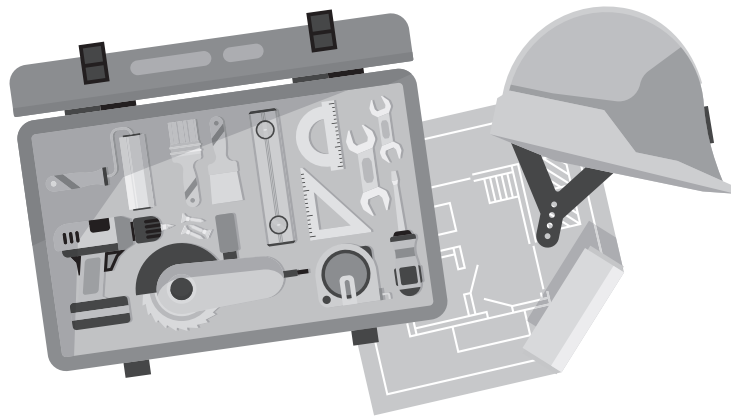


工程技术 与质量管理

Engineering Technology and Quality Management



ART AND DESIGN PRESS INC.

(626 810 4480)

Level 1

119 S Atlantic Blvd, Suite 300D

Monterey Park, CA 91754

Copyright © 2023 by ART AND DESIGN PRESS INC.

Complimentary Copy



Editors-in-Chief

Yulei Chao

Heze Dehe Construction Engineering Group Co. LTD.

Haizhong Gao

Zhejiang Zhongnan Construction Group Co. LTD.

Associate Editor

Pengyue Yu

Shandong Construction Engineering (Group) Co., LTD.

Editorial board member

Yungang Wang

Ordos Sports Development Center

目录CONTENTS

工程技术 | ENGINEERING TECHNOLOGY

- 006 基于 BIM 技术的工程管理方法研究
Research on Engineering Management Methods Based on BIM Technology 陈凯¹, 翟德祥²
Chen Kai¹, Zhai Dexiang²
- 009 船舶结构维修与保养技术研究
Research on Ship Structure Repair and Maintenance Technology 李响
Li Xiang
- 012 自动化控制系统中的通信延时问题及对策研究
Research On The Communication Delay Problem And Countermeasures In The Automatic Control System 李岩
Li Yan
- 015 基于节能减排的海工船舶改装方案研究
Research on the Modification Scheme of Marine Engineering Ships Based on Energy-saving and Emission-reduction 马钦超
Ma Qinchao
- 018 石油化工机械设备维护检修技术
Petrochemical Machinery and Equipment Maintenance and Overhaul Technology 杜思远
Du Siyuan
- 021 飘石松散地质条件下防渗墙施工技术研究
The Research on Construction Technology of Anti-seepage wall Under the Flouting Stones Loose Geological Conditions 隆国苍
Long Guocang
- 024 基于先进机技术的船舶机装生产设计改进与创新
Improvement and Innovation of Ship Machine Assembly Production Design Based on Advanced Machinery Technology 杨斌, 张华, 李文军
Yang Bin, Zhang Hua, Li Wenjun
- 027 装配式建筑施工技术运用在建筑工程中的研究
Research on the Application of Prefabricated Building Construction Technology in Construction Engineering 杨欣
Yang Xin

水电工程 | HYDROPOWER ENGINEERING

- 030 双液浆法在软弱富水围岩施工堵水探索
Double Liquid Slurry Method Explores in Water-rich Soft Surrounding Rock Construction Blocking Water 贾立军
Jia Lijun
- 033 光伏电站并网接入中的电网稳定性分析与控制研究
Study on the stability analysis and control of the power grid in the grid-connected connection of the photovoltaic power station 杨成财
Yang Chengcai
- 036 水电站运行管理中的水能资源优化配置与调度策略
Optimal Allocation and Dispatching Strategy of Hydropower Resources in the Operation and Management of Hydropower Station 张佳媛
Zhang Jiayuan

路桥工程 | ROAD AND BRIDGE ENGINEERING

- 039 管道铺设技术在市政施工中的应用与优化
The Application and Optimization of Pipeline Laying Technology in Municipal Construction 时冰清
Shi Bingqing
- 042 桥梁施工中的混凝土技术与结构性能研究
Research on Concrete Technology and Structure Properties in Bridge Construction 袁广华
Yuan Guanghua

045	城市隧道下穿既有构筑物进洞方法 City Tunnel Underpass the Existing Structures Into the Hole Method	周敬龙 Zhou Jinglong
048	河道堤防加固工程中的土工材料选择与施工方法研究 Study on Geotechnical Material Selection and Construction Method in River Embankment Reinforcement Project	朱天久, 于莽 Zhu Tianjiu , Yu Mang
051	抗洪工程中堤坝加固与防渗技术研究 Research on Dam Reinforcement and Seepage Prevention Technology in Flood Fighting Project	赵佳, 于莽 Zhao Jia , Yu Mang
054	道路与桥梁过渡段路基的施工技术 Construction Technology of Subgrade of Transition Section Between Road and Bridge	周文鹏 Zhou Wenpeng
057	硬岩地质液压劈裂施工技术在贵阳地铁2号线七机路口站中的应用 Application of Construction Technology of Geological Hydraulic Splitting in Hard Rock in the Guiyang Metro Line 2 Qiji Intersection Station	胡运春 [*] , 廖建东 Hu Yunchun [*] , Liao Jiandong
060	八步CRD开挖法在城市地铁超高断面隧道施工中的应用 Application of Eight-step CRD Excavation Method in The Construction of Ultra-High and Large Section Tunnel of Urban Subway	王洪涛 Wang Hongtao

理论与实践 | THEORY AND PRACTICE

064	政府投资项目招投标管理和工程造价控制 Bidding and Tendering Management and Project cost Control of Government-invested Projects	郑学霞 Zheng Xuexia
067	工程建设招投标中的不正当竞争及策略 Unfair Competition and Strategy in Engineering Construction Bidding and Tendering	葛俊 Ge Jun
070	城市基础设施建设项目监理招投标管理 Urban Infrastructure Construction Project Supervision and Bidding and Tendering Management	张晓 Zhang Xiao
073	建设工程监理招投标的管理措施 Management Measures of Construction Project Supervision and Tendering and Bidding	郑登辉 Zheng Denghui
076	建筑工程管理创新及绿色施工管理探讨 Discussion on Construction Engineering Management Innovation and Green Construction Management	范掌荣 Fan Zhangrong
079	建筑工程项目中甲方工程管理风险管理与应对策略 Party A's Project Management Risk Management and Coping Strategies in Construction Projects	李广祥 Li Guangxiang
082	新常态下的电力企业内部审计工作强化策略 Strengthening Strategy of Internal Audit of Power Enterprises Under the New Normal	黄艺 Huang Yi

基于 BIM 技术的工程管理方法研究

陈凯¹, 翟德祥²

1. 济南中建信和置业有限公司, 山东 济南 250100

2. 山东水发一诺产业发展有限公司, 山东 济南 250100

摘 要 : 本文旨在探讨基于 BIM 技术的工程管理方法, 通过分析和研究 BIM 技术在工程管理中的应用, 探索其在施工和运营阶段中的具体实践, 为提高工程管理效率、质量和安全性提供支持。具体包括 BIM 技术的基本概念和在工程管理中的应用, 建立 BIM 模型和 BIM 在工程管理中的应用, 以及 BIM 技术在施工阶段和运营阶段的具体应用和实践。研究发现, BIM 技术在工程管理中可以提高效率、降低成本和风险, 并且具有良好的协同管理效果。同时, BIM 技术在工程管理中还存在问题和挑战, 包括技术标准不一、数据共享难度等。未来的研究方向是提高 BIM 技术在工程管理中的创新应用, 如与 AI、大数据等技术的结合, 以进一步提高工程管理的效率和质量。

关 键 词 : BIM 技术; 工程管理; 方法

Research on Engineering Management Methods Based on BIM Technology

Chen Kai¹, Zhai Dexiang²

1. Jinan Zhongjianxinhe Real Estate Co., LTD, Shandong, Jinan 250100

2. Shandong Shuifa Yinuo Industry Development Co., LTD, Shandong, Jinan 250100

Abstract : This paper mainly discuss the engineering management methods based on BIM technology. Analyze and study the application of BIM technology in engineering management, explore its specific practice in the construction and operation stage, and provide support for improving the efficiency, quality and safety of engineering management. Specifically, it includes the basic concept of BIM technology and its application in engineering management, the establishment of BIM model and the application of BIM in engineering management, and the specific application and practice of BIM technology in the construction stage and operation stage. The study found that BIM technology can improve efficiency, reduce cost and risk in engineering management, and have good collaborative management effect. At the same time, BIM technology still has problems and challenges in engineering management, including different technical standards and the difficulty of data sharing. The future research direction is to improve the innovative application of BIM technology in engineering management, such as the combination of AI, big data and other technologies, to further improve the efficiency and quality of engineering management.

Key words : BIM technology; engineering management; method

引言

建筑行业是一个复杂的产业链, 涉及多个专业领域, 需要进行复杂的协调和管理。传统的工程管理方式存在着信息不对称、流程不透明、资源浪费等问题, 对于工程的质量、效率和安全性都会产生影响。近年来, 随着 BIM (Building Information Modeling) 技术的发展和普及, 其在工程管理中的应用已经受到广泛关注。BIM 技术可以提高建筑设计和施工的效率和质量, 降低成本和风险, 增强工程管理的协同效应。因此, 基于 BIM 技术的工程管理方法的研究具有重要的理论意义和实践价值。

一、BIM 技术概述

(一) BIM 技术的定义和基本概念

BIM 是 Building Information Modeling 的缩写, 即建筑信息模型。它是一种数字化建筑设计、建造和运营管理的技术, 通过对建筑物的全生命周期进行数字化建模, 实现了建筑信息的集成化管理,

从而提高了建筑物的设计、施工和运营效率, 并能有效降低成本和风险。BIM 技术是基于建筑信息模型的, 这个模型包含了建筑物的几何形状、结构、属性、性能等多维信息, 通过数字化建模, 将这些信息整合到一个文件中进行管理。BIM 技术可以实现对建筑物的三维可视化, 可以更加直观地呈现建筑物的设计和构造。BIM 技术可以实现建筑物的协同管理, 使得设计师、施工人员和业主等不同角色的人员可

以在同一个信息模型上进行协作和交流。BIM技术可以实现建筑信息的数据共享，不同部门和不同阶段的人员都可以在同一个信息模型上进行工作，减少了信息孤岛和沟通成本。BIM技术可以对建筑信息进行追溯，记录了建筑物的设计、施工和运营的每一个细节，使得建筑物的整个生命周期都可以进行管理。BIM技术的应用已经渗透到建筑行业的各个领域，包括建筑设计、工程施工、物资采购、设备运营等。随着技术的不断发展和完善，BIM技术将为建筑行业的管理和效率提升带来更多的可能性和机遇。

（二）BIM技术与传统工程管理的对比分析

传统的工程管理方式主要采用二维图纸和手工记录方式进行管理，信息分散，且无法进行统一管理。而BIM技术采用三维数字化建模方式进行管理，信息集中，可以方便地进行管理和查询，提高了工程管理的效率和质量。传统的工程管理中，设计师、施工人员、业主等各方之间的沟通和协作效率低下，信息共享难度大。而BIM技术实现了建筑物信息的数字化建模，使得不同角色的人员可以在同一个信息模型上进行协作和交流，提高了工程管理的协同效应。传统的工程管理方式主要采用二维图纸进行管理，无法直观地了解建筑物的设计和构造。而BIM技术可以实现对建筑物的三维可视化，使得建筑物的设计和构造更加直观。传统的工程管理中，不同部门和不同阶段的人员之间信息共享难度大，信息孤岛现象严重。而BIM技术可以实现建筑信息的数据共享，减少了信息孤岛和沟通成本，提高了工程管理的效率和质量。传统的工程管理中，对于建筑信息的追溯难度大，信息不透明，无法进行有效的管理。而BIM技术可以对建筑信息进行追溯，记录了建筑物的设计、施工和运营的每一个细节，使得建筑物的整个生命周期都可以进行管理，提高了工程管理的效率和质量。

二、基于BIM技术的工程管理方法研究

（一）BIM模型的构建流程

首先需要明确BIM模型的应用目的和要求，确定模型的建模精度、模型细节、模型规模等，以及模型的应用领域、使用者等。这一步骤对于后续模型的建立非常重要，对模型的精度、使用效果都有着决定性的影响。这一步骤主要是针对需要建模的物体，通过各种方式（如测量、扫描、摄影等）获取相关数据，包括物体的几何形状、位置、尺寸、材质等信息。根据采集到的数据，使用BIM建模软件进行建模，构建出物体的三维数字化模型。在建立模型时，需要根据需求分析确定的建模精度和模型细节进行精确的调整，使得模型符合实际的情况。对于建立好的BIM模型，需要对其中的数据进行管理，包括数据的分类、标注、整合等，以方便后续的使用和管理。建立好的BIM模型需要进行审核和验证，以确保其符合要求和标准，能够达到预期的效果。这一步骤需要专业人员进行认真地审核和检查，确保模型的精度和质量。建立好的BIM模型可以应用于建筑设计、施工管理、设备运维等多个领域，可以提高工程管理的效率和质量，减少工程成本和风险。

（二）BIM模型的质量控制

在BIM模型建立的过程中，需要对所采集到的数据进行审查和验证，确保数据的准确性和真实性。在建立模型的过程中，需要

对数据进行分类、标注和整合，以确保数据的一致性和有效性。BIM模型的精度是评价其质量的重要指标之一。在建立模型的过程中，需要根据应用要求确定模型的精度级别，并在模型建立的过程中进行精度控制，以确保模型的准确性和精度。BIM模型中包含了大量的数据，需要对数据进行分类、标注和整合，以确保模型的一致性和有效性。在模型建立的过程中，需要对模型中的各个部分进行协调和整合，保证整个模型的一致性和有效性。BIM模型的可视化是其重要的应用特点之一，需要保证模型的可视化效果符合应用要求和标准。在建立模型的过程中，需要对模型的外观、细节和效果进行控制，以确保模型的可视化效果达到预期的效果。BIM模型包含了大量的数据和信息，需要保证模型的安全性和机密性。在模型的建立和使用过程中，需要采取有效的措施保护模型的安全性和机密性，防止模型数据被盗用或泄露。

（三）BIM在工程管理中的应用

BIM技术可以在建筑设计的各个阶段应用，帮助设计师进行模型设计、虚拟现实模拟和预测分析，优化设计方案，降低设计成本和风险。BIM技术可以在施工管理中应用，帮助施工人员进行施工过程的协调和管理，提高施工效率和质量，减少施工成本和风险。BIM技术可以在建筑物运营和维护阶段应用，帮助维护人员进行设备维护、能源管理和设施管理，优化维护方案，提高设施的运营效率和可持续性。BIM技术可以通过三维数字化建模的方式，实现对工程项目的可视化管理，使得工程项目的设计、施工、运营等各个阶段的人员都可以更加直观地了解项目的整体情况和细节，方便各方进行沟通和协作。BIM技术可以实现对工程项目的信息管理，包括数据的收集、整合、分类、标注和管理等，使得各方可以更加方便地获取工程项目的信息和数据，提高了工程管理的效率和质量。BIM技术可以实现对工程项目的协同管理，通过建立一个统一的信息平台，使得设计师、施工人员、业主等各方可以在同一个信息模型上进行协作和交流，提高了工程管理的协同效应。BIM技术可以实现对工程项目的风险管理，通过预测分析和虚拟现实模拟，可以准确地评估工程项目的风险和成本，提高了工程管理的风险控制能力。

三、BIM技术在施工阶段的应用

（一）工程造价控制

在工程项目的规划阶段，应根据项目的要求制定详细的预算，并根据实际情况对预算进行调整和控制。预算控制是工程造价控制的基础，通过合理的预算控制，可以在工程项目的各个阶段有效控制成本。在工程项目的设计阶段，应根据预算要求和工程项目的实际情况，设计合理的工程方案和施工方案，并进行成本评估。设计控制是工程造价控制的重要环节，通过合理的设计控制，可以实现工程项目的优化和成本控制。在工程项目的施工阶段，应严格控制各个合同的履行情况和成本，确保施工合同的执行符合预算要求和工程质量标准。合同控制是工程造价控制的重要环节，通过合理的合同控制，可以保证工程项目的质量和成本控制。在工程项目的施工阶段，应根据预算要求和工程质量标准，制定合理的工程进度计划，并进行进度控制。进度控制是工程造价控制的重要环节，通过合理的进度控制，可以保证工程项

目的按时完成和成本控制。在工程项目的施工阶段，应根据预算要求和工程质量标准，对工程质量进行严格控制和管理，确保工程质量符合要求和标准。质量控制是工程造价控制的重要环节，通过合理的质量控制，可以保证工程项目的质量和成本控制。

（二）施工进度控制

在施工前，应根据工程项目的要求和实际情况，制定详细的施工计划，并根据实际情况对计划进行调整和控制。制定施工计划是施工进度控制的基础，通过合理的施工计划制定，可以在施工过程中有效控制进度。在施工计划制定好之后，应根据计划要求，制定详细的施工进度计划，并对施工进度进行严格控制和管理。制定施工进度计划是施工进度控制的重要环节，通过合理的进度计划制定，可以保证施工进度符合要求和标准。在施工过程中，应对施工现场进行管理和监督，确保施工按照进度计划实施。施工现场管理是施工进度控制的重要环节，通过合理的施工现场管理，可以保证施工进度符合要求和标准。在施工过程中，应对施工项目进行管理和协调，确保各个项目按照进度计划和施工要求实施。项目管理和协调是施工进度控制的重要环节，通过合理的项目管理和协调，可以保证施工进度符合要求和标准。在施工过程中，应对施工资料进行管理和归档，确保施工进度和质量符合要求和标准。施工资料管理是施工进度控制的重要环节，通过合理的资料管理，可以保证施工进度和质量符合要求和标准。

（三）安全控制

安全预测和评估是指通过对工程项目中存在的潜在安全隐患进行分析和评估，预测安全风险的发生概率和严重程度，为采取安全措施提供决策支持。安全控制措施是指针对安全风险进行的一系列措施，包括安全培训、安全设备的购置、安全监测、事故应急预案等。通过安全控制措施的实施，可以最大限度地降低安全风险的发生概率和严重程度。安全监测是指通过实时监测工程项目中存在的安全隐患和事故风险，及时发现和解决安全问题。通过安全监测，可以最大程度地提高安全控制的效果，确保工作人员的生命安全和财产安全。

四、BIM技术在运营阶段的应用

（一）设备维护管理

设备保养是指对设备进行定期的保养和维护工作，包括清洁、润滑、检查等工作。通过设备保养，可以确保设备的正常运行和使用寿命。设备维修是指对设备进行故障维修和故障排除等工作，包括检查、修理、更换等工作。通过设备维修，可以及时处理设备故障，保障工程项目的安全和效率。设备更换是指对老化或无法修复的设备进行更换和更新，以提高设备的性能和效率。通过设备更换，可以提高设备的使用寿命和工作效率，保证工程项目的安全和效率。设备检测和监控是指对设备进行定期的检测和监控，以及对设备的运行情况进行实时监控。通过设备检测和监控，可以及时发现设备故障和问题，确保设备的正常运行和使用寿命。设备管理系统建设是指建立完善的设备管理系统，包括设备档案、设备维护计划、设备维修记录等，以确保设备管理工作的规范化和信息化。通过设备管理系统建设，可以提高设备管理的效率和准确性。

（二）空间管理

空间规划是指对工程项目空间进行全面规划和设计，包括场地布局、建筑设计、道路布局等。通过空间规划，可以合理配置空间资源，提高空间利用效率。空间布局是指对工程项目内各种资源的布局 and 安排，包括设备、物资、人员等。通过空间布局，可以提高工作效率和安全性。空间利用效率是指在有限的空间内，最大化利用资源，提高生产效率和经济效益。通过空间利用效率的提高，可以降低生产成本、提高产品质量和客户满意度。空间环境管理是指对工程项目空间环境进行全面管理和优化，包括空气质量、噪声、温度等。通过空间环境管理，可以提高员工工作舒适度，降低工作压力，提高工作效率。空间信息管理是指对工程项目空间信息进行全面管理和优化，包括地图、平面图、3D模型等。通过空间信息管理，可以提高对空间资源的管理和利用效率，为决策提供更准确的信息支持。

（三）运营管理

生产管理是指对生产流程进行全面管理和优化，包括生产计划、生产过程控制、生产成本控制等。通过生产管理，可以提高生产效率、降低生产成本，保证产品质量。物流管理是指对物流流程进行全面管理和优化，包括供应商管理、库存管理、运输管理等。通过物流管理，可以优化物流流程、降低物流成本、提高物流效率。供应链管理是指对供应链流程进行全面管理和优化，包括供应商管理、采购管理、物流管理等。通过供应链管理，可以优化供应链流程、降低采购成本、提高采购效率。质量管理是指对生产过程和产品质量进行全面管理和控制，包括品质计划、品质控制、品质保证等。通过质量管理，可以确保产品质量，提高客户满意度。成本管理是指对工程项目成本进行全面管理和控制，包括成本预算、成本核算、成本分析等。通过成本管理，可以降低工程项目成本、提高企业盈利能力。

五、结论

BIM（Building Information Modeling）技术是近年来快速发展的一项先进技术，其在建筑领域中的应用已经得到了广泛的认可和应用。BIM技术不仅可以提高建筑设计、施工和运营的效率和质量，还可以降低成本和风险。然而，目前BIM技术在工程管理中的应用还存在问题和挑战。因此，基于BIM技术的工程研究方法的研究具有重要的理论意义和实践意义。

参考文献：

- [1]张传付. BIM技术视域下的工程造价的精细化管理方法分析[J]. 建材与装饰, 2019,(17):193-194.
- [2]鲍海盛. 关于加强建设工程管理技术的有效方法分析[J]. 现代物业(中旬刊), 2019,(05):125.
- [3]武娜. BIM技术视域下的工程造价的精细化管理方法分析[J]. 门窗, 2019,(07):61+64.
- [4]王中琴. 建筑工程管理应用BIM技术的效率提高方法分析[J]. 信息记录材料, 2018,19(12):94-95.
- [5]黄琦, 薛琪, 汤茂江. 关于加强建设工程管理技术的有效方法分析[J]. 居舍, 2017,(32):39.

船舶结构维修与保养技术研究

李响

中国船级社实业公司武汉分公司，武汉 湖北 430033

摘要： 本文主要研究船舶结构维修与保养技术，探讨其基本原则、损伤类型及维修方法、材料选择、监督验收、保养的重要性、方法和周期计划、应用实例、经验总结和未来发展方向。通过对文献资料和实例的分析，提出船舶结构维修与保养技术的重要性，以及如何科学合理地选择维修方法、材料和保养周期，从而提高船舶的安全性和可靠性。

关键词： 船舶结构维修；船舶结构保养；损伤类型；材料选择；监督验收

Research on Ship Structure Repair and Maintenance Technology

Li Xiang

China Classification Society Industrial Company Wuhan Branch, Hubei Wuhan 430033

Abstract： This paper mainly studies the repair and maintenance technology of ship structure, and discusses its basic principles, damage types and maintenance methods, material selection, supervision and acceptance, the importance of maintenance, methods and cycle plan, application examples, experience summary and future development direction. Through the analysis of literature and examples, the importance of ship structure maintenance and maintenance technology, and how to scientifically and reasonably select maintenance methods, materials and maintenance cycle, so as to improve the safety and reliability of the ship.

Key words： ship structure repair; maintenance of ship structure; damage type; material selection; supervision and acceptance

一、引言

随着全球贸易的发展和航运业的不断扩大，船舶在国民经济中发挥着越来越重要的作用。然而，船舶长期处于恶劣的海洋环境下，难免会受到各种损伤和腐蚀，因此船舶结构维修与保养技术显得尤为重要。本文将围绕船舶结构维修与保养技术，探讨其基本原则、损伤类型及维修方法、材料选择、监督验收、保养的重要性、方法和周期计划、应用实例、经验总结和未来发展方向，旨在为船舶结构维修与保养技术的研究提供参考。

二、船舶结构维修技术

（一）船舶结构维修的基本原则

船舶结构维修是为了保证船舶在使用中的安全性和可靠性，避免事故发生，延长船舶的使用寿命。在进行船舶结构维修时，需要遵循以下基本原则。一是安全第一原则，船舶结构维修过程中必须始终把安全放在首位，确保维修过程中不会影响船舶的结构稳定性和船员的人身安全。二是经济合理原则，船舶结构维修的目的是延长船舶的使用寿命，但维修过程中也需要考虑维修成本和效果，确保维修后的船舶仍然具有经济效益。三是系统维修原则，船舶结构维修需要考虑整个船舶的结构，而不仅仅是局部维修。在进行维修时，需要将船舶结构的各个部分作为一个整体来考虑，确保维修的连贯性和一致性。四是选材合理原则，选择

合适的材料是进行船舶结构维修的重要前提条件。在选择材料时需要考虑其强度、耐蚀性、使用寿命和成本等因素，以保证船舶结构的稳定性和可靠性。五是技术先进原则，船舶结构维修需要采用先进的维修技术和方法。随着科技的发展，船舶结构维修技术也在不断更新和完善，需要及时跟进最新的技术和方法，以提高维修的效率和质量。

综上所述，船舶结构维修的基本原则是安全第一、经济合理、系统维修、选材合理和技术先进。在进行船舶结构维修时，需要按照这些原则进行操作，以保证船舶结构的稳定性和可靠性。

（二）船舶结构损伤类型及其维修方法

船舶在使用中会遭受各种类型的损伤，如腐蚀、疲劳、碰撞等。这些损伤如果不及修复，将会严重影响船舶的结构稳定性和使用寿命。下面介绍船舶常见的结构损伤类型及其维修方法：

（1）腐蚀损伤：腐蚀是船舶结构损伤的主要原因之一，常见于船体底部、水线附近和海水淋浴区等。腐蚀严重时，会导致船体变形和强度降低。腐蚀的维修方法包括修补、更换和防腐处理等。

（2）疲劳损伤：疲劳是长期使用后，船舶结构因应力变形而产生的损伤，常见于桥架、门架、压载水舱等处。疲劳的维修方法包括焊接加强、更换和增加支撑等。

（3）碰撞损伤：碰撞是船舶运行中较为常见的事故，常见的碰撞损伤包括船体凹陷、裂缝、断裂等。碰撞的维修方法包括压

板法、焊接补强和更换损坏部位等。

（4）损坏密封：船舶中的密封件如门、窗等，常出现老化、磨损、破损等情况，影响密封性能。损坏密封的维修方法包括更换密封件、加强支撑和增加密封等。

综上所述，船舶常见的结构损伤类型包括腐蚀、疲劳、碰撞和损坏密封等，其维修方法包括修补、更换、防腐、焊接加强、压板法、增加支撑、更换密封件和增加密封等。在进行船舶结构维修时，需要根据损伤的类型和程度采用不同的维修方法，以保证船舶的结构稳定性和可靠性。

（三）船舶结构维修材料选择

船舶结构维修材料的选择是维修过程中非常重要的一环。选择合适的材料不仅能够提高维修效率和质量，还能延长船舶的使用寿命。下面介绍船舶结构维修中常用的材料及其特点。钢材是船舶结构维修中使用最广泛的材料之一。其具有强度高、可塑性好、耐磨性好等优点，能够承受较大的载荷和变形。常用的钢材有普通碳素钢、合金钢、不锈钢等。在选择钢材时，需要考虑其强度、韧性、耐蚀性等指标。聚合物材料包括玻璃钢、碳纤维复合材料、塑料等。其具有重量轻、耐腐蚀、维护成本低等优点，能够用于船体表面的修补和防腐。但是，其强度和刚度较钢材低，需要进行加强设计。金属合金包括铝合金、铜合金、镍合金等。其具有高强度、耐腐蚀等特点，能够用于制作特殊部位的零部件和船舶设备。但是，金属合金的价格较高，需要根据具体情况选择。在船舶结构维修中，还可以使用一些其他材料，如木材、橡胶等。这些材料常用于船舶设备和密封件的维修和更换。

在选择船舶结构维修材料时，需要综合考虑材料的强度、刚度、耐腐蚀性、可塑性、成本等因素，并根据具体情况选择合适的材料。此外，在使用材料时，还需要注意材料的存储和使用要求，以确保其性能不受影响。

（四）船舶结构维修的监督与验收

船舶结构维修的监督与验收是确保维修质量的关键环节。为了确保维修工作符合相关规定和标准，需要进行严格的监督和验收工作。船舶结构维修的监督需要遵循相关的法律法规和标准。监督人员需要了解船舶结构维修的工艺流程和技术要求，对维修工作进行全面、系统地监督。监督人员应检查维修材料的质量和合格证明、维修工艺和设备的使用情况、维修人员的资质等方面，确保维修工作符合要求。船舶结构维修的验收需要根据相关标准和要求进行。验收人员需要对维修的部位进行检查，包括外观检查、尺寸测量、材料检查等。验收人员需要对维修结果进行判断，包括维修质量是否符合要求、维修部位是否满足使用要求等。如果发现问题，需要及时处理和反馈。监督和验收过程中需要记录相关信息，包括维修材料、工艺、人员、设备、检查结果等。记录的内容需要详细、准确，以便于后续的查证和分析。船舶结构维修的监督与验收需要专业的人员和工具设备，确保维修质量和安全性。船舶所有权人需要对船舶结构维修的监督和验收工作进行有效的组织和管理，确保维修工作符合要求，并对维修工作质量进行评估和反馈。

三、船舶结构保养技术

（一）船舶结构保养的重要性

船舶结构保养是指对船体结构进行定期维护和保养，以延长船舶的使用寿命，保证船体结构的完好性和安全性。船舶结构保养的重要性不容忽视，船舶结构的使用寿命与保养有着密切的关系。经过科学合理的保养，可以有效地延长船舶的使用寿命，减少维修费用和更换费用。船舶结构是船舶最重要的组成部分之一，保证其完好性和安全性是保障船舶安全的关键。船舶结构保养可以及时发现和处理结构问题，减少船舶事故的发生。船舶结构保养可以保证船舶的航行效率。船舶结构受损会导致阻力增大，船速下降，影响船舶的航行效率。及时的保养可以避免这种情况的发生，提高船舶的航行效率。船舶结构保养可以减少维修费用。对船舶结构进行定期的保养，可以发现和处理问题，减少结构损坏和维修的程度，从而降低维修费用。因此，船舶结构保养的重要性不言而喻。船舶所有权人需要定期对船舶结构进行保养，加强船舶结构的管理和维护，确保船舶的安全运营和长期发展。

（二）船舶结构保养的方法和措施

定期清洗船体，特别是船底部分，可以防止海藻、海洋生物等附着在船体上，减少阻力，提高航速和航行效率。对船体进行定期地涂装，可以减少腐蚀和结构损伤，保护船体不受海洋环境的侵蚀，延长使用寿命。船舶所有权人应定期检查船体结构，及时发现和处理结构问题。检查的重点包括船底、船舱、甲板等部位。对于发现的结构问题，要及时进行维修，以避免问题扩大和损坏加剧。另外，还要加强船舶设备、系统的维护和保养，确保船舶各项设备系统的正常运行。船舶在海洋环境中运行，容易受到海洋环境的影响，比如海水腐蚀、风浪等，船舶所有权人应采取措施进行防护。船级社对于船舶结构保养的要求非常严格，船舶所有权人应该严格执行相关要求，确保船舶结构的安全和完整性。

船舶结构保养的方法和措施包括清洗船体、涂装保护、定期检查、加强船舶维护、做好海洋环境防护和严格执行船级社要求等，船舶所有权人需要根据实际情况选择合适的保养方法和措施，确保船舶结构的安全和完整性。

（三）船舶结构保养的周期和计划

船舶结构保养的周期和计划是船舶所有权人制定的一项重要重要的工作。船舶所有权人需要制定合理的保养周期和计划，以确保船舶结构的安全和完整性，同时尽可能地减少船舶停靠和维修对船运业务的影响。

一般来说，船舶的结构保养周期需要根据船舶的使用情况和环境来确定。如果船舶在海洋环境中长期运营，那么保养周期需要相对较短，一般为每年至少一次；如果船舶在淡水环境中运营，那么保养周期可以相对较长，一般为每两年至少一次。当然，具体的保养周期还需要根据船级社的要求、法律法规和船舶所有权人的经验来确定。制定船舶结构保养计划需要考虑以下几个方面：

(1) 船舶结构检查：船舶所有权人需要定期检查船舶结构，确保结构的安全和完整性，根据检查结果制定保养计划。

(2) 维修计划：船舶所有权人需要根据检查结果制定维修计划，包括必要的结构维修和设备维修，以确保船舶能够正常运行。

(3) 涂装计划：船舶所有权人需要制定涂装计划，包括底部、船体和甲板的涂装，以保护船体不受海洋环境的侵蚀。

(4) 质量保证计划：船舶所有权人需要制定质量保证计划，确保维修和保养工作符合船级社和法律法规的要求。

(5) 费用计划：船舶所有权人需要制定费用计划，包括维修和保养的费用、设备更换的费用等，以确保船舶的经济效益。

综上所述，船舶结构保养的周期和计划需要考虑多个方面，包括船舶的使用情况和环境、船级社的要求、法律法规和船舶所有权人的经验等。船舶所有权人需要制定合理的保养周期和计划，并按计划实施，以确保船舶结构的安全和完整性，同时最大限度地减少船舶

四、船舶结构维修与保养技术的应用

(一) 实例分析

实例一：某客运船舶结构维修

某客运船舶出现一处钢板损伤，需要进行结构维修。首先，进行了现场检查，确定了损伤的具体位置和范围。然后，根据损伤类型和损伤程度，选择了合适的修补方法和维修材料。在维修过程中，严格按照维修方案进行施工，并进行了验收。

实例二：某油轮结构保养

某油轮定期进行结构保养，以确保船体结构的完整性和安全性。保养主要包括清洗、喷漆、防锈处理、换涂等多项工作。保养

周期根据船舶的使用情况和运营环境确定，一般为一年或两年。

(二) 经验总结

船舶结构维修与保养技术的应用需要综合考虑船舶的使用情况、运营环境、维修材料、维修方法等多个因素。在实践中，需要严格按照相关规范和标准进行操作，确保维修与保养的质量和

安全。在船舶结构维修方面，需要根据船舶结构损伤类型和程度选择合适的修补方法和维修材料。常见的船舶结构损伤类型包括钢板断裂、裂纹、腐蚀等，需要采用不同的维修方法和材料进行修补。船舶结构维修中，材料的选择也非常重要。合适的材料可以确保维修质量和安全性，同时可以降低维修成本和时间。

在船舶结构保养方面，主要包括清洗、喷漆、防锈处理、换涂等多项工作。保养周期根据船舶的使用情况和运营环境确定，一般为一年或两年。保养的主要目的是确保船舶结构的完整性和安全性，延长船舶使用寿命。在保养中，需要采用合适的材料和工具，严格按照规范和标准进行操作，确保保养质量和安全性。

为了提高船舶结构维修与保养技术的水平，需要不断总结经验，不断推广先进的技术和材料。在维修与保养实践中，需要严格遵守相关规范和标准，确保维修与保养的质量和

五、结语

未来，船舶结构维修与保养技术将更加注重环保和节能，采用更加先进的材料和技术，提高维修和保养效率，减少船舶停航时间，降低船舶运营成本。同时，应加强船舶结构维修与保养人员的培训和技能提高，提高整体维修水平和服务质量。

参考文献：

- [1] 皮旺民，张昆. 船舶柴油机维修中注意事项及解决措施 [J]. 船舶物资与市场, 2022, 30(09): 74-76.
- [2] 陈咨铮，韩江桂，胡森，王波翔. 船舶水下维修机械臂操控稳定性分析 [J]. 兵器装备工程学报, 2022, 43(09): 240-249+284.
- [3] 张瑞，周帅康，汤敏. 视情维修制度在智能船舶领域的应用分析 [J]. 中国修船, 2022, 35(04): 25-28.

自动化控制系统中的通信延时问题及对策研究

李岩

辽宁红沿河核电有限公司, 辽宁 大连 116000

摘 要： 自动化控制系统是通过自动化技术实现对设备和工艺过程的控制和管理，具有提高生产效率和产品质量，降低成本和风险的重要作用。然而，在控制信号和反馈信号通过网络进行传输时，通信延时问题不可避免，可能导致系统不稳定、控制精度下降。通信延时问题的衡量和分析可以通过网络分析和仿真来评估，解决策略包括延时补偿技术、基于网络的控制策略和高级控制理论等，通过预测控制、状态估计、鲁棒控制等技术来处理延时问题，提高系统的稳定性和控制精度。

关 键 词： 自动化控制；通信延时；问题；对策

Research On The Communication Delay Problem And Countermeasures In The Automatic Control System

Li Yan

Liaoning Hongyanhe Nuclear Power Co., Ltd, Liaoning, Dalian 116000

Abstract： Automatic control system is the control and management of equipment and process through automation technology, which plays an important role in improving production efficiency and product quality and reducing cost and risk. However, when the control signals and feedback signals are transmitted through the network, the communication delay problem is inevitable, which may lead to system instability and decreased control accuracy.

The measurement and analysis of communication delay problems can be evaluated through network analysis and simulation. The solution strategies include delay compensation technology, network-based control strategy and advanced control theory, and handle the delay problems through predictive control, state estimation control, robust control and other technologies, so as to improve the stability and control accuracy of the system.

Key words： automatic control; communication delay; problems; countermeasures

引言

自动化控制系统中的通信延时是一个重要的技术问题。由于现代控制系统中存在着多个子系统和控制节点，这些节点之间需要进行实时通信以协同工作。然而，由于通信介质和网络拓扑的限制，通信延时可能会导致控制系统的性能下降，甚至会引起系统失控。针对这个问题，工程师们提出了多种解决方案，包括改进网络拓扑、优化通信协议、使用实时操作系统等。在实际应用中，不同的方案适用于不同的系统和应用场景，需要根据具体情况选择最佳方案。本文将探讨自动化控制系统中通信延时问题的原因及对策，并分析不同方案的优缺点，以期能为工程师提供一些参考和帮助。

一、自动化控制系统的定义和重要性

自动化控制系统（Automation Control System, ACS）是一种将机械、电子、计算机等技术相结合，实现自动化控制的系统。它是一种能够对工业过程进行控制、监测和调节的技术手段，广泛应用于制造业、交通运输、能源、航空航天等领域。自动化控制系统的目的是提高生产效率、降低成本、提高产品质量

和安全性。一是提高生产效率，自动化控制系统可以实现生产过程的全自动化，消除了许多人力和物力的浪费，提高了生产效率，降低了生产成本。二是提高产品质量，自动化控制系统可以对生产过程进行实时监控和调节，确保产品质量的稳定性和一致性，从而提高了产品质量和客户满意度。三是提高生产安全性，自动化控制系统可以监测生产过程中的各种参数，对异常情况进行实时报警和处理，提高了生产安全性，减少了事故发生

可能性。四是支持生产过程数字化转型，随着数字化技术的不断发展，自动化控制系统已经成为数字化转型的必要手段，可以将生产过程数字化，并通过数据分析和优化来提高生产效率和产品质量。

自动化控制系统的基本组成部分包括传感器、执行器、控制器、通信网络等。传感器用于采集生产过程中的各种参数，执行器用于控制生产过程中的各种操作，控制器用于对传感器和执行器进行控制和调节，通信网络用于实现各个组成部分之间的数据传输和协调。随着自动化控制技术的不断发展，自动化控制系统已经成为现代工业生产不可或缺的一部分。对于企业来说，引入自动化控制系统可以提高企业的生产效率和竞争力，降低企业的生产成本和风险，实现可持续发展。

二、通信延时问题的提出及其在自动化控制系统中的影响

通信延时是指在自动化控制系统中，由于各种因素（如网络拓扑、通信协议、通信介质等）导致数据在传输过程中存在一定的延迟时间。通信延时问题可能会导致控制系统的性能下降，甚至会引起系统失控，因此在自动化控制系统中，通信延时问题是一个非常重要的技术问题。自动化控制系统需要对工业过程进行实时监控和调节，以确保生产过程的稳定性和一致性。但是，如果通信延时较大，就会导致监控数据的实时性下降，影响系统的响应速度和控制精度。在自动化控制系统中，各个子系统之间需要进行实时的数据交互和协同工作。如果通信延时较大，就会导致系统性能下降，降低系统的可靠性和稳定性。自动化控制系统涉及的生产过程和设备通常具有一定的危险性，如果通信延时较大，就会增加事故的发生概率，降低系统的安全性。针对通信延时问题，工程师们提出了多种解决方案。一是改进网络拓扑，通过改变网络拓扑结构，可以减少通信延时。例如，使用环形网络或星形网络可以减少数据在传输过程中地跳数，从而减小通信延时。二是优化通信协议，通过优化通信协议，可以减少通信延时。例如，使用 UDP 协议而不是 TCP 协议可以减少数据包在传输过程中的等待时间，从而减小通信延时。三是使用实时操作系统，实时操作系统具有更快的响应速度和更高的可靠性，可以减少通信延时，提高系统性能和安全性。

需要注意的是，不同的解决方案适用于不同的系统和应用场景，需要根据具体情况选择最佳方案。此外，为了减少通信延时问题的出现，还应该注意选择适当的通信介质和控制器，以及进行合理的系统设计和调试。

三、通信延时问题的衡量与分析

在通信网络中，延时是衡量其性能的关键因素之一。通信延时指的是信息从源点到目标点的传输时间，这个时间通常包括信息的发送时间、传播时间、接收时间以及可能的等待时间。让我们一起来深入探讨一下延时的测量和建模方法，延时的统计特性

及其影响因素，以及延时对系统稳定性和性能的定量影响。

（一）延时的测量和建模方法

在网络通信中，延时是一个重要的性能指标，它直接影响到网络的可靠性和用户的体验。为了测量网络延时，通常采用端到端延时的方法，这种方法可以全面地考虑信息从发送到接收的整个过程。具体而言，端到端延时测量的过程包括：发送端发送数据包、网络中传输数据包、接收端接收数据包，并回传确认信息。通过测量发送和接收之间的时间间隔，可以计算出端到端延时。为了更好的理解网络延时的特性，需要建立一个延时的模型。通常，延时的建模方法分为随机过程和确定性方法。随机过程方法基于统计理论，考虑了网络延时的随机性和不确定性，可以用于分析网络延时的分布和统计特性。在这种方法中，通常假设网络的延时服从一定的概率分布，比如指数分布、正态分布等，然后通过对概率分布函数进行分析，得出延时的均值、方差等统计特性。

另一种建模方法是确定性方法，它通常假设所有的网络参数都是已知的，比如网络拓扑、链路带宽、传输速率等。在这种方法中，可以通过建立数学模型，计算出网络中每个节点和链路的传输延时，从而得出端到端延时的上界。这种方法可以用于网络设计和优化，但在实际应用中往往不太适用，因为网络的参数往往是动态变化的，而且难以准确预测。

实际上，在网络延时的建模中，往往采用混合的方法，结合了随机过程和确定性方法。这种方法可以更好地捕捉网络延时的特性。比如，在设计网络协议时，可以利用确定性方法来计算最坏情况的延时上界，并在协议中增加一些机制来控制网络延时的波动。同时，也可以利用随机过程方法来分析网络延时的分布和统计特性，从而更好地评估网络性能和优化网络设计。^[1]

（二）延时的统计特性及其影响因素

通信延时的统计特性通常体现在其分布上，比如平均延时、最大延时、延时的方差等。影响通信延时的因素有很多，包括网络的拥塞程度、路由策略、网络设备的性能等。拥塞会导致数据包的等待时间增加，进而增加通信延时。路由策略也会影响延时，因为不同的路由会导致数据包走不同的路径，从而产生不同的延时。此外，网络设备的性能也是一个重要因素，因为设备性能的好坏会影响到数据包的处理速度。通信延时的统计特性反映了通信过程中延时的分布情况，包括平均延时、最大延时、延时的方差等。平均延时通常是一个比较重要的指标，它反映了网络的传输效率。最大延时则反映了网络的最差情况，它会对实时性要求较高的应用产生较大的影响。延时的方差则反映了延时的波动情况，它对应用的稳定性和可靠性也有一定的影响。^[2]

（三）延时对系统稳定性和性能的定量影响

首先，延时会直接影响到系统的响应时间，对于需要实时反馈的系统，例如无人驾驶，游戏等，高延时会严重影响用户体验。其次，延时还会影响到系统的稳定性，例如在控制系统中，高延时可能会导致控制命令滞后，从而使系统失稳。因此，对于这些系统，我们需要通过设计合理的控制策略和优化网络配置，以降低延时，提高系统的稳定性和性能。通信延时是一个重要的

性能指标，它直接影响到系统的稳定性和性能。对于需要实时反馈的系统，例如无人驾驶、游戏等，高延时会严重影响用户体验。在无人驾驶系统中，高延时可能会导致车辆控制命令滞后，从而产生安全风险。在游戏中，高延时会导致画面卡顿、操作反应迟钝等问题，影响到游戏体验和游戏竞争力。因此，降低通信延时是这些系统优化的重要目标之一。同时，延时还会影响到系统的稳定性。在控制系统中，高延时可能会导致控制命令滞后，从而使系统失稳。例如，对于一个机器人控制系统，高延时可能会导致机器人的运动不稳定，从而使其无法完成预定的任务。在金融交易中，高延时也可能导致交易系统的不稳定，从而产生金融风险。^[3]

四、通信延时问题的解决策略

在现代通信系统中，延时问题是一项挑战，尤其是在实时或近实时的应用中，如在线游戏、视频通话、遥感系统等。延时是从发送数据到接收数据的时间间隔，它可能会影响系统的性能和用户体验。因此，解决通信延时问题是非常重要的。在这篇文章中，我们将介绍三种主要的延时问题解决策略，包括延时补偿技术，基于网络的控制策略，以及高级控制理论在延时问题解决中的应用。

（一）延时补偿技术

延时补偿技术是一种解决控制系统中延时问题的有效方法。它可以通过使用预测控制和状态估计来帮助系统在延时情况下维持稳定和可控。预测控制策略使用模型来预测未来的系统状态，并根据这些预测来确定控制输入。这种方法可以补偿由于延时引起的误差，从而使系统更加准确地跟踪期望输出。另一方面，状态估计通过估计系统的当前状态来提供必要的控制输入。即使存在延时，系统也能够通过这种方法来保持稳定和可控。这种技术在很多应用中都非常有用，例如控制机器人、汽车和飞行器等系统。通过使用延时补偿技术，这些系统可以更加可靠和准确地执行任务，从而提高效率和安全性。^[4]

（二）基于网络的控制策略

基于网络的控制策略是指在网络通信中使用的一系列控制技术和策略，旨在提高网络的性能和稳定性。除了 QoS 保证和网络调度外，还有一些其他的基于网络的控制策略，例如拥塞控制、流量控制等。拥塞控制是一种通过动态调整发送速率来控制网络拥塞的策略，它可以避免网络过载，从而降低延时和丢包率。流

量控制是一种通过限制发送端的数据流量来控制网络拥塞的策略，它可以有效地控制网络传输速度，从而提高网络的稳定性和可靠性。

这些基于网络的控制策略在现代网络通信中非常重要，尤其是在需要低延时和高可靠性的应用中。例如，视频会议、在线游戏和实时控制等应用需要保证低延时和高带宽，以确保良好的用户体验和系统性能。通过使用 QoS 保证、网络调度、拥塞控制和流量控制等策略，这些应用可以更好地满足用户需求，提高服务质量和用户满意度。因此，基于网络的控制策略对于现代网络通信的发展和具有重要的意义。

（三）高级控制理论

高级控制理论是一种控制技术，它可以在复杂系统中实现更高级别的控制功能，例如优化控制、鲁棒控制和自适应控制等。其中，鲁棒控制是一种能够保持系统稳定性的控制策略，在存在参数不确定性或干扰情况下依然可以保持系统的稳定性。通过使用鲁棒控制，我们可以设计出对延时不敏感的控制策略，从而减轻延时对系统稳定性和控制精度的影响。另外，模型预测控制也是一种基于模型的控制策略，它通过预测未来的系统状态来决定控制输入，从而实现对系统的控制。这种方法可以有效地处理延时问题，因为它可以预测并补偿由于延时而引起的误差。这样，控制器可以更加准确地跟踪期望输出，从而提高系统的稳定性和控制精度。这种技术在很多领域都有应用，例如机器人控制、自动驾驶等方面。高级控制理论是一种非常重要的控制技术，它可以在复杂系统中实现更高级别的控制功能，并且具有更好的鲁棒性和适应性。这些技术在现代工业控制和自动化领域中广泛应用，可以帮助人们更好地控制和管理复杂的系统，从而提高效率和降低成本。

五、结语

在今天的数字化时代，自动化控制系统已经成为各个领域不可或缺的重要组成部分。为了更好地应对通信延时问题，我们需要不断的改进和创新自己的技术和方法，以确保系统的稳定性和可靠性。同时，我们也需要加强多领域的合作和交流，促进自动化控制系统的发展和进步，以应对未来的挑战 and 机遇。通信延时问题是自动化控制系统中不可忽视的一个问题。我们需要通过不断创新和研究，不断提高技术水平和解决能力，以确保系统的稳定性和可靠性，为实际应用带来更好的效果和贡献。

参考文献:

- [1] 徐晓林, 秦宗光, 赵毅栋. 无人车 AVB 通信及降低通信时延方法研究 [J]. 自动化仪表, 2022, 43(12): 38-43.
- [2] 李志军, 张牟发, 张家安. 考虑延时的孤岛微电网频率协同控制策略稳定性分析及改进 [J]. 天津大学学报 (自然科学与工程技术版), 2022, 55(10): 1061-1070.
- [3] 田彬, 姚柯, 王孜健, 谷淦, 徐志刚, 赵祥模, 景峻. 基于模型预测控制的 CACC 系统通信延时补偿方法 [J]. 交通运输工程学报, 2022, 22(04): 361-381.
- [4] 丁安邦. 面向 CPSS 的园区微电网系统协调控制方法研究 [D]. 兰州理工大学, 2022.

基于节能减排的海工船舶改装方案研究

马钦超

上海中远海运重工有限公司, 上海 201913

摘要： 本研究旨在基于节能减排的原则，探讨海工船舶改装方案。通过综合运用能源管理与节能技术、减排技术与污染控制、船舶结构和材料的优化设计以及系统集成与综合优化的方法，提出了一套综合的改装方案。减排技术与污染控制方面涵盖应用先进的尾气处理系统、使用低硫燃料和润滑油、采用船舶废气处理和脱硫技术、控制废水排放和垃圾处理，以及考虑碳捕获和碳中和技术。在船舶结构和材料的优化设计方面，建议采用轻量化设计原则和方法，使用高强度材料、复合材料和纳米材料，并应用结构优化和流体动力学模拟。最后，通过系统集成与综合优化方法，考虑船舶航行特性和任务需求，实施改装方案。可行性分析与经济评估方面考虑改装成本和投资回收期，并评估改装方案的经济效益和可行性。本研究的结果可为海工船舶的节能减排改装提供参考和指导。

关键词： 节能减排；海工船舶；能源管理；结构优化；系统集成

Research on the Modification Scheme of Marine Engineering Ships Based on Energy-saving and Emission-reduction

Ma Qinchao

Shanghai COSCO Shipping Heavy Industry Co., LTD, Shanghai 201913

Abstract： This study aims to explore Marine ship modification scheme based on the principle of energy saving and emission reduction. Through the comprehensive application of energy management and energy saving technology, emission reduction technology and pollution control, the optimization design of ship structure and materials, and system integration and comprehensive optimization methods, a set of comprehensive modification scheme is proposed. Emission reduction technologies and pollution control include the application of advanced exhaust gas treatment systems, use of low-sulfur fuels and lubricants, adoption of ship exhaust gas treatment and desulfurization technology, control of wastewater discharge and waste disposal, and consideration of carbon capture and carbon neutralization technologies. In terms of the optimized design of ship structure and materials, lightweight design principles and methods, using high-strength materials, composites and nanomaterials, and applying structure optimization and hydrodynamics simulations are recommended. Finally, through the system integration and comprehensive optimization method, considering the ship navigation characteristics and mission requirements, the modification scheme is implemented. In terms of feasibility analysis and economic evaluation, the modification cost and investment payback period are considered, and the economic benefit and feasibility of the modification scheme are evaluated. The results of this study can provide reference and guidance for energy saving and emission reduction modification of Marine vessels.

Key words： energy saving and emission reduction; marine ship; energy management; structure optimization; system integration

一、引言

海工船舶作为重要的海上工程装备，其能源消耗和排放对环境造成的影响日益凸显。为了应对全球气候变化和环境保护的需求，海工船舶的节能减排改装成为一项重要任务。本文将从能源管理与节能技术、减排技术与污染控制、船舶结构和材料的优化设计以及系统集成与综合优化等方面，研究海工船舶的节能减排改装方案。

二、减排技术与污染控制

（一）排放标准和监管要求

随着环境保护意识的增强，国际社会对船舶排放物的控制要

求也越来越严格。国际海事组织（IMO）制定了一系列排放标准和监管要求，包括大气污染物（如氮氧化物和硫氧化物）以及废水和固体废物的排放限制。这些标准和要求对船舶设计和操作提出了挑战，需要采取相应的技术措施来减少污染物的排放。

（二）污染控制技术的分类和应用

为了符合排放标准，船舶可以采用各种污染控制技术。这些技术可以根据其作用原理和应用方式进行分类。

1. 大气污染物控制技术

大气污染物控制技术主要用于减少船舶排放的氮氧化物（NO_x）和硫氧化物（SO_x）。常见的技术包括选择性催化还原（SCR）系统、排放气体再循环（EGR）系统和洗涤塔（洗涤剂处理废气）等。这些技术可以在燃烧过程中减少污染物的生成或在

排放后进行处理，以达到排放标准。

2. 废水处理技术

船舶产生的废水包括生活污水、厨房污水和船舶运行过程中产生的污水。废水处理技术可以通过物理、化学和生物方法将废水中的有害物质去除或降低到符合排放标准的水平。常见的技术包括生物反应器、沉淀池、过滤系统和消毒设备等。

3. 固体废物处理技术

船舶产生的固体废物包括垃圾、废油和船舶维修过程中的废料等。固体废物处理技术可以包括分选、压缩、焚烧和回收等方法，以减少废物的体积和对环境的影响。此外，还可以采用国际海事组织规定的特殊区域来限制废物的排放。

三、减排技术与污染控制

（一）排放标准和监管要求

随着环境保护意识的增强，国际社会对船舶排放物的控制要求也越来越严格。国际海事组织（IMO）制定了一系列排放标准和监管要求，包括大气污染物（如氮氧化物和硫氧化物）以及废水和固体废物的排放限制。这些标准和要求对船舶设计和操作提出了挑战，需要采取相应的技术措施来减少污染物的排放。

（二）污染控制技术的分类和应用

首先，船舶可以安装和使用先进的排放控制设备。例如，选择性催化还原（SCR）系统可以在燃烧过程中减少氮氧化物的生成，通过在尾气中注入尿素溶液来催化将氮氧化物转化为无害氨和水。排放气体再循环（EGR）系统通过将部分废气重新引入燃烧室，减少燃烧温度和氮氧化物的生成。洗涤塔则利用洗涤剂将废气中的硫氧化物吸收和去除。

其次，船舶可以采用高效的废水处理系统。生物反应器可以利用微生物降解有机物质，沉淀池可以将悬浮物沉淀下来，过滤系统可以去除细小颗粒物，消毒设备可以杀灭细菌和病原体，从而使废水符合排放标准。此外，船舶还可以实施生活污水和灰水的分流管理，将不同类型的废水分别处理，提高废水处理的效率。

最后，船舶可以采取合理的固体废物处理措施。通过设置分类垃圾箱、压缩设备和焚烧炉等设施，将不同类型的固体废物进行分类、压缩和焚烧处理。同时，可以鼓励船员进行废物回收，如废纸、塑料和金属的回收利用，减少废物的产生和对环境的影响。

综上所述，船舶在减排和污染控制方面可以通过安装先进的排放控制设备、采用高效的废水处理系统和实施合理的固体废物处理措施来实现。这些措施的应用将有助于降低船舶对大气、水域和海洋的污染，保护生态环境，促进可持续发展。同时，船舶运营者和相关监管部门应密切合作，加强监管和执行，确保船舶污染控制技术的有效应用和落实。

四、船舶结构和材料的优化设计

（一）轻量化设计原则和方法

在船舶设计中，轻量化是一项重要的技术手段，旨在减少船

舶结构的自重，提高船舶的载货能力和燃油效率。轻量化设计的原则和方法可以帮助设计师在确保船舶结构安全性和航行性能的前提下，尽可能减少结构材料的使用量。

首先，轻量化设计需要从结构材料的选择开始。选择高强度、低密度的材料是实现轻量化的重要途径。例如，船舶结构中常用的钢材可以选择高强度钢，其强度与传统钢材相当，但密度较低，能够在减少结构重量的同时保持足够的强度和刚度。此外，也可以考虑采用铝合金、复合材料等轻质材料，以进一步减少结构的重量。

其次，优化结构设计是轻量化的关键步骤。通过结构拓扑优化、有限元分析等方法，可以对船舶结构进行优化设计，去除不必要的材料，实现最佳的结构强度和刚度分布。在优化设计过程中，需要充分考虑船舶的受力情况和工作条件，确保结构在承受荷载时的安全性和可靠性。

此外，合理的结构连接方式和焊接技术也对轻量化设计起到重要作用。采用高强度螺栓连接、钎金焊接等技术可以减少结构的重量，提高连接的刚度和强度。同时，也需要注意焊接质量的控制，避免焊接缺陷对结构性能的影响。

另外，船舶设计中的空间利用也是轻量化的一项重要考虑因素。合理布局舱室、设备和管道等船舶组成部分，可以减少不必要的结构材料使用，提高空间利用率。优化管道系统设计，减少管道长度和阻力，也能够降低船舶的能耗和燃油消耗。

（二）采用先进材料和结构设计

船舶设计中，采用先进材料和结构设计是实现轻量化和性能优化的重要手段。通过引入新型材料和结构设计方法，可以提高船舶的强度、刚度和耐久性，同时减少结构重量和能源消耗。

1. 使用高强度材料

高强度材料在船舶设计中的应用可以显著减少结构重量。高强度钢材和铝合金是常用的高强度材料，它们具有较高的抗拉强度和屈服强度，可以减少结构材料的使用量。此外，高强度材料还具有良好的冲击韧性和耐腐蚀性能，能够提高船舶的安全性和可靠性。

2. 采用复合材料和纳米材料

复合材料是由两种或多种不同材料组成的复合结构，具有高强度、轻质和优异的机械性能。在船舶设计中，采用复合材料可以有效减少结构重量，提高船舶的载货能力和燃油效率。常见的复合材料包括碳纤维增强复合材料和玻璃纤维增强复合材料等。

此外，纳米材料的应用也在船舶设计中得到越来越多的关注。纳米材料具有独特的物理和化学特性，如高强度、低密度、优异的导热性能等。通过添加纳米材料，可以改善船舶结构的力学性能和耐久性，进一步减少结构重量。^[1]

3. 应用结构优化和流体动力学模拟

结构优化和流体动力学模拟是指利用计算机辅助工具进行船舶结构设计和性能评估的方法。通过结构优化技术，可以对船舶结构进行参数化设计和优化，以实现最佳的结构性能。流体动力学模拟可以对船舶在航行状态下的水动力性能进行模拟和分析，优化船体形状和船舶尾流等因素，减小阻力，提高船舶的速度和燃油效率。

五、系统集成与综合优化

船舶的系统集成与综合优化是指将各个船舶系统和部件有机地整合在一起，通过协同工作实现船舶的最佳性能、最高效率和最低排放。该过程需要综合考虑船舶的航行特性、任务需求和能源管理等多个因素，以确保船舶在不同工况下的综合性能优化。

（一）系统集成与优化方法

在系统集成与优化过程中，首先需要明确船舶的设计目标和要求，包括航行速度、载货能力、航行范围等方面。根据这些要求，对船舶的各个系统进行选择和配置，包括动力系统、船体结构、船舶设备等。

其次，需要进行系统之间的协同设计和集成。不同系统之间存在着相互影响和耦合关系，因此需要确保各系统之间的协同工作，以达到最佳的整体性能。例如，动力系统与船体结构的设计需要相互配合，以确保动力传输的效率和结构的强度。

在系统集成过程中，还需要考虑系统的可靠性和安全性。通过合理的备份设计、故障检测与诊断系统等手段，提高系统的可靠性和容错能力。同时，考虑船舶的操作安全性，确保系统设计和配置符合相关的安全标准和要求。^[2-3]

（二）考虑船舶航行特性和任务需求

在系统集成与综合优化过程中，需要充分考虑船舶的航行特性和任务需求。不同类型的船舶在航行特性、船速要求、航线规划等方面存在差异，因此需要根据具体情况进行相应的优化。

船舶的航行特性包括船舶的阻力特性、船体稳定性和操纵性能等。根据船舶的航行特性，可以选择合适的动力系统和推进方式，以最大程度地减小阻力、提高航行效率。同时，还需要考虑船舶的稳定性和操纵性能，确保船舶在各种航行工况下的稳定性和操纵灵活性。

船舶的任务需求包括航行范围、运载能力、运输效率等。根据船舶的任务需求，可以优化船舶的设计和配置。例如，在航行范围内，可以考虑采用不同的能源管理策略，如混合动力系统或LNG推进系统，以满足船舶的远航需求。对于需要提高运载能力的船舶，可以通过合理的船体结构设计和装载方案来增加船舶的载货能力。此外，还可以利用先进的货物处理技术和设备来提高运输效率，减少船舶的停泊时间和货物的装卸成本。

（三）系统集成与综合优化的工程实施

系统集成与综合优化不仅是理论研究的内容，更需要在实际船舶工程中进行有效的实施。在工程实施阶段，以下几个关键步骤需要得到充分考虑：

首先，需建立跨学科的工程团队。船舶系统集成与综合优化需要涉及多个领域的知识，包括船舶设计、动力学、结构力学、电气工程等。因此，建立一个由不同专业背景的工程师组成的团队是非常重要的，以便能够综合考虑各个系统的相互影响和协同工作。

参考文献：

- [1] 张锐, 唐畅唱. 基于专利的船舶海工先进制造业集群发展分析 [J]. 船舶物资与市场, 2023, 31(03): 10-12.
- [2] 冯洪奎, 周瑞平, 陆剑, 李健. 海工产品标准仿真试验验证平台 [J]. 船舶标准化工程师, 2023, 56(02): 39-43.
- [3] 陆运韬, 高明. 浅析海洋工程领域船舶发展趋势 [J]. 中国储运, 2023(03): 101-102.

其次，需进行详细的系统分析和模拟仿真。通过对船舶各个系统的详细分析，确定系统之间的耦合关系和影响因素。同时，利用先进的仿真工具和软件，对船舶在不同工况下的性能进行模拟和评估，以找到最佳的系统配置和工作策略。

最后，进行系统的持续监测和优化。船舶的系统集成与综合优化不是一次性的任务，而是一个持续改进的过程。通过安装合适的监测设备和传感器，对船舶各个系统进行实时监测和数据采集，以便及时发现和解决问题，并进行后续的优化工作，以进一步提高船舶的性能和效益。

六、可行性分析与经济评估

船舶节能与环保技术的引入不仅要考虑其技术可行性，还需要进行可行性分析和经济评估。这些分析和评估可以帮助船舶运营者和决策者评估投资成本、节能效益以及可持续性的影响，从而做出明智的决策。

在进行船舶节能技术改装时，首先需要评估改装成本。改装成本包括设备采购、安装、工程调试、人工费用等方面。不同的节能技术改装方案所需的成本差异较大，因此需要仔细评估和比较各项成本，确保改装方案的经济可行性。

另外，投资回收期也是评估船舶节能技术改装的重要指标。投资回收期是指改装投资成本与预计节能效益相抵消所需的时间。较短的回收期意味着改装方案的经济效益较高，因此对于船舶运营者来说更具吸引力。

除了成本和投资回收期外，还需要评估改装方案的经济效益和可行性。改装方案所能实现的节能效益是评估其经济性的重要指标。节能效益可以通过模拟和计算来评估，比如对船舶在不同工况下的节能性能进行仿真分析，以评估预计的节能效益。改装方案可能会影响船舶的运营成本，如燃料成本、维护成本等。通过对改装方案实施后的运营成本进行估算和对比分析，可以评估其整体运营成本的影响。船舶节能技术改装可以减少碳排放、氮氧化物和颗粒物等污染物的排放，对环境有积极影响。通过对改装方案实施后的环境效益进行评估，可以衡量其对环境可持续性的贡献。

七、结语

综上所述，船舶节能与环保技术的应用是航运行业可持续发展的关键措施。通过引入先进的技术、优化设计与运营、系统集成与综合优化，航运行业可以实现更加高效、环保和经济可行的船舶运营。这不仅符合环境保护的要求，也为航运行业创造更加可持续的未来。我们有信心，通过不断的努力和合作，航运行业将迎来更加绿色、可持续的发展。

石油化工机械设备维护检修技术

杜思远

乌海凯洁燃气有限责任公司, 内蒙古 乌海 016000

摘要：石油化工机械设备是现代石油化工工业的重要组成部分，其维护检修技术对于设备的正常运行和企业生产效率的提高具有重要意义。本文从石油化工机械设备维护检修的重要性出发，分析了当前石油化工机械设备维护检修的现状，并针对性地提出了相应的优化策略，文章最后介绍了三种机械设备维护检修技术。通过对机械设备维护检修优化策略的探讨，文章旨在提高设备的稳定运行和可靠性，降低设备故障的发生率，提高企业的生产效率。

关键词：石油化工；机械设备；维护检修技术

Petrochemical Machinery and Equipment Maintenance and Overhaul Technology

Du Siyuan

Wuhai Kaijie Gas Co., LTD Inner Mongolia, Wuhai 016000

Abstract： Petrochemical machinery and equipment is an important part of modern petrochemical industry, and its maintenance technology is of great significance to the normal operation of equipment and the improvement of enterprise production efficiency. Based on the importance of the maintenance and recondition of petrochemical machinery and equipment, this paper analyzes the its current situation, and puts forward the corresponding optimization strategy, and finally introduces three kinds of mechanical equipment maintenance and recondition techniques .Through the discussion of mechanical equipment maintenance optimization strategy, the article aims to improve the stable operation and reliability of equipment, reduce the incidence of equipment failure, and improve the production efficiency of enterprises.

Key words： petrochemical industry; mechanical equipment; maintenance and recondition technology

引言

石油化工机械设备是石油化工产业的核心组成部分，其运行状态直接关系到企业的生产效率和产品质量。然而，由于石油化工机械设备的复杂性、高负荷性和高温高压等操作条件，设备的维护检修成为一项至关重要的任务，目前在发展过程中也存在着一些问题。为此，探究相应的优化策略及设备维护检修技术很有必要。

一、石油化工机械设备维护检修的重要性

（一）确保设备正常运行

石油化工机械设备的维护检修可以确保石油化工机械设备正常运行。石油化工机械设备是由许多复杂的零部件组成的，如果某个部件出现故障，可能会导致整个设备的运行受到影响。通过定期维护和检修，可以及时发现和处理设备出现的过热、振动、噪声等故障，进而确保设备的正常运行；在设备的运行过程中，如果超负荷运行时间过长，可能会导致设备磨损加剧、故障率增加，通过定期对设备进行维护和检修，可以及时发现和解决设备

超负荷运行的问题，避免设备在故障状态下运行，从而确保设备的正常运行；此外，通过对设备的维护和检修，可以对设备的运行状态进行监测和评估，及时发现和预测潜在的故障和问题。这可以帮助企业提前采取措施，避免设备故障对生产造成的影响，从而确保设备的正常运行^[1]。

（二）提高设备使用寿命

加强石油化工机械设备地维护和检修也能提高石油化工机械设备使用寿命。石油化工机械设备中的一些零部件，如密封件、轴承、齿轮等，在运行过程中容易磨损或老化，需要及时更换。通过定期对设备进行维护和检修，可以及时发现和更换这些易损件，延

长设备的使用寿命；此外，设备的润滑对于设备的使用寿命也有着一定影响。通过定期对设备进行润滑，可以减少设备磨损，延长设备的使用寿命；设备的超负荷运行会导致设备的磨损加剧、故障率增加，从而缩短设备的使用寿命。而通过定期对设备进行维护和检修，可以及时发现和解决设备超负荷运行的问题，避免设备在故障状态下运行，从而延长设备的使用寿命；合理使用设备也可以延长设备的使用寿命。通过定期对设备进行维护和检修，可以了解设备的性能和使用注意事项，指导设备的合理使用，避免错误操作对设备造成损坏，从而延长设备的使用寿命。

（三）提高生产效率和产品质量

通过定期对石油化工机械设备进行维护和检修，可以确保设备的稳定运行，避免设备故障对生产造成的影响。这可以保证设备的生产能力稳定，减少生产中断和停机时间，从而提高生产效率；通过检修也能优化设备的运行参数，提高设备的运行效率。例如，通过调整设备的运行温度、压力、流量等参数，可以提高设备的生产效率，减少能源浪费，从而提高产品质量；石油化工机械设备在生产过程中可能存在工艺流程不合理的问题，如原料消耗过多、废品产生过多等。通过定期对设备进行维护和检修，可以对设备进行优化改进，优化工艺流程，降低原料消耗和废品率，从而提高生产效率和产品质量；通过对石油化工机械设备进行维护和检修，可以对设备的质量进行监控和评估，及时发现和解决设备质量不达标的问题。这可以保证设备的生产能力和产品质量符合要求，提高企业的市场竞争力和客户满意度。

（四）降低企业运营成本

降低企业运营成本是石油化工机械设备维护检修的重要性之一。通过定期对设备进行维护和检修，可以减少设备故障和维修次数，进而降低企业的运营成本。在石油化工企业中，设备故障频频发生，故障的发生会导致生产中断、停机时间延长和维修费用的增加，通过定期对设备进行维护和检修，可以及时发现和处理设备故障的隐患，减少设备故障的发生，从而降低企业的运营成本；此外，通过定期对设备进行维护和检修，可以及时发现和处理设备故障，避免设备故障对生产造成的影响，进而降低企业的维修费用；石油化工机械设备在运行过程中可能存在原材料和能源的浪费问题。通过定期对设备进行维护和检修，可以优化设备的运行参数，提高设备的运行效率，从而减少原材料和能源的浪费，进而降低企业的运营成本。

二、石油化工机械设备维护检修的现状

（一）维护和检修制度不健全

目前，许多石油化工企业没有建立完善的机械设备维护和检修制度，设备的维护周期和检修周期缺乏科学的规定、维护和检修的流程缺乏规范化的操作规程、维护和检修的质量缺乏有效的保障措施等等，这都给企业带来了较多的安全隐患。维护和检修制度的不健全也导致设备损坏率升高，不仅增加维修成本，还会对企业的产品质量和声誉造成不良影响。频繁的设备故障和损坏也会导致生产线的中断和延迟，使得企业的生产计划和质量目标

难以实现，给企业带来了较大的经济损失。

（二）维护和检修技术落后

随着科学技术的不断发展，石油化工机械设备的技术含量不断提高，对维护和检修技术提出了更高的要求。然而，一些企业仍然采用传统的维护和检修方法，无法满足现代化设备的需求。例如，对于一些高精度、高复杂度的机械设备，需要采用先进的检测技术和维修技术，但一些企业的维修技术相对落后，仍然手动清洗、更换零部件等，不仅效率低下，无法准确检测和修复设备故障，影响设备的正常运行，还需要大量的人工成本和时间成本，无法满足现代生产的高效率要求。

（三）技术人员能力有待提升

石油化工机械设备的操作和维护需要专业知识和技能，但一些企业的操作人员和维护人员缺乏培训和专业技能，导致操作不规范和维护不到位。例如，操作人员没有按照规定的操作规程使用设备，导致设备磨损加剧；维护人员没有按照维修计划进行保养，导致设备故障频繁发生，不仅影响了设备的寿命和性能，还可能为企业带来安全风险。加之，一些技术人员技能单一，只掌握传统的维护和检修方法，无法适应新技术和新设备的需求，使得企业在维护和检修工作中面临一定的技术瓶颈^[2]。

三、石油化工机械设备维护检修优化策略

（一）建立健全地维护和检修制度

首先，企业要完善维护和检修制度。明确设备的维护和检修周期、操作规程以及质量标准，通过科学的制度规定，确保设备的维护和检修工作能够有序、有效地进行；其次，要建立质量保障体系。确保设备的检修质量达到预期要求，在检修过程中，应实施严格的验收标准，对检修后的设备进行质量检查和评估，确保设备故障得到有效解决；此外，企业也应建立完善的设备档案，记录设备的维护和检修历史、故障情况等信息，为后续维护和检修工作提供依据。通过档案的管理和分析，找出设备存在的潜在问题，制定相应的维护和检修计划，提高设备运行可靠性。

（二）提高维护和检修技术水平

首先，企业应积极推广先进的维护和检修技术。如状态监测、故障诊断等。通过引入这些技术，可以提高设备的维护和检修效率，减少设备故障的发生，提高生产线的稳定性；其次，企业应对设备的维护和检修流程进行优化。采用自动化的清洗设备、智能的故障诊断系统等现代化工具，提高维护和检修的效率和质量；此外，要积极引入先进的设备管理软件。实现对设备的实时监控、故障预警等功能。通过软件的管理和分析，及时发现设备存在的问题，制定相应的维护和检修计划，提高设备运行可靠性；最后，要加强与供应商合作。了解最新的维护和检修技术动态，获取供应商的技术支持和培训。通过与供应商的紧密合作，提高企业的维护和检修技术水平。

（三）加强操作和维护培训

企业要定期组织培训课程、专家讲座等活动，使操作人员和维护人员掌握设备的操作规程和维护方法，提高操作的规范性和

维护效果，通过加强培训，提高技术人员的专业知识和理论水平，提高他们解决设备问题的能力；此外，要为技术人员提供更多的实践机会，让他们在实际操作中积累经验。通过实践锻炼，更好地掌握维护和检修的技能，提高处理问题的速度和准确性；同时，企业也要建立激励机制，鼓励技术人员不断提升自身技能和能力。例如，对于在维护和检修工作中表现优秀的技术人员，可以给予相应的奖励或晋升机会，激发他们的工作积极性和自我提升的动力。

四、石油化工行业机械设备维护检修技术

（一）计算机技术

在石油化工行业机械设备维护检修中，计算机技术的运用可以帮助企业更高效地进行设备维护和检修。计算机技术可以用于识别和分析机械设备的故障。通过使用传感器和监测设备，计算机可以收集设备的运行数据，包括温度、压力、转速等，并根据这些数据识别异常情况，通过分析可以提前采取维护和检修措施，避免设备故障对生产造成的影响；其次，计算机技术可以用于制定和维护维修计划。通过收集设备的运行数据和历史维修记录，分析设备的维护需求，可以制定合理的维修计划，同时根据设备的运行状态和维修进度，及时调整维修计划，确保计划的准确性和及时性；此外，计算机技术也可以用于优化机械设备的维修过程。例如，在维修过程中，计算机可以根据维修计划和设备的具体情况，自动化地控制维修工具和设备的使用，提高维修效率和质量。根据维修过程中的数据和经验，还能对维修流程进行改进和优化，降低维修成本和时间。

（二）红外智能监测技术

红外智能监测技术是一种先进的机械设备维护检修技术，可以用于实时监测设备的运行状态和温度。通过在设备的关键部位安装红外传感器，可以实时收集设备的温度、振动、位移等数据，并通过分析这些数据，判断设备的运行状态是否存在异常，如果发现异常情况，红外智能监测系统会及时发出警报或通知维护人员，从而及时采取维护和检修措施，避免设备故障对生产造成的影响；其二，红外智能监测技术可以用于故障诊断。通过红

外传感器收集设备的运行数据，可以分析设备的热分布情况，并根据热分布的异常情况判断设备可能存在的故障类型和位置。例如，如果设备某个部位的温升过高或温度分布不均匀，可能意味着该部位存在磨损、堵塞等问题。通过红外智能监测技术进行故障诊断，可以快速、准确地确定故障位置和类型，帮助维护人员更好地进行维护和检修；其三，红外智能监测技术也可以用于设备的节能降耗。通过实时监测设备的运行状态和温度，可以分析设备的能耗情况和热效率，并根据分析结果优化设备的运行参数和调整能源消耗。进而降低企业的运营成本^[3]。

（三）自动检修技术

自动检修技术是一种利用自动化手段进行机械设备维护和检修的技术，可以大大提高维护和检修的效率和精度。通过自动化检测设备可以对石油化工机械设备进行快速、准确的检测。比如通过超声波检测仪、射线检测仪、涡流检测仪等，可以检测机械设备的裂纹、疏松、气孔等缺陷，并且能够自动识别和分析这些缺陷的位置和大小。通过自动化设备可以对机械设备进行自动化维修。比如通过机器人、自动化加工设备、自动化装配设备等，可以实现机械设备的自动化拆卸、加工、装配等。通过安装远程监控设备和传感器，可以实时收集机械设备的运行数据和图像，并通过网络传输到企业的监控中心或维护人员手中。通过远程监控和维护系统，可以实现对机械设备的远程监控、故障诊断和维护指导等功能，提高维护的效率和质量。总而言之，自动化检测可以大幅缩短检测时间和降低检测成本，同时也可以避免人工检测带来的误差、安全隐患和质量问题，大大提高维修的精度和效率。

五、结语

在石油化工行业中，机械设备的维护和检修是确保生产过程安全、高效进行的关键环节。随着技术的不断发展，我们需要更加重视机械设备维护检修技术的改进和创新，以提高设备的使用寿命和可靠性，降低故障率，确保生产过程的顺利进行。相信伴随着机械设备维护检修技术的进一步发展，石油化工行业设备故障率将会进一步降低，企业生产效率也将会得到进一步的提升。

参考文献：

- [1] 于迅，郭铁柱，姜阳. 石油化工机械设备的维护检修技术探析 [J]. 化工管理, 2017(33):92.
- [2] 赵时超. 石油化工机械设备维护检修技术研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(14):39-40.
- [3] 岳建峰. 研究石油化工机械设备的维护检修技术 [J]. 清洗世界, 2022, 38(07):184-186.

飘石松散地质条件下防渗墙施工技术研究

隆国苍

中国水利水电第四工程局有限公司第一分局, 青海 西宁 810000

摘 要： 飘石松散地质条件下的防渗墙施工技术研究是为了解决在这种特殊地质环境下防渗墙施工困难的问题。本文首先介绍了飘石松散地质的特点, 包括土壤结构松散、含有大量飘石等。然后, 探讨了针对飘石松散地质条件下常用的防渗墙施工技术, 包括搅拌桩、搅拌墙和钻孔灌注桩等。为了解决这些问题, 本文提出了一些研究方法, 包括实地调查和数据采集、室内实验和试验设计以及数值模拟和分析方法。最后, 本文探讨了飘石松散地质条件下防渗墙施工技术的优化与改进。通过对这些问题的研究, 可以提高防渗墙施工的效率和质量, 减少施工风险, 为飘石松散地质条件下的工程建设提供技术支持。

关 键 词： 飘石松散地质; 防渗墙; 施工技术

The Research on Construction Technology of Anti-seepage wall Under the Flouting Stones Loose Geological Conditions

Long Guocang

The First Branch of China's water conservancy and hydropower Fourth Engineering Bureau Co., LTD, Qinghai Xining 810000

Abstract： The study of the anti-seepage wall construction technology under the flouting stones loose geological conditions is to solve the problem of the anti-seepage wall construction in this special geological environment. This text introduce the characteristics of flouting stones loose geology, including loose soil structure and a large number of floating stones contained. Then, discuss the construction techniques of anti-seepage wall under the flouting stones loose geological conditions, including mixing pile, mixing wall and bored pile. To address these issues, some research methods including field investigation and data acquisition, indoor experimental and experimental design, and numerical simulation and analytical methods are presented. Finally, the paper discusses the optimization and improvement of anti-seepage wall under flouting stones loose geological conditions. Through the study of these problems, the efficiency and quality of the anti-seepage wall construction can be improved, the construction risk can be reduced, and technical support can be provided for the engineering construction under the flouting stones loose geological conditions.

Key words： the flouting stones loose geology; anti-seepage wall; construction technology

引言

飘石松散地质是一种常见的地质条件, 其特点是土壤结构松散, 含有大量飘石。在这种特殊地质环境下进行防渗墙施工面临着许多困难和挑战。飘石的存在使得施工过程中容易发生坍塌和漏水等问题, 给工程建设带来了诸多不利影响。因此, 深入研究飘石松散地质条件下的防渗墙施工技术, 提出相应的解决方案和改进措施, 对于保障工程的安全和可持续运营至关重要。

一、飘石松散地质特点

飘石松散地质是指土层中存在大量松散的石块或石屑, 土质不稳定、易于流动的地质条件。下面将介绍飘石松散地质的三个主要特点:

(1) 石块分布广泛: 飘石松散地质的一个显著特点是土层中分布着大量的松散石块。这些石块可以是不同大小和形状的碎石、石屑或岩块, 常常呈现不规则的分布。这种广泛存在的石块

使土层的结构变得不稳定, 容易发生滑坡、崩塌等地质灾害。

(2) 土质松散流动: 飘石松散地质的土质常常呈现松散、疏松的状态, 容易流动。由于土层中存在大量空隙和间隙, 土体的内部结构相对不密实, 使得土体具有较高的渗透性和可塑性。在水流或重力的作用下, 土体容易发生流动、沉降或挤压变形, 给工程建设和防渗工作带来了挑战。

(3) 土层稳定性较差: 飘石松散地质条件下的土层稳定性相对较差。由于土体结构松散、石块分布不均, 土层的抗剪强度和

抗滑稳定性较低。这使得土层易于发生滑坡、崩塌和坍塌等地质灾害。在工程施工中，土层的不稳定性给防渗工作带来了挑战，要求采用相应的技术手段来提高土层的稳定性和防渗能力。

总之，飘石松散地质具有石块分布广泛、土质松散流动和土层稳定性较差等特点。对于在这样的地质条件下进行防渗墙施工，需要综合考虑土层特性和工程要求，采用合适的施工技术和措施来确保施工质量和工程的长期稳定性。

二、飘石松散地质条件下防渗墙施工技术

（一）飘石松散地质条件下常用的防渗墙施工技术

（1）岩石钻孔灌注桩技术：这种技术通过在土层中进行岩石钻孔，然后注入混凝土或灌浆材料来形成连续的固结墙体。岩石钻孔灌注桩可以穿透飘石松散地质层，以形成稳定的墙体，阻止水的渗透和土体的流动。该技术具有较强的适应性，可根据实际地质情况调整钻孔深度和灌浆材料的选择，以提高墙体的抗渗和抗滑性能。

（2）土工合成材料墙技术：这种技术利用土工合成材料（如土工膜、土工格室等）构筑防渗墙。土工合成材料具有较强的抗渗性能和抗拉强度，可以有效地阻止水的渗透和土体的流动。在飘石松散地质条件下，可以采用土工膜与钢筋混凝土墙体结合的方式，形成稳定的防渗墙。此外，还可以利用土工格室等填充材料，形成土工合成材料墙，进一步提高墙体的稳定性和抗渗性能。

（3）喷射混凝土墙技术：喷射混凝土墙是一种通过高速喷射混凝土到基础土层上形成墙体的技术。在飘石松散地质条件下，喷射混凝土墙技术可以用于形成坚固的防渗墙。通过喷射混凝土，可以使土体与混凝土形成紧密结合，提高墙体的抗渗性能和稳定性。此外，喷射混凝土墙技术具有施工速度快、适应性强等优点，适用于不同地质条件下的防渗工程。岩石钻孔灌注桩技术、土工合成材料墙技术和喷射混凝土墙技术是在飘石松散地质条件下常用的防渗墙施工技术。根据具体工程要求和地质特点，选择合适的施工技术，结合其他加固措施，可以有效地提高防渗墙的稳定性和抗渗性能，确保工程的安全和可靠性。

（二）技术优势和局限性

（1）技术优势：a. 钻孔灌注桩技术的优势在于其适应性强，可以根据实际地质情况调整钻孔深度和灌浆材料的选择。此外，灌注桩可形成连续的固结墙体，具有较强的抗渗和抗滑性能，能够有效防止水的渗透和土体的流动。b. 土工合成材料墙技术具有良好的抗渗性能和抗拉强度，能够有效地防止水的渗透。土工合成材料具有较强的耐化学腐蚀性和耐老化性，能够适应复杂的地质环境。此外，土工合成材料施工简便快捷，能够适应各种工程需求。c. 喷射混凝土墙技术具有施工速度快、适应性强的优势。通过高速喷射混凝土形成墙体，能够与土体形成紧密结合，具有较高的抗渗性能和稳定性。此外，喷射混凝土墙技术适用于各种地质条件下的防渗工程，并可根据需要进行灵活调整。

（2）技术局限性：a. 钻孔灌注桩技术在飘石松散地质条件下可能受到石块分布不均匀的影响，导致灌浆材料无法充分渗透和固结。此外，钻孔过程中可能会遇到困难，如遇到坚硬岩层或大型石块，可能导致施工效果不理想。b. 土工合成材料墙技术在飘石松散地质条件下，由于土层松散流动的特点，可能出现土工合成材料的

变形或破损，从而降低了防渗效果。此外，土工合成材料的选型和施工要求较高，需要仔细考虑材料的耐久性和适应性。c. 喷射混凝土墙技术在飘石松散地质条件下，可能面临土体流动性强、施工面不平整等挑战。此外，喷射混凝土墙的施工过程需要合理控制喷射速度和厚度，以确保墙体的均匀性和稳定性。

三、飘石松散地质条件下防渗墙施工技术研究方法

（一）实地调查和数据采集

（1）地质勘察和调查：实地调查是为了全面了解飘石松散地质条件下的地质特征和工程环境。该调查包括土层结构、石块分布情况、土体性质、地下水位、地形地貌等方面的调查。通过采集土壤样品、岩石样本和水样，可以进行室内实验和试验分析，以获取土层力学性质、渗透性和抗剪强度等相关数据。

（2）施工现场观察和测试：在实地施工现场进行观察和测试，可以获得飘石松散地质条件下的施工环境和土体行为的实际情况。通过现场观察，可以记录土层的变形和破坏情况，了解石块块的分布密度和大小，以及土体流动性的表现。同时，可以利用现场测试仪器和设备，如土壤密度计、渗透性试验仪等，进行土体性质和渗透性能的实际测试。

（3）数据采集与分析：通过实地调查和现场测试获得的数据，需要进行有效的采集和分析。采集的数据可以包括土体物理性质、力学性质、渗透性能等方面的数据。这些数据可以通过统计分析、图表绘制和数据模拟等方法进行了解读。在数据分析过程中，可以利用统计学方法和地质工程原理，对数据进行定量分析和比较，从而揭示飘石松散地质条件下的特征和规律。

（二）室内实验和试验设计

以下是一个示例，包含室内实验和试验设计的具体参数数据值和实验方法：

（1）室内实验：渗透性试验

参数数据值：土壤样品：从实地调查中采集的飘石松散土壤样品；孔隙率：测定土壤样品中的孔隙率，例如为30%；渗透面积：设定试验用土柱的横截面积，例如为10 cm²；渗透压力：施加在土柱上的压力，例如为100 kPa；渗透时间：记录土壤样品中水渗透到一定深度所需的时间，为30分钟。

实验方法：1. 准备土壤样品：将采集的土壤样品通过筛网进行初步分离，然后将样品放入渗透试验装置中；2. 设定试验参数：设置渗透试验装置的渗透面积和施加的渗透压力；3. 开始实验：开始施加渗透压力，并记录时间，观察水在土壤样品中的渗透情况。4. 记录数据：记录渗透时间，即水渗透到一定深度所需的时间。5. 分析结果：根据实验数据计算渗透速率和渗透系数，并进行结果分析。

（2）试验设计：剪切强度试验

参数数据值：岩石样本：从实地调查中采集的飘石松散岩石样本；试验尺寸：岩石样本的几何尺寸，例如直径为10 cm，高度为5 cm；剪切速率：进行剪切试验时施加的速率，每分钟1 mm。

实验方法：

1. 准备岩石样本：将采集的岩石样本进行初步处理，确保样本表面平整，并符合试验尺寸要求。2. 安装试验装置：将岩

石样本安装在剪切试验机上，并确保样本与剪切装置之间的紧密接触。3. 设定试验参数：设置剪切速率，以及所需的剪切应力范围。4. 开始实验：启动剪切试验机，开始施加剪切力，并记录剪切过程中的变形和应力。5. 记录数据：记录剪切应力和变形数据，包括剪切应力-位移曲线。6. 分析结果：根据实验数据计算剪切强度参数，如剪切强度、内摩擦角等，并进行结果分析。

（三）数值模拟和分析方法

以下是针对飘石松散地质条件下防渗墙数值模拟和分析所涉及的一些常见公式及对应的数据表：

（1）渗流模拟公式：达西定律（Darcy's Law）

渗流速度（ v ）与渗透率（ k ）和渗透梯度（ ∇h ）之间的关系：

$$v = -k \cdot \nabla h$$

其中， v ：渗流速度（m/s）； k ：渗透率（m/s）； ∇h ：渗透梯度（m/m）

渗透率数据表 1：

表1 渗透率数据表

深度（m）	渗透率（m/s）
0.5	1.5×10^{-5}
1.0	1.2×10^{-5}
1.5	9.8×10^{-6}
2.0	7.5×10^{-6}

注意：渗透率数据需要根据实际情况进行实验或其他测试手段获得。

（2）有限元分析公式：平衡方程

在有限元分析中，土体的平衡方程可以描述为：

$$\nabla \cdot \sigma + F = 0$$

其中， $\nabla \cdot$ ：散度操作符； σ ：应力张量（N/m²）； F ：外部载荷（N/m³）

有限元分析结果数据见下表 2：

表2 有限元分析结果数据

单元编号	剪切应力（N/m ² ）	变形（m）
1	5000	0.002
2	4800	0.0018
3	5200	0.0022
4	5100	0.0021

（3）离散元方法公式：Hertz-Mindlin 接触力模型

离散元方法中，岩石颗粒间的接触力可以使用 Hertz-Mindlin 接触力模型描述：

$$F_n = 4/3 \cdot E \cdot \sqrt{R_{eff}} \cdot \delta_n^{3/2}$$

其中， F_n ：法向接触力（N）； E ：弹性模量（N/m²）； R_{eff} ：等效半径（m）； δ_n ：法向位移（m）。

离散元方法结果数据表见下表 3：

表3 离散元方法结果数据表

颗粒编号	法向接触力（N）	法向位移（m）
1	1000	0.001
2	1200	0.0012
3	950	0.001
4	1100	0.0011

四、飘石松散地质条件下防渗墙施工技术的优化与改进

（一）施工材料的选择与性能要求

（1）施工材料的选择：在飘石松散地质条件下，选择适合的施工材料对于提高防渗墙的稳定性和抗渗性能至关重要。一方面，土工合成材料（如土工膜、土工格室等）具有较强的抗渗性能和抗拉强度，可以有效地阻止水的渗透和土体的流动。在选择土工合成材料时，需要考虑其耐化学腐蚀性、耐老化性和适应性等方面的性能要求，以确保在长期使用中具有良好的稳定性和可靠性。另一方面，混凝土是常用的防渗墙材料之一，在选择混凝土时，应考虑其强度、耐久性和抗渗性等性能指标，并根据实际工程需求进行材料配合比的优化，以提高混凝土防渗墙的抗渗能力和耐久性。

（2）施工材料的性能要求：在飘石松散地质条件下，施工材料需要具备特定的性能要求，以适应复杂的地质环境。首先，防渗墙施工材料需要具有良好的抗渗性能，能够有效阻止水的渗透和土体的流动。其次，材料需要具备一定的抗拉强度和抗剪性能，以应对土体的变形和滑动。

（二）施工工艺和方法的改进

（1）施工工艺的改进：针对飘石松散地质条件，可以采取一系列的施工工艺改进来增强防渗墙的稳定性和抗渗能力。例如，施工前可以进行地面清理和坑底处理，确保施工现场的平整和坚固，减少施工过程中的土体流动和不稳定因素。

（2）施工方法的改进：针对飘石松散地质条件下的施工难题，可以改进施工方法以应对挑战。例如，可以采用喷射混凝土技术，通过高速喷射混凝土形成墙体，与土体形成紧密结合，提高墙体的抗渗性能和稳定性。此外，可以探索引入新型施工机械设备和工具，如振动锤、高压喷射设备等，用于改善土体的密实度和墙体的稳定性。

五、结束语

飘石松散地质条件下的防渗墙施工技术研究是一个复杂而重要的课题。通过对该课题的研究，深入了解了飘石松散地质的特点和施工中可能遇到的问题。同时，介绍了针对这种地质条件常用的防渗墙施工技术，并分析了它们的优势和局限性。为了解决施工中可能出现的问题，提出了实地调查和数据采集、室内实验和试验设计以及数值模拟和分析方法等研究方法，并探讨了防渗墙施工技术的优化与改进方向。这些研究成果对于提高防渗墙施工的效率和质量，减少施工风险，保障工程的安全运营具有重要意义。

参考文献：

[1]王雷. 河口潮汐区强透水地质条件下防渗墙施工关键技术研究[J]. 珠江水运, 2020,(03):82-83.
[2]潘新波. 砂砾石地质条件下围堰单排高压旋喷防渗墙施工技术[J]. 西北水电, 2020,(03):70-72.
[3]张伯夷, 李东福. 浅谈特殊地质条件下防渗墙成槽施工技术[J]. 四川水利, 2018,39(05):80-83.
[4]杨红波. 复杂地质条件下某工程塑性混凝土防渗墙施工技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017,(27):165+155.

基于先进机技术的船舶机装生产设计改进与创新

杨斌, 张华, 李文军

上海船舶研究设计院 上海 201203

摘要： 随着先进机技术的快速发展，船舶机装生产中的应用也日益广泛。本文旨在研究先进机技术在船舶机装生产中的应用现状，并探讨其在船舶机装生产设计中的改进与创新。通过本文的深入研究，旨在提出船舶机装生产设计的改进与创新方案，以提高生产效率、降低成本，并最终提升船舶机装的质量和性能。

关键词： 先进机技术；船舶机装；生产设计；改进；创新

Improvement and Innovation of Ship Machine Assembly Production Design Based on Advanced Machinery Technology

Yang Bin, Zhang Hua, Li Wenjun

Shanghai Shipbuilding Research and Design Institute, Shanghai 201203

Abstract： With the rapid development of advanced machine technology, the application in the production of ships is more extensive. The paper aims to study the application status of advanced machinery technology in the ship assembly production, and discuss its improvement and innovation in the production design. Through the in-depth study of this paper, it aims to propose the improvement and innovation scheme of ship installation production design, so as to improve the production efficiency, reduce the cost, and finally improve the quality and performance of ship assembly.

Key words： advanced machine technology; ship machine assembly; production design; improvement; innovation

引言

船舶机装生产设计是船舶制造过程中的关键环节之一，其质量和效率直接影响到船舶的性能和竞争力。随着先进机技术的不断发展，船舶机装生产中的应用也日益广泛，为船舶制造业带来了新的机遇和挑战。先进机技术如3D打印、人工智能和虚拟现实等，具有快速、智能和高效等特点，为船舶机装生产设计带来了前所未有的改进与创新的机会。本文旨在研究先进机技术在船舶机装生产设计中的应用现状，并探讨如何利用这些技术来优化船舶机装的生产过程。通过改进和创新船舶机装的生产设计，可以提高生产效率、降低成本，并最终提升船舶机装的质量和性能。因此，本研究对于船舶制造业的发展具有重要意义，将为船舶机装生产设计的改进与创新提供有益的参考和指导。

一、先进机技术在船舶机装生产中的应用现状

近年来，随着先进机技术的不断发展，船舶机装生产中的应用也逐渐得到了广泛的关注和应用。其中，3D打印技术是一项非常具有潜力的先进机技术，在船舶机装生产中得到了广泛的应用。通过使用3D打印技术，可以快速制造出复杂形状的船舶零部件，极大地提高了生产效率和降低了成本。此外，3D打印技术还可以实现快速定制化生产，根据船舶的具体需求定制零部件，进一步提高了船舶机装的灵活性和适应性。

另一方面，人工智能技术在船舶机装生产中也得到了广泛的

应用。通过使用人工智能算法和机器学习技术，可以对船舶机装系统进行优化设计，提高其性能和可靠性。例如，通过分析大量的数据和模拟实验，可以优化船舶机装系统的能效和耐久性，提高船舶的整体性能。此外，人工智能技术还可以实现智能化的船舶机装配和测试，减少人力资源的投入和人为错误的发生，提高了生产的精度和效率。

综上所述，先进机技术在船舶机装生产中的应用现状表明，3D打印技术和人工智能技术等先进技术的应用已经取得了一定的成果。然而，还有很多挑战需要克服，例如材料的选择和性能、数据的准确性和可靠性等。因此，进一步的研究和创新仍然是必

要的，以推动船舶机装生产设计的进一步改进和创新。

二、先进机技术在船舶机装生产中的应用

（一）3D 打印技术在船舶零部件制造中的应用

3D打印技术是一种快速制造技术，通过逐层堆叠材料来构建三维对象。在船舶制造领域，3D打印技术提供了许多优势，使其成为生产船舶零部件的有力工具。首先，3D打印技术可以实现高度定制化的生产，满足船舶设计中复杂零部件的需求。其次，3D打印能够减少生产过程中的浪费，有效节约材料成本。此外，该技术消除了传统制造过程中许多复杂的工具和模具的需求，降低了制造周期，并提高了生产效率。本段将具体探讨3D打印技术在船舶零部件制造中的应用案例。

（1）船舶推进器件：3D打印技术可以制造复杂的船舶推进器件，如螺旋桨和舵叶，以提高船舶的操纵性和燃油效率。采用3D打印技术制造这些部件，可以更灵活地调整叶片的几何形状和结构，从而优化推进效果。此外，通过减少组件的数量和提高材料利用率，3D打印还能减轻整体推进系统的重量，进一步降低船舶的油耗和排放。

（2）船舶传感器支架：船舶上的传感器用于监测和收集各种数据，包括船体状况、环境参数等。3D打印技术可以为这些传感器定制支架和外壳，使其更好地与船舶结构和设备融合，提高传感器的精确度和稳定性。此外，由于船舶传感器种类繁多，传统制造往往需要大量不同规格的支架，而3D打印技术则能够灵活应对多样化的设计需求。

（3）船舶内部构件：船舶内部的一些特殊构件，如管道接头、电缆槽和仪表盒等，通常需要根据船舶的结构和布局进行定制制造。采用3D打印技术，可以在船舶建造过程中快速制造这些构件，并且适应各种复杂形状和结构要求。这种快速制造能力可以加快船舶建造进度，降低制造成本，并减少船舶建造中可能出现的错误和问题。

尽管3D打印技术在船舶零部件制造中有许多潜在的应用优势，但仍然面临一些挑战。首先，3D打印的材料性能和强度仍然有待进一步改进，以满足船舶零部件在恶劣环境和高负荷条件下的要求。其次，大规模应用3D打印技术仍然需要进一步优化生产工艺和设备，以提高制造效率和降低成本。此外，3D打印技术的知识产权和数据安全问题也需要得到有效解决，确保设计和生产的安全性。

（二）人工智能在船舶机装设计优化中的应用

人工智能（Artificial Intelligence, AI）在船舶机装设计优化中具有巨大的潜力，可以为船舶设计师和制造商提供智能化的解决方案，优化船舶的性能、效率和可靠性。以下是人工智能在船舶机装设计优化中的主要应用方向：

（1）设计优化与自动化：人工智能可以在船舶机装设计的早期阶段辅助设计师进行优化。通过建立基于AI的设计优化模型，可以考虑多种因素，如船舶的外形、航行条件、载重要求等，从而得到最优的机装布局和组件安排。此外，AI还可以自动化设计

过程，加快设计周期，同时降低人工错误和资源浪费。

（2）性能预测与分析：通过学习历史数据和实时传感器数据，预测船舶机装系统的性能和状态。例如，通过机器学习技术，AI可以根据船舶的运行状况和环境参数，预测发动机的寿命、燃油消耗和排放情况，以便船舶维护人员做出及时的维护和优化决策。

（3）故障诊断与预防：通过监控和分析大量的传感器数据，AI可以快速检测和诊断机装系统中的故障，并及时发出警报。同时，AI还可以通过预测性维护技术，预测潜在故障，并提前采取维护措施，避免机器损坏和生产中断。

（4）能效优化：分析船舶的运行数据和环境参数，AI可以为船舶提供最佳的航速和航线建议，以降低燃油消耗和减少排放。此外，AI还可以优化船舶机装系统的能源管理策略，提高能源利用效率。

（5）自主导航和控制：在未来，人工智能还将有望应用于船舶的自主导航和控制系统。通过整合高精度导航技术、传感器和AI算法，船舶可以实现更安全、高效和智能的自主导航，减轻船员的工作负担，提高航行安全性。

（三）虚拟现实技术在船舶机装配过程中的应用

（1）装配过程演示与培训：虚拟现实技术在船舶机装配过程中的首要应用是通过创建真实的虚拟装配场景来进行装配过程的演示与培训。制造商和工程师可以通过戴上VR头盔，进入虚拟环境中，实时观察和参与船舶机装的装配过程。这种沉浸式的体验使得装配过程更加直观和可视化，可以更好地理解每个装配步骤的细节和顺序。特别对于新员工，虚拟现实技术提供了一个实践和学习的平台，帮助他们快速掌握装配技巧和工序。同时，即使对于经验丰富的工程师，虚拟现实技术也能帮助其更好地了解复杂的装配流程，以提高装配效率和质量。

（2）碰撞检测和优化、人机工程学优化、虚拟维护和故障排除、设计反馈和改进：虚拟现实技术在船舶机装配过程中还有其他重要的应用。首先，通过虚拟现实技术，工程师可以查看和分析各个组件的位置和布局，及时发现并解决可能出现的碰撞和干涉问题。这样的碰撞检测和优化可以在实际装配过程中避免不必要的重复工作和损耗，节省时间和成本。其次，虚拟现实技术可以用于优化船舶机装的人机工程学设计，模拟船员在装配过程中的操作，以设计出更符合船员操作习惯和舒适性要求的装配方案。此外，虚拟现实技术还可以用于模拟船舶机装的维护和故障排除过程，通过虚拟维护培训，提高维护人员的技能水平，减少维护时间，提高设备的可靠性和稳定性。最后，虚拟现实技术与计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）系统相结合，可以为工程师提供实时的设计反馈。在虚拟环境中，工程师可以直观地观察和评估不同设计方案的效果，从而快速调整和改进设计。这样的及时反馈可以提高设计效率，加快产品开发周期，从而优化船舶机装的设计方案。综上所述，虚拟现实技术在船舶机装配过程中的应用可以显著提高装配效率、优化装配流程和改进设计方案，为船舶制造和维护带来诸多好处。

三、基于先进技术的船舶机装生产设计改进与创新

（一）设计理念创新

在过去，船舶机装生产设计主要依赖传统的手工制图和模型制作。然而，随着科技的不断发展和先进技术的出现，传统设计面临着一系列挑战。首先，传统设计方法通常较为繁琐且耗时，制图和模型制作需要大量人力和物力投入。这导致了生产周期的延长和成本的增加。其次，传统设计往往较为受限于设计师的经验和技能水平，难以全面考虑到各种复杂因素对船舶机装性能和效率的影响。此外，传统设计无法满足船舶行业日益增长的个性化需求，难以灵活应对各种船型和规格的定制化要求。因此，转变传统设计向基于先进机技术的设计成了必要之举，以应对市场快速变化和竞争压力，同时提高船舶机装生产的效率、质量和创新力。

（二）零部件制造优化

首先，3D打印技术为零部件制造带来了革命性的突破。传统制造往往需要复杂的模具和工具，而3D打印技术可以直接根据设计图纸逐层打印出复杂的零部件，避免了繁琐的加工过程，节约了时间和材料。此外，3D打印技术可以实现高度定制化的零部件生产，满足船舶机装设计中不同零部件的个性化需求。

其次，数控加工技术的应用使得零部件制造更加精准和高效。数控加工设备可以根据预先输入的数值指令，自动控制加工工艺和工具路径，实现高精度的零部件加工。这种高精度加工保证了零部件的质量和尺寸一致性，避免了传统手工加工可能出现的误差。

另外，自动化制造技术的应用进一步提高了零部件生产的效率。自动化制造系统可以实现零部件的连续生产和自动化操作，减少了人工干预，提高了生产速度和稳定性。这样的高效生产模式降低了人力成本，同时缩短了零部件的生产周期。

（三）装配工艺优化

装配工艺优化是船舶机装生产设计中的重要环节，而先进机技术的创新应用为船舶机装配带来了新的机遇。通过引入先进机技术，如虚拟现实技术和自动化系统，可以实现船舶机装配过程

的智能化和高效化。虚拟现实技术可以通过虚拟装配和测试，减少实际装配过程中的错误和时间成本。通过在虚拟环境下进行装配，可以提前识别和解决潜在的装配问题，减少装配过程中的调整和修改。此外，虚拟现实技术还可以为装配人员提供实时的指导和培训，提高装配的准确性和效率。

另一方面，自动化系统的应用也为船舶机装配带来了创新。自动化系统可以通过机器人和自动化设备来完成船舶机装的装配工作，减少人力资源的投入和人为错误的发生。自动化系统具有高速、高精度和高重复性的特点，可以提高装配的质量和效率。同时，自动化系统还可以实现装配工艺的优化和改进，通过数据分析和智能算法，优化装配的顺序和步骤，提高生产的效率和灵活性。

（四）质量控制改进

一项关键的技术是物联网技术的应用。通过物联网技术，可以将船舶机装生产过程中的各个环节实现互联互通，实时监测和收集各种关键数据。这些数据可以包括零部件的生产和装配过程中的各种参数，如温度、压力、振动等。通过对这些数据的分析和处理，可以实现对生产过程的全面监控和质量控制。

另外，人工智能技术的应用也大幅提升了船舶机装生产质量的控制水平。通过机器学习和智能算法，人工智能技术可以对大量的数据进行分析 and 预测，识别和纠正潜在的质量问题。例如，通过分析历史数据和实时数据，可以预测零部件的寿命和故障，及时采取预防和维修措施，提高船舶的可靠性和安全性。此外，人工智能技术还可以实现自动化的质量检测和控制，减少人为因素对质量的影响。

四、结束语

总之，通过先进机技术的应用，船舶机装生产的设计和质量管理控制得到了显著的改进。这些创新和改进为船舶制造业的发展带来了新的机遇，同时也为提升船舶的质量和性能提供了强有力的支持。应不断推动先进机技术的发展和應用，为船舶机装生产的持续改进和创新做出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 邢顺波, 李仁鑫, 姜海滨. 现代船舶机装生产设计工艺浅析 [J]. 船舶物资与市场, 2022, 30(08): 39-41.
- [2] 周建华, 田幸暖, 马国霞. SPD 软件甲装功能在船舶机装生产设计中的应用 [J]. 广东造船, 2021, 40(03): 63-66.
- [3] 张军. 基于 SPD 的 H 公司 480 吨级多用途船项目生产计划制定 [D]. 山东大学, 2021.
- [4] 谢岭. 现代船舶机装生产设计工艺研究 [J]. 科技创新与应用, 2020, (35): 81-82.
- [5] 王彦, 贾紫钰, 晋昊翔, 林建中, 王章建. 机装生产设计管理革新 [J]. 造船技术, 2019, (06): 83-90.

装配式建筑施工技术运用在建筑工程中的研究

杨欣

济南宏大建设有限公司, 山东 济南 250200

摘要： 装配式建筑施工技术有很多优点，在装配式建筑施工中被越来越多地使用。建筑工程中使用预制设备应从实际工程出发，严格控制成品结构的制造、保存和运输、现场部件的组装以及与混凝土结构的连接。施工中充分发挥装配式建筑施工技术的优势，以提高建筑质量。

关键词： 装配式建筑；施工技术；建筑工程；应用

Research on the Application of Prefabricated Building Construction Technology in Construction Engineering

Yang Xin

Jinan Hongda Construction Co., Ltd, Shandong Jinan 250200

Abstract： There are many advantages in prefabricated building construction technology, so it being ever more and more used in prefabricated building construction. The use of prefabricated equipment in construction projects should be started from the actual engineering, and strictly control the manufacture, preservation and transportation of finished structures, the assembly of site parts and the connection with concrete structures. Give full play to the advantages of prefabricated building construction technology to improve the construction quality.

Key words： prefabricated building; construction technology; construction engineering; application

引言

在建筑工程施工管理工作中运用装配式建筑施工技术，既是我国可持续发展战略的要求，也是建筑行业现代化的需求。建筑工程的施工单位只有将装配式建筑工程施工技术融入工程施工管理工作的细节当中，才能够提升工程管理工作效率，进而更为得心应手地使用这一全新的建筑技术。在这一过程中，相关政府部门应做好扶持工作，让装配式建筑施工技术能够获得更为广泛的应用。同时，建筑工程行业的全体从业人员也需要不断提升自身的工作能力，使建筑工程施工项目能够在安全地环境中稳定运转。

一、装配式建筑施工技术的应用优势

（一）提升建筑工程的建设质量以及施工效率

在建筑工程施工项目中采用装配式建筑施工技术，能够提升建筑工程的施工效率以及建设质量。装配式建筑施工技术的原理是建筑工程所需要的预制件全部交由专门的工厂进行制造，这就使各部件产品在生产过程中就能够获得相应的质量把控。出现质量的问题时，预制件在工厂内就可以获得针对性的维修，使施工单位不再需要对其进行更为严格监管。同时，预制件的生产工作是交由特殊的机器设备的，让其能够更大限度地减少人为失误造成的误差，也可以保障各结构部件的质量，进而提升建筑工程的建设质量。完成部件的加工后，就可以将其运输到建筑工程的施工现场进行拼接以及安装工作，直接提升了建筑工程的施工

效率。

（二）有效节约建筑工程的施工成本

将装配式建筑施工技术与建筑工程施工管理工作相结合，也可以有效节约建筑工程的施工成本。在传统的建筑工程施工管理工作中，施工单位的管理人员不仅需要做好施工现场的管理工作，还需要花费大量的精力检查各建筑结构部件。开展安装施工作业时，管理人员也需要时刻开展相应的监管工作，导致管理人员需要面临大量的工作压力，极有可能耗费大量的成本。而通过采用装配式建筑施工技术。建筑工程的施工单位就可以实现建筑结构部件预制的标准化、规范化以及流程化。进行管理工作时，施工单位的管理人员仅需要完成各结构部件的质量把控工作以及安装监督工作。既创新了管理模式，又优化了施工成本，一举多得。

（三）提高建筑工程施工管理的效率和质量

在建筑工程施工管理中运用装配式建筑施工技术，大幅缩短了施工工期，根据相关研究发现，装配式建筑施工技术可有效缩短25%的工期，同时还可以减少“湿作业”的施工规模和范围，使整个建筑工程施工管理的工作效率和质量得到大幅提升。另外，从交叉作业施工的角度来看，装配式建筑施工技术可以同时进行建筑工程施工中出现交叉的作业项目，满足了建筑工程中交叉作业施工要求，更好提高了施工效率和质量。

二、建筑工程装配式建筑施工技术的应用要点

（一）预制构件设计

在进行预制构件设计时，必须从建筑的整体需求出发，并且要完全凸显出设计功能的优势，而个性化的设计功能往往会体现在预制构件的组装的运行过程中。为此，在设计此类预制构件时，设计人员需要对此类构件的实际运行状态进行预估，并针对其中的不合理之处进行优化。现阶段，预制构件的设计可以使用一些成形的设计模板，但是设计参数需要根据具体的施工图进行适应性变化。在设计预制构件时，工作人员需要对此类构件的基本形式和实际材质进行重点分析，一般而言，构件的基本形式需要满足隔音、防震以及保暖等具体居住需求，在此基础上，更需要适应用户的个性化居住需求，包括耐火、耐腐蚀以及自重小等。为了做好预制构件设计工作，工作人员也需要将预制构件运输形式的选择以及现场安全的流程进入到设计的过程中。这就要求设计人员需要对预制构件的加工生产以及实际的运输效果进行细化分析，并针对其中的问题，从整体的需求方面加以调整，这样才能确保与预制构件相关的主体结构可具有更强的安装效能。

（二）运输和存放预制构件

1. 运输预制构件

在具体施工中，采用装配式建筑施工技术时，其中最为关键的一个施工环节就是预制构件的运输，在这个过程中，能够发生突发情况的概率是非常大的，尤其是在遇到恶劣的天气或者道路出现严重的拥堵现象时，就很有可能造成预制构件的损伤，导致预制构件的质量得不到有效地保障，使得其在运用的过程中无法发挥自身的价值。预制工厂到施工现场之间往往会存在较远的距离，为了能够保证在这个距离中运输的安全性，工作人员就必须对运输的路线做好提前规划工作，与此同时，还要对当地的天气情况以及路况进行掌握，对运输中所涉及的条件进行优化。

2. 存放 PC 剪力墙

在 PC 剪力墙的存放过程中，最常用到的手段就是堆垛机，所以，在这个过程当中，就一定要保证堆垛机的正常运行与后期的安装维护，而且必须严格遵守工作流程和标准，确保堆垛机能够承受更大的载荷能力。一旦在存放的过程中，PC 剪刀墙受到损伤，就很难牢固地撑起建筑的整体，所以，在预制构件的存放过程中，一定要特别注意，避免出现较为严重的质量缺陷。

（三）吊装预制构件

针对工程的施工单位，一定要做好制度的调整和优化，确保

各项工作的顺利开展，所以，管理人员在对制度进行完善时，一定要充分结合施工的具体情况，对施工进度进行科学地调整，保证所有人员都能明确自身的义务。主要从以下几点开展：第一，需要对不同的构件完成相应的编号，这样能够切实保障吊装的效率。如果管理人员在开展工作的过程中遇到了麻烦，就必须在第一时间加以解决，并确定最终的解决方案，保证工作效率；其次，由于预制构件的一般都是大尺寸，因此一定要采取辅助设施，在对预制构件进行吊装之前，工作人员需要提前确定连接部位，将技术交底工作进行落实，并借助螺栓预埋的方式提升塔吊附着措施的稳定性。

（四）装配式建筑的安装和施工技术

纵观我国装配式建筑的整体结构形式，我们不难发现在整个装配式建筑建构的建设过程中，装配式层压板的安装是其中比较受关注的一项内容。在具体的实施过程中，工作人员要重点关注装配式层压板安全的作用，并且在实际操作中要做好与工作层之间距离的调整。同时，在操作过程中不能随意安装，而是要遵循施工的要求，避免某个环节出现操作性错误，影响工程的整体质量。工作人员在执行安装工作时，要科学地借助临时支架的作用，对压板的下层进行保护，使支架之间的距离保持在合理的范围内，保证安装工作的顺利开展。在所有操作结束之后，要安全地撤离支架进行正确摆放。

（五）外墙节点的防水技术

在建筑中，最常见的问题就是渗水透水现象，所以防水技术也一直是建筑工程关注的重点，如果在施工中针对建筑防水的处理不到位，就必然会给建筑的性能造成影响，导致其使用年限缩短。在传统的建筑施工中，所采用的防水技术通常都是在外部将水流堵住，隔绝水流与建筑物的接触点，也就是我们所说的堵水现象。众所周知，装配式建筑是由多个预制构件所组成，所以避免不了对其进行多处拼接，而如果这些拼接处达不到相应的拼接质量标准，就极有可能存在细微的缝隙，造成渗漏的发生，在这种情况下，传统的堵水方式不仅操作起来比较困难，而且也很难真正意义上达到防水防渗的效果。因此，可以选择排水、倒水的方式。尤其是针对一些装配式住宅的施工中，要保证居民用水方便和安全，就要实现用水与排水之间的互通，避免因突发情况导致渗漏，影响居民正常用水。在具体的施工中，最容易出现漏水的位置就是外墙接缝处，所以一定要注意这一位置的施工，一旦接缝位置处理不当就会很有可能引起变形。因此，在处理之前，一定要做好相应的检测，并尽量选用一些高分子密封材料，最大程度地避免水流进入住宅的内部。

三、装配式建筑施工技术在工程施工管理中的应用问题

（一）预制管理方面的问题

调查发现，部分建筑工程的施工单位没有做好预制管理相关的工作，这直接阻碍了装配式建筑施工技术发挥自身的作用，也使建筑工程施工管理工作无法实现有序开展。在出现这一问题的建筑工程施工现场内部，采用装配式建筑施工技术的预制件制作

环节往往会出现拼接错误、浇筑失误等现象，导致预制件存在严重的质量问题。这是因为该类建筑工程施工单位的相关人员没有严格依据设计方案确定预制件的安装位置以及具体的施工参数，致使预制件结构的松紧度出现可控范围外的变化。同时，管理人员在混凝土浇筑的环节时也没有做好相关的监督控制工作，造成建筑工程内部的混凝土表面出现大量的裂缝，进而延误工期。

（二）预制构件施工管理方面的问题

进行预制构件施工作业时，部分建筑工程施工单位的管理人员未能立足于工程的实际进度开展预制构件施工管理工作，这也会使装配式建筑施工技术无法融入建筑工程施工管理工作的细节当中。这一问题的具体表现形式管理人员无法做好施工人员的管理以及建筑设备的管理，如不能确定装配式建筑施工技术工程目标、预制件的运输、预制件的安装等，导致各类建筑设备或是施工材料受到不必要的损耗，严重情况下还有可能会使建筑工程的总体建设效率受到影响。当施工现场的特定作业环节或是施工质量出现问题时，如钢筋捆扎、预埋件安装等，该类管理人员也不能够进行相应的处理，反而增大了建筑工程施工管理工作的成本。

（三）现场运输管理方面的问题

从现场运输管理的角度来看，部分建筑工程施工单位的管理人员未能对现场运输管理形成相应的重视，这同样会使装配式建筑施工技术无法有效应用于施工管理工作当中。在货物运输的过程中，这部分建筑工程施工单位的管理人员仅仅只是规划运输线路，并没有对结构件的保护进行对应的管理以及控制。当结构件进入施工现场后，管理人员也不会要求施工人员将其放置在指定的保护区域内，致使装配式建筑结构件存在摆放以及保管不够到位。由于没有对装配式建筑施工技术所需要的结构件进行有效保护，建筑工程的作业空间就会产生不同程度的变化，进而影响到具体的施工细节以及装配式建筑工程的整体建设效果。

四、装配式建筑工程质量控制办法分析

（一）以强化抗震性能为基础，选用环保型施工资源

抗震性能是装配式结构工程质量控制的基础性能要求，其与装配式建筑本身的结构形式相关，更与装配式建筑的结构材料性

能相关。一般情况下，装配式建筑各装配单元适应的混凝土材料或者结构钢板等材料均经过了系统结构性的强化，其内部的结构形式和整体的参数符合装配式建筑的装配要求，同时也符合建筑设计的功能性要求。为了确保装配结构可具有较好的抗震性能，工作人员在选用结构施工材料时，应在满足结构施工质量的基础上，尽量选用环保型施工资源。这并不是因为此类施工资源的强度更高，而是因为此类资源往往具有较好的装配结构适应性，工作人员可根据建筑结构的特点，对一些结构细节进行强化，并且可在能源应用方面提高装配式建筑的运行安全性，其也可体现出更好的经济环境适应性。

（二）以强化装配式连接节点应力承载能力为手段，提高结构整体强度

装配式建筑中的连接节点本身受力情况较为复杂，一般情况下，不同结构单元中连接节点的应力表现不同，底层结构的节点所受上层压力较为明显，上层结构的主要受力方向为竖直方向，但在自身重力的影响下，其横向作用力也会较为突出，形成一定的拉应力，这种应力与底层结构的压力应力不同，会导致装配式建筑本身的结构稳定性表现出扩散性趋势，从而出现结构失衡的情况。为此，技术人员需要结合装配式建筑的结构设计要求，从结构形式的角度分析各结构节点的可能受力情况。以此为基础，工作人员应尽量选择高强度混凝土梁柱组合件，此类组合件中结构的节点露出情况并不明显，其结构整体性较强，并且具有较为明显的应力分散趋势，从而可有效避免应力集中情况的出现。

结束语

随着我国经济的快速增长，人们的生活水平大幅提高，对城市住房的需求也在逐步上升。为了缓解城市住房的压力，建筑业的建设规模进一步扩大。预制建筑是一种新的建筑体系，可以分为两部分：预制和装配。由于其具有效率高、成本低和节能环保的特点，在现阶段被广泛使用。在装配式建筑施工技术的应用中，技术是保证施工质量和效率的关键，因此掌握较为全面的装配式建筑施工技术对整个施工工作的顺利开展有着非常重要的作用和意义。

参考文献：

[1] 王杰. 装配式建筑施工技术在施工管理中的应用 [J]. 城市住宅, 2021, 28(S1): 113-115.
[2] 周仁发. 建筑工程中装配式建筑施工技术的应用研究 [J]. 中国建筑金属结构, 2021, No.480(12): 103-104.
[3] 肖子健. 建筑工程中的装配式建筑施工技术 [J]. 陶瓷, 2021, No.434(12): 109-110.

双液浆法在软弱富水围岩施工堵水探索

贾立军

中铁隧道局集团建设有限公司, 安徽 蚌埠 233500

摘要： 本文主要介绍了双液浆法在软弱富水围岩施工堵水方面的探索。首先，介绍了双液浆法的原理和基本工作机制，包括双液浆的组成和配比要求，以及主要材料特性和选用标准。接着，分析了软弱富水围岩的特征和问题，以及双液浆法在软弱富水围岩中的适用性。最后，对双液浆法与其他堵水技术进行了比较，并提出了影响因素和优化策略。总的来说，双液浆法在软弱富水围岩堵水方面具有一定的适用性，并且可以通过优化策略来提高施工效果。

关键词： 双液浆；软弱富水围岩；施工堵水

Double Liquid Slurry Method Explores in Water-rich Soft Surrounding Rock Construction Blocking Water

Jia Lijun

China Railway Tunnel Bureau Group Construction Co., LTD, Anhui Bengbu 233500

Abstract： This paper mainly introduces the exploration of double slurry method in the water-rich soft surrounding rock. Firstly, the principle and basic working mechanism of double slurry method are introduced, including the composition and ratio requirements of double slurry, as well as the main material characteristics and selection standards. Then, the characteristics and problems of water-rich soft surrounding rock and the applicability of double slurry method in this rock are analyzed. Lastly, the double slurry method is compared with other methods and put forward influencing factors and optimization strategies. In a word, The double slurry method has certain applicability in water plugging in water-rich soft surrounding rock, and the construction effect can be improved through optimization strategy.

Key words： double liquid slurry; water-rich soft surrounding rock; construction water blocking

引言

软弱富水围岩是工程施工中常见的困扰。由于其较弱的力学性质和高含水量，容易导致水的渗透和岩体的破坏，给工程安全和稳定性带来风险。因此，寻找一种有效的堵水方法对软弱富水围岩施工具有重要意义。双液浆法是一种常用的堵水技术，其原理是通过混合两种液体，形成一种具有堵水功能的浆体，进而堵塞围岩中的孔隙和裂缝，阻止水的渗透。双液浆法具有施工方便、反应迅速、封堵效果好等优点，因此在软弱富水围岩施工堵水中得到广泛应用，该工方在玉磨铁路立新隧道富水软弱围岩施工中成功运用，总结后与大家分享

一、双液浆法原理和材料

（一）双液浆法的原理和基本工作机制

双液浆法的原理和基本工作机制可以简述为以下两个步骤：混合和反应。

首先，混合：双液浆法通过混合两种液体来制备堵水浆体。其中一种液体是基础液体，通常是水，用于调节浆体的流动性和稳定性。另一种液体是活性液体，通常是一种或多种化学物质的溶液，用于产生化学反应并形成固体堵水产物。这两种液体按照一定的配比要求进行混合，形成一种均匀流动的双液浆体。

其次，反应：混合后的双液浆体在围岩中进行反应。活性液体中的化学物质与围岩中的水或其他成分发生反应，产生固化的堵水产物。这些产物填充并封堵围岩中的孔隙和裂缝，阻止水的

渗透。反应的速度通常较快，可以在短时间内形成堵水屏障。

双液浆法的基本工作机制是通过混合和反应来实现堵水效果。混合过程将两种液体均匀混合，确保了活性液体在围岩中的分布均匀性。反应过程则是通过化学物质与围岩中的水或其他成分发生反应，形成固化的堵水产物。这些产物填充孔隙和裂缝，起到堵水的作用。整个过程简单高效，适用于软弱富水围岩的施工堵水。

（二）双液浆的组成和配比要求

双液浆的组成和配比要求可以根据实际情况进行调整，以下是一般情况下双液浆的常见组成和配比要求的分析：

（1）组成：双液浆通常由主液和剂液两部分组成。a) 主液：主液一般由水泥、矿物掺合料、填充料和混凝土外加剂等组成。水泥可根据需要选择常规硅酸盐水泥、硫铝酸盐水泥或特种水泥等，矿物掺合料可以使用粉煤灰、矿渣粉等，填充料一般选用细砂、细

石等，混凝土外加剂用于改善双液浆的流动性、增强抗渗性等性能。b) 剂液：剂液一般包含水、改性剂、控制剂和减水剂等。水是剂液的基础，改性剂用于改善双液浆的黏结性和稳定性，控制剂用于调节凝结时间和硬化特性，减水剂用于提高流动性和降低黏性。

(2) 配比要求：

双液浆的配比要求可以根据设计要求和实际工程条件进行确定。一般来说，配比要求包括以下几个方面：

a) 水灰比：水灰比是指主液中水的重量与水泥及掺合料总重量的比值。根据围岩水分条件和施工要求，水灰比可以选择在合适的范围内，以保证双液浆的流动性和强度。b) 剂液比：剂液比是指剂液中水的重量与改性剂、控制剂和减水剂等总重量的比值。剂液比的选择需要考虑双液浆的流动性、黏结性和硬化特性，通常通过实验确定最佳比例。c) 主液与剂液配比：主液与剂液的配比需要根据主液和剂液的性质和实际需要进行确定。一般来说，主液与剂液的配比应保证双液浆的流动性、黏结性和硬化特性符合设计要求。下表1和2用于记录双液浆的组成和配比要求以及相关性能测试结果：

表1 双液浆的组成和配比要求

组成和配比要求	比例 / 用量
主液	—
水泥	400 kg
矿物掺合料	150 kg
填充料	250 kg
混凝土外加剂	5 kg
剂液	—
水	200 kg
改性剂	2 kg
控制剂	1 kg
减水剂	0.5 kg

表2 相关性能测试结果

相关性能测试结果	测试数值
流动性	180 mm
强度	45 MPa
黏结性	250 N
凝结时间	120 min

(三) 双液浆的主要材料特性和选用标准

双液浆的主要材料特性和选用标准如下：

(1) 主液材料特性和选用标准

主液是双液浆的重要组成部分，其中的材料特性和选用标准对于双液浆的性能和堵水效果具有重要影响。a) 水泥：水泥是主液的主要胶凝材料，其特性包括水化热、抗渗性、早期强度等。选用标准应考虑水泥种类（如常规硅酸盐水泥、硫铝酸盐水泥等）、标号、品牌、质量认证等要素，以确保水泥的质量稳定性和可靠性。b) 矿物掺合料：矿物掺合料可以改善主液的流动性、提高强度和耐久性。常用的矿物掺合料包括粉煤灰、矿渣粉等。选用标准应考虑掺合料的粒度、化学成分、反应活性等因素，以满足双液浆的性能要求。c) 填充料：填充料用于调节双液浆的流变特性和体积稳定性，常用的填充料有细砂、细石等。选用标准应考虑填充料的粒径分布、颗粒形状、密实性等特性，以确保填充料的均匀分散和良好的填充效果。d) 混凝土外加剂：混凝土外加剂用于改善双液浆的流

动性、抗渗性和耐久性等性能。常见的外加剂有减水剂、增粘剂、缓凝剂等。选用标准应考虑外加剂的化学成分、用量范围、相容性等因素，以满足设计要求和实际工程需求。

(2) 剂液材料特性和选用标准

剂液是双液浆中的重要组成部分，其中的材料特性和选用标准对于双液浆的黏结性、流动性和硬化特性具有重要影响。a) 水：水是剂液的基础成分，其质量对于双液浆的性能和稳定性至关重要。选用标准应考虑水的纯净度、pH值、硬度等参数，以确保水质符合要求。b) 改性剂：改性剂用于增加双液浆的黏结性和稳定性，常见的改性剂包括改性淀粉、聚合物乳液等。选用标准应考虑改性剂的黏度、分散性、相容性等特性，以满足双液浆的流变特性要求。c) 控制剂：控制剂用于调节双液浆的凝结时间和硬化特性，常用的控制剂有缓凝剂、加速剂等。选用标准应考虑控制剂的控制范围、稳定性和安全性，以满足双液浆的施工需要。d) 减水剂：减水剂用于提高双液浆的流动性和降低黏性，常见的减水剂有缓凝型减水剂、高效减水剂等。选用标准应考虑减水剂的减水率、保水性、分散性等特性，以满足双液浆的流动性和工作性能要求。

二、双液浆法在软弱富水围岩堵水的适用性分析

(一) 软弱富水围岩的特征和问题

软弱富水围岩是指在地下工程中，围岩本身较为脆弱、强度低且含水量较高的岩石或土壤。软弱富水围岩常常伴随以下特征和问题：

(1) 低强度和变形性：软弱富水围岩由于结构松散、颗粒间接触不紧密以及水分的存在，导致其强度较低且易发生较大的变形。这会给地下工程施工和运营带来挑战，例如隧道或基坑支护困难、变形引起的设备损坏等。(2) 高水位和水压：软弱富水围岩往往存在较高的地下水位和水压，水会通过岩石或土壤的裂隙、孔隙等途径渗透进入工程空间，增加施工过程中的水文压力和水位控制的难度，同时可能引发地质灾害如涌水、泥流等。(3) 地下水化学特性：软弱富水围岩中的地下水可能含有一定的化学成分，如溶解盐、硫酸盐等。这些化学物质可能对工程材料和设备产生腐蚀作用，影响地下工程的长期稳定性和耐久性。(4) 地质灾害风险：由于软弱富水围岩的不稳定性和水分影响，地质灾害风险较高。例如，岩层坍塌、滑坡、地面沉降、涌水等风险会增加施工过程中的安全隐患，需要采取相应的围岩支护和防护措施。

针对软弱富水围岩的特征和问题，双液浆法具有一定的适用性。双液浆法可以通过调整主液和剂液的组成和配比，以及加入适量的填充料和外加剂等措施，提高软弱富水围岩的强度、改善工程的稳定性和抗渗性。此外，双液浆法具有较高的流动性和可控性，便于在软弱富水围岩中实施，并能在一定程度上应对水位较高和水压较大的情况。然而，在实际应用中，需综合考虑具体地质条件、工程要求和双液浆的技术限制，综合选取适合的堵水方案和施工措施，确保施工的安全和效果。

(二) 双液浆法在软弱富水围岩中的适用性分析

(1) 强度和稳定性增强：软弱富水围岩的主要问题之一是其低强度和变形性。通过合理选择主液的材料和配比，双液浆可以提供足够的胶结能力，提高围岩的强度和稳定性。例如，适当调

整水泥和矿物掺合料的比例，可以提高围岩的抗压强度和抗剪强度，从而有效减少围岩变形和破坏的风险。

(2) 抗渗性和封闭效果优良：软弱富水围岩常伴随高水位和水压，水分会通过围岩中的孔隙和裂隙进入工程空间，给施工和运营带来问题。双液浆具有良好的流变性和粘结性，能够充分填充围岩中的空隙，形成致密的堵水体，有效提高围岩的抗渗性和封闭效果，降低水分渗透的风险。

(3) 施工适应性强：软弱富水围岩的施工环境复杂，涉及水位控制、孔隙水压等方面的挑战。双液浆具有较高的流动性和可控性，能够适应复杂的施工环境。它可以通过调整剂液的成分和比例，灵活控制双液浆的黏度、凝结时间和硬化特性，以适应软弱富水围岩中的不同施工需求和时间限制。

需要注意的是，软弱富水围岩的具体情况和工程要求各不相同，因此在应用双液浆法之前，需要进行充分的工程地质调查和实验研究，以确定最佳的组成和配比要求，并结合具体的施工方案和工程条件进行综合评估。此外，双液浆法作为一种堵水技术，其适用性也受到其他因素的制约，如地下水化学成分、工程规模和经济可行性等，需综合考虑各种因素来做出决策。

(三) 双液浆法与其他堵水技术的比较

双液浆法与其他堵水技术相比具有以下优势和特点：

(1) 灵活性和适应性：与传统的固化材料堵水技术相比，双液浆法具有更高的灵活性和适应性。双液浆可以通过调整主液和剂液的组成和配比来控制流变性、黏结性和硬化特性，以适应不同围岩条件和施工需求。而传统的固化材料如水泥浆或聚合物材料的固化过程较为固定，对施工环境和时间要求较高。

(2) 抗渗性和封闭效果优良：双液浆具有较高的流动性和黏结性，能够有效填充围岩中的空隙和裂隙，并与围岩形成致密的封闭体。相比于传统的堵水材料，双液浆能够提供更好的抗渗性和封闭效果，减少水分渗透的风险。

另一方面，与其他堵水技术相比，双液浆法也存在一些潜在的限制和挑战：

(1) 施工复杂性：双液浆法涉及两种液体的配比和控制，施工过程相对较为复杂。确保双液浆的配比准确和混合均匀对于施工质量和堵水效果至关重要。因此，需要合适的设备和工艺来实现双液浆的准确调配和施工。

(2) 成本考量：与传统的固化材料堵水技术相比，双液浆法在材料选择和施工过程中可能涉及更多的成本。双液浆的原材料成本相对较高，且施工过程中需要进行实验研究和配比调整，增加了施工成本和工期。因此，在实际应用中需要综合考虑项目预算和经济可行性。双液浆法在软弱富水围岩堵水中具备灵活性、抗渗性和封闭效果优良等优势，但也需要克服施工复杂性和成本考量等挑战。在实际工程中，应综合考虑围岩条件、工程要求 and 经济因素，选择最适合的堵水技术和方案。

三、影响因素与优化策略

(一) 影响双液浆法堵水效果的主要因素

(1) 材料配比：双液浆的主液和剂液的配比是影响堵水效果的关键因素之一。主液的水泥用量、矿物掺合料用量以及填充料的

比例等，直接影响了双液浆的黏结能力、强度和流动性。剂液中各成分的比例和使用量，会影响双液浆的黏度、凝结时间和流动性等特性。因此，合理的材料配比能够有效地提高双液浆的堵水效果。

(2) 材料特性：双液浆中使用的材料特性也对堵水效果产生重要影响。主液中的水泥种类、矿物掺合料的活性和填充料的粒径分布等，会影响双液浆的硬化过程、强度发展和流变特性。剂液中的改性剂、控制剂和减水剂等成分的性能，对双液浆的黏结性、流动性和凝结时间等方面产生影响。因此，选择合适的材料，具有良好的特性和相容性，对提高双液浆的堵水效果至关重要。

(3) 施工工艺：施工工艺对于双液浆法的堵水效果具有重要影响。施工中的混合均匀度、注入压力、注入速度以及施工顺序等，都会影响双液浆的流动性和均匀性，进而影响堵水效果的均匀性和一致性。此外，施工的环境条件，如温度、湿度和周围水位等，也会对双液浆的凝结和硬化过程产生影响，需要进行合理的控制和调整。

(二) 优化策略和改进措施

(1) 材料选择与配比优化：通过精确选择主液和剂液的成分和配比，可以优化双液浆的性能和堵水效果。在材料选择方面，应根据围岩的特性和工程需求选择合适的水泥种类、矿物掺合料和填充料。在配比优化方面，可以通过试验研究和实地调整，确定最佳的水泥用量、矿物掺合料用量以及剂液中各成分的比例和使用量，以提高双液浆的流动性、黏结性和硬化特性。

(2) 施工工艺改进：改进施工工艺是提高双液浆法堵水效果的关键措施之一。在施工过程中，应注重混合均匀度和注入均匀性，确保双液浆的质量稳定和均匀分布。可以采用合适的搅拌设备和注入方式，加强现场施工管理，确保双液浆的充分混合和均匀注入。此外，根据具体的施工环境，合理控制施工参数，如注入压力、注入速度和施工顺序等，以确保双液浆在软弱富水围岩中的良好渗透和填充效果。

四、结束语

双液浆法在软弱富水围岩施工堵水方面的探索取得了积极的成果。通过对双液浆法的应用，我们成功解决了软弱富水围岩施工过程中的堵水难题，有效保障了施工的顺利进行。该方法的优势在于能够迅速形成高强度的堵水体，有效阻止地下水的渗透，并具备较好的耐久性和稳定性。通过持续的努力和探索，相信双液浆法将在未来的工程实践中发挥更大的作用，为软弱富水围岩施工堵水提供可靠的技术支持。

参考文献：

- [1] 李元凯, 杨志勇, 杨星, 邵小康, 漆伟强. 盾构法施工注浆新型填充双浆液配比试验及应用 [J]. 铁道标准设计, 2022, 66(04): 149-154.
- [2] 周晔, 朱瑶宏, 丁修恒, 刘干斌, 张俊杰, 黄强. 机械法联络通道壁后注浆材料优化配比研究及应用 [J]. 宁波大学学报 (理工版), 2020, 33(04): 55-62.
- [3] 周博. 注浆加固法在地下轨道交通站台裂缝处理中的应用研究 [J]. 建筑技术, 2019, 50(05): 527-529.
- [4] 王晓飞. 拔管法灌注双液浆工艺在青田水利枢纽临时围堰防渗工程中的应用 [J]. 四川水利, 2017, 38(06): 118-120.
- [5] 郭小红, 陈飞飞, 褚以惇, 乔春江. 富水软弱带公路隧道支护技术研究 [J]. 岩土力学, 2011, 32(S2): 449-454.

光伏电站并网接入中的电网稳定性分析与控制研究

杨成财

西藏开投吉昌光伏能源有限公司，西藏 昌都 854000

摘 要： 随着光伏发电技术的快速发展，光伏电站作为清洁能源的重要来源，逐渐在电网中得到广泛应用。然而，光伏电站的大规模并网接入也带来了电网稳定性方面的挑战。本文旨在深入分析光伏电站对电网稳定性的影响，并提出相应的分析与控制策略。首先，介绍了光伏电站的工作原理、组成部分，以及对电网影响的主要因素。其次，阐述了电网稳定性的概念，包括频率稳定性和电压稳定性等内容。针对光伏电站并网可能引起的问题，如短时功率波动、电压波动等，进行了详细的影响机制探讨。接着，探讨了用于分析电网稳定性的方法，包括功率流分析、频率响应分析和电压稳定性分析，以评估光伏电站接入后的影响。在光伏电站并网控制策略方面，论述了基于气象预测和实时监测的预测与响应策略，以及调节光伏电站输出功率、功率因数等来维持电网电压和频率稳定的方法。此外，还探讨了储能系统在光伏电站并网中的应用，如削峰填谷和频率调节等。通过本文的研究，有望为光伏电站的安全高效并网提供有益的参考和指导。

关 键 词： 光伏电站；电网稳定性；功率流分析；频率响应分析；电压稳定性分析

Study on the stability analysis and control of the power grid in the grid-connected connection of the photovoltaic power station

Yang Chengcai

Xizang Kaitou Jichang Photovoltaic Energy Co., LTD, Tibet, Changdu 854000

Abstract： With the rapid development of photovoltaic power generation technology, photovoltaic power stations as an important source of clean energy have gradually been widely used in the power grid. However, the large-scale grid connection of photovoltaic power stations also brings challenges in grid stability. This paper aims to analyze the influence of photovoltaic power station on the stability of power grid and put forward the corresponding analysis and control strategies. First, the working principle and components of the photovoltaic power station and the main factors affecting the power grid are introduced. Secondly, the concept of grid stability, including frequency stability and voltage stability. Focusing on the possible problems caused by grid connection of photovoltaic power stations, such as short-term power fluctuation, voltage fluctuation, the influence mechanism is discussed in detail. Then, the methods used to analyze the stability of the power grid is discussed, including power flow analysis, frequency response analysis, and voltage stability analysis to evaluate the impact of photovoltaic power stations after access. In terms of grid-connected control strategy of photovoltaic power station, the prediction and response strategy based on meteorological prediction and real-time monitoring are discussed, as well as the methods of adjusting the output power and power factor of photovoltaic power station to maintain the stability of power grid voltage and frequency of photovoltaic power station. In addition, it discusses the application of energy storage system in grid connected photovoltaic power station, such as peak shifting and valley filling and frequency regulation. Through the research of this paper, it is expected to provide useful reference and guidance for the safe and efficient grid connection of photovoltaic power stations.

Key words： photovoltaic power station; power grid stability; power flow analysis; frequency response analysis; voltage stability analysis

一、引言

随着能源需求的增长和环境问题的凸显，清洁能源的开发和利用愈发受到重视。光伏发电作为一种可再生的绿色能源，具有无污染、不排放等优势，逐渐成为能源领域的热点之一。光伏电站作为光伏发电系统的核心组成部分，其并网接入电网，不仅可

以为电网提供绿色能源，还可以有效降低化石燃料的使用。然而，由于光伏电站的间断性和波动性，其接入可能对电网的稳定性产生影响，如电压波动、频率偏差等。因此，光伏电站并网接入中的电网稳定性问题亟待深入研究和解决。本文将重点分析光伏电站对电网稳定性的影响，探讨电网稳定性分析的方法，并提出相应的光伏电站并网控制策略，旨在为实现光伏电站的安全稳

定并网提供理论和方法支持。

二、光伏电站对电网稳定性的影响分析

（一）光伏电站的特点

光伏电站作为一种重要的可再生能源发电系统，具有独特的工作原理和组成特点，其对电网的影响是电力系统研究中的关键问题之一。光伏电站的特点主要源自其能量转换机制以及输出的波动性。光伏电站通过光伏组件将太阳能转化为直流电能，再经过逆变器转换为交流电并注入电网中。光伏电站的能量转换过程是基于光伏效应的。当光照射到光伏组件上时，光子与材料中的半导体相互作用，产生电子-空穴对，从而生成电流。这一过程是通过半导体材料的光电特性实现的，因此光伏电站对光照的强度和角度十分敏感。这也导致了光伏电站输出功率随着天气、季节和时间的变化而波动。光伏电站的输出具有一定的不确定性。由于天气等自然因素的影响，光伏电站的发电功率会出现短时的剧烈波动。这种波动可能会对电网的稳定性产生影响，特别是在大规模光伏电站集中并网时。电网在处理这种短时功率波动时，需要有一定的调整能力来保持稳定运行。光伏电站在并网接入过程中还需要与电网的运行状态相匹配，包括电压、频率等参数。电压的不稳定可能影响光伏逆变器的工作，进而影响光伏电站的输出功率。频率的变化也可能导致光伏电站的频率响应，对电网频率稳定性产生影响。

（二）电网稳定性的概念

电网稳定性是电力系统运行的核心要素之一，涉及频率、电压和功率等多个方面的平衡。频率稳定性是指电网的运行频率在合理范围内维持稳定，通常以50Hz或60Hz为标准。电压稳定性则是指电网的电压在允许范围内保持稳定，以确保供电质量。电网稳定性的维持对于供电可靠性和电力设备的正常运行至关重要。在光伏电站并网接入中，电网稳定性问题变得更加突出，因为光伏电站的输出与自然光照条件直接相关，具有一定的波动性和不确定性。光伏电站的短时功率波动可能引起电网频率的偏差，从而影响整个电力系统的稳定性。同时，光伏电站的并网也可能导致电网的电压波动，进而影响其他接入电力设备的正常运行。电网稳定性的维护需要在光伏电站并网接入过程中充分考虑。首先，要确保光伏电站的输出功率与电网负荷之间的平衡，避免因光伏电站突然变化的功率波动而导致电网频率偏差。其次，要通过合适的控制策略来调整光伏电站的输出功率，以适应电网的需求，维持电压的稳定。此外，电网运营者还需要密切监控电网的频率、电压等参数，及时发现并处理潜在的稳定性问题。

（三）影响机制

光伏电站并网接入电网可能引发多种电网稳定性问题，其中短时功率波动和电压波动是主要的影响机制。光伏电站的短时功率波动主要源于气象条件的变化，如云量、太阳辐射等。这些变化导致光伏电站的输出功率在短时间内发生明显变化，进而影响电网的频率稳定性。电网频率是由供需平衡决定的，光伏电站突然的功率波动可能导致频率偏离标准值，影响电网的正常运行。另一方面，光伏电站并网还可能对电网的电压稳定性造成影响。光伏电站的并网

会导致电网节点电压发生变化，特别是在低负荷时，光伏电站注入电网的功率相对较大，可能引起电压升高。反之，在高负荷时，光伏电站功率较小，可能导致电压下降。这种电压的变化可能会影响其他接入设备的运行，甚至引发电压失稳问题。

三、电网稳定性分析方法

（一）功率流分析

功率流分析是一种用于分析电力系统中功率传输和分配情况的方法，对于光伏电站并网接入的电网稳定性分析具有重要意义。该方法基于电力系统的潮流方程，通过计算各节点的功率平衡来评估电网中的功率分布和潮流情况。在光伏电站并网接入中，功率流分析可以帮助确定光伏电站注入电网的功率以及对电网其他节点的影响。在进行功率流分析时，需要考虑光伏电站的输出功率和其他发电单元的功率，同时还需考虑负荷的变化。由于光伏电站的输出具有波动性，因此在不同时段下需要对功率流进行多次分析，以捕捉光伏电站功率波动对电网稳定性的影响。通过分析光伏电站的功率注入情况，可以确定电网各节点的功率分布，判断是否存在潮流拥塞等问题。此外，功率流分析还可以用于评估潮流路径和传输损耗。光伏电站的并网可能导致电网中某些支路的负荷发生变化，从而影响潮流路径。通过功率流分析，可以预测潮流路径的变化，为电网调度和运营提供参考。此外，功率流分析还可以计算传输线路和变压器的损耗，帮助优化电网的运行。

（二）频率响应分析

频率响应分析是用于研究电网频率稳定性的重要方法，在光伏电站并网接入中，它用于探讨光伏电站对电网频率的影响。电网频率是电力系统运行的核心参数之一，其稳定性直接关系到电力设备的正常运行和供电质量。光伏电站的短时功率波动可能引起电网频率的变化，频率响应分析旨在定量评估这种影响。在进行频率响应分析时，首先需要建立电力系统的频率稳定模型。该模型考虑了各个发电单元、负荷和传输线路的频率响应特性，以及光伏电站的并网情况。通过模拟光伏电站突发功率变化对电网频率的影响，可以预测电网频率的变化幅度和持续时间。此外，频率响应分析还可以评估光伏电站的频率响应特性。光伏电站具有一定的响应速度，即从发生功率变化到对电网频率产生影响的时间间隔。这种响应速度取决于光伏电站的控制策略和逆变器的性能。通过分析光伏电站的频率响应特性，可以预测其对电网频率稳定性的影响程度。频率响应分析在光伏电站并网接入中的应用不仅有助于评估光伏电站对电网频率稳定性的影响，还可以为制定相应的控制策略提供依据。通过合理调整光伏电站的控制参数，如功率限制、响应速度等，可以减轻其对电网频率的影响，实现光伏电站与电网的协同运行。

（三）电压稳定性分析

电压稳定性是电力系统运行的关键指标之一，与供电质量和设备的正常运行密切相关。在光伏电站并网接入中，电压稳定性分析用于研究光伏电站对电网电压的影响。光伏电站的并网可能

导致电网节点电压发生变化，影响其他接入设备的运行。进行电压稳定性分析时，需要考虑光伏电站的功率注入情况以及电网节点的电压变化。光伏电站的注入功率可能引起电网节点电压升高或降低，特别是在低负荷时，光伏电站注入的功率相对较大时可能导致电压升高。在高负荷时，光伏电站功率较小，可能导致电压下降。电压稳定性分析通过模拟光伏电站的功率变化和电网电压变化，评估其对电网电压稳定性的影响程度。此外，电压稳定性分析还需要考虑电网的电压极限和保护措施。光伏电站并网接入时，其注入的功率可能会导致电网节点电压超出允许范围，从而触发电网的保护措施，如电压降低保护、过电压保护等。通过电压稳定性分析，可以预测光伏电站并网对电网电压稳定性的影响，从而优化保护措施，确保电网的稳定运行。

四、光伏电站并网控制策略

（一）预测与响应

在光伏电站并网接入中，为了减轻光伏电站短时功率波动对电网的影响，预测与响应策略成为一种重要的控制方法。这种方法基于气象预测和实时监测数据，旨在提前预测光照条件的变化，并采取相应的措施来调整光伏电站的运行，以减少功率波动。预测与响应策略首先依赖于气象预测数据。光伏电站的输出功率与太阳辐射直接相关，因此通过获取准确的气象数据，可以预测光伏电站的发电功率变化。通过分析气象数据，可以预测未来一段时间内的天气情况，包括云量、太阳辐射等。这种预测可以帮助光伏电站预知可能的功率波动，为采取相应的响应措施提供时间窗口。其次，预测与响应策略需要实时监测光伏电站的运行状态。通过实时监测光伏电站的输出功率，可以及时发现功率波动情况，并判断是否需要采取控制措施。一旦发现光伏电站的功率波动，可以通过调整逆变器的输出功率、限制光伏电站的注入功率等方式来减轻对电网的影响。

（二）电压与频率控制

为确保光伏电站的并网不对电网的电压和频率稳定性造成不利影响，电压与频率控制策略成为关键的控制手段。在光伏电站并网接入中，通过控制光伏电站的输出功率、功率因数等参数，可以维持电网的电压和频率在合理范围内。电压与频率控制的核心是调整光伏电站的输出功率。光伏电站的输出功率直接影响电网的电压和频率。通过控制光伏电站的逆变器，可以调整其输出功率，以适应电网的需求。在电网电压较低的情况下，可以降低光伏电站的注入功率，以防止电压过低。在电网频率偏低时，可以适当降低光伏电站的输出功率，减少对电网频率的影响。此外，功率因数的控制也是电压与频率控制的一部分。功率因数是衡量电流相位与电压相位之间关系的参数，其值对电网的电压稳定性和有功功率传输具有影响。通过控制光伏电站的功率因数，可以调整其有功功率和无功功率之间的比例，从而影响电网的电压稳定性。

（三）储能系统的应用

储能系统作为一种关键技术，可以在光伏电站并网接入中发挥重要作用，特别是在应对功率波动和频率波动等方面。光伏电站的

输出具有不确定性和波动性，而储能系统可以通过存储多余的能量并在需要时释放，平衡电网供需之间的差异，从而维持电网的稳定运行。储能系统可以用来削峰填谷，即在电网负荷高峰时段将多余的光伏发电功率储存起来，然后在负荷低谷时释放，以平衡电网负荷变化。这可以减少电网频率和电压的波动，保持电网的稳定性。此外，储能系统还可以用来进行频率调节，通过控制释放的功率来调整电网的频率，维持电网频率在合理范围内。

五、结语

总体而言，光伏电站并网接入电网稳定性的分析与控制研究是一项复杂而关键的任务。在光伏电站的高效利用和电网稳定性之间取得平衡，需要深入分析光伏电站的特点以及其对电网稳定性的影响机制。通过功率流分析、频率响应分析和电压稳定性分析等方法，可以客观评估光伏电站的影响，并采取相应的控制策略来减轻其对电网的影响。预测与响应策略、电压与频率控制以及储能系统的应用等措施，为实现光伏电站与电网的协同运行提供了关键支持。在未来的研究和实践中，应继续深化对光伏电站并网接入的电网稳定性问题的认识，不断优化控制方法和策略，以保障电网的稳定运行，推动清洁能源的可持续发展。

参考文献：

- [1]周于清，李大虎，姚伟等. 受端近区光伏电站对 LCC-HVDC 系统稳定性影响分析[J/OL]. 中国电力：1-12[2023-08-09].
- [2]高国庆，高源. 多旋翼清洗无人机在屋顶类分布式光伏电站的应用研究[J]. 太阳能，2023(07):74-79.
- [3]王闯，丁帅，贺睿. 太阳能光伏性能参数和大型并网太阳能光伏电站性能优化建议[J]. 科技创新与应用，2023,13(21):23-27.
- [4]仰玉伟. 光伏电站 EPC 总承包在工程造价的研究[J]. 商业观察，2023,9(19):57-60.
- [5]郑仕超，翟梓良. 潮间带复杂环境下大型集中式光伏电站施工技术研究[J]. 北方建筑，2023,8(03):12-15.
- [6]李焱. 大型集中式光伏电站并网设计要点研究[J]. 光源与照明，2023(06):133-135.
- [7]刘芸，宋善海，李慧璇等. 基于高分卫星影像的复杂山区光伏电站信息提取[J]. 中低纬山地气象，2023,47(03):88-92.
- [8]张鹏飞. 基于监测系统的光伏电站智能运维中巡检装备的应用研究[J]. 太阳能，2023(06):77-81.
- [9]朱崩波，白映波，李宾等. 超高海拔地区光伏电站智慧施工进度管理系统的研发与应用[J]. 太阳能，2023(06):24-30.
- [10]魏显文，孙国亮，侯卿等. “1+X”光伏电站运维实训课程实战化教学训练改革探索[J]. 才智，2023(20):189-192.
- [11]李王安顺，郭浩刚，李昌恩等. 光伏电站现场组件电性能标态和缺陷一体化检测车开发与研制[J]. 青海科技，2023,30(03):50-55+134.
- [12]孙和通. 分布式光伏电站经济性指标优化分析[J]. 邮电设计技术，2023(06):73-79.
- [13]陈俊宇，王建东，蔡福祿. 某光伏电站全站跳闸原因分析及处理对策[J]. 云南水力发电，2023,39(06):195-198.
- [14]罗剑锋，徐涛，刘华斌等. 光伏电站组件支架基础灌注桩施工技术和质量管控[J]. 建筑技术开发，2023,50(06):148-150.
- [15]谭昊，陈海涛，钟毅等. 基于 BIM 的光伏电站施工运维一体化平台应用[J]. 项目管理技术，2023,21(06):152-157.

水电站运行管理中的水能资源优化配置与调度策略

张佳媛

双桥区水务局, 河北 承德 67000

摘要： 水能资源是我国电力发展的重要组成部分，对于提高电力供应能力和保障电力系统安全运行具有重要意义。水能资源的合理配置与调度，有利于提高水能资源的利用率，节约资源、保护环境，在一定程度上可以促进我国电力行业的可持续发展。本文通过分析水电运行管理中的水能资源优化配置与调度存在的问题，并针对问题提出相应的策略，提出了加强水电站运行管理、建立完善水能资源管理制度、提高水能资源调度技术等建议，以期能够为相关人员提供参考。

关键词： 水能资源；优化配置；调度策略

Optimal Allocation and Dispatching Strategy of Hydropower Resources in the Operation and Management of Hydropower Station

Zhang Jiayuan

Shuangqiao District Water Bureau, Hebei Chengde 67000

Abstract： Hydropower resources are an important part of the development of electric power in our country, which is of great significance to improving the power supply capacity and ensuring the safe operation of the power system. The rational allocation and dispatch of hydropower resources is conducive to improving the utilization rate of hydropower resources, saving resources and protecting the environment, and to a certain extent promoting the sustainable development of China's power industry. By analyzing the problems existing in the optimal allocation and dispatching of hydropower resources in hydropower operation management, and putting forward corresponding strategies for the problems, this paper provides suggestions on strengthening the operation management of hydropower stations, establishing and perfecting the management system and improving the dispatching technology of hydropower resources, in order to provide reference for relevant personnel.

Key words： hydropower resources; optimal allocation; dispatching strategy

引言

水能是一种清洁且可再生的能源，我国是一个水资源相对缺乏的国家，水电是我国的主要清洁能源。在我国，水电站和水能资源开发利用的主体。随着我国经济发展速度的加快，我国电力行业的快速发展，对水能资源的需求越来越大。但由于水能资源具有很强的季节性和不确定性，使得水能资源在时间和空间上分布不均，这在很大程度上降低了电力系统运行效率，制约了电力行业的发展^[1-3]。因此，为了保障电力行业的正常运行，合理配置和调度水能资源尤为重要。

一、水电站运行水资源管理存在的问题

水电站的运行管理涉及多个方面，其中包括水资源的管理。然而，当前水电站运行水资源管理存在以下问题^[4-11]：

（一）水资源调度问题

水电站的水资源调度是确保电站正常运行的重要组成部分。目前，许多水电站存在水资源调度不灵活、缺乏科学决策的问题。

这可能导致水资源的浪费或不足，影响电站的效率和稳定性。

（二）水库运行管理不善

水库是水电站的重要组成部分，其运行管理直接关系到电站的效率和安全性。目前，一些水电站存在水库运行管理不善的问题，包括水库维护不到位、水位控制不当、水库淤积等问题。这些问题的存在可能导致水库设备的损坏或水电站运行的不稳定。

（三）水环境污染治理不力

水电站的运行可能导致水环境的污染，如废水、废气、废固体等。然而，一些水电站存在水环境污染治理不力的问题，未能有效处理废水、废气等污染物，导致环境污染和生态破坏。

（四）监测计量设备不完善

水电站的运行需要实时监测和计量水资源的利用情况。然而，一些水电站存在监测计量设备不完善的问题，导致无法准确监测和计量水资源的利用情况，影响电站的效率和稳定性。

（五）法规政策存在不足

水电站的水资源管理需要遵守相关的法规政策。然而，目前存在一些法规政策不足的问题，如缺乏对水电站环境影响的监管、缺乏对水资源利用的限制等。这些问题可能导致水电站的不规范运行，进而导致环境问题和资源浪费。

（六）运营管理效率不高

水电站的运营管理需要高效有序地进行。然而，一些水电站存在运营管理效率不高的问题，包括人员配置不合理、运营流程混乱等。这些问题可能导致水电站运行的低效和不稳定。

（七）缺乏公众参与和透明度

水电站的水资源管理涉及公众的利益和生态环境的影响。然而，一些水电站存在缺乏公众参与和透明度的问题。公众对于水电站的运行情况、环境影响等信息缺乏了解，可能导致公众对水电站的不信任和不理解。

二、水电站运行管理中的水资源优化配置与调度策略

（一）加强水电站运行管理

水能资源是一种不可再生资源，随着人们对电力需求的不断增加，电力企业需要提高水电运行管理水平^[12]。水电站是我国水能资源开发和利用的主要形式，需要加强水电站运行管理。当前，我国许多水电站缺乏对水能资源的管理和优化调度，导致水电资源利用率较低。因此，水电站需要加强运行管理，提高水电资源的利用率。加强水电运行管理，有利于提高水电企业的经济效益，同时还可以减少对环境的污染。另外，通过加强水电运行管理还可以降低运行成本和维护成本。因此，加强水电站运行管理对于我国电力企业发展具有重要意义。

（二）建立完善水能资源管理制度

目前，我国大部分水电站都实现了自动化运行，但是仍存在一定的問題，主要体现在以下几个方面：第一，管理人员缺乏水电调度经验。由于部分水电站的管理人员对水电调度不够了解，在进行水电调度时没有严格按照水能资源管理制度执行，这就导致了部分水电站运行过程中存在着安全隐患^[13]；第二，部分水电站缺乏对水库的实时监控。由于部分水电站缺乏对水库的实时监控，导致出现了水库水位过高、水库出现溢洪等问题；第三，水电站缺乏相应的安全管理制度。由于部分水电站缺乏安全管理制度，导致在进行水电调度时，存在着安全隐患；第四，部分水电站对水能资源管理的相关规章制度不够完善。为了进一步提高水电调度的安全性和可靠性，相关工作人员应建立完善的水能资源

管理制度和相关规章制度，为水电调度提供可靠的保障。

（三）提高水能资源调度技术

在优化配置中，水能资源调度是十分重要的环节，它对实现水能资源的有效利用和保护环境具有重要作用。水能资源调度技术包括科学调度和系统调度两种类型，其中科学调度主要是根据实际情况对不同的水能资源进行合理配置和优化调度，通过调整水库水位和流量，保证水库内的水位和流量能够满足下游用户的需求，尽可能减少水能消耗。系统调度是在水能资源调度中采用计算机技术、网络通信技术、数据库技术等对优化配置后的水能资源进行分配和管理，通过调整各个水电站的工作状态和发电过程，使水电站能够在满足下游用户用电需求的前提下进行发电^[14-18]。水能资源的优化配置与系统调度都是相互联系、相互影响的。只有科学地进行水能资源优化配置与系统调度，才能实现水能资源的高效利用，才能够最大限度地节约水电能源。因此，在实际工作中必须综合运用各种技术手段来提高水能资源调度水平。

（四）建立水能资源优化调度模型

在对水能资源进行优化调度时，需要建立一个优化模型，在此基础上，才能实现对水能资源的有效利用。本文将水能资源优化调度模型分为两个方面^[19, 20]：一方面是以水电站为主体的优化调度模型，另一方面是以电力系统为主体的优化调度模型。以水电站为主体的优化调度模型中，可以将其分为以下两个部分：（1）水库水位优化调度。水库水位对水能资源的利用效率有着直接的影响，而水库水位又受多个因素的影响。为了实现对水库水位进行优化调度，需要根据当地气候条件、水文条件等因素对各个水电站进行合理规划，以保证各水电站之间可以实现协同工作。（2）发电效益最大化调度模型。发电效益最大化主要是指在满足水能资源调度约束的前提下，使各水电站所发电量能够最大化。在建立水能资源优化调度模型时，可以从以下几个方面进行分析：

1. 水电站发电效益最大化调度模型

水电站发电效益最大化调度模型旨在通过合理调度水电站各要素，实现发电量最大、耗水率最小、弃水最少的目标。该模型包括优化目标、优化变量、约束条件和求解方法。

（1）优化目标

水电站发电效益最大化调度模型的优化目标包括：通过优化调度，使水电站机组的发电量达到最大；在满足机组发电需求的前提下，尽量减少用于发电的耗水量；在满足机组发电需求的前提下，尽量减少弃水量，提高水资源的利用效率。

（2）优化变量

优化变量包括：水电站各机组的出力；水电站水库的运行水位；水电站各闸门的开度；水电站各引水渠道的流量。

（3）约束条件

约束条件包括：水电站各机组的功率限制；水电站水库的最低运行水位和最高运行水位限制；水电站各闸门的开度限制；水电站各引水渠道的流量限制。

（4）求解方法

求解方法采用线性规划方法，通过数学优化算法求解最

优解。

2. 模型具体化

水电站发电效益最大化调度模型的具体化公式可以采用线性规划的数学形式。具体来说，该模型可以表述为一个目标函数的最小化问题，目标函数可以表示为：

$$\text{minimize } f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

其中， x_1, x_2, \dots, x_n 是优化变量， c_1, c_2, \dots, c_n 是目标函数的系数。对于水电站发电效益最大化调度模型，目标函数可以包括发电量、耗水率和弃水等指标，而优化变量则可以包括水电站的运行状态、水库的水位、机组的出力等。

同时，该模型还包含一系列的约束条件，包括机组功率限制、水库水位限制、闸门开度限制等。这些约束条件可以用数学表达式表示，例如：

$$x_1 \geq 0 \quad (\text{约束条件：优化变量的值不能为负数})$$

$$x_2 \leq 50 \quad (\text{约束条件：优化变量的值不能超过 } 50)$$

$$x_3 \geq x_1 + x_2 \quad (\text{约束条件：两个优化变量的和不能小于第三个优化变量的值})$$

综合目标函数和约束条件，水电站发电效益最大化调度模型的数学表达式可以写成：

$$\text{minimize } f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

$$\text{subject to } x_1 \geq 0$$

$$x_2 \leq 50$$

$$x_3 \geq x_1 + x_2$$

$$\dots$$

$$x_n \geq 0$$

通过求解这个线性规划问题，可以得到最优解，即水电站发电效益最大化的调度方案。

3. 模型效果

通过应用水电站发电效益最大化调度模型，可以实现以下效果：通过优化调度水电站各要素，可以使水电站的发电量达到最大，提高了水电站的能源利用效率；在满足机组发电需求的前提下，通过合理调整水库的运行水位和机组的运行状态，可以尽量减少用于发电的耗水量，提高了水资源的利用效率；在满足机组发电需求的前提下，通过合理调整闸门开度和引水渠道流量，可以尽量减少弃水量，提高了水资源的利用效率。

三、结语

水能资源是我国重要的能源资源，随着社会经济的发展，社会对电力能源的需求不断增加，这就要求电力企业加强对水能资源的合理开发和利用。在实际工作中，企业要加强对水电站运行管理、建立完善水能资源管理制度、提高水能资源调度技术等，实现水电运行管理和水能资源优化配置的协调发展。通过加强对水电站运行管理，可以更好地满足电力系统对电力的需求，同时能够在一定程度上节约能源，有利于促进我国经济可持续发展。随着我国经济社会的不断发展，电力企业需要不断完善水能资源优化配置与调度技术，才能更好地为我国经济社会发展提供动力支持。这需要相关部门、企业和工作人员共同努力，才能更好地推动我国电力行业的持续发展。

参考文献：

- [1] 刘晓云. 浅析灌区节水灌溉及水资源优化配置 [J]. 四川建材, 2023, 49(06): 254-256.
- [2] 黄军. 基于用水总量控制的合肥市水资源优化配置研究 [J]. 水利规划与设计, 2023(06): 25-29.
- [3] 何琦, 杨侃, 陈静等. 纳入再生水利用地区域水资源优化配置研究 [J]. 水电能源科学, 2023, 41(05): 48-51+5.
- [4] 王峰. 颍上县水资源优化配置问题探讨 [J]. 治淮, 2023(03): 37-38.
- [5] 韩淑敏. 平和县城及其周边乡镇水资源优化配置方案 [J]. 水利科技, 2023(01): 14-17.
- [6] 赵云, 张芮, 李雅娴等. 黄河上游典型小流域洮河水资源优化配置研究 [J]. 水利规划与设计, 2023(02): 46-50+55.
- [7] 邱浩, 赵莹, 陈永良. 浅析典型缺水地区再生水资源优化配置与实践 [J]. 山东水利, 2023(01): 18-20.
- [8] 朱琳, 杨侃, 曾凤连等. 基于供水和生态目标的水资源优化配置研究——以山西省长治供水区为例 [J]. 人民长江, 2023, 54(01): 98-105.
- [9] 王浩, 游进军. 锚定国家需求以水资源优化配置助力高质量发展 [J]. 中国水利, 2022(19): 20-23.
- [10] 粟晓玲. 农业水资源优化配置研究进展 [J]. 灌溉排水学报, 2022, 41(07): 1-7+34.
- [11] 谭安琪, 穆振宇, 艾学山等. 流域精细化水资源优化配置模型及应用 [J]. 中国农村水利水电, 2023(02): 28-34.
- [12] 韩雨航. 精细化水资源优化配置模型构建及应用 [D]. 河北工程大学, 2021.
- [13] 张宝军, 由国栋, 刘燕. 滨州市引黄灌区水资源优化配置措施分析 [J]. 海河水利, 2021(05): 13-15.
- [14] 图布新. 乌鲁木齐地区水资源优化配置分析 [J]. 能源与节能, 2021(09): 99-100+124.
- [15] 王磊. 邢台市水资源优化配置分析 [J]. 水科学与工程技术, 2021(04): 34-37.
- [16] 李耐振, 张广鹏, 袁丹. 德州市水资源优化配置和高效利用研究 [J]. 山东水利, 2021(07): 34-35.
- [17] 齐娅丽, 崔春磊, 宋海涛. 泗水县城市水资源优化配置存在问题与对策 [J]. 山东水利, 2021(07): 52-53.
- [18] 仲雪萍. 加强水资源优化配置探讨 [J]. 甘肃农业, 2021(07): 110-111.
- [19] 石珊珊. 高水平建设“三个安全”提升水资源优化配置能力 [N]. 中国水利报, 2021-07-21(001).
- [20] 李敏, 贾璐, 张宏图. 陆浑灌区水资源优化配置探析 [J]. 黄河水利职业技术学院学报, 2021, 33(03): 6-8.

管道铺设技术在市政施工中的应用与优化

时冰清

中铁上海工程局集团华南市政建设有限公司, 广东 广州 510000

摘要： 本文对市政施工中管道铺设技术的应用与优化进行了探讨。首先介绍了给水管道、排水管道的铺设技术与优化。针对不同类型的管道，探讨了材料选择、连接和安装技术、高效施工方法等关键因素。然后讨论了管道铺设技术的优化方面，包括施工计划和项目管理的优化、技术创新和应用、安全和环境保护的优化等。接着提出了管道铺设技术面临的挑战，并提供了解决方案，包括地质条件和复杂环境影响、施工期间的交通管理和公众安全问题以及管道维护和更新的难题。本文对管道铺设技术的应用与优化进行了综合探讨，旨在提供指导和参考，促进市政施工的发展。

关键词： 管道铺设技术；市政施工；给水管道；排水管道

The Application and Optimization of Pipeline Laying Technology in Municipal Construction

Shi Bingqing

China Railway Shanghai Engineering Bureau Group South China Municipal Construction Co., Ltd, Guangdong, Guangzhou 510000

Abstract： This paper discusses the application and optimization of pipeline laying technology in municipal construction. Firstly, the laying technology and optimization of water supply pipe and drainage pipe are introduced. For different types of pipelines, we discuss the key factors such as material selection, connection and installation techniques, and efficient construction methods and the optimization aspects of pipeline laying technology, including the optimization of construction plan and project management, technological innovation and application, and the optimization of safety and environmental protection. Then it presents the challenges of pipeline laying technology and provides solutions, including geological conditions and complex environmental impacts, traffic management and public safety issues during construction, and difficulties in pipeline maintenance and renewal. This paper discusses the application and optimization of pipeline laying technology, aiming to provide guidance and reference and promote the development of municipal construction.

Key words： pipeline laying technology; municipal construction; water pipeline; drain line

一、引言

市政施工中的管道铺设技术在城市基础设施建设中起着至关重要的作用。无论是给水管道、排水管道，其铺设技术和优化对于保障城市居民的日常生活和经济发展都具有重要意义。然而，在实际施工中，仍然存在着一些技术难题和挑战。本文旨在探讨市政施工中管道铺设技术的应用与优化，以提供指导和参考，促进市政施工的发展。

二、管道铺设技术的应用

（一）给水管道的铺设技术与优化

一是材料选择与性能要求，选择合适的管道材料是铺设技术的关键。不同材料具有不同的特性和性能要求。例如，常见的给水管道材料包括铸铁管、钢管、塑料管等。在选择材料时需要考虑耐腐蚀性、耐压能力、使用寿命以及成本等因素。根据具体情况选择合适的材料可以确保管道的长期稳定运行。二是管道连接

和安装技术，管道的连接和安装技术对于管道系统的密封性和稳定性至关重要。常用的连接方法包括螺纹连接、焊接连接、承插连接等。不同连接方法适用于不同的材料和管道直径。在进行连接时，需要确保连接紧密、无漏水，并且能够承受系统的压力要求。此外，管道的正确安装和支撑也是关键，可以采用支架、吊架等设施来确保管道的稳定性和安全性。三是高效施工方法和工艺，采用高效的施工方法和工艺可以提高工作效率，减少施工时间和成本。例如，引入先进的机械设备和自动化施工技术可以提高施工速度和质量，减少人力投入。此外，合理的施工计划和协调管理也是关键，可以避免施工过程中的冲突和延误，提高整体施工效率。

（二）排水管道的铺设技术与优化

一是材料选择与特性要求，排水管道要求具备耐腐蚀、耐磨损和抗压能力等特性。常见的排水管道材料包括混凝土管、塑料管、铸铁管等。在选择材料时，需要考虑到排水水质、土壤条件以及使用寿命等因素，以确保管道的长期稳定运行。二是先进的铺设技术，采用先进的排水管道铺设技术可以提高施工效率和质

量。^[1]例如，无开挖技术可以减少对地面的破坏，降低施工风险。通过水平定向钻孔、顶管等方法进行无开挖铺设，可以避免地面开挖带来的不便和安全隐患。三是防漏和排堵解决方案，排水系统的稳定性和畅通性是关键优化目标。采用防漏和排堵的解决方案可以保证排水管道的正常运行。例如，可以在管道连接处采用密封胶垫或密封圈来确保连接的密封性。此外，定期进行管道清洗和检修，及时清除管道内的堵塞物，可以保持排水系统的畅通性。

以上是对给排水管道、排水管道的铺设技术与优化进行的简要介绍。这些管道在市政施工中具有重要的应用价值，而其铺设技术与优化则关系到城市基础设施的可靠性和可持续发展。通过选择合适的材料、采用先进的施工技术、实施管道保护措施以及定期维护和检修，可以提高施工效率、降低运行风险，并为城市居民提供更好的生活品质。

三、管道铺设技术的优化

（一）施工计划和项目管理的优化

施工计划和项目管理的优化在市政施工中扮演着至关重要的角色。这一方面涉及对整个项目的全面规划和有效组织，另一方面也需要在施工过程中进行合理的进度控制和资源管理。通过优化施工计划和项目管理，可以实现施工过程的高效进行，确保项目按时完成，提高工作效率和质量。充分的前期规划和设计是施工计划和项目管理的基础。^[2-3]在施工开始之前，必须对整个项目进行详尽的规划和设计。这包括确定施工目标、绘制工程图纸、评估资源需求、预测风险和制定相应的应对策略等。一个完善的前期规划可以确保项目目标的明确性，减少后期的变更和调整，提高项目的可控性。施工进度控制和资源管理是优化的关键。施工进度控制包括对各个施工阶段进行合理安排，确保每个工序按时进行，避免工期延误。这需要制定详细的施工计划，明确工作任务和时间节点，并配备足够的人力和物力资源。同时，施工过程中需要实施有效的资源管理，包括物资采购、材料管理、设备调配等。合理的资源管理可以避免资源浪费和低效率问题，提高施工效率和质量。项目协调与沟通也是优化的重要方面。在市政施工中，涉及多个工种和多个部门的协作。有效的项目协调和沟通可以促进各方之间的合作，避免信息传递和协作问题，确保施工进程的顺利进行。为了实现良好的协调与沟通，可以建立项目管理团队，明确各个成员的职责和任务，并建立定期的会议和报告机制，及时解决问题和调整计划。

（二）技术创新和应用

技术创新和应用在管道铺设技术的优化中起着至关重要的作用。通过引入先进的设备、自动化施工技术以及数据分析和智能监控系统，可以提高施工效率、质量和可持续性。先进的设备和自动化施工技术的应用可以极大地改善施工过程。传统的手工操作通常存在人力不足、效率低下和误差较大等问题，而先进的设备和自动化施工技术能够减少人工干预并提高施工效率。例如，全自动挖掘机、铺管机械设备和无人机等先进设备的运用，可以

快速、准确地完成施工任务，减少人力投入。自动化施工技术的应用还可以提高施工的精度和一致性，减少错误和缺陷的发生。数据分析和智能监控系统的应用为管道铺设技术的优化提供了强大支持。通过收集和分析施工过程中的数据，可以实时监测施工质量、进度和安全等方面的情况，及时发现问题并采取措施进行调整。数据分析还可以为施工决策提供科学依据，优化资源分配和施工安排。^[4]同时，智能监控系统可以通过传感器和监测设备实时监测管道的运行状态、温度、压力等参数，提前预警可能的故障和损坏，采取相应的维修和保养措施，确保管道系统的稳定运行。管道维护和健康监测技术的应用也是技术创新的一部分。随着管道使用年限的增加，管道的老化、腐蚀和损坏问题日益突出。为了保证管道系统的长期可靠运行，需要采取有效的维护和健康监测措施。新型的管道维护技术，如无损检测技术、防腐蚀涂层和管道防护系统的应用，可以延长管道的使用寿命，减少维修和更换的频率。同时，健康监测技术可以实时监测管道的健康状况，通过监测数据分析和预警系统，及时发现潜在的问题，采取预防措施，避免事故的发生。

（三）安全和环境保护的优化

安全和环境保护是管道铺设技术优化中不可或缺的方面。在市政施工中，确保施工过程的安全性和环境友好性对于保护工人的生命安全和减少对环境的不良影响至关重要。因此，优化安全和环境保护措施是保障管道铺设技术成功实施的重要环节。安全培训和标准化措施是优化安全的基础。通过向施工人员提供必要的安全培训，使他们了解施工过程中的安全风险和预防措施，增强安全意识和技能。此外，制定和执行标准化的安全规范 and 操作程序，确保施工符合相关安全标准和法规要求，提供安全保障。废弃物处理和环境影响评估是环境保护的关键环节。在管道铺设过程中，会产生大量的废弃物和污染物。合理的废弃物处理方案可以有效降低对环境的影响，减少资源浪费和污染排放。同时，进行环境影响评估可以评估施工过程对周边环境的潜在影响，并制定相应的环境保护措施，保护生态环境的可持续发展。绿色管道材料和可持续施工方法的应用也是环境保护的一部分。选择绿色管道材料可以减少对自然资源的消耗和环境污染，如使用可再生材料和环保型材料。此外，采用可持续施工方法，如节能施工、水资源管理和噪音控制等，可以减少对环境的负面影响，提升施工的可持续性。

四、管道铺设技术的挑战与解决方案

（一）地质条件和复杂环境对铺设的影响

地质条件和复杂环境是管道铺设过程中常面临的挑战，对于施工的安全性和质量产生重要影响。地质条件涉及地下土层的性质、稳定性和复杂程度，而复杂环境包括地下管线、建筑物、交通道路等存在的影响因素。在地质条件方面，不同地区的土层性质和地下水位的变化都会对管道铺设产生影响。例如，在软土地区，地基沉降和地下水的渗透可能导致管道的下沉或破裂。在岩石地区，地质构造和断层等因素可能增加施工难度和风险。因

此，针对不同地质条件，需要采取适当的土建工程措施，如地基加固、排水处理等，以确保管道的稳定性和安全性。复杂环境条件也会给管道铺设带来困难。例如，地下已有的管线网络会增加施工空间的限制，需要精确的定位和避让，以防止损坏或干扰其他管线的运行。建筑物和交通道路等存在的障碍物也需要克服，以确保施工过程的顺利进行。在城市中进行管道铺设时，需要与相关部门和利益相关者进行充分的协调和沟通，以减少对公众和交通的干扰。因此，地质条件和复杂环境对于管道铺设技术的影响不可忽视。在规划和设计阶段，需要进行详细的地质勘察和环境评估，了解地质条件和复杂环境的特点和潜在问题。根据实际情况，制定相应的施工方案和应对策略，确保施工的安全性、高效性和质量。

（二）施工期间的交通管理和公众安全问题

在管道铺设的施工过程中，交通管理和公众安全是一项重要任务。施工现场通常位于城市或交通密集区域，因此必须采取有效措施，确保交通的顺畅和公众的安全。首先，施工期间需要制定详细的交通管理计划。这包括临时交通标志和标线的设置、施工区域的划定、交通流的调整等。通过合理规划交通流线和施工区域的划定，可以最大程度地减少对交通的干扰，保障交通的安全和畅通。其次，公众安全意识的提高至关重要。通过加强宣传和教育，增强公众对施工现场的安全意识，避免公众进入施工区域，减少意外事故的发生。同时，施工方也应加强对施工人员的培训和管理，确保他们遵守安全规范和操作程序，保证施工过程的安全性。另外，与相关部门和利益相关者的合作与沟通也是关键。施工方应与交通管理部门、公安部门、城市规划部门等进行密切合作，共同制定和执行交通管理方案，并及时解决出现的问题和意见。同时，及时向公众发布施工通告和路线调整信息，提

前做好交通安排和引导工作，减少不必要的困扰和纠纷。

（三）管道维护和更新的难题

管道维护和更新是管道铺设技术面临的重要难题。随着时间的推移，管道系统会受到腐蚀、老化、磨损等因素的影响，需要进行定期维护和更新，以确保其正常运行和安全性。管道维护的挑战在于定位和检修。由于管道系统大部分埋在地下或隐蔽在建筑物内部，准确定位和检修存在一定的困难。传统的维护方法往往需要进行破坏性开挖或拆除工作，导致工程量大、成本高和时间长。因此，开发先进的无损检测技术和管道巡检装备，可以实现对管道系统的准确定位和检修，提高维护效率和质量。其次，管道更新的挑战在于系统的连续性和运行中断。在进行管道更新时，需要确保新旧管道系统的连接顺畅，避免因更新而导致的系统运行中断。这需要精确的计划和施工技术，如渐进式更新、临时管道的设置等。同时，与相关部门和利益相关者的协调和沟通也非常重要，以确保更新工作与城市发展和居民生活的需要相协调。管道维护和更新也需要考虑环境保护的问题。在维护和更新过程中，要采取措施减少对环境的污染和破坏，如废弃物处理、污水处理等。同时，注重节能减排和资源利用的可持续性，选择环保型材料和施工方法，实现管道系统的可持续发展。

五、结语

未来发展趋势将集中在数字化和智能化施工、环保和可持续发展以及先进材料和施工技术的应用上。通过引入先进的技术和理念，不断优化管道铺设技术，可以实现施工效率的提升、环境保护的加强和管道系统的可持续发展。这些发展趋势将为市政施工提供更可靠、高效和环保的管道铺设解决方案。

参考文献：

- [1] 曾觅. 常用塑料管道在给排水工程中使用和施工质量的探讨 [J]. 中国建筑装饰装修, 2022(14): 72-74.
- [2] 刘海龙. 油田地面管线铺设过程中的技术问题 [J]. 化学工程与装备, 2022(06): 59-60+73.
- [3] 刘杰. 袖阀管注浆技术在非开槽铺设曲线段排水管道中的应用 [J]. 广东建材, 2022, 38(03): 83-85.
- [4] 范旭征博, 程加军, 皋黎明. 浅海大直径管道铺设应力控制技术研究 [J]. 城市道桥与防洪, 2022(02): 153-156+167+21.

桥梁施工中的混凝土技术与结构性能研究

袁广华

张家口路缘公路工程有限公司，河北 张家口 075000

摘要：混凝土作为桥梁建设中最常用的材料，其质量和性能直接影响着桥梁的承载能力、耐久性以及使用寿命。因此，深入研究桥梁施工中的混凝土技术与结构性能，对于确保桥梁工程的质量和安全性具有重要意义。本文对混凝土材料及配合比设计进行了一定论述，在此基础上，进一步探讨了混凝土施工工艺与技术，并对混凝土桥梁结构性能进行了比较深入的分析，进而有助于促进混凝土技术在桥梁施工中应用的不断深入，从而为桥梁的施工质量提供可靠保障。

关键词：桥梁；混凝土；结构性能

Research on Concrete Technology and Structure Properties in Bridge Construction

Yuan Guanghua

Zhangjiakou roadside Highway Engineering Co., Ltd, Hebei, Zhangjiakou 075000

Abstract：As the most commonly used material in the bridge construction, the quality and performance of concrete directly affect the bearing capacity, durability and service life of the bridge. Therefore, it is of great significance to deeply study the concrete technology and structural performance of bridge construction to ensure the quality and safety of bridge engineering. This paper makes certain analysis of concrete materials and mix ratio design, on this basis, further discusses the concrete construction technology, and the concrete bridge structure performance is analyzed deeply, and helps to promote the deepening of concrete technology applied in bridge construction, so as to provide reliable guarantee for the bridge construction quality.

Key words：bridge; concrete; structural properties

一、前言

在现代交通建设中，桥梁作为重要的交通枢纽，连接着城市与城市、地区与地区，承载着大量的行人和车辆，而作为桥梁结构的核心材料，混凝土一直是广泛采用的建筑材料之一。混凝土桥梁的施工质量和结构性能直接关系到桥梁的安全可靠性和使用寿命，因此对混凝土技术与结构性能进行深入研究具有重要的现实意义。

二、混凝土材料及配合比设计

（一）混凝土组成和性能

混凝土是一种由水泥、骨料（如砂、石子）和适量掺合料（如粉煤灰、矿渣等）以及适量的水经过搅拌制成的复合材料。混凝土作为一种常用的建筑材料，在桥梁工程中具有重要的地位和作用。混凝土的性能主要包括抗压强度、抗拉强度、抗折强度、耐久性等。抗压强度是指混凝土在受压状态下能够承受的最大压力，是衡量混凝土承载能力的重要指标。抗拉强度是指混凝土在受拉状态下的抗拉能力，通常较抗压强度低。抗折强度是指混凝土在受弯曲作用下的抵抗能力，对于承受弯曲荷载的结构如梁、板等非常重要。耐久性是指混凝土在长期使用过程中的抵抗能

力，受到外界环境、化学腐蚀等因素的影响。混凝土的组成和性能直接影响着桥梁的结构性能和使用寿命，因此在混凝土材料的选择和配合比设计中，需要综合考虑桥梁的使用要求、环境条件和材料特性，以确保桥梁的安全稳定和耐久性。

（二）混凝土配合比设计原理和方法

混凝土配合比设计是指根据工程要求和混凝土材料的特性，确定混凝土中水泥、骨料、掺合料和水的配合比例，以获得所需的混凝土性能和强度等特性。混凝土配合比设计的原理和方法是多方面综合考虑的过程，需要遵循一些基本原则和步骤。

首先，要根据工程的要求确定混凝土的强度等级，然后根据混凝土材料的特性和试验数据，选择合适的水泥和掺合料，以及骨料的种类和粒径，确定初步的配合比。其次，进行试验室试制和试验，根据试验结果调整配合比，以满足强度、流动性、耐久性等方面的要求。在配合比设计过程中，还要注意控制混凝土的水灰比，避免过度使用水泥，以提高混凝土的强度和耐久性。最后，要考虑混凝土的施工性，确保施工过程中混凝土的坍落度和均匀性，防止出现偏析和孔洞等问题^[1]。

（三）添加剂在混凝土中的应用

混凝土添加剂是一种用于改善混凝土性能的特殊材料，广泛应用于混凝土配合比设计中。添加剂的应用可以显著改善混凝土的工作性能和性能表现。常见的混凝土添加剂包括减水剂、增稠

剂、增强剂、掺合料等。

首先，减水剂是一种常用的添加剂，它可以降低混凝土的水灰比，提高混凝土的流动性和坍落度，从而改善混凝土的施工性能，减少水泥用量，提高混凝土的强度和耐久性。其次，增稠剂主要用于改善混凝土的坍落度和减少出浆，特别适用于需要较小坍落度和较高密实性的混凝土工程。再次，增强剂是一类用于提高混凝土强度和耐久性的添加剂，它可以促进水泥和骨料的反应，形成更加致密的混凝土结构，提高混凝土的抗压、抗弯和抗冻融性能。最后，掺合料是一类常用的添加剂，它可以部分替代水泥，降低混凝土成本，同时改善混凝土的性能，如硅灰、矿渣粉等。通过合理添加这些添加剂，可以在保证混凝土强度和耐久性的同时，降低施工难度，提高工程质量，实现混凝土在桥梁结构中的高效应用。

三、混凝土施工工艺与技术

（一）混凝土搅拌与运输技术

混凝土搅拌与运输技术是桥梁施工中至关重要的环节，直接影响着混凝土质量和施工效率。合理高效的搅拌与运输过程，能够保证混凝土的均匀性、稳定性和工作性能，确保桥梁结构在使用过程中具有优异的性能与耐久性。

在混凝土搅拌阶段，需要根据桥梁设计要求和混凝土配合比进行准确的原材料投放。一般而言，水泥、砂、石子和水是混凝土的基本组成部分。传统的混凝土搅拌通常采用搅拌机进行，其原理是通过搅拌叶片将水泥、砂、石子和水充分混合，形成均匀的混凝土浆料。然而，随着技术的进步，越来越多的项目开始采用混凝土搅拌车，这种车载式搅拌设备可以在运输过程中不断搅拌混凝土，保持其均匀性和稳定性，从而减少了搅拌时间，并提高了施工效率。

在混凝土运输过程中，需要注意混凝土的坍落度和保持施工期间的新鲜状态。运输车辆必须采取合理的速度和路线，避免过度振动或剧烈颠簸，以防止混凝土的分离和减少水灰分离现象。为了确保混凝土的质量，混凝土搅拌车辆通常配备了旋转的混凝土罐体，可以保持混凝土的均匀性和新鲜度。此外，需要合理规划混凝土运输距离和时间，尽量减少运输时间，以避免混凝土过早凝结或过度拌和，影响施工质量。同时，也要注意在高温或干燥气候下采取保温措施，避免混凝土过早脱水和开裂^[2]。

（二）浇筑与振捣工艺

混凝土的浇筑与振捣工艺是混凝土施工中至关重要的环节，直接影响着混凝土的密实性和均匀性。正确的浇筑与振捣工艺能够有效排除混凝土中的气泡，提高混凝土的抗压强度和耐久性，确保桥梁结构的稳定性和安全性。

在浇筑过程中，首先需要根据桥梁设计要求和结构形式，合理选择浇筑顺序和方法。通常情况下，采用逐段浇筑的方法，从桥梁的基础开始，逐渐向上进行浇筑，这样不仅有利于混凝土的密实，还能够有效控制温度和收缩裂缝的产生。其次，需要确保混凝土的坍落度适中，以保证其在模板中均匀分布，填满所有空

隙。同时，要避免过度振捣或不足振捣的情况发生。过度振捣会导致混凝土分层和空隙，不足振捣则会使混凝土密实性不足，影响其强度和耐久性。因此，在振捣过程中，需要采用适当的振捣设备和振捣时间，使混凝土达到最佳的密实效果。最后，振捣设备的选择也是关键因素之一。常见的振捣设备包括振动棒、振动板和振动滚筒等。选择合适的振捣设备可以根据混凝土的厚度和粘度，以及工地的具体情况来决定。在振捣过程中，要注意控制振动的力度和频率，避免对模板和桥梁结构造成过度冲击和损坏。

（三）养护措施与时间安排

养护是混凝土浇筑后至其达到设计强度和耐久性的过程，是保证混凝土性能稳定和使用寿命长久的关键环节。合理的养护措施和时间安排能够有效减少混凝土开裂、增加其抗压强度、提高耐久性，确保桥梁结构的安全性和可靠性。

养护措施包括湿养、保温养护和避免外力作用。湿养是在混凝土浇筑后立即采取的措施，保持混凝土表面湿润，避免水分过快蒸发，有利于混凝土的充分水化反应。保温养护则是在养护初期，通过覆盖保温材料，减缓混凝土的温度下降速率，避免温度变化引起的开裂。同时，在混凝土养护期间，还需避免外力作用，如重物压载、机械振动等，以免对混凝土造成损伤。

养护时间安排是关键的一步，通常养护期根据混凝土的强度发展曲线和设计要求来确定。一般情况下，混凝土的早期强度发展较快，但长期强度的提高需要更长时间。因此，通常将养护期划分为早期养护期、中期养护期和长期养护期。在早期养护期，需要加强湿养和保温养护，以确保混凝土在最关键的初期阶段获得足够的强度。中期养护期则是在混凝土逐渐达到设计强度的过程中，继续保持湿养和适当的保温措施。而长期养护期则是为了保障混凝土长期的耐久性和稳定性，需要继续进行养护措施直至设计要求的强度和性能达到。

除了养护期的时间安排，养护措施的实施也需要根据当地的气候条件和季节来调整。在高温季节，需要加强湿养和保温措施，防止混凝土过早干燥和开裂。而在低温季节，则需要采取保温措施，防止混凝土遭受低温影响而凝结不充分^[3]。

四、混凝土桥梁结构性能分析

（一）荷载作用下的结构响应与性能

首先，荷载作用下的结构响应主要包括静态荷载和动态荷载两种情况。静态荷载主要指常规交通荷载和自身重力等静止荷载的作用下，桥梁的变形和内力分布情况。研究静态荷载下的结构响应可以帮助了解桥梁在正常使用状态下的受力特点，为设计提供安全的结构形式和合理的截面尺寸。而动态荷载则主要指车辆行驶时引起的振动荷载，如交通流荷载和行车荷载。混凝土桥梁在动态荷载下的结构响应涉及动力学和振动学等问题，需要关注桥梁的自振频率、振型以及振动幅值等参数，以确保桥梁在车辆通行时的稳定性和舒适性。

其次，荷载作用下的结构性能研究包括材料性能和结构整体

性能两个方面。材料性能研究主要关注混凝土本身的力学性质，如抗压强度、抗拉强度、抗弯强度等。这些力学性质直接影响着混凝土桥梁的承载能力和耐久性，因此需要通过试验和数值模拟等手段获取准确的材料性能数据。而结构整体性能研究则涉及桥梁的全过程力学性能，包括变形、应力分布和破坏形态等。通过对桥梁的结构性能进行分析，可以找出潜在的问题和薄弱环节，并采取相应的加固措施，以提高桥梁的安全性和可靠性。

（二）抗裂性能与耐久性

在抗裂性能研究方面，首先需要了解混凝土的拉伸性能和变形能力。混凝土是一种具有较弱拉伸性能的材料，在受到外部拉伸荷载时容易出现裂缝。因此，需要通过试验和数值模拟等手段研究混凝土在不同加载速率和应力水平下的拉伸性能，了解其裂缝的形成机理和扩展规律。其次，需要考虑混凝土结构中的预应力和受力构件的尺寸和布置对抗裂性能的影响。采用预应力技术和合理的结构设计能够有效减缓混凝土的裂缝扩展，提高桥梁的抗裂性能。

耐久性研究是保障混凝土桥梁长期使用的关键内容。混凝土桥梁常常处于复杂的环境中，受到多种因素的影响，如湿度、气温、化学腐蚀、冻融循环等。这些因素会导致混凝土发生氧化、碳化、盐渍腐蚀等现象，加速混凝土的老化和劣化。因此，需要通过试验和实地观测等手段研究混凝土在不同环境条件下的耐久性能，如抗氯离子渗透性能、抗硫酸盐侵蚀性能、抗冻融性能等。同时，也需要研究混凝土中掺入适量的添加剂或改进剂，以提高其耐久性和抗裂性能，延长桥梁的使用寿命^[4]。

（三）结构安全性与可靠性分析

混凝土桥梁的结构安全性和可靠性是评估其在正常使用和突发荷载作用下是否能够保持结构完整和功能稳定的重要指标。结构安全性研究主要涉及对桥梁的承载能力、抗震性能、疲劳性能

和稳定性等进行分析和评估，以确保桥梁在正常荷载下不发生结构破坏。而结构可靠性分析则着眼于考虑随机性因素对桥梁结构的影响，如材料强度的不确定性、荷载变动和环境影响等，从而保证桥梁在各种不利条件下仍然能够安全运行。

在结构安全性研究方面，需要进行承载能力分析，确保桥梁在正常荷载下不会超过其设计强度。通过数值模拟和实验验证，可以确定桥梁的应力分布和受力性能，并进行强度校核，确保其不同荷载作用下不发生塑性变形和破坏。此外，对于地震区域的桥梁，还需要进行抗震性能分析，研究桥梁在地震荷载下的动力响应和耐震能力，采取必要的抗震措施，以提高桥梁的抗震能力和安全性。

结构可靠性分析是对桥梁结构在不确定性因素下的可靠程度进行评估。通过统计方法和概率理论，考虑材料强度、荷载变动、环境影响等不确定性因素，计算桥梁在不同概率水平下的可靠指标，如可靠指数、可靠度指标等。可靠性分析能够揭示桥梁在设计寿命内的安全性和可持续性，为制定合理的养护计划和维护策略提供依据，确保桥梁在整个使用寿命内保持稳定和安全^[5]。

五、结语

综上所述，混凝土技术与结构性能研究对于桥梁施工的安全性、可靠性和耐久性具有重要的现实意义。在桥梁工程中，应注重混凝土材料的优化选择与配合比设计，合理应用混凝土添加剂，确保混凝土施工工艺与技术的高效实施，同时对混凝土桥梁的结构性能进行深入分析和评估，以保证桥梁在使用寿命内具备安全稳定的性能表现，进而为人们的安全通行提供可靠保障。

参考文献：

- [1] 黄基敏. 浅谈市政桥梁施工混凝土裂缝成因及其防治措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2022, (31): 95-97.
- [2] 杨发祥. 铁路桥梁施工混凝土工艺质量的控制 [J]. 居舍, 2022, (12): 64-66.
- [3] 李鹏飞. 道路桥梁施工混凝土桥梁护栏预制施工工艺分析 [J]. 运输经理世界, 2022, (12): 116-118.
- [4] 李征, 丁杰, 李贝贝. 公路桥梁施工混凝土裂缝防治探讨 [J]. 居舍, 2021, (30): 49-50.
- [5] 李世翔. 高速公路桥梁施工混凝土质量问题及预防对策 [J]. 科技创新与应用, 2021, 11(25): 96-98.

城市隧道下穿既有构筑物进洞方法

周敬龙

苏州交投建设管理有限公司, 江苏 苏州 215000

摘 要：以苏州长江路南延项目为依托，对一种城市隧道下穿既有构筑物进洞方法进行阐述。因该工程暗挖段入口处地质条件差、埋深浅、跨度大、下穿公墓段距离长，周边构（建）筑物较多，隧道施工难度极高。为有效控制地面沉降对周边构（建）筑物的影响，保证开挖过程中边坡稳定，减小超浅埋大跨度暗挖隧道进洞过程中地形起伏大，软弱围岩及丰富地下水造成的风险，通过采取一系列隧道变形控制技术，如洞口范围加固并进行放坡开挖、设置管幕及 mjs、采用旋喷桩进行地基加固，利用玻璃纤维锚杆进行掌子面封闭等，成功控制隧道下穿构（建）筑物带来的地表沉降等风险，保证苏州长江路南延项目暗挖隧道快速、安全地进洞施工，也为类似下穿既有构筑物隧道施工提供有价值的参考。

关 键 词：隧道；下穿构筑物；进洞方法

City Tunnel Underpass the Existing Structures Into the Hole Method

Zhou Jinglong

Suzhou Trading Investment and Construction Management Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu 215000

Abstract：Based on the south extension project of Changjiang Road in Suzhou, a method of penetrating existing structures under urban tunnel is expounded. Due to the poor geological conditions, the buried depth of the excavation section of the project, the large span, the long distance through the cemetery, and the surrounding structures (buildings), the tunnel construction is extremely difficult. In order to effectively control the influence of ground settlement on the surrounding structures (buildings), ensure the stability of the slope in the excavation process, and reduce the risks caused by large topography and weak surrounding rock and rich groundwater in the process of ultra-shallow buried large-span dark tunnel excavation, By adopting a series of tunnel deformation control technologies, such as strengthening the scope of the hole and conducting slope excavation, setting up pipe curtain and mjs, using rotary jet pile for foundation reinforcement, using glass fiber anchor rod for palm surface sealing, etc., Successfully control the surface settlement and other risks caused by the structure (construction) construction under the tunnel, so as to ensure the rapid and safe construction of the tunnel in the south extension project of Suzhou Changjiang Road, and also provide a valuable reference for the construction of the existing structures.

Key words：tunnel; underpass existing structures; hole access method

一、绪论

（一）选题背景及意义

近年来，国家公路快速发展，为经济社会的发展起到了重要的基础性和先导性作用，为了满足社会需要和人民生活需求，交通事业同样也迎来了新的机遇和挑战。随着我国城市交通的不断发展，隧道下穿既有建筑物的情况也愈发频繁。尤其在暗挖隧道进洞时，受超浅埋、软弱岩层、边坡影响、建筑物复杂、隧道施工跨度大等因素的影响，容易造成掌子面不稳、边坡滑塌失稳、地表建筑倾斜沉陷等问题，存在极大的施工风险^[1]。因此，制定合理有效的支护形式与控制措施，对确保建筑物稳定以及隧道快速、安全的施工具有重要现实意义。

二、工程概况

（一）项目概况

苏州国际快速物流通道二期工程—长江路南延工程起点位于长江路—七子路交叉口北，沿现状长江路向南，以地面道路形式和七子路平交后，以隧道形式下穿宝带西路、晋福路后，双孔山体隧道向南穿越七子山，其间避让苏州市国防教育训练中心的军事用地区域及七子山垃圾填埋场，下穿七子山公墓。在环山路交叉口，主路接与规划旺山路线位，并采用隧道形式相继下穿环山路、创高路、吴中大道和北官渡路后，在南官渡路北侧接地。

（二）地质情况

本工程隧道整体布置形式为小净距+分离隧道形式，采用连



图2 周边建（构）物分布情况

拱隧道形式进洞，最大开挖跨度29.33m，高度12.19m，且洞口处左右线隧道之间最小净距约为7.1m，为超小净距隧道，与公墓间的最小距离约4.50m，最大埋深约25m。

隧道进洞口左右线在很长一段距离围岩较弱，围岩等级为Ⅵ级。覆土主要为表土、黏土、粉质黏土、含碎石粉质黏土、碎石土、全风化砂岩、强风化砂岩和破碎状中风化砂岩，表土结构松散地形起伏变化较大。隧道入口及出口处附近有塘分布，区内山体的山脊与山脊间形成大小不一的汇水面积。大气降水是隧址区域内地表水的主要补给来源。

（三）地表建筑物情况及周边环境

本工程周边建筑（构）物有凤凰山七子山墓区、苏州市国防教育训练中心、废旧炸药库等。

周边建（构）物情况比较复杂和敏感，且施工中隧道开挖容易影响周边建（构）物的稳定，分布均距离洞口处较近且结构相对薄弱。其中苏州市国防教育训练中心为砖结构，位于隧道左侧，房屋距离隧道仅2—3m；废旧炸药库单层砖结构，位于隧道入口处上方；下穿七子山公墓，公墓均无地下结构，墓碑为浅基础，墓区外设置砖砌二四墙，高度2.5m，极易受地层扰动影响。水塘与其最近隧道断面拱顶标高3m左右，水平方向距离隧道开挖轮廓线20m。

三、施工工艺及进洞方法

隧道下穿施工一般易造成土体扰动，严重的引起路面沉降过大甚至导致坍塌的事故频繁，继而引发一系列后续影响，给施工过程中技术与安全管理带来了巨大的挑战。

同时本工程进洞埋深浅，围岩性质较差，地表及地下水丰富，连拱隧道跨度大，对周围土体扰动大小以及深度较大，引起沉降的系数变复杂。而与施工工法相对应，隧道超前支护技术也呈现多样化，而如何保证施工过程中安全可靠，必须加强隧道开挖方法、超前预加固、支护方式、围岩稳定性控制、监控量测等，针对性的采取方法来解决难题，故基于某工程城市隧道下穿既有构筑物进洞方法来进行说明，其采用三轴搅拌桩对洞口处范围进行垂直加固后采取放坡开挖施工，水平设置管幕及mjs进行超前支护，底部地基采用旋喷桩进行加固，掌子面利用玻璃纤维锚杆进行封闭。

（一）工程重难点

浅埋软弱围岩隧道存在安全事故多发的情况，以往的施工案

例中一直是隧道设计和施工的难点^[2]。浅埋隧道的重难点在于开挖时不能形成承压拱，具有较差稳定性，极易受到地表水的影响，若不能进行有效支护，极易造成滑坡、坍塌及基坑变形等风险^[3]。

本工程隧道进洞15m后的地表为七子山公墓，公墓区沿路线走向长约630m范围内的山体坡面密布公墓。隧道进口连拱隧道段覆土厚度仅4.5m为超浅埋隧道，且地层为表土、黏土、粉质黏土、含碎石粉质黏土、碎石土，以黏土、粉质黏土为主，地质情况较差且地下水丰富，开挖施工中极有可能发生坍塌。

连拱隧道施工最大断面道跨径约30m，最大断面的计算矢高约10m，矢跨比0.397，为超大断面隧道。根据线路统计，左右线最小净距仅7.1m，且位于洞口连拱段，左右线净距远小于一倍洞径，先行隧道开挖扰动将会严重影响后建隧道的正常施工。

（二）支护形式及进洞方法

连拱隧道洞门位于明挖基坑内，明挖基坑支护采用钻孔灌注桩排桩支护+内支撑体系，并在坑外采用搅拌桩作为止水帷幕。洞门口采用地面垂直加固后放坡开挖进行施工，并设置导向墙。坑内主体结构为单层矩形框架结构，在明挖结构与暗挖结构交接部分设置了明洞结构与两者相连接。

1. 边坡稳定

在下穿构（建）物过程中，边坡要确保在相对稳定的同时要满足施工生产需要。在隧道明暗挖交界范围内垂直方向水泥搅拌桩加固至基坑底部以下4m。连拱隧道洞门里程正位于加固范围内。确保土质稳定情况下进行放坡开挖施工，在开挖过程中严格按照规范要求控制坡比，保证土体稳定性。进行二级放坡施工，设置5m安全平台。为截排洞顶仰坡外地表水，使仰坡不受冲刷，在洞顶坡顶砌筑矮墙并进行地面硬化。边仰坡开挖后及时施做锚喷挂网进行坡面防护。在管幕施工完成后，在连拱隧道洞口处及时设置导向墙，保证整体稳定性。在实际开挖过程中，无滑坡及坍塌情况出现。

2. 超前支护管幕设计

浅埋大跨下穿软弱围岩隧道施工应对超前支护质量严格控制，采用拱部Φ299×10mm管幕+MJS加固形式。管幕施工长度62m，属于小口径超长距离管幕，其以单根钢管铺设为基础，多根钢管采用锁扣连接平行咬合，密布在隧道周围形成稳定支护结构。此外，因口径较小，施工距离较长，使用钢管材质硬度较低，管幕从施工过程中对接焊、测量、纠偏，管头改进等方面进

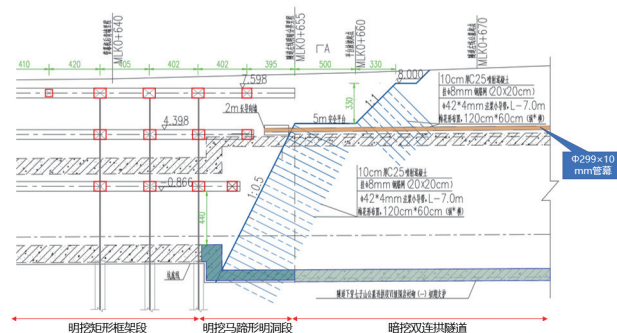


图3 隧道洞口纵断面施工设计图（单位：cm）



河道堤防加固工程中的土工材料选择与施工方法研究

朱天久，于莽

江苏淮阴水利建设有限公司，江苏 淮安 223001

摘 要：河道堤防作为防洪和保护沿岸地区的重要设施，承担着维护人类生命财产安全和促进社会发展的重要责任。然而，由于长期水流冲刷、河床侵蚀和地基沉降等因素的影响，堤防可能出现破坏和不稳定的风险。土工材料具有非常优良的性能，在河道堤防加固工程中具有非常广泛的应用空间。本文对河道堤防加固工程进行了一定论述，在此基础上，进一步探讨了土工材料的选择，并结合河道堤防加固工程的特点，分析了河道堤防加固施工方法，通过选择合适的土工材料和施工方法，可以提高堤防的抗冲刷能力和稳定性，进而为河道堤防加固工程的施工质量提供可靠保障。

关 键 词：河道堤防；加固；土工材料

Study on Geotechnical Material Selection and Construction Method in River Embankment Reinforcement Project

Zhu Tianjiu, Yu Mang

Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., LTD, Jiangsu, Huaian 223001

Abstract：As an important facility for flood control and protection of coastal areas, river embankments bear the important responsibility of maintaining the safety of human life and property and promoting social and economic development. However, embankments may be at risk of destruction and instability due to factors such as long-term water erosion, riverbed erosion and foundation settlement. Geotechnical materials have very excellent performance, and have a very wide application space in river embankment reinforcement engineering. In the paper, we make certain discussion of the river course embankment reinforcement project and on the basis, the selection of the construction materials, and the characteristics of the river embankment reinforcement project are further explored and analyze the methods. By selecting the appropriate geotechnical materials and construction methods, the anti-erosion ability and stability of the embankment can be improved, and then provide a reliable guarantee for the construction quality of the river embankment reinforcement project.

Key words：river embankment; reinforcement; geotechnical materials

一、前言

河道堤防作为保护河流周边地区免受洪水侵袭的关键设施，具有重要的社会、经济和生态功能。然而，随着气候变化和人类活动的影响，河道堤防面临着日益严峻的挑战。洪水的频繁发生和水位的快速上升给沿岸地区带来了严重的洪水灾害风险，给人们的生命财产安全造成了严重威胁。同时，河流的冲刷和侵蚀现象导致堤防的稳定性下降，可能引发堤体破裂、滑坡和决口等灾害。因此，进行河道堤防加固工程以提高其抗洪能力和稳定性具有紧迫的意义。

二、河道堤防加固工程概述

（一）河道堤防的作用和分类

河道堤防是位于河道两岸的人工结构，具有重要的防洪和水利调控功能。它们的主要作用是保护沿岸地区免受洪水侵袭、防止河水侵蚀，并维护河道的稳定和通航安全。根据不同的功能和结构特点，河道堤防可以分为以下几种类型：

（1）防洪堤防。防洪堤防是为了防止洪水泛滥而建造的，其主要作用是阻挡河水并限制洪水的泛滥范围。这类堤防一般位于河道两岸，并且通常具有一定的高度和宽度，以便在洪水期间承受洪水的压力。

（2）护岸堤防。护岸堤防主要用于防止河流或海洋对沿岸地区进行侵蚀，保护沿岸土地和基础设施的安全。护岸堤防的设计和施工通常考虑到河流流速、波浪冲击和潮汐等因素，以确保其能够有效地抵御侵蚀力。

（3）支护堤防。支护堤防用于稳定河道岸坡或防止土壤滑坡，以保持河道的稳定和安全。这类堤防的结构形式多样，常见的包括挡土墙、边坡护面、桩墙等，用于加固和支撑岸坡土体，防止其发生滑坡或坍塌。

（4）航道堤防。航道堤防主要用于确保河道的通航安全，维护水路的畅通无阻。航道堤防通常位于河道两侧或中央，以保持河道的宽度和深度，使船只能够顺利通过，避免浅滩和障碍物对航行的影响^[1]。

（二）加固工程的目标和要求

河道堤防加固工程的主要目标是提高堤防的稳定性和抗洪能

力，以确保河道安全运行，并减少洪水灾害的发生和经济损失。为实现这一目标，加固工程需要满足以下要求：

（1）提高稳定性。加固工程的首要目标是增强堤防的稳定性，防止发生滑坡、决口等灾害。通过采用适当的工程措施，使堤防能够承受河水冲刷、侵蚀和内部土体的自重压力，保持其坚固的结构。

（2）增强抗洪能力。加固工程应使堤防能够承受更大的洪水冲击力和侵蚀力，从而减轻洪水对周边地区的影响。通过合理的设计和施工，加固工程应能够有效地抵御洪水的冲击，保护沿岸地区的安全。

（3）耐久性与可维护性。加固工程需要具备较长的使用寿命和便于维护的特性。材料的选择和施工工艺的设计应考虑到工程的寿命和维护成本，以确保加固效果能够持久，并且便于后续的维修和管理。

（4）兼顾生态环境。加固工程在提高堤防稳定性的同时，也应尽量减少对周围生态环境的破坏。在施工过程中，应注意保护水生植被、水生动物等生态资源，避免或减少施工对河道生态系统的影响。

三、土工材料的选择

（一）常用土工材料

土工合成材料是一类由合成纤维或合成树脂制成的工程材料，具有优异的抗拉强度、抗冲刷能力和排水性能。常见的土工合成材料包括土工布、土工格栅、土工膜等。

土工布是由高分子合成材料制成的织物结构，具有较高的抗拉强度和耐久性。它可以用于加固土体、防止冲刷和侵蚀，还可以作为土体和其他材料之间的分离层。土工布能够有效地分散土壤颗粒的应力，提高土体的抗冲刷性能，并增加土壤的排水能力。土工格栅是一种由高强度聚合物或复合材料制成的网状结构。它具有较高的抗拉强度和刚度，可以用于加固土体和分散荷载，提高土体的稳定性和抗滑性能。土工格栅通常用于土体的加筋和增强，特别适用于处理土壤较差、坚硬度低或存在较大应力的情况下。土工膜是一种由聚合物材料制成的薄膜状材料，具有较好的抗渗透性和隔离性能。它可以用作土壤中的隔离层，阻止不同颗粒之间的混合和渗透，同时保持土壤的排水性能。土工膜还可以用于储存水体、防止土壤湿润和减少土壤侵蚀。

（二）材料特性与性能评估

在河道堤防加固工程中，土工材料的选择对工程的稳定性和耐久性起着至关重要的作用。为了确保选择合适的土工材料，需要对材料的特性和性能进行评估。

（1）物理特性。物理特性是评估土工材料的基本属性之一。包括颗粒大小分布、密度、孔隙率、水分含量等。颗粒大小分布影响着土工材料的排水性能和抗冲刷能力。较大的颗粒可以提供较好的抗冲刷能力，而较细的颗粒则有利于土工材料的排水性能。密度和孔隙率则决定了土工材料的抗压强度和透水性能。

（2）力学特性。力学特性是评估土工材料的强度和稳定性的

关键因素。包括抗拉强度、抗剪强度、抗压强度等。抗拉强度反映了土工材料抵抗拉伸破坏的能力，抗剪强度则决定了材料的抗滑性能。抗压强度是评估土工材料承载能力的重要指标。

（3）水分特性。水分特性对土工材料的工程性能和稳定性具有重要影响。土工材料的水分含量会影响其稠度和可塑性，过高或过低的水分含量都会导致材料性能下降。同时，水分特性还与土工材料的膨胀性、收缩性和冻融稳定性等关系密切。

（4）耐久性。土工材料的耐久性是评估其在长期使用和复杂环境下的稳定性和性能的重要指标。耐久性包括抗紫外线老化、抗化学侵蚀、抗生物侵蚀等方面。在选择土工材料时，需要考虑材料与周围环境的相容性和耐久性^[2]。

（三）土工材料选择与适用性分析

土工材料的选择对于河道堤防加固工程的成功实施至关重要。在进行土工材料选择时，需要综合考虑工程需求、土壤条件和材料特性等因素，以确保选用的土工材料能够满足工程要求并适应实际情况。

首先，根据工程需求和目标，确定所需的土工材料特性。不同的土工材料具有不同的性能特点，如抗拉强度、抗冲刷能力、透水性等。根据加固工程所面临的具体问题，例如抗洪能力增强、土壤侵蚀防止或边坡稳定等，选择具备相应特性的土工材料。其次，考虑土壤条件和环境因素。土壤的类型、粒度分布、含水量以及存在的土壤侵蚀等因素会影响土工材料的选择。对于粉状土壤，如黏土或粉砂，土工合成材料和土工填料通常能够提供较好的增强效果。对于颗粒状土壤，如砂砾或碎石土，土工格室和土工格框等结构材料可能更适用。再次，还需评估土工材料的适用性和可行性。在选择土工材料时，要考虑其可获得性、成本效益、施工可行性和工程维护等因素。土工材料的成本应与工程预算相符，并兼顾材料性能和长期维护成本。施工可行性包括土工材料的安装、连接和维护等方面的考虑，确保施工过程顺利进行和工程质量可控。最后，进行土工材料的实验室和现场试验，验证其性能和适用性。通过实验室试验和现场模拟，可以评估土工材料在特定条件下的工作性能和稳定性。这有助于验证土工材料的可行性，并指导工程设计和施工过程中的应用^[3]。

四、河道堤防加固施工方法

（一）常见的加固施工方法

（1）土工填筑法

土工填筑法是一种常见且有效的河道堤防加固施工方法。它通过将土工填料填筑到原有的土体中，增加堤防的稳定性和抗冲刷能力。

施工过程中，首先需要清理和准备施工区域，包括清除杂草、植物根系、杂物等，并确保施工基底平整、坚实。然后，根据设计要求，选取适当规格和质量的土工填料进行填筑。在填筑过程中，土工填料应逐层进行，每一层的厚度和密实度需要根据设计要求进行控制。填筑过程中可以采用振实或轻压等方法，使填料与原有土体充分结合，提高堤防的整体稳定性。填筑后应及时进行密实度检

测和质量控制，以确保填料的均匀分布和密实程度。

（2）土工固结法

土工固结法是一种常用的河道堤防加固施工方法，它通过使用土工合成材料和固结材料结合起来加固土体，提高堤防的稳定性和抗滑性能。

施工过程中，首先需要清理和准备施工区域，确保施工基底平整、无杂物和水分。然后，在原有土体上铺设土工合成材料，如土工布或土工格栅，以形成一层增强层。土工合成材料能够分散荷载并提供抗拉强度，增加土体的整体稳定性。接下来，施工人员在土工合成材料上施加固结材料，如固结土或固结灌浆。固结材料可以是化学固化剂、水泥浆或环氧树脂等，其作用是增加土体的黏结力和抗剪强度。固结材料的选择应根据工程需求和土壤条件进行，以确保施工后的土体能够达到预期的强度和稳定性。

（3）土工墙体法

土工墙体法是一种常用的河道堤防加固施工方法，它通过建造土工墙体来增加土体的强度和稳定性，提高堤防的抗冲刷和抗滑性能。

在施工过程中，首先需要清理和准备施工区域，确保施工基底平整、无杂物和水分。然后，根据设计要求，选取合适规格和质量的土工合成材料，如土工格栅或土工布。接下来，施工人员将土工合成材料按照设计要求固定在施工基底上，形成一道墙体结构。墙体的高度和厚度可根据设计要求进行调整，以满足加固效果和土体稳定性的要求。土工墙体的施工方式可以采用不同的方法，如直立式、倾斜式或横向交叉式等。具体的施工方式取决于工程需求和土壤条件。施工过程中需要注意墙体的垂直度和水平度，以确保墙体的稳定性和结构的均匀性。

（二）施工方法选择与技术比较

在进行河道堤防加固工程时，选择合适的施工方法至关重要。不同的施工方法具有各自的特点和适用范围，需要综合考虑工程要求、土壤条件、施工条件和经济效益等因素进行选择。

首先，土工填筑法具有施工简单、成本相对较低的优点。它适用于各种类型的土壤，能够增加堤防的稳定性和抗冲刷能力。然而，土工填筑法需要较大的土地使用量，并且在施工过程中需要进行密实度控制和质量监测。其次，土工固结法通过固结材料提高土体的强度和稳定性，适用于较差的土壤条件。它可以提供较高的抗剪强度和抗滑性能，适用于要求较高的工程。但土工固结法施工复杂，需要控制固结材料的用量和均匀性，施工过程中需要注意材料固结时间和硬化效果。最后，土工墙体法能够提供

垂直和水平的加固效果，适用于各种土壤类型。它能够增加土体的稳定性和抗冲刷能力，并分散荷载，提高堤防的整体稳定性。然而，土工墙体法施工过程需要控制墙体的垂直度和水平度，要求较高的施工精度。

在选择施工方法时，需要综合考虑工程要求和土壤条件，并与实际情况进行比较。根据工程的具体需求、施工难度和经济成本等因素进行权衡和分析，选择最合适的施工方法^[4]。

（三）加固施工工艺与关键控制点

河道堤防加固施工过程中，合理的施工工艺和严格的关键控制点是确保工程质量和稳定性的关键。以下是一些常见的加固施工工艺和关键控制点：

（1）施工准备。在施工开始之前，需要进行充分的施工准备工作。包括清理施工区域、确保施工基底平整、无杂物和水分，准备所需的土工材料和施工设备等。施工准备工作的认真执行可以为后续施工提供良好的基础。

（2）施工顺序。确定合理的施工顺序是保证加固工程质量的关键。通常，施工顺序应从上游向下游进行，以避免洪水或河水对施工过程的干扰。同时，对于大面积加固工程，可采用分段施工的方式，逐步完成施工任务，确保施工质量和进度的控制。

（3）材料控制。土工材料的质量和规格对加固工程至关重要。在施工过程中，需要严格控制土工材料的选择、质量和用量。定期进行材料检测和监测，确保土工材料符合设计要求，并满足工程的稳定性和耐久性。

（4）施工质量控制。加固施工过程中的质量控制是确保工程稳定性的关键环节。应采取严格的质量控制措施，包括施工过程中的实时监测、检测和记录。关键的施工质量控制点包括土工材料的密实度、土工墙体的垂直度和水平度、固结材料的用量和均匀性等。通过严格控制施工质量，可以确保加固工程的稳定性和长期运行^[5]。

五、结语

综上所述，河道堤防加固工程中的土工材料选择与施工方法研究是确保工程稳定性和耐久性的重要方面。通过合理选择适用的土工材料和施工方法，可以提高加固工程的性能和稳定性，确保河道堤防的安全运行。未来的研究可以进一步探索土工材料与施工方法之间的关系，优化施工工艺和质量控制，提高加固工程的效果和可持续性。

参考文献：

- [1] 曹建. 基于钢围堰导流管的河道堤防加固工程施工技术[J]. 吉林水利, 2023,(05):30-34.
- [2] 何华. 河道堤防加固技术研究[J]. 中国新技术新产品, 2023,(05):87-89.
- [3] 陈寅. 基于生态疏浚理念下的河道堤防加固综合治理实践[J]. 黑龙江水利科技, 2022,50(12):170-173.
- [4] 陈忠, 付建利, 陈怡宁. 某河道堤防及护岸加固中施工导流设计技术研究[J]. 地下水, 2022,44(06):266-268.
- [5] 姜大伟. 基于河道堤防蜂格护坡加固措施实例分析[J]. 黑龙江水利科技, 2021,49(12):48-50.

抗洪工程中堤坝加固与防渗技术研究

赵佳, 于莽

江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223001

摘 要 : 抗洪工程中的堤坝是重要的防洪保护工程, 承担着调蓄洪水、缓解洪峰、保护下游地区安全的重要职责。然而, 由于堤坝长期受到各种不利因素的影响, 这就会导致渗漏问题的发生, 这对洪水防治的效果和工程的长期运行安全构成了严峻挑战。本文对抗洪工程中堤坝加固与防渗技术进行了比较深入的分析, 进而为堤坝的加固与防渗施工提供重要的参考, 有助于提升抗洪工程的安全性、稳定性和可持续性。

关 键 词 : 抗洪工程; 堤坝加固; 防渗

Research on Dam Reinforcement and Seepage Prevention Technology in Flood Fighting Project

Zhao Jia, Yu Mang

Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., Ltd, Jiangsu, Huai'an 223001

Abstract : The dam in the flood fighting project is an important flood control and protection project, which undertakes the important responsibility of regulating and storing the flood, alleviating the flood peak and protecting the safety of the downstream area. However, because the dam is affected by various adverse factors for a long time, this will lead to the occurrence of leakage problems, which poses a severe challenge to the effect of flood control and the long-term operation safety of the project. This paper deeply analyzes the technology of the dam reinforcement and seepage prevention in the flood fighting engineering, which provides an important reference for the dam reinforcement and seepage prevention construction, and helps to improve the safety, stability and sustainability of the flood fighting engineering.

Key words : flood fighting works; dam reinforcement; seepage prevention

一、前言

抗洪工程中的堤坝是重要的防洪保护工程, 它们的安全稳定和防渗性能直接影响着洪水防治的效果和工程的长期运行。然而, 随着时间的推移和洪水冲刷的影响, 堤坝可能出现各种安全隐患和防渗问题, 为了确保抗洪工程的安全性和稳定性, 堤坝加固与防渗技术的研究成为当前工程建设领域亟待解决的重要课题。

二、抗洪工程中堤坝加固技术分析

(一) 加固前的安全评估与监测

(1) 堤坝安全评估指标与标准

堤坝安全评估涉及一系列指标与标准, 用于对堤坝结构的现状和性能进行综合评价。这些指标和标准是根据工程设计要求、行业规范和国家标准等制定的, 旨在确保堤坝在承受洪水冲击等极端情况下的安全可靠。其中, 主要的堤坝安全评估指标包括:

1) 抗洪能力。用于评估堤坝在洪水冲击下的承载能力。抗洪能力与堤坝的设计洪水位、设计洪水流量以及堤坝的防洪标准等密切相关。通过对堤坝的抗洪能力进行评估, 可以判断其在洪水期间是否能够稳定运行, 从而确定是否需要加固。

2) 坝体稳定性。主要包括抗滑稳定性和抗倾覆稳定性。抗滑稳定性评估考虑坝体与坝基之间的摩擦力和抗滑稳定系数, 以判断坝体在洪水冲击下是否会出现滑动现象。抗倾覆稳定性评估考虑坝体的自重、洪水冲击力和岸坡稳定性, 以判断坝体是否会倾覆。

3) 渗透性评估。渗透性是堤坝安全性的关键影响因素, 特别是对于土坝而言。渗透性评估考虑堤坝防渗层的完整性和渗透率, 以判断渗透问题是否会影响堤坝的稳定性。如果存在渗漏现象, 需要考虑相应的防渗措施。

4) 坝体变形。通过测量和监测坝体的变形情况, 可以了解其在洪水冲击下的变形特性, 并判断是否存在过大的变形, 需要加固。

(2) 监测技术与设备选用

在进行抗洪工程中堤坝加固前的安全评估与监测中, 选择合适的监测技术与设备是至关重要的。现代监测技术的应用可以提供准确、实时的数据, 帮助工程师全面了解堤坝的运行状态, 及早发现潜在问题, 从而采取相应措施进行加固。以下是一些常用的监测技术与设备选用:

1) 变形监测。变形监测是堤坝安全评估的重要手段, 可以及时反映堤坝在不同载荷作用下的变形情况。常见的变形监测设备包括测量仪器和传感器, 如位移传感器、应变计、倾斜计等。这些设备能够实时监测堤坝的变形量和变形速率, 为判断其稳定性

提供数据支持。

2) 渗流监测。堤坝的渗流问题是加固过程中需要重点关注的方面。渗流监测技术可通过安装压力计、渗流计等设备来测量堤坝内外水压差和渗流量,以评估渗流情况。及时监测渗流数据有助于发现渗漏点和渗流路径,从而采取相应措施加固堤坝。

3) 地震监测。堤坝加固应考虑地震因素对堤坝的影响。地震监测技术可以通过安装地震传感器,实时监测地震波动情况。这有助于评估堤坝在地震作用下的稳定性,并在地震前后及时采取应急措施。

4) 水位监测。堤坝的水位变化直接影响其受力情况和稳定性。水位监测技术可以通过水位计、液位传感器等设备,实时监测水位变化,并提供水位数据。这有助于评估堤坝的洪水承载能力,及时预警可能出现的洪水风险^[1]。

(二) 加固方案设计与优化

(1) 加固目标与策略选择

在进行堤坝加固前,首先需要明确加固的目标和采取的策略选择。加固目标主要包括增加堤坝的抗滑稳定性、提高抗冲刷能力、增加承载能力、改善抗渗性能等。在制定加固目标时,需要充分考虑堤坝当前的技术状况、存在的问题和工程背景,明确加固的重点和关键。

策略选择是堤坝加固方案设计的基础。根据不同的堤坝类型和加固目标,可以采取不同的策略。例如,对于土石坝,可以采用加大坝体截面、增加防滑桩或加设加固带等措施,以增加其抗滑稳定性。对于混凝土坝,可以采用钢筋混凝土加固层、预应力加固等方式,以提高其承载能力和抗冲刷能力。同时,还可以通过坝体渗漏通道的处理来改善抗渗性能。在进行策略选择时,需要综合考虑工程技术可行性、经济可行性和社会环境因素。必要时可以进行风险评估和效益评价,以确定最合理的加固策略。在制定加固方案后,还需要进行工程设计和施工前的模拟试验和仿真分析,以验证方案的有效性和安全性。

(2) 加固材料与结构形式

加固材料的选用直接影响到加固效果和工程的经济性,而结构形式的设计则关系到加固工程的施工可行性和稳定性。

首先是加固材料选用。在堤坝加固中常用的材料包括钢筋混凝土、土工合成材料、岩石料等。钢筋混凝土是一种常用的加固材料,其强度高、耐久性好,适用于加固坝体和岸坡。土工合成材料是一种具有高抗拉性能的复合材料,可以用于加固土体,如设置土工格室和土工帷幕等。岩石料可用于加固坝体和护坡,其稳定性和抗冲刷性能较强。在选择加固材料时,需综合考虑材料的性能、成本和可获得性,确保选择的材料能够满足加固目标,并保持长期稳定性。

其次是结构形式设计。堤坝加固中常用的结构形式包括钢筋混凝土面板、土工格室、岩石护坡等。钢筋混凝土面板是一种常用的加固形式,适用于加固坝体表面和岸坡,可以提高坝体的稳定性。土工格室是一种利用土工合成材料构建的加固结构,可用于加固土体和护坡,增强土体的抗拉性能。岩石护坡是一种利用岩石料堆砌而成的护坡结构,可用于加固岸坡,提高坡面的稳定

性。在设计结构形式时,需根据加固目标、加固材料和施工条件等因素进行综合考虑,确保结构形式能够适应实际加固需求和施工条件^[2]。

三、抗洪工程中堤坝防渗技术

(一) 渗流分析与渗透计算

(1) 渗透计算模型与方法

渗透计算的关键是建立合适的渗透计算模型和方法。首先,需要确定渗流的边界条件,包括水位、土体的渗透性以及周围地质条件等。其次,可以采用不同的数值模型,如有限元方法、有限差分法等,来模拟渗透过程,并求解渗流场的分布。在进行渗透计算时,需考虑土体的非均质性和各向异性,以及渗透压力、流速等参数的影响。

渗透计算的目的是得到堤坝内部的渗流场和渗透压力分布,进而评估渗流对堤坝稳定性的影响。通过渗透计算可以预测堤坝的渗透量、渗透速度和渗透压力,判断渗流是否会导致堤坝的稳定性问题,并为制定防渗措施提供依据。在渗透计算中,还需进行参数敏感性分析,评估不同参数对渗透计算结果的影响,以确定渗透计算的可靠性和准确性。

(2) 渗流路径分析与预测

渗流路径分析与预测是堤坝防渗技术中的一项重要内容,其目的是研究和预测渗流在堤坝内部的传递路径,从而找到可能的渗漏通道和隐患点,为防渗措施的制定和优化提供依据。

首先,进行渗流路径分析需要对堤坝的地质条件、土体结构、水位变化等进行详细的调查和分析。通过野外勘察和实测数据,获取堤坝周围地质地貌信息,包括岩性、土质、断裂、裂隙等。同时,对堤坝内部土体的渗透性进行实验室试验和野外测试,获得土体渗透性参数。其次,利用数值模拟方法进行渗流路径的预测。有限元方法和有限差分法是常用的数值模拟方法,可以模拟渗流在复杂土体中的传递过程。通过建立合适的数值模型,输入地质和水位等参数,可以模拟渗流在堤坝内部的传递路径,并预测可能的渗漏通道和渗流集中区域。最后,渗流路径分析与预测的结果为防渗措施的制定提供了重要参考。根据预测结果,可以有针对性地选择加固材料和结构形式,优化加固方案,防止渗流在堤坝内部形成大面积的渗漏通道^[3]。

(二) 防渗材料与防渗屏障

(1) 防渗材料性能与选用

防渗材料的性能与选用在防渗屏障的建设中起着关键作用。防渗材料主要用于构建防渗层,以阻止水流通过土体,从而保持堤坝的完整性和稳定性。

首先,防渗材料需要具有优良的防渗性能。其渗透性应尽可能低,以确保水流不能穿透防渗层,从而减少渗漏的可能性。抗渗性能是防渗材料最重要的性能之一,通常通过测量渗透系数来评估。其次,防渗材料应具有较好的耐化学性和耐久性。在抗洪工程中,堤坝可能会受到多种环境因素的影响,包括水的酸碱性、高盐度等。最后,防渗材料的机械性能也很重要。堤坝防渗

层通常会受到一定的土压力和水压力，因此防渗材料需要具有足够的抗压和抗剪强度，以保持其完整性和稳定性。

在选用防渗材料时，需要根据具体的工程要求和地质条件进行合理选择。一般常用的防渗材料包括高聚物材料、土工合成材料、土工膜等。高聚物材料具有较好的渗透性能和耐化学性，适用于一般的防渗工程。土工合成材料通常由合成纤维与土壤组合而成，具有较好的抗拉强度和抗挠性能，适用于复杂地质条件下的防渗透屏障。土工膜具有优异的防渗性能，是一种较为常用的防渗材料，适用于各种地质条件下的堤坝防渗工程。

（2）防渗透屏障的构筑与性能评估

防渗透屏障是由防渗材料构成的一道屏障，用于阻止水流通过土体，从而防止堤坝的渗透。在构筑防渗透屏障时，需要注意以下几个方面：

首先，选择合适的防渗材料和施工方法。根据堤坝的地质条件和工程要求，选择适合的防渗材料，如土工膜、高聚物材料等，并确定最佳施工方法。不同的防渗材料和施工方法对于防渗透屏障的性能和效果有着重要影响。其次，进行防渗透屏障的施工与安装。在施工过程中，需要严格按照设计方案进行施工，保证防渗材料的完整性和紧密性。对于土工膜等材料，应注意接缝的处理和固定，确保防渗透屏障的连续性和稳定性。最后，对防渗透屏障进行性能评估。在施工完成后，需要对防渗透屏障进行性能评估，以验证其防渗效果和稳定性。常用的性能评估方法包括渗透试验、压力试验等，通过对防渗透屏障的性能进行评估，可以及时发现并进行调整和优化^[4]。

（三）渗漏监测与控制

（1）渗漏监测技术与设备

渗漏监测是指对堤坝防渗透屏障的渗透情况进行实时监测与记录，旨在及时发现渗漏问题并采取相应控制措施，确保堤坝的稳定和安全。为实现有效的渗漏监测，需要选用合适的监测技术与设备。

首先是渗透压力计监测法。该方法通过在堤坝防渗透屏障上设置渗透压力计，测量渗透压力的变化来判断渗透的情况。当渗透压力超过一定阈值时，表明堤坝出现渗透现象，可以及时发出警报并进行处理。这种方法具有实时性强、准确度高的特点，适用于对渗透进行连续监测的场景。其次，常用的监测设备是渗流

计。渗流计是一种专门用于监测渗流速度的仪器，通过测量渗流速度来判断渗透的情况。渗流计可以根据实际需要选择不同类型，如水压式、渗压式等，适用于不同类型的堤坝防渗透屏障。渗流计具有安装简便、操作方便的优点，能够实现对渗透的定量监测。

（2）渗漏控制措施与效果评估

渗漏控制措施主要包括两个方面：一是针对堤坝结构的改进措施，二是对堤坝周围地基和堤体进行渗漏控制的防渗透帷幕措施。

首先，针对堤坝结构本身的改进措施，可以考虑采用防渗浓技术。通过对混凝土或土石坝体进行防渗剂的加入，增加其密实性和抗渗性能，从而降低渗透发生的可能性。此外，采用特殊的堤坝防渗透结构，如渗流防护板和防渗墙，以在结构内部形成屏障，防止水通过渗透路径渗透出去。这些措施的效果可以通过长期运行的监测数据和现场观测来评估，根据实际情况进行调整和优化。

其次，对于堤坝周围地基和堤体的渗漏控制，防渗透帷幕是常用且有效的措施。防渗透帷幕通常采用水泥浆、高压注浆或人工沉积物等材料进行施工。在施工过程中，将这些材料注入到地基和堤体内部的渗透通道中，形成一道有效的防渗透屏障。同时，对于堤坝下游侧的地基，可以采取排水措施，降低地下水位，减少渗漏水流出的压力，从而进一步减少渗流量。防渗透帷幕施工后需要进行渗漏监测，监测其效果并及时进行补漏和维护，确保其长期稳定性和可靠性^[5]。

四、结语

综上所述，抗洪工程中堤坝加固与防渗技术的研究对于确保工程的安全运行和提高防洪能力具有重要意义。通过合理的加固方案设计与防渗措施的实施，可以提高堤坝的抗洪能力和稳定性，为抗洪工程的安全运行提供有力保障。然而，加固与防渗技术研究仍然需要不断深入，随着科学技术的不断发展，将会有更多更优化的加固与防渗方案出现。因此，对于抗洪工程中堤坝加固与防渗技术的研究需要持续关注和探索，为工程的可持续发展提供更为有效的解决方案。

参考文献：

- [1] 李涛. 水利工程堤坝防渗与加固技术研究——评《水利工程施工技术》[J]. 人民黄河, 2023, 45(04): 168.
- [2] 朱明栓, 李世恩. 混凝土防洪堤坝防渗墙加固施工技术[J]. 江西建材, 2022, (11): 95-97.
- [3] 植发龙. 路下勒水库堤坝防渗加固研究[J]. 陕西水利, 2022, (11): 142-144.
- [4] 姜红斌. 劈裂灌浆技术在水库堤坝防渗加固施工的应用[J]. 水利科学与寒区工程, 2022, 5(09): 131-133.
- [5] 严维. 堤坝防渗及加固技术的应用[J]. 东北水利水电, 2022, 40(08): 48-52+72.

道路与桥梁过渡段路基的施工技术

周文鹏

江苏卓展建设工程有限公司，江苏 泰州 225300

摘 要： 道路桥梁工程对于社会发展有着非常重要的意义，为了保证其使用寿命，需要在施工之前就做好各项准备工作，科学设计，编制完善的施工方案，选购优质的材料，做试验段，形成精准的施工数据，严格控制施工工艺，可以稳步提升施工质量，减少道路桥梁过渡段发生沉降问题，能够提升道路桥梁工程的整体质量。因此，在施工中要结合容易出现的各种质量隐患做好必要的应对工作。

关 键 词： 道路桥梁；过渡段；路基

Construction Technology of Subgrade of Transition Section Between Road and Bridge

Zhou Wenpeng

Jiangsu Zhuozhan Construction Engineering Co., LTD, Taizhou, Jiangsu 225300

Abstract： Road and bridge engineering is of great significance for social development. In order to ensure its service life, it is necessary to do all the preparations before the construction. Scientific design, preparation of perfect construction plan, selection of high-quality materials, section of doing test, the formation of accurate construction data, strict control of construction technology, can steadily improve the construction quality, reduce the settlement of the transition section of road and bridge, can improve the overall quality of road and bridge engineering. Therefore, we should do necessary coping work well combined with various quality risks easy to occur in the construction.

Key words： road and bridge; transition section; subgrade

一、过渡段路基施工

在道路桥梁建设过程中，路基沉降是工程施工重要控制点，尤其在河塘回填、软土地段、桥梁桥头过渡段。诱发路基沉降问题的因素有很多，比如道路桥梁工程所处区域的地质条件复杂、施工过程中分层不够清晰、一次回填厚度过大、碾压设备使用不到位、填筑材料不合格等，都会导致路基沉降超出规定要求，出现大的变形、裂缝、错台，最终影响道路通行问题。如果发生在桥头位置，对此不加以及时处理，将产生桥头跳车问题，甚至诱发交通事故，进一步将导致桥梁的承载力受到损害，结构性能下降，缩短道路桥梁的使用寿命。一般路基出现沉降问题主要是因为路基结构基础不稳固，桥梁桥台是桩基础沉降基本可以忽略，桥梁过渡段是土方路基，土方的压缩比较大，如不采用特殊台背处理技术，桥台与搭接路基沉降数率差距较大，极易产生不均匀沉降，形成错台，对此，一般可以采取设置桥头搭板的方式予以解决。对于沉降问题，在过渡段路基施工的过程中需要严格根据沉降路段的施工技术标准测量路基支护的承载力，以此合理设置支护结构，提高道路桥梁的通行能力。

二、过渡段路基发生沉降的原因

（一）桥头搭板脱空

出现桥头搭板脱空的主要原因是桥台回填土压缩性过大、压

实度没有达到要求，在施工完成后，填土沉降量过大，出现搭板底面脱空问题。搭板地面脱空使搭板承受的拉力增加，进而出现断裂问题，使搭板无法发挥作用，导致路桥过渡段沉降。

（二）桥梁台背压实度不足，填料不符合要求

在沉降段路基路面施工过程中需要保证桥梁台背路基的压实度，确保台背的坚固性，以有效承载车辆荷载。但是现实施工中，其压实度往往难以保证，原因是桥台背面填土难度大、工序繁琐、压实度要求高且在施工的过程中会受到多方面因素的影响，如材料、设备、施工工艺和流程、地形条件、气候环境等。如果施工单位没有根据设计标准控制桥台背面的压实度，没有根据规范要求选择填料，如填料水分较大、强度不足，无法满足基本要求，则会影响路堤的质量，无法保障桥梁台背的整体坚固性，对此需要施工单位树立质量控制意识，提高路基结构性能。

（三）地基承载力不够

道路桥梁工程施工中，要避免地基中含水量过大，地基的强度才能得到保障。当下在一些道路工程施工中，通常会发生地基承载力不足问题，对后续的工程质量产生了一定的影响。若在地层中分布有软土，导致土层含水量较大，可压缩性较强，难以保证道路地基的综合强度，那么以后的使用过程中，由于受到外在荷载的作用，地基很容易发生较大的变形，造成路桥过渡段的沉降量过大。造成这种问题的原因包括施工中工作人员对施工现场勘察不彻底，没有全面掌握施工地点的地质条件以及气候环境，

在施工中就很容易引发质量问题。

三、控制桥头沉降技术措施

（一）做好搭板施工质量控制

1. 整体注意事项

在施工中，应注意以下事项：

（1）搭板顶面和正常路段基面标高要具有一致性，使路基和桥梁之间实现平顺过渡；

（2）搭板连接桥台时，也应保持相同的标高；

（3）搭板与路面连接段处的标高，要保证搭板高度大于原设计标高水平，形成一个反向坡，并且要将坡度大小控制在合理范围内。

2. 桥台与搭板之间连接

桥台与搭板在进行连接时，应注意锚栓、支座、倒角、填缝材料等方面，在完成这些工作的前提下，二者连接的质量才有所保证。首先，布设搭板和台背时，需要保证拉杆水平，锚栓竖直，有效控制桥头凹陷。在设置桥台与搭板距离时，应保证桥台与搭板的距离为70～80cm。施工中，为避免搭板被锚栓破坏，施工人员应控制锚栓不出现位移，在稳定性良好的前提下，才能保证其具有较高的稳定性。其次，在施工过程中，应在搭板靠近桥台区域铺设油毡垫层，起到保护搭板的作用。最后，合理填充材料，经常使用的材料为沥青麻絮、玻璃板纤维等，并结合施工规定灌入适当的沥青。

3. 原材料选择

轻质土主要原材料包括淤泥质土、激发剂与缓膨胀材料，其生产制备方法和性质及成分要求为：

（1）淤泥质土：主要取自疏浚时产生的淤泥，考虑到其含水量较高，因此应进行快速泥水分离，促使淤泥的实际含水量达到要求。

（2）激发剂：以FJ型为主，其有效成分应达到97%及以上，含水量不能超过1%，液态时密度应达到1.15g/cm³以上，细度不能超过10%。

（3）缓膨胀材料：主要为硫、钙含量较低的粉煤灰，其成分包括二氧化硅（含量为44.24%）、三氧化二铁（含量为2.63%）、三氧化二铝（含量为25.92%）和氧化钙（含量为0.56%），其基本性质应达到以下要求：烧失量不得超出20%，二氧化硅、三氧化二铁与三氧化二铝三者的总含量应达到71%以上。

（二）科学选择填料，保证压实度

在沉降段路基路面施工中需要加强换填施工质量控制，将其作为一个关键的工序，严格按照固定的流程和步骤进行规范操作。在换填施工之前需要对路基周围的软土和杂物进行清理，并设置防护网。在施工中如果遇到软土，则需要及时采用加固法、换填法、夯实法、挤压法等进行处理，有效预防路基软化问题的发生。在此过程中，需要对路基的受力状态加强观测和分析，如果路基受力超出其承载力的最大标准，则需要干预和控制，预防路基位移的发生。另外，施工单位还需要根据桥梁工程路基

的具体情况及时调整设计方案，以保证施工质量，具体可以从以下方面进行：

第一，科学选择填料。在换填压实施工中需要保证填料的质量，确保其硬度和强度达标，在选择砂砾填料时需要着重对其粒径进行检查，避免因填料问题诱发路基沉降和结构变形问题，以此提高桥台填筑压实效果。如可以选择灰土作为填料，其抗水性强、强度高，硬化后可以和土壤充分结合，有效提高土壤的依附力，保证回填的密度，进一步提高路基的强度，确保在车辆荷载持续增加的情况下不会发生变形的问题。

第二，科学选择回填方法。在路基路面回填的过程中，需要根据填料的使用要求制定施工计划和方案，选择合理的回填方法，确保回填满足要求。如砂砾回填法，该方法可以从本质上提高路基强度和硬度。此外，在大范围的路基路面施工中需要在引道下方回填骨料和碎石，然后进行现场浇筑，以确保施工质量。

（三）桥头软基处理

桥头软土地基可采用换土法或超载预压法改善桥头基层的稳固性，换土法即更换当地原有的结构疏松、含水量较高的土壤，选择致密性与紧实性更高的土壤作为基层土壤，夯实基层，提高其在高荷载压力以及雨水冲刷浸泡下的耐久性与稳定性，提高过渡段的力学性能与承载能力，有效缓解基层沉降问题。同时，在软土地基上修建路堤时，应选择材质较轻的路堤填筑材料，避免路堤填筑带来土层位移等问题。

（四）加固灌浆技术

根据工程实践灌浆能有效提高过渡段的整体质量，减少操作环节造成的跳车等问题。不同路基路面沉降的操纵重点在于过渡段整体抗弯刚度和抗压强度的差异，因此必须尽可能减小两者之间的差异。采用加固注浆技术，可以提高路基路面的可靠性，减少过渡段不同路基路面的沉降。施工人员应做好灌浆区的划分，即在路基路面横截面方位角30m范围内，然后在护坡上挑点，分三段铺设锚杆，分层铺设，按2m标准控制锚杆间距，然后缓慢灌浆。

（五）排水施工技术

在道路桥梁路基排水设计工作开展过程中，需要根据道路等级以及排水类型制定路基排水设计方案，做好施工现场地质条件、水文环境的调查工作，对排水设施进行合理布置、冲刷防护工作。

在排水设施布置过程中，应当根据路基结构对排水设施的要求做好设计工作，确保排水设施具备拦截、汇集、输送与排除地下与地表水的功能。通过对排水设施进行合理的平面及纵断面布置，形成完整的排水系统。

对施工现场气候、水文以及地形地貌等资料进行调查，参考既有排水构造物建设案例，计算出符合道路桥梁工程各排水设施所需的设计径流量数值，选择适宜的出水口位置及间距。

根据各排水设施设计流量，确定各排水设施断面形式与尺寸，制定出更加完善的结构设计方案。分析沟渠及出水口周边地表冲刷、侵蚀等问题发生概率，配合使用专项可行的防治技术手段。截水沟是路基地表排水重要设施之一，可分为坡顶截水沟与

平台截水沟两种形态。其中，坡顶截水沟需要结合具体建设要求选择适宜的截水沟位置、截水沟尺寸。

截水沟位置的选择需要结合当地降雨强度、坡面防护、坡顶上汇水面积、汇水条件等因素设置。在施工场地内坡顶汇水长度大于15米、表面为积坡或残积层结构、容易发生滑坡或泥石流灾害的地段必须设置截水沟。

（六）路基回填

在道路桥梁过渡段的回填施工中，常使用灰土，其具有较高的抗水性和强度。当灰土硬化之后，能够提高土颗粒之间的附着强度，从而提高路桥过渡段回填土的密实度，使整体道路桥梁工程的综合强度得以提高，不会因为外部压力较大而产生变形问题。除此之外，还能应用砂砾进行回填，有效改善地基的综合强度以及承载水平，可有效地提高地基强度，减少沉降。

四、过渡段施工注意事项

（一）做好过渡段施工的准备工作的

首先，做好施工现场的勘察准备。在正式施工前，施工单位应组织人员对施工现场进行全面勘察，了解施工区域的地形地貌、地质水文等条件，详细记录勘察数据。依据勘察获取的数据制定科学的施工方案，确保施工方案与施工需求相符。

其次，做好组织管理准备。从施工管理层面出发，施工单位应在遵守国家相关法律法规及行业标准的基础上，对施工现场的管理制度加以完善，形成系统的岗位责任制。依据施工人员的能力和素质，确保人才与岗位匹配。与此同时，依据施工设计标准，配备合理的机械设备，对设备的性能进行检查，确保设备与施工需求相符。管理人员与技术人员应通过召开会议的方式，对设计文件和施工图纸进行沟通和交流，确定施工中的难点和重点，及时调整质量控制方案。

最后，做好试验段试铺准备。在此期间，需确定施工人员、

施工材料与施工设备间的协调性，明确各项施工质量的参数指标，包括压实的参数、填筑松铺的厚度和含水量。通过试铺的方式，对施工方案的可行性加以检验，做好施工前的准备工作。

（二）搭板与桥台连接注意事项

在施工中，为了保证搭板与桥台的连接效果，应重视做好以下几项工作：

1. 锚栓，为了避免搭板出现纵向滑移问题，出现凹坑，需要在搭板与台背之间设置竖直锚栓以及水平拉杆，能够有效限制搭板位移。

2. 倒角，可以把搭板近台端上侧与牛腿边缘设计成倒角。

3. 填缝，在桥台与路面相连接的地方，容易产生横向裂缝，为避免裂缝，可以使用沥青、麻絮等再灌入沥青，填缝效果更好。

（三）重视施工管理工作

施工单位在正式开工之前，要做好必要的管理工作，通过制定完善的管理制度，明确施工流程、施工原材料、现场施工管理制度等，指导施工顺利开展。严格要求施工人员依据施工方案开展工作，要采取必要的应对措施和手段，避免路基坍塌等问题。对于出现质量问题的地方，应及时做好技术上的补救工作，避免后续投入使用时出现安全事故。只有确保每个施工环节都按照相关规范的要求进行，才能最大限度地避免过渡段的不均匀沉降，保证项目投入使用后的质量和寿命。

结语

总而言之，道路桥梁工程作为我国交通运输体系的重要组成部分，不仅对公众日常出行产生影响，还关系着国民经济的增长。道路桥梁项目建设期间，道路桥梁过渡段施工是一个重要施工环节。过渡段是将道路与桥梁系统有效连接起来，能够提高交通运输体系的整体性和连贯性，保障公众的出行安全。

参考文献：

- [1]道路桥梁过渡段软路基路面的施工技术解析[J]. 张金财. 民营科技, 2015(02).
- [2]道路桥梁沉降段路基路面设计要点分析[J]. 刘伟伟. 建筑技术开发, 2017(21).
- [3]道路桥梁路基处理技术[J]. 梁军. 建材与装饰, 2020(01).
- [4]探讨道路桥梁过渡段软路基路面的施工[J]. 刘延辉. 科技创业家, 2014(08).
- [5]道路桥梁沉降段路基路面的施工探究[J]. 姚伟. 建设科技, 2017(22).
- [6]路桥过渡段软路基施工技术探讨[J]. 范心有. 科技创新与应用, 2021(07).
- [7]道路桥梁过渡段软路基路面的施工分析[J]. 管凤一. 科技与企业, 2014(03).
- [8]道路桥梁沉降段路基路面施工技术[J]. 刘英君. 交通世界, 2016(02).
- [9]路基路面沉降段施工技术研究[J]. 席胜钢. 山西建筑, 2019(13).
- [10]道桥路基处理方法及施工要点分析[J]. 乔向军. 建筑, 2012(18).

硬岩地质液压劈裂施工技术在贵阳地铁2号线七机路口站中的应用

胡运春^{*}, 廖建东

中铁隆工程集团有限公司, 四川 成都 610045

摘 要 : 在地铁车站周边老旧建筑物密集、市政管网错综复杂、岩石抗压强度超过 100MPa 的环境下, 采用液压劈裂技术开挖车站出入口, 有力保证了施工安全, 缩短了工期, 降低了成本, 同时减少了作业对周边居民的影响。

关 键 词 : 地铁; 车站; 出入口; 液压; 劈裂技术

Application of Construction Technology of Geological Hydraulic Splitting in Hard Rock in the Guiyang Metro Line 2 Qiji Intersection Station

Hu Yunchun^{*}, Liao Jiandong

China Railway Long Engineering Group Co., Ltd, Sichuan Chengdu 610045

Abstract : In the environment of dense old buildings around the subway station, complex municipal pipe network and compressive strength of rock of more than 100MPa, the hydraulic splitting technology is adopted to excavate the entrance and exit of the station, which effectively guarantees the construction safety, shortens the construction period, reduces the cost, and reduces the impact of the operation on the surrounding residents.

Key words : subway; station; entrance and exit; hydraulic; splitting technology

一、引言

在西南地区城市地铁车站出入口施工中, 往往面临周边老旧建筑物密集、市政管网错综复杂、岩石抗压强度过高的问题。若采用爆破开挖, 爆轰波难以控制, 存在极大的安全风险, 且炸药运输及保管控制严格, 各项手续复杂, 特殊情况下不能根据现场施工进度及时组织。同时, 受现场结构尺寸影响, 大型挖掘机无操作空间, 且岩石抗压强度过高, 若采用小型挖掘机破除开挖, 效率极低, 噪声极大, 夜间施工扰民问题无法避免, 无法连续作业。

针对上述不利工况, 本文摒弃了传统的炸药爆破或者机械开挖的方法, 摸索出一套潜孔钻机+液压劈裂棒硬岩开挖的施工方法, 在贵阳市轨道交通2号线一期土建2标七机路口站5#、6#出入口(该工程地质为中风化灰岩, 最大饱和抗压强度达120MPa)进行成功应用后, 形成了针对硬岩地质的液压劈裂施工技术。

二、硬岩地质液压劈裂施工技术

(一) 工艺原理

针对不适合爆破或者大型挖掘机开挖的狭窄硬岩基槽、基坑, 首先清理出硬岩临空面, 按照设计方案在硬岩上布孔; 之后

采用潜孔钻机钻孔, 将劈裂棒塞入孔内, 进行液压劈裂; 最后采用小型挖掘机清理松动岩体, 外运石渣后, 进行连续循环作业。

(二) 工艺流程

硬岩地质液压劈裂施工技术工艺流程见下图。

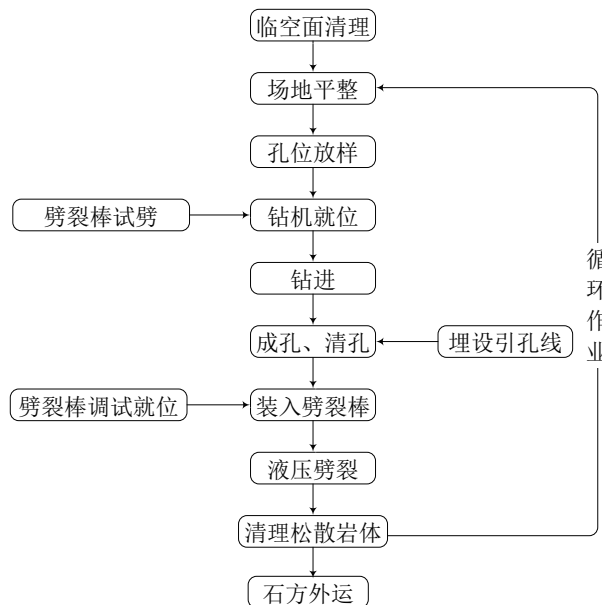


图1 硬岩地质液压劈裂施工技术工艺流程

* 作者简介: 胡运春(1971—), 男, 四川泸州人。本科学历, 高级工程师, 注册一级建造师。主要从事长大隧道、高速公路、高速铁路、城市轨道交通工程施工管理与技术研究工作。

三、现场施工操作要点

（一）临空面清理

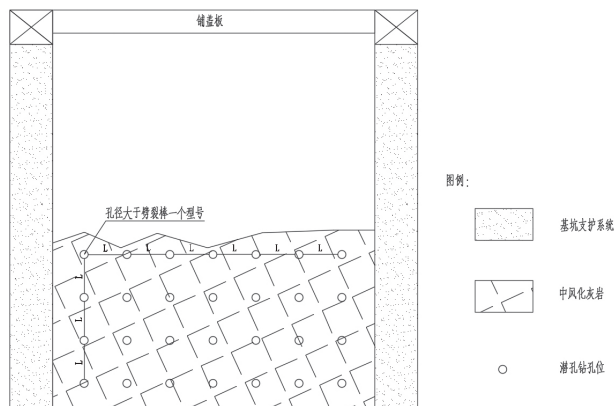
采用小型挖掘机将作业范围内的岩层上部覆土清理干净，露出工作面。

（二）工艺试验

选定一处有代表性岩体进行试验，钻不同孔距，分别劈裂，确定劈裂棒有效的作业半径。

（三）孔位放样

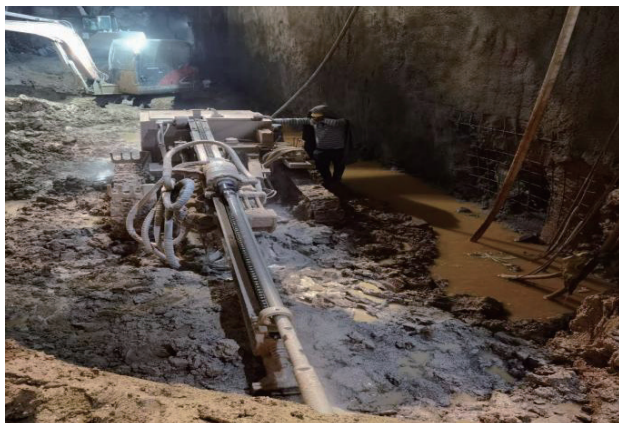
根据劈裂棒的有效劈裂半径在岩层面上标出钻孔孔位。



>图2 布孔孔位示意图



>图3 潜孔钻机实物图



>图4 潜孔钻机现场作业图

（四）钻孔、清孔

潜孔钻机就位后，在潜孔钻机风管中部安装喷雾降尘器，然后根据劈裂棒直径选择比其大一个型号的钻头，调整钻杆水平、垂直度偏差，尽量保证钻孔的孔位偏差控制在5cm之内。钻孔深度20 ~ 30m。钻孔完成后采用高压风清孔，同时在孔内埋设铁丝，以便于后续开挖堵塞孔口后容易寻找孔位。

潜孔钻机选用 SKL130型，该机钻孔直径为83 ~ 130mm，钻孔深度30m，电机功率22KW。吹洗钻孔，选用志高75SDY-17型空压机。

（五）劈裂

在钻好的孔口内从一侧依次装入劈裂棒，务必保证千斤顶全部放入。启动电源，开始进油，随后千斤顶开始伸出，在孔内产生向临空面方向的推力，岩石表面会出现5—8cm缝隙。劈裂机液压站停止工作、处于保压状态时，意味着工作已完成。提出劈裂棒，换到下一孔位，依次循环。

选用90型劈裂棒，直径110mm；配套7.5KW泵站，作业深度1.6m。

（六）清碴

采用小型挖掘机（150型）清理作业范围内裂开的岩体。



>图5 液压劈裂棒实物图



>图6 现场劈裂作业图

四、工程应用

该技术于贵阳市轨道交通2号线一期土建2标七机路口站5#、6#出入口及1#风亭组过街通道段基坑开挖施工中得以成功应用。通过利用该技术，解决了上述工程安全隐患多、施工风险大、作业面狭窄制约施工、进度滞后等问题。最终从安全、工期、成本、文明施工等方面都取得了良好的效果。

五、结语

该技术通过贵阳市轨道交通2号线一期土建2标七机路口站的成功应用，我们提炼出了硬岩地质液压劈裂施工技术的4个优点。随着经济的高速发展和西部大开发战略的稳步实施，西南地区的

地铁建设势必日益增多，相信该技术也能在未来类似的工程中得以充分应用并发挥其价值。

（1）潜孔钻机与液压劈裂棒配套使用，有效避免了爆破振动对周边建筑物的破坏，亦可提前探明前方地质情况，规避涌水涌泥风险。

（2）该技术可采用潜孔钻机一次性钻孔约30m，实现24小时连续循环劈裂作业，避免了各种不可控因素对工期造成的影响。

（3）相对而言，潜孔钻机、液压劈裂棒的租赁费用较低，操作简单，仅需两人即可完成作业。

（4）该技术噪音小，极大减少了噪声污染对周围居民的影响；同时在钻孔过程中配备水雾降尘器，亦可有效地降低空气中粉尘含量，改善作业条件，减少患职业病的风险。

参考文献：

-
- [1] 杨坤. 液压劈裂技术在地铁基坑石方开挖中的应用 [J]. 施工技术, 2018, 47 (S1): 162-164.
 - [2] 温文竹. 临近既有地铁站深基坑施工技术研究 [J]. 居业, 2019 (3): 119-120.
 - [3] 翁海龙. 液压岩石分裂机在煤矿的应用 [J]. 陕西煤矿, 2019, 38 (6): 152-154.
 - [4] 王海斌. 液压劈裂技术在硬岩开拓巷道中的应用 [J]. 机械管理开发, 2021, 36 (11): 167-168.
 - [5] 岳玉星. 液压劈裂技术在城区深基坑地铁站岩石开挖中的应用 [J]. 建筑安全, 2023, 38 (1): 34-38.
 - [6] 张晋. 硬岩巷开拓掘进技术应用及机械配套研究 [J]. 机械管理开发, 2022, 37 (12): 194-195.

八步 CRD 开挖法在城市地铁超高大断面隧道施工中的应用

王洪涛

中铁隆工程集团有限公司, 四川 成都 610045

摘 要 : 城市地铁超高大断面隧道八步 CRD 开挖法主要采用超前支护 (小导管 + 深孔注浆) 形式, 以锚、网喷支护为基础, 将超高大断面施工化成低小断面施工, 各个局部封闭成环的时间短、控制早期沉降的效果好、每个步序受力体系完整, 结构受力均匀、变形小。其最大优点是减小对周边构筑物的影响, 减小沉降, 同时避免了大量拆迁、改建工作。

关 键 词 : 八步 CRD 开挖法; 超高大断面隧道施工; 地铁; 隧道; 应用

Application of Eight-step CRD Excavation Method in The Construction of Ultra-High and Large Section Tunnel of Urban Subway

Wang Hongtao

China Railway Long Engineering Group Co., Ltd, Sichuan, Chengdu 610045

Abstract : Urban subway super large section tunnel eight-steps CRD excavation method mainly adopts advance support (small catheter + deep hole grouting) form, on the basis of the anchor and net spray support, ultra high large section construction into low section construction, each local closed ring time is short, the effect of control early settlement is good, each step sequence stress system complete, the structure force uniform, small deformation. The biggest advantage is to reduce the impact on the surrounding structures, reduce the settlement, and avoid a lot of demolition and reconstruction work.

Key words : eight-step CRD excavation method; ultra-high and large section tunnel construction; subway; tunnel; application

一、引言

随着城市地铁对使用功能需求的不断增加和建造技术的逐步成熟, 超高大隧道设计越来越被广泛采用, 比如双层或三层盖挖法地铁车站、活塞风道的通道等, 其工程特点是断面超大、高度超高, 埋深一般较浅, 地质围岩软弱, 对地表沉降要求高。此时, 采用 CD 法甚至六步 CRD 法施工, 仍不能保证围岩稳定隧道施工安全以及地表沉降要求。按照围岩稳定大化小的原则, 在六步 CRD 法的基础上, 变为八步 CRD 开挖, 确保隧道施工安全和地表沉降要求。

二、工程简介

(一) 地理位置

北京地铁 12 号线远大路站 2 号活塞风道 (以下简称 “风道”) 位于远大路与远大西路交叉口东南象限, 施工投射地面范围内交通十分繁忙, 周边用地主要为居住和商业, 均已实现规划, 北侧为远大路, 南侧为两层商业楼, 西侧为远大西路, 东侧为远大园 22 号院。

(二) 工程地质

风道拱顶位于圆砾卵石②5 地层, 结构主要穿越卵石⑤、粉质黏土⑥、细中砂⑥4、卵石⑦地层, 结构持力层位于卵石⑦地层。

(三) 设计概况

风道长度 30m, 结构开挖宽度均为 11.1m, 高度为 17.5m, 采用八步 CRD 法开挖, 设一道临时中隔壁, 三道临时仰拱, 分八个洞体开挖, 初支结构厚度为 0.35m, 临时仰拱及临时中隔壁厚度为 0.3m。两层钢筋混凝土结构。

三、八步 CRD 开挖法

(一) 工艺原理

八步 CRD 开挖法是将超高大断面隧道分块, 达到降低开挖跨度和开挖高度的效果, 进行分部开挖、分块成环、化大为小、步步封闭、环环相扣形成全断面初期支护封闭结构的施工方法。同时在施工中, 加强监控量测, 依靠量测数据进行支护施工。该工法的特点是安全性高、技术要求高但施工难度小、地层沉降量小, 适用于地质条件差、宽度大、安全要求高的城市超大隧道。

(二) 施工工艺流程

- (1) 马头门处采用深孔注浆或小导管注浆进行超前加固。
- (2) 马头门处超前加固完成后, 进行马头门破除, 施工风道。分为 8 洞室进行开挖和支护独立封闭成环 (设置临时仰拱), 顺序如图 1 所示。每个洞室采用台阶法预留核心土, 上下台阶拉开 3 ~ 5m, 顺序紧邻洞室间距为 10m。
- (3) 每个洞室土方开挖完成后及时架设钢格栅, 进行喷锚支

护。按要求搭设锁脚锚管并及时进行初期支护及背后注浆。

(4) 初支施工完成后待风道地表沉降、管线沉降、拱顶沉降、净空收敛等持续监测。

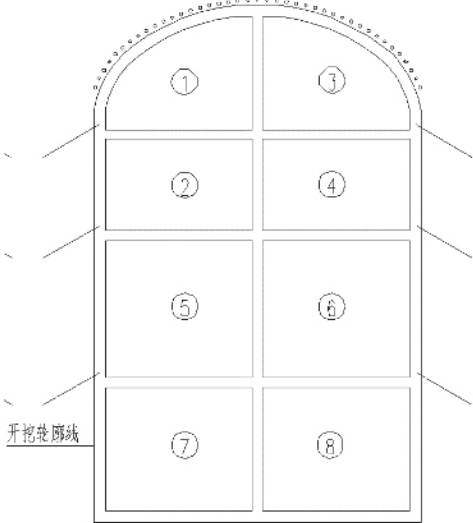
(5) 待监测数据稳定后,分段破除临时中隔壁进行换撑,剔除初支混凝土及格栅钢筋网,施作风道底板,每段破除长度不大于6m,施做防水保护层,施做防水进行底板钢筋绑扎,浇筑混凝土。

(6) 底板施工完成后进行侧墙及负二层顶板施工。搭设满堂红脚手架破除顶板范围内中隔壁混凝土,割除顶部中隔壁格栅钢筋,保留格栅钢筋不小于200mm锚入顶板内;4导洞直接破除临时仰拱,6导洞施工在第一层临时仰拱位置进行工字钢换撑,进行基面处理,防水施做,钢筋绑扎及混凝土浇筑。重复上述步骤施工负一层侧墙及拱顶混凝土结构。

(三) 操作要点

1. 马头门加固

在竖井施作至马头门拱部时在井壁上方标出风道开挖外轮廓线的位置,并在拱部180°范围内施作双排DN25超前小导管,环向间距300mm、长度3.5m,小导管打设角度尽量与隧道中线保持平行,注水泥浆超前加固隧道拱部土体及洞口处地层。现场照片如图2。



>图1 风道开挖顺序图



>图2 马头门加固示意图

2. 马头门破除

(1) 风道1号洞室上台阶马头门施工

待风井开挖至1号洞室底板下1.5m后,临时封底,搭设脚手架至风道1号洞室处,沿风道拱部开挖轮廓线用风镐破除一条宽约0.6—0.8m的弧形凹槽,破除后割除原有格栅钢架,架立风道1号洞室上台阶首榀格栅钢架,通过L型连接筋将横通道初支钢筋与风道格栅钢架焊接牢固后挂钢筋网喷射混凝土封闭,封闭完成后进行上台阶周边土破除(预留核心土),上台阶进入隧道施工工序。

(2) 风道1号洞室下台阶马头门施工

风道1号洞室上台阶开挖3m后,临时封闭掌子面,开始破除风道1号洞室下台阶马头门,破除后割除原有格栅钢架,架立风道1号洞室下台阶首榀格栅钢架,通过L型连接筋将横通道初支钢筋与风道1号洞室格栅钢架焊接牢固后挂钢筋网喷射混凝土封闭,风道1号洞室隧道采用台阶法进行施工,上下台阶错开步距为3~5m。

(3) 风道1号洞室开挖完成10m后,继续开挖竖井,进行永久封底,再进行2号洞室马头门破除。2号洞室开挖完成10m后,进行风道3号、4号洞室马头门破除,同理进行5、6、7、8洞室马头门破除。

3. 土方开挖

风道开挖步序:

第一步:超前小导管预加固前方地层,采用台阶法预留核心土开挖1号洞室,循环开挖进尺0.5m,核心土预留尺寸根据每个洞室确定的开挖高度和格栅拱架架立所需操作空间确定,尽量保持较大尺寸;上下台阶掌子面拉开3~5m,按3.3.4要求及时展开初喷、格栅拱架架立、临时仰拱架立、挂设钢筋网及喷射混凝土等初期支护工作,要求打设锁脚锚管并及时进行初期支护背后注浆。1号导洞开挖现场照片见图3。

第二步:1号洞室超前大于10m时,继续开挖,按第一步所述开挖和支护3号洞室,如图4所示。

第三步:3号洞室超前大于10m时,继续开挖,按第一步所述开挖和支护2号洞室。

第四步:2号洞室超前大于10m时,继续开挖,按第一步所述



>图3 1号洞室开挖现场图

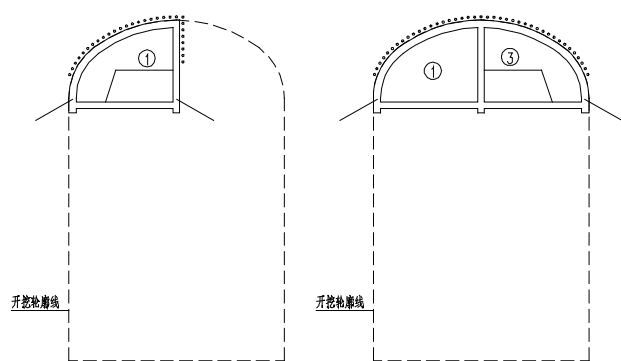
开挖和支护2号洞室，如图5所示。

第五至第八步：1号洞室开挖结束，且4号洞室超前大于5m后，2、3、4继续开挖，按第一步所述开挖和支护5号洞室。如此反复，按照5~8号洞室开挖支护顺序依次进行开挖和支护，5~8号洞室依次拉开5m，直至全部开挖结束，如图6所示。

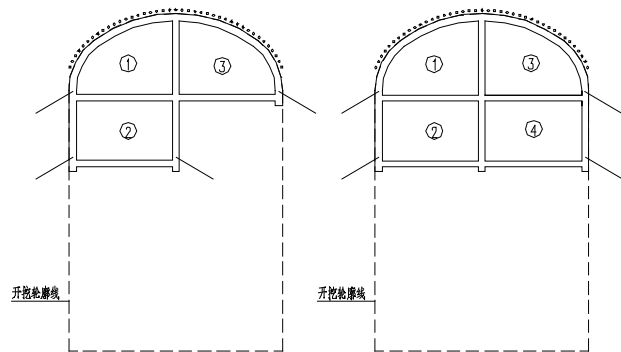
4. 初支施工

风道每个洞室每循环土方开挖完成净空检查合格后，开始架立钢格栅。架立时必须严格按照测量放线，先调标高后调中线。架立前应清除底脚下的虚碴及其它杂物，超挖部分用混凝土垫实，各节钢架间以螺栓连接拧紧。拱架架立完成之后，在每榀格栅拱架应立即打设2根锁脚锚管，锁脚管采用DN25×2.75钢管，长度2m，在拱脚以水平倾角30°向下台阶处每个节点打设2根，注浆浆液采用水泥浆，注浆压力0.3~0.5MPa。1号洞室格栅拱架安装见图7。

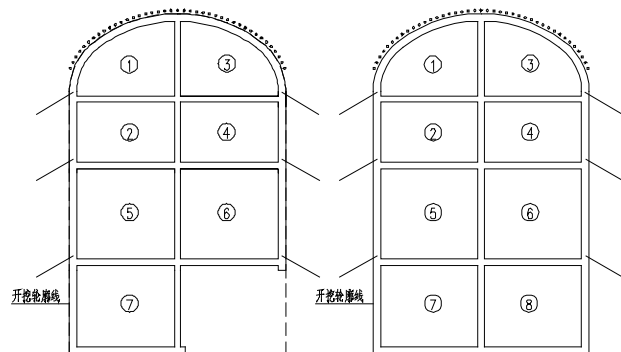
格栅拱架安装完成后焊接连接筋、挂网。格栅之间设Φ22纵



>图4 风道开挖示意图（第一、二步）



>图5 风道开挖示意图（第三、四步）



>图6 风道开挖示意图（第五至八步）



>图7 1号洞室格栅拱架安装现场图

向连接筋，环向间距1.0m，双层布置，并与已施作的连接筋焊接牢固，

搭接长度10d，确保拱架形成整体受力。钢筋网片采用HPB300Φ6钢筋、间距150×150mm，内外双层布设，钢筋网片搭接一个网格。

临时仰拱采用I22型钢，两端与格栅拱架底脚用钢板和螺栓连接，同步设置钢筋网片和连接筋等。钢格栅和临时仰拱经检查合格后及时喷射混凝土，完成后必须及时修整，表面应平整顺直、内实外光。

5. 监控量测

监控量测是保证隧道施工安全和地表沉降控制的重要工作，要将监控量测纳入施工工序管理。风道施工过程中，要对地表沉降、地下管线沉降、初支拱顶沉降、初支侧壁收敛等纳入监测范围，按要求频率开展监测，并将结果控制在规范内。待测量数据稳定后，可以施作风道二衬结构。

6. 中隔壁及临时仰拱拆除

二衬施作前，需要根据二衬结构区段划分分段拆除初支的中隔壁和临时仰拱。

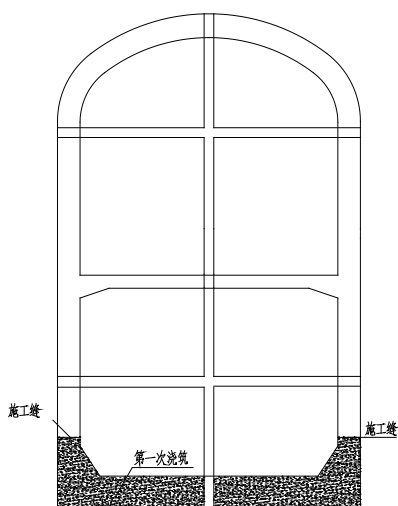
（1）施作风道底板。分段破除风道初支结构7号和8号洞室之间临时中隔壁混凝土，每次纵向破除长度6m。剔除初支混凝土及钢筋网，保留中隔壁格栅钢筋不小于200mm长在底板二衬内，施作底板防水层，浇筑底板二衬，预留边墙钢筋、防水板接头，绑扎钢筋浇筑底板混凝土。浇筑位置如图8所示。

（2）施作风道负二层侧墙及中板（底板混凝土达到设计强度后）。

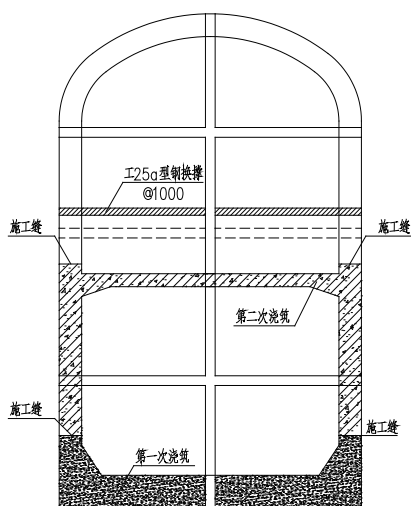
①破除施工前，先在第二道临时仰拱上0.8m处架设工22a的型钢进行换撑，纵向间隔1米布置，如图9所示。

②换撑施工完成后，破除第二道、第三道临时仰拱，每次纵向破除长度6m。先凿除初支混凝土，再割除钢筋，破除过程中加强监测，并做好试验段（“隔一拆一观察再全拆”法）。

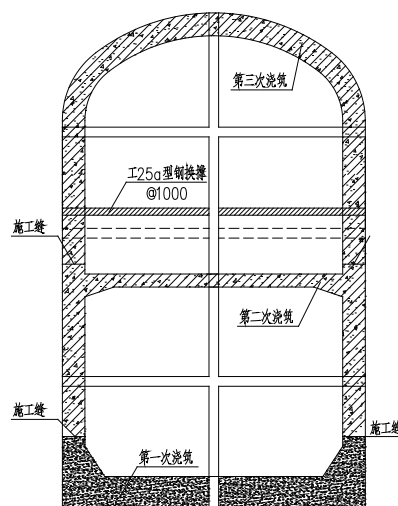
③分段破除风道初支结构⑤⑥洞室之间临时中隔壁混凝土，破除临时中隔壁时仅凿除混凝土，每次纵向破除长度6m，钢筋不应截断，中板钢筋绑扎时绕过临时中隔壁主筋。



>图8 底板浇筑位置图



>图9 负二层侧墙及中板浇筑位置图



>图10 负一层侧墙顶板浇筑位置图

④绑扎负二层侧墙及中板钢筋并浇筑混凝土。

(3) 施工风道负一层侧墙及顶板（负二层侧墙及中板混凝土达到设计强度后）。

①分段破除风道初支结构①③洞室之间顶板范围内临时中隔壁混凝土，割除中隔壁格栅钢筋，每次纵向割除长度6m，保留格栅钢筋不小于200mm 锚入顶板内。

②破除风道第一层临时仰拱，先凿除初支混凝土，再割除钢筋，每次纵向割除长度6m，破除过程中加强监测，并做好试验段（同前述），如图10所示；

③绑扎负一层侧墙及顶板钢筋并浇筑混凝土。

中隔壁拆除、临时仰拱拆除见图11、12



>图11 中隔壁拆除现场图

四、工程应用

八步CRD开挖法于2020年3月开始在北京地铁12号线远大路站2号活塞风道运用，至今工程已经施工结束。施工过程中累计沉降8mm，地表建构筑物及管线无开裂及损坏现象，解决大断面隧道开挖对周边地表、建构筑物及管线的沉降量，保证了隧道施工安全。

五、结语

八步CRD开挖法加快了地铁12号线远大路站的建设安全和建设进程，建设过程受到北京市质量监督机构、业主、设计院、监理单位的高度评价及广泛赞誉，同时为北京及其他城市地铁大断面城市隧道工程施工提供了参考和借鉴。



>图12 临时仰拱拆除现场图

参考文献：

- [1] 赵忠孝, 惠冰, 苏会锋, 唐志刚, 田道国, 张鹏飞. 浅埋小净距偏压隧道CRD法施工技术[J]. 山东交通科技, 2022(6): 46-49.
- [2] 张晓丽, 王梦恕, 张顶立. 减小浅埋暗挖法施工对建构筑物影响的措施[J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(11): 69-72
- [3] 祝洁洁. CRD法施工技术在大断面深竖井支护中的应用[J]. 建筑技术, 2020, 51(7): 862-863.
- [4] 杨子奇, 葛克水, 李皓. 北京地区浅埋隧道开挖引起地表沉降的研究[J]. 地下空间与工程学报, 2016, 12(S1): 225-231
- [5] 李天华, 白文英, 孟效成. 浅埋暗挖法施工对临近管线影响的简化预测方法[J]. 中国市政工程, 2019(2): 76-79

政府投资项目招标投标管理和工程造价控制

郑学霞

临海市工业投资集团有限公司, 浙江 台州 317000

摘 要 : 政府投资项目招标投标管理和工程造价控制是确保项目质量和效益的关键环节, 为了提升政府投资项目的整体经济效益, 降低整体成本, 本文从政府投资项目招标投标管理和工程造价控制两个方面分别阐述, 以期为相关人员提供借鉴。

关 键 词 : 招标投标管理; 工程造价; 项目管理

Bidding and Tendering Management and Project cost Control of Government-invested Projects

Zheng Xuexia

Linhai City Industrial Investment Group Co., LTD, Zhejiang, Taizhou 317000

Abstract : Bidding and tendering management and project cost control of government investment projects are the key links to ensure project quality and efficiency. In order to improve the overall economic benefits of government-invested projects and reduce the overall cost, this paper expounds from two aspects bidding and tendering management and project cost control to provide reference for relevant personnel.

Key words : bidding and tendering management; project cost; project management

引言

在当今社会, 政府投资项目招标投标管理已经成为公共基础设施建设、社会经济发展中不可或缺的一部分。招投标制度的实施, 不仅可以提高项目的透明度, 保障公平竞争, 还能有效地节约资源, 提高项目实施效率^[1]。同时, 对项目进行工程造价控制, 可以更好地保障项目的经济效益, 确保项目的质量和进度。

一、政府投资项目招标投标管理

(一) 政府投资项目招标投标管理的主要内容

(1) 确定招标方式和范围: 根据项目的性质、规模和需求, 确定合适的招标方式和范围。这包括选择公开招标、邀请招标、协商招标等不同方式, 以及确定招标的范围和标的规模。

(2) 制定详细的招标文件: 根据项目的需求和要求, 制定详细的招标文件。招标文件应包括技术规范、合同条款、投标保证金等内容, 以确保投标人能够充分了解项目要求和投标规则^[2]。

(3) 发布招标信息: 将招标信息公开发布在官方网站、媒体等渠道上, 确保所有符合条件的投标者都能够了解并参与招标, 同时, 要确保招标信息的真实性和准确性, 防止虚假信息的传播^[3-5]。

(4) 评审投标文件: 对所有收到的投标文件进行评审, 确保公正、客观地评估投标者的能力和资质。评审应包括技术、经济、信誉等方面的评估, 并遵循事先制定的评标标准和程序^[6]。

(5) 确定中标者: 根据评审结果, 确定中标者。在确定中标者时, 应遵循公平、公正的原则, 综合考虑投标者的价格、技

术、信誉等因素^[7]。同时, 要确保中标者的合理性和适宜性, 以满足项目的需求。

(6) 签订合同并执行: 与中标者签订合同, 确保合同条款的清晰、准确和全面。在合同执行过程中, 要监督中标者的履行情况, 确保合同的顺利实施。

(7) 建立档案管理制度: 对招投标过程进行全面记录和归档, 建立档案管理制度。档案应包括招标文件、投标文件、评审记录、合同等相关资料, 以便于后续的查阅和管理。

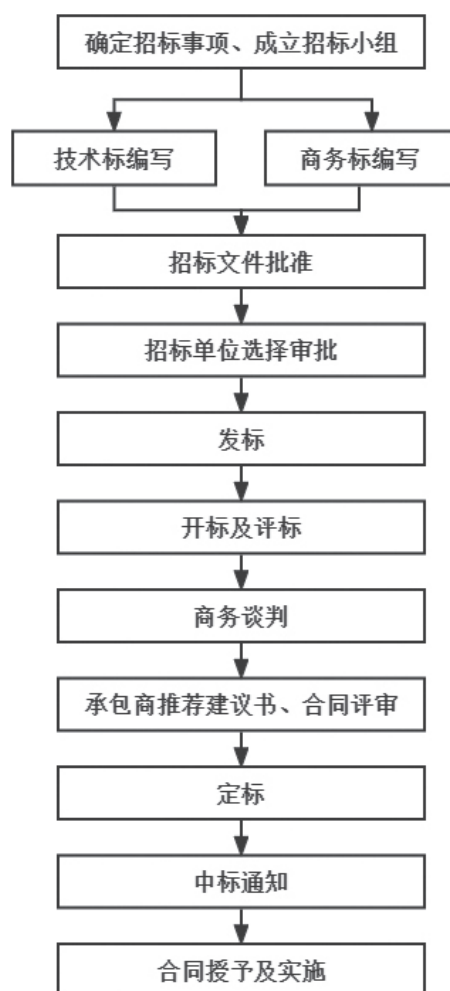
(8) 持续关注和管理风险: 在招投标过程中, 应关注和管理潜在的风险。这包括市场风险、技术风险、财务风险等。通过制定风险管理计划和应急预案, 降低风险对项目的影响。

(9) 持续改进和创新: 根据实际情况和经验教训对现有招投标管理制度进行持续改进和创新。通过不断优化流程和方法, 提高管理效率和质量

(二) 政府投资项目招标投标管理措施

1. 制定明确的招投标流程 and 标准

制定明确的招投标流程 and 标准是建立完善招投标制度的基



>图1 招标投标流程

础。首先，需要明确招投标的各个环节和时间节点，包括发布招标信息、接收投标文件、评审投标文件、确定中标者等^[1]；其次，需要明确招投标的标准，包括技术标准、经济标准、信誉标准等，以确保招投标过程的公正和公平。

2. 设立严格的监管机制

设立严格的监管机制是防止腐败行为发生的重要手段。首先，需要建立独立的监管机构，负责监督和管理招投标过程；其次，需要制定相应的监管制度和规定，明确监管机构的任务和职责，确保监管机构能够有效地履行职责；最后，需要加强对招投标过程的监督和审核，发现和惩处在招投标过程中的违规行为。

3. 加强信息公开透明

加强信息公开透明是提高招投标公正性和公平性的重要措施。首先，需要公开招投标的各个环节和信息，包括招标条件、招标文件、评标标准等，确保所有参与者都能够获得平等的信息和机会；其次，需要建立信息公开渠道，如官方网站、媒体等，确保所有参与者都能够了解和获取招投标信息。

4. 加强评审专业性

加强评审专业性是确保招投标公正性和公平性的关键。首先，需要建立专家库，选取有经验的专家进行评标，确保公正、客观的评价；其次，需要加强对评审过程的监督和审核，防止评

审过程中的不公正行为；最后，需要建立评审标准和程序，明确评审的流程和方法，确保评审的专业性和公正性。

5. 推广电子招投标系统的应用

推广电子招投标系统的应用可以简化招标程序、提高效率，同时也能降低人为干预和错误的可能性。首先，需要建立电子招投标系统平台，实现全流程的电子化和数字化管理；其次，需要推广电子招投标系统在各个参与者之间的应用，确保所有参与者都能够使用电子招投标系统进行投标和评标；最后，需要加强对电子招投标系统的安全保护和管理，确保招投标信息的安全性和准确性。

6. 建立诚信评价体系

建立诚信评价体系是加强招投标公正性和公平性的重要措施。首先，需要建立诚信评价制度，明确对参与招投标的各方主体的评价标准和方法；其次，需要建立诚信评价体系的数据管理和记录系统，记录和追踪各方的行为和表现；最后，需要加强对诚信评价体系的监督和管理，确保评价体系的公正性和客观性。

7. 引入竞争机制

引入竞争机制可以激发参与者的积极性和创新能力。首先，需要制定竞争规则 and 标准，包括对投标者的资格要求、技术要求、经济要求等；其次，需要建立竞争平台和渠道，鼓励所有参与者进行公平竞争；最后，需要加强对竞争过程的监督和管理，确保竞争的公正性和公平性。

8. 培养专业人才

培养专业人才是建立完善招投标制度的重要手段。首先，需要加强对相关人员的培训和学习，提高他们的专业素质和管理能力；其次，需要建立人才库和专家库，选取有经验的专家进行评标和决策支持；最后，需要加强对人才的管理和监督，确保他们能够有效地履行职责。

9. 建立奖惩机制

建立奖惩机制是加强招投标公正性和公平性的重要措施。对于在招投标过程中表现优秀的参与者以及在工程造价控制中取得显著经济效益的项目应给予适当的奖励；对于违规行为和超额成本应进行相应的惩罚以示警示和教育；同时需要加大对奖惩机制的执行力度和监督力度确保奖惩机制的公正性和有效性。

二、政府投资项目工程造价控制

（一）明确工程造价控制目标

在项目初期，明确工程造价控制目标是至关重要的。首先，需要制定合理的工程造价控制目标，包括人力、财力、物力等方面的投入^[9,10]；其次，需要根据项目的实际情况，制定详细的工程造价控制计划，确保目标的实现。

（二）加强工程造价全过程管理

在项目实施过程中，加强工程造价全过程管理是至关重要的。首先，需要建立完善的工程造价管理体系，确保每个环节都有相应的管理措施和制度^[11]；其次，需要加强各个阶段的造价控制，包括设计阶段、招投标阶段、施工阶段等，确保每个阶段的



>图2 造价全过程管理

造价控制在合理范围内。

（三）制定合理的工程变更和调整方案

在项目实施过程中，可能会出现一些工程变更和调整的情况。为了确保工程造价的合理性，需要制定合理的工程变更和调整方案^[12,13]。首先，需要评估变更和调整对工程造价的影响，确保变更和调整不会导致造价过高；其次，需要制定相应的工程变更和调整方案，确保方案的合理性和可实施性。

（四）加强合同管理和索赔管理

合同管理和索赔管理是工程造价控制的重要环节。首先，需要建立完善的合同管理制度，确保合同条款的明确性和合理性，并避免合同漏洞和风险^[14]；其次，需要加强索赔管理，及时处理和解决索赔事件，确保造价控制在合理范围内^[15]。

（五）建立风险管理机制

在项目实施过程中，可能会出现一些不可预见的风险事件，对工程造价产生影响。为了确保工程造价的稳定性，需要建立风险管理机制。首先，需要评估项目实施过程中的潜在风险，并制定相应的应对措施；其次，需要建立风险预警机制，及时发现和解决风险事件，避免对工程造价产生过大的影响。

（六）引入先进的技术和方法

引入先进的技术和方法可以有效地提高政府投资项目工程造价控制的效率和质量。首先，可以引入现代化的信息技术和数字化技术，建立信息化管理系统和数据库，提高管理的精细度和效率^[16]；其次，可以引入先进的管理方法和技术手段，如 BIM 技术、精益管理等，提高管理的科学性和有效性。

（七）加强培训和学习

加强培训和学习可以提高相关人员的专业素质和管理能力，从而为政府投资项目工程造价控制提供有力保障。首先，需要对管理人员和实施人员进行针对性的培训和学习，提高他们的专业素质和管理能力^[17]；其次，需要建立良好的学习氛围和机制，鼓励相关人员不断学习和提升自己的能力水平。

（八）建立监督和考核机制

建立监督和考核机制可以有效地保证政府投资项目工程造价控制的有效性和公正性。首先，需要建立独立的监督机构，负责对项目的全程监督和管理，确保造价控制在合理范围内^[18]；其次，需要建立考核机制，对参与人员的职责和工作绩效进行考核和评估，激励相关人员积极参与到造价控制工作中来。

（九）加强成本效益分析

加强成本效益分析可以为政府投资项目提供科学决策的依据。首先，需要对项目的成本进行全面分析和评估，包括直接成本和间接成本^[19]；其次，需要对项目的效益进行分析和评估，包括经济效益和社会效益等^[20]。通过成本效益分析可以有效地提高项目的经济效益和社会效益。

三、结论

政府投资项目招标投标管理和工程造价控制是确保政府投资项目取得成功的重要环节。通过建立完善的招标投标管理制度和严格的工程造价控制措施，可以保证项目的公平竞争、透明度和经济效益。同时，通过优化策略的实施，可以提高管理效率和质量，降低项目的风险和成本。通过公开透明的招标投标程序和科学合理的工程造价控制方法，可以促进公共基础设施建设的顺利推进和社会经济的持续发展。

参考文献：

- [1]王健鹏. 政府投资项目招标投标管理和工程造价控制研究[J]. 北方建筑, 2023,8(02):71-74.
- [2]孙伟明. 浅析政府投资代建项目招标投标管理[J]. 建材与装饰, 2020,(15):132+134.
- [3]蒙建波, 王光曦, 黄维, 等. 政府投资工程建设项目招标投标管理若干问题探讨[J]. 招标与投标, 2019,7(03):10-16.
- [4]高志刚. 电子招标与《招标投标法》修订[J]. 招标采购管理, 2022(01):39-40.
- [5]刘敏. 建筑工程招标投标发展特点及管理措施研究[J]. 智能城市, 2019,5(17):125-126.
- [6]刘明萍, 王昱翔. 非洲国际工程承包招标投标环节五大注意要点[J]. 中国投资(中英文), 2023(Z5):98-99.
- [7]王锋莉. 招标代理工作中招标文件的编制[J]. 今日财富, 2023(11):62-64.
- [8]钱鑫龙. 加强招标投标制度落实及完善监管策略研究[J]. 活力, 2022(22):163-165.
- [9]张瑜. 建设工程全过程工程造价管理控制研究[J]. 江苏建材, 2023(01):156-158.
- [10]王玉平, 廖洁. 基于投资控制和合规性视角的工程总承包项目费率计价法应用研究[J]. 工程造价管理, 2023(01):9-15.
- [11]杨小慧. EPC 总承包模式下的全过程造价控制与管理[J]. 砖瓦, 2023(04):126-128.
- [12]杨沛根. 建筑工程造价的动态管理与控制分析[J]. 居舍, 2021(19):155-156.
- [13]杨海涛. 浅谈公路工程全过程造价管理[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2017(04):9-10.
- [14]陈雁. 加强建设工程施工合同管理 有效防范工程承包法律风险[J]. 法制博览, 2023(07):61-63.
- [15]陈丽萍. 合同管理对工程造价的控制作用研究[J]. 化工管理, 2023(02):10-13.
- [16]胡绍雨, 林锦枫. 经济新常态下促进 PPP 模式的规范发展——基于财政风险视角[J]. 山东商业职业技术学院学报, 2023,23(03):1-7.
- [17]战鹏, 吴云海, 李静波. 设计院牵头的政府投资 EPC 项目联合体发展策略研究[J]. 项目管理技术, 2022,20(11):108-111.
- [18]青静娴. PPP 项目全过程工程咨询服务的实践探讨[J]. 建设科技, 2022(16):92-95.
- [19]刘江国, 吴亚东. 基于 EPC 模式下的政府投资项目管理要点和控制措施[J]. 价值工程, 2022,41(21):6-8.
- [20]吴辉宇. EPC 承包模式下政府投资项目造价控制研究[J]. 工程技术研究, 2022,7(10):149-151.

工程建设招投标中的不正当竞争及策略

葛俊

台州市建设咨询有限公司, 浙江 台州 318000

摘要： 工程建设招投标中的不正当竞争是指参与投标的各方在招投标过程中违反公平竞争原则，采取非法手段以获取中标资格的行为，为了避免和解决不正当竞争行为，本文首先分析了工程建设招投标中的不正当竞争行为类型，从不正当竞争行为出发，以政府、投标方以及招标方三方为基石，分别阐述应对不正当竞争行为的策略，促进招投标的公平、透明和合规。

关键词： 招投标；不正当竞争；围标串标

Unfair Competition and Strategy in Engineering Construction Bidding and Tendering

Ge Jun

Taizhou Construction Consulting Co., Ltd, Zhejiang Taizhou 318000

Abstract： Unfair competition in the bidding and tendering of project construction refers to the act of the parties involved in the bidding and tendering violating the principle of fair competition and obtaining the qualification of winning the bid by illegal means in the bidding process. In order to avoid and solve the behavior of unfair competition, this paper first analyzes the types of unfair competition in engineering construction bidding and tendering, starts from unfair competition and takes the government, the bidder and the tenderer as the cornerstone, respectively expounds the strategies to solve the behavior of unfair competition strategy, promote the fairness, transparency and compliance of bidding and tendering.

Key words： bidding; unfair competition; bidding collusion

引言

工程建设项目招投标活动中，投标人之间、投标人与招标人之间的不正当竞争现象时有发生，甚至在一些地区出现了一些不法分子假借招标之名，行非法之实的行为。这些不正当竞争行为破坏了招投标活动正常秩序，影响了建设工程项目的顺利进行，给国家、集体和人民生命财产造成了重大损失^[1-5]。因此，必须认真分析并研究其中存在的问题，提出相应的对策措施，以维护招投标活动的正常秩序。

一、工程建设招投标中的不正当竞争行为

招投标活动中的不正当竞争行为，主要是指招标人（或招标代理机构）及其工作人员在工程建设项目招投标活动中，违反法律法规规定，违反公平、公正和诚实信用原则，通过不正当手段获取交易机会，损害其他投标人利益，扰乱招投标活动正常秩序的行为^[6,7]。

（一）规避招标

有些单位为了获取更多的利益，在项目未正式批准立项之前就自行组织招标投标；或虽经批准立项但通过“化整为零”的方式规避招标，如将一个建设项目分解成若干个标段，或将一个单

项工程分解成若干个分部工程、单位工程后进行招标投标等；有些单位为了避免与其他投标人有直接竞争关系或便于中标，通过多种方式，包括采用与其他投标人有明显区别的名称和标识、采用不同的企业法人营业执照、资质等级证书及其所附材料；或将一个项目化整为零或将单位工程分解成多个标段后进行招标投标^[9,10]。

（二）“围标串标”

有些单位为了在工程项目的招标投标活动中获胜，在与其他投标人进行接触时，向对方透露招标人的内部情况或暗示对方放弃投标；有些单位为了中标，与招标人串通后再去找其他单位的有关人员进行陪标；有些单位为了中标，将自己公司的其他投

标人拒之门外或将其排斥在外；有些单位为了中标后能顺利进入施工现场施工，不惜投入大量资金请吃饭、送礼等；还有些单位为了中标后能顺利地拿到工程款而千方百计地打听其他投标人的报价情况等^[11-13]。

（三）恶意串通

为了排斥其他投标人而以不正当手段在评标过程中故意抬高或压低标价；有的单位在招标投标之前已同中标人私下勾结好了，在评标时故意压低或抬高标价，以达到中标的目的^[14-16]。

（四）虚报成本

投标者虚报成本，以获取更高的报价。

（五）市场垄断

某些大型企业试图通过市场垄断来获取更多的市场份额。

（六）贿赂

投标者通过贿赂招标人或评标人员获取中标资格。

二、工程建设招投标中的不正当竞争应对策略

根据上述工程建设招投标中的不正当竞争的描述，为应对这些不正当竞争关系，下面从政府、投标方、招标方分别阐述应对不正当竞争关系的策略，具体如下：

（一）政府层面

在招投标过程中，政府应该采取一系列措施来应对不正当竞争关系，以保护公共利益和确保市场的公平、透明和稳定。

（1）制定严格的法律法规：政府应该制定严格的法律法规，明确规定招投标过程中的不正当行为，如虚报成本、串标、贿赂等，并明确对违法行为的处罚和惩罚措施。要以《中华人民共和国招标投标法》为主体，以《中华人民共和国招标投标法实施条例》为补充，构建一套完整的工程建设项目招投标法律法规体系，并使之系统化、制度化和规范化。这样可以使参与者了解什么是合法、什么是不合法，并对其进行制约和规范^[17]。

（2）加强监管和审查：政府应该加强对招投标的监管和审查，对投标文件进行仔细审查，对参与者的资格和信誉进行严格审核。通过强化监管和审查，可以减少不正当竞争的可能性，确保市场的公平和透明。各级建设行政主管部门要进一步加强招标投标活动的监督管理工作，严格执行国家有关规定，依法查处招标投标活动中的各种违法违规行为；要加大执法力度，严肃查

处串通投标、弄虚作假等违法犯罪行为。

（3）推行电子招投标系统：政府可以推行电子招投标系统，通过信息化的手段实现招投标的公正、公开和公平。电子招投标系统可以降低人为干预的可能性，提高招投标效率，同时也可以增加参与者的数量和竞争性^[8]。

（4）加强社会监督和舆论引导：政府应该加强社会监督和舆论引导，通过媒体、公众和其他利益相关者的参与和监督，增加对不正当竞争行为的曝光和制约。同时，政府还可以通过宣传和教育活动，提高公众对招投标的认识和理解，增强公众的法律意识和道德观念。

（5）建立诚信制度和黑名单制度：政府可以建立诚信制度和黑名单制度，对存在不正当竞争行为的参与者进行记录、公示和惩罚。通过这样的制度，可以增强参与者的责任感和诚信意识，同时也可以对不正当竞争者进行有效的制约和警示^[19]。

（6）加强专业人员的培训。为使招标人和投标人充分了解有关招投标法律法规，提高依法参与招标投标活动的自觉性和责任感，招投标管理部门要有计划、有重点地开展对招标人、投标人进行法律法规方面的培训。使他们能真正明确招投标法律法规是调整经济关系、规范经济行为的基本准则。

（二）投标方

在招投标过程中，投标方应对不正当竞争关系可以采取以下策略：

（1）遵守法律法规：投标方应该遵守相关法律法规，确保自己的行为合法合规。不违反法律法规是避免不正当竞争的基本要求，也是维护企业声誉和形象的重要途径。

（2）深入了解招标文件：投标方应该深入了解招标文件，包括招标要求、评分标准、合同条款等，确保自己能够准确理解招标方的要求，并且清楚了解投标规则和要求。

（3）做好投标文件的准备：投标方应该认真准备投标文件，包括技术方案、商务条款、价格方案等，确保文件内容清晰明确、准确完整^[20]。同时，要注意文件的格式和呈现方式，以确保评审人员能够清晰地理解投标方的方案。

（4）合理定价：投标方应该根据自身实际情况和市场需求，合理定价。避免为了争取中标而过低或过高的定价，这样不仅可能影响中标后的盈利能力，还可能引起竞争对手的怀疑和投诉。

（5）维护企业形象和信誉：投标方应该注重企业形象和信誉的建设，遵守商业道德和行业规范。在招投标过程中，要保持诚实守信、公平竞争的态度，不进行恶意竞争和虚假宣传，维护企业的良好形象和信誉。

（6）建立合作伙伴关系：投标方可以通过建立合作伙伴关系来增强自身的竞争力。与相关领域的专业公司、行业协会等建立合作关系，可以共享资源、提高技术水平、降低成本等，从而更好地应对招投标过程中的不正当竞争关系。投标方应该加强内部管理和风险控制，防止因不正当竞争而带来的风险和损失。

（三）招标方

在招投标过程中，招标方应对不正当竞争关系可以采取以下策略：

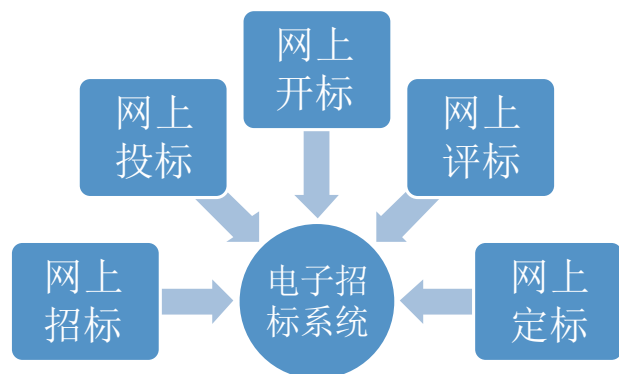


图1 电子招标投标系统

(1) 公开透明的招标流程：招标方应该制定公开透明的招标流程，确保招标信息的公开、公正和透明。包括招标文件的发布、招标规则的明确、评分标准的公开等，都要进行合理的安排和规定，以确保所有参与者都能够公平地参与招投标。

(2) 严格的资格预审：招标方应该进行严格的资格预审，对投标方进行严格的筛选和审核。通过对投标方的资质、经验、信誉等方面进行审核，可以减少不正当竞争的可能性，确保中标者的能力和信誉。

(3) 公正的评分标准：招标方应该制定公正的评分标准，避免在评分过程中出现不公正的情况。评分标准应该基于企业的实际情况和项目需求，避免过于主观或偏袒某一方面的评分因素，确保评分过程的公正和公平。

(4) 严格的监管和审查：招标方应该进行严格的监管和审查，对投标文件进行仔细的审查和评估。在评标过程中，要遵守法律法规和招标文件的规定，对投标文件中的不当行为进行识别和处理，避免不正当竞争对招标结果的影响。

(5) 建立诚信制度和黑名单制度：招标方可以建立诚信制度和黑名单制度，对存在不正当竞争行为的参与者进行记录、公示和惩罚。通过这样的制度，可以增强参与者的责任感和诚信意识，同时也可以对不正当竞争者进行有效的制约和警示。

(6) 引入独立的第三方机构：招标方可以引入独立的第三方机构来协助处理招投标过程中的不正当竞争关系。第三方机构可以提供专业的评估和监督服务，提高招投标的公正性和透明度。

招标方在招投标过程中应该采取一系列措施来应对不正当竞

争关系，通过公开透明的招标流程、严格的资格预审、公正的评分标准、严格的监管和审查、建立诚信制度和黑名单制度以及引入独立的第三方机构等措施，来确保市场的公平、透明和稳定。同时，招标方也应该加强内部管理和风险控制，防止因不正当竞争而带来的风险和损失。

三、总结

我国的招投标制度是在借鉴西方发达国家先进经验的基础上发展起来的，至今已有20多年的历史。经过十几年的实践，我国招投标制度已基本适应了市场经济的需要，取得了可喜的成绩。但必须清醒地看到，在招投标制度实施过程中，仍存在一些不容忽视的问题，比如在招标过程中，恶意串通、弄虚作假现象严重；投标人之间存在恶意串通、弄虚作假；评标委员会专家成员由招标人指定；地方保护主义严重；招标文件编制粗制滥造等。这些问题如不及时加以解决，就会影响到招投标制度在全国的推广应用，制约建筑市场健康发展。建立和完善招投标制度是一项系统工程，必须从各方面加强管理。各级政府应采取有效措施，从法规制度上保证招投标活动的规范进行；必须加强对投标人、评标委员会和行政监督部门人员的培训教育工作，提高他们对招投标法律法规和制度的认识；必须建立和完善资格预审、标底保密、评标专家管理、评标办法等配套制度。各级政府应在实践中不断总结经验，及时发现问题，及时解决，只有这样才能为我国建设工程招投标制度的发展提供可靠保障。

参考文献：

- [1] 冉凡磊. 如何防范公路工程招投标中的不正当竞争行为 [J]. 交通世界, 2020(36):155-156.
- [2] 黄丹华. 工程招投标活动中不正当竞争行为的分析及预防 [J]. 现代经济信息, 2019(10):393.
- [3] 侯泽涯. 公路工程招投标中的不正当竞争行为分析 [J]. 黑龙江交通科技, 2018, 41(04):206-207.
- [4] 郭妙娇. 针对投标人在招投标过程中不正当竞争行为的探析 [J]. 现代物业 (中旬刊), 2018(01):20.
- [5] 孟令之. 基于复杂网络的水务工程电子招投标不正当竞争分析 [D]. 天津工业大学, 2018.
- [6] 韩吉林. 工程招投标市场不正当竞争行为分析及应对措施 [J]. 上海建设科技, 2017(05):75-77.
- [7] 崔洵. 浅析建设工程招投标中不正当竞争行为 [J]. 东方企业文化, 2015(23):391.
- [8] 应俊. 工程招投标中不正当竞争行为的探究 [J]. 江西建材, 2015(14):245+248.
- [9] 姚旭涛, 邱宁, 储优专等. 国有企业招投标管理存在的问题及对策 [J]. 中国招标, 2023(01):126-128.
- [10] 王玲玲. 工程建设项目招标投标过程中的主要问题及对策研究 [J]. 居舍, 2022(19):114-117.
- [11] 罗军民. 防治围标串标“顽疾”的法治路径探析 [J]. 招标采购管理, 2023(04):32-35.
- [12] 李帅, 肖胜春, 王敏. 医院药品器材采购围标串标问题探析与对策建议 [J]. 招标采购管理, 2023(04):52-54.
- [13] 陈梦莹. 基于合作博弈论的串标投标行为预防策略研究 [J]. 建筑监督检测与造价, 2023, 16(01):49-52.
- [14] 沈琼. 基于大数据的工程电子招标投标监管平台研究 [J]. 建设监理, 2023(02):37-40.
- [15] 熊力. 高职院校招标采购风险防控路径研究 [J]. 湖南工业职业技术学院学报, 2023, 23(01):87-89+95.
- [16] 刘翔峰. 全国统一大市场建设的逻辑机理与实施对策 [J]. 开放导报, 2022(03):75-82.
- [17] 彭玉龙. 工程量清单计价模式下施工招投标优化研究 [J]. 中国招标, 2022(12):112-115.
- [18] 刘阳. 论国有企业纪检监察机构如何做好工程招投标领域监督检查 [J]. 办公室业务, 2022(23):121-123.
- [19] 钱鑫龙. 加强招标投标制度落实及完善监管策略研究 [J]. 活力, 2022(22):163-165.
- [20] 盛泽宇, 李青. 理解和确立政府行为的竞争边界 [J]. 竞争政策研究, 2022(06):27-56.

城市基础设施建设项目监理招标投标管理

张晓

台州市建设咨询有限公司, 浙江 台州 318000

摘 要： 为了确保项目的质量、进度和经济效益，本文对城市基础设施建设项目监理招标投标管理进行了探讨和分析，基于城市基础设施建设项目监理招标投标管理目标及流程，提出了城市基础设施建设项目监理招标投标管理策略，供相关人员参考。

关 键 词： 基础设施建设；项目监理；招标投标管理

Urban Infrastructure Construction Project Supervision and Bidding and Tendering Management

Zhang Xiao

Taizhou Construction Consulting Co., Ltd, Zhejiang Taizhou 318000

Abstract： In order to ensure the quality of the project, progress and economic benefits, this paper on the urban infrastructure construction project supervision and bidding and tendering management is discussed and analyzed. Based on the urban infrastructure construction project supervision and bidding and tendering management goal and process, put forward the urban infrastructure construction project supervision bidding management strategy for the reference of relevant personnel.

Key words： infrastructure construction; project supervision; bidding and tendering management

引言

近几年，随着我国经济的快速发展和城市规模的不断扩大，城市基础设施建设项目越来越多，对工程建设项目监理的要求也越来越高。这就需要监理单位具有更强的适应能力和服务水平，必须通过公开招标方式选择优秀的监理单位，不断提高自身的管理水平和服务水平。因此，城市基础设施建设项目监理招标投标管理是一项十分重要的工作，必须给予足够的重视。监理单位选择工程项目监理招标单位时，应按照《招标投标法》《招标投标法实施条例》《工程建设项目施工招标投标办法》《建设工程监理规范》等有关规定和要求执行^[1-6]。在具体招标投标过程中，监理单位应注重工作的规范性和完整性，全面贯彻招标投标法律法规、规章制度以及国家及行业有关规定。

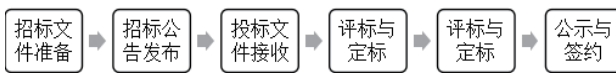
一、城市基础设施建设项目监理招标投标管理目标及流程

（一）目标

在城市基础设施建设项目中，选择一个合适的监理单位是非常重要的。通过公平、公正的招投标过程，我们可以选择到具有专业能力和丰富经验的监理单位，确保项目能够按照预定的质量和进度要求进行；通过合理的招投标管理，我们可以将项目成本控制在预期范围内，同时也可以确保监理单位能够在项目实施过程中有效地监督和管理成本，实现投资效益的最大化；通过规范的招投标流程和严格的进度管理，我们可以确保项目能够按时启动和推进，从而保证项目按时完成，并提高工作效率。

（二）流程

（1）招标文件准备：明确招标要求、工作范围、时间节点、投标保证金等；（2）招标公告发布：在指定媒体上发布招标信



>图1 建设项目监理招标投标流程

息，吸引有实力的监理单位参与；（3）投标文件接收：确保各监理单位按时提交投标文件，保证竞争的公平性；（4）评标与定标：根据投标文件，综合评估各监理单位的专业能力、经验及服务质量，确定中标单位；（5）公示与签约：公示中标结果，与中标单位签订合同，确保双方权益^[7,8]。

二、城市基础设施建设项目监理招标投标管理策略

（一）招标投标活动应符合国家的相关法律法规

招标投标是建设单位和施工单位进行工程建设的重要工作，

关系到施工质量、进度以及工程建设资金等，应符合国家的相关法律法规。根据《招标投标法》《招标投标法实施条例》及《建设工程项目施工招标投标办法》等相关法律法规，监理单位进行监理招标时，应按规定进行项目的前期准备工作。在进行招标公告时，应严格按照规定发布招标公告，公布招标文件的时间不能少于7个工作日，并对招标公告的内容进行公示^[9,10]。监理单位在发布监理招标公告时，必须严格遵守《建设工程项目施工招标投标办法》等有关规定，不得违反国家的有关法律法规和其他相关规定。此外，监理单位应根据不同类型的工程项目进行相应的法律法规学习。

（二）符合要求

（1）具有与工程项目相适应的监理资质，并在人员、设备、技术、资金等方面具备相应的监理能力。（2）在本市注册的独立法人单位。独立法人单位是指具有法人资格的经济实体，且不存在与监理业务无直接关系的控股（或参股）企业或关联企业；且在本市设有专门机构或专职人员，有一定的人员储备和设备设施，能够满足本项目监理工作需要。（3）工程项目监理机构组成人员符合国家有关规定，且具有相应专业资格；拟派的总监理工程师必须具有相应专业监理工程师资格证书；具备本项目相应专业的注册监理工程师及以上技术职称；（4）具有与项目相适应的专业技术力量，并与拟派总监理工程师及专业技术人员组成合理。（5）有与工程规模相适应的固定办公场所及设施；有开展建设工程项目监理业务所必需的仪器、设备和交通、通讯等条件。

（三）建立健全项目监理机构

首先，监理单位要根据监理工作内容和范围，编制项目监理机构人员编制方案，明确各岗位人员职责、工作任务和权限；其次，要结合项目特点及要求，制定监理工作细则，包括工程质量控制、工程合同管理、信息管理、组织协调等内容；最后，要将项目监理机构人员岗位职责、工作任务及权限等内容以书面形式进行明确，并在施工现场进行公示。在城市基础设施建设项目监理招投标过程中，为了确保投标单位能够对建设项目进行高效的管理和监督，必须建立健全项目监理机构，明确各个岗位人员的职责和权限，并且要及时进行公示^[11-14]。同时还要严格按照有关法律法规和规章制度对投标单位的资质、监理人员资质以及相关的业绩等进行审查和评定。此外，还要按照招标文件要求对投标单位进行综合考察和评定，确保选择的监理单位能够为本工程项目提供高水平的服务。

（四）做好项目监理机构的审查

在工程项目监理单位的选择过程中，不仅要对监理单位的资质和能力进行审查，还要对其所提供的监理服务进行审查。首先

要检查该项目监理机构的资质，在审查过程中，主要是看是否具有项目监理机构资格证书，以及是否有能够提供相应监理服务的人员；其次，要检查该项目监理机构是否具有相应的设备和技术能力，如果没有相应设备和技术能力，那么该项目监理机构就不具备相应的功能；最后，要检查该项目监理机构是否具有良好的信誉和信用，如果没有良好的信誉和信用，那么就不能对该项目实施有效的监督和管理，在选择城市基础设施建设项目监理单位时，必须严格按照相关法律法规进行审查和选择。

（五）科学制定监理方案

监理单位要认真编制和严格执行监理方案，制定科学的监理工作程序、内容和方法，提高监理工作的效率和质量。城市基础设施建设项目监理方案的编制，要根据工程的实际情况，选择科学、合理、可行的施工组织设计和施工技术方案。编制监理工作方案时，应根据项目建设的特点，选择适合工程的质量控制和安全控制方法；选择适合工程需要的合同管理方法。同时，要制定安全生产管理制度和安全技术措施，预防安全事故发生^[15-18]。此外，还应编制实施性强、操作性强、针对性强、实用性强、易于操作的监理实施细则，从各个方面提高监理工作质量和水平。

（六）编写招投标文件

投标文件是投标人对招标文件的响应和承诺，是招标人选择合格投标人的法律依据，也是评标时评判投标人资质的重要依据。投标文件一般包括以下内容：（1）招标文件要求提交的资料和证明文件；（2）监理实施方案；（3）有关招标项目的工程资料和相关技术资料；（4）投标报价；（5）组织机构及人员情况说明；（6）监理工作大纲和监理规划；（7）对招标文件的响应和承诺书。以上是城市基础设施建设项目监理招投标管理中编制投标文件需要注意的问题，监理单位应根据工程实际情况编制好投标文件，按照要求认真填写，对内容进行认真审核，确保不遗漏。同时还应注意及时对招标文件进行更新和修改，避免因内容过时而导致废标。在编制过程中，还应注意标书有关附件的完整性和准确性，如招标文件规定的监理单位业绩证明材料等^[19,20]。

（七）做好评标工作

评标委员会成员应根据招标文件的规定和要求，认真分析、综合评价投标人的投标文件，择优确定中标候选人。评标委员会成员应客观公正地对投标人的资格、技术能力、财务状况、管理水平和业绩以及其他情况进行评审，并根据招标文件中的规定，确定中标人。对招标文件中没有明确规定的内容，评标委员会应结合招标文件进行评审，以保证招标活动的公平性。在评标过程中，评标委员会成员应根据招标文件规定的评标标准和方法进行评审，以确保评标过程的公正性。对投标人的资格审查主要是对投标人是否具有相应的资质和业绩进行审查，以保证监理单位具备相应的监理能力。最后，在确定中标人后，应及时向招标人发出中标通知书。

三、城市基础设施建设项目监理招投标风险管理

（一）围标和串标风险

在招投标过程中，可能会出现某些监理单位联合其他单位，

人员职责	工作任务	专业工程
<ul style="list-style-type: none">•总监理工程师职业标准•专业监理工程师职业标准•监理员职业标准	<ul style="list-style-type: none">•建设工程质量控制•建设工程造价控制•建设工程进度控制•建设工程合同管理•建设工程安全生产管理•建设工程文件资料管理	<ul style="list-style-type: none">•房屋建筑工程监理•城市轨道交通工程监理•地下综合管廊工程监理•装配式建筑工程监理•市政道路工程监理•市政桥梁工程监理

>图2 工程监理工作标准框架体系图

通过事先协商和合作,形成围标和串标的情况。这种行为不仅会破坏招投标的公平性和竞争性,还可能导致项目质量下降,甚至造成经济损失。

管理措施:建立健全的招投标制度和监管机制,加强围标和串标行为的监管和打击力度;设立独立的评标委员会,确保评标的公正、公平;对投标单位进行严格的资格预审,避免不符合条件的监理单位参与投标。

(二) 低价中标风险

有些监理单位为了获得中标,可能会在投标报价上过度降低,导致项目质量无法得到保证,甚至可能在项目实施过程中出现违约行为。

管理措施:制定合理的评标标准和方法,避免单纯以价格高低作为评标唯一标准;对投标单位的履约能力和服务质量进行综合评估,确保中标单位具备足够的能力和经验的;设立中标保证金等制度,对低于成本价中标的监理单位进行处罚。

(三) 履约能力不足风险

有些监理单位在招投标过程中可能存在虚假宣传或夸大自身实力的情况,导致中标后无法按照合同要求履行职责,影响项目的顺利进行。

管理措施:对投标单位的资质和实力进行充分调查和了解,确保其具备履行合同的能力;设立合同履行保证金等制度,对履约能力不足的中标单位进行处罚;建立有效的监管机制,对监

单位的履约情况进行定期评估和监督。

(四) 招投标过程不规范风险

在招投标过程中,可能会出现操作不规范、程序不透明等问题,导致招投标结果无法保证公平、公正和合理。

管理措施:建立健全的招投标制度和程序规范,确保过程的透明度和规范性;设立独立的监管机构或第三方监督机构,对招投标过程进行全程跟踪和监督;对招投标过程中出现的违规行为进行严肃处理,维护招投标的公平性和竞争性。

(五) 市场变化风险

城市基础设施建设项目周期较长,可能会面临市场需求变化、政策调整等因素影响,导致监理单位无法履行合同职责。

管理措施:加强市场研究和预测,对可能出现的需求变化和政策调整进行提前预警;对投标单位进行综合评估,确保其具备应对市场变化的能力和灵活性;建立有效的风险分担机制,与监理单位共同承担市场变化带来的风险。

四、总结

综上所述,城市基础设施建设项目监理招投标的管理目标主要是选择合适的监理单位、合理控制项目成本和提高工作效率。通过有效的管理措施,我们可以确保项目的顺利进行,并为城市的未来发展打下坚实的基础。

参考文献:

- [1]常海莹. 浅谈工程监理的招投标管理[J]. 青海交通科技, 2018(06):41-43.
- [2]郑小晴. 建设工程招投标与合同管理[M]. 重庆大学出版社:, 201708.367.
- [3]黄长仁. 浅谈工程监理的招投标管理[J]. 中国集体经济, 2017(12):46-47.
- [4]马靖. 政府投资建设项目竣工结算审计研究[J]. 中华建设, 2022(05):58-60.
- [5]姚伟光. 公路工程监理投标文件的编制与质量控制分析[J]. 运输经理世界, 2021(24):164-166.
- [6]王晓飞. 公路工程监理招标评标及投标报价分析[J]. 交通世界, 2021(21):143-144.
- [7]谢军. 建设工程监理投标工作的探索[J]. 农家参谋, 2020(23):72.
- [8]文胜良,龚纯. 全过程审计提升项目管理水平[J]. 国际工程与劳务, 2020(07):73-75.
- [9]汪斌,程根,陈懿. 工程招投标领域“双随机一公开”监管实践——以马鞍山市政府投资重点建设项目双随机检查工作为例[J]. 招标采购管理, 2019(10):34-36.
- [10]荆欣,李祥玉,朱富成等. 档案服务外包监管框架及推进策略探究[J]. 档案管理, 2023(03):71-74.
- [11]邱章毅. 建筑工程项目代建与监理想一体化管理的探讨[J]. 江西建材, 2022(12):433-434+437.
- [12]苗晓鹏. 构建基建工程监管理控新体系[J]. 中国电力企业管理, 2022(06):50-51.
- [13]许敏,尹军. 浅析县级政府投资建设项目管理[J]. 审计月刊, 2020(08):39-41.
- [14]黄莉娟. 基建管理项目效能提升方法研究[J]. 建材与装饰, 2018(46):201-202.
- [15]郑媛. 监理企业在招标投标过程中常见的问题分析[J]. 山西建筑, 2018,44(28):214-215.
- [16]颜新刚. 城市基础设施建设项目监理招投标管理研究[D]. 南昌大学, 2018.
- [17]庞志平. 关于监理行业低价恶性竞争问题的思考[J]. 建设监理, 2017(11):10-12+23.
- [18]郭磊,高山,吴遥. 现代企业对建设项目进一步规范化管理思路的研究[J]. 四川水泥, 2017(10):182.
- [19]叶陆生. 工程建设项目监理招投标环节的改进策略研究[J]. 科技视界, 2014(24):118+325.
- [20]徐国产,高菁. 建设项目投资控制管理工作分析[J]. 工程技术研究, 2022,7(01):157-159.

建设工程监理招标投标的管理措施

郑登辉

台州市建设咨询有限公司, 浙江 台州 318000

摘 要 : 为了确保招标过程的公正、公平和透明,采取一系列管理措施是非常重要的,基于此,本文首先分析了建设工程监理招标投标流程,并提出了保障建设工程监理招标投标顺利进行的措施,以实现监理招标投标水平的提升,和减少招标投标过程中的不正当竞争关系,实现监理招标投标过程的公平、公正。

关 键 词 : 建设工程; 监理; 招投标

Management Measures of Construction Project Supervision and Tendering and Bidding

Zheng Denghui

Taizhou Construction Consulting Co., Ltd, Zhejiang Taizhou 318000

Abstract : In order to ensure the fair and transparent in the bidding and tendering process,it is very important to adopt a series of management measure. Based on this, this paper first analyzes the construction project supervision bidding and tendering process, and puts forward the measures to ensure the process smooth, in order to realize the supervision of bidding level, and reduce the unfair competition in the bidding and tendering process, realize the supervision of the bidding process of fair and justice.

Key words : construction project; supervision; bidding and tendering

引言

建设工程监理招标投标是指监理单位在建设工程项目施工前,按照国家有关法律法规、政策的规定,通过公开招标、邀请招标、议标等方式选择具备相应资质和能力的监理单位,签订监理合同,对建设工程项目进行质量控制和进度控制,并接受建设单位的管理^[1-6]。为规范建设工程监理招标投标行为,加强建设工程监理招标投标管理,国家及有关部门相继颁布了一系列法律法规和规范性文件,对建设工程监理招标投标活动进行了规范。

一、建设工程监理招标投标流程

(一) 招标准备

在开始监理招标准备之前,需要明确招标范围和相应的招标标准。这包括确定需要招标的工程或服务的范围、规模和要求,以及制定相应的技术标准和合同条款等。制定详细的招标计划和时间表,包括发布招标文件的时间、开标时间、评标时间、签订合同时间等。同时,需要考虑招标的流程和程序,确保招标过程的顺利进行^[7,8]。根据实际情况选择合适的招标方式,如公开招标、邀请招标、竞争性谈判等。同时,需要确定评标标准和评标

方法,以及制定相应的规则和要求。

(二) 发出招标公告或投标邀请

根据选定的招标方式,编写相应的招标公告或邀请函。招标公告需要包括工程或服务的范围、规模、技术标准、投标人资格要求等信息。邀请函则需要针对特定的投标人,说明招标的具体事项和要求;选择合适的媒体或渠道发布招标公告或邀请函,对于公开招标,可以在官方指定的媒体或网站上发布,对于邀请招标,则可以通过邮件、电话等方式向特定的投标人传达;确定合适的发布时间和频率,确保招标信息能够及时传达给潜在的投标人,一般来说,发布时间应当在招标文件准备完毕后及时发布,而发布频率则需要根据实际情况进行控制^[9-11]。

(三) 确定投标人资格要求

根据招标范围和标准,确定合适的投标人资格要求,包括资质要求、经验要求、人员要求等。同时,需要考虑投标人的数量



>图1 建设工程监理招标投标流程

和选择标准,确保有足够的投标人参与招标过程。

(四) 招标文件准备

准备招标文件是监理招标准备的重要环节。需要编写清晰、详细的招标文件,包括技术规范、合同条款、投标人须知、评标办法等。在编写招标文件时,需要遵循法律法规和相关规定,确保文件的准确性和合法性。

(五) 召开投标准备会

在确定的媒体或渠道上发布招标信息和公告,通知潜在投标人有关招标的事宜。同时,需要建立信息反馈渠道,以便及时接收投标人的咨询和反馈信息。

(六) 组织评标和定标

在招标截止后,需要组织评标和定标工作。这包括成立评标委员会、审核投标文件、进行现场考察等。在评标过程中,需要遵循公平、公正、科学的原则,确保选出最合适的投标人。

(七) 签订合同和履行

在确定中标人后,需要与中标人签订合同并进行履行。在签订合同时,需要明确双方的权利和义务,确保合同的合法性和有效性。在履行过程中,需要按照合同约定进行监理工作,确保工程的顺利进行。

(八) 进行合同管理和履行监督

在合同履行过程中,需要进行合同管理和履行监督工作。这包括建立合同履行情况监测和报告制度、处理合同纠纷和违约行为等。同时,需要定期对合同履行情况进行评估和监督,确保合同的顺利履行。

二、建设工程监理招投标的管理措施

(一) 公开招标

公开招标是指招标人以招标公告的方式邀请不特定的法人或者其他组织投标。公开招标是一种公平竞争的招投标方式,它对于防止暗箱操作、增加招标透明度、消除投标人之间的不正当竞争等有积极作用,同时,也是选择合格监理单位的重要方法^[13-15]。根据《工程建设项目施工招标投标办法》(国家计委令第12号),公开招标应当具备以下条件:(1)项目审批部门已经批准;(2)属于国务院发展计划部门确定的国家重点项目和省、自治区、直辖市人民政府确定的地方重点项目;(3)技术复杂、有特殊要求或者受自然地域环境限制,只有少量潜在投标人可供选择;(4)需要采用国际组织或者国外政府贷款、援助资金;(5)公开招标所需的时间不能满足紧急建设任务需要;(6)法律、行政法规规定的其他条件。此外,监理单位还应当具备相应资质等级。

(二) 邀请招标

根据《中华人民共和国招标投标法》第二十二条规定,招标人采用邀请招标方式的,应当向三个以上具备承担监理项目能力、资信良好的特定法人或者其他组织发出投标邀请书。采用邀请招标方式的,监理项目预算金额在1000万元以上或者监理服务期限在3年以上、监理服务质量要求高且具有代表性的,可以采取邀请招标。在工程监理中,业主以邀请招标方式选择监理单位,

其程序与公开招标基本相同。但由于业主具有选择性和灵活性,故其特点是:(1)选择的范围相对较小;(2)选择的范围可以是特定的;(3)选择的条件相对宽松。这种做法有利于发挥监理单位在专业技术、人员配备、项目管理经验等方面的优势,提高工程项目监理服务质量,同时也有利于提高业主投资效益。

(三) 议标

《招标投标法实施条例》第五十三条规定,“招标人可以就同一招标项目向不同投标人提出邀请”。根据该规定,招标人可以对监理单位进行议标,议标是指在招标人与投标人就监理服务的具体内容和要求达成一致后,双方签订的一种协议^[16-18]。议标应遵循的原则是:(1)符合资质要求且没有与招标项目相关的监理业绩;(2)根据需要进行的现场踏勘和答疑;(3)有必要的其他文件资料;(4)不与其他投标人形成潜在竞争关系。符合上述条件的,由招标人决定是否邀请其参加投标。由于议标是在双方达成一致意见后签订协议,因此议标协议作为投标文件的组成部分,是不可撤销的,对双方均有约束力。但是,由于议标不是公开招标,在招标过程中存在可能泄露商业秘密的可能性。因此,在议标过程中,双方要签订保密协议,明确各自的保密义务和保密范围。

(四) 最低投标限价

《招标投标法》及《实施条例》中均明确规定了最低投标限价的计算方法,即招标人应当根据招标项目的特点和需要编制工程概算或工程量清单,并依照有关法律法规和国家有关规定,确定工程招标控制价,也可以委托具有相应资质的工程造价咨询单位编制。招标控制价应作为编制标底的基础,不得随意提高或降低。当投标报价低于成本或高于最高投标限价时,为保证工程质量,防止产生恶性竞争,必须经过评标委员会的评审与比较,经招标人、评标委员会确认后作为评标的价格依据。在项目建设过程中,监理单位会出现各类项目费调整、变更等情况,使工程造价发生变化。当监理单位按招、投标文件要求完成招标工作后,在整个建设工程实施过程中也会出现各种费用的调整或变更情况。因此,为了保证工程质量和项目成本控制目标的实现,必须严格按照招、投标文件约定的造价进行监理。

(五) 资质要求

根据《建设工程监理与相关服务收费管理规定》,建设工程监理是指具有独立法人资格的监理单位接受建设单位的委托,在工程建设过程中按照国家有关规定、合同约定,履行工程监理合同约定的责任和义务,提供监理服务。根据《关于印发〈建筑业企业资质管理规定实施意见〉的通知》,建筑业企业资质分为施工总承包、专业承包、劳务分包3个序列。其中施工总承包序列分为施工总承包和专业分包2个序列。专业承包序列分为10个专业,其中地基与基础专业、钢结构专业、建筑装饰装修专业、建筑机电安装专业、建筑幕墙专业、防水防腐保温专业、城市道路照明专业、园林绿化专业为甲级资质。监理单位资质等级是指监理单位承担监理项目的规模和范围,反映监理单位业务水平的高低。根据《招标投标法》和《政府采购法》等有关法律法规规定,对招标人来说,只有具有相应资质的单位才能参与投标竞争。在确

定监理单位时，应根据其承担工程项目的规模和范围确定相应的监理单位资质等级，并对其提供的服务和质量进行考核，以保证工程监理服务质量^[19,20]。

（六）加强监管

《建设工程监理规范》（GB/T50319-2013）规定，监理招标投标活动应接受建设行政主管部门及有关部门的监督。各级建设行政主管部门应加强对建设工程监理招标投标活动的监管，规范监理招标投标行为，营造公平、公正、公开的监理招标投标环境。地方各级建设行政主管部门应依法对建设工程监理招标投标活动进行监督管理，重点检查以下内容：（1）是否按照《规范》要求组织开展招标投标活动；（2）是否采用邀请招标方式；（3）是否存在低于成本价竞标问题；（4）是否存在泄露招标文件、投标人情况等应当保密的信息问题；（5）是否存在串通投标、弄虚作假、行贿受贿等违法违规行为；（6）是否存在其他违反法律法规规定的情形。发现违法违规行为，要按照《规范》及相关法律法规规定，

及时处理并向社会公开处理结果。对拒不改正的，依法依规追究有关人员的责任。同时，将违反《规范》及相关法律法规规定的行为纳入全国信用信息共享平台，并向社会公开。

三、总结

建设工程监理招标投标的管理措施是为了确保招标过程的公正、公平和透明。在招标过程中，应进行定期和不定期的监督与检查，包括对招标文件、评标过程、合同履行等进行检查和评估，确保招标过程的合规性和有效性，建立投标人信用档案，对不良行为进行记录和公示，以保证投标人的素质和能力符合招标要求。通过公开招标、邀请招标、议标、最低投标限价、资质要求、加强监管等方面的质量提升，可以有效地提高招标的效率和质量，选择到最合适的监理单位，为建设工程的质量和进度提供有力保障。

参考文献：

[1]周丽雯. 建设工程监理招标投标的管理 [J]. 建筑与装饰, 2022(7):18-20.
[2]孙小峰. 监理招标投标工作浅谈 [J]. 建设监理, 2010(4):38-39.
[3]严新兵, 申桂英, 于幼云. 浅谈工程项目监理招标投标 [J]. 建筑技术, 2006, 37(8):629-631.
[4]曾山. 建设工程监理招标投标管理 [J]. 河南科技, 2016(19):123-124.
[5]赵鹏鹏. 浅论建设工程监理招标投标的管理 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2014(35):4299-4299.
[6]范泽芝. 浅谈建筑工程监理招标投标管理 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2012(15).
[7]尹美美. 建设工程监理招标投标中的问题及对策 [J]. 模型世界, 2020(8):88-90.
[8]冷梅. 公路施工监理招标投标管理现状及建议 [J]. 交通标准化, 2014, 42(10):130-133.
[9]袁清. 工程监理招标投标中存在不足点及改进 [J]. 低碳世界, 2017(29):246-247.
[10]廖明. 工程监理招标投标中存在的问题及对策 [J]. 环球市场, 2017(8):346.
[11]王伟. 设备监理招标投标管理工作现状与趋势 [J]. 设备监理, 2017(4):29-30, 34.
[12]杨帆. 公路工程监理招标投标存在的问题及对策研究 [J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(5):169-170.
[13]赵玉干. 浅谈现代建设工程监理招标投标工作 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2012(34).
[14]徐家凤, 王树强. 工程监理招标投标中存在的问题及对策 [J]. 建筑管理现代化, 2006(6):45-47.
[15]余倩. 公路工程监理招标投标中存在的问题及解决方法 [J]. 中国设备工程, 2021(10):255-256.
[16]林敏. 监理招标投标中常见的违规现象研究 [J]. 中国房地产业, 2018(22):249.
[17]曲春慧, 周坚, 陈海民. 建设工程监理招标投标中存在问题及其对策探讨 [J]. 技术经济与管理研究, 2005(5):90.
[18]刘琼. 论施工监理招标投标中技术标的编制技巧 [J]. 大陆桥视野, 2011(14):21-21, 23.
[19]刘琼. 论施工监理招标投标中技术标的编制技巧 [J]. 大陆桥视野 (下半月), 2011(7):21, 23.
[20]陈苏良. 公路施工监理招标投标管理现状及建议 [J]. 科技与创新, 2018(21):105-106.

建筑工程管理创新及绿色施工管理探讨

范章荣

耀华建设管理有限公司(余杭分公司)浙江 杭州 311100

摘 要 : 本文探讨了建筑工程管理创新及绿色施工管理的相关议题。在建筑工程管理创新方面,重点关注技术创新和管理方法创新。技术创新方面,介绍了信息技术在建筑工程管理中的应用、建筑信息模型(BIM)的使用与优势,以及智能建筑管理系统的发展与应用。管理方法创新方面,探讨了敏捷项目管理方法在建筑工程中的应用、精益施工管理的原则和实践,以及建筑工程管理中的协同合作模式。在绿色施工管理方面,阐述了绿色建筑的概念和原则,强调了可持续发展 and 环境保护的重要性,并介绍了绿色建筑评估体系如 LEED 和 BREEAM。此外,还提出了绿色施工管理实践的关键点,包括节能与资源管理、环境友好材料的选择与使用,建筑废弃物管理和循环利用,以及绿色施工过程中的监控与评估。最后,讨论了建筑工程管理创新与绿色施工管理所面临的挑战与机遇。挑战方面包括技术和设备的更新换代、建筑行业的传统观念和文化,以及绿色施工管理的成本和投资问题。指出了机遇,包括基于科技的解决方案的不断涌现、政府政策和法规的支持与倡导,以及市场对绿色建筑和可持续发展的需求增长。

关 键 词 : 建筑工程管理创新; 绿色施工管理; 技术创新; 管理方法创新; 绿色建筑; 可持续发展

Discussion on Construction Engineering Management Innovation and Green Construction Management

Fan Zhangrong

Yaohua Construction Management Co., Ltd zhangrong Yuhang Branch, Zhejiang Hangzhou 311100

Abstract : This paper discusses the related issues of construction engineering management innovation and green construction management. In the aspect of construction engineering management innovation, focus on technology innovation and management method innovation. In terms of technological innovation, the paper introduces the application of information technology in building engineering management, the use and advantages of building information model (BIM), and the development and application of intelligent building management system. In terms of management method innovation, discuss the application of agile project management method in construction engineering, the principles and practice of lean construction management, and the cooperation mode in construction engineering management. In terms of green construction management, we elaborate the concepts and principles of green building, emphasize the importance of sustainable development and environmental protection, and introduce green building assessment systems such as LEED and BREEAM. In addition, the key points of green construction management practice are also proposed, including energy saving and resource management, the selection and use of environmentally friendly materials, construction waste management and recycling, and monitoring and evaluation in the green construction process. In addition, the key points of green construction management practice are also proposed, including energy saving and resource management, the selection and use of environmentally friendly materials, construction waste management and recycling, and monitoring and evaluation in the green construction process. Finally, the challenges and opportunities of construction engineering management innovation and green construction management are discussed. Challenges include the upgrading of technology and equipment, the traditional concept and culture of the construction industry, and the cost and investment issues of green construction management. Opportunities are identified, including the continued emergence of technology-based solutions, support and advocacy by government policies and regulations, and the growing market demand for green building and sustainability.

Key words : construction project management innovation; green construction management; technology innovation; management method innovation; green building; sustainable development

一、引言

随着社会的进步和环境意识的增强，建筑工程管理创新和绿色施工管理成了建筑行业发展的议题。传统的建筑工程管理模式已经难以适应日益复杂和高效的建筑工程项目的需求。因此，需要通过技术创新和管理方法创新来提升建筑工程管理的效率和质量。与此同时，环境保护和可持续发展已经成为全球关注的焦点。建筑业是能源消耗和碳排放的重要来源，因此绿色施工管理成了减少对环境的影响的关键途径。通过采用绿色建筑概念和原则，以及推行绿色施工管理实践，可以减少建筑对资源的消耗、降低能源消耗和环境污染，促进可持续发展。本文旨在探讨建筑工程管理创新和绿色施工管理的相关内容，旨在为建筑行业的相关从业者和研究者提供参考和借鉴，以推动建筑行业的可持续发展和创新。

二、建筑工程管理创新

（一）技术创新

技术创新在建筑工程管理中扮演着重要的角色。信息技术的应用是建筑工程管理创新的一个关键领域。通过信息技术，建筑工程管理可以实现更高效地协同和信息共享，从而提高项目管理的质量和效率。借助计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助工程（CAE）等软件，建筑工程可以实现数字化设计和施工过程，提高设计和施工的精确性。另外，无人机和激光扫描等先进技术的应用为实时监测和数据采集提供了新的可能性，为施工进度和质量提供准确的信息。

建筑信息模型（BIM）的使用与优势也是技术创新的一个重要方向。BIM是一种集成化的数字建模技术，它可以在整个建筑工程的生命周期中管理和协调各种信息。通过BIM，不仅可以实现建筑设计、施工和运营等环节之间的无缝衔接，还可以减少信息传递和沟通的误差，提高项目的协同效率和管理水平。BIM还能够支持施工过程中的可视化模拟和冲突检测，帮助解决设计与施工之间的问题，减少变更和纠正的成本，提高施工的效率和质量。^[1]

智能建筑管理系统的发展与应用也是技术创新的一个重要领域。这些系统基于物联网、云计算和大数据等先进技术，可以实现对建筑设备和系统的集中监控和控制。通过实时采集和分析建筑设备的运行数据，智能建筑管理系统可以实现对能耗的精细管理和优化，提高能源利用效率。此外，智能建筑管理系统还可以监测和管理建筑的安全性和环境质量，提高建筑的舒适性和可持续性。

技术创新对建筑工程管理具有重要的意义和影响。首先，技术创新能够提高建筑工程的效率和质量，缩短项目的工期和降低成本。通过信息技术的应用，建筑工程管理可以实现更高效地协同和信息共享，减少误差和冲突，提高项目的整体管理水平。其次，技术创新可以推动建筑行业向数字化和智能化转型，提升行业的竞争力和可持续发展能力。最后，技术创新也为建筑工程管理提供了新的可能性和机遇，带来了更多创新的管理方法和工具，推动行业的不断发展和进步。

（二）管理方法创新

管理方法的创新对于建筑工程管理的提升和发展至关重要。

敏捷项目管理方法在建筑工程中的应用是一种重要的管理方法创新。敏捷项目管理强调团队的协作和快速反应能力，通过迭代式的开发和交付，实现项目的高效管理和客户满意度的提升。在建筑工程中，采用敏捷项目管理方法可以更好地应对需求的变化和不确定性，加快项目的进度和提高质量。

精益施工管理是另一种重要的管理方法创新。精益施工管理以减少浪费和提高价值为核心原则，通过流程优化和团队合作，实现施工过程的高效和质量的提升。精益施工管理注重对施工过程的精细化规划和控制，减少不必要的活动和资源浪费，提高施工效率和成本控制。通过采用精益施工管理，可以减少项目延误和成本超支的风险，提高施工项目的可持续性和利润率。^[2]

协同合作模式在建筑工程管理中扮演着重要的角色。建筑工程是一个多学科、多方参与的复杂项目，需要各方之间的协同配合和信息共享。协同合作模式通过建立良好的沟通和合作机制，促进不同参与方之间的协同工作和信息共享，提高项目的整体效益和质量。在协同合作模式下，设计师、施工方、业主和监理等各方可以共同参与项目的决策和风险管理，实现资源的优化配置和协同创新。

管理方法的创新对于建筑工程管理具有重要的意义和影响。首先，创新的管理方法可以提高建筑工程的效率和质量，促进项目的顺利进行和成功交付。敏捷项目管理方法的应用可以实现对需求变化的灵活响应，减少项目的风险和延误。精益施工管理的实践可以优化施工流程，减少浪费和成本，提高项目的

可持续性和竞争力。其次，管理方法的创新也有助于推动建筑行业的转型和发展。通过引入新的管理方法，可以提高行业的管理水平和技术能力，提升建筑工程的质量和效益，推动行业向数字化、智能化和可持续发展的方向迈进。最后，管理方法创新还为建筑工程管理带来了新的机遇和挑战。随着科技的不断进步和社会的发展变化，新的管理方法和工具不断涌现，为建筑工程管理提供了更多的选择和可能性，同时也需要从业者不断学习和适应，以应对日益复杂的建筑工程管理环境。因此，管理方法创新是促进建筑工程管理的发展和提升的重要驱动力。

三、绿色施工管理

（一）绿色建筑概念和原则

绿色建筑是以可持续发展和环境保护为导向的建筑理念和实践。它强调在建筑的整个生命周期中减少对环境的负面影响，并追求在资源利用、能源效率、室内环境质量和社会责任等方面取得平衡和可持续发展。绿色建筑的核心原则是最大程度地减少对自然资源的消耗，减少碳排放和环境污染。绿色建筑体现了可持续发展的重要性。在全球资源日益匮乏和环境问题日益严重的背景下，绿色建筑通过最大限度地节约和回收资源，减少对非再生资源的依赖，保护生态环境，实现建筑和自然的和谐共生。^[3]绿色建筑评估体系（如LEED、BREEAM等）是推动绿色建筑实践的重要工具。这些评估体系通过一系列的标准和评分体系，对建筑的设计、施工和运营进行评估和认证。评估体系综合考虑了建

筑的能源效率、水资源利用、材料选择、室内环境质量和社会责任等方面的要求，帮助建筑业和相关利益相关者实现对绿色建筑实践的标准化和可衡量性。

（二）绿色施工管理实践

绿色施工管理实践是将绿色建筑原则和概念应用于建筑施工过程中的具体措施和方法。其中，节能与资源管理是绿色施工管理的重要内容之一。通过采用节能技术和措施，如高效建筑外墙、节能照明和能源回收系统，可以减少建筑的能耗和碳排放。资源管理方面，包括合理使用建筑材料、优化材料运输和减少材料废弃等措施，以减少对资源的消耗和浪费。环境友好材料的选择与使用也是绿色施工管理的重要方面。^[4]环境友好材料具有低碳排放、可回收利用和对室内环境无害等特点。通过选择和使用环境友好材料，可以减少建筑对环境的负面影响，提高室内环境的舒适性和质量。建筑废弃物管理和循环利用是绿色施工管理实践中的重要环节。在建筑施工过程中会产生大量的废弃物，包括建筑材料、装修材料和施工废弃物等。通过合理的废弃物分类、回收和再利用，可以减少废弃物的排放和对环境的污染，实现资源的循环利用和可持续发展。绿色施工过程中的监控与评估是确保绿色施工管理实践有效实施的重要手段。通过建立监控体系和评估机制，可以对绿色施工管理的实施情况进行监测和评估，及时发现问题和改进措施，确保绿色施工目标的实现。通过绿色施工管理实践，可以降低建筑施工对环境的影响，提高建筑的可持续性和资源利用效率，促进建筑行业向可持续发展的方向迈进。

四、建筑工程管理创新与绿色施工管理的挑战与机遇

建筑工程管理创新和绿色施工管理面临着一系列的挑战和机遇。深入了解和应对这些挑战，同时抓住机遇，是推动建筑行业向可持续发展和创新的方向迈进的关键。

技术和设备的更新换代是建筑工程管理创新和绿色施工管理面临的挑战之一。随着科技的迅猛发展，新的技术和设备不断涌现，对建筑工程管理提出了更高的要求。从信息技术到人工智能、物联网和大数据等先进技术的应用，都需要建筑从业者不断学习和适应。此外，更新换代的设备和工具也需要投资和培训的支持，以确保其有效应用于建筑工程管理实践中。建筑行业的传统观念和文化也是一个挑战。长期以来，建筑行业注重的是工程的完成和利润的获取，对于可持续发展和环境保护的重视不足。因此，需要改变传统的思维模式和工作方式，转变为注重环境、资源和社会可持续性的新型建筑工程管理理念。这需要行业内的所有参与者共同努力，加强环境意识和可持续发展的培训和教育。另一个挑战是绿色施工管理的成本和投资问题。绿色施工管理需要使用环境友好材料、节能设备和先进技术，这可能会增加项目的成本。同时，绿色施工管理也需要对施工过程进行更严格地监控和评估，以确保符合绿色标准和要求，这可能会增加管理的成本和复杂性。^[5]因此，如何在可控范围内降低绿色施工管理的成本，提高投资回报率，是一个需要解决的问题。

尽管面临挑战，建筑工程管理创新和绿色施工管理也带来了重

要的机遇。基于科技的解决方案不断涌现，为建筑工程管理和绿色施工管理带来了新的机遇。随着技术的进步和应用的广泛，例如人工智能、物联网和大数据分析等，建筑工程管理可以实现更高效、智能化和可持续地管理。这些科技创新为提升建筑工程管理的效率和质量提供了新的工具和方法，同时也降低了管理的成本和复杂性。政府政策和法规的支持与倡导为建筑工程管理创新和绿色施工管理提供了机遇。各国政府都意识到可持续发展和环境保护的重要性，出台了一系列的政策和法规来推动建筑行业的绿色发展。例如，对于绿色建筑的认证和奖励制度、能源效率和碳排放的监管等，都为建筑工程管理创新和绿色施工管理提供了积极的环境和支持。市场对绿色建筑和可持续发展的需求不断增长，为建筑工程管理创新和绿色施工管理提供了机遇。随着环保意识的提高和可持续发展理念的普及，市场对绿色建筑和可持续建筑项目的需求不断增加。建筑企业可以通过在项目中采用绿色施工管理实践和技术创新，满足市场对环保、节能和健康的需求，提高企业的竞争力和品牌价值。

综上所述，建筑工程管理创新和绿色施工管理面临着一系列的挑战和机遇。充分认识和应对这些挑战，抓住机遇，推动建筑行业向可持续发展和创新的方向迈进，对于提高建筑工程管理的效率和质量，减少对环境的负面影响，实现可持续发展目标具有重要意义。同时，需要政府、企业和社会各界的共同努力和合作，形成合力，促进建筑行业的绿色转型和可持续发展。

五、结语

通过本篇论文的深入探讨，我们可见建筑工程管理的创新及绿色施工管理在推动建筑业可持续发展上的重要性。它们不仅能够提高项目效率和质量，优化资源利用，减轻环境负担，而且有潜力推动整个行业朝着数字化、智能化和可持续发展的方向进步。然而，面临的挑战依然存在，如技术更新的压力、传统观念的影响以及投资成本的考量。随着科技解决方案的不断出现，政府政策的鼓励和市场需求的生长，这些挑战也带来了转型的机遇。因此，我们需要全方位认识和应对这些挑战，抓住每一个机遇，持续创新，实现合作共赢，以推动建筑行业向更可持续、智能化和环保的未来发展。总结来说，唯有这样，我们才能真正实现建筑工程管理的持续改进和建筑行业的可持续发展，为我们的社会创造更美好的生活环境。

参考文献：

- [1]李硕硕. 建筑工程管理与绿色建筑工程管理的探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(15):20-22.
- [2]熊高鑫. 论装配式建筑工程管理的影响因素与改善对策[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(12):28-30.
- [3]王睿. 建筑工程管理中常见问题及相关管理策略的综合思考[J]. 房地产世界, 2023(05):106-108.
- [4]史中杰, 沈彬如, 陈丰伟. 绿色施工背景下建筑工程管理的优化措施[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(05):65-67.
- [5]马大为. 建筑工程管理中创新模式的应用及发展分析[J]. 居业, 2023(02):160-162.

建筑工程项目中甲方工程管理风险管理与应对策略

李广祥

当涂县城乡建设投资有限责任公司, 安徽 马鞍山 243000

摘 要 : 主要研究建筑工程项目中甲方工程管理风险的管理与应对策略。建筑工程项目作为复杂的组织体系和资源集合, 面临着各种潜在的风险, 而甲方作为项目的委托方和管理者, 其工程管理风险显得尤为重要。本研究对于建筑工程项目中甲方工程管理风险的管理与应对提供了重要的理论参考和实践指导, 对于提高建筑工程项目的管理水平和风险应对能力具有积极意义。

关 键 词 : 建筑工程; 甲方; 工程管理; 风险管理; 应对策略

Party A's Project Management Risk Management and Coping Strategies in Construction Projects

Li Guangxiang

Dangtu County Urban and rural Construction Investment Co., Ltd, Anhui, Maanshan 243000

Abstract : It mainly studies the management and coping strategies of Party A's project management risks in construction projects. As a complex organization system and resource collection, the construction project is faced with various potential risks, while party A, as the principal and manager of the project, its project management risks are particularly important. This study provides important theoretical reference and practical guidance for the management and response of Party A's project management risks in construction projects, and has positive significance for improving the management level and risk response ability of construction projects.

Key words : construction engineering; Party A; project management; risk management; coping strategy

引言

在建筑工程项目中, 甲方工程管理的风险管理和应对策略是确保项目顺利进行和取得成功的关键因素。随着建筑工程的复杂性和风险性的增加, 甲方工程管理团队需要制定有效的风险管理策略, 以应对可能出现的各种挑战和困难。本文将介绍一些常见的甲方工程管理风险, 并提供相应的应对策略, 以帮助甲方工程管理团队更好地应对风险, 确保项目的成功实施。

一、建筑工程项目中的甲方工程管理风险

建筑工程项目中的甲方工程管理风险是指由甲方在项目实施过程中面临的各种管理方面的潜在风险。作为项目的委托方和主要责任方, 甲方在整个项目周期中承担着重要的管理职责, 包括项目计划、组织与协调、资源调配、进度控制、质量保证等。然而, 由于建筑工程项目的复杂性和不确定性, 甲方在执行过程中可能面临各种潜在风险。例如, 项目计划的制定可能存在时间紧迫、任务复杂度高等问题, 导致工期延误风险; 资源调配不当可能引发成本超支风险; 组织与协调不畅可能导致人力资源风险等。这些风险如果不能及时识别、评估和应对, 将严重影响工程

项目的顺利进行, 甚至可能导致项目失败和经济损失。

有效管理风险可以帮助甲方及时发现潜在问题并做出相应应对措施, 从而降低风险的发生概率, 保障项目的顺利实施。在风险管理过程中, 甲方需要采用一系列有效的方法和策略, 从风险的识别与评估阶段开始, 到风险的应对与控制阶段, 不断完善风险管理体系, 确保项目管理的高效性和可持续性。此外, 建立一个健全的风险管理团队和沟通机制也是成功应对甲方工程管理风险的重要因素, 这样可以实现信息共享和经验传承, 为未来类似项目的管理提供宝贵的经验教训。总之, 建筑工程项目中甲方工程管理风险是一个复杂而又关键的问题, 通过有效的风险管理和应对策略, 可以提高项目的成功率, 实现经济效益与社会效益的双赢。

二、建筑工程项目甲方工程管理风险识别与评估

（一）风险识别方法

有效的风险识别可以帮助甲方及早发现潜在的风险，从而采取相应措施进行应对，降低风险对项目的影响。在风险识别阶段，甲方需要充分了解项目的特点、规模、复杂性以及项目所处的外部环境，同时参考过往类似项目的经验教训。常用的风险识别方法包括风险清单法、SWOT分析法和魔力鱼骨图法等。风险清单法通过制定项目风险清单，逐项识别可能存在的风险，涵盖项目的各个方面，如技术、经济、法律、环境等，以确保全面性和系统性。SWOT分析法主要通过通过对项目的内部优势与劣势以及外部机会与威胁进行分析，找出项目面临的潜在风险和机遇。魔力鱼骨图法则是通过构建鱼骨图，从人员、方法、材料、环境、测量和机器六个方面分析可能导致风险的原因，有助于深入挖掘风险根源。这些风险识别方法的综合应用，可以帮助甲方全面、系统地识别潜在风险，为后续的风险评估和应对措施的制定提供重要的依据。

风险识别是风险管理的第一步，而风险评估则是对识别出的潜在风险进行综合评估，确定其对项目的可能影响程度和发生概率。风险评估的目的是将风险按照其重要性进行优先级排序，以便甲方有针对性地制定应对策略和控制措施。在风险评估过程中，甲方需要对每个已识别的风险进行概率与影响的评估。概率评估是指对该风险事件发生的可能性进行定量或定性的评估，通常采用专家判断、历史数据分析或统计模型等方法。影响评估则是对风险事件发生后对项目的影响程度进行评估，如对进度、成本、质量、安全等方面的影响。综合概率与影响评估结果，可以对风险进行优先级排序，将高风险优先考虑并制定相应的应对策略，同时对低风险进行监控与控制，以保障项目的顺利推进。风险评估是风险管理的重要依据，只有通过科学有效地评估，甲方才能更好地应对项目管理风险，保证项目的成功实施。

（二）风险评估与优先级排序

在评估过程中，甲方需要对已识别的风险进行概率与影响的评估，以便准确地确定每个风险事件的可能性和对项目的影响程度。风险概率评估是对风险事件发生的可能性进行定量或定性的评估。定量评估通常利用历史数据、统计分析和专家判断等方法，将概率表达为百分比或频率，以量化风险事件的发生概率。定性评估则是根据专家意见或经验对风险进行主观判断，如高、中、低等级别，用于对风险进行相对排序。另一方面，风险影响评估是对风险事件发生后对项目的影响程度进行评估。影响评估涉及项目的各个方面，如进度、成本、质量、安全等。甲方需要综合考虑各种可能的影响，根据风险事件发生时的具体情况进行合理估算。影响评估的结果通常采用定量或定性的方式表示，以便后续的优先级排序和制定应对策略。综合风险概率与影响评估的结果，甲方可以全面了解每个风险事件的重要性，为后续的风险优先级排序和应对策略的制定提供科学依据，确保项目管理风险的高效性与准确性。

在风险评估完成后，甲方需要对已识别的风险事件进行优先

级排序，以便有针对性地制定应对策略和控制措施。风险优先级排序方法主要基于风险概率与影响评估的结果，常用的排序方法包括：（1）风险优先级矩阵：采用矩阵方式，将风险的概率和影响分别划分成几个等级，根据风险发生的可能性和对项目的影响程度，在矩阵中确定每个风险的优先级。通常，优先级较高的风险会得到更多关注和优先处理。（2）RPN（Risk Priority Number）方法：将风险的概率、影响和控制难度三个因素进行量化评估，并计算得出RPN值。RPN值越高的风险，其优先级越高，需要更紧急地制定相应的应对措施和控制计划。（3）整体评估法：将风险的概率与影响进行综合考虑，根据综合评估结果进行优先级排序。这种方法通常需要甲方的决策者进行主观判断和权衡，以确保排序结果更符合实际情况。

三、建筑工程项目中甲方工程管理风险应对策略

（一）风险规避

为了有效规避风险，甲方需要在项目计划和执行阶段采取一系列预防性措施。首先，甲方需要在项目合同中明确规定双方的权利和责任，确保合同条款的准确性和完整性，以避免因合同模糊或漏洞导致的纠纷和风险。其次，甲方应在选择承包商或供应商时进行严格的资质和能力审查，确保合作方具备足够的技术和资源来完成项目任务，从而降低承包商或供应商引发的风险。此外，甲方还应考虑引入先进的技术和管理方法，以提高项目的执行效率和质量，从而降低工程施工或运营阶段的风险。通过采取风险规避策略，甲方可以最大程度地避免潜在的风险，保障项目的顺利进行和成功实施。

尽管甲方可以通过风险规避策略降低风险的发生概率，但无法完全消除所有的风险。因此，在建筑工程项目中，甲方还需要制定灵活地风险规避与风险转移相结合的综合风险管理策略。这意味着甲方需要在规避风险的同时，做好应对风险发生的准备。一方面，甲方应制定详细的应急预案，明确在各种风险事件发生时的处理步骤和责任分工，以确保能够及时、有效地应对突发情况。另一方面，甲方可以通过风险转移策略将一部分风险责任转移到保险公司或其他合作方，减轻自身承担的风险压力。例如，可以购买适当的保险来覆盖工程事故、责任风险等，以降低项目在不可控情况下可能带来的经济损失。通过合理制定综合风险管理策略，甲方可以在保障项目顺利推进的同时，降低风险对项目经济和形象造成的不利影响，保持项目整体利益的稳健性。

（二）风险转移

通过购买保险，甲方可以将工程项目所面临的不可预测风险转嫁给保险公司，一旦出现风险事件，保险公司将承担相应的赔偿责任，从而保障项目的经济利益和资金安全。此外，甲方还可以在与承包商或供应商签订合同时，明确约定各方的责任范围和风险分担，将一部分风险责任转移给合作方。通过风险转移策略，甲方可以降低风险对项目造成的财务风险 and 法律责任，确保项目的可持续发展和顺利推进。

尽管风险转移策略可以在一定程度上降低甲方承担的风险，

但甲方仍需注意风险转移的合理性和适度性。在选择购买保险时,甲方需要仔细评估项目所面临的各类风险,确保所购买的保险类型和保额与项目风险相匹配,避免出现保险不足或无效的情况。此外,甲方在与合作方签订合同时,应明确风险转移的约定和责任分担,确保合作方有足够的能力和责任意识来承担转移的风险。在实际操作中,甲方还需密切关注保险条款和合同细节,避免因不当操作而导致保险索赔难或风险转移失败。综合考虑风险转移的可行性和限制性,甲方可以在保障项目的经济利益和安全的同时,保持对项目的有效控制和管理,确保项目的顺利进行和成功实施。

（三）风险缓解

风险缓解策略的目标是在无法完全规避或转移风险的情况下,最大限度地减少风险对项目的不利影响。甲方可以在项目计划和执行过程中采取多种风险缓解措施。首先,甲方可以引入先进的技术和管理方法,提高项目的执行效率和质量,减少工程施工和运营阶段可能出现的问题。其次,甲方需要建立严格的监督和控制机制,及时发现潜在问题并采取相应措施,以避免风险扩大化。此外,甲方可以在项目中预留一定的风险缓冲区,如时间、成本等,以应对风险事件的可能影响。通过合理的风险缓解策略,甲方可以有效应对项目管理风险,保障项目的顺利进行和成功实施。

在实际操作中,甲方需要与项目团队密切合作,建立紧密的沟通机制,确保风险缓解措施的有效执行。此外,甲方还需要根据项目的不同阶段和特定风险情况,制定相应的应对方案。例如,在工程施工阶段,甲方可以加强对施工进度、质量、安全等方面的管理,确保工程进展符合预期。而在项目运营阶段,甲方可以建立完善的设施运维和维护体系,以确保设施的长期稳定运行。同时,甲方还需不断总结和学习经验教训,不断改进风险化解策略,提高项目管理的水平和能力。通过科学有效地风险缓解措施,甲方可以降低风险对项目的影响,确保项目的顺利实施,实现项目的预期目标和效益。

（四）风险接受

在建筑工程项目中,甲方工程管理风险应对策略之一是风险接受。风险接受是指甲方在面对一些无法通过规避、转移或缓解

措施来完全消除的风险时,主动选择承担这些风险并准备应对可能的风险事件。为了应对风险接受策略,甲方需要制定详细的应急预案和资源准备措施。首先,应急预案是针对潜在风险事件的应急处理措施的计划,包括事件的预警机制、责任分工、紧急联系方式等。应急预案的制定可以帮助甲方在风险事件发生时迅速响应,减少风险事件的损失。其次,资源准备是指甲方需要提前准备好相应的资源,以便在风险事件发生时进行应对。这包括人力资源、物资储备、财务资金等方面的准备。通过应急预案和资源准备,甲方可以更加灵活地应对风险事件,降低风险带来的影响,确保项目在不可预测的情况下仍能够顺利进行。

灵活性是风险接受策略的重要特征。由于风险接受意味着甲方主动选择承担一定风险,因此需要在应对策略中考虑到不同风险事件可能带来的多样性和不确定性。灵活性意味着甲方需要随时根据实际情况做出调整和应对。首先,灵活性要求甲方在应急预案制定时考虑到多种风险情景,而不是只局限于某种特定风险。这样可以确保应急预案的适应性和针对性,使其在面对各类风险时都能发挥作用。其次,风险应对策略的灵活性还要求甲方能够及时评估风险事件的实际影响和进展情况,作出相应的调整和优化。这需要甲方具备快速反应和决策的能力,以便在风险事件发生后及时采取应对措施。通过灵活地应对策略,甲方可以更好地应对复杂多变的项目环境,确保项目的成功实施。

四、结束语

在建筑工程项目中,甲方工程管理的风险管理和应对策略是非常重要的,它直接关系到项目的顺利进行和成功实施。通过制定有效的风险管理策略,甲方工程管理团队可以在项目执行过程中及时发现和应对各种风险,降低项目失败的可能性。同时,通过合理的应对策略,甲方工程管理团队可以减少项目延期、成本超支等问题的发生,保证项目进度和质量的达成。因此,甲方工程管理团队在项目启动阶段就应该重视风险管理工作,并制定相应的应对策略。只有通过科学的风险管理和灵活地应对策略,才能确保建筑工程项目的顺利进行和成功实施。

参考文献:

- [1]姜小芮. 基于主成分分析的房建类项目工期风险管理研究[D]. 青岛大学, 2021.
- [2]张艳军. 建设工程中甲方管理的重要性分析[J]. 河南建材, 2018,(01):72-74.
- [3]张福龙. 浅谈建设工程中甲方管理的几个重要环节[J]. 科技创新导报, 2015,12(27):192-193.
- [4]林育珍. 基建甲方强化工程项目合同管理的对策[J]. 管理观察, 2014,(24):111-112.
- [5]郭家汉. 建设工程合同签订与履行的风险分析与防范 工程承包公司诉甲方建设工程合同纠纷案例分析(二)——代理被告昆明聚宝餐饮娱乐城应诉[J]. 工程建设与设计, 2010,(05):13-16.
- [6]姜命强. 水利水电工程风险抵押承包管理方法研究与应用[D]. 国防科学技术大学, 2009.
- [7]王龙华. 关于建立我国建筑业工程保证担保制度的研究[D]. 重庆大学, 2005.

新常态下的电力企业内部审计工作强化策略

黄艺

湛江电力有限公司，广东 湛江 524099

摘 要： 市场经济体制下的中国经济发展呈现出新常态，这对企业而言，既是机遇，也是挑战。对于电力企业而要，要想在新常态经济体系中持续获得充足核心竞争实力，就应该积极调整产业结构，强化内部审计工作，通过创新型审计模式、方法开展各项审计工作，从而营造良好的企业发展氛围，助推企业自身经营管理水平和经济效益的稳步提升

关 键 词： 新常态；电力企业；内部审计；策略

Strengthening Strategy of Internal Audit of Power Enterprises Under the New Normal

Huang Yi

Zhanjiang Electric Power Co., LTD., Guangdong, Zhanjiang 524099

Abstract： China's economic development under the market economy system presents a new normal, which is both an opportunity and a challenge for enterprises. For power enterprises, in order to continuously obtain sufficient core competitive strength in the new normal economic system, they should actively adjust the industrial structure, strengthen the internal audit work, and carry out various audit work through innovative audit models and methods, so as to create a good atmosphere for enterprise development and promote the steady improvement of their own management level and economic benefits

Key words： new normal; electric power enterprises; internal audit; tactics

电能作为社会发展中的重要能源在国家经济建设中发挥了非常重要的作用。随着市场经济环境的不断改变，对电力需求量逐渐扩大，因此，对于电力企业而言，值此用电结构加速转型的关键时期，亟待加强企业内部审计工作，科学落实相关强化审计策略，以达到降低企业经营风险之目的，下文就主要针对如何加强经济新常态背景下的电力企业内部审计工作展开讨论，期许能为促进中国电力能源供给侧改革创新提供帮助。

一、加强企业内部审计的重要性

内部审计是电力企业日常工作中的重要内容之一，强化电力企业内部审计工作质量，还能为企业进一步改善管理工作提出建议，对企业生产经营发展具有不可替代的作用。

（一）内部审计促进电力企业可持续发展

对于电力企业而言，内部审计是企业生存、发展的基础，因此，加快实施内部审计有助于企业可持续发展，这不仅是形势的需要，更是历史进步的表现。为此，电力企业在开展内部审计时要始终围绕中心，突出重点，高效完成“强管理、防风险、促发展”的重任，从而积极推动电力企业产业结构升级，实现全面协调可持续发展目标^[1]。

（二）内部审计有利于加强风险防范

新常态背景下，电力企业风险管理已成内部审计工作中的一

项重要内容，审计工作人员在开展审计工作时，需对各部门内部控制制度进行检查，尤其要对采购、生产、销售、人员管理、财务等各方面的内容进行检查，查找其中存在的漏洞与潜在风险，并根据风险内容及时调整内审工作方法，将企业经营损失降至最低水平。

二、新常态下电力企业审计工作中常见问题

在经济新常态下，电力企业要想获得持续稳定的发展动力，就应该积极主动地去适应新常态，明确自身的发展方向和目标，结合自身发展实际情况创新内部审计工作方式。结合众多电力企业内部审计工作实况分析，发现大多数电力企业内部审计工作效率及工作质量并不能满足企业可持续发展要求，仍暴露出许多问题，具体表现如下：

（一）对企业内部审计工作认知不足

对于大多数电力企业而言，普遍存在对内部审计工作性质、内容、方法及重要意义等认知不足问题，造成企业所设立的内审部门无法真正发挥其应有价值，既不能规避企业经营风险，又不能对企业管理中存在的问题提出有效整改建议，甚至对企业经营行为产生一定的限制作用。目前，国内电力企业正处于转型发展的关键时期，企业管理正由粗放管理模式向集约管理模式转变，因此，缺乏创新的内审工作模式便成为企业经营活动的重要限制因素。

（二）审计部门独立性不强

纵然大多数电力企业都设置了专门的内部审计机构，但内部审计机构及工作人员的行为却容易受到其他因素的影响，难以实现企业内部审计工作时效性的稳定提升。另外，缺乏足够独立性的内部审计部门在开展企业内部审计工作时，无法严格按照审计制度执行，从事时设计结果科学性不足，长此以往，最终导致企业内部审计工作陷入恶性循环之中。

（三）审计方法存在一定的滞后性

在电力企业传统管理模式中，内部审计工作职能以监督为主，即采取事后审计与结果审计方式，进行财务、业务监督，然而，在经济新常态背景下，这一审计模式显然难以适应新时代赋予电力企业的高要求，这种具备一定滞后性质的内部审计工作方式既不能体现出审计工作时效性，又对电力企业可持续发展产生影响。

三、新常态下的电力企业内部审计工作强化策略

经济新常态背景下的电力企业面临的市场挑战与压力是非常大的，尤其在电力产业发展放缓、企业盈利能力缓慢下降的大环境下，电力企业必须要更加注重提升发展质量和效益的要求，进一步加强内部审计工作创新，最大限度地发挥企业审计工作价值。

（一）加强对内部审计工作的认识

在电力企业发展过程中，内部审计是企业内部控制的重要手段之一，是企业内部控制的重要组成部分。电力企业必须充分认识到内部审计工作对于其发展的重要意义，不断加强对内部审计工作的重视程度，通过优化管理模式和工作方法来提高内部审计工作质量。虽然在过去一段时间里，各企业均积极开展了内部审计创新工作，一些新的内部审计工作模式、方法被引入内审工作实践中，但因受到一些因素的影响，造成电力企业内部审计工作还存在一些问题，而种种问题根源就是企业对内部审计工作认知不足^[2]。因此，在电力企业发展过程中，必须加强对内部审计工作的认识和重视程度，积极探索优化管理模式和方法的途径，并制定相关政策法规来规范自身的管理行为，真正提高电力企业经济效益和管理水平。

1. 完善内部审计工作的职能

在当前市场经济环境下，电力企业需要不断完善内部审计工作的职能，从而提升电力企业的经济效益和管理水平。内部审计

工作职能主要包括监督职能和管理职能。监督职能是指对电力企业的财务收支、业务活动、内部控制等方面进行监督。在当前市场经济环境下，电力企业需要加强对财务收支和业务活动的监督力度。在实际管理中，不仅要加强对内部控制制度的监督，还要加强对业务活动的监督，一旦发现问题，必须及时纠正和改进；此外，电力企业还需要不断创新内部审计工作理念及模式，不断完善管理机制和制度，以适应市场环境的变化。由于电力企业在生产经营过程中涉及的资金数量较大，如果没有完善的管理制度和制度控制机制来规范企业财务收支和业务活动，就很难提高企业经营效率和管理水平，为此，只有通过完善内部审计工作职能来提高电力企业财务收支和业务活动的有效性，才能真正提高电力企业的经济效益。

2. 提升内部审计部门的地位

提升发电企业内部审计部门的地位对于提升内部审计工作效率及质量意义重大，只有在审计部门具有独立地位和权威性的基础上，才能真正发挥内部审计部门的作用，更好地为企业管理服务。因此，企业必须加强对内部审计工作的重视程度，提升其企业中的地位 and 影响力，只有这样才能真正发挥内部审计的作用。首先，企业需采取相关措施提高内部审计部门的地位和影响力，从而促进内部审计工作水平的提高。其次，企业应建立相应的规章制度和激励机制来保障内部审计工作能够顺利进行^[3]。例如，通过明确规定内部审计工作的具体内容和考核标准来保障其独立性和权威性、建立相应的激励机制来提高内部审计部门工作人员的积极性、通过与管理层和员工进行沟通交流来增强双方之间的了解或召开座谈会等方式来增强双方之间的了解程度。

（二）增强电力企业内部审计的独立性

从某种程度上说，电力企业的内部审计工作主要是围绕内部控制和管理而展开的。但是，在电力企业的发展过程中，由于企业管理人员的更换，内部审计工作往往会受到影响。因此，在经济新常态下，必须采取措施加强电力企业内部审计的独立性。例如，由更高级别的管理层领导，将电力企业内部审计工作的监督管理职能划归到上级领导部门，赋予其一定职权，从而有效提升审计工作的精确性；此外，企业内部审计人员在开展内审工作前对企业经营风险进行初步评估，衡量其对企业经营活动的干扰程度，并提出针对性应对策略；最后，审计人员要积极参与企业生产管理实践，全面掌握企业运营发展状况，从而在制定内部审计计划时做到有的放矢。

（三）创新内部审计方法和内容

为了进一步提高电力企业内部审计工作的质量，应该创新内部审计的方法和内容，并建立健全的内部审计制度。首先，通过制定合理的规章制度，可以使企业内部审计工作更加规范化，为电力企业内部审计工作提供有效的制度保障。其次，在实施内部审计制度时，必须保证其适用性和针对性。同时，还必须注重执行过程中的监督和检查。只有这样才能在实施内部审计工作时建立起有效的监督和检查机制，促进企业内部审计监督与其他监督相结合。在经济新常态下，企业内部审计监督与其他监督相结合，可以提高电力企业内部审计的质量和效率，促进电力企业更好地发展。例如，电力

企业内部审计部门除了对生产、财务等方面进行监督外，还需要对安全生产、经营管理等方面进行监督，结合其他监督部门的工作内容和要求来制定工作计划^[4]。例如，安全生产管理部门需要对生产设备、施工现场等进行监督，而财务部门则需要对生产成本、费用等进行监督，只有这样，才能更好地发挥内部审计部门的作用和价值。最后，必须注重建立健全风险防范机制，切实做好风险评估工作，找出可能存在的风险问题并制定出相应的风险防范措施。与此同时，还应持续强化风险监督工作，确保电力企业在激烈的市场竞争中保持优势地位和市场竞争力。

（四）要提高审计人员的专业素养

为了保证内部审计工作的质量，就必须要提高内部审计人员的专业素养，使他们能够适应新常态下企业发展的要求。电力企业可以通过制定相应制度、建立绩效考核制度等方式来促进内部审计工作人员提高工作质量和效率；同时要制定合理的人才引进和培养机制，并通过改善工作环境、提供更好的发展平台等方式来吸引优秀人才加入到企业中来。总之，在经济新常态下，电力企业应该积极转变观念、创新机制、完善制度、优化流程等方式来提高内部审计工作的质量和效率，促进电力企业更好地发展。

（五）优化内部审计部门的组织结构

首先，内部审计部门需要建立健全完善的组织机构，对内部审计部门进行科学合理的设置，并配备相应的人员，电力企业可以设置内部审计委员会，将企业相关部门负责人纳入其中，由其对企业内部审计工作进行管理和监督。同时，电力企业还应该根据自身的实际情况来确定内部审计部门的工作范围，通过成立内部审计委员会可以使企业各部门之间互相协调、互相监督^[5]。这样不仅可以提高内部审计工作的质量和效率，还可以促进各部门之间的沟通和交流。在制定内部审计制度时，应重视对电力企业所处环境和发展方向的分析，使内部审计制度更加具有针对性和实用性，确保电力企业内部审计制度符合企业发展方向和要求，从而更好地促进电力企业可持续发展。

（六）完善考核机制，强化奖罚力度

内部审计工作需要通过制度来进行管理，但也需要有相应的

考核机制来对工作进行评价。在绩效管理中，绩效考核是一种有效的评价手段，通过绩效考核可以将员工的工作表现与员工的收入联系起来。因此，在电力企业的管理中，应建立完善的考核机制，使员工能够认识到自己的工作成绩和不足，并及时纠正自己在工作中出现的问题。同时，为了提高员工的积极性，可以制定相应的奖惩措施，建立完善的激励机制，将激励措施与绩效考核结合起来，建立奖励和惩罚机制。只有通过建立完善的考核机制，才能保证审计工作得到有效开展。此外，电力企业还应该不断完善内部审计监督和评价体系。在新常态下，电力企业需要加强对内部审计工作进行监督和评价，并对内部审计人员进行有效激励和约束。为了促进内部审计工作更好地发展，电力企业可以定期开展内部审计人员培训活动，通过加强对内部审计人员的培训教育和技能培训，不断提高他们对工作认识和理解程度，这不仅可以提高他们的专业技能水平，还可以增加他们对企业文化、发展战略等方面认识，从而更好地为电力企业服务^[6]。此外，在培训教育和技能培训中还应该强调内审工作理念、原则和方法等方面的内容，帮助员工提高内审工作水平和技能水平，提高员工对审计工作的认识水平、了解内审工作原则、方法等内容。需要注意的是，在此过程中应充分考虑到员工个人发展需要和企业发展的需要之间存在的差异性，使内审工作更具针对性和实效性。

四、结束语

在经济新常态的背景下，我国电力企业面临着更多的挑战和机遇，而作为电力企业的内部审计部门，需要主动适应新常态，加强内部审计工作，提高自身的工作质量和水平。电力企业需要从思想观念、审计技术、工作质量以及审计人员素质等方面入手，加强内部审计工作的建设，从而推动电力企业的健康发展。与此同时，为了保证内部审计工作的顺利进行，需要提高内审人员的素质，只有在提高内审人员综合素质的基础上，才能更好地开展内部审计工作。

参考文献:

- [1] 毕小丽. 新常态下加强企业内部审计工作探讨[J]. 现代商业, 2022,(03):159-161.
- [2] 曾立. 新常态下企业内部审计工作的要点探讨[J]. 当代会计, 2020,(21):84-86.
- [3] 张伟耀, 徐金富, 张璐, 傅文渊. 新常态下的电力企业内部审计工作强化策略[J]. 科技经济市场, 2020,(04):24-25.
- [4] 张军召, 高晓欣. 关于加强电力企业内部审计工作的思考[J]. 企业改革与管理, 2018,23(1):141,143.
- [5] 张学佳. 新时代电网企业加强内部审计工作的几点思考[J]. 广西电力, 2019,19(5):33(36).