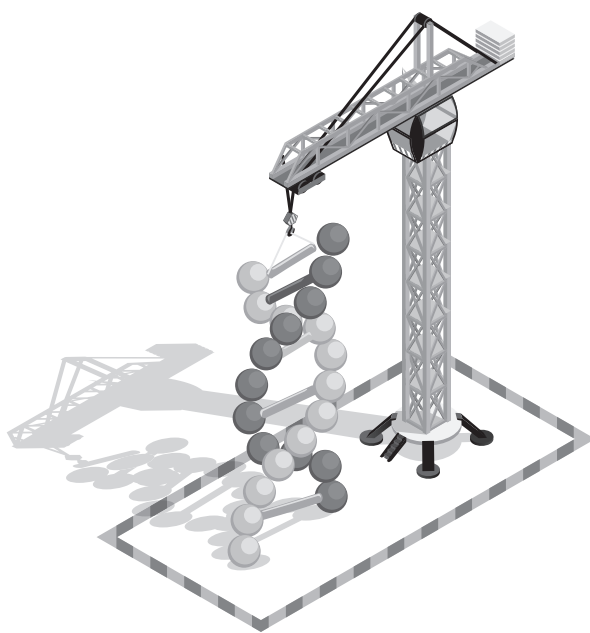


# 工程 研究与应用

Engineering Research and Application



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



## Editorial board

### Editors-in-Chief

Xiaolei Ju

China Architectural Design and Research Institute, China

Meilian Chao

Heze Dehe Construction Engineering Group Co. LTD

### Editorial Board Member

Xianbo Tu

Guizhou Institute of Geological Exploration, General Bureau of Geology  
and Mines, Sinochem, China

Neda Abbasi

School of Engineering and Technology

Tanvir Ahamed

School of Engineering and Technology

Zhen Xu

Zhongtong Bus Holding Co., Ltd

# 目录CONTENTS

004	信息管理技术在岩土工程设计和施工中的应用 Application of Information Management Technology in Geotechnical Engineering Design and Construction	孙超 <sup>1</sup> , 吴丹 <sup>2</sup> Sun Chao <sup>1</sup> , Wu Dan <sup>2</sup>
007	上跨主线隧道风道群开挖施工技术 Excavation Construction Technology of Duct Group of Upper Cross Mainline Tunnel	房志煜 Fang Zhiyu
011	建筑给排水设计中的节能减排技术应用 Application of Energy Saving and Emission Reduction Technology in Building Water Supply and Drainage Design	曾勇胜, 徐小钰 Zeng Yongsheng, Xu Xiaoyu
014	云南省抗战胜利纪念堂文物病害勘察及修缮措施研究 Research on the Survey and Repair Measures of Cultural Relics and Diseases in the Victory Memorial Hall of the Anti Japanese War in Yunnan Province	朱宇华, 刘芙含 Zhu Yuhua, Liu Fuhuan
017	河流治理中的河床疏浚与水流调控技术创新 Technological Innovations in Riverbed Dredging and Flow Regulation in River Management	顾娴 Gu Xian
020	工业建筑高效制冷机房能效比研究 Study on Energy Efficiency Ratio of High Efficiency Refrigeration Plant Rooms in Industrial Buildings	邓泳德 Deng Yongde
023	城市照明 EMC 节能改造工程过程管理 City Lighting EMC Energy Saving Retrofit Project Process Management	刘爱林 Liu Ailin
026	生态建筑设计在建筑设计中的应用 Application of Eco-Architecture Design in Building Design	薛建明 Xue Jianming
029	化学絮凝技术在水处理工程中的应用与研究 Research and Application of Chemical Flocculation Technology in Water Treatment Engineering	徐曙华 Xu Shuhua
032	房建工程造价的全过程成本控制措施 The Whole Process Cost Control Measures of Housing Construction Project Cost	曹锦俊 Cao Jinjun
035	故障诊断法在轧机维护中的实践研究 Practical Research on Fault Diagnosis Method in Rolling Mill Maintenance	王明乙 Wang Mingyi
038	水利施工中河道治理与生态修复技术研究 Study on River Management and Ecological Restoration Technology in Water Conservancy Construction	毛文月 Mao Wenyue
041	光伏新能源技术在建筑节能中的应用 Application of Photovoltaic New Energy Technology in Building Energy Saving	张慧娟 Zhang Huijuan
044	人工智能在电气自动化设备监控系统中的应用研究 Research on the Application of Artificial Intelligence in Electrical Automation Equipment Monitoring System	梁常奔 <sup>*</sup> Liang Changben

# 信息管理技术在岩土工程设计和施工中的应用

孙超<sup>1</sup>, 吴丹<sup>2</sup>

北京岩土工程勘察院有限公司, 北京 100083

**摘要：**信息管理技术在岩土工程设计和施工中的应用是当前工程领域的重要趋势。本文概述了信息管理技术的内涵和应用价值, 强调其在提高工程效率、降低风险、优化资源利用方面的积极作用。着重探讨了信息管理技术在岩土工程设计和施工中的具体应用, 包括数字化设计、监测信息反馈、信息化施工等方面。文中突出了信息管理技术在提高工作效率、降低成本、减少错误和优化资源配置等方面的优势。为推动其应用, 提出了管理措施, 包括重视信息管理技术内容和做好施工现场信息记录。最后, 对信息管理技术在岩土工程中的应用趋势进行了展望, 强调了数字化、智能化和可持续发展的方向。

**关键词：**信息管理技术; 岩土工程设计; 岩土工程施工

## Application of Information Management Technology in Geotechnical Engineering Design and Construction

Sun Chao<sup>1</sup>, Wu Dan<sup>2</sup>

Beijing Geotechnical Engineering Survey Institute Limited, Beijing 100083

**Abstract：** The application of information management technology in geotechnical engineering design and construction is an important trend in the current engineering field. This paper outlines the connotation and application value of information management technology, and emphasizes its positive role in improving engineering efficiency, reducing risks, and optimizing resource utilization. It focuses on the specific application of information management technology in geotechnical engineering design and construction, including digital design, monitoring information feedback, and informationized construction. The paper highlights the advantages of information management technology in improving work efficiency, reducing costs, reducing errors and optimizing resource allocation. To promote its application, management measures are proposed, including emphasizing the content of information management technology and making good records of construction site information. Finally, the trend of the application of information management technology in geotechnical engineering is outlooked, emphasizing the direction of digitalization, intelligence and sustainable development.

**Key words：** information management technology; geotechnical engineering design; geotechnical engineering construction

## 一、信息管理技术的概述

### (一) 信息管理技术的内涵

信息管理技术包括了对大量数据的采集、存储、处理和传递, 通过建立数据库、信息系统等手段, 实现对信息的有序管理。信息管理技术注重对信息的质量和可靠性的保障, 包括数据质量控制、信息安全等方面的技术手段。此外, 信息管理技术还包括了信息的分析和挖掘, 通过数据挖掘、人工智能等方法, 从海量信息中提取有价值的知识和规律。

### (二) 信息管理技术的应用价值

通过数字化设计和信息化施工等手段, 实现了工程过程的自动化和高效化, 大大提高了工程的整体效率。同时, 监测信息反馈的实时性使得在工程进展中能够及时发现和解决问题, 降低了工程的风险。此外, 信息管理技术的精确数据分析和信息挖掘为合理规划和配置岩土工程项目的资源提供了依据, 从而优化了资

源的利用效果, 降低了整体项目成本。这种精准、可靠的信息支持有助于制定科学合理的工程方案, 提高了工程的整体质量。

## 二、信息管理技术在岩土工程中的重要性

在岩土工程中, 通过快速获取、整理各类地质、地形、水文、气象等数据, 信息管理技术有助于提高设计质量和效率, 支持三维建模、数值模拟和优化参数分析, 促使设计方案数字化、标准化、可视化和共享化, 从而提升设计人员之间的协作和沟通效率。在施工阶段, 信息管理技术的实时监测和控制功能可有效降低施工风险, 确保安全和稳定, 并通过优化资源配置和调度, 提高施工效率、质量, 降低成本和资源消耗。最重要的是, 信息管理技术通过大数据的收集与分析, 推动岩土工程领域的创新, 解决难题和挑战, 促进与其他领域的跨学科合作, 助力岩土工程的不断创新和发展。

### 三、信息管理技术在岩土工程设计中的应用

在岩土工程设计中，信息管理技术的应用主要涵盖计算机、网络、物联网、大数据、云计算、人工智能等现代信息技术。通过这些技术手段，对设计涉及的各项数据进行全面而有效的获取、处理、分析、存储、传输、共享和应用，以显著提升设计质量和效率，同时降低设计风险和成本，推动设计的创新与发展。具体而言，信息管理技术在岩土工程设计中实现了数字化和可视化，运用三维建模、数值模拟等技术准确表达地质条件、结构形式等，生成高质量的设计图纸和模型，提高设计的准确性和可靠性。智能化和优化化方面，借助人工智能、机器学习、数据挖掘等技术对设计数据进行智能分析，提取有价值的知识和规律，为设计提供合理建议和方案，实现设计的智能化和优化化。标准化和共享化方面，通过数据库、信息平台、信息系统等技术，对设计中的数据进行规范管理和存储，实现数据的标准化和集成化，提高数据的质量和安全性。同时，通过网络、协同工作、开放数据等技术，实现设计数据的快速传输和共享，促成信息的共享化和开放化，提高信息的利用率和价值。

### 四、信息管理技术在岩土工程施工中的应用

#### （一）信息管理技术实现岩土工程设计方案

通过对设计方案的数字化转化和实时监测，信息管理技术实现了设计方案在施工现场的具体执行。包括将设计图纸和模型转化为数字化的施工信息，使施工人员能够更直观、准确地理解和执行设计要求。同时，信息管理技术通过实时监测施工过程中的关键参数，如变形、位移、应力等，可以及时发现并响应潜在的问题，保障施工的安全和稳定性。此外，信息管理技术的应用还包括利用虚拟现实和增强现实技术，将设计方案以可视化的方式呈现在施工现场。施工人员可以通过智能设备实时查看设计模型与实际施工场景的对比，提高了施工人员对设计意图的理解和执行的准确性。这种实时、可视的信息管理技术不仅简化了施工流程，也为施工人员提供了更便捷、直观的工作支持。

#### （二）监测信息反馈和信息化施工

监测信息反馈和信息化施工是指利用现代信息技术，对岩土工程施工过程中的各种数据和信息进行有效的采集、处理、分析、存储、传输、共享和应用，以实现施工的安全、高效、优质和创新。

监测信息反馈是指将监测数据和巡视信息及时、准确地传达给设计、施工、监理、业主等相关方，以便于及时发现和处理风险，指导和调整施工。监测信息反馈的形式有书面报告、短信、电话、信息平台等，反馈的内容有监测成果表、变形曲线图、监测测点布置图、数据分析说明、预警判断、风险处理建议等。监测信息反馈的时间和对象根据监测值的大小和变化情况而定，一般分为日报、周报、月报和预警快报，分别报送给监理、施工、设计、业主等相关方。

信息化施工是指利用信息平台、信息系统、信息网络等技

术，实现施工现场的信息化管理和控制，提高施工的效率和质量，降低施工的成本和资源消耗，促进施工的创新和发展。信息化施工的内容有施工资源的配置和调度、施工进度计划和控制、施工质量的检测和评价、施工安全的监测和预警、施工文档的生成和存档等。

#### （三）信息管理技术在岩土工程施工中的优势

第一，提高施工的安全性和稳定性。信息管理技术可以实现对施工现场的各种参数，如变形、位移、应力、温度、湿度、水位等的实时监测和控制，及时发现和预警异常情况，采取相应的措施，保证施工的安全和稳定。信息管理技术还可以利用大数据、云计算、人工智能等技术，对监测数据进行智能分析和预测，提出风险评估和防治建议，提高施工的风险管理水平。

第二，提高施工的效率和质量。信息管理技术可以实现对施工资源的配置和调度，提高施工的效率和质量，降低施工的成本和资源消耗。信息管理技术还可以利用三维建模、数值模拟、参数优化、虚拟现实等技术，对施工方案进行数字化和可视化，提高施工的准确性和可靠性。信息管理技术还可以利用数据库、信息平台、信息系统等技术，对施工质量的检测和评价，施工文档的生成和存档，施工成果的数字化和共享化，提高施工的标准化和管理化。

第三，促进施工的创新和发展。信息管理技术可以利用人工智能、机器学习、数据挖掘、知识库等技术，对施工中的各种数据和信息进行智能分析和处理，提取有价值的知识和规律，提出创新的建议和方案，提高施工的创新和优化。信息管理技术还可以利用云计算、物联网、移动互联等技术，实现施工的云端计算和远程协作，提高施工的灵活性和协同性。信息管理技术还可以利用区块链、开放数据等技术，实现施工数据的可信、持续的共享和应用，提高施工数据的利用率和价值。

### 五、信息管理技术在岩土工程设计和施工中的管理措施

#### （一）重视信息管理技术内容

第一，各相关方，包括业主、设计师、施工人员、监理人员以及管理人员，需充分认识信息管理技术在岩土工程中的重要性，深入了解其原理、方法、功能、优势与局限，培养应用能力，以提升信息管理技术的水平 and 应用能力。

第二，为确保信息管理技术应用的质量和效果，需建立和完善相关的规范和标准。这包括明确定义信息管理技术应用的目的、范围、要求、流程、方法以及评价标准，形成规范化和标准化的信息管理技术应用流程。不仅需要建立初始规范，还应根据岩土工程的特点和发展趋势不断修订和更新，以保持规范与标准的适应性和实用性。

第三，为提高信息管理技术应用的效率和效果，建立流程和制度是关键一环。明确信息管理技术应用的责任、权限、任务、协作、沟通和反馈等，使信息管理技术应用过程更为流畅和有序。需要在实践中不断优化和改进流程和制度，以确保其灵活性

和适应性。

第四,对信息管理技术的应用进行监督和评价是保障其质量和效果的重要手段。建立监督和评价机制,对应用的过程和结果进行有效监督和评价,检查规范性、正确性、有效性、及时性等方面,发现问题并提出改进建议。该机制应定期调整和完善,以适应岩土工程的目标和需求,不断提升信息管理技术应用的评价水平和应对能力。

## （二）做好施工现场信息记录

确保施工现场信息记录的完善和高效是信息管理技术在岩土工程设计和施工中的重要管理措施之一。首要之务是建立制度和规范,明确施工现场信息记录的目的、范围、要求、流程、方法、评价等,使其制度化和规范化。这一基础为保障记录质量和效果提供了框架,并在实践中随岩土工程的演变和信息管理技术的更新进行不断修订,以保持适应性。平台和系统的建立是另一关键步骤,通过信息平台、系统和网络等技术手段,实现施工现场信息记录的数字化和信息化。这不仅提高了记录的速度和准确性,也为后续的信息管理与分析提供了更为便捷的数据基础。持续的优化和改进工作应该是一个不断进行的过程,以适应岩土工程的实际需求和信息管理技术的发展趋势。此外,分类和归档机制的建立对保障信息记录的质量和效果同样至关重要。通过合理分类和归档,将施工现场信息记录有序化和系统化,以提高其整体质量和安全性。这一过程的标准和方法需要根据岩土工程的实际目标和需求进行不断调整和完善,以提高记录的利用率和价值。

## 六、信息管理技术在岩土工程设计和施工中的应用趋势

随着信息技术的不断发展和创新,信息管理技术在岩土工程设计和施工中的应用也呈现出多样化和智能化的趋势。

第一,信息管理技术将与岩土工程的各个专业领域更加深度地融合,实现岩土工程的数字化、智能化和可视化。例如,利用GIS+BIM构建三维数字地质模型,开展对区域开发和复杂工程的质量风险管控;采用大数据、人工智能技术,实现勘察数据的深

度挖掘与共享应用。

第二,信息管理技术将更加注重数据的安全性、可信性和隐私性,利用区块链、多方安全计算、联邦学习等技术,实现数据的加密、分布式存储、不可篡改、可用不可见等特性,保障数据的产权和价值,促进数据的合理流通和利用。

第三,信息管理技术将更加注重数据的实时性、动态性和预测性,利用5G、物联网、边缘计算等技术,实现数据的快速采集、传输、处理和反馈,提高数据的时效性和准确性;利用机器学习、深度学习、神经网络等技术,实现数据的自动分析、识别、分类和预测,提高数据的智能性和价值性。

第四,信息管理技术将更加注重数据的协同性、共享性和生态性,利用云计算、互联网、物联网等技术,实现数据的云端存储、云端计算、云端服务,提高数据的可访问性和可扩展性;利用区块链、联盟链、激励机制等技术,实现数据的跨领域、跨行业、跨组织的共享和交易,提高数据的协作性和效益性;利用生态思维、平台思维、开放思维等技术,实现数据的生态化、平台化、开放化,提高数据的创新性和竞争性。

## 七、结语

信息管理技术在岩土工程设计和施工中的应用,通过综合利用计算机、网络、物联网、大数据、云计算、人工智能等现代信息技术,实现了对各类数据和信息的全面处理和应用。概述了信息管理技术的内涵和应用价值,阐述了其在岩土工程中的重要性,以及在设计和施工阶段的具体应用,包括实现设计方案、监测信息反馈、信息化施工等。强调了信息管理技术在施工中的优势,如实时监测、数字化施工等,为岩土工程提供了高效的工具和支持。管理措施方面,强调重视信息管理技术内容和做好施工现场信息记录的制度建设,以确保信息管理技术的有效应用。最后,探讨了信息管理技术在岩土工程设计和施工中的未来趋势,指出其发展方向。结语部分强调了信息管理技术的不断创新和发展将推动岩土工程领域朝着数字化、智能化的方向迈进,为工程质量和效率提供更为可靠的保障。

## 参考文献

- [1] 许敏. 岩土工程勘察设计与施工中地质问题探究[J]. 西部探矿工程, 2023, 35 (05): 20-22.
- [2] 于晓伟. 探究岩土工程勘察设计与施工中水文地质问题[J]. 居业, 2023, (01): 194-196.
- [3] 李旺, 靳晓明. 岩土工程设计与施工中水文地质问题探究[C] // 北京恒盛博雅国际文化交流中心. 2021年10月建筑科技与管理学术交流会议论文集. 山东正元建设工程有限责任公司; 2021: 3.
- [4] 王少雷, 陈帅强, 赵羽. 岩土工程设计施工中信息管理技术的运用[J]. 智能城市, 2021, 7 (09): 87-88.



# 上跨主线隧道风道群开挖施工技术

房志煜

广东长正建设有限公司，广东 珠海 519000

**摘 要：** 在21世纪，人类不断地开发和利用地下空间，公路隧道是连通区域交通的主要方式。根据数据，到2020年为止，我国的公路隧道总数达到21316座，总建设长度高达2199.93 千米。其中，特长隧道有1394座，通行距离达623.55 千米，而长隧道的数量则达到了5541座，总长度达到963.32 千米。作为主要的隧道通风排烟手段，通风风道在长隧道和特长隧道中得到了广泛的应用。然而，在建设通风风道的过程中，对其的需求也在逐渐增加，对施工技术的研究也变得越来越紧迫。研究的目的是解决如何在施工过程中保证联络风道的安全和快速施工，以及如何优化工艺以实现降低工程成本和节约施工成本的目标，从而实现节约型社会化的理念。

由于许多隧道通风系统的建设过程可能会影响到整条隧道甚至项目的总体建造时间，目前的风道连接方式通常是在风道的上方跨越主洞，距离为5—10 米之间。然而，当执行此操作时，必须设置用于风道建设的轨道运输工具并展开风道的施工工作面，这必然会对隧道的主洞施工产生干扰，从而导致施工效率降低、资源消耗增加及延迟施工进度，最终可能导致工程费用的上升。

**关 键 词：** 通风风道；特长隧道；上跨主线隧道

## Excavation Construction Technology of Duct Group of Upper Cross Mainline Tunnel

Fang Zhiyu

Guangdong Changzheng Construction Co., Ltd, Guangdong, Zhuhai 519000

**Abstract：** In the 21st century, human beings continuously develop and utilize underground space, and highway tunnels are the main way to connect regional transportation. According to the data, by 2020, the total number of highway tunnels in China has reached 21,316, and the total construction length is up to 21,999,300 meters. Among them, there are 1,394 extra-long tunnels with a passing distance of 6,235,500 meters, while the number of long tunnels has reached 5,541 with a total length of 9,633,200 meters. As the main means of tunnel ventilation and smoke extraction, ventilation ducts are widely used in long tunnels and extra-long tunnels. However, in the process of constructing ventilation ducts, the demand for them is gradually increasing, and the research on construction technology has become more and more urgent. The goal of the research is to solve the problem of how to ensure the safe and fast construction of the contact ducts during the construction process, and how to optimize the process to achieve the goal of reducing the project cost and saving the construction cost, so as to realize the concept of saving socialization.

As the construction process of many tunnel ventilation systems may affect the overall construction time of the entire tunnel or even the project, the current air duct connection method is usually over the main hole above the air duct at a distance of between 5–10 meters. However, when this operation is carried out, it is necessary to set up the rail transportation for duct construction and to unfold the construction working surface of the duct, which inevitably interferes with the construction of the tunnel’s main cavern, leading to reduced construction efficiency, increased resource consumption and delayed construction process, which ultimately may lead to an increase in the project cost.

**Key words：** ventilation ducts; very long tunnels; cross mainline tunnels

### 一、工程概况

#### （一）工程简介

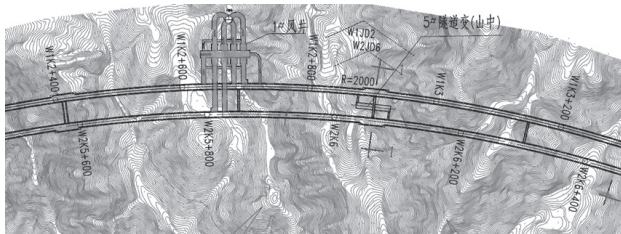
珠海市公共工程建设中心牵头建设兴业快线（北段）项目，珠海兴格投资有限公司负责投融资建设。兴业快线（北段）的起点位于香洲区兴业路，终点是唐家。沿途是城市住宅及生活区

域。该路线通过下穿隧道穿越梅华路，然后通过矿山隧道进入凤凰山。通过利用现有地形的高差，将合并段隧道分为西线和东线两条隧道。西线隧道从凤凰山出来后，经过金唐东路上跨，最后接上哈工大路。东线隧道穿过鸡山村和中山大学，最后接上港湾大道与唐乐路的交叉口。项目向南直通梅华东路、迎宾北路。

本工程西线隧道全长约5761m，1# 通风竖井位于西线隧道



> 图 1-1 兴业快线（北段）总体平面图



> 图 1-2 竖井风道平面位置图

W1K2+674 西侧，距隧道进口 2.2 公里，内径 11m，排风道净空面积为 22m<sup>2</sup>，周长为 18m，送风道净空面积为 43m<sup>2</sup>，周长为 27m，井深 86m。竖井、风道与地下风机房连接，风道需跨越左线隧道与右线隧道相连。

## （二）周边环境

本项目的西线隧道风井位于滨海的凤凰山腹地，凤凰山高林密，仅有上山步道，设备进场、材料进场、渣土运输都不具备条件。

## （三）工程地质水文条件

沿线的地下水主要分为两种赋存方式：一种是存在于第四系松散层中的孔隙水；另一种是存在于基岩裂隙中的水。

### 1）第四系松散层孔隙水

在疏松的填筑土层、海陆交互沉积层、第四系冲洪积及残积土层中，第四系松散层孔隙水主要依赖大气降水补给，侧向径流补给次之。其富水性较差，埋深会随着旱季和雨季的变化而变化，富水动态变化较大，径流途径较短。潜水孔隙通常会导致土壤变得湿润且脆弱，这对道路基础的稳定性有不利影响。

### 2）基岩裂隙水

花岗岩不同风化带的裂隙水是基岩裂隙水的主要组成部分，并且强风化~中风化带在储水层段中发挥着主要的作用。

以下是基岩裂隙水的特性：也就是说，地下水的分布主要受到存在于岩体中裂缝发展程度的影响，并且具有显著的各向异性。在节理裂缝较为丰富的区域，裂缝水储量更多，同时其透水能力也相对强大。

## 二、施工重难点

竖井横风道群结构与普通的隧道相比极其复杂，纵横交错。在施工过程中是比较困难的，施工部署也面临的极大的挑战。同时在开挖的过程中，上跨的风道与主线隧道十分贴合，且坡度大开挖难度系数大。在风道的弯道段开挖也非常困难。

在施工过程中应合理安排各通道开挖顺序；及时跟进超前地质预报；优化爆破参数；合理进行施工部署；同时应在施工过程

中加强监测以此来克服风道群施工的困难。

## 三、施工技术措施

### （一）施工特点

1）在遵循主洞的标准建设计划的前提下，只需在进行挖掘建设的过程中做出微小的修改，而对于隧道的主洞建设计划则保持基本不变。然后先开挖、初支风道，后与主隧道一同进行衬砌施工。

2）在交叉口施工段落，在主洞的二次衬砌钢筋施工过程中，预先需考虑排风口的预留，以便在后期排风口开挖时，开口安全且不扰动其他主洞二衬混凝土。交叉口的开挖紧邻主洞二衬，需要科学、合理制定爆破或开挖方案，确保隧道主洞的安全稳定。

3）通过在主线上跨越风道的方式施工，不仅可以缩小风道的斜率，还可以有效地减少其长度，从而使挖掘和衬砌任务变得更加简单易行，提高了劳动效率。此外，这种方式几乎不会影响到主洞或连接通道的施工，使得这两项工作的进展能够同步推进，进而加速整体隧道项目的实施进程。并且由于风道的缩短，所需完成的工作量也相应减少，这无疑是促进项目速度提升的重要因素。

4）在风道上跨越主线隧道施工，以传统施工工艺取代了原有方式，从而降低了施工难度，减少了施工设备的需求，并采用了传统施工作业工具，从而加快了施工进度，减少了误工的发生。这种做法不仅在施工人员和设备投入方面降低了成本消耗，而且缩短了工期。

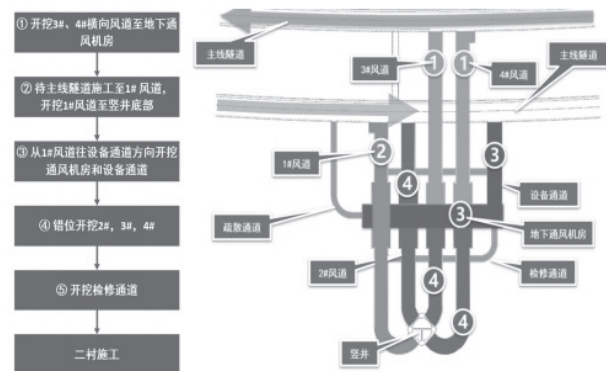
### （二）工艺原理

1）两条风道的开挖位于主线隧道之上，其岩板厚度相对较薄，且几乎紧密相连。坡度大，最大坡度达 22% 出碴和钻孔均有较大难度。在主线隧道上方 20m 范围内的风道采用控制爆破（短进尺台阶开挖、抗扰动的施工技术措施）的方式进行开挖

2）对于坡度较大段，现场衬砌采用钢拱架加支持形式施工，钢拱架拱脚部位与地面进行锚固固定，防止拱架下滑，钢拱架采用热轧普通工字钢 I16，拱架间距为 1m，拱架间用钢筋进行连接，每段施工长度不大于 5 米。

3）下方主线隧道二次衬砌施工完成后，再进行上方主线隧道开挖施工。考虑到上方风道施工对主线隧道的影响，故在风道下方主线隧道衬砌施工完成后，衬砌台车不移动。

4）施工过程要注意爆破参数的计算和选取，建立数字模型去



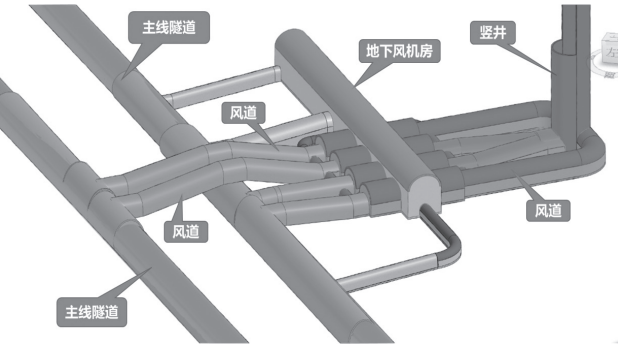
> 图 3.3-1 施工工艺流程图



分析风道爆破对正洞的影响，经过数值模拟分析为安全后方可进行爆破。同时加强隧道正洞的监测，确保施工的安全。

### （三）施工工艺流程

开挖3#、4# 横向风道至地下风机房→待主线隧道施工至1#风道，开挖1# 风道至竖井底部→从1# 风道往设备通道方向开挖通风机房和设备通道→错位开挖2#、3#、4# 风道→开挖检修通道→二衬施工。

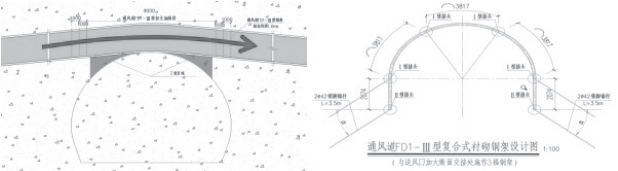


> 图 3.3-2 示意图

### （四）施工要点

#### 1. 风道开挖

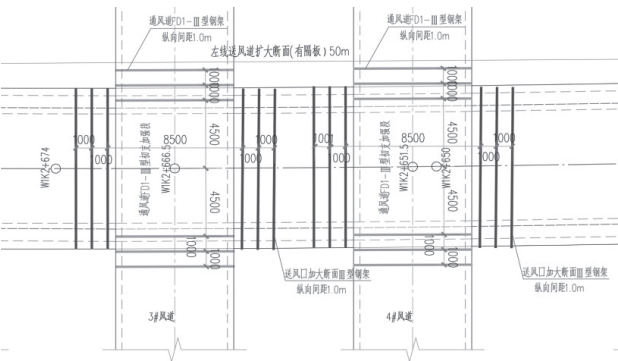
风道从右向左开挖贯通，施工至主线隧道中隔板附近时，左右各立三榀拱架进行加固，拱架道参照 FD1-III 拱架类型 HW100\*100，间距1米，钢拱架每侧采用4根锁脚锚管进行固定，锚管直径  $\phi 42$ ，长度3.5m。同时中间过顶段风道初支采用 FD1-III 加强段类型，即采用 L=3500 的药卷锚杆  $\phi 25@1000 \times 1000$ （环向  $\times$  纵向），梅花型布置，和150mm 厚 C25 喷射混凝土及钢筋网。



> 图 3.4.1-1 过顶风道开挖示意图

#### 2. 上跨主线隧道开挖

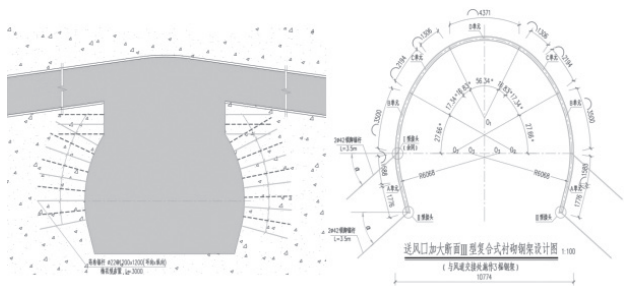
1) 开挖主线隧道时，上方风道要进行封闭，禁止人员随意进出，同时在风道顶端布置好监测点，主线隧道施工过程中，加强对风道的监测。



> 图 3.4.2-1 主线隧道与风道加强段示意图



图 3.4.2-2 现场施工设立钢拱架



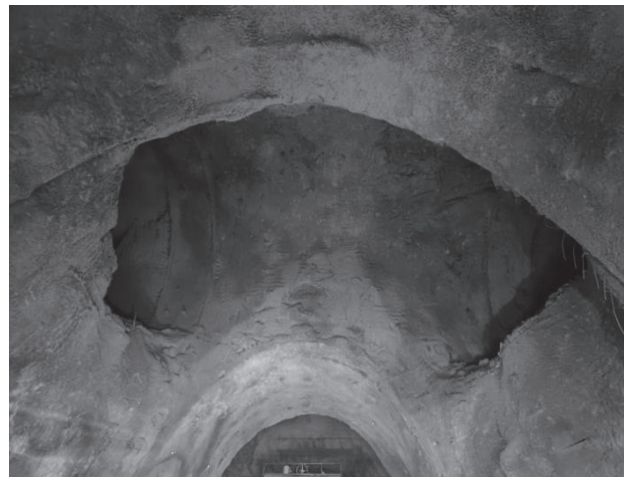
> 图 3.4.2-3 主线隧道开挖示意图

> 图 3.4.2-4 主线隧道拱架及锁脚锚杆示意图

2) 在主线隧道靠近风道处，每侧立三榀拱架进行加固，拱架参照送风口加大断面 III 型钢架，间距1m。

3) 为保证安全，主线隧道与风道交接处的三角区域岩石需要破除，使主线隧道与风道贯通，此处采用 L=3000 的药卷锚杆  $\phi 22@1200 \times 1200$ （环向  $\times$  纵向），梅花型布置，和120mm 厚 C25 喷射混凝土及钢筋网。拱架参照送风口加大断面 III 型钢架类型工16，间距1米，钢拱架每侧采用4根锁脚锚管进行固定，锚管直径  $\phi 42$ ，长度3.5m，主线隧道开挖爆破采用控制爆破，进尺控制在2米范围内。

#### 4) 上跨风道群开挖成果展示：



> 图 3.4.2-5 现场施工成果展示图

## 四、风道群开挖施工安全控制措施

1) 只有通过公安部门的培训并获得资格的爆破工人才能开始工作。在钻孔前,需要检查是否存在盲炮:一旦进入掌子面,如果发现有盲炮,应立刻通知爆破工人处理,不能在原来的炮眼中继续钻孔。在执行爆破任务时,工作人员必须严格遵循《爆破安全规程》的规定进行操作。

2) 装药过程启动后,炮眼20m的区域内禁止再次进行钻孔操作,并且严格禁止同时进行装药操作。任何与装药操作无关的其他活动,特别是电焊、气焊和金属切割等。所有在装炮区的设备和工具都必须暂停使用,并移至安全的距离之外。

3) 负责从事、搭设高空作业安全防护设施的工作人员,需要接受特别的培训,只有在通过考试并获得资格证书后才能开始工作,同时,他们也需要定期接受身体健康的检查。

4) 建筑电力和日常用电的线路需要独立布置,同时动力和照明的保护设备也应该独立。在变电配电室内,绝对禁止吸烟,不允许堆积任何杂物,确保室内和室外的通道都能畅通无阻。对于供电线路,台车上的供电线路需要定期进行检查和维护,在乘坐人员之前,必须先进行检查,然后再乘坐人员。建筑工作人员的电力使用必须遵循“十不准”的规定。

5) 在进入施工现场的人员,都需要穿着完整的劳动保护装备,并且要采取有效的预防手段。

6) 喷射混凝土、注浆、洞内施工时,操作人员应戴口罩、眼镜、安全帽和胶手套。

7) 要有良好的照明设备。

8) 在操作设备的过程中,我们必须严格遵守使用维护保养规定以及定期的检查。对于恶劣的环境和有限空间施工,我们需要增强对设备的监控,并且要特别关注人员和设备的安全。

9) 我们需要积极寻找并解决可能影响设备安全运行的因素和

潜在风险,以确保设备在优良的工作状态下运行。

10) 密闭空间作业安排专人监护,进入作业前,监护人应对作业人员进行安全交底,并会同作业人员检查安全措施,统一联系信号。

11) 密闭空间作业现场应明确作业负责人、监护人员和作业人员,不得在没有监护人的情况下作业。

12) 凡要进入密闭空间危险作业场所作业,必须根据实际情况事先测定其氧气、有害气体、可燃性气体、粉尘的浓度,符合安全要求后,方可进入。

## 五、结论

本文通过叙述上跨风道群开挖施工的施工过程,分析过程中可能遇到的问题。从地质水文、周边环境、施工准备、开挖过程等需要注意的细节阐明了上跨主线隧道风道群的开挖施工工艺的细节,以及如何施工的过程中保证工人管理人员的安全以及结构的安全。这项施工技术在优化和改进竖井通风联络风道的建设顺序的同时,主要是通过分部施工方式来实现联络风道与主洞交叉口段的全面结构,从而最大限度地减少了联络风道建设对隧道主洞建设的影响,并提升了施工的安全性。此外,优化联络风道的过程缩短了其长度,降低了工程成本,提升了安全性,加速了施工进度,从而提高了整个隧道的施工效率。在兴业快线(北段)工程的隧道通风竖井联络风道中,该施工方法得到了成功的运用,总体来看,其经济效益仍然相当显著。

根据国内纵向通风联络风道的布局和文献资料的研究,对于通风联络风道上跨越隧道主洞的施工技术的研究尚处于空白阶段。对兴业快线(北段)隧道联络风道上跨越主洞交叉施工的研究,具有重大的社会价值。

## 参考文献

[1] 中华人民共和国国家标准. GB 6722-2014. 爆破安全规程. 中国标准出版社. 2015.

[2] 中华人民共和国交通部标准. JTG/T 3660-2020 公路隧道施工技术规范. 北京:人民交通出版社, 2020.

# 建筑给排水设计中的节能减排技术应用

曾勇胜, 徐小钰

杭州市建筑设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310000

**摘 要 :** 文章探讨了节能减排技术在建筑给排水设计中的应用。文章首先分析了建筑给排水设计中的节能减排技术, 然后通过案例分析, 了解到在某高层住宅楼的设计中, 采用了多种节能减排技术, 包括优化给排水系统设计、使用环保材料和设备、中水回用和灰水回收等。这些技术的应用显著降低了建筑物的能耗和废水排放量, 提高了水资源利用效率, 符合节能减排的要求。

**关 键 词 :** 建筑给排水设计; 节能减排; 利用效率

## Application of Energy Saving and Emission Reduction Technology in Building Water Supply and Drainage Design

Zeng Yongsheng, Xu Xiaoyu

Hangzhou Architectural Design and Research Institute Co., Ltd, Zhejiang, Hangzhou 310000

**Abstract :** The article discusses the application of energy saving and emission reduction technology in building water supply and drainage design. The article first analyzes the energy-saving and emission reduction technologies in building water supply and drainage design, and then through a case study, it learns that a variety of energy-saving and emission reduction technologies have been adopted in the design of a high-rise residential building, including optimization of the water supply and drainage system design, the use of environmentally friendly materials and equipments, the reuse of medium water and grey water recycling, and so on. The application of these technologies significantly reduces the energy consumption and wastewater discharge of the building, improves the efficiency of water utilization, and meets the requirements of energy conservation and emission reduction.

**Key words :** building water supply and drainage design; energy saving and emission reduction; utilization efficiency

## 引言

随着全球气候变化和资源紧张问题的日益严重, 节能减排已经成为当前社会发展的重要主题。建筑行业作为能源消耗和排放的主要来源之一, 其节能减排的重要性不言而喻。建筑给排水系统作为建筑的重要组成部分, 其能耗和排放对建筑环境和社会环境具有重要影响。因此, 研究建筑给排水设计中的节能减排技术应用, 对于推动建筑行业绿色发展、促进社会可持续发展具有重要意义。近年来, 国内外学者在建筑给排水设计中的节能减排技术方面进行了大量研究和实践。一些先进的节能减排技术如太阳能热水系统、空气源热泵技术、地源热泵技术等, 在建筑给排水设计中得到了广泛应用<sup>[1-8]</sup>。同时, 一些新的节能减排理念如节水、减排、再利用等也在建筑给排水设计中得到了体现。然而, 目前建筑给排水设计中的节能减排技术应用仍存在一些不足, 如技术应用不够广泛、技术应用不够深入等。因此, 进一步研究建筑给排水设计中的节能减排技术应用, 对于提高建筑节能减排水平、促进绿色建筑发展具有重要意义。

## 一、节能减排技术在建筑给排水设计中的应用

### (一) 节水技术

#### 1. 高效节水设备

高效节水设备是指采用先进技术, 能够实现高效节水、节能减排的设备, 这些设备在保证正常用水需求的同时, 能够显著降低水的消耗量, 提高水的利用效率。常见的节水设备包括节水马桶、节水淋浴头、节水龙头等<sup>[9]</sup>。

(1) 节水马桶是采用先进的节水技术, 如超低流量技术、压力感应技术等, 能够在保证正常冲刷效果的同时, 显著降低水

的消耗量。与传统的马桶相比, 节水马桶的用水量可降低50%以上, 具有显著的节水效果。

(2) 节水淋浴头采用特殊的喷头设计, 能够减少水的喷射面积, 提高水的利用效率。同时, 节水淋浴头还具有温度调节功能, 可以根据个人需求调整水温, 减少热量的浪费<sup>[10]</sup>。

(3) 节水龙头采用特殊的水嘴设计, 能够减少水的流量和流速, 提高水的利用效率。同时, 节水龙头还具有温度调节功能, 可以根据个人需求调整水温, 减少热量的浪费<sup>[11]</sup>。

#### 2. 优化管网设计

(1) 优化管网设计对于建筑给排水系统的节能减排具有重要



意义。首先,优化管网设计可以减少水在管网中的损失和浪费,提高水资源的利用效率,减少水资源的浪费;其次,优化管网设计可以提高给排水系统的稳定性和可靠性,减少系统故障和维修成本;最后,优化管网设计可以降低给排水系统的能耗和排放,减少对环境的影响。

(2) 优化管网设计的原则:在建筑给排水设计中,应合理规划管网布局,根据建筑结构和功能需求确定管线的走向和连接方式,应避免管线的迂回和交叉,减少水在管网中的损失和浪费;在给排水系统中,应选择合适的管径和流速,以减少水在管道中的摩擦和阻力,降低能耗和排放,应根据实际需求调整管径和流速,避免过大的流量和过高的流速导致的水资源浪费<sup>[12]</sup>;在给排水系统中,应选用优质管材和连接方式,以提高管道的耐久性和密封性,减少漏水现象的发生,应采用可靠的连接方式,确保管道的稳定性和可靠性。

(3) 在给排水系统中,应选择耐腐蚀、耐磨损、耐高温的优质管材,如 HDPE 管、不锈钢管等,应根据实际需求选择合适的管材规格和壁厚,以满足系统的压力和流量要求;在给排水系统中,应合理规划管道布局,避免管道的迂回和交叉,应根据建筑结构和功能需求确定管道的走向和连接方式,确保管道的安全性和稳定性;在给排水系统中,应控制水压和流速在合理的范围内<sup>[13]</sup>。过高的水压和流速会导致水资源的浪费和系统的能耗增加,应根据实际需求调整水压和流速,确保系统的稳定性和可靠性;在给排水系统中,应加强管道的维护和管理。定期检查管道的腐蚀和老化情况,及时更换损坏的管道,应建立完善的管道管理制度,确保管道的安全性和稳定性。

### 3. 雨污分流设计

在建筑给排水设计中,应合理规划雨水收集系统,包括雨水收集口、雨水管道、雨水处理设备等,应考虑地形和地质条件等因素对雨水收集系统的影响;在建筑给排水系统中,应将雨水和生活污水分别处理,雨水可以通过雨水收集系统进行处理后回用,用于绿化、冲厕等非饮用水用途,而生活污水则应通过污水处理系统进行处理,达标后排放;在雨污分流设计中,应选用合适的处理技术和设备,以确保处理效果和效率,例如,可以采用生物处理技术、化学处理技术等对雨水和生活污水进行处理,应考虑设备的维护和管理方便性;在雨污分流设计中,应加强监管和管理,建立完善的监管机制和制度,确保雨水收集和处理系统的正常运行,应加强宣传和教育,提高公众对雨污分流设计的认识和意识<sup>[14]</sup>。

## (二) 节能技术

### 1. 太阳能热水系统

太阳能热水系统是一种利用太阳能为建筑物提供热水的系统,具有环保、节能、可持续等优点。在建筑给排水设计中,太阳能热水系统的应用可以显著降低建筑物的能耗和排放,提高能源利用效率,符合节能减排的要求。

(1) 集热器是太阳能热水系统的核心部分,负责收集太阳能并转化为热能。在建筑给排水设计中,应根据建筑物的特点和需求选择合适的集热器类型和规格,应考虑集热器的安装位置和角度,确保能够最大化地接收太阳光<sup>[15]</sup>。

(2) 储水箱是太阳能热水系统的储存设备,用于储存加热后的热水。在建筑给排水设计中,应根据建筑物的使用需求和热水需求量设计储水箱的大小和位置,应考虑储水箱的保温性能和密

封性能,确保热水的储存和使用效果。

(3) 循环管道是太阳能热水系统中的输水管道,用于将加热后的热水输送到建筑物内的各个用水点。在建筑给排水设计中,应根据建筑物的结构和用水需求设计合理的循环管道布局和走向,应考虑管道的保温性能和耐压性能,确保热水的输送和使用效果。

(4) 控制系统是太阳能热水系统的核心部分,负责控制整个系统的运行。在建筑给排水设计中,应根据系统的特点和需求选择合适的控制系统类型和规格,应考虑控制系统的安全性和可靠性,确保系统的稳定运行和使用效果。

### 2. 空气源热泵技术

空气源热泵技术是一种利用空气作为热源的供热和供冷技术。在建筑给排水设计中,空气源热泵技术的应用可以显著降低建筑物的能耗和排放,提高能源利用效率,符合节能减排的要求。

(1) 在建筑给排水设计中,应根据建筑物的特点和需求选择合适的热泵机组类型和规格。热泵机组应具有较高的能效比和稳定性,能够满足建筑物内的热水和冷气需求,应考虑热泵机组的安装位置和环境因素,确保其正常运行和使用效果。

(2) 循环管道是空气源热泵系统中的输水管道,用于将加热后的热水输送到建筑物内的各个用水点。在建筑给排水设计中,应根据建筑物的结构和用水需求设计合理的循环管道布局和走向,应考虑管道的保温性能和耐压性能,确保热水的输送和使用效果。

(3) 控制系统是空气源热泵系统的核心部分,负责控制整个系统的运行。在建筑给排水设计中,应根据系统的特点和需求选择合适的控制系统类型和规格,应考虑控制系统的安全性和可靠性,确保系统的稳定运行和使用效果。

### 3. 地源热泵技术

地源热泵技术是一种利用地球浅层地热资源进行供热和供冷的技术。地源热泵技术利用地球浅层地热资源,不需要燃烧化石燃料,因此能够显著降低能源消耗。地源热泵技术不受天气和气候的影响,运行稳定可靠。

(1) 地埋管是地源热泵系统的重要组成部分,用于将地球浅层地热资源引入系统。在建筑给排水设计中,应根据建筑物的特点和需求设计合理的地埋管布局和走向,应考虑地埋管的保温性能和耐压性能,确保其正常运行和使用效果。

(2) 在建筑给排水设计中,应根据建筑物的特点和需求选择合适的热泵机组类型和规格。热泵机组应具有较高的能效比和稳定性,能够满足建筑物内的热水和冷气需求,应考虑热泵机组的安装位置和环境因素,确保其正常运行和使用效果。

(3) 循环管道是地源热泵系统中的输水管道,用于将加热后的热水输送到建筑物内的各个用水点。在建筑给排水设计中,应根据建筑物的结构和用水需求设计合理的循环管道布局和走向,应考虑管道的保温性能和耐压性能,确保热水的输送和使用效果。

(4) 控制系统是地源热泵系统的核心部分,负责控制整个系统的运行。在建筑给排水设计中,应根据系统的特点和需求选择合适的控制系统类型和规格,应考虑控制系统的安全性和可靠性,确保系统的稳定运行和使用效果。

## (三) 减排技术

### 1. 中水回用技术

中水回用技术是一种将废水经过适当处理后,再次用于建筑

物内或周边环境中的技术。在建筑给排水设计中,应根据建筑物的特点和需求设计合理的废水收集和处理系统,废水收集系统能够收集建筑物内产生的各种废水,如生活污水、冷却水等,处理系统能够对废水进行适当的处理,如过滤、消毒等,确保废水达到再利用的标准;中水储存和分配系统是中水回用技术的核心部分,在建筑给排水设计中,应根据建筑物的特点和需求设计合理的中水储存和分配系统,中水储存系统应能够储存一定量的中水,确保中水的供应稳定可靠,分配系统应能够将中水输送到建筑物内的各个用水点,如卫生间、绿化等;控制系统是中水回用技术的核心部分,负责控制整个系统的运行。

## 2. 灰水回收技术

灰水回收技术是一种利用建筑排水中的灰水进行回收和处理的技术。在建筑给排水设计中,应根据建筑物的特点和需求设计合理的灰水收集系统,灰水收集系统应能够将建筑排水中的灰水进行收集和处理,确保收集的灰水水质稳定可靠;灰水处理系统是灰水回收技术的核心部分,在建筑给排水设计中,应根据灰水的特性和处理要求设计合理的灰水处理系统,处理系统应能够对灰水进行适当的处理,如过滤、消毒等,确保处理后的灰水达到再利用的标准;灰水储存和分配系统是灰水回收技术的关键部分,在建筑给排水设计中,应根据建筑物的特点和需求设计合理的灰水储存和分配系统,储存系统应能够储存一定量的处理后的灰水,确保供应稳定可靠。分配系统应能够将处理后的灰水输送到建筑物内的各个用水点,如卫生间、绿化等。

## 3. 降低噪音和振动技术

在建筑给排水设计中,降低噪音和振动技术是节能减排的重要手段之一。通过采取有效地措施,可以减少建筑给排水系统运行时产生的噪音和振动,提高居民的生活质量和舒适度。在建筑给排水设计中,应合理设计管道的布局和走向,避免管道过长、弯曲过多等导致噪音和振动的产生,应选用优质的材料和管件,确保管道的稳定性和耐用性;在建筑给排水系统中,可以安装消音器来降低噪音,消音器可以吸收和消除管道中的声波,减少噪音的传播;在建筑给排水系统中,可以采取减振措施来减少振动,例如在管道连接处安装减震器,或在管道支架上安装减震装置等;定期对建筑给排水系统中的设备进行维护和保养,确保设备的正常运行和使用效果,及时更换损坏的部件,避免因设备故障导致噪音和振动的产生。

# 二、案例分析

## (一) 项目概况

某高层住宅楼位于城市中心区域,为了响应国家节能减排的号召,提高居民的生活质量,该住宅楼在给排水设计中采用了多种节能减排技术。

## (二) 节能减排目标

该高层住宅楼的节能减排目标包括:通过优化给排水系统设计,减少能源消耗,降低运营成本;采用环保材料和设备,减少废水排放,减轻对环境的影响;通过中水回用、灰水回收等技术,提高水资源的利用效率。

## (三) 节能减排技术应用

该高层住宅楼采用了分区分层供水方式,根据楼层高度和用

水需求进行合理分区,避免了供水压力过大或过小的问题,采用了变频调速水泵供水方式,根据实际用水量自动调节水泵转速,避免了电能的浪费;该高层住宅楼在给排水系统中选用了环保材料和设备,如可再生材料制成的管道、低能耗的阀门和水龙头等,这些材料和设备的使用不仅降低了能耗,还减少了废水的排放;该高层住宅楼在给排水设计中采用了中水回用技术,通过收集建筑排水中的灰水,经过适当的处理后,用于绿化浇灌、冲厕等非饮用水用途,这种技术的应用不仅提高了水资源的利用效率,还减轻了对环境的负担;该高层住宅楼在给排水设计中还采用了灰水回收技术,通过收集建筑排水中的灰水,经过适当的处理后,用于冲洗卫生间等用途。这种技术的应用不仅降低了建筑物的水资源消耗,还提高了水资源的利用效率。

## (四) 效果评估

经过一段时间的运行后,该高层住宅楼的节能减排效果显著。具体表现为:通过优化给排水系统设计和采用环保材料和设备,该高层住宅楼的能耗降低了约20%;采用环保材料和设备以及中水回用、灰水回收等技术,该高层住宅楼的废水排放量减少了约30%;通过中水回用、灰水回收等技术应用,该高层住宅楼的水资源利用效率提高了约25%。

# 三、结论

随着全球对环境保护和可持续发展的日益关注,节能减排技术在建筑给排水设计中的应用变得越来越重要。通过优化设计、选用环保材料和设备、推广中水回用和灰水回收等技术,可以在满足建筑给排水功能需求的同时,降低能耗和污染,提高水资源利用效率。本文的研究结果可以为其他类似建筑提供一定的参考,推动我国建筑领域的节能减排工作取得更大的进展。

# 参考文献

- [1] 李仲慧. 建筑给排水节能减排设计应用实例研究 [J]. 住宅与房地产, 2023,(20): 103-105.
- [2] 林光洪. 绿色建筑给排水节能减排技术研究——以某绿色建筑为例 [J]. 房地产世界, 2023,(13): 154-156.
- [3] 李艾莉. 高层建筑给排水设备设施设计要点以及节能减排设计的研究 [J]. 中国设备工程, 2023,(12): 244-246.
- [4] 麻思明, 关蕾, 赵洁. 建筑给排水工程施工中节能减排的措施研究 [J]. 散装水泥, 2021,(02): 6-7.
- [5] 李涛. 绿色建筑给排水节水节能新技术的应用 [J]. 建材与装饰, 2020,(11): 34-35.
- [6] 杨振龙. 节能减排技术在建筑给排水设计中的应用 [J]. 冶金管理, 2020,(05): 207-208.
- [7] 王顺江. 建筑给排水工程施工中节能减排措施研究 [J]. 住宅与房地产, 2019,(36): 161.
- [8] 薛能. 建筑给排水设计中节能减排设计分析 [J]. 建材与装饰, 2019,(08): 105-106.
- [9] 张军, 贾学斌. 建筑给排水设计中的节能减排 [J]. 科学技术创新, 2018,(34): 115-116.
- [10] 王群. 博物馆建筑给排水系统节能减排途径技术 [J]. 山东工业技术, 2018,(24): 98.
- [11] 赵庆怀. 城市建筑给排水节能减排技术措施研究 [J]. 建材与装饰, 2018,(44): 3-4.
- [12] 卞育军. 建筑给排水节水节水技术与应用分析 [J]. 居舍, 2017,(30): 28.
- [13] 张鹏飞. 节能减排技术在建筑给排水设计中的应用 [J]. 科技与创新, 2017,(11): 161.
- [14] 孙兵. 绿色建筑给排水节能技术探析 [J]. 江西建材, 2017,(06): 50.
- [15] 毛培芝. 浅析建筑给排水节能减排设计 [J]. 建材与装饰, 2016,(48): 107-108.



# 云南省抗战胜利纪念堂文物病害勘察及修缮措施研究

朱宇华, 刘芙含

北京建筑大学 建筑与城市规划学院, 北京 100044

**摘 要 :** 抗战胜利纪念堂是昆明市第一座纪念性大型会堂建筑, 也是近代昆明最为重要的纪念性会堂建筑。在历史的长河中, 抗战胜利纪念堂的兴衰变迁, 在很大程度上反映了昆明市甚至云南省的兴衰、变迁, 它在云南人民心目中有着特殊重要的地位, 无论在历史、文化和艺术上都具有极高的价值。文章以云南省抗战胜利纪念堂为对象进行病害勘察, 并提出相应的修缮保护措施。

**关 键 词 :** 抗战胜利纪念堂; 病害; 保护修缮

## Research on the Survey and Repair Measures of Cultural Relics and Diseases in the Victory Memorial Hall of the Anti Japanese War in Yunnan Province

Zhu Yuhua, Liu Fuhuan

College of Architecture and Urban Planning, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044

**Abstract :** The Victory Memorial Hall of the Anti-Japanese War is the first large-scale commemorative hall building in Kunming, and also the most important commemorative hall building in modern Kunming. In the long river of history, the rise and fall of the Anti-Japanese War Victory Memorial Hall largely reflects the rise and fall of Kunming City and even Yunnan Province. It holds a special and important position in the hearts of the people of Yunnan, and has extremely high value in history, culture, and art. The article takes the Yunnan Province Anti-Japanese War Victory Memorial Hall as the object for disease investigation and proposes corresponding repair and protection measures.

**Key words :** Victory Memorial Hall of the Anti Japanese War; disease; protection repair

### 一、建筑概况

抗战胜利纪念堂位于云南省昆明市五华区云端西路49号, 该建筑是一座庞大的宫殿式建筑, 平面意向为美军飞虎队战机造型, 由弧形的门廊, 庄重舒展的前楼, 拱形穹顶的大厅, 高耸的后楼组成, 占地面积1519平方米, 建筑面积达3600平方米, 内有礼堂、过厅、小会议室、办公室、舞台等。建筑结构以钢筋混凝土结构为主, 采用传统歇山式琉璃瓦大屋顶、清式斗拱、飞檐凌空、彩画梁枋, 配以西式风格的墙体及门窗, 体现出中西合璧的独特风貌, 为我国近代优秀建筑的典范之一。

### 二、价值分析

抗战胜利纪念堂于2006年5月25日, 由国务院核定并公布为第六批全国重点文物保护单位, 具有丰富的历史, 艺术, 科学价值。

#### (一) 历史价值

抗战胜利纪念堂承载和纪念了云南抗日战争的历史。在抗日战争时期, 中国沿海、内地广大地区被日寇占领, 云南成为中国抗日战争的大后方, 昆明则成为大后方的重镇, 战略地位极其重要。全面抗战八年中, 云南自始至终都是中国对外的唯一交通通道, 始有滇越铁路, 继而修筑了滇缅公路, 开辟了驼峰航线, 最后还修建了中印(史迪威)公路。

同时作为重要的政治文化活动现场, 抗战胜利纪念堂见证了

人民代表大会制度在云南建立、发展、完善的历史进程。从新中国成立之初到2005年, 抗战胜利纪念堂作为云南省重要的政治文化活动场所, 云南省人民代表大会会议等象征人民当家作主的一系列重大政治活动均在此举行。从云南省第一届人民代表大会第一次会议到云南省第十届人民代表大会第二次会议的40年间, 云南省人民代表大会先后在抗战胜利纪念堂召开37次会议。

#### (二) 艺术价值

抗战胜利纪念堂是具有时代性的中西建筑艺术融合的结晶, “中”表现在: 部分屋顶是中国传统屋顶, 檐下施半拱, 飞檐翘角, 雄伟中不失典雅; “西”表现在: 部分窗是西式半圆券, 上有西式花饰, 此种式样窗是西方文艺复兴时窗的变体。

#### (三) 科学价值

抗战胜利纪念堂的设计理念、设计方式在当时具有一定的先进性, 该项目在招标时就要求进行规划——景观——建筑“三位一体”设计, 体现了多元建筑思想的交融与规划理念的融合。

#### (四) 社会价值

抗战胜利纪念堂是全省传承红色基因和举行主题党日的重要基地。从1995年免费开放以来, 作为云南省爱国主义教育基地、云南省国防教育基地和全国青少年教育基地, 一直是全省传承红色基因和举行主题党日的重要基地; 是每年省、市举行“9.30烈士纪念日”向“烈士敬献花篮仪式”的唯一场所, 主要承担机关团体在清明节、重要纪念日举行纪念、缅怀、瞻仰、悼念 ze 活动的服务工作; 党政机关、企事业单位、社会团体和学校举行主题

党日活动、爱国主义教育和国防教育，以及相关讲座、报告会等活动的服务工作。在全省传承红色基因，弘扬社会主义核心价值观方面发挥着重要作用。

**（五）文化价值**

抗日战争的胜利是中华民族历经艰难痛苦，流血牺牲而赢得的，胜利堂是为纪念如此历史性的胜利而修建的，故在其诞生之时，就寄托了云南人民深厚的爱国主义、民族主义情感。抗战胜利纪念堂的建设寄托了云南人民深厚的爱国主义、民族主义情感。

**三、现存病害勘察**

**（一）现状勘察**

根据该建筑钢混结构传统做法屋面的特点，本次对建筑主要病害的归纳从结构构造、装饰装修两方面进行：

**（1）结构与构造**

以舞台为首的歇山顶建筑全部存在屋面局部或大部隆起变形问题，其中舞台建筑经过上屋面揭瓦勘察，发现此建筑屋面中段和顶部大面积筒瓦拔节，多处漏雨，屋面多处防水失效。

建筑檐口尤其门厅东西楼的转角部位大量存在漏雨浇檐问题，导致连檐角梁等其他构件霉变、糟朽。

门厅南侧门廊排水不畅，二层平台与建筑交界处积水严重，常倒灌进入室内；礼堂两侧室外大楼梯转角处混凝土存在裂缝，局部有上下通缝；礼堂屋面表面防水层老化，普遍存在起褶卷边，部分较严重部位脱落；礼堂北侧屋面与门厅交界处排水不畅，雨天积水严重；礼堂屋面两侧女儿墙表面普遍存在大面积脏污水渍；建筑整体水刷石外墙、仿石涂层外墙、石构件表面普遍存在大面积脏污水渍，局部霉变；礼堂两侧楼梯铁栏杆构件表面局部漆面剥落、锈蚀。

**（2）装饰装修**

建筑所有使用瓦件的屋面多少存在部分瓦件表面釉面易崩落的问题，其中舞台和门厅东楼北侧、礼堂两侧门顶部的瓦件还存在严重的变色问题。

建筑墙基表面和部分墙角处墙体漆面起皮剥落；建筑窗洞较深，普遍存在鸟类筑窝问题，墙面有较大面积鸟粪污染痕迹；建筑门窗尤其南侧部分普遍存在表面油漆褪色脱落、木构件开裂糟朽等问题；建筑彩绘普遍存在变色褪色，其中绿色油漆基本全部褪色。

**（二）主要残损原因分析：**

**（1）自然因素**

老化：抗战胜利纪念堂自1946年竣工以来陆续经过1978、1990、2007年几次大型维修，而今年距离上次维修已经过16年，许多构件随时间自然老化，如瓦件和屋面、混凝土楼梯等。

雨水侵蚀：昆明夏无酷暑，雨量集中，且多大雨、暴雨，降水量占全年的60%以上，对建筑墙体表面造成损坏，且雨水渗漏促使构件老化，如现状屋面存在漏雨、全部室外墙体表面有水渍。植物：昆明作为“春城”气候条件适合植物生长，多处屋面上

附着的植物和建筑各处的苔藓对建筑屋面结构和墙体表面等造成破坏，如全部屋面和全部墙基。

动物：昆明人与动物和谐相处的同时，松鼠鸽子在建筑窗台等部位的生活造成了粪便污染等不良影响，如舞台墙体门窗。

**（2）人为因素**

不当维修：维修中使用的材料和施工技术不当对建筑造成新的破坏，对建筑耐久产生影响，如舞台和门厅东西楼屋面。

不当改造：建筑后期使用中为生活便利而对建筑造成不良影响，如礼堂室外通风口为堆放杂物对建筑造成破坏。

**（3）维护因素**

缺乏检测：建筑在日常使用中部分维护和病害勘察检测缺乏，导致病害扩大化，如屋面漏雨和屋面普遍变形、礼堂防水层大面积脱落。

排水不畅：排水管堵塞或不足导致雨水淤积，如礼堂拱顶与门厅、舞台交界处和门厅二层室外门廊露台。

**四、拟定工程性质和修缮措施**

**（一）修缮建议：**

依据《文物保护工程管理办法》，本次工程为现状整修工程。为了最大限度保存文物历史信息，使文物建筑的病害得到治理，使建筑达到安全状态，针对勘察过程中的问题提出保护修缮建议：

**（1）屋面：**

挑顶重做屋面：挑顶前应保证下方钢结构屋架的稳定性，防止构件发生偏移。全面揭开瓦件，确认木基层/混凝土屋顶损坏程度，铲除老化丙纶卷材防水层、泥背，检查下方木构件及钢结构，如有残损和漏雨点应据实修整更换，按现状做法重做屋面防水层及泥背，补配木构件和新瓦件，重新调脊。

补配新瓦：无表面崩裂、破损的旧瓦应尽量继续使用，无法使用的按老瓦样式尺寸补配新瓦及新脊件。重新烧制的瓦件、脊件应配合工期并及早提出计划。添配的新瓦（脊）件应避免与旧瓦件产生新旧风格差异。

丙纶卷材防水：基面干净、牢固，无起皮、开裂，配置并涂刷粘料，厚度及粘贴层数

原则上以现状为准，同时应粘贴牢固严实，满足建筑防水要求。

**（2）木基层**

本次修缮中斗拱、椽等均为装饰性木构件受力较小，其中椽子均为后期钉短木椽。

木作修缮：新换木构件均应保证含水率在15%以下，并做好防虫、防腐处理。木构件均选用同种干燥木料，表面涂刷ACQ防腐溶液三道。原木构件易受潮和虫蛀的隐蔽部位（如墙内部分），如在修缮揭露时亦应进行防腐防虫处理。

补配、更换糟朽、破损严重的望板：揭除屋面后，拆除需更换的望板，用同种干燥木

料采用柳叶缝错缝横铺方式重新铺设新望板。

补配木椽：考虑其尺寸及不受力因素，因檐口漏雨导致表面美观受影响的应全部更换。

### （3）墙体

本次修缮墙体均为表面工程。

墙体表面清理水渍、鸟粪等脏污，清洗剂经过渗透过程进入墙体的微孔隙；清洗剂在微孔隙中与污垢分子发生物理或化学作用，大多数污垢为不溶性化合物，清洗剂使之变成可溶性化合物，通过吸出或稀释清洗等步骤清除作用后的残留物。墙基表面均为按原颜色重做涂装。

### （4）装修

现状门窗均为上次大修中按传统风格更换补配，本次按现状样式做法修缮、部分补配。

## （二）修缮程度

### （1）结构方面

本次修缮不干扰承重结构。门厅及门厅东西楼未揭瓦勘察，挑顶过程中发现结构问题及时联系设计及主管部门，以便采取后续措施。坡屋顶金属构架及木构件等在施工时仔细探查，发现有残损、糟朽、断裂等问题要及时与设计单位沟通，采取加固补救措施。

### （2）构造方面

坡屋顶挑顶修缮，替补糟朽、损坏木构件及瓦件，重做防水

层。礼堂屋顶剔除现有防水层，打点修补水泥砂浆层破损部位，重做屋面防水层。礼堂与门厅交界处与门厅南侧门廊处重做防水，疏通雨水管，并增加排水口和雨水管数量。室内外地面、墙面破损处打点修补。楼梯、栏杆等残损部位修补更换糟朽的檐口部位飞椽、装饰性斗拱等构件。

### （3）装饰方面

重做外墙墙基表面涂装，对外墙墙面表面污渍进行清理，维修吊顶，打点修补。门窗构件维修、更换，修补残损处，新做表面涂装。对褪色明显的彩绘重绘、补绘。

### （4）设备方面

本次不做电力电讯线路改造，不做避雷设计。

## 五、结束语

本研究选取云南省抗战胜利纪念馆为例进行勘察研究，分析其普遍存在的残损现状及病害风险，从而寻找适用于该建筑的保护途径和保护方向。所采取的保护措施以缓解损伤及文物安全为主要目标，正确把握审美标准的原则，最大限度保存文物历史信息的前提下，使文物建筑的病害得到治理，使建筑达到安全状态。目前该建筑为云南省重要的政治文化活动场所，修缮后继续用于云南省重要的政治文化活动场所，并限时向社会开放。

## 参考文献

- [1] 祁英涛. 祁英涛古建论文集 [M]. 华夏出版社, 1992.
- [2] 王琦. 革命题材博物馆展示设计研究 [D]. 昆明理工大学, 2013.
- [3] 赵晓君. 昆明市“飞虎队”遗产保护与再利用规划研究 [D]. 昆明理工大学, 2015.
- [4] 房俞含, 王肖宇, 王佳宁, 等. 沈阳清昭陵隆恩殿病害勘察与修缮保护措施 [J]. 建筑安全, 2022, 37(1): 72-75.
- [5] 马炳坚. 中国古建筑木作营造技术 (第二版) [M]. 科学出版社, 2006.

# 河流治理中的河床疏浚与水流调控技术创新

顾娴

北京金河水务建设集团有限公司，北京 102200

**摘要：**在当今世界，河流治理对于保障人类社会和自然生态的和谐共存至关重要。河床疏浚和水流调控技术的创新成为确保河流健康和功能性的关键。这些技术不仅有助于预防洪水灾害、维护航道畅通，还在生态恢复和保护方面扮演重要角色。技术的应用特点体现在多样性与灵活性、环境友好性、高效率与成本效益，以及可持续性。未来，技术发展将朝着自动化和智能化、综合管理、持续的技术创新，以及全球适应性的方向发展。这些创新不仅应对现有挑战，还预见并适应未来的变化。

**关键词：**河流治理；河床疏浚；水流调控技术

## Technological Innovations in Riverbed Dredging and Flow Regulation in River Management

Gu Xian

Beijing Jinhe Water Construction Group Co., Ltd, Beijing 102200

**Abstract：** In today's world, river management is crucial to ensure the harmonious coexistence of human society and natural ecology. Innovations in riverbed dredging and flow regulation technologies have become a key to ensuring the health and functionality of rivers. These technologies not only help to prevent flood disasters and maintain smooth navigation, but also play an important role in ecological restoration and protection. The application of technologies is characterized by diversity and flexibility, environmental friendliness, efficiency and cost-effectiveness, and sustainability. In the future, technological development will move towards automation and intelligence, integrated management, continuous technological innovation, and global adaptability. These innovations not only address existing challenges, but also anticipate and adapt to future changes.

**Key words：** river management; riverbed dredging; flow regulation technology

## 一、引言

河流作为自然界和人类社会的重要组成部分，承载着生态、经济和文化的多重价值。随着全球气候变化和人类活动的增加，河流面临着前所未有的挑战，如洪水灾害、航道阻塞以及生态退化。这些问题的解决需要创新的技术方法。河床疏浚和水流调控技术的发展，为解决这些挑战提供了新思路。它们不仅关注即刻问题的解决，还着眼于未来的可持续发展。例如，通过多样化和灵活性的技术应用，可以根据不同河流的特点和需求提供定制化解决方案。这些进步不仅有助于当前的河流治理，也为应对未来容易出现的挑战做好了准备。

## 二、河流治理中的河床疏浚的必要性

### （一）预防洪水灾害

河床疏浚在预防洪水灾害方面发挥着至关重要的作用。每年，全球范围内洪水造成的经济损失估计达数十亿美元，影响数百万人的生活。洪水的主要原因之一是河流的过度淤积，导致河

道容量减少，水流无法顺畅通过<sup>[1]</sup>。根据联合国环境规划署的数据，过去十年中，由于河流淤积加剧，洪水频率和强度在全球范围内都有所增加。河床疏浚通过移除河床中的沉积物，增加了河道的蓄水能力。例如，分析表明，在执行定期疏浚的河流中，洪水峰值减少了约20%。这不仅降低了河水泛滥的风险，还为河岸生态系统提供了更为稳定的环境。此外，疏浚还可以改善河流的水流特性，使之更能适应极端天气事件，从而降低洪水对周边社区的威胁。

### （二）维护航道畅通

河床疏浚对于维护航道的畅通同样至关重要。据世界银行统计，全球约有60%的货物运输依赖于内河运输。河流淤积会导致航道深度和宽度的减少，严重影响航运效率和安全<sup>[2]</sup>。例如，一项分析表明，由于河床淤积，某主要内河航道的货物运输量在一年内下降了约15%。通过定期进行河床疏浚，可以有效地移除河床中的沉积物，保持航道的深度和宽度。这不仅提高了航运的安全性，还提高了航运的效率。事实上，疏浚后的航道可以支持更大吨位的船舶通行，从而提高货物运输的经济效益。例如，一个成功的疏浚项目可以使航道吞吐量提高20%以上，显著增强区域内



的贸易和经济发展。

### （三）生态恢复和保护

河床疏浚在河流的生态恢复和保护方面也扮演着关键角色。河流生态系统的健康直接受到河床状态的影响。河床淤积不仅降低了水质，还会导致水生生物栖息地的丧失<sup>[9]</sup>。根据国际自然保护联盟的报告，河流淤积是导致全球淡水物种濒危的主要原因之一。通过河床疏浚，可以移除积累的有机物和污染物，从而改善水质，为水生生物提供更适宜的生活环境。例如，一项分析指出，在进行了疏浚的河段，水生植物和鱼类的多样性比未疏浚的河段高出30%以上。这表明疏浚对于维持河流生态系统的平衡和多样性至关重要。因此，河床疏浚在预防洪水灾害、维护航道畅通以及生态恢复和保护方面具有显著的必要性，对于确保河流的健康和功能性发挥着关键作用。

## 三、河床疏浚与水流调控技术的应用特点

### （一）多样性和灵活性

河床疏浚与水流调控技术的多样性和灵活性是其核心应用特点之一。这些技术的设计和实施可以根据不同河流的地理特征、水文条件以及所面临的具体挑战进行调整<sup>[10]</sup>。例如，疏浚设备的种类繁多，包括机械式抓斗、吸入式挖泥船和环保疏浚设备，每种设备都适用于不同类型的河床材料和淤积状况。一项调查显示，超过75%的河流治理项目根据河流特性选择了特定类型的疏浚设备。技术的灵活性还体现在其能够适应不同规模和复杂度的项目。无论是小型河流的局部疏浚，还是大型河流系统的综合治理，技术都可以灵活调整以满足需求<sup>[11]</sup>。例如，在一个涉及多条支流的综合治理项目中，技术的灵活运用使得每条支流都得到了有效的治理，而不是采用“一刀切”的方式。在这样的项目中，河流的整体健康得到了显著改善，水质提升了约30%，生物多样性增加了25%。

### （二）环境友好性

河床疏浚与水流调控技术的环境友好性是其另一个显著特点。随着对生态保护意识的增强，现代疏浚技术越来越注重减少对河流生态系统的负面影响。这些技术在设计和操作过程中都考虑到了最小化对水质、水生生物和河岸环境的干扰<sup>[6]</sup>。一项分析报告显示，在使用了环保疏浚技术的河流中，水生生物的栖息地受到的干扰减少了40%，并且在疏浚后的恢复时间缩短了50%。此外，许多疏浚项目开始采用更加环保的方法来处理疏浚出的沉积物。这些方法包括湿地恢复、岸线稳定和污染物质的安全处置。例如，在一个大型河流治理项目中，疏浚出的沉积物被用于恢复附近的湿地，增强了该地区的生物多样性，并提供了新的栖息地给当地野生动物。此外，通过减少了对化石燃料的依赖和提高能源效率，现代疏浚设备也减少了碳排放，为应对气候变化做出了贡献。在过去的五年中，这种方法在全球范围内的应用增加了近60%，显示出其日益增长的受欢迎程度。

### （三）高效率 and 成本效益

河床疏浚与水流调控技术的高效率和成本效益是其显著特

点。随着技术的进步，现代疏浚方法不仅提高了作业效率，同时也降低了整体成本<sup>[7]</sup>。这一点在多个实际项目中得到了验证。例如，一项大规模河流治理项目中，通过采用先进的疏浚设备和技术，项目的完成时间比传统方法缩短了约30%，同时总成本降低了近25%。技术的高效率主要体现在快速移除河床沉积物和减少工作时间内。此外，这些技术还减少了对周边环境的干扰，加快了项目的整体进度。成本效益方面，现代技术减少了对人力资源的依赖，并优化了能源消耗。这不仅降低了直接成本，还减少了因环境恢复和维修等后续工作带来的间接成本<sup>[8]</sup>。在一项针对多个国家的疏浚项目的分析中，发现采用高效技术的项目比传统方法节省了平均20%的总成本，同时保持了同等或更高的工作质量。

### （四）可持续性

河床疏浚与水流调控技术的可持续性是其应用中的一个重要方面。这些技术不仅解决了当前的河流问题，还考虑了长远的环境和社会效益。首先，这些技术在设计和实施时，强调最小化对生态环境的影响。例如，一些先进的疏浚技术能够在不破坏河床结构的情况下移除沉积物，从而保护了水生生物的栖息地。其次，可持续性还体现在优化资源使用和减少能耗方面。现代疏浚技术通过提高能源效率，减少了碳足迹<sup>[9]</sup>。例如，一些新型疏浚设备采用了节能设计，使能源消耗比传统设备减少了约40%。最后，可持续性还包括对项目长期效果的预测和规划。通过使用模拟和数据分析工具，项目规划者能够预测不同疏浚方案对河流未来几十年的影响，从而选择最有利于长期河流健康和社会经济发展的方案<sup>[10]</sup>。在实施过程中，这些工具还能用于监测项目进展和调整策略，确保最终达成的是持久且有效的河流治理成果。

## 四、河床疏浚与水流调控技术的未来发展趋势

### （一）自动化和智能化

河床疏浚与水流调控技术的未来发展趋势之一是自动化和智能化。这一趋势的核心在于利用先进的技术，如人工智能（AI）、机器学习、远程传感和数据分析，以提高河流治理的效率和效果<sup>[11]</sup>。在实现自动化方面，未来的疏浚和水流调控将更多依赖于无人操作的设备，比如无人驾驶的疏浚船和自动化监测系统。这些设备能够在不需要人工干预的情况下进行精确的作业，例如，无人疏浚船可以根据预设的程序和实时数据自动调整作业深度和位置，提高作业精度和效率。智能化则体现在技术的决策和优化能力上。通过整合AI和机器学习，疏浚和水流调控系统能够根据实时收集的数据自动调整策略<sup>[12]</sup>。例如，智能系统可以分析河流的流速、沉积物类型和分布，然后确定最佳的疏浚方式和时间，以最小的干扰实现最佳效果。此外，智能化技术还能够预测和响应未来的变化。利用大数据和趋势分析，系统可以预测河流未来的变化趋势，如淤积速度和洪水风险，从而提前制定应对措施。

### （二）综合管理

河床疏浚与水流调控技术的另一发展趋势是综合管理，即将河流治理作为一个多维度的系统工程来进行规划和实施。这种方法不仅涉及技术层面的创新，还包括政策制定、社会参与和跨学



科合作<sup>[13]</sup>。综合管理首先要求在治理策略的制定上,考虑到河流生态、社会经济、文化价值和气候变化等多方面因素。这意味着,制定河流治理计划时,需要通过跨学科团队的合作,将生态学家、工程师、社会学家和经济学家的意见整合到一起。在实施层面,综合管理还要求使用多种技术和方法的组合,而不是单一的解决方案。这包括结合物理疏浚和生态恢复措施,或是将工程干预与自然过程的管理结合起来。例如,一些项目在进行物理疏浚的同时,会建立人工湿地或恢复河岸植被,以增强河流的自然恢复能力和生态多样性。同时,综合管理还强调了持续监测和评估的重要性。通过建立长期的监测系统和定期评估项目的效果,可以确保治理措施不断适应环境和社会的变化,实现持久有效的管理效果。

### （三）技术创新

河床疏浚与水流调控技术的未来发展趋势之一是持续的技术创新。这包括开发新材料、设计先进的疏浚设备和实现更高效的数据处理方法。首先,在新材料方面,研发团队应致力于开发更耐用、环境友好的材料用于疏浚设备。例如,一些新型材料能够减少疏浚过程中的摩擦,从而降低能源消耗和延长设备寿命。其次,在疏浚设备设计方面,未来的趋势是向着更高效率和精准度发展。新一代疏浚设备将采用先进的控制系统和自动化技术,提高疏浚的精确度和效率<sup>[14]</sup>。例如,一些新设计的挖泥船可以根据实时收集的河床数据自动调整作业深度和速度,使疏浚更加精确和高效。最后,在数据处理方面,利用大数据和人工智能技术可以更准确地预测河流淤积趋势和洪水风险。通过对历史数据和实时监测数据的深度分析,可以制定出更有效的疏浚计划。例如,利用机器学习算法分析的数据可以帮助预测特定区域的淤积速度和类型,从而实现更有针对性的疏浚。

### （四）全球适应性

河床疏浚与水流调控技术的另一个发展趋势是提高其全球适应性。这意味着开发能够在不同地理环境和气候条件下有效运用的技术。

首先,为实现这一目标,研究人员和工程师应致力于开发模块化和可定制的疏浚系统。这些系统可以根据特定河流的特性,如河床材料、流速和生态系统类型进行调整<sup>[15]</sup>。例如,在山区河流,疏浚系统会需要特别设计以适应急流和狭窄的河道。其次,全球适应性还要求河流治理技术能够考虑到当地的社会经济条件和文化背景。这意味着技术应该是经济上可行的,并且能够获得当地社区的支持和参与。例如,一些发展中国家会需要成本较低但效率依然高的解决方案,同时这些方案还需要易于维护和操作,以适应当地的技术和人力资源条件。最后,通过考虑不同地区的特殊需求和条件,河流治理技术能够更有效地应对全球性的环境挑战,如气候变化导致的洪水和干旱问题,从而为全球范围内的河流健康和可持续性做出贡献。

## 结束语

在本文中,探讨了河床疏浚与水流调控技术在河流治理中的重要性及其应用特点,并着眼于其未来发展趋势。从预防洪水灾害、维护航道畅通,到促进生态恢复和保护,这些技术在多方面展现了其价值。并且看到了技术在多样性、环境友好性、效率和可持续性方面的显著特点。未来,技术创新、自动化、智能化以及全球适应性的提升将进一步加强河流治理的能力。这些发展将更好地应对环境挑战,保护和恢复河流生态系统,为实现河流与人类社会的和谐共存做出贡献。

## 参考文献

- [1] 侯小毛. 疏浚工程施工中保障港口与航道通航的策略探究 [J]. 珠江水运, 2023, (22): 27-29.
- [2] 饶鸿辉. 水下测量技术在航道疏浚工程中的应用研究 [J]. 珠江水运, 2023, (21): 60-62.
- [3] 张焱. 通航河道爆破礁石疏浚施工技术的有效运用 [J]. 珠江水运, 2023, (21): 102-104.
- [4] 张浩文, 黄晨. 浅谈岩石质河床“相对法”液压破碎疏浚的施工工艺 [J]. 中国水运, 2023, (11): 86-88.
- [5] 宗凯, 周云. 基于人水和谐的城市河流生态治理评价 [J]. 河南水利与南水北调, 2023, 52 (10): 13-14.
- [6] 陈莉莉. 水利工程风险评估与应对策略——以河流治理工程为例 [J]. 建材发展导向, 2023, 21 (20): 39-41.
- [7] 黄永达. 水利工程城市中小河流治理过程现状及对策探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (29): 210-212.
- [8] 张美荣, 杨彬. 宝鸡市凤翔区中小河流水环境综合治理探析 [J]. 陕西水利, 2023, (09): 90-91.
- [9] 黄国兵, 杨伟, 侯冬梅, 胡晗, 李会平, 张陆陈, 吴双. 大型水利枢纽泄洪运行安全实时调控技术 [J]. 长江科学院院报, 2021, 38 (10): 88-92+111.
- [10] 张洋, 王灿发. 《修复河床何以变成大肆采砂——关于河南鲁山县沙河、荡泽河清障疏浚工程的调查》[J]. 中国记者, 2019, (12): 41.
- [11] 刘杰. 长江口深水航道河床演变与航道回淤研究 [D]. 华东师范大学, 2008.
- [12] 朱国贤, 项明. 沿海挡潮闸闸下淤积分析与疏浚技术 [J]. 海洋工程, 2005, (03): 115-118.
- [13] 陈东, 胡春宏, 张启舜, 吉祖稳. 河床枯萎疏浚浅论 [J]. 泥沙研究, 2000, (01): 65-68.
- [14] 龚桂生. 电站下游河床疏浚方案及效益分析 [J]. 小水电, 1997, (05): 26-27.
- [15] 周伟江. 鹿特丹地区软底河床航道的维护疏浚 [J]. 水运工程, 1980, (05): 41-44.

# 工业建筑高效制冷机房能效比研究

邓泳德

广东申菱环境系统股份有限公司，广东 佛山 528300

**摘 要：** 本文通过对工业建筑制冷机房能效比的研究，总结了其设计方法和影响因素，分析了制冷机房能效比对工业建筑空调系统设计、运行及节能的影响。结果表明，制冷机房能效比是工业建筑空调系统设计、运行及节能的重要影响因素。

**关 键 词：** 工业建筑；高效制冷机房；能效比

## Study on Energy Efficiency Ratio of High Efficiency Refrigeration Plant Rooms in Industrial Buildings

Deng Yongde

Guangdong Shenling Environmental Systems Co., Ltd, Guangdong, Foshan 528300

**Abstract：** This paper summarizes the design methods and influencing factors through the study of energy efficiency ratio of refrigeration plant rooms in industrial buildings, and analyzes the influence of energy efficiency ratio of refrigeration plant rooms on the design, operation and energy saving of air conditioning systems in industrial buildings. The results show that the energy efficiency ratio of refrigeration plant rooms is an important influencing factor for the design, operation and energy saving of air conditioning systems in industrial buildings.

**Key words：** industrial buildings; high-efficiency refrigeration plant room; energy efficiency ratio

## 引言

工业建筑高效制冷机房能效比研究本文研究了制冷压缩机、冷却塔、冷却水泵等制冷机房主要设备的能效比，分析了各设备对工业建筑空调系统设计、运行及节能的影响，得到了不同制冷机房能效比对应的制冷量及能耗，为工业建筑高效制冷机房设计方法的研究提供了理论支撑。

## 一、研究现状

由于我国工业建筑所处区域的特点，在设计、建造和使用阶段对制冷机房的能耗要求不同。在设计阶段，为了满足节能要求，需根据生产工艺的特点，选择合适的制冷机房。在建造阶段，因受现场条件制约，不能在工厂中进行制冷机房的安装。而在使用阶段，制冷机房因受建筑条件和生产工艺影响，能耗高、能耗大。因此，必须研究出一套适用于工业建筑的制冷机房设计方法。在现有研究中，主要集中于对制冷机房能效比的研究，虽然部分文献对制冷机房能效比的影响因素进行了分析，但仍有很大一部分文献未进行研究。<sup>[1]</sup>

## 二、制冷机房能效比的设计方法

制冷机房能效比设计方法主要包括负荷计算方法、性能系数法和经验系数法。其中，负荷计算方法主要包括单位时间制冷量和总耗电量两部分。由于我国制冷行业中，有大量的冷机应用于

工业建筑，因此，制冷机房能效比的设计可以采用单位时间制冷量和总耗电量的计算方法。在单位时间制冷量的计算中，一般采用国际上常用的平均制冷量法。而在总耗电量的计算中，一般采用以下两种方法：1）计算制冷机房单位时间耗电量与负荷的比值，该比值越小，说明该冷机的能效越高；2）通过实际生产情况判断某一特定工况下是否需要增加制冷机房。在实际工程中，可根据具体情况选择一种或多种方法计算出特定工况下的制冷机房能效比。<sup>[2]</sup>

## 三、影响因素

制冷机房能效比是指制冷机房制冷系统所消耗的电能与制冷系统提供的冷冻水流量之比，单位为  $W/kW \cdot h$ 。影响能效比的因素主要包括以下几个方面：1）制冷设备选型：由于我国对制冷设备的能效等级没有明确规定，因此，制冷机房选用时需根据实际情况进行选型，选择高能效设备；2）生产工艺要求：工业生产中制冷机房能效比有较高要求，尤其是大型工业企业。若不能

满足生产工艺要求，将会造成能源浪费；3）运行维护管理：由于制冷机房长期处于高负荷状态，因此，运行维护管理需要根据实际情况进行调整；4）环境温度：在环境温度较高时，压缩机的制冷量会降低，此时需加大压缩机功率。<sup>[3]</sup>

## 四、能效比的定义

目前，针对工业建筑的高效制冷机房设计尚无统一标准，对于高效制冷机房的定义各有不同，常见的有两种：第一种为制冷压缩机能效比定义，该定义仅针对制冷机房，并未考虑其他设备的能效比。该定义将制冷机房中制冷压缩机、冷却塔、冷却水泵的能效比整合到一个数值中，其中制冷压缩机能耗为制冷机房运行过程中能量损失最大的设备，也是工业建筑高效制冷机房设计的关键所在；冷却塔和冷却水泵能效比可以分别代表制冷机房整体及局部区域的能效比，其定义与工业建筑空调系统设计原则相符。因此应选取制冷机房中的冷却塔、冷却水泵、制冷压缩机作为研究对象，考虑其能量损失及节能潜力，利用相关设计软件计算不断分析其对工业建筑空调系统设计、运行及节能的影响。<sup>[4]</sup>

## 五、工业建筑制冷机房概述

工业建筑的特点主要有：生产过程中所产生的高温、高湿和有害气体以及噪声，使得空调系统要求对环境空气进行冷却、除湿、排湿、除湿等处理；生产设备的高温高湿使厂房内设备和管道内的热量无法散出，导致建筑围护结构易结露，这就要求空调系统要有较好的抗结露能力；厂房内人员较多，作业过程中产生的噪声也会造成室内人员不适，因此工业建筑空调系统需兼顾人员舒适性和对噪声的控制；生产过程中会产生大量的含尘气体和污水，排放到大气中会造成严重的环境污染；车间内由于温湿度较大，往往需要采用湿式除尘或干式除尘等方法进行处理，湿式除尘装置需要提供新鲜的含尘空气；车间内设备多且结构复杂，对空调系统性能要求较高。<sup>[5]</sup>

### （一）制冷负荷

空调系统的设计负荷主要来源于制冷设备的运行工况，以及对生产设备的冷却、除湿等要求。但由于工业建筑空调负荷通常比民用建筑大得多，因此在设计中需考虑这些负荷因素对制冷机房能效比的影响。根据相关研究表明，制冷机房能效比主要取决于制冷负荷、压缩机能耗、制冷机的性能系数（COP）和新风机能效比等因素，其中最重要的因素是制冷机的性能系数（COP）。因此，在工业建筑中，可以通过改变制冷负荷和压缩机能耗等参数来提高制冷机房的能效比。通过改变制冷负荷，可以使制冷系统运行在高效区间内；通过改变压缩机能耗，可以提高压缩机能效比。<sup>[6]</sup>

### （二）工艺对空调系统性能的要求

工业建筑往往需要对生产过程中所产生的高温、高湿和有害气体以及噪声进行处理，所以空调系统应具备如下性能：1）提供高温、高湿和有害气体的控制，避免环境温度过高或过低而影响产品的质量和生产效率；2）提供足够的新风以满足室内的通风换

气要求；3）提供足够的热湿处理，保证厂房内空气质量符合规范要求；4）提供合适的控制温度，减少热量散失；5）提供合适的湿度控制，减少水分进入产品而影响产品质量；6）提供合适的噪声控制，确保生产安全。这就要求空调系统具有良好的节能性，可以有效地减少能量浪费，提高能源利用效率。<sup>[7]</sup>

### （三）制冷机房主要设备介绍

本文以某工业建筑制冷机房为例，分析其主要设备能效比的影响因素。1）制冷压缩机。制冷压缩机是整个制冷机房中能耗最大的设备，其能效比直接影响整个制冷机房的能效比。不同能效比下，制冷机房的制冷能力基本相同。制冷压缩机的选型应根据空调负荷来选择，制冷机房内配置的制冷压缩机应根据建筑负荷需求进行选型；2）冷却塔。冷却塔是空调系统中主要的降温设备，其能效比直接影响空调系统的整体性能和能耗。冷却塔一般采用空气自然冷却方式，分为塔式冷却塔和塔式混合式冷却塔，其能效比从高到低依次为混合式、塔式和空气自然冷却。混合式冷却塔具有投资低、占地面积小、运行费用低等优点，但是其效率受冷却水温度影响较大；塔式冷却塔具有投资高、占地面积大、运行费用高等优点，但是其效率受空气自然冷却影响较小；3）制冷剂。制冷剂是制冷机房内主要的传热介质，其能效比对制冷机房内冷源能耗影响较大。在制冷机房内机组运行过程中应尽量减少制冷剂蒸发潜热，并减少压缩机吸气及排气中所含制冷剂量；4）压缩机电动机。压缩机电动机是制冷机房内最耗电的设备之一，其能效比与冷却水泵、冷却塔电机效率密切相关。在工业建筑空调系统中，为保证压缩机高效运行及避免环境噪声过大，应尽量选用高效电动机；5）控制柜及控制仪表等其他辅助设备。制冷机房内的控制柜及控制仪表等辅助设备会影响制冷机房能效比，从而影响整个制冷机房空调系统运行效率及能耗。因此在设计中应根据建筑负荷情况选择合适的控制方式实现节能运行。<sup>[8]</sup>

### （四）高效制冷机房能效比与传统制冷系统的比较

在制冷系统中，采用传统制冷系统的方式是将大量的冷却水经过冷却水泵和冷却塔后，送至房间进行降温，以达到对空调房间进行降温的目的。一般情况下，空调系统采用的是循环冷水机组-冷却塔-冷却水-蒸发器-冷冻水系统，该系统结构简单，在整个过程中基本不会对冷却水塔、冷却塔进行加热或补水，从而避免了因冷却水循环过程中产生的热量造成冷量损失。采用高效制冷机房可使冷却水泵和冷却水塔的耗电量降低约30%。经计算可知，在相同的工况下，高效制冷机房的耗电量比传统制冷系统降低约40%。从另一角度来看，采用高效制冷机房后空调系统可以实现以下两点效果：1）空调系统的末端设备均可以根据房间负荷的变化而选择最佳运行工况；2）相对于传统制冷系统而言，高效制冷机房不会造成冷水机组、冷却塔等设备的过度老化，其运行周期更加长久。但由于目前国内缺乏对高效制冷机房能效比设计方法的研究，相关设计规范及标准也尚不完善，因此目前使用较为广泛的仍是传统制冷系统。在实际工程中采用高效制冷机房进行设计时，仍需考虑多种因素对冷机房能效比的影响。近年来，在我国工业建筑领域大力推广高效制冷机房设计方法，并通过对高效制冷机房能效比进行计算、分析和对比研究。



## 六、影响因素分析

由于制冷机房设计参数的确定对节能意义重大,本文对制冷机组能效比、冷却塔能效比三个主要指标进行了计算和分析。同时,结合工业建筑的特点,研究了影响制冷机房能效比的各种因素。1)设计参数。制冷压缩机的能效比与设计参数的关系主要取决于制冷机组的制冷量,而制冷机组的制冷量主要取决于蒸发温度(R407c)和冷凝温度(R407f),因此,在设计制冷机房时应考虑两种工况下的制冷压缩机总制冷量,再结合制冷剂充注量,确定总制冷量;2)在工业建筑中使用的冷水机组有三种:一是分体式冷水机组,二是分体式多联机,三是冰蓄冷机组。分体式冷水机组一般采用压缩机制冷,并配有水泵和冷却塔;多联机一般采用低温冷水机组或冷冻水-水换热器换热,并配有水泵和冷却塔;冰蓄冷机组一般采用冰蓄冷板式换热器换热,并配有水泵和冷却塔。在制冷机房中采用上述不同类型的冷水机组时应考虑其能效比;3)冷却塔是一种利用空气来降低被冷却介质温度的设备。它由塔体、塔盘、风扇等部件组成。其作用是吸收被冷却介质在蒸发过程中产生的热量,并向外界散发热量以降低被冷却介质的温度。在制冷机房中采用冷却塔时,应考虑其能效比和设计参数的关系,选择合适的冷却塔形式及型号;4)水泵及其他辅助设备。水泵是制冷机房中主要动力设备之一,它通过水流把能量输送到建筑物中去。为了保证空调系统在不同工况下能正常运行,需要对水泵进行控制和调节。在工业建筑中常用的水泵有普通离心泵和螺杆泵两种类型。螺杆泵效率高、体积小、质量轻,广泛应用于各类工业建筑中;而普通离心泵则适用于高层建筑或工业建筑中对水量要求较高的场合。此外,工业建筑中还需考虑水泵是否满足末端设备在不同工况下的运行要求和水泵工作时产生的噪音污染问题。<sup>[9]</sup>

## 七、高效节能技术与能耗分析

### (一) 高效节能技术

根据《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)规定,工业建筑的制冷机房能效比为2.5~3.5,可见,工业建筑制冷机房能效比与制冷系统的制冷量及能耗密切相关,并随制冷机房能效比的增加而减小。目前工业建筑大多采用冷水机组和风机盘管供冷,但冷却塔因其耗水量大、效率低、噪音大、使用寿命短等问题,成为工业建筑空调系统节能的薄弱环节。研究发现,在工业建筑中,冷却塔的效率受气候条件影响较大,在寒冷地区设计的冷却塔效率约为20%~30%;在炎热地区设计的冷却塔效率约为40%~60%。冷却水泵因其能效比低、能耗大等特点也成为工业建筑空调系统中的节能薄弱环节。根据《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)规定,工业建筑应采用高效冷水机组及高效冷却水泵。据统计,当冷却塔的能效比为5~6时,制冷机房能耗约为5.06~7.12 kW/h;当冷却塔能效比大于3时,制冷机房能耗约为5.35~5.52 kW/h。随着节能减排要求的提高,传统冷却水泵在工业建筑空调系统中已经很难满足需求。根据《公共建

筑节能设计标准》(GB50189-2015)规定,高效冷却水泵应具备以下特点:高效、可靠、运行平稳、安装维护简便;应具有自动控制功能和故障自诊断功能;高效冷却水泵应采用低噪音设备。与传统冷却塔相比,高效冷却水泵具有更高的能效比和更低的噪声值。目前,我国在高效冷却水泵研发方面取得了一定进展,如深圳华为能源技术有限公司研发出一款基于微通道技术的新型高流量高效冷却水泵——华为Pcwl水处理变频泵。该泵系体采用新型结构设计,在保证流量需求的前提下降低了能耗和噪声水平。同时,其出口压力可根据流量需求进行调整以实现精确控制。

### (二) 不同能效比对应的制冷量和能耗分析

制冷机房能效比是指制冷压缩机、冷却塔、冷却水泵等制冷机房主要设备的能效比,其中,空调系统主要设备包括制冷压缩机、冷却水泵。为研究不同能效比下各设备对工业建筑空调系统的设计、运行及节能的影响,以某化工企业制冷机房为例进行研究。该企业主要生产液氯,所需制冷量为4 500 kW,采用水-空气冷媒空调系统,设计制冷机房的能效比为3.3,以水-空气冷媒系统为例,计算得到不同能效比下的总功耗,当能效比小于1.5时,总功耗随能效比增大而减小;当能效比大于1.5时,总功耗随能效比增大而增大。因此,在工业建筑设计时,应根据其工艺特点确定适当的能效比值。<sup>[10]</sup>

## 八、总结

在工业建筑节能领域中,高效制冷机房设计方法不仅可以帮助空调系统实现高效运行、降低能耗、减少投资成本、减少占地面积和降低运行费用等目标,还可以提高工业建筑空调系统设计水平及建筑能效。因此,研究和制定符合我国国情的工业建筑高效制冷机房设计方法对促进我国工业建筑节能减排具有重要意义。

## 参考文献:

- [1] 钱恒利, 邹思, 许宗金, 等. 某低温工艺项目制冷机房系统高能效优化研究 [J/OL]. 制冷与空调, 1-9.
- [2] 凌荣武, 王亮, 王曦, 等. 基于全生命周期成本的装配式高效制冷机房设计 [J]. 西安工程大学学报, 2023, 37(05): 107-115.
- [3] 李元阳, 邱艺德, 方兴, 等. 高效制冷机房标准化设计及其应用 [J]. 制冷与空调, 2023, 23(06): 92-100.
- [4] 何照傲, 郑丽军, 陈玲超. 中天钱塘银座集中空调制冷机房能效等级计算 [J]. 暖通空调, 2023, 53(S1): 82-84.
- [5] 易求鸿. 江门市某厂房制冷机房运行诊断与仿真优化 [D]. 广州大学, 2023.
- [6] 薛闪闪. 公共建筑制冷机房系统性能测试及节能调控优化研究 [D]. 北京建筑大学, 2023.
- [7] 罗平. 基于 Near-Optimal 整体能效控制的某制冷机房系统高效化改造 [J]. 机电产品开发与创新, 2023, 36(03): 150-154.
- [8] 徐誉玮, 周涛, 王晓峰, 等. 高效机房在区域集中供冷系统设计中的应用 [J]. 机电信息, 2023, (10): 35-38.
- [9] 张有华. 基于高效制冷机房技术的分析与探讨 [J]. 居舍, 2023, (11): 167-169.
- [10] 蒋慧. 高效制冷机房优化设计及对比分析 [J]. 节能, 2023, 42(02): 16-19.

# 城市照明 EMC 节能改造工程过程管理

刘爱林

衡水市路灯管理中心, 河北 衡水 053000

**摘 要 :** 城市照明 EMC 节能改造工程是一个复杂的系统工程, 涉及多个环节, 如投资决策、合同谈判、工程设计、工程施工、设备采购、设备安装调试及运营维护等。因此本文从投资决策阶段、合同谈判阶段和工程施工阶段三个方面分析了城市照明 EMC 节能改造工程中项目管理的策略, 旨在为 EMC 项目实施提供一定的借鉴和参考, 同时也希望本文能为广大从事城市照明 EMC 节能改造工程管理的同仁提供一些有益的帮助。

**关 键 词 :** 城市照明; EMC 节能改造; 过程管理

## City Lighting EMC Energy Saving Retrofit Project Process Management

Liu Ailin

Hengshui City Street Lighting Management Center, Hebei, Hengshui 053000

**Abstract :** City lighting EMC energy-saving retrofit project is a complex systematic project involving many links, such as investment decision, contract negotiation, engineering design, engineering construction, equipment procurement, equipment installation and commissioning, as well as operation and maintenance, etc. Therefore, this paper analyzes the strategy of project management in urban lighting EMC energy-saving retrofit project from three aspects, namely investment decision-making stage, contract negotiation stage and engineering construction stage, aiming to provide certain reference for the implementation of the EMC project, and also hoping that this paper can provide some useful help for the majority of colleagues engaged in the management of urban lighting EMC energy-saving retrofit project.

**Key words :** urban lighting; EMC energy-saving retrofit; process management

## 引言

城市照明作为城市的重要组成部分, 对改善城市景观、营造城市氛围、促进城市经济发展起着重要的作用。目前, 我国的照明系统存在着高能耗、高污染的问题, 主要表现在以下几个方面: 照明设备长期运行造成了电能的极大浪费; 大量 LED 光源被淘汰, 使得 LED 光源在城市照明中使用比例严重下降, 严重影响了 LED 光源在城市照明中的应用效果; 传统节能灯因其节能效果差、维护困难等缺点, 已经逐渐被 LED 灯具所取代。因此, 对传统城市照明节能改造方式进行优化和升级势在必行。

## 一、城市照明 EMC 节能改造工程

城市照明是城市基础设施建设的重要组成部分, 是城市形象的重要标志。但同时, 我国的能源利用率较低, 每年浪费的能源约占全国能源消费总量的 15% 左右。与发达国家相比, 我国人均电能拥有量仅为发达国家的 1/3 左右。同时, 由于我国照明产品在制造过程中没有严格执行国家标准, 存在照明功率密度值 (LPD) 偏低、灯具效率低下等问题, 从而导致能源浪费现象严重。因此, 如何采用先进的照明节能技术对照明系统进行改造成为一项重要而紧迫的任务。根据对国内多个城市照明 EMC 项目进行研究分析, 可以发现城市照明 EMC 节能改造工程涉及多个环节, 包括投资决策、合同谈判、工程设计、工程施工和设备采购

等。在这个过程中, 合同双方都会遇到许多问题, 如何采取有效的管理策略保证项目顺利实施, 是一个非常关键的问题。<sup>[1]</sup>

## 二、加强城市照明 EMC 节能改造工程过程管理的意义

城市照明 EMC 节能改造工程是一项非常复杂的系统工程, 涉及项目投资决策、合同谈判、工程设计、工程施工、设备采购和工程运营维护等多个环节, 在项目实施过程中, 合同双方经常会遇到许多问题, 主要表现在: 1) 城市照明 EMC 节能改造工程项目涉及的合同种类繁多, 从前期咨询、项目合同谈判到工程施工、设备采购和运营维护, 合同类型从单一的电力、路灯等能源消耗合同到电力、路灯等能源消耗和照明节能改造服务相结合的



综合合同，由于缺乏有效的管理机制和完善的管理体系，导致在城市照明 EMC 节能改造项目实施过程中出现各种问题；2）由于城市照明 EMC 节能改造工程是一项涉及社会公共利益和公众利益的公益性工程，其本身就具有一定的公共产品性质，因此在工程实施过程中难免会出现一些问题。如何解决这些问题，如何采取有效的管理策略保证项目的顺利实施，是摆在城市照明 EMC 节能改造工程管理人员面前的一个重大课题。<sup>[2]</sup>

### 三、过程管理要点

#### （一）管理目标

EMC 项目的实施过程，是一个非常复杂的系统工程，需要在多个方面采取相应的管理策略。具体而言，EMC 项目在投资决策阶段、合同谈判阶段和工程施工阶段的管理目标如下：

（1）投资决策阶段：要做好项目投资决策，就必须深入了解项目所在地的市场环境和行业发展状况，分析该项目所处的经济环境和社会环境，从而对项目的可行性进行判断。在投资决策过程中，要对不同项目类型进行分析研究，从而制定出适合本项目的投资决策方案。

（2）合同谈判阶段：合同谈判是 EMC 项目实施过程中的重要环节。通过合同谈判，双方明确各自的权利与义务。合同谈判也是城市照明 EMC 节能改造工程中最关键的环节之一，因为只有合同谈判中双方达成一致意见后，才能保证后期施工过程中工作任务分工明确、责任清晰。

（3）工程施工阶段：在工程施工阶段中，要按照合同约定认真履行各自的义务和责任。只有工程施工环节做好了，才能确保工程质量和工期顺利进行。因此，在工程施工阶段要重点做好材料管理、质量控制、进度控制等工作。城市照明 EMC 节能改造工程是一个复杂而又庞大的系统工程，要想确保这个工程顺利完成，就必须采取有效的项目管理策略。<sup>[3]</sup>

#### （二）工程质量控制

合同履行过程中，工程质量控制是整个项目管理的重点，也是控制成本、工期和质量的关键。施工单位在选择工程分包商时，要认真考察其资质等级和履约能力，并要求其出具《履约担保书》。要通过设计审查、监理检查、施工单位自检等方式加强对分包单位的管理，及时发现和处理问题。城市照明 EMC 节能改造工程不同于一般的土建或装修项目，改造后的效果往往直接影响到用户的满意度，所以在工程实施过程中应加强施工现场管理，严格按照设计图纸、规范和标准施工，确保工程质量。对此，施工单位要严格按照国家《建筑安装工程质量验收统一标准》（GB50300-2001）等标准进行施工，对于隐蔽工程应做好隐蔽工程验收记录，并确保所有重要节点均符合设计要求。对于存在较大质量隐患的工程应进行返工处理。城市照明 EMC 节能改造工程从开始到结束要经过多个阶段和多个环节，每个阶段和环节都有可能发生质量问题，因此要强化质量控制的各个环节，以保证城市照明 EMC 节能改造工程的顺利进行。<sup>[4]</sup>

#### （三）进度控制

进度控制是城市照明 EMC 节能改造工程管理的重点。在实际

工作中，经常会遇到合同工期无法控制的情况，即“进度延误”。由于城市照明 EMC 节能改造工程是一个复杂的系统工程，其进度计划往往是在对工程进行详细调查和分析的基础上，根据已有信息和资源条件，经过周密论证后制定的。在实际工程进度管理中，经常会遇到各种影响进度计划实施的因素。例如：施工环境、资金到位情况、采购周期等。而在这些因素中，往往又会有一些是不可控的，这就给项目实施造成了很大困难。所以在项目实施过程中，如何控制进度计划的执行情况，是项目成功实施的关键所在。因此，在城市照明 EMC 节能改造工程过程中，应针对各种可能影响工程进度计划的因素进行详细分析和判断，制定相应的解决方案及应对措施。只有这样才能保证工程按照计划顺利进行。<sup>[5]</sup>

#### （四）成本控制

EMC 项目的成本控制贯穿于项目全过程，包括项目前期、实施阶段和后期运营维护阶段。前期成本控制主要是指在项目启动阶段，为了使节能服务公司与照明用户双方均有足够的时间来进行商务谈判，尽可能地避免在项目启动时进行大量的谈判工作，从而使节能服务公司的成本支出降到最低；实施阶段成本控制主要是指在节能服务公司与照明用户签订合同后，节能服务公司应与用户共同制订改造工程实施方案，并在实施过程中进行成本控制，即节能服务公司根据对照明用户的了解及改造方案的制定情况，对改造工程进行预算和控制；后期运营维护阶段成本控制主要是指在合同签订后，节能服务公司应根据合同的约定对照明用户进行定期维护与维修，并在此过程中监督和控制成本。城市照明 EMC 节能改造工程成本控制要遵循“进度与成本同步、目标与责任统一”的原则，项目实施过程中应根据合同约定及实际情况及时调整有关工作内容和措施，并根据项目实际情况进行动态管理。项目实施过程中要做到严格履行合同条款和规定，确保工程质量达到预期效果。<sup>[6, 7]</sup>

### 四、EMC 项目管理中项目进度管理的策略

项目进度管理是指在项目实施过程中，按照合同要求对整个项目实施过程进行计划、组织、协调和控制。它贯穿于项目建设的全过程，包括工程前期准备阶段、施工阶段、试运行和正式运营阶段。工程前期准备阶段是指在城市照明 EMC 节能改造项目立项后，按照合同要求对整个项目的目标进行分解，明确各阶段的任务，编制工程计划和进度计划，并按照计划组织实施；施工阶段是指城市照明 EMC 节能改造工程实施后，在保证工程质量的前提下，严格按合同规定的工期进行施工；试运行阶段是指城市照明 EMC 节能改造工程完工后，按照合同规定进行验收合格并达到合同约定的节能效果后，正式投入使用；正式运营阶段是指在节能效果达到合同约定的节能效果后，由 EMC 公司与客户双方共同制定后期运营维护管理方案。<sup>[8]</sup>

#### （一）投资决策阶段

在项目投资决策阶段，城市照明 EMC 节能改造项目的投资主体主要是政府和节能服务公司，拥有项目的所有权。在项目实施过

程中,政府主要对项目投资主体的资格进行审查,对节能效果进行审查。对于节能效果较好、合同期限较长的项目,政府在融资政策方面给予一定的支持,如:利用财政资金或地方专项资金对城市照明改造提供一定额度的补贴,以降低改造成本。在这个阶段,城市照明 EMC 节能改造工程实施方应根据项目投资主体的资格要求进行投资主体资格审查。如果节能服务公司没有获得政府部门或地方专项资金补贴或补贴额度过低时,可以考虑通过与政府合作成立基金等方式进行融资。另外,在城市照明 EMC 节能改造项目投资过程中,由于受到政府审计部门审计要求的影响,节能服务公司也需要加强自身风险管理,以避免不必要的风险发生。<sup>[9]</sup>

## （二）合同谈判阶段

（1）在谈判过程中,要充分考虑对方的利益和要求,以合同为依据,据理力争。同时,要做好风险的预防工作。

（2）在合同谈判过程中,要把重点放在项目的经济性上,同时充分考虑客户的利益。

（3）在合同谈判过程中,要认真分析客户提出的问题,并抓住要点进行讨论。

（4）在合同谈判过程中,要善于发现对方的弱点和问题点。同时,也要抓住对方的有利点进行分析讨论。

（5）在合同谈判过程中,要积极寻找对方可能会出现漏洞。

（6）在合同谈判过程中,要充分考虑对方提出的条件和要求是否合理、是否有其他解决方案或对策、是否有风险等。

（7）在合同谈判过程中,要了解客户的需求并适当加以引导。

（8）在合同谈判过程中,要做到不能让客户感觉到你是在为他服务,而要让客户感觉到你是在为自己服务。

（9）在合同谈判过程中,要认真分析双方各自承担的责任和义务。

（10）在合同谈判过程中,不要轻易许诺或同意客户提出的某些要求和条件。

## （三）工程施工阶段

在工程施工阶段,应在项目实施前进行一系列的准备工作,

以确保项目顺利进行。具体内容包括:1)设计交底:在项目实施前,应将工程施工的设计要求、技术措施及工程变更等文件向合同双方进行详细交底,以确保工程实施的质量;2)合同签约:在项目签约前,应对合同条款进行认真审查,以确保合同内容的合理性;3)设备进场:根据合同要求,确定好设备进场的时间节点和控制方式。在工程施工过程中,应对设备进行有效的监督和检查,确保设备按照设计图纸和施工规范完成安装;4)设备调试:在工程施工完成后,应按合同要求进行调试。在整个项目实施过程中,应对各项技术指标进行检查、测试和测试,以确保项目实现预期的效果;5)工程验收:在项目竣工后,应按合同约定要求进行工程验收。工程验收可采用书面形式或现场验收方式;6)项目移交:在项目完成后,应按合同约定向合同双方移交项目及相关资料、工具、备品备件等。移交时应组织相关人员对整个项目进行一次全面的检查,以确保整个项目实施过程中的质量控制达到预期要求;7)工程保修:在工程保修期内,应对工程实施过程中所产生的一切费用进行保修。保修范围包括因设备质量问题造成的返修费、停工损失及其他损失等;8)费用结算:在城市照明 EMC 节能改造工程完成后,应及时进行费用结算工作,以确保项目顺利完成。<sup>[10]</sup>

## 五、总结

城市照明 EMC 节能改造工程涉及投资决策、合同谈判、工程设计、工程施工、设备采购、设备安装调试及运营维护等多个环节,是一个复杂的系统工程,在城市照明 EMC 节能改造工程中,要想保证项目顺利实施,必须注重项目各阶段的管理,通过建立有效的管理策略和模式,协调各参与方之间的利益冲突,使各方共同参与到城市照明 EMC 节能改造工程中来,才能促进城市照明 EMC 节能改造工程更好地发展。

## 参考文献:

- [1] 丁兆瑞. 光伏发电工程施工过程中对分包的管理 [J]. 人民珠江, 2023, 44(S2): 319-322.
- [2] 吴仕发. 城市照明 EMC 节能改造工程过程管理——以某城市道路照明 EMC 节能改造工程为例 [J]. 居舍, 2023, (29): 169-172.
- [3] 武歌. 基于消防监督管理过程对应急照明系统及其疏散方案的探讨 [J]. 光源与照明, 2023, (08): 39-41.
- [4] 包仁表. 城市照明工程全过程造价管理分析 [J]. 光源与照明, 2023, (05): 46-48.
- [5] 刘勇. 民用建筑施工管理过程中节能与能源消耗控制分析 [J]. 建筑技术开发, 2022, (S1): 9-11.
- [6] 王振坤, 赵伦俊, 李俊豪, 等. BIM+VR 技术在交通智慧照明工程中的全过程管理 [J]. 黑龙江交通科技, 2022, 45(08): 180-182.
- [7] 赵林. J 区路灯管理项目支出绩效评价研究 [D]. 广西大学, 2021.
- [8] 王坤. 地铁机电安装动力照明工程施工工艺与控制管理 [J]. 低碳世界, 2020, 10(10): 167-168.
- [9] 邓光蔚. 建筑节能全过程管理及调适方法 [J]. 绿色建筑, 2020, 12(05): 54-58.
- [10] 殷海澄. 城市道路照明工程施工管理与节能探讨 [J]. 数码世界, 2019, (12): 250.

# 生态建筑设计在建筑设计中的应用

薛建明

内蒙古筑友建筑设计咨询有限责任公司，内蒙古 呼和浩特 010010

**摘 要：**生态建筑设计在建筑行业中越来越受到重视，文章主要介绍了生态建筑设计理念、设计方法以及在建筑设计中的应用，并探讨了生态建筑设计在建筑行业中的推广意义，通过合理的生态建筑设计，可以有效降低建筑对环境的负面影响，促进可持续发展。

**关 键 词：**生态理念；建筑设计；可持续发展

## Application of Eco-Architecture Design in Building Design

Xue Jianming

Inner Mongolia Zhiyou Architectural Design and Consulting Co., Ltd, Inner Mongolia, Hohhot 010010

**Abstract：** Ecological architectural design is getting more and more attention in the construction industry, the article mainly introduces the ecological architectural design concept, design method and its application in architectural design, and discusses the significance of the promotion of ecological architectural design in the construction industry, through reasonable ecological architectural design, it can effectively reduce the negative impacts of the building on the environment, and promote sustainable development.

**Key words：** ecological concept; architectural design; sustainable development

## 引言

随着社会经济的发展，人类对于建筑设计的要求也越来越高，对生态环境的保护意识也越来越强。因此，生态建筑设计应运而生。生态建筑设计是在建筑设计中融入了生态环境保护意识，通过对自然环境的充分利用和科学设计，充分体现了对自然环境和人类社会之间关系的认识。它是人类社会与自然环境和谐共处的产物。近年来，随着社会经济的发展，人们对生活质量的要求越来越高，国家也在大力提倡建设资源节约型、环境友好型社会。而生态建筑设计就是在这样的背景下产生的，它能够满足人们对于自然生活环境和人类社会生存环境要求。

## 一、生态建筑的概念及特点

生态建筑主要是指在建筑设计中将生态环保理念融入其中，通过对建筑结构的优化、建筑材料的选择以及建筑技术的创新等，在满足人们对生活质量要求的基础上，能够减少资源消耗、降低污染排放，从而实现建筑设计与生态环境之间的和谐共处。

其特点主要体现在以下几个方面：首先，生态建筑具有鲜明的生态性。生态建筑是在建造过程中将自然与人类社会之间关系融入其中，通过对自然生态环境的保护和利用来创造一种和谐、平等、自然的居住环境。其次，它具有明显的生态特征，例如采用节能型材料，对建筑物进行合理布局、节能设计等，生态建筑采用了可持续发展理念和相关技术来进行设计，因此，在使用过程中能够有效降低资源消耗和环境污染。在进行建筑设计时，可以根据当地气候、地理条件等因素来选择适宜的生态材料和节能技术等。在进行建筑设计时，需要对各个部门进行协调配合，从而实现整体上的功能优化和效果提升。例如可以通过对周边环境

进行合理设计来提高建筑物整体质量，也可以通过对室外环境进行有效规划来改善室内环境，还可以通过对自然光的充分利用来达到节能效果。最后，生态建筑具有整体性特征，因此在设计中需要将其与我国当前的可持续发展理念相结合来进行设计，从而实现与自然和谐共处的目的。

## 二、生态建筑设计理念下建筑设计应该遵循的原则

### （一）整体性原则

生态建筑设计的基本理念是从人和自然之间的关系出发，通过合理利用自然环境，满足人们的生活需求，实现人与自然的和谐相处<sup>[1]</sup>。因此，在进行建筑设计时，应该从整体出发，尽可能地保持建筑与自然之间的协调发展。从建筑的整个生命周期来看，建筑设计应该在考虑整体需求和生态环境保护等因素的前提下，尽可能地保持建筑与自然环境之间的协调发展。这是生态建筑设计理念在建筑设计中应用的基本原则。



## （二）低碳原则

建筑是人类社会赖以生存和发展的物质基础，它与人们生活密切相关。因此，在进行生态建筑设计时，应该遵循低碳原则。所谓低碳原则就是指在进行生态建筑设计时，尽可能地利用可再生能源和资源来减少对环境的破坏<sup>[2]</sup>。人们生活中产生的大部分废物都是通过能量来完成转化和消耗的，这些废物在消耗完之后就会成为废弃物，而这种废弃物对于自然环境和人类社会来说都是一种污染和负担。

## （三）节能原则

生态建筑设计作为一种可持续发展战略，应该采用最先进、科学、合理的技术手段来降低能源消耗。节能原则是生态建筑设计中重要的一项原则<sup>[3]</sup>。所谓节能原则就是在进行生态建筑设计时要充分考虑到能源消耗问题。首先是要提高能源利用效率。其次是要将传统意义上的高耗能设备进行改良，从而实现设备效率最优化。

## （四）适应性原则

生态建筑设计要适应当地自然环境和社会环境要求，对其进行合理规划和布局。同时还要根据当地气候特点以及周边环境来确定建筑物规模和风格以及样式等。比如在北方地区气候寒冷干燥，因此在进行生态建筑设计时应该采用保温性能良好、能耗低、美观大方的墙体结构体系<sup>[4]</sup>；而在南方地区气候温暖潮湿，因此在进行生态建筑设计时应该采用通风效果好、美观大方的窗户结构体系<sup>[5]</sup>；在城市规划建设应该采用人车分流、提高公共交通运输能力以及保证居住小区内部道路畅通等措施来减少对周边环境造成不良影响。

## （五）因地制宜原则

生态建筑设计是对原有自然地理环境和人类社会经济状况的改变和适应。因此在进行生态建筑设计时，应该充分考虑当地自然环境特点以及人文历史情况等要素来选择合适的规划布局方案<sup>[6]</sup>。比如在进行生态建筑设计时应选择能够充分利用自然阳光和土地资源、利用地形地貌特点等有利因素来提高建筑物朝向和采光性能的布局方案；同时还应该根据当地人文历史情况选择合适的文化风格和建筑风格来满足当地人们的文化需求等<sup>[7-9]</sup>。

# 三、建筑设计中生态技术的应用

## （一）生态技术应用的主要内容

在当前生态技术应用过程中，主要包含了以下几个方面的内容：第一，可再生能源利用技术。在进行建筑设计工作开展过程中，其需要对自然能源进行全面的利用，尤其是太阳能、风能等。这就需要建筑设计人员在进行建筑设计过程中积极对自然能源予以全面的利用，从而有效降低建筑运行过程中所产生的能耗问题<sup>[10]</sup>。第二，雨水资源利用技术。而这种技术的应用能够有效提升整个城市水资源的利用率，并且还能够实现整个城市生态系统的平衡，从而为居民生活提供更为优质的服务，比如太阳能、风能等能源技术在开展过程中能够有效提升整个城市居民对于新能源利用的重视程度，进而为居民生活提供更

为优质的服务<sup>[11-14]</sup>。

## （二）有效利用太阳能

在建筑设计工作开展过程中，对太阳能资源进行有效利用是生态技术应用的重要体现之一。由于太阳能资源的可再生性，其不仅能够对建筑工程整体布局以及空间布局予以有效优化，同时还能够使建筑设计工作开展过程中相关资源的使用效率得以提高。在对太阳能资源进行有效利用的过程中，可以将太阳能资源应用于建筑工程中的各个方面，如采光系统、热水供应系统以及其他制冷系统等。在进行太阳能利用的过程中，需要对相关技术手段进行充分的运用，并且在此基础上将生态技术予以全面的融合<sup>[15]</sup>。因此，在进行建筑设计工作开展过程中，需要充分认识到太阳能资源对生态技术应用的重要影响，并且在此基础上将建筑设计工作开展过程中所采用的相关生态技术予以全面的渗透。

## （三）应用节能门窗

节能门窗是建筑设计工作开展过程中的重要内容，其主要是在建筑设计过程中将节能环保理念进行全面贯彻，从而实现建筑节能环保效果的提升。因此，在进行建筑设计工作开展过程中，需要对节能门窗予以全面的应用，其主要是指在建筑设计过程中对窗户的大小、朝向以及玻璃材料等内容进行合理的选择，从而使窗户具备良好的采光性能、隔热性能以及隔声性能等，同时还能够使建筑物在具备良好保温性能的基础上对空调能耗予以有效降低。现阶段，我国城市发展过程中所采用的节能门窗主要包括中空玻璃、LOW-E玻璃、真空玻璃等。但是，在进行节能门窗应用过程中需要注意的是，由于现阶段我国建筑行业发展过程中对环保要求越来越高，因此在进行节能门窗应用过程中需要对节能技术予以全面应用，从而有效实现我国城市建设工作开展过程中对环境污染问题的有效解决。

## （四）充分利用自然通风

自然通风是建筑设计中最为常见的生态技术应用方式，其在对建筑周围环境进行优化设计的同时，还能够有效提高建筑内部的空气质量，在进行自然通风工作开展过程中，还能够有效降低建筑能耗。在进行自然通风工作开展过程中，需要充分考虑到我国实际的气候环境，还要考虑到我国广大人民群众所具有的生活习惯等相关因素。通过对自然通风技术应用方式进行合理的调整和优化，能够有效提升建筑设计工作开展过程中对于自然通风技术应用效果的控制效果，从而实现建筑节能目标的实现，还能够对整个城市的空气质量进行有效提升。在进行自然通风工作开展过程中，还需要充分考虑建筑物所处环境以及气候条件等相关因素。因此，在实际工作开展过程中，需要结合当地实际情况对自然通风工作开展过程中的具体措施予以合理制定。

## （五）利用可再生能源

在可再生能源的应用过程中，可以通过太阳能、风能、地热能以及潮汐能等进行合理的利用。在这一基础上，可以实现建筑设计工作开展过程中资源利用效率的提升。在具体的应用过程中，可以通过对建筑物表面进行合理的设计，从而将太阳能的利用效果进行提升；还可以将风能以及潮汐能等进行有效的利用，从而将可再生能源的有效利用率得到提升，在这一基础上，还可

以将建筑设计工作开展过程中所产生的生活垃圾等予以回收利用,从而有效提升整体资源利用效率,并将能源消耗问题得到有效地解决。

#### (六) 生态化室内环境

建筑室内环境是建筑物最为重要的组成部分之一,其不仅为人们提供了舒适的生活空间,同时也是人们进行文化交流的场所。在当前社会经济发展过程中,人们对于室内环境质量提出了更高的要求,因此,在进行建筑设计工作开展过程中,需要将生态技术予以全面应用,以此来促进建筑室内环境质量的全面提升。在进行生态化室内环境设计过程中,需要充分考虑自然因素对于整个建筑室内环境所产生的影响,从而为人们提供更为舒适的生活环境。因此,在进行建筑室内环境设计过程中,需要充分利用自然因素来降低建筑施工过程中所产生的能源消耗,通过采用各种节能措施来提升整个建筑室内环境质量。

#### (七) 生态化建筑设计的关键技术

生态建筑设计在实际应用过程中,需要对建筑本身的结构特征以及其周围环境进行全面考虑,并在此基础上对其周边环境予以合理的保护。并且在进行建筑设计工作开展过程中,还需要将整个城市规划设计、生态技术以及建筑工程三者之间的关系进行有效的协调,并在此基础上对整体生态环境予以充分保护。目前,我国已经在多个领域当中对生态技术进行了深入的研究和探索,例如在城市规划建设过程中,我国部分城市已经将生态技术应用于实际建设过程中。除此之外,在我国传统建筑当中,往往也会将生态技术应用到其中。例如在进行住宅小区的建設过程中,就需要对周围环境予以充分地考虑,并将整个小区的结构设

计以及功能布局等相关内容予以全面考虑。同时在进行住宅小区的建設过程中,还需要对景观设计以及绿化设计等内容予以充分地考虑。此外,还需要对雨水回收系统等技术手段予以全面的应用。并且还需要将太阳能、风能以及地热能等能源的应用方式全面地应用到其中。

### 四、结语

生态建筑设计是人类社会和自然环境和谐相处的产物,它能够让建筑设计从传统的“以人为本”转变为“人与自然和谐相处”。这种设计理念使得建筑设计能够充分利用自然能源,在满足人类基本生活需求的同时,还能够满足生态环境保护和人类社会可持续发展的要求。生态建筑设计主要是运用现代科技和科学理论,将传统的建筑设计与现代建筑技术、科学技术有机结合起来,既能够充分发挥传统建筑在节能环保方面的优势,又能有效减少资源消耗、降低环境污染。在我国目前大力倡导生态文明建设的背景下,生态建筑设计已经成为现代社会发展的必然趋势,它能够为人类社会创造一个健康、舒适、环保、节能和可持续发展的生活环境。我国生态建筑设计要在借鉴国外先进经验的基础上,充分结合我国国情,不断创新和发展,为实现人与自然和谐相处提供技术支持。此外,我们还需要注重生态建筑设计与可持续发展思想的结合。在建筑设计中坚持可持续发展思想,提高资源利用率,节约能源资源,注重人与自然和谐发展,为人类社会和自然环境共同创造美好未来。

### 参考文献

- [1] 曾凡忠. 植物纹样在现代生态建筑中的应用: 建筑的绿色融合 [J]. 分子植物育种, 2024, 22(03): 922-927.
- [2] 李梦露. 植物纹样与建筑材料: 一种新的生态设计策略 [J]. 分子植物育种, 2024, 22(03): 956-961.
- [3] 吴彦, 罗德成, 王丽双. 地域文化视角下巴渝现代建筑设计研究——以长江生态文明干部学院为例 [J]. 重庆建筑, 2023, 22(12): 19-23.
- [4] 梁庆国, 阳雪姣. 建筑装饰设计中生态理念的应用研究 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023, (24): 66-68.
- [5] 张琰. 建筑结构融合性优化设计在消能减震设计中的研究 [J]. 建筑技术开发, 2023, 50(12): 16-18.
- [6] 蒋振宇. 建筑结构设计 with 碳排放的关系分析 [J]. 居舍, 2023, (35): 96-98.
- [7] 陈俊宇, 黄更. 塑料垃圾再生用于建筑设计前瞻性研究——以塑料生态塔设计为例 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2023, (12): 106-108.
- [8] 李志海. 浅谈绿色建筑思路在设计中的应用 [J]. 石材, 2023, (12): 43-45.
- [9] 申崔义甜. 建筑规划生态环境设计与景观设计分析 [J]. 鞋类工艺与设计, 2023, 3(22): 154-156.
- [10] 郑波, 曾翔, 吴宏宇. 立体生态创新建筑设计理念研究 [J]. 绿色建筑, 2023, (06): 75-78.
- [11] 许焱. 生态理念下办公建筑装饰设计与技术应用探究 [J]. 中国住宅设施, 2023, (10): 151-153.
- [12] 向甜瑶. 可持续发展道路上的文旅建筑设计——以十畝郴州国际温泉城项目地块一项目为例 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023, (20): 112-114.
- [13] 张童, 沈海泳. 基于生态设计理念的适老化户外景观设计研究 [J]. 工业设计, 2023, (10): 56-59.
- [14] 杨恺. 高层建筑设计生态建筑学的应用分析 [J]. 佛山陶瓷, 2023, 33(10): 90-92.
- [15] 张曦元, 马圣新, 李奕璇. 基于建构逻辑的生态建筑设计策略 [J]. 建筑与文化, 2023, (10): 38-39.



# 化学絮凝技术在水处理工程中的研究与应用

徐曙华

ID:321088197904271832 上海 201800

**摘 要：** 化学絮凝技术在水处理工程中具有悠久的历史 and 广泛地应用。早在 20 世纪初，人们就开始研究化学絮凝技术并应用于水处理工程中。随着科学技术的不断发展和水处理需求的不断提高，化学絮凝技术也不断得到改进和完善。本文从化学絮凝技术的原理和分类出发，分析了其在水处理工程中的具体应用，以期提高水处理的效率。

**关 键 词：** 化学絮凝技术；水处理；应用

## Research and Application of Chemical Flocculation Technology in Water Treatment Engineering

Xu Shuhua

ID:321088197904271832 Shanghai 201800

**Abstract：** Chemical flocculation technology has a long history and wide application in water treatment engineering. As early as the beginning of the 20th century, people began to study chemical flocculation technology and apply it in water treatment engineering. With the continuous development of science and technology and the continuous improvement of water treatment demand, chemical flocculation technology has been improved and perfected. This paper analyzes the specific application of chemical flocculation technology in water treatment engineering from the principle and classification of chemical flocculation technology, hoping it can improve the efficiency of water treatment.

**Key words：** chemical flocculation technology; water treatment; application

### 引言

水是人类社会发展的基础资源，随着城市化进程的加速和工业规模的扩大，水污染问题日益严重。因此，水处理工程成为保障水资源可持续利用的关键领域。化学絮凝技术作为一种传统的水处理方法，通过向水中投加化学药剂，使悬浮物、胶体等杂质凝聚成大颗粒，沉降分离后达到净化水质的目的<sup>[1]</sup>。在过去的几十年里，化学絮凝技术在水处理领域得到了广泛的应用和研究，为解决水污染问题发挥了重要作用。

### 一、化学絮凝技术

#### （一）基本原理

表 1：化学絮凝技术的基本原理

基本原理	含义	成因
悬浮物凝聚	絮凝剂通过化学絮凝剂的作用，使污水中的悬浮物形成大颗粒絮凝物并沉降下来的过程。即通过电荷中和、吸附桥接等作用，使悬浮物失去稳定性，进而凝聚成大颗粒絮凝物 <sup>[2]</sup> 。	依赖于絮凝剂与悬浮物之间的相互作用，以及絮凝剂与水分子之间的相互作用。
胶体脱稳	通过化学絮凝剂的作用，使污水中的胶体失去稳定性，形成大颗粒絮凝物并沉降下来的过程。	依赖于絮凝剂与胶体之间的相互作用，以及絮凝剂与水分子之间的相互作用。
表面吸附	絮凝剂通过吸附污水中的杂质颗粒，使它们形成大颗粒絮凝物的过程。絮凝剂的分子结构中具有多个官能团，可以与杂质颗粒表面发生吸附作用，进而使它们形成大颗粒絮凝物。	依赖于絮凝剂与杂质颗粒之间的相互作用，以及水分子之间的相互作用。
桥联作用	絮凝剂通过自身的官能团与悬浮物和胶体之间的相互作用，将它们连接起来形成大颗粒絮凝物的过程 <sup>[3]</sup> 。	依赖于絮凝剂与悬浮物和胶体之间的相互作用，以及水分子之间的相互作用。
化学反应	絮凝剂与污水中的杂质发生化学反应，使它们形成大颗粒絮凝物的过程。絮凝剂在与杂质发生化学反应后，可以生成新的物质，这些物质可以与悬浮物和胶体颗粒发生吸附作用，进而使它们形成大颗粒絮凝物。	依赖于絮凝剂与杂质之间的化学反应，以及絮凝剂与悬浮物和胶体之间的相互作用。

#### （二）分类

凝剂包括铝盐、铁盐等。

##### 1. 无机絮凝剂

无机絮凝剂主要利用离子交换和中和作用，使污水中的悬浮物、胶体等杂质在其作用下凝聚成大颗粒絮凝物。常见的无机絮

##### 2. 有机絮凝剂

有机絮凝剂主要通过吸附和桥接作用，使污水中的杂质在其作用下凝聚成大颗粒絮凝物。常见的有机絮凝剂包括聚丙烯酰

胺、聚环氧琥珀酸等<sup>[4]</sup>。

（三）生物絮凝剂

生物絮凝剂主要由微生物产生，通过微生物的代谢活动使污水中的杂质凝聚成大颗粒絮凝物。生物絮凝剂具有环保、无害等优点<sup>[5,6]</sup>，但同时也存在处理效果不稳定、生产成本高等缺点<sup>[7]</sup>。

二、化学絮凝技术在水处理工程中的应用

（一）预处理过程的应用

1. 调整 pH 值，提高絮凝效果

水中的悬浮物和胶体物质通常带有电荷，其电荷的性质和数量取决于溶液的 pH 值。在特定的 pH 值下，这些物质可能带有正电荷或负电荷。而絮凝剂的电荷性质则与其作用对象相反，以实现有效的吸附和絮凝。因此，调整 pH 值可以帮助改变悬浮物和胶体物质的电荷性质，从而增加絮凝剂与它们的吸附结合的机会，提高絮凝效果。

调整 pH 值的方法主要有两种：酸碱调节和氧化还原调节。

（1）酸碱调节

通过向水中加入酸或碱，可以改变水的 pH 值<sup>[8]</sup>。常用的酸有盐酸通过向水中加入酸或碱确实可以改变水的 pH 值，但同时也会给水体带来一定的酸碱负荷。对于这个问题的处理，需要考虑到不仅要保证 pH 调节的有效性，还要尽可能减少对水体的影响。一种可行的方式是使用弱酸或弱碱进行调节，如使用二氧化碳（CO<sub>2</sub>）或氨水（NH<sub>3</sub>）等。这些物质在水中溶解后，会部分电离出氢离子（H<sup>+</sup>）或氢氧根离子（OH<sup>-</sup>），从而改变水的 pH 值。选择这种方式可以更好地控制 pH 值的改变，并且减少了对水体生物和环境的影响。

（2）氧化还原调节

另外一种调整 pH 值的方法是利用氧化还原反应。通过向水中加入氧化剂或还原剂，可以与水中的某些物质发生氧化还原反应，从而改变水的 pH 值。例如，加入氧化剂过氧化氢（H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>）可以将水中的有机物氧化分解，同时提高水的 pH 值。而加入还原剂如硫化钠（Na<sub>2</sub>S）则可以将水中的重金属离子还原为金属单质，同时降低水的 pH 值。这种方式主要用于处理含有较高浓度的有机物或重金属离子的废水。但在使用时需要注意控制氧化还原反应的强度和速度，以防止对水体造成过大的负担。

2. 去除大颗粒悬浮物，优化絮凝条件

（1）物理法

物理法包括沉淀、过滤和气浮等。其中，沉淀是常用的方法之一，通过在水中加入絮凝剂，使大颗粒悬浮物形成矾花，沉淀到底部。过滤则是利用滤料将悬浮物拦截下来。气浮则是通过向水中充入微气泡，使悬浮物附着在气泡上浮到水面。

（2）化学法

化学法主要是通过向水中加入化学药剂，使大颗粒悬浮物凝聚成团，形成易于沉降的矾花。常用的化学药剂有聚合氯化铝（PAC）和聚合硫酸铁（PFS）等。这些药剂可以与水中的阳离子结合，形成较大的聚合物分子，从而中和悬浮物的电荷，使其聚集在一起形成较大的矾花。

（二）化学药剂的选择与添加

表2：化学药剂的选择与添加

	考虑因素	具体要求
化学药剂的选择	絮凝剂的电荷性质	根据水中悬浮物和胶体物质的电荷性质，选择具有相反电荷的絮凝剂，以实现有效地吸附和絮凝。
	絮凝剂的分子量	分子量越大，吸附桥接能力越强，絮凝效果越好 <sup>[9]</sup> 。
	絮凝剂得溶解性能	良好的溶解性能有助于絮凝剂在水中充分分散，发挥其作用。
	化学稳定性	选择的絮凝剂应具有较好的化学稳定性，避免在水中分解或与水中物质发生不良反应，影响处理效果。
	经济性	在满足处理效果的前提下，应选择价格合理、易于获得的化学药剂。
化学药剂的添加	合理控制药剂用量	根据水体质量、浓度和处理要求，确定适量的药剂添加量。过少会导致絮凝效果不佳，过多则可能引入不必要的化学物质，影响水质 <sup>[10]</sup> 。
	均匀分散	将化学药剂均匀分散到水中，确保药剂与水体充分接触，以利于发挥最佳效果。
	适当搅拌	通过适当搅拌可以增加水体的湍流程度，从而增加絮凝剂与悬浮物和胶体物质的接触机会，提高吸附效果。
	配合其他工艺	根据实际需要，可以将化学药剂与其他水处理工艺配合使用，以达到更好的处理效果。例如，可将化学药剂与氧化还原、生物过滤等工艺结合起来，提高水处理的综合效果。
	实时监测与调整	在处理过程中，应实时监测水质指标如浊度、pH 值等，根据监测结果调整药剂的种类和用量，确保最佳的处理效果。
	注意安全	在添加化学药剂的过程中，要注意安全操作，避免直接接触皮肤或吸入粉尘。同时，储存和使用化学药剂时应注意防火、防爆等安全措施。

（三）混合过程的技术应用

1. 混合设备的选择与操作方法

根据实际需要，选择合适的混合设备如机械搅拌、水力搅拌等，并掌握正确的操作方法。这些设备可以通过调节转速、流量等参数来控制混合强度，确保絮凝剂与水中的悬浮物、胶体等物质充分接触<sup>[11]</sup>。

2. 混合强度的控制

混合强度对絮凝效果具有重要影响。过强的混合会导致悬浮物和胶体物质过度打碎，产生更多表面积，反而降低絮凝效果。因此，需要根据实际情况选择合适的混合强度，确保絮凝剂与目标物质有效结合<sup>[12,13]</sup>。

3. 混合时间的把握

混合时间也是影响絮凝效果的重要因素。过短的混合时间会导致絮凝剂与目标物质接触不充分，影响吸附效果。而长时间的混合则可能导致悬浮物和胶体物质过度打碎，产生更多表面积。因此，需要选择合适的混合时间，确保絮凝剂与目标物质充分结合。

4. 考虑水质特性和处理要求

不同的水质特性和处理要求需要采用不同的混合策略。例如，对于高浊度水，可能需要采用更强的混合条件来促进悬浮物和胶体物质的快速沉淀。而对于低浊度水，则可以适当降低混合强度，避免过度打碎悬浮物和胶体物质。

（四）固液分离与后处理技术

1. 固液分离技术

固液分离是水处理过程中重要的技术之一，其目的是将水中

的悬浮物和沉淀物进行有效去除。化学絮凝技术在此过程中发挥着重要作用。固液分离技术主要涉及以下几个部分：

#### （1）沉淀池

利用重力作用使悬浮物和絮凝体在水中沉降，从而实现固液分离。沉淀池的设计应考虑停留时间、池深、池型等因素，以确保沉淀效果。

#### （2）过滤池

通过滤料层的过滤作用，截留悬浮物和沉淀物，进一步去除水中的杂质。过滤池的设计应考虑滤料的选择与级配、滤速等因素，以保证过滤效果和出水水质。

#### （3）离心分离

利用离心力作用将悬浮物和沉淀物从水中分离出来。离心分离设备可选择旋流器、离心机等，根据实际情况选择合适的设备参数和操作条件。

#### （4）气浮池

通过向水中充入微气泡，使悬浮物附着在气泡上浮到水面，从而实现固液分离。气浮池的设计应考虑气浮时间、气浮方式、曝气装置等因素，以确保气浮效果。

### 2. 后处理技术

后处理技术是对经过固液分离的水体进行进一步的处理，以满足出水水质要求。常用的后处理技术如活性炭吸附、氧化还原、膜过滤、生物过滤等等<sup>[14]</sup>。

#### （1）消毒

通过向水中投加消毒剂，杀灭水中的细菌、病毒等有害微生物，保障出水水质安全。常用的消毒剂有氯气、二氧化氯、臭氧等。

#### （2）活性炭吸附

利用活性炭的吸附作用，去除水中的有机物、重金属离子、余氯等有害物质。活性炭的吸附效果与活性炭的种类、粒径、接触时间等因素有关。

#### （3）氧化还原

通过向水中投加氧化剂或还原剂，氧化或还原水中的有机物、重金属离子等有害物质，提高水质。常用的氧化剂有臭氧、过氧化氢等，常用的还原剂有硫酸亚铁、亚硫酸氢钠等。

#### （4）膜过滤

利用膜的过滤作用，将水中的悬浮物、细菌、病毒等物质截留下来，提高水质。常用的膜过滤技术有超滤、纳滤、反渗透等<sup>[15]</sup>。

#### （5）生物过滤

利用微生物的作用，将水中的有机物分解为无机物，提高水质。常用的生物过滤技术有生物转盘、生物滤塔等。

## 三、化学絮凝技术的效果评估

### （一）悬浮物去除率

悬浮物去除率是化学絮凝技术的重要评估指标之一。悬浮物是指水中不可沉降的固体物质，包括泥沙、有机物、矿物质等。化学絮凝技术通过投加絮凝剂，使悬浮物凝聚成大颗粒，进而沉降分离，达到去除悬浮物的目的。评估悬浮物去除率时，首先，要选取原水样本，记录悬浮物的初始浓度。然后记录沉降后的加入絮凝剂的水的悬浮物浓度，再根据（初始浓度 - 沉降后浓度）/

初始浓度 × 100% 计算悬浮物的去除率。

### （二）浊度降低程度

浊度是衡量水中悬浮物和胶体物质含量的指标，低浊度水透明度高，视觉上给人以清洁的感觉。化学絮凝技术通过去除悬浮物和胶体物质，可以有效降低水的浊度。评估浊度降低程度时，首先，要记录水的初始浊度值，再测量加入絮凝剂沉降后水的浊度值，根据（初始浊度 - 沉降后浊度）/ 初始浊度 × 100% 计算浊度降低程度。

### （三）有毒有害物质的去除效率

化学絮凝技术不仅可以去除悬浮物和胶体物质，还可以有效去除水中的有毒有害物质。这些物质包括重金属离子、有机污染物、氨氮、亚硝酸盐等。在评估有毒有害物质的去除效率时，同样，先检测水中原有毒有害物质的初始浓度，充分反应后，再检测加入絮凝剂沉降后的有毒有害物质浓度，根据（初始浓度 - 沉降后浓度）/ 初始浓度 × 100% 计算有毒有害物质的去除效率。

## 四、结语

展望未来，随着科学技术的不断发展和水处理需求的不断提高，化学絮凝技术将不断得到改进和完善。未来的研究将更加注重开发高效低毒的絮凝剂，减少对环境的影响；提高设备的自动化程度，降低人工操作成本；加强废水中有益物质的回收和利用，实现资源化利用；同时，还将更加注重研究新的化学絮凝技术，如电化学絮凝技术、光化学絮凝技术等，为水资源的可持续利用提供更加有效的技术支持和创新引领。

## 参考文献

- [1] 李福勤，豆硕超，高珊珊等. 多重混凝沉淀处理高悬浮物矿井水试验及应用 [J]. 煤炭工程，2023,55(04):102-106.
- [2] 李霞. 先进水处理药剂去除工业废水中污染物效果的评估 [J]. 皮革制作与环保科技，2023,4(16):13-15.
- [3] 姜金国. 高效有机絮凝剂合成机理及其水处理中的应用研究 [J]. 山东化工，2023,52(14):253-255.
- [4] 何敏，郁静蕾，周婧等. 天然有机高分子絮凝剂的改性及其在水处理中的应用 [J]. 化工技术与开发，2023,52(09):45-49+77.
- [5] 杜兴峰，马嘉浩，张乙宸等. 生物絮凝技术在海洋循环水养殖除氮中的应用的可行性探究 [J]. 科技风，2021(07):116-118.
- [6] 李政伟，张金良，蔡明等. 微生物絮凝剂在生活污水处理中的应用进展 [J]. 水处理技术，2023,49(02):25-29+34.
- [7] 王悦. 絮凝剂在矿井水处理中的应用分析 [J]. 山西冶金，2022,45(02):104-105+196.
- [8] 李立欣，刘婉萌，马放. 复合型微生物絮凝剂研究进展 [J]. 化工学报，2018,69(10):4139-4147.
- [9] 李莎莎. 我国选煤厂煤泥水处理技术现状与发展方向 [J]. 内蒙古煤炭经济，2022(23):121-123.
- [10] 吕彤. 絮凝剂在超滤膜饮用水处理中的运用 [J]. 化工管理，2021,(15):117-118.
- [11] 熊汝琴，吉春林，余平莲等. 聚铁类高分子絮凝剂在生活污水处理中的应用研究 [J]. 广东化工，2021,48(22):174-175+163.
- [12] 任秋慧，邹广彬，史吉平等. 高浓度养牛废水化学絮凝预处理技术 [J]. 江苏农业科学，2019,47(17):309-312+346.
- [13] 李海静. 絮凝剂处理污水的现状 & 对策研究 [J]. 环境保护与循环经济，2012,32(06):53-56.
- [14] 王磊. “两级 AO+ 混凝沉淀”工艺在养猪场沼液废水中的工程应用 [J]. 山东工业技术，2014(10):47-48.
- [15] 王浩，刘国梁，常江等. 化学絮凝 - 过滤技术对碳源物质富集效果的研究 [J]. 给水排水，2020,56(S1):476-480.

# 房建工程造价的全过程成本控制措施

曹锦俊

内蒙古众焱工程项目管理有限公司，内蒙古 呼和浩特 010010

**摘 要：** 房屋工程造价是指在整个房屋建筑工程生命周期内，通过一定的技术手段和管理方法，对工程的投资、设计、施工、验收等各个阶段进行造价管理和控制，其目的是在保证工程质量的前提下，通过优化管理方法和控制投资，实现工程效益的最大化。本文基于实际项目，确定了房屋工程造价评价指标，并基于此提出了房屋工程造价的全过程管理控制措施，通过实施房屋工程造价的全过程管理与控制，可以有效地节约投资、提高工程效益。

**关 键 词：** 工程造价；全过程管理；评价指标

## The Whole Process Cost Control Measures of Housing Construction Project Cost

Cao Jinjun

Inner Mongolia Amazing Engineering Project Management Co., Ltd, Inner Mongolia, Hohhot 010010

**Abstract：** The cost of housing project refers to the cost management and control of the investment, design, construction, acceptance and other stages of the project through certain technical means and management methods throughout the life cycle of the housing construction project, and its purpose is to maximize the benefits of the project by optimizing the management methods and controlling the investment under the premise of guaranteeing the quality of the project. Based on the actual project, this paper determines the evaluation index of housing project cost, and based on this, puts forward the whole process management and control measures of housing project cost. Through the implementation of the whole process management and control of housing project cost, it can effectively save the investment and improve the efficiency of the project.

**Key words：** construction cost; whole process management; evaluation indexes

## 引言

随着城市化进程的加速，房屋建筑工程的数量和规模不断扩大，其造价管理和控制的重要性也逐渐凸显。造价管理与控制不仅关系到工程的投资效益，还直接影响着工程的质量和安全。然而，传统的造价管理方法已经无法满足现代房屋建筑工程的需求，因此，研究房屋工程造价的全过程管理与控制具有重要的现实意义<sup>[1]</sup>。房屋工程造价的全过程管理与控制是一种新型的造价管理方法，它能够适应工程建设的动态变化，对工程各个阶段的造价进行全面的管理和控制<sup>[2]</sup>。全过程管理与控制不仅可以实时监测工程各阶段的造价变化，还可以及时发现和解决造价管理中的问题，从而提高工程的经济效益和社会效益。

## 一、项目概况

本项目在武汉市 XX 大道上，共5栋26层的住宅小区。房屋的设计寿命是50年，二类结构的设计寿命是15年。本项目在建设的时候，对环境的保护进行了更多的关注，通过对建筑的细节进行设计，来实现最多的自然光照，并尽量降低能耗，从而提高了能量的利用率。为保证与周围环境的和谐，以及工作人员的日常工作，对施工中噪声的管理给予了很大的关注。由于该项目是一幢多层的建筑，因此，在施工时要有一定的安全观念，避免任何潜在的意外。为确保施工质量，必须在施工流程中加入模板及脚手架支撑体系，在本次施工中，要注重选择科学的方式，不然必然会影响到最后的绿色施工质量。因为这一项目十分复杂，涉及了许多的设备，所以在施工的时候，要注意彼此之间的协调，同时还要注意对屋顶的防

水等许多细节的处理，以保证提高工程的品质。

## 二、房屋工程造价评价指标确定

### （一）投资决策阶段

表1：房屋工程造价投资决策阶段评价指标

评价指标	描述	数据来源
土地购置费	包括土地购买、土地租赁、土地使用权等费用	土地合同、土地交易记录
基础设施建设费	包括道路、供水、供电、供气、通信等基础设施建设费用	基础设施工程报价、竣工结算文件
建筑安装工程费	包括建筑工程和安装工程的施工费用	招标文件、施工合同



评价指标	描述	数据来源
软件开发成本	包括住宅智能化、信息化等相关软件开发成本	软件开发合同、项目计划书
市场调研费用	包括对市场进行调查、研究和分析的费用	市场调研报告、调研合同
人员培训费用	包括对参与房屋建筑工程的人员进行培训的费用	培训计划、培训合同
流动资金	包括为保证项目顺利进行而准备的短期资金	财务预算、资金计划
其他费用	包括招标、审计、保险、税费等杂项费用	相关合同、财务凭证

以上评价指标可以帮助投资决策者对房屋工程造价进行全面、客观的分析和评估。通过对于每个指标的详细分析和数据采集，投资者可以更加准确地估算整个项目的投资成本和回报，从而更好地进行投资决策<sup>[3]</sup>。同时，这些指标还可以为开发商和承包商提供参考，以便在项目实施过程中进行成本控制和优化。

（二）设计阶段

表2：设计阶段工程造价管理评价指标

评价指标	定义 / 测量标准
设计方案经济性	评价设计方案的经济性，包括建筑成本、经济效益等
材料设备选用合理性	评价材料和设备选用的合理性，包括是否符合设计要求、性价比等
施工工艺可行性	评价施工工艺的可行性，包括技术难度、施工效率、质量保证等
预算与实际成本偏差	评价预算与实际成本之间的偏差，包括预算准确度、成本控制能力等
设计变更频率与影响	评价设计变更的频率和影响，包括变更原因、变更次数、对工程进度和质量的影响等
施工周期与成本控制	评价施工周期和成本控制的情况，包括施工进度、成本节约能力等
质量管理体系完善程度	评价质量管理体系的完善程度，包括质量管理制度、质量控制流程等
风险管理水平与应对能力	评价风险管理水平和应对能力，包括风险识别、评估、应对措施等

（三）招标阶段

在招标投标阶段，许多因素都会对造价管理造成一定的影响。因此，要保证可以将费用控制在一个合理的范围之内，在这一阶段，必须密切地与工程建设的实际需求相联系，对所包含的众多风险展开合理的管控，在这个过程中，还必须注重建立风险规避机制，只有如此，才可以对可能发生的事情进行科学的预测<sup>[4]</sup>。在这种情况下，必须保证招标管理方式的科学，从而在进行决策时获得更为全面的市场信息，同时也是项目管理工作顺利进行的关键。在招标过程中，要注意对招标过程中的各种风险进行有效的控制，以保证项目的经济效益得到新的突破。此阶段与优选工程计划的选择阶段重叠，因此，关注此阶段有关工作的顺利进行，对工程计划的可靠执行具有重要的意义。

工程造价评价指标包括：政府干预市场价格、管理体制、费用组成、建设条件、设计深度、项目时间安排、施工组织方案、市场秩序、制度滞后性、信息准确、信息及时性、工作专业素质、职业道德、工作态度、增值税熟悉度。

（四）施工阶段

房屋工程造价评价施工阶段指标包含了施工材料费用、施工人工费用、施工机械费用、施工管理费用、施工利润费用、施工税金费用和其他额外费用等七个方面见表3所示：

表3：施工阶段工程造价评价指标

指标名称	计算方法
施工材料费用	列出各种施工阶段使用的材料及其费用，计算总费用。如：水泥、钢筋、木材等。
施工人工费用	列出各种施工阶段需要的人员数量及其薪资，计算总费用。如：工人工资、保险费用等。
施工机械费用	列出各种施工阶段使用的机械设备及其费用，计算总费用。如：挖掘机、打桩机等。
施工管理费用	列出各种施工阶段的管理费用，如场地租赁费用、物资采购费用、安全防护费用等，计算总费用。
施工利润费用	根据建筑工程的实际情况，计算施工阶段的利润情况，如净利润、毛利率等。
施工税金费用	根据建筑工程的实际情况，计算施工阶段需要缴纳的各项税金及其费用，如营业税、城市维护建设税等。
其他额外费用	列出各种施工阶段可能产生的其他额外费用，如垃圾清运费用、高空作业费用等，计算总费用。

通过该表格，可以对房屋建筑工程的各项费用进行全面、准确的统计和分析，为工程造价控制提供科学依据。

（五）竣工结算阶段

房屋工程造价评价竣工结算阶段指标包含了建设规模、建筑结构、材料成本、人工费用、机械使用费、其他直接费用、管理费用、利润和税金等方面：

表4：竣工结算阶段工程造价评价指标

指标名称	计算方法
建设规模	列出房屋建筑的总面积、建筑层数、建筑高度、建筑结构类型等指标。
建筑结构	列出房屋建筑的建筑结构类型、结构形式、墙体材料等指标。
材料成本	列出房屋建筑所使用的各种材料及其费用，计算总费用。如：水泥、钢筋、木材等。
人工费用	列出房屋建筑所使用各种人工费用，如：工人工资、保险费用等，计算总费用。
机械使用费	列出房屋建筑所使用的各种机械设备及其费用，计算总费用。如：挖掘机、打桩机等。
其他直接费用	列出房屋建筑所涉及的其他直接费用，如：水电费、清洁费、运输费等，计算总费用。
管理费用	列出房屋建筑的管理费用，如场地租赁费用、物资采购费用、安全防护费用等，计算总费用。
利润和税金	根据房屋建筑的实际情况，计算利润和需要缴纳的各项税金及其费用，如营业税、城市维护建设税等。

通过该表格，可以对房屋建筑工程的各项费用进行全面、准确的统计和分析，为竣工结算提供科学依据。

三、房屋工程造价的全过程管理措施

（一）投资决策阶段

建筑工程投资决策阶段是工程建设全过程的起始阶段，也是决定工程造价的重要阶段。在这个阶段，需要对建筑工程的规

模、技术方案、建设周期、投资估算等进行决策,以确保工程的投资效益和经济效益。同时,这个阶段的造价控制还能够有效避免后续施工过程中的变更和索赔,减少工程成本。

(1) 建设规模的确定是建筑工程投资决策阶段的首要任务。需要根据市场需求、企业资金、技术水平等因素来确定建设规模,以确保工程的经济效益和投资效益。

(2) 技术方案的制订是建筑工程投资决策阶段的另一个重要任务。需要根据工程实际需求和技术水平,制定合理的技术方案,以确保工程的质量和经济效益。

(3) 建设周期的确定也是建筑工程投资决策阶段的重要任务之一。需要根据工程实际情况和市场环境,合理确定建设周期,以确保工程的按时完成和投资效益。

(4) 投资估算的编制是建筑工程投资决策阶段的最后一个任务。需要根据工程实际情况和市场环境,编制合理的投资估算,以确保工程的投资效益和经济效益。

## (二) 设计阶段

(1) 设计方案的制定是建筑工程设计阶段的首要任务。需要根据工程实际需求和市场环境,合理的设计方案,以确保工程的质量和经济效益。

(2) 结构设计的优化是建筑工程设计阶段的另一个重要任务。需要根据工程实际需求和地质条件,优化结构设计,以确保工程的安全性和经济效益。

(3) 材料和设备的选择也是建筑工程设计阶段的重要任务之一。需要根据工程实际需求和市场环境,选择合理的材料和设备,以确保工程的质量和经济效益。

(4) 施工图审查是建筑工程设计阶段的最后一个任务。需要强化施工图审查,确保施工图的准确性和完整性,以避免后续施工过程中的变更和索赔。

## (三) 招标阶段

(1) 招标文件的制定是建筑工程招标阶段的首要任务<sup>[9]</sup>。需要根据工程实际需求和市场环境,制定合理的招标文件,以确保工程的质量和经济效益。

(2) 工程量清单的确定是建筑工程招标阶段的另一个重要任务<sup>[6]</sup>。需要根据工程实际需求和施工图,确定工程量清单,以确保工程的准确性和经济效益。

(3) 招标控制价的确定也是建筑工程招标阶段的重要任务之一。需要根据工程实际需求和市场环境,确定合理的招标控制价,以确保工程的质量和经济效益。

(4) 评标工作是建筑工程招标阶段的最后一个任务。需要强化评标工作,确保评标的准确性和公正性,以避免后续施工过程中的变更和索赔。

## (四) 施工阶段

(1) 施工计划的制订是建筑工程施工阶段的首要任务。需要根据工程实际需求和施工图,制定合理的施工计划,以确保工程的准确性和经济效益<sup>[7]</sup>。

(2) 材料和设备的控制是建筑工程施工阶段的另一个重要任务<sup>[8]</sup>。需要根据工程实际需求和施工计划,合理控制材料和设备的

使用,以确保工程的经济效益。

(3) 施工现场管理是建筑工程施工阶段的另一个重要任务。需要强化施工现场管理,确保工程的施工质量和安全性,以避免后续工程结算过程中的争议和索赔。

(4) 工程变更和索赔的处理是建筑工程施工阶段的另一个重要任务。需要合理处理工程变更和索赔,以确保工程的准确性和经济效益。

## (五) 竣工验收阶段

(1) 在验收前,需要制定一个详细的验收计划,包括验收时间、验收人员、验收标准等。这个计划应该充分考虑建筑工程的实际情况,并且要确保计划的可行性和有效性。

(2) 在验收过程中,要严格遵守国家和地方的相关标准和规范,对于不符合要求的地方要及时进行整改<sup>[9]</sup>。同时,要确保验收人员具有专业知识和经验,能够准确地评估工程质量和造价。

(3) 在验收过程中,要加强管理,确保验收工作的顺利进行。同时,要注意保存验收记录和相关资料,以备未来参考。

(4) 在验收过程中,要加强造价控制,对于超出预算的部分要进行认真分析,找出原因并采取有效措施。同时,要确保造价控制的科学性和合理性,避免浪费<sup>[10]</sup>。

(5) 在验收过程中,要加强与相关方面的沟通协调,确保各方都能够充分参与和配合<sup>[11]</sup>。同时,要保持与业主和施工方的良好关系,以便于后续的合作和交流。

# 四、总结

综上所述,房屋工程造价的全过程管理与控制需要贯穿于设计、招标、施工、结算等各个环节,需要进行全面的材料、人工和进度管理。通过合理的控制和管理措施,可以有效地降低工程成本,提高投资效益和社会效益。

## 参考文献

- [1] 耿俊虎. BIM技术在建筑工程全过程造价管理中的应用研究[J]. 安徽建筑, 2023, 30(11):111-112+160.
- [2] 李向华. 全过程工程造价在建筑经济管理中的应用[J]. 砖瓦, 2023,(11):125-127.
- [3] 林志霞. 工程项目建设全过程造价咨询管理研究[J]. 房地产世界, 2023,(21):106-108.
- [4] 张燕华. 工程建设项目全过程造价管理浅析[J]. 中国招标, 2023,(11):105-107.
- [5] 曾成祥, 滕兴友, 蔡瑞旭. EPC总承包项目全过程造价管控难点及应对措施[J]. 中国招标, 2023,(11):129-131.
- [6] 郭小昆. 建筑钢结构工程全过程的造价控制管理[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(10):148-150.
- [7] 胡亮. 建筑工程项目全过程造价管理研究[J]. 中国住宅设施, 2023,(10):112-114.
- [8] 陈凤娟. 全过程管理视角下绿色建筑工程造价管理模式建构分析[J]. 中国住宅设施, 2023,(10):31-33.
- [9] 韩玮轩. 建设项目工程造价全过程管理与控制[J]. 中国招标, 2022,(12):116-119.
- [10] 温滢. 关于建筑工程全过程造价咨询管理的思考[J]. 商讯, 2022,(26):175-178.
- [11] 陈永存. 全过程工程造价在建筑经济管理中的价值研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022,(32):19-21.

# 故障诊断法在轧机维护中的实践研究

王明乙

福鼎时代新能源科技有限公司, 福建 宁德 352000

**摘要：** 轧机在工业生产中属于重要设备，且应用频率较高，因其结构复杂，功能多样化，所以在实际使用过程中容易出现各类故障问题，影响工业生产。为此，各企业需要注重轧机的维护以及故障诊断等，合理选用故障诊断方法对轧机的运行故障进行诊断。此次论文先是对轧机故障特点及故障分类等进行了分析，随后又对故障诊断法在轧机维护中的应用展开了探讨，以期为相关人员提供参考。

**关键词：** 故障诊断法；轧机维护

## Practical Research on Fault Diagnosis Method in Rolling Mill Maintenance

Wang Mingyi

Fuding Times New Energy Science and Technology Co., Ltd, Fujian, Ningde 352000

**Abstract：** The rolling mill is an important equipment in industrial production, and the application frequency is high. Because of its complex structure and diversified functions, it is easy to appear all kinds of fault problems in the actual use process, affecting industrial production. For this reason, the enterprises need to focus on the maintenance of the mill as well as fault diagnosis, and reasonably choose the fault diagnosis method to diagnose the running faults of the rolling mill. This paper firstly analyzes the characteristics of rolling mill faults and fault classification, and then discusses the application of fault diagnosis method in rolling mill maintenance, so as to provide reference for the relevant personnel.

**Key words：** fault diagnosis method; mill maintenance

轧机属于一种金属轧制设备，能够将未成型的金属材料轧制成板材或管材等，其运行期间易出现故障问题，影响材料轧制质量。为此，相关工作人员需要做好轧机的维护工作，同时还需要注重故障诊断法的应用，定期对轧机的运行进行检测，以便于故障问题的及时发现与解决。当前，受科学技术发展的影响，轧机具有高效、自动以及重载等特点，现已被广泛应用于多个行业，但是随着轧机使用频率的增加，其故障问题频现，如果未能及时进行解决，可能会影响行业生产。

## 一、轧机故障相关概述

### （一）轧机故障特点

轧机运行的精准度及可靠性要求较高，其在一定程度上可能会增加轧机故障诊断难度，为提高轧机故障诊断效率及精确性等，轧机故障诊断人员需要对轧机故障特点有所了解<sup>[1]</sup>。其一，隐蔽性。通常情况下，轧机的故障点较为隐蔽，以轧机液压系统故障为例，其故障的发生常在系统深层位置，例如液压装置受损故障，因液压系统无法拆卸，所以会对该系统的故障诊断产生一定限制，可能会影响故障诊断的准确性。此外，液压系统内部筏板容易出现堵塞故障，因该故障点较为隐蔽，所以不易被快速诊断出来，进而会影响液压系统的正常运行。其二，繁琐性<sup>[2]</sup>。轧机设备的结构较为复杂，且轧机各类故障问题与故障原因之间存

在重叠关系，即同一个故障问题产生的原因可能有多种，进而会增加故障诊断的繁琐性以及难度等。其三，分散性。轧机的故障失效具有分散性特点，受诸多因素的影响，例如运行环境以及轧制材料等，可能会导致轧机内部各构件出现不同程度的磨损，例如轴瓦因受挤压而产生磨损，使其使用年限缩短，影响轧机正常运行<sup>[3]</sup>。

### （二）轧机故障分类

轧机设备的故障分类较多，具体介绍如下：其一，电磁阀故障。轧机液压系统内部设有伺服阀2组，为完成电磁阀的开合操作，在伺服阀前后两端分别设置有单向阀，如果液压系统出现故障问题，压下钢会在原位处于锁死状态<sup>[4]</sup>。如果控制逻辑信号操作指令失效，此时电磁阀可能存在卡死故障，严重的情况下液压系统的电磁阀可能会存在断线故障<sup>[5]</sup>。其二，位置控制故障。轧



机液压系统中,传感器故障较为常见,其主要包括轧制力传感器以及位置传感器等。如果系统压下值到达极限,则轧机会立刻停止运行,此时可能是位移传感器故障,也可能是伺服阀偏差故障等<sup>[6]</sup>。其三,机架振动故障。轧机运行期间,轧制咬钢操作会产生振动,如果振动较大以及产生呼啸声,可能是溢流阀故障导致机架产生振动。其四,伺服液压缸故障。液压系统运行期间,其液压缸可能会出现泄漏或拉伤故障,此时工作人员需要检查及更换新液压缸与密封件<sup>[7]</sup>。如果是液压缸卡死故障,工作人员可以拆洗液压缸,并重新更换液压油。

## 二、故障诊断法在轧机维护中的应用分析

### (一) FFT 故障诊断分析技术

FFT 故障诊断分析技术是轧机故障诊断方法之一,技术应用需要使用磁带记录仪,该仪器能够较为全面的将轧机运行时所产生的振动信号进行记录。在实验操作中,工作人员需要将磁带记录仪所记录的数据信息进行回放,随后将相关数据信息录入至 FFT 专用分析仪当中,以便于为后期频谱的分析工作提供参考<sup>[8]</sup>。与此同时,随着信息技术的不断发展,轧机故障诊断技术发展迅速,而 FFT 故障诊断分析技术的应用水平随之提高,该技术常用于诊断轧机内部轴承故障问题,诊断效果良好<sup>[9]</sup>。疲劳损坏或脱落是轧机轴承常见故障,其可能会对高频谱峰群产生不良影响。轧机在运行期间,如果其内部轴承出现故障问题,则故障信息会包含在高频谱峰群当中,此时工作人员可以利用 FFT 故障诊断分析技术分析高频谱峰群,以此获取轴承故障相关信息,判断是否是轴承因疲劳产生的脱落现象而导致轧机运行出现故障问题<sup>[10]</sup>。

### (二) 计算机辅助故障分析技术

轧机故障诊断工作较为繁杂,为提高故障诊断效率,保证故障诊断的准确性,诸多故障的诊断均需要使用计算机辅助故障分析技术<sup>[11]</sup>。该技术的应用需要借助计算机,计算机具有数据信息收集、分析以及储存等功能,可以将故障信息录入计算机系统进行分析与处理,同时还可以将故障信息储存至数据库当中进行保存,以便于为后期同样故障的发生提供诊断参考<sup>[12]</sup>。近几年,随着轧机运行自动化以及智能化水平的逐步提高,计算机已成为轧机运行时重要的辅助设备,且对于轧机故障的诊断具有重要影响。除此之外,计算机辅助故障分析技术具有实时监测功能,既可以完成在线监测工作,又可以完成离线监测工作,同时还可以对多个故障问题进行诊断,该技术的应用具有较强的综合性<sup>[13]</sup>。

### (三) 网络化检测诊断技术

现如今,大型机组应用广泛,为提高轧机维护效率,各企业开始引用监测诊断系统,而该系统的应用涉及网络化检测诊断技术以及在线故障诊断系统等。在网络诊断系统中,各企业可以利用 Intranet/Internet 资源实现资源共享以及远程诊断目标等,具有扩大故障诊断范围的优势,即针对轧机故障的诊断,不再仅局限于轴位移故障以及振动故障等,网络化检测诊断技术的应用

可以对轧机运行状态进行实时监测,加之在线故障诊断系统的应用,可以有效扩大故障诊断范围,以便于故障问题的及时发现与解决<sup>[14]</sup>。此外,针对轧机故障的诊断,小波分析法可以弥补传统傅立叶的变换缺陷,其可以利用多重分辨率将信号的局部瞬变特征进行刻画、处理以及成像压缩等,同时还可以识别以及分析信号瞬变特征,快速以及精准确定轧机故障位置,以此最大限度的降低轧机故障发生概率<sup>[15]</sup>。

## 三、故障诊断法在轧机维护中的应用案例

### (一) 案例概述

1780 精轧轧机运行期间,因其 F1 主电机轴瓦的温度逐渐升高而引发故障问题,工作人员利用故障诊断法确定故障产生原因与轴瓦磨损有关。故障诊断期间,工作人员拆除轴瓦后发现轴瓦表面存在挤压现象,所以导致减速机高速齿的联轴器出现轴向窜动问题,进而对轴瓦产生一定挤压,长此以往,轴瓦的温度会逐渐升高,最终出现故障问题。为此,工作人员需要优先将轧机的联轴器拆除,随后手动将减速机高速齿接手定位螺栓拧紧,避免出现轴向窜动问题<sup>[16]</sup>。

### (二) 原因分析

轧机轴瓦运行热量的产生与轧机运行时产生的摩擦有关,即轴与轴瓦直接接触时产生的摩擦<sup>[17]</sup>。一般情况下,二者之间设有一层动压润滑油膜,轧机运行时因润滑油的存在使得二者间摩擦产生的热量较少。与此同时,轴与轴瓦之间摩擦产生的热量还可以通过油、轴瓦外壳以及水换热器等进行外散,以此确保轴瓦始终处于热平衡状态,进而防止轴瓦温度升高出现故障问题。如果轴与轴瓦之间的动压润滑油膜失效,又或者是二者处于边界润滑状态,可能会导致轴与轴瓦出现直接接触现象,进而二者之间会产生一定摩擦,摩擦生热,随着轧机运行时间的延长,轴瓦的温度会持续升高。当摩擦热量高于轧机外散热量时,持续的高温可能会导致轴瓦损坏<sup>[18]</sup>。

### (三) 故障排除

在机械方面,精轧机齿轮轴安装于轧制辊环内,所以故障诊断人员无法直接检查轧辊箱内的轴承及轴瓦,仅能通过对轴向以及径向间隙的检测判断轴承及轴瓦是否完好无损。为此,故障诊断人员需要定期检测轧机轴向及径向间隙,防止轧机出现故障问题。故障检测期间,诊断人员需要依据轧机设计图纸开展故障诊断工作,合理控制自身的动作力度,以免动作较重损坏轴瓦,并保证轴向定位精准<sup>[19]</sup>。

在操作运行方面,精轧机的运行需要注意操检合一,即规范化操作的同时注重定期的检测与维护。精轧机的操作人员可以通过自身经验对轧机运行期间出现的微小变化或异常现象等进行察觉,以便于轧机故障问题的及时诊断与排查等。在精轧机运行期间,操作人员需要时刻监测轴瓦温度,一旦轴瓦温度持续性升高,则需要立刻让精轧机停止运行进行故障诊断。另外,在精轧机运行期间,如果出现非规律性的温度升高现象,精轧机需要立刻停止运行进行故障诊断<sup>[20]</sup>。在日常的生产过程中,精轧机的使



用需要定期进行故障检测与维护等,以免存在故障隐患。

结束语:

轧机运行期间故障问题的出现较为常见,且故障类型多种,故障不同,诊断方法以及解决方法等均有所不同。当前,轧机故障具

有隐蔽性、繁琐性以及分散性等特点,而常见的故障类型多种,例如位置控制故障、机架振动故障、电磁阀故障、溢流阀故障以及伺服液压缸故障等,无论何种故障均会影响轧机正常运行。在轧机维护工作中,常见的故障诊断技术包括FFT故障诊断分析技术、计算机辅助故障分析技术以及网络化检测诊断技术等。

参考文献:

[1] 吕金,徐莉,隋大伟等. 远程监控及故障诊断技术在大型轧机系统中的应用[J]. 电气传动, 2023, 53 (11): 84-89. DOI:10.19457/j.1001-2095.dqcd25178

[2] 孙德全. 基于多传感器融合的轧机轴承故障信号降噪及诊断[J]. 山西冶金, 2023, 46 (09): 50-51+54. DOI:10.16525/j.cnki.cn14-1167/tf.2023.09.019

[3] 程友杰. 基于ALIF+MCKD方法的冷轧机轴承振动故障信号处理[J]. 山西冶金, 2023, 46 (09): 70-71+74. DOI:10.16525/j.cnki.cn14-1167/tf.2023.09.027.

[4] 时培明,肖立峰,许学方等. 双通道小波核-卷积神经网络轧机设备轴承诊断方法[J/OL]. 机械科学与技术, 1-11[2023-12-26] <https://doi.org/10.13433/j.cnki.1003-8728.20230168>.

[5] 计江,赵琛,王勇勤. 基于VMD-MMPE的轧机轴承滚动体与保持架故障诊断[J]. 振动. 测试与诊断, 2023, 43 (02): 290-297+409. DOI:10.16450/j.cnki.issn.1004-6801.2023.02.012

[6] 高坤,黄雁,马冰冰等. 基于改进优化算法的轧机滚动轴承深度学习故障诊断方法[J]. 辽宁大学学报(自然科学版), 2023, 50 (01): 28-37. DOI:10.16197/j.cnki.lnunse.2023.01.013.

[7] 张瑞成,李志文,梁卫征. 板带轧机主传动系统的鲁棒故障检测与重构[J]. 振动. 测试与诊断, 2023, 43 (01): 96-102+200. DOI:10.16450/j.cnki.issn.1004-6801.2023.01.014

[8] 高坤,黄雁,马冰冰等. 基于深度残差神经网络的轧机滚动轴承故障诊断方法[J]. 冶金自动化, 2022, 46 (05): 85-95.

[9] 胡宗. 炉卷轧机液压系统常见故障分析[J]. 冶金与材料, 2022, 42 (03): 139-140.

[10] 曹志新. 基于数据驱动的冷连轧机振动诊断研究[D]. 华北理工大学, 2022. DOI:10.27108/d.cnki.ghelu.2022.000545.

[11] 周奇阳,李志勇,周为民等. 轧机液压控制系统故障仿真研究[J]. 冶金设备, 2022, (02): 33-37.

[12] 胡睿. 基于互相关能比熵和BiGRU-GRU的轧机关键零部件早期故障诊断[J]. 计算机测量与控制, 2022, 30 (02): 95-102. DOI:10.16526/j.cnki.11-4762/tp.2022.02.014.

[13] 贾维龙,简彦成. 棒材轧机减速机轴承故障诊断[J]. 设备管理与维修, 2022, (03): 131-132. DOI:10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2022.02.56.

[14] 周志强,徐利璞,史鸿剑等. 森德威二十辊轧机液压压下故障原因分析[J]. 重型机械, 2022, (01): 96-100. DOI:10.13551/j.cnki.zxjxqk.2022.01.018.

[15] 曾应华. 基于机电液一体化化工厂故障智能化诊断技术研究[J]. 自动化应用, 2021, (12): 43-46. DOI:10.19769/j.zdhy.2021.12.012.

[16] 许华,闫瑾,唐志惠等. 热轧立辊轧机主传动轴断裂故障诊断[J]. 冶金设备, 2021, (S1): 66-67+98.

[17] 邢增金. 轧机减速机双列轴承保持架故障诊断研究[J]. 设备管理与维修, 2021, (17): 150-152. DOI:10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2021.09.78

[18] 杨亚辉. 浅谈棒材轧机减速箱的常见故障及在线监测应用[J]. 装备制造技术, 2021, (02): 215-219.

[19] 刘洪吉. 轧机减速箱轴承的电蚀故障诊断及失效分析[J]. 中国设备工程, 2020, (23): 166-167.

[20] 艾章荣. 浅谈故障诊断法在轧机维护中的运用[J]. 中国新技术新产品, 2020, (22): 75-77. DOI:10.13612/j.cnki.cntp.2020.22.024.

# 水利施工中河道治理与生态修复技术研究

毛文月

苏州创元建设工程有限公司，江苏 苏州 215011

**摘要：** 本文研究水利施工中河道治理与生态修复技术，深入分析水利施工对河道的生态系统破坏、河床侵蚀与淤积等问题。着重探讨生态修复对水生生物的积极影响，包括鱼类繁衍、底栖动物丰富度提升、水生植物多样性增加及水生生物群落平衡恢复。提出河道治理技术，包括生态工程、水土流失防治、高新技术以及 GIS、遥感和人工智能应用。同时深入研究生态修复技术，探讨生态学原理、水质监测与改善技术、鱼类与底栖动物的保护与恢复。通过综合研究，为河道生态系统的可持续发展提供理论和技术支持。

**关键词：** 水利施工；河道治理；生态修复技术；水生生物

## Study on River Management and Ecological Restoration Technology in Water Conservancy Construction

Mao Wenyue

Suzhou Chuangyuan Construction Engineering Co., Ltd, Jiangsu, Suzhou 215011

**Abstract：** This paper studies the river governance and ecological restoration technology in water conservancy construction, and analyzes the ecosystem damage, riverbed erosion and siltation of the river by water conservancy construction in depth. It focuses on the positive impacts of ecological restoration on aquatic organisms, including fish reproduction, benthic animal richness enhancement, increased aquatic plant diversity and aquatic community balance restoration. River management techniques are proposed, including ecological engineering, erosion control, high technology, as well as GIS, remote sensing and artificial intelligence applications. Meanwhile, it is necessary to deeply study ecological restoration technology, explore ecological principles, water quality monitoring and improvement technology, and the protection and restoration of fish and benthic animals. Through comprehensive research, it provides theoretical and technical support for the sustainable development of river ecosystem.

**Key words：** water conservancy construction; river management; ecological restoration technology; aquatic organisms

在水利施工中，对河道进行治理与生态修复显得尤为重要。水利施工虽然改善了水资源利用，但也带来了一系列问题，如河道生态系统破坏和河床侵蚀。这些问题迫切需要解决，尤其在灾害防范和生态保护方面。接下来深入研究这些挑战，并讨论生态修复对水生生物的积极影响，为制定有效的河道治理和生态修复方案提供理论支持。通过综合考虑生态学原理、水质监测技术以及鱼类和底栖动物的保护与恢复，我们旨在促进河道生态系统的可持续发展，实现水资源的有效管理与生态平衡。

### 一、水利施工对河道的影响

水利施工对河道产生深远影响，既带来利好也引发问题。正面影响包括提高水资源利用效率和防洪能力，但与此同时，负面效应也显著。首先，施工可能破坏河道生态系统，引发生态平衡失调，威胁当地生物多样性。其次，河床侵蚀和淤积问题常因施工引起，加剧了洪涝风险。此外，施工过程中常导致水土流失，影响土地生态。为了应对这些挑战，亟需深入研究水利施工对河道的具体影响机制，并采用综合的治理和修复技术，以最大程度地保护河道生态平衡、保护水生生物栖息环境，实现水利工程与生态保护的双赢<sup>[1]</sup>。

### 二、现有水利施工中存在的问题

#### （一）河道生态系统破坏

水利施工对河道生态系统产生的破坏是显著的问题。施工过程中，频繁的土地开发和水系改造会直接影响河道周边的植被覆盖和动植物栖息地。河道生态系统的破坏导致生物多样性减少，生态平衡受到威胁，甚至引发某些物种的灭绝。此外，水利工程可能改变水流速度和温度，进一步影响水体氧含量，使得原有的水生生物栖息条件恶化。

#### （二）河床侵蚀与淤积问题

水利施工导致的河床侵蚀和淤积是另一项严重问题。施工引

起的土壤侵蚀和水流改变可能导致河道淤积，阻塞水流，进而引发洪水。另一方面，河床侵蚀会使河床下降，威胁到河道周边的生态环境和沿岸居民的生活。这种情况不仅影响水域生态系统的稳定，还可能造成河道岸线的不断变化，加大土地的侵蚀风险<sup>[2]</sup>。

### （三）河道治理的紧迫性

由于水利施工引发的问题，河道治理显得迫在眉睫。对于受损的河道生态系统，及时采取综合的治理措施势在必行。河道治理需要在保障水资源有效利用的同时，充分考虑生态系统的健康和生物多样性的保护。紧迫性要求科学规划河道治理方案，通过生态工程等手段修复和保护河道生态系统，以实现水与生态的协同发展。

### （四）灾害防范与生态保护的需求

水利施工带来的河道问题也与灾害防范和生态保护密切相关。河道生态系统的破坏和河床问题容易导致洪涝灾害，威胁到周边居民和农田。为应对这一挑战，急需加强灾害防范措施，包括规范性的水利施工管理、提高堤坝和防洪设施的抗灾能力等。同时，强化生态保护，通过生态修复和保护区划设立等手段，提高河道生态系统的稳定性，减缓自然灾害对生态环境的冲击。在河道治理中，综合考虑生态和人类利益，实现河道的可持续管理至关重要<sup>[3]</sup>。

## 三、生态修复对水生生物的影响

### （一）鱼类栖息与繁衍

生态修复在水生生物方面，尤其对鱼类栖息与繁衍产生深远影响。鱼类作为水域生态系统的关键组成部分，其生存与繁衍受到水体环境的直接影响。生态修复通过改善水体质量、恢复栖息地和创建通畅的洄游通道，提供了更适宜的栖息条件。恢复河道的自然流动、减少污染物输入，有助于改善鱼类的生存环境。特别是对于一些洄游性鱼类，修复水域生态系统可以恢复它们的迁徙通道，促使其更好地进行洄游、产卵和繁衍。生态修复同时需重点考虑鱼类的繁殖生境，包括提供足够的洄游距离、适宜的水温和充足的食物资源。

### （二）底栖动物丰富度提升

底栖动物在水域生态系统中扮演着至关重要的角色，其数量和多样性直接关系到水域生态平衡和生态系统的稳定性。生态修复通过一系列综合措施，可显著提升底栖动物的丰富度。首先，改善水体透明度和减少底泥淤积，有助于提高光照条件，为底栖植物提供更充足的光合作用空间。这一过程能够为底栖动物提供更为适宜的生存环境，促进其繁殖和生长。其次，通过减少污染源、改善水质，生态修复可以消除底栖动物的毒害和生态障碍，有助于提高其存活率。此外，恢复自然河道结构和水体流动性，为底栖动物提供更多栖息场所，提升其空间利用效率。底栖动物的丰富度提升反映了水体生态系统的健康状态<sup>[4]</sup>。

### （三）水生植物多样性增加

水生植物是水域生态系统中不可或缺的组成部分，对于水体生态平衡、水质净化和生物多样性的维护具有关键作用。生态修

复通过增加水生植物的多样性，有效地改善了水域的生态环境。首先，水生植物的多样性增加可促使水域中的植被结构更加复杂。各类水生植物在形态和生态习性上的差异，使得水域内的生态系统更为稳定，抑制了某些有害生物的过度繁殖，维持了水域内生物的相对平衡。其次，水生植物通过吸收水中营养盐和有机物，对水质进行净化，减少了藻类的过度生长，提高了水体的透明度。生态修复可通过引入适宜的水生植物，包括浮叶植物、沉水植物和漂浮植物等，来恢复水域植被的多样性。适当的水生植物群落能够提供丰富的栖息场所，为水域内的鱼类、底栖动物等提供重要的遮蔽和食物来源。此外，水生植物的枯落物为水域提供有机物质，为水生生物的生态系统提供丰富的能量来源。

### （四）水生生物群落平衡恢复

水生生物群落的平衡对于水域生态系统的稳定和可持续发展至关重要。生态修复通过综合措施，全面促进水生生物群落平衡的恢复，涉及鱼类、底栖动物、水生植物等多个层面的生态要素。首先，生态修复可通过改善水体质量和恢复自然河道结构，提升鱼类和底栖动物的生存环境，促进其种群的稳定和繁荣。创造更为适宜的栖息条件，使得水域内各种生物能够更好地适应并协同生存。其次，水生植物的多样性增加有助于构建更为复杂的食物链，为水域内生物提供多样的食物来源，维持生物群落的多样性。生态修复还需要注意避免过度捕捞和污染源的重新积累，以确保水生生物群落平衡的稳定性。建立科学的监测体系，密切关注水域内各类生物的数量和分布，及时调整生态修复策略，实现水生生物群落平衡的长期稳定<sup>[5]</sup>。

## 四、河道治理技术

### （一）生态工程技术

生态工程技术在河道治理中发挥着关键作用。该技术主要通过植物的引入和生态系统的修复，改善水域的生态环境。例如，通过植被的种植和生态岛的建设，生态工程可以有效减缓水流速度，防止河岸侵蚀，稳定河道结构。湿地的建设不仅有助于水质净化，还提供了丰富的栖息地，促进水生生物的繁衍。生态工程技术的应用使得河道得以自然恢复，生态系统得到强化，为水域可持续管理奠定了基础。

### （二）防治水土流失技术

防治水土流失技术是河道治理中的一项关键举措。水土流失是导致河道底部淤积和河道侵蚀的主要原因之一。采用防治水土流失技术，如植被覆盖、坡面保护和梯田建设，可以有效减缓水流速度，防止水土流失。此外，合理的土地利用规划和植被恢复项目也是防治水土流失的有效手段。这些措施不仅有助于维护土壤质量，减轻淤积和侵蚀问题，还提高了水域生态系统的稳定性<sup>[6]</sup>。

### （三）高新技术

高新技术在河道治理中发挥着越来越重要的作用。其中，先进的水质监测技术、智能水利设施和信息化管理系统等高新技术的应用成为河道管理的重要手段。通过传感器网络、远程监控和自动化控制系统，可以实时监测水体的质量和水流情况，为科学决策提供

数据支持。高新技术的运用不仅提高了治理效率，还降低了管理成本，为河道治理提供了更为精准和可持续的解决方案。

#### （四）GIS、遥感、人工智能等技术

地理信息系统（GIS）、遥感和人工智能等技术在河道治理中发挥着关键作用。GIS 可以整合和分析河道及其周边环境的地理信息，为规划和决策提供空间数据支持。遥感技术通过卫星和航空影像获取大范围、高分辨率的地表信息，帮助监测河道的动态变化，检测水体质量和植被状况。人工智能则能够处理大量复杂的数据，识别环境问题，优化决策流程。这些技术的综合应用为河道治理提供了更为全面、高效的技术支持，推动了河道管理的智能化和精细化发展<sup>[7]</sup>。

## 五、生态修复技术研究

#### （一）生态学原理与河道生态系统修复

生态学原理在河道生态系统修复中发挥着至关重要的指导作用。基于生态学原理，河道生态系统修复着眼于整体生态平衡，注重生物多样性、食物链和能量流动等方面的恢复。通过生态学原理的引导，修复项目能更好地理解 and 模拟自然生态系统的运行机制，合理设计和实施生态修复方案，最大限度地重建受损河道生态系统的结构和功能，实现河道自然恢复的愿景<sup>[8]</sup>。

#### （二）河道水质改善与监测技术

河道水质改善与监测技术是生态修复的重要组成部分。采用先进的水质监测技术，如在线监测系统、传感器网络和水质遥感技术，能够实时监测水体的各项指标，包括溶解氧、水温、pH 值等，为制定科学的水质改善方案提供准确数据。同时，通过生物监测和化学分析，能够更全面地了解水体生态系统的健康状况，为有针对性地进行水质改善提供科学依据。

#### （三）河道水质监测与改善方法

河道水质监测与改善方法包括综合应用物理、化学和生物学

手段。物理方法涉及水体流速调控、底泥清理等，以提高水体的自净能力。化学方法主要通过净化剂的引入或调节水体 pH 值等方式改善水质。而生物学方法包括植物修复、微生物修复等，通过植物的吸收和微生物的分解作用，降解有机污染物，改善水体的生态环境。这些方法的综合应用能够有效提高水体的净化能力，实现河道水质的全面改善<sup>[9]</sup>。

#### （四）鱼类与底栖动物保护与恢复

鱼类与底栖动物的保护与恢复是生态修复中的关键环节。通过制定合理的保护政策、设立鱼类保护区和底栖动物保护区，保护受威胁的物种。同时，通过生态修复措施，恢复河道的水质和栖息地，为鱼类和底栖动物提供更为适宜的生存条件。在生态修复过程中，要注意搭建合适的鱼类通道，促进鱼类洄游；采用渔业科学管理，合理控制捕捞强度，保护渔业资源。通过这些手段，可以更好地维护河道水生生物的多样性，促使鱼类和底栖动物群落的恢复和稳定<sup>[10]</sup>。

## 结语

在河道治理与生态修复技术研究中，我们深刻认识到水利施工对河道生态系统所带来的挑战与问题。通过分析现有水利施工中存在的问题，以及生态修复对水生生物的积极影响，我们强调了生态工程技术、防治水土流失技术、高新技术以及 GIS、遥感、人工智能等技术在河道治理中的关键作用。此外，深入探讨了生态学原理在河道生态系统修复中的指导作用，以及水质改善与监测技术、水质监测与改善方法对河道生态健康的贡献。最后，我们强调了鱼类与底栖动物的保护与恢复在生态修复中的重要性。这一系列技术与原理的综合运用将推动河道生态系统的恢复与可持续发展，为人与自然和谐相处创造更为可持续的水环境。我们期待这些研究成果为未来的水利工程与生态保护提供科学的指导与支持，共同建设更加健康、美丽的水域生态系统。

## 参考文献

- [1] 李昂, 秦钊芮. 水利水电工程扰动区生态护坡技术比较研究 [J/OL]. 水利水电快报, 1-8[2023-12-20].
- [2] 李爱华, 王静静, 张传兴. 河道水环境治理中多方位生态修复技术应用分析 [J]. 清洗世界, 2023, 39 (09): 175-177+180.
- [3] 张刚. 水生态修复技术在河道治理中的应用研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (26): 205-207.
- [4] 马星博, 胡婷婷, 齐迎爽等. 基于生态视角的城市河道治理与修复研究 [J]. 绿色科技, 2023, 25 (12): 152-156.
- [5] 付百林, 赵钰, 胡婷婷等. 水生态修复技术在河道治理中的应用 [J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4 (12): 144-146.
- [6] 吕弈成. 生态修复技术在河道水环境治理中的应用研究 [J]. 黑龙江环境通报, 2023, 36 (02): 165-167.
- [7] 樊强. 解析城市河道生态修复治理技术 [J]. 治淮, 2023, (04): 50-51.
- [8] 杨巧燕. 多方位生态修复技术在河道水环境治理中的应用 [J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4 (06): 132-134.
- [9] 李蕾. 多方位生态修复技术在河道水环境治理中的应用 [J]. 中国资源综合利用, 2023, 41 (01): 191-193.
- [10] 谢归. 水生态修复技术在河道治理中的应用研究 [J]. 地下水, 2022, 44 (06): 303-305.



# 光伏新能源技术在建筑节能中的应用

张慧娟

内蒙古筑友建筑设计咨询有限责任公司，内蒙古 呼和浩特 010010

**摘 要：**光伏发电系统主要应用于太阳能照明、太阳能建筑一体化、光伏并网发电等领域，其主要功能是将太阳辐射能转化为电能，供建筑物照明及设备用电。文章针对光伏新能源技术在建筑节能中的应用展开了分析，从光伏发电技术的原理、光伏发电系统的结构等方面进行了分析，并对光伏发电技术在建筑节能中的应用前景进行了展望。

**关 键 词：**光伏新能源技术；太阳能系统；建筑节能

## Application of Photovoltaic New Energy Technology in Building Energy Saving

Zhang Huijuan

Inner Mongolia Zhiyou Architectural Design and Consulting Co., Ltd, Inner Mongolia, Hohhot 010010

**Abstract：** Photovoltaic (PV) power generation system is mainly used in the fields of solar lighting, solar building integration, and grid-connected photovoltaic power generation, etc. Its main function is to convert the solar radiation energy into electrical energy for building lighting and equipment power. The article analyzes the application of photovoltaic new energy technology in building energy saving. The principle of photovoltaic power generation technology and the structure of photovoltaic power generation system are analyzed, and the application prospect of photovoltaic power generation technology in building energy conservation is forecasted.

**Key words：** photovoltaic new energy technology; solar energy system; building energy saving

## 引言

随着世界能源问题的日益突出，以光伏为代表的新能源技术成为世界各国关注的焦点。新能源技术在建筑节能中的应用可以降低建筑物本身的能耗，从而在一定程度上实现建筑节能。当前世界各国都将“绿色发展”作为其重要战略，新能源技术得到了大力发展，光伏新能源技术作为一种绿色节能型能源技术，其可以有效地将太阳能转化为电能，具有环保、高效、节约能源等优势<sup>[1-3]</sup>。将光伏新能源技术应用于建筑节能领域，能够有效降低建筑物本身的能耗。太阳能发电系统主要是由太阳能电池组件、蓄电池组、控制器、逆变器等组成，其主要功能是将太阳能电池组件的电能转化为直流电，然后利用蓄电池为直流电储能。蓄电池组具有一定的充放电能力，在需要时可自动启动逆变器将直流电转化为交流电，从而保证整个系统的正常工作；控制器是整个系统的核心部分，它能够根据蓄电池的充放电情况调整整个系统的电压和电流，使其处于最佳工作状态<sup>[4-6]</sup>。太阳能照明已成为一种重要的照明方式，在一些公共建筑中，太阳能照明已经成为其一项重要的能源措施，如国家图书馆采用太阳能灯照明，其所用功率仅为400W左右，可见在公共建筑中使用太阳能照明具有重要意义。

## 一、光伏发电技术原理

光伏发电是利用太阳能电池将光能直接转变成电能的一种发电方式，所谓太阳能电池是指将太阳辐射能直接转变成电能的装置。

(1) 其工作原理是当太阳辐射照射到太阳能电池上时，光照被硅光电二极管吸收，同时将光能转化成电能，其输出的电压是由硅光电二极管的压降决定的，其输出功率则取决于光强的变化。

(2) 光伏发电系统通常由四部分组成：太阳能电池组件、控制器、逆变器和储能装置。在建筑节能中，光伏新能源技术主要

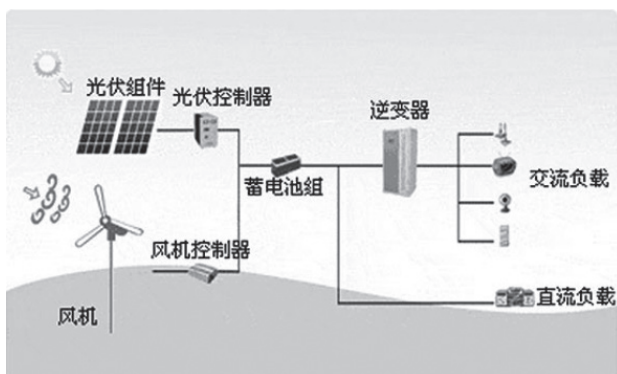
是利用太阳能电池组件将太阳能转化成电能。

(3) 太阳能电池组件主要包括：单晶硅、多晶硅、非晶硅、薄膜等。控制器是整个系统的核心部分，其主要由硬件和软件组成，硬件包括控制器及光伏阵列等设备。

## 二、光伏发电系统结构

### (一) 光伏发电系统组成

光伏发电系统的结构主要由光伏组件、逆变器、控制器以及蓄电池等部分构成<sup>[7-11]</sup>，如图1所示。



> 图 1：光伏发电系统结构

(1) 光伏组件：一般由太阳能电池片与背板组成，其主要作用是将太阳能转化为电能。光伏组件的种类很多，在实际应用中，要根据实际需求选择适合的光伏组件，如普通晶硅电池组件、单晶硅电池组件等。(2) 逆变器：逆变器的主要作用是将光伏发电系统输出的直流电转换为交流电，以供负载使用。逆变器可以分为无刷直流电机（BLDC）型逆变器、PWM（脉宽调制）型逆变器、脉宽型（PWM）逆变器等。(3) 蓄电池：蓄电池作为储能设备，可对太阳能发电系统进行存储，并在需要时向负载供电。

#### (二) 太阳能电池组件

太阳能电池组件是光伏发电系统的核心部分，其由多片薄膜太阳能电池组成，其主要作用是将太阳能转化为电能，因此在建筑节能中需要对太阳能电池组件进行合理选择。为了实现太阳能电池组件的最大转化效率，通常需要在设计中合理配置其数量，从而实现最佳的发电效率。但是考虑到不同建筑的具体情况，对于光伏发电系统而言，其最优配置方案并不是固定不变的。随着光伏新能源技术的不断发展，其所具备的优点也越来越多，如高效、环保、使用寿命长等特点，因此光伏新能源技术在建筑节能中应用前景十分广阔<sup>[12]</sup>。另外随着建筑节能领域相关政策的出台，相信未来在建筑节能领域中光伏新能源技术将会有更大的发展。

#### (三) 蓄电池

太阳能发电系统通常由蓄电池、控制器和光伏阵列等部分组成。蓄电池作为一种储能装置，具有可储存电能的功能，因此蓄电池在整个系统中起到了重要的作用。光伏阵列作为太阳能电池的一种，具有光照充足、温度低、寿命长等优点，因此将光伏阵列安装在建筑上，能够实现太阳能的储存和使用。蓄电池具有充放电的功能，在白天太阳光照充足时将电能储存在蓄电池中，夜晚太阳光照不足时将电能释放出来为整个系统供电<sup>[13]</sup>。蓄电池通常安装在建筑屋面、外墙以及太阳能电池板背面等位置。虽然光伏新能源技术具有多种优势，但是光伏新能源系统仍存在一些问題。例如由于太阳能电池板需要长时间接受阳光照射，因此太阳能电池板会受到阳光的影响，使其出现发热现象，而此时光伏阵列中的蓄电池就会出现故障。因此，在选择光伏发电系统时要充分考虑其影响因素。

#### (四) 太阳能控制器

太阳能控制器是光伏系统中的核心部件，其主要功能是对光

伏组件进行充放电控制，保证其正常运行，对负载进行保护，并及时将负载所需的电压及电流反馈给控制器，保证系统的正常运行。太阳能控制器还包括蓄电池组和蓄电池组两部分，其能够将太阳能电池板所发出的电能存储起来，以供其他设备使用<sup>[14]</sup>。太阳能控制器一般都采用蓄电池供电模式，并能够对蓄电池组进行充放电管理。在建筑节能中应用光伏发电系统时，为确保建筑节能效果的实现，应该确保整个系统能够稳定运行。如果太阳能控制器无法对蓄电池组进行合理控制，那么就会导致整个系统出现故障，进而影响整个系统的正常运行。因此，在设计光伏发电系统时应该将控制器放在核心位置，这样能够及时对蓄电池组进行合理控制。同时还应该确保整个系统运行稳定、可靠、安全。

### 三、太阳能发电系统的应用

#### (一) 普通光伏发电系统

这类系统主要由太阳能电池板、控制器、蓄电池组、交流逆变器和太阳能路灯组成。光伏电池板是整个系统的核心部件，它采用高效率的多晶硅太阳能电池片，利用专用设备将太阳能电池板加工成不同规格尺寸的长方形太阳能电池片，并经清洗、镀膜等工序加工成太阳能电池组件，再采用专用的工具将太阳能电池组件与支架焊接成一体。光伏电池板与支架通过螺栓连接起来，构成一个完整的发电单元<sup>[15]</sup>。控制器负责控制整个系统的正常运行，同时将信息反馈到后台服务器上，以便及时准确地掌握光伏电池板的运行状况。

##### 1. 蓄电池组

蓄电池组由单体电池、充电模块和电池组组成。充电模块可通过太阳能电池板将光能转化为电能，以备使用。充电模块通常由开关电源和充电器组成，开关电源的作用是控制直流输出电压，使蓄电池能在最短的时间内充满电。充电器是为了及时补充蓄电池的能量而设置的，当充电器检测到蓄电池电压低于设定值时，即向蓄电池充电；当检测到蓄电池电压高于设定值时，即向蓄电池放电。在系统中，蓄电池组一般作为备用电源使用。在普通光伏发电系统中，最常见的是2×6串/组电池串联结构，即2块6串/组电池串联构成一组蓄电池组。若在冬季等自然条件较差的情况下，蓄电池可能出现过充、过放等现象，而影响其使用寿命，此时可将该电池并联使用。

##### 2. 逆变器

逆变器是太阳能光伏发电系统中的核心部件，它通过控制逆变电路中的直流电源，将太阳能电池组件产生的直流电转变为交流电，然后经过滤波和升压变换后供给负载使用。逆变器的技术水平是光伏发电系统的核心。目前，国内外生产厂家众多，技术水平参差不齐，其结构和控制方法也各不相同，但总体上可以分为两类：一类是以美国 Sun 公司生产的 PowerPivot（微电网）为代表的以开关型为主的逆变电源；另一类是以美国 UL 公司生产的 DC-DC 型直流转换器和 DC-AC 型交流转换器为主的逆变电源。在国内，大多数生产厂家仍以开关型为主，它具有结构简单、易于控制和维护、成本低等优点。但其存在一个明显的缺点就是效

率较低，而且输出功率受逆变器输出电压高低影响较大，故在光伏发电系统中很少采用。

### 3. 太阳能路灯

太阳能路灯是太阳能利用最直接的一种方式，它采用的是太阳能光电板，将白天储存下来的太阳辐射能直接转化为电能，供给蓄电池存储和使用。太阳能路灯的光源是LED，它具有节能环保、寿命长、不受光强变化影响等特点。在使用过程中，LED灯具有亮度高、寿命长等优点，是城市道路照明的最佳选择。不过LED灯的价格比较贵，一盏30WLED灯的价格为150元左右，远远高于普通路灯。此外，由于LED灯的工作电压很低（一般为3.6V），因此在选择灯具时必须注意其额定电压与实际使用电压是否匹配。太阳能路灯还可以与智能控制器相结合使用，智能控制器可以检测环境温度、湿度以及蓄电池电量等信息，当环境温度低于设定值时自动启动蓄电池放电；环境温度高于设定值时自动启动蓄电池充电。在智能控制下，太阳能路灯还可以根据需要自动调节亮度。

### （二）离网系统

离网系统又可分为离网独立光伏发电系统和离网并网光伏发电系统两种。前者是在建筑物屋顶上安装太阳能电池板，通过智能控制器控制太阳能电池板发电，再通过蓄电池储存电能，然后通过逆变器将电能转换为直流电后输出；后者是在建筑物屋顶上安装太阳能电池板和蓄电池，通过控制器控制太阳能电池板发电，再由逆变器将电能转换为交流电后输出。离网光伏系统有一个显著特点：光伏阵列不会像普通光伏系统一样长期接受太阳辐射的直接照射，而是要通过负载将太阳能电池组件所发出的电能转换为直流电后才能输出给负载。所以，离网光伏系统需要安装独立的蓄电池来进行储能。因为蓄电池是以化学能为储能形式的，所以它能够长期储存电能。一般情况下，蓄电池在24小时内可以存储7~8度电。如果是在沙漠、海岛、高原等不能通电的地区或一些边远地区，离网光伏系统也可以作为应急电源使用。离网光伏系统主要是为家庭及小型工商业供电。太阳能离网系统的优点是使用灵活，只要有太阳就可以发电；缺点是发电效率低、

成本高、使用寿命短。随着能源问题越来越突出，对太阳能发电的要求也越来越高。目前来说，太阳能离网系统已经成为太阳能光伏发电系统应用于建筑领域的主要形式，随着技术的不断进步，离网系统在建筑领域将会得到更广泛的应用。但是由于太阳能电池板属于光伏组件中的一种，因此在安装时还需要考虑到当地气候条件和地理位置因素等其他方面的因素。

### （三）并网系统

太阳能发电并网系统是将太阳能电池板的电能通过直流或交流电输送到电网的系统。并网系统包括逆变器、防雷装置、自动控制装置等，其中逆变器是并网系统的核心，它通过控制将太阳能电池板的电能转换为与电网相同的交流电，再通过交直流转换电路把交流电输送到电网中。由于太阳能光伏发电系统在运行时会产生噪声，影响周边居民正常生活，因此，将防雷装置和自动控制装置应用在太阳能发电并网系统中可以有效地减少噪声。太阳能发电并网系统还能实现与家庭自动化系统相结合，例如可以通过智能控制器控制整个系统，实现家庭自动化，如：电视、照明等设备的自动开启或关闭；通过智能控制器控制窗帘和灯光的开关；通过智能控制器控制空调系统的开关；通过智能控制器控制冰箱等制冷设备的开关。随着人们生活水平的不断提高，太阳能发电技术也越来越多地被人们所应用。由于太阳能发电不受地域和季节限制，具有安装方便、清洁无污染等优点，因此可以在建筑中得到广泛应用。随着太阳能发电技术和市场的不断完善和成熟，其将成为未来世界能源发展的主要方向之一。

## 四、结论

随着能源问题的日益突出，越来越多的国家将发展可再生能源作为其重要战略，其中太阳能光伏新能源技术成为世界各国研究的重点，光伏新能源技术在建筑节能领域的应用具有环保、高效、节约能源等优势，是一种绿色节能型能源技术，其在未来将得到更加广泛的应用。

## 参考文献

- [1] 曹刚. 光伏新能源技术在城市智能建筑电气中的应用[J]. 科技创新与生产力, 2023, 44(10): 50-52.
- [2] 肖明. 光伏新能源技术在建筑电气节能中的应用分析[J]. 中国高科技, 2023, (17): 102-104.
- [3] 芮安, 李林青, 周雪. 建筑电气节能中光伏新能源技术的应用[J]. 光源与照明, 2023, (07): 123-125.
- [4] 汪海忠. 光伏新能源技术在建筑电气节能中的应用[J]. 光源与照明, 2023, (03): 97-99.
- [5] 王红伟. 建筑电气节能中运用光伏新能源技术的优势[J]. 大众标准化, 2023, (05): 54-56.
- [6] 赵思童. 光伏新能源技术在建筑设计中的应用[J]. 电池, 2023, 53(01): 125-126.
- [7] 姬凯英. 光伏技术在建筑电气节能中的应用[J]. 电子技术, 2022, 51(12): 242-243.
- [8] 董传洋, 王凯, 张伟等. 光伏新能源技术在建筑电气节能中的应用探讨[J]. 光源与照明, 2022, (11): 68-70.
- [9] 苏子龙. 探讨建筑电气节能减排措施及光伏新能源的应用[J]. 新型工业化, 2022, 12(09): 208-211.
- [10] 沈弘. 光伏新能源技术在城市智能建筑电气中的应用[J]. 光源与照明, 2022, (08): 75-77.
- [11] 闫峰. 光伏新能源技术在城市智能建筑电气中的应用[J]. 低温建筑技术, 2022, 44(05): 48-51.
- [12] 李晓瑜. 光伏新能源技术在建筑电气节能中的应用[J]. 光源与照明, 2021, (12): 145-146.
- [13] 杨波. 光伏新能源技术在建筑电气节能中的运用探讨[J]. 电子元器件与信息技术, 2021, 5(12): 20-21.
- [14] 刘晓琳, 张阳玉. 建筑电气节能中光伏新能源技术的运用[J]. 中国住宅设施, 2021, (11): 7-8.
- [15] 赵延哲. 光伏新能源技术在建筑电气节能中的运用[J]. 住宅与房地产, 2019, (18): 282-283.

# 人工智能在电气自动化设备监控系统中的应用研究

梁常奔\*

湛江市技师学院, 广东 湛江 524037

**摘 要 :** 人工智能技术, 是一种新型的计算机系统, 它具有很多优点。人工智能在电气自动化系统中的应用研究, 可以为电力企业提高生产效率, 降低成本, 在提升市场竞争力方面具有重要意义。目前我国已经有部分企业开始采用智能化控制系统, 在电气设备监控系统中运用人工智能技术, 来提高生产效率和产品质量; 然而随着科技水平不断发展以及人们对生活品质要求越来越高、市场竞争压力也逐渐加大等情况下, 传统控制模式已不能满足当前社会需求, 而将人工智能融入机电自动化当中可以有有效的解决这些问题, 并在电气设备监控系统中应用机器人是必然趋势。

**关 键 词 :** 人工智能; 电气自动化; 监控系统; 自动化发展

## Research on the Application of Artificial Intelligence in Electrical Automation Equipment Monitoring System

Liang Changben

Zhanjiang City Technician College, Zhanjiang, Guangdong 524037

**Abstract :** Artificial intelligence technology, is a new type of computer system, it has many advantages. The application research of artificial intelligence in electrical automation system can improve production efficiency and reduce cost for electric power enterprises, and is of great significance in enhancing market competitiveness. At present, some enterprises in China have begun to adopt intelligent control system, using artificial intelligence technology in the electrical equipment monitoring system to improve production efficiency and product quality. However, with the continuous development of science and technology, the increasing quality of life and the pressure of market competition, the traditional control mode can not meet the current social needs, and the artificial intelligence into electromechanical automation can effectively solve these problems, and the application of robots in the electrical equipment monitoring system is an inevitable trend.

**Key words :** artificial intelligence; electrical automation; monitoring system; automation development

## 一、引言

随着人工智能的不断发展, 将进一步提升电气设备监控系统在电力企业中的工作效率。人工智能技术的发展, 在电气系统中也是应用得非常广泛, 它能够提高工作效率、降低运行成本。目前计算机控制领域中使用较为普遍的是基于传感器信息采集和模糊自动处理。智能电网运行涉及多个方面。包括: 供电可靠性、安全性以及稳定性等问题, 这都需要进行综合评估分析后, 才能确定最佳解决方案; 同时还需对故障诊断技术和控制方式作出合理改进, 以提高故障处理能力及降低损失概率; 此外还应重视电气自动化系统中, 应用人工智能技术的不足之处并提出相关建议, 以供未来参考借鉴意义, 为电力企业在智能电网建设过程中提供有效帮助。

## 二、电气自动化设备监控系统的方案设计

### (一) 电气自动化设备监控系统的设计原则

电气自动化设备监控系统的设计原则主要包括以下几点:

**安全性原则:** 这是首要原则, 必须保证设备和人员的安全, 防止电气事故的发生。

**可靠性原则:** 系统应保证设备的可靠运行, 考虑到设备的稳定性、耐用性以及故障排除的便利性等因素。

**灵活性原则:** 系统应具备一定的灵活性, 以适应不同的工作环境和工作要求。这涉及设备的可调节性、可扩展性以及适应性等方面。

**效率原则:** 监控系统应当有效地提高设备管理效率, 降低人工干预, 实现自动化管理。

\* 作者简介: 姓名: 梁常奔, 出生年月: 1975年11月, 性别: 男, 民族: 汉, 籍贯: 广东省化州县, 学历: 本科, 职称: 中级, 从事的研究方向或工作领域: 电气自动化、机电一体化、人工智能、电力工程、电工电子



标准化原则：遵循国际标准，确保系统的兼容性和可扩展性。

在电气监控系统设计中遵循这些原则，可以设计出更加实用、可靠、安全的电气自动化设备监控系统。

## （二）电气自动化设备监控系统的关键问题

电气自动化设备监控系统的关键问题主要集中在以下几个方面：

设备兼容性：由于不同品牌和型号的电气自动化设备可能存在兼容性问题，导致监控系统难以实现统一管理。因此，提高设备兼容性是亟待解决的问题。

实时监控：电气自动化设备往往需要实时监控以确保其稳定运行。如何实现实时监控并确保数据的准确性和可靠性是另一个关键问题。

故障诊断与预测：准确诊断和预测电气自动化设备的故障是监控系统的重要功能。通过数据分析，预测潜在的故障并提前采取措施，可以降低设备停机时间，提高生产效率。

数据安全：随着监控系统对设备运行数据的依赖程度增加，数据安全问题也日益突出。如何确保数据不被非法获取或篡改，是监控系统设计中必须考虑的问题。

智能化管理：借助人工智能和大数据技术，实现电气自动化设备的智能化管理是未来的发展趋势。如何将这些先进技术应用到监控系统中，是当前面临的重要挑战。

## （三）电气自动化设备监控系统的目标

电气自动化设备监控系统的首要目标是实时监测设备的运行状态。通过传感器、数据采集模块等硬件，系统能够实时收集设备的电流、电压、温度、压力等关键参数，进而了解设备的实际运行状态。一旦发现异常数据或潜在的故障风险，系统会立即发出预警，提醒工作人员及时处理，避免设备故障对生产造成影响。监控系统的另一重要目标是提高生产效率和产品质量。通过实时监测设备的运行状态，系统能够及时发现设备性能的衰减或异常，从而在不影响生产的情况下进行维修或更换。这不仅能有效降低因设备故障导致的停机时间，而且能够确保产品的稳定性和一致性，进一步提高企业的生产效率和市场竞争力。随着物联网和云计算技术的发展，电气自动化设备监控系统正朝着远程化和智能化的方向发展。通过将监控系统与互联网进行连接，企业可以实现对设备的远程监控和管理。无论身处何处，只要能接入互联网，管理人员就能实时查看设备的运行状态、接收预警信息、下达控制指令等。这不仅提高了管理效率，而且为企业在全球范围内进行设备管理和维护提供了可能。

## （四）电气自动化设备监控系统的步骤

电气自动化设备监控系统的实施主要有以下步骤：

（1）数据采集，包括对原始数据进行收集，并通过分析和处理之后生成相关指令。其中包含了对电力生产中各类产品及工艺参数、运行情况等信息。

（2）控制过程与操作流程相结合，将电气控制系统中所产生的各种故障或问题及时记录下来，以便于工作人员可以在第一时间做出应对措施，以避免事故的发生造成更大损失，或者更严重后果；同时也要考虑到电气设备本身存在较大危险性。

（3）设备安装前的准备。电气自动化系统中，为了保证机器设备在运行时具有良好稳定可靠，必须对其进行全面地检查。首先要根据生产环境和要求选择合适的电源、线路以及导线，同时还应对所选器件做好充分地测试工作，以确保其满足使用需求；其次是检查元器件是否正常工作，以及故障排除方法；最后则还要注意的是对于重要零部件也应该有足够耐心仔细观察并记录下来，以防止损坏或烧毁等情况发生。

## 三、电气自动化设备监控系统的硬件平台

### （一）电气自动化设备监控系统的整体框图

电气自动化设备监控系统的整体框图主要包括以下几个部分：

传感器和执行器层：这一层的主要作用是采集设备的运行数据和执行控制操作。传感器负责采集设备的温度、压力、电流等参数，而执行器则根据控制指令对设备进行相应的操作。

监控层：这一层的主要作用是实时监测设备的运行状态，并根据数据分析结果进行相应的控制操作。监控层还包括报警系统，用于在发现异常或故障时及时发出报警信号。

通讯层：这一层的主要作用是实现监控系统与设备之间的数据传输和控制。通过通讯层，监控系统可以实时获取设备的运行数据，并发送控制指令对设备进行操作。

管理系统：这一层的主要作用是实现监控系统的管理和维护。通过管理系统，可以对监控系统的各项参数进行配置和调整，同时还可以对历史数据进行查询和分析。

各部分之间相互协作，共同实现对设备的实时监测和控制。在实际应用中，根据设备的特点和监控需求，可以对框图进行调整和优化。

### （二）接口单元

电气自动化设备监控系统的硬件平台接口单元是整个监控系统的重要组成部分，它负责实现监控系统与电气自动化设备之间的数据传输和控制。接口单元通常采用标准化的硬件接口，如RS232、RS485、CAN等，以便与不同类型的电气自动化设备进行连接。通过这些接口，接口单元可以实时获取设备的运行数据，并将控制指令发送给设备，实现对设备的远程监控。此外，接口单元还需要具备数据转换和协议转换功能。由于不同的电气自动化设备可能采用不同的数据格式和通讯协议，因此接口单元需要将这些格式和协议统一转换为监控系统所能识别的标准格式，以保证数据传输的准确性和稳定性。为了提高监控系统的可靠性和稳定性，接口单元还需要具备一定的抗干扰能力和故障自诊断功能。当接口单元出现故障时，能够自动检测并报警，以便及时进行维修和更换。总之，电气自动化设备监控系统的硬件平台接口单元是实现设备远程监控的关键环节，它需要具备数据传输、协议转换、抗干扰和故障自诊断等多种功能，以保证监控系统的正常运行。

### （三）电源

电源，是指给机器设备提供能量的装置，它可以对机械设备进行控制。在电气自动化系统中应用了不同种类的电子器件，

例如：开关机、数字电压表以及各种类型电子设备等都是通过电力线进行连接，并传递信息来实现工作所需要的电能；而供电则包括变压器和发电机两部分，组成电源电路和相关辅助用电设施，它们是整个机器控制系统的重要组成部分之一，它能够为机械设备提供足够能量并能保证系统正常运行状态下持续工作。

## 四、电气自动化设备监控系统软件开发

### （一）电气自动化设备监控系统功能需求

电气自动化设备监控系统的功能需求主要包括以下几个方面：

（1）数据采集。对信息进行收集是电气装置监控系统最基本的任务，也就是要求能够实时、准确地获取到所需控制参数，并通过计算机网络技术将这些相关信息传递给智能化控制器。而传统人工方式由于存在着操作复杂和时间长等问题导致其可靠性不高。人工智能在电气设备中应用后可以实现远程抄表，以及自动处理数据的功能；智能化控制器还具有对采集信号进行分析判断的能力。

（2）实时监测。通过对机械控制单元进行数据采集、数据分析和处理后得到所需参数值；在运行时可自动检测故障发生部位并记录检修维护情况；根据实际需求调整设备工作状态或停止操作等信息以满足生产需要。

（3）远程控制与网络通信技术的应用，可以提高电气自动化系统监控效率，实现智能化管理。利用互联网络平台将电气设备实时监测到，并通过计算机网络系统将数据传递给管理和控制中心，实现远程控制，提高电气设备的可靠性。人工智能技术在智能化、自动化方面有很好地应用前景。

### （二）电气自动化设备监控模块

电气自动化设备监控模块是实现设备监控的关键部分，它负责实时采集设备的运行数据，并根据数据分析结果进行相应的控制操作。监控模块可以采用嵌入式或模块化的设计方式，以便更好地适应不同类型的电气自动化设备。监控模块的核心部分是传感器和控制器。传感器负责采集设备的温度、压力、电流等参数，并将数据传输到控制器中进行处理和分析。控制器根据数据分析结果，判断设备的运行状态，并发出相应的控制指令，对设备进行调节或控制。此外，监控模块还需要具备数据存储和通讯

功能。通过数据存储功能，可以将采集到的数据存储到数据库中，以便后续查询和分析。通讯功能则实现监控系统与设备之间的数据传输和控制，以保证监控的实时性和准确性。

### （三）通信协议

智能化设备的通信协议主要是指数据传输过程中所采用的技术，在进行电气自动化系统运行时，必须使用合理和有效地手段来对其实现控制。目前在人工智能领域应用较多的是数字信号处理、语音识别以及图形识别的方式。而数字信息量大、速度快且具有一定时间规律等特点使得它能够与计算机网络相互连接，并产生一种实时通信协议；同时也可以将数据传输到不同的终端设备中进行统一管理，从而达到智能化设备之间双向通信的目的，而这种方式也是实现智能化设备管理和控制的主要手段。

### （四）电气自动化设备监控系统界面

电气自动化设备监控系统的界面是用户与系统之间的交互桥梁，它需要直观、简洁地展示设备的运行状态和相关数据。监控系统的界面通常采用图形化界面设计，以方便用户进行操作和监控。界面上可以显示设备的运行状态、电流、电压、温度等参数，以及报警信息和控制操作按钮。用户可以通过界面实时了解设备的运行情况，并进行相应的控制操作。此外，监控系统的界面还需要具备一定的可定制性，以便更好地满足不同用户的需求。用户可以根据自己的喜好和需求，对界面进行个性化设置，如调整数据显示格式、设置报警阈值等。总之，电气自动化设备监控系统的界面需要直观、简洁地展示设备的运行状态和相关数据，并具备可定制性，以便更好地满足不同用户的需求。

## 五、结语

人工智能在电气自动化设备监控系统中的应用研究，为现代工业生产带来了巨大的变革。通过深度学习、机器视觉等技术，实现对设备的智能监控和故障预测，大大提高了生产效率和设备可靠性。然而，人工智能技术仍面临数据安全、算法可解释性等问题，需要进一步研究和探索。未来，随着技术的不断进步和应用场景的拓展，人工智能将在电气自动化设备监控系统中发挥更大的作用，推动工业生产的智能化和绿色化发展。

## 参考文献：

- [1] 黄仁斌. 基于智能设备联网技术的监控系统研究与应用[J]. 汽车制造业, 2023, (06): 25-27.
- [2] 杨光. 数字化监控系统在广播设备管理中的应用探究[J]. 新闻研究导刊, 2023, 14 (18): 136-138.
- [3] 卢金铎, 王卓群, 王伟等. 电池供电设备充电监控系统的设计应用[J]. 电子质量, 2023, (03): 8-11.
- [4] 黄瑞. 计算机设备监控系统在钢铁企业的应用[J]. 中国金属通报, 2022, (10): 77-79.
- [5] 邹维福, 王阳谦, 廖声扬等. 基于人工智能技术的电力系统安全应用研究现状及发展趋势[J]. 长江信息通信, 2023, 36(11): 149-154.
- [6] 李静, 郑午. 人工智能技术在自动化控制系统中的应用[J]. 电子技术, 2023, 52(10): 372-373.
- [7] 石磊. 基于电气安全技术的电气工程智能监控系统设计和实现[J]. 信息记录材料, 2023, 24(10): 89-91+94.DOI:10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2023.10.042.
- [8] 杨媚妮, 孟芸, 李芹芹等. 基于人工智能的电缆故障预警系统[J]. 自动化博览, 2023, 40(08): 56-60.
- [9] 郭磊斌. 人工智能技术在机电自动化控制中的应用[J]. 集成电路应用, 2023, 40(04): 146-147.DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2023.04.062.
- [10] 孟庆龙. 人工智能技术在电气自动化控制中的应用研究[J]. 南方农机, 2023, 54(06): 151-153.