



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

2024

9

第7卷 总第45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

2024年·第7卷·第9期（总第45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：9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

刘文成 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

- 水利工程施工中堤坝防渗加固技术研究..... 徐国巍 1  
新时代下水利工程管理与生态环境的创新融合路径分析  
..... 周远强 4  
农田水利灌溉渠道防渗保温防冻胀技术探析... 周礼 7  
水利工程施工中控制混凝土裂缝的策略探讨.....  
..... 宋祖龙 11  
水利水电工程中水闸施工技术及管理措施研究.....  
..... 鱼彦君 14  
河道堤防护岸工程施工技术在水利工程中的运用研究..  
..... 杨立丽 18  
水利工程中堤防护岸工程施工技术探究..... 段文星 21  
钢筋混凝土施工技术在水利工程中的应用.... 王雪婧 24  
水利灌溉渠道工程中衬砌混凝土施工技术探析.....  
..... 邓英 27  
水利工程混凝土冬季施工技术研究..... 刘诗伟 30  
关于水利工程施工中防渗技术的应用分析... 刘永刚 33  
浅谈大型水利机械在水利水电工程中的应用.....  
..... 郭拥军 宋婧婧 36  
水利工程施工主要问题与安全控制探讨..... 黄和星 39

#### 水文水资源

- 头屯河制材厂水文站“6.17”局地暴雨泥石流研究对策  
..... 高芸 43  
乡镇水务站在农村水利工作中的作用.....  
..... 米博义 赵振虎 46  
甘河子河 2023 年调查巡测报告..... 何玉敬 49

#### 水土保持

- 北京市昌平区水土流失问题与综合治理策略.....  
..... 彭聪 张丽娟 53

## 防汛抗旱

水利防汛工作现状中的问题与解决方法分析.....  
..... 刘冬 刘健 57

## 能源动力工程

风力发电机组叶片螺栓断裂原因分析及解决措施.....  
..... 骆春雨 61

## 水电建设

农村小水电站智能化管理的实现路径分析... 张亚平 64  
水电站安全生产智能管理新路径探究..... 倪军 67

## 电力工程

电网变电站防汛能力提升工作方法研究..... 陈文涛 70  
浅谈电力设备高压试验的方法及安全措施... 褚斌 73  
火电厂脱硝系统 CEMS 环保参数可靠性提升优化.....  
..... 王丽 雍鹏 76  
基于互联网技术的电缆故障测距仪的研究及应用.....  
..... 柳智硕 朱永宁 80  
柔性输电技术在智能电网中的应用研究.....  
..... 伊力哈木·赛麦提 朱永宁 84  
基于物联网技术的变电系统设备状态监测与诊断.....  
..... 卓礼业 87  
智能变电站远程可视化运维与无人值守技术发展分析..  
..... 霍旭阳 90

## 电气工程

电力系统中高压电气设备试验与安全管理建议.....  
..... 朱哲 93  
电气设备维保在非洲环境下的技能培训与发展.....  
..... 郭军昌 96  
电气工程及其自动化控制中 PLC 技术的应用研究.....  
..... 刘纯志 100

## 自动化技术与应用

浅析船舶驾驶自动化在船舶避碰中的应用... 樊建波 103  
电气工程自动化中仪表测控技术的应用研究.....  
..... 谭美玲 106

## 运行维护

中型水库运行管理中常见问题及应对措施... 成新勇 109  
火电厂热控自动化保护装置的检修与维护研究.....  
..... 李欢 潘颖娣 112  
基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台研  
究..... 郑斌 洪凤洋 115  
电网 110kV 变电运维风险与技术检修分析... 杨刚 118

## 综合研究

海上勘察项目中海事安全监管责任风险与对策探讨...  
..... 刘雷 马梓清 刘臻 赵万鹏 122  
电力交易中的分布式光伏收益分析..... 王婧 125

# 水利工程施工中堤坝防渗加固技术研究

徐国巍

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330029

**[摘要]**随着我国经济社会的发展和水资源的日益紧张,水利工程的建设规模和数量不断增加,许多早期建设的水利工程堤坝由于设计不当、施工质量不佳或运行管理不善等原因,存在不同程度的渗漏问题。此外,气候变化、地质灾害等自然因素的影响,也给堤坝防渗工作带来了额外的挑战。因此,开展对水利工程堤坝防渗加固技术的研究和应用,对于提高工程的安全性、保护水资源和生态环境具有重要的现实意义。

**[关键词]**水利工程;堤坝;防渗加固

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13511

中图分类号: TV698.23

文献标识码: A

## Research on Anti-seepage and Reinforcement Technology for Dams in Water Conservancy Engineering Construction

XU Guowei

Jiangxi Water Investment Construction Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330029, China

**Abstract:** With the development of Chinese economy and society and the increasing scarcity of water resources, the scale and quantity of water conservancy engineering construction continue to increase. Many early constructed water conservancy engineering dams have varying degrees of leakage problems due to improper design, poor construction quality, or poor operational management. In addition, the impact of natural factors such as climate change and geological disasters has also brought additional challenges to the anti-seepage work of dams. Therefore, conducting research and application of anti-seepage and reinforcement technology for hydraulic engineering dams is of great practical significance for improving the safety and reliability of the project, protecting water resources and ecological environment.

**Keywords:** water conservancy engineering; embankment; anti-seepage reinforcement

### 引言

水利工程中的堤坝承担着重要的水资源调控和防洪排涝等功能,由于多种因素的影响,堤坝的防渗问题一直是工程建设和运行中的重要挑战之一。渗漏问题不仅可能影响堤坝结构的稳定性和安全性,还可能导致周边土地的涝灾和水土流失等环境问题。因此,对于堤坝防渗加固技术的研究和应用具有重要的理论和实践意义。

#### 1 水利工程堤坝防渗加固技术的重要性

水利工程中,堤坝防渗加固技术的重要性不言而喻。堤坝是水利工程中的重要构筑物,承担着水资源调控、防洪防灾等重要任务。随着时间的推移和自然环境的影响,堤坝的渗漏问题可能会逐渐显现。渗漏不仅会导致水资源的浪费,还可能加剧堤坝的结构破坏,甚至威胁到周边地区的安全。因此,有效的防渗加固技术对于保障水利工程的安全稳定运行至关重要。通过研究和应用先进的防渗加固技术,不仅可以提升堤坝的渗漏防范能力,还能延长其使用寿命,实现水资源的有效利用,确保水利工程的长期可持续发展。

#### 2 水利工程堤坝渗漏原因分析

##### 2.1 土体渗漏机理

堤坝渗漏问题的根源之一是土体渗漏机理。在水利工程中,土体渗漏是指水分或水流沿着土体孔隙或裂缝渗透、

渗漏到土体内部或外部的现象,这一机理通常涉及多种因素的相互作用。首先,土体的孔隙结构是影响渗漏的关键因素之一。土体孔隙结构的大小、形状和连通性决定了水分渗透的路径和速度。当土体孔隙较大、连通性好时,水分容易通过土体孔隙途径渗漏;相反,当土体孔隙较小、分布不均匀或孔隙之间存在障碍物时,水分的渗透性会受到限制,但在一定条件下仍可能发生渗漏<sup>[1]</sup>。其次,土体的渗透性也是影响渗漏的重要因素。土体的渗透性取决于土壤类型、颗粒大小、含水量等因素。通常情况下,砂土、砾石等渗透性较强的土体易发生渗漏,而黏土、粘土等渗透性较差的土体则相对不易发生渗漏。此外,土体的力学性质也可能对渗漏产生影响。例如,土体的压实度、抗渗性等力学性质会影响土体对水分的渗透能力和抵抗渗漏的能力。

##### 2.2 工程施工质量问题

在水利工程堤坝渗漏问题中,工程施工质量是另一个重要的因素。工程施工质量问题可能会导致堤坝结构存在缺陷或瑕疵,从而增加了渗漏的风险。首先,施工过程中存在的工艺技术问题可能导致渗漏。例如,如果施工中未能正确控制混凝土的配比、振捣质量和浇筑工艺,可能会导致堤坝结构内部存在空隙或裂缝,从而使水分通过渗透途径渗漏到土体内部。其次,施工中的材料质量问题也可

能导致渗漏。如果使用的防渗材料质量不达标,或者未能按照设计要求进行材料的选择和使用,可能会降低防渗材料的密封性能,从而增加了渗漏的风险。此外,施工过程中的施工质量控制问题也可能对渗漏产生影响。如果施工过程中存在管理混乱、施工人员技术水平低下或监督不到位等问题,可能会导致施工质量不达标,增加了堤坝渗漏的风险。

### 2.3 设备运行与维护问题

设备运行与维护问题在水利工程堤坝渗漏中也扮演着重要角色。若设备运行不当或维护不及时,可能会直接或间接导致堤坝防渗系统的失效或减效。首先,设备运行不当可能会导致监测系统失灵,进而影响对堤坝渗漏情况的监测和控制。监测系统的失灵可能会延误对渗漏问题的发现和解决,进而导致渗漏问题的加剧或扩大。其次,设备维护不及时或不规范可能会降低设备的运行效率和性能,增加设备故障发生的概率。例如,如果渗漏监测设备长期未进行维护保养,可能会导致传感器故障或数据采集异常,从而影响对渗漏情况的准确监测。此外,设备维护不到位还可能导致防渗设备的老化和损坏,从而降低了其防渗效果。例如,如果防渗设备长期未进行清洗、润滑或更换,可能会导致设备部件的磨损和损坏,从而减弱了其密封性能,增加了渗漏的风险。

## 3 水利工程堤坝防添加固施工技术分类与原理

### 3.1 土工合成材料防渗技术

土工合成材料防渗技术作为水利工程堤坝防添加固的重要手段,其原理基于土工合成材料的优异性能以及其在水利工程中的多功能应用。首先,土工合成材料具有优异的抗渗性能,这些材料通常由聚合物或合成纤维构成,具有较高的强度、柔韧性和耐腐蚀性,能够有效地阻止水分的渗透。通过在堤坝表面或内部铺设或注浆土工合成材料,可以形成一个具有良好密封性能的防渗层,有效地防止水分通过堤坝结构渗漏。其次,土工合成材料具有良好的透水性能,尽管土工合成材料本身具有较强的防渗性能,但其内部的孔隙结构仍然能够允许水分通过,从而实现堤坝内部水分的排放和调控,防止水压造成的渗漏破坏。此外,土工合成材料还具有良好的抗老化性能和耐候性能,能够在不同环境条件下长期稳定地工作。这使得土工合成材料防渗技术具有较长的使用寿命和较低的维护成本,为水利工程的长期稳定运行提供了可靠保障。

### 3.2 地下隔水墙技术

地下隔水墙技术是水利工程堤坝防添加固的重要技术之一,其原理基于构建一个地下的垂直或近乎垂直的隔水墙,以阻止地下水或地表水通过土体渗透到堤坝结构内部。首先,地下隔水墙技术的基本原理是利用防渗材料构筑一个与地表垂直或近乎垂直的墙体,将地下水或地表水阻挡在墙体的一侧,从而防止水分通过土体渗透到堤坝结

构内部。隔水墙通常由钢筋混凝土、深层土浆墙等材料构成,具有较强的抗渗性能和承载能力。其次,地下隔水墙技术的施工过程一般分为钻孔、灌浆、密封等步骤。首先,在堤坝基础或附近地区进行钻孔作业,然后通过注浆或灌浆的方式将防渗材料注入到钻孔中,形成连续的隔水墙体,最后进行密封处理,确保隔水墙与周围土体之间的紧密接触,防止水分通过渗透途径绕过隔水墙。此外,地下隔水墙技术还可根据实际情况选择不同的施工方法和材料。例如,对于地质条件复杂的区域,可以采用潜孔灌注桩技术构建隔水墙;对于土壤较松软的区域,可以采用搅拌桩技术构建隔水墙,以确保隔水墙的稳定性和密封性能。

### 3.3 混凝土防渗技术

混凝土防渗技术是一种常用于水利工程堤坝防添加固的重要技术,其原理是通过构建具有高密实性和耐渗性的混凝土结构,防止水分通过渗透途径渗透到堤坝结构内部<sup>[2]</sup>。首先,混凝土防渗技术的基本原理是利用混凝土材料的高密实性和耐渗性构建一个密封性能良好的防渗层。混凝土具有较高的抗渗性能,能够有效地阻止水分的渗透,从而减少水分通过土体渗透到堤坝结构内部的可能性。其次,混凝土防渗技术的施工过程包括混凝土配制、浇筑和养护等步骤。在混凝土配制过程中,需要严格控制水灰比、砂石比等配合比例,以确保混凝土具有较高的密实性和耐渗性。在浇筑过程中,需要采取适当的振捣措施,确保混凝土在浇筑过程中能够充分密实,形成均匀、紧密的结构。在养护过程中,需要采取适当的保湿措施,以确保混凝土充分硬化和强度发挥提高其抗渗性能。此外,混凝土防渗技术还可以根据实际情况选择不同的混凝土类型和配制方法。例如,对于需要具有较高抗渗性能的区域,可以采用高性能混凝土或添加特殊防渗剂的混凝土;对于需要防止地下水渗透的区域,可以采用低水灰比混凝土或添加防渗剂的混凝土。

### 3.4 其他新型技术

除了传统的土工合成材料、地下隔水墙和混凝土防渗技术外,还存在一些新型的技术用于水利工程堤坝防添加固。这些新型技术在材料选用、施工方法或工程原理上有所创新,为解决堤坝渗漏问题提供了新的思路 and 选择。一种新型技术是聚合物修补材料技术。该技术利用特殊的聚合物材料,通过注射或涂覆的方式修补堤坝结构表面或内部的裂缝和孔隙,形成一个具有较高密封性能的防渗层。与传统的防渗材料相比,聚合物修补材料具有更好的黏结性和柔韧性,能够更好地适应堤坝结构的变形和应力变化,提高了防渗效果的持久性和可靠性。另一种新型技术是地下水位调控技术。该技术通过调整地下水位或地下水流动方向,降低堤坝周围地下水位,减少水分通过土体渗透到堤坝结构内部的压力和数量。地下水位调控技术可以采用地下排水井、地下隔水墙等手段,有效地改善周围地下水

位条件,减少了堤坝渗漏的风险,提高了堤坝的安全性和稳定性。此外,还有一些新型材料和新型施工方法被应用于水利工程堤坝防渗加固中,如纳米材料防渗技术、激光焊接技术等。这些新技术的出现为水利工程堤坝防渗提供了更多的选择和可能性,为解决堤坝渗漏问题提供了新的思路和途径。

## 4 水利工程堤坝防渗加固施工关键技术

### 4.1 渗漏涌水处理技术

渗漏涌水处理技术在水利工程堤坝防渗加固施工中具有重要意义。其主要原理是通过有效的处理手段,控制和处理堤坝结构内部或周围的渗漏水,从而保证堤坝的安全稳定运行。首先,渗漏水处理技术需要根据渗漏水的特点采取相应的处理措施。渗漏水可能是地下水或地表水通过堤坝结构内部或周围的裂缝、孔隙等渗透途径进入到堤坝内部造成的。因此,针对不同类型的渗漏水,需要采取不同的处理方法,如封堵裂缝、加固孔隙等。其次,渗漏水处理技术需要选择合适的封堵材料和施工方法。封堵材料通常采用具有较好抗渗性能和粘结性能的材料,如水泥浆、聚合物修补材料等。在施工方法上,可以采用注浆、喷浆、灌浆等方式将封堵材料注入到渗漏水部位,形成一个密封层,防止水分继续渗漏。此外,渗漏水处理技术还需要注意对施工过程中渗漏水的控制和排除。在施工过程中,可能会由于施工操作不当或封堵材料不足等原因导致渗漏水增加或扩散,因此需要及时采取措施进行控制和排除,确保施工的顺利进行和渗漏水的有效处理。

### 4.2 防渗墙施工技术

防渗墙施工技术在水利工程堤坝防渗加固中扮演着至关重要的角色,核心原理是通过构建一道阻止水流渗透的垂直墙体,防止水分通过土体渗透到堤坝结构内部,以提高堤坝的防渗效果和稳定性。首先,防渗墙施工技术的选择取决于堤坝的具体情况和设计要求。常见的防渗墙类型包括深层土浆墙、搅拌桩墙、潜孔灌注桩墙等。这些墙体的施工原理和方法略有不同,但都旨在形成一个垂直且密实的防渗层,防止水分的渗透<sup>[3]</sup>。其次,防渗墙施工技术的关键在于施工质量的保证。在施工过程中,需要严格控制施工参数,如振捣频率、注浆速度、桩壁质量等,以确保墙体的密实性和均匀性。同时,施工现场的水文地质条件、地下水位等因素也需要充分考虑,以选择合适的施工方法和控制措施。此外,防渗墙施工技术还需要注意墙体的连接和密封。在不同材料墙体相接处和与周围土体连接处,需要采取合适的密封措施,如添加密封材料、设置

防渗层等,以防止水分通过渗透途径绕过墙体。最后,防渗墙施工技术需要严格遵守相关的安全规范和标准。在施工过程中,需要加强对施工现场的安全管理和监督,保障施工人员的安全和施工设备的正常运行。

### 4.3 灌浆技术

灌浆技术在水利工程堤坝防渗加固中具有重要作用,核心原理是通过注入特定的浆料或材料到土体裂缝、孔隙或空隙中,形成一个密实、坚固的封堵层防止水分的渗透。首先,灌浆技术的选择与施工对象和施工环境密切相关,根据堤坝的具体情况和渗漏原因,可以选择不同类型的灌浆材料,如水泥浆、聚合物浆料、膨胀土浆料等。这些材料具有不同的特性和适用范围,可根据实际需要进行选择。其次,灌浆技术的施工过程需要严格控制注浆参数和操作方法。在施工过程中,需要根据土体情况和孔隙特性,合理确定注浆压力、注浆速度、注浆浆料配比等参数,确保浆料能够充分填充到裂缝、孔隙或空隙中,形成坚固的封堵层。此外,灌浆技术还需要注意施工现场的安全和环境保护。在施工过程中,需要加强对施工现场的安全管理,确保施工人员的人身安全和设备的正常运行。同时,还需要注意对施工废水和废浆料的处理,避免对周围环境造成污染。最后,灌浆技术的施工质量需要进行严格的检验和评估。在施工完成后,需要对灌浆部位进行质量检测,检查封堵层的密实性和坚固性,确保其达到设计要求和预期效果。

## 5 结语

在水利工程堤坝防渗加固中,各种施工技术的应用对于保障工程的安全稳定运行至关重要。从土工合成材料到地下隔水墙再到灌浆技术,每一种技术都有着其独特的原理和优势。通过合理选择和组合这些技术,可以有效地解决堤坝渗漏问题,提高工程的防渗效果和可靠性。在未来的工程实践中,我们需要不断总结经验,不断创新技术,以应对日益复杂的工程环境和挑战,为水利工程的安全稳定运行做出更大的贡献。

### [参考文献]

- [1]王江伟. 水利工程施工中堤坝防渗加固技术研究[J]. 价值工程, 2024, 43(11): 136-138.
  - [2]聂玉锋. 水利工程施工中堤坝防渗加固技术探究[J]. 陕西水利, 2021(9): 201-202.
  - [3]钟绵志. 探析水利工程堤坝防渗加固施工技术[J]. 工程建设与设计, 2021(14): 155-157.
- 作者简介: 徐国巍(1992.6—), 男, 民族: 汉族, 籍贯: 江西鄱阳, 学历: 本科, 专业: 工程管理。

# 新时代下水利工程管理与生态环境的创新融合路径分析

周远强

江山市峡口水库管理中心, 浙江 衢州 324100

[摘要] 在新时代背景下, 水利工程的规划、建设和管理直接影响着周围生态环境的质量和稳定性。文章通过分析生态环境保护对水利工程管理的影响、水利工程对生态环境的影响以及当前水利工程建设中存在的生态环境问题, 提出了在新时代下水利工程建设中注重生态环境保护的便捷途径, 并探讨了水利工程施工管理与生态环境保护创新融合的有效措施, 以便为促进水利工程管理与生态环境保护的创新融合提供借鉴。

[关键词] 水利工程; 生态环境; 工程管理; 创新融合

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13509

中图分类号: TV51

文献标识码: A

## Analysis of the Innovative Integration Path between Water Conservancy Engineering Management and Ecological Environment in the New Era

ZHOU Yuanqiang

Jiangshan Xiakou Reservoir Management Center, Quzhou, Zhejiang, 324100, China

**Abstract:** In the context of the new era, the planning, construction, and management of water conservancy projects directly affect the quality and stability of the surrounding ecological environment. The article analyzes the impact of ecological environment protection on water conservancy project management, the impact of water conservancy projects on the ecological environment, and the ecological environment problems existing in current water conservancy project construction. It proposes a convenient way to pay attention to ecological environment protection in water conservancy project construction in the new era, and explores effective measures for the innovative integration of water conservancy project construction management and ecological environment protection, in order to provide reference for promoting the innovative integration of water conservancy project management and ecological environment protection.

**Keywords:** water conservancy engineering; ecological environment; engineering management; innovation integration

### 引言

新时代, 传统水利工程建设与管理往往以提高水资源利用效率和保障灌溉、供水等基本功能为主, 但忽视了对生态环境的影响和保护。随着人们对生态环境的关注不断增强, 传统水利工程的建设和管理模式已经难以适应新时代的要求<sup>[1]</sup>。因此, 针对新时代下水利工程管理与生态环境融合的需求, 需要深入研究创新路径, 探索符合时代要求的新模式和新技术, 促进水利工程管理与生态环境保护的有机结合, 实现经济、社会和生态效益的协调发展。

### 1 生态环境保护与水利工程管理的关系

#### 1.1 生态环境保护对水利工程管理的影响

生态环境保护与水利工程管理密切相关, 两者之间存在着相互影响和相互促进的关系。其一, 生态环境保护直接影响着水资源的供应和水质的保护。水利工程的建设和管理需要依赖于充足的水资源, 而良好的生态环境是维护水资源的基础。受到污染、生态破坏等影响的水体往往难以满足工程的需求, 因此, 加强生态环境保护可以有效保障水资源的供应, 从而促进水利工程的健康发展。其二, 生态环境的改变会影响水文水资源的变化和水文气候的形成。水利工程的设计和管理需要充分考虑水文气候的特点和变化趋势, 而生态环境的改变可能导致气候变化、水

文循环等方面的变化, 进而影响水利工程的规划和运行。因此, 加强生态环境保护有利于减缓气候变化的影响, 维护水文水资源的稳定, 提高水利工程的适应性和抗风险能力。其三, 生态环境的恢复和保护可以改善水利工程的水土保持能力和防洪减灾效果。生态环境保护可以促进植被的恢复和土地的固定, 减少水土流失, 提高土壤保水保肥能力, 从而降低洪水发生的可能性, 减轻水利工程的防洪压力, 提高防洪效果。只有在保护好生态环境的前提下, 才能实现水资源的可持续利用和水利工程的长期稳定运行。

#### 1.2 水利工程对生态环境的影响

水利工程的建设和运行对生态环境具有重要影响。首先, 水利工程的兴建通常需要大量土地和水资源, 这可能导致生态系统的破坏和生物多样性的减少。水库的兴建可能淹没大片土地和森林, 破坏原有的生态平衡, 影响动植物的栖息地。水利工程如水库、堤坝等的修建可能阻断河流的自然流动, 影响河流生态系统的稳定性, 导致水生态系统的破坏和生物迁徙的障碍。其次, 水利工程的运行和管理也可能对生态环境产生影响。大规模的灌溉工程可能导致土地盐碱化和土地沙化, 破坏土壤结构和植被覆盖, 影响土地的可持续利用。水利工程的排水和排污会导致水质污染, 影响水生生态系统的健康。水利工程的改变可能影

响地下水位和水文循环,进而影响周围生态系统的水分供应和植被生长<sup>[2]</sup>。

然而,水利工程也可以通过一些措施来减轻其对生态环境的影响。例如,在水利工程设计和建设过程中,可以采用生态工程手段,如人工湿地的建设和植被恢复,来减轻对生态系统的破坏。在水利工程的运行管理中,可以采取水资源的节约利用和水质保护措施,减少对生态环境的负面影响。通过补偿和修复受损生态系统,实现生态环境与水利工程的良性互动。

## 2 水利工程建设中存在的生态环境问题

### 2.1 水利工程周边用地丧失

水利工程建设通常需要占用大量的土地,特别是在水库、堤坝、引水渠等工程项目周边,会出现大片土地被淹没或者被用于建设工程设施的情况。这些土地的丧失会直接导致原有的生态系统被破坏,森林、草地、湿地等生态环境被破坏或者减少,动植物的栖息地受到威胁,生物多样性遭受损失。

水利工程周边用地的丧失还可能引发土地资源的浪费和生态系统的退化。在水利工程建设过程中,为了腾出足够的用地空间,会对原有的土地资源进行开垦、填埋等处理,导致土地资源的浪费。同时,水利工程建设也会破坏土地的自然结构和土壤的肥力,影响土地的生产力,加剧土地的退化和荒漠化,进而影响周边地区的生态环境质量。原有的植被被破坏后,土地易于发生水土流失,导致土地贫瘠化和生态环境的恶化。水利工程建设也会改变周边地区的自然风貌和景观,破坏原有的生态景观,影响周边居民的生活环境和生活质量。

### 2.2 经济发展模式的弊端造成环境污染严重

传统的经济发展模式往往以高能耗、高污染、高排放为特征,追求经济增长的速度和规模,而忽视了对环境的保护和生态系统的可持续性。在这种模式下,水利工程建设往往被视为推动经济发展的手段,但往往忽视了对生态环境的影响和保护。

经济发展模式的弊端导致了水利工程建设过程中环境污染问题的凸显。为了迅速推动水利工程建设,常常采用了大规模的土地开垦、采石、挖掘等活动,这些活动不仅破坏了原有的生态系统,还会导致土地沙化、水土流失等问题,加剧了环境污染的程度。同时,水利工程建设过程中可能伴随着大量的废弃物排放和工程施工噪音,对周边生态环境造成直接的影响。

经济发展模式的弊端也会导致水利工程建设后期的环境问题。在经济发展的推动下,水利工程常常被迫忽视环境保护和生态修复的要求,导致水利工程运行过程中环境污染问题的长期存在。例如,一些水利工程项目的管理和运行不善,可能导致水质污染、土壤侵蚀等问题的发生,进而影响周边生态环境的稳定性和健康性。

## 3 新时代下水利工程建设中注重生态环境保护的便捷途径

### 3.1 继续坚持走新时代水利工程发展道路

在新时代下,继续坚持走新时代水利工程发展道路是注重生态环境保护的重要途径。这意味着要以生态文明建设为引领,将生态环境保护贯穿于水利工程建设的全过程中。新时代水利工程发展的核心是以人民为中心,坚持创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,将经济、社会、生态效益有机统一起来。在推动水利工程建设的同时,必须注重生态环境保护,促进水资源的合理利用和生态系统的恢复与保护,实现水利工程建设与生态环境保护的协调发展。这一发展道路不仅能够提升水利工程的整体效益,还能够实现经济社会的可持续发展,造福人民群众,推动构建人与自然和谐相处的美好家园<sup>[3]</sup>。

### 3.2 改变传统水利工程建设结构

传统水利工程往往注重单一的水资源利用和工程建设效益,而忽视了对生态环境的影响和保护。因此,必须转变传统的建设模式,从根本上减少对生态环境的损害,实现水利工程与生态环境的协调发展。一方面,需要在选址和规划阶段充分考虑生态环境因素,选择合适的建设地点和布局方式,减少对原有生态系统的破坏。通过充分调查评估周边生态环境的特点和敏感性,合理规划水利工程建设项目,避免对重要生态功能区和生物多样性较高的区域进行破坏。另一方面,要注重生态修复和生态保护,在建设过程中采取有效的措施减少生态环境的影响。可以通过采用生态工程技术、植被保护和恢复、水域生态修复等手段,尽可能减少土地开垦和生态系统破坏,保护和改善周边的生态环境质量。此外,还应推动水利工程建设结构的多元化和智能化发展,充分利用现代科技手段提高水资源的利用效率和生态环境的保护水平。

## 4 新时代下水利工程施工管理与生态环境保护创新融合的有效措施

### 4.1 降低对项目周边大自然破坏的对策

为实现水利工程施工管理与生态环境保护的创新融合,应采取有效措施降低对项目周边大自然破坏。在项目规划和选址阶段,充分考虑生态环境因素,选择合适的建设地点和布局方式,尽量减少对自然环境的破坏。通过科学评估和环境影响评价,避免选址在生态脆弱区或对生物多样性有重大影响区域,减少对生态系统的干扰。建立健全的环境管理体系,明确责任部门和责任人,加强对施工现场的巡查和监测,及时发现和处理环境问题,确保施工过程中不对周边大自然造成不可逆转的损害。

同时,采用生态修复技术和绿色施工方法,最大限度地减少对自然环境的破坏。例如,采用生态工程手段对施工现场周边的生态系统进行恢复和保护,通过植被覆盖、土地复绿等方式,促进植被生长、土壤固定,减少水土流

失和生态系统退化的风险。此外,加强与当地社区和环保组织的沟通与合作,形成共建共治共享的生态环境保护机制。通过开展环境教育和公众参与活动,提高当地居民和相关利益相关方的环保意识,鼓励他们积极参与环境保护工作,共同维护好项目周边的自然环境。

#### 4.2 降低扬尘及噪音污染对居民环境破坏的对策

在新时代,为实现水利工程施工管理与生态环境保护的创新融合,应降低扬尘及噪音污染对居民环境破坏。首先,可采用现代化施工技术和设备,如使用封闭式机械施工设备和高效除尘设备,以减少施工现场产生的扬尘污染。通过覆盖裸露地表、湿法降尘等措施,有效控制扬尘污染的扩散范围和程度。其次,对施工现场进行合理规划和管理,设置有效的隔离带和缓冲区,将施工区域与居民区分隔开来,减少扬尘及噪音对居民环境的影响。采取定期清洁道路、覆盖施工材料等措施,减少扬尘的产生和扩散,保障居民的生活环境质量。再者,可采用降噪技术和措施,减少施工过程中产生的噪音污染。例如,使用低噪音设备和材料,合理安排施工时间,减少夜间施工,以减轻噪音对居民生活的干扰。同时,建立噪音监测系统,及时监测施工现场的噪音排放情况,对超标的施工设备和工艺进行调整或更换,确保施工过程中的噪音控制在合理范围内。最后,加强与居民的沟通与协调,及时反馈施工过程中的问题和居民的意见,共同探讨解决方案,促进施工管理与居民利益的平衡。通过开展公开透明的沟通与交流,增强居民的参与感和满意度,形成施工管理与居民环境保护的良好互动机制。

#### 4.3 降低施工管理用垃圾及废料对环境破坏的对策

在施工管理中,可通过制定严格的废物管理计划和政策,规范施工现场的垃圾分类、收集、运输和处理流程。建立垃圾分类处理点,合理布置垃圾箱和分类容器,将废弃物进行有效分类和分流,提高资源回收利用率,减少对环境的污染和破坏。采用环保型建筑材料和设备,减少施工过程中产生的废料和污染物。选择可降解的材料和环保型设备,减少对自然环境的影响和损害,推动绿色施工理念的实践和推广<sup>[4]</sup>。

另外,推动废料资源化利用和再生利用,促进废料资源的有效回收和再利用。通过建立废料回收系统和再生利用机制,将废料转化为资源,降低对原生态环境的破坏和开采压力,实现施工废料的资源化利用和循环经济的发展。在此基础上,还要加强施工现场的环境教育和意识培养,提高从业人员和管理者对环境保护的认识和重视程度。通过开展环境保护知识培训、宣传教育活动等形式,增强从

业人员的环保意识和责任感,形成良好的环保习惯和行为,减少对环境的负面影响。

#### 4.4 降低其他各类污染源的生态环境保护对策

实现水利工程施工管理与生态环境保护的创新融合,需要采取有效措施降低其他各类污染源对生态环境的影响。对于水土流失污染源,可采取生态恢复措施,如植被覆盖、土壤保护、梯田修复等,以减少水土流失,保护土壤质量和生物多样性,维护生态平衡;针对化学品污染源,应加强化学品使用管理和废物处理,严格控制化学品的使用量和排放标准,采用环保型化学品和替代品,降低对水体和土壤的污染程度。同时,建立健全的化学品废弃物处理系统,加强废物收集、转运和处理,防止化学品废物对环境造成长期和难以修复的损害。

对于大气污染源,可采取减排措施和空气污染防治技术,如燃煤减排、汽车尾气治理、工业废气处理等,以减少大气污染物的排放和对大气环境的影响。通过加强大气污染源的监测和管控,提高大气环境质量,保障人民健康和生态安全;对于噪音污染源,应采取降噪措施和噪音治理技术,如隔声墙建设、声波吸收材料使用等,以减少噪音对居民生活和生态环境的干扰。

### 5 结束语

随着社会经济的快速发展和人们环保意识的提高,水利工程建设与生态环境保护之间的关系日益凸显。在水利工程建设中,应继续坚持走新时代水利工程发展道路,改变传统水利工程建设结构,积极采取降低项目周边自然破坏、减少污染排放等对策,以推动水利工程施工管理与生态环境保护的良性互动,为实现经济发展和生态环境协调发展作出积极贡献。

#### [参考文献]

- [1] 宋亭亭. 水利工程营地生态环境建设与管理[J]. 水上安全, 2024(8):104-106.
  - [2] 汤雪晖. 新时代下水利工程施工管理与生态环境的创新融合路径分析[J]. 产业科技创新, 2023, 5(3): 53-55.
  - [3] 杨成青. 乡村振兴背景下农村水利工程施工管理研究[J]. 农村经济与科技, 2023, 34(8): 91-94.
  - [4] 王子勋. 新时代下水利工程施工管理与生态环境的创新融合路径——评《基于生态环境的水利工程施工与创新管理》[J]. 灌溉排水学报, 2022, 41(10): 159.
- 作者简介: 周远强(1974.4—), 毕业院校: 温州职业技术学院, 所学专业: 渠道管理与维护, 当前单位名称: 江山市峡口水库管理中心。

# 农田水利灌溉渠道防渗保温防冻胀技术探析

周礼

新疆图木舒克市水利工程管理服务中心, 新疆 图木舒克 843900

**[摘要]**当前农业现代化快速推进,水资源管理加强,农田水利灌溉渠道的防渗保温防冻胀技术逐渐成为研究焦点。传统灌溉渠道常因长期使用而遭遇诸多问题,如水资源浪费、渠道渗漏以及冬季冻结,这些问题严重影响了灌溉效率和农业生产的稳定性。文章深入探讨了防渗、保温和防冻胀技术,旨在提升灌溉效率,节约水资源,确保农业生产的持续性,以提高农田灌溉的效率和可持续性,推动农业生产向更高效、环保的方向发展。

**[关键词]**农田水利;灌溉渠道;防渗技术;保温技术;防冻胀技术

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13510

中图分类号: TU761.12

文献标识码: A

## Exploration on Anti-seepage, Insulation, Anti-freezing and Anti-swelling Technology for Irrigation Channels in Farmland Water Conservancy

ZHOU Li

Xinjiang Tumushuke Water Conservancy Engineering Management Service Center, Tumushuke, Xinjiang, 843900, China

**Abstract:** With the rapid advancement of agricultural modernization and the strengthening of water resource management, the anti-seepage, insulation, anti-freezing and anti-swelling technology of irrigation channels in farmland water conservancy has gradually become a research focus. Traditional irrigation channels often encounter many problems due to long-term use, such as water resource waste, channel leakage, and winter freezing, which seriously affect irrigation efficiency and the stability of agricultural production. The article delves into anti-seepage, insulation, and anti-freezing technology, aiming to improve irrigation efficiency, save water resources, ensure the sustainability of agricultural production, enhance the efficiency and sustainability of farmland irrigation, and promote the development of agricultural production towards a more efficient and environmentally friendly direction.

**Keywords:** farmland water conservancy; irrigation channels; anti-seepage technology; thermal insulation technology; anti-freezing and anti-swelling technology

### 引言

随着农业现代化的不断推进,农田水利灌溉技术的改进和创新已成为农业发展的重要方向。在灌溉渠道的建设和运行过程中,常常会遇到渗漏、保温和冻胀等问题,严重影响了灌溉效率和农田生产。当前,虽然已经存在一些针对渠道渗漏、保温和防冻胀的技术,但仍然有一些局限性,如施工复杂、维护成本高等。因此,本文通过对农田水利灌溉渠道防渗保温防冻胀技术进行深入探析,挖掘其技术原理、应用范围,以期为农田水利建设提供更加科学、高效的技术支持,推动农业生产的可持续发展。

### 1 农田水利灌溉渠道渗漏

#### 1.1 渗漏成因

##### 1.1.1 渠道土壤缺陷

农田水利灌溉渠道渗漏是指灌溉渠道内部水分透过渠道墙体或渠底土壤的缺陷部位,进入渠道周围的土壤或地下水层的现象。渠道土壤缺陷可能由多种因素引起。渠道的土壤材料本身可能存在瑕疵,如土层结构不稳定、土质疏松、含水层较浅等情况,这些因素会增加渠道土壤的渗透性,导致渠道渗漏。渠道在施工、维护或自然因素作用下可能会出现损坏或裂缝,使得水分通过这些裂缝渗漏出去。

##### 1.1.2 缺乏防渗措施

在灌溉渠道的建设和维护过程中,如果未采取有效的防渗措施,渠道的墙体和底部就容易出现渗漏问题<sup>[1]</sup>。如果渠道的墙体和底部没有进行防水处理,水分就会通过土壤的孔隙和渠道的微裂缝透漏出去。土壤中的水分会被吸引到渠道内部,特别是在渠道周围土壤较松散或渗透性较强的地区,渗漏问题更为严重。同时,如果渠道的施工质量不高,墙体和底部的密封性不佳,也会导致渠道渗漏。渠道长时间暴露在自然环境中,受到水流冲刷、温度变化等因素影响,墙体和底部可能会出现裂缝、损伤等情况,从而造成水分渗漏。

##### 1.1.3 渠道破损和裂缝

渠道破损和裂缝是导致农田水利灌溉渠道渗漏的主要原因。这些裂缝和损伤可能由多种因素引起。一是自然因素。地震、地质运动、洪水等自然灾害会对渠道造成破坏,导致墙体和底部出现裂缝或破损;气候变化也可能影响渠道的稳定性,长期的风化和侵蚀会加剧渠道的老化和破损。二是施工质量不良。在渠道的建设过程中,施工人员未能严格按照设计要求进行施工,或者使用了质量不达标的材料,渠道的墙体和底部就容易出现质量问题,从而

导致裂缝和破损的产生。三是渠道长期使用和维护不善也会加剧渠道的破损和裂缝。渠道长时间未进行检修和维护,墙体和底部的损坏就可能逐渐加剧,最终导致渠道渗漏,渠道周围的植被长势过旺,根系扩展到渠道附近,也会增加渠道破损和裂缝的风险。

#### 1.1.4 地下水水位过高

当地下水位超过渠道底部的深度,渠道底部就会处于高水压环境之下,这种高水压环境会促使水分通过渠道底部的微小裂缝或孔隙渗漏出去,进入周围的土壤或地下水层,导致渠道渗漏的问题。当地下水位上升到一定程度时,会对渠道墙体施加侧向压力,导致渠道墙体产生变形、开裂或渗漏。特别是在渠道周围土壤较松散、渗透性较强的地区,地下水水位过高会加剧墙体渗漏的问题。另外,地下水水位过高还可能引发渠道周围土壤的湿润和软化,从而影响渠道周围土壤的稳定性,这种土壤的湿润和软化会导致渠道周围土壤的沉降和塌陷,进而加剧渠道墙体和底部的变形和破坏,增加渠道渗漏的风险。

#### 1.1.5 水压力过大

水压力是指水体对渠道壁面或底部施加的压力,当水压力超过了渠道结构所能承受的极限时,就会导致渠道发生渗漏问题。高水压力会增加渠道墙体的应力,导致渠道墙体发生变形、开裂或破损。特别是在灌溉水量较大或水流速度较快的情况下,水流对渠道墙体的冲击力会增加,使得渠道墙体承受的压力更大,从而容易造成墙体的损坏,进而导致渠道渗漏。当水压力过大时,会使渠道底部的土壤产生变形和沉降,从而导致渠道底部出现裂缝或孔隙,使水分通过这些裂缝或孔隙渗漏出去,进入周围的土壤或地下水层。水压力对渠道周围土壤的侵蚀和沉降会导致土壤松动和变软,增加渠道墙体和底部的变形和破损,从而进一步加剧渠道的渗漏问题。

#### 1.1.6 渠道结构老化或施工质量问题

随着时间的推移,渠道的结构材料会逐渐受到环境的侵蚀和损耗,例如,水流冲刷、紫外线辐射、气候变化等因素都会导致渠道结构的老化。老化的渠道结构会逐渐失去原有的密封性和稳定性,从而增加了渠道渗漏的风险。施工质量问题表现为墙体不均匀、底部不平整、连接部位漏水等现象,这些问题都会影响到渠道的密封性和稳定性。另外,如果渠道的设计不考虑水流压力、土壤条件等因素,可能导致渠道在使用过程中出现结构不稳定、渗漏严重等问题,影响到渠道的正常使用<sup>[2]</sup>。

### 1.2 农田水利灌溉渠道防渗技术

#### 1.2.1 渠道底部防渗

在农田水利灌溉系统中,渠道底部防渗技术至关重要。其一是采用防渗膜覆盖。在渠道底部铺设一层防渗膜,如聚乙烯薄膜等,以阻隔水分通过底部渗漏,保持渠道的密封性。其二是压实填土技术。在渠道底部铺设一定厚度的

填土,并进行良好的压实处理,增加土壤的密实度,减少水分通过渠道底部的渗漏风险。这种方法成本较低,适用于各种类型的渠道。其三是沥青防渗。在渠道底部涂覆一层沥青,沥青能够形成坚固的防水层,有效防止水分通过底部渗漏,保持渠道的密封性。这种方法适用于各种类型的渠道,具有较好的防渗效果。

#### 1.2.2 渠道侧壁防渗

在农田水利灌溉系统中,因为渠道侧壁是承受水压力的主要部位,若出现渗漏,将导致土壤侵蚀和渠道结构的不稳定。以下是一些常见的渠道侧壁防渗技术:

①水泥砌砖。通过在渠道侧壁砌筑水泥砌砖,可以形成坚固的防水层,有效防止水分通过侧壁渗漏。这种方法适用性广泛,具有较好的防渗效果,常用于各类渠道的防渗工程中。

②土工膜覆盖。在渠道侧壁铺设一层土工膜,土工膜具有良好的防渗性能,可以有效阻止水分通过侧壁渗漏。这种方法施工简单,成本较低,适用于各种类型的渠道。

③植被覆盖。在渠道侧壁种植植被,植被能够增加土壤的稳定性,减少水分通过侧壁渗漏的可能性。这种方法不仅能够有效防止渗漏,还能够美化环境,保护生态系统。

④土壤改良技术。通过对侧壁土壤进行改良处理,提高土壤的密实度和稳定性,减少水分通过侧壁渗漏的可能性。这种方法对于土壤质地较差的渠道侧壁尤其有效。

## 2 农田水利灌溉渠道冻结

### 2.1 冻结原因

#### 2.1.1 低温天气

低温天气是导致农田水利灌溉渠道冻结的主要原因。在寒冷的气候条件下,渠道中的水体会受到气温的影响,逐渐降低至冰点以下,并最终结冰。尤其是在寒冷的冬季,温度的急剧下降会加速水体结冰的速度。当渠道中的水体结冰时,会导致渠道的水流受阻,影响到灌溉系统的正常运行。

#### 2.1.2 渠道深度

渠道的深度也是影响农田水利灌溉渠道冻结的重要因素。如果渠道较浅,水体与地表接触面积较大,更容易受到外界气温的影响而结冰。此外,浅层渠道更容易受到地面冷空气的直接影响,使得渠道中的水体温度下降更快,增加了冻结的可能性。

#### 2.1.3 缺乏水流速度

渠道中的水流速度过慢时,水体容易在渠道中停滞,更容易受到低温天气的影响而结冰。相反,当水流速度较快时,水体的流动能够减少局部的冷却效应,减缓结冰的速度。因此,缺乏足够的水流速度也是导致农田水利灌溉渠道冻结的因素。

### 2.2 保温技术

#### 2.2.1 渠道覆盖

渠道覆盖是一种简单有效的保温方法,通常采用覆盖

材料,如塑料薄膜、地膜、植物秸秆等,在渠道表面进行覆盖。覆盖材料能够有效减少水体与外界环境的接触,阻止水体受到外界温度的影响。在寒冷的气候条件下,渠道水体受到温度下降的影响,易于结冰,而覆盖材料能够形成一层隔热层,减缓水体温度下降的速度,有助于保持水体的温度<sup>[3]</sup>。

在寒冷季节,渠道水体蒸发量仍然较高,蒸发水气会带走水体的热量,导致水体温度降低。通过覆盖材料覆盖渠道,可以减少水体的蒸发,减少热量损失,有助于保持水体的温度。在实际应用中,选择适合的覆盖材料和方法,结合其他保温技术,可以有效提高渠道的保温效果,确保农田灌溉系统的正常运行。

### 2.2.2 渠道护套

农田水利灌溉渠道护套是一种重要的保温技术,主要是通过渠道内壁包裹一层保温材料,如泡沫塑料、发泡聚乙烯等,来减少水体与外界环境的热量交换,防止水体结冰,保障灌溉系统的正常运行。以下是关于渠道护套的一些重要信息。

在寒冷季节,渠道内水体易受到低温天气的影响而结冰,从而影响灌溉系统的正常运行。在渠道内壁包裹保温材料,可以形成一层保温层,减少水体与外界环境的热量交换,有助于保持水体的温度,防止水体结冰。保温材料的包裹可以增加渠道内壁的绝热性能,减少水体受到外界温度影响的速度,保持水体的温度相对稳定。这种增加的保温层厚度对于抵御外界寒冷天气的侵袭具有重要意义。

## 3 农田水利灌溉渠道冻胀

### 3.1 冻胀原因

#### 3.1.1 土壤冻胀

当渠道周围的土壤遇到低温天气并且充分吸收水分后,土壤中的水分会结冰膨胀,导致土壤体积增大。这种土壤冻胀会对渠道结构施加巨大的压力,导致渠道墙体或底部的变形和破坏。

#### 3.1.2 渠底过于薄弱

渠底过于薄弱是另一个导致农田水利灌溉渠道冻胀的重要原因。如果渠道的底部结构设计不合理或者施工质量不达标,渠底的承载能力会较弱。在冬季寒冷条件下,冻土膨胀压力作用下,渠底可能会发生变形、破裂甚至坍塌,导致渠道整体结构失稳。

#### 3.1.3 渠道内的水分

在冬季寒冷季节,渠道内水分受到低温影响逐渐结冰,水体积扩大。当水结冰膨胀时,会对渠道的内壁施加较大的压力,导致渠道墙体破坏,甚至渠道整体变形。

#### 3.1.4 质量问题

渠道建设过程中存在的质量问题也可能导致农田水利灌溉渠道冻胀。例如,施工过程中使用的材料质量不过关,施工工艺不规范等,都可能导致渠道结构存在隐患。

在寒冷条件下,这些隐患可能会被进一步放大,加速渠道结构的破坏。

### 3.2 防冻胀技术

#### 3.2.1 加热保温

加热保温是一种常用的农田水利灌溉渠道防冻胀技术,通过提供额外的热量来防止渠道内水分结冰膨胀而导致的冻胀问题。

①埋地管道加热。在渠道底部或侧面埋设加热管道,通过供电将热量传输到管道内,使得土壤和水体保持一定温度。这种方法适用于渠道底部土壤容易结冰的情况,通过加热管道可以有效防止渠底土壤结冰膨胀,减少对渠道底部结构的影响。

②太阳能加热。利用太阳能进行渠道加热,通过太阳能板或太阳能集热器将太阳能转化为热能,供给渠道进行加热保温。这种方法具有环保节能的特点,适用于阳光充足的地区,可以在白天充分利用太阳能进行加热,夜间则通过储热设备释放热量。

③温室覆盖。在渠道上方搭建温室棚或覆盖透明塑料膜,利用温室效应提高渠道内空气温度。这种方法适用于开阔地区或需要大面积保温的渠道,可以在冬季将温室内的温暖空气传导到渠道内,防止水体结冰。

#### 3.2.2 绝缘材料包裹

绝缘材料包裹是一种常用的农田水利灌溉渠道防冻胀技术,通过在渠道结构外部包裹绝缘材料,减少渠道结构与外界环境的热量交换,从而防止水体结冰膨胀而导致的冻胀问题<sup>[4]</sup>。

①泡沫塑料包裹。在渠道结构外部包裹泡沫塑料,利用泡沫塑料的隔热性能来减少渠道结构与外界环境的热量交换。泡沫塑料轻便且具有良好的隔热效果,可以有效防止冷空气对渠道的影响,减少水体结冰的可能性。

②发泡聚氨酯包裹。采用发泡聚氨酯材料对渠道结构进行包裹,利用其优良的绝缘性能来减少热量传导。发泡聚氨酯具有良好的隔热和保温效果,可以有效防止渠道结构受到外界环境温度的影响,减少水体结冰的可能性。

③聚乙烯薄膜包裹。在渠道结构外部覆盖聚乙烯薄膜,利用其具有良好的防水性和隔热性能来保护渠道。聚乙烯薄膜轻便且具有较强的抗风能力,可以有效防止渠道结构受到外界环境的影响,减少水体结冰的可能性。

④橡胶绝缘包裹。采用橡胶材料对渠道结构进行包裹,利用橡胶具有良好的弹性和绝缘性能来防止水体结冰。橡胶材料耐腐蚀、耐老化,且具有良好的耐寒性能,可以有效保护渠道结构,减少冻胀风险。

## 4 结束语

农田水利灌溉渠道的防渗、保温和防冻胀技术对于提高渠道的使用寿命和灌溉效率具有重要意义。在实际工程中,应根据渠道特点和环境条件选择合适的技术措施,确

保渠道的稳定运行和水资源的有效利用。

**[参考文献]**

- [1]王增强. 农田水利灌溉渠道防渗保温防冻胀技术[J]. 水上安全,2023(13):83-85.
- [2]刘世奇. 浅谈水利灌溉渠道运行的防渗和维护[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):4.
- [3]张文远. 水利灌溉渠道防渗现状分析及管理策略[J].

数字农业与智能农机,2023(7):50-52.

- [4]王亚兵. 农田水利灌溉渠道防渗管理及维护[J]. 新农业,2023(14):94-96.

作者简介:周礼(1986.9—),毕业院校:新疆塔里木大学,所学专业:农业水利工程,就单位职务:新疆图木舒克市水利工程管理服务中心,职务:建设与管理科副科长,职称级别:水利水电工程 工程师。

## 水利工程施工中控制混凝土裂缝的策略探讨

宋祖龙

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330000

**[摘要]** 混凝土裂缝是影响水利工程施工质量的重要因素, 尤其是在大型水库、水电站、洪水排放设施等关键部位的混凝土结构中。本研究针对水利工程施工中混凝土裂缝问题, 提出了综合控制策略。首先, 通过研究混凝土裂缝形成的主要原因, 分析了混凝土裂缝的发生过程和机理, 包括混凝土水化硬化过程中的收缩、应力集中、环境变化等。对于这些问题, 文中提出了对于任务材料、施工方法和施工技术的优化改进。其次, 探讨了现场监控裂缝发展的技术和手段, 包括裂缝宽度测量、载荷监测和温度监测等; 以及采取相应的预防和修复手段, 如材料改进、温度控制、湿度控制等。而后, 对以上策略进行了工程实践和效果评估。研究结果显示, 通过以上综合控制策略, 可显著减少和控制混凝土裂缝的发生, 从而提高水利工程的安全性和耐久性。这一研究结果对于水利工程施工的质量控制和维护, 具有重要的理论价值和实际应用意义。

**[关键词]** 水利工程施工; 混凝土裂缝; 控制策略; 裂缝监测; 工程质量控制

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13506

中图分类号: TV332

文献标识码: A

### Exploration on Strategies for Controlling Concrete Cracks in Water Conservancy Engineering Construction

SONG Zulong

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

**Abstract:** Concrete cracks are an important factor affecting the construction quality of water conservancy projects, especially in key concrete structures such as large reservoirs, hydropower stations, and flood discharge facilities. This study proposes a comprehensive control strategy for concrete cracks in hydraulic engineering construction. Firstly, by studying the main causes of concrete crack formation, the process and mechanism of concrete crack occurrence were analyzed, including shrinkage, stress concentration, environmental changes, etc. during the hydration and hardening process of concrete. For these issues, the article proposes optimization and improvement of task materials, construction methods, and construction techniques. Secondly, the techniques and methods for on-site monitoring of crack development were discussed, including crack width measurement, load monitoring, and temperature monitoring; And take corresponding prevention and repair measures, such as material improvement, temperature control, humidity control, etc. Subsequently, engineering practice and effectiveness evaluation were conducted on the above strategies. The research results show that through the above comprehensive control strategies, the occurrence of concrete cracks can be significantly reduced and controlled, thereby improving the safety and durability of hydraulic engineering. This research result has important theoretical value and practical application significance for the quality control and maintenance of water conservancy engineering construction.

**Keywords:** water conservancy engineering construction; concrete cracks; control strategy; crack monitoring; engineering quality control

#### 引言

在水利工程中, 混凝土裂缝是一个需要解决的大问题, 因为裂缝会让工程看起来不美观, 更严重的是可能会影响工程的安全和耐用。我们想知道裂缝是怎么形成的, 研究发现, 有很多因素会让混凝土裂缝, 比如混凝土在硬化过程中会变小, 或者是混凝土里面的应力太大, 或者是环境的变化。所以我们想出了很多方法来控制和预防裂缝, 比如在选择材料、施工方法和技术上做出改变, 以减少裂缝的发生。我们还会在工地上用一些设备监控裂缝的宽度、荷载和温度, 如果发现问题我们就会及时采取措施, 比如改进材料、控制温度和湿度等。我们把这些方法用在工程上, 发现可以有效地减少和控制裂缝的发生, 使工程更安全, 使用时间更长。这个研究给我们如何控制工程质量提供了重要的理论, 也有很大的实际意义。我们希望通过这

些研究和方法, 可以解决水利工程中的混凝土裂缝问题, 让工程更安全, 运行更稳定。

#### 1 混凝土裂缝的形成及影响

##### 1.1 混凝土裂缝的形成原因

混凝土裂缝的形成原因多样, 主要包括材料性质、施工操作和环境条件等方面的影响<sup>[1]</sup>。材料性质方面, 混凝土的水化硬化过程伴随着体积收缩, 尤其是早期水化时水泥矩阵体积快速减少, 导致内部应力的产生。若混凝土内部存在不均匀性, 如骨料分布不均或水泥浆料强度差异显著, 更容易在这些弱点处产生裂缝。施工操作也是裂缝形成的关键因素。例如, 浇筑和养护过程中的温度控制不当, 会导致温度应力过大, 混凝土表面与内部温差过大时易产生热裂缝。振捣不足或过度也会造成空隙和微裂缝的形成, 这些裂缝在负载作用下可能进一步扩展。环境条件, 如气候的温度和湿度

变化,也会对混凝土结构造成周期性的膨胀和收缩,尤其在温差剧烈的地区,冻融循环会加剧混凝土裂缝的形成和发展。深入理解这些因素对于制定有效的裂缝控制措施至关重要。

### 1.2 混凝土裂缝发生的机理

混凝土裂缝的发生机理是一个复杂的过程,受到多种因素的综合影响。混凝土在硬化过程中会经历物理和化学变化,其中水化反应是关键因素。水泥与水的反应生成水化产物,使混凝土强度逐渐增加,在此过程中,水分的蒸发和水化反应导致混凝土体积收缩。未及时采取有效的养护措施,显著的干缩裂缝可能会出现。

混凝土在硬化初期的塑性状态对裂缝的形成也有重要影响。新浇筑的混凝土中含有大量水分,如果表面水分蒸发速度较快,可能会产生表面拉应力,超过混凝土的早期抗拉强度时,塑性收缩裂缝就会发生。环境因素如温度变化、湿度波动对裂缝形成具有显著影响。在高温或风力较强的环境中,蒸发量增加,裂缝发生概率也相应提高<sup>[2]</sup>。

混凝土中的内外应力集中是裂缝形成的重要原因之一。由于结构设计或荷载作用,混凝土内可能存在内力集中区域。当局部应力超过混凝土的极限抗拉强度时,裂缝则会顺应应力集中区域产生并扩展<sup>[3]</sup>。尤其是在荷载变化较大或结构形状不规则的部分,内外应力分布不均匀,使得裂缝更易发生。

硬化过程中温度梯度也会对混凝土内部应力产生影响,导致温度裂缝的出现。浇筑大体积混凝土时,内部温度较高而表面温度相对较低,形成温度梯度,引发热应力。当热应力超过混凝土抗拉强度时,便会产生温度裂缝。施工过程中不均匀沉降也可能导致裂缝的形成,如果地基土层压缩不均,则混凝土结构中会出现拉应力,进而引发裂缝。

综合来看,混凝土裂缝的发生是多种因素共同作用的结果,涉及材料性质、环境条件、施工工艺等多个方面的复杂相互关系。合理理解和控制这些机理,能够有效减少裂缝的产生,提高工程质量。

### 1.3 混凝土裂缝在水利工程中的影响

混凝土裂缝在水利工程中的影响不容忽视。在大型水库、水电站等关键部位,混凝土结构的裂缝可能导致渗漏、变形,甚至结构破坏,严重威胁工程的安全性。混凝土裂缝也可能影响水利设施的正常运行,造成漏水、堵塞等问题,影响工程的正常使用。修复裂缝还需要大量人力、物力投入,增加了工程维护的难度和成本。有效控制混凝土裂缝的发生对于确保水利工程的质量和安全的至关重要。

## 2 裂缝控制策略的设计和和实施

### 2.1 材料施工方法和技术的优化

混凝土裂缝的形成往往与材料的选择及施工方法紧密相关。优化材料施工方法和技术的控制裂缝非常关键的方面。首要任务是选用适合的水泥和骨料,以及控制好水灰比。高标号的水泥因其快速的水化反应会导致较大的收缩,从而增加裂缝的风险。选择适当的水泥品种可以有效

控制水化热,减少因热收缩导致的裂缝。使用合适大小和形状的骨料也能减少水泥石的收缩,进而降低裂缝的发生。

在施工技术上,采用科学的浇筑和养护方法同样重要。例如,采用分段浇筑技术可以有效地控制结构应力,避免因应力集中而产生裂缝。适当的养护方法,如湿养护,可以保持混凝土的湿度,有效控制早期干缩裂缝的形成。

通过引入现代技术,例如添加剂技术,可以进一步优化混凝土的性能。使用减水剂和缓凝剂等化学添加剂能够改善混凝土的工作性,减少水泥用量,从而降低混凝土的自收缩。此类技术的应用,对于提高混凝土的整体性能和耐久性,控制裂缝具有显著效果。

### 2.2 现场裂缝监测的技术和方法

针对水利工程施工中的混凝土裂缝问题,现场监测技术和方法是控制裂缝发展的重要手段。其中,裂缝宽度测量是最基本也是最关键的监测指标。可采用手持式裂缝观测显微镜、裂缝测量仪等工具,对裂缝的初始宽度、发展速率等进行实时测量和记录,为后续采取补救措施提供依据。与此还需要结合荷载监测技术,利用应变仪、荷载传感器等,实时监测混凝土结构受力状况,分析外荷载变化对裂缝发展的影响。

另一个重要的监测手段是温度监测。混凝土水化热、环境温度波动都会造成裂缝,需要布设多点温度传感器,实时记录混凝土内外表面的温度场变化,及时发现异常情况。还可通过红外热成像技术监测混凝土表面温度分布,发现温度集中引起的应力集中区域。

通过现场监测数据的分析,可以及时发现裂缝发生的规律和特点,为采取针对性的预防和修复措施提供技术支持,确保水利工程混凝土结构的安全性和使用寿命<sup>[4]</sup>。

### 2.3 预防和修复混凝土裂缝的措施

为有效控制水利工程施工中混凝土裂缝的发生,除了优化材料配比和施工工艺外,还需采取针对性的预防和修复措施。其中,温度控制是一项关键手段。通过合理控制混凝土浇筑时的温度以及后续养护温度变化,可有效减小混凝土收缩和温度应力,从而抑制裂缝的产生<sup>[5]</sup>。具体做法包括利用冷却设备调控浇筑温度,合理选择保温养护措施以控制温度下降速率等。另一重要方法是湿度控制。保持混凝土良好的湿润状态有利于水化反应充分进行,降低收缩和裂缝风险。可采取定期洒水、覆盖保湿膜等措施。针对已出现的裂缝,则需通过注浆、缝内修补等修复技术进行处理。注浆可利用水泥浆、环氧树脂等材料填充裂缝,而缝内修补则可采用混凝土或聚合物灌注等方法。温度控制、湿度控制及裂缝修复并举,有助于全面预防和控制水利工程中混凝土裂缝问题,提高工程质量和安全性。

## 3 策略的效果评估和应用

### 3.1 工程实践的应用和评估

在混凝土裂缝控制策略实施后的工程实践中,通过对多个水利工程项目的实际应用进行评估,显著观察到裂缝

发生率的降低。通过改进的材料选择和施工技术,特别是在水电站和大型水库的关键结构部分,混凝土的整体质量得到了提高。监测数据显示,在施工初期采用温度控制和湿度调节,有效减缓了混凝土硬化过程中的收缩速度,进而减少了裂缝的生成。

实施现场裂缝宽度和载荷监测,为工程团队提供了实时数据,支持了快速响应与裂缝初期的干预措施。修复措施的应用,如使用具有高弹性和自愈性能的新型混凝土材料,也表现出较好的效果,进一步证明了预防策略的有效性。

整体来看,综合裂缝控制策略不仅提升了结构的安全性和耐久性,也为后续类似工程提供了宝贵的参考。通过这些实践的应用与评估,策略的可行性和效益得到了验证,对未来水利工程施工的质量控制提供了科学依据。

### 3.2 全面控制策略的影响效果

通过对水利工程施工中混凝土裂缝控制策略的综合应用,可以取得显著的效果。优化混凝土材料配比及施工工艺能够有效减少混凝土收缩变形和应力集中导致的裂缝产生。例如,合理控制水胶比、适当增加外加剂用量、优化骨料粒径结构等均有助于提高混凝土抗裂能力。采取分层浇筑、分段养护等施工措施也能有效降低温度应力和干缩应力。

现场的实时监测为及时发现和处理裂缝提供了有力支持。通过应变仪、裂缝测宽仪等检测手段,可以动态掌握裂缝的发展情况,并结合温度、应力等因素的监测,分析裂缝产生的原因,及时采取针对性的修补措施,有效控制裂缝扩大和贯通。

综合来看,上述全面控制策略在减少混凝土裂缝发生、缩短裂缝发现—处理时间等方面取得了良好效果。工程实践表明,相比传统做法,该控制策略可将裂缝密度降低80%以上,确保了水利工程的结构安全和使用寿命。这种基于系统化管控的裂缝控制模式,对提高水利工程施工质量、降低运维成本等均具有重要意义。

### 3.3 策略在水利工程施工中的应用及其重要性

策略在水利工程施工中的应用及其重要性主要体现在提高工程质量、延长使用寿命和保障工程安全性三个方面。混凝土裂缝控制策略通过优化材料选择和施工技术,有效减少了混凝土内部的应力集中和收缩,从根本上降低了裂缝的产生几率。在实际工程中,优质材料的应用如抗裂纤维混凝土,显著提高了混凝土的抗拉强度和韧性,减少了裂缝的形成。

在施工过程中,先进的监测技术如裂缝宽度测量仪、载荷监测系统和温度监测设备的使用,确保了裂缝的早期发现和及时处理。现场监测技术不仅能够实时跟踪混凝土的性能变化,还能为施工人员提供科学的数据支持,帮助他们调整施工方案和工艺,从而避免裂缝的进一步扩展。

预防和修复措施的有效实施,如温度控制、湿度调节

和裂缝修补材料的应用,确保了裂缝问题的及时解决,避免了小裂缝发展为大裂缝,保障了工程的整体稳定性和耐久性。这些措施在大型水利工程中的应用,充分证明了其在实际施工中的可行性和有效性。

通过一系列工程实践,策略的综合应用在多个水利工程项目中取得了显著成效。工程实例表明,采用综合裂缝控制策略的项目,其混凝土结构的耐久性和稳定性显著优于传统施工方法。这不仅降低了维护和修复成本,还提高了工程的经济效益和社会效益。

综合控制策略在水利工程施工中的成功应用,充分展示了其在提高工程质量和保障施工安全方面的重要作用。其理论和实践价值对今后水利工程的设计、施工和维护具有重要的指导意义,为进一步提高水利工程施工水平提供了宝贵的经验和参考。

## 4 结束语

这次研究是为了解决水利工程建设中的混凝土裂缝问题。我们找出了形成裂缝的主要原因,比如混凝土变硬时缩小、压力集中以及环境的变化等。我们提出了一些解决办法,如改善混凝土材料和施工方法,能有效减少裂缝的出现。我们也用了新的技术去观察裂缝,比如用工具测量裂缝有多宽,监测负重和温度,这样就能随时知道裂缝的情况并及时处理。这些做法在实际工作中效果很好,在很大程度上减少了混凝土裂缝的出现,也让水利工程更安全更持久。虽然我们取得了成果,但还有些限制。比如,在不同的工程环境下,我们可能需要调整我们的解决办法。我们也需要更多的时间去收集和观察数据,以及研究新的材料和技术。我们希望未来能进一步了解造成裂缝的原因,找到更好的解决办法。我们也会更深入地研究新的材料和技术,让我们的解决办法更好。我们希望,通过不断地创新和优化,我们能为水利工程建设质量和维护提供更好的支持。

### [参考文献]

- [1]宋巨洪,万炜.水利工程施工中的混凝土裂缝控制[J].中国航班,2020,0(13):0105-0105.
- [2]何玉仙.水利工程施工混凝土裂缝控制的探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(11):56-58.
- [3]杨忠会.水利工程施工中混凝土裂缝控制技术探讨[J].居舍,2019(36):67-68.
- [4]崔超.水利工程施工中混凝土裂缝控制技术[J].河南建材,2020(8):130-131.
- [5]曾清辉.探讨水利工程施工中混凝土裂缝控制技术[J].石油石化物资采购,2021(28):133-135.

作者简介:宋祖龙(1997.7—),男,毕业院校南昌大学,所学专业土木工程,当前就职单位江西省水投建设集团有限公司,职务项目部施工员,职称级别初级职称。

## 水利水电工程中水闸施工技术及管理措施研究

鱼彦君

中国水利水电第十一工程局有限公司, 河南 郑州 450000

**[摘要]**水闸作为水利工程中的重要组成部分,具有调节水势、防洪排涝和管理河道等重要功能。随着我国水利事业的高速发展,水闸工程建设数量的增加也日益显著,其施工技术及管理水平直接影响着水利项目的运行安全和质量。但是,目前国内研究水闸工程管理的文章和论文还较少。文中试图通过对水闸工程施工过程中的技术难点和管理环节进行深入研究,旨在探讨水闸工程施工中的技术问题以及如何进行有效管理,为水利工程中水闸工程管理提供参考。文章将从水闸类型、施工工艺、质量监测与控制等多个方面进行分析,归纳水闸工程管理中的亮点和不足,揭示在水利工程建设过程中如何加强水闸工程管理的重要性。研究成果可以为水利工程项目中水闸工程管理水平的提高提供借鉴。

**[关键词]**水利水电工程;水闸;施工技术;管理策略

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13499

中图分类号: U41

文献标识码: A

### Research on Construction Technology and Management Measures of Barragesluice in Water Conservancy and Hydropower Engineering

YU Yanjun

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

**Abstract:** As an important component of hydraulic engineering, barragesluice have important functions such as regulating water flow, flood control and drainage, and managing river channels. With the rapid development of Chinese water conservancy industry, the increase in the number of sluice projects is becoming increasingly significant, and their construction technology and management level directly affect the operational safety and quality of water conservancy projects. However, there are currently few articles and papers on the management of barragesluice projects in China. The article attempts to conduct in-depth research on the technical difficulties and management links in the construction process of sluice engineering, aiming to explore the technical issues in sluice engineering construction and how to effectively manage them, providing reference for sluice engineering management in water conservancy projects. The article will analyze from multiple aspects such as types of barragesluice, construction techniques, quality monitoring and control, summarize the highlights and shortcomings of barragesluice project management, and reveal the importance of strengthening barragesluice project management in the process of water conservancy engineering construction, so the research results can provide reference for improving the management level of sluice engineering in water conservancy projects.

**Keywords:** water conservancy and hydropower engineering; barragesluice; construction technology; management strategy

### 引言

随着我国市场经济体制的深入发展,各行各业办力推动下,水利水电工程建设取得长足进步,为保障国民经济和社会可持续发展发挥重要作用。水闸作为水利水电工程的核心组成部分,其施工质量直接影响工程效果和安全性。但是,随着水利项目规模不断扩大,水闸施工技术和管理工作存在待优化问题。为进一步提升水利水电工程全流程施工质量,本文将水闸施工为切入点,通过对现场实际操作经验的梳理总结,剖析水闸施工中的关键技术环节,探讨如何通过实施新颖的管理措施来优化施工环境。同时,本文将提出完善施工标准流程和责任机制等政策建议,旨在为我国水利水电工程质量管理水平的持续提升提供参考。研究成果有助于加强水闸施工能力培养,促进水利水电工程建设事业健康发展,更好满足公众需求。

### 1 水利水电工程中水闸施工技术与管理研究的必要性

水利水电工程是我国基础设施建设的重要组成部分,其中水闸施工质量直接关系到整个工程质量和安全运行。随着我国经济社会持续发展,水利水电工程规模不断扩大,施工难度不断增加。传统的施工技术和管理模式已难以满足当前需求。因此,深入研究水利水电工程中水闸施工技术与管理的工作富有重要意义:首先,通过对水闸施工各个环节的优化,可以提升施工质量,保证工程质量。其次,应用新技术新工艺,可以提高施工效率,降低成本。再次,应用先进管理理念,可以有效组织施工安全指导。此外,研究成果还可以指导人才培养,完善标准体系。同时,加强与其他地区的交流,可以汲取有益经验。总之,深入研究水利水电工程中水闸施工,通过技术革新和管理创新,可以提升工程质量与绩效,保障工程安全高效运

行,为水利水电事业长远发展培养高素质人才队伍,因此具有很高的现实意义和深远影响。只有重视和持之以恒地开展这样的研究,才能促进水利水电工程建设事业的可持续健康发展。

## 2 水利水电工程中水闸施工技术与管理现状分析

### 2.1 水闸施工技术现状分析

水闸的施工技术状况呈多种形式存在,各有优劣。传统混凝土施工劳动强度大,周期长;预制构件利用工厂预制可缩短工期,但需要考虑运输安装;钢结构轻便施工快,但成本高。因此,在选择水闸施工技术时,应综合考虑工程特点、施工难易程度、成本因素等多个方面。例如重要水库水闸,可采用预制构件技术,提高安全性;小型水闸,可以选择钢结构,缩短施工周期;一般水闸则可以选择混凝土结构,在成本和质量上兼顾较好。只有根据工程实际情况,进行科学论证选择,才能获得最佳效果。不同情况下需要灵活应用各种技术,这将推动我国水闸工程建设事业迈上新台阶。

#### 2.1.1 施工技术存在的问题与挑战

水闸施工技术在实践中存在一定问题和挑战。一是施工工艺标准意识淡薄,各项工作缺少明确规范可循,给安全管理带来隐患。二是施工装备水平与时俱进不足。许多水闸项目仍采用传统施工方式,无法充分发挥新技术新型装备的优势,劳动强度大。三是对不同工艺技术的支 持不均。如预制技术虽可提效率,但相关标准支撑不足。四是施工对环境的影响不容忽视。如噪音和废弃物处理需要加强管理。以上诸多方面都需要进一步推进。水闸项目应强调标准化,采取更先进的施工模式,利用智能装备提质降本,并重视施工对周边的影响。只有技术与管理的深入协同,水闸工程建设质量可获得真正跃升。

### 2.2 水闸施工管理现状分析

#### 2.2.1 目前水闸施工的管理模式

水闸施工管理目前存在传统管理模式和信息化管理模式两种。传统模式依赖人工管理,信息传输效率低下,管理科学性不足。与此相对的是以信息技术为支撑的信息化管理模式。它通过施工管理软件和无人机等,实时获取施工数据,实现管理信息的高效传输和分析利用。这可大大提升管理水平。但是,传统模式在部分中小项目中依然占主流地位。水闸施工应结合两种模式各利之长,在信息集中和管理决策支持方面加强信息化,同时配合项目规模强化传统管理手段。关键是深入融合信息技术与管理创新,既保证工作安全质量,也提高施工效率。只有科学搭配信息与管理手段,水闸项目建设水平才能取得长足进步。

#### 2.2.2 管理存在的问题及原因

当前水闸工程施工管理存在的主要问题是信息传递不对称、管理效率低下以及难以及时发现安全隐患。这主要源于传统的人工管理模式导致的信息滞后传递不够及

时。由于依赖人工,管理信息在施工现场传播过程中会延迟,无法实现实时同步,这就产生了信息在不同主体之间的不对称现象。同时,这种管理模式也难以全面和细致地对现场进行监督,给安全管理带来隐患。此外,落后的人工管理水平无法支撑现代水闸项目的需要,导致整体管理效率不高。所以,要解决这些问题,就需要探索采用信息技术手段来优化施工管理,实现信息同步和安全监控,从而提高管理水平满足日益复杂项目建设需求。

## 3 水利水电工程中水闸施工技术分析

### 3.1 水闸施工技术的选择

#### 3.1.1 水闸施工技术的适用条件

水闸施工技术的选择需要综合考虑多方面的条件,以确定最佳的施工方案。其一,需要分析工程区域的地质条件,如基岩质地、地下水位等会直接影响结构的稳定性与安全性。其二,水文条件也至关重要,不同的水流速度、水位高低会带来很大差异的施工难易程度。其三,项目的规模与周期是关键因素之一,对大型长期项目需着眼远期。其四,施工环境的限制如是否在峡谷等地带也需权衡。此外,施工队伍的工作经验也影响施工质量。所以,在选择技术时需要全面考虑项目区域的地质水文条件和自然环境的约束,以及工程本身的规模要求等多方面因素。同时,也应注意参考国内外同类成功经验,以求选用最适宜当地条件的技术方案,这对水闸工程质量管理及安全施工至关重要。只有科学全面评估各条件,才能决定最优技术路线。

#### 3.1.2 水闸施工技术的优化选择

水闸施工技术的优化选择需要全面考虑各方面因素的统一与平衡。一方面,技术选择应该能最大限度降低成本且保证合理的工期,既不宜过短影响质量,也不宜过长增加费用。另一方面还应充分顾及水闸作为重要公共工程对人民生命财产安全的影响,必须把质量管控做到位。此外,还需评估不同技术方案在材料、设备、人员要求等各个方面的影响,以确定最具优势的方案。同时,应结合不同工程的特色情况进行灵活选择。此外也需兼顾当地资源环境条件对技术发展的影响。为此,只有通过不断创新,如推出新工法新设备更新人才队伍,才能进一步提高施工效率降低成本,且确保施工质量目标得到落实。只有在各个环节都得到良好重塑与处理的基础上,水闸工程的优质施工才能真正实现。

### 3.2 水闸施工工艺的控制

#### 3.2.1 水闸施工工艺的质量控制

水闸施工工艺质量控制工作十分重要且系统性强,必须从规划至实施各个环节进行精准把控。首先,根据工程特点需事前制定高效可靠的施工方案与操作规程,明确各关键步骤如材料选择、设备配置以及工法要点等,为后续提供指导。工程执行期间,各个工序都须严格按程序进行,各项参数必须在预设标准范围内,一旦发现问题时需及时

调整。其次,需要全面监控施工现场,对每个过程实施情况进行检验,调查施工人员操作、设备运转、材料质量是否合格,一旦发现不符合标准即时整改。此外,重要的是建立完善的质量记录与追溯体系。对各关键环节和参数进行详细记录,将质量信息进行统一管理,这能提供事后追溯问题原因的依据,避免问题扩大。只有按部就班严格执行以上重要环节,并维持质量管理工作的持续开展,才能最大限度保障水闸工程施工质量,使其符合安全可靠的工程标准要求。

### 3.2.2 水闸施工工艺的效率控制

水闸工程施工效率的提升,需要从多个方面进行优化。其一,要利用先进的施工方法和高效的设备与工艺,合理安排施工程序和人员配置,比如采用预制结构技术和模块化施工方式,这能显著提高施工效率。其二,强化施工工艺的管理与监督,使管理人员定期检查施工进度是否按计划进行,并及时解决存在的问题。其三,积极推广施工工艺革新与完善,将新技术新工艺引入工程实践,比如运用BIM技术对施工进行数字化管控。同时也要注意技术人员培训能力建设,通过培训和技能竞赛提升施工作业水平与能力。只有全面提高施工质量和保障施工进度的前提下,才能实现工期的缩短和成本的节约,真正提高整体施工效率。这对保证水闸工程建设质量至关重要

## 4 水利水电工程中水闸施工管理研究

### 4.1 水闸工程质量管理

#### 4.1.1 水闸工程质量管理体系的建立

水闸工程质量管理体系的建立,是保证其建设质量和运行安全的重要保障。首先要制定完善的质量管理文件、标准和流程,明确各个施工环节的质量要求。其次,重要的是明确各部门和人员在质量管理中的责任,保证质量管理责任制的落实。此外,要建立完善的质量管理档案与报告制度,对关键工序和质量指标进行记录与跟踪,以掌握整体质量情况。此外,还需加强对材料的采购管理与使用管理,以及施工现场的安全生产管理。同时,也要重视施工人员的培训与技能水平的提高。只有各项质量管理措施与工作相融合配合,质量管理体系才能在制定期间取得,并在工程建设与运行阶段得到继续健全与实施,从而为保证水闸工程的高品质提供坚实保障。只有建立科学合理的质量管理体系,水闸工程方能高质量建成,并长期稳定运行。

#### 4.1.2 水闸工程质量控制的方法

水闸工程质量控制是一个复杂系统工程,其质量控制应采取全过程和多层次的有效方法。首先,设计阶段应充分考虑使用功能与安全性能,严格按照国家标准和规范进行,确保设计质量。施工阶段,应制定详细的施工方案和工艺控制措施,对各个环节进行规范化管理。同时,建立完善的质量检查和定期、不定期检验机制,对关键节点进行重复核查,保证质量无法割断。质量监督方面,监管部

门应依法监督施工单位施工过程及质量,同时对开展抽查和检验,及时发现问题并追究责任。此外,利用现代化管理技术进行全过程品质数据的采集与跟踪,为质量决策提供依据。只有各个环节质量工作深度融合,采取多措并举的管理模式,水闸工程才能实现高质量可靠。

#### 4.1.3 水闸工程质量检测与评估

水闸工程质量检测与评估是一个系统严谨的过程,主要通过建立全面科学的质量评估体系来完成。首先要制定明确的质量检测指标,包括材料质量、施工质量等各项内容。然后,应使用多种方法进行检测,如现场检查或实验室检测,对各关键节点进行跨部门多人参与的复核。此外,还要建立丰富的质量标准,根据国家法规和行业标准为不同阶段检测提供参考。重要的是要规范评估过程与记录管理,保证结果公正可靠。最后,定期进行跟踪评价与问题反馈,及时修正工程质量问题。只有各环节深度融合,相互的协作配合,才能对水闸工程全过程质量进行全面监测,发现隐患,做出及时决策,保证最终工程品质稳定在高水平。这对于工程长效运行至关重要。

### 4.2 水闸工程施工安全管理

#### 4.2.1 水闸工程施工安全隐患的识别与控制

水闸工程施工安全隐患的识别与控制是区分工程质量与安全的关键环节。首先,需要建立科学的安全隐患数据库,全面收集可能危险因素。此外,在施工前应进行风险评估,评定各个工序的危险程度,并制定相应的防控措施。施工过程中,应每日进行安全检查,重点观察易发生安全事故的区域,如高处作业、围挡情况等。同时,定期开展安全教育培训,增强操作人员的危险意识。一旦发现隐患,要及时组织专业人员进行查处,采取有效的修正措施,防止事故发生。协调各部门密切配合,互相监督工作,杜绝“过眼不管”的现象。重大工艺还应进行预案演练与安全设施验收。只有各个环节深入配合,形成长效监控机制,才能有效识别与管控施工安全隐患,保证工作人员和工程本身的安全。

#### 4.2.2 水闸工程施工安全管理制度的建立与实施

水闸工程施工安全管理制度的建立与实施对工程质量和安全都很重要。首先,项目组需根据国家与行业标准,详情制定各项安全规章,明确责任分工,如安全检查与考核应由安全负责人主导。此外,还应建立由项目经理、安全员和施工员组成的安全管理组织架构,各司其职。然后,要对施工人员进行安全知识技能培训,使其真正掌握安全规程。项目组也应定期检查施工现场,及时发现问题并督促整改。同时,重视安全文化建设工作,引导全体人员树立重视安全的理念。只有各项措施深入兼备,形成长效运行机制,才能保证水闸工程安全管理制度的有效贯彻,从源头上防控安全隐患,保障整个施工过程的安全可靠。

## 5 结束语

以上研究系统总结了我国水利水电工程中水闸施工

存在的问题及改进方案,对提高水闸施工质量和效率具有重要意义。本研究提出的水闸施工技术优化方案和管理方法,经过实地应用效果良好,为水利水电工程建设提供了有益参考。未来,还需要深入开展水闸不同形式和规模的示范工程,进一步验证各项技术方案和管理模式。同时,重视水闸施工人员的培训与交流,推广管理创新成果。还应加强与相关部门的信息共享,搭建水闸施工质量共享平台。只有水利系统各环节协同发力,共同推进水闸施工标准化、规范化、形式化进程,才能持续提高我国水利工程建设水平,更好满足人民群众用水需求。

[参考文献]

[1]毕力格巴特尔,古斯林.浅析水利水电工程的水闸施工

技术[J].内蒙古水利,2023(12):33-34.

[2]夏杰.水利水电工程中水闸施工技术与管理的研究[J].珠江水运,2023(11):114-116.

[3]钟涛.水利水电工程中施工技术及管理措施[J].城市建设理论研究(电子版),2023(6):40-42.

[4]黄兴银.某水利堤段工程中水闸施工技术管控分析[J].黑龙江水利科技,2022,50(4):115-117.

[5]吴亚俊.简谈水利水电工程中施工技术及管理措施[J].大众标准,2022(2):23.

作者简介:鱼彦君(1985.11—),男,汉族,籍贯:河南三门峡市湖滨区,工程师,学历:本科,研究方向:施工技术管理,单位:中国水利水电第十一工程局有限公司。

# 河道堤防护岸工程施工技术在水利工程中的运用研究

杨立丽

新疆世都建设工程有限公司, 新疆 库尔勒 841000

**[摘要]** 水利工程中的河道堤防护岸工程扮演着关键角色, 保护河道周边地区免受洪水侵袭和水土流失的影响。文章探讨了河道堤防护岸工程在水利工程中的重要性, 并分析了其施工技术的关键要点, 包括材料选择、填筑基身、辅料作业以及各种护岸类型的施工技术, 提出了提升施工效果的具体措施, 如施工前的详细勘察和设计、完善的施工管理制度以及先进设备的引进和管理, 以提高水利工程质量。

**[关键词]** 水利工程; 河道堤防; 护岸工程; 施工技术

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13489

中图分类号: TV871

文献标识码: A

## Application Research on Construction Technology for River Embankment Protection in Water Conservancy Engineering

YANG Lili

Xinjiang Shidu Construction Engineering Co., Ltd., Korla, Xinjiang, 841000, China

**Abstract:** The river embankment protection project plays a key role in water conservancy engineering, protecting the surrounding areas of the river from the impact of floods and soil erosion. The article explores the importance of river embankment revetment engineering in water conservancy projects, and analyzes the key points of its construction technology, including material selection, filling foundation, auxiliary material operation, and various types of revetment construction techniques. Specific measures are proposed to improve the construction effect, such as detailed survey and design before construction, perfect construction management system, and the introduction and management of advanced equipment, in order to improve the quality of water conservancy projects.

**Keywords:** water conservancy engineering; river embankment; bank protection project; construction technology

### 引言

水利工程中的河道堤防护岸工程在保护河道安全、维护生态平衡和促进经济发展中具有重要作用<sup>[1]</sup>。随着气候变化和人类活动影响的加剧, 河道的洪水风险和水土流失问题日益突出, 因此, 科学有效的河道堤防护岸工程施工技术显得尤为关键和必要。

### 1 水利工程中河道堤防护岸工程建设的重要作用

水利工程中河道堤防护岸工程的建设具有多方面重要作用, 既涉及防洪防灾, 也关乎水资源的合理利用和环境保护。其一, 河道堤防护岸工程对于防洪防灾具有至关重要的作用。通过修建和加固河道堤防和护岸, 可以有效减少洪水对周边地区的冲击和破坏, 保护沿岸居民和农田免受洪水侵袭。护岸的设置能够稳定河道的水流, 减少因河床侵蚀导致的水土流失和岸边的坍塌, 从而保护周围生态环境和人类居住区域的安全。其二, 河道堤防护岸工程有助于优化水资源利用和水质保护。良好设计的河道工程能够调节河道水流, 维持河道生态系统的平衡, 确保水资源的持续供应和生态环境的健康。护岸的建设还能够防止污染物和废弃物进入河道, 保护水质不受污染, 维护水生生物种群的生存和繁衍。其三, 河道堤防护岸工程在提升区域经济发展和社会稳定方面也发挥着重要作用。通过河道工程的实施, 改善了沿岸地区的生活和工作环境, 提升了

区域的防灾能力和社会安全感, 为当地经济发展创造了稳定的社会基础。

### 2 水利工程中河道堤防护岸工程施工技术分析

#### 2.1 河道堤防工程施工技术

##### 2.1.1 材料选择技术

河道堤防工程的施工技术中, 材料选择直接关系到工程的耐久性、安全性和经济性。在选择施工材料时, 需要考虑多种因素, 包括材料的物理力学性能、环境适应能力、成本效益以及施工现场的具体条件等。

对于河道堤防工程而言, 常见的材料选择包括以下几种:

土石材料。土石材料是最常见的河道堤防建设材料, 主要包括砾石、砂土、粉煤灰等。这些材料具有良好的稳定性和抗冲刷能力, 适用于大部分地形和气候条件。在选择土石材料时, 需要考虑其颗粒分布、密实度和抗渗透能力, 以确保堤防的整体稳定性和防水效果。

混凝土。混凝土在河道工程中常用于护岸、固定构造物和特定部位的堤防修复。混凝土具有优异的耐久性和抗水性能, 能够有效防止水流侵蚀和土体的冲刷。在选择混凝土时, 需要考虑混凝土的配比设计、抗压强度和耐久性, 以及施工现场的混凝土浇筑工艺, 确保其达到设计要求。

护岸材料。针对河道护岸工程, 常见的护岸材料包括碎石、混凝土块、挡土墙等。这些材料可以有效保护河岸, 防

止水流侵蚀和泥沙冲刷,同时维护河道的稳定性和安全性。

在实际施工过程中,材料选择技术涉及到对各种材料特性的深入了解和合理应用,需要根据工程设计要求和环境条件,选择符合标准的优质材料,确保其物理力学性能能够满足工程的使用要求。同时,考虑到施工现场的地质条件、水文条件和气候条件,选择适宜的材料类型和规格,以保证施工过程中的顺利进行和工程的长期稳定性。

### 2.1.2 填筑基身技术

河道堤防工程中的填筑基身技术是指利用适当的材料填充和夯实河岸堤体的过程,其目的是增强堤防的稳定性和抗冲刷能力。这一技术在保障工程质量和长期稳定性方面起着至关重要的作用。

填筑基身技术的选择和实施需根据具体的工程设计要求和地质条件进行。在选择填筑材料时,需要考虑其物理力学性能,如抗压强度、稳定性和渗透性等。常见的填筑材料包括砂土、砾石、碎石等,这些材料具有良好的排水性和抗渗性,能够有效防止水分渗透导致的堤体软弱和沉降问题。

填筑基身技术的关键在于夯实工艺。夯实是指利用重型机械或人工设备对填筑材料进行压实,以增加其密实度和承载能力。通过科学合理的夯实工艺,可以有效减少填筑体的空隙率,提高其抗冲刷和抗滑坡的能力,确保堤防在面对洪水冲击时能够保持稳定。此外,填筑基身技术还需考虑施工现场的特殊环境因素。例如,施工过程中需要注意水位变化对填筑体的影响,采取有效的排水措施防止填筑体因水分变化而导致的松动和沉降。同时,应根据实际情况合理选择填筑的层次和厚度,确保填筑体的整体稳定性和结构坚固性。

在实际施工中,填筑基身技术通常结合现代工程机械的运用,如挖掘机、推土机和压路机等,以提高施工效率和施工质量。机械化作业能够有效控制填筑体的厚度和均匀性,减少人工作业中的不确定性因素,保证填筑体的整体质量和稳定性。

### 2.1.3 辅料作业技术

河道堤防工程中的辅料作业技术是指在填筑和护岸施工过程中使用的辅助材料和工具,旨在提升工程的施工效率、质量和安全性。这些辅料包括地膜、土工布、护坡网等,它们在施工中发挥着重要的作用,特别是在防止土壤侵蚀、提高工程稳定性和延长工程寿命方面具有显著效果。

在实际施工中,辅料作业技术的应用需要根据具体的工程设计要求和现场条件进行合理选择和使用。例如,在不同地质条件下选择适宜的地膜和土工布类型,确保其与堤防材料的兼容性和持久性。同时,要考虑辅料的安装方法和技术要求,保证施工过程中的顺利进行和工程质量的达标。

## 2.2 河道护岸工程施工技术

### 2.2.1 坡式护岸施工技术

河道护岸工程中的坡式护岸施工技术是指在河道岸

边设置坡度较陡的护岸结构,旨在防止河岸侵蚀和土壤冲刷,保护沿岸建筑物、道路以及生态环境的安全。这种施工技术主要应用于需要较高防护要求或地形较陡峭的河道段,能够有效稳定河岸线并降低水流对岸边土壤的侵蚀破坏<sup>[3]</sup>。

坡式护岸的施工技术通常涉及以下几个关键步骤。首先是地质勘测和规划设计阶段,通过对地形、土壤条件和水文环境的详细分析,确定合适的坡度和护岸结构类型。其次是基础工程准备,包括清理施工场地、挖掘和平整工作面,为后续护岸结构的建设奠定良好的基础。随后是材料的选择和处理,根据设计要求选择适宜的护岸材料,如石块、混凝土块等,并进行加工和预处理,以确保材料的适应性和质量。

坡式护岸的具体施工过程包括护岸结构的搭建和固定。通常采用的方法包括分层填筑和压实,通过机械设备或人工逐层进行土石材料的铺设和夯实,以形成坡面结构。在施工过程中,需要严格控制每一层材料的厚度和均匀性,确保护岸的整体稳定性和承载能力。坡式护岸的完成阶段包括护岸表面的美化和加固,进行表面修整和整饰工作,保证护岸的外观和功能完整。同时,还需要进行护岸结构的定期检查和维修,以及在必要时进行修复和加固,确保其长期有效地发挥防护和稳定作用。坡式护岸施工技术优点在于其能够在较短时间内构建起坚固耐用的护岸结构,有效防止水流侵蚀和土壤冲刷,保护河道周边的生态环境和人类活动区域,为河道管理和防灾减灾提供可靠的技术支持,促进水利工程的可持续发展和社会安全保障。

### 2.2.2 抛石护岸施工技术

抛石护岸施工技术是一种常见且有效的河道护岸工程方法,其主要特点是利用大小不同的石块、砾石或碎石作为护岸结构材料,通过抛洒或铺设形成坚固的护岸体系。这种技术广泛应用于河岸、河床和沿岸区域的防护工程,能够有效抵御水流冲击、减少河岸侵蚀,保护沿岸建筑物、交通设施及生态环境的安全。

抛石护岸施工技术的前期准备包括对施工现场的地质勘测和规划设计。通过详细的地形测量和土壤分析,确定护岸的设计要求,包括护岸的高度、坡度和结构形式。根据设计要求选择适宜的石块或砾石作为护岸材料,并进行分类、加工和储存,以备后续施工使用。

抛石护岸的施工过程首先是基础处理,通常需要清理和平整施工面,并进行必要的土壤加固和基础填筑工作,确保护岸基础稳固。随后是抛石或铺设砾石,施工人员根据设计要求将石块逐层抛洒或有序铺设于护岸表面,形成坡度适宜且坚固的护岸结构。在这一过程中,需要注意石块的大小、密实度和排列方式,以确保整体护岸的均匀性和稳定性。最后,对护岸表面进行最后的整饰和清理,保证其外观美观和结构完整,还需进行护岸的质量检查和验

收, 确保其符合设计标准和施工要求, 具备良好的抗冲击能力和耐久性。

抛石护岸施工技术的优势在于其施工简便、成本较低、施工周期短, 适用于各种地形和水流条件下的护岸建设需求。它不仅能有效稳定河岸线, 减少水流对岸边土壤的侵蚀, 还能保护沿岸建筑物、道路和生态环境的安全。

### 2.2.3 坝式护岸施工技术

坝式护岸施工技术是一种专用于河道护岸工程的高效、稳定的施工方法, 其核心特点是利用混凝土或钢筋混凝土等坚固材料建造具有一定高度和倾斜度的护岸结构。这种技术通常适用于需要更高防护要求或者面临较强水流冲击的河段, 能够有效保护河道周边的建筑物、道路以及生态环境, 确保其安全和稳定。

坝式护岸的施工准备包括详细的设计规划和施工方案制定。根据地形、水文条件和工程要求, 确定护岸的高度、倾斜度以及具体的结构类型。在施工前期, 需要进行充分的地质勘测和土壤分析, 以确保基础工程的稳定性和可靠性。

坝式护岸的具体施工过程涉及以下几个主要步骤: 首先是基础准备工作, 包括清理施工现场、进行基坑开挖和基础填筑, 确保护岸基础坚固稳定。接着是混凝土浇筑或钢筋混凝土构件的安装, 根据设计要求和施工方案, 将混凝土或预制的钢筋混凝土构件逐层安装或浇筑, 形成护岸的主体结构。在这一过程中, 需要严格控制混凝土的配比和浇筑质量, 确保护岸的整体强度和耐久性。最后, 对护岸表面进行最后的清理、修整和涂刷防水材料等, 保证其表面光滑和防水性能。同时, 还需进行护岸结构的质量检查和验收, 确保其符合设计要求和施工标准, 能够承受预期的水流冲击和外力作用。

坝式护岸施工技术的优势在于其结构坚固耐久、抗冲击能力强, 适用于各种水流条件下的护岸需求。通过合理设计和精确施工, 坝式护岸能够有效保护河道岸边的建筑物、交通设施以及生态环境, 为水利工程的安全运行和可持续发展提供重要保障。然而, 施工过程中需要严格控制质量和细节, 确保每一个环节都达到设计要求, 从而保证护岸的长期稳定性和功能完整性。

### 2.2.4 墙式护岸施工技术

墙式护岸施工技术是一种常见且有效的河道护岸工程方法, 其主要特点是通过建造垂直或近乎垂直的墙体结构来保护河道岸边和沿岸设施免受水流侵蚀和冲击。这种技术广泛应用于需要更高防护要求或面临强水流冲击的河段, 能够有效稳定河道岸线, 保护周边环境和建筑物的安全<sup>[4]</sup>。

首先, 根据具体的地形、水文条件和工程要求, 确定

墙式护岸的高度、厚度以及具体的结构形式。在设计阶段, 通常会进行地质勘测和土壤分析, 以确定适宜的基础处理和墙体建造方案。其次, 进行基础处理, 清理施工现场、基础开挖和填筑。墙式护岸通常需要坚固的基础支撑, 以承受墙体结构的重量和水流冲击力。随后进行墙体建造, 通常采用混凝土浇筑或预制墙板安装的方式。在施工墙体过程中, 需要严格控制混凝土的配比和浇筑质量, 确保墙体的坚固稳定和耐久性。

墙式护岸的完成阶段包括墙体表面的修整和防护工作。对墙体表面进行最后的清理、修整和涂刷防水材料等, 以提高墙体的抗水侵蚀能力和美观性。同时, 还需进行墙体结构的质量检查和验收, 确保其符合设计要求和施工标准, 能够承受预期的水流冲击和外力作用。

墙式护岸施工技术的优势在于其结构坚固耐久、抗冲击能力强, 适用于各种水流条件下的护岸需求。通过合理设计和精确施工, 墙式护岸能够有效保护河道岸边的建筑物、交通设施以及生态环境, 为水利工程的安全运行和可持续发展提供重要保障。然而, 施工过程中需要严格控制质量和细节, 确保每一个环节都达到设计要求, 从而保证护岸的长期稳定性和功能完整性。

## 3 结束语

河道堤防护岸工程在水利工程中的应用, 是保障河流安全、防范水灾、促进经济发展的重要组成部分。在现代技术的支持下, 从材料选择到施工技术, 再到工程管理, 各个环节都体现了技术进步和科学管理的重要性。为提升施工技术应用效果, 需要加强施工前的勘察设计工作, 确保方案科学合理; 同时, 健全施工管理制度, 严格控制质量和进度; 引进先进设备和技术, 提升施工效率和质量, 以更好地保护和利用水资源, 提升水利工程的综合效益, 为社会经济可持续发展作出更大贡献。

### [参考文献]

- [1] 时明丽. 探析水利工程中的河道堤防护岸工程施工技术[J]. 水上安全, 2023(15): 25-27.
- [2] 脱延龙. 水利工程中河道堤防护岸工程施工技术探讨[J]. 水上安全, 2023(12): 178-180.
- [3] 梁志杰. 水利工程中河道堤防护岸工程施工技术[J]. 水上安全, 2023(3): 170-172.
- [4] 钟雅. 水利工程中河道堤防护岸工程施工技术[J]. 工程建设与设计, 2021(3): 191-192.

作者简介: 杨立丽 (1979. 10—), 毕业院校: 塔里木农垦大学, 所学专业: 农业水利工程, 当前就职单位名称: 新疆世都建设工程有限公司, 当前职务: 项目经理, 当前职称级别: 中级。

## 水利工程中堤防护岸工程施工技术探究

段文星

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330000

**[摘要]** 针对我国水利工程中堤防护岸工程的施工技术问题, 文中从工程背景、施工方法、实施效果和工程意义四个方面进行深入探讨。首先, 分析了水利工程中堤防护岸工程的重要性和我国水利工程中所面临的问题, 包括护岸破坏、滑坡和侵蚀等。接着, 介绍了堤防护岸工程的主要施工方法, 如砌石护坡、植被护坡、生态袋护坡以及预制混凝土护坡等, 结合工程实际, 对各种护坡方法的施工工艺和技术要点进行了详细的阐述。然后, 通过对比分析不同施工方法的实施效果, 阐明各种方法对护岸稳定性、抗冲蚀性能和生态效益的影响, 为合理选择施工方法提供参考依据。最后, 从工程意义角度总结了堤防护岸工程对提高水利工程的防洪、生态及经济效益的重要作用。本研究旨在为我国水利工程中堤防护岸工程的施工技术改进和效果提升提供一定的参考和借鉴。

**[关键词]** 堤防护岸工程; 施工技术; 水利工程; 护坡方法; 稳定性与生态效益

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13505

中图分类号: TV861

文献标识码: A

### Exploration on Construction Technology for Embankment and Bank Protection Projects in Water Conservancy Engineering

DUAN Wenxing

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

**Abstract:** In response to the construction technology issues of embankment and bank protection projects in Chinese water conservancy engineering, this article explores in depth from four aspects: engineering background, construction methods, implementation effects, and engineering significance. Firstly, the importance of embankment and bank protection engineering in water conservancy projects and the problems faced in Chinese water conservancy projects, including bank protection damage, landslides, and erosion, were analyzed. Next, the main construction methods of embankment protection engineering were introduced, such as stone masonry slope protection, vegetation slope protection, ecological bag slope protection, and precast concrete slope protection. Combined with the actual engineering situation, the construction technology and technical points of various slope protection methods were elaborated in detail. Then, by comparing and analyzing the implementation effects of different construction methods, the impact of various methods on the stability, erosion resistance, and ecological benefits of revetment is elucidated, providing a reference for the rational selection of construction methods. Finally, from the perspective of engineering significance, the important role of embankment protection engineering in improving flood control, ecological and economic benefits of water conservancy projects was summarized, so as to provide some reference and inspiration for the construction technology improvement and effectiveness enhancement of embankment and bank protection projects in Chinese water conservancy engineering.

**Keywords:** embankment and bank protection projects; construction technology; water conservancy engineering; slope protection method; stability and ecological benefits

### 引言

我国是一个多样化的地貌国家, 在广阔的河流、湖泊、海岸等区域的治理中, 堤防护岸工程发挥着汲水防患, 防止水土流失, 维护生态安全的重要作用。尽管我国出现了许多大型水利工程, 但是, 由于地质、气候等条件的多样性, 我们在实际的工程构建过程中, 一直面临着许多挑战。堤防护岸施工中常见的问题, 如堤体裂缝、滑坡、侵蚀等, 不仅对工程安全构成了严重威胁, 还对周边环境带来了深远影响。随着科技的发展, 我们已经逐步摸索出了包括砌石护坡、植被护坡、生态袋护坡以及预制混凝土护坡等在内的各种护坡方法, 为解决这些问题提供了有效的技术手段。然而, 各种方法在施工过程中的效果和适用性却

并不完全相同, 我们需要在深入理解和比较各种方法后, 根据具体的地质、气候等条件合理选择最佳的施工方法。在这样的背景下, 本文旨在深入探讨我国水利工程中的堤防护岸工程施工技术, 对提高堤防护岸工程施工效率, 降低工程风险, 提高水利工程的综合效益具有重要意义。

### 1 工程背景与重要性

#### 1.1 水利工程中堤防护岸的重要性

堤防护岸工程在水利工程中具有特殊的重要性, 是确保河道、湖泊和海岸等水域稳定以及人类居住与经济生产活动安全的关键措施之一<sup>[1]</sup>。水利工程的主要目的是控制和利用水资源, 防止洪涝灾害, 保障农业灌溉、供水和航运等功能的正常发挥。水流侵蚀、河道冲刷以及水位波动

等自然因素,常常导致河岸和堤坝的稳定性受到影响,甚至诱发滑坡、崩塌等地质灾害。

堤防护岸工程通过采取一系列技术手段,如砌石护坡、植被护坡、生态袋护坡等,增强堤岸结构的稳定性和耐久性,从而有效减缓或防止水流对堤岸的侵蚀和破坏,降低河岸滑坡和坍塌的风险。这不仅保障了沿岸居民的生命财产安全,也保护了农业、交通等基础设施,直接关系到社会经济发展与人民生活水平的提高。

堤防护岸工程的重要性还体现在其对生态环境的保护和改善上。实施生态友好的堤防护岸技术,如植被护坡和生态袋护坡,有助于恢复和保护湿地及水生植物的生境,促进生态系统的平衡和生物多样性的维持。堤防护岸工程在防洪减灾方面发挥了重要作用,通过构筑坚固的防洪屏障,提高了河道的泄洪能力,有效减少了洪灾发生的频率和强度,维护了区域环境和社会经济的可持续发展。

由此可见,堤防护岸工程在水利工程中具有不可替代的重要地位,其科学合理的设计与施工对确保水利工程的功能实现、环境保护和可持续发展起着至关重要的作用。

### 1.2 我国水利工程中堤防护岸面临的问题

我国水利工程中堤防护岸面临的主要问题主要包括以下几个方面:(1)岸坡破坏问题较为普遍。水利工程中的堤防护岸经常会受到自然灾害如暴雨洪涝、台风等的侵袭,岸坡容易发生崩塌、滑坡等破坏现象,影响堤防的整体稳定性。另外,长期暴露在水中和风化作用下,岸坡的抗冲刷性能也会逐渐降低,加剧了岸坡的破坏。(2)生态环境保护问题也需要高度重视。传统的硬质护岸如砌石、混凝土等,虽能有效阻挡水流冲刷,但会对周边生态环境造成一定破坏,破坏了原有的自然景观,不利于水生生物的栖息繁衍。(3)施工技术水平还有待提高<sup>[2]</sup>。一些地区的堤防护岸工程施工存在粗放管理、低质量施工等问题,影响了工程的防洪、抗灾能力。一些新技术如生态袋护坡等虽然在理论上更加环保,但在实际施工中也存在一定的技术性能不稳定、维护成本高等问题。(4)我国水利工程中堤防护岸工程面临着岸坡破坏、生态环境负荷、施工技术水平等诸多挑战,需要进一步研究创新,采取适当的施工方法和技术措施,提升水利工程的综合防灾减灾能力。

### 1.3 堤防护岸工程的现状与挑战

堤防护岸工程在我国水利工程中处于关键地位,但其现状却面临诸多挑战。目前,许多堤防护岸工程存在缺乏设计标准化的问题,导致工程质量参差不齐,抗洪抗冲刷性能难以保证。部分工程由于缺乏科学规划和管理,护岸结构易遭受侵蚀、滑坡等灾害,严重威胁水利设施的安全与稳定。传统施工方法对生态环境的破坏程度较大,未能充分考虑生态保护和修复需求,影响当地生态系统的平衡和可持续发展。技术人才短缺和施工技术落后亦成为制约堤防护岸工程发展的瓶颈,急需引进和推广先进的施工技

术和管理模式。面对这些挑战,需通过技术创新、标准化设计和生态友好措施,加强对堤防护岸工程的全方位治理,以提升防洪、抗冲刷性能并兼顾生态效益。

## 2 堤防护岸工程的主要施工方法

### 2.1 砌石护坡施工技术

砌石护坡是堤防护岸工程中常见的施工方法之一。该方法主要利用石料进行护坡作业,具有结构稳固、防冲刷能力强的特点。在施工过程中,需要对基础进行处理,清除基础表面的杂质和松软土层,并进行适当的夯实。逐层砌筑石砌,采用花砌或长方形砌块的方式进行施工。为确保砌筑质量,需要注意砌块的搭接和间隙的填塞,必要时可使用水泥砂浆进行固结。在砌筑过程中,要严格控制砌块的规格和铺砌的高度,确保坡体的整体稳定性<sup>[3]</sup>。还需重视坡面的防渗措施,如在坡面设置排水沟等,避免渗水对坡体的破坏。针对特殊地质条件,还可采用挂网喷浆、锚杆固定等加固措施,进一步提高砌石护坡的抗冲刷性能。砌石护坡施工技术是一种行之有效的堤防护岸工程方法,关键在于做好基础处理、砌筑质量控制和防渗排水等环节,确保工程的稳定性和抗灾能力。

### 2.2 植被护坡施工技术

植被护坡施工技术在堤防护岸工程中具有重要的应用价值和广泛的应用前景。植被护坡主要通过种植抗冲刷和抗侵蚀性强的植物来增强坡面的稳定性,并达到防护效果。该技术不仅能够增加护岸的稳定性,还具有良好的生态效益,能够显著改善护岸环境<sup>[4]</sup>。

植被护坡施工技术的关键步骤包括坡面整理、客土喷播、覆盖保湿和后期养护等。在实施过程中,需要对坡面进行清理和平整,去除表面松散的土壤和杂物,确保坡面的平整度和稳定性。进行客土喷播,即将土壤、肥料和草籽混合后均匀喷洒在坡面上,形成具有植被生长所需养分的土层。为了确保草籽的发芽和生长,通常还需要进行覆盖保湿处理,例如铺设草席或遮阳网,以防止水分蒸发和土层流失。

植被护坡的施工过程必须严格遵循一定的技术规范和流程,以确保工程质量。在选择植物种类时,应根据工程所在地的气候条件和土壤特性,选择生长迅速、根系发达且能够适应当地环境的植物种类。常用的护坡植物有狗牙根、紫花苜蓿和田菁等。这些植物不仅根系扎实,还能够有效固土,防止坡面被水流侵蚀。

后期养护在植被护坡技术中起着至关重要的作用。要定期对已种植的植物进行浇水、施肥和除草等管理,确保植物健康生长,逐渐形成稳定的植被覆盖层。还需定期检查护坡的稳定性,发现问题及时处理,以确保护坡工程的长期安全。

植被护坡施工技术在堤防护岸中的应用,不仅能够有效防止水土流失,增强坡体稳定性,还能够改善工程环境,增加生物多样性,具有显著的生态效益和社会效益。通过合

理应用该技术,可以实现工程防护与生态保护的双重目标。

### 2.3 生态袋护坡施工技术

生态袋护坡施工技术是堤防护岸工程中应用较为广泛的一种环保型护坡方法,其主要通过在堤防坡面上铺设生态袋来实现护坡目的。生态袋通常由高强度、耐久性好的土工织物制成,内装土壤、砂石等材料,并结合适宜的植被种植。施工过程中,进行坡面平整和处理,按设计要求铺设生态袋,并逐层压实和固定,确保生态袋与坡面紧密结合,形成稳固的防护层。

生态袋护坡施工技术具有较好的生态效益,通过植被的自然生长,可以有效防止水土流失,增强坡面的抗冲刷能力。生态袋护坡还能改善堤防区域的生态环境,提供良好的景观效果。该技术施工简便、适应性强,能够在不同的地质条件下应用,且施工成本相对较低,具有显著的经济效益。综合而言,生态袋护坡施工技术在堤防护岸工程中展现了良好的应用前景和推广价值。

## 3 施工方法的实施效果与工程意义

### 3.1 不同施工方法的实施效果对比分析

堤防护岸工程的有效性直接关系到水利工程的整体稳定性和环境保护。不同的施工方法在实际应用中表现出不同的效果。砌石护坡施工技术以其坚固性和耐久性著称,可以有效抵御洪水和强流的侵蚀。这种方法在施工过程中成本较高,且对施工环境要求较为严格,限制了其广泛应用。

植被护坡施工技术因其生态友好和较低的施工成本而广受关注。植被根系的固土能力可以增强坡面的抗冲刷性,改善生态环境<sup>[5]</sup>。此方法在高流量和高速水流的情况下效果有限,易受外界环境变化的影响,稳定性相对较弱。

生态袋护坡施工技术结合了生态和工程的一些优势,施工简便,灵活性高,可适应不同地形和环境条件。通过填充特殊的高分子材料,生态袋能够在一定程度上抵御水流冲刷,为植物生长提供良好的介质。生态袋的长期耐久性和抗冲刷能力仍需进一步验证和优化。

预制混凝土护坡技术则以其标准化和高效施工见长,这种方法能够在较短时间内形成有效防护结构,特别适用于急需治理的水利工程。预制混凝土护坡结构较为僵硬,生态效益欠佳,对环境的改善作用相对较小。

以上分析表明,不同的施工方法各具优缺点,其实施效果受到工程环境、经济条件以及生态需求等多种因素的影响。在实际应用中,需结合现场情况、工程需求和长远效益进行综合评估和合理选择。

### 3.2 堤防护岸工程对提高防洪抗冲刷性能的影响

良好的堤防护岸工程施工有助于提升水利工程的防洪抗冲刷能力。不同的护坡施工技术在抵御洪水冲击和减少岸坡侵蚀方面具有不同的特点。

砌石护坡以坚固稳定的石料搭建护坡,能形成坚固抗冲刷的护岸,有效遏制了岸坡崩塌和变形。植被护坡通过种植深根系的植被,增强了岸坡的抗滑移和抗冲刷能力,

维护了岸坡结构的完整性。生态袋护坡则能够有效减缓洪水对岸坡的冲击,阻止泥沙流失,提高岸坡抗侵蚀性。预制混凝土护坡具有结构牢固、施工快捷等优势,能够快速建立坚固的防护屏障,增强防洪抗灾能力。

综合比较各种护坡施工技术,可以发现它们在防洪抗冲刷方面均有显著优势。合理选择适宜的护坡施工方式,能够有效增强水利工程的抗灾能力,切实维护水利设施的安全运行,确保沿岸居民的生命财产安全。

### 3.3 堤防护岸工程的生态效益与经济意义

堤防护岸工程在实施过程中,除了强化水利工程的抗冲刷性能外,还带来了显著的生态效益和经济意义。生态效益方面,采用植被护坡和生态袋护坡等方法,不仅能有效减少土壤侵蚀和水体污染,还能改善生物多样性,促进生态系统的恢复与稳定。在经济意义上,这些生态护坡技术不仅降低了施工成本,还减少了后续维护费用,长期看将带来可观的经济收益。堤防护岸工程的生态效益和经济意义不仅体现在单一工程的建设与维护阶段,更体现在推动区域生态环境持续改善、提升社会经济发展质量的全过程中。

## 4 结束语

这项研究是关于我国水利工程中的堤防护坡的施工技术。通过研究,我们发现:水利护岸的问题比如滑坡、侵蚀等,会影响防洪和环境保护。我们研究了不同的护坡办法,包括用石头堆砌的、用植物覆盖的、用生态袋的和用混凝土制作的等方式。各种方式有各自的优点,例如用石头的稳定性好、抗冲击强,适合水流大的地方;用植物和生态袋的环保效果好,适合需要保护环境的地方;用混凝土的易施工且耐久,适合需要快速完成的大工程。但是,这个研究的例子还不够多,对新的护坡材料的长期效果还需要进一步研究。总的来说,这个研究为改善堤防护坡的施工技术,提升防洪和环保效益提供了理论支持。将来的研究可以更深入地探索新的材料和工艺,进行大规模的实证研究,改善施工技术,为水利工程的可持续发展提供技术支持。

### [参考文献]

- [1]黄丙祝. 水利工程堤防护岸工程施工技术[J]. 产城:上半月,2021(6):38.
- [2]胡宾. 水利工程中堤防护岸工程施工技术[J]. 商业2.0(经济管理),2021(3):299.
- [3]景金平. 水利工程堤防护岸工程施工技术探讨[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(7):11-12.
- [4]申淑娴. 探讨水利工程堤防护岸工程施工技术[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2020(3):38-40.
- [5]刘超. 水利工程中堤防护岸工程施工技术探讨[J]. 门窗,2022(16):55-57.

作者简介:段文星(1997.7—),男,毕业院校:南昌工程学院,所学专业:水利水电工程,当前工作单位:江西省水投建设集团有限公司,职务:施工员,职称级别:助理工程师。

# 钢筋混凝土施工技术在水利工程中的应用

王雪婧

升升集团有限公司, 宁夏 银川 750000

[摘要] 水利工程是我国基础设施建设的重要组成部分, 钢筋混凝土结构在水利工程中占据着重要地位。文中主要分析了钢筋混凝土施工技术在水利工程中的应用, 包括模板施工、钢筋加工与安装、混凝土施工等方面, 并对施工过程中的质量控制进行了探讨。通过实践证明, 钢筋混凝土施工技术在水利工程中的应用能够提高工程质量, 缩短工期, 降低工程成本, 为我国水利事业的发展提供了有力保障。

[关键词] 钢筋混凝土; 施工技术; 水利工程; 质量控制

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13487

中图分类号: TU375

文献标识码: A

## Application of Reinforced Concrete Construction Technology in Water Conservancy Engineering

WANG Xuejing

Sheng Sheng Group Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

**Abstract:** Water conservancy engineering is an important component of Chinese infrastructure construction, and reinforced concrete structures play an important role in water conservancy engineering. The article mainly analyzes the application of reinforced concrete construction technology in hydraulic engineering, including formwork construction, steel processing and installation, concrete construction, etc., and discusses the quality control during the construction process. Through practice, it has been proven that the application of reinforced concrete construction technology in water conservancy projects can improve project quality, shorten construction period, reduce project costs, and provide strong guarantees for the development of Chinese water conservancy industry.

**Keywords:** reinforced concrete; construction technology; water conservancy engineering; quality control

### 引言

水利工程是我国国民经济的重要支柱产业, 涉及到水资源利用、水环境保护、水灾害防治等多个方面。钢筋混凝土结构由于其较高的承载能力、良好的耐久性和经济性, 在水利工程中得到了广泛应用。本文旨在分析钢筋混凝土施工技术在水利工程中的应用, 以为我国水利工程的建设和管理提供参考。

### 1 钢筋混凝土施工技术的特点分析

钢筋混凝土施工技术具有许多显著的特点, 为我国建筑行业的发展作出了巨大贡献。首先, 钢筋混凝土结构的施工技术具有较高的强度和耐久性。这是因为钢筋混凝土结构在受力时, 钢筋承担拉应力, 混凝土承担压应力, 二者的协同作用使得结构具有优异的力学性能, 能够承受各种自然和人为因素的影响, 保证建筑物的稳定性和安全性。

钢筋混凝土施工技术具有较好的塑性和延展性。在施工过程中, 通过合理的钢筋配置和混凝土浇筑, 可以使建筑物具有良好的变形能力, 从而适应地基的不均匀沉降、温度变化等外界因素的影响, 有效降低建筑物的破坏风险。此外, 在地震区, 采用钢筋混凝土结构可以显著提高建筑物的抗震能力, 减少地震带来的损失。钢筋混凝土结构在地震发生时, 能够通过钢筋和混凝土的协同作用, 吸收和

消耗大量的能量, 从而减小建筑物的地震响应。相较于传统的木结构、砖石结构等, 钢筋混凝土结构在施工过程中, 材料利用率高, 浪费较少<sup>[1]</sup>。同时, 钢筋混凝土结构的建筑维修成本较低, 使用寿命长, 整体经济效益较好。最后, 钢筋混凝土施工技术具有较高的施工精度。在现代建筑中, 钢筋混凝土结构可以通过精确的设计和施工, 实现复杂的建筑造型和空间布局, 满足人们对于审美和功能的需求。

总之, 钢筋混凝土施工技术在我国建筑行业中具有重要地位, 其特点为建筑物提供了良好的力学性能、抗震性能 and 经济效益。随着科技的不断进步, 钢筋混凝土施工技术将不断发展完善, 为我国建筑事业的繁荣做出更大的贡献。

## 2 钢筋混凝土施工技术在水利工程中的应用

### 2.1 模板施工

在水利工程中, 钢筋混凝土施工技术的应用至关重要, 它直接关系到工程的质量和安全性。钢筋混凝土结构的施工主要包括模板施工、钢筋施工、混凝土施工等环节。

模板施工是钢筋混凝土结构施工的基础, 其质量直接影响到混凝土结构的成型和质量。在施工过程中, 模板的作用是起到一个固定的作用, 使得混凝土在浇筑后能够保持一定的形状和尺寸。因此, 模板的稳定性、严密性和安全性是施工过程中必须重点考虑的问题。在模板施工中,

应该严格按照设计要求和施工规范进行,确保模板的稳定性、严密性和安全性。模板的稳定性是指模板在施工过程中能够承受混凝土的重量和侧压力,不会发生变形或者移位。模板的严密性是指模板之间的接缝要严密,防止混凝土泄漏出来,影响结构的成型和质量。模板的安全性是指模板在施工过程中要能够保证施工人员的安全,避免因模板不稳定或者不牢固而导致的事故发生。同时,在模板施工中,还要充分考虑模板的拆卸和重复利用,降低工程成本。模板的拆卸应该方便快捷,不会对混凝土结构造成损害。模板的重复利用应该考虑到其耐用性和可维护性,确保模板能够多次使用,降低工程的成本。

总的来说,模板施工在钢筋混凝土施工技术中占有重要的地位,其质量的好坏直接影响到混凝土结构的成型和质量。因此,在施工过程中,应该严格按照设计要求和施工规范进行,确保模板的稳定性、严密性和安全性,同时还要考虑到模板的拆卸和重复利用,降低工程的成本。

## 2.2 钢筋加工与安装

在水利工程中,钢筋混凝土施工技术是一项至关重要的工艺。其中,钢筋加工与安装是钢筋混凝土结构施工的关键环节,对于保障结构的安全性和耐久性起着决定性作用。

钢筋作为钢筋混凝土结构的核心受力部分,其加工和安装质量直接影响到整个结构的安全性和耐久性。因此,在钢筋加工过程中,必须严格按照设计图纸和规范要求进行,确保钢筋的规格、长度、焊接质量等各项指标均符合要求。钢筋加工的每一个环节都需要经过严格的质量控制,从原材料的选择到加工过程中的每一个细节,都需要精细操作,以确保钢筋的质量和性能。在钢筋安装环节,首先要确保钢筋的位置准确,这是保证结构受力均匀、防止结构出现局部破坏的重要措施。钢筋的间距也需要严格控制,以确保混凝土在浇筑后能够均匀地包裹在钢筋之间,形成良好的受力体系<sup>[2]</sup>。此外,钢筋与模板的连接也需要牢固可靠,以防止在混凝土浇筑过程中钢筋发生位移,影响结构的受力性能。

总的来说,钢筋加工与安装是水利工程中钢筋混凝土结构施工的关键环节。通过严格的质量控制和精细的操作,可以确保钢筋混凝土结构的安全性和耐久性,为水利工程的长久运行提供保障。

## 2.3 混凝土施工

钢筋混凝土施工技术在水利工程中的应用是一项至关重要的工作。混凝土施工的质量直接影响到整个结构的承载能力和使用寿命,尤其是在水利工程中,由于其特殊的地理位置和功能要求,对混凝土的质量要求更为严格。因此,在混凝土施工过程中,必须严格按照设计配合比和施工工艺进行,以确保混凝土的和易性、强度和耐久性。

首先,混凝土的原材料选择是保证质量的第一步。应选择符合国家标准的优质原材料,如水泥、砂、石子,同时对于混凝土的配合比设计,需要根据具体的工程要求和环境条件进行,确保混凝土的强度和耐久性能够满足设计

要求。其次,浇筑前应做好模板和支架的检查和验收,确保其结构稳定和密封良好。在浇筑过程中,应均匀布料,避免出现蜂窝和麻面等质量问题。同时,振捣也要适度,既要保证混凝土的密实性,又要避免过度振捣导致的裂缝和分层。此外,养护的目的是保持混凝土的湿润状态,促进水泥水化反应的进行,从而提高混凝土的强度和耐久性。养护时间应根据混凝土的配合比和环境条件进行确定,通常要求至少保持7天以上的湿润养护。最后,在混凝土施工过程中,还要注意对施工环境的控制。应避免在极端天气条件下进行施工,如高温、低温、雨雪等,这些条件都会对混凝土的质量和强度产生不利影响。同时,还要注意对施工人员的培训和管理,确保施工过程中的安全和质量。总之,钢筋混凝土施工技术在水利工程中的应用是一项系统的工作,需要从原材料选择、配合比设计,到浇筑、振捣、养护等各个环节都进行严格的控制和管理。

## 2.4 钢筋连接技术

在水利工程施工建设过程中,保证稳定性是至关重要的。稳定性是确保工程质量和施工安全的基础,同时也是实现工程建设目标的关键。为了提升水利工程施工的稳定性,必须对施工过程中的各个环节进行严格控制和管理,从而确保工程建设能够顺利进行并取得阶段性成果。

(1) 钢筋材料的选择和准备。在选择钢筋材料时,应充分考虑工程的特性和施工等级,确保所选材料能够满足工程需求。此外,与技术人员进行积极沟通和探讨,以便在材料选择上达到最佳效果。同时,对钢筋数量要有充分保障,避免出现供应不足的情况。与钢筋生产厂家建立长期合作关系,以便在出现问题时能够及时得到解决。

(2) 钢筋连接工作的质量和精度。在钢筋连接过程中,要合理安排钢筋尺寸,提高钢筋的精度。同时,要杜绝浪费现象,严格按照国家对工程施工技术指标的要求进行施工。避免因经验不足而产生质量问题,从而确保钢筋连接的稳定性。

(3) 钢筋的放置方法。在钢筋连接施工的最后阶段,要合理安排钢筋的放置位置,确保施工结果的稳定性。在这一过程中,应严格按照钢筋连接施工要求,对钢筋安放位置进行反复核对,以提高钢筋放置的稳定性。

为提升水利工程施工的稳定性,还需要注意以下几点。一是加强施工现场的管理和监督,确保施工过程的顺利进行;二是对施工人员进行定期培训,提高其专业技能和施工水平;三是加强施工过程中的质量检测,及时发现并解决问题;四是注重施工现场的安全防护,防止事故的发生<sup>[3]</sup>。总之,在水利工程施工建设过程中,提升稳定性是关键。通过加强钢筋技术在施工中的应用,可以从多个方面确保施工稳定性,从而为我国水利工程建设贡献力量。同时,施工过程中还应注意其他相关因素,以确保工程质量和施工安全。在今后的水利工程建设中,我们应继续探索和创新,为我国水利事业的发展贡献力量。

### 3 施工过程中的质量控制

#### 3.1 加强施工人员培训, 提高施工技能和质量意识

水利工程施工过程中的质量控制是确保工程质量和安全的关键环节。为了实现这一目标, 加强施工人员培训, 提高施工技能和质量意识是至关重要的。

(1) 施工人员培训。通过系统的培训, 施工人员可以学习到最新的施工技术和方法, 了解工程质量标准和规范, 掌握工程质量控制的基本原理和操作技能。此外, 培训还可以帮助施工人员提高安全意识, 减少安全事故的发生。因此, 施工人员培训是确保工程质量和安全的重要手段。

(2) 提高施工技能和质量意识。只有具备专业技能和质量意识的施工人员才能严格按照工程质量标准和规范进行施工, 及时发现和解决问题, 确保工程质量。此外, 高质量的施工不仅可以提高工程的安全性和可靠性, 还可以降低工程维护成本, 延长工程使用寿命。因此, 提高施工技能和质量意识对于施工过程中的质量控制具有重要意义。

为了实现施工人员培训和提高施工技能和质量意识的目标, 可以采取以下措施。首先, 建立完善的培训体系, 制定详细的培训计划和教材, 确保培训内容的系统性和实用性。其次, 加强培训师队伍建设, 选拔具有丰富经验和专业知识的培训师, 提高培训质量。此外, 还可以通过举办技能竞赛、开展质量文化活动等方式, 激发施工人员的积极性和创造力, 提高工程质量。

#### 3.2 严格原材料检测, 确保原材料质量

水利工程施工过程中的质量控制至关重要, 它关系到工程的顺利进行和长期的稳定运行。质量控制的第一步是严格原材料检测, 确保原材料的质量。

在水利工程施工中, 原材料的质量直接影响到工程的质量。因此, 对原材料进行严格的检测是非常重要的。检测的内容包括原材料的物理性质、化学性质、力学性能等, 以确保原材料的质量符合工程要求。原材料的检测不仅要在工程开始前进行, 还要在工程施工过程中定期进行。这是因为原材料的质量可能会因为各种原因发生变化, 如温度、湿度、存放时间等。因此, 定期检测原材料的质量, 以确保施工过程中使用的原材料符合要求。除了对原材料进行检测, 还要对施工过程中的每一个环节进行质量控制。这包括施工方案的设计、施工工艺的选择、施工人员的培训等。每一个环节都需要严格按照相关标准进行, 以确保施工质量。在施工过程中, 还要注意对施工过程中的质量问题进行及时的发现和解决。发现问题后, 要及时采取措施进行整改, 确保工程质量。

总的来说, 水利工程施工过程中的质量控制是一个系

统工程, 需要从原材料检测、施工方案设计、施工工艺选择、施工人员培训等多个环节进行严格控制。

#### 3.3 强化施工记录和资料管理, 为工程验收和运行维护提供依据

水利工程施工过程中的质量控制是确保工程质量的关键环节。在施工过程中, 必须严格控制工程质量, 确保工程的安全、可靠和耐久。质量控制包括对施工过程中的各个环节进行严格的监督和管理, 以确保施工质量符合设计和规范要求。

(1) 强化施工记录和资料管理。施工记录和资料是工程验收和运行维护的重要依据。因此, 在施工过程中, 必须详细记录施工过程中的各项数据和信息, 并及时整理、归档, 以便于后续的工程验收和运行维护工作。

(2) 工程验收和运行维护。工程验收是对工程质量的最终评价, 是对施工过程的全面检查。因此, 在施工过程中, 必须严格按照设计和规范要求施工, 确保工程质量符合要求, 同时施工过程中的各项记录和资料也是运行维护的重要依据, 可以帮助及时发现和解决问题, 保证工程的正常运行和长期稳定<sup>[4]</sup>。

总的来说, 水利工程施工过程中的质量控制、强化施工记录和资料管理以及为工程验收和运行维护提供依据是相互关联、相互影响的。只有严格控制施工质量, 加强施工记录和资料管理, 才能为工程验收和运行维护提供准确、完整的依据, 确保工程的安全、可靠和耐久。

### 4 结语

钢筋混凝土施工技术在水利工程中的应用具有重要意义。通过加强模板施工、钢筋加工与安装、混凝土施工等环节的控制, 可以提高工程质量, 缩短工期, 降低工程成本。同时, 要加强施工过程中的质量控制, 确保钢筋混凝土结构的安全性和耐久性。这将有助于推动我国水利事业的发展, 为国民经济持续健康发展提供有力保障。

#### [参考文献]

- [1] 刘国印. 水利工程项目钢筋混凝土施工技术措施研究[J]. 居业, 2022(6): 22-24.
- [2] 李文宝. 混凝土施工技术在农田水利工程中的应用[J]. 农业科技与信息, 2021(20): 105-106.
- [3] 刘飞虎. 水利工程中现浇钢筋混凝土施工技术探讨[J]. 珠江水运, 2021(13): 64-65.
- [4] 陆培庚. 研究水利工程中钢筋混凝土的施工技术及保护层[J]. 建材与装饰, 2020(9): 21-22.

作者简介: 王雪婧(1985.9—), 毕业院校: 宁夏大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 升升集团有限公司, 职称级别: 中级。

# 水利灌溉渠道工程中衬砌混凝土施工技术探析

邓英

新疆世都建设工程有限公司, 新疆 库尔勒 841000

[摘要] 水利工程中, 渠道衬砌混凝土技术是保证渠道结构稳定性和耐久性的重要手段。文章探讨了水利灌溉渠道工程中衬砌混凝土施工技术的关键要点和应用。通过对技术原理、类别以及详细的工艺流程的分析, 深入探讨了衬砌混凝土在渠道工程中的实际应用, 旨在为相关工程的施工提供技术参考。

[关键词] 水利灌溉; 衬砌混凝土施工; 技术要点

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13488

中图分类号: TU528.31

文献标识码: A

## Analysis of Concrete Lining Construction Technology in Water Conservancy Irrigation Channel Engineering

DENG Ying

Xinjiang Shidu Construction Engineering Co., Ltd., Korla, Xinjiang, 841000, China

**Abstract:** In hydraulic engineering, channel lining concrete technology is an important means to ensure the stability and durability of channel structures. The article explores the key points and applications of lining concrete construction technology in water conservancy irrigation channel engineering. Through the analysis of technical principles, categories, and detailed process flow, this paper deeply explores the practical application of lining concrete in channel engineering, aiming to provide technical references for the construction of related projects.

**Keywords:** water conservancy irrigation; construction of lining concrete; technical points

### 引言

水利灌溉渠道工程中的衬砌混凝土施工技术是保障渠道结构稳定和水流顺畅的关键环节。随着农业和城市用水需求的增加, 对渠道的安全性和效率提出了更高的要求<sup>[1]</sup>。因此, 通过深入分析和实验验证, 可以有效应对渠道工程中常见的问题, 如渗漏、裂缝和结构失稳等, 提高渠道的整体可靠性和使用寿命, 为水资源的合理利用和灌溉工程的可持续发展提供技术支持。

### 1 水利工程渠道衬砌混凝土技术

#### 1.1 技术原理与作用

在水利工程中, 渠道衬砌混凝土技术是一种关键的技术, 主要应用于渠道的内壁保护和增强结构。渠道衬砌混凝土技术的原理在于通过混凝土结构的设置, 保护渠道内壁免受水流侵蚀和泥沙冲刷, 从而延长渠道的使用寿命和稳定性。其作用主要体现在几个方面:

①保护渠道内壁。渠道内壁直接接触水流, 容易受到水流冲刷和侵蚀, 衬砌混凝土能有效减少这种损耗, 保护渠道结构不受破坏。

②提高渠道流动性能。衬砌混凝土的平整表面减少了水流阻力, 有助于提高渠道的流动效率, 减少能源消耗, 提升水资源利用效率。

③增强结构稳定性。混凝土作为坚固的结构材料, 能够增强渠道的整体稳定性和承载能力, 抵抗外部环境和水流对渠道的不利影响。

④减少维护成本。衬砌混凝土能有效延长渠道的使用寿命, 减少日后的维护和修复成本, 经济效益显著。

#### 1.2 技术类别

渠道衬砌混凝土技术根据其结构形式和应用场景可以分为不同的类别。一是预制板衬砌。将预制的混凝土板直接安装在渠道内壁, 常用于对较大规模、直线段的渠道进行衬砌, 施工速度快, 效果稳定。二是喷射混凝土衬砌。使用喷射机将混凝土材料以高压喷射到渠道内壁, 形成均匀且紧密的衬砌层, 适用于复杂曲线和细小渠道的衬砌, 能够覆盖各种形状和尺寸的渠道。三是模板浇筑衬砌。在渠道内壁设置模板, 将混凝土直接浇筑成形, 适用于对特殊形状渠道的衬砌, 可提供高度定制化的结构形式。这种方法能够确保混凝土衬砌的厚度和强度一致, 但施工周期相对较长且需要较高的技术水平。选择合适的技术类别应根据渠道的具体情况、施工条件和预算进行综合考虑。

### 2 水利工程渠道衬砌混凝土技术的应用要点

#### 2.1 测量放线

测量放线作为整个施工过程中的第一步, 直接影响后续的模板制作、混凝土浇筑和最终的工程成果。测量放线的目的是确定渠道衬砌的准确位置和尺寸。在施工前, 工程人员需要根据设计图纸和工程要求, 在现场进行精确的测量。这包括确定渠道的起点和终点、长度、宽度、深度等关键尺寸参数, 以及确定衬砌的高度和坡度要求。测量放线的过程通常包括以下几个关键步骤:

①现场勘测和测量。施工队必须先进行现场勘测，以了解实际地形和环境条件。这包括使用全站仪、测量仪器等工具进行详细的地形测量和渠道尺寸测量。通过这些测量数据，确定渠道的具体几何形状和位置。

②标定基准点。在测量开始之前，需要确定基准点和基准线，作为测量的参考。这些基准点通常选取在固定的地物上，如墙角、地面标志等，以确保测量的准确性和一致性。

③测量渠道的尺寸和几何形状。使用测量仪器和工具，对渠道的各个尺寸参数进行精确测量。包括渠道的宽度、深度、坡度等重要参数，确保设计图纸中的尺寸要求与实际情况一致。

④确定衬砌的设计要求。根据测量数据和设计要求，确定渠道衬砌的高度、坡度和具体的衬砌位置。这些数据将直接影响到后续的模板制作和混凝土浇筑，因此必须确保准确无误。

⑤绘制放线图。根据测量数据，绘制详细的放线图和放线计划。这些图纸将作为施工队进行后续工作的指南，包括模板制作、混凝土浇筑和最终验收。

## 2.2 渠道开挖

渠道开挖是指根据设计要求和施工图纸，在现场对渠道的地面进行削平和挖掘，以便后续的衬砌和混凝土浇筑。这一过程不仅涉及到地质环境的了解和处理，还需要考虑到渠道尺寸、形状和深度的精确控制，以确保最终衬砌工程的稳定性和耐久性<sup>[2]</sup>。

在进行实际开挖之前，需要进行地质勘察，了解地层结构、土壤类型和地下水情况。这些信息对于确定开挖方法和工程安全性至关重要。同时，准备施工现场，清理和平整工作区域，确保施工人员和设备的安全操作。根据设计要求，在开挖前标定和放线，确定渠道的起点、终点和几何尺寸，这些放线和标定必须精确无误，以保证后续衬砌和混凝土浇筑的准确性和一致性。在开挖时，通常采用挖掘机等专业设备进行机械开挖。根据地质勘察结果和设计要求，控制开挖的深度和尺寸，确保渠道底部平整、垂直壁面的要求，以便后续衬砌的顺利进行。在机械开挖完成后，需要进行人工清理和修整，特别是对于难以机械化处理的地形和角落部分，确保渠道底部和侧壁的平整和清洁，排除大块岩石和杂物，以减少对后续施工的影响。完成开挖后，进行渠道开挖的检查和初步验收。检查是否符合设计要求的尺寸、形状和平整度，确保开挖质量达到预期标准。正确的开挖过程可以确保渠道的几何形状和深度符合设计要求，为衬砌工作提供良好的基础。

## 2.3 渠坡填筑

渠坡填筑是确保渠道衬砌稳固和水流顺畅的关键步骤。渠坡填筑是指在渠道衬砌施工中，对渠道的侧坡进行填筑和加固，以保证其稳定性和抗冲刷能力。这一过程旨

在使渠道的侧壁能够承受外部水流的冲击力，同时保持足够的平整度和坡度，确保水流顺畅、不堵塞和不渗漏。

在进行渠坡填筑之前，必须对渠道的侧坡进行清理和准备工作。这包括清除坡面上的杂物和松散物质，确保填筑层能够紧密贴合坡面，避免形成空隙和裂缝。填筑材料的选择通常根据设计要求和地方实际情况来确定，常见的填筑材料包括碎石、砾石、沙土等，具备良好的抗冲刷性能和排水性能，以确保填筑后的坡面稳定和水流通畅。然后，根据设计要求，控制填筑层的厚度和坡度。通常填筑层的厚度应根据渠道侧坡的高度和坡度来确定，确保填筑后的坡面符合设计要求的平整度和坡度标准。填筑过程一般采用逐层施工的方法，即从底部向上逐渐填筑。每一层填筑完毕后，要进行轻微压实和平整，以确保填筑层与坡面的紧密结合和稳固性。特别是在渠道转弯或有复杂地形的地方，需要注意边坡的坡度和结构处理。坡度应保持稳定，结构应坚固耐用，以抵御外部水流对坡面的冲击和侵蚀。在填筑过程中，需要考虑并设置良好的排水系统。确保填筑后的坡面能够及时排除积水，避免水分对填筑层的影响和破坏。填筑完成后，进行坡面填筑的质量检查和验收。检查填筑层的厚度、坡度和平整度是否符合设计要求，确保填筑后的坡面稳定性和使用安全。施工人员必须严格按照设计要求和操作规范进行操作，采用合适的填筑材料和工艺，以确保填筑层与渠道侧坡的紧密结合和稳固性，从而为水流顺畅和渠道寿命的延长提供坚实保障。

## 2.4 铺设复合土工膜

复合土工膜通常由高密度聚乙烯 (HDPE) 或其他合成材料制成，具有优异的防渗和抗化学性能，是水利渠道衬砌系统中防水层的重要组成部分。首先，施工前需要对土工膜铺设区域进行彻底的地面准备，这包括清除表面的所有植被、石块和其他碎片，以及平整和压实土壤。这一步非常关键，因为任何表面的不平整或杂质都可能导致土工膜破损，影响其防渗功能。接着，根据设计要求和地形条件，进行土工膜的裁剪和预铺设。裁剪时要确保膜片之间留有足够的重叠边，通常不少于 30 厘米，以便进行焊接或粘接<sup>[3]</sup>。

铺设复合土工膜的过程中，施工队伍需要使用专门的焊接设备，如热风枪或楔焊机，对膜片进行焊接。焊接需要在无雨且风速较低的天气条件下进行，以确保焊接质量。焊接过程中，应持续检查焊缝的均匀性和紧密性，确保没有气泡或未焊透的部分。完成焊接后，需对焊缝进行压力测试和视觉检查，以确保无渗漏点。

复合土工膜铺设完毕后，通常需要在其上覆盖一层保护层，这可以是土层、沙层或者混凝土层，其主要作用是保护土工膜不受机械损伤或紫外线老化。保护层的厚度和材料应根据具体的工程需求和环境条件来选择。为进一步保障衬砌的稳定性和防渗效果，还可以考虑在土工膜和保

护层之间添加一层排水层,以便及时排除渠道内部的渗水和保护土工膜。

## 2.5 模板施工

模板的主要功能是形成和支撑未固化的混凝土,直到它获得足够的强度维持自身结构。在进行模板施工前,需要依据工程图纸和规范要求进行详细的设计。设计过程中需考虑到模板的材料选择、强度、稳定性以及是否便于安装和拆除。常用的模板材料包括木材、钢材和铝材,其中钢模板因其良好的稳定性和可重复使用性,被广泛应用于大型水利工程。

模板安装过程中,必须确保所有模板组件严格按照设计图纸进行布置和连接。连接件和支撑系统的强度必须足以承受混凝土的重量和施工过程中的各种负载。此外,模板的表面必须平整光滑,以保证混凝土表面的整洁和一致性。为了防止混凝土与模板粘连,通常会在模板表面涂抹隔离剂。

在混凝土浇筑过程中,模板的稳定性对保证混凝土结构的尺寸和形状精度至关重要。施工过程中需要定期检查模板的稳定性和对位情况。任何松动或变形的模板都必须及时调整或更换。混凝土达到设计强度后,进行模板的拆除也需谨慎操作。拆模过程中应避免对混凝土造成机械损伤,拆模应从非承重部位开始,逐步进行,确保不影响混凝土的结构完整性和表面质量。

## 2.6 混凝土浇筑及养护

混凝土浇筑不仅需要确保混凝土混合物的均匀性,还需要控制浇筑速度和方法,以避免产生空洞、裂缝及其他结构缺陷。养护过程则是确保混凝土在固化过程中获得足够的湿度和温度,从而发展出预期的强度和耐久性。

混凝土浇筑前,必须对混凝土进行充分的拌合,确保其成分均匀。选择合适的浇筑时间和技术,尤其在气候条件变化较大的环境中,更需注意温度和湿度对混凝土性能的影响。浇筑过程中,应使用合适的泵送设备或输送斗,从最低点开始,逐渐向上提升,以减少材料的分离。此外,采用振动棒对新浇筑的混凝土进行振实,可以有效排除气泡,确保混凝土在模板中充分密实,形成无缺陷的结构。

混凝土养护开始于浇筑完成即刻。初期养护是防止混凝土表面水分过快蒸发,特别是在炎热或风大的环境下,应覆盖湿润的麻袋或塑料薄膜以维持表面湿度。随后的养护过程中,应保持混凝土的恒定湿度,通常采用喷水或覆盖方法。在特殊环境下,如极低温度条件,还需采用加热或隔热措施,以保证混凝土逐渐达到设计的强度。

控制养护温度和湿度不仅影响混凝土的硬化速度,还直接关系到其最终的耐久性和抗裂性能。混凝土的正确养护可以显著提高其抗渗性能,这对于水利工程尤为重要,因为这些结构经常暴露于水流和水压中。正确的施工和养护操作是提升工程质量的基石,对于实现水利工程的持续运营和效益至关重要。

## 2.7 拆模

渠道衬砌混凝土技术的拆模过程是整个施工周期的重要组成部分,关乎结构的完整性和表面品质。拆模操作需要在混凝土达到一定强度后进行,以防止结构损伤或表面缺陷的产生。拆模过程的质量直接影响到渠道的使用性能和耐久性,因此在拆模操作中,严格遵守技术规范和安全准则是必须的。

拆模的时机选择对保证混凝土质量尤为关键。过早拆模可能导致混凝土表面不光滑、强度不足甚至结构损坏,而过晚拆模则可能增加工作难度,甚至造成模具损坏。通常情况下,拆模的最佳时机是在混凝土达到设计强度的70%至75%时进行<sup>[4]</sup>。

在进行拆模之前,应该对混凝土进行充分检查,确认其已经固化到足够的强度。工程技术人员需要使用专业设备来测试混凝土的强度,确保其达到安全标准。拆模工作开始前,应对模板进行清理,确保没有任何异物粘附在模板上,这有助于防止在拆模过程中对混凝土表面造成不必要的损伤。

拆模过程中,操作人员应使用适当的工具和技术,避免对混凝土结构造成力学损伤。使用杠杆原理和机械设备可以减少对混凝土的物理冲击,从而保护结构的完整性。拆除模板时应均匀施力,避免局部施加过大压力,这对于防止造成裂纹或其他结构损伤尤为重要。拆模后,应立即对混凝土表面进行检查,及时修补因拆模造成的小裂缝或不平整。拆模后的混凝土仍需要进行养护,以确保其在后续的固化过程中能够发展到更高的强度和耐久性。

## 3 结束语

衬砌混凝土的应用不仅可以有效防止渠道的渗漏和结构裂缝,还能提升其整体水密性和稳定性,从而保障水资源的有效利用和灌溉系统的可持续发展。随着社会经济的发展 and 用水需求的增加,对渠道工程质量和效率的要求日益提高,衬砌混凝土技术的持续应用可以进一步提升渠道工程的可靠性和长期运行效益,为水利工程的可持续发展贡献更多的解决方案。

### [参考文献]

- [1]郝世飞,蔡慧.水利工程渠道施工中衬砌混凝土技术研究[J].工程技术研究,2023,8(15):204-206.
- [2]李常.水利灌溉渠道工程中衬砌混凝土施工技术[J].云南水力发电,2023,39(7):166-169.
- [3]谭超文.浅谈水利工程渠道施工中衬砌混凝土技术的应用[J].珠江水运,2023(10):65-67.
- [4]温茂卿.水利工程渠道施工中衬砌混凝土技术研究[J].工程技术研究,2023,8(3):213-215.

作者简介:邓英(1974.10—),毕业院校:新疆大学,所学专业:房屋建筑工程,当前就职单位名称:新疆世都建设工程有限公司,职务:项目经理,职称级别:中级。

# 水利工程混凝土冬季施工技术研究

刘诗伟

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330000

**[摘要]**在我国北方地区, 冬季低温环境对水利工程混凝土施工带来了诸多挑战。为了确保冬季施工的质量和效率, 文中对水利工程混凝土冬季施工技术进行了系统研究。研究采用了现场试验和数值模拟相结合的方法, 首先分析了低温对混凝土性能的影响, 包括早期强度发展和抗冻性能, 然后探讨了多种冬季施工技术措施, 如保温养护、掺加防冻剂和采用快速硬化混凝土等。研究结果表明, 合理的保温养护措施可以显著提升混凝土早期强度, 防冻剂的使用能够有效改善混凝土的抗冻性能, 快速硬化混凝土则能在短时间内达到所需的强度要求。此外, 通过数值模拟分析了不同施工技术在实际工程中的应用效果, 验证了这些技术措施的可行性和有效性。研究结论为冬季水利工程混凝土施工提供了科学依据和技术指导, 对提高冬季施工质量、保障工程安全具有重要意义。

**[关键词]**水利工程; 混凝土; 冬季施工; 保温养护; 抗冻性能

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13507

中图分类号: TU775.8

文献标识码: A

## Research on Winter Construction Technology of Concrete in Water Conservancy Engineering

LIU Shiwei

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

**Abstract:** In northern China, the low temperature environment in winter poses many challenges to the concrete construction of water conservancy projects. In order to ensure the quality and efficiency of winter construction, a systematic study was conducted on the winter construction technology of concrete in hydraulic engineering in this article. The study adopted a combination of field experiments and numerical simulations. Firstly, the influence of low temperature on the performance of concrete, including early strength development and frost resistance, was analyzed. Then, various winter construction technology were explored, such as insulation curing, adding antifreeze agents, and using fast hardening concrete. The research results indicate that reasonable insulation and curing measures can significantly improve the early strength of concrete, the use of antifreeze can effectively improve the frost resistance of concrete, and rapidly hardening concrete can achieve the required strength requirements in a short period of time. In addition, the application effects of different construction technology in practical engineering were analyzed through numerical simulations, verifying the feasibility and effectiveness of these technical measures. The research conclusion provides scientific basis and technical guidance for winter water conservancy engineering concrete construction, which is of great significance for improving winter construction quality and ensuring engineering safety.

**Keywords:** water conservancy engineering; concrete; winter construction; thermal insulation and maintenance; frost resistance

### 引言

在我国北方, 冬天的低温使得水利工程施工的混凝土变得很不好做。因为低温让混凝土变硬的速度变慢, 甚至还有可能冻坏, 这都使得工程的质量被影响。学者和工程师们有很多方式去应对这个问题, 比如说用保温方法来让混凝土温度保持不变, 加入防冻剂来防止混凝土被冻坏, 或者用特殊的混凝土使其快速变硬。这些方法都能帮助我们在冬季施工水利工程时, 提高混凝土的效果。本研究就是希望找出什么样的做法最有效, 能够保证施工质量和工程的安全。

#### 1 水利工程混凝土冬季施工的背景与现状

##### 1.1 水利工程混凝土冬季施工的必要性

在冬季, 北方地区的低温环境对水利工程的混凝土施工提出了特殊要求<sup>[1]</sup>。温度的下降会导致混凝土凝固、硬化速度放缓, 且在未硬化前混凝土易受冻害, 影响工程结构的安全性与耐久性。掌握与应用适合冬季的混凝土施工

技术显得尤为关键。这不仅关系到工程质量, 还直接影响到工程的进度和经济效益。采取有效的冬季施工措施, 可以确保混凝土在低温条件下正常施工, 满足工程结构的强度与安全要求, 从而保障水利工程的顺利进行。

##### 1.2 冬季低温对混凝土施工的影响

冬季低温环境是影响混凝土施工过程及其最终性能的关键因素之一。低温条件会显著降低混凝土的水化反应速率, 从而延缓早期强度的发展。在零度以下, 由于水分结冰, 混凝土内部的孔隙结构发生变化, 导致其抗压强度和耐久性受损。冻结水的体积膨胀对混凝土微观结构造成破坏, 产生裂缝, 削弱了混凝土的整体性能。

低温还会影响混凝土的内部温度场, 使混凝土表面与内部的温差增大, 造成温度应力, 当这一应力超过混凝土的抗拉强度时, 会引发裂缝。同样的温度应力效应在随后的解冻过程中也可能对混凝土造成损害。水泥浆体在低温条件

下的化学反应速率降低,使得混凝土无法在预期时间内达到所需的强度,影响施工进度,甚至可能导致工程质量问题。

低温条件下的混凝土施工面临诸多挑战,需要采取有效的技术措施来控制温度、促进混凝土内部水化反应、提高抗冻能力,确保在低温环境中施工质量和结构安全。

### 1.3 国内外研究现状及技术进展

近年来,国内外针对水利工程混凝土冬季施工技术进行了广泛研究和大量实践。在国外,研究主要集中于开发和新型防冻剂、优化混凝土配合比以及引进先进的保温材料和养护方法。例如,北美和北欧等寒冷地区的研究显示,通过添加高效防冻剂和使用特种水泥,可以显著提高混凝土的抗冻性能和早期强度。国内的研究则更加注重实际应用,针对不同区域的气候特点,提出了适应性的施工技术措施,如东北地区采用蓄热材料覆盖、黄河流域采用加热养护等。数值模拟技术在国内外的应用也逐渐深入,通过模拟低温条件下的混凝土内部温度场和应力场,验证施工措施的有效性,为工程实践提供了理论支持<sup>[2]</sup>。

## 2 低温环境对混凝土性能的影响分析

### 2.1 低温对混凝土早期强度发展的影响

低温环境下混凝土的早期强度发展受到显著影响。一方面,低温可延缓水泥水化反应的进程,使得混凝土在初期阶段强度增长较慢。另一方面,低温条件下混凝土内部存在冰晶形成,这会对混凝土结构产生破坏性影响,进而降低混凝土的早期强度。大量研究表明,当温度低于5℃时,混凝土的抗压强度增长会明显减缓,若持续低温环境,24小时内强度增长可能仅为正常温度下的1/3~1/2。必须采取有效措施来保证低温条件下混凝土的早期强度发展,确保水利工程的施工质量和进度。

### 2.2 混凝土的抗冻性能分析

低温环境对混凝土的抗冻性能影响显著。抗冻性能是评价混凝土在冰冻环境下耐久性的重要指标。研究显示,冬季施工期间,混凝土内部水分结冰会产生体积膨胀,从而引起微裂缝和毛细孔的扩展。这些微观结构的改变直接影响了混凝土的结构完整性和长期使用性能<sup>[3]</sup>。通过添加防冻剂可以降低混凝土的冻结点,减少水分结冰,有效控制冰晶在混凝土内部形成时对结构的破坏。冬季施工中适当增加水泥用量,优化骨料级配,也能够增强混凝土的抗冻性能。通过对比试验,分析了不同配比下混凝土的抗冻性能,以期找到最佳的冬季施工混凝土配方。

### 2.3 低温环境下混凝土性能的试验研究

低温环境对混凝土性能的影响在中通过一系列现场试验进行详细探讨。试验采用多组混凝土试件,在不同温度条件下进行保存和测试,以获取低温对混凝土早期强度和抗冻性能的具体影响数据。试验过程中,混凝土配合比严格控制,确保试验条件的一致性。

试件制作完成后,部分在标准养护环境下进行养护,作为对比组;其余试件置于模拟低温环境中进行养护和测试。不同温度条件下的试件定期进行强度测试,以评估低

温对早期强度发展的影响。结果显示,低温显著延缓了混凝土的早期强度发展,试件在低温环境下28天的强度仅为标准养护条件下的70%左右。

通过对低温环境下试件进行抗冻性能测试,评估混凝土在冻融循环条件下的质量损失和强度衰减。试验结果表明,低温环境不仅降低了混凝土的抗压强度,增加了冻融循环后的质量损失比例。与普通环境下养护的混凝土相比,低温环境下养护的混凝土试件在经历若干次冻融循环后表现出更明显的微观裂纹和结构损伤。

这些试验研究结果为低温环境下混凝土性能的分析提供了数据支持,并为优化冬季施工技术提供了科学依据。通过精确分析低温对混凝土性能的影响,有助于制定更加合理的施工和养护措施,提高冬季施工的质量和可靠性<sup>[4]</sup>。

## 3 水利工程混凝土冬季施工技术措施

### 3.1 保温养护技术

保温养护是水利工程混凝土冬季施工的关键技术措施之一。为确保混凝土在寒冷环境下能够正常浇筑和养护,应采取有效的保温措施。常用的保温技术包括使用保温毯、保温板或保温棉等外加保温层,并在其上浇筑保温混凝土。还可采用电热保温、热风保温等主动加热措施,保持混凝土表面温度在规定范围内。还可采取混凝土拌制时适当提高水泥用量和混合料温度等措施,提升混凝土的早期抗冻性。通过合理的保温养护技术,可显著提高混凝土的强度发展速度,确保混凝土在寒冷季节达到设计强度,为后续工程施工奠定良好基础。

### 3.2 防冻剂的应用与效果

在冬季施工中,使用防冻剂是确保混凝土性能的重要措施之一。防冻剂通过降低混凝土拌合物中的冰点,防止水分结冰,从而减小温度变动对混凝土内部结构的破坏。常用的防冻剂包括氯化钙、无氯防冻剂、硫酸钠及其复合产品,其主要功能在于促进混凝土早期强度的提高,并提升其抗冻性能。试验数据表明,掺加防冻剂的混凝土在低温条件下依然能够保持较高的强度发展速度,不容易因冻融循环而发生裂缝,有效保持其结构完整性和耐久性。防冻剂还能改善混凝土的和易性,减少早期收缩裂纹的产生,在低温条件下表现优良。实际工程应用中,这些防冻技术通过现场实验证明,其抗冻效果显著,能有效提高混凝土早期强度和整体性能,为水利工程冬季施工提供可靠保障。

### 3.3 快速硬化混凝土的使用

快速硬化混凝土是水利工程冬季施工中的另一有效技术措施。与普通混凝土相比,快速硬化混凝土在低温环境下能够更快地达到所需强度。这主要得益于特殊的原材料配比和掺加促凝剂等措施。例如,适当增加水泥用量、掺入高效减水剂和引气剂等,可以大幅缩短混凝土的凝结时间和提高早期强度发展速率。采用耐寒性能良好的矿物掺合料和外加剂,还能够提升混凝土在低温条件下的抗冻性能。通过合理配比和养护控制,快速硬化混凝土能够在较短时间内达到设计强度要求,从而缩短工期,提高施工

效率,为水利工程冬季施工创造良好条件。

## 4 数值模拟与技术应用效果分析

### 4.1 不同冬季施工技术的数值模拟分析

针对保温养护、防冻剂应用及快速硬化混凝土等常用冬季施工技术,利用数值模拟方法对其在低温环境下的应用效果进行了详细分析。低温环境下混凝土的热传导和水泥水化反应情境设置,模拟施工过程中温度和湿度变化对混凝土性能的影响。

保温养护技术通过设置不同类型和厚度的保温材料,对混凝土在不同养护条件下的温度场进行模拟。分析结果显示:保温材料的选择和合理布置能够使混凝土内部温度保持在适宜范围内,从而有效促进早期强度的增长。

防冻剂的应用则通过在混凝土中掺加不同类型、不同掺量的防冻剂,模拟其对混凝土抗冻性能的提升效果。数值模拟结果表明:掺加适量防冻剂能够显著降低混凝土内部的冻结点温度,减缓水泥水化过程中的水分冻结速度,增强混凝土的抗冻能力及耐久性。

针对快速硬化混凝土,设置了不同掺量的早强剂模拟其早期强度发展情况。分析发现:快速硬化混凝土在低温环境下可以在较短时间内达到设计强度,显著提高施工效率,且对抗冻性能有良好保障。

通过综合上述模拟数据,对比分析不同冬季施工技术的效果与相应的仿真模型精度,验证了这些技术在实际工程中的可行性与有效性。这些数值模拟分析为评估冬季混凝土施工技术的应用效果,提供了坚实的数据支持和科学依据<sup>[5]</sup>。

### 4.2 技术措施在实际工程中的应用效果

在实际工程应用中,多项冬季施工技术显示了良好的效果。通过实施保温养护技术,混凝土的早期强度得到了有效提升,使得工程在低温条件下也能按时进度施工。防冻剂的添加改善了混凝土的抗冻性能,经过冻融循环测试,处理过的混凝土样本显示出更低的损伤率。快速硬化混凝土的使用,使得施工时间缩短,减少了天气对施工进度的不利影响。数值模拟结果与现场施工结果相符,验证了这些技术措施不仅科学有效,且具备实际工程应用的广泛适用性。这些成果对于指导冬季水利工程施工具有重要的参考价值。

## 5 结论与建议

### 5.1 研究结论

通过对水利工程混凝土冬季施工技术的系统研究,得出以下结论:在低温环境下,混凝土的早期强度发展和抗冻性能均受到显著影响。采用合理的保温养护措施能够显著提升混凝土早期强度,是冬季施工的有效技术之一。防冻剂的掺加显著改善了混凝土的抗冻性能,显现出良好的应用效果。快速硬化混凝土技术有助于在较短时间内达到所需强度要求,确保施工进度和质量的双重保障。数值模拟结果显示,采用上述技术措施能够在实际工程中取得预期效果,验证了其可行性和有效性。这些研究成果为冬季水利工程混凝土施工提供了可靠的科学依据和技术指导,具有重要的实践意义,能够有效提高冬季施工质量,保障工程的安全与稳定运行。

### 5.2 技术应用建议

在水利工程混凝土冬季施工中,为提高施工质量和效率,需要合理应用多种技术措施。针对保温养护技术,应选择适当的保温材料,确保覆盖均匀,并根据实际天气状况调整保温时间和厚度,以防止混凝土早期强度的损失。防冻剂的使用要考虑原材料的配比和现场施工条件,合理掺加防冻剂不仅能提升混凝土抗冻性能,还需注意对混凝土长时间强度和耐久性的潜在影响。快速硬化混凝土的应用需要严格控制配合比和施工工艺,确保快速硬化过程中的温度和湿度条件,以便在较短时间内达到所需强度。应用数值模拟结果优化施工方案,预防可能出现的质量问题。在施工过程中,应加强现场实时监测和质量管理,确保技术措施的落实与效果。通过科学的施工管理和技术优化,可有效增强冬季施工的安全性和可靠性,为水利工程的长期稳定运行提供保障。

### 5.3 未来研究方向

未来研究应关注混凝土冬季施工新材料与技术的开发,如更高效的保温养护材料与低温环境下混凝土的自愈合技术。探索基于大数据与人工智能的施工环境监控与过程优化系统,以提高施工精度与自动化水平,确保工程质量与安全。还需评估不同地区气候变化对施工策略的长期影响。

## 6 结束语

本文研究了北方地区冬季低温环境下,水利工程混凝土施工面临的挑战。通过现场试验和数值模拟,探讨了低温对混凝土性能的影响,并提出了保温养护、掺加防冻剂和使用快速硬化混凝土等措施。研究结果表明,保温养护可以提升混凝土早期强度,防冻剂能改善抗冻性能,快速硬化混凝土能迅速达到强度要求。数值模拟验证了这些措施的有效性,为冬季施工提供了科学依据。本文也指出研究的局限性,如试验范围和样本数量有限,模拟参数与实际环境有差异等。未来研究应扩大试验范围,优化模拟模型,探索更多施工措施,研究综合应用效果,找到最佳施工方案。总之,本文为提高冬季水利工程混凝土施工质量和保障工程安全提供了参考,希望对相关研究和实际应用有所帮助。

### 【参考文献】

- [1]杨再普.水利工程混凝土冬季施工技术研究[J].名城绘,2020(10):468.
- [2]刘红丽.水利工程冬季混凝土施工技术分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2019(11):38-40.
- [3]张旭.浅析水利工程冬季混凝土施工技术[J].房地产导刊,2019(23):140-140.
- [4]张彦明.农业水利工程冬季混凝土施工技术[J].南方农业,2021,15(2):208-209.
- [5]张真真,李永峰,周红景.浅析水利工程混凝土冬季施工技术[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(6):85-86.

作者简介:刘诗伟(1997.9—),男,毕业院校:南昌工程学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:江西省水投建设集团有限公司,职务:施工员,职称级别:助理工程师。

## 关于水利工程施工中防渗技术的应用分析

刘永刚

升升集团有限公司, 宁夏 银川 750001

[摘要] 防渗技术是确保水利工程长期稳定运行的关键环节。如水库、渠道、蓄水池、堤坝等, 必须有效防止水体渗漏, 以保护周围环境和提高水资源的利用效率。文中探讨了水利工程施工中防渗技术的应用及其重要性, 讨论了在应用这些技术时需要注意的关键问题, 如温度控制和表面施工管理, 从而提高水利工程的安全性和可靠性。

[关键词] 水利工程; 防渗技术; 注意事项

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13485

中图分类号: TV543

文献标识码: A

### Application Analysis of Anti-seepage Technology in Water Conservancy Engineering Construction

LIU Yonggang

Sheng Sheng Group Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750001, China

**Abstract:** Seepage prevention technology is a key link to ensure the long-term stable operation of water conservancy projects. For example, reservoirs, channels, reservoirs, dams, etc., it is necessary to effectively prevent water leakage to protect the surrounding environment and improve the utilization efficiency of water resources. This article discusses the application and importance of seepage prevention technology in water conservancy project construction, and discusses the key issues that need to be paid attention to when applying these technologies, such as temperature control and surface construction management, in order to improve the safety and reliability of water conservancy projects.

**Keywords:** water conservancy engineering; anti-seepage technology; matters needing attention

#### 引言

水利工程包括水库、蓄水池、堤坝、渠道、渡槽、防洪等, 承载着调节水流、防洪抗旱、灌溉农田等重要功能。由于地质条件、施工工艺或材料选择等因素的限制, 水利工程往往面临着不同程度的渗漏问题, 如水库堤坝的渗漏会导致水体损失, 增加运行成本, 甚至对周围土地和生态环境造成潜在威胁<sup>[1]</sup>。因此, 本文深入研究不同的防渗技术方法及其适用条件, 为解决当前水利工程面临的防渗难题提供科学依据和技术支持, 同时促进水资源的有效利用和安全隐患的降低。

#### 1 水利工程施工中防渗技术应用的重要性

##### 1.1 提高工程的安全性和可靠性

水利工程中的防渗技术应用对提高工程的安全性和可靠性至关重要。首先, 防渗技术能够有效防止水体渗漏, 避免因渗漏引起的土体松动、工程结构变形及水土流失等问题。水库堤坝作为水资源调控的重要设施, 其防渗性能直接关系到库区的水源安全和周边地区的灾害防范能力, 通过选择适当的防渗技术, 如防渗膜法、混凝土防水法或黏土衬里法, 有效地保护工程免受水体侵蚀, 确保工程长期稳定运行。

随着时间的推移, 水利工程所处的环境条件和外部影响因素可能发生变化, 如地质结构变化、降雨量的增加等, 这些因素对工程原有的防渗措施造成挑战, 定期的检查、维护和更新防渗技术显得尤为重要, 采用先进的监测技术

和防渗材料, 如地下水位监测系统、智能防渗膜等, 及时发现并解决潜在的渗漏问题, 保证工程安全运行。水库、堤坝等水利工程的破坏可能导致洪水灾害、生态环境破坏以及对居民生活和农业生产造成的严重影响, 有效的防渗技术能够预防这些灾害的发生, 保障人们的生命财产安全。

##### 1.2 减少环境风险和生态影响

宁夏地区年降雨量较少, 较为干旱, 水资源严重缺乏, 所有有效的防渗技术不仅能够保护工程本身安全, 还能够高效用水、节约水资源的浪费。

水利工程的防渗技术可以有效预防水体渗漏所导致的土壤侵蚀和地下水位下降等环境问题。例如, 水库、堤坝等工程在渗漏的情况下, 可能导致周围土壤的松动和侵蚀, 进而影响到植被覆盖和生态系统的稳定性。通过采用现代化的防渗技术, 如防渗膜覆盖、混凝土防水、地下水位监测系统等, 可以有效阻止水体渗漏, 保护周围环境免受污染和破坏<sup>[2]</sup>。

##### 1.3 推动技术创新和应用发展

防渗技术的应用不仅是为了解决当前工程的渗漏问题, 更是推动技术创新和应用发展的重要驱动力。随着社会经济的发展和环境意识的提高, 对水利工程的安全性、可靠性和环境友好性要求日益增加, 这促使防渗技术在水利工程中发挥了关键作用, 并推动了相关技术的不断创新和应用。

其一, 水利工程中防渗技术的发展推动了防水材料及技术的进步。传统的防渗材料如混凝土防水和黏土衬里虽

然有效,但随着科技进步和材料工程的发展,新型防渗材料如高分子防渗膜、合成树脂、地下水位监测系统不断涌现,这些新技术不仅提高了防渗效果,还减少了施工成本 and 环境影响。其二,防渗技术的推广促进了水利工程监测与管理技术的创新。随着水利工程规模的扩大和复杂性的增加,对工程运行状态的实时监测和精确管理成为必要。智能化的监测系统如远程传感器、数据采集和分析系统等,使工程管理者能够及时掌握工程的运行状况,预警可能的问题,进而采取有效的措施进行调整和修复,确保工程安全可靠地运行。

## 2 水利工程施工中防渗技术

### 2.1 防渗膜法

防渗膜法是水利工程中常用的防渗技术,其核心思想是通过在土工膜或塑料膜等材料的覆盖下,形成一个防水屏障,阻止水体通过土壤或岩石渗透到结构物下方或周围的方法。这种技术在水利工程中的应用非常广泛,特别是在渠道、水库、池塘等水体工程中,用以提高工程的防渗效果和结构的耐久性。

防渗膜通常由聚乙烯、聚氯乙烯或聚丙烯等塑料材料制成,其选择取决于具体工程的要求和环境条件。这些材料具有优异的抗化学腐蚀性、耐老化性和机械强度,能够有效地抵抗土壤中的化学物质和机械损伤。根据不同的需求,防渗膜可以分为以下几类:

**土工膜。**由聚乙烯、聚氯乙烯等材料制成,具有较高的耐渗性和耐用性,适用于土质较为复杂或要求较高的工程。

**HDPE 高密度聚乙烯膜。**以其优异的耐老化性和机械强度,广泛应用于水库、渠道等大型水利工程中,能够长期有效防止水分渗透。

**LLDPE 线性低密度聚乙烯膜。**适用于对膜的柔性和延展性有较高要求的工程,如沉积池、污水处理设施等。

**PVC 聚氯乙烯膜。**在防渗性能方面表现优异,适用于对化学腐蚀性要求较高的工程,如垃圾填埋场和化工污水池等。

防渗膜的施工过程通常包括几个关键步骤。首先对工程基础进行清理、平整和处理,确保表面光滑平整,没有尖锐的物体或尖角。根据设计要求和实际工程情况,铺设预先加工好的防渗膜材料,保证膜的连续性和覆盖范围。然后,对膜材料的接缝进行焊接或粘接处理,确保接缝处的密封性和稳固性,防止渗漏发生。如需要,安装辅助设施如渗水管、检测设备等,用以监测和管理防渗效果。施工完成后,对防渗膜进行全面的检验,确保其符合设计要求和工程标准,通过验收后方可投入使用。

防渗膜法在水利工程中的应用效果显著,能够有效降低渗漏风险,保护工程结构的稳定性和耐久性。其优点包括施工简便、成本较低、维护方便以及对环境影响较小等特点,使其成为现代水利工程不可或缺的重要技术手段之一。

### 2.2 黏土衬里法

黏土衬里法是水利工程中常用的防渗技术,其基本原理是利用天然或人工挖掘的黏土层来形成水密屏障,防止水体渗漏到地下或周围的工程结构内部。这种方法适用于不同类型的水利工程,如水库、渠道、池塘以及各种水处理设施,旨在保护工程结构的稳定性和水资源的有效利用。

黏土衬里法的关键在于选择和处理黏土层,以确保其具备良好的抗渗性和稳定性。根据黏土的来源和处理方法,可以分为以下几类:一是天然黏土层。利用天然存在的黏土层作为防渗层,通常需对其进行清理、整平和加固处理,确保其密实性和连续性。这种方法适用于地质条件较为适宜的区域,可以降低材料成本 and 环境影响。二是人工黏土衬里。在不适宜使用天然黏土层的情况下,通过人工挖掘或混合工艺制备黏土层,以达到防渗的要求。人工黏土层可以根据工程需求调整其成分和密实度,确保其稳定性和防渗效果。三是黏土与其他材料复合。有时候为了增强黏土层的抗渗性能,可以将黏土与其他材料(如聚合物、水泥等)进行混合或复合处理,以提高其力学强度和耐久性,适应不同的工程环境 and 要求。

首先,对工程基础进行清理、平整和处理,确保表面平坦和无杂物,为黏土层的铺设和固定创造良好的条件。根据设计要求和工程规范,选择合适的黏土材料,并通过机械或人工手段进行挖掘和运输,保证黏土的质量和连续性,将黏土层依次铺设在基础上,并采取适当的压实或振实措施,确保黏土层的均匀性和密实度,提高其抗渗性和稳定性,对黏土层的接缝和可能存在的缺陷进行检查和修补,保证整个黏土层的连续性和水密性。完成黏土层的施工后,进行全面的检验和测试,确保其符合设计要求和工程标准,通过验收后方可投入使用。

黏土衬里法作为一种传统而有效的防渗技术,具有施工简便、成本低廉、环境友好等优点,被广泛应用于各类水利工程中。它不仅可以有效防止地下水和水体渗透,保护工程结构的安全性和稳定性,还能够提升水资源的利用效率,满足不同工程对于防渗性能的需求。

### 2.3 混凝土防水法

混凝土防水法是水利工程中常用的防渗技术,通过在混凝土结构表面或内部施加防水材料,形成防水层,阻止水体通过混凝土渗透到结构内部或周围的方法。这种技术在各类水利工程中具有重要应用,如水库、堤坝、河道、隧洞以及水处理设施,旨在提高工程的耐水性和抗渗能力,确保结构的稳定性和持久性。

混凝土防水法根据防水材料的不同,可以分为多种类型,主要包括:

**表面涂层防水。**在混凝土结构表面涂布防水涂料或防水涂膜,形成一个均匀的防水层。这种方法适用于要求不高的场所,如地下室、水箱等,能够有效防止地下水的渗透。

混凝土添加剂防水。在混凝土搅拌过程中添加防水剂,如水泥掺加物、高分子材料等,通过改善混凝土的孔隙结构和密实性,提高其抗渗能力和耐久性。

预制防水构件。在混凝土构件预制过程中,直接将防水材料(如橡胶板、聚乙烯膜等)整合到构件内部或表面,形成防水层,提高整体的防水效果和施工效率。

结构防水加固。针对已存在的混凝土结构,通过局部修补、喷涂或添加防水材料的方式,加固和提升其防水性能,延长结构的使用寿命。

混凝土防水法施工中,应先对混凝土表面进行清洁、修补和处理,确保表面平整、无裂缝和杂物,为后续防水层的施工提供良好的基础。根据工程要求和环境条件,选择适合的防水材料,如聚合物改性沥青、聚合物涂料、橡胶防水涂料等,并进行必要的预处理和搅拌。然后,将预先准备好的防水材料均匀涂布或喷涂在混凝土表面,确保覆盖均匀、密实,形成连续的防水层。在防水层施工完成后,进行全面的质量检验和测试,检查是否有漏涂、空鼓、裂缝等缺陷,及时修补,保证防水效果。完成防水层施工后,需进行适当的保护措施,避免外力损坏和日常维护,延长防水层的使用寿命和效果。

混凝土防水法作为一种成熟且广泛应用的技术,具有施工简便、效果显著、维护成本低等优点,被广泛应用于各类水利工程中,保障了工程结构的安全性和可靠性。通过选择合适的防水材料和科学的施工工艺,可以有效解决混凝土结构在长期水负荷下的渗漏问题,确保水利工程的长期稳定运行和安全使用。

#### 2.4 分层压实土法

分层压实土法主要通过在地基或坝体上逐层压实适当粒径的土石材料,形成一层均匀、致密的土体,防止水体通过土体渗透到工程结构内部或周围。这种技术适用于各类水利工程,如堤坝、渠道、水库等,能够有效提高土体的抗渗性能和工程结构的稳定性<sup>[3]</sup>。

分层压实土法的关键在于选择适宜的土石材料,并通过逐层压实的方式,使土体在结构上形成均匀致密的防渗层。根据压实的方式和所用材料的不同,可以分为几类:

自然土石材料。直接利用现场开挖或周边采集的天然土石材料,通过挖掘机、推土机等设备进行逐层铺设和压实,形成土体防渗层。

掺杂改良土法。在自然土基础上,通过掺入水泥、石灰、粉煤灰等掺杂改良材料,以提高土体的强度和密实度,增强其抗渗能力。

千斤顶压实法。对特别要求高的区域,如坝基、坝墙等关键部位,采用千斤顶压实法,通过机械千斤顶对土石材料进行高压下的压实,确保土体的致密性和均匀性。

首先,对工程基础进行清理、平整和处理,去除杂物和松散土层,为后续土石材料的铺设和压实提供良好的基础条件。根据设计要求和地质条件,选择适宜的土石材料,并采用推土机、挖掘机等设备将土石材料逐层铺设在基础上,形成一层均匀的土体,每层铺土厚度控制在30厘米以内,采用羊角碾压机、振动压路机或千斤顶等设备,对每层土石材料进行逐层压实,确保土体的密实度和均匀性,提高其抗渗性能。如需对土体进行改良,根据设计要求在适当层次掺入水泥、石灰等改良材料,并进行搅拌或混合处理,增强土体的强度和稳定性。完成土体压实后,进行全面的质量检验和测试,检查土体的密实度、均匀性以及可能存在的裂缝或空隙,通过验收后方可进入下一阶段施工<sup>[4]</sup>。

分层压实土法作为一种传统而有效的防渗技术,具有施工简便、成本较低、适应性强等优点,广泛应用于各类水利工程中。通过合理选择土石材料和科学的施工工艺,能够有效地解决土体渗透问题,提高工程结构的稳定性和耐久性,延长其使用寿命。

### 3 结束语

随着宁夏水利工程规模的扩大和要求的提升,其面临的挑战逐渐显现出来,传统技术无法满足复杂地质条件下的防渗要求,而且其施工周期长、效果不稳定等问题也限制了其在现代水利工程中的应用。随着科技和材料科学的进步,新型防渗技术不断涌现,如高分子材料的应用、地膜技术的发展、新型土工合成材料的研究等,也能够为水利工程的防渗提供新的思路和解决方案。

#### [参考文献]

- [1] 李建宝. 关于水利工程施工中防渗技术的分析[J]. 水上安全, 2024(5): 175-177.
  - [2] 鲁枕果. 水利工程施工中渗水原因分析及防渗技术[J]. 数字农业与智能农机, 2023(11): 64-67.
  - [3] 白丹. 农田水利工程施工中防渗技术要点分析[J]. 农业灾害研究, 2023, 13(11): 275-277.
  - [4] 卢雪涛. 防渗技术在水利工程施工中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(30): 208-210.
- 作者简介: 刘永刚(1982.12—), 毕业院校: 长安大学, 所学专业: 工程管理, 当前工作单位: 升升集团有限公司, 职称级别: 中级。

# 浅谈大型水利机械在水利水电工程中的应用

郭拥军 宋婧婧

濉溪县水务局, 安徽 淮北 235100

**[摘要]** 水利水电工程规模的扩大使得大型水力机械的应用范围越来越广, 如何协调好大型水利机械的管理配备以及如何保证水利机械施工过程的安全至关重要。所以针对这两个关键问题做了浅要分析以及一些具体建议, 希望水利工程建设的发展再上一层楼。

**[关键词]** 大型水利机械; 管理配备; 施工安全; 设备安全

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13490

中图分类号: TV52

文献标识码: A

## Brief Discussion on Application of Large Water Conservancy Machinery in Water Conservancy and Hydropower Engineering

GUO Yongjun, SONG Jingjing

Suixi County Water Affairs Bureau, Huaibei, Anhui, 235100, China

**Abstract:** The expansion of the scale of water conservancy and hydropower projects has made the application scope of large-scale hydraulic machinery increasingly wide. It is crucial to coordinate the management and equipment of large-scale hydraulic machinery and ensure the safety of the construction process of hydraulic machinery. Therefore, a brief analysis and some specific suggestions have been made for the two key issues, hoping that the progress of water conservancy engineering construction can be further improved.

**Keywords:** large scale hydraulic machinery; management equipment; construction safety; equipment safety

随着经济社会的不断发展, 水利水电工程规模也在不断扩大, 大型水利机械的应用也愈加的广泛。然而在具体施工过程中为了加快工程进度以及节省预算等其他因素, 大型水利机械的应用非常的频繁, 且基本为连轴转不停机, 因此衍生出了许多方面的较为严重的问题。所以新时期在水利水电工程中应用大型水利机械需要遵循许多新原则。

### 1 当前水利水电工程中大型水利机械的应用状况

#### 1.1 机械设备的的使用及维护规范制度不完备

近年来, 尽管国家针对水利水电工程的机械设备的选用有出台一系列制度, 但是在实际的施工过程中, 针对具体的工作任务, 其制度仍然不够完善。

第一, 随着科学技术的不断进步, 现代大型水利机械也越来越趋向于智能化, 而普通的施工技术人员并未接受过太多的培训等, 并不能在施工过程中熟练地运用智能化机械设备, 这也就导致机械设备的智能化资源被浪费, 提高的施工经费但又未能提高施工效率。



图1 某品牌智能挖掘机

第二, 在工程施工过程中, 大型机械设备需要定时进行设备维护, 但是许多施工技术人员为加快施工进度只负责操作设备, 但是对设备维护并未投入太多精力, 这也就导致了机械设备存在许多小故障等, 随之而来的就是维护不到位导致的无法及时解决的大事故, 甚至是安全事故, 这也就与加快进度背道而驰。



图2 因维护不到位导致的龙门架倒塌

#### 1.2 机械设备的的管理配备不合理

首先, 在水利水电工程中, 一般都要求施工单位统一管理施工所需的机械设备, 但是在实际施工过程中, 并没有遵循这一管理原则, 甚至是聘请非专业人员来进行大型机械设备的管理。因此导致施工任务分配不合理, 任务落实不到位, 导致机械设备与任务需求不匹配, 浪费资源, 拖延进度等。其次, 在大型水利机械的采购配备这一阶段, 不少施工单位或者企业盲目地追求智能化, 全然不管实际工程所需是否与机械设备的具体功能匹配, 既没有对机械设备配备的科学规划, 也没有针对施工经费的合理使用计划, 导致

了机械设备的许多功能毫无用武之地，造成资源浪费等。

表1 实际与采购参数对比

设备名称	参数项目	实际需要参数	采购参数
泵车	泵排送量 (m <sup>3</sup> /h)	120	170
	最大泵送高度 (m)	36.6	56
平板式振动器	发动机功率 (kW)	1.1	3
	料斗容量 (m <sup>3</sup> )	0.5	0.8
履带式推土机	推土铲容量 (m <sup>3</sup> )	3.8	4.5
	推土铲切土深度 (mm)	450	540

### 1.3 机械设备施工安全未保障

第一，由于在实际施工过程中使用规范不完善，这就造成了许多施工工人并没有完全按照安全使用大型机械设备的原则来施工的状况，严重的话就会出现施工安全事故。

第二，水利水电工程的施工地基本上是在室外，直接接触室外环境，因此机械设备的施工是否安全与环境的好坏有直接的关系，比如，在大雨天的情况下，大型机械设备会长期与雨水接触，其中一些零部件可能会因此生锈导致强度不够，最终致使机械设备无法正常运转，再比如，在天气较为炎热的情况下，机械设备的不间断施工会导致设备温度过高，而现在许多的智能设备都会因为温度过高而直接停止运转，造成设备损坏。



图3 暴露于空气中的起重机



图4 起重机生锈腐蚀

第三，施工单位为了加快施工进度，会长期高强度超负荷地使用机械设备，这就导致机械设备的使用寿命明显减少，再加之维护工作不到位，机械设备就会更容易损坏，施工安全也不能得到保障。

## 2 水利水电工程中大型水力机械的管理及安全保障的建议

### 2.1 针对实际施工情况建立合理使用及维护制度

针对前文中提到的一些使用以及维护工作中出现的问题，结合我国相关部门做出的规范以及水利水电工程中大型机械的使用原则，我们可以根据实际施工情况建立新的使用及维护制度。

第一，针对施工过程中施工人员不能熟练掌握大型水利机械的情况，施工单位或企业可以对施工人员做出岗前培训计划以及考核制度，一是施工人员的机械设备操作能力，二是施工人员的安全意识，两者必须考核合格才能上岗，或者聘请具有专业化知识的施工人员，保证施工过程中能够熟练运用大型水利机械设备，配合好施工任务，提高施工效率。

第二，对于机械设备不能及时维护甚至根本不维护的问题，应该建立精细化的机械设备维护制度。首先，专门设立机械设备维护部门，负责整个工程的机械维护工作；其次，每个工作日结束，施工人员应对机械设备进行检查，防止出现小故障小问题拖慢工程进度；再者，维护部门需要定时对机械设备进行零部件的养护，及时修复难以发现的小问题，保障机械设备的正常安全运转。

第三，对于机械设备的维修问题，应该有精确的工作内容和维修步骤，主要是针对日常检查及维护时发现的问题，按照维修范围分为小修、中修和大修。小修：小修又可称为维护性修理，主要目的是解决机械设备在工作过程中发生的小范围故障和局部损伤，维护设备的正常运行；中修：大型设备在每次转移工作位置时需要进行检查及修理，更换在前一工作场地中磨损的零部件，对已经发现问题的总成部件进行解体检查，整理电气控制部分等等；大修：大多数的总成部件即将或已达到磨损极限，必须送至生产厂家或其他有资质维修的单位进行修理。

### 2.2 针对机械设备做出科学合理的管理配备

在水利水电工程中，需要用到大型机械设备的项目非常多，所以工程所需的机械设备的功能也各不相同，那么为了方便工程能够有序且高效地进行，做好管理工作非常重要。

第一，在工程建设过程中，需要一些大型高科技机械设备为工程提供技术支持，因此需要提前对整个工程进行科学的机械设备配备规划，采购合理适用的机械设备，不要一味追求高科技，发挥好每一台机械设备的功能，节约成本，避免资源浪费。

第二，对不同的机械设备按照工期流程等进行科学化、再针对各个机械设备的功能性做出分类管理，针对各个施工阶段的不同项目能够快速选择适配的机型、规格等，做好项目方案，既节省时间，又降低了施工成本，提高了施工效率，避免大材小用。

**表 2 某水利工程部分拟采购施工机械设备清单**

序号	设备名称	型号及规格	数量	备注
一、动力及给排水设备				
1	电力变压器	S9-315kVA10-0.4	2 台	
2	电力变压器	S9-200kVA10-0.4	1 台	
3	低压开关柜	GGD2-05B	10 面	
4	补偿柜	GGJ1-01	5 面	
5	移动式空压机	20m <sup>3</sup> /min	4 台	
6	移动式空压机	9m <sup>3</sup> min	1 台	
7	离心泵	8SA-10A	3 台	
8	潜水泵		4 台	
9	管道泵		1 台	
二、土石方开挖、填筑				
1	挖掘机	PC400	6 台	
2	推土机	D85	3 台	
3	自卸汽车	20t	15 台	
4	潜孔钻	KQL-100B	8 台	
5	手风钻	Y26	12 台	
6	液压钻车	日本古和	1 台	
7	振动夯实机	HZ-400	1 台	
8	振动碾	15t	1 台	

### 2.3 对机械设备的安全及作业安全做出合理保障

机械设备在使用过程中由于其所处施工环境并非良好甚至是恶劣，所以安全问题始终值得关注，必须要建立合理且完善的保障制度。

第一，机械设备的操作间必须要做到防水、防震、防雷，其次与电有关的所有设备必须要做到防水防雨防潮以及防漏电，做好漏电保护等。夜间作业时操作间必须设置有充足的照明。



图 5 配电箱箱门与箱体接地跨接

第二，在使用机械设备时，要注意机械设备的施工工序以及施工时间，防止工作时间过长导致设备损坏的问题出现。机械设备在运转过程中严禁对其进行维修、保养或调整等作业。

第三，严禁拆除机械设备上的自动控制系统、力矩限位器等安全装置，以及监测、指示、仪表、报警器等报警和信号装置。

第四，所有机械设备的操作人员在进入作业前不得饮酒或通宵熬夜等，在进入作业时必须要配备适当的安全防护用品，必须要按照相关规定穿戴劳动防护用品，不得穿硬底鞋或拖鞋。另外，操作人员进行交接时必须要做好交接记录。

### 3 结语

综上所述，大型水利机械在水利水电工程中的应用是十分广泛的，这也意味着现代化的机械设备正在慢慢取代人工作业，其具备更方便、更高效、更安全的特点。所以目前对于大型水利机械设备的使用、管理配备、安全保障以及维护是十分重要的，这些都会直接影响到工程进度、效益和质量，所以加强机械设备管理以及安全管理能够保障整个工程的如期完成，是非常重要的。同时也可以为未来的水利水电工程中大型机械设备的应用积累更完善的经验。

#### [参考文献]

- [1]李加翰. 浅谈水利工程施工机械的合理配置及管理[J]. 基层建设, 2020(2): 65.
  - [2]王强. 水利水电工程施工中的大型机械设备管理与协调研究[J]. 科学与技术, 2021(6): 32-34.
  - [3]段江铃, 马盼盼. 试论水利机械设备安全技术管理[J]. 基层建设, 2020(18): 33-35.
- 作者简介: 郭拥军(1968.3—), 男, 大专, 高级工程师, 濉溪县税务局; 宋婧婧(1989.11—), 女, 本科, 高级工程师, 濉溪县水务局。

## 水利工程施工主要问题与安全控制探讨

黄和星

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330000

**[摘要]** 水利工程施工是推动社会经济发展的重要基础设施建设, 涉及到公共安全和国民经济的稳定。文中针对水利工程施工过程中常见的主要问题进行了分析, 并结合安全控制措施展开探讨。首先, 从工程设计、施工现场管理、施工组织安排和施工技术等方面梳理了水利工程施工中的关键问题, 如设计质量低、安全意识不足、施工监管不严等。针对这些问题, 提出了相应的安全控制措施, 包括优化工程设计流程、加强现场安全培训、严格施工监管, 提高施工质量。同时, 为了确保水利工程施工安全, 还需加强施工企业的技术创新与建筑材料的科学应用。此外, 鼓励产学研结合, 推动水利工程建设领域的管理水平不断提升。本研究对于提高水利工程施工的安全级别、降低事故发生频率、保障社会经济的长期稳定具有一定的参考价值, 有助于为政府决策部门和施工单位提供科学化、规范化的管理模式。

**[关键词]** 水利工程施工; 安全控制; 施工问题; 事故防范; 管理模式

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13502

中图分类号: TV523

文献标识码: A

### Discussion on Main Problems and Safety Control of Water Conservancy Engineering Construction

HUANG Hexing

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

**Abstract:** Water conservancy engineering construction is an important infrastructure construction that promotes social and economic development, involving public safety and the stability of the national economy. The article analyzes the main problems commonly encountered in the construction process of water conservancy projects and explores them in conjunction with safety control measures. Firstly, key issues in the construction of water conservancy projects were identified from the aspects of engineering design, construction site management, construction organization and arrangement, and construction technology, such as low design quality, insufficient safety awareness, and lax construction supervision. Corresponding safety control measures have been proposed to address these issues, including optimizing the engineering design process, strengthening on-site safety training, strict construction supervision, and improving construction quality. At the same time, in order to ensure the safety of water conservancy engineering construction, it is necessary to strengthen the technological innovation of construction enterprises and the scientific application of building materials. In addition, we encourage the combination of industry, academia, and research to continuously improve the management level in the field of water conservancy engineering construction. This study has certain reference value for improving the safety level of water conservancy engineering construction, reducing the frequency of accidents, and ensuring the long-term stability of the social economy, so as to provide scientific and standardized management models for government decision-making departments and construction units.

**Keywords:** water conservancy engineering construction; safety control; construction problems; accident prevention; management model

### 引言

水利工程作为社会经济发展的重要支撑基础设施, 对于公共安全和国民经济的稳定发挥了决定性作用。然而, 伴随着其重要性, 施工过程中的安全问题也备受瞩目。工程设计、施工现场管理、施工组织安排和施工技术等因素对水利工程施工安全产生直接影响。这些问题如设计质量低、细节处理不当、安全意识不足、施工管理监管不足等, 不仅可能影响到工程质量, 也可能威胁到工人乃至公众的安全。为了解决这些问题, 提出一系列安全控制措施变得至关重要, 如加强现场安全培训、严格施工监管、优化工程设计流程等。同时, 技术创新和科学的建筑材料应用也将对水利工程施工的安全起到推动作用。只有这样, 才能降低事故频率, 保障社会经济的长期稳定。此外, 产学研结合也必须被鼓励, 以推动水利工程建设管理水平的不断

提升。所有这些, 都是为了将我们的水利工程施工变得更加安全、高效, 使其更好地服务于国民经济和社会发展。

### 1 水利工程施工中的主要问题

#### 1.1 工程设计的关键问题

工程设计是水利工程施工的首要环节, 其质量直接影响整体施工效果<sup>[1]</sup>。设计质量低是常见问题之一, 导致工程后期频繁修改, 增加成本和风险。安全设计理念不足, 未充分考虑施工过程中的潜在风险, 致使安全隐患增多。这些设计方面的问题不仅影响施工效率, 还对施工人员的安全构成威胁。提高设计质量和强化安全设计理念成为亟待解决的关键问题。

##### 1.1.1 设计质量低

设计质量低是水利工程施工中的关键问题之一。部分设计单位在前期调研和设计阶段不够深入, 导致设计方案

与实际施工条件不符<sup>[2]</sup>。设计图纸存在误差和缺陷,使得施工过程中出现频繁修改和返工现象,严重影响了工程进度和成本。许多设计单位缺乏对新技术和新材料的有效应用,设计方案陈旧,难以满足现代水利工程建设的要求。这些因素直接威胁到工程的整体质量和安全性。

### 1.1.2 安全设计理念的不足

水利工程设计中,安全设计理念普遍不足,常常忽视潜在风险评估、应急预案制定与施工过程中的隐患排查,导致施工安全隐患增加。

## 1.2 施工现场管理的关键问题

### 1.2.1 现场安全意识的不足

施工现场工人安全意识普遍薄弱,缺乏系统的安全培训,未能充分认识到施工安全的重要性,导致违规操作现象频发,增加了事故风险。

### 1.2.2 施工监管的不严

现场监管人员配备不足,监管制度执行不到位,导致施工过程中的安全隐患未能及时发现和处理,降低了整体施工安全水平。

## 1.3 施工组织和施工技术的关键问题

在水利工程施工过程中,施工组织和施工技术的关键问题是整个工程成败的重要决定因素。施工组织和技术的科学合理安排不仅能提高施工效率,还能有效保障工程安全。目前的水利工程建设存在多方面的问题,这些问题影响了施工过程的质量和安全性,需要进行深入探讨和解决。

施工组织的问题主要表现在两个方面:施工计划的不合理和施工资源的调配不当。很多水利工程项目在前期计划制定时,缺乏全面的风险评估和应急预案,导致施工过程中出现不可预见的困难时,难以迅速调整和应对。这种不合理的施工计划往往使得工程进度受到影响,工程成本也随之增加。施工资源的调配不当是另一个关键问题。当施工机械、材料和人力资源没有科学合理的调配和安排时,不仅影响工程的进度,也可能导致资源浪费和成本上升。例如,施工机械设备的故障往往是因为没有及时的维护和保养,而施工队伍素质参差不齐,在安全意识和施工技能方面存在很大的差距,这些都在一定程度上增加了施工的风险。

首先,与施工组织问题密切相关的是施工技术方面的问题。当前在水利工程施工技术应用上,仍存在着技术陈旧、技术人员素质参差不齐、施工工艺不够完善等问题。是技术陈旧问题。部分施工企业仍在使用传统的施工技术和设备,这些技术和设备在某些方面已无法满足现代水利工程对高效率和高安全性的要求。例如,某些传统的土石坝施工技术在大坝、高坝型的现代水利工程中应用,容易出现坝体渗漏、坝基不稳定等问题。而在石方爆破操作中,由于采用了落后的炸药和起爆技术,产生了大量的飞石和震动,给施工现场及周边环境带来了严重的安全隐患。

其次是技术人员素质参差不齐现象。施工技术的高低不仅取决于技术设备的先进性,还依赖于技术人员的综合素质。部分施工企业由于盲目追求低成本,雇佣了一些技术水平低、缺乏相关经验的临时工和无证上岗的技术员。这些人员在实际操作中很难严格按照技术规程和安全操作规范进行施工,极易引发施工质量和安全事故。例如,在混凝土施工过程中,因技术人员操作不当,混凝土的配比、水灰比控制不严,导致混凝土的强度和耐久性达不到设计要求。

另外,施工工艺不够完善也是一个重要的问题。现代水利工程的施工要求高、涉及面广、工艺复杂,但一些企业在施工过程中没有严格执行施工工艺标准,造成施工质量不稳定,尤其是在一些关键工序上的操作存在简化流程、偷工减料的现象。例如,在防渗墙施工中,为了赶工期,缩短了孔口封闭和灌浆养护时间,导致防渗墙产生裂缝,影响了整体的防渗效果。

要解决这些施工组织和施工技术方面的问题,应采取以下几方面的措施:应完善施工计划,不仅要考虑常规的施工内容,还要加入合理的风险评估和应急预案,以便在出现问题时能迅速做出调整;需要科学合理地调配施工资源,保证施工过程中的机械设备和人力资源能够有效利用,以避免资源浪费;在技术应用上,应积极引进和推广现代化的施工技术和设备,淘汰落后的传统技术,加强对技术人员的培训,提升他们的综合素质和操作水平;严格执行施工工艺标准,杜绝简化流程和偷工减料现象,确保施工质量和安全<sup>[3]</sup>。通过采取这些措施,能够有效解决水利工程施工组织和施工技术方面存在的问题,提高施工质量和工程安全性,为水利工程的顺利推进提供坚实保障。

## 2 水利工程施工的安全控制措施

### 2.1 优化工程设计流程

优化工程设计流程是保障水利工程施工安全的重要环节。提高设计质量需采取严格的设计审查机制,确保图纸精度和完整性,减少设计变更对施工的影响。强化安全设计理念,将安全因素纳入设计标准,合理布局各构件的位置及参数,预防潜在风险。注重长期稳定性和耐久性的要求,采用先进的设计方法和工具,提高设计方案的科学性和合理性,从源头减少安全隐患。

#### 2.1.1 提高设计质量

提高设计质量是优化工程设计流程的关键环节。制定严格的设计标准和规范,引入先进的设计软件和工具,确保设计数据的精准性和可靠性。加强设计团队的专业培训和知识更新,提升技术水平。对设计方案进行多层次、多角度的评审和优化,注重实际操作中的可行性和安全性,确保设计质量达到最佳水平。

#### 2.1.2 强化安全设计理念

为了强化安全设计理念,需将安全因素纳入项目规划

和设计的每个环节中,通过设置专门的安全设计评估,提高设计团队的安全意识,实施多层次的安全审查和评估机制,确保设计阶段的每一个决策都以保障施工安全为前提,构建全方位的安全防护体系。

## 2.2 加强现场安全培训

### 2.2.1 加强安全防护意识的培训

现场安全培训应注重提高施工人员的安全防护意识,通过安全教育、培训和宣传,促使全体员工掌握基本的安全知识和应急处理技能。

### 2.2.2 鼓励施工现场的安全培训活动

应定期开展施工现场的安全培训活动,包括安全演练和事故模拟,帮助员工熟悉安全操作规范和紧急情况下的应对措施,确保安全生产的落实。

## 2.3 严格施工监管

### 2.3.1 提升施工监管质量

施工监管质量的提升是确保工程顺利进行的关键。应建立完善的监管体系,明确各环节责任,严格落实监管措施。引入第三方监理机构,加强对施工全过程的监督,确保施工过程中的每一个环节都符合标准和规范。

### 2.3.2 增强施工监管严谨性

增强施工监管的严谨性需要加强对施工人员的管理和培训,提高其安全意识和技能水平<sup>[4]</sup>。通过建立科学的施工监管流程,采用先进的监管工具和技术,确保施工过程透明化、规范化,减少施工过程中的安全隐患,保障工程质量。

## 3 为安全施工导向的水利工程建设模式

### 3.1 施工企业的技术创新

推动施工技术的创新发展对于提高水利工程施工安全至关重要。通过引进和采用先进的施工工艺和技术,能够有效减少施工风险。例如,应用基于BIM技术的数字化施工管理系统,可以实现施工全过程的精细化管理。推广新型施工设备和技术,如自动化施工机械和智能监测系统,不仅提高了施工效率,还显著提升了施工精度和安全性,有助于降低施工过程中可能出现的安全隐患。

#### 3.1.1 推动施工技术的创新发展

施工企业的技术创新是提升水利工程施工质量和安全性的关键。推动施工技术的创新发展,可通过引入先进的施工技术和设备,提升施工效率和精度。利用信息化工具,实现施工全过程的智能监控和数据分析,确保施工过程的科学管理。通过技术创新,施工企业可以有效应对复杂的施工环境,提高施工质量,保障工程安全。

#### 3.1.2 推广新型施工设备和技术

在推广新型施工设备和技术方面,重点在于引进和应用高效、智能的施工机械,以及推广信息化和自动化技术,以提高施工效率、降低安全风险、优化资源配置,从而提升整体施工质量和安全水平。

## 3.2 建筑材料的科学应用

科学应用建筑材料是确保水利工程施工安全的重要环节。施工材料的选择需考虑其适应性和耐久性,确保其能在不同环境条件下保持稳定性能。严格的材料质检程序是保障施工质量的关键,通过系统的检测手段,及时发现和排除不合格材料,减少安全隐患。推广使用高性能、新型环保材料,不仅能提升工程质量,还能减少对环境的负面影响,为水利工程的可持续发展提供有力支撑。

### 3.2.1 施工材料的选择与使用

施工材料选用应考虑其耐久性、环保性和经济性,以提高工程质量与安全性。

### 3.2.2 材料质检的重要性

在水利工程施工过程中,建筑材料的质量直接影响工程的整体安全性和耐久性。合格的建筑材料不仅能提升工程结构的稳定性,还能有效减少潜在的安全隐患<sup>[5]</sup>。确保材料质量符合标准规范是施工安全的重要保障。

材料质检贯穿于施工的各个阶段,从材料采购到使用前的检测,必须严格按照相关标准和程序进行。合格的材料不仅指其外观和尺寸符合要求,更要通过一系列性能测试,如抗压、抗拉、耐磨等,确保在实际应用中能够承受预期的负荷和环境压力。

质检程序应覆盖原材料进场验收、实验室检测、现场抽检等环节,每一环节都需科学记录和管理,形成完善的质量追溯体系。严格的质检流程可以及时发现质量问题,防止不合格材料流入施工现场,有效避免因材料质量问题引发的工程事故。

与此配套的是质检人员的专业素质和技术能力,必须具备相关资质和丰富的经验,熟悉各类建筑材料的特性和检测标准。质检工作形成制度化和规范化,不仅能够保证施工材料的高标准,还能提高施工过程中整体的质量管理水平,进一步保障水利工程的施工安全。

确保材料质检的重要性,在于它不仅是对建筑材料质量的一种保障,更是对整个工程安全及施工效果的一种保障。通过严格的材料质检,能够显著提升水利工程的整体质量与可靠性,使其在实际应用中更好地发挥作用,达到预期的使用寿命和安全标准。

## 3.3 产学研结合以提升水利工程建设水平

产学研结合在提升水利工程建设水平中的作用不可忽视。它不仅能够推动技术创新,还能在理论与实践之间架起桥梁,提高整体施工质量和安全水平。产学研结合模式的核心在于实现高校、科研机构与施工企业之间的协同合作,通过各自优势的互补与资源的共享,达到共同提高的目的。

产学研结合能够加速水利工程施工技术的创新与应用。高校和科研机构拥有丰富的理论知识和前沿研究成果,这些成果若要转化为实际生产力,需要施工企业的参与与实践验证。通过建立产学研合作平台,科研机构可

以根据施工企业的实际需求,定向开展研究,并通过试验和反馈不断完善技术方案。施工企业则可以通过与高校和科研机构的合作,获取最新的技术支持和科研成果,提升自身技术水平和施工能力。这种互动不仅有助于技术创新的推广与应用,还能有效缩短技术从实验室到实际应用的周期,提高工程建设的效率和质量。

产学研结合有助于提升施工企业人员的专业素质和技术水平。高校和科研机构可以为施工企业提供系统的培训和继续教育,帮助企业员工更新知识,掌握最新的施工技术和管理方法。企业员工在接受培训后,可以将新知识和新技术应用到实际施工中,推动企业技术水平的整体提升。科研人员 and 高校师生也可以通过参与实际工程项目,丰富实践经验,验证和完善理论知识,提升科研水平。通过这种双向互动,施工企业和科研机构都能获得持续发展的动力,形成良性循环。

再者,产学研结合能够优化施工材料的应用与管理。高校和科研机构在新型建筑材料的研发和性能测试方面具有显著优势,通过合作,施工企业可以第一时间了解并应用这些新材料,改善施工质量和安全性能。科研机构可以在施工现场进行材料性能的实际测试和数据收集,进一步完善材料研发,确保新材料在不同环境和条件下的适用性和稳定性。通过科学的材料选择与应用,不仅能提高工程的整体质量,还能降低施工成本,减少资源浪费,符合可持续发展的要求。

产学研结合能够推动水利工程建设标准化和规范化的发展。科研机构 and 高校在行业标准和技術规范的制定中具有重要的影响力,通过与施工企业的合作,可以及时将最新的科研成果和技術标准应用到实际工程中,推动标准化建设。施工企业则可以通过参与标准的制定和实施,提升自身的管理水平和施工质量,增强市场竞争力。产学研结合的模式还可以促进行业内的技术交流合作,共同探讨解决施工中的难题,推动整个行业的进步。

产学研结合在政策支持和资源整合方面也具有优势。政府在推动水利建设和科技创新方面提供了大量政策支持和资金投入,通过产学研结合,可以更好地利用这些政策和资源,实现科研与生产的无缝衔接。施工企业、高校和科研机构可以共同申请科研项目 and 资金支持,联合攻关关键技术难题,提升科技成果的转化率和应用水平。政府也可以通过政策引导和支持,促进产学研合作模式的

推广和发展,为水利工程建设提供更有力的保障。

产学研结合在提升水利工程建设水平方面具有重要意义。通过技术创新、人才培养、材料应用、标准制定 and 政策支持等多方面的协同合作,可以全面提升施工质量和安全水平,为社会经济的稳定发展提供坚实保障。

#### 4 结束语

本文对水利工程施工中常见的问题以及相应的安全控制措施进行了深度分析和研究。对于存在的主要问题,例如设计质量低、安全意识不足、施工监管不严等,我们提出了优化工程设计流程、加强现场安全培训和严格施工监管等有效解决方案。同时,为了进一步提高施工质量,我们还提出了加强施工企业的技术创新和建筑材料的科学应用,并鼓励产学研结合,以推动水利工程建设领域的管理水平不断提升。总的来说,为了建设安全、高效的水利工程,不仅需要克服工程本身存在的问题,也需要在施工过程中保证安全控制。为此,需要政府决策部门和施工单位共同努力,实施科学化、规范化的管理模式,同时鼓励施工单位进行技术创新和科学应用。本研究提供的理论分析和实践建议,对于提升水利工程施工的安全级别、降低事故发生频次、促进社会经济的稳定发展具有重要的参考价值。在未来的研究中,我们将进一步探讨如何通过梳理和优化工程设计、施工监管、施工技术等环节,来实现更高效、更安全的水利工程施工,以积极为我国的社会经济发展贡献力量。

#### [参考文献]

- [1] 贾正飞,刘国峰.水利工程施工安全管理问题探讨[J].电脑乐园,2020(12):0152-0152.
  - [2] 苏建.水利工程施工主要问题与安全控制探讨[J].水上安全,2023(6):169-171.
  - [3] 李仲茂.水利工程施工安全管理与控制[J].中国高新技术,2021(4):78-79.
  - [4] 史理祥.水利工程施工安全管理存在的主要问题与对策[J].产业科技创新,2019(19):101-102.
  - [5] 严东山.水利工程施工中安全管理问题探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(6):83-86.
- 作者简介:黄和星(1997.8—),男,毕业院校;江西应用技术职业学院所学专业工程测量技术,当前就职单位江西省水投建设集团有限公司,职务普通员工,职称级别助理工程师。

## 头屯河制材厂水文站“6.17”局地暴雨泥石流研究对策

高芸

昌吉水文勘测局, 新疆 昌吉 831100

**[摘要]**暴雨泥石流具有突发性、危害性大、运动快、时间短、侵蚀性强、承载力强等特点, 是一种常见的地质灾害。为减少泥石流对人民生命财产的威胁, 需要采取一系列有效措施进行防治。因此, 本研究旨在深入分析头屯河制材厂水文站“6.17”局地暴雨事件的成因及其对泥石流风险的影响, 并提出相应的防治对策。通过对泥石流成因的综合分析, 结合气象、水文、地质及植被等多重因素, 寻求科学有效的防治措施, 以减轻局地暴雨引发的泥石流灾害对生态环境和人类活动的影响, 从而为区域可持续发展提供理论依据和实践指导。

**[关键词]**制材厂水文站; 暴雨; 泥石流

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13476

中图分类号: P642

文献标识码: A

### Research on Countermeasures for Debris Flow in "6.17" Local rainstorm at the Hydrological Station of Toutunhe Timber Factory

GAO Yun

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

**Abstract:** rainstorm debris flow is a common geological disaster with the characteristics of sudden, great harm, fast movement, short time, strong erosivity and strong bearing capacity. In order to reduce the threat of mudslides to people's lives and property, a series of effective measures need to be taken for prevention and control. Therefore, the purpose of this study is to deeply analyze the causes of the "6.17" local rainstorm event at the hydrological station of Toutunhe Timber Plant and its impact on debris flow risk, and propose corresponding prevention and control measures. Through comprehensive analysis of the causes of debris flow, combined with multiple factors such as meteorology, hydrology, geology and vegetation, scientific and effective prevention measures are sought to reduce the impact of debris flow disasters caused by local rainstorm on the ecological environment and human activities, so as to provide theoretical basis and practical guidance for regional sustainable development.

**Keywords:** hydrological station of material factory; rainstorm; debris flow

#### 引言

头屯河流域作为新疆乌鲁木齐县的重要水文监测区域, 其水文特征的复杂性与多变性, 对区域内的生态环境及经济发展带来了显著影响。近年来, 随着气候变化和人类活动的加剧, 局地暴雨事件的频率和强度日益增加, 尤以2011年和近年来的6.17局地暴雨泥石流事件为甚。制材厂水文站位于小渠子乡谢家沟村, 测站海拔1383m, 汇水面积840平方公里, 是研究头屯河水文特征、积水过程及泥石流风险的重要代表站。洪水期集中在5月至8月, 年最大洪峰流量多发生在6至7月, 为评估洪水及其引发的次生灾害奠定了基础。

#### 1 测站基本情况

制材厂(五)站位于新疆乌鲁木齐县小渠子乡谢家沟村, 是头屯河上游区域的重要监测站, 测站海拔1383m, 集水面积840平方公里。该区域的水文特征主要受冰川融雪和降水的补给影响, 径流年际变化相对较小, 多年平均年径流为 $2.250 \times 10^8 \text{m}^3$ , 洪水期集中在5月至8月, 最大洪峰流量一般出现在6至7月, 峰顶时段多发生在凌晨3至6时。测站区域内, 河流在汇合口以下进入峡谷, 峡

谷长度约10公里, 道宽30~70m, 汇合口以上的集水面积达到690平方公里。河道在制材厂(五)站以下的前山丘陵地带, 沿途经过各种小支流, 如谢家沟、小渠子沟、黑家沟和浅水沟等常年流水的小支流, 以及许多无名干沟。这些小支流及干沟一般短、坡陡、流急, 植被覆盖较差, 极易在暴雨条件下出现泥石流, 是该区域的主要产沙区。

站点附近的河槽为单式结构, 经过多次迁移, 测验断面于2011年进行了改造, 原复式断面变为现今的单式断面, 河槽形态呈现为中、高水主槽宽度在18.0m~50.0m之间。在雨季, 特别是黑狐狸沟发生洪水时, 易导致泥石流, 并且会影响测量数据, 造成断面变化、流速减缓, 水面宽度增加。此外, 测验河段的左右岸植被丰富, 右岸有浆砌卵石护岸, 护岸高度为2.5m, 长度约80m; 左岸则为砂砾石堆积体。在遇到中高水时, 水流对左岸的冲刷可能导致河道主流向左岸移动, 若水位超过3.80m时, 则会形成漫滩。总体来看, 该测验河段无水生植物和滩地, 环境相对稳定, 仅在极端天气情况下受到外部支流的影响。综上所述, 制材厂(五)站的水文监测具有重要的意义, 为流域水资源的管理和洪水预警提供了基础数据, 并为未来

的水文研究和防灾减灾提供了重要的参考依据。通过对测验河段的系统分析,可以为改善水资源管理、提升防洪能力提出更具针对性的建议,确保区域的可持续发展。



图1 制材厂(五)站水系分布图



图2 制材厂(五)站位置图

## 2 暴雨洪水

2024年6月17日制材厂水文站受局地天气影响,发生了近几年最大的一次暴雨,整个降雨从当日17:00~20:00,历史3:00。17:00~18:00下了7.6mm,属于中雨,降雨强度7.6mm/h,18:00~19:00下了4.0mm,降雨强度4.0mm/h,属于小雨,19:00~20:00下了34.4mm,降雨强度34.4mm/h,属于暴雨,主要降雨时段集中在17:00~20:00,降雨量高达46.0mm,后续又下了0.8mm的降雨量,整个过程降雨量高达46.8mm,是近年来少见的暴雨。本次暴雨造成谢家沟地区多条汇水沟来水集中,形成了泥石流,造成了谢家沟地区道路多处阻断,影响了人员交通,截至目前仍在抢修中。

头屯河制材厂水文站测验断面在17日19:55,形成了洪峰流量 $68.3\text{m}^3/\text{s}$ ,造成了测验断面的淤积,5分钟时间陡涨了20cm。属于陡涨陡落型洪水,只能采用中泓浮标法施测流量,后用流速仪及时施测2份流量,及时定好水位流量关系曲线,及时报出了准确流量,整个洪水过程取了3份输沙率,涵盖了峰、腰、谷,测得完整的水位过程和沙量过程。

制材厂水文站测验断面右岸谢家沟地区,测验断面从下往上依次是黑胡子沟、大石头沟、白沟(这三条沟平时为干沟无水)。事后勘察,黑胡子沟来水不大,泥石流较小,大石头沟泥石流较大,在路面形成了宽约7m,厚约60cm沙石层。白沟泥石流也较大,在路面形成了大约50cm的沙石混合层,来水量预估 $10.0\text{m}^3/\text{上下}$ 。制材厂水文站断面左岸以上有石灰窑沟(距制材厂水文站2km,平时为干沟无水),来水量较大预估 $15.0\text{m}^3/\text{上下}$ ,淤积路面宽度10m,厚度20cm,已清除,板房沟(平时为干沟无水)来水量预估大于 $20.0\text{m}^3/\text{s}$ ,携带了大量的泥沙,在路面涵洞边,冲出了深达1.5m,宽约1.0m的流水槽子,且这几条

沟河床组成为砂粒石及黏土,土质松散,自然斜坡植被较差。此次暴雨洪水给当地人们生活、财产损失、人员失联。

## 3 泥石流

泥石流是一种大型自然灾害,主要发生在山区沟谷中,通常由暴雨或冰雪融水引发。其流体含有大量泥沙和石块,特点是突发性强和破坏力大。泥石流在沿陡峭坡面流动时,往往伴随雷鸣般的声响和地面的震动,迅速将泥砂和石块输送到下游的堆积区,形成广泛的漫流区,对人类生命和财产构成严重威胁。

按照物质成分,泥石流可分为三类:第一类是泥石流,主要由黏性土和不等粒径的砂石构成,具有强烈的冲击力;第二类是泥流,主要由黏性土组成,黏度较大,流动性相对较慢,但同样具有危险性;第三类是水石流,主要由水与砂石组成,流动性极强,容易造成大范围的破坏。由于泥石流的突发性、强烈破坏性,防范和监测显得尤为重要。结合气象预警和地形特征,采取有效的监测和防护措施,能够大大降低泥石流带来的灾害风险。这不仅保障了人民的生命财产安全,也促进了山区生态环境的可持续发展。

### 3.1 泥石流的分类

泥石流的分类可以从多个角度进行分析,主要包括成因、流域大小和发展阶段等。

按成因分类:水川型泥石流主要由流水冲刷和积聚的泥沙所形成,主要见于湿润地区;而降雨型泥石流则大多与降雨量密切相关,尤其在短时间内降水量剧增时,往往引发泥石流。

按流域大小分类:大型泥石流通常发生在较大流域内,积水面积广泛,可能产生强烈的破坏;中型泥石流则一般在中等规模流域内形成;小型泥石流则出现于局部微型流域,虽然对环境影响较小,但仍然具有潜在的威胁。按发展阶段分类:发展期泥石流表现为泥石流流量逐渐增加,冲刷能力增强;旺盛期泥石流达到最大流量,具有最强的破坏力;而衰退期泥石流则流量逐渐减少,最终趋于平稳。通过以上分类,可以更深入地理解泥石流的成因与特征,为灾害预警与防治提供科学依据。

### 3.2 泥石流发生时间规律

泥石流的发生时间具有明显的规律性,主要体现在季节性、周期性和降雨高峰期。首先,季节性方面,泥石流通常发生在雨季,特别是夏秋季节,因为这时的连续降雨和特大暴雨极易激发泥石流的形成。这种气候条件下,土壤饱和,滑坡的可能性显著增加。其次,泥石流的周期性也是其一个重要特征。泥石流的发生受暴雨、洪水和地震的共同影响,而这些自然现象往往呈现出周期性的规律。因此,当暴雨与洪水的活动周期重叠时,泥石流的发生频率增加,往往会形成泥石流的高发期。另外,泥石流通常在一次降雨的高峰期或连续降雨的结束阶段爆发,此时地表水分达到最大值,土体的稳定性下降,极易引发泥石流。

通过对泥石流发生时间规律的深入分析,可以更有效地进行监测和预警,从而降低灾害风险,保护人民生命财产安全。

### 3.3 泥石流类的危害

泥石流是一种具有高度破坏性的自然灾害,其暴发突然、来势凶猛和流速迅速的特点,使其对人类和环境的威胁极大。泥石流的形成常常与崩塌、滑坡及洪水密切相关,这意味着它不仅具备泥石流的自身特性,还融合了其他地质灾害的影响,造成更为广泛和严重的危害。

从成因上看,泥石流可分为水川型和降雨型,前者多发于水流冲刷强烈的区域,后者则与突发降雨有关。根据流域大小,可划分为大型、中型和小型泥石流,各自呈现不同的流动特征和破坏能力。在发展阶段上,泥石流经历发展期、旺盛期和衰退期,能够表现出不同的流量及破坏力度。综上所述,泥石流的分类不仅有助于理解其形成机制,还能为制定针对性的预警和应对措施提供科学依据,减轻其对生命和财产的威胁。

### 3.4 泥石流的预报方法

泥石流的预测预报工作对防灾减灾至关重要。有效的预报方法可以显著降低泥石流对生命财产的威胁。主要的研究方法包括以下几个方面。首先,在典型泥石流沟进行定点观测是基础工作。通过系统研究泥石流形成与运动的参数,如流速、泥沙量等,可以深入了解泥石流的发生机制。例如,对谢家沟、黑胡子沟等多个沟道的观测试验,有助于积累现场数据,提高预报的准确性。

其次,对潜在泥石流沟的调查至关重要。这包括对地质特征、土壤水分以及周边植被的分析,帮助识别易发生泥石流的区域,进而为制定预警方案提供科学依据。

此外,加强水文和气象预报工作,尤其是局部暴雨的监测,是防范泥石流的关键。暴雨被认为是泥石流的主要触发因素,因此,当日降雨量超过30mm时,应及时发布泥石流警报,以便于相关部门和居民采取相应措施。建立泥石流技术档案也是重要举措。通过对大型泥石流沟的流域要素、形成条件和灾害情况进行详细记录,有助于后续分析和预报。信息的系统化收集与分享,提高了预警信息的传递效率。另外,划分泥石流的危险区和潜在危险区,可以帮助相关单位集中力量进行重点监测和治理,提高防灾能力。最后,开展泥石流防灾报警器的研究及室内模型实验,有助于探索新的技术手段提升预报的实时性和准确性。这些综合措施的实施,不仅可以提高泥石流的预报能力,还能有效降低灾害造成的损失,保障人民的生命安全和财产安全。

## 4 结语

在本研究中,我们深入分析了头屯河制材厂水文站“6.17”局地暴雨引发的泥石流灾害,提出了一系列针对性的防范对策。通过系统观测与数据分析,我们确认了局地暴雨是激发泥石流的主要因素,凸显了准确气象预报的重要性。建立泥石流技术档案及划分危险区,有助于提升后续预警和应急响应能力。此外,利用室内模型试验研究新型防灾报警器,进一步增强了泥石流预警的科学性与准确性。这些措施不仅为头屯河制材厂的泥石流管理提供了切实可行的建议,也为类似地区的防灾减灾工作树立了参考标杆。展望未来,推动跨部门合作、加强社区参与,将是提升泥石流防控能力的关键。我们坚信,通过不断优化和完善泥石流预警体系,能够有效降低灾害损失,为当地居民的安全和发展提供有力保障。

### [参考文献]

- [1]张瀛玉龙,陈宁生,彭泰鑫,等.易贡藏布冰川边缘地带暴雨泥石流与冰川融雪泥石流特征差异分析[J].成都理工大学学报(自然科学版),2024,51(2):345-360.
  - [2]黄家华,冯文凯.台风暴雨矿渣型泥石流形成机制与动力特征——以兴宁乌石坑沟泥石流为例[J].地质论评,2023,69(4):1387-1397.
  - [3]王文,马超,张志,等.北京云蒙山片区“7·16”群发性暴雨泥石流特征研究[J].山地学报,2022,40(4):626-636.
  - [4]李云武,沈军云,崔力超.祁连县深水槽沟“7·22”暴雨性泥石流特性分析[J].甘肃水利水电技术,2022,58(3):43-47.
  - [5]唐泽,李婧.基于数值模拟的沟谷型暴雨泥石流冲出规模研究[J].甘肃水利水电技术,2022,58(1):42-47.
  - [6]胡富杭,熊朝正,石豫川,等.基于可拓灰色模型的台风暴雨型泥石流易发性评价[J].人民长江,2021,52(10):26-32.
  - [7]韩剑侠,宋志.不同暴雨频率下岷江汶川段高家沟泥石流活动特征与堵江模式分析[J].中国水运(下半月),2021,21(11):113-115.
  - [8]董兴欣,王郦,冯德花.诱发云南麻栗坡特大山洪泥石流的暴雨成因分析[J].气象科技进展,2021,11(2):181-187.
- 作者简介:高芸(1987.9—),女,汉,河南省鄢陵县,大学本科,昌吉水文勘测局,工程师,水文水资源。

## 乡镇水务站在农村水利工作中的作用

米博义 赵振虎

北京市昌平区马池口地区水务服务中心, 北京 102200

[摘要] 在中国农村经济社会发展的进程中, 水利工程作为农业生产和农村生活的基础设施, 具有不可替代的重要作用。特别是北京市郊区, 由于地理位置和气候条件的特殊性, 水资源管理和水利工程建设尤为关键。乡镇水务站作为农村水利工作的基层组织, 肩负着规划、设计、建设、维护、管理和监督等多重职能, 其工作效率直接影响到农村水利工程的实施效果和水资源的合理利用。本篇文章分析乡镇水务站在农村水利工作中的作用, 探讨其在规划与设计、建设与维护、管理与运营、监督与评估等方面的具体职能, 并针对存在的问题, 提出提高乡镇水务站工作效率的策略。

[关键词] 乡镇; 水务站; 水利

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13484

中图分类号: S274.3

文献标识码: A

### Role of Township Water Stations in Rural Water Conservancy Work

MI Boyi, ZHAO Zhenhu

Beijing Changping Machikou District Water Service Center, Beijing, 102200, China

**Abstract:** In the process of rural economic and social development in China, water conservancy engineering plays an irreplaceable and important role as the infrastructure for agricultural production and rural life. Especially in the suburbs of Beijing, due to the unique geographical location and climate conditions, water resource management and water conservancy engineering construction are particularly crucial. As the grassroots organization of rural water conservancy work, township water stations shoulder multiple functions such as planning, design, construction, maintenance, management, and supervision. Their work efficiency directly affects the implementation effect of rural water conservancy projects and the rational utilization of water resources. This article analyzes the role of township water stations in rural water conservancy work, explores their specific functions in planning and design, construction and maintenance, management and operation, supervision and evaluation, and proposes strategies to improve the efficiency of township water stations in response to existing problems.

**Keywords:** township; water stations; water conservancy

#### 引言

随着我国经济的快速发展和农村居民生活水平的不断提高, 农村水利工作的需求日益增长。近年来, 国家和地方政府高度重视农村水利工作, 通过一系列政策和措施, 推动农村水利基础设施建设和管理水平的提升。然而, 实际操作中仍存在不少问题, 乡镇水务站作为一线执行机构, 迫切需要提高其工作效率, 以应对日益复杂的水利管理任务。

#### 1 乡镇水务站的定义和职能

乡镇水务站是指在乡镇一级设立的, 专门负责当地水利工作的基层机构, 保障农村水利工程的规划、设计、建设、维护、管理、运营和监督。作为连接县级水利部门与村级水利管理组织的桥梁, 乡镇水务站在确保水资源的合理利用和水利设施的有效运行中发挥着至关重要的作用。乡镇水务站根据当地的自然条件、地理环境以及农业和居民生活用水需求, 乡镇水务站制定科学合理的水利工程规划和设计方案, 确保水资源的高效配置和利用。在水利工程建设过程中, 乡镇水务站负责组织施工、监督施工质量和进度, 确保工程按时按质完成。工程竣工后, 乡镇水务站还负责对水利设施进行日常维护和管理, 及时发现并解

决设施运行中的问题, 保障水利设施的长期稳定运行。乡镇水务站制定和实施水资源管理制度, 合理调配水资源, 确保农业灌溉和居民生活用水的需求得到满足。此外, 乡镇水务站还负责水利设施的运营管理, 优化运行方案, 提高水利设施的使用效率和效益。在工程建设和运行过程中, 乡镇水务站对施工质量、进度和运行效果进行监督和评估, 确保工程建设和运营符合相关技术标准和规范。通过严格的监督和评估, 乡镇水务站能够及时发现和解决问题, 提高水利工程的质量和效益。

#### 2 农村水利工作的现状

##### 2.1 农村水利设施现状

北京市郊区的农村水利设施从设施类型来看, 主要包括灌溉渠系、水库、塘坝、堤防、排水沟渠等。这些设施在一定程度上满足了农业生产和农村居民生活的基本需求。然而, 由于历史原因和资金限制, 部分地区的水利设施建设滞后, 功能不全, 难以适应现代农业生产和农村发展的需求。许多现有的水利设施年久失修, 存在严重的老化问题。例如, 一些灌溉渠系的输水能力下降, 渠系淤积严重, 渗漏问题突出, 影响了灌溉效率。部分小型水库和

塘坝由于建设年代久远,存在不同程度的病险问题,给农业生产和居民生活带来了潜在的安全隐患。北京市郊区农村水利设施的建设主要集中在经济较为发达、交通便利的地区,而一些偏远、经济欠发达的村庄则由于资金不足等原因,水利设施建设相对薄弱,设施配套不全,难以有效保障农业灌溉和农村供水需求。一些传统的水利设施已经难以适应现代农业高效、节水、环保的发展要求。例如,节水灌溉技术的推广和应用仍存在较大差距,一些高效节水灌溉设施如喷灌、滴灌等在农村地区的普及率较低,影响了农业用水效率和生产效益。

## 2.2 农村水利管理现状

北京市郊区的农村水利管理体制尚未完全理顺,管理职责和权限划分不清晰,影响了水利工作的高效开展。目前,乡镇水务站、村级水利管理组织以及县级水利部门之间的协调和配合尚存在不足,管理过程中容易出现责任推诿和工作脱节的情况,影响了农村水利工作的整体效果。许多乡镇水务站的管理人员数量不足,专业素质不高,缺乏必要的专业知识和技能,难以有效应对复杂的水利管理任务。尽管政府在农村水利方面投入了大量资金,但相对于实际需求仍存在较大缺口<sup>[1]</sup>。尤其是在设施维护和更新方面,资金不足的问题尤为突出,导致许多老旧设施得不到及时维修和更新,影响了水利工程的正常运行和使用效益。水利工程的建设和管理与农民的生产生活密切相关,但由于缺乏有效的宣传和引导,许多农民对水利管理工作认识不足,参与意识不强,影响了水利管理工作的开展。特别是在一些合作机制尚未健全的地区,农民参与水利管理的渠道不畅,难以形成政府、乡镇水务站和农民共同参与、共同管理的良好局面。

## 3 乡镇水务站在农村水利工作中的作用

### 3.1 规划与设计

乡镇水务站根据当地的自然条件、农业需求和社会经济发展情况,制定科学合理的水利工程规划和设计方案。乡镇水务站通过调查研究,掌握当地的水资源情况、土壤状况、气候条件以及农业生产现状,分析农村地区的水利需求。基于这些数据和信息,乡镇水务站制定出符合实际情况的水利工程规划,为水资源的合理利用和高效配置提供科学依据。在具体工程的设计过程中,乡镇水务站根据上级水利部门的指导和技术标准,编制详细的设计方案。乡镇水务站还需考虑水利工程的生态环境影响,确保工程建设和运行过程中对环境的影响最小化。总之,规划与设计是乡镇水务站在农村水利工作中的重要职能,它为水利工程的建设和运行奠定了基础,确保了水资源的高效利用和农村水利工作的顺利开展。

### 3.2 建设与维护

在工程建设过程中,乡镇水务站协调各方资源,确保施工顺利进行。它们对施工单位的资质进行审核,监督施工质量,确保工程按照设计方案和技术标准进行,防止偷

工减料和违规操作。镇水务站还负责工程建设的进度管理,根据工程计划,制定详细的施工进度表,定期检查施工现场,协调解决施工过程中出现的问题,确保工程按时完工。维护工作包括定期检查和维修设施,清理渠道淤积,修复损坏的设施,通过及时的维护和保养,乡镇水务站能够延长水利设施的使用寿命,提高其运行效率。在汛期或发生突发性水旱灾害时,乡镇水务站迅速组织抢险队伍,采取有效措施进行应急处置,保障农村居民的生命财产安全。总之,乡镇水务站在水利设施的建设与维护中发挥着重要作用,它们通过严格的组织和监督,确保了工程的质量和进度,通过及时的维护和应急抢险,保障了水利设施的正常运行和安全。

### 3.3 管理与运营

乡镇水务站在水利设施的管理与运营中起着关键作用。首先,乡镇水务站负责制定和实施水资源管理制度。它们根据当地的水资源情况和农业用水需求,制定科学合理的水资源调度方案,确保水资源的合理配置和高效利用。在实际操作中,乡镇水务站对水资源的使用进行严格管理,防止浪费和不合理使用。其次,乡镇水务站负责水利设施的运营管理。它们制定设施的运行管理规程,明确操作流程和管理责任,确保水利设施的安全高效运行。再次,乡镇水务站还负责水资源的保护工作。它们通过宣传教育和技术指导,增强农民的水资源保护意识,推广节水灌溉技术,减少水资源浪费。在一些地区,乡镇水务站还开展了水环境保护和生态修复工作,通过植被恢复、河道整治等措施,改善了农村水环境,提高了水资源的利用效率。此外,乡镇水务站还负责水利设施的经济管理。它们制定合理的收费标准,收取水费和设施使用费,保障水利设施的正常运营和维护资金来源。通过科学的经济管理,乡镇水务站提高了水利设施的经济效益,保障了农村水利工作的可持续发展<sup>[2]</sup>。总之,乡镇水务站在水利设施的管理与运营中发挥着重要作用,通过科学的管理和高效的运营,确保了水利设施的安全高效运行和水资源的合理利用,为农村农业生产和居民生活提供了有力保障。

### 3.4 监督与评估

乡镇水务站在水利工程的监督与评估中承担着重要职责。其具体职能包括以下几个方面:①乡镇水务站负责对水利工程的施工质量进行监督。在工程建设过程中,乡镇水务站定期检查施工现场,监督施工单位按照设计方案和技术标准施工,确保工程质量。通过严格的质量监督,乡镇水务站防止了偷工减料和违规操作,保障了工程的施工质量。②乡镇水务站负责对工程进度进行监督。它们根据工程计划,定期检查施工进度,发现问题及时协调解决,确保工程按时完工。在工程建设过程中,乡镇水务站还负责对工程资金的使用进行监督,防止资金挪用和浪费,确保工程资金的合理使用。③在工程竣工后,乡镇水务站负责对工程进行验收和评估。通过验收,乡镇水务站确认工

程是否符合设计方案和技术标准,是否具备投入使用的条件。验收合格后,乡镇水务站对工程的运行效果进行评估,分析工程的经济效益和社会效益,发现并解决运行过程中存在的问题,提高工程的使用效果。④乡镇水务站还负责对水利工程的日常运行进行监督。它们定期检查水利设施的运行状况,发现问题及时处理,确保设施的正常运行。总之,乡镇水务站在水利工程的监督与评估中发挥着重要作用,通过严格的质量监督和进度管理,确保了工程的质量和进度,通过科学的验收和评估,提高了工程的使用效果,为农村水利工作的顺利开展提供了有力保障。

#### 4 提高乡镇水务站工作效率的策略

##### 4.1 人才培养与队伍建设

人才是提高乡镇水务站工作效率的核心,要建立系统的培训机制,提升水务站工作人员的专业素质和技术水平。定期组织专业培训、技术交流和实践操作,增强他们的理论知识和实际操作能力,使其能够应对复杂的水利管理和技术问题。鼓励和支持水务站人员参加高等教育和专业资格考试,获取相关证书和学位,以提高其专业水平和职业素养。同时,建立人才激励机制,通过绩效考核、评优评先、晋升通道等手段,激发工作人员的工作热情和积极性,形成良好的工作氛围和竞争机制。注重引进高素质人才和专业技术人员,加强乡镇水务站的队伍建设。可以通过招聘、校企合作等方式,吸引高水平的水利专业人才到基层工作,提升整个团队的专业素质和技术水平。同时,建立健全的人才储备机制,培养一批年轻、有潜力的后备力量,为水务站的可持续发展提供保障。

##### 4.2 技术创新与设备更新

技术创新和设备更新是提高乡镇水务站工作效率的重要手段,加大对水利技术创新的投入,鼓励技术研发和应用推广。通过与科研机构、高校和企业的合作,研发和引进适合农村水利需求的新技术、新方法,提高水利工程的设计、建设、管理和运营水平。建立完善的水利信息管理系统,实现水利工程的数据采集、监测、分析和管理的智能化、信息化,提高管理的科学性和高效性。例如,通过物联网技术对水利设施进行实时监测和管理,及时发现和处理问题,确保水利设施的正常运行。引进和推广节水灌溉、智能调度、远程监控等先进设备,提高水利工程的运行效率和管理水平。同时,加强对设备操作人员的培训,提高他们的操作技能和维护能力,确保设备的正常运行和有效使用。

##### 4.3 政策支持与资金保障

政策支持和资金保障是提高乡镇水务站工作效率的基础,加强政府对农村水利工作的重视和支持,制定和完善相关政策法规,明确乡镇水务站的职责和权限,为其工作提供法律和制度保障。政府应设立专项资金,用于水利工程的建设、维护和管理,以及水务站的日常运营和人才

培养。同时,应积极探索多元化的资金筹措渠道,如通过政府与社会资本合作(PPP)模式,引导社会资本参与农村水利建设和管理,缓解资金压力。加强对资金使用的监督和管理,确保资金的合理使用和有效投入,建立健全的资金使用和管理制度,加强对项目资金的审计和监管,防止资金挪用和浪费,提高资金的使用效率和透明度。积极争取上级部门和社会各界的支持和帮助,拓宽资金来源,形成多元化的资金保障机制<sup>[3]</sup>。例如,通过争取上级财政拨款、申请专项补助、吸引社会捐赠等方式,增加资金投入,提高水务站的财力保障。

##### 4.4 社区参与与合作机制

加强水利工作的宣传和教育工作,开展各种形式的宣传教育活动,如讲座、培训、宣传册等,向农民普及水资源保护和水利管理知识,提高他们的认知水平和参与热情。在水利工程的规划、设计、建设和管理过程中,应积极听取农民的意见和建议,尊重他们的需求和意愿,确保工程的实施符合实际情况和农民的利益。同时,通过建立农民参与的监督和评估机制,增强农民对水利工作的监督和管理,提高水利工作的透明度和公信力。乡镇水务站应加强与县级水利部门、科研机构、高校、企业等的合作,借助各方的技术、资金和管理经验,提升水利工作的水平和效率。例如,可以通过与高校和科研机构的合作,引进和推广先进的水利技术和管理方法;通过与合作企业的合作,吸引社会资本参与水利建设和管理,缓解资金压力,提高工作效率。

#### 5 结束语

乡镇水务站在农村水利工作中发挥着至关重要的作用。通过科学的规划与设计、严格的建设与维护、高效的管理与运营以及全面的监督与评估,乡镇水务站有效保障了农村水利工程的顺利实施和水资源的合理利用。提升乡镇水务站的工作效率是一个系统工程,需要政府、社区和各相关方的共同努力。只有通过综合施策,形成合力,才能有效应对当前的挑战,推动农村水利工作的全面发展,为农村农业生产和居民生活提供坚实保障,实现农村经济社会的可持续发展。

#### 【参考文献】

- [1] 吴毅,谢飞,彭志伟.新时期乡镇水利工程建设管理研究[J].水利水电技术(中英文),2022,53(2):356-358.
  - [2] 陈绍宇,魏惠蓉.乡镇建立水利知识科普基地的探讨[J].水利科技,2023(3):77-78.
  - [3] 陈斌,谢顺胜,李朝刚.乡镇水利工程建设管理工作现状与改进措施——以小型水库、骨干山塘为例[J].湖南水利水电,2024(2):99-101.
- 作者简介:米博义(1985.12—),男,毕业院校:北京市建筑工程学院,所学专业:给水排水工程,就职单位:北京市马池口地区水务服务中心,职务:科员,职称级别:中级工程师。

# 甘河子河 2023 年调查巡测报告

何玉敬

昌吉水文勘测局, 新疆 昌吉 831100

[摘要]随着水文事业的快速发展, 现有的基本站点已不适应水文事业的发展, 为弥补基本水文站网定位观测的不足, 扩大资料收集范围, 增强资料的完整性、系列的一致性, 已前期的水文调查和水文巡测来弥补不足, 更好的为当地社会经济的发展 and 防洪抗旱、预警预报提供可靠的水文数据支撑。

[关键词]流域概况; 河流水系; 水利工程现状; 径流; 洪水

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13477

中图分类号: TV672.2

文献标识码: A

## Survey and Inspection Report on Ganhezi River in 2023

HE Yujing

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

**Abstract:** With the rapid development of hydrological services, the existing basic stations are no longer suitable for the development of hydrological services. In order to make up for the shortcomings of basic hydrological station network positioning and observation, expand the scope of data collection, enhance the integrity and consistency of data series, hydrological surveys and patrols have been carried out in the early stage to make up for the shortcomings and provide reliable hydrological data support for local socio-economic development, flood control and drought resistance, early warning and forecasting.

**Keywords:** river basin overview; river system; current situation of water conservancy engineering; runoff; flood

### 1 流域概况

#### 1.1 地理位置

甘河子河位于新疆阜康市境内, 是天山北麓东段的一条山溪性河流, 发源于博格达峰北坡冰峰雪岭, 东与白杨河流域相邻, 西与四工河流域接壤, 位于阜康市九运街镇行政区域, 是昌吉州境内唯一由兵团系统管辖的河流, 流域内分布有阜康市所属的甘河子镇、小泉牧场、上户沟乡、兵团农六师土墩子农场和下西泉等乡、镇、场。甘河子河流域最高点海拔高程 4295m, 河流由南部山区流经山前冲洪积扇, 消失于下游平原灌区。流域地理位置介于东经  $88^{\circ} 11' \sim 88^{\circ} 29'$ 、北纬  $43^{\circ} 51' \sim 44^{\circ} 36'$  之间, 流域总面积  $1176\text{km}^2$ 。甘河子河流域地势南高北低, 并由西南向东北倾斜, 海拔高程从 4295m 至 450m。根据地形、地貌、植被、气候等因素, 甘河子河流域大致可分四个地貌单元: 南部高山区、中低山丘陵区、山前倾斜平原区和北部沙漠区。

#### 1.2 河流水系

甘河子河古称土墩河, 因该河流经土墩子而得名, 又因河水具有季节性的干枯, 故称干河子, 后雅称为甘河子。该河发源于博格达峰北侧乔拉克达拉山, 由吾肯达拉、却拉克达拉、可可莫依那克、哈熊沟、哈因沟等支流汇集而成。河流补给以冰雪融水为主, 其次为地下水和降水补给。甘河子河河道水量调配由兵团农六师土墩子农场甘河子水管站管理, 除上户沟乡引用 22% 的部分水量用于灌溉, 河流水量的 78% 由兵团土墩子农场灌溉利用。该河全长约 70km, 出山口监测断面地理坐标为东经  $88^{\circ} 38' 57''$ 、

北纬  $44^{\circ} 03' 14''$ , 断面以上河长 32km, 集水面积 135km<sup>2</sup> 保留原生上标: 2。

#### 1.3 水利工程现状

甘河子河流域内水利工程主要有甘河子河渠首和水库。

(1) 甘河子河渠首位于甘河子镇以上 6.5km 处, 于 1960 年修建, 1988 年被大洪水冲毁。甘河子河渠首地理坐标为东经  $88^{\circ} 17' 11''$ , 北纬  $44^{\circ} 02' 08''$ 。新建甘河子河渠首位于老渠首以上约 400m 处, 由昌吉州水利局勘测设计, 于 1989 年建成。新渠首正面泄洪、排沙, 侧向引水, 属新式费尔干渠首, 工程主要由上、下游整治段、主体段、溢流堰段等四部分组成。最大泄洪能力  $40\text{m}^3/\text{s}$ , 引水渠设计最大引水量  $10\text{m}^3/\text{s}$ , 实际引水  $6\text{m}^3/\text{s}$ 。目前引水、排沙、泄洪等设施运行正常。

甘河子河灌区灌溉面积 1.65 万亩, 总人口 0.3216 万人。灌区共有渠道 118.8km, 其中: 干渠总长 10.7km; 支渠总长 20.0km; 斗渠总长 42.3km; 农渠总长 45.8km。

(2) 甘河子河水库位于土墩子农场上游甘河子河河谷上, 建于 2011 年, 是一座以灌溉为主的小型拦河式山区水库, 水库设计库容  $658\text{万 m}^3$ , 地理坐标为东经  $88^{\circ} 19' 12''$ , 北纬  $44^{\circ} 02' 39''$ 。主要承担下游农业灌溉、工业用水的调节任务。属小 1 型, 总库容  $658\text{万 m}^3$ , 正常蓄水位 1.161, 设计年总供水量为  $2.980.5\text{万 m}^3$ 。

### 2 收集到的报告、资料成果及整理出的径流、洪水成果

2023 年对甘河子河调查、巡测期间收集到的报告、

资料成果如下:

(1)《新疆阜康市地表水水资源调查评价》报告(昌吉水文勘测局编制,2003年8月)。

(2)《新疆阜康市地表水水资源调查评价》报告(昌吉水文勘测局编制,2011年2月)。

(3)《新疆阜康甘河子水库工程水文分析计算》报告(昌吉水文勘测局编制,2004年8月)。

根据上述报告和资料,分别整理出甘河子河多年平均月年径流量成果统计表(见表1)和历史最大洪峰流量、时段洪量成果汇总表(见表2)如下:

表2 甘河子河历史最大洪峰流量及时段洪量成果汇总表

最大洪峰流量 (m <sup>3</sup> /s)	1日洪量 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	3日洪量 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	发生时间	备注
232	无	无	1996年7月	根据收集成果3整理较可靠

### 3 2023年巡测成果计算

#### 3.1 径流

##### 3.1.1 2023年或近年来水调查访问

根据甘河子渠首1960~2009年共50年的月年实测径流系列,对该河多年平均径流年内分配情况及年际变化情况进行计算分析。

##### (1) 多年平均径流年内分配情况

甘河子河源于博格达峰北侧乔拉克达拉山,河水具有季节性的干枯,河流补给以冰雪融水为主,其次为地下水和降水补给。

从表3中数据可以看出,甘河子河夏季径流量最大,占年径流量的71.0%,春季径流量与秋季接近,冬季径流量最小,占到年径流量的4.1%;连续最大四个月径流量占年径流量的81.5%,出现在5~8月;最大月径流量与最小月径流量的比值为23.0。说明其径流年内分配不均匀,统计结果见表3。年内各月分配占全年百分比见图1。

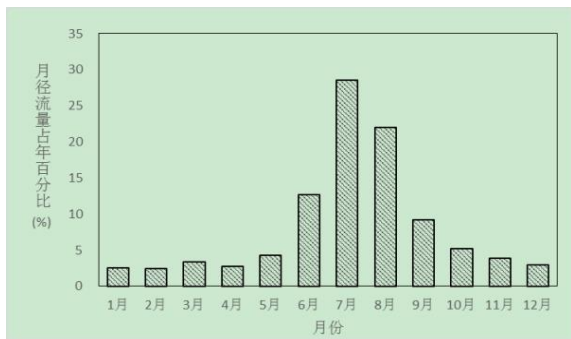


图1 甘河子河年径流量月分配柱状图

表3 甘河子河多年平均年径流量年内分配表

四季径流量占全年比例(%)				连续最大四个月		最大月	最小月
春季 (3~5月)	夏季 (6~8月)	秋季 (9~11月)	冬季 (12~2月)	起迄	百分率(%)	月份	百分率(%)
13.5	71.0	11.3	4.1	5~8	81.5	7	1.2

(2) 径流量的年际变化。从甘河子河渠首1960~2009年共50年的实测年径流系列来看,甘河子河径流量的年际变化不大。多年平均年径流量为2763×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,最大年径流量为4629×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,出现在1963年,最小年径流量为1545×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,出现在1978年;最大年径流量与最小年径流量的比值为3.0。

(3) 2023年径流年内分配情况。甘河子巡测站2023年2月设立,巡测人员3~10月依照《甘河子站巡测方案》共测到7份流量,分别为4~8月、10月,采用连实测法推流。1~3月、9月采用2023年甘河子渠首实测流量资料代替,11月采用甘河子渠首1960~2009年11月多年月径流均值代替。现依据甘河子河2023年实测径流资料进行年内分配分析计算。

甘河子河夏季径流量最大,占全年水量的69.7%,春季与秋季径流量接近,冬季径流量最小,占全年水量的3.2%;最大月出现在6月,占全年的28.9%,最小月出现在2月,占全年水量的1.01%;最大月与最小月倍比为28.7。说明甘河子河2023年径流量丰枯变化明显,径流年内分配也极不均匀。成果见表4。

表4 甘河子河2023年径流量年内分配表

四季径流量占全年比例(%)				连续最大四个月		最大月	最小月
春季 (3~5月)	夏季 (6~8月)	秋季 (9~11月)	冬季 (12~2月)	起迄	百分率(%)	月份	百分率(%)
14.1	69.7	13.0	3.2	5~8	81.5	6	1.01

##### 3.1.2 巡测情况

昌吉水文勘测局测验整编科已于2023年3月将《甘河子站巡测方案》上报自治区水文局。

##### (1) 巡测站概况

甘河子巡测站建于2023年2月,位于新疆阜康市甘河子镇甘河子水库上游,地理坐标为东经88°17'58.20",北纬44°02'11.72",集水面积为135km<sup>2</sup>。测验河段较顺直,长度约100m,河床由砂砾石组成,右岸为天然崖壁,左岸为天然砂砾石,主流在左右岸摆动,

表1 甘河子河多年平均月年径流量成果统计表 单位: 10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年	备注
40.11	35.47	43.39	53.52	337.8	684.6	949.0	714.3	243.9	106.9	58.59	44.70	3312	根据收集成果3整理 供参考
38.7	33.9	41.9	43.1	289.2	594.6	782.2	586.5	186.2	82.4	43.8	40.7	2763	根据收集成果2整理 供参考

断面控制较差,测验河段冲淤变化较大,基下约 60m 处渠首闸门。甘河子巡测站无信号,未安装雷达水位计,断面安装有摄像头,水尺设于左岸,断面布设方向与水流平均方向垂直。观测项目有水位、流量。

### (2) 巡测线路

昌吉巡测中心-阜康市-甘河子镇-甘河子水库;本站距昌吉水文巡测中心 116.5km。从巡测中心驾车出发,到达监测站点时间为 1.5 到 2.0 小时。

### (3) 巡测方法及测次

①水位观测:采用人工观测方式。汛期每月巡测 1 次、非汛期每两个月巡测 1 次。

②流量测验:采用人工测流(转子流速仪进行巡测)。汛期每月巡测 1 次、非汛期每两个月巡测 1 次,遇特殊情况时增加巡测次数。用连实测流量过程线法推求流量。3 月-12 月共测流 7 次,主汛期测流 4 次。

2023 年甘河子河水位、流量巡测情况,见表 5。

#### 3.1.3 径流计算

对收集到的渠首 2023 年日来水量资料分析,渠首 2023 年流量资料具有连续性,测流方式采用流速仪或水位流量曲线推求,且甘河子巡测站与渠首断面接近,其间无支沟汇入,可作为本年度该站未巡测到月径流资料的补充,月径流资料可合并使用。

本次对甘河子站径流资料进行整编分析,将 2023 年甘河子站 7 份实测流量资料与渠首同期流量资料采用连实测法进行整编,资料采用南方片整编软件进行整编。实测资料均按规范要求整编后,成果见表 6。

本年度甘河子河流量均采用转子流速仪进行实测,测验精度均满足《水文巡测规范》SL 195—2015 和《水文资料整编规范》SL 247—2012 的相关要求。整编方法均按照《水文资料整编规范》SL 247—2012 的相关要求,采用南方 2.0 软件进行整编。由于甘河子巡测站于 2023 年 2 月设立,汛期每月巡测 1 次、非汛期每两个月巡测 1 次,全年共测流 7 次,采用连实测法进行整编,本次径流量可靠性评价为供参考。

## 3.2 洪水

2023 年昌吉水文勘测局巡测大队专业技术人员组成

调查组,对甘河子河进行调查访问和了解洪水情况。经过实地踏勘和走访了解,甘河子河 2023 年巡测期间均为平水期与低水期,无洪水过程发生。故本次仅将巡测队调查到的甘河子河近期发生于 2016 年 8 月 2 日的这场大洪水进行分析计算。

### 3.2.1 2023 年洪水调查访问

#### (1) 调查访问了解洪水成因、洪水来源情况

甘河子河洪水按不同季节可分为春季洪水和夏季洪水,春季洪水一般以中、低山带积雪消融洪水或积雪消融水与降水混合后形成混合型洪水;夏季洪水主要由暴雨或暴雨与高山冰雪融水叠加后形成的洪水。根据甘河子河洪水成因不同,可分为三种类型洪水:①季节积雪融水洪水;②暴雨洪水;③混合型洪水。

#### (2) 洪水调查访问情况

调查访问时间:2023 年 10 月 10 日

被调查人:玛旦,男,哈萨克族,年龄 53 岁,当地牧民。本人在此放牧 20 多年,据他介绍:2016 年 8 月 2 日发大水时,2 日 7 时水最大,雨下的也特别大,持续时间 2 个多小时,水中有漂浮物。

### 3.2.2 洪水调查测量

洪水调查河段在甘河子巡测站以上 20m 处,地理位置:东经 88° 17' 58.20",北纬 44° 02' 11.72",河段坡度比较陡,河床由细砂石组成,砂卵石直径约 30cm 左右,调查河段左右岸均为陡坎。调查河段顺直,河段长 50m,在调查河段布设上、中、下三个调查断面,断面测量采用假定基面,运用电子水准仪对调查断面和洪痕进行施测,采用五等测量。计算过程中采用了实测洪水水面线高程。

### 3.2.3 2023 年最大洪峰流量计算

根据洪水调查规范要求,本次调查洪水洪峰流量计算方法采用比降~面积法。昌吉水文勘测局于 2023 年 10 月对甘河子河巡测站测验断面以上 20m 处的河沟历史洪水进行了调查访问。此次洪水调查是严格按照中华人民共和国行业标准《水文调查规范》SL 196—2015 的要求进行。

表 5 2023 年甘河子站巡测情况统计表

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
水位				7.95	7.97	8.62	8.73	8.44		8.28		8.21
流量				0.161	0.235	3.78	4.89	2.02		0.459		0.448
测流方法				流速仪	流速仪	流速仪	流速仪	流速仪		流速仪		流速仪
巡测时间				15 日	6 日	7 日	11 日	23 日		11 日		12 日

表 6 甘河子河 2023 年月径流量成果表

1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
37.8	35.8	41.2	39.9	418	1026.4	824.9	621.4	329.2	109.3	117.4	120.0	3721

本次调查测量时均匀布设上、中、下三个调查断面，断面间距 25m，测量河段长度约为 50。为了保证最高洪痕更接近实际情况，尽量在左右两岸选取 1~2 处洪痕作为判断依据，以供分析采用，同时对洪水水面线在现场进行合理性检查。

根据野外测量后绘制的水面线，确定各个断面处的洪痕洪水位高程。

本文调查河段洪峰流量推求方法以曼宁公式为基础，通过对调查河段上中下断面间面积、水力半径、河底坡度、河床粒径等水力要素间相互作用的复杂关系进行分析研究，推导的试算法算式，见公式 3-1 和公式 3-2。

$$n_B = \frac{2 \cdot A_B \cdot R_B^{2/3} \cdot n_A \cdot n_C}{n_C \cdot A_A \cdot R_A^{2/3} + n_A \cdot A_C \cdot R_C^{2/3}} \quad (3-1)$$

$$n_C = \frac{(3 \cdot \sqrt{S_{BC}} - \sqrt{S_{AB}}) \cdot A_C \cdot R_C^{2/3} \cdot R_A}{(3 \cdot \sqrt{S_{AB}} - \sqrt{S_{BC}}) \cdot A_A \cdot R_A^{2/3}} \quad (3-2)$$

式中： $n_A$ 、 $n_B$ 、 $n_C$ —A、B、C 断面河床糙率；  
 $S_{AB}$ 、 $S_{BC}$ 、 $S_{AC}$ —各断面间水面比降；  
 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ —各断面水力半径 (m)；  
 $A_A$ 、 $A_B$ 、 $A_C$ —各断面面积 (m<sup>2</sup>)。

上述计算方法对于糙率 (n) 值，为了减少其选择的任意性、增加糙率选择的约束条件，是通过试算对多断面约束条件下断面河床糙率 (n) 及河段洪峰流量估算的方法。

在调查河段自上游向下游布设 A、B、C 三个调查断面，对于给定 A 断面糙率  $n_A$ ，参考邻近参证站糙率曲线确定，B、C 断面河床糙率由公式 3-1 和公式 3-2 确定。

糙率 n 值的确定：根据以上所述河床组成情况和本次实际踏勘河段行洪条件，参照水文洪水调查规范规定；经糙率试算程序试算，本次洪水调查洪峰流量采用的平均糙率为  $n=0.035$ 。

本次调查断面洪峰流量的计算方法主要为比降面积法。按下式计算各断面的输水率 K 值。

$$K = \frac{1}{n} A R^{2/3} \quad (3-3)$$

上式中：K 为输水率；n 为糙率；A 为断面面积，m<sup>2</sup>；R 为水力半径，m。

计算各小段的平均水面比降 S 及上下两断面的平均输水率  $K_m$ ，并按下式试算通过各小段的流量  $Q_m$ 。

$$Q_m = K_m \cdot S^{1/2} \quad (3-4)$$

通过试算使由任意两断面为控制计算的河段洪峰流量满足近似相等的假定条件，即： $Q_{AB} \approx Q_{BC} \approx Q_{AC}$ ；相应的一组糙率值经分析基本合理，即为所求，则该组糙率值所确定的洪峰流量即为调查河段历史洪水洪峰流量。

根据上述访问情况及洪峰流量试算确定，本次所调查洪水的发生时间为 2016 年 8 月 2 日，洪峰流量  $Q_{max}=42.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

根据《水文调查规范》(SL 196—2015) 7.8.3 节对比降面积法洪峰流量调查成果评价按表 6 进行评价，本次调查洪水结果较可靠。

### 3.2.4 洪量计算

本次没有收集到甘河子河场次洪水过程资料，借用阜康白杨河水文站 2016 年 8 月 2 日洪水过程资料，采用洪峰流量缩放系数推求同期甘河子河场次洪水过程，绘制本场洪水的洪水过程线。

时段洪量的推求，根据《新疆短缺资料中小河流设计洪水计算应用方法》(由希尧编著) 中的简化三角形法，通过本场洪水的洪水过程线计算洪水过程总历时，采用公式 (3-5) 计算得到时段 (一日) 总量 79.6 万 m<sup>3</sup>。

$$W_p = Q_p \times T \times 3600 / 2 \quad (3-5)$$

式中： $Q_p$ ——设计洪峰流量 (m<sup>3</sup>/s)；

$T$ ——设计洪水过程全历时 (h)， $T=t_1+t_2$ ；

$t_1$ ——涨水历时 (h)；

$t_2$ ——退水历时 (h)。

根据图 2 计算出本场洪水的时段 (一日) 总量。

因本次没有收集到甘河子河场次洪水过程资料，借用阜康白杨河水文站 2016 年 8 月 2 日洪水过程资料间接推得同期甘河子河场次洪水过程，根据实际调查访问，甘河子河与白杨河不是同一流域，也不是上下游关系，根据《水文调查规范》(SL 196—2015)，本次推得甘河子河场次洪水过程及洪量结果，可靠性评价为供参考。

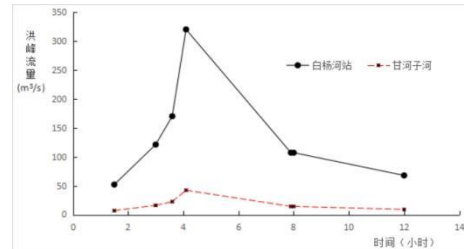


图 2 2016 年 8 月 2 日阜康甘河子河洪水过程线图

## 4 结论

通过此次调查巡测掌握了阜康甘河子洪水成因以及径流的变化弥补了基本站点不足，为当地水资源的合理开发利用、防洪减灾，预报预警提高水文的数据支撑。

### 【参考文献】

- [1] 董晋鹏, 赵霞, 陈东升. 青海省北川河径流量与水文地貌特征的关系分析[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2024, 60(1): 138-147.
- [2] 马敏. 内陆河流域小河流洪水分析[J]. 水上安全, 2024(3): 100-102.
- 作者简介: 何玉敬 (1970.6—), 男, 民族: 汉, 籍贯: 新疆呼图壁县, 学历: 大学本科, 单位全称: 昌吉水文勘测局, 职务: 无、职称: 高级工程师, 主要从事: 水文勘测及水文水资源研究工作。

## 北京市昌平区水土流失问题与综合治理策略

彭聪 张丽娟

北京市昌平区马池口地区水务服务中心, 北京 102200

**[摘要]**随着城市化进程的加快和人类活动的加剧,北京昌平区面临着日益严重的水土流失问题,对区域生态环境、农业生产和人民生活造成了严重影响。本篇文章深入分析了昌平区水土流失的现状,探讨了其背后的自然因素和人为因素,并针对性地提出了改善水资源管理、提高节水效率、加强污水资源化、优化产业结构、实施区域水土资源治理等综合防治措施。结合理论与实际操作,我们的目标是昌平区生态环境保护和持续发展提供有力的参考。

**[关键词]**农村污水治理; 水环境保护; 马池口镇; 阳坊镇

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13486

中图分类号: X17

文献标识码: A

## Soil and Water Loss Issues and Comprehensive Management Strategies in Changping District, Beijing

PENG Cong, ZHANG Lijuan

Beijing Changping Machikou District Water Service Center, Beijing, 102200, China

**Abstract:** With the acceleration of urbanization and the intensification of human activities, Changping District in Beijing is facing increasingly serious problems of soil erosion, which have had a serious impact on the regional ecological environment, agricultural production, and people's lives. This article deeply analyzes the current situation of soil erosion in Changping District, explores the natural and human factors behind it, and proposes targeted comprehensive prevention and control measures such as improving water resource management, enhancing water-saving efficiency, strengthening sewage resource utilization, optimizing industrial structure, and implementing regional soil and water resource management. Combining theory with practical operation, our goal is to provide strong reference for the ecological environment protection and sustainable development of Changping District.

**Keywords:** rural sewage treatment; water environment protection; Machikou Town; Yangfang Town

### 引言

在中国当前的重大生态工程建设中,水土流失是尤为突出的现象,特别是在中国当前构建生态文明社会大趋势下,在水质保护区,生态环境的建设显得尤为关键和重要。怎样加强生态建设保护的力量,并继续推动水土保持区自然生态环境工程的进展,是一个亟待解决的问题。

### 1 水土流失的危害及其对生态环境的影响

导致北京昌平区水土流失的主要原因,是由于北京昌平区的位置、地质地貌、天气特殊条件,以及人们的经营管理不当导致的。水土流失不但损害自然环境,也危害地方经济建设,甚至带来更严重的人民生命财产损失。

受到水土流失和土壤侵蚀的双重影响,大片肥沃的农田被冲走了。昌平是北京主要农业基地之一,根据估算,北京昌平区遭受的水土流失面积高达5.6万英亩。年平均泥沙流失量,相当于剥离了城市2mm的地面。常年下雨、径流大、洪水泛滥,使水土流失严重和土壤侵蚀加剧,许多山秃顶,部分农田冲刷沟渠。由于上述原因,我们失去了许多肥沃的土地。在山洪爆发的时候,大量的泥石流和砂砾导致谷底和河床升高,球道被堵塞,农田受到破坏,这决定了工农业生产的基础。

水土流失不只是对农业生产造成了负面影响,还导致

了几条主要河流年度泥沙量的增加。我国北部干旱区是水土流失重灾区,因为水土流失的影响,河床逐渐升高,导致水道受到阻塞。在北京昌平区港,工人们每年必须疏浚99万 $m^3$ 的泥浆才能疏浚水道,每年将花费47.5万元。

全球范围内,由于人类活动导致的土壤侵蚀和土地退化问题正日益加剧。水土流失所带来的负面影响还包括导致干旱和由风引发的沙土问题。在解放初期,北京昌平区基本没有大沙尘暴。然而,在最近的几年中,因为水土流失的原因,其每年的扩展速度达到了50m。60年代初,有80多户20户的房屋被沙丘淹没。当整个单位的人民进入公社时,他们有700多英亩的农田,而现在他们只有420英亩。由于水土流失和土壤侵蚀,土壤的肥沃性受到了损害,导致沙土受到了伤害。在干旱季节里,由于地表径流不断地冲刷着沙粒和泥沙,使土地变得越来越贫瘠,甚至连植物都难以生存下去。更加令人担忧的是,农田遭受了巨大的破坏,这进一步加重了洪水带来的威胁。由洪水侵蚀和冲刷形成的土沟达到996度。每一条土沟的平均占地面积达到了7.8英亩。他们总共失去了超过2万英亩的肥沃土地。一些沟壑网络发展得很快。不仅成为废谷的土壤不能种植,而且即使因为破旧的土壤而种植树木或种子,我们也需要付出高昂的价格。

破坏森林植被是水土流失主因,干旱地区需优先生态造林。我国的西部山区地域辽阔,气候状况非常恶劣,而且降雨的时空分布呈现出极不均匀的特点。因为森林覆盖面积的减少,某些地方的森林被大量砍伐,受到季风长时间的作用,丘陵和裸露的山坡被小黏土和巨大的石头所覆盖。这些石块会使水流产生巨大的冲击力而导致滑坡等自然灾害。暴雨时产生的泥石流和大量的巨石冲击下游的岩石、别墅、农田、道路、桥梁和水利设施,甚至堵塞了河道,对下游的施工造成了严重的损害。

## 2 水土流失和生态不平衡的主要原因

引发该地区水土流失和生态不平衡的因素是五花八门的。在我国南方地区,由于特殊的地理环境与历史传统等多种原因,使得当地出现了较为严重的水土流失问题,这给人们的生活带来很大影响。主要分为两大类:自然因素和人为因素。本文仅就其中的人为因素进行了初步分析。在大多数情况下,我们可以把它们划分为两个主要类别:一个是由自然地理和气候条件导致的,而另一个则是由人类活动引发的。密苏里大学通过实验证实,“与裸体种植相比,连续种植玉米将减少 50% 的土壤损失。”采用玉米、小麦和三叶草的轮作方式可以进一步降低土壤损失的 86%。

### 2.1 自然地理和气候因素

北京昌平区受季风影响的北京昌平区冬春季降雨较少。干旱经常发生。例如,在 1980 年 4 月初至 5 月初的 40 天内,降水量小于 5mm,而蒸发量超过 200mm。根据气象资料记录,在 1967 年至 1982 年的 16 年里,有 10 年的夏季干旱。在夏季,北京昌平区降雨量大是水土流失的基本因素之一。在作物生长季节,降雨过集中会形成洪水、水土流失等问题。

北京昌平区部分地区有高山、中、低山,还有许多丘陵和丘陵。北京昌平区的地势由南向北逐渐增加,最高的山为庄河的布云山(约 1130m)。北京昌平区的地理特点不仅为当地提供了丰富的水资源,还形成了一个广阔且复杂的斜坡地形。

在无植被或森林植被较少的斜坡土地上的土壤被严重侵蚀。一旦遇到大雨,土壤将很容易形成床单侵蚀和沟壑。森林植被中水分缓慢和保护土壤的作用由于过度砍伐而丧失。因此,在森林植被遭受严重破坏的边坡地区,会出现显著的水分和水土流失现象,导致在一定区域内洪水量和峰值流量有所增加。

### 2.2 人类因素

人们对土地和自然资源进行了开发和利用。在开发和利用的过程中,破坏生态环境导致的水土流失是其中的一个例子。这项研究的成果既展现了其正面影响,也揭示了其潜在的负面效果。因为缺少对水土保持和生态的深入理解,这违背了自然的秩序,导致人们的经济行为不恰当,

这也是导致水土流失的关键原因。解放前,昌平区森林覆盖面积 600 万亩,覆盖率超 40%。

在人类的发展旅程中,他们对土地和自然资源进行了开发和利用。随着社会生产力的提高、经济水平的发展、科学技术的进步以及人口的增加,对土地和矿产资源的需要不断增大,这就使土地利用与管理问题显得越来越重要了。在开发过程中,我们既可以看到其正面效果,也可以看到其负面影响。由于缺乏水土保持和生态保护的概念,许多开发违背了自然的秩序,这也是造成水土流失的主要因素。解放前昌平森林覆盖率超 40%,建国后林业发展显著,尤其是“文化大革命”期间,毁林开荒严重,致使森林破坏十分惨重。1981 年,森林面积减少超百万英亩,覆盖率降至 17.5%。由于森林植被遭到破坏,导致了严重的水土流失、洪水泛滥、频发的干旱现象,以及灌溉分流的困难,这些因素共同构成了对干旱状况的高度威胁。再加上农业生产的不适当措施,它会造成土壤侵蚀的危害。

## 3 北京昌平区地区水土保持及生态保护对策

### 3.1 改善水资源管理战略,切实提高水资源利用效率

首先,我们有必要对水资源管理策略进行优化,以确保水资源使用的效率能够得到实质性的提高。其次,加强对农业用水的调控力度。水对北京昌平区的农作物产生的影响已经上升为最关键的影响要素之一,而且北京市昌平区地区的自然资源也存在着经济高速发展和自然资源匮乏的尖锐冲突,区内自然资源环境保护和经济发展、农业发展的矛盾日益突出,自然资源过量开采和不合理使用已成为损害自然环境的主要因素,北京昌平区所处的地域正面对着水资源使用方法过于简单等多个方面的严格考验。下一步,我们应当努力改变水资源的开发和利用策略。通过对水资源管理中存在问题的分析,提出了加强水权制度建设、完善水价形成机制、提高公众参与意识等建议。在追求经济增长与环境维护之间找到一个最合适的均衡点,以促成可持续发展的目标。北京昌平区正在努力改变水资源的开发和利用模式,其中最关键的是推广节水建设方法。

面临着水资源本身严重短缺的状况,缓解北京市昌平区地区水资源紧张问题最基本、最可行的战略措施,便是积极推行节水。通过地方政府抓紧编制环保节水社区建设项目计划,推动北京市昌平区地区的自然资源使用方法由粗放性型向集约型、节省型的过渡,我们的目标是在 2022 年初步建立节约用水的自然资源利用策略。

### 3.2 切实提高各行业节水效率

北京昌平区的水资源短缺是其显著特点,因此,实施有效的策略来提高水资源的使用效率显得尤为关键,尤其是对于北京市昌平区地区这么一人口比较多、资源比较不足的地方,应该切实提升自然资源的利用。在北京市昌平区未来的发展轨迹中,中国农业的迅速扩张和农村居民数量的持续上升将是关键因素,北京市昌平区地域内自然资

源不足的问题很有可能会越来越明显,所以首先就必须做好对自然资源的有效节约工作,不然由于有限的自然资源以及恶劣的自然环境约束,将对农村的人口持续快速增长,形成不良的负面影响。在北京昌平区,节约水资源的一个关键途径是通过在农业、工业以及居民日常生活等多个领域实施自我管理和节约,该区域水资源节约程度低,与发达国家使用效率差异显著。因此,要实现经济可持续发展就必须加大节水力度,以提高用水效率,从而降低单位用水量所带来的环境问题。目前,我国尚未建立起一套全面而高效的节水管理体系以及相应的管理制度。因此,北京昌平区地区的节水计划应被视为该区域的主要战略目标。在此基础上,我们应优化农田灌溉技术,提高农业用水效率,调整种植模式,推动新型的节水农业技术,同时合理地运用经济和行政资源,以深化山区节水管理改革的改革。从目前来看,北京昌平区已经实现了农业用水的零增长,但是由于该区的人口和耕地面积都比较大,因此人均水资源量也相对偏低。值得一提的是,在最近几年内,北京昌平区对工业用水的需求呈现下降趋势。尽管如此,工业用水的重复使用率仍然偏低,与发达国家相比下降了大约 20%,这为工业节约用水创造了更多的可能性。

### 3.3 加强污水资源化, 做好开源节流

随着对水资源的使用压力逐渐增大,更多的人开始意识到,将污水转化为可持续资源已经变成了实现水资源全面利用的关键策略。污水是一种资源,它具有可再生性和不可替代性。对污水进行资源化处理不仅在一定程度上有助于缓解该地区水资源紧张的问题,同时也有助于减轻污水对水资源造成的环境污染,这将为社会和经济的持续发展带来显著的益处。因此,将污水转化为资源在全球范围内已被认为是解决水资源匮乏问题的核心策略之一。目前我国许多地区都开展了不同规模的污水处理工程,但由于受资金和技术等方面因素影响,尽管污水资源化的努力并未获得显著的成果,但加速污水资源化的进程无疑具有深远和重大的影响。在北京昌平区,若要实现污水的资源化利用,首要任务是对这些污水进行适当的处理。由于北京市昌平区是一个缺水严重的地方,因此污水处理工作一直以来都是非常繁重而艰巨的任务。根据相关的调查数据显示,在北京昌平区的城市供水系统中,有超过 80%的水资源被转化为污水。经历了一系列的技术处理后,超过 65%的处理后的水可以重新被工业和农业利用。这表明,通过污水资源化策略,昌平区可将水资源使用量提高至原来的两倍。此外,还可以利用这些污水进行农业生产、城市生活以及工业用水等。特别值得注意的是,某些经过处理的污水,在灌溉、工业生产、城市绿化、建筑施工以及街道建设等多个领域都有广泛的应用潜力。因此,在北京昌平区,我们应该更加重视污水的资源化处理,尤其是引进中水处理技术。与此同时,我们还需致力于提升物理处理、

物理化学以及生物处理等多个领域在污水回收过程中的工作效率,以解决水资源短缺和环境污染问题。

### 3.4 合理进行产业结构升级优化

一个合理的产业布局不仅对区域经济增长至关重要,而且在某种程度上也与区域生态环境的优化息息相关。因此,水土资源的保护,作为生态环境改进的重要组成部分,对相关产业结构进行适当的调整显得尤为关键。因此,调整产业结构以优先发展农业、林业、牧业和渔业显得尤为必要。通过这些措施,不仅有助于提升昌平区的水土资源保护和小气候改善,还能提高了土地生产力,增强对自然灾害的抵抗力,还成功地提高了林草的覆盖面积,从而推动了生态环境朝着更为健康的方向发展,并构建了一个全面的防护体系。

其次是推进生态环境保持与绿色产业发展,积极探索农业产业结构调整道路,充分运用北京市昌平区地域内得天独厚的自然资源优势,以经济发展为基础,围绕市场,依靠新技术,结合国家土壤保护区等生态化建设工程项目的实施,遵循“谁投资,谁获利”的原则,我们实施了合股运营、引资运营、能人投资引导、政府部门支持、项目整合示范等多种经营管理模式,形成了多途径、全面、多样化的投入管理机制,重点发展了果蔬、蚕桑等特色经果林,逐步构建了绿化、保护、生态化工程建设的文明之道。

通过对我国水土流失现状和存在问题分析,认为北京作为首都,其特殊地位决定了在今后相当长一个时期内,必须保持水土不流失。为了推动水土保持生态建设实现跨越式的发展,并激发其创造性和高效性,我们需要依赖科技的力量。这就要求北京市昌平区地区地市县的各级水保办负责水土保持建设、育苗科技、水果林种植、关于基本农田的基础设施建设、中小规模的水利和水土保持施工,以及滑坡预防工程等多个关键科研项目研究和开发工作。

### 3.5 实行区域水土资源治理, 加强水土资源的可持续利用

考虑到北京昌平区的降水量偏低和水土资源严重流失的问题,建议创建一个以北京昌平区为核心的水土资源管理区域,以促进水土资源的持续利用。

首先是大力开展区域整体综合整治,增强水土保持生态效果。以提高北京市昌平区地区农村自然环境与农业生产条件,进一步夯实农村基础设施建设为总体目标,本研究以水土保持和径流调节理论为基础,以基本农田工程建设为突破点,重点发展林业和果业。通过与拦、导、排、集、蓄、灌溉等大小型水利水保工程的配套,实施工程技术措施、生态环境保护措施和农民耕作保护措施,实现山、水、林、田、地、路综合治理,建立高效农村生态管理体系。

下一步,我们必须加大政策和资金的实施力度,以提升水土资源的可持续发展潜能。在北京昌平区的农业生产活动中,我们应该进一步强化资金和技术的指导与实施,

特别是在农田水利和生态建设的提升与改进上；我们应当主动采纳前沿且实用的种植方法和工具，以提升土地的使用效率。在农业生产建设的背景下，我们必须严格执行水土资源的保护政策。各级政府在维护农业生产的过程中，应以这些政策为指导，并对那些破坏水土资源、非法使用农业土地、随意砍伐森林或滥用耕地的行为给予严厉的处罚。

在充分尊重人民群众意愿的前提下，我们需要根据地方经济的发展趋势，确保每一项措施都在适当的土地上实施，并严格遵循科学和规范的标准来进行工程技术设计，同时在重大建设工程项目管理上，坚定地执行工程技术人员的蹲点督导机制，积极地推动廉政工程的实施，并广泛地接受来自社会各方面的监督，对项目建设做到了事前、事后的公示制，切实做好水土资源保护工程的管理工作。

最终，水土资源保护工程的项目管理需要得到加强。通过以上研究，本文提出了一系列促进北京市平原区水土流失综合治理工程建设与可持续发展的对策和建议，旨在为今后类似项目提供借鉴经验。在实施水土资源保护工程时，必须严格管理资金并采用先进技术。北京昌平区的各级政府每年都应根据年度分配的水土资源治理任务，在充分尊重民众需求的前提下，结合当地的经济和社会发展趋势，确保每一项措施都在山顶地块得到落实，并按照科学和规范的标准进行技术设计。同时，在施工管理方面，要坚持技术人员的实地指导，实行廉政工程，并广泛接受公众的

监督，在工程建设过程中，实施事前和事后的公示机制，以确保水土资源保护工程的项目管理工作得到有效执行。

#### 4 结束语

随着社会的发展，水土保持有着重要的意义，有效的改善水资源战略不仅能够改善自然生态环境，此外，这对于人类的生活和进步具有深远的实际影响。一个国家生态环境的进步是体现综合国力的重要组成部分，保护水环境人人有责，水土保持仅仅是一个过程，水土资源的可持续利用才是重中之重。通过对昌平区的调研，结合工作经验，总结出水资源如何提高效率。我们需要优化水资源的管理策略，真正地增强水资源的使用效率，并确保各个行业都能有效地节约用水，强化污水的资源化利用，确保资源的有效开源节流，对产业结构进行合理的升级和优化，执行区域性的水土资源管理，并确保水土资源得到可持续的使用，以上几点是目前水土资源保护工程的重要环节。

#### [参考文献]

- [1]徐国劲. 重大生态工程规划设计关键问题研究[D]. 西北: 农林科技大学, 2019.
  - [2]王福振. 基于新生态环境下水土保持监测工作存在问题及对策探讨[J]. 吉林水利, 2016(11): 52-53.
- 作者简介: 彭聪(1989.11—), 女, 毕业院校: 北京化工大学继续教育学院, 所学专业: 会计学, 当前就职北京市昌平区马池口地区水务服务中心, 中级, 专技10级。

## 水利防汛工作现状中的问题与解决方法分析

刘冬<sup>1</sup> 刘健<sup>2</sup>

1. 沛县水利局沛城镇水利管理服务站, 江苏 徐州 221600

2. 徐州市供排水管理中心, 江苏 徐州 221000

**[摘要]**水是生命之源,同时也是社会发展的重要支撑。然而,水灾常常给人类带来巨大的灾害和损失,特别是在气候变化日益显著的今天,洪涝灾害频发成为全球性的挑战。作为重要的水利工程领域之一,水利防汛工作的重要性愈发凸显。水利工程防汛工作不仅关乎人民生命财产安全,更涉及到国家社会稳定和经济发展的全局利益。通过科学合理的防汛措施,可以有效减少洪水带来的损失,保障社会经济的持续健康发展。文中将从水利防汛工作的概述与作用出发,系统分析当前防汛工作中存在的主要问题,深入探讨水利工程的关键要素及其防汛措施,旨在为进一步完善我国水利防汛体系提供理论参考和实践指导。

**[关键词]**水利工程;防汛工作;问题与解决办法

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13500

中图分类号: S93

文献标识码: A

### Analysis of Problems and Solutions in the Current Situation of Water Conservancy and Flood Control Work

LIU Dong<sup>1</sup>, LIU Jian<sup>2</sup>

1 Peicheng Town Water Resources Management Service Station of Peixian Water Resources Bureau, Xuzhou, Jiangsu, 221600, China

2 Xuzhou Water Supply and Drainage Management Center, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

**Abstract:** Water is the source of life and also an important support for social development. However, floods often bring huge disasters and losses to humans, especially in today's increasingly significant climate change, where frequent floods have become a global challenge. As one of the important fields of water conservancy engineering, the importance of water conservancy and flood control work is becoming increasingly prominent. The flood prevention work of water conservancy projects not only concerns the safety of people's lives and property, but also involves the overall interests of national social stability and economic development. Through scientific and reasonable flood prevention measures, the losses caused by floods can be effectively reduced, ensuring the sustainable and healthy development of the social economy. Starting from the overview and role of water conservancy and flood control work, this article will systematically analyze the main problems existing in current flood control work, and deeply explore the key elements of water conservancy engineering and its flood control measures, so as to provide theoretical reference and practical guidance for further improving Chinese water conservancy and flood control system.

**Keywords:** water conservancy engineering; flood prevention work; problems and solutions

#### 引言

全球气候变化的加剧和人类活动对环境的影响,导致洪涝灾害频发和强度增加,给社会经济发展和人民生活带来巨大挑战。在这样的背景下,水利工程防汛成为维护国家和社会稳定的关键战略之一。因此,深入分析水利工程防汛工作的现状和存在的问题,探讨有效的解决方法和实施策略,对于提升防汛能力、减少灾害损失、保障社会安全具有重要意义。

#### 1 水利防汛工作概述与作用

水利防汛工作是指通过一系列工程和非工程措施,预防和减轻洪涝灾害,确保人民生命财产安全的系统工程。其主要目标是降低洪水风险,减少洪水造成的损失,保障经济社会的稳定发展。防洪是指通过建设堤防、水库、蓄滞洪区等工程措施,控制和调节洪水,降低洪峰水位,保

护下游地区免受洪水侵害。排涝则是通过建设完善的排水系统,快速排除城市和农村积水,防止内涝灾害。抗旱则是通过合理的水资源调度和管理,保障干旱时期的农业生产和居民生活用水。近年来,全球气候变化导致极端天气事件频发,洪水和干旱等自然灾害的发生频率和强度有所增加。通过科学的水利防汛措施,可以有效减轻气候变化带来的不利影响,提高社会的韧性和适应能力。有效的防汛措施不仅可以保护人民群众的生命财产安全,减少灾害损失,还可以保障经济社会的正常运行,促进社会和谐稳定<sup>[1]</sup>。特别是在农业生产中,防汛和抗旱工作直接关系到粮食安全和农民的经济利益。

#### 2 水利工程防汛工作存在的问题

尽管近年来防汛工作取得了一定成效,但在实际操作中仍然存在许多问题需要解决:①防汛设施陈旧,维护不

足：许多防洪工程建设时间较早，设备老化、设施陈旧，缺乏及时的维护和更新，导致其在洪水来临时难以发挥应有的作用。②防汛预警系统不完善：现有的防汛预警系统在信息传递速度、预警准确性和覆盖范围等方面存在不足，导致防汛指挥和应急响应滞后，无法及时应对突发洪水。③防汛物资储备不足：部分地区的防汛物资储备不足，种类不全，分布不合理，且调配效率低，无法在洪水来临时迅速提供所需物资，影响防汛抢险工作的开展。④防汛人员专业素质参差不齐：防汛工作人员的专业素质和技能水平参差不齐，部分人员缺乏必要的防汛知识和应急处理能力，影响了防汛工作的效率和效果。⑤管理体制不健全：防汛管理体制存在不完善之处，部门职责不清、协调不力、管理机制不健全，影响了防汛工作的统筹安排和有序推进。⑥社会防汛意识淡薄：部分地区居民防汛意识淡薄，缺乏防洪避险的基本知识和技能，防汛宣传教育力度不够，影响了防洪减灾工作的群众基础。

### 3 水利工程要素

#### 3.1 水库

水库是防洪、防旱、供水、发电、灌溉及改善生态环境的重要工程设施。水库通过拦截洪水、调节径流，起到削峰、错峰和削减洪量的作用。水库的主要功能之一是调节河流的水量。通过蓄水，可以削减洪峰，减少下游地区的洪水威胁。在旱季，水库储存的水可以用于供水、灌溉和发电，确保社会生产生活的正常进行。通过科学调度，水库可以在洪水来临时拦截一部分洪水，减轻下游的防洪压力。然而，部分水库在设计和运行管理上存在不足，如库容设计偏小、调度不科学等，导致防洪效果不佳。水库可以通过调节水量改善下游的生态环境；水库的蓄水和泄洪也可能对上游和下游的生态系统造成影响，如改变水生生物的生境、影响鱼类洄游等。定期检查和维修水库设施，确保大坝、泄洪道等关键部位的安全可靠，是水库管理的重要内容。

#### 3.2 堤防

堤防是沿河、湖、海岸修建的挡水工程，主要用于防止洪水 and 海潮侵袭。堤防在防洪体系中起到屏障作用，保护沿岸地区免受水害。堤防是防洪工程的基础设施，通过拦截洪水，保护沿河两岸的居民区、农田和基础设施免受洪水侵害。堤防的高度和强度设计是其防洪能力的关键，必须根据当地的洪水风险进行科学设计。要定期检查堤防状况，及时进行加固和修复，确保堤防的安全稳定。一些老旧堤防由于建设时间较早，标准低，结构老化，难以应对现代洪水的冲击。在堤防建设中，应充分考虑生态环境的保护，通过生态堤防等措施，尽量减少对自然环境的负面影响。

#### 3.3 水闸

水闸是控制河流、水库水位和流量的重要设施。通过

开闭闸门，可以调节水位、控制流量、防止洪水倒灌等。水闸在防洪、防潮、灌溉、航运等方面发挥重要作用。水闸的主要功能是调节水位，通过开闭闸门，控制水体的进出，维持河道或水库的水位在设定范围内。科学的水位调节可以有效防止洪水和内涝灾害，保障沿岸地区的安全。水闸通过控制流量，调节河道和水库的水量分配，避免洪水过量集中，减轻下游的防洪压力。沿海地区的水闸还具有防潮功能，通过关闭闸门，防止海潮倒灌，保护内陆地区免受潮水侵袭。防潮水闸在沿海防洪体系中具有重要作用，必须确保其运行可靠。水闸的安全运行需要定期进行维修和保养，确保闸门、启闭设备等关键部位的正常工作。同时，科学的操作管理也是保障水闸发挥功能的关键，需要加强水闸管理人员的培训，提高其专业素质和应急处理能力。

#### 3.4 排水系统

排水系统是城市和农村防涝的重要设施，通过快速排除地面积水，防止内涝灾害。排水系统包括排水管网、泵站、排涝沟渠等，是城市基础设施的重要组成部分。排水管网是排水系统的骨干，通过地下管道将地面积水迅速排出，避免城市道路、居民区和工业区积水成灾。排水管网的設計必须科学合理，确保排水能力满足当地的降雨强度和地形特点。泵站是排水系统的重要组成部分，通过泵送设备，将低洼地区的积水排入河道或水库，防止内涝。泵站的选址、设计和管理必须科学合理，确保其在降雨期间能够高效运行。排涝沟渠是农村地区常见的排水设施，通过开挖沟渠，将农田和村庄的积水排出，保护农业生产和居民生活不受内涝影响。排涝沟渠的建设和维护需要结合当地的地形和水文条件，确保排水顺畅。排水系统的设计必须综合考虑城市发展、降雨强度和地形特点，确保排水能力满足实际需要。要建立健全的管理机制，加强部门间的协调配合，确保排水系统的高效运行。

#### 3.5 蓄滞洪区

蓄滞洪区是防洪体系中的重要组成部分，通过蓄积和滞留洪水，缓解洪峰压力，减轻下游防洪负担。蓄滞洪区的主要功能是调节洪水，通过蓄积洪水，削减洪峰，减轻下游的防洪压力。在洪水来临时，科学启用蓄滞洪区，可以有效缓解防洪压力，保护下游地区免受洪水侵害。蓄滞洪区的设计和运用必须科学合理，确保其在洪水来临时能够发挥最大效益。在规划和管理蓄滞洪区时，需要综合考虑土地利用和防洪需求，确保两者协调发展。蓄滞洪区的建设需要充分考虑当地的水文条件和洪水特性，确保其在洪水来临时能够迅速启用，发挥应有的作用<sup>[2]</sup>。定期进行检查和维修，及时清理淤积，确保蓄滞洪区的正常使用。在规划和管理蓄滞洪区时，需要综合考虑生态环境保护的需求，通过合理布局和科学管理，最大限度地减少对环境的负面影响。

## 4 水利工程防汛措施

### 4.1 强化宣传防汛思想

只有提高全社会的防汛意识,才能形成群防群治的防汛格局。通过广泛的宣传教育,提高公众对防汛重要性的认识,使防汛意识深入人心。宣传防汛思想应结合实际,通过广播、电视、报纸、网络等多种媒体渠道,以及社区讲座、宣传手册等形式,向广大群众普及防汛知识和应对技能。社区是防汛工作的基本单元,社区居民的参与度和积极性直接影响防汛工作的效果。通过加强社区的防汛宣传和培训,提高居民的防灾避险意识和能力。学校教育是宣传防汛思想的重要途径,通过系统的教育,使防汛意识从小扎根于学生心中,形成全社会共同关注防汛的良好氛围。企业是防汛工作的重要参与者,通过企业的积极参与,可以有效提高防汛工作的覆盖面和实效性。政府应制定和实施防汛宣传计划,组织开展各类防汛宣传教育活动,提高全社会的防汛意识和能力。

### 4.2 提高防汛抢险技术水平

科学技术是防汛抢险的有力支撑,通过引入先进的技术和设备,可以显著提升防汛抢险的效率和效果。引入和推广先进的防汛设备,如移动泵站、抢险救援机器人、无人机等,提高防汛抢险的效率和精准度。现代科技的发展为防汛抢险提供了更多的可能,通过应用这些先进设备,可以大大提高防汛抢险工作的效率和效果。信息化管理是现代防汛工作的必然趋势,通过建立防汛信息平台,可以实现对防汛工作的全面监控和科学调度。开展防汛抢险技术培训班、组织技术交流和实战演练,提高防汛抢险人员的技术水平,确保在紧急情况下能够迅速、高效地开展抢险救援工作。科技研发是提高防汛抢险技术水平的重要途径,通过不断的技术创新,可以为防汛抢险工作提供更有力的技术支撑。国际交流与合作是提升防汛抢险技术水平的重要途径,通过与国际同行的交流,可以获取更多的技术和经验,为防汛抢险工作提供借鉴。

### 4.3 做好防汛物资准备工作

防汛物资是防汛抢险的物质基础,充足的物资准备是确保防汛工作顺利进行的重要保障。根据防汛工作需要,合理储备防汛物资,包括沙袋、挡水板、抽水泵、发电机等。物资储备应结合当地的防汛实际情况,做到科学合理,确保在洪水来临时能够迅速调用。建立健全防汛物资管理制度,确保物资储备充足、种类齐全、质量可靠。防汛物资的管理应做到专人负责,定期检查,确保物资的完好性和可用性。建立完善的防汛物资调配机制,确保物资在紧急情况下能够迅速调运到位。物资调配机制应包括物资调拨、运输、分发等环节,确保防汛物资在需要时能够迅速、高效地调运到防汛一线。防汛物资的更新应做到科学合理,避免物资过期或短缺,影响防汛工作的顺利开展。物资演练是确保防汛物资高效使用的重要措施,通过演练可以发

现和解决物资使用中的问题,提高防汛物资的使用效率。

### 4.4 气象与水文资料分析

气象与水文资料分析是防汛工作的基础,通过科学的资料分析,可以为防汛决策提供依据。加强气象预报工作,提供准确、及时的天气预报信息,特别是降雨量、风速风向等信息,为防汛工作提供科学依据。气象预报是防汛工作的前提,通过准确的气象预报,可以为防汛决策提供重要参考。水文监测是防汛工作的基础,通过实时的水文监测,可以掌握洪水动态,为防汛决策提供数据支持。利用现代数据分析技术,对气象和水文资料进行深入分析,预测洪水发生的可能性和影响范围,提高防汛工作的科学性和准确性。数据分析是防汛工作的关键,通过科学的数据分析,可以提高防汛工作的预见性和准确性。预警系统是防汛工作的保障,通过预警系统,可以实现对洪水的早期发现和预警,提高防汛工作的主动性和有效性。信息共享是防汛工作的基础,通过建立信息共享平台,可以实现气象和水文信息的实时传递和共享,提高防汛工作的整体效能。

### 4.5 监督防汛工程软硬件质量

防汛工程的软硬件质量是防汛工作的核心,只有确保防汛工程的高质量,才能保证防汛工作的有效开展。工程质量监督是防汛工作的保障,通过严格的质量监督,可以确保防汛工程的质量和效果。设备质量检测是防汛工作的基础,通过定期检测,可以发现和解决设备的质量问题,确保设备的正常使用。软件系统维护是防汛工作的保障,通过科学的维护,可以确保防汛软件系统的正常运行和信息的准确性。工程验收是防汛工作的关键,通过严格的验收,可以确保防汛工程的质量和效果。质量管理制度是防汛工作的保障,通过建立科学的管理制度,可以确保防汛工程的质量和效果。

### 4.6 提高防汛工作人员能力

防汛工作人员是防汛工作的主体,提高防汛工作人员的能力是保障防汛工作顺利开展的重要措施。定期开展防汛知识讲座、技术培训和实战演练,提高防汛工作人员的专业素质和应急处置能力。应急演练是提高防汛工作人员能力的重要途径,通过模拟真实的洪水情景,可以锻炼防汛工作人员的应急处置能力和协同作战能力。激励机制是提高防汛工作人员积极性的重要措施,通过科学的激励机制,可以调动防汛工作人员的工作积极性和责任感。经验交流是提高防汛工作人员能力的重要途径,通过相互学习和借鉴,可以提高防汛工作人员的整体水平。心理辅导是提高防汛工作人员能力的重要措施,通过科学的心理辅导,可以帮助防汛工作人员保持良好的心理状态,提高工作效率。人才引进是提高防汛工作人员能力的重要途径,通过吸引更多的专业人才,可以提高防汛队伍的整体素质和应对能力。

## 5 结束语

水利工程防汛工作在保障人民生命财产安全和社会经济稳定中起着至关重要的作用。面对日益复杂的气候变化和不断增加的洪水风险,我们必须加强对防汛工作的重视,全面提升防汛能力。本文从水利防汛工作概述与作用入手,分析了当前防汛工作中存在的主要问题,详细探讨了水库、堤防、水闸、排水系统和蓄滞洪区等水利工程要素,并提出了一系列切实可行的防汛措施。通过强化宣传防汛思想、提高防汛抢险技术水平、做好防汛物资准备工作、气象与水文资料分析、监督防汛工程软硬件质量以及提高防汛工作人员能力,我们可以构建一个科学、高效、全面的防汛体系。未来,我们应继续加

大对防汛工作的投入,强化科技支撑,优化管理机制,提升防汛能力,确保在洪水来临时能够从容应对,最大限度地减少灾害损失。

### [参考文献]

[1]麻国栋.增强底线思维发挥专家作用 做好水利设施防汛调度运行[N].邢台日报,2024-06-29(01).

[2]李娜.探析水利工程在防汛抗旱中的作用与对策[J].水上安全,2024(9):85-87.

作者简介:刘冬(1975.11—),扬州大学农学院,农田水利专业,沛县水利局沛城镇水利管理服务站,工程师;刘健(1987.12—),毕业院校:扬州大学,所学专业:水利工程,当前就职单位:徐州市供排水管理中心,工程师。

# 风力发电机组叶片螺栓断裂原因分析及解决措施

骆春雨

福建省福能新能源有限责任公司, 福建 莆田 351100

[摘要] 针对某风电场风力发电机组自投运开始风机叶片与变桨轴承连接螺栓频繁发生断裂问题, 文中结合该风电场风机叶片螺栓断裂的次数、数量和所对应位置等现场螺栓断裂的实际情况, 分别从螺栓质量、叶片螺栓安装施工等方面分析叶片螺栓断裂失效原因, 通过原因分析提出了具体解决措施, 并组织整改后得以验证。

[关键词] 风力发电机组; 叶片螺栓; 螺栓断杆; 失效原因; 解决措施

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13491

中图分类号: TG115.2

文献标识码: A

## Causes Analysis and Solutions for Bolt Breakage of Wind Turbine Generator System Blades

LUO Chunyu

Fujian Funeng New Energy Co., Ltd., Putian, Fujian, 351100, China

**Abstract:** In response to the frequent breakage of bolts connecting the wind turbine blades and pitch bearings of a wind turbine generator unit in a certain wind farm since its commissioning, this article combines the actual situation of bolt breakage on site, such as the number, quantity, and corresponding location of bolt breakage of the wind turbine blades in the wind farm. The reasons for the failure of blade bolts are analyzed from the aspects of bolt quality, blade bolt installation construction, etc. Specific solutions are proposed through cause analysis, and after rectification, they are verified.

**Keywords:** wind turbine generator system; blade bolts; bolt breakage; causes for failure; solutions

### 1 现场情况概述

某风电场安装20台叶轮直径116米的风力发电机组, 于2019年2月开始并网发电, 风力发电机组配套使用的是时代新材TMT56.8A-2.0MW叶片, 叶片与变桨轴承连接螺栓为山东高强(规格: M36×600, 84组/叶片法兰面)。截止2023年4月, 共计有15台风机发生叶片螺栓断杆, 累计叶片断杆螺栓111根。

表1 风电场风机叶片螺栓断裂统计表

机位	叶片编号	断裂次数	断裂数量	机位	叶片编号	断裂次数	断裂数量
1	叶片2	2	3	11	叶片2	4	7
2	叶片3	4	10		叶片3	6	6
	叶片1	4	5	12	叶片3	3	6
3	叶片3	1	1	13	叶片1	2	3
4	叶片2	1	1	14	叶片3	3	4
5	叶片3	3	4		叶片1	4	8
	叶片1	1	3	叶片2	1	1	
6	叶片3	7	10	17	叶片1	5	8
	叶片2	2	2		叶片3	2	2
7	叶片3	2	2	18	叶片2	6	12
9	叶片2	3	3	合计		73	111
10	叶片2	1	1				
	叶片3	6	9				

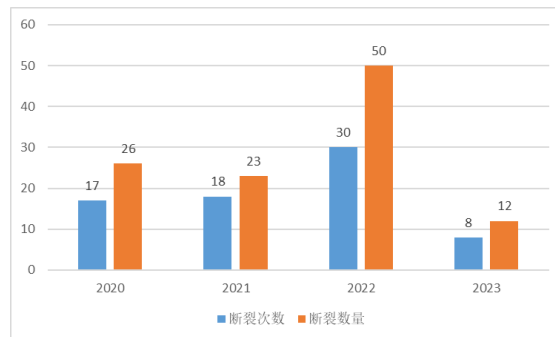


图1 各年份叶片螺栓断裂次数及数量统计表

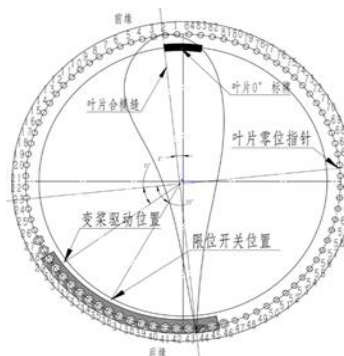


图2 叶片螺栓断裂位置及编号

### 2 叶片螺栓失效分析

叶片高强度螺栓运行工况复杂, 对螺栓质量、安装和维护等要求都非常严格, 能够引起断裂的因素有很多种,

多个因素相互影响更容易引起叶片螺栓提前失效,根据该风场风机实际运行情况,从以下几个方面分析螺栓的断裂原因:

### 2.1 螺栓断面宏观分析

下图为叶片螺栓断裂脱落螺栓头的断口形貌,断面未见明显塑性变形。从断面推测,螺栓断口处有明显不同程度的锈蚀情况和疲劳贝纹线,且疲劳源位于图示上方的螺牙底部,最后在图示下方的最后断裂区发生脆断。根据对宏观断口的分析,判断该叶片螺栓断裂形式为疲劳断裂。



图3 叶片螺栓断裂截面

### 2.2 叶片螺栓质量问题

叶片螺栓质量问题通常表现在各项机械性能参数、化学成分、非金属夹杂等指标不合格。该批次的螺栓出厂报告,所有检测项目都符合国标要求。

### 2.3 叶片螺栓安装施工因素

叶片螺栓的安装施工是否规范对高强度螺栓的运行服役性能具有很大影响,安装施工中存在的问题有外部损伤、超拧、欠拧、螺纹润滑脂未涂或涂抹不均、液压扳手压力值换算错误、螺栓与法兰螺栓孔错位等。

#### 2.3.1 螺栓与法兰螺栓孔错位

螺栓与变桨轴承螺栓孔错位产生的原因:

吊装时,叶片螺栓在对准变桨轴承或轴承法兰上的螺栓孔过程中有偏差;

吊装时,叶片螺栓开始时对准了变桨轴承或轴承法兰上的螺栓孔,但在力矩打完之前过早释放吊带,在叶片重力作用下引起错位;

螺栓的预紧力不足,导致法兰面摩擦力不够,出现滑动,造成螺栓孔错位。

螺栓错位量较大时可能导致:一是由于螺栓的接触使得螺栓承受一个弯矩,打完力矩后的螺栓预紧力不足,二是螺栓杆与变桨轴承螺栓孔壁贴合,引起螺栓的微振动磨损疲劳断裂。

根据现场检查及螺栓更换情况,断裂螺栓取出困难和新装螺栓无法安装,以及断裂螺栓光杆部分发现压痕,说明部分机位叶片法兰面与轮毂法兰面存在严重的错位情况,如图4~5所示。



图4 风机叶片螺栓错位情况



图5 螺栓光杆部分情况

#### 2.3.2 螺纹润滑脂涂抹

螺纹润滑脂不仅可以起到防止螺纹咬合蠕变的作用,还可以调整扭矩系数值到所需范围。按照工艺要求在现场螺栓施工时要求螺纹润滑脂涂抹位置:螺栓螺纹旋合段、螺母与垫圈贴合面。如图6所示。

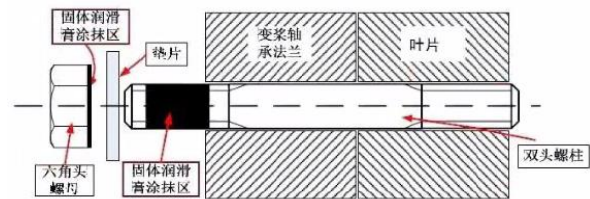


图6 叶根螺栓涂抹螺纹润滑脂示意图

根据现场检查情况,如图7所示,叶片螺栓断裂部分螺纹旋合段以及螺母与垫圈接触面能明显看到达克罗涂层,可以判断该风场风机吊装期间对叶片螺栓安装施工时螺纹润滑脂涂抹不规范。



图7 螺栓润滑脂涂抹情况

## 3 叶片螺栓失效分析总结

综合以上分析,得到如下结论:

(1) 该风电场安装的叶片螺栓出厂报告和第三方送检报告不存在质量缺陷问题;

(2) 叶片法兰与变桨轴承法兰存在错位,这种程度的错位会导致螺栓在力矩施工时由于螺栓不是直的,承受

了一个弯矩,力矩施工时会被弯矩消耗一部分,导致预紧力达不到设计要求,提前出现松动,导致螺栓疲劳断裂;

(3) 吊装时,叶片螺栓组螺纹润滑脂涂抹不规范,造成螺栓组的扭矩系数K值增大,同样预紧力矩的情况下,螺栓无法达到设计的预紧轴力,多个因素的叠加会导致螺栓提前出现疲劳断裂。

#### 4 解决措施

通过现场试验后发现不拆除螺母,单纯提升螺栓预紧力矩对螺栓预紧力的提升效果较差,为保证之前未规范施工的螺栓的预紧力达到设计要求,必须拆除螺母后重新涂抹螺纹润滑脂并三次进行力矩施工。针对该风场的实际情况,并考虑到整改费用,最终采用的整改措施如下:

##### 4.1 叶片螺栓孔错位调整

(1) 检查风机叶片螺栓与变桨轴承螺栓孔之间的错位情况,如存在叶片螺栓与变桨轴承螺栓孔错位量较大的状况(现象为拆除螺母后螺栓紧贴螺栓孔或者无法正常拆装螺栓),则先对叶片螺栓与变桨轴承螺栓孔错位进行校正。

(2) 将叶片螺栓与变桨轴承螺栓孔错位量控制在2mm以内,不影响螺栓的穿入穿出。

##### 4.2 叶片螺栓无损探伤

完成所有叶片螺栓探伤并出具探伤报告,将探伤存在缺陷或已断裂叶片螺栓取出,完成失效叶片螺栓取出并更换相邻螺栓组。

##### 4.3 叶片螺栓更换并采用防松螺母:

(1) 将叶片上编号为29#-45#与#1、#2、84#两个区域内频繁断裂的19颗螺栓进行更换,并将螺母与垫片全部更换为新螺栓组配套安装防松螺母和凯特克Z-washer防松垫圈。(螺栓更换位置见:图2叶片螺栓断裂断裂位置及编号)

(2) 该风场风机更换的新叶片螺栓必须为同一品牌、同一批次,螺栓端面无内六角孔,以适用于电磁双波超声轴力进行检测。

(3) 分批次拆除目标螺栓组的螺母和垫圈(单次拆除不多于10组螺栓),按顺序进行摆放后,先清理拆除下来螺母和垫圈表面以及螺栓螺纹上的污渍,然后给螺母的内螺纹和垫圈结合面均匀地涂抹螺纹润滑脂。

(4) 将涂抹好螺纹润滑脂的螺母和垫圈按照顺序逐个安装到对应螺栓组,然后分三次对螺栓进行力矩施工。

##### 4.4 叶片螺栓预紧力测量及调整

使用电磁超声双波螺栓应力仪对叶片上所有螺栓的预紧力进行测量,对于没有达到预紧力要求的螺栓,则拆除螺母,重新对螺母、垫片、螺栓进行润滑脂的涂抹,并分三次按规定力矩值进行紧固,并在紧固过程中测量螺栓的预紧力。

(1) 螺栓预紧力检测方法必须是电磁双波超声轴力检测法。现场检验前,需提供仪器校准报告,确保所检验

的数据准确无误。

(2) 将涂抹好螺纹润滑脂的螺母和垫圈按照顺序逐个安装到对应螺栓组,然后分50%~75%~100%三次对螺栓进行力矩施工,需对螺母和垫圈拆除后及重新安装后的情况进行拍照记录。注:每个批次的螺栓重新施工力矩值需要根据现场测量的螺栓预紧力-预紧力矩变化规律进行调整。

(3) 对叶片所有螺栓进行轴力检测并记录检测结果,叶片螺栓设计预紧力为400kN,并将所有叶片螺栓的预紧力在360~440kN范围内,对于不符合预紧力要求的螺栓必须重新进行力矩调整。

#### 5 整改后效果

整改后叶片螺栓预紧力:

(1) 以该风场6#风机3号叶片为例,通过超声波轴力检测仪器测量螺栓预紧力满足技术规范求(360~440kN)仅有1颗螺栓,合格率为1.19%,通过调整后螺栓预紧力合格率100%。(见图8叶片螺栓轴力雷达图)

(2) 此次对该风电场叶片螺栓断杆频次高的5台风机(#2、#6、#10、#11、#18)的9支叶片螺栓进行整改,通过风机近1年多的运行验证,达到了预期效果。

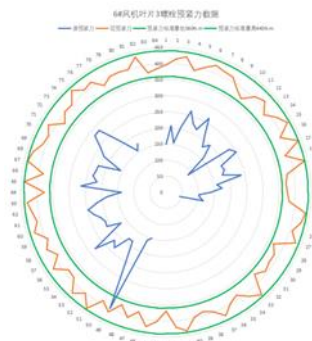


图8 叶片螺栓轴力雷达图

#### [参考文献]

[1] 高培昱. 风力发电变桨连接螺栓故障诊断和可靠性分析[D]. 太原: 太原理工大学, 2017.  
[2] 闫云强, 王鹏鑫, 赵英芝. 风电机组叶片螺栓断裂原因分析及处理[J]. 内蒙古电力技术, 2018(6): 51-53.  
[3] 左天强. 风电机组叶片螺栓断裂原因分析[J]. 中国重型装备, 2018(1): 24-26.  
[4] 张磊, 何建军, 程庆阳, 等. 风机叶片连接螺栓损伤的在线监测[J]. 无损检测, 2021, 43(5): 64-68.  
[5] 刘胜祥, 宋晓萍, 曾毅, 等. 随机载荷作用下的风力机高强度螺栓疲劳特性分析[J]. 太阳能学报, 2013, 34(2): 201-206.  
作者简介: 骆春雨(1985.2—), 男, 职称: 工程师, 2008年毕业于西北民族大学电气工程学院电气工程及其自动化专业, 学历: 本科, 工学学士; 2008年8月至今, 就职于福建省福能新能源有限责任公司, 现任首席检修师职务。

# 农村小水电站智能化管理的实现路径分析

张亚平

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**我国的农村地区,许多小水电站由于历史原因建设较早,设备老化、技术水平低、管理手段简单等问题较为突出。同时,随着农村电力需求的增加和环境保护意识的提高,对农村小水电站的管理要求也日益提高。传统的人工管理模式已经难以满足现代化管理的需要,迫切需要引入智能化技术手段,提升管理水平,实现资源的高效利用和可持续发展。因此,对农村小水电站智能化管理的研究与实践具有重要的现实意义和深远的发展价值。

**[关键词]**农村小水电站; 智能化; 实现路径

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13508

中图分类号: TV513

文献标识码: A

## Analysis of the Implementation Path of Intelligent Management for Rural Small Hydropower Stations

ZHANG Yaping

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

**Abstract:** In rural areas of China, many small hydropower stations were built earlier due to historical reasons, and problems such as aging equipment, low technical level, and simple management methods are more prominent. At the same time, with the increasing demand for rural electricity and the improvement of environmental protection awareness, the management requirements for rural small hydropower stations are also increasing. The traditional manual management mode is no longer sufficient to meet the needs of modern management, and there is an urgent need to introduce intelligent technological means to improve management level, achieve efficient utilization of resources and sustainable development. Therefore, the research and practice of intelligent management of rural small hydropower stations have important practical significance and profound development value.

**Keywords:** rural small hydropower stations; intelligent management; implementation path

随着科技的不断发展和社会的不断进步,能源是支撑现代社会生产生活的重要基础。而农村小水电站作为清洁能源的重要组成部分,在促进农村经济发展、改善农村生活条件方面发挥着重要作用。传统的人工管理模式已逐渐滞后于时代发展的步伐,面临诸多管理上的挑战。为了提高农村小水电站的管理水平和运行效率,加强智能化已成为当前的重要任务。

### 1 农村小水电站智能化管理的必要性

农村小水电站智能化管理的必要性体现在多个方面。首先,智能化能够大幅提高水电站的运行效率,通过自动化监控和实时数据分析,及时发现和解决潜在问题,减少故障和停机时间。其次,智能化可以降低运营成本,通过优化资源配置和提高设备利用率实现节能降耗。同时,智能化系统能更精准地预测发电量和需求变化,提升水电站的供电稳定性和可靠性。最后,智能化有助于环保,通过精准控制和管理水资源利用,减少对环境的负面影响,促进可持续发展。因此,推进农村小水电站的智能化,对于提高经济效益、保障能源安全和保护生态环境具有重要意义。

### 2 农村小水电站智能化存在的问题

#### 2.1 基础设施落后

农村小水电站智能化存在的一个主要问题是基

础设施落后。许多农村地区的小水电站建设时间较早,设备陈旧老化技术水平较低,难以适应现代智能化需求。此外,通信网络覆盖不足数据传输不稳定,导致实时监控和远程控制的实现困难。电力设施的维护和更新滞后,进一步限制了智能化系统的有效运行。这些基础设施的不足不仅制约了水电站的管理效率,还影响了其安全性和可靠性。

#### 2.2 技术水平有限

农村小水电站智能化存在技术水平有限的问题。由于技术设备更新换代较慢,很多农村小水电站仍采用传统的手动操作和简单的监测系统,缺乏先进的智能化技术支持。在人才培养和技术更新方面也存在不足,缺乏专业技术人员对智能化系统的设计、建设和维护。这导致了水电站管理水平无法与时俱进,无法充分发挥现代技术的优势,影响了管理效率和运行安全性。

#### 2.3 资金投入不足

农村小水电站智能化面临着资金投入不足的挑战。由于农村小水电站规模较小经济实力有限,往往难以承担智能化系统的高成本投入。同时,政府和相关机构对农村小水电站的智能化建设投入也相对不足,资金来源有限,无法满足智能化系统建设的需求。缺乏资金

投入限制了水电站更新改造的速度和力度,使得智能化管理系统的建设和实施面临着困难。

#### 2.4 管理机制不健全

农村小水电站智能化管理存在管理机制不健全的问题。在许多农村地区,缺乏科学合理的管理体系和规范化的管理流程,导致管理工作缺乏有效的组织和指导。管理人员的培训和素质水平参差不齐,缺乏专业化管理人才,无法有效地运用现代管理方法和工具进行管理和决策。此外,管理机制的不健全还表现在监督和考核机制不完善,责任不明确,导致管理效率低下,难以保障水电站的安全稳定运行。

### 3 解决农村小水电站智能化管理的措施

#### 3.1 加强基础设施建设

解决农村小水电站智能化管理问题的关键之一是加强基础设施建设。这包括更新和升级水电站的设备和设施,以适应智能化管理系统的要求。需要优先考虑更新老化的设备,采用先进的监测和控制设备,提高水电站的自动化程度。同时,加强通信网络和数据传输设施建设,确保信息的及时传输和共享。此外,还应加强电力设备的维护和保养工作,确保设备的安全稳定运行。通过加强基础设施建设,可以为农村小水电站的智能化管理提供良好的技术支持和条件保障。

#### 3.2 提高技术水平

提高技术水平是解决农村小水电站智能化管理问题的重要措施之一。首先,需要加强技术人才队伍建设,通过培训和引进优秀人才,提高管理人员和技术人员的专业水平和技能素养,使其能够熟练运用现代科技手段进行管理和操作。其次,应积极引进先进的智能化管理技术和设备,包括物联网、大数据分析、人工智能等技术,结合实际情况进行定制化应用,提高水电站的管理效率和运行水平。同时,还应加强技术创新和研发工作,不断推动智能化管理技术的更新换代,提高农村小水电站的技术含量和竞争力。通过提高技术水平,可以更好地适应现代化管理的要求,推动农村小水电站向智能化、高效化、可持续发展方向迈进。

#### 3.3 加大资金投入

加大资金投入是解决农村小水电站智能化管理问题的重要举措之一。首先,需要加强政府和相关机构的资金支持,增加对农村小水电站智能化建设的专项资金投入,提高资金使用效率。其次,可以引导社会资本参与,采取多种融资模式,如政府引导基金、PPP模式等,吸引社会资本投资于农村小水电站的智能化改造和管理系统建设<sup>[1]</sup>。同时,还可以通过金融创新,发展智能化管理相关的金融产品和服务,为农村小水电站提供更多的融资渠道和贷款支持。另外,加强资金管理和监督,建立健全的资金使用和审计制度,确保资金使用的透明、规范和有效。通过加大资金投入,可以为农村小水电站智能化管理的顺利实施提

供坚实的经济保障,推动其向现代化管理迈进。

#### 3.4 完善管理机制

完善管理机制是解决农村小水电站智能化管理问题的重要举措之一。首先,需要建立科学合理的管理体系和规范化的管理流程,明确各级管理部门的职责和权限,实现决策权、执行权、监督权的有效分工和协调配合。其次,应加强管理人员的培训和队伍建设,提高其管理能力和水平,使其能够熟练掌握智能化管理系统的操作和应用,提高管理效率和工作质量。同时,还应建立健全的监督和考核机制,建立绩效评价体系,激励管理人员的积极性和责任心,确保管理工作的科学、规范、高效进行。另外,应加强信息化建设,建立信息共享平台,实现管理信息的及时、准确、全面传递,为管理决策提供科学依据和支持。通过完善管理机制,可以提高农村小水电站智能化管理的水平和效果,推动其向现代化管理迈进。

#### 3.5 加强数据利用

加强数据利用是解决农村小水电站智能化管理问题的重要举措之一。首先,需要建立健全的数据采集、存储、处理和分析系统,确保各类数据的准确性、完整性和可靠性。其次,应加强数据共享和交流,促进各部门之间信息的流通和共享,实现数据资源的最大化利用。同时,还应运用先进的数据分析技术,对采集到的数据进行深度挖掘和分析,发现数据中的规律和潜在问题,为管理决策提供科学依据。另外,还可以利用数据挖掘和预测模型,对未来发电量、需求变化等进行预测和模拟,为决策提供参考和支持。通过加强数据利用,可以更好地发挥数据在智能化管理中的作用,提高管理决策的科学性和精准性,促进农村小水电站智能化管理水平的提升。

### 4 农村小水电站智能化管理的实现路径

#### 4.1 前期调研与需求分析

农村小水电站智能化管理的实现路径的第一步是进行前期调研与需求分析。这一阶段的重要性在于深入了解农村小水电站的现状和存在的问题,明确智能化管理系统的需求和目标,为后续的智能化管理改造和系统设计提供科学依据。在前期调研阶段,需要对农村小水电站的运行情况、设备状况、管理模式、人员结构等进行全面调查和分析,了解其存在的技术、管理和经济问题。同时,还需要对目前智能化管理系统的发展状况和应用情况进行调研,了解先进的智能化技术和管理模式,为后续的系统设计和实施提供借鉴和参考。在需求分析阶段,需要与农村小水电站管理人员和工作人员进行沟通和交流,了解他们对智能化管理系统的期望和需求,以及他们面临的实际问题和困难。同时,还需要结合实际情况和技术水平,确定智能化管理系统的功能和性能要求,明确系统的功能模块和设计方案。

#### 4.2 智能化改造方案制定

智能化改造方案制定是农村小水电站智能化管理实

现路径中的关键步骤之一。在这个阶段,需要根据前期调研和需求分析的结果,制定具体的智能化改造方案,以满足农村小水电站的管理需求和目标<sup>[2]</sup>。首先,需要明确智能化改造的目标和原则。确定改造的核心目标,如提高运行效率、降低运营成本、提升供电稳定性等,明确改造的原则,如兼顾技术先进性和经济可行性、逐步推进、循序渐进等。其次,需要确定智能化改造的内容和范围。根据前期调研和需求分析的结果,确定需要改造的具体设备和系统,如监控系统、数据采集系统、远程控制系统等,明确改造的范围和内容,确保改造方案的全面性和针对性。然后,需要选择合适的智能化技术和设备。根据农村小水电站的实际情况和需求,选择适合的智能化技术和设备,如物联网技术、大数据分析技术、人工智能技术等,确保改造方案的科学性和先进性。最后,需要制定详细的实施计划和时间表。根据智能化改造方案的内容和范围,制定具体的实施步骤和时间节点,明确责任人和工作任务,确保改造工作按计划顺利进行,达到预期的改造效果。

### 4.3 技术实施与设备安装

技术实施与设备安装是农村小水电站智能化管理实现路径中的关键环节之一。在这一阶段,需要根据智能化改造方案的要求,进行技术实施和设备安装工作,以确保智能化系统能够正常运行。首先,需要进行设备选型和采购工作,根据智能化改造方案的要求,选择合适的技术设备和系统,如监测设备、传感器、数据采集器、远程控制装置等进行采购工作,确保设备的质量和性能符合要求。其次,需要进行设备安装和调试工作。根据设备安装图纸和技术要求,进行设备的安装和布线工作,确保设备安装位置准确、固定可靠。然后进行设备的调试和联调工作,验证设备的运行状态和功能是否正常,确保系统能够正常运行。然后,需要进行系统集成和接口调试工作。将各个设备和系统进行整合和连接,确保数据的顺畅传输和共享,进行接口的调试和优化工作,确保系统的稳定性和可靠性。最后,需要进行操作培训和人员指导工作。对农村小水电站的管理人员和操作人员进行培训,使其熟练掌握智能化管理系统的操作方法和技术要点,提高其管理水平和工作效率。

### 4.4 系统集成与调试

系统集成与调试是农村小水电站智能化管理实现路径中的关键环节之一。在这一阶段,需要将各个子系统和设备进行整合和连接,确保智能化管理系统的各个部分能够协同工作达到预期的管理效果。首先,需要进行系统集成工作,将各个子系统和设备进行连接和整合,确保数据的顺畅传输和共享。根据智能化改造方案的要求,确定系

统的整体架构和布局,进行系统的搭建和配置工作,确保系统能够满足管理的需求。其次,需要进行系统接口的调试和优化工作。对系统中的各个接口进行调试和优化,确保各个子系统和设备之间能够正常通信和协作,实现数据的准确采集和及时传输。然后,需要进行系统功能的测试和验证工作。对系统的各个功能模块进行测试和验证,验证系统的功能和性能是否符合要求,发现和解决存在的问题和缺陷,确保系统能够稳定运行。最后,需要进行系统的整体调试和优化工作。对整个系统进行全面的调试和优化,优化系统的运行效率和性能,确保系统能够稳定可靠地运行,达到预期的管理效果。

### 4.5 试运行与优化调整

在农村小水电站智能化管理实现路径的最后阶段,进行试运行与优化调整至关重要。试运行旨在验证系统的稳定性和可靠性,发现并解决可能存在的问题确保系统正常运行<sup>[3]</sup>。首先,将系统投入实际运行环境中,收集数据并进行实时监控和分析。然后,根据数据和反馈信息,进行问题诊断和优化调整,改进系统性能和功能。接着,进行系统性能评估和验收,验证系统是否符合预期要求。最后,持续监测系统运行情况,及时发现问题并进行改进,确保系统持续稳定运行,提高管理效率。

## 5 结语

在农村小水电站智能化管理的实现过程中,我们通过前期调研与需求分析,明确了智能化管理的方向和目标;通过制定智能化改造方案,确定了具体的改造内容和实施计划;通过技术实施与设备安装,确保了智能化系统的顺利建设和设备的有效运行;通过系统集成与调试,实现了各个子系统和设备的协同工作;通过试运行与优化调整,确保了智能化管理系统的稳定性和可靠性。最终,农村小水电站的智能化管理得以顺利实现,为提高管理效率、降低运营成本、保障供电稳定性奠定了坚实基础,为农村电力建设的可持续发展作出了积极贡献。

### [参考文献]

- [1]吴飞. 杨房沟水电站工程项目信息化系统技术应用[J]. 四川水利, 2021, 42(4): 41-44.
  - [2]刘发辉,周威,吉祥,等. 龙江水电工程智能安全巡查识别系统设计与应用[J]. 水电站机电技术, 2022, 45(4): 50-51.
  - [3]樊启祥,张超然,汪志林,等. 白鹤滩水电站工程建设关键技术进展和突破[J]. 中国水利, 2019(18): 9-14.
- 作者简介: 张亚平(1992.11—),女,毕业院校:河北农业大学,大学本科,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心,职称级别:中级。

# 水电站安全生产智能管理新路径探究

倪 军

云南华电金沙江中游水电开发有限公司阿海发电分公司, 云南 丽江 674100

[摘要] 水电站作为我国重要的能源基础设施, 安全生产至关重要。随着科技的发展, 人工智能技术为水电站安全生产提供了新的管理路径。文章通过对人工智能技术在水电站安全生产中的应用进行深入分析, 探讨了智能管理系统的构建与应用, 以期为我国水电站安全生产提供有益的参考。

[关键词] 水电站; 安全生产; 人工智能; 智能管理; 路径探究

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13503

中图分类号: TV513

文献标识码: A

## Exploration on a New Path for Intelligent Management of Safety Production in Hydropower Stations

NI Jun

Ahai Power Generation Branch of Yunnan Huadian Jinsha River Midstream Hydropower Development Co., Ltd., Lijiang, Yunnan, 674100, China

**Abstract:** As an important energy infrastructure in China, safety production is crucial for hydropower stations. With the development of technology, artificial intelligence technology has provided a new management path for the safety production of hydropower stations. The article conducts an in-depth analysis of the application of artificial intelligence technology in the safety production of hydropower stations, and explores the construction and application of intelligent management systems, in order to provide useful references for the safety production of hydropower stations in China.

**Keywords:** hydroelectric power station; safety production; artificial intelligence; intelligent management; path exploration

### 引言

水电站安全生产关系到国家能源安全、经济发展和社会稳定。近年来, 我国水电站建设规模不断扩大, 安全生产压力也随之增加。传统的安全生产管理方式已无法满足现代化水电站的需求。人工智能技术的快速发展为水电站安全生产提供了新的管理路径。本文旨在探讨水电站安全生产智能管理的新路径, 为我国水电站安全生产提供有益的借鉴。

### 1 水电站安全生产智能管理的意义

随着科技的飞速发展, 人工智能技术在各个行业中的应用广泛。水电站安全生产智能管理通过引入先进的人工智能技术, 实现了对水电站生产过程中的全面监控和实时分析, 对提高水电站安全生产水平具有重要意义。

(1) 实时监控水电站的生产环境。通过安装在关键位置的传感器和监测设备, 实时采集水电站的温度、湿度、震动、水位等数据, 并将这些数据传输到智能管理系统中进行分析。系统能够实时掌握水电站的生产环境状况, 及时发现异常情况, 并发出警报, 以便工作人员及时采取措施, 确保生产安全。

(2) 对水电站的设备进行智能维护。通过物联网技术和大数据分析, 智能管理系统能够实时监控水电站设备的运行状态, 预测设备可能出现的故障, 并根据故障类型和设备运行情况制定相应的维护计划。这样, 可以有效避免因设备故障引发的安全生产事故, 提高设备的运行效率

和使用寿命。

(3) 对水电站的应急预案进行智能化管理。通过人工智能技术和大数据分析, 智能管理系统能够对水电站可能发生的突发事件进行预测, 并根据事件的类型和严重程度制定相应的应急预案。在突发事件发生时, 系统能够迅速启动应急预案, 指导工作人员进行应急处理, 减少事故造成的损失。

(4) 提高水电站安全生产的管理水平。通过人工智能技术和大数据分析, 智能管理系统能够对水电站的安全生产数据进行深入挖掘和分析, 找出安全生产中的问题和不足, 为管理层提供决策依据<sup>[1]</sup>。同时, 智能管理系统还能够对工作人员的安全知识技能进行培训和考核, 提高工作人员的安全意识和能力。总之, 水电站安全生产智能管理通过引入先进的人工智能技术, 能够实时监控生产环境, 智能维护设备, 优化应急预案, 提高管理水平, 对水电站的安全生产将更智能化、高效化。

## 2 人工智能技术在水电站安全生产中的应用

### 2.1 智能监控系统

首先, 智能监控系统在水电站的应用, 通过安装传感器、摄像头等设备, 对水电站的生产环境、设备运行状态进行实时监控。这些设备可以 24 小时不间断地工作, 确保了监控的全面性和及时性。同时, 运用人工智能算法对监控数据进行分析, 可以实现对潜在安全风险的预警和报警。例如, 系统可以通过分析设备的运行数据, 预测设备

可能出现的故障,从而提前进行维修,避免了因设备故障导致的事故发生。

其次,人工智能技术在水电站的安全生产中还可以通过预测环境变化来防范风险,例如通过分析气象数据,人工智能系统可以预测洪水、滑坡等自然灾害的发生,从而提前采取措施,避免或减少损失。此外,人工智能技术通过分析生产数据,人工智能系统可以优化生产流程,提高生产效率,降低生产成本。同时,通过对员工的操作行为进行分析,可以评估员工的安全意识和技术水平,从而制定针对性的培训计划,提高员工的安全素质。

## 2.2 智能预警系统

智能预警系统通过结合气象、地质等多元化信息,运用人工智能技术,对水电站可能发生的自然灾害和事故进行预测,并提前发出预警,为安全生产决策提供有力支持。这种预警系统在水电站安全生产中发挥着举足轻重的作用,有助于确保水电站的稳定运行和员工的生命安全。

在水电站运行过程中,自然灾害和事故的突发性给安全生产带来了极大的挑战。为了应对这些挑战,智能预警系统应运而生。该系统通过实时收集气象、地质等数据,运用人工智能算法对这些数据进行分析,从而预测水电站可能发生的自然灾害和事故。因此,预警系统可以在事故发生前及时发出警报,为安全生产决策提供宝贵的时间窗口。

智能预警系统在预测水电站自然灾害和事故方面具有较高的准确性和可靠性。首先,该系统采用了先进的人工智能技术,通过对大量历史数据的挖掘和分析,建立了完善的预测模型。这些模型能够准确地捕捉到气象、地质等数据中的规律性和异常变化,从而提高预测的准确性。其次,智能预警系统还具备自我学习和优化的能力,随着运行时间的推移,系统的预测能力将不断提高,为安全生产提供更加可靠的支持。

在水电站安全生产中,智能预警系统具有广泛的应用前景。例如,该系统可以预测洪水、滑坡等自然灾害,为水电站制定相应的防范措施提供依据,同时智能预警系统还可以预测设备故障、安全事故等人为因素导致的事故,为水电站的安全运行提供保障<sup>[2]</sup>。通过提前发出预警,水电站可以有效避免或减轻自然灾害和事故带来的损失,确保安全生产。总之,智能预警系统是一种集气象、地质等信息预测和水电站安全生产于一体的先进技术。通过运用人工智能技术,该系统能够准确预测水电站可能发生的自然灾害和事故,并提前发出预警,为安全生产决策提供有力支持。在水电站安全生产中,智能预警系统发挥着重要作用,有助于确保水电站的稳定运行和员工的生命安全。

## 2.3 智能调度系统

智能调度系统充分利用了人工智能技术,对水电站的发电、输电、配电等环节进行优化调度,从而实现了电力系统的高效运行和安全生产风险的降低。人工智能技术的

应用,使智能调度系统能够实时收集和分析电力系统的运行数据,通过对数据的深入挖掘和智能分析,能够准确预测电力系统的运行状态和需求,从而制定出更加合理和有效的调度策略。智能化的调度方式,不仅提高电力系统的运行效率,也降低了因人为因素导致的调度失误的风险。

在发电环节,智能调度系统可以根据电力系统的实时需求和发电设备的运行状态,自动调整发电机的输出功率,从而实现电力供应与需求的平衡。同时,系统还可以根据天气预报和水库水位等信息,预测未来的电力需求,提前进行发电计划的调整,确保电力供应的稳定性。在输电环节,智能调度系统可以通过对输电线路的实时监测和分析,预测输电线路的运行状态,及时发现和处理潜在的故障风险。同时,系统还可以根据电力系统的运行需求,自动调整输电线路的运行参数,提高输电效率和安全性。在配电环节,智能调度系统可以根据用户的用电需求和配电设备的运行状态,自动调整配电设备的输出功率,实现电力的精准配送<sup>[3]</sup>。同时,系统还可以通过对配电设备的实时监测和分析,预测设备的运行状态,及时发现和处理潜在的故障风险,确保电力供应的稳定性和安全性。总的来说,智能调度系统的应用,使电力系统运行更加高效和安全,为我国电力行业的发展提供有力的技术支持。

## 2.4 通过数据共享机制促进安全生产监管透明化

在大数据技术的应用下,流域水电站的安全生产、管理工作以及工作行为等方面得到提升。大数据技术实现流域水电站各项数据的共享,让管理者和专家等数据使用者能够及时了解 and 掌握水电站的运行情况。其次,通过构建一个强大且开放的大数据系统,将流域水电站工作人员的工作行为、管理工作的成效以及安全生产设施的运行情况,以数据的形式展现出来。工作人员可以对安全生产工作的每个阶段、每个环节进行实时评估,以便及时发现问题并进行改进。同时,站外专家和其他人员也可以通过大数据系统,全面了解流域水电站安全生产的实时动态,从而为水电站的安全生产工作提供有针对性的改进意见。此外,流域水电站内部体系的集成工作,主要是将水情信息测绘体系与大数据体系进行集成,通过集成可实现对工作人员所获取的测绘信息数据的深入分析和挖掘,以便更好地指导水电站的安全生产工作。同时,将大数据体系分析后的结果反馈给相关工作人员,有助于实现测报数据和水情预报信息的实时共享,提高工作效率。

综上所述,大数据技术在流域水电站的应用,不仅实现数据共享,还提高安全生产、管理工作等各个方面的效果。通过构建强大、开放的大数据系统,实现对安全生产各个环节的实时评估和监控,为流域水电站的安全生产工作提供了有力的支持。同时,通过集成水情信息测绘体系与大数据体系,进一步提高数据分析和应用的能力,为水电站的安全生产提供更加精准的决策依据。

## 2.5 依据数据分析实现数据预警

在现代信息化浪潮的推动下,大数据技术与KKS编码等先进信息化系统工具在流域水电站的设备维护和生产智能化领域得到了创新应用。这些系统工具以设施为核心,从状态管理的角度出发,为状态监测、检修维护及过程控制三个关键环节提供了有力的技术支持。

在状态监测方面,通过信息化系统工具,可以对水电站的设备状态进行实时监控与分析,确保设备运行在最佳状态。系统会自动记录设备的运行数据,包括振动、温度、压力等关键指标,通过大数据分析技术,实时评估设备的健康状况,及时发现潜在的故障隐患。在检修维护环节,信息化系统工具能够根据设备的历史运行数据和当前状态,智能推荐检修计划和维护策略,从而提高维护效率和质量<sup>[4]</sup>。通过检修记录和设施台账的电子化管理,可以规范维护工作流程,确保维护工作的标准化和可靠性。在过程控制方面,大数据技术能够对设备的生产执行状况、调度命令等进行精确记录和分析,有助于明确安全生产管理责任,规范岗位值班记录,确保水电站的稳定运行。同时,系统还能为管理人员提供实时的运行技术分析,帮助其及时发现并解决设备运行中可能出现的问题。

最后,大数据技术还能在水电站的设施启停、试验和操作记录等方面发挥重要作用。通过智能化预警体系的建立,管理人员可以及时接收到设备运行中的异常信息,实现对设备运行状态的实时监控,有效降低故障发生的风险。总之,通过KKS编码等信息化系统工具的应用,大数据技术为流域水电站的设备维护和生产智能化提供了有力支持,有助于提高设备运行效率和安全性,降低维护成本,为我国水电站的可持续发展奠定了坚实基础。

## 3 水电站安全生产智能管理新路径效益分析

随着科技的发展,人工智能技术逐渐在水电站安全生产管理中发挥着越来越重要的作用。通过引入智能管理系统,水电站可以实现对生产过程的实时监控、预测预警和自动化控制,从而提高安全生产水平,降低事故风险。

(1) 实现对水电站设备运行状态的实时监控。通过安装在设备上的传感器和监测装置,系统能够实时收集设备的运行数据,如振动、温度、压力等,并对其进行分析和处理。管理员可以及时了解设备的运行状况,发现异常情况,采取相应的措施,避免设备故障和事故的发生。

(2) 对水电站生产过程的预测预警。通过对历史数据的分析和挖掘,系统可以预测设备的故障趋势和可能发生的安全隐患。当系统检测到潜在的风险时,会及时发出

预警信息,通知管理员采取措施进行处理,水电站可以提前预防可能出现的问题,避免事故的发生,确保生产的稳定进行。

(3) 对水电站生产过程的自动化控制。通过与其他系统的集成,如调度系统、自动化控制系统等,智能管理系统可以根据设备的运行状态和生产需求,自动调整设备的运行参数和工作模式,可以减少人工操作的错误,提高生产效率,确保安全生产。

(4) 提高水电站的应急管理能力。在发生事故时,系统可以迅速收集事故相关信息,进行事故分析和模拟,为管理员提供应急处理的决策支持,同时系统还可以与其他相关部门进行信息共享,协同应对事故,提高应急响应速度和效果<sup>[5]</sup>。

综上所述,水电站安全生产智能管理新路径可以带来多方面的效益。通过实时监控设备运行状态、实现预测预警和自动化控制,可以提高安全生产水平,降低事故风险。同时,智能管理系统还可以提高水电站的应急管理能力,确保生产过程的安全稳定。因此,水电站应积极探索和应用智能管理技术,为安全生产提供有力支持。

## 4 结语

本文通过对人工智能技术在水电站安全生产中的应用进行深入分析,提出了水电站安全生产智能管理的新路径。构建智能管理系统,运用大数据、人工智能算法和云计算等技术,提高水电站安全生产水平。在未来发展中,水电站应积极探索智能管理新路径,为我国水电站安全生产提供有力保障。

### [参考文献]

- [1]赵全华,赵苑.小河水电站智慧 AI 改造研究[J].小水电,2024(2):57-61.
  - [2]文浩东.基于信息化的智能定位系统在水电站的运用研究[J].水电站机电技术,2023,46(12):89-92.
  - [3]陆红芳.安全生产标准化背景下的智慧水电系列核心技术探究[J].长江信息通信,2023,36(3):165-167.
  - [4]马晓君,谷东永.作业过程智能安全管控系统在公伯峡水电站的应用研究[J].水电站机电技术,2022,45(12):41-43.
  - [5]王林,曾厉,魏虎斌.水电站安全生产集中管控系统的研发与应用[J].电工技术,2021(12):153-155.
- 作者简介:倪军,(1989.1—),单位名称:云南华电金沙江中游水电开发有限公司阿海发电分公司,毕业学校和专业:河海大学电气工程及其自动化。

# 电网变电站防汛能力提升工作方法研究

陈文涛

国网新疆电力有限公司哈密供电公司, 新疆 哈密 839001

[摘要] 电网变电站作为电力系统中不可或缺的组成部分, 承担着电能输送、分配和转换的关键任务。然而, 面对自然灾害特别是洪涝灾害时, 其运行安全性和可靠性面临着严峻考验。文章详细探讨提升电网变电站防汛能力的有效方法和策略, 为保障电力供应的稳定性、减少灾害损失和应对气候变化的挑战提供科学依据和实践指导。

[关键词] 电网变电站; 防汛能力; 工作方法; 策略分析

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13497

中图分类号: TM6

文献标识码: A

## Research on the Methods for Enhancing Flood Control Capability of Power Grid Substations

CHEN Wentao

Hami Power Supply Company of State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd., Hami, Xinjiang, 839001, China

**Abstract:** As an indispensable component of the power system, power grid substations undertake the key tasks of energy transmission, distribution, and conversion. However, in the face of natural disasters, especially floods, its operational safety and reliability face severe tests. The article explores in detail effective methods and strategies to enhance the flood prevention capabilities of power grid substations, providing scientific basis and practical guidance for ensuring the stability of power supply, reducing disaster losses, and addressing the challenges of climate change.

**Keywords:** power grid substations; flood prevention capability; working methods; strategic analysis

### 引言

在电力供应系统中, 电网变电站扮演着关键角色, 负责将高压电能转变为适合输送和使用的电能<sup>[1]</sup>。然而, 这些设施往往位于广泛分布的地理位置, 包括易受洪涝等天气灾害影响的地区。洪水不仅可能导致电网设施直接受损, 还可能破坏周边基础设施和输电线路, 进而引发大范围的停电事故, 影响社会的正常运行和经济的稳定发展。据统计, 洪涝灾害是造成电力设施损坏和电网故障的重要原因之一, 其影响范围不仅限于设备损坏, 还涉及电力供应中断、经济损失以及社会服务受阻等多方面问题。

### 1 提升电网变电站防汛能力的意义

#### 1.1 保障电力供应的可靠性和稳定性

电网变电站作为电力系统中的关键节点, 负责接收高压电能、进行变压、分配和传输电力至用户终端, 其正常运行直接关系到广大人民群众的生活和工业生产的持续进行。然而, 面对自然灾害特别是洪涝灾害时, 电网变电站往往处于较高的风险之中, 可能导致供电中断和设备损坏, 进而影响整个电力系统的运行效率和可靠性。首先, 电网变电站在电力系统中的重要性不可低估。通过变压器将高压输电线路传输的电能转变为适合分布和使用的低压电能, 从而满足城市和工业用电需求。健全的电力系统需要保证变电站的连续运行, 以应对日常生活和工业生产中的电能需求。然而, 当洪水侵袭时, 变电站常受到重大威胁, 可能导致设备受损或甚至损毁, 进而造成供电中断,

对社会造成巨大影响。其次, 提升电网变电站的防汛能力可以有效应对灾害风险, 保障电力供应的稳定性。防汛能力的提升包括多方面措施, 如加强设备防水防潮能力、建立完善的水文气象预测与预警系统、优化设施布局以减少洪水对设备的直接影响等, 采取有效的应对措施, 保障变电站设备和电力系统的安全运行。最后, 提升防汛能力还能够减少灾后恢复的时间和成本。洪水造成的设备损坏不仅对设备本身造成经济损失, 还可能引发停电事件, 影响城市的正常运行和生产活动。通过预防措施和应急响应机制的建立, 降低灾害带来的经济损失, 提高电力设施的抗灾能力和稳定性, 缩短灾后恢复期间的影响。

#### 1.2 减少灾害损失和维护成本

电网变电站作为电力系统中的关键节点, 其运行稳定性直接影响到整个电力供应链的可靠性和效率<sup>[2]</sup>。首先, 洪涝灾害对电网变电站可能造成的直接经济损失和设备损毁是不可忽视的。电网变电站设备大多集中在低洼地区或水文灾害频发区域, 一旦遭受洪水侵袭, 设备可能受到淹没和损坏, 导致设备维修、更换甚至重建所需的成本巨大。此外, 停电事件带来的经济损失也会进一步放大, 影响城市的正常运行、工业生产以及公共服务的提供。因此, 通过提升防汛能力, 可以有效减少因灾害带来的直接经济损失, 降低维修和重建成本, 节约资源并优化资源配置。其次, 防汛能力的提升还可以间接降低灾害后的应急处理成本和社会恢复成本。当电网变电站遭受洪水影响时, 不

仅设备本身需要进行维护和修复,还需考虑灾后应急响应、人员安置、设施恢复等各个方面的成本支出。通过预防性的防汛措施,如提前建立完善的预警系统、加强设备的防水防潮措施、优化设施的布局和设计等,可以有效降低应急响应阶段的成本,并减少灾后社会恢复所需的时间和资源投入。最后,提升防汛能力还能为电网变电站设备的长期使用提供保障。在现代电力系统中,变电站设备投资巨大,其寿命长短直接关系到电力系统的可靠性和运行成本。通过采用先进的防汛技术和策略,可有效延长设备的使用寿命,降低设备因灾害而造成的早期损坏率,从而节约维护成本并提高设施的整体运行效率。

## 2 电网变电站防汛能力提升工作方法策略分析

### 2.1 技术手段和设备

提升电网变电站的防汛能力涉及到多种技术手段和设备的应用,这些手段和设备在提高设施抗灾能力、保障电力供应的稳定性方面起着至关重要的作用。其一,设备防水防潮技术:电网变电站中的核心设备,如变压器、开关设备等,在面对洪涝灾害时必须具备良好的防水防潮能力。传统的防水措施包括使用防水密封材料、加强设备外壳的密封性能,以及提高设备内部的防潮处理。近年来,随着材料科学和工程技术的进步,出现了一些新型防水材料和技术,如高效防水涂层、防水绝缘材料等,可以有效提升设备的防水能力。其二,智能监测与预警系统:建立完善的智能监测与预警系统是提升电网变电站防汛能力的关键。这类系统通常包括实时监测设备状态、环境参数(如水位、降水量等)和气象数据,并通过数据分析和预测模型实现对潜在洪涝风险的预警和预测。智能预警系统能够及时发现潜在的危害风险,为应急响应提供充足的准备时间,大大降低灾害造成的影响。其三,高效排水系统:设计和建设高效的排水系统对于防止电网变电站设施因洪水而受损至关重要。排水系统包括排水管道、抽水设备和排水泵站等。在设施设计阶段,应根据地理环境和水文特征合理设计排水系统,确保在洪水来袭时能够迅速排除积水,减少设施受损的风险。其四,设备提升和布局优化:通过提升设备的安装高度、调整设施布局等方式来减少设备直接受到洪水影响的可能性。例如,可以将关键设备安装在高架平台上,或者采用提高地基、加固地基等方式来增强设备的抗洪能力。综上所述,电网变电站防汛能力的提升需要综合运用多种技术手段和设备,通过科学的技术手段和设备支持,可有效提升电网变电站在面对洪涝等自然灾害时的抗灾能力,保障电力供应的稳定性和可靠性。

### 2.2 水文气象预测与预警系统

提升电网变电站的防汛能力关键在于建立和应用有效的水文气象预测与预警系统,这些系统能够及时准确地监测和预测洪水、暴雨等极端天气事件,为防汛工作提供重要的科学依据和支持<sup>[3]</sup>。第一,数据采集与监测网络建

设。水文气象预测与预警系统的基础是完善的数据采集和监测网络,这些网络包括气象站点、水文监测站点、雷达监测系统等,能够实时获取气象要素(如降水量、风速、气温等)和水文要素(如水位、流量等)的数据,通过广泛覆盖和高密度监测,系统能够捕捉到变化快速的天气和水文信息,为后续预测与预警提供充足的数据支持。第二,预测模型与算法优化:在数据采集的基础上,水文气象预测系统依赖于先进的预测模型和算法。这些模型结合历史数据和实时监测数据,利用数学和物理模型进行天气和水文参数的预测。常见的预测模型包括数值天气预报模型(如WRF模型)、水文模型(如HEC模型)等,通过对模型参数和算法的优化,提高预测的准确性和时效性。第三,灾害风险评估与预警发布:水文气象预测系统不仅限于数据采集和预测,更重要的是通过风险评估和预警发布将预测结果传达给决策者和公众。基于预测模型输出的洪水、暴雨等天气事件的潜在影响,系统能够进行灾害风险评估,确定可能受到影响的区域和设施。预警发布则通过多种渠道(如电视、广播、短信、APP等)及时向相关部门和居民发布预警信息,提醒其采取必要的防范措施。第四,实时监控与响应机制:一旦预警发布,水文气象预测系统需要具备实时监控和响应机制,包括实时监测天气和水文参数的变化情况,随时更新预测模型的输出结果,并及时调整预警级别和发布内容。响应机制则涉及到预案的实施、人员的调度和应急设备的准备,确保在灾害发生时能够迅速响应和应对,最大限度地减少损失。综上,通过建立完善的数据采集网络、优化预测模型与算法、实施灾害风险评估与预警发布、建立实时监控与响应机制,可有效提高电网变电站对极端天气事件的预警能力和应对能力,确保电力供应的稳定性和可靠性,最大限度地减少灾害带来的影响。

### 2.3 电力设备防护措施

电力设备是电网变电站的核心组成部分,其安全运行直接关系到电力供应的稳定性和可靠性,在面对洪涝等自然灾害时,必须采取有效的防护措施以最大程度减少设备损坏和停运的风险。一是设备防水防潮。电网变电站内的各种电力设备,特别是变压器、开关设备等核心设备,必须具备良好的防水防潮能力。传统的防水措施包括使用防水密封材料、加强设备外壳的密封性能,以及内部的防潮处理措施。近年来,随着材料科学和工程技术的进步,出现了一些新型防水材料和技术,如高效防水涂层、防水绝缘材料等,这些技术能够显著提升设备的防水性能,从而降低因水患导致的设备损坏风险。二是设备高架安装和基础加固。通过将关键设备安装在高架平台上,或者对设施基础进行提升和加固,可以有效降低设备直接受到洪水侵袭的可能性,不仅可以避免设备被淹,还能够减少设备与地面水位的接触,从而减缓设备的腐蚀和损坏速度。三是

优化设备周围环境。通过合理规划和管理变电站周围的环境,如绿化、排水系统建设等,可以有效减少洪水对设备的影响。良好的排水系统能够迅速将积水排出变电站区域,避免因积水导致的设备损坏;而良好的绿化环境则能够减少洪水和暴雨对土壤侵蚀的影响,进而减少因此引发的附带问题。四是定期检查和维修。定期对电力设备进行检查、维护和测试,可及时发现和修复潜在的问题,确保设备在灾害来临时处于最佳状态。特别是在洪水季节前,应加大对设备的检查频率和深度,确保设备能够应对可能的灾害。五是建立响应迅速的抢险抢修预案。在应急响应计划中,针对各类设备故障和灾害情况的详细抢险抢修预案。预案应明确抢修队伍的组织架构、任务分工和调度流程,制定响应速度和抢修时间的标准,确保在灾害发生后能够迅速、有序地进行抢险抢修工作,最大限度地减少电力中断时间和供电范围。总之,通过综合运用防水防潮技术、设备高架安装和基础加固、环境优化、定期检查维护以及建立健全的应急响应计划,可有效提升电网变电站在面对洪涝等自然灾害时的抗灾能力,确保电力设备安全稳定运行,最大限度地减少灾害对电力供应造成影响。

#### 2.4 应急响应和管理机制

应急响应和管理机制不仅涉及到设备和人员的应急处置能力,还包括信息管理、资源调配和社会协同等多个方面,以应对突发的洪涝灾害,确保电力供应的连续性和稳定性<sup>[4]</sup>。其一,建立应急预案是应急响应和管理机制的基础。预案应当包括洪水预警机制、应急响应流程、责任分工、资源调配方案等内容。预案的制定应考虑不同级别的洪水灾害,明确各级应急响应的触发条件和具体措施,确保在灾害发生时能够迅速、有效地响应。其二,建立应急指挥中心是保障应急响应有效性的关键措施。应急指挥中心作为统一指挥和协调的核心,负责组织、指挥和调度应急处置工作。该中心应配备有完善的通信设施和信息系统,能够实时掌握变电站各项数据和灾情信息,以便做出及时决策和调度。其三,建立应急资源储备体系是应对洪涝灾害的重要保障,包括备用发电设备、备用电源、应急

供水设施、应急通讯设备等。这些应急资源的储备和配备应根据变电站的规模和地理位置合理规划,确保在灾害发生时能够迅速投入使用,保障电力设备的正常运行和电力供应的连续性。其四,引入抢险新技术装备。随着科技的发展,新型抢险设备如无人机、智能传感器等技术已经被广泛应用于灾害现场,实时监测变电站设备的状态和灾情变化,提供准确的数据支持和决策依据,不仅能够加快灾后抢修速度,还减少人员在危险环境中的直接接触,提升抢险过程的安全性和效率。其五,加强抢险过程中的安全管理。应急响应中,严格遵守安全操作规程和防护措施,确保所有参与抢险工作的人员具备必要的安全意识和技能。同时,通过提前培训和模拟演练,加强抢险队伍的应急处置能力和团队协作,有效应对灾害带来的挑战和风险。

#### 3 结束语

在提升电网变电站防汛能力的工作方法策略分析中,应急响应和管理机制的重要性不可忽视。通过建立健全的预案、设立指挥中心、储备资源、强化信息化和进行应急演练,可有效应对洪涝等自然灾害,确保电力供应的连续性和稳定性。这些措施不仅保障了公众的生活需求,也为经济社会发展提供了坚实的电力保障基础。

#### [参考文献]

- [1]曹梦馨,杨太华.变电站防汛改造工程施工风险评估及对策[J].绿色科技,2023,25(10):197-203.
  - [2]王津宇,兰光宇,卢明,等.面向变电站防汛的熵权分配混杂风险评估[J].电力系统及其自动化学报,2023,35(7):74-82.
  - [3]程刚.变电站防汛工作的问题分析与整改方案[J].农村电工,2022,30(7):46.
  - [4]李荣锋.逆水出征保卫主网——河南主干电网防汛抢险工作纪实[J].河南电力,2021(8):28-29.
- 作者简介:陈文涛(1987.10—),毕业院校:新疆大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位名称:国网新疆电力有限公司哈密供电公司,职务:运维检修部生产网络与信息安全管理专责,职称级别:中级。

## 浅谈电力设备高压试验的方法及安全措施

褚斌

哈密电力实业开发有限公司, 新疆 哈密 839000

[摘要] 电力设备的正常运行是保障我国国民经济持续发展和社会稳定的基石。电力设备的高压试验是检验电力运行安全性、可靠性的主要途径。文章将对电力设备高压试验的方法及其安全措施进行探讨, 以期能为电力设备的高压试验提供参考。

[关键词] 电力设备; 高压试验; 安全性; 可靠性; 安全措施

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13512

中图分类号: TM83

文献标识码: A

### Brief Discussion on the Methods and Safety Measures of High-voltage Testing for Power Equipment

CHU Bin

Hami Electric Power Industrial Development Co., Ltd., Hami, Xinjiang, 839000, China

**Abstract:** The normal operation of power equipment is the cornerstone of ensuring the sustainable development of Chinese national economy and social stability. The high-voltage test of power equipment is the main way to verify the safety and reliability of power operation. The article will explore the methods and safety measures of high-voltage testing for power equipment, in order to provide reference for high-voltage testing of power equipment.

**Keywords:** power equipment; high-voltage testing; safety; reliability; safety measures

#### 引言

随着我国社会经济的快速发展,人们对电力的需求越来越高,电力设备作为电网建设的主要部分,其运行的安全性、可靠性对整个电网工程质量有着重要的影响。电力设备的高压试验是检验电力运行安全性、可靠性的主要途径,对保障稳定的电力供应有着重要的意义。

#### 1 对电力设备进行高压试验的意义

电力设备能保障现代社会正常运行,其中高压试验是确保电力系统安全、稳定运行的关键环节。高压试验是一种科学的方法,通过对电力设备进行严格的检测,以评估其在正常运行状态下的性能和可靠性。这不仅有助于提前发现潜在的故障隐患,还可以确保电力设备在极端工况下的稳定运行。

电力设备在运行过程中,会受到各种因素的影响,例如温度、湿度、电压波动等,这些因素都可能导致设备性能下降。通过高压试验,可以模拟电力设备在实际运行中可能遇到的各种极端工况,从而全面评估设备的性能和可靠性。这对于提前发现潜在的故障隐患,防止事故的发生具有重要意义。在实际运行中,电力设备可能会遇到过电压、过电流等极端工况,这些工况可能导致设备损坏甚至发生事故。通过高压试验,可以评估设备在这些极端工况下的性能,确保其在实际运行中的稳定性和可靠性<sup>[1]</sup>。

#### 2 电力设备高压试验的方法

##### 2.1 绝缘试验

绝缘试验主要包括绝缘电阻测试、绝缘油试验、绝缘子串试验等。绝缘试验的目的是检验电力设备的绝缘性能是否

符合要求,以确保设备在运行过程中不会发生绝缘故障。

绝缘电阻测试通过测量设备绝缘材料表面的电阻值来评估其绝缘性能。测试时,需要将设备绝缘材料与地之间形成一条电路,然后使用高压电源对绝缘材料进行充电,测量充电后的绝缘材料表面的电阻值。如果电阻值不符合要求,说明设备的绝缘性能存在问题,需要进一步检查和处理。

绝缘油是电力设备中常用的绝缘介质,其绝缘性能对设备的正常运行至关重要。绝缘油试验主要包括绝缘油介电强度试验和绝缘油中溶解气体分析试验。介电强度试验是通过施加高电压来检测绝缘油是否能够承受工作电压的试验。如果试验中出现击穿现象,说明绝缘油的绝缘性能不足。溶解气体分析试验是通过分析绝缘油中溶解的气体种类和含量来评估绝缘油的绝缘性能。如果绝缘油中溶解的气体含量超过规定值,说明绝缘油可能存在问题,需要更换或处理。

绝缘子串试验是对设备中的绝缘子串进行的试验。绝缘子串是电力设备中常用的绝缘元件,其主要作用是支持和固定导线,同时提供绝缘功能。绝缘子串试验主要包括绝缘子串的绝缘电阻测试和机械强度测试。绝缘电阻测试是通过测量绝缘子串表面的电阻值来评估其绝缘性能。如果电阻值不符合要求,说明绝缘子串的绝缘性能存在问题。机械强度测试是通过施加负荷来检测绝缘子串是否能够承受工作过程中的机械应力<sup>[2]</sup>。如果试验中出现断裂或变形现象,说明绝缘子串的机械强度不足,需要更换或处理。通过进行绝缘试验,可以全面评估电力设备的绝缘性能,

及时发现和解决绝缘故障,确保设备的正常运行和人员的安全。

## 2.2 特性试验

电力设备是电力系统的重要组成部分,其运行状态直接关系到电力系统的稳定性和安全性。为了确保电力设备的正常运行,需要定期进行高压试验和特性试验。高压试验主要包括绝缘电阻试验、泄漏电流试验、介质损耗因数试验等,用于检验电力设备的绝缘性能是否符合要求。而特性试验主要包括电压比试验、短路阻抗试验、漏电流试验等,用于检验电力设备的变压器、电流互感器、电压互感器等设备的性能是否符合要求。

电压比试验是检验变压器的试验之一。该试验通过测量变压器高压侧和低压侧的电压比,来检验变压器的变比是否准确。电压比试验通常采用交流电压,试验电压从低压侧加到变压器的高压侧,通过测量高压侧和低压侧的电压,计算电压比是否符合要求。

短路阻抗试验通过测量设备在短路状态下的阻抗值,来检验设备的短路性能是否符合要求。短路阻抗试验通常采用交流电压,试验电压从设备的低压侧加到设备的高压侧,通过测量设备的电流和电压,计算设备的短路阻抗值是否符合要求。漏电流试验通过测量设备在高压下的漏电流值,来检验设备的绝缘性能是否符合要求。漏电流试验通常采用直流电压,试验电压从设备的低压侧加到设备的高压侧,通过测量设备的漏电流,计算设备的绝缘电阻值是否符合要求<sup>[3]</sup>。

除了上述试验外,电力设备还需要进行其他试验,如介质损耗因数试验、局部放电试验等。这些试验可以帮助检验设备的绝缘性能和运行状态,确保设备的正常运行。总之,电力设备的高压试验和特性试验是非常重要的,可以帮助检验设备的性能和运行状态,确保电力系统的稳定性和安全性。定期进行这些试验,可以及时发现设备的故障和问题,及时进行处理和维修,保证设备的正常运行和电力系统的稳定供电。

## 2.3 耐压试验

电力设备其中包括变压器、电缆、母线、断路器等。为确保这些设备在正常运行电压下的耐受能力,耐压试验是必不可少的环节。耐压试验主要包括交流耐压试验和直流耐压试验,这两种试验各有特点,但目的都是确保电力设备在运行过程中不会因为电压过高而发生击穿等故障。

交流耐压试验是检验电力设备在交流电压下的耐受能力。该试验通常使用专门的试验变压器,通过升压装置将试验电压逐渐升高至规定值。在试验过程中,试验人员需要观察设备是否有击穿、闪络等现象。若设备在交流耐压试验中表现良好,则说明其在正常运行电压下具有较高的安全性。与交流耐压试验相比,直流耐压试验更注重检验电力设备的绝缘性能。直流耐压试验通常使用直流高压

发生器,试验电压为直流电压。在试验过程中,试验人员需观察设备绝缘是否发生击穿、泄漏等现象。直流耐压试验的优点在于,试验过程中电压稳定,便于测量和控制,因此能更准确地判断设备的绝缘状况。

在进行耐压试验时,试验人员需遵循安全规程,确保自身和设备的安全。首先,试验前应检查试验设备、试验接线和防护措施是否符合要求。其次,试验过程中要密切观察设备表现,一旦发现异常现象,应立即停止试验并查明原因。最后,试验结束后要对试验数据进行分析和处理,得出试验结论。耐压试验的结果对电力设备的运行安全至关重要。试验合格的设备可以投入运行,试验不合格的设备则需进行修复或更换。此外,耐压试验结果还可为电力设备的运行维护提供依据,帮助试验人员了解设备的绝缘状况,制定相应的防护措施,延长设备的使用寿命。

总之,耐压试验是确保电力设备正常运行的关键环节。通过交流耐压试验和直流耐压试验,试验人员可以检验设备在正常运行电压下的耐受能力,确保设备在运行过程中不会因为电压过高而发生故障。试验人员需遵循安全规程,认真进行试验,并对试验结果进行分析处理,为电力设备的运行安全提供有力保障。

## 2.4 局部放电试验

局部放电试验是电力设备试验过程中的重要环节,通常安排在所有试验全部完成之后进行。该试验的核心目的是通过对电力设备进行局部放电测量,以评估其在高压环境下电能传输的质量与安全性。值得注意的是,在进行局部放电试验时,电源的影响并不会被计算在内,这保证了试验结果的准确性。局部放电试验的主要原理是利用放电部位的场强来评估电力设备的高压输送质量。电力设备在运行过程中,由于各种原因,如绝缘老化、外部环境因素等,都可能导致设备局部出现放电现象。通过对这些局部放电现象的测量和分析,可以有效地评估电力设备的运行状态和安全性。

在进行局部放电试验时,通常会对电力设备进行大约3分钟左右的放电测量。通过这段时间的测量,可以获得关于电力设备局部放电情况的大量数据。这些数据不仅可以反映出电力设备在高压环境下电能传输的质量,还可以为电力设备的维护和修复提供有力的依据。局部放电试验的结果对于电力设备的运行安全和稳定性具有重要意义。通过局部放电试验,可以及时发现和解决电力设备中可能存在的问题,避免因设备故障而导致的事故发生<sup>[4]</sup>。此外,局部放电试验还可以为电力设备的维护和修复提供科学依据,延长设备的使用寿命,提高设备的运行效率。

## 2.5 截波冲击试验

截波冲击试验是电力设备高压试验阶段的重要环节,对于保障电力系统的稳定运行具有重要意义。截波试验法主要包括波尾截断试验法和多级点火截断试验法。

波尾截断试验法是一种常见的截波试验方法,其原理是利用 IEC 标准棒间的空隙来实现截断。在试验过程中,通过对波尾进行截断,可以观察电力设备在截波过程中的响应情况,从而对其运行状态进行测验。这种方法具有操作简单、测试效果明显的优点,因此在电力设备高压试验中被广泛应用。另一种多级点火截断试验法,则是在载波时通过改变截取的位置和时间,获得多个时间点的截波信息。这种方法可以更全面地了解电力设备在高压试验过程中的运行状态,为判断设备性能提供了更多的依据。多级点火截断试验法适用于对电力设备进行详细分析的情况,虽然操作较为复杂,但测试结果更为精确<sup>[5]</sup>。

在实际应用中,这两种截波试验方法可以根据电力设备的类型、试验要求等因素进行选择。波尾截断试验法适用于对电力设备进行快速测验的情况,而多级点火截断试验法则适用于需要对设备进行详细分析的场合。通过合理选择截波试验方法,可以确保电力设备在高压试验阶段的安全稳定运行,为我国电力事业的发展提供有力保障。截波冲击试验在电力设备高压试验阶段发挥着重要作用,通过对电力设备进行截波试验,可以有效测验其运行状态,确保电力系统的稳定运行。在实际应用中,波尾截断试验法和多级点火截断试验法各有优劣,可根据具体情况选择合适的方法。这两种试验方法的广泛应用,体现了我国电力事业在技术上的不断进步,为电力设备的安全稳定运行提供了有力支持。

### 3 高压电力试验的安全措施

#### 3.1 示警工作要做到位

示警工作在高压电力试验中不仅能够有效地预防和避免潜在的安全风险,还能够提高试验人员对安全问题的警觉性和应对能力。首先,明确示警内容。示警内容应当具体、明确,能够直观地传达出潜在的安全风险和应对措施。这就要求试验人员在制定示警内容时,要充分了解试验过程中的安全风险,并对可能出现的问题进行预测和分析。同时,示警内容应当简洁明了,易于理解和记忆,以便试验人员在实际操作中能够迅速做出正确的判断和应对。其次,选择合适的示警方式。示警方式应当能够引起试验人员的足够重视,同时又不会干扰到试验的正常进行。常见的示警方式包括声音、光线、颜色等,试验人员可以根据实际情况选择合适的示警方式。此外,示警方式的设置应当符合人体工程学原理,避免试验人员在长时间工作中产生疲劳。再次,确定示警的覆盖范围。示警的覆盖范围应当包括所有可能存在安全风险的区域,以及试验过程中可能涉及到的人员。这就要求试验人员在设置示警时,要充分考虑到试验现场的具体情况,确保示警能够覆盖到

每一个潜在的安全风险。同时,示警的覆盖范围还应当根据试验的进展和实际情况进行调整,以确保试验安全。

#### 3.2 测试人员的专业意识

首先,完善安全管理制度是保障高压电力试验安全的基础。企业应制定严格的安全规章制度,明确责任分工,确保每一位员工都清楚自己的职责和安全生产要求。同时,加强对试验现场的安全管理,设置明显的安全警示标志,确保试验现场的安全防护设施到位。其次,强化培训和教育是提高测试人员专业意识的关键。企业应定期组织专业培训,使测试人员掌握高压电力试验的基本原理、操作规程和应急预案。此外,加强对测试人员的安全教育,让他们深刻认识到安全事故的危害,提高自我防护意识和能力。再次,落实安全防护措施是确保高压电力试验安全的重要环节。试验前,应对试验设备进行全面检查,确保设备状态良好。试验过程中,严格按照规程操作,使用合格的安全工器具,并确保试验设备与带电部分保持足够的安全距离。同时,加强对试验现场的环境监测,确保试验环境符合安全要求。

### 4 结语

电力设备的高压试验是检验电力运行安全性、可靠性的主要途径。通过对电力设备高压试验的方法及其安全措施的探讨,可以为电力设备的高压试验提供参考,确保电力设备的正常运行,为我国社会经济的持续发展提供稳定的电力保障。

#### [参考文献]

- [1] 闫宇. 电力设备高压试验的关键点及安全保障 [Z]. Proceedings of 2022 Shanghai Forum on Engineering Technology and New Materials (ETM2022) (VOL. 2) [C]. 上海筱虞文化传播有限公司、中国智慧工程研究会智能学习与创新研究工作委员会,上海筱虞文化传播有限公司,2022:2.
  - [2] 张辉. 电力设备高压试验的类别及试验方法 [J]. 大众用电,2021,36(10):38-39.
  - [3] 翟永杰,刘畅. 电力设备高压试验关键点及安全保障探究 [J]. 中国设备工程,2021(19):58-59.
  - [4] 杨春飞. 电力设备高压试验的关键点及安全保障措施 [J]. 大众用电,2021,36(9):63-64.
  - [5] 张燕. 电力设备高压试验关键点及安全保障探究 [J]. 通信电源技术,2020,37(5):251-252.
- 作者简介:褚斌(1975.10—),毕业院校:吉林大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位名称:哈密电力实业开发有限公司,单位职务:调试主管,职称级别:中级。

# 火电厂脱硝系统 CEMS 环保参数可靠性提升优化

王丽 雍鹏

宁夏枣泉电发有限责任公司, 宁夏 银川 750000

[摘要]文中通过对宁夏枣泉发电有限责任公司 660MW 机组脱硝 CEMS 系统运行中存在的问题进行分析研究,从就地设备、环保设备、控制策略、定期维护四个方面进行了改造和优化,并取得了较好的安全效益和经济效益。可为同类型机组的脱硝 CEMS 系统可靠性提升优化提供相应的思路。

[关键词]脱硝 CEMS 系统; 多点取样; 可靠性定期维护; 前馈控制; 串级控制

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13493

中图分类号: X701.7

文献标识码: A

## Reliability Improvement and Optimization of CEMS Environmental Parameters for Denitrification System in Thermal Power Plants

WANG Li, YONG Peng

Ningxia Zaoquan Electric Power Generation Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

**Abstract:** This article analyzes and studies the problems in the operation of the 660MW unit denitrification CEMS system of Ningxia Zaoquan Electric Power Generation Co., Ltd. It has been transformed and optimized from four aspects: on-site equipment, environmental protection equipment, control strategy, and regular maintenance, and has achieved good safety and economic benefits, which can provide corresponding ideas for improving and optimizing the reliability of denitrification CEMS systems for similar units.

**Keywords:** denitrification CEMS system; multi point sampling; regular reliability maintenance; feedforward control; cascade control

### 1 概述

宁夏枣泉发电有限责任公司 660MW 机组锅炉采用北京 B&W 公司设计制造的平衡通风、超超临界参数、一次再热、螺旋炉膛的 SWUP 型直流锅炉,脱硝、脱硫环保设备同期建设、同期投入使用。脱硝系统采用选择性催化还原法(SCR)脱硝装置,分 A、B 两侧布置于省煤器和空预器之间。脱硝催化剂采用蜂窝式催化剂,还原剂采用液氨加热蒸发稀释后的物质,通过 A、B 两侧各 12 个喷氨口喷入烟道,在催化剂的作用下,选择性地去除烟气中多余的氮氧化物。在脱硝系统的进出口处各设一采样旁路,烟气通过采样旁路引向空预器,在采样旁路管道上设置有 CEMS 采样探头,烟气样气通过取样管道及探头进入气体分析仪。

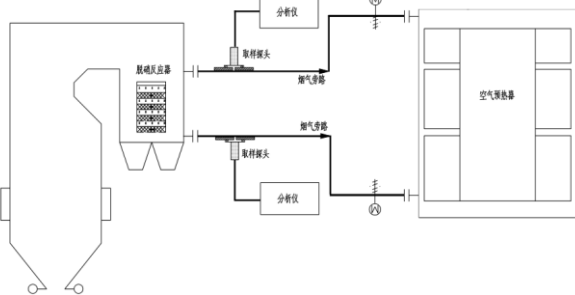


图 1 锅炉及脱硝系统的布置图

在脱硝系统 A、B 两侧的进口和出口烟气旁路处各配置一套 CEMS 气体分析仪,用于监测烟气中的一氧化氮、氮氧化物、氧量等环保参数,并将监测到的参数送入 DCS

控制系统,DCS 控制策略根据进出口氮氧化物浓度,控制 AB 侧氨/空气混合气自动调阀的开度,从而达到控制脱硝出口氮氧化物浓度的目的。

脱硝系统所用 CEMS 分析仪为西克麦哈克的 S710 型在线烟气连续监测系统。该系统由烟气取样系统、烟气预处理单位、反吹单元、校准单元、烟气分析仪表和系统控制 PLC 等 6 部分组成,脱硝 CEMS 分析系统组成如下图所示:

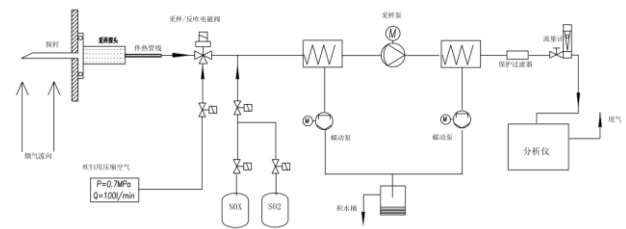


图 2 S710 内部结构及采样探头处布置图

### 2 目前存在问题

脱硝 CEMS 系统自 2017 年底投入使用后,由于在系统整体设计、设备安装施工、设备可靠性规划、日常运维等方面存在一些问题,导致脱硝 CEMS 系统在实际运行过程中缺陷率较高、设备可靠性较差,很难长周期安全稳定运行。经过对投产以来的缺陷和设备故障原因分类分析,主要有以下四个方面的问题。

#### 2.1 烟气测量取样问题

(1) 采样探头处探杆较短、倾斜角度较小,无法有效地阻止烟气中的微小粉尘进入探头滤芯内,易造成采样探头

处堵塞积粉尘,影响采样流量,从而导致参数测量不准。

(2) 采样管线锅炉从 24 米层引至 0 米,管线路径较长,参数反映较为缓慢,不能及时反映参数的变化,使环保参数控制存在大延迟和大惯性,不利于环保参数的控制。

(3) 锅炉内的多点取样管存在堵塞和磨损的现象,取样无法满足均匀性的要求;多点取样口位于烟道斜坡处,锅炉此处积灰较为严重。

## 2.2 环保分析仪故障

(1) 分析仪零点及满量程点漂移,造成测量不准;

(2) 分析仪气室污染造成的测量不准(粉尘和冷凝水),参数波动较大;

(3) 冷凝器、采样泵、蠕动泵、氧电池、吹扫电磁阀等重要设备寿命较短,易损坏造成参数测量不准。

(4) 探头至分析仪处管路堵塞造成进入分析仪气流量较低,影响环保参数测量。

(5) 分析仪电源采用单回路供电,并且控制柜风扇电源与分析仪共用一路电源,当控制柜风扇发生短路时,会造成分析仪电源回路故障。

## 2.3 环保指标控制策略及控制器参数设置不当

(1) 脱硝出口环保参数控制采用前馈加反馈的控制策略,其中前馈采用烟气流量对应的曲线,反馈控制根据脱硝出口  $\text{NO}_x$  含量进行闭环控制。由于烟气流量波动较大,导致供氨量波动较大,增加了系统的调节时间。

(2) 前馈控制和反馈控制输出对整个供氨量的占比分配不合理,前馈控制回路占比很大,导致反馈控制回路中供氨量的输出较低,使得整个控制回路失去了控制裕度,从而导致控制效果不佳。

(3) CEMS 分析仪反吹保持作为整个控制系统的扰动量之一,其持续时间长达 8 分钟,在这期间供氨调阀的开度保持反吹前开度不变,喷氨量在反吹保持期间可能会存在超调或欠调。当反吹结束后,出现调阀大幅开关的现象,环保参数随之波动。

## 2.4 环保设备定期维护不利

脱硝系统烟气中含有大量燃烧后的细微灰尘颗粒,易在取样的各个设备节点处聚集,从而造成测量不准、数据失真的现象;同时由于 CEMS 分析仪属于精密设备,对样气品质和工艺参数都有较高的要求,当样气品质和工艺参数不达标时,也会造成设备故障或测量结果失真。在日常设备运维过程中,对于规程中要求的定期工作,均可按周期进行;然而对于一些规程中未提及的工作,如耗材及易损件更换、旁路反吹、设备寿命跟踪及更换等,未明确相应的工作周期,未能做到防患于未然,而只是出现问题后的亡羊补牢而已。

## 3 改造及优化措施

### 3.1 烟气测量取样管道改造

针对脱硝 CEMS 系统烟气测量取样中存在的问题进行

分析和研究,为了保证脱硝 CEMS 系统取得稳定均匀且具有代表性的烟气样气,同时又能减少因采样系统原因造成的脱硝环保参数测控失准,对脱硝 CEMS 系统的整个烟气取样管道进行了改造和优化。

优化多点采样位置和结构,减少取样管道堵塞。改造前多点采样管道布置在烟道的斜切角的位置,此处坡度较小,烟道内飞灰易积存,致使进入多点采样管道的烟气含灰量较大,从而易发生多点取样管道堵塞,造成烟气样气中断的现象;并且根据现场检查发现,每根多点取样的分支管朝向不统一,有顺着烟气流向的,也有逆烟气流向的,对于逆烟气流向的分支管更容易积灰堵塞。根据以上的检查和分析,现已将原多点取样管道从烟道斜切角处移至烟道垂直段,A、B 侧各有 7 根取样管垂直插入烟道内,每根取样管上开若干个取样口,取样口背着烟气流向布置,每根取样管道需牢固地固定在烟道两端,取样口处使用不锈钢材加装耐磨设施,A、B 两侧的 7 根取样管分别汇聚两侧的烟气旁路上。为了解决 7 根取样管道堵塞的现象,在每根取样管与母管汇聚处增加一路压缩空气,并配有相应的隔离阀和吹扫阀,可以在 CEMS 系统反吹的时,同时也对烟气旁路进行反吹,从而减少了烟气旁路堵塞断气的情况。

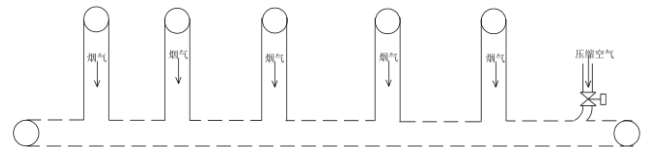


图3 改造前多点取样管

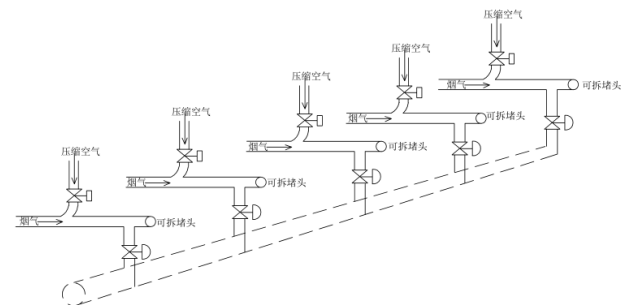


图4 改造后多点取样管

缩短采样管线,提升系统测量反映时间。改造前脱硝 CEMS 分析仪放置在锅炉 0 米的小室内,烟气样气需从锅炉 24 米旁路处抽取后,由采样泵输送至分析仪。由于管线较长,分析仪测量结果无法保证测量结果的快速性和实时性,同时采样泵也长期运行在高负荷工况下,增加了采样泵的故障率,降低了整个系统的可靠性。将脱硝 CEMS 分析仪由 0 米移至锅炉 24 米层,将采样管线由原来的 20 多米减少至 5 米以内,有效提升了分析仪测量结果的快速性和实时性,也大幅度减少了采样泵的故障率,从而提升了整个系统的可靠性和准确性。

加长探头探杆,增加探头倾斜角,提升探头积灰自清

理能力，减少探头处堵塞。如图所示，改造前探头探杆长度为 50cm，并且与烟气旁路管道垂直安装，当探杆内积灰时，无法自动及时清理积灰。现将探头处探杆长度增加到 80cm，并且与旁路烟道成 30 度角安装，这样既增加附着积灰的探杆长度，积灰又可以在自身重力的作用下，沿倾斜角返回到旁路烟道中，起到自清理积灰的作用，从而减小了探头处堵塞的现象。

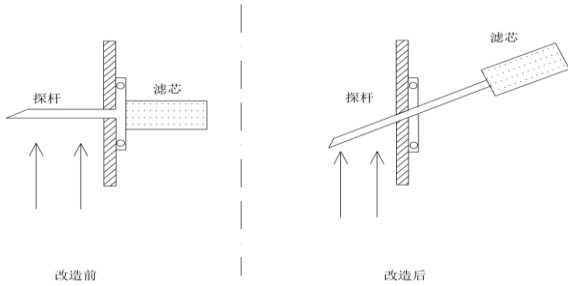


图 5 改造前后的探头探杆对比

### 3.2 CEMS 分析仪可靠性优化

脱硝 CEMS 分析仪控制柜在设计时，对于控制柜的电源系统和 PLC 控制系统的参数设置等方面存在一些未考虑到的因素，对于分析仪控制柜的安全稳定运行来说，这些都是隐患，所以对于控制柜的电源和 PLC 控制系统中的参数进行了改造和优化。

(1) 增加探头至气室之间的反吹频次。对分析仪反吹时间和反吹频次进行修改：反吹时间修改由原来的每次 8 分钟修改为 4 分钟，反吹频次由原来的每 8 小时改为 4 小时，即减少了时间，增加了反吹频率，在反吹总时间不变的情况下，既可满足清理预算理管线积灰的要求，又可减少反吹功能对 DCS 控制系统带来的扰动。

(2) 重新配置控制柜电源，采用两路冗余的 UPS 电源配置，并设置双电源切换装置。将分析仪电源、仪表电源和柜内风扇电源相互独立，最大程度地保证环保设备的电源与就地仪表电源区分开。

### 3.3 环保参数控制策略及 PID 参数优化

如图所示，原控制系统采用前馈加反馈的控制策略，前馈回路由烟气流量和原烟气 NO<sub>x</sub> 含量进行计算，得出一个喷氨流量前馈信号，该信号可以快速作用到喷氨调阀的输出 PID 控制器，使喷氨调阀在烟气流量变化时开始动作，可以削弱延时和惯性对系统带来的不利结果；反馈回路则是通过净烟气测量得到的 NO<sub>x</sub> 与设定值的偏差进行调节，前馈回路和反馈回路同时作用。前馈回路起到粗调作用，主要适应机组工况大幅变化时，环保参数也相应大幅变化的情况，此回路对喷氨流量的影响幅度占比较大；反馈回路主要是起到细调和修正作用，主要消除稳态时的系统误差，当机组运行工况变化不大时，实测环保参数偏离设定值时，主要是靠反馈回路的 PID 控制器改变喷氨流量来进行调节和修正的，此回路对喷氨流量的影响幅度占比较小。

在机组燃烧不稳定、燃煤煤种变化频繁时，原控制系统表现出的稳定性和鲁棒性不高。当机组工况大幅变化时，烟气流量确实会跟随工况相应的变化，但是由于此时锅炉炉膛压力、送风量和燃料量等基础控制系统也处于动态过程，使得烟气流量波动较大，从而造成原控制系统前馈回路输出波动较大，不利于控制系统的动态过程稳定，并且前馈回路输出的波动增加了系统的调节时间，影响控制系统调节的快速性指标；同时由于机组燃煤种类不固定，并且燃煤掺烧后，燃煤成份变化较大，反馈回路和前馈回路在调节裕量和喷氨量输出配比方面都不能实时与入炉煤的成分匹配，造成系统的调节裕量不足。针对原控制系统存在的以上问题，对控制策略进行了以下优化：

在原前馈信号中增加了总燃料量对应函数关系的模拟烟气流量，在机组实际运行中，特别是动态过程中，机组的总燃料量波动不大，使用机组总燃料量对应函数关系的模拟烟气流量，可以减少前馈信号波动引起的调节控制系统波动，削弱了前馈信号波动增加的调节时间和超调量。

调整前馈控制回路和反馈控回路的输出在喷氨总量中的占比。增加反馈回路在喷氨总量中的占比，同时适当减小前馈回路在喷氨总量中的占比，增加反馈控制回路的控制裕量，从而适应煤种变化对控制体系稳定性带来的不利因素。

反馈回路 PID 控制器优化为了变参数 PID 控制器，PID 的比例、积分、微分参数是由负荷指令对应的函数给出的，不同负荷下，PID 控制器的参数有所不同，可以更好的适应机组在不同工况下的调节性能，让控制更精准。

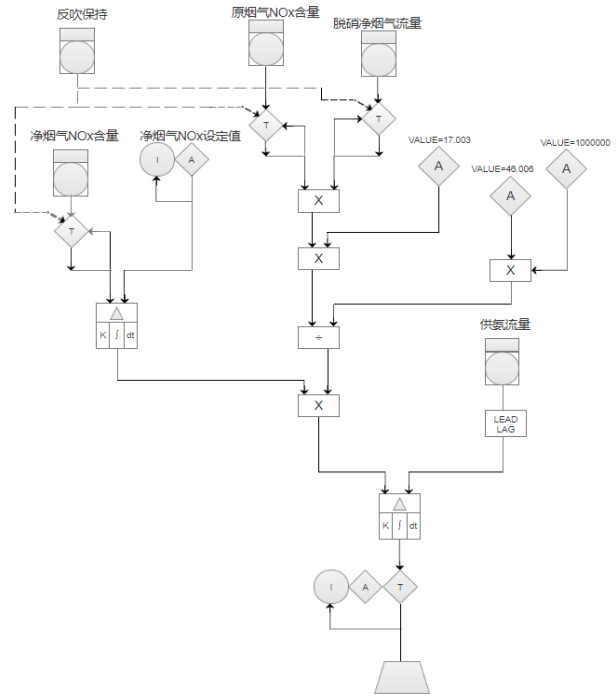


图 6 改造前自动控制逻辑



# 基于互联网技术的电缆故障测距仪的研究及应用

柳智硕 朱永宁

国网喀什供电公司, 新疆 喀什 844000

**[摘要]** 电缆故障测距仪在电力系统运维中发挥着至关重要的作用, 寻找和修复电缆故障颇为重要。然而, 随着城市发展和电力设施密度的增大, 对故障测距仪的精确性和操作复杂性要求越来越高。鉴于此, 本研究尝试将互联网技术应用在电缆故障测距仪中, 以提高其性能和使用便捷性。通过工程实施和理论研究, 文中以互联网技术为基础, 设计了一种新型的电缆故障测距仪。该仪器可以实现远程故障测距, 大大提高了故障处理速度。并且, 用户可以通过手机应用程序实时监控设备的状态并进行操作, 极大地提高了使用便捷性。通过实验数据的分析, 结果表明, 采用互联网技术的电缆故障测距仪在提高测距精度、降低操作复杂性以及提高故障处理速度等方面均表现出了优越性。本研究为电缆故障测距技术的发展提供了新的可能性, 并具有广泛的研究价值和实际应用前景。

**[关键词]** 互联网技术; 电缆故障测距仪; 操作便捷性; 远程测距; 电力系统运维

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13492

中图分类号: TM247

文献标识码: A

## Research and Application of Cable Fault Locator Based on Internet Technology

LIU Zhishuo, ZHU Yongning

State Grid Kashgar Power Supply Company, Kashgar, Xinjiang, 844000, China

**Abstract:** Cable fault rangefinder plays a crucial role in the operation and maintenance of power systems, and it is important to find and repair cable faults. However, with the development of cities and the increasing density of power facilities, there is an increasing demand for the accuracy and operational complexity of fault rangefinders. In view of this, this research attempts to apply Internet technology to the cable fault locator to improve its performance and ease of use. Through engineering implementation and theoretical research, this paper designs a new cable fault locator based on Internet technology. This instrument can achieve remote fault location, greatly improving the speed of fault handling. Moreover, users can monitor the status of their devices in real time and perform operations through mobile applications, greatly improving the convenience of use. Through the analysis of the experimental data, the results show that the cable fault locator using Internet technology has shown advantages in improving the accuracy of distance measurement, reducing the complexity of operation and improving the speed of fault processing. This study provides new possibilities for the development of cable fault location technology and has broad research value and practical application prospects.

**Keywords:** Internet technology; cable fault rangefinder; operational convenience; remote distance measurement; power system operation and maintenance

### 引言

随着电力系统的不断发展和城市化进程的加快, 电力设施建设日益面临严峻挑战, 电缆故障频繁发生, 带来了巨大的经济损失和社会影响。因此, 寻找和修复电缆故障已经成为社会关注的焦点问题。传统的电缆故障测距仪虽然起到了一定的作用, 但在精确性和操作便捷性方面受到了很多限制。为了解决这些问题, 如今越来越多的研究开始关注互联网技术在电缆故障测距方面的应用。互联网技术的引入, 可以预期将带来电缆故障测距仪性能的提升、操作便捷性的改善以及故障处理速度的加快。为了验证这种设想, 本研究以互联网技术为基础, 设计了一种新型的电缆故障测距仪, 该仪器可实现远程故障测距, 提高故障处理速度, 同时用户还可通过手机应用程序实时监控设备状态并进行操作。本研究通过实验数据对比分析, 来证明

采用互联网技术的电缆故障测距仪在测距精度、操作便捷性以及故障处理速度方面的优越性。同时, 本研究还旨在为电缆故障测距技术的发展提供新的可能性, 并拓宽其在实际应用中的前景。

### 1 电缆故障测距仪的现状与挑战

#### 1.1 电缆故障测距仪的基本原理和应用

电缆故障测距仪在电力系统的维护与运营中具有重要作用, 其基本原理是通过测量电缆中反射回来的信号来确定故障点的位置<sup>[1]</sup>。该技术主要分为低压脉冲法和高压电桥法两类。低压脉冲法是利用低压脉冲信号通过电缆, 并根据故障点信号的反射时间来进行距离计算。而高压电桥法则是通过高压脉冲在故障点两侧引起的电流差异, 从而确定故障点的具体位置。这些方法在理论上虽然简单, 但在实际应用中, 由于各种环境因素和电缆特性的不同,

导致测距结果的准确性不尽相同。

电缆故障测距仪广泛应用于电力、通信和交通等领域，电力行业是其主要应用领域。电力电缆在长距离输电、变电站以及地下电网构建中广泛使用，但其复杂的铺设环境和线路密度增加了故障定位的难度。传统的测距仪需要专业技术人员进行现场操作，还要解读复杂的反射波形，这不仅增加了劳动强度，还延长了故障修复时间。而随着城市建设的快速推进，地下电缆的密度和长度不断增加，这对故障测距仪的精确性和操作便捷性提出了更高的要求。

再者，电缆故障测距仪在通信行业中主要应用于光缆和同轴电缆故障的定位与修复。例如，光纤电缆广泛应用于长途通信和数据传输，一旦发生故障，将造成大范围的通信中断。故障测距仪通过检测和分析光缆中的信号反射，快速定位故障点，从而缩短排故时间。在交通领域，高铁、地铁等轨道交通系统的供电电缆也需要高效的维护与检测，电缆故障测距仪为这些系统的稳定运行提供了必要的技术支持。

尽管传统电缆故障测距仪在一些应用场景中取得了一定成效，但面对日益复杂的电力系统和不断增加的设施密度，其测距的准确性和操作的便捷性仍需进一步提升。运用现代化技术手段，包括互联网技术的创新应用，为电缆故障测距仪的技术改进和性能提升提供了新的方向<sup>[2]</sup>。

### 1.2 城市发展和电力设施密度对故障测距仪性能的挑战

电缆故障测距仪在城市发展和电力设施密度剧增的背景下面临诸多挑战。高楼大厦、地下管网等复杂环境使得电缆铺设地点更加隐蔽，传统故障测距仪难以精准锁定故障点。电力设施的多样性和电缆数量的增加，使得电缆故障的类型和复杂程度显著上升，要求测距仪具备更高的检测灵敏度和更强的数据处理能力。密集的电力设施布局也增加了电磁干扰的几率，进一步影响测距仪的准确性。高密度的电力网络中，故障定位的速度和准确性直接关系到电力供应的可靠性和安全性，测距仪必须提升其在复杂电磁环境下的抗干扰能力和精确度。从管理和维护的角度看，繁琐的操作程序和高昂的培训成本也对电缆故障测距仪提出了更高的要求，简化操作流程和提高用户友好性成为发展的必然趋势。

### 1.3 现有电缆故障测距仪的操作复杂性问题

现有的电缆故障测距仪在操作过程中存在较大的复杂性。这主要表现为用户需要具备一定的专业知识和技能，才能正确使用和解读设备提供的数据。设备调试和参数设置过程繁琐，需要耗费大量的时间和精力。故障定位过程中进行的多次测量和数据处理，往往需要经验丰富的技师手动进行分析，这增加了人为误差的风险。操作复杂性不仅延长了故障处理时间，还增加了维护和培训成本，这在

快速发展的电力系统运维中显得尤为不利。

## 2 基于互联网技术的电缆故障测距仪设计

### 2.1 互联网技术在电缆故障测距仪中的应用思路

在电缆故障测距仪的设计中，互联网技术的应用思路主要包括数据采集、数据传输和远程控制三大部分。数据采集部分，通过在电缆测距仪上集成高精度传感器和数据处理模块，实现对电缆故障信息的实时监测和精确定位。传感器可以捕捉电缆中的故障信号，并将信号转换为数据，传输至数据处理模块进行分析，从而确定故障点的具体位置。

数据传输部分，互联网技术的引入显著提高了数据传输的速度和稳定性。通过无线网络或有线网络，测距仪采集到的数据可以实时传输到云服务器或控制中心<sup>[3]</sup>。这种方式不仅避免了传统数据传输方式中的延迟问题，还能实现大范围、多节点的数据同步，提高了故障测距的效率。数据传输的过程中，采用先进的加密技术，确保数据的安全性和完整性，防止数据在传输过程中被篡改或丢失。

远程控制部分，互联网技术的应用使得电缆故障测距仪的操作更加便捷。通过专门开发的手机应用程序或计算机软件，用户可以在任何有网络连接的地方远程访问测距仪的状态信息，并进行相应的操作。例如，用户可以实时监控测距仪的工作状态，查看故障定位数据，甚至通过应用程序直接对测距仪进行参数设置和调整。这种远程控制方式，极大地提高了测距仪的使用灵活性和故障处理的及时性。

互联网技术的应用，为电缆故障测距仪的设计提供了新的思路和方向，显著提升了测距仪的性能和用户体验。通过实时数据采集、快速数据传输和便捷的远程控制，基于互联网技术的电缆故障测距仪在实际应用中展现出极大的优势，为电力系统的维护和管理提供了有力支持。

### 2.2 远程故障测距功能的实现方法

远程故障测距功能的实现依赖于互联网技术的集成，主要通过以下几个方面展开。电缆故障测距仪需嵌入传感器模块，用于实时采集电缆的运行状态参数，例如电流、电压和温度等。这些传感器数据通过数据采集系统进行初步处理和过滤，确保数据的准确性和有效性。经过处理的实时数据通过无线网络传输至远程服务器，该服务器不仅负责接收和存储数据，还用于综合分析和故障定位算法的执行。

远程服务器依靠大数据分析和机器学习算法，能够快速处理大量信息，通过对比故障特征库，精确定位故障点。与此为保障数据传输的实时性和可靠性，采用了先进的无线通信技术，如4G/5G网络、大数据平台等，确保在复杂的城市环境下仍能保持稳定的连接和高效的数据传输。将这些分析结果和故障定位信息通过云端系统传输到用户的移动设备，使用户能够实时监控和操作，从而实现远程故

障的快速测距和定位,大幅提升电力系统的维护效率。

### 2.3 手机应用程序的设计与实现

手机应用程序在基于互联网技术的电缆故障测距仪中扮演关键角色,其设计目标在于提升用户体验和操作便捷性。应用程序主要功能包括实时数据监控、远程操作和报警通知。为实现这些功能,采用前后端分离的设计模式,前端使用 React Native 框架进行跨平台开发,确保在 iOS 和 Android 设备上统一用户体验。后端使用云服务器提供稳定的数据交换,利用 WebSocket 协议实现数据的实时传输与更新<sup>[4]</sup>。应用集成多种传感器数据,通过图表直观展示故障位置和严重程度,提供远程操作界面,使用户能迅速采取行动。经过多轮测试和优化,该应用程序表现出较高的稳定性和响应速度。

## 3 性能评估与应用前景

### 3.1 基于互联网技术的电缆故障测距仪性能评估

基于互联网技术的电缆故障测距仪性能评估是验证其实际应用价值的关键环节。为此,需要从以下几个方面进行详细分析:

通过一系列实验,比较传统测距技术和基于互联网技术的测距仪在实际操作中的性能表现。结果表明,后者在测距精度上有明显提升,特别是在复杂电磁环境和多路径干扰情况下,其测距误差显著降低。这表明引入互联网技术不仅提升了数据传输效率,也增强了检测的准确性。

基于互联网技术的测距仪能够实现远程监控和操作,这是其一大亮点。采用手机应用程序远程操作的实验显示,在实际故障处理中,该仪器可以极大减少人员的现场操作时间。通过实时数据传输和远程控制,操作者能够快速定位故障点并进行相应处理,大幅提高了故障处理的响应速度。

基于互联网技术的测距仪具备良好的用户友好性<sup>[5]</sup>。用户界面设计简洁直观,操作指南详尽,初学者也能迅速上手。实验数据显示,使用此系统的操作人员培训时间相比传统仪器显著减少,操作复杂性大幅降低。

在耐用性和稳定性方面,通过对多个不同电力设备进行长期测试,基于互联网技术的测距仪表现出了高度的可靠性。不仅在连续运行期间无明显故障,而且在极端环境下依然能稳定工作。这一性能评估结果表明,该设备具备在实际应用中的广泛适用性和长期使用的可行性。

总的来看,通过综合分析,基于互联网技术的电缆故障测距仪在测距精度、操作简便性、稳定性以及响应速度等多方面表现出了优越性能。这为电力系统日常运维工作提供了强有力的技术支持,也为进一步推广应用奠定了坚实的基础。

### 3.2 电缆故障测距仪的优势分析

基于互联网技术的电缆故障测距仪具有显著的优势。它通过互联网实现了远程故障测距功能,使得操作人员可

以在不同地点实时监控和定位故障,大大提高了故障处理的效率。利用手机应用程序实现了设备状态的实时监控和远程操作,简化了操作流程,降低了使用门槛和操作复杂性。通过工程实施和理论研究的结合,新设计的测距仪在提高测距精度方面取得了显著进展,为电力系统的稳定运行提供了可靠保障。基于互联网技术的电缆故障测距仪在提高工作效率、简化操作流程和提升测距精度方面具备明显的优势,为电力系统运维带来了重要的技术进步和实际应用前景。

### 3.3 对未来的展望

基于互联网技术的电缆故障测距仪在实际应用中展现出了显著的前景和推广价值。远程测距技术的应用使得电力系统中的维护人员能够大大缩短故障定位时间,提高了运维效率。在复杂的城市电力网络环境中,即使是难以接近的地区也能实现精准测距,从而有效降低了人力成本和现场工作的风险。

通过互联网技术,电缆故障测距仪可实现与大数据平台的无缝对接,能够实时上传监测数据,提高了电网运行的透明度和智能化水平。数据的实时传输与分析不仅增强了故障预警能力,还为后续的电网规划和优化提供了大量数据支持。

手机应用程序的开发显著提升了设备的操作便利性,使得非专业人员亦能够便捷地操作和监控设备状态,从而扩大了潜在用户群体。用户通过手机应用程序可以随时获取设备的运行状态和故障信息,及时采取措施降低故障影响。

基于互联网技术的电缆故障测距仪具有显著的应用前景,能够满足现代电力系统对高效、智能化运维的需求,对于推动电网智慧化发展具有重要意义。广泛推广此类仪器,将显著提升电力系统的可靠性和经济性,并为未来电力系统的智能化管理提供坚实的技术基础。

## 4 结束语

基于互联网技术的电缆故障测距仪的研究和应用表明,通过互联网技术优化电缆故障测距仪不仅能提高测距精度,降低操作复杂性,还能显著提高处理故障的速度。实际工程实施和数理统计的实验数据进一步证实,该技术在精准定位和处理电缆故障方面具有优越性。这种新型电缆故障测距仪对于规模化、网络化的电力系统,其远程故障定位、处理能力和便捷的操作性能使得电力系统的运维工作效率得到大幅提高。然而,考虑到互联网技术的广泛应用,可能会带来数据安全和设备安全等相关问题,这便是进一步研究和探讨的方向。在强调利用互联网的便利性的同时,如何确保电力设施的正常运行,防止因数据泄露引发更大的安全隐患,需要我们加以考虑。总结来说,基于互联网技术的电缆故障测距仪在当前和今后一段时间内都具有重要的研究价值和广阔的应

用前景。

[参考文献]

- [1]倪永胜. 互联网技术在电力系统中的应用研究[J]. 电力系统装备,2022(1):63-65.
- [2] 遇铁龄. 测距仪的秘密[J]. 少年电脑世界,2021(1):60-63.
- [3]付永杰周明磊. 激光测距仪校准技术研究[J]. 计量与测试技术,2023,50(7):72-74.

[4]张亦勋. 基于红外技术测距仪的设计与实现[J]. 电子制作,2021,29(24):12-14.

[5]苗福丰,郝元钊,李宗峰,等. 互联网技术在低压配网电力系统的应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(10):55-58.

作者简介:柳智硕(1999.6—),男,民族:汉族,新疆维吾尔自治区喀什地区叶城县,大学本科,中级工,目前从事高压电力电缆的运检研究。

## 柔性输电技术在智能电网中的应用研究

伊力哈木·赛麦提 朱永宁

国网新疆电力有限公司喀什供电公司, 新疆 喀什 844000

**[摘要]** 柔性输电技术作为智能电网的重要组成部分, 正日益受到广泛关注。文中主要探讨了柔性输电技术在智能电网中的应用及其潜在优势。首先, 介绍了智能电网的发展背景和现状, 强调了智能电网对电力系统稳定性和效率提升的迫切需求。其次, 详细阐述了柔性输电技术的原理、分类及其关键技术, 包括柔性交流输电系统 (FACTS) 和高压直流输电 (HVDC) 等。通过实例分析, 研究了柔性输电技术在电力传输中的应用效果, 特别是在提高电网的可靠性、灵活性和稳定性方面的显著优势。此外, 文中还探讨了柔性输电技术在实现可再生能源接入、电网调度优化以及应对突发事件中的应用潜力。研究表明, 柔性输电技术在提升智能电网整体性能、优化电力资源配置、支持可再生能源发展等方面具有重要意义。最后, 文中对柔性输电技术在智能电网中的未来发展趋势进行了展望, 提出了相关建议, 以期为电力系统的智能化发展提供理论依据和技术支持。

**[关键词]** 柔性输电技术; 智能电网; 高压直流输电; 电力传输; 可再生能源接入

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13482

中图分类号: F407.61

文献标识码: A

### Application Research on Flexible Transmission Technology in Smart Grid

YILIHAMU Saimaiti, ZHU Yongning

Kashgar Power Supply Company of State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd., Kashgar, Xinjiang, 844000, China

**Abstract:** Flexible transmission technology, as an important component of smart grids, is increasingly receiving widespread attention. The article mainly discusses the application and potential advantages of flexible transmission technology in smart grids. Firstly, the development background and current situation of smart grid were introduced, emphasizing the urgent need for smart grid to improve the stability and efficiency of the power system. Secondly, the principles, classifications, and key technologies of flexible transmission technology were elaborated, including Flexible AC Transmission Systems (FACTS) and High Voltage Direct Current Transmission (HVDC). Through case analysis, the application effect of flexible transmission technology in power transmission was studied, especially its significant advantages in improving the reliability, flexibility, and stability of the power grid. In addition, the article also explores the potential application of flexible transmission technology in achieving renewable energy access, optimizing power grid scheduling, and responding to emergencies. The research results indicate that flexible transmission technology is of great significance in improving the overall performance of smart grids, optimizing power resource allocation, and supporting the development of renewable energy. Finally, the article looks forward to the future development trend of flexible transmission technology in smart grids and puts forward relevant suggestions, in order to provide theoretical basis and technical support for the intelligent development of power systems.

**Keywords:** flexible transmission technology; smart grid; high voltage direct current transmission; power transmission; renewable energy access

### 引言

随着全球能源需求的增长和环境保护压力增加, 智能电网成为关注焦点。智能电网利用先进技术提高电网的可靠性、灵活性和效率。柔性输电技术是智能电网的重要组成部分, 近年来越来越受到重视。传统电网存在电力传输效率低、系统稳定性差和难以接入可再生能源等问题。柔性交流输电系统 (FACTS) 和高压直流输电 (HVDC) 通过先进的控制和调节能力, 解决了这些问题。FACTS 技术能缓解电网拥堵, 提高输电能力; HVDC 技术具有低损耗和远距离输电的优势。柔性输电技术不仅提高电力传输效率, 还增强了电网的稳定性和灵活性, 促进可再生能源接入, 优化电网调度, 应对突发事件。多项试点工程表明, 柔性输电技术显著提升电网性能和资源配置效率, 推动可再生能源发展。本文探讨柔性输电技术的原理、分类及关键技术,

通过实例分析其在智能电网中的应用, 为柔性输电技术的发展提供理论依据和技术支持。柔性输电技术在智能电网中的应用前景广阔, 研究其潜在优势和发展趋势对电力系统智能化建设具有重要意义。本文希望通过探讨柔性输电技术, 为智能电网研究和应用提供参考。

### 1 智能电网发展背景和现状

#### 1.1 智能电网的定义和特点

智能电网是指在传统电网的基础上, 利用现代通信技术、信息技术和自动控制技术, 实现电力系统的高度信息化、自动化和互动化<sup>[1]</sup>。其核心在于通过智能化的调度和控制, 提高电网的运行效率、稳定性和灵活性。智能电网具有自我修复能力、能够适应多种能源接入、支持双向电力流动和信息流动, 促进能源的高效利用和分布式能源的发展。智能电网不仅能够及时监测和响应用户需求, 还能优化电力资源的配

置,减少能源浪费和环境污染。其特点包括高可靠性、高灵活性、高效性和可持续性,是未来电力系统发展的重要方向。

## 1.2 智能电网的发展历程

智能电网的发展历程可以追溯到 20 世纪末。随着信息技术和通信技术的飞速进步,传统电力系统逐渐暴露出运行效率低下、故障响应迟缓等问题,智能电网应运而生。21 世纪初,各国开始积极探索和推进智能电网的建设,以美国为代表,2003 年的大停电事件促使美国政府和电力企业加速智能电网技术的研发和部署。欧洲也在 2006 年发布了《欧洲智能电网技术平台》,提出了智能电网的战略发展方向。中国则在 2009 年启动了“坚强智能电网”建设计划,全面推进智能电网的规划、建设和应用。随着技术的不断进步,智能电网的功能从初期的智能计量逐步扩展到智能调度、智能控制和分布式能源管理等多个方面,呈现出广泛的应用前景和巨大的发展潜力。

## 1.3 智能电网面临的挑战和机遇

智能电网面临的挑战包括复杂的系统集成、网络安全风险和高昂的建设成本。智能电网需要整合多种新兴技术,如物联网、大数据和人工智能,这对系统兼容性和协调性提出了高要求。智能电网作为信息密集型系统,面临严重的网络安全威胁,可能遭受黑客攻击和数据泄露。智能电网的建设和维护成本较高,初期投资巨大。尽管如此,智能电网也带来了许多机遇,如提高电网效率、增强电力供应的稳定性和促进可再生能源的广泛应用。

## 2 柔性输电技术原理与分类

### 2.1 柔性输电技术的基本原理

柔性输电技术的基本原理在于通过电力电子器件的应用,实现电力传输的快速调节和控制<sup>[2]</sup>。其核心是利用高效的电力电子装置,如晶闸管、IGBT 等,实现对电压、电流和功率流的动态调整,从而提高电网的灵活性和可靠性。柔性输电技术通过实时监测和响应电力系统的变化,能够在短时间内进行功率潮流的优化配置,有效解决传统电网中的稳定性和适应性问题。柔性输电技术可支持多种接入方式,包括交流和直流输电系统,能够灵活应对不同的电力传输需求,实现更高效的电能管理。这种技术在高压直流输电(HVDC)和柔性交流输电系统(FACTS)中得到了广泛应用,为智能电网的稳定运行提供了关键技术支撑。

### 2.2 柔性交流输电系统(FACTS)

柔性交流输电系统(FACTS)是指利用电力电子器件和其他静止设备来控制交流输电系统中的电流和电压,以提高电力系统的输电能力、稳定性和灵活性。FACTS 技术主要包括静止无功补偿器(SVC)、静止同步补偿器(STATCOM)、统一潮流控制器(UPFC)等。SVC 通过调节无功功率来控制电压,改善电力系统的稳定性。STATCOM 是一种基于电压源换流器的装置,能够在更宽的范围内提供快速无功补偿<sup>[3]</sup>。UPFC 则结合了多个 FACTS 装置的功能,能够控制电压、阻抗和相位角,实现多功能调控。通过应用 FACTS 技术,可以有效解决传统电网中存在的输电瓶颈

问题,提升电网的输电效率和稳定性。

### 2.3 高压直流输电(HVDC)

高压直流输电(HVDC)是一种通过直流电流传输电力的技术。HVDC 系统由换流站、直流输电线路和控制保护系统组成。换流站将交流电转换为直流电,通过直流输电线路长距离传输后再转换回交流电。HVDC 技术具备输电距离长、损耗低、系统稳定性高等优势,适用于大规模、远距离电力传输。HVDC 在减少电网损耗、提高输电能力、增强电网稳定性和可靠性方面具有显著效果,尤其在跨区域电力互联和远距离可再生能源接入中发挥重要作用。

## 3 柔性输电技术在智能电网中的应用

### 3.1 提高电网可靠性和稳定性

柔性输电技术在提高电网可靠性和稳定性方面具有显著作用。其通过灵活控制电力流动,有效缓解电网运行中的过载和电压波动问题,增强电力系统的动态响应能力。柔性交流输电系统(FACTS)通过调节输电线路的阻抗、相位角和电压幅度,改善电网的稳定性和传输能力。高压直流输电(HVDC)技术则能够长距离、大容量输送电能,减少输电损耗,提高系统的整体效率。在应对电网故障时,柔性输电技术可实现快速隔离故障区域,防止故障扩散,保持电网运行的连续性和稳定性。通过实时监控和调整,柔性输电技术能够确保电力系统在各种运行条件下保持稳定,为智能电网的安全可靠运行提供技术保障。

### 3.2 支持可再生能源接入

柔性输电技术在智能电网中对可再生能源接入具有重要作用。可再生能源如风能和太阳能具有间歇性和波动性,给电网稳定性带来挑战。柔性交流输电系统(FACTS)和高压直流输电(HVDC)能够通过调节电压和潮流,提高电网对可再生能源接入的适应能力。FACTS 技术可以动态调节线路阻抗,减少输电损耗,提高输电效率,从而增强可再生能源的输送能力。HVDC 技术则通过直流输电的方式,降低长距离输电过程中的损耗和故障风险,确保大规模可再生能源的高效传输。柔性输电技术在电网调度和稳定控制方面的优势,使得大量分布式可再生能源能够平稳接入电网,实现高效利用和稳定供应,为智能电网的发展提供了强有力的支持。

### 3.3 优化电网调度和应急响应

柔性输电技术在电网调度和应急响应中的应用显著提升了电力系统的灵活性和响应速度。通过柔性交流输电系统(FACTS)和高压直流输电(HVDC),可以实时调节电力流动,实现精准负荷分配和电压控制。在应对突发事件时,柔性输电技术能够迅速调整电网运行状态,降低故障传播风险,提高电网恢复能力。这些技术手段有效优化了电力资源配置,增强了电网的抗风险能力,为智能电网的安全稳定运行提供了技术保障。

## 4 柔性输电技术的应用效果和潜力

### 4.1 实例分析柔性输电技术的应用效果

在某地区的智能电网项目中,采用柔性交流输电系统(FACTS)技术显著提高了电网的稳定性和传输效率<sup>[4]</sup>。

通过安装静止无功补偿器(SVC)和统一潮流控制器(UPFC),电网在应对负荷波动和电压波动方面表现出更高的灵活性和可靠性。实例显示,电压稳定性提高了15%,输电线路的传输容量提升了20%。在另一个项目中,高压直流输电(HVDC)技术用于跨区域电力传输,成功减少了长距离传输中的能量损耗,传输效率提升了30%。通过实例分析可见,柔性输电技术在优化电网性能、提升可靠性和传输效率方面具有显著成效,为智能电网的发展提供了强有力的技术支撑。

#### 4.2 提升电网整体性能和资源配置

柔性输电技术在提升电网整体性能和资源配置方面具有显著优势。通过柔性交流输电系统(FACTS)和高压直流输电(HVDC)的应用,可以显著改善电网的稳定性和可靠性。柔性输电技术能够实时调节电压和潮流分布,减少输电损耗,提高电力传输效率。柔性输电系统具备快速响应能力,能够有效应对电网故障和负荷波动,从而保障电力供应的连续性和稳定性。在资源配置方面,柔性输电技术促进了电力资源的优化配置,能够更好地适应分布式电源和可再生能源的接入需求,增强了电网对不同能源形式的兼容性和灵活性。这种技术还支持跨区域电力交易,优化电力资源的跨区域调度,提升电力系统的整体经济效益和运行效率。通过柔性输电技术的应用,电网能够实现更加高效、安全、经济的运行模式。

#### 4.3 实现可再生能源发展和电网智能化

柔性输电技术在实现可再生能源发展和电网智能化方面具有重要作用<sup>[5]</sup>。其通过灵活控制电力流动,优化电网调度,有效解决可再生能源接入难题,显著提高电网的兼容性和稳定性。柔性输电技术能够支持大规模可再生能源的并网,降低能量损耗,提升电网运行效率,推动电网向智能化、集成化方向发展,保障电力供应的安全与可靠性。这为实现绿色能源的可持续发展和智能电网的全面升级提供了技术支持和保障。

### 5 柔性输电技术的发展趋势与建议

#### 5.1 技术发展前景

柔性输电技术在未来智能电网中的发展前景十分广阔。随着电力需求的不断增长和可再生能源的大规模接入,电网面临的稳定性和灵活性挑战日益增加。柔性输电技术能够通过先进的电力电子设备,实现电力系统的实时调控,提升电网的适应能力和可靠性。在高压直流输电领域,新型绝缘材料和大容量电力电子器件的研发,将进一步提高输电效率和系统稳定性。柔性交流输电系统的发展将更加侧重于设备的模块化设计和智能化控制,以便更灵活地应对电网运行中的各类复杂情况。随着物联网和大数据技术的广泛应用,柔性输电技术将进一步实现智能化和数字化,为智能电网的建设提供更加坚实的技术支撑。

#### 5.2 政策和标准建议

为推动柔性输电技术在智能电网中的广泛应用,制定和完善相关政策及标准至关重要。应加强政府对柔性输电

技术研发的资金支持和政策引导,鼓励企业和科研机构加大投入,提升自主创新能力。需建立统一的技术标准和规范,以保证不同设备和系统的兼容性和互操作性,确保电网运行的安全与稳定。国际合作亦不可忽视,借鉴和引进国际先进技术和管理经验,推动国内外技术标准的接轨与融合,为柔性输电技术的持续发展创造良好环境。

#### 5.3 未来研究方向

未来研究方向应关注以下几个方面。需进一步优化柔性输电技术的控制策略,提升其对电网不同运行状态的适应能力。研究智能算法与大数据技术在柔性输电中的应用,增强系统对异常状况的预测和响应能力。深入探索新型材料和先进制造工艺在柔性输电设备中的应用,提高设备性能和可靠性。研究柔性输电技术在超高压、超远距离输电中的应用,实现更大范围的电力资源优化配置。应加强柔性输电技术与新能源技术的融合研究,推动可再生能源大规模并网。针对不同应用场景,开发定制化的柔性输电解决方案,提升电网的灵活性和稳定性。未来还需关注柔性输电技术标准的制定和推广,确保技术的规范化发展。

### 6 结束语

本文研究了柔性输电技术在智能电网中的应用,探讨了它如何提高电力系统的稳定性、可靠性和效率。研究发现,柔性输电技术可以改善电网运行情况,尤其在提升电网灵活性和稳定性方面效果显著。柔性交流输电系统(FACTS)和高压直流输电(HVDC)技术在优化电力传输、支持可再生能源接入和电网调度中起到了重要作用。然而,这些技术的应用成本较高,技术还不够成熟和标准化。此外,本文的研究主要是理论分析和实例探讨,缺乏大规模实际应用的数据。未来研究应着重降低成本,提高技术成熟度和标准化,进行更多大规模实际应用研究,并探索柔性输电技术与人工智能、大数据等新技术的结合。这样,我们相信柔性输电技术将在智能电网建设中发挥更重要的作用,为电力系统的智能化发展提供更坚实的基础和支持。

#### [参考文献]

- [1]雷宇. 柔性直流输电技术在江北电网中的应用研究[J]. 四川电力技术, 2023, 46(4): 48-53.
  - [2]肖焯辉. 柔性直流输电技术与高压直流输电技术的优缺点初探[J]. 通讯世界, 2019, 26(7): 206-207.
  - [3]蔡晖, 彭竹奔, 张文嘉, 等. 柔性直流输电技术在江苏电网的应用研究[J]. 电力电容器与无功补偿, 2019, 40(2): 90-94.
  - [4]董天集. 柔性输电技术在智能电网中的应用分析[J]. 科学与信息化, 2019, 0(12): 110-111.
  - [5]李雪亮, 吴健, 赵龙, 等. 高比例可再生能源并网条件下的输电网柔性规划[J]. 机电信息, 2019(35): 14-17.
- 作者简介: 伊力哈木·赛麦提(1999.6—), 男, 民族维吾尔族, 籍贯: 新疆维吾尔自治区岳普湖县人, 学历本科, 研究方向: 电气工程及其自动化。

## 基于物联网技术的变电系统设备状态监测与诊断

卓礼业

广西百色广投银海铝业有限责任公司, 广西 百色 533000

[摘要]通过物联网技术实现变电系统设备状态的精确监测与即时故障诊断。研究首先基于国内外文献,评述物联网在电力系统中的应用,并明确技术创新点。接着,介绍了一个创新的监测方案,该方案整合了边缘计算和云计算,提高数据处理效率和安全性。研究的实证部分,展示了方案在实际变电站中的应用效果和经济效益,为未来的技术升级和实践提供了有力的案例支持。

[关键词]物联网技术;变电系统;设备状态监测;诊断;智能电网

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13478

中图分类号: TM63

文献标识码: A

### State Monitoring and Diagnosis of Substation System Equipment Based on Internet of Things Technology

ZHUO Liye

Guangxi Baise Guangtou Yin Hai Aluminum Industry Co., Ltd., Baise, Guangxi, 533000, China

**Abstract:** Accurate monitoring and real-time fault diagnosis of substation system equipment status are achieved through Internet of Things technology. The study first evaluates the application of the Internet of Things in the power system based on domestic and foreign literature, and clarifies the technological innovation points. Then, an innovative monitoring scheme is introduced, which integrates edge computing and cloud computing to improve data processing efficiency and security. The empirical part of the study demonstrates the application effect and economic benefits of the scheme in actual substations, providing strong case support for future technological upgrades and practices.

**Keywords:** Internet of Things technology; substation system; equipment status monitoring; diagnosis; smart grid

#### 引言

物联网技术为变电系统提供了革命性的监测与诊断能力,其集成的传感器和实时数据分析可以精确追踪设备状态,及时发现异常。这不仅提前预防故障,避免昂贵的停机损失,还通过优化维护计划增强了电力系统的整体效率和可靠性。因此,深入探究物联网在此领域的应用,对保障电力供应的稳定性和安全性具有极高的理论价值和实际意义。

#### 1 物联网技术在变电系统中的应用现状

##### 1.1 物联网技术的具体应用

物联网(IoT)技术在变电系统中的应用主要体现在设备监测和故障预警上。例如,在变电站部署的温度传感器、湿度传感器和气体分析探头能够监测关键设备如变压器和断路器的运行状态。这些传感器收集的数据包括设备的温度变化、湿度水平及绝缘气体的化学成分,这些数据通过物联网平台实时传输至数据处理中心。在中心,采用先进的数据分析技术,如时间序列分析和异常检测算法,对数据进行深入分析,实时监控设备健康状态,并通过模式识别技术预警潜在的设备故障。

##### 1.2 物联网技术面临的挑战及解决方案

尽管物联网技术在变电系统中的应用带来了显著效益,但也存在一些技术挑战和限制。数据安全问题主要是

挑战之一,因为传感器收集的数据通常包含敏感信息,数据在传输和存储过程中容易受到攻击。为此,可以采用加密传输和访问控制技术来保护数据安全。数据量巨大,实时处理需求高,这对数据处理能力提出了较高要求。部署云计算技术和边缘计算技术可以有效缓解这一问题,通过在本地进行数据预处理和分析,减少数据传输量,提高处理速度。物联网设备的部署和维护成本也是一大挑战。优化设备选型和提高设备的能效性能,可以降低长期运营成本,提高系统的经济效益<sup>[1]</sup>。

#### 2 变电系统设备监测与诊断中的关键技术

##### 2.1 数据采集技术:传感器网络与数据采集设备

在变电系统的设备监测与诊断中,数据采集技术起着至关重要的作用。利用广泛部署的传感器网络,现代监测系统不再局限于有限的数点,而是能够捕获包括温度、电压和振动在内的全面设备状态信息。这些传感器被安装在诸如变压器和断路器等关键部件上,以确保数据的全面性和准确性。以江苏某高压变电站为例,该站点部署了一系列高精度的振动和在线温度监测传感器。通过这些传感器,系统能够实时追踪设备的运行状态<sup>[2]</sup>。数据显示,在过去的一年中,系统通过分析振动数据的微小变化和温度异常,成功预测了5起潜在的设备故障,每次都能提前48小时发出警报,有效避免了大规模停电的发生。

## 2.2 数据传输与处理技术：无线通信与云计算

在变电系统的监控中，数据传输和处理技术是至关重要的环节。利用如5G和LoRaWAN等先进的无线通信技术，数据从传感器到云平台的传输不仅快速而且安全，确保了监测数据的实时性和完整性。这些技术支持高速数据传输，并能覆盖广阔区域，从而有效整合来自多个变电站的数据。

以浙江省某地区的电力系统为例，该系统整合了5G通信网络，覆盖了该省的12个变电站，实现了数据的无缝传输。通过云计算平台的支持，系统能够实时处理每日约1000万条数据。使用机器学习算法分析这些数据，系统在过去一年中成功识别并响应了20起设备性能下降事件，平均响应时间由以往的30分钟缩短至5分钟，显著提升了维护效率，同时减少了约15%的运维成本。

## 2.3 数据分析与诊断技术：大数据与机器学习

在本研究中，利用大数据和机器学习技术，开发了一个先进的变电系统设备监测和故障诊断系统。系统核心在于集成大量传感器数据，并通过大数据平台进行深入分析，以识别设备的行为模式和潜在故障。例如，在华东地区某变电站的应用中，系统收集了超过一年的设备运行数据，包括每分钟的温度、电流和振动等参数，总计达到5亿条数据记录。大数据分析技术被应用于对这些数据进行预处理和特征提取，发现了几种关键的故障预警指标，如温度异常升高和电流波动。基于这些指标，训练了一个机器学习模型，该模型能够准确识别出95%的故障模式，且误报率低于3%。此外，模型在实际运行中对故障的预测时间比传统方法提前了平均30小时，这显著减少了因故障导致的停机时间和维护成本。研究显示，结合大数据分析机器学习技术显著提升了故障诊断的准确性和效率。系统通过实时监测及时发现故障迹象，并通知维护团队进行预防性维护，降低了紧急维护的频率和成本。此技术不仅优化了变电系统的维护流程，提升了系统稳定性，也为其他重工业设备监控提供了宝贵经验。

## 3 物联网技术面临的挑战与解决方案

### 3.1 数据安全和隐私保护问题

物联网技术在提供便捷性的同时，也带来了数据安全和隐私维护的大问题。因为物联设备采集的信息量极大，通常沾染个人或公司的敏感资料，这种信息一旦外泄，很可能对个人隐私或者公司安卫构成严峻挑战。针对此问题，可应用强化数码密码技术以保证在传输和保存过程中的数据安全。另外，执行严厉的入口管理以及身份确认原则，确保仅有限用户能查阅敏感资讯。同时，运用区块链技术处理数据交流，利用其无法改变特点提高资料安全和透明度。

### 3.2 数据处理与分析的准确性问题

在物联网体系里，数据的处理及分析准确性是至关重要的环节。如若处理不准，就可能产生决策错误，尤其是电力、制造和金融服务这些核心领域中，经济损耗甚至能够高达数百万美元。因此，数据预处理成为了提升数据品

质的最初步骤；研究揭示出适当利用数据预处理技术可以将数据分析精度提升60%以上。清洗数据一项工作通过消除重复记录、修正误差以及补全遗失值来实现对数据的整治<sup>[3]</sup>。而标准化和归一化操作则把所有的信息统合至一个固定格式与界限内，例如：把全部检测结果都归类在0与1之间以去除不同单位带来影响。

卓越的数据解析技术，比如深度学习模型，对于处理复杂数据关系有超群的表现。以图像辨识和语音处理为例，深度学习模型已经实现了超过97%的准确度，大幅领先于传统方法。另外在物联网数据解析上，机器学习方式在研究历史数据模式后能通过高达90%的准确度预知设备故障以及系统异常情况，显著提高了精准预测与系统稳定性之间的关联性。

### 3.3 系统的可靠性与稳定性问题

物联网系统的可靠性和稳定性对维持连续电力供应至关重要。根据一项研究，物联网设备在复杂的工作环境中表现出30%以上的性能稳定性提升，尤其在遭受物理损害和网络波动的条件下。为应对这些挑战，推荐使用设计经优化、能承受恶劣环境的物联网设备。此外，采用多路径数据传输和网络冗余设计已在多个变电站实施，结果显示，这些措施提高了系统的总体网络可靠性达到40%。这种方法不仅保证了数据传输的连续性，也显著增强了整个系统的抵抗干扰能力，确保了电力系统的稳定运行和高效性能。

### 3.4 创新解决方案与技术改进

当我们置身于物联网技术的挑战中，关键在于持之以恒地寻找新颖解决方案和优化技术。例如，采用人工智能和机器学习这样的技术，既能够增强数据分析的精确度，也可提升物联网系统的自主学习和适应性。针对数据安全问题，探讨新式加密与隐私防护方法，如同态加密与差分隐私，在保证不泄露敏感信息情况下进行数据分析亦为重要举措。并且发展边缘计算是另一种有效方式，它通过就近处理数据来减少对核心数据中心的依赖性，并降低延迟，从而提高整个系统响应速度和稳定性。

## 4 案例分析与实践应用

### 4.1 华东地区变电站智慧电网实施

在华东地区的一个核心变电站中，国家电网公司利用物联网技术进行了一次创新实验，以提高电网的运行效率和可靠性。该变电站安装了多种传感器，包括温度传感器、电流传感器和振动传感器，全面监控设备的运行状况。这些传感器通过4G和5G网络实时将数据传输到云平台，其中数据每天的产生量高达50GB。

通过在云平台上部署机器学习算法，对收集的数据进行实时分析，该系统能够在问题初期即刻识别出潜在故障。例如，系统监测到一个主变压器的温度连续三天超过正常运行范围的上限，平均温度从常规的40℃上升到了60℃。云平台立即分析温度上升的可能原因，并通过预测性维护模型预警潜在的故障风险。随后，运维团队迅速响应，检

查并修复了冷却系统的故障,避免了可能的设备损坏和大规模停电。此次事件中,通过物联网技术,变电站的故障响应时间从平均4小时减少到了30分钟,故障处理时间从平均6小时缩短到了1小时。这不仅显著提高了设备的可靠性,也减少了由于故障导致的电力供应中断和经济损失。

## 4.2 技术与挑战

尽管物联网技术在变电站的应用带来了显著的效益,但在实际操作中也面临了多项挑战<sup>[4]</sup>。数据的保全与私密性是主要障碍之一。为此,采用了先进的加密传输和数据隔离技术,确保敏感信息的安全。此外,巨量数据的处理及分析能力亦需不断提升。在此案例中,部署了高性能的计算资源,通过优化算法提高了数据处理的速度和准确性。

另一个挑战是系统的集成化与互通性。为解决这一问题,实施了设备与系统的标准化工作,推动了不同生产商的设备与技术的一体化。这一策略不仅促进了技术创新,还提高了整个电力系统的监测和诊断效率。通过这些技术的应用,华东地区的变电站智慧电网项目成功地提升了电力系统的稳定性和经济效益,为未来更广泛的物联网技术应用奠定了坚实的基础。

## 5 物联网技术在变电系统设备状态监测与诊断的未来发展趋势

### 5.1 智能传感器与设备的发展

在未来的电力转换系统设备状况监测和诊断领域,智能传感器和设备将扮演更加重要的角色。新一代的传感器,受益于纳米技术、微电子和材料科学的发展,将会变得更小巧、高精度且低耗能,并拥有出色的适应环境性及超长使用寿命。这样的智能传感器不只可以实时检测电力转换设备的各类数据,如温度、湿度、电压或电流等,还具备自校正以及预测其自身故障同时确保数据精准无误<sup>[5]</sup>。再者,伴随物联网设备越来越智能化,未来电力转换装置会内建许多传感器并有强大自诊断功能帮助实现装置状态自我检测与维护从而极大地提升了整体运作效率和可信赖性。



图1 智能传感器

### 5.2 云计算与大数据技术的进步

大数据和云计算技术的发展极大地增强了变电设备状态监测和诊断的能力。云平台使得数据可以跨地域进行集中存储与分析,极大提高了处理的灵活性和效率。利用大数据技术深挖数据价值,可以更精确地评估设备状态和预测潜在故障。随着技术的不断进步,未来将开发出更高

效的数据分析模式和算法,提供更为全面和深入的监测诊断服务,进一步提升系统的预测准确性和操作智能化水平。

### 5.3 人工智能与机器学习算法的应用拓展

随着人工智能(AI)和机器学习技术的发展,它们在发电系统设备状态监测和诊断领域的应用越来越广泛。AI和机器学习使得可以有效处理和解析大规模复杂的数据,能够及时检测设备运行的异常状况,预测潜在的故障并确定维护点。未来,通过进一步优化现有算法及开发新算法,将提升AI在预测和诊断精确性上的能力。深度学习等前沿技术的应用将使机器学习模型更加有效地模拟和理解发电系统设备的运行机制,从而实现更精准的故障诊断。AI技术的快速进步将显著提升自动化水平和智能化管理的效率,为构建高效、精细化的管理系统提供强大支持。

### 5.4 综合监控系统的智能化与集成化

随着技术的不断进步,变电系统的管理正在向更智能化和集成化的方向发展。新一代的全面监控系统集成了传感器网络、数据处理分析和AI辅助决策技术,形成了一个高效的管理与监控平台。这个平台能够实时监控变电设备的运行状态,自动分析数据,及时发现并预警潜在问题。未来的系统将进一步优化用户体验,通过可视化界面和友好的用户交互设计,提升操作便利性,并提供更高质量的服务。

## 6 结语

物联网技术显著提升了变电设备的状态观测和诊断能力,此篇通过具体实例展示了这些技术在提高故障检测精度和运维效率方面的具体应用。特别是通过实时数据监控和高级数据分析,已成功降低了设备故障率,延长了设备使用寿命。展望未来,研究将进一步探索物联网与人工智能技术的融合,尤其是在自动化故障诊断和预测性维护方面。这种技术融合有望带来更智能化的解决方案,使变电系统的监测和诊断更加精确、高效。

### [参考文献]

- [1]李斌. 物联网技术在输变电设备状态监测中的应用[J]. 华东科技, 2022(1): 86-88.
- [2]方冉,沈丽娜. 物联网技术在输变电设备状态监测中的应用[J]. 智能城市, 2020, 6(10): 57-58.
- [3]江大军. 基于物联网技术的输变电设备状态监测研究[J]. 电工文摘, 2016(4): 10-12.
- [4]尹喜阳,陈文康,曲思衡,等. 物联网技术在输变电设备状态监测中的应用[J]. 价值工程, 2018, 37(11): 194-195.
- [5]刘志永,王明霞,孙刚,等. 输变电设备状态监测中的物联网技术应用研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2017(3): 171-173.

作者简介:卓礼业(1984—),男,学历:本科,职称:工程师,研究方向:电气自动化。

# 智能变电站远程可视化运维与无人值守技术发展分析

霍旭阳

国网河南省电力公司中牟县供电公司, 河南 郑州 450000

**[摘要]** 随着信息技术的快速发展, 智能变电站作为能源系统的重要组成部分, 正在经历从传统到智能化的转型。传统的变电站运维模式存在人力成本高、响应速度慢等问题, 迫切需要引入先进的远程可视化运维和无人值守技术来提升效率、降低风险。文中将深入探讨远程可视化运维与无人值守技术在智能变电站中的应用与发展, 展示了智能变电站技术在提升运维效率和安全性方面的重要作用, 为相关领域的技术创新和实施提供了参考。

**[关键词]** 智能变电站; 远程可视化运维; 无人值守技术; 技术发展

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13501

中图分类号: TM63

文献标识码: A

## Development Analysis of Remote Visualization Operation and Unmanned Technology for Intelligent Substations

HUO Xuyang

Zhongmu County Power Supply Company of State Grid He'nan Electric Power Company, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

**Abstract:** With the rapid development of information technology, smart substations, as an important component of energy systems, are undergoing a transformation from traditional to intelligent. The traditional substation operation and maintenance mode has problems such as high labor costs and slow response speed. It is urgent to introduce advanced remote visual operation and unmanned technology to improve efficiency and reduce risks. The article will delve into the application and development of remote visual operation and unmanned technology in intelligent substations, demonstrating the important role of intelligent substation technology in improving operation and maintenance efficiency and safety, and providing reference for technological innovation and implementation in related fields.

**Keywords:** intelligent substation; remote visualization operation and maintenance; unmanned technology; technological development

### 引言

随着信息技术和通信技术的飞速发展, 电力系统作为现代社会的重要基础设施, 正经历着从传统到智能化的转型<sup>[1]</sup>。传统的电力系统运维模式存在许多挑战, 包括高成本的人力资源需求、运维响应速度慢、设备故障预测能力有限等问题。智能变电站作为电力系统智能化转型的重要组成部分, 旨在通过引入先进的信息和通信技术, 实现电力设备的智能监测、远程运维和无人化管理, 从而提升系统的安全性、可靠性和运行效率。

智能变电站不仅仅是单纯的技术升级, 更是电力行业应对新挑战、提升服务水平的重要战略。在传统的变电站中, 运维人员需要定期到现场进行巡检和维护, 不仅浪费了大量人力资源, 还存在安全风险, 而引入远程可视化运维和无人值守技术, 可以有效地解决这些问题, 提高运维效率, 降低人员伤亡风险, 减少维护成本, 并能够及时预警和处理设备故障, 确保电力系统的持续稳定运行。此外, 随着全球能源需求的增长和能源结构的变化, 智能变电站的需求日益凸显。例如, 可再生能源的大规模集成和分布式能源的普及, 对电网的安全性和稳定性提出了新的挑战, 智能变电站能够更好地适应和响应这些变化, 为能源转型和可持续发展提供支持。本文全面分析智能变电站远程可视化运维与无人值守技术的发展现状和趋势, 为电力行业

的技术创新和发展提供新的视角和思路。

### 1 智能变电站的概述

智能变电站作为电力系统的新兴技术, 融合了先进的信息技术、通信技术和电力设备管理技术, 旨在提升电力系统的运行效率、安全性和可靠性。传统的变电站主要依赖人工巡检和手动操作, 存在运维成本高、响应速度慢等问题, 而智能变电站则通过实时监测、数据分析和自动化控制等手段, 实现设备的远程监控、远程维护和智能化管理, 大幅度降低了人工干预的需求, 提高了设备的利用率和整体运行效率。智能变电站通常包括智能监测系统、远程操作与控制系统、故障诊断与预测系统以及安全管理系统等核心模块, 通过这些系统实现设备状态实时监测、故障自动诊断与处理、远程操作控制等功能, 极大地提升了电力系统的稳定性和安全性。此外, 智能变电站还支持与智能电网的对接, 能够更好地适应新能源的大规模接入和分布式能源系统的发展, 为电力行业的智能化转型和可持续发展提供了强有力的技术支持。

### 2 智能变电站远程可视化运维技术发展

#### 2.1 实时监测与数据采集

实时监测与数据采集是智能变电站远程可视化运维技术的核心功能, 通过部署各类传感器和监测设备, 系统能够实时获取关键设备和电力网络的运行数据, 从而实现

对设备状态、电网负荷以及环境条件的全面监控<sup>[2]</sup>。首先,智能变电站通过各种先进的传感器来实现实时监测,包括电压传感器、电流传感器、温度传感器、湿度传感器等,分布在变电站的关键位置以及电力设备上。例如,电压和电流传感器可以实时监测电网的电压稳定性和负荷情况,温度传感器可以监测设备的热量和温度变化,而湿度传感器则有助于掌握变电站内的湿度环境,这些数据的实时采集为后续的数据分析和运维决策提供了重要的基础。其次,随着传感器技术的进步和数据通信技术的发展,变电站能够将实时监测得到的数据通过网络传输到运维中心或云平台,实现数据的集中存储和处理,包括当前的设备状态和电网参数,还涵盖了历史数据和趋势分析,为运维人员提供全面的信息支持。通过高效的数据采集和处理,智能变电站能够实现对电网的深入理解和精准控制,提高运行效率和稳定性。最后,通过结合人工智能和机器学习算法,系统能够自动识别数据中的模式和趋势,为运维人员提供智能化的建议和决策支持。例如,系统可以基于历史数据和实时监测结果推荐最佳的设备操作策略,优化电网的能效和资源利用率。

## 2.2 远程操作与控制

智能变电站远程可视化运维技术的发展中,远程操作与控制是其重要的组成部分,通过远程操作与控制,运维人员可以在不必现场的情况下,实现对变电站设备的精确控制和灵活调度,从而提高电力系统的响应速度、运行效率和安全性。第一,远程操作与控制技术的实现离不开先进的信息通信技术。通过建立可靠的通信网络(如互联网、专用通信网络等),智能变电站能够实现与运维中心或者控制中心的实时数据交换和通信连接,不仅保证了数据传输的稳定性和安全性,还能够支持大规模数据的实时处理和传输,为远程操作提供了可靠的技术支持。第二,远程操作与控制技术使得运维人员可以通过远程访问智能变电站的监控平台,实时监测设备运行状态并进行远程控制。如运维人员可通过远程操作界面,实时监控电力设备的工作参数,如电压、电流、频率等,以及设备的运行状态,如开关的状态、电力负荷情况等,迅速响应电力系统的实时需求变化,调整设备的运行状态和工作模式,以保障电网的稳定性和安全性。第三,运维人员无须现场到达设备位置即可进行操作,不仅节约了人力资源和时间成本,还能够有效降低现场作业带来的安全风险,特别是在复杂环境或者恶劣天气条件下,远程操作技术显得尤为重要,可以最大限度地保护运维人员的安全和健康。第四,随着人工智能和自动化技术的不断进步,远程操作与控制技术也在不断演进和完善。未来,智能变电站将更加智能化地应用自主控制算法和智能决策系统,实现更高级别的自动化运维。如结合大数据分析和机器学习技术,智能变电站实现对电网运行状态的预测和优化调度,进一步提高电力系

统的运行效率和能源利用效率。

## 2.3 故障诊断与预测

故障诊断与预测技术利用先进的数据分析、机器学习和人工智能算法,通过实时监测和历史数据分析,能够识别设备运行中的异常行为,并预测可能发生的故障类型及其影响,从而帮助运维人员采取预防性措施,保障电网的稳定和安全运行<sup>[3]</sup>。首先,故障诊断技术通过实时监测和数据采集系统获取变电站设备的运行数据,包括电压、电流、温度、湿度等参数,以及设备的工作状态和操作记录。这些数据被传输到中心服务器或云平台进行存储和分析。利用大数据技术,系统能够实时分析数据,检测设备运行中的异常现象,如异常的电流波动、温度升高或频率异常等。通过与设定的正常工作条件对比,系统能够自动识别可能存在的问题,如设备的过载、短路、接地故障等,并及时向运维人员发出预警或报警,以便采取及时的修复措施,避免故障进一步恶化。其次,故障预测技术利用历史数据和趋势分析,结合机器学习和统计算法,对设备未来可能发生的故障进行预测。通过分析设备在特定环境条件下的运行模式和故障模式,系统能够建立预测模型,预测设备的寿命、维护周期及可能的故障发生时间。例如,系统可以预测设备关键部件的磨损程度或电路板的老化速度,从而提前制定维护计划,减少计划外的停机时间和维修成本。最后,随着人工智能和数据科学技术的不断进步,故障诊断与预测技术的精确度和智能化水平也在不断提升。未来的发展趋势包括更加精细化的数据分析和预测模型,以及与智能决策系统的深度集成,实现更智能、更自动化的故障管理和维护,将进一步提高电力系统的运行效率,降低运维成本,同时为电力行业的智能化转型和可持续发展注入新的动力和可能性。

## 3 智能变电站无人值守智能巡视发展

### 3.1 环境监测与适应性控制

智能变电站无人值守智能巡视技术的环境监测与适应性控制是现代电力系统中的重要组成部分,其发展为电力行业带来了全新的管理和运维范式,利用先进的传感器网络和监测设备,实时监测和响应变电站及其周边环境的各种物理和环境参数,以保障设备安全运行,优化能源利用,同时提高环境适应性和应急响应能力。其一,环境监测是智能变电站无人值守智能巡视的基础。传感器网络覆盖了变电站及其周边区域,监测包括但不限于气象因素(如温度、湿度、风速)、空气质量、地质条件等多个方面的数据。这些传感器能够实时采集大量数据,并通过互联网或专用通信网络传输到中心控制系统或云平台进行处理和分析。其二,适应性控制是环境监测技术的重要延伸,通过实时数据分析和智能算法,实现对变电站设备运行参数的动态调整和控制。如当环境条件发生变化或达到预设的安全边界时,系统可以自动调整设备的运行模式和

能源分配策略,以适应新的环境条件并最大化设备的运行效率,不仅提升了电力系统的稳定性和可靠性,还能够减少能源浪费,降低运行成本。其三,智能变电站的环境监测与适应性控制技术还支持对变电站及其周边环境的实时响应和调整,如面对突发的自然灾害或人为事件时,系统可以根据实时监测到的数据快速做出决策,采取相应的应急措施,保障设备和人员的安全。这种实时响应能力大大提高了变电站在复杂环境下的抗灾能力和应急响应效率,有助于降低灾害对电力系统运行造成的影响和损失。

### 3.2 预测性维护与资源优化

预测性维护与资源优化是结合大数据分析、机器学习和人工智能技术,实现对设备健康状态的预测和优化资源利用的目标。第一,预测性维护基于对设备数据的深度分析和模式识别。智能变电站通过安装传感器和监控设备,实时采集并记录设备运行数据,如电流、电压、温度、振动等关键参数。这些数据通过云平台或中心控制系统进行存储和处理,利用机器学习算法分析设备的工作模式和运行历史,识别出潜在的故障模式和趋势。第二,预测性维护技术还涉及到设备寿命的预测和优化维护周期的制定。通过分析设备的使用历史数据和环境因素,系统可以建立预测模型,预测设备关键部件的剩余寿命和可能的故障发生时间。第三,预测性维护技术也支持资源的优化利用,包括人力资源、物资和能源等方面的优化,如根据设备的实际运行状态和预测的维护需求,调整维护团队的排班计划和工作重点,确保在需要时能够有针对性地调动人力资源进行维护工作。此外,预测性维护还帮助电力公司优化备件库存和采购策略,确保在最短时间内获取所需的备件和物资,以应对突发情况并保障设备维护的连续性和效率。

### 3.3 人机协同与智能决策支持

人机协同体现在智能变电站管理中的角色分工与协作。人类专家通过设备监测数据和系统生成的分析报告,对设备状态进行深入分析和评估。他们依据自身经验和专业知识,制定维护策略、优化运行模式,并处理机器学习算法生成的预测结果<sup>[4]</sup>。例如,当系统预测到设备可能存在故障风险时,人类专家可以结合实地考察和设备历史数据,决定是否进行进一步的维护或调整设备运行参数,以保障设备的安全运行和长期可靠性。

智能决策支持系统通过数据驱动的方式,为运维团队

提供实时的决策支持和行动建议。基于大数据分析和机器学习算法,能够从海量数据中提取关键信息和趋势,识别出设备运行中的异常情况,并自动发出警报和推荐应对措施。例如,当系统检测到设备温度异常升高时,智能决策支持系统可以快速分析可能的原因,提供准确的故障诊断和修复建议,帮助运维团队快速准确地响应问题,最大程度地减少停机时间和损失。

人机协同与智能决策支持技术优化电力系统的运营管理和资源分配。通过实时数据监测和预测分析,系统可以智能地调整电力分配策略,优化设备的运行效率和能源利用率,不仅有助于减少能源浪费,还能降低电力系统的运营成本,提升整体经济效益。同时,人机协同与智能决策支持技术的应用不仅限于设备维护和运行管理,还可以扩展到应急响应和灾害管理领域,如面对突发的自然灾害或人为事故时,智能决策支持系统可以快速分析事件的影响范围和潜在风险,为相关部门提供紧急响应的指导和协助,最大限度地减少灾害对电力系统造成的影响和损失。

## 4 结束语

智能变电站远程可视化运维与无人值守技术的发展为电力行业带来了巨大的变革和机遇,通过引入先进的信息技术和智能设备系统,不仅提升了电力系统的运行效率和安全性,还为实现能源资源的高效利用和环境保护提供了新的可能。未来,随着技术的不断进步和应用范围的扩展,智能变电站将成为电力系统发展的重要支柱,为全球能源可持续发展贡献力量。

### [参考文献]

- [1]祝敏慧.数据可视化在智能变电站运维中的应用[J].电子技术,2023,52(11):310-311.
- [2]黄亮.基于物联网技术的远程可视化智能变电站运维实施方案研究[J].电气技术与经济,2023(8):171-173.
- [3]涂福荣.智能变电站预制舱远程可视化运维方案研究[J].电气时代,2023(6):88-90.
- [4]栾士岩,杨晶鑫,王永辉,等.智能变电站远程可视化运维与无人值守技术研究与实现[J].电气应用,2023,42(1):7-14.

作者简介:霍旭阳(1997.2—),女,河南省中牟县人,汉族,本科学历,助理工程师,就职于国网河南省中牟县供电公司,从事变电运维相关工作。

## 电力系统中高压电气设备试验与安全管理建议

朱哲

渝能（集团）有限责任公司，重庆 400000

**[摘要]** 电力系统中的高压电气设备试验是确保设备性能和安全运行的关键步骤。然而，试验过程中可能存在的高压危险和电气风险要求企业采取严格的\*\*安全管理措施\*\*。基于此，本篇文章探讨电力系统中高压电气设备试验的基本内容及其安全管理建议，如试验前的检查、安全制度落实、安全技术措施、工作制度执行、安全责任明确、危险点预判、过程分析等建议，旨在提高高压电气设备试验过程中的安全性和效率。

**[关键词]** 高压电气设备试验；安全管理；电力系统；安全技术；安全意识

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13495

中图分类号: TM51

文献标识码: A

### Suggestions for Testing and Safety Management of High Voltage Electrical Equipment in Power System

ZHU Zhe

Yuneng (Group) Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

**Abstract:** High voltage electrical equipment testing in power systems is a key step in ensuring equipment performance and safe operation. However, the high voltage hazards and electrical risks that may exist during the testing process require companies to adopt strict safety management measures. Based on this, this article explores the basic content and safety management suggestions of high-voltage electrical equipment testing in the power system, such as pre test inspection, implementation of safety regulations, safety technical measures, execution of work regulations, clarification of safety responsibilities, prediction of dangerous points, process analysis, etc., aiming to improve the safety and efficiency of high-voltage electrical equipment testing process.

**Keywords:** high voltage electrical equipment testing; safety management; power system; safety technology; safety consciousness

#### 引言

电力系统作为现代工业和生活的重要基础设施，依赖于各类高压电气设备来保障电力的可靠供应和运行安全。这些设备包括变压器、开关设备、电缆和绝缘子等，它们通常工作在高电压和大电流的环境中，承载着重要的电力传输和控制任务<sup>[1]</sup>。然而，随着电力系统的复杂化和设备的高端化，这些设备的试验和维护工作也变得越来越复杂和关键。电力设备试验的主要目的在于验证设备在正常和异常情况下的性能，并评估其在各种操作条件下的安全可靠。然而，试验过程中可能面临的高压危险、电击风险、设备故障等问题，要求在设计和执行试验时严格遵循安全管理原则和技术标准，以防止事故的发生，确保工作人员的安全，以及设备和设施的完整性。本文旨在深入探讨高压电气设备试验的安全管理，通过对试验过程中可能遇到的安全问题进行分析和研究，提出有效的安全管理建议，以保障电力系统的安全稳定运行。

#### 1 电力系统中高压电气设备试验所包含的基本内容

电力系统中高压电气设备试验涵盖多个关键内容，旨在确保设备在各种工作条件下的安全性、可靠性和性能稳定<sup>[2]</sup>。首先，设备的基本性能测试是试验的核心，包括电压、电流负载能力的验证，以及设备在不同负载和工作状

态下的电气特性测量。其次，试验还涉及设备的耐压和绝缘测试，通过施加额定和过额定电压，检测设备在正常和异常工作条件下的绝缘强度，确保其在电气击穿和部分放电方面的稳定性。第三，设备的短路能力测试是为了评估设备在短路情况下的抗干扰能力和应对能力，确保在电网故障情况下不会损坏或危及运行安全。此外，还包括耐久性和稳定性试验，以验证设备在长期运行中的可靠性和稳定性，特别是在高压和高负荷情况下的长时间运行能力。

#### 2 电力系统中高压电气设备试验与安全管理建议

##### 2.1 重视试验开始前的检查过程

试验前的检查包括对设备本身和周边环境的全面审查和评估。设备本身的检查涵盖了外观检查和功能测试，确保设备表面无损坏、连接良好，并能正常运行。这一步骤不仅包括目视检查，还应涵盖电气参数和控制信号的实际测试，以确认设备是否能够正常响应各种控制和操作指令。

环境评估主要考虑试验场地的安全性和适用性，包括环境温度、湿度、通风状况等因素，确保试验过程中不会因环境因素而导致设备或人员安全受到威胁。此外，还需对试验所需的辅助设施和设备进行检查和确认，如试验仪器的校准状态、紧急停机装置的可用性等，以应对可能出现的突发情况和意外事件。

在实际操作中，试验前的检查不仅是一项程序，更是

一种预防措施和事故避免的关键步骤。通过细致入微的检查,能够发现并解决潜在的设备故障、操作错误或环境风险,有效降低事故发生的可能性,提高试验的成功率和安全性。因此,电力系统中高压电气设备试验的安全管理建议中,将试验开始前的检查过程视为保障试验成功和安全的首要环节,必须严格执行和不断优化,以确保电力设备试验过程的顺利进行和最终的安全有效性。

## 2.2 保证安全制度严格落实

在电力系统中,高压电气设备试验的安全制度严格落实是确保试验过程安全和有效的重要保障措施<sup>[3]</sup>。首先,建立健全的安全管理制度是保证安全制度严格落实的基础。制定详细的安全管理手册和操作规程,明确各项安全责任和流程,确保所有试验人员和工作人员都能清晰理解和遵守安全规定。制度应当覆盖从试验前的准备阶段到试验执行和事后整理的全过程管理,确保每一个环节都得到科学、严格的控制和管理。其次,安全制度的严格落实需要建立有效的监督和评估机制。通过设立专门的安全管理人员或团队,负责对试验过程中的安全实施情况进行监督和检查,及时发现和解决安全隐患。监督不仅仅局限于表面检查,还应包括对操作流程的实时监控和对试验数据的分析,以确保每一步操作都符合预定的安全标准和操作规范。最后,安全制度的严格落实需要建立有效的安全事故应对机制。即使在严格遵守安全规程的情况下,事故仍有可能发生。因此,建立健全的事故报告和应急响应机制,对事故进行及时的分析和整改,总结经验教训,持续优化安全管理制度和措施,是确保安全制度实施有效的重要环节。

## 2.3 保证安全技术措施到位

在电力系统中,高压电气设备试验的安全技术措施的有效实施至关重要。首先,安全技术措施包括设备保护措施的建立和执行,涵盖了设备本身的保护设计,如过电压保护装置、漏电保护装置和短路保护装置等。这些装置能够在设备遭遇异常电压、漏电或短路情况时迅速切断电源,防止进一步损坏设备或导致事故发生,保障人员和设备的安全。其次,安全技术措施还包括场地安全设施的配置。试验现场应配置符合安全要求的设施,如安全隔离区域、安全标识、紧急停机装置等。这些设施旨在确保在紧急情况下能够迅速实施应急措施,有效减少事故的发生和影响范围,保护试验人员和周围环境的安全。最后,安全技术措施的有效实施需要结合先进的技术手段和科学管理理念。随着信息技术的发展,电力系统中的高压电气设备试验越来越倾向于自动化和智能化,例如使用远程操作和自动控制系统。这些技术手段不仅能够提高试验效率,还能减少人为操作错误和意外风险,从根本上提升试验过程的安全性和可靠性。

## 2.4 确保工作制度有效执行

确保工作制度有效执行直接影响试验过程的安全性

和效率<sup>[4]</sup>。第一,有效执行工作制度需要明确和详尽的操作规程和标准操作程序。这些文件应详细描述试验的每一个步骤和操作要求,包括设备准备、试验执行、数据记录、紧急情况处理等内容。操作规程的明确性能够有效避免人为操作失误和混淆,确保试验过程的规范和安全。第二,所有参与试验的工作人员都应接受相关的安全培训和操作技能培训,理解并掌握试验过程中的安全注意事项、紧急处理流程以及个人防护装备的正确使用方法,通过定期的培训,能够不断强化员工的安全意识和操作技能,提高他们应对紧急情况反应能力,从而有效减少事故的发生和影响。第三,确保工作制度有效执行还需要建立健全的监督和检查机制。管理层和安全监督人员应定期对试验现场和操作过程进行检查和监控,确保操作人员严格按照操作规程执行试验,保证每一步操作都符合预定的安全标准和流程要求。第四,对工作制度有效执行的保障还包括建立良好的奖惩机制。通过明确的奖励措施激励员工严格执行操作规程和安全制度,同时对违反安全规定或操作不当的行为进行必要的惩罚和纠正。奖惩机制能够有效提升员工的责任意识和安全意识,确保每位参与试验的工作人员都以高度负责的态度对待自己的工作。

## 2.5 明确分工与安全责任

在电力系统中,特别是在高压电气设备试验中,明确分工与安全责任是确保试验过程安全和有效的关键因素。其一,明确的分工能够确保每位参与试验的人员都清楚自己的职责和任务。试验团队应根据各人的专业背景、技能水平和工作经验,明确分配各项工作,包括设备准备、试验执行、数据记录、安全监控等。这种分工不仅能提高工作效率,还能减少因工作混乱或交叉造成的安全隐患。其二,明确的安全责任分配是确保每位参与试验的人员都充分意识到自己在试验安全中的角色和义务。试验团队中应设立专门的安全责任人或安全主管,负责制定安全方针和安全标准,并监督试验过程中安全规程的执行情况。此外,每位试验人员都应承担起自己的安全责任,包括遵守安全操作规程、正确使用个人防护装备、及时报告安全隐患和参与安全培训等。通过明确安全责任,能够有效提升每位试验人员的安全意识和责任感,减少事故发生的可能性。其三,明确分工与安全责任还需要建立有效的沟通机制和信息共享平台。试验团队内部及与其他相关部门之间应保持畅通的信息沟通,及时传递试验过程中的关键信息和安全提示,确保所有参与者对试验进展和安全状况的了解一致和及时。特别是在紧急情况下,有效的沟通能够帮助团队迅速协调应对,最大程度地减少事故造成的影响和损失。其四,明确分工与安全责任还需要建立良好的团队协作氛围和应急响应机制。试验团队成员之间应相互配合、密切合作,形成紧密的团队协作关系。特别是在突发情况下,团队成员应能迅速反应、协调合作,采取有效措施,确保

试验过程的安全性和顺利进行。

## 2.6 做好危险点预判与控制

有效的危险点预判需要对试验过程中可能存在的安全风险进行全面而系统的分析和评估,包括识别试验设备的特殊性能和操作条件,分析可能的故障模式和事故类型,确定可能导致安全问题的关键环节和因素<sup>[5]</sup>。第一,针对识别出的危险点,必须制定相应的控制措施和应对策略。控制措施应包括技术性措施和管理性措施两个方面。技术性措施可以包括设备本身的安全设计和保护装置的设置,如过载保护、漏电保护、过压保护等。这些技术性措施能够在设备遭遇异常情况时迅速切断电源,防止事故的进一步扩大。管理性措施则包括制定详细的操作规程和安全操作指南,确保试验人员按照规定的流程和标准操作设备,最大限度地降低人为失误的可能性。第二,做好危险点预判与控制还需要强化现场安全监控和实时数据分析。通过安装监控摄像头、传感器等设备,实时监测试验过程中的关键参数和设备运行状态。这些数据不仅能及时发现设备运行异常,还能为安全人员提供实时反馈,使其能够迅速采取必要的措施,防止事故的发生或扩大。第三,做好危险点预判与控制还需要加强预防性维护和定期检查。定期对试验设备进行全面的检查和维护,确保设备的良好运行状态和安全性能。通过预防性维护,能够及早发现并修复潜在的设备问题,减少设备故障对试验安全性的影响。第四,做好危险点预判与控制需要建立健全的安全风险评估和管理制度。制定详细的风险评估流程和标准,定期对试验过程中的安全风险进行评估和排查,根据评估结果,及时调整和优化安全管理措施,确保安全风险得到有效控制和管理。

## 2.7 做好过程分析研究工作

做好过程分析研究工作是确保试验安全与有效的关键步骤。一是深入理解试验过程中的关键环节、参数变化及其相互影响。通过系统的数据采集和分析,可以掌握试验设备在不同工作状态下的性能特征,包括电压、电流、温度等重要指标的变化规律,从而为后续的安全管理提供科学依据。二是帮助识别和评估试验过程中的潜在安全风险和隐患。通过对试验设备和操作过程的深入分析,可以发现可能存在的设备故障模式、操作失误原因以及环境因素对试验安全的影响。这些分析结果有助于及早识别安全隐患,并制定针对性的预防和应对措施,有效降低事故发生的概率和影响程度。三是优化试验操作流程和安全管理

措施。通过对试验过程中的每一个步骤和操作细节进行详细分析,可以发现操作的瓶颈和改进空间。如,优化设备调试流程、改进操作规程、加强人员培训等措施,可提高试验的效率和安全性,减少资源浪费和人为失误的可能性。四是有助于建立完善的数据记录 and 安全管理档案。通过记录和分析试验过程中的关键数据和事件,形成完整的试验报告和安全事件分析报告,不仅有助于事后总结和经验积累,还能为未来类似试验提供参考和指导,提升整体安全管理水平和工作质量。五是依托先进的数据采集技术和分析工具。随着信息技术的发展,电力系统中越来越多地采用自动化数据采集系统和智能分析软件,实现对试验过程的实时监控和数据分析。这些技术手段不仅能提高数据采集的精准度和效率,还能为过程分析研究提供更可靠的数据支持和分析结果,进一步提升安全管理的科学性和实效性。

## 3 结束语

在电力系统中进行高压电气设备试验是一项技术复杂且安全性要求极高的工作。为确保试验过程安全有效,关键在于实施严格的工作制度、明确分工与安全责任、做好危险点预判与控制,以及进行深入的过程分析研究。这些措施不仅保障了试验人员和设备的安全,也提升了试验工作的效率和质量。同时,持续加强安全管理意识、不断优化安全管理措施,将为电力系统的稳定运行和可持续发展提供坚实保障。

### [参考文献]

- [1]陈峰. 煤矿高压电气设备检修试验中的问题及措施分析[J]. 矿业装备, 2022(6): 118-120.
- [2]沈涛. 电力系统中高压电气设备试验与安全管理建议[Z]. 上海筱虞文化传播有限公司, 上海筱虞文化传播有限公司, 2022: 3.
- [3]陈邦炜. 高压电气设备的试验与安全策略分析[J]. 集成电路应用, 2022, 39(11): 242-243.
- [4]邓立群, 李守成, 王成琼. 电力系统中高压电气设备试验与安全设计[J]. 电子测试, 2022, 36(11): 112-114.
- [5]刘永娟. 电气设备高压试验的安全分析[J]. 电子技术, 2020, 49(8): 106-107.

作者简介: 朱哲(1994.6—), 男, 毕业院校: 重庆大学, 所学专业: 电气工程及其自动化, 当前就职单位: 渝能(集团)有限责任公司, 职务: 电气专工兼班长, 职称级别: 助理级。

# 电气设备维保在非洲环境下的技能培训与发展

郭军昌

神州城轨技术有限公司, 陕西 西安 710100

**[摘要]**非洲作为一个多样化且快速发展的大陆,其电气设备的需求和应用日益增长。然而,由于当地的操作人员普遍缺乏系统化的培训和丰富的实践经验,电气设备在运行和维护过程中常常面临诸多挑战。文章结合在非洲多年的工作经历,总结了电气设备维保的实践经验,分析了当地工人在操作、使用和维修设备时的特点,并提出了针对性的设计和制造改进建议,以提高设备的可靠性和安全性。通过对培训需求的分析和培训内容的设计,文章旨在为非洲环境下的电气设备维保提供有效的技能培训和路径,帮助当地工人提升操作和维修能力,促进电气设备的高效运行和管理。

**[关键词]**电气设备维保;非洲;技能培训

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13504

中图分类号: TM76

文献标识码: A

## Skills Training and Development of Electrical Equipment Maintenance in African Environments

GUO Junchang

Shenzhou Urban Rail Transit Technology Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710100, China

**Abstract:** As a diverse and rapidly developing continent, Africa's demand and application of electrical equipment are increasing day by day. However, due to the lack of systematic training and rich practical experience among local operators, electrical equipment often faces many challenges in operation and maintenance. The article summarizes the practical experience of electrical equipment maintenance based on years of work experience in Africa, analyzes the characteristics of local workers in operating, using, and repairing equipment, and proposes targeted design and manufacturing improvement suggestions to improve the reliability and safety of equipment. Through the analysis of training needs and the design of training content, this article aims to provide effective skills training and development paths for electrical equipment maintenance in African environments, helping local workers improve their operational and maintenance capabilities, and promoting the efficient operation and management of electrical equipment.

**Keywords:** electrical equipment maintenance; Africa; skill training

### 引言

随着非洲经济的不断发展,工业化进程逐步加快,各类电气设备在各行业中的应用日益广泛。然而,由于历史、文化和教育水平的差异,非洲各国的电气设备维护与保养水平参差不齐,导致设备故障频发,影响了生产效率和经济效益。特别是在一些基础设施建设较为薄弱的地区,电气设备的维护和保养更是面临诸多挑战。多年来,笔者在西非和东非工作,积累了丰富的电气设备维修经验,深入了解了当地工人的操作习惯和维修特点。通过对这些经验的总结和分析,可以为电气设备的设计和制造提供有针对性的改进建议,从而提升设备在非洲环境下的适应性和可靠性,保障生产的顺利进行。

### 1 非洲电气设备维保的现状

#### 1.1 非洲各国电气设备使用情况概述

非洲各国由于经济发展水平的差异,电气设备的使用情况也各不相同。在一些工业化较为发达的国家,如南非、尼日利亚和肯尼亚,电气设备的普及程度较高。这些国家的工业和制造业需求推动了电气设备的广泛应用,涵盖从基本的电力供应设备到复杂的工业自动化系统。然而,在一些欠发达地区,电气设备的使用仍然较为有限。这些地

区的电力供应不稳定,电气设备的维护和管理水平较低,导致设备运行效率低下,故障频发。总体而言,随着非洲经济的逐步发展,对电气设备的需求日益增长,电气设备的普及程度也在不断提高。

#### 1.2 电气设备常见故障类型与原因

非洲一些地区使用的电气设备陈旧,长期运行导致元件老化,容易发生故障。由于技术资源和技能水平的限制,许多设备未能得到及时和有效的维护,导致设备故障频发。操作人员缺乏足够的培训和技术支持,操作不当可能导致设备损坏或性能下降。非洲的部分地区气候恶劣,如高温、高湿或沙尘等,对电气设备的正常运行构成挑战。电网不稳定导致频繁的电压波动和停电,对电气设备的寿命和性能造成负面影响。

#### 1.3 非洲当地工人的操作和维修特点

由于文化和教育水平的差异,工人的技术能力参差不齐。一些工人虽然具有基本的操作技能,但缺乏系统的电气知识和维修技巧,导致了设备维护过程中频繁出现问题,甚至可能加重设备的损坏。操作过程中经常出现不规范操作,这主要源于缺乏充分的培训和指导。例如,一些工人在操作设备时未能严格按照操作规程进行,导致设备过载、

短路等故障频发。由于缺乏系统的电气知识和故障诊断工具,工人在面对设备故障时,更多的是凭借以往的经验进行判断和处理。虽然这种经验有时能够解决问题,但更多时候,无法找到故障的根本原因,导致故障重复发生,甚至使设备损坏加剧。因此,针对非洲当地工人的这些特点,亟须加强技术培训和规范操作指导,提高他们的电气知识和维修技能。同时,应推广系统化的故障诊断方法,帮助工人准确判断和处理设备故障,从而提高设备的运行效率和寿命。

## 2 非洲环境下电气设备维保技能培训

在非洲环境下,电气设备维保技能培训需要结合工人的具体情况和实际需求,设计科学系统的培训内容和灵活多样的培训方法。通过理论知识培训、实践操作技能培训和机械原理与故障分析培训,工人可以全面掌握设备的操作和维修技能。同时,通过现场培训与模拟演练、远程教育与在线培训等方法,提升培训的覆盖面和效率,确保设备在非洲环境下的稳定运行和长期使用。

### 2.1 培训需求分析

非洲工人的技术能力参差不齐,有些工人具备一定的操作技能,但缺乏系统的电气知识和维修技巧。这种差异需要通过分层次的培训来解决。由于缺乏充分的培训和指导,工人在操作设备时经常出现不规范操作,导致设备故障频发。因此,培训应重点强化操作规范,减少误操作。许多工人在面对复杂的电气故障时,更多依赖经验而非系统分析。这种情况需要通过系统化的故障诊断培训来提高工人的分析判断能力。部分工人对设备的日常维护保养意识不强,导致设备在长期运行中问题积累,最终引发严重故障。培训需要加强维护保养意识的培养。通过上述需求分析,可以明确培训的重点和方向,为制定具体的培训内容和策略提供依据。

### 2.2 培训内容设计

根据培训需求分析,培训内容的设计应涵盖电气理论知识、实践操作技能、机械原理与故障分析三个方面,确保工人能够全面掌握设备维保所需的技能。

#### 2.2.1 电气理论知识培训

电气理论知识是电气设备维保的基础,工人需要具备一定的电气知识,才能准确理解设备的工作原理和故障原因。电气理论知识培训的内容可以包括以下几个方面:①基本电学概念:包括电流、电压、电阻、电功率等基本概念,以及欧姆定律、基尔霍夫定律等基础理论。②电路分析方法:如节点电压法、网孔电流法等常用的电路分析方法,帮助工人理解和分析电路工作状态。③电气元件和设备:介绍常见的电气元件(如电阻、电容、电感、二极管、晶体管等)和设备(如变压器、电动机、发电机等)的工作原理和应用场景<sup>[1]</sup>。④电气安全知识:强调电气操作中的安全注意事项,如安全用电、防触电措施、接地保护等。

通过电气理论知识培训,工人可以建立扎实的理论基础,为后续的实践操作和故障分析提供支持。

#### 2.2.2 实践操作技能培训

培训应重点提升工人的实际操作能力,包括设备安装、调试、维修和保养等具体技能。教授工人如何正确安装和调试电气设备,包括设备的固定、接线、调整参数等操作步骤。讲解常见电气故障的排查方法和维修技巧,如电路短路、过载保护、电气元件损坏等故障的处理方法。强调设备的日常维护和保养工作,包括定期检查、清洁、润滑、更换易损件等操作,确保设备长期稳定运行。介绍常用的电气维修工具和检测仪器,如万用表、示波器、钳形电流表等的使用方法和注意事项。

#### 2.2.3 机械原理与故障分析培训

培训需要涵盖机械原理和故障分析,帮助工人全面掌握设备的故障诊断能力。机械原理与故障分析培训的内容可以包括以下几个方面:①机械原理基础:介绍常见机械传动装置(如齿轮、链条、皮带等)的工作原理和应用场景,帮助工人理解设备的机械结构。②电气与机械故障区分:讲解如何区分电气故障和机械故障,如电动机过热可能源于电气过载或机械卡滞,通过分析判断准确找到故障原因。③液压系统基础:介绍液压系统的组成和工作原理,帮助工人理解液压传动装置的故障分析方法。④案例分析与实战演练:通过具体案例分析和实战演练,教授工人如何应用机械原理和故障分析方法,快速准确地处理设备故障。

### 2.3 培训方法与策略

在非洲环境下,培训方法需要结合实际情况,灵活多样,以满足不同层次工人的需求。

#### 2.3.1 现场培训与模拟演练

现场培训与模拟演练是提升工人实际操作能力的重要方法。通过在现场进行培训和模拟演练,工人可以在真实环境中操作设备,掌握实际操作技能。由经验丰富的技术人员在设备现场进行讲解和示范,展示具体操作步骤和注意事项,让工人直观了解设备的操作和维修过程。在现场设置常见的设备故障,组织工人进行模拟故障排除演练,帮助工人练习故障诊断和处理技能。通过现场实操考核,评估工人的操作技能和故障处理能力,发现问题及时纠正,提高培训效果。

#### 2.3.2 远程教育与在线培训

远程教育与在线培训是解决工人分布广泛、培训资源不足问题的有效方法。通过远程教育和在线培训,可以覆盖更多工人,提高培训的覆盖面和效率。制作在线课程和教学视频,涵盖电气理论知识、实践操作技能、机械原理与故障分析等内容,供工人随时学习和参考。通过在线互动平台,组织工人进行互动讨论和答疑解惑,解决工人在学习过程中遇到的问题,促进学习效果。提供远程技术支持,通过视频通话、在线指导等方式,帮助工人解决实际

操作中的问题,提高设备的维护保养质量。

### 3 技能发展的挑战与对策

#### 3.1 文化与教育水平的影响

非洲国家的文化和教育水平差异较大,对技能培训的影响明显。许多地区的工人接受的正规教育有限,基础知识薄弱,学习新技术的难度较大。同时,文化习惯和传统也影响了工人的学习态度和接受程度。要根据工人的文化背景和教育水平,设计适应性强的培训方案,避免过于复杂的理论内容,更多地采用实际操作和案例教学<sup>[2]</sup>。采用图文并茂、互动性强的培训材料,通过游戏、竞赛等形式激发工人的学习兴趣,提高培训效果。针对基础薄弱的工人,提供基础知识补习课程,帮助他们打好理论基础,为后续技能培训奠定基础。

#### 3.2 语言障碍与沟通问题

非洲国家语言种类繁多,工人可能使用多种地方语言或方言,这给培训和沟通带来很大困难。语言障碍不仅影响知识的传递,还可能导致误操作和沟通误解。需要制作多语言版本的培训材料,确保工人能够理解培训内容。同时,聘请熟悉当地语言的翻译人员辅助培训,减少语言障碍。采用图示和视频等视觉辅助工具,直观地展示操作步骤和注意事项,帮助工人克服语言障碍,准确理解操作方法。通过小组讨论、互动问答等形式,鼓励工人主动提问和交流,及时解决沟通问题,确保培训内容被准确理解。

#### 3.3 技术资源与设备的限制

非洲许多地区技术资源匮乏,设备老旧,维护保养条件差,这对技能培训和实际操作带来很大挑战。工人缺乏现代化的维修工具和检测仪器,影响了技能的发展和提升。为培训中心和工人配备必要的维修工具和检测仪器,确保工人能够在实际操作中应用所学技能,提高培训的实际效果。通过仿真软件和模拟设备,模拟实际操作环境,帮助工人掌握现代化设备的操作和维修技能,即使在资源有限的情况下,也能进行有效培训。与设备制造商和技术供应商合作,获取最新的技术资源和设备支持,为工人提供更先进的培训条件和实践机会。

#### 3.4 针对性培训与持续教育的重要性

技能培训不仅需要针对性的内容设计,还需要持续的教育和技能提升。非洲工人的技能水平参差不齐,培训需要具有针对性,并且要提供持续的学习和发展机会。根据工人的技能水平和岗位需求,设计分层次的培训方案,确保每个层次的工人都能获得适合的培训内容,逐步提升技能水平。建立持续教育和技能提升机制,定期组织技能培训和交流,帮助工人不断学习新知识和新技能,保持技术的先进性和适应性。为每个工人制定个人发展计划,根据他们的兴趣和发展需求,提供个性化的培训和发展机会,激发他们的学习动力和职业发展潜力。在文化、语言、

技术资源和持续教育等方面的挑战下,只有采取综合性的应对措施,才能实现技能发展的长效机制,为非洲地区的电气设备维护和保养提供坚实的人才保障。

### 4 设备设计制造的改进建议

#### 4.1 综合使用限位保护和互锁保护

限位保护和互锁保护是确保设备安全运行的关键措施。通过电子限位开关和机械限位开关的结合,可以有效提高设备的安全性和可靠性。电子限位开关可以精确地检测设备的位置和状态,及时反馈设备的运行情况。电子限位开关具有反应快、精度高等优点,但容易受到外界干扰。机械限位开关通过物理触点来检测设备的位置,具有结构简单、稳定性高、不易受干扰等优点。虽然机械限位开关的精度较低,但其可靠性高,可以作为电子限位开关的补充。

将电子限位开关和机械限位开关结合使用,可以有效提高设备的安全性和可靠性。在设计中,电子限位开关负责精确检测和反馈,机械限位开关作为冗余保护,确保在电子限位开关失效时,设备仍能得到可靠的保护,可以减少操作失误和设备故障的发生,确保设备的安全运行。

#### 4.2 增加全面的安全保护

在非洲环境下,操作人员的技能水平和经验参差不齐,设备设计需要增加全面的安全保护,弥补操作人员能力的不足。在设备关键部位安装电流变送器和旋转传感器,通过 PLC 程序判断设备的运行状态。例如,传送铁砂的绞龙和上砂斗提机,可以通过检测电流和旋转情况,判断是否出现堵转或异常,及时发出报警信号,避免因误操作导致的严重故障。在设备设计中增加过载保护和紧急停机装置,当设备运行超出设定范围或出现异常情况时,能够自动停止运行,确保设备和操作人员的安全。设计多层次的保护措施,包括电气保护、机械保护和程序保护,确保在不同层次上都能有效防止设备故障和操作失误<sup>[3]</sup>。例如,抛丸机的电流监测、电动机轻载检测和上砂仓滤网堵塞检测等多层次保护措施,可以综合判断设备的运行状态,提供全面的安全保护。

#### 4.3 工装设计的方向唯一性

在设计工装时,确保工装只能以一种方向安装到位,或者任何方向都能安装正确。例如,在超声波清洗机的物料篮设计中,通过设计唯一的安装方向,防止操作人员将物料篮反向安装,导致提篮装置脱轨撞坏的情况。在工装和设备上增加明显的视觉提示和导向标志,帮助操作人员快速、准确地进行操作。例如,通过颜色标识、箭头指示等方式,提示操作人员正确的安装方向和操作步骤,减少因操作失误导致的设备故障。采用模块化设计,将复杂的操作步骤简化为易于理解和执行的模块,帮助操作人员快速掌握设备的操作方法。例如,在设备维护和保养中,采用模块化的设计,使得更换和维修部件更加简便,减少因

操作失误导致的设备故障。

## 5 结语

在非洲环境下进行电气设备的维保工作,既是一个充满挑战的任务,也是一个不断学习和成长的过程。通过总结在非洲多年的工作经验,我们不仅能够深入了解当地工人在操作和维修设备时的特点,还能针对性地提出设计和制造改进建议,以提升设备的安全性和可靠性。此外,针对非洲环境下的技能培训和发展,通过系统化的培训需求分析和内容设计,可以有效提升当地工人的操作和维修能力,为电气设备的高效运行提供保障。未来,随着非洲工业化进程的进一步推进,我们需要不断更新和优化培训方法与策略,持续提高设备设计和制造水平,为非洲各国的

经济发展贡献力量。

## [参考文献]

- [1]袁立祥,李杰,栾良龙,等. 马来西亚 SCS 动车组维保模式及平台建设探索与研究[J]. 电力机车与城轨车辆,2013,36(4):74-77.
- [2]杨锐. 浅析市政泵站电气设备的管理与维护[J]. 江苏科技信息,2015(34):52-53.
- [3]徐邦伟. 风电场电气设备中风力发电机的运行维护[J]. 门窗,2019(22):266.

作者简介:郭军昌(1978.3—),男,单位名称:神州城轨技术有限公司,毕业学校和专业:陕西省电子工业学校,专业:机电技术应用。

# 电气工程及其自动化控制中 PLC 技术的应用研究

刘纯志

渝能（集团）有限责任公司，重庆 400000

**[摘要]** PLC 技术作为现代电气工程及其自动化控制领域的核心技术，以其灵活性和高效性广泛应用于各种工业控制和自动化系统中。本篇文章分析了 PLC 技术的快速响应、简化控制流程和高智能化程度，详细介绍了在电气工程中不同控制需求下的应用策略，包括顺序控制、开关量控制、闭环控制、模拟量控制和远程控制。最后讨论了基于 PLC 技术的电气工程及自动化控制系统的完善策略，包括拓展应用场景、抗干扰改造以及电气设备的智能升级。

**[关键词]** PLC 技术；电气工程；自动化控制

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13494

中图分类号: TM921.5

文献标识码: A

## Application Research on PLC Technology in Electrical Engineering and Its Automation Control

LIU Chunzhi

Yuneng (Group) Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

**Abstract:** PLC technology, as a core technology in modern electrical engineering and its automation control field, is widely used in various industrial control and automation systems due to its flexibility and efficiency. This article analyzes the fast response, simplified control process, and high intelligence level of PLC technology, and details the application strategies under different control requirements in electrical engineering, including sequential control, switch control, closed-loop control, analog control, and remote control. Finally, the improvement strategies of electrical engineering and automation control systems based on PLC technology are discussed, including expanding application scenarios, anti-interference transformation, and intelligent upgrading of electrical equipment.

**Keywords:** PLC technology; electrical engineering; automation control

### 引言

随着工业自动化水平的不断提升，PLC 作为一种关键技术，在电气工程及其自动化控制领域中得到了广泛应用和深入研究。PLC 技术通过其高效的逻辑处理能力和稳定的工作特性，已经成为工业控制系统中的主要控制设备<sup>[1]</sup>。PLC 系统不仅可以实现复杂的控制逻辑和精确的数据处理，还能与传感器、执行器等各种设备无缝连接，提升生产线的自动化程度和生产效率。本研究旨在探讨 PLC 技术在电气工程领域中的具体应用情况及其优化策略，以及未来在工业自动化发展中的潜力和挑战。

### 1 PLC 技术的优势

#### 1.1 快速响应

PLC 系统通过其专用的硬件和实时操作系统，能够实现高速的数据处理和响应能力。传感器采集的数据可以快速传输给 PLC，经过实时逻辑运算后，迅速生成控制信号，驱动执行器完成所需操作，实现高效的生产过程控制。这种快速响应能力使得 PLC 在工业自动化中应用广泛，特别是需要快速调整和变化的生产环境中，如装配线、流水线和机器人控制等，都具有重要地位。

#### 1.2 简化控制流程

PLC 技术通过程序化控制逻辑的方式，将复杂的控制任务分解为简单的逻辑步骤，从而大大简化了控制流程。

传统的电气控制系统往往需要大量的继电器和接触器来实现逻辑控制，而 PLC 系统通过编程实现逻辑功能，减少硬件设备的数量和维护成本。同时，PLC 程序的修改和调整相对较为简便，可以根据需求灵活修改控制逻辑，提高系统的可维护性和灵活性。

#### 1.3 智能化程度高

PLC 作为智能化控制的核心部件，不仅具备高度可编程性，还能集成各种传感器和执行器，实现数据的实时监测和反馈控制。PLC 系统可以通过通信接口与上层 MES（制造执行系统）或 ERP（企业资源计划）系统进行数据交换和信息共享，实现生产过程的实时监控和优化调度。这种智能化的特性使得 PLC 能够适应复杂多变的生产需求，提高生产效率和质量管理水平。

## 2 电气工程及其自动化控制系统中 PLC 技术应用策略

### 2.1 顺序控制

在电气工程及其自动化控制系统中，可编程逻辑控制器（PLC）技术广泛应用于顺序控制，这是其主要功能。顺序控制指的是根据预设的顺序和条件，依次控制设备或工艺的运行，以实现自动化生产或操作，PLC 技术通过灵活的编程和可靠的执行能力，成为实现顺序控制的理想选择。

PLC 通过其输入/输出模块与外部设备（如传感器、执行器）连接，实时获取和反馈现场信息，这些信息包括开关状态、传感器信号、运行状态等，为控制系统提供准确的反馈数据。在顺序控制过程中，PLC 根据这些输入信号进行逻辑判断和处理，确定下一步的操作动作。

PLC 技术的编程灵活性使得工程师能够根据具体的生产需求和工艺流程进行定制化编程。通过编写逻辑程序，可以精确地定义每个步骤的顺序、条件和执行方式。例如，在一个自动化生产线上，PLC 可以按照预设的生产流程依次控制各个设备的启停、速度调节、物料传输等动作，实现高效的生产运行。

相比传统的硬连线控制或机械传动方式，PLC 技术大大提升了系统的可靠性和精确度，减少了人为操作误差的可能性，提高了生产线的稳定性和生产效率。在实际应用中，顺序控制的 PLC 系统通常会经历需求分析、系统设计、编程实现、调试验证等多个阶段。工程师需要深入了解生产过程和设备运行特点，将工艺流程精细化地转化为 PLC 程序，确保系统能够按预期的顺序自动运行，实现工业生产过程的自动化和智能化，极大地提升生产效率和产品质量。

## 2.2 开关量控制

开关量控制是指利用 PLC 对数字信号进行处理和控制在，通过开关的状态（通/断）来实现设备或系统的启停、逻辑判断以及简单的控制功能。首先，PLC 系统通过数字输入模块接收外部传感器、开关、按钮等设备的信号状态。这些信号可以是开关量信号，即逻辑“1”和“0”，代表不同的状态或动作。例如，传感器检测到某一条件达成时输出“1”，表示触发了某个事件或条件；开关处于闭合状态时输出“1”，表示开关打开，反之输出“0”表示开关关闭。其次，PLC 的编程能力使得工程师可以根据具体的控制逻辑和需求编写控制程序。通过逻辑运算、计时器、计数器等功能模块，PLC 可以根据接收到的开关量信号执行相应的控制动作。例如，在一个工业生产线上，当传感器检测到产品到达某个位置时输出信号“1”，PLC 根据此信号控制机械臂进行抓取或加工动作，实现自动化生产操作。PLC 通过编程，可以设置多级逻辑判断条件，确保设备的安全运行和生产过程的顺利进行。在电气控制柜中，PLC 可以接收多个开关量输入信号，根据预设的逻辑条件判断并控制不同设备或系统的启停、顺序动作，保障设备和人员的安全。

在实际应用中，工程师需要根据具体的控制需求和设备特性，合理设计和布置 PLC 系统，这包括确定输入输出点位、选择合适的 PLC 型号和模块、编写清晰有效的控制逻辑程序等步骤。PLC 系统的可编程性和灵活性，使得它能够应对各种工业自动化场景的需求，包括制造业、能源领域、交通运输等多个领域。

## 2.3 闭环控制

闭环控制（也称为反馈控制）是指系统根据实时反馈

的信息调整控制输出，以达到预期的目标状态或行为，这种控制方式通过持续监测和调节系统状态，实现对于变化和干扰的抑制和补偿，提高系统的稳定性、精度和可靠性。

闭环控制的基本原理是通过传感器和反馈装置获取系统运行状态的实时数据。在 PLC 应用中，传感器可以测量温度、压力、速度、位置等物理量，并将这些数据转化为电信号输入到 PLC 系统中。PLC 根据这些输入数据进行实时分析和比较，与预设的目标值进行对比，确定控制输出的调整方向和幅度。

PLC 通过其内部的逻辑控制和算法，根据反馈信号调整执行器的输出。执行器可以是电机、阀门、液压装置等，通过 PLC 输出模块控制其动作或调节，以使系统状态逐步接近或维持在设定的理想状态。例如，在温度控制系统中，PLC 可以根据传感器反馈的实际温度数据，调节加热或冷却装置的操作，使系统温度保持在设定的目标温度范围内<sup>[2]</sup>。

闭环控制系统具有自动调节和自适应能力。PLC 可以根据系统反馈信号动态调整控制参数，应对外部环境变化、负载波动或设备老化等因素带来的影响。通过实时监测和调整，闭环控制系统能够快速响应变化，提高系统的响应速度和稳定性，确保工业生产过程的持续和高效运行。

在工业自动化中，闭环控制广泛应用于各种生产设备、机械系统和工艺过程中。例如，自动化生产线上的各个环节，通过 PLC 实现闭环控制，确保生产过程中各个参数如速度、压力、流量等稳定在预设范围内，提高生产效率和产品质量。通过实时的反馈和调节，PLC 系统能够保持系统稳定性、提高控制精度，适应复杂多变的工业环境和生产需求，对于提升生产效率、降低能耗和减少人为误操作具有显著效果。

## 2.4 模拟量控制

模拟量控制是指利用 PLC 处理和模拟信号，实现对于连续变化的物理量如温度、压力、流量等的精确控制。首先，PLC 系统通过模拟输入/输出模块与各类传感器和执行器连接，接收和输出模拟信号。传感器测量环境或设备的模拟物理量，如温度传感器测量温度变化并将其转化为模拟电压或电流信号输入 PLC 系统。PLC 根据这些输入信号进行分析和处理，通过内部的 PID 控制算法或用户定义的控制逻辑，输出相应的模拟控制信号给执行器，实现对设备或工艺参数的精确调节和控制。其次，PLC 的模拟量控制能力使其在工业自动化中具有广泛的应用。例如，在化工生产中，PLC 可以根据流量传感器输出的模拟信号调节阀门的开度，控制液体流动的速度和精度；在环境控制系统中，PLC 根据温湿度传感器的反馈信号控制空调系统的制冷或加热输出，保持室内环境的舒适度和稳定性。最后，PLC 的模拟量控制还包括数据采集和处理功能。通过模拟输入模块，PLC 可以接收多个模拟信号源的输入数据，进行数据采集和实时监测。这些数据可以用于工艺过程的监控与分析，帮助工程师实时了解系统运行状态，及

时调整控制策略,优化生产效率和资源利用。

在实际应用中,工程师需要根据具体的控制需求和系统要求,选择合适的 PLC 型号和模块配置。PLC 系统通常需要进行详细的工程设计,包括确定信号传感器的安装位置、校准和调试模拟量输入输出模块,编写优化的控制算法和逻辑程序等步骤。这种应用不仅提高了工业生产过程的自动化水平和控制精度,还有效提升了系统的可靠性和安全性,为现代工业自动化的发展和进步作出了重要贡献。

### 2.5 远程控制

在电气工程及其自动化控制系统中,远程控制是指利用可编程逻辑控制器(PLC)技术实现对设备或系统的远程监控和操作。这允许操作员或工程师通过网络或远程连接,远距离地管理和控制分布在不同地点的设备,极大地提升了生产管理效率和响应速度。

远程控制依赖于网络通信技术,PLC 系统通常配备有 Ethernet 接口或支持工业协议如 Modbus TCP/IP 等,通过局域网或互联网连接不同设备。操作员可以通过计算机、智能手机或专用的远程监控终端,实时访问 PLC 系统,获取设备状态、运行数据和报警信息。PLC 在远程控制中扮通过远程控制协议与中央控制中心或操作终端通信,接收远程指令并执行相应的控制操作。例如,在一个分布式电力系统中,PLC 可以根据运行状态和负载需求,远程调节发电机组的输出功率和频率,保证电网的稳定运行和电力供应的可靠性。

远程控制还包括远程故障诊断和维护功能。通过远程访问 PLC 系统,工程师可以远程诊断设备故障,分析问题原因并进行相应的修复操作,减少因故障带来的停机时间和生产损失。这种功能尤其对于分布式设备和复杂工业系统具有重要意义,节省了大量的人力和时间成本。

在现代工业应用中,远程控制技术被广泛应用于各种场景,如智能建筑管理、远程工厂监控、环境监测等。通过 PLC 系统的远程控制功能,企业能够实现全天候、全方面的设备管理和监控,提高了生产管理的灵活性和效率,加强了对生产过程的实时监控和反馈。

## 3 基于 PLC 技术的电气工程及其自动化控制系统完善策略

### 3.1 拓展应用场景

随着技术的进步,PLC 已经成为工业自动化的重要工具。为了更好地利用 PLC 技术,首先可以考虑拓展其应用场景。例如,在非传统领域如智能建筑、农业自动化和城市基础设施管理中应用 PLC 技术。在智能建筑中,PLC 可以用来控制照明、安全、空调和其他系统的自动化,提高能效和居住舒适度。在农业自动化中,PLC 可以控制灌溉系统、温室环境等,提高作物产量和质量。而在城市基础设施管理中,PLC 可以帮助监控和控制水处理和分配、交

通信号灯等,提高城市管理的效率和安全<sup>[3]</sup>。

### 3.2 抗干扰改造

PLC 系统在工业环境中经常受到各种干扰,包括电磁干扰、温度波动和震动等,这些都可能影响 PLC 的性能和稳定性。为了提高系统的可靠性和稳定性,需要对 PLC 系统进行抗干扰改造。首先,可以通过使用屏蔽电缆和接地技术来减少电磁干扰。同时,对 PLC 的电源系统进行优化,使用稳压和滤波装置来保证电源质量,对于环境干扰,如温度和震动,可以使用专门的防护箱体来保护 PLC 设备,确保在恶劣环境下也能正常运行。

### 3.3 电气设备智能升级

智能升级是 PLC 技术在电气工程领域中应用的重要方向。通过集成更先进的传感器、执行器和通信技术,可以使电气设备更加智能化,提高其性能和效率<sup>[4]</sup>。第一,通过在 PLC 系统中集成高精度和多功能的传感器,如温度、压力、流量和振动传感器,可以实时监控设备状态和环境条件。这样可以提前预测和诊断设备故障,减少停机时间,提高生产效率。第二,升级 PLC 的处理器和增加内存容量,可以处理更多的数据和运行更复杂的控制算法。可以利用人工智能和机器学习技术,对收集到的数据进行分析和学习,实现更精确的控制和优化。第三,通过实现 PLC 系统内部以及与其他系统之间的无线通信,可以增强设备的互联互通性。例如,使用工业以太网、无线局域网或蜂窝网络,不仅可以远程监控和控制设备,还可以实现数据的集中管理和分析。通过上述智能升级措施,可以大大提升 PLC 控制系统的性能和功能,使其能够更好地满足现代工业自动化的需求。

## 4 结束语

PLC 技术在提升电气工程系统自动化水平、优化控制效率和增强系统稳定性方面具有重要意义。随着技术的不断进步和应用场景的扩展,PLC 技术将继续发挥其在工业自动化领域的核心作用,并推动工业制造的智能化发展。

### [参考文献]

- [1] 林海涛. PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用研究[J]. 电气技术与经济, 2024(5): 301-303.
- [2] 梁卫成. 智能技术在电气工程自动化控制中的应用[J]. 模具制造, 2024, 24(5): 192-194.
- [3] 林全威. PLC 技术在电气工程及其自动化控制系统中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(12): 121-123.
- [4] 季鹏飞. PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J]. 中国信息化, 2024(4): 62-63.

作者简介: 刘纯志(1986.12—),男,毕业于昆明理工大学,计算机科学与技术专业,就职渝能(集团)有限责任公司鱼剑口水电站,副厂长,中级工程师。

## 浅析船舶驾驶自动化在船舶避碰中的应用

樊建波

长江南京航道工程局, 江苏 南京 210009

**[摘要]** 船舶驾驶是保证航海安全的关键环节, 传统的船舶驾驶依赖于驾驶员的技能和经验。然而, 在复杂多变的航行环境中, 仅依靠驾驶员的视觉和判断能力难以保证船舶的安全航行。随着科技的不断发展, 船舶驾驶自动化技术逐渐成为船舶行业的研究热点。文中主要分析了船舶驾驶自动化在船舶避碰中的应用, 通过对船舶避碰问题的研究, 探讨了船舶驾驶自动化技术在提高船舶安全性、减少人为失误等方面的优势, 并对未来发展趋势进行了展望。

**[关键词]** 船舶驾驶自动化; 船舶避碰; 安全性; 发展趋势

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13479

中图分类号: TP274

文献标识码: A

### Brief Analysis of Application of Ship Driving Automation in Ship Collision Avoidance

FAN Jianbo

Changjiang Nanjing Waterway Engineering Bureau, Nanjing, Jiangsu, 210009, China

**Abstract:** Ship driving is a key link in ensuring maritime safety, and traditional ship driving relies on the skills and experience of the driver. However, in complex and ever-changing navigation environments, relying solely on the driver's visual and judgment abilities is difficult to ensure the safe navigation of ships. With the continuous development of technology, ship driving automation technology has gradually become a research hotspot in the shipbuilding industry. The article mainly analyzes the application of ship driving automation in ship collision avoidance, explores the advantages of ship driving automation technology in improving ship safety and reducing human errors through research on ship collision avoidance issues, and looks forward to future development trends.

**Keywords:** ship driving automation; ship collision avoidance; security; development trends

#### 引言

船舶驾驶自动化技术是船舶行业的重要发展方向, 其有助于提高船舶的操控性能、安全性和运输效率。在船舶避碰方面, 驾驶自动化技术具有显著的优势, 能有效降低船舶碰撞事故的发生率。本文将深入剖析船舶驾驶自动化在船舶避碰中的应用, 有助于提高船舶驾驶的安全性和可靠性。

#### 1 船舶驾驶自动化基本概念

船舶驾驶自动化是指利用现代计算机技术、控制技术和通信技术, 实现船舶驾驶过程中的自动检测、判断、控制和决策。船舶驾驶自动化系统主要包括自动驾驶系统、自动导航系统、自动避碰系统等<sup>[1]</sup>。其中, 自动避碰系统是船舶驾驶自动化技术的核心部分, 通过对船舶周围环境的监测和分析, 实现船舶的自动避让。

#### 2 船舶避碰问题分析

船舶避碰是船舶驾驶中的关键技术, 涉及到船舶操控、航行规则、通信等多个方面。在海上航行中, 船舶之间的避碰是最基本的安全措施, 也是保障船舶安全的重要手段。然而, 传统的船舶避碰主要依赖驾驶员的技能和经验, 但人为因素导致的失误仍然是船舶碰撞事故的主要原因。因此, 如何提高船舶避碰的准确性和安全性, 降低事故发生率, 是船舶行业亟待解决的问题。

在船舶避碰中, 驾驶员需要根据船舶的速度、航向、

航速、水文气象等因素, 及时做出正确的操舵决策, 以保证船舶安全避让其他船舶或障碍物。然而, 由于人为因素的干扰, 如操舵反应时间过长、判断失误, 常常导致操舵失误。因此, 船舶避碰技术的发展需要重点关注操舵技术的改进。

航行规则是船舶避碰的重要依据。在海上航行中, 船舶需要遵循一系列的航行规则, 如《国际海上避碰规则》等规则规定了船舶在不同情况下的避碰措施和信号, 以保证船舶之间的安全距离和航行秩序<sup>[2]</sup>, 然而由于人为因素的干扰, 如驾驶员对规则的理解不深刻、记忆不准确, 常常导致航行规则的违反。因此, 船舶避碰技术的发展需要加强对航行规则的研究和普及。

在通信方面, 在海上航行中, 船舶需要通过通信设备进行信息交流, 如 VHF 无线电话、雷达、声纳等通信设备可以帮助驾驶员了解周围船舶的情况, 及时做出避碰决策。然而由于通信设备的故障或人为因素的干扰, 如驾驶员对通信设备的操作不熟练, 常常导致通信失效。

#### 3 船舶驾驶自动化在船舶避碰中的应用

##### 3.1 自动识别与避碰系统

在航运业中, 自动识别与避碰系统成为船舶驾驶自动化重要应用, 其通过雷达、声纳、摄像头等传感器, 实时监测船舶周围的环境, 自动识别其他船舶、障碍物, 并根据航行规则和船舶动态, 自动调整船舶航向, 实现安全避碰。

首先,自动识别与避碰系统的工作原理是通过安装在船舶上的各种传感器,如雷达、声纳和摄像头等,实时监测船舶周围的环境,可探测到其他船舶、障碍物等的具体位置、速度和航向等信息。通过这些信息,系统可以对周围环境进行实时分析,以便及时发现潜在的碰撞风险。

其次,在自动识别其他船舶和障碍物后,避碰系统将根据航行规则和船舶的动态情况,自动调整船舶的航向,以避免发生碰撞。具体来说,系统会根据其他船舶的速度、航向和距离等信息,计算出最佳的避碰航向,并控制船舶的舵机进行调整。此外,系统还可以根据障碍物的类型和距离,选择合适的避碰策略,如减速、改变航向等,通过该传感器收集到的数据,自动识别与避碰系统能够实时监测周围环境,为船舶驾驶提供准确的环境信息<sup>[3]</sup>。在识别到其他船舶、障碍物等潜在危险时,系统会立即进行分析判断,并结合船舶的动态信息,自动调整航向,确保船舶安全航行。这一过程在很大程度上减轻了船员的工作负担,提高了船舶的避碰能力。

最后,自动识别与避碰系统还具备自动规划航线的功能。在复杂的水域环境中,系统能够依据航行规则和船舶特性,为船舶规划出一条安全的航线。同时,系统还能根据实际情况对航线进行实时调整,确保船舶在遇到突发情况时能够及时避开危险。自动识别与避碰系统在提高船舶避碰能力的同时,也有助于降低航海事故的发生率。根据统计数据,船舶驾驶自动化技术的发展与应用,使得航海事故的发生率降低,对于保障我国航海安全,提高我国航海领域的国际地位具有重要意义。然而,船舶驾驶自动化技术在实际应用中仍存在一定的局限性。例如,传感器在恶劣天气下的探测能力会受到影响,自动识别与避碰系统的可靠性还需进一步提高。

### 3.2 自动舵机系统

作为船舶驾驶自动化的核心组件,自动舵机系统的主要功能是实现船舶航向的自动控制。在船舶避碰过程中,自动舵机系统能够根据船舶的航行速度、周围环境等信息,自动调整船舶航向,确保船舶在复杂环境下能够安全航行。

自动舵机系统主要由舵机驱动器、舵机执行机构和舵机控制器三部分组成。舵机驱动器负责将电信号转换为机械运动,舵机执行机构则是实现舵机动作的实际部件,而舵机控制器则负责对整个舵机系统进行控制,包括对船舶航行信息的处理和对舵机动作的指令。

在船舶避碰过程中,自动舵机系统的功能主要表现在以下几个方面。首先,自动舵机系统可以根据船舶的航行速度和周围环境信息,自动调整船舶的航向,以保证船舶在复杂环境下能够安全航行。例如,当船舶在狭窄的水域或者遇到其他船舶时,自动舵机系统可以根据船舶的航行速度和周围环境信息,自动调整船舶的航向,以避免碰撞事故的发生。其次,自动舵机系统还可以根据船舶的航行

方向和目标位置,自动控制船舶的舵机,以使船舶能够按照预定的航线航行。例如,当船舶需要按照特定的航线航行时,自动舵机系统可以根据船舶的航行方向和目标位置,自动控制船舶的舵机,以使船舶能够按照预定的航线航行。最后,自动舵机系统还可以根据船舶的航行状态和周围环境信息,自动调整船舶的舵机,以使船舶能够更好地应对各种复杂的航行环境。例如,当船舶在航行过程中遇到浪流或者风浪时,自动舵机系统可以根据船舶的航行状态和周围环境信息,自动调整船舶的舵机,以使船舶能够更好地应对这些复杂的航行环境。总的来说,自动舵机系统在船舶避碰中的应用,不仅可以提高船舶的航行效率,还可以提高船舶的安全性,减少船舶碰撞事故的发生。

### 3.3 智能导航系统

智能导航系统通过整合高科技设备和算法,能够实时分析船舶的周围环境,预测潜在的碰撞风险,并提供相应的避碰建议。在提高船舶安全性和效率方面,智能导航系统发挥着至关重要的作用。

首先,智能导航系统集成先进的雷达和声纳技术,能够全面监测船舶周围的水域。通过对周围障碍物和其他船舶的距离、速度、航向等信息的实时捕捉,系统能够准确判断是否存在碰撞的风险。此外,系统还具备夜视功能,即使在能见度较低的环境下,也能有效识别前方的障碍物。其次,智能导航系统还运用了人工智能算法,通过学习大量的船舶航行数据,能够预测船舶的未来动态,该预测功能在复杂航行条件下极其重要,例如在繁忙的港口附近或狭窄的水道中,系统能够提前预警可能的碰撞,并为船舶提供最佳的避碰方案。最后,智能导航系统还具备与其他船舶和岸基系统的通信能力。通过共享航行数据,系统可以实时了解附近船舶的动态,并协调各自的航行路线,以避免潜在的碰撞。这种协同作用不仅提高了船舶的安全性,也提升了整个航行的效率。

综上所述,智能导航系统在船舶避碰中的应用不仅提高船舶的安全性,也提升航行的效率。通过实时监测周围环境、预测潜在风险以及提供避碰建议,为船舶航行提供了强有力的保障。

### 3.4 海图信息数字化技术在船舶自动避碰中的应用

海图信息数字化技术在船舶自动避碰中的应用,为航海安全提供了强有力的保障。海图信息数字化技术是将纸质海图转化为数字形式,以便于在船舶上进行显示和处理。这种技术在船舶自动避碰中的应用,主要体现在以下几个方面。

#### 3.4.1 海图信息数字化技术能帮助船舶准确获取周围海域的海图信息

通过将纸质海图转化为数字形式,船舶可以更方便地获取到海图中的航线、障碍物、浅滩等关键信息。这些信息对于船舶的导航和避碰至关重要。

3.4.2 海图信息数字化技术可以实现船舶对周围环境的实时监控

通过数字化海图,船舶可以接收到实时的导航信息,包括其他船舶的行驶轨迹、速度等。这些信息有助于船舶及时发现潜在的碰撞风险,并采取相应的避碰措施。

3.4.3 海图信息数字化技术可以提高船舶的导航精度

在传统航海中,船舶驾驶员需要依靠经验和直觉来判断航线的合理性。而数字化海图可以根据船舶的实时位置,自动推荐最佳航线,不仅减轻了驾驶员的负担,还提高了船舶的导航精度,降低了碰撞风险。

3.4.4 海图信息数字化技术可以实现船舶之间的信息共享

通过数字化海图,船舶可以方便地与其他船舶交换导航信息,共同规避碰撞风险。信息共享机制有助于提高整个海域的航行安全水平。

3.4.5 海图信息数字化技术可以提供船舶自动避碰的辅助决策

数字化海图结合人工智能技术,可以根据船舶的实时位置、航向、速度等信息,自动计算出最佳的避碰方案,有助于船舶在复杂的海况下,迅速做出正确的避碰决策,确保航行安全<sup>[4]</sup>。

总之,海图信息数字化技术在船舶自动避碰中的应用,极大地提高航海安全水平。通过准确获取海图信息、实时监控周围环境、提高导航精度、实现信息共享以及提供自动避碰辅助决策,数字化海图技术为船舶航行安全提供了强有力的支持。

## 4 船舶驾驶自动化在船舶避碰中的优势

### 4.1 提高安全性

船舶驾驶自动化技术可以有效降低船舶碰撞事故的发生率,提高船舶的安全性。在现代航海中,由于航行环境的复杂性和恶劣性,船舶碰撞事故时有发生,造成了人员伤亡和财产损失。而船舶驾驶自动化技术的应用,可以有效减少人为失误,确保船舶在复杂环境下安全航行。

通过自动识别与避碰系统,船舶驾驶自动化技术可以实时监测周围的船舶和障碍物,及时发出警报并采取避碰措施。自动舵机系统可以自动调整船舶的航向,以避免与前方障碍物发生碰撞。智能导航系统可以根据船舶的航行目的地和周围的航行环境,自动规划出最优的航行路线,避免船舶偏离航线。此外,船舶驾驶自动化技术还可以实现船舶的自动泊位和自动装卸货等功能,进一步提高船舶的安全性。通过自动装卸货系统,可以减少人工操作的风险,避免货物滑落或者损坏。自动泊位系统可以根据船舶

的大小和形状,自动调整泊位位置,确保船舶安全停靠。

### 4.2 提高运输效率

在现代航运业中,船舶驾驶自动化技术的应用正变得越来越重要,尤其在船舶避碰中,优势更是显著。自动化技术能够实时监测航行环境,快速做出决策,有效避免碰撞事故的发生。通过高级的导航和控制系统,自动化的船舶能够实现更加精确的航向控制,及时响应各种复杂海况,确保船舶安全航行。

自动化技术在提高船舶运输效率方面也发挥着重要作用。智能导航系统能够自动规划航线,根据海洋状况、天气条件和船舶性能,优化航行路线和速度。这样的智能优化避免了人为决策的滞后性和误差,确保了船舶以最高效的方式完成航行,从而显著缩短了航行时间,提高了运输效率。此外,自动化技术还能有效减少人力资源的消耗。在传统船舶中,需要大量船员进行操作和监控,而自动化船舶则可以大大减少这一需求。在自动化的帮助下,少量船员即可完成船舶的操控,不仅降低了人工成本,还提高了船舶的运行效率。

总的来说,船舶驾驶自动化技术为航运业带来了革命性的变化,不仅显著提升了航行安全,还大幅提高了运输效率和降低了运营成本。随着技术的不断进步和成熟,自动化技术将在航运业的未来发挥更加重要的作用。

## 5 结束语

随着科技的不断发展,自动化技术逐渐应用于各个领域,在船舶驾驶领域,自动化技术的应用日益广泛,尤其是在船舶避碰中具有重要意义。船舶驾驶自动化技术在船舶避碰中的应用具有显著的优势,可以提高船舶的安全性、运输效率。随着科技的不断发展,船舶驾驶自动化技术将在未来发挥更大的作用,为船舶行业带来更多的便利和安全。

### [参考文献]

- [1]陈栢照. 基于新航海技术的船舶避碰自动化功能与应用探析[J]. 珠江水运, 2023(11): 3-5.
  - [2]高启长. 新航海技术对船舶避碰自动化的影响[J]. 船舶物资与市场, 2021(2): 91-92.
  - [3]李志特, 吴飞. 新航海技术下的船舶避碰自动化探讨[J]. 珠江水运, 2020(13): 52-53.
  - [4]张琛雨. 新型航海技术对船舶避碰自动化的影响[J]. 船舶物资与市场, 2020(6): 88-89.
- 作者简介: 樊建波(1981.11—), 男, 江苏句容人, 汉, 本科学历, 沿海一等船长, 就职于长江南京航道工程局, 从事船舶管理和航道疏浚施工作业。

# 电气工程自动化中仪表测控技术的应用研究

谭美玲

渝能(集团)有限责任公司, 重庆 400000

[摘要]在现代电气工程领域, 仪表测控技术起着至关重要的作用。随着科技的进步和自动化水平的提高, 各种先进的监测控制技术不断涌现, 并在各个行业得到广泛应用。本篇文章介绍了常见的仪表测控技术, 包括集中监测控制技术、现场总线监测控制技术和远程监测控制技术, 详细分析了这些技术在电气工程中的具体应用, 以促进电气工程自动化领域的持续健康发展。

[关键词] 仪表测控技术; 电气工程自动化; 传感器

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13496

中图分类号: TM76

文献标识码: A

## Research on the Application of Instrument Measurement and Control Technology in Electrical Engineering Automation

TAN Meiling

Yuneng (Group) Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

**Abstract:** In the field of modern electrical engineering, instrument measurement and control technology plays a crucial role. With the advancement of technology and the improvement of automation level, various advanced monitoring and control technologies continue to emerge and are widely applied in various industries. This article introduces common instrument measurement and control technologies, including centralized monitoring and control technology, fieldbus monitoring and control technology, and remote monitoring and control technology, which analyzes in detail the specific applications of these technologies in electrical engineering to promote the sustainable and healthy development of the automation field in electrical engineering.

**Keywords:** instrument measurement and control technology; electrical engineering automation; sensor

### 引言

随着工业化进程的加快和信息化技术的广泛应用, 电力系统、工业生产以及各种基础设施的自动化水平不断提升<sup>[1]</sup>。仪表测控技术作为自动化的重要支撑, 通过实时监测、数据采集和远程控制, 使得设备和系统能够更加智能化和高效运行。传统的集中监测控制技术已逐渐向现代化、分布式和智能化方向发展, 从而满足了对系统运行效率、安全性和稳定性要求的提升。

在全球范围内, 各国电力供应的稳定性和可靠性对经济社会的发展至关重要。因此, 电气工程领域对于仪表测控技术的需求日益增加。如, 电力系统需要实时监测各种电参数, 及时发现并处理异常情况, 确保供电的可靠性和安全性。而在工业控制领域, 仪表测控技术帮助企业提高生产效率、降低能源消耗和生产成本, 增强了市场竞争力。此外, 随着物联网技术的兴起和智能化设备的普及, 仪表测控技术与各种传感器、智能控制器的结合也日益密切, 不仅提升了系统的实时监测能力, 还为数据分析和预测性维护提供了强大支持, 推动了电气工程自动化向更高水平发展。本文将系统探讨电气工程自动化中仪表测控技术, 旨在为推动技术创新、提升应用效果和推广实践经验提供理论支持和实践指导。

### 1 常见的仪表测控技术

#### 1.1 集中监测控制技术

集中监测控制技术是通过集成各类传感器、执行器和

控制器, 实现对分布在不同位置的设备、系统或过程的集中管理和监控。这种技术的核心思想是通过一个中心化的控制系统, 收集、处理和分析来自各个设备的数据, 从而实现对整个系统或工程的实时监测、控制和优化<sup>[2]</sup>。

首先, 集中监测控制技术的实施通常涉及建立一个集中的控制中心或监控中心, 通过网络或专用通信线路与系统中的各个节点连接, 这些节点可以是传感器、执行器、PLC(可编程逻辑控制器)或其他控制设备。这些设备负责收集数据, 比如温度、压力、流量、电压等实时参数, 然后将数据传输至控制中心。控制中心的主要任务是接收、存储和处理来自节点的数据。通过预设的算法和逻辑对数据进行分析 and 解释, 从而实时监测系统的运行状态。此外, 控制中心还能够根据设定的控制策略向各个节点发送指令, 调整设备的工作状态, 以响应系统的需求变化或优化运行效率。

集中监测控制技术的优势显而易见。首先, 提供了对系统整体运行状况的全面视角, 使得操作员能够从一个位置监控和管理整个系统, 避免分散操作可能带来的信息不对称和效率低下问题。其次, 集中监测控制技术使得系统能够实时响应和调整, 以适应外部环境变化或内部需求波动, 从而提高了系统的灵活性和响应能力。此外, 这种技术还能够减少人为错误和系统故障的发生, 通过自动化和集中化管理, 减少了人为操作可能引入的误差, 并能够快速

速识别和响应潜在的问题,从而提高了系统的可靠性和安全性。

### 1.2 现场总线监测控制技术

现场总线监测控制技术是通过在现场设备和控制系统之间建立数据通讯通道,实现对分布式设备的监测、控制和数据交换。这种技术通过将各种传感器、执行器和控制器连接到共享的通讯总线上,使得设备之间能够高效地交换信息,从而提高了系统的集成度、响应速度和可靠性<sup>[3]</sup>。

现场总线是一种用于连接现场设备和控制系统的数字通信系统,允许多个设备通过同一条通讯线路与控制系统进行通讯。这些设备可以是各类传感器(如温度、压力、流量传感器)、执行器(如电机、阀门)或者是控制器(如PLC),通过现场总线,这些设备能够共享数据和控制命令,实现实时的监测和控制。

相比传统的点对点连接方式,现场总线减少了系统中需要的电缆数量,简化了布线结构,降低了系统的安装和维护成本。同时,通过数字化的通讯方式,现场总线可以提供更高的数据传输速率和更可靠的数据完整性,确保设备之间信息交换的及时性和准确性。此外,现场总线技术还提升了系统的灵活性和可扩展性。由于现场总线可以支持多种不同类型的设备连接,而且这些设备可以通过相同的通讯协议进行通讯,因此系统可以更容易地进行扩展和升级,以适应生产需求的变化或新技术的引入。这种灵活性使得现场总线成为工业自动化中常见的选择,特别是在大规模工厂或复杂工艺中的应用更为突出。

### 1.3 远程监测控制技术

远程监测控制技术是通常通过网络或无线通信技术连接设备和中心控制系统。这种技术的发展与互联网和通信技术的进步密切相关,极大地提升了设备监控和远程操作的效率、实时性和可靠性。远程监测控制技术的核心在于远程通信和数据传输<sup>[4]</sup>。它允许用户或操作人员通过网络远程访问和监控设备的运行状态、数据信息和环境条件,以及进行远程控制和调整。这种能力对于各种行业都至关重要,特别是在遥远或难以直接访问的环境中,如海洋平台、遥远的农村地区或高海拔地区的设施等。

远程监测控制技术具有高度的灵活性和可定制性,应用于各种设备和系统,包括工业自动化设备、环境监测传感器、电力系统、交通信号、建筑设施等。通过合适的传感器和控制器,可以实现对温度、湿度、压力、流量等多种参数的远程监测和实时控制,从而提高生产效率、降低能耗和优化资源利用。另外,远程监测控制技术在安全性和数据保护方面有着严格的要求和解决方案。通过加密通信、权限控制和数据备份等技术手段,确保远程访问和操作的安全性,防止未经授权的访问和数据泄露,对于关键基础设施和敏感数据的保护尤为重要,例如电力系统、医疗设备、金融交易系统。

## 2 电气工程自动化中的仪表测控技术具体应用

### 2.1 在传感器中的应用

传感器作为信息采集的前沿,扮演着将物理量转换为电信号的关键角色,这些电信号经过处理后,可以用于监测和控制各种工业过程、设备和环境条件。首先,传感器的主要功能是将感知到的物理量(如温度、压力、湿度、流量、速度等)转换为可量化的电信号,例如电压信号或电流信号。这些信号通常是模拟信号,经过放大、调理和滤波后,可以达到精确的测量要求。近年来,随着数字技术的进步,数字传感器也越来越普及,能够直接输出数字信号,从而减少了信号传输过程中的干扰和误差。其次,传感器的应用领域非常广泛,涵盖了电力系统、工业生产、环境监测、交通运输等多个领域。在电力系统中,温度传感器用于监测变压器或发电机组的温度变化,以预防过热和损坏。压力传感器常用于管道系统或容器中,监测介质的压力变化,确保系统的安全运行。另外,传感器还广泛应用于环境监测和控制中。如,空气质量传感器可以实时监测空气中的污染物浓度,帮助决策者制定有效的环境保护策略。在交通运输领域,速度传感器和加速度传感器被用于监测车辆的速度和加速度,为智能交通管理系统提供数据支持。

### 2.2 在航空以及农业等领域的应用

航空领域对仪表测控技术有着极高的要求,不仅涉及到飞行器本身的监测与控制,还包括地面设施的运营与维护。在飞行器中,仪表测控技术通过各种传感器监测飞行状态参数,如高度、速度、姿态、引擎状态等。这些数据通过数据总线传输到飞行控制系统,实现对飞行器的实时监控与自动控制。例如,气压传感器用于测量飞机的高度和大气压力变化,加速度传感器用于监测飞机的加速度与姿态变化,而温度传感器则用于检测引擎和电子设备的温度变化,以确保飞行器在各种环境条件下的安全运行<sup>[5]</sup>。除了飞行器本身,航空领域还涉及到地面设施的仪表测控应用。如,机场的照明系统、气象观测设备、雷达系统等都需要通过传感器和控制器实现自动化监控和调节,以保障飞行安全和效率。仪表测控技术在航空领域的应用不仅提高了系统的可靠性和安全性,同时也增强了飞行员和地面操作人员的工作效率和反应能力。

同时,仪表测控技术在农业领域的应用也日益显著。现代农业越来越依赖于精确的数据采集和智能化的决策支持系统,以提高农作物的产量和质量,并有效管理农业资源。在农业生产中,各种传感器被广泛用于监测土壤水分、土壤温度、气象条件、作物生长状态等关键参数。如,土壤湿度传感器和气象站传感器用于实时监测土壤湿度和气象条件,以确定最佳的灌溉时间和水量,从而节约水资源并提高作物的生长效率。此外,农业机械如拖拉机和播种机也采用了各种传感器技术,以实现自动化操作

和优化生产流程。例如，GPS 定位系统结合传感器技术，可以精确导航农业机械并实现精准播种、施肥和除草，减少资源浪费并提高作业效率。这些技术的应用不仅简化了农业生产过程，还有助于减少人力成本、提高农产品的质量和市场竞争力。

### 2.3 先进测控技术的远程运用

远程运用涵盖了各种行业和领域，从工业制造到能源管理，甚至到环境监测和基础设施运营，这些技术的应用使得远程监控、数据分析和实时决策变得更加高效和可靠。首先，先进测控技术的远程运用通过现代的通信技术和网络架构，使得远程设备、传感器和控制器能够与中心控制系统实时连接。这种连接可以通过互联网、卫星通信或专用的远程通信网络实现的，确保即使在遥远或难以访问的地点，操作人员仍能实时获取设备状态和数据信息。例如，在远程发电站或油田，先进的测控技术允许运营人员远程监控发电设备的性能参数、油井的生产数据，以及环境条件，从而及时做出调整和响应。其次，远程运用的先进测控技术通过数据采集、传输和分析，提供了更深入的运营洞察和决策支持。传感器通过实时或定期采样，将大量的数据发送至中心控制系统或云端服务器。在那里，数据可以经过实时处理和分析，以识别潜在的问题、优化系统性能或预测未来的需求。例如，智能电网系统可以通过远程监控分析电力负荷和能源消耗模式，优化电力分配和储能策略，以提高能源利用效率和系统稳定性。另外，远程运用的先进测控技术在安全和保护方面也起到了关键作用。通过实时监测和远程操作，可以减少人员在危险环境中的暴露和风险。例如，在化工厂或危险品处理设施，通过远程传感器监控化学品的浓度和环境参数，及时预警并采取必要的应急措施，确保工作人员和设施的安全。

### 2.4 防干扰测控

在电气工程自动化中，防干扰测控技术是一项关键的技术领域，专注于如何有效地减少和抵御来自外部环境或设备内部干扰对测量和控制系统造成的影响。这种技术在各种工业和商业应用中都具有重要意义，特别是在需要高精度和稳定性的环境中，如精密制造、电力系统、通信设备等领域。首先，防干扰测控技术的核心是识别、评估和抑制可能影响测量或控制精度的各种干扰源。这些干扰源可以是电磁干扰、机械振动、温度变化、化学物质以及其他电子设备的干扰等。如，在工业自动化中，电磁干扰可能由电动机、变频器或其它大功率设备产生，而温度变化则可能影响精密仪器或传感器的稳定性和准确性。因此，

防干扰测控技术需要通过合适的设计、布局和软硬件调节来降低这些干扰的影响，以确保系统的可靠性和精度。其次，防干扰测控技术通常涉及到多个层面的解决方案。在硬件设计上，可以采用屏蔽技术、过滤器、隔离器等措施来阻隔外部电磁干扰，保护关键电路和传感器不受干扰。例如，在电力系统中，使用屏蔽电缆和过滤器可以有效减少电磁干扰对信号测量和传输的影响。此外，设备和系统的接地设计和接地布置也是防干扰的重要考虑因素，可以通过良好的接地设计来减少地线干扰引起的电流回路问题。最后，防干扰测控技术的应用范围广泛，涵盖了从工业自动化到科学研究的多个领域。在科学实验室中，精密仪器的测量需要极低的背景噪声和高灵敏度，防干扰技术可以帮助实现这些要求。在电力系统中，防干扰技术可以确保测量和控制系统在变电站和输电线路中稳定运行，减少由于电磁干扰而引起的操作风险和设备损坏。

### 3 结束语

电气工程自动化中的仪表测控技术不仅在传感器应用、航空农业等领域展现了其广泛应用和重要性，还在防干扰技术的远程运用中展现了其高效、可靠的特性。通过先进的数据采集、处理和手段，仪表测控技术为工业和商业领域提供了关键的实时监测、精确控制和智能决策支持。随着技术的不断进步和应用需求的增加，这些技术将继续推动自动化水平的提升，为全球各行业带来更高效、更安全和更可持续的解决方案。未来，仪表测控技术的发展将继续致力于创新，应对复杂的环境挑战，并在智能化和自动化的道路上不断迈进，以满足日益增长的工业和社会需求。

#### [参考文献]

- [1] 吴家前. 电气工程自动化中的仪表测控技术分析[J]. 科技资讯, 2024, 22(9): 87-89.
  - [2] 袁君, 朱菁文, 张长帅. 电气工程自动化中的仪表测控技术探究[J]. 现代交通与冶金材料, 2023, 3(1): 151-153.
  - [3] 陈娇, 邓露凡. 电气工程自动化中的测控技术应用研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2023, 35(21): 7-9.
  - [4] 孟潇康. 电气工程自动化中的仪表测控技术分析[J]. 华东科技, 2023(7): 57-59.
  - [5] 王雅欣. 浅谈电气工程自动化中的仪表测控技术[J]. 电动工具, 2023(3): 31-32.
- 作者简介：谭美玲（1997.3—），女，毕业院校：重庆理工大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前工作单位：渝能（集团）有限责任公司，职务：运维工，职称级别：助理级。

## 中型水库运行管理中常见问题及应对措施

成新勇

新疆维吾尔自治区塔里木河流域奴尔水利枢纽工程建设管理局, 新疆 和田 848300

**[摘要]** 中型水库在运行管理中常常面临多种问题, 直接影响到水库的安全运行和周边环境的稳定。文章分析了水库运行管理中常见的问题, 如管理制度不完善、基础设施缺陷、防灾能力弱以及可持续性发展要求不足, 在此基础上, 提出了提升管理效率的具体措施, 包括健全管理制度、加强基础设施建设和维护、强化应急防灾能力以及促进可持续发展, 以帮助水库管理者有效解决问题, 提升运行管理水平, 确保水库安全稳定运行。

**[关键词]** 中型水库; 运行管理; 常见问题; 应对措施

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13498

中图分类号: TV697

文献标识码: A

### Common Problems and Countermeasures in the Operation and Management of Medium-sized Reservoirs

CHENG Xinyong

Xinjiang Tarim River Basin Nur Water Conservancy Hub Construction Engineering Management Bureau, Hotan, Xinjiang, 848300, China

**Abstract:** Medium sized reservoirs often face various problems in operation and management, which directly affect the safe operation of the reservoir and the stability of the surrounding environment. The article analyzes common problems in reservoir operation and management, such as incomplete management systems, infrastructure defects, weak disaster prevention capabilities, and insufficient requirements for sustainable development. Based on this, specific measures are proposed to improve management efficiency, including improving management systems, strengthening infrastructure construction and maintenance, enhancing emergency disaster prevention capabilities, and promoting sustainable development, in order to help reservoir managers effectively solve problems, improve operational management levels, and ensure safe and stable operation of reservoirs.

**Keywords:** medium sized reservoirs; operation management; common problems; countermeasures

#### 引言

在现代社会中, 中型水库作为重要的水利工程, 不仅承载着调节水资源、防洪抗旱等多重功能, 还直接影响周边社会经济的稳定发展。因此, 本文将探讨中型水库运行管理中常见的问题及相应的应对措施, 旨在提供可行的解决方案, 以保障水库的安全稳定运行, 并最大化其效益。

#### 1 对水库运行进行有效管理的重要性

##### 1.1 保证水库自身安全

保证水库自身安全是水库运行管理的首要任务。中型水库作为重要的水利工程, 其主要功能是防洪和蓄水。水库在防洪过程中要面对来自上游的洪水冲击, 而蓄水又要承受来自水库自身的水压力和结构力学的影响, 水库的结构安全、设施完整性和运行稳定性是保障周边人民生命财产安全的关键。有效的水库运行管理包括定期检查、维护和修复水库的结构和设施, 确保其在面对各种自然和人为灾害时都能保持稳定和安全<sup>[1]</sup>。

##### 1.2 充分发挥水库作用

除了作为防洪和蓄水的功能外, 水库还承担着供水、灌溉、发电、旅游等多种功能。有效的运行管理可以优化水库的操作模式和资源配置, 提高水库的多功能利用效率。例如, 合理的蓄水和排水操作可以更好地供应农田灌溉和

城市生活用水, 增强区域的抗旱能力; 水能发电和旅游资源的开发则能带动当地经济发展, 促进就业和地方财政收入增长。通过科学管理和技术手段, 水库可以成为区域经济的重要支柱和发展动力。

##### 1.3 提高水库经济效益

提高水库的经济效益是有效管理的重要目标。水库作为大型水利基础设施, 其建设和运行成本巨大, 必须通过有效的管理手段最大化其经济效益。水库可以通过水能发电、灌溉用水等方式产生直接经济效益, 提升水资源的价值和利用效率。通过合理的旅游开发和生态环境保护, 水库周边的生态旅游和生态农业可以成为增加地方财政收入的重要途径。水库的运行管理还应考虑社会效益, 如提升生态环境质量、改善周边农村的生活条件等, 这些都是间接的经济效益来源。因此, 通过科学的资源配置、技术创新和市场化运作, 可以有效提高水库的经济效益, 实现资源的可持续利用和社会的长期发展。

#### 2 中型水库运行管理中的常见问题

##### 2.1 管理制度不够完善

中型水库运行管理中常见的问题是管理制度不够完善, 这主要表现在管理规章制度不健全、执行不到位、监督机制不完善等方面。首先, 在很多情况下, 水库管理部

门缺乏全面系统的管理规章制度,或者现有的规章制度过于笼统和模糊,无法具体指导管理人员在实际操作中的具体行为和决策,容易导致管理工作的不统一、不规范,影响到水库运行的效率和安全性。其次,管理制度执行不到位。即使有一定的管理规章制度,但在执行过程中,可能因为缺乏有效的监督机制或者管理人员的主观原因,导致规章制度的实施效果不佳。这种情况下,可能会出现管理混乱、操作不当、安全风险增加等问题,严重影响水库的正常运行和安全性。同时,在水库管理中,监督机制应当是保证管理制度有效执行和维护水库安全的重要手段。如果监督机制不完善,监督人员的职责不明确或者监督手段不足,就难以及时发现和纠正管理中的问题和漏洞,从而影响到管理制度的健全性和执行效果。

## 2.2 基础设施的配置及维护存在缺陷

许多中型水库建设于上世纪或更早时期,其基础设施如泄洪设施、闸门、堤坝等经过长时间的使用和自然环境的侵蚀,已经出现了一定程度的老化和损坏。老化的设施存在着安全隐患,可能导致泄洪失效、漏水增加或堤坝结构的不稳定,严重时甚至危及周边居民的生命和财产安全。

随着科技的进步和工程技术的发展,新型的建设材料、工艺和设备不断涌现,而一些老旧水库的建设技术和设备设施未能及时更新和升级,这导致了水库的管理运维水平滞后于现代科技要求,影响了其效率和安全性。另外,由于管理经费不足、人力资源紧张或管理机制不完善,一些中型水库的日常巡检、设施维护和定期检修等工作未能得到及时有效的执行,这样就会导致设施的问题难以及时发现和解决,进而可能造成设施的进一步损坏和运行风险的增加。

## 2.3 防灾抗灾能力弱

中型水库运行管理中防灾抗灾能力弱的问题主要表现在应对突发灾害和灾害后恢复重建方面存在诸多不足。首先,水库可能面临的自然灾害包括洪水、地震、滑坡等,这些灾害可能对水库结构和周边社区造成严重影响。其次,水库管理机构在灾害发生后的应急响应和灾后恢复能力不足,往往导致灾害后果进一步扩大。这主要是因为,一些老旧水库的建设标准较低,防洪设计不够科学,抗震设施和灾后应急设备不完善,使得水库在灾害发生时的抗灾能力大打折扣。缺乏有效的灾害预警系统、应急响应机制和快速恢复的应对措施,也使得水库管理者在灾害面前无从下手,难以迅速有效地减少损失和保护周边居民的安全。

政府部门和相关管理机构应采取一系列有效措施,加强水库的技术改造和设施更新,提升其抗灾能力和安全性,建立健全的应急预警系统和应急响应机制,确保在灾害发生时能够及时快速地进行应对和救援,提升中型水库的防灾抗灾能力,减少灾害损失。

## 2.4 不满足可持续性发展要求

中型水库运行管理中不满足可持续性发展要求的问

题主要表现在资源利用效率低、生态环境影响大以及社会可持续性缺失等方面。首先,水库的建设和运行未能充分考虑生态保护和资源节约,导致资源利用效率低下。例如,水库周边土地的大规模开发和过度使用可能导致水土流失、水资源浪费以及生态系统破坏,进而影响当地的可持续发展。其次,水库对周边生态环境的影响往往被忽视或者未能得到有效控制。水库的修建会改变水文地质条件,影响下游水文生态系统的平衡,可能导致生态系统退化、物种丧失以及水质恶化等问题,这些都不利于长期的生态平衡和可持续发展。水库建设还可能导致居民迁移、土地收用等问题,而未能提供充分的社会补偿和保障措施,造成社会不稳定和公众不满。

## 3 提升中型水库运行管理效率的应对措施

### 3.1 健全管理制度

健全的管理制度不仅可以规范水库的运行和管理流程,还能够提升管理效率、增强安全保障和优化资源配置<sup>[2]</sup>。其一,明确水库管理的各项职责和权限,建立清晰的管理组织结构和职能分工,确保每个管理层级和岗位的职责明确、权责对等。如设立专门的水库管理部门或机构,明确其在水库建设、运行、维护和安全中的具体职责和权力范围,以确保管理决策的高效性和执行的有效性。其二,完善管理流程和操作规范,建立起科学合理的水库运行管理制度和操作规程,包括水库的日常巡检、维护保养、灾害预警响应、安全监测等方面的详细流程和标准操作程序,以规范工作流程,减少管理中的不确定性和风险,还能够提高管理效率和工作质量。其三,健全的管理制度需要具备灵活性和适应性。面对复杂多变的自然环境和社会需求,管理制度应具备调整 and 优化的能力,及时应对突发事件和变化情况。例如,建立健全的应急响应机制和危机管理预案,以便在灾害发生或突发情况下能够迅速、有效地响应和处理,最大限度地减少损失和影响。与此同时,管理中应采用先进的信息技术和管理软件,实现水库运行数据的实时监测、分析和处理,提高信息共享和决策效率,从而确保水库长期稳定、安全运行,为社会经济发展和生态环境保护提供有力支持。

### 3.2 加强基础设施建设和维护

中型水库的基础设施包括但不限于堤坝、泄洪设施、闸门、引水渠道等,这些设施的建设质量和日常维护直接影响着水库的安全性、稳定性和运行效率。首先,加强基础设施建设意味着要确保水库各项设施的设计符合最新的技术标准和安全要求,充分考虑地质、水文等工程地质条件,合理设计水库堤坝结构和泄洪设施,确保其抗震、抗洪、抗滑等能力符合现代工程要求。通过科学的设计和严格的施工监督,可以降低设施建成后的维护成本和风险,并延长设施的使用寿命。其次,加强基础设施的日常维护和定期检修是保障水库安全运行的重要措施。定期对水库设施进行巡检、维护和检修,检查闸门、堤坝、泄洪孔等

设施的运行状态和安全性,及时发现和处理设施的老化、损坏和故障问题,是预防事故发生和减少灾害风险的有效手段。同时,建立健全的维护记录和管理制度,保证维护工作的规范性和持续性,进一步提高管理效率和设施的可靠性。最后,加强基础设施建设和维护还需充分考虑环境保护和可持续发展的要求。在设施建设过程中,减少对周边生态环境的负面影响,采取有效的生态补偿和修复措施,在设施维护过程中,要合理利用资源、节约能源,推动绿色、可持续的管理模式,实现经济效益、社会效益和生态效益的统一。

通过科学设计、严格施工监督、定期维护 and 环境保护,有效提升水库设施的安全性和稳定性,降低事故风险,保障周边社区的安全和经济发展,促进水资源的有效利用和生态环境的持续改善。

### 3.3 强化应急防灾能力

强化中型水库运行管理的应急防灾能力是确保水库安全运行的重要措施。应急防灾能力的强化涉及预防、应对和恢复三个方面,有效减少灾害发生可能性和灾害造成的损失<sup>[3]</sup>。

一是做好预防工作,制定和实施科学的灾害风险评估和监测体系,定期对水库及周边地区的地质、水文、气象等条件进行监测和分析,及时发现和预警可能存在的灾害隐患。基于这些评估结果,采取必要的技术措施和工程措施,如加强堤坝的加固和提升泄洪能力,以及开展地质灾害治理和防范工作,从而降低灾害发生的风险。

二是做好应急响应,建立健全的应急预案和响应机制,明确各级管理部门和责任人员的职责和任务。完善快速响应机制、应急通信系统和应急物资储备,确保在灾害发生时能够迅速启动应急响应,组织有效的救援和抢险行动,最大限度地减少人员伤亡和财产损失。

三是做好恢复和重建工作,及时评估灾害造成的损失和影响,制定恢复重建方案,迅速进行损毁设施的修复和重建工作。同时,关注灾后社会心理和生活恢复,提供必要的心理援助和社会支持,帮助受灾群众尽快恢复正常生活和生产秩序。

为实现强化应急防灾能力的目标,还需加强管理人员和相关人员的培训和技能提升,提高其在灾害应对和救援工作中的应对能力和协同合作能力。加强国际经验交流和合作,借鉴先进的防灾技术和管理经验,不断提升水库应急管理水平和能力,以确保水库安全稳定运行,最大限度地保护周边社区和环境的安全。

### 3.4 促进可持续发展

促进中型水库运行管理的可持续发展是维护水资源

生态平衡、社会稳定和经济持续增长的关键措施。可持续发展要求在于在满足当前需求的同时,不损害未来世代的生活质量和资源利用。首先,应优化水资源的利用和管理。中型水库在供水、灌溉和发电等方面扮演重要角色,必须通过科学合理的管理策略,确保水资源的有效利用和节约。通过现代技术手段和管理方法,提高水库的水资源利用效率,减少浪费,同时注重生态保护,维护水体的水质和生态系统的完整性。其次,推动水库运行与生态环境的协调发展。应采取生态补偿和修复措施,减少水库对周边生态系统的影响,保护和恢复生态系统的健康功能。合理控制水库的蓄水和放水,以模拟自然水文过程,减少对河流和湿地生态系统的冲击,促进生物多样性保护和水生态系统的健康发展。加强与当地社区和利益相关者的沟通与合作,充分考虑他们的意见和利益,制定共享利益的管理政策和方案。通过公众教育和参与,提升社区的环境意识和水资源管理能力,促进社会各界对水库建设和管理的支持和理解<sup>[4]</sup>。

同时,推动技术创新和管理手段的进步。利用先进的技术和信息化管理系统,实现水库运行数据的实时监测和分析,为决策提供科学依据。通过数据驱动的管理方法,及时发现问题并采取措施,提升管理效率和响应速度,从而更加有效地应对各类挑战和变化。

## 4 结束语

中型水库的运行管理涉及多方面的工作和复杂的管理系统。通过健全的管理制度、加强基础设施建设和维护、强化应急防灾能力以及促进可持续发展,可以有效解决管理中常见的问题,提升管理效率,确保水库安全稳定运行,并最大化其经济效益和社会效益。

### [参考文献]

- [1]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.
  - [2]杨浩. 水库运行管理中常见问题及解决对策[J]. 清洗世界, 2023, 39(7): 181-183.
  - [3]李吉昌. 水库运行管理及调度常见问题探析[J]. 新农业, 2022(15): 79.
  - [4]王志娟. 浅谈水库运行管理中常见问题及应对措施[J]. 农村实用技术, 2022(6): 133-134.
- 作者简介: 成新勇(1985.10—), 毕业院校: 新疆农业大学, 所学专业: 农业水利工程, 当前就职单位名称: 新疆维吾尔自治区塔里木河流域奴尔水利枢纽工程建设管理局, 就职单位职务: 办公室(党建办)副主任, 职称级别: 工程师。

# 火电厂热控自动化保护装置的检修与维护研究

李欢 潘颖娣

宁夏枣泉发电有限责任公司, 宁夏 银川 750411

**[摘要]** 现如今, 热控自动化的装置在火力发电厂中的运用越来越成熟, 自动化程度越来越高, 为火力发电厂设备的运行、操作和调节提供了极大的便利。运用热控自动化技术能够帮助火力发电厂更好地针对热力系统相关数据信息进行监测和管控, 进而从整体上为火力发电厂的安全性能、工作效益, 以及工作质量提供一定的保障, 所以, 我们要不断优化火电厂热控自动化保护装置的检修和维护工作。基于此, 文中分析了当前工作中存在的问题, 阐述了常见的优化火电厂热控自动化保护装置的检修和维护方法, 具有一定的借鉴意义。

**[关键词]** 火电厂; 热控自动化; 保护装置; 检修与维护

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13483

中图分类号: TM3

文献标识码: A

## Research on Maintenance and Repair of Thermal Control Automation Protection Devices in Thermal Power Plants

LI Huan, PAN Yingdi

Ningxia Zaoquan Power Generation Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750411, China

**Abstract:** Nowadays, the application of thermal control automation devices in thermal power plants is becoming more and more mature, and the degree of automation is increasing, providing great convenience for the operation, control, and adjustment of thermal power plant equipment. The use of thermal control automation technology can help thermal power plants better monitor and control the relevant data information of the thermal system, which providing a certain guarantee for the safety performance, work efficiency, and work quality of thermal power plants as a whole. Therefore, we need to continuously optimize the maintenance and repair of thermal control automation protection devices in thermal power plants. Based on this, the article analyzes the problems existing in current work and elaborates on common methods for optimizing the maintenance and repair of thermal control automation protection devices in thermal power plants, which has certain reference significance.

**Keywords:** thermal power plants; thermal control automation; protection devices; maintenance and repair

### 引言

在火电厂的运行中, 热控自动化保护装置作为保障设备安全和运行稳定的核心系统, 发挥着不可替代的作用。这些装置通过实时监控和自动控制锅炉、汽轮机及其他关键设备的运行状态, 及时识别和处理异常情况, 从而防止设备故障升级, 保护电厂的正常运营。然而, 随着火电厂的设备逐渐老化、运行环境的日益复杂以及技术的不断进步, 热控自动化保护装置的检修与维护面临诸多挑战。传统的维护模式可能无法有效应对新出现的问题和技术要求, 导致故障处理不及时、设备运行效率下降、维护成本增加等问题。因此, 对热控自动化保护装置的检修与维护进行系统化研究显得尤为重要。本文旨在深入探讨热控自动化保护装置在实际运行中的常见问题, 分析现有检修与维护方法的不足, 提出针对性的改进措施和技术创新, 旨在提升设备的可靠性和维护效率。通过引入先进的技术和科学的维护策略, 本文希望为火电厂的安全管理提供切实可行的解决方案, 优化设备运行状态, 降低故障率, 保障电厂的稳定和高效运行, 最终实现经济效益与安全性的双重提升。

### 1 火电厂热控自动化保护装置检修与维护的意义

火电厂热控自动化保护装置的检修与维护具有重要的意义, 其核心在于保障电厂的安全、高效、可靠运行。首先, 热控自动化保护装置是火电厂运行的关键设备之一, 承担着监测和控制锅炉、汽轮机等主要设备的任务, 通过实时监控和自动化控制, 能够及时发现并处理设备运行中的异常情况, 预防事故的发生。通过定期和科学的检修与维护, 可以及时排查和消除设备隐患, 防止小问题发展成重大故障, 减少因设备故障导致的停机时间和经济损失, 从而提高设备的可靠性和使用寿命。其次, 检修与维护工作能够优化设备性能, 确保系统运行的稳定性和控制精度, 提高生产效率和经济效益。此外, 系统化的检修与维护还能提升操作人员的技术水平和安全意识, 推动电厂安全管理体系的完善。因此, 火电厂热控自动化保护装置的检修与维护不仅是保障电厂安全稳定运行的必要措施, 也是提升电厂综合效益和安全管理水平的重要手段。

### 2 火电厂热控自动化装置运行中的存在问题分析

#### 2.1 装置的管理缺乏合理性

火电厂热控自动化装置运行中的一个突出问题是装

置管理缺乏合理性,主要表现为管理制度不健全、责任划分不明确和管理流程不规范等方面。这些管理上的缺陷导致设备维护不到位,故障隐患不能及时发现和排除,影响了装置的正常运行。此外,管理层对设备运行情况的监控和评估不够重视,缺乏有效的监控手段和评估机制,使得设备在长期运行中可能存在积累性问题,进一步增加了设备运行的风险和故障率。

## 2.2 装置的检修及维护不够规范

火电厂热控自动化装置运行中存在的问题之一是装置的检修及维护不够规范,这主要表现在检修维护计划不够系统,缺乏科学合理的检修周期和操作规程,导致检修工作流于形式,未能及时发现和解决设备隐患。此外,维护人员在实际操作中常常缺乏规范的指导和监督,操作方法和步骤不统一,容易造成设备的二次损坏或维护不到位,影响装置的整体运行效果。同时,检修记录不完善,设备运行历史和故障信息未能得到充分的记录和分析,进一步增加了设备运行的风险和维修难度<sup>[1]</sup>。这些问题综合影响了热控自动化装置的正常运行和长期可靠性,增加了设备故障率和维护成本。

## 2.3 人员素质有待提高, 缺乏完善的检修及维护体系

火电厂热控自动化装置运行中存在的一个显著问题是人员素质有待提高,且缺乏完善的检修及维护体系,主要表现为操作和维护人员的专业知识和技能不足,对设备的工作原理和维护要求理解不够深入,导致在实际操作中容易出现误操作或漏检漏修的情况。此外,现有的检修及维护体系不完善,缺乏系统性和规范性,没有明确的维护标准和操作流程,导致维护工作随意性较大,不能有效保障设备的稳定运行。这种人员素质和体系建设上的不足,不仅影响了设备的正常运行效率,还增加了设备故障和安全事故的风险,对电厂的整体运营产生了不利影响。

## 3 火电厂热控自动化保护装置的检修与维护措施

### 3.1 构建健全的装置维护程序

构建健全的装置维护程序是确保火电厂热控自动化保护装置稳定运行的关键。首先,需要制定详尽的维护计划,明确维护的频率、内容和步骤,包括定期检查、预防性维护和故障处理等。维护计划应结合设备的运行特点、历史故障记录以及厂家推荐的维护周期,科学安排各类维护任务,确保设备在其生命周期内得到适时的保养。其次,应建立标准化的操作流程,规范每一项维护操作,从设备检查、调试到故障排除,都要按照统一的标准进行,以确保操作的准确性和一致性。每次维护作业后,应详细记录设备状态、维护过程及发现的问题,并形成完整的维护报告,这些记录不仅为后续维护提供依据,也为设备故障分析和改进措施的制定提供重要数据。此外,维护程序中还应包含有效的问题反馈机制,定期审查和总结维护效果,根据实际运行情况调整和优化维护计划。同时,组织定期

的培训,提高维护人员的技能水平和专业素养,以保证他们能够熟练掌握和执行维护程序。通过这些措施,能够构建一个科学、系统的维护体系,提升设备的可靠性,减少故障发生频率,确保火电厂的安全稳定运行。

### 3.2 针对故障类型进行处理

针对火电厂热控自动化保护装置的故障类型进行处理,是提升设备可靠性和保障安全运行的重要措施。首先,对于常见的故障类型,如传感器故障、信号传输问题和控制系统故障,需制定针对性的检修和处理方案。传感器故障通常表现为数据异常或无法读取,这类问题应通过逐一检查传感器的连接、电缆以及信号输出,确认是否需要更换传感器或修复线路。对于信号传输问题,如信号丢失或干扰,应检查所有相关的传输线路和连接接口,确保信号的稳定传递,并采取屏蔽和滤波等措施减少干扰。控制系统故障可能涉及到软件错误或硬件故障,需进行系统的诊断和排查,通过更新软件、重启系统或更换故障部件来恢复正常运行。针对不同的故障类型,及时采取适当的处理措施非常重要。故障处理过程中,应遵循详细的故障诊断流程和验证修复效果。维护人员应具备故障排查的专业技能,并能够迅速识别和处理问题,以减少停机时间和生产损失。

### 3.3 提升热控自动化保护装置控制信号的稳定性

提升热控自动化保护装置控制信号的稳定性是确保火电厂安全高效运行的重要措施之一。首先,需要对信号传输线路进行全面检查和维护,确保线路连接牢固、绝缘良好,避免因线路老化或松动导致信号传输不稳定。其次,应对控制信号的源头设备进行定期校准和测试,确保其输出信号准确无误,避免因设备故障或偏差影响系统运行<sup>[2]</sup>。此外,需采用抗干扰能力强的信号传输技术和设备,减少电磁干扰等外部因素对信号传输的影响。对于关键节点,应设置冗余系统,确保在主信号通道出现问题时,备份信号通道能立即投入使用,保证系统的连续稳定运行。同时,建立实时监测系统,对信号传输的各个环节进行监控,及时发现和处理异常情况,防止信号波动对系统稳定性造成影响。

### 3.4 借助集散控制系统建立应急预案

借助集散控制系统(DCS)建立应急预案是提高火电厂热控自动化保护装置应对突发情况能力的重要措施。集散控制系统的实时数据采集和分析能力,使其能够在发生异常或故障时迅速响应。首先,需要在DCS中配置完善的应急预案管理模块,建立详细的应急响应流程,包括从故障检测、报警、决策到实施应急措施的全程。系统应当具备实时监控功能,通过不断监测设备的运行状态,一旦发现异常情况立即触发警报,并启动预设的应急响应程序。应急预案的建立还应包括制定不同故障类型的处理策略,明确各类故障的应急处理步骤和优先级。例如,对于设备

突发故障,可以配置自动切换至备用设备或系统,并进行故障隔离,以防止问题扩展。对于操作人员的培训也是关键,确保他们熟悉应急预案的操作流程和应对措施,能够迅速有效地执行预案,减少事故对生产的影响。此外,应建立定期演练机制,通过模拟故障场景进行演练,检验应急预案的实际效果,并根据演练结果进行不断改进和优化。

### 3.5 提高人员素质

提高人员素质是火电厂热控自动化保护装置检修与维护中至关重要的一环。首先,应通过系统的培训提升操作和维护人员的专业技能和知识水平,确保他们对热控自动化保护装置的工作原理、操作规程和故障处理方法有深入的理解。培训内容应涵盖设备的基本功能、常见故障及其解决方案,以及新技术和新设备的使用,以适应设备技术的不断发展和更新<sup>[3]</sup>。其次,应建立完善的技术认证和评估体系,对员工进行定期考核,确保他们的操作水平和专业能力符合岗位要求。通过实际操作和模拟故障演练,增强人员的实战经验和应急处理能力,提高他们在突发情况中的应对能力。此外,应鼓励员工参与技术交流和行业研讨,保持对最新技术和最佳实践的了解,以不断提升自身素质和工作效率。

### 3.6 维护保护装置的信号传递过程

维护保护装置的信号传递过程是确保火电厂热控自动化保护系统正常运行的关键措施之一。首先,需对信号传递链路进行定期检查,确保所有传输线路、连接器和接口的完整性和可靠性,避免因线路老化、接触不良或信号干扰导致传输质量下降。其次,采用高质量的信号传输介质和抗干扰设计,以减少外部电磁干扰对信号传递的影响,确保信号传输的准确性和稳定性。对于关键的信号传递节点,建议实施冗余设计,即设置备用信号通道,以在主通道发生故障时能够及时切换,保证信号的连续传递。同时,监测系统应实时监控信号的传输状态,通过数据采集和分析,及时发现并处理信号异常情况。建立详细的信号传递记录和故障处理档案,有助于跟踪问题的根源并进行改进。

### 3.7 进行技术创新

进行技术创新是提升火电厂热控自动化保护装置性能的关键途径。随着技术的不断进步,新型材料、智能算法和先进的设备可以显著提高系统的可靠性和效率。首先,采用最新的传感器技术和高精度测量仪器,可以提升数据采集的准确性和实时性,从而提高系统对异常情况的响应速度。其次,引入先进的数据分析和处理技术,如人工智能和机器学习,可以对设备运行数据进行深入分析,预测潜在故障,从而实现预防性维护,减少突发故障的发生。

智能控制算法的应用也能够优化设备的运行状态,实现更高效的能源利用和操作控制。此外,更新和改进控制系统的软件平台,可以提升系统的集成性和操作便捷性。例如,通过云计算技术实现数据的远程监控和管理,提高系统的灵活性和响应能力<sup>[4]</sup>。引入物联网技术,可以将设备、系统和人员连接起来,实现实时数据传输和智能决策支持。对于硬件方面,利用新型耐高温、抗腐蚀材料和先进的制造工艺,可以提升设备的耐用性和稳定性,减少维护频率。通过这些技术创新,火电厂热控自动化保护装置可以在性能、可靠性和效率上得到显著提升。不断推进技术创新,不仅可以优化设备的运行管理,降低故障率,还可以增强火电厂的整体竞争力和安全性,为电力生产提供更强的技术保障。

## 4 结语

在火电厂的运营过程中,热控自动化保护装置的检修与维护是确保系统安全、提高运行效率和降低故障风险的关键环节。本文深入分析了这些装置在实际运行中面临的主要问题,包括设备管理不足、维护操作不规范、人员素质不高以及技术更新滞后等,并提出了一系列针对性的改进措施。通过建立完善的维护程序、优化故障处理流程、提升信号传递稳定性、制定科学的应急预案、加强人员培训和推动技术创新等手段,本研究为提升设备可靠性、降低故障发生率和维护成本提供了切实可行的方案。未来,随着技术的不断进步和电力行业的不断演变,热控自动化保护装置的检修与维护将面临更多的挑战和机遇。电力行业需要不断跟踪和应用最新的技术,优化维护策略,提升管理水平,以适应不断变化的需求和环境。通过持续的技术创新和系统优化,我们能够进一步提高火电厂的设备管理水平,确保电力生产的安全、稳定和高效运行,为社会提供更加可靠的能源保障。

### [参考文献]

- [1] 祁昊天. 火电厂热控自动化保护装置的检修与维护研究[J]. 中国设备工程, 2024(6): 67-69.
- [2] 郭玮. 火电厂热控自动化保护装置的维护方法研究[J]. 现代制造技术与装备, 2023, 59(12): 196-198.
- [3] 杜伟. 火电厂热控自动化保护装置的检修与维护[J]. 光源与照明, 2022(8): 99-101.
- [4] 赵佳昕. 火电厂热控自动化保护装置的维护策略[J]. 中国设备工程, 2020(16): 62-63.

作者简介: 李欢(1993.2—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 东北电力大学, 所学专业: 测控技术与仪器, 目前职称: 助理工程师, 目前就职单位: 宁夏枣泉发电有限责任公司。

# 基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台研究

郑斌<sup>1</sup> 洪凤洋<sup>2</sup>

1. 浙江江能建设有限公司, 浙江 杭州 310052

2. 浙江智慧江能技术服务股份有限公司, 浙江 杭州 310051

**[摘要]** 水利机电设备的稳定运行对于我国水利工程的安全、高效运行具有重要意义。然而,传统的运维管理方式在设备监控、故障预测和维护方面存在一定的局限性。文中提出了一种基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台,通过构建虚拟模型与实际设备的数字孪生系统,实现对设备的实时监控、故障预测和智能维护。文中详细介绍了平台的设计框架、关键技术及应用场景,并通过仿真实验验证了平台的有效性。

**[关键词]** 数字孪生技术; 水利机电设备; 智慧运维; 故障预测; 智能维护

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13481

中图分类号: TU246.1

文献标识码: A

## Research on Intelligent Operation and Maintenance Management Platform for Water Conservancy Mechanical and Electrical Equipment Based on Digital Twin Technology

ZHENG Bin<sup>1</sup>, HONG Fengyang<sup>2</sup>

1. Zhejiang Jiangneng Construction Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310052, China

2. Zhejiang Zhihui Jiangneng Technology Service Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310051, China

**Abstract:** The stable operation of water conservancy electromechanical equipment is of great significance for the safe and efficient operation of water conservancy projects in China. However, traditional operation and maintenance management methods have certain limitations in equipment monitoring, fault prediction, and maintenance. The article proposes a smart operation and maintenance management platform for water conservancy electromechanical equipment based on digital twin technology. By constructing a digital twin system between virtual models and actual equipment, real-time monitoring, fault prediction, and intelligent maintenance of the equipment can be achieved. The article provides a detailed introduction to the design framework, key technology, and application scenarios of the platform, and verifies its effectiveness through simulation experiments.

**Keywords:** digital twin technology; water conservancy electromechanical equipment; smart operation and maintenance; fault prediction; intelligent maintenance

### 引言

水利机电设备是水利工程的重要组成部分,其安全、稳定运行直接影响到水利工程的功能和效益。随着我国水利工程的快速发展,机电设备的规模和复杂性不断增加,传统的运维管理方式在设备监控、故障预测和维护方面逐渐暴露出一定的局限性。数字孪生技术作为一种新兴的工程技术,可以在虚拟世界中对实际设备进行建模,实现设备的全生命周期管理。本文提出了一种基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台,通过对实际设备与虚拟模型之间的数据交换和智能分析,实现对设备的实时监控、故障预测和智能维护。

### 1 数字孪生技术概述

数字孪生技术是一种通过创建物理实体的虚拟模型,实现实体在虚拟世界中的全生命周期管理的工程技术<sup>[1]</sup>。数字孪生技术的核心思想是将实际设备的关键参数、状态和行为映射到虚拟模型中,通过虚拟模型与实际设备之间的数据交换和智能分析,实现对实际设备的实时监控、故障预测和智能维护。数字孪生技术在工业制造、航空航天、

智慧城市等领域取得了显著的应用成果。

### 2 基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台架构

水利机电设备智慧运维管理平台架构分为四个层次。数据采集与传输层、数据处理与存储层、智慧运维决策层和应用服务层。数据采集与传输层负责实时采集水利机电设备的运行数据、环境数据等信息,并通过有线或无线网络将这些数据传输到数据处理与存储层。数据处理与存储层对采集到的数据进行处理、存储和分析,为智慧运维决策层提供数据支持。智慧运维决策层根据数据处理与存储层提供的分析结果,进行故障预测、智能诊断和决策支持。应用服务层为用户提供实时监控、故障排查、维修保养等服务。

### 3 基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台关键技术研究

#### 3.1 数据采集与传输模块

基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台中,数据采集与传输模块起到了至关重要的作用。该模块的主要职责是对水利机电设备的运行状态、环境参数等

进行实时监测,并将所采集到的数据传输至平台的其他模块,以便进行进一步的分析和处理。为了实现高效、稳定的数据传输,本文采用了无线传感器网络(WSN)技术进行数据采集,并通过边缘计算技术对数据进行预处理。

在数据采集方面,无线传感器网络技术具有部署灵活、成本低廉、维护方便等优点,非常适合用于水利机电设备的运行状态和环境参数的监测。通过在水利机电设备上部署大量的无线传感器,可以实时采集到设备的运行数据和环境参数,如温度、湿度、压力等。这些数据对于后续的设备维护和故障诊断非常重要。在数据传输方面,无线传感器网络技术具有传输速度快、传输距离远等优点,可以保证数据的实时性和准确性。同时,边缘计算技术的应用可以有效地减轻数据传输的压力,提高数据处理的效率。通过在数据采集端就近进行数据预处理,可以过滤掉一些无关紧要的数据,只将重要的数据传输至平台的其他模块,从而减少了数据传输的量和时间,提高了数据传输的效率。此外,为了保证数据的可靠性和安全性,还采用了加密技术和故障诊断技术。通过加密技术对数据进行加密处理,可以防止数据在传输过程中被窃取或篡改。而故障诊断技术则可以对采集到的数据进行实时分析,及时发现设备的异常情况,并给出相应的维护建议,从而确保水利机电设备的正常运行。

总的来说,数据采集与传输模块是基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台的关键组成部分。通过采用无线传感器网络技术和边缘计算技术,该模块可以实现对水利机电设备的运行状态和环境参数的实时监测,以及高效、稳定的数据传输,从而为后续的设备维护和故障诊断提供了有力的支持。

### 3.2 虚拟模型构建模块

虚拟模型构建模块在实际水利机电设备的设计与运行中具有重要作用,通过对设备的设计参数和运行特性的深入分析,可以创建出与其对应的虚拟模型,从而实现对设备的精准预测和控制。本文将综合运用机理模型和数据驱动模型,以提高预测精度和可靠性。

首先,机理模型是基于物理定律和理论的模型,能够详细描述设备的内部结构和运行原理。通过建立机理模型,可以对设备的工作原理进行深入研究,从而更好地理解设备的运行状态和性能。机理模型通常需要大量的理论知识和数学推导,因此在实际应用中具有一定的局限性。其次,数据驱动模型是基于实际运行数据的模型,通过分析大量的观测数据,可以发现设备运行中的规律和趋势。数据驱动模型不需要深入了解设备的内部结构,而是通过数据本身来建立模型,因此具有较强的适应性和灵活性。然而,数据驱动模型对于数据的质量和数量有一定的要求,过多的噪声数据可能会影响模型的预测精度。为了提高预测精度和可靠性,将综合运用机理模型和数据驱动模型。机理

模型可以提供对设备内部结构和运行原理的深入理解,而数据驱动模型可以利用实际运行数据来发现设备运行中的规律和趋势。通过将这两种模型结合起来,可以充分利用各自的优势,从而提高预测精度和可靠性。

在实际应用中,首先,根据设备的设计参数和运行特性,建立机理模型,并对其验证和优化;其次,收集大量的实际运行数据,并利用数据驱动模型对数据进行分析,发现其中的规律和趋势;最后,将机理模型和数据驱动模型相结合,构建出综合的虚拟模型,并对其验证和优化。通过以上的虚拟模型构建模块,可以实现对水利机电设备的精准预测和控制,从而提高设备的运行效率和可靠性。同时,虚拟模型构建模块还可以为设备的设计和改进行提供有力的支持,进一步推动水利机电行业的发展。

### 3.3 数据处理与分析模块

基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台研究中,数据处理与分析模块主要任务是对采集到的数据进行有效的处理和深入的分析,以提取设备运行的关键特征。这些关键特征将有助于人员更好地理解设备的运行状态,从而更准确地诊断潜在的故障。

数据处理与分析模块采用深度学习技术进行特征提取,因为深度学习技术在处理复杂数据和提取关键特征方面具有显著的优势。通过深度学习技术,可以从大量的数据中自动学习出具有代表性的特征,这些特征可以很好地表征设备的运行状态。

在数据处理与分析模块中,首先需要对采集到的数据进行预处理。预处理主要包括数据清洗、数据去噪和数据归一化等步骤,数据清洗是为了去除数据中的异常值和错误数据,以保证后续分析的准确性,数据去噪是为了消除数据中的随机噪声,以便更好地提取设备的运行特征。数据归一化是为了将数据缩放到一个合适的范围内,以提高后续分析的效率。其次,需要利用深度学习技术对数据进行特征提取。深度学习技术包括多种算法,如卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)和生成对抗网络(GAN)等算法可以自动学习数据的深层次特征,从而更好地观察设备的运行状态。在特征提取完成后,需要对提取到的特征进行分析和建模,通过建立故障诊断模型来实现<sup>[2]</sup>。故障诊断模型可以根据设备的运行特征来判断设备是否存在故障,以及故障的类型和严重程度。为了提高故障诊断的准确性,还可以采用机器学习技术,如支持向量机(SVM)、随机森林(RF)和梯度提升决策树(GBDT)等,来训练故障诊断模型。最后,通过验证和优化,我们可以确保故障诊断模型的准确性和稳定性,从而更好地服务于水利机电设备的智慧运维管理。

总的来说,数据处理与分析模块是基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台中的关键技术,通过采用深度学习技术进行特征提取和故障诊断建模,我们可以

更好地理解设备的运行状态,从而更准确地诊断潜在的故障,从而有助于提高水利机电设备的安全性和可靠性。

### 3.4 故障预测与诊断模块

故障预测与诊断模块在水利机电设备智慧运维管理平台中运用,该模块通过分析虚拟模型和实际设备的运行数据,运用先进的机器学习算法对潜在的设备故障进行预测和诊断,从而确保设备的正常运行和延长其使用寿命。

在故障预测方面,支持向量机(SVM)和神经网络(NN)两种算法被广泛应用于该模块。SVM是一种基于统计学习理论的机器学习算法,能够有效地处理高维数据集,并且在分类和回归问题上能够优化处理,通过将SVM算法应用于故障预测,可以对设备的运行状态进行实时监测,并对其未来的故障进行预测。另一方面,神经网络(NN)是一种模拟人脑神经元结构的计算模型,能够通过学习大量的数据样本,从中提取出特征并进行模式的识别和预测,通过将NN算法应用于故障预测,可以对设备的故障模式进行学习和训练,从而实现了对故障的准确预测。

在故障诊断方面,该模块也采用了类似的算法。通过对设备的运行数据进行分析 and 处理,可以识别出设备中可能存在的故障。在故障诊断过程中,支持向量机(SVM)和神经网络(NN)同样发挥了重要作用。SVM用于对故障类型进行分类,而NN则可以用于对故障特征进行提取和识别。通过这些算法的应用,可以实现对设备故障的快速和准确的诊断<sup>[3]</sup>。此外,故障预测与诊断模块还具备一些其他的优势。首先,该模块能够实时监测设备的运行状态,并通过分析和处理数据来预测设备的未来故障。意味着可以在设备出现故障之前,提前采取相应的措施,从而避免潜在的生产中断和设备损坏。其次,该模块还可以根据设备的运行数据和故障历史,生成相应的维护计划和优化建议。这有助于延长设备的使用寿命,并提高其运行效率和稳定性。

总之,故障预测与诊断模块是水利机电设备智慧运维管理平台中的重要组成部分。通过采用支持向量机(SVM)和神经网络(NN)等先进的机器学习算法,该模块能够实现了对设备故障的准确预测和及时诊断。

### 3.5 智能维护与优化模块

随着技术的进步,智能维护与优化模块越来越能够提供精准的故障预测和诊断结果,从而为设备维护提供强有力的决策支持。基于多目标优化算法的设备维护策略,旨在实现设备运行效率和维护成本的均衡,以提高水利机电设备的管理水平。

水利机电设备的维护工作往往面临着两大挑战。一方面,设备运行效率的提升是水利工程永恒的追求,需要通

过及时的维护来确保设备的稳定运行;另一方面,维护成本的控制也是不可忽视的因素,过高的维护成本会对水利工程的经济效益产生负面影响。因此,如何在这两方面取得平衡,是水利机电设备维护工作面临的关键问题。

基于多目标优化算法的设备维护策略的核心思想是通过优化设备维护的各项参数,使得设备运行效率和维护成本达到最佳平衡。具体而言,该策略将设备维护问题建模为一个多目标优化问题,通过引入维护成本和运行效率两个目标函数,以寻求这两个目标函数的最优解。在实际应用中,基于多目标优化算法的设备维护策略需要依靠故障预测和诊断结果来确定优化参数。故障预测和诊断结果可为维护人员提供关于设备运行状态的重要信息,包括设备可能出现的故障类型、故障发生的概率等。维护人员可以根据这些信息,结合多目标优化算法,制定出最优的设备维护计划。

通过采用基于多目标优化算法的设备维护策略,水利机电设备的管理水平将得到显著提升。一方面,该策略有助于提高设备的运行效率,确保水利工程的稳定运行;另一方面,该策略有助于降低维护成本,提高水利工程的经济效益。

## 4 结语

本文提出一种基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台,通过构建实际设备与虚拟模型之间的数字孪生系统,实现对设备的实时监控、故障预测和智能维护。本文详细介绍了平台的设计框架、关键技术及应用场景,并通过仿真实验验证了平台的有效性。随着数字孪生技术的不断发展和成熟,其在水利机电设备运维管理领域的应用将更加广泛。

### 【参考文献】

- [1]唐海华,黄瑶,张振东,等.面向数字孪生的水利专业模型构建关键技术[J].人民长江,2024,55(3):1-20.
- [2]崔雷.数字孪生技术在现代化水利工程中的应用[J].科技与创新,2023(22):143-148.
- [3]梁志开,江志明,李甘,等.基于数字孪生技术的水利机电设备智慧运维管理平台研究[J].水利水电快报,2023,44(9):116-122.

作者简介:郑斌(1982—),汉族,男,毕业于重庆大学,所学专业:工程管理(工程造价管理方向),当前就职单位:浙江江能建设有限公司,职务:公司副总经理兼机电工程事业部经理,职称级别:高级工程师;洪凤洋(1998—),毕业院校:江西建设职业技术学院,所学专业:工程造价,当前就职单位:浙江智慧江能技术服务股份有限公司,职务:员工,职称级别:助理工程师。

# 电网 110kV 变电运维风险与技术检修分析

杨刚

国网河南省电力公司郑州供电公司, 河南 郑州 450000

[摘要] 电网是现代社会的运行重要基础设施, 其稳定运行对社会各方面的正常运转至关重要。110kV 变电站作为电网中的重要节点, 其运维质量直接关系到电网的安全性和可靠性。文中探讨了电网 110kV 变电运维中影响运维安全的主要风险类型, 包括自然因素、设备故障、母线倒闸以及直流回路错误运行等。接着提出了针对这些风险的管理策略, 如运用大数据分析、实施“一码贯通”管理和精细化运检工作管理。最后讨论了 110kV 变电运维中的技术维修策略, 包括停电检修、验电检修、接地检修等, 旨在为电网运维管理提供参考。

[关键词] 电网; 变电运维; 技术检修

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13474

中图分类号: TM732

文献标识码: A

## Risk and Technical Maintenance Analysis of 110kV Substation Operation and Maintenance in Power Grid

YANG Gang

Zhengzhou Power Supply Company of State Grid He'nan Electric Power Company, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

**Abstract:** The power grid is an important infrastructure for the operation of modern society, and its stable operation is crucial for the normal operation of all aspects of society. As an important node in the power grid, the operation and maintenance quality of 110kV substations directly affects the safety and reliability of the power grid. The article discusses the main types of risks that affect the safety of operation and maintenance in 110kV substations in the power grid, including natural factors, equipment failures, bus switching, and incorrect operation of DC circuits. Subsequently, management strategies were proposed to address these risks, such as utilizing big data analysis, implementing "one code integration" management, and refining operation and inspection work management. Finally, the technical maintenance strategies for 110kV substation operation and maintenance were discussed, including power outage maintenance, electrical inspection maintenance, grounding maintenance, etc., aiming to provide reference for power grid operation and maintenance management.

**Keywords:** power grid; substation operation and maintenance; technical maintenance

### 引言

随着电力需求的增长和电网技术的不断发展, 110kV 变电站在电力系统中日益重要。然而, 变电站设备的长期运行和复杂的工作环境, 使得其面临着多种潜在的运维风险和技术检修挑战。在电网运营管理中, 如何有效降低运维风险、优化设备检修策略, 成为当前电力行业亟须解决的关键问题<sup>[1]</sup>。本研究旨在深入分析 110kV 变电站运维过程中存在的各类风险以及现有的技术检修手段。通过对运维实践的分析和技术的探讨, 探索如何通过先进的技术手段和管理策略, 提高变电站运维效率, 确保电网的安全稳定运行。

### 1 电网 110kV 变电运维风险类型

#### 1.1 自然因素影响

110kV 变电运维过程中, 自然因素是造成设备损坏和电网故障的重要影响因素。自然因素包括天气变化、地质条件、动植物活动等各种自然现象, 它们对变电站设备和运行状态产生直接和间接的影响。极端天气如雷电、风暴、

冰雹和大雨可能导致输电线路受损、设备电气部件故障或闪络。例如, 强风可能导致输电线路断裂或输电塔倒塌, 降雨过程中的雷电则可能引发设备击穿或局部设备损坏。这些天气条件不仅影响设备的正常运行, 还可能对运维人员的安全构成威胁, 因此, 预测和应对这些天气变化成为保障电网安全的重要一环。地震、地质灾害(如滑坡、泥石流)可能对变电站设备和建筑物造成直接破坏, 甚至影响到变电站的正常运行。地质条件不稳定的地区, 如山区或地震多发区, 需要采取特殊的防护措施和加强设备的抗震能力, 以应对潜在的地质灾害风险。

此外, 动植物活动也可能对变电站设备产生影响。例如鸟类或啮齿类动物可能在设备上建立巢穴或啃咬电缆, 导致设备短路或故障。植物可能在输电线路附近生长, 导致植物对设备的短路, 或者在设备上引发火灾的危险。

#### 1.2 设备故障

在 110kV 变电运维中, 设备故障直接影响着电网的稳定运行和供电可靠性。设备故障可能由多种因素引起, 如

设备老化、设计缺陷、制造缺陷、操作失误等。首先，随着设备使用时间的增长，其关键部件和系统可能会出现磨损、腐蚀或电气性能下降。例如，变压器绕组隔离老化导致绝缘击穿，开关设备操作机构老化导致操作失灵，这些都可能导致设备故障并影响变电站的正常运行。其次，设备设计或制造缺陷也是引发设备故障的潜在因素。在设备设计和制造过程中，如果存在设计不合理或者制造工艺缺陷，可能导致设备在运行中出现隐患或故障。这种情况下，设备可能在使用一段时间后出现问题，需要进行更频繁的检修和维护，以保障其安全运行。

操作失误是另一个常见的设备故障因素。人为因素在电网运维中占据重要位置，错误的操作可能导致设备过载、短路或者误操作损坏设备。例如，错误的操作顺序或者操作规程不严谨，可能导致设备在操作过程中受到损坏或者引发其他设备的连锁故障。

### 1.3 母线倒闸

在110kV变电运维中，母线是电网中的主要电力输送通道，它们将发电厂或其他电源连接到变电站，并通过变压器将电能分配到不同的用电负载。母线倒闸指的是在正常运行中，母线突然断开与电源或负载的连接。母线倒闸可能由设备故障引发。例如，断路器或隔离开关可能由于接触不良、电气故障或机械故障而失效，导致母线意外断开。这种情况下，母线倒闸可能引发设备短路、电弧故障或过载，对电网安全构成威胁。在操作过程中，如果操作人员未按规定操作步骤进行操作，例如未能正确地打开或关闭断路器、未按时进行设备检查等，可能导致母线意外断开。这种情况下，母线倒闸不仅会影响到电网的正常供电，还可能造成设备损坏或者操作人员的安全风险。另外，外部因素也可能导致母线倒闸，如雷击、动植物活动或者人为破坏等。这些因素可能导致设备受损，进而引发母线倒闸事件，需要及时的紧急处理和维修<sup>[2]</sup>。

### 1.4 不正确地运行直流回路

110kV 变电运维中不正确地运行直流回路是一种严重的风险类型，可能导致设备损坏、电网故障甚至安全事故。直流回路在变电站中通常用于控制、保护和辅助电源供电，如果操作不当或设备故障，可能引发重大问题。如果直流电源被错误连接或接地，可能导致设备电气部件受损或直流电流过大，从而引发设备的短路故障。这种情况下，不仅影响设备的正常运行，还可能影响整个电网的稳定性。

直流回路通常用于控制和保护设备，如果回路运行不正确或被关闭，可能导致设备无法及时、有效地保护或控制。这种情况导致设备在故障状态下继续运行，增加了进一步损坏的风险，或者在设备发生故障时未能及时进行保护动作，进一步放大故障影响范围。另外，操作人员在处

理直流回路时，如果操作不规范、不按照操作规程进行，可能导致设备误操作或损坏。例如，错误地连接或断开直流电源、操作不当导致设备接触不良或电气部件故障等。

为减少不正确地运行直流回路的风险，110kV 变电站需要加强对操作人员的培训和技能提升，确保其具备正确的操作技能和操作规程的理解；定期对直流回路设备进行检修、测试和维护，及时发现并修复潜在问题；建立健全的操作和维护记录，以便追踪和分析运行中的问题，并及时调整和改进操作流程。

## 2 电网 110kV 变电运维管理策略

### 2.1 运用大数据

大数据技术通过对海量数据的采集、存储、处理和分析，为运维管理提供了全新的视角和方法，可以显著提升运维效率、降低成本，并改善设备的可靠性和安全性。大数据分析可以实现对关键设备状态的实时监测和分析，例如变压器、断路器、隔离开关等的工作状态、负载情况、温度变化等。通过实时监控，可以及时发现设备异常或潜在故障迹象，预测设备的寿命和维护需求，从而实施针对性的预防性维护，避免设备突发故障造成的停电和损失。

在运用过程中，需要建立完善的数据采集系统，包括传感器、监测设备、远程监控系统等，确保数据的高效稳定采集和存储。同时，要考虑数据的安全性和隐私保护，采用合适的存储和加密技术保障数据的完整性和安全性，建立强大的数据处理和分析平台，包括数据清洗、整合、分析和建模等功能。通过数据挖掘、机器学习等技术，深入挖掘数据背后的规律和价值，为运维决策提供科学依据和预测能力。

### 2.2 实施“一码贯通”管理

“一码贯通”管理是指通过信息化技术将变电运维管理中的各个环节和数据进行整合和统一，实现全流程、全方位的信息管理和业务处理。这种管理模式不仅能提高管理效率，还可以加强运维团队之间的协同配合，从而提升110kV 变电站的运行安全和可靠性。

实施“一码贯通”管理的核心在于建立统一的信息化平台和管理系统。通过统一的标识码或系统，将设备信息、工作流程、操作记录、维护计划等数据整合到同一平台上管理。这使得运维人员可以在一个平台上获取全面的设备状态和运行数据，便于实时监控和决策分析。通过信息化平台，可以实现运维任务的智能化调度和优化，减少人为因素的干扰和误操作。例如，通过自动化的任务分配和调度系统，确保各项维护工作按时完成，提高了变电站设备的可靠性和稳定性。

为成功实施“一码贯通”管理，需要投入建设统一的信息化平台，包括设备管理系统、任务管理系统、数据分

析平台等,确保各个系统之间的数据互通和业务流程的无缝衔接;制定和优化标准化的运维操作流程和管理规范,确保各项工作按照统一的标准和流程进行,减少因操作不规范导致的风险和故障。

### 3 电网 110 kV 变电运维风险技术维修

#### 3.1 停电检修

停电检修指在确保安全的前提下,对 110kV 变电设备进行定期或计划性的停电维护和检修操作。这种维修模式通常应用于对设备进行较为深度的检查、维护或更换关键部件时,需要切断设备电源以确保操作人员和设备的安全<sup>[3]</sup>。

在停电状态下,设备与电网的连接被中断,减少了电击和短路的风险,为维修人员提供了相对安全的工作环境。这样的操作安排可以有效避免因设备运行而带来的安全隐患,保障了维修人员的人身安全。停电检修提供了更多操作空间和时间窗口,使得维修人员能够更加深入地检查设备的各个部件和系统。例如,可以检查设备内部的电气连接、绝缘情况以及机械部件的磨损程度,确保设备在恢复运行前处于最佳工作状态。通过定期的停电检修,可以提前发现并修复设备潜在的故障和问题,减少突发故障对电网运行的影响,延长设备的使用寿命,降低维护和修复的整体成本。

为有效执行停电检修策略,需要合理安排停电时间和维修计划,确保对电网运行的影响最小化。同时,维修团队需要具备专业的技能和丰富的经验,以确保维修操作的高效和安全。维修过程中还需严格遵守操作规程和安全标准,保障检修过程的顺利进行和设备的安全可靠。

#### 3.2 验电检修

验电检修是电网 110 kV 变电运维中的重要技术环节,旨在确保设备安全、稳定运行的同时,有效预防潜在故障和损坏。进行验电检修前,需制定详细的检修计划和操作程序,这包括确定检修范围、设备清单、检修时间和人员安排等细节。检修前需要对设备进行彻底的检查,如检查设备的运行记录、历史维修情况和相关技术资料,以全面了解设备状态和可能存在的问题。

验电检修过程中,需要先进行设备的隔离和停电操作,确保在安全的环境下进行检修操作,避免电气伤害和设备损坏的风险<sup>[4]</sup>。随后,对设备进行外观检查和初步诊断,检查设备外部电气连接是否正常,是否存在烧损、腐蚀或机械损伤等问题。通过使用专业的测试仪器,如电压表、电流表、绝缘电阻测试仪等,对设备的电压、电流、绝缘电阻等参数进行精确测量。这些测试数据将帮助确定设备的运行状态和健康状况,及时发现潜在的故障迹象或异常情况。同时,对电气系统的各个部件和关键连接点进行检查和清洁,检查断路器、隔离开关、接地装置等设备的接

线端子和连接螺栓,确保其紧固可靠、电气连接良好,避免因松动或腐蚀而引发的电气问题。验电检修完成后,应进行功能测试和设备重启操作,验证设备恢复正常运行,详细记录检修过程中的关键数据、发现的问题及解决方案,为日后的维护和分析提供参考依据。

#### 3.3 接地检修

接地检修在电网 110kV 变电运维中是至关重要环节,其主要优势在于确保设备安全运行、人员安全以及预防电气事故的发生。接地系统能有效地将设备的电气部分与地面进行连接,确保在电气故障时能迅速将电流引向地面,避免对设备和人员造成伤害。通过定期检查接地电阻、接地线路的连接情况,可以确保接地系统的有效性和稳定性,提升设备的耐受能力和安全性。

进行接地检修时,首先需要制定详细的检修计划和程序,确定检修范围、检查设备清单、检修时间和人员安排等细节。检修前需要全面了解设备的历史记录、使用情况以及之前的维修情况,为检修操作提供必要的背景信息。在实际操作中,接地检修包括几个关键步骤:

##### 3.3.1 现场检查和清理

检查接地装置、接地电极和接地线路的外观情况,清除可能影响接地效果的杂物、锈蚀或污垢。

##### 3.3.2 电气参数测量

使用专业的测试仪器,如接地电阻测试仪,测量接地系统的电阻值。电阻值应符合设计要求,通常需要进行定期的电阻测试以确保系统可靠性。

##### 3.3.3 接地系统的连通性检查

检查接地线路的连接是否牢固,接地电极与地面的接触是否良好。特别关注接地线路的接头和接线端子,确保没有松动或腐蚀。

##### 3.3.4 绝缘状况检测

检查接地电极周围的绝缘状态,确保没有破损或老化现象,防止因绝缘失效而导致的安全隐患。检修完成后,详细记录检修过程中的各项数据、发现的问题及解决方案。这些记录对于日后的维护和分析至关重要。

接地检修通过严格的操作流程和专业的技术手段,能够有效保障电网 110kV 变电设备的安全运行,预防电气事故的发生,延长设备使用寿命,是电网运维中不可或缺的重要环节。

### 4 结束语

110 kV 变电运维的安全和稳定运行对电网整体运行安全具有重要意义。本文分析了该过程中存在的风险类型及其管理策略,提出了相关的技术维修措施,旨在为电网运维管理者提供有效的参考和指导。采取科学合理的管理和维修措施,可以有效降低运维过程中的各类风险,确保电网运行的安全可靠。

[参考文献]

- [1] 习喻铖. 电网 110 kV 变电运维风险与技术检修[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(3): 273-274.
- [2] 王日茗. 110 kV 变电运维与技术检修分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(1): 308-309.
- [3] 孙海波. 电网 110kV 变电运维风险与技术检修[J]. 现

代工业经济和信息化, 2022, 12(11): 229-230.

- [4] 刘勇. 分析电网变电运维风险与技术检修[J]. 智能城市, 2020, 6(11): 51-52.

作者简介: 杨刚 (1995.2—), 男, 河南省郑州市人, 汉族, 硕士研究生, 中级电力工程师, 就职于国网河南省郑州供电公司, 从事电缆运检中心输电电缆运检工作。

## 海上勘察项目中海事安全监管责任风险与对策探讨

刘雷<sup>1</sup> 马梓清<sup>2</sup> 刘臻<sup>1</sup> 赵万鹏<sup>1</sup>

1. 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 湖南 长沙 410000

2. 海南省海事局, 海南 海口 570100

**[摘要]**文中分析了海上勘察项目中海事安全监管责任的风险与应对策略。在这类项目中, 海事安全监管扮演着至关重要的角色, 同时面临多种潜在的风险。文章通过分析人为错误、技术限制和环境因素等因素, 展示了这些监管责任在海上勘察中遇到的主要挑战。对此, 文章建议采取多种措施, 包括改进监管框架、增强员工培训、提升技术支持和采取预防性措施。通过对华能临高海上风电场项目在海南省临高县的案例研究, 进一步证实了这些策略的实际效用。

**[关键词]**海上勘察项目; 海事安全监管责任; 风险分析

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13480

中图分类号: P624.8

文献标识码: A

### Exploration on Maritime Safety Supervision Responsibility Risks and Countermeasures in Marine Exploration Projects

LIU Lei<sup>1</sup>, MA Ziqing<sup>2</sup>, LIU Zhen<sup>1</sup>, ZHAO Wanpeng<sup>1</sup>

1. PowerChina Zhongnan Engineering Corporation Limited, Changsha, Hunan, 410000, China

2. Hainan Maritime Safety Administration, Haikou, Hainan, 570100, China

**Abstract:** This article analyzes the risks and response strategies of maritime safety supervision responsibilities in offshore exploration projects. In such projects, maritime safety supervision plays a crucial role while facing various potential risks. The article analyzes factors such as human error, technological limitations, and environmental factors to demonstrate the main challenges faced by these regulatory responsibilities in offshore exploration. In this regard, the article suggests taking various measures, including improving the regulatory framework, enhancing employee training, improving technical support, and taking preventive measures. The case study of the Huaneng Lingao offshore wind farm project in Lingao County, Hainan Province further confirms the practical effectiveness of these strategies.

**Keywords:** offshore exploration projects; maritime safety supervision responsibility; risk analysis

#### 引言

海上勘察项目作为重要的海洋开发活动之一, 涉及到海洋资源的勘探与利用, 对于国家经济发展具有重要意义。然而, 海上勘察项目的进行涉及到复杂的海洋环境与气候条件, 存在着诸多安全隐患, 需要海事安全监管部门加强监管与管理。海事安全监管责任作为确保海上勘察项目安全进行的重要保障, 其重要性不言而喻。然而, 在实际操作中, 海事安全监管责任也面临着各种风险挑战, 需要及时有效地加以解决。

#### 1 海事安全监管责任定义与重要性

海事安全监管责任指的是海事管理机构在海上勘探项目中对船只、设备和人员安全事宜所承担的监督责任。它的核心是让海上勘探活动的安全, 预防各类安全事故的发生并保护海洋环境的完整性。海事安全监管的执行涉及到项目参与者的直接利益, 而且与海洋生态的持续健康和社会的稳定息息相关。在实施中, 海事部门需要通过严格的法规执行机制, 使所有海上作业均按照国际和国内安全标准进行, 有效地管理和缓解潜在的风险因素, 以此促进海洋资源的可持续开发利用<sup>[1]</sup>。

#### 2 海上勘察项目中海事安全监管责任风险分析

在海上勘察项目中, 海事安全监管是非常重要的一环, 海上勘察项目中的海事安全监管责任风险下面从三点出发分析其中的风险。

##### 2.1 人为因素导致的风险

人为因素是导致海上勘察项目安全事故的主要风险之一, 在狭窄复杂的海域勘探工作往往要高度地精准操作。然而, 人为的错误操作或判断失误可能会引发灾难性的后果。例如, 操作人员可能因为疲劳、训练不足或是对安全规程的忽视而导致重大安全事故。又例如, 管理层的决策错误如对安全措施的投资不足或是忽视了安全预警也可能增加事故发生的概率。在这些条件下一个小错误或疏忽都可能导致人员伤亡和财产损失严重时甚至可能引发环境灾难。

##### 2.2 技术因素带来的风险

随着海洋勘察技术的不断发展, 勘探团队逐渐采用了更多先进而复杂的设备, 显著提高了作业效率。然而, 这些设备也引入了新的问题, 增加了操作中的安全风险。技术上的风险主要有设备故障或系统失效, 一般由于维护不

当或操作错误引起。例如，在深海勘探中，如果一个远程操控的潜水器发生故障，这不仅是设备损失那么简单，还可能威胁到周边的海洋生态环境，随着信息技术在海上勘察中的广泛应用，数据处理或通信系统的任何故障都可能在关键时刻引起决策混乱，从而增加整个作业的风险。因此，在享受高科技设备带来的便利时，我们也必须做好准备，应对可能遇到的技术挑战<sup>[2]</sup>。

### 2.3 环境因素引发的风险

海洋环境的不可预测性和极端性构成了海上勘察工作中一系列的风险。无论是急剧变化的飓风、还是冰冻的海域，都能在一瞬间彻底改变作业环境，对勘察船舶和深海设备造成严重威胁。设想一下，在平静的海面突然袭来的风暴可能会导致船只失控甚至翻覆，或是强大的海浪冲击力破坏海底设备引起泥石流，这都是对人员安全和任务完成构成直接威胁的重大事件。除了这些突发的自然灾害，气候变化所引发的海冰融化等长期环境变化同样对勘察区域的地质稳定性的平衡带来了未知的挑战。随着冰层的消融，之前稳定的地质结构可能变得不再安全也给环境保护带来了新的挑战。

## 3 海上勘察项目中海事安全监管责任风险应对对策

针对海上勘察项目中海事安全监管责任所面临的风险，可以采取以下对策来加以解决和规避：

### 3.1 完善监管体系

在海上勘察项目中，构建和优化监管体系需要从多个层面入手。先要建立一个全面的风险评估机制至关重要，包括整合多种数据源，创建一个动态的风险地图来标识出潜在的危險区域。而实施实时监控技术是监管体系的核心，涉及对船舶位置、天气情况和作业环境的持续跟踪。部署先进的监控设备将支持实时数据获取，使监管机构能够迅速对任何异常状况作出响应。第二阶段，监管体系应纳入严格的合规性检查，确保所有勘察船舶和设备均符合国际海事安全标准。这应包括定期对船舶和设备进行安全审查，涵盖从船体结构的完整性到生命救助和防火系统的功能性检验。最后，制定并实施事故应急响应计划是关键，例如组建快速反应团队并配备必要的救援设备。同时，与邻近国家及地区的海事救援机构建立合作关系，形成一个多方参与的应急网络，以保证在紧急情况发生时能够快速且有效地进行响应<sup>[3]</sup>。

监管体系必须具备灵活性，能及时调整并满足监管需求。为确保监管策略的及时性和有效性，定期的法规审查和更新是必需的，这一过程中，与国际海事组织以及其他相关国际机构的持续沟通与合作至关重要。

采用这些策略将逐步构建起一个全面的海上勘察项目监管体系，有效地管理各类安全风险，保证安全标准的实现。

### 3.2 加强人员培训

在加强海上勘察项目中海事安全监管的人员培训方面，先对培训需求进行详细的分析，分析结果将用于设计针对性的培训课程，一旦确定了培训需求，接下来的步骤是制定一个全面的培训计划。这个计划需要包括各种教学模式，实地操作训练将在模拟实际操作环境的训练场地进行，使员工能够在安全的环境中学习如何应对可能发生的海上紧急情况。模拟练习包括使用虚拟现实技术来模拟海上操作环境，让员工在完全控制的情境中练习复杂和或危险的操作程序。

培训课程应交由经验丰富的专业人士负责实施，且培训内容必须根据技术发展更新不断进行调整，确保与快速变化的工作环境保持同步。为了验证培训的有效性，必须建立一个严格的评估体系。这一过程包括对受训员工进行定期的技能检测，并通过观察他们的实际工作表现来评估培训成效，进而促进培训内容的持续优化。

同时，建立一个全面的职业发展体系至关重要，监管培训计划将需要跨部门的紧密合作，确保各个环节都能精确落实，从而构建起一个有效的管理闭环系统。这种综合性的策略为海上勘察项目的操作安全提供了坚固的保障。通过这样的措施，可以确保培训和职业发展同步推进，共同促进工作效率与安全性的提升。

### 3.3 强化技术支持

强化技术支持在海上勘察项目中的海事安全监管责任风险应对策略中，技术支持包括最新的硬件设备和软件应用的引进，要安装先进的监控设备如自动识别系统(AIS)和雷达系统能实时监测船只位置预防碰撞事故发生。还要引入高精度的气象预测技术，能有效预测恶劣天气条件为船员提供足够的准备时间，避免自然灾害引起的事故<sup>[4]</sup>。

在海洋勘察的深渊中，先进的遥控潜水器(ROV)和自主水下航行器(AUV)设备经历了精心的升级与持续维护，成为深海探秘的得力助手。在无尽的海洋深处这些机器的每一次潜行都是对未知的探索。为了探索旅程的成功，技术团队不断地对这些机械进行技术升级，利用尖端的数据分析技术对从深海回传的数据进行实时解读。能够揭示潜藏于海底的地质奥秘，为勘察团队提供决策的科学依据。另外，一个全面的信息管理系统是确保海上勘察项目顺畅进行的另一个关键要素。能够整合从各种来源汇集来的信息，通过建立一个中心化的大数据数据库，所有的关键信息不仅得以安全存储，还能被有效共享分析，极大地增强了决策的精度，为项目管理层和安全监管部门提供及时信息支持。

### 3.4 预防措施

在海洋勘察这一充满挑战和不确定性的领域中，实施有效的预防措施是至关重要的，它们是保证每个任务顺利完成的关键因素。为了预防未知的风险，团队实施了一系

列精细和全面的措施。核心的安全措施之一是设备的定期和彻底检查。在每次勘探任务开始之前,技术团队会详细检查设备,这不仅包括潜水器的密封性和通信系统的稳定性测试,还涵盖了其他关键设备的功能检验。这种深入的检查程序确保了从最细小的部件到关键系统接口的每一个环节都能在恶劣的海洋条件下可靠工作,大大减少了因设备故障可能引发的安全风险。接下来,制定精细的作业计划也是减少事故发生率的关键策略之一。勘察团队会对目标区域的海洋环境和气候条件进行深入分析,基于这些信息制定出全面而详尽的操作计划。每个操作步骤都配备了严格的时间表和详细的执行指南,确保任务的流畅进行并及时完成,有效规避因计划外延误或突发事件造成的潜在风险。最后,对作业时间的合理安排同样关键,它有助于保护团队成员的健康和安全。持续的海上作业可能导致人员疲劳,从而减慢反应速度并增加安全风险。因此,项目负责人会根据工作的强度和复杂性,合理地调整班次和休息时间。此外,团队还会根据最新的天气预报调整作业计划,以避免在极端气候条件下进行高风险的操作,确保在各种条件下团队的安全和健康。通过这些综合性的预防措施,团队能够有效应对在复杂多变的海洋环境中可能遇到的各种挑战,从而保证任务的安全和团队成员的健康<sup>[5]</sup>。

通过这些精心设计的预防措施,保护了珍贵的设备和宝贵的人力资源,更为科学研究提供了坚实的安全保障。

#### 4 案例分析

临高海上风电场项目是华能集团响应国家绿色能源发展战略,在海南省临高县西北部海域开展的大规模海上风电开发项目。该项目总装机容量为600兆瓦,计划安装60台单机容量为10兆瓦的风力发电机组。项目场址总面积约80.5平方公里,水深介于11米至34米之间。配套建设的220千伏海上升压站,以及将海上风电场与陆上电网连接的66千伏海缆和220千伏海缆,共同构成了整个海上风电场的能量输出系统。

海上风电场的建设是一个复杂的技术过程,包含风力发电机组的精选以及海上升压站的搭建。这些组件中,风力发电机组是项目的核心其性能如稳定性对风电场的整体运作起着决定性作用。基础设计则必须综合考虑到海床地质状况及自然环境如风、浪、流等因素。

项目团队在勘察阶段面临诸多技术性挑战,需执行一系列关键任务来支持设计的顺利进行。包括评估工程区地震动参数、进行地基土的地震效应评价、探明风电机组与海上升压站的地质条件、检验地基岩土体的物理及力学特性、评估场地的不良地质作用及地基的抗震性能,而这些精细的勘察活动保证了设计和施工阶段能够基于准确进行极大地提高了项目成功的可能性。

海上风电场的建设和运行环境影响是一个不可忽视的问题。施工期间,桩基的沉设可能会对海洋生态环境产生短期扰动,然而与传统化石能源相比,海上风电一旦建成并投入运行,其清洁、低碳的特性将对减少温室气体排放、改善空气质量等方面产生积极作用。根据预测,临高海上风电场项目建成后,每年可向海南省提供近19亿千瓦时的绿色电力,相当于节约标煤56万吨显著减少温室气体的排放。海上风电作为一种新兴的可再生能源产业,在技术创新降低的双重推动下,发展潜力巨大。临高海上风电场项目作为海南省首个海上风电项目,标志着该省在海上风电领域迈出了重要的一步。随着项目的成功实施,预计将吸引更多的投资者参与到海南省乃至中国南海地区的海上风电开发中,促进海上风电产业链的形成<sup>[6]</sup>。

华能临高海上风电场项目在海南省能源结构调整及绿色发展策略中占据核心地位,并象征着中国海上风电技术的显著提升。该项目的稳步推进预期将对区域经济带带来深远影响,彰显了海上风电在促进地方经济发展方面的巨大潜力和关键作用。此外,该项目预计将成为推动区域经济增长的新动力源,体现海上风电技术在优化地方经济结构中的重要贡献。

#### 5 结束语

在海上勘察项目中,履行海事安全监管责任不仅是确保项目顺畅运行的关键,也是维护海洋环境与人员安全的基础。项目的相关方和监管部门必须共同努力,强化风险控制和管理,以保障项目的顺利完成。通过加强监管体系、提高人员培训质量、增强技术支持,并实施全面的预防措施,可以有效地降低各类安全风险,从而促进海上勘察项目的持续健康发展。

#### [参考文献]

- [1]张剑.浅析海事安全监管责任风险及措施[J].中国水运,2022(5):28-30.
  - [2]郝志超,孟繁林.从江苏响水“3·21”爆炸事故看船载危险货物的安全监管[J].水运管理,2020,42(5):32-34.
  - [3]李韞博.L 海事征辖区水上安全监管研究[D].大连:大连海事大学,2020.
  - [4]费中强.双重预防机制构建中海事安全监管责任辨析[J].中国海事,2018(12):27-29.
  - [5]邓颖.海事安全监管责任风险及措施分析[J].中国水运(下半月),2015,15(10):58-59.
  - [6]崔昌宁.海事安全监管责任风险与对策分析[J].企业改革与管理,2015(10):197-198.
- 作者简介:刘雷(1997.1—),男,湖南人,就职于中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司,工程师,长期从事岩土工程勘察工作。

## 电力交易中的分布式光伏收益分析

王 婧

宁德市环三售电有限公司, 福建 宁德 352100

**[摘要]** 随着全球能源需求的不断增长和环境问题的日益严重, 寻求清洁、可再生的能源替代传统化石能源已成为各国共同面临的挑战。在众多可再生能源中, 光伏发电因其资源丰富、技术成熟和环境友好等优势, 成为推动能源转型的重要力量。分布式光伏发电作为一种新兴的能源利用方式, 具有建设周期短、灵活性高和自发自用等特点, 逐渐在居民、商业和工业领域得到广泛应用。本篇文章详细分析分布式光伏系统的成本构成、发电效率、投资回报周期及收益测算, 提出适用于批发用户的用电成本模型和电能量收入分析, 并探讨提高系统效率、降低成本和增加收益的优化策略与建议, 以期对分布式光伏发电在电力交易中的应用提供理论支持和实践指导。

**[关键词]** 分布式光伏发电; 电力交易; 收益分析; 经济性; 优化策略

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13475

中图分类号: F426.61

文献标识码: A

### Analysis of Distributed Photovoltaic Revenue in Electricity Trading

WANG Jing

Ningde Huansan Electric Sales Co., Ltd., Ningde, Fujian, 352100, China

**Abstract:** With the continuous growth of global energy demand and the increasingly serious environmental problems, seeking clean and renewable energy to replace traditional fossil fuels has become a common challenge faced by all countries. Among numerous renewable energy sources, photovoltaic power generation has become an important force in promoting energy transformation due to its abundant resources, mature technology, and environmentally friendly advantages. Distributed photovoltaic power generation, as an emerging energy utilization method, has the characteristics of short construction period, high flexibility, and spontaneous self use, and has gradually been widely applied in residential, commercial, and industrial fields. This article provides a detailed analysis of the cost composition, power generation efficiency, investment return cycle, and revenue calculation of distributed photovoltaic systems. It proposes an electricity cost model and energy income analysis suitable for wholesale users, and explores optimization strategies and suggestions to improve system efficiency, reduce costs, and increase revenue. The aim is to provide theoretical support and practical guidance for the application of distributed photovoltaic power generation in electricity trading.

**Keywords:** distributed photovoltaic power generation; electricity trading; profit analysis; economy; optimization strategy

#### 1 概述

##### 1.1 分布式光伏发电的定义及现状

分布式光伏发电系统 (Distributed Photovoltaic Power Generation System) 是指安装在用户附近, 利用太阳能光伏组件将太阳能直接转化为电能, 通过逆变器等设备输出可用电力的系统, 主要应用于住宅、商业、工业建筑的屋顶、幕墙以及地面等, 具有供电灵活、减少输配电损耗等优点。目前, 分布式光伏发电在全球范围内快速发展。我国截至 2023 年底, 全国累计装机容量已超过 200 吉瓦, 其中分布式光伏占据重要份额。政府出台了多项支持政策, 如补贴、上网电价保障等, 推动了分布式光伏的普及应用。

##### 1.2 电力交易机制概述

电力交易机制是指电力市场中电力生产者与消费者之间通过市场化手段进行电能交易的规则和制度。电力交易主要分为现货市场和长协市场两种模式。现货市场是指电力在即时市场中的买卖, 而长协市场则是通过长期合同

锁定电价和电量。在分布式光伏发电系统中, 电力交易机制可以通过电网企业、第三方售电公司或直接用户参与实现<sup>[1]</sup>。通过合理的电力交易机制, 可以提高分布式光伏电站的经济效益, 实现能源的高效利用。

#### 2 技术经济性分析

##### 2.1 分布式光伏系统的成本构成

分布式光伏系统的成本构成主要包括设备成本、安装成本、运营维护成本和财务成本。设备成本是最大的组成部分, 包括光伏组件、逆变器、支架、电缆及其他辅助设备。光伏组件的价格随着技术进步和市场需求的变化逐渐下降, 但其占总成本的比例仍然较高。逆变器作为将直流电转化为交流电的关键设备, 其性能和寿命对系统整体效率有重要影响。支架和电缆等辅助设备则根据安装环境和系统设计的不同而有所变化。安装成本包括系统设计、设备安装和调试等费用。系统设计需要根据现场条件进行光伏阵列的排布和布线方案的设计, 以最大化发电效率。设备安装涉及组件和支架的固定、逆变器和电缆的连接, 以

及系统的整体调试。安装成本还受到劳动力成本和施工环境复杂程度的影响。分布式光伏系统需要定期检查和清洁,以保证组件表面无灰尘和污垢,确保发电效率。监测系统可以实时检测光伏组件和逆变器的工作状态,及时发现和解决问题,从而减少发电损失。由于光伏系统初期投资较大,许多项目需要通过贷款或其他融资手段筹集资金。财务成本的高低取决于融资方式、贷款利率和还款期限等因素。合理的财务规划和管理可以有效降低财务成本,提高项目的整体经济性。

## 2.2 发电效率与经济性分析

发电效率受光伏组件转换效率、逆变器效率、光照条件、温度和阴影遮挡等因素的影响。光伏组件的转换效率是指将太阳能转化为电能的比例,当前市场上高效光伏组件的转换效率可达到20%以上。选择高效组件可以显著提高系统的发电量。逆变器效率是指将直流电转换为交流电的效率,一般在95%以上。高效逆变器不仅能减少电能转换损失,还能提高系统的稳定性和可靠性。光照条件包括太阳辐射强度和日照时间,受地理位置和季节变化影响较大。温度对光伏组件的性能也有重要影响,高温会降低组件的发电效率,因此在高温地区需采取降温措施,如安装通风设备或选用耐高温材料。阴影遮挡是影响发电效率的重要因素,建筑物、树木和其他障碍物都会对光伏组件造成阴影遮挡,减少发电量。在系统设计时,应尽量避免阴影遮挡,优化组件排布,保证光伏阵列的最大化曝光。

经济性分析常用的指标包括发电成本(LCOE)、投资回收期(PBP)和内部收益率(IRR)等。发电成本是指单位电量的生产成本,计算公式为:

$$LCOE = \frac{\text{总成本}}{\text{总发电量}} \quad (1)$$

投资回收期是指回收初始投资所需的时间,计算公式为:

$$PBP = \frac{\text{初始投资}}{\text{年净收益}} \quad (2)$$

内部收益率是使项目净现值为零的折现率,反映项目的盈利能力。高效的系统设计和优化的运营管理可以显著提高经济性,缩短投资回收期,增加内部收益率。

## 2.3 投资回报周期与收益测算

分布式光伏系统的投资回报周期是投资者关心的重要指标。回报周期受初始投资、运营维护成本、电价和发电量等因素的影响。通过收益测算,可以评估系统的经济可行性和投资价值。分布式光伏系统的收益主要来源于自发自用电量节约的电费、上网电量的售电收入和政府补贴。自发自用电量是指用户自行消耗的光伏发电量,其收益计算公式为:

自发自用电量收益=自发自用电量×电价

上网电量是指未被用户消耗而输送至电网的电量,其收益计算公式为:

上网电量收益=上网电量×上网电价

在实际应用中,分布式光伏系统的收益还受到电价波动、政策变化和市场环境等因素的影响。为了准确测算收益,需考虑多种情景进行敏感性分析和风险评估。

投资回报周期的计算公式为:

$$PBP = \frac{\text{初始投资}}{\text{年净收益}} \quad (3)$$

其中,年净收益为总收益减去运营维护成本和财务成本。通过合理规划和优化管理,可以缩短投资回收期,提高系统的经济效益。

内部收益率(IRR)的计算公式为:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (4)$$

其中, $C_t$ 为第t年的净现金流,n为项目的寿命。IRR反映了项目的盈利能力,当IRR高于项目的资本成本时,项目具有投资价值。

## 3 分布式光伏收益影响因素分析

### 3.1 电价水平

电价水平是影响分布式光伏收益的关键因素之一。分布式光伏的经济效益主要来源于发电量在电力市场中的出售价格,因此电价的高低直接决定了项目的收益水平。在电力市场中,电价受供需关系、燃料价格、政策导向和季节性因素等多种因素影响。电价在用电高峰期较高,而在用电低谷期较低。分布式光伏可以通过优化发电调度,在电价高峰期发电并出售,从而提高收益。对于签订了长期购电协议(PPA)的光伏项目,购电协议价格(即协议电价)是项目收益的重要组成部分。协议电价通常比市场电价稳定,有助于项目收益的预测和财务规划。在选择购电协议时,项目方需要考虑协议期限、价格调整机制和市场电价走势等因素。在一些地区,政府为了促进可再生能源的发展,可能会对光伏发电实施补贴或给予优惠电价。

### 3.2 发电量

光伏发电量受光伏组件性能、太阳能资源、系统设计和运维管理等多方面的影响。高效的光伏组件能够在相同的光照条件下产生更多的电力,从而提高项目收益。此外,组件的耐久性和衰减率也是影响长期发电量的关键因素。在选择光伏组件时,项目方应综合考虑组件的性能、成本和品牌信誉。光照强度和日照时长直接决定了光伏系统的发电能力。通常,光照资源丰富的地区更适合发展光伏发电。然而,气象条件的不确定性也可能带来发电量的波动。在进行项目选址时,应进行详细的光资源评估,选择最优地点。合理的系统设计有助于最大化光伏发电量,包括光伏组件的倾角、方位角、排布方式和逆变器选型等设计参数都需要综合考虑,以优化系统性能。此外,采用跟踪系统可以动态调整光伏组件的角度,跟踪太阳轨迹,提高发电量。光伏系统的运行维护对长期发电量具有重要影响。定期的检查和维护可以及时发现和解决故障,确保系统正常运行。此外,组件表面的清洁度也会影响发电效率,定

期清洗可以提高光伏组件的光吸收能力。

### 3.3 政策支持

尽管分布式光伏项目当前可能没有直接的政府补贴，但政策支持仍然是影响其收益的重要因素。政策支持可以体现在多方面，包括市场准入、税收优惠、金融支持和技术标准等。政府可以简化项目审批流程、降低市场准入门槛等。这些政策有助于减少项目的前期准备时间和成本，提高项目的投资回报率。一些地方政府可能会对分布式光伏项目实施税收优惠政策。例如，免除或减免项目建设和运营过程中的增值税、所得税等。国家开发银行、政策性银行等金融机构可能会提供优惠贷款利率，降低项目融资成本。此外，政府还可能通过担保机制，降低项目融资风险，吸引更多社会资本参与光伏项目投资。制定光伏组件和逆变器的性能标准，推广先进的光伏系统设计和运维管理方法。

## 4 市场环境下的收益比较与优化

### 4.1 中长期市场收益分析

在中长期市场中，分布式光伏项目通常通过签订长期购电协议（PPA）来锁定电价和保证收益的稳定性。由于PPA通常涵盖数年甚至十年以上，项目方可以通过这种方式减少市场价格波动带来的不确定性和风险，项目方可以在合同期内获得稳定的电价，这样可以避免市场价格波动对收益的影响。稳定的现金流可以帮助项目方获得更为优惠的融资条件，因为投资者和金融机构更愿意为收益有保障的项目提供资金支持。稳定的收益使得项目方能够进行更为长期的运营和维护规划，从而提高光伏系统的整体效能和寿命。

### 4.2 现货市场收益分析

现货市场电价波动较大，受供需关系、天气条件和电网运行状况等多种因素影响。在电力需求高峰期，现货市场电价通常较高，项目方可以在这些时段出售电力，获取较高的收益。现货市场允许项目方根据市场价格动态调整发电和交易策略。例如，通过储能系统，可以在电价较低时储存电力，在电价较高时出售，从而优化收益。现货市场还为分布式光伏项目提供了参与辅助服务市场的机会，例如频率调节和备用电源服务，获得额外收入。

### 4.3 绿电交易收益分析

随着国家政策的驱动，绿电交易市场逐渐完善。政府出台了《电力现货市场基本规则（试行）》和《关于进一步加快电力现货市场建设工作的通知》等政策，明确推动分布式新能源上网电量参与市场，促进绿电交易的发展。企业和消费者对绿色电力的需求不断增加，尤其是在一些环保意识强的地区和行业。在绿电交易中，分布式光伏可以通过单个交易或聚合交易的方式参与。例如，广东和江苏允许分布式光伏单个交易，而浙江则需要聚合参与交易。不同的交易模式为分布式光伏项目提供了多样化的选择和收益途径。绿电交易通常享有较高的电价，特别是在一

些鼓励绿色能源发展的地区，政府会给予一定的电价补贴。绿电交易不仅带来经济收益，还能够提升企业的社会责任和环保形象，增强市场竞争力。

## 5 合理化建议与优化策略

### 5.1 灵活参与市场

项目方应综合考虑中长期市场和现货市场的不同特点，通过将部分发电量签订长期购电协议（PPA），确保基本收益的稳定；同时，将另一部分电力参与现货市场交易，获取潜在的高收益。这种组合策略既可以锁定长期收益，又能够灵活应对市场价格波动。储能系统在电力市场中的应用，可以显著提高分布式光伏项目的收益。项目方可以在电价较低时储存电力，在电价较高时释放电力，从而优化收益。此外，储能系统还可以提供备用电源、频率调节等辅助服务，获得额外收入。根据市场价格和电网需求，动态调整光伏发电策略。例如，在用电高峰期增加发电量，在用电低谷期减少发电量。

### 5.2 提高市场预测能力

项目方可以利用大数据和人工智能技术，分析历史市场价格和气象数据，建立市场价格和发电量预测模型。例如，可以利用机器学习算法，根据历史数据和实时信息，动态调整光伏系统的发电策略和交易决策。与市场运营方建立良好的合作关系，获取及时准确的市场信息和数据。这有助于项目方更好地了解市场动态，制定科学合理的交易策略。例如，通过参加市场运营方组织的培训和研讨会，学习和借鉴其他市场参与者的成功经验和先进做法。组建一支专业的市场分析团队，负责市场信息的收集、分析和预测工作。团队成员应具备丰富的市场分析经验和专业知识，能够根据市场变化，及时调整交易和运营策略。

### 5.3 争取政策支持

项目方应密切关注国家和地方政府的政策动向，通过参加行业协会、政策研讨会等渠道，获取政策解读和实施细则，为项目运营提供政策依据。例如，国家和地方政府可能会出台促进分布式光伏发展的政策，如简化审批流程、降低市场准入门槛等，项目方应积极响应和利用这些政策，提高项目收益。项目方可以通过与政府部门和政策制定机构的沟通和交流，争取有利于分布式光伏发展的政策支持。例如，可以提出降低税费、提供融资支持等建议，促进政策的优化和完善。一些地方政府可能会对分布式光伏项目实施税收优惠政策。例如，免除或减免项目建设和运营过程中的增值税、所得税等。项目方应充分利用这些税收优惠政策，降低项目成本，提高项目净收益。项目方应积极争取政府的金融支持，通过申请优惠贷款、争取担保机制等，降低项目融资成本。例如，国家开发银行、政策性银行等金融机构可能会提供优惠贷款利率，项目方应积极申请和利用这些优惠政策，降低融资成本。政府制定和推广分布式光伏的技术标准和规范，有助于

提高项目的建设质量和运行效率。项目方应严格遵循这些技术标准和规范,确保项目的合规性和稳定性。例如,国家能源局可能会制定光伏组件和逆变器的性能标准,项目方应按照这些标准进行选型和采购,提高光伏系统的发电效率和可靠性。

#### 5.4 提高技术应用水平

引入先进的智能控制系统,提高光伏系统的管理和调度能力。例如,采用智能逆变器和能量管理系统,优化发电和用电的平衡,提高系统效率。建立健全的运维体系,定期对光伏设备进行检查和维护,确保系统的长期稳定运行。采用远程监控和诊断技术,及时发现和解决故障,提高系统可靠性。持续进行技术创新和研发,提高光伏系统的技术水平。例如,研发高效光伏组件、新型储能材料和智能控制算法,提升系统的发电效率和经济性。

#### 5.5 优化运营管理

对光伏项目进行精细化管理,从设计、建设、运营等各环节入手,优化资源配置和管理流程,提高项目的整体效益。加强对光伏项目管理人员和技术人员的培训,提高其专业素质和管理能力。建立人才激励机制,吸引和留住优秀人才,为项目的长期发展提供人才保障。制定完善的风险管理体系,识别和评估项目可能面临的各类风险,采取有效的风险防范和应对措施。例如,建立风险预警机制

和应急预案,提高项目的抗风险能力。

## 6 结语

分布式光伏发电作为一种可再生能源技术,正日益受到各国政府和市场的重视,其在电力交易中的经济效益和环境效益也逐渐显现。分布式光伏发电不仅是解决能源危机和环境问题的重要途径,也是推动电力市场改革和能源结构优化的重要手段。深入研究和实践应用,分布式光伏系统将在未来的能源发展中发挥越来越重要的作用,为构建绿色、低碳、可持续的能源体系提供有力支持。

### [参考文献]

- [1]许崇庆,张同乐,闫桂焕.基于系统动力学的能源系统发展策略研究[J].江苏商论,2024(7):107-111.
- [2]李建林,胡笳扬,辛迪熙,等.基于参数自调节的电氢耦合系统调频控制策略研究[J].高压电器,2024,60(7):1-11.
- [3]夏永洪,陈文睿,赵永嘉,等.考虑多能源同台竞价的电力中长期融合交易机制设计与实践[J].南昌大学学报(工科版),2024,46(2):212-219.

作者简介:王婧(1985.7—),女,毕业院校:福建农林大学,所学专业:计算机科学与技术,当前工作单位:宁德市环三售电有限公司,职务:市场业务部副主任,职称级别:中级。

# 征 稿

《Hydroelectric Science & Tecnology》即《水电科技》由新加坡Viser Technology Pte. Ltd. 主办，ISSN：2630-5291。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。（附个人简介、邮箱、联系方式及详细收件地址，如：省、市、区、路）。

（3）论文篇幅：字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址：[www.viserdata.com](http://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](http://www.viserdata.com)

ISSN 2717-5383

