



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 **6**

第7卷 总第42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6期(总第42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: 6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: 21 Woodlands Close, #08-18,

Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

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

- 水利排灌站工程施工管理探析..... 刘云峰 1
- 水利工程管理中存在的安全问题及改进策略研究.....  
..... 刘杰 4
- 小型农田水利工程矩形渠道施工技术工艺研究.....  
..... 陈文博 7
- 探析水利混凝土工程的施工要点及其裂缝控制.....  
..... 贾也 10
- 水利工程施工管理中信息化技术的应用分析.....  
..... 陶园 13
- 水利工程全生命周期造价控制研究.....  
..... 慎贝 潘超亚 16
- 水利工程施工管理和维修养护存在的问题及对策.....  
..... 周萍 19
- 木垒河河道生态水量分析计算..... 汪杰 22
- 浅谈水利工程中水库溢洪道施工技术处理.....  
..... 玉素甫江·吐拉洪 27
- 水利工程渠道防渗施工的关键技术探究..... 颌文恒 30
- 水利工程中深基坑开挖变形监测分析..... 鲁圆庆 33
- 机械设备管理在水利工程实施中的作用..... 岳超 36
- 谈生态水利工程规划设计的基本原则..... 陈俊鹏 39

#### 水文水资源

- 水资源管理中的问题及对策探讨..... 桑永春 42
- 水文水资源管理在水利工程中的应用研究.... 郭韩 45
- 浅谈新疆米东区地下水超采现状与治理措施.....  
..... 范莉 48
- 水利信息化技术在地下水超采治理中的应用.. 王开 51

#### 防汛抗旱

- 基层农田水利管理与防洪抗旱问题研究..... 刘新敏 54

水利工程河道防洪现状及治理措施研究..... 陈 伟 57

## 节水灌溉

阿拉沟大型灌区现代化改造思路探究.....  
..... 徐 凯 任 萍 60

## 水电建设

止水缝施工工艺在水利水电工程施工中的运用.....  
..... 高丹丹 63

## 电力工程

配网自动化对配电网供电可靠性影响研究.....  
..... 曹丽佳 王 翠 66

继电保护在电力施工中的问题及防范措施探研.....  
..... 马自良 杨 洋 张 劼 70

10kV 配网中性点经小电阻接地技术及应用 ... 苗喜得 73

电力系统配电自动化及其故障处理..... 陈贤增 76

接地变压器的故障分析与保护设计.....  
..... 李栋梁 李华清 柳忠甫 胡刚强 79

电厂水能及动力工程存在的主要问题研究.... 朱学利 82

基于 fluent 箱式电抗器热流仿真... 袁数数 郑高凯 85

## 电气工程

风力发电电气控制技术及应用分析..... 李世榕 88

建筑电气工程中低压配电系统的安装与调试研究.....  
..... 蒲文戈 91

电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展探讨  
..... 祁宇乐 94

建筑电气节能减排措施及光伏新能源应用研究.....  
..... 孟丽荣 97

## 自动化技术与应用

电力系统及其自动化技术的安全控制研究... 张 轲 100  
IGBT 导热硅脂涂覆自动化控制在质量管理中的应用 ...

..... 姚艳芳 聂明珍 焦照旭 冯自豪 103

电力系统及其自动化中变压器故障诊断研究.....  
..... 祁军强 106

## 技术解决方案

装配式变电站土建设计施工技术要点研究... 吴义军 110

无人机技术在输电线路巡检中的研究与应用.....  
..... 李刚涛 吕 冬 李海伦 吕海龙 113

电力系统无人机巡检输电线路技术..... 吴松涛 117

电力系统电气设备安装与调试技术研究..... 倪 军 120

## 运行维护

灌区水利工程运行管理措施分析... 潘超亚 慎 贝 123

回弹法和钻芯法在水库除险加固工程质量检测中的应用  
研究 ..... 兰宏博 126

# 水利排灌站工程施工管理探析

刘云峰

阜南县水利局, 安徽 阜南 236300

[摘要] 由于国家经济持续发展, 与水利有关的项目建设及配套等持续增加, 水利排灌站工程施工管理已经成为水利项目建设的一个重要内容, 其承担着排水灌溉等作用, 其运行状况、管理水平等会对地区发展带来不容忽视的影响。那么, 该如何最大化地体现出水利排灌站的实际功能与价值, 对其实施工程施工管理非常关键。在文中的研究中, 笔者结合实际情况对其展开探讨, 整理出一些重要的施工管理细节, 希望能够为业内人士带来借鉴与参照。

[关键词] 水利排灌站; 工程施工; 管理

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12527

中图分类号: TV698.2

文献标识码: A

## Analysis of Construction Management of Water Conservancy Drainage and Irrigation Station Engineering

LIU Yunfeng

Funan County Water Resources Bureau, Funan, Anhui, 236300, China

Abstract: Due to the continuous development of the national economy and the continuous increase in project construction and supporting facilities related to water conservancy, the construction management of water conservancy drainage and irrigation stations has become an important part of water conservancy project construction. They play a role in drainage and irrigation, and their operation status and management level will have an undeniable impact on regional development. Therefore, how to maximize the actual function and value of water conservancy drainage and irrigation stations is crucial for their construction management. In the research in this article, the author explores it based on the actual situation and summarizes some important construction management details, hoping to provide reference and guidance for industry professionals.

**Keywords:** water conservancy and drainage stations; engineering construction; management

### 引言

在国家实施改革开放政策之后, 我国水利项目建设步伐持续加大, 且规模不断拓展, 但是与其有关的设施配置及建设却存在不同程度的滞后性, 比如: 农田水利项目欠账多, 受重视程度不足, 导致相关设施无法及时更新, 存在严重的老化问题, 造成一些粮食主产区的水利基础设施并未最大化地彰显出其功能价值, 对抗旱灌溉等功能调节造成不利影响。基于此, 业内人士建议持续提高投入成本, 将水利设施项目的建设及改造升级等放在重要位置上, 有计划地落实相关计划, 确保水利排灌站工程施工实现高质量管理, 为整个行业的健康发展提供支持。

### 1 水利排灌站工程施工管理概述及常见问题

#### 1.1 概述

在水利排灌站工程施工建设中, 水是一个不可忽视的影响因素, 它通常会在地基承载力、稳定性等造成影响, 与整个工程施工管理质量有着密切的相关性。另外, 施工管理涉及到很多细节与内容, 无论是地基建设, 还是施工现场管理或者环境整顿等, 每一个要素都是非常复杂的, 具体包括: ①地基硬度管理。地基土层中不同位置的硬度差异大, 由于基地上端的设施会使地面压力持续增加, 由此会让一些硬度偏低的位置出现程度不一的沉降问题, 乃

至会使地基上的配套设施受到影响或破坏等<sup>[1]</sup>。②地质环境管理。个别地质条件诸如稳定性、抗压性等, 无法满足水利排灌站工程施工要求, 造成地基不能承载其上端带来的压力, 由此会对整个项目管理、工程建设等造成不容忽视的破坏及干扰。另外, 地基土壤性质不一, 一些可能会掺杂很多河砂, 导致水分持续渗透, 如果发现渗水量明显超过标准要求, 必然会对水利排灌站工程施工质量造成损害。

#### 1.2 常见问题

##### 1.2.1 自然条件造成的干扰

对于一些非公路施工项目来说, 若要避免施工结束后整个工程受到自然因素的破坏, 则需要严格设置水利排灌站工程施工深度, 方可保障地基稳定及其上端设施的安全及有效。对于一些公路施工项目来说, 不但要时刻留意施工操作期间由于路面狭窄等引起的交通安全风险, 而且还需要确保在施工竣工后的泥土紧合性符合要求, 避免由于路面车辆过重导致路面坍塌; 并且还需要确保路面的平整, 由此能够预防下暴雨后导致路面积水蓄积, 由此会对路面交通造成干扰及阻碍等。

##### 1.2.2 施工前期规划不完善

这一个问题是在引起施工建设期间摩擦不断的一个主

要原因。比如：水利排灌站工程施工位置的设定一定要精准，如果出现测量误差，则会导致施工位置不符合要求；而且还有一种情况是施工期间存在难度，为了能够减轻操作难度需要进行合理偏移，导致施工位置和预设位置出现矛盾，甚至会引起施工后的地面不平整、雨后有积水或滑坡等，这必然会对水利排灌站工程的功能发挥造成限制<sup>[2]</sup>。

### 1.2.3 施工材料存在质量问题

在水利排灌站工程施工期间，材料的选择是非常关键的，不仅要保障来源渠道规整，而且还需要确保后期维护便捷，由此能够避免出现虚假劣质材料，否则会直接导致水利排灌站工程施工质量受到不利影响。

## 2 水利排灌站工程施工管理策略

施工前，水利排灌站工程施工管理人员需要与地方交管局报备，说明具体的施工周期及要求，以便于地方交管局对施工区域的交通实施针对性管制，尤其是重点封锁核心区域，避免由于交通意外事故的发生造成施工进度受阻。并且，还需要提前做好技术层面的准备，注重现场勘查，然后制定科学、标准、适宜的施工设计图纸，随后才能够正式施工建设。在现场技术人员需要根据设计图纸及文件等规范落实，保障相关要求能够顺利执行；工程管理者还需要加强项目管理，并结合员工的专长给予科学分工与安排，最大化地彰显员工的专业优势与岗位特长。另外在施工期间，每一个细节都需要高度重视，保障不忽视任何隐患及问题，唯有如此，才能够增强水利排灌站工程施工管理质量，确保项目的顺利开展。接下来，笔者按照具体的施工操作流程明确相应的管理策略<sup>[3]</sup>。

### 2.1 注重地基施工管理

在水利排灌站工程施工管理中，地基工程是一个重要环节，开发科学有效的地质条件监测技术是非常重要的，这也是确保水利工程能够顺利开展的一个必要要素，对增强水利工程施工质量等发挥积极作用。比如：预应力管桩技术的应用是非常重要的，这是用来改善地质条件的一个核心技术，对于增强水利排灌站工程施工质量发挥积极作用，其具体的施工方法有两种：锤击法与静压法。通常来说，静压法的应用范围更加广泛，特别是在很多偏重的管桩项目施工中最常见。在其施工完成之后必须要对其成效进行评估与测定，具体的做法是通过低应变法、高应变法等对管桩的性能、承载力等进行测定与评估<sup>[4]</sup>。

再如，在地基施工期间，水泥粉煤灰碎石桩的应用是很常见的。其发挥的功能优势非常明显，一般具有排水、防震、挤密等功能特点。其中，排水功能的发挥是因为水泥粉煤灰碎石桩四周及桩内等包含一些具备较强过滤性能的固体物质，它能够设立一些渗透性极强的排水通道，促使排水速度大大提升，避免对桩的使用性能造成破坏，而且还能够进一步增强土质强度。因为水利排灌站工程施工项目是在地下进行的，对此在施工建设前必须要保障管

道铺设的科学、合理，同时为了保障其安全性与稳定性，则需要动态性地监测其与土壤的紧合度，若发现紧合度不符合要求，必须要对其进行处理（此时可以考虑通过配置水泥粉煤灰碎石桩来解决这一问题），待其达标之后才能够继续施工操作。对于水泥粉煤灰碎石桩的防震功能来说，因为其内部材料具备较高的密度，所以对土质的抗液化性能带来影响，所以能够发挥较强的预震功能。值得注意的是，水泥粉煤灰碎石桩对地基的挤密功能也是不容小觑的，一般在不同的施工区域中，土壤的物理组分存在差异性，所以其与水泥粉煤灰碎石桩之间的压力变化，则会引起桩和桩之间的土壤的孔隙变小；并且，其内部的水分含量也会逐步缩减。在配置水泥粉煤灰碎石桩之后，有利于逐步增强该区域土质的物理特性，确保其内部的承载力大大提升。

### 2.2 加强泵站信息化监控

随着科学技术的持续发展，加强水利排灌站工程施工节能技术改造也是一个不容忽视的管理要点。因为在项目投入运行的过程中，加强资金控制是非常重要的，此时需要积极运用新技术、新工艺等，对水利排灌站的正常运行进行监测，主要监测内容包括：泵站运行设施、生活生产设施、通信调度设施等，以便于对其运行进行动态性的监管与维护。并且，还能够通过信息网络技术、数字化技术等，逐步增强相关基础信息的收集与利用水平，为实现水利排灌站工程施工管理自动化发挥积极作用，为项目的后期网络化运行、管理调度智能化等做铺垫<sup>[5]</sup>。

值得注意的是，在加强水利排灌站工程施工管理过程中，对其实施更新改造也是一个重要任务，这对于保障工程的安全运行、降低能耗等具有积极意义。按照国家在这一领域的改造工程设置来看，则需要业内人士尽快编撰水利排灌站工程建设规划方案，并积极上报申请，力争能够获得国家的战略投资与大力支持。站在全国范围内来看，我国个别地区的水利排灌站尚未配置数量充足的专业电气维修人员或专职电工等，不能真正地满足水利排灌站后期运营及日常维护等需求。尤其是在抢险排障等工作中，需要尽快地配置一些专职调度人员，对水利排灌站的正常运行进行动态性维护，方可保障各项工作的顺利开展。总而言之，通过先进技术对水利排灌站的运行功能实施动态性改造，确保其功能逐步升级，这对于预防农业洪涝灾害、保障国家农业安全等具有一定的积极意义。

### 2.3 关注材料采购及环境质量

#### 2.3.1 工程管理者需要加强材料采购管理

在施工材料进场前，必须要对其资质、品质等认真排查，避免劣质、不合格产品混淆其内；并且在施工期间需要遵循“边使用边检查”原则，避免施工材料在输送期间出现品质损害，对有品质问题或隐患的施工材料一定要完全摒弃，不能单纯地为了节约而再次利用，否则会对水利排灌站工程施工质量造成安全隐患，由此会引发严重风险。

### 2.3.2 加强施工期间的环境管理

项目施工负责人必须要动态性地观察施工期间的天气变化,并对其实施动态性、精准性的预防与处理,避免恶劣天气、不良气候等对水利排灌站工程施工造成负面影响;若出现一些损害及异常问题的,必须要安排专业人员及时处理与补救<sup>[6]</sup>。

### 2.3.3 注重施工管理期间的数据测量管理

需要注意的是,在水利排灌站工程施工建设及运营期间,数据的测量、分析及利用等是非常重要的。但是需要注意的是,不管是哪一个环节的数据管理,都具备较强的复杂性、专业性等特点,所以必须要交给专业人员来处理。一般来说,需要让专业技术人员借助于精密测量仪器、计算机等给予精准测量与计算,方可尽量地避免误差的形成。

### 2.4 重视项目队伍建设及相关规章制度优化

在水利排灌站工程施工管理工作中,除了现场施工管理与监控之外,还需要对相关人员进行岗位培训,并逐步优化管理章程与工作制度,唯有如此,才能够确保对“人、财、物”等实施标准化的管理与控制,这也是实现水利排灌站工程高质量运行、设备高效利用的一个关键推动要求。比如,针对水利排灌站工作人员的业务技能培训来说,则需要通过定期开展培训活动,促使其业务知识不断更新与升级,这对于增强其专业素养、提高业务水平等具有一定的推动作用;同时还能够确保其在面对各类突发事件的情况下,能够最大化地实现泵站的安全运行及高效生产。比如,在新入职人员管理方面,需要由水利排灌站的负责人进行全程考核与评估,唯有符合录用要求,否则严禁上岗;针对一些缺乏责任意识、工作态度涣散的员工,则需要对其进行思想教育或者业务指导,否则需要给予辞退处理。同时,在水利排灌站工程施工运营阶段,工作人员必须要加强泵站所有配套设施的日常维护与管理,确保各个工序能够畅通运行,实现工作效率提升,并且还能够避免故障风险的发生,为增强整个项目的经济效益等发挥积极作用<sup>[7]</sup>。

在水利排灌站工程施工后期,一定要创建运行数据记录平台,并编制不同阶段的运行档案,确保在发生小故障、小隐患的情况下能够第一时间给予处理与维护;利用完善相关规章制度的方法对其实施严格考核,力争能够对现场管理人员与技术人员等进行规范化的行为约束与管制,增强其责任意识与岗位管理观念;同时还需要逐步改善相关人员的薪酬待遇与岗位福利等,通过实施“同岗同薪”等

政策来增强员工的工作稳定性;利用定期考核的方法实现内部公平竞争;并且还需要对一线技术人员普及与专业相关的理论知识,确保其了解水利排灌站的配套设备及建筑物的运行情况,并逐步熟悉与工程密切相关的安全规程、操作要求、事故处理原则等,以便于在解决相关问题的过程中能够严格遵循规章制度办事,这对于增强项目的运营效益、确保水利排灌站工程安全推进等发挥积极作用<sup>[8]</sup>。

### 3 结束语

总而言之,在水利排灌站项目施工建设过程中,明确科学规划流程、设置重要技术要点、引入一流施工技术等都是非常重要的,因为该工程对我国农业排水、灌溉等影响重大,能够对我国农业经济发展带来推动。所以,加强水利排灌站工程施工管理是非常重要及必要的。但是在具体工作中,项目管理的内容比较复杂、繁琐,相关技术人员面对的管理问题难易程度各有不一,在解决具体问题的过程中,必须要秉承科学、高效、合理等原则,力争在最大化地保证项目安全与稳定的前提下,尽可能地缩减投资成本、增强加固维护效果,为最大化地彰显出水利排灌站的应用价值与社会意义等发挥积极作用。

#### [参考文献]

- [1]余倩.水利工程施工中水土保持工作研究——以蛟溪排灌站拆除重建项目为例[J].水利科学与寒区工程,2022,5(2):69-71.
  - [2]李伟沛.水利工程机电排灌建设管理存在的问题及改善措施[J].内蒙古水利,2020(7):69-70.
  - [3]吴利强,聂秋月.浦东新区农田水利排灌系统改造工程实践探索[J].人民长江,2015,46(4):70-73.
  - [4]贺欣欣.对水利排灌站电气施工技术的探讨[J].建材与装饰,2018(41):274-275.
  - [5]马玉新.小议水利排灌站工程地基处理技术研究[J].黑龙江水利科技,2016,44(12):86-88.
  - [6]邹源江.水利排灌站电气工程施工技术要点分析[J].四川建材,2015,41(4):146-147.
  - [7]袁志超.水利排灌站工程地基处理技术研究[J].内蒙古水利,2015(3):125-126.
  - [8]敬海峰,王宝,韩雪东.水利工程防渗处理施工技术应用的探析[J].黑龙江科技信息,2012(8):1.
- 作者简介:刘云峰(1972.12—),男,安徽省阜南县人,汉族,本科学历,工程师,就职于阜南县水利局,从事水利工程管理、维修保养、项目管理相关工作。

# 水利工程管理中存在的安全问题及改进策略研究

刘杰

新疆生产建设兵团第三师图木舒克市水利工程管理服务中心, 新疆 图木舒克 844000

**[摘要]** 水利工程施工是一项复杂而又高风险的工作, 施工过程中存在诸多安全隐患, 一旦发生事故将会对人员生命财产造成严重损失, 同时也会影响工程的进度和质量。基于此, 文章探讨水利工程施工安全管理的重要性以及管理中存在安全问题, 并提出改进水利工程安全管理的措施, 包括强化安全教育、完善施工中的全过程安全管理体系以及强化施工安全监督检查管理, 以期提高水利工程施工的安全水平, 保障施工人员的人身安全和工程的顺利进行。

**[关键词]** 水利工程; 施工安全管理; 改进策略

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12525

中图分类号: TV512

文献标识码: A

## Research on Safety Issues and Improvement Strategies in Water Conservancy Engineering Management

LIU Jie

Water Conservancy Engineering Management Service Center of the Third Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Tumushuke, Xinjiang, 844000, China

**Abstract:** Water conservancy engineering construction is a complex and high-risk work, and there are many safety hazards in the construction process. Once an accident occurs, it will cause serious losses to people's lives and property, and also affect the progress and quality of the project. Based on this, the article explores the importance of safety management in water conservancy engineering construction and the safety issues that exist in management, and proposes measures to improve water conservancy engineering safety management, including strengthening safety education, improving the entire process safety management system during construction, and strengthening construction safety supervision and inspection management, in order to improve the safety level of water conservancy engineering construction, ensure the personal safety of construction personnel, and ensure the smooth progress of the project.

**Keywords:** water conservancy engineering; construction safety management; improvement strategy

### 引言

现代社会中, 水利工程的建设和发展对于国家经济、社会和生态环境的发展起着至关重要的作用<sup>[1]</sup>。然而, 水利工程施工过程中存在诸多安全隐患, 一旦发生事故将会对人员生命财产造成严重损失, 同时也会影响工程的进度和质量。因此, 加强水利工程施工安全管理成为当前亟待解决的重要问题。

水利工程施工涉及到大量的人员和设备, 工程环境复杂多变, 施工过程中存在着较高的安全风险。加强施工安全管理, 有效预防和控制施工过程中可能发生的安全事故, 保障施工人员的人身安全和工程的顺利进行。同时, 安全施工不仅关乎施工人员的生命财产安全, 也关系到工程的进度和质量, 影响着水利工程的经济效益和社会效益。因此, 加强水利工程施工安全管理, 不仅是施工单位的责任, 也是国家和社会的共同关注和重视的问题。因此, 本文深入探讨水利工程施工安全管理的重要性、存在的问题和改进措施, 旨在为加强水利工程施工安全管理提供理论支撑和实践指导, 促进水利工程施工安全管理水平的不断提高, 为水利工程的高质量建设和可持续发展提供保障。

### 1 水利工程施工安全管理的重要性

#### 1.1 提高安全意识

提高安全意识能够增强施工人员的安全防范意识和自我保护意识。施工现场涉及到各种作业环境和作业设备, 存在诸多潜在的安全风险, 通过提高安全意识, 施工人员才能够更加敏锐地察觉到可能存在的危险, 并采取相应的防范措施, 有效预防和避免安全事故的发生。施工现场, 施工人员都是安全的守护者和保障者, 只有大家共同增强安全意识, 相互协作、相互配合, 才能够形成紧密的安全防线, 共同维护施工现场的安全和稳定<sup>[2]</sup>。此外, 通过加强安全教育和培训, 使施工人员充分认识到自己的职责和义务, 明确安全管理的重要性和必要性, 自觉遵守安全规章制度, 严守工作纪律, 做到安全第一, 从而提升施工人员的职业素养和责任意识, 有效降低施工风险和事故发生率。作为施工单位的一项基本管理要求, 提高安全意识不仅能够保障施工人员的安全, 够提升施工单位的社会形象和公众信任度, 树立良好的企业品牌形象, 为施工单位的可持续发展奠定坚实的基础。

#### 1.2 保障施工人员安全

作为施工单位, 必须将保障施工人员安全放在首要位

置,全面加强安全管理,做到安全生产,确保施工人员在施工过程中的安全和健康。施工人员是水利工程建设的主力军,其安全受到威胁会导致社会不稳定因素的增加,为了维护社会的和谐稳定,必须加强对施工人员安全的保障。施工人员安全直接影响到施工的正常进行,一旦发生安全事故,将会对工程的进度和质量产生严重影响,甚至导致工程停工,造成不可估量的损失。此外,保障施工人员安全也是提高工作效率和经济效益的关键因素,施工人员安全受到保障,工作积极性和工作效率会得到提高,从而提升工程建设的经济效益和社会效益。最后,如果能够做好施工人员的安全保障工作,将会树立起良好的企业形象和信誉,可提升企业的竞争力和影响力。

### 1.3 保障工程顺利进行

水利工程施工通常涉及大量的资金投入和人力资源,工程进度的延误将会导致工程周期的延长,进而增加工程成本和投资风险。因此,通过做好施工安全管理,保障工程顺利进行,可以有效避免施工进度的延误,保证工程按时完成。水利工程的质量直接关系到工程的安全性和可靠性,工程顺利进行,施工过程中各项工作才能够有序进行,各项工程质量控制措施才能够得以落实,从而确保工程建设质量达到规定标准,保障工程的长期稳定运行。同时,水利工程施工周期的延长和质量问题都会增加工程的成本,降低工程的经济效益,做好施工安全管理,保障工程顺利进行,有效降低工程建设成本,提高工程的经济效益,为施工单位带来更多的经济收益。此外,水利工程建设不仅关乎经济利益,也关乎社会发展和民生改善,保障工程顺利进行,及时解决人民群众的饮水和灌溉等基本生活需求,改善生态环境,促进地方经济和社会的可持续发展。

## 2 水利工程施工中存在的安全问题

### 2.1 安全意识淡薄

部分施工单位和施工现场,长期以来对安全教育和培训重视不够,以及施工人员个人对安全意识的漠视,导致安全意识淡薄的现象较为普遍<sup>[3]</sup>。首先,现场安全隐患缺乏足够警惕性和认识,对发生安全事故没有足够预防。忽视施工现场的安全规章制度,盲目追求工作效率,从而增加安全事故发生的风险。其次,对安全生产重要性认识不足,缺乏安全意识内在驱动力,对安全管理工作执行不够自觉,出现敷衍塞责、消极应付的态度,导致安全管理措施的实施不到位,安全风险得不到有效控制。再次,对安全教育和培训的投入不足,安全意识培养和提升工作滞后于实际需求,缺乏系统安全培训和教育,施工人员安全意识无法得到有效的传递和强化,导致施工现场的安全管理水平整体偏低。最后,施工单位和施工人员存在侥幸心理,认为安全事故不会发生自己身上,忽视安全意识培养和加强,使得施工现场安全隐患得不到及时发现和处理,增加安全事故发生可能性。

### 2.2 安全管理体系不完善

安全管理体系不完善表现在施工单位安全管理体系缺乏系统性、规范性和科学性,导致安全管理工作的执行效果不佳,安全风险控制和预防能力较弱。首先,安全管理体系缺乏科学性和规范性,施工单位没有建立完善安全管理制度和程序,对安全管理的要求和措施缺乏具体的指导和规范,导致安全管理工作的执行存在随意性和不确定性。其次,缺乏系统性和全面性。只注重某方面安全管理,而忽视了其他方面安全问题,导致安全管理工作的覆盖面不足,无法全面识别和解决潜在的安全隐患。再次,存在管理层次不清晰、责任不明确,导致安全管理工作的执行效率低下,责任推诿和任务落实不到位,影响到安全管理工作的有效性和实效性。最后,缺乏对安全管理体系的持续改进和优化机制,安全管理体系的更新迭代速度较慢,无法及时适应施工现场安全管理新要求和新挑战,影响到安全管理工作持续改进和提升。

### 2.3 安全监理工作不到位

安全监理工作不到位表现在监理单位在水利工程建设过程中未能充分履行安全监督和管理职责,导致安全隐患得不到及时发现和处理,安全风险控制不到位。首先,由于监理单位人员素质和专业能力不足,缺乏专业安全监理人员,或者监理人员对安全管理规定和标准理解不深,对施工现场安全隐患的识别和评估能力不足,无法做到全面、细致地监督安全管理工作。其次,监理单位与施工单位之间利益关系。监理单位与施工单位的利益关系纠葛,或者监理单位对施工单位的监督力度不够,导致对施工现场安全管理存在疏漏和纵容,安全监理工作得不到有效开展。再次,由于监理单位监督机制和 workflow 不健全,缺乏严格安全监督制度和流程,监督工作缺乏规范性和系统性,导致监理人员在安全监督过程中存在盲区和疏漏,无法全面、及时地发现和解决安全问题。最后,缺乏对监理工作的有效组织和管理,监理人员的监督职责和权限不明确,监理工作的执行效果受到影响,导致安全监理工作不到位。

## 3 改进水利工程安全管理的措施

### 3.1 强化安全教育,提高整体安全意识

安全教育是提升施工人员安全意识和安全素质的有效途径,能够增强他们对安全工作的重视程度,减少安全事故的发生<sup>[4]</sup>。第一,建立健全安全教育体系。施工单位应制定全面的安全教育计划和方案,明确安全教育的内容、对象、方法和周期,确保安全教育工作的全面覆盖和持续开展,安全教育内容应涵盖安全规章制度、安全操作规程、应急处置措施等方面,旨在提升施工人员对安全管理的认识和理解。第二,加强安全教育的实施和执行。施工单位应建立定期的安全教育培训机制,通过集中培训、现场指导、安全演练等形式,向施工人员传授安全知识和技能,提高安全意识和应急反应能力。同时,要重视安全教育的

针对性和有效性,根据不同岗位、不同作业环境的实际情况,有针对性地开展安全培训和教育。第三,强化安全文化建设。施工单位应倡导和营造积极向上的安全文化氛围,树立安全第一的理念,推动全员参与、全员负责的安全管理模式。通过举办安全知识竞赛、开展安全文化宣传活动等方式,培养和弘扬安全文化,促进施工人员自觉遵守安全规章制度,形成良好的安全行为习惯。第四,注重利用现代化技术手段加强安全教育。施工单位可以借助信息化技术,开发安全教育APP、网络课程等,提供多样化、便捷化的安全教育培训资源,满足不同施工人员的学习需求。同时,利用虚拟现实(VR)技术等先进技术手段,模拟真实的施工场景,进行安全操作培训和模拟演练,提高施工人员的安全技能水平。第五,建立健全安全教育的监督和评估机制。施工单位应建立完善的安全教育考核制度,对安全教育的实施情况进行定期检查和评估,发现问题及时整改,并对安全教育效果进行评估和总结,不断改进安全教育工作的质量和效果。

### 3.2 完善施工中的全过程安全管理体系

全过程安全管理体系包括施工前、施工中和施工后的全方位管理,以确保从工程规划、设计到施工和维护的每个环节都能够有效控制安全风险,保障工程建设的安全性和可靠性<sup>[5]</sup>。其一,施工前的全过程安全管理包括对工程可行性研究和前期设计的安全评估和论证,制定安全施工计划和应急预案,明确安全管理组织机构和责任分工,做好施工前的安全培训和教育,确保施工人员对安全管理制度和操作规程的全面理解和认可。其二,施工中全过程安全管理需要加强现场监督和管控,确保施工现场的安全生产环境和秩序,落实施工作业的安全操作规程和技术标准,加强对关键工序和重点岗位的安全监控和控制,及时发现和处理安全隐患,确保施工过程安全可控。其三,施工后全过程安全管理包括对工程竣工验收和投运后的安全评估和跟踪监测,建立健全的工程运行和维护管理机制,定期开展安全检查和隐患排查,加强对工程设施和设备的定期维护和保养,及时处理安全事故和应急事件,确保工程运行期间的安全可靠。其四,完善施工中的全过程安全管理体系建立健全相关制度和流程,加强安全技术标准和规范的制定和更新,推动安全管理信息化建设,提升安全管理水平和效能。同时,加强施工单位和监理单位之间的沟通和协作,形成合力,共同推动施工中全过程安全管理工作的落实和完善。

### 3.3 强化施工安全监督检查管理

水利工程建设过程中,加强施工安全监督检查管理能

够有效发现和纠正安全隐患,提升施工现场安全管理水平,保障工程建设的安全和质量。一是加强施工安全监督检查的组织和领导。相关主管部门应建立健全施工安全监督检查机构和团队,明确监督检查的职责和权限,加强对施工安全监督检查工作的统筹和指导,确保监督检查工作的科学有效开展。二是健全施工安全监督检查制度和流程。建立健全施工安全监督检查制度和规范,明确监督检查的内容、标准和要求,建立监督检查档案和台账,规范监督检查程序和流程,确保监督检查工作的规范性和系统性。三是加强施工现场安全监督检查。相关主管部门和监管机构应加大对施工现场的监督力度,加强对施工现场安全生产环境和秩序的监督检查,重点关注施工过程中存在的安全隐患和风险,及时发现和处理问题,确保施工现场安全可控。四是加强对施工单位和监理单位的监督检查。相关主管部门应加强对施工单位和监理单位的日常监督检查,检查施工单位和监理单位的安全管理制度和操作规程是否落实到位,检查施工单位和监理单位是否依法履行安全管理职责,及时发现和纠正违法违规行为。五是加强对施工人员的安全培训和教育。相关主管部门和监管机构应加强对施工人员的安全培训和教育,提升施工人员的安全意识和安全技能,加强对施工人员的日常监督和指导,确保施工人员遵守安全操作规程,做到安全施工。

## 4 结束语

加强水利工程施工安全管理是保障施工人员安全和工程顺利进行的关键,需要各方共同努力,采取有效措施,确保水利工程施工的安全可靠性。

### [参考文献]

- [1]钟兵. 水利工程管理中存在的安全问题及改进策略[J]. 水上安全, 2023(16): 178-180.
  - [2]孙泉. 水利工程管理中存在的安全问题及改进策略[J]. 工程建设与设计, 2022(23): 263-265.
  - [3]王丽波. 分析水利工程施工管理中的问题及改进策略[J]. 中国新通信, 2020, 22(15): 227.
  - [4]齐新. 探究水利工程管理中存在的安全问题及改进措施[J]. 居舍, 2020(7): 144.
  - [5]包卫柱. 浅析水利工程管理中存在的安全问题及改进措施[J]. 农业与技术, 2016, 36(11): 80-81.
- 作者简介: 刘杰(1976.5—), 毕业院校: 塔里木农垦大学, 所学专业: 城乡建筑, 当前就职单位名称: 新疆生产建设兵团第三师图木舒克市水利工程管理服务服务中心, 职称级别: 中级职称。

# 小型农田水利工程矩形渠道施工技术工艺研究

陈文博

奎屯市农业农村局, 新疆 奎屯 833200

[摘要] 小型农田水利工程在我国农业生产中起着至关重要的作用, 矩形渠道作为农田水利工程中的重要组成部分, 其施工技术工艺对于整个工程的质量具有重要意义。文章对小型农田水利工程中矩形渠道的施工技术工艺进行了研究, 分析了矩形渠道施工中的主要技术问题, 并提出了相应的解决措施, 以提高矩形渠道施工质量, 保障农田水利工程的稳定运行。

[关键词] 小型农田水利工程; 矩形渠道; 施工技术; 质量控制

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12503

中图分类号: TV698.1

文献标识码: A

## Research on Construction Technology of Rectangular Channels for Small Farmland Water Conservancy Projects

CHEN Wenbo

Kuitun Agriculture and Rural Bureau, Kuitun, Xinjiang, 833200, China

**Abstract:** Small scale agricultural water conservancy projects play a crucial role in agricultural production in China. As an important component of agricultural water conservancy projects, the construction technology and process of rectangular channels are of great significance to the quality of the entire project. This article studies the construction technology and process of rectangular channels in small agricultural water conservancy projects, analyzes the main technical problems in rectangular channel construction, and proposes corresponding solutions to improve the construction quality of rectangular channels and ensure the stable operation of agricultural water conservancy projects.

**Keywords:** small scale agricultural water conservancy projects; rectangular channel; construction technology; quality control

### 引言

小型农田水利工程是农业基础设施的重要组成部分, 对于提高农业生产力、保障粮食安全和促进农村经济发展具有重要作用。矩形渠道作为一种常见的输水渠道形式, 在小型农田水利工程中得到了广泛应用。然而, 在矩形渠道施工过程中, 存在着一些技术问题, 如渠道坍塌、渗透破坏等, 这些问题严重影响着渠道的运行寿命和工程质量。因此, 对小型农田水利工程中矩形渠道施工技术工艺进行研究, 对于提高农田水利工程质量具有重要意义。

### 1 矩形渠道施工设计优势

矩形渠道断面形状规则, 施工过程中易于测量和控制, 有利于提高工程质量。矩形渠道的两个侧面和底部均为直线, 使得施工过程中可以更精确地测量和控制渠道的尺寸, 从而提高渠道的施工质量。此外, 矩形渠道的规则形状也有利于提高渠道的稳定性, 减少渠道的淤积和侵蚀, 延长渠道的使用寿命。

矩形渠道的流量系数较大, 有利于提高农田灌溉和水资源的利用率。矩形渠道的流量系数与渠道的横截面积成正比, 而与渠道的底坡和粗糙系数成反比。因此, 在相同的底坡和粗糙系数条件下, 矩形渠道的流量系数要大于其他形状的渠道, 从而有利于提高农田灌溉和水资源的利用率<sup>[1]</sup>。

矩形渠道的维护管理较为方便, 有利于提高渠道的使

用效率。矩形渠道的规则形状和较大的流量系数使得渠道的淤积和侵蚀现象较少, 从而减少了渠道的维护管理工作量。此外, 矩形渠道的防渗性能较好, 有利于减少水资源的浪费, 提高渠道的使用效率。

## 2 矩形渠道施工技术问题分析

### 2.1 渠道坍塌

渠道坍塌是矩形渠道施工中常见的问题, 主要是由于施工质量不达标、土壤稳定性差、渠道结构设计不合理等因素导致的。渠道坍塌会影响渠道的输水能力, 甚至导致渠道完全失效。渠道坍塌的原因主要有以下几点: 首先, 施工质量不达标。在渠道施工过程中, 施工队伍的技术水平、施工设备及施工工艺等因素都会对施工质量产生影响。例如, 施工队伍对土壤处理不当、回填土压实度不足等, 都可能导致渠道坍塌。其次, 土壤稳定性差。土壤的性质直接影响渠道的稳定性和使用寿命, 如土壤的黏性、含沙量、渗透性等。在某些地区, 土壤稳定性较差, 容易发生渠道坍塌。最后, 渠道结构设计不合理<sup>[2]</sup>。如果渠道的横截面尺寸、边坡坡度等设计不合理, 可能导致渠道承载力不足, 进而引发坍塌。

### 2.2 渗透破坏

渗透破坏是矩形渠道的另一个主要问题, 主要是由于渠道施工中防水措施不当、渠道结构设计不合理等因素导致的。渗透破坏会导致渠道周围的土壤发生渗透变形, 严

重时会引发渠道塌陷、地面沉降等现象。

矩形渠道的形状和尺寸相对固定,施工过程中容易产生不均匀沉降,导致渠道的渗透性能下降。此外,施工过程中的土质处理不当、渠道边坡稳定性不足等因素也会加剧渗透破坏的问题。矩形渠道的施工技术要求较高,施工过程中需要考虑土质条件、渠道尺寸、施工环境等多种因素。如果施工技术不到位,容易导致渠道的施工质量不达标,从而引发渗透破坏问题。例如,渠道的防渗层施工不规范、渠道的排水系统设计不合理等都可能引发渗透破坏的发生。

### 3 矩形渠道施工技术工艺研究

#### 3.1 渠道基底处理

在施工过程中,基底处理的目的是改善地质条件,提高地基承载能力,防止渠道坍塌和渗透破坏。根据地质条件的不同,基底处理方法也有所差异。压实是一种常见的基底处理方法,通过机械设备对基底进行压实,提高其密实度,从而增强地基的承载能力。压实方法适用于土质较松散的地质条件,对于提高渠道稳定性具有显著效果。另一种基底处理方法是排水,当地下水位较高时,容易导致渠道基底产生渗流,引起渠道坍塌<sup>[3]</sup>。因此,在施工过程中,应采取排水措施,降低地下水位,减小渗流压力。此外,防渗也是基底处理的重要内容,通过采用防渗材料或结构,减少渠道基底的渗透性,防止水渗漏。

基底坡度的合理设置有助于保证渠道的稳定运行,提高输水效率。设计时应充分考虑渠道的输水需求和地形条件,确定合适的坡度。过大或过小的坡度都会对渠道产生不利影响,导致渠道不稳定或输水效率低下。因此,在施工过程中,应严格按照设计要求设置基底坡度。此外,在施工过程中,应尽量减少对周边环境的影响,避免破坏生态环境。同时,合理控制施工成本,提高施工效率,确保渠道工程的经济效益。

#### 3.2 渠道结构设计

在设计渠道结构时,需要充分考虑多个因素,包括渠道的尺寸、材料和结构形式等。首先,渠道的尺寸是一个重要的考虑因素。渠道的尺寸需要根据渠道的功能和使用要求来确定,合理的尺寸可以有效提高渠道的流通能力和使用效果。其次,渠道的材料也是一个关键因素。渠道的材料需要根据渠道的使用环境和经济条件来选择,合适的材料可以提高渠道的耐久性和抗腐蚀性。最后,渠道的结构形式也是一个重要的考虑因素。渠道的结构形式需要根据渠道的地形地貌和施工条件来确定,合理结构形式可以提高渠道的稳定性和施工效率。同时还需要注意细节问题,例如渠道的底部坡度需要根据渠道的排水要求和施工条件来确定,合理的底部坡度可以提高渠道的排水能力和防止水流淤积。另外,渠道的侧壁结构也需要特别注意,合理的侧壁结构可以提高渠道的抗渗透能力和

防止侧壁坍塌。

#### 3.3 严格控制原材料的质量

在选择原材料时,应根据矩形渠道的用途和使用环境,选择合适的材料类型。例如,对于承受水压较大的渠道,应选择强度高、耐腐蚀性好的材料;对于承受水压较小的渠道,则可以选择强度相对较低、成本相对较低的材料。此外,还应考虑原材料的供应情况和市场价格,以保证施工的顺利进行。

在原材料的采购过程中,应建立严格的质量检验制度。对于进场的原材料,必须进行现场验收和抽样检验,确保其质量符合国家相关标准和设计要求。对于检验不合格的原材料,应坚决拒绝接收,并及时进行退货或更换。

在原材料的使用过程中,应加强现场管理,确保原材料的存储、运输和施工过程中的质量。对于易受潮、易腐蚀的原材料,应采取有效的防潮、防腐蚀措施;对于需要在现场进行加工的原材料,应配备相应的加工设备和专业人员,确保加工质量。在施工过程中,应定期对原材料进行质量检查,及时发现并处理质量问题。对于已经发现质量问题的原材料,应立即停止使用,并采取相应的补救措施,以保证矩形渠道的施工质量。

### 4 矩形渠道施工技术要点

#### 4.1 土石方开挖

在矩形渠道施工中,需要严格按照施工要求进行放样测量,以确保开挖的准确性。

在土方开挖过程中,主要以人工方式开挖为主。人工开挖具有灵活性高、施工质量易于控制等优点。但在实际施工中,人工开挖也存在一定的局限性,如开挖速度相对较慢、劳动强度大等。因此,在施工过程中,需合理配置人力资源,提高施工效率。同时,为了保障施工人员的安全,应加强安全培训,确保施工过程中安全措施得到有效执行。

为了提高土方开挖效率,施工单位可以采用现代化的施工设备,如挖掘机、装载机等。这些设备具有开挖速度快、效率高、劳动强度低等优点,有利于提高施工质量。此外,在土方开挖过程中,还可以采用爆破作业,以加快开挖速度。但需要注意的是,爆破作业具有一定的危险性,需在专业人员的指导下进行,确保施工安全。在土方开挖过程中,为确保边坡稳定,施工单位需在开挖过程中采取相应的加固措施。例如,可以使用锚杆、排水孔等方法加固边坡,提高其抗滑性能。同时,还需定期对边坡进行监测,一旦发现变形、裂缝等异常现象,应及时采取措施进行处理,防止事故的发生。开挖过程中产生的废土、杂物等需要及时清理,以免影响施工进度。此外,垃圾运输过程中,应采取有效的防尘、防污染措施,减轻对环境的影响。

#### 4.2 浆砌石施工

首先,温度变化对砂浆稠度的影响主要表现在砂浆的

凝固时间和强度。当温度升高时,砂浆的凝固时间会缩短,强度会降低;当温度降低时,砂浆的凝固时间会延长,强度会提高。因此,在施工过程中,要根据温度变化及时调整砂浆稠度,以保证砂浆的凝固时间和强度符合施工要求。

水泥是浆砌石砌筑中不可或缺的材料,其质量直接影响到工程的质量和耐久性。因此,所使用的水泥必须达到相关标准的要求。这些标准主要包括水泥的强度、安定性、凝固时间等指标。只有达到这些指标的水泥才能保证工程的质量和耐久性。砂料应选择级配良好、杂质较少的中砂,细度模数必须控制在 2.4~3.0。这是因为级配良好的砂料可以提高砂浆的密实度,减少孔隙率,从而提高工程的稳定性和耐久性。石料应具有较强的耐风化性,无尖角,力学指标必须满足矩形渠道的施工设计要求。这是因为石料的耐风化性和无尖角可以减少石料的磨损和破碎,提高工程的稳定性和耐久性。同时,石料的力学指标也必须满足设计要求,以确保工程的稳定性和安全性<sup>[4]</sup>。

总之,浆砌石砌筑施工过程中,要根据温度变化合理控制砂浆稠度,所使用的水泥必须达到相关标准的要求。砂料要选择级配良好、杂质较少的中砂,细度模数必须控制在 2.4~3.0;石料要保证具有较强的耐风化性、无尖角,力学指标必须满足矩形渠道的施工设计要求,才能保证工程的质量和耐久性,确保工程的安全性和稳定性。

#### 4.3 浆砌砖施工

在矩形渠道的施工过程中,砌筑是重要的环节,而砌筑的质量很大程度上取决于水泥砂浆的使用。因此,正确使用水泥砂浆是保证砌筑质量的关键。

首先,要注意砂浆的拌合。拌合时应严格按照比例进行,水的加入量要适中。过多会导致砂浆过于稀薄,过少则会使砂浆过于稠密。稠密的水泥砂浆不易于砌筑,稀薄的水泥砂浆则无法保证砌筑的强度。此外,拌合时间也是一个关键因素。拌合时间过短,砂浆中的水泥未能充分溶解,容易导致砌筑时砂浆流失,影响砌筑质量;拌合时间过长,则容易使砂浆变得干燥,影响砂浆的黏结力。

其次,要注意砂浆的使用时间。在常温环境下,水泥砂浆应该在 3 小时内用完,这是因为水泥在水中会发生化学反应,生成初凝物质,随着时间的推移,初凝物质会逐渐增多,从而使砂浆的黏结力逐渐降低。如果温度在 30℃ 以上,水泥砂浆应该在 2 小时内用完,因为高温会加速水泥的化学反应,使初凝物质更快地生成,从而使砂浆的黏结力更快地降低。同时还要注意砂浆的存放<sup>[5]</sup>。砂浆应存放在干燥、通风的地方,避免阳光直射。如果砂浆出现干燥、结块等情况,应立即使用,否则将影响砌筑的质量。

#### 4.4 混凝土施工

混凝土施工其施工质量直接影响到整个工程的安全性和使用寿命。混凝土施工主要包括模板制作、混凝土浇筑、混凝土养护等环节。在施工过程中,每一环节都需要严格按照规范进行,确保施工质量。模板的质量直接影响到混凝土结构的形状和尺寸。在模板制作过程中,应根据设计图纸进行模板设计,确保模板的稳定性和密封性。同时,模板材料应具有较好的承载能力和抗变形能力,以防止在混凝土浇筑过程中出现变形和移位。在浇筑过程中,应根据设计要求选择合适的混凝土配合比,确保混凝土的强度和耐久性。同时,浇筑过程中应保证混凝土的均匀性和密实性,避免出现蜂窝、麻面等质量问题。此外,浇筑速度应适中,避免过快或过慢导致混凝土分层或不足。在养护过程中,应根据混凝土的特性进行合理的养护,避免混凝土过早失水或受到冻害。一般来说,混凝土浇筑后应立即进行养护,养护时间一般为 7~14 天。养护方法可以采用湿养护、覆盖养护、喷涂养护等,具体应根据施工现场的实际情况进行选择。总的来说,需要施工人员严格按照规范进行操作,确保施工质量。同时,混凝土施工过程中应注重技术创新和工艺改进,以提高混凝土结构的性能和耐久性。

#### 5 结语

小型农田水利工程建设,事关国计民生,保证建设质量至关重要。矩形渠道施工作为小型农田水利工程建设的重要内容,结合矩形渠道施工特点,能够提高矩形渠道施工质量。本文对小型农田水利工程中矩形渠道的施工工艺技术进行了研究,分析了矩形渠道施工中的主要技术要点,希望通过研究,保障农田水利工程的稳定运行。

#### [参考文献]

- [1]汪洪美.小型农田水利工程矩形渠道施工技术研究[J].河北农机,2023(10):145-147.
- [2]王笃丰.小型农田矩形渠道施工作业技术分析[J].科技创新与应用,2022,12(14):140-142.
- [3]靳亚雄.小型农田水利工程矩形渠道施工技术研究[J].黑龙江粮食,2022(3):47-49.
- [4]何怀军.小型农田水利工程矩形渠道施工技术探究[J].南方农业,2021,15(21):198-199.
- [5]杨新花.小型矩形渠道工程在新疆塔城地区的设计与应用研究[J].陕西水利,2020(7):202-204.

作者简介:陈文博(1996.1—),毕业院校:长江工程职业技术学院,所学专业:水利水电建筑工程,当前单位名称:奎屯市农业农村局,就单位职务:科员,职称级别:助理工程师。

# 探析水利混凝土工程的施工要点及其裂缝控制

贾也

安徽省长江河道工程有限责任公司, 安徽 芜湖 241000

**[摘要]**水利混凝土工程在施工过程中常常面临着裂缝问题, 不仅会影响工程的结构安全性, 还会导致水渗漏等问题。文章主要探讨水利混凝土工程的施工要点, 包括混凝土浇筑、绿化混凝土技术、堆石混凝土技术、搅拌混凝土技术和混凝土养护施工技术等方面, 再重点讨论水利混凝土工程中的裂缝控制方法, 主要是从施工操作、施工材料择、结构设计和加固等方面展开分析, 以提高水利混凝土工程的施工质量, 减少裂缝的产生, 确保工程的安全稳定性。

**[关键词]**水利工程; 混凝土施工; 裂缝控制

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12523

中图分类号: TV512

文献标识码: A

## Exploration on Construction Points and Crack Control of Water Conservancy Concrete Engineering

JIA Ye

Anhui Yangtze River Engineering Co., Ltd., Wuhu, Anhui, 241000, China

**Abstract:** Water conservancy concrete engineering often faces the problem of cracks during the construction process, which not only affects the structural safety of the project, but also leads to problems such as water leakage. The article mainly discusses the construction points of water conservancy concrete engineering, including concrete pouring, green concrete technology, rockfill concrete technology, mixed concrete technology, and concrete curing construction technology. It also focuses on the crack control methods in water conservancy concrete engineering, mainly analyzing construction operations, construction material selection, structural design, and reinforcement, in order to improve the construction quality of water conservancy concrete engineering, reduce the occurrence of cracks, and ensure the safety and stability of the project.

**Keywords:** water conservancy engineering; concrete construction; crack control

### 引言

水利混凝土工程作为重要的基础设施项目, 具有保障水资源利用、防洪排涝、供水等多方面的关键作用, 但目前水利混凝土工程在施工过程中常常面临着裂缝问题。裂缝的产生不仅影响工程结构的安全性和耐久性, 还容易导致渗水、渗漏等问题, 影响工程的运行和使用效果。在传统的水利混凝土工程施工中, 为了确保施工进度, 常常采用快速浇筑和过度振捣的方法, 这容易导致混凝土内部出现裂缝, 另外, 由于施工材料和技术的局限性, 或施工操作不当, 也会导致裂缝的产生。因此, 深入研究水利混凝土工程的施工要点和裂缝控制方法, 对于提高工程质量、确保工程安全具有重要意义。

### 1 水利工程混凝土施工问题

#### 1.1 蜂窝麻面

蜂窝麻面是水利工程混凝土施工常见的表面缺陷, 指的是混凝土表面出现的小孔状缺陷, 类似于蜂窝或麻子。蜂窝麻面的出现不仅影响了水利工程的美观度, 还会降低混凝土的强度和耐久性, 进而影响工程结构的安全性<sup>[1]</sup>。蜂窝麻面的形成是由于混凝土浇筑过程中产生的气泡未能完全排除, 导致混凝土表面形成小孔密集的麻状缺陷。这些气泡通常由于以下因素造成: 一是施工过程中空气困

留, 混凝土浇注时, 浆体会围绕颗粒排列, 混凝土表面附近可能会形成空腔, 使得气泡无法完全排除而困留在混凝土中; 二是振捣不当, 过度振捣或振动不均匀会导致混凝土中的气泡上浮而未能排除; 三是混凝土配合比不合理, 混凝土配合比中砂浆含量较高, 水灰比过低, 或者施工中砂粒级配不合适, 都可能导致气泡困留。

#### 1.2 缝隙夹层

缝隙夹层指的是混凝土内部出现的裂缝和空隙, 这些裂缝和空隙存在于混凝土内部, 通常分布不均匀且间距不一, 会影响混凝土的力学性能和使用寿命, 甚至可能导致渗水和结构破坏。缝隙夹层的形成往往有以下因素导致: 一是浇筑不均匀, 在混凝土浇筑的过程中, 出现浇筑不均匀或间断浇筑, 会导致混凝土的连接不紧密, 形成裂缝和空隙; 二是过度振捣或振捣不均匀, 引起混凝土内部脱水和松散, 从而出现空隙; 三是混凝土配合比不合理, 混凝土中骨料的级配、水灰比等配合比参数不合理, 导致混凝土在浇筑过程中产生过多的缩短, 从而形成裂缝和空隙。

### 2 水利混凝土工程施工技术要点

#### 2.1 混凝土浇筑

混凝土浇筑关系到混凝土结构的质量和安全性。在施工前应制定详细的混凝土浇筑计划, 覆盖浇筑工序、浇筑

面积、浇筑顺序和浇筑量等,确保合理安排施工进度和人员配备,以确保连续性和一致性的浇筑。在浇筑前,对模板进行准备和检查,确保模板的平整度、边角、防护措施和连接牢固,清理模板内部的杂物和脱模剂残留物,以避免对混凝土质量的不良影响。然后,根据工程需要选择合适的浇注方式,可采用人工浇注、机械泵送或自流式浇注等,确保混凝土均匀、连续地流入模板中,避免造成浇筑不均匀或堆积的现象。在混凝土浇筑过程中要适度控制浇筑速度,避免过快或过慢,过快的浇筑速度会导致浆体和骨料分离,产生空隙和缺陷;过慢的浇筑速度则会导致浆体凝固过早,影响浇筑的连续性。在振捣时,使用合适的振捣设备对混凝土进行振捣,以提高混凝土的致密性和抗渗性。注意振捣的均匀性和覆盖面积,避免振捣过度或不足造成的质量问题。对于较厚的混凝土构件,进行插管操作,可以帮助排除混凝土中的气泡和空隙,提高混凝土的质量<sup>[2]</sup>。混凝土浇筑时还要注意控制浇筑温度,避免过高温度造成混凝土早龄期开裂和强度降低,采取适当的降温措施,如增加水泥含量或使用冷却骨料等。浇筑完成后,及时对混凝土表面进行修整和处理,平整表面、清除浇筑过程中产生的杂物和浮渣,确保混凝土表面的光洁度和平整度。

## 2.2 绿化混凝土技术

绿化混凝土技术是将植物和混凝土结合起来,使得水利工程具备绿化功能的一种施工技术。施工前,应先进行市场调研,了解本地区适宜种植的植物种类和生长情况,根据对水利工程的环境要求和绿化设计要求,选择合适的植物品种,考虑耐旱、耐盐碱、抗风、抗寒等特性。再根据植物的生长需要和土壤条件,进行土壤改良工作,如采用添加有机物质、调整土壤酸碱度、改善土壤结构等方法。在混凝土的配制过程中,根据土壤改良要求和植物生长需求,选择合适的骨料、水灰比和掺合料配比,使得混凝土具备良好的透水性、透气性和保水能力。在混凝土浇筑时,注意浇筑的均匀性和连续性,避免出现混凝土的裂缝和空隙,浇筑完成后,及时对混凝土表面进行修整和处理,保持表面平整,在混凝土表面覆土以创造适合植物生长的土壤环境,同时切勿过厚以免对植物生长造成不利影响。根据绿化设计方案,按照规定的距离和布局,将选定的植物种植到绿化混凝土中,种植时要注意植株的选择和植株与混凝土之间的接触,确保植物的生长和根系发育。在种植后的养护中,要注意适时浇水、施肥、修剪等养护措施,使植物能够健康生长并与混凝土形成良好的生态环境。在绿化混凝土技术施工完成后,进行相关检测和评估,以确保混凝土与植物的良好结合和生态功能,定期对绿化混凝土进行维护和管理,包括除草、病虫害防治、修剪等工作,以保持绿化效果和水利工程的稳定性。

## 2.3 堆石混凝土技术

堆石混凝土技术用于构建堆石坝、护岸、河道整治和

水工建筑等工程。在堆石混凝土技术的操作过程中,首先需要选择合适的堆石材料,可以使用天然石块、人工石块或再生石材,根据水利工程的要求和设计,进行堆石分类和分级,确保石块质量符合要求,尺寸均匀且与设计要求相符。其次,根据水利工程的设计要求,确定堆石的布置模式和堆石的形状,采用适当的堆石方式,如平面堆石、立面堆石或组合堆石等,使得堆石之间能够相互锁固,形成稳定的结构。在堆石施工前,通常要设置垫层以填平地形不平整或保护基底,选择合适的填料材料进行垫层施工,并确保垫层的稳定性和充实度,在堆石过程中,注意填缝问题,尽量填满石块之间的空隙,以提高整体的密实性和稳定性。堆石施工中,可以采用加固措施来增加结构的稳定性,如设置锚杆、钢筋、钢板等加固材料,以提高堆石的抗剪和抗滑性能,还要注意堆石之间的连接,使用连接件或者配合合适的施工工艺进行连接,以增加堆石之间的连续性。堆石施工完成后,进行必要的养护和维护,对堆石进行浇水、覆盖和保护等操作,保持充分的湿润和温度稳定,以促进石块之间的相互嵌结。

## 2.4 搅拌混凝土技术

搅拌混凝土技术是通过混凝土搅拌设备将水泥、骨料、水和掺合料等原材料进行充分混合,形成均匀、致密的混凝土。首先,应根据水利工程的设计要求,准备好所需的水泥、骨料、水和掺合料等原材料,确保原材料的质量符合要求,水泥应符合国家标准,骨料应选择坚硬、清洁的骨料,水要保证清洁饮用水,掺合料需符合设计要求。在配料过程中,按照设计比例和配合比,对原材料进行配料和称量,确保搅拌过程中原材料的均匀性和一致性。然后,选择适合规模和工程需求的搅拌设备,如混凝土搅拌站、搅拌车或搅拌机等,在搅拌设备使用前,进行调试和检查,确保设备的正常运行和搅拌效果,再将准备好的原材料按照设计要求加入搅拌设备中。在搅拌过程中,根据混凝土的质量要求和设备的特点,选择适当的搅拌时间和搅拌方式,注意控制搅拌时间和搅拌速度,确保混凝土均匀、致密地混合。最后,将混合好的搅拌混凝土从搅拌设备中运输到施工现场,根据工程要求选择合适的运输方式,如使用搅拌车、泵送设备或运输斗等,在倾倒过程中,注意均匀分布和连续性,避免产生浇筑不均匀或堆积的现象。

## 2.5 混凝土养护施工技术

混凝土浇筑后,养护工作应尽早开始,确保混凝土表面的湿润和保温,通常情况下,在混凝土浇筑后的2小时内开始养护工作,以防止混凝土早期干燥和开裂。混凝土在早期养护过程中需要保持湿润,以促进水化反应和减少混凝土收缩,可以采取覆盖保湿、喷水保湿或浸水保湿等措施,根据环境条件和天气情况,选择适当的方法进行养护<sup>[3]</sup>。在养护期间,需要注意控制混凝土表面的温度,避免过高温度导致混凝土干燥快和裂缝的产生,必要时可采

用遮阳、覆盖保温材料或喷水降温等措施,以降低混凝土表面温度;同时,尽量减少混凝土表面和内部的温度和湿度差异,避免产生应力集中和裂缝,通过控制室内温度、加湿或防止直射日光等方式来达到温湿度均衡。养护时间可以根据水利工程的要求和设计确定,通常情况下,混凝土的养护时间应为7~14天,以确保混凝土的强度发展和稳定。如发现有损坏、裂缝或其他问题,及时采取修复和维护措施,以确保混凝土的质量和工程的安全。

### 3 水利混凝土工程中的裂缝控制

#### 3.1 施工操作控制

在施工过程中,需要小心处理和运输混凝土,避免导致裂缝产生,对于新鲜混凝土,要注意机械操作的轻柔,防止在浇筑、振捣和运输过程中产生剧烈的震动和冲击,在装车运输过程中需避免过度挤压和护航下载,以免带来额外的应力和裂缝。在浇筑时,应将混凝土均匀地浇到相应层次,避免形成过厚或过薄的浇筑层,尽量控制浇筑速度,避免过快或过慢的浇筑速度,以减少温度和应力的差异。在大型水利混凝土工程中,通常会采用施工接缝来控制裂缝的形成,施工接缝应根据设计要求和混凝土性能,合理确定接缝的位置和长度,接缝的施工应符合相关规范,确保接缝的充分贯通和严密性。另外,混凝土的水化过程会引起温度的升高,如果温度升高过快或温度差异过大,会导致混凝土产生裂缝。因此,在施工过程中应采取措施控制混凝土水化温度,通过调整混凝土材料的配比、使用适当的混凝土添加剂、防止混凝土过度脱水等方式来控制水化温度。

#### 3.2 施工材料选择

正确选择施工材料可以提高混凝土的强度、延缓开裂的发生。在水利混凝土工程中,一般应选择符合国家标准的优质水泥,如普通硅酸盐水泥、矿渣水泥或复合材料水泥等,根据具体工程要求和环境条件,选择水泥的类型和品种;骨料应选择质量良好、尺寸均匀的石料,如天然骨料或人工骨料,根据设计要求和工程环境,选择合适的骨料级配和规格,以保证混凝土的强度和稳定性;掺合料是混凝土中的辅助材料,可以改善混凝土的性能和减少裂缝的发生,水利工程中常用的矿物掺合料包括粉煤灰、矿渣粉、硅灰等;减水剂的选择应根据具体施工要求和混凝土性能的需求,选择符合国家标准的减水剂,并进行适当的试验和调整;纤维增强剂是能够增加混凝土抗裂和韧性的添加剂,水利工程中可以考虑选择合适类型的纤维增强剂,如钢纤维、聚丙烯纤维等,有效地控制混凝土的开裂,提

高水利工程的结构稳定性和耐久性。

#### 3.3 结构设计和加固措施

在水利混凝土工程的结构设计过程中,应采用合理的布置与配筋、控制构件尺寸、提供足够的伸长长度等措施,以增加结构的抗裂能力,考虑水利工程的荷载特点和变形要求,合理设计结构的强度和刚度,以减少应力集中和裂缝的形成。如果水利混凝土结构存在裂缝或裂缝倾向,可以采取适当的加固措施来增加结构的强度和稳定性,常见的加固措施包括增加纵向和横向钢筋,使用预应力或后张拉等方式,可根据具体情况和工程要求,选择合适的加固方案,并进行详细设计和施工操作。在结构设计过程中,要合理控制结构的变形,避免过大的收缩和温度变形,采用控制混凝土的配合比、减少水化热、增加施工接缝等方式来控制结构变形,从而减少裂缝的形成。对于已经建成的水利混凝土结构,应进行定期的结构监测和维护,通过结构监测,及时发现结构变形和裂缝的变化,采取相应的维护措施,如补充预应力、修补裂缝等,以保证结构的安全和可靠性<sup>[4]</sup>。此外,还可通过合理的水流导向设计和排水系统建设,减小水流的冲击和渗透,降低结构的温度和水分变化,减少裂缝的形成。

### 4 结束语

深入研究水利混凝土工程的施工要点和裂缝控制方法,可以有效提高工程的施工质量和结构稳定性。施工过程中,科学施行施工技术,能够提高工程质量和效益,同时,通过严格控制施工操作、合理选择施工材料、采取结构设计和加固措施,以及进行有效的监测和维护等方面的措施,可以在水利混凝土工程中达到裂缝控制的目标,确保工程的安全稳定性和持久性。

#### [参考文献]

- [1]杨猛,余超.水利工程中碾压混凝土大坝施工技术的应用[J].水上安全,2023(4):182-184.
  - [2]张虎.农村水利工程建设中混凝土施工及其管理[J].新农业,2023(3):92-93.
  - [3]王志强.水利工程中水下混凝土施工要点探析[J].城市建筑空间,2022,29(2):677-678.
  - [4]于洋,张爱锋.水利工程中水下混凝土的施工要点探讨[J].河南水利与南水北调,2022,51(4):35-37.
- 作者简介:贾也(1990.1—),毕业院校:安徽水电职业技术学院,所学专业:道路桥梁工程技术,当前工作单位:安徽省长江河道工程有限责任公司,就职单位职务:项目经理。

# 水利工程施工管理中信息化技术的应用分析

陶园

甘肃大禹节水集团水利水电工程有限责任公司, 甘肃 酒泉 735000

[摘要]对于水利工程建设来讲,施工管理工作对于优化水利工程项目建设质量,保证先进施工技术的有效应用有重要意义。现阶段随着网络平台的不断发展,信息技术的不断更新,工程管理工作落实中引入信息化技术成为新趋势。在水利工程施工管理中,相关工作人员应当基于施工环节的管理工作要点进行分析。随后,合理引入信息化技术落实施工管理工作。通过文中分析可知,水利工程施工管理工作中信息技术的融入应用需要管理人员合理选择先进技术进行应用、及时应用信息技术检验施工技术应用中的风险、有效应用信息技术,提高施工管理的协同性、提升管理人员能力素质,充分发挥出信息技术的作用,力求在水利工程施工管理中充分发挥出先进技术的积极作用,提高工程管理质量。

[关键词]水利工程;信息技术;施工安全

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12520

中图分类号: TV51

文献标识码: A

## Application Analysis of Information Technology in Water Conservancy Engineering Construction Management

TAO Yuan

Gansu Dayu Irrigation Group Water Conservancy and Hydropower Engineering Co., Ltd., Jiuquan, Gansu, 735000, China

**Abstract:** For water conservancy engineering construction, construction management work is of great significance for optimizing the quality of water conservancy engineering projects and ensuring the effective application of advanced construction technologies. At present, with the continuous development of network platforms and the continuous updating of information technology, the introduction of information technology in the implementation of engineering management work has become a new trend. In water conservancy engineering construction management, relevant personnel should analyze the key points of management work in the construction process. Subsequently, the reasonable introduction of information technology to implement construction management work. Through the analysis in the article, it can be seen that the integration and application of information technology in water conservancy construction management work requires management personnel to reasonably choose advanced technologies for application, timely apply information technology to inspect the risks in construction technology application, effectively apply information technology, improve the synergy of construction management, enhance the ability and quality of management personnel, fully play the role of information technology, and strive to fully play the positive role of advanced technology in water conservancy construction management, and improve the quality of engineering management.

**Keywords:** water conservancy engineering; information technology; construction safety

### 引言

水利工程施工管理工作中,信息化技术的应用不仅能够提高施工效率,也能及时发现施工中存在的问题,为取得更好的管理工作成效奠定基础。从管理人员的角度上来说,传统的管理模式与信息化技术的融合应用更有利于改善传统管理模式中存在的问题和不足,以便体现出先进技术在水利工程中应用的价值。管理人员只要基于不同的信息化技术,从应用原理、操作方法方面进行全面了解,做到合理有效应用即可。

### 1 信息化技术应用于水利工程施工管理中的优势分析

#### 1.1 提升施工管理效率

大部分传统的水利工程施工管理工作都需要依靠人工工作支持,将信息化技术有效应用于水利工程的施工管理

中,有利于提升施工的整体管理效率。施工管理人员通过对数据信息的分析,施工技术应用要点的把控进一步完成施工技术应用效果的控制和管理工作。人工管理的模式相对来说效率较低<sup>[1]</sup>,容易出现人为误差的现象,信息化技术管理工作虽然一定程度上依赖管理人员的先进理念和实践经验,但效率得到显著提高。若能够保证应用有效的信息化技术,使得原始数据信息能够统一存在于独立平台上,更有利于为管理人员落实具体的管理工作提供重要的依据,而且集中的数据呈现方式也能够帮助管理人员对数据之间的逻辑关系进行更加充分全面的了解。在这种情况下,落实信息化技术施工管理工作更有利于发现实际问题,并且通过及时采取措施进行纠正,提高整个的管理工作效率。

#### 1.2 优化施工中的资源配置

信息化技术的应用对于优化水利工程项目建设中的

资源配置也有重要作用。水利工程项目涉及多种类型的原材料和设备应用,若能够在信息化技术的支持下更加精准有效地利用这些资源和材料,更有利于保证工程项目建设进程顺利推进。信息化技术的数据分析和模拟观察功能也能够预测随着施工进程的推进,对材料资源设备等方面的针对性需求,这都能够整体提升施工资源配置的质量,保证各环节施工技术的应用能够得到更加充足的技术资源、人力资源、设备资源的支持,进而获得更加稳定良好的施工效果,这也是管理人员在落实管理工作时所追求的重要目标。从工程项目建设质量上来讲,当各类资源条件都能够得到更加精准,更加及时充分的配置<sup>[2]</sup>。这也意味着先进技术和资源能够最大化地发挥优势作用,以信息化的技术手段作依据,取得更好的效果。

### 1.3 提升施工管理质量

提高施工管理质量主要是指,在水利工程建设中,施工技术的应用是影响施工质量的关键要素。而水利工程项目的管理工作落实中,信息化技术的融入应用,能够帮助管理人员了解技术应用中存在的问题。同时,通过信息化手段对原始数据中的问题和不足进行充分了解和析。这对于从根本上提升施工管理工作质量,提高各环节施工技术的应用质量都有重要的作用。从整个水利工程的项目管理角度上来说,这是从根本上提升施工管理质量把握施工技术应用的核心环节工作要点的重要条件。从水利工程建设的角度上来说,这是信息化技术发挥出其优势的典型表现。

## 2 水利工程施工管理过程中施工技术管理的关键要点

### 2.1 合理制定施工方案,实现进一步优化

这方面的管理工作内容主要强调,在水利工程施工开展前,应当由管理人员设计人员和一线施工技术人员做好协同沟通,针对具体工程项目的要求出台专门的施工技术应用方案。从施工流程原材料选择、应用设备的配置应用以及不同施工阶段的工期安排等多方面入手进行合理规划。形成系统性的施工方案,保证施工过程顺利推进。同时,还应当在初步方案形成后进一步提出优化施工方案应用效果的有效方法。具体来说,在施工的实际操作中,可能会由于外部环境因素的影响,施工人员个人因素的影响出现施工技术应用效果不佳或施工流程安排不当的现象。这种情况的出现也从侧面反映出原始施工技术方案在合理性上有待进一步提升。因此,管理人员应当尽可能在施工整体流程推进开展前对不同类型的施工方案和施工流程安排逻辑顺序进行推理分析。并进一步结合可能出现的风险和问题,对既有施工方案和施工进程的安排顺序进行优化完善,这也是体现出施工管理工作积极作用的重要方面<sup>[3]</sup>。

### 2.2 做好施工过程中的技术监控,实现进一步优化完善

施工技术的应用在不同的施工流程和需求背景下,需

要合理选择并严格按标准化流程执行操作。但施工技术的应用过程中人为因素、外部环境因素都会不同程度地对施工技术的应用效果造成影响。例如,施工技术人员在完成施工任务时,存在技术操作不规范,或未能及时做好个人安全防护的问题,进而导致施工技术的落实效果出现问题。除此之外,施工技术应用的过程中,若外部环境出现突然变化,可能会影响施工过程中不同类型原材料的应用效果及施工后的养护环节工作效果。只有在管理工作中及时做好各种实际情况的监控,才能够进一步提出有效的应对性管理措施。当然,对技术应用的效果要通过进一步的观察分析,实施管理,为及时发现施工技术应用中的漏洞,进一步在施工过程中实现技术应用效果的改进优化提供支持。只有施工技术的实时应用状态能够得到有效的监督和管理,才能够发挥出技术的作用,提升施工的质量。

## 3 水利工程施工管理中信息化技术的应用策略

在明确了上述的水利工程施工管理工作要点后,才能够进一步合理应用信息化技术完成好上述施工管理工作任务。具体来说,信息化技术支持下的水利工程施工管理工作策略包括以下几方面要点。

### 3.1 合理选择先进技术进行应用

在水利工程施工管理工作中,信息化技术的合理应用是直接影响到管理工作质量的重要因素。因此,为了充分发挥出信息化技术的作用,首先应当合理选择信息化技术。在进行选择时,应当把握以下几个要点。一是应当根据水利工程的规模和功能要求选择与之匹配的信息技术。例如,大型水利工程项目施工周期较长,可能涉及到的技术应用难度较大,应当选择集成程度高,智能化优势比较显著的技术进行应用。例如,BIM技术和物联网技术等。有了上述技术的支持,整个工程项目的建设状态能够基于技术系统的搭建得到更加全面的显示。同时,施工过程的实时监控力度也能有所提升,整个施工管理的精细化水平、智能化水平都会同步上升。而若水利工程项目规模相对较小,可选择灵活性更强的实时管理信息化工具。例如,移动应用软件或项目管理软件等,合理选择不同类型的施工技术应用,才能够最终为取得更好的管理工作效果提供支持。随后,考虑施工技术应用时,外部环境条件对信息化技术应用效果的影响。水利工程的外部环境条件往往具有一定的复杂性,气候条件可能出现波动和变化。因此,选择信息化技术时,应当考虑软件本身对于外部环境的适应能力和应用效能。尤其是在地质环境比较复杂的区域,在选择辅助技术时,更要考虑应用适宜性和灵活性。现阶段常用的关键技术包括遥感监测技术,无人机拍摄技术等。上述技术能够对施工现场进行实时的数据观测分析为管理工作的落实提供进一步的支持<sup>[4]</sup>。

### 3.2 应用信息技术检验施工技术应用中的风险

在水利工程施工管理中,信息化技术对于检验施工技

术应用中的风险而言,有非常重要的作用。通过应用合理有效的信息技术,能够对施工过程中不同类型技术应用的效果进行监控和分析识别并预防可能存在的潜在风险。具体来说,在先进技术中,大数据分析技术能够对施工过程中各项数据信息进行针对性的分析和整理,通过进一步对数据信息的挖掘分析施工中可能存在的异常情况。在此基础上,进一步分析。施工环节安排和施工操作方面的问题,比较典型的风险包括材料应用质量风险、进度未能按预期安排推进的风险等。另外,云计算技术主要发挥对大批量数据信息进行存储共享和协同分析的作用,管理人员可借助这项技术对施工进度和实际情况作出针对性的了解,从而及时采取调整措施。而BIM技术可构建水利工程的三维模型模拟施工过程中可能存在的风险因素,并且对风险因素的引发原因进行进一步的分析,提出有效的应对措施。

### 3.3 有效应用信息技术提高施工管理的协同性

水利工程施工管理工作的落实信息技术的应用,对于提高施工管理的协同性也有非常重要的作用。需要合理选择相应的技术,为提高协同管理质量提供支持。在水利工程施工管理工作中,信息化技术可通过构建数字化管理平台,对水利工程施工管理的各个环节信息进行统一集成和分析。具体来说,项目的管理进度的控制、施工质量的监测和成本控制等模块都可基于数字化平台发挥预期的作用。使得各部门提供的基础信息能够在平台上实时共享和交互。通过这种协同的管理平台,管理人员能够更加准确地掌握施工现场的实际情况,及时作出施工管理决策。同时,及时发现各环节协同落实具体工作时可能遇到的问题和不足,为有效把控施工现场的情况及时根据施工现场情况,作出管理决策提供支持。在这种情况下,施工过程能够顺利推进。除此之外,信息化技术还可通过集成应用大数据与云计算技术对施工过程中的各类数据信息进行精准分析。通过挖掘分析数据的内涵对施工进度、原材料消耗情况、设备运行状态等多方面的情况进行梳理分析,管理人员和基于上述数据更加准确地把握施工情况预测可能存在的风险,制定更加科学合理的施工管理工作方案。除此之外,各岗位管理人员还可通过信息共享平台对施工现场的各类数据信息进行实时的监控,对于施工环节安排的合理性数据信息统计的准确性进行综合分析,这是从根本上提高协同管理质量和效率的重要条件。对于管理人员来说,多部门协同的背景下也意味着其实际管理工作的落实若出现问题,能够更加精准地追溯可能引发的原因,尽快采取准确性更强的方式方法落实管理工作<sup>[5]</sup>。

### 3.4 提升管理人员能力素质

在水利工程的施工管理工作中提升管理人员的素质水平对于取得更好的管理工作成效、发挥出先进信息技术

的积极作用也有非常重要的意义。管理人员应当不断提升个人的素质水平,合理应用先进的技术,为水利工程施工管理工作提供支持。具体来说,提升管理人员能力素质的关键点包括以下几方面内容。①一是通过加强培训教育力度,提升管理人员的专业知识技能水平,培养其对施工现场和施工技术应用市场的洞察力和分析能力。通过团队协作的方式,更加精准有效地掌握施工技术的应用方法,了解信息技术在水利工程施工管理中的应用要点,以便在实践工作中能够选择适当的先进技术,为水利工程的施工管理提供支持。②管理人员应当基于先进的信息化技术原理、技术应用要点进行更进一步的梳理分析。同时,还应当综合考虑水利工程的特征,水利工程现场施工可能存在的影响因素,充分利用先进信息化技术对施工现场的实际情况进行实时监测分析。以便更加准确地制定管理工作方案,进一步提高管理工作效率。施工管理人员在提升个人综合素质时,应当注重根据个人在具体管理工作中的实践经验,对一些先进技术的应用要点,以及应用中可能存在的风险进行更加精准有效的分析。以便更好地完成管理工作任务,发挥出先进信息技术的积极作用。

## 4 结束语

综合本文分析可知,水利工程项目建设有典型的施工特点。因此,在工程项目的施工管理中,需要应用针对性的信息化技术为完成水利工程项目建设任务发挥出先进技术在施工管理中的作用并提供支持。施工管理过程中先进技术的应用与施工人员的能力水平,施工过程中各岗位人员的协同配合效果都有密切的关系,需要水利工程项目管理人员合理应用先进的信息化技术,并基于不同环节的工作,有效筛选先进的信息化技术,从而保证充分发挥出此项技术在这类工程项目管理中的积极作用,提升整个管理工作效率,优化管理工作的质量。

### [参考文献]

- [1]于兴华.农田水利工程施工管理中信息化技术的应用[J].治淮,2023(9):111-112.
  - [2]汪红霞.信息化技术在农业水利工程施工管理中的应用途径[J].农业工程技术,2023,43(11):88-89.
  - [3]陈忠伟.科技引领时代进步——新时期水利工程管理信息化分析[J].中国管理信息化,2023,26(4):198-200.
  - [4]王丽霞.信息化技术在水利工程施工管理中的应用探究[J].城市建设理论研究(电子版),2022(27):36-38.
  - [5]赵德运.信息化时代水利工程施工管理的质量控制策略[J].智能建筑与智慧城市,2022(6):172-174.
- 作者简介:陶园(1990.2—),女,毕业院校:兰州理工大学,就职于甘肃大禹节水集团水利水电工程有限责任公司,专业方向,工程管理。

# 水利工程全生命周期造价控制研究

慎 贝 潘超亚

新沂市帝方水利工程有限公司, 江苏 徐州 221400

**[摘要]** 水利工程全生命周期的造价控制是一项复杂、专业且综合性的任务。随着我国对水利工程投资力度的持续加大, 各阶段造价控制所面临的问题亦愈发凸显, 如高估决算、造价超支等现象时有发生。鉴于此, 文中运用全生命周期造价控制的理念, 结合水利工程建设的特点, 通过理论与技术的双重手段, 深入剖析各阶段存在的问题, 并针对性地开展造价控制的方向研究。在此基础上, 文中提出了在每个阶段每道工序中加强造价控制的对策, 以期在有限的投资内实现更大的价值创造。

**[关键词]** 水利; 造价; 生命周期; 动态

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12518

中图分类号: F407.9

文献标识码: A

## Research on Cost Control of the Whole Life Cycle of Water Conservancy Engineering

SHEN Bei, PAN Chaoya

Xinyi Difang Water Conservancy Engineering Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221400, China

**Abstract:** Cost control throughout the entire lifecycle of water conservancy engineering is a complex, professional, and comprehensive task. With the continuous increase in investment in water conservancy engineering in China, the problems faced by cost control in each stage have become increasingly prominent, such as overestimation of final accounts and cost overruns. In view of this, this article applies the concept of cost control throughout the entire lifecycle, combines the characteristics of water conservancy engineering construction, and through a dual approach of theory and technology, deeply analyzes the problems existing in each stage, and conducts targeted research on the direction of cost control. Based on this, the article proposes countermeasures to strengthen cost control in each stage and process, in order to achieve greater value creation within limited investment.

**Keywords:** water conservancy; cost; life cycle; dynamic

### 1 水利工程全生命周期概述

#### 1.1 水利工程全生命周期的定义

水利工程全生命周期的定义涵盖了从规划、设计、建设、运营到维护、改造和退役等各个阶段。这一周期性的过程不仅涉及资金的投入与回收, 更关乎工程效益的持久性和社会环境的可持续发展。水利工程全生命周期的造价控制, 就是在确保工程质量和安全的前提下, 通过科学的管理和技术手段, 对各个阶段的成本进行精细化控制, 以实现工程经济效益和社会效益的最大化。

#### 1.2 水利工程全生命周期的阶段划分

水利工程全生命周期的阶段划分是确保项目从规划到运营各个阶段都能得到有效管理和控制的关键。一般而言, 水利工程全生命周期可以分为规划阶段、设计阶段、施工阶段、运营维护阶段和退役阶段。在规划阶段, 需要对项目的可行性进行深入研究, 包括水资源评估、环境影响评价等, 以确保项目的合理性和可持续性。设计阶段则需要综合考虑技术、经济、环境等多方面因素, 制定出科学、合理的工程设计方案。在施工阶段, 需要严格按照设计方案进行施工, 确保工程质量。运营维护阶段则是对水利工程进行长期的监测和维护, 确保其正常运行和延长使用寿命。最后, 在退役阶段, 需要对工程进行拆除或改造, 以减少对环境的影响。

水利工程全生命周期的阶段划分不仅有助于项目的有效管理, 还能提高项目的经济效益和社会效益。通过合理的阶段划分, 可以及时发现并解决问题, 减少不必要的浪费和损失。同时, 阶段划分还有助于提高项目的透明度和可追溯性, 为项目的长期运营和维护提供有力保障。

#### 1.3 水利工程全生命周期的特点

水利工程全生命周期的特点主要体现在其长期性、复杂性、动态性和系统性上。长期性指的是水利工程从规划、设计、建设到运营、维护、更新改造, 直至报废拆除, 涉及的时间跨度往往长达数十年甚至上百年。这种长期性要求在造价控制上必须具备前瞻性和可持续性, 不仅要考虑短期的投资效益, 更要关注长期的运行成本和效益。例如, 在三峡大坝的建设中, 就充分考虑了长期运营和维护的需求, 采用了先进的监测系统和维护技术, 确保了工程的长期稳定运行。

复杂性则体现在水利工程涉及的技术领域广泛, 包括水文、地质、结构、机电等多个专业, 同时还需要考虑环境、社会、经济等多重因素。这种复杂性使得造价控制变得异常困难。因此, 需要建立跨学科、跨领域的协作机制, 整合各方资源, 共同应对挑战。以黄河小浪底水利枢纽工程为例, 该工程涉及多个专业领域, 通过构建高效的协作机制, 实现了工程建设的顺利进行。

动态性是指水利工程在全生命周期中,会面临各种不确定性和变化,如政策调整、市场需求变化、自然环境变化等。这些变化会对工程造价产生重要影响。因此,需要建立动态管理机制,及时调整造价控制策略,以适应变化。例如,在南水北调工程中,面对政策调整和市场需求的變化,及时调整了工程造价控制策略,确保了工程的顺利实施。

系统性则强调水利工程全生命周期造价控制的整体性和协调性。需要从全局出发,综合考虑各个阶段、各个环节的造价因素,实现全过程的优化和控制。

## 2 水利工程全生命周期造价控制的必要性

### 2.1 水利工程投资规模与造价控制的关系

水利工程投资规模与造价控制之间存在着密切的关系。投资规模的大小直接决定了工程造价的高低,而造价的有效控制则能够确保工程的经济效益和社会效益。因此,在水利工程的全生命周期中,合理确定投资规模并对其进行有效的造价控制至关重要。

然而,水利工程投资规模与造价控制的关系并非一成不变。随着工程建设的不断推进和市场环境的变化,投资规模和造价预算也需要进行相应的调整。因此,水利工程全生命周期造价控制的实施需要建立动态的管理机制,及时应对各种不确定因素。

### 2.2 水利工程全生命周期造价控制的经济效益

水利工程全生命周期造价控制的实施,对于经济效益的提升具有显著作用。首先,通过有效的造价控制,可以显著减少不必要的投资浪费。例如,在水利工程的设计阶段,通过精细化管理和技术创新,可以优化设计方案,降低工程成本。据研究,设计阶段对工程造价的影响度高达75%,因此,在这一阶段实施有效的造价控制,可以大幅度减少整个生命周期内的成本支出。

其次,全生命周期造价控制有助于实现资源的优化配置和高效利用。通过精细化管理和技术创新,可以在保证工程质量的前提下,提高资源利用效率,减少资源浪费。这不仅有助于提升水利工程的整体效益,还有助于推动相关产业的可持续发展。

此外,全生命周期造价控制还有助于降低水利工程的维护成本。通过在设计、施工、运营等各个阶段实施有效的造价控制,可以提高工程的耐久性和稳定性,减少后期维护成本。例如,在施工阶段采用高质量的材料和先进的施工技术,可以有效延长工程的使用寿命,减少后期维修和更换的频率和费用。

### 2.3 水利工程全生命周期造价控制的社会效益

水利工程全生命周期造价控制的社会效益体现在多个方面。首先,通过有效的造价控制,可以确保水利工程的投资效益最大化,避免资金的浪费和滥用。这不仅有利于国家财政的合理使用,还能为社会的经济发展提供坚实的支撑。据相关数据显示,通过全生命周期的造价控制,

水利工程项目的投资回报率普遍提高了20%以上,充分证明了其经济效益的显著性。

其次,水利工程全生命周期造价控制对于环境保护和可持续发展具有深远影响。水利工程作为重要的基础设施,其建设和管理过程中涉及大量的资源消耗和环境影响。通过有效的造价控制,可以推动工程设计和施工技术的创新,减少对环境的影响,实现绿色、低碳的发展目标。例如,在水利工程的设计阶段,通过优化设计方案,可以减少土地占用、水资源消耗和生态破坏,实现工程与环境的和谐共生。

此外,水利工程全生命周期造价控制还有助于提升社会公平和民生福祉。水利工程的建設往往涉及多个利益相关方,包括政府、投资者、施工单位和当地居民等。通过有效的造价控制,可以确保工程资金的合理分配和使用,保障各利益相关方的权益,减少社会矛盾和冲突。同时,水利工程的建设和运营还可以为当地居民提供就业机会、改善生活条件和促进经济发展,实现社会公平和共享。

## 3 水利工程全生命周期造价控制的现状与挑战

### 3.1 水利工程全生命周期造价控制的现状

水利工程全生命周期造价控制的现状呈现出一些显著的特点。随着水利工程建设的不断推进,造价控制的难度也在逐渐增大。这主要源于水利工程项目的复杂性和多样性,每个项目都有其独特的特点和要求,使得造价控制变得更加复杂。此外,水利工程项目的投资规模巨大,一旦造价失控,将会带来严重的经济损失和社会影响。因此,加强水利工程全生命周期的造价控制显得尤为重要。

在水利工程全生命周期造价控制的实践中,一些先进的理念和方法得到了广泛应用。例如,全生命周期成本管理(LCCM)理念逐渐被引入到水利工程造价控制中,它强调从项目的规划、设计、施工、运营等各个阶段进行全面的成本控制,以实现项目整体效益的最大化。此外,一些先进的造价分析工具和方法,如挣值管理、敏感性分析等,也被广泛应用于水利工程造价控制的实践中,为项目管理者提供了更加科学、有效的决策支持。

然而,水利工程全生命周期造价控制的现状也面临着一些挑战。首先,水利工程项目的复杂性和多样性使得造价控制的难度加大。其次,水利工程项目的投资规模巨大,一旦造价失控,将会带来严重的经济损失和社会影响。此外,水利工程项目的建设周期长,涉及多个阶段和多个参与方,这也增加了造价控制的难度。因此,需要进一步加强水利工程全生命周期的造价控制,提高项目管理的水平和效率。

### 3.2 水利工程全生命周期造价控制的挑战

水利工程全生命周期造价控制的挑战主要来自于多个方面。首先,水利工程通常涉及巨额的投资,项目的规模和复杂性使得造价控制变得异常困难。例如,一项大型

水库工程可能涉及数十亿甚至上百亿的投资,任何微小的造价变动都可能对项目整体的经济效益产生重大影响。因此,如何在保证工程质量和安全的前提下,有效控制造价,是水利工程全生命周期造价控制面临的重要挑战。

其次,水利工程全生命周期涉及多个阶段,包括规划、设计、施工、运营等,每个阶段都可能面临不同的造价挑战。例如,在设计阶段,如何平衡工程的功能需求和造价控制,避免过度设计或设计不足,是重要的问题。在施工阶段,如何有效控制工程变更和索赔,避免造价超支,也是一大挑战。因此,水利工程全生命周期造价控制需要综合考虑各个阶段的特点和需求,制定针对性的控制措施。

此外,水利工程全生命周期造价控制还需要应对外部环境的变化。例如,政策调整、市场波动、自然灾害等因素都可能对工程造价产生影响。因此,水利工程全生命周期造价控制需要具备高度的灵活性和适应性,及时调整控制策略,应对外部环境的变化。

## 4 水利工程全生命周期造价控制的实施与管理

### 4.1 水利工程全生命周期造价控制的组织架构

水利工程全生命周期造价控制的组织架构是确保项目顺利进行和成本控制的关键。这一架构需要明确各部门的职责和协作方式,形成高效、有序的工作机制。首先,项目管理部门应负责整体规划和协调,确保各阶段的工作按照预定计划进行。同时,财务部门则负责资金的筹措、分配和监控,确保资金的合理使用和流动。技术部门则负责工程设计和施工技术的选择,为成本控制提供技术支持。此外,采购部门、施工部门和监理单位等也各自承担着重要的职责,共同构成了完整的组织架构。

在水利工程全生命周期造价控制的组织架构中,各部门之间的协作和沟通至关重要。通过定期的会议和报告制度,各部门可以及时了解 and 掌握项目的进展情况和成本控制情况,共同解决问题和调整策略。同时,引入信息化管理手段,如建立项目管理信息系统,可以实现信息的实时共享和更新,进一步提高工作效率和成本控制水平。

### 4.2 水利工程全生命周期造价控制的流程管理

水利工程全生命周期造价控制的流程管理是复杂而系统的过程,它涉及到从项目规划、设计、施工到运营维护等各个阶段。在这个过程中,需要建立完善的组织架构,明确各部门的职责和协作关系,确保造价控制的顺利进行。同时,还需要制定一套科学、合理的流程管理制度,明确各阶段的工作内容、时间节点和质量要求,确保项目按照

既定的计划进行。

在实际操作中,水利工程全生命周期造价控制的流程管理需要借助先进的信息化手段,实现数据的实时采集、分析和处理。通过构建信息化平台,可以实现对项目全过程的动态监控和预警,及时发现和解决造价超支的问题。此外,还可以利用大数据、人工智能等技术手段,对项目的造价风险进行预测和评估,为决策提供科学依据。

### 4.3 水利工程全生命周期造价控制的信息化管理

在水利工程全生命周期造价控制的实施过程中,信息化管理扮演着至关重要的角色。随着信息技术的飞速发展,信息化管理不仅提高了造价控制的效率和准确性,还使得项目管理者能够实时掌握项目成本动态,做出科学决策。通过引入先进的信息化管理系统,如BIM(建筑信息模型)和云计算等技术,水利工程全生命周期的造价数据得以集中存储、高效处理和实时共享。

以BIM技术为例,它能够把水利工程的设计、施工、运维等各个阶段的信息整合到三维模型中,使得项目管理者能够直观地了解项目的成本构成和分布情况。通过BIM模型,可以及时发现和解决潜在的造价风险,避免成本超支。同时,云计算技术的运用使得这些数据能够在项目团队之间实现无缝对接,提高了协同工作的效率。

## 5 结论

综上所述,水利工程全生命周期造价控制是一种有效的项目管理策略,具有广泛的应用前景和深远的意义。通过不断完善和优化造价控制的方法和手段,可以进一步提升水利工程项目的投资效益和管理水平,为水利事业的发展做出更大的贡献。

### [参考文献]

- [1]李俊逸.基于生命周期成本的某水闸维修加固方案优化[J].水利技术监督,2024(2):259-261.
- [2]肖素芬,文艳.珠江三角洲水资源配置工程运行管理的实践与探索[J].广西水利水电,2023(5):123-126.
- [3]高子越.基于三角白化权函数的水利PPP项目全生命周期风险评价方法研究[J].小水电,2023(5):15-19.
- [4]姜震宇,田菁,郭殷奇,等.数字孪生技术在水利设备全生命周期管理中的应用[J].设备管理与维修,2023(17):154-155.

作者简介:慎贝(1987.7—),男,江苏新沂,汉,毕业院校:河海大学,水利水电,工作单位:新沂市帝方水利工程有限公司,总经理助理,工程师。

# 水利工程施工管理和维修养护存在的问题及对策

周萍

新疆玛纳斯县凉州户镇农业(畜牧业)发展服务中心, 新疆 昌吉 832200

[摘要] 水利工程是国家基础设施建设的重要组成部分, 关系到国计民生和国家安全。文章分析了我国水利工程施工管理和维修养护中存在的问题, 并针对这些问题提出了相应的对策, 为我国水利工程的可持续发展提供参考。

[关键词] 水利工程; 施工管理; 维修养护; 问题; 对策

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12516

中图分类号: TV642

文献标识码: A

## Problems and Countermeasures in Construction Management and Maintenance of Water Conservancy Projects

ZHOU Ping

Xinjiang Manasi Liangzhouhu Agricultural (Animal Husbandry) Development Service Center, Changji, Xinjiang, 832200, China

**Abstract:** Water conservancy engineering is an important component of national infrastructure construction, which is related to national economy, people's livelihood, and national security. This article analyzes the problems in construction management and maintenance of water conservancy engineering in China, and proposes corresponding countermeasures to address these problems, providing reference for the sustainable development of water conservancy engineering in China.

**Keywords:** water conservancy engineering; construction management; maintenance and upkeep; problems; countermeasures

水利工程在我国经济发展和社会进步中具有重要地位, 近年来, 我国水利工程建设取得了显著成果。但与此同时, 水利工程施工管理和维修养护中存在的问题也逐渐暴露出来, 如不及时解决, 将严重影响水利工程的质量和效益。因此, 对水利工程施工管理和维修养护中存在的问题进行深入分析, 并提出针对性的对策, 对提高水利工程质量和效益具有重要意义。

### 1 水利工程施工管理和维修养护的重要性

水利工程是维护国家水安全、保障经济社会可持续发展的重要基础设施。水利工程施工管理和维修养护是确保水利工程安全、可靠、高效运行的关键环节。在施工过程中, 严格遵循相关规范和标准, 确保工程质量是至关重要的。通过科学合理的施工管理, 可以有效地控制工程质量, 避免质量问题带来的安全隐患和经济损失。此外, 施工管理还能够合理控制工程进度, 确保工程按时完成, 避免因工期延误带来的经济损失和社会影响。随着时间的推移和使用年限的增加, 水利工程会出现各种问题, 如渗漏、磨损、结构老化等问题, 因此, 及时的维修养护可以有效地解决这些问题, 恢复工程的功能和效益, 延长工程的使用寿命<sup>[1]</sup>。此外, 维修养护还能够提高工程的安全性和可靠性, 避免因工程故障导致的事故和损失。

### 2 水利工程施工管理存在的问题

#### 2.1 管理体制不健全

##### 2.1.1 管理体制不健全

目前, 我国水利工程施工管理体制尚不健全, 权责不清、管理混乱等问题较为突出。在施工过程中, 部分项目

管理单位对施工质量、安全、进度等方面的监管不到位, 导致施工现场管理混乱, 影响了水利工程的质量和效益。这种现象的产生, 很大程度上是由于管理体制不完善, 导致项目管理单位在施工过程中的责任和权利不明确, 从而影响了施工管理的质量和效果。

##### 2.1.2 施工技术水平低

虽然我国在水利工程施工方面取得了一定的进展, 但与发达国家相比, 施工技术水平仍有较大差距。一些施工单位在施工过程中, 仍然采用传统的施工方法, 缺乏技术创新和应用。这不仅影响了施工效率, 也降低了水利工程的质量和效益。

##### 2.1.3 施工现场管理不规范

在一些水利工程施工现场, 施工现场管理不规范, 缺乏有效的安全保障措施, 导致安全事故频发。同时, 施工现场的环境污染问题也较为突出。这些问题严重影响了水利工程的质量和效益, 也威胁了施工现场工作人员的生命安全。

##### 2.1.4 人才流失严重

水利工程施工管理队伍的整体素质得不到提高问题比较严重, 由于人才流失严重, 施工管理队伍中缺乏专业知识和技能的人员比例较高。这导致了施工管理水平的下降, 无法保证水利工程的质量和效益。同时, 由于人才的流失, 施工管理队伍中也缺乏创新意识和能力, 无法适应水利工程发展的新要求。

### 2.2 施工技术水平不高

#### 2.2.1 施工人员技术素质参差不齐。

由于缺乏专业的培训和知识, 这些施工人员难以理解工

程的设计意图和技术要求,无法正确操作施工机械和设备,也无法掌握施工工艺和质量标准。这不仅会导致施工过程中的质量问题,也会对工程的整体质量和安全带来潜在的危害<sup>[2]</sup>。其次,操作不熟练也是影响水利工程施工质量的重要因素。由于缺乏实践经验和技能培训,施工人员难以熟练掌握施工工具和机械设备,施工过程中容易出现错误和疏忽。

#### 2.2.2 施工设备及工艺滞后

在当前我国水利工程施工的背景下,部分施工企业所使用的设备及工艺水平仍较低,这已经成为影响水利工程施工效率和质量的一个重要问题。落后的设备及工艺,在很大程度上制约了水利工程施工的进度和质量,也给我国水利事业的发展带来了一定的阻碍。在现代水利工程施工中,高效、先进的设备是提高施工效率的重要手段。然而,部分施工企业所使用的设备仍停留在较老的型号和款式,不仅效率低下,而且经常出现故障,影响了整个工程的施工进度。在现代水利工程施工中,科学、先进的施工工艺是保障工程质量的关键。然而,部分施工企业仍采用传统的施工方法,不仅效率低下,而且无法保证施工质量,甚至可能给工程带来安全隐患。

#### 2.2.3 施工组织管理不善

在我国的一些水利工程施工现场,时常出现施工组织管理混乱、施工进度不明确等问题,导致施工过程中的各个环节脱节,严重影响了施工效率。在实际施工过程中,部分项目管理人员对施工现场的管理缺乏经验和专业知识,导致施工现场秩序混乱,各个施工环节之间缺乏有效协调。此外,部分施工现场的安全管理不到位,存在着严重的安全隐患。在一些水利工程项目中,施工进度计划编制不科学、不合理,导致实际施工过程中难以按照计划推进。有的项目甚至因为进度计划频繁调整,使得施工队伍陷入混乱,无法保证工程质量<sup>[3]</sup>。施工人员的文化素质和技术水平得不到保证,导致施工质量不稳定。此外,部分施工人员缺乏责任心和职业道德,对待工作敷衍了事,给工程质量带来很大隐患。

#### 2.2.4 技术创新能力不足

在当前水利工程施工领域,技术创新能力不足也是一个突出问题。这使得施工企业在面对复杂多变的工程环境时,无法采取有效的应对措施,从而影响工程质量。施工企业应重视技术创新,加大研发投入,培养一批具备创新能力的人才,以提高企业整体的技术水平。在水利工程施工过程中,部分施工企业对工程质量的控制不严,导致施工质量问题频出。施工企业应加强对施工质量的控制,完善质量管理体系,确保工程质量符合国家标准。

### 2.3 施工设备和材料不合格

施工设备是水利工程施工的基础,是保证工程顺利进行的关键。然而,在实际施工中,部分施工单位为了节省成本,购买了一些质量不达标或者已经淘汰的设备。这些设备的使用不仅影响了施工进度,还可能因为故障频发导

致施工质量下降,甚至可能引发安全事故。材料是工程质量的基础,如果材料不合格,那么无论施工技术多么高超,都无法保证工程的质量和安。在实际施工中,部分施工单位为了追求利润,采用了不合格的建筑材料,这无疑给水利工程的质量和安埋下了重大隐患。同时,在一些水利工程施工现场,施工单位和监理单位对设备和材料的管理不够严格,没有做好检查和把关工作,使得不合格的设备 and 材料得以进入施工现场。

#### 2.4 维修养护经费不足

水利工程是维护国家水安全、促进经济社会可持续发展的重要基础设施。然而,当前我国水利工程运行管理和维修养护经费不足,地方政府配套资金不能及时到位,供水价格形成机制不合理,现有水利经营性资产管理运营体制不完善等问题日益突出。这些问题不仅导致大量水利工程得不到正常的维修养护,效益严重衰减,而且对我国的水资源管理、水环境保护和防洪减灾等方面也带来了很大压力。

由于历史原因和地区经济发展不平衡,我国水利工程投资建设资金来源单一,主要依靠政府投资,而地方政府配套资金不能及时到位,导致水利工程维修养护经费严重不足。这使得水利工程得不到及时、有效的维修养护,导致工程效益逐年下降,同时也增加了工程的风险性和安全隐患。

地方政府配套资金不能及时到位也是影响水利工程正常运行的一个重要因素。当前,我国水利工程建设和管理体制中存在一定的责任不清、权责不明确的问题,导致地方政府对水利工程的投入缺乏积极性和主动性。同时地方政府在经济建设和财政预算中往往更注重短期利益和显性工程,而忽视水利工程这类隐蔽性工程的重要性,从而导致地方政府配套资金不能及时到位。

当前,我国供水价格形成机制不完善,水价偏低不能反映水资源的稀缺性和实际价值,导致水利工程建设 and 运行资金不足,难以满足人们对水资源的需求。同时,水价偏低也会导致水资源的浪费和滥用,加剧水资源的短缺问题。现有水利经营性资产管理运营体制不完善也是影响水利工程运行的一个重要因素。我国水利工程建设和管理中存在一定的体制性障碍和机制性问题,导致水利工程经营管理不规范、效率低下,难以实现水利工程的社会效益和经济效益最大化。同时,水利工程经营管理中存在的腐败问题也不容忽视。

### 3 完善水利工程施工管理和维修养护对策

#### 3.1 完善管理体制

##### 3.1.1 建立健全的项目管理体系

明确项目管理的组织架构,设定各个岗位的职责和权限,确保项目管理的有序进行。同时,制定完善的项目管理制度,包括招标投标管理、合同管理、成本管理、质量管理等,确保施工过程中的各项工作都有章可循。

##### 3.1.2 强化施工现场的管理

施工现场是水利工程施工的核心区域,必须加强现场管理,确保施工安全、质量和进度。具体措施包括:严格

执行施工方案,确保施工工艺和操作规程的正确执行;加强施工现场的安全防护,防范安全事故的发生;合理安排施工进度,确保工程按期完成。

### 3.1.3 提升施工队伍的素质与加强监管

水利工程施工具有较强的专业性,对施工队伍的素质要求较高。因此,要加强施工队伍的培训和教育,提高施工人员的技能水平和业务素质,确保施工质量。工程质量是水利工程的命脉,必须建立健全工程质量监督体系,加强对施工现场的监督检查,确保工程质量符合国家标准。同时,对施工过程中的质量问题,要及时发现、及时处理,确保工程质量的稳定。

总之,在完善水利工程维修养护对策方面,首先要建立完善的养护制度。制定针对不同工程特点的养护方案,明确养护周期、养护内容、养护标准等,确保养护工作有序进行。其次,加强养护队伍建设,提高养护人员的业务素质,确保养护工作的质量。再次,建立健全养护资金保障机制,确保养护工作的资金需求得到满足。此外,还要强化养护信息化建设,利用现代科技手段,提高养护管理的效率和水平。

### 3.2 提高施工技术水平

首先,要完善水利工程施工管理,必须建立健全的项目管理体系。从项目策划、招投标、施工组织、质量控制、安全生产等各个环节,都要制定严格的规章制度和技术标准,确保各个环节的合规性和有效性。同时,强化施工现场的管理,加强对施工人员的教育培训,提高施工人员的安全意识和质量意识,确保施工现场的秩序井然。

其次,维修养护是保障水利工程安全运行的关键。针对水利工程的特点,要制定科学的养护计划,确保养护工作的及时性和全面性。同时,采用先进的检测技术,定期对水利工程进行检查,发现隐患及时处理。加强对养护队伍的培训和管理,提高养护人员的业务素质和技术水平,确保养护工作的质量。

最后,提高施工技术水平是提升水利工程质量的核心理念。一方面,要引进国内外先进的水利工程技术和设备,提高施工的效率和质量。另一方面,要加强科研和技术创新,不断探索适应我国水利工程特点的新技术、新材料和新工艺。同时,注重施工过程中的质量控制,严格执行施工工艺和质量标准,确保水利工程的质量和安<sup>[4]</sup>。

### 3.3 严格把控施工设备和材料质量

施工企业应选购性能稳定、安全可靠的品牌设备,并对设备进行定期检查、维修和保养,确保设备处于良好状态。同时,加强对操作人员的培训,使其熟练掌握设备操作技巧。在材料选择方面,施工企业应选择具有良好信誉的供应商,确保原材料质量。对进场材料进行严格的检验和试验,不合格的材料应及时淘汰,不得用于工程施工。此外,加强材料储存和运输过程中的管理,防止材料损失和性能下降。在创新维修养护技术方面,针对不同工程特

点,研究采用先进的维修养护技术,提高工程质量和运行效率。例如,采用无人机、机器人等现代技术手段进行监测,快速发现故障并进行维修。同时,注重环保,减少维修养护过程中对环境的影响。

### 3.4 加强维修养护工作

首先,施工过程中要严格遵守国家相关法律法规和行业标准,强化安全生产意识,确保工程质量和施工安全。同时,要注重环境保护,遵循绿色施工原则,减少对生态环境的影响。在施工管理中,要建立健全项目管理体系,明确各部门和人员的职责分工,确保工程顺利进行。此外,加强施工现场的管理和监督,严格执行工程进度计划,确保工程按时完成。同时,要对施工过程中的质量问题进行及时整改,杜绝质量隐患。在维修养护工作中,应制定完善的养护制度,确保养护工作按照规定周期和标准进行。同时,加强养护队伍建设,提高养护人员素质,确保养护工作的专业性和有效性。此外,要注重养护设备的更新和维护,提高养护工作效率。另外,对于水利工程的维修养护,应注重预防性养护,及时发现并处理工程隐患。针对不同类型的水利工程,制定针对性的养护方案,确保工程安全运行。同时,要加强养护资金的投入,确保养护工作有足够的资金支持。最后还要注重科技创新,引进先进的水利工程管理和养护技术,提高工程质量和效益。通过开展技术研究和推广应用,不断提升我国水利工程的水平。同时,加强与国际的交流与合作,借鉴和学习先进的水利工程管理经验。

## 4 结语

水利工程施工管理和维修养护是确保水利工程质量和效益的关键环节。针对当前存在的问题,本文提出了完善管理体制、提高施工技术水平、严格把控施工设备和材料质量、加强维修养护工作等对策,为我国水利工程的可持续发展提供参考。然而,实施这些对策需要政府和相关部门的共同努力,以及全社会的广泛关注和支持。

### [参考文献]

- [1]原雪,宋兵.从《水利工程施工管理与施工技术》看“互联网+智慧水利”在水利工程施工管理中的应用[J].人民黄河,2024,46(1):170-171.
  - [2]李明,刘其勇.水利工程施工管理质量控制措施探索[J].人民黄河,2023,45(2):148-149.
  - [3]曹毅.水利工程施工管理中存在的问题及对策[J].城市建设理论研究(电子版),2023(34):58-60.
  - [4]王建军.农村小型水利工程施工建设及维护管理存在的问题及对策[J].乡村科技,2022,13(15):156-158.
- 作者简介:周萍(1977.7—),毕业院校:中国第五冶金建设公司职工大学,所学专业:水利水电工程管理,当前就职单位名称:新疆玛纳斯县凉州户镇农业(畜牧业)发展服务中心,就职单位职务:一般干部,职称级别:中级工程师。

# 木垒河河道生态水量分析计算

汪杰

昌吉水文勘测局, 新疆 昌吉 831100

**[摘要]**木垒河流域水资源匮乏, 近年由于旱情严重, 过度开发利用水资源, 在河道上修建了两处拦河水库及多处引水工程, 虽然每年不同程度, 周期性向拦河控制性工程以下河段下泄河道生态水量, 但是尚未分析论证下泄的河道生态水量及下泄周期是否满足全年河道生态需求。尤其在枯水季节龙王庙水库下游往往干涸断流, 洪水季节, 污水倾泻, 易发污染事故, 河道生态达不到预期保护效果。通过分析确定木垒河河道生态水量, 强化水资源合理利用与节约以及河道上下游联合调度和合理利用, 加强生态保护, 加强“河长制”的落实, 为水资源可持续利用, 促进社会经济发展和河道生态水量保障共同努力。文中就木垒河生态水量计算, 结合河流下游用水具体情况, 确定合理的生态水量下泄值要求和计算方法, 得出一般规律。为生态水量监测预警, 切实恢复河道自身属性, 保证河流生态可持续发展。

**[关键词]**木垒河; 径流特性; 河道生态水量; 分析计算成果应用

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12515

中图分类号: TV147

文献标识码: A

## Analysis and Calculation of Ecological Water Quantity in the Mulei River Channel

WANG Jie

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

**Abstract:** The water resources in the Mulei River Basin are scarce. In recent years, due to severe drought, excessive development and utilization of water resources have led to the construction of two river diversion reservoirs and multiple water diversion projects on the river. Although the ecological water volume of the river is periodically discharged to the lower reaches of the river control projects to varying degrees each year, it has not yet been analyzed and demonstrated whether the ecological water volume and discharge cycle of the discharged river meet the ecological needs of the entire year. Especially during the dry season, the downstream of Longwangmiao Reservoir often becomes dry and dry, and during the flood season, sewage pours out, making it prone to pollution accidents. The ecological protection of the river cannot achieve the expected effect. By analyzing and determining the ecological water quantity of the Mulei River channel, strengthening the rational utilization and conservation of water resources, as well as the joint scheduling and rational utilization of upstream and downstream of the river, strengthening ecological protection, and implementing the "river chief system", we will work together to promote the sustainable utilization of water resources, promote social and economic development, and ensure the ecological water quantity of the river channel. In the article, the ecological water quantity of Mulei River is calculated, combined with the specific water usage situation downstream of the river, to determine reasonable requirements and calculation methods for ecological water quantity discharge, and to obtain general rules. In order to monitor and warn the ecological water quantity, effectively restore the attributes of the river itself, and ensure the sustainable development of the river ecology.

**Keywords:** Mulei River; runoff characteristics; ecological water quantity of river channels; application of analysis and calculation results

### 1 木垒河河道概况

木垒河发源于天山山脉博格达山北坡, 源头与奇台开垦河相隔分水岭, 与开垦河源头直线距离不到 14km。支流南沟隔水涝梁与水磨沟河形成分水岭, 河流流经石仁子沟, 由西向东, 横穿水磨沟河、东城河后山, 拦截东城河、水磨沟河的天山南部雪山的冰雪水, 并有苏巴什、台然、塔牙孜苏、南沟、唐斯克、艾买勒、冬沟等泉水沟汇入而成, 是木垒县境内最大的一条河流。随着龙王庙水库和三眼泉水库的建成以及灌区灌溉工程的不断修建完善, 一般平水年份河水几乎全部引入灌区, 龙王庙水库以下河道, 除汛期短暂泄洪外, 河道常年处于干涸状态。近年来受人类活动的影响, 水资源开发利用程度较高, 天然径流大

部分被拦河蓄水工程人工控制。为实施水生态红线管理, 建立系统完整的水生态文明制度体系, 从源头保护水资源和水生态; 控制用水总量, 逐步退还挤占的河道生态环境用水, 确定河道主要控制断面的生态水量标准, 加强“河长制”的落实, 保护水资源, 防治水污染, 维护水生态, 保障河道基流量<sup>[1-2]</sup>。

#### 1.1 自然地理概况

木垒河流域与新疆其他河流一样, 分为中低山区、前山丘陵区、山前倾斜平原区和平原区, 中低山区与前山丘陵区的分界线为木垒河龙王庙水库<sup>[3]</sup>。河流在龙王庙水库以上河段为山区, 上游山区段河床发育较好, 支流呈树枝状分布, 主要有苏巴什、台然、塔牙孜苏、艾尔阿依勒、

南沟、唐斯克、艾买勒、东沟等泉水汇入。木垒河从龙王庙水库起由南向北直穿县城与木垒镇，流入新户乡，经过雀仁乡，最后经消失于北部沙漠。

### 1.2 河流水系

木垒河发源于天山山脉博格达山北坡博勒勒克达坂，源头海拔高程 3474m，是木垒县境内最大的一条河流<sup>[4]</sup>。木垒县境内河流均属山溪性河流，皆发源于天山山脉博格达山北坡，源头海拔 1500~3340m，共有英格堡河、水磨沟河、东城河、木垒河、白杨河、博斯塘河 6 条河流。6 条河流均位于南部山区，呈东西向平行排列。6 条河流中以木垒河的年径流量为最大，年径流量  $4798 \times 10^4 \text{m}^3$ 。另 5 条河的多年平均年径流量均小于  $0.2 \times 10^8 \text{m}^3$ 。木垒河从龙王庙水库起由南向北直穿县城与木垒镇，流入新户乡，经过雀仁乡，最后经消失于北部沙漠。

### 1.3 地形、地貌、地质

木垒河地貌由南向北依次是：南部山区、山前丘陵、平原戈壁、北部沙漠<sup>[5]</sup>。木垒县木垒河处于准噶尔—北天山褶皱系（II）~北天山优地槽褶皱带（II3）中博格达复背斜（II32）三级构造单元内，其北侧为准噶尔坳陷（II2）~东部隆起（II25）~奇台凸起（II25-4）四级构造单元。区域内主要活动断裂有水根台断裂（8#），半截沟断裂（4#），开垦河断裂带（6#），木垒照壁山断裂（14#）。

### 1.4 水资源分布及利用

根据《昌吉州用水总量控制方案》和《木垒县地表水资源调查评价报告》木垒河地表水资源  $0.5184 \text{亿 m}^3$ 。通过分析可知，木垒河近 10 年丰水年、平水年、枯水年交替出现，10 年平均径流量为  $0.5338 \text{亿 m}^3$ ，较实测长系列资料统计的年均径流量值偏丰。对比分析 2014 年至 2018 年 5 年木垒站水质化验结果，木垒河水质取样断面水质较好，非汛期一般达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）I 类水质标准，汛期达到 II 类水质标准，均满足下游使用的要求。

## 2 径流

木垒水文站作为木垒河上的唯一水量控制站，本次分析计算采用木垒水文站的长系列实测年径流资料进行分析计算，分析得到木垒水文站年径流系列年内、年际变化特点，并采用多种方法对年径流系列的可靠性、一致性、代表性进行了综合分析。

### 2.1 径流的年内分配

木垒河属冰雪融水及降水补给为主的河流，径流的年内分配极不均匀，其分配不但与降水有关，而且与热量同步。径流与气温、降水关系密切，全年径流量集中于高温季节 5~8 月。木垒水文站自建站以来有完整实测径流资料 57 年，多年平均年径流量为  $4839 \times 10^4 \text{m}^3$ 。连续最大四个月径流量占年径流量的 70.8%，出现在 5~8 月，连续最小四个月（12~3 月）的径流量，只占全年径流量的 7.1%。

水量最大月为 5 月，占到年径流量的 20.9%，最小月为 2 月，占到年径流量的 1.3%，多年平均最大月径流量是最小月径流量的 15.9 倍。径流年内分配极不均匀。木垒河径流年内分配见表 1。年内分配见柱状图 1。

表 1 木垒水文站径流量年内分配表

四季径流量占全年比例(%)				连续最大四个月		最大月		最小月	
春 (3-5 月)	夏 (6-8 月)	秋 (9-11 月)	冬 (12-2 月)	起 迄 月	百分 率(%)	月 份	百分 率(%)	月 份	百分 率(%)
29.9	49.9	15.1	5.1	5-8	70.8	5	20.9	2	1.3

### 2.2 径流的年际变化

由木垒水文站 57 年年径流资料统计，木垒河多年平均径流量为  $0.4839 \times 10^8 \text{m}^3$ ，年径流量变差系数为 3.0。最大年径流量为  $1.23 \times 10^8 \text{m}^3$ （2007 年），最小年径流量为  $0.1854 \times 10^8 \text{m}^3$ （1974 年），最大年径流量与最小年径流量的比值为 6.63。其原因是该流域无现代冰川，只有季节性融雪水与降水量混合补给，径流形成的互补性差，从而造成木垒河流域径流量的多年变化相对较大。

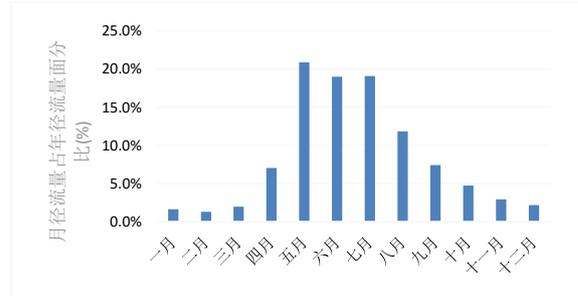


图 1 木垒水文站年径流量月分配柱状图

## 3 径流系列分析

采用木垒水文站实测年径流量系列（1963 年—2019 年）进行三性分析，以反映该河多年年径流量的变化趋势。

### 3.1 年径流系列可靠性

木垒水文站是木垒河流域上唯一的水量控制站，是国家基本站，水文测验、资料整编及刊印均严格按照国家行业规范标准执行，成果可靠，精度较高，可满足本项目生态水量分析计算要求。

### 3.2 径流系列一致性分析

本站径流资料的一致性主要考虑两个方面的影响：测站迁移对资料的影响及测站上游有无引用水对资料的影响。

#### (1) 测站迁移的影响

木垒水文站设立于 1956 年 11 月，原测站以上控制面积为  $467 \text{km}^2$ ，1959 年 2 月撤销，1963 年 1 月恢复观测，其间由于龙王庙水库大坝加高，断面于 1964 年 1 月、1981 年 1 月、1984 年 1 月分别上迁 20m、10m、500m，又于 1988 年 1 月上迁 3km，观测至今。现木垒水文站控制面积为  $461 \text{km}^2$ ，控制面积变化为 1.3%，比例小于 5%。依据技术

规范要求，径流系列可视为同一系列。

(2) 上游有无引用水

木垒水文站自设立以来，其间主要有三眼泉渠首的引出水量。渠首引水主要用于降水不足时的补充灌溉，但三眼泉渠首控制灌溉面积 0.65 万亩土地原为半旱田，现基本改造为喷、滴灌示范基地，因此引水量相对较少。根据木垒县水管总站提供的引水资料，三眼泉渠首在 2001~2009 年期间，平均引水量  $78.35 \times 10^4 \text{m}^3$ ，(见表 2) 引水量占木垒水文站多年径流量的 1.6%，我们认为这一比例相对较小，符合规范关于“当径流受人类活动影响较小或影响因素较稳定、径流形成条件基本一致时，径流计算也可采用实测系列”的规定。通过点绘木垒水文站降水量与径流量双累积曲线进行分析(见图 2)可见，点子基本为带状分布，因此，本次计算直接采用木垒水文站 57 年实测径流系列。

表 2 木垒县三眼泉引水闸引水量统计表 单位: ( $10^4 \text{m}^3$ )

月/年	4月	5月	6月	7月	8月	合计
2001		18.43	50.65	20.75		89.83
2002			40.23	16.95		57.18
2003		23.85	50.9	20.65		95.4
2004		8.56	24.2	9.86		42.62
2005		29	50.88	17.15		97.03
2006		6.5	41.8	17.26		65.56
2007		25	51.23	20.85		97.08
2008		9.6	41.6	21.6		72.8
2009		0.75	31.1	55.78		87.63

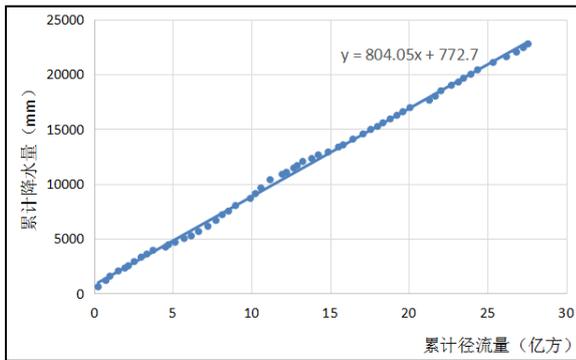


图 2 木垒水文站径流量与降水量双累积曲线

3.3 年径流的还原计算

木垒水文站是木垒河流域径流控制站，河流下游是人们赖以生存的绿洲，河流水量通过引蓄水工程输往绿洲被利用。木垒河为内陆河流，有一个显著特点，即河流水量形成于山区，消失于平原、盆地。为了测得河流总水量，各水文站断面都设在河流出山口附近，控制了河流的绝大部分径流。

木垒县城及三乡两场饮水水源民生工程项目区位于

三眼泉水库至三眼泉水源地，供水范围涵盖木垒镇、新户乡、照壁山乡等 6 个乡(镇)场的人畜安全饮水和生产用水。项目总投资 1640 万元。工程从三眼泉水库引水，通过输水管道输送到新建水厂，经净化处理后，为木垒县三乡一场两场 21 个行政村和 8 个居委会共 5.6 万人、12 万头牲畜供水。

根据收集到的 2014~2019 年水厂逐月供水资料，对木垒水文站 2014 年~2019 年逐月径流量进行还原计算，得到木垒水文站 1963~2019 年径流系列资料。

3.4 年径流系列代表性分析

3.4.1 模比系数差积曲线分析

首先根据木垒水文站 48 年年径流系列作模比系数差积曲线，见图 3。

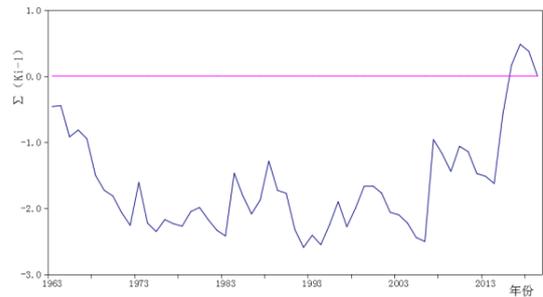


图 3 木垒水文站年径流模比系数差积曲线图

从图 3 中反映出，木垒河在 1963~1988 年与 1989~2015 年经历了两个大的丰枯变化时段，期间又包含若干短暂的丰枯水交替出现时段。由此可看出，1963~2019 年 57 年径流量资料系列包含了丰、平、枯水量，且周期完整。

3.4.2 模比系数累积平均过程线分析

由图 4 中可见，当木垒水文站年径流量系列长度达 39 年以上时，其模比系数累积平均过程线收敛于 1，并在其附近小幅振荡。随着时间的增长，均值趋于稳定，可见系列均值有较好的稳定性。

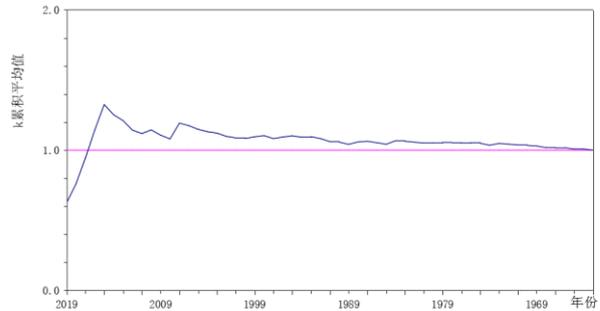


图 4 木垒水文站年径流模比系数累积平均线图

经分析，木垒水文站 1963~2019 年 57 年径流量系列处在一个丰枯交替段，年径流量系列周期基本完整，统计参数趋于稳定。因此，木垒水文站 1963~2019 年 57 年径流量系列具有一定代表性。

### 3.4.3 长短系列统计参数分析

采用木垒水文站 1963~2019 年 57 年实测年径流量资料,自 2019 年逆时序向前推,根据矩法计算的不同年代系列长度,进行统计参数对比,成果见表 3。随着系列长度的增加,统计参数变动幅度逐渐减小,当系列长度达到 45 年以上时,其均值相对偏差的绝对值小于 5%;当系列长度达到 24 年以上时,Cv 值相对偏差绝对值小于 5%。

综合以上分析,参证站木垒水文站 1963~2019 年 57 年径流系列具有较好的一致性和可靠性,且系列统计参数比较稳定,大、小实测径流量资料较完整,径流系列具有代表性较好。

表 3 木垒水文站实测流量长短系列统计参数对照表

统计年数	均值	均值相对偏差 (%)	Cv	Cv 值相对偏差 (%)	统计年数	均值	均值相对偏差 (%)	Cv	Cv 值相对偏差 (%)
5	0.6413	32.51	0.442	7.84	32	0.5123	5.86	0.424	3.47
6	0.6061	25.25	0.442	7.77	33	0.5145	6.32	0.416	1.58
7	0.5859	21.07	0.427	4.19	34	0.5097	5.33	0.417	1.86
8	0.5531	14.29	0.451	10.07	35	0.5042	4.20	0.421	2.65
9	0.5411	11.81	0.436	6.51	36	0.5165	6.72	0.429	4.67
10	0.5538	14.43	0.409	-0.30	37	0.5144	6.30	0.425	3.77
11	0.5357	10.69	0.416	1.52	38	0.5116	5.72	0.423	3.27
12	0.5227	8.02	0.415	1.38	39	0.5086	5.10	0.422	2.90
13	0.5771	19.26	0.495	20.87	40	0.5087	5.13	0.416	1.54
14	0.5684	17.45	0.487	18.75	41	0.5107	5.54	0.410	0.06
15	0.5557	14.83	0.488	19.01	42	0.5097	5.32	0.406	-0.91
16	0.5475	13.13	0.482	17.62	43	0.5084	5.05	0.403	-1.75
17	0.5426	12.13	0.472	15.26	44	0.5098	5.35	0.397	-3.07
18	0.5315	9.83	0.476	16.20	45	0.5079	4.95	0.395	-3.61
19	0.5263	8.75	0.469	14.53	46	0.5009	3.50	0.407	-0.61
20	0.5243	8.34	0.459	11.98	47	0.5072	4.81	0.407	-0.70
21	0.5300	9.52	0.445	8.64	48	0.5047	4.30	0.406	-0.95
22	0.5341	10.37	0.433	5.57	49	0.5019	3.70	0.406	-0.93
23	0.5239	8.26	0.441	7.58	50	0.5007	3.45	0.403	-1.63
24	0.5293	9.37	0.430	4.85	51	0.4982	2.95	0.403	-1.76
25	0.5333	10.21	0.419	2.28	52	0.4928	1.82	0.411	0.24
26	0.5288	9.27	0.416	1.65	53	0.4914	1.54	0.408	-0.32
27	0.5304	9.61	0.407	-0.56	54	0.4922	1.70	0.404	-1.39
28	0.5240	8.29	0.410	0.01	55	0.4879	0.81	0.409	-0.15
29	0.5135	6.11	0.425	3.77	56	0.4879	0.82	0.405	-1.07
30	0.5118	5.76	0.420	2.40	57	0.4839	0.00	0.410	0.00
31	0.5040	4.15	0.428	4.39					

### 3.4.4 生态水量

次生态水量计算节点拟设置木垒水文站断面(主要计

算断面)、三眼泉水库出库断面、龙王庙水库出库断面、芦花大桥(木垒河与 X188 交汇点)断面共四个水文计算断面。

计算断面一:木垒水文站测验断面。木垒水文站作为木垒河的区域代表站,属于省级重要水文站和自治区报汛站,是木垒河上游重要的水量控制站点,本次首先对木垒水文站的年径流量资料进行还原计算,对资料进行统计分析,以木垒水文站测验断面作为主要计算断面逐级推算其他各计算节点断面生态流量。

计算断面二:三眼泉水库出库断面。三眼泉水库主体工程于 2011 年 4 月开工奠基,2017 年 7 月完成水库蓄水安全鉴定。因三眼泉水库建设过程中对入库、出库水量未进行全面的监测,本次分析计算只收集到三眼泉水库 2019 年入库、出库流量资料。本次对资料进行复核分析,将木垒水文站天然径流量系列逐月还原计算至三眼泉水库出库断面,提出木垒河水库出库断面历年逐月的天然径流量系列,采用不同方法分析计算三眼泉水库出库断面河道生态水量。

计算断面三:龙王庙水库出库断面。根据还原后的木垒水文站实测径流资料与龙王庙水库 2000 年至 2017 年入库资料,推算出木垒水文站至龙王庙水库区间河段的径流损失系数,得出龙王庙水库出库断面天然径流量系列,采用不同方法分析计算龙王庙水库出库断面河道生态水量。

木垒控制站河道最小生态水量计算结果见表 4。

表 4 木垒控制站河道最小生态水量计算表

方法		W <sub>平均</sub> (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	K	W <sub>r</sub> (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )
多年平均径流量的百分率法	(1) 实测径流量计算	0.4839	0.15	0.0726
	(2) 汛期径流量计算	0.3783	0.20	0.0757
		非汛期径流量计算	0.1056	0.10
				0.0862

表 5 三眼泉水库出库断面生态水量计算表 1-2

计算方法		生态水量 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )		
		木垒水文站计算断面	三眼泉水库出库断面	
多年平均径流量的百分率法	1 实测径流量计算	15%	0.0726	0.0661
	2 丰水期径流量计算	丰水期径流量计算	20%	0.0757
		枯水期径流量计算	10%	0.0106
		丰枯生态径流量合计		0.0862
90%保证率的最小月径流量			0.0312	0.0284
7Q10 法保证率的最小月径流量			0.0155	0.0141

通过推荐方法 7Q10 法折算的三眼泉水库出库断面生态水量结果。

表 6 三眼泉水库出库断面生态水量计算推荐结果表

计算方法	生态水量 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )
	7Q10 法

**表7 龙王庙水库出库断面生态水量计算表**

计算方法		生态水量 (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			
		木垒河水库出库断面	龙王庙水库出库断面		
多年平均径流量的百分率法	1 实测径流量计算	15%	0.0726	0.0611	
	2	丰水期径流量计算	20%	0.0757	0.0637
		枯水期径流量计算	10%	0.0106	0.0089
		丰枯生态径流量合计		0.0862	0.0726
90%保证率的最小月径流量			0.0312	0.0263	
7Q10 法保证率的最小月径流量			0.0155	0.0130	

通过推荐方法 7Q10 法折算的龙王庙水库出库断面生态水量结果。

#### 4 算断面生态水量推荐结果

综上所述，木垒水文站计算断面采用 7Q10 法计算的河道生态水量为  $155 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。三眼泉水库出库断面生态水量成果为  $141 \times 10^4 \text{ m}^3$ ；龙王庙水库出库断面生态水量为  $130 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

扣除区间河岸林草生态需水量后，三眼泉水库出库断面应下泄生态水量成果为  $122.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ ；龙王庙水库出库断面应下泄生态水量为  $125.9 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

#### 5 结语

本次采用木垒水文站 1963 年~2010 年的实测径流量资料，通过统计计算，得到 90% 保证率下连续最枯 7 日流量为 1969 年 2 月 3 日~9 日逐日平均流量，连续最枯 7 日的平均流量为  $0.049 \text{ m}^3/\text{s}$ ，木垒水文站断面生态水量计算结果为  $155 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ 。

将木垒水文站实测流量系列按照面积比拟法推算至三眼泉水库断面。再根据三种方法计算至三眼泉水库出库断面生态水量，推荐 7Q10 法计算结果，扣除区间河岸林

草生态需水量后，为  $122.5 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ 。下游龙王庙水库出库断面和芦花大桥断面的生态水量均采用木垒水文站断面的计算结果，按照河段的损失率进行折算获得，扣除区间河岸林草生态需水量后，龙王庙水库出库断面生态水量为  $125.9 \text{ 万 m}^3$ ；芦花大桥断面生态水量为  $108.4 \text{ 万 m}^3$ 。本次分析计算确定了四个计算断面，分别分析确定了四个计算断面的生态水量，计算方法选取合理。通过综合分析发现了河道水环境存在的问题，提出了解决问题的措施和建议，强化水资源合理利用和节约以及河道上下游联合调度和合理利用，加强生态建设，加强“河长制”的落实，为水资源可持续利用。本次木垒河河道生态水量分析计算为生态和环境质量提供环境保护依据，促进社会经济发展和河道生态水量保障共同努力，使流域经济走上可持续发展的道路。

#### [参考文献]

- [1]张维克,吕德生,王振华,等.新疆白杨河流域河道内外生态需水的研究[J].石河子大学学报(自然科学版),2024(2):6.
  - [2]王成言,赵星伟.基于北方干旱地区河道生态景观需水研究[J].海河水利,2022(6):14-17.
  - [3]吕小愚.木垒水文站控制断面以下河道生态水量计算探讨[J].陕西水利,2021(4):37-39.
  - [4]张婷.木垒河流域 1980—2020 年降水径流变化特征分析[J].水利科学与寒区工程,2023,6(7):78-81.
  - [5]李军,姚秀华.新疆木垒河流域水文特性分析[J].地下水,2009,31(5):56-58.
- 作者简介:汪杰(1974.12—),男,民族:汉族,籍贯:新疆吉木萨县,学历:本科,单位全称:昌吉水文勘测局,职务:水文站站长,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。

## 浅谈水利工程中水库溢洪道施工技术处理

玉素甫江·吐拉洪

新疆维吾尔自治区水利厅乌拉泊水库绿化工程管理站, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 水库溢洪道施工技术在水利工程中占据重要地位, 直接关系到工程的安全和效益。文章分析了水库溢洪道施工技术的关键要点, 探讨了施工过程中的质量控制措施, 以期为我国水利工程提供有益的参考。

[关键词] 水库溢洪道; 施工技术; 质量控制; 水利工程

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12511

中图分类号: TV5

文献标识码: A

### Brief Discussion on Construction Technology Treatment of Reservoir Spillway in Water Conservancy Engineering

YUSUFUJIANG Tulahong

Ulanbay Reservoir Greening Project Management Station of Xinjiang Water Resources Department, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** The construction technology of reservoir spillway plays an important role in water conservancy engineering, directly related to the safety and efficiency of the project. The article analyzes the key points of construction technology for reservoir spillway and explores quality control measures during the construction process, in order to provide useful references for water conservancy projects in China.

**Keywords:** reservoir spillway; construction technology; quality control; water conservancy project

#### 引言

水库溢洪道是水利工程的重要组成部分, 其主要功能是在水库水位超过设计水位时, 保证水库的安全运行。随着我国经济的快速发展和水利工程的广泛建设, 水库溢洪道施工技术得到了不断提高。本文针对水库溢洪道施工技术的关键要点进行探讨, 以提高水利工程的施工质量和效益。

#### 1 水库溢洪道及其分类分析

库溢洪道是一种常见的水利工程设施, 用于控制水库的溢流量, 以保护水库的安全运行。它是一种通过设置特定的泄洪通道, 将溢流水引导到安全地点, 以避免水库溢满、决堤等灾害事件的发生。根据不同的特点和功能, 库溢洪道可以分为多种类型。

根据水库的规模和洪水的特点, 库溢洪道可以分为常态溢洪道和临时溢洪道。常态溢洪道是指在水库设计阶段就预留的、永久性的溢洪通道, 用于处理正常的洪水泄洪。而临时溢洪道则是在临时洪水来临时临时设置的, 一般采用临时挡土坝或临时开挖的方式, 用于处理罕见的大洪水<sup>[1]</sup>。

根据库溢洪道的结构形式, 可以分为重力式溢洪道和压力式溢洪道。重力式溢洪道是利用自然重力将溢流水引导到安全地点的溢洪道, 通常采用开敞式渠道或隧洞的形式。而压力式溢洪道则是通过设置溢洪闸门或管道, 利用水压力将溢流水排放到下游, 适用于水头较高的情况。

#### 2 水库溢洪道施工流程与技术

##### 2.1 施工准备

施工前, 必须对水库溢洪道的工程特点有一个全面的

认识, 包括溢洪道的规模、结构形式、所在地的地质条件以及可能遭遇的水文情况等方面, 深入了解这些信息有助于确保施工方案的科学性和适应性。

对水库溢洪道的设计要求要有深刻理解, 涉及到设计的水位、流量、流速等关键参数, 以及设计的结构安全标准和抗灾能力。设计要求通常以规范和图纸的形式提供, 施工团队需要精确地按照这些要求进行施工。技术规范明确了施工过程中应遵循的标准和程序, 涵盖了材料选择、施工工艺、质量控制等多个方面。因此, 熟悉并遵守这些规范, 是保证工程质量、进度和安全的关键。最后, 施工现场的勘察是制定合理施工方案的前提。通过勘察, 施工团队能够了解现场的具体情况, 包括地形地貌、交通条件、周围环境等, 直接影响施工的具体安排。勘察结果应详细记录, 并作为施工组织设计的依据。

在施工组织设计方面, 包括了施工的具体步骤和方法, 还包括了人员配置、施工周期安排、安全措施, 好的施工组织设计能够确保施工过程有条不紊地进行, 减少不必要的延误和风险。在施工管理上, 管理的内容包括施工材料的供应、施工设备的调度和使用、施工质量的监督等方面, 要求施工人员对施工现场进行有效的监督和控制, 确保所有施工活动按照施工组织设计顺利进行。

##### 2.2 基础处理

水库溢洪道的基础处理在施工过程中尤为关键, 因为基础处理的优劣直接影响到整个溢洪道的稳定性和使用寿命。地质条件是基础处理首先要考虑的因素, 不同的地

质条件需要采用不同的基础处理方法。压实是一种常见的基礎处理方法，通过物理手段改变土壤的结构和性质，提高其承载能力和抗渗透能力。压实可以采用多种方式，如机械压实、水力压实等。机械压实是通过使用压路机等机械设备对土壤进行压实，以提高其密度和稳定性。水力压实则是通过注入水分，利用水的压力对土壤进行压实。这种方法适用于渗透性较强的土壤。排水是另一种基础处理方法，主要是针对土壤中的水分进行处理，以防止水分对基础的侵蚀和破坏。排水方法包括明排水和暗排水。明排水是通过设置排水沟和排水井，将土壤中的水分排出。暗排水则是通过设置排水管道，将水分导入到排水系统中。这种方法适用于水分含量较高的土壤。

基础处理方法还有加固，加固的目的是提高土壤的承载能力和抗变形能力。加固方法包括物理加固和化学加固。物理加固是通过物理手段改变土壤的性质，如冻结法、热力法等。化学加固则是通过添加化学物质，改变土壤的性质，提高其承载能力和稳定性。这种方法适用于软土和松散土壤。在施工过程中，需要根据地质条件选择合适的基础处理方法<sup>[2]</sup>。需要施工方对地质条件进行详细的调查和分析，以便选择最合适的基础处理方法。此外，基础处理的质量也需要得到严格的控制，以确保溢洪道的稳定性和使用寿命。

### 2.3 模板工程

水库溢洪道施工中，模板的质量直接决定了工程的外观质量和尺寸精度，因此对其要求极高。理想的模板应具备充足的强度、刚度和稳定性，以确保在施工过程中能够承受混凝土的压力和冲击。同时，模板的接缝必须严密，以防止混凝土漏浆，从而影响工程的质量和外观。

在实际施工过程中，施工人员需要根据溢洪道的具体结构和尺寸，精心设计和制作模板。这包括对模板的尺寸、形状和材料进行精确计算，以确保其能够满足工程的需求。此外，我们还应根据施工进度和混凝土的硬化时间，合理规划模板的拆除和更换，以保证施工的连续性和效率。模板支撑系统的合理布置不仅要能够保证模板的稳定，还要能够确保施工的安全。因此，需要根据模板的重量、尺寸和施工地点的地质条件，设计合理的支撑结构。同时，支撑系统的布置还应考虑到施工人员的安全，确保他们在施工过程中不会因为支撑系统的稳定性问题而受到伤害。

### 2.4 混凝土施工

混凝土作为水库溢洪道的主体结构材料，因此在施工过程中，需要严格控制混凝土的配合比、原材料质量和施工工艺，以确保混凝土的强度、密实度和耐久性。

首先，混凝土的配合比。合理的配合比可以充分发挥混凝土的力学性能和耐久性能。因此，在进行混凝土配合比设计时，我们需要充分考虑工程的具体要求和使用环境，合理选择水泥、砂、石子等原材料的比例。同时，还需要

根据混凝土的强度、密实度和耐久性要求，适当添加掺合料和外加剂，以优化混凝土的性能。

其次，原材料的质量。因此需要对水泥、砂、石子等原材料进行严格的质量检验，确保其符合国家相关标准。对于不合格的原材料，坚决不允许使用，以保证混凝土的质量。在施工过程中，还需要严格按照相关规范和标准进行操作，确保混凝土的浇筑、振捣、养护等环节都达到要求。例如，在浇筑过程中，应确保混凝土的浇筑速度和层厚控制得当，避免出现冷缝等质量问题。在振捣过程中，应确保混凝土的振捣充分，以提高混凝土的密实度。在养护过程中，应确保混凝土的养护条件适宜，以保证混凝土的强度和耐久性。

最后，建立健全的质量管理体系。对施工过程进行严格的质量监督和检查，确保每个环节都符合要求。同时，还需要定期对施工人员进行技术培训和质量管理教育，提高他们的技术水平和质量意识。

### 2.5 基坑开挖与支护

在施工过程中，基坑开挖是其中的基础工作之一。为了确保开挖的安全性，施工人员需要遵循自上而下的开挖顺序。该开挖方式可以有效地减少土壤的塌方风险，同时保证施工人员的安全。

在进行基坑开挖时，需要根据具体的地质条件采取相应的支护措施。不同地质条件会对基坑的稳定性产生不同的影响，因此需要采用不同的支护方式来应对。常见的基坑支护措施包括锚喷支护和桩基支护等方式。锚喷支护是一种常用的基坑支护方式，通过在基坑边缘或墙壁上钻孔，然后注入混凝土和钢筋，并利用喷射技术将其固定在土壤中，从而增加土体的强度和稳定性。这种支护方式适用于一些较为坚硬的地质条件，可以有效地防止土壤的塌方和滑坡现象。另一种常见的基坑支护措施是桩基支护。在施工过程中，我们会在基坑边缘或墙壁上打入一些桩基，这些桩基可以是钢筋混凝土桩或钢管桩等。桩基的作用是增加土壤的承载能力，使其能够承受基坑的压力，同时提高整个基坑的稳定性<sup>[3]</sup>。这种支护方式适用于一些较软或不稳定的地质条件，可以有效地防止土壤的塌方和沉降现象。

在水库溢洪道施工过程中，基坑开挖和支护工作的顺利进行非常重要。只有确保基坑的稳定性，才能顺利进行后续的施工工作。因此，在实际操作中，需要严格按照规定的施工顺序和支护措施进行操作，确保施工过程的安全性和质量。同时，还需要密切关注地质条件的变化，及时调整施工方案，以应对可能出现的风险。

## 3 施工质量控制措施

### 3.1 严格把控原材料质量

水利工程中，水库溢洪道的施工技术处理是确保工程质量的关键，而原材料的质量则是保证水利工程质量的基礎。为了从源头上把控原材料的质量，需要对进场的原材

料进行严格的检测和试验,以确保其符合设计要求。

在进行原材料的检测前,需要明确设计要求对原材料的质量指标和性能要求。这些要求包括原材料的强度、韧性、耐腐蚀性等方面。只有明确了这些要求,才能更好地进行检测和试验工作。

在检测和试验过程中,需要使用一系列专业的设备和工具,如试验机、显微镜等,来对原材料进行全面的物理和化学性能测试。通过测试,可以了解原材料的强度、硬度、密度、化学成分等参数,从而判断其是否符合设计要求。

在检测过程中,需要注意对原材料的取样方式和取样点的选择。取样应该具有代表性,以确保检测结果的准确性。同时,还需要对取样的原材料进行标识和记录,以便后续的追溯和分析。除了物理和化学性能的检测,还需要对原材料进行一些特殊性能的试验。比如,对金属材料进行冲击试验、弯曲试验等,以评估其在实际使用中的性能表现。对于一些特殊的材料,如高温耐火材料、耐腐蚀材料等,我们还需要进行相应的特殊试验<sup>[4]</sup>。

在检测和试验结束后,需要对检测结果进行评估和分析。如果发现原材料存在质量问题,需要及时采取相应的措施,如更换原材料、调整施工方案等,以确保工程的质量和安

### 3.2 加强施工过程控制

水利工程中的水库溢洪道施工技术处理是确保施工质量的重要环节。在施工过程中,需要加强对各个环节的控制,以确保施工质量的稳定和可靠。在水库溢洪道施工的关键工序中,需要制定详细的施工工艺,包括施工方案、施工步骤、施工工具和材料的选择等。通过制定详细的施工工艺,可以确保施工过程中的每一个环节都得到妥善的处理,从而提高施工质量。对于关键工序,还需要制定严格的质量标准,应包括施工过程中的各项指标要求,以及验收标准。通过制定严格的质量标准,可以对施工过程进行有效的监督和检查,确保施工质量符合要求。

在施工过程中,还需要加强现场监督和检查工作。现场监督和检查是发现和解决问题的重要手段。通过加强现场监督和检查,可以及时发现施工中存在的问题,并采取相应的措施进行解决。这样可以避免问题的扩大化,保证施工质量的稳定和可靠。总之,水利工程中的水库溢洪道施工技术处理是确保施工质量的重要环节。通过制定详细的施工工艺和质量标准,并加强现场监督和检查,可以有效地控制施工过程中的各个环节,保证施工质量的稳定和可靠。

### 3.3 强化验收管理

水库溢洪道作为水库的安全出口,其施工质量直接关系到水库的运行安全和工程效益。因此,在进行工程验收

时,必须建立健全的验收制度,并严格按照验收标准进行验收。

在水库溢洪道的施工过程中,各项工程指标必须符合设计要求,施工质量必须达到标准。通过工程验收,可以对施工过程中的问题进行及时发现和整改,确保工程质量的稳定和可靠。验收制度是指对水库溢洪道施工进行全面、系统的检查和评估的一套规范和程序。建立健全的验收制度,可以明确各项验收标准和要求,确保验收工作的科学性和公正性。同时,还可以为后续的工程维护和管理提供依据和参考。

在进行工程验收时,必须严格按照验收标准进行验收。验收标准是根据水利工程设计要求和相关规范制定的,其中包括了施工质量、工程安全等多个方面的要求。对于每一项验收标准,都必须进行详细的检查和评估,确保工程的各项指标符合要求。对于验收不合格的工程,必须及时进行整改。整改工作是指对验收不合格的问题进行修复和改进的过程。在整改过程中,必须根据验收结果提出具体的整改要求,并制定相应的整改方案和措施。只有通过整改,才能保证工程最终达到设计要求。

总之,水库溢洪道施工技术处理是水利工程中不可忽视的重要环节。工程验收作为保证工程质量的最后一道防线,必须建立健全验收制度,并严格按照验收标准进行验收。同时,对于验收不合格的工程,要及时进行整改,确保工程质量的稳定和可靠。

## 4 结语

水库溢洪道施工技术在水利工程中具有重要意义。通过分析水库溢洪道施工技术的关键要点,探讨施工过程中的质量控制措施,可以为我国水利工程提供有益的参考。在实际施工中,要严格按照设计要求和规范进行施工,加强现场管理和质量控制,确保水库溢洪道工程的安全和效益。

### [参考文献]

- [1]宋光辉.水库溢洪道设计内容分析[J].企业科技与发展,2022(11):104-106.
- [2]姬春利,石月红.水利工程中水库溢洪道设计研究[J].地下水,2020,42(3):233-234.
- [3]蒋露.关于水库溢洪道施工技术在水利工程中的应用[J].建材与装饰,2020(9):290-291.
- [4]覃祯雷.分析水库溢洪道施工技术在水利工程中的应用[J].建材与装饰,2020(1):293-294.

作者简介:玉素甫江·吐拉洪(1982.5—),毕业学院:江西南昌工程学院,所学专业:水利水电工程,当前招聘单位名称:新疆维吾尔自治区水利厅乌拉泊水库绿化工程管理处,就单位职务:干部,职称级别:初级。

# 水利工程渠道防渗施工的关键技术探究

颀文恒

奎屯市农业农村局, 新疆 奎屯 833200

[摘要] 水利工程渠道防渗施工是保障水利工程安全、提高水资源利用率的关键环节。文章从水利渠道工程的特点出发, 深入分析了水利工程渠道防渗施工的关键技术, 并对施工质量控制进行了探讨。

[关键词] 水利工程; 渠道防渗; 关键技术; 施工质量控制

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12506

中图分类号: TV54

文献标识码: A

## Exploration on Key Technology for Seepage Prevention Construction of Water Conservancy Engineering Channels

XIE Wenheng

Kuitun Agriculture and Rural Bureau, Kuitun, Xinjiang, 833200, China

**Abstract:** The anti-seepage construction of water conservancy engineering channels is a key link in ensuring the safety of water conservancy engineering and improving the utilization rate of water resources. Starting from the characteristics of water conservancy channel engineering, this article deeply analyzes the key technologies of anti-seepage construction of water conservancy engineering channels and explores the quality control of construction.

**Keywords:** water conservancy engineering; canal seepage prevention; key technology; construction quality control

### 引言

水利渠道工程作为水利工程的重要组成部分, 在我国经济社会发展中起着至关重要的作用。然而, 在水利渠道工程的建设过程中, 渗漏问题一直是影响工程安全、降低水利用系数的关键因素。因此, 深入研究水利工程渠道防渗施工的关键技术, 对于提高渠道水利用系数、保障水利工程安全具有重要意义。

#### 1 渠道防渗对水利工程的重要性

##### 1.1 提高输水效率

当前, 水利工程中防渗渠道仅占水利工程渠道的 25%。多数的渠道缺少防渗处理, 造成水资源的极大浪费。在渠道输水过程中, 由于水与土壤的接触, 部分水分会通过渗透作用进入土壤, 导致渠道渗漏。这不仅造成了水资源的浪费, 还降低了渠道的输水效率。通过渠道防渗措施, 可以有效减少渠道渗漏, 提高输水效率, 确保水资源的高效利用<sup>[1]</sup>。

##### 1.2 减少渠道维护成本

渠道渗漏会导致渠道水位下降, 进而影响灌溉效果。为维持渠道水位, 需要定期进行补水, 这无疑增加了渠道的维护成本。此外, 渠道渗漏还会导致土壤盐碱化, 使土地失去肥力, 进一步增加了农业生产的成本。通过渠道防渗措施, 可以减少渠道渗漏, 降低渠道维护成本, 提高农业生产效益。

##### 1.3 减轻渠道周边生态环境压力

渠道渗漏会导致渠道周边土壤水分过剩, 从而引发土

壤盐碱化、湿地退化等问题, 影响生态环境的稳定。此外, 渠道渗漏还会导致渠道周边地下水位上升, 容易引发次生灾害, 如地面沉降、土壤盐渍化等。通过渠道防渗措施, 可以有效减轻渠道周边生态环境压力, 保护水资源, 维护生态平衡。

#### 1.4 提高水利工程的可靠性

水利工程在运行过程中, 渠道渗漏会导致渠道结构受损, 缩短渠道使用寿命。此外, 渠道渗漏还会导致水利工程运行不稳定, 影响工程效益的发挥。通过渠道防渗措施, 可以提高水利工程的可靠性, 确保工程的安全运行, 发挥水利工程应有的效益。

### 2 水利渠道工程防渗施工关键技术

#### 2.1 防渗材料选择

水利渠道工程防渗材料的选择应综合考虑工程环境、地理地质条件、施工技术水平、运行维护条件以及经济性等因素。首先, 工程环境因素包括气候条件、水文地质状况、生态环境等, 应选择适应工程环境特点的防渗材料。其次, 地理地质条件对防渗材料的选择也有重要影响, 如地形地貌、地层结构、地下水位等, 需要根据地质调查结果选择合适的防渗材料。再次, 施工技术水平是影响防渗材料选择的关键因素之一, 应根据施工队伍的技术能力和经验选择施工方便、质量易于保证的防渗材料。此外, 运行维护条件也是选择防渗材料时需考虑的重要因素, 应选择易于运行维护、故障排除的防渗材料。最后, 经济性是防渗材料选择的重要考虑因素, 需要在满足工程质量和安

全的前提下,选择性价比高的防渗材料。

目前常见的水利渠道工程防渗材料包括土工膜、土工布、混凝土、沥青混凝土、复合土工膜等。土工膜具有良好的防渗性能,适用于各种地质条件和气候环境,但应注意其抗穿刺能力和耐久性。土工布具有较好的力学性能和抗穿刺能力,适用于防渗要求不高的工程。混凝土防渗性能好,但施工技术和质量要求较高,适用于大中型水利渠道工程。沥青混凝土防渗性能较好,适用于地质条件复杂的工程。复合土工膜兼具土工膜和土工布的优点,适用于多种工程环境。

## 2.2 防渗层结构设计

目前,常用的防渗材料有土工膜、土工布、混凝土等。在选择防渗材料时,应充分考虑渠道的地质条件、使用寿命、运行环境等因素。例如,在地质条件较差、地下水位较高的地区,宜选择具有较高抗渗性能的土工膜作为防渗材料;在地质条件较好、地下水位较低的地区,则可以选择混凝土防渗。此外,为了提高防渗效果,还可以采用复合防渗结构,将不同类型的防渗材料进行合理组合,以达到最佳的防渗效果。

在设计防渗层结构时,应充分考虑渠道的水力条件、土壤性质、施工技术等因素。首先,要根据渠道的设计流量、渠道底坡等水力条件,计算出防渗层所需的厚度。其次,要根据土壤的渗透系数、渠道的地质条件等土壤性质,确定防渗层的材料和结构。最后,要结合施工技术,选择合适的防渗层结构形式<sup>[2]</sup>。例如,在渠道底板防渗中,可以采用斜坡式防渗层结构,将防渗层材料设置在渠道底板的斜坡上,以提高防渗效果。

在施工过程中,应严格按照设计要求进行施工,确保防渗层的质量。首先,要保证防渗材料的质量,防止伪劣产品进入工程。其次,要注重施工过程中的细节,如防渗层的铺设、焊接、锚固等环节,都要严格按照技术要求进行。最后,要加强施工过程中的质量监控,确保防渗层的施工质量。

## 2.3 施工工艺

### 2.3.1 渠道清淤和整治

渠道在使用过程中,容易受到泥沙、杂草等杂物的影响,导致渠道堵塞、糙率增大。因此,在进行防渗施工前,要对渠道进行彻底的清淤和整治,以保证渠道的畅通和施工的顺利进行。

### 2.3.2 基面处理

基面处理是防渗施工的重要环节,主要包括基面的清理、平整和加固。对于基面存在的裂缝、松散、凹凸不平等,要采取相应的处理措施,以确保防渗层的稳定性和均匀性。

### 2.3.3 选择合适的防渗材料

防渗材料是防渗施工的关键,目前常用的防渗材料有

土工膜、土工布、混凝土等。在选择防渗材料时,要综合考虑渠道的地质条件、水文地质特点、施工条件等因素,以确定最适宜的防渗材料。

### 2.3.4 防渗层的施工

防渗层的施工质量直接关系到防渗效果的好坏。在施工过程中,要严格按照设计要求和施工规范进行,确保防渗层的厚度和质量。同时,要注意施工过程中的气温、湿度等环境因素,以防止防渗材料的老化和损坏。

### 2.3.5 施工质量检测

施工完成后,要对防渗效果进行检测,以确保达到设计要求。检测方法包括现场检测和实验室检测,主要包括测渗试验、钻孔取样、物理力学性能测试等。对于检测不合格的地方,要及时进行整改和修复。

## 3 渠道防渗施工技术的要点分析

### 3.1 混凝土渠道防渗施工技术

模板制作与安装是混凝土渠道防渗施工技术的基础。在施工过程中,应根据渠道的设计图纸和结构要求,制作符合尺寸和形状的模板。模板的制作材料通常有木模板、钢模板、塑料模板等,应根据渠道的尺寸、形状和施工环境选择合适的模板。模板安装时,应保证其稳固、平整、垂直,防止在混凝土浇筑过程中发生变形或移位。在配合比设计过程中,应根据渠道防渗要求、现场原材料情况、施工条件等因素,合理确定混凝土的配合比。混凝土配合比设计应满足强度、耐久性、工作性等方面的要求。此外,还应根据现场实际情况,对混凝土的施工工艺进行优化,以提高混凝土的防渗性能。在混凝土浇筑过程中,应遵循分层浇筑、逐层振捣的原则,保证混凝土的密实性。同时,应严格控制混凝土的浇筑速度,防止产生冷缝。在混凝土浇筑完成后,应及时进行养护,保持混凝土的湿润状态,促进混凝土强度的发展。养护时间应根据混凝土的强度要求、气候条件等因素确定。在混凝土渠道施工过程中,由于各种原因,渠道中会产生施工缝。施工缝的处理应遵循规范要求,确保缝隙的清洁、干燥,采用合理的缝填材料和施工工艺,以防止水渗漏。

总之,混凝土渠道防渗施工技术要点分析涉及多个方面,只有严格把控每个环节,才能确保渠道的防渗性能。在实际施工过程中,施工人员应根据设计图纸和规范要求,结合现场实际情况,采取合理的施工工艺,确保渠道工程的质量和安

### 3.2 高压喷射防渗技术

高压喷射防渗技术利用高压喷射设备,将防渗材料均匀地喷射到渠道表面,形成一层密实的防渗层,以达到防止水分渗透的目的。在使用高压喷射防渗技术时,首先要选择合适的防渗材料。常用的防渗材料包括聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等。这些材料具有很好的防水性能,能够有效防止水分渗透。同时,还需要根据渠道的具体情况选择

合适的喷射设备,以确保喷射的防渗材料能够均匀覆盖整个渠道表面。

在施工过程中,要特别注意喷射速度和喷射距离的控制。喷射速度过快会导致防渗材料堆积,影响防渗效果;喷射距离过远则会导致防渗材料喷射不均匀,也会影响防渗效果。因此,施工人员需要根据实际情况进行调整,确保喷射速度和喷射距离适宜。为了确保防渗效果,还需要对喷射后的防渗层进行养护。养护期间,要防止人员踩踏和设备碾压,以免破坏防渗层。同时,还要注意防止水分蒸发,以免防渗材料固化不良。通常情况下,防渗层养护时间为一周左右,具体时间视气温和防渗材料种类而定。

在高压喷射防渗技术施工过程中,还需要注意安全措施的实施。高压喷射设备运行过程中,会产生较大的噪音和飞溅物,对周围环境和人员造成影响。因此,在施工区域要设置警示标志,提醒人员注意安全。同时,施工人员要穿戴好防护装备,确保自身安全。

### 3.3 膜料渠道防渗施工技术

新型复合土工膜材料,以其优异的防水、抗拉、耐腐蚀和持久性能,已成为水利工程防渗处理的优质选择。

复合土工膜材料的结构设计科学合理,主要由三个部分构成。首先是保护层,其作用是保护复合土工膜防渗层不受外部环境的损害,如防止尖锐物体对防渗层的物理刺破,同时也有利于复合土工膜的耐久性。保护层通常由无纺土工布等材料制成,具有良好的力学性能和渗透性。其次是复合土工膜的防渗层,这是复合土工膜的核心部分,决定了其防渗性能的高低。防渗层一般采用高密度聚乙烯(HDPE)或其他合成树脂材料制成,这些材料具有很高的防水能力和良好的化学稳定性,能够有效阻止水分渗透。最后是膜基面,它将复合土工膜与基础土层牢固地连接起来,确保复合土工膜在水利工程中能够稳定地发挥作用。膜基面的材料需要与基础土层具有良好的兼容性,同时要有足够的粘结强度,以防止复合土工膜在使用过程中因为与基础土层的脱离而失效。

在实际施工过程中,复合土工膜的铺设需严谨细致。首先要对基础土层进行处理,确保其表面平整、干净、干燥,无尖锐物体和大的裂缝,以保证复合土工膜的施工质量和使用寿命。然后,按照设计要求进行复合土工膜的铺设,注意控制好膜的走向和铺设方向,避免出现褶皱和扭曲。在连接处,要确保防渗层无损伤,采用合适的连接方法,如热合、冷接等,确保连接处的防水性能不低于防渗层本身的性能。在施工中还需注意,施工人员应具备相应的专业技能和经验,严格按照施工规范操作,确保复合土工膜的施工质量。新型复合土工膜材料在水利工程中的应用,不仅提高了工程的防渗效果,延长了工程的使用寿命,还因其良好的环保性能,减少了后期维护成本。

### 3.4 沥青渠道防渗漏施工技术

在沥青渠道防渗施工中,可选的施工技术主要有三种:埋藏式沥青薄膜、沥青混凝土和沥青席。这三种技术各有特点,施工方法和要点也有所不同。

埋藏式沥青薄膜施工技术要求对渠道底部进行平整处理,将底部全部压实。然后,检测渠道底部的承载力,确保达到规定标准。接下来,在渠道表面喷洒适量的水,利用机械设备将热沥青均匀喷洒在渠道表面。为了保证不透水性,至少需要喷洒两遍热沥青,形成一层厚度不小于5mm的不透水沥青薄膜。为了提高抗渗漏效果,延长沥青使用寿命,在沥青薄膜之上,还需要铺设一层素土进行保护<sup>[3]</sup>。

沥青混凝土施工技术首先对渠道底部进行清理,去除杂物,确保底部平整。然后,按照设计要求配制沥青混凝土混合料,将混合料均匀摊铺在渠道底部,并用压路机进行压实。接下来,在沥青混凝土上铺设一层沥青薄膜,以提高防渗效果。最后,在沥青薄膜上铺设一层素土,进行保护。

沥青席施工技术首先对渠道底部进行清理,去除杂物,确保底部平整。然后,将沥青席按照设计要求铺设于渠道底部,并用压路机进行压实,然后在沥青席的接缝处涂抹适量的沥青,以确保接缝处密封。在实际施工过程中,需要根据工程特点和设计要求,选择合适的施工技术,确保施工质量和防渗效果。在沥青席施工中,主要是以麻布、油毡等为原材料,喷洒沥青后形成具有一定强度和抗渗性的防水卷材,再进行相互搭接铺设,接缝处用热沥青进行粘结密封。同时,要注意施工过程中的细节,严格控制施工质量,以保证渠道的安全稳定运行<sup>[4]</sup>。

## 4 结语

本文对水利渠道工程防渗施工的关键技术进行了详细分析,并探讨了施工质量控制方法。希望对我国水利渠道工程防渗施工提供有益参考。总而言之,对于水利工程渠道施工来说,合理选择施工技术有利于提高水利工程的经济效益。

### 【参考文献】

- [1]刘国鹏.水利工程渠道防渗施工的关键技术探究[J].科技资讯,2023,21(22):133-136.
  - [2]葛红花,魏俊勇.水利工程渠道的防渗漏结构设计探讨[J].水上安全,2023(11):189-191.
  - [3]冯新.渠道防渗技术在农田水利工程中的具体应用[J].新农业,2023(15):83-84.
  - [4]董维龙.水利工程渠道渗漏的原因及防渗施工技术探讨[J].清洗世界,2021,37(10):160-161.
- 作者简介: 甄文恒(1994.11—),毕业院校:兰州理工大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位名称:奎屯市农业农村局,就职单位职务:干部,职称级别:助理工程师。

# 水利工程中深基坑开挖变形监测分析

鲁圆庆

浙江省水利水电勘测设计院有限责任公司, 浙江 杭州 310002

[摘要] 伴随着我国经济和社会的飞速发展, 城市建设也在加快。为确保水利工程的施工稳定性, 就需要开展深基坑开挖工作, 并且要保证该工程的施工稳定。深基坑工程的稳定问题已成为保障基础设施安全。随着我国软土地区工程的不断增多, 其工程地质及周围环境状况日趋复杂, 对其施工管理提出了更高的要求。基于此, 本篇文章将主要分析如何做好水利工程深基坑开挖变形监测工作, 为水利工程的施工质量提供重要的保障。

[关键词] 水利工程; 深基坑开挖; 变形监测

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12499

中图分类号: TV551.4

文献标识码: A

## Monitoring and Analysis of Deformation During Deep Excavation of Foundation Pits in Hydraulic Engineering

LU Yuanqing

Zhejiang Design Institute of Water Conservancy and Hydro-electric Power Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310002, China

**Abstract:** With the rapid development of Chinese economy and society, urban construction is also accelerating. In order to ensure the construction stability of water conservancy projects, it is necessary to carry out deep foundation pit excavation work and ensure the construction stability of the project. The stability problem of deep foundation pit engineering has become a guarantee of infrastructure safety. With the continuous increase of engineering in soft soil areas of China, the engineering geology and surrounding environmental conditions are becoming increasingly complex, which puts forward higher requirements for its construction management. Based on this, this article will mainly analyze how to do a good job in monitoring the deformation of deep foundation pit excavation in water conservancy projects, providing important guarantees for the construction quality of water conservancy projects.

**Keywords:** water conservancy engineering; excavation of deep foundation pits; deformation monitoring

### 引言

随着社会和经济的持续发展, 水利工程这一基础设施的施工建设数量和规模也发生了极大的变化, 所以, 深基坑工程也就应运而生。但是, 与其他建设项目相比, 深基坑工程是具有一定的特殊性, 所以如果在施工中发生了安全事故, 不但会影响整个工程的施工质量, 而且会对施工人员的人身安全问题造成威胁。为此, 要将先进的监测技术应用到深基坑工程, 以杜绝安全事故的发生。

### 1 简述深基坑支护工程基本内容

在实际进行基坑工程施工建设过程中, 应当始终以设计图纸为重要的参考标准, 在规定的位置上依据基底标高和基础平面尺寸在地下挖出一个空间。一般来说, 深基坑的开挖深度应当超过 5 米, 如果有地下室的话, 地下室的层数要保持在三层以上, 若出现开挖深度小于 5 米的情况, 极有可能是因为基坑周边的地质条件存在一定的复杂性。众所周知, 深基坑工程是一项具有较强综合性的工程, 不但包含边坡支护、土方挖运相关内容, 而且还包括基坑排水这一重要内容。恰是因为深基坑工程自身的复杂性特点, 所以想有效降低深基坑工程施工过程中的危险系数, 就需要相关工作人员积极应用各种具有专业性质的技术来提供重要支撑。深基坑工程还具有一定的危险性, 具体体现

在, 深基坑支护结构几乎是不会进行固定处理的, 所以相关深基坑支护结构也属于是临时性结构。因此在施工准备阶段, 还应当将工程施工过程中支护结构的稳定性考虑在内, 对于支护结构可能出现的不稳定问题要做好应急预案, 同时要保证相关应急措施是具备可行性和有效性的。此外, 深基坑工程还拥有较强的综合性, 所以作为施工人员自身要充分掌握各种施工技术知识、土力学知识以及结构力学知识, 由此可以保证整个工程是能够稳定安全地开展。还有一点值得注意的是, 深基坑工程还具有一定的环境效益, 实际进行基坑开挖工作过程中, 是比较容易受到地下水、土体及周边建筑等各种因素的影响, 基于此, 为保证整个工程能顺利进行, 就应当在施工准备阶段就进行施工方案的制定。

### 2 深基坑开挖工程中应用变形监测技术的必要性及原则

#### 2.1 变形监测技术的应用必要性

现如今, 我国城镇化发展速度在不断加快, 水利工程建设项目的数量也随之不断增加。水利工程中所包含的内容是比较丰富的, 其中, 深基坑开挖工程是一项重要内容, 因此, 为有效保证深基坑开挖工程项目的施工质量, 就应当做好施工过程中的变形监测工作, 下文将针对在深基坑开挖工程中有效应用变形监测技术的必要性这一内容进行分析。

第一点,随着水利工程施工规模的不断扩大,相关基坑深度也是比较大的,因此,想有效提升水利工程的施工质量,就应当注重对基坑的回弹性能进行测量;

第二点,由于水利工程建设高度通常是比较高的,所以,在完成施工建设之后极易出现沉降问题,为防止沉降问题导致深基坑出现变形的问题,就需要在整个工程施工过程中针对垂直方向进行监测;

第三点,水利工程高度问题是有目共睹的,整体高度是比较高的,所以在施工建设过程中,高处位置是有一定概率出现倾斜问题的,如不及时进行处理和调整,是会对整个水利工程的施工安全和质量方面造成极为严重的负面影响,基于此,在整个施工过程中,相关工作人员就应当对其具体的倾斜角度进行有效的监测和记录;

第四点,俗话说,高处不胜寒。所以说,在水利工程的制高点所承受的风力是比较大的,基于此,对于高处的风震方面也需要进行测量;

第五点,受天气因素的影响,水利工程中墙体的温度可能会存在较大的差异性,所以这就需要对日照影响下产生的变形问题进行监测。

当前我国广大国民对于水利工程的施工安全和施工质量问题的关注度是比较高的,尤其是针对大型水利工程的施工安全监测工作的重视程度是不容忽视的,基于此,在整个水利工程深基坑开挖施工建设过程中要积极应用变形监测技术,通过发挥该技术的重要作用来分析整个水利工程的整体施工状态,同时还可以对设计图纸中部分设计参数进行对照和验证,最大程度地为该工程的施工质量提供保障。

另外,合理应用变形监测技术,还可以帮助相关工作人员更好的对水利工程的变形规律进行研究。水利工程的施工建设过程中,是比较容易受到各种因素的影响而导致出现变形问题,当变形量达到一定程度时,是会对整个工程中各项应用性能造成不良影响的。因此,不管是在工程的施工过程中,还是管理过程中,都应当合理应用变形监测技术。总之,在深基坑施工中充分发挥变形监测技术,是有助于相关工作人员较为准确地预判整个工程的变形趋势,而且还能够对整个工程的安全性进行实时监测。

## 2.2 变形监测技术的应用原则

当前,变形监测技术的应用范围越来越大,在多个工程当中都有着一定的应用价值。在水利工程施工准备阶段,相关工作人员需要结合整个工程的实际状况来设计出一系列较为详细的施工和监测方案,而且要保证相关方案在施工建设过程中能够充分发挥参考价值,推动工程的施工建设是安全、顺利的。在深基坑开挖工程的施工建设过程中,应当注重发挥变形监测技术,由此来对施工建设过程中产生的重要数据信息进行监控,同时还需要以相关数据信息为重要依据来为施工提供指导,推动整个工程施工建设过程逐步实现信息化。实际应用变形监测技术是可以及时

发觉施工过程中存在的各种问题,并且能够保证在第一时间进行处理,促使整个深基坑支护结构的安全性得到保障。

关于变形监测技术的有效应用,是需要严格遵循以下原则的:

第一点,多次测量原则。当基坑出现变形问题时,要及时对具体的变形量进行测量。所谓变形量是基坑施工过程中需要严格控制的一个关键参数,是能够将基坑围护结构和外部土体相互作用的结果充分反馈出来。所以说,在实际应用变形监测技术的过程中,要重点监控基坑的变形量,同时在测量的过程中可以多次反复进行,由此来保证具体测量结果是具有一定的准确性。

第二点,可靠性原则。该原则也是整个技术中的一个重要内容,实际进行监测过程中时需要应用到专业的监测设备,同时还应当保证整个监测过程不会受到任何因素的影响。

第三点,重点监测关键区域。在开展深基坑施工过程中,关于支护结构的选择要依据具体的施工区域状况来决定,由于不同施工区域的安全性能和稳定性等方面存在一定的差异性,所以实际监测过程中要对重点区域做好有效的监测。

第四点,方便实用性原则。在开展变形监测工作过程中,想最大程度地提升监测结果的准确性,就需要减少和工程常规施工建设之间产生的冲突问题,而且在进行监测系统的安装和使用过程中要最大程度地保证方便简单。

## 3 分析水利工程深基坑开挖变形种类及因素

### 3.1 变形种类

#### 3.1.1 墙体变形

通常来说,导致水利工程墙体出现变形问题的主要原因是,基坑开挖工作未在基坑支撑结构设立完成后进行,再加上基坑开挖深度不达标,就容易导致后期工程施工建设中的墙体施工容易出现变形的问题。除此之外,如果墙体的分布情况是以三角形为主的,并且是向着基坑所在方向进行平行移动,这种情况下,及时进行支撑结构的设置工作,也会有一定概率导致墙体出现变形问题。

#### 3.1.2 基坑底

当基坑开挖深度不是太深的情况下,基坑底部常会出现弹性隆起的情况,伴随着基坑开挖深度的不断增加,这种弹性隆起就会逐渐转变成塑性隆起。在这种情况下,进行基坑支护施工作业时,是比较容易导致基坑底部出现中间隆起而四周塌陷的情况,甚至严重的话,会导致基坑底部出现较为严重的变形问题。

#### 3.1.3 地面沉降

能够影响基坑支护出现变形问题的因素还包括底层土质。而且该因素对地面沉降问题造成的影响是比较大的。一般来说,基坑底部的土质是比较松软的,当基坑开挖深度过深时,就极易导致出现大面积位移情况,导致整个墙

体出现不稳定的情况；但如果底层土质的刚性比较高，这种情况下进行深基坑开挖工作的话，地面沉降问题的发生概率是比较大的。

### 3.2 变形因素

#### 3.2.1 基坑支护刚度不同

一般来说，以 0.8~1.4m 的基坑变形情况为例，可以看出模拟支护结构厚度和支护结构的刚性与桩径、混凝土强度等级等各项因素是有关联的，因此在其中两个因素不发生变化的情况，增加另一个因素，就会将整个桩身的刚性进行提升，同时还可以有效控制支护结构的变形状况。但如果支护层厚度和刚性都比较低的情况下，相关施工人员应当选择更高的支护层或者锚杆来进行设置，从而降低支护层变形的发生概率。

#### 3.2.2 基坑支护长度不同

基坑支护深度，是需要通过基坑稳定性、抗拔性及基坑表面沉陷状况来确定的，若嵌固深度不达标的话，是会导致支护结构被破坏。若支护长度处于 20m~35m 之间的情况下，是需要对其进行数值方面的模拟，反之，桩长度较短时，就会导致支护结构的出现较大的位移情况。一般来说，支护结构发生最大横向位移在 0.6 倍的基坑开挖深度的位置。

#### 3.2.3 锚杆预应力

在同等工程地质、水文地质条件、锚固长度等条件下，20m 深度范围内施加 100~400kN 的预应力，并随预应力的增加而逐步减小；当预应力增加到一定程度后，对围护结构的变形影响甚微。

## 4 深基坑变形监测技术方法探究

关于深基坑变形监测技术的有效应用，具体可以通过两种方法来实现，分别是，静态变形监测方法和动态变形监测方法。下文将针对这两种方法进行简要的分析和探讨。

### 4.1 静态变形监测方法

静态变形监测方法分为三种，分别是竖向位移监测技术、倾斜监测技术及横向变形监测技术。

第一种，竖向位移监测技术。在实际进行深基坑开挖工作的过程中，竖向位移监测技术的应用范围是比较广泛的，相关监测人员需要应用三角高程测量、水准测量、GPS 测量以及静力水准测量等方法，同时还需要发挥沉降计等专业测量仪器设备的辅助作用，从而可以很好的对深基坑变形问题进行监测。关于三角高程测量的有效应用，技术人员应当结合数学理论中集合三角形的原理，并且要应用精密经纬仪等仪器来保证测量点和监测点之间存在的高差是准确的。

第二种，倾斜监测技术。该技术主要会在小型深基坑工程中发挥作用。在过去很长一段时间内，针对小范围内的深基坑变形监测工作，是需要应用吊重的方式来完成的，针对部分无法在户外进行钢丝绳悬吊的深基坑，则会选择经纬仪投影、光学竖直等技术来测定具体的倾斜度。

第三种，横向变形监测技术。技术人员在选择应用水平位移法来开展测量工作的过程中，要注重将具体条件充分考虑在内，例如，坐标法、准线法以及前后交线法等，结合实际施工条件来选择最为合适的方法，以此来保证相关变形监测效果是最佳的。

### 4.2 动态变形监测方法

近年来，随着工程建设的不断发展，动变形监测技术得到了越来越广泛的应用，它比传统的静态变形检测方法更为精确，但同时也对设备及设备提出了更高的要求。例如，在进行风荷载下的风场探测中，需要实时测量壁面上的风速、风向和风压等参数，确保其能够长期、持续地进行，为此，需要利用动力变形监测技术。关于风震变形监测的常用方法有两种，一种是利用激光位移计来完成自动化测定。监测工作人员可以通过应用这一技术将位移讯号转换为光讯号，同时应用该方法，监测工作人员可以结合波形返回值来对该区域的变形情况进行准确的判断；另一种方法是差分载波相移方法。想应用这一方法来进行监测工作，相关工作人员应当熟练应用两个全球定位系统设备，分别是安装在高处的信号发射设备和安装在一定距离外的基站负责信号接收的设备。这两种 GPS 测量仪应当在 15 分钟时间内合理处理各种资料，保证最终的变形监测结果是具有准确性的。

## 5 结论

基坑支护工程是水利工程中最基本的一项内容，其施工质量的好坏会直接影响到整个工程的稳定性和耐久性。而结合本文所述的相关内容来说，可以看出在基坑开挖过程中，很可能会出现墙体变形和基坑底部沉降等问题，从而对施工产生不利的影 响。因此，要根据工程的具体情况，确定变形监测技术的标准与内容，然后采取有效的监测手段来完成监测工作，以便能够准确地了解变形的具体状况，从而进行有针对性的控制，防止基坑支护工程出现变形。

### [参考文献]

- [1]张义伟.深基坑开挖过程中变形监测分析[J].建筑技术开发,2024,51(2):151-153.
  - [2]钟智勇.深基坑开挖过程中的变形监测分析[J].工程技术研究,2023,8(18):60-62.
  - [3]张亮.基于变形监测的基坑安全性分析[J].江西建材,2023(3):59-60.
  - [4]刘学邦.深基坑开挖变形监测与数值分析[J].江西建材,2023(3):276-278.
  - [5]邹建祥,张中华,李金贺,等.复杂环境深基坑施工土体变形监测与分析[J].建筑结构,2022,52(2):2274-2278.
- 作者简介：鲁圆庆（1997.1—），浙江衢州人，大学本科毕业，从事水利工程基坑安全监测工作六年。

# 机械设备管理在水利工程实施中的作用

岳超

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

[摘要] 水利工程作为国民经济的重要支柱和基础设施建设的重要组成部分, 在推动经济发展、改善民生、保障国家安全等方面发挥着不可替代的作用。而在水利工程的建设中, 机械设备管理作为关键环节之一, 直接影响着工程施工的效率、质量和成本。本篇文章从多个方面探讨水利工程机械设备管理的优化策略, 以期为水利工程的顺利实施提供理论支持和实践指导。

[关键词] 机械设备; 水利工程; 作用

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12492

中图分类号: TV512

文献标识码: A

## Role of Mechanical Equipment Management in the Implementation of Hydraulic Engineering

YUE Chao

Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

**Abstract:** As an important pillar of the national economy and an important component of infrastructure construction, water conservancy engineering plays an irreplaceable role in promoting economic development, improving people's livelihoods, and ensuring national security. In the construction of water conservancy engineering, mechanical equipment management is one of the key links, directly affecting the efficiency, quality, and cost of engineering construction. This article explores the optimization strategies of mechanical equipment management in water conservancy engineering from multiple aspects, in order to provide theoretical support and practical guidance for the smooth implementation of water conservancy engineering.

**Keywords:** mechanical equipment; water conservancy engineering; effect

### 引言

作为支撑水利工程建设的重要保障, 机械设备的有效管理和运用成为确保工程施工顺利进行的关键因素之一。然而, 随着水利工程规模的不断扩大和复杂化, 机械设备管理面临诸多挑战: 设备老化和损坏导致的维修成本增加、缺乏科学合理的维护计划、人员技能水平不足以及设备过度利用和低效使用等问题日益凸显。因此, 深入探讨水利工程机械设备管理的现状和问题, 并提出相应的优化措施, 对于提高水利工程建设的质量和效率、降低成本、推动水利事业的可持续发展具有重要意义。

### 1 水利工程机械设备管理的原则

#### 1.1 科学合理原则

科学合理原则是指在水利工程机械设备管理中, 应该基于科学的分析和合理的评估, 进行设备的选型、配置和使用。在项目规划和设计阶段, 对工程的特点、规模、施工环境以及预期的效果等因素进行全面的分析和评估, 确定机械设备的种类、规格和数量, 以满足工程实际需求, 最大程度地发挥设备的效益。根据项目的具体要求, 进行市场调研和技术比较, 选择性价比高、质量可靠的机械设备, 确保设备的性能和品质符合工程施工的要求。同时, 要考虑到设备的适用性、可操作性和维护性等方面的因素, 综合考虑各种因素, 做出科学合理的决策<sup>[1]</sup>。随着工程的推进和施工环境的变化, 会出现一些未曾预料到的情况,

需要及时根据实际情况进行调整和优化, 保证设备的使用效果最大化。只有在管理实践中充分遵循这一原则, 才能够确保设备的选择、配置和使用符合工程实际需求, 最大程度地提高工程施工的效率和质量。

#### 1.2 安全高效原则

安全高效原则要求在设备的操作、维护和保养过程中, 始终把安全和效率放在首位。安全高效原则强调在设备操作过程中必须严格遵守相关的安全操作规程和标准, 确保施工人员的安全和设备的安全稳定运行。施工现场往往存在复杂的施工环境和高风险的工程活动, 因此必须加强对施工人员的安全教育和培训, 提高他们的安全意识和操作技能, 防止意外事故的发生, 保障施工现场的安全稳定。在设备的维护和保养过程中, 应制定科学的维护计划和检修方案, 定期对设备进行检查、清洁、润滑和维修, 及时发现和解决设备存在的问题, 减少设备故障和停工时间, 保障施工进度。同时, 要加强对设备操作人员的培训和指导, 提高他们的操作技能和工作效率, 最大限度地发挥设备的作用, 提高施工效率。在实践中, 安全和效率是密不可分的。只有确保施工现场的安全稳定, 才能够保证施工的高效进行; 而提高施工效率, 又可以减少施工现场的安全隐患, 构建一个安全、高效的施工环境。因此, 水利工程机械设备管理必须始终把安全和效率放在同等重要的位置上, 通过科学合理的管理和操作, 实现安全高效的施工目标。

### 1.3 节约资源原则

节约资源原则要求在机械设备的选型、配置和使用过程中,以节约资源为目标,合理利用人力、物力和财力资源,降低资源消耗和浪费。在设备选型和采购过程中,注重选择性价比高、质量可靠的机械设备,以实现资源的有效利用和最大化的经济效益。在进行设备选型时,需要进行充分的市场调研和技术比较,选择符合工程实际需求和经济效益的设备,避免盲目追求技术先进性而造成资源浪费。节约资源原则要求在设备的使用过程中,合理规划和优化设备的使用计划,通过科学的设备调度和管理,合理分配设备的使用时间和空间,降低设备的闲置率,实现资源的最优配置。同时,要加强对设备的定期维护和保养,延长设备的使用寿命,减少设备的损耗和报废,降低资源的消耗和浪费。科学合理的施工组织和管理,优化施工流程和施工技术,提高施工效率,减少施工时间,降低人力、物力和财力资源的消耗。同时,要加强对施工过程的监督和控制,确保工程质量符合要求,避免因施工质量问题和造成的资源浪费和二次施工。

### 1.4 可持续发展原则

可持续发展原则强调在设备的选型、配置和使用过程中应注重长远利益和环境保护,以实现经济效益、社会效益和环境效益的平衡发展。在设备选型和采购过程中,考虑设备的节能性、环保性和可维护性等因素,引入节能技术和环保设备,减少对能源和资源的消耗,降低对环境的污染,实现经济效益和环境效益的双重收益。可持续发展原则要求在设备的使用过程中,积极推行绿色施工理念,科学合理的施工规划和设计,选择适应自然环境的施工工艺和技术,最大限度地减少对土地、水资源和生态环境的影响<sup>[2]</sup>。同时,要加强对施工过程的监督和管理,确保施工活动符合环保法规和标准要求,最大限度地保护生态环境,促进生态与经济协调发展。可持续发展原则要求在设备的更新和更新过程中,注重技术创新和产业升级,引进先进的设备和技术,提高设备的智能化程度和生产效率,降低设备的能耗和排放,促进水利工程机械设备行业的可持续发展。同时,要加强对技术人才的培养和引进,提高技术水平和创新能力,推动水利工程机械设备行业向高质量发展。

## 2 机械设备管理在水利工程实施中的作用

### 2.1 提高工程施工效率

科学合理的机械设备管理,可以最大程度地优化施工流程,提高工程施工的效率。不同的水利工程项目需要不同种类和规格的机械设备,例如挖掘机、起重机、泵站设备等。因此,在项目规划阶段,需要根据工程特点和需求,科学评估并选择最适合的机械设备,以确保施工效率的最大化。合理安排设备的使用时间和地点,以及合理分配设备的工作任务,可以有效避免设备之间的冲突和等待时间,最大限度地利用设备的作业时间,提高施工效率。此外,对设备操作人员进行充分的培训和技能提升也是关键,只

有操作人员熟练掌握设备操作技术,才能确保设备的正常运行,进而保障施工的顺利进行。定期检查设备的运行状况,及时发现并解决潜在问题,可以有效预防设备故障和停工,保证施工的连续性和效率。

### 2.2 保障工程施工安全

机械设备管理在水利工程实施中扮演着保障工程施工安全的重要角色。严格执行安全操作规程和标准,确保设备操作人员严格遵守操作规程,采取必要的安全防护措施,避免因操作不当而引发的安全事故。此外,加强对设备操作人员的培训和教育,提高他们的安全意识和应急处理能力,使其能够及时应对突发情况,有效防范和减少施工现场的安全风险。定期检查设备的运行状态,发现设备的异常情况及时进行维修和更换,以确保设备处于良好的运行状态,加强对设备的日常保养工作,包括清洁、润滑、检查等,有效延长设备的使用寿命,降低设备故障的概率,提高施工现场的安全性<sup>[3]</sup>。制定科学合理的施工计划和安全管理制,明确施工过程中的责任和任务,加强对施工现场的巡查和监督,及时发现和解决存在的安全隐患,确保施工现场的安全稳定。

### 2.3 优化资源配置

科学合理的设备选型和配置,可以最大程度地匹配工程施工的实际需求,避免因设备类型或规格不当而造成资源浪费。在项目规划阶段,根据工程的特点、规模和施工环境等因素,进行全面的分析和评估,确定适合工程要求的机械设备种类和数量,以确保资源的合理配置。制定科学的设备使用计划,合理安排和管理设备的使用时间和空间,以及合理分配设备的工作任务,有效地组织和调度设备的使用,可以使设备在施工过程中得到充分发挥,提高资源的利用效率,降低施工成本。定期对设备进行检修和维护,及时发现和处理设备存在的问题,延长设备的使用寿命,减少设备的故障率和维修成本。通过科学合理的维护措施,可以降低设备的损耗,提高设备的可靠性和稳定性,进而降低施工过程中因设备故障而导致的资源浪费和停工损失。

### 2.4 减少工程施工成本

机械设备管理在水利工程实施中还扮演着降低工程施工成本的重要角色。在项目规划阶段,根据工程的规模、性质和施工环境等因素,科学评估并选择适合的机械设备,避免过度或不足配置,从而降低设备投资成本。科学制定设备使用计划和合理安排设备的使用时间和地点,以及优化设备的工作任务,可以提高设备的利用率,降低设备的闲置率,从而降低单位时间内的设备使用成本。定期对设备进行检修和维护,及时发现和处理设备存在的问题,可以减少设备的故障率,降低了维修和停工损失的成本。

## 3 水利工程机械设备管理的主要问题

### 3.1 设备老化和损坏

随着设备的长期使用和恶劣施工环境的影响,机械设备往往会出现部件磨损、机械结构老化、电气系统故障等

情况,导致设备运行不稳定,甚至发生故障,影响工程的正常进行。设备的老化和损坏不仅会增加维修成本,还导致施工进度延误和工程质量下降,因此,如何有效管理和延长设备的使用寿命成为水利工程施工中的重要挑战之一。

### 3.2 缺乏有效的维护计划

一些施工单位没有建立科学合理的设备维护计划,对设备的日常维护和定期检修缺乏规范和重视,导致设备的维护工作不到位,无法及时发现和处理设备存在的问题,进而加速设备的老化和损坏。缺乏维护计划还会增加设备的故障率和维修成本,影响施工的正常进行。因此,建立科学合理的设备维护计划,加强对设备维护工作的管理和监督,是解决这一问题的关键。

### 3.3 人员技能匮乏

一些施工单位的设备操作人员缺乏必要的专业培训和技能指导,无法熟练掌握设备的操作和维护技术,导致设备操作不当、维护不及时,增加了设备故障和事故的发生风险。此外,人员技能匮乏还导致施工效率低下,影响工程进度和质量。因此,加强对设备操作人员的培训和技能提升,提高其专业水平和操作技能,是解决这一问题的关键措施之一。

### 3.4 设备过度利用和低效使用

一些施工单位存在着对机械设备过度依赖的情况,导致设备被过度利用,长时间连续工作,设备使用不合理或操作不当,导致设备的利用率低下,无法充分发挥其效能,从而影响了施工的效率和质量。设备过度利用和低效使用不仅会增加设备的维护成本和故障率,还会降低工程施工的效率和经济效益。因此,如何合理规划 and 安排设备的使用,提高设备的利用效率,是解决这一问题的关键。

## 4 水利工程机械设备管理的优化措施

### 4.1 完善管理制度

完善管理制度,建立科学合理的管理制度,可以规范机械设备的采购、配置、使用、维护、报废等方面的管理流程,明确责任部门和人员,提高管理效率和水平。管理制度应包括设备管理的各个环节,从设备采购、验收到设备报废的全过程管理,确保每个环节都有明确的管理规定和操作流程。制度应明确各级管理人员的职责和权限,建立健全的管理层级和责任体系,确保管理工作的有序开展。管理制度还应针对不同类型的机械设备和工程项目的特点,制定相应的管理细则和操作规程,保证管理工作的针对性和有效性。

### 4.2 加强设备维护与保养

有效的维护与保养工作可以延长设备的使用寿命,减少设备的故障率,提高设备的可靠性和稳定性。建立科学合理的设备维护计划,制定定期的维护计划,明确维护周期和内容,包括设备的日常检查、润滑、清洁、调试等工作,确保设备的正常运行和稳定性。加强设备维护团队的建设 and 培

训,确保维护人员具备专业的维修技能和操作经验,能够熟练掌握设备的维护方法和技术要点,提高维护工作的质量和效率。及时响应设备的故障报警和异常情况,采取有效措施进行维修和处理,避免设备故障造成的生产中断和损失。

### 4.3 提高人员素质和技能

设备操作人员的素质和技能直接影响着设备的安全运行和施工效率。开展系统的培训课程,包括设备操作技术、安全生产知识、应急处理能力等方面的培训,提高操作人员的专业水平和技能水平,增强其对设备操作的熟练程度和自觉性。建立健全的技能评价和考核制度,对操作人员进行定期的技能考核和评价,发现并解决存在的技能差距,进一步提高其操作技能和安全意识。鼓励员工参加相关的技能竞赛和培训活动,注重人才引进和培养,吸引更多高素质的专业人才加入到水利工程机械设备管理队伍中,为工程的顺利实施提供更加可靠的人才保障。

### 4.4 引入先进技术支持

随着科技的不断发展,各种先进的技术手段如智能化控制、远程监控、大数据分析等在机械设备管理中得到了广泛应用。引入智能化设备,提高设备的自动化程度和智能化水平,减少人工操作,提高施工效率和安全性。利用远程监控技术,实现对设备运行状态的实时监测和远程控制,及时发现并解决设备存在的问题,提高设备的可靠性和稳定性。借助大数据分析技术,对设备的运行数据进行全面分析和评估,为设备管理和维护提供科学依据和决策支持,优化设备的使用和维护计划。积极引进其他先进的技术手段,如物联网技术、人工智能等,不断提升设备管理的水平和效率,推动水利工程机械设备管理向数字化、智能化方向发展,为工程的顺利进行提供强大的技术支持。

## 5 结语

在水利工程中,机械设备管理的重要性不言而喻。要实现水利工程机械设备管理的全面优化,需要各级管理部门、施工单位以及相关行业组织共同努力,加强合作与交流,不断探索创新,不断提高管理水平和技术水平,为我国水利工程建设迈向更高水平、更广领域作出更大贡献。

### [参考文献]

- [1]段丽芳.水利机械设备管理与维护保养的措施研究[J].南方农机,2023,54(15):195-198.
  - [2]王德勇.水利机械设备管理存在的问题及对策[J].中国高新科技,2022(18):95-97.
  - [3]胡爽.浅谈水利工程机械设备的管理与养护[J].中国设备工程,2023(16):55-57.
- 作者简介:岳超(1993.11—),男,毕业院校:福建农林大学金山学院,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前就职单位:大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂,职务:班长,职称级别:助理工程师。

# 谈生态水利工程规划设计的基本原则

陈俊鹏

新疆塔里木河水利勘测设计院, 新疆 喀什 844700

[摘要]生态水利工程规划设计的基本原则包括安全性和经济性、生态环境的自我恢复、景观尺度及整体性、反馈调整性, 这些原则在保障水利工程安全稳定运行的同时, 兼顾生态环境保护 and 可持续发展的需要。文章详细阐述生态水利工程的规划设计的基本原则, 以实现工程的可持续发展和生态效益的最大化。

[关键词]生态水利工程; 规划设计; 基本原则

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12489

中图分类号: TV212

文献标识码: A

## Discussion on the Basic Principles of Ecological Water Conservancy Engineering Planning and Design

CHEN Junpeng

Xinjiang Tarim River Water Resources Survey and Design Institute, Kashgar, Xinjiang, 844700, China

**Abstract:** The basic principles of ecological water conservancy engineering planning and design include safety and economy, self restoration of ecological environment, landscape scale and integrity, and feedback adjustment. These principles ensure the safe and stable operation of water conservancy engineering while also taking into account the needs of ecological environment protection and sustainable development. This article elaborates on the basic principles of ecological water conservancy engineering planning and design to achieve sustainable development and maximize ecological benefits.

**Keywords:** ecological water conservancy engineering; planning and design; fundamental principle

### 引言

当今社会, 随着人类社会的发展和经济的快速增长, 水资源的合理利用和生态环境的保护日益成为全球关注的焦点。生态水利工程作为新型的水利工程形式, 以保护和改善生态环境为目标, 旨在满足人类生活和经济发展需求的同时, 最大限度地减少对生态系统的影响, 实现水资源的可持续利用和生态环境的可持续发展<sup>[1]</sup>。因此, 生态水利工程的规划设计显得尤为重要。

生态水利工程的规划设计应当以维护生态环境和促进可持续发展为核心原则, 同时兼顾工程的安全性、经济性和社会效益。生态水利工程的规划设计需要从全局的角度考虑, 充分考虑到生态系统的复杂性和脆弱性, 避免对生态环境造成不可逆转的破坏。同时, 规划设计应当注重生态环境的恢复和保护, 利用自然生态系统的自我调节和恢复能力, 尽可能减少人为干预。

生态水利工程的规划设计应当从整体和景观尺度考虑工程的布局 and 结构, 确保工程与周围环境的协调统一。水利工程建设中, 可通过合理设计水利工程周边的绿化带和景观塑造, 提升水利工程的生态效益和景观价值, 实现工程与自然环境的和谐共生。

### 1 生态水利工程的概述

生态水利工程是指以保护和改善生态环境为目标的水利工程形式, 将生态环境保护与水资源利用有机结合, 通过科学的规划设计和综合的管理措施, 旨在最大限度地

减少对生态系统的干扰和破坏, 同时实现水资源的合理利用和生态环境的可持续发展。

生态水利工程的核心目标是保护和改善生态环境。在过去水利工程中, 常忽视对生态系统的影响, 导致了许多生态问题, 如湿地退化、生物多样性丧失等, 而生态水利工程将生态环境保护作为首要任务, 通过采用生态恢复、生态修复等技术手段, 尽可能减少对生态系统的损害, 实现水利工程与自然环境的和谐共生<sup>[2]</sup>。

生态水利工程强调水资源的合理利用和可持续发展。全球水资源日益紧张的背景下, 如何合理利用水资源、减少水资源的浪费和污染成为亟待解决的问题, 生态水利工程通过科学的规划和管理措施, 提高水资源利用效率, 减少水资源的浪费和污染, 实现水资源的可持续利用, 从而满足人类生活和经济发展的需要。此外, 生态水利工程具有多功能性和综合性, 不仅是单一的水利工程, 更是涵盖了生态、经济、社会等多个方面的综合工程, 如通过修复湿地、保护水源地等措施, 改善水质、增加生态系统服务功能, 提高水资源的利用效率, 同时为当地居民提供生态旅游、水产养殖等多种经济和社会效益。

### 2 生态水利工程的重要性

#### 2.1 生态环境保护与修复

生态水利工程通过采取生态修复和保护措施, 能够有效地保护和改善生态系统。随着工业化和城市化进程的加速, 许多地区的生态环境受到了严重破坏, 湿地退化、河

流污染、土地沙化等问题日益突出，而生态水利工程可以通过修复湿地、治理水体污染、恢复植被等措施，改善受损的生态系统，提高水域生态系统的健康状况，保护和恢复生态环境的稳定性和可持续性。同时，水资源是人类生存和发展的重要基础，然而，由于过度开发和污染等原因，全球许多地区的水资源面临严重的危机，生态水利工程通过改善水域生态系统的健康状况，提高水质、保护水源地、减少土壤侵蚀等措施，能够有效地保护水资源，维护生态系统的稳定性，保障水资源的可持续利用。此外，生态水利工程还能够提高生态系统的抗灾能力，减轻自然灾害对人类社会的影响，通过修复湿地、建设生态防护林等措施，增加生态系统对洪涝、干旱、风沙等自然灾害的抵抗能力，减轻灾害造成的损失，保障人民生命财产安全，促进社会稳定和可持续发展<sup>[3]</sup>。

生态系统是人类生存和发展的重要基础，具有重要的生态服务功能，如水源涵养、水质净化、气候调节等，生态水利工程通过改善生态系统的健康状况，提高生态系统的服务功能，不仅能够满足人们对美好生活的需求，还能够为当地经济的发展提供重要支撑，促进社会经济的可持续发展。

## 2.2 水资源的合理利用

首先，水资源是人类社会发展和生态系统维持的重要基础，但由于全球人口增长、工业化和城市化进程加快等因素，水资源面临着日益严峻的挑战。在这种情况下，生态水利工程通过科学的规划和管理，能够促进水资源的合理利用。通过节约用水、提高水资源利用效率、改善水资源配置等措施，生态水利工程可以有效地解决水资源供需矛盾，保障水资源的可持续利用，满足人类生活、生产和生态系统需求。其次，生态水利工程通过改善水体环境质量，提高水资源利用效率。传统的水利工程往往忽视了水体生态系统对水资源的维护和调节作用，导致了水资源的过度开发和浪费。而生态水利工程将生态环境保护作为首要任务，通过修复湿地、治理水体污染、保护水源地等措施，能够有效地改善水体环境质量，提高水资源利用效率，减少水资源的浪费和污染，实现水资源的可持续利用。再次，生态水利工程通过建设水资源管理和调度系统，能够实现水资源的有效调配和管理。随着人口增长和经济发展，水资源的供需关系日益紧张，地区之间、季节之间的水资源分配不均衡成为一个突出问题。生态水利工程可以通过建设水资源调度系统、制定水资源管理政策、实施水资源调剂工程等措施，实现水资源的跨区域、跨行业的有效调配，最大限度地满足不同地区和行业的水资源需求，实现水资源的综合利用和合理分配。最后，生态水利工程可以通过改善农田灌溉和城市供水系统，提高水资源利用效率。在全球水资源日益紧张背景下，农田灌溉和城市供水是水资源利用的两个重要领域。生态水利工程可以通过建设

节水灌溉系统、推广滴灌、微喷灌等节水技术，减少灌溉用水量，提高灌溉效率。

## 2.3 社会效益的提升

生态水利工程的建设和运行可促进生态旅游的发展，从而增加当地居民的收入和就业机会<sup>[4]</sup>。许多生态水利工程项目位于风景秀美的地区，如湿地、河流、湖泊等，这些地区具有较高的生态旅游价值，通过生态水利工程的建设和管理，可以改善生态环境，提升景观品质，吸引更多的游客来此观光、休闲和度假，从而促进当地旅游业的发展，增加旅游业的收入，带动相关产业的发展，提高当地居民的生活水平。同时，生态水利工程可促进水产养殖业的发展，为当地居民提供更多的经济收入来源。许多生态水利工程项目涉及到水域的保护和恢复，如湿地修复、水体治理等措施，不仅能够改善水质、增加水域生态系统的健康状况，还能够提供更好的生态环境条件，促进水生生物的繁衍和生长。此外，生态水利工程可减少自然灾害的发生，降低灾害造成的经济损失。许多自然灾害，如洪涝、干旱、风沙等，与生态环境的恶化和水资源的不合理利用密切相关，生态水利工程通过改善水体环境质量、增强生态系统的抗灾能力，能够有效地减少自然灾害的发生频率和程度，降低灾害造成的损失，不仅可以保障人民生命财产安全，还能够减少灾后重建的经济成本，促进社会稳定和经济发展。生态水利工程往往是一项长期性的工程项目，其建设和运行需要大量的投入和人力物力，涉及到多个领域和行业的合作，通过生态水利工程的建设和运行，可以带动相关产业的发展，如建筑业、机械制造业、环保产业等，增加就业机会，促进经济增长。同时，生态水利工程的运行还能够为当地提供稳定的水资源供应，保障农业、工业和城市的正常运行，推动当地经济社会的可持续发展。

## 3 生态水利工程的规划设计基本原则

### 3.1 生态水利工程的安全性和经济性原则

生态水利工程的规划设计基本原则包括安全性和经济性。首先，安全性原则是生态水利工程设计的首要考虑因素。塔里木河流域水利工程作为中国西部地区的重要水利工程，其规划设计需要充分考虑工程的安全性，确保工程建设和运行过程中不会对人民生命财产安全造成威胁。在设计阶段，工程师需要对工程进行全面的安全评估，包括地质地貌、气候条件、水文水资源、生态环境等方面的分析，确保工程在各种自然条件下都能够安全稳定地运行。此外，需要采取合理的工程设计和施工措施，如加固工程结构、采用先进的监测技术、建立健全的应急预案等，以应对可能发生的灾害和意外情况，保障工程的安全性。其次，作为一项大型水利工程，塔里木河流域水利工程的建设和运行需要耗费大量的资金和资源，规划设计阶段，需要充分考虑工程的经济性，确保工程建设和运行的成本控制在合理范围内，同时最大化地发挥工程的经济效益。设计阶段，工程师需要进

行全面的经济评估,包括工程建设投资、运行维护成本、工程效益等方面的考虑,综合分析各种方案的经济效益,选择最经济合理的设计方案。此外,采取有效的节约用水、节约能源、减少污染等措施,提高工程的资源利用效率,降低工程的运行成本,实现工程的经济可持续发展。

### 3.2 生态环境的自我恢复原则

生态环境的自我恢复原则要求在设计和实施水利工程时,要最大限度地保护和促进生态系统的自然恢复能力,以实现生态环境的良性循环和可持续发展<sup>[5]</sup>。第一,塔里木河流域水利工程的规划设计应当尊重并充分考虑塔里木河流域的自然生态系统。塔里木河流域位于中国西北地区,是一个生态环境脆弱的地区,其生态系统对水资源的调控和保护至关重要。在规划设计阶段,工程师需要了解塔里木河流域的生态环境特征,包括植被类型、动植物分布、生物多样性等情况,确保工程设计与当地生态环境相协调,最大限度地减少对生态系统的干扰。第二,塔里木河流域水利工程的建设和运行应当采取生态修复和保护措施,促进生态环境的自我恢复能力。在工程建设过程中,可能会对塔里木河流域的生态环境产生一定程度的影响,如水域生态系统的破坏、湿地生态功能的丧失等,需采取有效的生态修复和保护措施,如湿地恢复、植被保护、水体治理等,促进生态环境的自然恢复过程,加速生态系统的修复和重建,恢复生态系统的稳定性和健康功能。第三,塔里木河流域水利工程的管理和运行应当注重生态环境的监测和评估,及时发现和解决可能对生态系统造成的影响和问题,通过建立健全的生态监测系统,定期对工程建设和运行过程中的生态环境变化进行监测和评估,及时发现和解决存在的问题,防止生态环境恶化。同时,还需要加强与生态环境保护部门和科研机构的合作,开展生态环境影响评价和生态修复技术研究,为保护和恢复塔里木河流域的生态环境提供科学依据和技术支持。

### 3.3 反馈调整性原则

反馈调整性原则要求在工程建设和运行过程中,不断接受来自生态系统的反馈信息,并及时进行调整和改进,以实现生态系统与工程的良性互动和协调发展。一是考虑生态系统的反馈信息,包括水资源变化、生态环境演变等方面的反馈。塔里木河流域是中国西北地区的重要水源地,其水资源量受季节性和气候变化的影响较大。在规划设计

阶段,工程师需要充分考虑塔里木河流域的水资源变化规律,了解水文水资源的动态变化情况,从而制定合理的工程设计方案,以适应不同季节和气候条件下的水资源变化。二是及时响应生态系统的反馈信息,采取相应的调整措施。在工程建设和运行过程中,会对塔里木河流域的生态环境产生一定程度的影响,如水体污染、植被破坏等。一旦发现生态系统出现了不良变化或问题,需要及时采取有效的措施进行调整和改进,以减少对生态系统的负面影响,保护生态环境的稳定性和健康功能。三是管理和运行应当建立健全的监测和评估体系,及时收集和分析生态系统的反馈信息,为工程调整和改进提供科学依据。通过建立定期的生态环境监测系统,对工程建设和运行过程中的生态环境变化进行监测和评估,及时发现并解决存在的问题,防止生态环境恶化。

## 4 结束语

生态水利工程的规划设计原则涵盖安全性、经济性、生态环境的自我恢复性以及反馈调整性,这些原则共同构成生态水利工程可持续发展的基石。在塔里木河流域水利工程等项目中,贯彻这些原则至关重要,以保障生态系统的稳定性、人民生活的安全和社会经济的可持续增长。通过合理规划、科学管理和及时调整,能够实现水资源的有效利用、生态环境的保护和改善,为子孙后代留下更美好的生存环境和发展空间。

### [参考文献]

- [1]胡晶晶.探究生态水利工程规划设计中的难点及对策[J].水上安全,2023(11):141-143.
  - [2]雷鸣,肖曾.小型水利工程规划设计中生态水利设计思路渗透思考[J].低碳世界,2023,13(6):67-69.
  - [3]陈馥芳,郑维.生态水利工程规划设计中的难点及对策[J].工程建设与设计,2021(9):73-74.
  - [4]石雄.生态水利工程设计的问题分析与探讨[J].水上安全,2023(8):190-192.
  - [5]陈旭.生态水利工程设计在水利建设中的运用[J].东北水利水电,2023,41(7):67-70.
- 作者简介:陈俊鹏(1975.7—),毕业院校:新疆塔里木大学,所学专业:农业水利工程,当前就职单位名称:新疆塔里木河水利勘测设计院,就职单位职务:副总工程师兼总工程师办公室主任,职称级别:高级工程师。

# 水资源管理中的问题及对策探讨

桑永春

新疆昌吉州吉木萨尔县三台镇人民政府, 新疆 昌吉 831700

[摘要] 水资源是人类生存和发展的重要基础, 对于实现可持续发展具有重要意义。目前水资源管理面临着诸多问题, 如水资源价值认知不足、管理制度不完善、水资源浪费严重、水资源开发不规范以及管理人员能力不足。为保护和合理利用水资源, 文章提出一系列相应的对策, 实现水资源管理的最大化。

[关键词] 水资源管理; 问题; 对策

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12521

中图分类号: TV212

文献标识码: A

## Discussion on Problems and Countermeasures in Water Resource Management

SANG Yongchun

Xinjiang Changji Jimusaer Santai People's Government, Changji, Xinjiang, 831700, China

**Abstract:** Water resources are an important foundation for human survival and development, and are of great significance for achieving sustainable development. Currently, water resource management faces many problems, such as insufficient recognition of water resource value, imperfect management systems, serious water resource waste, non-standard water resource development, and insufficient management personnel capabilities. In order to protect and reasonably utilize water resources, this article proposes a series of corresponding countermeasures to achieve the maximization of water resource management.

**Keywords:** water resource management; problems; countermeasures

### 引言

过去的几十年里, 全球范围内水资源的供需矛盾日益突出, 水资源短缺、水质恶化等问题日益严重<sup>[1]</sup>。特别是在发展中国家和地区, 由于水资源管理不善、水资源利用效率低下, 导致水资源过度开发、水污染等问题。同时, 水资源不合理利用也给生态环境带来严重影响, 加剧生态环境的恶化。因此, 加强水资源管理具有重要的现实意义和长远意义。一方面, 水资源是生命之源, 加强水资源管理可以保障人民的生存和生活需要; 另一方面, 水资源管理与生态环境保护密切相关, 加强水资源管理有助于维护生态平衡、保护生物多样性。同时, 水资源管理也与国家和社会稳定密切相关, 加强水资源管理有助于维护国家和社会稳定。

### 1 水资源管理的重要性

#### 1.1 水资源是保障人类生存和生活的基本需求

水是人类赖以生存的重要资源, 不仅是人体生命所必需的, 也是农业、工业和生态系统的基础。人体的生物组成中约 70% 是水, 水是维持人体健康正常运作的基础。人们需要水来满足日常饮水、食物生产、个人卫生以及环境清洁等基本需求。全球大部分水资源被用于农业灌溉, 农业需要大量的水来滋养农作物的生长。水资源管理的良好与否关系到农业生产的稳定和粮食安全, 通过科学的水资源管理, 合理配置水资源, 提高农业灌溉效率, 保障农作物的生长, 从而实现农业的可持续发展。此外, 工业生产

涉及到很多领域, 如制造业、能源生产和化工等, 大部分都需要水作为原料或冷却剂。合理管理和利用水资源可以提高工业生产的效率、降低成本, 并减少对水环境的负面影响。水资源作为生态系统的组成部分, 维系着湿地、河流、湖泊和海洋等生态环境的稳定, 水资源的恶化和过度利用会导致生态系统受损, 影响物种多样性和生态平衡, 甚至引发生态灾害。

#### 1.2 水资源管理能够促进经济社会的可持续发展

水作为一种关键的生产要素和基础资源, 在经济发展和进步中发挥至关重要的作用<sup>[2]</sup>。首先, 许多行业和经济活动都依赖于水资源, 如农业、工业、能源生产和旅游业等。通过科学规划和合理配置水资源, 可以推动各个行业的发展, 提高生产效率, 创造就业机会, 促进经济增长。其次, 水资源是保障人类基本需求的关键, 如饮用水、个人卫生、农产品供应和城市用水等。通过科学的水资源管理, 可以确保人们获得足够的安全水源, 提高生活品质, 减少水源威胁和疾病传播风险。另外, 水生态系统是生物多样性和生态平衡的重要组成部分。合理管理和保护水资源可以维护生态系统的稳定和健康, 保护水生态环境和珍稀物种, 通过设立水资源保护区、推动生态修复和加强水污染治理等措施, 可以保护水资源的可持续利用和环境的可持续发展。

#### 1.3 水资源管理与生态环境保护密切相关

水作为生态系统的重要组成部分, 它的管理与利用方

式直接影响着生态环境的稳定和健康,有效的水资源管理可促进生态环境的保护和恢复,确保生态系统的功能和服务能够持续提供。首先,通过科学的水资源管理,可以确保水流量和水质的稳定,维持生态系统的水文和生物多样性的平衡,如合理的水库调度和河流管理可以模拟自然水文过程,保持洪水平衡和生态流量,维持河流健康。其次,湿地是重要的水资源库和生物多样性热点地区,具有水调控、水净化和沿岸防御等重要生态功能。科学的水资源管理需要充分考虑湿地的保护和恢复,确保湿地生态系统的完整性和稳定性。最后,合理管理水资源可减少污染物的输入和水污染的传播,避免水质的恶化,通过加强水污染防治、提高水处理技术和推广非点源污染控制措施等手段,可以保护水体质量、改善水生态环境,并为水资源的可持续利用提供良好的基础条件。

## 2 水资源管理存在的问题

### 2.1 对水资源价值的认知存在欠缺

在部分地区和领域,对水资源的珍贵性和稀缺性认知不足,存在过度消费和浪费水资源的现象<sup>[3]</sup>。首先,由于水资源的普遍存在,一些人容易忽视水资源的稀缺性和必要性,过度依赖和滥用水资源。其次,由于水资源的普遍性和低价供应,一些人对水的价值没有足够的认识,缺乏对水的经济成本的意识,导致一些人对水资源的滥用,造成了浪费和不合理的使用行为。再次,一些人只关注水资源的经济和生活用途,而忽视水资源在生态系统中的重要作用,导致一些地区出现了水生态系统的退化、水生物资源枯竭等问题。最后,部分人对水资源的社会价值认知不足,无法理解水资源管理对于社会的重要意义,导致缺乏对水资源管理的重视和行动。

### 2.2 缺乏完善的管理制度

在许多地区,尤其发展中国家和地区,水资源管理制度不健全和不完善导致了诸多管理方面的难题和挑战。首先,管理体系不完备和管理机制不健全。在一些地区,尚未建立起完善的水资源管理体系,相关的法律法规、政策制度、管理机构和监督机制都存在着不足之处,缺乏明确的管理责任和权力界定,容易导致管理行为的混乱和效率低下。其次,管理过程信息不对称和决策不科学。水资源管理缺乏透明度和公开性,相关的数据信息和决策过程缺乏公众参与和监督,容易导致资源管理的不公正和不合理。再次,资源开发和利用中的冲突和纠纷。在资源开发利用过程中,缺乏明确的管理规定和约束,不同利益主体之间存在利益冲突和利益分配不公等问题,导致资源管理的困难和复杂性增加。最后,造成资源开发和利用过程中的环境破坏和生态危机。在部分地区,缺乏科学管理规划和环境保护措施,水资源开发利用可能导致生态系统的破坏、水体的污染以及生物多样性的丧失,给生态环境带来严重影响。

### 2.3 水资源浪费现象严重

全球范围内,水资源的浪费现象十分普遍,表现在多个层面和多个环节,给水资源的有效利用和保护带来了巨大挑战。首先,传统农业灌溉方式存在着效率低下的问题,大量的水资源被浪费在灌溉过程中,部分地区依然采用传统洪灌、滴灌等方式进行农业灌溉,水分利用率较低,导致了大量的水资源浪费。其次,工业企业在生产过程中使用水资源的方式不够经济高效,存在着水资源过度使用和浪费的问题,特别是水资源相对丰富的地区,企业对水资源的价值认识不足,缺乏节约用水的意识和措施,导致了水资源的浪费现象较为严重。此外,城市人口的增长和生活水平的提高导致了对水资源的需求不断增加,但同时也伴随着大量的水资源浪费。最后,一些地区水资源管网存在老化和漏损的问题,导致大量的水资源在输送过程中流失和浪费,特别是老旧城区和农村地区,管网维护和管理滞后,水资源的浪费现象尤为突出。

### 2.4 水资源开发不规范

首先,一些地区为满足经济发展和人口增长的需求,过度开发水资源,导致水资源供需矛盾加剧,忽视了水资源的可持续性和生态环境的保护,给水资源的供应和环境稳定带来了巨大压力。其次,水资源开发过程中,缺乏科学规划和环境保护措施,导致水生态系统的破坏、生物多样性的丧失和生态平衡的破坏,如大规模水库建设和河流改道工程。再次,部分水资源开发项目中,没有有效的污水处理和排放控制措施,导致污水排放对水体质量的污染,不仅影响水资源可持续利用,还对生态系统和人类健康造成了潜在的威胁。最后,由于水资源开发规划不合理,导致河流的调节能力下降、洪水泛滥等问题,增加水灾的风险和频率。

## 3 加强水资源管理的对策分析

### 3.1 强化节水意识宣传力度,形成水价机制

强化节水意识宣传力度和建立合理的水价机制,有助于激发公众的节水意识和行动,促进可持续的水资源管理<sup>[4]</sup>。第一,加强节水意识宣传。通过广泛宣传水资源的珍贵性和节约使用的重要性,提高公众对水资源的重视程度。宣传活动可以包括教育、媒体宣传、社区参与和社交媒体等多种形式。宣传内容可以重点强调节水技术、水资源的脆弱性和节水行为的重要性,激发公众积极的节水意识,形成广泛的水资源节约和保护的社会氛围。第二,建立合理的水价机制。通过建立阶梯水价和差别水价等激励机制,鼓励公众减少不必要的浪费和滥用,促进有效的水资源分配,探索出台相应的水资源税收政策,引导工业和农业等领域减少用水并提高用水效率。第三,加强水资源监测、计量和管理。建立全面的水资源监测网络,通过科学和精准的数据收集和分析,更好地了解水资源利用的状况和趋势,为决策提供准确的依据。建立水资源计量系统,对水资源进行科学计

量和跟踪,利用分析结果来制定合理的水价政策。

### 3.2 完善水资源管理机制

完善水资源管理机制可以提高管理的科学性、灵活性和透明度,实现水资源的可持续利用和保护。首先,建立健全的水资源管理法律和政策框架。制定统一的法律法规,以保障水资源的合理利用和保护,明确水资源的所有权和使用权,规定水资源开发和利用的条件和限制,促进水资源的公平分配和可持续利用。其次,建立水资源监测和评估体系。通过建立全面的水资源监测网络和信息系统,可以实时监测水资源的数量、质量和分布等要素,掌握水资源的变化趋势和动态。再次,建立市场化的水资源配置和交易机制。市场化机制可以根据水资源的供需状况和价值来调节和分配水资源,并鼓励各利益主体实施节水措施。市场化交易可以促进水资源的有效配置和激励技术创新,同时提高水资源的经济效益和管理效率。最后,加强国际合作和跨境水资源管理。通过国际合作机制的建立,共同制定水资源管理和保护的国际准则和政策。同时,促进跨境水资源合作和共享,建立有效的河流流域合作机制,解决跨境水资源利用和保护的问题。

### 3.3 提高水资源利用率

要加强水资源管理,采取一系列对策来提高水资源利用率,以确保水资源的有效利用和可持续发展的目标。其一,加强水资源管理的技术创新和应用。通过引入先进的节水技术和设备,如高效灌溉系统、雨水收集和再利用系统等,可减少水资源的浪费和损失。其二,建立和强化水资源管理的制度和规则,以提高水资源利用率。建立水资源使用许可制度,通过配额和准入条件的设定,实现对水资源的有效分配和管理。加强水资源的监督和执法,严厉打击非法开采和滥用水资源的行为。其三,加强水资源管理的规划和调控,提高水资源利用率。制定科学合理的水资源管理和利用规划,根据地区实际情况和需求,确定用水总量、行业用水结构和调峰调度等,通过有效的调控措施,如制定用水限制措施,合理安排用水计划等,实现水资源的合理利用和优化配置。其四,加强水资源管理的信息共享和公众参与,有助于提高水资源利用率。建立健全的信息系统和数据库,收集和共享水资源的相关信息,提供公众和决策者所需的数据支持。

### 3.4 合理开发利用水资源

合理开发利用水资源是指在满足人类用水需求的前

提下,充分考虑生态环境的保护和可持续发展的原则,确保水资源的可持续利用和保护<sup>[5]</sup>。一是制定科学合理的水资源开发规划和管理措施。通过对各地区水资源的需求和供应进行综合评估和规划,合理的水资源利用目标和指标,避免资源的过度开发和利用。同时,结合地区的自然条件和社会需求,确定不同行业的用水结构和用水量,促进用水的适度均衡。二是推动节水技术和设备的研发和应用。通过引进和推广节水技术,如高效灌溉系统、节水型家电、水循环利用等,减少水资源的浪费和损失。此外,加强水资源的监测和管理,利用现代科技手段来精确计量和控制水资源的使用,提高用水的效率和节约水资源的量。三是加强生态保护和恢复工作。通过保护和恢复湿地、河流、湖泊等水生态系统,建立自然水系的健康和稳定,保障生态流量的供应和水生物多样性的保护。

## 4 结束语

水资源管理是一项复杂而重要的任务,为了实现对水资源的保护和合理利用,必须认识到管理中存在的问题,并采取相应的对策。加强节水意识宣传、完善管理机制、提高水资源利用率、合理开发利用水资源以及提升管理人员专业水平等对策的实施将有助于促进水资源管理工作的科学性和可持续发展。

### [参考文献]

- [1]康健,董胜虎.关于水资源管理中的问题及对策探讨[A]2023(第十一届)中国水生态大会论文集[Z].河海大学、珠江水利委员会珠江水利科学研究院、中国疏浚协会、广东省水利水电科学研究院、广东省水利学会、深圳市水务学会,北京沃特咨询有限公司,2023:7.
  - [2]柳姝婧.浅谈国有企业人力资源管理中的问题和对策[J].全国流通经济,2023(14):95-98.
  - [3]曾琼,陈嫣婷.企业人力资源管理中的问题及对策研究[J].中国市场,2023(7):73-75.
  - [4]梅恒.民营企业人力资源管理中存在的问题及对策[J].现代企业文化,2023(7):142-144.
  - [5]朱赫伊.新形势下企业人力资源管理中的问题及对策分析[J].产业与科技论坛,2023,22(5):240-241.
- 作者简介:桑永春(1974.5—),毕业院校:中央广播电视大学,所学专业:水利水电与工程管理,当前单位名称:新疆昌吉州吉木萨尔县三台镇人民政府,职称级别:工程师。

# 水文水资源管理在水利工程中的应用研究

郭韩

奎屯市水利服务站, 新疆 奎屯 833200

**[摘要]** 水文水资源是水利工程的基础和重要组成部分, 对于保障人民群众的生活用水、农业灌溉和工业生产等具有重要意义。然而, 在水文水资源管理中存在诸多问题, 如管理模式不够科学完善、工作人员专业素质不高、基础设施安全隐患等, 严重影响了水资源的合理利用和保护。文章通过分析水文水资源的实用价值以及当前管理中存在的问题, 提出针对这些问题的应用措施, 旨在加强水文水资源的管理和保护, 确保水利工程的可持续发展。

**[关键词]** 水文水资源管理; 水利工程; 管理模式

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12507

中图分类号: TV512

文献标识码: A

## Research on Application of Hydrological and Water Resource Management in Water Conservancy Engineering

GUO Han

Kuitun Water Conservancy Service Station, Kuitun, Xinjiang, 833200, China

**Abstract:** Hydrological and water resources are the foundation and important component of water conservancy engineering, and are of great significance in ensuring the daily water use, agricultural irrigation, and industrial production of the people. However, there are many problems in hydrological and water resource management, such as insufficient scientific and perfect management models, low professional quality of staff, and hidden safety hazards in infrastructure, which seriously affect the rational utilization and protection of water resources. This article analyzes the practical value of hydrological and water resources and the current problems in management, and proposes application measures to strengthen the management and protection of hydrological and water resources, ensuring the sustainable development of water conservancy engineering.

**Keywords:** hydrology and water resource management; water conservancy engineering; management model

### 引言

当今社会, 水资源是人类生存和发展的基本保障, 而水文水资源管理作为确保水资源合理利用和保护的重要手段<sup>[1]</sup>。随着人口增长、城市化进程加速以及气候变化等因素的影响, 全球水资源面临着日益严峻的挑战。在这种背景下, 加强水文水资源管理显得尤为迫切和重要。

水是生命之源, 是社会经济发展的基础资源。有效管理水文水资源, 能够保障人民群众的饮用水安全, 维护农业灌溉用水需求, 支撑工业生产和城市供水, 从而维护国家经济社会的持续健康发展, 而若水资源管理不善, 导致水资源短缺、水污染加剧等问题, 严重影响国家的稳定与发展。同时, 水资源的科学利用和保护, 直接关系到地球生态系统的稳定和生物多样性的维护, 合理规划水资源利用, 保护水域生态环境, 可维持水生态系统的稳定, 保护湿地生态功能, 减少生态灾害发生, 保护濒危物种, 维护生物多样性, 实现人与自然和谐共生。此外, 随着科技的发展和社会经济的进步, 水资源管理也面临着新的挑战和机遇。人工智能、大数据、云计算等新兴技术的应用, 为水文水资源管理提供了新的思路 and 手段, 有助于提高水资源的利用效率和管理水平, 实现水资源的可持续利用和保护。因此, 本文深入探讨水文水资源管理的相关问题, 寻

求可行的解决方案, 为水资源管理工作提供理论支持和实践指导, 促进水资源的可持续利用和保护。

### 1 水文水资源的实用价值

#### 1.1 保障生活用水和农业灌溉

水是人类生活不可或缺的资源, 保障人民的生活用水是水文水资源管理的首要任务, 通过合理规划水资源的利用, 确保城市和农村地区的居民有足够的清洁饮用水, 可以有效提高人民群众的生活质量, 促进社会稳定和经济发展。同时, 水文水资源还是农业灌溉的重要来源, 保证农田灌溉用水的充足和稳定, 可以提高农业生产效率, 保障粮食安全, 维护国家的农业稳定发展。

#### 1.2 支撑工业生产和能源供应

水文水资源对工业生产和能源供应也具有重要的支撑作用<sup>[2]</sup>。工业生产需要大量的水资源用于生产和冷却, 尤其是在制造业、化工等领域, 通过合理管理和利用水资源, 可以确保工业生产的正常进行, 促进工业经济的发展。同时, 水资源还是发电的重要能源, 水电、潮汐能等水力能源的开发利用, 对于维持能源供应和推动可持续发展具有重要意义。

#### 1.3 维护生态环境和生物多样性

水文水资源的合理管理对于维护生态环境和保护生

生物多样性至关重要。水资源的过度开采和污染会导致水生生态系统的破坏和生物多样性的丧失,影响生态平衡和人类健康。因此,通过科学管理水资源、保护水域生态环境,可以有效减少水污染、改善水质,保护湿地和水生生物栖息地,维护水生生态系统的稳定,促进生物多样性的保护和恢复。

## 2 目前水文水资源管理方面出现的问题

### 2.1 管理模式不够科学完善

首先,当前的水文水资源管理模式相对单一,缺乏灵活性和针对性。传统的水资源管理模式通常是基于固定的规划和政策制定,缺乏对不同地区、不同水资源特点和需求的全面考量,单一的管理模式往往不能有效应对复杂多变的水资源管理挑战,无法满足不同地区和不同行业的实际需求,导致管理效率低下,资源利用不充分。其次,目前的管理模式缺乏对气候变化等新兴挑战的应对策略,无法及时调整和适应新的情况,导致管理措施不够灵活,无法有效解决实际问题。此外,部分地区的水资源管理模式存在政策执行不到位的问题。尽管有一定管理规定和政策措施,但实际执行过程中存在监管不力、执法不严等情况,地方政府和相关部门对水资源管理的重视程度不够,导致管理政策执行不到位,水资源管理措施难以有效实施,影响了管理效果。最后,传统的管理模式缺乏充分考虑社会经济发展和生态环境保护的要求。过去的水资源管理中,偏重于单纯的资源开发和利用,忽视对生态环境和社会经济的影响评估,导致资源的过度开发和环境的破坏,不能有效地平衡资源利用和生态环境的保护,难以实现可持续发展的目标。

### 2.2 工作人员不够专业

工作人员不够专业在许多地区和组织中普遍存在,给水资源管理带来一系列挑战。首先,部分水文水资源管理机构和工作部门的工作人员缺乏专业知识和技能。由于水资源管理涉及多个学科领域,包括水文学、水资源工程、环境科学等,需要工作人员具备较高的专业水平和跨学科的综合能力,而在一些地区和单位,由于人才培养不足、招聘标准不严格等原因,导致管理机构中出现一些工作人员专业素质不高的情况,缺乏应对复杂问题的能力。其次,部分水资源管理工作人员缺乏实践经验和技术能力。水资源管理需要丰富的实践经验和技术能力支撑,尤其是在水文数据采集、水资源评估、水环境监测等方面需要具备一定的技术技能。由于管理机构的工作人员缺乏实际操作经验,导致在实际工作中无法熟练应对各种情况,影响管理工作的质量和效率。此外,部分水资源管理人员的学历和培训水平不够,难以满足工作需求。在部分地区和单位,对人才的投入不足或者培训机制不健全,导致管理人员的学历和培训水平相对较低,难以适应水资源管理工作的需要。最后,部分水资源管理人员缺乏责任心和使命感,影响管

理工作的执行效果。管理人员对水资源管理工作的重要性认识不足或者缺乏使命感,导致工作执行不到位、推诿扯皮等现象较为突出,影响管理工作的顺利开展和效果达成。

### 2.3 基础设施存在安全隐患

水资源基础设施包括水库、水闸、堤坝、管网等,其安全性直接关系到水资源管理的稳定性和可持续性。首先,水库、水闸、堤坝等水文水资源管理设施存在设计不合理或者老化严重的问题。由于一些水资源设施建设年代较早,设计标准相对落后,未能考虑到现代水资源管理的需要,导致在面对极端天气、洪水、干旱等情况时,设施的安全性无法得到保障。同时,水资源设施由于长期使用、缺乏维护或者受到自然灾害等因素的影响,存在严重的老化和损坏,存在安全隐患,随时发生安全事故,威胁周边地区的人民生命财产安全。其次,部分水文水资源管网存在设计缺陷和施工质量问题,存在安全隐患。部分管网设计存在问题,例如管道布局不合理、管径选择不当等,导致管网运行不畅、易发生堵塞、破裂等问题,影响供水质量和供水稳定性。此外,管网施工质量不过关,管道连接不牢固、材料质量不达标等问题,出现漏水、渗漏等安全隐患,影响了管网的正常运行。再者,水文水资源管理设施存在管理不善,增加了安全隐患。水资源管理部门管理不善,对设施的日常维护保养、巡查检测等工作不到位,导致设施存在隐患但未能及时发现和处理。同时,地方政府对水资源设施的管理监督不力,监管体系不完善,使得一些问题设施得不到及时整改,存在潜在的安全风险。最后,水库、水闸等设施建设和运行过程中对周边生态环境产生不良影响,例如水库蓄水会淹没大片土地、影响生态系统平衡,水闸的关闭可能导致河流生态系统受到影响等,构成了水资源管理的重要安全隐患。

## 3 针对水文水资源需要加强的应用措施

### 3.1 完善水文水资源的管理模式和制度

完善水文水资源的管理模式和制度至关重要<sup>[3]</sup>。第一,需要建立更加科学合理的水文水资源管理模式。制定灵活的管理政策和规定,根据不同地区和不同水资源特点制定差异化的管理方案,管理模式应该充分考虑到水资源的复杂性和多样性,采取多元化的管理手段,包括市场化手段、技术手段、法律手段等,以提高管理的灵活性和适应性,更好地应对不同情况下的管理挑战。第二,需要加强水文水资源管理制度的建设和完善。建立健全的管理机构和管理体系,明确各级管理部门的职责和权限,建立科学合理的决策机制和监督机制。同时,加强水资源管理法律法规的制定和执行,完善相关政策和标准,加强对水资源管理的法治化和规范化,以保障水资源的合理利用和保护。第三,需要加强水文水资源管理信息化建设。信息化建设是提高水资源管理效率和水平的重要手段。通过建立水资源管理信息系统,实现水文水资源数据的集中管理、共享和

应用,提高水资源监测预警、水情分析评估和管理决策的科学性和准确性。同时,加强对水文水资源管理技术的研发和应用,推动信息技术与水资源管理的深度融合,提高水资源管理的智能化水平。第四,需要加强水文水资源管理与社会公众的沟通和参与。水资源管理涉及到广大社会公众的切身利益,加强与社会公众的沟通和参与,提高社会公众对水资源管理的认识和参与度。通过开展宣传教育活动、组织公众参与水资源管理决策、建立沟通渠道等方式,促进水资源管理与社会公众之间的互动和合作,形成水资源管理的共识和共治,提高水资源管理的效果和水平。

### 3.2 提高工作人员的专业素质

提高工作人员的专业素质可有效提升管理水平、提高服务质量,保障水资源的合理利用和保护<sup>[4]</sup>。其一,加强人员培训和教育。通过开展各类培训和教育活动,提高工作人员的水文水资源管理专业素质。培训内容可以包括水文学、水资源工程、水环境保护、水资源经济管理等方面的知识,培训形式可以采取课堂教学、实践操作、案例分析等多种方式,以提高工作人员的综合能力和专业水平。其二,加强科研和技术创新。引进新技术、新方法,开展前沿科研工作,提高管理水平和效率,加强水文水资源管理领域的科研力量建设,鼓励工作人员积极参与科研项目和课题研究,推动技术创新和管理模式创新,提高管理的科学性和先进性。其三,加强实践经验积累。加强工作人员的实践能力培养,提高他们在实际工作中应对复杂问题、解决实际困难的能力,通过组织实地考察、实践操作、参与项目管理等方式,积累实践经验,提高工作人员的实践能力和应变能力。其四,加强专业人才培养。通过设立奖学金、提供学术交流机会、建立导师制度等方式,吸引和培养更多的水资源管理专业人才,为水资源管理的持续发展提供有力的人才支持。其五,建立健全的激励机制和评价体系。建立健全的激励机制,对工作业绩突出的人员给予表彰和奖励,激发他们的工作积极性和创造性。同时,建立科学合理的评价体系,对工作人员的专业素质和工作能力进行全面评估,为他们提供个人成长和发展的机会。

### 3.3 消除基础设施的安全隐患

一是加强水资源基础设施的定期检查和评估。建立健全的检查机制和评估体系,制定详细的检查标准和评估方法,对水库、水闸、堤坝、管网等各类基础设施进行定期检查和评估,发现问题及时进行整改,确保基础设施的安全

全可靠<sup>[5]</sup>。二是加强水资源基础设施的维护保养工作。定期的维护保养工作可以延长基础设施的使用寿命,减少因老化、损坏等原因引发的安全隐患,建立健全的维护保养制度和机制,明确责任部门和责任人,加强对基础设施的日常维护保养工作,及时处理设施中存在的问题,确保设施的安全稳定运行。三是加强水资源基础设施的加固改造。针对存在较大安全隐患的基础设施,进行加固改造,提高其抗灾能力和安全性,根据实际情况采取加固堤坝、加固水闸、加固管网等措施,提高基础设施的抗震、抗洪、抗冻、抗渗等能力,减少安全风险,保障周边地区的安全。四是加强对水资源基础设施的监测和预警。建立健全的监测预警系统,及时监测水资源基础设施的运行状态和安全状况,发现异常情况及时预警和处理,利用现代化技术手段,如遥感技术、地理信息系统等,对基础设施进行实时监测和数据分析,提高监测预警的及时性和准确性,为防范安全隐患提供科学依据。五是加强水资源基础设施的管理和监管。建立健全的管理和监管体系,明确管理责任和监管权限,加强对基础设施的日常管理和巡查检测,及时发现和解决存在的安全隐患。

## 4 结束语

加强水文水资源的管理是保障水利工程安全运行和有效利用的关键所在。本文提出的应用措施旨在解决当前水文水资源管理中存在的问题,促进水资源的合理利用和保护,为水利工程的可持续发展提供保障。

### [参考文献]

- [1]张超.水文水资源管理在水利工程中的有效应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(7):199-201.
  - [2]玉山江·吐尔地.水文水资源管理在水利工程中的应用[J].水电水利,2023,7(10):43-45.
  - [3]王丽.水文水资源管理在水利工程中的应用分析[J].水上安全,2023(13):89-91.
  - [4]杜泉发.探究水文水资源管理在水利工程中优化运用[J].低碳世界,2023,13(10):142-144.
  - [5]刘凯,姜苗苗.水利工程建设中的水文水资源管理工作[J].城市建设理论研究(电子版),2023(10):143-145.
- 作者简介:郭韩(1989.7—),毕业院校:新疆农业职业技术学院(新疆农业技师培训学院),所学专业:农业水利,当前就职单位名称:奎屯市水利服务站,就职单位职务:科员。

# 浅谈新疆米东区地下水超采现状与治理措施

范莉

米东区古牧地镇人民政府，新疆 乌鲁木齐 831400

[摘要] 地下水资源是米东区经济社会发展的重要支撑。但是，随着新疆经济社会快速发展，地下水超采情况日益严重，给米东区水资源安全和环境生态造成了一定影响。近年来，国家实施最严格的水资源管理制度，为新疆地下水超采区提供了有利条件开展综合治理。如何在此基础上，针对新疆米东区地下水超采的特点，提出科学合理的治理措施对新疆地下水资源管理工作具有重要意义。文中将对新疆米东区地下水超采现状进行梳理，分析其成因及影响，并提出相应的治理对策与建议，旨在为新疆地下水资源可持续利用提供参考。

[关键词] 地下水超采；总量控制；管理制度；新疆

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12502

中图分类号: P641.8

文献标识码: A

## Brief Discussion on the Current Situation and Control Measures of Overextraction of Groundwater in Xinjiang Midong District

FAN Li

People's Government of Gumudi Town, Midong District, Urumqi, Xinjiang, 831400, China

**Abstract:** Groundwater resources are an important support for the economic and social development of Midong District. However, with the rapid development of Xinjiang's economy and society, the situation of groundwater overexploitation is becoming increasingly serious, which has had a certain impact on water resource security and environmental ecology in Midong District. In recent years, the country has implemented the strictest water resource management system, providing favorable conditions for comprehensive management of groundwater overexploitation in Xinjiang. Based on this, it is of great significance to propose scientific and reasonable governance measures for the management of groundwater resources in Midong District, Xinjiang. This article will sort out the current situation of groundwater overexploitation in Midong District, analyze its causes and impacts, and propose corresponding governance strategies and suggestions, aiming to provide reference for the sustainable utilization of groundwater resources in Xinjiang.

**Keywords:** overextraction of groundwater; total quantity control; management system; Xinjiang

### 引言

米东区属资源性缺水地区，地表水资源短缺，地下水成为当地经济社会发展的重要水源。近年来，随着土地利用面积的迅速扩大，地下水资源过度开发利用，全区局部地下水已严重超采，造成地下水位成逐年下降趋势，泉水衰减、河库干缩、草地退化等生态问题凸显出来，这不仅影响了米东区水资源的可持续利用，也给米东区经济社会发展带来一定隐患。因此，有效治理地下水超采区，保护地下水资源，对米东区来说具有重要意义。

### 1 地下水超采现状及问题

#### 1.1 水资源现状

米东区地处天山北坡，准噶尔盆地南缘，位于乌鲁木齐市北郊，隶属乌鲁木齐市管辖，总面积 3407.42km<sup>2</sup>，耕地面积 220.02km<sup>2</sup>，辖 5 个片区管委会，4 个街道办事处，5 镇 2 乡，81 个行政村，75 个社区。米东区位于干旱内陆区，多年平均降雨量为 249.1mm，多年平均蒸发量为 2105.9mm；全区人均水资源占有量不足 270 立方米，属于严重缺水地区。米东区的地下水资源量约为 1.3 亿 m<sup>3</sup>，地下水可开采量约为 1 亿 m<sup>3</sup>；地表水资源量为 3900 万 m<sup>3</sup>，

地表水可利用量约为 3204 万 m<sup>3</sup>。地表水基本上都是季节性雨洪水，地表水资源量极为匮乏。近年，随着米东城市经济社会的发展，在充分利用地表水，无其他水源可利用的情况下，只能大量提取地下水。

#### 1.2 地下水超采现状

米东区多数灌区为井灌区，区域内有农灌机井 1086 眼，企事业单位自备机井 239 眼，灌区机井密度非常大。近几十年来，工业迅速发展，对地下水用水量需求加大，尤其是农业灌溉基本靠机井提取地下水，导致地下水开采量持续增加，年提取量平均在 1.4 亿 m<sup>3</sup> 左右，由于过量开采，造成地下水位持续下降，下降幅度最大的地区为米泉南部和古牧地一带，14 年累计下降 6.55 米，平均下降 0.47m。溢出带逐年被疏干，泉水衰减，目前几乎已没有泉水出露。河库干缩、草地退化等生态问题日益凸现。随着米东区农业、工业及城市化进程的快速发展，需水量将进一步增加，供需矛盾势必更加尖锐。

#### 1.3 存在的问题

米东区水资源紧缺是一个长期存在的问题，主要原因体现在以下几个方面：首先，米东区作为干旱区，本地水

资源本身就较为匮乏。地处乌鲁木齐市下游，水源依赖上游供应，但上游供水能力受到自身城市用水需求的限制，无法满足米东区不断增长的经济社会发展对水的需求。其次，农业作为主要用水部门，占用水量高达 65.9%，但多年来灌溉设施老化，渠道渗漏严重，水利用率低于 60% 以下。同时对小型农田水利基础设施投入不足，改善进度缓慢，导致农业用水效率不高，部分地区出现宜旱土地。再者，长期受上游城市生活和工业废水污染，地表水、地下水水质下降，原本可供利用的水资源逐年减少。最后，各部门在水资源管理和监测上的协调不足，水资源分配与调度存在问题，未能充分发挥有限水资源。总之，米东区水资源紧缺，源于水源本身不足和多年用水结构问题，以及水环境污染与管理不力的叠加结果，一方面需严格控制地下水开采的现状，另一方面需积极寻求外部水源来解决米东区缺水的矛盾。

## 2 地下水超采区治理情况

为严格控制地下水开采，近年来，米东区在地下水超采区开展了一系列治理工作，取得一定效果。一方面加强对超采区地下水资源的监测与评估，不断完善监测网络，实时掌握各地下水层水量变化情况，对超采区进行科学评估。同时，在超采区实施了限制开采的措施，如调整机电井开采许可证，限制超采区新增机电井数量，严格执行超采区自备井“减二更一”政策，合理安排取水量等，对不符合水资源管控指标的取用水户和区域，通过关停机井、节水设施、水源置换、农业结构调整、中水利用等措施进行水量压减，降低地下水开采强度。2020 年起，对超采区城市管网覆盖范围内 14 眼井分类分时进行关停，共关停机井 2 眼，压减地下水取水量 5.03 万  $m^3$ 。另一方面，米东区大力发展其他水源，如引水工程等，增加地表水供给量，以缓解地下水开采压力。近两年，完成乌石化公司启用“500”引水项目工程，乌石化生产、生活全部使用外调水，22 眼机井取水基本停用，压减地下水取水量 2200 万立方米。对供水管网已覆盖区域的新特能源公司 6 眼机井全部实施了封停，注销了取水许可证，压减水量 120 万  $m^3$ 。同时鼓励企业利用城镇污水资源等其他水源。2021 年，实施投资 1.9 亿元的黑沟片区污水资源化利用项目，新建再生水管网 65.2 公里，解决黑沟区域砂厂、企业，以及化工园区、米东大道绿化和工业用水，提供再生水 6 万方/日。缓解绿化灌溉用水与市政供水、地下水过量开采之间的矛盾。此外，在超采区实施高效节水灌溉面积达到 7.83 万亩，有效提高水资源利用效率，实现可持续发展目标。总体来说，米东区采取了积极有效的多措并举方式。一方面通过加强监测评估和限制开采降低地下水开采强度，另一方面增加其他水源供给以及开展生态修复，初步遏制了部分地下水超采区的状况。但由于问题本身的复杂性，还需要长期的共同努力。

## 3 治理对策与建议

### 3.1 建立健全地下水禁限采区管理制度

一是明确禁采区范围以保护生态环境。二是公布禁采区红线。将禁采区范围通过公开透明的方式定出红线，接受社会监督。三是禁止新建和继续开采。在禁采区内不再允许新建取水工程，现有工程到期后关闭停止使用。四是逐步压缩限采范围和量。在限采区内根据“三条红线”指标逐步减少开采量和关闭部分机井，不再新增机井。同时也将逐年下调许可用水量。五是加强管理执法。建议通过明确红线和量限制等方式，加强对禁限采区的监督管理，并依法惩处违规行为。这些建议旨在科学划定禁采保护区，合理调控限采区开采量，逐步恢复地下水水量，实现地下水资源的可持续利用。有利于米东区建立起健全的地下水禁限采区管理体系。

### 3.2 水价水权改革

一是开展水权水价改革。完成农业水价成本测算，推行终端水价、阶梯式水价等差异化水价政策。二是完善水权管理制度。完善《米东区农业水价综合改革实施方案》，制定《米东区农业水价综合改革精准补贴和节水奖励办法》。加强水资源费征收，严格执行超采区 2 倍征收的标准，做到应收尽收，足额征收。三是推进水权确权登记。依据出台水权水价改革方案，开始水权确权登记工作和建立水权交易中心。四是实行差别化水价。对基本农田外的耕地实行差别水价，对工业企业等非农单位严格执行累进加价征收资源水费。通过上述改革，米东区将逐步建立起以水权作为基础的水资源配置制度。水权确权登记为进一步开展水权交易奠定基础。差别水价体现了不同用水主体的承担能力，促进资源配置优化。这些建设性措施有利于推动水资源配置的市场化改革，更好满足不同部门和区域的用水需求。它为米东区建立完整的水资源管理体系奠定了基础。

### 3.3 落实最严格水资源管理制度

一方面，加大宣传力度，通过各种渠道对水资源管理制度重要性进行解释，提高社会各界的认识。同时，利用“世界水日”等机会开展宣传，树立全区人民的节水意识。另一方面，加强对机井灌溉水资源的管理。实行计划用水，对超标单位实施加价收费，推广节水技术。严格执行取水许可制度，控制新建和更新机井数量。同时对所有机井进行监测装置安装，实现以水定电、以电控水。此外，还加强对国有农用地和灌溉面积的管理。以水定地核定灌溉面积，优先保障二轮承包地用水。同时严格执行“退地减水”政策，原则上不新增农业用水。同时，开展整治非法取水专项行动。对违法开荒和超标灌溉面积实行无条件退减，封堵违法机井并停止供电，严厉打击违法行为。通过这些建设性措施，旨在建立较为完善的水资源管理机制，为保障水资源安全奠定基础。

### 3.4 加强地下水开发利用监督管理

从2014年开始,米东区对辖区内所有机电井进行了IC卡计量设施的安装,尽管已实行“井电双控”政策,但机井设备的运行和维护不到位,地下水开采量统计工作还存在一定误差,难以全面反映实际情况,使所有机井未实现科学精准计量。为此,需要对所有机井信息进行全面排查和登记,建立完整的取水统计制度。另外,各部门在地下水监管工作中的协作不够紧密,水利、电力等部门应深入合作,共享监测数据,协同推进监督管理,形成健全常态化监管机制。

### 3.5 制定地下水超采治理与管理评估考核方案

#### (1) 制定地下水超采治理与管理评估考核方案

首先应确定治理目标,如恢复水量平衡。然后根据实际情况提出治理措施,比如控制开采量。其次,应结合“三条红线”控制指标来选考核指标。如果“三条红线”能实现治理目标,则可以直接采用;否则需要在此基础上增加更具体考核指标,如每年限制增加的开采量。重要的是建立完整的考核体系。明确考核主体责任,规范考核流程与标准。各部门需要信息共享与监测配合,共同参与考核工作。只有全面选择科学考核指标,建立完整合理的考核机制,明确考核责任,才能在推动地下水超采长效治理中发挥重要作用。治理目标的实现需要长期实施并动态调整评估考核工作,以期取得理想效果。

#### (2) 地下水超采治理与总量控制的考核指标

新疆米东区地下水超采的主要原因是土地开发过度,因此应将控制耕地面积和新增机井数量作为总量控制的考核指标。这与“治水先治地、治地先治井”的原则相符。同时,根据机井耗电或用水记录,准确统计地下水开采总量,也应作为重要考核指标。在选择考核指标的同时,还应视情况增加其他补充指标。例如根据用水计划核定的年度开采总量指标进行考核。此外,还可以记录不同时段的地下水水位变化情况,作为考核地下水水量恢复情况的参考指标。在建立这些定量考核指标的同时,还应设定定性考核要求。例如规范开采管理和水资源利用等。总体来说,地下水超采治理考核应注重总量控制,选择耕地面积、新增机井数量、开采水量等定量指标,同时增加其他补充指标,结合定性要求,分阶段评价治理效果,才能推动工作规范有效开展。只有全面科学地考核,才能促进地下水资源可持续利用。

(3) 建议实施外部水源调入本区,解决米东区水资源紧缺的问题

米东区水资源紧缺已成为制约该区经济社会发展的

一个重要问题。实现外部水源调入,是解决这个问题的重要途径之一。比如,通过外调“500”甘泉堡二期扬水工程管线经过米东区的便利条件,从长远考虑,为彻底解决农村供水水源分散、水质、安全等问题,依托大水源,接入大管网,提前谋划将城市供水管网向周边农村延伸,结合现有的城市、农村水网建设,实施农村供水水源联通工程,推进规模化供水工程建设,解决农村供水水量不足的问题。与此同时,我们可以同周边的昌吉州开展水资源共享合作。昌吉州地处天山山脉西麓,地表水资源相对丰富。我们可以与昌吉州充分沟通,合理规划将昌吉地区部分不影响基础生活和生态环境的地表水,通过管道等工程方式调入米东区。这不仅可以缓解米东区的水资源短缺,也有利于两地区域联合发展。

## 4 结束语

综上所述,米东区是水资源紧缺型地区,周围河流不大,水量有限,水资源“先天不足”,人口集中,经济发展较快,用水量与日俱增,水资源问题已成为制约国民经济发展的关键因素。纵观米东区的发展,正是伴随着水资源的不断开发利用而实现的,“没有水就没有一切”。随着现代经济的高速发展,未来米东区水资源缺水形势将更加严峻,故继续认真落实实行最严格水资源管理制度,切实做到合理开发、科学管理、全面节约和有效管理水资源,以水资源的可持续利用促进米东区经济社会的可持续发展。

### [参考文献]

- [1]赵连晨.东光县水资源现状及地下水超采综合治理工作探析[J].河北水利,2022(2):32-34.
  - [2]张静.聊城市东昌府区地下水超采现状及治理措施研究[J].陕西水利,2022(1):115-117.
  - [3]周蕾.吐鲁番市地下水超采现状评价与治理措施探究[J].陕西水利,2021(1):58-60.
  - [4]霍立强.邢台市地下水超采现状及综合治理措施[J].河北农业,2015(8):24-26.
  - [5]王宏,吕玉萍.大同市(平原区)地下水超采现状及治理措施[J].地下水,2004(4):297-299.
- 作者简介:范莉(1974.4—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:农田水利,当前就职单位:米东区古牧地镇人民政府,职务:水管所所长,职称级别:副高级水利工程师,研究方向:农田水利,涉及日常工作:地下水(机井管理)、河长制、乡村振兴、水库移民、农村自来水、排水项目,节水、农业水价改革。

## 水利信息化技术在地下水超采治理中的应用

王开

奎屯市农业农村局, 新疆 奎屯 833200

[摘要]地下水是重要的水资源,但由于长期过度开采和管理不善,导致地下水超采问题日益严重。水利信息化技术作为一种重要的技术手段,在地下水超采治理中发挥着越来越重要的作用。文章从地下水超采治理的必要性和原因分析入手,着重探讨了水利信息化技术在地下水超采治理中的应用,包括地下水资源远程视频监控系统、地下水模拟与预测技术、地下水管理与决策支持系统、封停自备井信息管理系统以及地下水量位双控技术等方面。这些技术的应用,有助于提高地下水资源的监测和管理水平,有效控制地下水超采问题,保障地下水资源的可持续利用。

[关键词]水利信息化;地下水;超采治理

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12504

中图分类号: P641.8

文献标识码: A

### Application of Water Conservancy Information Technology in the Treatment of Groundwater Overexploitation

WANG Kai

Kuitun Agriculture and Rural Bureau, Kuitun, Xinjiang, 833200, China

**Abstract:** Groundwater is an important water resource, but due to long-term overexploitation and poor management, the problem of groundwater overexploitation is becoming increasingly serious. Water conservancy information technology, as an important technological means, is playing an increasingly important role in the treatment of groundwater overexploitation. Starting from the necessity and cause analysis of groundwater overexploitation control, this article focuses on exploring the application of water conservancy information technology in groundwater overexploitation control, including remote video monitoring system for groundwater resources, groundwater simulation and prediction technology, groundwater management and decision support system, information management system for self owned well closure, and groundwater level dual control technology. The application of these technologies helps to improve the monitoring and management level of groundwater resources, effectively control the problem of groundwater overexploitation, and ensure the sustainable utilization of groundwater resources.

**Keywords:** water conservancy informatization; groundwater; overmining control

#### 引言

地下水是地球表面以下岩石裂隙或岩溶中的水,是地球上蕴藏量最大、分布最广的淡水资源,有利于维持地球生态平衡,保障人类生存发展。近年来,随着经济社会的快速发展,地下水的开采量不断增加,导致地下水超采现象普遍存在,严重威胁着地下水资源的安全和可持续利用。为有效治理地下水超采问题,提高地下水资源的管理水平,需要采用先进的技术手段。

水利信息化技术作为一种集成信息技术、传感技术和水利工程技术的综合性技术体系,在地下水超采治理中,可以实现对地下水位、水量和水质等关键参数的实时监测和远程控制,从而及时发现地下水超采的迹象,并采取相应的措施进行调整和控,为制定科学合理的地下水资源管理政策提供数据支持,还可以构建地下水资源管理平台,实现地下水资源的动态监测和管控,提高地下水资源的利用效率和保护水平,有助于实现地下水资源的合理开发、科学管理和可持续利用,促进社会经济可持续发展。

#### 1 地下水超采治理的必要性

##### 1.1 保障生态环境安全

地下水超采会导致一系列生态问题,包括地下水位持续下降、地表河流枯竭、湿地退化等,这些现象严重破坏了生态系统的稳定性和完整性。当地下水位持续下降时,地表水资源会受到影响,河流流量减小,甚至出现枯竭现象,湿地生态系统也会因水位降低而退化,生物多样性减少、植物死亡以及野生动物栖息地破坏等问题,还会导致土壤盐碱化,影响农业生产,进而影响人类的生计。治理地下水超采,可以维持地下水位的稳定,确保生态环境的安全,恢复地下水位,保护湿地和河流生态系统,维护生态平衡,确保生态环境的稳定和可持续发展。

##### 1.2 维护社会经济稳定

地下水是农业、工业和城市生活的重要水源,对维持社会经济的稳定和可持续发展具有重要作用。地下水超采导致地下水位下降、水资源短缺、农田干旱等问题,直接影响着农业生产、工业生产和城市供水,特别是在干旱地区和水资源匮乏地区,地下水超采给当地的社会经济发展

带来了严重挑战,甚至可能引发社会动荡和生计危机<sup>[1]</sup>。因此,加强地下水超采治理,合理开发利用地下水资源,维护社会经济的稳定和可持续发展,有利于实现经济社会的可持续发展目标。

## 2 地下水超采原因分析

### 2.1 自然因素

自然因素包括气候变化、地质条件、地下水补给量等,它们影响着地下水的形成、补给和分布,进而对地下水超采产生影响。气候变化对地下水的补给量和分布格局产生直接影响。随着气候变暖,降水量和蒸发蒸腾增加,导致地下水补给量减少,地下水位下降加剧。尤其是在干旱地区,气候变化加剧了地下水资源的枯竭现象,会加速地下水超采的发生和加剧程度。

地下水的形成、储存和运移受地质条件的制约。一些地区的地质条件不利于地下水的形成和补给,地下水资源稀缺,容易出现地下水超采现象。例如,地质构造复杂、岩层不连续的地区,地下水补给量较小,地下水资源容易过度开采。地下水的补给周期通常较长,补给速度远低于开采速度。一旦地下水超采,恢复周期较长,甚至无法恢复。因此,加强对自然因素的研究和监测,制定科学的水资源管理措施,有利于有效治理地下水超采问题。

### 2.2 人为因素

人为因素主要包括工业用水增加、农业灌溉、缺乏科学规划和法律监管不到位等方面。

随着工业化进程的加快,工业用水量不断增加,尤其是高耗水行业,如制造业和采矿业,这些行业通常会采用大量地下水作为生产和冷却水源,导致地下水超采现象加剧。在农村,尤其是在干旱地区。由于传统农业灌溉方式效率低下,存在大量浪费,导致地下水超采,部分地区存在过度灌溉现象,使地下水消耗更加严重<sup>[2]</sup>。还有一些地区缺乏科学的地下水资源开发利用规划,导致地下水资源开采无序和浪费严重,加剧了地下水超采问题,地下水资源的管理监管体系不完善,存在违规开采、乱占乱用的情况,地下水资源的过度开采和超采现象越来越严重。

此外,人类活动的盲目开采、技术落后等,也未考虑地下水资源的补给能力和保护需求,导致对地下水资源的不合理开采。因此,需要加强对人为因素的管理和监管,制定科学合理的水资源开发利用规划,来缓解超采问题。

## 3 水利信息化技术在地下水超采治理中的应用

### 3.1 地下水资源远程视频监控系统

地下水资源远程视频监控系统利用现代信息技术和视频监控设备,实时监测地下水资源的水位、水质、水量等情况,可为地下水超采治理提供科学依据和技术支持。

#### 3.1.1 实时监测地下水位、水质和水量

地下水资源远程视频监控系统通过在地下水井口或水位监测点安装水位监测设备和摄像头,实时监测地下水

位的变化情况。一旦发现地下水位异常下降或超过预警水平,系统会立即发出警报,提示相关部门采取措施。该系统还可以监测地下水的水质情况。通过在井口安装水质监测设备,可以实时监测地下水的水质参数,如PH值、溶解氧、浊度、硬度等,及时发现地下水水质异常,保障地下水资源的安全利用。

除了监测地下水位外,还可以通过水表、流量计等设备实时监测地下水的流量和用水量,了解地下水的开采情况。这有助于评估地下水资源的开采量和开采速度,及时发现地下水超采问题,运用远程控制和调度功能,通过远程监控中心对地下水泵站、调节阀门等设备进行远程控制和调度,实现对地下水的精准管理和调控<sup>[3]</sup>。

#### 3.1.2 数据存储与应急预警

系统可实时监测的数据进行存储和分析,形成历史数据和趋势分析报告,为地下水资源管理和决策提供科学依据。通过对历史数据的分析,发现地下水开采的规律和趋势,为未来的管理和调控提供参考。

当系统监测到地下水位异常下降或水质异常变化时,能够及时发出预警信号,提醒相关部门采取应急措施,根据实时监测数据生成预警报告,指导地下水超采的应急处理和治理措施。

因而,在地下水超采治理中,地下水资源远程视频监控可以通过实时监测地下水位、水质、水量等情况,实现对地下水资源的精准管理和调控,有效预防和治理地下水超采问题,保障地下水资源的可持续利用和生态环境的稳定。

### 3.2 地下水模拟与预测技术

地下水模拟与预测技术可模拟地下水系统的水文地质特征、水文过程和水文响应,结合数学模型和计算机仿真技术,对地下水资源进行预测和分析,为地下水超采治理提供科学依据和技术支持。首先,对地下水系统进行建模,包括地下水流动特征、水位变化、水文地质条件、水文过程等,通过采集地下水系统的数据,构建地下水模型,模拟地下水系统的动态变化过程。通过对地下水系统的水文地质参数进行优化调整,提高模型的准确性和可靠性,对地下水系统的水文地质条件进行精确刻画和参数校正,使模拟结果更加符合实际情况。该技术可以模拟地下水的水文过程,如地下水位变化、水文循环、地下水补给与补给量等,通过数学模型和计算机仿真技术,对地下水系统进行动态模拟和预测,预测地下水资源的变化趋势和未来发展趋势,对地下水超采的风险进行评估和预测。通过模拟地下水资源的开采情况和地下水位变化趋势,评估地下水超采的潜在风险和影响,为相关部门制定应对措施提供科学依据<sup>[4]</sup>。当地下水超采问题发生时,提供应急响应和调控策略,通过模拟分析地下水资源的变化趋势和响应规律,及时制定应对措施和调控策略,保障地下水资源的安

全利用,实现地下水资源的可持续利用。

### 3.3 地下水管理与决策支持系统

地下水管理与决策支持系统整合了地下水资源监测、数据分析、模拟预测、管理决策等功能,为地下水超采治理提供全面的技术支持和科学依据。

地下水管理与决策支持系统通过地下水监测站点、传感器等设备,实时监测地下水位、水质、水量等关键指标的变化情况,并进行数据采集和存储,为地下水超采治理提供了可靠的数据基础。系统将监测获得的地下水数据进行管理和整合,包括数据清洗、存储、更新和备份等操作,确保数据的完整性和准确性。同时,整合其他相关数据,如地质地形、气象水文、土地利用等数据,为地下水资源的综合管理提供支持。通过分析地下水资源的监测数据和模拟结果,为决策者提供智能决策支持和优化方案,根据不同的管理目标和约束条件,生成多种决策方案,并进行评价和比较,帮助决策者做出科学合理的决策。

另外,系统可将监测数据、模拟结果和决策方案通过网络平台进行信息共享和公开透明,方便相关部门和公众了解地下水资源的管理情况和决策过程,增强社会监督和参与度。通过不断优化和升级系统功能,开展技术研发和创新,推动地下水管理与决策支持技术的应用和推广,提高地下水超采治理的效率和水平。

### 3.4 封停自备井信息管理系统

封停自备井信息管理系统旨在对自备井进行监管和管理,通过信息化手段实现自备井的封停和管理,以减少地下水超采问题。系统通过建立自备井登记数据库,对自备井的基本信息进行录入和管理,包括井址、井深、水位、水质、用水量等关键信息,为对自备井的监管和管理提供可靠的数据支持。系统通过自备井监测装置实时监测自备井的水位、水质、用水量等数据,并将数据实时传输至管理系统,实现对自备井运行状态的实时监测和数据采集。同时,根据自备井的监测数据,对自备井的运行状态进行评估和分析,提供封停自备井的审核和决策支持。当监测数据显示自备井存在超采现象或其他问题时,可以自动生成封停建议,并提供给相关部门进行审核和决策<sup>[5]</sup>。在管理过程中,该系统可以优化封停自备井的管理流程,如封停申请、审核、执行等环节,实现流程的电子化和自动化。通过系统提供的管理流程,提高封停自备井的管理效率和准确性,并对封停自备井的效果进行评估和监测,监测地下水位、水质等指标的变化情况,评估封停措施对地下水资源的影响。通过系统提供的评估结果,及时调整封停策略,保障地下水资源的可持续利用。

### 3.5 地下水量位双控技术

地下水量位双控技术是一种应用于地下水超采治理的先进技术,结合了水利信息化技术和地下水资源管理的实际需求,以实现地下水位和水量的双重控制为目标。

这项技术的核心在于通过监测和控制地下水位和水量,有效防止地下水的超采和过度开采,保护地下水资源的可持续利用。

地下水量位双控技术借助水利信息化技术实现对地下水位的实时监测和远程控制。通过安装水位监测设备,实时监测地下水位的变化情况,并将数据传输至信息系统进行分析和处理,结合远程控制技术,对地下水泵站等设施进行远程控制,调节地下水的抽取量,以维持地下水位在合理范围内。同时,利用现代水利工程技术实现对地下水量的精准控制,建立地下水模型和水资源管理系统,可以对地下水的储量和流量进行精确计算和预测。根据地下水资源的特点和需求,合理的水量控制方案,实现对地下水资源的有效管理和调控。此外,该技术还依托先进的传感器技术和数据处理技术,实现对地下水质量的监测和控制。通过监测地下水中的各种物质成分和污染物含量,及时发现地下水污染问题,并采取相应措施进行处理和修复,保障地下水资源的水质安全。

地下水量位双控技术是一种高效、智能的地下水超采治理技术,通过结合水利信息化技术、现代水利工程技术 and 先进的传感器技术,实现对地下水位、水量和水质的全面监测和精准控制。这项技术的应用能够有效预防地下水的超采和过度开采,保护地下水资源的可持续利用。

## 4 结束语

地下水系统的复杂性需要综合运用多种手段才能全面了解其动态变化。随着治水理念和信息化技术的发展,水利信息化技术在地下水管理中的应用可以有效增强监测能力,将物联网、云计算、人工智能和大数据挖掘等技术融合应用于地下水管理,能够推动地下水监测领域的数字化和智能化转型。

### [参考文献]

- [1]张倩,李楠,宋扬.智慧水利在地下水超采综合治理中的应用[J].海河水利,2023(6):101-103.
- [2]魏怀斌,赵士威,刘静,张丽莉.地下水超采综合治理效益评价[J].华北水利水电大学学报(自然科学版),2024,45(3):51-59.
- [3]杨玉良.地下水超采综合治理目标与修复模式浅析[Z]2022中国水利学术大会论文集(第三分册)[C].中国水利学会,中国水利学会,2022:4.
- [4]赵广涛.水利信息化技术在莘县地下水超采治理中的应用[J].山西水利,2022(5):54-56.
- [5]钟华平.地下水管理若干问题思考[J].水利发展研究,2022,22(3):7-10.

作者简介:王开(1991.7—),毕业院校:黄河水利职业技术学院,所学专业:水利水电建筑工程(国际工程方向),当前就职单位名称:奎屯市农业农村局,就职单位职务:科员,职称级别:工程师。

## 基层农田水利管理与防洪抗旱问题研究

刘新敏

新疆哈密伊吾县吐葫芦乡农业服务发展中心, 新疆 哈密 839300

[摘要] 农田水利管理是农业生产的基础性工作, 直接关系到农业生产的稳定和农村经济的发展。基层农田水利管理与防洪抗旱问题是农田水利管理的重要组成部分。文章通过对基层农田水利管理与防洪抗旱问题的探讨, 分析现有问题的原因, 提出相应的解决措施, 以期为我国农田水利管理提供参考。

[关键词] 基层; 农田水利; 管理; 防洪抗旱; 问题; 探讨

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12517

中图分类号: S27

文献标识码: A

### Research on Grassroots Farmland Water Conservancy Management and Flood Control and Drought Resistance Problems

LIU Xinmin

Xinjiang Hami Yiwu Tuhulu Agricultural Service Development Center, Hami, Xinjiang, 839300, China

**Abstract:** Irrigation management in farmland is a fundamental work of agricultural production, directly related to the stability of agricultural production and the development of rural economy. Grassroots agricultural water management and flood control and drought resistance are important components of agricultural water management. The article explores the issues of grassroots agricultural water management and flood control and drought resistance, analyzes the causes of existing problems, and proposes corresponding solutions, in order to provide reference for agricultural water management in China.

**Keywords:** grassroots level; farmland water conservancy; management; flood control and drought resistance; problems; discussion

#### 引言

我国是一个农业大国, 农业生产对国家经济发展具有重要意义。农田水利管理作为农业生产的基础性工作, 直接关系到农业生产的稳定和农村经济的发展。近年来, 随着全球气候变化和人类活动的影响, 极端气候事件频发, 防洪抗旱问题日益突出。因此, 加强基层农田水利管理与防洪抗旱问题研究具有重要意义。

#### 1 农田水利管理的重要性

农田水利管理对于农业发展具有重要意义。首先, 合理的农田水利管理可以有效利用水资源, 提高农业灌溉效率, 保障粮食生产。其次, 农田水利管理可以防止水灾和旱灾的发生, 降低农业生产的风险。最后, 农田水利管理有助于改善农村生态环境, 提高土地利用效率, 促进农村经济发展<sup>[1]</sup>。

#### 2 基层农田水利管理与防洪抗旱存在的问题

##### 2.1 农田水利设施建设不足

农田水利设施建设滞后, 是当前农业发展面临的一大难题。在部分地区, 由于长期缺乏有效的投入和维护, 农田水利设施年久失修, 导致灌溉效率低下, 严重制约了农业生产的发展。尤其在干旱和洪涝灾害频发的地区, 农田水利设施建设不足的问题更加突出。

首先, 农田水利设施建设滞后导致农田灌溉效率低下。由于设施老化和损坏, 灌溉水量难以精确控制, 造成水资

源的浪费和农田的不均匀灌溉。这不仅增加了农民的用水成本, 还影响了作物的生长和产量。在干旱地区, 农田缺水严重, 导致农作物的生长受限, 农民的收入也受到了较大的影响。

其次, 农田水利设施建设不足给农业生产带来了更多的灾害风险。在洪涝灾害频发的地区, 由于缺乏有效的排水系统, 农田容易积水, 导致作物受灾, 甚至造成庄稼的死亡。同时, 缺乏有效的防洪措施也增加了农民的财产损失和生命危险的风险。此外, 农田水利设施建设滞后还限制了农业生产的现代化发展。随着农业科技的进步, 农田水利设施的先进性和智能化成为提高农业生产效率的关键。然而, 滞后的设施建设使得农业现代化进程受阻。没有先进的灌溉设备和管理系统, 农民难以实现科学的水肥一体化管理, 无法充分利用水资源, 影响了农作物的品质和产量。

##### 2.2 水资源管理不善

水资源管理不善主要表现在水资源配置不合理、水资源利用效率低下、水资源浪费严重等方面, 影响了农田水利管理的有效性。由于人口增长、经济发展和气候变化等因素的影响, 全球范围内的水资源面临着巨大的压力。在这种情况下, 合理配置水资源显得尤为重要。然而, 目前存在着许多不合理的水资源配置现象。一方面, 一些地区由于地理条件限制或经济发展不平衡, 导致水资源分布不

均衡。另一方面,一些地区由于政府管理不善或利益驱使,导致水资源配置不合理。这种不合理的水资源配置不仅导致了水资源的浪费,还可能引发水资源争夺和冲突。

水资源利用效率低下也是水资源管理不善的一个突出问题。在许多地区,尤其是农业生产领域,存在着大量的水资源浪费现象。传统的农田灌溉方式效率低下,大量的水资源被浪费在了非生产性的环节上。同时,一些地区的工业和城市用水也存在着浪费的问题,如管网老化、漏水等问题导致了大量的水资源损失。

农田水利管理是水资源管理的重要组成部分,但在部分地区,基层政府对农田水利管理的重视不够,导致了水资源管理体制不健全。农田水利管理的不完善不仅影响了农业生产的正常进行,还可能导致水资源的浪费和污染。缺乏有效的水资源管理体制,使得农田水利设施的建设和维护难以跟上农业发展的需要,限制了农田灌溉的效率和质量。

### 2.3 防洪抗旱措施不力

首先,基层农田水利管理方面存在问题。一些农田水利基层管理人员缺乏专业知识和技能,无法有效地进行农田水利工作的规划和管理。他们对于农田水利设施的维护和修缮不够重视,导致农田水利设施的老化和损坏严重,进而影响了防洪抗旱的效果。此外,一些基层管理人员对于新技术的应用和推广不够积极,没有及时采纳先进的农田水利管理理念和方法,导致工作效率低下。其次,防洪抗旱措施不力也是一个突出的问题。尽管我国在防洪抗旱方面投入了大量的人力、物力和财力,但仍然无法完全避免自然灾害的发生。一方面,一些地区的防洪抗旱设施建设不完善,存在着缺乏配套设施、设施老化以及规划不合理等问题。另一方面,一些地方的防洪抗旱工作缺乏科学性和系统性,对于灾害的预测和应对措施不够科学和及时,导致灾害造成的损失无法有效地减少。

## 3 基层农田水利管理与防洪抗旱问题原因分析

### 3.1 投资不足

由于资金不足,导致农田水利设施建设滞后,给农业生产带来了一系列的影响。首先,农田水利设施的滞后建设使得农民在灌溉、排水等方面面临诸多困难。缺乏有效的水源供应和排水系统,会导致农作物缺水或积水,进而影响农田的产量和品质。其次,资金不足还会限制农田水利设施的改造和维护。现有的农田水利设施往往老化且功能不完善,无法满足农业生产的需要。然而,由于资金不足,无法进行必要的改造和维护工作,使得农田水利设施的使用寿命大大缩短,进一步加剧了农业生产的困境。

除了农田水利设施建设资金不足外,水资源管理也面临着相对不足的问题。水是农业生产中不可或缺的重要资源,对于农田灌溉和农作物的生长发育至关重要。然而,由于水资源管理投入不足,导致水资源的有效利用受到限

制。在农田灌溉方面,由于缺乏科学合理的灌溉技术和管理手段,造成了水资源的浪费和过度使用,不仅浪费了宝贵的水资源,也增加了农民的经济负担。在水资源保护方面,由于投入不足,缺乏有效的水土保持和水环境治理措施,导致水资源的污染和流失,严重影响了农田水利管理的可持续发展。

### 3.2 管理体制不健全

基层农田水利管理体制不健全导致了水资源管理、防洪抗旱等工作得不到有效的落实,给农田水利事业带来了一系列的挑战。基层农田水利管理体制不健全的表现之一是水资源管理不到位。在农村地区,水资源是农业生产的关键要素之一,对农民的生计和农田的灌溉起着至关重要的作用。然而,由于缺乏有效的管理机制和监督机构,导致水资源的合理利用和分配存在一定的问题。一些地区存在水资源浪费和不均衡的现象,造成了一些地区的水资源短缺和农田灌溉难题。农田水利事业是基层政府的责任范围之一,但是在一些地方,农田水利管理的重要性没有得到足够的重视。基层政府对农田水利的投入不足,导致基础设施建设滞后,监管力度不够,管理效果不佳。这种情况下,农田水利事业发展缓慢,农民的利益得不到充分保障。农田水利系统在防洪抗旱工作中起着重要的作用,但是由于管理体制不健全,防洪抗旱工作存在一定的漏洞和不足。一些地区的防洪工程建设不完善,抗旱措施不到位,导致洪涝灾害和干旱灾害的发生频率较高,给农田水利事业带来了严重的损失。

### 3.3 技术水平落后

由于教育资源的平衡分配,农村地区的教育水平相对较低。很多农田水利管理人员只接受过基础的农业技术培训,对于复杂的水利工程和管理技术缺乏系统性的学习和培训。这导致他们在实际操作中容易出现错误和失误,无法有效地解决农田水利管理中的问题。

农田水利管理涉及到多个学科的知识,需要综合运用工程学、农学、水利学等多个领域的专业知识。然而,基层管理人员对于这些专业知识的了解和运用能力有限。他们缺乏对于水利工程设计、水资源管理和水土保持等方面的深入理解,无法对农田水利进行科学合理的规划和管理。随着科技的不断进步,农田水利管理的技术手段也在不断更新和升级。然而,由于基层管理人员的技术水平相对滞后,往往无法及时掌握和运用最新的农田水利管理技术,导致管理效果不佳。

## 4 基层农田水利管理与防洪抗旱问题解决措施

### 4.1 加大投资力度

政府应加大对农田水利设施建设的投资力度,提高农田水利设施建设水平。同时,加强对水资源管理、防洪抗旱措施等方面的投入,提高农田水利管理的有效性。农田水利设施包括水库、水渠、灌溉设备等,它们能够有效地

调节农田的水分供应,提供良好的灌溉条件,为作物生长创造良好的环境。然而,目前我国农田水利设施建设仍然存在不足,投资力度不够,导致许多农田无法得到及时有效的灌溉,影响了农作物的产量和质量。因此,政府应加大对农田水利设施建设的投资力度,确保农田水利设施的完善与更新。其次,水资源管理是保障农田水利管理有效性的关键。随着人口的增加和经济的发展,水资源的需求与供应之间的矛盾日益突出。为了合理利用水资源,政府应加强水资源管理,采取科学的水资源配置方案,确保水资源的合理分配和高效利用。此外,加强水资源的监测与保护,减少水污染,保护水生态环境,也是提高农田水利管理有效性的重要措施。

#### 4.2 完善管理体制

建立健全基层农田水利管理体制,明确各部门职责,加强水资源管理、防洪抗旱等工作,是保障农业生产稳定和农民生活安定的重要举措。为了实现这一目标,需要从多个方面入手,综合运用政策、技术和管理手段,确保农田水利管理工作得到有效实施。

首先,建立健全基层农田水利管理体制至关重要。需要明确各部门的职责,确保各级政府、水利部门、农业部门等相关部门之间的协调配合。只有各部门各司其职,形成合力,才能更好地推动农田水利管理工作的开展。

其次,加强水资源管理是农田水利管理的核心。水资源是农业生产的基础,因此必须加强对水资源的保护、合理利用和科学配置。这包括建设水利设施,改善灌溉条件,提高水资源的利用效率。同时,还需要加强对水源地的保护,防止水质污染,确保农田用水的安全和可持续发展。

最后,防洪抗旱工作也是农田水利管理的重要内容之一。农田水利工程建设不仅要考虑灌溉和排水的需要,还要兼顾防洪抗旱的要求。建立完善的防洪抗旱体系,加强对河道、水库、堤防等防洪设施的维护和管理,提高抗洪能力和抗旱能力,保障农田安全和农业生产的稳定。基层政府是农田水利管理的直接责任主体,必须充分认识到农田水利管理的重要性,并将其纳入重要议事日程,加大投入和支持力度。同时,还应加强对基层政府的培训和指导,提高其农田水利管理的能力和水平。

#### 4.3 提高技术水平

为了加强对农田水利管理人员的培训和教育,提高他们的技术水平和专业能力,以应对复杂的农田水利管理问题,需要采取一系列有效的措施。首先,加强培训课程的设计和 implementation。培训课程应该针对不同层次和岗位的农田水利管理人员,包括基层农田水利工程师、农田水利站站长等。课程内容应涵盖农田水利管理的基本理论、技术方法和实践经验,同时结合实际案例进行讲解,以提高学员的

学习兴趣和实际应用能力。其次,建立健全培训机制。培训机制应该包括培训计划的制定、培训资源的整合和培训效果的评估等环节。通过制定详细的培训计划,合理安排培训时间和内容,确保培训的系统性和连续性。同时,要加强对培训资源的整合,充分利用现有的培训机构和专家资源,提高培训的质量和效益。另外,要建立培训效果的评估机制,通过考核和评价,及时发现问题并进行改进。再次,加强实践教学和实地考察。理论知识的学习只是培训的一部分,实践教学和实地考察是培训的重要环节。通过实践教学,可以让学员将理论知识应用到实际操作中,提高他们的实际操作能力和解决问题的能力。同时,实地考察可以让学员亲自参观和了解各类农田水利工程,增加他们对农田水利管理工作的认识和理解,提高他们的实际操作经验。最后,加强与相关部门的合作和交流。农田水利管理涉及多个部门和领域,需要加强各部门之间的沟通和协作。通过与相关部门的合作和交流,可以共同研究和解决农田水利管理中的问题,提出更加科学和有效的解决方案。

总之,加强基层农田水利管理与防洪抗旱问题解决措施的培训和教育是提高农田水利管理人员技术水平和专业能力的重要途径。通过加强培训课程的设计和 implementation、建立健全培训机制、加强实践教学和实地考察以及加强与相关部门的合作和交流,可以有效提升农田水利管理人员的素质,推动农田水利管理工作的发展。

#### 5 结语

基层农田水利管理与防洪抗旱问题关系到农业生产的稳定和农村经济的发展。通过分析现有问题及原因,提出加大投资力度、完善管理体制等解决措施,有助于提高农田水利管理的有效性,保障农业生产稳定发展。

#### [参考文献]

- [1]曲磊.农田水利管理与防洪抗旱问题探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023(20):202-204.
- [2]柴晓芬.农田水利管理与防洪抗旱问题探究[J].农村经济与科技,2023,34(6):60-63.
- [3]程艳玲,徐德亮.农田水利管理工作对于防汛抗旱的意义及对策[J].农业科技与信息,2022(16):74-77.
- [4]杨录良.农田水利管理促进防洪抗旱[J].新农业,2021(6):75.
- [5]李玉.农田水利管理促进防洪抗旱[J].农业工程技术,2020,40(5):50.

作者简介:刘新敏(1974.7—),毕业院校:大连理工大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位名称:新疆哈密伊吾县吐葫芦乡农业服务发展中心,职称级别:工程师。

## 水利工程河道防洪现状及治理措施研究

陈伟

新疆生产建设兵团第三师图木舒克市水利工程管理服务中心, 新疆 图木舒克 844000

[摘要] 水利工程在全球范围内一直是支撑社会经济发展和确保人民生活安全的基础设施, 特别是中国西部的干旱与半干旱地区, 如新疆, 水资源的管理与利用尤为关键。叶尔羌河作为塔里木河的主要源流, 对周边区域的农业和生活有着至关重要的影响, 基于此, 文章详细分析叶尔羌河的河道防洪现状, 探讨其有效的治理措施, 以期有效减轻洪水灾害的影响, 保护人民生命财产安全, 促进地区经济社会的稳定与发展。

[关键词] 叶尔羌河; 防洪堤; 水利工程; 治理措施

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12497

中图分类号: TV8

文献标识码: A

### Research on the Current Situation and Governance Measures of Flood Control in Water Conservancy Engineering Rivers

CHEN Wei

Water Conservancy Engineering Management Service Center of the Third Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Tumushuke, Xinjiang, 844000, China

**Abstract:** Water conservancy engineering has always been the infrastructure supporting socio-economic development and ensuring people's living safety on a global scale, especially in arid and semi-arid areas in western China, such as Xinjiang, where water resource management and utilization are particularly crucial. As the main source of the Tarim River, the Yarkand River has a crucial impact on agriculture and daily life in the surrounding area. Based on this, this article analyzes in detail the current flood control situation of the Yarkand River and explores effective governance measures to effectively reduce the impact of flood disasters, protect people's lives and property safety, and promote regional economic and social stability and development.

**Keywords:** Yarkand River; flood control embankment; water conservancy engineering; governance measures

#### 引言

随着全球气温的持续升高, 冰川融水增加, 加之降雨模式的不确定性增强, 叶尔羌河流域的水文周期和洪水模式出现显著变化, 直接导致洪水发生的频率和强度增加, 给河流的防洪安全带来了前所未有的挑战, 如 2022 年的洪水就严重冲毁了帕克孜墩地区的主要防洪设施, 不仅造成了巨大的经济损失, 也暴露了现有防洪措施的薄弱环节<sup>[1]</sup>。在该背景下, 本文深入研究叶尔羌河的防洪现状、评估现有水利工程的效果及其对环境的影响, 进而提出有效的治理和改进措施显得尤为重要, 不仅有助于减轻自然灾害带来的影响, 确保区域水安全, 还对于保护和恢复生态环境、促进地区的可持续发展具有重大意义。

#### 1 工程概况

叶尔羌河是塔里木河的主要源流, 滋养了塔克拉玛干沙漠西缘的 240 万名各族群众, 灌溉区域面积达 600 多万亩, 是新疆最大、全国第四大灌区。2022 年洪水期, 叶尔羌河将保护帕克孜墩防洪堤第一道防线锁坝冲毁, 锁坝段面多处出现缺口, 溢出洪水形成支流正对帕克孜墩防洪堤马扎桥上游 4 公里至 5 公里段冲刷, 造成防洪堤坡脚塌陷, 雷诺护垫散落, 防洪堤多处损毁, 直接威胁前海大道和前海干渠运行安全和小海子灌区引水安全, 该事件突显

现有防洪措施的不足和紧迫的改进需求。

#### 2 水利工程河道防洪现状

##### 2.1 主河道洪水漫滩, 形成支流, 造成帕克孜墩防洪堤冲刷

在新疆地区的水利工程中, 帕克孜墩防洪堤是关键的水控结构, 其全长 25 公里, 坝顶宽 6m, 平均坝高 4m, 防洪堤的横断面设计为梯形, 迎水面的边坡为 1:3, 背水面边坡则为 1:2, 整体结构属于典型的沙土坝。其主要功能是保护前海大道和前海总干渠不受洪水冲毁, 同时确保洪水能顺利流向艾力克他木枢纽, 从而在极端天气条件下维持区域水资源管理和防洪安全。然而, 该防洪堤面临着严峻的挑战, 特别是在 4+000 至 5+000 段, 防洪堤显示出明显的脆弱性。在洪水季节, 由于叶尔羌河水位上升和流量增大, 洪水常常超过河堤警戒线, 漫过堤坝, 形成新的支流, 支流在河道边缘迅速流动, 强烈冲刷防洪堤坡脚, 导致沙土材料发生塌陷, 进一步在坡脚形成顺流河槽。此外, 由于洪水的动力作用, 防洪堤使用的雷诺护垫也发生散落, 大片堤身出现损毁, 损毁段面长达 700m, 直接威胁到防洪堤的整体稳定性和安全。防洪堤的设计虽然考虑了基本的防洪需求, 但面对不断变化的气候条件和极端天气事件, 现有的防洪措施显然不足以应对更高强度的洪水

冲击。沙土坝虽然在建设初期成本较低，但其对抵御水流冲击的能力相对较弱，尤其是在连续的洪水侵蚀下，防洪堤的耐久性大大降低。

### 2.2 防洪堤坡脚塌陷，雷诺护垫散落

帕克孜墩防洪堤作为关键的水利设施，其结构与功能对于整个地区的洪水管理至关重要，帕克孜墩防洪堤迎水面的边坡比例为 1:3，背水面边坡则为 1:2，有助于增强防洪堤对水流冲击的抵抗力。

本次洪水期，帕克孜墩防洪堤在实际运行中暴露出一些严重问题，特别是 4+000 至 5+000 段的区域，由于河水漫滩，导致防洪堤下游形成支流，这些支流直接冲击防洪堤的坡脚，造成严重的冲刷和侵蚀，冲刷结果是防洪堤坡脚的塌陷，不仅影响防洪堤的结构完整性，也降低其防洪效果。同时，在冲刷的影响下，原本用于加固坡脚的雷诺护垫也发生散落。雷诺护垫的作用主要是保护坡脚免受水流的直接冲击，一旦护垫发生散落，坡脚的土体将直接暴露在强烈的水流之下，其结果是加速了土体的流失，进一步导致防洪堤的坡脚塌陷。此外，受到连续冲击的坡脚沿着防洪堤方向逐渐形成顺流河槽，这种河槽的形成不仅进一步削弱了防洪堤的防洪能力，还直接威胁到了堤身的稳定性。上述问题在洪水季节尤为突出，由于此时河流的水位和流速都大幅增加。在极端天气的影响下，洪水会超出常规预期，对防洪堤造成更大的压力。防洪堤的损毁段面长达 700m，表明了防洪堤在这一段的抗洪能力已经大大降低，其安全隐患非常显著。此情况下，防洪堤的损毁不仅会对前海大道和前海总干渠的安全构成威胁，还影响到洪水的正常流向，进而影响整个区域的洪水调控和安全。

### 2.3 洪水持续周期长，人员压力大

通过对塔里河流域喀什管理局的数据和预测分析，2023 年叶尔羌河的洪水期洪峰流量有可能达到或超过 2022 年的水平，且洪水期持续时间较长，给水利工程管理服务带来了巨大的挑战和压力，考验着现有的水利工程设施和管理体系的应对能力<sup>[2]</sup>。

叶尔羌河作为该地区的主要河流，其洪水管理的有效性直接关系到下游多个城镇及农田的安全。洪水期的延长意味河道中的水位不仅高而且持续时间长，这种情况极大增加了防洪工程的运行压力。尤其是在连续的高流量状态下，河堤、水坝等防洪设施的耐久性和效率将面临严峻的考验。从水利工程的管理角度来看，长时间的高水位高流量洪峰对于设施的维护和监控提出更高要求。管理人员必须持续监控水位和流速的变化，确保所有防洪设施都能在关键时刻发挥作用。此外，洪水期间的安全管理也变得更加复杂和艰巨，需要进行持续的巡查，及时发现并处理可能出现的问题，如堤坝渗漏、坍塌或者其他结构性损害。这种持续洪水状态引发一系列连锁反应，包括土壤侵蚀、局部地区水浸及农作物受损等，都将对当地社区的生活和

经济造成直接或间接的影响。因此，管理中心的任务不仅仅是应对即时的洪水威胁，还需要关注洪水带来的长期影响，并尽可能地减轻这些影响。

人员压力是另一个重要考虑因素。管理服务中心需要动员足够的人力来应对增加的工作量，从监控、巡查到紧急抢险等各个方面都需要充分的人力保障，不仅要求常规的技术人员和工作人员的充分准备，还需要动员志愿者和临时工人参与到洪水防控工作中来。

## 3 水利工程河道防洪问题治理措施

### 3.1 封堵上游锁坝防洪堤及副坝缺口，利用河道土方回填，取土场形成导流槽疏通洪水流向偏离弯道

河道防洪工程中，封堵上游锁坝防洪堤及副坝缺口，利用河道土方回填，以及取土场形成导流槽疏通洪水流向偏离弯道，主要目的在于有效控制洪水流向，防止洪水沿弯道造成侵蚀或对河岸造成损害，同时确保洪水能够在控制的条件下安全流过，最大限度地减少对下游地区的威胁<sup>[3]</sup>。

第一，在洪水季节来临之前，需要对上游锁坝的防洪堤和副坝进行彻底检查，确保所有的结构都没有破损或漏洞。一旦发现缺口或损坏，立即采用河道土方进行回填修复，回填材料通常来源于河道挖掘或附近的取土场，在物理特性上能够与原有的堤坝材料相匹配，确保修补后的结构既稳固又能承受未来可能的洪水冲击。第二，利用取土场形成的导流槽来疏通洪水。导流槽的设计与构建必须基于详细的水文和地形分析，以确定最佳的洪水流向。导流槽的作用是引导洪水流向预定的路径，通常是远离关键的基础设施和居民区，不仅可减少洪水对弯道处河岸的侵蚀，还可在洪水流量大时，通过分散洪水的压力，保护河道原有的生态结构和地形特征。第三，进行上述措施的同时，需要考虑到生态保护和环境影响，如取土和回填过程中，应尽量避免破坏河道周边的自然植被和动物栖息地。此外，导流槽的建设不应干扰或破坏现有的水生生态系统，应通过科学的设计来确保水流的自然性和生态连续性。第四，整个过程需要跨学科的协作，包括水利工程师、生态学家、地质学家及环境科学家等，共同确保每一步措施都符合技术要求与环保标准。此外，还需考虑到气候变化影响，确保所有工程设计都具有足够的适应性和弹性，以应对未来可能的极端气候条件。

### 3.2 修复帕克孜墩防洪堤护坡雷诺护垫及水平铺盖

帕克孜墩防洪堤的雷诺护垫，是由金属丝网制成的箱型结构，内填石料，主要用于保护堤坝护坡不受水流直接冲刷，这种结构能够通过其重量和设计稳定堤坝的坡面，减少水流对土壤的直接冲击，从而减缓水流对堤坝造成的侵蚀。雷诺护垫的设计必须根据具体的河道水流特性和堤坝结构进行优化，以确保其抗冲击能力和耐久性。

修复过程首先涉及对现有雷诺护垫的检查，确定所有损坏的部分，包括破裂的网格和从护垫中滑落的石料。对

于损坏的网格,需要进行更换或修补,而滑落的石料则需要重新填充到护垫中,确保填充物的密实和均匀,以恢复其原有的防护功能。同时,在堤坝的顶部和侧坡上铺设一层保护材料,如土工布或更耐用的合成材料,以防止雨水和流水对土壤的直接冲刷。在铺设水平铺盖材料时,需确保覆盖层与土壤表面紧密结合,防止水流在覆盖层与土壤之间形成潜流,这可能导致下面的土壤被水流剥离,进一步加剧侵蚀。此外,修复工作还需考虑堤坝的整体排水系统。

### 3.3 修筑块石挑坝分段封堵顺流帕克孜墩防洪堤冲刷河槽

修筑块石挑坝分段封堵顺流帕克孜墩防洪堤冲刷河槽主要针对河道中的侵蚀问题,特别是在洪水期间河流对防洪堤造成的冲刷。通过分段封堵河槽,能够局部控制水流,减缓水流速度,从而有效减少对防洪堤的直接冲击和侵蚀<sup>[4]</sup>。

块石挑坝的构建是通过使用大块天然石材,按照设计要求堆砌成坝体,其设计需要充分考虑到河道的水文特性及周围环境,通过精确的堆砌以及内部填充物的稳固,形成坚固的防护结构,不仅要确保足够的稳定性以抵抗洪水期间的强大水流,还要考虑到生态通透性,使得水生生物能够自由迁移,不至于影响河道的生态系统。

在修筑块石挑坝时,需要首先对河道进行详细的测绘和水文分析,确定最适合建坝的位置和坝体的具体规格。建坝位置的选择通常基于对过去洪水事件的研究和当前河道形态的分析,以便找到对防洪堤保护效果最大的区域。此外,挑坝的设计还应包括适当的溢流结构,以应对超过常规流量的情况,确保在极端天气事件中的安全。分段封堵的策略则是在河道中按照一定间隔设置多个挑坝,每个坝体控制一段河流,可有效地分散洪水的能量,降低对下游区域的冲击。

### 3.4 修复锁坝防洪巡查道路,路面增加戈壁铺盖

修复锁坝防洪巡查道路,并在路面上增加戈壁铺盖,是提高巡查效率和确保巡查安全的有效措施,不仅增强道路的耐久性,也提升了应对极端天气的能力。首先,锁坝的巡查道路经常由于长期受水流冲刷、气候侵蚀或者机械磨损出现损坏,会严重影响巡查的速度和安全。因此,修复这些道路是保证防洪设施正常运行的前提。其次,增加戈壁铺盖,特别是在路面修复过程中,能显著提升道路的承载力和耐久性。戈壁材料通常由较大的石块组成,石块之间的空隙可有效地排除雨水,减少水面积聚,从而降低滑移风险。此外,戈壁的天然结构也有助于增强路面的抗冲刷能力,尤其是在洪水期间,能够保持路面结构的稳定性。

在进行道路修复时,对现有的道路进行彻底的检查和评估,识别所有潜在的风险区域和损坏部分。对于损坏严重的部分进行必要的挖掘和地基处理,确保新铺设的路面有足够的支撑力。按照设计规范铺设戈壁材料,确保每一块石材都稳固地放置并且间隙得到合理的填充。

### 3.5 谋划长久加固方案,报项目加固锁坝

一方面,制定长期加固方案需要基于详细的技术评估和风险分析,包括对锁坝的结构完整性进行全面检查,分析其当前的强度和耐久性,并预测在不同的环境压力(如洪水、强风和地震)下的表现<sup>[5]</sup>。另一方面,技术方面长期加固方案包括使用新材料和技术来增强锁坝的物理结构,如应用高强度混凝土、碳纤维加强材料和抗腐蚀涂层等,提高结构的防水和抗侵蚀能力。同时,加固结构的基础,比如加深地基和增强其抗震性,也是确保长期稳定性的关键措施。此外,考虑到气候变化对河流水位和流速的潜在影响,包括建立更加灵活的管理策略,如调整水库运行规则和提高应急泄洪能力,即使在极端条件下,系统也能保持功能并减少潜在的损害。

## 4 结束语

随着气候变化带来的不确定性增加,强化叶尔羌河的防洪措施显得尤为迫切。通过上述提出的策略和措施,可有效减轻洪水灾害的影响,保护人民生命财产安全,促进地区经济社会的稳定与发展。此外,强化叶尔羌河的防洪工作的成功不仅依赖于技术和资金的投入,更需要政府、企业和社区的共同参与和支持。面对未来,必须以更加开放和创新的思维,积极推进河道防洪的长期加固和管理,为后世创造一个更加安全和繁荣的环境。

### [参考文献]

- [1] 吴生荣. 浅谈水利工程河道防洪现状及治理措施[J]. 水上安全, 2023(7): 107-109.
  - [2] 朱旭升. 农村水利工程河道防洪现状及治理措施探究[J]. 农家参谋, 2022(20): 135-137.
  - [3] 石萍. 农村水利工程河道防洪现状及治理措施探究[J]. 农家参谋, 2022(19): 156-158.
  - [4] 金雁华. 农村水利工程河道防洪现状及治理措施探究[J]. 农家参谋, 2021(19): 193-194.
  - [5] 韩加全. 浅谈水利工程河道防洪现状及治理措施[J]. 农业科技与信息, 2021(14): 11-12.
- 作者简介: 陈伟(1987.3—), 毕业院校: 四川农业大学, 所学专业: 水利水电工程(毕业证书), 当前工作单位名称: 新疆生产建设兵团第三师图木舒克市水利工程管理服务中心, 就单位职务: 科员, 职称级别: 评中级。

# 阿拉沟大型灌区现代化改造思路探究

徐凯<sup>1</sup> 任萍<sup>2</sup>

1. 吐鲁番托克逊县白杨河水利建设管理有限公司, 新疆 吐鲁番 838100

2. 托克逊县水利局, 新疆 吐鲁番 838100

**[摘要]** 托克逊县阿拉沟大型灌区受经济条件的制约, 灌区内目前仍存在田间工程建设标准低、信息化建设程度低等问题, 同时生态环境的变化、农作物种植结构调整、水资源供需矛盾加剧等因素影响, 灌区在基础设施、节水管理、运营期管理等方面还存在多方面的不足, 对于灌区内高产出的经济作物灌溉需求, 逐步呈现不适应经济社会发展需求。为实现农业和农村经济的健康可持续发展, 保障农产品有效供给, 必须利用新技术、新标准、新设备加快大型灌区现代化改造步伐。

**[关键词]** 阿拉沟; 大型灌区; 现代化改造; 思路

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12501

中图分类号: S274

文献标识码: A

## Exploration on Modernization and Transformation Ideas for Alagou Large-scale Irrigation Area

XU Kai<sup>1</sup>, REN Ping<sup>2</sup>

1 Turpan Tuokexun Baiyanghe Water Conservancy Construction Management Co., Ltd., Turpan, Xinjiang, 838100, China

2 Tuokexun Water Resources Bureau, Turpan, Xinjiang, 838100, China

**Abstract:** Due to economic constraints, the large-scale irrigation area in Alagou, Tuokexun County still faces problems such as low standards for field engineering construction and low level of information technology construction. At the same time, factors such as changes in the ecological environment, adjustment of crop planting structure, and intensification of water resource supply and demand contradictions also affect the irrigation area. There are still many shortcomings in infrastructure, water-saving management, and operation period management. For the irrigation needs of high-yield economic crops in the irrigation area, it gradually shows that they are not suitable for the needs of economic and social development. In order to achieve healthy and sustainable development of agriculture and rural economy, and ensure effective supply of agricultural products, it is necessary to use new technologies, standards, and equipment to accelerate the modernization and transformation of large-scale irrigation areas.

**Keywords:** Alagou; large irrigation areas; modernization and transformation; thinking

### 引言

阿拉沟大型灌区位于托克逊县, 是我国重要的粮食和经济作物生产基地。随着社会经济的发展, 灌区内农业生产模式正面临新的机遇和挑战。本文旨在对阿拉沟大型灌区现状进行调研, 探讨其现代化改造的思路和路径。阿拉沟灌区目前在基础设施建设标准、信息化水平等方面存在不足, 难以适应高产作物灌溉需求的增长, 同时生态环境变化和水资源供需矛盾也日益凸显。一方面, 我国“十四五”规划提出了农业现代化的重大目标, 要求加快农业结构调整和产业转型升级步伐; 另一方面, 灌溉农业是我国粮食安全的重要保障, 也是农村经济的支柱产业。因此, 加快阿拉沟灌区的现代化改造, 对推动区域经济社会发展至关重要。

### 1 灌区现状

阿拉沟大型灌区水源主要来自阿拉沟流域和白杨河流域两大流域, 灌区目前共有建成水库 2 座 (中型), 在建水库 1 座 (中型), 引水渠首 8 座 (中型), 机电井 1316 眼, 中间调节蓄水池 13 座。灌区上游有阿拉沟水库和红山水库, 灌区引水受河道季节性流量的影响, 导致年内分配极不均匀; 灌区灌溉历史悠久, 但农业节水灌溉起步较

晚。目前农业节水主要以修建防渗渠道为主, 田间高效节水灌溉技术应用及高效节水灌溉工程实施较少。致使水资源利用率低下, 同时, 灌区内的渠首均建于上世纪六七十年代, 运行已四十年, 随着时间的推移, 工程存在严重老化、年久失修等问题, 工程运行已出现非正常运行现象。

### 2 现代化改造的必要性

#### 2.1 推进农业供给侧结构性改革

为加快发展现代农业, 增强农业综合生产能力, 解决灌区现状问题的关键是走一条从传统灌区到现代化灌区的发展之路, 建设可持续发展的现代化灌区, 是按照生态文明、生态与经济协调发展的要求建立起来并实行管理的灌区, 是建立和管理一个生态上自我维持、经济上可行的良性循环系统。通过科学合理地安排生产结构和作物的品种布局, 合理开发和调配水资源, 提高水的利用系数和产出效益, 发挥区域与环境优势, 实现节水、优质、高效和可持续发展的现代化灌区。

#### 2.2 建设节水型社会

建设节水型社会是阿拉沟大型灌区现代化改造的重要目标。只有建立起节水型社会, 才能实现长期可持续利用水

资源,促进灌区经济和社会的健康发展。我们需要从以下几个方面来推进建设节水型社会。一方面,需要深化用水管理体制,优化水资源配置,将管理体制从原来的“供给主导”转变为“供求协调”,实现水资源配置的有效匹配。同时,还需要加快水价改革步伐,按照“谁用水谁付费”原则实行水费收费机制,通过水价机制来激发各方节水潜力。另一方面,我们应推广应用节水灌溉技术和设施,如滴灌、微灌等,提高灌溉水使用效率。同时还要推广节水作物种植,优化农作物结构。还需要开展节水宣传教育,培养公众的节水意识。最后,我们还应该建立完善的水资源监测与评估机制,及时发现和治理水资源的浪费情况。只有采取以上综合举措,我们才能真正建立起一个以科学利用水资源和长期可持续发展为目标的节水型社会,从而促进灌区的可持续发展。

### 2.3 推进农业现代化

阿拉沟大型灌区要全面推进农业现代化,需要采取一个系统而协调的发展战略。一方面,根据不同区域的自然条件,明确支柱产业和产业布局,重点培育特色农产品,形成“一乡一业”的产业结构。同时还要优化整个灌区农业生产布局,提高单产水平。另一方面,还需要重视产业结构调整 and 科技进步。一方面要壮大已形成规模的特色优势产业,使其成为区域龙头产业;同时加强科技支持,推广新品种新技术新机械,提升整体技术水平。此外还要注重产品质量安全监管和标准体系建设,保证产品质量,以及重点培育区域知名品牌,提升产品市场影响力。只有采取这样一个系统而协调的发展战略,不同举措才能产生协同效应,真正实现阿拉沟灌区农业的全面现代化。

### 2.4 实施乡村振兴

水利工程对实施乡村振兴战略有着不可替代的重要作用,主要表现在:第一,水利工程是农村产业兴旺的基础。全面推动现代农业发展是当前社会主义新农村建设的基础任务,而水利是农业发展的关键。对于灌区特有的干旱情况,水是推动农业生产的重要因素。对于农产品产量以及品质都有着重要影响,是现代农业生产与新农村建设的重要基础。第二,水利工程是农村生态环境保护的重要构成部分。水资源是生态环境保护的重要对象,依托当前农村水系脉络,完善水利设施,加大对农村水系的建设力度,是建设新农村、保护农村生态环境的重要工作。第三,水利工程是农村乡风文明建设的载体。水利工程建设是基础公益事业,与农村群众的日常生活关系密切,能够将水利工程及水环境的相关管理工作纳入农村管理规范中,要求广大农村群众参与美丽乡村建设,调动广大农村群众的积极性。

### 2.5 巩固脱贫成果

阿拉沟灌区的现代化改造,对巩固脱贫成果具有重要意义。作为当地农业和农村经济的重要基础设施,灌区改造为当地群众提供了生活和生产的保障。通过优化灌区水利设施,扩大灌溉面积和保水能力,可以有效保障农业生产不受天气影响,提高和稳定农作物产量,从而提高农民收入。同时,灌区改造还会优化产业结构,培育一些特色优势产业,比如

水果、奶业等,这将带动就业增长,为农民提供更多就业机会。另一方面,灌区改造也会完善相关配套设施,如农产品加工、销售等,这将促进产业深度融合,提升产值,扩大农民收入渠道。总之,通过灌区改造提升农业效益和就业机会,将为脱贫群众提供更稳定的发展保障,从根本上巩固脱贫成果。

### 2.6 解决工程长效运行问题

阿拉沟大型灌区现代化改造,需要解决好工程长效运行中的各种问题,这对于保障灌区可持续发展及其带来的经济社会效益至关重要。通过对灌区水利设施进行全面现代化改造,如完善自动化监测与控制系统,优化水量分配与调度方式,这将有利于提高水资源利用效率,保证灌溉对象区得到稳定高效的水源供应。同时,还应建立标准化的灌区管理体系。例如,建立专业化的运营管理机构,明确其职责与岗位设置;健全水资源定价机制,推行按用水量计费等方式;完善水权管理制度等。这将有助于提高灌区管理水平。另外,还应加强对水土资源和环境的监测,及时发现和处置各种问题,防止生态环境恶化。只有通过全面提升灌区运行管理能力,不断优化运行机制,才能保证项目长期高效运行,并使经济效益和社会效益得以持续释放。

## 3 灌区改造的措施

### 3.1 工程升级改造

通过改造、配套、升级、创新等措施,统筹解决部分工程仍然存在的病险老化“卡脖子”、标准低、不配套、运行安全隐患、水源变化等原因导致的供水保证率低、配水控制难、维修养护成本高等问题。加强灌区骨干工程与田间工程、节水灌溉工程等规划和工程实施的衔接,合理确定工程布局和规模,突出重点,优先解决灌区中节水潜力和提升粮食生产能力的工程设施配套改造升级,科学规划、精准施策。

(1) 灌溉保障:在现状水权指标条件下,使得灌溉保证率达到的80%以上;(2) 水源工程:完成中型水闸维修改造,设施设备完好率达到100%以上;(3) 骨干渠系及建筑物:骨干工程建筑物完好率达到95%以上;加强计量设施建设,使水量计量设施完好率达到95%以上,水量计量设施计量误差控制在5%以内;(4) 田间配套工程:灌溉水利用系数达到0.668;(5) 排水工程:完善排水系统,缓解灌区盐碱化状况,排水沟道配套完好率达到80%。

### 3.2 信息化建设

(1) 基础设施:基础设施主要包括信息采集系统、信息传输系统、数据存储与管理等。闸门一体化控制达到95%以上;水量自动监测、灌区雨情、水情、地下水、水质、墒情、闸(泵)站测控、视频等信息的采集和控制达到95%以上。监测(控)站点到末端管理站点通信网络连通率达到95%以上;各级监控调度中心功能完善,数据存储完善。

(2) 应用服务系统:应用系统直接面向用户,为用户提供信息服务和应用决策支撑等。水量科学调度系统完善、调水科学合理,达到按需供水的目的。工程管理系统能对工程生命周期全过程、全系统地管理。管理单位综合办公自动化,灌区信息基本达到按需公开,灌区服务基本达到智能化。建成覆盖现代化灌区管理全业务的应用系统,提升灌区现代

化管理能力。建立完善自然灾害监测预警体系和生态监测体系；供水工程管理实现全周期过程管理；调度精确化、用水计量水费收缴自动化；开展门户和移动服务平台建设，灌区管理按业务、按工程、按单位实现一人一页。

### 3.3 深化管理体制机制改革

通过深化改革，建立职能清晰、权责明确的水利工程管理体制；建立管理科学、经营规范的水管单位运行机制，形成无人值守、少人值班的全面自动化运行管理方式；建立市场化、专业化和社会化的水利工程维修养护体系；建立合理的水价形成机制和有效的水费计收方式；建立规范的资金投入、使用、管理与监督机制；建立较为完善的政策、法律支撑体系。（1）机构改革：职工队伍技术素质全面提高，专业技术人员占比提高10%以上，大专以上学历占比指标提高10%以上，达到30%。每年管理与技术人员培训人数不少于20%，人均培训时间不少于40小时。（2）体制完善：通过确权划界、管养分离，达到“阳光水务”管理公开、公正、透明的一流管理水平。建立健全合理反映供水成本、有利于节水和农田水利体制机制创新、与投融资体制相适应的农业水价形成机制。全面完成水权确权登记，水权分配科学有序，水权交易顺畅。灌区服务及时高效，灌区经费满足灌区正常需求，基本实现用水协会的制度化、规范化目标。工程维护运行保障程度达到95%以上，工程运行维护费用及主要物资保障程度达到年计划的95%以上，工程运行维护应急机制全面有效。

### 4 灌区标准化建设

阿拉沟灌区应全面推进标准化建设，以适应高效节水灌溉的需要。目前，阿拉沟灌区在水利工程设施、灌溉技术等方面存在标准不统一的问题，这将影响灌溉效率和水资源利用效率。标准化建设应从以下几个方面进行。一是建立统一的技术标准体系。制定完善水利工程质量标准、灌溉水管理标准、基础设施标准等各项技术标准。重点制定节水灌溉系统标准，如滴灌、微灌等技术标准，推广高标准节水设施建设。此外还需制定水权确权登记标准、水资源配置标准、用水计划制定标准等管理标准，以规范各项工作开展。二是加强基础设施建设标准化。优化渠网布局，提高输水能力。建设统一的水量调度和监测系统，实现自动化运营。同时还需规范化建设水库、引水工程等重点项目，提高设施水平和运行效率。三是推进灌溉方式标准化。推广节水灌溉技术标准，淘汰低效灌溉方式。建立节水灌溉区块，提高水资源利用率。四是完善相关支持保障。研究制定以标准为基础的法规政策，明确标准的法律效力。加强标准宣传和培训工作，督促执行标准。同时建立完善的标准监督管理机制。只有全面推进各项标准化工作，才能提高阿拉沟灌区设施水平和管理水平，实现高效节水利用，促进区域农业和农村经济可持续发展。

### 5 改造标准

#### 5.1 总体标准

（1）灌溉水源工程安全可靠、取水设施健全、功能完备，满足灌区供水量和水资源配置、用水调度信息化管理需

要；（2）输配水工程输配水体系健全、建筑物完善，骨干工程与田间工程衔接顺畅，渠道、建筑物及各类配套设施设备完好。干渠、支干渠按照“美丽渠道”标准化要求；（3）排水工程中的干沟、支沟等骨干排水沟道采取自流排水方式，其纵横断面应满足除涝标准下设计排水畅通，以及边坡稳定等要求；（4）田间工程指支渠以下工程，分为地面灌溉与高效节水灌溉。田间地面灌溉全部改造为高标准节水灌溉，田间渠道及建筑物配套，满足现代农业集约化、机械化要求。

#### 5.2 设施化标准

渠道，过流能力满足设计要求，工程设施完好，渠道一侧运行道路通达，量（监）测水设施及安全警示标志完善，在此基础上，提高可靠度和耐久度的要求，关键渠段安全防护设施完备，部分渠道两侧绿化齐全；建筑物，满足功能要求，工程设施完好，重要建筑物运维道路通达、管护设施齐全，安全警示标识完善。在此基础上，工程达到可靠度和耐久度的要求，关键建筑物安全防护设施完备，信息化改造等级，通过实施信息化等级提升到三级。

### 6 结语

新疆吐鲁番市托克逊县阿拉沟大型灌区续建配套与现代化改造分年度实施计划安排应根据当前托克逊县现代化改造存在的突出问题，如：灌溉设施标准低、配套差、老化失修严重、效率低、用水浪费；主要产粮区水资源保障能力低；以及水资源调蓄水平低、智慧水管理体系建立不完善、水生态破坏严重、水文化传承率低等按照轻重缓急的原则进行安排。结合以往水利工程建设出现的问题及经验总结，建议在新疆吐鲁番市托克逊县阿拉沟大型灌区续建配套与现代化改造实施过程中，在不违反上节原则的前提下应结合灌排工程设施改造与提升工程、智慧水管理体系建设工程、水生态保护与水文化传承工程分布特点，尽量考虑整乡、整片推进。

#### [参考文献]

- [1]谈守玮. 景电灌区续建配套与现代化改造工程总布局及建设方案评价[J]. 中国水运(下半月), 2024, 24(3): 94-96.
- [2]田新星, 张娜. 灌区现代化改造中量测水技术研究[J]. 海河水利, 2023(12): 71-74.
- [3]张灵真, 高华, 王俊杰. 位山灌区现代化改造指标体系建设探讨[J]. 山东水利, 2023(9): 59-61.
- [4]杨家颖. 景电灌区现代化改造项目水土流失预测分析与防治措施研究[J]. 价值工程, 2023, 42(20): 57-60.
- [5]王茜. 浑蒲灌区续建配套与现代化节水改造工程效益评价[J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51(3): 168-171.
- [6]张艳. 大型灌区续建配套与现代化改造评估——以汾河灌区为例[J]. 山西水利, 2023(3): 29-30.
- [7]林志强. 喀什噶尔河灌区续建配套与现代化改造措施分析[J]. 农业与技术, 2023, 43(6): 40-42.

作者简介：徐凯（1984.5—），男，汉族，安徽省蒙城县，本科，吐鲁番托克逊县白杨河水利建设管理有限公司，董事长，高级工程师，水利专业工程建设。

## 止水缝施工工艺在水利水电工程施工中的运用

高丹丹

安徽省临泉县迎仙镇水利站, 安徽 阜阳 236000

[摘要] 止水缝施工工艺是水利水电工程施工中常用的一种技术, 它能够有效地防止水体渗漏, 保障工程的安全和稳定运行。文中主要介绍了止水缝施工工艺的基本原理、施工方法以及在水利水电工程中的应用。通过对止水缝施工工艺的深入研究和实践应用, 可以提高工程的质量和效率, 为水利水电工程的可持续发展做出贡献。

[关键词] 止水缝施工工艺; 水利水电工程; 施工方法; 应用

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12509

中图分类号: TV52

文献标识码: A

### Application of Waterproofing Joint Construction Technology in Water Conservancy and Hydropower Engineering Construction

GAO Dandan

Anhui Linquan Yingxian Water Conservancy Station, Fuyang, Anhui, 236000, China

**Abstract:** The construction technology of water stop joints is a commonly used technique in water conservancy and hydropower engineering construction, which can effectively prevent water leakage, ensure the safety and stable operation of the project. The article mainly introduces the basic principles, construction methods, and applications of the construction technology of water stop joints in water conservancy and hydropower projects. Through in-depth research and practical application of the construction technology of water stop joints, the quality and efficiency of the project can be improved, making contributions to the sustainable development of water conservancy and hydropower projects.

**Keywords:** construction technology for sealing joints; water conservancy and hydropower engineering; construction methods; application

#### 引言

水利水电工程是国民经济建设的重要组成部分, 而渗漏问题是工程施工中常见的难题之一。为了解决这一问题, 止水缝施工工艺应运而生。止水缝施工工艺通过在工程结构中施加一定的压力, 将止水材料注入到渗漏位置, 形成一道可靠的封堵层, 有效防止水体渗漏, 保证工程的安全稳定运行。本文将详细介绍止水缝施工工艺的原理、施工方法以及在水利水电工程中的应用。

#### 1 止水缝施工工艺的原理

止水缝施工工艺的基本原理是通过施加压力将止水材料注入渗漏位置, 形成一道密封层, 阻止水体渗漏。止水缝施工工艺主要包括以下几个步骤。

##### 1.1 确定渗漏位置

通过勘测和检测, 工程人员可以准确找到工程结构中的渗漏位置。这一步骤的准确性对后续施工工作非常重要, 只有确定了渗漏位置, 才能针对性地选择合适的止水材料。

##### 1.2 准备止水材料

根据渗漏位置的不同, 需要选择合适的止水材料。常见的止水材料有聚氨酯、丙烯酸、硅酸盐等。在准备过程中, 需要按照使用说明进行材料的搅拌和稀释, 以确保材料的性能和稳定性。

##### 1.3 施加压力

利用压力设备, 将准备好的止水材料注入到渗漏位置。

这一步骤需要施工人员具备一定的技术和经验, 以确保材料能够充分填充渗漏位置。同时, 需要控制注入的压力, 使止水材料能够均匀分布并紧密粘结在渗漏位置上<sup>[1]</sup>。

#### 1.4 形成密封层

当止水材料注入渗漏位置后, 需要等待一定的时间让材料凝固。在凝固的过程中, 止水材料会与渗漏位置的结构物发生化学反应或物理交联, 形成一道可靠的封堵层。这道密封层能够有效阻止水体渗漏, 保护建筑结构的完整性。

#### 2 止水缝施工工艺的施工方法

##### 2.1 钢板止水法

钢板止水法是水利水电工程中常用的一种施工方法, 主要用于解决施工中的渗漏问题, 原理是利用钢板封堵渗漏位置, 并通过施加压力将止水材料注入钢板与渗漏位置之间的空隙, 从而形成一个密封层, 防止水的渗漏。在进行钢板止水法施工时, 首先需要选择合适的止水材料, 常见的有聚氨酯、环氧树脂等。然后, 根据实际情况确定需要封堵的渗漏位置, 并对其进行处理, 以确保钢板与渗漏位置之间的贴合性。将选定的止水材料注入到钢板与渗漏位置之间的空隙中。为了确保注入的止水材料能够充分填充整个空隙, 通常会施加一定的压力。这可以通过使用液压设备或其他压力装置来实现, 以确保止水材料的均匀分布和紧密贴合。

施工过程中, 需要注意控制注入止水材料的速度和压

力,以避免过快或过慢导致材料流失或无法充分填充。同时,还需要保证钢板与渗漏位置之间的密封性,避免发生漏水现象。钢板止水法具有施工简单、效果明显等优点,因此在水利水电工程中得到了广泛的应用。它可以有效地解决施工中的渗漏问题,提高工程的安全性和可靠性。总之,钢板止水法是一种常用的水利水电工程施工方法,通过利用钢板封堵渗漏位置,并注入止水材料形成密封层,有效地解决了渗漏问题。在实际施工中,需要注意选择合适的止水材料、控制注入速度和压力,以确保施工效果的达到预期<sup>[2]</sup>。通过采用钢板止水法,可以提高水利水电工程的质量和可靠性,为工程的顺利进行提供了有力保障。

## 2.2 注浆止水法

注浆止水法通过将止水材料注入渗漏位置,并利用压力将材料充分填充,从而形成一个坚固的密封层,有效地阻止水的渗漏。注浆止水法的施工过程相对简单,但需要注意一些关键步骤。首先,需要对渗漏位置进行仔细的勘测和分析,确定注浆的位置和数量。然后,准备好所需的注浆材料,包括注浆剂和加压设备。在施工前,还要对注浆设备进行检查和调试,确保其正常工作。施工开始前,首先要清理渗漏位置的表面,确保其干净无杂质。然后,将注浆剂注入到加压设备中,并通过管道将其输送到渗漏位置。在注浆过程中,需要根据具体情况控制注浆剂的流量和压力,确保注浆剂能够充分填充渗漏位置,并形成一个坚固的密封层。注浆止水法的施工过程通常需要经过多次注浆,以确保密封层的质量。在每次注浆之后,需要等待一定的时间,让注浆剂充分固化和硬化。然后,再进行下一次注浆,直到达到预期的止水效果。

注浆止水法具有施工简单、效果显著等优点,但也存在一些注意事项。首先,注浆材料的选择要合理,要根据具体情况选择适合的注浆剂。其次,施工人员需要具备一定的技术和经验,能够准确判断渗漏位置和注浆剂的使用量。此外,施工过程中还要注意安全,确保施工人员的人身安全和设备的正常运行。

注浆止水法通过注入止水材料并利用压力将其充分填充,形成一个坚固的密封层,从而有效地解决渗漏问题。在施工过程中,需要注意选择合适的注浆材料,控制注浆剂的流量和压力,并确保施工的安全性。通过合理的施工操作,注浆止水法能够为水利水电工程的安全运行提供可靠的保障。

## 2.3 注射止水法

注射止水法是一种常见的水利水电工程施工技术,其原理是利用注射设备将止水材料注入渗漏位置,通过压力将止水材料充分填充,形成密封层。在施工中起到了重要的作用,能够有效阻止水的渗透,保证工程的安全和稳定。

在水利水电工程中,如果不及时采取措施来解决渗漏问题,会对工程造成严重的影响。首先,通过注射设备将

止水材料注入渗漏位置,可以快速将止水材料填充到渗漏的空隙中。同时,通过施加压力,可以确保止水材料充分填充并形成密封层,从而有效地阻止水的渗透。其次,注射止水法具有操作简便、施工效率高的特点。注射设备可以根据需要进行调整,以适应不同位置和深度的渗漏情况。施工人员只需将止水材料装入注射设备,并将设备插入渗漏位置,就可以开始注射。整个过程操作简单,不需要复杂的施工工艺,节省了人力和时间成本。由于注射设备可以精确控制注射压力和注射量,可以确保止水材料充分填充到渗漏位置。同时,注射止水法使用的止水材料具有良好的密封性能,能够有效阻止水的渗透,保证工程的安全和稳定。

## 2.4 钢管止水法

钢管止水法的优势之一是其简单易行的施工方式。相较于其他止水方法,钢管止水法的操作相对简单,不需要过多的专业设备和复杂的工艺流程。只需要安装钢管、注入止水材料,并施加适当的压力,就能够实现渗漏位置的有效封堵。这种简单的施工方式不仅节约了人力物力,也提高了工程的施工效率。不同于其他一些止水方法,钢管止水法可以适用于各种渗漏情况,包括地下水源、水工建筑物的渗漏等。而且,由于止水材料充分填充在钢管内部,形成了一层均匀的密封层,因此具备较高的密封性和可靠性。这种密封层能够有效抵御外部水压的作用,从而实现了渗漏位置的长期封堵。

在实际施工中,钢管止水法也需要注意一些问题。首先,钢管的安装位置和数量需要根据具体情况进行合理规划,确保能够覆盖到渗漏位置并达到预期的止水效果。其次,选择合适的止水材料也是至关重要的。不同的渗漏情况可能需要使用不同的止水材料,因此需要根据具体情况进行选择。此外,施工过程中需要控制好注入止水材料的压力,确保能够充分填充钢管并形成均匀的密封层。总之,钢管止水法是一种简单易行、适应性强且可靠性高的水利水电工程施工技术,在处理渗漏问题时具有一定的优势,并且能够有效解决工程中的渗漏难题。

## 3 止水缝施工工艺在水利水电工程中的应用

### 3.1 施工前准备工作

在水利水电工程中,为了确保施工质量和工程进度,施工前的准备工作必不可少。在进行施工之前,需要全面了解施工图纸,并掌握其中的工程进度和质量要求。首先,施工前的准备工作包括对施工材料和施工设备的确定,施工人员需要根据工程要求和图纸要求,选择适当的材料和设备。例如,在止水缝施工中,需要选用高质量的止水材料,如橡胶止水带或聚氨酯止水胶等。同时,还需要确定所需的施工设备,如搅拌机、喷涂机等。只有确保材料和设备的准备充分,才能顺利进行施工工作。

在施工过程中,我们需要确保施工现场的整洁和安全。

因此,在施工前,施工人员需要清理现场,清除杂物和垃圾,确保施工区域的干净和整齐。同时,还需要对施工区域进行平整处理,确保施工的稳定性 and 安全性。止水缝施工需要技术娴熟的施工人员进行操作,因此,在施工前,需要对施工人员进行培训,使其熟悉施工工艺和操作要点。同时,还需要进行安全教育,提醒施工人员注意施工安全,遵守施工规范,确保施工过程中的安全性。

### 3.2 具体施工

(1) 在进行施工建设之前,首先需要明确主要的施工顺序,以确保施工的顺利进行。在具体的施工建设过程中,首先需要进行止水带的固定。在混凝土支模时,为了确保止水带的有效性,需要同时运用两块木板将止水带分别放置在上下两个部位,可以有效地阻止水分渗透,保证施工质量的同时,也能够保护工程的安全性。通过使用木板将止水带固定在混凝土支模上,可以有效地防止水分从止水带的周围渗透进入施工区域。因此可以,不仅可以保证施工过程中的安全性,还能够提高工程的整体质量。在进行止水带的固定时,还需要注意施工顺序的合理安排。首先,应先将一块木板放置在止水带的上方,然后再将另一块木板放置在止水带的下方。可以确保止水带紧密贴合在混凝土支模上,避免因施工不当而导致的漏水问题。

(2) 止水片的安装是建筑施工中非常重要的一项工作,能有效地防止水的渗透,保护建筑物的结构安全。下面将详细介绍止水片的安装步骤和注意事项。止水片应与混凝土接缝面垂直,确保其与接缝的紧密贴合。在安装过程中,需要注意止水片的中心线与接缝中心线的偏差,允许的偏差范围一般为5mm左右。这是为了确保止水片能够完全遮挡住接缝,起到有效的防水作用。在金属止水片定位后,需要在其“鼻子”空腔内填满塑性材料<sup>[3]</sup>。这一步骤非常关键,填充材料能够增加止水片的密封性能,防止水分从接缝处渗透进入建筑物内部。常用的填充材料有聚氨酯密封胶、硅橡胶等,选择合适的材料根据具体的工程要求来决定。

(3) 已经安装好的止水片需要做好保护工作,确保其牢固支撑,不会在施工过程中发生位移或扭曲。为了达到这一目的,可以采取一些措施,如在止水片周围设置支撑物,避免止水片被压坏或变形。此外,在混凝土浇筑过程中,还需注意不要穿孔拉挂固定止水片,以免影响其正常的防水效果。总之,正确的安装方法和注意事项能够保证止水片的有效性能,从而保护建筑物的结构安全,防止水的渗透。在实际工程中,施工人员应仔细按照相关规范和要求进行操作,确保止水片的安装质量和效果。

(4) 止水带的搭接作为工程的尾声,作用经常被忽视,但实际上却起着关键的防水作用。在施工中,施工人员必须对止水带的搭接进行关注,以确保施工质量,提升工程效果。止水带的搭接是指将两根止水带连接在一起,形成无缝的防水层。这个过程需要注意一些关键的步骤和技巧,以确保搭接部位的牢固性和防水效果。

首先,搭接前需要对止水带进行充分的清洁和处理。确保止水带表面没有杂质和污垢,以便后续的粘接和固定工作。清洁后,施工人员可以使用专用的止水胶水或胶带进行搭接。这些材料具有良好的粘附性和耐候性,能够有效地保护搭接部位免受水分侵入。其次,搭接时需要注意搭接的位置和角度。一般来说,施工人员会选择在墙角或接缝处进行搭接,以确保整个防水层的完整性。在搭接时,施工人员需要将两根止水带尽可能地贴合在一起,避免出现空隙和漏水的可能性。同时,搭接的角度也需要控制好,一般建议在45度左右,这样可以增加搭接部位的强度和稳定性。最后,搭接完成后需要进行固定和检查<sup>[4]</sup>。施工人员可以使用专用的止水胶水或胶带将搭接部位固定好,确保其不会松动或脱落。同时,我们还需要对搭接部位进行仔细的检查,确保没有任何缺陷和漏洞。如果发现问题,及时修补和调整,以确保止水带的防水效果。

### 4 结束语

止水缝施工工艺是水利水电工程中常用的一种技术,它能够有效地防止水体渗漏,保障工程的安全和稳定运行。通过对止水缝施工工艺的深入研究和实践应用,可以提高工程的质量和效率,为水利水电工程的可持续发展做出贡献。在未来的研究中,还可以进一步探索止水缝施工工艺的优化和创新,以满足不同工程的需求,并提升其应用范围和效果。

#### [参考文献]

- [1] 李晓佳, 张大焕. 渡槽伸缩缝止水维修施工工艺探讨[J]. 中国水运, 2023(1): 128-130.
- [2] 鲍中秋, 季骏, 徐文婕. 止水缝施工工艺在水利水电工程施工中的运用[J]. 大众标准化, 2022(17): 67-69.
- [3] 李栖鹏. 面板混凝土止水系统施工工艺[J]. 价值工程, 2022, 41(19): 65-67.
- [4] 张玉涛. 水利水电工程中止水缝施工工艺的运用探究[J]. 中华建设, 2021(3): 94-95.

作者简介: 高丹丹(1993.9—), 女, 汉族, 本科学历, 就职于安徽省临泉县迎仙镇水利站, 目前助理工程师, 从事水利站管理工作。

# 配网自动化对配电网供电可靠性影响研究

曹丽佳 王翠

国网石家庄供电公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 随着社会经济的快速发展和能源需求的不断增长, 电力系统的稳定供电和高效运行成为了当今社会的迫切需求。在电力系统中, 配电网作为连接电源和终端用户的桥梁, 其运行状态直接影响着供电的可靠性和稳定性。为了提高配电网的运行效率和可靠性, 配网自动化技术应运而生。配网自动化技术以智能感知、数据分析和自动控制为核心, 实现了对配电网运行状态的实时监测、快速故障诊断和自动调节, 为电力系统的安全稳定运行提供了重要保障。探讨配网自动化技术的发展现状、影响因素以及优化措施, 以期为推动电力系统的智能化和高效化发展提供理论支持和实践指导。

[关键词] 配网自动化; 可靠性; 故障检测与诊断

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12526

中图分类号: TM76

文献标识码: A

## Research on the Impact of Distribution Network Automation on the Reliability of Power Supply in Distribution Networks

CAO Lijia, WANG Cui

State Grid Shijiazhuang Power Supply Company, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the rapid development of the social economy and the continuous growth of energy demand, stable power supply and efficient operation of the power system have become urgent needs in today's society. In the power system, the distribution network, as a bridge connecting power sources and end users, its operating status directly affects the reliability and stability of power supply. In order to improve the operating efficiency and reliability of the distribution network, distribution network automation technology has emerged. With intelligent perception, data analysis, and automatic control as the core, distribution network automation technology realizes real-time monitoring, rapid fault diagnosis, and automatic adjustment of the operating status of the distribution network, providing important guarantees for the safe and stable operation of the power system. Exploring the current development status, influencing factors, and optimization measures of distribution network automation technology, in order to provide theoretical support and practical guidance for promoting the intelligent and efficient development of the power system.

**Keywords:** distribution network automation; reliability; fault detection and diagnosis

### 引言

在这个信息时代, 人们对电力供应的依赖程度越来越高, 对供电可靠性和质量的要求也日益提升。然而, 传统的配电网结构和管理模式已经难以满足日益增长的电力需求和复杂的运行环境, 传统的手动操作和静态规划方式面临着故障定位不准确、响应速度慢、运行效率低等问题, 难以满足电网安全稳定运行的需求。为了应对这些挑战, 配网自动化技术应运而生, 为配电网的智能化运行提供了新的解决方案。因此, 了解配网自动化技术的发展背景和现状, 以及其对电力系统可靠性的影响, 对于推动电力行业的智能化和高效化发展具有重要意义。

### 1 配网自动化的研究现状

#### 1.1 配网自动化技术概述

配网自动化技术是利用先进的通信、控制和信息技术实现配电网的自动化管理和运行的技术体系。该技术通过引入智能设备、传感器、通信网络和自动化算法, 实现对配电网系统各个环节的实时监测、远程控制和数据处理, 从而提高配电网供电的可靠性和效率。在配电网供电系统

中, 智能设备扮演着关键角色, 如图 1 所示。智能开关、智能变压器、智能计量设备等设备具备数据采集、通信和控制功能, 能够实时获取电网状态、负荷信息和故障数据, 并与控制中心进行实时通信<sup>[1]</sup>。传感器的应用使得系统能够感知电流、电压、功率等关键参数, 从而提供准确的电网状态信息。通信网络的建立和发展则保证了各个设备之间的数据传输和信息交换, 实现了配网自动化系统的整体联动。

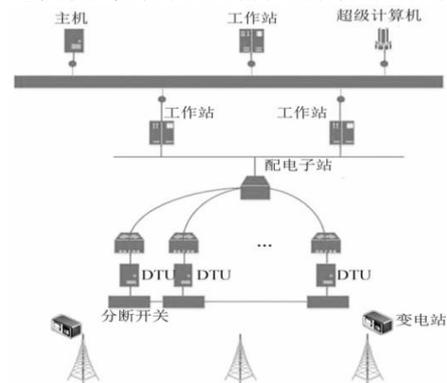


图 1 配电网供电结构图

配网自动化技术主要包括故障检测与诊断、故障隔离与恢复、负荷管理和网络优化等方面的功能。故障检测与诊断利用数据采集和智能算法,实现对电网异常情况的及时发现和定位,以及故障类型和位置的准确诊断。故障隔离与恢复通过智能开关和自动重构技术,快速隔离故障区域,并实现对未受影响区域的供电恢复。负荷管理和网络优化利用实时负荷数据和智能调度算法,实现对负荷的合理分配和优化,以提高供电的稳定性和效率。

## 1.2 国内外配网自动化发展现状

国内外配网自动化技术的发展在近年来取得了长足的进步,其历史背景和现状反映了不同国家和地区在能源管理和电力系统优化方面的不同重点和发展路径。国内配网自动化技术的发展始于20世纪末,随着中国经济的快速增长和城市化进程的加速,对电力系统的可靠性和效率要求不断提高,促使了配网自动化技术的迅速发展。我国在配网自动化领域进行了大量的研究和实践,建立了一系列标准和规范,并在智能感知、数据分析和控制算法等关键技术方面取得了一定成果。同时,国内一些大型电力企业和科研机构也积极开展了配网自动化系统的建设和应用,取得了一些成功的应用案例。与国内相比,国外在配网自动化技术方面的发展历史较早,成熟度也较高。欧美等发达国家在配网自动化方面已经积累了丰富的经验和规范,并建立了较为完善的标准体系和技术规范。这些国家在智能感知、通信网络和控制算法等方面处于领先地位,并在智能配电网、分布式能源管理和可再生能源接入等领域取得了一系列成功的应用案例。

在国内外配网自动化领域的研究热点和趋势方面,智能配电网、分布式能源管理和可再生能源接入等是当前的主要关注点。智能配电网技术旨在通过智能感知、数据分析和控制算法等手段,实现对电网的智能化管理和优化调度,提高供电可靠性和灵活性。分布式能源管理技术则致力于实现对分布式能源的有效管理和利用,促进电力系统的绿色发展和可持续性。同时,随着可再生能源接入比例的不断增加,对配网自动化技术的需求也日益增加,需要进一步研究和探索如何有效地实现可再生能源的接入和调度,以实现电力系统的安全稳定运行。综上所述,国内外配网自动化技术在不断发展和完善,但仍面临着一些挑战和机遇,需要不断加强研究和创新,推动配网自动化技术的进一步应用和推广。

## 2 配网自动化系统的结构组成与功能分析

在配电线路结构图中,我们可以看到配电系统的基本组成和工作原理。图2中展示了一个典型的配电线路结构,包括了重合器和分段器等重要设备的示意图。

首先,我们可以看到电流经过了标记为FD2和FD4的分段器。分段器是配网自动化系统中的关键设备,具有隔离断口功能。在图中,如果电流经过FD2和FD4时,分段器的保护范围内出现过流或者短路永久性事故,将会触

发分段器的保护机制,通过控制器记录后备保护开断故障电流的次数,并根据设定的记忆次数进行故障电流的分闸闭锁操作,以实现故障电流的有效隔离保护。其次,图中还显示了重合器CH1和CH2。重合器是配网自动化的重要组成部分,一般设置于户外线路,能够对电路的瞬时故障进行快速恢复,实现永久性故障隔离与自动重合。在配网自动化运行中,重合器按照设定的电路分段与重合顺序,根据电路运行情况实现电路的自行开断与重合操作。重合器的动作也会促使与其连接的其他没有故障的线路进行重合,以支持配电网线路的正常运行<sup>[2]</sup>。总之,图2展示了配电线路结构及配网自动化系统中重合器和分段器等重要设备的工作原理和作用。这些设备在配电网运行中发挥着至关重要的作用,保障了供电系统的安全稳定运行。

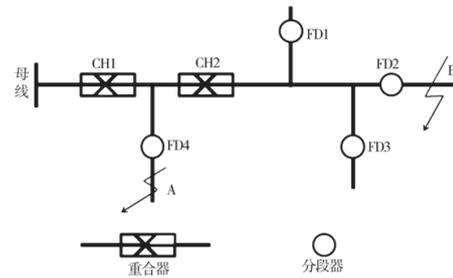


图2 配电线路结构

## 3 配网自动化的可靠性影响分析

### 3.1 故障检测与诊断的影响

配网自动化系统在故障检测与诊断方面发挥着关键作用。通过智能感知和数据分析技术,配网自动化系统能够实时监测配电网的运行状态,对电力参数进行持续监测和分析,从而快速识别任何潜在的故障点,并准确地进行定位。配网自动化系统利用智能感知技术,配备了各种传感器和监测设备,可以实时获取配电网各个节点的电流、电压、频率等关键参数数据。这些数据被传输到数据中心或监控中心,通过数据分析算法进行处理和分析。系统可以对电力参数进行实时监测和分析,发现异常情况,如电压异常、电流突变等,从而确定是否存在潜在故障。配网自动化系统利用先进的数据分析技术,对收集到的大量数据进行处理和分析。系统可以利用机器学习、人工智能等算法,对历史数据进行比对和分析,建立故障模型,并通过模式识别技术来识别电网中的异常情况和故障特征。一旦发现故障迹象,系统会立即发出警报,并指示运维人员对可能的故障点进行检查和处理。配网自动化系统的快速故障检测与诊断功能能够大幅缩短故障排除时间。传统上,故障排查通常需要耗费大量的人力和时间,特别是在大型配电网中,往往需要数小时甚至数天才能准确定位故障点。而配网自动化系统可以在故障发生后立即发出警报,并提供准确的故障位置信息,大大缩短了故障排除的时间。这不仅降低了故障对用户的影响,减少了停电时间,也提高了供电可靠性,保障了电力系统的稳定运行。

### 3.2 故障隔离与恢复的影响

配网自动化系统通过智能感知和数据分析技术,配网自动化系统能够快速响应故障事件,根据故障诊断结果,迅速实施故障隔离和局部恢复措施,以最小化故障范围,缩短停电时间,从而提高供电可靠性。配网自动化系统在接收到故障警报后,基于智能感知和数据分析技术,系统能够准确判断故障的具体位置和范围,快速定位故障点,并确定受影响的电网区域。通过智能控制系统,系统可以自动切断故障节点与其他节点的连接,将故障隔离,防止故障扩散。同时,系统还能够通过备用线路或其他电源源泉,快速实现对受影响区域的局部恢复供电,尽可能减少停电范围和时间。配网自动化系统的快速故障隔离与恢复功能通过及时隔离故障节点和迅速恢复供电,系统可以有效减少故障对用户的影响,最大限度地降低停电时间,保障用户的正常用电需求。此外,快速响应故障事件还有助于减少供电中断对生产、交通和生活等方面的不利影响,提高了电力系统的抗灾能力和应急响应能力。

### 3.3 负荷管理和网络优化的影响

配网自动化系统在负荷管理和网络优化方面发挥着关键作用。通过实时监测和控制技术,系统能够对负荷进行精细化管理和动态优化,实现负荷均衡和网络负载优化,从而提高电力系统的运行效率和稳定性,降低过载和拥塞风险,进而提高供电可靠性。配网自动化系统通过实时监测各个节点的电流、电压、频率等关键参数,能够准确了解电力系统的负荷状况。系统可以根据负荷的实时变化情况,对各个节点进行精细化管理和动态调整,以实现负荷均衡。通过将负载合理分配到各个节点,系统可以最大限度地利用电力资源,避免部分节点负载过重而引发的过载风险。系统可以根据实时监测到的数据,预测未来的负荷需求,并合理调整电力系统的运行状态,以适应负荷变化的需求。通过优化调度,系统可以有效减少系统中的拥塞点和瓶颈,提高电力系统的运行效率和稳定性,降低故障发生的风险。通过实时监测和调整负荷,系统可以避免因负荷过重而引发的设备过载和电网拥塞,降低供电系统发生故障的概率。同时,优化调度能够提高电力系统的运行效率,减少能源浪费,进一步保障了供电的可靠性和稳定性。

### 3.4 容错性和可靠性设计的影响

配网自动化系统的容错性和可靠性设计是确保电力系统稳定运行的关键因素。通过具备较强的容错性和可靠性设计,配网自动化系统能够在部分设备故障或通信中断情况下,依然维持系统的基本运行,保障供电的可靠性。首先,配网自动化系统采用了多层次的容错设计策略。系统中的各个模块和组件都经过精心设计,具备了冗余备份和自动切换功能。当系统中的某个设备出现故障时,自动化系统会立即自动切换至备用设备,保障系统的连续运行。

这种容错设计能够有效降低系统单点故障的影响,提高了系统的稳定性和可用性。其次,配网自动化系统采用了先进的通信技术,具备了多通道、多路径的通信网络。即使在部分通信路径中断或通信设备故障的情况下,系统仍然能够通过其他通信路径或备用通信设备进行数据交换和信息传输,保证了系统的通信连通性和数据传输的可靠性。此外,配网自动化系统还具备了智能的故障自愈功能。当系统发生故障或异常情况时,自动化系统能够快速检测并识别故障原因,并采取相应的措施进行自动修复或恢复。这种智能的故障自愈功能能够大幅减少故障对系统运行的影响,保障了系统的稳定运行<sup>[3]</sup>。总之,配网自动化系统通过多层次的容错设计、先进的通信技术和智能的故障自愈功能,系统能够在面对设备故障或通信中断等异常情况时,依然保持系统的基本运行,最大限度地减少了故障对系统的影响,从而提高了电力系统的稳定性和可用性,确保了供电的可靠性。

## 4 配网自动化建设现状及优化措施

配网自动化建设在电力系统中扮演着越来越重要的角色,以提高供电可靠性、优化运行效率、降低运维成本为目标,其现状与优化措施体现了电力行业的发展趋势和技术创新。随着智能技术的不断发展和成熟,越来越多的电力企业开始投入到配网自动化系统的建设中。比如智能感知、数据通信、数据分析、控制算法等多个方面,能够实现配电网运行状态的实时监测、智能诊断和快速响应。国内外许多地区已经部署了配网自动化系统,并取得了明显的经济和社会效益。

配网自动化建设仍面临一些挑战和问题。首先是技术标准和规范的制定与推广。由于配网自动化技术的应用涉及到多个领域,各种设备和系统的兼容性、互操作性成为了一个重要问题。因此,需要建立统一的技术标准和规范,推动产业链上下游的协同发展,加快配网自动化技术的应用和推广。其次是数据安全与隐私保护。随着配网自动化系统的普及,大量的电力数据被实时采集和处理,涉及用户隐私和商业机密等敏感信息。因此,需要加强数据安全技术的研究和应用,建立健全的数据安全管理制度,保护用户隐私和电力企业的商业利益。另外,配网自动化系统的运维和维护也是一个重要问题。传统的配电网运维模式主要依靠人工巡检和维护,效率低下且容易出现漏检漏修等问题。因此,需要加大对配网自动化系统运维人员的培训和技术支持,提高其运维水平和工作效率,确保系统的稳定运行。此外,随着智能技术的不断发展,未来配网自动化建设还将面临更多的机遇和挑战。例如,人工智能、大数据分析、物联网等新技术的应用将进一步提升配网自动化系统的智能化水平和运行效率,为电力行业的可持续发展注入新动力。

## 5 结束语

随着科技的不断进步和电力行业的快速发展,配网自

动化技术在电网建设中的应用日益广泛,为提高供电可靠性和运行效率提供了重要支撑。为了进一步推动配网自动化建设,我们需要加强技术创新和研发投入,提升系统的智能化水平和数据处理能力。同时,还需要加强人才培养和技术交流,积极探索符合国情的配网自动化解决方案,推动电力行业迈向更加智能化、高效化的未来。随着不断的努力和探索,相信配网自动化技术将为电力行业带来更多的创新和发展机遇,为人们的生活和生产提供更加可靠、安全、高效的电力保障。

#### [参考文献]

[1]郭威. 配电线路故障类型辨识及故障选线定位方法的

研究[D]. 河北:华北电力大学(北京),2023.

[2]林旭,蔡新雷,孟子杰,等. 基于双层混合整数优化的有源主动配电网电压调控设计方法[J]. 高电压技术,2023,49(1):78-84.

[3]郝玲,陈磊,徐飞,等. 基于智能融合终端的新型配电网协同自治调控运营模式及关键技术[J]. 全球能源互联网,2023,6(5):459-472.

作者简介:曹丽佳(1992.12—),毕业院校:中国电力科学研究院,所学专业:电力系统及其自动化,当前就职单位:国网石家庄供电公司,职务:配电运检工,职称级别:工程师。

# 继电保护在电力施工中的问题及防范措施探研

马自良 杨洋 张劼

河南送变电建设有限公司, 河南 郑州 450051

[摘要] 继电保护在电力系统中起着至关重要的作用, 对于保障电网运行安全具有不可替代的地位。然而, 在电力工程施工中, 继电保护的安装与调试常常面临诸多挑战和问题。文中旨在深入探讨继电保护在施工中的关键问题, 并提出相应的防范措施。通过对继电保护施工中存在的问题进行分析和解决, 旨在为提高电力工程施工质量和保障电网安全运行提供参考和指导。

[关键词] 继电保护; 电力施工; 问题及措施

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12524

中图分类号: TM76

文献标识码: A

## Research on the Problems and Preventive Measures of Relay Protection in Electric Power Construction

MA Ziliang, YANG Yang, ZHANG Jie

He'nan Power Transmission and Transformation Construction Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450051, China

**Abstract:** Relay protection plays a crucial role in the power system and plays an irreplaceable role in ensuring the safe operation of the power grid. However, in the construction of power engineering, the installation and commissioning of relay protection often face many challenges and problems. The article aims to deeply explore the key issues of relay protection in construction and propose corresponding preventive measures. By analyzing and solving the problems in relay protection construction, the aim is to provide reference and guidance for improving the quality of power engineering construction and ensuring the safe operation of the power grid.

**Keywords:** relay protection; electric power construction; problems and measures

### 引言

随着电力系统的不断发展和电力工程规模的不断扩大, 继电保护在保障电力系统安全稳定运行中的作用日益凸显。同时, 随之而来的是继电保护在施工中的一系列问题和挑战, 这些问题可能会影响电力系统的正常运行、安全性以及可靠性。因此, 对继电保护在电力施工中存在的问题进行深入的探究和研究, 以及提出相应的防范措施, 具有重要的理论和实践意义。本文旨在对继电保护在电力施工中的问题进行系统性的分析, 探讨其产生的原因和影响, 同时提出相应的防范措施, 以期为电力工程施工提供科学、合理的指导, 保障电力系统的安全运行。在电力施工过程中, 继电保护的重要性不言而喻, 但其施工中常常会面临诸多挑战, 如设备选型与配置、安装与布置、参数设置与调试以及安全隐患等。因此, 本文将针对这些问题展开深入研究, 并提出相应的解决方案, 以期为电力系统继电保护的施工提供有效的参考和借鉴。

### 1 继电保护安装的重要性

继电保护在电力系统中扮演着至关重要的角色, 其安装更是至关重要。继电保护安装的重要性主要体现在以下几个方面: 首先, 继电保护安装是电力系统可靠运行的基础。电力系统中的各种设备如变压器、开关设备等, 都需要受到可靠的保护, 以确保在发生故障时能够及时采取措施, 防止事故的扩大。而继电保护系统作为电力系统的“安

全卫士”, 其安装直接关系到电力设备和电网的安全稳定运行。其次, 继电保护安装对于提高电力系统的可靠性和安全性至关重要。通过合理配置和设置继电保护系统, 可以对电力设备进行及时的故障检测和定位, 保护设备免受过载、短路等故障的影响, 提高电力系统的抗干扰能力, 减少误动作, 确保电力系统的稳定运行。这对于保障供电质量、降低事故发生率具有重要意义。另外, 继电保护安装也是法律法规的要求。根据国家电力行业的相关法律法规和标准规范, 电力系统必须配备完善的继电保护系统, 并按照规定进行定期检验和维护<sup>[1]</sup>。因此, 继电保护的安

### 2 继电保护施工中存在的问题

#### 2.1 继电保护设备选型与配置问题

在继电保护施工过程中, 经常会遇到继电保护设备选型与配置方面的问题。这些问题可能涉及到多个方面, 包括技术要求、设备性能、系统功能以及实际工程应用等方面。首先, 继电保护设备选型与配置问题可能涉及到技术要求的匹配性。在选择继电保护设备时, 需要考虑到电力系统的具体特点和要求, 如电压等级、电流负荷、故障类型等。如果选型不当, 可能会导致继电保护系统不能有效地保护电力设备, 影响系统的可靠性和安全性。其次, 继电保护设备选型与配置问题也可能涉及到设备性能的匹配性。不同的继电保护设备具有不同的性能指标和功能特

点,如动作特性、保护范围、动作速度等。如果选型不合适或配置不当,可能会导致继电保护系统的性能不达标,无法满足电力系统的保护要求,甚至造成保护失效。

## 2.2 继电保护装置安装与布置问题

在电力系统的施工过程中,继电保护装置的安装与布置是一个关键环节,然而在实际操作中常常会遇到一些问题。这些问题可能会影响到继电保护系统的有效性和可靠性。首先,继电保护装置的安装可能会受到场地条件的限制。由于电力设备布局复杂,场地狭窄等因素,可能会导致继电保护装置的安装位置受到限制,无法选择最佳位置进行安装。这可能会影响到继电保护装置的灵敏度和响应速度,降低系统的保护水平。其次,继电保护装置的布置可能会受到设备间距和布线长度的限制。在大型电力系统中,设备之间的距离可能会比较远,布线长度可能会比较长。如果不合理布置继电保护装置,可能会导致信号传输延迟,影响到继电保护系统的动作速度和准确性。另外,继电保护装置的布置还可能会受到设备结构和安全要求的影响。在电力设备密集的区域,如高压变电站等场所,继电保护装置的布置可能会受到设备结构的限制,无法选择合适的位置进行布置。

## 2.3 继电保护参数设置与调试困难

在电力系统的施工过程中,继电保护参数的设置与调试是至关重要的环节,然而在实际操作中常常会遇到一些困难。这些困难可能会影响到继电保护系统的准确性和可靠性。首先,继电保护参数的设置可能会受到电力系统复杂性的影响。电力系统包括各种不同类型的设备和线路,其参数设置可能会相对复杂。由于不同设备之间存在着复杂的互动关系,继电保护参数的设置需要考虑到诸多因素,如设备类型、额定电压、额定电流、过流保护范围等。这使得继电保护参数的设置变得相当繁琐和复杂。其次,继电保护参数的调试可能会受到现场条件的限制。在实际的施工现场,可能存在着各种复杂的环境因素,如温度、湿度、振动等,这些因素可能会对继电保护系统的参数调试造成一定的影响<sup>[2]</sup>。特别是在恶劣的环境条件下,可能会给继电保护参数的调试带来一定的困难。另外,继电保护参数的设置和调试还需要技术人员具备一定的专业知识和经验。

## 2.4 继电保护施工中的安全隐患

在继电保护施工过程中,存在着一些安全隐患,这些隐患可能会对施工人员的安全造成威胁,同时也可能影响到继电保护系统的正常运行。首先,施工现场可能存在着电气安全隐患。在进行继电保护设备的安装、布置和调试过程中,施工人员需要与电力设备和线路直接接触,存在触电、短路等电气安全风险。特别是在高压电气设备周围工作时,一旦操作不当或者设备故障可能导致严重的安全事故。其次,施工现场可能存在着其他施工安全隐患。比如,在进行设备安装和布置时,可能需要使用吊装设备和

高空作业,存在着坠落、物体打击等高空作业安全风险。此外,施工现场可能存在着材料堆放不规范、施工道路狭窄、施工作业人员操作不当等安全隐患,这些都可能对施工安全造成影响。另外,继电保护施工过程中可能存在着设备故障或者操作失误导致的安全隐患。例如,继电保护装置的参数设置错误、调试不当等因素可能导致设备故障或误动作,影响电力系统的稳定运行。

## 3 继电保护施工的防范措施

### 3.1 规范继电保护设备选型与配置流程

在继电保护施工中,规范继电保护设备的选型与配置流程至关重要。首先,需要对继电保护设备进行全面的技术评估和比较,确保选型符合工程需求和技术要求。在进行设备选型时,应考虑到电力系统的特点、负荷情况、运行环境等因素,选择性能稳定可靠、符合标准要求的设备。其次,配置继电保护设备时,需要根据电力系统的拓扑结构和运行特点,合理确定设备的布置位置和连接方式。应根据设备的功能和作用,将其布置在电力系统的关键节点处,确保能够及时准确地对电力系统进行保护和控制。同时,应合理设计设备的接线和连接方式,确保设备之间的通信和数据传输畅通无阻。在规范继电保护设备选型与配置流程时,还应严格遵循相关的技术标准和规范要求。对于不同类型的电力系统和设备,应选择相应的标准和规范进行参考,确保设备的选型和配置符合国家和行业的要求,保证电力系统的安全稳定运行<sup>[3]</sup>。此外,还需要加强与设备供应商和厂家的沟通和合作,充分了解设备的性能特点和技术参数,确保选型和配置的准确性和合理性。

### 3.2 优化继电保护装置安装与布置方案

在继电保护施工中,优化继电保护装置的安装与布置方案至关重要。首先,需要根据电力系统的拓扑结构和运行特点,合理确定继电保护装置的安装位置。这包括考虑到电力系统的负荷分布、线路长度、重要节点等因素,选择合适的位置安装继电保护装置,以确保其能够准确地监测和保护电力系统。其次,需要对继电保护装置的布置方案进行优化设计。在布置方案设计中,应考虑到继电保护装置之间的连接关系、信号传输路径、接地方式等因素,以最大程度地降低电力系统的电磁干扰和信号传输延迟,保证继电保护装置的准确性和可靠性。在优化继电保护装置安装与布置方案时,还需要充分考虑到现场环境因素和安全要求。例如,对于户外设备的安装,需要采取防水防尘措施,确保设备的正常运行;对于高压设备的安装,需要进行绝缘处理和安全隔离,以保护施工人员的安全。此外,对继电保护装置的布置方案还应兼顾维护和检修的便利性。合理的布置方案可以使得维护人员更容易地进行日常检修和故障排除,提高了设备的可维护性和可靠性。

### 3.3 提高继电保护参数设置与调试质量

在继电保护施工中,提高继电保护参数设置与调试的质量至关重要。首先,应该确保在施工前充分准备,包括

对继电保护装置的参数设置进行详细的规划和准备工作。这包括根据电力系统的特点和要求,合理设置继电保护装置的各项参数,如保护动作值、动作时间等,以确保保护装置能够在实际运行中正确地识别故障并做出及时的保护动作。其次,需要使用先进的调试设备和工具,提高参数设置与调试的质量。现代化的继电保护装置通常配备有图形化的人机界面和自动化的调试功能,可以大大简化参数设置和调试过程,提高调试效率。同时,还可以借助计算机辅助调试软件和远程监控系统,实现对继电保护装置的远程调试和实时监测,进一步提高调试效率和准确性。此外,需要加强对继电保护参数设置与调试过程的管理和监督。在施工现场,应指派专人负责继电保护装置的参数设置和调试工作,并进行现场指导和检查,及时发现和解决问题。同时,还应建立健全的调试记录和档案管理制度,对调试过程进行详细记录和归档,以备日后查询和分析。

### 3.4 加强继电保护施工中的安全管理

加强继电保护施工中的安全管理是确保施工过程安全的重要措施。首先,应该建立健全的安全管理制度和规章制度,明确各项安全责任和任务分工。所有参与继电保护施工的人员都应接受必要的安全培训和教育,了解施工现场的安全规定和操作规程,提高安全意识,增强安全防范意识。其次,要加强对施工现场的安全监督和管理。施工单位应指派专门的安全管理人员负责对施工现场的安全情况进行监督和检查,发现和解决存在的安全隐患,确保施工作业符合安全规定和操作规程。同时,要定期组织安全检查和安全教育,及时总结和传达安全事故案例和经验教训,加强安全知识的宣传和普及。此外,还应采取有效的安全防护措施,确保施工现场的安全<sup>[4]</sup>。包括加强对施工设备和工具的维护和检修,确保设备的正常运行和安全可靠;建立安全警示标识和隔离措施,明确施工区域和安全通道,防止人员和设备受到意外伤害;加强对危险化学品和易燃易爆材料的管理和使用,做好防火防爆措施,确保施工现场的安全稳定。

### 3.5 应急预案

在继电保护施工中,建立健全的应急预案至关重要。应急预案是对可能发生的突发事件或安全事故进行预先规划和准备,明确应对措施和责任分工,以最大程度地减少事故损失和影响。在继电保护施工中,应急预案应包括以下几个方面的内容:首先,要明确应急预案的范围和内容。应急预案应覆盖各类可能发生的安全事故和突发事件,

如设备故障、电气火灾、人员伤害等,同时还应考虑到自然灾害等外部因素的影响。其次,要明确应急预案的组织架构和责任分工。确定应急指挥部和应急处置小组,明确各级责任人员的职责和任务,确保在应急事件发生时能够迅速、有序地展开应对工作。然后,要建立应急响应机制和处置流程。制定详细的应急处置流程和操作规程,明确各项处置措施和应急资源的调配方式,确保在应急事件发生时能够迅速、有效地进行处置和救援工作。此外,要加强应急演练和培训。定期组织应急演练,模拟各类突发事件和安全事故的应对过程,提高施工人员的应急处置能力和协同配合能力,增强应对突发情况的应变能力。最后,要建立健全的应急信息发布和沟通机制。建立应急信息报告和反馈系统,确保各级责任人员和相关部门能够及时了解应急事件的发生和处置情况,及时采取措施,减少事故损失。

## 4 结束语

在电力工程施工中,继电保护作为确保电力系统安全稳定运行的重要环节,其质量和可靠性对整个电力系统的运行至关重要。本文通过对继电保护在电力施工中可能遇到的问题进行了深入分析,涵盖了设备选型与配置、装置安装与布置、参数设置与调试以及安全隐患等方面。同时,提出了一系列防范措施,旨在规范施工流程、优化施工方案、提高调试效率和加强安全管理,从而确保继电保护系统的可靠性和稳定性。我们相信,通过对继电保护施工问题的深入研究和防范措施的实施,能够有效提升电力系统的安全性和可靠性,为电力工程的顺利建设和运行保驾护航。希望本文的研究成果能够为电力工程施工提供有益的参考和指导,推动电力行业的健康发展。

### [参考文献]

- [1]丁刚. 电力系统安全自动控制与继电保护研究[J]. 电气技术与经济, 2024(1): 146-148.
- [2]马晨晖. 电力系统中存在的干扰对继电保护的影响[J]. 大众标准化, 2023(22): 54-56.
- [3]林琳,郭珉. 电力系统中继电保护自动化的应用[J]. 大众标准化, 2023(21): 158-160.
- [4]康吉. 探析电力系统继电保护常见故障及预防措施[J]. 电气技术与经济, 2023(8): 287-288.

作者简介:马自良(1992.2—)男,河南省唐河县人,汉族,大学本科,工程师,就职于河南送变电建设有限公司,从事输变电工程相关工作。

## 10kV 配网中性点小电阻接地技术及应用

苗喜得

许继变压器有限公司, 河南 许昌 461000

[摘要] 在现代社会, 电力供应的安全性和可靠性对于维护社会运转和促进经济发展至关重要。随着电力系统规模的不断扩大和复杂性的增加, 传统的接地方式已经无法完全满足需求, 因此, 中性点小电阻接地技术作为一种新型的接地方式, 逐渐受到了广泛关注和应用。中性点小电阻接地技术通过引入合适的电阻装置, 将电力系统中的中性点接地, 以应对接地故障和过电压问题, 从而提高了系统的稳定性和可靠性。文中探讨该技术在 10kV 配电网中的具体应用及其对电力系统运行的影响, 以期对电力系统的安全运行和优化提供新的思路和方法。

[关键词] 10kV 配网; 小电阻; 接地技术; 应用

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12510

中图分类号: TM862

文献标识码: A

### Technology and Application of Low Resistance Grounding of Neutral Point in 10kV Distribution Network

MIAO Xide

Xuji Transformer Co., Ltd., Xuchang, He'nan, 461000, China

**Abstract:** In modern society, the safety and reliability of power supply are crucial for maintaining social operation and promoting economic development. With the continuous expansion and increasing complexity of the power system, traditional grounding methods can no longer fully meet the demand. Therefore, neutral point small resistance grounding technology, as a new type of grounding method, has gradually received widespread attention and application. Neutral point small resistance grounding technology introduces appropriate resistance devices to ground the neutral point in the power system to cope with grounding faults and overvoltage problems, thereby improving the stability and reliability of the system. The article explores the specific application of this technology in 10kV distribution networks and its impact on the operation of power system, in order to provide new ideas and methods for the safe operation and optimization of power systems.

**Keywords:** 10kV distribution network; small resistance; grounding technology; application

#### 引言

在电力供应过程中, 接地故障和过电压等问题导致供电中断或设备损坏, 给人们的生产生活带来不便甚至安全隐患。传统的接地方式在一定程度上满足了电力系统的基本需求, 但随着电力系统规模的扩大和复杂性的增加, 其局限性逐渐显露出来。中性点小电阻接地技术应运而生, 该技术通过引入适当的电阻装置, 将电力系统中的中性点接地, 以应对接地故障和过电压问题, 从而提高了系统的稳定性和可靠性。因此, 深入探讨中性点小电阻接地技术在 10kV 配电网中的应用, 对于优化电力系统的运行, 提高供电质量具有重要的现实意义和实践价值。

#### 1 小电阻接地装置的概念和相关问题

##### 1.1 概念

小电阻接地装置是电力系统中用于保护设备免受谐振过电压影响的重要设备。在电力系统中, 特别是在 10kV 系统中, 当系统发生单相接地故障时, 会引发谐振过电压, 从而对设备造成严重威胁。小电阻接地装置的设计目的在于降低过电压的程度, 引入一定阻抗, 限制故障电流的流动, 并减少过电压的倍数, 有效地保护了系统设备。消弧

线圈接地装置主要用于补偿单相接地电容电流, 以减轻接地故障对系统的影响。然而, 消弧线圈在处理高谐波分量或大电容电流的系统时表现不佳, 在暂态过电压阶段, 消弧线圈无法有效熄灭电弧, 从而无法保护系统设备。因此, 小电阻接地装置在处理谐振过电压方面表现更为出色, 能够限制故障电流并降低过电压的倍数, 确保系统设备的安全运行。

##### 1.2 消弧线圈接地装置

消弧线圈接地装置主要作用是补偿单相接地电容电流, 从而减轻接地故障对系统的影响。在电力系统中, 特别是在 10kV 系统中, 当系统发生单相接地故障时, 会产生大量的电容电流, 消弧线圈接地装置通过引入合适的电感, 对系统电流进行调节, 从而减少了电容电流的影响, 有效地保护了系统设备。消弧线圈接地装置, 在处理高谐波分量或大电容电流的系统时, 其效果不尽如人意<sup>[1]</sup>。高谐波分量会导致电容电流增加, 从而超出了消弧线圈的补偿范围。在暂态过电压阶段, 消弧线圈无法有效熄灭电弧, 从而无法保护系统设备免受过电压的影响。总之, 消弧线圈接地装置在处理接地故障和电容电流方面发挥了重要作用, 但在应对高谐波分量和暂态过电压时能力不足。在

实际应用中,要综合考虑系统特性和要求,选择合适的接地装置,并采取适当的措施来提高其性能和可靠性,以确保系统设备的安全运行。

## 2 10kV 配网中性点小电阻接地技术的应用优势

### 2.1 过电压保护

10kV 配网中性点小电阻接地技术在过电压保护方面具有显著优势。过电压是电力系统中常见的问题,由于雷击、操作错误或系统故障等原因而产生。小电阻接地技术能够有效限制间歇性弧光接地过电压,从而降低系统操作过电压的风险,使电力系统在面对突发的过电压情况时具备了更强的抵御能力,有助于保护设备免受过电压损害,确保系统的稳定运行。

### 2.2 可靠的接地保护

10kV 配网中性点小电阻接地技术的可靠的接地保护是电力系统中至关重要的一环,直接关系到系统的安全性和可靠性。小电阻接地技术通过将接地电阻器与中性点连接,实现了对系统中性点的可靠接地,从而确保了系统在故障情况下的稳定运行。在发生接地故障时,系统能够迅速响应并将故障电流引入接地电阻器,保护了系统其他设备不受损坏,确保了供电的持续性和稳定性<sup>[2]</sup>。小电阻接地技术使得系统能够方便配置单相接地保护,从而在短时间内选择性地切除接地故障线路,提高了系统的应对能力,使得在故障发生时能够快速定位并解决问题,最大程度地减少了故障对系统运行造成的影响。该技术还能够大幅降低系统内非故障相设备承受的过电压幅值,缩短过电压作用时间,从而降低了设备的绝缘水平,延长了电气设备的使用寿命,提高了系统的整体可靠性。在智能监控方面,小电阻接地技术配备了智能监控器,能够实时监测电阻器的工作状态、接地故障电流大小以及系统的运行情况,不仅提高了系统的监测精度和故障诊断能力,还为系统运维提供了更便捷的管理手段。小电阻接地技术的灵活安装和配置使其适用于不同的环境条件,无论是户内还是户外,都能够满足系统的需求。

### 2.3 设备保护和寿命延长

10kV 配网中性点小电阻接地技术在设备保护和寿命延长方面拥有显著的优势。通过小电阻接地技术,系统能够迅速将接地故障电流引入接地电阻器,在系统发生接地故障时,接地电阻器能够有效限制故障电流,防止其传播到系统的其他部分,从而保护了相关设备不受损坏。小电阻接地技术能够降低系统内非故障相设备受到的过电压幅值,减小了设备的工作压力,有效延长了其使用寿命。小电阻接地技术还能够降低系统中的谐波含量,减少对设备的影响,进一步提高了设备的保护水平和使用寿命。谐波是电力系统中常见的问题,会导致设备运行不稳定、温升过高等情况,从而加速设备的老化和损坏。而通过接地电阻器的使用,可以有效地吸收和消除系统中的谐波,降低对设备的影响,保护设备的正常运行和延长其使用寿命。

### 2.4 智能监控与诊断

10kV 配网中性点小电阻接地技术在智能监控与诊断方面具有显著的优势,为电力系统的运行管理提供了高效可靠的支持。该技术通过智能监控系统实时监测接地电阻器的状态和运行情况,包括电阻值、温度、湿度等参数,使得运维人员可以及时发现接地电阻器的异常情况,如电阻值过高或过低、温度异常升高等,从而及时采取措施进行处理,防止导致系统故障的问题发生,保障电力系统的安全稳定运行。智能监控系统还可以通过数据分析和诊断功能,通过对接地电阻器的历史数据和趋势进行分析,可以发现潜在的故障风险和问题,提前预警并进行预防性维护,避免故障的发生,保障电力系统的可靠性和稳定性。智能监控系统还可以实现远程监控和远程操作功能,使得运维人员可以随时随地通过网络对接地电阻器进行监控和控制,提高了运维效率,减少了人力物力的投入,同时也降低了运维成本,为电力系统的管理和维护带来了便利。

### 2.5 系统稳定性提升

10kV 配网中性点小电阻接地技术通过有效地接地中性点,该技术可降低电力系统中的接地电阻,减小接地电流,从而提升系统的稳定性和可靠性。接地电阻的减小意味着在故障情况下更快地将故障电流引入地,从而有效地防止电力系统中出现接地故障,有助于减少电力系统的故障率,提高系统的稳定性。10kV 配网中性点小电阻接地技术能够减小接地电流的流动范围,在故障情况下,接地电流将通过接地电阻器迅速流入地下,而不会对系统中其他设备和元件造成影响,有助于避免接地电流对系统的烧毁和损坏,从而提高系统的稳定性和可靠性。

## 3 小电阻接地成套装置的接地技术与应用

### 3.1 中性点接地技术

中性点接地技术是小电阻接地成套装置中的重要组成部分,是确保电力系统的中性点与地之间通过合适的电阻连接,从而形成安全可靠的接地系统,以防止系统中出现接地故障,保障电力系统的正常运行。

在中性点接地技术中,通过接地电阻的合理设计和配置,可以将系统的接地电阻控制在安全范围内,确保系统的可靠性和稳定性,能够有效地减小接地电流的流动范围,降低系统中的接地电压,从而保护设备和人员的安全。中性点接地技术的应用范围非常广泛,可以用于各种类型的电力系统,包括配电系统、发电系统以及工业生产中的电力系统等,能够有效地防止接地故障的发生,保障设备和系统的安全运行。中性点接地技术通过合理设计和配置,可以根据具体的系统要求和场地条件来选择合适的接地方案,从而实现灵活的安装和部署。与传统的接地方法相比,中性点接地技术不仅能够有效地降低接地电阻,还能够提高系统的可靠性和稳定性,延长设备的使用寿命,降低系统的运行成本。

### 3.2 变压器连接方式

变压器连接方式是小电阻接地成套装置中的一个关

键组成部分,它对整个电力系统的运行稳定性和安全性有着重要影响。变压器连接方式指的是变压器在电力系统中的接线方式,其选择必须根据系统的电压等级、负载要求以及运行环境等因素进行合理确定。在小电阻接地系统中,变压器的连接方式通常采用星形接线。在星形接线中,变压器的中性点通过接地电阻与地面相连,而变压器的三相绕组分别连接到系统的三相导线上,能够有效地限制接地故障时的接地电流流动,保护系统设备和人员的安全。变压器连接方式还可以根据具体的系统要求选择其他类型的接线方式,如三角形接线或Z形接线等,不同的接线方式在实际应用中各有优劣,需要根据系统的特点和要求进行综合考虑。例如,在一些特殊的应用场合,需要采用三角形接线来满足特定的负载要求或提高系统的运行效率<sup>[3]</sup>。无论采用何种连接方式,变压器不仅负责将系统中的电压进行调节和传递,还承担着保护系统设备和维护系统稳定性的重要任务。因此,在设计和建设小电阻接地系统时,必须充分考虑变压器的连接方式,并确保选择合适的接线方式,以保证系统的安全可靠运行。

### 3.3 电阻器设计与制造

电阻器在小电阻接地成套装置中扮演着关键的角色,其设计与制造的质量直接影响着系统的性能和可靠性。在小电阻接地系统中,通常采用的是10kV电压等级,因此电阻器需要具备足够的耐压能力,以确保在工作过程中不会发生击穿或漏电现象,从而保证系统的安全稳定运行。额定功率决定了电阻器可以承受的最大负载能力,在设计过程中需要充分考虑系统的负载需求,并选择合适的电阻器额定功率,以确保系统能够正常运行并满足实际需求。电阻器在长时间运行过程中会产生一定的热量,因此需要具备良好的散热性能和稳定的温度特性,以防止温度过高导致电阻器性能下降或损坏,从而影响系统的稳定性和可靠性。电阻器通常需要在恶劣的环境条件下工作,如高温、高湿、腐蚀等,因此需要具备良好的耐久性和环境适应性,以确保其长时间稳定运行并保持良好的性能。

### 3.4 智能监控与保护

在小电阻接地成套装置中,智能监控与保护系统是确保设备安全可靠运行的关键组成部分,通过实时监测和分析电网运行状态,及时发现并响应潜在的问题,从而提供了全面的保护措施。智能监控系统能够实时监测电网的运行参数,包括电流、电压、功率因数等,以及设备的工作状态,如电阻器温度、连接状态等。通过对这些数据进行实时分析和比较,系统能够准确地判断电网是否处于正常运行状态,及时发现异常情况并采取相应的措施。智能保护系统具备多种保护功能,包括过电压保护、过流保护、短路保护等。当监测到电网发生超载、短路或其他故障时,系统能够快速切断电源,防止故障扩大,并通过报警系统及时通知运维人员,以便他们采取进一步的处理措施,保障设备和人员的安全。智能监控系统还能够实现远程监控

和远程控制功能,运维人员可以通过远程监控平台随时随地监测电网运行状态,并对设备进行远程控制和调整,不仅提高了设备的管理效率和运行可靠性,还减少了人工巡检和维护的成本和工作量。智能监控与保护系统还具备数据记录和分析功能,可以对电网运行数据进行记录和存储,并通过数据分析软件进行深入分析,发现潜在问题和优化改进的空间,从而进一步提高电网的运行效率和可靠性。

### 3.5 灵活的安装与维护

小电阻接地成套装置在安装和维护方面具有出色的灵活性,这使得其成为电力配网系统中备受青睐的选择之一。灵活的安装方式使得该装置可以适应不同类型和规模的配电系统,无论是在城市还是农村,无论是在工业区还是居民区,都可以根据实际需求进行灵活布置,因为这些装置可以根据场地条件和系统需求进行定制设计,从而最大程度地减少了安装的复杂性和成本。灵活的维护方式使得运维人员能够更加高效地对装置进行监测和维护,能够实时监测设备的运行状态和性能参数,一旦发现异常情况,就能够及时发出警报并提供详细的故障诊断信息。此外,这些装置通常采用模块化设计,使得故障部件可以快速更换和维修,大大缩短了维护时间,提高了系统的可用性和稳定性。在配电系统需要扩容或升级时,只需对现有的小电阻接地成套装置进行适当的调整和改造,就能够满足新的系统需求,而无需进行大规模的改建或重建工程,不仅节约了大量的时间和人力成本,还降低了改造过程中的风险和不确定性。

## 4 结语

在电力系统中,小电阻接地装置和消弧线圈接地装置都是关键的保护设备,它们在保护系统设备免受接地故障影响方面发挥着重要作用。小电阻接地装置通过限制故障电流并降低过电压的倍数来确保系统设备的安全运行,而消弧线圈接地装置则主要用于补偿单相接地电容电流,减轻接地故障对系统的影响。尽管它们各自具有优势和局限性,但在实际应用中,合理选择和配置接地装置是确保系统运行安全稳定的关键。未来,随着科技的不断进步和电力系统的不断完善,我们相信接地装置将继续发挥着重要的作用,为电力系统的安全运行和可靠供电做出更大的贡献。

### [参考文献]

- [1]张强,孙兆成,王东.变电站35kV系统小电阻接地技术研究及应用分析[J].科技创新与生产力,2022(11):130-133.
  - [2]陈吉祥,KOUASSI Abel,叶磊,等.科特迪瓦变电站变压器保护配置新方案[J].湖北电力,2022,46(4):133-138.
  - [3]曲文浩,秦海停.经电阻接地系统风电场接地变压器保护的整定[J].电工技术,2023(2):158-161.
- 作者简介:苗喜得(1986.11—),毕业院校:内蒙古农业大学,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前就职单位:许继变压器有限公司,职务:产品设计员,职称级别:中级工程师。

# 电力系统配电自动化及其故障处理

陈贤增

福建大漳建设工程有限公司, 福建 363000

[摘要] 电力系统配电自动化在现代电力网络中发挥着重要作用, 有利于提高电网的运行效率和可靠性。随着电力系统规模的不断扩大和复杂度的增加, 配电自动化系统也面临着各种故障挑战, 如变压器与进线失压、框架保护动作、环网电缆故障和终端通信故障等, 文章就电力系统配电自动化中常见的几类故障进行分析, 并探讨相应的处理方式和方法, 提出了加强电力系统配电自动化的措施, 以提高系统的稳定性和安全性。

[关键词] 电力系统; 配电自动化; 故障处理

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12505

中图分类号: TM76

文献标识码: A

## Power System Distribution Automation and Fault Handling

CHEN Xianzeng

Fujian Dazhang Construction Engineering Co., Ltd., Fujian, 363000, China

**Abstract:** Power system distribution automation plays an important role in modern power networks, which is conducive to improving the operational efficiency and reliability of the power grid. With the continuous expansion of the power system scale and the increase in complexity, the distribution automation system is also facing various fault challenges, such as transformer and incoming line voltage loss, frame protection action, ring network cable faults, and terminal communication faults. This article analyzes several common types of faults in the distribution automation of the power system, and explores corresponding processing methods and approaches. Measures to strengthen the distribution automation of the power system are proposed to improve the stability and safety of the system.

**Keywords:** power system; distribution automation; fault handling

### 引言

电力系统配电自动化可以通过使用先进的技术和设备, 实现对电力配送过程的自动化控制和监测。随着社会的发展和电力需求的增加, 电力系统规模不断扩大, 传统的人工操作已经无法满足电网运行的需要, 因此配电自动化技术的应用变得愈发重要。传统的人工操作存在一定的局限性, 如操作速度慢、反应不及时等, 配电自动化系统能够实现电网的实时监测和快速响应, 提高系统的运行效率, 减少人为错误的发生, 从而保障电网的可靠供电。实际运行中, 电力配套自动化面临着一系列挑战, 存在硬件故障、软件故障、通信故障等多种故障, 对于这些故障的及时排除和处理至关重要, 否则会给电力系统的安全稳定运行带来严重影响。因此, 本文着重分析电力系统配电自动化中常见的几类故障, 并探讨相应的处理方式和方法, 为提高电力系统的稳定性和安全性提供参考和借鉴。

### 1 电力系统配电自动化常见故障

#### 1.1 变压器与进线失压

变压器是电力系统中的核心设备, 负责将输送到变电所的高压电能转变为适用于生活或生产所需的低压电能, 进线则是将电能从外部输送至变电所的线路。当变压器或进线失压时, 会导致电力系统的停电或异常运行, 对电力系统的安全和稳定性造成威胁。变压器与进线失压的故障

可能由多种原因引起, 如电力设备故障、外部环境因素、人为操作失误等。例如, 变压器的绝缘损坏、接线松动、过载运行等都可能造成失压; 进线则可能受到雷击、树木倒塌、动物触碰等因素影响而失压。

#### 1.2 框架保护动作

框架保护系统是用来保护变压器及配电线路等重要设备免受电流、过电压等异常情况损害的关键措施, 偶尔会出现框架保护系统误动作或错误保护动作的情况, 导致不必要的停电<sup>[1]</sup>。框架保护动作通常是由多种原因引起的, 故障检测误判是最常见的原因, 在电力系统运行过程中, 偶尔会出现短时电流过载或瞬时电压过高等情况, 框架保护系统可能误将这些正常变化误判为故障信号, 导致误动作。保护参数设置不当也可能导致框架保护系统误动作, 如果保护参数设置不合理或不精确, 保护系统可能对正常运行条件下的电流电压变化做出错误响应, 当保护设备(或线路)本身出现故障或接线不良、接触不良等问题时, 也会引发保护动作。

#### 1.3 配网电缆故障

配网电缆故障是电力系统配电自动化中常见的故障, 特别是在城市或密集建筑区域中, 配网电缆被广泛应用于电力供应。配网电缆故障可能由多种原因引起, 如电缆老化、绝缘破损、外部损伤、电缆接头故障等。随着使用时间

的增长,电缆的绝缘材料会逐渐老化硬化,失去原有的绝缘性能,容易发生绝缘击穿或绝缘破损,导致电缆故障。在城市环境中,配网电缆埋在地下,容易受到地面施工、挖掘、交通事故等外部因素的影响,也会导致电缆外皮破损、金属护套破裂等,进而导致电缆故障。另外,连接头是电缆线路的重要组成部分,如果连接头安装不当、接触不良或存在腐蚀等问题,也容易导致连接头发热、接触不良甚至短路,引发电缆故障。当配网电缆发生故障时,会导致供电中断,影响用户的正常用电,甚至造成重大事故。因此,配电自动化系统需要能够及时检测和定位配网电缆的故障,并快速采取措施进行修复或切换,以保障电力系统的稳定供电。

#### 1.4 终端通信故障

终端通信故障指的是配电网中终端设备与监控系统之间的通信出现异常或中断的情况。终端设备中的通信模块、传感器、控制器等可能由于长时间使用或环境因素导致损坏或故障,使其无法正常与监控系统进行通信;配电网中的通信线路受到天气、人为损坏、动物咬断等因素的影响,导致线路中断、短路或信号衰减,也会影响终端设备与监控系统之间的通信。当通信信号受到电磁干扰、射频干扰或其他外部干扰时,信号质量下降、通信速率减慢甚至通信中断,会使得监控系统无法正常获取终端设备的信息。终端通信故障会影响电力系统的监测、控制和调度,导致故障诊断不准确、远程操作受限、数据传输延迟等问题,进而影响电力系统的安全性和稳定性。

### 2 故障处理方式方法

#### 2.1 变压器与进线失压故障处理

当变压器与进线发生故障时,需采取有效的处理方式来确保电力系统的稳定运行和用户的正常用电。一旦发现变压器与进线发生故障,要立即采取行动,切断故障区域的电源供应,通过自动保护装置或远程操作实现,确保电力系统的安全性和稳定性。在切断电源后,派遣专业人员前往现场进行检查与确认,仔细检查变压器、进线及相关设备,以确定故障的具体位置和原因。根据现场检查的结果,再对故障进行定位与诊断,可能的原因包括变压器内部故障、进线断路、接触不良、设备损坏、雷击等,通过仔细的分析和测试,确定发生故障的准确原因。确定故障的原因后,需要立即采取措施进行修复,如更换损坏的设备、修复断路、重新接线等操作<sup>[2]</sup>。在维修完成后,需要进行必要的测试和检查,确保设备安全可靠,再逐步恢复故障区域的电力供应,保证用户的正常用电。同时,对故障进行详细的分析与记录,总结经验教训,寻找改进措施,以提高电力系统的抗干扰能力和故障处理效率。

#### 2.2 框架保护故障处理

在发生故障时,操作人员应立即采取紧急措施,以确保人员和设备的安全,切断故障区域的电源,启动备用电源

以维持关键设备的运行,并通知相关人员以启动故障处理流程。专业技术人员应立即前往现场,检查变压器、进线以及周围设备,以确定失压故障的具体位置和原因,使用仪器进行电气测试、检查设备接线、观察设备状态等。根据诊断结果,确定故障的具体原因,可能的原因包括变压器内部故障、进线断路、接触不良、设备损坏雷击等,应根据具体情况,采取相应的维修措施。在维修完成后,进行必要的测试和检查,确保修复的设备符合规范要求,能够安全可靠地投入使用,还需要对恢复供电进行谨慎的控制,以避免因电压突变或其他原因引发新的故障。

#### 2.3 配网电缆故障处理

处理配网电缆故障需要迅速响应,进行诊断与定位、维修和修复、测试和检查等多个步骤,全面而有效地执行这些步骤,才能确保电力系统的稳定运行和供电可靠性。首先,一旦发现配网电缆故障,需要立即通知相关人员,并迅速前往现场进行确认,通过检查线路标识、现场勘察等方式,确定故障的具体位置,以便后续的维修工作。在进行维修工作之前,必须确保现场的安全,切断故障线路的电源、设置警示标志、采取防止触电的措施等,以保护维修人员和周围人员的安全。其次,通过使用专业的测试仪器和设备,对故障线路进行电气测试,确定故障的类型和位置,可能的故障包括电缆短路、断路、绝缘击穿等,需要根据具体情况采取相应的修复措施。根据故障的类型和位置,采取相应的维修措施,如修复受损的电缆、更换故障部件、重新接线等,在进行维修工作时,务必严格按照相关规范和标准操作,确保修复的电缆线路符合安全要求。维修完成后,对修复的电缆线路进行电气测试、绝缘测试等,确保线路能够安全可靠地投入使用,对周围环境进行检查,确保没有其他潜在的安全隐患。最后,进行故障分析和记录,对故障的原因进行分析和总结,记录故障的处理过程和教训,提高故障处理的效率和质量,减少类似故障的发生。

#### 2.4 通信中断故障处理

通信中断会导致监控和控制功能的失效,处理通信中断故障需要运用系统性的方法,以确保电力系统的稳定运行。通过监控系统的报警功能或定期的系统巡检,及时识别和确认通信中断,一旦发现通信中断,操作人员应立即进行确认,并尽快采取相应的措施。通信中断可能由多种因素引起,如设备故障、通信线路故障、信号干扰、网络故障等,操作人员需要通过系统日志、设备状态信息以及现场检查等手段来确定通信中断的具体原因<sup>[3]</sup>。根据通信中断的原因,需要进行设备维修、线路修复、信号干扰排除等操作,在修复通信中断后,进行通信恢复测试,确保通信系统能够正常运行。维修完成后,进行记录和分析,记录通信中断的原因、处理过程以及修复效果,以便未来的参考和分析。最后还应通过定期的设备检查、通信线路

维护、信号干扰防护等手段,加强对通信系统的预防性维护,减少通信中断故障的发生。

### 3 强化电力系统配电自动化措施

#### 3.1 重点强化信息管理

信息管理涵盖数据采集、处理、传输、存储和利用等多个方面,有利于提高系统的运行效率、可靠性和安全性。一是加强数据采集和监测,通过部署更多的传感器和监测设备,实时采集和监测电力系统各个环节的数据,如电流、电压、功率、负荷等参数,这些数据是实现配电自动化的基础,可以为系统运行提供准确的信息支持。二是优化数据处理和分析。引入先进的数据处理和分析技术,对采集到的数据进行实时处理和分析,提取有用的信息和特征,通过数据挖掘、机器学习等技术,识别潜在的问题和异常,为系统运行提供预警和决策支持。三是强化数据传输和通信。确保数据在各个节点之间快速、稳定地传输,采用可靠的通信网络和协议,以保证数据的及时性和完整性,加强网络安全管理,采取加密、认证、访问控制等手段,防止数据泄露和恶意攻击。四是完善数据存储和管理。建立健全的数据存储和管理体系,包括数据备份、归档、恢复等措施,确保数据的安全性和可靠性,制定合理的数据保留政策,根据实际需要要对数据进行存储和管理,以节约存储空间和成本。五是促进信息共享和利用,建立信息共享平台,实现各个部门和系统之间的信息共享和集成,提高信息利用效率,开发和应用信息化应用软件,为用户提供便捷的信息查询和分析工具,促进信息的充分利用和价值发挥。

#### 3.2 落实安全管理

在落实安全管理方面,需要采取一系列措施来确保系统的稳定运行和安全性。首先,建立完善的安全管理制度和规章制度,制定配电自动化系统的安全管理制度,明确责任分工和管理流程,确保各项安全措施的实施;其次,对配电自动化系统的操作人员进行安全培训和教育,提高其安全意识和操作技能,培训内容包括系统操作规程、安全操作流程、事故应急处理等,确保操作人员具备应对各种情况的能力。再者,对配电自动化系统的关键设备进行安全保护,如电力设备、通信设备、控制设备等,采取防火防爆、防雷击、防误操作等措施,确保设备的安全可靠运行<sup>[4]</sup>。定期对配电自动化系统的设备进行安全检查和监测,发现问题及时处理,采用在线监测、远程巡检等技术手段,实现对系统运行状态的实时监测和远程控制。最后,

加强事故应急预案和应急演练,建立配电自动化系统的应急预案,明确各种事故的处理程序和应急处置措施,定期组织应急演练,提高应急响应能力和处理效率,确保在发生事故时能够迅速有效地应对。

#### 3.3 提高电网改造力度

提高电网改造力度需要从智能设备部署、数字化建设、结构优化、设备更新、智能化建设等多个方面着手。首先,加速智能设备的部署和应用,引入先进的智能电力设备,如智能电能表、智能断路器、智能开关柜等,以提升系统的自动化程度和智能化水平,实现远程监控、自动调节、故障诊断等功能,为电网改造提供了新的技术手段和解决方案。其次,推动电网数字化和信息化建设,实现对电网运行状态、负荷情况、设备状态等信息的实时监测和分析,加强电网信息系统的建设,提升数据处理和传输能力,为电网运行决策提供可靠的信息支持。通过改造电网结构和布局,优化供电方案,提高电网的可靠性和供电质量,采用先进的电网规划和设计技术,结合实际需求和发展趋势,建设更加灵活、可靠、高效的电网系统。对老化、落后的电网设备进行更新和升级,采用新技术、新材料、新工艺,提高设备的性能和可靠性。最后,利用先进的智能控制技术和自动化系统,实现电网运行的智能化管理和自动化控制,确保电力供应的稳定和可靠。

### 4 结束语

尽管配电自动化技术带来诸多好处,但在实际应用中,也面临一些挑战和问题,其中最主要的就是故障处理,电力公司应不断创新技术、完善管理,提升自动化水平与应急响应能力,共同推动电力系统朝着安全、智能、高效的方向发展。

#### [参考文献]

- [1]刘亚,吴浩然.电力系统配电自动化及其故障处理[J].家电维修,2023(11):60-64.
  - [2]包晟.分析电力系统配电自动化及其故障处理[J].电气技术与经济,2023(6):75-77.
  - [3]黄金福.电力系统配电自动化及其故障处理[J].技术与市场,2022,29(3):126-127.
  - [4]白超.电力系统配电自动化及其故障处理[J].化学工程与装备,2021(1):200-201.
- 作者简介:陈贤增(1987.8—)男,汉族,原始大学本科学历,毕业院校为三明学院。现就职于福建大漳建设工程有限公司,职务为项目经理。

## 接地变压器的故障分析与保护设计

李栋梁 李华清 柳忠甫 胡刚强

许继变压器有限公司, 河南 许昌 461000

**[摘要]** 接地变压器作为电力系统中的重要组成部分, 其主要功能是将系统中的中性点接地, 以确保系统的安全运行。然而, 在运行过程中, 接地变压器可能会面临各种故障, 如短路、过载、绝缘击穿等, 对电力系统造成严重影响甚至损坏其他设备。因此, 进行有效的故障分析和保护设计对于确保电力系统的稳定运行至关重要。文中旨在探讨接地变压器的故障分析与保护设计, 以提高电力系统的可靠性和安全性。

**[关键词]** 接地变压器; 故障分析; 保护设计

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12498

中图分类号: TM721

文献标识码: A

## Fault Analysis and Protection Design of Grounding Transformers

LI Dongliang, LI Huaqing, LIU Zhongfu, HU Gangqiang

Xuji Transformer Co., Ltd., Xuchang, He'nan, 461000, China

**Abstract:** As an important component of the power system, the grounding transformer's main function is to ground the neutral point in the system to ensure the safe operation of the system. However, during operation, the grounding transformer may face various faults, such as short circuits, overload, insulation breakdown, etc., which can seriously affect the power system and even damage other equipment. Therefore, effective fault analysis and protection design are crucial to ensure the stable operation of the power system. This article aims to explore the fault analysis and protection design of the grounding transformer to improve the reliability and safety of the power system.

**Keywords:** grounding transformer; fault analysis; protection design

### 引言

现代电力系统中, 接地变压器作为一种重要的电力设备, 扮演着将系统中的中性点接地的关键角色, 其主要功能是提供零序电流的路径, 以确保系统的安全运行, 并在发生故障时提供电流路径以及降低地电压的影响<sup>[1]</sup>。然而, 由于电力系统的复杂性以及外部环境的影响, 接地变压器可能会面临各种故障, 如短路、过载、绝缘击穿等, 会导致设备损坏、系统停电甚至人身安全受到威胁。在该背景下, 进行接地变压器的故障分析与保护设计具有重要意义。

随着电力系统的不断发展和智能化水平的提高, 接地变压器的故障分析与保护设计也面临着新的挑战和机遇。传统的保护措施可能无法满足现代电力系统对安全、可靠、智能的要求, 因此需要不断创新和改进保护技术和装置, 如智能化保护装置、在线监测系统等, 以适应电力系统的发展需求。同时, 加强接地变压器的故障分析与保护设计还可以促进电力系统的智能化建设, 提高系统的自动化水平和运行效率, 为实现电力系统的智能化、绿色化、可持续发展提供技术支持和保障。

### 1 加强接地变压器的故障分析与保护设计的重要性

#### 1.1 提高电力系统的可靠性

接地变压器作为电力系统中至关重要的设备, 其正常运行对于维持电力系统的稳定性和可靠性具有关键作用。

首先, 加强接地变压器的故障分析与保护设计有助于及时发现和解决潜在的故障隐患, 从而减少系统的故障率和停电次数。通过对接地变压器的故障特性进行深入分析和研究, 可以识别出导致故障的原因和机理, 提前采取有效的预防措施, 减少故障的发生概率。同时, 设计和实施科学合理的保护措施, 如过流保护、温度保护等, 在接地变压器发生故障时及时切断故障电路, 防止故障扩大, 保障电力系统的稳定运行。其次, 加强接地变压器的故障分析与保护设计有助于提高电力系统的故障恢复能力和应急处理能力。一旦接地变压器发生故障, 及时准确地分析故障原因, 可帮助运维人员快速定位故障点, 并采取有效的修复措施, 尽快恢复系统的正常运行。另外, 加强接地变压器的故障分析与保护设计还可以提高电力系统的可持续运行能力和经济性。通过减少系统的故障率和停电时间, 可以提高电力系统的可靠性和可用性, 满足用户的用电需求, 降低供电中断对社会生产生活的影响。

#### 1.2 保护其他设备安全

电力系统中, 接地变压器承担着将系统中的中性点接地的重要任务, 一旦接地变压器发生故障, 会对系统中其他设备造成严重影响甚至损坏, 因此保护其他设备的安全至关重要<sup>[2]</sup>。首先, 通过加强接地变压器的故障分析, 及时发现并识别出接地变压器可能存在的故障隐患, 从而采取有效的预防措施, 减少故障对其他设备的影响, 如接地

变压器存在绝缘老化、过载等问题,导致其发生故障,进而影响到系统中其他设备的正常运行。其次,合理设计和实施保护措施可以最大限度地减少故障对其他设备的影响。设置过流保护装置可在接地变压器发生短路或过载时及时切断故障电路,防止过大的电流流入系统中其他设备,从而保护其他设备的安全。另外,加强接地变压器的保护设计还可以提高其他设备的运行稳定性和可靠性。一旦接地变压器发生故障,导致系统中其他设备承受额外的电流冲击或电压波动,从而影响其正常运行,通过合理设计的保护措施,可及时切断故障电路,防止故障扩大,保护其他设备免受电力系统故障的影响,提高其运行稳定性和可靠性。

### 1.3 保障人身安全

电力系统中,接地变压器的正常运行不仅关系到设备的安全性,直接关系到人员的生命财产安全,加强对接地变压器的故障分析与保护设计,可有效预防电力系统中可能发生的事故,保障人员的安全。接地变压器发生故障导致电力系统中出现触电等安全事故,严重威胁到人员的生命安全。接地变压器发生绝缘击穿或短路,导致系统中产生高电压,增加人员触电的风险。通过加强对接地变压器故障的分析,可以及时发现故障隐患,采取有效的措施防止故障发生,降低人员触电的风险,保障人身安全。合理设计和实施保护措施可最大限度地减少接地变压器故障对人员的威胁,设置过流保护装置可以在接地变压器发生短路或过载时及时切断故障电路,防止过大的电流流入系统中,减少触电事故的发生。此外,温度保护装置可以监测接地变压器的温度,一旦温度超过设定阈值,及时报警或切断电源,防止设备过热引发安全事故。另外,加强接地变压器的保护设计还可以提高人员应对突发情况的能力,降低事故发生后的损失,通过加强对接地变压器故障的分析,可提前制定应急预案和安全操作规程,提高人员对突发情况的应对能力,减少事故发生后的人员伤亡和财产损失。

## 2 当前接地变压器的故障分析

### 2.1 短路

短路指的是两个或多个电路中的导体之间发生直接的电气连接,导致电流绕过了正常的电路路径,形成异常高的电流。短路由多种原因引起,包括设备老化、绝缘破损、外部物体侵入等,其后果通常包括设备损坏、系统停电以及安全事故的发生<sup>[3]</sup>。首先,短路导致接地变压器内部绝缘系统的损坏。当短路发生时,异常高的电流会导致接地变压器内部绝缘系统受到巨大电压和电流的冲击,导致绝缘材料破坏或击穿,进而引发设备内部的电气火灾或爆炸,造成设备严重损坏甚至报废。其次,短路引起电力系统的停电。由于短路导致异常高的电流流过电力系统,会触发系统的保护装置,导致系统自动切断电源以防止设备进一步损坏或火灾扩散,将导致电力系统的部分或全部

停电,影响用户的正常用电,给生产生活带来严重影响。最后,短路导致安全事故的发生。异常高的电流会产生大量热量,可能引发设备或周围环境的火灾,对人员和设备造成威胁。如果短路发生在人员密集的场所,如工厂、商场等,可能会造成严重的人员伤亡和财产损失。

### 2.2 过载

过载指的是接地变压器承受超过其额定容量的电流负载,通常由于系统负荷突然增加、设备故障或错误操作等原因引起。首先,导致接地变压器内部绝缘系统的损坏。当接地变压器承受超过其额定容量的电流负载时,会产生过多的热量,导致绝缘材料受热变软、老化甚至熔化,进而影响其绝缘性能,增加绝缘击穿的风险,从而导致设备内部发生短路或火灾,造成严重损坏甚至报废。其次,接地变压器在长时间承受超负荷电流的情况下,可能会导致其内部线圈和铁芯产生过热,从而使设备的温度升高,超出设计温度范围,进而损坏设备的绝缘材料和线圈,导致设备性能下降,甚至损坏设备的结构,影响设备的安全运行。最后,当接地变压器承受过载电流时,会导致系统中其他设备的电压下降,影响用户的正常用电,甚至引发系统的过电压,导致系统自动切断电源以保护设备,造成系统的部分或全部停电,给用户带来不便和损失。

### 2.3 绝缘击穿

绝缘击穿指的是接地变压器内部绝缘系统发生破坏,导致高压部分与低压部分之间发生直接的电气连接,从而使电流绕过了正常的电路路径,形成异常高的电流,造成设备损坏、系统停电甚至人员触电等严重后果。首先,绝缘击穿由于设备老化、绝缘材料劣化、环境污染等因素引起。随着接地变压器的使用时间增长,其内部绝缘材料可能会老化、破损,导致绝缘性能下降,增加绝缘击穿的风险。同时,受外界环境影响,如潮湿、污染等因素也可能加剧绝缘击穿的发生。其次,绝缘击穿导致设备内部的电气火灾或爆炸。当绝缘击穿发生时,高压部分与低压部分之间形成直接的电气连接,导致异常高的电流流过设备内部,产生大量的热量,引发设备内部的电气火灾或爆炸,造成设备严重损坏甚至报废,对周围环境和人员造成威胁。最后,绝缘击穿引起系统的停电。由于绝缘击穿导致异常高的电流流过电力系统,可能会触发系统的保护装置,导致系统自动切断电源以防止设备进一步损坏或火灾扩散。这将导致电力系统的部分或全部停电,影响用户的正常用电,给生产生活带来严重影响。

## 3 接地变压器的保护设计措施

### 3.1 加强设备的定期检测和维护

定期检测和维护可以及时发现设备的潜在故障隐患,预防故障发生,延长设备的使用寿命,保障电力系统的安全稳定运行<sup>[4]</sup>。第一,定期检测包括对接地变压器的外部和内部进行全面的检查。外部检查主要包括检查接地变压

器的外观是否有损坏、腐蚀、渗漏等现象,检查接线是否牢固,接头是否松动,以及附件设备是否齐全。内部检查主要包括检查变压器的绝缘材料是否有老化、破损,检查冷却系统是否畅通,检查绕组、铁芯等部件是否有异常现象。第二,定期维护主要包括清洁、润滑、调整等工作。清洁是指清除接地变压器表面的灰尘、污垢等杂物,保持设备外观清洁,有利于散热和绝缘;润滑是指对接地变压器的运动部件进行润滑,如油泵、阀门等,以减少摩擦,延长设备的使用寿命;调整是指对设备的各项参数进行调整,以保证其正常运行,如调整冷却系统的流量、调整绝缘材料的张力等。第三,定期检测和维护还包括对设备的各项指标进行监测和记录。通过传感器、检测仪器等设备对接地变压器的电流、电压、温度、湿度等参数进行实时监测,及时发现异常情况并进行处理;记录是指将检测到的数据和维护情况进行记录,建立设备档案,为后续的分析和维护提供参考。

### 3.2 合理规划和设计电力系统

首先,充分考虑系统的负荷特性和发展趋势。根据用户的用电需求、行业特点、生产工艺等因素,合理预测未来的负荷增长趋势,确定系统的负荷容量,并考虑到负荷的季节性变化和峰谷差异,合理配置接地变压器的容量和数量,以满足系统在不同负荷情况下的稳定运行需求。其次,考虑设备的互联互通性和备用性。在设计电力系统时,应充分考虑设备之间的互联互通关系,合理布置变电站、配电线路和配电设备,保证系统的整体运行效率和可靠性。再次,考虑系统的安全性和稳定性。设计电力系统时,应考虑设备的安全距离、绝缘水平、接地方式等因素,合理布置设备,减少安全隐患。同时,采用科学合理的保护措施,如过载保护、短路保护、接地保护等,确保系统在发生故障时能够及时切断故障电路,防止故障扩大影响,保障设备和人员的安全。最后,考虑系统的经济性和环保性。在设计电力系统时,应综合考虑设备的购置、安装、运行和维护成本,选择性价比高的设备和技术方案,以降低系统的总体投资和运行成本。同时,注重节能减排,采用节能环保的设备和技術,减少对环境的影响,实现电力系统的可持续发展。

### 3.3 设计和实施科学合理的保护措施

一是设计和实施过载保护。过载保护装置可监测接地变压器的电流负载情况,当电流超过设定阈值时,及时切

断电路,防止设备因过载而损坏,通常采用电流继电器、熔断器、断路器等设备,根据变压器的额定容量和负载特性进行设计和配置,确保在负荷突增或异常情况下能够有效保护设备<sup>[5]</sup>。二是设计和实施短路保护。短路保护装置可检测接地变压器电路中的短路故障,及时切断电路,防止电流过大造成设备损坏或电力系统故障,通常采用差动保护、过电流保护等技术,能够对接地变压器电路中的短路故障进行快速响应和处理,确保系统的安全稳定运行。三是设计和实施接地保护。接地保护装置可监测接地变压器的绝缘状态,及时检测和切断接地故障电路,防止接地故障扩大影响,保护设备和人员的安全,通常采用绝缘监测装置、接地保护继电器等设备,能够对接地变压器的绝缘状态进行实时监测和保护,确保系统的安全运行。四是设计和实施温度保护、湿度保护等装置。监测接地变压器的温度、湿度等参数,及时发现设备存在的异常情况,采取相应的保护措施,防止设备因温度过高或湿度过大而损坏或发生故障。

## 4 结束语

加强接地变压器的故障分析与保护设计,对于确保电力系统的安全稳定运行具有重要意义。通过科学合理的保护设计,可以及时准确地发现并处理接地变压器的故障,保护其他设备的安全,保障人员的生命财产安全,从而提高电力系统的可靠性和安全性。

### [参考文献]

- [1]王玳君. 变压器铁心多点接地故障分析与处理[J]. 电工技术, 2023(15): 151-155.
- [2]张建军, 岳啸鸣, 马建胜, 等. 一起风电场 110kV 变压器接地故障分析及诊断[J]. 变压器, 2023, 60(6): 68-71.
- [3]陈龙翔, 朱家运, 荆岫岩, 等. 抽水蓄能电站主变压器故障分析方法及其应用[J]. 水电与新能源, 2023, 37(5): 1-4.
- [4]陈蕾. 接地变压器运行状态检测技术研究[D]. 淄博: 山东理工大学, 2022.
- [5]王国亮, 吕乐, 胡伟, 等. 干式接地变压器的故障分析[J]. 电气开关, 2021, 59(2): 84-86.

作者简介: 李栋梁(1985.4—), 毕业院校: 河南工业大学, 所学专业: 电气工程及其自动化, 当前就业单位: 许继变压器有限公司, 职称级别: 中级工程师, 长期从事消弧线圈、接地变压器开发设计工作。

# 电厂水能及动力工程存在的主要问题研究

朱学利

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

**[摘要]**水力发电是利用水流动能转化为电能的过程,通过水轮机驱动发电机产生电力。由于其可持续、稳定和高效的特点,水力发电已成为全球主要的清洁能源之一,为满足日益增长的电力需求和应对气候变化提供了有力支持。根据国际能源署(IEA)的数据,水力发电在全球电力生产中占比超过15%,在许多国家和地区,特别是在发展中国家和地区,其比例更高。尽管水力发电具有许多优势和潜力,但其发展仍面临一系列技术、经济和环境挑战。随着水力发电设备的老化和运行环境的变化,电厂水能及动力工程出现的问题日益凸显,如一次调频、设备稳定性和节流调节等。这些问题不仅影响水力发电系统的运行效率和经济性,还可能导致设备故障和安全事故,对电力系统的稳定运行产生严重影响。因此,对电厂水能及动力工程存在的主要问题进行深入研究和分析,提出有效的解决策略和建议,对于推动水力发电的持续健康发展,实现清洁、绿色和可持续能源转型具有重要意义。

**[关键词]**电厂水能; 动力工程; 主要问题

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12493

中图分类号: TV737

文献标识码: A

## Research on the Main Problems of Hydroelectric and Power Engineering in Power Plants

ZHU Xueli

Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

**Abstract:** Hydroelectric power generation is the process of converting the kinetic energy of water flow into electricity, which is generated by a turbine driven generator. Due to its sustainable, stable, and efficient characteristics, hydropower has become one of the main clean energy sources worldwide, providing strong support for meeting the growing demand for electricity and addressing climate change. According to data from the International Energy Agency (IEA), hydropower accounts for over 15% of global electricity production, with a higher proportion in many countries and regions, especially in developing countries and regions. Although hydropower has many advantages and potential, its development still faces a series of technical, economic, and environmental challenges. With the aging of hydroelectric power generation equipment and changes in operating environments, problems in hydropower and power engineering in power plants are becoming increasingly prominent, such as primary frequency regulation, equipment stability, and throttling regulation. These issues not only affect the operational efficiency and economy of hydroelectric power generation systems, but may also lead to equipment failures and safety accidents, seriously affecting the stable operation of the power system. Therefore, conducting in-depth research and analysis on the main problems of hydropower and power engineering in power plants, proposing effective solutions and suggestions, which is of great significance for promoting the sustainable and healthy development of hydropower, and achieving the transformation of clean, green, and sustainable energy.

**Keywords:** power plants hydropower; power engineering; main problems

### 引言

随着全球对可再生能源的日益重视,水力发电因其可靠、高效和环境友好的特性,再次受到广泛关注。作为清洁能源的重要组成部分,水力发电在全球能源转型中具有不可替代的地位。随着水力发电技术的发展和运用,电厂水能及动力工程也面临着一系列挑战和问题,如设备稳定性、维护优化、技术创新和应用推广等。为了充分发挥水力发电的优势,提高其运行效率和经济效益,有必要对这些关键问题进行深入研究和分析,提出有效的解决策略和建议。

### 1 水力发电基本原理

#### 1.1 能量转换过程概述

水力发电是利用水流的动能将其转化为电能的过程。

在这个过程中,首先需要将水的势能和动能转化为机械能。水从水库或河流高处流下,通过引水系统进入水轮机。水轮机是水力发电的关键组成部分,它利用水流的动能驱动转子旋转,进而驱动连接的发电机产生电能。在这一转换过程中,水的势能和动能被高效地转化为机械能,再由发电机将机械能转化为电能。这种能量转换过程不仅高效,而且环境友好,因为它减少了对化石燃料的依赖并减少了温室气体排放。

#### 1.2 水力发电系统组成与工作原理

水力发电系统主要由水源、引水系统、水轮机和发电机组成。水从水源,如水库或河流,通过引水系统被导入水轮机。水轮机是转换水流动能的核心设备,它驱动旋转

的转子通过机械连接作用于发电机。发电机则将机械能转化为电能，最终输出给电网供应<sup>[1]</sup>。整个系统的工作原理基于能量转换的连续循环，从水的势能和动能转化为机械能，再到电能，实现了高效、可靠的水力发电。

## 2 电厂水能设备稳定性的重要性

### 2.1 水能设备的关键作用

水能设备在电厂中扮演着至关重要的角色，其稳定性直接影响着电力系统的可靠性和运行效率。作为水力发电的核心组成部分，水能设备负责将水流的动能转化为电能，为电网供应稳定的电力。这些设备的稳定运行是电力生产的基础保障，不仅决定了电厂的发电量和质量，也影响着电网的频率稳定和电力负载调节能力。水能设备的高效运行不仅可以提高电厂的经济效益，降低电力生产成本，还能减少对化石能源的依赖降低环境污染。因此，保障水能设备的稳定性是电力工业的重中之重，需要通过科学的管理和先进的维护技术来确保其长期稳定运行，从而为电力系统的安全稳定提供坚实支撑。

### 2.2 设备稳定性与电厂运营效益的关系

设备稳定性是电厂运营效益的决定性因素之一。当水能设备保持稳定运行，不仅能确保电力生产的连续性和可靠性，而且能提高电厂的发电效率和负载响应能力。稳定的设备运行降低了维护成本和故障停机时间，同时提高了设备的使用寿命和能源利用率。这些因素共同作用，显著提升了电厂的经济效益。此外，设备的稳定性直接关联到电厂的运营策略和市场竞争能力。在日益复杂和竞争激烈的电力市场环境下，具备高稳定性的设备不仅能保障电力供应的稳定性，还能更灵活地响应市场变化，优化运营模式，从而实现更高的市场份额和更好的经济效益。因此，设备稳定性不仅是保障电厂正常运营的基础，也是提升电厂运营效益和市场竞争力的关键因素。

## 3 电厂水能及动力工程的主要问题

### 3.1 一次调频问题

一次调频在水能发电系统中是一个关键环节，它决定了系统的频率稳定性和电力负荷调节能力。在水能发电过程中，水流的变化和发电机负载的波动都会影响电网的频率。一次调频系统的主要任务是监测电网频率的变化，并通过调整水能发电机组的输出功率来保持电网的频率在预定范围内。一次调频问题可能由于多种因素引发，如水流量的不稳定性、发电机组的响应速度、调频控制策略的有效性以及与其他电力系统的协调等。如果一次调频系统响应不及时或控制不精确，可能导致电网频率波动过大，甚至引发电网崩溃。此外，随着电力系统的日益复杂和电力市场的快速变化，一次调频问题的挑战也日益增加。如何在保证电力供应稳定性的前提下，提高一次调频系统的响应速度和控制精度，以适应电力系统的动态变化和市场需求，成为当前水能及动力工程面临的重要问题。为解决一次调频问题，需要综合考虑水能发电机组的设计、控制

策略、传感器技术以及与其他电力系统的协调等方面的因素，采取先进的调频控制技术和策略，优化水能发电机组的运行参数，提高系统的稳定性和响应能力，从而确保电力系统的安全稳定运行。

### 3.2 水力发电机组轴系问题

水力发电机组轴系是确保发电机组高效、稳定运行的关键部件，它承载着转子旋转产生的巨大力矩和惯性力。轴系的设计、制造和维护直接关系到机组的运行可靠性、寿命和安全性。轴系问题主要包括轴承故障、轴线偏移、振动和共振、轴材质疲劳和损伤等。轴承作为轴系的重要组成部分，故障可能导致机组运行不稳定、噪音增加甚至轴线偏移，严重时可能导致机组停机。轴线偏移和振动问题可能导致轴系和机组结构的磨损和损伤，降低机组的运行效率和寿命。轴材质的疲劳和损伤则可能导致轴断裂，严重威胁到机组的安全运行。解决轴系问题需要采用综合的技术手段和策略。首先，对轴系进行定期的检测和监测，采用先进的传感器和检测技术实时监测轴承状态、轴线偏移和振动情况，及时发现并处理问题。其次，优化轴系的设计和制造工艺，提高轴材质的强度和耐磨性，减少轴材质疲劳和损伤。最后，加强轴系的维护和管理，定期检查和更换轴承、润滑油和密封件，延长轴系和机组的使用寿命，确保机组的安全、稳定和高效运行。

### 3.3 机组变工况问题

机组在水力发电系统中是关键流体控制装置，它负责调节水流进入水轮机，以实现最佳的发电效率和稳定性。机组在不同的工况下可能会遭遇一系列的问题，这些问题主要涉及到流量调节不精确、结构磨损、密封性能下降以及操作响应不及时等。首先，流量调节不精确可能导致水轮机性能下降和电网频率波动。当机组的调节精度降低或受到外部扰动时，可能导致水流进入水轮机的流量不稳定，从而影响到发电机组的输出功率和效率。其次，机组结构的磨损和密封性能的下降可能导致水泄漏和漏油增加维护成本，同时也可能导致机组的失效和停机。这种磨损和密封性能的下降可能是由于长时间的运行、恶劣的工作环境或不恰当的维护策略造成的<sup>[2]</sup>。此外，机组的操作响应不及时可能导致系统的不稳定和运行不均衡，影响到发电机组的安全和可靠运行。这可能是由于控制系统的延迟、故障或不适当的控制策略引起的。为了解决机组变工况问题，需要采取一系列的技术措施和管理策略。例如，引入先进的机组流量控制技术，提高调节精度和响应速度；优化机组的结构设计和材料选择，提高其耐磨性和密封性能；加强机组的维护和检修，定期检查和更换受损的部件，确保其长期稳定运行。同时，还需要加强对机组运行状态的实时监测和分析，及时发现并处理潜在问题，提高机组的运行可靠性和安全性。

### 3.4 节流调节问题

节流调节在水力发电系统中是一个关键的过程，它通

过调整水流的流量和速度来控制水轮机的输出功率,从而实现电力的稳定发生。节流调节过程中可能会面临一系列的技术难题,如节流阀失效、流量波动、水锤效应和能量损失等。首先,节流阀失效可能导致水流控制不准确和功率输出不稳定,当节流阀受到磨损、堵塞或机械故障时,可能无法有效地调节水流量,导致水轮机负载变化,影响发电效率和电网稳定性。其次,流量波动和水锤效应是节流调节过程中的常见问题。流量波动可能由于节流阀操作不当、水流突变或管道设计不合理引起,这可能导致水轮机负载不稳定和发电效率下降。水锤效应则是由于节流阀突然关闭导致的水流速度和压力的急剧变化,可能导致管道爆裂、设备损坏甚至安全事故。同时,节流调节过程中的能量损失也是一个需要重视的问题。当节流阀部分开启或水流速度过快时,可能会导致不必要的摩擦损失和能量散失,降低水能的利用效率。为了解决节流调节问题,需要采用综合的技术手段和管理策略。首先,优化节流阀的设计和制造工艺,提高其控制精度和稳定性;其次,引入先进的流量测量和控制技术,实时监测节流过程中的流量和压力,及时调整节流阀的操作,避免流量波动和水锤效应;最后,加强节流系统的维护和管理,定期检查和更换节流阀和相关设备,确保其长期稳定和高效运行。通过这些措施,可以有效地解决节流调节问题,提高水力发电系统的运行可靠性和经济效益。

## 4 对策与建议

### 4.1 设备维护与优化策略

设备维护与优化是确保水力发电系统持续高效运行的关键环节。有效的维护策略可以延长设备使用寿命减少故障率,提高系统可靠性和经济效益。首先,实施预防性维护,通过定期检查设备状态,提前发现并修复潜在问题,可以避免设备突发故障减少停机时间,提高发电效率。此外,定期更换易损件和润滑油,清理设备内部积尘和污物,也是预防性维护的重要内容<sup>[3]</sup>。其次,采用智能监测技术,引入先进的传感器和监控系统,实时监测设备运行状态,例如轴系振动、温度、流量和压力等参数,可以提前预警设备故障及时进行维护和调整,确保设备在最佳状态下运行。再者,优化设备运行参数。根据实时监测数据,调整设备的运行参数,如节流阀开度、水轮机转速和发电机负载等,以最大化设备的工作效率和能源利用率。同时,采用先进的节能技术和管理方法,降低设备运行成本,提高经济效益。最后,加强人员培训和管理。确保维护人员熟悉设备结构和工作原理,掌握正确的维护方法和操作技能,提高维护工作的质量和效率。同时,建立完善的维护记录和管理体系,对设备的维护历史和运行数据进行分析,不断优化维护策略,提高设备管理水平和运行效率。

### 4.2 技术创新与应用推广建议

为了持续提升水力发电系统的性能和竞争力,技术创

新与应用推广是至关重要的。通过引入前沿技术和方法,不仅可以提高系统的效率和可靠性,还能降低运营成本提升经济效益。首先,加强研发投入和合作,鼓励与研究机构、高校和企业进行技术合作,共同开展水力发电相关技术的研究和开发。重点投入于提高水轮机、节流阀、传感器和控制系统等关键设备的性能,研发新型材料、制造工艺和优化算法,以适应水力发电系统的高效、安全和环保要求。其次,推广智能化和自动化技术,利用先进的人工智能、大数据和物联网技术,开发智能监测、诊断和控制系统,实现设备状态的实时监测、故障预测和自动调节,提高系统的自适应能力和运行效率。此外,推广数字化双胞胎技术,构建水力发电系统的虚拟模型,模拟和优化系统的运行,为决策提供科学依据。再者,优化能源存储和调度策略,随着可再生能源的快速发展,提高水力发电系统的调度能力和灵活性显得尤为重要。开发和应用先进的能源存储技术,如泵蓄能系统、储能电池和超导储能技术,提供备用能源和调峰服务,优化电力系统的供需平衡和运行安全。最后,加强政策支持和市场推广,制定和完善相关的技术标准、政策法规和激励措施,鼓励企业加大技术创新和应用推广的投入。同时,加强与电力企业、政府部门和行业协会的沟通和合作,推动水力发电技术的市场推广和应用示范,提高行业的整体竞争力和社会影响力。

## 5 结语

水力发电在全球能源体系中扮演着重要角色。本研究深入探讨了电厂水能及动力工程的主要问题,并提出了针对性的解决策略,涉及设备稳定性、维护优化和技术创新等方面。这些建议旨在提升水力发电系统的可靠性和经济效益,支持清洁能源转型。面对气候变化和能源安全的挑战,水力发电具有巨大潜力和优势。通过技术创新和应用推广,我们可以实现其持续、高效发展。希望这些研究和建议能引发更多关注和行动,共同推动水力发电的健康、可持续发展,为未来能源领域做出贡献。

### [参考文献]

- [1]王承钺,鲁志刚.在电厂水能及动力工程存在的主要问题探析[Z]//中国水力发电工程学会自动化专业委员会.中国水力发电工程学会自动化专委会2022年年会暨全国水电厂智能化应用学术交流会会议论文集.[出版者不详],2022:2.
- [2]孙必作.电厂水能及动力工程存在的主要问题研究[J].科技创新导报,2020,17(11):20-22.
- [3]张瑜,胡春妍.水能发电技术发展专利趋势[J].中国科技信息,2023(18):19-21.

作者简介:朱学利(1994.5—),男,兰州工业学院;自动化专业,大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂,运行值班员,助理工程师。

## 基于 fluent 箱式电抗器热流仿真

袁数数<sup>1</sup> 郑高凯<sup>2</sup>

1. 许继变压器有限公司, 河南 许昌 461000

2. 许继集团有限公司, 河南 许昌 461000

**[摘要]**箱式电抗器是铁路电力系统中不可缺少的电力设备, 主要用来补偿电容电流, 抑制轻载时端电压的升高。通过走访正在运行的箱式电抗器, 发现箱体内温度偏高, 在夏季箱体内温度高达 70 至 80 摄氏度, 严重影响箱式电抗器的使用寿命, 文中以某型号箱式电抗器为研究对象, 通过试验和仿真的研究方式, 对箱式电抗器的结构进行优化设计, 结果显示优化后箱体内最高温度降低 4 摄氏度平均温度降低温度场和流场有明显改善。

**[关键词]**箱式电抗器; 仿真; 温度场; 流场

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12490

中图分类号: TM912.9

文献标识码: A

## Simulation of Heat Flow in Box Reactor Based on Fluent

YUAN Shushu<sup>1</sup>, ZHENG Gaokai<sup>2</sup>

1 Xuji Transformer Co., Ltd., Xuchang, He'nan, 461000, China

2 XJ Group Co., Ltd., Xuchang, He'nan, 461000, China

**Abstract:** Box type reactors are indispensable power equipment in railway power systems, mainly used to compensate for capacitive current and suppress the rise of terminal voltage during light load. By visiting the operating box type reactor, it was found that the temperature inside the box is relatively high. In summer, the temperature inside the box can reach as high as 70 to 80 degrees Celsius, seriously affecting the service life of the box type reactor. In this article, a certain model of box type reactor is taken as the research object. Through experimental and simulation research methods, the structure of the box type reactor is optimized and designed. The results show that after optimization, the maximum temperature inside the box is reduced by 4 degrees Celsius, and the average temperature is reduced. The temperature field and flow field are significantly improved.

**Keywords:** box type reactor; simulation; temperature field; flow field

### 引言

随着我国铁路事业的高速发展, 箱式电抗器在铁路电力系统中的应用越来越广泛。箱式电抗器具有集成化程度高、体积小、结构简单、安装方便等优点, 箱式电抗器主要是由外壳和电抗器本体组成, 在布置时又可分为两种方式, 即一台外壳放一个本体和一台外壳放两台本体。在现场环境和条件的双重限制下, 箱式电抗器大多用于户外, 通常需要有较高的防护等级, 目前铁路上招标方要求的防护等级普遍为 IP54, 因而电抗器外壳结构上多采用厚度在 1.5mm 以上的双层钢板焊接而成, 如图 1 所示, 其散热形式为强制式通风。

箱式电抗器配置标准应与箱变一致, 应有通风、烟雾传感器、防凝露、门禁、温度控制、柜体照明等装置, 并经远动上传供电调度。箱式电抗器室一级贯通与综合贯通电抗器应相互隔离。设备的门被非正常开启时通过装在相邻的箱式变电站内的 SCADA 系统向主站报警。温度传感器实时检测箱体内温度。同时具有数据存储功能, 在装置故障或失电时所有数据不会丢失。有液晶显示屏、LED 显示灯和操作键盘, 能实时显示温度信息和故障信息, 并可通过操作键盘设置和修改各种定值和参数。报警温度和跳闸温度定值可根据变压器的实际情况和用户的需要设

置。应具有远程通信功能, 通信接口采用标准接口(如 RS485 标准口)。通信协议应采用对用户完全开放的国际标准规约, 如 Profibus、IEC60870-5-103 等。所有上送信息应带时标, 时标精确到毫秒级, 并能接收变电所综合自动化系统的系统对时信息进行系统对时, 实现与系统时钟同步。

电抗器运行过程中会产生一定热量, 如果不能及时散热, 会造成结构变形, 绝缘迅速老化, 线圈开裂等不良后果, 危及电抗器使用寿命<sup>[1]</sup>。本文以某型号一台外壳放一个本体的电抗器为例, 采用试验和仿真相结合的研究方式, 对现有电抗器的流场和温度场进行仿真, 得出外壳内的流速和温度分布, 并在此基础上对外壳结构进行优化, 优化后的箱体温度降低 5~8℃, 对电抗器的安全运行有重要意义。



图 1 箱式电抗器

## 1 箱式电抗器结构

现有的箱式电抗器主要是由底座、柜体、电抗器本体组成。底座在满足受力的条件下由槽钢和钢板焊接而成，柜体由钢板焊接而成并喷涂防锈漆，电抗器本体多采用干式铁芯，一般居中布置，也可根据用户要求进行一定的修改，柜体下部四周设置进气格栅，与底座采用螺栓连接，其内部填充防尘网和防火岩棉，上部设置排风扇，与下部构成下进上出的强制通风系统。由于上述结构在实际运行过程中温升较高，对风道结构进行改进，在保证防护等级的前提下，将风道结构进行优化设计。

## 2 原有结构的温升试验和仿真

### 2.1 温升试验

选取目前正在使用的某型号一台外壳放一台本体的箱式电抗器，箱体外壳上方两两相对设置 4 台风量为 140/168CFM 的风机，铁芯电抗器本体的损耗为 3200W，在试验站内进行温升试验，环境温度：20~23℃，相对湿度：60%~62%，压强：102.1~102.50Pa，采用模拟负载法，在空载条件下施加额定电压 5773V，在负载条件下加实际电流 4.4A，箱体的风机在电抗器室达到 55℃时启动，待本体工作至稳定状态，采用红外测温仪测量结果显示，箱体内的最高温度为 90℃，平均温度为 76℃，

### 2.2 热流场仿真

#### 2.2.1 热仿真基础

流体流动和传热要受到物理守恒定律的支配，即流动和传热要满足质量守恒方程、动量守恒方程、能量守恒方程。导热是指流体本身或者流体与相关介质存在温度差值时，温度由高至低发生传递的现象。热量传递有导热、对流和热辐射 3 种方式<sup>[2]</sup>。流体流过壁面时，紧贴壁面的位置会形成层流底层，流体在该处流速很低，几乎可看作为零，故此处流体与壁面进行的是导热过程；层流之外的区域热传递方式主要是对流传热过程。箱式电抗器内的空气流体为质量流，对于箱式电抗器模型的主要传热方式为热传导、热对流和热辐射。其所遵守的方程如下：

(1) 质量守恒方程：

$$\frac{\rho}{t} + \frac{\rho}{y} + \frac{\rho}{z} = 0 \quad (1)$$

$\mu$ 、 $\nu$ 、 $\omega$  分别为速度沿  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向的速度矢量。

(2) 动量守恒方程

$$\frac{dm}{dt} = \frac{\rho}{t} + m \frac{\rho}{x} + n \frac{\rho}{y} + w \frac{\rho}{z} = F_x - \frac{\rho}{r^2 z} \quad (2)$$

$$\frac{dn}{dt} = \frac{\rho}{t} + m \frac{\rho}{x} + n \frac{\rho}{y} + w \frac{\rho}{z} = F_y - \frac{\rho}{r^2 y} \quad (3)$$

$$\frac{dm}{dt} = \frac{\rho}{t} + m \frac{\rho}{x} + n \frac{\rho}{y} + w \frac{\rho}{z} = F_x - \frac{\rho}{r^2 z} \quad (4)$$

(3) 能量守恒方程

$$\frac{\rho}{t} + m \frac{t}{t} + n \frac{t}{y} + w \frac{t}{z} = a \frac{\rho t}{t^2} + \frac{2t}{y^2} + \frac{2t}{z^2} \quad (5)$$

### 2.2.2 模型建立及网格划分

利用 Creo 软件完成三维模型的绘制，并对其进行一定的简化，将铁芯电抗器本体中的细节(包括引线、垫块、螺丝等)忽略，箱体简化为 1.6m×1.4m×2.1m 的房间形式的长方体，电抗器本体简化为 0.88m×0.12m×0.95m，如图二所示。将该模型导入到 Ansys 中的 SpaceClaim 模块中，对模型进行预处理并抽取流道，对相关模块进行命名，并共享拓扑数据，利用 Ansys workbench meshing 进行网格划分，得出网格数量为 92458 个，网格平均质量 0.68，并对网格质量进行无关验证<sup>[3]</sup>，结果显示满足使用需求。

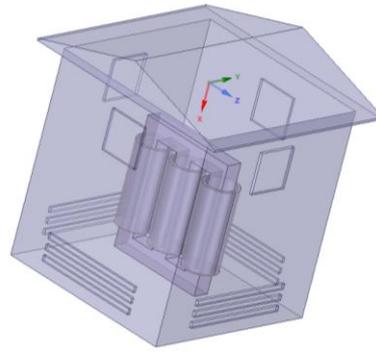


图 2 简化模型

### 2.2.3 边界条件设置

Fluent 中的边界条件包括有十余种，以方便用户根据不同的物理模型进行选择。这些边界条件类型包括以下方面。(1) axis: 轴边界，用在二维边界模型中，可不设置相关参数；(2) pressure far-field: 远场压力模型；(3) outflow: 流动自由条件；(4) exhaust fan: 排风扇，需要设置表压；(5) velocity inlet: 速度入口；(6) massflow inlet: 质量流量入口边界；(7) pressure inlet: 压力入口；(8) symmetry: 对称边界；(9) porous jump: 多孔模型；(10) wall: 壁面边界；(11) inlet vent: 通风口边界；(12) in-fan: 进风扇，需要设置压力系数；(13) outlet vent: 出风口设置。需提供压损和表压；(14) fan: 风扇边界；(15) interior: 内部面边界；(16) radiator: 散热器，需提供传热和散热系数。本文的入口设置为速度入口，出口设置为排气扇边界条件。

### 2.2.4 求解模型选取

流体模型的求解可以分为两大类：分别是压力和密度求解器，压力求解器在用途上又可以分成耦合与分离。密度求解器在选用上分为隐形和显形。分离和耦合算法通常是针对压力-速度耦合方程求解的，而显式与隐式则是针对时间项的离散而言的。动量和质量方程按照先后顺序进行求解，该方法针对于基于压力的分离求解器；而耦合求解则是将动量和质量方程耦合在一起进行解答。动量与质量方程与能量方程之间是相互独立进行解答的。而对于密度的质量、动量和能量方程是通过耦合解答。对于低速且不可压缩的流体选用压力求解器<sup>[4]</sup>，反之则用密度求解器。

在模型内部相关参数不随时间变化则该模型就是稳态。反之模型则是瞬态。稳态是理想化的模型，在计算工程中通常是无限接近于该模型。瞬态同样是采用该近似方法，在对模型进行一定的简化并且忽略相关参数后通常可以用上述模型进行代替<sup>[5]</sup>。本文选用压力基求解器和稳态。

### 2.3 结果分析

将仿真结果在 CFD-post 中进行后处理，得出风速的矢量图以，结果如图三所示，(1)现有风扇全部开启之后，风速最高达到 0.9m/s，与风机风量换算参数一致，且风速在四个出风口处中间风速高，两边风速低，符合真实风扇的出风规律；(2)箱体内部风速分布较为均匀，未在死角处进行堆积，且风速由底部到顶部分部为 0.4m/s~0.7m/s；(3)风量由进风口处进时未显示异常，但是由于四个进风口相对称，进风处会相互抵消，造成风速衰减过快，影响本体的散热；(4)箱体内部最高温度在 88 摄氏度，温度的最高值在线圈上部，符合散热规律，且与试验值相差不大，因此仿真结果真实有效。综上所述，需要对箱体结构进行进一步的优化改善箱体的散热条件。

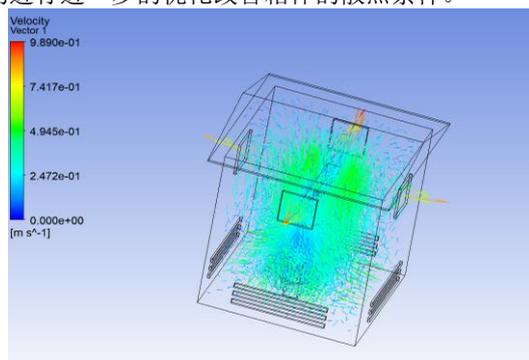


图 3 风速矢量图

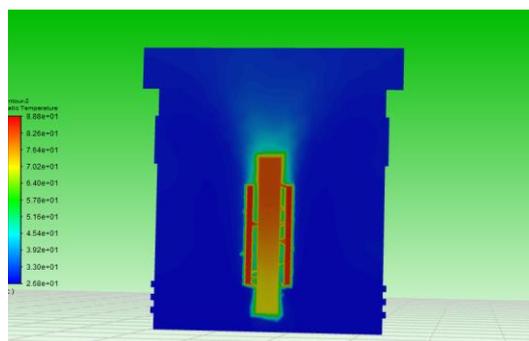


图 4 温度分布云图

## 3 箱体结构改进与分析

### 3.1 结构改进与试验

在保证成本不过量增加的基础之上，选用风量较大的风扇，且尺寸不能过大以免影响整个柜体上部的空间布局，同时风机上部风扇的位置不再对称布置，采用错开分布的形式，下进风口尺寸也适当加大，并对其位置也进行修改，与其对侧上部的风扇对中布置，使得两边的流道互不干涉，

并增加外壳整体的散热能力，在原有布置的试验条件下，采用新的箱体布置样式，本体位置不变进行试验，将电流和电压加载至稳定状态，用红外测温仪进行测量，并记录相关数据，经过计算和对数据整理可知，箱体温度最高为 87℃，平均温度 75℃，散热较原有结构有显著提升。

### 3.2 仿真实验

建立改进后的三维模型导入到 Ansys 中，经过模型处理、网格划分、边界条件设置和求解等步骤之后完成仿真，可知有如下结果：

(1) 箱体出风口的风速分布规律未发生变化，最大风速为 1.2m/s，相应的风量较原有结构提升了 33%，风道分布合理，互不抵消，风速自进风口至出风口呈现进由低到高的阶梯式分布，使得线圈的表面散热效率大幅提升。

(2) 箱体内部最高温度为 80℃，平均温度为 70℃，与前文中试验结果一致，最高温度点距离箱体进风口的垂直距离 0.2m，就水平距离为 0.15m，符合热量上升的规律，空气未能在电抗器上部长时间聚集，没有形成热量旋涡，散热性能良好。

## 4 结论

本文以模型号的箱式电抗器为研究对象，对其原有结构和改进后结构进行了试验和仿真研究，分析了其流场和温度场分布图，得出如下结论：

(1) 电抗器上部的风扇在保持成本和尺寸的情况下，尽可能选择风量大风速高的类型，同时要保证耐高温。

(2) 为保证风道畅通，箱体上部的所有出风口之间和进风口之间不应两两相对，宜错开，同一个方向进风口和出风口应正对。

(3) 采用 Ansys 进行热流仿真与试验结果对比显示仿真结果真实可靠，可采用此方法进行箱式电抗器的热流仿真研究。

### [参考文献]

- [1]王宁,井永腾,郭昊,等.热-流耦合的箱式变电站温度及流体场计算分析[J].变压器,2019,56(8):40-45.
  - [2]赵博文.组合式变电站损耗及温升问题研究[D].沈阳:沈阳工业大学,2020.
  - [3]高春艳,梁坤峰,李军号,等.变压器室3种通风散热方案模拟研究[J].河南科技大学学报(自然科学版),2013,34(3):63-67.
  - [4]李春生,佟宝全,宋延东,等.箱变温升问题的解决[J].电气制造,2006(1):30-32.
  - [5]王建民,景崇友,韩冬杰,等.干式变压器箔绕导体三维涡流场与附加损耗的数值仿真研究[J].电力科学与工程,2012,28(3):45-50.
- 作者简介:袁数数(1993.3—),毕业院校:长安大学,所学专业:机械工程,单位:许继变压器有限公司,职务:设计师,级别:工程师。

# 风力发电电气控制技术应用分析

李世榕

中国水利水电第十一工程局有限公司, 河南 郑州 450000

**[摘要]** 随着对可再生能源不断追求, 风力发电作为一种清洁、可持续的能源形式逐渐受到关注。然而, 风力发电系统的性能和效率受到多种因素影响, 其中电气控制技术的优化对于提高风力发电系统整体性能至关重要。文章通过对风力发电系统的设备状况和外部因素的影响进行分析, 揭示当前风力发电行业面临现状, 重点探讨风力发电中电气控制技术的应用, 为推动可再生能源的发展、提高风力发电系统的经济性和环境适应性提供理论和实践支持。

**[关键词]** 风力发电; 电气控制技术; 变桨距发电技术; 失速发电技术

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12528

中图分类号: TM614

文献标识码: A

## Electrical Control Technology and Application Analysis of Wind Power Generation

LI Shirong

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

**Abstract:** With the continuous pursuit of renewable energy, wind power generation as a clean and sustainable form of energy is gradually receiving attention. However, the performance and efficiency of wind power generation systems are affected by various factors, among which the optimization of electrical control technology is crucial for improving the overall performance of wind power generation systems. This article analyzes the equipment condition of wind power generation systems and the impact of external factors, reveals the current situation of the wind power generation industry, and focuses on exploring the application of electrical control technology in wind power generation, providing theoretical and practical support for promoting the development of renewable energy, improving the economic and environmental adaptability of wind power generation systems.

**Keywords:** wind power generation; electrical control technology; variable pitch power generation technology; stall power generation technology

### 引言

随着传统能源的有限和环境问题的凸显, 可再生能源的开发和利用成为全球能源领域的重要方向<sup>[1]</sup>。风力发电因其无污染、取之不尽、风能资源分布广泛等优势逐渐成为主流可再生能源之一。然而, 风力发电系统面临的挑战仍然不可忽视。风力发电系统中的风机、变流器、发电机等组件需要通过高效的电气控制系统协同运行, 以确保在不同风速和外部环境变化下能够保持系统的稳定性和高效性。因此, 深入研究风力发电电气控制技术, 寻找创新的控制策略, 对提高风力发电系统的整体性能, 促进可再生能源的可持续发展具有重要的现实意义。本文全面了解风力发电系统中电气控制技术的现状, 通过深入分析不同电气控制技术的应用, 旨在为风力发电系统的设计、运行和维护提供科学依据, 推动风力发电技术不断进步。

### 1 风力发电和电气控制技术简介

风力发电是一种利用风能转换为电能的可再生能源技术, 其核心原理是利用风力驱动风力发电机发电, 通常由风轮、发电机和控制系统组成, 风轮根据风力的大小和方向转动, 带动发电机转子产生电能, 而电气控制技术则是确保风力发电系统高效运行的关键。其主要任务包括风机控制、功率转换、电网连接和故障保护等, 风机控制涉及到风机的启动、停止、转速调节等, 以最大限度地捕获

风能并保持系统稳定运行, 功率转换则通过变流器将风机发出的交流电转换为电网所需的交流电, 同时保证输出电能的质量和稳定性; 电网连接确保风力发电系统与电网的协调运行, 使风能的利用更加灵活和高效; 而故障保护则是通过监测系统运行状态, 及时识别并处理异常情况, 确保系统安全可靠。

在电气控制技术方面, 变桨距发电技术通过调节叶片的角度来控制风机转速, 适用于风速较低的情况; 定桨距失速发电技术则通过调节叶片角度和发电机转速来实现最佳功率输出, 适用于中等风速范围; 而主动失速发电技术通过主动调整叶片的桨距, 优化风能的捕获效率, 提高系统的性能和稳定性。综合而言, 风力发电技术与电气控制技术的结合推动了风能资源的高效利用和清洁能源的发展, 对应对能源危机、减少环境污染、实现可持续发展具有重要意义。

### 2 风力发电的现状

#### 2.1 风力发电系统的设备不够完善

风力发电作为一种可再生能源形式, 虽然取得了显著的进展, 但其系统设备不足之处仍然存在<sup>[2]</sup>。首先, 风力发电系统设备包括风机、发电机、叶片等关键组件, 其设计和性能直接关系到系统的发电效率和可靠性。目前, 一些风力发电机的叶片设计仍受到材料和结构的限制, 导致

在极端气象条件下性能不稳定,影响系统的可靠性。同时,风机的转子结构和轴承系统仍有待改进,以提高系统的耐久性和抗风险能力。其次,风力发电系统在不同环境条件和外部因素的影响下,设备性能表现出不稳定,受到风速、气温、湿度等多种因素的制约,系统在极端条件下容易出现性能波动或设备故障,影响系统的稳定运行,影响风力发电的可靠性和可用性。最后,风力发电系统的运维和维护面临挑战,尤其是在远离城市的风电场。设备的监测、故障诊断和及时维修成为复杂而耗时的任务,影响系统的可用性和运行效率,对于海上风电场而言,海洋环境对设备的腐蚀和损耗增加了维护的难度和成本。总体而言,风力发电系统设备不够完善主要表现在设计和制造技术的瓶颈、性能在极端条件下的不稳定性以及运维难度较大等方面。随着科技的发展和工程经验的积累,相信风力发电系统的设备将逐步迈向更加成熟和完善的阶段。

## 2.2 风力发电受外界因素的不利影响

尽管在全球范围内风力发电取得可观进展,然而,其现状受到外界因素不利影响,对系统可靠性和稳定性构成挑战<sup>[3]</sup>。第一,风力发电的输出受到气象条件的影响。风力发电系统的性能直接依赖于风速的稳定性和强度。在一些地区,风速的波动性较大,或者风力资源相对匮乏,使得风力发电系统难以保持持续、高效的发电,特别是风速较低或极端气象条件下,系统的发电能力受到显著影响,限制其在这些区域的广泛应用。第二,风电场通常建设在离海洋较近或高海拔地区,以获取更稳定的风资源。然而,该地理位置意味着系统更容易受到恶劣天气、自然灾害(如飓风、台风等)的影响,海上风电场由于海洋环境的复杂性,设备更容易受到腐蚀、海浪、盐雾等因素的侵蚀,增加系统运维和维护难度。第三,由于风力发电系统通常分布在广阔的地域,远离电力需求主要集中的城市地区,需要进行远距离的电力输送,带来输电损耗和电网的负担,会导致风力发电系统在电力输送过程中遇到较大的电力流失和电压稳定性问题。第四,投资、政策支持、社会接受度等因素都可能影响风力发电项目的建设和运行,政策的不稳定性或对可再生能源的支持不足使得风力发电项目难以获得足够的资金支持,制约其发展速度。第五,风力发电机通常需要在地面上建造,并依赖于坚实的地基来支撑风力机组,如果选址的地质条件不佳,例如地层不稳定、土壤质地较差,导致风力机组的安装和运行面临问题,影响系统的安全性和可靠性。第六,尽管风力发电是一种清洁能源,但其建设和运行过程中会对周围的生态环境产生影响,如大规模的风电场对当地的植被、野生动物和鸟类栖息地造成一定程度的干扰和破坏,在选址和建设风力发电项目时,需要进行全面的环境影响评估,并采取相应的保护措施,以最大程度地减少对生态系统的负面影响<sup>[3]</sup>。

## 3 风力发电电气控制技术的应用

### 3.1 变桨距发电技术

风力发电电气控制技术在风力发电系统中发挥着关键的作用,其中变桨距发电技术用于调节风力机的叶片角度,以实现最大化的风能捕获和发电效率。变桨距发电技术主要通过调整风力机叶片的角度来响应不同的风速和气象条件,技术核心在于根据实时的风场情况,通过控制叶片的角度,使得叶片能够更好地迎风或背风,以达到最佳的风能捕获效果<sup>[4]</sup>。

变桨距发电技术主要应用在风力发电机组的风轮转动控制和功率输出调节方面。首先,变桨距发电技术应用于风轮转动控制。风轮旋转速度直接影响到风力发电机组的发电效率和性能稳定性,通过变桨距技术,可以实现对风轮叶片角度的调节,从而控制风轮受风面积的大小,调整叶片与风之间的角度,使得风力发电机组在不同风速条件下保持合适的转速,最大限度地捕捉到风能,提高发电效率。其次,变桨距发电技术应用于功率输出调节。风力发电机组在风速变化时,可能会出现功率输出不稳定的情况,影响发电系统的运行稳定性和电网对接性,通过变桨距技术,可以实时调整叶片角度,控制风力发电机组的输出功率,使其与电网负荷需求相匹配,保持稳定的发电功率输出,有效应对风力发电机组在不同风速条件下的输出波动,提高其对电网的稳定性和可靠性。最后,与变速技术结合使用,变桨距发电技术可进一步优化风力发电系统的性能。通过根据风速变化调整风机的转速和叶片桨距,使得风机始终在最佳工作状态下运行。当风速较低时,风机采用较低的转速和适当的叶片桨距来实现更高的转速系数,从而提高发电效率;而在风速较高时,通过减小叶片桨距,可以有效控制风机的输出功率,避免过载损坏设备。

### 3.2 定桨距失速发电技术

定桨距失速发电技术旨在优化风力机在不同风速下的发电性能,该技术通过调整叶片的桨距和使其失速,实现在宽风速范围内的高效能捕获,提升风力发电系统的整体性能,核心思想是根据风速的变化调整叶片的桨距,以在不同的风速范围内获得最佳的转速,通过在不同风速下灵活调整叶片的桨距,系统能够在整个运行范围内实现最优的能量捕获,提高发电效率;同时其失速控制可有效地降低风力机在强风条件下的机械应力,延长设备寿命,减少维护成本。此外,高响应性使得系统能够快速适应不同风场条件,提高风力发电系统可靠性和稳定性<sup>[5]</sup>。

定桨距失速发电技术主要应用在提高风力发电机组的发电效率、适应变化风速环境以及减轻机械应力等方面。第一,定桨距失速发电技术应用于提高风力发电机组发电效率。在定桨距失速系统中,风轮叶片的桨距被设计成在额定风速下能够最大限度地捕捉风能,而在超过额定风速

时, 桨距会逐渐增大至失速状态, 减小风轮的受力面积, 从而防止过高的风速对风力发电机组的损害, 使风力发电机组在不同风速下都能保持较高的发电效率, 充分利用风能资源。第二, 定桨距失速发电技术应用于适应变化风速环境。由于自然风速的不断变化, 风力发电机组需要具备一定的适应性, 能够在强风或弱风条件下都能稳定运行, 定桨距失速系统通过调整叶片的桨距来适应不同的风速环境, 使得风力发电机组在多变的气象条件下都能保持稳定发电, 提高系统的可靠性和适应性。第三, 定桨距失速发电技术应用于减轻机械应力。在强风条件下, 风轮受到的风载荷较大, 为避免机械结构受到过大的应力影响, 定桨距失速系统会通过调整桨距, 使得风力发电机组在超过一定风速时进入失速状态, 减小叶片的受力面积, 降低机械负荷, 延长了设备的使用寿命, 降低了维护成本。

### 3.3 主动失速发电技术

主动失速发电技术通过主动调整叶片的桨距, 引导风力机在高速时达到失速状态, 从而优化风能的捕获效率, 提高系统的性能和稳定性, 其核心概念是在风力机运行过程中, 通过控制叶片的桨距主动引导系统进入失速状态, 与定桨距失速发电技术不同, 主动失速发电技术在高速时故意使得叶片失速, 以减小转子对风的曲面积, 降低风力机的输出转矩, 从而控制系统的输出功率, 这种主动失速控制方式有助于在极端风速条件下维持风力机的安全运行, 减少机械损伤风险, 保护设备<sup>[6]</sup>。

主动失速发电技术在风力发电领域的应用有其独特之处, 与其他技术相比, 更注重在变化风速条件下的智能控制和系统稳定性。首先, 主动失速发电技术应用于智能化的风轮调节。与变桨距和定桨距失速技术相比, 主动失速技术更加灵活, 通过实时监测风速、风向以及机组状态等多个参数, 采用先进的智能控制算法, 主动调整叶片角度, 以最大化风能捕获效率, 使得主动失速技术更适用于复杂多变的风场环境, 提高了风力发电机组的整体性能。其次, 主动失速发电技术应用实时响应风场变化。在风能资源不断变化的环境中, 主动失速技术能够实时调整叶片角度, 使风轮在不同的风速条件下保持稳定运行, 对于提高发电机组的适应性, 减小风速波动对系统稳定性的影响具有重要作用, 与其他技术相比, 主动失速技术更加注重

对风场实时性的响应和调节。其次, 通过与结合变速技术相结合, 主动失速发电技术能够更加精确地控制风机的转速和功率输出。当风速较低时, 变速技术可使得风机在较低转速下工作, 提高转速系数, 从而增加发电效率; 而当风速较高时, 主动失速发电技术可通过调整叶片角度, 使风机进入失速状态, 保护设备安全, 同时调整输出功率, 确保发电系统在高风速条件下的稳定运行。最后, 变速风力发电技术应用于提高电网接入性能。通过灵活调节叶片转速, 变速风力发电技术实现对发电机组输出功率的精确控制, 使其与电网负荷需求相匹配, 减小对电网的冲击, 提高电网接入性能, 对于实现风力发电的平稳且可靠地并入电力系统具有重要意义。

### 4 结束语

在风力发电电气控制技术的不断创新下, 变桨距、定桨距失速、主动失速等技术成为提升风力发电系统性能关键利器, 不仅提高发电效率, 还增强系统可靠性和适应性。随着清洁能源需求的不断增长, 电气控制技术在推动风力发电行业发展越来越重要, 通过精密的监测、智能的算法和灵活的调整, 风力发电系统能够更有效地捕获风能, 减少机械损耗, 延长设备寿命, 为可持续发展做出贡献。在未来, 随着科技不断进步, 上述技术将继续推进, 为清洁能源领域带来更多创新。

#### [参考文献]

- [1]张超. 风力发电中的电气控制技术分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(5): 116-117.
- [2]文建行. 电气控制技术在风力发电系统控制中的应用研究[J]. 人民珠江, 2022, 43(2): 30-34.
- [3]杨继光. 风力发电机组电气控制系统检修分析[J]. 设备管理与维修, 2022(15): 61-62.
- [4]孙慧明. 风力发电电气控制技术及应用浅析[J]. 财经界, 2022(19): 77-79.
- [5]孙庆. 风力发电的电控系统设计与实现[J]. 无线互联科技, 2022, 19(6): 74-75.
- [6]李杲. 风力发电电气控制技术及应用分析[J]. 大众用电, 2021, 36(6): 85-86.

作者简介: 李世榕(1997.9—), 单位名称: 中国水利水电第十一工程局有限公司, 毕业学校: 黑龙江工程学院。

## 建筑电气工程中低压配电系统的安装与调试研究

蒲文戈

九易庄宸科技(集团)股份有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**随着建筑电气技术的不断发展和更新, 低压配电系统已成为现代建筑中不可或缺的一部分。它广泛应用于商业建筑、住宅区、工业厂房等多种建筑类型中, 为各种电气设备提供必要的电力支持。同时, 随着电气设备的日益智能化和自动化, 配电系统的安装和调试要求也越来越高。不仅需要满足基本的电力需求, 还要兼顾系统的稳定性、安全性以及节能性。面对这样的挑战, 对低压配电系统进行深入研究和规范化操作显得尤为迫切和重要。

**[关键词]** 电气工程; 低压配电系统; 电气安装; 电气调试

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12514

中图分类号: TU852

文献标识码: A

### Research on Installation and Debugging of Low Voltage Distribution System in Building Electrical Engineering

PU Wenge

Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the continuous development and updating of building electrical technology, low-voltage distribution systems have become an indispensable part of modern buildings. They are widely used in various types of buildings such as commercial buildings, residential areas, and industrial plants, providing necessary electrical support for various electrical equipment. At the same time, with the increasing intelligence and automation of electrical equipment, the installation and commissioning requirements of distribution systems are also increasing. It is not only necessary to meet basic power needs, but also to consider the stability, safety, and energy-saving of the system. Faced with such challenges, in-depth research and standardized operation of low-voltage distribution systems are particularly urgent and important.

**Keywords:** electrical engineering; low voltage distribution system; electrical installation; electrical debugging

#### 引言

随着现代建筑电气系统的复杂性日益增加, 低压配电系统在建筑电气工程中的重要性也逐渐凸显。它不仅承担着为建筑提供稳定、高效电力供应的基础功能, 还涉及到安全性、可靠性以及能效等多方面的综合考量。因此, 确保低压配电系统的正确安装和精确调试显得尤为关键, 通过深入探讨低压配电系统的安装与调试要点, 为工程技术人员提供实用的指导和建议。

#### 1 低压配电系统概述

低压配电系统是建筑电气工程中至关重要的组成部分, 负责将变电站提供的电能传输到各个用电设备和系统。通常低压配电系统的额定电压范围为 1000V 及以下, 其设计和运行直接关系到建筑的电力供应稳定性和安全性。该系统主要由电缆、开关设备、配电柜、照明设备等组成, 工作原理是通过合理的布局和配置, 确保电能从发电端点高效、稳定地传输到各个用电端点。低压配电系统的性能和可靠性对于建筑的正常运行和居民的生活质量有着决定性的影响, 因此在建筑电气工程中具有不可替代的作用。

#### 2 建筑电气工程中低压配电系统的安装要点

##### 2.1 安装母线槽

母线槽在建筑电气工程中扮演着关键的角色, 它作为

低压配电系统中的主要导电通道, 负责将电能从配电柜传输至各个分支回路。在进行母线槽的安装时, 首先需根据设计要求进行合理的布局规划, 确保槽道路径简短、直线, 并考虑到后续的运行和维护便捷性。其次, 选择合适的材质和规格的母线槽, 如铝合金或铜材质, 以满足电流负荷和耐腐蚀的要求。在安装过程中, 必须确保母线槽的连接牢固、接地可靠, 以及与其他电气设备的连接良好, 避免因连接不良导致的电阻增加和热失控风险。此外, 还需对母线槽进行绝缘处理, 防止电气短路和漏电等安全隐患。

##### 2.2 安装低压配电柜

低压配电柜作为建筑电气系统的核心组件, 承担着电能分配、控制和保护的关键任务, 安装过程需严格遵循专业标准和规范, 以确保系统的稳定、安全运行。在安装前, 首先需进行现场勘测和设计审核, 确定配电柜的最佳位置和布置方式, 同时考虑空间、通风和维护的便捷性<sup>[1]</sup>。选择合适的配电柜型号和规格, 应根据实际负荷需求、工作环境和未来扩展性进行综合评估。在安装过程中, 必须确保配电柜与主电源和母线槽的连接良好, 且接地系统可靠, 以确保电气连接的安全性和稳定性。此外, 还需注意配电柜内部的布线整齐、接线正确, 配备必要的保护设备如断路器、熔断器等, 并进行必要的标识和标注, 以方便日后

的运行维护和故障排查。

### 2.3 安装照明设备

照明设备在建筑电气工程中占据着至关重要的位置,不仅影响到建筑内部的光环境质量,还关乎到建筑的能源消耗和运行成本。在进行照明设备的安装时,首先需要进行详细的光环境设计和照明布局规划,根据建筑功能区域、使用需求和人流密度等因素,合理选择照明类型、功率和数量。在选择设备时,应优先考虑能效比高、寿命长的LED照明产品,以降低能耗、提高使用寿命,并减少维护成本。安装过程中,需确保照明设备的安装位置准确、固定稳固,并且与电源线路连接可靠,防止因设备松动或电气接触不良导致的安全隐患。同时,为确保照明效果和节能效果的双重目标,应合理设置照明控制系统,如传感器、调光器等,以实现自动调节和智能控制。此外,还需注意照明设备与其他电气设备的干扰和兼容性问题,确保整体照明系统的稳定运行。

### 2.4 桥架的安装

桥架在建筑电气工程中扮演着重要的角色,作为电缆的支架和保护设备,它的安装质量直接关系到电气系统的稳定性和安全性。在进行桥架的安装时,首先需要进行详细的布局规划,根据建筑结构、电缆路径和负荷需求等因素,确定最佳的安装位置和布置方式。选择合适的桥架型号和规格,应考虑到电缆数量、尺寸和重量以及环境条件和使用要求,确保其承载能力和耐久性满足设计和使用寿命。在安装过程中,桥架的连接必须牢固、接地可靠,避免由于松动或不良接触导致的电阻增加和热失控风险<sup>[2]</sup>。所有的连接件和支架都应按照制造商提供的指导和建议进行正确组装和固定,确保整体结构稳定,不易受到外部环境和负荷的影响。同时,为了确保电缆的安全敷设和维护,应在桥架安装完成后进行电缆的合理布线和固定,避免交叉和混乱,利用固定夹和绝缘套管进行有效保护和隔离。此外,还需进行必要的防腐、防火和绝缘处理,确保桥架在使用过程中能够有效地防止腐蚀、火灾和电气故障等安全隐患。

### 2.5 接地系统的设计与安装

接地系统在建筑电气工程中具有至关重要的功能,主要用于保证电气设备和系统的安全运行,预防电气故障和人身伤害。接地系统的设计与安装需要综合考虑建筑结构、电气设备类型、土壤条件以及接地电阻的要求等多方面因素。首先,在进行接地系统设计时,应遵循相关的国家和行业标准,如GB 50057《建筑接地设计规范》等,对接地方式、材料选择、电阻计算和布局等进行详细规划。选择合适的接地方式,如平面接地、垂直接地或化学接地等,应根据建筑类型、土壤特性和接地效果要求来确定。其次,接地系统的安装必须严格按照设计图纸和规范要求进行,保证接地电极、导线和连接件的质量和性能。电极的选择

应考虑到材料的导电性能、耐腐蚀性以及长期稳定性,如铜接地棒、镀锌钢接地板等,以确保接地电阻符合设计要求并能够长期稳定地维持在安全范围内。在安装过程中,还需确保接地系统的所有接点紧固可靠、接触良好,以及与其他电气设备和金属结构的连接可靠,避免因接地不良导致的接地失效和电气故障风险。此外,为了防止接地系统受到外部环境和机械损伤的影响,应对接地电极进行有效的保护,如设置接地井、接地网和绝缘层等,以确保系统的稳定性和持久性。

## 3 建筑电气工程中低压配电系统的调试内容

### 3.1 低压电气设备调试

低压电气设备调试是建筑电气工程中的关键环节,目的是确保设备的正常运行、高效性能和安全性。在进行低压电气设备的调试前,首先需要对设备进行全面检查和测试,包括外观检查、电气参数测量、连接确认等,以确保设备完好无损,所有连接正确并满足设计要求。在开始调试时,应按照设备制造商提供的操作手册和技术规范进行,逐步进行设备的启动、运行和关闭等操作,观察设备运行状态,检查是否存在异常噪音、振动、过热等现象。同时,通过电流、电压、功率因数等电气参数的测量和分析,验证设备的运行性能和效率是否符合设计要求。在调试过程中,应特别关注设备的保护功能和自动控制系统的准确性,测试并调整过流保护、短路保护、欠压保护等保护装置的动作时间和灵敏度,确保在电气故障或异常情况下,设备能够快速、准确地切断电源,防止设备损坏和事故的发生。此外,还需进行设备的负载试验和持续运行试验,以评估设备的稳定性和可靠性。通过对设备在不同负载和工况下的运行性能进行测试,识别可能存在的问题和潜在风险,并进行相应的调整和优化,以提高设备的运行效率和使用寿命。

### 3.2 低压配电系统中的信号设备调试

信号设备在低压配电系统中扮演着监控、控制和保护的关键角色,调试确保设备的准确性、可靠性和响应速度,以满足电气系统的实时监测和操作控制要求。在进行信号设备调试前,首先需进行设备的功能确认、连接检查和参数设置,确保所有设备与控制系统的联动正常通讯接口稳定,并符合设计和操作要求。在开始调试时,应依据设备技术规范和操作手册,进行逐一的功能测试和性能验证。这包括对信号设备的开关动作测试、信号传输测试、响应时间测试等,以评估设备的工作准确性和稳定性。通过模拟各种正常和异常工况,验证设备在不同情况下的信号响应和处理能力,识别可能存在的问题和潜在风险。特别需要关注的是信号设备的报警和保护功能。应对设备的预警、报警和保护参数进行设定和调整,测试报警信号的准确性、灵敏度和响应速度,确保在出现电气故障或异常情况时,能够及时、准确地发出警告,并采取相应的保护措施,防

止故障扩大和设备损坏。此外,还需对信号设备的通讯功能进行全面测试,验证与上位机、控制系统或其他设备的数据交换和信息同步是否正常,确保数据准确无误、通讯稳定畅通。同时,对设备的电源供电、接地连接和防护措施等进行检查和确认,确保设备的安全运行和可靠性。

### 3.3 低压配电系统中的二次回路调试

二次回路在低压配电系统中起到了关键的作用,它是控制、保护和监测功能的核心部分。二次回路的调试主要是为了验证控制设备、保护装置和仪表等在实际工作条件下的准确性和可靠性。在进行二次回路调试之前,需要对回路连接进行检查,确认所有接线正确、牢固,并且与控制系统、保护装置和仪表的连接无误。开始调试时,首先应按照设计图纸和技术规范,逐步检验和验证二次回路的各项功能,这包括对控制信号、保护信号、告警信号等进行测试,确保信号的传输准确、稳定,无误差和延迟。通过模拟实际操作,如开关、分合闸、过载、短路等,检测和校验保护装置的动作逻辑、动作速度和动作准确性,以及仪表的测量准确性和显示稳定性<sup>[3]</sup>。对于保护装置,特别需要验证其在各种故障条件下的保护动作,如短路保护、过载保护、欠压保护、过压保护等,确保它能够快速、准确地切断故障电路,防止设备损坏和电气事故的扩大。同时,还应对控制设备的操作功能进行测试,如开关操作、驱动控制、步进控制等,验证其工作稳定性和控制精度。在调试过程中,对于仪表和显示设备应检查其测量范围、测量精度和显示准确性,验证仪表读数与实际值的一致性,并调整仪表参数以提高其测量和显示的准确性。同时,也需要对仪表的电源供电、接地连接和防护措施等进行检查,确保仪表的安全运行和长期稳定性。

### 3.4 继电器的调试

继电器在低压配电系统中扮演着关键的角色,主要负责电气设备的保护和控制功能。继电器的调试是为了验证其在实际工作条件下的保护动作可靠性、速度准确性以及与其他设备的协同工作能力。在进行继电器调试之前,必须确保其正确安装,接线无误,且与被保护设备、控制系统和二次回路等正常连接。在开始继电器调试时,首先要按照制造商提供的技术资料 and 调试指南进行设备功能的基础验证,这包括测试继电器的基本工作状态、接线正确性、电气参数以及初次保护设定等。通过模拟各种故障情况,如短路、过载、欠压、过压等,来验证继电器的保护

动作逻辑、动作速度和动作准确性。特别需要关注的是继电器的保护设定调试。在保护设定调试中,应根据电气系统的实际工作条件和要求,合理设置继电器的动作阈值、时间延迟、动作方式等参数,以确保继电器能够准确、迅速地响应故障,切断故障电路,防止设备损坏和电气事故的发生。此外,继电器的协同工作能力也是调试的重点。应确保继电器与其他保护装置、控制设备和监测仪器等的通讯和数据交换正常稳定,验证继电器的联锁、互锁、复位等功能是否可靠,以及与上位控制系统的数据同步和命令执行是否准确无误。在调试过程中,还需进行继电器的稳定性和持久性测试。模拟长时间、大负荷工作条件,观察继电器的工作稳定性、热稳定性以及机械耐久性,以确保继电器在长期运行中的可靠性和持久性。

## 4 结语

低压配电系统在建筑电气工程中占据着至关重要的位置,其质量直接关系到建筑物的电力供应安全、稳定和高效。本文系统地剖析了母线槽、配电柜、照明设备、桥架、接地系统、低压电气设备、信号设备、二次回路以及继电器等关键组件的安装与调试技术要点。通过对每个环节的详细讲解和分析,我们不仅强调了正确安装的重要性,还深入探讨了如何进行精确、严谨的调试,以确保系统的稳定运行和优化性能。这些都是确保低压配电系统能够长期、可靠地为建筑提供电力支持的关键因素。为了满足电气系统日益增长的复杂性和多样性,工程技术人员需要不断更新知识和技能,紧跟行业最新的技术发展和标准要求。最后,我们希望本文能为建筑电气工程领域的工程技术人员提供有益的指导和启示,共同推动该领域的技术创新和进步,进一步提高电力供应的可靠性、安全性和效率,满足现代建筑电气系统对高质量、可持续电力供应的迫切需求。

### [参考文献]

- [1]舒建辉.建筑电气工程低压配电系统安装与调试研究[J].光源与照明,2022(12):201-203.
  - [2]李硕.建筑电气工程中低压配电系统的安装与调试探讨[J].居舍,2022(3):70-72.
  - [3]张甜.刍议建筑电气工程中低压配电系统的安装与调试[J].新型工业化,2020,10(6):25-26.
- 作者简介:蒲文戈(1997.11—),女,汉族,毕业学校:河北建筑工程学院,现工作单位:九易庄宸科技(集团)股份有限公司。

# 电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展探讨

祁宇乐

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

**[摘要]**随着我国整体经济不断的发展进步,也在很大程度上提升了人们的生活质量,而人们也逐渐增强对于电力领域的重视度,电力在整个人类社会能源当中,是占据着非常重要的地位的。不管是人们在日常的生活当中,还是在企业日常的生产运营过程当中,都是少不了电能的存在。而保障电力系统整体的稳定以及安全性,则是显得尤为重要。本篇文章主要立足于电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展,展开了深入的研究与根系,期望为我国今后在对于电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展问题上,提供一些参考性的建议。

**[关键词]**电气工程; 自动化技术; 电力系统; 自动化发展探讨

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12495

中图分类号: TM76

文献标识码: A

## Exploration on the Development of Power System Automation under Electrical Engineering and Automation Technology

QI Yule

Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

**Abstract:** With the continuous development and progress of Chinese overall economy, people's quality of life has also been greatly improved, and people have gradually increased their attention to the field of electricity. Electricity plays a very important role in the energy of human society. Whether it is in people's daily lives or in the daily production and operation process of enterprises, the existence of electricity is indispensable. Ensuring the overall stability and safety of the power system is particularly important. This article mainly focuses on the development of power system automation in the field of electrical engineering and automation technology, and conducts in-depth research and root analysis, hoping to provide some reference suggestions for Chinese future development of power system automation in the field of electrical engineering and automation technology.

**Keywords:** electrical engineering; automation technology; power system; exploration on automation development

### 引言

随着电力需求的不断增长和能源环境的不断变化,电力系统自动化作为电气工程及其自动化技术的核心领域,扮演着愈发重要的角色。电力系统的自动化发展不仅关系到电力行业的运行效率和供电质量,也直接影响到社会经济的稳定发展和生活质量的提升。在这一背景下,本文旨在全面探讨电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展趋势,以期深入分析各种自动化技术对电力系统运行、管理、维护的影响,并探索未来的发展方向。通过对自动化技术的应用原则、发展现状以及关键技术的探讨,本文旨在为电力系统自动化的持续改进和创新提供理论支持和实践指导。

### 1 电气自动化应用原则

在电气工程领域中,电气自动化应用的原则至关重要,它们直接影响着系统的效率、稳定性和安全性。首先,系统应具备可靠性,即在各种工作条件下能够稳定运行,并能够及时应对突发情况,确保系统的连续性和可用性。其次,电气自动化应具有灵活性,能够适应不同的工况和需求变化,以满足不同用户的要求。同时,应用的自动化系统应该具备高效性,能够在保证系统运行的前提下,尽可能地减少资源和能源的浪费,提高系统的运行效率。另外,安全性也是电

气自动化应用的重要原则,系统设计应考虑到安全风险,并采取相应的措施来保障人员和设备的安全。最后,可维护性也是一个重要原则,系统应具有良好的维护性,便于维护人员对系统进行监控、维护和更新,确保系统的长期稳定运行。

### 2 电气工程及其自动化技术发展现状

电气工程及其自动化技术在当今的发展中扮演着至关重要的角色,其发展现状呈现出多方面的特征。首先,随着信息技术和通信技术的迅猛发展,电气工程领域的自动化技术也日益趋于智能化和数字化。智能传感器、互联网技术以及大数据分析等先进技术的应用,使得电气系统具备了更高的智能化水平和数据化管理能力,从而提高了系统的运行效率和可靠性。其次,电气工程领域的自动化技术在能源转型和环境保护方面发挥了重要作用。随着可再生能源的不断普及和应用,电气系统的规模和复杂度不断增加,对自动化技术提出了更高的要求。智能电网、微电网以及电能存储技术的应用,为电力系统的可再生能源集成、供需平衡和能源效率提升提供了技术支持,推动了电力系统向智能、绿色、可持续发展的方向发展。此外,电气工程领域的自动化技术也在工业生产、城市建设、交通运输等领域得到广泛应用<sup>[1]</sup>。自动化生产线、智能家居系统、

智能交通管理系统等项目的实施,为提升生产效率、改善生活质量和优化资源利用提供了重要技术支持。

### 3 电气自动化的应用方式

电气自动化的应用方式多种多样,涵盖了电力系统、工业生产、建筑管理、交通运输等多个领域。在电力系统中,电气自动化技术被广泛应用于电力生产、输送、分配和供应等各个环节。自动化系统能够实现电力设备的远程监控和控制,实时监测电网状态,自动调节电力负荷,提高电力系统的运行效率和稳定性。在工业生产领域,电气自动化技术可以实现生产线的自动化控制和机器人操作,提高生产效率,降低生产成本,保障产品质量。在建筑管理领域,电气自动化技术可以实现建筑设备的自动控制和能源管理,实现能源的节约和环境保护。在交通运输领域,电气自动化技术可以实现交通信号的自动控制和智能交通管理,提高交通运输效率,缓解交通拥堵,保障交通安全。

## 4 电气工程及其自动化技术下电力系统自动化运行的关键技术

### 4.1 智能自动化技术

智能自动化技术在电力系统自动化运行中扮演着至关重要的角色。随着人工智能、机器学习和大数据等技术的快速发展,智能自动化技术不断融入到电力系统的各个环节中,为系统的运行和管理提供了全新的解决方案。首先,智能自动化技术通过对电力系统的数据进行实时监测、分析和预测,能够及时发现系统中的异常情况和潜在故障,实现对系统的智能诊断和预警。这不仅有助于提高系统的可靠性和安全性,还能够降低事故的发生率,保障电力系统的稳定运行。其次,智能自动化技术在电力系统的运行优化和调度方面发挥着重要作用。通过对系统运行数据和负荷需求进行分析,智能自动化系统能够实现对电力生产、传输和分配的优化调度,最大限度地提高系统的运行效率和资源利用率,同时降低能源消耗和排放。此外,智能自动化技术还能够实现对电力设备和设施的智能监控和管理。通过与物联网技术的结合,智能自动化系统可以实现对电力设备的远程监测、诊断和维护,及时发现设备的故障和异常,提高设备的可靠性和可用性,减少维护成本和停机时间。

### 4.2 柔性交流输电技术

柔性交流输电技术是电气工程及其自动化技术下电力系统自动化运行的关键技术之一。传统的交流输电系统在长距离输电和大容量传输方面存在一些限制,如输电距离受限、功率损耗大等。而柔性交流输电技术通过引入可控电光源、智能控制和高压直流输电技术等手段,有效地克服了这些限制,实现了电力系统的柔性化调控和高效运行。柔性交流输电技术的核心在于其能够实现输电系统的灵活控制和调节。通过采用先进的电力电子设备和智能控制系统,柔性交流输电技术可以实现对输电系统的电压、频率和功率等参数的精确控制,从而使得输电系统能够适应不同的运行条件和负荷需求。这种灵活性和可调节

性不仅能够提高系统的运行效率和稳定性,还能够满足不同地区和用户的电力需求,实现能源的优化分配和利用<sup>[2]</sup>。另外,柔性交流输电技术还具有较低的功率损耗和环境影响。相比传统的交流输电系统,柔性交流输电技术在长距离输电和大容量传输时能够减少输电线路的电阻损耗和电磁波损耗,提高了输电效率,降低了能源消耗和环境污染。这对于促进清洁能源的利用和减少碳排放具有重要意义,符合当今社会对可持续发展和环保的需求。

### 4.3 自动仿真技术

自动仿真技术作为电气工程及其自动化技术下电力系统自动化运行的关键技术之一,扮演着重要的角色。它通过模拟电力系统的运行情况,对系统的各种参数、变量和事件进行仿真分析,从而帮助工程师和运营人员更好地理解系统的运行特性,预测系统的行为,并优化系统的设计和运行策略。首先,自动仿真技术可以帮助电力系统的设计与规划。在系统设计阶段,工程师可以利用仿真技术对不同的方案进行模拟比较,评估系统的性能和可靠性,优化系统的结构和参数配置,从而提高系统的设计质量和效率。其次,自动仿真技术可以用于电力系统的运行与调度。通过对系统的实时数据进行采集和分析,自动仿真技术能够模拟系统的运行状态和预测未来的发展趋势,为运营人员提供决策支持,指导系统的调度和运行,确保系统的稳定运行和安全运行。此外,自动仿真技术还可以用于电力系统的故障诊断与优化。通过模拟系统的故障情况和异常事件,自动仿真技术可以帮助工程师和技术人员快速定位问题,分析故障原因,制定相应的应对措施,缩短故障处理时间,减少损失,保障电力系统的稳定性和可靠性。

### 4.4 线上维修技术

线上维修技术是电气工程及其自动化技术下电力系统自动化运行的关键技术之一,它为电力系统的维护和修复提供了全新的解决方案。传统的维修方式通常需要将设备停机,然后由专业人员进行检修和维护,这样不仅会造成生产中断和能源浪费,还可能带来安全隐患。而线上维修技术则可以实现设备在运行状态下的检修和维护,从而提高了维修效率和设备的可用性<sup>[3]</sup>。首先,线上维修技术通过引入先进的传感器和监测设备,实现对电力设备状态的实时监测和诊断。这些设备能够实时采集设备的运行数据和状态信息,监测设备的健康状况和性能变化,及时发现设备的异常情况和潜在故障,为维修工作提供数据支持和决策依据。其次,线上维修技术通过远程监控和智能控制系统,实现对电力设备的远程诊断和维护。一旦发现设备出现故障或异常情况,维修人员可以通过远程控制系统对设备进行调试和维护,甚至进行远程修复,减少了维修人员现场作业的次数和风险,提高了维修的效率和安全性。此外,线上维修技术还可以实现设备的预防性维护和智能化管理。通过对设备运行数据和维护记录的分析,系统可以预测设备的维护周期和维护需求,制定相应的维护计划

和策略,避免设备发生大规模故障和损坏,延长设备的使用寿命,提高设备的可靠性和稳定性。

## 5 电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展趋势分析

### 5.1 新型连接材料

在电气工程及其自动化技术领域,新型连接材料是电力系统自动化发展的重要趋势之一。传统的电力系统连接材料如铜、铝等在高温、高压、高频等恶劣环境下存在一些局限性,如电阻损耗大、容易氧化腐蚀等。而新型连接材料,如超导材料、碳纳米管材料等,具有导电性好、耐高温、耐腐蚀、体积轻小等特点,能够有效地提高电力系统的传输效率和稳定性。首先,新型连接材料的应用能够降低电力系统的能耗和损耗。相比传统的金属连接材料,新型连接材料具有较低的电阻率和传输损耗,能够有效减少电能在输电过程中的损耗,提高系统的能源利用效率,降低系统的运行成本。其次,新型连接材料的应用能够提高电力系统的稳定性和可靠性。由于新型连接材料具有良好的导电性和耐高温性能,能够有效地减少连接点的温升和热膨胀,降低系统的故障率,提高系统的可靠性和稳定性,保障电力系统的安全运行。此外,新型连接材料的应用还能够推动电力系统的轻量化和智能化发展。由于新型连接材料具有体积小、柔性化的特点,能够实现对电力设备的精准连接和布线,使得电力系统的设计更加灵活多变,布局更加紧凑,降低了系统的建设成本和占地面积。同时,新型连接材料还可以与智能感知技术结合,实现对电力系统的实时监测和控制,提高了系统的自动化水平和智能化程度,为电力系统的智能化发展奠定了基础。

### 5.2 智能化服务

随着人工智能、大数据分析、云计算等技术的不断发展和应用,智能化服务已经成为电力系统运行和管理的新模式,为提升系统效率、降低运营成本、改善用户体验提供了全新的解决方案。首先,智能化服务通过实时数据采集、分析和处理,可以对电力系统的运行状态进行全面监测和预测。通过监测各种参数和指标,智能化服务可以及时发现系统中的异常情况和潜在故障,并提供预警和预测,帮助运营人员及时调整运行策略,防止事故的发生,保障电力系统的稳定运行。其次,智能化服务可以实现对电力系统的智能优化和调度。通过对系统数据的分析和算法模型的建立,智能化服务可以实现对电力生产、传输和分配的优化调度,提高系统的运行效率和资源利用率,降低能源消耗和排放,为用户提供更加可靠和稳定的电力供应。此外,智能化服务还可以实现对电力设备和设施的智能监控和管理。通过物联网技术和远程控制系统,智能化服务可以实现对电力设备的远程监测、诊断和维护,及时发现设备的故障和异常,提高设备的可靠性和可用性,减少维护成本和停机时间。

### 5.3 仿真工作状态

在电气工程及其自动化技术领域,仿真工作状态是电

力系统自动化发展的关键趋势之一。随着计算机技术和模拟仿真技术的不断进步,电力系统仿真工作状态的应用已经成为电力系统设计、规划、运行和维护中不可或缺的一部分。首先,仿真工作状态通过建立电力系统的数学模型,模拟电力系统的运行状态和行为,能够帮助工程师和运营人员更好地理解系统的工作机理和特性。通过仿真分析,可以评估系统在不同工况和负荷条件下的运行性能,预测系统的行为,为系统的设计、规划和优化提供数据支持和决策依据<sup>[4]</sup>。其次,仿真工作状态可以实现对电力系统的全面监测和实时调度。通过与实际系统连接,仿真系统可以实时采集系统的运行数据和状态信息,监测系统的运行状况和故障情况,并通过模拟分析和算法优化,实现对系统的智能调度和优化控制,提高系统的运行效率和稳定性。此外,仿真工作状态还可以用于电力系统的培训和教育。通过建立仿真模型和场景,可以模拟系统的各种操作和情况,为工程师和技术人员提供实践操作和应急处理的训练机会,提高他们的技能水平和应对能力,确保电力系统的安全运行和稳定运行。

## 6 结语

在电气工程及其自动化技术的不断演进中,电力系统自动化作为其中的重要组成部分,展现出了强大的潜力和广阔的发展空间。本文通过对电力系统自动化的应用原则、现状及关键技术的探讨,展示了其在提高电力系统运行效率、优化能源利用、促进清洁能源发展等方面的重要作用。随着智能化技术、新型连接材料、仿真工作状态等领域的不断突破和创新,电力系统自动化将迎来更加广阔的发展前景。然而,我们也要清醒地认识到,在电力系统自动化的发展过程中仍然面临着诸多挑战和难题。例如,技术的成本、安全性、可靠性等问题仍然需要不断加以解决和改进。因此,未来的发展需要电气工程及其自动化技术领域的专家们共同努力,加强技术研发、推动创新应用,不断提升电力系统自动化的水平和质量。相信在全球范围内的合作与交流下,电力系统自动化将不断迈向更加智能化、高效化和可持续化的未来,为人类社会的发展进步做出更大的贡献。

### 【参考文献】

- [1]刘志学. 探析电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展[J]. 时代汽车, 2022(11): 19-20.
- [2]高飞. 电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展分析[J]. 冶金与材料, 2021, 41(6): 91-92.
- [3]齐博. 电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展探讨[J]. 电子元器件与信息技术, 2021, 5(4): 125-126.
- [4]张沫然,包盛辰,况逸. 电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展思考[J]. 无线互联科技, 2020, 17(10): 42-43.

作者简介: 祁宇乐(1994.10—),男,毕业于兰州工业学院,自动化专业,就职于大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂,运行班值班员,助理工程师。

## 建筑电气节能减排措施及光伏新能源应用研究

孟丽荣

九易庄宸科技(集团)股份有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着建筑物成为能源消耗的主要场所,建筑电气系统的能源消耗在全球总能源中占据重要比例。但当前系统存在设计和运行效率问题,导致能源浪费和碳排放增加。光伏新能源技术以其绿色、可再生特性受到关注,具有与建筑电气系统结合的潜力,可提高能效并降低环境影响,为可持续发展提供新路径。

[关键词]建筑电气;节能减排;光伏新能源

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12513

中图分类号: TU8

文献标识码: A

### Research on Energy-saving and Emission Reduction Measures for Building Electrical Systems and the Application of Photovoltaic New Energy

MENG Lirong

Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With buildings becoming the main source of energy consumption, the energy consumption of building electrical systems accounts for an important proportion of global total energy. However, current systems have design and operational efficiency issues, leading to energy waste and increased carbon emissions. Photovoltaic new energy technology has attracted attention for its green and renewable characteristics, and has the potential to combine with building electrical systems, improve energy efficiency and reduce environmental impact, providing a new path for sustainable development.

**Keywords:** building electrical; energy-saving and emission reduction; photovoltaic new energy

#### 引言

随着全球气候变化问题日益严重和可持续发展目标的提出,建筑行业作为能源消耗的主要领域,正面临着巨大的节能与减排压力。建筑电气系统作为建筑物的核心组成部分,对能源的使用效率和环境影响具有重要影响。因此,对建筑电气系统的节能优化和新能源应用的研究显得尤为迫切和重要。

#### 1 建筑电气系统的组成和工作原理

建筑电气系统是建筑物内部的一个重要组成部分,主要由电源系统、配电系统、照明系统、通风与空调系统以及监控系统等多个子系统组成。核心工作原理是将电能从外部电网或其他电源获取,并通过适当的配电、转换和控制,将电能分配到建筑内各个用电设备,满足建筑物的各种电气需求。在此过程中,建筑电气系统需要确保电能的安全、稳定和高效供应,同时考虑到节能减排和环境保护的要求,优化系统设计和运行,实现电能的有效利用和最大化的节能效益。

#### 2 光伏新能源发电的优势

光伏新能源具有明显的优势,首先是环保和可持续性。作为一种清洁能源,光伏发电过程无二氧化碳排放,对环境零污染能有效减少温室气体排放,有助于应对全球气候变化<sup>[1]</sup>。其次,光伏系统的运行成本低日常维护简单,具有较长的使用寿命和稳定的性能。此外,光伏发电技术可以灵活部署,适应各种规模和场景的能源需求,具有很高

的可扩展性和适应性。综合考虑其经济效益、环境效益和社会效益,光伏新能源在未来能源结构中的地位日益重要,具有广阔的发展前景。

#### 3 建筑电气系统节能设计存在的不足之处

##### 3.1 变压器设计不合理

在建筑电气系统的节能设计中,变压器的设计往往存在不合理的现象。一方面,选择的变压器容量与实际负载不匹配,导致运行时效率低下能源浪费严重。另一方面,变压器本身的设计和制造质量参差不齐,存在铁损、铜损等内部损耗过大的问题,影响了整体电气系统的节能效果。此外,一些老旧建筑中的变压器技术落后,无法满足现代节能标准和需求,也是影响建筑电气系统节能性能的重要因素。

##### 3.2 照明系统设计不合理

在建筑电气系统的节能设计中,照明系统的设计往往存在不合理的情况。首先,照明设备的选择和布局不当,导致一些区域过度照明,而其他区域则照明不足,造成能源的浪费。其次,缺乏有效的照明控制策略,如光感应、时序控制等,使得照明系统在非必要时段仍然高功率运行,增加了电能消耗。此外,照明设备的能效标准参差不齐,部分低效、老旧的照明设备仍在使用,无法满足现代节能要求,成为影响整体电气系统节能效益的障碍。

##### 3.3 通风系统设计不合理

在建筑电气系统的节能设计中,通风系统的设计常常

存在一些不合理之处。一是通风设备的选择和配置与实际需求不匹配,导致部分区域通风不足,而其他区域过度通风,造成能源的不必要消耗。二是通风系统的运行控制不当,缺乏智能化的风量调节和温度控制机制,使得通风设备在非高峰时段仍维持高功率运行状态,增加了能源消耗。三是通风系统的设计中忽视了自然通风和循环通风的合理利用,过度依赖机械通风,导致能源浪费和环境负荷增加。这些问题严重影响了建筑电气系统的节能性能和运行效率。

### 3.4 监控设备设计不合理

在建筑电气系统的节能设计中,监控设备的设计常常存在明显的不合理之处。首先,部分建筑的监控设备选择与实际需求不匹配,导致监控精度低下,无法准确捕捉和反馈电气系统的运行状态,影响了节能效果的实时监测与管理。其次,一些老旧的监控设备技术落后,缺乏先进的数据采集、处理和分析功能,无法满足现代节能管理的需求,限制了系统性能的提升和优化。再者,监控设备的布局 and 部署不合理,导致监测覆盖不均,某些关键环节和设备的运行状态得不到及时监控和管理,增加了系统故障和能源浪费的风险。这些问题严重制约了建筑电气系统的节能潜力和运行效率。

## 4 建筑电气节能减排措施

### 4.1 合理选择变压器

在建筑电气系统的节能减排策略中,变压器作为电力传输和分配的核心设备,选择对于系统的整体能效至关重要。首先,应基于建筑的实际负荷需求和预期增长率来确定变压器的容量。过大或过小的容量都可能导致变压器在实际运行中处于非最佳工作状态,从而降低其工作效率并增加系统的能耗。其次,变压器的能效等级和工作效率也是选择的关键因素,高效率的变压器能有效减少内部的铁损和铜损,从而提高整体的能源利用效率。此外,现代变压器技术通常采用更先进的材料和设计,能够在各种工作条件下实现更高的工作效率和稳定性。因此,考虑到变压器的负载适应性和稳定运行性能同样重要。选择具备智能调节和优化能力的变压器,能够根据实际负荷的变化自动调整其运行状态,进一步提高能效并减少能源浪费。

### 4.2 照明系统节能改造与优化

照明系统在建筑电气消耗中占有相当大的比例,因此对其进行节能改造与优化是提高整体能效的关键措施。首先,采用先进的照明技术和设备,如LED照明、高效光源以及智能照明控制系统,可以显著提高照明效率并减少能源消耗。LED照明具有高光效、长寿命和低能耗的特点,相较于传统的白炽灯和荧光灯,其能效显著提高<sup>[2]</sup>。其次,通过智能照明控制系统,如光感应、时序控制和自适应调光等技术,能够根据不同时间、环境和需求自动调整照明亮度和工作模式,进一步提高照明系统的能效。例如,智能控制系统可以根据自然光线的强度自动调节照明亮度,

或者根据建筑内人员活动的密度和需求调整照明模式,从而实现精准照明和能源的有效利用。另外,定期维护和检查照明设备,清洁灯具和更换老化或损坏的照明元件,也是确保照明系统持续高效运行的关键。这不仅有助于延长照明设备的使用寿命,减少能源浪费,而且能够确保照明质量和亮度始终满足建筑内部的实际需求。

### 4.3 通风系统节能改造与优化

通风系统在建筑能耗中扮演着重要角色,对其进行节能改造与优化是提高整体建筑能效的关键步骤。首先,选择高效的通风设备和技术是实现节能的基础。例如,采用带有高效风机和节能电机的通风设备,可以在保证通风效果的同时显著降低能耗。此外,应用先进的风量调节和风速控制技术,可以根据实际需求动态调整通风量和风速,从而减少不必要的能源消耗。其次,通过优化通风系统的设计和布局,提高通风效率和均匀性也是节能的关键,采用合理的通风方式和通风路径,如自然通风、混合通风和循环通风的结合应用,可以有效提高通风效果,减少不必要的热能损失和能源浪费<sup>[3]</sup>。同时,结合建筑的实际结构和使用需求,合理设置通风口和风道,确保通风系统的正常运行和优化性能。此外,引入智能化的通风控制和管理系统,如智能风量控制、室内空气质量监测和自适应通风控制等,能够实时监测室内空气质量和通风效果,自动调整通风参数和工作模式,提高通风效果和能效比,减少能源消耗。同时,定期进行通风设备的维护和清洁,及时更换老化或损坏的部件,也是确保通风系统高效、稳定运行的关键。

### 4.4 监控与管理系统的优化

监控与管理系统在建筑电气节能中起着至关重要的作用,优化不仅可以提高系统的能效,还能有效减少能源浪费和环境污染。首先,引入先进的建筑自动化系统和智能监控技术是实现节能的关键。通过集成能源管理系统(EMS)和建筑自动化系统(BAS),实现对建筑电气设备、照明系统、通风系统等的集中监控和智能控制,可以精确地调整和优化设备运行参数,以适应不同的工作模式和能耗需求,从而降低系统的能耗和运行成本。其次,开发和应用高效的数据分析和处理算法,以及利用大数据和云计算技术,对建筑内的能源消耗数据进行实时分析和预测,可以识别能源浪费和低效设备,及时发现和解决潜在的能效问题。此外,结合人工智能(AI)和机器学习技术,实现智能化的能源管理和优化决策,自动调整设备运行策略和工作模式,进一步提高系统的能效和稳定性。再者,加强对监控与管理系统的维护和更新,保持系统的高效、稳定运行也是实现节能的关键。定期进行系统性能和能源消耗的评估,对监控与管理系统进行必要的更新和升级,确保系统与技术的同步发展,以适应建筑的变化需求和新的节能标准。

## 5 光伏新能源在建筑电气系统中的应用

### 5.1 建筑集成光伏系统设计

光伏新能源技术在建筑电气系统中的应用越来越受到重视,不仅可以为建筑提供清洁、可再生的电力资源,还可以有效地降低建筑的能源消耗和碳排放。在建筑集成光伏系统的设计中,首先需要根据建筑的结构特点和用电需求,合理确定光伏板的布局 and 安装位置。考虑到建筑的朝向、倾斜角度以及阴影遮挡等因素,通过模拟和分析工具进行光伏板的最优布置,以确保光伏系统能够获得最大的日照接收量和电力输出。其次,为了实现光伏电力的有效利用和存储,需要在设计中加入适当的电池储能系统和并网逆变器。电池储能系统能够在光伏电力产生过剩时进行储存,而并网逆变器则可以将直流光伏电力转换为交流电力,并与建筑的电网系统进行有效连接。此外,通过智能电力管理系统,实现对光伏系统的实时监控、运行状态的调整以及电力负荷的分配,可以实现光伏电力的最大化利用和建筑电气系统的优化控制。再者,为了确保光伏系统的安全稳定运行,需要采用高效、可靠的光伏组件和设备,以及进行严格的系统性能测试和质量控制。同时,考虑到光伏系统的长期运行和维护需求,设计中应充分考虑系统的可维护性和可升级性,确保系统的长期稳定运行和性能持续优化。

### 5.2 光伏发电与建筑电气系统的优化结合

光伏发电技术与建筑电气系统的优化结合是实现建筑能源高效利用的重要途径。首先,光伏发电的稳定供电特性与建筑的动态电力需求进行匹配,通过智能电力管理系统实现光伏电力与建筑主电网的智能调度和分配。在光伏电力产生过剩时,可以通过电池储能系统进行存储,以备不时之需;而在光伏电力不足时,自动切换到主电网或其他备用电源,保证建筑电气系统的稳定供电。其次,通过光伏发电数据的实时监控与分析,结合建筑内部的电力需求预测,实现光伏发电与建筑电气系统的精细化匹配和优化控制。例如,在建筑高峰用电时段,光伏发电系统可以提供额外的电力支持,降低对主电网的依赖,从而节约电费和减少电网负荷;而在低峰或闲置时段,通过储能系统将过剩的光伏电力进行存储,避免电力浪费。再者,结合建筑的能源管理策略和节能措施,如照明系统的智能控制、通风系统的高效运行等,与光伏发电系统形成协同效应,共同推动建筑能源消耗的降低和环境保护目标的实现。通过系统性能的优化和持续改进,实现光伏发电与建筑电气系统的高效、稳定运行,同时满足建筑的舒适度和使用需求。

### 5.3 光伏系统的安装、运行与维护

光伏系统的安装、运行与维护是确保其长期、稳定、

高效运行的关键环节。首先,在光伏系统的安装阶段,需要对建筑的结构、朝向、倾斜角度等进行详细的分析和评估,以确定最佳的光伏板布置方案。同时,采用高质量、可靠性强的光伏组件和安装配件,确保系统的安全、稳定与持久。其次,在系统运行阶段,需要建立完善的运行管理体系,包括对光伏发电数据的实时监测、系统性能的定期评估,以及故障预警和处理机制等。利用先进的光伏监控技术和智能管理系统,实现对光伏系统运行状态的实时监测和分析,及时发现并解决系统中可能出现的问题,保证系统的高效、稳定运行。再者,对光伏系统的维护和保养也是确保系统运行稳定性的重要环节。定期进行光伏组件的清洁、检查和维修,及时更换老化或损坏的组件和配件,确保系统的正常工作和性能不受影响。同时,对光伏电池储能系统和并网逆变器等关键设备进行定期的性能测试和系统诊断,确保设备的安全、可靠运行。最后,开展光伏系统的培训和技术支持,提高运维人员的技能和管理水平,加强对光伏系统的专业化管理和维护能力。建立健全的服务体系和售后支持机制,提供及时、有效的技术支持和维护服务,确保光伏系统的长期运行和性能持续优化。

## 6 结语

随着社会对可持续发展和环境保护意识的日益增强,建筑电气系统的节能与减排显得尤为重要。我们深入探讨了建筑电气系统的组成与工作原理,以及其在节能设计中存在的不足之处。同时,光伏新能源作为一种绿色、可再生的能源形式,为建筑电气系统的优化提供了新的方向和可能性。建议通过合理的技术选择和优化措施,不仅可以提高系统的能效,还能有效降低碳排放,实现建筑电气系统的可持续发展。在未来,我们应继续关注和研究先进的节能技术和新能源应用,不断完善建筑电气系统的设计和管理,为建筑行业的绿色转型和低碳发展做出贡献。让我们共同努力,为创造一个更加美好、可持续的未来而持续努力。

### [参考文献]

- [1] 赖新峰. 建筑电气节能减排措施及光伏新能源应用研究[J]. 房地产世界, 2023(19): 157-159.
  - [2] 吴泽坤, 张磊, 黄卫勇, 等. 建筑电气节能减排措施与光伏新能源技术的应用研究[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(2): 189-190.
  - [3] 苏子龙. 探讨建筑电气节能减排措施及光伏新能源的应用[J]. 新型工业化, 2022, 12(9): 208-211.
- 作者简介: 孟丽荣(1996.1—), 女, 汉族, 毕业学校: 沈阳建筑大学, 现工作单位: 九易庄宸科技(集团)股份有限公司。

# 电力系统及其自动化技术的安全控制研究

张轲

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

[摘要] 随着社会经济的快速发展和工业化进程的加速, 电力需求不断增长, 对电力系统的稳定性和安全性提出了更高的要求。与此同时, 随着电力系统技术的不断创新和自动化程度的提升, 电力系统面临的安全控制问题也越来越复杂和严峻。设计问题可能导致系统的结构不合理, 设备问题可能导致系统的故障率增加, 管理问题可能导致系统的操作失误, 这些问题都可能对电力系统的安全稳定运行造成威胁。因此, 对电力系统及其自动化技术的安全控制问题进行深入研究, 探索有效的对策和解决方案, 具有重要的理论和实际意义。

[关键词] 电力系统; 自动化技术; 安全控制

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12496

中图分类号: TM736

文献标识码: A

## Research on Safety Control of Power System and Its Automation Technology

ZHANG Ke

Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

**Abstract:** With the rapid development of the social economy and the acceleration of industrialization, the demand for electricity is constantly increasing, which puts forward higher requirements for the stability and safety of the power system. At the same time, with the continuous innovation of power system technology and the improvement of automation level, the safety control problems faced by the power system are becoming more and more complex and severe. Design problems may lead to the unreasonable structure of the system, equipment problems may increase the failure rate of the system, management problems may lead to operational errors of the system, and these problems may pose a threat to the safe and stable operation of the power system. Therefore, in-depth research on the safety control problems of the power system and its automation technology, exploring effective countermeasures and solutions, has important theoretical and practical significance.

**Keywords:** power system; automation technology; safety control

### 引言

电力系统作为现代社会的核心基础, 其稳定运行关乎经济和社会的正常运作。随着技术和规模的增长, 系统面临的安全控制问题, 如设计、设备和管理等方面的挑战, 也日益凸显。解决这些问题成为当前的紧迫任务。

### 1 电力系统的构成

电力系统作为现代社会的核心基础设施, 由复杂而精密的组成元素构成, 以实现电能的高效、安全传输和分配, 主要包括电源、输电网络、变电设施和用户终端。首先, 电源是电力系统的起点, 包括发电厂、风电场、太阳能电池组和其他可再生能源设施。这些电源通过发电机将机械能转化为电能, 为整个系统提供初级的电力供应。其次, 输电网络是电力系统的主要传输通道, 包括输电线路、变电站和配电网<sup>[1]</sup>。输电线路负责将高压电能从发电厂输送到不同地区的变电站, 而变电站则负责电能的转换、调节和分配, 以适应各种需求和使用场景。再者, 变电设施如变压器、断路器和保护设备等, 是确保电力系统稳定运行和安全操作的关键组成部分。它们通过对电能的调节、保护和控制, 确保电力系统在面对各种外部和内部干扰时能够维持稳定的运行状态。最后, 用户终端是电力系统的终

点, 包括家庭、工业和商业用户等。用户终端通过电缆、开关和电表等设备接入电力系统, 实现电能的有效利用和消费。这些组成元素共同构成了一个复杂而高效的电力系统, 通过紧密的协同作用, 确保电能从生产到消费的全过程高效、稳定和安全。

### 2 电力系统及其自动化技术的安全控制问题

#### 2.1 设计问题

设计问题是电力系统及其自动化技术安全控制中的核心挑战之一, 涉及到电力系统的整体架构、功能实现和性能优化。首先, 设计阶段的理念与方法往往直接决定了电力系统后续的稳定性和可靠性。在实际应用中, 由于对电力系统复杂性的认识不足或技术限制, 设计可能存在结构不合理、功能不完善或不足以应对各种外部干扰的问题。其次, 设计缺陷在电力系统运行中可能导致各种潜在风险和安全隐患。例如, 设计中未考虑到的电力负荷变化、设备老化或突发事件可能会引发系统故障或性能下降。此外, 设计不当还可能导致系统部件之间的不协同或功能冲突, 影响系统的整体效率和稳定性。再者, 设计阶段对于自动化技术的应用也是一个关键环节。不恰当的自动化设计可能导致控制逻辑混乱、响应时间延迟或系统反应不灵敏,

进而影响到电力系统的安全控制能力。同时,由于自动化技术的快速发展和更新,设计中未能充分考虑未来技术趋势和兼容性问题也是一个不容忽视的问题。

## 2.2 设备问题

在电力系统及其自动化技术的安全控制中,设备问题是一个至关重要的方面,直接关系到系统的稳定运行和持续性能。首先,设备老化和损耗是电力系统面临的主要挑战之一。长时间的运行和频繁的负荷变化可能导致设备内部材料疲劳、电气性能下降或机械部件损坏,从而降低设备的可靠性和寿命。其次,设备故障和预防是另一个突出问题,尽管现代电力设备通常配备了先进的保护和监测系统,但由于设计、制造或安装等环节可能存在的疏漏,设备故障仍然时有发生。这些故障不仅可能导致电力中断和负荷失衡,还可能引发火灾、爆炸或其他安全事故,给电力系统带来严重威胁。再者,设备的兼容性和协同性也是一个值得关注的问题,随着技术的快速发展和新设备的引入,现有设备与新设备之间可能存在接口不匹配、通信协议不统一或功能不完善的情况,影响到设备之间的有效交互和系统的整体效率。最后,设备的维护和管理是设备问题中的另一个关键环节,不合理的维护计划、缺乏专业的维护人员或忽视日常的设备监测和检测,都可能导致设备性能下降、故障率增加或安全隐患加剧。

## 2.3 管理问题

在电力系统及其自动化技术的安全控制中,管理问题是一个跨越多个层面的关键因素,直接影响到系统的运行效率、安全性和可持续性。首先,管理体系与流程的不完善是一个常见问题,缺乏统一、规范和透明的管理体系,可能导致工作流程混乱、决策滞后或资源配置不当,进而影响到系统运行的整体效率和响应速度。其次,管理人员与培训的问题也是一个不容忽视的挑战,管理人员的专业素养、经验和决策能力直接关系到系统的稳定运行和应对突发事件的能力。如果管理人员缺乏必要的专业知识、技能或培训,可能导致对系统风险的误判、处理不当或反应迟缓,从而加大系统故障和安全事故的风险。再者,管理文化和组织氛围也是管理问题中的一个重要方面,缺乏安全意识、责任心和团队合作精神的管理文化,可能导致员工不重视安全规定、忽视操作流程或对工作任务漠不关心,进而增加系统操作失误和人为因素造成的风险。最后,管理系统的持续改进和创新是解决管理问题的关键,如果管理人员和组织机构缺乏对管理系统进行持续改进、创新和适应变化的能力,可能导致管理方法落后、响应不及时或难以满足电力系统快速发展和复杂变化的需求。

## 2.4 电源安全问题

电源安全问题在电力系统及其自动化技术的安全控制中占据着至关重要的位置,它关乎整个系统的稳定运行和供电可靠性。首先,电源的稳定性和可靠性是一个主要

的关注点。由于天气、环境或设备故障等因素的影响,电源供应可能面临不稳定或中断的风险,这不仅可能导致电力中断,还可能影响到系统的整体运行效率和用户的正常用电需求。其次,电源的多样性和可持续性也是一个日益突出的问题。随着可再生能源(如风能、太阳能等)在电力系统中的广泛应用,与传统电源(如火力、水电等)的结合和协同运行变得更加复杂。不当的电源选择、配置或管理可能导致能源利用效率降低、电力负荷不均衡或电网稳定性下降,进而对系统的供电质量和可持续性产生负面影响。再者,电源的安全管理和保护是保障系统稳定运行的关键。电源可能面临过载、短路、电压波动或频率偏差等潜在风险,如果缺乏有效的监测、检测和保护措施,可能导致设备损坏、电力中断或更严重的安全事故,给电力系统带来不可估量的损失和风险。最后,电源的经济性和环境友好性也是值得关注的问题。随着能源成本的上升和环境保护意识的增强,如何在确保电源安全的前提下实现经济效益最大化和减少环境影响成为电力系统面临的挑战。不合理的电源配置、管理或策略可能导致能源浪费、成本增加或环境污染,进而影响到电力系统的长期可持续发展。

## 3 电力系统及其自动化技术的安全控制和有效对策

### 3.1 优化设计

优化设计在电力系统及其自动化技术的安全控制和有效对策中占据着关键地位,它决定了系统从源头到终端的整体性能和稳定性。首先,设计的模块化与集成是一个核心方向。通过模块化设计,可以实现各个子系统的独立运行和协同工作,提高系统的灵活性和可扩展性。而集成设计则有助于优化资源配置、减少系统复杂性和提高整体效率,从而降低运营成本和增强系统的应对能力。其次,设计的安全与稳定性是不可妥协的关键<sup>[2]</sup>。在设计阶段充分考虑到电力系统的复杂性、动态性和不确定性,采用先进的分析方法和仿真技术,可以识别潜在风险、优化系统结构和提升系统性能。特别是在应对突发事件、故障和外部干扰方面,设计的恢复和容错能力应该得到特别的重视和加强,以确保系统在面对不可预测的挑战时仍能稳定运行和快速恢复。再者,设计的灵活性和适应性是提高系统响应速度和适应变化的关键。考虑到电力系统的动态变化、技术更新和环境变革,设计应具有足够的灵活性和适应性,能够快速调整、优化和更新,以满足不断变化的需求和挑战。此外,与现有和未来技术的兼容性也是一个重要考虑因素,确保系统在引入新技术、设备或服务时不产生冲突和问题。最后,设计的经济性和可持续性也是优化设计的重要目标。在追求性能、安全和灵活性的同时,还需考虑到设计的经济成本、资源利用效率和环境影响,以实现最佳的经济效益、社会效益和环境效益的平衡。这不仅需要

在设计过程中进行全面的成本效益分析和生命周期评估,还需要积极采用节能、环保和可再生的设计原则和技术,以实现电力系统的可持续发展和长期竞争力。

### 3.2 更新设备

在电力系统及其自动化技术的安全控制和有效对策中,设备的更新和升级是确保系统性能、稳定性和安全性的关键环节。首先,随着科技进步和市场需求的变化,老化和落后的设备可能导致系统效率降低、故障率增加和安全隐患加剧。因此,定期更新设备,特别是关键和核心设备,是保持电力系统现代化和竞争力的必要步骤。其次,设备的兼容性和集成性也是更新设备的重要考虑因素。新设备应当与现有设备和系统兼容,能够无缝集成和协同工作,以确保设备更新不会引发系统中断、数据丢失或性能下降。此外,更新设备还应考虑到设备之间的互操作性和通信协议的统一,以促进设备间的数据交换、信息共享和智能控制。再者,设备的性能和效率是更新设备的核心目标。通过引入先进的技术和材料,可以提高设备的能效、减少能源消耗和延长设备寿命。同时,优化设备设计、提升制造工艺和加强质量控制,也能提高设备的稳定性、可靠性和维护性,从而减少故障率、降低维护成本和提升系统性能。最后,更新设备还需要考虑到设备的安全和环境影响。新设备应符合国际和行业标准、规范和要求,经过严格的安全认证和环境评估,以确保设备在运行时不会对人员、设备和环境造成损害和污染。此外,应加强对设备的监测、检测和保护,建立完善的设备管理和维护体系,以确保设备在整个生命周期内安全、可靠和环保。

### 3.3 提高管理

在电力系统及其自动化技术的安全控制和有效对策中,管理质量直接决定了系统运行的稳定性、可靠性和效率。首先,强化管理的专业性和标准化是关键。通过引入现代管理理念和方法,如全面质量管理(TQM)、六西格玛(Six Sigma)等,可以优化管理流程、提升工作效率和质量,从而降低系统运行风险和成本。其次,管理的透明度和责任性也是提高管理的关键方向。建立明确的职责和权限制度,强化团队协作和信息共享,可以提高决策效率、减少错误和冲突,从而确保管理决策的科学性、公正性和合理性<sup>[3]</sup>。同时,加强对管理绩效的监测、评估和反馈,能够及时发现和纠正问题,提高管理的灵活性和适应性。再者,管理的创新性和持续改进是提高管理的核心动力。鼓励管理团队和员工持续学习、创新和改进,提高管理的前瞻性、创新性和适应性,可以更好地应对新技术、新挑战和新机遇,从而提升管理的竞争力和效益。此外,加强与内外部合作伙伴的沟通、合作和共赢,也能够拓展管理的视野、资源和能力,实现管理的协同和整合。最后,管理的文化和价值观是

提高管理的基础和保障。建立和弘扬以客户为中心、以结果为导向、以团队为核心的管理文化和价值观,能够提升管理的凝聚力、认同感和执行力,促进组织内部的和谐、和睦和和合,从而确保管理的持续稳定和健康发展。

### 3.4 加强安全

在电力系统及其自动化技术的安全控制和有效对策中,安全的稳固与提升是至关重要的环节。首先,建立和强化安全文化是关键。通过深入宣传和培训,使每位员工都深入理解安全的重要性,形成共同的安全观念和价值观,使安全成为每个人的自觉行动和责任,从而提高安全意识、强化安全责任和保障安全生产。其次,安全管理和监控是加强安全的核心环节。建立健全安全管理体系和机制,包括风险评估、事故预防、应急响应和持续改进,确保安全政策和措施得到落实和执行,及时发现和处理潜在风险和隐患,确保安全管理的全面、系统和持续。再者,安全技术和设备的应用是加强安全的重要手段。通过引入先进的安全技术和设备,如智能监测、自动控制和故障检测,提高安全监控和保护的效率和准确性,增强安全防护和应对能力,从而降低事故发生的概率和影响,提升安全防控和控制的水平。最后,安全培训和教育是加强安全的基础和保障。定期组织安全培训和教育活动,提高员工的安全知识、技能和意识,强化安全行为和操作规范,培养员工的安全习惯和行为,确保人员的安全素质和能力得到提升,为提高整体安全水平提供有力的人才支持。

## 4 结语

电力系统与自动化技术是现代社会的基石,其安全控制问题直接关系到经济、社会和国家的稳定。本研究深入探讨了设计、设备和管理等关键环节的挑战与对策,强调了优化设计、设备更新和管理提升的重要性。这些策略共同构建了一个科学、有效的安全控制体系。为确保电力系统的稳定运行,需要持续的技术创新、严格的管理和全面的培训。这不仅是保障电力供应的关键,也是推动社会和经济发展的基础。通过共同努力,我们可以确保电力系统的安全、稳定和持续发展,为社会和谐与繁荣提供坚实支持。

### [参考文献]

- [1] 郭术明. 电力系统及其自动化技术的安全控制问题和对策[J]. 石河子科技, 2021(6): 12-13.
  - [2] 朱江波. 电力系统及其自动化技术的安全控制问题和对策[J]. 现代工业经济和信息化, 2020, 10(11): 134-135.
  - [3] 龙科. 电力系统及其自动化技术的安全控制问题及对策分析[J]. 科技创新导报, 2019, 16(28): 26-28.
- 作者简介: 张轲(1995. 1—), 男, 毕业于兰州工业学院, 自动化专业, 就职于大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 维护班技术员, 助理工程师。

# IGBT 导热硅脂涂覆自动化控制在质量管理中的应用

姚艳芳 聂明珍 焦照旭 冯自豪

河南许继电力电子有限公司, 河南 许昌 461000

[摘要] 为保证大功率电力电子设备 IGBT 导热硅脂涂覆工序的质量, 通过开展行业对标、引入自动化设备、配备配套放置工装等方面进行改进提升, 在提升生产效率的同时, 完善相关质量过程管理文件, 提高 IGBT 导热硅脂涂覆工序的质量。

[关键词] 质量管理; 导热硅脂涂覆; 自动化控制

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12491

中图分类号: TN322.8

文献标识码: A

## Application of IGBT Thermal Conductive Silicone Grease Coating Automation Control in Quality Management

YAO Yanfang, NIE Mingzhen, JIAO Zhaoxu, FENG Zihao

He'nan Xuji Power Electronics Co., Ltd., Xuchang, He'nan, 461000, China

**Abstract:** In order to ensure the quality of the IGBT thermal conductive silicone grease coating process for high-power power electronic equipment, improvements have been made through industry benchmarking, introduction of automation equipment, and provision of matching placement fixtures. While improving production efficiency, relevant quality process management documents have been improved to enhance the quality of the IGBT thermal conductive silicone grease coating process.

**Keywords:** quality management; thermal conductive silicone grease coating; automation control

### 引言

随着“碳达峰”“碳中和”持续推进, 新能源产业迎来良好发展机遇, 随着各单位产能不断扩大, 各产业单位均面临不同程度人员短缺、产能饱和等一系列问题, 为适应快速发展, 采用先进自动化设备成为提升生产效率的有效措施。而 IGBT 模块作为大功率电力设备的关键部件, 生产效率的提升和质量的稳定是产品按期交付和稳定运行的关键, 通过引入自动化设备、配备相应的质量管控手段, 实现了生产效率提升和质量管控的目标<sup>[1]</sup>。

### 1 基本概念

#### 1.1 IGBT

IGBT, 即绝缘栅双极型场效应晶体管, 是一种常见的功率半导体器件。主要用于控制和调节电能, 如电力转换、电机驱动、逆变器和其他功率电子设备中<sup>[2]</sup>。IGBT 是能源变换与传输的核心器件, 俗称电力电子装置的“心脏”, 作为国家战略性新兴产业, 在轨道交通、智能电网、航空航天、电动汽车、新能源装备等领域应用十分广泛。

#### 1.2 导热硅脂

导热硅脂又称散热硅脂、导热胶, 它以硅油为原料, 并添加导热颗粒, 如氧化铝或氮化硼等, 经过加热减压、研磨等工艺之后形成的一种绝缘材料。导热硅脂热性能优异, 有卓越的稳定性, 耐温性和低渗出性。由于具有良好的导热性能, 被广泛用于电子器件的散热, 将电子器件产生的热量有效地传递到散热器或其他散热设备上。同时, 它作为绝缘材料, 还可以抑制大的浪涌电流通过, 从而避免电子元件之间短路。

#### 1.3 导热硅脂工作原理

在散热与导热应用中, 即使是表面非常光洁的两个平面在相互接触时都会有空隙出现, 这些空隙中的空气是热的不良导体, 会阻碍热量向散热器传导。导热硅脂可以填充这些空隙, 使热量的传导更加顺畅、迅速。导热硅脂通过对粗糙和不平整的结合表面的填充, 来消除界面间的空气空隙, 用导热系数远高于空气的材料取代不传热的空气。通过减少结合面的热阻, 及时传递电子器件工作时产生的热量, 使电子器件的温度保持在一个可以稳定工作的水平, 进而延长电子器件的工作寿命。

而 IGBT 的散热, 主要通过将 IGBT 的热量传递至散热器实现。导热硅脂的作用就是在于将 IGBT 与散热器之间的空隙填充完全, 来实现散热的均匀性。如果硅脂使用过量, 在 IGBT 和散热器之间形成一个硅脂层, 则散热途径变为 IGBT—硅脂—散热片, 在此情况下硅脂成了阻碍传热的因素。因此导热硅脂的涂覆要适量(导热硅脂的厚度要求约 100~150  $\mu\text{m}$ )。

### 2 IGBT 导热硅脂涂覆自动化应用及质量管理

#### 2.1 IGBT 导热硅脂涂覆自动化应用

IGBT 是大功率电力电子产品的主要部件, 其使用寿命直接影响变频器产品的成本和寿命。因此, 延长 IGBT 的使用寿命至关重要。IGBT 的使用寿命取决于自身散热的好坏, 设计中把其底板与散热器相连接, 其间隙涂覆导热硅脂, 以填充或涂覆的方式, 能够有效地将 IGBT 产生的热量散出。

导热硅脂涂覆最初使用的是滚筒涂覆, 这种依靠人工、目测来确定涂覆的厚度、均匀度, 存在效率低、厚度不均

匀等各项问题,后续通过改进提升优化,借助筛网板涂覆,可实现厚度统一标准可控,解决人为的原因导致的涂覆不均匀的问题,实现操作效率翻倍。但是随着国家发布《质量建设纲要》以及新能源行业的不断发展,对产品的质量提出更高标准的要求,生产效率、交付周期提出更严格的要求,因此引入自动化的涂覆设备也是必然趋势。

### 2.1.1 自动化设备引入

通过与同行业对标分析,分析公司现有的问题,制定相应的解决方案,并开展涂覆设备选型,引入 G3088 导热硅脂涂覆自动化设备(见图 1),该设备具有以下特点:

(1) 采用精密上银直线导轨和三相无极变频马达来驱动刮刀座,可以确保印刷精度;

(2) 印刷刮刀可向上旋转 45 度固定,便于印刷网板及刮刀的清洗及更换;刮刀座可实现前后调节,准确定位印刷位置;

(3) 可设定单向及双向,多种印刷方式;

(4) 具有自动计数功能,方便生产产量的统计;

(5) 刮刀角度可调,钢刮刀,橡胶刮刀均适合;

(6) 人机界面具有屏保功能,保护人机界面使用寿命;

(7) 采用独特的程序设计,印刷刮刀座调节方便。



图 1 G3088 导热硅脂涂覆自动化设备

### 2.1.2 制作匹配工装

设备引入后,原先手动涂覆工装所用的放置 IGBT 的工装无法在自动化设备上使用,因此工艺设计人员介入,梳理公司现有的产品涉及的 IGBT 的情况,根据 IGBT 大小和所需数量,结合自动化放置的位置,设计可匹配使用的 IGBT 放置工装。通过利用 IGBT 两端的引脚,固定放置位置,底部预留一定的空间为所匹配的板卡预留放置位置,避免由于磕碰造成损坏。同时针对不同的情况设计不同的放置工装,实现定制化产品的不同需求。另外,为确保和验证涂覆的质量,通过购买第三方计量合格的湿膜测厚仪开展涂覆厚度的科学测量。

### 2.1.3 操作步骤

自动化设备投入使用前,首先进行归零设定,通过设

置面板设置工作模式、工作印刷方式、计划生产数、自动工作网板停留时间等参数,设定后按照以下步骤开始执行:

(1) 使用工业酒精和干净的无绒布清理工装,并晾干;

(2) 使用前先将导热硅脂搅拌均匀,使膏体充分混合;

(3) 在涂覆设备中加入适量的导热硅脂;

(4) 使用工业酒精和干净的无绒布清洁 IGBT 的安装面(包括安装器件接触面);

(5) 摆放工装,并将 IGBT 逐个摆放至工装上,涂覆面朝上;

(6) 启动设备涂覆;

(7) 取下 IGBT 进行涂覆厚度测试;

(8) 测试合格后,涂覆工序结束。

### 2.1.4 注意事项

(1) 自动化设备需每周进行一次维护保养,检查设备涂覆刮刀、面板设置、操作机构等方面的完好性。

(2) 每班开工前检查导热硅脂是否在有效期内,超过有效期的严禁使用。

(3) 每班次要根据使用情况,增加导热硅脂,每班次结束后对自动化设备刮刀未使用完毕硅脂进行清理,导热硅脂包装取用完毕后及时进行密封,严禁暴露在空气中。

(4) 每天生产前,操作人员需要佩戴防静电手环或手套,避免防静电损坏元器件。

### 2.2 过程质量管理

(1) 建立标准作业规范。IGBT 导热硅脂涂覆作为作业工序中的关键工序进行质量管控,通过建立《IGBT 导热硅脂涂覆作业指导书》《IGBT 导热硅脂涂覆检验指导书》,明确了关键工序的作业标准要求、检验频次、检验项目及检验标准,操作人员掌握关键工艺控制点,严格按照指导书进行作业并输出相应的点检表。作业人员每天按照规范要求每批次抽检 5 个 IGBT 进行 IGBT 涂覆厚度测试,确保设备的可靠稳定运行。

(2) 设置专人专岗。IGBT 导热硅脂涂覆工序作为产品线生产的关键工序,为确保 IGBT 导热硅脂涂覆质量的可靠性和一致性,梳理确定关键工序操作人员清单,建立关键岗位人员上岗制度,所有关键岗位人员上岗前必须经过严格的工艺培训考核合格后方可上岗,严禁未经培训上岗。

(3) 开展过程检查及督查。每天由关键工序所在班组的班组长进行质量巡检,检查关键工序人员的工艺执行情况,同时由安全质量部将关键工序的质量风险纳入年度质量管控计划,制定专项检查计划,按期对操作人员的执行情况、安全质量的检查情况进行督查,确保工艺按要求执行。

(4) 优化生产工序。为了平衡各工位节拍时间,打破原有工位分工,结合工作内容及节拍时间,重新分配工位,由 8 个工位减至 7 个工位。结合功率单元设计优化方案,不断测试调整工作内容,确定最优工位分配方案制作合理的装配工艺,并入库定型。

### 2.3 成效

通过对比手工工装涂覆及自动化设备涂覆的 50 个 IGBT 改进前后涂覆导热硅脂的厚度统计（见表 1）发现，使用自动化设备涂覆的导热硅脂厚度更均匀、更稳定，且满足工艺要求。

表 1 两种涂覆改进前后涂覆导热硅脂厚度统计表

自动化设备涂覆		手工工装涂覆	
序号	测量值 (μm)	序号	测量值 (μm)
1	100~125	1	125~150
2	100~125	2	100~125
3	125~150	3	100~125
4	100~125	4	100~125
5	100~125	5	100~125
6	100~125	6	100~125
7	100~125	7	125~150
.....	.....	.....	.....
44	100~125	44	125~150
45	100~125	45	100~125
46	100~125	46	100~125
47	100~125	47	125~150
48	125~150	48	100~125
49	100~125	49	125~150
50	100~125	50	125~150

同时，对常使用 IGBT 导热硅脂涂覆的 3 种方式从人员的技能要求、工艺要求、涂覆厚度、导热效果等方面进行对比（见表 2）发现，自动化设备的引入可更好地确保涂覆的一致性，进而保证电力电子产品的稳定运。

表 2 涂覆方法对比

项目	手工滚筒涂覆	手工工装涂覆	自动化设备涂覆
操作工艺要求	简单	一般	一般
涂覆厚度的均匀度	一般	良好	优
作业设备操作要求	简单	一般	一般
导热效果	一般	良好	优
导热硅脂使用量	较多	少	少
人员技能要求	较高	一般	简单

最后，统计手工工装涂覆与自动化设备涂覆的涂覆时间发现，6 个 IGBT 手工工装涂覆耗时 20s，改进后自动化工装涂覆耗时 10s，涂覆时间节省了一半，大大提高了装配效率，缩短了产品的装配周期，提高了项目的交付周期以及客户的满意度。

### 3 自动化工装的安全操作规程

自动化设备除了确保稳定运行及质量的可靠性外，还需要确保操作人员的安全及物料的安全，特制定专项的安

全操作规程，具体内容如下：

#### 3.1 开机前操作

- （1）作业前作业人员穿戴工装、工鞋；
- （2）上电前检查设备状态及周围环境；
- （3）检查气压源输入情况。

#### 3.2 生产过程操作

- （1）未经培训者不得操作设备；
- （2）使用设备操作时，必须按照使用说明书进行操作，并熟悉设备性能、生产工艺要求。设备定人操作管理及保养；
- （3）设备运行时，禁止用手触摸刮刀。如需调整刮刀，设备需停机处理；
- （4）未经制造厂商许可，不得擅自改装机器或变更循环程序。

#### 3.3 生产结束安全检查

- （1）将设备按钮复位；
- （2）关闭电源和压缩空气；
- （3）清理地面和设备、原材料、导热硅脂等；
- （4）定期对设备保养、润滑。设备长期不使用时，应将设备清理清洁，做好防尘处理。

#### 3.4 应急处理措施

- （1）作业人员受到伤害或设备故障时，按下急停按钮；
- （2）按照公司《生产安全事故应急预案》中“机械伤害现场处置方案”应急处置。

### 4 结束语

通过采用自动化涂覆工艺，匹配相应质量管控手段后，在 IGBT 导热硅脂涂覆效率提升 1 倍，有效平衡了生产线各工序节拍时间，提高产品模块的线体平衡率，缩短项目交付周期的前期下，保证了导热硅脂涂敷厚度的均匀性和一致性，IGBT 运行质量更加稳定，进一步提高了 IGBT 散热效果和延长了 IGBT 使用寿命。

#### [参考文献]

[1] 吴红奎. IGBT 基础与应用实务[M]. 北京: 科学出版社, 2010.

[2] 赵善麒, 高勇, 王彩琳. 绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 设计与工艺[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.

作者简介: 姚艳芳 (1981.12—), 女, 经济师, 河南许继电力电子有限公司副总经理, 主要从事电力装备制造企业安全质量管理、生产测试管理工作; 聂明珍 (1989.7—), 女, 工程师, 河南许继电力电子有限公司质量工程师, 主要从事电力装备制造企业质量管理工作; 焦照旭 (1987.3—), 男, 工程师, 河南许继电力电子有限公司安全质量部主任, 主要从事电力装备制造企业安全质量管理、生产测试管理工作; 冯自豪 (1990.8—), 男, 工程师, 河南许继电力电子有限公司安全监督环保专责, 主要从事电力装备制造企业安全管理工作。

# 电力系统及其自动化中变压器故障诊断研究

祁军强

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

**[摘要]** 本篇文章旨在针对电力系统及其自动化中变压器常见问题展开分析, 并通过研究和有效的预防与控制措施, 旨在提升变压器的稳定性、安全性和可靠性。鉴于国民经济和科技水平的蓬勃发展, 对电力系统的要求也日益提高。本篇文章主要研究电力变压器的常见故障, 包括过载、绝缘老化、内部线路损坏等, 并提供了一些行之有效的检测手段与预防措施。通过深入分析变压器故障的原因和特征, 以及有效的预防与控制措施, 旨在降低事故发生的概率, 减少不必要的风险, 从而确保电力系统的安全稳定运行。

**[关键词]** 电力系统; 自动化; 变压器故障; 故障诊断

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12494

中图分类号: TM76

文献标识码: A

## Research on Transformer Fault Diagnosis in Power Systems and Automation

QI Junqiang

Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

**Abstract:** This article aims to analyze the common problems of transformers in the power system and its automation, and improve the stability, safety, and reliability of transformers through research and effective prevention and control measures. Given the booming development of the national economy and technological level, the requirements for the power system are also increasing day by day. This article mainly studies common faults of power transformers, including overload, insulation aging, internal line damage, etc., and provides some effective detection methods and preventive measures. Through in-depth analysis of the causes and characteristics of transformer faults, as well as effective prevention and control measures, the aim is to reduce the probability of accidents and unnecessary risks, thereby ensuring the safe and stable operation of the power system.

**Keywords:** power system; automation; transformer failure; fault diagnosis

### 引言

在电力系统中, 变压器作为能量传输和转换的关键设备, 在保障电力系统稳定运行和能源传输方面发挥着至关重要的作用。然而, 由于长期运行、环境因素、负载波动等多种因素的影响, 变压器故障是电力系统面临的一个常见挑战。变压器故障不仅可能导致设备损坏和停机, 还可能引发连锁故障, 造成电力系统的严重事故甚至停电。因此, 为了及时、准确地发现并解决变压器故障问题, 变压器故障诊断成为了电力系统及其自动化中的一个重要研究方向。通过深入研究变压器故障诊断技术和方法, 可以有效地提高变压器的可靠性和安全性, 减少故障对电力系统的影响, 保障电力系统的稳定运行。

### 1 电力系统及其自动化中变压器故障诊断的重要性

电力系统中的变压器承担着重要的电能转换和传输任务, 其正常运行对于电力系统的稳定运行至关重要。然而, 变压器作为电力系统中的核心设备之一, 其故障可能会导致电力系统的停运、损失和安全事故, 对生产、生活和社会稳定都会造成严重影响。因此, 变压器故障诊断的重要性不言而喻。及时准确地诊断变压器故障, 可以帮助

运维人员迅速采取有效的措施, 防止故障进一步扩大, 保障电力系统的安全稳定运行。同时, 变压器故障诊断还有助于延长变压器的使用寿命, 提高设备的可靠性和运行效率, 降低运维成本, 促进电力系统的可持续发展。因此, 深入研究和有效实施变压器故障诊断技术, 对于提高电力系统的安全性、可靠性和经济性具有重要意义。

### 2 电力系统及其自动化中变压器故障诊断的基本原则

在电力系统及其自动化中, 变压器故障诊断的基本原则是确保对变压器运行状态的准确、全面的评估, 并及时发现可能存在的故障迹象, 以保障电力系统的稳定运行。这些原则是建立在对电力系统安全性和可靠性的追求之上的, 包括准确性、全面性、实时性、定量化和先进性等方面。首先, 准确性是变压器故障诊断的核心原则之一<sup>[1]</sup>。准确的诊断结果能够帮助运维人员准确判断变压器的运行状态, 从而及时采取相应的措施, 避免故障造成的损失。其次, 全面性要求诊断过程考虑到变压器的各个方面, 包括机械、电气、绝缘等方面的因素, 确保不漏掉任何可能存在的故障因素。实时性是变压器故障诊断的另一个关键原则, 及时发现故障迹象并采取措施进行修复, 可以避免

故障扩大或造成更严重的后果。此外,定量化和客观化要求诊断过程依靠科学的数据和技术手段,尽量减少主观因素的干扰,提高诊断结果的客观性和可信度。最后,随着科技的不断进步,先进性和创新性也是变压器故障诊断的重要原则。持续引入先进的技术手段和方法,不断提升诊断技术水平,可以更好地适应电力系统的发展需求,保障电力系统的安全稳定运行。

### 3 电力系统及其自动化中变压器的诊断方法

#### 3.1 直观检测法

直观检测法是电力系统及其自动化中常用的变压器故障诊断方法之一。这种方法通过对变压器外部和内部的直观检查,观察变压器的外观、运行状态和可能存在的异常情况,以识别潜在的故障迹象。在直观检测中,运维人员通常会对变压器的外部外观进行检查,包括外壳、绝缘子、接线端子等部位,观察是否存在异常的痕迹、破损或腐蚀等现象。同时,也会对变压器内部的绝缘油和绝缘结构进行检查,观察是否有油污、气体生成或绝缘材料老化等情况。通过直观检测法,运维人员可以快速了解变压器的整体运行状况,并发现可能存在的故障迹象。尤其是一些外部可见的异常现象,如油污、腐蚀等,往往是变压器潜在故障的重要标志。因此,直观检测法作为一种简单易行、成本较低的诊断方法,在实际运维中具有重要的应用价值<sup>[2]</sup>。然而,直观检测法也存在着局限性,无法准确判断变压器内部绝缘结构的完整性和电气性能。因此,在实际应用中通常会结合其他诊断方法,如油中溶解气体分析、电气预防试验等,以提高变压器故障诊断的准确性和可靠性。

#### 3.2 油中溶解气体分析法

油中溶解气体分析法是电力系统及其自动化中常用的一种变压器故障诊断方法。该方法通过对变压器绝缘油中溶解气体的分析,来判断变压器内部的运行状态和可能存在的故障情况。变压器在运行过程中,由于内部故障或电气放电等原因,会产生一些气体,这些气体会溶解在绝缘油中,形成特定的气体组成和浓度。油中溶解气体分析法通过检测和分析绝缘油中的这些溶解气体,可以提供变压器内部的运行状态信息,帮助识别潜在的故障迹象。不同类型的变压器故障会产生不同类型的溶解气体,因此可以根据气体的种类和浓度来判断可能存在的故障类型,如局部放电、放电破裂、油纸绝缘老化等。常见的溶解气体包括氢气、甲烷、乙烷、乙炔、丙烷等,它们的存在和浓度变化可以反映变压器内部的运行状况和潜在故障的严重程度。油中溶解气体分析法具有非常高的灵敏度和准确性,能够及时发现变压器内部的微小故障迹象,提前预警可能的故障风险,有助于避免故障的扩大和损害的发生。

#### 3.3 电气预防试验法

电气预防试验法是电力系统及其自动化中常用的一

种变压器故障诊断方法。这种方法通过对变压器进行一系列的电气试验,包括介损测试、绝缘电阻测试、绝缘油介损因数测试等,来评估变压器的绝缘性能和运行状态。通过电气预防试验,可以及时发现变压器绝缘系统的问题,预测潜在的故障风险,采取相应的措施进行修复和预防。介损测试是电气预防试验中的重要内容之一,它可以测量变压器的铁心和绕组的介损损耗,评估变压器的绕组接头和绝缘结构的完整性。绝缘电阻测试则可以检测变压器的绝缘电阻情况,判断绝缘系统的健康程度。此外,绝缘油介损因数测试可以评估绝缘油的绝缘性能,判断油中是否存在污染物或水分等。通过电气预防试验法,可以全面评估变压器的绝缘系统和电气性能,及时发现可能存在的问题,并采取相应的维修和改进措施,保障变压器的安全稳定运行。尤其是在变压器长期运行过程中,定期进行电气预防试验可以帮助发现潜在的故障隐患,延长变压器的使用寿命,提高设备的可靠性和安全性。

#### 3.4 在线检测技术

在线检测技术是电力系统及其自动化中用于变压器故障诊断的重要方法之一。该技术通过安装在变压器上的传感器和监测设备,实时监测变压器的运行参数和状态参数,如温度、湿度、电流、电压等,以及变压器内部的声音、振动等信息。通过对这些数据的采集、传输和分析,可以实现对变压器运行状态的实时监测和诊断,及时发现可能存在的故障迹象,预警潜在的故障风险,提高变压器的安全性和可靠性。在线检测技术具有以下几个显著优势:首先,它可以实现对变压器的长期、连续、实时监测,不受时间和空间的限制,能够全面掌握变压器的运行状况;其次,在线检测技术可以提供更加准确和可靠的数据,避免了人为操作和测量误差,提高了故障诊断的准确性和精度;此外,在线检测技术还可以实现对变压器的远程监控和管理,方便运维人员进行远程诊断和操作,减少了人力和时间成本,提高了工作效率。

### 4 电力系统及其自动化中引起电力变压器故障的因素

#### 4.1 电线的温度太高

电力变压器是电力系统中至关重要的设备之一,其正常运行对于电力系统的稳定运行至关重要。然而,有许多因素可能会导致电力变压器故障,其中之一是电线的温度过高。电线的过热可能由于多种原因引起,如电流过载、接触不良、线路阻抗过高等。当电线的温度超过了设计限制,可能会导致绝缘材料老化、绝缘击穿、局部放电等故障现象的发生。这种情况下,如果不及时采取措施,可能会导致变压器的损坏甚至爆炸,对电力系统造成严重影响。电线的温度过高是一个需要特别关注的问题,因为它不仅可能是变压器本身存在问题的表现,还可能会引发其他更严重的故障。

## 4.2 内部出现问题

电力变压器内部出现问题是导致电力系统及其自动化中变压器故障的一个重要因素。这种问题可能包括内部绝缘材料的老化、损坏或破裂，绕组的短路、断线或接触不良等。内部故障可能由于长期的过载运行、频繁的操作、设备老化或制造缺陷等原因引起。当内部出现问题时，变压器的绝缘系统和电气性能可能受到影响，导致绝缘击穿、局部放电、绕组短路等故障现象的发生。内部问题的存在往往不易被直接观察到，但却可能对变压器的安全运行产生严重的影响。内部故障可能会逐渐加剧，最终导致变压器的损坏或失效，对电力系统造成严重的影响，甚至引发火灾或爆炸等安全事故。

## 4.3 内部线路的严重损坏

电力变压器内部线路的严重损坏是导致电力系统及其自动化中变压器故障的重要因素之一。这种损坏可能由多种原因引起，如长期的过载运行、外部因素的损坏、制造缺陷等。当内部线路严重损坏时，可能会导致绕组短路、接触不良或断路等故障现象的发生，进而影响变压器的正常运行。内部线路的严重损坏通常意味着变压器内部的绝缘系统受到了严重破坏，可能会导致绝缘击穿、局部放电等现象，进而引发变压器的故障甚至损坏<sup>[3]</sup>。此外，线路的损坏还可能会导致电流异常、电压波动等问题，影响电力系统的稳定性和安全性。

## 5 电力系统及其自动化中变压器故障的预防措施

### 5.1 定期维护和检查

在电力系统及其自动化中，实施定期维护和检查是预防变压器故障的重要措施之一。定期维护和检查可以帮助及时发现和解决变压器可能存在的问题，提前预防潜在的故障风险，保障电力系统的安全稳定运行。定期维护和检查包括对变压器的各个部件和系统进行定期检查和维修，包括机械、电气、绝缘、冷却系统等。其中，机械部件的定期润滑和清洁可以保障变压器的正常运行；电气部件的定期检查可以发现电线接触不良、绝缘老化等问题；绝缘系统的定期测试可以评估绝缘性能的健康状况；冷却系统的定期清洁和检查可以确保变压器的正常散热。通过定期维护和检查，可以及时发现并解决变压器可能存在的问题，防止故障的发生。定期维护和检查还可以延长变压器的使用寿命，提高设备的可靠性和安全性。

### 5.2 绝缘油监测和分析

绝缘油作为变压器的重要绝缘介质，其状态可以反映变压器内部的运行情况和潜在故障风险。因此，定期对绝缘油进行监测和分析，可以及时发现变压器可能存在的问题，预测潜在的故障，采取相应的措施进行维护和预防。绝缘油监测和分析通常包括对绝缘油的物理性质、化学成分和电气性能等方面进行检测和分析。其中，物理性质的

监测可以评估绝缘油的热稳定性和流变特性，化学成分的分析可以检测油中是否存在污染物、水分和氧化产物等，电气性能的监测可以评估绝缘油的绝缘性能和击穿电压等。通过对这些数据的分析，可以评估绝缘油的健康状况，判断变压器的运行状态，预测可能存在的故障风险。

### 5.3 热监测和红外检测

在电力系统及其自动化中，热监测和红外检测是一项重要的变压器故障预防措施。这种技术利用红外热像仪对变压器的温度分布进行实时监测和检测，以及早发现可能存在的异常热点，预警潜在的故障风险。通过热监测和红外检测，可以实现对变压器的全面、实时的温度监测，及时发现变压器内部或外部存在的异常热点。这些异常热点可能是由于接触不良、电流过载、局部放电等原因引起的，可能是变压器潜在故障的重要指标。通过检测这些异常热点，可以及时预警潜在的故障风险，采取相应的措施进行维护和预防，防止故障的发生。热监测和红外检测技术具有非常高的灵敏度和准确性，能够在故障发生前提前发现异常情况，有效地预防变压器的故障<sup>[4]</sup>。此外，这种技术还具有非接触性和远程监测的特点，能够在不影响变压器正常运行的情况下进行监测，提高了监测的便利性和效率。

### 5.4 建立完善的保护系统

在电力系统及其自动化中，建立完善的保护系统是一项关键的变压器故障预防措施。保护系统旨在及时检测并响应变压器的异常情况，从而保护设备免受潜在的损坏或故障。一个完善的保护系统通常包括多个层次的保护装置和控制策略。首先，基于变压器的额定参数和运行条件，设定合适的过流保护、过载保护、短路保护等基本保护装置，以防止变压器因电流异常而受损。其次，针对特定的故障模式，如局部放电、绝缘击穿等，引入差动保护、微机保护等高级保护装置，提高对异常情况的检测和响应能力。此外，结合现代智能技术，还可以实现对变压器的远程监测和智能化故障诊断，及时发现和定位故障点，减少故障对系统的影响。通过建立完善的保护系统，可以有效地降低变压器发生故障的风险，保障电力系统的安全稳定运行。当变压器发生异常情况时，保护系统能够及时检测到，并采取相应的措施，如切断电源、投入备用设备等，以最大程度地减少故障的影响。

## 6 结语

本文对电力系统及其自动化中变压器故障诊断进行了系统性的研究和探讨。通过分析变压器故障的常见原因、特征以及现有的诊断方法和技术，我们深入了解了变压器故障诊断的重要性和复杂性。随着国民经济和科技水平的不断提高，电力系统对稳定性、安全性和可靠性的要求也日益增加，因此，研究变压器故障诊断技术具有重要的现实意义。本文提出了一些有效的变压器故障诊断方法和技

术,包括红外热像技术、机器学习算法、智能诊断系统等。这些技术的应用可以提高变压器故障的检测效率和准确性,帮助及时发现并解决潜在的故障隐患,保障电力系统的安全稳定运行。然而,我们也意识到变压器故障诊断领域还存在一些挑战和问题,如复杂多变的故障类型、数据获取和处理的困难等。因此,未来的研究需要进一步深入探讨这些问题,并提出更加有效的解决方案。希望本文的研究成果能够为相关领域的研究者和从业人员提供参考,并为未来的研究工作提供新的思路和方向。

#### [参考文献]

[1]张友. 电力系统及其自动化中变压器故障诊断研究[J].

模具制造,2023,23(10):166-168.

[2]陈洁韬. 变压器故障解决中继电保护技术的应用研究[J]. 电气技术与经济,2023(10):374-376.

[3]林凡勤,李明明,郭红. 变压器故障诊断技术综述[J]. 计算机与现代化,2022(3):116-126.

[4]赵小平. 浅析电力变压器故障诊断及检修[J]. 电子测试,2021(21):111-113.

作者简介:祁军强(1992.6—),男,毕业院校:西安电力高等专科学校;所学专业:发电厂及电力系统,当前就任单位:大唐甘肃发电有限公司碧口水电厂,职务:运行值长,职称级别:助理工程师。

# 装配式变电站土建设计施工技术要点研究

吴义军

宁夏先科电力设计咨询有限公司, 宁夏 银川 750001

**[摘要]** 随着能源需求的不断增长和技术的不断进步, 能源行业对基础设施的要求也越来越高。传统的变电站建设往往耗时耗力, 且施工周期长, 难以适应快速发展的能源市场需求。而装配式建筑作为一种新兴的建筑方式, 以高效、环保、可控的特点, 逐渐成为了变电站建设的新选择。因此, 对其关键技术要点进行深入研究探讨, 对于推动装配式变电站建设的高质量发展具有重要意义。

**[关键词]** 装配式变电站; 设计要点; 施工技术要点

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12522

中图分类号: TM63

文献标识码: A

## Research on Key Points of Civil Design and Construction Technology for Prefabricated Substation

WU Yijun

Ningxia Xianke Electric Power Design Consulting Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750001, China

**Abstract:** With the continuous growth of energy demand and technological progress, the energy industry has increasingly high requirements for infrastructure. Traditional substation construction is often time-consuming and labor-intensive, and the construction cycle is long, making it difficult to adapt to the rapidly developing energy market demand. As an emerging construction method, prefabricated building has gradually become a new choice for substation construction due to its efficient, environmentally friendly, and controllable characteristics. Therefore, in-depth research and exploration on its key technical points is of great significance for promoting the high-quality development of prefabricated substation construction.

**Keywords:** prefabricated substation; design points; key points of construction technology

### 引言

装配式建筑作为一种快速、高效、环保的建筑模式, 近年来在各类工程项目中得到了广泛应用。在能源行业中, 装配式变电站作为重要的基础设施, 也逐渐受到了关注。装配式变电站以其施工周期短、质量可控等优势, 成为提高能源建设效率、加快能源发展的重要手段。针对装配式变电站的土建设计与施工技术要点展开探讨, 深入了解这一领域的关键技术与实践经验, 为相关项目的规划与实施提供参考与借鉴。

### 1 装配式变电站土建设计的优势

#### 1.1 施工周期短

装配式变电站土建设计的优势之一在于施工周期短。相比传统的土建方式, 装配式变电站的施工周期大幅缩短, 这是因为装配式变电站采用工厂预制的模块化构件, 大部分施工工作在工厂内完成, 到现场后只需进行简单的组装, 因此可以大大节省施工时间。传统的土建方式需要现场进行大量的浇筑、砌筑等工序, 施工周期长且受到天气、季节等因素的限制, 而装配式变电站则不受这些因素的影响, 能够在较短的时间内完成建设任务。这种快速的施工速度不仅可以减少工程的投资成本, 提高项目的投资回报率, 还能够更快地满足电力供应的需求, 对于紧急场合或临时供电需求有着重要的意义。因此, 施工周期短是装配式变

电站土建设计的一大优势, 能够为电力工程建设提供更加高效、快捷的解决方案。

#### 1.2 提高施工质量

装配式变电站土建设计的另一个显著优势是提高施工质量。通过采用模块化设计和工厂预制的方式, 装配式变电站能够有效提升施工质量。在工厂环境下, 每个构件都经过严格的质量控制和检验, 确保其符合标准和规范要求。与传统的现场施工相比, 这种预制构件的质量更加稳定可靠, 能够降低施工过程中的人为因素对质量的影响。此外, 装配式施工过程中采用标准化的组装工艺和技术, 可以有效减少施工中的误差和缺陷, 提高了施工的精度和一致性。这样的施工质量提升不仅可以降低后期维护成本, 延长设施的使用寿命, 还能够提升电力设施的可靠性和安全性。因此, 装配式变电站土建设计能够显著提高施工质量, 为电力工程建设提供了可靠的保障。

### 2 装配式变电站土建设计要点

#### 2.1 地基处理与基础设计

装配式变电站土建设计中地基处理与基础设计是至关重要的要点之一。地基处理和基础设计的合理性直接影响到变电站的稳定性和安全性。首先, 在地基处理方面, 需进行充分的地质勘察与分析, 以了解建设地区的地质特征、地下水情况等重要信息, 这有助于确定合适的地基处

理方案,如填方、加固、排水等措施,以确保变电站的基础承载能力和稳定性。其次,在基础设计方面,需根据地质勘察结果和变电站的荷载特性,选择合适的基础类型,如浅基础、深基础或特殊基础等。同时,还需考虑基础的形式与尺寸设计,确保基础结构能够承受变电站设备的重量和荷载并满足抗震要求。此外,基础设计还应充分考虑变电站周边环境因素,如地下管线、植被覆盖等,合理布置基础结构避免对周边环境造成不利影响。

## 2.2 主体结构设计

装配式变电站主体结构设计是土建设计中的核心环节之一,设计质量直接影响到变电站的安全性、稳定性和耐久性。首先,在主体结构设计中,需要考虑变电站所处地区的气候环境和地质条件,合理选择适应当地条件的结构形式。比如,在地震频发地区应采用抗震设计,选择具有良好抗震性能的结构形式,如钢筋混凝土框架结构或钢结构等。其次,在材料选用方面,需要根据设计要求和当地资源情况选择合适的建筑材料。常见的材料包括钢材、混凝土、砖石等,其性能和质量直接关系到变电站的结构强度和耐久性。同时,还需要考虑材料的环保性和可持续性,选择符合国家标准和环保要求的建筑材料。另外,在主体结构设计过程中,需要充分考虑变电站的功能布局和设备安装要求,合理设置建筑结构和空间布局,确保变电站的各项功能能够得到有效实现,并保证设备的安全稳定运行。最后,在施工过程中,需要严格按照设计图纸和技术规范进行施工,加强质量监控和质量检验,确保主体结构施工质量达到设计要求,保障变电站的安全性和稳定性。

## 2.3 外围设施设计

在装配式变电站土建设计中,外围设施设计是至关重要的一环。外围设施设计旨在提供良好的工作环境、便捷的交通以及必要的安全保障,以支持变电站的正常运行并满足相关的环保要求。首先,在外围设施设计中,需要考虑到变电站周边的交通道路、排水系统和照明设施。为了确保变电站运输、维护和紧急情况下的通行安全,道路设计应符合规范要求,并考虑到货车和维修车辆的通行需要。同时,排水系统的设计需要确保变电站周围的排水畅通,防止水浸影响设备正常运行<sup>[1]</sup>。照明设施的设置则有助于夜间工作的进行以及安全事故的预防。其次,外围设施设计还需要充分考虑环境保护因素,这包括植被保护、噪声控制、废水处理等。合理的植被保护措施有助于保持周边生态平衡,降低环境影响。同时,对于变电站可能产生的噪声和废水,应采取适当的控制和处理措施,以保护周边环境和居民的生活质量。此外,外围设施设计还需要考虑到安全设施的设置。这包括消防设施、安全警示标识、防护栏杆等。通过合理设置安全设施,可以降低事故发生的可能性,提升变电站的安全性和可靠性。

## 2.4 设计优化与节能降耗

在装配式变电站土建设计中,设计优化与节能降耗是

至关重要的方面。通过设计优化和节能降耗措施,可以有效提升变电站的运行效率降低能源消耗,减少资源浪费,从而实现可持续发展的目标。首先,设计优化包括对变电站整体结构、布局和材料的优化,通过采用先进的设计技术和工程手段,可以在保证建筑安全的前提下,最大程度地减少材料使用量,优化结构设计降低建筑成本。同时,合理的布局设计可以提高设备利用率,减少能源传输损失提升变电站的运行效率。其次,节能降耗是装配式变电站土建设计中的重要考量因素,这涉及到从建筑材料、设备选型到运行管理等各个环节的节能措施。例如,在材料选择上,可以优先选用具有良好隔热、保温性能的材料,减少能源消耗。在设备选型上,可以选择高效节能的设备,如采用LED照明、智能控制系统等技术,降低能源消耗。另外,通过建立科学的运行管理制度,合理调度设备运行,优化能源利用效率,进一步降低能耗。此外,设计优化与节能降耗还需结合当地的气候特点、环境要求和政策法规进行综合考虑,针对不同地区的具体情况,制定相应的设计方案和节能措施,以实现最佳的节能效果和经济效益。

## 3 装配式变电站施工技术要点

### 3.1 施工准备阶段

在装配式变电站的施工过程中,施工准备阶段是至关重要的,它直接影响着后续施工的顺利进行和项目的整体进度。首先,在施工前需要对变电站的建设场地进行综合评估,包括地形地貌、地质条件、土壤情况等方面的调查研究。这有助于确定施工的可行性,识别潜在的风险和隐患,并采取相应的预防措施,确保施工过程的安全性和顺利性。其次,根据现场评估的结果和项目需求,制定详细的施工方案,包括施工流程、工序安排、材料供应、人力调配等方面的计划,合理的施工方案有助于提高施工效率降低施工成本,并确保施工质量和安全。然后,根据施工方案和工程需要,及时采购所需的材料和设备并合理调配资源,确保施工所需的各项资源能够及时到位,为施工的顺利进行提供保障。在施工准备阶段,对施工人员进行相关技能培训,提高其施工操作能力和安全意识,确保施工过程中的安全生产。同时,建立健全的安全管理制度,制定安全规章制度,加强施工现场的安全监管,防范施工安全风险,保障施工人员的安全健康。

### 3.2 主体结构施工

主体结构施工是装配式变电站建设过程中的核心环节,顺利进行直接关系到变电站的稳定性和安全性。首先,主体结构施工需要严格按照设计图纸和施工方案进行,在施工前应对施工现场进行认真的布置和准备工作,确保施工场地的平整和清理。然后,根据设计要求进行基础的浇筑和预埋件的安装,为主体结构的组装提供坚实的支撑和基础。其次,主体结构的组装应按施工方案和工序进行。通常情况下,装配式变电站的主体结构采用预制模块化构件,因此施工过程主要是将各个构件按照设计要求进行拼

装和连接。在组装过程中,需要注意构件的位置、方向和连接方式,确保构件之间的精准配合和结构的稳固性<sup>[2]</sup>。同时,施工过程中需要严格控制施工质量,进行必要的检查和监控。对于关键部位和节点,应进行特殊的检验和验收,确保其符合设计要求和安全标准。如发现质量问题,应及时进行整改和修复,确保施工质量达到标准要求。最后,在主体结构施工完成后,需要进行必要的验收和记录工作。对于已完成的主体结构,应进行全面的验收和检查,确保其符合相关标准和规范。同时,应及时记录施工过程中的关键节点和重要数据,为后续施工和运行管理提供参考依据。

### 3.3 预埋件的安装

在装配式变电站的施工过程中,预埋件的安装是至关重要的一环,它直接关系到主体结构的稳固性和后续设备的安装工作。首先,预埋件的安装需要在主体结构施工之前进行,预埋件通常是在混凝土浇筑之前,根据设计要求在基础或构件中预留的孔洞或固定件,用于后续设备的安装或连接。因此,在施工前需要根据设计图纸准确确定预埋件的位置、数量和规格,并进行相关的标志和定位。其次,预埋件的安装应严格按照设计要求和施工方案进行,在安装过程中,需要确保预埋件的位置准确、固定可靠,符合设计要求和安全标准。通常情况下,预埋件的安装需要使用专用的固定工具和施工设备,保证安装的精度和稳定性。同时,在预埋件安装过程中,需要注意施工质量的控制和监督。对于已安装的预埋件,应进行必要的验收和检查,确保其质量符合相关标准和规范要求。如发现安装不当或质量问题,应及时进行整改和修复,以确保后续施工的顺利进行和设备的安全运行<sup>[3]</sup>。最后,在预埋件安装完成后,需要进行必要的记录和验收工作。对于已安装的预埋件,应进行全面的验收和检查,确保其符合设计要求和安全标准。同时,应及时记录安装过程中的关键信息和重要数据,为后续设备安装和运行管理提供参考依据。

### 3.4 外围设施施工

外围设施施工是装配式变电站建设中不可或缺的一部分,旨在提供良好的工作环境、便捷的交通和必要的安全保障,主要包括道路规划与施工、排水系统设计与建设、照明设施安装以及环境保护措施实施等方面。在施工中,必须严格按照设计要求进行施工,并建立健全的安全管理制度,以确保施工过程中的安全生产。

### 3.5 完工与验收阶段

在装配式变电站建设的完工与验收阶段,是整个工程的收尾阶段,也是保证项目顺利运行的关键环节。首先,完工阶段涉及到最后的收尾工作,这包括对施工现场的清

理整理,清除施工垃圾、废料等,使现场环境整洁有序。同时,进行设备安装的最后调试和检验,确保各项设备运行正常符合设计要求。此外,还需要对施工过程中的工程质量进行终审,做好工程档案的归档整理工作。其次,在验收过程中,相关部门会对变电站的各项工程进行全面检查和评估,包括土建结构、设备安装、工程质量等方面。同时,还会对工程的环境保护和安全管理情况进行审查。只有经过验收合格才能正式投入使用。在完工与验收阶段,需要严格按照相关标准和规范进行操作,确保工程质量和安全。同时,要与监理单位、业主单位等相关方保持密切沟通,共同协商解决可能出现的问题,确保项目顺利完工并顺利通过验收。最后,完工与验收阶段也是对整个项目经验的总结和反思的时机。通过总结经验教训,找出存在的不足和问题,并提出改进和优化措施,以提高后续类似项目的施工质量和效率。

## 4 结语

在装配式变电站土建设计与施工技术要点的探讨中,我们深入了解了该领域的重要方面。装配式建筑的优势在于施工周期短、施工质量高,这为工程的高效完成提供了重要保障。土建设计要点包括地基处理与基础设计、主体结构设计、外围设施设计以及设计优化与节能降耗,这些方面的合理规划与实施直接影响着变电站的稳定性、效率和环保性。同时,施工技术要点涵盖了施工准备、主体结构施工、预埋件的安装、外围设施施工以及完工与验收阶段,这些环节的有效管理和执行是保证项目顺利完成和达到预期效果的关键。通过对装配式变电站的土建设计与施工技术要点的研究,我们更深刻地认识到了这一领域的重要性和复杂性。在未来的实践中,我们将继续不断探索创新,不断优化技术手段,为装配式变电站的建设与发展贡献更多的智慧和力量,以满足社会对能源供应的需求,推动能源领域的可持续发展。

### [参考文献]

- [1]张振,聂建春,萨仁高娃,等.装配式变电站土建设计施工技术要点分析[J].内蒙古电力技术,2021,39(2):38-42.
- [2]张正,朱宸.装配式结构在变电站建设中的应用[J].电子技术,2022,51(11):300-301.
- [3]莫海勇,冉永科.装配式变电站的设计研究[J].电工技术,2022(3):73-74.

作者简介:吴义军(1989.4—),毕业院校:武汉科技大学,所学专业:工程力学,当前工作单位:宁夏先科电力设计咨询有限公司,职务:土建设计专工,职称级别:工程师。

## 无人机技术在输电线路巡检中的应用

李刚涛 吕冬 李海伦 吕海龙

国网河北省电力有限公司超高压分公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**随着国家电网建设的急速发展, 输电线路巡检任务随之增重, 传统的人工巡检方式已无法满足不断扩大的电网规模。输电线路巡检迫切需要引入先进的无人机技术来减轻工作压力、提高效率, 确保电力供应的安全和稳定。文中概述了当前输电线路巡检的现状, 总结了无人机自动巡检的优势和关键技术, 探讨了实施该技术的策略和应用方法, 为国家基础电力建设事业提供有力支持。通过分析案例和性能评估, 文中还探讨了无人机自动巡检的成本效益、安全性和环境影响, 为未来电力输送系统的可持续发展提供了有益见解。

**[关键词]**输电线路巡检; 无人机; 多光谱; 激光雷达

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12529

中图分类号: TM7

文献标识码: A

## Research and Application of Drone Technology in Transmission Line Inspection

LI Gangtao, LYU Dong, LI Hailun, LYU Hailong

Extra High Pressure Branch of State Grid Hebei Electric Power Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the rapid development of the national power grid construction, the task of transmission line inspection has increased. Traditional manual inspection methods can no longer meet the constantly expanding scale of the power grid. Transmission line inspection urgently needs to introduce advanced drone technology to reduce work pressure, improve efficiency, and ensure the safety and stability of power supply. This article summarizes the current status of transmission line inspection, summarizes the advantages and key technologies of drone automatic inspection, explores the strategies and application methods of implementing this technology, and provides strong support for the national basic power construction cause. By analyzing case studies and performance evaluations, the article also explores the cost-effectiveness, safety, and environmental impact of unmanned aerial vehicle (UAV) automatic inspection, providing useful insights for the sustainable development of future power transmission systems.

**Keywords:** transmission line inspection; drones; multispectral; LiDAR

### 引言

电力输送系统作为现代社会的重要基础设施之一, 为我们的生活提供了必不可少的电能供应。然而, 随着人们物质生活水平的不断提高, 家庭和工业用电的需求不断增加, 这使得输电线路的可靠性和安全性变得尤为重要。输电线路的稳定运行直接关系到人们的生活、生产和经济安全, 因此对其进行定期巡检和维护至关重要。传统的输电线路巡检方式通常依赖于人工操作, 包括登高爬塔、走线路、目视检查等方法。然而, 这些方法不仅费时费力, 而且存在危险, 对巡线人员的安全构成潜在威胁。此外, 电网的不断扩大和电力需求的不断增加, 使得巡线工作变得愈加繁重, 使得传统巡检方式显然已经无法满足需求。

近年, 无人机技术快速发展, 在输电线路巡检过程中, 无人机技术能够实现对输电线路中的相关数据和信息进行有效处理, 不仅能够有效取代传统人工方式, 降低其工作负担, 而且还可以有效提高电路巡检工作效率和巡检质量。借助无人机技术还可以强化对电路的巡检工作, 既优化了人工运行结构, 降低巡视成本, 而且还可以有效提高数据信息的准确率, 确保输电线路的安全、高效运行。

### 1 常见无人机输电线路巡检技术

无人机在输电线路巡检领域应用广泛, 采用多种技术和传感器以确保输电线路的安全和可靠性。以下是一些常见的无人机输电线路巡检技术的详细介绍:

#### 1.1 多角度多光谱成像

多角度多光谱成像是一种高级技术, 它使用多光谱相机或红外热像仪, 从多个不同角度和波长范围拍摄输电线路的图像。这个技术的主要优势之一是它能够检测各种线路问题, 包括但不限于绝缘子的污染、树木与线路的干扰、设备的磨损等。多光谱图像提供了不同波长的信息, 使得可以通过分析物体的反射率来识别问题并提供更多的信息以辅助决策。例如, 红外图像可以用于检测电器设备的过热情况, 从而提前发现潜在的故障点。

#### 1.2 激光震动

激光震动技术使用激光传感器来测量输电线路上的振动和位移。这种技术能够检测到线路上的任何异常振动, 例如杆塔的倾斜、杆塔或导线的松动等。这种信息对于及早发现线路结构的问题至关重要。此外, 激光震动技术还可以用于监测输电线路的自然振动频率, 这有助于评估结构的健康状态。通过跟踪这些振动特征, 无人机可以检测

到潜在的结构问题，如杆塔的腐蚀或杆塔连接件的松动。

### 1.3 电子光学

电子光学技术使用激光雷达 (LiDAR) 或三维摄像头来创建输电线路的高精度数字模型。这个数字模型可以用于检测杆塔的偏移、导线的下垂以及树木或其他障碍物与线路的接近。通过利用这些数字模型，无人机可以规划飞行路径，并实时避开障碍物，以确保安全巡检。此外，数字模型还提供了更准确的线路几何信息，有助于评估导线的张力、支架的状态以及整体线路的健康状况。

这些无人机输电线路巡检技术的结合使用，不仅提高了巡检的效率和准确性，还降低了人工巡检的风险和成本，从而增强了电力输送系统的可靠性和稳定性。这些技术的不断进步将继续推动无人机在输电线路巡检领域的应用，并确保电力供应的安全和可靠。

## 2 输电线路无人机自主巡检方法

无人机在输电线路的自主巡检中发挥着关键作用，其成功执行需要一系列复杂的方法和技术。以下是输电线路无人机自主巡检方法的详细介绍：

### 2.1 传感器与数据采集

传感器在输电线路无人机自主巡检中扮演着关键的角色，它们负责收集有关线路和环境的重要信息，以支持决策制定和故障检测。我们将深入探讨三种主要的传感器技术，分别是摄像头与红外传感器、惯性测量单元 (IMU) 以及高分辨率图像采集。

#### 2.1.1 摄像头与红外传感器

摄像头和红外传感器是输电线路无人机自主巡检中最常用的传感器之一。摄像头负责捕捉可见光图像，而红外传感器则检测红外辐射。这两种传感器的协同工作提供了多维度的信息，具体如下：  
**可见光图像：** 摄像头拍摄的高分辨率彩色图像可以用于检测输电线路上的多种问题，包括绝缘子污染、导线下垂、杆塔腐蚀等。通过图像处理技术，可以自动识别和标记这些问题，加速巡检速度和准确性。  
**红外图像：** 红外传感器可以测量线路和设备的温度分布。这有助于发现潜在的热问题，如设备过热或树木与导线的接触。异常的热特征在图像中显示为明显的热点，提供了及早发现问题的线索。

#### 2.1.2 惯性测量单元 (IMU)

惯性测量单元 (IMU) 是无人机上的关键组件之一，用于测量无人机的运动和姿态信息。IMU 通常包括加速度计和陀螺仪，它们提供以下重要数据：  
**加速度数据：** 加速度计测量无人机的加速度，这有助于检测飞行中的变速和方向变化。这些数据对于实现稳定飞行和控制无人机的航迹非常重要。  
**陀螺仪数据：** 陀螺仪测量无人机的角速度，用于跟踪无人机的旋转和姿态变化。这对于保持无人机在飞行中的平稳和控制其方向至关重要。IMU 数据与 GPS 数据和其他传感器数据结合使用，有助于确定无人机

在空中的准确位置和姿态，从而实现自主导航和控制。

### 2.1.3 高分辨率图像采集

为了获取详细的输电线路图像，无人机通常配备高分辨率图像采集设备，这些设备可以捕捉输电线路和相关设备的细节<sup>[1]</sup>。高分辨率图像采集提供了以下优势：  
**细节捕捉：** 高分辨率图像捕捉输电线路微小细节的变化，使操作员能够识别潜在的问题，如绝缘子的污染、接触不良或设备的磨损。  
**数据支持：** 这些图像提供了丰富的数据，用于分析线路的状态。图像处理技术可以用于自动识别和标记问题区域，加速数据分析的速度。高分辨率图像采集不仅支持实时巡检，还可用于建立历史数据记录，以便进行长期的线路监测和维护计划制定。

### 2.2 无人机平台选择与配置

选择合适的无人机平台对于输电线路的自主巡检至关重要。不同类型的无人机平台具有各自的优势和适用场景。我们探讨两种常见的无人机平台选择与配置，分别是旋翼式无人机和固定翼无人机。

#### 2.2.1 旋翼式无人机

旋翼式无人机是一种常见的无人机平台，它通常采用多旋翼设计，如四旋翼或六旋翼。以下是旋翼式无人机在输电线路自主巡检中的优点和配置考虑：  
**垂直起降和悬停能力：** 旋翼式无人机具有垂直起降和悬停能力，使它们能够在需要详细观察或检查的地方悬停，以获取高质量的图像和数据。  
**灵活性：** 由于其灵活的飞行特性，旋翼式无人机适用于近距离、低高度的巡检任务，如绝缘子、杆塔和导线的检查。  
**容易操作：** 旋翼式无人机通常比固定翼无人机更容易操作和维护，需要的地面设备和起降场地较少。  
**配置考虑：** 摄像头和传感器： 配备高分辨率摄像头和红外传感器，以捕捉详细的图像和红外数据。  
**电池和续航能力：** 选择具有足够电池容量的无人机，以确保能够执行较长时间的飞行任务，尤其是在远程巡检中。

#### 2.2.2 固定翼无人机

固定翼无人机是一种另类的无人机平台，通常采用固定翼飞行器的设计。以下是固定翼无人机在输电线路自主巡检中的优点和配置考虑：  
**长航程和高速度：** 固定翼无人机通常具有更长的航程和更高的巡航速度，适用于大范围 and 长距离线路巡检<sup>[2]</sup>。  
**高空飞行：** 固定翼无人机能够在较高的高度飞行，这有助于更广泛地覆盖区域，并提供全局视角。  
**飞行稳定性：** 由于其稳定的飞行特性，固定翼无人机通常能够在不稳定的天气条件下执行任务。  
**配置考虑：** 自主导航系统： 配备先进的自主导航系统，以确保固定翼无人机能够执行复杂的长距离飞行任务，并实现精确的路径规划。  
**数据链路和通信：** 配置可靠的数据链路和通信系统，以实时传输图像和数据，以便监控和分析。  
**自动起降系统：** 一些固定翼无人机配置了自动起降系统，以确保安全地起飞和降落操作。

## 2.3 自主飞行控制算法

在输电线路巡检中,自主飞行控制算法是确保无人机成功执行任务的核心组成部分。这些算法涵盖了路径规划、避障和自主导航等关键功能。

### 2.3.1 路径规划

路径规划的关键目标是确定无人机将飞行的最佳路径。这些算法不仅优化巡检任务的效率,还考虑输电线路的复杂性,以确保飞行路径避开杆塔、导线和其他设备。高级的自主飞行控制系统可以自动规划路径,减轻操作员的负担,并确保高效的巡检。

### 2.3.2 避障算法

避障算法的任务是检测并规避与环境中的障碍物的碰撞。在输电线路巡检中,这些算法使用传感器数据(如摄像头、激光雷达和超声波传感器)来监测障碍物的位置和距离。它们必须能够实时响应环境的变化,确保无人机可以迅速避开突发的障碍物,从固定障碍物到应对移动障碍物,确保飞行的安全性。

### 2.3.3 自主导航

自主导航是指无人机能够依靠传感器和导航系统的数据自主确定其在空中的位置、姿态和运动状态。在输电线路巡检中,自主导航系统使用 GPS 和惯性测量单元(IMU)的数据来确定无人机的位置和方向。此外,它们还实时感知环境,适应风、天气和其他变化,确保无人机沿着预定的路径飞行,并根据需要进行微调。

## 2.4 数据处理与分析

数据处理与分析是输电线路无人机巡检中的关键步骤,它们涵盖了图像处理、数据挖掘技术以及故障检测算法,有助于从收集到的数据中提取有用信息并支持维护决策。

### 2.4.1 图像处理技术

图像处理技术旨在充分利用由摄像头和红外传感器捕获的图像数据。这包括对图像进行增强,以提高可见度,使潜在问题更易于识别。同时,图像处理还包括自动目标检测,使系统能够自动识别关键目标,如绝缘子、杆塔和设备,并在图像中标记它们以供进一步分析。此外,图像分类技术有助于将图像分为不同类别,如正常状态和异常状态,从而快速识别问题,例如绝缘子的污染或设备的损坏。

### 2.4.2 数据挖掘技术

数据挖掘技术用于在大量数据中发现模式、趋势和关联,从而为维护决策提供支持。这包括故障预测,其中机器学习算法根据历史数据帮助预测输电线路或设备的潜在故障,并制定相应的维护计划。此外,性能分析利用数据挖掘来评估输电线路的性能,识别可能的性能下降,并提供改进建议。维护计划也可以通过分析数据得出更有效的维护计划,以最大程度地优化维护资源的使用。

### 2.4.3 故障检测算法

故障检测算法致力于识别输电线路或相关设备的异

常情况。这些算法基于数据中的异常模式来识别潜在的故障,如导线温度异常、设备振动或绝缘子损坏。它们实时监测数据流,以便及时响应和通知操作员有关潜在问题的信息。一旦异常被检测到,系统可以自动触发警报或通知,以促使采取迅速的行动。

这些数据处理和分析技术的综合应用,确保了输电线路的状态得到实时监测、问题被迅速识别,并提供了基础信息,以支持维护决策的有效实施。它们对于保障输电线路的可靠性和安全性至关重要。

## 3 无人机巡航中的常见问题

### 3.1 一人一机模式限制操作效率

传统的一人一机操作模式在复杂线路和多线路并行的情况下限制了巡检作业的效率。每名操作员只能同时控制一架无人机,导致任务执行速度较慢,特别是在需要大规模巡检时,会增加时间成本。

### 3.2 无人机与 APP 设备的一对一绑定

目前,无人机设备与 APP 设备之间存在一对一的绑定,这意味着每架无人机需要一个独立的操作员使用相应的 APP 设备。这种绑定关系增加了区域性编队和集约化管理的复杂性,限制了无人机协同作业的可能性。

### 3.3 需要多人同时操作多架无人机

对于一些复杂的线路通道,需要同时操作多架无人机进行航线划分和作业,以提高巡检效率。然而,这也导致了人力资源的浪费,因为每架无人机通常需要一个独立的操作员,而且飞行数据的时间同步性可能会受到影响。

## 4 解决方案

### 4.1 4 架无人机同步启动装置设计

为了实现多架无人机的高度同步启动,将设计一个专用的启动装置。这个装置的核心目标是使多达 4 架无人机能够在同一时刻启动,以便它们可以协同进行电力巡检。详细设计考虑包括具备精密的同步启动机制,使用精确的时钟同步技术,确保无人机的起飞动作同时发生。此外,装置将采用模块化设计,每个模块负责启动一架无人机,方便适应不同型号的无人机和巡检任务。安全性是设计的重要考虑因素,包括紧急停机功能和检测与纠正任何可能导致意外启动或碰撞的问题。操作人员将能够通过遥控设备(如移动 App 或控制面板)对启动装置进行操作,并获得实时数据反馈,显示每架无人机的状态和启动进程。通过这个专用的启动装置,我们将能够实现多架无人机的高度同步启动,从而大幅减少现场所需操作人员的数量,将其减少至 1~2 人。这将在电力巡检任务中提高效率,并确保多架无人机可以无缝地协同工作。

### 4.2 便携式操控集控平台研制

设计一个便携式操控集控平台,可适配各种巡检车辆。该平台将允许操作员在车辆的后排轻松地控制多达 4 架无人机,实现集中控制。平台将提供直观的用户界面,使

操作员能够同时协调多个飞行器的巡检任务。此外,平台将实现实时数据传输,包括飞行器位置、状态和图像反馈,以便操作员及时了解任务进展和无人机状态。平台还将包括一键起飞、自动导航和任务规划等多功能控制,以提高操作的便捷性和效率。

#### 4.3 无人机自主巡检系统机型升级

升级无人机自主巡检系统的机型,以适应新的集控平台。升级将包括确保无人机与各种巡检车辆配合使用,实现巡检任务的协同性。新的机型将具备一键起飞功能,使操作员可以通过简单的指令同时起飞多架无人机,提高操作的效率。此外,无人机将配备先进的自动导航系统,以更精确地执行任务和避免障碍物。

#### 4.4 无人机图传系统升级

对无人机的图传系统进行升级,以确保操作员能够在车辆内部有效地控制多架无人机。升级包括车载遥控信号适配,以确保无人机的遥控信号系统能够与车载设备完美适配,提高操作的稳定性和可靠性。此外,升级将实现实时图像传输,使操作员能够获得高质量的图像反馈,有助于任务的执行和决策。通过这些升级,实现无人机巡检的“一人多机”模式,提高了任务的效率和协同性。

## 5 结语

本文以实际案例为基础,说明了在具体的输电线路巡检中,如何选择机型、巡检模式,以及如何整理和提交巡检资料。无人机自主巡检技术为电力行业提供了一种先进的方法,可以有效提高输电线路的可靠性和安全性。未来,随着技术的不断发展和完善,无人机在电力巡检中的应用前景将更加广阔,将继续为电力行业的可持续发展和人类的安全稳定用电做出贡献。

#### [参考文献]

- [1]黄郑,王红星,翟学锋,等.输电线路无人机自主巡检方法研究与应用[J].计算技术与自动化,2021,40(3):157-161.
- [2]李敏,李捷,崔浩,等.输电线路中的无人机自主巡检技术应用[J].集成电路应用,2023,40(5):144-145.
- [3]梁文勇,吴大伟,谷山强,等.输电线路多旋翼无人机精细化自主巡检航迹优化方法[J].高电压技术,2020,46(9):3054-3061.

作者简介:李刚涛(1986.11—),毕业院校:东北电力大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:国网河北省电力有限公司超高压分公司,职务:无,职称高级工程师。

## 电力系统无人机巡检输电线路技术

吴松涛

广东电网能源发展有限公司, 广东 广州 514200

[摘要]我国电网规模不断扩大,电力行业发展前景良好。但是在具体发展中仍存在阻碍,尤其是智能巡检方面。针对此问题,文章具体分析了电力系统无人机巡检输电线路技术包含的工作内容,存在的优势与不足以及具体的应用场景,旨在保证工作人员的安全,提高工作效率。通过全面剖析技术,为电力系统智能巡检提供了有益的参考和指导,推动电力系统智能化和自动化的发展,为电力行业的可持续发展贡献力量。

[关键词]电力系统;无人机巡检;输电线路技术

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12512

中图分类号: TM75

文献标识码: A

## Unmanned Aerial Vehicle Inspection Technology for Transmission Lines in Power Systems

WU Songtao

Guangdong Power Grid Energy Development Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 514200, China

**Abstract:** The scale of Chinese power grid continues to expand, and the development prospects of the power industry are promising. However, there are still obstacles in the specific development, especially in the area of intelligent inspection. In response to this issue, the article specifically analyzes the work content, advantages and disadvantages, and specific application scenarios of unmanned aerial vehicle inspection of transmission lines in the power system, aiming to ensure the safety of workers and improve work efficiency. By comprehensively analyzing the technology, it provides useful reference and guidance for intelligent inspection of the power system, promotes the development of intelligence and automation in the power system, and contributes to the sustainable development of the power industry.

**Keywords:** power systems; drone inspection; transmission line technology

### 引言

在现代社会中,电力系统扮演着至关重要的角色,它是支撑着社会经济运行和人民生活的基础设施之一。而输电线路则是电力系统的血脉,负责将发电厂产生的电能输送到各个用户端,保障了电力供应的稳定性和可靠性。然而,随着电力系统规模的不断扩大和电力需求的增长,传统的人工巡检方式逐渐暴露出效率低下、安全风险高等问题,难以满足现代电力系统对巡检精度和频率的要求。在这一背景下,电力系统无人机巡检技术应运而生。无人机作为一种新兴的巡线工具,具有灵活、高效、安全等诸多优势,成为了电力系统巡检的重要手段之一。通过搭载各种传感器和相应的数据处理系统,无人机能够对输电线路进行高空巡检、图像拍摄、数据采集和实时监测,实现了对输电线路状态的全面、准确的感知和评估。与传统的人工巡检方式相比,无人机巡检技术不仅可以大幅提高巡检效率,降低巡检成本,还能够有效降低人员伤害和安全事故的发生率,为电力系统的安全运行和维护提供了新的解决方案。本文将对电力系统无人机巡检输电线路技术进行研究和探讨,通过全面剖析无人机巡检技术的优势和特点,以及其在电力系统巡检中的应用场景和未来发展方向,旨在为电力系统的安全运行和可持续发展提供更为科学、高效的技术支持。

### 1 电力系统无人机巡检的意义

电力系统无人机巡检作为一种现代化的技术手段,具有重要的意义和价值。首先,电力系统是现代社会运行的重要基础设施,而输电线路作为电力系统的主要组成部分之一,其正常运行对于维持社会稳定和经济发展至关重要。因此,及时、准确地发现和排除输电线路存在的隐患和故障,对于确保电网的安全稳定运行具有重要意义。传统的巡线方式存在诸多局限性,如工作效率低、安全风险高、成本较高等问题。而引入无人机技术后,可以有效地解决这些问题。无人机具有灵活、快速、安全的特点,可以实现对输电线路的全面覆盖和快速检测,大大提高了巡线效率和检测精度。同时,无人机巡检可以减少人员作业中的安全风险,降低了人力和物力的投入成本,具有显著的经济效益。另外,随着无人机技术和传感器技术的不断发展,无人机巡检技术已经具备了更高的智能化和自动化水平,能够实现对输电线路的高效监测、数据采集和分析处理,为电力系统的维护和管理提供了更加可靠的技术支持<sup>[1]</sup>。因此,电力系统无人机巡检不仅能够提高电网运行的可靠性和安全性,还能够降低维护成本、提高工作效率,为电力系统的可持续发展和社会经济的稳定增长做出重要贡献。

### 2 传统巡线方式存在的问题

传统的巡线方式在输电线路检测中存在着诸多问题。

首先,传统巡线方式通常依赖于人工巡线,这种方式存在着工作效率低、周期长的缺点。人工巡线需要大量的人力物力投入,而且需要在户外恶劣环境下进行操作,不仅工作效率低下,而且存在一定的安全风险。其次,传统巡线方式受到天气条件和地形地貌的限制,不能够实现全天候、全天时的监测。特别是在恶劣天气条件下,如大雨、大风、暴雪等情况下,人工巡线更是难以进行,导致了对线路状态的盲目和延误。此外,传统巡线方式还存在着检测精度低、数据处理不及时等问题。人工巡线往往无法对线路进行全面、深入的检测,容易忽略一些细微的隐患和问题。而且,传统巡线方式采集到的数据需要经过人工整理和处理,过程繁琐,且容易出现误差。

### 3 电力系统无人机巡检技术的发展现状

#### 3.1 无人机技术的应用

电力系统无人机巡检技术的发展现状表现在无人机技术的广泛应用上。随着无人机技术的不断成熟和发展,无人机已经成为电力系统巡线领域的主要工具之一。无人机具有飞行灵活、操作简便、成本低廉等优势,因此在电力系统巡线中得到了广泛的应用。首先,无人机的飞行灵活性使其能够轻松实现对输电线路的全面覆盖和快速检测。无人机可以在空中自由飞行,无须受到地形地貌等限制,能够飞越山脉、河流等地形障碍,轻松到达传统巡线方式难以到达的地区,从而实现了输电线路的全方位监测。其次,无人机的操作简便性使其成为了普通工作人员也能够掌握的检测工具。相较于传统的巡线方式需要操作人员具备专业技能和经验,无人机的操作门槛相对较低,只需进行简单的培训即可上手操作,大大降低了巡线人员的培训成本和时间成本。此外,无人机的成本相对较低,一次性投入相对较小。虽然无人机的购置和维护成本较高,但是相对于传统的人力巡线方式,长期来看,无人机巡检的成本还是较低的,而且无人机具有较长的使用寿命和较低的运营成本,为电力系统的长期维护和管理提供了经济上的保障。

#### 3.2 传感器技术在无人机巡检中的应用

电力系统无人机巡检技术的发展现状中,传感器技术在无人机巡检中的应用起到了关键作用。传感器是无人机巡检的核心装备之一,通过各种类型的传感器实现对输电线路状态的实时监测和数据采集。首先,高清摄像头是无人机巡检中最常用的传感器之一。配备高清摄像头的无人机可以对输电线路进行高清影像拍摄,捕捉细微的线路缺陷和异常情况。通过高清摄像头,巡线人员可以实时观察到输电线路的情况,发现线路异常情况,及时采取措施进行处理。其次,红外线摄像头在无人机巡检中也得到了广泛应用。红外线摄像头可以检测输电线路的温度分布情况,发现潜在的线路过温和短路等问题。这种技术能够帮助巡线人员及时发现线路的异常情况,预防火灾和事故的发生,

提高线路的安全性和稳定性。此外,雷达和激光雷达等传感器也在无人机巡检中得到了应用。雷达技术可以穿透树木和植被,探测地面以下的线路情况,帮助发现线路地下敷设的问题;而激光雷达则可以实现对线路的三维扫描和测量,提供更加准确的线路数据。

#### 3.3 数据处理与分析技术的进展

随着无人机技术的普及和传感器技术的不断提升,大量的线路数据被快速采集到,然而如何高效地处理和分析这些数据成为了一个挑战。数据处理与分析技术的进展使得大量的线路数据可以被快速、准确地处理和分析。首先,自动化的数据处理算法和软件系统大大提高了数据处理的效率和精度。这些算法可以对数据进行自动识别、分类和清洗,去除噪音和干扰,从而提取出线路运行状态的关键信息。其次,机器学习和人工智能等技术的应用为数据分析提供了更加智能化的手段。通过对大量历史数据的学习和分析,机器学习算法可以预测线路的故障和异常情况,提前进行预警和预防<sup>[2]</sup>。而人工智能技术则可以实现对数据的深度挖掘和分析,发现数据之间的潜在关联和规律,为决策提供科学依据。此外,云计算和大数据技术的发展也为数据处理和分析提供了更大的空间和可能性。云计算平台可以提供高效的数据存储和计算能力,为大规模数据处理提供了便利条件。而大数据技术则可以实现对海量数据的快速查询和分析,为电力系统的管理和决策提供了更加丰富的数据支持。

### 4 电力系统无人机巡检技术的关键技术与方法

#### 4.1 无人机型与配置

电力系统无人机巡检技术的关键技术之一是无人机型与配置。在进行巡检任务时,选择合适的无人机并进行有效的配置是确保任务顺利完成和数据准确获取的基础。首先,无人机的选型应考虑到巡检任务的具体要求和环境条件。不同类型的无人机具有不同的飞行性能、载重能力和飞行时间,因此需要根据实际需求选择合适的机型。例如,对于需要长时间飞行和覆盖大面积区域的巡检任务,应选择具有长续航时间和较大飞行半径的无人机;而对于需要在复杂环境下飞行和进行精细检测的任务,则需要选择具有稳定飞行性能和精准操控能力的无人机。其次,无人机的配置也至关重要。配置包括无人机本身的硬件设备和软件系统。在硬件设备方面,应根据巡检任务的需要选择适当的传感器和载荷设备,如高清摄像头、红外线摄像头、雷达、激光雷达等,以及配备相应的通信设备和电池等。在软件系统方面,应配置相应的飞行控制系统、数据采集系统和数据处理软件,确保无人机能够完成任务并将获取的数据准确地传输和处理。

#### 4.2 传感器选择与布设

传感器在无人机巡检中扮演着至关重要的角色,能够实时采集线路的各种参数和数据,为巡检任务提供必要的

信息支持。首先,传感器的选择应根据巡检任务的具体要求和线路特点来确定。不同类型的传感器具有不同的功能和应用场景,例如,高清摄像头可用于拍摄线路影像、红外线摄像头可用于探测线路温度、雷达可用于穿透植被探测地面情况等。因此,根据巡检需求,选择适当类型的传感器至关重要<sup>[3]</sup>。其次,传感器的布设也需要精心设计。传感器的布设位置应考虑到线路的特殊情况和巡检需求,以保证数据的全面性和准确性。例如,在输电塔附近设置摄像头传感器,可以实时监测塔身和绝缘子的状况;在导线上方设置红外线摄像头,可用于检测导线的温度变化,发现潜在的故障隐患等。同时,传感器的布设应考虑到无人机的飞行安全和稳定性,避免传感器设备对无人机飞行造成干扰或安全隐患。

#### 4.3 数据采集与处理

在进行巡检任务时,无人机通过各种传感器采集到的大量数据需要经过有效的处理和分析,以提取有用的信息并支持后续的决策和措施。首先,数据采集是无人机巡检的第一步。通过配备各种类型的传感器,无人机可以实时获取到线路的各种参数和情况,如图像、温度、湿度、振动等。这些数据涵盖了线路的各个方面,为后续的分析和处理提供了丰富的信息源。其次,数据处理是数据采集的重要延续。通过先进的数据处理技术,对采集到的数据进行清洗、校正、整合和分析,从中提取出有用的信息。例如,利用图像处理技术对拍摄到的线路图像进行识别和分析,检测出线路的缺陷和异常情况;利用数据挖掘和机器学习技术对采集到的温度、振动等数据进行分析,发现线路的潜在故障风险等。此外,数据处理还包括对数据的存储和传输。巡检任务中产生的大量数据需要进行有效的存储和管理,以便后续的查询和使用。同时,为了保证数据的及时性和准确性,还需要设计合理的数据传输方案,将采集到的数据及时传输到地面控制中心或云端服务器进行处理和分析。

#### 5 电力系统无人机巡检技术的发展趋势

电力系统无人机巡检技术正处于快速发展的阶段,未来有着广阔的发展前景。其发展趋势主要体现在以下几个方面:首先,技术智能化和自动化程度将不断提高。随着人工智能、机器学习和自动化技术的不断发展,无人机巡检系统将更加智能化和自动化。未来的无人机将具备更强的自主飞行能力和智能分析能力,能够实现自主规划巡检路线、自动识别线路异常和故障,并及时报警或采取应急措施,从而大大提高了巡检效率和准确性。其次,多源数据融合与综合分析将成为发展趋势。随着传感器技术和数据处理技术的不断发展,未来无人机将不仅能够采集图像数据,还可以获取多种类型的数据,如红外线数据、声波数据、电磁数据等。通过将多种数据进行融合和综合分析,

可以更全面地了解线路的运行状态和健康状况,为电力系统的安全运行提供更加全面的保障。另外,大数据和云计算技术的应用将进一步推动无人机巡检技术的发展。大数据技术可以帮助处理和管理海量的巡检数据,提高数据的利用率和价值。而云计算技术则可以提供高效的数据存储和处理能力,实现对数据的实时监控和远程管理,为无人机巡检系统的智能化和规模化提供了有力支持。最后,安全性和隐私保护将成为无人机巡检技术发展的重点。随着无人机巡检技术的普及和应用范围的扩大,安全风险和隐私泄露等问题也日益凸显<sup>[4]</sup>。未来的无人机巡检系统将更加重视数据安全和隐私保护,加强对数据的加密和传输安全,保护用户的隐私权和信息安全,确保无人机巡检技术的可持续健康发展。

#### 6 结语

随着我国电网规模的不断扩大和电力行业的持续发展,电力系统无人机巡检技术作为一种创新的巡检工具,已经在电力系统的运维和管理中发挥了重要作用。本文通过对电力系统无人机巡检输电线路技术的研究和探讨,深入剖析了其工作内容、优势与不足以及应用场景。在未来,随着科技的不断进步和技术的不断创新,电力系统无人机巡检技术将迎来更加广阔的发展空间。我们有理由相信,随着技术的不断成熟和应用的不断推广,电力系统无人机巡检技术将更加智能化、自动化和高效化,为电力系统的安全运行和维护提供更加可靠的保障。然而,我们也要清醒认识到,电力系统无人机巡检技术在实际应用中仍然存在一些挑战和问题,如技术标准的不统一、设备成本的高昂、数据隐私和安全等方面的风险。因此,我们需要进一步加强技术研究和标准制定,提高无人机巡检技术的稳定性和可靠性,保障其在实际应用中的安全性和有效性。希望通过我们的不懈努力,电力系统无人机巡检技术能够为电力行业的发展和电力系统的安全运行做出更大的贡献。

#### [参考文献]

- [1]张波. 电力系统无人机巡检输电线路技术[J]. 中国高新科技, 2021(17): 79-80.
- [2]冯新江, 林泽科, 陈岳贤, 等. 无人机电力巡检系统研究[J]. 机电信息, 2021(5): 1-4.
- [3]董素河. 输电线路智能无人机巡检的研究及应用[J]. 石化技术, 2019, 26(8): 350-351.
- [4]郑健. 输电线路智能巡检系统的设计与实践[D]. 江西: 南昌大学, 2020.

作者简介: 吴松涛(1994.4—), 男, 毕业院校: 电子科技大学; 所学专业: 供用电技术, 当前就职单位广东电网能源发展有限公司, 职务: 项目管理, 职称级别: 助理工程师/高级工。

# 电力系统电气设备安装与调试技术研究

倪 军

国网宝鸡供电公司, 陕西 宝鸡 721004

[摘要] 电力系统由发电、输电、变电和配电等多个环节组成, 其中电气设备作为系统的关键组成部分, 对系统的稳定运行起着决定性的作用。随着电力系统规模的扩大和复杂性的增加, 传统的安装和调试方法已难以满足现代电力系统的需求。因此, 对电气设备的安装和调试技术进行深入研究和优化, 既是电力系统发展的必然要求, 也是提高电力系统运行效率和安全性的关键措施。从电气设备的安装方法入手, 逐步深入到调试技术, 为电力系统的优化设计和高效运行提供新的思路和方法。

[关键词] 电力系统; 电气设备; 安装; 调试

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12508

中图分类号: TM505

文献标识码: A

## Research on Installation and Debugging Technology of Electrical Equipment in Power System

NI Jun

State Grid Baoji Power Supply Company, Baoji, Shaanxi, 721004, China

**Abstract:** The power system consists of multiple links such as power generation, transmission, transformation, and distribution. Electrical equipment, as a key component of the system, plays a decisive role in the stable operation of the system. With the expansion and complexity of the power system, traditional installation and debugging methods are no longer able to meet the needs of modern power systems. Therefore, in-depth research and optimization of the installation and debugging technology of electrical equipment is not only an inevitable requirement for the development of the power system, but also a key measure to improve the efficiency and safety of power system operation. Starting from the installation method of electrical equipment, gradually deepening into debugging technology, providing new ideas and methods for the optimization design and efficient operation of the power system.

**Keywords:** power system; electrical equipment; installation; debugging

### 引言

随着社会经济的快速发展和技术的日益进步, 电力系统作为现代社会的核心基础设施, 其重要性不言而喻。为确保电力系统的安全、稳定和高效运行, 电气设备的安装与调试技术研究显得尤为关键, 深入探讨电气设备的安装方法和调试技术, 为电力系统的设计、建设和运行提供有力技术支持。

### 1 电力系统电气设备概述

电力系统是一个复杂的能源传输和分配网络, 主要由发电厂、区域变电所和输电网等多个关键组成部分构成, 如图 1 所示。发电厂负责将机械能转化为电能, 而区域变电所则扮演着电能从高压到低压的转换和分配角色。输电网作为连接各个组成部分的核心环节, 确保电能高效、稳定地传输到各个终端用户。这些组成部分相互协同工作, 构建了一个完整、高效的电力供应体系, 为社会和经济发展提供了可靠的能源支持。

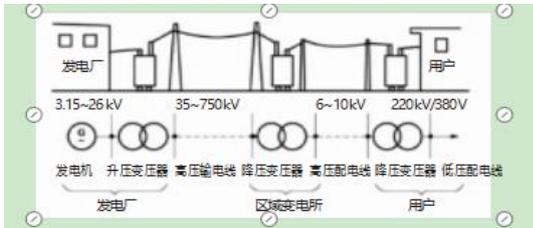


图 1 电力系统组成示意图

## 2 电力系统电气设备安装方法

### 2.1 电气二次回路技术

电气二次回路技术是电力系统中关键的组成部分, 它负责将主设备如变压器、断路器和继电器等的信号、电压或电流转换为安全、可靠的低电平信号, 以供保护、测量和控制系统使用。在安装过程中, 需要确保回路的准确性和可靠性, 以保证整个系统的稳定和高效运行。在某次电力系统升级项目中, 为了提高系统的保护和控制能力, 引入了先进的数字继电保护装置。在安装这些新设备时, 电气二次回路技术起到了至关重要的作用。首先, 工程团队需要精确地设计和布置二次回路, 确保每个信号都能准确、快速地传输到相应的继电保护装置。其次, 为了避免电磁干扰和误操作, 还采用了屏蔽和隔离技术来保护二次回路。通过细致的设计和精湛的施工, 这个项目成功实现了继电保护装置的高效运行, 不仅提高了系统的可靠性和安全性, 还大大提升了系统的响应速度和运行效率。这一案例充分体现了电气二次回路技术在电力系统安装中的重要作用和价值。

### 2.2 电缆安装技术

电缆安装技术在电力系统中是连接和传输电能的关键环节, 它涉及到电缆的选择、布线、接头制作和敷设等多个方面。正确的电缆安装不仅能确保电能的高效传输, 还能提高系统的可靠性和安全性。首先, 在选择电缆时,

需要考虑其导电性能、绝缘性能和机械强度，确保满足系统的电气要求和环境条件。其次，在电缆布线过程中，需要避免电缆的过度弯曲和受力，以减少电缆的损伤和老化。在接头制作时，应确保连接紧固牢固，绝缘良好，避免因接头故障导致的电气问题。此外，电缆敷设的路径和方式也需要精心设计，以减少电磁干扰和防止与其他设备的干扰。在敷设过程中，应考虑到维护和检修的便利性，确保未来的维护工作能够顺利进行。

### 2.3 高压开关柜安装技术

高压开关柜在电力系统中扮演着至关重要的角色，如图2所示。它的安装质量直接关系到系统的稳定性、可靠性和安全性。在进行高压开关柜的安装时，安装前的准备工作是关键。首先，需要对安装环境进行全面评估，确保有足够的空间和良好的通风条件。其次，对开关柜及其相关配件进行仔细检查，确保所有组件完好无损，这些准备工作为后续的安装提供了坚实的基础。在实际安装操作中，需要使用专业的起重设备和工具，确保开关柜在安装过程中不受损伤。在将开关柜放置到预定位置后，严格的定位和固定措施是必不可少的，以确保其在运行中的稳定性和安全性。在进行电气连接时，采用专用的连接件和绝缘材料，严格按照设计要求进行接线，避免接线错误或短路，从而确保接线的稳定和安全。完成安装后，必须进行全面的性能和功能测试，这包括机械性能测试，验证各操作机构的正常运行；电气性能测试，检验断开、合闸和保护功能的可靠性；以及绝缘测试，确认绝缘性能是否达标。

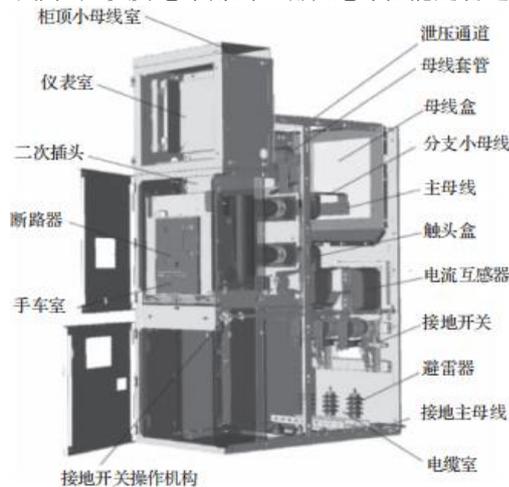


图2 高压开关柜示意图

### 2.4 电力系统保护设备的调试技术

电力系统的保护设备是确保系统安全、稳定运行的关键组成部分。为了保证这些保护设备在发生故障时能够准确、迅速地断开故障电路，必须对其进行精确和有效的调试，这包括对保护参数的设定、动作试验以及系统整体的协调性验证。调试前首先要确保所有保护设备的硬件连接和电气接线都已正确完成。然后根据设计文档和实际情况，设定保护设

备的各项参数，如过流保护、接地保护和差动保护等，确保它们能够准确地响应各种故障情况。进行动作试验时，需要模拟不同的故障类型和故障位置，验证保护设备的动作性能和保护范围，这不仅包括对单一设备的测试，还要进行系统级别的保护协调试验，确保各保护设备之间的动作时间和保护范围相互协调，避免不必要的误动作或延迟动作。调试过程中，还需要对保护设备的触发、判据逻辑和动作延迟等进行细致的调整和优化，以提高其灵敏度和可靠性。同时，还要进行长时间、高负载的稳定运行试验，确保保护设备在实际运行中的稳定性和持久性。最后，调试完成后，应对整个调试过程进行详细的记录和归档，包括设备参数、测试结果以及可能存在的问题和解决方案，为今后的运行维护提供参考。

### 2.5 架空线路安装

架空线路作为电力系统的主要输电方式，安装质量直接影响到电力输送的稳定性和效率。在进行架空线路的安装工作时，首先在进行线路选线时，需要考虑电压等级、输电距离、负荷容量以及地形地貌等因素，选择合适的导线类型和绝缘方式。同时，根据线路的设计要求，确定各个支持结构的类型和尺寸，确保线路的安全可靠运行<sup>[1]</sup>。材料准备是架空线路安装的关键步骤，除了主要的导线和支持结构外，还需要准备各种连接件、绝缘子、防震锤、接地设施等，这些材料必须符合国家和行业的标准，经过质量检测合格后方可使用。在施工方法上，需要根据线路的设计图纸和施工规范进行操作，确保各个部位的安装精确、稳固。在进行导线的张拉、接地和绝缘子的安装时，必须严格按照标准操作流程，避免因施工错误导致的线路故障。安全措施是架空线路安装过程中不可忽视的一环，施工现场应设立明确的安全警示标志，施工人员必须佩戴安全帽、安全鞋，并按照安全规定进行操作，避免发生意外事故。此外，还需要定期进行安全检查和培训，提高施工人员的安全意识和技能水平。

## 3 电力系统电气设备调试技术要点

### 3.1 保护设备调试

电力系统中的保护设备是确保系统安全稳定运行的重要组成部分，调试工作主要包括参数设定、功能验证、动作试验和协调性检验等几个关键环节。首先，参数设定是保护设备调试的基础，根据电力系统的设计要求和实际运行情况，需要对保护设备的各项保护参数进行准确设定，这些参数包括过流保护、过电压保护、接地保护和差动保护等，确保设备能够准确响应各种可能出现的故障情况。接下来是功能验证，通过模拟实际工作条件或使用专用的测试设备，验证保护设备的各项保护功能是否正常、灵敏。这一步骤对于保护设备的可靠性和实用性至关重要，只有确保功能正常，才能保证在实际运行中能够有效地保护电力系统。动作试验是保护设备调试的重要环节，通过模拟不同类型和位置的故障，测试保护设备的动作性能，包括动作时间、复位时间等，以验证其在故障发生时的响应速度和准确性。最后，协调性检验是确保保护系统整体协调

运行的关键,在复杂的电力系统中,可能存在多个保护设备共同保护一个电路或设备,因此需要对各个保护设备之间的动作时间和保护范围进行协调性检验,以避免不必要的误动作或延迟动作,确保系统的安全稳定运行。

### 3.2 回路传动调试

回路传动系统在电力系统中扮演着连接和控制信号传递的关键角色,调试工作直接关系到系统的稳定性和可靠性。回路传动调试主要涉及到信号传递的准确性、传动效率以及系统的协同工作。在进行回路传动调试之前,首先需要对传动路径进行详细的检查,确保所有的连接点、接口以及传动组件都已正确、稳固地安装。此外,还需根据系统设计图纸和功能需求,配置和设置传动设备的各项参数,如速度、扭矩、位置等,以保证信号传递的准确性和稳定性。接着,对传动系统进行基础测试,验证信号传递的基本功能和性能。通过模拟各种工作条件,测试信号的传递速度、延迟以及传输中的丢失率等关键指标,以评估系统的稳定性和可靠性。此外,回路传动调试还需要对系统的动态性能进行评估。在模拟实际运行情况下,对传动系统进行持续、高负荷的工作测试,观察系统在复杂工况下的响应能力和稳定性,以便及时发现并解决可能存在的问题。最后,协同性测试是回路传动调试的关键环节。特别是在复杂的多回路传动系统中,需要对各个回路之间的协同工作进行深入测试,确保在不同工作条件下,各个回路能够正确、同步地工作,保证整个系统的协同运行。

### 3.3 智能变电站调试

智能变电站作为现代电力系统的核心组成部分,融合了先进的自动化、信息技术和通信技术,能够实现远程监控、自动化控制和智能管理,显著提高了电力系统的运行效率和可靠性。智能变电站调试主要涉及到自动化控制系统、保护装置、通信网络以及监控系统等多个方面<sup>[2]</sup>。首先,针对自动化控制系统,需要进行逻辑程序的编写、参数配置和功能验证,通过模拟各种工作场景,验证控制系统的逻辑准确性、执行效率以及系统的稳定性,确保在不同的工作条件下,控制系统能够准确、及时地响应并执行指令。其次,对于保护装置,除了进行常规的参数设定和功能测试外,还需要进行动作试验和协调性检验。模拟各种故障情况,验证保护装置的动作准确性和响应速度,确保其能够快速、准确地断开故障电路,有效保护电力系统的安全运行。在通信网络方面,需要对网络拓扑结构、数据传输速率以及网络稳定性进行测试和优化。特别是在复杂的智能变电站系统中,网络通信的稳定性直接影响到系统的远程监控和控制效果,因此必须确保网络的高速、稳定和安全运行。最后,监控系统是智能变电站调试的重要环节。通过对监控设备和软件的功能验证和性能测试,确保监控系统能够实时、准确地获取和处理电力系统的运行数据,为运维人员提供及时、有效的运行状态信息,以支持智能决策和管理。

### 3.4 动态管理调试

动态管理在电力系统中起到了至关重要的作用,它涉及到实时监测、优化调度和灵活控制等多个环节,以适应电力系统运行中的各种变化和需求。动态管理调试主要集中在系统监控、优化调度、自适应控制以及应急响应等关键功能的验证和优化。首先,对于系统监控部分,调试工作需要确保监控设备和软件能够实时、准确地获取电力系统的运行数据,并能够对数据进行分析、处理和展示。通过模拟各种运行场景,验证监控系统的数据准确性、实时性以及用户界面的友好性,以便运维人员能够方便地获取和理解电力系统的运行状态<sup>[3]</sup>。其次,优化调度是动态管理的核心内容之一,在模拟实际运行情况下,对系统的优化调度算法和策略进行测试和调整,以提高电力系统的运行效率、降低能耗和成本,同时确保系统的稳定性和可靠性。自适应控制是动态管理的另一重要环节,通过对控制策略和算法的验证和优化,确保系统能够根据运行状态和外部环境变化,自动调整控制参数和工作模式,实现电力系统的智能、高效运行。最后,应急响应是动态管理调试的关键环节。在模拟突发故障或不可预见的外部事件时,验证系统的应急响应机制和流程,确保系统能够迅速、准确地识别问题、采取措施,并通知相关人员,以最小化故障对电力系统运行的影响。

## 4 结语

电力系统的安全、稳定运行是现代社会发展的基石,通过深入研究和精细调试电气设备的安装与调试技术,我们不仅确保设备性能和寿命,更能提升电力系统的智能化和效率。在实践中,这一系列工作的成功执行离不开调试人员的高水平专业技能和严谨态度。他们的不懈努力与坚守,为电力系统的稳定运行贡献了巨大的力量。在电气设备的安装与调试过程中,我们不仅要关注技术细节,更需将安全放在首位。只有确保安全措施得到严格执行,才能有效防范潜在风险,保障工作人员和设备的安全。同时,随着社会的发展和技术的进步,我们也面临着新的挑战和机遇。电力系统需要不断创新和升级,以适应日益复杂的能源环境和用户需求。因此,我们期待电力系统能够更好地满足社会的电力需求,为实现可持续发展做出更大贡献。在未来的工作中,我们将继续努力,持续关注电力系统安全、智能化和高效化的发展方向,为构建更加可靠、安全、智能的电力系统而不懈奋斗。

### [参考文献]

- [1]徐柏林. 电力系统电气设备安装与调试技术分析[J]. 科技风, 2022(20): 149-151.
  - [2]欧等财. 电力系统和电气设备安装与调试的技术研究[J]. 电子测试, 2021(21): 137-138.
  - [3]张良. 电力系统电气设备安装与调试技术研究[J]. 设备监理, 2019(8): 55-56.
- 作者简介: 倪军(1976.11—), 毕业院校: 西安电力技工学校, 当前就职单位: 国网宝鸡供电公司。

## 灌区水利工程运行管理措施分析

潘超亚 慎贝

新沂市帝方水利工程有限公司, 江苏 徐州 221400

**[摘要]** 灌区水利工程作为支撑农业生产和农村经济发展的重要基础设施, 在我国农村地区发挥着不可替代的作用。然而, 随着农业现代化的推进和农业生产方式的转变, 对于灌区水利工程运行管理提出了更高的要求。有效的运行管理不仅能够满足水利工程的发展需求, 更能促进区域农村和农业经济的持续健康发展, 减轻农民的生产负担。探讨灌区水利工程运行管理的重要意义以及存在问题, 并提出相应的强化措施, 以期为进一步提升灌区水利工程运行管理水平提供参考和支持。

**[关键词]** 灌区水利工程; 运行管理; 措施

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12519

中图分类号: TV146

文献标识码: A

## Analysis of Operational Management Measures for Water Conservancy Projects in Irrigation Areas

PAN Chaoya, SHEN Bei

Xinyi Difang Water Conservancy Engineering Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221400, China

**Abstract:** As an important infrastructure supporting agricultural production and rural economic development, water conservancy projects in irrigation areas play an irreplaceable role in rural areas of China. However, with the advancement of agricultural modernization and the transformation of agricultural production methods, higher requirements have been put forward for the operation and management of water conservancy projects in irrigation areas. Effective operation and management can not only meet the development needs of water conservancy projects, but also promote the sustainable and healthy development of regional rural and agricultural economy, and reduce the production burden of farmers. This paper explores the important significance and existing problems of operation and management of water conservancy projects in irrigation areas, and proposes corresponding strengthening measures to provide reference and support for further improving the level of operation and management of water conservancy projects in irrigation areas.

**Keywords:** irrigation area water conservancy engineering; operation management; measures

### 引言

随着城镇化进程的加速和人口结构的调整, 农村地区的农业面临着新的挑战和变革, 作为农业生产的关键支撑, 灌区水利工程的运行管理对于提高农业生产效率、保障农村水资源安全、推动农村经济发展具有至关重要的作用。然而, 当前在灌区水利工程运行管理中仍面临着诸多问题, 如设施老化、管理不规范等, 这些问题制约了水利工程的发挥效能, 也制约了农业生产的发展。因此, 有必要深入了解灌区水利工程运行管理的现状及存在的问题, 并提出相应的解决方案, 以实现灌区水利工程运行管理的优化和升级, 为农村经济的可持续发展做出更大贡献。

### 1 灌区水利工程运行管理的重要意义

#### 1.1 满足水利工程发展需求

随着农业现代化和城市化进程的不断推进, 对水资源的需求不断增加, 而灌区水利工程作为农田灌溉的主要手段, 承担着保障灌区水利工程的正常运行, 确保水资源的合理利用, 是确保农田灌溉和城市供水的基础。农田灌溉是农业生产的关键环节, 有效的灌溉系统可以提供稳定的灌溉水源, 保障农作物的生长需要。随着农业结构调整和现代农业技术的推广, 对水资源的需求更加迫切, 因此,

加强灌区水利工程的运行管理, 确保其能够满足日益增长的农业用水需求, 对于农业的稳定发展至关重要。灌区水利工程不仅服务于农田灌溉, 保障灌区水利工程的正常运行, 不仅有利于农业生产, 也有利于城市居民的生活用水, 特别是在干旱缺水的地区, 灌区水利工程的运行管理更显得尤为重要, 只有确保水资源供应充足, 才能满足城市居民和农村的正常生活和生产需要。总之, 灌区水利工程的不仅关系到农田灌溉和农业生产的稳定发展, 必须加强对灌区水利工程的运行管理, 提高其运行效率和水资源利用效率, 为农业生产和城市发展提供可靠的水资源支持。

#### 1.2 满足区域农村和农业经济发展需要

农村是农业生产的主要场所, 农业经济是农村经济的支柱, 在农村地区, 灌区水利工程不仅是农田灌溉的关键设施, 也是支撑农业生产的重要基础。随着农业生产技术的不断更新和农业结构的调整, 对水资源的需求日益增加, 良好的灌溉系统可以保障农作物的生长需要, 提高农产品的产量和质量, 不仅满足了农村居民的生活需求, 也为农村经济的发展提供了坚实支撑。农业是农村经济的支柱产业, 而灌溉是农业生产的关键环节。通过灌区水利工程的有效运行管理, 可以提高灌溉效率, 降低农业生产成本,

充足的灌溉水资源也可以扩大农田种植面积,促进农业产值的增长,推动农村经济的繁荣<sup>[1]</sup>。灌溉系统的运行需要专业的管理和维护人员,通过提高农业产值,农民的收入也得到了提高,改善了农村居民的生活水平。总之,灌区水利工程的运行管理不仅关系到农田灌溉的稳定和农产品的生产,也关系到农村经济的繁荣和农民生活水平的提高,必须加强对灌区水利工程的运行管理,以确保其能够有效地支持和促进区域农村和农业经济的健康发展。

### 1.3 减轻农民工作量

农民作为农业生产的主体,其日常工作主要包括田间管理、种植、收割等诸多繁重劳动,而灌区水利工程的运行管理能够通过提高灌溉效率、减少人工劳动,有效地减轻了农民的工作负担。通过灌区水利工程的智能化和自动化管理,可以实现灌溉系统的远程监控和自动操作,减少了农民日常的灌溉管理工作量。传感器、控制系统等现代化技术的应用,使得灌溉系统能够根据农田的实际需水量自动调节水流,避免了传统人工操作中的浪费和误差,农民不再需要长时间守候在田间进行灌溉,而是可以将更多的精力投入到其他农事活动中,提高了农业生产的效率和质量。良好的灌区水利工程运行管理可以提高灌溉水利用效率,通过科学合理的灌溉规划和技术手段,可以确保灌溉水量与农作物需水量相匹配,避免了过度灌溉和水资源浪费,不仅降低了农民的经济负担,还减少了农田排水和排污的次数,减轻了环境负荷。灌区水利工程的运行管理还能够提升农民的生产效率和收入水平,通过保证农田灌溉的及时性和充足性,可以稳定农作物的生长周期,提高农产品的产量和品质,不仅为农民带来了稳定的经济收益,还提高了他们的生活品质和社会地位。总之,灌区水利工程通过智能化、自动化的管理方式,提高灌溉效率和水利用效率,可以有效地减轻农民的灌溉管理工作量,释放农民的生产力,促进农村经济的发展和农民生活水平的提高。

## 2 灌区水利工程运行管理存在的问题

### 2.1 水利设施老化严重

灌区水利工程设施建造于较早时期,经过多年的使用和自然侵蚀,设施的结构和功能逐渐衰退。老化的水利设施容易出现漏水、渗漏、裂缝、堵塞等问题,导致了灌溉效率下降、水资源浪费增加,甚至可能引发设施损坏和灾害事故。此外,水利设施的老化也增加了维护和修复的成本,加剧了灌区水利工程运行管理的难度和压力。

### 2.2 缺乏高能力管理人员

在灌区水利工程的运行管理中,管理人员应该具备丰富的水利工程管理经验、专业的技术知识以及较强的组织协调能力。然而,现实中往往存在管理人员的培训和引进不足,导致管理团队中存在着技术水平不高、管理能力不足的情况,导致灌区水利工程的运行管理效率低下,工作难以顺利开展,给水利工程的正常运行带来了一定的隐患和困难。

### 2.3 管理内容繁多

在灌区水利工程的运行管理中,灌溉调度、设施维护、水资源调配、应急处理等任务繁重。管理人员需要同时处理多个任务,需要跨领域的知识和技能,而且管理工作往往需要在复杂多变的环境下进行决策和应对,对管理人员的综合能力提出了较高的要求<sup>[2]</sup>。管理内容繁多容易导致管理工作的分散和混乱,影响了管理效率和效果,导致一些重要的管理任务被忽视或延误,影响了灌区水利工程的正常运行和农业生产的稳定。

### 2.4 管理机制不健全

灌区水利工程运行管理中存在着管理机制不健全的问题,主要表现在管理责任不明确、决策机制不科学、监督机制不到位等方面。管理责任不明确意味着不清楚管理工作的具体分工和责任归属,容易导致管理任务执行不到位或者出现责任推诿现象;决策机制不科学指的是在灌区水利工程管理中,决策过程缺乏科学、民主、透明的原则,决策结果可能缺乏合理性和可操作性,影响了管理工作的开展和效果;监督机制不到位则意味着对管理工作的监督和评估机制不够健全,缺乏有效的监督手段和机构,容易导致管理工作出现漏洞和失控现象,影响了灌区水利工程的稳定运行和管理效果。管理机制不健全给灌区水利工程运行管理带来了一定的隐患和困难,需要加强对管理机制的改进和完善,以提高管理效率和水平。

### 2.5 资金投入不到位

灌区水利工程的运行管理需要大量的资金用于设施维护、管理人员培训、技术更新等,然而,由于各种原因,财政预算限制、资金分配不均等,导致对灌区水利工程运行管理的资金投入不足。资金投入不到位会严重影响到灌区水利工程设施的维护和更新、管理人员队伍的建设、管理技术的更新等方面,使得灌区水利工程的运行管理水平低下,难以保障水利工程的稳定运行和农业生产的顺利进行。资金投入不到位的问题需要引起高度重视,加大资金投入,保障灌区水利工程运行管理的资金需求,是保障农业生产和农村发展的重要保障。

## 3 灌区水利工程运行管理的强化措施

### 3.1 加大水利设施建设

随着农业现代化的推进和农业生产的不断发展,对灌溉水资源的需求日益增长,加大水利设施建设对于满足这一需求至关重要。通过修建新的灌溉渠道、水库和泵站等设施,可以优化灌溉系统,提高水资源的利用率和分配均衡性,确保农田的灌溉需水得到及时、充足的保障,不仅有利于提高农作物的产量和质量,也能够降低农业生产中的用水成本,提高经济效益。农村地区的水利设施建设相对滞后,许多地区的灌溉设施老化严重,通过加大水利设施建设投入,可以修复和更新老化的设施,提升农村水利基础设施的现代化水平,为农业生产提供更好的技术支持

和保障。除了用于农田灌溉,新建的水利设施还可以用于农村生活用水和生态环境保护,水利设施建设也有助于防洪减灾,保障农村地区的安全稳定。

### 3.2 提高管理人员综合素质

管理人员作为水利工程运行管理的核心力量,其素质和能力直接影响着管理工作的质量和效果。水利工程的运行管理涉及到灌溉技术、水资源管理、设施维护等多个方面,通过加强管理人员的技术培训和学习,提高其在水利工程管理领域的专业水平,能够更好地应对各种复杂情况,确保水利工程的稳定运行<sup>[3]</sup>。水利工程运行管理涉及到多方面的工作和利益关系,需要管理人员具备良好的组织管理和协调沟通能力,能够协调处理各种矛盾和冲突,管理人员还需要具备较强的决策能力,能够科学合理地制定管理策略和应对紧急情况,确保灌区水利工程的安全运行。管理人员应该以用户需求为导向,注重为用户提供优质的服务,管理人员还应该具备创新意识和实践能力,能够积极探索新的管理方法和技术手段,不断提升管理工作的水平和效率。

### 3.3 科学规划工程运行管理

科学规划工程运行管理是对灌区水利工程运行全面规划和有效组织,确保工程运行管理工作科学、有序、高效地进行。科学规划工程运行管理需要全面考虑灌区水利工程的特点和实际情况,通过对灌区水利工程的特性、用水需求、设施状况等进行深入分析和评估,科学确定灌溉计划、水资源调配方案、设施维护计划等,确保管理工作具有针对性和实效性。科学规划工程运行管理需要充分利用现代信息技术和管理工具,通过建立信息化管理系统、远程监控系统等,实现对水利工程运行状态的实时监测和数据分析,及时发现问题并采取措施进行调整和处理,提高管理工作的反应速度和决策效率。建立规范化的管理制度和操作规程,明确管理责任和流程,加强对管理工作的监督和评估,及时发现和解决管理工作中的问题和短板,不断提升管理水平和工作效能。

### 3.4 建立健全管理机制

建立健全的管理机制需要在管理体系、组织结构、决策程序和监督机制等方面建立起科学合理的管理框架,以确保管理工作的有效开展和灌区水利工程的稳定运行。确定各级管理部门和管理人员的职责分工,明确管理范围和管理对象,确保各项管理工作有序进行,避免出现管理职责不清、责任推诿等现象,保障管理工作的顺利开展。建立起民主、科学、权威的决策机制,确保决策过程公开透明、合法合规,建立决策程序和流程,明确决策的参与主体和程序,提高决策的科学性和准确性。建立健全的监督机制和监督部门,对管理工作进行全程监督和跟踪,及时发现和解决问题,建立定期评估制度,对管理工作进行定期评估和考核,评价管理绩效和效果,为管理工作的改进

提供参考和依据。总之,建立健全的管理机制,明确管理责任和权限、健全决策机制和程序、加强对管理工作的监督和评估,可以提高管理工作的科学性、规范性和有效性,确保灌区水利工程的稳定运行和管理工作的顺利开展。

### 3.5 加大资金投入力度

资金是支撑灌区水利工程运行管理的基础,足够的资金投入能够有效保障水利设施的正常运行,提升管理水平和服务质量。随着时间的推移,灌区水利设施会因为老化、损坏而出现各种问题,通过增加资金投入,可以及时对设施进行修缮和更新,确保设施处于良好的运行状态,提高水资源利用效率和农业生产水平。资金投入可以用于管理人员的培训、学习和提高,提升其管理水平和专业能力。具备高素质的管理人员能够更好地组织协调灌区水利工程的运行管理工作,有效应对各种复杂情况,确保管理工作的高效开展和水利设施的安全运行。通过资金支持,可以推动灌区水利工程管理的信息化建设,建立起现代化的管理信息系统和监控平台,实现对水利设施的实时监测和远程控制,提高管理工作的智能化和精准化水平,提升管理效率和服务质量<sup>[4]</sup>。总之,通过增加资金投入,可以保障水利设施的修缮和更新、提升管理人员的素质和水平、推动科技创新和信息化建设,为灌区水利工程的稳定运行和农业生产的持续发展提供有力支持。

## 4 结束语

灌区水利工程运行管理对于满足水利工程发展需求、促进区域农村和农业经济的健康发展以及减轻农民工作量具有重要意义。然而,在实际运行管理中,我们也发现了诸多问题,包括水利设施老化严重、管理人员素质不高、管理内容繁多、管理机制不健全以及资金投入不足等。加大水利设施建设、提高管理人员综合素质、科学规划工程运行管理、建立健全管理机制以及加大资金投入力度等,有助于提升灌区水利工程运行管理的水平和效率,为保障农业生产和农村经济的健康发展提供了重要保障。因此,我们应该加强对灌区水利工程运行管理工作的重视和投入,不断完善管理体系和机制,促进水利工程的可持续发展,实现农业现代化和乡村振兴战略的目标。

### [参考文献]

- [1]李静. 大满灌区水利灌溉工程运行管理对策[J]. 农业科技与信息,2022(5):72-74.
  - [2]张忠成. 安远灌区用水管理与节水发展模式探讨[J]. 农家参谋,2022(8):162-164.
  - [3]马小艳. 灌区管理中线性规划应用分析[J]. 农业科技与信息,2022(23):83-86.
- 作者简介:潘超亚(1987.2—),男,毕业院校:长沙理工大学,交通土建工程,单位:新沂市帝方水利工程有限公司,工程师。

# 回弹法和钻芯法在水库除险加固工程质量检测中的应用研究

兰宏博

北京建工土木工程有限公司, 北京 100000

**[摘要]** 由于混凝土结构是水利项目中最重要的结构类型, 因此混凝土结构的强度极大地影响了整个水利项目的质量。测试混凝土的合格程度尤为重要, 在平时工程项目中, 最常用的方法有两种: 钻芯法和回弹法。有效提高水利工程中对于混凝土的使用要求, 更好的提高工程项目中的工程质量, 使混凝土工程效益增多。对于水库大坝的评估来说混凝土的强度特别关键。文中通过对工程项目的研究得知其中混凝土的质量标准, 按照流程标准, 对其用回弹钻芯法。在综合分析影响回弹钻芯法综合方法在混凝土强度估算中的有效性和准确性的因素分析的基础上, 根据试验结果与实际情况的比较得知。回弹钻芯法的优势可以大大解决工程中出现的问题从测试结果可以看出, 这种综合方法可以反映出混凝土的标准, 对于如何检测混凝土的质量, 高靠性是很常用的方法。在水库混凝土检测中, 回弹和钻芯法是普遍通用的。并且在现实操演中也在慢慢优化, 并且测试的稳定性和功能也在不断提高。此篇论文通过研究水库质量同时运用钻芯法和回弹法, 为相关的水库工程做了参照。

**[关键词]** 回弹法; 钻芯法; 路桥混凝土; 强度检测

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12500

中图分类号: TV431

文献标识码: A

## Application Research of Rebound Method and Core Drilling Method in Quality Inspection of Reservoir Reinforcement Engineering

LAN Hongbo

Beijing Construction Engineering Civil Engineering Co., Ltd., Beijing, 100000, China

**Abstract:** Due to the fact that concrete structures are the most important type of structure in water conservancy projects, the strength of concrete structures greatly affects the quality of the entire water conservancy project. Testing the qualification level of concrete is particularly important. In ordinary engineering projects, the most commonly used methods are drilling core method and rebound method. Effectively improving the requirements for the use of concrete in water conservancy projects, better improving the engineering quality in engineering projects, and increasing the benefits of concrete engineering. For the evaluation of reservoir dams, the strength of concrete is particularly crucial. This article studies the quality standards of concrete in engineering projects and uses rebound drilling core method according to the process standards. Based on the comprehensive analysis of the factors that affect the effectiveness and accuracy of the rebound drilling method in concrete strength estimation, it is determined by comparing the experimental results with the actual situation. The advantages of rebound drilling method can greatly solve the problems that arise in engineering. From the test results, it can be seen that this comprehensive method can reflect the standards of concrete. High reliability is a commonly used method for detecting the quality of concrete. In the detection of concrete in reservoirs, rebound and core drilling methods are commonly used, which is also gradually being optimized in practical exercises, and the stability and functionality of testing are constantly improving. This paper provides a reference for related reservoir engineering by studying the quality of reservoirs using both core drilling and rebound methods.

**Keywords:** rebound method; core drilling method; road and bridge concrete; strength testing

### 1 研究背景

当前, 中国经济正处于快速发展时期, 已经从高速增长阶段转变为高质量发展阶段, 建筑业具有特殊的产业特征, 在中国经济发展中发挥着重要作用。无论是现有建筑物还是新建筑物, 都必须加强对各种建设项目的质量评估和测试, 并加强对这些建筑物的质量控制。

### 2 研究目的与意义

在一项水利工程项目中, 水库的质量检测尤为重要。如果这项工作没有做好, 则水库的坝基可能会出现如渗漏, 影响大坝的正常使用。回弹法与钻芯法则是在检测水库质量中最常用的两种检测方法, 因此针对以下这两

种方案展开一系列的研究。由于在实际项目中更多检测者选择将两种方法合二为一, 此次运用了胡桥水库这一实际案例作为理论与实践相结合的依据, 以便达到利用的最大化和数据的精准化的目的。本次结合了实际案例以供参考和数据方面的支持, 其意义在于, 更深层次的剖析了回弹法和钻芯法在实际检测中的应用效果以及范围, 以及被容易忽视的相关注意事项, 为日后的进一步细化以及混凝土的维护方面做出了补充与铺垫。

### 3 研究内容与研究思路

在本次研究中, 整体数据的收集以及实际应用状况都基于胡桥水库, 分为以下三个大方面: 检测方法的优缺点、

检测方法与原理、测定时的问题与分析,来展开进一步关于实际的数据分析提出相应的解决方法,如:施工养护的影响、回弹强度不足的应对方法等一系列实际可靠的方案,以供后续参考。本次具体研究思路如图1所示。

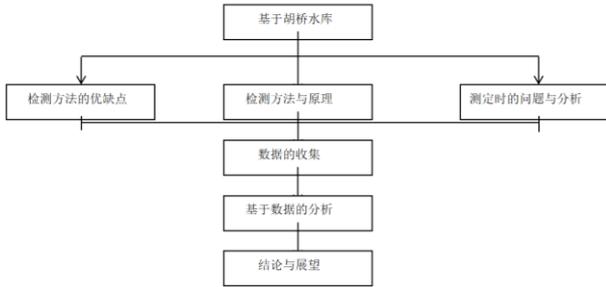


图1 研究思路

## 4 回弹法和钻芯法的优缺点和适用范围

### 4.1 回弹法与钻芯法的优缺点

回弹法是一种推定的无损检测方法,其优点是方便,快捷且不影响结构。回弹法的缺点是推论数值,准确性不高。是属于一种基于强度相关性的混凝土强度估算方法。回弹法虽然快速,简单,无损,可重复等,但是由于测试结果需要使用特定的强度测量曲线,因此具有一定的局限性。回弹法的准确性相对较差,特别是对于混凝土均匀性较差的小零件,例如梁柱(墙)节点。如果被测混凝土的强度与表面硬度和强度测量曲线之间的关系不同(例如不同的混凝土混合物和更长的混凝土老化时间),则强度测量曲线不适用。

钻芯法是破坏性的和有损测试。它的优势是能准确反映钻芯的强度,其劣势是效率低,并且可能会对原始结构造成一定的破坏。根据测试结果确定结构的混凝土强度,方法是在较小的位置钻取芯样,然后测量加工后的抗压强度。钻芯法的主要优点是直接可靠性高,准确性高,说服力强。但是,这种强度测量方法的劳动强度大,对结构的一些部位会造成损伤,在实践中,梁柱(墙)节点用箍筋加固,钢筋在不同的方向交叉,因此现场钻孔要符合标准要求是非常困难,甚至无法钻芯。

### 4.2 回弹法的适用范围

- ①温度要求:  $-4\sim 40^{\circ}\text{C}$ ;
- ②年龄要求:  $14\sim 1000$  天,长期要用钻芯法修改;
- ③强度要求:  $10\sim 60\text{MPa}$ ;
- ④不能用于存在缺陷的研究对象和物体表面。
- ⑤不能检测厚度小于  $100\text{mm}$  的物体的混凝土强度。

### 4.3 钻芯法的适用范围

- ①如果对测试块的抗压强度的测试结果有疑问。
- ②内部结构和相关材料出现发生故障时。
- ③混凝土出现受损,烧伤或其他故障时。
- ④时间比较长的建材结构中混凝土的质量时。

### 4.4 回弹法现场混凝土强度检测技术

在一项工程项目中回弹法是应用非常多的一项技术,

因为它可以判断混凝土是否达到标准。此项技术是通过回弹测量仪来分析混凝土的质量是否达标,有效的计算它的耐压强度。但是对于回弹法也要从两方面分析。第一,回弹法在测试时优点是测试设备轻巧,方便携带且操作流程相对容易。最主要的是这种方法在进行测试时不会损坏测试对象的结构。但是第二方面,回弹法在检测时不是直接的,它是模棱两可的,由于其准确性低,误差大,所以不推荐用于精准的检测。

## 4.5 钻芯法现场混凝土强度检测技术

由于大部分工程都是现场取样,所以钻芯法更有优势,并测试样品以推断整个混凝土结构的强度和质量。这种检测方法具有技术优势和技术局限性,具体如下:首先,检测是直观的,数据转换和估计并不复杂,并且特定样本可以直接用作检测目标。其次,该技术的实施采用钻芯法对混凝土进行采样,这不可避免地会破坏混凝土的整体结构。

## 5 工程实例分析

### 5.1 工程信息

在信阳市潢川县淮河流域的白露支流上,坐落着本次的实际案例胡桥水库。其分水线所包围的河流集水区整体面积为  $7.37\text{km}^2$ ,水库最高水位时容纳水量的总容积为  $689\text{万m}^3$ 。是一座以防备洪水和灌溉农作物为主,同时可以乘隙发展水产养殖等综合利用的小型水库。水库的建设始于 20 世纪 60 年代的最后一,最终于 20 世纪 70 年代初修建完成。

### 5.2 检测内容和范围

相关水库建设的修建要定期进行检查修改,检查修改的范围和内容有很多,其中检查内容大致有防止渗水墙体的联动性、对于水工大坝建筑的质量、强度是否达标关于混凝土、对于坝体的碳化程度及时监测、建筑材料保护隔离层的厚度、沙子水泥的混合度是否达标、砖石品质等。以胡桥水库除险加固工程设计及施工图纸和相关草案为基础依据来设置进一步的检测,譬如:《水工混凝土试验规程》(SL352-2006);《水利水电工程施工质量检验与评定规程》(SL176-2007);《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》(JGJ/T 136-2001);《河南省水利工程外观质量评定实施办法(试行)》。以这些为理论支撑来为接下来要进行的相关检测项目以及方法作好铺垫。

### 5.3 检测依据

#### 5.3.1 成桩直径

开挖是根据业主代表或监理工程师的指示进行的,挖掘段的长度一般在  $2\text{m}$  以下,通常一个大坝不超过 3 个,经过防渗墙去测量壁的厚度,并测量桩的直径,接缝状况,桩的质量和连续状况等相应问题。

#### 5.3.2 钻孔深度及渗透系数

孔的深度采用钻挖挖掘机的孔并拉出岩心的方法,墙壁渗水系数检查采用钻孔常水头灌水试验法,测试的每个步骤为  $5\text{m}$  或更短。必须有根据现场检查情况,通过整体

施工的内部检查和合格抽样，确定其是否为核心。

#### 5.4 检测部位、项目及工作量明细

- ①大型水坝的加固工作
- ②溢洪道加固工程
- ③灌洞加固工程
- ④大坝堵水相关工程

#### 5.5 检测工作量汇总

①1:1000 地形测图 21 幅，共 2.77km（其中水下测量 0.15km）；

②1:500 地形测图 20 幅，共 0.78km<sup>2</sup>（其中测量水下深度为 0.11km<sup>2</sup>）；

撒播纵向断面测量 1 条，1.9km，横断面测定 1 次第 20 条，横断面测定 2 次第 32 条，总 4.96km；

④桥梁坐标是 28 点；

⑤测量了 121 个图根控制点。

#### 5.6 检测结论

主坝产生的相关异常浸出现象的发生和下游坝基浸出梯度的下降值较大，并且在浸出出口处没有防护措施，伴有集中的浸出点和沼泽，坝体的浸出状态不安全。经过进一步的筛查，在计划大坝水位时，大坝下游的高度不能达到足够的安全性，而且当大坝水位变成不可改变的水位时，此时就不能达到安全标准。且由于主坝上游的斜坡没有磨砂层，瓦砾运动，局部缺陷，下游的排水没有回滤作用。

### 6 影响混凝土回弹强度精度的原因

#### 6.1 检测方法客观原因

检测的首要注意部分，便是泵送混凝土具有高砂比和高流动性。混合浆液就足够了。混凝土砂浆的厚涂层降低了混凝土的表面硬度，这是通过回弹法检测到的。如果结果中存在某些错误，则可以使用钻芯进行调整。调整前的混凝土强度换算值比混凝土强度换算值低。

#### 6.2 施工养护影响

我们在混凝土的养护过程中，需要达到这样的几个方面：首先，在混凝土被浇筑的初期的过程中，在初始凝固阶段，有必要防止仓库中有过多的水以及阳光直射。接下来，当混凝土开始凝固时，在固化阶段选择洒水和流水的方法。第三，混凝土需要连续维护，并且在固化混凝土表面和侧面必须弄湿。第四，根据设计要求，混凝土的养护时间应为 28 天作为一个周期，并应增加混凝土的芯部位置，后期强度和其他特殊要求位置的养护天数。

### 6.3 回弹强度不足的应对方法

在此根据以上分析选择以下对策：

①在当现场进行混凝土结构的建造或维护时，日常维护的次数增加，并且检测到混凝土表面的干燥时，务必及时在其上倒水进行相应的维护。

②在满足混凝土设计要求的情况下，应尽可能缩减混凝土中的粘结材料量，以防止其影响砂浆涂层的厚度以及混凝土表面的强度。

③在混凝土被浇筑的过程中，尽量避免尽可能多地搅拌，以免内部和外部混凝土的质量差异过大，从而影响钻芯法对回弹法的改进。

### 7 结论与展望

如今的生活中，在测试道路和桥梁混凝土强度的两种最常用方法分别是：回弹法和钻芯法，它们各有利弊点。本文在此分别介绍了钻芯法和回弹法的特点以及其相关原理，此外本文还在较为基础的方面上，去进一步分析解释了使用回弹法和钻芯法去检查公路混凝土强度时应注意的一系列相关问题。

但需要注意，在使用回弹法和钻芯法测试相同构造的混凝土强度时，无论年份差异大或者小，估计值都不可避免的含有差异性。重点原因是：回弹法是测得的表面强度，钻芯法测得是内部强度。所测量的内部强度是由所测量组件的表面和内部质量之间的差异引起的。实践证明，两者结合是一种当前最有效的检测方法。

#### [参考文献]

- [1]胡晓东. 回弹法与钻芯法现场检测混凝土强度的技术与应用[J]. 内蒙古科技与经济, 2008(14): 164-165.
  - [2]王磊, 张建仁, 张克波. 回弹法和钻芯法检测劣化桥梁混凝土强度相关性研究[J]. 中外公路, 2010, 30(2): 101-104.
  - [3]刘焱. 用钻芯法修正回弹法检测混凝土强度的问题探讨[J]. 安徽建筑, 2014, 21(4): 223-224.
  - [4]刘晓, 李玉琳. 对回弹法检测混凝土抗压强度的讨论[J]. 混凝土, 2008(8): 1-3.
  - [5]周明华, 郭恒宁, 刘江. 采用小直径芯样检验结构混凝土抗压强度取值的探讨[J]. 建筑技术, 1998(1): 46-48.
- 作者简介：兰宏博（1996.10—），男，黑龙江人，汉族，双学士学历，工程师，就职于北京建工土木工程有限公司，目前主要从事建筑施工和技术等工作。

# 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

21 Woodlands Close, #08-18,  
Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

官方网站

[www.viserdata.com](http://www.viserdata.com)

ISSN 2717-5383

