www.viserdata.com

水电科技

月刊

HYDROELECTRIC SCIENCE & TECHNOLOGY

■ 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 5

第7卷　总第41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5期（总第41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：5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

水利工程中防洪堤工程施工技术与管理优化路径..... 陈卫东 1

水利工程施工管理中信息化技术的应用..... 方秀利 4

影响水利工程施工质量的主要因素与控制措施.. 刘　杰 7

浅谈水利工程施工中软土地基处理..... 李海林 10

河道堤防施工技术在水利工程中应用的分析 .. 刘　光 13

水利工程施工中的边坡开挖及防护技术..... 赵　安 16

水库大坝应急管理存在问题和对策建议..... 宋俊星 20

新疆严寒地区水利工程抗裂混凝土配合比试验研究.... 刘　裕 23

水利工程水闸施工技术的应用分析..... 许　翔 26

农田水利建设中渠道防渗加固技术研究..... 张绍松 29

针对河道黑臭水体治理的措施研究..... 贾俊涛 32

小型农田水利工程的施工质量管理的措施探析..... 周　萍 36

水利工程防渗处理施工技术的应用分析..... 赵　坤 39

水文水资源

呼图壁河石门水文站洪水预报分析..... 张松婷 42

军塘湖中小河流水文（水位、雨量）站巡测探讨..... 汪　杰 48

防汛抗旱

谈水利工程河道防洪现状及治理措施..... 刘新敏 52

节水灌溉

农村高效节水灌溉模式的研究和分析..... 桑永春 55

能源动力工程

风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术分析..... 吴炎鑫 58

太阳能光伏发电技术现状及其发展分析..... 卓金平 61

水电建设

水利水电工程中灌浆施工技术处理方法探讨.....
..... 葛安春 64
水电站二次回路继电保护的应用探究..... 张瑞鹏 67
生态理念下的农田水利水电工程建设应用.... 何翠娟 70
水利水电工程造价控制及风险分析的理论和方法.....
..... 陶　园 73
水利水电施工中防渗处理施工技术研究..... 刘　鑫 76

电力工程

变电站继电保护二次回路隐患排查方法研究.....
..... 杨　洋　张　劼　马自良 79
数字化转型中的电网企业实物资产管理对策研究.....
..... 陈文涛 82
电力工程变电站一次设备安装调试施工技术探究.....
..... 梁艳艳 85
双碳背景下促进我国风电设备行业发展研究.. 高凡超 89
建筑电气消防供配电系统设计分析..... 杨　森 92
变压器绝缘油中气体检测技术研究..... 马　博 95
基于智能化技术的变电一次设备状态检修策略分析....
..... 赵　帅　余虹洁 98

电气工程

浅析风电电气工程自动化中的存在的问题及应对策略..
..... 林　燊 101

自动化技术与应用

谈风电电气工程自动化中的问题及解决对策.....
..... 童跃楠 104
电力系统配电网自动化技术的应用及解析.....
..... 王　磊　陈亚娟 107

技术解决方案

光伏发电技术及光伏发电项目施工管理分析.....
..... 王　洋 110
变电站土建设计要点及优化策略探讨..... 吴义军 113
水利工程管理养护工作存在的问题及解决办法.....
..... 王广林 116
浅谈江南泵站出江管道工程深基坑施工技术 .. 徐申飞 119
风电工程风机基础大体积混凝土施工与质量控制措施..
..... 朱亚彬 123

运行维护

城市路灯系统工程安装与日常维护技术要领分析.....
..... 彭晨东 126

水利工程中防洪堤工程施工技术与管理优化路径

陈卫东
山东大禹水务建设集团有限公司，山东 济南 250000

[摘要]水利工程中的防洪堤工程是保护人民生命财产安全的重要基础设施，对于防止洪水灾害具有至关重要的作用。在防洪堤工程施工过程中，常面临着施工技术不够成熟、管理不够科学、安全隐患较大等问题。文中通过分析防洪堤施工的要点与原则，深入探讨了土料的选择和开采、堤基清理、抛石护岸以及填塘施工等技术细节，施工管理方面建立现场管理的统筹体系，加强施工安全管理，提升施工队伍的专业技术能力，并加强监理机构的内部结构，为水利工程中防洪堤工程的施工提供有效的技术支持和管理指导。

[关键词]水利工程；防洪堤；施工技术；施工管理；优化路径
DOI：10.33142/hst.v7i5.12340　　中图分类号：TV871　　文献标识码：A

Construction Technology and Management Optimization Path of Flood Control Embankment Engineering in Water Conservancy Engineering

CHEN Weidong
Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: Flood control embankment engineering in hydraulic engineering is an important infrastructure for protecting people's lives and property safety, and plays a crucial role in preventing flood disasters. In the construction process of flood control embankment engineering, there are often problems such as immature construction technology, unscientific management, and significant safety hazards. This article analyzes the key points and principles of flood control embankment construction, and deeply explores technical details such as soil selection and extraction, embankment foundation cleaning, riprap revetment, and pond filling construction. In terms of construction management, a comprehensive on-site management system is established to strengthen construction safety management, enhance the professional technical ability of construction teams, and strengthen the internal structure of supervision institutions, providing effective technical support and management guidance for the construction of flood control embankment engineering in hydraulic engineering.

Keywords: water conservancy engineering; flood control embankment; construction technology; construction management; optimize the path

引言

在我国，频繁洪涝灾害给人们的生命财产安全带来了极大威胁。过去防洪堤工程在灾害发生时暴露出的问题，如施工质量不高、管理不善、技术滞后等，都表明亟待深入研究和改进的空间[1]。随着全球气候变化的日益明显，极端天气事件频发，洪涝灾害的风险进一步增大，使得防洪堤工程的建设和管理面临更为严峻的考验。同时，城市化进程的不断加快，土地资源的紧张使得对现有水利工程进行优化成为必然趋势。因此，对防洪堤工程施工技术与管理进行深入研究，对提高水利工程整体的适应性、抗灾能力以及可持续发展水平具有深远意义。

1 防洪堤施工的要点与原则

1.1 防洪堤施工的要点

防洪堤施工直接关系到防洪能力和工程稳定。合理选址和科学设计是防洪堤施工的基础，选址应避开地质灾害隐患区，充分考虑地形地貌、水文水资源情况等因素，选择适宜的施工区域，科学设计防洪堤的形状、高度、宽度和坡度，确保其能够有效地抵御洪水冲击。土料的选择应符合工程的要求，具有良好的抗冲刷性和稳定性，能够满足防洪堤的承载和防护功能。施工工艺应科学合理，包括土料的开采、运输、填筑等环节，确保施工质量和效率。另外，施工过程必须加强对土料质量的检验和监测，及时发现和解决质量问题，并严格遵守施工安全规范，加强现场安全管理，保障施工人员和设备的安全，还需要采取措施减少对周边环境的影响，尽量减少土地破坏和水土流失，要及时进行生态恢复，保护生物多样性和生态平衡。

1.2 防洪堤施工的原则

防洪堤施工的原则是指在施工过程中应遵循的基本准则和规范，以保证工程的安全、稳定和可靠，对于防洪堤工程的设计、施工和管理具有重要的指导意义，有助于提高工程的质量和效率[2]。第一，施工过程中，必须始终把安全放在首位，确保施工人员、设备和周边环境的安全，严格执行安全操作规程、加强现场安全管理、提供必要的安全设施和防护措施，以及加强安全教育和培训。只有确

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

保安全，才能保障工程的顺利进行和工作人员的健康。第二，防洪堤是防止洪水侵袭、保护人民生命财产安全的重要设施，因此其施工质量必须符合相关标准和规范，保证工程的稳定性和可靠性。质量至上意味着严格控制施工工艺和材料质量，加强质量监督和检查，及时发现和解决质量问题，确保工程的设计寿命和安全运行。第三，防洪堤工程往往涉及大量土地资源和生态环境，施工过程中必须注重生态环境保护和资源合理利用，采用环保型施工工艺和材料、减少土地破坏和水土流失、合理利用水资源和土地资源、加强生态恢复和保护等措施，通过实现环保可持续原则，可以最大限度地减少对环境的影响，保护生物多样性和生态平衡，实现人与自然的和谐共处。

2 水利工程防洪堤工程施工技术分析

2.1 土料的选择和开采

防洪堤工程中土料的选择和开采直接关系到工程的质量和稳定性。在进行土料选择和开采时，需要综合考虑多种因素，包括土料的物理力学性质、地质条件、工程要求、施工工艺等，以确保选用的土料符合工程的需要并具有良好的稳定性。首先，需要根据工程的具体要求和环境条件，选择适合的土料类型，防洪堤工程土料的主要类型包括黏土、砂土、淤泥等。黏土具有较好的抗渗性和稳定性，适合作为防洪堤的主体材料；砂土具有较好的排水性和抗冲刷性，适合用于填充土料和表层护坡；淤泥具有较好的密实性和附着性，适合用于堤体底部和水侧堤面的填充。其次，注意选择合适的开采地点和方法。开采地点应尽可能靠近施工现场，减少土料运输距离，降低施工成本。开采方法应根据土料性质和地质条件灵活选择，可采用机械开采、手工开采或爆破开采等方式，开采过程注意保护周围环境和地质稳定，避免土地破坏和水土流失。同时，在土料选择和开采过程中，还需要注意控制土料的含水率和颗粒级配。过高的含水率会影响土料的稳定性和抗渗性，过大或过小的颗粒级配会影响土料的密实性和稳定性，土料选择和开采过程中，需要及时进行土料质量检测和监测，保证土料的质量符合工程要求。最后，在进行土料运输和填筑时，需要注意控制土料的运输距离和坡度，避免土料的堆积和滑坡现象发生。同时，在填筑过程中，要注意控制土料的均匀性和密实度，确保堤体的均匀性和稳定性。

2.2 堤基清理

堤基清理旨在确保堤体基础的稳固和可靠，提高工程的抗洪能力和长期稳定性，主要包括清除基底杂物、均匀铺筑基底土料、处理软基等工作。首先，施工现场，堤基通常会受到各种杂物的影响，如残留的植物根系、碎石、垃圾等，杂物会影响基底土料的密实性和均匀性，降低堤体的整体稳定性，堤基清理过程中，需要利用机械设备或手工劳动，将这些杂物进行清除，确保基底干净、整齐。其次，基底土料的均匀铺筑能够提高堤体的整体稳定性和抗渗性。在进行铺筑时，需要注意土料的均匀性、密实度和含水率。通过科学合理的铺筑工艺，确保基底土料的均匀性，防止土料的局部堆积和凹凸不平，从而保证堤体的整体均匀性和稳定性。再次，对于软基地区，堤基清理还需要采取相应的处理措施。软基地区通常指土质较松弱，容易发生沉降的地带，采用加固处理、预压处理等措施，以提高基底土料的承载能力和稳定性，有效防止软基地区的沉降对整个堤体的影响。最后，堤基清理的全过程需要高度的技术协调和精准的操作，以确保施工质量和工程的长期稳定性。同时，清理过程中需要注意环境保护，合理利用清理产生的废弃物，减少对周边生态环境的影响。

2.3 抛石护岸

抛石护岸可以增强堤体抗冲刷和抗侵蚀能力，提高整体稳定性，采用均匀投放石块或砾石覆盖在堤体表面，形成一层护坡结构，有效防止水流对堤体的侵蚀和冲刷[3]。首先，抛石护岸的设计需要根据工程的具体要求和环境条件，合理确定石块的大小、形状和厚度。石块的选择应具有抗冲刷性和稳定性，能够承受水流冲击和波浪冲刷。设计时还需考虑石块之间的排列方式，以保证整个护坡结构的紧密性和均匀性。其次，施工过程中需要严格控制石块的投放和铺设，确保抛石护岸的整体质量。石块的投放需要均匀、有序，以避免局部堆积或空缺，影响护坡结构的均匀性和稳定性。在施工中，可以利用机械设备或人工劳动进行石块的投放和铺设，确保护坡结构的一致性。再次，抛石护岸的施工还需要注意护坡结构与堤体的紧密衔接。石块应牢固地与堤体表面结合，以防止水流进入石块下方，产生冲刷和侵蚀。在施工过程中，采用专业的工艺和技术手段，确保护坡结构与堤体的紧密衔接，形成一个整体稳定的堤防结构。最后，定期检查护坡结构的完整性和稳定性，包括清理沉积物、排除杂草等，确保护坡结构的通畅性和功能完整性，发现和修复存在破损或缺陷，保障护坡结构的长期有效性。

3 加强防洪堤工程建设施工管理的具体措施

3.1 建立现场管理的统筹管理体系

建立现场管理的统筹管理体系是提高施工效率、保障工程质量、确保工程安全，包括管理组织结构、管理流程、管理制度、管理人员等方面，以全面、系统地规范和管理施工现场的各项活动。第一，建立合理的管理组织结构。在施工现场，需要明确各项管理职责和权限，设立管理岗位和团队，形成层级分明、责任清晰的管理体系，包括施工经理、安全员、质量员、技术员、材料员等岗位，各岗位之间密切协作、互相配合，共同推动工程的顺利进行。第二，建立完善的管理流程。管理流程应覆盖施工的各个环节，包括施工准备、施工过程控制、质量监督检查、安全生产管理、环境保护等方面。通过明确的流程和标准化的操作，确保各项工作有序进行，避免出现混乱和漏洞，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

提高工作效率。第三，建立健全的管理制度。管理制度涵盖了工程管理的各项规定和标准，包括施工组织设计、安全生产制度、质量管理制度、文明施工规范、应急预案等。通过建立制度化、规范化的管理制度，规范施工行为，提高管理水平，保障工程的顺利进行和质量安全。第四，管理人员的培训和引进。管理人员需要具备丰富的工程管理经验和专业知识，熟悉施工工艺和规范，能够有效组织和指导施工现场的各项工作。同时，需要定期进行管理培训，提升管理人员的综合素质和专业能力，适应工程管理的需求和挑战。综上，建立现场管理的统筹管理体系需要从管理组织结构、管理流程、管理制度和管理人员等多方面进行全面规划和布局，通过科学合理的管理体系，有效提高施工管理水平，确保工程的安全、质量和进度，为防洪堤工程的顺利建设提供有力保障。

3.2 加强施工过程中的安全管理

加强施工过程中的安全管理在预防和减少施工现场事故，保障施工人员的生命安全和财产安全，需要采取一系列措施，包括建立健全安全管理制度、加强安全培训教育、强化施工现场监督检查、提供必要安全防护设施等。首先，建立健全安全管理制度，制定施工安全管理规章制度、安全操作规程、安全生产责任制度等，明确施工人员的安全责任和义务，规范施工行为。同时，建立事故应急预案和紧急救援机制，提前做好应对突发情况的准备，最大程度地减少事故损失。其次，加强安全培训教育。对施工人员进行安全教育培训，提高其安全意识和应急处置能力，使其熟悉安全操作规程和应对突发情况的方法，减少安全事故的发生。培训内容包括安全操作技能、事故预防知识、应急逃生演练等，通过不断的培训，提升施工人员的安全素养和技能水平。再次，强化施工现场监督检查。建立健全的安全监督检查机制，加强对施工现场的巡查和监控，及时发现和解决安全隐患，防止事故的发生。监督检查包括定期检查、临时检查、专项检查等多种形式，涵盖了施工作业的各个环节和岗位，确保施工过程中各项安全措施的有效落实。最后，提供必要的安全防护设施。根据施工现场的特点和工艺要求，配置必要的安全防护设施和器材，包括安全帽、安全带、防护眼镜、防护鞋等个人防护装备，以及警示标志、防护网、围栏等集体防护设施，有效保障施工人员的安全。

3.3 提升施工队伍专业技术能力

提升施工队伍专业技术能力是加强防洪堤工程建设施工管理的至关重要的一环，技术过硬、素质高施工队伍能够有效提高工程质量、保障施工安全[4]。其一，注重施工队伍的人才培养。通过开展内部培训、职业技能培训、外部培训等方式，提升施工队伍成员的专业水平和技术能力，引进具有丰富经验和高水平技术的专业人才，为整个队伍注入新的血液，提高整体技术水平。其二，建立完善的技术培训体系。制定培训计划，根据不同岗位的需求和工程特点，开展系统的技术培训，包括工程施工技术、新材料新工艺应用、安全技术等方面的培训内容。培训形式包括课堂培训、实地操作培训、案例分析等多种方式，以提高队伍成员的技术应变能力。其三，建立技术交流与学习机制。组织施工队伍参加各类专业技术交流会议、学术研讨会、行业培训班等，借鉴和吸收其他先进工程的经验和技术，促使施工队伍与时俱进，不断提高专业水平，并鼓励队伍成员积极参与相关行业协会和组织，加强与同行业人士的交流，拓宽视野。其四，推动技术创新和应用。鼓励施工队伍应用新材料、新技术、新工艺，提升施工效率和工程质量，建立技术创新奖励制度，激发队伍成员的创新热情，形成技术创新的氛围。其五，强化施工队伍质量意识和责任心。通过建立奖惩制度，激发队伍成员对工程质量关注和责任心，培养对施工环节的细致认真，确保施工质量，并建立技术考核机制，对队伍成员进行技术能力和实际操作水平的定期考核，为提升队伍整体技术水平提供有力保障。

4 结束语

防洪堤工程施工技术与管理的优化是水利工程发展的重要课题，也是保障人民生命财产安全的关键举措。通过对施工技术与管理的优化路径进行深入研究，提出一系列具体措施，有望为水利工程中防洪堤工程的施工提供有效的技术支持和管理指导。

[参考文献]

[1]陈寿峰.软基钻孔灌注桩施工技术探讨[J].福建水力发电,2020(2):48-50.
[2]朱清涛.强化水利工程防洪堤工程施工技术及管理探讨[J].中国水运,2017(2):74-75.
[3]刘晓刚.防洪堤土石方开挖及其衬砌施工技术分析[J].黑龙江水利科技,2014,42(6):117-118.
[4]赵胤.头屯河堤防工程施工技术及质量控制[J].农业科技与信息,2013(3):62-64.

作者简介：陈卫东（1994.8—），毕业院校：山东建筑大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：山东大禹水务建设集团有限公司，职务：项目经理，职称级别：工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水利工程施工管理中信息化技术的应用

方秀利
浙江省水电建筑安装有限公司，浙江 杭州 310053

[摘要]随着我国经济的快速发展，水利工程建设项目日益增多，施工管理面临着越来越高的要求。信息化技术在水利工程施工管理中的应用，可以提高项目管理效率，降低成本，保障工程质量，促进我国水利工程建设可持续发展。本篇文章从信息化技术在水利工程施工管理中的应用现状出发，分析了信息化技术在施工管理中的重要性，并对今后发展趋势进行了展望。
[关键词]水利工程；施工管理；信息化技术；重要性
DOI：10.33142/hst.v7i5.12335 中图分类号：TV5 文献标识码：A

Application of Information Technology in Construction Management of Water Conservancy Engineering

FANG Xiuli
Zhejiang Hydropower Construction and Installation Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310053, China

Abstract: With the rapid development of Chinese economy, the number of water conservancy engineering construction projects is increasing, and construction management is facing higher and higher requirements. The application of information technology in water conservancy engineering construction management can improve project management efficiency, reduce costs, ensure engineering quality, and promote sustainable development of water conservancy engineering construction in China. This article starts from the current application status of information technology in water conservancy engineering construction management, analyzes the importance of information technology in construction management, and looks forward to future development trends.
Keywords: water conservancy engineering; construction management; information technology; importance

引言

水利工程是我国基础设施建设的重点领域，具有重要的经济和社会效益。然而，水利工程施工管理长期以来存在诸多问题，如施工进度难以控制、质量难以保证、安全事故频发等。近年来，随着信息化技术的发展，其在水利工程施工管理中的应用逐渐得到重视。本文将分析信息化技术在水利工程施工管理中的重要性，以期为我国水利工程建设提供有益的参考。

1 信息化技术在水利工程施工管理中的重要性

传统的人工施工方式在很大程度上存在着工作量大、压力大、安全隐患多等问题。随着信息化技术的发展，现代化设备在水利工程中的应用日益广泛，为施工带来了诸多便利。在水利工程中，采用设备进行施工已成为一种趋势。一方面，设备作业具有高度的精准性和稳定性，可以确保工程质量；另一方面，设备施工能够减轻工作人员的负担，提高工作效率。随着信息化技术的发展，现代化设备在水利工程中的应用日益显现出其优势。设备施工不仅提高了工程质量、工作效率和安全性，还有利于环境保护。尽管设备施工初期投入较高，但从长远来看，其带来的效益是显而易见的。因此，在水利工程中推广和应用设备施工具有重要意义[1]。

2 信息化技术在水利工程施工管理中的应用

2.1 工程管理系统的应用

管理系统在水利工程项目一体化建设将各个环节紧密联系在一起，确保项目高效、有序推进，需要获取一套专业的管理系统和相关软件，一套完善的管理系统能够为水利工程项目的决策提供有力支持。通过实时数据分析，可以更加精确地了解项目的进度、成本、质量等方面的情况，从而为项目调整和优化提供依据。此外，管理系统还能实现对项目各项资源的合理配置，提高资源利用效率。在实际应用过程中，需要根据项目特点和需求对管理系统进行个性化定制。例如，针对大型水利工程，我们可以增加多项目协同管理功能，使各个子项目之间能够高效协同，降低整体项目风险。同时，我们还可以根据实际需求，开发特定功能的插件，以满足项目特殊需求。然而，管理系统的作用并不仅限于项目执行阶段[2]。在项目前期策划和后期评估阶段，同样可以发挥重要作用。在项目策划阶段，管理系统可以帮助我们充分评估项目风险，确保项目可行性。在项目评估阶段，管理系统可以对项目成果进行量化分析，为未来项目提供有益经验。随着信息技术的发展，将有更多的机会利用先进技术提升管理系统的功能。例如，引入人工智能技术，实现项目自动化管理，提高项目管理效率。总之，管理系统在水利工程项目一体化建设中具有不可替代的作用，需要不断优化和完善管理系统，以适应项目发展的需求。同时，还要紧跟时代步伐，充分利用先进技术，为水利工程项目的顺利推进提供有力保障。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.2 GPS 定位技术的应用

在项目施工过程中，数据的准确性和完整性对于工程的成功与否至关重要。为此，将 GPS 技术应用于水利工程项目，通过建立管控网络系统，使得水利工程项目真正纳入到系统设计中，从而实现对施工数据的系统分析和高效管理。首先，GPS 技术的运用有助于精确测量工程项目的地理位置。在水利工程中，地理位置数据的准确性对于工程规划、设计和管理具有重要意义，通过 GPS 可以实时获取项目地点的经纬度坐标，确保工程项目的准确定位，避免因地理位置误差导致的施工失误。其次，GPS 技术在水利工程项目的进度监控方面也发挥着重要作用，通过对施工过程中各个环节的监控，可以确保工程按照预定计划顺利进行。同时，GPS 还可以实时反馈施工现场的情况，为施工单位提供有力支持，提高工程质量和施工效率。此外，通过 GPS 可以实时追踪施工现场的人员和设备，确保施工人员的人身安全，同时避免设备丢失或损坏。另一方面，GPS 技术在水利工程项目的成本控制方面具有显著优势。通过对施工过程中材料、人员、设备等资源的实时监控，可以精确计算各项成本，从而为施工单位提供有力依据，实现成本的有效控制。同时，GPS 还可以帮助施工单位合理调配资源，提高施工效率。最后，GPS 技术在水利工程项目的质量控制方面同样发挥着重要作用。通过对施工过程中关键环节的实时监控，可以确保工程质量符合相关标准。此外，通过对历史数据的分析，还可以为今后的水利工程项目提供宝贵经验，进一步提高我国水利工程的整体水平。

2.3 地理信息技术的应用

水利工程在施工和建设过程中，传统的二维模式已经逐渐无法满足精准施工的需求。因此，地理信息技术在这种背景下应运而生，为水利工程带来了全新的三维空间图视角。通过对地理信息系统（GIS）的应用，我们可以轻松获取实时的地理信息数据，从而为施工检测提供更为精准的依据。首先，在水利工程规划设计阶段，地理信息技术能够发挥重要作用。通过 GIS 软件，设计师可以快速准确地获取项目所在地的地形、地貌、水文等基础数据。这些数据为设计师提供了丰富的参考信息，有助于他们制定出更为合理的设计方案。此外，GIS 还可以进行多种地理信息的叠加分析，帮助设计师评估项目的影响范围，从而提前预测并规避可能出现的问题。其次，在施工过程中，地理信息技术同样具有显著优势。通过 GIS 实时数据，施工人员可以随时掌握工程进度、施工现场地形变化等情况。这不仅有助于施工管理，提高施工效率，还可以及时发现潜在的安全隐患，确保施工过程的安全顺利进行。同时，GIS 还可以为施工人员提供精确的测量工具，如电子测量仪、全球定位系统（GPS）等，从而减少人工测量误差，保证工程质量。此外，地理信息技术在水利工程监测与管理阶段也具有重要意义。利用 GIS 软件，管理者可以实时监测工程运行状态，如水位、流量、土体变形等，并根据监测数据及时调整运行策略。同时，GIS 还可以为管理者提供各种决策支持，如洪水预测、水资源调配等，帮助他们更好地应对各种突发情况。总之，地理信息技术在水利工程中的运用，打破了传统二维的发展模式，为施工检测提供了更为精准的依据。从规划设计到施工管理，再到监测与维护，地理信息技术都在不断提升水利工程的建设水平，确保工程质量和安全。

3 信息化技术在水利工程施工管理中存在的问题及策略

3.1 软件缺乏安全问题

近年来，随着国家经济的快速发展，水利工程建设的规模也日益扩大，对设计数据量和工作量提出了更高的要求。实际上，大数据在水利工程建设中的作用已经越来越显著，不仅影响着工程的设计、施工和管理，甚至还关系到整个工程的效益和可持续性。

一般来说，水利工程从规划到设计，再到施工和运营，都会产生大量的数据，这些数据包括工程地质数据、水文气象数据、地形地貌数据、生态环境数据等，这些数据的有效性和准确性对于工程的成功实施至关重要。随着水利工程建设规模的扩大，数据量也呈现出爆炸式的增长，对于服务器的承载能力提出了巨大的挑战。如果服务器无法承受如此庞大的数据量，可能会导致数据丢失、系统崩溃等问题，这对于工程的进度和质量都将产生重大影响[3]。因此，如何提升服务器的性能，如何进行数据的有效管理和存储，成为了水利工程建设中需要解决的关键问题。

首先，建立完善的安全防护体系是关键。通过部署防火墙、入侵检测系统等网络安全设备，对内外部网络进行有效隔离，防止恶意攻击和非法访问。同时，定期对网络安全设备进行升级和维护，确保其发挥最佳效果。其次，强化用户身份认证和权限管理。针对不同角色的用户设置不同的权限，确保用户只能访问到自己职责范围内的数据。同时，采用多因素认证方式，如密码+短信验证码、指纹识别等，提高用户身份认证的安全性。此外，数据加密技术的应用也不容忽视。对施工管理软件中的敏感数据进行加密处理，即使遭受窃取，也无法轻易获取数据的真实内容。同时，采用加密算法对传输数据进行加密，保证数据在传输过程中的安全性。在此基础上，定期进行安全漏洞扫描和修复。通过安全扫描工具，及时发现系统中的潜在漏洞，并采取相应措施进行修复。此外，定期对系统进行安全评估，以确保软件在实际运行过程中的安全性。最后，加强内部安全管理。对员工进行安全意识培训，提高其对网络安全的认识，避免因操作不当导致的安全事故。同时，制定严格的安全管理制度，规范员工操作行为，确保内部数据安全。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3.2 缺乏完善的应用系统

在我国部分地区，水利工程信息化建设的过程尚存在一些不足。这些地区在水利工程领域的业务应用系统建设方面，尚未形成完善的体系，导致信息化建设整体水平相对落后。此外，在对业务经营项目的管理过程中，信息的更新速度不够及时，在一定程度上制约了水利工程的发展。首先，缺乏完善的业务应用系统对水利工程信息化建设的影响是深远的。这种情况下，信息化建设无法真正发挥出其应有的作用，也无法满足现代水利工程的需求。因此，必须加快完善业务应用系统建设的步伐，以推动水利工程信息化水平的提升。其次，业务应用系统的完善程度直接关系到水利工程管理的效率和质量。一个高效的业务应用系统可以帮助管理者快速掌握项目进展情况，及时调整管理策略，从而提高项目成功率。因此，在水利工程信息化建设过程中，必须重视业务应用系统的更新与优化。此外，对于业务经营项目的管理，及时更新的信息可以帮助管理者更好地了解市场动态，把握行业发展趋势，进而制定出更为合理的发展策略。然而，目前部分地区的业务信息更新速度不够及时，这对水利工程的发展造成了一定程度的制约[4]。

因此需要从以下几个方面着手。首先，加大投入，提高业务应用系统的建设水平，通过引入先进的技术和理念，不断完善和优化业务应用系统，使其更好地服务于水利工程管理。其次，强化信息更新机制，确保业务信息的实时性和准确性。最后，培养一支具备专业技能和现代化思维的管理团队，以提高水利工程管理的整体水平。

3.3 设计内容较多

在我国，保障数据安全和防范信息泄露是至关重要的环节。然而，在实际操作中，一些潜在的安全隐患往往容易被忽视，从而导致设计数据遭受破坏或窃取，给国家和人民带来不可估量的损失。在水利工程设计工作中，数据的完整性、准确性和安全性是至关重要的。因为这些数据不仅关系到工程的质量、效益，还关系到国家利益和人民生命财产安全。一旦数据泄露或被恶意篡改，可能导致工程无法按预期目标完成，甚至可能引发严重后果。因此，加强数据安全防护措施，确保数据安全，是水利工程设计工作中的关键内容。

首先，要加强对数据存储和传输的安全保护。在数据存储方面，可以使用加密技术、防火墙等手段，确保数据不被非法访问和窃取。在数据传输方面，可以采用安全通道、数字签名等技术，防止数据在传输过程中被篡改或拦截。此外，还需要定期对存储设备进行安全检查和维护，确保设备的正常运行。其次，要制定严格的安全管理制度和操作规程。对于涉及敏感数据的工作人员，应签订保密协议，明确其职责和义务。同时，对工作人员进行定期的安全教育和培训，提高他们的安全意识，使其在实际工作中能够自觉地遵循安全操作规程。此外，还可以建立安全绩效考核制度，将安全意识与个人利益挂钩，进一步激发员工的工作积极性。第三，加强网络安全监控与防御。随着信息技术的发展，网络攻击手段也日益翻新。因此，水利工程设计单位应建立完善的网络安全监控体系，实时监测网络状况，及时发现并阻止潜在的网络攻击。同时，要定期对网络设备进行安全升级和漏洞修复，确保网络防护能力的持续有效性。最后，建立健全应急预案和安全响应机制[5]。在面临突发安全事件时，能够迅速采取措施，降低损失。应急预案应包括数据备份、紧急恢复、业务持续等方面，确保在紧急情况下能够及时恢复工作。同时，建立安全响应机制，对安全事件进行快速调查和处理，找出问题根源，防止类似事件再次发生。

4 结语

在水利工程建设和管理过程中，相关人员应充分认识到信息化管理技术的重要性，并积极采取措施推广应用。通过运用先进的信息技术，可以提高工程质量、消除安全隐患、优化资源配置、提高管理水平，从而实现水利工程建设和管理的现代化。这不仅有助于我国水利事业的发展，也为全球水利事业提供了有益借鉴。

[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]杜丽荣,陈代鑫.信息化技术在农田水利工程施工管理中的应用[J].河北农机,2023(14):57-59.
[3]张彦.农田水利工程施工管理中信息化技术的应用[J].农业工程技术,2023,43(2):73-74.
[4]刘美霞.浅析信息化技术与水利工程施工管理的融合[J].中国设备工程,2022(20):63-65.
[5]唐晓芬.信息化技术在农田水利施工中的运用分析[J].现代农业研究,2022,28(6):64-66.

作者简介：方秀利（1990.8—），单位：浙江省水电建筑安装有限公司，工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

影响水利工程施工质量的主要因素与控制措施

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]水利工程在现代社会中扮演着至关重要的角色，涉及到水资源的管理、防洪排涝、灌溉供水等方面，对于保障人民生活和国家经济发展具有重要意义。文章探讨分析施工方式、自然环境、施工设备、施工人员专业化技能和安全管理工作对施工质量影响，提出严格开展施工建设秩序、落实三控制制度、加大组织管理力度、重视技术的管控和提升工作人员的专业化技能等控制策略，以确保水利工程施工质量的稳定和可靠。
[关键词]水利工程；施工质量；影响因素；控制措施
DOI：10.33142/hst.v7i5.12326 中图分类号：TV512 文献标识码：A

Main Factors and Control Measures Affecting the Construction Quality of Water Conservancy Projects

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 plays a crucial role in modern society, involving water resource management, flood control and drainage, irrigation and water supply, and is of great significance for ensuring people's lives and national economic development. This article explores and analyzes the impact of construction methods, natural environment, construction equipment, professional skills of construction personnel, and safety management on construction quality. It proposes control strategies such as strictly carrying out construction order, implementing the three control system, increasing organizational management efforts, emphasizing technical control, and improving professional skills of workers to ensure the stability and reliability of water conservancy engineering construction quality.
Keywords: water conservancy engineering; construction quality; influencing factors; control measures

引言

随着社会经济的发展和科技的进步，水利工程的规模和复杂程度不断增加，同时，施工过程中面临的挑战日益增多，如自然环境复杂性、施工设备多样性、施工人员素质水平等都对施工质量产生重要影响[1]。另外，水利工程的特殊性也决定了其施工质量问题的重要性，一旦发生施工质量问题，会对周边环境、民生安全以及国家经济带来严重影响。因此，深入研究水利工程施工质量的相关因素，探究其对施工质量的影响机制，提出有效的控制措施和管理策略，对于保障水利工程的安全和可靠性，推动水利工程建设的科学发展具有重要意义。

1 影响水利工程施工质量相关因素的探究

1.1 施工方式的影响

不同的施工方式会影响工程的质量、进度和成本。传统人工施工方式在一定程度上存在劳动强度大、效率低下、质量难以保证等问题。人工施工受到施工人员技术水平和身体条件的限制，易出现误差和质量问题，尤其是在复杂环境下，如高海拔、高温、高寒地区，人工施工难度更大，质量控制更加困难。相比之下，现代化机械化施工方式具有诸多优势，大幅提高施工效率和质量稳定性，减少人为因素对施工质量影响，如使用挖掘机、起重机等大型机械设备可以减少人工劳动，提高施工效率，并且操作简单，减少施工误差。此外，机械化施工能保证施工过程中的安全性，减少施工事故的发生。然而，机械化施工存在一些挑战和限制。设备成本较高，需要大量投入资金购置和维护机械设备，增加工程成本，且需要专业技术人员进行操作和维护，对施工人员的素质要求较高。此外，复杂施工环境会限制机械设备的使用，如在狭窄地区或者复杂地形下，机械化施工会受到限制，需要采用其他施工方式。

1.2 自然环境的影响

水利工程建设于各种不同的自然环境中，包括山区、平原、河流、湖泊等多样化的地形和地貌条件，对水利工程的施工过程和施工质量产生着深远影响。首先，气候变化直接影响到水利工程的施工进度和质量[2]。寒冷地区，低温天气会影响混凝土凝固速度、施工材料的性能等，易导致质量问题；在高温地区，高温天气可能会导致混凝土过早干燥、裂缝产生等问题。此外，气候条件影响到工人的施工效率和安全，如高温下易中暑，低温下易冻伤，都会影响施工进度和质量。其次，不同地质条件下土壤、岩石特性差异巨大，对水利工程的施工方式和质量控制都提

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

出挑战，如软弱地质条件下，地基承载能力低，易引发地基沉降、滑坡等地质灾害，需采取加固措施以确保工程的稳定性，而岩石地质条件下，采石、爆破等施工工艺更为复杂，需更高水平的技术和设备支持，以保障工程质量。最后，水利工程设计和施工需要充分考虑周边地区的水文地质情况，如地下水位、土壤渗透性等因素，不合理估计或处理水文地质条件，导致工程施工过程中遇到不可预测的水文地质灾害，如地下水涌入、土体液化等，对工程造成严重影响。

1.3 施工设备

施工设备对施工质量影响至关重要。首先，先进施工设备可以大幅提高施工效率，加快工程进度，如起重机、挖掘机、混凝土搅拌车等机械设备能够快速完成各种施工任务，减少人力投入，缩短工期。其次，施工设备性能和稳定性关系到工程质量可控性。优质的施工设备能够提供稳定的施工质量保证，减少施工过程中的不确定因素，确保工程质量达标。此外，适当选择和使用施工设备还能够减少工程浪费和资源消耗，提高工程的经济效益。然而，施工设备的使用需要配合专业操作人员，操作不当可能导致设备损坏、施工事故等问题，进而影响工程质量和安全。因此，建设单位在选择施工设备时应考虑设备的性能、稳定性、适用性以及操作人员的培训和技术水平，确保施工设备能够真正发挥其在水利工程建设中的作用，提高施工质量和效率。同时，加强对施工设备的定期维护和保养，延长设备的使用寿命，也是保障施工质量的重要措施。

1.4 施工人员的专业化技能

施工人员专业化技能直接影响着水利工程施工质量的高低。首先，高素质的施工人员具有丰富的施工经验和专业知识，准确理解工程设计图纸，熟练掌握施工工艺和操作技巧，从而保证施工过程中的准确性和规范性。其次，专业化的施工人员能够及时发现并解决施工过程中的问题和难点，保证施工质量的稳定和可靠性。他们具有分析问题、协调作业、应急处理等能力，能够有效应对各种施工现场的挑战，保障工程的顺利进行[3]。此外，专业化的施工人员还能够提高施工效率，减少施工过程中的浪费和损耗，提升工程的经济效益。然而，当前施工人员的专业化水平存在不足。一方面，部分施工人员缺乏系统的专业培训和技能提升机会，导致其专业水平无法得到有效提升。另一方面，随着水利工程建设的不断发展和技术的更新换代，施工人员的技能需求也在不断提高，但部分施工人员的技术水平跟不上工程发展的步伐，导致施工质量难以保证。

1.5 安全管理工作的影响

良好安全管理保障施工人员的生命安全和身体健康，确保施工过程的稳定和有序进行。制定科学的安全生产方案、严格执行安全操作规程、提供必要的安全防护设施等，能够有效预防和减少施工事故的发生，保障施工人员的人身安全。安全管理工作也直接关系到施工现场的环境和秩序。通过规范施工现场管理、加强安全教育培训、设立安全警示标志等措施，提升施工环境的安全性和舒适度，有利于施工人员的工作效率和施工质量的稳定。另外，建增强施工单位对施工过程的控制能力和应对突发事件的能力，提高施工单位的应变能力和管理水平，进而推动施工质量的不断提升。然而，安全管理工作不能仅仅停留在表面形式上，更要注重实质性的执行和监督。施工单位应加强对安全管理工作的组织领导和落实执行，建立健全的安全管理责任制度，明确各方责任，确保安全管理工作的全面覆盖和有效实施。

2 水利工程施工质量的控制策略

2.1 严格开展施工建设秩序

第一，规范施工建设秩序能够有效维护施工现场的安全和秩序，减少安全事故的发生，保障施工人员的人身安全和财产安全。通过建立健全的安全生产管理制度，严格执行相关的安全操作规程和施工程序，设立必要的安全警示标志和防护设施，加强安全教育培训，提高施工人员的安全意识和自我保护能力，有效预防和控制施工现场的安全风险，确保施工过程的安全稳定。第二，合理规划施工组织和施工流程，优化资源配置和施工方案，合理分配施工任务和人力物力，提高施工现场的生产效率和施工质量控制水平，通过加强施工管理和监督，及时发现和解决施工过程中的问题和难点，保障施工质量的稳定和可靠性，提升水利工程的建设效益和经济效益。第三，通过加强施工现场的环境整治和卫生清理，减少施工废弃物和污染物的排放，改善施工人员的工作环境和生活条件，提升施工现场的整体形象和氛围，有利于施工人员的工作积极性和施工质量的稳定提升。第四，建设单位要加强对施工单位的监督和管理，建立健全的施工管理制度和责任制，严格执行合同约定和规范标准，确保施工质量和工程安全；施工单位要加强组织领导和管理实施，强化施工现场的安全生产管理，提高施工人员的安全意识和质量意识，确保施工过程的规范和有序进行。

2.2 落实三控制制度

其一，通过建立完善的质量管理体系，制定详细的施工技术规范和质量验收标准，强化对材料、设备和施工工艺的监督和检验，确保施工过程中各项质量指标符合设计要求和标准要求，从源头上控制施工质量，防止质量隐患的出现，提高工程的耐久性和可靠性。其二，通过合理编制施工计划和进度表，明确施工任务和工期要求，制定有效的进度监控和调度方案，及时发现和解决施工过程中的进度延误和问题，保障施工进度的稳定和顺利进行，确保工程按期竣工，提高工程的经济效益和社会效益[4]。其三，通过建立健全的安全管理制度和安全生产责任制，加强对施工现场的安全监督和检查，提供必要的安全防护设施和

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

安全教育培训，加强对施工人员的安全意识和操作技能培训，预防和控制施工现场的安全风险，确保施工过程的安全稳定，保障施工人员的人身安全和财产安全。其四，建设单位和施工单位的共同努力和配合。建设单位加强对施工单位管理和监督，建立健全的质量管理体系和进度控制机制，加强对施工现场的安全监督和检查，确保三控制制度的有效实施；施工单位加强组织领导和管理实施，严格执行各项制度和规定，加强质量、进度和安全的管理和控制，确保水利工程施工质量的稳定和可靠性。落实三控制制度是确保水利工程施工质量的重要保障措施，涉及到质量、进度和安全三个方面，各单位应加强协作，共同推进三控制制度的落实，为水利工程的高质量建设提供坚实的保障。

2.3 加大组织管理力度

首先，提高施工单位的管理效率和施工质量控制水平。通过建立健全的组织架构和管理体系，明确各部门和岗位的职责和权限，优化施工组织和流程，提高施工人员的工作效率和配合度，加强对施工过程的监督和管理，及时发现和解决施工中的问题和难点，保障施工质量的稳定和可靠性。其次，有助于提升施工单位的管理水平和整体素质。通过加强对施工单位的组织领导和业务指导，强化施工单位的内部管理和人员培训，提高施工单位的管理水平和服务水平，增强施工单位对施工过程的控制能力和应变能力，推动施工质量的不断提升。再次，优化资源配置和施工组织，提高施工效率和施工质量。通过合理规划和调配施工资源，优化施工工艺和施工方案，合理分配施工任务和人力物力，提高施工现场的生产效率和施工质量控制水平，降低施工成本和施工风险，提升水利工程的建设效益和经济效益。最后，加大组织管理力度。加强对施工单位的组织领导和业务指导，建立健全的施工管理制度和责任制，加强对施工过程的监督和检查，确保施工单位的管理和施工质量得到有效控制，确保水利工程施工质量的稳定和可靠性。加大组织管理力度可以提升施工效率和施工质量，也直接影响施工单位的管理水平和整体素质。

2.4 重视技术的管控

一是保障施工过程中各项技术指标和要求的达标执行。通过建立健全的技术管理体系，制定详细的施工技术方案和施工工艺流程，明确各项施工工序的操作规程和技术标准，加强对施工过程中关键技术环节的监督和控制，确保施工过程中各项技术指标的稳定和可控，提高工程的技术可靠性和安全性。二是有助于优化施工过程和提升施工效率。通过引入先进的施工技术和设备，优化施工工艺和施工流程，提高施工设备和施工机械的使用效率，降低施工成本和施工风险，提高施工现场的生产效率和施工质量控制水平，加快工程建设进度，提升水利工程的建设效益和经济效益。三是提升施工单位的技术水平和创新能力。通过加强技术人员的培训和学习，引进和消化吸收国内外先进的施工技术和管理经验，推动施工单位技术人员的专业化和技能提升，提高施工单位的技术水平和创新能力，不断优化施工工艺和施工方法，提升水利工程施工质量的稳定和可靠性。四是各单位共同努力和配合。加强对施工技术管理和监督，建立健全技术管理体系和技术标准体系，明确施工过程中技术要求和质量标准，加强对施工技术的审核和验收，确保施工过程中各项技术指标的达标执行，加强技术人员之间的交流与合作，推动施工技术的不断创新和进步，提升水利工程施工质量的稳定和可靠性。综上，重视技术管控不仅关系到施工过程中的技术执行和施工效率，也影响施工单位的技术水平和创新能力，各单位应加强协作，共同推进技术管控工作，为水利工程的高质量建设提供坚实的保障。

3 结束语

水利工程的施工质量直接关系到工程的安全性、可靠性和使用寿命，因此，有效控制施工质量是水利工程建设关键任务。影响水利工程施工质量的因素是多方面的，需要采取综合措施进行控制。通过加强施工管理、提高施工技术水平、强化安全管理等措施，才能有效提高水利工程施工质量的稳定性和可靠性，为水利工程的安全和可持续发展提供保障。

[参考文献]

[1]张顺.水利工程施工质量的影响因素及其控制措施研究[J].珠江水运,2022(1):100-101.
[2]安清利.影响水利工程施工质量的主要因素与控制措施[J].农村经济与科技,2021,32(16):60-62.
[3]侯志忠.影响水利工程施工质量的主要因素与控制措施[J].居舍,2021(24):131-132.
[4]荆强.水利工程施工质量的影响因素与控制措施[J].工程技术研究,2021,6(12):108-109.

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中心，职称级别：中级职称。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈水利工程施工中软土地基处理

李海林
山东大禹水务建设集团有限公司，山东 济南 250000

[摘要]当今社会，水利工程的建设和发展对于维护社会生产生活的正常运行和提高灾害防御能力具有重要意义，而水利工程建设中，软土地基处理是至关重要的技术问题，其直接关系到工程的安全性、稳定性以及长期使用效果，因此需要采取有效的处理措施。文中将对软土地基的概念、危害性以及常用的处理技术进行探讨和总结，以期为水利工程施工提供参考和指导。
[关键词]水利工程；软土地基；处理技术
DOI：10.33142/hst.v7i5.12339 中图分类号：TU753 文献标识码：A

Brief Discussion on Soft Soil Foundation Treatment in Water Conservancy Engineering Construction

LI Hailin
Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: In today's society, the construction and development of water conservancy engineering are of great significance for maintaining the normal operation of social production and life and improving disaster prevention capabilities. In water conservancy engineering construction, soft soil foundation treatment is a crucial technical issue, which directly affects the safety, stability, and long-term use effect of the project. Therefore, effective treatment measures need to be taken. This article will explore and summarize the concept, harmfulness, and commonly used treatment techniques of soft soil foundation, in order to provide reference and guidance for water conservancy engineering construction.
Keywords: water conservancy engineering; soft soil foundation; processing technology

引言

软土地基在水利工程中的较为常见，但其特有的低承载力、高压缩性、易发生沉降等问题，常常对工程结构的安全性和稳定性带来严峻危害，主要表现在工程的沉降、变形、裂缝等方面，不仅影响工程使用寿命，还导致灾害事故的发生。同时，随着社会经济的发展和城市化进程的加速，对土地资源的利用和工程建设的需求日益增加，水利工程项目需要在软土地基上建设，使得软土地基处理技术成为当前水利工程领域急需解决的技术难题[1]。通过深入研究软土地基处理技术，有效提高工程的施工质量、降低施工风险，为水利工程的可持续发展提供有力支撑。因此，软土地基处理技术的研究和优化对于提高水利工程的安全性、可靠性和持久性具有重要意义。文中深入了解软土地基的工程特性和危害，为合理选择软土地基处理技术提供理论基础，并系统总结和分析不同软土地基处理方法的优缺点，为工程设计和施工提供科学依据。

1 软土地基的概念

软土地基是指土壤的承载力较低、含水量较高、易发生变形和沉降的地基土，通常由含水量较高、颗粒大小较细的沉积土层或淤泥层组成，其工程特性主要表现为承载力较低、压缩性大、强度较弱等，广泛分布于河岸、河床、湖泊周边等水域地带，也常见于工地填土区域和低洼地带[2]。常见软土地基处理技术包括强夯施工技术、换填管理法、深层水泥固化技术、水泥搅拌桩施工技术、加筋法、排水加固和化学固结法等，每种方法都有其适用的工程场景和特点，通过科学合理地选择和应用这些处理技术，有效解决软土地基在水利工程中的问题，提高工程的质量和安全性。

2 软土地基的危害性

软土地基的危害性在水利工程建设中不容忽视。第一，低承载力。由于软土地基的承载力较低，无法承受水利工程结构所带来的重压，易导致工程结构的沉降和变形，严重影响工程的稳定性和安全性。此外，软土地基受到外部因素影响，如地震、洪涝等自然灾害，进一步加剧软土地基不稳定性和危险性。第二，高压缩性。由于软土地基的颗粒结构较松散，含水量较高，其压缩性较大，在水利工程施工和使用过程中，软土地基会因受到工程荷载的作用而发生沉降，导致工程结构的变形和损坏，严重影响工程的使用寿命和安全性。第三，变形性和不均匀性。由于软土地基的特殊结构和性质，其变形较大且不均匀，容易导致工程结构的不均匀沉降和变形，使工程结构发生裂缝、倾斜等问题，严重影响工程的使用效果和安全性。

3 软土地基处理技术

3.1 强夯施工技术

强夯施工技术是一种通过利用重锤自由落下的动能，使软土地基产生密实作用，以提高地基承载力和稳定性的

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

地基处理方法[3]。该技术通过将夯锤自由落下至一定深度，使软土地基中的土层发生压实，增加土体的密实度和承载力，从而提高了地基的承载能力和抗沉降性，确保了工程结构的安全性和稳定性。强夯施工技术的特点主要包括：一是简单高效。强夯施工操作简单，施工效率高，能够在较短的时间内完成地基处理，节约了施工周期和成本；二是适用性广泛。强夯施工技术适用于各种软土地基，包括淤泥、湿陷土、填土等，且适用范围广泛，可以用于水利工程、道路工程、建筑工程等不同类型的工程中；三是对地基质量要求低。相比其他地基处理技术，强夯施工对地基原土质量要求较低，能够处理含水量较高、颗粒较细的软土地基；四是对环境影响小。强夯施工过程中不需要使用化学药剂，对环境影响较小，符合环保要求。

强夯施工技术存在缺点和局限性。由于强夯施工主要依靠夯锤的自由落下产生的动能进行夯实，其作用范围受到施工设备的限制，对于较深的地基处理效果较差。同时，由于强夯施工过程中夯锤的自由落下会产生振动，对周边环境和附近建筑物造成影响，需要采取措施减小振动对周围环境的影响。特殊地质条件下，如软弱的有机胶质土、黏土等地基，强夯施工技术的效果不理想，甚至引起地基进一步沉降和变形。总之，强夯施工技术作为简单高效、适用范围广泛的软土地基处理方法，在水利工程建设中具有重要的应用价值，实际应用过程中，需综合考虑其优缺点和适用范围，结合工程实际情况选择合适的处理技术，以确保工程的安全稳定。

3.2 换填管理法

换填管理法是一种通过在软土地基表层填充较为坚实的土石料，以增加地基承载力和改善地基性质的地基处理方法。该技术主要通过在软土地基表层开挖一定深度的坑槽，填充或更换为较为坚实的土石料，利用这些坚实的土石料代替原有的软土地基表层，以提高地基的承载力和稳定性，确保工程结构的安全性和稳定性。

换填管理法通过在软土地基表层填充坚实的土石料，有效提高地基表层的承载力和稳定性，增加了地基的抗压能力。同时，换填管理法能够改善软土地基的工程性质，如减小地基的压缩性、提高地基的抗沉降能力，从而确保工程结构的长期稳定性，主要适用于各种软土地基，包括淤泥、湿陷土、填土等，适用范围广泛，用于水利工程、道路工程、建筑工程等不同类型的工程中，施工操作相对简单，施工设备和工艺简单易操作，能够在较短的时间内完成地基处理，节约了施工周期和成本。尽管换填管理法具有诸多优点，但存在一些缺点和局限性，要求软土地基表层的原土地质量较好，否则影响填充坚实土石料的承载能力和稳定性，降低地基处理效果。由于换填管理法需要大量的土石料填充软土地基表层，造成了一定的土方开挖和填充成本，因此施工成本较高。换填管理法需要充分考虑施工过程中的环境保护和生态保护问题，避免对周边环境造成不良影响，对施工环境要求较高。

3.3 深层水泥固化技术

深层水泥固化技术是利用水泥或类似固化材料混合软土地基，形成固化体以提高地基承载力和稳定性的地基处理方法[4]。该技术通过在软土地基中钻孔或注浆方式将水泥浆或固化剂注入到地下一定深度，与软土混合形成坚固的土体，从而提高地基的承载能力、抗沉降能力和稳定性，确保工程结构的安全性和稳定性。

深层水泥固化技术能够显著提高软土地基的承载力，通过混合固化剂与软土形成坚固的土体，增加地基的承载能力和稳定性，且该技术可改善软土地基工程性质，如减小地基的压缩性、提高地基的抗沉降能力，从而确保工程结构的长期稳定性。深层水泥固化技术适用于各种软土地基，包括淤泥、湿陷土、填土等，适用范围广泛，且采用钻孔或注浆方式进行施工，施工精度高，能够精确控制固化剂的注入深度和分布，确保地基处理效果。但也存在一些缺点，如由于深层水泥固化技术需要大量水泥或固化剂注入到软土地基中，造成施工成本较大，包括材料费用、人工费用等。对地基深度要求较高，主要作用于地基较深处，因此在浅层软土地基处理效果不理想，由于深层水泥固化技术主要作用于地基局部区域，治理范围受限，不能对整个软土地基进行全面处理。

3.4 水泥搅拌桩施工技术

水泥搅拌桩施工技术是利用旋挖钻机在软土地基中钻孔并同时注入水泥浆，形成混凝土桩以提高地基承载力和稳定性的地基处理方法。该技术通过旋挖钻机在软土地基中钻孔至设计深度，同时向孔内注入水泥浆并以搅拌方式混合土壤和水泥，形成混凝土桩，从而提高了软土地基的承载能力和稳定性，确保工程结构的安全性和稳定性。

该技术能够改善软土地基的工程性质，如减小地基的压缩性、提高地基的抗沉降能力，从而确保工程结构的长期稳定性。水泥搅拌桩施工技术适用于各种软土地基，包括淤泥、湿陷土、填土等，适用范围广泛，施工效率高，施工过程自动化程度高，能够在较短的时间内完成地基处理。由于水泥搅拌桩施工需要大量的水泥和机械设备，材料费用、人工费用较高。水泥搅拌桩施工主要作用于地基较深处，对地基的深度要求较高，施工过程中产生的振动和噪音可能对周边环境和附近建筑物产生影响，需要采取措施减小对周围环境的影响。

3.5 加筋法

加筋法是利用在软土地基中加入钢筋或合成纤维等增强材料来提高地基承载能力和改善地基性质的地基处理技术。该技术的实施过程包括在软土地基中埋设钢筋或植入合成纤维等增强材料，并通过与软土形成相互作用，增强了软土的抗拉强度、抗剪强度和整体稳定性，以实现

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

地基的加固和增强[5]。

通过加入钢筋或合成纤维等增强材料，有效提高软土地基的承载能力和稳定性，减少地基沉降，从而保证工程结构的安全性。加筋法适用于各种类型的软土地基，包括淤泥、湿陷土、填土等，在水利工程、道路工程、建筑工程等不同类型的工程中都具有广泛应用前景。相比传统的地基处理技术，加筋法的施工相对简便，操作容易，无需大规模的土方开挖，节省了施工时间和成本。同时，加筋法不会产生大量土方运输、填埋等对环境有害的副产品，因此对环境影响小，符合可持续发展的要求。但由于加筋法需要大量钢筋或合成纤维等增强材料，因此造成高施工成本。相比其他地基处理技术，加筋法施工周期较长，需要逐步埋设钢筋或植入合成纤维，耗时较多。

3.6 排水加固

排水加固是利用排水设施将软土地基中的水分排除，结合其他地基处理手段，以提高软土地基的承载能力和稳定性的地基处理技术。该技术的实施过程包括在软土地基中设置排水系统，通过排水设施将地下水或地表水排除，降低软土的含水量和孔隙水压，从而改善软土的工程性质，增强地基的稳定性和抗沉降能力。

通过排水系统有效排除地下水或地表水，降低软土的含水量和孔隙水压，改善软土的工程性质，提高地基的承载能力和稳定性。排水加固技术施工相对简单，操作方便，无需大规模的土方开挖或材料填充，节省了施工时间和成本。与其他地基处理方法相比，排水加固技术不会产生大量的土方运输、填埋等对环境有害的副产品，对周围环境影响小，符合可持续发展的要求，适用于各种软土地基，包括淤泥、湿陷土、填土等。由于排水加固技术有效性受地基深度限制，对地基深度较深的软土地基效果更佳，对于浅层软土地基效果不好。排水系统需要定期维护和清理，以确保其正常运行，否则可能导致排水效果下降，影响地基的稳定性。在一些地质条件复杂的区域，如含有高含水量的软土层或地下水位较高的地区，排水加固技术的效果可能受到限制，需要综合考虑地质条件进行施工。

3.7 化学固结法

化学固结法是通过在软土地基中引入化学固结剂，改变土体颗粒间的相互作用，从而提高软土的强度和稳定性的地基处理技术。该技术的实施过程包括在软土中注入化学固结剂，这些固结剂与土壤中的颗粒发生反应，形成水泥或其他胶结物质，使土体颗粒紧密结合，增强了土体的承载能力和抗剪强度，达到地基加固的效果。通过引入化学固结剂，形成胶结物质，可以有效提高软土的强度，增加地基的承载能力和稳定性[6]。

化学固结法适用于各种软土地基，包括淤泥、湿陷土、填土等，水利工程、道路工程、建筑工程等不同类型工程广泛应用，施工过程相对简便，注入化学固结剂的方式灵活，根据地基的实际情况进行调整，同时无需大规模的土方开挖，降低了施工难度。相比传统的地基处理技术，化学固结法的施工周期较短，能够在较短时间内完成地基处理。但化学固结法需要使用一定量的化学固结剂，增加了施工成本，且该方法对土体成分较为敏感，不同类型的土壤可能需要选择不同种类的化学固结剂，因此需要在施工前进行详细的土体勘察和试验。另外，部分化学固结剂可能对环境产生影响，需要在施工过程中采取措施确保环境保护。

4 结束语

软土地基处理技术在工程建设中扮演着至关重要的角色。通过探讨水泥搅拌桩施工技术、加筋法、排水加固和化学固结法等多种方法，深入了解了其概念、特点、优缺点和适用范围。尽管每种方法都有其独特的优势和限制，但它们共同致力于解决软土地基的工程难题，综合考虑地质条件、工程要求和成本效益，在实际工程中选择适合的地基处理技术至关重要。通过深入了解和综合应用这些技术，有效地提高工程结构的安全性和稳定性，推动工程建设的可持续发展。

[参考文献]

[1]崔金刚,陈又贵.水利工程施工中软土地基处理技术[J].黑龙江水利科技,2023,51(10):86-88.
[2]王磊.水利工程施工软土地基处理技术研究[J].内蒙古水利,2023(4):18-19.
[3]李珊珊.水利工程软土地基处理施工质量管理[J].价值工程,2022,41(1):34-36.
[4]荣庆.水利工程软土地基处理施工质量管理探讨[J].居业,2021(11):198-199.
[5]艾金岑.水利工程软土地基处理施工质量管理探讨[J].中国设备工程,2021(16):236-238.
[6]尹晓元.水利工程施工中软土地基处理技术[J].建筑与预算,2021(6):80-82.

作者简介：李海林（1990.7—），毕业院校：山东城市建设职业学院，所学专业：城镇规划，当前就职单位：山东大禹水务建设集团有限公司，职务：项目经理，职称级别：工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

河道堤防施工技术在水利工程中应用的分析

刘 光
浙江省水电建筑安装有限公司，浙江 杭州 310053

[摘要]河道堤防是水利工程中重要的组成部分，其主要作用包括：防洪、排涝、保水、防蚀和生态环境保护等，通过建设和加固河道堤防，可有效控制河道水流，减轻洪水灾害的危害，提高土地利用率，改善生态环境，促进经济社会可持续发展。本篇文章深入探讨河道堤防工程的施工技术，并阐述了河道堤防施工技术的发展趋势，以此来为经济社会可持续发展提供有力支撑。

[关键词]水利工程；河道堤防；施工技术
DOI：10.33142/hst.v7i5.12334 中图分类号：TV51 文献标识码：A

Application Analysis of River Embankment Construction Technology in Water Conservancy Engineering

LIU Guang
Zhejiang Hydropower Construction and Installation Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310053, China

Abstract: River embankments are an important component of hydraulic engineering, and their main functions include flood control, drainage, water retention, erosion prevention, and ecological environment protection. By constructing and strengthening river embankments, river water flow can be effectively controlled, flood disasters can be reduced, land use efficiency can be improved, ecological environment can be improved, and sustainable economic and social development can be promoted. This article delves into the construction technology of river embankment engineering and elaborates on the development trend of river embankment construction technology, in order to provide strong support for sustainable economic and social development.

Keywords: water conservancy engineering; river embankment; construction technology

引言

水利工程中的河道堤防工程涉及到土石方填筑、土工布铺设、加固旧堤坝、混凝土施工等多个方面，其施工技术的质量直接影响着工程的稳定性和安全性。当前，我国正处于经济快速发展的阶段，城市化进程不断加快，城市人口不断增加，对水资源的需求也日益增加[1]。因此，河道堤防工程的建设和维护显得尤为重要。

随着城市化进程的加快，城市土地利用效率不断提高，而河道堤防工程的建设和维护能够有效保障城市的排水能力，降低城市内涝的风险。同时，河道堤防工程的建设不仅可以保护水域生态环境，减少水土流失，还可促进河流的生态修复和水质改善，为人们提供清洁的水资源。通过研究和探索河道堤防工程的施工技术，可不断提升工程施工质量和效率，减少资源浪费和环境污染，推动水利工程向智能化、信息化方向发展，为实现水资源的合理利用和保护生态环境提供有力支撑。

1 水利工程中河道堤防工程的作用

1.1 防洪排涝

河道堤防通过构筑高耸的堤坝，能够有效地阻挡河水泛滥，减缓河水的流速，降低了洪水对周边地区的冲击和破坏，堤防起到类似于巨大屏障作用，使得洪水无法随意泛滥进入居民区、农田和城市建筑，保障人们的生命财产安全。河道堤防工程的设计和建设充分考虑河道流量、水位等因素，在河水上涨时及时起到抵挡洪水的作用，降低了洪灾对周边地区的损害。在洪水来袭时，河道堤防的存在能够有效地分流洪水，减缓洪水流速，从而减少了水灾的程度和影响范围。此外，通过合理规划和建设河道堤防，确保城市排水系统的正常运行，避免城市内涝现象的发生，使得城市排水系统更加畅通，有效地排除降水过程积水造成影响，保障城市正常生活和生产秩序。

1.2 保护生态环境

河道堤防工程的建设能够有效地减少水土流失，防止河水侵蚀周边土地，保护土壤的肥力和稳定性，通过设置堤有效地减少河水冲刷岸边土地的情况，保护岸边生态系统的完整性和稳定性[2]。河道堤防的建设不仅可减少水域生态系统受到的人为干扰，还能够恢复和改善水域生态系统的功能，促进水生物的多样性和丰富度。此外，河道堤防工程的建设还能够提高周边地区的防灾能力和抗灾能力，保障人民群众的生命财产安全，通过合理规划和建设河道堤防，有效地减少洪水对周边地区的侵害，降低洪灾造成的损失，保障了当地居民的生命安全和财产安全。

1.3 促进社会经济发展

随着城市化进程的加快，城市人口不断增加，对水资源的需求也日益增加。河道堤防工程的建设和维护能有效

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

保障城市的排水能力，降低城市内涝的风险，为城市的正常运行和居民的生活提供了重要保障[3]。河道堤防工程的建设有助于提高土地利用效率，通过规划和建设河道堤防，有效利用河道两岸的土地资源，改善土地利用结构，提高土地的开发和利用效率，不仅有利于农业生产发展，还能促进工业和城市建设的进程，推动城市化和产业化的发展。此外，通过规划和建设河道堤防可有效调节河道水位，提高水资源的利用效率，保障农田灌溉、工业用水和城市供水等基础设施的正常运行，良好的水利设施能够促进农业生产、工业发展和城市建设，推动经济社会的快速发展。

2 河道堤防施工技术

2.1 施工工序

河道堤防施工涉及多个工序。一是勘测和设计阶段，施工前进行详细地质勘测和工程设计，确定堤防的设计高度、长度、坡度等关键参数，这直接影响到后续施工工序的顺利进行和工程的整体质量。二是基础处理工序，包括清理施工区域、挖土、填筑基底、夯实等。清理工作确保施工现场整洁，而挖土、填筑和夯实工作则是为保证堤防的基础牢固，能够承受河水压力和外部荷载。三是防渗工序，主要包括选择合适的防渗材料，进行铺设和夯实。防渗层施工是为防止水分通过堤防渗漏，确保堤防的密封性，对于长期维护工程稳定性至关重要。四是堤体的筑坝，通常采用分段、逐层堆筑的方式，确保堤体的均匀性和稳定性。在筑坝过程中，根据设计要求控制堤体的高程、坡度和横断面形状，以满足设计要求。五是边坡防护工序，对堤体进行边坡处理，采用防护措施，如植草、设置护坡结构等，以增加边坡的稳定性，减少侵蚀和坡面塌方的风险。六是堤顶处理工序，包括堤顶平整和覆盖，堤顶平整是为提供足够工作空间，而堤顶覆盖则可采用草皮、石块或其他覆盖材料，以增强防护作用，提高堤顶的稳定性。整个施工过程中，严格按照设计图纸和规范要求进行操作，定期进行工程检查和监测，确保施工质量和安全，并合理安排施工计划，确保各个工序的衔接和协同，以最大程度地提高施工效率和工程质量。

2.2 选择土料

第一，对土料选择需考虑其力学性质，包括抗剪强度、抗压强度、弹性模量等，性质反映土料抗变形和承载能力，对于堤防稳定性至关重要。通常选具有较高强度和合适变形特性的土料，以确保堤防在水压和外部荷载的作用下能够保持结构的完整性和稳定性。第二，考虑土料颗粒组成。理想土料应具有均匀的颗粒分布，不含过多的细颗和粉土，以免影响土体的排水性能，均匀颗粒分布有助于提高土体的密实度和稠度，增加土体抗渗性和抗冲刷能力。第三，充分考虑土料压缩性和膨胀性。确保其具有适当压缩性，能够在工程施工和运用过程中承受不同程度的变形，避免选择过于膨胀土料，以免影响堤防的整体稳定性，在一定程度上减小土体压缩变形，提高工程耐久性和稳定性。第四，考虑环境因素，如土料来源和开采条件。选择离工地近、易获取的土料有助于减少运输成本和施工周期，提高工程的经济效益。同时，确保土料开采过程不会对周围环境造成过度破坏，符合可持续发展的原则。第五，根据具体工程要求和环境条件进行综合评估。通过严格的工程地质勘测和试验，结合土料的力学性质、颗粒组成、压缩性和膨胀性等因素，选择最适合工程要求的土料，以确保选择的土料能够满足工程的性能要求，提高堤防工程的整体质量和稳定性。

2.3 堤防填筑

其一，需要进行基础处理工作，包括清理施工区域、挖土、填筑基底和夯实等，清理工作确保施工现场整洁，挖土、填筑和夯实工作则是为了保证堤防的基础牢固，能够承受河水压力和外部荷载[4]。其二，堤防填筑工序，通常采用分段、逐层堆筑的方式进行。填筑过程中，需按照设计要求控制填筑层的厚度和坡度，以确保堤防的稳定性和均匀性，填筑材料通常选择具有合适力学性质和颗粒组成的土料，如黏土、砂土等，以确保堤防具有足够的强度和稠度。其三，注意填筑层的夯实工作。夯实是指利用夯实机械对填筑层进行压实，以提高土体的密实度和稠度，增加土体的抗渗性和抗冲刷能力，夯实工作需要根据设计要求和土体性质，合理控制夯实的频次和力度，确保填筑层的夯实质量达到要求。其四，注意填筑面的平整和坡度的控制。填筑面应该保持水平和平整，以便后续工序的顺利进行，同时需要根据设计要求控制堤防的坡度，确保填筑层的稳定性和抗冲刷能力。其五，对堤防进行检查和验收工作。通过检查填筑层的厚度、坡度、夯实质量等指标，确保填筑工程符合设计要求和规范要求，对填筑过程中可能存在的问题进行及时处理，确保填筑层的质量和稳定性。

2.4 回填土方的土工布铺设

回填土方的土工布铺设可提高堤防的稳定性、防渗性和抗冲刷能力。土工布作为一种特殊的合成材料，其应用在回填土方中能够有效地增强土体的抗拉强度、抗剪切性能，并提供优越的防渗隔离效果。第一，进行回填土方前，需要对工程现场进行详细的勘测和设计。通过充分了解地质、水文和土质等环境因素，工程师可以合理选择土工布的种类、规格和铺设方式，以满足具体工程的需求。此阶段的准确性直接影响到后续土工布的有效性和工程的整体质量。第二，对土体表面进行清理和修整，确保土工布能够紧密贴附于土体表面，根据设计要求和土工布的特性，将土工布按照一定方式展开并铺设在土体表面，特别注意土工布拉伸和对接，以确保整个布料系统能够形成一个均匀、稳定的结构。第三，不同的工程需要使用不同类型的土工布，包括防渗土工布、加筋土工布和防护土工布，根据工程的实际情况，提供最佳土工布性能，以应对可能地质、水文和环境变化。第四，进行细致的检查和修正。检

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

查土工布覆盖是否完整，是否有损坏或缺陷，以及是否符合设计要求，有问题及时修正和加固，并注意土工布与土体的紧密结合。

2.5 加固旧堤坝

加固旧堤坝旨在提高旧堤坝的稳定性和抗洪能力，以应对自然灾害和长期使用带来的老化和磨损，需综合考虑工程结构、地质条件、环境影响等多因素，确保加固效果和长期稳定性。其一，进行旧堤坝的全面勘测和评估工作，对堤坝的结构、材料、土质情况以及周边环境等进行详细调查和分析，以确定堤坝存在的问题和加固的必要性，通过现场勘测和实验室测试，准确了解堤坝的强度、稳定性和承载能力，为制定有效的加固方案提供数据支持。其二，根据勘测评估结果，制定出最佳加固方案，涉及到使用不同材料和技术，如加筋混凝土、土工布覆盖、土石方加固等，设计方案充分考虑到堤坝的地质情况、水文条件、周边环境等因素，以确保加固后的堤坝能够适应各种自然条件下的要求，并且能够长期稳定运行。其三，进行加固工程时，需要严格按照设计方案和相关规范进行操作，确保施工质量和安全，涉及到大型机械设备的运输和安装、材料的选用和搬运、工人的技术操作等方面，需密切监督工作进展，及时调整施工方案，确保加固工程的顺利进行[5]。其四，进行验收和监测。验收工作将对加固效果进行检查和评估，确保加固工程符合设计要求和相关标准，并需要建立定期监测系统，对加固后的堤坝进行长期的监测和评估，及时发现并解决可能存在的问题，确保堤坝的长期稳定运行和安全性。总之，加固旧堤坝是一项综合性的工程项目，需要多学科的专业知识和丰富的实践经验，通过科学勘测评估、合理设计方案、精湛施工技术和有效的监测管理，才能确保加固后的堤坝能够在各种自然条件下发挥出最佳的防洪和稳定作用，保障周边地区的安全和稳定。

3 在水利工程中河道堤防施工技术的趋势

3.1 智能化和数字化技术应用

未来，智能化和数字化技术的应用将全面运用在河道堤防施工技术，包括利用先进的传感器、监测设备和数据处理技术，实现对堤防结构的实时监测、预警和管理。通过智能化系统，实现对堤防结构的远程监控，及时发现并处理可能存在的安全隐患，提高施工的精准性和安全性。数字化技术的应用对施工过程的数据采集和分析，帮助工程师们更好地了解工程进展和质量情况，提高决策的科学性和准确性。综合利用智能化和数字化技术，将为河道堤防施工提供更加智能、高效和可靠的解决方案，推动水利工程的现代化和智能化发展。

3.2 新型材料的应用

随着科技的不断发展，新型材料的涌现将为河道堤防的建设提供更加可靠和高效的解决方案。首先，高性能混凝土具有优异的抗压强度、耐久性和抗渗性能，能够更好地抵御水流的冲击和侵蚀，提高堤防结构的稳定性和耐久性。其次，纳米材料的应用将为堤防施工带来新的突破。纳米材料具有超强的力学性能和抗老化能力，能够增强混凝土的强度和耐久性，提高其抗裂性和防水性能。通过将纳米材料掺入混凝土中，显著改善堤防的抗冲刷和防渗能力，从而提高其整体稳定性和可靠性。最后，高强度聚合物具有轻质、高强度、耐腐蚀等特点，适合用于堤防结构的加固和修复，通过采用高强度聚合物复合材料，实现堤防结构的轻量化和提高其抗震性

4 结束语

河道堤防施工技术在水利工程中的应用具有重要意义。通过合理选择土料、严格控制施工工序、加强对土方的质量控制和监测，以及采用先进的加固和修复技术，可以提高河道堤防工程的施工质量和稳定性，确保其在防洪、排涝、保水和生态环境保护等方面发挥有效作用。在未来发展中，可借助信息化技术和智能化设备，提高河道堤防施工的精准度和自动化水平，减少人为误差和施工风险，不断提升河道堤防工程的质量和效益，实现水资源的合理利用和可持续发展。

[参考文献]

[1]张国瑛.河道堤防施工技术在水利工程中应用的分析[J].水上安全,2023(16):181-183.
[2]王攀生.河道堤岸防护工程施工技术在水利工程中的应用分析[J].水上安全,2023(5):170-172.
[3]刘启鑫.关于河道堤防施工技术在水利工程中应用的分析与探讨[J].珠江水运,2021(23):56-57.
[4]王晨义.关于河道堤防施工技术在水利工程中应用的分析[J].现代物业(中旬刊),2018(10):213.
[5]王德宁.关于河道堤防施工技术在水利工程中应用的分析与探讨[J].科技视界,2015(35):104-109.

作者简介：刘光（1993.2—），单位：浙江省水电建筑安装有限公司，工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水利工程施工中的边坡开挖及防护技术

赵 安
夏新建设水利电力工程有限公司，宁夏 固原 756000

[摘要]近年来，我国经济实力不断提升，为完善各类基础设施创造了良好条件。水利工程作为关系国计民生的重点工程，在灾害应对、生活支持等方面扮演着至关重要的角色。然而，为了确保水利工程的可靠性，必须在施工环节把好质量关、效率关。边坡的开挖支护直接影响到水利工程的基本质量与运转使用。因此，在水利工程中必须高度重视边坡的开挖与支护工作，采取针对性的有效技术，以保障水利工程施工的有序进行。文中以水利工程边坡开挖支护的实际为立足点，肯定了该技术在水利工程中的重要价值，并探寻了其在实际应用中的有效性。
[关键词]水利工程施工；边坡开挖；防护技术；技术应用
DOI：10.33142/hst.v7i5.12316 中图分类号：TV551.4 文献标识码：A

Slope Excavation and Protection Technology in Water Conservancy Engineering Construction

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

Abstract: In recent years, Chinese economic strength has continuously improved, creating favorable conditions for improving various infrastructure. Water conservancy engineering, as a key project related to national economy and people's livelihood, plays a crucial role in disaster response, life support, and other aspects. However, in order to ensure the reliability of water conservancy engineering, quality and efficiency must be ensured in the construction process. The excavation and support of slopes directly affect the basic quality and operation of water conservancy engineering. Therefore, in water conservancy engineering, it is necessary to attach great importance to the excavation and support of slopes, adopt targeted and effective technologies, and ensure the orderly progress of water conservancy engineering construction. Based on the actual excavation and support of slopes in hydraulic engineering, the article affirms the important value of this technology in hydraulic engineering and explores its effectiveness in practical application.
Keywords: water conservancy engineering construction; slope excavation; protective technology; technology application

引言

水利工程的施工中，边坡开挖及防护技术是至关重要的一环。边坡作为水利工程中的重要组成部分，其稳定性直接关系到工程的安全和可持续性。随着水利工程建设的不断推进和水文地质条件的多样化，对于边坡开挖及防护技术的要求也日益提高。边坡开挖施工所涉及的地质、水文等复杂环境，对工程安全提出了严峻挑战。因此，科学合理的开挖和防护措施成为确保工程施工顺利进行的关键。边坡开挖及防护技术的研究和应用已经取得了显著进展，涉及到了多个学科领域，如土木工程、地质工程等。然而，仍然存在着许多挑战和问题需要解决。地质条件的复杂性、水文情况的多变性等因素，可能导致边坡开挖及防护技术的应用受到限制。因此，加强对边坡开挖及防护技术的研究和探索，不断提高技术水平和应用效果，对于推动水利工程建设和保障工程安全具有重要意义。

1 水利工程施工中边坡开挖支护技术的重要意义

在水利工程施工中，边坡开挖支护技术的重要性不言而喻。边坡开挖是水利工程建设中常见的施工环节之一，涉及到地质条件复杂、土层结构多变的情况。边坡开挖支护技术的合理应用，不仅能确保施工现场的安全，还能保障工程的质量和进度。其重要意义主要体现在以下几个方面：首先，边坡开挖支护技术是保障施工人员安全的重要手段。在水利工程施工中，往往需要对边坡进行大规模的开挖，这会导致边坡稳定性下降，存在坍塌、滑坡等风险。通过合理的支护技术，可以有效地防止边坡发生失稳和坍塌，保障施工人员的安全。其次，边坡开挖支护技术有助于保护周边环境和水资源安全。水利工程常常位于山区或河流附近，边坡开挖如果不加以支护，容易引发山体滑坡或边坡崩塌，造成土石流、泥石流等灾害，危及周边环境和水资源的安全。采用科学合理的边坡支护技术，可以有效地减少这些灾害的发生，保护周边环境和水资源的安全。另外，边坡开挖支护技术也是保障工程质量和进度的关键因素。水利工程通常具有较高的工程要求和施工难度，边坡开挖如果不得当，容易导致工程质量问题和进度延误。通过合理的支护技术，可以保证边坡的稳定性和整体结构的完整性，确保工程质量达标，保障施工进度。

2 边坡开挖的工作步骤

2.1 相关人员进行技术交底

边坡开挖是水利工程建设中的重要环节之一，其施工过程需要经过严密的规划和组织。在开始边坡开挖之前，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

首要步骤是进行相关人员的技术交底。这一步骤的重要性不可忽视，因为它确保了所有参与施工的人员对工作任务和安全要求的充分了解。技术交底通常由工程负责人或技术主管负责组织。在技术交底会议上，会对边坡开挖的具体工作步骤、施工安全注意事项、质量要求、工期安排等进行详细说明和解释。参与施工的各个岗位的人员，包括工程管理人员、监理人员、施工人员等，都需要参加技术交底会议，并对其内容进行充分理解和接受。在技术交底会议上，需要重点强调以下几个方面：首先，明确工作任务和目标。要清楚地说明边坡开挖的具体工作内容、施工范围和要求，确保所有人员对工作任务有清晰的认识和理解。其次，强调施工安全要求。边坡开挖是一个涉及到人员安全的高风险作业，必须严格遵守施工安全规章制度，做好安全防护工作，保障施工人员的安全。再次，介绍施工方法和工艺流程。对于边坡开挖的具体施工方法和工艺流程进行详细介绍，确保所有人员理解并按照规定的流程进行施工。最后，强调质量要求和验收标准[1]。边坡开挖的质量直接关系到工程的安全和稳定性，因此必须严格按照质量要求和验收标准进行施工，并及时进行质量检查和验收。

2.2 进行现场测量和放线工作

边坡开挖是水利工程建设中至关重要的一环，而进行现场测量和放线工作是确保边坡开挖施工顺利进行的首要步骤之一。在施工开始之前，对边坡进行准确的测量和放线是至关重要的，因为它直接影响到后续施工的进行和工程质量的保障。现场测量工作包括对地形地貌、边坡的尺寸、高差等进行详细的测量。这需要由专业的测量人员使用精密的测量仪器和设备进行，以确保测量数据的准确性和可靠性。通过现场测量，可以获取到边坡的实际情况，为后续的施工提供准确的参考依据。在测量完成后，进行放线工作。放线工作是将测量数据准确地反映在现场地面上，划出边坡开挖的具体范围和轮廓。这需要按照工程设计要求，在地面上进行准确的标示和划线，以确保边坡开挖的范围和轮廓符合设计要求。放线工作需要细心、耐心和精确，以确保放线的准确性和一致性。在进行现场测量和放线工作时，需要注意以下几点：使用专业的测量仪器和设备，严格按照设计要求进行操作，对测量数据和放线结果进行反复核对和确认，及时发现和纠正错误。

2.3 进行井洞挖掘

在水利工程中，边坡开挖是一个关键的施工环节，而进行井洞挖掘则是边坡开挖工作步骤中的重要阶段之一。井洞挖掘是为了进一步了解边坡内部情况、进行边坡的稳定性评估以及后续支护工作的展开。首先，进行井洞挖掘需要严格按照设计要求和施工方案进行操作。施工人员必须对井洞挖掘的具体位置、尺寸、深度等进行详细的了解，并根据设计要求选择合适的挖掘工具和设备。其次，施工人员需要根据实际情况选择合适的挖掘方法。通常情况下，井洞挖掘可以采用手工挖掘、机械挖掘或者爆破等方法进行。在选择挖掘方法时，需要考虑到边坡的地质条件、周围环境以及施工的安全性和效率等因素。在进行井洞挖掘时，施工人员需要特别注意安全问题。在挖掘过程中，要加强现场监督和管理，确保施工人员的人身安全和施工设备的正常运行。同时，要及时清理井洞内的泥土和杂物，防止堵塞和垮塌等意外情况发生。最后，井洞挖掘完成后，需要对井洞进行检查和评估。施工人员需要对井洞的尺寸、形状、土质等进行检查，评估井洞挖掘的质量和效果。如发现问题，及时进行调整和处理，以确保后续工作的顺利进行。

2.4 实施爆破工作

边坡开挖的工作步骤中，实施爆破工作是一个关键环节，尤其适用于较大规模或者较硬的岩石边坡。爆破工作的目的是通过控制爆炸的能量和方向，将边坡岩石或土壤炸碎，以便于后续的清理和整理工作进行。在实施爆破工作之前，首先需要进行详细的爆破设计和方案制定。这包括对边坡的地质情况、岩石性质、周围环境以及爆破安全距离等进行全面评估和分析，确定合适的爆破参数和方案。接着，进行现场准备工作。施工人员需要清理现场，确保周围环境安全，同时设置好爆破的警示标志和安全警戒线，以防止无关人员靠近施工现场。然后，进行爆破装置的布置和安装。根据爆破设计方案，施工人员需要在边坡内部钻孔，并将爆破药品或者爆破器材放置其中，然后进行连接和固定，确保爆破装置的稳定性和安全性[2]。随后，进行爆破作业。在确保周围环境安全的情况下，按照爆破设计方案，通过引爆装置对边坡进行爆破，控制爆炸的能量和方向，将岩石或土壤炸碎，并使其呈现出较为适宜的形态，以便于后续的清理和整理。最后，进行爆破后的清理和整理工作。爆破完成后，施工人员需要对爆破区域进行清理和整理，清除爆破碎片和杂物，使其达到施工要求，并确保周围环境的安全和整洁。

3 水利工程施工中边坡开挖支护技术分析以及实际应用

3.1 浅层支护技术

在水利工程施工中，边坡开挖支护技术是确保施工安全和边坡稳定的重要手段之一。浅层支护技术针对边坡开挖深度较浅的情况，采用多种方法对边坡进行支护和加固，以防止边坡失稳、塌方或滑坡等危险情况发生。浅层支护技术的应用范围广泛，包括以下几种常见方法：首先，常用的浅层支护方法包括边坡喷锚、挡墙支护、加筋土墙、钢筋混凝土挡墙等。这些支护方法通过在边坡表面设置锚杆、挡墙或者混凝土结构，增加边坡的稳定性，防止边坡发生滑坡或坍塌。其次，还可以采用地锚支护、土钉支护、喷射混凝土喷筑等技术。这些技术主要通过在边坡内部设

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

置地锚或者土钉，并进行固结和加固，增强边坡的抗滑性和抗倾倒性，有效地防止边坡失稳。此外，还可以结合使用不同的支护技术，根据实际情况和工程要求进行综合应用。例如，在边坡开挖过程中，可以先采用挡墙支护或者加筋土墙加固边坡表面，然后再通过地锚或土钉等技术对边坡内部进行加固，以达到更好的支护效果。在实际应用中，浅层支护技术已经得到了广泛的应用和验证，取得了良好的效果。通过合理选择和应用不同的支护技术，可以有效地保障水利工程施工的安全和工程质量，为工程的顺利进行提供了重要保障。

3.2 深层支护

深层支护技术在水利工程施工中扮演着至关重要的角色。在面对边坡高度较大、倾斜度较陡、土质较松软的情况下，浅层支护技术可能无法满足要求，而深层支护技术则能够有效地增加边坡的稳定性和抗滑性。深层支护技术的核心思想是通过加固边坡深层土体，使其具备更强的抗滑能力。这种技术常常涉及到在边坡内部或下部埋设钢筋混凝土桩、钢筋锚杆等支护结构，以及利用土钉支护、土石方搅拌桩等方法增加土体的密实度和强度。这些措施不仅能够有效地防止边坡发生滑坡、塌方等灾害，还能够提高边坡的整体稳定性，保障水利工程施工的安全性和顺利进行。在实际应用中，深层支护技术往往需要根据具体的地质条件和工程要求进行合理选择和组合。例如，在边坡土质较为松软的情况下，可以采用钢筋混凝土桩或者钢筋锚杆等支护结构进行加固；而在边坡高度较大、倾斜度较陡的情况下，则可以考虑采用土石方搅拌桩等方法增加土体的密实度和抗滑性。

4 水利工程施工中边坡开挖支护技术应用的重点环节

4.1 设置钢筋网

在水利工程施工中，设置钢筋网是边坡开挖支护技术中的重要环节之一。钢筋网作为一种常用的边坡支护材料，具有高强度、耐腐蚀、抗拉性能优良等特点，能够有效地增加边坡的稳定性和抗滑性。设置钢筋网的过程主要包括以下几个重点环节：首先是选择合适的钢筋网规格和材质。根据边坡的高度、坡度、土质情况等因素，合理选择钢筋网的规格和材质，确保其具备足够的强度和抗拉性能。其次是确定钢筋网的布设位置和方式。根据边坡的具体情况和设计要求，在边坡表面或者内部设置钢筋网，采用横向、纵向或者交叉布设方式，形成稳固的支护结构。然后是进行钢筋网的固定和连接。将钢筋网铺设到指定位置后，采用专用的连接件或者焊接技术，将钢筋网与地面或者支撑结构牢固连接，确保其稳定性和可靠性。接着是进行钢筋网的张拉和调整。对于需要张拉的钢筋网，施工人员需要使用专用的张拉设备对钢筋网进行张拉，调整其张力，以增加其抗拉性能和支撑作用。最后是进行钢筋网的验收和监测[3]。施工完成后，需要对设置的钢筋网进行验收，检查其布设质量和固定效果，确保其符合设计要求。同时，在边坡开挖过程中，需要不断对钢筋网进行监测，及时发现和处理可能存在的问题，保障边坡支护的有效性和稳定性。

4.2 进行边坡检测

边坡检测的目的在于全面了解边坡的稳定性和变形情况，及时发现可能存在的安全隐患，并采取必要的措施进行修复和加固，以确保施工的顺利进行和工程的安全稳定。边坡检测通常采用多种方法和技术，包括视觉检测、测量技术、岩土监测和水文监测等。通过视觉检测，施工人员可以直观地观察边坡表面的裂缝、变形、滑动迹象等情况，进行初步的评估。测量技术则能够精确地获取边坡的高程、坡度、变形等数据，为后续分析提供可靠依据。岩土监测和水文监测则能够实时监测边坡土体的应力、变形、水文情况等参数，提供更为详细的边坡稳定性信息。通过对边坡的全面检测，可以及时发现边坡的变形和变化趋势，判断其稳定性，并根据检测结果制定相应的应对措施。例如，针对发现的边坡裂缝或滑动迹象，可以采取加固措施，如设置钢筋网、注浆加固等。对于发现的严重安全隐患，可能需要暂停施工，并进行更加深入的边坡稳定性分析和治理设计。

5 水利工程施工中边坡开挖注意事项

在水利工程施工中，边坡开挖是一个重要的环节，而边坡开挖过程中需要特别注意以下几个方面：首先，要充分了解边坡的地质情况和工程要求。在进行边坡开挖前，必须对边坡的地质结构、土质性质、地下水情况等进行全面调查和分析，并结合工程设计要求，合理制定开挖方案和支护措施。其次，要加强施工现场的安全管理。边坡开挖是一个涉及到地质和土体的作业，施工现场存在着坍塌、滑坡等安全风险。因此，必须加强施工现场的安全管理，设置明显的警示标志、安全防护设施，确保施工人员的安全。再者，要合理选择施工方法和机具设备。根据边坡的具体情况和工程要求，选择合适的开挖方法和机具设备，确保施工的效率和质量。同时，要加强对机具设备的检查和维护，确保其正常运行。另外，要及时排水和处理地下水。在边坡开挖过程中，地下水可能会对施工造成影响，因此需要及时采取排水措施，保持施工现场的干燥。同时，要注意对排出的地下水进行处理，避免对周围环境造成污染[4]。最后，要加强对边坡开挖过程的监测和检查。在边坡开挖过程中，要不断对边坡的稳定性和施工质量进行监测和检查，及时发现并处理可能存在的安全隐患，确保施工的顺利进行和工程的安全稳定。

6 结语

水利工程施工中的边坡开挖及防护技术对于工程安全和可持续发展至关重要。通过本文的探讨，我们深入了

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

解了边坡开挖及防护技术在水利工程中的关键作用和应用方法。我们强调了在施工过程中确保质量和效率的重要性，特别是在边坡开挖与支护方面。采用针对性的有效技术，是保障水利工程施工顺利进行的关键。通过本文的研究，我们对水利工程中边坡开挖支护技术的实际应用有了更深入的了解，并认识到了其重要价值。期待这些研究成果能够为水利工程的安全施工和持续发展提供有效的指导和支持。

[参考文献]

[1]袁欢.水利工程施工中的边坡开挖及防护技术[J].水上安全,2024(3):160-162.
[2]卢雪涛.水利工程施工中边坡开挖支护技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(23):208-210.
[3]陈乃嘉,谢艾楠.水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用研究[J].东北水利水电,2022,40(7):57-58.
[4]麦广毅.水利工程施工中的边坡开挖支护技术探析[J].住宅与房地产,2021(33):77-78.

作者简介：赵安（1988.1—），毕业院校：宁夏大学，所学专业：水利工程，当前就职单位：宁夏新建设水利电力工程有限公司，职务：项目经理，职称级别：中级。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水库大坝应急管理存在问题和对策建议

宋俊星
山东大禹水务建设集团有限公司，山东 济南 250000

[摘要]水库大坝作为重要的水利工程设施，其应急管理直接关系到人民生命财产的安全。然而，在实际应用中，水库大坝的应急管理存在一些问题，需要及时解决和改进。文中从组织体系、监测预警、应急协同、人员培训以及社会参与等方面进行分析，提出了一系列对策建议。通过加强组织体系建设、完善监测预警机制、健全协同应急机制、提升人员培训水平以及加强社会公众参与，可以有效提高水库大坝的应急管理水平，确保水利工程安全稳定运行，保障人民生命财产安全。
[关键词]水库大坝；应急管理；存在问题；优化策略
DOI：10.33142/hst.v7i5.12338 中图分类号：TV698 文献标识码：A

Problems and Countermeasures for Emergency Management of Reservoir Dams

SONG Junxing
Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: As an important water conservancy engineering facility, the emergency management of reservoir dams is directly related to the safety of people's lives and property. However, in practical applications, there are some problems in the emergency management of reservoir dams that need to be solved and improved in a timely manner. This article analyzes the organizational system, monitoring and early warning, emergency coordination, personnel training, and social participation, and puts forward a series of countermeasures and suggestions. By strengthening the construction of organizational system, improving monitoring and early warning mechanisms, improving collaborative emergency mechanisms, improving personnel training levels, and strengthening public participation, the emergency management level of reservoir dams can be effectively improved, ensuring the safe and stable operation of water conservancy projects, and safeguarding the safety of people's lives and property.
Keywords: reservoir dams; emergency management; existing problems; optimization strategy

引言

水库大坝作为水利工程的重要组成部分，对于水资源的调控和防洪减灾具有至关重要的作用。但是，在日益复杂多变的自然和社会环境中，水库大坝面临着各种潜在的风险和挑战，尤其是在突发事件发生时，其安全问题可能对周边地区造成巨大影响。因此，本文着重探讨现阶段水库大坝应急管理存在的问题，并提出针对性的策略，进一步提升水库大坝的应急管理水平，有力保障水利工程安全稳定运行。

1 应急管理在确保水库大坝安全中的重要性

水库大坝是一项重要的水利工程，承担着水源调控、防洪抗旱、发电等多重职能，但它也面临自然灾害、人为事故等威胁，安全问题备受关注。应急管理是一种组织、协调、指挥和控制系统资源以应对紧急情况的战略性管理手段。在水库大坝安全中，应急管理的重要性体现在几个方面。

1.1 预防灾害风险，确保水坝稳定

水库大坝所处环境复杂多变，可能受到洪水、地震、泥石流等自然灾害的影响，通过建立健全的应急管理系统，可以提前识别潜在的灾害风险，采取有效的措施进行预防和控制，确保水坝的稳定和安全。

1.2 快速响应，减轻灾害损失

在突发事件发生时，如水坝溃决、渗漏等，及时的应急响应可以大大减轻灾害造成的损失，建立完善的应急预案和紧急处置机制，提高危机处理的效率，迅速采取措施，可以最小化灾害影响，保障周边居民的生命财产安全[1]。

1.3 保障水资源供应，维护生态平衡

水库大坝的运行不仅关乎人类饮水和农业灌溉，也与周边生态环境密切相关。通过科学合理的应急管理，能够在灾害发生时迅速采取措施，保障水资源的供应，维护生态平衡，减少因灾害而引发的环境破坏。

1.4 提升公众安全意识，实现社会共治

应急管理不仅仅是政府和专业机构的责任，也需要广泛的社会参与。通过开展公众安全意识教育、定期演练和模拟演练等活动，可以提高公众对水库大坝安全的关注度，形成社会共治的良好氛围，使每个人都能够在灾害发生时做出正确的反应。

通过加强应急管理，能够更好地防范灾害风险、快速应对突发事件，确保水库大坝的安全运行，最终实现水资源的合理利用和社会的可持续发展。

2 水库大坝应急管理存在的问题

2.1 组织体系不健全

水库大坝应急管理的组织体系存在严重问题，主要表现在组织架构不健全、信息流动不畅、应急预案不完善、

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

专业人才短缺、缺乏定期演练和培训以及社会参与度不高等方面。首先，许多水库大坝的管理团队缺乏明确的组织结构和责任分工，导致在紧急情况下决策效率低下，缺乏清晰的指挥体系和信息传递途径，使得在应急情况下无法迅速、有效地采取措施，增加了灾害带来的损失。其次，信息流动不畅是影响水库大坝应急管理的重要因素，信息传递不及时、不准确，决策者无法获取到关键信息，影响了应急决策的质量和时效性，这种信息流动不畅的情况加剧了灾害应对的困难程度，增加了应急管理的风险。水库大坝的应急预案过于宏观，缺乏具体可操作性的细节，或者没有考虑到各种可能性的发生，缺乏全面性和前瞻性，会使得在实际应急情况下，人员无法迅速根据预案采取有效措施，增加灾害风险。另外，缺乏定期演练和培训使得管理团队在实际应急情况下的临场处理能力不足。在没有定期演练和培训的情况下，管理团队很难应对复杂多变的灾害情景，也无法全面检验应急预案的可行性和有效性。

2.2 监测预警体系不完善

水库大坝在面临自然灾害或人为事故时，未能建立起有效、全面的监测和预警体系，阻碍了对潜在风险的及时感知和灵敏响应。水库大坝的监测设备过时，无法实现对坝体、坝基、坝址等关键部位的实时监测，缺乏先进的监测技术，使得对潜在问题的早期发现和准确判断受到限制，增加了灾害发生的概率。监测预警体系的数据采集和处理不及时、不精准，也无法实现对流域、气象、水文等多方面数据的实时收集和综合分析，导致在灾害发生前，管理团队无法获得准确的信息，难以做出及时有效的应急决策。另外，部分水库大坝缺乏建立完善的预警机制，无法通过提前预警来引导人们有序疏散，减轻灾害损失了，缺乏科学有效的预警手段，使得在灾害来临时无法及时采取措施，增加了对人民生命财产的威胁[2]。在水库大坝周边居民中，对于监测预警体系的认知不足，导致灾害来临时缺乏正确的反应和应对措施，更加增加了应急管理的难度。

2.3 应急协同机制不够完善

不同部门、单位之间的协作配合不够密切，缺乏高效的资源整合和信息共享，导致在应对紧急情况时响应迟缓、效率低下。水库大坝应急管理涉及多个部门和单位，包括政府部门、水利部门、环保部门、应急管理部门等，这些部门之间的协同配合存在不足，缺乏明确的分工和合作机制，使得在灾害应对过程中各单位之间信息闭塞、协作不畅，影响了应急决策和资源调配的及时性和准确性。同时，水库大坝周边地区涉及多个行政辖区，存在不同地区间的协调合作问题，缺乏跨区域的协同机制，使得在灾害发生时难以统一指挥、协调资源，增加了应急管理的复杂性和难度。政府部门与企业、社会组织之间缺乏有效的合作机制，未能充分发挥社会力量参与应急管理的作用，导致资源整合不足、信息沟通不畅，影响应对紧急情况的效率和成效。必须通过建立明确的部门间协作机制、促进跨区域协同合作、加强公私合作、提高公众参与度，以及加强国际合作与资源共享，来完善水库大坝应急管理的协同机制，提高应对紧急情况的能力和水平，确保水库大坝的安全运行和人民生命财产的安全。

2.4 人员培训与演练不足

人员培训与演练不足主要体现在管理团队缺乏应急处理能力、不熟悉应急预案、缺乏协作配合经验以及对紧急情况反应迟缓等方面。很多水库大坝的管理人员在应急处理方面缺乏必要的技能和经验，无法迅速、有效地应对突发情况，缺乏实际操作经验和实战训练，使得管理团队在紧急情况下的应对能力大打折扣，增加了应急管理的风险。还有一些水库大坝的应急预案虽然建立了，但管理团队对其内容和操作流程不够了解，导致在实际应急情况下无法迅速、准确地执行，使得应急预案的制定变成了一纸空文，无法在关键时刻发挥作用。另外，在紧急情况下，各个部门、单位之间的协作配合至关重要，管理团队缺乏协作配合经验，导致在实际应急处理中出现信息闭塞、行动混乱等问题，影响应急管理的效率和成效，错失最佳的应对时机，增加损失和伤亡。

2.5 社会公众参与度不高

社会大众对于水库大坝安全的认知、参与度和应对能力的不足，许多人对水库大坝的结构、功能和安全隐患了解有限，缺乏对潜在风险的认知，导致在紧急情况发生时，公众无法正确评估风险，从而无法采取适当的应对措施，增加了应急管理的复杂性和不确定性。同时，在水库大坝应急管理过程中，公众参与是至关重要的一环，可以提供实时信息、增强社区凝聚力、提高应急响应效率。然而，由于缺乏有效的社会参与机制和渠道，以及公众对于自身参与的意识不强，社会公众往往被边缘化，无法充分发挥其在应急管理中的作用。此外，缺乏有效的培训和教育，使得大部分公众缺乏自我保护意识和技能，不清楚如何在紧急情况下采取正确的行动，这增加了应急管理团队的负担，也增加了灾害发生后的应对难度。

3 提高水库大坝应急管理效果的对策建议

3.1 加强组织体系建设

在组织体系建设方面，首先应明确各级责任部门的职责和权限，确保相关部门在应急事件中能够快速做出决策，并有权采取必要的行动，包括制定清晰的指挥流程和工作分工，确保每个部门都知晓其在紧急情况下的具体任务。还可以设立应急指挥中心，作为协调和指挥应急处置工作的核心机构，该中心应具备先进的通信设备和信息系统，以便及时获取和传递关键信息，中心要建立紧密联系的工作团队，包括专业的技术人员、危机管理专家和相关行业的从业者，以确保综合性、专业性的指挥和处置。为进一步提高应急管理水平，组建专业的救援队伍，队伍应接受

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

系统的培训，具备应对各类紧急情况的能力，队伍成员需具备高度的协同作战意识，能够在紧张的工作环境下迅速、有序地展开救援行动。通过这些组织体系建设的措施，可以有效提高水库大坝应急管理的整体应对能力。

3.2 完善监测预警机制

其一，加强地质监测，通过地质勘测、地下水位监测等手段，全面了解水库周边地质结构和地下水运动情况，及时发现地质灾害隐患，为应对可能的地质灾害提供数据支持。通过对水库水位、水流速度、水质等参数的连续监测，及时掌握水库的运行状况，发现异常情况并及时采取措施。特别是在降雨量较大或持续时间较长的情况下，水文监测可以帮助预测水库的水位变化，及时警示可能的溃坝风险[3]。其二，通过对降雨量、风力、气温等气象参数的监测，及时预警可能导致水库大坝安全隐患的极端天气事件，如强降雨、台风等，为采取相应的防范和应对措施提供依据。其三，为了实现监测预警机制的全面覆盖和高效运行，应当结合现代信息技术手段，建立多层次、多维度的监测预警系统，利用遥感技术、无人机、卫星定位等先进技术手段，实现对水库大坝及周边环境的实时监测和数据收集，提高监测预警的准确性和及时性，最大程度地降低水库大坝发生事故的风险，保障人民生命财产安全。

3.3 健全协同应急机制

协同应急机制应包括政府部门、应急管理机构、专业救援队伍以及相关企事业单位的紧密合作。首先，需要建立跨部门、跨区域的信息共享平台，确保各级政府部门之间能够及时、准确地传递关键信息，实现信息共享与协同应对。其次，应明确各方的责任和任务，建立起紧密的工作协调机制，明确指挥体系和工作流程，以应对突发事件时的快速反应和有效处置。同时，开展定期的联合演练和培训，加强各方的协同配合能力和应急处置技能，提升协同应急机制的实战效能。通过健全协同应急机制，能够最大程度地调动各方资源，形成合力，有效应对水库大坝可能发生的各类安全风险和突发事件，保障人民生命财产安全。

3.4 提升人员培训水平

提升水库大坝应急管理人员的培训水平可以确保在面对紧急情况时能够迅速、有效应对。首先，应该建立系统全面的培训计划，覆盖应急处置技能、危机管理能力、沟通协调技巧等方面，培训内容根据水库大坝的特点和可能面临的风险，结合实际案例，注重实战操作和模拟演练，以提高应对复杂情况的应变能力。其次，需要不断更新培训内容，跟进最新的科技和应急管理理论，确保培训内容与时俱进，加强团队协作培训，培养人员间的默契和团队协同作战能力，以应对紧急事件时的高压工作环境。最后，定期进行考核和评估，检验人员的培训效果，发现不足并进行及时调整和弥补，通过提升人员培训水平，可以保障水库大坝应急管理人员在危机时刻的决策迅速、操作熟练，最大程度地减轻事故带来的损失，确保水库大坝及其周边地区的安全稳定。

3.5 加强社会公众参与

首先，通过定期的社区宣传和教育活动，提高公众对水库大坝安全的认识和关注度，使他们了解潜在的风险及应对措施，建立起信息共享平台，通过社交媒体、手机短信等多渠道传递安全信息，提醒公众关注天气变化、水库运行情况等。其次，鼓励社会组织、志愿者等积极参与应急演练和救援工作，培养一支具备基本急救和灾害应对能力的社区力量，建立起公众参与的反馈机制，接纳社会的监督和建议，形成多方参与、共同治理的局面[4]。通过加强社会公众参与，不仅能够形成广泛的监督网络，更能够迅速调动社会资源，提高应急响应速度和效果，共同维护水库大坝及其周边地区的安全稳定。

4 结束语

在当前社会背景下，水库大坝的应急管理问题已引起广泛关注。通过对组织体系、监测预警、应急协同、人员培训和社会参与等方面的深入分析，本文提出了一系列针对性的对策建议，力求解决现有问题并进一步提升水库大坝的安全管理水平。实施这些对策需要全社会的共同努力，只有通过共同的努力，形成高效协同的防灾体系，才能真正做到水库大坝的应急管理无漏洞。

[参考文献]

[1]梁江梅,靳锦.永安坝北水库大坝安全管理突发事件分析[J].山东水利,2023(1):53-55.
[2]张建云,盛金保,金君良,等.全国水库大坝应急管理存在问题和对策建议[J].中国应急管理科学,2022(9):23-30.
[3]陈静霞.大坝风险管理若干思考[J].水利科技,2022(2):9-11.
[4]陈丽媛,杨阳,纪君娜.水库大坝安全管理中的问题和解决措施研究[J].中国设备工程,2022(5):51-52.

作者简介：宋俊星（1994.11—），毕业院校：山东大学，所学专业：工程管理，当前就职单位：山东大禹水务建设集团有限公司，职务：项目经理，职称级别：工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

新疆严寒地区水利工程抗裂混凝土配合比试验研究

刘 裕
新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]新疆地区属于严寒地区，水利工程作为基础设施建设对混凝土的抗裂性能提出了更高要求。随着我国西北地区水利工程建设的不断深入，混凝土开裂问题日益显著，已成为影响混凝土结构耐久性的重要因素。针对此情况，文中通过试验研究了新疆严寒地区水利工程中抗裂混凝土的优化配合比。本研究为我国西北地区水利工程混凝土配合设计提供了参考，也为今后混凝土在极端气候条件下的应用提供了依据。

[关键词]新疆严寒地区；抗裂混凝土；膨胀剂；性能测试；推荐配合比
DOI：10.33142/hst.v7i5.12305 中图分类号：TV421 文献标识码：A

Experimental Study on the Mix Ratio of Crack Resistant Concrete for Water Conservancy Projects in Severely Cold Regions of Xinjiang

LIU Yu
Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Xinjiang region belongs to the severe cold region, and water conservancy engineering as infrastructure construction has put forward higher requirements for the crack resistance performance of concrete. With the continuous deepening of water conservancy engineering construction in the northwest region of China, the problem of concrete cracking is becoming increasingly significant and has become an important factor affecting the durability of concrete structures. In response to this situation, the article conducted experimental research on the optimized mix proportion of crack resistant concrete in water conservancy projects in severely cold regions of Xinjiang. This study provides a reference for the concrete mix design of water conservancy projects in the northwest region of China, and also provides a basis for the future application of concrete under extreme weather conditions.

Keywords: severe cold regions in Xinjiang; anti cracking concrete; expansive material; performance testing; recommended mix ratio

新疆地处中国西北地区，属于严寒地区，每年均有长达 6 个月的低温期。长期以来，混凝土裂缝一直困扰着新疆地区水利工程建设。混凝土自身收缩是引起开裂的主要内因之一。尤其是严寒地区，极端低温更易导致混凝土收缩增大和裂缝产生。为解决此问题，提高新疆水利工程混凝土的抗裂性能，本文通过试验研究了掺入膨胀剂和减水剂等措施优化混凝土配合比的方法。首先，通过文献研究总结了混凝土裂缝形成机理及影响因素。并选定新疆常用的 C30 级混凝土为研究对象。然后，设计了 5 组含有不同配比的膨胀剂和减水剂的试验混凝土。试验结果显示，掺入适量膨胀剂和高效减水剂可以有效降低混凝土的水化热量和干缩程度。该研究为新疆水利工程混凝土配合设计提供了参考依据。通过优化配合比，有效提高了混凝土在严寒环境下的抗裂性能，为新疆地区水利工程建设提供了技术支持。

1 原材料的选择

在新疆严寒地区水利工程抗裂混凝土配合比试验研究中，原材料的选择尤为重要。首先，应选择符合国家和行业标准的优质水泥。由于试验目的是提高混凝土在低温环境下的抗裂性能，选择硅酸盐水泥是首选，能有效提高混凝土的低温强度。其次，粉煤灰和外加剂也应选择质量合格、稳定性好的产品。本次试验选择的 II 级粉煤灰和 SKY 减水剂，均经过厂家检测合格，能充分发挥其在混凝土中的功能。再者，骨料应选择天然砂和碎石，粒度均匀，杂质少。试验混凝土需要进行机械试验，骨料质量直接影响试验结果。最后，膨胀剂应选择 UEA 型产品。它具有良好的膨胀性能，能有效降低混凝土的收缩程度。原材料的选择直接影响试验结果的可靠性。本次试验采用的各种原材料，其质量均符合国家标准，有利于获取可靠的试验数据，为新疆水利工程提供技术支持。

2 配合比设计

为新疆严寒地区水利工程设计 C25F300 二级抗裂混凝土配合比，应考虑以下几点：首先，根据标准 DL/T 5144-20159 和 DL/T 5150-2017《水工混凝土试验规程》规定，采用 95%保证率计算混凝土施工配制强度，公式为：$f_{cu,0}=f_{cu,k}+1.645\sigma$，其中$f_{cu,0}$为混凝土设计强度 MPa，$\sigma$为强度标准差 MPa，通过计算得到施工配制强度$f_{cu,0}$，MPa。其次，为满足低温环境下的抗裂性能，应优先考虑降低水泥用量、水泥胶比和内部温升。同时，增加粉煤灰掺量可以提高低温强度，并适当增加砂料率可以改善浇筑性能。此外，设计 3 组不同配合比，分别调整砂料率为 34%、35%和 36%，其他配合成分如水泥胶比、粉煤灰

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

量等保持一致。这有利于比较不同砂料比下的性能，为最优配合比提供参考。最后，配合比试验设多组重复，以减少个体差异影响结果准确性。同时检测项目不仅限于强度，还应包括温升、收缩变形等多项性能，给出全面评价。考虑新疆低温环境特点，科学设计了配合比组合，有利于获取可靠数据，为抗裂混凝土配方提供参考。

3 混凝土性能测试及结果分析

根据标准混凝土养护规程，我们制备了 3 组不同配合比的混凝土试件。在标准养护条件下，等候试件达到规定的养护龄期后，我们对不同配合比的混凝土试件进行了一系列性能测试。具体测试每组混凝土试件的抗压强度、抗拉强度、抗冻融循环性能和收缩变形性能，如表 1 所示。测试结果显示，配合比对混凝土各项性能都有一定影响。其中，水泥砂比例较高的混凝土，其抗压强度和抗拉强度均较高，但收缩变形性能较差。而添加更多骨料的混凝土，其抗冻融循环性能明显优于其他两组，但其其他性能相对略低。通过对不同配合比混凝土试件进行系统测试，我们初步分析了配合比变化对混凝土各项性能的影响规律。这对我们后续优化混凝土配合比设计和应用将有很好的参考意义。

表 1 抗裂混凝土设计配合比

配合比编号	水胶比	单方材料用量/（kg•m^{-3}）								
		水	水泥	粉煤灰	砂	小石	中石	外加剂	膨胀剂	纤维
KL1	0.38	1.38	251	83	608	735	490	1.82	29.1	0.6

3.1 抗压性能测试

表 2 不同配比混凝土抗压强度测试结果 MPa

配合比编号	8d	28d
KL1	32.9	43.2
KL2	26.8	35.9
KL3	21.2	29.7

新疆严寒地区水利工程项目对混凝土提出了较高的抗裂性能要求。为此，我们进行了水利工程抗裂混凝土配合比试验研究。在研究中，我们制备了三组不同水泥胶比的混凝土样品，分别为 KL1（水泥胶比为 0.38）、KL2（水泥胶比为 0.43）、KL3（水泥胶比为 0.48）。按标准进行标准养护后，我们对三组混凝土样品进行了抗压强度测试。表 2 测试结果显示，三组混凝土样品 28 天抗压强度均达到 C25 级以上，满足设计强度要求。具体来说，KL1 组混凝土抗压强度最大，为 43.2MPa；KL2 组次之，为 35.9MPa；KL3 组最小，为 29.7MPa。这主要是因为水泥胶比越大，混凝土内水分越多，易形成水泡和气孔，影响混凝土实际有效截面，从而降低抗压强度。由此可见，在保证强度的同时，采用水泥胶比较小的 KL1 配合比，有利于提高混凝土的抗裂性能。

3.2 极限拉伸性能测试

表 3 不同配比混凝土极限拉伸值测试结果×10^{-4}

配合比编号	KL1	KL2	KL3
极限拉伸值	1.13	0.97	0.88

这次试验研究重点测试了不同配合比混凝土的极限拉伸性能。表 3 测试结果显示，随着水泥胶比从 KL1(.38)到 KL3(.48)的增加，三组混凝土的极限拉伸值逐渐减小，这与混凝土抗压强度测试结果一致，说明水泥胶比越大，混凝土的极限拉伸值越低。这是因为水泥胶比增加会导致混凝土内部空隙和水泡多，影响混凝土细胞结构的完整性。在受拉力作用时，裂缝易于在这些薄弱部位产生和扩展，从而降低混凝土的极限拉伸值。测试结果表明，采用水泥胶比较小的 K L 1 配合比，其极限拉伸值最高，说明其抗裂性能优于其他两组。

3.3 干缩性能测试

测试结果显示（见表 4），随着水泥胶比从 KL1(.38)增加到 KL3(.48)，三组混凝土的干缩值不断减小，如图 1 所示。这与理论分析一致，是因为水泥胶比增加导致胶凝材料相对减少，混凝土内部空隙结构变差，水化程度降低，从而使干缩值减小。这就解释了为什么在新疆严寒地区施工中，高水泥胶比混凝土更易开裂的原因。高水泥胶比混凝土干缩值低，在严寒低温下更易产生裂缝。

表 4 不同配合比混凝土干缩值测试结果

配合比编号	各龄期混凝土干缩值				
	0d	3d	7d	14d	28d
KL1	0.000	-1.096	-2.321	-2.571	-3.319
KL2	0.000	-0.875	-1.984	-2.135	-2.853
KL3	0.000	-0.796	-1.741	-2.062	-2.417

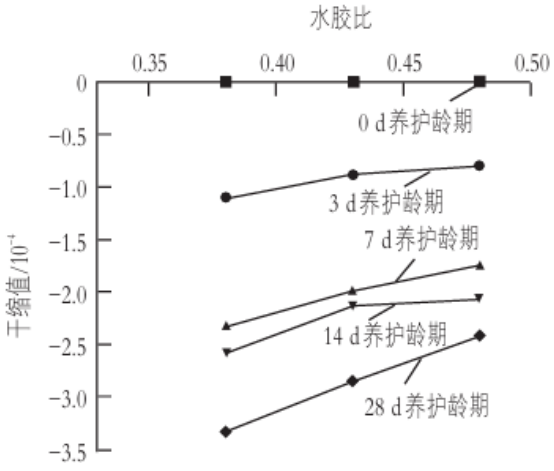


图 1 干缩值与水胶比的关系图

图 1 干缩值与水胶比的关系图

3.4 抗冻性能测试

测试结果（见表 5）显示，三组混凝土的质量损失率

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

依次为 KL1(.38)的 3.04%、KL2(.43)的 3.81%、KL3(.48)的 4.92%，而其相对动弹性模量依次为 KL1 的 85%、KL2 的 80.2%、KL3 的 74.5%。这与水胶比的变化趋势一致。可以看出，水泥胶比较小的 KL1 混凝土，由于其结构更紧密，冻融循环下结构破坏较小，质量损失最小；而水泥胶比最大的 KL3 混凝土，由于空隙结构较大，冻融循环下结构破坏最大，质量损失率最高。这表明，在新疆严寒地区水利工程中，采用水泥胶比较小的配合比混凝土，其抗冻性能最优，能更好满足严寒环境下的使用要求。这对选型优化抗裂混凝土配合比具有重要参考意义。

表 5 不同配比混凝土抗冻性能测试结果

配合比编号	质量损失率	相对动弹性模量
KL1	3.04	85.0
KL2	3.81	80.2
KL3	4.92	74.4.925

3.5 混凝土水化温升测试

根据水化温升值计算公式得到三组混凝土的水化温升结果(见 6):KL1(.38)为 37.44° C、KL2(.43)为 37.42° C、KL3(.48)为 37.39° C。结果显示，随着水泥胶比从 KL1 的 0.38 增加到 KL3 的 0.48，混凝土水化产生的温升量也在下降。这是因为水泥胶量减少，导致混凝土中水化热产生的总量减少，而混凝土本身的比热容基本保持不变。在实际施工中，水化温升越大，混凝土体积变形的可能性就越大。这对新疆严寒地区水利工程中的混凝土结构尤其不利，容易产生裂缝。所以，该试验结果表明，在保证强度的前提下，应优先选择水化温升最小配合比，以减少结构在严寒环境下由于体积变形而产生的裂缝。

表 6 不同配比混凝土水化温升

配合比编号	KL1	KL2	KL3
水化温升	37.44	37.42	37.39

4 抗裂混凝土推荐配合比选择

对于严寒地区水利工程抗裂混凝土配合比试验研究来说，选择推荐配合比是非常重要的一个环节。研究组织需要根据实际工程条件和混凝土材料特性，进行科学合理的配合比选择。首先，筛选出几种混凝土配合比，这些配合比都能满足设计强度以及抗冻性能要求。这是保证混凝土质量的第一个前提。然后，对这几种配合比进行了水化温升、拉伸变形和干缩等试验，获取了各项性能数据。接下来计算每种配合比下混凝土因水化温升、拉伸变形和干缩引起的总线性变形值。这一计算可以反映出不同配合比下，混凝土在使用过程中可能发生的体积变形程度。计算结果录入到试验结果表中，进行对比分析。表 7 经过对比发现 KL2 配合比满足强度和抗冻性能要求。因此，研究组织综合各项影响因素，选择了 KL2 作为最佳的抗裂混凝土推荐配合比。

表 7 不同配比混凝土的形变值及计算结果$\times10^{-4}$

配合比编号	28d 干缩值	28d 极限拉伸值	温缩变形值	单位线性变化值
KL1	-3.319	1.13	-2.434	4.623
KL2	-2.853	0.97	-2.432	4.315
KL3	-2.417	0.88	-2.430	3.967

5 结束语

本次试验研究通过对不同配合比混凝土进行全面系统的性能试验，我们找到了 KL2 作为最佳抗裂混凝土配合比。它不仅满足强度要求，各项抗裂性能也表现优异。这为实际工程提供了可靠的技术支持。该研究从根本上提升了混凝土的抗裂性能。应用推荐配合比 KL2 后，实际工程中的混凝土开裂现象得到有效缓解。这不仅保证了水利工程的使用安全，也延长了混凝土结构的使用寿命，它减少了严寒地区因裂缝导致的渗水和结构损坏的风险。本次研究结果不仅对新疆地区的水利工程具有重要意义，其方法论也可以推广应用到其他严寒地区。通过系统全面地评估不同配合比下混凝土的综合性能，找出最优配合比，这提供了一条可靠的技术道路。相信随着研究不断深入，我们将开发出更多适用于特殊地质条件的高性能混凝土材料。

[参考文献]

[1]隋伟,孙乙庭,王华东,等.水利工程微膨胀三级配混凝土配合比试验研究[J].东北水利水电,2023,41(7):33-36.
[2]潘义为,林建宏.严寒地区水利工程抗裂混凝土配合比试验研究[J].东北水利水电,2022,40(3):51-53.
[3]史衍慧.寒区水利工程用透水混凝土配合比优化试验研究[J].水利科技与经济,2020,26(8):40-44.
[4]时爱祥.抗冲磨混凝土配合比试验及在水利工程的应用[J].江苏水利,2014,45(6):15-17.
[5]许纪生.某水利工程粉煤灰混凝土配合比设计与试验[J].黑龙江水利科技,2010,38(6):24-25.

作者简介：刘裕（1986.12—），男，汉族，甘肃天水，本科，新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司，水利工程。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水利工程水闸施工技术的应用分析

许 翔
浙江省水电建筑安装有限公司，浙江 杭州 310053

[摘要]当代社会，随着经济的快速发展和人口的不断增长，水资源的需求日益增加，水资源管理和利用的重要性也日益凸显。水利工程作为水资源管理和利用的重要手段，其建设和管理水平直接关系到区域经济的可持续发展和社会稳定。水闸作为水利工程中的一种关键设施，承担着调节河流流量、控制洪水、灌溉农田、供应生活和工业用水等多重功能。本篇文章将围绕水闸施工技术的基本概念、施工特点、关键技术环节，以及质量控制方法等方面进行深入分析和探讨，以期为水闸工程设计、施工和管理提供理论依据和实践指导。

[关键词]水利工程；水闸；施工技术；质量控制
DOI：10.33142/hst.v7i5.12333 中图分类号：TV66 文献标识码：A

Application Analysis of Water Conservancy Engineering Sluice Construction Technology

XU Xiang
Zhejiang Hydropower Construction and Installation Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310053, China

Abstract: In contemporary society, with the rapid development of the economy and the continuous growth of the population, the demand for water resources is increasing, and the importance of water resource management and utilization is also becoming increasingly prominent. As an important means of water resource management and utilization, the construction and management level of hydraulic engineering is directly related to the sustainable development of regional economy and social stability. As a key facility in hydraulic engineering, sluice undertake multiple functions such as regulating river flow, controlling floods, irrigating farmland, supplying domestic and industrial water. This article will analyze and explore the basic concepts, construction characteristics, key technical links, and quality control methods of sluice construction technology in depth, in order to provide theoretical basis and practical guidance for the design, construction, and management of sluice engineering.

Keywords: water conservancy engineering; sluice; construction technology; quality control

引言

随着技术的不断进步和工程实践的积累，水闸施工技术也在不断发展和创新。水闸工程由于其特殊的地理位置、复杂的水文地质条件，以及施工过程中技术要求高等特点，施工难度相对较大，施工过程中容易出现各种问题，如混凝土质量控制、防水止漏技术、施工期间的环境保护等，不仅影响到工程的施工进度，更可能影响到水闸工程的质量和安全，从而影响到整个水利系统的正常运行和效率。基于此，本文通过对水闸施工技术的系统分析，探讨水闸施工过程中的关键技术及其解决策略，以期为提高水闸工程施工技术水平、保障工程质量和安全、促进水利工程可持续发展提供科学依据和技术支持。

1 水利工程水闸施工技术概述

1.1 水闸施工技术基本概念

水闸施工技术是指在水利工程建设中，为完成水闸的建造任务，采用各种施工方法和技术手段，涵盖从施工前准备工作到具体施工过程以及后期维护等方面的技术要点[1]。水闸施工技术的核心目标是保障水闸工程的安全性、可靠性和经济性，同时兼顾工程的环保性和可持续性发展，该技术涉及到工程设计、施工组织、材料选择、施工工艺、质量控制等多个方面，需要综合考虑地质、水文、气候等自然因素，以及施工人员的技能水平和施工现场的管理情况。水闸施工技术的不断创新和提升，解决施工过程中的难题和挑战，提高工程施工效率，确保工程质量，最终实现水资源的有效利用和管理。

1.2 水闸工程的施工特点

水闸工程的施工具有其独特的特点，直接影响着施工过程的安全性、可靠性和经济性[2]。第一，水闸工程位于河流、水库等水域环境中，受水文地质条件的影响较大，施工环境复杂多变。第二，水闸工程需在水流较大、水位变化较频繁的情况下进行施工，施工过程中需要克服水流的冲击和水位变化对施工进度的影响。第三，水闸工程常采用混凝土等耐水材料进行建造，施工过程中需要注意材料选用和施工质量的控制，以确保工程的耐久性和稳定性。第四，水闸工程施工需要考虑到周边环境的保护和生态平衡的维护，需要采取有效的环境保护措施。水闸工程包括复杂的施工环境、水文地质条件影响、水流变化的挑战、材料选用和施工质量控制要求，以及对环境保护关注等特点，对施工组织和技术应用提出高要求，需要科学合理地制定施工方案和采取相应的技术措施，确保水闸工程的顺

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

利建设和安全运行。

1.3 水闸施工技术应用的重要性

其一，水闸作为水利工程的核心组成部分，其施工质量影响着整个工程安全运行和效益发挥。水闸工程的施工技术保证水闸结构的稳固可靠，确保其在面对复杂的水文地质条件、激烈的水流变化以及极端的气候条件下，有效地调控水流、防止洪灾、保障供水和灌溉，从而实现对水资源的合理利用和保护。

其二，水闸施工技术直接关系到周边区域的生态环境和社会经济发展。科学合理的施工技术能够最大程度地减少对周边自然环境的干扰，降低对土地资源的占用，保护水生态系统的完整性和稳定性，避免因工程建设而引发的生态破坏和环境污染，为周边社会经济的可持续发展提供了良好的环境保障。

其三，水闸施工技术影响到工程的经济性和可持续性。通过采用先进的施工技术，可以缩短工程建设周期，降低施工成本，提高工程的投资回报率。合理的施工技术选取和有效的施工组织管理，能够最大程度地优化资源配置，提高工程的效益和经济效益，确保工程投资的安全性和稳健性。

其四，水闸施工技术关系到水利工程的技术创新和发展。通过不断探索和应用新的施工方法、新的材料和新的工艺，可提高水闸工程施工的效率和质量，拓展工程的功能和应用范围，推动水利工程技术的进步和发展。

2 水利工程中水闸的施工技术应用分析

2.1 水闸施工前的准备工作

施工前准备工作包括策划、调查、设计和准备活动，为后续施工奠定基础。第一，详尽水文地质勘测和环境评估，通过了解施工地区的地质情况、水文特征以及生态环境，为后续的施工方案设计提供准确的基础数据，涉及到测定地下水位、土壤结构、地表水流状况等，以评估潜在的施工风险和影响，从而采取相应的预防和控制措施。第二，全面设计规划。水闸施工前，需要由专业设计团队进行综合设计，包括水闸结构、水流调控系统、防洪设施等方面的设计，考虑到施工地区地理、气候、水文等多种因素，确保水闸能够适应不同水文条件下的工作要求，同时兼顾工程的可持续性和环保性。第三，详细施工计划和方案编制，包括工程整体进度安排、施工队伍组织和管理、材料和设备的采购计划等，施工计划能够有效地优化资源利用，提高施工效率，确保工程按时按质完成。第四，施工前环境影响评估和社会稳定性分析。为评估水闸工程对周边环境和社会的潜在影响，制定相应的环境保护和社会稳定措施，涉及到生态保护、水域保护、土地利用等多个方面，最大限度地减少施工对周边环境和社会的负面影响，保障施工过程的可持续性和社会的和谐稳定。第五，法律法规和政策的审查和遵守。水闸施工需要遵循相关的法规和政策，包括环保法规、水利法规等，确保施工过程的合法合规，与相关政府部门和社区进行沟通，取得必要的许可和支持，确保施工过程中的合作和协调。

2.2 开挖和处理

水闸的施工涉及多个关键步骤，该阶段成功对于水闸的稳固性、功能性和长期运行至关重要[3]。其一，开挖是指在水闸建设现场通过挖掘土壤、岩石或其他地质物质，为水闸结构创造必要的空间，要求精密的计划和实施，以确保开挖的深度、宽度和形状符合设计要求，同时保持施工现场的安全。其二，开挖工程时，施工人员通常采用各种机械设备，如挖掘机、装载机等，以提高工作效率。对于水闸来说，由于其特殊性质，需要手工挖掘以避免损害周围环境或水源，需要考虑土壤的稳定性，特别是在松散或不稳定的地质条件下，采取支护结构或其他加固措施，以确保施工过程的安全性。其三，开挖后处理，包括对挖掘出土壤和岩石的处理和处置。挖掘材料包括可再利用的资源，比如适用于填充其他工程或修建道路的土壤，开挖过程需进行有效的分类和分拣，以便最大限度地利用资源并减少环境影响，注意合理的废弃物处理，遵循环保和可持续发展的原则。其四，对于挖掘和处理过程中遇到特殊地质条件，如水文地质情况或地下水位变化，需要进行详细的调查和分析，有助于及时调整施工计划，采取必要防范措施，防止不可预见问题对施工过程产生负面影响。

2.3 混凝土施工

首先，混凝土配制要按照设计要求进行，通常采用水泥、砂、石子和水等原材料按比例混合制成。在混凝土施工中，需严格控制水灰比、掺合料的种类和用量，以及混凝土的拌和时间和速度等参数，确保混凝土的强度、密实度和耐久性符合要求。其次，通常采用模板支撑系统来固定混凝土的形状和尺寸，在浇筑过程中要控制浇筑层厚度、坡度和平整度，确保混凝土结构的整体性和密实性，并注意混凝土均匀性，浇筑过程中采取震动和捣实等措施，排除混凝土中的空隙和气泡，提高混凝土的强度和耐久性。最后，施工过程要根据气温、湿度和风速等环境条件调整施工工艺，避免混凝土过早干燥或过度湿润，影响混凝土的强度和密实性。同时，注意保护混凝土结构免受雨水侵蚀和冻融损坏，采取防水和保温措施，确保混凝土结构的长期稳定性和耐久性。

2.4 混凝土缝面处理和止水处理

混凝土缝面处理是指对混凝土结构中的接缝、接口以及表面裂缝等进行处理，以保证结构的整体性和密封性；而止水处理则是指采取各种措施，防止水从混凝土结构中渗漏或渗透出来，确保水闸的正常运行和安全性。进行混凝土缝面处理时，首先需要对混凝土表面进行清理和修整，清除表面的杂物和附着物，保证缝面的干净和平整，并根据设计要求和施工规范，选择合适的缝面处理材料和方法

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

进行处理，常见的处理材料包括聚合物修补材料、混凝土密封胶等，处理方法可以采用填充、浇注、涂覆等方式，确保缝面紧密、坚固和耐久。

止水处理则需要根据水闸所处的具体环境和使用条件采取相应的措施。常见的止水处理方法包括使用止水带、止水板、注浆灌浆等，在混凝土浇筑时预留缝隙，等混凝土凝固后填充止水胶或止水膏，形成密封层；止水板则可固定在混凝土结构的接缝处，起到防水和密封的作用；而注浆灌浆则是通过注入特定的材料或化学物质到混凝土结构中，填充缝隙和孔洞，增加结构的密封性和抗渗性。

在进行混凝土缝面处理和止水处理时，需严格按照设计要求和施工规范进行操作，确保处理效果达到预期。同时，密切关注处理材料的选用和施工工艺的控制，避免造成不必要的浪费和质量问题。通过合理的缝面处理和止水处理，有效提高水闸结构的密封性和耐久性，保证水闸的正常运行和安全使用。

3 水利工程中水闸施工技术的质量控制方法

3.1 加强前期的水闸设计

水闸设计的科学性和合理性直接影响施工顺利进行和工程稳定运行，因此在设计阶段加强质量控制至关重要。第一，水闸设计应充分考虑工程地质和水文地貌等因素[4]。设计水闸时，需要对工程所在地的地质情况进行详细勘测和分析，包括地层结构、地下水位、地质构造等信息，以便合理选择水闸的位置和结构形式，并采取相应的防渗、抗滑等措施，保障水闸的稳定性和安全性。第二，水闸设计应考虑工程的用途和功能需求。不同类型的水闸在设计上有不同的要求，例如航道水闸、排水水闸、防洪水闸等，其设计参数和结构形式都会有所不同。因此，设计人员需要充分了解工程的具体用途和功能需求，合理确定水闸的尺寸、闸门形式、溢流能力等关键参数，以满足工程的实际需要。第三，水闸设计应充分考虑施工的可行性和经济性。设计阶段需要综合考虑工程的施工条件和环境、材料和设备的供应情况、施工工艺和方法等因素，以确保设计方案能够在实际施工中得以顺利实施，并且达到预期的技术和经济效果。第四，水闸设计还应注重环境保护和生态效益。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高，人们对环境保护和生态建设的要求越来越高，在水闸设计中需要充分考虑生态环境的保护和恢复，尽量减少对自然生态系统的影响，最大限度地保护生态环境的完整性和稳定性。第五，水闸设计应注重科技创新和信息化应用。随着科技的不断发展和应用，水闸设计中涉及的各种技术手段和方法也在不断更新和完善，运用现代科技手段和工程软件进行设计和分析，提高水闸设计的科学性、精准度和可靠性。

3.2 加强施工过程中监督管理

施工阶段，有效监督管理可及时发现和解决施工问题，确保工程按照设计要求和标准进行施工，保障水闸工程的质量和安全。一是建立健全的组织体系和管理制度。施工过程中，需要建立专门的监理团队或施工管理机构，明确监督管理人员的职责和权限，制定详细的施工管理规章制度，包括施工程序、安全管理、质量控制、环境保护等方面的内容，确保施工过程有序进行。二是加强对施工现场的实时监测和控制。监督管理人员定期到施工现场进行检查和巡视，了解施工进度和施工质量情况，及时发现和解决存在的问题，可利用现代化的监测技术和设备，如传感器、遥测系统等，对施工现场的各项参数和指标进行实时监测和记录，为及时调整和优化施工方案提供科学依据。三是加强对施工人员的培训和管理。监督管理人员应加强对施工人员的培训和教育，提高责任意识和技术水平，确保他们能够按照要求和标准进行施工作业，避免出现人为失误和意外事故。四是强化对材料和设备的质量控制。水闸施工过程中涉及大量的材料和设备使用，包括混凝土、钢材、闸门、启闭机等，其质量直接影响着工程的施工质量和运行效果，采购和使用过程需严格按照相关标准和规范进行选择和检验，确保材料和设备的质量符合要求，防止因质量问题导致施工质量问题。

4 结束语

水闸施工技术的科学应用及质量控制对于水利工程的可持续发展具有不可忽视的作用。通过对水利工程水闸施工技术深入分析，本文为工程实践提供指导和借鉴，促进水闸施工领域的不断创新，为水利工程的未来发展贡献力量。

[参考文献]

[1]罗创.水利工程水闸施工技术的应用分析[J].水上安全,2023(9):163-165.
[2]霍开璟.水利工程中水闸施工技术分析与应用[J].黑龙江水利科技,2023,51(6):154-156.
[3]金国磊,吴华欢,尹上.水利工程中水闸施工技术及管理措施分析[J].水电站机电技术,2023,46(5):96-98.
[4]张强,王宇航,薛晨旺.对水利工程水闸施工技术的分析[J].内江科技,2022,43(10):22-23.

作者简介：许翔（1989.5—），单位：浙江省水电建筑安装有限公司，工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

农田水利建设中渠道防渗加固技术研究

张绍松
山东大禹水务建设集团有限公司，山东 济南 250000

[摘要]农田水利建设对于提高农业生产效率、保障农田灌溉和排水的顺利进行具有重要意义。渠道作为农田灌溉和排水的重要组成部分，其防渗工作尤为关键，防渗工作不足会导致渠道水量损失、水资源浪费、土壤侵蚀、水污染等问题，严重影响农田水利设施的运行效率和生态环境的稳定性。文中通过对渠道防渗技术作用进行阐述，并对其在农田水利建设中要点进行分析，包括砖砌体、石料衬砌、混凝土、水泥砂浆抹面和水泥土预制构件等防渗加固技术，探讨在堤坝工程中应用防渗加固技术的注意事项，为农田水利工程中渠道防渗技术的应用提供参考。
[关键词]农田水利建设；渠道防渗；加固技术
DOI：10.33142/hst.v7i5.12337　　中图分类号：S277　　文献标识码：A

Research on Canal Seepage Prevention and Reinforcement Technology in Agricultural Water Conservancy Construction

ZHANG Shaosong
Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: The construction of agricultural water conservancy is of great significance for improving agricultural production efficiency, ensuring the smooth progress of irrigation and drainage in farmland. As an important component of irrigation and drainage in farmland, the anti-seepage work of channels is particularly crucial. Insufficient anti-seepage work can lead to problems such as water loss, water resource waste, soil erosion, water pollution, etc., seriously affecting the operational efficiency of agricultural water conservancy facilities and the stability of the ecological environment. The article elaborates on the role of channel anti-seepage technology and analyzes its key points in agricultural water conservancy construction, including brick masonry, stone lining, concrete, cement mortar plastering, and cement soil prefabricated components for anti-seepage reinforcement technology. It explores the precautions for applying anti-seepage reinforcement technology in dam engineering, providing reference for the application of channel anti-seepage technology in agricultural water conservancy engineering.
Keywords: farmland water conservancy construction; canal anti-seepage; reinforcement technology

引言

随着全球气候变化和水资源日益紧缺，农田水利建设面临严峻挑战。渠道防渗问题在农田水利工程中备受关注，渠道渗漏不仅导致水资源的浪费，还引发土壤侵蚀、水污染、渠道冲刷、淤积和坍塌等一系列问题，直接影响到农业生产的稳定性和可持续性[1]。因此，开展渠道防渗加固技术的研究，寻找更加有效、经济防渗手段，对于提高农田水利工程可持续性具有重要现实意义。

农田水利工程的防渗技术研究也符合国家和地区在水资源管理、生态环境保护等方面的政策要求，通过提高农田水利工程的防渗能力，可更好地实现水资源的节约利用，减轻对环境不良影响，促进农田可持续发展。目前，虽然已经有关于渠道防渗技术的研究，但仍存在许多问题亟待解决。不同地区、不同类型的农田水利工程存在较大的差异，需要有针对性的防渗技术方案。因此，深入研究渠道防渗加固技术，对于不同条件下的农田水利工程提供定制化的解决方案，对于实现水资源的高效利用和农田生态环境的保护至关重要。

1 农田水利中渠道防渗的作用

1.1 减少渠道渗漏损失

防渗可有效减少水渠中水分的流失。一方面，渠道运输水过程中存在渗漏，将导致水分在土壤中流失，造成水资源的浪费，同时导致土壤干燥和盐碱化等问题，影响农田的灌溉效果和土壤质量。另一方面，水渠存在渗漏问题会导致周围土壤的松动和侵蚀，从而加速渠道的结构破坏，出现渠壁坍塌、裂缝扩张等情况，需要增加维修和修复的成本，通过进行渠道防渗，有效防止这些问题的发生，延长渠道的使用寿命，减少农田水利设施的维护和修复成本，为农业生产节约了经济支出。此外，通过渠道防渗措施，可保持土壤水分的平衡分布，提供稳定的灌溉水量，有利于农作物的根系生长和养分吸收，从而提高作物的产量和质量。

1.2 防止渠道水污染

通过有效的渠道防渗措施，可减少地下水与渠道水之间的相互渗透，避免地下水中的污染物质渗入渠道，从而维护灌溉水的纯净度，避免水源受到污染，不仅有助于农

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

产品的安全生产，还降低食品中有害物质的含量，有益于人类健康。同时，渠道防渗有助于防范农田养分和农药等化学物质的流失到水体中，减少对水资源的污染，并有效减少有害物质外溢，维护水体清洁和生态平衡。此外，在盐碱地区，土壤中盐分通过渠道渗漏进入灌溉水，加剧土壤的盐碱化程度，通过防渗措施，有效隔离土壤中的盐分，保持灌溉水的纯净，有助于维护土壤的健康状态，提高农田的可持续生产力。

1.3 防止渠道冲刷、淤积和坍塌

渠道的冲刷往往是由于水流对土壤的侵蚀作用造成的，而渠道防渗能够有效减少水流的冲击力，降低了渠道底部和侧壁的侵蚀速度，延长了渠道的使用寿命，保障了水利设施的稳定运行[2]。在渠道中，水流带来泥沙往往会沉积在渠道底部和侧壁，导致渠道的断面变窄、流量减小，甚至造成水流堵塞，通过采取防渗措施，减少水流对土壤的冲蚀，降低泥沙的输移速度，减缓了渠道淤积的速度，保持了渠道的通畅。此外，渠道结构不稳定或者土壤松软时，水流侵蚀作用易导致渠道侧壁或者底部的坍塌，造成渠道破坏和水流混乱，采用防渗措施增强渠道结构稳定性，减少水流对土壤的侵蚀，降低渠道发生坍塌的风险，保障渠道安全性和稳定性。

2 农田水利建设渠道防渗加固技术要点分析

2.1 砖砌体防渗

砖砌体防渗是农田水利建设中常用的渠道防渗加固技术，要点包括材料选用、结构设计、施工工艺和质量控制等方面。通常选择质量坚固、吸水率低、耐腐蚀、抗压强度高的砖块作为主要材料，以确保渠道结构的稳定性和耐久性，并选用优质的水泥、沙子等建筑材料，以及合适的防渗涂料或胶粘剂，用于加固渠道砖砌体的表面，提高其防渗性能。设计过程中，需要考虑渠道水流特性、土壤条件、渠道尺寸等因素，合理确定砖砌体的厚度、高度、坡度和连接方式，以确保其能够承受水流冲击和外部压力，同时保持良好的防渗效果；施工过程中，需要严格按照设计要求进行操作，保证砖块之间的紧密连接和结构的稳固性，注意控制砖块的水平和垂直度，确保砌体的平整度和密实度，以减少渗漏隐患，并需要进行严格的质量检查和监控，确保材料的质量符合要求，施工工艺符合设计要求，施工质量符合相关标准和规范，以确保渠道防渗工程的可靠性和持久性。

2.2 石料衬砌防渗

石料衬砌防渗关键要点包括选材、结构设计、施工工艺和质量控制等方面，与其他防渗技术相比，石料衬砌具有独特的特点和优势[3]。选材方面，石料衬砌通常选择天然石料或人工石料作为主要材料，天然石料包括花岗岩、砂岩等，而人工石料则可以是混凝土块或预制石块等，与其他材料相比，石料具有天然的坚硬、耐磨特性，能够更好地承受水流的冲击，提高渠道的防渗效果；结构设计方面，石料衬砌通常采用多层次堆砌结构，通过合理设计石料的尺寸、形状和堆砌方式，有效地填补渠道底部和侧壁的缝隙，形成坚固且密实的石料结构，从而减少水流的渗透，提高渠道的防渗性能；施工过程中，需要注意石料的选择和摆放，确保石料之间的间隙合理，同时注意石料与渠道墙壁之间的紧密连接，以防止水分从接缝处渗透，并注意施工现场的平整度和清洁度，确保石料衬砌质量和稳固性；施工过程严格质量检查和监控，确保石料的质量符合要求，施工工艺符合规范，施工质量符合相关标准，尤其注意石料连接牢固性和密实性，以及石料与渠道墙壁之间的紧密程度，以确保渠道防渗工程的可靠性和持久性。总的来说，石料衬砌防渗技术在农田水利建设中具有重要应用价值，通过合理选择材料、科学设计结构、严格控制施工质量，可以有效提高渠道的防渗性能，保障农田水利工程的安全稳定运行。

2.3 混凝土防渗

在材料特性方面，混凝土具有坚固耐久、耐腐蚀、可塑性强等特点，通过合理配比混凝土中水泥、骨料和掺合料，使混凝土具有较高抗压强度和抗渗性能，有效地防止水分的渗透，提高渠道防渗效果；结构设计方面，混凝土防渗通常采用单层或多层的均匀厚度结构，通过设计合理的厚度和坡度，以及采用防渗接缝和密封材料，有效地减少混凝土渠道表面的裂缝和孔隙，从而提高防渗性能，确保渠道的密封性和稳定性；施工过程需注意混凝土的搅拌、浇筑和养护等环节，通过采用适当浇筑方式和养护措施，确保混凝土的均匀性和密实性，提高混凝土的抗渗性能，保障渠道工程的安全稳定运行。

2.4 水泥砂浆抹面防渗

与其他防渗技术相比，水泥砂浆抹面具有独特特点和优势。第一，水泥砂浆通常选用硅酸盐水泥和合适的细砂作为主要原料，根据需要可添加适量的添加剂，如增塑剂、防水剂等，具有较高抗渗性能和耐久性，能够有效防止水分渗透，提高渠道的防渗效果。第二，水泥砂浆抹面防渗通常采用多道工序进行施工，需要清理渠道表面，确保表面平整干净；涂刷防水涂料或者直接施工水泥砂浆抹面；对施工后的水泥砂浆抹面进行养护，以提高其密实性和抗渗性能。第三，设计过程需考虑渠道的水流速度、流量、土壤条件等因素，合理确定水泥砂浆厚度和坡度，以及抹面方式和接缝处理，以确保水泥砂浆抹面具有良好的密实性和抗渗性能。第四，严格质量检查和监控，确保水泥砂浆的配比、施工质量、密实度等指标符合相关标准和规范，时刻关注水泥砂浆抹面光滑度和平整度，以及接缝部位密封性，确保水泥砂浆抹面防渗结构可靠性和持久性。总之，水泥砂浆抹面防渗技术通过科学设计、精心施工和严格质量控制，可有效提高渠道的防渗性能，为农田水利工程安

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

全稳定运行提供可靠技术支持。

2.5 水泥土预制构件衬砌防渗

水泥土预制构件衬砌防渗原理是利用预制的水泥土构件，通过衬砌在渠道内表面形成一道防水层，阻止水分渗透，保护渠道结构并确保水利工程的安全稳定运行[4]。首先，采用水泥、砂、石等材料，按照一定配比混合制作成预制构件，常见形式包括方形、矩形、梯形等，预制构件具有一定强度和密实度，能够有效地承受水流的冲击和外部压力。其次，施工时需先对渠道内表面进行清理和处理，将预制构件逐块嵌入到渠道内，通过堆砌或者粘贴固定，形成连续的衬砌防渗结构，并注意保持预制构件之间的间隙均匀，确保衬砌结构的密实性和稳固性。再次，采用榫槽连接或者榫卯连接的方式，以确保预制构件之间的连接紧密，防止水分从接缝处渗透，连接处采用水泥砂浆或者其他密封材料进行填充，增强连接的密封性和耐水性。最后，制作和施工过程严格控制材料的质量和配比，确保预制构件的强度和密实度符合要求。同时，在施工现场需要进行严格的质量检查和监控，确保衬砌结构的平整度和密实度，以及连接处的密封性。综上，水泥土预制构件衬砌防渗技术通过预制构件的衬砌形成一道防水层，阻止水分渗透，保护渠道结构并确保水利工程的安全稳定运行，通过科学设计、精心施工和严格质量控制，可有效提高渠道的防渗性能。

3 农田水利建设中应用渠道防渗加固技术的注意事项

3.1 完善渠道防渗体系，落实渠道加固设计方案

农田水利建设中应用渠道防渗加固技术时，完善渠道防渗体系，落实渠道加固设计方案至关重要[5]。第一，建立完善的渠道防渗体系，包括各种防渗结构和防渗措施，根据渠道的具体情况和使用要求，采用合适的防渗材料和技术，如水泥砂浆抹面、土工布覆盖、混凝土衬砌等，构建起完整的防渗系统。第二，根据实际情况制定渠道加固设计方案，确定加固的具体措施和施工工艺。设计方案应充分考虑渠道的地质条件、水流情况、土壤特性等因素，科学确定加固的方式和程度，确保加固效果能够达到预期目标。设计方案应该细化到施工工序、材料选用、质量控制等方面，确保施工过程中能够按照设计要求进行操作。第三，严格按照设计方案的要求进行施工，并进行质量控制和监测评估，特别是对于施工中遇到的问题和难点，要及时调整施工方案，采取有效的措施加以解决，确保加固工程的顺利进行和加固效果的达到。第四，建立健全的渠道管理制度和维护机制，加强巡查监测和定期维护保养，及时发现和处理渠道加固工程中的问题，确保渠道工程的安全稳定运行。同时，加强对农民的宣传教育，提高他们对渠道管理和维护的意识，共同保护好渠道资源，确保农田水利工程长期可持续发展。

3.2 渠道防渗加固材料的合理规划与实施

一是对渠道防渗材料的选择，需要根据渠道特性、土壤条件、水流情况等因素进行综合考虑，常见防渗材料包括水泥、混凝土、土工布、聚乙烯薄膜等。水泥砂浆用于渠道表面抹面，形成坚硬的防渗层；混凝土衬砌用于构建结构稳定的渠道内壁；土工布和聚乙烯薄膜用于表面覆盖，增强防渗效果。二是材料实施过程中，需要严格按照设计要求进行施工。对于水泥砂浆抹面，应确保混凝土基层清洁、湿润，施工前进行湿润处理，确保抹面层与基层之间的粘结牢固；对于混凝土衬砌，应注意施工顺序、振捣度和浇筑质量，确保衬砌结构的紧密度和稳定性；对于土工布和聚乙烯薄膜，要确保覆盖均匀，边缘密封，以防止水分通过表面渗透。三是考虑工程的长期稳定性和耐久性。选择耐腐蚀、抗渗透性能好的材料，并严格按照施工标准和质量要求进行操作，确保防渗效果能够持久稳定，通过科学合理材料规划和严格规范的实施，提高渠道的防渗性能，确保农田水利工程的长期安全运行。

4 结束语

农田水利建设是农业生产的基础工程，其质量和效益直接关系到农业生产的稳定性和可持续发展。在农田水利工程中，渠道作为灌溉和排水的重要组成部分，其防渗工作对于提高水资源利用效率、减少水资源浪费、保护生态环境具有至关重要的作用。本文从渠道防渗的作用、技术要点分析和堤坝工程中的应用注意事项等方面进行探讨，旨在为农田水利建设中渠道防渗技术的应用提供参考和指导，为农田水利建设的可持续发展做出贡献。

[参考文献]

[1]秦兆明.农田水利建设中渠道防渗加固技术研究[J].水电站机电技术,2022,45(5):74-76.
[2]张峰.小型农田水利建设中渠道防渗技术研究[J].世界热带农业信息,2021(12):47.
[3]申江莉.小型农田水利建设中的渠道防渗技术研究[J].珠江水运,2019(17):60-61.
[4]王林.渠道防渗技术在小型农田水利建设中的应用及其作用[J].四川水泥,2017(8):126.
[5]胡理相,张伟,吕联亚等.瓯江翻水站渠道防渗补强加固处理技术[J].中国建筑防水,2018(9):29-32.

作者简介：张绍松（1994.3—），毕业院校：西南科技大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：山东大禹水务建设集团有限公司，职务：项目经理，职称级别：工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

针对河道黑臭水体治理的措施研究

贾俊涛
中电建生态环境集团有限公司，广东 深圳 518000

[摘要]长期以来，随着城市化进程的加快，大量生产生活废水直接排入河流，外源点源污染日益严重。与此同时，年久失修的河道也积累了大量淤泥与污垢。一方面这些废弃物吸附着重金属和有毒物质，另一方面也占据了河道容量。同时，水质净化能力不足也使得污染物难以及时降解，这就形成了河道内源污染。外源点源污染和内源线源污染的叠加，导致河道水质长期恶化。水体转黑，产生腐败气味，严重影响了河流生态环境和城市景观。因此，我们需要从多个技术角度进行研究，比如水质监测、流向模拟、淤泥分析等，全面评估黑臭水体的形成机制。同时也需要总结不同治理技术的优劣，为实际工程提供依据。

[关键词]河道黑臭水体治理；技术措施；工程实际应用
DOI：10.33142/hst.v7i5.12327 中图分类号：X7 文献标识码：A

Research on Measures for Treating Black and Odorous Water Bodies in Rivers

JIA Juntao
Power China Eco-Environmental Group Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract: For a long time, with the acceleration of urbanization, a large amount of production and domestic wastewater is directly discharged into rivers, and external point source pollution is becoming increasingly serious. At the same time, the long neglected rivers have accumulated a large amount of silt and dirt. On the one hand, these wastes adsorb heavy metals and toxic substances, and on the other hand, they occupy the capacity of the river. At the same time, the insufficient water purification ability also makes it difficult for pollutants to degrade in a timely manner, which forms internal pollution of the river. The combination of external point source pollution and internal line source pollution leads to long-term deterioration of the river water quality. The turning black of the water body produces a putrid odor, which seriously affects the ecological environment and urban landscape of the river. Therefore, we need to conduct research from multiple technical perspectives, such as water quality monitoring, flow simulation, sludge analysis, etc., so as to comprehensively evaluate the river water quality. The formation mechanism of black and odorous water bodies. At the same time, it is necessary to summarize the advantages and disadvantages of different treatment technologies to provide a basis for practical engineering.

Keywords: treatment of black and odorous water bodies in rivers; technical measures; engineering practical application

引言

近年来，随着生态文明思想的深入贯彻，河道黑臭水体治理工作受到了广泛关注。2016 年，环境部门对 295 个城市进行了首轮黑臭水体排查，结果显示问题十分严峻，大量城市河道存在严重污染。这对公众健康和城市景观产生不良影响，也破坏了河流生态功能。面对如此严峻的情况，各地积极开展河道治理工作，但由于水体污染成因复杂，单一技术难以解决根本问题。这就需要从技术机制角度，全面研究河道黑臭水体形成机理及影响因素。例如通过水质监测了解污染物类型和浓度分布，利用流向模拟分析污染物传播规律，对淤泥进行组织分析研究其吸附污染物的能力。同时，也需要总结不同项目实践中应用的各类治理技术，比如外源控制、内源清淤、生物修复等，评价它们在不同情况下的优劣劣点。此外，还需要深入研究如何统筹利用各技术，寻求系统优化治理方案。这对提高工程效果和降低成本有重要意义。总之，当前河道黑臭水体治理工作面临重重挑战。深入系统研究各影响因素及技术优劣，为找出更科学合理的治理对策，提供理论支撑与技术保障任务重大。这也是河道黑臭水体治理措施研究工作的一个重要方向。

1 河道黑臭水体成因探究

河道黑臭水体的形成，是一个长期积累和多种影响因素共同作用的结果。主要源于水体长期受工业和生活污水的排放污染。一方面，各种工业和生活废水中含有大量的有机物质和营养盐类污染物。这些污染物的排放量超过河流的自净能力，导致水体中的溶解氧被快速消耗。特别是在夏季高温时期，水体内溶解氧更难补充，容易造成溶解氧浓度持续低于 2.0mg/L。长此以往，水体透明度就会下降，出现黑色。另一方面，水体中的硫酸盐还原菌大量繁殖。它们可以将水体中的硫酸盐还原为有害的和难闻的气体－硫化氢。同时，长期累积的有机废水和淤泥中的腐殖质也在微生物的分解下产生更多臭气。这就形成了河道表面弥漫着难闻的气味。

1.1 根本原因

河道黑臭水体的形成，其根本原因在于水体中的微生物和藻类对有机物及氨氮化合物的分解速度加快。在正常情况

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

下，水体中的微生物和藻类能有效分解水中的有机物和氨氮化合物，使水质保持平衡。但是，长期大量工业和生活排放进水中的有机物和氨氮化合物数量超过了水体的处理能力。这些污染物进入水体后，受水温等多种因素影响，尤其是夏季水温升高，会促进微生物和藻类的生长繁殖和活性增强。

具体来说，在高温环境下，微生物和藻类对有机物和氨氮化合物的分解速度大幅提高。它们在分解过程中大量消耗水体中的溶解氧，同时还会产生更多的有毒气体硫化氢。这就导致水体内的溶解氧含量迅速下降，硫化氢含量升高。溶解氧不足和硫化氢浓度过高，就是河道变黑和发臭的直接原因。而水温达到 25° C 时，这一负面影响达到最高峰。高温也会加速污染物的沉积和水体的复氧能力下降，从而形成恶性循环，使河道水质持续恶化，更易长期保持黑臭状态。

1.2 直接原因

河道黑臭水体形成的直接原因主要有以下几点：

其一是各类污水排放。生活污水和工业废水经过污水处理站处理后，由于处理不到位或不达标而直接排放进水体，也有部分地区由于排水管网设计不合理存在管道堵塞、变形等问题，导致污水难以及时排放，加之一些地方污水与雨水管网混接，使污水难以有效处理，从而进入河道水体。

其二是合流制溢流污染。虽然目前大多数地方已将合流制改为截流式，但由于资金及施工技术限制，许多截流系数并不高，部分工程甚至降到了零点。一旦遇大雨，会使管道内沉积的污泥及径流污水等随着雨水一起进入河道。

其三是水体自净能力下降。长期累积在水体内的有机物质如生物代谢产物和死亡残骸通过腐败将使水体污染，同时淤泥和污物经过扰动再次悬浮也会产生大量颗粒物，这些都会降低河道水体自净能力。一旦水体自净能力不足，就难以有效处理各类污染物，从而形成水质恶化的恶性循环。

以上几点都是河道黑臭水体形成的直接原因。只有切实减少各类污染排放，完善排污设施，提高水体自净能力，才能根本遏制河道黑臭水体的产生，实现水质的长期改善。

2 河道黑臭水体治理的关键技术措施

河道黑臭水体的治理，需要结合当地具体情况采取多种技术措施，以实现根本治理和长效改善。一是进行物理疏浚，清除河床淤泥和污染物，改善水流条件。二是采用化学降解方法，利用化学药剂降解或固化河道中的有毒气体和污染物。三是引入生物修复，如种植水生植物吸收营养盐，引入有用微生物加速分解有机物。 此外，还需要控制源头污染，如限制工业和生活污水直排河道。同时，应通过引水补给等措施增加河道含氧量，改善水质。还应建立河道生态监测体系，长期监测水质变化情况，及时修复生态环境。

2.1 物理疏浚法

物理疏浚法是河道黑臭水体治理的重要技术措施之一。它通过定期清理水体中的各类污染物和淤泥，可以有效改善河道水质，消除黑臭现象。采取物理疏浚需要科学规划。首先需要对河道水质进行全面调查，了解污染物的种类、浓度分布和水生植物的生长状况，以确定污染的重点区域。然后根据调查结果，制定具体的清污方案。比如明确清污的时间节点，确保考虑到流量和季节变化因素；明确清污的深度和范围，不能影响河道生态平衡；安排好清运污泥的路线和处置点，防止二次污染等。清污操作中需要利用各种机械设备。例如利用吹管、挖泥船等机械清理水体中的生物残体、淤泥等固体污染物；利用泵车定期清理河道两岸的垃圾废弃物。清污应覆盖整个河段，深度要达到河床，以确保清理效果。同时还需要大量的人工清理工作，以补充机械清理不到的地方。清污后需要对河道进行定期清洗冲刷。利用引水或者活水等方式，冲刷河道内残留的污染物，起到清洗的作用。这可以有效清除机械清理遗留下来的污染，从而达到彻底清除污染的目的。长期开展物理疏浚需要大量资金投入。需要购买专业机械设备，同时需要聘请大量清污人员长期开展工作。此外，相关部门还要加强对整个清污过程的监督管理，保证工作质量和安全。

总体来说，物理疏浚是一项系统工程，需要长期而持续地开展。只有与其他治理技术如截污纳管、人工曝气等相结合，才能真正改善河道水质，为河流的长治久清奠定基础。其中，科学规划和充足的人力物力保障至关重要。

2.2 化学降解法

化学降解法是河道黑臭水体治理技术措施之一，它利用化学药剂与污染物的反应，可以在一定程度上快速降低水体污染物含量，但也存在一定的不足。化学降解法的主要优点在于作用迅速。通过向水体投放药剂如石灰、氢氧化钙等，它们能与污染水中的重金属离子和有机物发生化学反应，使污染物形成不溶性沉淀，或者经过分解转化为无毒物质，从而在短时间内显著降低水体污染物浓度。这对一些紧急事件如重金属离子突发污染，能起到一定的缓解作用。但是，化学降解法也存在一定缺点。首先，化学反应产生的降解产物未必是无害的，可能会对水环境造成二次污染。其次，药剂作用机制主要依靠化学反应，难以长期保持水质稳定。污染源不断补给的情况下，黑臭很可能会反弹。再者，药剂本身也可能对生态环境产生一定影响。化学降解法更适用于临时应急处理，无法长期保障水质。在实际应用中，需要结合生物降解等其他技术，对污染源进行截控，并定期监测水质，配合其他措施一起使用，才能在一定程度上发挥其效果，但仍难以根本解决问题。因此，它更适用于紧急期间的辅助治理措施。

2.3 生物治理法

生物治理法是一种利用生物新陈代谢功能来改善水质的技术措施。它通过增加水体中的微生物和水生植物数量，利用这些生物体对水体中的过量污染物进行降解或转化，从而有效改善水质。这种方法的优点在于操作简单，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

且具有条件温和、安全高效、稳定持久等特点。具体来说，它选择以水中污染物作为营养的水生植物种植在水体中，这些植物在吸收和降解污染物的同时，还可以通过光合作用产生氧气，促进水体自然净化。同时增加的微生物也可以分解水中的有毒物质。长期来看，这些生物会构建一个完整的水生生态系统，有利于水体持续净化和修复能力。但是，生物治理法的效果需要时间来显现。由于生物体生长发育受水温和外来微生物影响，短期内难见明显成效。此外，不同水质条件下需选择的生物品种也不尽相同，初期难以立竿见影，需要长期观察和优化。生物治理法以长效为目的，以生态方式来改善水质。但缺乏短效，实施时需根据实际水质选择生物，同时结合其他技术，才能发挥其长期优势。

3 河道黑臭水体综合治理工程应用举例分析

下面以某条污染非常严重的河道为例进行分析。该河道长 8.7 公里，多年来受工业生活污水和雨季农业源头污染的双重影响，河水长期呈黑臭状态。随着人口增长和城市化，污水排放越来越严重，雨水冲刷也带来更多污染物，使河流水质恶化日趋严重。河道黑臭不断损害着水生生物，很多物种难以生存。同时，长期污染也严重破坏了河流的生态结构，生态功能下降明显。整个河流生态系统已严重失衡。

3.1 工程概况

据调查统计，这一河道长期受生活和工业废水双重污染，尤其是 A 段和 B 段污染最为严重，水质评判指标如 COD、氨氮、总磷和悬浮物含量均超标。为改善这两段河道的水质，需要建设 A 段和 B 段污水处理站。A 段污水处理站计划设计处理能力为 1 万吨/日。B 段污水处理站设计规模更大，处理能力为 3 万吨/日。这两个污水处理站经过处理后，出水水质应能明显改善，污染物浓度下降，臭味得到有效控制。出水水质指标应符合国家地表水功能区划要求和监测断面水质标准。本项目重点监测这四项水质指标：悬浮物（SS）、总磷（TP）、化学需氧量（CODcr）和氨氮含量（NH3-N）。通过建设两个规模不同但功能相同的污水处理站，以及对关键水质指标的监测，旨在有效改善A段和B段河道的水质，解决河道长期臭味严重的问题，使河流环境质量得到实质性提升。

3.2 工程技术方案

本工程项目将采取综合应用多种技术来有效治理河道的污染问题。一是采用超磁分离处理技术和气浮池，这些物理方法可以去除河水中的颗粒性污染物。其中超磁分离利用磁场分离带电颗粒，精准高效；气浮池利用气体将浮体带上水面进行收集。二是辅以催化氧化设备。该设备利用羟基自由基的强氧化作用，可以去除水体中的各种溶解性污染物。通过综合运用上述物理和化学技术，可以高效去除河道水体中的颗粒和溶解污染物。这将大幅改善河流环境质量，从根本上解决其长期污染问题。采取这一技术方案，有望实现河道水质的净化和黑臭的彻底治理，为保护河流环境创造条件。

3.2.1 磁分离装置

本工程项目采用的超磁分离技术，将通过完善的系统有效去除河道黑臭水中的各类污染物。该系统主要由混合系统、沉淀系统、磁回收系统、污泥系统及加药系统组成。其工作流程为：首先，超磁分离系统通过泵站将需要处理的河道黑臭水输送到混凝反应池中。在此，加药机将絮凝剂、改性磁种和助凝剂精确投放入池，与河水进行充分混合反应。然后，混合后的污水进入澄清池进行高效的固液分离。由于加入了改性磁种，水中污染物的比表面积增大，相互之间的碰撞概率增加，快速形成絮凝并沉降下坠。这就实现了河水中的微粒污染物、微生物以及重金属等有效去除。同时，经过处理后的污泥通过污泥回流系统回到混凝反应池，而改性磁种也将通过磁回收系统循环再利用。仅剩的尾污泥才通过排放系统送至后续的污泥处理系统。通过这个完善合理的工作流程，可以实现河水污染物高效去除的同时，也最大限度节约资源和减少二次污染，在保护环境的同时又实现了可持续发展。

3.2.2 气浮装置

本工程项目采用气浮法进行河水净化，选择气浮装置是很好的选择。气浮装置利用压缩空气，在高压下使水溶入大量气体，再在减压时产生大量细小气泡。这些气泡会与河水中的杂质粘结在一起，使其浮力大于重力，从而实现固液分离。与超磁分离相比，气浮法不需要添加磁种，可以降低部分成本。此外，气浮过程还伴随着对水的充氧，对微污染和臭氧污染较重的河水尤其有效。气泡的产生同时也能起到一定的曝气效果，有助于改善水质。气浮装置的工作原理简单，不会像超磁分离那样出现磁种泄漏的隐患。一旦发生设备故障，也不会对河道环境产生短期严重影响。此外，采用细小均匀的气泡，可以更高效地将污染物吸附上升，从而提高净化效率。总之，本工程选择气浮法净水，不仅成本控制得当，而且操作安全可靠，对不同类型的水质也有很好的适应性。这将有效提高整体净水效果，实现工程目标。

3.2.3 催化氧化设备

本工程采用高效羟基自由基发生器和高效纳米催化反应装置，这对提高水体净化效果很有利。羟基自由基具有强大的氧化能力，它可以无选择性地氧化水体中的各种污染物，如氨氮和 COD 等，从分子层面上破坏这些污染物的结构，实现深层次净化。与传统处理方法相比，羟基自由基的氧化机理更加彻底和高效。此外，本装置采用纳米催化技术，由于纳米材料具有极高的比表面积，能有效提高催化反应的效率。它不仅可以大幅提升羟基自由基的产生量，同时也可以扩大羟基自由基的作用范围，更好地覆

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

盖水体中各处污染物。

与单一的机械处理相比，采用羟基自由基与纳米催化相结合的技术，可以在分子和表面级别实现水质的深层次净化。这不仅可以有效去除常规污染指标，也能清除一些难以清除的微量污染，真正实现水体的优质净化。它将是本工程提升水质和满足净水标准的有力技术保障。

3.3 工程处理效果

通过这次对河道进行综合治理工程处理三个月后进行的现场勘测结果显示，工程处理效果显著。水体透明度明显提高，河水变得清澈透明。此前河水呈现混浊状态，能见度低，处理后大幅改善。河道内也不再有各种垃圾和臭味出现。通过清理工作清除了固体废弃物，加强管网管理也有效阻止垃圾再次排入。重要的是，不再有任何污染源从周边非法排放废水废料进入河道。为进一步评估水质变化，采用专业分析仪对水质指标进行检测，结果令人欣慰。PH 值、浊度、氨氮等重要指标均符合地表三类水标准范围。这表明通过一系列综合治理措施，水质得到明显的改善，由重度污染提升到轻度污染水平。最令人高兴的是，黑臭现象基本消失。此前河水呈现浓重的黑色，散发难闻的臭味，给人们带来极大困扰。现在水体已经透明无异味。总之，通过这次工程处理，不仅明显提升了河道水质，也解决了多年来困扰当地居民的环境问题。效果显著，令人欣慰。

4 结语

总之，河道黑臭水体治理是一个系统工程，需要全面考虑各种因素，采取多手段相结合的方式来解决。同时也要注重生态保护和可持续发展的原则。只有通过科学的治理措施，长期监测和维护管理，才能真正解决河道水质问题，为经济社会发展和人民生活创造良好的水环境。本文从河道黑臭成因与治理技术两个方面进行了探讨，旨在为河道治理提供参考。但实际操作中还需要结合具体河流状况，充分吸收各方意见和建议，科学制定“一河一策”的详细方案。同时，治理过程也要注重公众参与和环境教育，只有全民动员参与，水环境治理才能获得长足进展。我们将持续关注河道水质变化，总结好的经验教训，不断完善措施，以实现河道的长效治理。也希望通过共同努力，给广大人民创造一个生态良好、水质优良的优美环境，促进地方经济和社会可持续发展。

[参考文献]

[1]樊亮亮.城市河道黑臭水体污染治理技术探析[J].环境与发展,2018(6):62-63.
[2]吴娜娜,何洋,谭有晨.我国黑臭水体的污染现状与治理技术[J].建筑与预算,2019(11):79-81.
[3]杨传忠,牛瑞胜,廖庆花等.城市黑臭水体治理技术及其发展趋势[J].再生资源与循环经济,2019(9):38-41.
[4]唐晶,庞维海,林常源等.我国黑臭水体的成因分析与综合治理技术[J].应用化工,2020(2):483-487.

作者简介：贾俊涛（1983.8—），毕业院校：河海大学，所学专业：水利水电工程，当前就职单位：中电建生态环境集团有限公司，职务：专业经理，职称级别：高级工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

小型农田水利工程的施工质量管理的措施探析

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]小型农田水利工程是农业基础设施建设的重要组成部分，其施工质量的优劣直接关系到农业生产的稳定发展和农村经济的提升。文章分析了小型农田水利工程施工质量管理的重要性，探讨了施工过程中存在的质量问题，并提出了相应的管理措施，为小型农田水利工程的施工质量管理提供了理论指导和实践参考。
[关键词]小型农田水利工程；施工质量；质量管理；措施
DOI：10.33142/hst.v7i5.12304 中图分类号：TV512 文献标识码：A

Analysis of Measures for Construction Quality Management of Small Farmland Water Conservancy Projects

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

Abstract: Small scale agricultural water conservancy projects are an important component of agricultural infrastructure construction, and the quality of their construction is directly related to the stable development of agricultural production and the improvement of rural economy. This article analyzes the importance of quality management in the construction of small scale agricultural water conservancy projects, explores the quality problems that exist during the construction process, and proposes corresponding management measures, providing theoretical guidance and practical reference for the construction quality management of small scale agricultural water conservancy projects.
Keywords: small scale agricultural water conservancy projects; construction quality; quality management; measures

引言

小型农田水利工程作为农业基础设施建设的重要内容，对于农业生产和农村经济发展具有重要意义。然而，在施工过程中，由于种种原因，常常会出现质量问题，影响到工程的正常运行和农业生产的效益。因此，加强小型农田水利工程施工质量管理，确保工程质量，已成为当务之急。

1 小型农田水利工程施工质量管理的重要性

小型农田水利工程的施工质量直接关系到工程的运行效果和农业生产的稳定发展。高质量的施工可以确保工程的安全、可靠和持久性，提高农业生产的效益，促进农村经济的持续发展。反之，施工质量问题会导致工程运行故障频发，影响农业生产的正常进行，甚至可能带来严重的经济损失[1]。

2 影响小型农田水利工程施工质量的主要因素

2.1 前期规划设计不足

影响小型农田水利工程施工质量的主要因素包括前期规划设计不足、施工管理不规范、施工技术水平低、施工材料质量不合格以及施工环境恶劣等。其中，前期规划设计不足是导致小型农田水利工程施工质量问题的主要原因之一。

前期规划设计不足主要表现在以下几个方面。首先，项目选址不合理。一些小型农田水利工程在选址时没有充分考虑地形、地貌、水资源分布等因素，导致工程所在地与水源地距离过远，工程规模过大或过小，增加了工程的建设和运行成本，影响了工程的施工质量。其次，工程设计不合理[2]。一些小型农田水利工程在设计时没有充分考虑实际需求和施工条件，导致工程设计方案与实际施工不符，施工过程中需要不断调整，影响了工程的施工质量和进度。再次，前期准备工作不充分。一些小型农田水利工程在施工前没有做好充分的准备工作，如土地平整、排水设施建设等，导致施工现场环境恶劣，影响了工程的施工质量。

2.2 施工材料把关不严

在施工过程中，如果材料质量不符合标准，将会对工程的整体质量产生很大影响。

小型农田水利工程所使用的材料包括水泥、砂石、钢筋等材料的质量直接关系到工程的质量和使用寿命。如果使用的材料不符合国家标准，不仅会影响工程的外观和稳定性，还会对农田水利工程的耐久性和安全性造成威胁。例如，如果使用的钢筋质量不达标，可能会导致工程结构强度不足，一旦发生自然灾害，工程将无法承受，从而引发更大的损失。在施工过程中，如果材料质量存在波动，将会对工程的质量和进度产生不利影响。例如，如果使用的混凝土强度不稳定，会导致工程结构出现裂缝和变形，影响工程的整体质量。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.3 施工监理落实不到位

影响小型农田水利工程施工质量的主要因素包括设计不合理、施工技术不成熟、施工材料不合格、施工人员素质参差不齐以及施工现场管理混乱等。其中，设计不合理主要体现在工程设计不符合实际需求，或者设计方案存在缺陷，导致施工过程中出现各种问题。施工技术不成熟则表现在施工队伍缺乏专业的技术指导，导致施工过程中无法保证工程质量。施工材料不合格是指施工过程中使用的材料不符合国家相关标准，会导致工程质量不稳定。施工人员素质参差不齐是指施工队伍中人员的技能水平和职业素养不一，会影响整个工程的施工质量。施工现场管理混乱则是指施工现场缺乏有效的管理，导致施工过程无法按照规定的程序进行，从而影响工程质量。施工监理落实不到位的表现主要有以下几个方面，监理机构不健全，监理人员配备不足，无法对施工现场进行全面监控；监理制度不完善，监理工作缺乏明确的指导和规范，导致监理效果不理想；监理力度不够，监理人员对施工现场的监督不够严格，无法及时发现和纠正施工中的问题；监理效果评价体系不完善，无法准确评估监理工作的效果，从而无法对监理工作进行改进。

2.4 养护力度不足

一是施工现场管理混乱，养护人员配置不足。一些小型农田水利工程施工现场，常常出现管理混乱的情况，养护人员数量不足，导致施工现场的养护工作无法得到有效开展。由于养护人员配置不足，施工现场的养护工作往往无法做到全面覆盖，部分施工环节的养护质量难以得到保障。

二是养护制度不健全，养护流程不规范。小型农田水利工程中，养护制度不健全，养护流程缺乏规范，导致养护工作无法按照规定的标准进行。养护制度的不健全表现为缺乏对养护工作的具体要求和标准，养护流程的不规范则表现为养护工作的开展缺乏明确的步骤和方法。这使得养护工作的质量和效率受到影响，进而影响整个工程的施工质量。

三是养护材料质量参差不齐。小型农田水利工程的养护材料质量对施工质量具有重要影响。然而，在实际工程中，养护材料质量参差不齐的现象较为普遍。一些施工方为了降低成本，采购质量低劣的养护材料，导致养护工作的质量受到影响。这些低质量的养护材料不仅无法满足工程的实际需求，还可能对工程造成潜在的安全隐患。在一些小型农田水利工程中，养护人员的技术水平低，对养护工作的开展造成了一定的影响[3]。养护技术水平不高表现为养护人员对养护知识和技术的掌握不够熟练，对养护工作的开展缺乏科学的指导，使养护工作的质量难以得到保证，进而影响整个工程的施工质量。

3 小型农田水利工程施工过程中的质量问题

3.1 施工技术问题

小型农田水利工程施工过程中的质量问题是农业基础设施建设的难点和重点。施工技术问题作为影响工程质量的重要因素，其表现形式多样。在一些工程项目中，由于前期调研不足，施工方案往往与实际需求不符，导致工程无法达到预期的效果。此外，施工方案的制定往往缺乏科学依据，使得施工过程变得盲目无序。施工工艺是施工过程中的关键技术，直接关系到工程质量的好坏。在实际施工中，施工工艺的不规范现象普遍存在，如施工流程不明确、施工方法不当等，这些问题都会对工程质量产生负面影响。此外，施工操作不标准也是小型农田水利工程施工质量问题的关键。在实际施工中，施工操作不标准的现象时有发生，如施工工具使用不当、施工人员操作失误等，这些问题会导致工程质量不稳定，甚至出现安全隐患。

3.2 施工材料问题

施工材料的质量是保证工程质量的基础，在小型农田水利工程施工中，常存在施工材料不合格、质量不达标的现象，会导致工程质量难以保证。一些施工单位为了追求利润，往往会使用劣质材料，这些材料可能存在严重的质量问题，如强度不足、耐久性差等材料应用于施工过程中，将会对工程质量产生严重的影响。例如，在混凝土施工中，如果使用了劣质水泥，将会导致混凝土的强度不达标，影响工程的安全和使用寿命。施工单位在施工过程中，可能存在不按照设计要求使用材料的现象[4]。有的施工单位可能会擅自更换材料，使用与设计要求不符的材料，这将会严重影响工程的质量。此外，施工过程中的材料储存和管理不善也是一个问题。例如，材料的储存环境不当，可能会导致材料的性能发生变化，影响材料的质量。

3.3 施工人员问题

小型农田水利工程是农田灌溉、排水、抗旱等农业生产的重要组成部分，对于保障农业生产和农村经济发展具有重要意义。然而，由于小型农田水利工程规模较小，施工队伍往往由一些缺乏专业培训的施工人员组成，人员的技术水平较低，难以保证施工质量。

首先，施工人员缺乏专业知识和技能，导致施工过程中出现各种问题。例如，在进行农田水利工程施工时，需要掌握一定的工程技术和管理知识，了解施工材料的性能和用途，以及熟悉相关的法律法规和安全标准。然而，由于施工人员缺乏专业培训，他们往往无法准确掌握这些知识和技能，导致施工过程中出现各种问题，如施工方案不合理、施工工艺不规范、施工质量不符合要求等。其次，施工人员缺乏团队合作意识和责任心，影响施工质量和进度。小型农田水利工程施工队伍中，施工人员往往来自不同的地区和背景，他们之间的沟通和协作存在一定的困难。此外，由于施工人员缺乏责任心，他们对施工质量的要求不高，往往只注重施工进度和成本，从而导致施工质量不符合要求。

小型农田水利工程施工过程中，存在一定的安全风险，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

如高空作业、挖掘作业、电气作业等。然而，由于施工人员缺乏安全意识，他们往往忽视安全防护措施，容易发生安全事故，对施工质量和人员安全造成影响。

4 小型农田水利工程施工质量管理措施

4.1 加强施工技术管理

施工前，应根据工程特点和施工条件，制定合理的施工方案和工艺流程，并进行技术交底。这包括对施工过程中可能遇到的问题进行预测和分析，确保施工方案的可行性。同时，根据工程的具体情况，选择合适的施工工艺，以确保工程质量。技术交底则是让每一个参与施工的人员了解施工方案和工艺流程，确保施工过程中的顺利进行。

在施工过程中，加强对施工工艺和操作的监督与检查，确保施工技术符合规范要求。监督和检查不仅要在施工过程中进行，还要在施工前后进行全面的检查，确保施工质量。同时，对于不符合规范要求的施工工艺和操作，要及时进行纠正，确保工程质量。同时还需加强施工技术管理还需要注重施工人员的培训。通过培训，提高施工人员的技术水平和操作能力，使其能够熟练掌握施工工艺和操作流程，从而提高工程质量。另外，加强施工技术管理还需要注重施工过程中的沟通与协调。在施工过程中，各个环节之间需要紧密配合，确保施工顺利进行。同时，与相关部门和单位进行有效的沟通，确保施工过程中的各种问题能够及时解决。

4.2 严格施工材料质量管理

在施工材料进入施工现场之前，必须对其进行全面的检查，包括材料的品种、规格、性能等是否符合设计要求。对于不合格的材料，应立即将其排除出场，以确保工程质量。

对于不同品种和规格的材料，应分别存放，以免混淆。同时，应采取有效的防潮、防晒、防尘等措施，以保证材料的性能不受损害。施工人员应严格按照设计图纸和施工规范进行施工，不得随意更换材料或更改设计。同时，施工人员应定期对使用的材料进行检查，发现问题及时报告并处理。在工程竣工后，应对使用的材料进行全面的检查和评估，以了解其性能和使用寿命。对于评估结果不佳的材料，应立即进行更换或改进，以提高工程质量和使用寿命。

总的来说，严格施工材料的质量管理是确保小型农田水利工程施工质量的关键。只有通过严格的检验、妥善的存储和管理、严格的控制和使用效果的评估，才能保证施工材料的质量，从而提高整个工程的质量和使用寿命。

4.3 加强施工监督质量管理

首先，相关政府部门和施工单位要高度重视工程施工质量监督管理站的建设，将其作为工程的重要环节来抓。要明确监督管理站的职责和任务，确保其充分发挥作用。同时，要加强对监督管理站工作人员的培训，提高他们的业务水平和综合素质，为工程施工质量管理提供有力保障。其次，相关单位要主动参与到工程施工质量监督管理站的工作中来。在施工过程中，要积极配合监督管理站，及时提供施工资料，认真听取监督管理站的意见和建议，对施工过程中存在的问题及时进行整改。同时，要将施工中的监督管理报告及时传至监督管理站，以便及时发现和解决问题[5]。最后，工程施工质量监督管理站要加强对施工现场的巡查和检查，对施工过程中的各个环节进行严格把关。对发现的问题，要及时与施工单位沟通，共同探讨解决方案，确保工程质量。同时，要定期对施工现场进行评估，对施工质量进行量化考核，为施工单位提供参考。总之，加强小型农田水利工程项目的施工质量管理，需要政府、企业和施工人员共同努力，通过建立健全的质量管理体系，加强质量监督与检查，提高施工人员的质量意识，才能确保工程质量。

5 结语

综上所述，小型农田水利工程项目对我国的发展起到了很大的促进作用。不但能起到防洪抗旱的作用，而且还能提高农民的收入和作物的产量。但就我国目前的工程施工情况来看，小型农田水利工程项目施工中，还存在着许多核心问题尚未解决，使其发挥的作用受到了很大的限制，因此，小型农田水利工程的施工质量管理对于工程的运行效果和农业生产的稳定发展具有重要意义。施工过程中应加强对施工技术、施工材料和施工人员的管理，确保工程质量。这将为农业生产和农村经济的持续发展提供有力保障。

[参考文献]

[1]成青.小型农田水利工程施工与管理核心思路分析[J].新农业,2023(15):93-94.
[2]汤协坤.小型农田水利工程的施工建设与管理措施[J].大众标准化,2023(12):91-93.
[3]牛士波.浅谈小型农田水利工程的施工质量管理[A]2023 智慧城市建设论坛论文集（一）[Z].中国智慧城市经济专家委员会,中国智慧城市经济专家委员会,2023:2.
[4]张立岩.浅议加强小型农田水利工程施工建设与管理的措施[J].南方农业,2022,16(12):217-219.
[5]姬翠霞.试论小型农田水利工程施工建设与管理的有效措施[J].新农业,2021(13):89-90.

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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水利工程防渗处理施工技术的应用分析

赵 坤
浙江省水电建筑安装有限公司，浙江 杭州 310053

[摘要]本篇文章以我国水利工程为背景，分析了防渗处理施工技术在水利工程中的重要应用。通过对防渗处理技术的详细阐述，讨论了其在提高水利工程结构稳定性和保障工程运行安全方面的关键作用。同时，探讨了防渗处理施工技术在实际应用中的优势和局限。最后，对未来防渗处理技术的发展趋势进行了展望，以期为我国水利工程防渗处理提供有益的参考。
[关键词]水利工程；防渗处理；施工技术；应用分析；发展趋势
DOI：10.33142/hst.v7i5.12332 中图分类号：TV543 文献标识码：A

Application Analysis of Anti-seepage Treatment Construction Technology in Hydraulic Engineering

ZHAO Kun
Zhejiang Hydropower Construction and Installation Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310053, China

Abstract: This article analyzes the important application of anti-seepage treatment construction technology in water conservancy engineering in China, based on the background of water conservancy engineering. Through a detailed explanation of anti-seepage treatment technology, the key role of it in improving the stability of water conservancy engineering structures and ensuring the safety of engineering operation was discussed. At the same time, the advantages and limitations of anti-seepage treatment construction technology in practical application were discussed. Finally, the development trend of future anti-seepage treatment technology was discussed, in order to provide useful reference for anti-seepage treatment of water conservancy projects in China.
Keywords: water conservancy engineering; anti-seepage treatment; construction technology; application analysis; development trends

引言

水利工程在我国国民经济和社会发展中具有举足轻重的地位。然而，水电站、水库等水利工程在运行过程中，往往受到渗漏问题的影响，导致工程结构稳定性降低，甚至危及运行安全。因此，防渗处理成为水利工程中不可或缺的一环。本文将分析防渗处理施工技术在水利工程中的应用，以期为我国水利工程防渗处理提供有益的参考。

1 防渗处理施工技术概述

1.1 防渗处理原则

防渗处理应遵循“以防为主，防排结合，综合治理”的原则。具体而言，首先要做好工程设计，选材要合理；其次，施工过程中要保证质量，做到施工精细；再者，要加强运行管理和维护，确保工程安全[1]。

1.2 防渗处理方法

目前，水利工程防渗处理方法主要有以下几种：土工合成材料防渗、砌石防渗、混凝土防渗、沥青混凝土防渗、高压喷射灌浆防渗等。各种方法均有其适用范围和优缺点，应根据工程实际情况选择合适的方法。

2 水利工程出现渗水情况的具体原因

2.1 水利工程出现渗水情况的内部因素和外部因素

从内部因素来看，混凝土质量是影响水利工程渗水的重要因素之一。在混凝土加工过程中，如果搅拌不均、水泥用量不足或混凝土振捣不实，都可能导致混凝土结构强度不足，进而出现渗水现象。此外，混凝土的收缩变形也是引起渗水的重要原因。在混凝土凝固过程中，由于热胀冷缩和湿胀干缩的效应，混凝土会产生一定的收缩变形，若施工过程中未能充分考虑这一因素，混凝土表面容易出现裂缝，从而导致渗水。外部因素也对水利工程渗水产生重要影响。其中，地质条件和气候环境是两大关键因素。在地质条件方面，如果基坑降水能力不足，基面周围的积水无法及时排出，可能导致水位上涨，淹没基面垫层，进而影响混凝土灌注质量[2]。此外，气候变化也对渗水问题产生影响。尤其在暴雨天气，降水量增加，基面周围的积水问题更加严重，导致混凝土灌注过程中出现渗水现象。

2.2 施工过程中由于缺少规范性操作控制而出现渗水情况

在建筑施工过程中，施工中的渗水问题可能源于各种原因，如施工操作不规范、材料质量不合格等。一旦出现渗水，不仅会影响建筑物的美观度，还会对建筑物的结构造成损害，甚至可能引发安全事故。在施工过程中，防水材料的选择和使用是关键。市场上有很多种防水材料，但并非所有材料都适合特定的施工环境。选择不合适的防水材料，或是施工过程中操作不规范，都可能导致防水效果不佳，进而引发渗水问题。此外，防水层的施工也是一门学问。施工过程中，如果防水层的厚度不达标，或是涂刷不均匀，都会影响防水效果[3]。因此，在施工过程中，监督和控制防水层的施工质量至关重要。除了防水材料和施工工艺之外，施工过程中的操作规范也是防止渗水的重要

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

手段。在施工过程中，施工人员应严格按照操作规程进行操作，确保每个环节都无误。然而，在实际施工中，由于各种原因，施工人员可能存在操作不规范的现象。例如，在混凝土浇筑过程中，如果振捣不到位，或是混凝土浇筑速度过快，都可能导致混凝土结构不密实，从而引发渗水问题。

3 防渗处理施工技术应用分析

3.1 土工合成材料防渗

土工合成材料防渗技术是一种将具有卓越抗拉强度、抗侵蚀性和抗老化性能的土工合成材料，通过特定的施工工艺牢固地固定在水利工程建筑物表面，以形成一道坚固的防渗屏障。这种技术在我国已经得到了广泛的推广和应用，无论是在土石坝、堆石坝，还是混凝土面板堆石坝等工程中，都能够看到其显著的效果。土工合成材料防渗技术在土石坝工程中具有极高的应用价值，土石坝是以土石料为主要建筑材料的大坝，其结构特点是坝体材料颗粒大、孔隙多，因此，防渗性能至关重要。采用土工合成材料防渗技术，可以在土石坝内部形成一道完整的防渗体系，有效降低坝体渗流量，确保坝体安全稳定运行。堆石坝中的石料间隙较大，传统防渗措施难以达到理想效果，而土工合成材料防渗技术的应用，可以有效填补石料间的空隙，提高坝体的密实度，从而降低渗流量，确保堆石坝的安全稳定运行。混凝土面板堆石坝作为一种复合型坝体，通过将土工合成材料嵌入混凝土面板与堆石之间的缝隙，可以有效减少渗流量，提高坝体的整体防渗性能。土工合成材料防渗技术在应对复杂地质条件和水文环境方面也具有明显优势。在地质条件恶劣、地下水位较高的地区，传统防渗措施难以实施，而土工合成材料具有优良的抗侵蚀性和抗老化性能，可以在恶劣环境下保持稳定的防渗效果，确保水利工程的安全运行[4]。

3.2 砌体防渗

砌体防渗是一种在水利工程建筑物表面采用具有良好防渗性能的砌体材料，如混凝土、石材等，按照一定的结构形式和施工工艺进行砌筑的方法，以实现防渗目的。混凝土作为一种人造材料，其强度和耐久性得到了充分的保障，能够在各种环境条件下保持稳定的防渗效果。石材则是一种自然材料，其天然形成的裂隙和孔隙能够有效地减少水分渗透，同时石材的质地坚硬，抗侵蚀性能好，使得其在防渗工程中具有较高的应用价值。在砌体防渗施工过程中，结构形式和施工工艺的选择至关重要结构形式主要包括平铺式、拱券式等，不同的结构形式适用于不同的建筑物和地质条件。施工工艺则包括砌筑、抹灰、防水处理等环节，每个环节都需要严格按照规定操作，以确保防渗效果的实现。与其他防渗材料相比，砌体材料具有较低的成本，能够降低建筑物的建设投资。同时，砌体材料的生产和施工过程中对环境的影响较小，符合绿色环保的发展理念。此外，砌体材料的寿命周期长，有利于延长建筑物的使用寿命，减少资源浪费。

3.3 混凝土防渗

混凝土防渗技术在混凝土坝、浆砌石坝等工程中，防渗技术的应用更是关键。混凝土防渗的主要目标是提高混凝土的密实度和抗渗性能，使混凝土结构本身具备良好的防渗性能。混凝土防渗技术得到了广泛应用，例如，采用真空辅助灌浆技术可以有效地提高混凝土的密实度。该技术利用真空泵将混凝土中的气体抽出，形成真空状态，使混凝土达到更高的密实度。此外，通过高速喷射混凝土，使其在建筑物表面形成一层紧密、均匀的防护层，从而提高抗渗性能。防渗剂是一种特殊的外加剂，可以改变混凝土的内部结构，提高其抗渗性能。为确保防渗效果，施工人员需严格按照施工规范进行操作。例如，在浇筑混凝土时，应控制混凝土的浇筑速度和振捣时间，以确保混凝土的均匀性和密实度。此外，施工前应对模板进行充分检查，确保模板的平整度和垂直度满足要求[5]。

3.4 沥青混凝土防渗

沥青混凝土防渗技术其原理是将沥青混凝土均匀地铺设在水工建筑物表面，借助沥青混凝土的紧密结构和优良的不透水性能，实现防渗目标。首先，要选用优质沥青和骨料，确保沥青混凝土的性能达到防渗要求；其次，施工过程中要控制沥青混凝土的拌合比例和温度，保证混凝土的均匀性和流动性；最后，在铺设沥青混凝土时，要确保其厚度均匀，避免出现裂缝和空鼓等质量问题。例如，南水北调工程、三峡工程等重要水利工程都采用了这一技术。在这些工程中，沥青混凝土防渗层起到了关键作用，有效防止了水体的渗漏，确保了工程的安全运行。然而，沥青混凝土防渗技术也存在一定的问题。如施工过程中对环境的影响、混凝土老化等问题。因此，我国科研人员正不断努力研究新技术、新材料，以期在提高沥青混凝土防渗技术效果的同时，降低其对环境的影响，使沥青混凝土防渗技术更加绿色环保。

3.5 化学灌浆防渗

化学灌浆防渗技术方法通过将化学浆液精确地注入建筑物裂缝、缝隙等细微之处，能够在这些部位形成一道坚固而密闭的防渗屏障。化学灌浆防渗技术的实施离不开高性能的化学浆液，浆液在注入裂缝后，会在固化过程中迅速凝固，从而填充缝隙，使之无法再透过水分。这种浆液的性能优越，不仅具有很强的抗压强度和抗拉强度，还能适应建筑物裂缝的变形，保持其密闭性。相较于传统的防渗方法，如黏土衬砌、混凝土衬砌等，化学灌浆无需使用大量的施工材料，减少了施工现场的占用和环境污染。同时，化学灌浆施工无需大型设备，降低了施工难度和成本，提高了工程效率，对其进行控制性的灌浆方式[6]。相对传统灌浆方式而言，这是一项非常先进的建筑施工技术，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

与其他的施工技术相比，都是在传统技术基础上进行改进、完善以及创新的，此方法不但可以将泥流压力和 灌浆压力相融合，还能将水利工程建筑项目中的灌浆施工技术和本身所具有的性能进行结合。化学灌浆防渗技术具有极高的防渗效果。由于化学浆液能够在裂缝中形成密闭屏障，能够有效阻止水分渗透，从而保证了建筑物的安全稳定。在我国众多水利工程中，化学灌浆防渗技术都取得了显著的防渗效果，大大延长了工程建筑的使用寿命。总之，化学灌浆防渗适用于各类水利工程建筑物，具有施工简便、防渗效果显著等优点。

4 防渗处理技术发展趋势

4.1 高压喷射灌浆防渗

在现代化的工程建设中，在待注浆结构和防渗处理方面，旋转喷射灌浆技术、固定喷射灌浆技术和振动喷射灌浆技术都有着各自的优势和适用场景。然而，无论选用何种灌浆技术，高压注浆技术都是保证防渗处理施工效果的关键。首先，旋转喷射灌浆技术以其独特的旋转喷射原理，能够在灌浆过程中将浆液均匀地散布到各个角落，从而实现对待注浆结构的全面填充。这种技术适用于对灌浆效果要求较高的工程，如水利枢纽、隧道工程等，通过对旋转喷射灌浆技术的熟练掌握，可以有效提高防渗处理的施工质量。

其次，固定喷射灌浆技术则适用于对灌浆速度和稳定性要求较高的场景。该技术通过将浆液以高速喷射至待注浆区域，能够在短时间内完成大量灌浆工作，从而提高了施工效率。此外，固定喷射灌浆技术还可以根据工程需要，调整喷射速度和浆液配比，以满足不同工程的防渗要求。再者，振动喷射灌浆技术则是针对松散土层和不均匀地基的一种有效处理手段[7]。通过振动喷射，可以将浆液有效地注入到土层中的缝隙和空洞，从而提高土层的密实度和抗渗性能。在防渗处理中，振动喷射灌浆技术起到了至关重要的作用。

4.2 生态防渗材料

生态防渗材料主要由天然植物纤维和环保高分子材料制成，与传统防渗材料相比，具有明显的优势。传统材料在使用过程中，可能会释放出有害物质，对环境和人体健康造成威胁。而生态防渗材料的使用，从根本上解决了这一问题，保障了工程周边的生态环境安全。生态防渗材料的防渗效果也非常显著，由于其独特的纤维结构和分子结构，这类材料具有优异的抗渗性能，能够有效防止水源地的水分流失和水污染物的渗透。在水利工程中，尤其是在水质保护方面，这一特性显得尤为重要。通过采用生态防渗材料，可以大大降低工程风险，确保水源地安全和生态环境的稳定。生态防渗材料具有较强的抗拉伸性能和耐久性。在水利工程中，这类材料可以承受各种自然因素的影响，如风吹、日晒、雨淋等，且不易破损。这使得生态防渗材料的使用寿命较长，降低了工程的维护成本，提高了工程的经济效益。相较于传统防渗材料，生态防渗材料的生产过程更为环保，无需高温、高压等复杂工艺。在施工过程中，生态防渗材料同样表现出较高的便捷性。例如，其具有良好的可塑性，可以根据工程需要进行裁剪和铺设。此外，生态防渗材料的密度较低，运输和铺设过程中能耗较小，有利于降低工程的总成本。

5 结语

本文对水利工程防渗处理施工技术进行了详细分析，包括土工合成材料防渗、砌体防渗、混凝土防渗、沥青混凝土防渗、化学灌浆防渗等。通过对各种防渗技术的应用现状进行探讨，本文认为，在水利工程防渗处理施工中，应根据工程特点、地质条件、防渗要求等因素，综合选用适宜的防渗技术。此外，为进一步提高我国水利工程防渗处理施工技术水平，还需加强防渗技术研究和创新，完善防渗施工管理体系，确保水利工程的安全稳定运行。

[参考文献]

[1]刘文生.灌浆施工技术在水利工程防渗处理中的应用研究[J].工程建设与设计,2023(24):148-150.
[2]高瑜.灌浆施工技术在水利工程防渗处理中的运用[J].江苏建材,2022(4):66-68.
[3]郭倩.浅析农田水利与水利工程防渗处理中的灌浆施工技术[J].农家参谋,2022(10):165-167.
[4]秦晓东.水利工程防渗处理施工技术的应用分析[J].中国水运(下半月),2022,22(2):98-99.
[5]邓景柳.简述水利工程防渗处理施工技术及管理注意事项[J].城市建设理论研究(电子版),2022(26):79-81.
[6]方啸.浅析小型水利工程防渗处理施工技术[J].新型工业化,2022,12(6):123-126.
[7]李波.水利工程防渗处理中的灌浆施工技术分析[J].智能城市,2021,7(10):145-146.

作者简介：赵坤（1980.12—），单位：浙江省水电建筑安装有限公司，工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

呼图壁河石门水文站洪水预报分析

张松婷
昌吉水文勘测局，新疆 昌吉 831100

[摘要]为了提高河流洪水预警发布的时效性和准确性，保证河道下游人民生命和财产安全，在每年汛前、汛中均由水文部门对洪水进行预报，为地方防汛抢险提供决策依据。文中以昌吉州呼图壁河为例，采用石门水文站 45 年实测长系列洪水资料，运用非平稳序列逐步回归趋势分析法对 2020 年、2021 年洪水进行试报，与实测值进行比较，通过试报检验，认为该方法能够作为呼图壁河石门水文站断面洪水预报的初步预报方法。

[关键词]呼图壁河；石门水文站；洪水预报分析法
DOI：10.33142/hst.v7i5.12303　　中图分类号：TV122.2　　文献标识码：A

Flood Forecast Analysis of Shimen Hydrological Station on the Hutubi River

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

Abstract: In order to improve the timeliness and accuracy of river flood warning and ensure the safety of people's lives and property downstream of the river, hydrological departments predict floods before and during each year, providing decision-making basis for local flood prevention and rescue. Taking the Hutubi river in Changji prefecture as an example, this article uses a 45 years long series of measured flood data from Shimen hydrological station to conduct a trial report on floods in 2020 and 2021 using the non-stationary sequence stepwise regression trend analysis method. After comparing with the measured values, it is believed that this method can serve as a preliminary prediction method for section flood forecasting at Shimen hydrological station of Hutubi river.

Keywords: Hutubi river; Shimen hydrological station; flood forecasting analysis method

1 流域水文特性说明

1.1 自然概况

1.1.1 流域地理特征

呼图壁河流域位于东天山北麓中段，准噶尔盆地南缘。东与昌吉市三屯河毗邻，西与玛纳斯县接壤，南以天山分水岭与巴音郭楞蒙古自治州和和静县相望，北至准噶尔盆地的古尔班通古特沙漠与塔城地区的和布克赛尔县相连。地理位置在 86° 05′ —87° 08′ E、43° 07′ —45° 20′ N 之间。呼图壁河流域面积 5119km2，石门水文站以上集水面积为 1840km2。地形总的趋势是南高北低，由东南方向向西北方向倾斜。流域西南与玛纳斯河交界源峰为最高峰，海拔 5292m，北部平原沙漠最低处仅 360m，南北高差近 5000m。

1.1.2 流域概况

呼图壁河发源于天山北坡的喀拉乌成山及天格尔山，经高、中、低山区流入平原，出山口高程在 1000m 以下，沿程有东、中、西呼图壁河源头支流和红闸、白杨河、哈熊沟、石梯子沟、大洪沟等支流汇入，经过青年渠首和平原各类蓄、调、输、引水工程，为呼图壁河流域及各生产单位引用，最后消失于沙漠之中。呼图壁河补给源于高山区的消冰融雪、中山区的降水和地下水的补给。实测多年平均年径流量 4.797×108m³，最大年径流量为 1999 年的 6.341×108m³，最小年径流量为 1986 年的 3.630×108m³。

1.1.3 流域土地利用/覆被特征

呼图壁河流域内土地利用/覆被分布高山区平均海拔在 2800m 以上，山峰海拔一般在 4700m 左右，其间山高谷深、水流湍急、冰川广为分布，是呼图壁河的发源地。在 3900m 雪线附近，为现代冰川作用区和永久性积雪覆盖。在 2800m 至雪线附近，分布有高山草甸土和亚高山草甸土，其上植被多为低矮的禾本科牧草，是优良天然的夏牧场。海拔 1500～2800m 的中山区为森林草甸区。海拔 800～1500m 的低山区为前山丘陵区，植被以苔草狐茅、铁杆蒿等为主，稀疏且低矮，因夏季降水不充足，牧草干枯，只能作春秋牧场。

1.1.4 流域土壤特征

呼图壁河流域土壤类型也较为丰富，并且土壤空间分布情况与土地利用/覆被分布有一定的相关性。土壤主要以灌溉荒漠灰钙土、草甸土、荒漠灰钙土为主。沙丘边缘的耕作区或荒漠地为含沙量较大的亚砂土。

1.2 水利工程现状

1.2.1 农业灌溉引水枢纽工程

阿苇滩渠首：1964 年 11 月 5 日建成，位于青年干渠渠首以南 12km 处，是呼图壁河东岸最上游的一个引水口。独山子渠首：1960 年 9 月建成，位于青年干渠渠首以南 1km 呼图壁河西岸。青年干渠渠首：青年渠首地理坐标为东经 86° 48′ 19.28″，北纬 44° 2′ 3.79″。拦河式引水工程，建于 1962 年，工程共设有引水闸 4 孔，冲沙泄洪闸 7 孔。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.2.2 拦河工程

呼图壁河流域内建有一系列拦河工程，以调节河流径流，解决灌溉水用和防洪等多种需求。其中，石门水库和齐古水库是主要的上游调节水库。石门水库位于石门水文站下游 7.5km，具有发电和灌溉功能。齐古水库下游 17.5km，主要用于灌溉和供水。此外，位于下游的大海子水库和小海子水库，也是重要的平原拦河水库。其中，大海子水库库容 3336 万 m^3，用于防洪和灌溉；小海子水库库容 2700 万 m^3，主要任务是灌溉和分洪。值得注意的是，芨芨坝分水枢纽工程，作为呼图壁东河、西河的分水枢纽，向下游大海子水库和小海子水库分配水资源，起到关键的水资源调度作用。通过这些上中下游的一系列拦河工程配合，可有效调节和利用河流的水资源，满足不同区域的多种用水需求。

1.3 水文气象

1.3.1 气象

呼图壁河流域地处欧亚大陆腹地，远离海洋，属中温带大陆干旱气候。在中纬度西风带的控制下，受天气系统和北冰洋冷空气的影响，气候年较差、月较差、日较差变化明显，具有典型的大陆性气候特征。流域内气候垂直分布和地带性分布规律显著，夏季炎热、冬季寒冷、气温随地势增高而逐渐降低，降水随高度增减而不同，3900m 以上的高山区，常年积雪覆盖，是寒冷的气候区。中山区降水丰富，属冬暖夏凉的逆温区。低山丘陵区降水少、蒸发强、光照充足、热量丰富，气温日较差大。

（1）降水

据石门水文站资料，最大年降水量为 504.5mm（1987 年），最小年降水量为 352.3mm（1986 年），灌溉期降水量占全年的 46.1%，非灌溉期降水量只占全年的 5.9%。降水量年内分配见下表。

表 1 呼图壁河石门水文站降水量年内分配一览表

河名	站名	各季降水量占年降水量的百分数(%)				最大月		最小月		连续最大四个月	
		春季（3-5月）	灌溉期（6-8月）	秋季（9-11月）	非灌溉期（12-2月）	占年(%)	月份	占年(%)	月份	占年(%)	月份
呼图壁河	石门	29	46.1	19.0	5.9	18.0	7	1.8	1	61.2	5-8

（2）蒸发、气温及冻土深度

石门水文站多年观测资料显示，该地区年平均气温为 6.1℃，年平均蒸发量高达 1445.8mm。其年内气温分布特征明显，1～3 月平均气温低于零度，而 7～8 月为年平均气温最高月，平均最高气温 39.1℃。此外，该地区年平均风速以平原地区最大，从春到秋季平均风速较大，尤其是 4～8 月西风最强，最大风速可达每秒 20m。山区各季平均风速在 5～7m/s 之间。冬季严寒，最大冻土深度可达 1.46m，最大积雪厚 38cm。总体来看，呼图壁河流域属于典型的温带大陆性季风气候，年温差大，冬季漫长寒冷，夏季炎热干燥。高蒸发量对水资源利用提出了很高要求。不同地形的风力特征也需要在工程设计中加以考虑。

1.4 水文

呼图壁河径流量由高山冰川融雪水、前山融雪水、降水补给和地下水补给四部分组成，河流径流组成，见下表 2。

表 2 呼图壁河流径流组成统计表 单位：108m

河名	站名	多年平均径流量	地下水补给		降水补给		前山融雪补给		高山冰川融雪水	
			径流量	%	径流量	%	径流量	%	径流量	%
呼图壁河	石门站	4.797	0.919	19.25	1.803	37.75	0.362	7.58	1.691	35.42

径流的年内分配特点是：春秋两季水量较小，夏季水量较大，连续最大四个月径流量出现在 6～9 月，占年径流量的 78.7%；6～8 月径流占全年径流量的 68.9%；最大月径流量占年径流量的 28.9%，出现时间为 7 月；最小月径流量占年径流量的 1.1%，一般出现时间为 2 月，最大月径流量与最小月径流量的比值达 25.0。径流的四季分配情况是：春季 3～5 月径流量占年总量的 10.1%左右，秋季 9～11 月径流量占年总量的 16.7%，冬季 12～2 月径流量占年总量的 4.3%。

呼图壁河径流量的年际变化比较平稳，最大年径流与最小年径流量的比值为 1.8 左右，年径流量的变差系数 Cv 值仅为 0.13～0.18。形成的原因是夏季高山冰雪融水量与中低山降水量随着气候干暖、冷湿的变化有很强的互补性。

表 3 呼图壁河四季水量分配表

河名	站名	各季水量占年水量的百分数(%)				连续最大四个月	
		春季（3～5月）	夏季（6～8月）	秋季（9～11月）	冬季（12～2月）	占年水量(%)	出现时间(月)
呼图壁河	石门	10.1	68.9	16.7	4.3	78.7	6～9

据呼图壁河石门水文站的泥沙观测资料分析，夏季河流输沙量高度集中，6～9 月输沙量占年输沙量的比重达 94.5%，多年平均含沙量为 0.960kg/m^3。

1.5 测站基本情况

石门水文站是呼图壁县境内的呼图壁河水量控制站，属省级重要水文站和自治区级报汛站，石门站设立于 1977 年 4 月 29 日，测验断面以上流域集水面积 1840km^2，河长 91km，测站高程 1257m。

设站目的：

（1）呼图壁河区域代表站。

（2）准确监测呼图壁河水量、水质的动态变化，为呼图壁河水资源评价、区域水文特征和水文规律研究积累资料。

（3）为满足呼图壁河流域水资源开发利用、水利工程规划与建设，水资源统一管理，水环境保护以及防洪减灾

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

等实施水文监测，并提供水文信息服务和水文分析成果等。

石门水文站测验河段较顺直，长约 200m，河床切割较深，两岸较陡，中、高水位时主槽宽度大约 23m～27m，无岔流、串沟、逆流、回水、死水等情况。枯水期，起点距 8m～18m 左右处出现漫滩，测验断面河流分为两股水，两股水流存在横比降，水位不具有代表性，但不影响流量测验。河床由砂砾石组成，无水生植物，冲淤变化较小。基本断面下游 150m 处有急湾作为控制，水位流量关系较稳定。基本断面左岸为岩石峭壁，右岸为岩石和沉积戈壁砂石混合而成，约为 40° 陡坡，坡上长有杨树。基本断面上游 0.45km 处有支流白杨沟自左岸汇入，白杨沟口建有小型水电站一座，由于来水量较小，对流量无影响。基本断面上游 1.5km 处建有拦河中型达拉拜水电站一座。由于该电站在枯水期以及冰期频繁启、闭闸门，蓄水发电，造成测验断面水位人为的有一定规律的陡涨陡落以及产生大量冰塞或冰坝，影响测流，所以在冰期选择临时断面（基上 200m、250m、350m）测流；且每年秋季该电站排沙对测验河段冲淤变化有一定影响。

2 基础资料情况

石门水文站洪水期为 5～8 月，年最大洪峰流量多出现在 5～8 月。该站多年平均输沙率为 43.1kg/s，连续最大四个月（5～8 月）输沙量占年输沙量 98.0%。石门水文站自建站以来实测最大洪峰流量为 371m^3/s，发生在 1996 年 7 月 18 日，最小流量为 0.130m^3/s。

2.1 资料收集

本预报方案中采用的资料主要为呼图壁河石门水文站 1977 年至 2021 年合计 45 年实测最大洪峰流量资料系列和石门站逐日流量资料；单项资料样本个数均大于 30 个。预报过程中以 1977～2020 年为建模期，2021 年最大洪峰流量数据作为预留资料进行模型检验。

2.2 资料分析

2.2.1 洪水系列可靠性

石门水文站为国家基本站，其洪水资料的测验、整编及刊印均严格按国家行业规范标准执行，精度较高，具有较好的可靠性。

2.2.2 洪水系列一致性分析

对于洪水系列而言，区间引水、分水以及测站断面迁移，是影响水文站洪峰流量资料系列一致性的两个主要因素。石门水文站以上不存在区间引洪、分洪现象，人类活动影响相对较小；多年来，石门站基本断面仅在 2020 年下迁 300m，迁移距离较近，区间集水面积变化不大，可认为迁移前后其洪水形成条件未发生明显变异，因此我们认为石门水文站洪水资料系列的一致性较好。

2.3 洪水系列代表性分析

2.3.1 不同长度系列统计参数对比分析

依据石门站 1977-2021 年 45 年实测洪峰流量资料，自 2021 年逆时序向前推，根据矩法计算的不同系列长度统计参数对比，见下表。

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 40 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 40 年以上时，Cv 值相对偏差绝对值小于 5%。综上所述，系列长度达到 40 年以上时系列统计参数基本趋于稳定。

表 4 石门站洪峰流量长短系列统计参数对照表

年数	均值（m^3/s）	Cv	相对偏差(%)	
			均值	C_v值
5	109	0.35	-16.4	-33.7
10	119	0.36	-9.2	-31.0
15	135	0.37	3.4	-29.8
20	133	0.34	1.5	-34.6
25	143	0.42	9.2	-20.1
30	150	0.50	14.4	-4.0
35	145	0.49	10.9	-6.2
40	137	0.51	4.8	-2.4
45	131	0.52	0.0	0.0

2.3.1 洪峰流量模比系数差积曲线分析

石门站洪峰流量模比系数差积值曲线见下图。

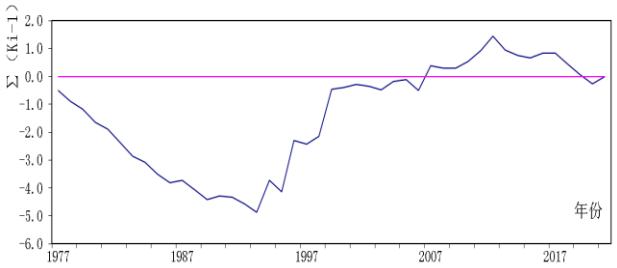


图 1 石门站洪峰流量模比系数差积平均曲线图

从图中反映出，石门站 1978～2021 年洪峰流量系列明显包含着大洪水、小洪水年群：1977～1993 年处在一个小洪水年群，1994～1999 年处在大洪水年群中，2000～2007 年处于洪水平稳期，2008～2021 年包含大小洪水变化年群，且过程较为完整。说明石门站 45 年洪峰流量系列基本包含大洪水、小洪水年群过程，代表性好。

2.3.1 年径流量模比系数累积平均曲线分析

石门站洪峰流量系列模比系数累积平均值曲线见下图。

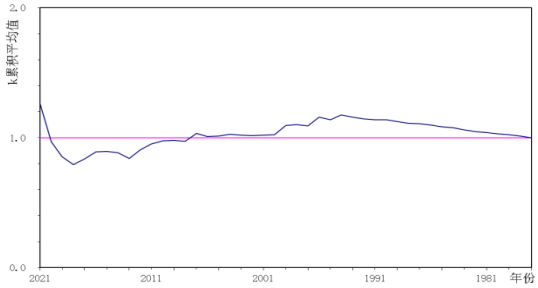


图 2 石门站年径流量模比系数累积平均曲线图

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 5 石门水文站 2020 年各要素试报成果表

采用预报方法	预报因子	预测对象	试报目标	信度 0	预报因子	预报对象	备注	相对偏差
第一种 周期均值叠加		最大洪峰流量	165				无周期	
第二种 一元线性回归分析	前一日平均 Q	最大洪峰流量	88	0.1	59.1	125		42%
	洪期 P		88	0.1	12.5	131		49%
	前三天 P		88	0.1	0	102		16%
	年最高 T						不相关	
	前十天平均 T						不相关	
	前三天平均 T						不相关	
	前十天 P		88	0.1	16	121		38%
第三种 多元线性回归分析	前一日平均 Q 前十日 P 前三日 P 年最高 T 前十日 T 前三日 T	最大洪峰流量	88	0.1	前一日平均 Q59.1 前十日 P16 前三日 P0 洪期 P12.5 年最高 T25.7 前十日 T20.4 前三日 T24.2 洪期 T21.6	125		42%
第四种 逐步回归分析	前一日平均 Q 前十日 P 前三日 P 年最高 T 前十日 T 前三日 T	最大洪峰流量	88	0.1	洪期 P12.5 前三日 P0 洪期 T21.6	118	相关显著	34%
	前十日 P 前三日 P 年最高 T 前十日 T 前三日 T	最大洪峰流量	88	0.1	前三日 P0 前三日 T24.2	122	相关显著	39%
第六种 非平稳序列逐步回归趋势分析		最大洪峰流量	88	0.1		87.7	相关显著	0%
第七种 非平稳序列逐步回归周期分析		最大洪峰流量	88	0.1		169	4 因子相关显著	92%
第八种 非平稳序列功率谱分析		最大洪峰流量	88				不存在周期	
采用预报模型	具体预报方法	预测对象	（试报目标）	信度 0	预报因子	分步预报成果	备注	相对偏差
非平稳时间序列 VB6.0 系统应用模型	一元线性						不相关	
	多元逐步回归			0.1		87.7		
	周期叠加						不存在周期	
	逐步回归周期分析			0.1		169		
组合成果	多元逐步回归（信度 0.1）+逐步回归周期分析（信度 0.1）	年最大洪峰流量 Q	88			116		32%
	多元逐步回归（信度 0.1）+非平稳序列逐步回归趋势分析（信度 0.1）		88			87.7		0%

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

由图可见，石门站洪峰流量模比系数累积平均值在系列长度达 40 年以上时，模比系数累积平均值接近于 1，波幅小于 1%，随着时间的增长，变幅逐渐减小，均值趋于稳定，可见系列均值有较好的稳定性。

3 预报模型与方法选择

呼图壁河上仅有石门站一处水文站，本方案为单河单站的洪水预报方案。

石门站洪水预报采用自治区水文局旦木仁加甫开发的中长期水文预报 VB 6.0 系统及非平稳序列 VB6.0 系统应用模型，其中中长期水文预报 VB 6.0 系统中集成了十项常用中长期水文预报 Visual Basic 6.0 应用程序，包括：周期均值叠加、一元线性回归分析、多元线性回归分析、逐步回归分析、平稳时间序列分析、非平稳序列逐步回归趋势分析、非平稳序列逐步回归周期分析、非平稳序列功率谱分析、马尔可夫链定性预报技术、枯季退水曲线分析等。

本次石门站洪水预报对象单一，为水文站年最大洪峰流量；影响因子单一，为洪峰流量前一日河道平均流量；因此主要模型及预报方法包括：周期均值叠加、一元线性回归分析、平稳时间序列分析、非平稳序列逐步回归趋势分析、非平稳序列逐步回归周期分析、非平稳序列功率谱分析以及非平稳序列 VB6.0 系统应用模型。

4 预报模型的评定和检验

按照以上预报对象采用方法，对各自模型精度进行检验，以 2020 年和 2021 年洪峰流量为预报对象分别进行试报检验，试报成果见下表 5。

根据《水文情报预报规范》中有关洪水预报模型评定办法，对模型精度进行检验，统计合格率等。利用最近 2 年实测资料对预报模型进行预报检验，对预报效果进行评定。降雨径流预报以实测洪峰流量的 20%作为许可误差，河道流量预报以预见期内实测变幅的 20%作为许可误差。

从上表可见，采用不同预报方法试报 2020 年最大洪峰流量得到的各预报对象误差均不一致。其中，预报误差在 20%以内的方法包括非平稳序列逐步回归趋势分析和非平稳时间序列 VB6.0 系统应用模型两种。

（2）石门水文站 2021 年试报成果

采用各种预报方法，对 2021 年进行试预报。试报成果见下表 6、表 7。

表 6 中长期水文预报 VB 6.0 系统试报成果

采用预报方法	预报因子	预测对象	实况值	信度	预报因子	预报值	备注	相对偏差
周期均值叠加		年最大洪峰 Q	165				不存在周期	
一元线性回归分析	前一日平均流量			0.01	94.2	171		4%
平稳时间序列分析						116		-30%
非平稳序列逐步回归趋势分析				0.05		146	相关显著	-12%
非平稳序列逐步回归周期分析				0.001		91.4	2 因子相关显著	-45%
非平稳序列功率谱分析							不存在周期	

表 7 非平稳序列 VB6.0 系统应用模型试报成果

采用预报模型	具体预报方法	实况值	信度	预报因子	分步预报值	备注	相对偏差
非平稳时间序列 VB6.0 系统应用模型	一元线性				153	不相关	
	多元逐步回归		0.05		146		
			0.1		146		
	周期叠加					不存在周期	
	逐步回归周期分析		0.001		91.4		
			0.01		91.4		
			0.025		106		
			0.05		106		
			0.1		106		
预报成果	多元逐步回归（信度 0.05）+逐步回归周期分析（信度 0.001）	165			85.2		-48%
	多元逐步回归（信度 0.1）+逐步回归周期分析（信度 0.1）				110		-33%

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

从上表可见，采用不同预报方法试报 2021 年最大洪峰流量得到的各预报对象误差均不一致。其中，预报误差在 20%以内的方法仅有一元线性回归分析、非平稳序列逐步回归趋势分析两种。因此目前适合石门站的洪水预报方法为非平稳序列逐步回归趋势分析法。

5 结束语

本文以呼图壁河石门水文站为例，运用非平稳序列逐步回归趋势分析法，对 2020 年和 2021 年两年的洪水进行了试报。通过与实测值的对比，结果表明该方法在呼图壁河石门水文站断面洪水的初步预报中具有一定的可行性和可靠性。当然，由于洪水是随机变化的天气过程，任何预报方法在应用中都会存在一定误差。因此，未来还需要继续扩大样本量，完善模型参数，采用多种数值预报方法进行交叉验证，以提高预报准确率。同时，还需要与地方防汛部门进行深入交流，将预报结果及时提供给决策层，为洪水防汛提供科学依据。只有长期实践和完善，该预报方法才能真正发挥作用，为保障下游地区的生命财产安全提供有效决策支持。水文预报工作需要共同努力，才能实现预报目的，为人民生产和生活提供可靠水文保障。

[参考文献]

[1]张元杰.呼图壁河石门水文站测次精简分析[J].地下水,2024,46(1):214-216.
[2]张燕.呼图壁河流域石门水文站超标洪水测报方案设计探讨[J].地下水,2021,43(4):212-213.
[3]魏召才.同频法在呼图壁梯级水库洪水计算中的应用[J].陕西水利,2019(5):74-75.
[4]万蕙,黄会勇,袁迪.水利工程影响下的洪水预报研究进展[J].人民长江,2017,48(7):11-15.

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

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

军塘湖中小河流水文（水位、雨量）站巡测探讨

汪 杰
昌吉水文勘测局，新疆 昌吉 831100

[摘要]近年来，山洪预警、中小河流水文监测系统、国家级地下水监测站网、大江大河等项目的陆续竣工投入使用，使得辖区水文站网建设运行得到进一步充实与完善，各类功能的站点呈几何式增加。随着新增站点的投入使用，其运行、管理、维护与资料收集分析等工作也随之而来，现有人力、物力及运行模式将无法满足新形势下的站网管理需求。严重制约了水文资料收集和服务范围及能力的提升，造成现有人力资源的较大浪费。面对一百多个监测站点，只有由驻站管理模式转变成水文巡测管理模式，才能有效、系统地管理好各水文站点，应对突发水事件，为实现科学防灾减灾、水资源优化配置与高效利用提供科学依据。

[关键词]编制依据；军塘湖站；测验项目及任务；资料整编内容及要求；质量控制
DOI：10.33142/hst.v7i5.12302 中图分类号：TV123 文献标识码：A

Exploration on Hydrological (Water Level, Rainfall) Station Survey for Small and Medium-sized Rivers in Juntang Lake

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

Abstract: In recent years, the completion and use of projects such as flash flood warning, hydrological monitoring systems for small and medium-sized rivers, national groundwater monitoring station networks, and large rivers have further enriched and improved the construction and operation of hydrological station networks in the jurisdiction, and the number of stations with various functions has increased exponentially. With the deployment of new sites, their operation, management, maintenance, and data collection and analysis will also come. The existing manpower, material resources, and operation mode will not be able to meet the needs of station network management in the new situation. This seriously restricts the collection and service scope and capacity improvement of hydrological data, resulting in significant waste of existing human resources. Facing more than 100 monitoring stations, only by transforming from a station management mode to a hydrological survey management mode can we effectively and systematically manage each hydrological station, respond to sudden water events, and provide scientific basis for achieving scientific disaster prevention and reduction, optimizing water resource allocation, and efficient utilization.

Keywords: compilation basis; Juntang lake station; test items and tasks; content and requirements for data compilation; quality control

1 军塘湖站

1.1 测站基本概况

军塘湖水文站位于新疆维吾尔自治区呼图壁县雀尔沟镇红山水库大坝上游 2.8km 处，是呼图壁县境内军塘湖河的水量控制站，地理坐标为东经：86° 31′ 2.6″ 北纬：44° 02′ 55.4″，设于 2016 年 6 月，现测验断面以上集水面积 850.8km^2，河长 50km，流域平均高程 1503m。测站高程 740.61m。

1.2 水文特性

军塘湖河是天山西段新疆呼图壁县境内的一条小河，发源于天山北坡特尔斯盖南缘三道马场以西的特力斯喀达坂，流域面积 1218km2，红山水库至河源距离 53km，多年平均年径流量为 0. 3265×108m^3，全流域除源头高程在 3400m，大部分高程在 1000～1500m 之间。

军塘湖水量主要以冰川融雪和降水补给，径流年际变化不大。5～8 月为洪水期，年最大洪峰流量出现在 6～7 月，洪水特点为一日一峰，与气温变化成正比关系。较大洪水则多发生于春季融雪和夏季高温融雪加暴雨混合型洪水。

1.3 测验断面情况

测验河段顺直，顺直长度约 150m，河槽形态为复式河槽，中高水主槽宽度在 15m。高、中、低水位时无岔流、串沟、逆流、回水、死水等情况。河床由砂砾石组成，河宽约为 100m，坡降不大。左右岸为人工护坡，两岸护岸高度为 2m，测验断面控制较差，断面冲淤变化大，水位流量关系曲线呈临时曲线。军塘湖站实测大断面见图 1。

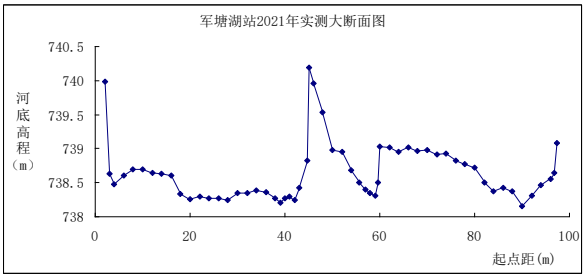


图 1 军塘湖站实测大断面

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.4 巡测路线

本站距昌吉水文巡测基地 60km，距呼图壁县 25km。市区到测站为柏油路。从昌吉出发，经乌奎高速、呼雀公路可到测站，到达测站时间为 1.0 到 1.5 小时，交通非常便利。测站周边设有移动通信设备，有移动信号，根据水情报汛需要，测站为双报汛设备，一是使用手机，二是使用自动监测仪器。

2 测验项目及任务

2.1 测验项目

中小河流水文、水位、雨量站测验方式均为巡测，流量测验精度均为三类精度。具体测验项目见下表。

表 1 中小河流水文站测验项目

序号	项目	观测项目	序号	项目	观测项目	序号	项目	观测项目
1	水位	√	8	比降水位	√	15	气温	
2	流量	√	9	冰情目测		16	水质	
3	悬移质单沙		10	固定点冰厚		17	地下水位	
4	悬移质输沙率		11	冰流量		18	冻土	
5	推移质单推		12	普通测量	√	19	日照	
6	推移质输沙率		13	降水量	√	20	地温	
7	蒸发	E601 20cm	14	河（湖）水温		21	蒸发辅助项目	湿度、气压、风速

表 2 中小河流水位站测验项目

序号	项 目	观测项目	序号	项 目	观测项目	序号	项 目	观测项目
1	水位	√	8	比降水位		15	气温	
2	流量		9	冰情目测		16	水质	
3	悬移质单沙		10	固定点冰厚		17	地下水位	
4	悬移质输沙率		11	冰流量		18	冻土	
5	推移质单推		12	普通测量	√	19	日照	
6	推移质输沙率		13	降水量	√	20	地温	
7	蒸发	E601 20cm	14	河（湖）水温		21	蒸发辅助项目	湿度、气压、风速

2.2 测验任务

表 3 昌吉水文勘测局各巡测站测验任务月分配表

站名	项目	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	全年
军塘湖站	流量测次			1	2	2	2	2	1	1	1			12

注：各站测验项目测次月分配以各站水文巡测方案批复年内分配表为准。

水文巡测任务主要包括：水尺校测、大断面测量、设备维护与保养、水位和流量测验、水位和流量测验设备的比测、水文资料整编等工作。具体测验任务分配见表 3。

2.3 巡测方法

2.3.1 汛前准备

（1）测量水尺、断面

汛前对测站进行水尺零点校测、大断面测量和雷达水位计探头高程测量。测量成果与上年校对，如有变动及时修正。测站断面河床稳定的测站可在每年汛前、汛后各施测一次大断面；采用微波测速仪实测流量的测站，应加密断面测量。以满足《河流流量测验规范》要求。

（2）仪器设备维护

汛前对测站的雷达水位计、微波测速仪、线路和供电系统进行全面检查和调试，保证运行正常、数据收集传输可靠。汛后定期对自动监测设备进行保养。有霜冻地区，应特别注意电池充放电。当仪器设备发生故障时，应及时启动应急监测方案。无备用设备的应及时排除故障，故障期间，应及时恢复人工观测。

2.3.2 测验方法

（1）水位观测

水位是最基本的数据，掌握完整的水位过程，是水文资料的核心。因此，水位测次的布置要控制完整水位变化过程。水位观测采用雷达水位计记录水位的运行模式。

应急监测方案：①雷达水位计供电不足不能记录水位时，启动应急监测方案，安排应急监测人员到现场进行人工观测，查明事故原因，及时维护。②水尺冲毁，及时安排应急人员前往现场新设水尺，③当发生特枯水位或特大洪水无法自记时，及时恢复人工观测。

（2）流量测验方法

根据水位变化过程选择适宜的测验方法进行施测。非汛期 1～3 月和 8～12 月巡测流量 4 次，汛期 5～7 月根据天气过程和水位变化过程每月巡测 2 次。

应急监测方案：①汛期应急监测人员应时刻了解天气变化过程，遇较大天气过程时，应急监测人员可提前到达监测测站，做好应对监测较大洪水或特大洪水工作。②遇较大洪水和特大洪水时，应急监测人员没有到位时，采用微波测速仪测量断面流量，应急监测人员到位时应对洪水继续校测。③应急补充人员应及时向水情科发布洪水水情。

（3）降水测验方法

汛期 4～10 月采用自记雨量计。

雨量应急监测方案：①当设备电压不足时，正点观测时间数据不传输，应立即安排人员到站进行检查，排除故障。②自记雨量计不能正常使用时，立即恢复人工观测。

2.4 巡测设备配置

巡测大队所属巡测仪器设备在使用完后，应及时进行保养维护。应急监测仪器设备根据使用情况及时补充，每月应对所有仪器设备进行保养维护，保证巡测工作顺利进行。

2.5 自动监测仪器设备巡检

自动监测仪器设备的检查，巡检频次：平水期每月巡

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

检不少于 1 次，洪水期间应根据仪器设备工作情况增加巡测检查次数，每次巡测应对测站所有自动监测仪器进行检查，作好记录检查台账，发现仪器或设施有异常情况时，应及时进行检查维护，及时向有关部门反馈。

2.5.1 雷达水位计

雷达水位计作为重要的水文监测设备，其监测数据质量直接影响水文监测工作的效果，所以对雷达水位计进行定期检查和维护尤为重要。检查工作应该从各个方面进行，首先需要检查监测设备的高程是否在允许的误差范围内，这与其后获得的水位监测数据的准确性是分不开的。此外，还需要检查是否有外力影响设备，如河流的波动、树木倾倒等，以确保监测过程不受干扰。同时，还应检查通信和供电线路是否畅通，以保证数据传输和设备正常工作。还需要检查设备内置电池电量，及时更换电池以防数据中断。更需要检查设备内置时钟的时间误差，及时进行校正，记录操作时间。最后，也应对河段环境进行检查，排除可能影响水位监测的外在因素，如石块、违建等，以保证监测数据的真实性。只有全面检查各个方面，雷达水位计才能长期高效运行，为水文监测提供精确的数据支持。

2.5.2 微波测速仪

首先，应检查监测设备是否保持在原有的安装位置，位置变化可能会影响测量结果的准确性。此外，还需要检查是否受到外力影响，如河流的波动、冲刷等，以确保测量过程不受干扰。同时还应检查通信和供电线路是否畅通，以保证数据传输和设备正常工作。还需要检查供电电压是否在工作范围内，以满足设备的供电需求。更重要的是，需要检查设备内置时钟的时间误差，及时进行校正，记录操作时间。只有全面检查各个关键方面，如位置、外界影响、通信供电以及时钟设置等，微波测速仪才能长期高效运行，为河流流速监测提供真实可靠的数据支持。这将有利于水文部门对河流流量变化规律的分析研究。

2.5.3 自记雨量计

自记雨量计是重要的降水监测设备。为了保证其监测数据的质量和准确性，定期进行检查非常必要。主要应检查雨量器器口和基座是否完全水平，以免影响监测结果。同时检查附近是否有新的遮挡物影响降水量。还需检查承雨器和翻斗内是否有异物，翻斗是否损坏影响翻转。此外，还应检查设备是否受外力影响，通信系统和电源供应是否正常。更重要的是检查内置时钟的时间差，必要时进行订正，记录操作时间。只有全面检查各关键参数，如器具设置、环境变化、通信电源和时钟差异等，自记雨量计才能长期高效运行，为降水监测工作提供准确的数据支持。

2.6 巡检路线

中小河流一期昌吉地区 17 个雨量站点都处在国道和乡镇交通要道附近，交通便捷。如遇极端天气过程或特殊情况，可在短时间内到达。具体各站点的巡检路线布设及距离，见表 4。

表 4 昌吉水文勘测局雨量站巡检路线一览表

序号	站名	巡测线路	距离（km）	时间（h）
1	军塘湖	昌吉基地-呼图壁县-大丰镇军塘湖河	93.8	1.5

3 资料整编内容及要求

3.1 整编要素

水位、流量、降水等项目。

3.2 整编方法和整编时间

根据《水文巡测规范》巡测资料整编应执行 SL247，水位、降水量采用自记资料整编。水位、降水量可根据需要选择全年摘录、汛期摘录、重点时段摘录。水位起伏较大，过程线呈锯齿状的测站，可根据水位变化过程趋势进行中线拟合。采用流量在线监测系统资料整编的，可采用连实测流量过程线法。高低水延长符合《水文巡测规范》4.3.1.2 要求，（1）根据河流水文特性和测站特征多测高水或根据需要多测低枯水。（2）对于水位流量关系曲线的延长，高水部分不宜超过当年实测流量所占水位变幅的 30%（干旱区占 40%），低水部分不超过 15%。如超过此限，高水采用比降-面积法或根据历年水位流量关系曲线延长并在有关成果表中对延长的方法和依据做出说明。整编方法均按照《水文资料整编规范》SL 247—2020 的相关要求，水位、流量、降水等资料采用南方 2.0 软件进行整编。当年资料整编，按上级要求时限完成整编工作。

3.3 精度要求

水文巡测工作中对监测资料和数据的质量要求非常高。根据相关规定，水文巡测单位必须严格执行《测站任务书》和《水文巡测规范》等文件规定，确保监测工作按时按质完成。其中，对监测数据的质量要求是关键。一方面，巡测单位需要按月汇编水文资料报告给测验整编科审核，保证资料的日清月结。另一方面，测验整编科对巡测资料进行质量把关，审查是否满足《水文巡测规范》和《水文资料整编规范》等文件规定的精度要求。这些规范都明确了不同类型水文监测指标的允许误差范围，要求监测数据的精度应在允许误差范围内。只有严格执行这些技术规范，保证监测数据的质量，水文监测工作才能真正发挥应有的作用，为水利水电、防汛抗旱等提供可靠依据。

4 质量控制

4.1 仪器设备

正确使用与维护仪器设备，保证仪器设备正常运行是开展水文巡测工作的前提。为保证仪器设备完好，运行正常，巡测大队应严格按照《水文巡测规范》中巡检规定执行。确保仪器设备完好，运行正常，定期进行保养维护。

4.2 巡测技术

正确高效的水文巡测工作需要技术人员掌握精湛的巡测技能。首先，各巡测技术人员应学习和掌握《水文巡测规范》，这是保证巡测质量的重要技术基础。此外，每年汛前汛后对技术人员进行培训，提高自身专业技能水平。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

同时，技术人员应密切关注水情变化，合理布设测次，准确掌握测验时机，以预防陡涨陡落型洪水的监测。此外，根据《水文巡测规范》对测验项目和测次进行必要调整，在保证水位连续观测的基础上，可以对低水期测验误差进行放宽，中高水期也进行相应调整，这样可以减轻巡测压力同时不影响资料质量。只有巡测技术人员全面掌握以上技术要点，水文巡测工作才能高效开展，为水文气象服务提供可靠数据支持。

4.3 巡检工作

4.3.1 一般规定

正确高效的水文观测工作需要严格遵循各项技术规范和要求。首先，水位和降水观测精度标准分别为 0.01m 和 0.1～0.2mm，这是保证观测质量的基本要求。此外，各站应实现自记观测，且自记设备需要具备自动采集、存储和远传功能，以实现实时监测。同时，实时数据还应能进入水情数据库供防汛指挥使用。为此，巡测中心站需要建立值班制度，对各站设备运行情况进行每日监控，认真记录水情和雨情变化以及设备状况，尤其是暴雨洪水期间要加强监测。还需严格执行“四随”制度来管理资料质量。汛前汛后对仪器设备进行检查和调试，汛后定期保养也很重要。一旦仪器发生故障，应及时启用备用设备或人工观测，以确保观测工作正常进行。只有严格执行各项技术规范，水文观测工作才能高效高质地开展。

4.3.2 巡检频次

水文监测站点的巡检频次取决于不同的水文情况和站点类型。平水期，有水站点每季度巡检不少于一次，以监测仪器是否正常工作；洪水期应根据实际水文形势增加巡检次数，一旦发现异常情况及时进行检查。无水站点一年要巡检两次以上，重点对仪器设备进行保养维护。雨量站点每年至少巡检两次，一般在汛前和汛后各进行一次巡检，以检查仪器是否损坏。此外，一旦区域发生特大暴雨，还应安排对暴雨中心区域监测站点进行一次巡检，以确保这些重点站点的监测工作正常开展，为防汛抗旱提供重要数据支持。

4.3.3 巡检要求

水文监测站点巡检需要严格执行各项检查要求，以确保监测数据的质量和可靠性。主要内容包括：检查监测值是否在允许的误差范围内，以判断监测设备是否工作正常；观察是否有外力影响监测设备，如河流内是否有阻碍物等；核对通信和电源线路是否畅通无阻；查看电池电压是否足以支持设备长时间工作；检查内置时钟是否准确，如有误差需及时调整；以及观察河段内是否有影响水位监测的异常情况，如河岸、河堤是否完整。只有进行全面细致的各项检查，才能发现监测设备及时出现的问题，及时进行维修，并对数据进行必要的修正，从而保证监测数据的质量和可靠性，为水文预报和防汛抗旱提供依据。

4.4 断面控制

4.4.1 测量范围

基本水尺断面、流速仪测流断面、浮标中断面和比降断面等均应进行大断面测量，测量的范围应为水下部分和岸上部分。岸上部分应测至历年最高洪水位以上 0.5～1.0m。漫滩较远的河流，可测至最高洪水边界；有堤防的河流，应测至堤防背河侧的地面为止。

4.4.2 测次布置和精度要求

测流断面河床稳定的测站可在每年汛前和汛后各施测一次大断面；对河床不稳定的站、除每年汛前、汛后施测外，应在每次较大洪峰过后及时加测（汛后及较大洪峰过后，可只测量洪水淹没部分）。两岸始末断面桩之间总距离的往返测量不符值，不应超过 1/500。起点距记至 0.1m。

5 结束语

水文巡测是水文监测工作的重大改革和创新，它不仅可以有效解决传统水文监测站点人手短缺的问题，更重要的是实现了水文监测工作的信息化和现代化，这将极大提升水文监测工作的效率和质量。通过水文巡测，可以很大程度上解放传统测站的劳动力，不再需要每日 24 小时轮流值守，大幅减轻了测站工作人员的工作强度。同时，水文巡测通过自动监测设备和远程传输技术，可以大大扩大监测范围，不再限于单个固定站点，更好地满足水文预报和防汛抗旱的需要。此外，信息化后数据可以及时传输到水文部门，工作人员无需每日到场抄读，大大提高了工作效率。与传统水文监测相比，水文巡测不仅实现了水文监测工作的信息化和自动化，也为水文工作人员创造了更好的工作环境。这不仅改善了职工的工作条件，解决后顾之忧，也为水文部门带来管理优化，更好地服务社会经济发展。总之，水文巡测是水文监测工作的一场革命，将极大提升水文事业的水平，也是水文工作向智能化和专业化方向发展的必然趋势。

[参考文献]

[1]中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家 质量监督检验检疫总局 .水文基本术语和符号标准:GB/T 50095-2014[S].北京:中国计划出版社,2014.
[2]单文彪,邓彬.重庆市水文巡测工作的开展与探讨[J].华东科技(学术版),2014(9):482.
[3]扈家昱.水文巡测工作存在的问题及对策[J].现代农业科技,2021(22):136-137.
[4]张淼.漳卫南局水文基础业务提升途径的思考[J].海河水利,2020(3):13-15.
[5]苏凤霞.天津市防汛分洪口门水文应急监测方法探讨[J].海河水利,2021(55):80-81.

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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

谈水利工程河道防洪现状及治理措施

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]水利工程在现代社会发展中起着重要作用，其中河道防洪是其中之一。文章通过对水利工程河道防洪现状的调研与分析，探讨了当前河道防洪存在的问题，并提出了相应的治理措施，以期为水利工程的发展提供参考。
[关键词]水利工程；河道防洪；现状；措施
DOI：10.33142/hst.v7i5.12308 中图分类号：TV5 文献标识码：A

Discussion on the Current Situation and Management Measures of Flood Control in Water Conservancy Engineering Rivers

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

Abstract: Water conservancy engineering plays an important role in the development of modern society, among which river flood control is one of them. This article investigates and analyzes the current situation of river flood control in water conservancy engineering, explores the problems existing in river flood control, and proposes corresponding governance measures, in order to provide reference for the development of water conservancy engineering.
Keywords: water conservancy engineering; river flood control; current situation; measures

引言

随着人类社会的不断发展，水利工程在经济建设和生态环境保护中至关重要，而河道防洪作为水利工程的重要组成部分，直接关系到人民群众的生命财产安全。然而，当前我国水利工程河道防洪仍存在一些问题，亟待加以解决。因此，本文旨在通过对河道防洪现状的调研与分析，提出相应的治理措施，以期为水利工程的发展提供参考。

1 水利工程河道防洪的重要性

河道防洪是水利工程中的重要组成部分，对于保护人民生命财产安全、维护社会稳定具有重要意义。洪水灾害是一种自然灾害，往往会给人们的生命和财产带来巨大的损失。河道防洪工程的建设可以有效地减少洪水对于城市和农田的侵袭，降低洪水灾害造成的损失。通过合理规划河道的宽度和深度，加强河道的排水能力，可以提高河道的防洪能力，减少洪水对人民生命财产的危害。河道是生态系统中的重要组成部分，它承载着大量的水资源和生物资源。然而，洪水灾害的发生会给生态系统造成严重破坏，导致水资源的浪费和生物资源的减少。通过建设河道防洪工程，可以有效地调节河流的水量，减少洪水对生态系统的影响，保护水资源和生物资源的可持续利用[1]。

2 河道防洪的现状

2.1 河床泥沙淤积问题

在我国广大的流域中，水利工程河道防洪存在河床泥沙淤积问题，对河道防洪安全构成了严重威胁。河床泥沙淤积导致河道断面缩小，流速降低，泄洪能力下降，进而影响河道防洪能力。

一是河床泥沙淤积导致河道断面缩小。河流在流经流域时，会携带大量的泥沙。随着时间的推移，这些泥沙会在河道中沉积，导致河床逐渐抬高，河道断面缩小。尤其是在一些山区河流中，由于地形险峻，河道蜿蜒，流速较快，泥沙易于沉积，导致河道断面减小。河道断面缩小后，同等流量的水流所占据的流道面积减小，流速降低，进一步加剧泥沙沉积，形成恶性循环。

二是河床泥沙淤积使流速降低。泥沙在河道中沉积，形成许多沙洲和浅滩，阻碍了水流的正常流动。水流在通过这些沙洲和浅滩时，流速被迫降低。流速降低会导致泥沙更容易沉积，河床抬高，进而使流速进一步降低。流速降低不仅影响水流的泄洪能力，还容易导致水体富营养化，影响水生态环境[2]。

三是河床泥沙淤积导致泄洪能力下降。在洪水来临时，河道的泄洪能力至关重要。然而，由于河床泥沙淤积，河道断面减小，流速降低，使得河道的泄洪能力大幅下降。这会导致洪水在河道中滞留时间延长，水位上涨，增加了洪水灾害的风险。尤其是在一些防洪标准较低的河道地区，河床泥沙淤积问题更为突出，防洪安全受到严重威胁。

2.2 河堤护岸与河道建筑物方面

河堤是防洪工程承担着抵御洪水的重要任务。然而，在实际工程中，河堤的护岸问题却一直存在。一方面，由于河堤的长期受到水流的冲刷，会导致河堤的侵蚀和破坏，严重时甚至会引起河堤的坍塌。另一方面，护岸工程的施工质量也是一个重要的问题。在实际施工中，由于施工不当或者材料质量不达标，会导致护岸工程的寿命缩短，甚

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

至出现安全隐患。

水利工程河道防洪存在河堤护岸与河道建筑物方面的问题在很大程度上影响了河道的正常运行和周边居民的生活安全。首先，河堤护岸方面的问题主要表现在以下几个方面。在实际运行中，河道建筑物与河堤护岸之间的协调性至关重要。然而，部分水利工程在设计和施工过程中，未能充分考虑河道建筑物与河堤护岸的协调性，导致防洪效果不理想。在实际工程中，河道建筑物的设计不合理是常见的问题。例如，河道建筑物的尺寸过大或者过小或者河道建筑物的位置选择不当，导致防洪效果不佳。此外，河道建筑物的施工质量也是一个不容忽视的问题。如果施工质量不高，河道建筑物在使用过程中容易出现破损和漏水等问题，严重影响防洪效果。

2.3 河道防洪设计标准低

河道防洪设计标准低的问题，一方面体现长期以来，我国河道防洪设计主要依据历史洪水资料，而历史洪水资料往往具有一定的局限性。随着全球气候变化和人类活动的影响，历史洪水资料可能无法准确预测未来的洪水情况。另一方面，河道防洪设计标准低的问题还体现在对洪水风险的认识不足。

在一些地区，由于对洪水风险的认识不足，导致防洪设计标准定得过低，无法满足实际需要。河道防洪设计标准低，还与我国防洪工程资金投入不足有关。长期以来，我国水利工程投资占 GDP 的比例偏低，导致防洪工程的建设标准偏低。在防洪工程的建设中，资金投入不足会导致工程质量不高，难以满足防洪要求。河道防洪设计缺乏科学合理的防洪规划。在一些地区，由于缺乏科学合理的防洪规划，导致防洪工程的建设无法形成体系，难以发挥整体的防洪作用。此外，在一些地区，由于受到土地资源紧张、环境污染等问题的制约，导致防洪工程的建设受到限制，难以提高防洪标准。

2.4 治理责任划分不明

治理责任划分不明是当前我国利工程河道防洪治理中存在的一个突出问题。河道防洪治理是关系到国计民生的大事，涉及到防洪安全、水资源保护、生态环境建设等多个方面。然而，在实际的治理过程中，治理责任的划分却存在着不少争议和模糊地带。

一方面，河道防洪治理涉及到多个部门和单位的职责，如水利部门、城市建设部门、环境保护部门等。这些部门之间的职责划分不清晰，往往会导致治理工作的推诿和滞后。例如，一段河道的治理可能涉及到多个部门的职责，水利部门负责防洪工程的建设和管理，城市建设部门负责河道的土地开发和建设，环境保护部门负责水环境的保护。在实际操作中，各部门往往只关注自己的职责范围，忽视了整体的协调和配合，导致治理效果不佳。

另一方面，河道防洪治理的责任主体不明确，也是导致治理效果不佳的一个重要原因。河道防洪治理涉及到地方政府、企业和居民等多个主体的利益。然而，在实际的治理过程中，这些主体的责任并没有得到明确的划分。一些地方政府对于河道防洪治理的重要性认识不足，对于治理工作的投入不足，导致治理效果不佳。一些企业和个人在利益驱动下，忽视了对河道的保护，甚至非法排污，严重影响了河道的水质和生态环境。

3 水利工程河道防洪治理措施

3.1 加强河道治理

河道作为水流的主要通道，承担着防洪、排涝、供水等重要功能。然而，随着时间的推移，河道淤积、狭窄等问题日益严重，给人们的生产生活带来诸多困扰。为此，需要加强水利工程河道防洪治理措施，提高河道的承洪能力。

3.1.1 河道淤积治理

长期的泥沙淤积导致河道变浅、变窄，流速减慢，进而影响河道的排泄能力。为解决这一问题，我国积极开展河道清淤工作，通过人工清淤、机械清淤等方式，清除河床上的泥沙，以恢复河道的正常水位和流速。同时，加强对河道周边环境的治理，防止新的淤积物进入河道[3]。

3.1.2 拓宽河道提高河道承洪能力

针对部分河道狭窄的问题，通过人工开挖、疏浚等方式，加大河道的宽度，从而提高其排泄洪水的能力。此外，为了使河道具有更好的流动性，还需对河道进行蜿蜒曲折的改造，增加河道的长度和曲折度，使水流更加平缓，降低洪水对河道两岸的冲击力。

3.1.3 加强河道的护岸护坡工程

河道护岸护坡既能防止水土流失，又能抵御洪水的冲击。目前，我国采用的河道护岸护坡材料有砌石、混凝土、土工合成材料等。在实际施工中，要根据河道的具体情况，选择合适的护岸护坡方式，确保河道岸线的稳定。

3.1.4 重视生态修复与保护

河道生态修复旨在恢复河自然生态功能，提高水自净能力。为此，加强对河道绿化、水生的种植与保护，提高道的生态多样性。同时，控制河道周边的开发建设防止生态环境的破坏。总之，针对河道淤积、等问题，我国水利工程河道治理措施应加强河道治理，采取疏浚、拓宽，提高河道的承洪。同时，要加强生态与保护，确保河道防洪安全。

3.2 完善防洪设施

河道防洪治理目的是为了保护周边地区免受洪水灾害的影响。防洪设施的完善是实现这一目标的关键。首先，要加强河道的疏浚工作。河道的淤积会导致水流不畅，增加洪水灾害的风险。因此，定期对河道进行疏浚，保持其畅通，是防洪治理的重要措施之一。此外，还可以通过建设河道整治工程，如护岸、堤防等，来防止河道的侵蚀和变形，提高其防洪能力。其次，构建蓄洪区也是一种有效

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的防洪治理措施。蓄洪区是指在洪水来临时，将部分洪水引入到指定的区域内进行储存，以减轻下游地区的洪水压力。通过合理规划和设计蓄洪区，可以有效地调节洪水的流量，降低洪水对周边地区的影响。此外，加强水利设施的建设和管理也是完善防洪设施的重要环节。包括建设水库、水闸、排水泵站等设施，以调节和控制河水的流量。同时，要确保这些设施的正常运行，及时进行维护和检修，以保证其在洪水来临时能够发挥出预期的作用。树木可以起到固土保水的作用，减少土壤流失，保持河道的稳定性。此外，植树造林还可以增加河道的粗糙度，减缓水流的速度，提高河道的防洪能力。

综上所述，河道防洪治理措施的完善和防洪设施的构建是保护周边地区免受洪水灾害的关键。通过加强河道的疏浚和整治、构建蓄洪区、加强水利设施的建设和管理以及植树造林等措施，可以有效地提高河道的防洪能力。

3.3 加强河道堤岸防护

水利工程河道防洪治理工程措施主要包括河道整治、堤防加固、蓄洪区建设、排洪通道整治等。河道整治旨在通过调整河道断面形态、疏浚河床、加高加固河岸等措施，提高河道的泄洪能力，降低洪水对沿岸地区的威胁。堤防加固则是针对现有堤防设施进行加高、加厚、加固处理，以及优化堤防布局，提高堤防的防洪能力。蓄洪区建设是通过人工开挖或利用天然湖泊、水库等构建蓄洪区域，以缓解洪水对下游地区的影响。排洪通道整治则是对河道周边的排洪渠道进行清理、拓宽、加深，确保洪水能够顺畅排出。

河道防洪治理非工程措施主要包括洪水预报、洪水预警、洪水风险管理、防洪宣传教育等。洪水预报是通过气象、水文等数据，运用科学方法对洪水发生的时间、地点、洪峰流量等进行预测，为防洪决策提供依据。洪水预警则是在洪水发生前，及时向沿岸地区发布预警信息，提醒居民采取应对措施，降低损失。洪水风险管理是对洪水可能带来的风险进行评估、监测和控制，以实现防洪目标。防洪宣传教育则是通过各种渠道普及防洪知识，提高公众的防洪意识。

在政策法规方面，我国已经制定了一系列关于河道防洪治理的法律法规，如《中华人民共和国防洪法》《河道管理条例》等，为河道防洪治理提供了法治保障。然而，在实际执行过程中，仍存在一些问题，如法规体系不完善、执法力度不足、部门间协调不畅等。因此，有必要进一步完善政策法规体系，加大执法力度，加强部门间的协调合作，确保河道防洪治理工作取得实效。因此加强水利工程河道防洪治理措施，提升堤岸防护能力是我国沿河地区安全管理的重要任务。在工程措施、非工程措施以及政策法规等方面，都需要采取有针对性的对策，以应对当前面临的挑战。

3.4 建立监测预警系统

为了有效预防和应对洪水灾害，必须采取一系列措施，其中包括安装监测设备、建立监测中心和预警机制。在河道的关键位置安装水文测站、气象站等监测设备是预防洪水灾害的第一步。这些设备能够实时监测水位、流量、降雨等指标，并将数据传输到监测中心。通过这些设备，可以准确地了解河道的水文气象变化情况，为预防和应对洪水灾害提供科学依据[4]。其次，建立监测中心是至关重要的。地方政府或相关机构应负责建立监测中心，其职责包括接收、处理、分析和发布监测数据。监测中心将河道的实时数据进行整合和分析，以便制定出更为科学合理的预警标准。监测中心的建立能够提高我们对河道变化的监测能力，为预防和应对洪水灾害提供有力支持。最后，建立预警机制是预防洪水灾害的关键环节。根据不同水位、流量、降雨等指标，制定相应的预警标准，以便在可能发生洪水的情况下及时发出预警。预警机制的建立能够帮助我们提前发现洪水隐患，及时采取措施，降低洪水灾害对人民群众生命财产安全的影响。

4 结语

水利工程河道防洪是保护人民生命财产安全的重要措施。然而，当前我国水利工程河道防洪存在一些问题，需要加以解决。通过加强河道治理、完善防洪设施和健全防洪预警机制等措施，可以有效地提高水利工程河道防洪的能力，保障人民群众的生命财产安全。

[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]董莎莎.规划阶段水利工程河道防洪治涝设计[J].珠江水运,2023(5):12-14.
[3]祝静.河道内水位变化对防洪工程岸坡稳定性的影响[J].黑龙江水利科技,2022,50(7):63-66.
[4]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：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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

农村高效节水灌溉模式的研究和分析

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]农村高效节水灌溉模式的研究与分析在实现农村水资源可持续利用、促进农业可持续发展和保护农村生态环境方面具有重要意义。文章通过深入探索和应用高效节水灌溉技术，为实现农村地区的可持续发展提供重要支持，同时为其他地区和行业提供借鉴和推广的经验。

[关键词]农村；高效节水；灌溉模式
DOI：10.33142/hst.v7i5.12314 中图分类号：S274 文献标识码：A

Research and Analysis of Efficient Water-saving Irrigation Models in Rural Areas

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

Abstract: The research and analysis of efficient water-saving irrigation models in rural areas are of great significance in achieving sustainable utilization of rural water resources, promoting sustainable agricultural development, and protecting the rural ecological environment. This article provides important support for achieving sustainable development in rural areas through in-depth exploration and application of efficient water-saving irrigation technologies, while also providing reference and promotion experience for other regions and industries.

Keywords: rural areas; efficient water-saving; irrigation models

引言

水是人类生存和社会经济发展的基础资源，与农业生产密切相关[1]。然而，随着全球气候变化、人口增长和城市化进程加快，水资源的供应面临着严峻的挑战。农村地区农业作为主要经济支柱，对水资源的需求量较大。传统的灌溉方式常存在过度浇水、水资源浪费等问题，使得利用效率低下，影响农业的可持续发展。因此，开发和应用高效节水灌溉模式可以提高灌溉效率，减少用水量，为农业生产提供可持续的水资源保障。

农村高效节水灌溉是指通过科学合理的技术手段和管理方法，在保障农业生产的同时最大限度地减少水资源的浪费和损失，旨在提高灌溉效率、缓解水资源紧缺、促进农业可持续发展，并保护农村生态环境。同时，通过精确的水灌溉控制和水肥一体化管理，为农作物提供恰到好处的水分和养分，有效地解决水分不足和浸润不均的问题，促进作物的正常生长和发育，提高产量和农产品的质量。本文通过分析不同的节水灌溉技术和其在农村发展中的意义，提出了管灌工程、滴管工程和喷灌工程等高效节水模式，以期缓解水资源短缺、促进现代农业发展、保护农村生态环境、提高农作物产量和质量等方面的作用。

1 节水灌溉技术的发展

1.1 土渠技术

土渠技术是一种传统的灌溉方式，通常用于农村地区，通过土渠将水从水源引入田地进行灌溉。其原理是利用地势高低差，通过土渠的自然流动将水输送到田地中，实施相对简单，成本较低。

土渠技术的主要特点是简单易行，不需要复杂的设备和技术支持，只需在田地中挖掘一条浅而宽的水渠即可，使得土渠技术在资源匮乏、技术条件较差的农村地区得以广泛应用，该技术适用于不同类型的土壤和作物，可根据实际情况调整渠道的深度和宽度，以满足不同作物的灌溉需求，使得土渠技术在不同的农村环境中都能够发挥作用。然而，土渠技术存在一些局限性。首先，由于土渠的开挖通常依赖于地势的高低差，因此在平坦地区或地势起伏不大的地方，土渠技术的效率可能较低；其次，土渠易受地表水流和土壤侵蚀的影响，渠道容易损坏，需要定期维护和修复；此外，土渠技术的水利利用率较低，水资源容易浪费，不利于节约用水和保护水资源。为了克服土渠技术的局限性，可结合其他先进节水灌溉技术，如滴灌、喷灌等，进行综合应用，提高农田的灌溉效率，实现农村地区水资源的可持续利用。

1.2 混凝土渠道技术

混凝土渠道技术是现代化的灌溉方式，通过建设坚固耐用的混凝土渠道，以输送水源到田间进行灌溉。与传统的土渠技术相比，混凝土渠道技术具有更高的稳定性和持久性，能够有效减少水资源的浪费和渗漏，提高灌溉效率[2]。

混凝土渠道技术的主要特点是结构坚固耐用。由于采用混凝土材料进行建设，混凝土渠道具有良好的抗压和耐

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

腐蚀性能，不易受到外界环境的影响和损坏。相比于土渠技术，混凝土渠道具有更加密封的渠道结构，减少了水分的蒸发和渗漏，提高了水资源的利用率，对于农村地区来说尤为重要，可有效缓解水资源紧缺的问题，提高农田的灌溉效率。另外，可以根据实际情况进行设计和建设，满足不同地区和不同作物的灌溉需求，无论是平原地区还是山区地形，混凝土渠道都能够灵活应对，为农业生产提供稳定可靠的水源保障。

混凝土渠道技术存在一些挑战。一是建设混凝土渠道需要较高的投资成本和技术要求，对于一些资源匮乏和技术条件较差的农村地区存在一定的难度。二是混凝土渠道的维护和修复需要专业的技术和设备支持，如果缺乏及时的维护，可能导致渠道损坏和水资源浪费的问题。混凝土渠道技术作为一种现代化的灌溉方式，在提高农田灌溉效率、减少水资源浪费和保护农业生态环境方面具有重要的意义，通过合理设计和科学管理，可为农村地区提供稳定可靠的水资源保障，推动农业可持续发展。

1.3 高效节水技术

高效节水技术是指利用先进的技术手段和管理方法，以最大限度地减少水资源的使用量，同时保证农田的灌溉需求，通常包括滴灌、喷灌、微喷灌等方式，能够实现对水量、灌溉时间和灌溉区域的精确控制，从而提高灌溉效率、减少水资源的浪费、改善土壤环境，是实现农村高效节水灌溉的关键。

高效节水技术的核心是滴灌技术。滴灌技术通过在作物根部安装滴灌管或滴头，将水滴以微小的速度直接滴入土壤中，实现对作物根系的局部灌溉，不仅能够减少水分的蒸发和流失，还减少土壤侵蚀和盐碱化的发生，有利于保持土壤湿度和肥力，提高作物的生长速度和产量。

喷灌技术采用喷头将水雾喷洒到农田上空，覆盖面积广，灌溉均匀。相比于传统的洪灌方式，喷灌技术能够减少水分的流失和地表水的蒸发，提高灌溉效率，同时减少水资源的浪费，对于干旱地区和水资源匮乏地区尤为重要。此外，微喷灌技术采用微型喷头或微孔管进行局部灌溉，能够将水分精确地送达到植物根部，避免了水分的浪费和地表水的流失，提高了水资源的利用效率，适用于各种类型的土壤和作物。

高效节水技术也面临一些限制。一方面，高效节水技术的建设和运行成本高，对于资源匮乏和经济条件较差农村地区存在难度；另一方面，高效节水技术应用需要专业技术支持和管理经验，如果缺乏相关技术和管理手段，会影响技术实施效果。

2 高效节水的意义

2.1 有利于缓解水资源短缺的状况

全球范围内，水资源供需矛盾日益突出，特别是在农村地区，由于水资源的有限性和农业生产对水的巨大需求，水资源短缺问题愈发严峻[3]。首先，高效节水技术能够减少农业用水的浪费。传统的农田灌溉方式存在过度浇水、水分不均等问题，导致大量的水资源浪费，而高效节水技术通过精确的控制和管理，能够将水分准确地送达到作物根系区域，避免了水的过度使用和流失，最大限度地提高了灌溉效率。其次，高效节水技术可以提高水资源的利用效率。通过采用滴灌、喷灌、微喷灌等技术，减少水分的蒸发和流失，将水分准确送达到作物的根部，最大程度地减少了水的浪费，有助于提高灌溉效率，节约水资源的使用量。最后，高效节水技术可以改善土壤环境，增强土壤保水能力。高效节水技术能够准确地给予作物适量的水分，避免了水分的过量浸润和流失，有利于土壤湿度的保持和土壤肥力的提高，通过减少土壤的侵蚀和盐碱化，为农田提供更加稳定、健康的土壤环境，有益于农作物的生长和农业可持续发展。

2.2 促进了现代农业的发展

现代农业注重生产效益、资源可持续利用和环境友好性，而高效节水技术恰恰与这些目标相契合，为实现现代农业的发展提供了关键支持。首先，高效节水技术可以提高农田的灌溉效率。高效节水技术，如滴灌、喷灌等，通过精确的水分供应和管理，能够将水准确送达到作物根系区域，最大限度地满足植物的生长需求，提高农田的灌溉效率，从而实现农作物的稳定产量和优质的农产品。其次，高效节水技术能够降低农业生产的成本。高效节水技术应用能够将水资源的使用量降至最低限度，减少了水的浪费和成本，降低了农业生产的成本，使得农民能够获得更好的经济效益，促进了农业的可持续发展和农民收入的提升。最后，高效节水技术对于农业生态环境的保护和改善具有积极作用。高效节水技术能够准确控制水分供应，避免水的过量和不均匀供应，降低土壤侵蚀和盐碱化的风险，改善土壤环境质量，营造良好的农田生态系统，有助于保护农田生态环境的稳定性和可持续性发展，提高农作物的品质和农产品的竞争力。

2.3 有利于保护农村生态环境

农村地区的生态环境直接关系到农田的生产力和农民的生活质量，而高效节水技术能够减少水资源的使用量，改善土壤环境，降低农业对环境的负荷，为农村生态环境的保护提供了重要支持[4]。第一，减少土壤侵蚀和水资源的流失。传统的洪灌方式水分过量和不均匀供应，导致土壤表面积水过多，引发水土流失和土壤侵蚀，而高效节水技术能够精确控制水分的供应，避免水的过度滞留和流失，根部区域准确供水，减少了水分直接流失到地表和土壤流失的风险，有效保护了农田的土壤环境。其次，降低农业对地下水资源的开采压力。许多农村地区依赖地下水进行灌溉，但过度开采地下水会导致地下水位下降和地下水资源的枯竭。而高效节水技术的应用准确控制灌溉水量，避免了过度浇水和水的浪费，减少了农业对地下水的需求和

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

开采压力，有利于保护地下水资源的可持续利用。最后，减少农业对化学肥料和农药的使用。高效节水技术可精确供水，减少了农田的水分流失和污染程度，降低了农业对化学肥料和农药的需求，有利于减少农业对环境的负荷，减轻土壤和水体的污染压力。

3 高效节水的模式

3.1 管灌工程

管灌工程是通过在农田内部布设管道系统，将水资源输送到作物根部，实现精准灌溉，与传统洪灌方式相比，具有灌溉水分利用率高、节水效果明显、灌溉均匀度高等优点[5]。其一，实现水资源的精准供应。通过在农田内部铺设管道，将水资源准确输送到作物的根部，避免了分的浪费和不均匀供应，根据作物的需水量和生长状态，通过管道系统进行精确的灌溉，确保每一棵植物都能够获得所需的水分，提高了水资源的利用效率。其二，降低灌溉水分的蒸发和流失。相比于传统的洪灌方式，管灌工程将水直接输送到作物根部，减少了水分在地表的滞留时间，降低了水分的蒸发和流失率，有助于减少灌溉过程中的水分损失，提高水分的利用率。其三，实现自动化管理和智能控制。通过在管道系统中安装传感器、控制器等设备，实现对灌溉水量、灌溉时间等参数的实时监测和调控，农民根据作物的生长需求和环境条件，通过智能控制系统对灌溉进行精确管理，实现自动化灌溉，减少了人力投入和管理成本，提高了灌溉的效率和精准度。

3.2 滴管工程

滴管工程是一种高效节水的灌溉模式，与喷灌工程相比，通过在农田内安装细小孔径的滴灌管，将水以滴水方式直接滴到作物的根部，实现精准供水。首先，滴管工程实现更为精准的供水方式。通过滴管系统，水分以滴水的形式直接送到作物的根部，每滴水都能准确滴到植物所需的位置。相比于喷灌模式，滴管工程能够更精细地调控供水量、供水频率和水分的营养物质含量，更好地满足作物的需水量和生长需要。其次，滴管工程能够减少水分的蒸发和流失。由于水分是直接从滴管孔径滴到植物根部，减少了水分在地表的滞留时间，降低了水分的蒸发和流失风险。相比于喷灌，滴管工程能够更好地控制水分在土壤中的渗透和吸收，提高水分的利用效率，并减少水资源的浪费。再次，滴管工程实现局部灌溉和个别施肥。由于滴灌管在每个滴孔的间距和流量设定上具有调控灵活度，农民可根据不同作物的需求和土壤的特性，将滴灌管埋设到作物根区，实现局部灌溉和个别施肥，最大限度地提高作物的生长效益，减少水分和营养的浪费。最后，滴管工程能够适应不同土壤类型的需水特性和排水条件，以及不同坡度的地形，通过调整滴灌管的孔径和埋设深度，满足不同土地的需求，并减少因土地坡度较大造成的水分流失。

3.3 喷灌工程

喷灌工程是一种高效节水的灌溉模式，通过在农田内设置喷头，将水以喷射形式均匀覆盖在作物表面或空中，实现对作物的灌溉。其一，喷灌工程适用于大面积的均匀灌溉。通过设置喷头，将水以喷射形式均匀覆盖在作物表面或空中，实现对作物的全面灌溉。其二，喷灌工程的灌溉方式更为表面化。水通过喷头喷洒到作物表面或空中，覆盖整个作物的茎叶部位，使作物表面都能受到水分的滋润。其三，喷灌工程对土地坡度和土壤类型的适应性较强。由于水是以喷射形式覆盖在作物表面或空中，相对于滴管工程，喷灌工程在土地坡度较大或土壤类型复杂的地区也能够更加灵活地适应，而滴管工程在这些地区可能需要更多的调整和处理。其四，由于水以喷射形式覆盖在作物表面或空中，在一定程度上降低作物的温度，对于炎热季节的作物生长有一定的帮助，而滴管工程由于是直接滴水到根部，对作物的降温效果相对较小。

4 结束语

农村高效节水灌溉模式的研究和应用对于提高水资源利用效率、促进农业可持续发展具有重要意义。应充分发挥各种节水灌溉技术的优势，探索适合当地条件的高效节水模式，可以有效提高农业水利用效率，促进农业可持续发展。

[参考文献]

[1]施青山.农村高效节水灌溉模式的探究与分析[J].农村实用技术,2024(1):126-128.
[2]杜建军.高效节水灌溉项目建后运行管理的探讨[J].农业开发与装备,2021(7):145-146.
[3]刘世国.辽西干旱地区高效节水灌溉模式研究[J].东北水利水电,2021,39(1):48-50.
[4]姚悦铃,姚建芬.浙江南部山区高效节水灌溉模式探究[J].浙江水利水电学院学报,2020,32(2):44-47.
[5]蔺小兵.玉门市近期发展高效节水灌溉模式效益浅析[J].甘肃科技,2019,35(12):43-45.

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，当前就职单位名称:新疆昌吉州吉木萨尔县三台镇人民政府,职称级别:工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术分析

吴炎鑫
福建省福能新能源有限责任公司，福建 莆田 353100

[摘要]随着我国风能产业的蓬勃发展，风电装机容量不断增加，但与此同时，风电消纳困难的问题也逐渐显现。风电弃风现象频发，导致大量风能资源浪费，限制了清洁能源的有效利用。为了解决这一问题，文中提出了利用风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术的方案。通过将风电场产生的过剩电能转化为氢能，并将制得的氢气应用于多个领域，如能源生产、交通运输、工业生产等，旨在提高风能的综合利用效率，实现清洁能源的高效利用。以期为解决风电消纳困难问题提供新思路和技术支持，推动清洁能源产业的持续发展。

[关键词]风电场弃风；制氢；氢能综合利用；技术分析
DOI：10.33142/hst.v7i5.12324　　中图分类号：TQ116.2　　文献标识码：A

Technical Analysis of Hydrogen Production and Comprehensive Utilization of Hydrogen Energy by Abandoning Wind Power in Wind Farms

WU Yanxin
Fujian Funeng New Energy Co., Ltd., Putian, Fujian, 353100, China

Abstract: With the vigorous development of China's wind energy industry, the installed capacity of wind power continues to increase. However, at the same time, the problem of difficult consumption of wind power is also gradually becoming apparent. The frequent abandonment of wind power leads to a large amount of waste of wind energy resources, which limits the effective utilization of clean energy. In order to solve this problem, this article proposes a plan to use wind power abandonment to achieve hydrogen production and comprehensive utilization of hydrogen energy technology. By converting excess electricity generated by wind power into hydrogen energy and applying the produced hydrogen to multiple fields such as energy production, transportation, and industrial production, the aim is to improve the comprehensive utilization efficiency of wind energy and achieve efficient utilization of clean energy. The aim is to provide new ideas for solving the problem of difficult consumption of wind power. Technical support to promote the sustainable development of the clean energy industry.

Keywords: wind farms abandonment; hydrogen production; comprehensive utilization of hydrogen energy; technical analysis

引言

随着全球对可再生能源的需求日益增长和环境保护意识的提高，风能作为清洁、可再生的能源之一，得到了越来越广泛的关注和应用。然而，尽管风能具有巨大的潜力和优势，但由于风能的不稳定性和间歇性，导致风电场在运行过程中常常会出现弃风现象，即因电网负荷不足或风能过剩而无法有效利用的情况。这种弃风现象不仅会造成能源资源的浪费，还会影响风电场的经济效益和可持续发展。为了充分利用风电场产生的过剩电能，解决弃风问题，提高风能的综合利用效率，制氢及氢能综合利用技术应运而生。通过将风能转化为氢能，并将制得的氢气应用于多个领域，如能源生产、交通运输、工业生产等，实现了对风能资源的高效利用和多元化利用。本文将对风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术进行全面深入的分析和探讨，探寻其在解决能源问题和推动清洁能源发展中的重要意义和应用价值。

1 风电场弃风现象与问题分析

风电场弃风现象是指在风力发电过程中，由于多种因素的影响，包括风速变化、电网负荷需求不稳定等，导致风力发电机组产生的电能无法完全接入电网并被利用的情况。这种现象不仅在全球范围内普遍存在，而且在某些地区尤为突出。弃风现象给风电行业带来了严重的挑战和问题。首先，弃风现象造成了能源资源的浪费。由于风电场在弃风期间无法将全部产生的电能接入电网，这部分电能实际上被浪费掉了，导致了宝贵的风能资源未能得到充分利用。这不仅对环境造成了不必要的损害，还导致了能源资源的浪费，与节能减排的政策背道而驰。其次，弃风现象给风电行业和电力系统带来了经济损失。风电场的建设和运营都需要巨额投资，但由于弃风现象的存在，无法充分利用风电资源，使得投资回报受到影响。同时，电力系统在调度和运行上也面临较大挑战，需要采取额外的措施来应对弃风现象带来的影响，增加了系统的运行成本。此外，弃风现象还可能对电力系统的稳定性和可靠性造成影响。电力系统需要根据实际负荷需求来调度发电机组的运行，但如果风电场产生的电能无法及时接入电网，可能导致电网的负荷平衡出现问题，进而影响到电力系统的稳定运行，甚至引发电力系统的故障和停电等问题。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 制氢技术

制氢技术是一种关键的能源转换技术，具有广泛的应用前景。制氢技术可以利用各种能源，如风能、太阳能、化石能等，通过不同的反应途径将水或其他含氢物质转化为氢气。目前主要的制氢技术包括电解水制氢技术、生物法制氢技术和热化学制氢技术。电解水制氢技术是利用电能将水分解成氢气和氧气的过程。通过在电解槽中通入水，加入电解质，然后通过外加电压，在阳极处发生水氧化反应生成氧气，而在阴极处发生还原反应生成氢气。这种技术具有操作简单、效率高、环境友好等优点，因此被广泛应用于制氢领域。生物法制氢技术利用微生物代谢产生氢气的过程。通过将适合的微生物培养在适当的环境条件下，利用其代谢途径产生氢气。这种技术具有原料来源广泛、环境友好、生产成本低等优点，但其产氢效率相对较低，需要进一步提高。热化学制氢技术是利用热能将含氢物质分解产生氢气的过程[1]。这种技术包括水蒸气重整、甲烷重整、煤气化等方法，可以利用各种能源产生氢气。热化学制氢技术具有适用范围广、产氢效率高等优点，但同时也存在能源消耗较大、技术成本高等挑战。

3 风电场弃风实现制氢技术分析

3.1 电解水制氢技术在风电场的应用

电解水制氢技术在风电场的应用是一种潜力巨大的解决风电场弃风问题的方案。这种技术利用风电场产生的电能，通过电解水的方式将水分解成氢气和氧气。具体而言，当风电场产生的电能超过电网负荷需求时，可以将多余的电能用于驱动电解水设备进行水电解，将水分解成氢气和氧气，氢气则可以储存或转化为其他形式的能源。电解水制氢技术在风电场的应用具有多方面的优势。首先，它能够充分利用风电场产生的过剩电能，将其转化为氢气等可再生能源，从而提高了能源的利用效率，减少了能源的浪费。其次，电解水制氢技术的运行比较灵活，可以根据电网负荷需求进行调节，实现动态调度，提高了电力系统的灵活性和稳定性。此外，氢气具有高能量密度和可储存性的优势，可以作为清洁能源在交通运输、工业生产等领域替代传统能源，从而进一步推动了清洁能源的应用和发展。然而，电解水制氢技术在风电场的应用也面临一些挑战和限制。首先，电解水制氢设备的投资成本较高，需要考虑设备采购、运行维护等方面的费用，影响了技术的经济性。其次，电解水制氢过程中产生的氧气也需要处理，增加了系统的复杂度和运行成本。此外，氢气的储存和运输也存在一定的安全风险和技术难题，需要综合考虑安全性、可靠性等因素。

3.2 生物法制氢技术在风电场的应用

生物法制氢技术在风电场的应用是一种备受关注的创新方案。这种技术利用微生物的代谢活动，将有机废物或废水中的有机物质转化为氢气的过程。在风电场的背景下，生物法制氢技术可以成为一种可行的方法，用于利用风电场产生的过剩电能，通过微生物的代谢产生氢气。生物法制氢技术的应用在风电场中具有诸多优势。首先，它不需要额外的原料投入，可以利用废水、废弃物等资源作为基质，实现资源的再利用和能源的高效转化。其次，与传统的水电解制氢技术相比，生物法制氢技术的能源消耗相对较低，同时还能够减少温室气体的排放，具有更好的环境友好性。此外，生物法制氢技术的操作相对简单，技术门槛低，适应性强，可以在不同环境条件下进行应用。然而，生物法制氢技术在风电场应用中也存在一些挑战和限制。首先，生物法制氢技术的产氢效率相对较低，需要进一步提高，以满足风电场产生的大规模氢气需求。其次，生物法制氢技术的稳定性和可控性需要进一步改进，避免微生物群落的不稳定或受到外界环境变化的影响而导致产氢效率下降[2]。此外，生物法制氢技术的工程化应用还需要解决废水处理、微生物培养等方面的技术难题和工程挑战。

3.3 热化学制氢技术在风电场的应用

热化学制氢技术在风电场的应用是一种具有潜力的解决方案。这种技术利用热能将含氢物质分解产生氢气的过程，在风电场的背景下，可以有效利用风电场产生的过剩电能，将其转化为热能，进而应用于热化学制氢过程中。热化学制氢技术的应用在风电场中具有多重优势。首先，它可以利用风电场产生的电能，通过电热设备或其他方式将电能转化为热能，实现了能源的有效利用和转化。其次，热化学制氢技术的产氢效率较高，可以实现大规模的氢气产生，满足风电场产生的过剩电能的储存和利用需求。此外，热化学制氢技术的适用范围广，可以利用多种含氢物质进行制氢，包括水蒸气、甲烷、煤等，具有较高的灵活性和适应性。

然而，热化学制氢技术在风电场应用中也面临一些挑战和限制。首先，热化学制氢过程中需要消耗大量的热能，因此需要考虑热能的供给和利用效率，以及设备的能耗和运行成本等问题。其次，不同的热化学制氢反应途径对原料的要求不同，需要选择合适的原料和适当的工艺条件，增加了技术的复杂度和难度。

4 氢能综合利用技术

氢能综合利用技术是指将氢气作为能源载体，通过不同的技术手段将其应用于各个领域，实现能源的高效利用和多元化利用的过程。这种技术涉及到多个领域，包括能源生产、储存、转换和利用等，具有广泛的应用前景。首先，在能源生产领域，氢能综合利用技术可以通过多种途径产生氢气，如电解水制氢、生物法制氢、热化学制氢等技术，实现清洁能源的生产。其次，在能源储存和转换方面，氢气具有高能量密度和可储存性的特点，可以作为能源的储存介质，用于平衡能源供需之间的不匹配性，同时也可以通过燃料电池等技术将氢气转化为电能或其他形式的能源。此外，氢气还可以应用于交通运输、工业生产等领域，替代传统的能源，减少对化石能源的依赖，实现

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

能源结构的转型升级。然而，氢能综合利用技术在实际应用中也面临一些挑战和限制。首先，氢气的生产、储存和运输过程中存在安全风险，需要加强安全管理和监控措施。其次，氢气的生产成本较高，需要降低制氢成本，提高氢能的竞争力[3]。此外，氢能综合利用技术的市场推广和政策支持也需要加强，促进技术的进一步发展和应用。

5 风电场弃风实现氢能综合利用技术分析

5.1 燃料电池发电技术在风电场的应用

燃料电池发电技术在风电场的应用是一种重要的氢能综合利用技术。该技术利用氢气作为燃料与氧气反应产生电能，是一种高效、清洁的能源转换方式。在风电场的背景下，燃料电池发电技术可以充分利用风电场产生的过剩电能，将其转化为氢气进行储存，然后在需要时将氢气供应给燃料电池发电，产生电能。燃料电池发电技术在风电场的应用具有多方面的优势。首先，燃料电池发电过程无排放物，可以减少对环境的污染，实现清洁能源的利用。其次，燃料电池具有高效率和高能量密度的特点，可以提供稳定可靠的电能输出，满足电网的需求。此外，燃料电池发电技术具有灵活性强、运行成本低等优势，适用于不同规模和场景的风电场。然而，燃料电池发电技术在风电场应用中也面临一些挑战和限制。首先，燃料电池的成本相对较高，需要进一步降低制造成本和提高技术水平，以提高其竞争力。其次，燃料电池的寿命和稳定性需要进一步改善，以满足长期稳定运行的需求。此外，燃料电池的氢气储存和供应链也需要建设和完善，以确保氢气的供应和使用的安全性和可靠性。

5.2 氢气在交通运输中的应用

随着环保意识的增强和可再生能源的发展，氢燃料电池车辆作为一种零排放的清洁交通方式备受关注。在风电场弃风问题中，利用风电场产生的过剩电能制氢，并将制得的氢气用于驱动氢燃料电池车辆，实现了能源的高效利用和清洁交通的实现。氢燃料电池车辆的运行原理是利用氢气和氧气的化学反应产生电能，从而驱动电动机运行，实现车辆的动力输出。与传统的燃油车辆相比，氢燃料电池车辆的排放仅为水蒸气，无任何污染物排放，具有零排放的环保特点。同时，氢燃料电池车辆的续航里程和加油时间也与传统的电动汽车相媲美，具有较高的实用性。在风电场弃风实现氢能综合利用中，将制得的氢气用于驱动氢燃料电池车辆有助于解决弃风问题的同时，也推动了清洁交通方式的发展。通过将过剩的风能转化为氢能，再利用氢能驱动交通运输工具，不仅可以减少对传统能源的依赖，降低温室气体排放，还可以促进新能源汽车的普及和应用。然而，氢燃料电池车辆的推广和普及仍面临一些挑战，包括氢气的储存和供应、氢能基础设施的建设和完善、成本的降低等方面[4]。因此，需要政府、企业和社会各界共同努力，加大对氢燃料电池车辆技术研发和应用推广的支持力度，促进氢能在交通运输领域的广泛应用，实现清洁能源的可持续发展。

5.3 氢气在工业生产中的应用

氢气在工业生产中的应用是氢能综合利用技术的重要组成部分。随着对清洁能源的需求不断增加以及可再生能源的发展，氢气作为一种清洁、高效的能源载体，被广泛应用于工业生产的多个领域。首先，氢气可以作为工业生产过程中的原料或中间体，用于生产化工产品。例如，氢气可用于氨、甲醇、合成气等化工产品的制备，进而用于合成各种有机化合物、塑料、涂料等工业产品。这些产品的制备过程中，氢气的使用不仅可以提高生产效率，还可以减少或避免传统化石燃料的使用，降低排放和环境污染。其次，氢气在金属生产和加工领域也有重要应用。在金属冶炼过程中，氢气可以用作还原剂，帮助去除金属矿石中的杂质，提高金属的纯度和质量。此外，氢气还可以用于金属表面处理，如氢气退火、氢气气相沉积等工艺，改善金属材料的性能和质量。另外，氢气在能源行业也有重要应用。氢气可以作为燃料，用于燃料电池发电、燃气轮机发电等能源生产过程中。同时，氢气还可以用于能源储存和转换，如氢气储罐的建设和运营，实现能源的储备和调节。

6 结语

风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术为解决风电消纳困难、提高清洁能源利用效率提供了创新性的解决方案。通过将风能转化为氢能，再将氢能应用于多个领域，不仅可以实现风电资源的高效利用，还可以推动氢能产业的发展，促进能源转型和可持续发展。然而，要实现这一目标，还需克服诸多挑战，包括技术成熟度、经济性、政策支持等方面的问题。因此，需要政府、企业和科研机构的共同努力，加大对制氢及氢能综合利用技术的研发和推广力度，不断完善相关政策和标准，促进技术创新和产业升级，实现清洁能源的可持续利用，为构建绿色低碳的能源体系做出更大的贡献。随着技术的不断进步和应用经验的积累，相信风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术将在未来发挥更加重要的作用，为推动能源革命和应对气候变化做出更大的贡献。

[参考文献]

[1]王林伟.可持续发展视角下风光耦合制氢项目选址决策研究[D].北京:华北电力大学(北京),2022.
[2]于均峰.考虑热电发电权交易的风电场多能源储能优化配置研究[D].辽宁:沈阳工业大学,2022.
[3]姜道含.利用风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术方案研究[J].中国勘察设计,2022(2):52-53.
[4]王正一.兼顾弃风率与经济性的风电制氢容量规划研究[D].辽宁:大连理工大学,2021.

作者简介：吴炎鑫（1984.10—），男，学历：本科，毕业院校：华北科技学院，所学专业：自动化，目前职称：中级工程师，就职单位：福建省福能新能源有限责任公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

太阳能光伏发电技术现状及其发展分析

卓金平
福建省福能新能源有限责任公司，福建 莆田 353100

[摘要]随着全球工业化的加速和能源消耗的急剧增加，传统的化石能源开采与使用引发了严重的环境污染和气候变化问题，清洁能源的重要性日益凸显。太阳能光伏发电技术作为最具潜力的清洁能源之一，因其广泛分布、无污染、可再生等优势备受关注。近年来，太阳能光伏发电技术在全球范围内取得显著进展，成为各国推动可持续发展的重要手段之一，尽管发展迅速但仍面临诸多挑战，如成本高昂和效率低下。因此，深入了解太阳能光伏发电技术的现状和未来发展趋势对于推动其进一步发展和应用具有重要意义。

[关键词]太阳能；光伏发电；技术应用
DOI：10.33142/hst.v7i5.12320　　中图分类号：F416.6　　文献标识码：A

Current Status and Development Analysis of Solar Photovoltaic Power Generation Technology

ZHUO Jinping
Fujian Funeng New Energy Co., Ltd., Putian, Fujian, 353100, China

Abstract: With the acceleration of global industrialization and the sharp increase in energy consumption, the extraction and use of traditional fossil fuels have caused serious environmental pollution and climate change problems, and the importance of clean energy has become increasingly prominent. As one of the most promising clean energy sources, solar photovoltaic power generation technology has attracted attention due to its widespread distribution, pollution-free, and renewable advantages. In recent years, solar photovoltaic power generation technology has made significant progress globally and has become one of the important means for countries to promote sustainable development. Despite rapid development, it still faces many challenges, such as high costs and low efficiency. Therefore, a deep understanding of the current situation and future development trends of solar photovoltaic power generation technology is of great significance for promoting its further development and application.

Keywords: solar energy; photovoltaic power generation; technology application

引言

太阳能光伏发电技术作为清洁能源的代表，在当今世界正迅速崛起，成为应对气候变化和能源危机的关键解决方案之一。随着科技的不断进步和环境意识的提高，太阳能光伏发电技术正迎来前所未有的发展机遇，通过对太阳能光伏发电技术的现状和未来发展进行深入分析，探讨其在能源领域的重要性和潜在应用价值，为推动清洁能源转型提供科学依据和启示。

1 太阳能光伏发电技术的优势

1.1 电能供应稳定

太阳能光伏发电技术的一个显著优势在于稳定的电能供应，与传统能源源自化石燃料的发电方式相比，太阳能光伏发电系统不受燃料供应限制，因为太阳能是不断可再生的资源。在光照条件良好的情况下，光伏系统可以持续产生电能，为能源供应提供可靠的支持。这种稳定性对于提高电网的可持续性和安全性至关重要，尤其在面临天气变化和能源需求波动的情况下，太阳能光伏发电系统可以成为一个可靠的备用电源，为能源系统的稳定运行提供了有效的保障。

1.2 储量丰富且清洁无污染

太阳能光伏发电技术的另一个显著优势在于利用的能源资源—太阳能具有丰富的储量且清洁无污染。太阳能是地球上最为丰富的能源之一，每天都会释放出大量的能量，而且这种能量储量几乎是无穷无尽的，与化石燃料等传统能源相比，太阳能的利用不会造成对地球资源的枯竭和环境的破坏。此外，太阳能发电过程中不会产生污染物和温室气体，不会对大气和水质造成负面影响，因此是一种绿色环保的能源选择[1]。这种丰富、清洁的特性使得太阳能光伏发电技术在可持续能源发展中具有重要地位，对应对能源危机和环境污染问题具有积极意义。

2 太阳能光伏发电技术的应用

2.1 混合发电系统

太阳能光伏发电技术在能源领域有着广泛的应用，其中之一是在混合发电系统中的应用。混合发电系统结合了太阳能光伏发电技术与其他能源发电技术，如风力发电、生物质能发电等，以提高系统的整体效率和可靠性。太阳能光伏发电系统可以与其他能源系统相互补充，利用不同能源的优势来应对不同的天气条件和能源需求。例如，在光照条件较差或夜间无光的情况下，可以通过风力发电或生物质能发电来弥补太阳能光伏发电的不足，确保电能供应的持续性和稳定性。这种混合发电系统的应用有助于提

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高能源利用效率降低能源成本，并且减少对化石燃料的依赖，从而实现可持续能源的发展目标。

2.2 光伏建筑一体化

光伏建筑一体化是指将太阳能光伏发电系统与建筑结构相融合，形成一种具有双重功能的建筑形态。这种技术的应用不仅能够满足建筑的常规功能，同时还能够利用建筑表面的空间来安装太阳能光伏电池板，实现电能的自给自足或部分自给。通过光伏建筑一体化技术，建筑可以成为一个能源产生者，减少对传统电网的依赖，同时也提升了建筑的能源利用效率。光伏建筑一体化不仅在功能上具有可持续性，而且在美学上也能够与建筑风格相协调。太阳能电池板可以与建筑外观融为一体成为建筑的一部分，而不会破坏建筑的整体美感。这种设计不仅能够为建筑增添现代化和科技感，还可以通过自然光的利用实现建筑内部的照明和节能效果。光伏建筑一体化技术的应用范围广泛，可以用于各类建筑，如住宅、商业建筑、工业厂房等。随着技术的进步和成本的降低，光伏建筑一体化将成为未来建筑发展的重要趋势，有望在全球范围内推广应用，为可持续建筑和清洁能源发展做出积极贡献。

2.3 并网光伏发电系统

并网光伏发电系统是指将太阳能光伏发电系统连接到公共电网上，实现与电网的互联互通，将光伏发电所产生的电能纳入到电网供电系统中。这种系统通常由光伏电池组件、逆变器、电缆及配电设备等组成，能够将太阳能转换为电能并实时地将电能注入到电网中。与传统的独立发电系统相比，并网光伏发电系统具有多项优势。首先，它能够实现电能的双向流动，既可以向电网输出电能，也可以从电网获取电能，从而满足了不同时段和用电需求的灵活性。其次，并网光伏发电系统对能源的利用更加高效，可以最大限度地利用太阳能资源，减少能源的浪费。此外，通过与电网的连接还可以提高能源的稳定性和可靠性，实现对电力质量的监测和调节。并网光伏发电系统的应用范围广泛，可用于居民住宅、商业建筑、工业厂房等各种场所。随着太阳能光伏技术的不断发展和成本的降低，越来越多的地区和企业开始采用并网光伏发电系统，以实现清洁能源的利用和减少碳排放，促进能源转型和可持续发展。

3 太阳能光伏发电技术的现状

3.1 太阳能资源储量丰富

太阳能资源储量丰富，是太阳能光伏发电技术发展的重要基础之一。全球范围内，太阳能是一种充足且广泛分布的可再生能源，每年向地球表面释放的太阳能量远远超过全球总能源消耗量的数千倍。太阳能的辐射能量在地球大气层外以约 1.3 千瓦/平方米的速率照射下来，而且这种能源分布相对均匀，几乎覆盖了地球上的每一个角落。在技术水平不断提升的情况下，太阳能光伏发电技术已经能够高效地转换太阳能辐射为电能。通过光伏电池板的安装，太阳能辐射能被转化为直流电，然后通过逆变器转换为交流电并接入电网供电系统。太阳能资源丰富的地区，如沙漠地带、热带地区等，尤其适合发展光伏发电项目。随着技术进步和成本的下降，越来越多的国家和地区开始利用太阳能资源开发光伏发电项目。一些国家已经建立了大规模的太阳能光伏发电场，成为能源供应的重要组成部分。因此，太阳能资源的丰富性为光伏发电技术的发展提供了坚实的基础，也为实现可持续能源的目标提供了重要支持。

3.2 太阳能光伏发电技术得到广泛认可

太阳能光伏发电技术在全球范围内得到了广泛认可，并且受到了政府、企业和社会的积极支持和推广，这种认可主要源自太阳能光伏发电技术的诸多优势和潜在应用价值。首先，太阳能光伏发电技术是一种清洁、可再生的能源，不会产生二氧化碳等温室气体和空气污染物，对环境无污染，有利于改善空气质量和减缓气候变化。这符合现代社会对可持续发展和环境保护的迫切需求，因此受到了广泛的欢迎。其次，太阳能光伏发电技术具有分布广泛、资源丰富的特点，适用于各种地区和气候条件。光伏电池板可以安装在屋顶、墙壁、沙漠、水面等多种场所，灵活性高利用率高，因此受到了不同地区的青睐。另外，太阳能光伏发电技术的成本逐渐下降效率不断提高，已经具备了竞争传统能源的潜力。政府部门通过推出各种政策和补贴措施，鼓励和支持太阳能光伏发电项目的建设和发展。同时，企业和投资者也看到了太阳能光伏发电技术的商业潜力，积极投资和参与光伏发电产业的发展。

3.3 太阳能光伏发电技术发展迅速

太阳能光伏发电技术在近年来呈现出了迅猛的发展势头。首先，技术进步和创新推动了太阳能光伏发电技术的发展，随着科技水平的提高，太阳能电池的效率不断提升，制造成本逐渐下降，同时光伏发电系统的稳定性和可靠性也得到了显著改善。新型材料、工艺和设计理念的引入，以及对组件、逆变器等关键部件的优化，都为光伏发电技术的快速发展提供了技术支撑。其次，政策扶持和市场需求促进了光伏发电产业的蓬勃发展，各国政府通过制定各种政策、法规和补贴措施，鼓励和支持太阳能光伏发电项目的建设和投资，促进了产业链的完善和技术的应用。同时，社会对清洁能源的需求不断增加，环保意识的提高也推动了太阳能光伏发电技术的迅速普及和应用。此外，经济效益和商业前景也是太阳能光伏发电技术快速发展的重要因素，随着太阳能光伏发电技术成本的不断下降和效率的提升，光伏发电已经具备了与传统能源竞争的能力，越来越多的投资者和企业看好光伏发电产业的发展前景，积极投资和参与光伏项目的建设和运营。

4 太阳能光伏发电技术发展趋势分析

4.1 新技术与创新

太阳能光伏发电技术的发展趋势之一是不断涌现出

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

新技术与创新。随着科学技术的不断进步和产业的发展，太阳能光伏领域不断涌现出新的材料、组件和系统设计。首先，全固态太阳能电池技术正在成为研究热点，与传统的硅基太阳能电池相比，全固态太阳能电池采用新型材料和工艺，具有更高的光电转换效率、更长的使用寿命和更好的稳定性，有望成为未来太阳能光伏技术的重要突破口。其次，钙钛矿太阳能电池技术被认为是下一代太阳能电池的主要发展方向之一。钙钛矿太阳能电池具有材料成本低、生产工艺简单、光电转换效率高等优点，已经取得了不俗的研究成果，并且逐渐进入商业化阶段[2]。此外，量子点增强太阳能电池技术也备受关注，量子点具有优异的光学和电学性能，在太阳能电池中的应用可以增强光电转换效率、提高光谱响应范围和降低成本，有望成为太阳能光伏技术的重要突破点。

4.2 成本趋势分析

成本是影响太阳能光伏发电技术发展的关键因素之一。近年来，随着技术进步和产业规模扩大，太阳能光伏发电技术的成本呈现出了明显的下降趋势。首先，太阳能光伏电池的制造成本不断降低，随着生产工艺的优化、原材料的降价以及规模效应的发挥，太阳能电池板的制造成本逐渐降低。特别是在硅片材料、电池生产工艺和组件装配等方面的技术进步，使得光伏电池的生产成本不断下降。其次，光伏发电系统的安装成本也在逐步降低，随着安装技术的成熟和施工经验的积累，光伏发电系统的安装效率和质量得到了提高，安装成本也相应降低。此外，随着市场竞争的加剧和政府补贴政策的调整，光伏发电系统的投资回报周期不断缩短，吸引了更多的投资和资金流入。最后，运营和维护成本也在不断降低，随着光伏技术的成熟和运营管理经验的积累，光伏发电系统的运行稳定性和可靠性得到了提高，减少了维护和修理的频率和费用，从而降低了运营成本。

4.3 效率提升与性能优化

太阳能光伏发电技术的效率提升与性能优化是当前和未来的重要发展方向之一。随着技术的不断进步和创新，光伏电池的光电转换效率正在不断提高。通过改进材料、工艺和结构设计，研究人员不断寻求提高太阳能电池的光吸收、载流子传输和光电转换效率的方法。特别是针对高效率的多结晶硅太阳能电池和新型钙钛矿太阳能电池等新技术的研究，已经取得了显著的成果，为光伏发电系统的性能优化提供了新的机遇。除了提高太阳能电池的转换效率外，性能优化也包括了光伏发电系统的整体性能优化。这涉及到系统设计、材料选择、组件配套等方面的优化[3]。例如，优化光伏组件的布局和朝向，最大程度地利用太阳能资源；采用高效率的逆变器和电池管理系统，提高系统的电能转换效率和稳定性；加强对光伏发电系统的监测和维护，保证系统长期稳定运行。通过这些性能优化措施，可以提高光伏发电系统的整体效率、稳定性和可靠性，降低能源成本，推动太阳能光伏发电技术的广泛应用和发展。因此，效率提升与性能优化是太阳能光伏发电技术发展的重要方向，有望通过技术创新和工程实践进一步推动太阳能光伏发电系统的性能水平提升，为可持续能源的发展和应用提供更加可靠、高效的解决方案。

4.4 市场趋势与预测

太阳能光伏发电技术在市场上呈现出持续增长的趋势，并且未来的发展预测也相当乐观。首先，全球范围内对清洁能源和可再生能源的需求不断增加，随着环境保护意识的提高和气候变化问题的日益突出，各国政府和国际组织纷纷制定了减排目标和能源转型计划，大力推动清洁能源的发展和应用。太阳能光伏发电技术作为最具潜力的清洁能源之一，将成为未来能源供应的重要组成部分。其次，太阳能光伏发电技术的成本不断降低效率不断提高，使得太阳能光伏发电系统逐渐成为经济上可行的能源选择。随着成本的进一步下降和技术的进步，太阳能光伏发电技术将逐渐取代传统能源成为主流能源之一。此外，政策支持和市场竞争也将推动太阳能光伏发电技术的市场增长，各国政府通过制定补贴政策、税收优惠和能源政策等措施，积极鼓励和支持太阳能光伏发电项目的建设和投资。同时，太阳能光伏发电产业的竞争也在不断加剧，企业和投资者纷纷加大对光伏技术的研发和投资，推动了技术进步和市场竞争力的提升。

5 结语

在太阳能光伏发电技术的发展历程中，我们看到了巨大潜力和不断增长的市场需求。随着科学技术的进步和社会意识的提升，太阳能光伏发电技术作为清洁能源的代表，正逐步成为能源领域的主流选择之一，它不仅能够为能源供应提供清洁、可持续的解决方案，还能够推动经济增长、促进社会发展、改善环境质量。通过对其优势、应用、现状以及未来发展趋势的深入分析，我们可以清晰地看到太阳能光伏发电技术的广阔前景。相信在全球共同努力下，太阳能光伏发电技术将继续发展壮大，成为未来能源领域的重要支柱，为建设美好的低碳生态环境贡献力量。

[参考文献]

[1]孙岩.光伏发电技术分析及应用探讨[J].中国设备工程,2019(5):168-170.
[2]韩小亮.太阳能光伏发电技术及应用[J].山西科技,2020,35(4):128-130.
[3]马洪飞.太阳能光伏发电技术现状及其发展分析[J].光源与照明,2023(9):114-116.

作者简介：卓金平（1965.12—），男，学历：本科，毕业院校：福州大学，所学专业：矿山机电，目前职称：机电工程师，目前就职单位：福建省福能新能源有限责任公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水利水电工程中灌浆施工技术处理方法探讨

葛安春
山东大禹水务建设集团有限公司，山东 济南 250000

[摘要]水利水电工程在现代社会中扮演着至关重要的角色，为人们生活和经济发展提供可靠水资源和清洁能源。然而，水利水电工程建设和运行过程中，漏水问题是常见而严重挑战，可导致结构损坏、资源浪费以及环境破坏等严重后果。为了解决漏水问题，灌浆施工技术成为常用处理方法。基于此，文中探讨在不同情况下采取的灌浆施工技术处理方法，包括处理吸浆问题、特大漏水通道以及岩溶地段的情况，以此能够有效解决漏水问题，保障工程的安全稳定运行。
[关键词]水利水电工程；灌浆施工技术；漏水处理
DOI：10.33142/hst.v7i5.12330 中图分类号：TV5 文献标识码：A

Discussion on Grouting Construction Technology and Treatment Methods in Water Conservancy and Hydropower Engineering

GE Anchun
Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: Water conservancy and hydropower engineering plays a crucial role in modern society, providing reliable water resources and clean energy for people's lives and economic development. However, water leakage problems are common and serious challenges in the construction and operation of water conservancy and hydropower engineering, which can lead to serious consequences such as structural damage, resource waste, and environmental damage. In order to solve water leakage problems, grouting construction technology has become a commonly used treatment method. Based on this, this article explores the grouting construction technology treatment methods adopted in different situations, including dealing with suction problems, large leakage channels, and karst areas, in order to effectively solve water leakage problems and ensure the safe and stable operation of the project.
Keywords: water conservancy and hydropower engineering; grouting construction technology; leakage treatment

引言

水利水电工程中，漏水问题出现在各种结构中，包括水坝、水库、隧道、管道等，在长期水力作用下，会出现裂缝、孔洞等漏水隐患，严重威胁工程的安全性和稳定性，为及时解决漏水问题，灌浆施工技术应运而生[1]。灌浆施工技术通过将特定的浆料注入漏水部位，填充裂缝和孔洞，形成密实的封闭层，有效阻止了水的渗透，保障了结构的完整性和安全性。因此，研究灌浆施工技术在水利水电工程中的应用具有重要的理论和实际意义。

随着科技的发展和社会需求的变化，灌浆施工技术也在不断地发展和完善，涌现出许多新的材料、设备和方法，通过对新技术的研究和应用，进一步提高灌浆施工的效率和可靠性，推动水利水电工程的可持续发展。同时，灌浆施工作为常用漏水处理方法，其施工质量直接关系到工程的安全稳定性和经济效益。因此，加强对灌浆施工技术的研究和应用，可提高工程管理者和施工人员的技术水平和责任意识，保障水利水电工程的长期运行和社会效益。

1 水利水电工程中，大量吸浆不止情况下采取灌浆施工技术处理方法

1.1 使压力变小的处理方式

当水利水电工程出现大量吸浆不止情况时，漏水问题往与局部水压过高有关。高压力导致水分子通过结构中的微小裂缝或孔洞渗透，加剧漏水现象的发生。通过在漏水部位附近设置压力释放装置，如水封阀门或水泵等，可以将局部水压降低到一个安全范围内，减少水分子渗透的可能性，从而有效控制漏水现象。此外，通过调整工程结构的设计方案，降低水流速度和水压，如水坝底部增加泄水孔或设置阻水屏障，可有效减缓水流速度，降低水压，从而减少漏水风险。另一种常见的处理方式是采用渗透性较小的材料进行填充或覆盖，阻止水分子渗透到结构内部，如使用特制的水泥浆料或聚合物材料填充漏水部位，形成密实的防水层，有效阻止水的渗透。

1.2 浓浆灌注或加入速凝剂

浓浆灌注是指将特制的浆料，通常是水泥浆料或聚合物浆料，注入到漏水部位或结构裂缝中，填充并密实孔洞，形成一层坚固的封闭层，从而阻止水分子的进一步渗透，可在较短的时间内形成坚固的封闭层，快速止水，有效控制漏水情况[2]。速凝剂是一种能够迅速固化和硬化的特殊化学物质，可在短时间内形成坚固的封闭层，阻止水分子的渗透，灌浆施工中，将速凝剂加入到浆料中，可加快浆料的固化速度，提高封闭层的强度和密实度，从而有效地控制漏水问题。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浓浆灌注和加入速凝剂的处理方式具有许多优点。首先，能够迅速形成坚固的封闭层，快速止水，有效控制漏水情况，保障工程的安全稳定运行。其次，施工过程相对简单，操作方便，能够在不影响工程正常运行的情况下进行修补和加固。此外，成本相对较低，经济性较高，适用于各种规模和类型的水利水电工程。然而，浓浆灌注和加入速凝剂的处理方式也存在局限性。由于浆料的固化速度较快，施工过程需要在一定的时间内完成，对施工人员的技术要求较高，需要严格控制施工时间和工艺参数。此外，不同类型漏水问题需要采用不同浓度和类型的浆料以及速凝剂，需要根据具体情况进行调整和选择。

1.3 采用将水泥砂浆进行

水泥砂浆进行灌注是一种常见且经济实用的漏水处理方法，主要通过将水泥砂浆直接注入漏水部位或结构裂缝中，填充并封闭漏洞，形成一层坚固的封闭层，从而阻止水的进一步渗透。与浓浆灌注相比，水泥砂浆的配比通常相对简单，主要由水泥、砂子和水组成，成本较低，施工过程相对容易控制，适用于各种规模和类型的水利水电工程[3]。

采用水泥砂浆进行灌注的处理方式具有几个显著的特点。首先，由于水泥砂浆的成分简单，施工过程相对容易控制，不需要复杂的设备和工艺，因此适用于各种施工环境和条件。其次，水泥砂浆具有较好的黏结性和密实性，能够迅速填充漏洞，形成坚固的封闭层，快速止水，有效控制漏水问题。此外，水泥砂浆的成本相对较低，经济实用，适用于各种预算限制的工程。采用水泥砂浆进行灌注也存在一些局限性。水泥砂浆的固化时间较长，通常需要时间才能完全干固，水泥砂浆流动性相对较差，不适合于特殊施工环境和要求，如狭窄的裂缝或孔洞。此外，水泥砂浆的配比和施工工艺需根据具体情况进行调整和控制，对施工人员的技术要求较高。

1.4 采用间歇灌浆的方法

间歇灌浆主要特点是在一定时间间隔内对漏水部位进行多次灌浆，通过逐步堆积灌浆材料，形成多层次、坚固密实的封闭层，以阻止水分子的渗透。与单次灌浆相比，间歇灌浆能够更好地填充和密实漏洞，提高封闭层的强度和密实度，从而更有效地控制漏水问题[4]。

在进行间歇灌浆时，首先对漏水部位进行初次灌浆，填充并封闭部分漏洞，然后在一定时间间隔内进行第二次、第三次甚至更多次的灌浆，逐步堆积灌浆材料，直至完全填充漏洞并形成坚固的封闭层，逐步堆的灌浆过程充分利用灌浆材料的流动性和渗透性，达到更好填充效果，确保漏水问题得到彻底解决。

间歇灌浆方法具有显著优点。首先，由于其施工过程更为细致和逐步，能够更好地填充和密实漏洞，提高封闭层的强度和密实度，从而更有效地控制漏水问题。其次，间歇灌浆的方法能够在一定程度上减少灌浆材料的浪费，提高施工效率，降低施工成本。此外，间歇灌浆方法适用于各种规模和类型的漏水问题，具有较广泛适用性。然而，采用间歇灌浆的方法也具有局限性。其施工过程相对复杂，需要多次灌浆，对施工人员的技术要求较高，严格控制施工时间和工艺参数。较长施工周期，不能立即见效，需要等待封闭层完全固化。

2 水利水电工程中，特大漏水通道灌浆施工技术处理方法

2.1 倾角较缓和无水流作用时大裂隙的灌浆施工技术处理

对于倾角较缓和无水流作用时的大裂隙，常见灌浆施工技术处理方法是采用慢速浆料灌浆，通过选用流动性较好、固化时间较长的浆料，如聚合物浆料或水泥浆料，进行灌浆填充。施工过程中，控制浆料的流动速度和灌注压力，确保浆料充分填充裂隙并与周围结构紧密结合，形成坚固的封闭层，阻止水的进一步渗透。与上述间歇灌浆方法相比，针对倾角较缓和无水流作用时的大裂隙，慢速浆料灌浆的处理方式更加注重流动性和固化时间的控制。由于裂隙较大且倾角较缓，灌浆过程中不受水流作用的影响，选用流动性较好的浆料，并适当延长固化时间，以保证充分填充和密实裂隙，确保灌浆效果。另外，倾角较缓和无水流作用时的大裂隙，灌浆施工过程中需要注意对施工环境的调控，如施工前需要对裂隙进行清洁和处理，确保裂隙表面干燥和清洁，有利于浆料的充分填充和固化。此外，对灌浆工艺参数进行精确控制，如浆料的配比、流动速度、灌注压力等，以保证灌浆效果和施工质量。

2.2 倾角较陡或有水流作用大裂隙、大孔洞的灌浆施工技术处理

2.2.1 冲填级配料施工控制

冲填级配料施工控制是适用于裂隙较大、倾角较陡或有水流作用的情况下的灌浆方法[5]。该方法利用高压泵将特制的级配料浆料（包括砾石、沙子、水泥等）从底部冲入裂隙或孔洞中，通过水压将级配料填满裂隙，并与周围的岩体或混凝土牢固结合，形成坚固的封闭层，有效阻止水的进一步渗透，保障工程的安全稳定运行。与对倾角较缓和无水流作用的大裂隙的灌浆方法不同，冲填级配料施工控制更加注重使用高压泵将级配料浆料从底部冲入裂隙或孔洞中，以确保充分填满并紧密结合裂隙，形成坚固的封闭层。由于倾角较陡或有水流作用，传统的浆料灌注无法有效填充裂隙并固化，因此采用冲填级配料施工控制能够更好地应对这种情况。此外，冲填级配料施工控制需根据具体情况对级配料的选择和配比进行精确控制，以确保填充材料的流动性和坚固性，以及达到预期的封闭效果。施工过程中考虑水流的方向和速度，采取相应的安全措施，确保施工人员安全。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.2.2 模袋灌浆施工控制

模袋灌浆施工控制是针对大裂隙、大孔洞的特殊灌浆方法。在该方法中，先制作出一种特制模袋，通常是由柔软但坚固的材料制成，如塑料膜、聚乙烯袋等，将模袋插入到裂隙或孔洞中，并通过高压泵将灌浆材料（如水泥浆料、聚合物浆料等）注入到模袋中。灌浆材料在模袋中充分流动并填满裂隙或孔洞，待灌浆材料固化后，模袋被撤出，留下充实而坚固的封闭层。

与冲填级配料施工控制方法不同，模袋灌浆施工控制更加注重对灌浆材料的流动性和充实性的控制。通过使用模袋，可更精确地控制灌浆材料的充填范围和厚度，确保裂隙或孔洞内部完全填满，并形成均匀、坚固的封闭层，有效阻止水的进一步渗透，保障工程的安全稳定运行。另外，其适应性和灵活性，根据裂隙或孔洞的形状和尺寸进行定制，适用于各种复杂的施工环境和情况。此外，灌浆材料的选择灵活，根据具体情况选用不同类型的灌浆材料，如水泥浆料、聚合物浆料等，以达到最佳的灌浆效果。在模袋灌浆施工控制过程中，严格控制灌浆材料的注入速度和压力，确保充填均匀且密实。同时，施工人员根据具体情况调整模袋的插入深度和位置，以确保灌浆材料填满整个裂隙或孔洞。

2.2.3 双浆液灌浆施工控制

在双浆液灌浆施工控制中，采用两种不同性质灌浆液体相结合的方式进行灌浆。通常情况下，流动性较好的灌浆液，如聚合物浆料，用于填充裂隙或孔洞的深处；另一种是固体颗粒较多的浆料，如水泥砂浆，用于填充裂隙或孔洞的表面。两种不同性质的灌浆液体相结合，充分利用聚合物浆料的流动性填充裂隙深处，并利用水泥砂浆的坚固性填充裂隙表面，从而形成坚固、密实的封闭层。

双浆液灌浆施工控制更加注重对灌浆液体性质的组合利用。通过结合流动性较好的灌浆液和固体颗粒较多的浆料，可充分利用各自的特点，填满裂隙或孔洞的不同部位，形成均匀、坚固的封闭层，阻止水的进一步渗透，保障工程的安全稳定运行。另外，根据具体情况，灵活选择不同性质灌浆液体进行组合，以满足不同裂隙或孔洞的填充要求。同时，严格控制两种灌浆液体的配比和流动速度，确保充填均匀且密实。

3 水利水电工程中，岩溶地段的灌浆施工技术处理方法

3.1 无填充物情况

岩溶地段的特点是地质构造复杂，存在天然裂隙、孔洞和溶洞，给工程安全带来挑战。压浆灌注是常见的无填充物情况下的灌浆技术处理方法，通过高压泵将浆料（如水泥浆料或聚合物浆料）注入到岩溶地段的裂隙和孔洞中，填满空隙并固化形成坚固的封闭层，根据裂隙和孔洞的具体情况调整注浆的压力和流量，确保浆料充分填满并固化，防止水的进一步渗透，保障工程的安全运行。封堵裂隙通常使用特制的封堵材料，如聚合物树脂、水泥浆料等，将裂隙和孔洞封堵住，防止水的渗透和岩体的进一步破坏。封堵裂隙的施工过程需要对裂隙进行清理和处理，确保封堵材料能够充分填满裂隙并与岩体牢固结合，形成坚固的封闭层，保障工程的安全稳定运行。

3.2 有充填物情况

充填物是在先前的工程施工过程中填充到裂隙或孔洞中的材料，或者是自然形成的岩屑、碎石等，常见的灌浆施工技术处理方法包括注浆加固和覆盖保护两种。首先，注浆加固通过高压泵将浆料（如水泥浆料或聚合物浆料）注入到岩溶地段的裂隙和孔洞中，与充填物相结合，形成坚固的封闭层，根据充填物的性质和分布情况调整注浆的压力和流量，确保浆料充分填满并与充填物及岩体牢固结合，从而增强岩溶地段的稳定性和密封性。覆盖保护通常采用覆盖材料（如聚乙烯薄膜、防水胶带等），将充填物表面进行覆盖，防止其破损或受到外界侵蚀，从而保护岩溶地段的稳定性和密封性，对充填物进行清理和修整，将覆盖材料固定在其表面，确保其完整性和密封性，以达到保护的效果。

4 结束语

在水利水电工程中，灌浆施工技术不仅增不同施工地段的稳定性和密封性，也确保水利水电工程安全运行。通过合理选择和应用灌浆技术，能够有效应对各种地段地质特点，为工程安全提供有力保障。

[参考文献]

[1]章剑.研究水利水电工程常见情况灌浆施工技术处理方法[J].江西建材,2017(5):109-112.
[2]袁睿,黄辉,李新霞,等.水利水电工程中灌浆施工技术处理方法探讨[J].科技创新与应用,2015(30):222.
[3]季翔.浅述水利水电工程常见情况灌浆施工技术处理方法[J].门窗,2014(6):157.
[4]戴志敏,张凡.浅述水利水电工程常见情况灌浆施工技术处理方法[J].门窗,2014(5):140.
[5]辜彦皓,汪晨光,于立春.水利水电工程常见情况灌浆施工技术处理方法研究[J].价值工程,2012,31(24):48-49.

作者简介：葛安春（1990.6—），毕业院校：山东水利职业学院，所学专业：数控技术，当前就职单位：山东大禹水务建设集团有限公司，职务：职员，职称级别：工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水电站二次回路继电保护的应用探究

张瑞鹏
新疆卡拉贝利水利枢纽工程建设管理局，新疆 喀什 844000

[摘要]水电站是利用水能进行发电的工程，而水电站的安全运行对于电力系统和社会经济的稳定运行至关重要，而水电站中的二次回路继电保护作为关键系统，其应用对于保障水电站的运行安全性和可靠性具有重要意义。文章将深入探究水电站二次回路继电保护的应用，以期对水电站运行与管理提供参考。

[关键词]水电站；二次回路；继电保护
DOI：10.33142/hst.v7i5.12318 中图分类号：TV734 文献标识码：A

Exploration on Application of Secondary Circuit Relay Protection in Hydropower Station

ZHANG Ruipeng
Xinjiang Kalabeili Water Conservancy Project Construction Management Bureau, Kezhou, Xinjiang, 844000, China

Abstract: Hydroelectric power plants are engineering projects that utilize hydropower for power generation, and the safe operation of hydroelectric power plants is crucial for the stable operation of the power system and social economy. As a key system, the application of secondary circuit relay protection in hydroelectric power plants is of great significance for ensuring the operational safety and reliability of hydroelectric power plants. The article will delve into the application of secondary circuit relay protection in hydropower stations, in order to provide reference for the operation and management of hydropower station.

Keywords: hydropower station; secondary circuit; relay protection

引言

二次回路继电保护系统是水电站维持正常运行的关键组成部分，主要负责对水电站中的各种故障和异常情况进行监测、判断和保护[1]。通过继电保护的应用，可实现对电流、电压和功率等电气量的监测和比较，进而对异常情况进行检测，并及时采取相应的保护措施，保证水电站设备的安全运行和电力系统的稳定性。然而，随着水电站规模的不断扩大和复杂性的增加，二次回路继电保护面临着更多的挑战和问题，如勘察和调试过程中，存在保护装置参数设定不准确、设备故障未及时发现等问题；运行过程中出现不稳定的工作状态、设备误动作等情况；对于设备的检修和维护存在一定的困难；抗干扰能力不足引起的系统异常等。因此，对水电站二次回路继电保护的应用进行深入研究，具有重要的理论和现实意义。本文深入探究水电站二次回路继电保护的应用，从保护原理、系统配置、整定方法、运行和检修、接地以及抗干扰措施等方面进行详细分析，旨在提升水电站运行的安全性和可靠性，为保护系统的设计、运行和维护提供科学的依据和指导。

1 继电保护原则

1.1 差动保护原则

差动保护是通过比较不同位置电流的差值来检测故障，一旦发现差别超过设定阈值，就会触发保护动作，切除故障电路，以防止故障扩大并保护相关设备的安全运行。在差动保护中，通常会使用电流互感器将设备的电流进行测量，并将测量结果传递给继电器或差动保护装置。继电器会对所测得的电流进行比较，计算不同位置电流之间的差异。如果差值超过预设的阈值，说明可能存在故障，继电器将发出保护信号，触发切除故障电路的动作。这种差动保护原理可靠性高，能够快速地检测和切除故障，保障电力系统的稳定和可靠运行。差动保护原理的关键是设置合适的差动保护阈值，防止误动作和漏洞。差动保护的抗干扰能力和灵敏度取决于所选择的差动保护装置和适当的参数配置。此外，差动保护还可以与其他保护原理结合，如过流保护、跳闸保护等，提高保护系统的可靠性和灵活性。

1.2 过流保护原则

过流保护是当电流超过预设的阈值时，保护装置将发出信号，切断故障电路，以防止电流超负荷导致设备损坏或事故发生，过流保护能够快速、准确地检测故障，并采取相应的保护措施，确保电力系统的安全稳定运行[2]。在过流保护中，常用的电流测量装置是电流互感器（CT）。CT 将电流变换为可进行测量和处理的低电流信号，并将其传输给保护装置，保护装置根据预设的阈值与测量到的电流进行比较，判断是否存在过流故障，一旦过流保护装置检测到过流情况，将触发保护动作，如切断故障回路、发出警报等。过流保护原则的有效性和可靠性取决于保护装置参数的合理设置，包括过流阈值、动作时间延迟等，合适的设置可确保保护的准确性和及时性，防止误动作或漏动作。此外，过流保护可与其他保护原则相结合，如差

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

动保护、跳闸保护等，构建更完善的继电保护系统，提高电力系统的安全性和可靠性。

1.3 接地保护原则

接地保护是通过监测系统中的接地电流或电压，当接地电流或电压超过设定的阈值时，触发保护装置的动作，切断故障回路，以减轻接地故障对电力系统造成的危害。接地保护原则广泛应用于电力系统中的各个环节，包括发电机、变电站、配电系统等。在发电机保护中，接地保护用于检测发电机绕组与大地之间的接地故障，包括绝缘破损、绕组间短路等；在变电站中，接地保护用于检测变压器的接地故障、母线的接地故障等；在配电系统中，接地保护用于检测低压配电设备和用电设备的接地故障。设置合适的接地保护参数是确保保护准确性和可靠性的关键，如接地电流/电压的阈值、动作时间延迟等参数的合理配置。同时，接地保护装置需要具备良好的抗干扰能力，以防止误动作或受到其他干扰因素的影响。除了检测故障和切除故障回路之外，接地保护还可用于故障定位和故障诊断。通过分析接地故障的接地电流或电压特征，可快速定位和识别故障点，有助于快速修复和恢复电力系统的正常运行。

2 水电站二次回路继电保护的实践

2.1 继电保护的基本原理

水电站二次回路继电保护基本原理是通过测量和比较二次回路中的电流、电压和其他电气量，以及与预设值进行对比来实现对水电站设备故障的检测和保护动作。水电站二次回路继电保护中，通常采用继电器和保护装置来实现电气量的测量和保护动作的实施[3]。

继电保护的基本原理包括差动保护、跳闸保护、过电流保护等。差动保护原理通过测量不同位置的电流，比较差值是否超过设定的阈值，从而判断是否存在故障；跳闸保护原理根据设定的电流、电压阈值和时间参数，当电流或电压超过设定值并持续一定时间时，保护装置会触发跳闸，切断故障回路；过电流保护原理则是根据设定的电流阈值，当电流超过设定值时，保护装置会发出信号，切除故障。

在水电站二次回路继电保护实践中，根据水电站的实际情况和设备特点，合理设置保护装置的参数和阈值，需要充分考虑水轮发电机、变压器、母线等设备的额定值、容量和工作特性。同时，对水电站可能出现的各种故障情况进行分析和推演，确保保护装置能够及时、准确地检测故障，并做出相应的保护动作。此外，水电站二次回路继电保护的实践中，重视保护装置的日常检测、维护和定期校验，定期对继电保护装置进行功能测试、参数校准和设备状态监测，确保其正常工作和可靠性。

2.2 继电保护系统的主要配置

水电站二次回路继电保护系统的主要配置包括继电保护装置、电流互感器（CT）、电压互感器（PT）等关键部件。第一，继电保护装置是水电站二次回路继电保护系统的核心部件，通过测量和处理电流、电压等电气量，根据设定的保护原则和参数进行判断和动作的关键设备，根据水电站设备的特点和需要，选择适合的型号和功能，能够满足保护要求并具备稳定的性能。第二，电流互感器（PT）是测量和采集水电站二次回路中电流信号的重要装置。PT将高电流变换为与之成正比的低电流，从而提供给继电保护装置进行电流测量和保护动作，根据水电站设备的额定电流和负荷特点进行选择，确保准确测量和传输电流信号。第三，电压互感器（PT）是测量和采集水电站二次回路中电压信号的关键装置。如同CT对电流的测量，PT将高电压变换为与之成正比的低电压，为继电保护装置提供电压测量和保护功能所需的信号，根据水电站设备的额定电压和工作特点进行选择类型，确保准确测量和传输电压信号。第四，考虑其他配置，如电源供应和备份电源、通信接口、信号传输线路等。电源供应和备份电源是保证继电保护装置持续工作的重要因素，避免因供电故障导致保护失效；通信接口用于与其他系统进行数据传输和远程监控，便于实时获取保护信息和远程操作；信号传输线路需要具备良好的抗干扰能力和可靠性，以确保信号的准确传输。在配置继电保护系统时，需要根据水电站的规模、设备类型和安全要求进行可行性分析和方案设计，并根据国家和行业的标准及规范，确保配置符合相关要求。

2.3 继电保护的整定

继电保护的整定涉及到各种保护原理和参数，其中最常见的包括差动保护、跳闸保护、过电流保护等[4]。差动保护的整定主要包括设定差动电流保护的判据和阈值，确保在故障发生时能够及时检测到差异电流，并触发保护动作；跳闸保护的整定涉及电流、电压的设定值和时间延时等参数，以保证故障时的跳闸速度和精度。过电流保护的整定包括选择合适的过电流阈值和时间延时等，以确保在电流超过额定值时及时切除故障。

在整定继电保护时，充分了解水电站设备的特性和工作条件，包括额定电流、电压、运行模式等。同时，对可能出现的故障类型和故障情况进行分析和评估，以制定相应的保护策略。根据设备的特性和保护要求，合理设置保护装置的参数，如电流、电压的阈值、时间延迟等，以确保保护装置对故障的检测和保护动作的准确性和可靠性。

整定继电保护需要进行系统的模拟计算和实际测试。模拟计算可通过使用电力系统分析软件，模拟各种故障情况下的电流、电压等参数，并进行参数的优化和校正。实际测试是通过在水电站实际运行中进行保护动作的观察和验证，以确保保护装置在实际工作环境中的准确性和可靠性。

2.4 继电保护系统的运行

继电保护系统的运行涉及到保护装置的运行状态监

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

测、故障检测和保护动作的执行。继电保护系统应保持良好的状态，能够准确地识别故障并采取相应的保护措施，确保水电站设备的安全运行。继电保护系统的运行主要涉及对保护装置进行检测和监测，包括对保护装置的供电状态、通信连接状态以及信号处理状态进行实时监测。故障检测是继电保护系统运行中的核心部分，通过与二次回路中的电流、电压等参数进行比较和判断，探测故障并触发相应的保护动作，故障检测涉及到差动保护、跳闸保护、过电流保护等多种保护原理和算法，确保保护装置能够准确可靠地检测到各种故障形式。

保护动作的执行是继电保护系统的最终目标。在故障发生时，保护装置应能够迅速作出判断，并触发相应的保护动作，切断故障回路，防止故障扩大或对设备和人员造成更大的损害。保护动作的准确性和速度对水电站设备的安全和电力系统的稳定性具有重要影响。

2.5 继电保护装置设备的检修

检修包括定期的检查、清洁和测试，以及必要的维修和校准工作，以保证继电保护装置长期稳定运行[5]。第一，定期的检查和清洁。检查继电保护装置的外部连接线路和接线端子，确保其紧固可靠；清除灰尘和污垢，保持设备的干净和良好的通风；检查设备的指示灯、显示屏、按钮、开关等各种操作元件的正常工作，确保设备的正常运行状态。第二，定期测试。通过使用专业的测试设备，对保护装置的功能进行全面的评估，包括功能检测、参数设置、响应时间测量和保护动作的模拟测试，通过测试，验证保护装置的准确性和可靠性，并及时发现存在的问题和缺陷。第三，在检修中，检测到保护装置存在故障或异常情况，需要进行维修和校准，维修工作涵盖更换损坏的元件、修复电路连接、加固接线端子等。校准工作主要是对保护装置的参数和阈值进行调整，确保其与实际运行情况相匹配。第四，继电保护装置设备的检修需要遵循相关的标准和规范。遵行水电站的设备管理规定、国家电力行业标准和专业技术规范等，检修工作应按照规范进行，确保操作的可靠性和一致性，避免引入新的问题。

2.6 继电保护的抗干扰措施

继电保护的抗干扰措施旨在降低外界干扰对保护装置的影响，确保保护系统的可靠性和稳定性。抗干扰措施包括屏蔽与隔离、滤波、接地处理等，以提高继电保护装置的抗干扰能力。其一，屏蔽与隔离是常用的抗干扰措施。通过合理设计和布置保护装置的电缆和线路，采用屏蔽材料和隔离装置，可以有效减少外界电磁辐射和干扰信号的干扰。同时，对于与其他电气设备共享通道的情况，采取物理隔离措施，防止干扰信号的传播和互相干扰。其二，通过在保护装置的输入和输出电路中增加合适的滤波器，可抑制高频噪声和干扰信号的传输。滤波器可以选择合适的频率范围和衰减特性，以滤除干扰信号，确保保护装置正常工作。

其三，接地处理。良好的接地系统可有效消除或减小电位差，降低电磁辐射和干扰信号对保护装置的干扰，通过采取合适的接地方式和增加接地导体的断面积，可以降低接地电阻，提高系统的屏蔽效果和抗干扰性能。其四，应用数字信号处理技术和抗干扰算法来增强继电保护装置的抗干扰能力，如采用差分传输、故障判据优化和自适应滤波等技术，提高保护装置对故障信号的识别和保护动作的准确性。

3 结束语

水电站二次回路继电保护是确保水电站安全运行的重要系统，其应用涉及到保护原理、系统配置、整定、运行和检修、接地以及抗干扰措施等多个方面。通过合理的设计和实践，可以提高水电站的安全性和可靠性，确保水电站的正常运行和事故的及时排除。在未来发展中，随着技术的不断进步，水电站二次回路继电保护系统也将不断完善和提升，进一步提高水电站的安全运行水平。

[参考文献]

[1]陈华平.研究水电站二次回路继电保护的应用初探[J].水上安全,2023(9):109-111.
[2]王进.水电站二次回路继电保护的应用研究[J].建材与装饰,2018(28):233-234.
[3]王小周.水电站二次回路继电保护的应用探究[J].中国新技术新产品,2017(6):58-59.
[4]张显浩.水电站二次回路继电保护的应用分析[J].科技创新与应用,2013(29):158.
[5]郭林伟,谯新奇,张志龙.水电站二次回路继电保护的应用分析[J].四川水利,2012,33(6):27-29.

作者简介：张瑞鹏（1988.1—），毕业院校：黄河水利职业技术学院，所学专业：水电站动力设备与管理，当前就职单位：新疆卡拉贝利水利枢纽工程建设管理局，职务：新疆卡拉贝利水利水电开发有限公司党支部书记、副总经理，职称级别：中级 专业技术九级。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

生态理念下的农田水利水电工程建设应用

何翠娟
河南唐泰建筑工程有限公司，河南 鹤壁 456250

[摘要]生态理念的应用在促进可持续发展观落实、实现农田水利水电工程绿色发展和促进因地制宜等方面具有重要价值，当前农田水利水电建设存在着一系列问题，如生态系统平衡、施工水平和设施管理等方面的挑战，文中探讨了生态理念在农田水利水电建设中的应用，通过分析其在可持续发展、绿色发展和因地制宜等方面的重要性，提出了相应的解决措施，主要包括了解不同地区水文条件、提升设计的生态敏感度、加大灌溉管理力度、使用新型生态技术与材料以及促进使用功能与生态功能结合等，以提升农田水利水电建设质量。
[关键词]生态理念；水利水电；建设措施
DOI：10.33142/hst.v7i5.12325 中图分类号：S27 文献标识码：A

Application of Agricultural Water Conservancy and Hydropower Engineering Construction under Ecological Concept

HE Cuijuan
He'nan Tangtai Construction Engineering Co., Ltd., Hebi, He'nan, 456250, China

Abstract: The application of ecological concepts has important value in promoting the implementation of sustainable development, achieving green development of agricultural water conservancy and hydropower projects, and promoting local adaptation. Currently, there are a series of challenges in agricultural water conservancy and hydropower construction, such as ecosystem balance, construction level, and facility management. This article explores the application of ecological concepts in agricultural water conservancy and hydropower construction, analyzes their importance in sustainable development, green development, and adapting to local conditions, and proposes corresponding solutions, mainly including understanding hydrological conditions in different regions, improving ecological sensitivity in design, increasing irrigation management efforts, using new ecological technologies and materials, and promoting the combination of functional and ecological functions to improve the quality of agricultural water conservancy and hydropower construction.
Keywords: ecological concept; water conservancy and hydropower; construction measures

引言

随着人们对生态环境保护意识的不断提高，可持续发展理念的深入人心，生态理念逐渐成为了各行各业发展的重要指导思想，包括农田水利水电建设领域。农田水利水电作为农业生产的重要支撑，其建设与发展不仅关乎着农村经济的发展和农民生活的改善，更直接影响着生态环境的健康与可持续发展。本文深入探讨生态理念在农田水利水电建设中的应用，以期为农田水利水电工程的可持续发展提供新思路，推动我国农田水利水电事业朝着生态友好、可持续发展的方向前进。

1 生态理念应用于农田水利水电设计的价值

促进可持续发展观的有效落实

在农田水利水电设计中，生态理念的运用可以有力地支持可持续发展观的实现。生态理念注重生态系统的平衡和稳定，在农田水利水电设计中，传统的工程化建设往往会破坏周边生态环境，导致水土流失、生物多样性减少等问题，从而影响到农田生产和生态系统的稳定性，而生态理念下的设计更加注重与周边生态系统的协调，尊重自然规律，优先考虑生态系统的完整性和稳定性，从而在保证农田水利水电功能的基础上，最大程度地减少对生态环境的破坏，实现生态系统的平衡和可持续性发展[1]。生态理念还强调资源的合理利用和保护。在农田水利水电设计中，通过合理规划水资源的利用方式和渠道布局，可以最大限度地提高水资源的利用效率，减少水资源的浪费和污染，注重土壤保护和水土保持，采取生态工程措施，如植被覆盖、梯田建设等，有效地减少水土流失，保护农田生产环境，实现资源的可持续利用和生态环境的持续改善。

2 实现农田水利水电工程绿色发展

绿色发展是指在经济增长的同时，保护环境、提高资源利用效率、减少污染排放，以实现经济、社会和环境的协调发展。首先，生态理念注重资源的可再生和循环利用。在农田水利水电设计中，可以采用生态工程技术，如生态湿地、人工湿地等，利用自然生态系统的自净能力来处理农田水利水电工程中产生的废水和废渣，实现资源的再生利用和循环利用，采用水资源综合利用技术，如雨水收集、灌溉用水循环利用等，最大限度地提高水资源的利用效率，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

减少对水资源的过度开采和浪费，实现资源的可持续利用。其次，生态理念注重环境保护和生态恢复。农田水利水电设计充分考虑周边生态环境的特点和生物多样性的需求，采取相应的保护措施，如植被覆盖、生物修复等，保护和改善农田水利水电工程周边的生态环境，减少对生物多样性的破坏和污染，实现了环境的可持续保护和生态系统的健康发展。最后，生态理念注重技术创新和绿色发展，可以引入先进的生态工程技术和绿色建筑材料，如生态深根植被、生态过滤池等，采用环保型、低能耗、高效率的设计理念和技术手段，减少对土地、水资源和能源的消耗，降低农田水利水电工程的能耗和排放，实现工程的绿色发展和可持续利用。

3 促进不同地区做到因地制宜

生态理念的应用对促进不同地区做到因地制宜具有重要意义。因地制宜是指根据不同地区的自然环境、人文地理、社会经济等特点，灵活地设计和选择相应的水利水电工程方案和措施，以最大程度地发挥农田水利水电的效益，并在保证生态环境和社会可持续性的基础上，实现农业生产的高效、稳定和可持续发展。生态理念强调生态系统的特点和生态环境的保护，不同地区的生态环境差异很大，包括气候、地形、土壤等方面的差异，而生态理念的应用可以帮助农田水利水电设计者更加深入地了解和分析不同地区的生态环境特点，充分考虑当地生态系统的平衡和稳定，因地制宜地设计和选择相应的水利水电工程方案和措施，从而最大限度地发挥农田水利水电的效益[2]。不同地区的资源分布和利用状况各异，生态理念的应用也可以帮助农田水利水电设计者充分考虑当地的资源条件和利用需求，灵活地设计和选择适合当地资源特点的水利水电工程方案和措施，以实现资源的合理利用和保护，同时，还能充分考虑当地的社会经济发展需求和生态环境保护要求，设计出更加符合当地自然和社会条件的水利水电工程方案和措施，促进农田水利水电工程与当地自然环境和社会经济发展的和谐共生。

2 当前农田水利水电建设存在的问题

2.1 生态系统平衡问题

随着农田水利水电工程的建设与发展，部分地区出现了生态系统的不平衡现象，主要表现在：一是生态系统的破坏与生态功能的丧失。部分农田水利水电工程建设缺乏对生态环境的综合考虑，过度开发和利用水资源、土地资源，导致生态系统的破坏和生物多样性的丧失。例如，过度开垦农田、排水过程中的水体污染、湿地和森林等自然植被的破坏，都会导致当地生态系统失去平衡，生态功能受损。二是水土流失严重，土壤质量下降。农田水利水电工程建设采用传统的施工方式和管理模式，未能有效防止水土流失，导致大量土壤的流失和质量的下降，不仅会减少土地的肥力和生产力，还会造成土地的贫瘠化和生态环境的恶化，对生态系统的平衡产生严重影响。三是水资源过度开采。部分地区农田水利水电工程建设存在对水资源过度开采的情况，长期以来，为了满足农业生产的需求，大规模地开发利用地下水和河流水资源，导致水资源的严重消耗和供需矛盾的日益加剧，影响水资源的可持续利用[3]。四是生态环境与农业生产的矛盾。部分农田水利水电工程建设在解决农业生产需求的同时，未能充分考虑生态环境保护的问题，导致生态环境与农业生产之间的矛盾。如过度灌溉和排水会导致水资源浪费和水质下降，影响周边生态环境的健康；而生态环境的恶化又会对农田生产产生不利影响，形成恶性循环，加剧生态系统的不平衡问题。

2.2 施工建设水平问题

由于施工单位技术实力有差距，农田水利水电工程的施工质量参差不齐，存在着工程质量不达标、施工工艺不规范等问题，部分施工单位缺乏专业技术人员和现代化施工设备，施工过程中存在施工工艺简单粗糙、施工质量无法保障等情况，影响了农田水利水电工程的使用寿命和效益。在施工管理水平方面，部分地区存在施工过程中监管不到位、管理混乱等问题，地方政府部门对农田水利水电工程建设的监管不力，缺乏有效的监督和管理措施，导致施工单位存在违规施工、监理不到位等问题，严重影响了农田水利水电工程的质量和进度。在施工资金管理方面，施工单位存在资金使用不透明、资金管理混乱等问题，出现虚报工程款、挪用工程资金等违规行为，导致工程资金的浪费和滥用，严重影响了农田水利水电工程的施工进度和效益。

2.3 水利水电设施管理问题

第一，水利水电设施维护保养不及时。由于对农田水利水电设施的维护保养工作不够重视，存在着设施维护保养不及时、不彻底的情况，一些农田水利水电设施长期没有得到有效的维护保养，导致设施老化、损坏严重，影响了设施的使用寿命和效益。第二，水利水电设施管理不规范。地方政府部门对水利水电设施的管理责任不明确，缺乏有效的管理制度和管理手段，导致设施管理工作难以落实，影响了水利水电设施的正常运行和管理效果。第三，水利水电设施监测监控不到位。部分地区存在监测监控手段不完善、监控不到位、数据获取不及时等问题，无法及时监测水利水电设施的运行状况和水情变化，导致对水利水电设施运行情况缺乏全面准确的了解，影响了对水利水电设施的管理和调度。第四，水利水电设施安全隐患存在。部分水利水电设施存在设计、施工等方面的问题，存在安全隐患，如堤坝漏水、闸门老化等，一旦发生事故可能造成较大的损失。

3 生态理念下农田水利水电建设措施

3.1 了解不同地区水文条件

在生态理念下，农田水利水电建设的措施需要基于对

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

不同地区水文条件的充分了解，进行全面的水文调查和监测，以获取地区的水文地质、水文气象等数据，并实时监测水资源的动态变化。通过对水文数据的分析，评估地区的水资源量、水文特征、水文周期等，深入了解地区的水文条件。同时，还需要进行地形地貌分析，掌握地区地形起伏、地表水径流情况、地下水位等信息，这些将对农田水利水电工程的规划和设计提供重要参考。另外，还需进行水资源调查，对地表水和地下水资源的详细调查，如水源位置、水质、水量等进行评估，以便全面评估水资源的可利用性和保护状况。在了解水文条件的基础上，还要进行生态环境评估，以了解地区的生态系统现状和生态功能，在制定农田水利水电建设措施时考虑生态保护的因素，并提供科学依据。在综合考虑水文条件的基础上，制定合理的水资源利用规划，规划好灌溉用水、生活用水，确保水资源的合理利用与保护，实现农田水利水电建设与生态环境的协调发展。

3.2 提升设计的生态敏感度

在设计农田水利水电工程时，应充分考虑生态系统的保护与恢复，避免对生态环境造成不可逆转的影响，通过合理布置工程设施、保护生态景观和植被覆盖、减少土地开垦等方式，最大限度地减少对生态系统的干扰。设计灌溉系统时，可采用高效节水灌溉技术，如滴灌、喷灌等，减少水资源的浪费和污染，提高水资源利用效率，合理制定灌溉计划，根据作物生长需水量和土壤水分状况进行科学灌溉，避免过度灌溉导致土壤盐碱化和水资源浪费。同时，应避免破坏当地生物多样性，尽量保留和改善生物栖息地，为当地野生动植物提供生存空间。可以通过建立生态廊道、设置野生动物通道、保护湿地和林地等方式，促进生物多样性的保护和恢复。另外，应重视生态修复工作，及时对工程建设所造成的生态破坏进行修复和恢复，采用植被恢复、水体生态修复、湿地建设等方式，恢复生态系统的功能和景观，提升周边环境的生态美观性。在设计过程中，还应积极开展社会公众参与，听取各方意见和建议，形成多方共识，共同推动生态敏感型设计的实施，通过开展环境教育和宣传活动，提升公众对生态环境保护的认识和意识，培养人们的生态文明观念，推动社会各界共同参与生态建设。

3.3 使用新型生态技术与材料

一是采用节水灌溉技术，传统的灌溉方式存在着水资源浪费和土壤盐碱化的问题，而节水灌溉技术可以通过滴灌、喷灌等方式，减少灌溉水量，提高灌溉效率，降低水资源消耗；二是推广土壤改良技术，合理的土壤改良可以提高土壤肥力和水分保持能力，减少化肥和农药的使用，降低农田水利水电建设对环境的影响，可以采用有机肥料、生物肥料等替代传统的化学肥料，促进土壤生态系统的健康发展；三是应用生态护岸技术，通过植被覆盖、生态砌石等方式，提高护岸的生态功能，增强岸线的抗冲蚀能力，减少水土流失，改善水体生态环境；四是采用生态渗滤技术，通过构建人工湿地、植物滤池等方式，净化农田排水和污水，降低水质污染，改善周边水体生态环境；五是引入生物多样性保护技术，采取保护生态廊道、设置野生动物通道等方式，促进当地生物多样性的保护和恢复，提高农田生态系统的稳定性和健康性，促进农田水利水电建设生态化，实现生态环境与农田水利水电建设的协调发展。

3.4 促进使用功能与生态功能结合

首先，整合设计理念。在规划和设计阶段，应将使用功能与生态功能相互融合考虑，确保工程建设不仅能够满足农业生产和灌溉需求，同时也能够保护和改善当地的生态环境，这需要跨学科的协作和综合考虑，例如工程师、生态学家、环境保护专家等多方面的专业人士共同参与，确保设计方案既具备实用性又具备生态友好性[4]。其次，选择合适的建设技术和材料。在实施农田水利水电建设时，应选择符合生态理念的建设技术和材料，以减少对生态环境的影响。如可采用可再生材料、环保型建材等，避免使用对生态环境有害的材料，同时采用先进的建设技术，减少对土地和水资源的破坏。最后，强化监测与评估。在建设过程中，应加强对生态功能的监测和评估，及时发现和解决可能对生态环境产生负面影响的问题，包括对水质、土壤、植被等生态要素进行监测，评估工程建设对生态系统的影响，以及及时调整和改进设计方案，保障生态功能的实现。

4 结束语

生态理念下，农田水利水电建设不仅仅是为了满足农业生产和灌溉需求，更是为了保护和改善生态环境，实现人与自然的和谐共生。充分考虑生态因素，促进使用功能与生态功能结合，可以实现农田水利水电工程的可持续发展，未来的农田水利水电建设中，应继续秉持生态理念，不断创新技术，加强环境保护，促进美丽乡村建设，实现农村地区可持续发展。

[参考文献]

[1]满宝山.生态理念在农田水利设计中的应用研究[J].农机市场,2024(2):86-88.
[2]杨铎.生态理念融入农田水利水电建设工作的思考[J].农村实用技术,2023(9):125-126.
[3]李志前.生态理念在农田水利设计中的应用[J].中国集体经济,2023(24):5-8.
[4]邓郁文.生态理念下的农田水利水电建设应用[J].河南农业,2023(20):57-59.

作者简介：何翠娟（1981.12—），女，河南省鹤壁市浚县人，汉族，大专学历，就职于河南唐泰建筑工程有限公司，从事水利水电工程管理、维修养护、项目管理等相关工作。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水利水电工程造价控制及风险分析的理论和方法

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]水利水电工程作为一项民生工程，其在社会发展过程中扮演着至关重要的角色。不过目前随着水利水电工程建设规模的不断扩大，水利水电工程建设过程中面临的成本控制问题越来越突出。为了实现对水利水电工程造价风险的有效控制，降低水利水电工程建设成本。文中针对水利水电工程造价控制及风险分析的理论和方法进行了简单探究，希望为相关工作者提供参考。

[关键词]水利水电工程；造价控制；风险分析；理论方法
DOI：10.33142/hst.v7i5.12310 中图分类号：TP3 文献标识码：A

The Theory and Method of Cost Control and Risk Analysis for Water Conservancy and Hydroelectric Engineering

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

Abstract: As a livelihood project, water conservancy and hydropower engineering plays a crucial role in the process of social development. However, with the continuous expansion of the scale of water conservancy and hydropower engineering construction, the cost control problems faced in the process of water conservancy and hydropower engineering construction are becoming more and more prominent. In order to effectively control the cost risks of water conservancy and hydropower engineering and reduce the construction costs of water conservancy and hydropower engineering, this article briefly explores the theory and methods of cost control and risk analysis of water conservancy and hydropower engineering, hoping to provide reference for workers.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; cost control; risk analysis; theoretical methods

引言

水利水电工程的建设规模比较大，其在建设过程中涉及到大量的资金投入。为了全面提升工程建设的综合效益，降低工程的建设成本，需要加强对工程的造价控制，准确识别和判断存在的风险因素，采取科学合理的措施对风险进行提前规避，为项目的成功实施提供保障。

1 水利水电工程造价控制分析

1.1 水利水电工程项目前期阶段造价控制分析

在水利水电工程项目前期，项目管理部门需要通过可行性研究工作的开展对整个项目进行综合性、全面性的评估，比如项目带来的环境影响、项目施工技术的可行性、项目实施的经济性等，做好项目成本的估算工作，对项目的可投资性进行有效明确。如果项目成本初步估算的结果不在可承受的范围之内，需要对项目的可行性进行重新考虑[1]。项目管理部门需要在项目初步预算工作开展之前对水利水电工程项目的范围以及相关规模进行有效明确，比如工程项目的技术要求、工程项目的具体功能、工程项目的大小、工程项目的其他附加要求等。同时需要对项目的总成本进行科学合理的划分。同时需要从管理、设备、材料、劳动等各方面入手对项目成本元素进行科学合理的划分，加强对水利水电工程项目成本结构的理解和认知。同时，在项目成本初步估算过程中还需要对以往类似项目的历史数据进行分析，对其中存在的影响项目成本的风险因素进行充分考虑，比如市场变化因素、通货膨胀因素、技术因素、政策因素、其他不确定性的因素等，做好相关的风险储备工作，应对项目在实施过程中出现的不确定因素所引发的风险，提高水利水电工程项目的可行性。

1.2 水利水电工程设计阶段的造价控制分析

1.2.1 水利水电工程详细估算环节造价控制分析

项目管理部门在开展详细估算工作之前需要对项目的相关数据信息进行收集和整理，为后续成本估算的准确性提供可靠的数据支撑。比如水利水电工程所在地区的地质地形信息、项目需要的劳动力成本、项目需要的设备租赁费用、项目施工所需材料价格、项目的设计图纸和规格等。在详细估算过程中可以借助成本估算软件进行估算，也可以采用比价估算法和数量估算法，确保在详细估算过程中能够对不同的因素进行综合考虑，保障详细估算的准确性。同时在详细估算过程中还需要从工程项目的利润、工程项目的管理费用、工程项目所需要的材料和设备以及工程项目所需要的劳动力等各方面入手对其细化，收集和整理更加详细、更加全面的信息数据，为后续项目决策和预算编制工作的开展提供可靠的支持。此外，在详细估算过程中还需要对项目实施过程中面临的风险因素进行考虑，提前做好相关的储备工作，以免应对不确定因素所引

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

发的风险。根据水利水电工程项目的进展定期更新项目的详细估算，确保其能够对项目的实际情况进行准确反映，方便项目团队对项目成本的变化进行及时了解和掌握，进而开展科学合理的调整工作，实现对项目成本的有效控制。

1.2.2 水利水电工程材料选择环节造价控制分析

为了确保选择的材料具有较高的经济性特征，项目管理部门需要在选择材料的过程中需要根据水利水电工程项目的质量标准以及项目的技术规格对材料的质量和性能进行充分考虑，同时还需要对材料的交付时间以及材料的供应情况等相关因素进行考虑。尽量选择一些获取性比较强，而且能够进行广泛供应的材料，以免后续在水利水电工程项目施工过程中出现材料交付延迟的情况，增加项目的施工成本。此外，还需要全面地比较和分析不同材料的成本因素，比如材料本身的成本、材料的运输成本、材料的储存成本、材料的处理成本等，加强考虑材料的环保性，实现对材料成本的最优化。

1.2.3 水利水电工程项目供应商选择环节的造价控制分析

在选择供应商的过程中需要对供应商的历史记录、供应商的业务开展情况以及供应商客户的评价情况进行查看，选择信誉度比较高的供应商。并且还需要对供应商的交货速度、供应商的库存水平以及供应商的生产能力进行综合评估，确保项目后续在实施的过程中材料能够按时供应，以免出现项目延误的情况。同时需要对供应商的价格进行对比分析，在考虑质量和可靠性的前提条件下选择最低价格。此外，还需要对供应商提供的售后服务以及供应商提供的技术支持进行考虑，对供应商供应链的可靠性进行分析和判断，并提前采取必要的措施加强风险管控。

1.3 水利水电工程施工阶段造价控制分析

做好水利水电工程施工阶段造价控制工作是整个工程造价控制的关键。项目管理部门需要对施工进度进行跟踪，了解施工的完成情况，及时发现施工过程中存在的进度滞后问题和项目延误问题，并采取针对性的措施对进行纠正和改进，以免增加额外的人工成本、设备使用成本和材料成本等。项目管理部门需要在了解项目实际情况的基础上对施工进度计划进行科学详细的制定，比如水利水电工程的具体任务、水利水电工程施工的关键路径、水利水电工程施工的时间表等，对项目施工进度进行定期监督并对其进度情况进行更新，确保项目施工作业的开展能够严格落实项目计划要求[2]。针对施工过程中存在的进度延误问题需要根据实际情况采取相关的措施进行及时解决，比如可以对资源进行重新分配或者对施工进度计划进行合理调整或者适当的加快项目的施工进度等，实现对施工成本的有效控制。同时还需要根据水利水电工程的相关规格和标准定期检查和验收施工工作，比如定期检查施工材料质量是否满足相关标准、检查施工工艺是否合规、检查工程结构是否具有较高的稳定性等。并对工程质量控制计划进行科学合理的制定，对工程质量标准以及工程检查程序进行有效明确。针对于工程施工过程中出现的质量问题需要采取相关的措施进行及时纠正，以免增加工程施工的额外成本。此外，还需要对项目实际成本与项目预算之间的差异性进行定期跟踪和分析，确保其保持在规定的范围之内。针对水利水电工程项目施工过程中出现的施工变更情况或者设计变更情况需要对其施工成本进行估算，并做好变更管理工作，以免变更导致施工成本大幅度增加，实现对水利水电工程施工阶段的造价控制。

1.4 水利水电工程竣工阶段造价控制分析

虽然从表面上看水利水电工程竣工阶段造价控制并没有发挥出明显的作用和价值，但是实际上它对于水利水电工程全过程造价控制有着非常重要的作用和价值。在竣工阶段需要通过对竣工决算审计制度的建立和实施，有效审核工程造价。为了加强竣工决算的审计管理，可以委托第三方审计单位落实审计工作。一般审计的内容主要包括以下几个方面。一，项目施工合同审计。二，商务品审计。三，限价审计。不断提升审计的透明化程度，确保获得的审计数据更加准确、更加全面。为了确保审计工作顺利开展，需要加强对全过程审计制度的建设和实施，一方面可以强化单位的成本控制意识，一方面可以有效控制工程的建设成本，有效实现水利水电工程建设成本的控制目标。

2 水利水电工程造价风险分析

2.1 水利水电工程造价风险的识别分析

2.1.1 项目范围和项目设计因素引发的造价风险

水利水电工程项目在建设实施的过程中，如果出现项目范围不明确或者项目范围频繁变更的情况就会影响项目设计工作和项目施工作业的有序开展，可能会增加水利水电工程项目的工作量以及建设成本。一旦出现项目变更问题项目的劳动力投入、材料投入和时间投入都会发生变化。同时在水利水电工程项目建设实施的过程中如果出现项目设计文件不清晰或者项目设计文件不完整的情况，也会增加设计变更情况发生的概率，一旦发生变更就有可能增加工程施工的额外成本，延误工程的施工工期。此外，工程项目设计文件存在不足、漏洞或者错误等情况时也会导致水电工程项目质量出现问题，后续也需要增加一定的成本对工程进行修复。

2.1.2 供应链因素和采购因素引发的造价风险

如果供应链不稳定可能会导致施工过程中材料供应不上，或者材料价格不稳定，增加工程的施工成本。市场、政治、自然因素都会导致以上风险的发生。同时承包商的管理能力和承包商的技术能力以及承包商的财务情况也是引发工程项目风险的重要因素。如果选择的供应商不可靠、信誉度比较低，可能会在施工过程中出现材料供应问题，导致工程停滞、工程成本增加或者工程质量问题。当

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

然受市场因素的影响材料价格也会发生不同程度的波动，这也会影响到工程的成本，引发造价风险。

2.1.3 技术因素和执行因素引发的造价风险

如果水利水电工程在设计方面或者质量方面出现问题，可能会增加工程项目返工情况、修复情况发生的概率，增加工程项目的建设成本。同时在工程项目建设过程中遇到一些未知的地质条件或者相关的技术难题时，需要重新调整工程计划，导致工程成本增加。此外，在水利水电工程施工过程中出现工人专业技术水平比较低、工人严重不足或者工人罢工情况都会引发一定的造价风险。当然工程的工期也会受到天气的影响，尤其是在户外开展的施工作业，一旦发生恶劣天气，就会延长施工工期，增加施工成本。

2.2 水利水电工程风险监控和管理分析

2.2.1 水利水电工程造价风险监控分析

水利水电工程风险监控并不是短暂的，它是一个持续性的过程，它主要是对水利水电工程项目建设过程中已经识别的风险或者出现的新风险的进展情况进行实时跟踪和识别。水利水电工程的项目管理部门需要加强对风险的关注力度，通过定期开展风险评估会议对已识别的风险进行评估，或者通过定期审查风险登记表对于识别的风险进行评估，进而对风险的变化情况进行及时了解，方便采取相关的措施对其进行及时有效的应对。同时在风险监控过程中还需要加强对风险指标监控系统的建设力度，方便相关工作人员对风险事件的迹象进行及时准确的捕捉。通过对水利水电工程材料价格数据信息、天气数据信息和供应链数据信息的监测，及时发现里面存在的潜在风险。并根据实际情况定期生成水利水电工程的风险报告，实时分享与风险相关的信息，比如风险的具体状态、风险的进展情况、风险可能引发的一些不利影响，提高信息的透明度，方便相关部门对风险情况进行及时了解，进而对水利工程项目预算中的风险溢价以及预算中的储备进行科学合理的调整，确保应对风险时能够有足够的资金支撑。

2.2.2 水利水电工程造价风险管理分析

水利水电工程造价风险管理工作的开展过程中需要根据实际情况采取科学合理的措施对以识别的风险进行应对和解决，最大限度地降低风险所带来的不利影响。项目管理部门需要根据风险的发生概率以及风险所引发的潜在影响对风险进行科学合理的等级划分[3]。一般可以分为三个等级：高级、中级和低级。通常需要针对高风险及进行优先处理。针对不同等级的风险需要制定相关的应对措施。常见的风险应对措施主要包括以下四个。一接受风险措施。二转移风险措施。三减轻风险措施。四避免风险措施。针对发生概率比较高的高风险，需要对风险化解计划进行科学详细的制定，包括应对风险的具体预算、化解风险的时间表和化解风险的行动步骤等，并在实际工作中有效执行风险化解计划，定期对其执行效果进行有效检查。同时在风险管理的过程中还需要对每个风险的责任人进行有效明确，严格落实风险监控工作和风险应对工作。一般水利水电工程项目的供应商、工程师和水利水电工程项目的管理人员是风险的主要责任人。为了确保风险责任能够得到有效落实，还需要将风险管理计划分享给所有的相关方，确保他们在应对风险方面能够对相关的责任和策略进行严格落实，加强相关方之间的沟通交流力度，确保他们在风险管理方面能够协同合作保持一致。此外，水利水电工程项目还需要对风险回顾会议进行定期开展，对风险应对措施实施的有效性进行准确全面的评估，并对相关的策略进行及时灵活的调整，确保水利水电工程造价风险管理工作的开展能够满足项目的实际需求，实现对水利水电工程造价风险的有效控制。

3 结束语

综上所述，当前在水利水电工程建设过程中，造价控制和风险分析是非常重要的，需要将其在工程全生命周期进行有效贯穿。详细分析水利水电工程的造价构成以及造价的控制过程，准确评估和预测造价控制中存在的风险因素，并采取针对性的措施进行应对和解决。实现对水利水电工程造价的有效控制，推动水利水电工程高质量有序开展，全面提升水利水电工程建设的综合效益。

[参考文献]

[1]王敏,谢李志.水利水电工程造价管理常见的问题及对策[J].中文科技期刊数据库（全文版）工程技术,2022(4):84-87.

[2]易琪.水利水电工程造价风险管理研究[J].黑龙江水利科技,2020,48(9):141-144.

[3]肖晶.探究水利水电工程造价风险管理[J].中文科技期刊数据库（引文版）工程技术,2021(6):238-238.

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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水利水电施工中防渗处理施工技术研究

刘 鑫
扬州水利建筑工程有限责任公司，江苏 扬州 225002

[摘要]水利水电工程作为国民经济的重要组成部分，承担着供水、发电、灌溉等重要功能，对保障国家的经济发展和人民的生活起着至关重要的作用。在水利水电工程建设和运行过程中，渗漏问题常常是一个不可忽视的挑战，渗漏不仅会导致水资源的浪费和能源的损失，还可能对工程的安全性和稳定性造成严重影响。因此，如何有效地预防和处理渗漏问题，成为当前水利水电工程领域亟待解决的技术难题之一。为此，对防渗处理施工技术进行深入研究和探讨，具有重要的理论和实践意义。
[关键词]水利水电工程；防渗处理；施工技术
DOI：10.33142/hst.v7i5.12309 中图分类号：TV543 文献标识码：A

Research on Anti-seepage Treatment Construction Technology in Water Conservancy and Hydropower Construction

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

Abstract: Water conservancy and hydropower engineering, as an important component of the national economy, undertakes important functions such as water supply, power generation, and irrigation, and plays a crucial role in ensuring the economic development of the country and people's lives. In the construction and operation of water conservancy and hydropower engineering, leakage is often an undeniable challenge. Leakage not only leads to waste of water resources and energy loss, but may also have a serious impact on the safety and stability of the project. Therefore, how to effectively prevent and deal with leakage problems has become one of the urgent technical problems in the current field of water conservancy and hydropower engineering. Therefore, in-depth research and exploration of anti-seepage treatment construction technology have important theoretical and practical significance.
Keywords: water conservancy and hydropower engineering; anti-seepage treatment; construction technology

引言

在水利水电工程中，防渗处理是一项至关重要的工程技术，在工程建设中起着不可或缺的作用。随着工程规模的不断扩大和技术的不断进步，对防渗处理施工技术的要求也越来越高，深入研究和探讨水利水电施工中防渗处理施工技术，为相关领域的工程实践提供可靠的技术支持和指导。

1 防渗处理施工技术应用的必要性

在水利水电施工中，防渗处理施工技术的应用至关重要。首先，水利水电工程往往涉及大量的水资源调节和输送，如水库、水渠、水电站等，若发生渗漏问题将直接影响工程的安全性和稳定性，甚至可能引发灾害事故。其次，防渗处理施工技术的应用可以有效地保护水资源，减少水资源的浪费和损失，提高水资源的利用效率，符合可持续发展的要求。此外，水利水电工程往往具有长期性和复杂性，采用科学有效的防渗处理施工技术可以延长工程的使用寿命，降低后期维护和修复成本，为工程的可持续运营提供保障。

2 水利水电工程发生渗漏问题的常见原因

2.1 施工缝处理不当

水利水电工程发生渗漏问题的常见原因之一是施工缝处理不当。在工程施工过程中，如水库大坝、水渠、管道等结构的连接处通常需要进行施工缝处理，以确保连接牢固、密封可靠。当施工缝处理不当时，可能出现施工缝未填补密实、施工缝处材料不耐腐蚀或未能充分固定等问题，这些不当的施工缝处理会导致水利水电工程在使用过程中出现渗漏现象，严重影响工程的安全性和稳定性，甚至可能引发灾害事故。因此，正确有效的施工缝处理至关重要，必须在施工过程中严格按照相关标准和要求进行施工，确保施工缝处理的质量和可靠性。

2.2 穿墙结构连接不牢固

水利水电工程发生渗漏问题的另一个常见原因是穿墙结构连接不牢固。在水利水电工程中，穿墙结构连接处常用于管道、渠道等流体输送系统的穿越，以及结构物与地基、岩体的连接。当这些穿墙结构的连接不牢固时，可能会导致连接处出现漏水现象，这种情况通常由于连接处的密封材料不合适、安装不规范或者连接件松动等原因引起。穿墙结构连接不牢固会增加工程的渗漏风险，降低工程的稳定性和安全性，因此在施工过程中必须采取适当的措施来确保穿墙结构连接处的牢固性和密封性。

2.3 防渗材料选择不当

水利水电工程发生渗漏问题的另一个常见原因是防

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

渗材料选择不当。在工程建设过程中，选择合适的防渗材料对于确保工程的密封性和耐久性至关重要。当防渗材料选择不当时，可能会导致工程出现渗漏问题[1]。这种情况通常出现在材料性能不符合工程需求、材料质量不达标或者使用环境与材料性能不匹配等情况下。选择不当的防渗材料可能会导致材料老化、变形、开裂或失效，从而引发渗漏问题，并可能对工程的安全性和稳定性造成威胁。因此，在工程设计和施工过程中，应当充分考虑工程的实际情况和需求，选择符合标准要求、性能稳定可靠的防渗材料，以确保工程的质量和安全。

3 水利水电施工中防渗处理施工技术

3.1 灌浆技术

在水利水电施工中，灌浆技术是一种常用的防渗处理施工技术，原理是通过将特定的灌浆材料注入岩体或混凝土结构中的裂缝和孔隙，以填补空隙、加固结构、提高密封性。灌浆技术可以有效地防止水利水电工程中常见的渗漏问题，提高工程的安全性和稳定性。在实际应用中，灌浆技术需要根据工程的具体情况和渗漏问题的特点选择合适的灌浆材料。常用的灌浆材料包括水泥浆、环氧树脂浆、聚氨酯浆等，它们具有不同的特性和适用范围。例如，水泥浆适用于填补较大的裂缝和孔隙，具有良好的耐水性和耐压性；而环氧树脂浆则具有较好的黏结性和耐化学腐蚀性，适用于较细小的裂缝和孔隙。在施工过程中，灌浆技术需要严格按照设计要求和施工规范进行操作。首先，需要对渗漏部位进行彻底的清理和准备工作，以确保灌浆材料能够充分填充到目标位置。接着，根据实际情况选择合适的注浆设备和工艺，对灌浆材料进行均匀连续的注入，确保灌浆效果的均匀性和密实性。最后，对灌浆后的结构进行必要的养护和检测，以验证灌浆效果并确保工程质量。

3.2 防渗墙技术

在水利水电施工中，防渗墙技术主要原理是通过构建防渗墙来阻止地下水或其他液体渗透到工程结构中，从而保护工程的稳定性和安全性。防渗墙技术根据材料的不同可分为多种类型，常见的包括土工膜防渗墙、深层搅拌桩墙、搅拌土墙等。其中，土工膜防渗墙是应用较为广泛的一种，它采用高密度聚乙烯或聚丙烯等材料制成的防渗膜，通过在地下埋设、焊接和固定等工艺构建起来，这种防渗墙具有质轻、柔韧、耐腐蚀等特点，能够有效地隔离地下水防止渗漏。在实际应用中，防渗墙技术需要根据工程的具体情况和地质条件进行选择和设计。在施工过程中，首先需要进行地质勘察和工程设计，确定防渗墙的位置、深度和材料等参数。接着，根据设计要求进行施工准备工作，包括清理施工现场、准备施工材料等。然后，根据设计图纸进行防渗墙的施工，包括土方开挖、防渗材料的铺设或搅拌桩的打入等。最后，对施工完成的防渗墙进行检测和验收，确保其符合设计要求并达到预期的防渗效果。

3.3 复合土工膜技术

复合土工膜技术是水利水电工程中常用的一种防渗处理施工技术，主要原理是将土工膜与土壤结合使用，形成具有良好防渗性能的防渗层，这种技术结合了土工膜的防渗性能和土壤的支撑性，能够在一定程度上提高防渗层的稳定性和耐久性，适用于各种地质条件下的工程。在复合土工膜技术中，土工膜通常由聚乙烯、聚丙烯等高分子材料制成，具有优良的柔韧性、耐化学腐蚀性和防渗性能。而土壤则作为支撑材料，通过对土工膜的覆盖和填埋，形成稳固的防渗层结构。在施工过程中，首先需要进行基础处理和土壤平整，然后铺设土工膜并固定，最后进行土壤的填埋和压实，确保土工膜与土壤的紧密结合，形成完整的防渗层。复合土工膜技术具有施工简便、成本低廉、防渗效果显著等优点。同时，由于土工膜的柔韧性，可以适应不同地形和地质条件，具有较强的适用性和灵活性。然而，在实际应用中，需要注意土工膜的质量选择和施工工艺控制，以确保防渗层的稳定性和耐久性。此外，定期对复合土工膜进行检测和维护也是保证其长期防渗效果的重要手段。

3.4 科学确定防渗施工材料

科学确定防渗施工材料在水利水电工程中扮演着至关重要的角色，这一过程需要综合考虑多个因素，以确保所选材料能够有效应对工程的实际需求和挑战。首先，对工程所处环境进行全面调研和评估是必不可少的，地质特征、地下水情况、水文地质条件等因素都会影响材料的选择。例如，对于地质条件较差、地下水位较高的区域，需要选择具有较高抗渗能力和耐水性的材料。其次，根据工程的设计要求和渗漏问题的特点，选择合适的防渗材料至关重要，不同类型的渗漏问题可能需要不同类型的材料来解决。例如，对于地下水位较高的区域，土工膜等柔性防渗材料可能更为适合；而对于需要耐受高压水力冲击的区域，水泥浆等硬质防渗材料可能更为合适。在选择材料时，还需要考虑其防渗性能、耐化学腐蚀性、耐候性等方面的要求。材料的抗渗性能应能够满足工程设计要求，保证工程长期的防渗效果；耐化学腐蚀性要求材料能够适应工程所处环境的化学性质，不易受到腐蚀；耐候性则要求材料能够抵抗紫外线、温度变化等自然因素的影响，保持长期稳定的性能。最后，在实际施工前对所选材料进行必要的试验和检测是确保材料质量和性能的关键步骤。通过科学的实验数据和评估结果，可以验证材料是否符合设计要求，并为施工过程提供可靠的材料保障。

3.5 防渗处理施工工艺

防渗处理施工工艺在水利水电工程中扮演着关键的角色，它涉及多个复杂步骤需要精心策划和执行，以确保工程的质量和安全性。首先，在施工前必须进行全面的勘察和设计工作，这包括对工程现场的地质、水文地质情况

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

进行详细调查，确定可能存在的渗漏问题及其原因[2]。根据调查结果制定合理的施工方案，包括选择适用的防渗处理方法和材料。其次，根据施工方案需要准备好所需的施工设备、材料和人力资源，这可能涉及到采购、运输、存储等多个环节，需要确保所有资源齐备并满足施工需求。接下来，根据施工图纸和技术规范，进行防渗处理施工。具体操作包括但不限于灌浆、铺设土工膜、构建防渗墙等。在进行施工操作时，需要严格遵循操作规程，确保施工质量和安全。在施工过程中，质量控制是至关重要的一环，这包括对施工现场的实时监控、施工过程的质量检查、材料的质量检测等。如发现任何质量问题必须及时采取措施进行纠正，以防止问题进一步扩大。最后，完成施工后进行必要的验收和检测工作，这包括对施工效果进行评估，验证防渗处理的效果是否符合设计要求。只有通过严格的验收程序，确保施工质量和防渗效果达到预期，才能保障工程的长期安全稳定运行。

4 防渗处理施工质量控制

4.1 施工前质量控制措施

在水利水电工程中，施工前质量控制是确保防渗处理施工质量的重要环节。在施工前需要采取一系列措施来准备工程，并确保施工过程中的质量得到有效控制。首先，进行施工前的详细规划和设计，包括对工程环境、地质条件、渗漏问题进行全面分析，制定合理的施工方案和技术措施。其次，选择合格的施工材料和设备，并进行必要的检测和试验，确保质量符合施工要求。同时，对施工人员进行培训和技术交流，提高其对施工要求和质量标准的认识和理解。此外，对施工现场进行必要的准备工作，包括清理现场、确保施工道路畅通等，为施工操作提供良好的环境条件[3]。最后，进行施工前的质量检查和验收，确保所有准备工作的完备性和施工的可行性，为施工过程的顺利进行奠定基础。通过施工前的质量控制措施，可以有效地提高防渗处理施工的质量和效率，确保工程的安全稳定运行。

4.2 施工中质量控制措施

施工中的质量控制措施至关重要，以确保防渗处理工程的质量和可靠性。首先，必须严格执行施工方案和技术规范，确保施工操作符合要求。其次，对施工人员进行培训和指导，提高其操作技能和质量意识。同时，加强现场管理，定期进行施工现场检查和巡视，及时发现和解决施工中的质量问题。另外，对施工过程中使用的材料和设备进行监控和检测，确保其符合要求并保持良好状态。此外，定期组织施工进度和质量的检查评审会议，及时总结经验、发现问题并及时调整措施，以确保工程的顺利进行和质量可控。

4.3 施工后质量验收标准

施工后的质量验收标准是确保防渗处理工程达到设计要求和标准的关键步骤。首先，需要对施工成果进行全面的检查和评估，确认防渗处理的效果是否符合设计要求。其次，对施工工艺、施工材料和施工质量进行综合评价，判断是否存在缺陷或不合格现象。同时，需要进行必要的检测和试验，包括对防渗层的渗透性测试、材料的强度测试等，以验证工程的质量和性能。另外，还需要对施工过程中产生的施工记录和相关文件进行审核和归档，确保施工过程的合规性和可追溯性。最后，根据验收结果和标准，制定出合理的验收结论和处理措施，对合格的工程进行验收确认，对存在问题的工程及时提出整改要求，并进行必要的返工或修复工作，直至达到设计要求和标准为止。

5 结语

防渗处理在水利水电工程中扮演着至关重要的角色，它直接关系到工程的安全性、稳定性和可持续发展。通过本文的探讨，我们深入了解了防渗处理施工技术的必要性、常见原因以及施工过程中的关键技术和质量控制措施。在水利水电工程中，渗漏问题可能由多种因素引起，如施工缝处理不当、穿墙结构连接不牢固、防渗材料选择不当等。因此，科学确定防渗施工材料和施工工艺显得尤为重要。选择合适的防渗材料和施工工艺，严格按照设计要求和施工规范进行施工，可有效解决渗漏问题，提高工程的安全性和稳定性。在未来的水利水电工程建设中，我们应继续加强对防渗处理技术的研究和应用，不断提升工程施工质量和水平。同时，加强对施工过程中的质量控制和施工后的验收工作，确保工程的质量达到设计要求，为人们的生活和生产提供可靠的水利水电保障。

[参考文献]

[1]周杰.水利水电施工中防渗处理施工技术研究[J].大众标准化,2023(3):114-116.
[2]邱明路.水利水电工程施工中防渗技术分析[J].低碳世界,2022,12(5):73-75.
[3]聂美平.论水利水电工程中防渗施工技术要点[J].工程建设与设计,2019(20):157-158.

作者简介：刘鑫（1990.6—），男，毕业院校：南京工程学院；所学专业：工程管理（工程造价管理方面），当前就职单位：扬州水利建筑工程有限责任公司，职务：项目副经理，职称级别：工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

变电站继电保护二次回路隐患排查方法研究

杨 洋 张 劼 马自良
河南送变电建设有限公司，河南 郑州 450051

[摘要]在电力系统中，变电站继电保护系统扮演着至关重要的角色，它能够及时准确地检测电网中的故障，并采取相应的措施以防止故障对系统造成进一步损害。然而，继电保护系统本身也存在着潜在的隐患，其中二次回路作为保护系统的重要组成部分，其稳定运行直接关系到电力系统的安全性和可靠性。因此，对于变电站继电保护二次回路隐患的排查方法的研究显得尤为重要。探讨二次回路存在的各种潜在问题，并提出相应的解决方法，以期为继电保护系统的稳定运行提供理论指导和实践参考。

[关键词]变电站；继电保护；二次回路
DOI：10.33142/hst.v7i5.12331 中图分类号：TM7 文献标识码：A

Research on Hidden Danger Investigation Methods for Secondary Circuit of Substation Relay Protection

YANG Yang, ZHANG Jie, MA Ziliang
He’nan Power Transmission and Transformation Construction Co., Ltd., Zhengzhou, He’nan, 450051, China

Abstract: In the power system, the substation relay protection system plays a crucial role, which can timely and accurately detect faults in the power grid, and take corresponding measures to prevent further damage to the system caused by faults. However, the relay protection system itself also has potential hazards. Among them, the secondary circuit, as an important component of the protection system, its stable operation is directly related to the safety and reliability of the power system. Therefore, the study of methods for identifying hidden dangers in the secondary circuit of substation relay protection is particularly important. Various potential problems in the secondary circuit are explored, and corresponding solutions are proposed to provide theoretical guidance and practical reference for the stable operation of the relay protection system.

Keywords: substation; relay protection; secondary circuit

引言

变电站作为电力系统的重要组成部分，承担着电能转换、输送和分配的重要任务，而继电保护系统则是变电站的核心组成部分之一，其作用是在电力系统发生故障时及时切除故障，保护设备和线路的安全运行。然而，随着电力系统的不断发展和变化，继电保护系统也面临着越来越多的挑战和压力。因此，对于继电保护系统二次回路隐患的排查和处理显得尤为重要。

1 变电站二次设备运行现状

变电站的二次设备是变电站中至关重要的一部分，它们负责将高压电力信号转换成低压信号，并在保护、控制和测量方面发挥着重要作用。变电站的二次设备类型多样，根据其功能可以分为保护设备、控制设备和测量设备。保护设备主要负责在电力系统发生故障时迅速切除故障部分，保护电力设备和线路的安全运行。控制设备用于实现对电力系统的远程控制，包括对开关、断路器等设备的远程操作。而测量设备则用于监测电力系统的各项参数，如电流、电压、功率等，以便及时掌握系统运行状态。变电站二次设备的运行状态监测是保障电力系统安全运行的重要环节，通过监测二次设备的运行状态，可以及时发现设备的异常情况，并采取相应的措施进行修复或更换，以防止设备故障对电力系统造成严重影响。运行状态监测包括对设备运行参数的实时监测、故障报警系统的建立以及定期的设备巡检和检修等内容。总之，变电站的二次设备运行现状直接关系到电力系统的安全稳定运行。通过对各种类型二次设备的有效监测和维护，可以提高电力系统的可靠性和运行效率，确保电力供应的安全稳定。

2 我国变电站运检维护现状

我国的变电站运检维护现状在近年来得到了显著改善，针对运行维护制度，我国已建立了一套相对完善的运行维护管理制度，包括设备运行监测、定期检修、事故应急处理等方面的规定。各级电力部门和企业普遍实施了运行维护计划，通过定期巡检、检修和维护等措施，确保了变电站设备的安全稳定运行。此外，随着信息化技术的发展，一些先进的远程监测与诊断系统也逐渐应用于变电站的运行维护中，提高了管理效率和响应速度。

尽管制度框架相对完善，但在实际执行中仍存在一些问题。部分地区和企业对运行维护制度的执行不够到位，存在着检修不及时、维护不到位的情况，导致设备故障率较高。一些变电站存在设备老化严重、技术水平相对滞后

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

等问题，制约了运行维护的效果。因此，加强对运行维护制度的执行力度，提高管理水平和技术水平，仍然是当前变电站运行维护面临的重要任务。

对于人员技术水平，经过多年的培训和实践积累，我国已经拥有了一支高素质、技术过硬的变电站运行维护队伍。他们具备扎实的电力专业知识和丰富的实践经验，能够熟练操作各类设备，并能够及时有效地应对各种突发情况。此外，随着技术的进步和培训机制的完善，越来越多的青年人加入到了变电站运行维护队伍中，为我国变电站的可持续发展注入了新的活力。尽管人员技术水平总体较高，但由于变电站设备的更新换代速度相对较快，一些老年化、技术滞后的运行维护人员面临着知识更新的压力，需要不断学习新知识、掌握新技术。一些地区和企业存在着对人才培养的不足，导致人员队伍结构不合理、技术水平参差不齐的情况。因此，加强对运行维护人员的培训和管理，提高其专业水平和技能素质，是保障变电站安全运行的关键之举。

3 二次回路隐患排查的重要性

二次回路隐患排查在变电站运行管理中具有至关重要的地位，其重要性主要体现在安全隐患和运行可靠性两个方面。二次回路作为变电站继电保护系统的重要组成部分，如果存在隐患而未能及时排查和处理，可能导致继电保护功能失效或误动作，进而引发电力系统的故障，甚至造成设备损坏、人员伤亡等严重后果[1]。因此，对二次回路的隐患进行及时有效的排查，可以最大程度地减少安全事故的发生，保障电力系统的安全稳定运行。电力系统作为国家基础设施的重要组成部分，其运行可靠性直接关系到国家经济社会的发展和稳定。而继电保护系统作为电力系统的安全防护系统，其可靠性直接受到二次回路运行状态的影响。如果二次回路存在隐患而未能及时发现和排查，可能导致继电保护系统的误动作或失灵，影响电力系统的稳定性和可靠性。因此，通过对二次回路隐患进行定期排查和维护，可以保障继电保护系统的正常运行，提高电力系统的运行可靠性。

4 变电站继电保护二次回路存在的隐患

4.1 设计和算法方面

在变电站继电保护系统中，计算方面的隐患是指在设计和计算过程中可能存在的错误，比如参数设置不当、计算方法错误、软件算法问题等方面。参数设置不当可能导致继电保护系统的保护动作误判或漏判。例如，如果保护装置的动作电流或动作时间设置过高或过低，就会导致保护系统对故障的反应不准确，无法及时切除故障，从而影响了电力系统的安全运行。在进行保护参数计算时，如果采用的计算方法错误或者输入数据不完整，也会影响到继电保护系统的准确性和可靠性。例如，保护装置所采用的计算模型不符合实际情况，或者在计算过程中忽略了关键的参数，都会导致保护系统的保护范围不全或者动作误差较大。软件算法问题也是一个常见的计算方面隐患。如果继电保护系统所使用的计算软件算法不准确或者存在漏洞，就会影响到保护系统的计算结果和动作准确性。例如，某些软件可能存在 bug 或者未考虑到特定情况下的计算逻辑，导致了保护系统的计算结果不可靠。

4.2 二次接线方面

在变电站继电保护系统中，二次回路连接方式和连接质量问题可能会导致二次回路信号传输不畅或失效，进而影响继电保护系统的正常运行[2]。如果接头松动或接触不良，会导致二次回路信号传输不畅，甚至无法传输到继电保护装置，从而影响保护系统的动作准确性。连接错误的接线导致了信号传输的偏差或混乱，使得保护装置无法正确判断故障的位置或类型，进而影响了保护系统的动作性能。过长的二次接线距离或不合适的电缆规格会增加系统的电阻和电感，从而影响保护系统的灵敏度和动作速度，导致保护动作的误判或延迟。

4.3 直流接地方面

在变电站继电保护系统中，直流接地方面的隐患包括直流正接地、负接地等情况。直流系统是保证电力系统安全运行的重要组成部分，其主要作用是给继电保护装置及二次操作回路提供电源，以防止电网故障时失去电源，从而对电力系统产生不利影响。然而，如果直流系统存在问题，就会影响到电力系统的安全稳定运行。直流系统正接地时，如果在二次操作回路中再出现一点接地，容易导致电网正常运行时，断路器误动。直流系统负接地时，如果在二次操作回路中再出现一点接地，容易导致电网故障时，继电保护正确动作，但断路器拒动。

5 排查方法

5.1 调试排查

在新建或改造后的变电站中，调试排查是至关重要的步骤，旨在验证系统的各项功能和性能是否符合设计要求。首先，调试排查的关键在于对继电保护系统进行全面的功能测试和参数调整。这包括对各个保护装置的动作参数进行调整和校准，例如动作电流、动作时间等，以确保其符合实际运行情况。通过仔细地调整参数，可以提高继电保护系统的动作准确性和可靠性，从而保障电力系统的安全稳定运行。其次，调试排查还包括对系统的功能进行全面测试。这包括对各种故障情况下的保护动作进行模拟测试，以验证系统在不同故障情况下的响应速度和准确性。例如，模拟电力系统中的短路故障、接地故障等，观察保护装置的动作情况，检查其是否能够及时准确地切除故障，保护设备和线路的安全运行。另外，调试排查还需要对继电保护系统的接地系统进行检查和测试。接地系统是继电保护系统正常运行的基础，其质量和性能直接影响到继电保护系统的可靠性。因此，在调试排查过程中，需要对接地系

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

统的接地电阻进行测量和校准，确保其在合理范围内，以保障继电保护系统的正常工作。总之，调试排查通过对系统的功能和参数进行全面的测试和调整，可以提高继电保护系统的动作准确性和可靠性，确保电力系统的安全稳定运行。因此，在变电站建设或改造过程中，对继电保护系统进行调试排查是至关重要的。

5.2 检修排查

检修排查是变电站继电保护系统运行过程中的重要环节，旨在定期对系统进行检查和维护，以确保系统的正常运行和延长设备的使用寿命。检修排查包括对继电保护系统各个部件的定期检查，包括对保护装置、测量仪表、接地系统等设备的外观检查和功能测试。通过检查设备的工作状态和运行参数，可以及时发现并解决设备可能存在的问题，防止故障的发生。例如，检查保护装置的面板显示是否正常，测量仪表的读数是否准确，接地系统的接地电阻是否在规定范围内等。定期清洁设备表面的灰尘和污物，可以防止污物积聚导致设备散热不良或接触不良等问题。同时，对设备的关键部件进行润滑，可以减少摩擦和磨损，延长设备的使用寿命。接地系统是继电保护系统正常运行的基础，其质量和性能直接影响到继电保护系统的可靠性。因此，在检修排查过程中，需要对接地系统的接地电阻进行测量和校准，确保其在合理范围内，以保障继电保护系统的正常工作。及时更新设备的维护记录和操作手册，记录设备的运行状态和维护情况，可以帮助管理人员及时了解设备的运行情况，做出相应的维护和管理决策。

6 解决变电站继电保护二次回路隐患的方法

6.1 CPU 容错技术

CPU 容错技术是一种有效的方法，通过在系统中引入冗余的 CPU 进行双重备份，以保证系统在 CPU 故障时仍能正常运行。具体而言，CPU 容错技术通常采用双 CPU 或三 CPU 的设计方案，其中一个 CPU 作为主 CPU，负责实际的运算和处理任务，而另一个或两个 CPU 作为备用 CPU，与主 CPU 保持同步运行，但不执行实际任务[3]。当主 CPU 出现故障时，系统会自动将控制权转移给备用 CPU，继续保护系统的正常运行。此外，CPU 容错技术还可以结合硬件和软件的优化设计，增加系统的自我监测和自我修复功能，进一步提高系统的稳定性和可靠性。

6.2 电缆隐患处理方法

电缆隐患处理方法是解决变电站继电保护二次回路隐患的重要手段之一。针对电缆可能存在的问题，如老化、损坏或接线不良等，应定期进行检查和维护，及时发现电缆存在的问题，并采取相应的修复措施，确保电缆的正常运行。选用优质的电缆材料，具备良好的防水性能，可以有效地降低电缆发生故障的可能性。合理的布线可以减少电缆的弯曲和拉伸，减少电缆受到机械损伤的可能性；采用合适的保护措施，如管道、护套等，可以有效地保护电缆不受外界环境的影响，延长电缆的使用寿命。还可以采用数字化技术和远程监控系统对电缆进行实时监测，及时发现电缆存在的问题，并采取相应的措施进行处理。通过以上方法，可以有效地解决电缆隐患问题，提高变电站继电保护系统的可靠性和稳定性。

6.3 变电站互感器设备回路隐患处理

处理变电站互感器设备回路隐患是确保变电站继电保护系统正常运行的关键步骤之一。通过定期检查，可以及时发现互感器回路存在的问题，并采取相应的修复措施，确保互感器回路的正常运行。采用双重或三重回路设计的互感器系统可以提高系统的冗余度，当一条回路出现故障时，其他回路仍然能够正常工作，保证继电保护系统的连续运行。采用数字化互感器和光纤传输技术，数字化互感器具有高精度、抗干扰能力强的特点，可以提高系统的测量准确性和稳定性；而光纤传输技术可以减少电气接触和传输过程中的隐患，提高系统的抗干扰能力和可靠性[4]。定期对互感器进行校准和测试，确保互感器的准确性和稳定性，也是一种有效的处理方法。通过以上方法，可以有效地处理电路互感设备回路存在的隐患，提高变电站继电保护系统的可靠性和稳定性。

7 结束语

在变电站继电保护二次回路隐患排查方法的研究中，我们深入探讨了二次回路存在的各种潜在问题以及相应的解决方法。通过对变电站运行现状、维护现状以及隐患排查的重要性进行分析，我们认识到继电保护二次回路的稳定运行对电力系统的安全性和可靠性至关重要。针对计算、接线和接地等方面可能存在的隐患，我们提出了调试排查和检修排查等有效方法，并详细阐述了 CPU 容错技术、电缆隐患处理方法和电路互感设备回路隐患处理等具体措施。通过对这些方法的研究和应用，可以有效地发现和解决二次回路存在的隐患，保障继电保护系统的安全运行。不断深入研究，积极探索更加有效的排查方法和解决方案，以提高继电保护系统的可靠性和稳定性，为电力系统的安全运行提供坚实保障。

[参考文献]

[1]印海洋.变电站继电保护二次回路的隐患排查技术分析[J].电气技术与经济,2022(5):122-124.
[2]章琦,王宝山,康金等.继电保护电气二次回路隐患排查分析[J].电站系统工程,2023,39(4):80-81.
[3]曹怡,陆超,曹旭东.变电站二次回路消缺新方法研究[J].江西电力,2023,47(3):16-17.

作者简介：杨洋（1994.12—），男，河南省新野县人，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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

数字化转型中的电网企业实物资产管理对策研究

陈文涛
国网新疆电力有限公司哈密供电公司，新疆 哈密 839001

[摘要]随着信息技术快速发展和电力行业的不断变革，数字化转型已成为电网企业发展的重要趋势。在数字化转型的进程中，实物资产管理作为电网企业运营管理的重要组成部分，其质量和效率直接影响着企业的运行和发展。文章探讨数字化转型对电网企业实物资产管理的必要性，详细论述数字化转型中电网企业实物资产管理面临的问题，并在此基础上提出电网企业实物资产管理的数字化管理策略，以应对数字化转型中实物资产管理的挑战。
[关键词]电网企业；数字化转型；实物资产管理；对策分析
DOI：10.33142/hst.v7i5.12336　　中图分类号：F273.4　　文献标识码：A

Research on Physical Asset Management Strategies for Power Grid Enterprises in Digital Transformation

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

Abstract: With the rapid development of information technology and the continuous transformation of the power industry, digital transformation has become an important trend in the development of power grid enterprises. In the process of digital transformation, physical asset management is an important component of power grid enterprise operation and management, and its quality and efficiency directly affect the operation and development of enterprises. This article explores the necessity of digital transformation for physical asset management of power grid enterprises, discusses in detail the problems faced by physical asset management of power grid enterprises in digital transformation, and proposes digital management strategies for physical asset management of power grid enterprises to cope with the challenges of digital transformation.
Keywords: power grid enterprises; digital transformation; physical asset management; countermeasure analysis

引言

电力行业是国民经济的重要支柱，电网企业作为电力系统的重要组成部分，承载着输电、配电和供电等重要功能，对社会经济发展和人民生活起着至关重要的支撑作用[1]。数字化转型不仅是电网企业提升核心竞争力、实现可持续发展的必然选择，更是适应时代潮流、顺应产业发展趋势的客观要求。

实物资产是电网企业的核心资源，涵盖电网设备、输电线路、变电站等各类物理设施和设备。良好的实物资产管理不仅可以提高电网企业的运行效率和服务水平，还降低维护成本、减少故障损失，提升企业的整体竞争力和可持续发展能力。然而，目前电网企业实物资产管理存在一系列问题，传统实物资产管理模式面临信息孤岛问题，部门间信息无法共享、协同工作效率低下等问题。基于此，本文深入探讨数字化转型中电网企业实物资产管理的现状与对策，以期为电力行业的数字化转型提供理论支持和实践指导，促进电网企业高质量发展，推动电力行业的现代化进程。

1 数字化转型中的电网企业实物资产管理的必要性

1.1 提高效率

数字化转型能够通过信息化技术的运用，实现实物资产管理的全面优化和提升，从而有效地提高运营效率。首先，传统的实物资产管理通常依赖于人工巡检和定期维护，存在信息获取不及时、反应滞后等问题，借助现代化的传感器技术和物联网技术，实现对实物资产的实时监测和数据采集，将实时获取的数据传输至中心系统，使管理人员能够随时随地掌握实物资产的运行状态，及时发现异常情况并进行处理，从而提高管理的及时性和准确性。其次，数字化转型通过建立统一的数据平台，将各类数据进行整合和统一管理，实现数据的共享和交互，为管理人员提供更加全面、准确的数据支持，从而提高决策的科学性和准确性。此外，数字化转型可引入人工智能和机器学习等技术，实现实物资产的智能化监控和运维管理，自动识别设备的故障和异常，预测设备的维护周期和维修需求，实现对设备的智能化管理和优化维护，提高运维效率和降低成本。

1.2 降低成本

数字化转型能够通过提高管理效率、优化资源利用等方式，实现成本的有效降低。传统的实物资产管理中，存在资源利用不足、重复投资等问题，导致成本浪费和增加，数字化转型通过建立统一的数据平台，实现对实物资产的统一管理和优化配置，减少了资源的浪费和重复投资，降低管理和运营的成本。此外，传统的实物资产管理中，设

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

备维护和保养需要大量的人力和物力投入，成本较高且效率较低，而数字化转型通过智能化运维管理，实现对设备状态的实时监测和预测维护，自动识别设备的故障和异常，提前进行维护和修复，从而降低了维护成本和提高了维护效率。总之，通过提高管理效率、优化资源利用和提高维护效率等方式，数字化转型能够有效地降低管理和运营成本，为电网企业的可持续发展提供有力支持。

1.3 优化资源利用

与降低成本不同，优化资源利用更加强调的是在数字化转型过程中，如何更加智能、高效地配置和利用现有资源，以实现更可持续、环保的发展。首先，数字化转型建立数据驱动的资源管理系统，实时监测和分析资源利用情况，根据需求动态调整资源配置，使资源得到更加合理和高效地利用，从而提高资源利用效率。其次，数字化转型通过引入智能化设备和系统，实现对能源消耗的实时监测和控制，根据需求进行智能调节和优化，有效减少能源浪费，提高能源利用效率，促进电网企业可持续发展。此外，随着社会对环境保护的重视和清洁能源技术的不断发展，清洁能源已成为电网企业转型升级的重要选择，通过建立智能能源管理系统，实现清洁能源的智能监控和管理，提高清洁能源的利用效率，减少对传统能源的依赖，从而优化资源利用，实现可持续发展。

2 数字化转型中电网企业实物资产管理的问题

2.1 信息孤岛

信息孤岛是指各个部门或系统之间存在独立、封闭信息流，无法有效地实现信息的共享和协同工作。传统实物资产管理中，各个环节的信息通常是孤立存储的，导致数据冗余、不一致和管理效率低下等困境[2]。首先，不同部门或系统使用不同的信息管理系统，数据格式和标准各异，导致信息孤岛的形成，如实物资产的运维部门使用一套管理系统，而财务部门使用另一套系统，导致这两个部门间数据无法无缝衔接，信息难以共享和协同，信息流通受到严重制约，影响了整个实物资产管理的运作效率。其次，传统的实物资产管理依赖于手工记录和报告，信息流通受到人为因素制约，形成信息孤岛。手工记录出现数据错误和不一致，信息无法及时更新，使得管理人员无法准确地了解实物资产的实时状态，不仅影响实物资产的运行安全，也影响电网企业对资源的科学配置和合理利用。最后，由于数据无法在不同部门之间流通，大数据分析等高效处理技术难以全面应用，意味着电网企业在实物资产管理中无法充分挖掘和利用数据潜力，错失提高管理水平、优化资源利用等方面的机会。

2.2 数据安全低

随着信息技术广泛应用，大量实物资产管理数据被数字化存储和处理，然而，也带来数据安全性挑战。首先，电网企业实物资产管理涉及大量的敏感信息，包括设备状态、运行数据、维护记录等，一旦信息泄露或被恶意篡改，将对电网企业的运营安全和业务稳定造成严重影响。其次，由于电网企业实物资产管理涉及到多个环节和多个系统，数据的传输和共享过程中存在安全漏洞，如数据传输过程中被窃听、篡改或伪造，造成数据的泄露和不真实，影响管理决策准确性和可靠性。最后，电网企业实物资产管理中使用的信息技术设备和系统存在安全漏洞和，受到黑客攻击或恶意软件的侵入，如操作系统被黑客利用，获取系统控制权限；智能设备安全性受到威胁，会对实物资产运行和管理产生严重影响。

2.3 设备老化

电网设备的老化现象普遍存在，尤其是对于传统设备，随着时间的推移，其性能、可靠性和安全性逐渐下降，给电网企业的安全运行和资产管理带来一系列挑战。首先，随着设备的长期使用，其零部件可能出现磨损、老化和腐蚀等问题，导致设备的整体性能下降，表现为设备的响应速度减慢、效率降低，甚至出现故障和损坏，影响电网的正常运行和实物资产管理的有效性。其次，老化设备出现故障，增加电网事故的概率，对于电网企业来说导致停电、设备损坏，甚至人员伤亡等严重后果。再次，随着设备老化，其维护成本逐渐增加，维修难度也相应提高，部分老化设备零部件可能已经停产，维护困难度增加，导致维护周期延长，影响电网设备的及时修复和保养。最后，老化设备通常不符合当前的环保和能效要求，能源浪费和环境污染。

2.4 运维管理不足

首先，电网企业对实物资产的运行状态监测不够及时和全面，无法发现设备潜在问题，并进行及时的维护和修复，导致设备故障率的增加，影响电网的正常运行，甚至导致停电等不良后果。其次，缺乏有效运维管理意味着电网企业无法及时对设备进行保养和维护，使得设备的寿命缩短和性能下降。长期以来，增加电网企业的维修和更换成本，影响电网的运行效率和可靠性。再次，运维管理不足意味着电网企业无法全面了解实物资产的运行状态和性能表现，无法做出科学合理的资产配置和利用规划，资源的浪费和不合理配置，影响电网企业运营效率和竞争力。最后，缺乏有效的运维管理意味着电网企业无法及时发现和解决实物资产存在的安全隐患和风险点，增加电网运行的不确定性和安全隐患，导致严重的安全事故和损失。

3 电网企业实物资产管理的数字化管理策略

3.1 建立统一的数据平台

建立统一的数据平台可集成和整合各种数据源，包括设备传感器数据、运维记录、维护日志、实时监控信息等，将分散的数据统一存储、管理和分析，为电网企业提供全面、准确的资产管理信息[3]。首先，实现数据的一致性和

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

标准化。传统上，电网企业使用多个不同的系统和软件来管理实物资产数据，数据格式和标准不一致，信息孤岛的问题突出，通过建立统一的数据平台，统一数据的格式和标准，使得不同部门和系统之间的数据无缝对接和交换，确保数据一致性和准确性。其次，实现数据的集中管理和共享。统的实物资产管理中，各个部门会使用独立数据存储系统，导致数据分散存储，难以共享和利用，通过建立统一的数据平台，将所有数据集中存储在一个平台上，实现数据的集中管理和共享，方便各个部门之间的信息交流和协同工作。再次，提高数据的可访问性和实时性。传统上，需要花费大量时间和人力手动收集、整理和分析数据，导致数据更新滞后，难以及时获取最新的资产管理信息，通过建立统一的数据平台，实现数据自动采集、处理和更新，提高数据的实时性和可访问性，使得管理人员能够随时随地获取最新的数据信息。最后，通过运用数据挖掘、机器学习等技术，对海量数据进行深入分析，发现隐藏在数据背后的规律和趋势，为电网企业提供更加准确的预测和决策支持，有助于电网企业优化资源配置、降低运营成本、提高服务质量，从而提升竞争力和经济效益。

3.2 采用先进的传感器技术

传感器技术的应用实现对实物资产的实时监测、数据采集和远程控制，为电网企业提供全面、准确的实时信息，帮助企业更好地管理和运营其资产。第一，实现对实物资产的实时监测。传感器安装在各种设备和设施上，通过监测各种物理量如温度、压力、湿度、电流等，实时获取设备运行状态和环境参数，帮助电网企业及时发现设备运行异常或故障，预防事故发生，保障电网运行的安全稳定。第二，实现数据的自动采集和远程传输。将实时采集到的数据通过网络传输到数据中心或云平台，实现数据的集中存储和管理，节省人力和时间成本，同时确保了数据的及时性和准确性，为电网企业提供了可靠的数据支持。第三，实现对实物资产的远程监控和控制。通过远程传感器，电网企业实时监控设备的运行状态，及时发现并解决问题。同时，一些先进传感器具有远程控制功能，远程调节设备的参数和运行状态，实现对设备的远程管理和控制，提高设备运行的灵活性和效率。

3.3 依托电网实物“ID”贯穿业务链路

电网企业在实物资产管理中应采用数字化管理策略，依靠电网实物“ID”贯穿全业务链路，其核心在于深化资产全寿命周期管理，推进资产信息共享、数据规范统一，充分发挥数据资产的价值，实现资产管理的转型升级。第一，通过实施电网实物“ID”，为每个资产分配唯一的身份编码，使得资产在其整个生命周期内都能够被准确地识别和管理，身份编码贯穿资产的采购、运输、安装、维护、更新等全过程，利于确保资产信息的准确性和完整性[4]。例如，对于输电塔等设备，每个设备都被赋予唯一的编码，通过该编码可以快速查询到设备的相关信息，如生产厂家、规格参数、安装地点、维护记录等，实现资产的全生命周期管理。第二，电网企业可以开发一系列辅助基层现场作业的移动应用，如移动运检、一体化验收、智能盘点、移动收发货等 App，以便更加便捷地管理和操作实物资产。这些移动应用可以通过扫描实物“ID”编码，快速获取资产信息，进行运检、验收、盘点等工作，提高作业效率和准确性。运检人员也可以通过移动应用扫描输电塔的“ID”编码，获取其最近一次维护记录和检测结果，指导实地巡检工作。第三，开展基于实物“ID”的仪器仪表、车辆、整站转资等应用研究，进一步拓展实物“ID”的应用范围，通过将实物“ID”与各类资产和设备进行关联，实现对这些资产的精细化管理和数字化监控。例如，将实物“ID”与仪器仪表关联，实现对仪器仪表的远程监控和诊断，提高设备的可靠性和运行效率。

4 结束语

数字化转型的进程中，实物资产管理作为电网企业运营管理的重要组成部分，其质量和效率直接影响着企业的运行和发展。电网企业应积极应对数字化转型带来的挑战，制定有效的数字化管理策略，实现实物资产管理的优化和提升，为电力行业的可持续发展做出贡献。

[参考文献]

[1]耿茜.基于电网企业实物资产管理问题的对策探究[J].电气技术与经济,2022(6):178-179.
[2]耿茜.数字化转型中的电网企业实物资产管理对策研究[J].电气技术与经济,2022(4):194-195.
[3]徐真真.电网企业实物资产的特点及管理对策[J].科技风,2017(15):205.
[4]谢倩.电网企业实物资产的特点及管理对策[J].低碳世界,2016(33):134-135.

作者简介：陈文涛（1987.10—），毕业院校：新疆大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位名称：国网新疆电力有限公司哈密供电公司，职务：运维检修部生产网络与信息安全管理专责，职称级别：中级。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

电力工程变电站一次设备安装调试施工技术探究

梁艳艳
新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在新形势下，电力企业越来越重视一次设备的安装调试技术，认识到其对提高生产效率、推动智能化发展的重要性。本文针对电力企业变电站一次设备的使用情况，结合其复杂的结构和受人为因素影响较大的特点，提出了优化安装调试的必要性。通过对一次设备安装过程中存在的问题进行分析，探讨了如何利用先进技术提高安装质量。本文旨在为电力企业提供指导，促进智能变电站的发展，推动电力行业向更高水平迈进。

[关键词]电力工程；变电站；一次设备；安装调试；施工技术
DOI：10.33142/hst.v7i5.12329 中图分类号：TM76 文献标识码：A

Exploration on Construction Technology for Installation and Debugging of Primary Equipment in Electric Power Engineering Substations

LIANG Yanyan
Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: In the new situation, power companies are increasingly paying attention to the installation and debugging technology of primary equipment, recognizing its importance in improving production efficiency and promoting intelligent development. This article focuses on the use of primary equipment in power company substations, combined with its complex structure and the characteristics of being greatly affected by human factors, and proposes the necessity of optimizing installation and debugging. By analyzing the problems existing in the installation process of primary equipment, this article explores how to use advanced technology to improve installation quality. The aim of this article is to provide guidance for power companies, promote the development of intelligent substations, and promote the power industry to move towards a higher level.

Keywords: electric power engineering; substation; primary equipment; installation and debugging; construction technology

引言

在现代社会中，电力系统是支撑工业、商业和日常生活运转的基础设施之一。而在电力系统中，变电站一次设备的安装调试是确保电力系统正常运行的关键步骤之一。随着电力需求的不断增长和电力系统的不断完善，对于一次设备安装调试技术的研究和探究显得尤为重要。电力工程变电站一次设备的安装调试施工技术探究涉及到多个领域，包括设备选购、安装准备、安装过程、调试工作等方面。在这个过程中，需要充分考虑设备的技术特性、工程环境、安全要求以及工程进度等因素，以确保安装调试工作的顺利进行和电力系统的安全稳定运行。本文旨在对电力工程变电站一次设备安装调试施工技术进行探究和总结，深入分析各个环节的关键技术和问题，并提出相应的解决方案和建议。通过对现有技术的总结和对未来发展趋势的展望，旨在为电力工程领域的从业人员提供参考和借鉴，推动电力工程变电站一次设备安装调试施工技术的进步和发展。

1 变电站一次设备的功能和作用

变电站一次设备在电力系统中扮演着至关重要的角色，其功能和作用对于电力系统的安全、稳定运行以及电能的有效传输至关重要。一次设备是电力系统中的关键组成部分，主要用于输电、变压、分配和保护电能。首先，变电站一次设备负责接收来自发电厂或输电线路的高压电能，并将其变压为适合输送和分配的低压电能。这个过程中，一次设备包括变压器、断路器、隔离开关、接地开关等，起到了电能传输和转换的重要作用。其次，一次设备还承担着电力系统的保护功能。它们通过监测电力系统的运行状态，及时识别并隔离故障，从而防止故障扩大，保护电力设备和系统的安全运行。例如，当电力系统中出现短路、过载或地线故障时，一次设备能够迅速切断故障部分，保护整个系统免受进一步损坏。此外，一次设备还起到了分配电能的功能。它们能够将变压后的电能按照需要分配到各个用户或不同的电力设备中，确保电能的合理利用和分配。

2 电力工程变电站一次设备安装准备

2.1 设备选购

电力工程中，变电站一次设备的安装准备是确保设备安装过程顺利进行的关键环节之一。设备选购是其中的首要任务，它直接影响到后续安装施工的质量和效率。在进行设备选购时，需要综合考虑多方面因素。首先，需要根据项目需求和技术要求对各种一次设备进行详细的技术比较和评估。这包括设备的额定参数、性能指标、可靠性

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

等方面的考量。对于变压器、断路器、隔离开关等主要设备，需要特别关注其额定容量、额定电压、过载能力、绝缘等级等重要技术指标，以确保设备能够满足项目的实际需求。其次，需要考虑设备的供应商和制造商的信誉和实力。选择具有良好信誉和丰富经验的供应商，可以有效保障设备的质量和交付进度。同时，还需考虑供应商的售后服务能力，以确保在设备安装和调试过程中能够及时提供支持和解决问题[1]。另外，还需要充分考虑项目的预算和经济性因素。在设备选购过程中，需要在满足技术要求的前提下，尽可能选择性价比较高的设备，以确保项目的经济性和投资回报率。

2.2 施工方案

一个完善的施工方案可以确保设备安装过程的顺利进行，最大程度地减少施工中可能出现的问题和风险。首先，施工方案应该根据项目的实际情况和要求进行综合考虑和制定。这包括对设备安装位置、布局、施工序列等方面进行合理规划和安排。例如，需要根据现场地形、环境条件和设备特性确定设备的安装位置，并设计合理的布局方案，以确保设备的安全稳定运行和施工的顺利进行。其次，施工方案应该对施工流程和施工工艺进行详细的规划和安排。这包括设备运输、吊装、安装、连接、调试等环节的具体操作步骤和方法。例如，需要确定设备运输的路线和方式、吊装设备的起重机械和安装点、设备连接的细节操作等，以确保施工过程中各个环节能够有条不紊地进行。另外，施工方案还应该充分考虑施工过程中可能出现的安全风险和应对措施。需要对施工现场的安全管理、作业人员的安全防护、设备使用的安全规范等方面进行详细的安排和措施，以确保施工过程中的安全性和稳定性。最后，施工方案还应该考虑到项目的时间进度和质量要求。需要合理制定施工计划和进度安排，确保设备安装工作按时完成，并对施工质量进行严格把关和控制，以确保设备安装过程的顺利进行和项目的顺利交付。

2.3 培训

培训工作旨在确保参与设备安装的工作人员具备必要的技术知识和操作技能，以保障设备安装过程的顺利进行和施工质量的有效控制。首先，培训内容应该包括对于设备的技术特性、操作规程和安全注意事项的详细介绍。参与设备安装的工作人员需要了解设备的基本结构、工作原理和技术参数，以及设备的使用方法和维护保养要点。这些知识的掌握可以帮助工作人员更好地理解设备的使用和操作要求，提高工作效率和施工质量。其次，培训还应该注重实际操作技能的培养和训练。参与设备安装的工作人员需要掌握设备的安装、连接、调试等具体操作技能，以确保施工过程中的准确性和安全性。这包括对于设备安装工具和设备使用方法的培训，以及对于施工现场安全管理和操作规范的培训，使工作人员能够熟练掌握设备安装的操作技巧和安全要求。另外，培训还应该强调团队合作和沟通协调的重要性。在设备安装过程中，涉及到多个工种和部门的协作，需要工作人员之间密切配合，共同完成设备安装任务。因此，培训中应该加强团队合作意识和沟通技巧的培养，以提高团队的协作效率和施工质量。最后，培训还应该注重对于安全意识和应急处理能力的培养[2]。在设备安装过程中，可能会出现各种意外情况和突发事件，需要工作人员能够迅速做出反应并采取有效措施进行处理，以确保施工过程的安全和稳定。

3 电力工程变电站一次设备安装过程

3.1 运输与搬运

在电力工程中，变电站一次设备的安装过程中，运输与搬运是至关重要的环节之一。运输与搬运环节的质量和效率直接影响着后续安装工作的顺利进行和设备的安全性。首先，运输过程需要根据设备的尺寸、重量以及运输距离等因素选择合适的运输工具和运输路线。对于大型设备，可能需要使用特种运输车辆进行运输，而对于较小的设备，则可以选择普通运输工具进行运输。同时，还需要充分考虑运输途中的道路状况、交通情况以及天气因素，确保运输过程的安全稳定。其次，搬运过程需要进行细致周密的计划和安排。在设备到达安装现场后，需要根据设备的具体情况和安装位置选择合适的吊装点和吊装设备，并进行详细的吊装方案设计。在吊装过程中，需要严格按照安全操作规程进行操作，确保吊装过程的安全性和稳定性。同时，还需要充分考虑设备的重心、倾斜角度以及周围环境的影响，确保吊装过程的顺利进行。

3.2 安装与连接

安装与连接工作需要严格按照设计方案和技术要求进行，确保设备安装位置准确、连接可靠、接地有效。首先，安装工作需要根据设计图纸和方案，确定设备的具体安装位置和方向。在安装过程中，要确保设备与基础之间的对齐和平整，同时注意设备与周围设备或结构物之间的间距和安全距离，以确保安装位置的合理性和安全性。其次，安装过程中需要严格按照设备的安装说明和操作规程进行操作。对于大型设备，如变压器、断路器等，可能需要使用吊装设备进行安装，此时需要严格按照吊装方案进行操作，并确保吊装过程的安全稳定。对于小型设备，如隔离开关、接地开关等，可以采用人工搬运的方式进行安装，但同样需要注意操作规程，确保安装过程的安全性。连接工作是安装过程的关键环节之一。在连接过程中，需要确保连接接头的干净和光滑，避免连接不良或接触不良导致的电气故障。同时，还需要根据设计要求正确连接各个设备之间的电气连接线路，并进行绝缘测试和接地测试，确保连接的可靠性和安全性。

3.3 测试与调试

测试与调试工作旨在验证设备安装质量，排除潜在问

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

题，并保障设备的安全运行。首先，测试与调试工作需要根据设备的技术要求和设计规范进行详细的计划和安排。在测试与调试之前，需要对设备的安装位置、连接方式、接地情况等进行检查和确认，确保设备安装符合要求。其次，测试工作主要包括电气测试、机械测试和保护测试等多个方面。电气测试主要检测设备的电气参数，如电压、电流、绝缘电阻等，以验证设备连接的正确性和电气性能是否符合要求。机械测试主要检测设备的运行状态和机械性能，如运转平稳性、噪音水平等，以确保设备安装质量和机械性能稳定。保护测试则是检测设备的保护功能是否正常，包括过流保护、过压保护、短路保护等，以确保设备在故障情况下能够及时切除电路，保护电力系统的安全运行。调试工作则是根据测试结果对设备进行调整和优化，以确保设备的正常运行和性能稳定[3]。调试工作包括参数调整、故障排除、系统优化等方面。通过调试工作，可以发现并解决设备安装过程中可能存在的问题和隐患，保障设备的安全运行和电力系统的稳定性。

4 电力工程变电站一次设备安装调试常见问题与解决途径

4.1 设备损坏

在电力工程变电站一次设备的安装调试过程中，设备损坏是常见但十分严重的问题之一，可能导致工程延误和额外成本。设备损坏可能由多种原因引起，包括运输过程中的意外碰撞、安装过程中的错误操作、设备本身的质量问题等。首先，为了避免设备损坏，应在运输、搬运和安装过程中采取一系列的防护措施。在设备运输过程中，应选择合适的运输工具和路线，并采取稳固的固定措施，防止设备在运输过程中发生碰撞和振动。在设备搬运过程中，应根据设备的尺寸和重量选择合适的吊装设备和操作方法，确保吊装过程的安全稳定。在设备安装过程中，操作人员应严格按照安装规程和操作规程进行操作，避免错误操作导致设备损坏。其次，对于设备损坏已经发生的情况，需要及时采取措施进行修复或更换。在发现设备损坏后，应立即停止施工工作，并对损坏设备进行详细的检查和评估，确定损坏的具体原因和程度。根据损坏情况，可以采取修复、更换或补偿等不同的处理方式。在进行修复或更换工作时，应选用合适的工具和材料，并严格按照设备制造商提供的修复方案进行操作，确保修复工作的质量和效果。此外，为了减少设备损坏的风险，应加强施工人员的培训和管理，提高其安全意识和操作技能。

4.2 连接问题

连接问题可能导致设备运行不稳定、电路故障，甚至安全隐患，因此必须及时识别并解决。首先，连接问题可能源于连接点的松动或不良接触。这可能是由于连接不牢固、接头锈蚀、绝缘材料老化等原因造成的。解决这类问题的途径包括检查和紧固连接点、清洁接头表面、更换受损的绝缘材料等，以确保连接牢固可靠。其次，连接问题可能由于线路错接或错位引起。这可能导致电路短路、过载或接地故障等严重后果。解决这类问题的途径包括仔细核对接线图、清晰标识线路、重新连接正确的线路等，以确保电路连接正确无误。另外，连接问题也可能源于设备参数设置不当或连接方式选择错误。这可能导致设备功能失效或性能下降。解决这类问题的途径包括根据设备手册或技术要求重新设置参数、调整连接方式或配置，以确保设备运行在正确的工作状态[4]。此外，连接问题也可能是由于设备故障引起的，例如断路器触发器失效、接触器磨损等。解决这类问题的途径包括进行设备诊断和维修，修复或更换受损部件，以确保设备恢复正常运行状态。

4.3 安全隐患

在电力工程变电站一次设备的安装调试过程中，安全隐患是一个极为重要且需要高度关注的问题。安全隐患可能来源于多个方面，包括施工现场的环境因素、设备操作不当、人员行为不慎等。解决这些安全隐患需要系统的风险识别、预防和管理措施。首先，施工现场的环境因素可能存在安全隐患。例如，地面不平整、施工区域狭窄、天气恶劣等因素都可能对施工人员的安全构成威胁。解决这些问题需要提前进行施工现场的安全评估和规划，确保施工现场的环境安全。同时，采取必要的安全防护措施，如设置警示标志、搭建安全防护网等，保障施工人员的安全。其次，设备操作不当可能引发安全隐患。在设备安装和调试过程中，如果操作人员操作不当，可能会导致设备损坏或电气事故。解决这些问题需要加强对施工人员的培训和管理，提高他们的操作技能和安全意识。通过定期进行安全培训、严格执行操作规程和安全操作流程，加强对施工人员的监督和管理，有效预防设备操作不当带来的安全隐患。此外，人员行为不慎也可能导致安全隐患。例如，施工人员在操作设备或搬运重物时未经过适当的培训或未戴好安全防护装备，容易发生人身伤害。解决这些问题需要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自我保护意识。同时，建立健全的安全管理制度和操作规程，严格执行安全操作流程，确保施工人员的安全。

5 结语

电力工程变电站一次设备安装调试施工技术的探究是电力行业发展的重要组成部分，也是推动电力企业转型升级的关键之一。通过本文的探究和总结，我们深入分析了一次设备安装调试过程中的关键技术和问题，提出了解决方案和建议，为电力企业提高安装质量、提升生产效率提供了有益的参考和指导。在新形势下，电力企业面临着越来越多的挑战和机遇。智能化、专业化的电力设备安装调试技术将成为电力企业提高竞争力、适应市场需求的重要支撑。我们应积极探索先进的技术手段和管理方法，不断提升自身的技术水平和服务能力，推动电力企业变

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

电站设备向智能化、专业化方向迈进。希望本文能够为电力工程领域的从业人员提供一些启示和借鉴，促进电力企业安装调试工作的持续改进和发展。相信在各方共同努力下，电力工程变电站一次设备安装调试施工技术必将迎来更加美好的发展前景，为电力行业的发展贡献更大的力量。

[参考文献]

[1]盖世诚.电力系统变电站一次设备安装运检技术分析[J].光源与照明,2023(10):106-108.
[2]王鹤鹏.变电站电气一次设备智能化技术的应用[J].集成电路应用,2023,40(12):359-361.
[3]王芳晴.电力工程变电站一次设备安装调试施工技术研究[J].中国设备工程,2023(16):202-204.
[4]张祥,邢彪.变电站一次设备常见故障原因分析[J].电力安全技术,2023,25(5):58-62.

作者简介：梁艳艳（1983.10—），毕业院校：吉林大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：新疆北新路桥集团股份有限公司，职务：职员。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

双碳背景下促进我国风电设备行业发展研究

高凡超
辽宁龙源新能源发展有限公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]在双碳背景下，促进我国风电设备行业的发展至关重要。文中通过分析我国风电设备行业的现状和面临的挑战，提出了一系列促进其发展的对策与建议。这些对策包括加强政策支持与引导、提升技术创新能力、加强产学研合作、拓展国际市场合作等。通过实施这些对策，有望推动我国风电设备行业向更高质量、更可持续的发展方向迈进，为实现双碳目标贡献力量。
[关键词]双碳背景；风电设备；行业发展；发展研究
DOI：10.33142/hst.v7i5.12319 中图分类号：TM77 文献标识码：A

Research on Promoting the Development of Chinese Wind Power Equipment Industry under the Background of Dual Carbon

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

Abstract: In the context of dual carbon, promoting the development of Chinese wind power equipment industry is crucial. This article analyzes the current situation and challenges faced by Chinese wind power equipment industry, and proposes a series of countermeasures and suggestions to promote its development. These countermeasures include strengthening policy support and guidance, improving technological innovation capabilities, strengthening industry university research cooperation, expanding international market cooperation, etc. By implementing these countermeasures, it is expected to promote Chinese wind power equipment industry to move towards higher quality and more sustainable development, and contribute to the achievement of the dual carbon goals.
Keywords: dual carbon background; wind power equipment; industry development; development research

引言

在应对气候变化和推动碳达峰、碳中和的双重背景下，清洁能源产业的发展变得尤为关键。作为其中的重要组成部分，风电能源在我国能源结构转型中具有重要地位和作用。然而，双碳背景下我国风电设备行业的发展仍面临诸多挑战和机遇。为了更好地应对这些挑战，促进我国风电设备行业的健康发展，对该行业进行深入研究显得尤为重要。本文旨在通过对双碳背景下我国风电设备行业发展状况的综合分析，探讨该行业所面临的问题、挑战以及发展的潜在机遇。首先，将分析双碳背景下的政策导向，深入探讨政府政策对风电产业的引导作用。其次，会着重剖析风电发展的市场需求，从市场角度审视行业的发展潜力和前景。进而，将综合评估我国风电设备行业的现状，包括产业链概述、主要企业情况以及技术创新与研发现状。在深入了解了行业现状的基础上，本文将进一步探讨促进我国风电设备行业发展的关键因素，并提出可行的对策与建议，以期为我国风电设备行业的未来发展提供有益参考和指导。

1 双碳背景下的风电发展现状分析

1.1 双碳背景下的政策导向

在双碳背景下，我国的能源政策出现了显著的变化，风电作为清洁能源的重要组成部分，受到了政策的重视和支持。政府加大了对风电产业的扶持力度，通过制定一系列支持清洁能源发展的政策文件，为风电行业提供了良好的发展环境和政策支持。其中，双碳目标的提出使得风电产业成为减排的重要手段之一。政策导向逐渐从传统的以煤炭为主的能源结构向清洁能源转型，鼓励和支持企业加大对风电等可再生能源的投资与开发。例如，政府实施的风电上网电价补贴政策、土地使用优惠政策、财税支持政策等，都为风电产业的发展提供了重要保障。同时，政府还鼓励企业加大技术研发投入，提高风电设备的效率和可靠性，促进风电技术的进步和创新。

1.2 风电发展的市场需求

在双碳背景下，我国风电发展面临着广阔的市场需求。随着全球对可再生能源的需求不断增长，以及我国能源结构转型的加速，风电作为清洁能源的重要组成部分备受关注。首先，由于环保意识的提升和减排压力的增大，我国政府加大了对清洁能源的支持力度，推动了风电市场的扩大。其次，随着经济的快速发展和城市化进程的加快，对电力的需求持续增长，这进一步刺激了对风电等清洁能源的需求[1]。此外，双碳目标的提出也促使各行业加大了对清洁能源的采购力度，包括对风电项目的投资和建设，从而推动了风电市场的发展。

1.3 行业面临的挑战与机遇

在双碳背景下，我国风电产业既面临着挑战，也蕴含

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

着巨大的发展机遇。一方面，风电产业在发展过程中面临着诸多挑战。首先，由于风电资源的不均匀性和不稳定性，风电发电效率受到地理位置和气候条件的影响，这给风电项目的建设和运营带来了一定的不确定性。其次，风电设备的技术水平和成本仍然存在一定差距，需要不断进行技术创新和降低成本，以提高风电的竞争力。另外，风电并网对电网的稳定性和安全性提出了更高的要求，需要加强风电与电网的协调和配套建设，以确保风电发电的可靠性和稳定性。然而，与挑战相对应的是巨大的发展机遇。首先，随着我国能源结构转型的深入推进，政府对清洁能源的支持力度不断增加，为风电产业的发展提供了良好的政策环境和市场机遇。其次，随着技术的不断进步和成本的不断降低，风电产业的竞争力逐渐增强，市场需求不断扩大，为风电企业提供了更广阔的发展空间。另外，随着双碳目标的提出和碳排放的逐步减少，清洁能源的需求将持续增长，风电作为清洁能源的重要组成部分将迎来更多的发展机遇。因此，尽管面临着诸多挑战，但我国风电产业在双碳背景下仍然蕴含着广阔的发展前景和巨大的市场机遇。

2 我国风电设备行业现状分析

2.1 风电设备产业链概述

我国风电设备产业链包括了从风力发电设备的研发、制造、销售到运维等一系列环节。首先，研发环节是风电设备产业链的基础。在这个环节，企业主要进行风电设备的技术研究、产品设计和创新。这包括了风力发电机组的设计、风叶、塔架等关键部件的研发，以及智能化、数字化技术的应用。其次，制造环节是产业链的重要组成部分。在这个环节，企业将研发的产品进行量产制造，包括风力发电机组的装配、风叶的制造、塔架的加工等。随着技术的进步和成本的降低，风电设备的制造工艺和质量水平不断提升。然后，销售环节是将制造好的产品销售给用户的过程。企业通过与风电场开发商、电力公司等的合作，将产品推向市场，满足用户的需求。最后，运维环节是保障风电设备正常运行的关键环节。企业通过对风电设备的运行监测、故障诊断、维护保养等工作，确保风电场的安全、稳定运行，提高设备的利用率和经济效益。

2.2 主要风电设备企业及发展情况

我国风电设备行业涌现出许多主要的企业，它们在风电设备的研发、制造和销售方面发挥着重要作用，并对整个行业的发展产生着深远影响。一些知名企业如金风科技、明阳电气、上海电气、中电投风电、华锐风电等成为了行业的领军者。这些企业在风电设备领域拥有雄厚的技术实力和丰富的生产经验，不断推动着我国风电设备行业的发展。金风科技作为中国风电设备行业的龙头企业，拥有先进的风力发电技术和完善的产品线，其风电设备产品覆盖了从小型风力发电机组到大型风电机组的多个领域。明阳电气则专注于风电变流器等关键电气设备的研发和制造，在提高风电场电能转换效率和稳定性方面具有重要地位。此外，上海电气、中电投风电等大型国有企业也在风电设备行业占据一席之地，其在技术创新、设备制造和市场拓展方面都有着显著的贡献。

2.3 技术创新与研发现状

随着风电技术的不断成熟和市场需求的增长，企业不断加大对技术创新和研发的投入，推动了我国风电设备行业的发展。首先，我国风电设备行业在风力发电技术方面取得了重大突破，实现了风电机组的大规模化、高效化和智能化。通过提高风电机组的额定功率、提升风电机组的风能利用率和可靠性，我国风电设备行业已经能够生产出更为先进、高效的风电设备，进一步降低了风电发电的成本，提高了风电的竞争力。其次，我国风电设备行业在关键技术领域持续进行创新研发，不断推动风电技术水平的提升。特别是在风电机组的设计优化、材料应用、风场建设、智能监控等方面，我国企业通过不断攻克技术难题，取得了一系列创新成果，提升了风电设备的性能和可靠性[2]。此外，我国风电设备行业还加大了对新能源技术的研发力度，积极探索风电与储能、智能电网等技术的深度融合，促进了风电产业的协同发展和创新驱动。

3 促进我国风电设备行业发展的关键因素

促进我国风电设备行业发展的关键因素涉及多个方面。首先，政策环境对于行业的发展至关重要。政府在能源政策和产业政策方面的支持与引导，直接影响了风电设备行业的发展方向和速度。通过制定和完善相关政策，如加大对可再生能源的支持力度、制定风电装机容量规划等，可以有效激发风电设备行业的发展活力。其次，技术创新与产业升级是推动风电设备行业持续发展的重要动力。企业应不断加大对关键技术的研发投入，提升自主创新能力，推动风电设备技术水平不断提升，实现产业向高端化、智能化、绿色化方向发展。此外，国际合作与市场拓展也是促进我国风电设备行业发展的关键因素之一。加强与国际先进企业的技术合作与交流，拓展国际市场，提高我国风电设备的国际竞争力，有利于推动我国风电设备行业实现跨越式发展。

4 促进我国风电设备行业发展的对策与建议

4.1 加强政策支持与引导

加强政策支持与引导是促进我国风电设备行业发展的重要举措之一。首先，政府可以出台更加优惠的政策措施，包括加大对风电设备行业的财税支持、提供更多的补贴和资金扶持、加大对风电设备技术创新和研发的资金支持等。这些政策措施可以降低企业的生产成本，提高企业的竞争力，同时也可以激励企业加大对技术创新和研发的投入，推动风电设备行业向高质量发展。其次，政府可以加强对风电产业的规划和指导，制定更加科学合理的产业

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

政策，明确行业发展方向和重点领域，引导企业加大对技术创新、产业升级和品牌建设的投入，推动我国风电设备行业向高端化、智能化、绿色化方向发展[3]。此外，政府还可以加强对风电设备行业的市场监管和服务保障，建立健全市场准入机制和退出机制，促进行业优胜劣汰，提高行业整体竞争力。

4.2 提升技术创新能力

提升技术创新能力是促进我国风电设备行业发展的关键举措之一。首先，风电设备制造企业应加大对技术研发的投入，建立完善的研发机制和团队，培养专业人才，提升研发水平。通过加强技术创新，不断提高风电设备的性能和质量，降低生产成本，增强企业竞争力。其次，政府可以加大对技术创新的支持力度，出台相关政策，提供财政补贴和税收优惠等政策措施，鼓励企业加大技术研发投入，推动技术创新成果的转化和应用。同时，政府还可以加强对技术创新的指导和引导，促进企业之间的合作与交流，推动技术创新成果的共享和应用，形成良好的技术创新生态环境。此外，加强对技术人才的培养和引进，提高技术人才队伍的素质和数量，为技术创新提供坚实的人才支撑。

4.3 加强产学研合作

加强产学研合作是促进我国风电设备行业发展的关键举措之一。首先，产学研合作可以促进科研成果的转化和应用，通过企业、高校和科研机构之间的合作，实现技术创新成果的共享和应用，推动科技成果向市场转化，提升风电设备的技术含量和竞争力。其次，产学研合作可以促进人才培养和技术交流，企业可以借助高校和科研机构的优势资源，引进高层次人才和技术团队，加强技术人才队伍的建设和培养，提升企业的创新能力和核心竞争力。同时，产学研合作还可以促进产业链的优化和升级，推动产业链各环节之间的合作与协同，形成完整的产业生态系统，提升整个行业的发展水平和国际竞争力。

4.4 拓展国际市场合作

拓展国际市场合作是促进我国风电设备行业发展的重要对策之一。首先，通过与国际市场的合作，我国风电设备企业可以获取更广阔的市场空间和更多的订单，提升企业的产能利用率和经济效益。在全球范围内寻找合作伙伴，可以帮助我国风电设备企业进一步拓展海外市场，实现多元化的市场布局，降低对国内市场的依赖，降低市场风险，提高企业的抗风险能力[4]。其次，拓展国际市场合作有利于促进技术交流与创新，通过与国外企业和研究机构的合作，我国风电设备企业可以获取先进的技术和管理经验，引进国外优质技术和高端人才，提升自身的技术水平和创新能力，推动我国风电设备行业向高端化、智能化方向发展。此外，拓展国际市场合作还可以促进产业国际化和品牌建设，通过与国际知名企业的合作，我国风电设备企业可以提升品牌影响力和竞争力，加强在国际市场的竞争地位，实现全球化布局和持续发展。

5 结语

在双碳背景下，我国风电设备行业的发展具有重要意义，因为风电作为清洁能源的重要组成部分，将在未来能源结构中扮演更为重要的角色。本研究通过对风电设备行业的现状分析，发现了一系列问题和挑战，但也看到了发展的机遇和潜力。在碳达峰碳中和的大背景下，风电产业有望成为我国实现碳减排目标的关键领域之一。为了促进我国风电设备行业的持续健康发展，我们提出了一系列对策和建议。首先，政府需要加大对风电产业的政策支持和引导，制定更加明确的产业发展规划和政策措施，为企业提供更好的发展环境和政策支持。其次，企业应该加强自身的技术创新能力，提高核心竞争力，加大对新技术、新工艺的研发和应用，不断提升产品质量和技术水平。同时，加强与国际市场的合作交流，拓展海外市场，提高国际竞争力，加速风电设备的国际化进程。此外，还需要加强产业链上下游的协同合作，构建完整的产业生态系统，提高整个产业的发展水平和竞争力。同时，加强人才培养和引进，为风电设备行业的长远发展提供人才保障。最后，鼓励企业加大对环境保护和可持续发展的投入，提高资源利用效率，减少环境污染，实现经济效益和环境效益的双赢。我们相信通过各方的共同努力和合作，我国风电设备行业一定能够实现更加稳健、高效和可持续的发展，为实现碳达峰碳中和目标作出更大的贡献。

[参考文献]

[1]马健瑞,赵蕊.“双碳”背景下促进我国风电设备行业发展研究[J].经济纵横,2022(7):42-49.
[2]黄刚.“双碳”背景下J公司企业战略研究[D].江苏:江苏科技大学,2023.
[3]陈西.“双碳”背景下发电企业绿色竞争力评价研究[D].陕西:陕西科技大学,2023.
[4]赖力,张婧欣,孙煜,等.双碳背景下我国新能源产业竞争力关键点和创新发展研究[J].现代管理科学,2022(3):51-57.

作者简介：高凡超（1991.4—），毕业院校：沈阳工程学院，所学专业：发电厂及电力系统，当前就职单位：辽宁龙源新能源发展有限公司：职务：运检员，职称级别：助理工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑电气消防供配电系统设计分析

杨 森
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]城市的飞速发展带来了社会安全问题，无论是交通出行还是用水、用电，都在考验着城市的承载能力。随着各种建筑的不断建设，用电负荷也开始不断增加，电器线路变得越来越多。因此，设计人员应合理设计电气消防系统，预防建筑火灾的发生，保护人民的生命财产安全。基于此，文中结合建筑电气消防设计的意义，总结了建筑电气消防设计的要点和完善对策，以供参考。

[关键词]建筑电气；消防供配电系统；消防设计
DOI：10.33142/hst.v7i5.12315 中图分类号：TU9 文献标识码：A

Design Analysis of Building Electrical Fire Power Supply and Distribution System

YANG Sen
Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The rapid development of cities has brought about social security issues, whether it is transportation, water, or electricity, all of which are testing the carrying capacity of cities. With the continuous construction of various buildings, the electricity load has also begun to increase, and the number of electrical circuits has become more and more. Therefore, designers should design electrical fire protection systems reasonably to prevent building fires and protect people's lives and property safety. Based on this, combined with the significance of building electrical fire protection design, this article summarizes the key points and improvement strategies of building electrical fire protection design for reference.

Keywords: building electrical; fire power supply and distribution system; fire protection design

引言

在当今社会，建筑电气消防供配电系统的设计显得愈发重要，其作用不仅仅限于为建筑提供稳定的电力供应，更重要的是在火灾等紧急情况下保障人员生命和财产安全。因此，设计一个稳定可靠、高效安全的供配电系统具有极其重要的意义。本文旨在对建筑电气消防供配电系统进行深入研究和分析，探讨其设计原理、要求和方法，以期为建筑工程师和设计者提供全面且实用的指导和参考。首先，将对建筑电气消防供配电系统的重要性和必要性进行探讨，并阐述其在建筑工程中的作用和地位；其次，将对该系统设计中所面临的问题和挑战进行分析，并提出相应的解决方案和建议；最后，将对供配电系统的设计方法和技术进行详细介绍，包括供电系统、报警系统、电源监控系统等方面，以期为相关领域的专业人士提供实用的指导和帮助。

1 加强建筑电气消防设计的意义

加强建筑电气消防设计在建筑安全管理中具有至关重要的意义。首先，良好的电气消防设计能够最大程度地发挥电气消防设备的功能，包括火灾报警系统、自动喷水灭火系统、疏散指示系统等，以及与之相关的应急照明和排烟系统等。这些设备的合理配置和有效运作可以在火灾发生时及时探测、报警、扑救和疏散，从而最大限度地减少人员伤亡和财产损失。其次，加强建筑电气消防设计能够保障人们的生命和财产安全。火灾是一种常见而严重的灾害，一旦发生就可能造成巨大的伤亡和损失。通过科学合理地设计电气消防系统，可以及时、有效地控制火灾的蔓延，提高人员的疏散速度和成功率，从而最大程度地保护人们的生命安全，减少火灾带来的财产损失。另外，加强建筑电气消防设计也有利于提高建筑物的火灾防范能力和灭火效率。合理配置消防设备和系统，包括对电源的可靠性、断电的区分性、电源切换的时间性等要求，能够有效地应对各种火灾情况，最大限度地减少火灾造成的损失。同时，加强消防设备的监控和维护，及时发现和解决潜在的火灾隐患，提高消防系统的稳定性和可靠性，为火灾应对提供更有力的支持。

2 消防用电设施对供配电系统的要求

2.1 供电应具有可靠性

消防用电设施对供配电系统的要求之一是供电应具有可靠性。在建筑电气消防设计中，可靠的供电系统是确保消防设备和系统在火灾紧急情况下正常运行的关键因素之一。可靠性意味着供电系统必须能够在各种情况下保持稳定的电力输出，不受外界干扰或故障的影响，并能够满足消防设备和系统的电力需求。为了确保供电系统的可靠性，需要采取多种措施。首先，应选择高质量、可靠性强的供电设备和元器件，并进行合理的布局和配置，以减少设备故障的可能性。其次，应建立完善的供电系统保养

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

和维护机制，定期进行设备检查、维护和保养，及时发现和处理潜在的故障隐患。此外，还需要配备备用电源设备，如应急发电机组或备用电池组，以备主电源故障或停电时的紧急供电需求。除了设备和设施的保障外，还需要加强对供电系统的监控和管理。通过实时监测供电系统的运行状态和性能参数，及时发现并排除故障，确保系统的稳定运行[1]。同时，应建立健全的应急响应机制，制定相应的应急预案和操作流程，以应对突发事件和火灾紧急情况，保障人员的生命安全和财产安全。

2.2 断电应具有区分性

在建筑电气消防设计中，断电应具有区分性是指在火灾紧急情况下，能够对电力系统进行有效的区分和控制，确保消防设备和系统能够优先获得电力供应，保障消防工作的顺利进行。为了确保断电具有区分性，需要在供配电系统中采取相应的措施。首先，可以通过合理的设计和布置电气线路和设备，将消防用电设施与普通用电设施进行分隔和隔离。例如，可以设置专用的消防电路和配电箱，单独供应消防设备和系统，与普通用电系统进行分离，确保消防设备优先接收电力供应。其次，可以采用特殊的断电装置和控制设备，如消防断路器或断路器组，实现对消防电路的独立控制和管理。这些断电设备可以根据火灾紧急情况的需要，及时切断普通用电系统的供电，保障消防设备和系统的正常运行。同时，还可以配备消防开关和手动操作装置，以便消防人员在火灾紧急情况下手动控制和调节电力供应。此外，应建立健全的供电系统管理制度和操作规程，明确消防电路和普通用电电路的区分标识和管理要求，加强对供电系统的监控和巡检，确保断电装置和设备的正常运行和可靠性。同时，应定期进行供电系统的检测和测试，验证断电装置和控制设备的性能参数，及时发现和处理潜在的故障问题，提高系统的可靠性和安全性。

2.3 电源切换应具有时间性

电源切换在消防用电设施中是至关重要的，其时间性要求直接影响着消防系统的可靠性和稳定性。在紧急情况下，如火灾发生时，电源切换需要快速、准确地进行，以保证消防设施能够持续供电，确保消防系统的正常运行。首先，电源切换应具有快速响应的能力。当主电源发生故障或异常时，电源切换系统需要能够立即感知到并启动切换程序，将电源切换至备用电源，以避免消防设施因电力中断而失去供电。因此，电源切换系统需要具备高效的传感器和控制装置，能够在最短的时间内完成切换动作。其次，电源切换过程中需要确保供电系统的稳定性。在切换过程中，电压、频率和相位等参数的突变可能对消防设施造成不良影响，甚至损坏设备。因此，电源切换系统应设计成能够在切换时平稳过渡，确保供电系统的稳定性，避免对消防设施造成不必要的损坏。此外，电源切换应具有自动化控制的特性。通过预设的逻辑控制程序和自动化设备，电源切换系统能够在检测到主电源故障时自动启动切换程序，无需人工干预，从而提高了切换的速度和准确性。

3 建筑电气消防供配电设计所存在的问题

3.1 践行消防规范存在问题

建筑电气消防供配电设计在实践中存在一些问题，其中之一是在遵循消防规范方面存在不足。尽管建筑行业有一系列的消防规范和标准，但在实际应用中，仍然存在一些问题：首先，一些设计人员可能并不十分了解或者不严格遵循消防规范，导致在设计过程中存在疏漏或者错误。这可能是因为设计人员对相关规范的理解不够深入，或者是由于设计压力、工期等因素而忽视了规范的执行。其次，消防规范和标准的更新换代比较频繁，但不是所有设计人员都及时关注和了解最新的规范要求。这可能导致设计方案与最新的消防规范不相符，存在落后或者不合规的情况[2]。另外，消防规范的执行程度也存在差异，有些设计单位在设计中可能只是形式上遵循规范，而没有真正将其落实到具体的设计方案中去。

3.2 缺乏合理的供电系统

首先，一些建筑项目在设计阶段未能充分考虑到消防用电的需求，导致供电系统设计不够全面和灵活。例如，在一些设计中，可能没有考虑到消防设备的电源需求，或者没有为消防设备留出足够的电源接口。其次，部分建筑电气消防供配电设计缺乏针对性和系统性。由于设计人员可能对消防用电设施的要求不够了解或者没有深入分析建筑的消防特点，导致在供电系统设计中存在盲点和不足之处。另外，一些建筑项目在供电系统设计中可能存在过度简化或者过度复杂的情况。过度简化的设计可能会忽视一些重要的供电需求，而过度复杂的设计则可能增加了系统的成本和维护难度。

3.3 选择恰当的供电设备

首先，由于不同的消防设备具有不同的电气特性和功耗需求，选择不当的供电设备可能导致供电系统无法满足消防设备的要求。例如，如果供电设备的容量不足或者电气特性不匹配，可能无法保证消防设备在火灾发生时可靠运行，从而影响到火灾应急处置的效果。其次，选择不当的供电设备可能会增加系统的成本和维护难度。如果选择的设备过于复杂或者功能过于繁琐，可能会增加系统的安装和调试难度，同时也会增加后期的维护成本和工作量。另外，一些建筑项目可能在选择供电设备时存在盲目跟风或者盲目追求先进技术的情况，而忽视了实际的需求和性能匹配。这种情况下，即使选择了高端的供电设备，也可能无法达到预期的效果，反而增加了系统的不稳定性和故障率。

4 建筑电气设计中的消防供配电设计方法

4.1 供电系统的设计

在建筑电气设计中的消防供配电设计中，供电系统的设计至关重要。以下是一些供电系统设计方面的考虑和方法：首先，需要对建筑的消防用电需求进行充分的了解和

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

分析。这包括确定消防设备的类型、功率需求、安装位置以及工作特性等方面的信息。只有了解了消防设备的需求，才能够确定供电系统的容量和配置。其次，需要根据建筑的布局和消防设备的位置，设计合适的供电线路和配电方案。这包括确定供电线路的走向、长度、截面以及配电箱和开关的位置等。通过合理的供电线路设计，可以确保消防设备能够得到稳定和可靠的电源供应。另外，需要考虑供电系统的备份和切换机制。为了保证供电系统的可靠性和稳定性，在设计中通常会考虑添加备用电源和自动切换装置。这样一旦主电源出现故障或者断电，备用电源就可以及时接管，确保消防设备的正常运行。此外，还需要对供电系统进行合理的保护和监控。这包括设置过载保护装置、短路保护装置以及漏电保护装置等，以确保供电系统的安全可靠[3]。同时，还可以通过安装监控设备和报警系统，对供电系统进行实时监测和远程控制，及时发现并解决问题。

4.2 报警系统的设计

首先，需要确定适用于消防供配电系统的报警系统类型。这包括火灾报警系统、故障报警系统等。根据建筑的特点和消防供配电系统的需求，选择合适的报警系统类型。其次，需要确定报警系统的传感器和探测器的布置位置。根据消防供配电系统的布局和关键设备的位置，合理地安排火灾报警探测器、烟雾探测器、温度传感器等，确保可以及时准确地监测到火灾和故障。另外，需要确定报警系统的报警信号的传输方式和接收设备。一般来说，报警信号可以通过有线或者无线方式传输到监控中心或者相关人员的手机等设备上。在设计中需要考虑信号的传输距离、稳定性以及传输速度等因素。此外，还需要考虑报警系统的联动控制和应急处理机制。一旦报警系统检测到火灾或者故障信号，需要及时触发相关的联动控制设备，比如自动关闭电路、启动消防泵等，以及通知相关的人员进行应急处理和处置。

4.3 电源监控消防供配电系统的设计方法

在建筑电气设计中，电源监控消防供配电系统的设计至关重要。这一设计方法旨在确保消防设备和电源供应的及时响应和协调工作，以应对火灾等紧急情况。首先，需要对建筑的消防设备和供配电系统进行合理布局和设计，确保其覆盖范围和灵活性。其次，电源监控系统应具备实时监测和报警功能，能够及时发现供电异常或设备故障，并通过自动化程序或人工干预进行处理。此外，系统应具备远程控制和管理的能力，以便在需要时进行远程操作和调整。最后，设计应考虑消防供配电系统的可靠性和稳定性，采用可靠的设备和技术，确保系统在任何情况下都能够正常运行。

4.4 加强柴油发电机供配电的设想

柴油发电机作为备用电源，在主电源故障或停电时，能够提供稳定的电力供应，确保消防设备和系统的正常运行。首先，需要合理选型和布置柴油发电机，考虑建筑的特点、消防设备的需求以及发电机的功率和性能。其次，应建立完善的供配电系统，包括电缆线路、开关设备、控制系统等，确保发电机与消防设备之间的有效连接和互联[4]。另外，还需要定期进行检测和维护，确保柴油发电机处于良好的工作状态，以便在需要时随时投入使用。

5 结语

在建筑工程中，电气消防供配电系统的设计至关重要，它直接影响到建筑物内部的电力和消防安全。本文通过对电气消防供配电系统设计的分析，深入探讨了设计原则、要求以及存在的问题。我们认识到，确保供电系统的可靠性、断电的区分性以及电源切换的时间性对建筑物的安全至关重要。同时，我们也意识到在实际设计中存在一些挑战，例如消防规范的践行问题、合理供电系统的选择和供电设备的合适性。因此，我们需要不断改进和创新，采用先进的技术和方法，以提高建筑电气消防供配电系统的设计水平和质量，确保建筑物内部的电力和消防安全。为了应对这些挑战，我们建议加强对消防规范的执行，采用可靠的供电系统，选择合适的供电设备，并加强对电源切换和监控的设计。通过这些措施，我们可以更好地保障建筑物的电气和消防安全，提高应对火灾等突发事件的能力。希望本文所提供的分析和建议能够为相关领域的研究者和工程师提供参考，促进建筑电气消防供配电系统设计水平的提升，为建筑安全保驾护航。

[参考文献]

[1]陈明明.建筑电气消防供配电系统设计要点探讨[J].大众标准化,2023(3):67-69.
[2]沈玲熠.建筑电气消防供配电系统设计要点分析[J].现代物业(中旬刊),2019(12):75.
[3]张睿.建筑电气设计中的消防设计[J].建材与装饰,2017(45):53-54.
[4]高鸿翔,钟晓杰.建筑电气消防工程设计及施工策略研究[J].消防界(电子版),2023,9(11):84-86.

作者简介：杨森（1999.3—），男，汉族，毕业学校：河北工程大学，现工作单位：河北建筑设计研究院有限责任公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

变压器绝缘油中气体检测技术研究

马 博
宁波旭能电力工程有限责任公司，浙江 宁波 315800

[摘要]在现代社会中，电能已经成为人类生产、生活、学习和工作中不可或缺的能源，同时电力事业的发展也与国民经济水平密不可分。随着电能的利用率逐渐提高，社会各界对于电网的安全性要求也逐步提升，变压器作为电网中最为重要的组成部分之一，其对于电网的安全性具有较高意义。对于变压器故障诊断工作来说，对其内部绝缘油中的气体检测能够准确判断其是否存在故障以及预测其使用寿命，但由于传统的变压器绝缘油气体检测技术在环境干扰、维护成本及检测精度方面受到一定限制，使得这种方法已经无法满足现代电力系统的各项需求。因此，笔者根据自身多年研究经验，在变压器绝缘油中的气体检测中引入光声光谱技术，并设计出一种嵌入式油中气体智能检测系统，希望更好地提高检测精度。

[关键词]光声光谱技术；变压器；电力系统
DOI：10.33142/hst.v7i5.12311 中图分类号：TM41 文献标识码：A

Research on Gas Detection Technology in Transformer Insulation Oil

MA Bo
Ningbo Xuneng Electric Power Engineering Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315800, China

Abstract: In modern society, electricity has become an indispensable energy source in human production, life, learning, and work. At the same time, the development of the power industry is also closely related to the level of the national economy. With the gradual improvement of the utilization rate of electricity, the safety requirements of the power grid from all sectors of society have also gradually increased. As one of the most important components of the power grid, transformers have high significance for the safety of the power grid. For transformer fault diagnosis work, gas detection in its internal insulation oil can accurately determine whether there is a fault and predict its service life. However, due to the limitations of traditional transformer insulation oil gas detection technology in environmental interference, maintenance costs, and detection accuracy, this method can no longer meet the various needs of modern power systems. Based on years of research experience, the author has introduced photoacoustic spectroscopy technology into gas detection in transformer insulation oil and designed an embedded oil gas intelligent detection system, hoping to improve detection accuracy.

Keywords: photoacoustic spectroscopy technology; transformer; power system

1 变压器绝缘油中气体检测概述

1.1 检测目的及意义

作为连接不同电压等级电网的重要装置，变压器是整个电网系统中非常重要的电气设备之一，其能否稳定运行也意味着整个电网的安全性能否得到有效保证，因此如何提高变压器的使用寿命和运行时的稳定性就成为电力研究部门需要重点思考的问题之一。从目前来看，大多数电力变压器都会以充油变压器的形式存在，但此类变压器在出现故障时，变压器内部的绝缘油中都会出现气体，因此通过对气体成分以及浓度的检测能够为变压器故障诊断与检测提供重要依据。由于变压器绝缘体中的主要绝缘材料是纸板和绝缘油，尽管此类材料为A级绝缘材料，但由于其在长期的放热和放电过程中会受热分解成可溶于绝缘油中的多种气体，从而导致变压器出现故障，因此通过对这些气体进行检测可以知晓变压器的可靠性及状态[1]。

1.2 检测技术的类型

物理化学分析法是将变压器绝缘油中的气体与检测化学试剂进行反应，并对反应所生成的物质进行分析，但这种方法由于操作过于复杂且精度不高，只在早期检测工作中被应用，目前这种检测方法已被弃用。质谱法是利用磁场和电场将变压器绝缘油中气体中所含有的离子按照质荷比进行分离后对其进行检测，但这种检测方法成本过高，导致无法进行推广使用。传感器法是对变压器绝缘油中的气体利用气敏传感器的方式进行检测，尽管这种检测方式具有较高精度，但由于需要定期对传感器进行维修、保养与校准问题，因此无法保证每次检测的精度和准度。气相色谱法主要是利用变压器绝缘油中气体分子由空气或氮气带动进入色谱柱，然后通过一系列反应作用来对不同气体的分子进行分离，这种技术作为目前较为成熟的故障气体检测技术，已经在电力系统中被广泛应用，但由于检测周期过长且操作较为复杂，让人无法满足电力系统的实际应用需求。FTIR 法也叫傅里叶变换红外光谱法，主要是通过检测器对干涉波进行检测，然后经傅里叶变换后得到红外光谱图，以达到对气体进行检测的目的。但由于FTIR 法所采用的光学气体检测方法在检测微量故障气体时无法保证精度，且检测价格较高，因此不能进行广泛应用[2]。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

光声光谱法是一种非常有效的检测技术，光声光谱法与气相色谱方法比较，它不需要任何气体分离设备，不需要携带气体，不需要复杂的气流通道。该方法具有操作简便、受环境温度影响小、测试时间短等优点，易于在工业中推广。在实践中，光声光谱法的设备维修工作量相对较小，色谱柱无需经常更换，而且操作技能也更易于为电力部门的一线工作人员所掌握，不容易发生人为错误等问题。本文对于光声光谱法的研究有助于深入了解被检测的气体与变压器故障的关系，推动变压器故障诊断技术的发展。传统的传感器方法存在着长期稳定性差、使用寿命短、受自然因素影响大等问题。而且，传感器的质量也不能保证完全一致，所以会有一些误差。如果更换传感器，将使所记录的数据不准确，同时也无法有效保证数据分析的精确性和可比性。与传统检测装置相比，采用以光声光谱法作为核心技术的检测装置不仅能够提供稳定的性能，还能提高数据检测的精确性。傅立叶红外光谱技术尽管在检测灵敏度方面较高，但受到检测地点和检测时间等方面的局限性，使其无法在电力故障现场进行实时性检测，只能作为实验室中的主要检测手段[3]。

2 光声光谱技术在变压器绝缘油中气体检测中的应用

随着我国科学技术水平在不同领域内都实现了不同程度的突破，使得研究人员在光声光谱技术的研究方面已经取得较大进展，并且已经在绝缘油气体成分的检测中检测出更加详细的气体成分。但由于我国在此技术的研究方面仍处于初级阶段，且受到国外企业掌握核心技术等影响，使得基于该技术的相关检测装置的研发工作仍未有所突破。为了进一步提升电力系统的传输容量和电网的安全，相关研究部门需要加快对此类检测装置的研发速度[4]。

2005 年，英国 Kelman 公司所研制的基于光声光谱技术的检测装置问世，这种检测装置不仅具备一定的携带性，同时还具备检测速度快、抗干扰能力强以及实时检测效果好等特点。英国 Kelman 公司研制的“变压器绝缘油”气体和微量水含量测定设备，其对多种溶解气体的灵敏程度已经可以与气相色谱法相媲美，有些指标甚至超过了实验室所用的傅里叶红外光谱仪。目前，该技术已应用于我国部分电网，取得了良好的效果，但也暴露出了许多问题。

对于我国电力行业对于变压器绝缘油中气体成分检测装置的各项需求，许多国内企业敏锐地捕捉到了这一商机，并纷纷与国外高新技术企业联合对这种检测装置进行研究与开发，但由于国外企业对于该装置的核心技术把控较为严格，使得国内企业在合作中无法占据主导地位，使得许多合作逐渐停滞和搁浅。此外，尽管该装置在检测精度方面具有其他技术所不具备的优势，但由于其容易受到外界因素的影响，在电磁场或强光照射下会导致检测数据失真，而且生产成本较为昂贵，因此目前无法在行业内普及和应用，也就在一定程度上也阻碍了光声光谱检测技术的应用与推广[5]。

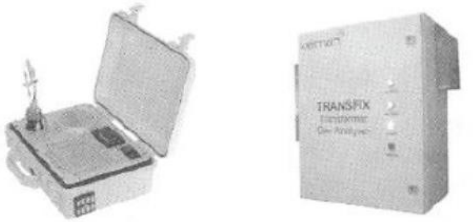


图 1 便携式在线油中溶解气体分析仪

3 光声光谱检测系统的硬件设计

3.1 设计方案

采用系统所调制的激光对被检测气体进行照射会产生对应的光声信号，通过分析光声信号来分析气体中的成分和浓度。在激光器输出激光后，激光经过斩波器与滤光片进行调谐后，由光声单元输出的光声信号被探测到。该斩波器将激光滤波后，只允许具有特定波长的激光通过，进而通过选择波长来达到分析和检测气体类型的效果；同时，激光所发出的照射频率在通过斩波器调制后会发出同等频率的声信号。图 2 为光声光谱检测系统原理图。

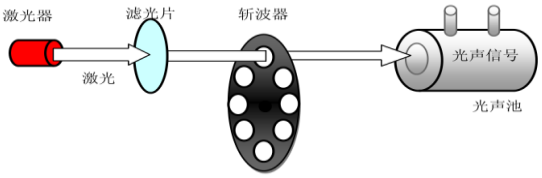


图 2 光声光谱检测系统原理图

3.2 光源模块设计

由滤光片和光源所组成的光源模块在整个技术中占据核心位置，在光声光谱检测系统中，光源不仅为光声信号提供激励效果，还能为其提供相应的能量，而光源性对于检测结果的精确度具有重要影响，光源辐射特性能够分辨出气体的种类。根据其辐射性质，可以将其分成两种类型，一种是非相干光源，另一种是相干光源。非相干光源是指在较大范围波段内进行连续谱测量的一种新型光源，它通常与滤光片、单色计等设备相结合，能够有效地调节光源的波长。尽管相干光源发展的时间不长，但由于其优良的性能，已受到广泛关注。相干源有很多种，其中大部分都是宽波段的，涵盖了大部分气体的基频和泛频吸收带。

气体激光器是最早应用于相干光源的激光，其发光效率高、功率范围宽以及激光单色性好等特点，除可实现连续输出外，还可实现脉冲输出。气体激光的输出功率可达瓦级以上，可用于光声光谱检测领域，但由于气体激光器的发热较高，很难达到实际应用的需要。

半导体激光器是基于布拉格反射周期结构的基本原理，与并行的界面反馈谐振器相结合而研制的，其核心是 PN 结。在 PN 结中光生载流子与大部分载流子发生复合后，材料将产生可见—紫外—近红外波段。半导体激光反射杯吸收芯片表面及界面处的光线，顶部环氧树脂与凸透镜及扩散透镜相

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

似，将光束汇聚成一条直线传输而成。相对于其他相干光源，半导体激光器寿命长，操作简单，重量轻，价格低廉。

由于所选用的半导体激光器所发出的激光波段比较宽，因此在系统中必须加入滤波器，以消除气体的相互干扰。该滤波器具有成本低、构造简单等优点，能够在一定的波段内实现激光的传输。滤波器的滤波性能以其中心波长和有效频带为特征。中间的波长表示透过激光的最大波长，而有效宽度则表示透过激光的波段。

3.3 斩波器模块设计

光声光谱检测系统需要对被测气体的光源进行调制，使其在特定的频率下工作。其中斩波电路分为电控斩波电路和机械斩波电路两部分。该电子型斩波器是通过激光器控制器来控制激光器的频率，并根据其开、关两个方向来控制激光器的开启和关闭。电子型斩波器件具有可调谐、易于控制等优势，但因其电信号的延时和金属丝的电容特性，导致其截止时间较短，斩波频率较低，限制了其在光声光谱领域的应用。机械斩波器是利用电机驱动光栅编码板对激光器进行调制的，其斩波封闭好且斩频可调，是一种非常有潜力的光声光谱分析方法。图 3 为斩波器模块原理图。

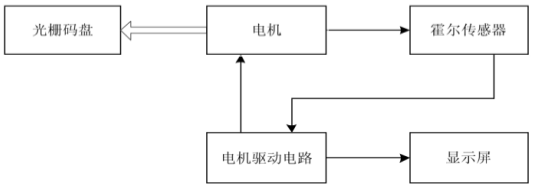


图 3　斩波器模块原理图

3.4 光声池模块设计

光声池模块承担光声信号的生成效果，因此光声池模块是整个系统的核心部件。光声池的结构和组成材料对检测结果有很大的影响。通常采用具有高导热系数的金属，如不锈钢和黄铜，以获得良好的光声信号质量。通常情况下，光声池的设计应遵循以下几个基本原理：①增加激光器的输入光强，降低激光器的损耗；②强化光声信号，比如通过对光声池的结构进行设计，使得其产生驻波；③采用减小噪声的方式来降低外部环境对其干扰。

根据其工作模式的不同，可将其划分为非共振型和共振型两类，其中，非共振型光声池的具有体积小，成本低，结构简单等特点；共振型光声池以其高准确度、高灵敏度和能检测流动气体等优势而备受关注。

3.5 信号处理模块设计

由微音器所收集到的光声信号是较为薄弱的，并且这种信号还带有具有一定干扰效果的噪音。信号处理模块能够将光声信号放大并进行滤波处理，进而转化为可以被系统吸收的电信号。微音器中采集到的光声信号被前置放大电路进行第一次放大，主要是帮助光声信号能够被后续电路所处理。同时，由于光声信号较为薄弱，因此前置放大电路尽可能不进行增益处理，以防信号出现失真情况。本系统在设计时对前置放大电路赋予两项要求，不仅希望其能够将光声信号进行放大处理，还希望其能够对放大信号进行带通滤波。其中，前置放大器采用 LM245 芯片完成二次放大，而 LM245 芯片中则整合了四个相互独立的运放。为了防止由于单级放大系数太高而导致的系统自激，本文提出了两级放大的方法。然而，作为一种较弱的探测方式，其获取的光声信号往往含有很多噪音。这种噪声主要来源于各种因素，例如：机械斩波器噪声和本底噪声等，采用锁定放大器可以实现对某一特定频率的噪声的放大，而对其他频段的噪声滤波。图 4 为两级放大电路设计图。

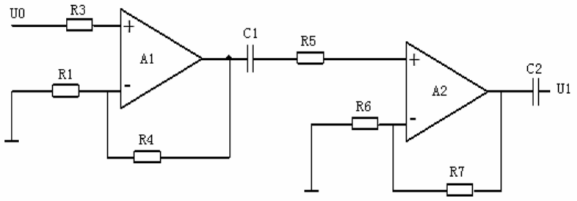


图 4　两级放大电路原理图

3.6 嵌入式 ARM 控制器模块设计

嵌入式 ARM 控制器模块能够帮助该气体检测设备提高实时监测的整体效果，并且还能通过人机信息交换、数据处理和控制设备等方式来提升检测系统的功能性。同时，嵌入式 ARM 控制器所具备的自动化、智能化和快速处理特点，对于整个系统的控制性能和数据分析性能都具有重要意义，技术人员可以通过触屏设备来实现对该检测装置的各项操作。

4 结语

总而言之，变压器是保证电网安全的重要装置，对其内部绝缘油中的气体成分和浓度进行检测可以了解变压器的故障状况及使用寿命。本文主要对光声光谱检测技术及其智能检测系统的硬件设计进行分析，希望能够帮助相关人员进行研究参考。

[参考文献]

[1]胡啸.变压器绝缘油中气体检测技术研究[D].沈阳:沈阳理工大学,2012.
[2]徐志钮.基于油中溶解气体分析的变压器绝缘故障诊断研究[D].保定:华北电力大学（河北）,2005.
[3]杨忠.内江电业局变压器绝缘故障模糊聚类诊断技术及应用研究[D].重庆:重庆大学,2004.
[4]张广春.基于油色谱分析的变压器绝缘状态检测技术研究[D].湖南:西南交通大学,2003.
[5]毕强.以油中气体为特征量的变压器绝缘故障的模糊诊断方法及应用研究[D].重庆:重庆大学,2002.

作者简介：马博（1985.9—），男，籍贯：内蒙古自治区乌兰察布，职务：电气试验班长，毕业时间：2007 年 6 月，毕业院校：哈尔滨电力职业技术学院，学历：大专，学位专业：发电厂及其电力系统，研究方向：电力设备试验、调试及电器绝缘油检测。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于智能化技术的变电一次设备状态检修策略分析

赵 帅 余虹洁
国网哈密供电公司，新疆 哈密 839000

[摘要]随着智能化技术的发展，电力系统变电一次设备的状态检修策略也得到显著的改进。文章通过对智能化技术在变电一次设备状态检修中的应用进行分析，提出了基于智能传感器技术、物联网技术、大数据分析技术和人工智能技术的检修策略，以实现设备的实时监测、远程监控、状态预测以及故障诊断与预防，从而提高设备的可靠性和安全性，减少检修成本和人力投入。

[关键词]智能化技术；变电一次设备；状态检修技术
DOI：10.33142/hst.v7i5.12301 中图分类号：TM73 文献标识码：A

Analysis of State Maintenance Strategies for Substation Primary Equipment Based on Intelligent Technology

ZHAO Shuai, YU Hongjie
State Grid Hami Power Supply Company, Hami, Xinjiang, 839000, China

Abstract: With the development of intelligent technology, the maintenance strategy of primary equipment in power system substations has also been significantly improved. This article analyzes the application of intelligent technology in the maintenance of primary equipment in substations, and proposes maintenance strategies based on intelligent sensor technology, Internet of Things technology, big data analysis technology, and artificial intelligence technology to achieve real-time monitoring, remote monitoring, status prediction, fault diagnosis and prevention of equipment, thereby improving the reliability and safety of equipment, reducing maintenance costs and manpower investment.

Keywords: intelligent technology; substation primary equipment; state maintenance technology

引言

电力系统的稳定运行和安全性有利于确保社会经济稳定发展，而变电一次设备作为电力系统的核心组成部分，其状态的稳定性和可靠性直接影响着电力系统的运行效率。因此，需要进行及时有效地进行变电一次设备的状态检修。本文旨在通过分析智能化技术在变电一次设备状态检修中的应用，探讨基于智能化技术的检修策略，为提高电力系统检修水平提供参考。

1 电力系统变电一次设备状态检修概况

1.1 基本原理

电力系统变电一次设备状态检修的基本原理是通过对设备的运行状态进行监测、分析、诊断和维护，确保设备处于良好的运行状态，从而提高电力系统的可靠性和安全性。其核心思想是在设备运行过程中，通过对设备运行参数的实时监测和分析，及时发现设备存在的问题和潜在故障，并采取相应的维护措施，以预防和减少故障的发生，保障电力系统的稳定运行。

1.2 基本步骤

电力系统的变电一次设备定期检修的基本步骤包括：

（1）设备准备阶段。在进行设备状态检修之前，需要进行设备的准备工作，包括收集设备的历史运行数据、查看设备的技术资料和维护手册、准备必要的检修工具和设备等。同时，需要对检修现场进行安全评估，确保检修人员的安全。

（2）设备检查阶段。设备检查是检修的核心内容，包括对设备的外观、内部结构、连接线路等进行仔细检查。通过目视检查和测量检查，对设备的各项指标进行评估，了解设备的运行状态和存在的问题。

（3）设备清洁和维护。在检查过程中发现设备表面有灰尘、污垢等污染物时，需要进行清洁处理，确保设备表面清洁。同时，对设备的润滑、紧固件检查、绝缘检查等维护工作也需要进行[1]。

（4）设备测试与调试。对于一些需要特殊测试的设备，如变压器、断路器等，需要进行相应的测试与调试工作。通过测试数据的分析，可以判断设备的运行状态和性能是否正常，以及是否存在潜在的故障隐患。

（5）检修记录与报告。在检修过程中，需要对检修情况进行详细记录，包括检修内容、检修时间、检修人员等信息。同时，还需要编写检修报告，对检修结果进行总结和分析，提出后续维护建议。

2 电力系统变电一次设备状态检修技术

2.1 状态检测

状态检测旨在通过监测设备的各项参数和性能指标，及时发现设备的异常情况，并采取相应的维护和修复措施，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以保障电力系统的稳定运行。一是可利用先进的传感器和监测设备，实现对电力设备运行状态的实时监测。通过监测设备的电流、电压、温度、湿度等参数，及时发现设备的异常情况，如过载、过热、湿度过高等，以预防设备故障的发生。二是通过安装振动传感器，对电力设备的振动信号进行监测和分析，有效地检测设备的机械运行状态，如轴承磨损、不平衡、松动等问题，及时预警并采取维护措施，防止设备损坏。三是利用红外热像仪对电力设备进行红外热像检测，检测设备表面的温度分布情况。通过分析设备的热图，发现设备存在的过载、接触不良、局部发热等问题，提前预警并进行修复[2]。对电力设备的油品进行定期采样和分析，检测油品中的杂质、水分、气体等指标，判断设备内部的绝缘状况和运行状态，及时发现设备存在的故障隐患，采取相应的维护措施，及时发现电力设备存在的问题和隐患，提前预警并采取有效的维护措施，保障电力系统的安全稳定运行。

2.2 故障诊断

通过对设备故障的分析和判断，找出故障原因，并提出有效的修复方案，可以保障电力系统的安全运行。首先需要确定故障出现的位置，通过检查设备的运行状态、检修记录和现场实地观察等方式，确定故障发生的具体部位，为后续的故障处理提供依据，根据故障的性质和表现形式，将故障进行分类，如电气故障、机械故障、绝缘故障等，通过对设备的运行参数、工作环境、维护记录等方面的分析，查找故障根源，为故障的排除提供依据。然后，利用各种故障诊断工具，如红外热像仪、振动测试仪、电气参数测试仪等，对设备进行全面检测和分析，帮助确定故障原因。根据故障诊断结果，制定合理的修复方案，并按照标准操作流程进行修复。修复过程中需注意安全，确保修复效果达到预期。在故障修复后，应对设备进行全面检查和测试，及时排除潜在故障隐患，采取措施防止同类故障再次发生。

2.3 状态预测

对设备运行数据的分析和处理，预测设备未来的状态变化趋势，提前发现潜在的故障隐患，采取预防性的维护措施，可以确保电力系统的持续稳定运行。利用传感器、监测装置等设备，对电力设备的运行数据进行实时采集和监测，包括电流、电压、温度、湿度等参数的监测，以及设备运行状态的记录和分析。对采集到的数据进行分析和处理，利用数据挖掘、机器学习等技术，建立设备状态预测模型，通过对历史数据的分析，找出设备运行状态与故障发生之间的关联规律，为状态预测提供依据。根据建立的预测模型，对设备未来的状态进行识别和预测，分析设备运行数据的变化趋势，判断设备是否存在潜在故障隐患，预测设备未来的运行状态，提前发现可能出现的问题[3]。一旦发现设备存在潜在故障风险，系统将自动发出预警信号或提醒，通知相关人员及时采取措施进行检修和维护。预警信息可以是电子邮件、短信、电话等形式，确保相关人员能够及时响应。根据状态预测结果，制定合理的维护决策，包括修复、更换、升级等方案，有效地优化维护计划，提高设备的可靠性和可用性。

3 基于智能化技术的变电一次设备状态检修策略

3.1 利用智能传感器技术进行设备监测

智能传感器技术的应用可以实现对设备运行状态的实时监测和数据采集，为设备状态评估和故障诊断提供必要的信息支持，从而实现对设备运行状态的精准把控和及时预警，为设备检修提供科学依据和技术支持。智能传感器技术具有高精度和高灵敏度的特点，可以对变电一次设备的各项参数进行实时监测和精确测量，如电压、电流、温度、湿度等，能够全面了解设备的运行状态和工作环境，发现异常情况并及时报警。通过这些传感器采集的数据，可以实现对设备运行状态的全方位监测和分析，为后续的设备检修提供充分的数据支持。智能传感器技术还能够实现对设备监测数据的实时传输和远程监控，通过互联网等通信技术将设备监测数据传输至监测中心或管理平台，实现远程实时监控和数据分析，监测人员可以随时随地对设备运行状态进行监测和分析，及时发现设备异常并采取相应措施，提高设备的安全性和可靠性。此外，智能传感器技术还可以实现对设备状态的智能诊断和预测分析，通过对历史数据的积累和分析，结合先进的数据挖掘和机器学习算法，实现对设备未来可能发生故障的预测和诊断，提前采取预防性维护措施，避免设备故障给生产带来损失。

3.2 利用物联网技术进行设备远程监控

物联网技术通过将设备与互联网相连接，实现设备之间的信息交互和数据传输，为设备监控和管理提供了全新的方式和手段。首先，需要在变电一次设备中部署各类传感器，如温度传感器、湿度传感器、电流传感器等，以实时监测设备的各项参数，这些传感器将采集到的数据通过物联网技术传输至云端或监控中心。将传感器采集到的数据上传至云端进行存储和处理，云端平台可以存储大量的数据，并通过数据处理算法对数据进行分析和挖掘，提取出有用的信息，如设备运行状态、异常预警等[4]。其次，建立远程监控平台，使监测人员可以随时随地通过网络访问设备的运行状态。监控平台应具备友好的用户界面和实用的功能模块，方便监测人员实时查看设备数据、设置报警阈值等操作，还应设有实时监控和报警机制，当监测到设备出现异常情况时，能够及时向相关人员发送警报通知，以便及时采取应对措施。报警机制可以根据设备的实时状态和历史数据设置多种报警方式和级别，确保异常情况得到及时处理。同时，平台还应提供远程操作和维护功能，监测人员可以通过远程控制设备的运行状态、调整参数设置等，从而实现对设备的远程维护和管理，提高设备的可

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

操作性和可维护性。最后，定期对传感器采集到的数据进行分析和统计，发现设备运行的规律性和潜在问题，为设备状态的优化和改进提供数据支持，提高设备的运行效率，为变电一次设备的状态检修提供重要的技术保障。

3.3 利用大数据分析技术进行设备状态预测

利用大数据分析技术进行设备状态预测，可以通过对设备历史数据的积累和分析，结合先进的数据挖掘和机器学习算法，实现对设备未来可能发生故障的预测和诊断，为设备的检修和维护提供科学依据和预警信息。首先，需要建立完善的数据采集系统，将变电一次设备的运行数据进行实时采集和存储，这些数据包括设备的工作参数、环境条件、故障记录等，要求具有高质量和高时效性，确保数据的准确性和完整性。其次，对采集到的原始数据进行清洗和预处理，包括数据去噪、缺失值填补、异常值处理等，确保数据的质量和可用性，进行数据特征提取和转换，将原始数据转化为可用于分析和建模的特征集合。基于清洗和预处理后的数据，利用机器学习、深度学习等算法建立设备状态预测模型。根据实际情况选择合适的算法，如支持向量机、随机森林、神经网络等，并进行模型参数调优和性能评估，确保模型具有良好的预测能力和泛化能力；利用历史数据对建立的预测模型进行训练和优化，不断调整模型参数和结构，提高模型的预测准确性和稳定性，并采用交叉验证、模型融合等技术手段进一步提升模型性能，确保模型的有效性和可靠性。最后，利用优化后的预测模型对设备未来的状态进行预测，获取设备可能出现故障的概率和时间窗口，对预测结果进行评估和验证，与实际情况进行比对和分析，及时调整模型和算法，提高预测的准确性和可信度。根据预测结果生成相应的预警信息，并及时向相关人员发送预警通知，提醒其采取相应的检修和维护措施，并同步为决策者提供科学依据和建议，帮助其制定合理的设备维护计划和优化策略，降低设备故障风险和维修成本。

3.4 利用人工智能技术进行设备故障诊断与预防

人工智能技术可以通过分析设备运行数据和特征，利用机器学习、深度学习等技术，实现对设备故障的智能诊断和预防[5]。首先应建立完善的数据采集系统，实时采集变电一次设备的运行数据，包括电流、电压、温度、湿度等参数，以及设备的工作状态和运行情况，对采集到的数据进行清洗和预处理，去除噪声、填补缺失值、处理异常数据，确保数据的质量和完整性。基于清洗和预处理后的数据，进行特征提取和选择，将原始数据转化为可用于建模和分析的特征，利用统计学方法、信号处理技术等手段提取特征，选择与设备故障相关性较高的特征作为模型的输入。同时，选择合适的机器学习、深度学习等算法，建立设备故障诊断模型，常用的算法包括支持向量机、决策树、神经网络等，根据实际情况选取适合的模型结构和参数，并进行模型训练和优化，提高模型的预测准确性和稳定性，并利用历史数据对建立的故障诊断模型进行验证和评估，评估模型的性能和准确度。可以采用交叉验证、ROC曲线、混淆矩阵等方法对模型进行评价，确保模型具有良好的泛化能力和预测能力。维修人员可将建立的故障诊断模型应用于实时监测系统中，对设备运行数据进行实时监测和分析，当监测到设备出现故障迹象时，及时向相关人员发送预警通知，提醒其采取相应的应对措施，减少故障对设备和生产造成的损失。根据模型诊断结果和预警信息，对设备进行及时维护和优化，预防故障的发生，制定合理的设备维护计划和检修策略，提高设备的可靠性和稳定性，延长设备的使用寿命。

4 结束语

智能化技术在变电一次设备状态检修中的应用，对提高设备维护效率、降低运维成本、保障电网安全稳定起到了重要作用。通过合理利用智能化技术，可以实现设备状态的实时监测与分析，提前发现潜在问题，减少设备故障发生的可能性，从而提高了电网运行的安全可靠性。然而，智能化技术的应用仍面临着数据安全、系统可靠性等方面的挑战，需要持续加强技术研究和实践应用，不断完善相关标准和规范，以推动智能化技术在变电一次设备状态检修领域的进一步发展。

[参考文献]

[1]韦功习.基于智能化技术的变电一次设备状态检修策略分析[J].集成电路应用,2023,40(11):302-303.
[2]叶剑宇.电力系统变电一次设备的状态检修[J].中国电力企业管理,2023(30):94-95.
[3]汤尤佳,王诗清.电力系统变电一次设备状态检修技术[J].光源与照明,2023(9):101-103.
[4]万杰枫.变电一次设备中的故障检测与维护分析[J].电子技术,2023,52(3):364-365.
[5]秦雪,魏蔚.智能电网中的变电一次设备运维管理[J].集成电路应用,2023,40(3):128-129.

作者简介：赵帅（1988.2—），毕业院校：西安理工大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位名称：国网哈密供电公司，就职单位职务：变电检修管理专责；余虹洁（1992.2—），毕业院校：重庆文理学院，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位名称：国网哈密供电公司，职称级别：中级工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅析风电电气工程自动化中的存在的问题及应对策略

林 燊
福建省东山澳仔山风电开发有限公司，福建 漳州 363400

[摘要]随着现代科学技术水平的日益发展，电气工程自动化技术已然成为当前我国诸多领域实现现代化、技术化发展的重要技术支撑。风电作为我国近年来新兴新能源产业，风电电气工程自动化作为推进我国风电工程发展，提升风力发电自动化水平的核心，相关技术人员应当提高对风电电气工程自动化发展的重视，结合当前风电电气工程自动化的整体发展水平，及时发现并解决其发展过程中存在的弊端，为我国风力发电工程的有序发展奠定坚实的技术基础。文章首先简要阐释风力电气工程自动化的基本概述，重点分析当前我国风电工程自动化中存在的问题，并对其应对策略进行探讨。
[关键词]风电电气工程；自动化；问题；策略
DOI：10.33142/hst.v7i5.12307 中图分类号：TM76 文献标识码：A

Brief Analysis of the Problems and Countermeasures in the Automation of Wind Power Electrical Engineering

LIN Shen
Fujian Dongshan Aozaishan Wind Power Development Co., Ltd., Zhangzhou, Fujian, 363400, China

Abstract: With the increasing development of modern science and technology, electrical engineering automation technology has become an important technical support for achieving modernization and technological development in many fields in China. As an emerging new energy industry in recent years, wind power electrical engineering automation is the core to promote the development of wind power engineering and improve the level of wind power generation automation in China. Relevant technical personnel should pay more attention to the development of wind power electrical engineering automation, combine with the overall development level of wind power electrical engineering automation, timely discover and solve the shortcomings in its development process, and lay a solid technical foundation for the orderly development of wind power engineering in China. The article first briefly explains the basic overview of wind power electrical engineering automation, with a focus on analyzing the problems currently existing in wind power engineering automation in China, and exploring corresponding strategies.
Keywords: wind power electrical engineering; automation; problems; strategies

引言

我国传统的电能生产主要是以煤电、水电为主，该两种电能生产方式虽然能够确保电能生产产量，但是其对自然生态环境所造成的负面影响亦是不容忽视。随着我国对自然生态环境保护的重视水平不断提升，大力发展新能源产业代替传统能源生产已然成为当前我国实现可持续发展目标的重要路径。风力发电工程作为我国缓解电力能源压力，更是促进新能源产业发展的重要工程项目之一，电气工程自动化作为风电工程建设中的核心技术，想要充分发挥风力发电对我国电力能源产能的助益，相关技术人员在保障风电电气工程自动化稳定运行的同时，还应当加强对电气工程自动化技术的优化与创新，不断尝试引进现代化科学技术手段，全面提升风电电气工程整体运行的稳定性与自动化水平，为我国风力发电工程的健康稳定发展奠定基石。

1 风电电气工程自动化基本概述

1.1 风电电气工程概述

风能作为清洁无公害能源之一，其本身具备无限开发的优势特点，随着我国电气工程技术的不断发展，当前风力发电已然成为我国新能源产业中的重要发展项目之一。风力电气工程其核心工作原理主要借助风所产生的动能，将其转化为机械势能，最终由电气工程再将机械势能转化为电能。现阶段我国的风电电气工程中，风力发电组作为主要的发电装置，其主要由风轮、发电机、塔筒三个部分组成。在风电电气工程具体应用过程中，主要是由风轮将动能转化为机械势能，通过风轮的转速调节将恒定机械势能传递给发电机组，发电机组进行运转来实现方风力发电。然而风力随着天气的变化其风量的产生存在很大的差异，在风机实际运转过程中，受风量的影响，将会造成风机整体电力输出的交流电能够维持在 10KV—35KV 之间。因此，想要切实实现风电电气工程自动化不仅需要依靠现代化科学技术手段，同时还需要自动化技术与电气工程的有效结合，方能够有效保障其系统运行的稳定性以及电能生产安全的可靠性。因此，风电电气工程自动化与其他电气工程项目相较而言对其技术水平要求更高，再加之其系统具有一定的综合性，风电电气工程自动化后续的操作以及检

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

修难度亦大幅度提升。

1.2 风电电气工程自动化概述

在电气工程自动化项目中，对其核心系统的有效控制与管理是保障其稳定运行的重要途径[1]。风机控制系统作为风电电气工程自动化系统中的核心，在其具体应用过程中，其主要包含强电系统与弱电系统两个方面。从其技术原理的角度分析，其中涵盖电机学、电力电子技术、电力系统以及供配电等多个技术领域。因此，风电电气工程以及自动化技术的有效应用，不仅能够充分确保电气工程领域为整个风机发电系统提供稳定且源源不断的动力资源，同时其中的变频系统、变桨控制系统、监控系统等等能够有效实现对风机的自动化、智能化控制，确保对风力资源的有效利用。另一方面，风电电气工程及其自动化技术的全面优化，更有利于推进我国电力系统结构的改良，全面推进我国新能源产业的发展。

2 当前风电电气工程自动化中存在的主要问题

2.1 电气工程系统与自动化架构系数存在差异

想要充分保障风电电气工程与电气自动化技术充分发挥其各自优势作用，首先应当保障电气工程系统架构与自动化架构系数实行统一标准。然而当前我国风电电气工程自动化项目中，电气工程系统与自动化架构系数标准存在很大的差异，不同的生产企业所应用的网络架构不尽相同，进而导致电气自动化系统首先在风电行业内部的兼容性存在很大的提升空间，最终造成其硬件与软件接口的标准化、统一化发展受到严重制约。对各个相关企业之间实现信息数据资源的互通共享造成一定的阻碍。

2.2 电气工程集成化存在很大的提升空间

随着科技的不断进步和工业的发展，电气工程的复杂性不断增加。传统的电气系统往往由各种不同的部件和子系统组成，它们可能来自不同的供应商，采用不同的标准和协议。这种碎片化的情况导致了系统集成的困难和复杂性，增加了工程项目的成本和风险。在国际贸易和跨国工程项目中，各国之间存在着不同的电气标准和规范，这给跨国公司和供应链管理带来了挑战。需要指出的是，电气工程集成化虽然存在着很大的提升空间，但也面临着一些挑战和障碍。不同领域和行业之间存在着文化差异和技术壁垒，需要跨学科的团队和跨界合作来解决。此外，随着电气系统的复杂性不断增加，对于集成化工程师的技术和管理能力提出了更高的要求，需要不断提升教育和培训水平，培养具有跨学科背景和综合能力的专业人才。

2.3 脱网故障问题较为突出

结合当前我国风电电气工程自动化系统发展现状分析，脱网故障问题仍然是当前影响风力发电系统稳定运行问题的主要因素之一。脱网问题的出现不仅会影响系统对电能的正常输送，同时会对配电系统的正常运转造成一定的影响。而导致这一问题的主要因素在于风电电气工程自动化系统自身所存在的技术缺陷，再加之我国现阶段对于电气工程自动化相关技术人员较为匮乏，现有技术人员的相关经验的不足，无论是对系统整体优化还是对故障的修复能力都存在很大的提升空间，进而对整个系统运行的稳定性造成一定负面影响。

3 优化风电电气工程自动化的应对策略

3.1 进一步完善电气工程自动化系统

想要切实实现风电电气工程自动化系统在相关领域的广泛应用，首先相关风电企业应当全面加强电气工程自动化系统建设。首先，相关企业应当注重对专业人才的引进，通过高薪招聘、提高福利待遇、拓展发展空间等多种形式加强对业界专业电气工程技术人才的引进，将其作为企业内部技术骨干，全面提升企业自身电气工程自动化系统研究水平[2]。与此同时，在主要外部人才引进的同时，还应当注重对企业内部现有人才的培养，全面提升相关技术人员对电气工程自动化系统的正确认知，使其能够充分认识到风电电气工程自动化系统发展的实际需求，为企业进一步完善电气工程自动化系统提供人才保障。与此同时，为了能够充分保障风电电气工程系统与自动化架构系数的统一性与标准性，相关企业应当积极学习当前国际国内现有的电气工程自动化先进技术，结合自身企业的实际发展水平，对自身系统机构存在的弊端进行不断的改良，确保能够与国际国内电气工程自动化发展前沿水平接轨，为企业实现长远发展目标奠定基石。另一方面，作为相关技术人员，首先应当具备科学的发展理念，加强的对电气工程自动化系统的设计创新，加强对高效编程设计的应用，全面实现同行业领域的数据信息共享，在保障自身企业实现发展目标的同时，全面推进我国风电产业发展。

3.2 进一步强化电气工程自动化的集成化程度

全面提升风电电气工程自动化技术的集成效果，其核心目的主要是能够实现将整个风电电气系统中的各项功能进行智能化关联，以此来改善传统的各个应用功能独立操作的问题，使整个系统在具体操作过程中能够实现对设备的控制与功能的使用实现统一化管理。首先，在风电电气工程自动化系统构建过程中，相关技术人员应当充分利用现代互联网技术，保持网路的畅通来实现各个功能模块之间的数据信息传输的时效性与准确性。其次，其自动化设计系统应当确保在统一的设计开发平台，以此来实现自动化技术集成效果的进一步提升[3]。与此同时，通过对电气工程自动化集成系统中的信息化管理平台不断优化与完善，充分利用现代化综合布线技术、互联网通信技术、多媒体应用技术、安全防控技术、自动报警技术等技术手段，对电气工程系统软件进行集成优化、功能调试、界面开发与设定等，能够有效提升电气工程自动化应用的安全性与稳定性。

3.3 优化电气工程自动化脱网解决方案

想要切实实现对风电电气工程自动化脱网问题的妥

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

善解决，首先相关技术人员应当根据系统的实际问题，对导致其出现脱网故障的主要因素进行全面分析，明确导致这一故障频发的原因，并制定针对性解决方案，以此来实现对电气工程自动化脱网问题的有效改善[4]。针对脱网问题的优化，首先应当保障相关风电机组的低电压穿越能力水平，当前我国国家能源局针对这一问题具有明确的标准，相关技术人员应当根据相关标准规定，对风电机组低电压穿越能力进行全面检测，确保其符合标准后出具相关的检测合格报告递交相关电力调度单位。与此同时，为了有效改善脱网问题，还应当对风电场动态无功补偿装置的整体性能进行不断的优化提升，以此来全面保障风电场的速率、容量等能够充分满足风电机组运行需求。同时还应当以无功分层区的平衡为基本，对装置的无功容量以及最大容量进行全面的分析，确保其整体动态调节工作所消耗时长控制在三十秒以内，避免由于动态调节工作时间过长而导致脱网故障的产生。在优化风电电气工程自动化系统过程中，还应当注重对风电机组适用性的优化提升，重点加强对风电机组中的电压保护以及主控定值等相关数据信息的分析研判，并以此为依据对升压变压器、箱式变压器的分接头装置进行不断的优化与改良，确保二者之间的配合实效[5]。另一方面，当风电电气工程自动化系统出现脱网问题时，风电场汇集系统小电流接地系统的完善性能够有效降低故障问题的进一步恶化。因此，相关技术人员应当进一步强化对风电场汇集系统的优化，确保在出现系统出现脱网故障时，能够快速做出应急处置，以此来实现对故障问题升级的有效控制。

3.4 进一步改良电气自动化控制设备

为了让我国的风力发电得到进一步发展，应当针对自动化相关工程实现不断地开拓创新，风电电气工程自动化系统运行的安全性与稳定性是保障其正常运转的核心要素[6]。因此，相关技术人员应当进一步强化电气工程自动化控制设备的整体设计水平，对就相关自动化控制设备的元器件运行稳定性、设备的整体结构等进行深入研究，并以此为依据，对自动化控制设备的核心构造进行不断的优化与改进。与此同时，还应当进一步强化对风电电气工程自动化控制设备的检修工作，对老化的元器件进行及时的更换，最大限度避免由于元器件的老化而导致其故障问题的出现，为自动化控制设备的稳定运转提供硬件保障[7]。与此同时，相关企业应当加强对技术人员专业技术水平的提升，提升其在检修设备过程中对各种故障隐患的排查能力，以此来全面保障电气自动化控制设备运行的稳定性。

4 结束语

总而言之，随着我国新能源产业的不断发展，风力资源作为重要的清洁能源之一，加强风力资源开发已然成为我国新能源产业开发工作中的重中之重。然而现阶段我国的风电电气工程自动化发展水平还存在很大的提升空间，其潜在问题相对较多。相关企业想要切实提升风电电气工程自动化整体水平，首先应当加强对专业技术人才的引进与培养，结合企业当前风电电气工程自动化设备实际情况，对现存的重点问题进行全面剖析，并采取针对性应对策略，最大限度规避风电电气工程自动化运行故障问题的出现，在提高风电整体产能的同时，为相关企业的持续稳定发展提供有力的技术支撑，促进我国新能源产业发展。

[参考文献]

[1]许益恩,张新松,李大祥,等.基于改进下垂控制的双馈风电机组频率控制策略[J].可再生能源,2023,41(1):107-113.
[2]吕伟,王晗,张建文,等.基于负序电流补偿的并联风电变流器故障容错控制[J].电力自动化设备,2021,41(8):142-148.
[3]张建国.单片机在电气工程自动化控制中的应用[J].造纸装备及材料,2021,50(5):22-23.
[4]梁涛.大规模风电并网条件下电力系统运行中电气自动化技术应用研究[J].自动化应用,2020(5):87-88.
[5]杨国梁,赵全涛.智能化技术在电气工程自动化中的应用[J].黑龙江科学,2021,12(2):122-123.
[6]颜庭欢.风电电气工程及其自动化技术应用中的相关问题及解决对策[J].电气传动自动化,2020,42(6):22-24.
[7]汤雪松.适用于长期调频风电机组的被动变速运行模式分析与控制[D].南京:南京理工大学,2021.

作者简介：林燊（1982.3—），毕业院校：福州大学，所学专业：机械设计制造及其自动化专业，当前就职单位名称：福建省东山澳仔山风电开发有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

谈风电电气工程自动化中的问题及解决对策

童跃楠
辽宁龙源新能源发展有限公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着全球对清洁能源的需求不断增长，风电作为一种重要的可再生能源形式，在风电电气工程中，自动化技术的应用已经成为提高风电场效率、降低运营成本以及保障系统安全稳定运行的重要手段，不仅能够提高风电场的发电效率和运行可靠性，还能够降低人力投入，提高系统的智能化水平。文中探讨风电电气工程自动化的意义、应用现状以及存在的问题，并提出相应的解决对策，以期为风电产业的健康发展提供理论指导和实践支撑。

[关键词]风电；电气工程自动化；问题；解决对策
DOI：10.33142/hst.v7i5.12321　　中图分类号：TM76　　文献标识码：A

Discussion on the Problems and Solutions in the Automation of Wind Power Electrical Engineering

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

Abstract: With the continuous growth of global demand for clean energy, wind power, as an important form of renewable energy, has become an important means to improve the efficiency of wind farms, reduce operating costs, and ensure the safe and stable operation of systems in wind power electrical engineering. It can not only improve the power generation efficiency and operational reliability of wind farms, but also reduce human investment and improve the level of system intelligence. This article explores the significance, current application status, and existing problems of wind power electrical engineering automation, and proposes corresponding solutions to provide theoretical guidance and practical support for the healthy development of the wind power industry.

Keywords: wind power; electrical engineering automation; problems; solutions

引言

随着全球对可再生能源的需求不断增长，风电作为清洁、可再生的能源形式，逐渐成为能源转型的重要组成部分，尤其是在一些风资源丰富的地区，如北欧国家、中国、美国等，风电已经成为主要的电力来源之一。风电场规模不断扩大，技术水平不断提高，但同时也面临着诸多挑战，包括运维成本高、系统稳定性差、电网接入问题等。自动化技术的应用成为了提高风电场运行效率、降低运营成本、提升系统可靠性的关键手段，通过自动化技术，可以实现对风电场的远程监控、智能控制和故障诊断，提高风电场的整体运行效率和经济效益。然而，随着风电场规模的不断扩大和复杂性的增加，自动化技术在风电电气工程中的应用也面临着一些问题，如系统稳定性不足、兼容性问题、安全性隐患等。因此，有必要深入探讨和研究风电电气工程自动化的关键问题和挑战，寻找解决之道，为风电产业的健康发展和智能化升级提供理论指导和实践支撑。

1 自动化对风电电气工程的重要性

1.1 自动化技术的定义与意义

自动化技术是利用各种先进的电子、计算机和控制系统，通过对生产、制造、运输、能源等各个领域的过程进行自动监测、控制和调节，实现对工程系统的智能化管理和运行，意义在于提高生产效率、降低成本、提高安全性和稳定性，以及提升产品质量等方面。通过自动化技术，可以实现对复杂生产过程的精确控制和优化调度，提高生产效率，减少人为误差，降低生产成本，还能够提高工作环境的安全性，减少人员的劳动强度，降低事故发生的风险。自动化技术还能够实现对生产过程的实时监测和数据分析，帮助企业实现精细化管理和决策，提高管理水平和决策效率。总之，自动化技术的发展和应用不仅可以提升企业的竞争力和市场地位，还能够推动整个社会经济的发展，促进科技进步和产业升级。

1.2 风电电气工程中自动化的价值

自动化技术通过自动化系统对风电场的运行状态进行实时监测和智能化控制，可以实现对风机转速、叶片角度、发电机负载等参数的精准调节，最大化地捕捉风能，提高发电效率，从而增加发电量。风电场通常分布在偏远地区，通过远程监控、故障诊断和维护管理，自动化系统可以实现对风电设备和系统的智能化管理，及时发现和处理异常情况，降低人力成本，减少停机时间，提高设备的可靠性和可维护性。风电场的运行受到多种因素的影响，包括天气、环境、设备状态等，而自动化系统可以实现对这些因素的实时监测和预警，及时采取措施避免潜在风险，确保风电场的安全运行。自动化技术还可以优化风电场与电网的协调运行，通过智能化的能源调度和负荷管理，自动化系统可以实现风电场与电网的紧密衔接，合理分配电力资源，优化能源利用效率，减少电力系统的负荷波动，提高系统的

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

经济性和环保性。总之，风电电气工程中的自动化技术不仅可以提高生产效率、降低运维成本，还能提高安全性和稳定性，优化资源利用，实现与电网的协同运行，为风电产业的可持续发展和清洁能源的推广做出重要贡献。

1.3 自动化对风电电气工程的影响

自动化技术在风电电气工程中的应用对整个行业产生了深远的影响。自动化技术的引入提高了风电场的整体效率和生产能力，通过实时监测风速、风向等环境因素以及风机转速、叶片角度等内部参数，并结合智能控制系统，可以优化风电机组的运行状态，最大限度地捕捉风能资源，提高发电效率，从而增加发电量。自动化系统能够实现对风电设备的远程监控、故障诊断和维护管理，操作人员可以通过远程监控系统随时了解设备状态，及时发现和解决问题，减少了对现场人员的依赖，提高了运维的效率和可靠性[1]。实时监测风电场的运行状态，自动化系统能够及时发现设备故障或异常情况，并采取相应的措施进行处理，减少了因设备故障而造成的安全风险和生产停滞的性，确保了风电场的安全稳定运行。借助先进的数据分析和人工智能算法，自动化系统能够对风电场的大量数据进行实时分析和处理，更好地应对复杂多变的运行环境，提高风电场的整体效益和竞争力。总之，自动化技术的应用对风电电气工程产生了深远的影响，不仅提高了生产效率和发电量，降低了运维成本，还提升了安全性和稳定性，促进了智能化发展，为风电产业的可持续发展和清洁能源的推广做出了重要贡献。

2 自动化在风电电气工程中的应用

2.1 自动化技术在风电场布局与规划中的应用

利用自动化技术，通过高精度的风速测量设备和数据采集系统，结合自动化软件进行大规模数据处理和分析，可以全面了解风电场所在地区的风资源分布情况，包括风速、风向、风能密度等参数。通过地理信息系统（GIS）和自动化算法，可以将风资源数据与地形、地貌等地理信息进行集成分析，确定最佳的风机位置和排列方式，自动化软件可以快速模拟不同布局方案的风电场发电效率和经济性，辅助决策者进行科学决策。通过自动化软件，模拟风电场建设后对周边环境的影响，评估项目产生的环境风险和社会影响，还能进行风电场的经济性评估，综合考虑项目的投资成本、发电收益等因素，为项目的可行性分析提供科学依据。总之，自动化技术在风电场布局与规划中的应用，不仅提高了数据的准确性和全面性，还能够实现风电场的优化布局，降低了规划决策的风险，为风电场的建设和运营提供了重要支持和保障。

2.2 风电电气系统中的自动化控制技术

在风电电气系统中，风电机组的自动化控制系统能够实现对风机运行状态的智能监控和精准调节，通过实时监测风速、叶片角度、发电机负载等关键参数，自动化系统可以动态调整风机的运行状态，以最大化地捕捉风能，提高发电效率。通过智能化的电力调度和监控系统，可以实现对风电场发电量和电网负荷的平衡调控，降低电力系统的负荷波动，提高电力系统的稳定性和可靠性，还可以实现对电网频率、电压等关键参数的实时监测和调节，确保风电场与电网之间的安全稳定运行。通过远程监控系统和故障诊断系统，可以实时监测风电设备的运行状态，及时发现并报警异常情况，智能化的维护管理系统可以根据设备的实际运行情况制定合理的维修计划，并实现对维修过程的实时监控和追踪，提高维修效率和设备可靠性[2]。总之，风电电气系统中的自动化控制技术不仅能够实现风机的智能监控和精准调节，还能够实现风电场与电网的协调运行，提高系统的稳定性和可靠性，并实现风电场的智能化运维管理，为风电产业的可持续发展和清洁能源的推广提供了重要支撑。

2.3 自动化在风电场运维管理中的应用

自动化在风电场运维管理中扮演着至关重要的角色。远程监控系统能够实时监测风电设备的运行状态，包括风机转速、发电机负载、叶片角度等关键参数，通过远程监控，运维人员可以随时了解设备运行情况，及时发现并处理潜在的故障或异常，从而最大程度地减少停机时间，提高风电场的运行效率。故障诊断系统借助数据分析和模型识别技术，该系统能够快速、准确地定位设备故障，并提供相应的故障诊断报告，运维人员能够更加迅速地采取必要的维修措施，缩短故障修复时间，进一步提高风电场的可靠性和可用性。智能化维护管理系统可以根据设备的实际运行情况，制定合理的维修计划，并实现对维修过程的实时监控和追踪，运维人员可以利用该系统随时了解维修进度和设备状态，保证维修工作的高效完成，最大限度地减少因故障而造成的停机时间。自动化运维管理还可以通过数据的积累和分析，运维人员可以发现设备的潜在问题，并及时采取预防性维护措施，避免故障的发生，提高设备的可靠性和可维护性。

3 风电电气工程自动化中存在的问题

在风电电气工程自动化中，尽管自动化技术的应用带来了诸多益处，但仍然面临着一些问题。①自动化系统稳定性不足。由于自动化系统涉及多个子系统和大量的传感器、执行器等设备，系统出现故障或错误的风险增加，从而影响风电场的正常运行。②自动化系统的兼容性。由于风电电气工程自动化中的设备和系统来自不同的厂家，各设备之间的兼容性存在问题，导致数据交换、信息传递等方面的困难，降低了系统的整体效率和性能。③自动化系统的安全性问题也值得关注。随着网络化和信息化水平的提高，自动化系统面临着来自网络攻击、恶意软件等安全威胁，一旦自动化系统受到攻击或遭受破坏，会导致风电场的停运或损坏，带来严重的经济损失和安全风险。④自动化系统的维护和更新。随着技术的不断发展和更新，自动化系统需要不断进行升级和维护，以保持其性能和功能

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的稳定和可靠。然而，由于风电场通常分布在偏远地区，维护和更新工作受到地理环境、交通等因素的限制，增加了维护和更新的难度和成本。

4 提升风电电气工程自动化水平的措施

4.1 构建科学统一的电气工程自动化系统

要提升风电电气工程的自动化水平，需要构建科学统一的电气工程自动化系统，有效整合风电场内的各个子系统和设备，实现信息的统一管理和流通。需要设计一个统一的数据架构和信息交换标准，确保不同设备和系统之间的数据能够互通互联；建立一个集中式的监控与控制平台，能够实现对整个风电场的远程监测和智能控制[3]。平台应当具备实时性强、可靠性高的特点，能够及时反映风电场内各个设备的运行状态，并能够迅速做出响应。还应考虑到设备的可扩展性和兼容性，能够方便地进行升级和扩展，以适应风电场的不断发展和扩张；加强对自动化系统的监管和管理，建立健全的运行维护体系，确保系统能够长期稳定、高效地运行。

4.2 提高电气工程自动化的集成化程度

为提升风电电气工程的自动化水平，需要将风电场内的各个子系统和设备进行更紧密的整合，以实现信息的无缝流通和共享。要采用统一的数据标准和通信协议，确保各个设备和系统之间能够相互交换数据，并且数据的格式和内容能够被统一理解和处理；该建立一个集成化的具备强大的数据处理和分析能力，能够实时地对海量数据进行处理和分析，并能够快速地做出反应的监控与控制平台，能够同时监控和管理风电场内的所有设备和系统；加强对不同设备和系统之间的集成优化，确保它们能够无缝地配合和协同工作；建立一个集成化的运行管理体系，对整个自动化系统进行统一的管理和监督，确保系统能够稳定、高效地运行。

4.3 制定电气工程自动化脱网的应对措施

针对风电电气工程自动化脱网的情况，应建立完善的脱网监测系统，一旦检测到电网脱网，系统应立即发出警报，并启动应急预案。要采取措施降低风电场对外部电网的依赖性，如增加备用发电设备或蓄电池组，以确保在电网脱网情况下，风电场仍能够维持基本运行[4]。制定详细的应急预案，包括设备切换、负载调整等操作步骤，并进行定期演练和培训，以提高应对突发情况的能力，加强对风电场内部设备的监测和维护，确保设备处于良好状态，减少因设备故障导致的停机时间。建立紧密的合作机制，与当地电力部门、应急管理部门等相关单位密切合作，共同应对电力系统脱网事件，最大程度地减少对风电场运营的影响。

4.4 加强对电气自动化控制设备的优化

需要采用先进的控制算法和技术，通过引入新的控制策略和算法，可以更加准确地监测和调节风电场内各个设备的运行状态，实现对系统的精细化控制。加强对控制设备的智能化改造，提高设备的自适应能力和自学习能力，使其能够根据环境和工况的变化自动调整工作参数，提高系统的稳定性和可靠性。还应优化设备的结构和设计，通过减小设备的体积和重量、提高设备的耐久性和可靠性等措施，可以降低设备的能耗和维护成本，提高设备的整体性能和经济性。应加强对控制设备的监测和维护，建立健全的设备管理体系，定期检查设备的运行状态，及时发现并处理潜在问题，确保设备能够长期稳定、高效地运行。

4.5 加强风电机组的检修和维护

加强风电机组的检修和维护对于确保风电电气工程的稳定运行和延长设备寿命至关重要。定期检查可以及时发现设备的潜在问题，并进行修复或更换，以防止故障的发生。预防性维护则可以延长设备的使用寿命，减少因设备故障而导致的停机时间。加强对机组运行数据的监测和分析，通过实时监测机组的运行状态，可以提前预知出现的故障，从而采取预防性措施，减少停机时间和维修成本。还应加强对机组关键部件的定期更换和维护，如风叶、轴承、齿轮箱等，这些部件的正常运行对于风电机组的性能和稳定性至关重要，因此需要定期进行检查和维护，确保其处于良好状态。加强对维修人员的培训和管理，通过培训和管理，可以保证维修人员具备足够的技术和经验，能够及时有效地处理机组的故障和问题，保障风电机组的正常运行。

5 结语

自动化技术不仅提高了风电场的发电效率和经济性，还提升了系统的稳定性和可靠性，推动了清洁能源的发展和应用。然而，在追求自动化的过程中，我们也面临着一些问题，如系统的复杂性、兼容性问题、安全性隐患等。因此，我们需要不断加强对自动化技术的研究和应用，积极探索解决问题的方法和途径，不断提升风电电气工程的自动化水平。同时，我们也要注重技术创新和人才培养，培养更多具备自动化技术专业知识和实践经验的人才，推动风电产业朝着更加智能化、绿色化的方向发展。

[参考文献]

[1]刘其辉,高瑜,郭天飞,等.风电并网系统阻抗稳定性分析及次同步振荡因素研究[J].太阳能学报,2022,43(1):89-100.
[2]官泽旭,艾力西尔·亚尔买买提,辛焕海,等.新能源电力系统并网设备小扰动稳定分析(二):导出机理与稳定性分类探讨[J].中国电机工程学报,2022,42(14):5126-5140.
[3]刘其辉,洪晨威,逄思敏,等.基于弹性系数的双馈风电机组控制参数对次同步振荡作用分析及调整方法[J].电工技术学报,2022,37(14):3528-3541.
[4]张澳,代林旺,马政阳等.电压源型双馈风电机组次同步振荡抑制方法[J].电气传动,2022,52(23):11-17.

作者简介：童跃楠（1989.7—），毕业院校：沈阳工程学院，所学专业：风能与动力技术，当前就职单位：辽宁龙源新能源发展有限公司，职务：一级运检员，职称级别：助理工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

电力系统配电网自动化技术的应用及解析

王 磊 陈亚娟
国网冀北供电有限公司文安县供电分公司，河北 廊坊 065800

[摘要]本篇文章针对电力系统配电网自动化技术的应用现状及发展趋势进行了深入研究和分析。首先，介绍了配电网自动化技术的基本概念和内涵，阐述了其在电力系统中的重要作用和应用价值。其次，从配电网自动化技术的优势、存在的不足以及应用要点三个方面进行了系统阐述。针对配电网自动化技术的应用，文章从通信架构设计、智能终端部署、配电管理系统开发、故障定位与隔离、自愈重构控制、配电网潮流优化等方面提出了具体的应用要点和实现路径。
[关键词]配电网；自动化技术；智能电网；供电可靠性；故障定位
DOI：10.33142/hst.v7i5.12306 中图分类号：TM76 文献标识码：A

Application and Analysis of Power System Distribution Network Automation Technology

WANG Lei, CHEN Yajuan
Wen'an County Power Supply Branch of State Grid Jibei Power Supply Co., Ltd., Langfang, Hebei, 065800, China

Abstract: This article conducts in-depth research and analysis on the application status and development trends of distribution network automation technology in the power system. Firstly, the basic concepts and connotations of distribution network automation technology were introduced, and its important role and application value in the power system were elaborated. Secondly, a systematic exposition was conducted on the advantages, shortcomings, and application points of distribution network automation technology. The article proposes specific application points and implementation paths for the application of distribution network automation technology, including communication architecture design, intelligent terminal deployment, distribution management system development, fault localization and isolation, self-healing reconstruction control, and distribution network flow optimization.
Keywords: distribution network; automation technology; smart grid; power supply reliability; fault location

引言

传统的配电网存在着规划建设滞后、运行管理粗放、故障处理效率低下等问题，已经无法适应新时期电网发展的要求。为了解决这些问题，国家提出了建设智能电网的战略部署，将配电网自动化作为智能电网建设的重要内容和关键环节。配电网自动化技术通过在配电网中应用先进的传感测量、通信控制、信息处理等技术，实现配电设备的在线监测、故障自动定位与隔离、远程控制与调度等功能，大幅提升了配电网的智能化水平和运行效率。

1 配电网自动化技术的优势

1.1 提高供电可靠性

配电网自动化技术的应用可以显著提高供电可靠性。传统配电网依赖人工巡检和故障处理，存在响应时间长、处理效率低等问题，影响了供电可靠性。而配电网自动化技术通过在线监测、故障自动定位与隔离等功能，可以实现故障的快速发现和处理，大幅缩短停电时间。同时，配电网自动化技术还可以通过自愈重构控制，在发生故障时自动调整网络拓扑结构，将故障影响范围降到最低，保障电力用户的供电。此外，配电网自动化技术还可以通过对配电设备的实时监控和状态评估，及时发现和消除设备隐患，预防故障的发生，从而提高整个配电网的供电可靠性水平。综合来看，配电网自动化技术在提高供电可靠性方面具有十分突出的优势和价值。

1.2 优化配电网运行

配电网自动化技术可以显著优化配电网的运行状态。传统配电网缺乏有效的监测和控制手段，难以实现配电网运行的精细化管理和优化调度。而配电网自动化技术通过各类传感器和智能终端，可以实时采集配电网的各项运行参数，如电压、电流、功率等，为配电网优化控制提供数据支撑。在此基础上，配电网自动化技术可以利用先进的控制算法和优化模型，对配电网的无功优化、负荷平衡、网损降低等进行科学决策和自动控制，使配电网始终处于最佳运行状态。同时，配电网自动化技术还可以根据负荷预测结果，提前调整配电网运行方式，避免设备过载或低载运行，延长设备使用寿命。

1.3 降低运维成本

配电网自动化技术可以有效降低配电网的运行维护成本。传统配电网主要依靠人工开展运维工作，存在工作强度大、效率低下、成本高昂等问题。而配电网自动化技术可以通过远程监控和集中管理，大幅减少现场作业的人员需求，降低人力成本投入。同时，配电网自动化技术可以利用状态监测和故障诊断技术，准确评估设备健康状态，优化运维策略，实现状态检修向预防性检修的转变，减少设备检修频次和维护成本。此外，配电网自动化技术还可以通过配

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

电自动化终端和配电通信网络，实现业务系统的集成应用，简化业务流程，提高作业效率，从而降低运维管理成本。总的来说，配电网自动化技术在降低运维成本方面具有多方面的优势，可以为配电网运营商创造显著的经济效益。

2 配电网自动化技术存在的不足

2.1 技术标准统一性有待提高

目前，配电网自动化技术在实际应用中存在技术标准不统一的问题。由于配电网自动化涉及多个专业领域，如电力系统、自动控制、通信技术等，不同厂商和研究机构在技术路线和标准制定方面存在差异，导致配电自动化设备和系统之间的互操作性和兼容性受到影响。这不仅增加了系统集成和维护的难度，也限制了配电网自动化技术的推广应用。因此，亟需加强配电网自动化技术标准的统一性，促进不同厂商和系统之间的互联互通，推动行业的健康发展。

2.2 设备兼容性需进一步改善

配电网自动化技术的应用离不开各类设备的支撑，如智能终端、通信设备、传感器等。然而，由于配电网自动化起步较晚，加之技术标准不统一，导致不同厂商生产的设备在接口、协议等方面存在差异，兼容性有待进一步提高。这不仅影响了设备的互联互通和数据共享，也给系统的维护和升级带来困难。因此，需要加大力度开展设备兼容性测试和验证，推动厂商之间的合作和协调，提高设备的互操作性和可靠性。

2.3 网络安全性面临新的挑战

随着配电网自动化技术的不断发展和应用，网络安全问题日益凸显。配电自动化系统通过通信网络实现设备监控、数据传输和远程控制等功能，一旦网络遭受攻击或入侵，可能导致设备失控、数据泄露等严重后果，甚至影响电网的安全稳定运行。特别是在当前网络安全形势日益严峻的背景下，保障配电自动化系统的网络安全显得尤为重要。因此，需要加强网络安全防护，完善安全管理制度，提高系统的抵御网络攻击的能力，确保配电网自动化的安全可靠运行。

2.4 专业人才培养机制亟待完善

配电网自动化技术是一门复合型的交叉学科，涉及电力、自动化、通信、计算机等多个专业领域，对从业人员的知识结构和技能水平提出了较高要求。然而，当前配电网自动化领域的专业人才培养机制还不够完善，高校相关专业的课程设置和实践教学与行业需求存在一定脱节，导致人才供给与市场需求不匹配。同时，企业内部的人才培养和技能提升也有待加强。因此，需要政府、高校、企业等多方携手，加快构建产学研用相结合的人才培养机制，为配电网自动化技术的发展和应用提供有力的人才支撑。

3 配电网自动化技术的应用要点

3.1 科学设计通信架构

在设计配电自动化通信架构时，需要充分考虑配电网的地理分布、业务需求、通信距离、数据量等因素，合理选择通信方式和传输媒介。针对配电自动化的多样化业务，可采用分层分域的通信架构设计，通过配电主站层、配电区域层和配电终端层的划分，实现通信资源的合理配置和优化利用。在通信方式选择方面，可根据业务特点和传输距离，灵活采用光纤通信、无线通信、电力线载波通信等多种方式，保障通信的可靠性和实时性。同时，为了提高通信网络的可靠性和容错能力，可采用双路由、双通道等冗余备份设计，增强通信网络抵御故障的能力。考虑到配电网环境复杂多变，通信架构设计还应具备一定的灵活性和可扩展性，以适应未来配电自动化业务的发展需求。通过科学合理地设计配电自动化通信架构，可为配电网自动化各项业务的开展提供坚实高效的通信保障。

3.2 合理部署智能终端

智能终端是配电网自动化的重要组成部分，承担着数据采集、设备监控、故障判断等关键功能。合理部署智能终端是实现配电网自动化的基础和前提。在选择和部署智能终端时，需要综合考虑配电网的拓扑结构、负荷分布、自动化功能需求等因素，优化终端布点方案。针对配电自动化的测量、控制、保护等不同功能，可选用配电终端、馈线终端、故障指示器等专用智能终端，提高配电自动化的针对性和有效性。同时，还应重视智能终端的性能指标，如测量精度、采样速率、通信能力等，确保智能终端能够满足配电自动化的实际需求。在智能终端部署过程中，还需统筹考虑各类终端的协调配合和信息共享，合理设置终端参数，规范安装调试流程，保障终端与主站、终端与终端之间的可靠通信和协同互动，最大限度地发挥智能终端在配电自动化中的作用。

3.3 开发配电管理系统

配电管理系统是实现配电网自动化的关键支撑，是配电自动化各项业务的承载平台。开发一套功能完备、性能可靠、易于维护的配电管理系统，对于提高配电网自动化水平至关重要。配电管理系统的开发应遵循先进性、实用性、安全性、可扩展性等原则，采用合适的系统架构和技术路线。系统功能设计应全面覆盖配电网运行监控、故障管理、电力调度、设备管理等各个环节，实现配电业务的集中管理和智能决策。同时，系统还应具备良好的人机交互界面和数据可视化功能，方便用户对配电网运行状态的掌握和分析。考虑到配电管理系统需要与其他系统互联互通，系统接口设计应遵循开放性原则，采用标准化的接口规范和数据格式，实现与地理信息系统、客户信息系统、电网调度系统等的无缝衔接。此外，配电管理系统还应重视性能优化和安全防护，提高系统的运行效率和抗干扰性力，为配电网自动化的稳定运行提供有力保障。

3.4 实现故障快速定位与隔离

配电网故障检测和隔离是配电自动化的核心功能之

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

一，对保障配电网安全稳定运行至关重要。实现配电网故障的快速定位和隔离，需要综合应用多种技术手段。首先，要加强配电网的在线监测，通过在配电线路和设备上安装智能传感器和测控装置，实时采集电流、电压、温度等运行参数，为故障分析提供数据支撑。其次，需要研究和应用先进的故障检测算法，如基于行波原理、模式识别、人工智能等的故障判别方法，提高故障检测的速度和准确性。在故障定位方面，可利用配电自动化终端和配电通信网络，通过就地判断和主站判断相结合的方式，快速确定故障位置，缩小抢修范围。对于确定的故障区段，可通过远程控制开关和断路器，实现故障区段的快速隔离，最大限度地减小故障影响范围。同时，还应建立配电网故障信息管理系统，完善故障抢修流程，加强故障分析和预防，不断提高配电网故障处理的智能化水平。

3.5 构建自愈重构控制机制

配电网的供电可靠性是衡量配电自动化水平的重要指标。为了进一步提高配电网的供电可靠性，需要构建自愈重构控制机制。自愈重构是指在配电网发生故障时，通过自动控制技术，根据故障类型和位置，快速确定最优恢复供电方案，并通过控制开关和负荷转移等手段，自动恢复非故障区域的供电，最大限度地减少停电范围和时间。构建自愈重构控制机制，需要在配电网中布置一定数量的自动化开关，形成多电源、多联络的网络拓扑结构，提高配电网的可重构性。同时，需要研究和应用先进的网络拓扑分析和优化算法，在满足电力负荷和设备约束条件下，快速生成最优供电恢复方案。在自愈重构的执行过程中，还需要考虑负荷转移的优先级和次序，避免出现电压跌落、设备过载等问题，确保自愈重构的安全可靠。自愈重构控制机制的构建离不开配电自动化各环节的协同配合，需要充分发挥配电通信网络、智能终端、故障定位与隔离等功能的作用，形成一体化的自愈重构控制体系，全面提升配电网的供电可靠性和自恢复能力。

3.6 开展配电网潮流优化

为了实现配电网的经济运行，需要开展配电网潮流优化。配电网潮流优化是指在满足电力供需平衡和设备运行约束条件下，通过优化配电网的无功功率分布、调节变压器分接头位置、控制可调负荷等手段，实现配电网的低损耗、高效率运行，提高电能质量和经济效益。开展配电网潮流优化，首先需要建立精确的配电网潮流计算模型，考虑配电网的拓扑结构、线路参数、负荷特性等因素，掌握配电网的实时运行状态。在此基础上，需要研究和应用现代优化理论和算法，如混合整数规划、启发式搜索、多目标优化等，构建配电网潮流优化的数学模型和求解方法。同时，还需要充分利用配电自动化系统提供的实时监测数据，如电压、电流、功率等，对潮流优化模型进行实时校正和更新，提高优化结果的准确性和可靠性。在实施配电网潮流优化时，需要综合考虑优化措施的经济性和可行性，合理制定优化策略和执行方案。通过配电自动化系统的远程控制功能，可实现优化措施的自动下发和执行，提高配电网潮流优化的时效性和精细化水平。配电网潮流优化是一项长期持续的工作，需要建立完善的优化管理机制，加强优化效果的监督评估，不断总结经验和改进方法，持续提升配电网的经济运行水平。

4 结束语

配电网自动化技术作为智能电网建设的重要内容，在提高供电质量、优化电网运行、降低运维成本等方面具有重要的应用价值和广阔的发展前景。然而，当前配电网自动化技术的应用还存在着一些亟待解决的问题和挑战，需要政府、企业、高校、科研机构等各方主体加强协同创新，在关键技术攻关、标准规范制定、人才培养等方面持续发力，不断推动配电网自动化技术的应用水平迈上新台阶。

[参考文献]

[1]薛建标.自动化技术在电力系统配电网工程中的应用探讨[J].科技风,2024(3):84-86.
[2]蔡节约.电力系统中的配电网自动化技术应用[J].集成电路应用,2023,40(11):196-197.
[3]崔阳杨.电力系统配电网自动化技术的应用[J].现代工业经济和信息化,2022,12(12):149-150.
[4]孙晨.配电网自动化技术及其在电力系统中的应用[J].光源与照明,2022(6):163-165.

作者简介：王磊（1987.5—），男，毕业院校：华北电力大学，所学专业：农业电气化与自动化，单位：国网冀北供电有限公司文安县供电分公司,职务:初级综合业务员，职称：助理工程师，初级。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

光伏发电技术及光伏发电项目施工管理分析

王 洋
辽宁龙源新能源发展有限公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着我国科技的不断发展，太阳能光伏技术作为清洁能源的重要组成部分，得到了广泛的应用和推广。相较于传统的发电方法，光伏发电具有诸多优势，包括降低成本、减少环境污染、提高能源利用效率等，因而受到了社会各界的关注和重视。然而，在光伏发电工程的技术管理方面，仍然存在着一些挑战和问题，部分发电企业仍采用传统方法进行管理，导致管理质量不高，无法满足光伏发电工程的建设需求。针对这一现状，文中围绕光伏发电工程的技术进行了分析，并着重探讨了项目管理工作的相关问题。通过对光伏发电技术的理论研究和实践经验的总结，提出了一系列的解决方案和对策，旨在提升光伏发电工程技术管理工作的质量和效率。

[关键词]光伏发电技术；光伏发电项目；施工管理
DOI：10.33142/hst.v7i5.12323 中图分类号：TM615 文献标识码：A

Analysis of Photovoltaic Power Generation Technology and Construction Management of Photovoltaic Power Generation Projects

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

Abstract: With the continuous development of science and technology in China, solar photovoltaic technology, as an important component of clean energy, has been widely applied and promoted. Compared with traditional power generation methods, photovoltaic power generation has many advantages, including cost reduction, reduction of environmental pollution, and improvement of energy utilization efficiency. Therefore, it has received attention and attention from all sectors of society. However, there are still some challenges and problems in the technical management of photovoltaic power generation engineering. Some power generation enterprises still use traditional methods for management, resulting in low management quality and inability to meet the construction needs of photovoltaic power generation engineering. In response to this situation, this article analyzes the technology of photovoltaic power generation engineering and focuses on exploring the relevant issues of project management work. Through theoretical research and practical experience summary of photovoltaic power generation technology, a series of solutions and countermeasures have been proposed, aiming to improve the quality and efficiency of photovoltaic power generation engineering technology management work.
Keywords: photovoltaic power generation technology; photovoltaic power generation projects; construction management

引言

随着全球对清洁能源的需求不断增长，光伏发电技术作为一种可再生能源，正日益受到关注和重视。光伏发电技术以其环保、可持续、分布广泛等优势，在能源领域中扮演着重要角色。然而，要实现光伏发电技术的有效利用，不仅需要先进的技术支持，还需要高效的项目施工管理。光伏发电项目施工管理涉及到工程实施的方方面面，包括项目规划、设计、材料采购、施工组织、安全保障等诸多环节，而合理有效的施工管理对于保障项目顺利实施、提高发电效率、降低成本具有至关重要的意义。在光伏发电技术的快速发展和广泛应用的背景下，深入分析光伏发电技术及光伏发电项目施工管理，对于推动清洁能源发展、促进能源结构转型具有重要意义。本文旨在通过对光伏发电技术原理、特点及光伏发电项目施工管理的分析，探讨其发展现状、存在的问题以及未来发展趋势，旨在为相关领域的研究者、决策者和从业者提供有益参考，推动光伏发电技术及项目管理水平的提升，促进清洁能源产业的健康发展。

1 光伏发电项目施工管理的重要性

光伏发电项目的施工管理是确保项目顺利实施和高效运行的关键环节，具有至关重要的意义。首先，光伏发电项目的施工管理直接影响到项目的建设周期和成本控制。在一个光伏发电项目中，涉及到众多的施工工序和施工环节，如果管理不到位，可能会导致工期延误和成本超支，进而影响到项目的投资回报率。其次，施工管理的质量直接关系到光伏发电系统的安全性和稳定性。光伏发电系统一旦出现质量问题或安全隐患，不仅会对项目的运行造成影响，还可能对周围环境和人员造成损害，给社会造成不良影响。此外，良好的施工管理还能提高项目的整体质量和可靠性，减少施工过程中的问题和纠纷，保障项目的顺利交付和长期运行。因此，光伏发电项目施工管理的重要性不言而喻，需要充分重视和有效管理，以确保项目的顺利

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

实施和运行，为清洁能源的推广和利用做出积极贡献。

2 光伏发电技术

光伏发电技术是一种利用光能直接转化为电能的清洁能源技术。其基本原理是利用光伏电池将光能转化为电能，而光伏电池是一种能够将光能转化为电能的半导体器件。当光线照射到光伏电池表面时，光子能量激发了半导体材料内部的电子，使其跃迁到导电带，形成了电子-空穴对。这些电子-空穴对在半导体中的漂移导致了电流的产生，从而实现了光能到电能的转换。光伏发电技术具有诸多优点，包括清洁环保、可再生、无噪音、无污染等。与传统的化石能源相比，光伏发电不会产生二氧化碳等温室气体和其他污染物，对环境友好，有利于减缓全球气候变化和改善空气质量[1]。此外，光伏发电技术的可再生性也使其具有长期可持续发展的潜力，不受能源资源枯竭和价格波动的限制。随着技术的不断进步和成本的不断降低，光伏发电技术已经成为一种具有广泛应用前景的清洁能源技术。在全球范围内，越来越多的光伏发电项目被建设和投入运营，为实现可持续能源发展、应对气候变化和提高能源安全做出了重要贡献。

3 光伏发电项目的施工管理现状

3.1 设计工作不到位

在当前光伏发电项目的施工管理现状中，设计工作不到位是一个显著的问题。设计工作不到位意味着在项目设计阶段存在着一系列缺陷或不足，这可能包括设计方案的不完善、缺乏详细的设计图纸、对施工过程中可能遇到的问题未能充分考虑等情况。这种不到位的设计工作会直接影响到项目的施工进度和质量，可能导致施工过程中的困难和隐患。造成设计工作不到位的原因多种多样。一方面，设计人员可能缺乏足够的经验和技术水平，无法充分理解项目的需求和施工环境，从而设计出不合理或不完善的方案。另一方面，设计团队内部的沟通和协作不畅，可能导致信息传递不及时或不准确，进而影响到设计工作的质量。

3.2 设备质量管理不到位

设备质量管理不到位意味着在项目施工过程中，对于所使用的设备的质量控制不够严格或不够全面，可能存在一些潜在的质量隐患或问题。这种情况可能会直接影响到项目的施工进度、施工质量和项目运行的安全性。造成设备质量管理不到位的原因有多种。一方面，可能是在设备采购过程中，对于供应商的资质和产品质量未能进行充分的审查和评估，导致选择了质量不达标的设备。另一方面，也可能是在设备安装和使用过程中，未能严格按照规定的操作程序和要求进行操作和监控，导致设备使用不当或受到损坏。

3.3 施工技术专业水平不高

光伏发电项目的施工管理现状中，施工技术专业水平不高是一个值得关注的问题。施工技术专业水平的不高可能表现为施工人员缺乏必要的技术培训和专业知识，无法胜任项目施工工作；施工现场缺乏有效的技术指导和监督，导致施工过程中出现错误和不规范操作；施工方案和施工工艺不够科学合理，影响施工效率和工程质量[2]。造成施工技术专业水平不高的原因主要有两个方面：一是人员技术水平不足，可能是由于施工人员的教育背景和培训水平不够，或者是由于施工企业的技术管理和培训体系不健全所致；二是施工组织和管理不到位，可能是由于施工现场缺乏技术指导和管理，或者是由于施工方案和施工工艺的设计不够科学合理所致。

4 光伏发电项目的施工管理对策

4.1 加强参建单位招投标过程把控

加强参建单位招投标过程把控是改善光伏发电项目施工管理的重要对策之一。在招投标过程中，参建单位的选择直接关系到项目后期的施工质量和进度，因此必须加强对招投标过程的把控，确保选用合适的施工单位。首先，需要建立严格的招投标规则和标准，明确招标流程和要求，保证招标过程的公平、公正、透明。其次，对参与招标的施工单位进行全面评估，包括资质、业绩、信誉等方面的考核，选择具有较高技术水平和良好信誉的参建单位。同时，要重视参建单位的施工团队和管理团队，确保其具备足够的专业能力和管理水平。在招投标过程中，还需要加强对参建单位的监督和管理，确保其按照招标文件和合同要求履行相关义务，不断提升施工质量和效率。对于不符合要求或存在违约行为的参建单位，要及时采取相应的惩罚措施，保护项目利益和工程质量。

4.2 加强图纸设计与审核

在项目施工前阶段，图纸设计是确保施工质量和顺利进行的关键环节之一。因此，加强对图纸设计的管理和审核，能够有效预防施工过程中的问题，提高项目的施工效率和质量。首先，需要建立健全的图纸设计流程和审核机制，明确各个设计环节的责任和要求。在设计过程中，要充分考虑项目的实际需求和施工环境，确保设计方案科学合理、符合规范要求。同时，要加强对设计图纸的审核和评审，确保图纸的准确性和完整性，避免设计方案的缺陷和漏洞。其次，要加强与相关部门和专业人员的沟通和协作，充分利用其专业知识和经验，对设计方案进行全面评估和审查。在设计过程中，要及时跟进和解决各种技术问题和疑点，确保设计方案的科学性和可行性。同时，要加强对施工现场的技术指导和监督，确保施工过程中严格按照设计图纸的要求进行操作和施工。

4.3 保证项目策划的质量

项目策划阶段的质量直接影响到后续施工工作的顺利进行和项目的整体效益。因此，确保项目策划的质量至关重要。首先，需要在项目策划阶段充分调研和分析，确保对项目需求、地理环境、技术要求等方面有深入的了解。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

只有充分了解项目背景和要求，才能制定出科学合理的项目策划方案。其次，项目策划需要综合考虑各个方面的因素，包括技术可行性、经济效益、环境保护等，确保项目的整体目标和方向明确，能够实现预期的效益和目标。同时，项目策划需要与相关部门和专业人员充分沟通和协作，确保各项规划和方案符合相关法律法规和标准要求[3]。在策划过程中，要及时调整和优化方案，确保其能够适应项目实际情况和发展需求。最后，项目策划的质量也需要在实践中不断检验和完善，随着项目的推进和实施，及时总结经验教训，不断提升项目策划的水平和质量。

4.4 建立健全施工管理制度

施工管理制度是规范施工行为、保障施工质量、提高施工效率的重要手段，对于项目的顺利实施和运行至关重要。首先，建立施工管理制度需要明确施工管理的组织架构和职责分工，确定各个管理层级和部门的职责和权限，确保施工管理工作的科学化、规范化。同时，要明确施工管理的工作流程和操作规程，建立施工管理的各项制度和规定，包括施工计划管理、安全生产管理、质量管理、进度管理等，为施工管理提供操作指南和依据。其次，建立健全的施工管理制度需要充分考虑项目的实际情况和特点，结合项目的具体要求和需求，灵活运用各项管理手段和方法，制定适合项目的管理制度。在制定管理制度的过程中，要充分调研和分析，吸收先进的管理理念和经验，不断优化和完善管理制度，确保其能够满足项目的实际需要。最后，建立健全的施工管理制度需要加强对施工管理的监督和评估，及时发现和解决存在的问题和难点，确保管理制度的有效实施和落实。同时，要加强对施工管理人员的培训和教育，提高其管理水平和能力，保障施工管理工作的顺利进行。

4.5 加强运营成本管控

在项目实施过程中，有效控制运营成本可以提高项目的经济效益，确保项目在长期运营中的可持续发展。首先，需要对光伏发电项目的运营成本进行全面的分析和评估，明确各项成本的来源和构成。这包括人工成本、设备采购成本、能源消耗成本、维护保养成本等方面。通过对成本的详细了解，可以找出存在的问题和潜在的节约空间。其次，要建立健全的成本管控制度和管理机制，明确各项成本的控制目标和责任人，确保成本的合理预算和有效控制。这包括制定详细的成本预算计划、建立成本监控系统、加强成本核算和分析等方面。同时，要加强对成本的监督和审计，确保成本的真实性和合法性。对于存在的成本浪费和滥用行为，要及时采取相应的措施予以纠正，确保项目的经济效益和资金利用效率。

4.6 施工现场的灵活处理

光伏发电项目的施工管理对策中，施工现场的灵活处理至关重要。施工现场是项目实施的核心区域，也是各种意外情况和挑战的最前线。在施工现场，可能会出现诸如天气突变、设备故障、人员调整等各种不可预测的情况，这些情况可能会对项目的进度、质量和安全产生直接影响。因此，施工管理团队必须具备灵活处理问题的能力。首先，要有及时响应的能力。当出现意外情况时，管理团队应该能够迅速做出反应，调整施工计划和流程，以最小的损失应对突发情况，保证施工进度不受影响[4]。其次，灵活处理施工现场还需要与供应商和承包商之间建立良好的合作关系。及时沟通并与相关方合作，协调物资供应和人员调配，确保施工现场所需资源的及时供给，以保证施工的顺利进行。此外，施工现场的灵活处理还需注重安全和质量。在调整施工方案时，务必考虑到安全因素，并采取必要的安全措施，确保施工过程中人员和设备的安全。同时，保持对施工质量的严格控制，不因灵活处理而牺牲质量标准，确保项目的建设质量符合要求。

5 结语

光伏发电技术及光伏发电项目施工管理是当前能源领域的热门话题，也是推动清洁能源发展的重要组成部分。通过本文对光伏发电技术及项目施工管理的分析，我们可以清晰地了解到光伏发电技术的优势和特点，以及项目施工管理中存在的问题和挑战。在光伏发电技术的快速发展和广泛应用背景下，加强对光伏发电项目施工管理的研究和探讨，对于促进清洁能源产业的发展、推动能源结构转型具有重要意义。在未来的发展中，我们应该进一步深化对光伏发电技术的研究，不断提升技术水平，推动光伏发电技术的创新和应用。同时，也需要加强对光伏发电项目施工管理的规范和标准化，提高管理水平，确保项目的顺利实施和运行。通过科技创新和管理优化，我们将能够更好地发挥光伏发电技术在清洁能源领域的作用，为构建美好的生态环境和实现可持续发展做出积极贡献。

[参考文献]

[1]陈晋发.光伏发电项目施工管理分析[J].光源与照明,2022(10):110-112.
[2]黄德水.光伏发电技术及光伏发电项目施工管理分析[J].光源与照明,2022(5):128-130.
[3]甄平利.光伏发电工程的技术分析与项目管理研究[J].南方农机,2020,51(2):204-220.
[4]李家杰.光伏发电工程的技术分析与项目管理研究[J].城市建设理论研究(电子版),2018(19):44.

作者简介：王洋（1982.6—），毕业院校：沈阳化工大学，所学专业：电子信息科学与技术，当前就职单位：辽宁龙源新能源发展有限公司，职务：一级运检员，职称级别：助理工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

变电站土建设计要点及优化策略探讨

吴义军
宁夏先科电力设计咨询有限公司，宁夏 银川 750001

[摘要]随着我国经济的迅速发展和城市建设的加速推进，对电力的需求日益增长。在电力基础设施建设中，变电站作为供电的主要来源和电力工程的重要组成部分，扮演着至关重要的角色。然而，近年来我国变电站土建技术的提升并不明显，这直接影响着供电的情况和人们生活的稳定。因此，提升变电站土建技术水平需要从土建工作者自身入手，重视建设工作，端正工作态度，优化建设策略。文中旨在探讨如何提高我国变电站土建技术水平，以满足日益增长的电力需求，保障供电的可靠性和稳定性。

[关键词]变电站；土建设计；设计要点；优化策略
DOI：10.33142/hst.v7i5.12317 中图分类号：TU3 文献标识码：A

Discussion on Key Points and Optimization Strategy of Substation Civil Engineering Design

WU Yijun
Ningxia Xianke Electric Power Design Consulting Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750001, China

Abstract: With the rapid development of Chinese economy and the acceleration of urban construction, the demand for electricity is increasing day by day. In the construction of power infrastructure, substations play a crucial role as the main source of power supply and an important component of power engineering. However, in recent years, the improvement of substation civil engineering technology in China has not been significant, which directly affects the power supply situation and people's stability. Therefore, improving the level of substation civil engineering technology needs to start from the civil engineering workers themselves, pay attention to construction work, correct work attitudes, and optimize construction strategies. This article aims to explore how to improve the level of substation civil engineering technology in China to meet the growing demand for electricity, ensure the reliability and stability of power supply.

Keywords: substation; civil engineering design; design points; optimization strategy

引言

随着电力行业的不断发展和电力需求的增长，变电站作为电力系统的重要组成部分，其土建设计的质量对电网运行的安全性和可靠性起着至关重要的作用。本文旨在深入探讨变电站土建设计的要点以及优化策略，从而提高变电站的建设质量和运行效率。变电站的土建设计不仅仅涉及到建筑物本身的结构设计和建造，还需要兼顾变电设备的布置、安全防护、环境保护等多个方面。通过对变电站土建设计要点的分析，结合优化策略的讨论，本文将为变电站的设计与建设提供可行的方案和建议，以满足电力系统的需求，确保电力供应的可靠性和稳定性。

1 变电站土建设计的重要性

变电站土建设计在电力工程中扮演着至关重要的角色。作为电力系统的核心设施之一，变电站不仅承载着输电线路的交接、配电、调节和保护功能，同时也对电力系统的安全、稳定和可靠运行起着关键作用。因此，变电站的土建设计不仅仅是建筑物本身的设计，更是涉及到设备布置、地基工程、排水系统、消防安全等方方面面的综合考虑。良好的土建设计可以有效提升变电站的运行效率、降低运行成本，并且在防灾减灾、保障供电安全等方面具有重要意义。同时，随着电力系统的不断发展和改进，变电站土建设计也需要不断地进行优化和创新，以适应新技术、新设备的应用和电力系统的变化，确保变电站的安全、稳定和可靠运行。

2 变电站土建设计要点

2.1 变电站土建设计前期准备阶段

2.1.1 前期选址

在变电站土建设计的前期准备阶段，选址是一个至关重要的环节。选址的合理与否直接影响到变电站的后续建设和运行效果。在进行选址时，需要考虑多方面因素，包括地质地形情况、周边环境、供电范围、交通便利性等。首先，地质地形情况要求选址地点地基承载能力强、地下水位较低、地震、泥石流等自然灾害风险低，以确保变电站的稳定性和安全性。其次，周边环境要求避免选址在人口密集区、环保敏感区等地，以减少对周边环境和居民生活的影响。再次，供电范围要求选址位置能够覆盖所需供电范围，避免因输电线路距离过远而造成供电损耗增加。最后，交通便利性要求选址地点交通便利，便于设备运输和维护，同时也便于应急情况下的人员和物资调配。

2.1.2 可行性研究

在变电站土建设计的前期准备阶段，进行可行性研究

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

是至关重要的步骤。可行性研究旨在评估变电站项目的可行性，确定项目是否值得投资和开展。在进行可行性研究时，需要对项目进行全面的技术、经济、社会和环境等方面的分析和评估。首先，从技术上考虑，需要评估项目的技术可行性，包括变电站的设计方案、技术方案的可行性以及所需设备的可获得性等。其次，从经济上考虑，需要进行成本估算和收益预测，评估项目的投资回报率和经济效益。再次，从社会和环境方面考虑，需要评估项目对周边社区和环境的影响，确保项目的可持续发展和社会责任[1]。在进行可行性研究时，需要综合考虑各种因素，做出科学合理的决策，为后续的工程建设提供可靠的基础和保障。只有通过全面的可行性研究，才能够确保变电站项目的顺利实施和长期稳定运行，为电力系统的安全可靠运行提供保障。

2.2 初步设计阶段

在变电站土建设计的初步设计阶段，需要进行全面的规划和设计，以确立变电站的整体布局和基本结构。在这个阶段，设计团队通常会根据前期准备阶段的可行性研究结果，结合变电站的实际需求和要求，制定出初步设计方案。这个阶段的主要工作包括以下几个方面：首先，需要确定变电站的总体布局。这涉及到变电站的建筑布局、主要设备的摆放位置、主要道路和通道的设置等。通过合理规划变电站的布局，可以最大限度地利用场地空间，提高工作效率，确保变电站各功能区域之间的协调和便捷的交通。其次，需要进行土建结构的初步设计。这包括变电站主体建筑物的结构设计、地基基础的设计、建筑材料的选择等。通过合理设计土建结构，可以确保变电站建筑物的稳固性和耐久性，以应对各种自然和人为因素的影响。同时，还需要考虑到变电站的环境保护和安全方面。这包括对环境影响的评估和控制、对施工安全的考虑、对工作人员的安全保障等。

2.3 施工图设计阶段

在变电站土建设计的施工图设计阶段，需要将初步设计方案细化为具体的施工图纸，并考虑到施工过程中的各种细节和实际情况。在这个阶段，设计团队将深入研究初步设计方案，进一步完善和优化设计方案，以确保施工图的准确性、可行性和实用性。首先，需要进行土建结构的详细设计。这包括建筑物的各个部位的结构设计、地基基础的设计、墙体、柱子、梁等结构构件的尺寸和材料的确定等。通过精确的结构设计，可以确保变电站建筑物的稳固性和安全性，在施工过程中减少误差和问题的发生。其次，需要进行各种设备和管线的布置设计。这涉及到变电站内各种设备的摆放位置、管道的布置路径、电缆的敷设方式等。通过合理的布置设计，可以最大限度地节约空间，确保各个设备之间的协调配合和便捷维护[2]。同时，需要考虑到施工过程中的安全和环保问题。这包括对施工现场的安全防护措施、施工过程中的环境保护措施等。通过在设计阶段考虑到这些因素，可以有效预防事故的发生，保障施工人员的安全和周围环境的保护。

3 变电站土建设计优化策略

3.1 变电站站址方案的对比与选用

在变电站土建设计的优化阶段，站址方案的对比与选用是一个至关重要的步骤。选址方案的选择直接影响着变电站的建设成本、运营效率和周围环境的影响。在进行站址方案对比时，首先需要综合考虑多种因素，包括但不限于以下几点：首先，需要考虑到变电站的周边环境和地质地形情况。选择合适的站址可以最大程度地减少变电站对周围环境的影响，例如避免选址在环保敏感区、人口密集区等地，减少对周边居民的干扰。其次，需要考虑到变电站的供电范围和输电线路的距离。选择靠近供电范围的站址可以减少输电线路的长度，降低供电损耗和输电成本，提高电力系统的运行效率。再次，需要考虑到变电站的交通便利性。选择交通便利的站址可以方便设备的运输和维护，减少施工和运营过程中的交通压力，提高工作效率。最后，还需要考虑到变电站的土地成本和用地限制。选择土地成本较低、用地限制较少的站址可以降低项目的建设成本，提高投资回报率。

3.2 变电站主要建构方案的设计与优化

在变电站土建设计的优化阶段，主要建构方案的设计与优化至关重要。这涉及到变电站建筑物的整体结构和布局，直接影响着变电站的运行效率、安全性和可维护性。在设计与优化主要建构方案时，需要考虑以下几个方面：首先，需要充分考虑变电站的功能需求和运行要求。根据变电站的具体功能和运行需求，设计出合适的建筑结构和布局方案，确保各个功能区域之间的协调配合和便捷运作。其次，需要考虑到变电站的地理环境和地形条件。根据变电站所处地区的地理特点和地形条件，设计出适应当地环境的建构方案，最大程度地减少对周围环境的影响，提高变电站的稳定性和安全性。再次，需要考虑到变电站的扩展性和可持续性。设计建构方案时，需要预留足够的空间和资源，以便将来根据需要进行扩建和改造，确保变电站的可持续发展和长期运营。另外，还需要考虑到施工和维护的便利性。设计建构方案时，需要考虑到施工过程中的施工顺序、工艺流程和设备摆放位置等因素，以及后期设备维护和检修的便捷性，提高施工效率和运维效率。

3.3 变电站站区排水及消防系统方案设计与优化

在变电站土建设计的优化过程中，站区排水及消防系统方案的设计与优化是至关重要的一环。这一方面关系到变电站建筑物本身的安全性和可靠性，另一方面也关系到周围环境的保护和管理。在设计与优化站区排水及消防系统方案时，需要综合考虑以下几个方面：首先，需要考虑站区的地形和排水情况。根据站区的地形特点和地势高低，设计合理的排水系统，确保站区内的雨水能够迅速有效地排除，避免因积水导致的安全隐患。其次，需要考虑到变电站建筑物的布局和结构。根据建筑物的布局和结构特点，设计合适的消防系统，包括消防水源、消防水管网、消防水泵等，确保能够及时有效地应对火灾等突发事件，保障

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

站区内人员和设备的安全[3]。再次，需要考虑到消防设施的布置和配置。合理布置消防设施，包括灭火器、消防栓、喷淋系统等，保证消防设施的覆盖范围和作用效果，提高应对火灾的能力和效率。另外，还需要考虑到消防系统的自动化和智能化程度。借助先进的技术手段，如火灾报警系统、智能灭火系统等，提高消防系统的响应速度和准确性，降低人为操作的依赖性，确保站区的消防安全。

3.4 屋外构支架的设计与优化

屋外构支架承担着支撑变电站设备和输电线路的重要任务，其设计和优化直接关系到变电站的安全性、稳定性和运行效率。在设计与优化屋外构支架时，需要综合考虑以下几个方面：首先，需要考虑屋外构支架的结构类型和材料选择。根据变电站的具体情况和要求，选择合适的支架结构类型，如钢结构支架、混凝土支架等，并合理选择支架的材料，确保支架具有足够的承载能力和抗风、抗震性能。其次，需要考虑屋外构支架的布置和布局。根据变电站的用地情况和建筑物的布局，设计合理的支架布置方案，确保支架的布置符合工程要求，不影响变电站的正常运行，并且能够充分利用空间，提高土地利用率。再次，需要考虑屋外构支架的施工工艺和工程质量。在设计支架时，考虑到施工的便捷性和安全性，合理设计支架的结构和连接方式，确保支架的施工质量和工程安全，防止因支架施工质量不合格而引发安全事故。另外，还需要考虑屋外构支架的维护和管理。设计支架时，考虑到支架的维护和管理便利性，设计合理的维护通道和检修设施，确保支架的长期稳定运行，延长支架的使用寿命，降低运维成本。

3.5 围墙、电缆沟的设计与优化

围墙和电缆沟不仅是变电站安全运行的重要组成部分，还直接关系到变电站的安全防护和设备保护。因此，在设计和优化围墙、电缆沟时，需要综合考虑以下几个方面：首先，需要考虑围墙的材料和结构。围墙的选材应符合防护要求，通常采用混凝土、钢筋混凝土或砖石等材料。在设计围墙结构时，要保证围墙具有足够的强度和稳定性，能够承受外部压力和冲击，有效防止非法入侵和外部干扰。其次，需要考虑围墙的高度和长度。围墙的高度应根据变电站的具体情况和安全要求确定，一般应能有效遮挡变电站内部的设备和设施，并确保站区内外的安全防护。同时，围墙的长度和布局应合理规划，确保围墙能够覆盖变电站的全部范围，并保持与周围环境的协调性。再次，需要考虑电缆沟的设计和布置。电缆沟是用于安装电力线路和通信线路的地下通道，其设计应充分考虑电缆的敷设需求和维护要求。在设计电缆沟时，需要考虑到电缆的安全敷设、排水排污和维护检修等因素，确保电缆的正常运行和设备的安全使用。

3.6 暖通系统的设计与优化

暖通系统包括供暖、通风、空调等设施，对于变电站内部设备的正常运行和工作人员的舒适度都有着重要影响。在设计和优化暖通系统时，需要综合考虑以下几个方面：首先，需要考虑变电站的特殊环境要求。变电站作为一个特殊的工业场所，其内部环境可能会受到高温、湿度、尘埃等因素的影响。因此，在设计暖通系统时，需要根据变电站的具体情况，选择适合的供暖、通风、空调设备，确保能够满足变电站内部环境的要求。其次，需要考虑变电站内部设备的散热和温度控制需求。变电站内部设备的运行通常会产生大量的热量，而且部分设备对温度和湿度有着严格的要求。因此，在设计暖通系统时，需要合理规划供暖设备的布置位置和热量分配，确保能够有效地控制变电站内部的温度和湿度，保障设备的正常运行。再次，需要考虑变电站内部人员的舒适度和安全性。变电站的工作人员通常需要长时间在变电站内部工作，因此，设计暖通系统时，需要考虑到工作人员的舒适度和健康安全[4]。合理设计通风和空调系统，确保变电站内部空气清新、流通良好，避免因空气污染或温度过高而影响工作人员的健康和工作效率。另外，还需要考虑暖通系统的能源消耗和节能性能。随着能源资源的日益紧缺和环境保护意识的提高，设计暖通系统时，需要采用节能环保的设备和技术，降低能源消耗，减少对环境的影响。

4 结语

在变电站土建设计的探讨中，我们深入分析了其要点和优化策略，意在提高变电站建设质量和运行效率。变电站作为电力系统的关键组成部分，其土建设计直接关系到电力供应的可靠性和稳定性。通过对选址、可行性研究、初步设计和施工图设计等阶段的重点关注，我们可以确保变电站的基础设施稳固、设备布置合理、安全防护有效，从而提高供电系统的运行水平。同时，针对变电站土建设计的优化策略，我们探讨了站址方案的对比与选用、主要建构方案的设计与优化、站区排水及消防系统方案设计与优化等方面，以期为变电站的设计与建设提供更加科学和合理的方案。然而，要想实现变电站土建设计的优化，需要多方合作，包括土建设计人员、电力工程师、环境保护专家等，共同努力，不断提高技术水平，创新设计理念，以适应我国电力发展的需求。相信通过持续的努力和不断的改进，我国的变电站土建设计将迎来更加美好的发展前景，为电力系统的安全运行和城市建设的可持续发展做出更大的贡献。

[参考文献]

[1]伍书吟,吕天舒.变电站土建设计要点及优化策略探究[J].中国设备工程,2019(4):84-85.
[2]李鹏.变电站土建设计要点及优化策略研究[J].中国新技术新产品,2016(15):125-126.
[3]史新锋,巨鹏炜.关于变电站土建设计要点及优化策略探析[J].建材与装饰,2015(47):214-215.
[4]陈昕.变电站土建设计要点及优化措施探讨[J].电子元器件与信息技术,2023,7(7):226-229.

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，就职单位：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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水利工程管理养护工作存在的问题及解决办法

王广林
吉林省梅河口市海龙水库管理中心，吉林 梅河 135000

[摘要]水利工程管理养护工作的质量直接影响着水利工程的安全性、可靠性和使用年限。然而，目前存在诸多问题，如基础设施老化、经费不足、管理水平有限和制度不完善等。针对这些问题，文章提出可增加资金投入、提升管理人员技术水平以及完善管理制度等措施，以期保障水利工程的安全稳定运行，促进国民经济和社会发展。
[关键词]水利工程；管理养护；问题；解决办法
DOI：10.33142/hst.v7i5.12313 中图分类号：TV5 文献标识码：A

Problems and Solutions in the Management and Maintenance of Water Conservancy Projects

WANG Guanglin
Jilin Meihekou Hailong Reservoir Management Center, Meihe, Jilin, 135000, China

Abstract: The quality of water conservancy project management and maintenance directly affects the safety, reliability, and service life of water conservancy projects. However, there are currently many problems, such as aging infrastructure, insufficient funds, limited management level, and imperfect systems. In response to these problems, the article proposes measures such as increasing capital investment, improving the technical level of management personnel, and improving management systems to ensure the safe and stable operation of water conservancy projects and promote national economic and social development.
Keywords: water conservancy engineering; management and maintenance; problems; solutions

引言

水利工程作为重要的基础设施，在国民经济和社会发展中发挥着不可替代的作用，不仅为人们提供了生活、生产和生态环境所需的水资源，还承担着防洪排涝、供水灌溉、发电等重要功能[1]。然而，随着水利工程的不断建设和使用，其管理养护工作也变得日益重要，水利工程管理养护工作是指对水利工程进行定期检修、维护和保养，以确保其安全、稳定、高效运行的一系列活动。良好的管理养护工作可以延长水利工程的使用年限，保障其长期有效运行，节约资源，降低更新改造成本，从而为国家经济建设提供稳定的水资源保障。此外，水利工程的稳定运行还直接关系到国家的生态环境和可持续发展，可以保障生态环境的稳定，维护生态平衡，促进可持续发展。基于此，本文通过提出增加资金投入、提升管理人员技术水平以及完善管理制度等措施来解决水利工程管理养护工作中的问题，以此来推动水利工程管理养护工作迈向新发展阶段。

1 做好水利工程管理养护工作的重要性

1.1 延长水利工程的使用年限

水利工程的使用年限与管理养护工作密切相关，其重要性不可忽视。良好的管理养护工作可以延长水利工程的使用年限，随着时间的推移和环境的影响，水利工程可能会出现各种问题，如设备老化、结构损坏、堵塞等。定期的检修、维护和保养可以及时发现并解决这些问题，防止小问题演变成大故障，从而延长水利工程的寿命，充分发挥其效益。同时，水利工程建设投入巨大，一旦出现大修或更换设备的情况，将需要耗费大量的资金和人力物力，通过做好管理养护工作，可以延缓水利工程的老化速度，减少维修更换的频率，节约维护成本，降低更新改造的经济压力，为国家节约资源和财政支出，实现资源的可持续利用。此外，若水利工程提前老化或损坏，将严重影响水资源的调控和利用，导致灌溉供水不足、洪涝灾害频发等问题，进而影响农业生产、生态平衡和社会稳定。

1.2 保障水利工程的安全使用

水利工程的安全直接关系到人民生命财产安全[2]。作为重要的基础设施，水利工程如果出现安全事故或故障，导致洪水灾害、水源污染、设施损坏等严重后果，威胁着周围居民和社会公众的生命财产安全，需要定期维护保养可以及时发现和排除水利工程中存在的潜在安全隐患，并采取有效措施进行修复和加固，防止其演变成严重的安全事故，保障水利工程的安全稳定运行。此外，保障水利工程的安全使用还可以确保水资源的有效利用和生态环境的保护。水利工程是调节和利用水资源的重要手段，对于维护生态平衡、保护生态环境具有重要意义，如果水利工程出现安全隐患或故障，可能导致水资源的浪费和污染，影响生态系统的平衡和稳定，加剧生态环境的恶化。因此，保障水利工程的安全使用，不仅可以保障人民生命财产安全，还可以保护生态环境，促进可持续发展。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.3 降低水利工程的经济损失

良好的管理养护工作可以预防和减少由于设施损坏或故障而导致的经济损失。水利工程作为重要的基础设施，一旦发生故障或损坏，引发洪水、漏水、供水中断等问题，导致农田受灾、城市供水中断、工厂停工等严重后果，给社会经济带来巨大损失，通过定期的检修、维护和保养，可以预防和减少这些问题的发生，降低经济损失的发生概率。水利工程是调节和利用水资源的重要手段，对于农田灌溉、城市供水、工业生产等方面具有重要作用，水利工程出现故障或供水中断，将严重影响相关行业的正常生产和生活秩序，降低水资源的利用效率和经济效益，做好管理养护工作，保障水利工程的安全稳定运行，可以提高水资源的利用效率，增加经济效益，为国家经济发展做出更大贡献。

2 目前水利工程管理养护工作存在的问题

2.1 水利工程基础设施老化问题严重

水利工程基础设施老化问题严重程度对于水资源利用、防洪减灾、生态环境保护等方面产生深远影响。首先，长期使用导致设施结构老化。许多水利工程设施如水坝、堤坝、闸门等，经过多年的运行和承受水流的冲击，其结构出现裂缝、变形、腐蚀等现象，严重影响其正常功能和稳定性，尤其是年代较久远的水利工程，由于当时的设计和施工水平有限，更易出现老化。其次，材料和技术的老化加速了水利工程基础设施的老化进程。部分水利工程在建设时采用了较早期的材料和技术，长期的使用过程中受到环境、水质等因素的影响而加速老化，导致设施的使用寿命大大缩短。最后，一些地区由于资金、技术、人力等方面的限制，未能及时进行水利工程的管理养护工作，导致设施老化问题得不到及时发现和修复，缺乏有效的管理养护机制和专业团队，使得一些水利工程设施的管理和维护工作落后于实际需求，进一步加剧基础设施老化的情况。

2.2 水利工程管理养护经费不足

首先，水利工程管理养护经费不足影响了水利设施的正常维护和保养。水利工程作为基础设施，长期处于水流、气候等外界环境的影响之下，需要定期进行检修、维护和保养，以确保其安全稳定运行。然而，由于经费不足，许多地区无法保证水利工程的及时维护，导致设施老化加剧、故障频发，甚至出现安全隐患，给人民生命财产造成潜在威胁。其次，水利工程管理养护经费不足影响了应急灾害防控的能力。设施得不到及时的维护和保养，其防灾能力将大大降低，特别是面对自然灾害频发或者突发事件时，缺乏足够的管理养护经费将无法保障水利工程的有效运行，增加了灾害发生的风险和损失。最后，水利工程管理养护经费不足影响了水资源的有效利用和节约。由于经费不足，导致一些水利工程设施无法得到及时更新改造或者进行技术升级，无法实现对水资源的有效利用和节约，从而限制了水资源的可持续发展。

2.3 水利工程管理养护的能力水平有限

首先，缺乏专业技术人才。水利工程管理养护需要具备一定的专业知识和技术能力，包括工程设计、施工管理、设备维护等多个方面。然而，由于水利工程管理养护领域的专业性较强，要求工作人员具备较高的技术水平和专业知识，但是实际上很多地方存在着水利工程管理人才缺乏的问题，难以招聘到合格的技术人才。其次，管理机构和体制不够完善。一些地区的管理机构和体制存在不够完善的情况，各部门之间信息共享不畅、协作不够密切，导致管理工作效率低下、责任不清晰等问题，影响了水利工程管理养护的能力水平。最后，随着科技的不断发展，出现了许多新的管理手段和技术装备，如远程监控、智能检测等，可以提高水利工程管理的效率和水平。然而，由于一些地区技术装备和管理手段的更新换代速度较慢，导致在管理养护方面存在滞后性，难以满足当前水利工程管理的需要。

2.4 没有完善的水利工程管理养护制度

缺乏完善的水利工程管理养护制度严重制约了水利工程的安全运行和可持续发展[3]。首先，缺乏统一的管理标准和规范。由于水利工程管理养护涉及的领域广泛，包括工程设计、施工管理、设备维护等多个方面，需要建立统一的管理标准和规范。然而，目前很多地区的水利工程管理存在着标准不统一、规范不完善的情况，导致管理工作的效率和质量无法得到有效保障。其次，缺乏健全的管理机制和运行机制。水利工程管理养护需要形成科学合理的管理机制和运行机制，包括管理责任的明确、管理程序的规范、管理流程的畅通等方面。由于部分地区管理机构和体制不够健全，存在管理责任不清、工作流程不畅、信息传递不及时等问题，导致管理工作难以有效开展。最后，缺乏科学合理的经费保障机制。水利工程管理养护需要投入大量的资金，但是由于经费来源不明、分配不公等原因，经费保障机制不够完善，无法满足管理工作的需要，从而影响了管理工作的开展和效果。

3 完善水利工程管理养护工作的有效措施

3.1 加强水利工程基础设施更新改造

加强水利工程基础设施的更新改造是完善水利工程管理养护工作的重要举措，对于提升水利工程的安全性、稳定性和可持续性具有重要作用[4]。首先，通过更新改造水利工程基础设施，提升其技术性能和抗灾能力。随着科技的不断进步，出现了许多新的材料和技术，可以有效提高水利工程的抗震、抗洪、抗旱等能力，提高其在极端天气和自然灾害发生时的安全性和稳定性。其次，更新改造可延长水利工程的使用寿命，减少设施老化带来的安全隐患。水利工程经过多年的运行和承受水流的冲击，其结构和设备可能出现磨损、腐蚀、变形等问题，影响其正常功

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

能和稳定性，通过更新改造，可修复和加固已有的设施，延长其使用寿命，减少维修和更换的频率，降低管理养护的成本。最后，更新改造可提升水利工程的智能化水平，实现远程监控、自动化控制等功能，提高管理效率和响应速度。通过安装传感器、监测设备等，可以实时监测水利工程的运行状态和环境变化，及时发现和处理问题，提高管理养护的精准性和及时性。

3.2 增加管理养护资金

第一，充足的资金投入可保障水利工程的及时维护和保养，确保设施处于良好状态。水利工程长期受到水流、气候等自然环境的影响，易出现磨损、腐蚀、老化等问题，缺乏足够的资金进行维护，将会导致设施功能下降，甚至出现安全隐患。第二，增加管理养护资金可提升水利工程的抗灾能力和应急响应能力。灾害频发时，充足的资金可用于抢修和应急处置，及时恢复水利设施的功能，降低灾害带来的损失。同时，增加资金还可以用于更新改造水利设施，提升其抗灾能力，减少灾害发生的可能性。第三，充足的资金投入可促进水利工程管理技术的创新和发展，推动管理养护工作向智能化、信息化方向发展。通过引进先进的管理技术和设备，提高管理效率和水平，降低管理成本，实现管理养护工作的可持续发展。

3.3 提升相关工作人员的专业管理养护技术

提升相关工作人员的专业管理养护技术是完善水利工程管理养护工作的关键举措[5]。其一，通过提升工作人员的专业技术水平，可有效提高水利工程管理养护的质量和效率。水利工程管理涉及多个专业领域，包括工程设计、施工管理、设备维护等，要求工作人员具备一定的专业知识和技术能力。通过加强培训和学习，提升工作人员的专业技术水平，使其能够熟练掌握管理养护技术和方法，提高工作的专业化水平。其二，提升工作人员的专业技术水平可增强其应对突发事件和紧急情况的能力。在水利工程管理过程中，可能会出现各种突发情况，如洪涝、干旱、设备故障等，需要工作人员能够迅速应对并采取有效措施，保障水利工程的安全运行，通过提升专业技术水平，工作人员可以更加熟练地运用各种管理养护技术和方法，有效解决问题，降低损失。其三，提升工作人员的专业技术水平还可以促进管理经验和技术的交流与分享，推动管理养护工作的持续改进和创新。水利工程管理涉及的领域广泛，各地区、各单位存在不同的管理经验和技术方法，通过加强交流与合作，借鉴他人的成功经验，促进管理养护工作的不断提升和创新。

3.4 完善水利工程管理养护制度

一是建立健全的管理体系和运行机制。建立健全的管理体系，可以明确各级管理机构和管理人员的职责和权限，确保管理工作的高效运行。其二，建立科学合理的管理标准和规范。制定统一的管理标准、规范管理流程、规范管理行为等方面，通过建立科学合理的管理标准和规范，提高管理工作的规范性和科学性，确保管理工作的质量和效率。其三，建立有效的监督和评估机制。这包括加强对管理工作的监督、建立绩效评估体系、开展定期评估等方面。通过建立有效的监督和评估机制，可以及时发现和解决存在的问题，提高管理工作的透明度和效率。其四加强对管理人员的培训和培养。这包括提供专业技术培训、组织管理经验交流、建立人才培养机制等方面，通过加强对管理人员的培训和培养，可以提高其管理水平和专业能力，确保管理工作的持续改进和提升。

5 结束语

水利工程管理养护工作的完善对于保障水利工程的安全稳定运行和社会经济的可持续发展具有重要意义。只有通过加大资金投入、提升技术水平和健全制度规范等措施，才能够更好地解决当前存在的问题，推动水利工程管理养护工作迈向新的发展阶段。

[参考文献]

[1]李良.水利工程管理养护工作存在的问题及解决办法[J].水上安全,2024(3):172-174.
[2]刘宏东.水利工程管理养护工作存在的问题及解决办法[J]. 城市建设理论研究(电子版),2023(8):137-139.
[3]卜祥禹,马建强.论水利工程管理及养护问题[J].绿色环保建材,2020(5):223-226.
[4]李冰.提高水利工程管理养护工作[J]. 建材与装饰,2020(6):292-293.
[5]郭慧敏.加强水利工程管理养护工作的措施浅析[J].南方农业,2019,13(32):180-181.

作者简介：王广林（1972.6—），本科，所学专业：水利水电工程，民族：汉族，目前就职于：吉林省梅河口市海龙水库管理中心。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈江南泵站出江管道工程深基坑施工技术

徐申飞
中国水利水电第十一工程局有限公司，河南 郑州 450000

[摘要]文中旨在对江汉出江管道工程深基坑专项施工方案进行分析，以保障施工安全。该工程位于武汉市江岸区，主要建设15台雨水泵的出水压力管道和2台尾水泵的压力管道，水道全长约4.5公里，最大埋深15米，需设置翻堤压力管道穿过武金堤。此外还包括440米长的双孔自排箱涵，基坑深度8.5-15米。地质条件复杂，存在不同层次的冲积层和粉砂岩，地下水位高，易产生渗水问题。通过科学的监测与分段施工方法，可以及时掌握施工情况，一旦发现问题及时修正，从而最大限度保障施工安全并减小对周边环境的影响。

[关键词]深基坑开挖；专项施工；出江管道工程
DOI：10.33142/hst.v7i5.12312　　中图分类号：TU7　　文献标识码：A

Brief Discussion on the Construction Technology of Deep Foundation Pit for the Jiangnan Pumping Station Outflow Pipeline Project

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

Abstract: The purpose of this article is to analyze the special construction plan for the deep foundation pit of the Jianghan River outlet pipeline project, in order to ensure construction safety. The project is located in Jiang'an District, Wuhan City, mainly constructing pressure pipelines for 15 rainwater pumps and 2 tail water pumps. The total length of the waterway is about 4.5 kilometers, with a maximum burial depth of 15 meters. It is necessary to set up a pressure pipeline for turning over the embankment to pass through the Wujin Embankment. In addition, it includes a 440 meter long double hole self draining box culvert with a foundation pit depth of 8.5-15 meters. The geological conditions are complex, with different levels of alluvial layers and siltstones, and the groundwater level is high, which can easily lead to water seepage problems. Through scientific monitoring and segmented construction methods, the construction situation can be grasped in a timely manner. Once problems are discovered, they can be corrected in a timely manner, thereby maximizing construction safety and reducing the impact on the surrounding environment.

Keywords: deep foundation pit excavation; special construction; river outlet pipeline engineering

1 工程概况

巡司河第二出江泵站（江南泵站）是汤逊湖水系的重要排涝设施之一。本工程主要涉及15台雨水泵的出水压力管道和 2 台尾水泵的压力管道。出水压力管道采用D2220mm压力钢管，翻过武金堤后扩径至D2800mm压力管，水道全长约4.5km，最大埋深达15m。管道路线设计考虑了地形、土质条件，设置翻堤压力管道穿过翻过武金堤，管道自排箱涵下穿堤体采用了较高的埋深，以保证不影响堤体安全。管道采用压力钢管，具有抗压强度高、结构稳定的优点，适合长距离输水。尾水泵采用D2020mm压力钢管，设计成“驼峰”状翻过武金堤，“驼峰”埋设较浅。管道采用变径连接，实现顺畅过渡。管道终点均设置了拍门阀门，可以控制尾水泵的出水倒灌。此外，工程还涉及自排箱涵的施工。自排箱涵采用2-BH=5.0×2.5m双孔箱涵，全长440m，基坑开挖深度8.5～15m，为了保证施工安全，设置了1∶2～1∶3的开挖坡度。基坑底部采用水泥土桩加固，其他段采用喷射混凝土护面。若遇高地下水位，还设计了降水井进行降水排涝。

2 工程地质条件

江汉出江管道工程位于武汉市江岸区，武金堤两侧。武金堤内外侧地形高差大，最大达13.48m，需要设计翻堤压力管道穿过武金堤。场地自上至下分为7层不同岩土：表层为填土；下为第四系冲积层，含黏土、砂砾等；中间一层更新统冲积层含碎石土、黏土层；基岩为泥质粉砂岩。各层性质不同，易风化。地表水主要为菜地浇水沟渠和厂区低洼处滞留水，水量小，受降水影响；最大勘探深度53m范围内，地下水类型有上层滞水、孔隙承压水和基岩裂隙水。地下水位高，可能产生渗水流失问题，增加施工难度。工程位于武汉市区，长江和汉水对地下水动态影响显著。长江横贯工程位置，水文条件复杂。市区内众多湖泊也可能影响周边建设。此外，管道两侧为菜地和居民区，需要控制施工污染和噪音影响。部分管段还需考虑周边厂区设施影响。

3 工程难点

本工程地质条件复杂，主要难点如下：

（1）地质条件复杂。场地内除表层填土外，下层为

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

各种冲积层，含黏土、砂砾等，层次不清晰，易发生滑坡。基岩为泥质粉砂岩，风化程度高。

（2）需要翻越武金堤。武金堤内外高差大，最大达13.48m。管道和自排箱涵需要在武金堤上设计上升和下降段，增加工程难度。

（3）地下水条件不利。场区最大勘探深度53米范围内存在三种类型地下水，地下水位高，施工时易产生渗水流失问题。

（4）自排箱涵基坑开挖难度大。基坑开挖面积大，部分段基坑深度超过15米，需要进行深基坑开挖和支护，难度大。

（5）施工受周边设施影响。周边有居民区和厂区，需要控制施工对周围的影响。部分管段还需考虑周边设施布置。

4 深基坑开挖主要施工要点分析

本工程本着保证大堤安全度汛的原则，以大堤为重点先行开挖。利用长江水降到历年最低时期，对自排箱涵出口和明渠出口进行围堰施工，以隔离水源，为后续堤身开挖提供便利条件。然后，结合基坑深度不同，采取分段同步施工的方式。先从基坑较浅的4.17m流道段开挖，及时回填，再同时开挖基坑深8.515.5m的堤身段。三个深基坑分段同步进行，一边开挖一边回填，利用好每一次开挖机会，节省时间，保证大堤修复质量和安全度汛标准。以有效安排开挖顺序和资源，最大限度缩短工期，满足地方部门恢复使用的要求。

4.1 桩基施工

4.1.1 水泥搅桩施工

水泥土搅拌桩施工是桩基工程的重要内容，直接影响结构的安全性能。施工前需要进行水泥土搅拌桩的试桩，测试土层的复合承载力和桩身强度，以确定施工参数。试桩数量不少于9根，且土层承载力应满足设计要求。水泥土搅拌桩采用深层混凝土搅拌桩机进行钻进搅拌施工。首先准确放样确定每根桩的位置，然后将搅拌桩机就位对中，保证导向架垂直度误差在1%以内。搅拌桩施工采用“钻进+提升”方式。钻头下钻时同时从顶部喷入预先混合好的水泥浆，将土体固化成为水泥土混合体，下钻速度控制在0.5～0.8m/min。完成设计桩长后，钻头改为提升，继续从顶部喷浆，使整根桩形成一体化的水泥土混合体，提升速度控制在0.8m/min以下。整个搅拌桩施工过程必须保证水泥浆的连续供给，不允许中断。完成一根桩后，移动桩机定位下一根桩，以此类推完成所有桩基的施工。

4.1.2 堤顶高压旋喷桩防渗墙施工

本项目大堤防采用高压旋喷桩技术建设渗墙，以有效防止渗流对堤体的影响。施工前需要进行试桩，测试土层性质和桩身强度，确定施工参数如桩径、桩距、水泥浆配比等。施工时，首先准确测量定位每根桩的位置，然后将三重管高压旋喷桩机就位对中。施工采用“高压旋喷”方式。先将预混好的水泥浆送入三重管内，然后打开高压泵和空压机，将水泥浆以2.0～3.0MPa的压力通过喷嘴射入土体，同时三重管以5～15cm/min的速度旋转和提升。水泥浆将土体破碎并充实，形成一体化的水泥固结体。整个施工过程必须保证水泥浆的连续供给，不允许中断。施工质量直接影响渗墙的防渗效果。需要严格按参数控制注浆压力和流量，注浆过程中监测冒浆量以确保质量。施工结束后需要彻底清理设备，以防水泥浆残留影响下次施工。

4.1.3 三轴搅拌桩防渗墙施工

本项目采用三轴水泥土搅拌桩技术，沿自排箱涵两侧布设直径0.85m的三轴搅拌桩，形成一道防渗墙，以解决排水涵周围地下水渗透问题。三轴搅拌桩是一种新型的地基防渗技术。它利用三根搅拌叶片，实现土体的切割、搅拌和水泥浆的充填，形成一体化的水泥土混合体。本项目三轴搅拌桩采用P42.5级水泥，开挖坡面以上为空搅，下面为实搅，分别掺入不同浓度的水泥，以达到不同的防渗效果。 施工过程采用“钻-搅-浆”一体化工艺。先准确定位每根桩位，然后将搅拌桩机就位对中，启动下钻同时进行水泥浆的注入，内外三个叶片旋转搅拌，实现土体的切割与浆液充填。整个施工过程严格控制参数，如下钻速度、搅拌时间、浆液质量等，确保形成一体化的水泥土体。完成一根桩后，清洗设备移到下一桩位继续施工。整条防渗墙需要全长范围内进行复搅，以确保质量。

4.2 土方开挖与支护

4.2.1 翻堤流道土方开挖

土方开挖顺序是：测量放线→土方开挖→边坡挂网喷锚支护→基础处理→基坑排水→垫层混凝土。翻堤流道为驼峰式设计，翻堤段投影长度61.9m，堤内水平段长度46.15m，开挖采用由高向低分层进行，堤顶开挖可直接利用现状道路运输，1.2m^{3}挖机装载，堤内斜坡段开挖，利用下基坑道路，在边坡开口破口修路进入基坑，反铲爬坡到顶，自上而下进行退挖，堤内水平段开挖相对简单，按要求2m一层进行开挖，下基坑道路分层修坡，采用两台反铲接力的方式将道路部分挖出基坑。开挖示意图如下所示：

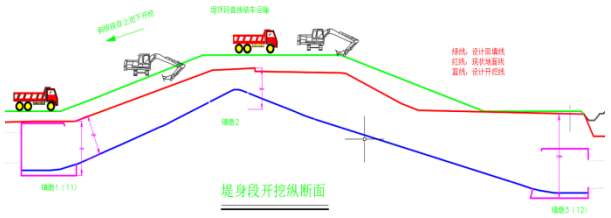


图1 开挖示意图

出水池及堤内水平段开挖，出水池基坑较深，6.7m左右，修筑下横向基坑道路，坡度8%，路面铺垫50cm再生料，局部地方铺设钢板，保证出渣道路通畅。开挖的顺序是由中间向边坡推进的方式，最后的出渣道路及两侧边

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

坡部分区域，采用反铲接力的方式进行。

4.2.2 自排箱涵堤身开挖与边坡支护

在自排箱涵的中间位置，向两侧修筑下基坑道路，坡度设计 8%，同时两个工作面进行开挖，堤身段，作为重点开挖部位，保证每天的强度达到工期的要求。堤身侧可满足 5 仓砼的施工。下基坑道路形成后，分层开挖，每层厚度不超过 2m，每挖一层，进行喷锚支护一层，边坡开挖用反铲进行削坡，用水平尺控制坡面平整度，严禁超挖。

详见开挖断面图：

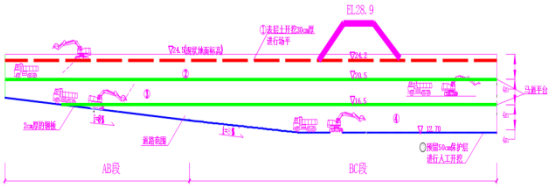


图 2 自排箱涵开挖断面图

4.2.3 边坡支护

本项目边坡支护工程将采取分层开挖施工，每 4m 高度设置 2m 宽的中平台，有利于暴露部位短期支护和防止边坡松散落下。中平台两侧设置 20cm 宽 20cm 高的截水沟，可以有效防止大面积雨水冲刷边坡。开挖时使用 1.2m^3 的反铲机，必须有质检人员现场监督控制好边坡坡度，严禁超挖以保证边坡稳定。设置好中平台后，将钢筋网挂在边坡上，钢筋网规格为直径 6.5mm@150mm×150mm，网间距 2 米。钢筋网与深入土层 1m 的锚杆通过焊接相连形成整体结构。初喷混凝土 3cm 后再铺设好钢筋网，然后进行复喷，形成 100mm 厚的 C20 混凝土护面。喷射接头采斜交叠方式，长度大于喷射厚度 2 倍，有利于结合紧密。喷射砼将采用“湿喷法”施工，通过试验确定的配合比和工艺指标，以保证强度和质量。完成支护后进行 7 日的水养护。整个边坡支护工程将采取分层开挖+中平台+钢筋网钉+混凝土护面+严格质量控制的方法，以保证边坡稳定性和安全性。

4.2.4 降排水施工

本项目基坑降排水工程将采取明沟排水和降水井抽水两种方式进行。明沟排水主要是在基坑周围设置永久明沟和集水井，用于截取外围地表水，同时在基坑开挖过程中根据开挖面下降布置内部排水明沟，以排除施工废水。降水井抽水是重点内容，主要在大堤外围和箱涵基坑内布设管井，井径为 550mm，管径 250mm，管长 24m，滤水管有效长度 8～9m，设计单井出水量不小于 50m^3/h，井间距控制在 15m 以内。为了确保设计参数，将进行钻孔实验井并开展抽水试验，优化设计方案。降水井施工将严格按工艺流程开展，包括井位定位、埋设护管、钻进清孔、下井管、填砂等步骤。抽水试运行后进行正式运行，并与基坑开挖进行协同。运行过程中将实行 24 小时值守，记录水位变化并观察异常。基坑开挖结束后将对管井进行封堵处理，确保不会对下游造成影响。

4.3 土方回填

本项目土方回填工程将进行严格的碾压试验，以确定最佳的回填施工参数。首先，将在拟定的试验区进行不同厚度（20cm、25cm、30cm）和不同碾压遍数（4、6、8 遍）的碾压试验，观察不同条件下的沉降率、干密度和孔隙率，找出最优值。试验将使用与实际施工相同的振动碾进行。在试验前，监理工程师将审核并批准试验计划。现场将进行平整处理，保证基础密实度均匀。试验区铺设不同厚度的回填土后，将采用喷雾器控制土的含水率，进行静态和动态碾压。取样测试将包括沉降率、干容重和孔隙率三项指标，以评估不同条件下的压实效果。整个试验过程将严格控制各项参数，如土质、含水率，保证试验结果的可靠性。每组试验将连续进行，避免土含水发生变化。所有操作人员将保持固定，并及时记录与整理试验数据，分析成败原因，为后续试验提供依据。

本项目土方回填工程首先是施工准备，包括基础清理、测量放样等准备工作。然后进行土料运输、卸料、铺料，采用推土机平整土面。接着是重要的碾压步骤。将使用 16 吨的凸块振动碾进行碾压，保证每层土实效度达到设计要求。碾压设备类型、参数将参考填筑试验结果确定。对局部小面积，将使用手扶振动碾进行薄层碾压。整个碾压过程将严格控制速度和层厚，以保证质量。填筑过程中，还将采取多项措施应对不同情况，如雨天将设置排水设施防止积水，土含水率高时将进行翻晒处理。同时，将对接缝进行留台法和骑缝碾压处理，以保证填筑质量。

5 基坑监测

5.1 监测点布置

本项目为了实时和全面监测江南泵站基坑开挖对周边堤防的影响，采取了系统和细致的监测点布置措施。具体来说，首先在新建江南泵站可能影响范围内的武金堤上，选择 4 个代表性的监测断面，分别位于堤防桩号 50+900、51+015、51+123 和 51+198 位置。每个监测断面再均匀布置 5 个监测点，分别对应堤外脚、堤顶外肩、堤顶内肩、堤内脚以及泵房基坑和堤防之间的位置，共计 20 个监测点。其次，在堤内离堤脚 200～300m 范围内，选择 1 组工作基点作为控制点，采用 2 根混凝土柱加普通水准标石的形式，确保基点坐落在未被开挖影响的稳定土体上。最后，每一个监测点均开挖一个 50cm×50cm×80cm 深的坑位，使用 C20 混凝土浇筑基座，埋设不锈钢标芯并标注编号和年月，作为长期稳定的监测点基础。

5.2 监测内容和方法

首先是巡视检查。这是监测最直观的手段。日常巡视检查频率为每天一次，汛期或异常情况增加检查次数，且每天应至少检查一次。检查人员经验丰富，相对固定。检查项目包括堤体各部位是否有裂缝、渗水渗漏等异常现象。一旦发现问题，立即上报分析处理。此外，还将组织专人对可能发生危险的部位进行持续监视，必要时还会组织专

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

项检查。其次是安全监测。根据工程影响范围，选择泵房中轴线两侧 200m 内和从堤内至堤外脚作为监测范围。在这个范围内设置 4 个监测断面，对堤体进行水位、沉陷和水平位移监测。监测频次为施工期每天两次，以观察变化情况。监测采用精密水准仪和全站仪进行量测。水准仪用于监测各个部位的沉陷量，全站仪用于监测水平位移。通过设置科学的监测内容和合理的监测方法，如巡视检查、安全监测等，可以及时掌握堤防各个部位的变形情况，一旦发现安全隐患，立即上报处理，从而保障基坑施工期间和完工后堤防的安全运行。

6 结束语

出江管道工程深基坑施工方案设计科学合理，各项措施周到，有利于保证工程质量和施工安全。但是，在实际施工过程中还存在一定隐患和不确定性。总体来说，该工程施工难度大，存在一定风险，需要在实际施工中结合实际情况，灵活调整措施，严格控制各项因素，全面加强安全管理，才能保证项目顺利完成。

[参考文献]

[1]何成生.深基坑施工若干问题探讨[J].科学技术创新,2024(5):142-145.
[2]曾里.深基坑支护的变形效应及专项施工方案[J].科技创新与应用,2023,13(24):91-93.
[3]高萌.袁桥泵站深基坑开挖专项施工方案分析[J].河南水利与南水北调,2020,49(12):47-48.
[4]朱明轩.大型深基坑支护体系及专项施工研究[D].长安:长安大学,2020.
[5]代金龙.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理[J].科学技术创新,2020(18):116-117.
[6]陈亮.建筑工程深基坑支护施工技术研究[J].河南建材,2020(5):57-58.

作者简介：徐申飞（1981.12—），毕业院校：华北水利水电大学，所学专业：水利水电工程，当前就职单位：中国水利水电第十一工程局有限公司，职务：项目经理，职称级别：高级工程师，研究方向：水利水电工程施工。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

风电工程风机基础大体积混凝土施工与质量控制措施

朱亚彬
辽宁龙源新能源发展有限公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]在当今全球能源转型的大背景下，风电作为清洁能源的重要组成部分，正逐渐成为各国能源结构调整的重要选择之一。在风电项目中，风机基础的建设质量直接关系到整个风机系统的安全稳定运行，针对风机基础的大体积混凝土施工，其施工质量控制显得尤为重要。随着风电工程规模的不断扩大和技术的不断提升，如何有效地进行风机基础施工，确保其质量和可靠性，成为了当前风电行业亟需解决的重要问题。文中探讨风机基础施工过程中的关键环节和质量控制措施，从设计、施工到监测和应急处理等多个方面进行全面分析，为提高风机基础的施工质量和效率提供理论指导和实践经验。
[关键词]风电工程风机基础；大体积混凝土施工；质量控制
DOI：10.33142/hst.v7i5.12322 中图分类号：TV544.9 文献标识码：A

Construction and Quality Control Measures of Large Volume Concrete for Wind Turbine Foundation in Wind Power Engineering

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

Abstract: In the context of today's global energy transformation, wind power, as an important component of clean energy, is gradually becoming one of the important choices for energy structure adjustment in various countries. In wind power projects, the construction quality of wind turbine foundation is directly related to the safe and stable operation of the entire wind turbine system. For the construction of large volume concrete for wind turbine foundation, construction quality control is particularly important. With the continuous expansion of wind power engineering scale and the continuous improvement of technology, how to effectively carry out wind turbine foundation construction, ensure its quality and reliability, has become an important problem that needs to be solved in the current wind power industry. This article explores the key links and quality control measures in the construction process of wind turbine foundation, from design, construction to monitoring and emergency response, etc. Conduct a comprehensive analysis to provide theoretical guidance and practical experience for improving the construction quality and efficiency of wind turbine foundation.
Keywords: wind power engineering wind turbine foundation; large volume concrete construction; quality control

引言

随着全球对清洁能源的需求不断增长和环境保护意识的提高，风电作为一种可再生能源形式，得到了广泛的关注和推广，特别是在一些具有丰富风资源的地区，风电已成为主要的能源供应方式之一。然而，风电工程的成功与否不仅仅取决于风力资源的丰富程度，还在于工程施工质量的优劣，在风电项目中，风机基础的建设是整个风机系统的基础，其质量直接关系到风机的稳定性、安全性和可靠性。随着风电工程规模的不断扩大和技术的不断进步，风机基础的施工质量控制变得尤为重要，而针对大体积混凝土的施工，其质量控制更显复杂和关键。因此，加强对风机基础施工质量控制的研究和实践，对于保障风电工程的安全稳定运行，推动清洁能源的可持续发展具有重要意义。

1 对于大体积混凝土施工质量控制的必要性

1.1 风电工程风机基础的重要性

风电工程中的风机基础作为支撑整个风机系统的基础结构，承担着巨大的静载荷和动载荷，来自于风机本身的重量以及在风力作用下的振动力。因此，风机基础必须具备足够的强度和稳定性，能够抵御各种外部环境因素的影响，如强风、地震等。合理的设计能够降低风机的振动响应，减少能量损耗，提高发电效率；而优质的施工则能够确保基础的均匀性和紧密度，减少裂缝和变形的产生，延长基础的使用寿命。总之，风机基础的重要性不仅体现在对风机本身结构的支撑，更关乎到整个风电项目的安全可靠性和经济效益。

1.2 大体积混凝土施工存在的质量问题

大体积混凝土施工在风电工程中温度控制不当会导致混凝土过早硬化或者过快升温，从而引发裂缝和强度降低的问题；混凝土配合比不合适导致混凝土的坍落度、强度等性能不达标，增加了混凝土开裂和变形的风险；振捣不均匀或者不到位会造成混凝土内部空洞、夹渣等质量缺陷，影响混凝土的力学性能和耐久性；施工现场管理不到位，比如杂物掺入、施工工艺不规范等也导致混凝土质量问题[1]。这些质量问题如果得不到有效控制和解决，将会直接影响到风机基础的稳定性和承载能力，进而影响到整个风电项目的安全运行和可靠性。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.3 质量控制对项目安全与可靠性的重要性

有效的质量控制可以确保风机基础的结构稳定性和承载能力符合设计要求，通过控制混凝土的配合比、振捣质量以及施工工艺等关键环节，可以有效预防混凝土裂缝、空洞等质量问题的出现，提高基础的抗压强度和耐久性，从而保障了风机在各种复杂环境条件下的安全运行。合格的风机基础不仅可以降低维护频率和费用，还可以延长风机的使用寿命，减少意外停机和损坏造成的损失，提高项目的经济效益和可靠性；质量控制还能够提高项目的整体品质和声誉，通过确保风机基础的质量，可以增强项目的公信力和市场竞争力，为项目的长期发展奠定良好的基础。因此，质量控制在风电工程项目中扮演着至关重要的角色，是确保项目安全、可靠运行的重要保障措施。

2 风电工程风机基础的具体施工要点

2.1 设计风机基础

设计风机基础需要确定风机基础的类型，包括浅基础（如筏板基础、扩展基础）或深基础（如桩基础），以及选择合适的基础形式，如圆形、方形等。根据风机的重量、高度和风力等级，确定基础的尺寸和强度，需要进行充分的结构计算和分析，确保基础能够承受来自风机的静载荷和动载荷，同时考虑地基承载能力和稳定性等因素。设计还需要考虑基础与风机塔架之间的连接方式，确保连接牢固可靠。在设计过程中，还需要充分考虑风机基础的抗风性能，采取合适的防风措施，以确保在恶劣天气条件下基础的安全稳定。总之，设计风机基础需要全面考虑多种因素，包括荷载特性、地质条件、环境因素等，以确保基础结构的安全性、稳定性和可靠性。

2.2 浇筑混凝土

在风电工程中，浇筑混凝土是构建风机基础的关键步骤之一，其质量直接影响到基础的稳定性和耐久性。在浇筑混凝土之前，需要确保施工现场的清洁和整齐，清除杂物、泥土和水等，要检查和调整模板，确保模板的尺寸和平整度符合设计要求，以保证浇筑出的混凝土结构完整。混凝土配合比需要根据设计要求和现场环境进行合理调配，确保混凝土的强度、耐久性和抗裂性等性能满足要求，在配制混凝土的过程中，需要控制水灰比、水泥用量和掺合料比例等关键参数，以保证混凝土的质量稳定性和施工性能。在浇筑过程中，需要控制浇筑速度和坡度，确保混凝土在模板内均匀流动，并采取适当的振捣措施，排除混凝土中的气泡和空隙，提高混凝土的密实度和强度[2]。混凝土在初凝和硬化过程中需要进行湿养护，保持适当的湿度和温度，以促进混凝土的强度发展和抗裂性能，还需要定期检查和维护混凝土结构，及时修补和处理裂缝，确保混凝土结构的完整性和稳定性。

2.3 振捣混凝土

在进行振捣混凝土之前，施工人员首先需要确保混凝土的配合比、材料比例和水灰比等参数符合设计要求，并保持施工现场的清洁和整洁。在振捣混凝土之前，施工人员需要合理安排振捣设备的摆放位置和振捣顺序，确保混凝土得到均匀振实。通常采用振动棒或振动板等专业设备进行振捣，施工人员应熟练掌握设备的操作技巧，确保振捣效果良好。在进行振捣过程中，应避免振动时间过长或过短，以免造成混凝土的分层或振捣不均匀的问题。还需要注意振捣混凝土的过程中，尽量避免混凝土表面的泛水现象，以免影响混凝土的质量，确保振捣设备的震动力和频率适当，达到最佳的振捣效果。在振捣结束后，应及时对振捣后的混凝土表面进行修整和养护，保持其光滑度和平整度。

3 施工质量控制的具体措施

3.1 适当调整钢筋配置以提高基础强度

在设计风机基础时，钢筋配置方案应该根据实际工程需求和地质条件进行合理设计。设计师需要充分了解风机基础所需承载的荷载特性，包括静载荷和动载荷，根据荷载特性，确定合适的钢筋类型、直径和布置方式，以确保钢筋能够充分发挥承载作用。在调整钢筋配置时，需要考虑基础的受力情况和结构形式。例如，对于较大荷载和复杂地质条件的风机基础，可以增加钢筋的数量和直径，增强基础的抗弯和抗剪能力，钢筋的布置应尽量均匀，避免集中布置或者局部缺乏钢筋的情况，以提高基础的整体性能。根据风机基础的具体形式和结构要求，调整钢筋的连接方式和节点处理，确保钢筋的连接牢固可靠，能够有效传递荷载，并与混凝土充分黏结，形成良好的整体结构。在施工过程中，施工人员需要严格按照设计要求进行钢筋的安装和连接，确保钢筋配置的准确性和可靠性。通过适当调整钢筋配置，可以有效提高风机基础的强度和稳定性，确保其能够承受各种外部荷载和环境影响，保障风机的安全运行和长期稳定性。

3.2 有效控制材料裂缝的方法与技术

在风电工程中，混凝土裂缝对基础结构的稳定性和耐久性产生负面影响，因此需要采取一系列方法和技术进行控制。在混凝土配合比设计阶段通过调整水灰比、控制混凝土的黏度和流动性，可以有效减少混凝土收缩率，降低裂缝的产生概率，采用适当的掺合料（如膨胀剂、纤维增强剂等）也可以改善混凝土的抗裂性能，减少裂缝的扩展[3]。高温和快速升温是混凝土裂缝的主要原因之一，因此需要采取遮阳、覆盖等措施，控制混凝土表面的温度；在冷却季节，应加强保温措施，防止混凝土过快降温导致收缩裂缝的产生。

合理安排振捣设备的摆放位置和振捣顺序，确保混凝土内部的空气和气泡得到有效排除，降低裂缝的形成风险。养护过程中，保持混凝土表面湿润、避免温度变化剧烈，有助于减缓混凝土的收缩速率，降低裂缝的产生概率。实施严格的质量监控和检查，定期对风机基础进行检测和评估，及时发现和修复混凝土表面的微裂缝，防止其扩展成

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

为大裂缝，保障基础结构的完整性和稳定性。总之，通过合理设计配合比、控制温度变化、保证振捣质量、及时养护和严格监控，可以有效控制混凝土裂缝的产生，提高风机基础的质量和性能稳定性，确保其安全可靠运行。

3.3 基础混凝土养护的关键步骤与注意事项

基础混凝土养护是确保混凝土强度和耐久性的关键步骤，也是保障风机基础质量的重要环节。在夏季高温时，应采取遮阳遮雨等措施，防止混凝土表面温度过高，导致混凝土收缩裂缝的产生；在冬季低温时，应采取保温措施，防止混凝土过快降温，影响水化反应的进行。可以采用喷水、覆盖湿布等方式进行湿养护，确保混凝土表面保持一定的湿润度，湿养护有助于促进混凝土的水化反应，提高混凝土的强度和密实性。混凝土养护时间为 7 至 14 天，具体时间取决于混凝土配合比、环境温度和湿度等因素，在养护期间，应定期检查混凝土表面的湿润程度和养护效果，及时调整养护措施，确保混凝土充分水化和强度的提高。需要注意的是，在养护期间应避免在混凝土表面行走或施加外力，以免损坏混凝土表面和影响养护效果。同时，施工现场应保持清洁，避免杂物掺入混凝土中，影响混凝土的质量和强度。总之，基础混凝土养护的关键步骤包括及时养护、保持湿润、控制温度、调整养护时间和注意施工现场环境等。

3.4 实施定期质量检查与监测措施

定期的质量检查和监测可以及时发现潜在问题，采取有效措施加以解决，从而保障基础结构的安全可靠运行。定期质量检查应包括对风机基础结构、钢筋连接、混凝土表面等方面的全面检查，通过目视检查和测量检测，及时发现并记录下存在的问题和隐患。可以采用传感器和监测设备进行数据采集和分析，通过定期对监测数据的分析和比对，及时发现基础结构的变形和异常情况，做出相应的调整和处理。通常情况下，可以采用季度或半年度为周期进行一次全面检查和监测，对风机基础的质量和性能进行评估和分析。在特殊情况下，如强风天气、地震等自然灾害发生后，也需要立即进行检查和监测，确保基础的安全性和稳定性。针对不同类型的问题，可以采取加固措施、修补措施等进行处理，确保基础结构的完整性和稳定性。同时，还应加强对施工人员的培训和管理，提高其质量意识和技术水平，减少质量问题的发生。总之，实施定期质量检查与监测措施是确保风机基础质量和性能稳定的重要手段。通过全面的检查和监测，可以及时发现问题、解决隐患，确保基础结构的安全可靠运行。

3.5 意外事件应对与应急措施

在风电工程中，对于意外事件的应对与应急措施至关重要，这有助于最大程度地减少潜在的损失并保障人员安全。建立完善的应急预案，详尽覆盖各种发生的意外事件，如自然灾害、人员伤害、设备故障等，并明确每一种情况下的应急处理流程、责任人和联系方式。针对不同的意外事件，应急预案需要细化具体的应对措施和紧急联系方式，以便在事件发生时迅速、有效地进行应对。对施工人员进行充分的培训与演练，向施工人员介绍应急预案的内容和应对措施，并进行相关技能培训，如急救技能、安全逃生等，通过定期的演练活动，让施工人员熟悉应急处理程序，提高应对突发事件的应变能力和执行力。定期进行安全检查和隐患排查，通过对施工现场、设备设施等的定期检查，及时发现并处理存在的安全隐患，预防意外事件的发生[4]。此外，安排专业的安全监测人员对施工过程进行监控，并确保相关安全设备和紧急救援措施的有效性，进一步提高安全性。在意外事件发生时，应立即启动应急预案，并按照预先制定的程序和流程进行紧急处置。及时报警并通知相关人员，组织施工人员进行安全撤离，并采取有效措施防止事态扩大。同时，对受伤人员进行紧急救护，并配合相关部门进行事故调查和处理，以防止类似意外事件再次发生。总之，建立完善的应急预案、加强施工人员培训、定期进行安全检查和隐患排查，以及在意外事件发生时迅速有效地应对和处置，是保障风电工程安全的重要措施。

4 结语

在风电工程中，风机基础的施工质量直接关系到项目的安全性、可靠性和长期运行效益。通过本文的介绍，我们深入探讨了风机基础施工中的关键环节和质量控制措施，包括设计、混凝土浇筑、钢筋配置、材料裂缝控制、养护以及定期检查和应急处理等方面。在风机基础的设计与施工中，需要充分考虑各种因素，确保基础结构的稳固性和耐久性。同时，加强质量控制和监测，及时发现和解决问题，是保障工程质量的重要保证。在未来的风电工程实践中，我们将进一步深化对风机基础施工质量控制的研究与实践，不断提升项目的安全性、可靠性和经济效益，为推动风电行业的发展贡献我们的力量。

[参考文献]

[1]刘刚伟.山地风电基础土岩组合稳定性与施工技术研究[J].中国新技术新产品,2023(7):86-88.
[2]贾文虎,徐群杰.海上风电设施防腐蚀技术研究进展[J].发电技术,2023,44(5):703-711.
[3]郭良泉.泉州市廉政教育基地工程大体积混凝土质量控制要点探析[J].中国建筑金属结构,2022(12):88-90.
[4]张斯铭.风电工程风机基础大体积混凝土施工要点与质量管理措施分析[J].工程技术研究,2023,8(7):149-151.

作者简介：朱亚彬（1985.4—），毕业院校：沈阳工业大学，所学专业：机械设计制造及其自动化，当前就职单位：辽宁龙源新能源发展有限公司，职务：专责，职称级别：助理工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

城市路灯系统工程安装与日常维护技术要领分析

彭晨东
广西桂林市城市照明管理处，广西 桂林 541004

[摘要]城市路灯系统是城市建设中不可或缺的基础设施，对于保障城市交通安全、美化城市环境具有重要意义。文章旨在分析城市路灯系统工程的安装技术与日常维护技术要领，以提高路灯系统的运行效率和使用寿命。
[关键词]城市路灯；安装技术；维护技术；运行效率
DOI：10.33142/hst.v7i5.12328 中图分类号：U41 文献标识码：A

Analysis of Technical Essentials for Installation and Daily Maintenance of Urban Street Light System Engineering

PENG Chendong
Guangxi Guilin Urban Lighting Management Office, Guilin, Guangxi, 541004, China

Abstract: Urban street light system is an indispensable infrastructure in urban construction, which is of great significance for ensuring urban traffic safety and beautifying the urban environment. This article aims to analyze the installation technology and daily maintenance technology of urban street light system engineering, in order to improve the operational efficiency and service life of the street light system.
Keywords: urban street light; installation technology; maintenance technology; operating efficiency

引言

随着我国城市化进程的加快，城市基础设施建设的需求日益增长。城市路灯系统作为城市道路的重要组成部分，其安装与维护技术直接关系到城市照明质量和运行安全。因此，研究城市路灯系统工程安装与日常维护技术具有重要的现实意义。

1 城市路灯系统工程安装与日常维护的重要性

城市路灯系统工程安装是确保路灯系统安全、稳定运行的基础。在安装过程中，需要严格按照设计要求和技术规范进行，确保各类设备、设施的质量和性能达标。只有安装质量得到保障，路灯系统的运行才能得到有效保障。合理的安装工艺和质量控制可以提高路灯系统的使用寿命。例如，选择合适的灯具、电缆、开关等设备，以及采取有效的防腐蚀、防磨损措施，都可以延长路灯系统的使用寿命，降低后期维修成本[1]。

2 城市路灯系统安装技术要领

2.1 设计阶段

在城市路灯系统的安装过程中，设计阶段需要对路灯的布局、数量、类型、高度以及照明范围等诸多因素进行深入研究和全面考虑，以确保路灯系统的运行效率和使用经济性。布局的合理性直接影响到路灯系统的实用性，布局的确定需要综合考虑道路的宽度、长度、交通状况、行人流量等因素。路灯的数量，并非越多越好，而是要根据实际需求进行精确计算。过多的路灯不仅会增加成本，而且可能导致照明效果过剩，浪费资源；相反，如果路灯数量过少，可能会导致照明不足，影响道路安全。不同类型的路灯具有不同的照明效果和适用场景。例如，LED 路灯具有节能、寿命长、照明效果好等优点，适用于城市的主要道路；而太阳能路灯则更适合于郊区或乡村的道路，因为它具有环保、节能、安装简便等特点[2]。路灯的高度也是一个重要的参数，因此需要根据道路的宽度、路灯的类型以及照明范围的需求来确定。过高或过低的高度都可能影响到照明效果，甚至可能会带来安全隐患。最后，照明范围不仅影响到道路的照明效果，也直接关系到路灯的经济性。因此，在设计路灯的照明范围时，需要充分考虑道路的宽度、长度、交通状况等因素，力求实现最佳的照明效果。总的来说，城市路灯系统的设计阶段是一项复杂而重要的工作。只有充分考虑了路灯的布局、数量、类型、高度和照明范围等因素，才能确保路灯系统的合理性和经济性，为我们的城市带来安全、舒适的照明环境。

2.2 选址与定位

路灯的安装位置选取尤为关键，直接影响到路灯的照射范围、光照强度以及使用寿命。因此，需要遵循一定的原则来确定路灯的安装位置。“三点一线”的原则是在安装路灯时最为常用的方法，该原则指的是在同一道路上，选取三个连续的点，使得这三个点呈一条直线。这条直线就是我们要安装路灯的位置。这种方法能够确保路灯的照射范围均匀，光照强度充足，从而达到最佳的照明效果。同时，这也避免了因安装位置不当导致的资源浪费和安全隐患。在选取路灯安装位置时，施工人员需要充分考虑道

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

路的宽度、长度以及路灯的类型。对于宽度较大的道路，需要安装间距较大的路灯，以确保道路的每一个角落都能被照亮；而对于长度较长的道路，则需要考虑安装一定数量的路灯，以保证光照的连续性。此外，路灯的类型也是一个重要的因素。不同类型的路灯具有不同的光照范围和亮度，因此在安装时需要根据实际需求进行选择。在遵循“三点一线”原则的同时，还需要注意路灯安装的高度。一般来说，路灯的安装高度应在道路宽度的一定比例范围内，这个比例可以根据实际情况进行调整，但通常情况下，安装高度应在 4-6 米之间，既能保证路灯的照射范围，又能避免对市民的生活造成光污染。除了以上几点，高质量的路灯不仅可以使用寿命长，还能在很大程度上减少故障率和维护成本。因此，在选购路灯时，要选择具有良好品质和可靠信誉的品牌。同时，还要定期对路灯进行维护和检修，确保其正常运行[3]。

2.3 基础施工

在路灯基础施工过程中，严格按照设计要求进行施工，确保基础的稳固性和安全性，是施工人员首要考虑的问题。路灯基础施工的第一步是场地勘察。施工人员需要对施工现场进行详细勘察，了解地质条件、地下管线、周边环境等因素，以便制定合理的基础施工方案。在勘察过程中，应与设计单位、业主单位进行充分沟通，确保施工方案的可行性和科学性。其次是基础施工的准备工作。主要包括施工图纸的审查、施工材料的准备、施工设备的检查等。施工图纸应明确标注路灯的位置、型号、高度等参数，为施工提供依据。施工材料如钢筋、水泥、砂等，应符合国家相关标准，保证质量。施工设备如钻机、挖掘机、吊车等，应确保正常运行，以保证施工进度和安全性。在基础施工过程中，应严格按照施工图纸和相关规范进行。首先进行挖土作业，挖出一定深度的基础坑。接着进行钢筋混凝土基础的浇筑，确保基础的稳固性。在浇筑过程中，要注意控制混凝土的配合比、浇筑速度和养护时间，以保证基础的质量。基础施工完毕后，应进行验收，合格后方可进行路灯安装。路灯安装前，应进行设备检查和安装方案审查。确保路灯设备的完好无损，对照施工图纸检查路灯型号、数量、位置等是否与设计要求一致。在安装过程中，施工人员应严格按照安装方案进行，确保路灯安装的准确性和安全性。安装完成后，进行调试和验收，确保路灯的正常使用。

2.4 路灯安装

为了确保路灯杆身垂直、平稳，灯具安装牢固，接线正确，需要在安装过程中精细操作，严谨对待。同时，路灯的高度、角度和照明范围的调整影响道路照明的效果和质量。安装时，应采用专业的工具和方法，严格按照操作规程进行。对于路灯杆身的安装位置，需要进行精确的测量和定位，以确保其在道路上的布局合理，满足照明需求。其次在安装过程中，应确保灯具与路灯杆身的连接牢固，不易松动。同时，灯具的性能和质量也应得到保证以确保其在使用寿命内正常工作。接线质量的好坏关系到电路的通畅和安全，在接线过程中，应严格按照电气规范进行，确保接线牢固、无遗漏。同时，接线处的绝缘处理也要做好，以防短路和触电等安全隐患。在确保以上三点的基础上，还需要对路灯的高度、角度和照明范围进行调整。这三个因素直接影响到道路照明的效果。路灯高度的调整要根据道路的宽度、交通状况等因素来确定，使其既能照亮道路，又不会对周边环境造成影响。路灯角度的调整要考虑道路的走向和地形，使其能覆盖到道路的每一个角落，减少照明盲区。此外，照明范围的调整也很重要。通过调整路灯的照明范围，我们可以使照明效果更加均匀，提高道路的安全性。

2.5 调试与验收

在我国，路灯系统的安装与调试十分重要，完成安装后，对路灯系统进行细致的调试，以确保其照明效果、光照强度和系统稳定性等各项指标达标，是保障路灯系统正常运行的关键环节。在调试过程中，需要对路灯的照明范围、亮度均匀性等进行严格的检测。这包括观察路灯照明是否符合道路宽度、照度标准，以及照明范围内的亮度是否均匀。此外，还需要检查路灯的照射角度是否合理，避免光照范围外的过度照明或阴影现象。同时在调试过程中，需要使用专业的光照强度测量设备，对路灯的照明效果进行定量分析。通过对比设计要求和实际测量数据，以确保路灯的光照强度达到规定标准。同时，还需要关注光照强度在不同时间段的变化，以确保其在全天候条件下都能满足照明需求。在稳定性上，需要对整个系统进行严格的检测，确保各个组件之间的协作顺畅，包括检查控制系统的运行是否稳定，电源系统的供电是否稳定，以及线路连接是否牢固可靠。此外，还需对系统的抗干扰能力进行测试，确保其在各种恶劣环境下仍能正常运行。最后验收过程中，要对上述各项指标进行复查，确保路灯系统在实际运行中能满足设计要求。同时，验收过程中还需关注路灯系统的维护便利性，以便在日常运营中能及时发现并解决问题。

3 施工技术注意事项

施工过程中，要严格按照设计图纸和施工规范进行，确保路灯杆、电缆、控制器等设备的安装质量。重点包括（1）路灯杆的安装。确保路灯杆垂直于地面，偏差控制在规定范围内。安装过程中，要注意路灯杆与电缆的连接。（2）电缆的铺设。电缆应埋设在合格的埋设深度，并采取保护措施，避免损伤。（3）控制器的安装。控制器应安装在通风、散热良好的地方，确保其正常运行。

4 城市路灯系统日常维护技术要领

4.1 巡检

定期对路灯系统进行巡检是维护工作关键之一，巡检

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

不仅能够及时发现并解决问题，还能有效延长设施的使用寿命，降低维修成本。路灯杆身作为整个系统的支撑主体，在巡检过程中，工作人员会对路灯杆身进行检查，观察是否有裂缝、弯曲等现象。一旦发现问题，将立即采取措施进行修复，以防止意外事故的发生。同时，对路灯杆身的防腐处理也是维护工作的重点。通过定期涂刷防腐涂料，可以有效延长路灯杆身的使用寿命，确保其在复杂环境下依然稳固耐用。工作人员还要对灯具进行细致检查，查看灯罩、灯丝等部件是否完好。对于损坏的灯具，要及时进行更换，确保路灯系统的正常运行。此外，为了提高照明效果，还可以根据实际情况对灯具进行调整，使其更好地满足道路照明需求。线路及控制器是路灯系统的电力传输和控制核心。在巡检过程中，要重点关注线路的设情况，查看是否存在裸露、短路等安全隐患。对于控制器的检查，要关注其工作状态，确保控制系统的稳定运行。一旦发现问题，应及时进行修复，避免造成不必要的损失[4]。除了以上几个方面，还要注意检查路灯系统的附属设施，如电缆、变压器等。电缆要检查是否存在老化破损，变压器要关注其负荷能力及散热情况。这些设施的完好无损，有助于保障整个路灯系统的稳定运行。

4.2 维修

首先，城市路灯系统的日常维护工作主要包括对路灯设施的检查和保养，检查内容包括灯具、光源、控制器、电缆等设备的完好程度，以及路灯杆的稳固程度。保养工作则主要包括清洁、润滑、更换损坏部件等，因此不仅能及时发现潜在的问题，还可以延长设备的使用寿命，确保路灯系统的稳定运行。在维修过程中，确保维修质量是至关重要的。维修人员应具备专业的技能和丰富的经验，能够准确判断故障原因，并采取合适的维修方法。此外，维修质量还体现在维修后的路灯系统能否恢复正常运行，以及是否符合相关标准和规范。为此，维修人员应严格按照维修流程进行操作，确保每一个环节都做到位。为了避免二次损坏情况，维修人员应熟悉各种设备的结构和原理，了解不同类型路灯的维修要点。

4.3 能耗管理

路灯系统是城市照明的重要组成部分，其运行能耗直接影响着城市的能源消耗和运行成本。首先，需要对路灯系统的能耗进行实时监测。通过在路灯上安装智能传感器，可以实时采集路灯的用电量、工作时间等信息。此外，还可以通过传感器监测路灯的照明效果，如亮度、光照范围等，以确保路灯的正常运行和良好的照明效果。在收集到足够的数据后，将对能耗数据进行分析。通过数据分析，可以找出能耗高的原因，如路灯工作时间过长、亮度过高等。针对这些问题，可以提出相应的优化措施，如调整路灯的工作时间、降低亮度等，根据数据分析结果，制定合理的照明方案。照明方案应考虑以下几个方面，一是根据不同区域的照明需求，合理配置路灯的数量和位置；二是选择高效、节能的路灯设备，提高照明效果的同时降低能耗；三是利用智能控制系统，实现路灯的远程控制和优化调度，确保路灯在需要时自动开启或关闭，避免不必要的能源浪费。

例如，采用太阳能供电的路灯，既可以降低能耗，又可以减少对环境的影响；在路灯设计中融入绿色设计，如采用环保材料、简化结构等，降低生产成本和维护成本。最后，要加强对路灯系统的运维管理。定期对路灯进行检修，确保设备完好无损，提高运行稳定性。同时，建立完善的运维制度，对路灯系统的运行情况进行实时监控，发现问题及时处理，确保系统的正常运行。

5 结语

城市路灯系统工程安装与日常维护技术要领的分析，对于提高路灯系统运行效率、保障城市交通安全具有重要意义。通过严格的安装标准和日常维护措施，有助于延长路灯使用寿命，降低运行成本，为建设美好城市贡献力量。

[参考文献]

[1]陈庆彪.市政路灯工程施工安装技术要点分析[J].光源与照明,2023(7):13-15.
[2]周文素.城市路灯工程的安装和维护管理研究[J].光源与照明,2021(5):4-5.
[3]姚逸凡.智慧城市视野下的环境设施创新设计探究——以江苏省扬州经济技术开发区智慧易安装路灯为例[J].中国建筑装饰装修,2021(3):30-31.
[4]赵毅东.探讨路灯安装工艺、操作规范及应注意的问题[J].建材与装饰,2020(19):226-227.

作者简介：彭晨东（1973.12—），男，单位名称：广西桂林市城市照明管理处，毕业学校和专业：广西广播电视大学，现代经济管理。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

征 稿

Call for Papers

《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干部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



Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址
21 Woodlands Close, #08–18,
Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

官方网站
www.viserdata.com

ISSN 2717-5383
05