方职责,强化施工和维护单位的责任落实。通过强化政府、工程公司与社会公众之间的沟通与合作,可以实现对海塘工程全生命周期的有效管理。此外,应将信息化管理手段与现代化技术应用相结合,推动海塘管理的智能化,以实现更加高效和精准地维护与管理。

5 结语

海塘建设作为沿海防护工程的关键部分,不仅肩负着防止海水侵蚀、保障沿海地区安全的重任,还在生态保护、社会稳定等方面发挥着重要作用。通过科学的设计与规划、现代施工技术的应用以及严密的质量控制措施,海塘工程能够有效应对复杂的自然环境和长期使用中的风险。为确保海塘的长期稳定性,定期的监测与评估、及时的维修与加固、环境适应性优化及完善的管理机制是不可或缺的保障。随着技术的不断进步和环境变化的日益加剧,海塘建设与管理模式也需要不断创新,以提高其抗风险能力和可持续性。通过全方位的技术手段和管理措施,海塘不仅能更好地适应当下的环境需求,还能在未来为沿海地区提供更加坚实的防护屏障,确保人民生命财产安全及生态环境的可持续发展。

[参考文献]

- [1]张清明.标准海塘建设施工质量[J].浙江水利科技,2001(4):71-72.
- [2]龙茂林,巨小玲,徐惠麟.海塘土体填筑的桁吊施工法[J].浙江水利科技,2004(5):45-46.
- [3]应文斌.充泥管袋干法施工技术在海塘堤身构筑中的应用[J].城市道桥与防洪,2023(6):199-204.
- [4]宋叶青,孟成成,樊金甲,等.BIM技术在海塘工程中的应用[J].工程建设与设计,2021(17):83-85.
- [5]张辉辉,管仲杰,赵恺.海塘加固工程防洪堤基防渗施工的探究[J].珠江水运,2022(23):88-90.

作者简介:陈根(1979.8—),单位名称:禹顺生态建设有限公司;毕业学校:浙江工商大学,专业:工程管理。

现代化施工技术在水利工程涵闸建设中的应用

张有志

临泉县水利局水资源管理所, 安徽 临泉 236400

[摘要]现代化施工技术在水利工程涵闸建设中的应用, 以提高工程质量、缩短工期和降低成本为目标, 采用先进的施工方法和设备进行项目实施。在涵闸建设过程中, 利用 BIM 技术进行施工全程管理, 实现设计、施工、维护等环节的信息共享和精细化管理。采用智能化施工设备, 如自动化吊装系统、无人机巡检技术, 提升施工效率和安全性。此外, 绿色建筑技术的引入, 优化了能源消耗和水资源管理。通过现代化施工技术的应用, 不仅有效提高了施工质量, 还增强了工程的可持续性与环保性能, 为水利工程建设提供了新的解决方案。

[关键词]现代化施工技术; 水利工程; 涵闸建设; BIM 技术; 智能化设备

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15159

中图分类号: TV66

文献标识码: A

Application of Modern Construction Technology in the Construction of Water Conservancy Engineering Culvert and Sluice

ZHANG Youzhi

Water Resources Management Institute of Linquan County Water Conservancy Bureau, Linquan, Anhui, 236400, China

Abstract: The application of modern construction technology in the construction of water conservancy engineering culvert and sluice aims to improve project quality, shorten construction period, and reduce costs. Advanced construction methods and equipment are adopted for project implementation. During the construction process of culvert and sluice, BIM technology is used for full construction management, achieving information sharing and refined management in design, construction, maintenance, and other aspects. Adopting intelligent construction equipment, such as automated lifting systems and unmanned aerial vehicle inspection technology, to improve construction efficiency and safety. In addition, the introduction of green building technology has optimized energy consumption and water resource management. Through the application of modern construction technology, not only has the construction quality been effectively improved, but the sustainability and environmental performance of the project have also been enhanced, providing new solutions for water conservancy engineering construction.

Keywords: modern construction technology; water conservancy engineering; construction of culvert and sluice; BIM technology; intelligent devices

引言

随着科技的不断进步, 现代化施工技术在各类工程建设中的应用日益广泛, 尤其在水利工程领域, 涵闸建设作为关键组成部分, 面临着质量、工期和成本等多重挑战。传统施工方法已无法满足日益严苛的要求, 亟需引入先进技术提升施工效率和精度。BIM 技术、智能化设备和绿色建筑理念的融合应用, 不仅推动了水利工程施工的革新, 也为工程的可持续性和环保性提供了新的解决方案。探索这些新技术的应用, 能够为水利工程的高效建设提供重要的实践经验和理论支持, 具有深远的现实意义和应用前景。

1 现代化施工技术在水利工程涵闸建设中的应用现状

1.1 现代化施工技术的引入背景与发展

随着水利工程规模的不断扩大和技术要求的提升, 传统施工方法在涵闸建设中逐渐暴露出施工周期长、质量难以保证、资源消耗大等问题。这促使现代化施工技术在水利工程中的应用成为发展趋势。近年来, BIM 技术、智能

化施工设备及绿色建筑理念的引入, 标志着水利工程建设进入了一个新的技术变革阶段。尤其是在涵闸建设领域, 施工技术的更新换代, 不仅能够有效提高工程质量, 还能显著缩短建设周期, 降低施工成本。

1.2 现代化施工技术的应用领域

在水利工程涵闸建设中, 现代化施工技术广泛应用于设计、施工、监控、管理等各个环节。BIM 技术作为一种集成化的信息化工具, 能够将设计、施工、运营等环节的信息融合在一个平台上, 为项目各方提供精准的数据支持, 减少设计变更和施工中的潜在风险。智能化施工设备, 如无人机、自动化吊装系统、智能检测仪器等, 广泛应用于工程现场, 提升了施工的精准度与安全性。绿色建筑技术的引入, 则主要体现在涵闸的节能设计、环保材料的选择以及水资源的高效利用上, 进一步增强了涵闸工程的可持续性。

1.3 现代化施工技术应用的优势与挑战

现代化施工技术在涵闸建设中的应用, 带来了显著的

优势。首先, BIM 技术的使用提高了项目管理的精细度和透明度, 有效降低了施工过程中的人为错误与设计偏差, 确保了工程质量。智能化施工设备的使用, 不仅大幅度提升了施工效率, 还有效降低了劳动强度, 减少了工人安全事故的发生。绿色建筑技术则使得涵闸工程在满足功能需求的同时, 进一步优化了资源消耗与环保性能。然而, 现代化施工技术的应用也面临一定的挑战, 包括初期投入较大、技术人员的专业素质要求较高、设备的维护与更新成本较高等问题。因此, 如何在技术应用中实现成本与效益的平衡, 仍然是需要解决的重要课题。

2 BIM 技术在涵闸建设中的实施与优势

2.1 BIM 技术的概述与应用背景

BIM (建筑信息模型) 技术是一种基于数字化手段的集成化管理方法, 能够在整个项目生命周期内实现设计、施工、运营等各个环节的信息共享与协同工作。近年来, BIM 技术在建筑、交通、能源等多个行业得到了广泛应用, 尤其在水利工程领域, 随着项目规模和复杂度的提升, BIM 技术在涵闸建设中的应用越来越受到重视。涵闸建设作为水利工程的重要组成部分, 涉及多学科、多专业的协同作业, BIM 技术的引入能够有效解决传统施工方法中的信息孤岛和管理效率低下等问题。

2.2 BIM 技术在涵闸建设中的实施过程

在涵闸建设中, BIM 技术的实施通常分为设计阶段、施工阶段与运营管理阶段。在设计阶段, BIM 技术能够通过三维建模进行全方位的设计分析, 优化结构布局, 避免设计错误, 提高设计精度; 同时, BIM 模型可以通过碰撞检测, 提前发现设计冲突和潜在问题, 减少施工过程中变更的可能性。在施工阶段, BIM 模型为项目管理提供了精准的进度、成本和资源管理工具, 施工人员可以通过模型对现场施工进行指导, 保证施工精度与效率。此外, BIM 技术还可与施工设备进行数据对接, 实现设备管理、施工调度的智能化, 提高资源利用率和施工安全性。在运营管理阶段, BIM 模型可用于工程后的维护和修复, 作为长期的数字化资产管理工具, 帮助管理者实时监控涵闸的运行状态, 进行预防性维护和故障诊断。

2.3 BIM 技术在涵闸建设中的优势

BIM 技术的引入为涵闸建设带来了诸多优势。首先, BIM 技术提高了项目设计的准确性, 减少了设计错误和施工变更, 避免了因设计不准确而引起的返工和延误。其次, BIM 技术可以在施工过程中实现精确的资源调度与进度控制, 有效避免了资源浪费和工期延误, 提高了施工效率。此外, BIM 模型可以实现工程量的精准计算, 避免了人工估算的不确定性, 进一步优化了施工成本管理。更重要的是, BIM 技术还提高了项目管理的透明度, 所有参与方可以实时获取项目的最新数据, 增强了协同作业和信息共享, 减少了沟通障碍, 保证了工程各个环节的顺利进行。

2.4 BIM 技术在涵闸建设中的应用前景

随着技术的发展和行业需求的提升, BIM 技术在水利工程中的应用前景广阔。对于涵闸建设来说, 未来 BIM 技术将会与其他智能化技术, 如物联网、云计算、大数据等深度融合, 进一步提升项目的管理水平与施工效率。例如, 通过物联网技术, BIM 模型可以实时监测涵闸的运行状态, 获取实时数据并进行分析, 为后期的运营维护提供精准的数据支持。此外, 随着 BIM 技术应用的普及和技术创新, 涵闸建设中的成本、质量和安全管理将得到进一步优化, 推动水利工程建设朝着更加高效、智能和可持续发展的方向发展。

3 智能化设备在提高施工效率与安全性中的作用

3.1 智能化施工设备的种类与功能

智能化施工设备是现代化施工技术的重要组成部分, 它包括自动化吊装系统、无人机、智能机器人、自动化施工机械等。这些设备通过集成先进的传感技术、人工智能、物联网技术和自动控制技术, 实现了施工过程中的自动化、智能化和高效化。例如, 无人机可以在施工现场进行实时监控和数据采集, 自动化吊装系统能够精准吊装重物, 减少人工操作, 提高安全性。智能机器人则可以在复杂或危险的环境中替代人工完成高危作业, 如混凝土浇筑、焊接等任务, 从而降低了工人暴露在高风险环境中的机会。自动化施工机械则能够在预设的参数下, 自动执行挖掘、铲运等施工任务, 提高施工精度和效率。

3.2 智能化设备在提高施工效率中的作用

智能化设备在提高施工效率方面具有显著优势。首先, 自动化施工设备的使用大大缩短了施工周期, 提升了工效。例如, 自动化吊装系统能够高效完成物料的吊运和搬运工作, 减少了人工搬运和等待时间。无人机在施工现场可以进行快速的地形测量和现场勘察, 避免了传统人工勘测的时间消耗。此外, 智能化施工机械能够全天候作业, 不受天气和其他外部因素的影响, 显著提高了施工进度。通过精准的自动化控制, 施工过程中的操作错误率和重复性劳动也得到了有效降低, 施工人员可以更加集中精力处理复杂和高技术性的任务。

3.3 智能化设备在提升施工安全性中的作用

智能化设备在提升施工安全性方面的作用不可忽视。通过将设备与先进的安全监控系统相结合, 可以实时监控施工现场的安全状况, 及时发现潜在的安全隐患。例如, 无人机可进行高空和难以接近区域的监控, 及时发现现场的安全问题, 如设备故障、工地环境异常等, 避免了工人进入危险区域。智能机器人可以代替工人执行高危任务, 如深井施工、危险化学品搬运等, 有效避免了人员因暴露于危险环境而发生的安全事故。此外, 智能设备还能够实现实时数据采集和反馈, 施工人员和管理者可以在第一时间了解施工过程中的安全状况并做出响应, 从而确保施工

过程的顺利进行。

3.4 智能化设备的应用挑战与未来发展

尽管智能化设备在提高施工效率和安全性方面有显著优势,但其应用仍面临一些挑战。首先,智能化设备的初期投资较大,对施工单位的资金和技术储备提出了较高要求。其次,智能设备的操作和维护需要具备一定专业技能的人员,这对项目团队的技术水平提出了更高要求。此外,设备间的互联互通以及数据的整合分析也是智能设备应用中的技术难题。随着技术的不断进步和设备成本的逐步降低,智能化设备将在未来的水利工程建设中得到更广泛的应用,尤其是在涵闸建设等复杂项目中,智能设备将成为提升施工效率、保障施工安全和降低工程成本的重要工具。

4 绿色建筑技术对水利工程涵闸可持续性和环保性的贡献

4.1 绿色建筑技术的概念与应用背景

绿色建筑技术指的是通过采用节能、环保、资源节约、可持续性理念,在建筑设计、施工和运营维护过程中,最大限度地减少对环境的负面影响,提高资源使用效率,并创造健康、舒适的居住和工作环境。在水利工程的涵闸建设中,绿色建筑技术逐渐被广泛应用,尤其在应对环境保护和资源短缺的挑战时,绿色技术的作用愈加显著。涵闸作为水利工程的重要设施,承担着调节水流、防洪排涝等关键功能,因此,在设计和施工过程中引入绿色建筑理念,不仅有助于提高涵闸的可持续性,还能减少其对周边生态环境的影响。

4.2 绿色建筑技术在涵闸建设中的应用

在涵闸建设过程中,绿色建筑技术主要体现在节能、节水、材料选择以及环境影响等方面。例如,在节能方面,通过采用高效的建筑保温系统、太阳能光伏发电等技术,降低涵闸的能源消耗。涵闸的设计可以结合自然环境进行优化,最大限度地利用自然光和自然通风,减少人工照明和空调的需求,从而降低能源使用成本。在节水方面,应用雨水收集与再利用系统,将降水收集并经过净化处理后用于涵闸内部清洗或景观灌溉,减少对外部水源的依赖。此外,涵闸建筑材料的选择也应符合绿色标准,优先选用环保、可回收的材料,如高效混凝土、低碳钢材等,减少资源浪费,降低建筑的碳足迹。

4.3 绿色建筑技术对涵闸可持续性的贡献

绿色建筑技术在涵闸建设中的应用,对于提升其可持续性具有重要意义。首先,绿色建筑技术通过优化能源管理,提升能源利用效率,减少了建筑运营过程中的能源消耗,延长了涵闸的使用寿命。通过采用可再生能源技术,如太阳能、风能等,涵闸不仅可以自给自足,降低能源成本,还能够减少对传统能源的依赖,降低碳排放,推动可

持续发展。其次,绿色建筑技术加强了涵闸的抗灾能力,特别是防洪排涝等功能。通过合理设计涵闸结构,结合生态环境保护措施,如湿地植物绿化、自然水质净化等手段,不仅提升了涵闸的防洪能力,还改善了周边的生态环境,提升了整个区域的可持续性发展水平。

4.4 绿色建筑技术对涵闸环保性的贡献

绿色建筑技术在提升涵闸环保性方面发挥了重要作用。首先,绿色设计理念促进了涵闸在建设过程中最大程度地减少对生态环境的负面影响。在材料选择方面,采用低碳、可回收、无毒害的环保建材,避免了有害物质的排放,减少了对土壤和水体的污染。在施工阶段,绿色建筑技术还强调了施工现场的环境管理,如控制施工过程中噪声、废气排放和粉尘污染,保障周围环境质量。其次,涵闸建设中通过设置生态修复区域,如湿地恢复、植被绿化等,促进了生态多样性和生物栖息环境的保护,改善了水质和空气质量,为周围生态系统提供了更好的生存条件。此外,绿色建筑技术对水资源的高效利用也发挥了积极作用。

5 结束语

现代化施工技术在水利工程涵闸建设中的应用,显著提升了工程质量、施工效率和安全性,同时推动了水利工程的可持续发展。BIM技术通过精细化的管理和信息共享,有效优化了设计、施工及运营阶段的协同工作,确保了项目高效推进。智能化设备的引入,不仅提升了施工过程中的自动化和精确度,还在保障施工安全方面发挥了关键作用。而绿色建筑技术的应用,则在节能、环保和资源高效利用方面,进一步增强了涵闸工程的可持续性与环境友好性。尽管技术应用仍面临一定的挑战,但随着技术不断进步和实践经验的积累,现代化施工技术将为水利工程领域提供更为高效、智能和绿色的解决方案,推动行业向更加环保和可持续的方向发展。

【参考文献】

- [1] 孙立国. 现代化水利工程施工技术分析[J]. 科技展望, 2015, 25(25): 75.
 - [2] 宋红满. 基于水利工程堤防防渗施工技术探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017(26): 65.
 - [3] 谢意志. 现代化水利水电工程建筑施工管理及技术[J]. 居舍, 2020(24): 172-173.
 - [4] 王欣蕾. 水利水电建筑工程施工技术现代化概述[J]. 中国新技术新产品, 2013(6): 79.
 - [5] 李海涛. 探析水利水电建筑工程施工技术现代化[J]. 黑龙江科技信息, 2015(30): 235.
- 作者简介: 张有志(1974.12—), 男, 安徽省阜阳市临泉县, 汉族, 本科, 水利水电工程师, 现在临泉县水利局水资源管理所工作, 从事水资源管理和水利工程方向工作。

水利施工项目中安全风险管理与控制措施研究

沈增铁

禹顺生态建设有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要] 水利施工项目通常面临复杂的环境条件及高风险的作业任务, 安全管理在确保工程顺利进行中起着至关重要的作用。随着项目规模的不断扩大及施工技术的进步, 安全风险逐渐增大, 对人员安全、工程质量及施工进度带来了新的挑战。因此, 安全风险的管理与控制亟需加强, 有效的安全管理不仅能减少事故发生、提高施工效率, 还能降低经济损失进而提升社会效益。深入探讨水利施工项目中存在的安全风险管理问题, 并提出有针对性的改进措施, 以确保施工过程中的安全保障。

[关键词] 水利项目; 施工安全; 控制措施

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15156

中图分类号: TV51

文献标识码: A

Research on Safety Risk Management and Control Measures in Water Conservancy Construction Projects

SHEN Zengtie

Yushun Ecological Construction Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: Water conservancy construction projects often face complex environmental conditions and high-risk operational tasks, and safety management plays a crucial role in ensuring the smooth progress of the project. With the continuous expansion of project scale and the advancement of construction technology, safety risks have gradually increased, bringing new challenges to personnel safety, engineering quality, and construction progress. Therefore, the management and control of safety risks urgently need to be strengthened. Effective safety management can not only reduce accidents and improve construction efficiency, but also reduce economic losses and enhance social benefits. Deeply explore the safety risk management issues in water conservancy construction projects and propose targeted improvement measures to ensure safety during the construction process.

Keywords: water conservancy projects; construction safety; control measures

引言

水利施工项目的安全性直接影响到项目的顺利推进。尽管安全管理措施已在各环节得到广泛应用, 但由于施工环境的复杂性及高风险作业的存在, 安全隐患依然不可忽视。施工人员的安全意识普遍较弱且安全培训缺乏系统性, 导致管理措施未能得到有效落实。随着技术的不断发展, 传统的安全管理方式已难以满足日益复杂的施工需求。如何通过现代技术手段提升安全管理的实时监控与响应能力, 已成为亟待解决的关键问题。

1 水利施工项目安全风险管理的的重要性

水利施工项目涉及复杂的工程流程及多变的环境条件, 导致安全风险长期居高不下, 在建设过程中潜在的隐患可能对施工人员、设备, 甚至周围的生态系统造成严重威胁。有效的安全风险管控, 不仅是项目顺利推进的基础, 更是提升工程质量、优化施工效率、减少事故发生的关键所在。尤其是大型水坝、引水渠、堤坝等水利基础设施工程, 规模宏大、技术复杂, 施工过程中潜藏的风险因素多样且交织, 如机械设备失灵、人员误操作、自然灾害等, 任何环节的疏漏都可能导致严重后果。通过强化安全风险管控, 隐患能够被及时识别并加以控制, 从根源上降低事故的发生概率, 减少经济与社会损失, 值得注意的是安全

管理的范畴不仅限于事故预防, 还涵盖了人员安全培训、施工环境的动态监控以及完善的应急响应机制, 这些保障措施不仅有效提升了管理水平, 还增强了企业履行社会责任的能力, 进而赢得了公众对水利工程的信任。

2 水利施工项目中安全风险管控面临的问题

2.1 安全风险识别与评估不足

在水利施工项目中, 安全风险识别与评估的不足已成为一个突出问题。由于工程的规模庞大且施工环境复杂, 许多潜在隐患往往未能及时发现或准确评估。现有的风险评估方法多依赖于经验判断或传统手段, 缺乏系统化和科学性的支持, 这一局限性导致了诸多潜在风险未能在早期阶段被有效识别, 或其严重性被低估。例如, 复杂地质条件下的地基不稳定、地下水渗漏等问题, 通常由于前期评估的不足, 在施工过程中引发了意外。而面对动态变化的环境因素, 现有评估体系的适应性较差, 新兴风险常因监测与调整滞后而未能得到及时有效的管理。此外, 许多项目在风险识别与评估过程中, 未能充分考虑多重风险之间的相互作用, 在实际操作中各类风险因素往往会相互叠加产生复合效应。然而, 由于对这些复合风险认识的不足, 部分项目的应对策略显得滞后且单一, 难以形成覆盖全局的安全防控制机制, 这种局限性使得安全管理在实际操作中无法有效应

对复杂的风险情境，增加了施工过程中的安全隐患。

2.2 安全管理体系不完善

在水利施工项目中，安全管理体系的缺失已成为普遍存在的问题。尽管许多项目在开工前已制定相关计划，但在执行过程中这些体系常因缺乏具体操作指引、更新滞后等问题，难以得到有效落实。安全管理组织架构不清晰、责任分工模糊，导致各环节之间难以进行有效协调。安全职责的落实往往流于形式，施工现场的安全负责人可能无法全面监督安全措施的执行，或者由于管理权限的限制难以及时对潜在隐患进行干预。部分水利施工项目缺乏完善的应急响应机制与危机处理预案，尽管项目初期进行了安全风险评估，但随着施工环境的动态变化，管理体系未能及时调整，无法灵活应对突发事件。此外，制度建设中的漏洞也对安全管理构成了影响，许多操作规程缺乏实际指导价值，常仅停留于纸面导致一线工人对管理要求的理解存在偏差，从而在执行过程中频繁出现问题，这种不完善的安全管理体系直接削弱了施工过程中的风险防控能力，在关键时刻暴露出的漏洞，对项目的整体安全性构成了威胁，体系运行的松散与不健全不仅降低了安全管理的效果，也显著增加了事故发生的可能性。

2.3 人员安全意识薄弱与培训不足

在水利施工项目中，施工人员安全意识的薄弱及培训工作的不足已成为频发安全隐患的关键因素。尽管大多数施工单位在项目启动时安排了安全培训，但培训效果往往不尽如人意。特别是基层操作人员，通常未能充分认识到安全工作的重大意义，他们常抱有侥幸心理，低估事故发生的可能性，甚至将安全规范视作与自身工作无关，这种认知偏差直接导致日常作业中安全防护措施被忽视。例如，在高风险作业中未按规定佩戴防护装备，或擅自简化操作流程的情况屡见不鲜。当前，安全培训的形式单一且缺乏针对性已成为另一个主要问题，许多培训仅停留在形式化的安排上，未能有效提升施工人员的安全意识与实际操作能力。培训频率低、缺乏持续的监督与考核，导致工人在一段时间后逐渐忽视安全规范的重视，特别是对于临时工与外包人员，培训覆盖范围受限，内容深度不足，由于这部分人员对潜在风险的辨识能力较差，往往未能及时采取有效的预防措施，从而更容易引发安全事故。安全意识的缺失与培训工作的不到位，严重削弱了施工现场的安全操作能力，使隐性风险长期存在，不仅导致了安全事故发生率的上升，也显著降低了施工团队整体的风险防范水平。

2.4 安全风险监控与应急响应机制缺陷

在水利施工项目中，安全风险监控与应急响应机制的不足已成为影响施工安全的一个重要因素。尽管一些项目已搭建了安全风险监控系统，但这些系统常存在反应滞后、覆盖范围不全的问题，难以实现实时、全面的风险监控。目前，大多数监控仍依赖人工巡查或传统设备，信息传递

常常滞后且对突发事件的预警能力较为薄弱，这种监控方式往往无法在第一时间准确识别潜在风险的性质与范围，进而延误事故处理与应急响应的时机，最终导致事态的扩大。此外，许多水利施工项目并未建立完善的应急响应机制，尽管某些项目可能已制定了应急预案，但这些预案缺乏足够的实践性与操作性，且未经过实际演练，因此在应急情况下现场人员往往无法迅速而有效地进行处置。应急物资和设备的准备不足，或者根本没有专门的应急团队也使得应对突发事件时缺乏足够的保障，若发生安全事故，常常无法及时采取有效的措施，造成事态进一步恶化增加了损失。安全风险监控与应急响应机制中的这些缺陷，使水利施工项目在面临突发风险时未能及时采取有效的防范与处理手段，错失了黄金救援时机，进一步加重了事故的后果，对施工人员的生命安全构成了严重威胁。

3 水利施工项目安全风险控制措施

3.1 完善安全风险管理体系

在水利施工项目中，完善的安全风险管理体系是确保项目顺利推进并有效降低事故率的基础。一个健全的安全管理体系应具有明确的组织结构与职责分配，并能够灵活应对施工过程中不断变化的各类挑战，从设计、施工、验收到后期维护的安全责任应清晰界定，确保每项安全措施都有人负责和监督，责任必须层层落实避免出现责任空白，从而确保安全措施得以有效实施。水利施工项目的施工环境复杂多变，地质条件、气候变化以及技术进步等因素不断影响施工进度，如此复杂的环境要求安全管理体系具备高度的灵活性，以便随时调整应对策略，适应现场的动态变化^[1]。定期评审与调整管理体系，有助于确保其与实际情况紧密契合，并及时应对突发事件，避免因体系滞后而错失处理时机。信息化与智能化技术的应用，在提升安全管理效率方面至关重要，借助大数据与物联网等技术手段，施工现场的安全风险得以实时监控与动态预警，这些技术可以帮助提前识别潜在风险，在问题发生之前采取预防措施，从而有效降低事故发生的可能性。同时，科学的风险评估与反馈机制，确保了施工过程中发现的新风险能够得到及时识别与处理，防止管理滞后所带来的安全隐患。完善的安全管理体系不仅仅是表面的制度建设，它更是一个动态调整与持续优化的过程。全员参与的管理模式，结合对施工人员的安全培训与教育，能够有效提升他们的安全意识与应对突发事件的能力。

3.2 强化安全风险评估与预警机制

在水利施工项目中，加强安全风险评估与预警机制是确保施工安全、减少事故发生的关键措施。全面且系统的风险评估为事故防控奠定了基础，该评估不仅依赖经验判断，还需要结合施工现场的实际情况，运用科学的数据分析与先进技术手段对潜在风险进行精准识别。传统风险（如机械故障、人为失误）以及更复杂的因素，如环境变

化、地质条件波动和突发天气等均应纳入评估范围,通过综合多维度的评估,施工方得以全面识别项目面临的隐患,从而制定更为细致的防控措施。在此基础上,建立有效的安全风险预警机制尤为重要,它要求具备实时监控与快速响应的能力,引入智能化设备与信息化平台使施工现场的风险因素可以持续监控^[2]。例如,传感器技术实时监测设备运行状态,土壤沉降等变化亦可及时检测,一旦发生异常系统便自动发出预警,此技术的应用使施工方能够在风险初期就采取干预措施,防止潜在威胁转化为重大事故,从而显著提升了防范能力。预警机制的高效性,必须依赖于与施工进度及现场实际情况的紧密结合。评估报告需定期更新,预警标准也应根据施工进度不断调整,确保预警系统始终与现场施工环境相适应。一旦新的风险因素出现,预警系统便能迅速做出反应,为施工方提供足够的时间窗口,有效避免事故的发生。

3.3 提高施工人员安全培训与意识

在水利施工项目中,提升施工人员的安全培训与安全意识是确保工程顺利进行的关键所在。作为项目安全的第一道防线,施工人员的安全素养直接关系到整个项目的风险控制效果,有效的安全培训不仅增强其安全意识,还能提升其应对突发事件的能力。培训应从基础做起,确保无论是正式员工还是临时工都能深入了解施工现场的安全要求与操作规范,培训内容应包括常规的安全操作规程,同时,特定作业中的风险识别与应急处理技能也应得到充分讲解。例如,对于高空作业、深基坑作业等高风险任务,培训内容应特别强调如何识别潜在的危险,并能够及时进行应急疏散与救援^[3]。安全培训不应仅限于一次性的活动,而应作为一个持续的过程进行,定期开展安全教育与实操演练,尤其是对于新技术、新设备的使用,应确保每位施工人员都能熟练掌握其安全操作流程。在实施过程中,培训形式要多样化,除了传统的课堂讲解外,现场模拟演练与案例分析也应成为常见的方式,使培训内容更加贴近实际作业,通过模拟真实场景,施工人员能够在无压力环境下演练应急反应,从而在真正的紧急情况下能更加冷静并有效地处置突发事件。安全意识的提升同样不可忽视。尽管技术手段与操作规范至关重要,但如果施工人员缺乏足够的安全警觉,事故仍然可能发生,安全意识的培养应融入日常工作之中,每一位施工人员应深刻认识到,安全不仅仅是口号而是关系到自身、同事甚至家人生命的关键。通过激励机制如安全生产奖、岗位安全竞赛等,可以进一

步激发施工人员自觉遵守安全规程的动力,从而提高整体施工队伍的安全防范水平。

3.4 安全风险监控与应急管理的优化

在水利施工项目中,优化安全风险监控与应急管理至关重要。随着工程规模的扩大以及施工环境的日益复杂,传统的人工巡查已经无法满足日益增长的安全需求。因此,必须建立一个全面且智能化的监控系统,以确保安全管理的有效性。

安全风险管理的核心在于实时监控,通过物联网传感器技术,施工现场的环境变化、设备状态以及人员操作能够被全面监测,隐患一经发现系统即可发出预警,确保在问题初现时及时采取有效措施,从而避免风险的扩展。数字化管理也是提升安全监控效果的关键环节,通过对采集数据的分析,潜在风险得以识别,并为后续的风险评估与决策提供科学依据,数据的持续积累不仅有助于优化安全管理措施,还能够增强整体的防控能力。在应急管理方面,应急预案应根据施工现场的具体情况进行细化,明确处理流程并定期进行演练以提升应急反应速度,应急物资、设备以及专业队伍的储备是应对突发事件的保障,确保在紧急时刻能够迅速、有效地实施应急措施。

4 结语

水利施工项目的安全风险管理直接关系到工程进度与施工人员生命安全。尽管已有安全措施,仍存在评估不足、管理体系不健全及人员安全意识薄弱等问题。为确保安全必须完善风险管理体系、加强评估与预警机制、提升施工人员安全培训与意识并优化监控与应急管理。随着技术的发展,智能化与信息化手段增强了风险监控与应急响应能力。未来,水利项目应继续推动动态风险管理,融合技术与管理优化安全保障措施,确保项目高效推进同时保持安全。

[参考文献]

- [1]康健,刘玉成,黄少争.解析水利水电工程施工中的安全控制措施[J].水上安全,2024(8):155-157.
 - [2]杜玉香.水利工程建设中的安全管理及技术分析[J].水上安全,2023(4):65-67.
 - [3]田贺.长江航道水利整治工程施工风险管控[J].珠江水运,2021(1):71-72.
- 作者简介:沈增铁(1993.11—),单位名称:禹顺生态建设有限公司;毕业学校和专业:浙江水利水电学院(水利水电建筑工程)。

复杂地质条件下水利工程施工关键技术研究

王洪楼

江苏河海建设有限公司, 江苏 镇江 212000

[摘要] 水利工程在复杂地质条件下的施工面临着诸多挑战, 包括地下水位高、土质松软、岩层破碎等问题。在确保水利工程的稳定性和品质方面, 必须依据特定的地质状况, 采纳适宜的施工方法, 研究复杂地质环境下的水利施工核心技术, 涉及岩土工程勘察、施工方案抉择、地基整治手段、沉降管理策略及防水手段的实施。经综合分析国内外相关案例, 文章提出了一套针对复杂地质条件下的施工策略, 包括深化地质勘探、采纳加固施工方法、执行精细施工监管等措施。在施工过程中, 文章深入剖析了可能遭遇的技术难题, 并详尽地提出了应对策略。此等研究技术, 为复杂地质条件下的水利工程构建, 构筑了坚实的理论基础与可靠的技术屏障。

[关键词] 复杂地质条件; 水利工程; 施工技术

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15153

中图分类号: TV61

文献标识码: A

Research on Key Technology for Water Conservancy Engineering Construction under Complex Geological Conditions

WANG Honglou

Jiangsu Hehai Jianshe Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

Abstract: The construction of water conservancy projects under complex geological conditions faces many challenges, including high groundwater levels, soft soil, and broken rock layers. In order to ensure the stability and quality of water conservancy projects, appropriate construction methods must be adopted based on specific geological conditions, and core technologies for water conservancy construction in complex geological environments must be studied, involving geotechnical engineering investigation, construction plan selection, foundation improvement methods, settlement management strategies, and implementation of waterproofing measures. After comprehensive analysis of relevant cases at home and abroad, the article proposes a set of construction strategies for complex geological conditions, including deepening geological exploration, adopting reinforcement construction methods, and implementing fine construction supervision measures. During the construction process, the article deeply analyzed the technical difficulties that may be encountered and provided detailed strategies to address them. This research technology has established a solid theoretical foundation and reliable technical barrier for the construction of water conservancy projects under complex geological conditions.

Keywords: complex geological conditions; water conservancy engineering; construction technology

引言

水利工程作为国家基础设施的重要组成部分, 其施工过程中涉及的地质条件复杂多变, 尤其在山区、丘陵、湿地、低洼地区以及其他特殊地质环境中, 常常面临极其严峻的施工挑战。在地质条件复杂的情况下, 水利工程施工面临的技术挑战显著提升, 同时, 工程的质量、安全与长期稳定性亦面临较大风险隐患。因此, 确保复杂地质条件下水利工程建设顺利推进, 必须深入研究并实施一系列关键技术。采纳并运用高效的技术策略。水利工程规模持续扩大, 特别是涉及多流域、多区域的巨型项目, 对施工技术提出了更高要求。在复杂地质条件下, 施工技术的应用需全面考量地质环境、工程需求、经济收益与安全要素。采纳创新施工方法与技术, 确保工程高效、顺畅进行, 本文旨在深入探讨在复杂地质环境中进行水利工程建设的核心技术, 详尽剖析各项技术实施手段, 进而提出改进策

略, 旨在为复杂地质条件下的水利工程施工作业提供坚实的理论依据与技术导向。

1 复杂地质条件下水利工程施工的挑战与特征

在复杂地质条件下进行水利工程施工, 面临着多方面的挑战和特征, 这些挑战不仅在技术上要求高, 且涉及施工过程中的安全性、环境保护及成本控制等多个方面。复杂地质条件通常指的是地下水位高、土层松软、岩层破碎、滑坡、泥石流等不稳定的地质环境, 这些因素极大地增加了水利工程的施工难度。

在地下水位较高或地下水丰沛的场地进行施工作业, 往往面临水流冲刷的挑战, 此状况或引发地基不稳, 进而可能致使地下构筑物发生坍塌。施工过程中, 地下水排除与管控被视为关键环节之一, 施工过程中, 若遭遇高地下水位, 不仅会延缓施工步伐, 更使得排水、抗渗及加固作业的难度与成本显著提升, 地质结构的不均匀性导致土层

松软、岩层破碎,以及岩土性质的不一致性,这些现象普遍存在,并显著影响水利工程的稳定性和承载能力。地基沉降问题往往与软土层的存在息息相关,其可能导致地基的沉降与坍塌;此外,不稳定的岩层在开挖过程中增加了施工难度,甚至可能引发岩层滑移或崩塌,对工程的整体施工安全构成威胁^[1]。

此外,山区或丘陵地带的特殊地质环境也给施工带来不小的挑战。在山区进行施工作业时,常面临陡峭边坡和山体滑坡等自然灾害的潜在威胁,这一现实对施工设备的选型、材料搬运及施工现场安全管理等方面均提出了更为严格的条件。在多变的山地气候及未知的地质变动作用下,施工进度或许会受到负面影响。在复杂地质环境下,水利工程的实施面临诸多挑战,诸如施工安全、生态保护、技术难题以及成本管控等多重困境。施工单位在应对挑战之际,务必采纳科学而合理的设计蓝图,运用尖端技术措施,强化施工场地监控与安全管理,以保障工程项目的顺利进行。

2 复杂地质条件下水利工程施工的关键技术

2.1 岩土工程勘察与地质分析

在复杂地质条件下进行水利工程施工时,岩土工程勘察和地质分析是确保施工顺利进行的关键环节。岩土勘察通过详细调查和分析地质情况,能为工程设计和施工提供科学依据。勘察的内容包括地质构造、土壤类型、岩层分布、地下水位、地震带等信息。这些信息有助于了解地下环境的稳定性、土层的承载力和施工中的潜在风险^[2]。

施工单位通过详尽的地质勘测,能够准确评估施工场地的地质稳定性状况。针对软弱土层与不稳定岩层频发的地带,勘察所得成果对设计团队采纳加固策略及优化基础布局具有重要指导作用。在地下水位偏高的地域,进行详尽的勘察工作,对于挑选适宜的排水措施至关重要,以防止地下水渗透对建筑结构产生不利影响。施工方法的选择,岩土勘察扮演着至关重要的角色,为其提供了关键性的参考依据。在软土地带,工程实践中往往采纳换填土或桩基加固技术以应对,而在岩土层坚硬的地域,爆破开挖或钻孔施工技术可能成为首选方案。在工程建设的风险评估与监控中,深入进行勘察分析,为后续施工阶段的风险管控与过程管理奠定坚实保障,借助精准的地质分析与数据佐证,水利工程得以保障其稳定与安全。

2.2 基础处理与加固技术

在复杂地质条件下,基础处理与加固是保证水利工程结构安全和稳定的重要手段。在地质条件复杂、土层分布不均或质地软弱的情况下,传统的地基处理手段常无法满足工程项目要求,因此需依据地质勘探成果,择优选取适宜的加固策略,桩基加固、换填土法等,均为基础加固领域内应用广泛的方法。例如,在软土地区,可以采用桩基加固技术,通过打入桩基或灌注桩来增加基础的承载力,确保建筑物稳固不沉降。对于高地下水位或地下水流动较

强的地区,可以采用深层搅拌桩或钻孔桩的方式来加固基础,以确保土壤的稳定性^[3]。

在建筑领域,对既有基础设施加固措施,诸如在旧水利设施更新时,增设支撑体系、提升结构稳固性,旨在增强其负荷潜力、拓展其应用年限。在地质学与工程技术持续发展的背景下,基础加固技术正逐步向智能化、自动化以及绿色化方向演进,此过程不仅有效降低了环境污染,同时显著提升了加固作业的成效。

2.3 沉降控制与监测技术

在复杂地质条件下,沉降问题是影响水利工程安全的关键因素之一。由于地基土质、地下水位及施工过程等多种因素的影响,工程结构容易发生不同程度的沉降,导致结构受损、功能丧失或存在安全隐患。因此,沉降控制与监测技术在水利工程施工中占据了极为重要的地位。

在设计阶段,必须对地质条件与基础处理技术进行全面剖析,以挑选适宜的土壤加固及基础整治手段。例如,在软土地带实施换填、深层搅拌或对地基进行整治,以降低沉降速率。在施工环节,沉降监测亦不容忽视,通过布设地面沉降监测点及地下水位监测设备,可对沉降变化实施实时监控。

沉降监测技术伴随现代监测技术的进步,正逐步迈向智能化和网络化的发展轨道。依托激光雷达、GPS 技术以及自动化监测系统等先进科技手段,实现实时数据的采集与沉降预警分析,进而有效监控施工过程中的沉降动态,及时实施纠偏策略,保障工程免受沉降影响。在工程运行过程中,对沉降进行持续监测,所获数据将作为未来维护检修工作的依据,从而保障工程在运行全周期内的稳定性能^[4]。

2.4 防水技术的应用

在复杂地质条件下,防水问题是水利工程施工中的关键技术之一。在地下水位较深、土质松散的地带,进行有效的防水作业,不仅关乎工程结构的稳固,亦关乎周边生态环境的维护。合理运用防水技术,可显著防止水分渗透,确保水利工程持续稳定地运作。实施防水作业时,关键在于合理选择防水材料 and 执行高效的防水施工流程。在众多防水材料中,水泥基防水材料、聚氯乙烯(PVC)防水膜、聚氨酯防水涂料等,它们依据地质环境的差异,被挑选出适宜的品种。例如,在低洼水位地带,运用水泥基防水层及高分子聚合物防水涂料,旨在提升防水效能与持久度。在地下工程领域,普遍运用防水卷材与防水膜实施双重防护措施,旨在保障水利工程内部免受渗水侵害^[5]。

此外,防水施工技术中还包括对施工过程的严格控制,确保防水层的无缝连接与完整性。例如,在施工过程中,可以采用超声波监测技术、红外线监测等手段对防水层进行检查,确保防水效果达到设计要求,防止出现漏水现象。随着科技的进步,新的防水技术也在不断涌现,如自修复防水材料和智能防水系统等,这些技术能够提供更长久的

防水保障。

2.5 施工方法的选择与适应性分析

在复杂地质条件下,施工方法的选择需要根据地质勘察结果、施工目标和环境条件等多个因素进行综合分析。科学合理的施工方法不仅能提高施工效率,还能减少安全隐患,确保水利工程的质量和稳定性。

在选取施工技术时,必须综合考虑地质状况、土壤类别以及地下水位等关键要素。例如,软土地带,若行传统挖掘作业,易致显著沉降,故需采纳桩基加固及深基坑支护等施工策略。在地质条件较为坚固的岩层区域,爆破开挖法与钻孔施工技术尤为适用。对于地下水位偏高的地带,实施井点降水和深层搅拌桩等工程措施,旨在有效调控水位,确保地基稳固。工程规模与施工时间的考量,需对施工方法进行适应性分析,同时兼顾成本预算的合理规划。为了确保施工安全与品质达标,选取恰当的施工手段,显著提升施工效率,有效削减工程成本。例如,机械化施工技术显著提升了施工进度,新型自动化设备亦大幅增强了施工的精准度,二者共同作用,有效降低了因人工操作所引发的潜在风险,水利工程的质量得以确保,施工效率亦能显著提升,这主要得益于施工方法的合理选取^[6]。

3 复杂地质条件下水利工程施工的技术措施

在开展水利工程建设过程中,面对复杂的地质环境,采纳科学有效的技术手段显得尤为关键。地质环境的复杂性,诸如软土层、岩石断层、地下水充沛等,对施工进度的推进、工程品质的维持及安全系数的保障均构成显著挑战。为确保工程顺利推进,施工阶段必须实施一系列高效的技术手段。施工开始,必先进行岩土勘察与地质分析,施工单位通过详尽的勘测手段,能够精准掌握地质状况,进而为施工方案的抉择与设计阶段提供可靠的数据依据。实施地质勘察,有助于辨识地质结构、地下水分布及土壤承载能力等关键数据,进而选取适宜的基础加固技术,包括桩基强化、材料置换或土壤固化等策略。

在基础处理方面,采取适合的加固技术是保证工程稳定性的关键。例如,在软土地域,深层搅拌桩与钻孔桩等施工技术被应用以提升地基承重能力;对于地质条件复杂,存在岩层或土层不稳定的区域,通过实施换填土或压实技术手段,能够显著增强地基的稳固性。实施精确的基础处理技术,有效规避沉降及裂缝等风险,从而保障水利工程持续稳定的运行状态。在复杂地质环境中施工,防水技术的应用显得尤为关键。在地下水位偏高的地带,确保防水设计与施工的严密性尤为关键。在施工过程中,广泛运用施工防水层、聚氯乙烯膜、聚氨酯涂料等防水材料,以及

防水卷材,以实现建筑物的防水功能。在施工活动期间,采取诸如井点降水和深井抽水等降水策略,有助于显著削减地下水位,降低施工期间遭遇水患的风险^[7]。

施工方法的选择也是技术措施中的重要环节。针对繁复的地质条件,必须依据具体地质状况挑选恰当的施工技术。例如,在地质条件复杂、岩土层硬度较高的区域,爆破技术或机械钻孔作业被广泛应用以实现开挖;针对软土地带,应规避大范围挖掘作业,转而运用桩基、土钉墙等支护技术以加固。采用灵活的施工技术,有助于降低工程项目中的潜在风险,并显著提升施工效能。在地质环境复杂多变的情况下,进行水利工程建筑,必须采取岩土勘察、基础稳固加固、防水技术及科学施工策略等多元技术手段,以保障工程项目的安全性、品质与持久稳定性。施行这些技术手段,不仅显著提升了施工效能,亦为工程的长久运作构筑了坚实的安全防线。

4 结语

综上所述,在复杂地质条件下,水利工程施工面临诸多挑战,如复杂的地质结构、地下水的变化、软弱土层的存在等因素,均可能对工程的施工进度、质量及安全性产生重大影响。因此,采取适当的技术措施来应对这些挑战,是确保水利工程顺利进行并达到预期效果的关键。复杂地质条件下水利工程的施工需要综合运用多种技术手段,包括岩土勘察、基础加固、防水技术以及适当的施工方法选择。这些技术措施相辅相成,协同作用,为工程的顺利推进提供了强有力的保障。

[参考文献]

- [1]李川,刘榕禹. 跨河复杂地质段超深灌注桩的施工技术研究[J]. 云南水力发电, 2024, 40(10): 129-133.
- [2]任纪龙. 复杂喀斯特硬岩地质桩基快速施工技术[J]. 汽车画刊, 2024(9): 137-139.
- [3]田光辉. 复杂地质条件下水利工程高水位深基坑降排水施工方法研究[J]. 价值工程, 2024, 43(26): 67-70.
- [4]张全荣. 复杂地质区水利工程施工地基处理灌浆技术[J]. 科技资讯, 2024, 22(13): 138-140.
- [5]陈政. 复杂地质条件下水利工程高水位深基坑降排水施工方法研究[J]. 甘肃科学学报, 2024, 36(3): 100-106.
- [6]许高胜. 复杂地质条件下南疆某水库工程枢纽布置比选探讨[J]. 红水河, 2024, 43(1): 1-5.
- [7]唐振东. 复杂地质区水利工程施工地基处理灌浆技术[J]. 水上安全, 2023(10): 196-198.

作者简介:王洪楼(1986.12—),本科,工程师,目前职务:副科长。

水利工程施工中质量控制与安全隐患管理分析

贾玉萍

新疆鸿源润泽建设有限公司, 新疆 伊犁 835200

[摘要] 水利工程涉及的领域广泛, 施工环境复杂且技术要求高, 使得质量控制与安全管理面临更大的挑战。传统管理模式未能充分适应现代水利工程的需求, 导致施工过程中常出现质量隐患与安全风险。随着工程技术的不断进步及项目规模的持续扩大, 施工过程中潜在的风险也在逐步增多。探讨如何通过系统化的管理方法与技术手段, 质量得以有效控制, 安全隐患被消除, 从而确保项目能够高效、安全地实施。此外, 分析了当前管理模式的不足, 并提出了针对性的改进措施, 为水利工程的施工管理提供有效的解决方案。

[关键词] 水利工程; 安全隐患; 质量控制; 安全管理

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15162

中图分类号: TV5

文献标识码: A

Analysis of Quality Control and Safety Hazard Management in Water Conservancy Engineering Construction

JIA Yuping

Xinjiang Hongyuan Runze Construction Co., Ltd., Ili, Xinjiang, 835200, China

Abstract: Water conservancy engineering involves a wide range of fields, complex construction environments, and high technical requirements, which pose greater challenges to quality control and safety management. The traditional management model has not fully adapted to the needs of modern water conservancy projects, resulting in frequent quality hazards and safety risks during the construction process. With the continuous advancement of engineering technology and the continuous expansion of project scale, potential risks in the construction process are gradually increasing. Explore how to effectively control quality and eliminate safety hazards through systematic management methods and technical means, thereby ensuring the efficient and safe implementation of projects. In addition, the shortcomings of the current management mode were analyzed, and targeted improvement measures were proposed to provide effective solutions for the construction management of water conservancy projects.

Keywords: water conservancy engineering; safety hazard; quality control; safety management

引言

水利工程作为国家基础设施的核心组成部分, 对社会发展与生态环境保护具有深远影响。随着工程规模的不断扩大与技术要求的提升, 施工过程中的质量控制与安全隐患管理所面临的挑战愈加复杂。如果施工中的质量问题与安全风险未能及时识别与有效处理, 不仅项目进度可能受到延误, 甚至还可能引发严重事故造成巨大的经济损失, 影响社会的可持续发展。因此, 如何在施工过程中有效执行质量控制与安全隐患管理, 确保水利工程按计划顺利完成, 已成为当前工程管理中亟待解决的关键问题。通过完善的管理体系和技术手段, 能够在降低风险的同时, 提升工程的整体安全性与质量水平。

1 加强质量控制和安全隐患管理的必要性

在水利工程施工中, 质量控制与安全隐患管理对工程的成功及可持续性至关重要。随着项目规模的扩展以及施工难度的加大, 质量与安全问题愈加复杂, 涉及的风险种类也日益多样化。对这两个方面加强管理不仅能确保施工过程顺利进行, 还能有效避免因质量问题或安全事故所带来的经济损失与社会负面影响。质量控制的核心目标是通

过标准化的管理流程与系统化的监督机制, 确保每个施工环节严格符合设计规范与施工标准, 有效的质量管理能够防止因不当工艺或不合格材料等因素对工程整体性能造成负面影响。安全隐患管理则集中于施工过程中潜在的各类风险, 采用事前预防、事中管控以及事后检查的方式, 确保施工人员的生命安全及施工环境的稳定性。若缺乏有效管理, 施工过程中不仅可能出现质量缺陷, 甚至会引发严重的安全事故对社会造成深远的负面影响。在水利工程施工中, 质量控制与安全隐患管理不仅是确保项目顺利完成的根基, 也是保障公众安全、减少环境损害、提升资源利用效率的重要手段。构建科学的管理体系并运用先进技术手段, 能够有效加强这两个方面的管控, 从而显著降低施工过程中的不确定性, 确保工程质量与安全, 最终为项目的长期稳定运行打下坚实的基础。

2 水利工程施工中的质量控制

2.1 施工前的质量控制

水利工程施工前的质量控制, 通过周密的规划、严格的审核以及充分的准备工作, 确保施工过程中的每一个环节都符合质量要求。设计阶段是质量控制的根基, 施工单

位需对施工图纸与设计方案进行细致审查,确保可行性与实际施工条件之间的匹配,在此阶段关键技术指标、施工材料的选择标准以及工艺要求应当得到充分关注,避免设计偏差在后期施工中引发潜在的质量隐患。材料的采购与验收也是质量控制中的重要环节,所有用于施工的材料必须符合国家或行业相关标准,并经过专业人员严格检验确保质量无误。在水利工程中,土石方、混凝土、钢材等材料对工程的稳定性与安全性起着至关重要的作用,因此材料验收工作不仅应局限于合格证书的审核,现场抽样与实验室检测同样必不可少,用以验证材料的实际性能。施工队伍的技术准备也显得尤为重要,根据项目特点施工单位应选派具备专业技能与丰富经验的技术人员,确保团队能够熟练掌握施工技术 with 操作规程,开工前的培训与技术交底能够帮助每位施工人员明确自身职责,掌握质量要求与操作规范。这些控制措施的实施使潜在的质量风险能够在施工前得到有效消除,为后续施工奠定坚实的基础,确保工程质量标准能够在实际操作中全面实现。

2.2 施工中的质量控制

在水利工程施工过程中,质量控制的关键在于确保每一环节都严格按照既定标准执行,避免因操作不当或管理不到位引发质量问题。有效的现场管理是施工质量控制的基础,项目经理及质量监督人员应随时关注施工现场,定期检查进度与质量,确保各项工作按计划顺利进行并达到设计要求。在质量控制中,首先施工工艺的执行必须严格遵循标准操作程序,每一项施工操作都应依照技术要求精确实施。例如,在混凝土浇筑过程中,施工人员必须严格把控水泥配比、浇筑速度及温度条件,以防因人为疏忽导致混凝土强度不达标,从而影响工程的长期稳定性。施工材料的管理同样至关重要,虽然材料在施工前已经通过严格验收,但在施工过程中,因存放、运输或使用不当仍可能出现质量问题。例如,钢筋若存放条件不当可能会生锈;混凝土在运输过程中可能遭受污染进而影响工程质量。为避免这些问题的发生,现场应安排专门的材料管理人员,确保所有材料处于良好状态并严格按照设计要求合理配置与使用。施工人员的技术操作也需进行持续监控,定期进行技术交底与培训确保每位施工人员都明确自己的职责及操作规范。同时,现场应设立质量检查机制,对每道工序进行严格验收确保无任何遗漏,对于关键工序,如基坑开挖、坝体填筑等,更应安排专人负责监督消除潜在的质量隐患。

2.3 施工后的质量控制

施工后的质量控制在水利工程项目中占据着极为重要的地位,关键在于竣工验收、评估以及后期维护,确保施工质量不仅符合设计要求,还能在长期使用过程中保持其稳定性与安全性。竣工验收作为施工后质量控制的核心步骤,必须严格按照相关规范与标准执行,质量检查小组

应对每个施工环节和成果进行详细审查,重点关注结构稳定性、材料性能、设备安装及安全防护等方面,发现问题时应立即进行整改直至达到合格标准。此外,竣工后的质量控制还需关注施工过程中可能遗留的隐患,水利工程涉及大量土方、混凝土及钢筋等材料,这些材料在长期使用过程中可能会受到自然环境变化、使用负荷等因素的影响,进而带来潜在风险。因此,定期对这些关键部位进行检查能够及时发现并消除质量隐患,确保工程的安全稳定运行。维护保养作为施工后质量控制的另一关键组成部分尤为重要,水利工程项目生命周期较长,竣工后的维护管理显得格外关键,项目管理方需建立完善的维护机制,定期巡查并检测工程状况,及时修复裂缝、渗漏等问题,避免小故障演变成严重隐患。对于一些特殊部位,如水坝、泵站等结构可能需要进行长期监测,关注其结构变形、运行状态等确保始终处于良好的工作状态。通过这些系统的施工后质量控制措施,不仅能够有效延长工程的使用寿命,确保长期稳定运行,同时还可降低维修成本提升项目的可持续性 with 社会效益。

3 水利工程施工中的安全隐患管理

3.1 施工前的安全隐患管理

水利工程施工前的安全隐患管理,关键在于通过全面的风险评估与安全防护措施,识别并消除施工过程中潜在的安全隐患。项目管理方应组织详细的安全风险评估,对施工的各个环节进行全面分析,识别其中可能存在的安全问题。除了常见的安全隐患,如高空作业、电气设备使用及机械操作外,还应特别考虑水利工程的特殊因素,例如水流、泥石流、地下水等对施工现场安全的潜在威胁。在此基础上,施工前的安全隐患管理应结合科学的安全预案制定,明确各类风险的应对措施^[1]。例如施工初期应安排专门的安全技术人员识别危险源,确定高风险区域,并为这些区域设置必要的安全防护措施,如围栏、警示标识等,确保施工人员远离潜在的危险,对于一些高风险作业如深基坑开挖或桥梁吊装,必须制定详细的安全操作规程,明确每个施工步骤的具体要求,确保施工过程严格按照安全要求进行。施工人员的安全教育与培训也为关键环节,所有参与施工的人员应经过严格的安全培训,掌握基本的安全操作规范与应急处置流程,定期的安全培训与技术交底确保每位施工人员能够识别潜在风险,并始终将安全放在首位,落实到实际操作中。实施这些措施,施工前的安全隐患得以有效识别与管控,为后续施工的顺利推进奠定了坚实的安全基础,从而最大限度地降低事故发生风险。

3.2 施工中期安全隐患管理

在水利工程施工的中期,安全隐患管理的重点转向对施工过程中的风险进行实时监控与应急响应。此阶段的安全管理面临更多复杂的情形,由于施工环节繁多、工序复杂,因此需要采取多层次的管理措施,确保每个作业环节

都在可控的安全范围内执行。施工现场的安全巡查与监督成为中期安全隐患管理的核心任务,项目管理方应安排专职安全员定期对现场进行全面检查,尤其要关注深基坑、高空作业、电气设备区等高风险区域,发现的安全隐患应立即采取整改措施,确保隐患消除后,施工方方可继续推进工程。在这一阶段危险源的管理显得尤为重要,特别是在操作大型机械、混凝土浇筑、土方开挖等高风险作业时,必须严格按照操作规范进行,避免因疏忽引发设备故障或人员伤亡^[2]。同时,施工设备的定期检查与维护也至关重要,确保每台设备始终保持良好工作状态,以防因机械故障引发的安全事故。项目方需确保所有设备经过严格检验,随时处于最佳运行状态从而消除潜在的安全风险。此外,施工人员的安全意识依然是确保施工过程安全的关键因素,在此阶段安全培训绝不能松懈,项目方需要通过定期的安全交底及应急演练,增强施工人员应对突发事件的能力。面对恶劣天气或特殊作业条件,施工人员必须能够迅速采取规范的安全应对措施,以最大限度减少事故发生的概率。为了确保管理措施的有效执行,项目方还应引入现代化技术手段,如视频监控系统进行全天候的现场监督,确保各项安全操作严格得到遵守。

3.3 施工后期安全隐患管理

在水利工程施工的后期,安全隐患管理依然至关重要,尤其在工程接近竣工阶段,尽管施工工作已进入尾声,施工现场仍存在一定的复杂性与潜在风险。此阶段的安全管理重点转向竣工后的验收、风险评估及后期运行的安全保障。竣工后的安全检查必须得到充分重视,特别是对工程的各个部分进行全面验收,尤其是对水坝、隧道、泵站等高风险设施的安全性进行严格检查。任何细小的安全隐患若被忽视,可能在设施投入使用后引发严重后果。因此在竣工验收时,除了进行常规的技术与质量检查,安全隐患排查也应成为重点内容,确保所有设施都能达到安全运行的标准。施工后的隐患管理不仅仅包括整改施工过程中可能遗留的问题,还应特别关注一些隐蔽的安全隐患,某些问题可能在施工初期未能完全暴露出来,如电气设备安装不规范、基础设施防水处理不到位等,随着时间推移及工程使用后负荷变化这些问题可能逐渐显现^[3]。为此,施工单位应制定详细的后期检查与监测计划,对关键设施进行定期巡查,及时发现潜在问题并采取有效措施加以解决。在安全管理的后期,交接与人员培训也是不可忽视的环节,

尽管工程已完成,新的运营阶段仍然要求确保使用人员的安全。相关操作人员必须接受专业的安全培训,确保他们了解设施的正确操作方法、维护程序及应急响应措施,同时施工方应向项目管理方提供全面的安全档案,以便后期设施的安全使用得到充分保障。需要注意的是施工后的安全隐患管理不仅是一个短期任务,更应视为长期责任,项目管理方需确保竣工后的安全监督机制持续有效,特别是在设施投入使用初期及其后续维护阶段,确保工程在长时间内保持安全稳定地运行,避免因管理不到位而引发安全事故。

4 结语

水利工程的施工质量与安全管理对于项目的成败至关重要,直接关系到工程的长期稳定性及其带来的社会效益。通过在施工的各个阶段,从前期准备到中期执行再到后期验收与维护,进行全面而细致的质量与安全隐患管理不仅能够显著降低施工过程中的风险,还能确保工程按时、高质量完成,并最大限度地保障施工人员的安全。在施工前,通过详细规划与严格的材料验收,每一环节的安全保障都得到了充分保障;在施工过程中,持续的监控与严格的操作要求确保了每一项作业都在安全范围内进行;而在施工后期,通过全面的工程验收与后期维护,工程的安全与稳定运行得到了有效保障。水利工程的质量控制与安全隐患管理是一个系统性、动态的过程,贯穿项目的整个生命周期,需各方共同努力与紧密配合。随着技术的不断进步与管理理念的逐步更新,水利工程的安全与质量管理将朝着更加精细化与智能化的方向发展。唯有不断优化管理体系、提升技术能力,才能确保水利工程在实现社会效益的同时,最大限度地降低风险,创造更为安全、可靠的工程成果。

【参考文献】

- [1]禹晓霞.农村水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理[J].农家参谋,2022(9):168-170.
 - [2]阿合买提·哈司木.水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理[J].城市建设理论研究(电子版),2024(2):205-207.
 - [3]廖荣.水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理[J].工程技术研究,2020,5(3):181-182.
- 作者简介:贾玉萍(1971.6—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:水利水电智能管理,当前就职单位名称:新疆鸿源润泽建设有限公司,职务:项目经理。

水利施工技术在水库加固中的应用与探讨

张建平

江苏河海建设有限公司, 江苏 镇江 212000

[摘要]随着水库建设的迅速推进, 日益严峻的加固需求已成为我国面临的重大挑战。许多老旧水库因设计标准滞后, 导致坝体、堤防等关键设施出现结构性问题。加固施工不仅需要应对复杂的地质条件, 还要求技术具备高度的适应性与施工效率。近年来, 尽管水库加固技术已取得显著进展, 但在实际施工过程中, 技术应用不足、设计与施工脱节等问题依然存在。因此, 探索更加高效、精细的施工技术, 提升加固方案的科学性与可操作性, 已成为当前水利工程领域亟待解决的核心问题。

[关键词]水利施工技术; 水库加固; 地质条件

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15149

中图分类号: TV543

文献标识码: A

Application and Exploration of Water Conservancy Construction Technology in Reservoir Reinforcement

ZHANG Jianping

Jiangsu Hehai Jianshe Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

Abstract: With the rapid progress of reservoir construction, the increasingly severe demand for reinforcement has become a major challenge facing China. Many old reservoirs have structural problems with key facilities such as dam bodies and embankments due to outdated design standards. Reinforcement construction not only requires dealing with complex geological conditions, but also demands high adaptability and construction efficiency in technology. In recent years, although significant progress has been made in reservoir reinforcement technology, problems such as insufficient application of technology and disconnection between design and construction still exist in the actual construction process. Therefore, exploring more efficient and refined construction techniques to enhance the scientific and operational feasibility of reinforcement schemes has become a core issue that urgently needs to be addressed in the field of water conservancy engineering.

Keywords: water conservancy construction technology; reservoir reinforcement; geological conditions

引言

水库作为关键的水利设施, 广泛应用于防洪、灌溉、供水及发电等多个领域。随着使用年限的延长及外部环境的变化, 坝体老化、渗漏等结构性问题已成为许多水库面临的严峻挑战, 这些问题对水库的安全运行构成了严重威胁。为确保水库的长期稳定运行, 提升防洪及储水能力, 加固工程已成为不可或缺的重要措施。现代水利施工技术的不断发展, 为水库加固提供了丰富的技术手段与解决方案。

探讨水利施工技术在水库加固中的实际应用, 分析当前存在的主要问题, 并提出相应的优化策略, 为未来水库加固工程的实施提供理论依据与实践指导。

1 水利施工技术在水库加固中的作用

水利施工技术在水库加固中的作用至关重要, 核心价值不仅在于提升水库整体结构的稳定性, 还在于显著增强工程的安全性及使用寿命, 通过科学合理的施工工艺, 水库坝体、堤防及其他结构物的承载能力得以有效优化, 从而使其能够有效应对长期运行过程中可能出现的沉降、裂缝及渗漏等问题。这些技术不仅为水库的防洪与排水功能提供了有力保障, 且增强了水库在极端天气条件下的抗风险能力。在满足设计要求的前提下, 水利施工技术能够灵

活地适应现场条件, 调整施工方案, 减少对环境的影响并有效降低工程成本。由此可见, 水利施工技术的应用不仅直接关系到工程质量的优劣, 而且为资源的高效利用与环境保护提供了坚实的技术支持。

2 水利施工技术在水库加固中面临的问题

2.1 施工环境复杂带来的技术挑战

在水库加固工程中, 复杂的施工环境构成了显著的技术挑战。水库通常位于地质条件复杂的地区, 施工过程中常会遇到岩层不稳定、地基承载力不足及渗漏等问题, 这些情况对加固技术的选择及施工方案的制定提出了较高要求。同时水库在运行期间必须保持基本的蓄水与供水功能, 因此施工进度与水库正常运行的协调变得尤为关键, 增加了施工的难度, 气候条件的不可预测性, 特别是暴雨与洪水的突发, 常常使施工计划受到干扰, 甚至可能对已完成的工程部分造成破坏。此外, 水库周边生态环境的敏感性要求施工过程中尽量避免破坏植被或污染水体, 这一需求对施工技术的选择形成了额外制约, 进一步提升了工程的复杂性。

2.2 施工技术与加固设计的适配性问题

施工技术与加固设计的适配性问题是水库加固工程

中常见的挑战之一。在加固设计阶段，通常会依据水库的具体情况 & 预期使用年限进行详细规划，综合考虑水流动态、土壤性质、历史沉降数据等多方面因素。但实际施工中，设计与现场条件之间往往存在偏差。例如，地质结构的突发变化未能在设计阶段充分预见，导致施工技术未能与设计完全对接。此外，施工技术有时也无法满足设计中某些精细要求，尤其是在施工难度较大或工期紧张的情况下，适配性问题难以通过简单调整解决。使用的材料和设备可能与设计要求存在差距，这不仅影响了设计效果的实现，还可能导致后期维护成本的增加。由此可见，施工技术与加固设计的有效对接，是确保水库加固工程顺利实施并达到预期目标的关键因素。

3 水利施工技术在水库加固中的应用

3.1 坝体加固施工技术

坝体加固施工技术在水库加固工程中占据着至关重要的地位，特别是对于那些因年久失修或设计缺陷导致结构安全性下降的大坝。为确保坝体的稳定性及抗渗性能，施工中往往采用多种加固、修复和防渗技术，常见的加固方法包括注浆加固、锚固加固及外包裹加固等，每种方法在提升坝体抗压强度及抗裂能力方面都发挥着不同作用。注浆加固技术，通过在坝体内部注入水泥浆填充裂缝与空洞，从而有效增强坝体的整体稳定性。锚固加固则通过安装锚索或锚杆，增强坝体的抗滑能力，防止沉降或位移的发生。外包裹加固则是采用高强度复合材料或钢筋网对坝体进行包裹，既能提高其抗震性能，又能有效改善防渗效果。每种加固技术的应用都必须根据坝体的具体条件，如土质、沉降情况及受力需求等进行科学评估。合理选择并应用这些施工技术，不仅能够延长坝体的使用寿命，亦能显著提高水库的整体安全性，从而确保其稳定运行。

3.2 堤防结构改进技术

堤防结构改进技术在水库加固工程中具有不可或缺的重要性，尤其是在水库周围堤防出现沉降、裂缝或渗漏等问题时。堤防的结构改进不仅直接关系到防洪安全，更是水库长期稳定运行的关键保障，常见的堤防改进方法包括加高加固、截渗及抗震加固等。加高加固技术通过提升堤防高度或优化坡度，显著增强防洪能力，截渗技术则通过设置防渗层或防渗墙，减少水流渗透对堤防基础的侵蚀，从而确保堤防结构的稳定性。抗震加固技术，尤其在地震多发区域越来越受到关注，通过提升堤防的抗震能力，有效防止地震引发的结构失稳或破坏。为进一步提升堤防的抗压强度与耐久性，越来越多的水库加固工程开始采用复合材料、钢筋网及高性能混凝土等新型材料，这些材料的应用显著强化了堤防的整体结构。随着施工技术的不断进步，堤防结构的改进也趋向更加精细与智能化，能够更加精准地应对复杂的环境条件，确保水库的安全运行。

3.3 渗漏治理与防渗施工技术

渗漏治理与防渗施工技术在水库加固中发挥着至关

重要的作用，尤其是在水库长期使用或自然环境变化导致坝体及堤防出现渗漏时。渗漏问题不仅影响坝体的稳定性，还可能降低水库的蓄水能力，严重时甚至威胁到周围生态环境的安全。为了解决这一问题，常见的防渗技术包括深层加固注浆、土工膜铺设以及混凝土防渗层施工等。深层加固注浆技术通过高压注入水泥浆液，填充坝体及堤防中的裂缝与孔隙，从而有效封堵渗漏源。土工膜铺设则通过在坝体外表面覆盖一层高强度防渗膜，形成一道坚固的屏障防止水流透过土体渗入。而对于已经出现明显渗漏的坝体，混凝土防渗层施工则通过提高外表面的密实性，进一步减少水分渗透的可能性。近年来，新型防渗材料如高分子防渗膜和树脂注浆材料，逐渐应用于渗漏治理中，这些材料不仅具备优良的抗水性，还能有效提高施工效率。随着技术的不断进步，防渗施工技术变得日益精细与多样，能够根据不同水库的具体需求，灵活选择合适的防渗措施，确保水库的长期稳定运行。

3.4 水库泄洪与排水系统优化技术

水库泄洪与排水系统的优化在保障水库安全与防洪能力中起着至关重要的作用。随着极端气候事件的频发，水库必须增强泄洪能力以应对突发的大流量洪水。传统的泄洪系统通常包括溢洪道、导流洞及排水渠等结构，但随着水库规模的扩大以及使用年限的增长，现有排水设施往往面临排水能力不足、泄洪效率低下等问题。因此，现代技术手段对这些系统进行优化已成为当务之急。优化的核心目标是提升泄洪能力并提高系统的运行效率。例如，通过调整溢洪道的结构设计，能够有效提高在洪水高峰期的疏导效率，减轻坝体负担并降低溢洪道损坏的风险。同时，自动化监控系统的应用使水位、流量等关键参数得以实时监测，依据实时数据动态调整泄洪量，从而确保系统在各种条件下的高效运行。现代水力学模拟技术的引入进一步增强了对不同气候条件下泄洪需求的预测能力，优化了排水系统的布局与结构，确保在极端天气下能快速有效地排除多余水量。随着智能化技术的不断发展，越来越多的水库已开始采用智能排水控制系统，通过数据分析与预测，实现泄洪与排水过程中的精细化管理。这些技术不仅提升了水库的安全性，也显著增强了其应对复杂洪水事件的能力。

4 水利施工技术在水库加固中的优化策略

4.1 提升施工技术与设计的融合性

提升施工技术与设计的融合性是水库加固工程顺利推进的关键。加固设计通常依据水库的具体情况、历史数据及未来需求进行制定，涉及多个技术层面与施工方案。若设计方案与实际施工技术未能有效衔接，施工进度可能会延误，成本也可能上升，甚至影响加固效果^[1]。因此，在设计阶段充分评估施工的可行性显得尤为重要，特别是在选择与现场条件匹配的技术手段时必须谨慎考量。在实际施工过程中，设计团队与施工人员之间的紧密合作显得尤为关键，双方应保持持续沟通，实时调整施工方案，及时应对现场实际情况带来的各种挑战。例如，在设计时对

地质条件与环境变化进行充分预判,提前规划出灵活且可调整的方案,这不仅有助于施工过程的顺利进行,还能提高工程的灵活性与应变能力。

4.2 针对不同地质条件的加固技术选择

针对不同地质条件选择合适的加固技术,成为水库加固工程中的一个关键环节。水库所在区域的地质环境复杂多变,可能涉及软弱土层、岩石裂缝、地下水位高等多种情况,要求加固技术必须根据每种特定地质特征量身定制。对于软弱土层,深层搅拌法与桩基加固是常见的加固技术,这些方法能够有效增强土体的承载力,防止沉降或滑移的发生^[2]。在岩质坝体或堤防的加固中,注浆加固与锚固加固则为常用手段,注浆加固通过向裂缝注入水泥浆液以增强坝体的稳定性与抗渗能力,而锚固加固则通过安装锚杆来提升坝体的抗滑能力。当地下水位较高时,防渗技术的应用显得尤为重要,常见的方法包括设置土工膜或防渗墙,以有效阻止水流对坝体的侵蚀。随着现代施工技术的进步,智能传感器监测与地质雷达勘察等新兴技术逐渐得到应用,这些技术能够通过实时数据采集与分析,精确地判断地质条件的变化,从而动态调整加固方案。

4.3 引入智能化与信息化施工管理技术

引入智能化与信息化技术已成为提升水库加固工程效率与质量的关键手段。随着科技的不断发展,智能化与信息化技术在施工管理中的应用已日益成为推动工程现代化的核心因素,借助物联网、无人机及传感器等先进技术,施工现场的各类数据,如土壤湿度、温度变化以及坝体位移等能够被实时监控并反馈,这些数据为工程师提供了精确的施工进度与质量评估,帮助及时识别潜在问题,从而避免因延误与安全问题对工程造成的不利影响。信息化管理系统的应用能够有效集成项目中的各种信息,实现施工计划、资源调配与成本控制的实时跟踪与优化,通过这种集中管理方式,项目各环节得以高效协同,避免了信息孤岛与沟通障碍的出现^[3]。与此同时,智能化施工设备的使用,如自动化挖掘机、智能搅拌机等,显著提高了施工的效率与精度,减少了人为操作的误差,进一步确保了施工质量。值得一提的是借助大数据分析技术,施工过程中生成的海量数据得以被深入挖掘,从而准确预判可能的风险点,为项目决策提供科学依据。由此形成的数据驱动的决策模式,既增强了施工管理的精细化水平,也保证了水库加固工程在复杂环境中的顺利推进。

4.4 推动环保型施工技术的发展

推动环保型施工技术的发展,是水库加固工程中实现

可持续发展的关键策略。在环保意识日益提高的今天,环保施工技术的应用不仅有助于保护自然环境,而且在提升工程的长远可持续性方面起到了至关重要的作用。传统的施工方法通常伴随大量资源消耗、噪声污染以及废弃物排放,给周围生态系统带来较大压力。而环保型施工技术的核心目标则是最大限度地减少这些负面影响,涉及材料选择、施工工艺优化及废弃物处理等多个方面。例如,低碳水泥、可回收钢材等绿色建材的选择,可以显著减少对环境的污染,在施工过程中采用先进的节能设备及优化工艺,不仅能有效降低能源消耗,还能提升资源利用效率,环保施工技术还包括现场采取的污染防控措施,如雨水收集、废水处理及固废分类等,这些措施能够有效避免施工过程中对水体与土壤造成二次污染。随着技术的不断创新,环保型施工方法不仅能够显著降低环境风险,还能够确保项目在遵循环保政策的框架下顺利推进,从而推动水库加固工程朝着更绿色、低碳、可持续的方向发展。

5 结语

水利施工技术在水库加固中的应用,体现了现代工程技术与环境保护需求的深度融合,通过优化施工技术、加强设计与施工的协同、采用创新加固方法,以及引入智能化与信息化管理,水库加固工程的安全性、可靠性得到了显著提升。这些技术不仅为水库的管理与维护提供了持续的支持,也促进了生态环境保护。在施工过程中技术选择与地质条件的匹配,以及环保施工技术的应用,提高了工程效率,并有效减少了对环境的负面影响。随着施工环境的复杂化与技术需求的变化,经验的积累、研究的推动以及行业标准的完善仍是技术创新不可忽视的方面。水库加固工程的成功,不仅保障了基础设施的安全,也强化了水资源的管理。未来,随着技术的进步,水库加固工程将变得更加精准、高效、低碳,从而推动水利工程的可持续发展。

【参考文献】

- [1]刘祥祥.水利施工技术在水库加固中的应用与探讨[J].水上安全,2024(17):175-177.
- [2]赵洪海,刘玉东.水库溢洪道施工技术在水利工程中的应用[J].中外企业家,2020(20):115.
- [3]李昌宇,戴林军.防渗墙施工技术在水库大坝工程中的应用——以水磨坑水库加固工程为例[J].工程技术研究,2022,7(23):64-66.

作者简介:张建平(1972.12—),本科,工程师,设备科经理。

水利工程建设质量与安全监督管理要点研究

温作清

平阳县水利发展投资有限公司, 浙江 温州 325400

[摘要]在我国社会经济快速发展的背景下, 水利工程建设力度也在不断加大, 尽管我国在水利工程建设方面已经拥有成熟的技术, 但是长期以来由于行业竞争形势的不断加剧, 导致在建设过程中质量与安全管理工作并没有得到有效开展, 而且大多数水利工程在建设过程中面临着复杂的地质条件, 这对水利工程建设质量和安全监督管理活动的有效开展都产生了深远影响。为了解决这一问题, 文章对目前的水利工程建设质量与安全现状进行了分析, 在全面分析的基础上提出优化和改进策略。

[关键词]水利工程; 建设质量; 安全监督; 监督管理; 管理要点

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15147

中图分类号: TV512

文献标识码: A

Research on Key Points of Supervision and Management of Water Conservancy Project Construction Quality and Safety

WEN Zuoqing

Pingyang County Water Conservancy Development Investment Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325400, China

Abstract: Under the background of Chinese rapid social and economic development, the intensity of water conservancy project construction is also increasing. Although China has mature technology in water conservancy project construction, the quality and safety management has not been effectively carried out in the construction process due to the increasing competition in the industry for a long time, and most water conservancy projects are faced with complex geological conditions in the construction process, which has a far-reaching impact on the quality of water conservancy project construction and the effective development of safety supervision and management activities. In order to solve this problem, this paper analyzes the current situation of water conservancy project construction quality and safety management, and puts forward optimization and improvement strategies on the basis of comprehensive analysis.

Keywords: water conservancy project; construction quality; safety supervision; supervision and management; key points of management

引言

随着我国社会经济的迅速发展, 水利工程建设已成为支撑基础设施建设与社会经济发展的重要力量。面对水资源管理、灌溉、防洪及供水等需求日益增加的形势, 水利工程建设规模与复杂度不断上升。然而, 在水利工程建设过程中, 质量与安全问题是制约工程顺利实施的关键因素。尤其是在项目施工的各个环节, 质量控制与安全管理的对工程的可持性及其社会效益产生深远影响。尽管在技术层面, 我国水利工程建设取得了显著进展, 行业竞争日趋激烈, 但由于管理体制、责任落实及资金运作等方面的问题, 质量与安全监督管理依旧面临诸多挑战。为应对日益严峻的工程质量与安全问题, 《水利工程质量管理规定》(水利部令第 52 号) 于 2023 年 1 月 12 日由水利部发布, 其中对项目法人的质量责任、工程建设的监督机制、质量控制措施等作出了明确规定, 目的是提升水利工程建设过程中的质量管控水平, 确保工程的安全性与高效性。本文从现阶段水利工程建设质量与安全监督管理的现状出发, 分析当前管理模式中的不足之处, 并结合《水利工程质量管理规定》提出优化建议。通过研究管理体系、资金调配、风险防控及应急管理等方面, 旨在为提升水利工程质量与安全管理水平提供理论依据与实践指导。

1 水利工程建设质量与安全监督管理的价值特点

水利工程建设质量与安全监督管理具有显著的价值特征, 其核心在于保障工程的长期持性及社会效益。作为关系国家经济与社会发展的关键基础设施, 水利工程涵盖防洪抗旱、灌溉供水、生态保护等多重重要功能, 任何质量与安全问题都可能对人民群众的生命财产安全与生态环境产生严重影响。在这种情况下, 建设过程中的质量与安全监督管理不仅是项目实施的有效管控, 更是对公共利益的必要保障。由于水利工程建设周期较长, 技术复杂且涉及多个领域, 特别是在面临复杂地质环境的情况下, 每一个环节的疏忽可能引发重大安全事故或质量问题。贯穿整个建设过程的质量与安全管理是必须的, 从设计到施工再到竣工验收, 每一环节都需严格监管与控制。此外, 水利工程涉及多个部门和单位的协同合作, 若管理责任划分不清, 监督力度不足, 便可能导致一些质量与安全隐患未能及时发现或处理。因此, 在监督管理过程中, 责任意识的强化是必不可少的, 确保每个环节严格按照规范执行, 从而保障工程的质量与施工安全。

2 水利工程建设质量与安全监督管理现状

当前, 水利工程建设质量与安全监督管理面临诸多挑战。一个突出的问题是管理权责不清。尽管相关法规和制

度逐步完善,但在实际操作中,工程建设的责任常常模糊,尤其是在一些大型项目中,涉及的单位众多,职责划分不明确,导致监督管理的执行力不足。质量监督方面,虽然设有专门的检查机构,但在许多项目实施过程中,监督工作往往仅停留在形式层面,缺乏实质性的质量控制及整改措施。这种表面化的监督未能有效消除质量隐患,反而可能导致问题的积累并逐渐加重。与此同时,安全管理方面也存在较大缺失,特别是在施工环节,工人的安全培训不到位,施工现场的安全防护措施不到位,安全事故频发的情况时常发生。另一个重要问题是专业素质的不足,许多从事质量与安全管理的人员缺乏必要的技术培训与管理经验,难以应对复杂的施工环境及现场不断变化的情况,致使管理效果不佳^[1]。此外,工程项目的资金链不稳定也是影响质量与安全管理的关键因素,资金不到位或使用不当,严重制约了工程进度及施工质量,甚至可能导致项目停工,从而进一步影响工程的安全与质量保障。最后,项目立项阶段的管理不够完善,尽管许多水利工程在立项阶段已进行初步的风险评估与设计规划,但在实施过程中,往往会出现较多的调整与变更,造成项目的初衷与实施目标的不一致,增加了质量与安全管理的难度。

3 水利工程建设质量和安全监督管理优化建议

3.1 打造一体化质量监督管理体系

根据《水利工程质量管理规定》(2023年1月12日发布,水利部令第52号),项目法人在水利工程建设中承担着至关重要的质量管理责任。该规定明确,作为建设单位,项目法人不仅是质量管理的主要责任主体,还应对项目全过程的质量实施全面的管理与监督。项目法人的质量管理责任贯穿于工程立项、施工阶段、竣工验收乃至后期维护等各个环节,涉及项目的每一个细节。因此,建立一体化的质量监督管理体系,不仅是确保水利工程质量的必然措施,也是履行项目法人法定责任中的核心环节。一体化质量监督管理体系要求在各个建设阶段确保质量管理得以有序实施,项目法人应当为此构建完善的质量管理组织架构,明确各级管理人员的职责,确保质量管理责任落实到位。根据《水利工程质量管理规定》,项目法人需设立专门的质量管理岗位,指派经验丰富的专业人员负责质量控制,确保每个环节的质量目标得以有效执行。质量管理体系应覆盖整个项目建设过程,包括设计、施工、竣工验收以及后期维护等各阶段,从而确保质量管理的持续性。为此,项目法人需通过建立质量控制点,配合科学的质量评估机制,及时识别并解决施工中的质量问题,防止隐患的积累。实践过程中,现代信息技术手段,如BIM技术、物联网监测等,应被项目法人充分利用,以推动质量管理的数字化、可视化及实时化。通过信息化手段,工程质量的动态能够被实时监控,及时决策可作出,从而确保质量管理的高效性与透明度。除这些措施外,施工单位的质量监督与管理亦应得到项目法人的加强,确保施工单位按照

设计要求及工程标准实施,并不断提升质量管理水平。

3.2 完善资金调配

资金调配的合理性在水利工程建设中的质量与安全管理中起着至关重要的作用。《水利工程质量管理规定》(2023年1月12日发布,水利部令第52号)明确指出,作为质量管理的首要责任主体,项目法人不仅需要承担质量管理重任,还必须确保资金的有效配置与合理使用,从而保障质量控制措施能够得以有效实施。项目法人的质量责任不仅涉及到工程实施的各个阶段,还包括项目资金的调配、管理与监督。为了保障水利工程质量,项目法人应在项目立项阶段充分考虑资金的充足性与流动性,确保资金能够支持质量控制体系的建设与运行。资金调配应严格按照项目需求进行,确保各项资金投入精准合理,特别是在质量与安全管理方面的资金保障,涵盖质量检测、质量监督以及现场管理等,确保这些关键环节的质量控制不因资金问题受到影响。在项目实施过程中,资金应根据工程进度与质量要求进行动态调整,以确保质量管理工作能够得到及时与充足的资金支持,避免因资金短缺或管理不善而导致质量管理的滞后或缺失。同时,项目法人还需要加强对资金使用的监管,确保每一笔资金都被用于实际的质量管理需求,防止资金的挪用或浪费^[2]。通过建立完善的资金审计与监控机制,项目法人能够及时发现资金使用中的问题,防范风险,确保质量管理资金的透明性与合规性。

3.3 健全项目管理体系

完善项目管理体系是确保水利工程建设质量与安全的关键环节。作为质量管理的主要责任主体,项目法人肩负着全程质量监督与管理的职责,尤其是在项目管理体系的构建与完善过程中,至关重要的作用被起到。项目法人不仅需要对工程质量进行严格管控,更应确保质量管理体系在项目各阶段的有效运作,这要求对项目的管理体系进行系统化、规范化的建设。具体而言,质量管理规划应由项目法人根据工程的实际需求制定,明确各阶段的质量目标、措施及责任人。在项目管理体系中,专门的质量管理岗位需设立,以确保每个环节有专职人员负责,从而能够及时识别并处理潜在的质量问题。此外,质量信息化管理的加强应由项目法人推动,质量管理的数字化与智能化发展得到进一步促进,借助技术手段对项目质量状况进行实时监控,确保质量管理能够精准、及时地执行。为了确保项目的顺利推进,健全的沟通与协调机制应由项目法人建立,保障各参与方之间的高效协作与信息共享。设计单位、施工单位、监理单位等在质量管理中的配合与支持是项目成功的关键。与此同时,项目法人应加强对各方责任的明确与落实,确保各单位在质量管理中的职责得到有效履行,防止因责任不清导致质量问题的出现。此外,项目法人还需强化对项目管理人员的培训与考核,提升其专业素质与质量意识,使其能够更好地应对质量管理中可能遇到的各类挑战,确保项目管理体系的长效运作。

3.4 建构综合网络监督体系

在水利工程建设中,作为质量管理的主要责任方,项目法人必须全面承担质量管理职责,确保项目质量控制贯穿全过程。《水利工程质量管理规定》(2023年1月12日发布,水利部令第52号)明确指出,项目法人对工程质量负有首要责任,这不仅涵盖了各个建设环节,还要求项目法人对整个建设过程进行积极监督。为了确保质量责任的落实,构建一个综合网络监督体系已成为至关重要的手段。该综合网络监督体系通过整合信息化技术,能够将工程设计、施工、监理、验收等环节紧密衔接,从而确保质量管理全过程的透明性与可追溯性。项目法人应充分发挥管理主体作用,依托现代信息技术搭建覆盖所有建设阶段的网络平台,对质量管理进行实时监控与数据分析。通过系统化的数据收集与分析,项目法人能够及时掌握工程进展情况,发现并解决潜在的质量问题,确保项目执行过程始终符合质量标准^[3]。在构建这一网络监督体系时,信息平台的综合性与智能化水平必须得到提升,以确保所有参与方能够共享信息并协同合作。通过该平台,项目法人能够对设计、施工单位及监理单位的质量管理进行全面监督,确保各方职责得以落实。尤其是在施工阶段,项目法人应根据平台提供的实时数据,动态跟踪施工质量,并通过数字化手段对潜在的质量风险进行分析与预警,从而防止隐患转化为质量问题。

3.5 提升应急管理 with 风险防控能力

提升应急管理 with 风险防控能力,要求项目法人全面评估潜在的安全风险。这一评估应涵盖水利工程的各个环节,包括设计、施工、设备安装等。通过对可能出现的各种风险进行科学分析,能够预先制定相应的应急预案。尤其在水利工程中,由于复杂的施工环境与特殊的地质条件,可能会面临如水土流失、滑坡、洪水等自然灾害,因此,全面的风险评估至关重要。项目法人应当利用现代信息技术手段,如大数据与人工智能,对工程中的风险进行实时监控与分析。通过先进的监控系统,安全隐患能够在项目现场及时发现,早期预警也得以实现,从而提前识别潜在的风险问题。此外,一支专业的应急管理团队应当被组建,以便在风险发生时迅速响应并采取有效的应急措施。应急管理团队的成员应具备丰富的应急处置经验,并定期参加应急演练与培训,从而增强应对突发事件的能力。风险防控体系还需完善,项目法人应加强各环节的责任制建设。通过制度化管,施工人员、设计人员与监理人员能够明确各自的安全责任,并严格遵守安全规程,减少事故发生风险。同时,所有参与单位必须能够紧密合作,共同应对突发状况,构建一个高效协同的风险防控网络。

4 项目法人责任的强化与落实

项目法人必须承担全程质量监督的责任,确保施工单位严格按照设计图纸、技术规范及相关法规执行,定期开

展质量检查与评估。在与施工单位及监理单位的密切协作下,质量问题应及时被发现,并采取必要的纠正措施,以防止这些问题影响工程整体质量。此外,项目法人需建立完善的质量信息管理系统,通过信息化手段实时监控工程质量,确保各个环节的质量数据能及时传递给管理层,从而确保有效的质量控制。在项目的安全管理方面,项目法人同样负有重要责任。水利工程建设中的安全隐患多种多样且不断变化,全面的风险评估必须由项目法人进行,以识别项目实施过程中可能出现的安全风险,进而据此制定详细的应急预案。通过定期组织安全培训和模拟应急演练,项目团队应具备应对突发情况的能力,特别是在面对极端天气、地质灾害等自然因素时,应急资源的及时调配应由项目法人确保,以保证紧急情况下能够迅速采取有效措施^[4]。《水利工程质量管理规定》明确要求,项目法人负责资金管理 with 使用,确保所需资金充足且按时到位。通过合理调配资金,质量控制措施的顺利实施能够得到保障,并且安全生产措施也得以落实,从而避免因资金问题导致质量管理或安全管理的缺失。此外,团队建设 with 人员培训应被项目法人重视,确保所有参与质量与安全管理的人员了解并遵守相关标准与流程。定期进行技术培训 with 质量控制知识普及,有助于提升全体人员的质量意识 with 安全责任感,从而确保在项目建设中,每个人能够自觉履行各自的质量与安全职责。

5 结语

水利工程建设的质量与安全管理对保障工程顺利进行和社会效益至关重要。尽管相关法规和管理体系逐步完善,但在实际执行过程中,仍面临许多挑战,如项目法人责任不明确、资金调配不足、监督机制不完善等问题。因此,优化水利工程的质量与安全管理,强化项目法人责任的落实,完善管理体系,提升风险防控和应急响应能力,显得尤为重要。通过加强一体化质量监督体系、健全项目管理流程和风险管理机制,可以有效提高工程质量,确保安全,推动水利工程建设可持续发展。希望本文的建议能为相关部门和项目法人提供一定的参考,进一步推动水利工程建设质量和安全管理的提升。

【参考文献】

- [1]刘太军. 水利工程建设质量与安全监督管理方法及价值探讨[J]. 水上安全,2024(20):142-144.
- [2]彭俊坤. 水利工程建设质量与安全监督管理体系探讨[J]. 水上安全,2023(6):142-144.
- [3]陈丽,栾媛,凌莉. 水利工程建设质量与安全监督管理体系探究[J]. 科技风,2020(25):130-131.
- [4]黄保华. 水利工程建设质量与安全监督管理体系探讨[J]. 科技风,2018(17):198.

作者简介:温作清(1988.2—),单位名称:平阳县水利发展投资有限公司;毕业学校:浙江水利水电学院。

绿色施工理念在水利工程管理中的实践与创新

代 磊

安徽韦嘉建筑工程有限公司, 安徽 临泉 236400

[摘要] 随着环境保护和可持续发展理念的不断深入, 绿色施工理念在水利工程管理中的应用逐渐成为行业发展的重要方向。通过引入绿色施工技术, 能够有效降低资源消耗、减少环境污染, 并提升工程项目的长期运行效益。在水利工程管理过程中, 绿色施工理念不仅要求在施工阶段优化资源配置, 还需在设计、材料选择和施工工艺等方面进行创新。结合案例分析, 绿色施工理念已在多个水利工程项目中取得显著成效。未来, 随着技术创新和政策支持的不斷加强, 绿色施工理念将在水利工程中发挥更大的作用, 推动行业可持续发展。

[关键词] 绿色施工; 水利工程; 管理创新; 可持续发展; 技术应用

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15145

中图分类号: TV5

文献标识码: A

Practice and Innovation of Green Construction Concept in Water Conservancy Engineering Management

DAI Lei

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

Abstract: With the continuous deepening of environmental protection and sustainable development concepts, the application of green construction concepts in water conservancy project management has gradually become an important direction for industry development. By introducing green construction technology, it is possible to effectively reduce resource consumption, minimize environmental pollution, and enhance the long-term operational efficiency of engineering projects. In the process of water conservancy project management, the concept of green construction not only requires optimizing resource allocation during the construction phase, but also requires innovation in design, material selection, and construction technology. Based on case analysis, the concept of green construction has achieved significant results in multiple water conservancy projects. In the future, with the continuous strengthening of technological innovation and policy support, the concept of green construction will play a greater role in water conservancy engineering and promote the sustainable development of the industry.

Keywords: green construction; water conservancy engineering; management innovation; sustainable development; technical application

引言

随着环保意识的不断提升, 绿色施工理念已成为水利工程领域的重要发展趋势。传统施工方式往往伴随资源浪费与环境污染, 而绿色施工通过优化设计、减少能耗与排放, 不仅促进了环境保护, 也为水利工程项目带来了更高的经济效益。近年来, 绿色施工理念在水利工程管理中的应用逐渐深入, 推动了技术创新和施工模式的变革。这一理念的有效实施, 不仅为行业的可持续发展奠定基础, 也为未来的工程管理提供了新的发展思路。

1 水利工程管理的环境挑战与需求

1.1 绿色施工的基本概念

绿色施工理念是一种以环境保护、资源节约和可持续发展为核心目标的施工管理理念。它强调通过全生命周期的管理, 优化资源使用, 降低能源消耗和环境污染, 实现社会效益、经济效益与环境效益的统一。在施工过程中, 绿色施工理念不仅仅局限于选择环保材料、减少废弃物, 还包括对工地管理、施工工艺、设备选择等方面的综合考虑。绿色施工要求从设计阶段开始, 采用可持续发展的设

计方案, 确保材料使用的节约与循环, 尽可能减少对自然环境的负面影响^[1]。

具体来说, 绿色施工的核心内容包括以下几个方面: 首先是节能减排, 通过合理规划施工进度和施工技术, 降低能源消耗; 其次是资源的高效利用, 最大限度地减少物料浪费, 推广再生资源 and 可回收材料的使用; 再者是对生态环境的保护, 减少施工过程中对水源、土壤、大气等自然资源的污染与破坏。此外, 绿色施工还倡导使用低碳环保技术, 推动施工过程的智能化和数字化, 提高施工效率和安全性。

1.2 水利工程管理的环境挑战与需求

随着全球气候变化和环境恶化问题的加剧, 水利工程在施工和运营过程中面临越来越多的环境挑战。水利工程项目通常涉及大量的土地资源、建筑材料和水资源, 其施工过程可能会对周围生态环境产生显著影响。例如, 水土流失、水源污染和生态破坏等问题, 常常是水利工程项目在设计 and 施工阶段需要解决的关键问题。

在这一背景下, 绿色施工理念为水利工程管理提供了

切实可行的解决方案。水利工程施工过程不仅需要考虑工程本身的质量和安全性,还应兼顾对环境的保护与生态恢复。因此,绿色施工理念对水利工程管理提出了新的需求与要求:首先,水利工程项目必须考虑到水资源的保护与节约,合理利用水体,避免污染水源;其次,在工程建设中,要严格控制施工废料的排放,采取有效措施防止污染物进入河流和水域^[2],保障水质安全;再者,随着环境保护政策和法规的日益严格,水利工程管理者必须更加注重环境影响评估,确保项目的可持续性。

2 绿色施工技术在水利工程中的应用实践

2.1 资源优化配置与节能技术

在水利工程中,资源的优化配置和节能技术是绿色施工的关键组成部分。水利工程项目通常涉及大量的建筑材料、水源、能源等资源,如何高效利用这些资源,减少浪费,成为实施绿色施工的重点之一^[3]。

资源优化配置首先体现在施工阶段的材料选择与使用上。在传统施工中,往往存在材料采购和使用不当导致资源浪费的现象。绿色施工技术通过精确计算和合理规划,确保每一种材料的使用都有明确的目的,并通过再生利用或可循环材料的选择,减少资源的消耗。例如,采用环保型建筑材料、低碳水泥和再生骨料等,不仅能够降低环境负担,还能有效降低项目成本。

节能技术在水利工程中的应用也尤为重要。水利工程涉及的建筑物、设备设施通常需要大量的能源支持,而通过采用先进的节能技术,可以显著降低能源消耗。例如,使用高效能的水泵、智能控制系统和太阳能等可再生能源设备,能够有效减少能源浪费,提高设备运行效率。在施工现场,优化施工机械的选型和使用方式,减少能源的无效消耗,也能有效降低碳排放。通过这些节能措施,水利工程项目不仅能减少对能源资源的依赖,还能降低运营成本,提升整体施工效率。

2.2 环境保护措施与污染控制

环境保护和污染控制是绿色施工的核心目标之一,尤其是在水利工程项目中,由于其施工过程中涉及大规模的土石方作业、水源调配及环境改造,往往对周边生态造成较大的压力。采取有效的环境保护措施,减少施工对环境的负面影响,是实现绿色施工的必要手段。

水利工程项目中的环境保护措施,首先体现在施工前的环境评估和规划阶段。通过实施全面的环境影响评估(EIA),对项目可能造成的环境风险进行预测和分析,并根据评估结果制定相应的缓解措施。施工过程中,应严格控制噪音、扬尘、废水等污染物的排放,采取有效的防护措施。例如,设置噪音防护屏障、洒水降尘、废水处理等措施,减少对周围居民和生态环境的影响。

污染控制方面,水利工程施工常常伴随土壤、水体污染问题,因此,施工现场需要采取严格的污染防控措施。

污水和废水的处理是其中的重要一环。通过设置合理的污水处理系统,确保所有排放水体符合环保标准,避免污染水源。此外,施工过程中产生的废弃物要进行分类、回收、处理,避免对土壤造成污染。特别是在大规模水利建设中,土石方作业容易造成水土流失,因此,应通过加固防护、植被恢复等手段,防止水土流失和生态破坏。

3 绿色施工理念对水利工程管理模式的创新影响

3.1 管理流程的绿色化改进

绿色施工理念对水利工程管理模式的创新,首先体现在管理流程的绿色化改进上。传统的水利工程管理模式更多关注项目的进度、成本与质量,较少考虑环境保护与资源节约。而绿色施工理念的引入促使管理流程从全生命周期的角度进行优化,从设计到施工再到后期维护,每一个环节都需要考虑如何最大限度地减少对环境的影响^[4]。

在项目规划和设计阶段,绿色施工理念促使管理者不仅关注项目的功能性和经济性,还要考虑环境承载力和资源可持续性。绿色设计方案的采纳,要求工程师选择低碳、环保的建筑材料,优化施工工艺,并尽可能避免对生态环境的破坏。在施工阶段,绿色施工理念推动了施工流程的精细化管理,通过先进的项目管理软件和智能技术对资源进行精准调度,避免资源浪费,并有效降低能源消耗。

3.2 项目决策中的可持续发展因素

绿色施工理念在水利工程管理中的应用,不仅仅体现在施工阶段的技术改进和管理优化,更深层次的影响体现在项目决策过程中的可持续发展因素的融入。在传统的项目决策中,经济效益通常是最为关注的要素,而随着绿色施工理念的推广,可持续发展已经成为决策中的重要考量因素。

在水利工程项目的决策过程中,管理者需要将环境影响评估、资源利用效率和社会效益等绿色因素纳入决策考虑。可持续发展因素的引入促使项目从一开始就具备长远的视野和全局的考虑。例如,在项目选址时,不仅要考虑地理位置、交通便利性等传统因素,还要评估该地区的生态环境状况,避免选址对当地自然环境造成过度开发或破坏。在项目的设计阶段,可持续发展的原则要求决策者选择环保材料,合理利用资源,尽可能降低对水体、土壤及大气的污染。

绿色施工理念还在项目生命周期的运营阶段发挥着作用。在决策时,除了考虑项目初期的建设成本和工期,还需要评估项目长期运营中的能源消耗、环境影响等长期成本,从而确保项目的可持续发展^[5]。

4 案例分析:绿色施工理念在水利工程项目中的应用成效

4.1 国内外成功案例解析

绿色施工理念在水利工程项目中的应用已取得了一些显著成效,国内外均有成功案例,证明绿色施工技术在

实际操作中的可行性与效益。

在国外,荷兰的“莱茵河流域防洪项目”是一个典型的绿色水利工程案例。该项目通过采用生态工程技术,结合绿色施工理念,成功地将防洪堤坝建设与生态保护相结合。在施工过程中,项目团队使用了环保型材料,并优化了施工工艺,减少了对当地生态系统的破坏。此外,该项目特别注重水源保护和生物多样性,通过合理规划和施工,确保了水生植物和动物栖息地的保护。最终,该项目不仅有效提升了防洪能力,还实现了生态与经济的双赢。

在国内,上海市“南汇新城水利综合治理工程”也体现了绿色施工的应用成效。该项目旨在通过绿色施工方法进行水利设施建设,同时加强湿地保护和水资源管理。施工过程中,使用了低碳环保材料,并采用了水资源循环利用技术,通过雨水收集系统和污水处理技术,减少了施工过程中的水体污染。项目完工后,生态恢复效果显著,周边环境得到改善,且运营成本较传统施工方式大大降低。

4.2 应用效果与实践挑战

绿色施工理念在水利工程中的应用不仅带来了明显的环境和经济效益,也面临一些实践挑战。

绿色施工技术的应用有效提升了资源利用效率和环境保护水平。在多个项目中,绿色施工显著降低了能源消耗、废弃物排放和环境污染。例如,通过引入节能技术,水利项目中的能源使用大幅降低,尤其是在水泵、管道等设备的优化和智能控制上,能源浪费得到了有效遏制。同时,通过高效的资源管理和可再生材料的使用,水利项目的资源消耗显著减少,减少了对自然资源的依赖。

绿色施工的实施过程中仍然存在一定的挑战。首先是技术和资金的障碍。尽管绿色施工理念逐渐获得认可,但部分技术仍处于实验阶段,应用的技术成熟度尚不足。此外,绿色施工技术往往需要较高的初期投资,虽然长远来看可以节省运营成本,但短期内的资金压力可能影响项目决策者的采纳意愿。其次,绿色施工的标准化和规范化仍需进一步完善,特别是在水利工程领域,缺乏统一的绿色施工标准和实施指南,使得绿色施工理念的推广和执行面临一定的困难。

5 未来绿色施工理念在水利工程管理中的发展趋势与前景

5.1 新兴技术与绿色施工的结合

未来,绿色施工理念在水利工程管理中的发展将越来越依赖新兴技术的推动。随着科技的不断进步,一系列新兴技术将为绿色施工提供更为强大的支持,进一步提升水利工程的环境保护与资源利用效率。

智能化技术的应用将是未来绿色施工的一大亮点。例如,物联网技术可以实现施工现场设备的智能监控,实时

跟踪资源的使用状况和能源消耗,及时调整作业流程,避免能源浪费。同时,建筑信息模型(BIM)技术的普及将使得水利工程的设计、施工和运营管理更加高效,减少设计错误和施工浪费,从而进一步减少环境影响。

另一个关键领域是绿色建材的研发与应用。未来水利工程将更多采用低碳、可循环的建材,如再生水泥、绿色沥青以及生物降解材料等。这些材料不仅具有更低的碳足迹,还能够在工程建设和运营阶段减少污染物排放。

5.2 政策支持与行业发展的协同作用

随着环境保护法规的日益严格,政策支持将在未来绿色施工理念的普及中发挥重要作用。政府通过制定更加严苛的环保政策、绿色建筑认证体系、绿色施工奖惩机制等,将有效推动绿色施工理念在水利工程中的应用。

政府可能会出台激励措施,对采取绿色施工技术的项目给予资金支持或税收优惠。此外,绿色施工技术的推广还需依赖政策的引导,通过政府对绿色施工技术的推广应用,行业内的企业将更有动力去投资和采用新技术,进而推动行业整体的绿色转型。

水利工程行业的发展也需与可持续发展目标相适应。随着社会对绿色、低碳建设的需求增大,行业内的各方参与者将更加关注环境效益和社会责任,这将促使行业内企业在项目决策和施工过程中更加注重绿色施工理念的采纳。

6 结束语

随着新兴技术的不断发展与政策支持的加强,绿色施工将在水利工程管理中发挥越来越重要的作用。未来,行业的协同合作与技术创新将成为推动绿色施工理念广泛应用的核心动力,最终实现经济效益、环境保护与社会效益的和谐统一,为水利工程的可持续发展奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]王忠元,王文婕.绿色施工背景下水利工程精细化施工管理的对策分析[J].水上安全,2024(15):97-99.
- [2]翟秋凤.绿色施工背景下水利工程施工的精细化施工管理对策[J].水上安全,2024(11):97-99.
- [3]周浩.水利技术绿色施工管理应用探析——以铁岗水库牛成村建成区径流调蓄转输工程为例[J].水上安全,2023(14):79-81.
- [4]马志华,王学究,刘青.水利工程施工节水技术与应用[J].河南水利与南水北调,2022,51(9):45-46.
- [5]何祖朋,芦琴.绿色施工技术在水利工程中的应用及路径探析——以西部某在建工程为例[J].四川水泥,2021(9):115-116.

作者简介:代磊(1985.1—),男,安徽界首人,汉族,本科学历,工程师,就职于安徽韦嘉建筑工程有限公司,从事水利水电施工管理及工程造价管理工作。

水利水电工程中水库泄洪设计优化与技术应用

伏 林

宁夏新建设水利电力工程有限公司, 宁夏 固原 756000

[摘要] 水库泄洪设计是水利水电工程中的关键环节, 直接关系到水库安全、下游防洪以及环境保护。随着气候变化和极端天气频发, 传统的泄洪设计方法面临着能力不足与安全隐患等挑战。通过引入优化设计理念和先进技术手段, 如数值模拟、智能化调控系统等, 可以提高泄洪系统的效率与安全性。优化设计不仅能够增强水库的抗洪能力, 还能有效减轻对生态环境的负面影响。未来, 随着技术的进步和设计方法的创新, 水库泄洪设计将在防灾减灾和可持续发展中发挥更大作用。

[关键词] 水库泄洪设计; 优化技术; 智能化调控; 绿色设计; 生态保护

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15139

中图分类号: TV65

文献标识码: A

Optimization and Technical Application of Reservoir Flood Discharge Design in Water Conservancy and Hydropower Engineering

FU Lin

Ningxia New Construction Water Conservancy and Power Engineering Co., Ltd., Guyuan, Ningxia, 756000, China

Abstract: Reservoir flood discharge design is a key link in water conservancy and hydropower engineering, directly related to reservoir safety, downstream flood control, and environmental protection. With climate change and frequent extreme weather events, traditional flood discharge design methods are facing challenges such as insufficient capacity and safety hazards. By introducing optimization design concepts and advanced technological means such as numerical simulation and intelligent control systems, the efficiency and safety of flood discharge systems can be improved. Optimizing design can not only enhance the flood resistance capacity of reservoirs, but also effectively reduce the negative impact on the ecological environment. In the future, with the advancement of technology and innovation in design methods, reservoir flood discharge design will play a greater role in disaster prevention, mitigation, and sustainable development.

Keywords: reservoir flood discharge design; optimization technology; intelligent regulation; green design; ecological protection

引言

水库泄洪设计是水利水电工程中的核心环节, 直接影响水库安全、下游防洪以及水电生产的持续性。随着极端气候事件增多, 传统泄洪设计面临泄洪能力不足和环境影响大的问题。国内外在泄洪设计方面已取得一定研究进展, 但技术瓶颈仍然存在。通过优化设计路径, 引入先进的计算模型与智能调控技术, 可以提升泄洪系统的安全性及效率。优化水库泄洪设计不仅有助于应对极端天气, 还能减少对生态环境的负面影响, 具有重要的现实意义与发展潜力。

1 水库泄洪设计的基本理论与方法

1.1 泄洪设计的基本原则

水库泄洪设计的基本原则主要依据水库规模、流域气候特点以及地理条件来确定。设计时需要综合考虑洪水频率、最大洪水流量及水库蓄水能力等因素。泄洪设计的首要目标是确保水库在极端天气情况下的安全运行, 防止溢洪道和泄洪设施因过载而引发事故。同时, 设计需平衡水库安全与下游防洪需求, 既要保证水库能够有效蓄水发电, 又要防止泄洪时对下游区域造成严重洪水灾害。此外, 泄洪设施的选址、布局 and 泄洪能力必须满足流域特性, 以减少潜在的灾难风险。

1.2 泄洪计算方法与模型

水库泄洪设计的计算方法自传统至现代逐步发展, 经典的洪水频率分析和最大洪水量计算方法仍广泛应用于初步设计阶段。这些方法基于统计学原理, 通过对历史水文数据的分析, 预测可能出现的最大洪水流量及频率。随着科技进步, 现代计算方法如流域水文模型和数值模拟技术被广泛采用。流域水文模型能够在更大范围内模拟雨水径流、土壤渗透、流域洪水传播等过程, 从而精确预测洪水演变过程及其影响。而数值模拟技术则通过计算机模型模拟泄洪过程, 提供精确的泄洪方案和设施优化建议^[1]。这些现代计算方法能够有效提高泄洪设计的精度, 特别是在复杂地形和气候条件下, 能更好地应对突发的极端天气事件。

1.3 泄洪设计的环境影响评估

泄洪设计不仅需要考虑安全性与功能性, 还必须评估对下游生态环境的影响。泄洪过程中, 急剧的水流变化会导致河道冲刷、淤积、生态栖息地破坏等问题, 从而影响水生生物及周边生态系统。因此, 环境影响评估成为泄洪设计中不可忽视的环节。设计人员需要在方案制定初期进行生态影响预测, 对泄洪水量、流速及泄洪周期等参数进

行评估,确保对生态环境的负面影响降到最低。此外,可以通过合理优化泄洪流程、调整泄洪方式或增设生态保护设施等手段,减少生态破坏,确保生态环境的恢复与保护。例如,在泄洪设计中加入生态溢洪道、湿地修复等措施,以缓解对鱼类迁徙及植被生长的影响。

2 水库泄洪设计的主要挑战与优化需求

2.1 泄洪能力的限制

传统水库泄洪设计主要依据历史水文数据进行洪水流量预测,但这种方法往往无法准确预测极端天气事件带来的洪水风险。随着气候变化加剧,极端气候事件,如暴雨、洪水等发生频率和强度逐年增加,这对传统设计方案提出了挑战。传统的泄洪能力设计通常无法应对更大规模的洪水或频繁的极端气候,因此水库泄洪能力常常出现不足的情况。气候变化不仅影响了暴雨频率和洪水规模,还可能导致流域水文条件的变化,例如流域植被变化、土壤渗透性变化等。因此,水库泄洪设计必须与时俱进,采用更为科学和灵活的设计方案,如综合考虑气候变化因素和未来洪水趋势,并通过增强泄洪道、溢洪道的容量来提高泄洪系统的应急能力。

2.2 泄洪设施的安全性问题

水库的泄洪设施(如泄洪道、溢洪道、调洪闸等)在面对极端条件时,可能会面临结构稳定性不足的问题。例如,在洪水量极大时,泄洪道可能承受过大的水流冲击,导致设施损坏,甚至发生溃坝事故。因此,泄洪设施的安全性分析至关重要,尤其是对于大型水库或处于易发生极端天气区域的水库,其泄洪设施设计必须具备更高的抗灾能力。为此,泄洪设施的设计需考虑极端洪水事件下的稳定性,采用更为坚固耐用的材料和更合理的结构布局,并通过数值模拟技术进行泄洪过程的动态分析,确保在各种极端情况下设施能够正常工作。此外,可通过增强调节能力、提高泄洪能力来优化设施的安全性,确保在强降雨或洪水来临时,水库泄洪系统能有效应对^[2]。

2.3 多目标优化问题

水库泄洪设计不仅要考虑防洪安全,还需要兼顾水库的发电功能、生态保护以及社会经济需求等多重目标。这使得水库泄洪设计面临复杂的多目标优化问题。如何在确保防洪安全的前提下,实现水库发电效率最大化、保护生态环境及水资源的合理利用,是设计中的关键难点。多目标优化设计要求在多个目标之间找到平衡点,并协调各方面的需求。例如,在洪水季节,为了确保泄洪安全,可能需要增加泄洪流量,但这可能会影响水库的发电量和下游生态环境。因此,在优化设计中,需要通过多目标优化方法,综合考虑各个目标,采用数学模型进行多层次的决策分析,协调各项需求,优化泄洪系统的整体性能。这不仅有助于提高泄洪设计的科学性,也能有效应对复杂的现实问题,实现水库多功能的最佳配置。

3 水库泄洪优化设计技术应用

3.1 计算机模拟与数字化设计技术

计算机模拟技术在水库泄洪设计中具有重要作用,通过数值模拟和动态分析,能够精确预测泄洪过程中的水流变化、洪水传播及泄洪设施的响应。这种技术可以根据不同气候条件进行多种情景模拟,评估设计方案的可靠性,帮助应对极端情况。实时预警系统通过模拟洪水演变,提前识别风险,支持工程师制定应急预案,提升泄洪设施的响应效率。数字化转型与三维设计技术使泄洪设施设计更加精细,通过三维虚拟模型展示泄洪道、溢洪道等设施的布局,进行仿真和优化,提前发现潜在问题,提高设计精度和安全性。

3.2 智能化泄洪调控系统

随着大数据与人工智能技术的发展,智能化泄洪调控系统广泛应用于水库泄洪设计。这些系统基于实时数据采集和分析,能够动态调整泄洪量和方式,确保泄洪过程中的安全与效率。通过实时监测气象、水位、流量等参数,智能系统能够预测洪水变化趋势,并自动调整泄洪方案以应对突发极端天气。人工智能通过机器学习不断优化泄洪决策,提高调控精准度和效率。这种智能化系统不仅提高了水库泄洪的安全性,还减少了人工干预的误差,促进水库管理的智能化转型,提升自动化水平和响应速度^[3]。

3.3 生态化与绿色泄洪设计

水库泄洪不仅要满足防洪和发电等工程需求,还要充分考虑对下游生态环境的影响。传统泄洪设计往往忽视生态因素,而生态化与绿色设计理念的引入,能够有效缓解这一问题。在设计泄洪道时,除了考虑其泄洪能力外,还要采取生态修复措施,尽量减少水流冲击对河床、湿地及周围生态系统的破坏。例如,通过设计生态溢洪道,可以实现洪水的缓释,避免洪水急剧冲击下游生态,保护水生物种的栖息地。在泄洪过程中,应考虑鱼类迁徙通道的设置,保障水生生物的生存条件。此外,绿色设计倡导在整个工程中减少对水资源和生态环境的负面影响,如通过雨水回收、生态保护区的设立等手段,推动水库和流域生态的可持续发展。通过生态化与绿色泄洪设计,能够在保障防洪安全的同时,实现水资源和生态系统的协调共生。

4 泄洪设计优化的实际案例与技术应用

4.1 典型水库泄洪设计案例分析

一个典型的案例是中国长江流域的三峡水库。三峡水库的泄洪设计采用了多层次、多功能的方案,以应对极端气候和大规模洪水。三峡水库的泄洪道设计采用了双向溢洪道,最大泄洪量可达到10万立方米每秒,确保了水库在极端洪水情况下的安全性。通过洪水频率分析与数值模拟相结合,设计人员准确预测了流域内可能发生的最大洪水,并将泄洪道的设计能力提升,确保在强降雨和上游大量输入的情况下,水库能够有效防范洪水。该案例表明,合理的泄洪设施设计和优化方案能够有效缓解极端天气

造成的洪水威胁^[4]。此外，三峡水库的泄洪设计经验也为国内其他大型水库提供了宝贵的借鉴，特别是在多目标优化设计、环境保护及洪水预警系统方面。

4.2 技术应用实例与效果评估

在西南地区的某些水库，如四川省的石海水库，应用了智能化泄洪调控系统来优化泄洪设计。通过大数据技术实时监测流域的水文情况和气象变化，结合人工智能算法进行实时数据分析，智能调控系统能够根据实时情况自动调整泄洪流量，确保洪水安全快速地排放。该技术的应用显著提高了泄洪系统的响应速度和泄洪精度，尤其在面对突发强降雨时，智能系统能够迅速调整泄洪方案，减少了人工干预的失误，提高了泄洪的效率和安全性。经过评估，该系统的实施使泄洪效率提高了约15%，同时也降低了洪水对下游的冲击，减轻了对生态环境的破坏。

4.3 优化设计后的生态与环境改善

优化设计后的生态保护效果在多个水库中得到显著体现。以浙江省的某水库为例，该水库在泄洪设计中引入了生态溢洪道和生态修复措施。设计团队采用绿色设计理念，在泄洪道周围进行生态修复，恢复了被洪水破坏的湿地和水生植物区。此外，泄洪过程中，通过控制水流的速度和方向，减少了对下游生态环境的破坏，特别是对鱼类栖息地和水生物种的影响。通过这些优化设计，水库的生态环境得到了有效改善，水生生物的多样性得以恢复，并且水质也有所提升。为了进一步推动环境保护与可持续发展，建议在今后的水库设计中，继续加强生态环境监测与修复，完善生态保护措施，力求在防洪安全和生态保护之间达到最佳平衡。

5 水库泄洪设计优化的发展趋势与前景

5.1 技术发展趋势

未来水库泄洪设计优化将朝着智能化、绿色化和多目标优化方向发展。智能化技术的应用将使泄洪设计更加精准，特别是通过大数据分析、人工智能和物联网等技术实现实时监控与动态调控。通过智能化调控系统，能够自动根据气象变化、流域水位等数据调整泄洪方案，提升应急响应速度和泄洪效率。此外，绿色设计理念的引入将注重生态保护，减少泄洪对环境的负面影响。例如，通过设计生态溢洪道、湿地恢复和生态修复技术，使泄洪过程对生态系统的破坏最小化。随着气候变化加剧，泄洪设计需结合数字技术与人工智能，提升对极端气候事件的预测与应对能力，确保在多变气候条件下维持水库安全运行。

5.2 政策与管理层面的推动

政府的政策支持和管理规范是推动水库泄洪设计优

化的重要因素。随着对水库安全性要求的提升，各国政府逐渐加强对泄洪设计的法规建设，制定更加严格的设计标准和施工规范。在中国，近年来水利部发布了一系列关于水库泄洪设计的法规文件，对泄洪能力的标准、设施的安全性以及环保措施等方面提出了明确要求。规范化和标准化进程不仅能够提高设计质量，还能为技术创新提供有力保障。政策的推动将促使水库管理单位更好地执行泄洪设计优化方案，确保优化设计的实施与效果^[5]。

5.3 研究前景与展望

在未来，水库泄洪设计的研究方向将集中在极端天气背景下的应对方案及技术的创新。随着气候变化的加剧，极端天气事件的频率和强度不断增加，这对泄洪设计提出了新的挑战。因此，如何在极端气候条件下保证水库泄洪的安全性和高效性，将成为未来研究的重点。跨学科技术的融合，将为水库泄洪设计提供更广阔的发展空间。例如，结合水文气象学、人工智能、物理模型与环境科学等多学科知识，可以更加全面地应对复杂的泄洪问题，提出更加精准、可持续的优化设计方案。通过不断的技术创新与理论发展，水库泄洪设计将在更高效、安全和环保的方向上不断演进。

6 结语

水库泄洪设计优化在保障水库安全、防洪防灾和生态保护中具有重要意义。通过引入智能化、绿色化及多目标优化技术，能够提高泄洪系统的效率和应对极端天气的能力。尽管取得了一定的技术进展，但仍存在一些挑战，如极端天气下的泄洪能力提升、生态影响评估等问题。未来的研究将更加关注跨学科技术融合和气候适应性设计，为实现更安全、可持续的水库管理奠定基础。

[参考文献]

- [1] 贾杰. 水利工程中水库溢洪道设计问题分析[J]. 黑龙江水利科技, 2017, 45(12): 84-86.
- [2] 潘少红, 丁凤凤. 水利水电工程泄洪兼放空隧洞设计思路研究[J]. 珠江水运, 2015(10): 78-79.
- [3] 古委. 水库泄水建筑物泄洪消能设计分析[J]. 黑龙江水利科技, 2018, 46(3): 92-93.
- [4] 陈君. 浅析水利水电工程中水库库区的防护[J]. 科技风, 2020(1): 160.
- [5] 李钦哲. 浅析水利水电工程中的大坝加固设计技术[J]. 珠江水运, 2021(21): 39-40.

作者简介：伏林（1989.9—），毕业院校：宁夏大学，所学专业：农业水利技术，当前就业单位：宁夏新建水利电力工程有限公司，职务：技术负责，职称级别：中级。

水利灌区施工中钢板桩围堰导流施工技术的应用

杨 俊

中国水利水电第十一工程局有限公司, 河南 郑州 450000

[摘要] 灌溉区域的水利设施关键在于为周边居民的生活及农业生产提供稳定水源。在此过程中, 渠道的水资源输送与施工建设之间往往存在冲突, 施工质量的优劣直接关系到渠道的输水效率。特别是在渠道的升级改造项目中, 如何平衡供水和施工变得尤为关键。升级工程中, 利用钢板桩结构进行围堰施工成为解决这一矛盾的有效手段。本研究以广西来宾市下六甲灌溉区域为案例, 深入分析钢板桩结构在导流施工中的实际运用技巧。

[关键词] 水利灌区; 钢板桩围堰; 导流施工

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15172

中图分类号: TV551.3

文献标识码: A

Application of Steel Sheet Pile Cofferdam Diversion Construction Technology in Water Conservancy Irrigation Area Construction

YANG Jun

Sinohydro Bureau 11 Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: The key to water conservancy facilities in irrigation areas is to provide stable water sources for the living and agricultural production of surrounding residents. During this process, there is often a conflict between the transportation of water resources in the channel and the construction, and the quality of the construction directly affects the efficiency of the channel's water delivery. Especially in the upgrading and renovation projects of channels, how to balance water supply and construction becomes particularly crucial. In the upgrading project, using steel sheet pile structure for cofferdam construction has become an effective means to solve this contradiction. This study takes the Xialiuja irrigation area in Laibin City, Guangxi as a case study to analyze in depth the practical application techniques of steel sheet pile structures in diversion construction.

Keywords: water conservancy irrigation area; steel sheet pile cofferdam; diversion construction

引言

在国家经济建设的进程中, 水利工程扮演了不可或缺的角色。因此, 我们必须针对水利设施进行深入优化与提升, 对水利灌溉区域实施彻底的改革措施。进一步改良施工技术, 特别是针对性地采用钢板桩围堰导流技术, 可以显著提升施工成效。在日常操作实践中, 推广这一技术的广泛应用, 对于工程的质量和安全性具有决定性的意义。因此, 我们必须密切关注该技术的运用状况, 并拟定出具体的有效的施工计划, 确保工程建设的质量达到既定标准。

1 钢板桩围堰导流施工技术的应用原则

1.1 标准性原则

水利灌溉区域整治项目本质上是一项关键的设施建设活动, 它在现有河道工程的基础上, 进一步构筑和优化水利设施, 执行改善措施。在此过程中, 必须高效地运用相关的围堰导流施工技艺, 将河水引导至既定水道, 从而为坝基清理提供一个更为干燥的作业环境。围堰作为一种标志性的临时构筑物, 虽然在工程结束后会被拆除, 但其建设质量必须得到重视, 以确保其结构满足相关标准要求。此外, 还需紧密依照工程改造的设计规范, 并与国家质量标准保持一致, 保证其稳定与防渗功能, 达到规定标准。特别要重视内部结构的质量, 在维护与操作过程中, 确保

标准化建设质量得以体现, 展现出更高的便捷性, 以实现真正的挡水导流功能。

1.2 整体性原则

采纳科技指导原则, 确保施工活动符合统一性标准, 在执行过程中不断对方案进行精细调整与提升。全面评估施工地点的地貌特征、水体流量及流速等要素, 并优先选择邻近材料资源。基于综合分析, 实施科学规划, 以实现围堰技术方案的高效性, 充分发挥其拦截水流和防渗功能。同时, 兼顾方案运行的安全性与稳定性, 并重视建设成本的经济性与拆除作业的便利性。

1.3 安全性原则

在实施水利灌溉区域改进项目中, 必须精心操作围堰导流作业技术, 并充分发挥其作用, 其中安全性是核心要点。贯彻安全准则时, 需保证内外部条件相匹配, 重点加强安全管理措施, 在水流调控、河道变更及河道截断等环节, 确保河流生态平衡得到妥善保护。此外, 参与施工的外部人员也需高度重视安全事宜, 保证在改造作业期间人员能够稳定作业, 发挥出预期的效益。

2 案例分析

2.1 工程概况

在湛江市的雷州地区, 广西来宾市下六甲灌区的续建

及节水改造工程是一项关键性的水利工程,旨在增强灌溉效能,并服务于沿线城镇居民生活用水及工业用水需求。在罗柳 I 标段,其平均河床深度介于两米至三米之间,而设计规定的渠道底部宽度为二十八米。此处的地质结构由表层淤泥质粉土、中层中粗砂、深层强风化岩以及不透水的基岩组成。鉴于该标段需保障对湛江市及下游晨鸣纸业连续供水,不允许断水或水质污染。基于施工期限紧迫、成本限制、施工工艺简便以及尽可能减少水面占用等考虑,决定采纳拉森 III 型钢板桩围堰技术以进行渠道的导流围堰建设。导流能力设定在每秒 $10\sim 15\text{m}^3$,要求水深不低于一点八米,计划使用六米长的钢板桩。通过实地考察,发现部分渠道的实际水深在 $2.5\sim 3.5\text{m}$ 之间,且钢板桩的打入深度未达到规定的最小深度,因此决定混合使用六米和九米的钢板桩,并实施加固处理。整个渠道改造工程将按照每 200m 为一个周期的分期围堰方式进行,使用水上浮船(54 吨)进行钢板桩的打桩作业,具体的钢板桩围堰结构可见渠道纵向剖面图(见图 1)。

2.2 水电水利工程常见之施工导流计划

2.2.1 全段围堰法导流

在主体构筑物如水闸、坝体等与其距离较远的河床区域,适合采纳此类导流策略。该策略旨在避免河水流经临时或永久性的泄水构筑物下方,为此需要构建拦截河水的堰坝结构,采用一次性的河道截断手段。此类导流方式只适宜于流量较小的枯水季节,以及宽度受限的河流环境中。所涉及的导流及泄水构筑物大致可分为几类,包括明渠导流、隧洞导流,同时河床涵管方式也包含在内。

2.2.2 分段围堰法导流

分期筑坝疏导技术是此导流手段的别称,其核心是引导河道中的流水经过缩窄的河床或是预留的开口段导入河流的下游区域。这种方法对于可通航的大江大河尤为适用,因为这些河流一般拥有宽阔的河床和较大的水流量,且往往涉及施工周期较长的工程。阶段式筑坝疏导技术实际上被划分为两个阶段进行,初期主要依靠缩窄后的河床进行直接疏导,而后期则通过预先挖掘的排水渠道来完成疏导任务。在实际的工程操作中,这种分阶段的疏导手段被广泛采用,它相比其他方法具有更高的性价比和成本效益。

3 钢板桩围堰导流施工技术的应用分析

3.1 施工前准备

在工程启动前,钢板桩须被运送至作业地点,并通过现场组装测试以确保质量。在搬运及吊起环节,务必采取措施预防任何损伤或形变的发生。此外,对钢板桩材质需执行详尽的审查,审查标准包括:桩体垂直度不超过 1%,桩体扭曲度不超过桩长的 1.5%;对所有钢板桩的连锁扣进行细致检查,对不符合标准的进行修复,对于严重缺陷的桩体则禁止投入应用;同时,还需确认桩头及桩身无裂痕或其他损害。

在打桩作业开展之前,为了确保钢板桩可以顺畅地插入和拔出,并提升其防水渗透能力,必须对每块钢板桩的接口处均匀涂上混合油。混合油的配比按照黄油、干膨润土和干锯末为 5:5:3 的比例调配。

施工过程中所需的主要机械设备包括:30 吨级汽车吊、54 吨定制水上浮船、经过改装的 KATO1250 挖掘机配备振动锤的打拔桩机、日本制造的 NPK-HP-7SXB 型振动锤(激振力 200kN)、拉森 III 型钢板桩、250HW-12A 型蜗壳式混流泵、YQ-16 型潜水泵以及 120 千瓦的柴油发电机。

3.2 施工顺序

施工过程中,钢板桩需分阶段进行导流作业,依照 200 米为一个循环周期,逐步完成渠道的改造工程。

具体施工程序如下:首先进行水上浮船的安装作业,随后开展钢板桩的试验性打设,接着进行测量定位并放出施工线,之后将钢板桩逐根打入直至闭合。紧接着进行第一阶段的围堰支撑和止水设施的安装,然后抽干第一阶段施工基坑内的积水,对渠道底部进行修整作业,随后向基坑注水。在第一阶段的横向围堰被拆除的同时,开始第二阶段的横向围堰的插打作业直至闭合。继续进行第二阶段的围堰支撑和止水设施的安装,抽干基坑内的积水,对渠道底部进行修整,注水后拆除第二阶段的围堰,最后进行下一段渠道的修整施工。

3.3 钢板桩试桩打设

在施工启动之前,必须通过试验性打击来确认各项技术参数。在渠道中央标定出钢板桩的中心线,每隔 40 米锤击一根定位桩,并用拉线方式构建一个控制网络,以此确保钢板桩中心线的精准。

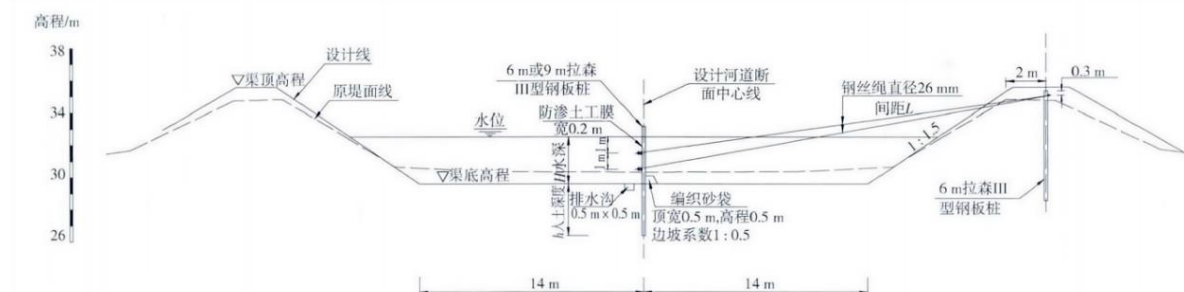


图 1 渠道纵向钢板桩围堰剖面示意

钢板桩施工时,将6m和9m长度的桩体结合使用,首选6米长的钢板桩直接打入坚硬的风化岩层中。

①若实际打桩深度超过设计深度加上0.5m,则更换为9m钢板桩进行二次打桩。

②如果实际深度处于设计深度加上0.5m至设计深度之间,继续使用6m钢板桩进行打设。

③而遇到设计深度超过实际深度但不少于1.2m的情况,维持使用6m钢板桩,并增设一排2130型号的工字钢作为支撑,同时用直径为26mm的单股钢丝绳作为拉杆,将拉杆以5m的间隔设置。

④当实际深度小于1.2m且围堰中心线长度未超过10m时,由于钢板桩埋深不足,无法形成完整的桩体,且单点支撑力不足,此时改用厚度为8mm的钢板制作成闸门结构以防水,闸门通过双排支柱进行固定,支柱选用2130型号的工字钢作为横向支撑,并使用直径为26mm的钢丝绳作为牵引杆,牵引杆的间距设置为3m;⑤如果钢板桩埋深不够,无法形成桩体,单点支撑力不足,并且围堰中心线长度超过10m,则需采取其他施工方案来替代钢板桩围堰的导流施工。

在打桩作业中,打桩机将钢板桩吊起,工人站在小船上,协助将钢板桩插入前一根钢板桩的锁口内。在施工过程中,需要实时监控每根桩的倾斜度,确保每组钢板桩在垂直方向上的倾斜度不超过5%,一旦发现偏斜超出此范围且无法通过拉直的方法校正,则需要将桩拔出并重新打下。施工中可能遇到的问题及其解决措施如下:

①在打桩作业中,若作业过程中遇见阻碍,如不明障碍物、坚硬石块等,使钢板桩不能深入地下,此时便可以使用转角桩或弧形桩进行规避。

②当钢板桩在淤泥质区域推进过程中,遭遇石块或其他不明障碍物导致桩身偏移时,可实施以下矫正措施:将偏斜处的钢板桩提升,随后再次击打使其下沉。通过反复进行这种提升与下沉的动作,可以有效破碎或移位较大的障碍物,进而实现钢板桩位置的调整。

③当钢板桩轴线发生显著偏斜时,可采取特制非标准桩进行矫正。这种非标准桩的设计特点是顶部较宽底部较窄,或者其宽度与常规板桩有所区别,能够依据桩体偏斜的具体情况,进行专门的焊接调整。而对于偏斜程度不大的情况,可以利用卷扬设备、手动葫芦以及钢丝绳来实施矫正作业。

3.4 支撑体系连接

采用由上至下的顺序进行支撑结构的安装作业。在泵水作业到达既定深度之际,必须立即对支撑体系进行加固处理。对于单列支撑,其位置在水下1m的高度;而对于双列支撑,则分别位于水下1m和2m的位置。本支撑系统使用2130型号的工字钢作为横向支撑,并以直径为26mm

的单根钢丝绳作为牵引杆,与横向支撑相接。依照设计所规定的间隔,将牵引杆与锚固桩固定,从而构建起一个完整的拉森式支撑架构。

3.5 堵漏及抽水

在钢板桩闭合作业圆满结束后,启动两台250HW-12A型号的蜗壳式混流泵对坑基进行排水作业。排水作业需谨慎进行,避免速度过快,同时在排水过程中持续进行漏洞封堵及状况检查。在此过程中,潜水员会在钢板桩接口处的迎水面粘贴20cm宽的防水棉条,针对部分因压力导致变形的锁口位置,将棉絮填充进锁口缝隙以实现封堵。针对钢板桩因锈蚀或钢丝绳穿过造成的孔洞,可以在迎水面漏水位置涂上一层混合物,并在其上覆盖棉絮条。若钢板桩底部出现渗水,则可以在迎水侧的桩底铺设尺寸为0.5m×0.5m的沙袋。此外,使用挖掘机在钢板桩背水面50厘米位置挖掘一条深0.4m、宽0.6m的排水沟,并在上下游围堰坡脚位置挖掘深度为1米、宽度为1.5m的集水坑,每个集水坑配置一台潜水泵以将积水抽出坑基外部。

在第一阶段进行基坑封堵作业时,详细标注钢板桩渗漏严重区域以及坡脚出水情况,于基坑排水作业启动前,采取第二阶段的棉絮封堵和砂袋加固底部措施,以此减轻潜水员在第二阶段排水作业后进行防水处理的负担。

3.6 变形观测

于钢板桩构筑的围堰在防水作业阶段,每隔20m布设一个水平移位监测点,对桩顶部位进行定期的移位监控。在排水过程中,每降低一米即执行一次测量,而在建设阶段,监控的频率保持在每1~3天一次。倘若监测到桩顶向坑内方向的位移值持续在2~10cm的范围,表明围堰结构保持稳定,此时可将监控频率调整为每周一次。若位移量出现显著变动,则需增加监测密度;一旦水平移位超出10cm,应立即暂停坑内作业,并迅速通报相关部门进行研究,并采取加固措施以稳固钢板桩。

3.7 钢板桩拆除

在进行钢板桩的拔除作业前,先逐步解除围堰内部的支撑结构,由底部向上依次进行,同时逐渐向围堰内注入水分,直至内外水位相等,确保水压平衡,进而消除板桩所受的挤压力。随后,在下游区域选取一块较易取出的钢板桩,首先进行轻微锤击以振动,并将其提升约1~1.5m。接着,按照顺序将所有钢板桩提升相同高度,以实现松动效果,再从下游起,沿着两侧向上游方向依次拔除。在锤击振动拔桩过程中,要防止钢板桩发生大幅横向摆动或扭曲,以免造成损坏。对于那些桩尖卷曲或锁口变形的钢板桩,可增强拔桩设备的拉力,将相邻的桩同时拽出,并在必要时执行水下切割作业以完成钢板桩的拆除(见图2)。



图2 钢板桩拆除示意

4 结束语

在实施水利灌溉区域改进项目中，钢板桩围堰配合导流技术的巧妙运用显得尤为关键。实际施工阶段，必须严格遵循操作准则，对施工材料实施精准且高效的监管，加强导流作业与围堰施工技术的整合管理，确保相关技术能够充分发挥效用，力求在最大范围内提高钢板

桩围堰技术使用的成效，进而为水利工程项目效益的增长贡献力量。

【参考文献】

- [1]王静.双排钢板桩围堰在闸站工程施工导流中的应用[J].工程建设与设计,2024(18):164-166.
 - [2]秦敬耀.钢板桩围堰在小清河倒虹吸施工中的应用[J].四川水泥,2024(4):168-170.
 - [3]杨奎,罗志安.双排钢板桩围堰在堤防工程施工导流中的设计与应用[J].人民珠江,2023,44(2):183-187.
 - [4]崔峰.浅谈水利水电工程施工导流及围堰技术[J].四川水泥,2023(6):167-168.
 - [5]石建国,薛江伟,万永正,等.某水库改建施工导流围堰设计[J].云南水力发电,2023,39(2):50-54.
- 作者简介:杨俊(1985.10—),男,毕业院校三峡大学;所学专业工商管理,当前就职单位:中国水利水电第十一工程局有限公司,职务:项目经理,职称级别:工程师。

农村水利工程施工中的安全和质量控制策略

李继胜

新疆鸿源润泽建设有限公司, 新疆 伊犁 835200

[摘要] 随着乡村振兴战略和农业现代化的推进, 农村水利基础设施的需求不断增加, 这些工程不仅保障了灌溉和饮水需求, 也推动了农业效益的提升和农民收入的增长。但许多项目位于交通不便、地理条件复杂的地区, 施工环境艰苦, 技术与管理水平参差不齐, 导致质量和安全问题频发。此外, 由于预算紧张与管理不足, 施工单位在质量控制方面存在缺失, 安全管理也显得松懈, 这些问题不仅影响了工程进度, 还增加了后期维护的风险, 甚至威胁到人民的生命财产安全。因此, 提高施工安全与质量管理水平, 成为了确保工程质量、促进农村基础设施可持续发展的关键所在。

[关键词] 农村水利工程; 安全管理; 质量控制

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15161

中图分类号: TV697.1

文献标识码: A

Safety and Quality Control Strategies in Rural Water Conservancy Engineering Construction

LI Jisheng

Xinjiang Hongyuan Runze Construction Co., Ltd., Ili, Xinjiang, 835200, China

Abstract: With the promotion of rural revitalization strategy and agricultural modernization, the demand for rural water conservancy infrastructure is constantly increasing. These projects not only ensure irrigation and drinking water needs, but also promote the improvement of agricultural efficiency and the growth of farmers' income. However, many projects are located in areas with inconvenient transportation and complex geographical conditions, with harsh construction environments and uneven levels of technology and management, leading to frequent quality and safety issues. In addition, due to budget constraints and inadequate management, the construction unit has deficiencies in quality control and lax safety management. These problems not only affect the progress of the project, but also increase the risk of later maintenance, and even threaten the safety of people's lives and property. Therefore, improving construction safety and quality management has become the key to ensuring project quality and promoting sustainable development of rural infrastructure.

Keywords: rural water conservancy engineering; safety management; quality control

引言

农村水利工程在改善生产生活条件、推动农业现代化方面具有重要意义, 近年来更是成为我国乡村振兴战略的关键组成部分, 这些工程不仅为农业灌溉、饮水安全、防洪排涝等提供了基本保障, 而且在提升农民生活水平与改善生态环境方面也发挥了重要作用。但安全与质量问题在水利工程的施工过程中始终是无法忽视的难题, 由于农村地区在施工环境、技术力量及管理水平方面存在较大差异, 频繁出现的安全隐患与质量问题对工程的顺利推进及其长期稳定运行构成了严峻挑战。因此, 加强安全管理、提升施工质量并在管理与技术上创新, 已成为当前农村水利工程施工亟需解决的关键问题。

1 农村水利工程施工的特点

1.1 工程规模与复杂性

农村水利工程涉及多个功能领域, 如水源开发、灌溉设施建设、排水系统及防洪抗旱等方面。尽管大多数项目单体规模较小, 但技术要求与综合性较高, 每个项目在实施过程中不仅需充分考虑水文地质条件, 还需解决与土地、交通等基础设施相关的难题。由于这些工程通常分布在偏

远地区, 施工现场的复杂条件直接影响着项目的协调与推进, 在设计阶段必须根据不同区域的水资源状况、气候条件以及土地利用方式, 定制相应的技术方案。而在施工过程中, 面临的种种变化无常极大增加了管理的难度, 无论是在选择施工技术还是在组织施工队伍时, 项目的质量、进度及成本控制都受到更高要求的挑战。因此, 尽管农村水利工程规模较小, 但施工过程中遇到的技术难题、管理挑战及外部环境因素依然需要引起足够的重视。

1.2 施工环境与条件

农村水利工程的施工环境往往充满复杂性与挑战。许多项目位于交通不便、地理位置偏远的地区, 运输施工材料与设备、人员调配等方面常常面临巨大困难。尤其是在山区或低洼地带, 复杂的地形与不稳定的土质条件通常需要额外的勘探工作以及基础设施的改造。恶劣的天气, 特别是雨季或极端气候条件, 对施工进度与质量的影响显得尤为突出, 同时农村地区的基础设施普遍滞后, 施工现场缺乏完善的供水、供电及通讯等配套设施, 许多问题需在施工过程中临时解决, 除了这些物资与技术上的难题外, 许多项目还需与当地居民的日常生活进行协调。在推进过程中,

施工方必须重视环保与生态保护,处理好与社区的关系以最大限度减少施工对环境与居民生活的负面影响。

1.3 材料与设备的特殊要求

农村水利工程对材料与设备的要求具有显著的特殊性,尤其体现在耐久性和适应性方面。项目通常分布于自然环境复杂的区域,因此所选用的建筑材料必须具备较高的耐腐蚀性以及长期使用的可靠性。例如,防水材料必须承受长期水流冲刷的考验,而混凝土、钢材等材料则应具备优异的抗冻性和抗渗透性,以应对气候变化带来的不确定因素。此外,部分施工区域的交通条件较差,材料的运输与储存面临巨大挑战,在这种情况下采购与运输过程中的防护措施显得尤为重要,确保材料在运输和储存过程中避免潮湿或损坏,以保证工程质量不受影响。在设备选择方面,施工环境的特殊性同样需要特别考虑,在一些偏远地区,吊装、挖掘等重型设备的使用受限于地形与交通条件,可能需要选择适合狭窄空间或易于拆卸、运输的设备。与此同时,水泵、管道系统等关键设备的性能要求较高,必须具备较强的耐磨损性及高效运转能力,以确保水利设施在长期使用中能够稳定运行,保障其使用效益。

2 农村水利工程施工安全管理和质量控制存在的问题

2.1 缺乏质量控制意识

在许多农村水利工程的施工中,质量控制意识的缺失已成为一个显著问题。尽管项目规模相对较小,但由于施工环境的复杂性,部分施工单位和人员未能充分认识到工程质量的重要性,往往忽视了严格按照标准进行施工。为了节约成本或缩短工期,一些承包商容易在施工过程中忽略质量管理,导致某些环节草率处理,甚至出现违规操作现象,施工过程中的质量检查与监管往往不足,相关人员对施工标准和质量要求的理解不够深入且过于关注工程进度,从而忽视了对质量的有效把控。另一方面由于农村地区技术人员相对短缺,施工队伍的整体专业素质较低,缺乏足够的质量意识与责任感,这使得在具体施工操作中出现了不少不规范行为。质量控制缺失不仅影响了工程的整体安全性,还为后期的维护与使用带来了潜在隐患。

2.2 安全监督不到位

在农村水利工程的施工过程中,安全监督不到位的问题普遍存在。许多项目位于偏远地区,施工单位通常面临人力和资源的不足,导致安全管理力量难以充实,由于缺乏专职安全管理人员,部分项目只能依靠临时工进行安全管理,从而使得安全监管工作无法得到有效执行。施工现场存在诸多安全隐患,尤其是在高风险作业环节,如挖掘、吊装以及水利设备安装过程中,往往缺乏及时的安全检查与必要的干预。面对进度和成本的压力,部分管理人员对安全生产的监督常常疏忽,未能及时发现并排除潜在的安全风险。此外,部分施工人员安全意识薄弱,对安全规章

的理解不足甚至直接忽视,从而导致违章作业的情况发生。如此一来施工过程中不仅增加了安全风险,也严重威胁了施工人员的生命安全。

2.3 施工材料把关不严

在农村水利工程的施工过程中,施工材料管理不严的问题较为常见。由于许多项目位于交通不便的地区,材料的采购、运输及储存常常缺乏有效的管理,为了节省成本或加快进度,部分施工单位未能严格遵循相关标准选择材料,导致所用建材质量参差不齐。某些施工材料甚至未经必要的质量检测,存在偷工减料的情况,直接影响工程的整体质量。在采购基础性材料如砂石和水泥时,质量检验不到位,不符合标准的劣质材料进入施工现场,严重影响建筑结构的安全性与耐久性。同时,由于缺乏对材料存储条件及运输过程中的保护措施的重视,一些材料在到达施工现场时已受到潮湿、污染或损坏,进一步降低了其使用效果。材料质量把关得不严不仅增加了施工风险,也为未来的维护与使用带来隐患,严重时甚至可能引发安全事故。

2.4 施工现场安全风险因素繁多

在农村水利工程施工中,施工现场面临着众多安全风险,显著增加了安全管理的挑战。许多项目位于偏远地区,复杂多变的自然环境带来了各种潜在的安全隐患。例如,一些施工地点地势险峻,水源虽丰富但变化无常,易发生滑坡、泥石流等自然灾害,从而使施工过程中的安全风险倍增。施工过程中涉及的各类作业环节,如挖掘、吊装、混凝土浇筑等,每一环节都伴随不同的安全风险,尤其是在高空作业或深基坑施工等高危工序中,事故发生的概率较高。同时,施工人员的素质参差不齐,部分人员对安全操作规程缺乏充分了解,违章作业现象屡见不鲜,进一步增加了安全风险。此外,部分现场使用的设备较为老旧,频繁发生故障严重影响了施工安全,现场管理松散、监督不到位,导致一些安全隐患未能及时发现并得到有效处理。

3 农村水利工程施工安全管理和质量控制措施

3.1 加强质量意识培训

提升农村水利工程施工质量的关键,在于从根本上增强施工人员的的质量意识。在许多施工单位的日常管理中质量培训常常被忽视,导致一线工人对施工标准及质量要求缺乏足够的理解。为此,定期组织质量意识培训尤为重要,通过系统性培训不仅能够帮助施工人员深入理解质量控制的核心意义,还能使他们明确每个施工环节对整体质量的影响^[1]。培训内容应超越理论知识的讲解,结合实际操作以提高施工人员的实际操作能力,通过案例分析、现场观摩等形式,施工人员可以直观地感受到质量管理在实际项目中的重要性,从而增强严格遵守操作规范的意识。全员质量意识的提升有助于在每个施工环节形成协同作用,从材料采购到施工完成均能严格把控质量,确保工程的整体质量得到保障。

3.2 完善安全监督制度

为切实保障农村水利工程的施工安全,完善的安全监督制度至关重要。目前许多项目存在安全监督不到位的问题,往往缺乏明确的安全责任划分与持续有效的监管机制。为确保安全管理能够真正落实,必须明确各级管理人员的安全职责,使安全监督不仅仅停留在表面,而是贯穿整个施工过程的每一环节,安全管理应当纳入日常项目管理,定期进行安全检查与隐患排查,尤其在关键工序及高风险作业阶段,安全操作规程与标准的执行应当严格把控^[2]。监督工作应覆盖全过程,确保能够及时识别并纠正任何不符合安全要求的行为,从而有效预防事故的发生。同时,施工单位应当建立完善的安全事故报告与应急响应机制,确保在发生安全事件时能够迅速处理,并最大程度地减少损失,通过构建多层次的安全监督体系,施工现场的安全状况可确保始终可控,为项目的顺利推进提供有力保障。

3.3 严格施工材料的质量控制

在农村水利工程的施工过程中,材料质量直接关系到工程的整体安全性与耐久性,严格控制施工材料的质量是确保工程质量的根本保障。材料采购环节必须严格遵循设计要求与标准,选择信誉卓著的供应商并要求其提供质量合格证明及相关检测报告。运输与存储过程中管理措施应得到加强,以防止材料受到污染、损坏或变质,尤其是水泥、砂石等基础性材料应妥善存放于干燥、通风的环境中,防潮湿或其他因素导致质量问题。所有进入施工现场的材料都必须经过严格检验,并定期抽检其性能指标,确保符合设计规范和质量标准。同时,应建立详细的材料跟踪记录制度,确保每批材料的来源可追溯。一旦发现质量不合格的材料,应立即停止施工并进行整改,防止不合格材料进入施工环节影响工程质量。通过严格把控材料质量,质量隐患由材料问题引起的风险可以得到有效减少,为水利工程的安全运行提供坚实的保障。

3.4 健全施工质量保障体制

为确保农村水利工程的施工质量,必须完善并健全质量保障体系。质量管理应贯穿项目的整个生命周期,从设计、施工到竣工验收形成一个闭环式的管理机制。每个阶段都应配备专门的质量控制人员严格把关相关工作,确保没有任何疏漏,施工单位应成立独立的质量管理团队明确各自职责,定期进行质量检查与评估,及时发现问题并进行整改。质量责任制的建立至关重要,确保每一位工人及每一个环节都对其工作质量负责,对于关键工序和特殊施工环节,专门的质检小组应设立,严格把控以防止操作失误带来的质量隐患^[3]。同时,项目管理方应与监理单位紧

密协作形成合力,共同推进质量控制的落实。通过建立全员参与、全程监督、分层管理的质量保障体系,工程质量能够始终得到有效监控,为水利工程的顺利实施提供坚实基础。

3.5 创新安全技术措施

为了提升农村水利工程的施工安全性,创新安全技术措施至关重要。传统的安全管理通常依赖人工检查与现场监控,而现代技术的引入则能显著提高安全防控的效率与准确性。举例来说,智能监控系统的应用使施工现场能够实时进行数据采集与分析,从而对安全状况进行动态监控,潜在的隐患能够及时被识别,这种技术手段不仅有效避免了人为疏忽,还为管理人员提供了科学的决策依据。随着无人机与机器人技术的迅猛发展,特别是在高危作业环境中,无人机被用于进行高空巡检或进入危险区域进行巡查,人工干预所带来的风险得以有效减少。同时结合物联网技术,施工现场的设备、工具及材料等实现了实时数据传输与远程监控,确保设备始终处于最佳工作状态,从而有效减少了故障的发生。不断推进安全技术创新不仅能够显著提升施工过程中的安全保障水平,还能有效降低事故发生率的概率,进一步提升整个项目的安全管理质量。

4 结语

农村水利工程的安全管理与质量控制是确保项目顺利完成并符合设计标准的关键因素。随着工程规模的不断扩大以及施工环境的复杂性增加,提高质量意识、加强安全监督、严格把关施工材料,以及建立完善的质量保障体系已成为亟待解决的核心问题。不断引入创新的安全技术与优化管理手段,潜在的安全隐患得以有效预防,从而确保工程能够高质量交付。随着技术进步与管理水平的提升,未来农村水利工程的施工将在安全保障与质量控制方面取得更大进展。唯有通过全方位、全过程的质量与安全管理体系不断完善,才能为农村水利基础设施的建设提供坚实的保障,推动水利事业的可持续发展。

【参考文献】

- [1]禹晓霞.农村水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理[J].农家参谋,2022(9):168-170.
 - [2]裴佐海.农村水利工程施工管理中的安全和质量控制策略[J].农业科技与信息,2022(19):96-98.
 - [3]王晨,王锦程,江奎龙,等.农村水利工程施工中的质量控制与安全管理[J].水上安全,2024(14):145-147.
- 作者简介:李继胜(1968.11—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:水利水电智能管理,当前就职单位名称:新疆鸿源润泽建设有限公司,职务:安全员。

奇台县中葛根渠首工程洪水分析计算

张松婷

昌吉水文勘测局, 新疆 昌吉 831100

[摘要]文中旨在深入研究水利工程中洪水分析计算的问题,通过对相关数据的收集、整理和分析,以及对水文模型的建立和应用,全面评估水利工程的水文特征,为工程的设计、施工和管理提高科学依据。

[关键词]流域概况;中葛根渠首;洪水

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15150

中图分类号: TV122.3

文献标识码: A

Flood Analysis and Calculation of the Zhonggege Canal Head Project in Qitai County

ZHANG Songting

Changji Hydrological Survey Bureau, Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract: The purpose of this article is to conduct in-depth research on flood analysis and calculation in hydraulic engineering. Through the collection, organization, and analysis of relevant data, as well as the establishment and application of hydrological models, the hydrological characteristics of hydraulic engineering are comprehensively evaluated, providing scientific basis for the design, construction, and management of the project.

Keywords: river basin overview; Zhonggege canal head; flood

1 流域概况

中葛根河是天山东段北坡奇台县境内的一条山溪性河流。中葛根河发源于天山东段博格达山脉,东与新户河流域为邻,西同宽沟河流域接壤,行政区域隶属新疆维吾尔自治区昌吉回族自治州奇台县半截沟乡,距奇台县城44.1km。中葛根渠首的地理坐标为:东经 $89^{\circ}40'25''$,北纬 $43^{\circ}37'08''$,海拔高程1800m,集水面积207.4km²。

中葛根河流域最高点海拔高程4030m,河流由南部山区向北流入准噶尔盆地南缘,并散失于下游灌区。中葛根河流域平均宽度6900m,主河道长约30km,河道平均纵坡降为4.1%,中葛根渠首水管站以上集水面积207.4km²。中葛根河流域地貌具有以下特点:地势由南向北倾斜,南北方向差异较大,从准噶尔盆地边缘到天山分水岭,高差变幅很大,由戈壁荒原过渡到冰川雪岭,气候变化显著。

2 中葛根渠首

中葛根渠首上游左右岸导流堤各长300m和360m。中葛根渠首采用底栏栅坝式东西双向分水,其中底栏栅引水廊道1道,净宽1.5m,深1.0m,设计流量17.5m³/s;拦栅1道,每道拦栅长7.5m,宽1.5m,拦栅栅条间隙2cm;廊道引水闸2孔,左右岸各1孔右岸引闸孔尺寸高×宽为4.2×4.0m,设计流量14.5m³/s,闸下游接底宽2m的砼现浇板干渠;左岸闸孔尺寸高×宽为1.6×2m,设计流量3.0m³/s,闸下游接底宽1m的浆砌石干渠。泄洪冲沙闸共有3孔,每孔净宽5.0m。

闸室长11.1m,闸墩高4.7m,中墩宽1.0m,边墩顶

宽1.0m。泄洪闸后接冲砂明渠,闸底板厚0.8m。闸后接消力池,消力池底板高程1524.0m,消力池长20.0m,池深3.0m。

2.1 洪水类型、成因及特征分析

中葛根河的洪水一般发生在春季和夏季。春季洪水一般以积雪消融洪水或积雪消融洪水与降水形成的混合洪水为主;夏季洪水主要是山区暴雨、高山冰雪消融以及这两种洪水遭遇后形成的混合洪水最为多见。

根据中葛根河洪水成因不同,可分为四种类型洪水:

(1) 季节积雪融水洪水;(2) 高山冰雪融水洪水;(3) 暴雨洪水;(4) 混合型洪水。

2.1.1 季节积雪融水洪水

季节积雪融水洪水主要指中、低山带的积雪随着春季气温的迅速回升,形成融雪水洪水,其洪水出现时间和规模取决于热量条件、积雪厚度与面积等因素。

其主要有以下特征:

- (1) 洪水大小与气温和前期中、低山区降水量有关;
- (2) 洪水过程具有明显的日变化
- (3) 洪峰小洪量不小,且历时较长。

2.1.2 高山冰雪融水洪水

中葛根河源头存在高山冰川和季节性积雪,这为高山冰雪融水消融提供了物质条件。夏季高山区气温持续回升,冰雪消融补给河流,每次大的升温过程,必伴随着消融洪水的发生,形成中葛根河的高山冰雪融水洪水。^[1]

其有以下特征:(1) 洪水与升温过程关系密切,洪水

过程具有明显的日变化；(2)洪水总量与高山区冰川覆盖面积有很密切的关系；(3)涨落过程缓慢，洪量较大，历时较长。

2.1.3 暴雨洪水

区域持续性降水和局地暴雨发生时，当雨强较大时，流域超渗产流，就会形成暴雨洪水。该流域位于天山东段北坡开垦河一带，恰好处在一个迎风的拗盆地形中，对拦截和抬升西方及西北方向水汽并形成降水极为有利，常常形成较大的暴雨洪水。

其过程有以下几个特征：(1)暴雨洪水大多由局地暴雨形成；(2)暴雨洪水大多出现在春季的5月和夏季的6~7月；(3)来势凶猛，陡涨陡落；(4)挟沙量大，矿化度高。

2.1.4 混合型洪水

混合型洪水是指季节积雪融水与暴雨洪水叠加、高山冰雪融水与暴雨洪水叠加而形成的洪水。

2.2 可靠性分析

(1)开垦河站是开垦河上唯一的水量控制站，是国家基本站，水文测验、资料整编及刊印均严格按照国家行业标准执行，成果可靠，精度较高，可满足本项目水文分析计算要求。

(2)中葛根渠首洪峰流量资料测验不够规范，资料整编成果精度较低，测洪能力低，特别是遇到较大洪水时，没有行之有效的测洪设施，一是部分弃水无法实测，二是洪峰流量只能目估，造成洪水资料的较大误差，故可靠性程度不高，仅供参考使用。^[2]

2.3 设计洪水计算

在计算中葛根渠首设计洪水时，本次采用频率分析算法、洪峰流量模数法、长短系列比值法进行设计洪水计算。由于中葛根渠首洪峰流量为目估值，有缺测和漏测洪峰流量的情况，据收集到的洪水资料反映洪峰流量多为日平均流量，资料可靠程度和精度有限，但时段洪量精度尚可，因此在采用频率分析算法和长短系列比值法推求设计流域洪水成果时，本次只对设计流域时段洪量进行成果推求。另中葛根渠首受上游中葛根水库调度运行影响，采用不同方法推求的设计流域洪水成果只推算至中葛根水库入库坝址处。^[3]

2.3.1 频率计算法

中葛根水库入库设计洪水计算采用中葛根渠首1982~2011年，30年实测时段洪量系列进行频率分析计算，理论频率曲线采用P-III型曲线，频率计算均值采用系列的算术平均值， C_v 、 C_s 值采用适线法确定，并在适线时，主要考虑理论频率曲线与经验点据拟合较好为原则进行目估适线，最后得到中葛根水库入库设计一日洪量、三日洪量和五日洪量。

表1 中葛根水库入库设计时段洪量成果表

时 段	不同频率设计时段洪量(10 ³ m ³)						
	0.1%	1%	2%	3.30%	5%	10%	20%
一日洪量	1133	749	636	556	490	383	281
三日洪量	2244	1509	1292	1134	1010	801	600
五日洪量	2290	1648	1454	1311	1196	1000	801

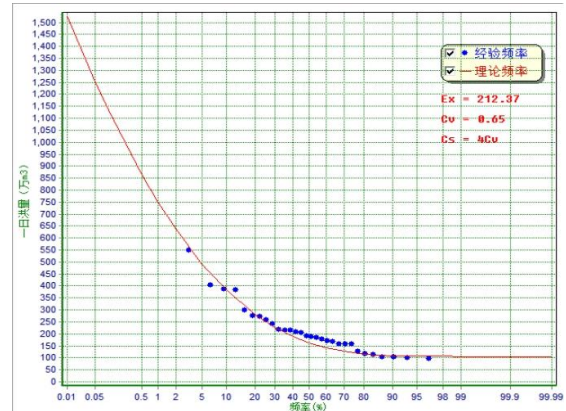


图1 中葛根渠首1982~2011年一日洪量频率曲线

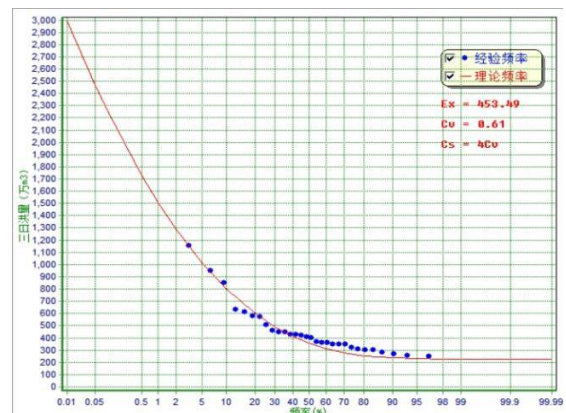


图2 中葛根渠首1982~2011年三日洪量频率曲线

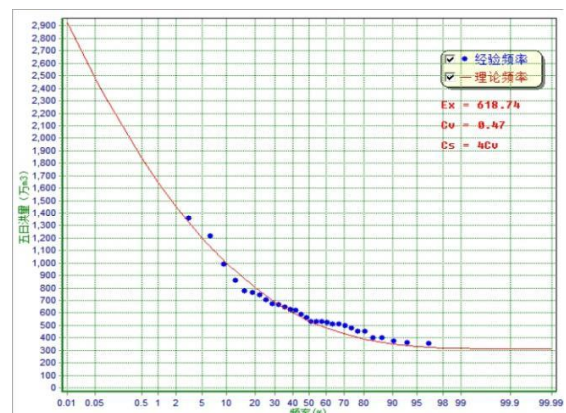


图3 中葛根渠首1982~2011年五日洪量频率曲线

2.3.2 模数法

(1)参证流域设计洪峰及时段洪量计算

根据开垦河站1957~2021年65洪峰及时段洪量和历

史洪水资料,按实测系列加入历史洪水并作特大值处理进行频率计算,得到该站设计洪峰及时段洪量成果。

(2) 设计流域设计洪峰和时段洪量计算

根据开垦河站设计洪峰和时段洪量,分别除以开垦河集水面积,得到不同设计频率洪峰模数和时段洪量模数,然后以此模数乘以中葛根渠首集水面积,从而得到中葛根水库入库设计洪峰及时段洪量成果。

表2 洪峰洪量模数法计算的中葛根水库入库洪水成果表

项 目	设计洪峰流量及时段洪量成果						
	0.1%	1%	2%	3.30%	5%	10%	20%
洪峰流量(m^3/s)	406	253	209	177	151	111	72.7
一日洪量(10^4m^3)	806	594	529	480	440	370	296
三日洪量(10^4m^3)	2018	1451	1276	1147	1041	859	670
五日洪量(10^4m^3)	2411	1803	1612	1467	1349	1140	916

2.3.3 长短系列比值法

长系列采用开垦河站 957~2011 年 55 实测时段洪量资料,短系列采用中葛根渠首 1982~2011 年,30 年实测时段洪量资料,以长短系列比值法推算出中葛根渠首 55 年长系列时段洪量均值,再借用开垦河站设计洪峰系列 C_v 、 C_s ,推算出中葛根渠首设计时段洪量。

表3 长短系列比值法计算中葛根水库入库设计洪峰流量成果表

项 目	统计参数			不同频率设计时段洪量成果						
	均值	C_v	R	0.1%	1%	2%	3.30%	5%	10%	20%
一日洪量(10^4m^3)	192	0.54	2.5	1100	814	726	660	605	510	410
三日洪量(10^4m^3)	414	0.56	2.5	2410	1770	1570	1420	1300	1090	868
五日洪量(10^4m^3)	586	0.58	2.0	3280	2450	2190	2000	1830	1550	1240

2.4 设计成果合理性分析

中葛根河流域实测洪水资料很有限,尤其是特大洪水信息不足,这对推求中葛根水库设计洪水极为不利。虽然我们对采用四种方法进行设计洪水计算,但由于部分基础资料系列较短、精度低,造成各方法之间推算的设计洪水成果出入较大,经过综合分析后,从中推荐一种较为安全合理的计算成果做为最终成果,供设计部门参考使用。

2.4.1 根据计算方法分析

(1) 频率计算法

频率计算法是规范推荐使用的常规方法之一。由水文基本资料可知,中葛根水管站年最大洪峰流量资料不但可靠性不高,精度低,代表性也欠佳,而且资料系列较短,其成果有可能存在较大的误差。所以该方法的计算成果不予推荐;而中葛根河的时段洪量资料精度较洪峰流量系列高,且 30 年资料中包括了 1996 年、1998 年等几场较大洪水,所以用其实测洪量资料推求的设计时段洪量成果精度较高。经过比较,无论从安全角度考虑,还是从合理性方面,频率计算法所得设计时段洪量应做为首选。所以中

葛根水库坝址处年最大设计时段洪量推荐由中葛根水管站实测时段洪量资料频率计算的结果。^[4]

(2) 洪峰、洪量模数法

洪峰、洪量模数法是规范推荐无资料地区使用的方法之一。开垦河水文站是国家基本水文站,也是天山北坡东段区域代表站,其资料观测和整编均严格按行业规范执行,实测水文资料可靠,精度较高,可以用于水文资料缺乏的中葛根渠首工程水文分析计算。

由于考虑到中葛根河毗邻开垦河,降水量较丰沛、流域集水面积虽不大,但暴雨洪水多发的实际情况,并结合水库工程安全,通过对开垦河水文站年最大洪峰洪量进行频率计算,求得其不同频率设计洪水成果精度较高,最终以开垦河年最大洪峰流量资料推算的成果作为中葛根水库设计洪峰流量推荐成果。采用开垦河时段洪量模数法推算的中葛根水库坝址处设计时段洪量比频率计算方法的成果大,但频率计算法采用的是中葛根渠首实测时段洪量资料,更加符合其流域洪水特性,因此采用开垦河站时段洪量模数法计算设计流域洪水成果不予推荐。

(3) 长短系列比值法推求

长短系列比值法也是规范推荐,应用于资料系列较短地区推求设计洪水的方法之一。由于开垦河与中葛根河处于相邻流域,其气候特征、洪水成因等条件虽然较相似,但借用其统计参数,推算出的中葛根水库坝址处设计洪水成果较以上推荐的结果都大,出于安全考虑,不予推荐。

采用以上三种方法计算的中葛根水库入库设计洪水成果。

表4 不同计算方法推求中葛根水库入库设计洪水成果汇总表

计算方法	时 段	不同频率设计洪峰及时段洪量						
		0.1%	1%	2%	3.30%	5%	10%	20%
频率计算法	一日洪量(10^4m^3)	1133	749	636	556	490	383	281
	三日洪量(10^4m^3)	2244	1509	1292	1134	1010	801	600
	五日洪量(10^4m^3)	2290	1648	1454	1311	1196	1000	801
开垦河站 洪峰、洪量 模数法	洪峰流量(m^3/s)	406	253	209	177	151	111	73
	一日洪量(10^4m^3)	806	594	529	480	440	370	296
	三日洪量(10^4m^3)	2018	1451	1276	1147	1041	859	670
	五日洪量(10^4m^3)	2411	1803	1612	1467	1349	1140	916
开垦河站 时段洪量 长短系列比 值法	一日洪量(10^4m^3)	1100	814	726	660	605	510	410
	三日洪量(10^4m^3)	2410	1770	1570	1420	1300	1090	868
	五日洪量(10^4m^3)	3280	2450	2190	2000	1830	1550	1240

2.4.2 根据洪峰模数分析

洪峰模数与河流集水面积、自然环境、地形地貌、暴雨特性、植被等主要因素有关。较大的流域在发生大尺度天气过程时,才能发生全流域汇流,而一般的小范围及局部暴雨天气过程,只能覆盖部分集水区域,即部分区域或支流发生洪水。而计算洪峰模数时则是按全流域集水面积计算的,因此,较大流域计算的洪峰模数往往偏小,现将

本项目中各参证水文站及设计流域洪峰模数统计。由于阜康白杨河、开垦河上游植被较好，山区又是降水量的高值区，从而洪峰模数也相对较大。而中葛根河的汇流面积相对较小，其流域河网调蓄作用小，具有汇流时间快，洪峰历时短，洪峰及持续时间随暴雨强度、雨量及暴雨持续时间而变化的特点，因此其成果符合中葛根流域的产、汇流基本情况。故本次所推荐成果基本合理。

表 5 参证站及设计流域实测最大洪峰模数统计表

河名	站名	发生年份	洪峰流量(m ³ /s)	洪峰模数
阜康白杨河	白杨河站	2016	320	1.270
奇台白杨河	五圣宫站	2007	136	0.840
中葛根河	中葛根渠首	1996	116	0.559
开垦河	开垦河站	1987	357	0.962
木垒河	木垒站	2015	315	0.683

采用本次推荐方法计算的中葛根水库入库设计洪峰流量及时段洪量成果统计表。

表 6 中葛根水库入库设计洪峰流量及时段洪量成果统计表

计算方法	项 目	不同频率设计洪峰流量及时段洪量						
		0.1%	1%	2%	3.30%	5%	10%	20%
开垦河站洪峰流量模数法	洪峰流量(m ³ /s)	406	253	209	177	151	111	72.7
中葛根渠首时段洪量频率计算法	一日洪量(10 ⁴ m ³)	1133	749	636	556	490	383	281
	三日洪量(10 ⁴ m ³)	2244	1509	1292	1134	1010	801	600
	五日洪量(10 ⁴ m ³)	2290	1648	1454	1311	1196	1000	801

2.5 中葛根水库设计洪水复核计算

根据《新疆奇台县中葛根水库工程初步设计报告》，该报告利用中葛根渠首实测洪水资料，并借用邻近参证站历史洪水及实测洪水资料，分别采用不同方法对中葛根水库入库设计洪水进行了计算，经对几种计算成果进行合理性分析，最终推荐采用开垦河站洪峰流量模数法估算的设计洪水成果作为中葛根水库入库设计洪水。

本次中葛根水库设计洪水复核计算在《新疆奇台县中葛根水库初步设计报告》的基础上，采用该报告推荐的计算方法进行复核。

现将两次采用开垦河站洪峰流量模数法计算的中葛根水库入库设计洪水成果相比较。

表 7 中葛根水库入库不同频率设计洪水成果对比表

项 目	不同频率设计洪峰流量(m ³ /s)						
	0.10%	1%	2%	3.30%	5%	10%	20%
《初设报告》成果	493	290	231	191	159	108	64.6
本次成果	406	253	209	177	151	111	72.7

以上根据《新疆奇台县中葛根水库工程初步设计报告》中推荐的计算方法，对中葛根水库入库洪水进行了复核。复核结果表明，中葛根河近年来没有发生大洪水，随着资料序列的延长，洪水复核成果小于水库初步设计成果。因此，从工程安全角度考虑，本次推荐采用《新疆奇台县中葛根水库工程初步设计报告》中设计洪水成果。

2.6 中葛根河渠首设计洪水成果

本次计算中葛根河渠首位置位于已建中葛根水库下游约 300m 处，水库至渠首区间无水量引入或分出，区间集水面积较小，对水文分析计算来讲，两断面差别较小，可视作同一设计断面。因此，将中葛根水库调洪演算下泄洪水作为中葛根河渠首断面设计洪水。成果见表 5-15。

另由于中葛根水库在实施阶段，提出了导流兼泄洪冲砂和放水隧洞及溢洪道的设计变更方案，此方案已通过区、州两级专家组审查（变更详情见《中葛根水库初设变更报告》）。由于该报告中推荐采用开垦河站洪峰模数法推算的中葛根水库入库设计洪峰流量成果保持不变，故本次中葛根渠首设计洪水成果推荐直接采用《中葛根水库初设变更报告》中水库经夏季调洪演算设计洪水成果。

表 8 中葛根渠首设计洪峰流量成果表

项 目	不同频率设计洪峰流量		
	校核洪水	设计洪水	下游防洪标准
	P=0.1%	P=2%	P=5%
夏季洪峰流量(m ³ /s)	493	231	159
下游安全泄量(m ³ /s)	60	60	60
隧洞泄流量(m ³ /s)	80	60	60
溢洪道泄流量(m ³ /s)	55	0	0
总泄流量(m ³ /s)	135	60	60

通过以上分析说明，中葛根渠首洪水系列具有一定的代表性，基本满足中葛根渠首工程水文分析计算工作要求同时也为今后其他渠首水利工程建设提高依据。

【参考文献】

- [1]刘峰.基于雨洪法迎乐水库流域设计洪水分析[J].水利技术监督,2023(6):103-105.
- [2]周倩男.宝塔河上段防洪工程设计洪水分析[J].河南水利与南水北调,2023,52(2):21-23.
- [3]刘晓宏,李萍.四川凉山米市水库工程校核洪水分析[J].水电站设计,2021,37(3):90-92.
- [4]徐若愚.旺隆水库工程设计洪水分析计算[J].水利科技与经济,2021,27(5):66-69.

作者简介：张松婷（1986—），女，汉族，新疆玛纳斯县人，工程师，主要从事水文勘测及水文水资源研究工作。

水土保持技术在水利工程中的应用探析

张宝禄

界首市水利局, 安徽 阜阳 236000

[摘要]随着我国水利工程的持续发展与完善,水土保持技术在水利工程中的应用日益受到重视。水利工程的安全与稳定,长期可持续的发展,均受到水土流失的严重威胁,尤其在山区、丘陵及沿海地带,此问题更为凸显。水土保持技术,通过精心策划的工程设计及高科技手段的运用,得以有效遏制土壤及水源的流失,降低水利工程对自然环境的不良影响,确保工程稳定安全地运行。文中基于水土保持技术在水利工程中的应用,探讨了相关技术的实施方法、发展现状及面临的挑战,分析了水土保持技术与水利工程的协调发展,并提出了进一步优化水土保持措施的建议,以推动水土保持与水利工程的可持续发展。

[关键词]水土保持技术;水利工程;防治措施;可持续发展;环境保护

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15174

中图分类号: S15

文献标识码: A

Exploration on the Application of Soil and Water Conservation Technology in Water Conservancy Engineering

ZHANG Baolu

Jieshou City Water Resources Bureau, Fuyang, Anhui, 236000, China

Abstract: With the continuous development and improvement of water conservancy engineering in China, the application of soil and water conservation technology in water conservancy engineering is increasingly valued. The safety and stability of water conservancy projects, as well as their long-term sustainable development, are seriously threatened by soil erosion, especially in mountainous, hilly, and coastal areas, where this problem is more prominent. Soil and water conservation technology, through carefully planned engineering design and the use of high-tech means, can effectively curb the loss of soil and water sources, reduce the adverse impact of water conservancy projects on the natural environment, and ensure the stable and safe operation of the project. Based on the application of soil and water conservation technology in water conservancy engineering, this article explores the implementation methods, development status, and challenges faced by related technologies, analyzes the coordinated development of soil and water conservation technology and water conservancy engineering, and proposes suggestions for further optimizing soil and water conservation measures to promote the sustainable development of soil and water conservation and water conservancy engineering.

Keywords: soil and water conservation technology; water conservancy engineering; preventive measures; sustainable development; environmental protection

引言

水土保持是指通过一系列人工或自然的措施,防止水土流失、减少土地退化、提升土地生产力的过程。我国水利建设的迅猛发展,使得水土流失问题愈发凸显,成为影响水利工程安全与效率的关键因素,尤其在那些地形崎岖、降水多变的区域,这一问题尤为突出。土壤肥力因水土流失而受损,水资源亦遭受浪费之害,水库与水渠等水利设施的稳定性受损,长期运行亦面临挑战。诸多传统水利工程在建设过程中,常对水土保持技术轻视或处理简略,致使不少项目投用后遭遇了水土流失的严重挑战。在环境保护意识日益提升与可持续发展理念不断深化的背景下,水利工程领域对水土保持技术的应用愈发受到广泛关注,实施水土保持技术,既可有效遏制水土流失现象,又可降低工程维护成本,并助力水利设施寿命延长,同时,亦对生态环境的恢复与保护起到积极作用。本文就水利工程中水土保持技术的应用进行了简要的分析,希望对相关人士有

所启迪。

1 水土保持技术的基本概念与发展现状

水土保持技术是指通过采取科学的措施,防止和治理水土流失、减少土壤退化、提升土壤质量以及保护生态环境的一系列工程技术。其基本目的是保护水土资源,增强土壤的水分保持能力与地力,防止水土流失对农业、生态环境和水利设施的危害。水土保持技术广泛应用于水利工程、农田建设、山区开发、河道治理、山地水库建设等领域,涵盖了水土保持工程、植物防护、土壤改良等多方面内容^[1]。

水土流失问题伴随全球气候变迁与人类活动加强而加剧,尤其在我国的山区、丘陵以及水源保护区等地,此现象对生态环境及水利工程安全带来巨大威胁。在水利工程设计与管理领域,水土保持技术的进步已然构成不可或缺的关键环节。自20世纪50年代初期水土保持试验的开展,我国水土保持技术逐渐兴起,由单一手段演变至多元

化的技术体系,其理论与实践亦持续演进与丰富。在早期阶段,主要采纳了以“治水防土”为核心的常规策略,诸如构筑拦水坝、梯田以及蓄水池等工程技术。进入 21 世纪后,随着科技的进步与环境保护意识的增强,水土保持技术逐渐从单一的工程措施向系统性、生态性的方法转变。在近年来,水土保持技术领域采纳了多学科交叉融合的创新技术,诸如遥感技术与 GIS 技术的综合运用。土壤学与水文科学的深度结合,以及植被修复与生态工程的整合方案,构建起一个高效且成本较低绿色生态水土保持技术体系。

目前,我国水土保持技术已逐渐实现从传统的“工程化”向“生态化”转型。实施植被恢复、构建人工湿地以及生态护坡等策略。在守护水资源、降低水土流失速度以及优化生态环境等方面,已显现出显著的效果。伴随技术进步的脚步,一系列难题亦接踵而至,诸如技术融合度不足、某些区域技术匹配度较差、生态恢复能力受限等问题,亟待得到有效解决。

2 水土保持技术在水利工程中的应用

2.1 水土保持技术在水库建设中的应用

水库建设过程中,水土保持技术的应用主要集中在水库周边区域的水土流失防治与生态恢复。水库作为集水和调节水资源的重要工程,其周边地区常常由于水土流失而导致土壤侵蚀、植被破坏及生态环境恶化。因此,在水库建设中,必须采取有效的水土保持措施以保障水源的稳定供给和水库的长期安全运行。常用的水土保持技术包括植被恢复技术、土壤固化与保护,以及水土保持工程措施^[2]。

在水库建设领域,水土保持工程诸如堤坝、排水系统与涵洞的构筑,常被用来减缓水流对岸坡的侵蚀作用;实施植被恢复与土壤覆盖技术,通过构建防护林及草坪,旨在水库周边生态环境的恢复,以遏制水土流失现象。实施人工湿地及蓄水池的构建,旨在实现生态环境的调节,从而优化水质与周边水库的生态服务效能。

2.2 水土保持技术在河道治理中的应用

在河道治理领域,水土保持技术主要承担了阻遏沿岸土壤流失、优化水质以及提升生态系统自我修复效能的重任。自然力量如洪水冲刷与河水侵蚀,常作用于河道周边土壤,进而加剧土壤流失,甚或引发河岸坍塌。在河道治理过程中,为了降低问题频发,往往采纳一系列水土保持技术,诸如实施生态护坡、推进植被恢复及土壤固化等手段。

工程措施与水土保持技术的融合,在河道治理领域中被广泛采用。例如,实施生态护坡技术,以植树造林与草坪种植为手段,显著提升河岸稳定性及植被覆盖率,有效遏制水流对岸坡的侵蚀作用。在河道沿岸区域,设置植被带与土工布等措施,旨在抵御水流对土壤的直接侵袭。与此同时,确保土壤得以保护,对水流进行恰当调控,降低洪水对河岸坡的冲击力度,进而推动水质净化进程。这些水土保持技术得以综合应用,不仅显著优化了河道生态,

增强了河流的防洪效能,而且有效降低了水土流失的不利影响。

2.3 水土保持技术在山区水利工程中的应用

山区水利工程往往面临水土流失严重、土地退化加剧的问题,因此在山区水利工程建设中,水土保持技术的应用尤为关键。山区的地形特点使得水流在降水后的冲击力强烈,导致河流、道路、农田等区域的土壤易于流失。为了有效防止这些问题,水土保持技术在山区水利工程中的应用主要集中在水土流失防治和生态恢复两个方面^[3]。

山区水利工程领域,常见采用的水土保持措施涵盖梯田建设、防护林带营造、坡面植被的恢复,以及生态种植技术的应用。坡面水流速度得以减缓,土壤侵蚀率降低,梯田的修建功不可没;在固定土壤、降低水流冲刷方面,防护林带发挥着关键作用,实施植被恢复工程、构建人工湿地、进行土壤改良等手段,均能显著增强山区土壤的水分保持功能及土壤肥力,从而有效遏制水土流失现象。山区水利工程得以借助遥感监测与 GIS 技术等现代水土保持技术手段,显著增强防治效果,同时监测能力亦得到大幅提升,技术支持成效显著。

2.4 水土保持技术在农田灌溉系统中的应用

农田灌溉系统中,水土保持技术的应用主要集中在水资源的合理利用、灌溉系统的建设以及土壤质量的保护上。由于农田灌溉直接关系到农作物的生长和水资源的高效利用,水土保持技术在这一领域的作用不可忽视。合理的水土保持措施不仅能够提升农田的水分利用效率,还能防止由于过度灌溉或水土流失而带来的土壤退化问题。

农田灌溉领域,水土保持技术的应用尤为关键,涵盖了包括土地整治、节水灌溉以及土壤改良在内的多种技术手段。例如,对灌溉技术进行调整,采纳滴灌、微喷等节水灌溉技术,能够显著降低水资源的无谓损耗,同时避免因灌溉过度而对土壤造成侵蚀。采用有机肥料、地表覆盖及保护性植被等土壤改良措施,能够显著提升土壤的结构性能与肥力水平,并增强其水分保持功能。对水流实施科学管理,对灌溉水质进行严格把控,旨在优化农田生态环境,提升水资源使用效率,农田灌溉效能的增强与农业持续发展目标的达成,得益于水土保持技术的全面应用^[4]。

3 水土保持技术面临的挑战

水土保持技术在应用过程中面临诸多挑战,主要体现在技术实施难度、环境变化、资金和政策支持等方面。在复杂地形及环境背景下,水土保持技术的实施面临着较大的挑战,确保其操作性与有效性,已成为亟须解决的课题。在山区或干旱地带,水土保持措施因与地域自然环境的不相契合,往往成效欠佳,且难以持久。因地制宜,对水土保持技术实施调整与创新,以应对各地生态环境的复杂性。面对气候变化所带来的全新挑战,全球面临着严峻的考验,在全球气候变暖加剧及极端天气事件频发的背景下,降水

及水流模式的波动不显著,对水土保持领域造成了显著的不确定性影响。在干旱与半干旱地带,极端的旱涝现象加剧了水土流失的隐患,对水土保持技术的适应性与恢复力提出了更高要求,特别是在面对气候变化时,需展现出有效的应对与调整能力。

水土保持工作常常面临资金和政策支持的不足。尽管水土保持具有重要的生态价值,但在很多地方,特别是经济相对落后的区域,水土保持项目的资金投入和政策支持往往无法满足实际需求。实施水土保持技术往往对资金投入有着较高要求,并需长期维护支持,然而,因资金不足、政府扶持不力或政策执行缺位,此类技术在一些地区难以落实。在诸多小型农村与偏远地区,财政资源匮乏且政策支持不足,致使水土保持的政策难以持续推行,进而削弱了其长期成效。推广与应用水土保持技术,虽面临技术培训与地方执行力的掣肘,却仍需持续推进。尽管某些区域技术已然成型,然而,因技术人才匮乏,以及当地农民或建设者对技术认知的欠缺,技术扩散与实施步履维艰。为了确保水土保持措施得以顺利执行并达到预期成效,亟须对基层工作人员进行技术层面的强化培训,以此提升他们的操作技能与专业水平。面对诸多挑战,必须强化跨领域的协调与革新,政府需增拨资金,提供有力政策支撑,并完善气候预警系统与技术研发,旨在增强水土保持技术的适应力与成效^[5]。

4 水土保持技术的对策

为了应对水土保持技术面临的挑战,必须采取一系列综合对策,涵盖技术创新、政策支持、资金保障以及技术推广等多个方面。在解决水土保持难题的过程中,技术创新扮演着举足轻重的角色,面对地形复杂性及气候变化挑战,水土保持技术的持续进化与精炼至关重要。例如,在干旱及半干旱地带,亟需深化对节水保土技术的探究,需结合地区水资源状况与气候特质,普及集雨、蓄水、土壤保湿等技艺,以促进水资源使用效能的提升。科技进步不断涌现,遥感、GIS等现代技术得以广泛应用,为水土保持领域带来了崭新助力。实施精准的监测及详尽的数据剖析,对水土流失的状况进行精确评估,据此实时调整治理策略,显著增强技术实施成效。

水土保持工作的稳固实施,离不开政策的有力支持和资金的充足保障。为水土保持技术项目提供有力支撑,政府需强化投入,构建长效的资金保障体系。对于水土保持工作,需制定并优化相应政策,激发地方政府与企业投身其中。借助政策导向与资金注入,积极推广水土保持技术,特别是对经济基础较为薄弱的区域,需加大政策扶持与财

政投入力度,确保水土保持措施得以有效执行并持续巩固。水土保持效果的显著提升,离不开关键环节——技术推广与培训的实施。政府及相关机构亟须对农民及一线工作者进行水土保持技术的培训,强化其理论认知与实际操作技能。示范区与技术推广平台得以构建,旨在广泛传播水土保持技术的成熟模式与宝贵经验,进而使农民及从业者熟练掌握水土保持的有效手段,水土保持管理的精细化水平,在依托科技力量的驱动下,得以通过智能化技术的广泛应用而得到显著提升。

应加强生态环境保护意识的提升,尤其是在农业和林业领域,推广可持续的土地利用方式,减少人为因素对水土保持工作的干扰。例如,实施农田轮作、实行禁牧、促进生态恢复,这些措施有力地降低了由过度耕作及不当土地利用引发的土壤侵蚀问题。水土保持事业得益于社会各界齐心协力,共同营造了全民支持和投入的和谐氛围,为这项工作打下了更为坚实的根基。为了应对水土保持技术所遭遇的挑战,需全方位制定对策,包括技术创新与普及,强化政策扶持与资金供应,以及提高社会各方参与度与合作力度,从而确保水土保持事业可持续发展的战略目标得以实现^[6]。

5 结束语

水土保持技术在水利工程中的应用,不仅能够提升水利工程本身的运行效果和环境效益,还能够为区域生态环境的保护与修复做出重要贡献。在全球关注生态环境可持续发展的背景下,水土保持技术的优化和推广将成为未来水利工程建设 and 生态保护的关键所在。

【参考文献】

- [1]顾洁,刘其蕾.水利工程水土保持中生态修复技术的应用实践研究[J].黑龙江环境通报,2024,37(10):117-119.
 - [2]贾振刚.水土保持技术在水利工程中的应用探析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(28):211-213.
 - [3]张秀春.生态修复技术在水利工程水土保持中的应用探析[J].陕西水利,2024(10):110-112.
 - [4]王梦强.水土保持技术在水利工程建设中的应用[J].河北水利,2024(7):42.
 - [5]李芳.水土保持技术在水利工程建设中的运用[J].山西水土保持科技,2024(1):19-21.
 - [6]祁开云.水利工程水土保持生态修复技术的应用探析[J].农业灾害研究,2024,14(2):241-243.
- 作者简介:张宝禄(1970.9—),男,汉族,大专学历,就职于安徽省界首市水利局,从事水土保持、水利工程设计及管理工作。

人工智能技术在风力发电领域的应用

任利健

河北华电冀北新能源有限公司, 河北 张家口 075000

[摘要] 全球能源需求持续增长, 环境问题日益严峻, 促使风力发电成为应对气候变化与能源危机的重要方案。随着风电机组规模的不断扩大及其运行环境的复杂化, 传统管理模式在面对这些新挑战时显现出了不足之处。人工智能技术凭借其在大数据处理与智能决策方面的独特优势, 正在为风电行业的管理与运营带来革命性的变化。智能化应用在优化机组运行、故障预测及功率调度等方面表现出了显著的优势。随着这些技术的不断深入发展, 风电行业正朝着更高效、更可靠的方向迈进。文中将探讨人工智能技术在风力发电领域的应用, 旨在为行业智能化转型提供理论支持与实践指导。

[关键词] 人工智能; 运行监测; 故障诊断; 优化调度

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15157

中图分类号: TM614

文献标识码: A

The Application of Artificial Intelligence Technology in the Field of Wind Power Generation

REN Lijian

Hebei Huadian Jibei New Energy Co., Ltd., Zhangjiakou, Hebei, 075000, China

Abstract: The continuous growth of global energy demand and increasingly severe environmental problems have made wind power an important solution to address climate change and energy crisis. With the continuous expansion of wind turbine scale and the complexity of its operating environment, traditional management models have shown shortcomings in facing these new challenges. Artificial intelligence technology, with its unique advantages in big data processing and intelligent decision-making, is bringing revolutionary changes to the management and operation of the wind power industry. Intelligent applications have shown significant advantages in optimizing unit operation, fault prediction, and power scheduling. With the continuous development of these technologies, the wind power industry is moving towards greater efficiency and reliability. The article will explore the application of artificial intelligence technology in the field of wind power generation, aiming to provide theoretical support and practical guidance for the intelligent transformation of the industry.

Keywords: artificial intelligence; operation monitoring; fault diagnosis; optimize scheduling

引言

全球气候变化日益严峻, 风力发电作为清洁能源的重要来源, 已逐步成为多个国家能源战略中的核心组成部分。然而, 在风电行业快速发展的同时, 许多问题仍然制约着其可持续性。风电机组的高故障率、功率波动及其发电的不稳定性, 已成为困扰风电场高效运营的主要难题。面对这些挑战, 传统的维护与管理模式显得力不从心, 无法适应日益复杂的运行环境。与此同时, 人工智能技术的迅猛发展为这些问题提供了新的解决方案。借助先进的人工智能技术, 数据处理、模式识别及故障预测能力得到了大幅提升, 从而为风电场提供了强有力的技术支持。智能化风电管理系统通过对实时数据的分析, 能够准确地监控设备状态、预测故障并优化功率调度, 极大地提升了风电场的运营效率与稳定性。随着人工智能技术的进一步应用, 风电行业的未来发展前景愈加光明。

1 风力发电系统的组成与关键技术

风力发电系统是机械、电气与信息技术相结合的综合性能能源系统, 其高效运转取决于各部分的有机协作。风电机组作为核心单元, 用于将风能转化为电能, 主要包括叶

片、发电机、齿轮箱以及塔架等结构部件。电能通过变电站集中处理并升压, 从而在输送至电网时确保其稳定性与安全性。运行状态的实时监测与功率输出的动态调整则由控制系统负责, 而输配电网络的作用在于高效分配电能, 以满足不同负载的实际需求^[1]。在风电系统运行过程中, 场址选择的科学性依赖于风资源评估的准确性, 而优化设计的机组能够有效提升能量转化的效率。运行控制与功率调度通过调整运行参数, 平衡了系统性能与电网需求之间的关系。需要特别指出的是, 数据采集与分析、设备状态感知及实时控制等技术被认为是实现上述功能的关键支撑。

2 人工智能技术在风力发电领域的应用

2.1 智能化风资源评估与选址优化

传统的风资源评估方法通常依赖于人工经验与有限的信息, 这不仅容易导致评估的误差, 还存在低效的问题。随着人工智能技术的发展, 风资源评估过程得到了显著的改进。通过结合机器学习与神经网络模型, 多维度数据如风速、气象条件以及地形信息被综合分析, 从而更精准地评估风资源的分布情况。AI 还能够利用历史数据进行风速变化趋势的预测, 为风电场选址提供更为科学的

优化方案。

2.2 风电机组运行状态监测与故障诊断

传统的机组状态监测方法主要依赖人工巡检,然而这种方式难以及时发现潜在的故障问题,且容易受到人为因素的影响。随着人工智能技术的应用,通过实时分析振动、温度等传感器数据,AI 系统能够迅速识别出异常信号,并提前预测可能的故障^[2]。基于深度学习的故障诊断技术可以对机组的运行状态进行全面监控,准确诊断潜在问题,并在问题发生之前发出警告。随着技术的不断进步,故障诊断的精度不断提高,这不仅减少了机组停机时间,还有效降低了维护成本,提升了整体运行效率。

2.3 风电场预测性维护系统

在传统的风电场维护模式中,设备通常按照预定的时间进行定期检查,但这一方式无法根据机组的实际运行状态进行及时的调整。人工智能的引入,使得风电场可以实施预测性维护。通过对风电机组实时运行数据与历史维护记录的全面分析,AI 能够在问题发生前识别潜在的故障风险,从而制定出更为精准的维护计划。预测性维护不仅帮助减少了突发故障的发生,还避免了不必要的维护开支。通过提前采取必要的修复措施,风电场的整体运营效率得到了显著提升。

2.4 风电功率预测与优化调度

风电功率的不确定性一直是电网调度面临的难题,传统的调度方法在面对风电功率波动时显得力不从心。借助人工智能,风电功率预测得到了显著的优化。通过机器学习与深度学习技术,AI 系统能够结合历史数据、气象条件以及风电场的实时数据,精确预测风电功率的变化趋势。预测结果被用于优化风电场的功率输出,并与调度系统紧密配合,实现电网功率的动态调整,提高电网的稳定性,还有效提升了电网的经济性^[3]。通过人工智能,风电场与电网之间的协调得到了增强,调度过程更加灵活,进一步降低了电网波动的风险。

2.5 数据驱动的风电控制策略

人工智能技术的应用使得风电机组的运行效率得到了大幅提升。AI 技术通过实时采集数据并进行分析,为风电机组制定出最优化的运行控制策略。通过强化学习等算法,风电机组能够根据实时变化的气象条件进行灵活调整,以确保最大限度地提高发电效率。此外,基于数据驱动的控制策略还能够有效延长风电机组的使用寿命,减少设备磨损。随着 AI 技术的不断进步,未来的数据驱动控制策略将在风力发电系统中发挥更加重要的作用,为风电场的经济效益最大化提供精确的支持。

3 人工智能在风电机组运行与维护中的应用

3.1 风电机组运行状态在线监测

传统方法依赖人工定期检查,这种方式存在着无法及时捕捉故障信号的局限,且难以有效预防潜在的设备问题。

随着人工智能技术的引入,结合智能传感器与 AI 算法,风电机组的状态监测获得了显著提升^[4]。智能传感器能够实时采集温度、振动、转速等关键信息,AI 算法通过对这些数据的分析,迅速发现潜在的异常,不仅提高了异常识别的准确性,还能够对微小的变化做出即时反应,为运维人员提供有效的预警。通过实时反馈,运维团队可以在问题初现时便采取措施,避免故障的扩展,从而大大降低了停机时间并提高了系统的稳定性。

3.2 故障预测与预防性维护

在风电机组的维护过程中,故障预测与预防性维护已成为确保其长期稳定运行的重要手段。传统的维护方式主要依赖定期检查,但此方法往往不能及时发现设备潜在故障,且维修效率低下。人工智能的应用,通过实时数据分析和故障模式识别,彻底改变了这一现状。AI 系统通过对海量运行数据的深度挖掘,能够识别出设备的潜在故障,并提供预警。这种系统不仅能够分析历史数据,还能根据实时信息预测设备可能发生的故障,从而提前制定相应的维护策略。通过这一智能化的预测机制,风电机组的故障率显著降低,同时提高了设备的可靠性与安全性,延长了其使用寿命。

3.3 风电机组关键部件的寿命预测

在风电机组的运行过程中,轴承、齿轮箱等关键部的老化程度直接影响到机组的稳定性与运行寿命。利用人工智能技术,基于温度、振动等多项数据,能够精确预测这些部件的老化过程。AI 系统通过对历史运行数据与当前状态的综合分析,识别出关键部件的老化信号,进而预测其剩余使用寿命。此技术为备件管理与维护计划提供了科学依据,确保了更精准的维护决策。通过优化备件的管理,减少了突发故障的风险,同时提高了风电机组的运行效率。AI 技术的应用,不仅使关键部件的更换和维护更加精细化,也有效降低了过度维修的成本。

3.4 智能化远程诊断系统

风电机组的故障诊断工作通常需要依赖现场检查,但这一方式不仅费时且效率较低。随着人工智能技术的快速发展,远程诊断系统逐渐成为解决这一问题的关键。AI 技术与远程诊断系统的结合,使得运维人员能够在不亲自到达现场的情况下,通过实时数据远程分析机组故障。智能系统通过历史数据与当前运行状态的对比分析,能够迅速定位故障源,并给出具体的修复建议。借助这一智能诊断方式,运维人员能够更加高效地处理问题,减少了现场检查的时间消耗及人工操作的依赖。远程诊断系统的引入,大幅提升了故障处理的速度与准确性,有效降低了运维成本。

3.5 人工智能驱动的自适应控制技术

风电机组的运行状态受到环境因素如风速、风向等的影响,传统的控制方法难以应对这种动态变化。人工智能技术推动了自适应控制技术的发展,使风电机组能够在不

同的环境条件下自动调整运行参数。AI 通过实时监测风速、转速等多个变量,能够基于不断变化的环境因素动态调整机组控制策略,确保机组始终在最优工作状态下运行。通过强化学习等方法, AI 不仅能自动优化机组的运行效率,还能最大限度延长其使用寿命。自适应控制技术的应用,大幅提升了风电机组的发电效率与稳定性,同时降低了维护需求,推动了风电行业的智能化进步。

4 人工智能在风力发电领域应用的关键技术

4.1 机器学习与深度学习在风电维护中的应用

机器学习与深度学习是人工智能技术的重要组成部分,它们在风电机组的维护过程中发挥着关键作用。通过对传感器采集的海量数据进行深度分析,这些技术能够识别出机组运行状态中的复杂模式,及时发现潜在的故障风险。机器学习能够学习历史数据中的规律,预测故障发生的时机及位置;而深度学习则通过多层次的数据处理,能从更为复杂的运行数据中捕捉异常。随着人工智能技术的不断发展,基于数据驱动的智能维护系统得到了广泛应用,它们能够在设备发生故障之前做出预警,减少停机时间,提高设备运行的安全性与可靠性。与传统的定期维护方式相比,智能化维护显著提升了风电机组的运营效率,有助于延长设备寿命。

4.2 边缘计算与物联网技术

边缘计算与物联网技术在现代风电机组的智能化管理中起着至关重要的作用。通过在接近数据源的位置进行信息处理,边缘计算有效地降低了数据传输的延迟,确保了实时性和响应速度。而物联网技术则通过设备间的互联互通,使得风电机组能够共享实时数据,为运维人员提供了精准的设备状态信息。随着这些技术的不断优化与应用,风电场不仅能够实时监测机组的运行状况,还能通过智能算法进行动态调度,提升系统的稳定性与运行效率,增强了风电机组的运维能力,帮助降低了人工操作的成本,并推动了风电产业向更加智能化的方向发展。

4.3 大数据分析技术在风电维护中的整合应用

风电场运营过程中产生的海量数据为大数据分析技术提供了丰富的资源。通过大数据分析技术,能够对这些数据进行深度挖掘,提取出有价值的信息,从而为风电机组的故障预测、功率优化等提供科学依据。基于历史数据,风电场能够精确预测设备的故障风险及电力输出变化趋势,提前进行调度与维护,从而减少了停机时间,确保了电网的稳定性。此外,数据分析还能为风电场提供决策支持,优化风电功率的调度,使得风电场能够更好地适应环境变化,提升运行效率。在风电产业的发展中,大数据技术的广泛应用已经成为提高运维管理水平的重要手段。

4.4 数字孪生技术与虚拟仿真系统的协同应用

数字孪生技术通过虚拟模型实时映射风电机组的物

理状态,为机组运行与维护提供了直观的可视化支持。结合虚拟仿真系统,风电场可以模拟不同运行场景,评估操作方案的可行性与效果。这种技术不仅能帮助运维人员提前发现潜在的故障问题,还能在机组出现问题时,快速定位故障点,并提供有效的解决方案。虚拟仿真技术的引入,使得风电机组的优化工作更加精确,减少了设备故障的发生率,并为制定更加科学的运维策略提供了有力的工具。数字孪生与虚拟仿真系统的结合,使风电机组的运维工作更加高效,提升了风电场管理的智能化水平。

5 人工智能在风力发电领域应用的优化路径

5.1 多技术融合的系统集成优化

在风电管理效率提升的过程中,通过融合机器学习、大数据分析与边缘计算技术,构建了一体化的智能管理平台,能够对风电机组进行实时监控,并利用对海量数据的分析,精确预测故障并进行有效预防。应用边缘计算技术后,数据传输延迟得到了显著减少,系统响应速度得到了有效提升,从而保证了快速处理与更高效的管理。多技术的协同作用,使得风电场的整体运行效率得到了大幅提高,系统稳定性也有了显著增强,推动了行业向智能化迈进。

5.2 推进技术标准化与平台化

随着人工智能技术在风力发电中的不断普及,通过制定统一的技术标准,可以确保各类风电设备与系统之间的兼容性与数据共享的高效性,这为信息的准确传输提供了可靠保障。同时,标准化也推动了技术的发展,使得整个行业能够在规范化的框架下健康发展。平台化的建设则为不同设备与系统之间的互联互通奠定了基础,进而促进了更高效的资源配置。通过这一整合过程,不仅提高了风电行业技术的统一性,还加速了技术创新与应用的传播,从而推动了整个产业的进步。

5.3 强化技术与产业链协同发展

为更好地推动人工智能技术在风力发电中的应用,加强技术与产业链的深度协同显得至关重要。单一的技术力量无法满足日益增长的行业需求,只有产业链各方紧密配合,才能有效促进技术的广泛应用。通过加强产学研结合,人工智能技术能够迅速从理论阶段转化为实践成果,推动风电行业快速发展。各环节的紧密合作不仅提高了技术的实施效率,也为新技术的推广与普及创造了良好的条件。为加速产业的智能化转型,促进政府、企业与科研机构之间的深入合作,无疑将为技术成果的快速转化提供更加有力的支持,推动风电产业持续、稳步发展。

6 结语

人工智能技术在风力发电领域的应用,正推动行业走向智能化、数字化的新时代。通过智能技术的集成,风电机组的运行监控、故障诊断与维护管理等方面取得了显著进展。风电行业正在快速向智能化、自动化方向发展,随着机器学习、大数据分析 & 边缘计算等技术的融合应用,

行业效率与可持续性得到了大幅提升。然而,尽管人工智能在风电领域已取得了许多显著成果,但在数据安全、技术标准以及产业链协同等方面,依然面临诸多挑战。未来,推动产学研合作、完善技术标准以及优化产业链协同将是风电行业发展的关键。

[参考文献]

[1]谢瑶滨.人工智能在风力发电领域的应用探讨[J].科技资讯,2021,19(10):41-43.

[2]张冬冬,单琳珂,刘天皓.人工智能技术在风力与光伏发电数据挖掘及功率预测中的应用综述[J].综合智慧能

源,2021,12(12):22-23.

[3]苏彦龙,陈然,胡雨,等.基于人工智能技术的电网用能侧协同自动调度方法[J].自动化技术与应用,2022,12(12):22-23.

[4]蒲天骄,赵琦,王新迎.电力人工智能技术研究框架、应用现状及展望[J].电网技术,2020,12(11):12-19.

作者简介:任利健(1992.12—),毕业院校:华北理工大学轻工学院,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:河北华电冀北新能源有限公司,职务:风机专工,职称级别:工程师。

高比例新能源地区调相机优化配置方案研究及发展建议

王震* 李钦伟 曲炯辉 金莲花 贾祎飞

中国电建集团吉林省电力勘测设计院有限公司, 吉林 长春 130000

[摘要] 随着风能、太阳能等高比例新能源大规模接入, 电力系统面临无功功率调节和电压稳定性问题, 同步调相机是重要无功补偿设备, 能够提高电网稳定性及电力质量。本研究围绕高比例新能源地区的调相机优化配置方案展开分析, 比较了分布式和集中式接入方案, 并综合二者提出具体优化配置方案。在此基础上, 研究提出推动调相机设备模块化设计、加强调相机运维管理、与新能源设施进行集成等发展建议, 以确保无功功率调节及电压稳定。

[关键词] 高比例能源; 调相机; 优化配置; 发展建议

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15141

中图分类号: TM721.1

文献标识码: A

Research on the Optimization Configuration Scheme of Synchronous Condensers in High-proportion New Energy Areas and Development Suggestions

WANG Zhen*, LI Qinwei, QU Tonghui, JIN Lianhua, JIA Yifei

PowerChina Jilin Electric Power Engineering Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract: With the large-scale integration of high-proportion new energy sources such as wind and solar power, the power system faces challenges in reactive power regulation and voltage stability. Synchronous condensers are important reactive power compensation devices that can improve grid stability and power quality. This study analyzes the optimization configuration scheme of synchronous condensers in high-proportion new energy areas, compares distributed and centralized connection schemes, and proposes a specific optimized configuration combining both. Based on this, the study suggests promoting modular design of synchronous condenser devices, strengthening operation and maintenance management, and integrating with new energy facilities to ensure reactive power regulation and voltage stability.

Keywords: high-proportion energy; synchronous condensers; optimization configuration; development suggestions

引言

新能源发电存在间歇性、波动性特性, 要求电力系统能够更加灵活地进行无功功率的补偿与调节。同步调相机是高效无功补偿设备, 能够根据电网需求动态调节无功功率, 从而改善电网电压水平及功率因数。在大容量新能源接入的电网中, 调相机可以发挥重要作用, 帮助电网维持稳定。现有研究大多集中于调相机的单一功能或局部优化, 而对于高比例新能源地区调相机的系统化配置方案研究较少, 本文将探讨这一领域中的关键技术问题, 并提出相应优化配置策略, 为未来电力系统的稳定运行提供参考。

1 调相机概述

1.1 调相机概念

同步调相机是早期投入使用的一种无功补偿设备, 本质上是一种无功功率发电机, 具备显著技术优势。其响应速度快, 可有效抑制电压闪变和冲击现象, 补偿能力强, 可提供容性和感性无功功率, 运行稳定, 故障率低。此外, 同步调相机能够实现电压平滑调节, 单机容量较大, 最高可达数十万 Var, 能够显著增强电网的电压支撑能力和系统稳定性。尽管优势明显, 但同步调相机在实际应用中也可能存在一些不足之处。其运行维护过程较为复杂, 有功功率损耗较高, 运行时噪声较大, 小容量设备的单位容量投资

成本较高。因此, 同步调相机通常适用于大容量集中补偿场景, 设备容量一般在 10MVA 以上, 常布置于枢纽变电站、换流站以及受端变电站等关键节点。

1.2 调相机运行特点

电力系统中的主要负载为异步电动机和变压器, 其运行时需从电网中吸取大量无功功率以满足励磁需求, 导致电网承受较大感性无功电流^[2]。这种情况会使功率因数下降, 发电机及输配电设备效率降低, 同时增加线路损耗与电压损失, 进而恶化输电质量, 并可能对输电稳定性造成威胁。同步电机在过励状态下能够吸取超前于电压的电流, 从而提升电网功率因数。在早期电力系统中, 除采用同步电动机外, 还在受电端布置同步调相机, 以改善功率因数。根据电网负载实际情况调节同步调相机励磁电流, 可以改变其无功功率的吸收或输出, 使电网功率因数趋近于 1, 进而优化电网性能。

2 高比例新能源地区调相机优化配置方案

2.1 分布式调相机常规接入方案

中大型新能源场站的汇集母线电压多为 35kV, 分布式调相机组的出口电压通常为 10.5kV, 为实现电压等级匹配, 需要配置调相机变压器, 将调相机输出的 10kV 电压升至 35kV 后接入新能源场站的 35kV 母线, 进而并入电

网。此外,分布式调相机组需配备高压启动电源,为 SFC 变频启动系统供电,确保调相机能够正常启动并投入运行。

2.1.1 调相机系统主接线方案

分布式调相机的主接线形式主要分为两种。第一种是“调相机—变压器组”接线模式。在这种模式下,调相机出口直接连接调相机升压变压器的低压侧。调相机的启动电源从站内中高压电源引出,而机用低压电源可以利用现有的站用电系统,或从独立的中高压电源获取。第二种是调相机母线接线模式。在调相机出口设置断路器和 10kV 单母线,启动电源以及机组的低压电源均从该 10kV 母线获取。整个调相机系统通过一回线路接入调相机升压变压器的低压侧,形成完整的电力接入方案。

(1) “调相机—变压器组”接线方案

“调相机—变压器组”接线方案适合场站内 35kV 系统具备充足开关资源的情况。调相机的 10kV 出线经导体直接接入升压变压器的低压侧,升压后并入新能源场站的 35kV 母线。励磁变、出口 PT 以及避雷器均与调相机出线端直接连接。启动电源和必要时的站用电系统从场站的 35kV 母线获取,SFC 隔离变压器和站用变压器均采用 35kV 设备。在“调相机—变压器组”接线方案中,调相机启动阶段由场站的 35kV 系统为变频启动装置供电。变频启动装置将调相机拖动至超过同步转速后,启动回路中的 35kV 开关断开。在满足同期条件后,主回路的 35kV 开关合闸,调相机并入电网。

(2) “调相机母线”接线方案

“调相机母线接线”方案利用现有 35kV 系统的一组开关即可完成部署。具体设计包括在调相机出口配置 10kV 母线系统,母线上设置调相机进线回路、出线回路、励磁电源回路以及母线设备回路。此方案引入母线段后,调相机的启动电源和站用电系统均可由 10kV 母线供电,系统中的 SFC 隔离变、励磁变及站用变均采用 10kV 等级的变压器。启动阶段,主回路 35kV 开关及调相机 10kV 出线开关合闸,同时断开调相机 10kV 出口开关。启动电源通过场站 35kV 母线经调相机升压变回送供电。启动装置将调相机拖动至超过同步转速后,断开启动回路中的 10kV 开关。在满足同期条件后,调相机 10kV 出口开关合闸,调相机并入电网运行。

2.2 集中式调相机接入方案

在高比例新能源地区,集中式调相机接入方案主要适用于电网规模较大、功率需求高的场景。与分布式调相机不同,集中式调相机系统以大容量、高稳定性为特点,能够集中提供无功功率支持,有效增强电网电压支撑能力和系统稳定性^[3]。集中式调相机接入通常依赖站内高压母线系统,其接入方案可分为“调相机—升压变压器直连”模式和“高压母线直连”模式。

(1) “调相机—升压变压器直连”接入方案

此方案适用于需将调相机接入更高电压等级的系统

场景,调相机输出的 10.5kV 电压通过升压变压器升至 110kV 或 220kV 后接入高压母线,以实现与主电网的无缝连接。具体设计中,调相机出口直接连接升压变压器低压侧,升压变高压侧通过高压断路器接入高压母线,调相机的励磁变、出口 PT 和避雷器均配置在调相机出线端,确保系统安全和稳定。启动阶段,调相机启动电源通过站内高压母线经升压变压器回送供电,变频启动装置将调相机拖动至同步转速以上后,断开启动回路开关。在同期条件满足后,主回路高压开关合闸,调相机并入高压电网。此方案设计简洁,主回路设备配置集中,减少了复杂电气接线,运行效率较高。该方案的主要优势在于设备集中布置,便于管理和维护,同时升压变压器可与电网无缝衔接,提升电网整体调节能力。然而,由于升压变压器需满足高压要求,设备成本较高,且需要更大的站内布置空间。

(2) “高压母线直连”接入方案

“高压母线直连”接入方案适用于调相机输出电压直接满足接入高压母线要求场景,调相机出口电压设计与与高压母线相同的电压等级(110kV 或 220kV),无需额外配置升压变压器。调相机出口通过高压断路器直接接入高压母线,调相机的启动电源由站内高压母线供电,同时励磁变和站用变电源也直接从高压母线引出。在启动过程中,调相机的高压开关合闸,启动电源通过高压母线为调相机启动系统供电,启动装置将调相机拖动至同步转速以上后,断开启动电源回路。在同期条件满足后,调相机主回路开关合闸,完成并网运行。

2.3 高比例新能源地区调相机优化配置方案总结

在高比例新能源地区,分布式和集中式调相机接入方案各具特点。分布式调相机接入方案适用于分布式新能源场站,利用“调相机—变压器组”或“调相机母线”两种接线形式,提供灵活、独立的无功功率支持。然而,该方案在“调相机—变压器组”模式下,需要依赖站内的多个 35kV 开关,与现有系统的接口较多,影响了电网的整体协调性。而“调相机母线”接线模式虽然优化了系统独立性,但由于新增了 10kV 母线及相关设备,初始投资较高,占地面积要求也相对更大。相比之下,集中式调相机接入方案更适用于大型新能源场站或电网枢纽节点。“调相机—升压变压器直连”模式能够有效提升电网整体无功功率调节能力,便于统一管理和运维,但对站内空间要求高,设备成本较高。“高压母线直连”模式则能够简化设备配置,降低投资成本,但需要调相机具备直接接入高压母线的的能力,对设备设计要求更高。

针对以上方案对比,结合高比例新能源地区的运行特点,本研究建议采用“分布式调相机与集中式调相机结合”的混合配置方案,以充分发挥两种方案的优势,弥补单一方案的不足。具体配置方案如下:在分布式新能源场站,优先采用“调相机母线接线”模式,配置 10kV 母线系统,通过断路器与调相机升压变压器连接,实现设备的模块化

部署。各分布式调相机以单台 35kV 开关接入新能源场站的 35kV 母线,确保系统独立性。启动电源和站用电源均从调相机出口的 10kV 母线获取,优化布线结构,减少对场站原有系统的影响。在电网枢纽节点或大型新能源场站,优先采用“调相机—升压变压器直连”模式,利用升压变压器将调相机输出电压升至 220kV 或更高电压等级,接入主电网高压母线。集中配置大容量调相机,减少设备数量,优化布置空间,提升无功功率集中调节能力。启动电源从高压母线引出,通过独立的启动回路为调相机提供变频启动支持,确保设备的快速并网。

3 高比例新能源地区调相机优化发展建议

3.1 加强调相机运维管理

在高比例新能源地区,调相机的运维管理需从设备监测体系和专业化团队建设两方面优化管理。一是建立全面设备监测与诊断体系,配置在线监测装置,实时采集励磁系统电流、主轴振动、冷却系统温度等关键运行参数,采用智能化分析技术,对运行数据进行动态评估和故障预测,精准判断设备状态。重点加强励磁系统、冷却装置及机械部件的检测,提升运维精准度、时效性,还应定期组织专项检查,对高频故障区域进行针对性维护,确保设备长期稳定运行。二是提升专业化运维团队能力,组建专门的调相机运维队伍,明确职责分工,增强技术培训频次,熟悉新型调相机设备特性和运行模式。制定标准化操作流程和紧急预案,提高异常状况下的快速响应能力。在此基础上应引入智能化管理平台,整合运维数据,实现设备状态的集中监控和运维调度自动化,提升运维效率,减少人为失误。

3.2 推动调相机与新能源设施集成

调相机与新能源设施的深度集成可从物理连接优化和控制策略融合两方面展开,规划新能源场站时,需要将调相机纳入整体设计方案,明确设备间的电气连接模式。推荐采用集中式接线方案,将调相机升压变压器与场站主母线连接,减少功率传输路径,降低传输损耗,合理配置调相机的安装位置,确保设备运行环境满足散热、维护和检修需求。同时应开发协同控制策略。利用新能源场站监控数据,构建调相机动态运行模型,开发基于大数据的智能化无功调节算法。针对风电和光伏发电的不稳定性,调相机应快速响应功率波动,实时调整励磁电流,稳定场站电压水平。推动调相机与新能源发电设备的控制系统融合,

形成统一运行平台,提高电网运行协调性。

3.3 优化调相机设备模块化设计

优化调相机模块化设计可从结构标准化和运行灵活性提升两方面展开,首先可将调相机的励磁系统、主轴冷却装置、控制模块等主要功能单元划分为独立标准模块,每个模块应具备独立接口,实现快速拆装和替换。同时应制定模块化设计技术标准,确保设备在不同场站的通用性,降低设备定制化设计的复杂性和成本。采用工厂预制的方式,完成模块的调试和装配,减少现场施工工作量。其次,需要针对新能源场站需求多样化特点,开发可扩展模块设计,根据场站负荷需求和电压等级灵活配置调相机容量。支持模块间的即插即用和动态扩展,便于未来场站设备升级。模块设计需配备独立的状态监测系统,实现模块内运行状态的实时反馈,为远程调控和智能化管理提供基础。

4 结语

分布式调相机具有对大规模新能源汇集的支撑作用,可以增强系统动态无功支撑能力,增大系统短路比,高惯量的调相机可以对系统提供惯量支撑,降低故障时系统的频率变化率。SVG 控制响应快,对系统电压恢复支撑能力强,但是 SVG 电流过载能力相对弱一些,另外不提供短路电流和惯量。多种动态无功补偿协调互补,有利于提高综合技术经济性。在现阶段,调相机与 SVG 不可互相替代,考虑到两者不同的功能,分布式调相机安装在 35kV 母线首端能够更有效地抑制风场侧暂态过电压,将同步调相机布置在系统中容量较大以及电气距离较长的风场,对系统稳定性提升更为明显。

[参考文献]

- [1]省天骄,李积泰,权慧娟,等.适应高比例新能源直流外送输电能力提升的分布式调相机配置方法研究[J].青海电力,2023,42(2):1-7.
 - [2]赵志勇,王立华,刘威,等.面向新能源场站的分布式调相机励磁配置与控制优化[J].大电机技术,2024(3):123-130.
 - [3]李书山,高玉玲,麻梦岭.多目标优化的分布式调相机协调控制方法[J].自动化应用,2023,64(14):41-44.
- 作者简介:王震(1994.1—),毕业院校:华北电力大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:中国电建集团吉林省电力勘测设计院有限公司,职务:能源规划研究中心副主任,职称级别:工程师。

水利水电工程施工管理中电气的质量和安全控制分析

妥 花

新疆鸿源润泽建设有限公司, 新疆 伊犁 835200

[摘要]随着我国水利水电工程建设的迅速推进,传统电气施工管理模式面临着日益严峻的挑战。在复杂的施工环境中,如何确保电气系统的高质量施工与安全运行,已成为亟待解决的关键问题。施工过程中,质量隐患可能源自多个因素,如材料质量不合格、施工人员技术水平参差不齐、现场管理不到位等,这些问题均可能引发严重的质量问题,进而影响项目的进展及安全性。尤其在电气系统的调试与运行阶段潜在的风险更为突出,调试期间出现的任何问题都可能对整体工程的正常运作带来不可挽回的损失。在这种形势下,提升电气施工管理中的质量控制与安全防护措施,利用科学的管理手段有效规避风险,已成为行业亟待解决的核心课题。为此,必须构建系统化的质量控制体系与安全管理策略,以确保水利水电工程的顺利实施,并保障项目在后期能够高效、安全运行。

[关键词]水利工程; 施工管理; 质量; 安全控制

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15164

中图分类号: TV523

文献标识码: A

Analysis of Electrical Quality and Safety Control in Water Conservancy and Hydropower Engineering Construction Management

TUO Hua

Xinjiang Hongyuan Runze Construction Co., Ltd., Ili, Xinjiang, 835200, China

Abstract: With the rapid advancement of water conservancy and hydropower engineering construction in China, the traditional electrical construction management mode is facing increasingly severe challenges. How to ensure high-quality construction and safe operation of electrical systems in complex construction environments has become a key issue that urgently needs to be addressed. During the construction process, quality hazards may arise from multiple factors, such as substandard material quality, uneven technical proficiency of construction personnel, and inadequate on-site management. These issues can all lead to serious quality problems, which in turn can affect the progress and safety of the project. Especially during the debugging and operation phase of the electrical system, potential risks are more prominent, and any problems that arise during the debugging period may cause irreparable losses to the normal operation of the overall project. In this situation, improving quality control and safety protection measures in electrical construction management, using scientific management methods to effectively avoid risks, has become a core issue that urgently needs to be addressed in the industry. Therefore, it is necessary to establish a systematic quality control system and safety management strategy to ensure the smooth implementation of water conservancy and hydropower projects, and guarantee the efficient and safe operation of the project in the later stage.

Keywords: water conservancy engineering; construction management; quality; safety control

引言

水利水电工程作为我国基础设施的重要组成部分,不仅在资源开发与环境保护方面占据举足轻重的地位,同时对经济发展的推动也产生了深远的影响。随着工程规模的不断扩大与技术的不断进步,电气系统在水利水电项目中的关键作用愈发凸显,施工管理中的质量与安全问题已成为业内广泛关注的焦点。为水电站提供稳定电力供应的电气系统,不仅承担这一基本功能,还涵盖了智能化监控、自动化控制等多个复杂领域。整个工程的顺利运行与安全保障,直接受到施工质量高低的影响。因此,电气施工管理中的质量控制与安全防护,已成为水利水电工程建设中的核心因素。

1 水利水电工程电气施工管理的特点

水利水电工程的电气施工管理具有高度的复杂性与

系统性,核心任务是确保电气系统的安全、稳定与高效运行。涉及大规模电气设备的安装与复杂线路的布设,这些工程要求在有限的空间内实现高效集成,同时与土建及机械设备的配合无缝对接。在电气系统的设计与施工过程中,必须考虑水利水电项目特有的环境因素,如潮湿、高温及极寒条件,对材料选择、防护措施及施工工艺,这些环境因素提出了更为严格的要求。此外,电气施工管理还涉及多学科、多工种之间的协调,尤其是在发电设备、控制系统与配电网等领域,施工人员需要具备跨学科的专业知识与实践经验,这些特点共同决定了电气施工管理在整个工程实施中的核心地位,突显了高精度规划与实施的必要性。

2 水利水电工程电气施工管理中存在的主要问题

2.1 电气施工质量控制的难点与挑战

在水利水电工程的电气施工中,质量控制面临诸多挑

战与难点。电气系统的设计与施工涉及多个环节,而每一个环节的质量问题都可能对整体系统的稳定性产生严重影响。例如,电气设备的选型、安装与接线等环节中,任何一点疏漏都可能导致系统故障或运行不稳定。施工环境的复杂性,尤其是在潮湿、高温等特殊气候条件下,进一步提高了电气设备对抗腐蚀、防潮等性能的要求。因此,材料质量的控制显得尤为重要。与此同时,电气施工技术难度较大,精确的测量与调试在施工过程中尤为关键,尤其是在大型发电设备、控制系统及配电网络的安装中,哪怕是微小的误差也可能导致系统效率的下降或增加安全隐患。电气施工的质量控制还面临着工期紧张与施工人员经验不足的问题,特别是在高压电气设备的操作与安装过程中,任何操作不当都可能引发严重的安全事故。为了确保施工质量,必须严格把控每个施工环节,明确的质量标准应当制定,并加强对施工人员的培训与技术支持,确保其具备足够的技能应对复杂施工任务。

2.2 电气系统安全管理的薄弱环节

在水利水电工程中,电气系统的安全管理仍存在一些薄弱环节,这些问题可能对工程的整体安全性与稳定性构成直接威胁。一个普遍存在的问题是安全管理制度的缺失或执行力度不够,尽管许多工程项目已经制定了安全管理规范,但由于人员流动性较大、监督机制不健全,这些规范往往难以得到彻底贯彻。在另一方面,电气设备的日常检查与维护工作也存在疏漏,尤其是在高压电气设备与复杂控制系统中,一些隐蔽的故障常常无法通过常规检查及时发现,从而增加了事故发生的风险。施工现场临时用电的管理也存在诸多隐患,常见的情况包括线路铺设随意、接地处理不规范,以及超负荷运行等现象,这些问题极易引发短路或电击事故。一部分施工人员的安全意识较为薄弱,对操作规程的遵守存在不足,甚至在高风险区域也未严格佩戴防护设备,在面对突发电气事故时缺乏完善的应急预案,且应急响应能力也不够,致使潜在风险难以得到及时有效的控制。这些问题表明电气系统的安全管理亟需全面优化。为此,必须加强规章制度的落实,提升人员培训水平,以确保安全管理工作的有效性。

2.3 电气设备调试与运行中的风险问题

在水利水电工程中,电气设备的调试与运行过程常伴随着多种风险,这些风险直接关系到系统的可靠性及整体工程的安全性。在调试阶段,设备本身性能的变动性及安装过程中可能出现的细微偏差,常常导致参数不匹配、线路接触不良或控制系统响应异常等问题,特别是对于高压变电设备及自动化控制系统等复杂设施,调试精度的要求极高。然而,施工环境的复杂性及技术水平的制约,往往使得某些细节上的疏漏不可避免。进入运行阶段后,风险的主要来源为设备的长期负荷承受能力及其对环境适应的能力,由于水利水电工程通常位于气候条件较为严苛的偏远地区,湿度大、温差悬殊的环境极易导致设备绝缘性

能的下降或金属部件发生腐蚀,从而增加了设备故障的发生频率。在实际运行过程中,由于设备监控系统的不足或维护不及时,许多早期的故障信号未能得到及时发现,这可能导致小故障的积累最终演变为严重事故。此外,部分操作人员对复杂电气设备的运行特性缺乏充分理解,面对突发状况时容易发生操作失误,这无疑增加了运行过程中的风险。因此,为了有效应对这些调试与运行中的风险,必须加强对技术的把控,持续监测施工环境,并通过系统性的人员培训提升操作人员的专业素养,从而确保电气设备的稳定运行。

3 水利水电工程电气施工管理中的质量与安全控制措施

3.1 施工材料质量的科学管理与控制

在水利水电工程的电气施工中,施工材料的质量控制是确保工程顺利推进的关键因素之一,有效的质量管理不仅对施工进度产生重要影响,更直接决定了电气系统的安全性及稳定性。在材料采购阶段,严格遵循相关标准至关重要,这有助于确保所选材料符合国家及行业规定的质量要求,特别是对于电缆、变压器、开关设备等关键电气设施,应当选择符合技术规范的品牌和供应商,并在验收过程中进行严格的质量检验^[1]。在施工现场材料的存放与管理同样不容忽视,对于容易受潮或损坏的电气组件,必须存放在干燥、通风良好的环境中,并确保其不与地面直接接触。施工过程中还应定期进行材料抽查,确保使用时没有老化、变质或损坏的情况发生。为进一步确保材料质量,建立完善材料追溯体系是必要的,每一批次的材料和设备应进行编码管理,这一体系不仅能够追溯到具体的生产厂家和生产批次,还能实现全程监控,确保施工过程中材料质量始终得到有效控制,从而最大限度地避免因材料问题引发的施工隐患,提高整体工程质量。

3.2 电气施工队伍的专业培训与技术提升

电气施工队伍的专业培训与技术提升,作为确保水利水电工程电气施工质量与安全的关键至关重要。施工人员的技能水平直接影响到操作的精度与工作效率,因此,定期的技术培训与考核是必不可少的,这些培训内容不仅应覆盖基础电气知识,还应包括最新的施工技术、设备操作规范以及安全防护措施,以确保施工队伍能够适应技术更新的需求。针对不同岗位的职责,培训应具有明确的侧重点。例如,电气设备安装人员需要深入掌握设备安装标准与调试流程,而电气系统调试人员则应具备故障排除与系统调试的能力,培训的形式也应重视实际操作,通过现场模拟演练,可以有效提升队伍在复杂或紧急情况下的应急响应能力,从而确保施工人员能够迅速应对突发问题。技术提升不仅仅依赖于定期培训,还应通过行业内外的交流与合作,引入先进技术与施工经验,推动队伍技能的不断进步。综合素质的提升,既能提高施工效率,又能显著减少施工过程中的技术失误与安全隐患,确保项目的顺利进行。

3.3 强化电气施工现场的监控与管理措施

强化电气施工现场的监控与管理措施,作为保障施工质量与安全的核心要素至关重要。现代技术手段在现场监控中的作用不可忽视,例如视频监控、传感器与智能检测设备等,可实时跟踪施工过程中的关键环节,尤其在电气设备的安装与调试阶段,这些技术手段不仅提升了监控精度,还能够及时识别潜在问题,确保每项施工操作都严格遵循设计要求与规范标准^[2]。与此同时,现场管理人员需与施工队伍保持密切沟通,实时掌握施工进度,确保施工过程中既保障质量,又有效防范安全风险。定期巡查与现场检查作为必不可少的环节,必须由管理人员全面审查现场使用的电气设备、工具及材料,确保其质量合格且摆放整齐规范,避免因操作不当或设备故障引发事故,现场管理还应特别注重风险识别与预警机制的建立。在施工过程中,电气系统的潜在风险必须定期评估,且需制定完善的应急预案,确保施工人员能够迅速应对突发状况。施工日志的加强记录与分析,应细化每一施工环节,为后续的工程管理提供充分的数据支持,这不仅有助于优化施工流程,还能提高整体管理效率。

3.4 提升电气施工现场的安全防护管理

提升电气施工现场的安全防护管理,是确保工程顺利推进与保障施工人员生命安全的关键环节。在电气施工过程中,特别是在高压电气设备的安装与调试阶段,安全风险较高,电气事故易发生。为了有效预防潜在隐患,施工前的安全培训显得至关重要,每位施工人员必须熟悉电气安全操作规程,掌握应急处理流程,以确保在紧急情况下能够迅速采取正确措施。现场必须配备完善的安全防护设施,如绝缘工具、个人防护装备(如绝缘手套、鞋、头盔等)以及临时围栏等设施,以减少施工人员暴露在电气设备的直接风险中。高风险区域应进行明确标识,且醒目的警示标志应设置,确保施工人员能够及时识别危险区域。在施工过程中,专门的安全管理人员也应驻守现场,实时监控施工进度,确保安全防范措施的严格执行,防止因操作不当引发事故。电气系统的安全防护不仅限于施工阶段,也包括设备的安装、检查与调试,每项工作完成后必须进行详细的安全验证,确保设备运行过程中不存在安全隐患。对于不同的风险情况,应提前制定并演练应急预案,确保施工人员能够迅速响应,最大限度减少事故造成的损失。

3.5 前期预防与风险管理在电气施工中的应用

在电气施工中,前期预防与风险管理的有效应用成为保障工程顺利推进、减少安全隐患及质量问题的关键所在。由于电气施工通常涉及复杂的技术要求与高风险的操作

环境,提前进行风险评估与防范显得尤为重要^[3]。项目启动阶段,必须对施工过程中潜在的风险进行全面识别与分析,以及时发现可能导致安全事故、质量问题或工期延误的各类因素,这些风险可能来自施工环境、操作不当、设备故障或材料质量等各个方面,必须逐一采取相应的应对措施。施工队伍的选拔与培训是前期预防的重要环节,每一位电气施工人员都应具备必要的专业技能与安全意识,以确保施工过程中的操作规范与安全,对施工设备及材料的严格检查与验收,确保符合标准与质量要求同样至关重要,这不仅能避免因设备或材料问题带来的安全隐患,也从源头上控制了质量,杜绝了风险的发生。为科学合理地安排施工进度,必须制定详细的施工计划并结合进度控制措施,以避免因工期紧张而导致的安全与质量问题。在风险管理方面,建立有效的监控机制显得尤为关键,通过安装监控设备实时记录施工信息,潜在风险能够被提前发现并进行预警。施工现场管理人员应定期组织安全检查,及时调整施工计划与操作流程,确保施工过程的安全与高效。

4 结语

在水利水电工程的电气施工管理中,质量与安全控制始终是项目成功的核心要素,通过应用科学的管理方法、系统的风险评估与严格的安全防护措施,施工过程中的质量问题与安全隐患能够被有效减少。电气系统的施工面临诸多挑战,特别是在材料管理、人员技能提升与施工现场监控等方面,必须采取针对性的措施,以确保施工的质量与安全。在这一过程中,前期的风险预防与持续的技术创新发挥了至关重要的作用,不仅为施工现场提供了强有力的保障,也为项目的顺利完成奠定了坚实的基础。随着水利水电工程规模的持续扩展,电气施工管理中的质量与安全问题将迎来更加复杂的挑战。唯有通过不断优化管理模式,增强技术培训与人才培养并切实落实安全责任,电气系统的质量与安全才能在变化莫测的施工环境中得到保证,从而推动水利水电工程实现高质量发展。

【参考文献】

- [1] 杨智辉. 水利工程施工中电气安装方法探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(23): 142-144.
 - [2] 李纯洁. 生态水利工程电气节能设计要点浅析[J]. 河南水利与南水北调, 2020, 49(7): 10-11.
 - [3] 屈合鹏. 水利工程电气施工中常见质量问题与控制措施分析[J]. 山东工业技术, 2019(9): 128.
- 作者简介: 妥花(1972.7—), 毕业院校: 国家开放大学, 所学专业: 水利水电智能管理, 当前就职单位名称: 新疆鸿源润泽建设有限公司, 职务: 安全员。

水利水电工程土石方施工技术的分析

彭 初

黑水县应急管理局, 四川 阿坝 623500

[摘要] 水利水电工程作为国家基础设施的重要组成部分, 在调节水资源、发电、防洪、灌溉等诸多领域发挥着不可替代的关键作用, 为社会经济的稳健发展提供了坚实保障。土石方施工技术在水利水电工程建设中占据着核心地位, 贯穿工程始终, 其施工质量的优劣直接关乎整个工程的成败, 开展水利水电工程中土石方施工技术的研究具有极其重要的现实意义, 既能为工程质量、工期、成本管控提供有力支撑, 又能助力环境保护, 推动水利水电事业的可持续发展。

[关键词] 水利水电; 土石方施工技术; 施工技术

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15148

中图分类号: TV541

文献标识码: A

Analysis of Earthwork and Stone Construction Technology in Water Conservancy and Hydropower Engineering

PENG Chu

Heishui County Emergency Management Bureau, Aba, Sichuan, 623500, China

Abstract: Water conservancy and hydropower engineering, as an important component of national infrastructure, plays an irreplaceable key role in regulating water resources, power generation, flood control, irrigation and many other fields, providing solid guarantees for the stable development of the social economy. The earthwork construction technology occupies a core position in the construction of water conservancy and hydropower projects, running through the entire project. The quality of its construction directly affects the success or failure of the entire project. Conducting research on earthwork construction technology in water conservancy and hydropower projects has extremely important practical significance. It can not only provide strong support for project quality, schedule, and cost control, but also help environmental protection and promote the sustainable development of water conservancy and hydropower industry.

Keywords: water conservancy and hydropower; earthwork construction technology; construction technology

1 水利水电工程土石方施工技术概述

土石方工程在水利水电领域涵盖范围广泛, 包含诸多关键施工环节。场地平整作为开篇工序, 旨在为后续建设打造适宜的作业平面, 通过挖填、平整等操作, 使场地满足设计标高与坡度要求, 为建筑物、构筑物的精准定位奠定基础; 土方开挖与石方开挖则是核心任务, 依据工程设计蓝图, 运用各类机械设备或爆破手段, 移除山体、地面土石, 塑造大坝、渠道、厂房等所需的形态; 回填作业紧随其后, 将符合要求的土石材料填回开挖区域, 压实处理, 确保地基稳固, 增强结构承载能力; 运输环节贯穿全程, 负责将开挖出的土石方精准运至指定地点, 如填方区、弃渣场等, 保障施工流畅性; 打夯与碾压工序对填方质量起着决定性作用, 借助夯锤、压路机等设备, 对回填土石施以冲击、碾压之力, 有效提升其密实度, 降低沉降风险。

2 水利水电工程土石方施工关键技术分析

2.1 土石方爆破技术

在水利水电工程土石方爆破作业中, 爆破器材的选型与爆破方法的抉择至关重要, 二者直接关乎爆破成效、施工安全及成本把控。传统的手风钻, 操作简易、机动性强, 在小型工程或狭窄作业面仍有应用, 但其钻孔效率低、深

度受限, 面对大规模石方开挖力不从心; 潜风钻凭借更高风压, 钻孔速度与深度显著提升, 适用于中等规模石方作业, 但能耗较大。当下, 混装炸药车崭露头角, 集炸药制备、装填于一体, 可依据现场地质动态调整炸药配比, 确保爆破效果精准化, 大幅提升装药效率, 减少人工装药风险, 在大型工程中优势尽显。

爆破方法多样, 各有千秋。浅孔爆破, 炮孔深度小于 5m, 操作简便、灵活性高, 常用于小型土石方工程、基础开挖或二次破碎, 对周边岩体扰动小; 深孔爆破, 炮孔深度超 5m, 单次起爆药量较大, 爆破效率高, 适用于大规模石方开挖, 如大型水电站坝基开挖, 但对钻孔精度、装药结构要求严苛。预裂爆破别具一格, 于设计开挖边界预先布置密集炮孔, 起爆后形成平整破裂面, 有效阻隔主爆区爆破震动向保留岩体传播, 保护边坡岩体稳定性, 常用于高陡边坡开挖; 光面爆破与之类似, 在开挖边界实施, 使爆破后岩壁平整光滑, 减少超欠挖, 保障洞室、隧洞开挖成型质量。定向爆破巧妙利用炸药能量定向抛掷岩土, 快速完成场地平整、填方工程, 然其技术复杂, 需精准设计与把控。微差爆破, 借助高精度雷管精准控制起爆时差, 降低爆破震动, 增强破碎效果, 广泛应用于各类爆破场景,

为工程安全与高效施工保驾护航。

2.2 明挖施工技术

2.2.1 石方开挖

石方开挖在水利水电工程建设中同样占据重要地位,其施工技术的科学性与精准性对工程质量、进度及成本有着深远影响。装药过程中,依据岩石硬度、裂隙发育程度及爆破设计方案,精细计算装药量。选用乳化炸药,周边孔采用间隔装药结构,以控制爆破轮廓,减少对保留岩体的扰动;掏槽孔与辅助孔则采用连续装药,确保岩石破碎效果。运用木质或竹质炮棍轻轻捣实炸药,确保装药密实度均匀,同时,严格保护雷管脚线,防止其受损短路。爆破作业是石方开挖的关键节点,采用微差爆破技术,借助高精度电子雷管,精准控制起爆时差在 25~50ms。依掏槽孔、辅助孔、周边孔的顺序依次起爆,充分利用爆炸能量,提高破碎效果,降低爆破震动。在紧邻居民区一侧,设置减震沟,沟深 2m、宽 1.5m,内填松散砂土,有效阻隔爆破震动波传播,确保周边建筑物安全。爆破后,及时组织撬挖与修整作业。施工人员运用撬棍、风镐等工具,小心清除松动岩石,对欠挖部位进行补爆或人工修整,确保开挖面平整度符合设计要求。对于超挖区域,采用浆砌石或混凝土回填,保障岩体完整性与稳定性。通过严谨的施工流程与精细的技术把控,实现石方开挖的高效、安全推进,为后续工程建设筑牢根基。

2.2.2 高陡边坡开挖与防护

高陡边坡开挖与防护是水利水电工程中的重难点问题,其施工质量直接关乎工程整体稳定性与安全性。开挖过程中,依据边坡高度、坡度及地质条件,因地制宜地选择开挖方式。对于高度超过 50m、坡度大于 60° 的高陡边坡,采用分层分段开挖结合预裂爆破技术。每层开挖高度控制在 5~8m,分段长度 15~20m,预裂爆破孔间距 30~40cm,装药不耦合系数控制在 2~3,确保爆破后沿边坡形成平整的预裂面,有效阻隔主爆区爆破震动对边坡岩体的破坏。在开挖过程中,实时监测边坡变形,布置全站仪监测点与测斜仪观测孔,监测频率为每 2 小时一次,及时掌握边坡动态。

防护加固措施同步跟进,确保边坡稳定。在坡面防护方面,采用锚杆锚索联合支护体系。按 2m×2m 间距布置锚杆,锚杆长 6~8m,深入稳定岩体,注入高强度水泥砂浆锚固;锚索间距 4m×4m,长度 20~30m,依据边坡岩体下滑力计算确定锚索拉力,施加预应力,增强岩体整体性。挂设双层钢筋网,喷射 15cm 厚的 C25 混凝土,形成坚固防护层。坡顶设置截水沟,拦截地表水;坡体内部按 5m 间距布置排水孔,孔径 75mm,内置排水管,将地下水引排,降低孔隙水压力。此外,在坡脚修筑挡土墙,墙高 5~8m,采用重力式挡土墙或锚索抗滑挡土墙,依据边坡推力计算确定墙体尺寸与配筋,有效抵抗边坡土体下滑,保障工程施工与运营期间高陡边坡的稳定安全。

2.3 土石方平衡施工技术

2.3.1 土石方量计算方法

精准计算土石方量是水利水电工程土石方施工的关

键前置环节,其计算精准度直接关乎工程成本控制、资源调配合理性以及施工进度安排的科学性。当前,常用的土石方量计算方法有断面法与方格网法,二者各具特性,适用于不同工程场景。

断面法,其原理是沿场地取若干个相互平行的断面,将所取的每个断面(涵盖边坡断面)细致划分为若干个三角形和梯形,而后依据各断面的面积以及断面间距,运用特定公式精确计算土石方量。该方法在地形变化较大、狭长形的工程区域优势显著,如山区的输水隧洞工程,沿线地形起伏剧烈,通过合理设置断面,能精准把控不同段落的土石方挖填量。不过,断面法对断面选取的科学性、代表性要求颇高,若断面设置不合理,易导致计算结果偏差较大;且当工程地形复杂多变、断面数量过多时,计算工作量将大幅增加,耗时费力。

方格网法,通常由设计单位在 1:500 的地形图上,将场地划分为边长 10~40m 的若干方格,使之与测量的纵横坐标精准对应,在各方格角点规定位置上,详实标注角点的自然地面标高和设计标高。基于这些数据,利用专业软件或计算公式,按照一定规则依次计算每个方格的土石方量,最后累加得出总量。方格网法适用于地形相对平坦、变化连续的地形状况,像大型平原地区的水利枢纽工程的场地平整作业,运用方格网法可高效、精准地完成土石方量核算。但此方法对地形图的精度依赖性强,若地形图测绘存在误差,将直接影响计算准确性;且在处理地形突变区域时,可能需要加密方格或结合其他方法辅助计算,方能满足精度要求。

在实际工程中,为确保土石方量计算的高精度,常综合运用多种方法,相互校验。同时,借助先进的测量技术,如 GPS 实时动态测量、三维激光扫描技术等,获取高精度地形数据,为计算提供坚实基础,为后续施工的顺利开展筑牢根基。

2.3.2 土石方调配原则与优化

土石方调配是水利水电工程施工中一项极具挑战性与复杂性的系统工程,其核心目标是实现土石方挖填平衡、运距最短以及经济合理,这对工程成本控制、施工效率提升、资源合理利用乃至生态环境保护均有着深远影响。

在施工筹备阶段,依据地形地貌、地质勘查资料以及工程设计蓝图,施工团队对整个工程区域展开精细的土石方平衡规划。首先,秉持挖填平衡原则,对各施工分区的开挖量与填筑需求量进行严谨核算,力求将开挖出的土石方就近合理利用于填方区域,减少不必要的弃渣与远距离取土。坝基开挖产生的大量石方,经筛选、破碎处理后,优先用于坝体下游护坡、围堰等部位的填筑,既充分利用资源,又降低了弃渣带来的环境压力。

运距最短原则贯穿调配全程。通过构建数学模型,结合现场交通条件,对土石方运输路线展开优化设计。利用地理信息系统(GIS)技术,将工程区域内的料场、开挖区、填筑区以及既有道路等信息数字化,直观呈现各节点间的空间关系,运用路径分析算法,精准规划出多条运输

路线方案,经比选确定最优路径,有效降低运输成本,提高运输效率,经济合理原则统筹全局。在选择料源时,综合考量开采成本、运输费用、料场征地费用等诸多因素。对于可利用的建筑物开挖料,优先评估其质量与适用性,尽量直接上坝或经简单处理后用于合适部位,减少料场开采量;同时,兼顾施工进度安排,避免因土石方调配不畅导致施工延误,增加额外成本。在调配过程中,还充分考虑生态环保因素。合理规划弃渣场位置,做好防护与复垦措施,防止水土流失与环境污染;对表层耕作土进行单独剥离、妥善保存,以便后期用于土地复垦或生态修复,实现工程建设与生态保护的协同共进,为水利水电工程的可持续发展提供有力支撑。

3 水利水电工程土石方施工常见问题与对策

3.1 施工质量问题

3.1.1 土方坍塌

土方坍塌是水利水电工程土石方施工中较为常见且危害严重的质量问题,其成因复杂多样,涉及地质条件、施工工艺、环境因素等诸多方面。在地质层面,若土体的抗剪强度不足,如淤泥质土、松散砂土等软弱土质,自身稳定性差,极易在开挖后出现坍塌;土体内部存在的裂隙、空洞等缺陷,破坏了土体的整体性,也为坍塌埋下隐患。施工工艺不合理同样会诱发坍塌,开挖时若未严格按照设计要求放坡,坡度过陡,土体侧向压力失衡,便容易失稳;缺乏有效的固壁支撑措施,在深度较大或土质较差的基坑、沟槽开挖中,无法抵御土体变形。环境因素影响不容小觑,强降雨天气使土体含水量急剧增加,重度增大、抗剪强度降低,同时地下水水位上升,产生动水压力,对土体形成冲刷与侵蚀;临近施工区域的震动荷载,如重型车辆行驶、爆破作业等,会扰动土体结构,削弱其稳定性。

3.1.2 石方爆破效果不佳

石方爆破效果不佳在水利水电工程中时有发生,严重阻碍施工进度、影响工程质量,其诱因涵盖爆破参数、器材选用、施工操作等关键环节。爆破参数设计若缺乏精准性,炮孔间距过大,炸药能量分散,岩石破碎不均匀,易产生大块石;排距过小,岩石夹制作用增强,阻碍破碎效果。炸药单耗量估算偏差,过大易引发飞石、震动等危害,过小则无法实现预期破碎。选用的爆破器材性能不匹配,雷管延期精度差,微差爆破时差失控,导致爆炸能量不能有效叠加利用;炸药威力与岩石硬度不匹配,硬岩用低威力炸药,破碎困难,软岩用高威力炸药,易造成过度破碎与飞石。施工人员操作不规范,装药过程中,炸药装填不均,部分炮孔装药密实,部分松散,影响爆炸能量分布;起爆顺序混乱,未按设计依次起爆,破坏岩石破碎规律,降低爆破效果。

3.1.3 填筑压实度不足

填筑压实度不足是影响水利水电工程结构稳定性与防渗性能的关键质量问题,其根源涉及填料质量、施工工艺、检测管控等多个环节。填料选择不当是首要因素,若采用含草皮、树根、有机质含量高(超 8%)的土料或淤

泥质土,这些材料压缩性大、强度低,难以压实至设计标准;土料的天然含水量偏离最优含水量过多,含水量过高,土粒间孔隙被水填充,压实过程中空气难排出,压实功多被水吸收,含水量过低,土粒间摩擦力大,不易紧密排列,均无法达到理想压实度。施工工艺不合理同样不容忽视,铺料厚度过大,超出压实机械有效作用深度,下部土层压实不足;碾压遍数不够,土料颗粒未充分重组排列,密实度低;碾压速度过快,压实能量来不及均匀传递,压实效果大打折扣。压实质量检测与管控不力,检测频率不足,难以及时发现压实度问题;发现问题后未及时返工处理,导致问题累积,影响整体工程质量。

3.2 施工安全问题

爆破作业作为水利水电工程土石方施工中的关键环节,具有极高的风险性,一旦发生事故,后果不堪设想,不仅会对人员生命安全构成严重威胁,还可能造成巨大的财产损失,甚至对周边环境产生恶劣影响。爆破事故的发生往往源于多方面因素,其中爆破器材管理不善是重要诱因之一。若在运输环节,未能严格遵循相关法规与安全规程,选用不具备专业资质的运输车辆或人员,抑或未采取妥善的防震、防火、防潮等防护措施,极易致使爆破器材在运输途中受损,进而引发爆炸隐患;在储存过程中,倘若仓库选址不当,靠近居民区、火源或其他易燃易爆场所,且仓库内部的温湿度调控、通风设施以及防火防爆设备配置不符合标准要求,就可能导致爆破器材性能劣化,为事故发生埋下伏笔;而在使用环节,若未建立严格的领用登记制度,造成爆破器材流向不明,或者现场使用人员违规操作,都极有可能瞬间引发爆炸灾难。在水利水电工程施工现场,尤其是土石方施工区域,高处坠落与物体打击事故时有发生,对施工人员的生命安全构成严重威胁,给工程建设带来诸多不利影响。

4 结论

本研究对水利水电工程土石方施工技术进行了深入探究,展望未来,智能化浪潮下,BIM、无人机、智能监测、自动化设备深度融合,5G、AI 助力,施工将更智能高效;绿色环保成刚需,绿色爆破、生态修复、节能减排、资源循环利用技术多点开花,环保与发展相得益彰;新材料、新工艺涌现,高性能土工合成、生态友好、智能材料革新工程,土壤加固、数字化工艺优化流程,为行业注入澎湃动力,指引水利水电土石方施工迈向高质量、可持续新征程。

[参考文献]

- [1]牟君之,胡卫中,肖明.水利水电工程土石方施工技术初探[J].科技风,2024(13):79-81.
 - [2]焦翔鹏,于乃辉.土石方施工技术在水利水电工程建设中的应用[J].世界家苑,2023(22):162-164.
 - [3]刘卫君.关于水利水电工程土石方施工技术探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(1):3.
- 作者简介:彭初(1994.12—),男,毕业于四川农业大学,学历本科,所学专业水利水电工程,当前就职单位黑水县应急管理局。

数字化缺陷在超特高压输电线路巡检业务管理中的研究与应用

张俊波 曾璐阳 阮 扬

湖北省超能电力有限责任公司宜昌分公司, 湖北 宜昌 443000

[摘要] 伴随用电需求持续增加, 变电设备逐渐增加了超高压与特高压等设备, 同时巡检难度也在逐步提升, 在超特高压输电线路输送电能过程中, 还需要注意提高巡检业务管理的效率与质量, 以维持超特高压输电线路的平稳运行。数字化缺陷管理为输电线路巡检业务中的新型信息化管理模式, 其能够运用计算机科学技术, 针对巡检中发现的缺陷与问题进行记录, 同时提供精准的复核结果, 以便实现有效管理巡检缺陷的目标。

[关键词] 数字化缺陷; 超特高压输电线路; 巡检业务管理; 应用效果

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15138

中图分类号: TM764.25

文献标识码: A

Research and Application of Digital Defects in the Inspection and Management of Ultra High Voltage Transmission Lines

ZHANG Junbo, ZENG Luyang, RUAN Yang

Yichang Branch of Hubei Chaoneng Electric Power Co., Ltd., Yichang, Hubei, 443000, China

Abstract: With the continuous increase in electricity demand, substation equipment has gradually added equipment such as ultra-high voltage and extra high voltage. At the same time, the difficulty of inspection is also gradually increasing. In the process of transmitting electricity through ultra-high voltage transmission lines, it is also necessary to pay attention to improving the efficiency and quality of inspection business management to maintain the smooth operation of ultra-high voltage transmission lines. Digital defect management is a new information management mode in transmission line inspection business, which can use computer science technology to record the defects and problems found during inspection, and provide accurate review results to achieve the goal of effective management of inspection defects.

Keywords: digital defects; ultra high voltage transmission lines; inspection business management; application effect

引言

输电线路往往长期在自然环境中暴露, 不仅需要承担来自电力负荷的压力, 同时也可能受到自然灾害的侵袭, 进而引起线路元件老化, 如果未及时发现线路存在的问题, 则可能引起安全事故, 威胁电力系统运行的安全性与稳定性。通过巡检超特高压输电线路, 能够及时了解线路运行情况, 明确周围环境的异常变化, 进而掌控设备缺陷及可能对线路安全构成威胁的相关问题, 通过有效的检修措施, 以控制事故发生风险。通过线路数字化缺陷管理, 能够为线路巡视、检修维护提供科学的指导, 以促进经济效益与工作效率得到协同提升。

1 超特高压输电线路巡检业务管理现状分析

超特高压输电线路巡检的重要作用与发展趋势

超特高压输电线路带电作业包含较多项目, 实际项目内容见表 1。多种项目的影响造成巡检难度相对较高。在落实巡检相关操作前, 需要做好申报工作, 并以巡检的主要工作内容作为申报的基础, 随后由上级单位做好审核批准工作, 以便推动巡检工作的及时开展。在巡检前需要综合考虑多方面的因素, 在进行不同部门沟通的基础上制定科学、合理的巡检计划, 以便促使线路巡检工作质量与效

率得到同步提升。

表 1 超特高压输电线路带电作业项目

类型	项目	作业方法
绝缘子类	直线塔 I 型、双 I 型复合绝缘子更换	均为等电位
	直线杆塔单 V 型、双 V 型复合绝缘子更换	
	直线杆塔双 V 型、双 L 型复合绝缘子更换	
	耐张横担侧第 1~3 片盘形绝缘子更换	
	耐张导线侧第 1~3 片盘形绝缘子更换	
	耐张绝缘子串任意单片盘形绝缘子更换	
导、地线类	导线的修补处理	均为等电位
	导线异物的处理维护	
	地线的修整维护	
	地线异物的处理方法	
金具类	导线间隔棒的检修维护	等电位/地电位
	防振锤的检修维护	
	金具缺陷的解决方式	
附属设施类	在线监测装置的安装与维护	等电位
	防鸟装置的安装与检修	等电位

1.2 超特高压输电线路巡检问题分析

在电网规模逐渐扩大过程中,输电线路的横跨距离也在随之延长,且需要管理与维护的输电线路明显增加,亟需采取巡检管理措施,以便及时统计相关数据资料。输电线路巡检能够保证输电线路与设备安全,在巡检过程中可以及时发现相关问题,但由于超特高压输电线路问题具有一定复杂性,且未能够及时对缺陷进行有效清除,定期巡检过程中,还需要增强对线路缺陷管理与维护的重视,以及及时发现影响管理效果的重要问题。在传统巡检管理过程中,多使用计算机进行 EXCEL 对相关数据进行录入、存储,但是其仍然存在部分问题,主要包括:(1)无法实现对输电线路的规范化管理:当前超特高压专业管理水平相对较差,无法适应不同人文地理、气候、环境等因素形成的相应影响,进而导致输电线路巡检管理的成效相对较差。且巡检人员工作素质差异性较大,且工作经验有所不同,对于巡检的设备项目尚未形成统一认知,导致检查结果及记录填写相关内容难以捕捉实际问题,进而无法增强对输电线路运行情况的深入了解,进而对巡检工作产生了一定制约。(2)巡检效率较低:在对超特高压输电线路进行巡检时,通过纸张记录的方式严重影响巡检工作的推进,在发现有问题的项目后进行记录,会浪费大量时间在记录工作中。(3)巡检记录保存与查询难度较大:在对超特高压输电线路进行巡检后会形成较多记录,由于涉及地域较为广泛,且受到环境及其他因素的影响,对于记录的数据进行汇总分析过程中,会消耗大量的人力、物力,且随着时间延长,极易引起记录数据缺失,影响日后的查询工作。(4)无法评估实际工作质量:仅仅在巡检记录的引导下,无法及时掌握工作效率与质量,进而影响最终的准确性评估。因此还需要探究科学、规范的管理技术,以减少一线人员的工作负担,确保缺陷管理更具智能化、有效性,进而促进输电管理水平的持续提升^[1]。(5)缺乏工作沟通:因各区域之间缺乏必要的工作沟通与交流,导致新技术、新设备的应用与维护缺乏科学的管理,常规的巡检模式已经难以契合新的发展要求,甚至会带来一定潜在的风险隐患,影响巡检效果。

2 数字化缺陷管理的原理及优势

2.1 数字化缺陷规程的精准制定

超特高压输电线路在实施管理过程中,需要对其缺陷进行精准的标记,主要涉及其号侧、导线、垂直、水平、顺线路、净空距离等内容,通过对以上内容进行详细记录,以便形成更具规范性的缺陷管理章程。在制定缺陷管理规程后,需要在工单填写中做好记录,保证缺陷描述方式更加标准,不仅能够及时发现各类缺陷,同时有助于数据存储的完整性、有效性免受干扰。在该类缺陷规程管理中,所记录的内容均为有效的定量信息,可结合实际的巡检情况对表达方式进行适度的转化,但是常规管理记录通常是

基于定性缺陷进行查询管理,在进行查询过程中,虽然能够明确树竹超高问题,但是对于净空距离的定量查询还无法明确,导致缺陷记录的管理效果可能受到一定影响,进而难以保证精准数据。

2.2 数字化缺陷正则表达化

缺陷规程可通过正则表达式进行明确的解释与说明,以便针对不同字段做好分类,还能够围绕分离存储、定量查询等均能够提供相应的数据。在计算机科学中,针对与句法规则具有较高契合度的字符串,可在正则表达化的基础上对其进行阐述,同时正则表达式也能够对文本内容进行明确的检索、查询。例如可将复杂的描述方式转化为“[TF 小/大]号侧,[TF 左/右]导线[TF 正下/上方],顺线路、水平、垂直、净空等各项距离约[DU, XX、XX、XX、XX]m,有[TU 柏/松][IU, X]棵超高”的形式,进而能够利用计算机技术的优势解释巡检中的缺陷,并围绕巡检中出现的缺陷予以科学的解决方式^[2]。

2.3 以软件开发技术为基础的动态程序

在 Windows 系统环境的影响下,可利用 Microsoft.NET2.0 及 C 语言形成开发语言,并在开发过程中围绕巡检缺陷正则表达式的实际情况进行全面的分析,以便形成更加系统化的动态管理模式,以便对缺陷表单进行动态捕捉。在开发期间需要以正则表达缺陷规程作为基础,并综合考虑缺陷的影响因素,以便形成对子控件对象的科学控制,以便基于 UserControl.Controls.Add 函数进行调动,确保其可在缺陷窗口上进行聚合。动态程序界面技术能够将标准化缺陷库编制转化为精确化、自动化的软件页面,以便为缺陷管理提供数据支撑。

3 超特高压输电线路数字化缺陷巡检管理技术分析

3.1 数字化采集以及处理技术

超特高压输电线路的巡检数据具有海量、复杂等特点,其包含的巡检数据相对烦琐,因此在给予数字化缺陷管理技术支持后,可及时明确以往巡检的经验与记录的数据,以便及时掌握缺陷处理的科学方法,并基于历史巡检内容对新的巡检方案进行改善,以确保巡检方法更加合理,继而为二级单位的巡检提供更加准确的数据支持,针对具体的停电巡检情况则能够申报停电巡检计划,促使停电巡检记录更具规范化,确保超特高压输电线路的巡检工作能够在数字化缺陷管理的引导下进行,不仅能够促进输电线路巡检计划申报效率得到一定提升,同时也可促进巡检计划及时落实在实际工作中。对巡检设备进行巡检过程中,如果发现巡检停电工期相关合理性问题,则需及时采取有效的解决措施。数字化缺陷能够对巡检计划的停电时间进行良好的协调,减少巡检人员的工作负担,确保巡检工作效率与质量得到改善。在数字化缺陷技术的支持下,能够推动巡检数据库的建立,进而为巡检数据查询功能的应用提

供一定支撑,便于对输电线路巡检情况进行深入分析。数字化缺陷巡检管理能够对输电线路巡检计划申报进行完善,确保其能够结合巡检的实际需求制定、上报巡检计划,以便对数据进行有效地转换^[3]。数字化缺陷系统可以对巡检历史数据进行采集分析,以便形成巡检数据库,且数据库中的内容可以依据实际的巡检情况进行更新、纠正,便于保证巡检数据更加精准,可为巡检时间及落实提供支持与参考。输电线路数字化缺陷管理系统如图所示。在对历史巡检数据查询过程中,可在综合查询模块中处理,随后促进检修计划的形成,同时做好数据转化的准备工作,在输入某个巡检周期后则可与相应的检修记录相匹配,以促进巡检计划流程划分为年、月与周计划,由系统对巡检计划进行判断与申报,以便上级部门更好地了解巡检流程。



图1 输电线路数字化缺陷管理系统

3.2 数字存储与管理技术

数字化缺陷管理能够对输电线路的历史巡检记录进行储存,并将其转化为正则表达式,将巡检数据储存在系统数据库中。数据展示层能够对数据进行统计分析,并转化为表格的形式,以确保管理人员进行便捷地浏览。数字化缺陷管理在计算机科学技术的引导下,可以绘制结构图、对缺陷数据进行分离,促使缺陷统计效果得到提升,并在数据处理引擎对重要的缺陷数据进行处理,确保数字化缺陷管理效率进一步增强。输电线路巡检计划的控制系统与模型之间存在一定联系,同时又处于相互独立的状态,能够保证代码的有效性。管理人员可以通过数字化的缺陷反馈,构建数据模型,以便抑制缺陷数据扩大化,在输入信息后则能够及时获取相关的巡检数据,控制功能则能够保存缺陷视图,对巡检计划中的核心数据进行封装^[4]。

4 数字化缺陷管理在超特高压输电线路巡检中的应用

4.1 定量查询巡视缺陷类别与植域

在对超特高压输电线路进行巡检过程中,可以对缺陷查询的过滤条件进行设置,查询巡检日期,例如2023年7月,查询缺陷状态,为存在或不存在,查询实际缺陷线路,查询缺陷的类型为基础或是绝缘子、导线、地线等,查询净空距离大于或是小于XX米。在查询过程中可以按照线路名称进行分组,便于及时了解缺陷线路及其状态、类型、缺陷程度等,确保缺陷查询更具精准性,以促进缺陷管理效果得到改善。

4.2 数竹与导线净空距离的预警计算

在查询、明确缺陷记录后,需要针对线路的实际问题进行三色记录,通过利用EXCEL形式呈现其预警阈值。针对树竹与导线净空距离在7米以上,而小于等于7.5米的情况,可选择红色进行标记;针对树竹与导线净空距离在7.5米以上而小于等于8.5米的情况,可以选择橙色进行标记;针对树竹与导线净空距离在8.5米以上,小于等于9.5米的情况,可通过黄色做好标记。通过实施三色预警统计,能够避免消耗过多的计算与统计所耗费的人力、物力与财力,统计表样式见图2。

E29											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	通道“三色”预警统计表										
2	序号	线路名称	塔杆号	水平距离（米）	垂直距离（米）	净空距离（米）	树种（棵）	三色标识	提醒	备注	
3	1	XX-线	1	6	7.9	8.2	柏树	橙色	1		
4											
5	红色，树竹与导线净空距离>7米，≤7.5米										
6	橙色，树竹与导线净空距离>7.5米，≤8.5米										
7	绿色，树竹与导线净空距离>8.5米，≤9.5米										
8	括号内数值为特高压线路的标准										

图2 统计表样式

4.3 树竹生长情况预测分析

在对树竹缺陷数据进行明确后,需要做好生长、预警等数据模块的处理,依照树木在每个月的常规增长速度,做好高度生长速度的判断与分析,以净空距离8.1m为例,需要参考树竹现阶段的生长速度作为参考,预计在2025年1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12月每月净增长高度约为XX米,预计于2025年XX月XX日达到预期净空距离报警高度8m,对该树竹的生长情况的缺陷预警数据进行记录,便于及时掌握树竹生长速度,进而实施有效的预防与控制措施,避免树竹生长超出净空距离的报警高度。

4.4 自动生成地物可表现型缺陷

针对超特高压输电线路缺陷规范中,树竹、雷电、鸟害、滑坡等均能够呈现为地物的形式,并可见其出现在电子地图中。在运用数字化缺陷管理过程中,所有的输电线路缺陷均是以精准经纬度坐标的杆塔为依附,因此在运用数字模拟算法后,能够以缺陷内容为基础,并促进缺陷对象能够自动在电子地图中生成,并将外业中所拍摄的现场照片附在其中,确保缺陷对象更具可视性,同时能够对关联进行丰富,更加便于查询缺陷对象的状态,展示实际的缺陷问题^[5]。

5 结束语

综上所述,在电网系统运行与维护管理过程中,与输电线路巡检有着紧密的联系,其执行与管理是影响电网系统平稳与安全运行的重要影响因素。通过在超特高压输电线路检测中引入数字化缺陷管理措施,能够促进输电线路巡检工作更具规范化与智能化,便于对巡视记录进行精准地录入与存储,还能够深入分析输电线路的动态变化趋势,及时反馈缺陷预警,有利于为输电线路的巡检工作的开展提供技术保障,且能够依据系统数据进行及时查询、考核,确保超

特高压输电线路巡检工作质量与效率得到协同提升。

[参考文献]

- [1]张媛媛. 超特高压输电线路运维管理中的问题及解决方法[J]. 自动化应用,2023,64(2):128-129.
- [2]赵晟宇. 超特高压输电线路运维管理中存在的问题和应对措施[J]. 中国设备工程,2023(19):59-61.
- [3]蚁克特. 浅谈输电线路检修与维护[J]. 电子元器件与信息技术,2020,4(11):87-88.
- [4]张媛媛. 超特高压输电线路检修计划信息化管理的分析与应用[J]. 电工技术,2024(1):409-411.
- [5]刘德帅,李勇军,罗得表. 基于无人机技术的输电线路检测和故障定位方法 [J]. 无线电工程,2023,53(10):2431-2438.

作者简介: 张俊波 (1997.6—), 男, 湖北工业大学, 电力系统及其自动化, 湖北省超能电力有限责任公司宜昌分公司, 检修工, 高级工。

配电运检智能化指挥调度系统的设计与应用

董云鸽¹ 张文龙²

1. 国网郑州供电公司, 河南 郑州 450000

2. 国网河南直流中心, 河南 郑州 450000

[摘要]在智能技术快速进步的背景下, 配电运检领域正遭遇一场转变与升级的挑战。文中针对配电运检智能化指挥调度系统的设计与应用进行了深入研究。针对当前配电运检系统中存在的问题, 提出了一个基于大数据、物联网和人工智能技术的智能化解决策略。该系统整合了数据采集、实时监控、智能分析以及指挥调度等多个功能模块, 其目的在于增强运行检修的效率, 减少故障发生的概率, 并优化应对突发情况的能力。实际应用表明, 它成功提高了配电网络运维智能化的程度, 确保了现代配电网络运行的安全性与稳定性。

[关键词]配电; 运检; 智能化; 指挥调度系统; 设计; 应用

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15177

中图分类号: TN273

文献标识码: A

Design and Application of Intelligent Command and Dispatch System for Distribution Operation and Inspection

DONG Yunge¹, ZHANG Wenlong²

1. State Grid Zhengzhou Power Supply Company, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

2. State Grid He'nan DC Center, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: Against the backdrop of rapid advances in intelligent technology, the field of distribution operation and inspection is facing a challenge of transformation and upgrading. The article conducts in-depth research on the design and application of an intelligent command and dispatch system for distribution operation and inspection. A smart solution strategy based on big data, Internet of Things, and artificial intelligence technology is proposed to address the problems in the current distribution operation and inspection system. The system integrates multiple functional modules such as data collection, real-time monitoring, intelligent analysis, and command and dispatch, with the aim of enhancing the efficiency of operation and maintenance, reducing the probability of failures, and optimizing the ability to respond to emergencies. Practical application has shown that it has successfully improved the level of intelligent operation and maintenance of distribution networks, ensuring the safety and stability of modern distribution network operation.

Keywords: distribution; transportation operation and inspection; intelligentization; command and dispatch system; design; application

引言

在电力网络体系中, 配电网环节对于确保供电稳定性扮演着关键角色, 其运行与检修的效率和安全性是衡量整个电力供应可靠性的直接指标。在应对错综复杂的配电网和不断上升的能源需求挑战时, 传统的运行检查与维护手段往往难以胜任。针对遇到的难题, 智能化的指挥与调度系统随之诞生, 以应对挑战。本篇论文的目的在于分析系统构建的基本思路、关键职能以及其实际操作成效, 以此为电力配送运维的智能化升级给出借鉴。

1 现有配电运检系统的不足

在应对日益膨胀的电力网络规模与持续上升的能源消费需求过程中, 现行的电力配送与监测体系暴露出诸多缺陷。运检模式的惯例是依靠人工进行调度, 这样的方式使得应对突发故障的反应速度变得缓慢, 不能做到及时处理。在发生故障的情况下, 负责调度的工作人员通常依赖于个人经验作出决策, 这一过程往往延长了响应时间, 并且可能由于错误的判断引发更为严重的后果。在当前分析

过程中, 显著存在的挑战是数据处理技能的短缺, 当前的系统普遍存在数据搜集与处理方法不足的问题, 这使得对配电网实时运作情况的监控变得困难重重。信息孤岛现象普遍存在, 各部门之间的数据交流不畅, 使得信息无法及时共享, 进而影响决策的准确性与有效性^[1]。

配电运检系统的智能化程度较低, 缺乏先进的技术支持, 如大数据分析、物联网技术和人工智能算法等。这使得运检人员在处理大量数据时显得力不从心, 无法实现对设备状态的精确预测和故障预警, 从而降低了运检的效率和可靠性。培训与技术支持不足也是导致现有系统效率低下的原因之一。运检人员往往缺乏必要的培训, 对新技术的应用了解不够, 导致智能化系统的推广和应用效果不理想。

2 智能化指挥调度系统的设计

智能化指挥调度系统的设计旨在提升配电运检工作的效率和安全性, 以适应现代电力网络的复杂性与动态性。利用尖端的大数据处理技术、物联网连接以及人工智能算法, 搭建了一个多功能智能平台, 四个主要模块——数据

采集、实时监控、智能分析及指挥调度,构建了系统的框架。配电网的运行数据,如电流、电压、温度等,是通过传感器和智能终端这两个工具,由数据采集模块实时获取的,这一过程保障了信息的准确性和及时性。调度人员通过实时监控模块对收集的数据进行可视化处理,以便随时了解配电网的运行状态^[2]。

在设计环节,注重打造易用且直观的系统界面,以便调度人员能够迅速熟悉并高效操作,移动端应用得到支持,使得现场运维检查人员能够即时地接入信息与指令,从而增强了他们的工作敏捷度,在设计过程中,我们融入了多级安全防护策略,以维护系统的稳定运行和数据的完整安全,从而有效预防潜在的数据泄露和系统攻击威胁,该智能化系统实现了对配电运检工作的数字化与智能化管理,同时为电力公司提供了坚实的技术支持,确保了配电网运行的高效性与稳定性。现代科技与传统电网检测工作的深度结合,在系统设计上得到了充分体现,从而为智能电网的进一步建设打下了坚实的基础。

3 配电运检智能化指挥调度系统的应用

3.1 系统集成与标准化

在实施配电运检智能化指挥调度系统的过程中,系统的集成与标准化环节是保障各类设备及应用程序能够高效协同工作的关键。电力领域的技术进步带来了配电网复杂性和多样性的提升,而传统的单一设备操作模式已不再适应现代化的运行和检修工作需求,统一制定数据标准与接口协议,是至关重要的任务。这些标准不仅包括数据的特定排列形式、设备相互对话的规则,还包括了信息传递与交换的基本原则,确保了各种设备之间能够无缝连接与相互操作的必要条件。实施标准化措施,能显著消除信息隔离状态,促进不同设备和系统之间的流畅互通,进而提高整体运营检查的效率。企业需在实施过程中,深度分析电力公司和地区的特定需求,依托于当地的技术条件,提供专属定制的系统集成解决方案,涉及多项硬件设备的兼容性验证是必要的,以保证更新后的系统能够无缝接入现有的电力基础设施。为了达成标准化应用,必须对执行人员开展专项培育,使他们深刻把握数据规范与接口协议的运用,确保系统在常规运作中的稳固性与可依赖性^[3]。

标准化还为后续的系统升级和扩展奠定了基础。随着新技术的不断涌现,配电运检系统可能需要引入新的设备和功能,而统一的标准可以大大简化这一过程,确保新旧系统之间的平滑过渡。这种灵活性不仅有助于提高系统的适应性,也使得电力公司能够迅速响应市场需求变化,推动技术进步。系统集成与标准化是配电运检智能化指挥调度系统成功实施的基石,通过这一环节的优化,可以有效提升配电运检的整体效率和安全性,为现代电力行业的智能化转型提供强有力的支持。

3.2 人员培训与技能提升

针对智能化配电运行检查指挥调度的系统,进行相关人员的教育和技能等级提高,是保障系统运行效率的重要手段之一。在智能化技术迅猛发展的背景下,从事运行检查的员工不仅需要精通传统的操作技巧,还应当深入了解并熟练掌握最新系统的功能及其操作流程,为了确保计算机系统的有效运行,必须对其操作人员进行全面且专业的培训。培训内容应包括但不限于系统的基础操作、故障的诊断与排除、数据的深入分析以及突发情况的应对策略。电力公司需制订详尽的培训方案,融合理论学习与实操训练,通过多样化的培训课程,以保障运营检修人员能够深入理解并熟练掌握新系统。

企业需实施定期培训,并配备周期性评价与回应体系,以保障培训的连贯性。培训流程终结后,随即开展性能评鉴活动,目的在于及时辨识并予以解决学员在实践操作过程中遭遇的疑难杂症,收集关于运行检查人员的意见反馈,用来持续优化培训的课程内容及方法,以适应新技术的出现及市场变动导致的新需^[4]。运检人员通过持续的培训与评估,不断更新知识、提升专业技能,确保在智能化运检工作中维持竞争力,为了确保配电运检智能化指挥调度系统的有效运行,对人员进行专业培训及技能提高是关键,这不仅有助于系统应用的成功,而且对提升整体运营检查的效率与安全性至关重要。企业依靠科学的培训体系和持续的技能升级,能够塑造一支高技能的运行检查团队,这为电力行业的智能化升级提供了坚实的人才基础。

3.3 实时监控与数据分析

在配电运检智能化指挥调度系统中,实时监控与数据分析是提升运检效率和安全性的核心功能。系统通过连续监测,实现对配电网运行状况的实时把握,同时对电流、电压、温度等关键设备参数进行实时采集。实时数据的搜集,为运行检修工作人员呈现了详尽的运行状况,同时能够迅速辨识设备故障和可能的缺陷,进而快速作出响应,防止发生意外事件。数据分析的应用,进一步提升了实时监控的功能性价值。利用尖端的数据挖掘与分析技术,本系统能够深入解析历史数据集,从而辨识出设备运行的规律性与潜在问题,该措施不仅助力运检工作者深入洞察机械运作的实时情况,而且能够对潜藏的设备问题进行预判。运检系统分析设备过往的运作记录,据此识别出在特定环境下更易发生故障的设备,进而实现故障的提前预警,并指导相关人员执行设备的预防性保养^[5]。

结合实时监控和数据分析,为制定科学的运维策略提供了依据,经过数据分析得到的成果,使得企业能够合理优化其资源配置,并据此对运营检查计划进行调整,进而显著提高运营检查工作的效率。策略的动态调整能够合理化资源配置,在关键区域优化其使用效率,进而减少运维的经济投入,并显著提高服务的品质标准。在智能化指挥

调度系统中,对配电运行实行实时监控,并结合数据分析,显著增强了设备运行的安全性与稳定性,并且为运维人员提供了科学的决策支持。

3.4 应急响应机制的建立

在配电运检智能化指挥调度系统的框架下,建立高效的应急响应机制是保障电力系统安全与稳定运行的重要环节。快速且高效地应对意外事件是应急响应机制的核心,其目的是尽可能降低事故造成的不利后果,以实现应对不同类型的突发事件。如设备故障、自然灾害及外部干扰的有效应对,必须构建一个明确的分类预判体系,并据此制订专门的应急处理计划。预案需要包括信息传递、决策制定以及现场处置等多个环节,以确保运检人员在突发事件发生时能够快速启动预案,并采取有效的应对措施^[6]。

为了构建有效的应急响应机制,加强团队成员间的协作和沟通是关键。在紧迫情势下,协调团队成员,实现信息的即时交流,对于应对危机至关重要,为使相关人员能够在紧急情况下迅速获得必要信息并高效地协同工作,应制定具有明确职责分配和信息传递流程的应急预案响应机制。为了确保应对突发情况时的机制能够发挥作用,必须定期实施模拟紧急情况的练习。运检人员通过模拟演练,能够熟悉并掌握应急预案的操作流程,这不仅提升了他们应对突发情况的真实作战能力,而且还在实践中检验了预案的有效性 with 适应性,确保了在面对真正的紧急事件时,能够冷静且熟练地作出反应。为了保持应急响应机制的持续有效性,关键在于及时进行评估并对其进行改进,每次应对突发情况后,需审视应对措施的效果,剖析存在的问题,依照实际情况对应急计划进行修订和优化。通过对机制进行实时调整,不仅可以提高其科学性,而且还能提高运维检查团队的应对突发情况的能力。在电力系统中,确保安全和稳定运行的关键在于,构建一个完整的、智能化的配电运行检查和指挥调度系统,该系统依赖一套科学的应急预案编制过程,并通过加强团队间的协作以及不断地评估和优化来提高对突发事件的应对效率^[7]。

3.5 持续改进与反馈机制

为了保障智能配电运维指挥系统的持续适应性和有效运行,构建并实施了反馈和改进机制。系统运作效率的不断提升,关键在于周期性地对效果进行衡量与分析,例如设备运行效率、故障率和响应时间等指标的监控与分析后,运检团队能识别出系统存在的不足和可能的改进点。在进行此类评价时,不仅需倚重量化信息,更应融合用户在实际中的互动体验及所提供的意见,从而保证所采取的优化策略与用户的真实需要相吻合。

建立反馈机制能够促进信息的互动交流。在系统运行的环节中,负责运行检测的工作人员应当积极促进反馈信

息的提交,这些反馈信息涉及对系统功能的应用感受以及对工作流程的建议和改进意见,技术团队获取系统实际应用状况的反馈信息,不仅有助于其及时调整,同时也能提升操作人员的热情与参与度,构建积极的交流环境。定期召开反馈会议,汇总不同方面的观点,以便对系统进行及时的调整和优化,这样做能显著提高用户满意度和办公室的生产效率。企业文化的塑造应当融入持续改进与反馈的机制,以此来营造一个注重学习和创新的环境,鼓励企业内部成员持续提供改善意见,能塑造出一支富于自发性和创新力的团队,进而促进技术进步与流程效率的提升。建立该文化,不仅加强了团队的团结,也为企业的长期进步奠定了坚实的根基。在配电运检智能化指挥调度系统中,持续的优化与系统的反馈过程构成了实施的核心要素。系统运行效率的提升,依赖于定期的性能评估、反馈机制的建立以及企业文化的深度融合,此措施有助于保障配电运检工作的安全性、高效性和持续性^[8]。

4 结束语

总之,配电运检智能化指挥调度系统的设计与应用,是提升电力运检效率与安全性的关键。通过技术创新与管理优化的结合,能够推动电力行业向更加智能化、信息化的方向发展,为实现高效、安全的电力供应奠定坚实基础。

【参考文献】

- [1]郭昱君.移动互联网技术在配电运检中的运用[J].光源与照明,2024(6):69-71.
 - [2]崔博伦,徐晓琦.智能电网中的配电运维一体化系统分析[J].集成电路应用,2024,41(5):168-169.
 - [3]席樱元.智能电网中的配电运维一体化系统分析[J].集成电路应用,2023,40(4):256-257.
 - [4]张珊茹,刘彬博,秦方博,许舒婷,曾繁,郑筱莹.基于MR技术的配电房运检系统研究设计[J].微型电脑应用,2022,38(8):11-14.
 - [5]王计斌,陈大龙.AI技术赋能低压配电运维系统研究[J].江苏通信,2021,37(3):99-103.
 - [6]张哲.移动互联网技术在配电运检专业中的应用[J].中国地名,2019(8):53.
 - [7]张宏毅.智能配电运维管理系统的研究与开发[D].北京:华北电力大学,2019.
 - [8]曾庆国.移动互联网技术在配电运检专业中的应用[J].现代国企研究,2018(16):118.
- 作者简介:董云鸽(1999.12—),女,河南省焦作市人,汉族,本科生,就职于国网郑州供电公司,从事配电运检工作;张文龙(2000.2—),男,河南省焦作市人,汉族,本科生,就职于国网河南直流中心,从事特高压换流变电站运维工作。

离网型微网案例分析及相关问题

王 亮

河北能源工程设计有限公司, 河北 石家庄 050531

[摘要]介绍了西藏阿里风光水柴储能离网型微电网项目的概况,结合地区负荷情况及特性,设计建设一座风光柴储的发电系统,以10kV电压等级与水电站并网,通过水电站配电网线路为区域电网供电,同时分析了微电网的组成及各部分的功能要求,最后对微电网项目的保护配置及控制策略进行了探讨。

[关键词]风光水柴微电网;微电网控制;保护;储能系统

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15171

中图分类号: TM732

文献标识码: A

Case Analysis and Related Issues of Off Grid Microgrids

WANG Liang

Hebei Energy Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050531, China

Abstract: This paper introduces the general situation of the wind power, water diesel energy storage and off grid micro grid project in Ali, Xizang, and designs and builds a wind power, water diesel energy storage and off grid power generation system in combination with the regional load conditions and characteristics, which is connected to the grid with a 10kV voltage level and supplies power to the regional grid through the distribution network lines of the hydropower station. At the same time, this paper analyzes the composition of the micro grid and the functional requirements of each part, and finally discusses the protection configuration and control strategy of the micro grid project.

Keywords: wind solar water diesel microgrid; microgrid control; protection; energy storage system

1 项目建设背景

我国的大电网经过几十年的快速发展,已成为覆盖全国大部分区域的主要电力供应渠道;但是新疆、西藏以及近海岛屿等偏远地区因自身距大电网较远,若通过大电网供电存在投资高、损耗大、故障率高的问题,很难实现偏远地区的不间断供电;近年来随着风力发电、光伏发电为代表的分布式发电的大力发展,以分布式电源为依托,配合大规模储能单元的微电网发电系统,已成为解决偏远地区用电的首选方案。

一种典型的微网是由多种分布式发电单元、储能系统及符合组成,并由统一的能量管理系统进行调控和管理。微电网系统既可与大电网并网运行,也可以独立运行。

措勤县位于西藏阿里地区东南部,东北方是地势高亢、地域辽阔的羌塘高原,西部则是地势险峻,沟壑纵横的冈底斯山北支。措勤县处于这两大地理单元的交汇处,全县平均海拔4700m,地理坐标处于东经 $84^{\circ}10'00''$ — $86^{\circ}14'30''$,北纬 $29^{\circ}40'25''$ — $31^{\circ}41'15''$,地属高寒荒漠气候,干燥、寒冷。全县年平均气温 0.2°C ,最低月平均气温 $-10\sim-12^{\circ}\text{C}$,最高月平均气温 10°C ;厂区内多大风,8级大风的天数达112~150天,每年12月至次年5月,大风极多,占全年大风日数的75%,平均风速 4.4m/s ,最大风速 30m/s ,风向比较不稳定;措勤县太阳能资源极为丰富,年均太阳能辐射量 7926MJ/m^2 ,年均日

照时数3000h左右,平均日照率为76%。

措勤县地区主要用电负荷包括照明、电炊、农业电力提灌、广播站及其他公益事业等,统计当地的用电负荷约为200kW,随着人口的增长以及工业用电设备的增加,未来几年的负荷预期会达到646kW左右,当前该区域主要有自备柴油机及措勤县960kW水电站供电,因水电站发电量受季节性影响较大,近年来发电量越来越难以满足用电负荷的增加。

措勤县地区具有丰富的可再生能源,太阳能辐照度较高、温度较低,冬季大风日数较多,比较适合建设光伏、风力分布式发电。且在那些偏远的、交通相对闭塞的村落,采用建设周期短、维护量小、安全稳定以及操作简便、一次性投入长期受益的光伏发电技术来解决措勤县的用电问题,可以最大程度地保证当地电力的供应,促进地区的经济发展、社会稳定。

2 项目配置方案

结合地区负荷情况及特性,计划在措勤县建设一座风光柴储的发电系统,以10kV电压等级与水电站并网,通过水电站配电网线路为措勤县供电。为了充分利用太阳能资源和风能资源,满足用电负荷要求,选定装机容量500kW,因本电站位于西藏阿里地区,海拔较高,气压较低,对设备的要求较高。电站装机容量较小,经比较光伏组件选定245Wp晶硅光伏组件,共安装1800块,光伏发

电系统装机容量 441kW；风力发电机选定 30kW 风力发电机组，共安装两台，风力发电系统装机容量 60kW，电站累计装机容量 500kW；考虑到分布式电源具有间歇性及不可控性的特点，本工程配置了 2400kWh 的铅酸蓄电池储能系统及 300kWh 的锂电池储能系统，并配置了 1 台 300kW 的柴油发电机（降容 50%，按 150kW 考虑）用于应对极端情况下重要负荷供电。

2.1 光伏发电系统

本项目设计选取峰值功率为 245W 的晶硅光伏组件 1800 块，20 块串联 90 并联，组成 441kW 光伏发电方阵；配置 1 台 500kW 的并网逆变器及 1 台 500kW 光伏交流配电柜，输出 380V 交流电。

2.2 风力发电系统

本项目选取 30kW 风力发电机组 2 台，组成 60kW 风力发电系统；每台风力发电机分别配置 1 台风机变流器及 1 面交流柜，输出 380V 交流电。

2.3 电池储能系统

储能系统分为 2 个储能单元。第一单元由 1200 块 2V 1000Ah 铅酸蓄电池组成，300 块蓄电池串联，4 个蓄电池组串并联，配置 1 台 630kW 的逆变器，输出 380V 交流电。

第二单元由 672 块 3.24V 150Ah 磷酸铁蓄电池串联组成，168 块蓄电池串联，4 个蓄电池组串并联，配置 1 台 630kW 的逆变器，输出 380V 交流电。

2.4 柴油发电机系统

本工程选用 300kW 一体化柴油发电机房，降容 50% 考虑，输出 380V 交流电；

本工程预留容量为 150KVA 的滤波补偿柜 1 台。

本工程共设两个电压等级，高压 10kV，低压侧 380V，低压侧采用单母线分段接线方式，各个分布式发电单元及储能单元输出的交流电分别接到 380V 两段母线，高压侧采用单母线接线，两段 380V 交流母线分别经 1 台 1250kVA 变压器升至 10kV，最后通过 1 回 10kV 出线与水电站并网。

3 能量管理系统

能量管理系统是以计算机监控系统及电力系统软件为支撑的综合自动化系统；微电网的能量管理系统主要运行目标包含：（1）实现分布式发电功率平滑控制；（2）闭环控制系统实现自动无功电压控制；（3）实现电网静态稳定分析；（4）制定发电计划、调节各个发电单元及储能单元的输出，确保产能与消耗功率平衡。

能量管理系统一般应包括数据采集、能量管理、网络分析三大功能；数据采集功能是采集各个分布式电源系统的实时数据及运行状态，接收下能量管理下发的控制指令，调节各个分布式电源输出功率及储能单元的充放电；能量管理模块功能包含接收数据采集单元的信息，接收网络分析中各节点电气量信息，进行负荷预测，制定发电计划执行；网络分析功能包含统计微网系统各节点的潮流分布和

电气量信息，确保系统安全运行。

本项目配置了一套数据监控系统，采集风光柴储发电系统各个单元的运行及故障报警信息，能量管理系统所需的数据直接从监控系统站控层交换机提取。

主要的运行监控信息包含：

模拟量测量：对所有受控站的变压器电流、电压及 10kV 线路电流电压、380V 母线电压、各分布式电源输出 380V 电流、光伏阵组串电压、逆变器、储能 PCS 直流电压、10kV 线路有功、无功功率等信息。

逆变器数据采集及监测，包括采集输入输出功率，当日及总发电量，输入输出电压、电流，逆变效率，逆变器状态，故障和告警信息等。

继电保护数据采集：通过大量的国际和国内标准和标准的规约库实现与各种厂家的继电保护通信，采集处理继电保护设备的实时数据，定值，录波和事故。

环境监测数据采集：采集处理太阳辐照度、风速、风向、环境及电池板温度。标准的模拟量数据采集，方便了太阳能发电系统中太阳辐射、风向、风速、温湿度等环境设备的接入，为数据的采集、处理提供了丰富的软硬件平台。

状态量测量：包括 10kV 断路器、手车位置、变压器分接头，380V 断路器等位置信息；柴油发电机启停位置等。

本项目能量管理系统配置有能量管理模块，通过数据采集单元获得各个分布式电源的当前工作状态及即时的有功、无功功率，通过网络分析单元获得配电网系统中各个节点的电压、频率值，对所有的采集信息进行分析，预测下一时刻负荷变化信息，指定发电计划，调节各个分布式电源的输出及储能单元充放电模式及充放电功率。

本项目能量管理系统配置有网络分析软件，主要由实时网络状态分析、调度工程师潮流分析、网络模型安全分析组成。

其中，实时网络分析主要通过对相关的数据进行分析，剔除明显不合理的数据，并对合理的系统网络元件状态进行仿真处理，将微电网发电系统简化为物理节点模型，并建立相应的网络方程进行求解；

调度工程师潮流以潮流计算软件为核心，可以仿真多个分布式电源联合的节点母线功率、电压以及无功平衡，控制负荷及分布式电源的投切控制等；

网络分析是通过快速的潮流计算分析系统中故障数据，并对故障数据进行分析，加快处理故障信息的速度。

微电网系统的控制方式主要有主从控制方式和对称控制方式：

本工程包含两种运行方式：风光柴储系统单独运行或与水电站并网运行的方式，均采用主从控制模式；

（1）当风光柴储系统与水电站并网运行时（丰水期），以水电站供电系统作为主网系统、提供 微网系统的

电压、频率；风光柴储系统通过水电站系统建立的电网进行并网，因水电站调频、调峰能力较差，本工程初步拟定通过铅酸蓄电池储能系统参与系统的调频、调峰，维持系统的稳定。

(2) 当风光柴储能系统单独运行时(枯水期)，以储能系统建立电网电压、频率，水力发电单元作为小发电机组并网运行，本工程初步拟定通过铅酸蓄电池储能系统参与系统的调频、调峰，维持系统的稳定。

因分布式电源(光伏、风力)具备间歇性及不可控性，且水电站受季节影响较大，不同的季节电压、频率波动较大，对微电网系统的调频、调压造成很大的干扰，本工程通过设置逆变器及储能 PCS 的有功、无功功率输出比例值来调节微电网系统的电压、频率，保证微电网系统电压、频率的稳定。

(1) 光伏逆变器

根据负荷的现状及各分布式电源的输出功率确定工作状态，若负荷大于其余分布式电源的发电功率，且蓄电池未充满时，工作在 MPPT 模式，但是设定光伏逆变器采用 P/Q 控制，可调整逆变器的输出有功无功功率比例，光伏发电单元在系统中仅作为提供发电功率设备，可通过能量管理系统进行功率调节，或在负荷较低时限制光伏逆变器的输出功率，但是不承担稳定系统运行的功能。

(2) 风机发电单元

设定风机变流器采用 P/Q 控制，可调整风机变流器的输出有功无功功率比例，但是因风机发电单元容量较小，一般不对风机发电单元进行控制，仅作为发电单元，按实际运行状态输出功率。

(3) 铅酸储能 PCS

根据负荷的现状及各分布式电源的输出功率确定工作状态，采用 P/Q 控制模式，若负荷大于各分布式电源的即时发电功率，且铅酸蓄电池大于 80% 电量时，则控制铅酸蓄电池 PCS 工作于放电模式，补充当前系统不足的电量，若此时蓄电池少于 80% 电量，则优先保证重要负荷，切除其余部分负荷；当负荷小于各分布式电源的即时发电功率时，且铅酸蓄电池未充满，则调整铅酸储能 PCS 工作于充电模式，将多余的电量储存于蓄电池中，若当前蓄电池已充满，则通过能量管理系统限制光伏逆变器的出力，保证微电网系统的有功、无功平衡。

(4) 锂电池储能 PCS

根据负荷的现状及各分布式电源的输出功率确定工作状态，采用 V/F 控制模式，若负荷大于各分布式电源的即时发电功率，铅酸蓄电池无法补充不足电量时，考虑由锂电池放电补充不足的电量；当负荷小于各分布式电源的即时发电功率时，且锂电池系统未充满，则调整锂电池储能 PCS 工作于充电模式，将多余的电量储存于锂电池中。

当微电网系统由并网运行调整为风光柴储系统单独

运行或当系统节点故障引起系统崩溃，系统黑启动时，需控制锂电池储能 PCS 放电，建立系统电压，其余的分布式电源依据系统电压进行并网。

4 微电网的保护

本电站采用风光水柴储能系统，风机、光伏分布式电源均具备不可控性，受环境条件的影响较大，水力发电机组受季节性影响较大，系统短路故障时，不同出力的风机、光伏发电单元随出力阶梯性变化，而水力机组提供短路电流差别较大，如何在丰水期及枯水期均能保证系统对短路故障做出正确的相应，同时需要保证系统保护的选择性、快速性、灵敏性及可靠性，是微电网保护配置的关键。

5 储能系统

由于微电网中分布式发电单元输出功率具有间歇性及不可控性的特点，且微电网负荷的情况也在不断地变化，为了保证微电网系统中瞬时的有功、无功平衡，需要配置储能系统，储能系统在微电网系统中起到“消峰填谷”的作用，即当当前微电网系统输出功率大于系统实际负荷功率时，调整储能系统工作在充电模式，储存多余的电量，当微电网系统输出功率小于系统实际负荷功率时，调整储能系统工作于放电模式，补充当前系统不足的电量，合理地配置储能系统对微电网的稳定控制、电能质量的改善及微电网的稳定供电具有十分重要的作用。

现行的储能系统种类多样，比较常见的包含超导储能、铅酸蓄电池储能、锂电池储能、超级电容器储能、抽水储能等。

飞轮储能是将电能转换为飞轮轴心旋转的机械能；但是飞轮储能因为飞轮转速较高，对轴承要求比较严格，且运动过程中散发大量的热量，维护工作量大、能量密度较低，无法实现长时间储能。

超导储能是将电能转换为磁场能，超导储能充放电速率快，可以可靠保证孤岛运行时电压稳定性，但是超导线圈造价较高，技术不够成熟，不具备大规模储能的条件。

超级电容器储能可以作为储能系统的快速响应单元，但是由于能量密度较低且单位成本极高，不适合储能系统的主体配置，一般仅作为储能系统的快速补充。

铅酸蓄电池储能系统是目前比较成熟的储能方案，具有能量密度高、成本较低、可以通过蓄电池组串达到 MW 级存储规模的优势，得到了广泛的应用，但是铅酸蓄电池功率密度低、放电深度低，难以起到快速建立或者支撑电网的作用，短时间的系统故障或者扰动容易引起微电网系统的崩溃。

磷酸铁锂电池，具有能量密度高、放电深度高、循环放电次数可达到 5000，比较适合需要频繁充放电的系统。

现行的微电网系统中常用有铅酸蓄电池储能系统、锂电池储能系统、超级电容器储能系统。

表1 超级电容、铅酸蓄电池、锂电池系统性能对比

储能方式	超级电容	铅酸蓄电池	磷酸铁锂电池
功率密度 (W/kg)	5000~20000	200~300	>500
能量密度 (Wh/kg)	5~10	30~50	100~140
能量效率 (%)	85~95	60~75	90
循环寿命 (次)	50000	2000	5000
响应速度 (ms)	<100ms	>1000ms	几百 ms
投资成本 (万/Kwh)	数万	0.1~0.2 万	0.5 万左右

6 结论及主要问题

随着分布式发电技术的不断发展,以分布式发电为基础、配合大规模的储能单元的微电网已成为解决偏远地区用电的首选途径,但是由于微电网容量较小、抗扰动及应对电力故障的能力较差,如何优化系统的功能配置,提高

系统应对故障的能力已成为限制微电网发展的问题。

[参考文献]

- [1]鲁宗相,王彩霞,闵勇.微电网研究综述[J].电力系统自动化,2007,31(9):100-107.
 - [2]黄晓东.微网系统中电池储能系统应用技术研究[J].南方电网有限公司,2012(1):36.
 - [3]王利.微电网相关问题及技术研究[J].中国电力科学研究院,2010,38(19):235-239.
 - [4]张国驹.超级电容器与蓄电池混合储能系统在微网中的应用[J].中国科学院研究生院,2010(2):182.
- 作者简介:王亮(1983—),男,汉族,河北省石家庄市,研究生,工程师,研究方向微电网系统方案设计,从事电力设计工作。

电力系统业扩报装的管理策略分析

马维民

海南州共和县恰不恰镇海南州供电公司, 青海 海南州 813000

[摘要]随着经济不断增长与社会需求的演变, 电力供应与服务管理在优化营商环境方面的作用愈加突出。电力系统的高效运行不仅是确保企业持续发展的基础, 也直接关系到居民日常生活质量的提升。近年来, 电力需求多样化及其快速增长对传统电力报装管理模式提出了更高要求, 亟需优化服务流程, 提升效率。伴随《关于全面提升“获得电力”服务水平 持续优化用电营商环境的意见》(发改能源规〔2020〕1479号)文的发布, 电力行业迎来了深化改革的契机, 特别是在推行政企共担制度方面, 成为推动电力系统改革的重要任务。本文探讨如何通过优化报装管理流程, 推进便民、为民、利民的目标实现, 并延伸投资界面, 以更好地提升社会用电服务水平。

[关键词]电力系统; 管理策略; 服务质量; 信息化; 政策法规

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15144

中图分类号: TM7

文献标识码: A

Analysis of Management Strategies for Expansion and Installation in the Power System Industry

MA Weimin

Hainan State Power Supply Company, Qabqa Town, Gonghe County, Hainan Province, Hainan Prefecture, Qinghai, 813000, China

Abstract: With the continuous growth of the economy and the evolution of social demand, the role of power supply and service management in optimizing the business environment has become increasingly prominent. The efficient operation of the power system is not only the foundation for ensuring the sustainable development of enterprises, but also directly related to the improvement of residents' daily quality of life. In recent years, the diversification and rapid growth of electricity demand have raised higher requirements for the traditional electricity installation management model, and there is an urgent need to optimize service processes and improve efficiency. With the release of the "Opinions on Comprehensively Improving the Level of 'Electricity Access' Services and Continuously Optimizing the Electricity Business Environment" (NDRC Energy Regulations〔2020〕No. 1479), the power industry has ushered in an opportunity for deepening reform, especially in the implementation of the government enterprise sharing system, which has become an important task in promoting power system reform. This article explores how to optimize the installation management process, promote the goal of convenience, serving the people, and benefiting the people, and extend the investment interface to better improve the level of social electricity services.

Keywords: power system; management strategy; service quality; promotion of information technology; policies and regulations

引言

随着全球经济的持续增长与城市化进程加速, 电力需求呈现多元化与个性化趋势, 电力系统面临的压力与挑战日益增大。在这样的背景下, 电力供应的稳定性与服务效率变得尤为重要。电力报装服务的高效性与质量逐渐成为社会各界关注的重点。长期以来, 传统报装流程中的繁琐审批环节、标准不一等问题, 导致了客户等待时间过长, 服务质量不均。为有效应对这些挑战, 优化电力报装流程成为行业改革的关键。国家电网公司推出的营销2.0系统, 针对1.0系统中的不足, 进行了一系列改进。在资源调度精准性、流程透明化等方面, 2.0系统均表现出了明显优势, 显著缩短了客户等待时间, 提升了响应速度。系统的推广不仅改善了电力报装服务的效率, 也为优化营商环境提供了有力支持。

1 电力系统业扩报装的概述

1.1 电力系统业扩报装的定义与发展

业扩报装是电力企业为满足用户新增或改扩建用电

需求而设计的一系列服务流程。该服务覆盖从用户提交申请、制定供电方案到完成接入工程的多个阶段, 其核心目标是满足客户的用电要求, 并确保接入的安全性与可靠性。在工业化和城市化快速发展的推动下, 社会对电力的需求不仅在规模上持续扩大, 也在复杂性上不断提升。面对这样的趋势, 业扩报装服务逐渐由依赖人工的传统操作模式向数字化、智能化的高效服务模式转型, 这种变化显著增强了服务效率和响应能力^[1]。然而, 在技术应用、政策保障以及资源协调等方面, 现有的管理体系依然存在改进空间, 如何优化这些环节成为提升服务水平的关键议题。

1.2 电力系统业扩报装的流程

电力系统业扩报装流程的起点是用户提交用电申请, 其中需明确用电性质、负荷规模以及接入位置等关键信息。随后, 供电企业对申请进行审核与评估, 包括技术可行性和资源条件审查, 以确保方案的合理性与实施可行性。完成评估后, 进入工程设计环节, 具体施工计划的制定和

资源配置方案的优化在此阶段展开。接下来的施工建设阶段涵盖配电网接入、线路铺设以及其他基础设施的建设工作，这一过程需严格按照设计要求执行。施工完成后，对工程的功能与安全性能进行全面调试与验收是必要环节，以确保符合相关标准与规范。最后，企业承担后续服务，包括运行维护和技术支持，为用户提供持续保障。每个环节的有效衔接与科学管理不仅能够满足用户对电力接入的需求，还对供电系统的可靠性和稳定性起到了重要作用。

2 电力系统业扩报装的重要性

2.1 保障电力稳定供应

业扩报装管理的高效性直接关系到用户用电需求能否及时得到响应，从而保证电力接入的稳定性及系统的可靠运行。通过合理的管理措施，电力中断的风险得到有效降低，进而为电力系统的稳定性提供了强有力的支持。特别是在应对复杂或大规模用电需求时，优质的报装服务成为电网持续平稳运行的重要基础，发挥着不可或缺的作用。

2.2 助力经济社会发展

电力供应的充足与稳定是现代经济体系正常运转的基石，而电力的可靠性直接决定了产业效率与区域经济增长水平。高效完成业扩报装后，企业能够迅速获取所需的电力支持，这不仅有助于提高生产效率，还能够进一步优化产业结构^[2]。在快速发展的工业化与城市化进程中，稳定的电力供应对区域经济增长尤为重要，成为推动社会经济持续发展的关键因素。

2.3 优化用户体验

优化过的报装流程通过科学化和标准化的手段，不仅能够有效缩短用户的接入等待时间，还能提升服务的透明度与便捷性。通过简化报装环节，电力企业能减少管理中的滞后现象，消除信息不对称，进而大幅提高客户的整体满意度。高质量的服务不仅提升了电力企业的社会信誉，还增强了其市场竞争力，为企业的长期发展奠定了坚实的基础。

2.4 推动智能化电网发展

随着信息技术的飞速发展，业扩报装逐步实现数字化与智能化的转型，这一变革提升了接入流程的效率，并为智能电网的建设提供了坚实的技术基础。智能化管理不仅优化了电力资源配置的效率，还增强了电力系统的灵活性与响应能力。在这一转型过程中，电力行业能够更有效地应对复杂的用电需求，为构建更高效、更可持续的电网体系提供了有力支持。

3 电力系统业扩报装的管理问题分析

3.1 管理流程不完善

电力报装管理流程的复杂性，特别是审批环节的繁琐，长期以来困扰着电力企业。各部门在审批过程中缺乏统一标准，导致了整体工作效率低下。尤其在经济快速增长的地区，电力需求的多样化进一步加剧了现有管理模式的挑战，未能有效满足市场的多变需求。此类现象凸显出管理

流程的局限性，迫切需要通过简化审批环节、优化工作流程来提高响应速度，从而确保及时满足客户的需求。

3.2 服务质量问题

在电力业扩报装过程中，某些地区存在服务效率低、服务人员态度不专业的问题，这种情况直接影响了客户的满意度与信任感。由于沟通不畅、服务标准缺乏统一，服务质量的差异性不仅削弱了企业的竞争力，还阻碍了客户关系的维护。提升服务质量，确保服务的一致性与高效性，已成为提升客户满意度和企业形象的关键任务。

3.3 信息化管理水平不足

尽管电力企业逐步引入信息化管理系统，但整体信息化建设仍存在较大不足。信息传递的及时性差，沟通效率低，成为制约电力报装流程优化的瓶颈。在营销 2.0 系统的应用过程中，虽然该系统引入了先进的技术手段，但信息孤岛现象、数据更新滞后等问题依然存在，影响了业务流程的流畅性与透明度。

3.4 配套设施与资源配置问题

部分地区电力系统的扩展面临配套设施不足及资源配置不合理的问题。尤其在偏远地区，基础设施建设滞后，难以满足电力需求的持续增长。此问题加剧了电力供应的不稳定性，进而导致服务的不均衡。资源配置的不足，未能有效投入到电力设施建设中，影响了电力供应能力及服务质量。与此同时，这些问题增加了建设与维护成本，阻碍了电力服务的普及性和稳定性。

3.5 政策与法规支持不足

尽管政府已出台一些电力行业的政策支持，但在业扩报装领域，政策执行力度与法规的完善仍存在较大不足。当前政策的缺乏针对性，以及地方实施层面的细则不明确，造成政策执行的困难。现有法规的不完善及执行不到位，严重影响了电力系统的有效扩展，制约了报装工作的顺利开展。为了推动电力报装工作的高效运作，必须加强政策细化与法规完善，确保各项措施的落实。

4 电力系统业扩报装的管理策略研究

4.1 完善管理流程与优化服务

针对当前审批过程繁琐、信息流转不畅等问题，简化审批程序、明确责任分工、规范操作标准等措施能够显著提高工作效率。在重新设计流程时，去除不必要的中间环节，确保各责任主体的职责清晰明确，从而提高整体运行效率。此外，引入智能化管理技术可以有效提升信息传递效率，减少传统审批中常见的延误和错误。智能化系统替代了人工审核，确保了信息的准确性并加速了数据流转。与此同时，电力企业应注重员工的专业素质培养，通过定期的服务培训，提升员工的业务能力和客户服务意识，进一步增强客户的满意度。

4.2 提高信息化水平与智能化管理

随着营销 2.0 系统的全面推广，电力企业借助现代信

息化工具实现资源的精准调度与高效管理。相较于营销 1.0 系统, 2.0 版本在多个方面表现出明显优势, 尤其是在数据共享、流程透明以及资源调度效率等方面的改进。这些特点使得电力公司能在面对复杂的用电需求时, 更加迅速地做出响应。尽管营销 2.0 系统具备显著的优势, 仍存在优化空间。例如, 系统在用户体验方面仍有改进的余地, 操作界面和响应速度方面的优化将有助于提升其灵活性和效率。为了更好地适应不同用户的需求, 系统应具备更高的应变能力, 特别是在面对负荷波动和紧急调度的情况下, 能够提供精准的资源调配。引入物联网与大数据分析, 电力企业能够实时监测电力负荷变化, 及时发现潜在故障风险, 采取有效措施进行调整, 确保电力供应的稳定性。

4.3 强化人员培训与能力提升

电力企业应根据新的技术与业务需求, 制定系统化的培训计划, 使员工能够不断提升其专业技能与应急处理能力。此外, 员工的服务意识直接关系到客户的满意度, 因此在培训过程中, 服务意识的培养应占有重要地位。除了定期的培训计划, 电力企业还应通过有效的评估机制, 对员工的能力进行考核与反馈。这不仅有助于发现员工的不足之处, 还能够激励员工不断提升自我。通过持续的培训与能力提升, 电力企业能够确保员工在工作中不断进步, 从而为客户提供更加专业、高效的服务。

4.4 加强与政府、企业的合作

为了更好地落实《国务院办公厅转发国家发展改革委等部门关于清理规范城镇供水供电供气供暖行业收费促进行业高质量发展意见的通知》(国办函〔2020〕129号)中关于红线政企共担制度的要求, 电力企业必须加强与政府及相关企业的合作。政府通过政策制定为电力企业提供指导, 而电力企业则需与政府紧密配合, 确保政策的有效实施。各方资源的共享与优势互补, 有助于提升电力系统的建设与管理效率, 推动行业的健康发展。此外, 为持续优化用电营商环境, 应参考《关于全面提升“获得电力”服务水平 持续优化用电营商环境的意见》(发改能源规〔2020〕1479号)的相关要求, 通过提升服务水平、简化流程、加强技术支持等措施, 进一步推动电力行业的发展与创新。

4.5 促进政策法规的完善与落实

政策与法规的完善是电力系统稳定运行的基础, 尤其是在电力报装领域, 制定更细化、具体的政策是推动电力系统健康发展的重要前提。政府应出台更加具有针对性的政策, 帮助电力企业规范操作, 提升整个行业的运行效率。在政策实施过程中, 监督机制的建设不可或缺。有效的监管能够确保政策措施得到及时、全面地执行, 避免出现政策执行不到位的情况。通过加强监督, 及时发现执行中的问题并加以改进, 能够进一步提升政策的实施效果, 确保电力系统的健康运行。

5 电力系统业扩报装管理策略的实施与效果分析

5.1 策略实施步骤与方法

传统报装服务流程存在诸多局限, 诸如审批环节复杂、信息流转不畅、资源配置不合理等问题, 导致整体效率较低。因此, 解决这些问题, 并在各环节进行优化, 是提升电力服务质量的重要途径。优化审批流程是提升效率的核心环节。传统的人工审批程序繁琐, 常常导致用户在等待中的时间过长。为了应对这一问题, 电力公司可以推行电子化、标准化的审批流程, 通过引入智能审批系统, 简化冗余环节, 减少人工干预, 提升审批的透明度与高效性, 进而缩短用户的等待时间。为提高服务效率, 电力公司应推广营销 2.0 系统, 该系统相比 1.0 版本具备更高的精准性与效率。营销 2.0 系统不仅能有效优化资源调度, 精确控制数据处理, 还能够促进各部门之间的信息共享, 消除信息壁垒, 进一步提高工作协同效率。通过这一系统, 电力公司能够更好地应对不同客户的需求变化, 确保供电方案及时调整与资源合理配置。提升员工技能与服务意识亦是优化策略的关键。定期的员工培训能够确保工作人员熟悉新的工作流程与系统操作, 提升他们的专业能力。全员参与的工作改进机制则能激发员工的积极性, 使他们在具体实施过程中发挥更大的作用。随着员工素质的提高, 整体服务水平也会得到有效提升。除了传统的电力需求外, 智能化设备与绿色能源项目的投资应纳入电力企业的战略规划。

5.2 策略实施效果与评估

在优化策略的实施后, 用户从申请到接入电网的等待时间大幅缩短, 部分地区甚至实现了即时报装, 极大提高了服务的及时性效率。随着服务效率的提升, 客户满意度显著提高, 电力公司的市场声誉也随之上升。服务质量的提升是另一个重要成果。通过智能化的资源调度与精准的管理, 电力公司能够灵活应对客户需求的变化, 及时调整供电方案, 确保供电的稳定与安全。经过优化后的管理策略帮助电力公司在市场中获得了更强的竞争力。在需求较高的地区, 电力公司通过高效的服务流程与良好的客户关系, 进一步巩固了市场地位。在竞争激烈的环境中, 凭借高效、透明的服务体系, 电力公司成功树立了良好的品牌形象, 赢得了更多客户的支持。为了确保优化策略的长效性, 通过评估, 能够及时发现潜在问题, 并依据数据分析调整相关措施。客户反馈的收集与分析将为策略的进一步改进提供科学依据。同时, 营销 2.0 系统也应根据实际需求不断更新与优化, 保持其对市场变化的适应性。

6 结语

面对快速发展的电力需求与日益复杂的服务要求, 电力行业迫切需要通过改革与创新提升报装服务的效率。营销 2.0 系统的实施为电力报装管理提供了新的发展思路, 推动了服务质量的显著提升。未来, 电力行业应继续深化

改革,加强政策落实,进一步提高服务水平,为优化营商环境、推动经济发展作出更大贡献。为了确保改革的有效落地,电力企业还需进一步加强基础设施建设、优化资源配置,推动电力系统的现代化进程。

[参考文献]

- [1]徐成司,董树锋,吴振杰,等.基于深度优先遍历的配电网可开放容量分析和业扩报装决策[J].电力建设,2023,44(5):34-42.
- [2]廖贺.基于配电台区可开放容量精准计算的业扩报装

策略[J].湖南电力,2024,44(3):145-150.

[3]马润.供电企业高压客户业扩报装流程的优化研究[J].现代企业文化,2024(19):20-22.

[4]刘宏阳.基于深度学习的电力系统业扩报装全过程监控系统研究[J].电气技术与经济,2024(7):4-6.

作者简介:马维民(1989.4—),男,毕业院校:青海大学,本科学历,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:国网青海省电力公司海南供电公司,职务:营销部客户室主管,(主管岗4年),职称:工程师。

电气工程及其自动化的智能化技术分析

李滨锋

浙江诚信人才资源交流服务有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要]近年来,我国电气行业发展迅速,电气工程的施工规模与复杂度进一步提升,传统的电气管理技术已经难以满足现阶段电气管理的实际需求。因此,在电气工程建设中还需加强智能化技术的应用力度,以实现电气的高效与高质量管理,满足人们的实际用电需求。文章主要围绕电气工程及其自动化的智能化技术应用进行探究分析。

[关键词]电气工程;自动化;智能化技术

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15168

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

Analysis of Intelligent Technology in Electrical Engineering and Its Automation

LI Binfeng

Zhejiang Chengxin Talent Resource Exchange Service Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: In recent years, Chinese electrical industry has developed rapidly, and the construction scale and complexity of electrical engineering have further increased. Traditional electrical management techniques are no longer able to meet the actual needs of current electrical management. Therefore, it is necessary to strengthen the application of intelligent technology in electrical engineering construction to achieve efficient and high-quality management of electrical engineering and meet people's actual electricity needs. The article mainly explores and analyzes the application of intelligent technology in electrical engineering and automation.

Keywords: electrical engineering; automation; intelligent technology

引言

随着科技的迅猛进步,智能化技术在各行各业中得到了广泛应用,尤其是在电气工程及自动化领域。这一技术的引入,深刻的变革已带给行业。作为现代工业和社会生活的重要组成部分,电气工程的自动化技术发展迅速,生产效率的显著提高,不仅得益于其应用,还在保障安全、节能减排等方面发挥了重要作用。伴随着智能化技术的不断发展,电气工程自动化的技术架构日益复杂与智能化,涵盖了从设备管理、系统控制到故障检测与维护等各个环节。通过引入人工智能、物联网、大数据、云计算等先进手段,智能化技术优化并改造了传统电气系统。这些技术的融合,使得电气工程不再单纯依赖人工操作与机械控制,而是依托智能化控制系统,能够实时监控并调整电力设备的运行状态,极大地提升了系统的可靠性、稳定性及效率。与此同时,智能化技术的应用推动了电气工程自动化的深入发展,智能电网、智能建筑、智能工厂等多个领域的自动化管理及能源优化,已逐步实现。本文将分析智能化技术在电气工程及其自动化中的现状、优势及面临的挑战,探讨其在该领域的主要应用方向,并预测未来发展趋势及可能遇到的技术难题。通过具体的应用案例进行分析,本文将为电气工程智能化发展提供理论支持与实践指导。

1 智能化技术在电气工程自动化中应用的优势

1.1 提升了模型控制的精确性

智能化技术在电气工程自动化中的应用,显著地提高

了控制模型的精度。随着人工智能、机器学习及深度学习等技术的不断进步,大量数据的实时分析与处理,已能通过电气自动化系统实现,借助高度优化的算法,控制模型的响应速度与准确性得到了提升。相比之下,传统的控制方法通常依赖于人工经验与简化的数学模型,这些方法存在一定的误差与局限性。智能化技术则能根据系统状态的实时变化,动态调整控制策略,从而显著减少由人为干预带来的错误与偏差,确保系统的稳定运行。例如,基于智能算法的预测模型,它能够提前识别潜在的异常并调整控制参数,有效防止故障发生。此外,自学习与自适应能力的具备,使智能化控制系统能够持续优化控制策略,从而实现复杂电气设备的精准管理。

1.2 处理数据统一规范

智能化技术在电气工程自动化中的应用,已有效地处理了数据并实现了统一的规范。随着电气工程系统中设备数量及数据种类的不断增长,如何高效管理和处理这些庞大且复杂的数据,已成为亟待解决的难题。传统的数据处理方法通常依赖人工输入及简单的数据库管理,这导致了效率低下,且容易出现数据不一致和错误。相比之下,智能化技术通过自动化的数据采集、传输、存储及分析,确保了数据的一致性与准确性。具体而言,通过传感器及各类检测设备,智能化系统能够实时采集来自不同设备的数据,这些数据被利用物联网技术传输至集中平台,并在存储与处理过程中,统一的标准与格式被遵循,显著减少了不同系统之间的兼容性问题。

1.3 提升电气自动化工作便捷性

智能化技术在电气工程自动化中的应用,大幅提升了工作的便捷性。传统的电气自动化系统依赖人工操作和单一的控制方式,效率较低,且容易受到人为因素的影响,导致操作失误或错误。引入智能化技术后,整个系统实现了高度的自动化与智能化,人工干预的减少,不仅提升了效率,还显著增强了操作的便捷性。智能化控制系统通过先进的传感器和数据采集设备,设备状态能够被实时监测,并自动调整与优化,完成复杂的控制任务,无需人工干预。此外,远程控制与管理功能使得操作人员可以通过智能终端设备随时进行电气设备的实时监控与调整,极大提高了工作效率与便利性^[1]。通过机器学习与算法优化,智能化系统具备了自动识别并解决常见故障或性能下降问题的能力,简化了故障排除与维护过程。同时,系统操作界面的优化,使得其更加友好与直观,复杂任务,用户只需简便操作即可完成,从而降低了操作人员的技术要求。

2 电气工程中智能化技术的发展现状

近年来,智能化技术在电气工程中的应用,取得了显著进展,特别是在自动化控制、数据分析及智能设备集成方面。随着信息技术、人工智能、物联网与大数据等领域的不断发展,电气工程领域的智能化水平显著得到了提升。智能传感器和执行器的广泛应用,使得电气设备能够实时监测其运行状态并进行自动调节,从而保障了系统的高效与稳定运行。与此同时,基于云计算与大数据分析的技术,推动了电气工程中设备数据的智能化采集、传输与处理,数据的可视化与分析效率大大提高。如今,越来越多的电气工程项目开始采用智能化控制系统,这些系统不仅能够通过自动化算法优化决策,还能通过远程监控与故障诊断技术提高系统的维护效率。此外,智能化技术在电力调度、设备管理及负荷预测等领域的应用,进一步提升了电力系统的可靠性与灵活性。

3 智能化技术在电气工程以及电气工程自动化中的应用对策

3.1 设备的智能化改变

在电气工程及其自动化领域,设备智能化的转变,至重要的作用发挥着,其核心在于通过引入先进的智能技术,使设备不仅具备传统功能,还能够实现自主决策与自我调节。此变革,主要依赖现代传感器技术、人工智能、大数据分析及物联网等前沿技术的深度融合。在电气设备智能化的过程中,传感器和执行器被广泛应用于监测设备的运行状态、环境参数及负荷情况,数据被实时采集并传输至系统。基于这些数据,智能分析与预测能够进行,优化算法通过调整设备的工作方式,确保设备始终维持在最佳运行状态。此外,智能化还赋予了设备自我诊断与修复的能力。内置的故障检测与诊断系统,使得设备能够实时发现潜在故障并发出警报,或在某些情况下,自动进行修

复措施,从而有效减少了人为干预与故障停机时间。智能化自适应功能的引入,显著提升了设备的稳定性与安全性,尤其在高压电力设备或复杂的配电系统中,事故发生的风险得到了有效降低。在电气工程中,智能设备不仅提升了系统的运行效率,还优化了能源使用。在传统系统中,能源调配与使用通常依赖人工控制或固定参数,而智能设备则通过实时数据采集与分析,能够快速响应负荷、需求及环境变化,进而优化能源分配与使用效率,避免了能源浪费。例如,智能变电站能够根据电力需求变化自动调整运行模式,平衡各部分负荷,确保电力系统的高效运作。同时,远程监控与控制技术的发展,推动了智能化设备,使得运营人员能够通过互联网与云计算技术,远程查看与管理设备状态,并进行实时调整与维护,从而大幅提升了管理效率。智能化的进步,不仅限于设备功能的提升,还大大降低了设备的维护成本。通过实时监控与故障预测,设备能够在问题发生前进行维护或更换,避免了突发故障及停机带来的损失。智能设备的持续发展,不仅为电气工程的自动化水平提升提供了技术保障,还为电力系统的节能、减排及可持续发展作出了积极贡献。

3.2 在智能化控制中的应用

智能化控制在电气工程及其自动化领域的应用,发挥了重要作用,主要表现在通过先进算法与实时数据分析对系统进行自适应调节与优化。通过集成传感器、物联网、大数据及人工智能等技术,电气设备的实时监控、动态调整与故障预测能够由智能化控制系统实现,从而显著提高了电气系统的自动化水平与智能化管理能力。传感器技术的广泛应用,使得系统能够实时采集如电流、电压、温度等关键参数,这些数据随后通过智能控制系统进行处理与分析。根据实时信息,自动调整电力负荷、调节设备运行模式,控制系统能够完成,确保在各种工作状态下系统的高效与稳定。智能化控制系统还具备强大的自学习与自适应能力。通过机器学习与人工智能技术,在运行过程中,系统能够不断积累经验,优化控制策略,从而增强了应对复杂环境与突发情况的能力。例如,在电力分配系统中,智能化控制能够根据电力需求、环境变化及设备状态,自动调整电源分配,负荷平衡与资源的最优化得以确保,从而保障电力供应的持续性与可靠性。能源管理的创新,还推动了智能化控制^[2]。在电气工程中,优化能源效率被认为是提升系统性能的关键之一。实时需求、环境变化及负载情况根据智能控制系统的调整,电力消耗灵活地得以调整,避免了不必要的能源浪费。智能电网与智能变电站的应用,使得电力调度更加精准与高效,不仅有效降低了能源消耗,还实现了节能减排的目标。

3.3 故障诊断技术的应用

故障诊断技术在电气工程及其自动化领域的应用,特别是在智能化技术的推动下,已取得显著进展。随着电气

系统日益复杂,传统的人工检查与定期维护方法已无法满足高效、安全、稳定运行的要求。智能化故障诊断技术的广泛应用,尤其在电气设备的健康监测、故障检测及预测方面,显著提高了系统的可靠性与运维效率。通过采用智能算法、传感器、物联网及大数据分析等先进技术,电气设备的运行状态能够被实时监控,电流、电压、温度、振动等多维度数据被采集,全面了解设备的健康状况。故障诊断过程中,智能技术通过数据分析与模式识别,潜在的故障隐患及时发现。利用大数据分析技术,基于历史运行数据,设备性能的趋势预测能够被系统进行,长期运行过程中设备的异常变化或潜在故障模式被识别。通过实时数据监测与比较分析,故障源能够迅速被定位,详细的故障信息被提供,帮助维护人员精确判断问题并及时修复。此举不仅减少了人工判断的误差,还大幅提升了故障诊断的准确性与响应速度,从而减少了设备停机时间,延长了设备的使用寿命。故障诊断技术的应用还结合了机器学习与人工智能,通过系统的自学习能力,不断优化诊断模型,提高对各种故障类型的识别能力。例如,支持向量机(SVM)和神经网络等深度学习技术,能够在复杂的电气系统中识别出隐蔽或罕见的故障,潜在风险的发生得到降低。此外,智能故障诊断系统还通过预测性维护技术,故障的发生时间与位置能够提前预测,预警及维修建议得到提供,最大程度减少设备故障带来的经济损失与安全隐患。随着物联网技术的普及,设备之间的互联互通使得故障诊断不再局限于单一设备,而是能够通过全局数据的采集与分析,实时评估电气系统的整体运行状态。

3.4 优化设计技术

优化设计技术在电气工程及其自动化领域中发挥着至关重要的作用,尤其在智能化技术的支持下,设计效率、精度与可行性得到了极大的提升,推动了电气系统从传统手工设计向智能化、自动化方向的转型。在传统电气设计中,设计师通常依赖经验和手动计算,设计失误、资源浪费与效率低下往往会发生。然而,随着计算机技术、人工智能与大数据分析的广泛应用,优化设计技术能够为电气工程提供更加科学与精准的设计方案。优化设计技术通过算法模型与仿真分析,使得在设计初期系统性能能够全面评估^[3]。例如,遗传算法与粒子群优化等智能优化方法,通过从众多设计方案中筛选最优方案,最大化提高设计效率并降低成本。这些方法特别适用于电力系统、自动化设备以及复杂电气网络的设计。通过对多种参数的综合分析,最佳的电气设备配置、线路布置与控制策略得以选择,确保系统的稳定性、可靠性与经济性。随着智能化技术的不断

断进步,优化设计技术也在持续演化。在电气工程的自动化过程中,设备的运行数据能够实时采集与分析,结合机器学习与人工智能技术,设计方案得以动态优化与调整。通过这种自适应设计方法,控制策略能够根据实际运行状态的变化自动调整,从而实现更加高效、节能的运行效果。基于数字孪生技术的设计优化方法,在虚拟环境中模拟系统运行情况,帮助工程师发现设计中的潜在问题,从而提前进行调整与优化,避免了传统设计中由于局限性未能预见的故障与问题^[4]。此外,优化设计技术还在电气工程自动化实施中发挥着重要作用,通过系统级的优化设计,电流、电压与负载等关键参数得到了更好的控制,从而有效避免了过载与短路等潜在风险。基于智能化技术的优化设计,不仅改进了初期设计,还能够在设备运行过程中持续进行监测与调整,设备配置得以实时优化,确保设备始终处于最佳运行状态,从而提升系统的长期稳定性与安全性。

4 结语

智能化技术在电气工程及其自动化领域的广泛应用,已经成为推动行业变革与创新的关键因素。通过提升自动化控制、数据处理及故障诊断等能力,电气工程系统的工作效率、稳定性与安全性显著提高,且在节能减排、成本控制等方面,巨大的潜力也得以展现。随着人工智能、物联网、大数据等技术的不断发展,电气工程及其自动化的智能化水平将更深入地提升,应用场景也将进一步扩展。然而,技术难题、设备兼容性问题及数据安全隐患等挑战,仍是智能化技术普及过程中面临的重要问题,这些问题亟需行业共同探索并找到有效解决方案。总体来看,智能化技术为电气工程及其自动化领域带来了新的发展机遇,也为社会经济的可持续发展作出了积极贡献。随着技术不断创新与应用模式日益丰富,未来,智能化技术将在电气工程行业中发挥更加重要的作用,推动行业向更加高效、智能与绿色的方向迈进。

【参考文献】

- [1] 李思岭. 电气工程及其自动化的智能化技术应用研究[J]. 仪器仪表用户, 2024, 31(10): 56-58.
 - [2] 续霞. 电气工程及其自动化的智能化技术应用研究[J]. 自动化应用, 2024, 65(1): 267-269.
 - [3] 马世银, 王晓, 马龙山, 等. 电气工程及其自动化的智能化技术分析[J]. 中国金属通报, 2024(1): 132-134.
 - [4] 孙婧. 电气工程及其自动化的智能化技术应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(4): 319-320.
- 作者简介: 李滨锋 (1988.12—), 男, 籍贯: 东阳, 工程师。

无线测温系统在 10KV 高压真空断路器上的应用

田艳静

安阳钢铁建设有限责任公司, 河南 安阳 455004

[摘要] 本篇文章主要针对 10KV 高压配电室小车式开关柜内部真空断路器的动触头如何有效地、准确地测温进行详细讨论。通过对高压开关柜和真空断路器的结构特点进行简单介绍以及无线测温系统的先进特性和工作原理的详细说明, 同时和传统测温方式的综合对比, 最终实现了高压真空断路器触点的温度监测和趋势分析, 为生产的稳定和安全事故的预防奠定了坚实基础。

[关键词] 高压真空断路器; 高压开关柜; 无线测温系统

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15151

中图分类号: TP277.2

文献标识码: A

Application of Wireless Temperature Measurement System in 10KV High-voltage Vacuum Circuit Breaker

TIAN Yanjing

Anyang Iron & Steel Construction Co., Ltd., Anyang, He'nan, 455004, China

Abstract: This article mainly discusses in detail how to effectively and accurately measure the temperature of the moving contacts of the vacuum circuit breaker inside the small car type switchgear in the 10KV high-voltage distribution room. Through a brief introduction to the structural characteristics of high-voltage switchgear and vacuum circuit breakers, as well as a detailed explanation of the advanced features and working principles of wireless temperature measurement systems, and a comprehensive comparison with traditional temperature measurement methods, the temperature monitoring and trend analysis of high-voltage vacuum circuit breaker contacts were finally achieved, laying a solid foundation for stable production and prevention of safety accidents.

Keywords: high-voltage vacuum circuit breaker; high-voltage switch cabinet; wireless temperature measurement system

引言

在钢铁企业中, 安全稳定的供配电系统是保证正常生产的重要因素, 设备点巡检是维护生产最基础的工作内容, 电气设备的日常点检主要包括: 温度、电流、振动、异响、异味等状态变化, 而温度的变化是设备运行是否正常的最重要参数。随着科技的不断进步, 电力系统中电气设备的更新换代, 用电负荷不断增长, 为了避免因设备发热而导致的各类设备事故和安全事故, 设备隐蔽部位的温度监测已经成为钢铁行业进行安全生产和减少损失所采取的重要措施之一, 为此投入了大量精力和资金。目前的温度测量方式基本就是用红外测温枪对电气设备表面进行测温, 而在特定场合下温度监测点分散、环境封闭或存在高电压、高磁场, 很多传统的测量方式根本无法实现测量数据的实时性和准确性。

本文通过与传统测温方式的对比, 高压开关柜在结构上的特殊性以及真空断路器触头发热的危害, 详细地介绍了无线测温系统是电力系统必不可少的重要测温方式。无线测温装置的使用, 对高压供配电系统的稳定性起到了至关重要的作用, 该装置通过断路器各触点温度变化趋势分析和实时温度数据监测, 当触点温度过高, 系统后台立即发出警报, 并通过移动网络将数据传输到手机 APP 端, 方便工作人员随时随地地掌控设备运行实时状态。

1 无线测温系统的重要性

1.1 高压开关柜的简单介绍

1.1.1 高压开关柜的组成

常见的 10KV 高压开关柜主要包括母线室、小车断路器室、电缆室和仪表继电器室四个部分, 具体由小车式真空断路器、综合保护器、高压带电显示仪、接地刀开关、高压电流互感器、零序电压互感器、避雷器、柜顶小母线以及面板旋转开关和电流表组成。

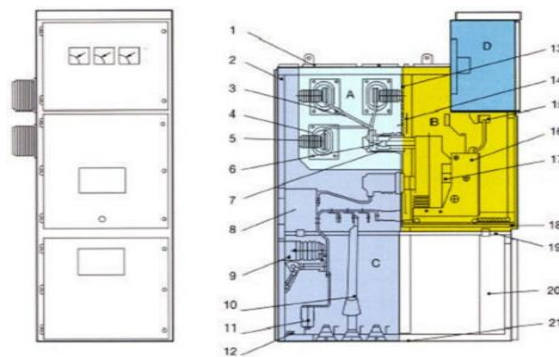


图 1 高压开关柜的结构及组成

各部分说明: A: 母线室, B: 小车断路器室, C: 电缆室, D: 继电器仪表室。

1 柜顶泄压装置, 2 外壳, 3 分支母线, 4 母线套管, 5 主母线, 6 静触头装置, 7 静触头盒, 8 高压电流互感器, 9 接地开关, 10 高压电缆, 11 避雷器, 12 接地母线, 13 装卸式隔板, 14 活页门, 15 航空插头, 16 小车断路器, 17 加热除湿器, 18 可抽出式隔板, 19 接地开关操作机构, 21 零序电流互感器。

1.1.2 高压开关柜的特点

10kV 高压柜是各行业电力供配系统中最重要的部分, 其安全运行是稳定生产与生活的重要保证。高压柜的特点是负荷电流较大、接触部位和接头部分容易发热, 需要定期测温。小车式高压开关柜由于触头完全密封, 在柜外无法通过传统测温方式测量触头温度, 因此点检人员只能通过柜体表面测温来间接判断柜内是否发热、升温等情况, 而且无法观察内部温度的变化趋势。不满足重点设备安全稳定运行的要求。

1.2 高压真空断路器的简单介绍

1.2.1 高压真空断路器的结构及组成

高压开关柜的断路器室内安装有特定导轨, 保证断路器手车在内正常地进出滑移与工作位置转换。手车能在在工作位置、试验位置之间移动。静触头的隔板(活门)安装在手车室的后壁上。手车从试验位置移动到工作位置过程中, 隔板自动打开, 反方向移动手车则完全复合, 从而保障了操作人员不触及带电体。真空断路器主要由上部动触头、下部动触头、真空灭弧室、二次航空插头、分闸机构、合闸机构、储能弹簧机构以及储能电机等组成。

1.2.2 高压真空断路器的特点

高压配电室真空断路器动静触头一般采用插头连接, 长期通电运行、动静触头容易松动、表层容易氧化等因素容易导致导电性能降低、接触电阻增大, 容易发生触头升温过高甚至烧毁、爆炸等严重事故。一旦出现故障停电, 首先影响了企业的正常生产经营; 其次给厂区乃至厂外整个电网造成较大波动, 扩大影响范围。

1.3 使用无线测温系统的必要性

目前在电力系统中比较常见的测温方式有可变色发光材料测温、红外测温、光纤测温系统以及无线测温系统, 经过各种测温方式的对比, 从测量精度、数据处理能力、造价和运营成本以及局限性几个方面综合研究后, 得出常规的测温方式要么需要人工干预, 要么造价高, 要么存在安全隐患, 要么存在局限性, 而无线测温系统实时性强, 性价比高, 安全可靠。

无线测温装置通过实时监测断路器各个触头等发热源的发热点温度, 提前发现异常发热故障趋势, 利用设定的上限温度值对比后发出警报, 巡检人员接到报警后立即对异常断路器进行检查, 从而防止故障的发生及事故的扩大, 并且通过温度历史记录趋势变化, 对开关柜断路器的日常巡检提供科学依据。对开关柜内断路器设备的安全运行具有重要的意义。

表1 不同测温方式对比

测温方式	精度	数据处理能力	成本	运营成本	局限性
可变色发光材料	精度不高, 不能定量测量	无	廉价	高	需要人工巡检, 难以实现自动化
红外测温	精度较高, 受环境影响大	无	昂贵	高	易受环境影响, 无法测量开关柜内部
光纤测温系统	精度高, 不受环境影响	有	昂贵	低	布线困难, 绝缘性差
无线测温系统	精度高, 不受环境影响	有	性价比高	低	无

由于开关柜独特的结构设计, 断路器触头位置基本设置在开关柜中心位置, 属于全封闭环境, 首先是触头产生的热量不易散出, 其次是温度一旦升高, 巡检人员不易发现, 传统的巡检方式只能等到出现故障后实施抢修, 给生产带来极大隐患。而利用无线测温系统对真空断路器触头进行测温监测后, 可以有效解决传统弊端, 防止事故发生, 对于生产的稳定具有重大意义。

2 无线测温系统的工作原理

2.1 无线测温系统的简单介绍

无线测温系统是一种集在线测量、无线传输、安装简便的温度测量系统。它采用热传感技术和短距离无线通讯技术进行高压隔离和信号传输, 利用其固有的绝缘性和抗电磁场干扰性能, 解决高压开关柜内动触头运行温度不易监测的难题。在真空断路器上下动触头的绝缘套管外侧靠近接口弹簧部位捆绑测温探头, 每一个动触头上安装一个, 这在断路器上就属于6点测温, 对不同位置的探头进行编号区分, 便于在监测仪上快速定位具体安装位置, 同时还适用于各种类型高压设备的温度在线监测, 具有可靠的高压隔离、抗强电场、磁场干扰及良好的热稳定等特性。

2.2 无线测温系统的主要组成

无线测温系统主要由无线测温探头、无线温度监测仪、监控中心上位机、通信链路构成, 其中, 无线测温探头主要安装在开关柜高压真空断路器触头上。无线温度监测仪安装在配电室墙壁控制箱内。控制箱内还同时设有接收天线和信号放大器, 测温探头上的传感器采集实时温度数据后, 通过短距离无线传输方式到无线测温监测仪上, 监测仪再利用蓝牙、WIFI 和移动通讯网络发送至手机 APP 终端, 方便相关人员随时随地查看实时温度状态, 为下一步断路器状态的分析提供数据支撑。

2.3 无线测温探头

无线测温探头主要用来测量电力系统中主要设备关键部位的表面温度, 如对高压开关柜中的断路器触头的温度进行监测。常见的无线测温探头有表带式、卡环式和铁片式, 下图就是表带式结构图。无线测温探头主要包括固定装置、测温电路、温度传感器、信号传输模块、逻辑控制模块等。通过无线网络将温度信号传送到无线温度监测仪。无线测温探头由于体积比较小, 适合用来测量开关柜

中的温度热接点,可以对开关柜中引出电缆接头,断路器触头、母线连接点的运行温度进行在线测量。

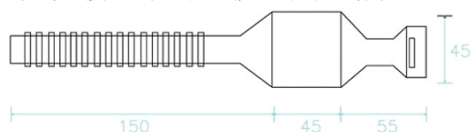


图2 无线测温探头

2.4 无线温度监测仪

无线温度监测仪主要用来对测温探头的数据收集、储存、处理、报警信号输出等,无线温度监测仪主要用来对当前无线测温探头监测信息和温度数据信息进行显示,现场人员可以通过执行输入操作、输出操作进行控制。例如对不同的无线测温探头进行查询和设置,而无线温度监测仪则可以用来进行运行日志的查询和配置。

无线测温系统						
序号	ID号	温度	最大值	超过上限	安装位置	RSST值
001	50043	39.6℃	42.7℃	55.0℃	3AH-1#受电上触头A	235
002	50044	39.6℃	42.7℃	55.0℃	3AH-1#受电上触头B	235
003	50045	39.8℃	42.7℃	55.0℃	3AH-1#受电上触头C	165
004	50046	42.8℃	67.8℃	55.0℃	3AH-1#受电下触头A	235
005	50047	42.8℃	67.8℃	55.0℃	3AH-1#受电下触头B	235
006	50048	42.8℃	67.8℃	55.0℃	3AH-1#受电下触头C	235
007	50049	29.8℃	30.6℃	55.0℃	7AH-二次混合机上触头A	235
008	50050	29.8℃	30.6℃	55.0℃	7AH-二次混合机上触头B	235
009	50051	29.8℃	30.6℃	55.0℃	7AH-二次混合机上触头C	165

图3 无线温度监测仪

3 使用无线测温系统的优缺点

3.1 使用无线测温系统的优点

无线测温系统的优点主要体现在连续性、稳定性和准确性。无线测温系统的连续性可以有效地监控高压开关柜内部断路器触头的温度变化,断路器触头一般为6点触头,分别为上静触头三相(A相、B相、C相)和下静触头三相(A相、B相、C相),每个触头上的无线测温装置都有唯一对应的ID地址,通过监测仪显示画面上显示的实时温度、历史温度最大值和设定的温度上限,可以直观地分析出该断路器触点温度是否异常,是否需要采取进一步措施等。可以有效地避免因温度过高导致的各类电气事故。

无线测温系统受环境因素的影响很小,通过编程软件的有效补偿,无线测温系统的工作温度范围很广,在安装时设置好参数后,不用再次进行参数校验,基本不受环境因素的影响,所以具有非常好的稳定性和准确性。

3.2 使用无线测温系统的缺点

无线测温系统虽然能有效地监控断路器各触点的温度变化,但是无线测温探头的安装方式却是有着一定的缺点,表带式测温探头捆绑在上下静触头的前端,在日常操作断路器摇进摇出,或者工作位和试验位互相转换时,高压开关柜内部的活页门会自动升降,有些情况下,活页门升降机构会发生轻微变形,导致活页门升降幅度略微发生变化,虽然断路器可以正常进出,但是特别容易损坏测温探头,一旦损坏探头,该触头上的温度数据要么显示异常,

要么无法传输到监测仪上,所以需要经常更换测温探头,同时还要匹配相应ID地址,即增加了运营成本,在写入地址时又要增加一定的售后服务费用,所以比较麻烦。再一个缺点是不同厂家生产的无线测温系统,都有自己研发的APP,而有些APP功能在手机终端上使用时不太灵活,存在一定的卡顿,而且占用手机运行内存较大。

4 无线测温系统的推广与应用

随着传感器技术,信号传输及处理技术,计算机应用技术,人工智能技术的不断发展,电力设备关键部位测温已经越来越多元化和特殊化,多元化是指先进的测温技术不断出现,特殊化是指特定场所使用特定测温方式。由于无线测温系统其优越的稳定性和抗干扰性,对于供电系统的作用非常巨大,尤其是一些封闭部件和关键部位,一般无法直接测量温度变化,导致很多设备事故频繁发生,无线测温系统的诞生对于供电系统的测温非常重要。通过对无线测温系统的研究和性能的了解,无线测温系统不仅可以在高压断路器静触头上使用,同时也可以在其他容易产生热量的重点电气设备、电缆接头、封闭母排上使用,可以有效控制设备事故的发生,对于生产的正常运行至关重要,非常值得大力推广与应用。

5 结语

高压开关柜和断路器是电力系统中非常重要的设备,现代电力系统对于供电稳定性的要求越来越高,相应的对于高压开关柜和真空断路器的可靠性也提出了更高的要求,开关柜内部真空断路器触头的温升超标,直接影响设备的稳定运行,而且,设备一旦过热,将是一个不断发展的问題,严重时可能发生火灾或者人身触电事故,如果不能及时发现,不能及时采取有效措施,对设备事故进行预防,过热程度会不断加剧,会对绝缘件的性能和设备的使用寿命产生很大的影响。

本文介绍的高压真空断路器无线测温系统在钢铁企业安全生产改造的应用,可以实现高压真空断路器触头温度的实时监控和在线监测,防止断路器在运行过程中因氧化、松动、灰尘等因素造成接点接触电阻过大而发热成为安全隐患,提升设备安全系数,避免事故的发生,降低设备事故率。

[参考文献]

- [1]孟庆民.高压开关设备的温度在线监测研究[J].高压电器,2006(5):352.
 - [2]李运正.无线测温技术应用研究[J].数字技术与应用,2017(1):113.
 - [3]刘宾.无线测温技术在高压系统重的应用[J].新型工业化,2021(8):31.
 - [4]党元一.高压隔离开关触头测温系统设计[J].江苏科技信息,2015(7):53.
- 作者简介:田艳静(1986.8—),女,毕业院校:安阳师范学院;所学专业:电子信息工程,当前就职单位:安阳钢铁建设有限责任公司,职称级别:电气中级工程师。

电气工程及其自动化的 PLC 技术应用研究

郑 洁

温州市图盛供电服务有限公司文成分公司, 浙江 温州 325300

[摘要] PLC 技术自 20 世纪 60 年代末期问世以来, 已经成为推动各个行业自动化进程的核心技术之一。其以灵活性、稳定性及强大的环境适应能力, 广泛应用于制造业、电力行业、交通系统、化工生产等多个领域, 发挥着至关重要的作用。随着工业 4.0 时代的到来, PLC 技术不断朝着智能化、网络化的方向发展, 其不仅完成传统控制任务, 更在数据处理、智能决策等方面展现出更强的能力。文中分析 PLC 技术在各领域的应用现状, 讨论其面临的主要挑战, 并展望其未来的技术发展趋势, 为学术界与工业界的相关研究提供理论依据。

[关键词] PLC 技术; 电气自动化; 供电系统; 变电站自动化

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15146

中图分类号: TP273

文献标识码: A

Research on the Application of PLC Technology in Electrical Engineering and Automation

ZHENG Jie

Wencheng Branch of Wenzhou Tusheng Power Supply Service Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325300, China

Abstract: Since its emergence in the late 1960s, PLC technology has become one of the core technologies driving automation processes in various industries. It is widely used in various fields such as manufacturing, power industry, transportation system, chemical production, etc. due to its flexibility, stability, and strong environmental adaptability, playing a crucial role. With the arrival of the Industry 4.0 era, PLC technology continues to develop towards intelligence and networking. It not only completes traditional control tasks, but also demonstrates stronger capabilities in data processing, intelligent decision-making, and other areas. The article analyzes the current application status of PLC technology in various fields, discusses the main challenges it faces, and looks forward to its future technological development trends, providing theoretical basis for relevant research in academia and industry.

Keywords: PLC technology; electrical automation; power supply system; substation automation

自 PLC 问世以来, 其在工业自动化领域的应用经历了多个阶段的演化。最初, PLC 主要用于完成简单的逻辑控制任务, 而随着计算机技术、电子技术及控制理论不断发展, PLC 的性能得到了显著提升, 已逐渐成为现代工业自动化系统的核心组成部分。如今, PLC 不仅支持基本的设备控制与监测功能, 还能够执行数据采集、过程控制、远程监控等多种功能, 在电力、冶金、石油化工等高精度要求的行业中具有广泛应用。随着物联网、人工智能、大数据等新兴技术的快速崛起, PLC 技术正在融入智能设备及云平台系统, 拓展了其在智能化控制、信息化管理等领域的应用潜力。PLC 的发展历程伴随着自动化技术的不断创新, 推动着全球工业自动化水平的提升, 也促进了相关研究的深入, 逐渐成为当前自动化控制领域的重要研究方向。

1 PLC 技术基本原理与系统结构

1.1 PLC 的定义与发展历程

PLC (Programmable Logic Controller) 是一种用于工业自动化控制的数字化电子设备, 广泛应用于各类自动化系统。它可以执行包括逻辑运算、顺序控制、定时定量控制等多种任务, 且具备高度的可编程性, 能够根据不同的控制需求进行调整。自 20 世纪 60 年代末期艾伦·布拉德利公司首次推出这一技术以来, PLC 已历经多个发展阶

段。从最初的替代继电器控制, 到逐步向智能化控制系统的转变, PLC 技术已不断扩展其功能, 并逐渐成为许多工业领域不可或缺的基础设施。计算机技术及微电子技术的进步, 进一步推动了 PLC 从基础自动化到复杂智能控制系统的演变, 特别是在智能制造、电网自动化等方面, PLC 的应用愈加广泛。

1.2 PLC 的基本原理

PLC 的核心原理通过周期性扫描处理输入信号、执行程序运算并输出控制信号来完成任务。输入信号来自外部设备 (如传感器、开关等), PLC 通过内部处理单元对这些信号进行处理后, 决定控制执行器的状态。整个工作过程按照固定周期进行, 分为输入采集、程序执行与输出执行三个主要环节。输入采集阶段, PLC 接收外部信号并将其转化为可识别的数字信息; 接下来, PLC 根据预设程序对采集到的信号进行逻辑判断, 得出控制决策; 在输出执行阶段, PLC 根据计算结果向执行器发送信号, 调节设备的工作状态。该周期性扫描模式确保了 PLC 在复杂的控制任务中能够实时做出反应。

1.3 PLC 的系统组成

PLC 系统主要由四个基本模块构成: 中央处理单元 (CPU)、输入输出模块 (I/O 模块)、电源模块以及通讯

模块。CPU 是 PLC 的核心部件,负责执行程序、数据处理以及与外部设备的通信。输入模块用于接收外部信号,并将其转化为 PLC 能够识别的数字信号;输出模块则负责将 PLC 的控制信号传递给执行器^[1]。电源模块提供系统运行所需的电力支持,而通讯模块使得 PLC 与其他控制系统或设备之间能够实现数据交换。PLC 的模块化设计使其在不同的应用中能够灵活配置,根据需求添加额外模块以增强系统的功能性与扩展性,满足越来越复杂的工业控制要求。

1.4 PLC 的工作方式

PLC 的工作模式主要基于周期性扫描。每个扫描周期包括输入扫描、程序执行与输出扫描三个阶段。输入扫描阶段,PLC 从外部设备采集信号并转化为适合处理的数字信息;在程序执行阶段,PLC 根据接收到的信号和预设的程序逻辑,进行处理并生成控制决策;最后,在输出扫描阶段,PLC 根据处理结果,通过输出模块向执行设备发送控制指令,改变设备的状态。通过这种方式,PLC 能够在极短的时间内完成对现场设备状态的监控与调整,确保系统在动态环境下高效、稳定地运行。

1.5 PLC 的主要特点

PLC 具备多个显著特点,其中最为突出的是其高可靠性、实时响应能力及灵活的可编程性。其设计能够适应严苛的工业环境,如高温、高湿度和电磁干扰等因素,确保长时间稳定运行。此外,PLC 的实时性保证了它能迅速响应现场设备状态的变化,从而及时做出调整,确保控制操作的精确性。由于可编程的特点,PLC 能够根据不同的生产要求进行灵活配置,满足多变的控制需求^[2]。同时,其模块化设计不仅便于扩展系统功能,还便于后期的维护与升级。正因如此,PLC 已成为自动化控制领域的核心技术,广泛应用于电力、化工、冶金、交通等行业,支持各种复杂的自动化控制任务。

2 PLC 在供电系统中的应用

2.1 供电公司电力系统自动化的需求

随着电力负荷的持续增长与电力设备的复杂性加大,传统手工操作已难以满足对电力系统高效与精准控制的要求。电力系统逐步扩展,且运作模式日益多元化,迫使供电公司寻找更智能化的技术解决方案。PLC 技术的应用在此背景下,显著提升了系统的自动化水平,特别是在设备监控、调度控制及故障诊断方面的表现。PLC 技术的引入,不仅增强了电力系统的稳定性与安全性,还显著提升了整体运行效率。通过该技术,设备状态的实时监测与精确控制变得更加高效,从而使电力系统的管理更加智能化,减少了人为干预的需要。借助 PLC 系统,供电公司能够以更低的成本与更少的人工干预,完成电力设备的实时调控。与传统控制方式相比,PLC 系统不仅提升了电网运行的可靠性,也确保了电力供应的高质量及安全性。

2.2 PLC 在变电站自动化中的应用

在电力系统中,变电站是一个至关重要的环节,其设备稳定性的保障直接影响电力供应的可靠性。通过 PLC 技术,变电站得以实现远程设备监控与状态反馈。PLC 能够实时采

集电压、电流及其他关键参数,并监测设备状态的变化。一旦发生故障或异常,PLC 系统能够迅速响应,自动调整设备或发出警报,有效防止问题的蔓延。通过 PLC 的应用,变电站的操作更加智能化与自动化。这不仅提高了设备的工作可靠性,还大幅降低了维护成本与维护周期。与传统人工控制相比,PLC 能够高效、精准地完成控制任务,减少了人为错误的发生。由此,变电站的管理得到了显著提升,智能化控制有助于保证电力系统中这一重要环节的稳定运行。

2.3 PLC 在配电网自动化中的应用

配电网在电力系统中扮演着重要角色,其稳定性直接关系到电力供应的质量与可靠性。PLC 技术在配电网自动化中的应用,能够实现各个配电节点的实时监测,并根据运行数据自动调整参数。无论是应对负荷变化,还是应对可能出现的系统故障,PLC 系统都能够及时响应,确保配电网稳定运行^[3]。PLC 技术的引入让配电网管理变得更加智能化,减少了人工干预,提高了系统运行的效率。实时监控配电网各节点的电力参数,能够在发生故障时迅速识别问题,避免了设备损坏的蔓延。

2.4 PLC 在电力调度控制中的应用

电力调度是保障电网平稳运行的关键环节,PLC 技术在电力调度中的应用对电网的稳定性具有重要影响。PLC 能够实时监控电网运行状态,采集并分析相关数据,从而确保负荷平衡与电网调度的顺畅进行。PLC 与 SCADA 系统的结合,使得调度控制能够集中管理,提升了控制精度与响应速度。在电力调度控制中,PLC 技术的引入有效提升了系统的响应速度与调节能力。面对电网运行中的负荷波动或突发事件,PLC 能够迅速进行调整,确保电网稳定。此外,PLC 系统的高效能使得电力调度工作变得更加精确,从而提升了整体管理水平。

2.5 PLC 在电力设备监测与故障诊断中的应用

PLC 技术在电力设备的监控与故障诊断中发挥着至关重要的作用。通过集成传感器,PLC 能够实时监控电力设备的状态,如电流、电压与温度等参数。在设备出现异常时,PLC 能够自动进行报警或启动保护措施,从而防止故障蔓延并减少损失。PLC 技术通过对设备状态的精准监测,为电力系统的安全运行提供了保障。PLC 不仅具备强大的故障诊断功能,还能高效处理电力系统中的各种异常情况。系统能迅速识别问题所在,并向调度人员提供详细的诊断信息,为问题解决提供准确依据。

3 PLC 技术应用中的关键问题

3.1 系统集成与通信协议

在 PLC 系统的应用中,传感器、执行器、上位机等设备通常采用不同的通信标准,这使得它们之间的有效协作面临挑战。如何确保这些设备之间的高效通信,保持数据传输的准确性和实时性,成为 PLC 技术应用中的一个关键问题。为了解决这一问题,通常采取标准化的通信协议,或者设计专用的协议转换器进行适配,从而确保系统内部各组件之间能够无缝衔接,提升整个 PLC 系统的运行效率。

3.2 PLC 的可靠性与稳定性问题

PLC 系统在长期运行过程中,常常受到外部环境因素如温度波动、湿度变化和电磁干扰等的影响,进而面临可靠性与稳定性的问题。如何保证 PLC 在复杂的工业环境中稳定运行,成为技术发展的关键方向之一。在这方面,采用抗干扰能力强的硬件设备,改进电路设计,是提升 PLC 系统稳定性的重要手段。同时,通过定期的系统检查与维护,可以有效减少故障发生的概率,从而确保 PLC 在严苛环境下依然能够高效、稳定地工作。

3.3 PLC 技术的网络安全问题

随着 PLC 系统与外部网络、企业内部网络的连接增加,网络安全问题变得愈加严峻。与外部网络的连接使得 PLC 系统更易受到黑客攻击,可能带来严重的安全隐患。为了应对这种风险,必须加强 PLC 系统的网络安全防护。采用加密技术、设置防火墙以及部署入侵检测系统等措施,有助于提高 PLC 系统的安全性,防止黑客攻击、数据篡改等问题的发生。此外,随着网络攻击手段不断进化,定期更新安全防护策略,并加强对网络安全的培训,能够有效提升 PLC 系统抵御外部威胁的能力。

3.4 PLC 应用中的人机界面设计

PLC 系统的效能与人机界面的设计息息相关。一个简洁、直观的操作界面,能够使操作员在实时监控设备状态、调整系统参数时更加高效。人机界面应简化操作流程,去除冗余信息,使操作员能够迅速获取所需数据,做出及时反应。优化人机界面设计不仅有助于提高系统的易用性,减少操作员的学习成本,也能提升系统运行的响应速度和准确度,最终优化 PLC 系统的整体性能。

3.5 高效编程与调试技术

在 PLC 系统中,编程与调试是实现功能的核心环节。面对复杂的系统,如何提高编程效率,简化调试流程,成为 PLC 技术应用中的一大挑战。为了提升效率,可以采用梯形图、功能块图等编程方式,这些方法有助于简化代码编写并减少不必要的冗余,确保系统功能简洁明了^[4]。在调试阶段,仿真模拟技术和在线调试技术的使用,可以帮助在系统正式运行之前发现潜在问题,从而减少调试时间,提高系统的稳定性和可靠性。

4 未来发展趋势与展望

4.1 PLC 技术的发展方向

随着物联网、人工智能以及大数据等技术的迅速发展,PLC 技术正朝着更加智能化与网络化的方向演进。未来的 PLC 系统预计将具备更高的集成度,增强自诊断、自优化与自适应功能。这一变化将使 PLC 不仅能够处理传统的控制任务,还能够应对复杂的工业应用需求,提供更加智能的决策支持与系统优化能力。因此,智能化的 PLC 将成为推动工业自动化与智能制造的重要力量。

4.2 智能化与云平台在电气自动化中的应用

智能化技术与云平台的应用将极大提升 PLC 系统在电气自动化中的智能决策与数据处理能力。通过与云平台

的结合,远程监控、故障诊断与数据分析将变得更加高效与精准。这种集成能够实时提供电力系统运行的关键数据,优化资源分配,提高故障预警准确性,减少停机时间。云平台的支持使得电力系统的运行更加高效稳定,推动了电气自动化的智能化发展。

4.3 供电公司 PLC 技术应用的未来展望

随着智能电网的逐步建设,供电公司在电力系统自动化控制中的 PLC 技术依赖度将不断加深。PLC 技术将进一步与传感器、云计算以及大数据平台相结合,进而实现电力系统的精细化管理与高效调度。通过这些技术的融合,电力调度与监控将更加精准与灵活,系统的稳定性与供电可靠性也会得到显著提高。随着 PLC 技术的深入应用,未来电力系统将更加智能化、自动化,进一步促进智能电网的完善与发展。

4.4 技术更新与培训需求

PLC 技术的持续进步意味着相关技术人员需要不断提升专业技能,以适应更为复杂的系统需求。在不断更新的技术背景下,确保 PLC 系统高效稳定运行的前提是操作人员具备先进的技术能力。为此,企业必须加强技术人员的培训,定期进行知识更新与技能提升,以应对日益复杂的自动化控制环境。培养一支高素质的操作与维护团队,是保障 PLC 技术持续发展的核心所在。通过技术培训,确保系统运行的高效性与稳定性,已成为 PLC 技术成功应用的关键因素。

5 结语

PLC 技术不仅在传统的制造业中发挥着重要作用,还为电力、化工等复杂系统的稳定运行提供了有力保障。随着物联网与智能技术的不断发展,PLC 的应用领域不断扩展,其在设备监控、数据处理、智能决策等方面的能力不断增强。然而,随着其在更广泛领域的应用,PLC 技术也面临诸多挑战,特别是在系统集成、网络安全与高效编程调试等方面。展望未来,PLC 技术将朝着更加智能化、高效化的方向发展,在智能制造与工业 4.0 进程中扮演更加重要的角色。同时,随着技术的持续进步,专业技术人员的培养及技术更新也将成为确保 PLC 系统稳定运行的关键。随着 PLC 技术的不断创新,必将为自动化控制领域带来更多机遇,也为全球工业发展注入新的动力。

【参考文献】

- [1]王福宁.智能化技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].流体测量与控制,2024,5(6):15-17.
 - [2]续霞.电气工程及其自动化的智能化技术应用研究[J].自动化应用,2024,65(11):267-269.
 - [3]夏文澜.电气工程及其自动化技术在智能建筑中的应用探析[J].智慧中国,2024,11(10):69-70.
 - [4]张贵龙.智能化技术在电气工程及其自动化控制中的应用研究[J].自动化应用,2024,65(12):10-11.
- 作者简介:郑洁(1979.5—),毕业院校:浙江大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:温州市图盛供电服务有限公司文成分公司,职务:专职,职称级别:工程师。

用电检查技术在电力营销中的应用

马维民

海南州共和县恰不恰镇海南州供电公司, 青海 海南州 813000

[摘要]随着电力需求的不断增加,传统的电力管理方式逐渐暴露出低效、资源浪费及服务质量欠缺等问题,无法满足现代化经济社会的需求。随着智能电表、大数据与物联网等技术的快速发展,电力行业正逐步向更为智能化与精细化的方向转型。作为电力营销中的一项重要技术,精准的用电检查技术能够实时监控用户用电情况,优化电力资源分配,减少电力损耗,进一步提升整体运营效率。本文探讨用电检查技术在电力营销中的应用现状,分析其对提升电力供应效率与客户体验的作用,并展望未来该技术的发展趋势。

[关键词]用电检查技术; 电力营销; 市场预测; 数字化转型

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15143

中图分类号: TM76

文献标识码: A

Application of Electricity Inspection Technology in Power Marketing

MA Weimin

Hainan State Power Supply Company, Qabqa Town, Gonghe County, Hainan Province, Hainan Prefecture, Qinghai, 813000, China

Abstract: With the continuous increase in electricity demand, traditional power management methods have gradually exposed problems such as inefficiency, resource waste, and lack of service quality, which cannot meet the needs of modern economy and society. With the rapid development of technologies such as smart meters, big data, and the Internet of Things, the power industry is gradually transitioning towards a more intelligent and refined direction. As an important technology in power marketing, precise electricity inspection technology can monitor users' electricity consumption in real time, optimize power resource allocation, reduce power losses, and further improve overall operational efficiency. This article explores the current application status of electricity inspection technology in power marketing, analyzes its role in improving power supply efficiency and customer experience, and looks forward to the future development trend of this technology.

Keywords: electricity inspection technology; power marketing; market prediction; digital transformation

引言

在传统的电力管理模式中,依赖人工抄表和手工处理数据,导致了信息滞后、误差较大等问题,从而引发了电力资源的浪费与管理效率的低下。随着电力需求的快速增长以及市场竞争的加剧,传统的电力管理方式已经无法满足现代电力行业的需求。在这一背景下,智能电表及相关技术的引入,改变了传统的电力管理方式。通过智能电表,供电公司不仅能够实现远程抄表,还能实时监控负荷变化与数据采集,大幅提高了电力资源的利用率。此外,通过大数据分析,供电公司可以精确预测用户的用电需求,实现电力资源的优化配置,提升电力供应的稳定性与可靠性。

1 用电检查技术基础

1.1 用电检查技术概述

用电检查技术通过一系列现代化手段,对电力用户的用电情况进行实时监控与数据分析,旨在提高电力管理的精确度,优化资源分配,减少电力浪费,同时提升负荷调度效率。通过收集用户用电数据,供电公司能够获得可靠的数据支持,从而做出更加科学与合理的决策。随着智能电网技术的迅速发展,传统的电量计量已无法满足需求,新的应用领域包括对电力负荷的实时监控、故障预警与智

能计费等逐渐成为核心组成部分。

1.2 用电检查技术的分类与原理

传统的人工检查依赖人工读取电表数据,并根据设定的标准进行分析。然而,由于受人为因素及时间限制的影响,人工检查的准确性常常不高。相比之下,自动化检查技术依靠智能电表与数据采集系统,能够实时采集用户用电数据,并通过远程通信技术传输至供电公司的监控平台。这一系统使供电公司能够更全面地掌握用电情况,数据分析结果为供电公司提供了准确的负荷管理支持,并确保资源调度的高效性。

1.3 用电检查技术的发展历程

自用电检查技术问世以来,其发展经历了从机械电表到智能电表的逐步演进。早期的机械电表存在测量误差,且无法实现实时数据采集,影响了电力计量的精度。随着电子电表的出现,电力计量的精度得到了显著提升,并具备了更强的抗干扰能力。进入 21 世纪后,智能电表逐步成为主流,其具备自动抄表、远程数据采集及实时反馈等功能,极大提高了供电公司对用户用电情况的掌控力。大数据与云计算的结合使供电公司能够对大量数据进行深入分析,从而优化负荷管理并准确预测需求的变化。随着

物联网技术的不断发展,电力监测系统得到了显著升级,供电公司通过智能化管理进一步提高了电力供应链的整体运行效率。

1.4 用电检查技术的优势

通过智能电表与自动化检查系统,供电公司能够实时采集精确的用电数据,有效避免了人工抄表中的误差与延迟,从而提升了电力计量的准确性与可靠性。实时数据分析帮助供电公司全面了解用户的用电模式,有助于合理调配电力资源,避免浪费与系统过载问题的发生。精确的用电数据还为客户提供了定制化的服务,例如节能建议与用电优化方案,进一步增强了用户的满意度及忠诚度。随着大数据、云计算等技术的不断发展,用电检查技术将为供电公司提供更为精准的决策支持,推动供电公司在市场预测、负荷调度与客户管理等方面的优化,促进电力行业的智能化与数字化转型。

2 电力营销的概念与现状

2.1 电力营销的定义与特点

电力营销涉及供电公司通过提供各种电力产品与相关服务,满足客户的不同需求,并实现企业盈利的全过程。这一过程不仅包括电力的直接销售,还涉及如何有效配置电力资源、提高服务质量以及扩展市场等环节。电力营销的主要特点体现在其技术性与服务性的高度融合,尤其是在准确理解客户需求和高效管理电力资源方面。为了应对日益激烈的市场竞争,供电公司需要依赖先进的技术手段,优化资源配置并提升服务质量,从而能够更好地适应用户需求的多变性。电力营销的重要目标之一是在保障电力供应稳定与安全的基础上,充分发挥电力资源的效益,确保系统高效、稳定运行。

2.2 电力营销模式与策略

随着科技的不断进步与市场需求的多样化,供电公司通过分析用户数据,提供个性化服务,以实现资源的最优配置,减少不必要的能源损失,同时提升市场竞争力^[1]。针对不同的用户群体,供电公司制定了具有针对性的电力供应方案,以适应各类客户需求。在这一背景下,供电公司正在转变其营销策略,从传统的单一供电模式转向更加注重用户需求的服务模式。该转型不仅提升了客户的满意度,还增强了其忠诚度。通过加强与客户的互动,供电公司能够推动服务创新,提升其市场竞争力,从而在激烈的市场竞争中占据优势地位。

2.3 电力营销中的技术需求与挑战

随着电力需求的持续增长与日益复杂化,电力营销面临许多技术挑战,例如供需失衡、电力资源浪费及难以精准掌握用户需求等。为了应对这些问题,供电公司需要依赖现代化的技术手段,如智能电表、用电检查技术以及大数据分析等。智能电表使得供电公司能够实时采集客户的用电数据,并通过远程监控调整电力供应,以应对需求的

波动。大数据分析则为供电公司提供了对用电数据的深入挖掘,帮助其做出科学的资源调度决策。

2.4 当前电力营销中的应用情况

随着智能电表与数据分析技术的广泛应用,电力营销在实际操作中已经取得显著成效。通过精准的电力计量与负荷管理,供电公司不仅提高了电力供应的质量,还有效降低了电力损耗,同时提升了运营效率^[2]。智能电表可以实时采集客户的用电数据,结合远程监控技术,供电公司得以实时掌握负荷的变化,从而确保电力供应的稳定性。同时,通过大数据分析,供电公司能够更准确地了解用户的用电需求,进而为电力供应的调度与资源配置提供科学依据。随着这些技术的不断发展,供电公司在提高客户满意度与忠诚度方面取得了显著成果,推动了电力营销模式的持续创新与优化,进一步提升了市场竞争力。

3 用电检查技术在电力营销中的应用

3.1 用电检查技术在电力计量中的应用

智能电表与自动化数据采集系统的结合,使得供电公司可以在不依赖人工抄表的情况下,精确地实时记录用户的用电数据,消除了传统人工抄表中可能产生的误差与延迟,确保了电力计量的准确性。通过对这些数据的采集与分析,供电公司能够有效地识别出电力资源的浪费问题,从而减少不必要的损耗,提高整体运营效率。借助智能电表获得的实时用电信息,供电公司不仅能够优化电力资源的配置,还能提高电网系统的稳定性,进而保障电力供应的持续可靠。

3.2 智能电表在用电检查中的角色与功能

在用电检查技术中,智能电表具备远程抄表、实时数据采集及负荷监控等多项功能的智能电表,使供电公司能够更精准地掌握用户用电情况。通过智能电表收集的数据,供电公司可快速识别出用户的用电变化并调整相应的电力供应策略,从而优化电力资源的调度与分配。智能电表有效避免了传统抄表方式中可能带来的延迟与错误,增强了数据采集的准确性与时效性。

3.3 用电数据分析与负荷管理的应用

精确的用电数据分析为供电公司负荷管理系统提供了强有力的支撑。通过分析海量的用电数据,供电公司能够准确预测用户的用电需求,并据此优化电力资源的配置。负荷管理系统基于实时数据进行动态调节,确保电力供应的稳定性与安全性^[3]。在面对负荷波动时,系统能够迅速作出调整,避免供电中断或过剩,保持电力供需的平衡,供电公司不仅能够提升电力资源调度的效率,还能保障电网运行的安全与稳定,为电力供应的长期可持续发展提供了重要保障。

3.4 用电检查技术在市场需求预测中的应用

用电检查技术能够为供电公司提供大量精确的用电数据,这些数据可被用于分析与预测未来电力需求的变化

趋势。通过对这些数据进行深度分析,供电公司能够做出更为精准的电力需求预测,为电力供应链的优化提供依据。准确的需求预测帮助供电公司在资源调配上更加高效,避免因供需失衡而引发的电力浪费或资源短缺问题。借助数据分析,供电公司能够在未来电力需求变化前做出合理的调整,确保资源的高效使用,同时提升整体的服务质量与运营效率。

3.5 用电检查技术在电力计费与精确计量中的作用

在电力计费与精确计量方面,智能电表与自动化计量系统的结合实现了电力计费的精确化与自动化。通过实时采集用电数据,供电公司能够确保电力计费的准确性与公正性,减少了人工计费过程中可能产生的误差。这不仅提高了计费的透明度,还增强了用户的信任感,提升了客户的满意度。同时,自动化计量系统的应用还有效降低了人工干预的需求,节约了人力资源,提高了运营效率。随着电力计量技术的不断发展,供电公司能够进一步提升服务质量,推动电力市场健康发展,并优化整体计费过程。

3.6 高危及重要客户、敏感民生客户的用电检查及整改

3.6.1 高危客户的用电检查

高危客户,包括医院、大型工业设施和公共服务场所,其电力系统的稳定性对社会运行至关重要。电力故障可能带来严重后果,因此,对这些客户的电力设施进行全面检查尤为必要。检查应集中在变压器、发电机及配电系统的负荷、电流与电压状态,避免出现过载现象。同时,备用电源系统必须接受严格检查,确保在主电源出现故障时能够及时切换,保障供电不受影响。定期检修设备,特别是变压器和电气柜,能够有效降低故障发生的风险。通过组织应急演练,确保在电力中断的情况下,客户能够迅速恢复供电,最大限度减少对正常运营的影响。

3.6.2 重要客户的用电检查

对于负荷较大且波动频繁的大型企业及商业设施等关键客户,电力系统的稳定性要求更高。检查时,尤其需要关注接地系统的状态,确保配电线路及电气设备的接地保护无误。定期检修过载保护装置,确保在负荷超标时能够及时切断电源,避免设备损坏。同时,负荷预测与需求规划的合理安排,能够在客户用电波动时灵活调整供电方案,防止因负荷过大而导致系统故障。配电环境的安全性也不容忽视,电气设备周围应保持干净、通风,避免任何可能影响设备正常运行的因素。

3.6.3 敏感民生客户的用电检查

针对老旧小区及低收入家庭等敏感民生客户,电力设施普遍存在老化、维护不足的问题,安全隐患较为严重。检查的重点应放在电气设备的老化程度及维护状况,尤其是电线电缆的老化问题,应及时更换或修复。漏电保护装置的工作状态需要验证,确保漏电发生时能够迅速断电,防止引发火灾等事故。此外,提升居民的用电安全意识同

样关键。供电公司可通过定期检查与上门服务,帮助居民掌握正确的用电方法,从源头上减少不当操作造成的隐患。

3.7 用电隐患整改与后续跟进

3.7.1 隐患整改

当发现用电隐患时,应立即采取整改措施,避免其扩展成更严重的问题。每一项隐患都应指派专人负责,并结合隐患的性质,制定详细的整改计划与时间表。对于电气火灾隐患或设备过载等严重隐患,需优先处理,以最短时间内完成整改。而对于较轻微的隐患,尽管整改时限可适当延长,但必须在规定时间内解决。所有整改工作应严格按照相关标准执行,确保隐患完全消除。整改完成后,还应进行复查,以确认整改措施的效果,防止问题复发。

3.7.2 政企联动督促整改

隐患整改的顺利推进,依赖于政府与供电公司之间的有效合作。供电公司需要提出整改方案,政府则通过政策支持和资金补助,推动客户完成整改。为确保整改措施得以落实,政府与供电公司可以联合开展检查,定期跟踪整改进度。如果客户未按时完成整改,供电公司可采取必要的行政措施,如停电等,以促使其履行整改责任。同时,对于已完成整改的客户,供电公司还需进行复查,确保整改效果持续有效,防止隐患反弹。

3.8 清洁取暖与电动交通工具的安全隐患排查治理

3.8.1 清洁取暖设备的安全隐患排查

随着清洁取暖设备的普及,其用电安全问题逐渐引起关注。供电公司应定期检查清洁取暖设备,特别是电锅炉、电热水器等,确保电线未发生老化或损坏。负荷监控能够有效预防设备过载,确保其在正常工作范围内运行,避免电气故障或火灾事故的发生。充电插座及接线端子的检查同样至关重要,一旦发现松动或损坏,必须及时修复。通过安全宣传,供电公司可提高客户的安全意识,指导居民正确使用电器,从根本上减少因操作不当造成的安全问题。

3.8.2 电动交通工具充电安全隐患排查

随着电动交通工具日益普及,充电安全问题显得尤为重要。电动汽车充电设施的安装与维护必须符合相关安全标准,确保充电设备的电线、电插座等部件没有老化或损坏。充电环境应保持干燥通风,避免环境因素导致电气故障的发生。监控充电过程中的电流与电压,及时处理异常情况,也是保障充电安全的关键措施。供电公司需加强对充电设施的管理,定期检查和维护设备,并向用户提供安全使用指导,提升其安全使用意识。

4 用电检查技术与电力营销的融合模式

4.1 用电检查技术的集成与创新应用

用电检查技术的集成应用依赖于大数据、云计算等技术平台的有力支持,这些技术平台使得电力管理系统的不同环节能够协调合作,进而实现优化。通过这些平台,供电公司能够高效处理庞大的用电数据,并借助精准地分析

提高电力供应链的整体效率^[4]。智能调度系统使得供电公司能够更精确地预测电力需求变化,从而调整资源配置,保障电力供应的稳定性。在此基础上,云计算的应用不仅提升了电力系统的数据存储能力,也加快了电力服务的响应速度,使得供电公司能够在面对复杂变化时迅速做出调整,从而提高了运营效率与客户服务质量。

4.2 电力营销中的智能化与自动化

智能电表与自动化用电检查系统的引入,为电力营销的智能化与自动化奠定了基础。通过这些先进技术,供电公司得以实施远程控制、自动计费与负荷管理等功能,极大地提高了电力供应的精准度与灵活性。实时监测与调度系统能够基于用户用电情况动态调整电力分配,确保电力供应在需求波动的情况下仍能维持稳定运行。供电公司借助智能技术提升了电力供应的调度效率,避免了资源浪费与过载现象的发生,从而优化了电力的分配,并提高了运营效益。

4.3 用电检查技术在电力客户服务中的作用

借助对用电数据的精确分析,供电公司能够为客户提供个性化的服务内容。供电公司通过分析客户的用电数据,不仅能够制定节能减排方案,还能提供针对性的优化建议,帮助用户降低能源消费与成本。通过实时跟踪用户用电情况,供电公司能够灵活调整服务方式,以便更好地满足客户的需求。

4.4 用电检查技术在市场营销与客户管理中的应用

用电检查技术为供电公司提供了精确的用户画像与行为分析,这使得公司能够更加精准地制定市场营销策略。通过对客户用电数据的深入分析,供电公司得以更好地了解客户需求,从而在营销活动中实现精准定位,提升服务

效率。此外,借助对用电行为的细致分析,供电公司能够优化客户关系管理,改善服务质量,增强客户黏性,进一步提高市场竞争力。

5 结语

科技创新正在推动电力行业的快速发展,尤其是在电力营销领域,用电检查技术日益显现其重要作用。借助智能电表、物联网及大数据等技术,供电公司能够更精确地采集用电数据,并通过实时监控与负荷管理,优化电力供应链,减少资源浪费,从而有效提升服务质量与客户满意度。未来,随着5G技术、人工智能等新兴技术的融入,电力需求与供应的匹配将更加精细,电力资源的利用效率将进一步提高。用电检查技术的持续创新将为电力行业的可持续发展提供强有力的支持,并为全球能源转型与绿色发展目标的实现贡献力量。

【参考文献】

- [1]王精变. 远程用电检查技术在电力营销中的应用研究[J]. 电力设备管理, 2024(17): 154-156.
 - [2]石家诚. 远程用电检查技术在电力营销中的应用[J]. 集成电路应用, 2024, 41(9): 102-103.
 - [3]徐宾. 远程用电检查在电力营销中的应用[J]. 电子技术, 2021, 50(11): 240-241.
 - [4]王天安. 远程用电检查技术在电力营销中的运用[J]. 电气技术与经济, 2022(6): 193-195.
- 作者简介: 马维民(1989.4—), 男, 毕业院校: 青海大学, 本科学历, 所学专业: 电气工程及其自动化, 当前就职单位: 国网青海省电力公司海南供电公司, 职务: 营销部客户室主管, (主管岗4年), 职称: 工程师。

配电网中的电力故障检测与自动恢复技术

李兴海

国网郑州供电公司, 河南 郑州 450000

[摘要]配电网是现代电力系统中的重要组成部分,其稳定性和可靠性直接影响到社会的正常用电。随着配电网自动化技术的快速发展,电力故障检测与自动恢复技术逐渐成为提升配电网智能化水平的重要手段。文中深入分析了配电网电力故障检测的技术现状与发展趋势,并探讨了电力故障自动恢复技术的应用。通过研究故障检测算法、恢复策略以及故障自动定位与隔离技术,文中提出了一种结合大数据与人工智能的电力故障检测与恢复系统,旨在提高配电网故障恢复速度,减少停电时间,保障电力系统的安全性和可靠性。

[关键词]配电网; 电力故障检测; 自动恢复; 智能化; 大数据

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15165

中图分类号: TM727

文献标识码: A

Power Fault Detection and Automatic Recovery Technology in Distribution Network

LI Xinghai

State Grid Zhengzhou Power Supply Company, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: The distribution network is an important component of modern power systems, and its stability and reliability directly affect the normal electricity consumption of society. With the rapid development of distribution network automation technology, power fault detection and automatic recovery technology has gradually become an important means to improve the intelligence level of distribution networks. The article provides an in-depth analysis of the current status and development trends of power fault detection technology in distribution networks, and explores the application of automatic power fault recovery technology. By studying fault detection algorithms, recovery strategies, and automatic fault location and isolation technologies, this paper proposes a power fault detection and recovery system that combines big data and artificial intelligence. The aim is to improve the speed of fault recovery in the distribution network, reduce power outage time, and ensure the safety and reliability of the power system.

Keywords: distribution network; power fault detection; automatic recovery; intelligentization; big data

引言

配电网作为电力系统的末端环节,承载着向终端用户提供电能的责任。随着用电需求的增长和配电网规模的扩大,电力故障发生的频率和复杂性也在不断增加。传统的故障检测与恢复方式已经难以满足现代电力系统的需求,因此,发展智能化、高效的故障检测与自动恢复技术显得尤为重要。近年来,随着信息技术、物联网、大数据以及人工智能技术的快速发展,配电网的自动化水平得到了显著提高,电力故障的检测、定位与恢复效率大大提升。本文将探讨这些技术如何协同作用,以实现高效的电力故障管理。

1 配电网电力故障检测的现状与挑战

1.1 配电网故障的类型与特点

配电网故障的种类较为复杂,通常可分为短路故障、接地故障和设备故障等。短路故障是最常见的类型,通常发生在线路之间或线路与地面之间,电流过大会导致设备损坏。接地故障则是由于电网接地不良或设备绝缘破损造成的,通常伴随有电压不稳定的现象。设备故障通常与变压器、断路器、配电板等电力设施的老化、损坏或操作失误相关。每种故障类型具有不同的产生原因和表现形式,

因此对故障的准确诊断和处理需要对故障类型及其特征进行全面了解。此外,配电网故障的发生地点、持续时间及其对供电系统的影响程度也各不相同,给故障检测带来了不小的挑战^[1]。

1.2 配电网故障检测的传统方法

传统的配电网故障检测方法依赖于人工巡视和简单的电压、电流监测。这些方法通常依赖人工经验判断,响应时间长且容易受到人为因素的影响。电压和电流监测虽然能够一定程度地检测到异常情况,但对于一些细微的故障或位置较为隐蔽的故障,传统方法往往难以做到及时准确地发现。特别是在大型配电网中,故障发生的地点较为分散,传统方法需要大量的人力进行巡检,效率低下,且可能错过故障发生的最佳处理时机,造成停电时间的延长和经济损失^[2]。

1.3 新兴技术在故障检测中的应用

近年来,随着传感器技术、智能终端设备和自动化系统的发展,配电网故障检测的技术手段得到了显著提升。现代传感器能够实时监测配电网中的电压、电流、温度、湿度等多项参数,并通过数据采集系统将信息传输到后台分析系统。这些数据可以用于实时监控配电网的运行状态,

并在出现异常时迅速报警。结合大数据分析和人工智能技术,系统不仅能够提高故障检测的时效性,还能够海量数据中快速筛选出有可能发生故障的区域,为故障定位和恢复提供有力支持。例如,通过对历史数据的深度学习,人工智能能够预测潜在的故障发生,从而提前做好应对准备,显著提高故障检测的准确性和响应速度。此外,智能终端设备的普及也使得配电网的自动化水平得到了进一步提升。通过智能化的设备,配电网能够自动进行故障诊断、定位和隔离,从而大大提高了故障检测与处理的效率。

2 电力故障检测技术的算法研究

2.1 故障检测的基本原理与方法

电力故障检测的基本原理主要依赖于对电网运行状态的实时监测,并通过分析电流、电压波形的异常来识别故障。传统的故障检测方法包括基于负序分量的故障检测法和基于波形分析的故障检测法。负序分量法通过分析电网中电流或电压的负序分量,判断是否存在故障。当配电网发生对称或不对称故障时,负序分量会出现明显的变化,因此该方法能有效地检测出不同类型的电力故障。波形分析法则通过对电压、电流波形的时域或频域分析,识别电力系统的异常波形特征,进一步判断是否发生故障。这些方法能在一定程度上提高故障检测的准确性,但对于复杂和动态变化的电力故障,仍然存在一定的局限性。

2.2 基于机器学习的故障检测技术

随着人工智能技术的发展,机器学习,尤其是深度学习技术在电力故障检测中的应用逐渐展现出强大的潜力。机器学习通过对大量历史故障数据的学习,能够自动识别不同类型的电力故障。典型的机器学习算法如支持向量机(SVM)、决策树、随机森林等,在故障检测中被广泛应用。这些算法可以根据训练数据建立模型,识别出正常运行与故障状态的不同特征。近年来,深度学习模型,尤其是卷积神经网络(CNN)和循环神经网络(RNN),因其在处理时序数据和图像数据中的优势,成为电力故障检测中的重要工具。深度学习算法能够通过多层次的特征抽取,自动识别和分类复杂的故障模式,极大地提高了故障检测的准确性和实时性。

2.3 基于大数据的故障检测与预警系统

随着配电网中传感器的普及,实时数据的采集量呈爆炸式增长。大数据技术的应用使得配电网中的海量数据能够被高效存储、处理与分析,从而实现对故障的实时监控和预警。通过数据挖掘和模式识别技术,可以从海量的运行数据中提取出潜在的故障信息,进行趋势分析和异常检测。基于大数据的故障检测系统能够实现故障的早期预警,甚至在故障发生前根据历史运行数据预测故障的发生概率,从而为运维人员提供及时的故障警报,减少故障的发生率,提升配电网的安全性和可靠性。此外,大数据技术还可以帮助构建精准的故障模型,进一步优化故障定位与

恢复策略,实现配电网的智能化管理^[3]。

3 电力故障自动恢复技术的研究

3.1 配电网自动恢复的基本概念

配电网自动恢复技术是指在发生电力故障时,配电系统能够自动识别故障、隔离故障区段,并迅速恢复供电的技术。该技术通过智能化设备与系统的协同作用,使得故障发生后无需人工干预即可实现快速反应,最大限度地减少停电时间和影响范围。自动恢复系统的核心目标是实现配电网的“自愈”,即在出现部分故障时,能够迅速隔离故障区域,保持其他区域的正常供电,同时对故障区段进行恢复。通过这一过程,电力公司能够显著提升供电可靠性,减少对用户的经济损失和生活影响^[4]。

3.2 自动化恢复系统的设计与实施

配电网的自动化恢复系统通常由故障检测、故障隔离和恢复供电三大部分组成。首先,故障检测部分利用传感器和智能终端设备实时监测电网状态,发现异常情况并判定是否为故障。其次,故障隔离部分根据故障类型和位置,自动控制智能开关,迅速断开故障区域,避免影响到其他正常运行的部分。最后,恢复供电部分通过自动重合闸等技术实现故障区域的恢复。在实施过程中,自动化恢复系统的优势在于能大幅提升故障响应速度,减少停电时间。然而,其不足之处在于对设备的依赖较高,且在大规模故障时仍可能需要人工干预,导致系统的恢复效率受到一定限制。

3.3 故障自愈系统与智能开关的应用

智能开关和自动重合闸是配电网自动恢复技术中的关键设备。智能开关能够根据实时检测到的故障信号自动切换线路,并有效地隔离故障区域,防止故障扩展。自动重合闸技术则允许在短时间内恢复供电,对暂时性故障进行自恢复,确保在不干扰其他区域供电的情况下,快速修复故障。智能开关与自动重合闸的结合使配电网具备了较高的自愈能力,能够在较短的时间内完成故障处理,减少用户的停电时间。这些设备在现代配电网中广泛应用,成为保障电力供应稳定性的重要手段。

4 故障定位与隔离技术

4.1 故障定位的基本方法

故障定位是配电网中电力故障诊断的关键环节,旨在确定故障发生的精确位置。传统的故障定位方法主要依赖于短路电流法,该方法通过监测电流变化来推测故障位置。通常,故障发生时,线路的电流会显著增大,通过分析电流波动,可以初步判断故障的位置。然而,该方法对于多故障、复杂故障的识别能力较弱,且定位精度有限。随着智能技术的发展,现代故障定位方法引入了数据采集与处理技术,结合电压、电流、频率等参数进行多维度分析。智能定位技术利用传感器实时采集电网各个节点的数据,通过算法模型精确定位故障位置。例如,基于相量测量的

故障定位方法通过计算电压、电流相量的变化,快速确定故障发生点,并且能够适应复杂故障类型和大规模电网,提升定位准确性和实时性^[5]。

4.2 电力系统中的故障隔离技术

故障隔离是电力系统中减少故障影响并确保电网其余部分稳定供电的关键技术。配电网中的自动化开关设备,如智能开关、自动断路器等,在故障隔离中起到至关重要的作用。当故障发生时,开关设备会通过远程自动控制或故障检测系统的指令迅速断开故障线路,并切换至备用线路供电,从而确保非故障部分的电力供应不受影响。快速断开故障点不仅有助于防止故障的蔓延,还能减少设备损害,降低对电力系统的长期影响。此外,自动重合闸技术在故障隔离中也得到了广泛应用,它能在故障被隔离后,自动尝试恢复供电,若故障消除,则重新接入电网,确保尽快恢复正常供电。

4.3 故障恢复与隔离的协同优化

故障恢复与隔离的协同优化是在故障发生后,配电网中故障定位、隔离和恢复三个过程的紧密合作。故障定位的准确性直接影响到隔离和恢复的效率,因而必须确保在故障发生后,定位技术能够迅速提供故障点的信息,便于自动化开关设备进行有效隔离。隔离技术则确保故障区段与其他正常运行区域相隔离,避免对供电的其他部分造成影响。故障恢复技术则通过自动重合闸或其他恢复手段,尽快恢复供电。通过这种协同机制,可以大大提高故障处理的速度和准确性,减少停电时间,提高电网的可靠性与安全性。

5 电力故障检测与自动恢复系统的前景与挑战

5.1 系统集成与智能化发展趋势

随着人工智能、大数据和云计算等技术的不断发展,配电网的故障检测与自动恢复系统正朝着更加智能化和高效化的方向发展。人工智能可以通过深度学习等技术优化故障检测算法,提升故障识别的准确性和响应速度;大数据技术则能够处理和分析海量的运行数据,挖掘潜在故障的模式,提前预警故障发生;云计算则通过提供强大的数据存储和计算能力,使得系统能够在不同区域和环境中高效协同。

5.2 电力故障检测与恢复技术的挑战

尽管配电网的故障检测与自动恢复技术取得了显著进展,但在实际应用中仍面临一些挑战。首先,数据传输延迟仍是制约系统响应速度的瓶颈,尤其是在大规模电网环境下,如何保障数据实时性和准确性是一个亟待解决的问题。其次,设备成本较高,尤其是高端传感器和智能开关的投资较大,可能限制了其在一些地区的普及应用。最

后,系统的兼容性问题也较为突出,许多老旧设备与新技术之间的兼容性差,导致系统整体协同能力不足。因此,如何解决这些问题,提高技术的可行性和普适性,是未来发展的重点。

5.3 未来研究方向

未来,配电网故障检测与自动恢复技术的研究将围绕多个方向展开。首先,多种传感技术的融合将成为研究热点,通过集成不同类型的传感器,提升故障检测的精度与覆盖范围。其次,网络安全将成为电力系统智能化发展中的重要议题,尤其是在数据传输和云平台中,如何保证数据安全和系统的防护能力,将是研究的关键。此外,人工智能与边缘计算的结合也可能成为未来的趋势,通过在边缘节点实现快速的数据处理和决策,进一步提升系统响应速度与效率。

6 结束语

本文深入探讨了配电网中的电力故障检测与自动恢复技术,分析了传统方法与新兴技术在这一领域的应用。通过对各类检测算法、恢复策略以及故障定位技术的探讨,提出了结合大数据与人工智能的电力故障管理系统,显著提升了配电网的智能化与自动化水平。尽管当前技术在实际应用中面临一定挑战,但随着技术的不断进步,配电网的故障检测与恢复系统将变得更加高效、可靠。未来,配电网将朝着更加智能化和自愈化的方向发展,为电力系统的安全稳定运行提供更有力的保障。

[参考文献]

- [1]王洪亮,秦福祥,原璐璐,等.基于拓扑识别与人工智能算法的配电网线损率计算方法[J].自动化技术与应用,2024(12):19.
- [2]王要强,李午祥,韩婧,等.极端天气下配电网韧性评估及提升研究综述[J].电力建设,2024,12(19):18.
- [3]龚钢军,常卓越,陈志敏,等.网络安全视角下配电网数据资产分类分级探讨[J].华北电力大学学报(自然科学版),2024,12(19):14.
- [4]罗涛,赵高帅,闫大威,等.考虑配电网主动重构的分布式光伏消纳能力概率化评估方法[J].电力系统及其自动化学报,2024,12(19):11.
- [5]余涛,王梓耀,孙立明,等.支撑新型配电网数字化规划的图模数融合关键技术[J].电力系统自动化,2024,12(19):24.

作者简介:李兴海(1980.5—),男,河南省郑州市人,汉族,大专生,助理电力工程师,就职于国网郑州供电公司,从事配电运检工作。

火力发电厂烟气治理及脱硫脱硝技术分析

张战强

国能石嘴山发电有限责任公司, 宁夏 石嘴山 753200

[摘要]随着全球环保意识的不断提高,火力发电厂烟气治理已成为环境保护的重要领域之一。烟气中的二氧化硫(SO_2)和氮氧化物(NO_x)是主要的污染物,其排放会对大气环境造成严重污染。因此,开展火力发电厂烟气治理及脱硫脱硝技术的研究对于改善环境质量具有重要意义。通过采用先进的脱硫脱硝设备和工艺,有效降低二氧化硫和氮氧化物的排放,最大限度地减少对大气环境的影响,从根本上改善了火力发电厂的环境友好型,促进了可持续发展和生态平衡的实现。

[关键词]火力发电厂;烟气治理;脱硫脱硝技术;分析

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15166

中图分类号: X773

文献标识码: A

Analysis of Flue Gas Treatment and Desulfurization Denitrification Technology in Thermal Power Plants

ZHANG Zhanqiang

Guoneng Shizuishan Power Generation Co., Ltd., Shizuishan, Ningxia, 753200, China

Abstract: With the continuous improvement of global environmental awareness, the treatment of flue gas from thermal power plants has become one of the important areas of environmental protection. Sulfur dioxide (SO_2) and nitrogen oxides (NO_x) in flue gas are the main pollutants, and their emissions can cause serious pollution to the atmospheric environment. Therefore, conducting research on flue gas treatment and desulfurization denitrification technology in thermal power plants is of great significance for improving environmental quality. By adopting advanced desulfurization denitrification equipment and processes, the emissions of sulfur dioxide and nitrogen oxides are effectively reduced, minimizing the impact on the atmospheric environment and fundamentally improving the environmental friendliness of thermal power plants, promoting sustainable development and ecological balance.

Keywords: thermal power plants; flue gas treatment; desulfurization denitrification technology; analysis

引言

随着社会经济的快速发展,能源需求不断增加,火力发电作为主要的能源生产方式之一,已成为我国重要的能源供应来源。然而,火力发电过程中的烟气排放问题,尤其是二氧化硫(SO_2)和氮氧化物(NO_x)的排放,严重影响了环境质量。为了减少对环境的污染,火力发电厂烟气治理及脱硫脱硝技术已成为能源领域的重要研究方向。本文将对火力发电厂的烟气治理以及常用的脱硫脱硝技术进行分析与探讨。

1 火力发电厂烟气排放成分

火力发电厂在燃煤过程中会排放大量有害气体,主要污染物包括二氧化硫(SO_2)、氮氧化物(NO_x)、颗粒物(PM)和挥发性有机化合物(VOCs)。其中,二氧化硫和氮氧化物是最为关键的污染物。二氧化硫在大气中与水蒸气反应形成酸性物质,导致酸雨的生成,对土壤、水体以及植被造成严重影响。同时,氮氧化物在空气中与其他物质反应,生成臭氧等污染物,进一步加剧了大气污染,影响人类健康。颗粒物和VOCs则可通过呼吸进入人体,导致呼吸道和心血管疾病,严重时甚至引发癌症。针对这些污染物的控制已成为环保领域的紧迫任务,需要采取有效的技术和政策措施以减少火力发电厂的排放,保护空气质量和生态

环境^[1]。

2 烟气脱硫技术

2.1 湿法脱硫技术

湿法脱硫是目前应用最广泛的烟气脱硫技术之一,特别是在火力发电厂中,它主要通过石灰石-石膏法(LSF0)实现。该技术的核心原理是将石灰石粉末与水混合,形成石灰石-水浆液,并通过喷淋方式将其与烟气中的二氧化硫(SO_2)进行接触。烟气中的二氧化硫与石灰石浆液中的钙离子发生化学反应,生成石膏(CaSO_4)作为副产品,完成脱硫过程。石膏作为副产品不仅可以被回收利用,用于建筑材料生产,还能够有效减少二氧化硫对环境的污染。湿法脱硫技术具有较高的脱硫效率,通常可以达到90%以上,能够显著降低烟气中的二氧化硫浓度,减轻空气污染,并且由于其运行稳定性较好,在长时间使用过程中能够保持较高的脱硫效果。然而,湿法脱硫技术也存在一些局限性。首先,湿法脱硫系统的设备投资较大,包括烟气脱硫塔、石灰石浆液制备装置等,需要较高的初期投入。其次,湿法脱硫过程中需要消耗大量的水资源,且操作时能耗较高,增加了整体运行成本。因此,尽管湿法脱硫技术在脱硫效率和稳定性方面具有优势,但在能源消耗和成本方面仍需进一步优化。

2.2 干法脱硫技术

干法脱硫是一种常见的烟气脱硫技术,主要通过干粉喷射方式将脱硫剂直接喷入烟气中,脱硫剂与烟气中的二氧化硫(SO_2)反应,生成固体副产物,通常为石膏或其他硫化物。这一过程不需要水或其他液体介质,因此被称为“干法”。与湿法脱硫相比,干法脱硫具有设备投资较少、运行费用较低等优点。干法脱硫设备的构造相对简单,主要包括喷射装置、反应塔、布袋除尘器等,且无需处理大量的脱硫废水,减少了水资源的消耗和废水处理的压力。然而,干法脱硫的脱硫效率通常低于湿法脱硫。湿法脱硫通过液相反应,可获得更高的去除率,尤其是在二氧化硫浓度较高的情况下。而干法脱硫由于反应介质为固体,反应速率较慢,可能无法在所有条件下达到湿法脱硫的效果。因此,尽管干法脱硫在很多中小型工业应用中得到广泛使用,但在一些高效脱硫要求较高的场合,湿法脱硫仍然是更优选择^[2]。

2.3 半干法脱硫技术

半干法脱硫是一种介于湿法脱硫和干法脱硫之间的脱硫技术。该技术通常使用石灰石粉、氢氧化钙等脱硫剂与烟气中的二氧化硫(SO_2)反应,生成的副产物为干态固体颗粒。与干法脱硫相比,半干法脱硫通常通过喷雾干燥塔或其他类似设备将脱硫剂喷入烟气中,与二氧化硫反应后,形成的固体副产物不需要额外的水处理设施,且较容易通过除尘器或滤袋进行收集。半干法脱硫的最大优势是能够在保持较高脱硫效率的同时,降低能源消耗和设备投资。由于反应过程中的水分使用量较少,半干法脱硫不仅节省了大量的水资源,还避免了湿法脱硫中常见的废水处理问题。此外,半干法脱硫设备相对简单,适用于一些对脱硫效率要求较高但又不愿投入过多设备和资源的工业领域。虽然半干法脱硫在脱硫效果上介于湿法和干法之间,但其技术方案的灵活性和较低的运行成本,使得其在许多工业领域成为一种较为理想的选择,尤其是在中小型锅炉和炉窑等应用中。

2.4 循环流化床脱硫技术

循环流化床脱硫技术是一种高效的烟气脱硫方法,具有显著的脱硫效果。其核心原理是利用流化床反应器内的高效循环流化床反应,通过对脱硫剂的良好流化和充分接触,使得二氧化硫(SO_2)与脱硫剂反应,生成固体副产物,从而实现烟气中二氧化硫的高效去除。在这一过程中,脱硫剂在反应器中不断循环,既增强了反应效率,又提高了脱硫剂的利用率。该技术的一个重要特点是能够在较低的温度下实现高效脱硫,这使得它在一些低温燃烧条件下依然能够保持较好的脱硫效果。此外,循环流化床脱硫技术对煤种的适应性非常强,能够应对不同类型的煤燃烧产生的烟气,尤其适合在大规模电力锅炉及工业炉窑等场所应用。由于其具有良好的灵活性,操作过程中可以根据实际需求调节脱硫剂的用量和反应条件,从而进一步优化脱

硫效果。因此,循环流化床脱硫技术不仅在效率上具有优势,还能够满足多样化的应用需求^[3]。

3 烟气脱硝技术

3.1 选择性催化还原(SCR)技术

选择性催化还原技术(SCR)是目前最为广泛应用的烟气脱硝技术之一,主要通过氨或尿素与氮氧化物(NO_x)反应,在催化剂的作用下将氮氧化物还原为氮气和水。该过程在高温下进行,通常采用金属氧化物、铝土矿或其他贵金属作为催化剂,反应效率非常高,可以显著降低烟气中的氮氧化物浓度。SCR技术特别适用于大规模的火力发电厂、钢铁厂等重工业领域,尤其是在高负荷运行的情况下,能够保持稳定的脱硝效果。SCR技术的脱硝效率通常能够达到90%以上,远高于传统的烟气脱硝方法,因此成为了许多大型工业排放控制的首选方案。此外,该技术对排放标准的适应性较强,能够有效应对不同种类的燃料和变化的操作条件。尽管如此,SCR技术也存在一些缺点,最主要的是催化剂的更换周期。催化剂在长期运行过程中会因积尘和中毒而降低效率,因此需要定期更换和维护。此外,SCR设备的初期投资较高,安装和维护成本也较为昂贵。尽管如此,考虑到其优异的脱硝效果,SCR技术在环境保护领域仍然占据重要地位。

3.2 选择性非催化还原(SNCR)技术

选择性非催化还原(SNCR)技术是一种常用于烟气脱硝的技术,它通过向烟气中喷入还原剂(如氨水或尿素),与烟气中的氮氧化物(NO_x)发生反应,生成无害的氮气和水,从而降低 NO_x 的浓度。与选择性催化还原(SCR)技术相比,SNCR的投资较少,设备结构简单,运行维护更加方便。它不依赖昂贵的催化剂,而是利用高温环境下的还原剂与 NO_x 直接反应,因此具有较低的初期投资成本。SNCR技术的脱硝效率通常在30%到70%之间,相较于SCR技术略低,但在一些中小型燃煤锅炉和工业炉窑等场合,仍能有效降低 NO_x 排放,满足环保要求。其反应效果受烟气温度的影响较大,通常在200°C到1100°C的温度范围内,脱硝效率最为理想。由于该技术不依赖催化剂,因此避免了催化剂更换和维护的成本,但其脱硝效率较低,且可能需要更高的还原剂投加量。尽管如此,SNCR技术凭借较低的投资和简单的操作,成为许多中小型企业 and 旧有设施改造中的理想选择。

3.3 低氮燃烧技术(LNB)

低氮燃烧技术是一种通过优化燃烧过程、调整燃烧条件,以降低氮氧化物(NO_x)排放的有效手段。氮氧化物主要是在高温燃烧环境中,由氮气与氧气反应生成的,尤其是在燃烧温度过高或氧气浓度过高时,氮氧化物的生成量会急剧增加。低氮燃烧技术通过控制燃烧过程中的火焰温度、氧气浓度以及燃料的混合方式,从源头上减少氮氧化物的生成。这一技术的核心目的是降低燃烧温度,以减

少 NO_x 的生成,同时控制氧气的供应,使燃烧过程更加均匀,防止高温区的过度氧化。低氮燃烧技术通常通过以下几种方式来实现降氮效果:首先,采用分级燃烧技术,通过分段燃烧控制火焰的温度和氧气浓度,减少局部高温区域,从而减少 NO_x 的生成^[4]。其次,使用空气预混或燃料预混方式,使燃料与空气的混合更加均匀,避免局部燃烧过于剧烈,降低燃烧温度。还有一些方法通过调整燃烧器的设计,如采用燃烧器的扩展火焰或雾化燃烧技术,进一步降低火焰温度和氧气浓度,从而抑制 NO_x 的生成。尽管低氮燃烧技术在减少氮氧化物排放方面具有显著效果,但其脱硝效率并不完全够高,通常只能将 NO_x 的排放降低到一定范围内。因此,低氮燃烧技术通常与其他脱硝技术(如选择性催化还原(SCR)或选择性非催化还原(SNCR)技术)联合使用,以进一步降低烟气中的 NO_x 浓度。SCR 技术和 SNCR 技术可以在低氮燃烧技术的基础上进一步将 NO_x 转化为氮气和水,确保烟气排放满足严格的环保标准。

3.4 烟气再循环技术(FGR)

烟气再循环技术(Flue Gas Recirculation, FGR)是一种通过将部分脱硝后的烟气重新引入燃烧区的技术,旨在降低燃烧温度,减少氮氧化物(NO_x)的生成。这一技术的基本原理是在燃烧过程中将一部分已经脱硝并冷却的烟气重新引入炉膛,作为燃料与空气的混合气体的一部分,从而降低燃烧区的温度。通过减少局部高温区域,烟气再循环可以有效地抑制氮氧化物的形成,因为 NO_x 的生成主要发生在高温环境下。烟气再循环的主要优点是成本较低,且技术实现相对简单。与其他脱硝技术(如 SCR 或 SNCR)相比,烟气再循环不需要昂贵的催化剂或化学试剂,也不涉及复杂的设备安装,因此其初期投资和运营成本较低。此外,烟气再循环能够减少烟气中的氧气浓度,从而有效降低燃烧温度,减少热损失并提高燃烧效率。该技术还能够与其他脱硝技术,如低氮燃烧技术,进行协同应用,进一步提升整体的脱硝效果。

烟气再循环技术的脱硝效率受多种因素的影响,尤其是燃料种类和运行条件。不同类型的燃料具有不同的化学成分,燃烧特性和热值,这直接影响到烟气再循环的效果。例如,在高硫或低热值的燃料燃烧过程中,烟气再循环可能无法有效降低 NO_x 排放,反而可能导致其它污染物的增加。此外,燃烧炉的设计、烟气流速、再循环烟气的比例以及再循环烟气的温度等因素,也会影响其脱硝效果。过多的烟气再循环可能导致不完全燃烧,增加一氧化碳(CO)

和未燃尽的碳粒子(如烟尘)的排放,因此需要对再循环量进行精确控制,以保持最佳的燃烧效率和污染物去除效果。尽管烟气再循环技术的脱硝效率受限于一定条件,但其作为一种低成本、低投资的脱硝技术,仍然在许多工业锅炉、火力发电厂等领域得到了广泛应用。尤其在面对较为宽松的排放标准或作为其他脱硝技术的辅助措施时,烟气再循环技术仍然是一种有效的烟气污染控制方法^[5]。

4 烟气治理技术的综合应用与发展趋势

随着环保要求的日益严格,火力发电厂烟气治理技术不断发展和完善。现代火力发电厂通常采取脱硫、脱硝和除尘技术的联合应用,以达到更好的环保效果。在此过程中,技术的选择应根据电厂的具体情况,包括燃料类型、燃烧方式、设备投资及运行成本等因素进行综合考量。未来,火力发电厂烟气治理技术将结合脱硫、脱硝技术和二氧化碳捕集技术(CCS)实现烟气净化,降低温室气体排放,推动火力发电厂向低碳化转型。针对烟气中多种污染物的综合治理,未来的技术将更加注重新多污染物的协同治理,例如脱硫脱硝除尘一体化技术。随着人工智能和大数据技术的发展,未来的烟气治理系统将更加智能化,实现实时监控、预测和调控,提高治理效率和可靠性。

5 结语

火力发电厂烟气治理及脱硫脱硝技术是改善环境质量、推动绿色发展的关键技术。随着技术的不断创新与优化,未来火力发电厂的污染物排放将逐步得到有效控制,为实现可持续发展目标作出更大贡献。

[参考文献]

- [1]李萍,刘鹏飞. 烟气污染排放治理中的脱硫脱硝联合工艺分析[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(9): 125-127.
- [2]吴燕斌. 火电厂锅炉烟气除尘脱硫环保治理技术创新实践研究[J]. 环境与生活, 2024(1): 86-88.
- [3]张亚坤,于明强,郑学军. 火电厂大气污染治理中烟气脱硫脱硝技术运用分析[J]. 清洗世界, 2023, 39(6): 1-3.
- [4]逢少莹,孙鹏. 火电厂大气污染治理中烟气脱硫脱硝技术运用分析[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(12): 82-84.
- [5]赵梓舒,左欣,赵丹,徐曦萌,石佳慧,丁辉. VOCs 末端治理技术进展及在燃煤电站烟气净化的应用思考[J]. 洁净煤技术, 2022, 28(2): 54-66.

作者简介: 张战强(1980—),男,汉族,河北无极人,硕士在读,华北电力大学,研究方向: MBA。

涵闸施工关键技术及质量控制要点解析

王登攀

临泉县水利局水资源管理所, 安徽 临泉 236400

[摘要] 涵闸施工是水利工程中的关键环节, 涉及多种技术措施与质量控制要求。施工过程中, 需严格控制涵闸基础处理、结构施工以及闸门安装等关键工序。采用高精度测量与定位技术, 确保施工精度, 避免因误差导致的结构变形或泄水风险。对于闸门与闸室的密封性, 采用创新密封材料和技术, 增强防渗性能, 保障结构长期稳定性。此外, 加强施工过程中的质量监控与验收制度, 确保每个环节符合设计标准和质量要求。通过精细化管理与技术创新, 涵闸施工不仅提高了工程质量, 还能有效延长使用寿命, 减少后期维护成本, 提升水利工程的安全性及经济效益。

[关键词] 涵闸施工; 质量控制; 精密测量; 防渗技术; 施工管理

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15158

中图分类号: TV544

文献标识码: A

Analysis of Key Technology and Quality Control Points for Culvert and Sluice Construction

WANG Dengpan

Water Resources Management Institute of Linquan County Water Conservancy Bureau, Linquan, Anhui, 236400, China

Abstract: The construction of culvert and sluice is a key link in hydraulic engineering, involving various technical measures and quality control requirements. During the construction process, it is necessary to strictly control key processes such as culvert foundation treatment, structural construction, and gate installation. Adopting high-precision measurement and positioning technology to ensure construction accuracy and avoid structural deformation or water leakage risks caused by errors. For the sealing performance of gates and chambers, innovative sealing materials and technologies are used to enhance anti-seepage performance and ensure long-term structural stability. In addition, strengthen the quality monitoring and acceptance system during the construction process to ensure that each link meets the design standards and quality requirements. Through refined management and technological innovation, culvert construction not only improves project quality, but also effectively extends service life, reduces maintenance costs in the later stage, and enhances the safety and economic benefits of water conservancy projects.

Keywords: construction of culvert and sluice; quality control; precision measurement; anti-seepage technology; construction management

引言

涵闸作为水利工程中的重要组成部分, 其施工质量直接影响到水资源调度与防洪安全。随着工程规模的不断扩大与施工技术的日益发展, 涵闸施工面临着越来越复杂的技术挑战。从基础处理到结构施工, 再到闸门的精密安装, 每一个环节的精细化管理都至关重要。如何在保证施工质量的同时, 降低成本并确保工程的长期稳定性, 成为行业关注的重点。通过引入高精度技术与创新材料, 涵闸施工不仅在质量上得到了显著提升, 更在安全性与经济效益上取得了突破。这些技术与管理措施的有效运用, 不仅确保了水利工程的安全运行, 也为未来类似项目提供了宝贵的经验。

1 涵闸施工中的关键技术与工艺分析

涵闸施工作为水利工程中的重要组成部分, 涉及多个技术环节和工艺流程, 每个环节的精确执行直接影响到工程的整体质量与安全性。涵闸施工中的关键技术主要集中在基础处理、结构施工、闸门安装及密封性控制等方面。掌握并应用这些关键技术, 是确保涵闸工程顺利实施的基础。

1.1 基础处理与施工精度控制

涵闸基础处理是施工的首要环节, 涉及对地基的加固

与土质的改良。在涵闸的施工过程中, 通常采用钻孔灌注桩、深层搅拌桩等技术进行基础加固, 以确保涵闸结构的稳定性。此外, 基础施工时的精度控制也至关重要, 精确的定位与垂直度测量能够避免后续结构出现偏差, 影响涵闸的运行安全。为了确保施工精度, 现代水利工程常采用高精度测量仪器和激光定位系统, 确保每个基础工序的准确性和可靠性。

1.2 结构施工中的防渗技术

涵闸结构的防渗性能是保障水利工程安全的关键。随着水利工程对防渗要求的提高, 传统的防渗技术已不能满足现代工程的需求。在涵闸施工中, 常采用新型防渗材料, 如高分子防水膜、橡胶板等, 以提高闸室和闸门的密封性。同时, 在施工过程中, 采用现代化的浇筑工艺与防水处理工艺, 确保结构的防渗性能达到设计标准。此外, 施工中还要严格控制混凝土的配比与施工质量, 避免因质量问题导致的渗漏现象。

1.3 闸门安装与密封技术的创新应用

闸门作为涵闸的核心部件, 其安装与密封性直接影响到涵闸的使用功能与安全性。近年来, 随着密封材料和技

术的不断创新,闸门的密封性得到了大幅提升。为了提高闸门的密封效果,采用了复合材料密封条和气动密封技术,这些技术能够有效减少水流泄漏,提高闸门的密封性与耐用性。安装过程中,需严格按照设计要求进行调试与检验,确保闸门与闸室之间的配合精度,避免因配合不良而导致的泄漏。

1.4 施工过程中的质量控制与验收标准

涵闸施工的质量控制贯穿于每个环节,从基础施工到闸门安装,每一项工序都需要严格把关。建立完善的质量监控体系,进行全过程的质量监督与验收,是确保施工质量的有效手段。在施工过程中,采用无损检测技术对每道工序进行实时监测,确保施工质量符合设计要求。施工完成后,进行全面的验收检查,包括结构的稳定性、密封性、防渗性能等各方面,确保涵闸在投入使用后能够长期稳定运行。

通过对涵闸施工中关键技术的分析,可以看出,涵闸工程的顺利施工不仅依赖于先进技术的应用,还需要精细化的管理与严格的质量控制。采取现代化施工技术 with 工艺,不仅能够提高涵闸的安全性,还能有效延长其使用寿命,减少后期维护成本。

2 涵闸基础处理与结构施工精度控制方法

涵闸的基础处理与结构施工精度控制是整个涵闸工程质量的关键所在。良好的基础处理与精确的施工精度不仅能确保涵闸的长期稳定运行,还能有效防止因施工误差导致的结构损坏或漏水现象。

2.1 基础处理的技术手段与工艺

涵闸的基础处理主要包括对地基的加固与土质改良。对于不均匀或软弱土质的地基,常采用桩基技术进行加固,常见的方法包括钻孔灌注桩、深层搅拌桩等。钻孔灌注桩技术通过钻孔和灌注混凝土来形成坚实的支撑结构,有效提高基础的承载能力;而深层搅拌桩则通过将水泥与土壤混合,使土体的强度得到提升,增强地基的稳定性。在软弱土质较为严重的地区,还可以通过地下水排水、注浆等手段进行地基的改良,确保涵闸基础的稳固性与承载力。

2.2 基础施工中的精度控制方法

基础施工的精度控制对整个涵闸工程至关重要,任何小的误差都可能引发结构变形或安装偏差。为了确保施工精度,首先要对地基进行精确的定位,利用高精度测量设备如全站仪、GPS 定位系统等进行精准定位与测量,确保每一个桩基、基础构件的位置和尺寸符合设计要求。其次,在基础施工过程中,需要实时监测土体沉降情况,通过传感器等设备对沉降进行动态跟踪,一旦发现异常及时调整施工方案。此外,对于基础混凝土的浇筑,也应控制好浇筑的速度与质量,避免因不均匀浇筑导致基础产生不规则沉降。

2.3 结构施工中的精度控制技术

涵闸的结构施工精度同样需要严格控制,特别是在结

构的拼装与浇筑过程中。结构施工中,钢筋的绑扎、模板的安装以及混凝土的浇筑都要求严格控制尺寸误差。为了保证施工精度,现代工程中广泛采用钢筋精准定位系统和模板支撑系统。这些系统能够有效避免由于人工误差或模板变形导致的施工偏差。在混凝土浇筑时,还需要控制好施工环境温度与湿度,防止混凝土在硬化过程中发生裂缝或变形。此外,结构施工的全过程需要通过精细化管理与工序衔接,确保每个环节的施工质量符合设计标准。

2.4 精度控制与质量验收

在涵闸基础和结构施工过程中,精度控制不仅仅依赖于现场的施工操作,还需要通过严格的质量验收来确保施工成果的准确性和可靠性。在每个关键节点,施工单位需要进行自检,并由专业人员进行质检,确保基础施工与结构施工均达到预定的标准。在验收过程中,使用精密仪器对基础的尺寸、位置、结构的稳定性进行全面检测。对于基础沉降、结构变形等问题,要及时提出整改方案,确保施工精度满足设计要求,避免工程质量隐患。

3 闸门安装与密封技术的创新应用

闸门安装与密封性是涵闸施工中的关键环节,直接影响水利工程的安全性 with 防渗性能。随着水利工程对密封性能要求的不断提升,闸门的设计、安装及密封技术也在不断创新,以应对更高的使用要求和环境挑战。通过采用新型材料、先进的安装工艺及密封技术,能够有效提高闸门的密封性和耐用性,确保涵闸长期稳定运行。

3.1 闸门安装的精确度与技术要求

闸门安装的精确度要求极高,尤其是闸门与闸室之间的配合精度。在安装过程中,任何细微的误差都可能导致水流泄漏、结构损坏或运行障碍。为了确保闸门安装的精准性,现代施工中普遍采用了激光对准技术与数字化测量系统。这些高精度设备能够实时监测闸门的定位和配合精度,确保闸门的安装符合设计要求。安装时,需通过调整支架和吊装设备,确保闸门与闸室接口的完美对接,避免因位置偏差导致的密封失效。此外,闸门安装过程中对应力和载荷的监测也十分重要,以避免因不均匀受力导致的变形或损坏。

3.2 创新密封材料的应用

闸门的密封性直接决定了涵闸的防渗性能,因此密封材料的选择与应用至关重要。传统的密封材料多为橡胶、沥青等,但随着科技的发展,新型密封材料的出现使得密封效果得到了显著提升。例如,复合材料密封条和高性能橡胶密封圈,具有较强的耐老化性、耐高压性和耐腐蚀性,能够在各种恶劣条件下长时间保持优异的密封效果。此外,气动密封技术也得到了广泛应用,这种技术通过气压调节密封条的紧密程度,能实现更灵活的密封效果,避免在不同水流压力下出现密封不严的现象。新型密封材料和技术的应用,不仅提高了密封性能,还延长了闸门的使用寿命,

减少了维护成本。

3.3 密封技术的施工与维护创新

闸门的密封技术不仅仅依赖于先进材料,还需要科学合理地施工与维护。在施工阶段,密封材料的安装要求严格按照设计方案进行,任何不当的施工操作都可能导致密封效果的下降。施工过程中,技术人员需仔细检查密封面,确保密封条与闸门、闸室的接触面光滑、平整,避免因接触不良或损伤影响密封性能。此外,随着使用年限的增长,密封面可能出现磨损或老化,定期的维护和检查显得尤为重要。创新的维护技术包括定期对密封条进行检测、清洁和更换,利用现代无损检测技术对密封性能进行评估,及时发现潜在问题并进行修复。这些措施有效延长了闸门的使用寿命,确保其密封性能的持久稳定。

4 涵闸施工质量管理与监控体系优化

涵闸施工质量的管理与监控是确保水利工程顺利推进与后期安全运行的基础。随着工程规模的不断扩大与技术的进步,传统的质量管理模式逐渐暴露出一些不足,亟需通过优化监控体系和管理手段来提高施工质量的可控性与可追溯性。通过建立科学合理的质量管理体系,结合现代监控技术,能够有效提高施工质量,减少因质量问题导致的工程风险。

4.1 完善的质量管理体系与标准化作业

涵闸施工的质量管理体系需从项目开工前的规划设计,到施工过程中的质量控制,再到竣工后的验收和维护,形成全程覆盖的质量管理体系。首先,在施工前,应明确质量目标与标准,并制定详细的施工质量控制计划,确保各项施工活动都有明确的质量要求。其次,在施工过程中,实施标准化作业,严格按照施工规范和操作标准进行作业,避免因操作不当或工艺不合规造成质量问题。施工过程中的每一环节,都需明确质量检查点,通过定期检查、阶段验收等方式,确保每个工序都符合质量要求。最终,在工程竣工后,通过全面验收与评定,确保涵闸项目的整体质量达到设计标准,并为后期的运行与维护提供依据。

4.2 智能化质量监控技术的应用

随着信息化技术的迅速发展,智能化质量监控技术已经成为涵闸施工质量管理的重要手段。通过引入传感器、无人机、物联网技术等,施工现场的质量监控变得更加实时和高效。通过传感器监测土壤沉降、温湿度、施工环境等关键数据,可以实时反馈到中央监控平台,对施工过程中的任何异常情况进行即时报警,并及时采取调整措施。无人机与无人车等技术的应用,能够实现高效的现场勘查与测量,大大提高了监测精度和工作效率。此外,物联网

技术的应用可以将各类施工数据、质量检测数据等信息自动上传至云端,便于远程实时监控和管理,确保施工质量能够得到全程把控。

4.3 质量反馈机制与持续改进

涵闸施工质量的管理不仅要关注施工阶段的控制,还需要建立有效的质量反馈机制,确保施工质量问题能够及时发现并得到解决。在施工过程中,应定期进行质量回顾与问题反馈,将质量问题与潜在隐患及时传达给相关人员,确保问题能够得到及时整改。此外,建立信息化的质量档案管理系统,对施工过程中的各类质量问题进行归档和记录,为后期的质量追溯与改进提供依据。在项目竣工后,质量管理团队还应进行一次全面总结,分析施工过程中出现的质量问题,提取经验教训,并依据实际情况进行施工方法和管理流程的优化。通过持续的质量改进与反馈,能够在每个项目中提升质量管理水平,确保今后的涵闸施工质量更为可靠。

5 结束语

涵闸施工作为水利工程中的关键环节,其质量直接关系到水利设施的安全性与长期稳定运行。通过对涵闸施工关键技术、基础处理与精度控制、闸门安装与密封技术的创新应用以及施工质量管理与监控体系优化的探讨,可以看出,现代涵闸工程在施工过程中越来越依赖高精度技术、创新材料与智能化监控手段。精细化的质量管理体系与实时监控技术的引入,有效提升了施工质量控制水平,减少了潜在的质量隐患。同时,通过持续的技术创新与管理优化,涵闸施工能够在确保工程安全的同时,提高施工效率,降低后期维护成本,为水利工程的可持续发展奠定坚实基础。未来,随着技术的不断进步,涵闸施工的质量管理与技术应用将更加完善,推动水利工程向更加高效、安全、智能的方向发展。

[参考文献]

- [1]朱欢. 启东江海产业园 3#涵闸施工及质量控制措施[J]. 河南水利与南水北调, 2022, 51 (6): 84-85.
- [2]沈存海, 王凤梅. 小涵闸工程施工技术与质量管理分析[J]. 工程技术研究, 2021, 6 (23): 123-126.
- [3]彭耀蒋. 逆作法技术下涵闸工作井施工优化研究[J]. 水利技术监督, 2022 (12): 125-128.
- [4]吴志敏. 水利堤防涵闸工程项目的施工质量管理措施[J]. 工程建设与设计, 2022 (24): 253-255.

作者简介: 王登攀 (1976.2—), 男, 安徽省阜阳市临泉县, 汉族, 本科, 水利水电工程师, 现在临泉县水利局水资源管理所工作, 从事水资源管理和水利工程方向工作。

变电站直流系统蓄电池组核容放电测试方法策略

李 航 张 伟 杨 波 徐延顺

国网冀北电力有限公司秦皇岛供电公司, 河北 秦皇岛 066000

[摘要] 变电站直流系统蓄电池组的核容放电测试是保障电力系统安全稳定运行的重要手段之一。该测试方法通过对蓄电池组的放电性能进行评估, 确保其在突发情况下能提供稳定的电力支持。测试过程包括合理选择放电电流、放电时间及放电结束电压等关键参数, 同时结合实时数据监测与分析, 准确评估蓄电池的健康状况。策略上, 推荐通过多点监测、数据融合与模型预测技术提高测试精度, 优化蓄电池组的维护与更新周期, 从而提升直流系统的可靠性与运行效率。

[关键词] 变电站; 直流系统; 蓄电池组; 核容放电测试; 可靠性

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15142

中图分类号: TM912

文献标识码: A

Strategy for Nuclear Capacity Discharge Testing of DC System Battery Pack in Substation

LI Hang, ZHANG Wei, YANG Bo, XU Yanshun

Qinhuangdao Power Supply Company of State Grid Jibei Electric Power Company Limited, Qinhuangdao, Hebei, 066000, China

Abstract: The nuclear capacity discharge test of the DC system battery pack in substations is one of the important means to ensure the safe and stable operation of the power system. This testing method evaluates the discharge performance of the battery pack to ensure that it can provide stable power support in case of emergencies. The testing process includes selecting key parameters such as discharge current, discharge time, and discharge end voltage reasonably, while combining real-time data monitoring and analysis to accurately evaluate the health status of the battery. Strategically, it is recommended to improve testing accuracy through multi-point monitoring, data fusion, and model prediction techniques, optimize the maintenance and update cycle of battery packs, and thereby enhance the reliability and operational efficiency of DC systems.

Keywords: substation; DC system; battery pack; nuclear capacity discharge testing; reliability

引言

随着电力系统对稳定性和安全性要求的不断提高, 变电站直流系统蓄电池组的性能管理显得尤为重要。蓄电池作为电力系统应急供电的核心保障, 其健康状况直接影响系统的可靠性与安全。核容放电测试作为评估蓄电池组性能的关键方法, 通过精准的数据分析与科学测试手段, 能够有效预测蓄电池的使用寿命与性能衰退趋势。因此, 探讨和优化核容放电测试方法, 对提升变电站直流系统的运行稳定性具有重要意义。

1 变电站直流系统蓄电池组的重要性与应用

1.1 变电站直流系统蓄电池组的关键作用

变电站直流系统蓄电池组是电力系统中不可或缺的重要组成部分, 尤其在电力供应中断或发生故障时, 蓄电池组能够提供必要的应急电源。它们主要用于为变电站的保护设备、通信系统、控制设备和其他重要负载提供电力保障。蓄电池组在电力系统中的作用不容忽视, 尤其在系统发生电力中断或故障时, 蓄电池能够迅速接管电力供应, 确保关键设备正常运行, 避免电力供应中断对设备和人员安全造成不利影响。因此, 确保蓄电池组的可靠性和性能至关重要, 直接关系到变电站整体运行的安全与稳定性^[1]。

1.2 蓄电池组在变电站中的广泛应用

在变电站直流系统中, 蓄电池组主要负责为控制系统、

保护系统以及自动化设备提供持续、稳定的电源。电力系统中的继电保护装置和自动化控制设备需要在任何情况下都能获得稳定的电力供应, 尤其是在正常供电失效时。蓄电池组提供的电力不仅保障了这些设备的正常工作, 还确保了事故发生时电力恢复的及时性, 避免了电力系统的大范围停运。因此, 蓄电池组的稳定运行成为电力系统安全性和稳定性的重要保障^[2]。

随着电力系统的规模不断扩大, 变电站的建设和维护面临着更高的要求。蓄电池组的性能管理也逐渐成为电力公司管理工作的重点。为确保电池组在极端条件下的工作能力, 定期进行核容放电测试成为必不可少的措施。通过定期测试, 可以及时了解蓄电池组的健康状态和剩余使用寿命, 从而提前采取维修或更换措施, 避免因电池组故障导致的设备停运和事故发生。

蓄电池组在变电站直流系统中的作用不仅限于提供电力, 更是在保障电力系统安全、稳定运行方面发挥着重要作用。正因如此, 优化蓄电池组的管理、加强对其性能的监测与评估, 成为当前电力行业亟需解决的问题。

2 核容放电测试原理与方法概述

2.1 核容放电测试的基本原理

核容放电测试是一种通过对蓄电池组进行控制放电的方式, 评估其实际储能能力及健康状况的测试方法。其

原理主要是通过让蓄电池组在特定负载下进行放电,并监测放电过程中的电压变化和放电时间,从而推算出蓄电池组的有效容量。这种测试可以准确反映出蓄电池的实际工作状态,帮助评估其是否处于最佳工作条件,并提供相关数据以支持维修或更换决策。

在进行核容放电测试时,首先需要选择合适的放电电流。放电电流的大小直接影响测试结果的准确性,通常根据蓄电池组的容量和负载要求来确定。放电电流过大会导致电池的过度放电,从而对蓄电池的健康状态产生不利影响;而过小则可能无法有效地反映蓄电池的实际性能。因此,合理选择放电电流是确保核容放电测试成功的关键。

2.2 核容放电测试的方法与步骤

核容放电测试的实施需要严格的步骤和方法来保证其可靠性和有效性。首先,测试前需要对蓄电池组进行充分充电,确保电池组处于满电状态。测试开始时,蓄电池组会被连接到一个负载设备,并开始按照设定的放电电流进行放电。在放电过程中,测试仪器会实时监测电池的电压和温度变化。放电电压的变化情况是判断蓄电池健康状况的重要指标之一,当电压降到某一设定值时,测试即告结束^[3]。

为了提高测试的精度,放电测试通常结合数据监控技术,利用高精度的电压和电流传感器,对每个单体蓄电池进行监测,避免因单体电池不均衡而影响整体测试结果。放电结束后,通过对测试数据的分析,可以得到蓄电池组的实际放电容量,并与理论容量进行比较。如果实际容量低于预期容量,说明蓄电池存在一定的性能衰退,可能需要进行更换或维护。

随着技术的发展,近年来一些新型的核容放电测试方法被提出,如基于机器学习和数据分析的预测模型,能够提前预警蓄电池组的潜在故障,为电力系统的安全提供更加精确的保障。这些技术手段的应用,使得核容放电测试的效率和准确性得到了显著提升,成为保障变电站直流系统正常运行的重要手段。

3 核容放电测试过程中的关键参数分析

3.1 放电电流与放电时间的选择

在核容放电测试过程中,放电电流和放电时间是两个关键参数,直接影响测试结果的准确性和蓄电池组的使用寿命。首先,选择合适的放电电流至关重要。放电电流应根据蓄电池组的额定容量、设计参数以及测试目的来确定。过大的放电电流可能导致电池内部温度过高,增加蓄电池的老化速度,甚至引发安全问题。而过小的放电电流则可能导致放电过程过长,无法有效反映蓄电池的实际性能。因此,通常在选择放电电流时需要考虑蓄电池的工作环境^[4]与使用需求,以确保放电过程既能准确反映蓄电池性能,又不会对蓄电池产生负面影响。

放电时间也是影响测试结果的一个关键因素。放电时

间的长短直接决定了蓄电池是否能够完全放电,以及放电过程中电池的电压变化是否能够反映出其真实的健康状态。放电时间过短可能无法充分揭示电池容量的衰减,放电过程过长则可能导致电池组的过度放电,从而影响蓄电池的寿命。通常,在进行核容放电测试时,放电时间应根据蓄电池组的实际容量和设计要求的确定,以确保测试过程既能反映电池组的真实性能,又能避免对蓄电池造成过度损伤。

3.2 电压变化与测试终止电压的设定

在核容放电测试中,电压变化是衡量蓄电池组性能的关键指标之一。放电过程中,电池的电压会随着放电时间的延长而逐渐下降。电压变化的规律能够揭示蓄电池的实际工作状态以及其衰退程度。如果电池组在放电过程中电压下降迅速,可能意味着蓄电池组存在一定的损耗,或者蓄电池内部存在老化现象,无法提供充足的电力支持。因此,准确监测电压变化,并结合电池组的健康状况进行分析,对于评估电池性能至关重要。

测试终止电压的设定也对核容放电测试结果具有重要影响。终止电压是测试过程中设定的电压阈值,当电池组的电压降至该值时,放电测试即告结束。选择合适的终止电压可以有效防止过度放电对蓄电池组造成的损害。一般来说,终止电压的设定要考虑到蓄电池的类型与设计参数,以确保测试的安全性和有效性。过低的终止电压可能导致蓄电池损坏,影响电池寿命;而过高的终止电压则可能导致无法充分评估蓄电池的实际容量。因此,合理设定终止电压是进行核容放电测试时需要特别关注的一个环节。

通过对这些关键参数的综合分析和优化,可以提高核容放电测试的准确性,确保蓄电池组的健康状态得到充分评估,为变电站直流系统的安全运行提供可靠保障。

4 数据监测与分析在蓄电池组健康评估中的作用

4.1 实时数据监测的重要性

在核容放电测试过程中,实时数据监测起着至关重要的作用。通过高精度传感器监控蓄电池组的电压、电流、温度等关键参数,可以精确记录放电过程中的每一细节。实时监测不仅能够及时发现电池组在放电过程中的异常情况,如电压波动异常或温度过高,还能为后续的数据分析提供重要依据。通过监测数据,可以清晰地了解蓄电池的放电特性,识别其潜在的健康问题,如容量衰减、内部短路或其他故障。借助这些数据,运维人员能够在测试过程中采取及时的应对措施,确保测试的安全性和有效性。

实时数据监测的精确性和全面性对于确保核容放电测试的质量至关重要,尤其是在复杂的电力系统中,能够及时发现问题并采取相应的处理措施,可以有效避免由蓄电池故障引发的安全事故和设备停运,保障电力系统的稳定性。

4.2 数据分析与蓄电池健康评估

通过对实时监测数据的深入分析,可以进一步评估蓄电池组的健康状况。数据分析不仅仅是对放电过程中电压和电流变化的简单记录,还包括对比实际放电容量与理论容量的差异、分析电池衰退趋势等。通过建立数学模型或采用机器学习算法,可以对蓄电池的性能进行更精确的预测。例如,基于历史数据的趋势分析,可以提前预测蓄电池容量衰减的速度,为电池的维护和更换提供依据。

数据分析还能够发现蓄电池组在长期运行中的潜在问题,如不平衡放电、单体电池性能差异等。通过对这些问题的识别,可以进行针对性的维修或替换,延长电池组的使用寿命。通过数据分析,蓄电池组的维护不仅变得更加科学,而且更加高效,避免了以往经验性判断带来的误差,提高了蓄电池组的管理水平和电力系统的整体可靠性。

综合运用数据监测和分析技术,不仅能实时跟踪蓄电池组的健康状态,还能通过精确评估为蓄电池的优化管理提供支持,从而确保变电站直流系统的长期稳定运行。

5 优化策略与技术创新在核容放电测试中的应用

5.1 优化策略在核容放电测试中的应用

随着电力系统的日益复杂和蓄电池组技术的不断进步,核容放电测试的优化已成为确保电池组性能评估准确性和提高系统运行效率的重要手段。首先,优化放电电流和放电时间的选择至关重要。在传统的核容放电测试中,放电电流和放电时间通常是固定的,这可能无法适应不同蓄电池组的性能差异。通过引入动态调节放电电流和放电时间的策略,能够根据蓄电池组的实际容量和健康状态,灵活调整测试参数。这种优化策略可以避免电池组的过度放电或不充分放电,从而更准确地反映蓄电池的实际性能。

优化测试流程和数据处理方法也是核容放电测试中重要的策略之一。通过引入自动化监控系统 and 数据分析平台,可以大大提高测试的效率和准确性。传统的人工监测和数据记录不仅存在人为误差,还增加了测试周期和成本。而采用智能化的数据采集系统和实时分析工具,能够实时检测蓄电池组的健康状况,并自动生成分析报告。这样的优化措施使得核容放电测试不仅更加精准,而且可以减少人为干预,提高测试的整体效率。

5.2 技术创新在核容放电测试中的应用

随着新技术的不断发展,核容放电测试也逐渐引入了一些创新技术,从而提高测试的精度、效率和安全性。例如,基于大数据分析和人工智能的技术被应用于蓄电池组的健康评估中。通过对历史数据和实时数据进行深度学习

和模式识别,机器学习算法能够预测蓄电池组的健康状况和剩余使用寿命。这一技术创新使得蓄电池组的性能评估更加精准,并能够提前识别潜在的故障风险,从而为设备的维护和更换提供科学依据^[5]。

另一个重要的技术创新是基于物联网(IoT)技术的智能监测系统的应用。通过将蓄电池组与云平台连接,蓄电池的实时数据可以被远程监控和分析。物联网技术使得核容放电测试不仅限于现场操作,还可以通过远程控制和管理,实时掌握蓄电池的健康状态。这种技术创新不仅提高了测试的效率,还减少了现场人员的工作强度,降低了人工错误的风险。

数字化仿真技术的引入也是核容放电测试中的一项创新举措。通过数字化建模和仿真技术,能够模拟不同环境条件下蓄电池组的工作状态和放电特性,从而预测蓄电池在实际应用中的表现。这为核容放电测试提供了更加丰富的参考数据,使得测试过程更加科学,并能有效提高蓄电池组的管理水平。

6 结语

核容放电测试作为评估变电站直流系统蓄电池组健康状况的重要手段,其优化和技术创新显著提升了测试的精确性与效率。通过合理选择测试参数、应用先进的数据监测与分析技术,并结合创新的优化策略,不仅能够有效评估蓄电池组的性能,还能延长电池的使用寿命,确保电力系统的可靠性和稳定性。未来,随着技术的不断发展,核容放电测试将更加智能化、精准化,为电力系统的安全运行提供更加坚实的保障。

[参考文献]

- [1] 易成星, 夏健. 从几起事故案例探讨变电站直流系统的维护措施[J]. 电气技术与经济, 2024(11): 334-337.
 - [2] 李鑫. 智能变电站数字化站用电源交直流系统分析[J]. 光源与照明, 2024(10): 192-194.
 - [3] 何明霞, 石光亮. 基于低频信号注入法的变电站直流系统接地故障检测方法[J]. 大众标准化, 2024(15): 170-172.
 - [4] 刘茵伟. 变电站直流系统运行维护策略[J]. 光源与照明, 2024(7): 132-134.
 - [5] 王儒科, 曹宝丹, 郭丽丽. 直流系统失压导致 110kV 变电站全停事件分析[J]. 农村电工, 2024, 32(7): 60-61.
- 作者简介: 李航(1989.12—), 学历: 研究生, 当前就职单位: 秦皇岛供电公司, 职称级别: 高级工程师。技能等级: 高级技师。主要从事方向: 变电站设备检修试验。

水利工程项目生命周期管理与成本控制研究

黄兴聪

禹顺生态建设有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要] 水利工程建设规模持续扩张, 使得生命周期管理和成本控制问题在项目管理领域日益凸显。在水利工程项目全生命周期的各个阶段, 生命周期管理对成本控制的作用被深入剖析, 并据此提出了一系列优化策略。通过对水利工程项目的整个生命周期进行了剖析, 涵盖从立项到运营维护的各个阶段, 并着重指出了在各个阶段中实施成本控制的关键环节。为达到成本控制和生命周期管理的最优成效, 文章提出强化项目管理人员培训、优化项目规划、提高信息化管理水平等策略。

[关键词] 水利工程; 生命周期管理; 成本控制; 精细化管理; 风险管理

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15155

中图分类号: TV5

文献标识码: A

Research on Life Cycle Management and Cost Control of Water Conservancy Engineering Projects

HUANG Xingcong

Yushun Ecological Construction Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: The continuous expansion of water conservancy construction projects has highlighted the issues of life cycle management and cost control in the field of project management. The role of life cycle management in cost control has been thoroughly analyzed at various stages of the entire life cycle of hydraulic engineering projects, and a series of optimization strategies have been proposed based on this analysis. By analyzing the entire life cycle of water conservancy engineering projects, covering various stages from project initiation to operation and maintenance, and emphasizing the key links in implementing cost control in each stage. In order to achieve optimal results in cost control and life cycle management, the article proposes strategies such as strengthening project management personnel training, optimizing project planning, and improving information management level.

Keywords: water conservancy engineering; life cycle management; cost control; refined management; risk management

引言

国家基础设施建设中, 水利工程占据重要地位, 其影响涵盖社会经济发展、生态环境保护以及人民生活质量的提高。庞大的投资规模与漫长的实施周期, 让水利工程项目的成本管控与项目管理遭遇重重考验。诸多水利工程项目因管理不善、预算失误、风险预估不足等因素, 致使资金超耗, 甚至对项目进展造成阻碍。当前水利工程项目的研究焦点, 在于工程项目生命周期中如何实施有效的成本管控。

1 水利工程项目生命周期的概述

从项目启动直至完成并步入运营维护的各个阶段, 构成了水利工程项目全生命周期的范畴, 其间包括了各项活动与管控职责。这个生命周期通常分为五个阶段: 立项、设计、施工、运营和维护。每个阶段的目标和任务都不同, 而成本控制在这些阶段的作用尤为重要, 因为不同阶段对项目成本的影响有着不同的表现和需求。

项目启动阶段, 首要任务是深入探讨其可行性, 着手编制预算草案, 并对涉及的相关法律法规进行严谨审查, 其中, 项目立项的合理性论证与资金筹备的初步规划是关键环节。在项目实施的设计阶段, 图纸绘制、技术方案抉择与预算的细致核查是关键环节。项目施工步入实质建设环节, 施工组织设计的优化、物料选购、人力配置及施工

进度管控等关键要素, 对成本产生直接影响, 因而成本管控成为当前最为迫切的任务^[1]。

水利工程项目的生命周期, 这一复杂而连贯的序列, 其各个阶段紧密相连, 若管理稍有疏忽, 任何一个环节的失控都可能引发项目成本的不可控性。在管理过程中, 对细节的精确把控及全面成本管控至关重要。在水利工程项目的全过程中, 实施生命周期管理至关重要, 它不仅要求严格把控时间与质量, 还需持续关注成本因素, 旨在确保每个阶段均能实现成本的有效控制与资源的优化配置。

2 水利工程项目成本控制的现状

在水利工程项目的实施过程中, 成本控制环节遭遇了若干棘手的难题。在项目启动阶段, 预算编制与造价控制方面显现出显著的问题, 众多水利工程在启动阶段未能对工程量级、资金投入及潜在风险进行周密预估, 致使施工阶段频现成本失控之状况。通常情况下, 预算的不精确性往往源于对勘察报告 and 设计方案测算的细致程度不足, 抑或未预留应对潜在风险的预备资金^[2]。

在项目后期阶段, 对成本进行有效管理面临较大挑战。众多工程竣工投入使用后, 若运营管理不善或设备保养不到位, 往往引发能源损耗、系统故障频仍, 进而推高运营成本。水利工程需对水质、流量等实施持续监测及分析, 若运营成本失控, 常对项目整体经济成效构成影响。在水

利工程项目的实施过程中,成本控制环节遭遇了预算编制不足、施工管理缺位以及后期运维费用高等一系列挑战。

3 水利工程项目各阶段的成本控制措施

3.1 立项阶段: 预算编制与风险识别

在项目立项阶段,首先应进行详细的可行性研究,确保项目的建设目标与预算一致。项目特点与地理、气候、地质等因素相结合,预算编制需依托科学测算,确保基础数据搜集与深入分析。在项目实施阶段,务必进行风险识别工作,充分考虑不确定性因素的存在,并据此设立应急预案池与预备资金,以便在项目执行过程中,能够迅速应对任何突发状况。

3.2 设计阶段: 精细化设计与成本优化

在项目的设计阶段,实施成本控制,其核心在于追求精细化的设计以及方案的优化。在拟定方案时,务必兼顾施工实施的可能性和经济效益,同时针对工程材料挑选、施工技术及操作流程进行精心优化。为确保设计流程的连贯性,需严格控制方案调整,以防因方案变动引发额外成本开销,项目设计需兼顾其持续性,旨在确保资源运用之高效与运营成本的长期控制^[3]。

3.3 施工阶段: 过程控制与监控

项目施工期间,成本控制依赖于高效的管理手段以达成目标,施工单位需编制详尽的施工计划与成本预算,以确保项目能按时保质得以实施。在施工环节,必须强化对材料选购及运用环节的管控,力求减少材料损耗,并严格限定人力成本及设备消耗费用。在施工阶段,必须对成本变动进行实时监控,以便迅速识别偏差,进而通过调整施工计划与优化设计方案手段来有效遏制成本上升。

3.4 运营与维护阶段: 长期成本控制

在运营环节,成本的有效监管集中于对能源消耗、设备维护以及人员管理的多维调控。初期运营阶段,对系统实施定期的审查与维护作业,旨在保障设施运作的优越状态,降低故障发生的频率及维修成本。在运营环节中,须对能源消耗实施高效管理,采纳节能设备与技术,以提升资源使用效率,进而降低运营成本。

4 信息化与智能化技术在水利工程项目管理中的应用

在信息化与智能化技术不断进步的背景下,水利工程的管控模式正逐步迈向数字化与智能化。水利工程项目成本控制得益于新技术的引入,带来了创新性的工具与手段。在项目设计阶段,运用建筑信息模型(BIM)技术,实现虚拟施工与可视化管理,项目团队借助BIM模型,可预判设计冲突与施工难题,有效规避施工期间成本上升。

借助物联网(IoT)的先进技术以及各类传感器设备,水利工程项目得以实时监控施工场地的各项关键参数,诸如温度、湿度、土壤压力等,以便迅速识别施工过程中潜在的风险隐患。智能化平台对数据进行解析,助力项目经

理实施精准的科学决策,从而有效管控项目成本,显著提升施工效能。在项目管理环节,大数据技术对海量的施工数据进行即时解析,助力项目监管者锁定成本管控的焦点要素。通过对过往数据资料进行深入剖析,有助于未来项目在成本估算与风险防控层面提供坚实的研究支撑,进而有效缩小预算估算误差,减轻项目执行阶段的不确定性^[4]。

5 优化水利工程项目生命周期管理与成本控制的对策

5.1 加强项目管理人员的培训与团队建设

水利工程项目的成功实施不仅依赖于技术的先进性,还与项目管理人员的专业素养和协调能力密切相关。项目管理涉及的领域广泛,从规划设计到施工实施,再到后期的维护管理,每一环节都要求管理人员具备足够的知识储备和综合能力。因此,加强项目管理人员的培训与团队建设,是提高水利工程项目管理效率和降低成本控制风险的关键举措。

行业前沿趋势、高级管理策略与技术应用技能的掌握,应成为项目管理培训的核心关注点。在建筑信息模型(BIM)、大数据、人工智能等前沿信息技术的不断融入背景下,项目管理人员需熟练掌握这些技术工具的基础应用,确保在项目管理过程中能够高效整合、深入分析以及实时监控各种数据,从而显著提升决策的科学性与精确度。项目管理人员需强化风险管理及应急处理技能,精准识别项目各期潜在风险节点,进而构建科学有效的应对措施^[5]。

项目执行力与整体协调性的增强,项目团队建设扮演着至关重要的角色。在团队协作中,成员需掌握跨学科知识,并展现出卓越的交流与协同作业技巧。参与跨学科协作的工程项目,团队成员需精通本职专业,同时掌握相关领域知识,以确保有效沟通与协同作业。因此,确保项目在不同发展环节得以流畅运作,项目管理团队需确立清晰的责任分配与高效决策体系。

5.2 提升设计阶段的精细化管理

在项目设计伊始,必须强化对技术方案的多样选择与持续改进。项目实施过程中,设计团队需充分考虑地质、气候、资源等外部因素,挑选出最适宜的设计方案。在众多设计方案中,经过细致的对比与评估,筛选出具备最佳经济效益、实用价值和实施可能性的设计,从而规避了后续对方案进行调整可能导致的耗时与成本损耗。所拟方案须具备充分弹性,以便有效应对未来可能发生的难以预料的情况。在项目的设计阶段,必须强化对预算及成本进行精确地预估与核算,依据详尽的工程图纸与施工方案,设计者需编制出恰当的预算,同时预见可能的成本变动,并在预算内设定充足的调整余地。精良的预算编制,既可杜绝施工中“超预算”问题,亦能有力遏制工程整体成本,从而保障项目实施的经济效益与可行性^[6]。

在规划设计的初始阶段,务必充分预判并考量施工阶

段可能遭遇的具体问题。施工单位在设计阶段需与设计人员保持紧密交流,深入探讨施工过程中可能遇到的难点,并据此对设计蓝图进行灵活调整。施工操作的可行性需与设计实施紧密相连,以防止设计与施工相脱节引发返工及追加成本。在设计初始阶段,精细化管理需深入到技术细节,同时亦应充分考量环保与持续发展的多方因素。在水利工程项目实施过程中,必须优先采纳绿色设计理念及节能降耗技术,旨在降低未来运营期能耗成本,并显著提升项目长期的经济效益。

5.3 加强信息化管理系统的建设

随着科技的不断进步,信息化管理系统在水利工程项目中的应用逐渐成为提高管理效率、降低成本的重要手段。通过构建信息化系统,项目管理团队得以对项目实行数字化、透明化与可视化管控,助力决策者实时洞察项目进度、成本波动及潜在风险,进而实施高效管理策略,保障项目按时保质达成目标。信息化管理之核心,建筑信息模型技术的应用举足轻重。项目管理者在水利工程项目的施工与运营管理全过程中,借助BIM技术构建的覆盖整个生命周期的数字模型,得以在虚拟空间内开展全面模拟与深度分析。运用BIM技术对设计方案进行优化,显著降低施工过程中的复杂度,并确保施工精度,有效防止设计图纸与实际施工之间的偏差,以此减少不必要的成本损耗。

在水利工程项目领域,物联网(IoT)技术的运用扮演着至关重要的角色。借助物联网技术,项目现场配备的各类传感器对进度、质量与环境等关键数据实施实时跟踪监控,项目管理者可依托信息管理平台,对数据进行实时汇聚及深入剖析,从而确保决策依据的精准性。在施工领域,物联网技术的应用显著提升了施工环节的安全性,它能够迅速识别并预警异常状况,有效遏制安全事故的滋生,进而显著削减施工成本及潜在的安全隐患。项目进度预测、成本分析与风险评估等领域,水利工程中大数据的应用价值显著。在浩如烟海的数据深处,项目管理者能够敏锐地洞察并预判出潜在的风险与挑战,进而迅速部署应对策略。借助大数据的力量,得以对资源进行高效配置,显著减少项目执行阶段的非必要损耗与经济投入^[7]。

5.4 加强项目风险管理与成本预测

水利工程项目的风险管理是确保项目顺利完成的关键。项目庞大,地质、环境、资金、技术等因素多变,执行过程中常遭遇诸多难以预见的挑战,对于项目中潜在的

风险,若未能实施有效的识别与管控措施,则可能引发项目延期、超出预算或质量问题,进而对项目整体的成功产生不利影响。项目全流程中,项目管理团队需对潜在风险进行详尽剖析,包括设计、施工、运营等环节可能遭遇的技术、市场、环境、政策等方面的风险。项目团队通过对风险评估与预测的定期执行,能够预先实施防范策略,以降低风险对项目资金投入的负面影响。项目团队需对识别出的风险实施量化评估,此举旨在确立针对性的应对措施。通过构建风险管理模型,将风险因素转化为成本、时间消耗及资源占用等可量化的管理指标,从而提升风险管控的科学性与实践性。例如,项目团队在施工期间需实施恰当的保险策略,以抵御不可抗力事件所引发的损失。

6 结语

水利工程项目的生命周期管理是确保项目按期、按质、按预算完成的关键,而成本控制则是实现项目目标的核心任务。在未来的水利工程建设中,应充分利用现代化技术手段,提升项目管理人员的专业素养和管理能力,加强项目生命周期管理与成本控制的系统性、前瞻性和科学性。通过创新管理模式、优化资源配置和加强风险预警机制,可以有效降低水利工程项目的成本,实现项目的可持续发展。

【参考文献】

- [1] 曾盼峰. 水利工程项目全过程成本控制的策略与实践[J]. 工程与建设, 2024, 38(3): 714-716.
- [2] 鲁智国. 水利工程施工中的进度控制与成本管理研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(3): 155-157.
- [3] 韦玲利, 吴一韦. 水利工程经济管理中的成本控制方法分析[J]. 财经界, 2023(34): 33-35.
- [4] 肖素芬, 文艳. 珠江三角洲水资源配置工程运行管理的实践与探索[J]. 广西水利水电, 2023(5): 123-126.
- [5] 彭小丹. 水利工程项目施工成本控制与管理的优化探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(20): 211-213.
- [6] 赵楠, 李万渠, 陈燕萍. 基于BIM技术的水利工程全生命周期管理研究[J]. 四川水利, 2022, 43(4): 116-121.
- [7] 孙少楠, 宋宜昌. 基于BIM+GIS的水利工程全生命周期建设管理研究[J]. 中国农村水利水电, 2022(10): 131-137.

作者简介: 黄兴聪(1997.5—), 单位名称: 禹顺生态建设有限公司; 毕业学校: 江西应用科技学院, 专业: 土木工程。

特高压换流变电站运维策略研究与实践

张文龙¹ 董云鸽²

1. 国网河南直流中心, 河南 郑州 450000

2. 国网郑州供电公司, 河南 郑州 450000

[摘要]特高压技术的快速进步使得特高压换流变电站在电力系统中扮演的角色日益显著。文章在于对特高压换流变电站的运营维护策略进行深入分析, 在对该设施的运行属性及现有问题进行详尽分析的基础上, 提出一套科学的管理方案。通过精心设计的运营和维护方案, 可以增强换流变电站的安全与稳定性, 进而确保整个电力系统的运行效率。本篇论文结合具体实例, 构建了以智能化监控、预防性维护、人员培训和应急响应为基础的详细策略框架, 并通过实际操作证明了这些策略的效力, 为特高压换流变电站未来的运维管理提供了借鉴。

[关键词]特高压; 换流变电站; 运维; 策略

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15176

中图分类号: TM721.1

文献标识码: A

Research and Practice on Operation and Maintenance Strategy of Ultra High Voltage Converter Substations

ZHANG Wenlong¹, DONG Yunge²

1. State Grid He'nan DC Center, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

2. State Grid Zhengzhou Power Supply Company, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: The rapid advancement of ultra-high voltage technology has made the role of ultra-high voltage converter substations increasingly prominent in the power system. The article aims to conduct an in-depth analysis of the operation and maintenance strategy of the ultra-high voltage converter substations. Based on a detailed analysis of the operational attributes and existing problems of the facility, a scientific management plan is proposed. Through carefully designed operation and maintenance plans, the safety and stability of converter substations can be enhanced, thereby ensuring the operational efficiency of the entire power system. This paper combines specific examples to construct a detailed strategic framework based on intelligent monitoring, preventive maintenance, personnel training, and emergency response, and proves the effectiveness of these strategies through practical operation, providing reference for the future operation and maintenance management of ultra-high voltage converter substations.

Keywords: ultra high voltage; converter substations; operation and maintenance; strategy

引言

在现代电力网络中, 特高压换流变电站扮演着关键角色, 它负责将电能远距离、高效率地转移。在电力需求持续上升的背景下, 保障系统运行的高效率与安全性变得格外关键。本研究致力于对特高压换流变电站的运维策略进行系统性分析与实际应用, 目的是增强其运行的安全性和可靠性。

1 特高压换流变电站的基本概念

特高压换流变电站作为现代电力系统的一个关键设施, 主要功能是对高电压电流进行转换和调整, 从而实现电能的大容量、远距离传输。800 千伏及以上的电压等级, 被定义为特高压输电技术, 该技术相比传统高压输电, 能够大幅度减少能量在传输过程中的损失, 从而提升传输效率, 应对不断增加的电力需求。换流变电站主要承担着交流电转为直流电, 或者执行逆向转换的任务, 它通过直流电的输送, 促成了不同电网之间的互相连接与调度, 从而提升了电力系统的灵活性和稳定性。换流变电站是由换流

器、变压器等关键组件以及控制系统构成的电力设施^[1]。

换流器, 作为交流与直流电力转换的核心装置, 对于变电站运行的效率及可靠性起着决定性作用。特高压换流变电站展现出对复杂电网环境中各类干扰的有效抵抗, 同时表明其稳定运行的能力, 体现了其在多变条件下的出色适应性。随着可再生能源所占比重的逐渐上升, 特高压换流电站对于风能和太阳能等清洁能源的聚合利用, 正变得越来越关键。特高压换流变电站通过科学和合理的设计与管理, 不仅增强了电力传输的安全性, 而且对电力市场的健康发展起到了坚实的支撑作用, 掌握特高压换流变电站的基础知识和运作机制对于电力系统技术的发展与管理革新具有实际价值。

2 特高压换流变电站的运行特性

特高压换流变电站之所以能实现高效、安全的电力转换, 依赖于其稳定运行特性的保障, 这一特性在诸多方面均有显著体现。特高压换流变电站能强大转换电能, 在极高电压环境中, 实现大量电力传输。此特性能够满足跨区

域电力调配之需求,特别是在资源丰富地区向高负荷用电地区输送电能的过程中,显示出其明显的经济优势^[2]。

特高压换流变电站所搭载的控制系统,在高度自动化的基础上融入了智能化元素,其职能在于对电网运行状态进行实时监控。通过对数据的采集与分析,能够对电力流向进行动态调整,以此确保系统在不同运行条件下均能保持安全稳定。换流变电站对于电力需求的波动应对显示出高度灵活性,它能迅速适应负载的变动,确保电网运行的平衡与稳定。借助特高压技术,变电站能够在电力传输过程中减少线路损耗,从而提高能源的整体利用效率。该系统即便在多变且混乱的电网状况中,亦能保持稳健运作,显示出其卓越的抗干扰特性,从而降低对外界变量的反应性。特高压换流变电站的运行维护工作中,运维人员面临包括设备故障、自然灾害和网络安全等在内的多重挑战,这要求他们必须具备精湛的专业技能和出色的应急反应能力。特高压换流变电站的运行特性揭示了其在现代电力系统中所扮演的关键角色,同时也凸显了对高技术层面与高管理准则的依赖。

3 现有运维策略

现有特高压换流变电站的运维策略在提升系统可靠性和安全性方面发挥了重要作用,但也存在一些不足之处。在信息技术领域,运维管理往往采取周期性的审查与支持手段,此方式重点关注意硬件设施的实体状况评定和常规养护工作。尽管采用被动的维护策略能在一定程度上推迟设备寿命的终结,它却通常不善于应对突如其来的故障,这常常导致设备的停工时间增加,并进一步影响到电力供应的稳定性。换流变电站这类设施在实时数据深度挖掘与应用方面存在显著不足,导致其数据监控和分析能力受限。在出现异常状况时,运维人员往往难以迅速确定问题的根本原因,这直接影响了故障处理的效率和精确性,特高压技术领域,针对运维团队的专业培训及实操锻炼机制尚显不足,这导致部分工作人员在技术掌握上与岗位要求不符。应对此缺陷,我们必须加大培训力度,并增强实际操作经验,以跟上新技术与设备的迅速进步^[3]。

当前的运维策略常常未能系统化地整合设备管理、数据分析和人员培训,导致各环节的信息相互孤立,从而降低了整体的运维效率。在突发事件面前,现行的紧急应对系统构建不足,常暴露出应对迅速和高效方面的短板,这可能会造成损害控制不力,从而使得损失范围扩大。为了完成从被动维护到主动管理的转变,现有的运维策略迫切需要进行改进和提升。引入智能化监控技术,加强数据处理能力,并构建全面培训架构,以此提高运维管理的水准,确保特高压换流变电站的安全与高效运作。在特高压换流变电站的管理领域,现有的运维方针构成了基本的框架。然而,伴随着技术的演化与电力需求的变动,对这些策略进行必要的修改和创新是确保设施长期稳定运行和安全

的必由之路。

4 优化运维策略的研究与实践

4.1 智能化监控与数据分析

对于特高压换流变电站的高效运维,智能化监控和数据分析起着至关重要的作用,它们极大地提高了系统的实时监控效能以及故障预警的水平。通过部署高精度传感器和监测设备,构建智能化监控系统,实现对设备运行状态的全面监测。利用这些传感器,能够即时获取电流、电压和温度等至关重要的参数数据,随后将这些数据发送至中央控制系统,由此构建起一个全面的监测网络。实施实时的监控措施,能够有效地侦测到如设备过热或电流波动等潜在异常状况,并为运维团队的决策提供数据支撑,进而降低人工巡检的频次与耗时,提高作业效率。在智能化运维领域,数据分析扮演着至关重要的角色,由运维团队负责,对所采集数据执行深度分析作业,旨在揭示设备运行的规律性以及预兆潜在故障的模式^[4]。

实施智能化监控配合数据分析系统,能提高运维人员的专业能力和劳动生产率。运维人员通过图形化的界面,能够直观地了解设备的实时工作状态,及时识别并应对潜在问题,实施这种迅速的反馈过程,能够优化集体面对紧急状况时的应对手段,进而提升处理突发事件的工作效率。历史数据的持续累积与深入分析,使得运维人员能够储备宝贵的知识与经验,这些将为未来的运维决策提供重要的参考资料。智能监控平台所具备的适应性与伸缩性,为将来的技术提升及功能新增创造了条件。运维人员可依需求变化,灵活地对监控设置进行调整,或引入新能力,旨在应对未来潜在的挑战,面对智能化监控和数据分析的实施过程,若干难题亟待解决。例如,设备之间的数据互通性与整合难题可能会造成信息孤立的局面,从而对数据的充分利用带来负面影响。建立共同的数据规范与交互界面,对于形成连贯的信息体系至关重要,智能监控系统的有效应用,要求运维人员具备数据分析和技术方面的深厚素养。

4.2 预防性维护策略的实施

在特高压换流变电站的运维管理中,实施预防性维护策略至关重要,它通过系统化及计划性的措施,减少设备故障的发生概率,从而提升整体运行的安全性与稳定性。设备运行数据的分析和历史维护记录的审视,构成了预防性维护的核心理念,旨在制订出科学而合理的维护计划。运维团队针对关键设备,依据其运行状况及年限,实施定期的检修与维护工作,保障设备运行于最佳性能。实施这种具有预见性的维护策略,不仅有助于及时识别并解决可能出现的问题,而且能够预防突发事件引起的设备故障,从而避免造成经济损失^[5]。

设备的持续健康状态评估是实施预防性维护策略的关键,这需要对其进行不断地监测。在这一过程中,特别关键的是智能化监控系统的运用,运维团队通过跟踪装置

操作的关键指标,获取详尽的信息支撑,这助其在评估设备健康状况方面更为精准,并促使他们可以迅速作出维护相关的决策。借助数据分析工具,运维团队得以深入挖掘设备历史运行数据,发现并识别设备潜在故障风险及其规律。采用以数据为依据的策略,不仅精确性维护得到提升,而且资源分配得到改善,进而减少了操作与维护的费用。在实施预防性维护策略的过程中,团队间的协同作业与知识的广泛交流被赋予了至关重要的地位,建立高效的沟通框架使得运维团队成员能够迅速交流观察及经验,这有利于集体维护技能的提升。

在具体实践中,采取预防性维护手段遭遇了若干难题,在确保设备正常运作的同时,科学规划维护活动,以防止不必要的资源消耗及设备损害。为了应对实际运作的特定条件,操作和维护的人员必须改变他们维护计划的方式,在执行预防性维护作业时,若缺少例如智能监控和数据分析等辅助技术手段,可能会对维护成效产生不利影响。为了有效地执行预防性维护策略,关键在于投入资源构建尖端的监控体系和开展数据分析,系统化计划与实时监控相结合的预防性维护策略,能减少特高压换流变电站设备故障的发生概率,进而提升其运行效率。在未来,电力系统中,随着技术的持续进化以及运维管理理念的革新,预防性维护策略将扮演日益关键的角色,为电力供应的安全性及稳定性供应提供坚固的支撑^[6]。

4.3 人员培训与技能提升

为了应对特高压换流变电站的独特要求,培训教育需包括对其构造的深入理解。结合理论与实际操作,能够令运维工作人员深刻把握设备运作的本质及其可能出现的故障,有效增进其操作技能。定期举行实操演练,旨在使员工熟练掌握设备操作程序,同时增强其应对突发状况的技能,这将为设备的安全运行提供更为坚实的保障。

针对新技术的引入和应用,运维团队需周期性地参与针对新型技术和设备的进修课程。为提升他们在技术变革中的应对能力,需包含智能监控系统、数据分析工具等在内的先进技术掌握,组织专业讲座以及示范活动,邀请业界权威人士参与,或者安排外出培训,能够使运维团队及时跟进领域的最新进展,并熟练掌握前沿的运维管理技能。企业应当激励负责运维工作的员工接受特定职业资格认证的认证程序,这不仅有助于提高他们的工作专业技能和职业品德,同时也为他们的职业生涯拓展了更加宽广的发展路径^[7]。在培训过程中,将理论知识和实际操作紧密结合,具有至关重要的意义,理论虽是根基,但运维人员在具体实践中所遭遇的繁复场景,常常不是单纯依靠书籍中的教导就能应对的。为此,构建了一个无需承担任何风险的虚拟训练场所,允许运维人员在其中进行设备的故障检测及

解决流程,此举将提升他们在面对突发情况时的适应能力和手头的实际操作技能。针对运维人员的岗位及技能多样性,培训课程应进行分层次规划,确保培训内容与员工职业成长相匹配。

为了增强培训的成效,构建一个高效的反馈系统是关键。培训结束后,定期对运维人员进行考核与评估,并收集其反馈,以掌握培训内容的有效性与适用性,进而持续改进培训计划。该机制不仅有助于推动培训素材的不断完善,而且能提升运维人员在工作中的主动性与担当,从而激发他们积极进取。在新技术培训过程中,部分从事运维工作的员工接受程度相对较低,这可能会对培训成果产生不利影响。在运维人员的专业提升过程中,应当重点促使学习热情与主动性的提升,同时打造一个积极向上的学习环境^[8]。

5 结束语

综上所述,特高压换流变电站的运维策略研究与实践涵盖了人员培训、智能化监控、预防性维护以及应急响应等多个方面。通过系统化的管理和科学的运维策略,不仅提高了设备的运行效率和安全性,还为电力行业的可持续发展奠定了坚实基础。在未来,随着技术的不断进步和电力需求的变化,运维策略的研究将继续深入,以应对更加复杂的电力系统挑战,推动电力行业的创新与发展。

[参考文献]

- [1] 吕丹. 变电站运维管理中智能巡检机器人的应用技术及效果[J]. 家电维修, 2024(10): 104-106.
 - [2] 杜泽鸿. 电力系统中智能变电站继电保护技术分析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024(9): 153-155.
 - [3] 曾诗杰. 基于大数据技术的变电站智能运维系统研究[J]. 电气技术与经济, 2024(9): 90-92.
 - [4] 罗程程. 智慧变电站防误闭锁装置远程控制方法分析[J]. 通讯世界, 2024, 31(4): 103-105.
 - [5] 王霞丽. 基于巡检机器人的变电站安全运维系统设计与实现[J]. 技术与市场, 2024, 31(4): 89-92.
 - [6] 刘希峰. SD 电力公司超特高压变电站运检一体化管理模式优化研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2020.
 - [7] 陈婧. 智慧变电站三维可视化系统设计与优化[D]. 成都: 电子科技大学, 2024.
 - [8] 刘键铭, 吴传鑫, 任宝森. 5G 技术在特高压变电站运维中的应用研究[J]. 中华纸业, 2023, 44(23): 61-63.
- 作者简介: 张文龙(2000.2—), 男, 河南省焦作市人, 汉族, 本科生, 就职于国网河南直流中心, 从事特高压换流变电站运维工作; 董云鸽(1999.12—), 女, 河南省焦作市人, 汉族, 本科生, 就职于国网郑州供电公司, 从事配电运检工作。

新时期水利工程运行管理标准化建设及对策研究

李亚萍

新疆生产建设兵团第三师图木舒克市水利工程管理服务中心, 新疆 图木舒克 843900

[摘要]当前,我国水利工程管理面临诸多挑战,包括管理体系的不完善、标准执行的不一致、信息化水平的较低等,这些问题在一定程度上制约了水利工程的高效运行与安全保障。管理标准化的推动,尤其是信息化技术与标准化管理的深度融合,已成为提升管理效率、确保工程安全以及实现可持续发展的关键环节。针对这些问题,深入探讨水利工程管理标准化建设的核心要素及实施路径,期望为水利工程的优化管理提供理论依据与实践指导。

[关键词]水利工程;运行管理;标准化

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15175

中图分类号: TV698

文献标识码: A

Research on the Standardization Construction and Countermeasures of Water Conservancy Engineering Operation Management in the New Era

LI Yaping

Tumushuk City Water Conservancy Engineering Management Service Center of the Third Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Tumushuke, Xinjiang, 843900, China

Abstract: Currently, the management of water conservancy projects in China is facing many challenges, including incomplete management systems, inconsistent implementation of standards, and low levels of informatization. These problems to some extent constrain the efficient operation and safety guarantee of water conservancy projects. The promotion of management standardization, especially the deep integration of information technology and standardized management, has become a key link in improving management efficiency, ensuring engineering safety, and achieving sustainable development. In response to these issues, we will delve into the core elements and implementation paths of standardized construction in water conservancy engineering management, hoping to provide theoretical basis and practical guidance for the optimization management of water conservancy engineering.

Keywords: water conservancy engineering; operation management; standardization

引言

随着水利工程规模的不断扩大,工程的复杂性也在逐步增加,提升管理效率与保障安全性已成为亟需解决的关键问题。水利工程管理标准化不仅能有效提升管理水平减少资源浪费,还能确保工程质量推动可持续发展。基于此,水利工程管理标准化建设及其实施路径的深入研究,不仅具有重要的理论意义,也为实践操作提供了重要的指导价值。

1 水利工程运行管理现状分析

水利工程作为我国基础设施的核心组成部分,管理水平对工程的安全性、效益及可持续发展具有至关重要的作用。目前我国的水利工程管理普遍仍依赖于传统模式,体制和流程在多方面存在滞后,一些地区的管理体制尚不完善,部门之间缺乏有效协调,普遍存在信息孤岛现象导致管理信息流转不畅,决策效率低下。在日常运行管理中,许多水利工程未能建立统一、标准化的操作流程及管理规范,致使管理人员在工作标准上存在差异,执行效果亦参差不齐。在技术应用层面,尤其是在远程监控与自动化管理方面,信息化建设的滞后导致了水利工程缺乏实时性与前瞻性,难以应对突发事件或长期运行故障,水利工程的安全生产与应急管理机制仍不完善,部

分工程的应急预案缺乏全面性与细致性,未能在水灾或设备故障等突发事件中及时启动有效的应急响应,从而影响了工程的安全运营。此外,环境保护与资源利用方面的管理标准仍不健全。水利工程对生态环境的影响缺乏系统性的监测与评估,水资源利用效率未能最大化,且缺乏有效的长期监控与管理机制。

2 新时期水利工程运行管理标准化的核心内容

2.1 管理体系的标准化

水利工程管理体系的标准化是确保高效、规范运行的核心所在。随着水利工程运行管理复杂性的不断增加,对管理结构提出了更高要求,特别是在规范性与系统性方面。目前,许多水利工程仍面临职能划分不明确、责任不清等问题,这常常导致决策与执行过程中出现沟通障碍与效率低下。因此,推动管理体系的标准化,必须从组织架构、职能划分、流程规范等多个层面入手,明确各部门与岗位的职责,确保工作流程的高效衔接与顺畅执行。在管理层级的设置上,应合理区分决策、执行与监督三个层级,进而形成清晰的管理链条,避免职责重叠或空缺所带来的管理漏洞。标准化的管理流程能够确保工作的开展始终在既定框架内进行,从而提升整体工作效率与执行力,每一环

节如计划、实施、检查与评估等,操作步骤、时间节点与责任主体均应作出明确规定,确保在整个过程中能够实现事前预防、事中监控与事后追责。信息化手段的应用,在标准化管理体系中扮演着至关重要的角色,通过建立统一的信息平台,管理信息不仅可以实时更新与共享,还能确保不同部门与区域之间的信息流畅传递。这样的信息互通不仅能够提高决策效率,更能够增强管理的透明度与可追溯性,从而为水利工程的长期稳定运行提供坚实的制度保障。

2.2 运行流程的标准化

水利工程管理效率的提升、减少人为失误以及确保工程安全稳定运行,均依赖于运行流程的标准化。随着水利工程规模的不断扩大与管理任务的日益复杂,传统的手工管理模式以及非标准化的操作流程已经难以满足现代水利工程的要求。因此,实施运行流程的标准化,意味着每一个管理环节都必须遵循统一、清晰的操作规范与流程,从而确保各项任务有序且高效地推进,通过标准化的运行流程,可以有效明确每个环节的操作要求、执行步骤及时间节点,进而减少因流程不清晰或重复操作而导致的工作延误与资源浪费。例如,在水库水量调度、设备检修或汛期防洪等关键任务中,每个环节的流程都应事先规划并加以细化。操作内容不仅需明确,还应明确每个环节责任人的职责,避免执行过程中出现漏洞或因执行不力而影响任务的推进。标准化的运行流程还要求各个环节之间的衔接更加紧密,工作协调性进一步增强,水利工程的日常运作涉及多个部门与职能群体,如水文监测、设备维护、安全检查、应急响应等,因此,各部门必须严格按照统一的流程进行操作,并确保与其他部门的工作流程高效对接。以设备故障处理为例,标准化流程应涵盖事前预防、故障发现、报修响应、修复检验及复查验收等每个步骤,每一环节都应具有明确的操作标准,以确保处理效率与质量。信息化技术在运行流程标准化中发挥着至关重要的作用,通过建立信息化管理平台,所有操作记录与运行数据能够实时上传并形成数据链条,这不仅提高了流程执行的透明度与可追溯性,还为后续工作改进提供了宝贵的数据支持,有助于发现流程中潜在的薄弱环节进一步优化管理流程。

2.3 信息化管理的标准化

信息化管理标准化是提升水利工程运行效率、增强决策精度以及提高管理透明度的重要途径。随着科技的不断进步,数字化技术已成为水利工程管理中不可或缺的一部分。通过对各类数据与管理流程进行数字化、网络化处理,信息化手段显著提高了工程管理的效能,优化了资源配置并减少了人为失误,进而在确保工程安全、提高响应速度等方面发挥着重要作用。标准化的信息化管理要求构建统一的数字平台,用以规范数据的采集、存储、分析及传输,这一平台不仅能处理水位监测、设备运行等多种信息,还能够确保调度指令及应急响应信息的统一共享,避免信息

孤岛的产生,通过这一信息共享机制,管理部门及各层级人员可实时获取准确的数据支持,从而提升决策的科学性与执行的高效性。在水利工程的具体应用中,信息化管理的标准化表现为技术与管理流程的深度融合。例如,水库的实时数据采集系统能够全天候监控水位、流量等关键指标,并通过自动化控制系统实现对水库闸门、泵站等设备的远程调度与控制,通过这种信息化运作模式管理效率得以提高,人工操作的误差得以减少,延迟也得到有效降低,从而增强了工程的安全性及稳定性。信息化管理的标准化还要求严格规范数据处理流程,确保数据的准确性、完整性与实时性。从数据采集、存储、传输到分析每个环节都应遵循统一标准,避免数据滞后或失真,确保管理决策基于最新且最可靠的信息,这不仅有助于提升水利工程的日常管理水平,更增强了其在突发事件中的应急响应能力。

3 新时期水利工程管理标准化建设的实施路径

3.1 制定完善的标准化规范与政策

制定完善的标准化规范与政策是推进水利工程管理标准化建设的核心步骤。由于水利工程涵盖多个领域,涉及众多管理主体及层级,必须通过系统化的规范与政策确保各项工作顺利开展,并确保操作有章可循、标准明确。鉴于水利工程的复杂性,国家与地方政府应根据实际需求及现代化管理的要求,制定适应的标准化规范,这些规范应覆盖从规划设计、施工建设到运营维护的全过程,确保各环节统一执行,避免因标准不一致或执行不力而产生管理漏洞^[1]。政策引导与支持也是保障规范落实的关键,在标准化规范制定的基础上,政府应出台配套政策推动标准在水利工程管理中的有效实施,通过政策引导可以鼓励地方水利部门及企业根据标准进行技术改造、流程优化及人员培训,进而提升整体管理水平。同时,应通过奖惩机制激励各单位严格执行规范,对落实效果显著的单位予以奖励;对于执行不到位的单位则应进行警示或处罚,从而激发各方推动标准化管理的积极性。标准化规范的制定还应考虑技术发展的快速变化与管理需求的不断调整。因此,这些规范与政策应具备一定的灵活性,能够应对新技术应用与管理理念的变化及时修订与完善,确保其在长时间内保持适用性与有效性。

3.2 强化管理人员培训与素质提升

强化管理人员的培训与素质提升已被视为确保水利工程管理标准化顺利实施的关键环节。水利工程的复杂性要求管理人员不仅掌握扎实的专业知识,还需具备灵活应对复杂局面的能力与高效的组织协调能力^[2]。当前,面对新技术与新标准,许多管理人员仍存在知识盲区或操作障碍,这直接影响了工程管理的效果与质量。因此,提升水利工程管理人员的专业素养与能力,必须被确立为一项长期且系统化的工作任务。培训应涵盖水利工程管理的各个领域,具体包括工程设计、施工质量控制、安全生产、应

急管理及环保节能等内容,通过理论学习与实践操作的结合,管理人员能够更全面地理解水利工程管理中的标准与流程并掌握现代管理工具与技术手段。在培训过程中,理论知识的学习与实操演练应密切配合,确保每位管理人员不仅能熟练掌握标准化管理流程,而且能够在实际工作中有效落实。水利工程管理不仅要求人员具备扎实的专业技术知识,还需具备较强的沟通、协调、问题解决及决策能力,定期组织管理人员参与团队协作、领导力培养与风险管理等方面的培训,将有效提高管理水平,确保其在面对复杂局面时能够冷静应对并做出合理决策。随着信息化技术的迅猛发展,水利工程管理人员还需掌握大数据分析、云计算平台等先进工具,以提升数据分析与信息处理能力。定期进行技术培训与技能考核,不仅可以确保管理人员与时俱进,而且能够熟练应用信息化管理手段,从而显著提高管理效率与精准度。

3.3 推动信息化技术的深度融合

推动信息化技术的深度融合,已成为提升水利工程管理现代化水平的关键途径。随着大数据、物联网、人工智能等技术的迅猛发展,信息化手段在水利工程中的应用已不再局限于数据采集与存储,这些技术正逐步渗透到设计、施工、运行、维护等各个环节,通过将信息化技术与水利工程管理深度融合,管理效率不仅能够显著提升且风险得以降低,资源配置得到优化,管理朝着精细化与智能化转型迈进。在水利工程管理中,信息化技术的深度融合要求建立统一的数字化平台,将各类数据流、工作流程及管理工具进行系统集成^[3]。例如,实时监控水位、水流、设备状态等关键数据,物联网技术通过传感器网络将数据传输至中央控制系统,管理人员可实时获取工程运行状况及时做出调整与决策,从而避免因信息滞后或不对称所引发的管理误差。智能调度与资源优化是信息化技术带来的另一重要优势,水库、泵站等设施的日常运营可借助数据分析与智能算法实现自动化调度与优化管理,通过对历史用水数据与天气预报的分析,系统能够自动调整水库的放水量与储水量,从而合理分配水资源并提高利用效率。这样不仅减少了人工干预的成本与误差,还能确保资源使用的科学性与精准性。信息化技术同样在应急管理中发挥了重要作用,在面对自然灾害或突发事件时,信息化平台能够迅速收集并分析现场数据,实时评估情况并生成应急响应方案。基于大数据与智能化技术的应急管理新模式,不仅大幅缩短了反应时间,还有效减少了灾害带来的损失。

3.4 完善评估与考核机制

完善评估与考核机制是推动水利工程管理标准化实施的核心保障,无论是日常管理还是特殊项目的执行,只

有通过科学的评估体系才能够准确评估管理效果,及时发现问题并加以纠正。一个完善的评估与考核机制,能够有效促进各项管理标准的落实,确保水利工程管理工作不断优化。评估与考核体系应注重全面性与系统性不能仅仅关注工作成果,还应涵盖管理过程、工作质量、团队协作等多个维度,通过建立量化的评估指标体系,各项管理活动可以通过具体数据进行衡量,避免仅凭结果判断而忽视潜在的过程问题。例如,在水利设施的安全管理中,合格率、设备运行的稳定性、应急响应的及时性等指标都应被纳入评估体系,确保从多个角度全面衡量安全生产的执行情况。考核机制还应与奖惩措施紧密结合,形成激励与约束相辅相成的良性循环,通过设立奖项与激励政策,表现出色的管理人员和团队能够得到奖励,未达到标准的单位或个人则应收到反馈,并明确问题所在实施整改措施。奖惩分明的机制能够激励管理人员提升工作积极性,进而提高工作效率,有效防止管理松懈与形式主义的滋生。随着管理环境与技术手段的不断变化,原有的评估标准与考核方式可能逐渐显现出滞后或不适用的问题。因此,评估体系应保持灵活性,能够根据实际需求进行调整,确保始终与时俱进。通过定期回顾与总结优化评估内容与考核方式,确保更加科学、公正与合理。

4 结语

水利工程管理标准化建设对提升工程效率、确保安全以及推动可持续发展具有重要意义,通过对当前水利工程管理现状的深入分析,提出了标准化管理的核心内容及其实施路径。完善的规范与政策、强化管理人员的培训,以及推动信息化技术的深度融合等措施均是水利工程管理标准化的有效保障。标准化建设的成功推进需各方协作与持续优化,只有在实际操作中不断完善标准体系,并将其落实到每一个环节,水利工程才能更好地应对新时代的挑战,推动高效、安全、绿色发展。

【参考文献】

- [1]陈世平.新时期水利工程运行管理标准化建设对策研究[J].水上安全,2024(8):43-45.
- [2]孙寿鹏.新时期水利工程运行管理标准化建设策略探究[J].水上安全,2024(3):19-21.
- [3]夏志海,王翔,任化准,等.新时期水利工程运行管理标准化建设对策研究[J].水利水电快报,2023,44(8):65-68.

作者简介:李亚萍(1993.3—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:会计,当前就职单位名称:新疆生产建设兵团第三师图木舒克市水利工程管理服务服务中心,职称级别:助理会计师。

大型水利泵站机电设备安装和检修措施分析

夏旭明

浙江江能建设有限公司, 浙江 杭州 310052

[摘要]随着水利基础设施建设的不断发展, 水利泵站在水资源调配、灌溉和防洪等方面的作用愈加重要。大型水利泵站作为关键的水利工程, 其机电设备的安装和检修直接影响着水泵的稳定运行和水利系统的整体效能。文中对大型水利泵站的机电设备安装与检修现状进行剖析, 进而制定了一系列旨在提升安装品质及检修效能的对策。在深入解析大型水利泵站特性时, 文中着重剖析了机电设备安装环节的技术难点与普遍性问题, 尤其是对电气系统、动力系统及其控制系统的装配标准进行了详尽阐述。在水利泵站设备运作中, 针对普遍存在的故障种类, 文中提出了高效的维修方案及预防性保养策略, 并着重指出定期检查、故障检测与预判技术、备件管理等方面的关键作用。在泵站机电设备安装与检修质量的分析案例中, 提炼出至关重要的若干要素, 旨在为相关工程提供技术指导与实操经验。

[关键词]大型水利泵站; 机电设备; 安装; 检修

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15173

中图分类号: TV675

文献标识码: A

Analysis of Installation and Maintenance Measures for Mechanical and Electrical Equipment in Large Water Conservancy Pumping Stations

XIA Xuming

Zhejiang Jiangneng Construction Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310052, China

Abstract: With the continuous development of water conservancy infrastructure construction, the role of water pumping stations in water resource allocation, irrigation, and flood control has become increasingly important. As a key water conservancy project, the installation and maintenance of mechanical and electrical equipment in large water conservancy pumping stations directly affect the stable operation of the pumps and the overall efficiency of the water conservancy system. The article analyzes the current situation of mechanical and electrical equipment installation and maintenance in large water conservancy pumping stations, and then formulates a series of measures aimed at improving installation quality and maintenance efficiency. In the in-depth analysis of the characteristics of large water conservancy pumping stations, the article focuses on the technical difficulties and common issues in the installation of mechanical and electrical equipment, especially elaborating on the assembly standards of electrical systems, power systems, and their control systems. In the operation of water pump station equipment, efficient maintenance plans and preventive maintenance strategies are proposed for common types of faults, and the key roles of regular inspections, fault detection and prediction techniques, spare parts management, etc. are emphasized. In the analysis case of the installation and maintenance quality of pump station electromechanical equipment, several crucial elements have been extracted, aiming to provide technical guidance and practical experience for related projects.

Keywords: large water conservancy pumping stations; mechanical and electrical equipment; installation; maintenance

引言

水利泵站是现代水利工程中不可或缺的重要组成部分, 广泛应用于水资源的输送、调配、灌溉及防洪度汛等领域。泵站的主要设备, 如水泵及电动机、电控柜及监控系统设备、进出水口闸门及拦污栅、阀门及各系统管路等, 构成其核心, 这些设备的稳定与可靠运行, 关乎水利系统整体效率与安全。在水利工程管理领域, 保障水利泵站机电设备的安装质量及维持其长期稳定运行至关重要。大型水利泵站在设备安装与检修环节遭遇重重挑战, 包括设备结构的复杂性、技术要求高、环境条件严酷以及突发故障应对等^[1]。安装泵站设备及其在偏远或高水位区域内的维护管理面临诸多挑战, 其复杂性不言而喻。本文的研究聚焦于探讨大型水利泵站机电设备的安装与检修策略, 旨在

提出切实可行的安装与检修方案, 从而显著增强泵站设备的运行效能与稳定性, 并为水利泵站的管理与维护提供坚实的理论基础和实践指引。

1 大型水利泵站机电设备安装的技术要点

大型水利泵站的机电设备安装是一个复杂且关键的过程, 涉及多个系统和设备的协调与融合, 其安装质量直接关系到泵站的正常运行和使用寿命。为确保安装作业的顺利进行, 安装过程需对设计图纸进行详尽审核与核实, 严格保障设备与系统尺寸、型号、安装定位与设计规范相符。在安装作业启动前, 对设备购置及清单进行精细化管理, 旨在保证设备品质达标、型号精准, 以防止设备故障导致安装工程延期。

在安装过程中, 需对水泵与电动机的安装连接与精度

仔细检查,确保安装步骤的正确实施。确保水泵与电动机之间连接的精确性,对于保障设备运行效率及降低长期磨损至关重要。安装电气系统,必须遵循既定规范,精准布线,确保接地可靠,实施全面防护,以防故障出现。泵站的自动化控制与故障诊断,对安装控制系统和监测设备这一环节提出了极高的精密性要求。因此,在安装过程中,必须确保线路的连接符合规范,设备标识清晰可见,同时开展全面的功能测试,以验证其能否在实际操作中实现预期性能。在安装作业中,常遭遇设备对接误差、电气系统接地不良以及环境适应性等方面的困扰。为确保每一安装环节的技术标准得以严格遵循,有必要对相关设备实施精准测量与细致调试^[2]。在安装完成后,需要对其进行调试操作,在调试过程中可以借助 BIM 设备进行辅助,从而保证调试的准确性,同时也需要配合手动调试,将所有数值调整到标准区间内,保证机电设备能够安全稳定运行。

2 大型水利泵站机电设备的检修与维护

大型水利泵站的机电设备在长期运行中,难免会受到各种因素的影响,导致不同程度的故障或性能下降。因此,在确保设备稳定运行方面,周期性的检查与保养作用至关重要。检修工作关键在于,充分掌握设备故障的各类形式及其成因。水泵在运行过程中,叶轮的磨损、轴承的损害以及机械密封的失效等故障现象屡见不鲜,同时,电气系统也可能遭遇电机过载、接线异常或是电压波动等状况。信号失真、传感器故障或通信中断等现象,往往是控制系统故障的典型表征,检修时需对这些细节进行深入排查与妥善解决。确保机电设备长久稳定运行,定期的检修维护策略乃其根基。泵站设备得以保持优良运行状态,得益于详尽检修计划与维护周期的制定。在检修作业中,预防性维护占据关键地位,通过实施对设备的周期性检验、润滑处理以及清洁作业,可高效遏制故障的爆发,显著提升设备的使用周期。与此同时,在设备运行过程中,振动分析、油质监测、红外成像等现代故障诊断技术发挥着关键作用,它们得以实现对设备状态的实时监控,以便于在故障潜伏期便能够进行早期预警,进而大幅降低突发性故障发生的可能性和停机时长。

设备出现故障时,必须迅速分析其原因并采取有效的修复措施。全面进行故障诊断,必须整合设备运作现状、过往记录以及检测装置,选用恰当的检测技术,对设备进行详尽剖析。水泵轴承与转子的问题可通过振动分析来辨识,电动机过载征兆可通过温度监控来预判,润滑系统的健康状态则可通过油污分析来评估。检修效率因快速响应与精准诊断而显著提升,同时停机时间得以极大缩减。检修作业的顺畅进行,亟需备品配件的有序管理和资源调度的精准部署。对备件库存实施周期性审查与调整,保障常用配件与耗材的及时供应,从而有效预防因配件缺失导致的检修作业延误。在应对各类设备故障时,需编制适应性强的

应急计划,以便故障发生时,能快速调配人力与物力进行应对,以最大限度地降低故障对泵站运作造成的停机时长。

3 提升大型水利泵站机电设备安装与检修质量的关键因素

3.1 加强人员培训与技术积累

在大型水利泵站机电设备的安装与检修过程中,人员的技术水平和操作能力至关重要。在水利泵站领域,机电设备的安装与检修作业繁杂,种类繁多,技术规格严格,因此,加强工作人员的专业技能培训与技术储备,构成保障设备持续稳定运作的根本。在机电设备安装与维护的技术要求层面,对操作人员而言,实施定期培训与技能提升课程是不可或缺的。对操作人员进行培训,旨在增强其对设备构造的掌握、工作原理的理解以及常见故障的识别与处理技巧,从而确保在实际操作中能巧妙应对各类技术挑战^[3]。

培训内容应涵盖理论知识和实践操作两方面,理论方面包括设备的安装规范、电气系统的配置、自动化控制系统的调试等基础知识,实践方面则侧重于如何进行设备安装、调试、故障诊断等实际操作。紧跟技术革新步伐,对相关人员进行智能化诊断与自动化监控等技术的再培训,旨在保障操作者技能与时俱进,有效利用新技术手段提高工作效率。在持续进行的培训外,技术知识的积累同样对于员工综合素质的提高扮演着关键角色。操作人员需在工作中不断丰富个人经验,通过归纳过往的故障与解决策略,逐步积攒宝贵的实践技巧。企业构筑技术档案库,系统整理所遭遇的问题、应对措施、解决策略及吸取的教训,以备他者参考借鉴。

3.2 设备质量控制与技术标准

设备质量控制与技术标准是大型水利泵站机电设备安装与维护工作的核心环节。设备的质量直接关系到泵站的正常运行和长远使用,因此,在设备的采购、安装、检修等全过程中,都需要严格控制设备的质量,确保其符合国家或行业的相关标准。在设备采购环节,应注重供应商的选择,确保选用的设备符合国际或国内的质量标准,具备较高的技术可靠性。设备质量控制要从源头抓起,严格按照技术规范进行验收,确保设备没有缺陷或损坏。此外,设备的设计图纸和技术要求也需要严格审核,以防止设计与实际情况的不匹配,从而影响设备的安装和运行^[4]。

在设备安装过程中,技术标准的执行尤为重要。技术规范指引下,对设备进行安装作业,每一步骤均需恪守既定标准,以确保整体作业的精确与合规。在实施涉及水泵、电动机、管道、阀门及电气设备等设施的过程中,必须严格遵循既定的施工程序,规范执行每一操作步骤。设备安装完毕后,必须严格进行调试与检验,以确保运行过程中各项技术参数达标,从而杜绝因安装失误引发的故障问题。依照技术规范,对设备执行检修与维护作业,此流程至关重要。零部件的定期检修、保养及替换,必须依照既定的

技术规范与作业程序执行。当设备遭遇故障,必须参照技术手册、维修指南和行业标准进行故障诊断与修理,以保障维修成效及设备性能满足预定标准。泵站机电设备的稳定运作,离不开对设备质量及技术标准的严格把控,此举对于减少故障发生频率、延长使用寿命具有关键作用。

3.3 高效的备件管理与资源调度

大型水利泵站机电设备的高效运转离不开备件管理和资源调度的支持。在长期运行中,设备零部件与备件常出现磨损、老化或损坏现象,因而构建一套完善的备件管理体系与资源调度机制,对于设备的迅速修复与高效恢复运行至关重要。对设备选型、采购以及库存管理环节实施科学的备件管理策略。安装设备前,需预先编制详尽的配件选购目录,同时构建完善的配件存储监管体系。在备件选购过程中,需基于设备使用频次及故障率进行科学预判,确保高频使用备件储备充足,而低频备件则可适当降低储备量,从而有效削减库存成本。同时,在严格的标准指导下,确保备件存放有序,实施细致的标识、分类与环境调控,从而有效避免因环境因素引发的备件损坏与效能降低^[5]。

资源调度方面,在出现设备故障时,应迅速调动相关资源,包括技术人员、工具、设备和备件等。通过构建资源调度体系,有助于加速故障的响应与解决,显著降低设备停运时长。为确保资源配置的高效与及时,定期实施资源盘点与调度演练,此举措至关重要。依托现代信息技术,对备件管理及资源调度实施数字化智能平台支撑,实现实时监控与自动化操作,显著提升工作效率与精确度。实施高效的备件管理及资源调度策略,显著提升了水利泵站的运维效能,确保设备故障时能够快速恢复正常生产流程,进而降低因故障产生的经济损失,此举亦大幅度缩短了非必要的停机时长,并有效提升了泵站的生产效率和运行稳定性。

3.4 自动化、数字化与智能化技术的应用

随着科技的进步,自动化、数字化与智能化技术在大型水利泵站机电设备的安装、检修与维护中得到了广泛应用。在提升作业效能与削减人力消耗的同时,这些技术显著增强了设备在监测、故障诊断与预防性维护方面的性能。调试与安装环节,自动化技术的应用显著提升了作业的精确度和运作效能。在设备安装环节,先进的自动化控制系统助力部分操作实现自动化,有效降低了人工干预的需求,进而显著提升了安装的质效比。在复杂的机电系统中,水泵、电动机等设备得益于自动化控制系统的实时监控,该系统通过对运行状态的持续数据搜集与深入分析,能够自主调节设备的工作参数,进而保证设备始终处于最优运行状态^[6]。

在检修与维护方面,数字化与智能化技术尤其具有优

势。振动监测、现代智能诊断技术,如振动监测、温度监控、故障预警等,能够在设备发生故障前提前预警,避免设备的突发性停机。采用智能化监控系统,设备得以全天候实时监测,并实时搜集运行数据,依托数据分析与智能算法,系统能够对设备潜在的故障及维修周期进行预测,进而辅助操作人员提前布局,确保设备的预防性维护得以顺利实施。泵站的管理与资源的高效运用,得以通过智能化技术的整合,辅以大数据分析和物联网技术的支持,进而实现备件库存、维修记录及设备状态的全方位监控,显著提升其管理效能和资源利用水平。在水利泵站机电设备管理领域,自动化与智能化技术的应用正引领其迈向数字化、智能化的发展轨道,显著提高了泵站的整体运行效率及应急处理水平^[7]。

4 结语

大型水利泵站机电设备的安装与检修工作是确保泵站正常、高效运行的关键环节,涉及设备安装的精准度、故障检测与维护的及时性以及设备长期稳定运行的保障。泵站运行效率因安装技术的科学化、检修管理的严格化以及技术创新的助力而显著提升,故障率随之降低,设备寿命得以延长,进而保障了水利工程整体效益及社会经济价值的最大化。实施大型水利泵站的机电设备的装配与维护作业,是一项涉及多维度因素、技术要求较高的系统性工程,涵盖了作业人员的技术水平、设备品质、管理流程及技术方法等多个层面。通过优化安装技术、强化检修与维护、提升备件管理效率、推进智能化技术的应用,能够有效确保设备的稳定性与高效性,从而为水利工程的顺利运行提供坚实保障。

【参考文献】

- [1]魏临霞.大型水利泵站机电设备安装和检修措施探讨[J].科技与创新,2023(4):141-143.
 - [2]郭海涛.大型水利泵站机电设备安装与检修分析[J].工程技术研究,2022,7(14):111-113.
 - [3]任京芳.大型水利泵站机电设备安装和检修措施[J].中国设备工程,2022(11):184-186.
 - [4]王银东.大型水利泵站机电设备安装和检修措施[J].农业科技与信息,2020(24):115-120.
 - [5]严胜传.浅析大型水利泵站机电设备安装和检修的措施[J].科技资讯,2020,18(2):35-36.
 - [6]杨家颖.大型水利泵站机电设备安装和检修的技术措施[J].农业科技与信息,2019(10):124-126.
 - [7]马罗扣,申林.大型水利泵站机电设备安装与检修措施分析[J].江苏科技信息,2018,35(22):46-48.
- 作者简介:夏旭明(1983—),男,汉族,浙江青田人,本科,重庆大学,研究方向:机电设备安装管理。

水利工程中水库管理与调度优化研究

孙巧叶

禹顺生态建设有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要] 水利工程中的水库, 在防洪、灌溉、供水及发电领域扮演着举足轻重的角色。面对气候变迁与用水需求多样化, 水资源日益紧张, 传统的水库管理与调度模式已不足以应对现代水资源优化配置的需求。通过对水库调度与管理的优化策略研究, 揭示了现行调度过程中的诸多不足, 并据此提出了依托现代信息技术、数据分析与智能调度手段的综合改进途径。文章提出了多目标水库调度模型及其实时调度策略, 并着重探讨了水库管理系统的智能化演进, 通过具体案例实证了其效能的显著提升。经研究证实, 对水库进行优化管理及调度, 不仅能显著提高水资源运用效率, 亦能在遭遇极端气候及紧急状况时, 显著增强应对能力, 对于水资源可持续管理具有极为关键的推动作用。

[关键词] 水库管理; 水利工程; 调度优化; 水资源配置; 智能调度; 数据分析

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15154

中图分类号: TV697.11

文献标识码: A

Research on Reservoir Management and Scheduling Optimization in Water Conservancy Engineering

SUN Qiaoye

Yushun Ecological Construction Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: Reservoirs in hydraulic engineering play a crucial role in flood control, irrigation, water supply, and power generation. Faced with climate change and diversified water demand, water resources are becoming increasingly scarce, and traditional reservoir management and scheduling models are no longer sufficient to meet the needs of modern water resource optimization and allocation. Through the study of optimization strategies for reservoir scheduling and management, many shortcomings in the current scheduling process have been revealed, and based on this, a comprehensive improvement approach relying on modern information technology, data analysis, and intelligent scheduling methods has been proposed. The article proposes a multi-objective reservoir scheduling model and its real-time scheduling strategy, and focuses on exploring the intelligent evolution of reservoir management systems. Through specific case studies, the significant improvement in its efficiency is demonstrated. Through research, it has been confirmed that optimizing the management and scheduling of reservoirs can not only significantly improve the efficiency of water resource utilization, but also significantly enhance response capabilities in the face of extreme weather and emergency situations, playing a crucial role in promoting sustainable water resource management.

Keywords: reservoir management; water conservancy engineering; scheduling optimization; water resource allocation; intelligent scheduling; data analysis

引言

作为现代水利工程的重要组成部分, 水库肩负着防洪抗旱、灌溉供水、发电与生态保护等多样化使命。在社会经济迅猛发展及气候变化愈发严重的背景下, 水资源的配置与运用遭遇着空前的挑战。通常水库调度方法倾向于静态管理, 却未充分纳入动态环境变迁与多元用水需求的考量。在水利工程研究领域, 当前亟须解决的是水库调度的科学化与智能化问题, 旨在优化水资源的配置, 并显著提高水库管理的整体效率。

1 水库管理与调度的基本概述

水利工程领域, 水库管理及调度构成关键要素, 关乎水资源合理配置与高效运用。水利设施中的水库, 其关键职能涵盖防洪、供水、灌溉、发电及生态保护等方面, 实施科学的水库管理与调度策略, 保障水资源的高效配置,

显著增强水库运作的安全与稳定, 对于推动水资源的持续发展具有不可替代的价值。水库的日常运作涉及诸多环节, 涵盖运行管理、水质监护与维护、设施修缮及紧急调配等多个层面。依据实时水文气象信息、流域水资源状况以及用水需求等要素, 对水库蓄水与放水及水位变动进行科学合理调控, 从而保障水库对复杂多变环境及突发状况的适应能力^[1]。

基于经验与人工评估的传统水库调度手段, 通常借助规则制定与操作指南等途径, 执行日常调度作业。在应对复杂的水文气象环境及多元用水需求时, 此方法显现出一定的局限性, 往往难以实现资源的最优配置与实时调控。信息技术的进一步推动下, 水库调度开始广泛应用数学模型、数据分析和智能算法, 以期最大限度地提升水库管理及调度的效率。

现代水库调度不仅仅局限于防洪和灌溉需求的满足,更要考虑到水资源的长远利用、生态环境保护以及气候变化等因素,调度模型也越来越复杂。在多目标水库调度过程中,必须对水库的运作方式实施优化,并协调供水、发电与防洪等不同水利目标间的相互联系。随着这一领域的深入,水库管理及调度理论的研究持续进展,相应的优化策略与技术亦不断演进。面对现代水资源管理的挑战,水库调度优化正逐步融入多目标优化、实时监测调整与智能决策支持等先进技术,旨在达成水资源的最优配置与可持续管理目标。

2 水库调度优化的理论框架

实施水库调度优化策略,旨在借助科学的决策机制,确保水库在特定时空条件下实现资源利用效率的极致化。系统分析及决策过程,调度优化问题不仅关乎操作层面,更复杂,数学模型、优化算法等构成了理论框架,涵盖数据分析与决策支持,构筑了全面优化体系。在数学优化理论的框架下,水库调度所采用的优化模型,对于提升调度效果具有关键作用。线性规划(LP)、非线性规划(NLP)以及整数规划(IP)等调度模型。在决策者面临诸多约束条件时,可助其探寻调度方案的最优解^[2]。

水库调度过程需面对复杂的多目标决策问题。而进行优化处理,水库调度在实际操作中,不仅要注重于防洪、供水、灌溉等单一目的,亦需统筹兼顾发电效能与生态维护等多元诉求,调度模型需应对多目标间的冲突与权衡。采纳诸如加权法、Pareto 优化等多元目标优化策略,从而保障各项目标间的均衡与实质性。在水库调度这一优化流程中,必须充分考量诸多不确定性因素,水库调度面临诸多不确定性,诸如水文气象波动、用水需求起伏以及极端天气事件的发生等。在水库调度优化的理论框架中,引入概率论与统计学方法至关重要。

信息技术的发展推动了数据分析和机器学习技术的应用,这两项技术正逐步成为水库调度优化领域的关键工具。实时调度决策因大数据技术在水库运行数据领域的深入分析而得以实现,深度学习与人工智能技术相辅相成。在优化调度决策规则方面发挥着关键作用,显著提高了调度的效率和准确性。水库调度优化所构建的理论框架,汇聚了数学建模、优化算法、数据分析与人工智能等多元学科,旨在复杂环境里实现水资源的最优配置。

3 现代水库调度方法的研究现状

现代水库调度方法的研究主要集中在优化模型、智能调度技术以及实时调度决策支持等方面。随着信息化技术的发展,水库调度方法从传统的经验性调度逐渐转向数据驱动、智能化的优化调度。现代水库调度方法强调精细化和动态化管理,传统的静态调度方法逐步被更为灵活和智能的动态调度方法取代。基于实时监测数据和气象预报,现代水库调度可以动态调整调度方案,实现实时决策。例

如,运用流域水文数据、气象数据以及实时水位等信息,动态调整水库的蓄水量和放水量,确保水库在变化的环境条件下仍能保持最佳运行状态^[3]。

水库调度的多目标优化方法得到了广泛的应用。众多学者针对目标间矛盾,提出运用多目标优化调度策略。在众多调度方案中,加权法、Pareto 最优解与目标规划法等策略,凭借对不同权重或优化目标的设定,实现了在兼顾多重目标的前提下,输出效益更高的调度结果,计算能力的增强催生了基于大数据分析和云计算的调度优化技术。此技术正逐步成为解决大规模水库调度难题的关键手段。随着智能化技术的不断进步,水库调度方法也在稳步演进,人工智能与机器学习技术依托历史数据,提炼水库调度决策中的潜在规则,以此助力调度决策的优化。采用深度学习与强化学习等技术,数据驱动下自动挖掘出调度水库的最佳策略,从而优化其调度流程,在多次试验与反馈的循环中,强化学习算法得以寻得最优的调度方案,从而显著增强调度效能。

尽管水库调度方法在现代已取得显著成效,但实际应用过程中仍遭遇诸多难题。在不确定性因素的干扰下,如何确保复杂环境中的调度决策准确且有效,实乃当前亟待解决的难题。在数据采集与处理领域,技术难题尚存,特别是在偏远地带及恶劣气候环境下,实时数据传输与处理效能亟待提升,众多地区在水库管理领域面临智能化调度系统构建与运用过程中,对技术及基础设施构建所提出的高标准要求,此乃一大难题。在水库调度领域,方法的发展趋势正朝着智能化与动态化迈进,同时追求多目标优化。尽管如此,仍需应对数据加工、模型匹配及技术应用等领域的诸多挑战,技术发展日新月异,水库调度方法将迈向高效智能的管理新纪元。

4 水库调度优化的关键技术与策略

水库调度优化的关键技术与策略涉及多个方面,包括数学模型、实时调度、智能算法以及大数据技术等。针对水库资源进行最优配置,所采取的优化策略需全面考量大坝的多样目标、环境变迁和诸多不确定性的要素。水库调度优化过程中,数学模型的作用举足轻重,借助线性规划(LP)、非线性规划(NLP)等优化模型,对水库调度过程中的决策变量、约束条件与目标函数进行精确阐述,以辅助决策者在多元运行模式中挑选出最佳策略。在水库调度领域,构建的数学模型必须全面考量蓄水、放水以及水位变化等关键要素,并需准确揭示不同调度目标间的矛盾与调和机制。在解决多目标优化问题时,运用加权法以及Pareto 最优解等策略,有助于决策者实现各项目标的均衡考量,探寻最理想的资源配置途径^[4]。

实时调度技术在水库管理中也起到了重要作用。通过实时获取水库水位、流量、气象等关键数据,调度系统得以灵活调节水库运作模式,确保水资源得到最优配置。

随着物联网（IoT）的演进，使得传感器技术驱动下的实时数据采集与传输能力显著增强，有力地支撑了实时调度的数据需求。在应对多样化的用水需求和气候变化等条件下，该实时调度系统适时调整其调度策略，以保障水库的运行安全与稳定。在水库调度优化领域，智能算法扮演着关键角色，其应用对于提升调度效果具有显著影响。调度系统凭借机器学习与深度学习算法，能从庞杂的历史数据中挖掘出规律，进而对水文气象条件进行预测，并据此做出先见之明的决策。水库调度领域广泛采纳了这一智能决策的常见技术——强化学习算法，在模拟水库运行及调度方案实施过程中，强化学习技术通过不断试错，持续优化决策策略，力求实现调度方案的最优化。

水库调度借助大数据与云计算技术，其优化流程正日益趋向精确与高效。通过对海量历史资料的剖析与构造模型，水库的调配作业能够即时映照现有的水文气象状况，进而依托数据剖析进行预测及决策制定。借助云计算，数据处理能力显著增强，助力水库调度从传统人工模式迈向智能化与数据驱动的新范式。实施水库调度过程中，关键技术涵盖数字建模、实时调度、智能算法以及大数据分析等方面。水库调度技术的运用，不仅显著提高了调度效率和精确度，更为未来水资源应对挑战构筑了坚实的支撑^[5]。

5 水库管理系统的智能化建设

随着信息技术和智能化技术的快速发展，水库管理系统的智能化建设已成为水利工程领域的重要趋势。智能化水库管理系统通过引入自动化监测、数据分析、人工智能等先进技术，能够实现水库管理的实时、精细化和自动化，提高水库运行效率，增强调度的科学性和应对突发事件的能力。智能化水库管理系统的建设依赖于强大的数据采集和传输能力。通过部署先进的传感器和物联网技术，能够实时监控水库的水位、流量、气温、降水量等多项指标。这些数据通过无线通信网络实时传输至中央管理平台，为调度人员提供精确的实时信息，帮助决策者及时调整运行策略^[6]。

在构建智能化水库管理系统过程中，强大的数据处理与分析能力不可或缺。水库管理系统依托大数据技术与云计算平台，实现海量数据的存储、建模与分析，实时对各类数据予以处理与解析，并预测水库未来运行态势。系统通过运用数据分析手段，为管理人员提供调度决策所需的数据支撑，助力其实现更加科学精准的决策制定。对于智能化水库管理系统而言，人工智能技术的运用扮演着至关重要的角色，算法如机器学习与深度学习，能从历史数据中汲取经验，预测水文气象，为水库调度提供智能化决策支撑。通过对过往气象与水文资料的深度学习模型训练，

模型得以精确预判未来水流量及水位等关键指标。此举为调度决策提供了更为精准的数据支撑，运用强化学习算法，水库调度策略得以自动调整，持续优化水库管理效能。

应急响应功能是智能化水库管理系统的关环，其灵活度不可或缺。在面临突发状况时，管理人员依托智能决策系统，能够迅速做出应对措施，进而通过自动化手段对水库的运作模式进行相应调整。面临洪水侵袭，智能系统可自动调整水库的泄洪流量，以降低灾害所带来的损害。面对极端气候环境，系统凭借预测数据动态调整其调度策略，旨在保障水库运行的安全与效率。智能化建设的实施，使得水库管理系统得以提升管理效能与精确度，并有效应对水资源管理中所面临的愈发复杂的挑战，为保障水资源管理提供了坚实的技术支撑。通过持续推动技术革新，智能化水库管理系统将作为水资源管理领域的关键工具，为水库的持续运作提供坚实保障^[7]。

6 结语

随着信息技术和人工智能的快速发展，未来水库管理系统将更加智能化、精细化，能够实时应对动态变化的水资源需求和气候条件，为水资源的可持续管理提供坚实的保障。然而，智能化水库调度系统的推广仍面临技术、数据和管理等方面的挑战，需要进一步加强理论研究与工程实践的结合，以确保水库管理系统在复杂环境中的有效运行。在未来的研究中，应更加注重水库调度与生态环境、社会需求等因素的综合考量，进一步提高调度优化模型的适应性和鲁棒性，为水利工程的可持续发展做出更大贡献。

【参考文献】

- [1] 丁得瑾. 水库运行管理及调度常见问题分析[J]. 农业灾害研究, 2024, 14(9): 265-267.
- [2] 王瑞, 颜世栋, 王齐浩. 丁东水库现代化水库运行管理矩阵试点建设[J]. 大坝与安全, 2024(4): 17-21.
- [3] 赵永涛, 党永超. 大型水库大坝安全管理应急预案编制实践和探讨[J]. 人民黄河, 2024, 46(1): 121-122.
- [4] 万爽. 水库调度效益综合分析及运行与调度管理建议[J]. 水利科学与寒区工程, 2024, 7(6): 82-84.
- [5] 董炜. 信息自动化在水库运行管理中发挥的功能和作用[J]. 珠江水运, 2024(6): 32-34.
- [6] 陈扬沼. 水库大坝运行管理及调度常见问题分析[J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51(12): 150-152.
- [7] 闫博, 张鹏程. 试论水库运行管理及调度的有效方法[J]. 农业灾害研究, 2023, 13(7): 248-250.

作者简介: 孙巧叶 (1980.2—), 单位名称: 禹顺生态建设有限公司; 毕业学校和专业: 天津大学, 工程造价管理。

低压线路漏电的常见原因及排除技巧总结

吴培享

金华永和氟化工有限公司, 浙江 金华 321000

[摘要]随着电网负荷增加以及设备老化,传统的漏电检测手段逐渐无法满足现代电网的要求。尽管漏电保护器(RCD)能够在漏电流超过预设值时切断电源,但在复杂电网环境下,故障定位的准确性及响应速度仍存在一定问题。为了弥补这些不足,新的漏电故障检测技术逐步得到应用,尤其是剩余电流特征分析、Hausdorff 距离算法以及拓扑自动识别技术等方法,凭借其较高的灵敏度与实时响应能力,已在漏电故障检测领域展现出较大的潜力。本篇文章将探讨这些新技术在低压线路漏电故障检测中的应用及其优势,旨在为电力系统的故障诊断提供更加可靠的技术支持。

[关键词]低压线路; 漏电故障; Hausdorff 距离算法; 拓扑自动识别

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15140

中图分类号: TM642

文献标识码: A

Conclusion of Common Causes and Troubleshooting Technology for Low Voltage Circuit Leakage

WU Peixiang

Jinhua Yonghe Fluorine Chemical Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 321000, China

Abstract: With the increase of power grid load and equipment aging, traditional leakage detection methods are gradually unable to meet the requirements of modern power grids. Although residual current devices (RCD) can cut off power when the leakage current exceeds the preset value, there are still certain issues with the accuracy and response speed of fault location in complex power grid environments. In order to compensate for these shortcomings, new leakage fault detection technologies have gradually been applied, especially residual current feature analysis, Hausdorff distance algorithm, and topology automatic recognition technology. With their high sensitivity and real-time response capability, they have shown great potential in the field of leakage fault detection. This article will explore the application and advantages of these new technologies in low-voltage line leakage fault detection, aiming to provide more reliable technical support for fault diagnosis in power systems.

Keywords: low voltage lines; leakage fault; Hausdorff distance algorithm; topology automatic recognition

引言

传统的漏电检测方法虽能够对部分故障进行监测,但面对日益复杂的电网结构,传统技术的精度及响应速度已无法满足需求。设备老化、运行负荷过大及外部环境变化等因素,常使得漏电故障变得隐蔽且复杂,传统的检测手段无法快速识别这些潜在故障,从而影响电网的稳定运行。因此,如何提升漏电故障的检测精度及响应速度成为电力系统亟待解决的问题。近年来,借助现代信号处理技术及智能算法,新的检测方法逐渐得到应用,这些方法通过对电流波动、频率成分变化等特征的精准分析,能够有效识别电网中的潜在故障,避免问题的扩展。

1 低压配电网管理模式的发展与现状

1.1 TN-C 系统的发展与局限

在我国低压配电网发展的早期阶段, TN-C 系统(即前苏联的“接零”系统)被广泛采用,其主要通过零序保护实现接地故障的防护。由于 TN-C 系统为了节约成本,未设置单独的 PE 线,零序电流互感器只能包绕三根相线而无法包括 PEN 线。在正常情况下,零序电流互感器检测到的是三相不平衡电流,而接地故障发生时会增加接地故障电流。因此, TN-C 系统的零序电流保护整定值需要设

置较高,通常达到数十安培甚至数百安培。由于整定值过大,该系统在实际运行中无法有效防护接地电弧火灾,也难以对人体触电提供足够保护,仅在某些情况下具备高于过电流保护的灵敏度。

1.2 IEC 标准引入后的改进

随着国际 IEC 标准的引入,我国低压配电网逐步推广 TN-S、TN-C-S、TT 及 IT 系统,这些系统引入了单独的 PE 线,极大地改善了接地故障的防护效果。同时,配电网中大量应用剩余电流动作保护装置(RCD)。与 TN-C 系统相比,这些系统的 RCD 电流互感器包绕相线和中性线,而不包绕 PE 线。RCD 的整定值仅需避开被保护回路的正常对地泄漏电流,这使得动作灵敏度显著提高,其整定电流可以低至数十毫安甚至数百毫安。此外,额定动作电流不超过 30mA 的高灵敏度 RCD 可以用作直接接触电击的附加防护,为人体触电和电气火灾的防护提供了更加有效的手段。

1.3 剩余电流动作保护装置技术发展

剩余电流动作保护装置(RCD)的工作原理从最初的电压动作型逐渐被电流动作型所取代,主要发展出四种方法。第一种是幅值比较法, RCD 通过检测剩余电流的幅度是否超过整定值来动作。这种方法被广泛应用,但由于正

常线路中存在一定的剩余电流,导致保护死区较大,整定值较高,难以满足人体触电保护的灵敏度要求^[1]。第二种是电流脉冲法,通过检测剩余电流的突变幅值来触发保护动作,减小了死区问题,但该方法对电流相位差较为敏感,在实际应用中容易发生拒动或误动。第三种是鉴相鉴幅法,该方法综合剩余电流的幅值变化和相位变化来判断故障,进一步减少了保护死区,但其设备构成复杂,整定难度较大,且在剩余电流相位变化较小时仍可能出现拒动现象,实际运行效果不够理想。第四种是相量突变量法,该方法通过计算故障前后剩余电流的相量变化来作为动作判据,能够有效克服正常运行时剩余电流的影响,灵敏度较高。然而,该方法对测量误差和线路负荷变化较为敏感,容易受到干扰,在实际应用中仍存在一定局限性。

1.4 当前管理模式的挑战与前景

目前,我国低压配电网管理模式已从传统的零序保护发展为多种系统并存,并且通过大规模应用剩余电流动作保护装置(RCD)提高了配电网的安全性。然而,随着电网和负荷复杂度的提升,漏电故障形式呈现多样化和复杂化,传统基于工频信号检测的保护技术在某些情况下难以全面满足实际需求。未来,低压配电网管理模式的发展需要重点提高RCD的灵敏度和可靠性,降低拒动与误动概率,同时针对非工频信号的漏电故障研发更加智能化的检测与保护技术。此外,结合大数据和人工智能技术,构建低压配电网的智能管理模式,将进一步提升系统的安全性和运行效率,从而更好地适应现代社会对电力系统的高安全性和高可靠性要求。

2 低压线路漏电的常见原因分析

2.1 绝缘老化与破损

随着使用时间的延长,低压线路中的绝缘材料逐渐退化,尤其在高温、湿润或紫外线强烈照射的环境下,老化现象更加明显。绝缘层的介电强度随着时间逐步降低,使得电流泄漏的风险大幅提升。当线路遭受机械损伤、化学腐蚀或发生过载时,绝缘层破损的几率增大,从而加剧漏电问题^[2]。绝缘退化不仅使漏电的可能性增加,还可能引发设备损坏或短路,严重影响电力系统的安全与稳定。

2.2 潮湿环境与污染因素

潮湿环境和污染物的积聚是低压线路漏电的重要诱因。高湿度条件下,水汽凝结在绝缘材料表面,形成导电膜,从而大幅降低绝缘电阻,使漏电现象更为频繁。同时,灰尘、油污及盐分等污染物长期沉积在电缆表面,容易形成导电通道,进一步加剧电流泄漏。在沿海及工业区,恶劣的环境条件使污染积累更加严重,进而影响线路的长期稳定性与运行可靠性。

2.3 线路敷设不当

低压线路的安全性受到敷设质量的直接影响。接地线未按技术标准布设、线路接头绝缘处理不到位等问题,均

会导致线路绝缘性能的下降,增加漏电的概率。若线路弯曲半径过小或线路间距不足,电气间隙就会受到压缩,进而提高漏电风险。在工程施工中,赶工可能导致工艺细节被忽视,隐性故障因此逐渐积累,增加了事故发生的几率,危及系统稳定性。

2.4 接地系统缺陷

接地系统的设计不足或长期运行中的老化问题常是漏电事故发生的关键因素之一。若接地电阻过大,故障电流无法有效引流,剩余电流保护装置的作用将受到限制。在实际运行中,接地网可能因腐蚀、断裂或接触不良而失效,从而无法提供足够的故障电流引导。在一些地质条件较差的地区,接地装置往往难以满足标准要求,从而加大了电网漏电的风险,且延迟了故障电流的释放,进一步危害电力系统的安全。

2.5 用电设备内部故障

低压线路所连接的用电设备出现内部故障时,往往会导致隐蔽的漏电现象。设备绝缘层因老化或裂纹损坏,或电路板因受潮产生异常泄漏电流,均可能引发漏电事故。元件的过载、焊点脱落或设计缺陷等问题,也会引发短路,威胁到线路的稳定性。

2.6 外力破坏或人为因素

在施工中,挖掘等外部因素可能导致线路绝缘层损坏,进而引发漏电。同时,若操作人员未按规范执行或设备维护过程中出现失误,也可能导致线路的绝缘损伤^[3]。外部破坏与人为疏忽,通常会导致接地系统的连接不良,从而使漏电风险加大,影响电力系统的安全运行。

3 低压线路漏电故障的检测与诊断技术

3.1 低压配电系统线路剩余电流特征分析

在低压配电系统中,剩余电流特征的分析为漏电故障检测提供了至关重要的依据。随着线路或设备绝缘性能的退化,漏电流开始逐步显现。在漏电流超过预设值时,漏电保护器(RCD)会迅速切断电源,避免更严重的电气事故,有效地确定故障的具体位置及其严重程度。漏电问题的检测,依赖于对电流特征的精确监测。在实际运行中,电流的波动、频率成分变化以及峰值的变化都能反映出电网潜在的故障问题。通过分析这些电流特征的细微变化,漏电故障可在初期被识别。波动特征通常在漏电问题的发生初期出现,频率特性变化则常常意味着更复杂的故障模式。对这些变化进行有效的监控,可以尽早发现问题,避免故障蔓延,确保电网的稳定运行。电流峰值变化的细致分析同样是故障定位的重要依据,进而提高了排查的准确性。

3.2 基于 Hausdorff 距离的漏电流故障监测方法

Hausdorff 距离算法在漏电流故障监测中的应用具有显著优势,能够准确识别电流波形的变化并快速定位故障。①算法概述: Hausdorff 距离(Hausdorff Distance)作为一种常见的集合差异度量方法,广泛应用于漏电流故

故障的监测。在电流波形的正常运行与故障状态之间，算法通过比较几何特征的差异来识别故障。通过计算电流分布在不同状态下的偏差，能够迅速确定故障点。相较于传统监测方法，Hausdorff 距离算法对电流波形中的微小变化具有更高的敏感度，能够及时识别细微波动，进而准确定位漏电流故障的位置。这种特性使得电力系统在故障初期就能够采取有效措施，避免故障进一步扩展。同时，算法对不同电网环境的适应能力较强，能够在多变的工作条件下维持高效的监测精度。②计算公式：Hausdorff 距离的计算公式如下所示：

$$d_H(A, B) = \max \left(\sup_{a \in A} \inf_{b \in B} \|a - b\|, \sup_{b \in B} \inf_{a \in A} \|a - b\| \right)$$

在该公式中， A 与 B 分别代表正常运行状态与故障状态下的电流波形； a 与 b 是集合 A 与 B 中的点； $\|a - b\|$ 表示点 a 与点 b 之间的欧几里得距离。Hausdorff 距离通过计算集合 A 中每个点与集合 B 中最近点之间的最大距离，以及集合 B 中每个点与集合 A 中最近点之间的最大距离，来度量两种电流波形之间的最大偏差。③算法流程：在实际应用中，电流信号首先通过传感器进行采集，得到正常运行状态与故障状态下的电流波形。采集到的数据将经过噪声滤波与标准化处理，确保信号的清晰度与稳定性。随后，系统会计算电流波形的 Hausdorff 距离，并将两者进行比较。若计算得到的 Hausdorff 距离超过预设阈值，系统会判定发生了漏电流故障。④算法优势：Hausdorff 距离算法对电流波形的微小变化具有高度敏感性，可以快速响应并识别漏电流故障。这种高灵敏度使得电力系统能够在故障发生初期快速识别问题，防止故障扩展。算法具备较强的适应性，能够在复杂的电网环境中稳定运行，并提供准确的监测结果。

3.3 拓扑自动识别技术

随着低压线路漏电故障检测与诊断技术的发展，电力系统中潜在问题的应对能力得到显著提升，特别是在漏电故障的早期识别方面，起到了关键作用。漏电故障检测中的剩余电流特征分析至关重要。当设备或线路的绝缘性能下降时，漏电流便开始出现，这时漏电保护器（RCD）会切断电源，以防止故障的蔓延。通过对电流波动、频率变化及峰值波动进行分析，可以在故障发生的初期就准确定位故障的地点及严重程度，进而提高排查效率，保障电网的安全性。Hausdorff 距离算法在漏电流故障监测中得到了广泛应用。该算法通过对比不同工作状态下电流分布的几何特征，能够迅速识别漏电故障。与传统方法不同，Hausdorff 距离算法对电流波形变化的敏感性较高，甚至可以检测到微小的波动，并迅速精确地定位故障点。在实际应用中，监测系统通过历史数据设定判据，基于正常运行状态来设定适当的监测阈值。若电流波形超出设定范围，系统会自动触发报警，从而提示可能的故障。监测过程包

含数据采集、特征分析、距离计算及故障判断等步骤，确保故障能够在短时间内被准确定位。Hausdorff 距离算法的实际应用需要依赖多种设备，包括智能电表、漏电保护装置以及电流传感器等。这些设备实时采集电流数据，并将其传输至中央处理系统进行分析。常见的设备如智能漏电保护器（RCD）、数字电流传感器及数据采集模块，配合算法的使用，能够自动识别电流波形的差异，及时发出漏电故障的警报。随着电网数据量的不断增加，Hausdorff 距离算法的精度也在不断提升，监测系统的灵敏度与适用性随之增强。不仅提升了漏电故障早期检测的能力，也为电网智能化管理提供了有力的技术支持。

4 低压线路漏电的排除技巧总结

4.1 漏电故障的预防措施

低压线路漏电故障的发生，不仅影响电力系统的稳定运行，还可能对设备及人员安全构成严重威胁。为了有效预防漏电问题，必须采取一系列针对性的措施。定期检查线路的绝缘性能，是防止漏电故障的基础。随着时间的推移，电缆及接头处的绝缘层会逐渐老化，从而形成漏电隐患。借助兆欧表等专业设备，对线路进行周期性测试，有助于及时发现绝缘层的异常，避免故障的发生。此外，优化线路敷设及接地设计至关重要。在设计线路时，需保证电缆布设合理，避免过度弯曲或受外力损伤。接头部位的绝缘材料应符合严格标准，以确保长期使用中的安全性。接地系统的设计同样不能忽视，应满足相关规定，特别是在长线路的配置中，要合理布置接地电极和接地网，确保接地电阻处于合规范围。环境因素对低压线路的影响不容忽视。潮湿或污染严重的环境，会加速线路绝缘层的老化，从而导致漏电隐患。因此，在电缆的选材及敷设过程中，应尽量选择具有较高耐湿性和抗污染性的材料，并避免将电缆暴露在不利的环境中。

4.2 漏电故障的快速排查与处理方法

在漏电故障发生时，迅速定位故障点并采取有效处理措施，是恢复电力系统正常运行的关键。利用漏电保护器进行故障定位，是一种行之有效的方法。漏电保护器能够在漏电发生时自动切断电源，通过分段断开各个回路，可逐步排查，精确定位故障区域，从而提高故障排查效率。针对长线路的漏电故障，通过将线路分为多个检测段，逐段测试，不仅能够快速缩小故障范围，还能有效减少重复检测的工作量。此外，使用万用表、兆欧表等测量工具进行精确测试，能够帮助定位漏电点。通过对电流、电压及绝缘电阻的精确测量，及时发现微小的电流泄漏，从而更快地找到故障源，减少漏电对系统安全的影响。

4.3 针对特殊场景的漏电处理技巧

在潮湿环境下，水分的积聚会导致线路绝缘性能下降，形成漏电隐患。对于缺乏接地线的情况，可以通过浇湿地面作为接地参考点，利用其自然的导电特性进行漏电

检测。在高温环境中,绝缘材料容易受到热老化的影响,导致其性能下降,从而引发漏电故障。为此,检查高温环境下线路的绝缘状态尤其重要。除了常规检查外,还应特别关注因温度升高导致的绝缘层老化现象。及时修复或更换老化部件,能够有效降低漏电风险。在设计阶段,适当选择耐高温的电缆材料,或者合理规划线路布置位置,可以从根本上减少高温对线路的负面影响。对于老旧线路,漏电问题往往更为复杂。由于长期使用,线路中的电缆、接头等组件的老化现象非常常见,造成绝缘失效或接地不良。针对这一问题,进行线路的改造和升级是解决漏电隐患的关键。通过更换老化的电缆部件,优化接地系统,确保接地电阻符合标准,能够有效消除长期以来的漏电隐患。此外,借助智能监控系统对线路进行实时监测,不仅能在早期发现问题,还能提高整个电力系统的安全性。

5 结语

在低压线路漏电故障检测领域,随着新技术的应用,检测精度与响应速度已有了显著提升。剩余电流特征分析不仅能够监测电流波动,还能通过频率及峰值变化及时发

现潜在的漏电问题。Hausdorff 距离算法能够敏感捕捉电流波形的微小变化,从而快速定位故障源,防止事态进一步恶化。结合拓扑自动识别技术,故障定位的精度得到进一步提高。这些技术在电力系统中的应用,显著提高了故障检测的效率。然而,当前技术仍面临实时数据处理、误报率控制等问题,未来的研究应侧重于优化检测精度、降低误报率、提升系统实时响应能力。

[参考文献]

- [1]姚毅杰,张森. 低压线路漏电故障定位仪的设计[J]. 通信电源技术,2020,37(3):149-150.
 - [2]王珂柯,陆森森. 探究低压线路常见电气火灾原因的分析认定及预防措施[J]. 中国建材科技,2021,30(5):188-189.
 - [3]李晓东. 低压线路常见故障与运行维护管理措施探析[J]. 电工技术,2024(1):209-211.
 - [4]吴克祥,邹艳丽. 基于源荷节点对供电效率的分布式电站并网选址研究[J]. 计算物理,2024,41(4):515-522.
- 作者简介:吴培享,男,目前就职单位:金华永和氟化工有限公司,职务:电工。

低温多效蒸发浓缩与高温旁路烟道蒸发技术在脱硫废水零排放中的联合应用研究

任楠楠

华电水务工程有限公司, 北京 100160

[摘要] 脱硫废水的零排放处理是环保领域的重要课题, 低温多效蒸发浓缩 (MEE) 与高温旁路烟道蒸发技术 (HTS) 因其高效的水处理能力和较低的能耗, 被广泛应用于工业废水处理。文章结合这两种技术, 研究其在脱硫废水零排放中的联合应用。通过对低温多效蒸发与高温旁路烟道蒸发技术的工作原理、优缺点及应用场景进行分析, 提出将两者结合的创新性方案, 并通过实验研究验证其在脱硫废水中的可行性和处理效果。结果表明, 联合应用该两种技术能够大幅度提高废水处理效率, 降低能耗, 实现废水的零排放目标, 为相关工业领域提供了可借鉴的技术路线。

[关键词] 脱硫废水; 低温多效蒸发; 旁路烟道蒸发; 零排放; 废水处理

DOI: 10.33142/hst.v8i1.15152

中图分类号: X773

文献标识码: A

Joint Application Research on Low-temperature Multi Effect Evaporation Concentration and High-temperature Bypass Flue Evaporation Technology in Zero Discharge of Desulfurization Wastewater

REN Nannan

Huadian Water Engineering Co., Ltd., Beijing, 100160, China

Abstract: Zero discharge treatment of desulfurization wastewater is an important issue in the field of environmental protection. Low temperature multi effect evaporation concentration (MEE) and high-temperature bypass flue evaporation technology (HTS) are widely used in industrial wastewater treatment due to their efficient water treatment capacity and low energy consumption. The article combines these two technologies to study their joint application in zero discharge of desulfurization wastewater. By analyzing the working principles, advantages and disadvantages, and application scenarios of low-temperature multi effect evaporation and high-temperature bypass flue evaporation technologies, an innovative solution combining the two is proposed, and its feasibility and treatment effect in desulfurization wastewater are verified through experimental research. The results indicate that the combined application of these two technologies can significantly improve wastewater treatment efficiency, reduce energy consumption, and achieve the goal of zero discharge of wastewater, providing a reference technology route for related industrial fields.

Keywords: desulfurization wastewater; low-temperature multi effect evaporation; bypass flue evaporation; zero emissions; waste water treatment

引言

脱硫废水是燃煤电厂脱硫过程中产生的废水, 含有大量的有害物质和高盐分, 若未经处理直接排放将对水资源造成严重污染。随着环保要求的不断提升, 脱硫废水的零排放处理成为亟待解决的难题。低温多效蒸发浓缩技术 (MEE) 和高温旁路烟道蒸发技术 (HTS) 作为两种成熟的废水处理技术, 在能源利用率和处理效果方面具有较大优势。本文通过探讨这两种技术的联合应用, 旨在为脱硫废水的零排放提供一种有效的技术方案。

1 低温多效蒸发浓缩技术概述

1.1 低温多效蒸发技术原理

低温多效蒸发 (MEE) 是一种利用多级蒸发过程对废水进行浓缩的技术。基本原理是由多个蒸发器相互串联组成的系统, 要求后效的操作压强和溶液的沸点均较前效的低, 因此可以引入前效的二次蒸汽作为后效的热源被利用。通过多级的热量回收利用, 能大幅度提高热效率, 降低整

体的能源消耗。MEE 技术能够在能源消耗最小化的前提下, 处理大量废水, 并达到高浓缩度的效果^[1]。

1.2 低温多效蒸发的应用领域

低温多效蒸发技术广泛应用于化工、制药、食品加工、电力等多个行业, 尤其是在需要对高盐度废水进行浓缩处理的场合。典型的应用包括脱硫废水处理、盐化废水处理、含有有机物的废水浓缩等。在电力行业中, MEE 技术被广泛应用于火电厂脱硫废水的处理, 经过浓缩可以大幅减少废水的排放量, 从而降低对水资源的需求和污染风险, 提高蒸汽利用率。此外, MEE 还在海水淡化、乳制品生产、化工液体浓缩等领域得到应用, 表现出优异的节能和环保性能^[2]。

1.3 低温多效蒸发的优缺点分析

(1) 优点

能效高: 通过多效蒸发技术的热量回收机制, 能效比单效蒸发大幅提高, 能源消耗较低。

环保: 由于采用低温蒸发, 能够减少有害气体的排放,

符合环保要求。

高浓缩比：能够将废水浓缩至较高的盐度，有助于废水的资源化处理。

适用性强：对高盐度、高浓度废水处理效果显著，适用性强。

(2) 缺点

初期投资较高：设备的购买和安装费用较高，需要较长的投资回报期。

运行复杂：MEE 系统的运行和维护较为复杂，要求操作人员具备一定的技术水平。

设备占地面积大：由于多效系统的多级设计，其占地面积相对较大，影响了空间的利用。

适用性受限：对于低盐度、低浓度的废水处理效果较差，需要根据废水特性选择合适的蒸发系统。

2 高温旁路烟道蒸发技术概述

高温旁路烟道蒸发技术是一种应用于脱硫废水零排放处理的有效方法。其原理是通过锅炉烟气的热量直接蒸发废水，热源取自 SCR 出口与空气预热器的入口之间热烟气，经过蒸发装置后排入低温省煤器前总烟道，产生的固体颗粒物附着在烟尘颗粒上，最终通过除尘器捕集并与粉煤灰共同实现资源化利用。这种技术具有投资和运行成本低、流程简单、无二次污染等优点，逐渐成为脱硫废水处理的主流工艺。

(1) 技术原理与雾化方式

该技术的核心在于将脱硫废水雾化成细小液滴，这些液滴与高温烟气发生传质和传热作用，最终被蒸发。根据雾化方式的不同，主要有两种技术：三流体雾化蒸发技术和旋转雾化蒸发技术。三流体雾化技术具有占地面积小、单个喷嘴独立运行和检修方便的优势，而旋转雾化技术则存在占地面积大、检修不便等问题。高温旁路烟道蒸发技术通过雾化喷头控制液滴粒径，使液滴与烟气在旁路烟道内充分混合，实现高效蒸发。

(2) 系统结构与废水处理流程

该技术的热源来自 SCR 后、空气预热器前的烟道，出口位于空气预热器后、除尘器前烟道。通过电动隔离挡板实现旁路烟道与主体烟道的隔离，从而保障电厂的稳定运行。废水通过管道输送至旁路烟道的高效雾化喷头，并由空压机调节气液比控制雾化液滴的粒径在 $50\ \mu\text{m}$ 以内。在高温烟气 ($330\sim 350^\circ\text{C}$) 的作用下，废水被迅速蒸发，盐类物质析出并附着于烟气中的粉尘颗粒上，被除尘器捕集，最终进入粉煤灰中进行资源化利用。水蒸气则随烟气进入脱硫塔，在冷凝后补充脱硫工艺用水，完成零排放目标。

3 脱硫废水的处理现状与技术挑战

3.1 脱硫废水的主要成分与处理难点

脱硫废水主要来源于燃煤电厂的烟气脱硫工艺，具有一系列典型的特点。首先，它的含盐量极高，通常达到很高的总溶解固体 (TDS) 水平，且含有大量的氯化钠、硫酸钠、硫酸铵等溶解盐分。此外，废水中还可能含有氨氮、

氟化物以及少量的重金属元素如铅、汞等。这些成分为脱硫废水的处理带来了很大挑战。

废水的高硬度和高悬浮物 (SS) 含量是另一个难点。由于其中含有大量的悬浮固体，传统的过滤或沉淀技术往往无法完全去除，导致废水处理效果不理想。尤其在高浓度的废水处理中，悬浮物可能在设备内形成沉积，影响设备的正常运行。进一步的问题是，脱硫废水通常呈酸性，pH 值较低，这增加了设备的腐蚀性，要求处理系统具备更强的耐腐蚀性能。

此外，废水中的氨氮和氟化物含量较高，传统的水处理技术（如物理吸附、化学沉淀等）难以完全去除这些成分，这使得废水在达标排放之前往往需要多次处理。氨氮的去除不仅需要较高的处理成本，还可能形成有毒的副产物，如硝酸盐等。氟化物的去除则通常需要使用特殊的吸附材料或化学处理方法，增加了系统的复杂性和运行成本。

更为复杂的是，脱硫废水中的重金属和有机物在处理过程中容易引发二次污染。重金属不仅难以通过传统的物理和化学方法去除，且在去除过程中可能会与其他元素发生化学反应，生成有害的中间产物。与此同时，有机物在处理过程中可能形成不易降解的化合物，进一步加剧了后续处理的难度。这种二次污染的风险不仅影响废水的处理效果，还可能对环境造成新的危害。

3.2 脱硫废水处理的技术挑战

脱硫废水的高浓度、复杂成分和难以去除的污染物使得传统的废水处理技术面临诸多挑战。现有的物理化学方法，如吸附、沉淀和反渗透，虽然在一定程度上能够去除废水中的部分污染物，但面对高盐、高氨氮和重金属的复杂情况，处理效果常常难以达到零排放要求。与此同时，废水量大、处理成本高，也成为了制约技术应用的一大瓶颈。为了应对这些技术挑战，开发高效、低成本的新型处理技术显得尤为重要。研究者们正在探索包括膜技术、电化学处理、生物处理等在内的先进技术，以提高脱硫废水的处理效率和降低能耗。这些新兴技术有望在处理过程中提供更多选择和灵活性，解决传统技术中的瓶颈问题，从而达到更为理想的零排放效果。

4 低温多效浓缩与高温旁路烟道蒸发的联合应用方案

4.1 联合应用技术方案概述

低温多效蒸发浓缩 (MEE) 与高温旁路烟道蒸发 (HTS) 技术的联合应用能够充分发挥两者的优势，以应对脱硫废水零排放的技术挑战。MEE 技术在废水浓缩中表现出高效的热能利用和较低的能源消耗，而 HTS 技术则借助锅炉烟气的热量直接蒸发废水，能够有效降低能耗并避免二次污染。通过将两者结合，可以实现高效的废水处理和零排放目标，同时大幅度提高整体处理能力与系统稳定性。

4.2 联合应用的工作原理

在联合应用方案中，MEE 系统作为初级浓缩设备，通

过多个效能的热交换,实现废水的浓缩处理。废水经过多级蒸发,在逐级加热过程中,废水中的水分被蒸发出来,浓缩废水中的溶解盐分。浓缩后的废水进入 HTS 系统,通过烟气热源进行进一步蒸发。HTS 系统利用锅炉烟气中的高温热量,将废水进一步蒸发,水蒸气与烟气混合后经过冷凝回收,达到零排放的目的。通过这种联合应用,废水的处理不仅提高了效率,而且能耗得到了有效控制。

4.3 联合应用的优势

首先, MEE 技术具有较高的热效率,通过热量回收能够最大限度地降低能源消耗,并实现废水的高浓缩。其次, HTS 技术利用烟气余热,减少了传统蒸发过程中的能耗需求,同时避免了废水处理过程中可能产生的二次污染。两者的结合,不仅可以有效解决脱硫废水中高盐、高氨氮及重金属的去除问题,还能够提高系统的处理能力,减少系统运行成本。与传统单一处理技术相比,联合应用方案能显著降低设备的维护和运营难度。

4.4 技术实施与优化

为了确保低温多效蒸发与高温旁路烟道蒸发技术的最佳协同效果,系统的设计与优化是至关重要的。首先,应根据废水的成分和浓度,合理选择 MEE 系统的蒸发级数,确保热能最大化利用。其次, HTS 系统中的废水雾化喷头应根据废水的特点和烟气温度,优化液滴粒径和雾化方式,以提高蒸发效率并防止结垢现象的发生。最后,系统的控制与监控技术需要进行精确调节,以实现能效和废水处理效果的平衡。

5 联合应用技术在脱硫废水零排放中的实验研究

5.1 实验设计与方案

为了验证低温多效蒸发浓缩(MEE)技术与高温旁路烟道蒸发(HTS)技术联合应用于脱硫废水零排放处理的可行性与效果,设计了一系列实验。实验选用某燃煤电厂脱硫废水作为研究对象,废水的主要成分为氯化钠、硫酸钠、硫酸铵及少量氨氮、氟化物和重金属离子。实验系统包括两大部分:低温多效蒸发浓缩系统和高温旁路烟道蒸发系统。低温多效蒸发系统由三效蒸发器组成,采用热量回收与多级蒸发过程来减少能耗;高温旁路烟道蒸发系统通过高温烟气加热废水,利用雾化喷头控制液滴粒径,以提高蒸发效率。

实验方案分为三个阶段:首先,分别单独运行 MEE 和 HTS 系统,以确定各自的处理能力和能效;然后,将两者结合,构建联合处理系统,通过调节两种技术的热源与操作参数,优化系统的整体处理效果;最后,通过比较不同配置和处理条件下的处理效果,评估联合应用技术的优势。

5.2 实验数据分析与结果讨论

根据实验数据,脱硫废水经过低温多效闪蒸浓缩后,能够显著降低废水中的水分含量,浓缩液的总溶解固体(TDS)水平提升约 50%~70%。在低温多效蒸发(MEE)

阶段,废水经过多级蒸发,水分被逐步蒸发出来,热能的回收利用有效地降低了能耗。接着,浓缩后的废水进入高温旁路烟道蒸发系统(HTS),通过锅炉烟气的热源进一步蒸发水分。实验数据显示,废水的蒸发效率在高温烟气(330~350℃)作用下提升约 30%,而雾化喷头控制液滴粒径后,废水与烟气的接触时间被优化,蒸发过程更加高效。最终,通过此联合方案,脱硫废水中的溶解盐分(如氯化钠、硫酸钠、硫酸铵)有效沉积在烟气中的粉尘颗粒上,经过除尘器捕集后,与粉煤灰共同资源化利用。水蒸气冷凝后回收并补充脱硫塔的工艺用水,实现零排放。

5.3 联合应用技术在脱硫废水中的效果评估

通过综合分析实验数据,联合低温多效蒸发与高温旁路烟道蒸发技术能够在脱硫废水处理中实现显著的节能减排效果。实验表明,联合技术不仅能够提高废水的处理效率,还能有效地降低处理成本。根据处理效果评估,联合应用技术在废水盐度和悬浮固体物质的去除上,优于传统的物理化学方法。

此外,联合系统对不同类型废水的适应性也较强,能够处理多种废水成分复杂的脱硫废水,尤其在高盐度、高浓度废水处理中,联合技术的优势更加明显。整体而言,联合技术为脱硫废水零排放提供了一个高效、节能、环保的技术路径,有助于推动脱硫废水处理技术的进一步发展和应用。

6 结语

本文通过对低温多效蒸发浓缩技术和高温旁路烟道蒸发技术的联合应用进行研究,探讨了其在脱硫废水零排放中的实际效果。研究结果表明,联合应用这两种技术能够显著提高废水处理效率、减少能耗,并实现废水的零排放目标。该技术方案为脱硫废水的处理提供了新的思路和可行性,同时也为其他工业废水的零排放处理提供了借鉴。未来的研究可以进一步优化该技术组合,提升其处理效果和经济性,推动其在实际生产中的应用推广。

[参考文献]

- [1]陈育豪. 燃煤电厂脱硫废水零排放预处理工艺的优化改造[J]. 资源节约与环保, 2024(9): 37-40.
 - [2]陈海杰,李飞,杨树莹,等. 燃煤电厂脱硫废水零排放处理技术比较[J]. 电力科技与环保, 2022, 38(3): 224-231.
 - [3]王水新. 低温多效闪蒸技术处理湿法脱硫废水运行分析[J]. 山西化工, 2024, 44(3): 231-234.
 - [4]张爱民,赵飞,郑铭灏. 高温旁路烟道蒸发技术在脱硫废水零排放处理中的技术对比与应用现状[J]. 环境科学导刊, 2021, 40(6): 67-72.
 - [5]魏俊岭,王剑栋. 基于旁路烟道蒸发的脱硫废水零排放系统设计与应用[J]. 电力科技与环保, 2022, 38(2): 150-156.
- 作者简介:任楠楠(1987.9—),女,高级工程师。

征 稿

Call for Papers

《水电科技》由新加坡Viser Technology Pte. Ltd. 主办，ISSN: 2717-5383（印刷）。本刊长期以来注重质量，编排规范，选稿较严格，学术水平较高，深受高校教师及科研院所研究人员的青睐。本刊为开源（Open Access）期刊，出刊的所有文章均可在全球范围内免费下载，中国知网等国内权威数据库收录。

期刊内容以全球水电工程的勘测、设计、施工、运行管理和科学研究等方面的技术经验为主，同时也报道水电领域的各项先进技术。目前，本刊发行遍及全球各地，是水电科技刊物中影响范围较大、发行量稳定的综合刊物，是水电从业人员“了解世界”的窗口，也是科研技术人员进行学术交流的平台。

《水电科技》期刊主要栏目有：

水利工程、水文水资源、水土保持、防汛抗旱、节水灌溉、勘测规划、能源动力工程、水电建设、电力工程、电气工程、自动化技术与应用、运行维护、技术解决方案、综合研究等。

鼓励水电工程建设各领域的专业技术人员和管理人员以及大专院校相关专业的师生和科研人员来稿，有关国家科技计划、自然科学基金和各种部门、地方、院所科技基金资助项目的文章优先发布。

征文格式与要求：

（1）论文要求：论点新颖，论证充分；设想可行，结论可靠；条理分明，书写清楚，用字规范，上交电子文件（word格式）。

（2）论文格式：题目、作者姓名、工作单位、省份及邮政编码、中英文内容摘要（150字符-300字符为宜）及关键词（3-5组为宜）、正文、参考文献。（附个人简历、邮箱、联系方式及详细收件地址，如：省、市、区、路）。

（3）论文篇幅：字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址：www.viserdata.com



Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址

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

官方网站

www.viserdata.com

