

城市建筑与发展

Urban Architecture And Development



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



ART AND DESIGN PRESS INC
(United States)

Editorial board

Editors-in-Chief

Peng Xu

China Municipal Engineering North China Design and Research Institute
Co., LTD

Zhijin Lu

China Municipal Engineering Northeast Design and Research Institute Co.,
LTD. Dongguan Branch

Editorial Board Member

Longde Cha

Zhejiang Jiahua Architectural Design & Research Institute, China

Feng Gao

China Municipal Engineering South-Central Design and Research Institute
Co., LTD

Chunxiao Lin

China Municipal Engineering South-Central Design and Research Institute
Co., LTD

Andrew Chiou

School of Engineering and Technology Centre for Intelligent Systems

Ritesh Chugh

School of Engineering and Technology Centre for Research in Equity &
Advancement of Teaching & Education(CREATE)

目录CONTENTS

004	自动轴力补偿钢支撑围护墙变形受力分析研究 Automatic Axial Force Compensation Steel Support Retaining Wall Deformation Force Analysis Research	唐剑华 [*] Tang Jianhua [*]
008	履带式林地消防机器人模型建立与仿真分析 Model Establishment And Simulation Analysis Of Crawler Woodland Fire-Fighting Robot	李连鹏 ¹ , 廖登华 ² , 黄田 ^{3*} Li Lianpeng ¹ , Liao Denghua ² , Huang Tian [*]
013	探讨电力安全管理中的用电检查工作 Discuss The Electricity Consumption Inspection Work In The Electric Power Safety Management	崔阳阳 [*] Cui Yangyang [*]
016	配电自动化技术应用与配电网安全运行管理分析 Application Of Power Distribution Automation Technology And Analysis Of Safe Operation Management Of Power Distribution Network	王瑞杰 [*] Wang Ruijie [*]
019	新时代工程造价评估方法与技术应用研究 Research on the Methods and Technical Applications of Engineering Cost Evaluation in the New Era	刘德祥 Liu Dexiang
023	水利水电系统的运行管理与调度协同优化 Collaborative Optimization Of Operation Management And Scheduling In Water Conservancy And Hydropower Systems	张永军 Zhang Yongjun
026	环境检测技术在城市空气质量监测中的应用与挑战 The Application and Challenges of Environmental Detection Technology in Urban Air Quality Monitoring	杨宇韩, 陈杨露, 金崇君, 马彦波 Yang Yuhan, Chen Yanglu, Jin Chongjun, Ma Yanbo
029	市政道路排水管道施工防渗漏技术研究及控制措施 Research on Anti leakage Technology and Control Measures for Municipal Road Drainage Pipeline Construction	孙勇 Sun Yong
032	提高城市空间韧性的灾害适应性评估体系 A Disaster Adaptability Assessment System for Improving Urban Spatial Resilience	龙淳 Long Chun
035	工程造价控制中成本管理与效益评估方法研究 Research on Cost Management and Benefit Evaluation Methods in Engineering Cost Control	李成耀 Li Chengyao
038	建筑装饰工程中装饰施工收口技术的应用 Application of Decoration Construction Closing Technology in Building Decoration Engineering	李杰 Li Jie
041	智慧仓储管理系统在现代物流中的应用与效益分析 Application and Benefit Analysis of Smart Warehouse Management System in Modern Logistics	吴进旺 Wu Jinwang
044	水利水电工程智能化监测与远程控制系统设计与应用 Design and application of intelligent monitoring and remote control system for water conservancy and hydropower engineering	罗添彩 Luo Tiancai

自动轴力补偿钢支撑围护墙变形受力分析研究

唐剑华*

上海申元岩土工程有限公司, 上海 200011

摘 要： 在变形要求较高条件下进行基坑围护施工，传统的钢支撑施工技术和监测手段已经难以达到严格的变形控制要求，基坑围护施工将会遭遇一系列技术性问题和潜在的施工安全风险。自动轴力补偿钢支撑可对轴力实时补偿与监控，解决了传统钢支撑无法实施监测轴力、及时补偿轴力损失等问题，可有效控制围护结构自身及保护对象的变形。本通过搜集并分析墙围护墙变形、钢支撑轴力以及地面沉降等现场测量数据，探讨了在自动调节轴力的钢结构支撑系统影响下，围护结构的力学特性和变形特性，旨在为自动轴力钢支撑系统的设计、施工以及相关理论的研究工作提供详尽的参考资料和依据。

关 键 词： 基坑围护；自动轴力补偿；钢支撑

Automatic Axial Force Compensation Steel Support Retaining Wall Deformation Force Analysis Research

Tang Jianhua*

Shanghai Shenyuan Geotechnical Engineering Co.,Ltd.Shanghai 200011

Abstract： Under conditions with high deformation requirements, traditional steel support construction techniques and monitoring methods have already struggled to meet strict deformation control standards. Deep excavation support construction may encounter a series of technical issues and potential construction safety risks. The automatic axial force compensation steel support can achieve real-time compensation and monitoring of axial force, solving the problems of traditional steel supports that cannot monitor axial force and timely compensate for axial force loss. This can effectively control the deformation of the protective structure itself and the protected objects. By collecting and analyzing on-site measurement data such as deformation of the retaining wall, axial force of steel supports, and ground settlement, this study explores the mechanical characteristics and deformation characteristics of the protective structure under the influence of an automatically regulated axial force steel structure support system. The aim is to provide detailed reference materials and basis for the design, construction, and related theoretical research of the automatic axial force steel support system.

Key words： excavation ; automatic axial force compensation; steel support

一、引言

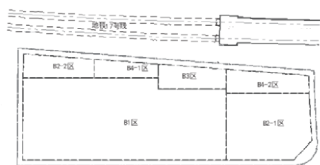
随着我国社会经济的高速发展，越来越多的深基坑邻近已有建筑物、地下市政管线，以及轨道交通等设施，基坑工程环境保护要求越来越高，若不严格控制基坑围护结构的变形，将会影响邻近基坑的建筑物及构筑物的正常使用^[1-3]。相比于常规钢支撑，自动轴力补偿钢支撑可对轴力实时补偿与监控，解决了常规钢支撑因应力松弛等原因无法及时补充轴力损失等问题，能有效控制基坑变形^[4-5]，该种支撑体系目前已快速发展起来，并且正在进行不断更新换代以迎合施工及设计的要求，可作为基坑开挖过程中的邻近轨交变形控制内支撑系统。

本文通过搜集并分析墙围护墙变形、钢支撑轴力以及地面沉降等现场测量数据，探讨了在自动调节轴力的钢结构支撑系统影响下，围护结构的力学特性和变形特点，旨在为自动轴力钢支撑系统的设计、施工以及相关理论的研究工作，提供详尽的参考资料和依据。

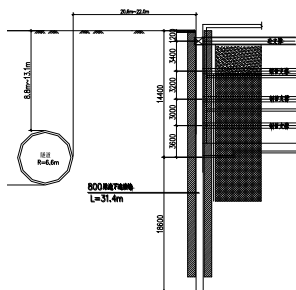
二、工程概况

本工程位于上海市青浦区，图1为基坑分区平面布置图，基坑面积约23487m²，北侧基坑开挖边线距离轨交17号线20.6~22m，基坑共分为6个分区，分别为B1区、B2-1区、B2-2区、B4-1区、B3区、B4-2区，施工临近地铁侧小分区（B2-2区、B4-1区、B3区、B4-2区）之前，B1区、B2-1区地下室结构已施工完成，本文仅包含B2-2区、B4-1区、B3区、B4-2区现场实测数据，四个分区面积分别为1315m²、903m²、1310m²、1504m²。其中B2-2区、B4-1区、B3区开挖深度为14.4m，采用第一道砼支撑、第二~四道自动轴力钢管支撑；B4-2区开挖深度为17.8m，采用第一道砼支撑、第二~五道自动轴力补偿钢支撑。第二、三道钢支撑初始轴力为2000kN，第四道钢支撑初始轴力为2200kN，第五道支撑轴力为2400kN。

* 作者简介：唐剑华（1988—），男，江西上饶人，硕士，工程师，主要研究方向为岩土工程、地下工程，E-mail: 826863579@qq.com



> 图1 基坑分区平面布置图

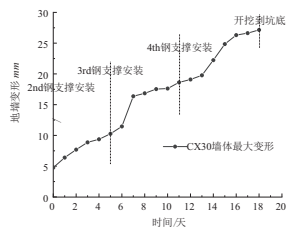


> 图2 基坑围护剖面图

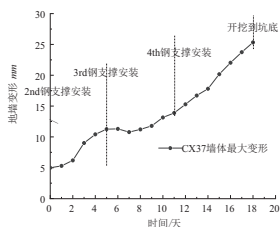
三、现场监测数据分析

在本工程中，通过选取具有代表性的监测点位，对围护墙在各个施工工况的侧向位移变化趋势进行了深入分析。其中测点CX30、CX34、CX35测点分别位于B2-2区、B3区、CX34、CX45北侧中部。

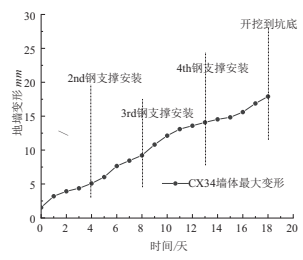
图3展示了在采用自动轴力补偿钢支撑条件下，四个分区的围护墙在基坑开挖全过程中最大变形的发展区域，可以看出随着基坑开挖的进行，墙体的最大变形也在持续增加。从墙体的最大侧向变形数据可以观察到，尽管自动轴力钢支撑在支撑点附近的墙体上产生了明显的回弹效果，但对于整个围护墙的最大变形而言，并不会出现明显的回弹现象。这一现象的主要原因在于，自动轴力补偿钢支撑主要影响其直接作用的墙体区域，使得这部分墙体的变形与支撑的变形保持一致，从而效果较为明显。然而，围护墙的最大变形通常发生在开挖面之下，这部分变形并不直接受到自动轴力钢支撑的影响，因此没有表现出显著的回弹特征，因此随着基坑开挖，墙体最大变形位置随之下移。



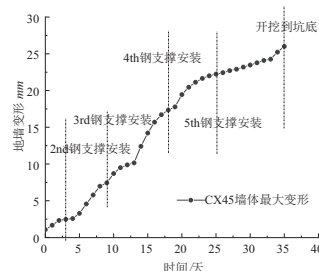
(a) B2-2区 CX30测点墙体最大变形



(b) B3区 CX37测点墙体最大变形



(c) B4-1区 CX34测点墙体最大变形



(d) B4-2区测点墙体最大变形

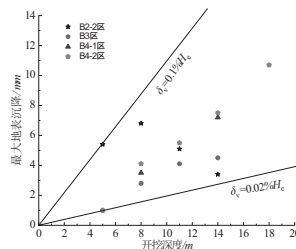
> 图3 各分区墙体最大变形

图4展示了围护墙最大变形 δ_h 与基坑开挖深度 H_e 之间的关系。在本工程中，围护墙的最大变形 δ_h 的变化范围在 $(0.1\% H_e, 0.20\% H_e)$ 之间，其平均值约为 $0.15\% H_e$ 。这一结果相较于 Wang^[6] 等人对上海地区众多采用地下连续墙的基坑工程进行的统计，本工程最大变形 δ_h 的变化范围 $(0.1\% H_e, 1.0\% H_e)$ 要小。这种差异可能归因于以下两点原因：

①本工程中采用了自动轴力补偿钢支撑技术，这种技术能够有效地控制围护墙的位移，使得位移保持在较小的范围内。

②通常情况下，超深或超大面积的基坑开挖可能会引起较大的侧向位移。然而，本工程的样本数量相对较少，这可能导致变形数据的离散性较小，从而使得最大变形的平均值相对较低。

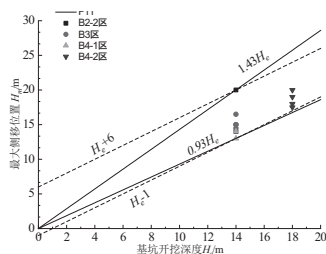
因此，可以认为本工程采用的自动轴力补偿钢支撑技术对于控制围护墙的变形具有显著的效果，同时也提示在进行类似工程时，应考虑到样本数量对于统计结果的影响，以获得更为准确和有代表性的数据。



> 图4 围护结构最大侧移与开挖深度关系

图5展示了基坑开挖深度 H_e 与其最大侧移位置 H_m 之间的相互关系。数据显示，基坑的最大侧移位置 H_m 在 $(0.93 H_e, 1.43 H_e)$ 的区间内变动，其平均侧移位置约为 1.18 倍的开挖深 H_e 。与此同时，Wang^[6] 等人通过对上海地区众多基坑的统计分析，得出了 H_m 的变动区间为 $(0.5 H_e, 1.4 H_e)$ ，平均值为 $0.95 H_e$ ；这说明与普通钢支撑或者砼支撑相比，采用自动轴力补偿钢支撑的

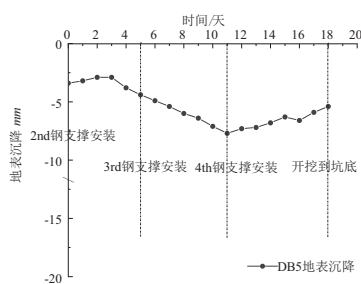
围护墙最大侧移位置下移,自动轴力补偿钢支撑能有效控制支撑范围内的围护墙侧移,从而导致最大侧移位置向支撑以下位置偏移。Tan^[7]等通过分析基坑最大侧移位置 H_m 与其开挖深度 H_e 之间的距离差异来探究 H_m 的分布特性。在本工程中,应用这一方法得到的数据表明, H_m 的主要分布在 (H_e-1, H_e+6) 的范围内。这一结果与采用顺作法施工的上海地铁基坑中观察到的 H_m 变化范围 (H_e-7, H_e+7) 相吻合。



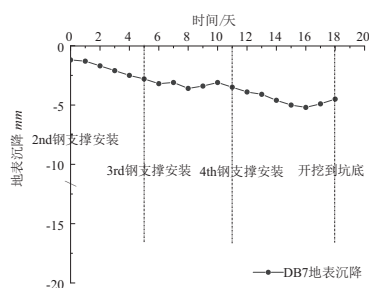
>图5 围护结构的最大侧移位置与开挖深度的关系

图6统计了各分区地表沉降发展情况,由于自动轴力补偿钢支撑具有顶回效果,墙体变形可被顶为负值,必然对墙后土体具有挤压效应,个别测点的地表沉降在钢支撑安装后存在略微隆起或保持稳定的现象,但整体的地表沉降发展趋势仍是不断增大。在自动轴力补偿钢支撑作用下,墙体最大变形位置随着开挖深度不断下移

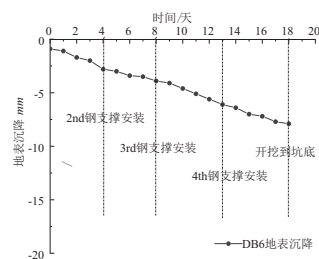
图6展示了各分区地表沉降随时间的发展情况,得益于自动轴力补偿钢支撑的顶回作用,墙体的变形在一定程度上被反向调整至负值,这不可避免地对墙后的土体产生了挤压作用。个别测点在安装钢支撑之后,地表沉降表现出轻微的隆起的状态。然而,从整体趋势来看,地表沉降量仍然呈现出持续增长的态势。在自动轴力补偿钢支撑的影响下,围护墙的最大变形位置随着基坑开挖的深入而逐渐向下转移,由此导致被钢支撑所顶回的墙后土体趋向于向最大变形区域靠拢。这意味着尽管自动轴力补偿钢支撑在控制支撑点附近的墙体变形控制方面效果显著,墙后地表沉降的总体趋势仍然是逐渐增加的,这与黄彪等^[8]观察到的现象基本一致。



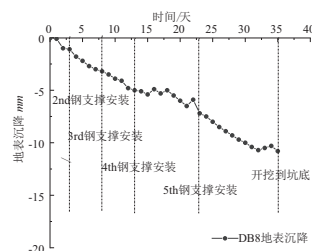
(a) B2-2区DB5测点地表沉降



(b) B3区DB7测点地表沉降



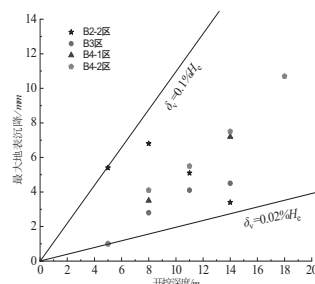
(c) B4-1区DB6测点地表沉降



(d) B4-2区测点地表沉降

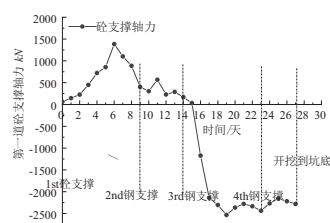
>图6 各分区地表沉降发展过程

图7为墙后最大地表沉降与基坑开挖深度之间的关系。从图7中可以看出,B2-2区最大地表沉降随开挖深度先增大后减小,而其他分区最大地表沉降随着开挖深度的增大而呈现出增大的趋势,其变化范围为 $(0.02 H_e\%, 0.1 H_e\%)$ 之间,平均值为 $0.06 H_e\%$;这远小于徐中华等^[9-10]统计的上海地区软黏土地层中大量基坑的最大地表沉降(基本介于 $0.1 H_e\% \sim 0.8 H_e\%$,平均值约为 $0.45 H_e\%$),笔者认为原因如下:①本工程采用自动轴力补偿钢支撑,自动轴力补偿钢支撑具有顶回作用,导致墙后地表沉降远小于采用一般支撑的基坑墙后地表沉降,②本工程样本数量相对不足,离散性更小。

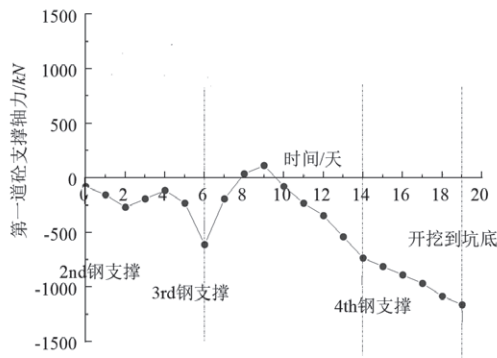


>图7 最大地表沉降与开挖深度之间的关系

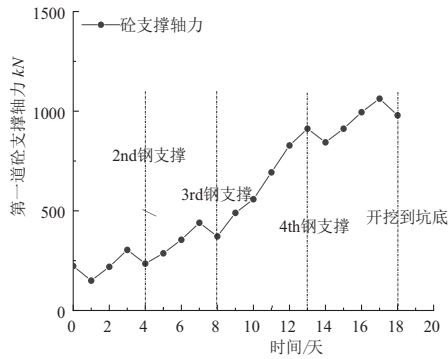
>图8为各分区对应砼支撑轴力监测点随时间的发展过程,图8(a)、(c)、(d)为砼支撑达到强度后开始开挖第二层土后开始进行轴力监测,图8(b)由于现场遗失第二层土开挖至第二道钢支撑安装时间段的数据,因此图8(b)仅描述第二道钢支撑安装后第一道砼支撑轴力发展过程,规定砼支撑轴以受压为正,受拉为负。



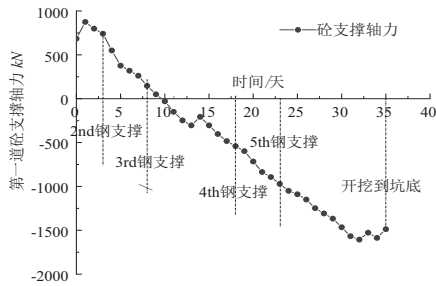
(a) B2-2区典型测点砼支撑轴力发展过程图



(b) B3区典型测点砼支撑轴力发展过程图



(c) B4-1区典型测点砼支撑轴力发展过程图



(d) B4-2区典型测点砼支撑轴力发展过程图

> 图8 各分区砼支撑轴力发展过程

由图8(a)、(c)、(d)可知,随着第二道自动轴力钢支撑安装后,第一道砼支撑轴力迅速减小,随后随着基坑开挖以及第三、四道自动轴力补偿钢支撑的安装,第一道砼支撑轴力由压力变为拉力,其中B2-2区砼支撑拉力最大达到2535kN;对于B4-1区,砼支撑轴力从表层土开挖到开挖至坑底,砼支撑轴力(压力)一直在增大,与目前一般规律相违背,B4-1区砼支撑轴力现场监测亦可能有误。对于B4-2区,随着第三道钢支撑安装后,首道砼支撑轴力开始由压力变为拉力,且最大值达到1500kN。

四、结论

本章结合具体工程案例,进一步分析了围护墙变形、支撑轴力、地表沉降等实测数据,深入研究自动轴力补偿钢支撑作用下围护结构受力变形特征,为进一步丰富设计施工及相关理论研究提供丰富的参考依据,所得相关结论如下:

(1) 自动轴力补偿钢支撑在直接控制安装位置附近的墙体变形方面效果显著,钢支撑安装后,相应位置的墙体变形通常会得到有效的约束或被反向调整。然而,鉴于围护墙的最大变形往往出现在开挖面之下,自动轴力补偿钢支撑并不能完全阻止最大变形的扩展。

(2) 与一般钢支撑或砼支撑相比,由于自动轴力钢支撑的作用,围护墙的最大侧移位置显著下移,最大侧移亦有显著减小。

参考文献

- [1] 范凡,陈锦剑,章红兵,等.基坑开挖引起紧邻建筑物沉降的简化计算方法[J].岩土工程学报,2015,37(S2):61-64.
- [2] 崔纪飞,马际首,李镜培,等.软土基坑施工优化离心模型试验[J].结构工程师,2020,36(01):120-129.DOI:10.15935/j.cnki.jggcs.2020.01.017.
- [3] 孙九春,盛健超,王哲,等.主动控制轴力作用下基坑围护结构强度研究[J].地基处理,2023,5(02):133-143.
- [4] 石磊,张宏宇,章敏.基于等效变温法的基坑钢支撑预应力损失研究[J].地下空间与工程学报,2023,19(01):229-237.
- [5] Wang J H, Xu Z H, Wang W D.Wall and ground movements due to deep excavations in shanghai soft soils[J].Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering, 2010, 136(7): 985-994.
- [6] Tan Y, Wang D L.Characteristics of a large-scale deep foundation pit excavated by the central-island technique in Shanghai soft clay.II: Top-down construction of the peripheral rectangular pit[J].Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2013, 139(11): 1894-1910.
- [7] 黄彪.伺服钢支撑支护结构的控制算法及受力变形特性研究[D].上海交通大学,2020.
- [8] 王卫东,徐中华,王建华.上海地区深基坑周边地表变形性状实测统计分析[J].岩土工程学报,2011,33(11).
- [9] 徐中华.上海地区支护结构与主体地下结构相结合的深基坑变形性状研究[D].上海:上海交通大学,2007.
- [10] 张佳莉.苏州地区软土深基坑围护结构变形特性及稳定性研究[D].苏州大学,2020.DOI:10.27351/d.cnki.gszzhu.2020.000115.

履带式林地消防机器人模型建立与仿真分析

李连鹏¹, 廖登华², 黄田^{3*}

1. 中冶京诚工程技术有限公司, 北京 100176

2. 湖北航天技术研究院计量测试技术研究所, 湖北 孝感 432003

3. 东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨 150006

摘 要 : 考虑林地复杂环境地形, 在不同路况下对机器人进行运动学理论分析, 以平地、转向、斜坡和沟壑等为研究目标, 为机器人的设计提供主要依据。采用 Solidworks 软件对履带式消防机器人进行三维建模, 并使用有限元分析软件对关键零部件进行校核分析。最后应用 RecurDyn 软件建立消防机器人的仿真模型, 对消防机器人在直线、转向、斜坡、越障的运动状态进行仿真分析, 在直线运动分析部分考虑不同速度对输出转矩的影响, 最后对机器人在复合路况的运动情况进行仿真验证, 通过仿真结果分析机器人结构设计的合理性。

该机器人在推广应用之后, 将会提升我国的森林消防水平, 更好地保护我国森林资源, 减少人员和财产的损失。因此, 研制可以在林地复杂环境下高效地完成消防作业的机器人, 具有十分重要的现实意义。

关 键 词 : 机器人; 三维建模; 有限元分析; 仿真分析; 结构设计

Model Establishment And Simulation Analysis Of Crawler Woodland Fire-Fighting Robot

Li Lianpeng¹, Liao Denghua², Huang Tian^{*}

1.MCC Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd.Beijing 100176

2.Measurement and Testing Technology Research Institute of Hubei Aerospace Technology Research Institute,Xiaogan, Hubei 432003

3.Northeast Forestry University, Heilongjiang, Harbin 150006

Abstract : Considering the complex terrain of the woodland environment, a kinematic theoretical analysis is conducted on the robot under different road conditions, including flat ground, turning, slopes, and gullies, to provide the main basis for the design of the robot.A three- dimensional model of the tracked firefighting robot is created using Solidworks software, and key components are verified using finite element analysis software.Finally, a simulation model of the firefighting robot is established using RecurDyn software to analyze the robot’ s motion in straight lines, turns, slopes, and obstacles. The analysis of straight line motion considers the impact of different speeds on the output torque. The robot’s motion under complex road conditions is verified through simulation analysis, and the rationality of the robot’s structure design is evaluated based on simulation results.After the promotion and application of this robot,Will enhance China’ s forest fire ,protection level, Better protection of China’ s forest resources and reduction of personnel and property losses.So developing robots that can efficiently complete firefighting operations in complex forest environments for significant practical significance.

Key words : robot; three- dimensional model; finite element analysis; simulation analysis; structure design

一、概述

本章采用 Solidworks 软件对履带式消防机器人进行了三维建模, 通过有限元分析软件对关键零部件进行验证与校核。最后应用 RecurDyn 软件建立消防机器人的仿真模型, 对消防机器人在

不同林区地形的运动状态进行仿真分析^[1]。本文研究的履带式机器人能够在林区发生严重火灾时, 能够对火灾现场的数据进行采集与反馈, 利用喷水系统对火点进行扑灭, 能够代替消防人员进入火灾现场, 具有适应性强、安全可靠等特点

* 作者简介: 李连鹏 (出生1979年7月), 性别: 男, 民族汉, 籍贯 (黑龙江省安达市), 学历: 硕士研究生, 职称: 高级工程师, 研究方向: 项目管理, 身份证号 230103197907126816 邮箱 liianpeng2030@163.com

二、林地消防机器人样机模型建立设计

机器人的建模采用 SolidWorks 进行，其主要目标是对机械零件进行合理的检验，并根据零件的结构进行优化，提高零件的加工性能。调整各部件并进行组装，提高产品的整体性能，检查各零部件干涉情况，有针对性地进行结构改进；对总体质量进行预测，控制其结构以达到设计要求^[2]；对整机进行模拟仿真分析，以检验其整体功能。

针对样机模型的建立，在底盘结构中，将利用 ANSYS 有限元分析软件对关键的部件进行分析。在整机仿真验证中，将利用 RecurDyn 多体动力学仿真分析软件对不同运行工况下的运行情况进行分析。

三、林地消防机器人关键部件有限元分析

通过机器人动力学分析可知，履带底盘受力情况复杂，驱动轮主要功能是与履带啮合^[3]，因此在齿与履带啮合处易发生磨损。承重轮在进行斜坡转向时会有相对复杂的受力。减震装置的主要作用是调整履带的松紧程度，以达到行驶的稳定性。因此对以上三个关键部件进行有限元分析。

采用 ANSYS-Workbench 软件对部件的形变进行了分析，在 Solidworks 中将为模型保存为 x_t 格式，打开 Workbench，找到静力学分析模块，右击 geometry 后导入模型，首先定义好材料的属性，双击 model 来到模型分析界面，进行模拟分析。

（一）驱动轮形变分析

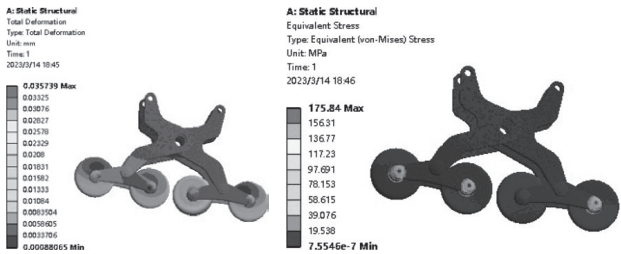
在 SolidWorks 平台上构建了驱动轮联动杆模型，并将该模型导入到 ANSYS 软件中，选用静态分析模块。基于此情况，驱动轮材料选用碳素铸钢 ZG310-570，该材料具有生产成本低、强度高、韧性好和塑性强等特点，可以用来制造复杂形状的大型齿轮；支架选用 40Cr 合金钢，对驱动轮进行有限元分析

在 Workbench 中，根据驱动轮的实际接触状态，对其进行静力学分析，将选用的材料参数输入 Workbench 材料库中，打开模型后施加到轮和支架上，划分网格单元，大小为 8mm。驱动轮单边受力为 400N，因此在支架两侧施加 400N 的力，方向为轴的法线方向。最后进行约束设置，驱动轮绕旋转中心转动，给定转速为 3.5rad/s，同时在轮轴末端施加固定约束^[4]，最后进行求解分析；

通过分析可知，驱动轮形变量分布较为均匀，形变量最大发生在轮轴末端位置，最大型变量为 0.061mm。驱动轮及支架应力分布比较均匀根据驱动轮的分析结果，最大应力为 334.08Mpa。

（二）承重轮形变分析

考虑到承重轮在倾斜方向上的受力比较复杂，因此，采用有限元方法对其与履带的接触进行了分析。材料设置与驱动轮材料一致，划分网格单元，大小为 5mm。在承重轮上添加转动副，同时为了保证计算结果的稳定性，在轴孔中心轴向和圆周方向上，对轴心施加轴向和圆周方向的力，力的大小为 150N。承重轮有限元分析结果详见图 3-1。



（a）总变形分析图

（b）应力分析

>图3-1 承重轮分析图

分析图 3-1 可知，承重轮最大应力为 175.84MPa，应力分布相对均匀，承重轮最大形变在轮边为 0.036mm 处。根据仿真结果，驱动轮形变较小，满足结构的刚性要求。

（三）减震装置形变分析

从越障情况下的模拟可以看出，在越障情况下，机器人的导向轮轴与沟槽接触时，会产生较大的推力，机器人的减震系统也会受到更大的阻力，因此为验证减震装置是否满足形变要求，对减震弹簧进行有限元分析^[5]。首先设置材料属性，弹簧材料设为 70 钢，其他部分的材料设置为 40Cr。在模型界面设置网格大小为 3mm，将弹簧上下两块隔片与弹簧进行接触设置，摩擦系数设为 0.15。添加约束，在减震装置两边设置位移量为 1mm，方向沿减震装置中心轴线方向。

通过分析可知，减震装置的最大应力值为 17.579MPa，最大变形量 0.046mm，位于减震装置中间部位，因此减震装置的设计符合实际要求。

四、林地消防机器人运动学仿真分析

消防机器人的机械系统复杂，结构设计需要利用多体动力学分析软件进行验证分析。现有的多体动力学软件包括 ADAMS、SAMCEF、RecurDyn 及 SIMPACK，在履带式运动机器人研究领域，RecurDyn 包含多种专业模块，其中履带分析模块较其他动力学分析软件优势明显，本节运用 RecurDyn 对履带式林地消防机器人进行仿真建模，分析机器人不同林区地形条件下的运动性能。

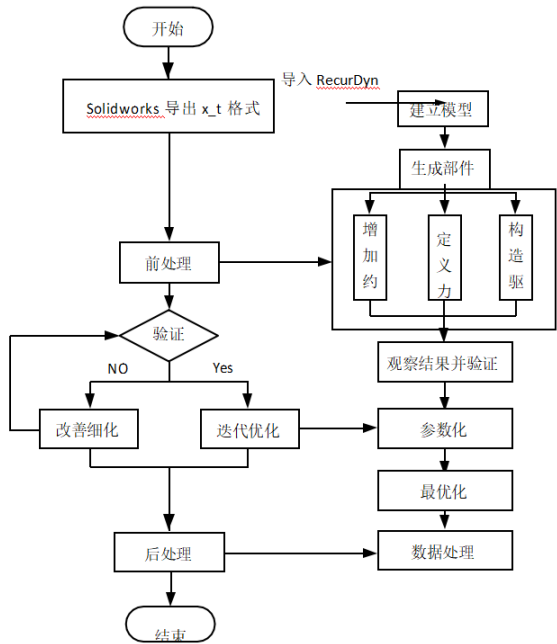
（一）仿真模型的建立

RecurDyn 是一款以多体动力学仿真为核心的软件，在解决大型多体动力学问题时具有独特的优势。RecurDyn 不仅是一个多体动态模拟软件，而且还是一个虚拟样机的开发工具。RecurDyn 的专业模块包括皮带分析模块，高速运动履带分析模块，低速运动履带分析模块，轮胎模块，发动机开发设计模块，主要模块见表 4-1，本节仿真分析选择 RecurDyn/Track(LM) 模块。

表 4-1 RecurDyn 主要工作模块

序号	模块名称	模块功能
1	RecurDyn/Track(HM)	高机动性履带，专为坦克装甲等设计的高机动履带系统工具包。
2	RecurDyn/Track(LM)	低机动性履带，专为履带式车辆设计的低机动履带系统工具包。
3	RecurDyn/Gear	齿轮工具箱，可自动生成齿轮的几何体及自动定义接触关系。

序号	模块名称	模块功能
4	RecurDyn/ Chain	链条工具包, 可轻松实现链条的装配。
5	RecurDyn/ Belt-pulley	皮带滑轮工具包, 可轻松设计和分析整个皮带滑轮系统。



> 图 4-1 仿真建模流程

通过图 4-1 可知, 流程分为如下几个部分, 首先在软件中建立模型, 创建系统各部分零件, 添加约束, 给部件定义相应的力, 对模型进行仿真, 观察他的动画和结果, 接着对模型进行验证。验证通过后对模型进行参数化设置, 在原有基础上进行迭代优化, 最后对仿真数据进行分析处理。本论文结合实际机构设计的需求, 首先在 Solidworks 三维软件中建立各部件模型, 装配好后将模型另存为 x_t 格式, 随后导入到 RecurDyn 中, 通过对各部件添加材料属性, 设置约束及载荷, 调整步长, 在 Ground 中绘出路面, 完成模型的仿真分析。在此过程中, 需进行一系列的参数设置。包括接触设置、各部件材料设置及约束与力的设置。

(1) 接触设置

RecurDyn 接触计算是一个复杂的计算过程。在接触已经发生时, 通过已知接触刚度分析并计算出摩擦力。基于 Hertz 理论计算接触力, 法向的接触力 f_a 的公式如 (4-1) 所示:

$$f_a = k\delta^{m_1} + c \frac{\dot{\delta}}{|\dot{\delta}|} |\delta|^{m_2} \delta^{m_3} \quad (4-1)$$

式中: k —— 接触刚度系数, N/mm ;

—— 接触穿透程度, mm ; c —— 阻尼系数, $N \cdot s/m$;
 m_1 —— 刚度指数;

m_2 —— 阻尼指数;

m_3 —— 渗透指数 [62,63], 一般取 0。

RecurDyn 摩擦力 f_f 如式 (4-2) 和 (4-3) 所示:

$$f_f = \mu(v) |f_n| \quad (4-2)$$

$$f_f = \text{sign}(\dot{f}) \times \min(|f_n|, f_{\max}) \quad (4-3)$$

式中: f_n

—— 法向接触力, N ;

$\mu(v)$ —— 摩擦系数, 由接触点的相对速度确定;

f_{\max} —— 最大摩擦力, N 。

由上式可以得出, 摩擦力的大小主要取决于摩擦系数。考虑到本机器人设计用于林地, 履带行走的速度较慢, 结合以上分析, 在模型自动装配后选择 TrackAssembly, 出现接触参数窗口, 根据本文研究对象应用场所选择黏性土, 完成接触设置。

(2) 材料设置

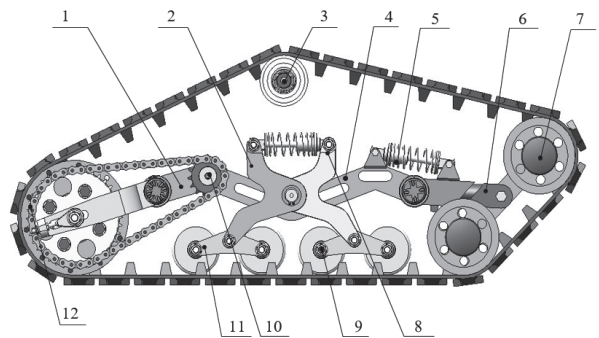
仿真过程时, 材料参数的设定对仿真的结果有很大的影响。在 RecurDyn 里, 只有把材料的特性给到了模型上, 才能对其进行模拟仿真分析。在软件界面右键需要设定材料的零件, 在特性窗口进行材料类型的选择。如表 4-2 所示:

表 4-2 主要部件材料设置

部件名称	材料
履带	Rubber
驱动轮	Steel
承重轮	Steel
拖链轮	Steel
机械臂	Steel
水炮	Steel
车体	Aluminum
路面	Clayey soil

(3) 约束力的设置

在 RecurDyn 软件中, 提供 21 种标准的约束形式, 包括移动副、转动副、固定副等。两个部件之间的相对运动关系通过添加约束来定义。一个部件由于相对关系不同, 因此产生的运动副并不单一, 在不同的约束中通过设置不同的驱动函数、初始条件、阻尼系数等可以限定两个部件之间的相对运动形式。在 RecurDyn 中的机器人底盘模型如图 4-2 所示



1. 导向轮支架 (支架 1) 2. 左侧减震装置支架 (支架 2) 3. 拖链轮 4. 底盘支架 (支架 3) 5. 减震弹簧 6. 导向轮支架 (支架 4) 7. 导向轮 8. 右侧减震装置支架 (支架 5) 9. 承重轮 10. 链轮 11. 承重轮支架 (支架 6) 12. 驱动轮

> 图 4-2 RecurDyn 中的机器人底盘模型

结合本文中的仿真模型, 添加了 13 个转动副、2 个运动副和 3 个固定副, 在弹簧处添加弹簧力, 设置弹簧尺寸、劲度系数及阻尼系数, 施加完约束及力的情况如表 4-3:

表 4-3 连接运动副

运动副	转动副	转动副	移动副	转动副	转动副	转动副	固定副	转动副
部件 1	支架 3	支架 3	支架 2	支架 4	支架 6	支架 4	大地	大地
部件 2	拖链轮	减震装置	支架 5	导向轮	承重轮	支架 3	支架 3	驱动轮

(二) 行走运动分析

在履带式消防机器人中,最基本的一种运动方式就是水平运动,通过对直线运动的仿真分析,可以对其速度、力矩进行检验。根据以上建立的虚拟模型,利用 RecurDyn 软件中的 ground 命令创建直线路面,在黏性路面,改变驱动设置,得到不同速度下的力矩图。对比两个不同速度下的曲线走向,当履带式机器人速度变大时,输出的力矩也随之变大。两种速度下输出的力矩相对平稳,并且保持在一定的范围内波动。高速行驶较低速行驶的质心变化及输出力矩都更加平缓些,同时注意到高速行驶的图中质心在 y 轴的方向快速趋于平稳,随后在较小的范围内上下波动,低速行驶的履带式机器人稳定地相对慢些,在 1.8s 后质心的位置也趋于稳定。

(三) 转向运动分析

从转向运动学的角度可以看出:当平面上的一点与机器人自身的转动相同时,机器人实现原地转动。本文对该假定进行了验证,并对原地转动时的传动轮扭矩进行了模拟。在履带式灭火机器人的左右驱动轮上加入反向函数,模拟时间为 5 秒。

通过转向位移-力矩关系仿真曲线分析得到:左右两轮输出力矩上下呈对称趋势,且变化频率较为一致^[6]。由于转向过程设置为向右转弯,因此外侧驱动轮输出的力矩高于内侧,驱动轮输出的最大力矩不超过 $300\text{N} \cdot \text{m}$ 。由本次实验可以得出,履带式林地消防机器人的转向运动依靠两侧履带速度的改变来实现,当在不同速度的履带下执行任务时,履带与地面的接触会产生转向扭矩和转向阻力,从而导致机体发生偏转。

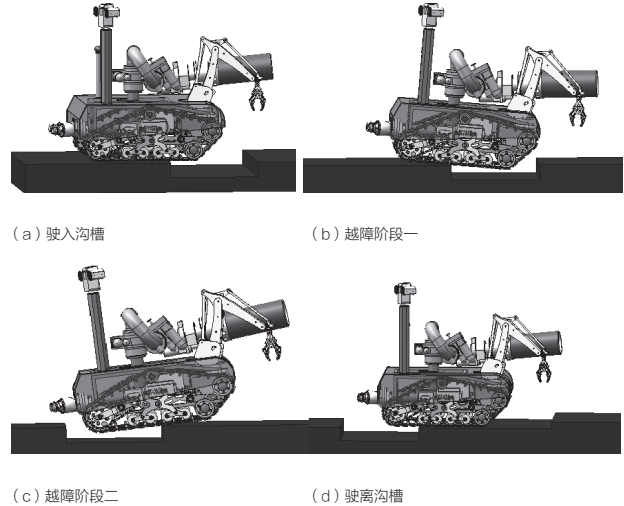
(四) 爬坡运动分析

首先分析纵向 30° 斜坡,履带式林地消防机器人在工作中会遇到较为复杂的路况,爬坡能力是衡量其通过性能的一个关键因素。根据履带式消防机器人的技术要求,机器人必须能够在与地面呈 30° 的斜坡上行走,设置驱动函数及路面情况,仿真时间为 10s。纵向爬坡仿真曲线如图 4-7 所示,曲线表示车轮输出的力矩随质心的变化情况,履带式机器人在平地行驶 1s 后时,车轮上坡,车体的质心位置随坡度逐渐向上延伸,随即在一段时间内平稳输出力矩,且左右轮输出的力矩大致重合。因此,在黏性路面上,履带式林地消防机器人能够驶上 30° 的纵向斜坡。斜坡的出现不仅仅是纵向的,还应当考虑横向斜坡的出现。由于履带式机器人从第四秒进入横坡路面,因此选取 4—8s 为分析范围。相较纵向爬坡分析结果而言,横向爬坡输出的力矩随质心的变化频率更加频繁,同时质心位置也在随之升高。由图可知,左右两轮输出的力矩近似相同,但是在图中有几处的力矩值突然增加,考虑是此处机器人发生瞬态打滑导致,在 150ms 内又迅速原本的输出情况^[7]。

(五) 越障运动分析

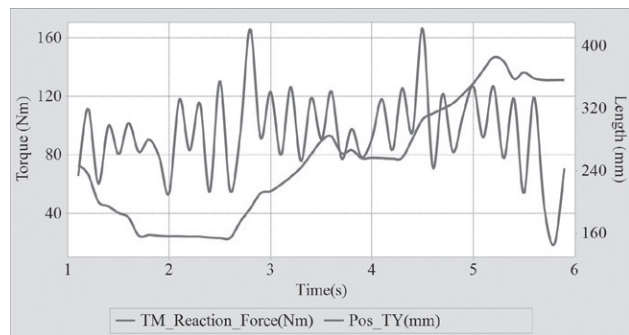
本文设计要求履带式林地消防机器人能够平稳地跨越 350mm

的沟槽,沟槽深度为 250mm,机器人仿真过程如图 4-3 所示,履带式机器人前端接触沟槽边缘到后端逐渐下降,最终完成越过沟槽的过程。



> 图 4-3 机器人越障运动分析

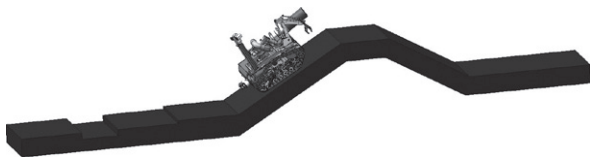
图 4-4 所示为越障位移-力矩关系图仿真曲线,分析图 4-4 得到,车体的质心位置随路面的情况进行变化,运行到 1s 时,机器人的质心下降,开始进入沟槽,驱动轮输出力矩在较小范围内变化,2.5s 后驶离沟槽,左右轮驱动力矩有明显增加。在 4.5s 时,车体越过一块凸台,因此质心位置再次升高,驱动力矩也在此位置随之升高^[8]。驱动轮输出力矩均在 $100\text{N} \cdot \text{m}$ 周围浮动,进一步为选择电机提供依据。



> 图 4-4 越障位移-力矩关系图

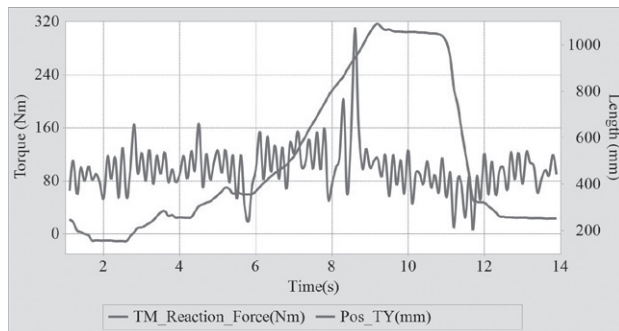
(六) 复合运动分析

在实际工作中,由于履带式林地消防机器人所处的工作环境十分复杂,经常会遇到各种地形交叉的情况。所以,有必要对复杂地形下的消防机器人的动作进行分析。如图 4-5 为通过复合坡道的机器人模型。坡道主要包括:水平、斜坡、沟槽、过渡等^[9]。由于复合坡道中的参数比较多,情况比较复杂,本文仅对其进行定性的分析。

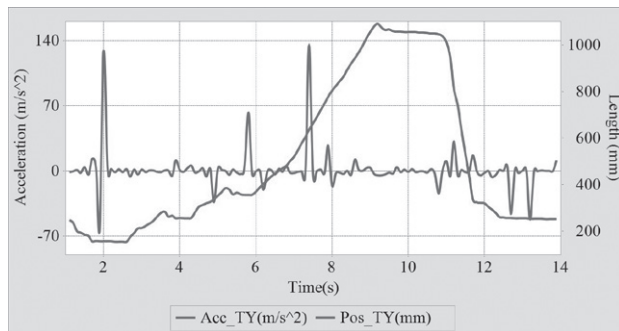


> 图4-5 复合路面运动分析模型

由图4-6（a）可知，履带式机器人的质心受路况的影响而产生变化，当消防机器人即将进入第一个沟槽及在上坡过程中，y 方向的加速度上下浮动范围变大，结束后恢复平稳，输出的加速度在一定范围内上下浮动。由图4-6（b）可知，机器人上坡后，驱动轮输出的力矩相比其他路段较大，爬坡结束到平地时，驱动力矩总体减小。下坡过程中受重力影响，此时输出的力矩相较其他阶段的力矩值要小。



（a）位移 - 加速度关系图



（b）位移 - 力矩关系图

> 图4-6 复合路况分析图

五、结论

1) 本章主要利用 Solidworks 软件建立了消防机器人样机模型；

2) 采用 ANSYS 软件对主要零件进行了有限元分析，验证了模型的形变满足设计要求；

3) 在仿真部分，利用多体动力学软件 RecurDyn 对模型进行分析，得到了林地消防机器人在不同速度下直线及转向行驶输出力矩的力矩情况，分析了纵向和横向爬坡运动状态，机器人纵向爬坡相对横向爬坡在输出力矩上更加平稳；

4) 对越障以及复合路面状态进行仿真，驱动力矩随质心位置的变化而改变，验证了理论分析的合理性。

参考文献

- [1] 王南丁. 消防机器人履带行走装置设计及运动学仿真研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2015.
- [2] 苏杰, 李春明, 范知友, 等. 履带车辆高速行驶承重能力优化设计仿真 [J]. 计算机仿真, 2017, 34(05): 187-191.
- [3] 刘维维. 全地形铰接式履带车辆履带疲劳及预张紧力优化研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2021.
- [4] Sweeney D W, Kirkham M B, Sisson J B. Crop and soil response to wheel-track compaction of a claypan soil [J]. Agronomy Journal, 2006, 98(3): 637-643.
- [5] 李灏, 刘新全, 师宪福. 履带车辆松软路面行驶阻力系数与附着系数关系研究 [J]. 农业装备与车辆工程, 2012, 50(11): 34-36.
- [6] 张政, 冯广斌, 孙华刚. 基于虚拟样机技术的齿轮传动系统动态仿真研究 [J]. 机械传动, 2018, 42(11): 142-146.
- [7] T.Rakib, M.A.Rashid Sarkar. Design and Fabrication of an Autonomous Fire Fighting Robot with Multisensor Fire Detection Using PID Controller [C]. International Conference on Informatics, Electronics and Vision, 2016: 909-914.
- [8] Roldan-gomez J J, Gonzalez-gironda E.A Survey on Robotic Technologies for Forest Firefighting: Applying Drone Swarms to Improve Firefighters' Efficiency and Safety [J]. Applied Sciences-Basel, 2021, 11(1).
- [9] Niculescu, A., Dijk, et al. The influence of voice pitch on the evaluation of a social robot receptionist [C]. In 2011 International conference on user science and engineering, 2012: 18-23.

探讨电力安全管理中的用电检查工作

崔阳阳*

国网晋城供电公司, 山西 晋城 048000

摘要： 用电检查是保证电力安全的重要管理工作，定期开展用电检查工作可以及时消除用户用电安全隐患。目前，我国公共场所用电仍存在较大的安全隐患问题，对此，为充分落实电力安全管理工作，本文利用文献分析法和综合法，分析了电力安全管理中的用电检查工作重点，并从深化电量自动化采集与计量系统的应用、加强对无功电量数据的分析、加强对用电设备的检查、构建用电检查团队、提升基层用电安全管理与法制意识五个方面探讨了电力安全管理中用电检查工作实践要点，以期提高用电检查工作效率，为保障公众用电安全提供参考与借鉴。

关键词： 电力；安全管理；用电检查

Discuss The Electricity Consumption Inspection Work In The Electric Power Safety Management

Cui Yangyang*

State Grid Jincheng Power Supply Company, Shanxi Jincheng 048000

Abstract： Electricity inspection is an important management work to ensure the safety of electric power. Regular electricity inspection can eliminate the hidden danger of users in time. At present, there are still big safety problems in public places, China, to fully implement the power safety management work, this paper using literature analysis and synthesis, the analysis of the power safety management electricity inspection focus, and deepen the application of power automatic collection and metering system, strengthen the analysis of the reactive power data, strengthen the electrical equipment inspection, build electricity inspection team, improve electricity safety management and legal consciousness discusses the five aspects of the power safety management electricity inspection work practice points, in order to improve the inspection efficiency, ensure the safety of the public to provide reference and reference.

Key words： electric power; safety management; power consumption inspection

引言：

随着城镇化建设的快速发展，电能需求量大幅增加，用电安全备受人们关注与重视。电力安全管理是供电局主抓的重点工作，落实用电检查工作能够为用户提供更优质、安全的供电服务。在实际开展用电检查工作时，相关人员须根据相关规定对各类公共场所逐一进行用电安全隐患排查与监测，从而及时发现与解决相关故障问题，保证用电稳定性与安全性。文章主要分析了电力安全管理中用电检查工作

一、电力安全管理中的用电检查工作重点

在开展用电检查工作前，工作人员要查询好用户资料档案，填写用电检查工作表单，而后根据相关规范开展用电检查，要判断用户用电情况是否正常，是否存在安全隐患、缺陷、窃电、违约等问题，若用户用电情况不正常，则要记录相关检查数据，并将其上报给客服中心按照规定进行处理。用电检查工作重点包含以下两方面。

（一）用电线路

在长期使用过程中，包裹用电线路的绝缘材料会因空气、光

照、雨水等众多因素影响，导致绝缘材料的绝缘性降低，增加用电安全风险，且电路中的电流会不断提高，超过线路内部导线的荷载，造成电线路损坏^[1]。因此，必须重视对用电线路的检查工作。具体检查内容包含线路绝缘子、线路导线、变压器、隔离开关等。

（二）违规用电

为严厉打击违约用电、维护市场秩序，用电检查需聚焦超容量用电与转供电问题。通过系统平台分析异常用户数据，指派网格员立即前往数据异常现场并使用变压器容量测试仪核实容量^[2]。若不符合标准，工作人员将发出用电检查及违约用电通知书并追补费用，以营造良好供用电环境^[3]。

* 作者简介：崔阳阳（1994-6），男，汉族，山西晋城人，硕士研究生，助理工程师，研究方向：现代电力营销管理创新及发展

二、电力安全管理中的用电检查工作优化路径探究

（一）深化电量自动化采集与计量系统的应用

基于安全角度来看，用电检查工作是保障我国基层民众生活质量的重要措施之一，科学合理、规范严谨的用电检查工作能够营造良好的用电环境，有效推动我国社会经济的可持续健康发展。在现如今的信息时代背景下，供电局需要加强用电检查工作信息化建设，深化电量自动化采集与计量系统的应用，基于数字化、智能化、信息化技术改变传统的用电检查工作模式，降低用电检查工作难度与复杂性，从而不断提升电力安全管理覆盖广度与深度，积极推动电力采集、统计、数据传输、分析以及结算的一体化用电检查工作模式的落实，强化用电检查工作质效^[4]。

电量自动化采集与计量系统主要构成模块见表1，具体包含：其一，数据信息采集模块。该模块是保障电量自动化采集与计量系统充分发挥自身能效的重要模块，其主要作用是实时收集前端的用电情况数据信息，为后续运算单元的数据处理与计算提供海量源数据；其二，数据处理交互模块。上述提到的运算单元位于该模块中，该模块能够根据提前设定好的分析流程与计算逻辑对数据信息采集模块所采集的源数据信息进行精准化、高效化的处理；其三，综合应用模块^[5]。该模块加载了有关用电检查工作的诸多应用功能，如低压集抄、抄表结算、线索分析等。数据处理交互模块会将处理后的源数据上传至该模块中，以便于其中各项功能的有效应用；其四，通信服务模块。该模块的主要作用是将数据信息采集模块、数据处理交互模块以及综合应用模块进行有效连接并实现数据共享效果。其运行原理相对简单，主要是借助TCP/IP 协议在互联网环境中完成数据信息交互与通信设备接入等相关任务。

表1 电量自动化采集与计量系统主要构成模块

序号	构成模块
1	数据信息采集模块
2	数据处理交互模块
3	综合应用模块
4	通信服务模块

电量自动化采集与计量系统在用电检查工作中展现出十分强大的综合性、多样性、智能性的功能，不仅能够以自动化、信息化方式帮助工作人员实现基础的采集计量工作，同时还可以在大数据技术、互联网环境的加持下实现对用电数据信息的实时对比效果。在人工智能技术、专家数据库技术等先进技术帮助下，实时分析电力系统与电力线路状态，一旦其中出现问题便会第一时间发出警报并将相关故障信息发送至工作人员移动终端，有效转变了用电检查工作逻辑，将传统的被动发现故障与问题转化为主动挖掘问题并予以解决的工作方式，将用电检查工作重心前置，为用电检查工作的高效、科学开展提供重要保障^[6]。

（二）加强对无功电量数据的分析

一般情况下，基层供电的电能质量主要与周波指标和通过电压相关，而供电系统在实际供电期间，电压会受到无功功率与有功功率的影响。当电压出现波动时便会造成基层供电的电能质量

下降。其中，无功功率、有功功率可以通过无功电量与有功电量进行表示。

在用电检查工作中，若发现无功功率数据过高，则代表该节点中的电压高于额定电压，反之若无功功率不足，则代表实际电压低于额定电压。此时需要供电局结合实际情况，通过行之有效的措施如增加无功功率或降低无功功率的方式保证电压的稳定性。一旦发现无功功率出现波动，则需要立即开展用电检查工作，明确造成无功功率波动的原因并尽可能保证当前供电的稳定，否则会造成电压电网崩溃，出现大范围停电事故，严重时甚至会因过长的恢复时间而对当地企业的发展产生影响。

除此之外，在用电检查工作中，相关工作人员不仅需要按要求完成对基层用户用电隐患、用电情况等方面的排查，同时也需要检查企业用电情况。若企业在不更换用电线路的前提下持续增加用电量，则会显著提升电力相关安全事故的出现概率。因此，供电单位需要在用电检查工作中重点检查无功功率等能够直接对电能质量造成影响的参数，以此为用电检查工作的精准、科学开展提供数据支撑^[7]。

（三）加强对用电设备的检查

在现阶段的电力安全管理中，用电检查工作所涉及的内容具有一定的多样性、复杂性，需要相关工作人员结合实际情况从多个方面开展用电检查工作，如基本的用电情况明确、用电数据采集等，同时也包括用电安全教育、用电设备检查、用电行为检查等。其中，用电设备的检查工作十分关键，因用电设备是主要的电力供给载体，用电设备的质量与运行稳定性会直接对供电效果产生影响，一旦用电设备出现问题，则可能会造成一定时间的停电，严重时甚至会发生电力相关安全事故，如电火灾等进而对民众的生命安全、财产安全等造成一定隐患。为此，需要供电单位结合实际情况提高对用电检查工作中电力设备检查的重视，以保障基层单位、基层民众的基本用电安全。若在用电检查工作中发现电力设备存在问题或安全隐患，则需要严格按照我国有关电力检查工作规范及标准的文件内容，如《用电检查管理办法》等进行科学、规范的处理，以此规避因用电设备问题而潜在的安全隐患。

随着科技的不断发展与进步，人们在日常生活中所使用的电子设备数量与频率也在不断提升，如新能源汽车、电子手表、电子窗帘等，同时各城市的发展也正逐渐由互联网升级为物联网，进一步提高了对电能供应质量的需求。在此背景下，也逐渐提高了对原有电力设备的供电压力，长此以往导致部分电力设备的性能无法有效满足当前区域下的用电需求，提高了电力设备出现问题或发生故障的概率^[8]。为此，需要供电局在开展用电检查工作时制定科学合理的电力设备维护、更换方案，有规模、有计划地更换城市中各个区域下的电力设备，这样不仅能够有效降低电力设备在实际使用时所存在的安全隐患，避免出现相关的电力安全事故，同时也可以有效提高电力供应质量，为城市与社会的可持续发展提供切实保障。

除此之外，在社会经济不断发展的背景下，市场中涌现出的电力设备数量与类型也越来越多，显著提高了用电检查工作的难

度与复杂性，同时也对用电检查工作人员提出了更高的要求。为此，在开展用电检查工作时，需要相关工作人员积极进行沟通并详细记录电力设备的用电数据，结合当前电力设备型号与特点，通过分析其用电数据来判断电力设备是否存在安全隐患，一旦发现存在安全隐患则需要立即进行拆除并按相关标准进行换新。

（四）构建用电检查团队

为进一步提高我国电力安全管理水平，则需要结合实际情况选择专业能力强、综合素质优秀的人才构建用电检查团队构建，以此提升用电检查工作质效，为全面落实安全用电、规范用电、科学用电等准则提供有力保障。在构建用电检查团队方面，需要做好以下几方面工作。

首先，提升用电检查团队成员专业水平。电力设备安全隐患、电力线路安全隐患等均具有极强的隐蔽性，通常情况无法通过物理层面检测及时发现，甚至个别电力隐患也无法通过数据层面显示。因此，为进一步提升用电检查工作质效，确保其能够以常态化方式在基层开展，切实掌握用电检查工作重点，则需要加大对用电检查人员的培训力度，结合当前用电设备型号、更新换代趋势、用电检查技术迭代方向等，为用电检查工作人员开展针对性、有效性、科学性的培训活动，以确保其通过培训提高自身的用电检查专业水平，同时也可以了解各类用电设备的原理、结构以及技术功能等。此外，还需要注重对其用电检查突发情况与各类用电检查问题的实践培训，必要时可辅以实际行动提高其对用电检查工作的重视，以此丰富用电检查工作人员的问题处理能力，为做好电力管理工作奠定重要基础^[9]。

其次，培养用电检查人员的电气设备故障检测能力。用电设备故障检查是电力检查工作中十分重要的内容之一，及时发现并解决用电设备的故障可以有效避免电力事故的发生，保障民众的人身安全与财产安全。此外，在排查过后要撰写详细报告，归纳总结电气设备中存在的的核心因素，全面提高用电检查人员的综合素质。

最后，保证用电检查团队成员角色的多样性。多数用户因不

了解用电设备安全隐患背后的危害性，导致其并不愿意主动进行用电设备的更换，甚至部分用户认为用电检查工作人员推行的电力设备与其个人绩效挂钩，不愿意购入新电力设备，其认为只要旧电力设备能够正常使用便没有问题。在这种错误认知下也间接提升了电力安全事故的出现概率。为此，需要保证用电检查团队成员角色的多样性，如擅长故障点检测的人员、全面了解市面上各型号电力设备的人员、精通用电检查技巧的人员以及擅长沟通的人员等，能够以白话方式为用户讲解不及时更换电力设备的危害性^[10]。

（五）提升基层用电安全管理与法制意识

为了确保基层用电安全，需要增强其用电安全意识与法律意识。只有深入了解并遵守相关法律规范，才能有效避免违规用电行为，切实减少用电安全隐患。特别是基层临时用电管理，由于其特殊性和复杂性，更需要供电单位高度重视。公共场所中设施的临时用电需求较为常见，为了保障这些临时用电的安全，供电单位应派遣专业的用电检查团队进行现场管理。同时严格依照电力相关法律法规，对电力系统进行全面检查，评估其是否存在潜在的安全事故风险。同时，还应制定详细的公共场所临时用电紧急预案，以便在突发事故发生时能够迅速、有效地进行处理。

结束语：

随着我国社会环境与各行业的不断发展，生活用电及企业用电量都在不断增加，用电风险也随之增加。供电局需加大用电检查力度，用以保障用户与企业利益，同时确保电力系统安全运行。此外，应建立用电安全管理制度，提供优质服务，消除用电安全隐患并加强宣传，增强安全用电意识。合理选择供电方式，统一排查、运维基础用电设施，确保公共场所用电安全，通过严格执行用电安全检查，提升我国电力安全管理水平。

参考文献：

- [1] 肖艾悦. 浅析电力安全管理中的用电检查工作[J]. 科学与信息化, 2023(17): 16-18.
- [2] 刘雨晴. 用电检查工作在电力安全管理中的重要性研究[J]. 电脑采购, 2023(11): 96-98.
- [3] 赵景龙. 重要电力客户设备运行过程中的安全管理策略思考[J]. 流体测量与控制, 2023, 4(6): 73-76.
- [4] 沈玉兰. 用电检查中窃电与违约用电管理措施探究[J]. 汽车博览, 2022(20): 37-39.
- [5] 贾旭超, 刘安磊, 马迅, 等. 供电企业开展用电检查管理工作的探讨[J]. 电力系统装备, 2022(9): 166-168.
- [6] 李华荣. 电力系统变电运维安全管理与设备维护[J]. 魅力中国, 2021(22): 454-455.
- [7] 徐强彬. 输配电及用电工程的安全管理思考[J]. 国际援助, 2021(29): 36-37.
- [8] 薛伟佳, 谢啸天. 低压用电检查工作中的反窃电工作[J]. 魅力中国, 2020(44): 267.
- [9] 周国战, 魏磊. 供电企业用电检查工作中存在的问题及对策[J]. 电力设备管理, 2022(10): 236-238.
- [10] 管烽博, 杨乃新. 用电检查工作中的电气设备检查问题[J]. 河南科技, 2020(19): 135-136.

配电自动化技术应用与配电网安全运行管理分析

王瑞杰*

国网山西省电力公司晋城供电公司, 山西 晋城 048000

摘 要 : 数智化技术、信息技术在配电网中的合理应用极大提高了配电系统的运行质量, 配电自动化的发展已经成为未来配电的重要方向。为进一步深化配电自动化技术应用, 强化配电网安全运行管理, 本文利用分析法与综合法, 阐述了配电自动化技术应用优势, 论述了相关配电自动化技术应用, 并从配电网设备监测、配电网故障诊断、配电网负荷管理三个方面探讨了配电自动化技术在配电网安全运行管理中的应用, 以期为促进电网智能化发展提供参考与借鉴。

关 键 词 : 配电自动化技术; 配电网; 安全运行; 管理

Application Of Power Distribution Automation Technology And Analysis Of Safe Operation Management Of Power Distribution Network

Wang Ruijie*

State Grid Shanxi Electric Power Company Jincheng Power Supply Company Shanxi, Jincheng 048000

Abstract : The reasonable application of digital intelligence technology and information technology in power distribution network has greatly improved the operation quality of power distribution system, and the development of power distribution automation has become an important direction of future power distribution. In order to further deepen the distribution automation technology application, strengthen the distribution network safe operation management, this paper uses the analysis method and comprehensive method, expounds the distribution automation technology application advantage, discusses the related distribution automation technology application, and from the distribution network equipment monitoring, distribution network fault diagnosis, distribution network load management three aspects discusses the application of distribution automation technology in distribution network safe operation management, in order to provide reference for promote the development of intelligent power grid.

Key words : distribution automation technology; distribution network; safe operation; management

引言:

随着城镇化建设的深入推进, 电能需求量大幅增加, 用电安全与供电稳定性备受人们关注与重视。如何有效应用配电自动化技术提高配电网安全运行管理效率与质量是当前重点研究课题。对此, 为充分保障配电网安全运行, 提高配电自动化技术应用水平, 本文主要内容是分析与研究配电自动化技术应用与配电网安全运行管理。

一、配电自动化技术的应用优势

(一) 提升配电设备智能化水平

对实时采集的配电设备运行状态信息开展分析, 实现对配电设备的动态化监测、控制效果, 一旦发现配电设备存在故障隐患或参数异常等问题, 则可以通过远程控制模块第一时间控制配电设备的启停, 以免引起故障而影响配电系统的运行稳定性。

(二) 提升配电设备利用率, 减少运行故障

随着社会经济的不断发展, 人们对电能资源的需求也在逐

渐提升, 加大了配电系统的配电负荷。部分地区在用电高峰还可能存在断电、停电现象。通过配电自动化技术可以实现对配电系统各个时段下的电力负荷进行精准预测, 从而实现精细化、合理化、准确化的电力负荷配置, 减少出现突然断电、停电情况。

二、配电自动化技术应用

(一) 数据采集技术

若想有效发挥配电自动化技术的价值与效用, 则需要为其提

* 作者简介: 王瑞杰, 男, 1996年7月出生, 山西人, 硕士研究生, 从事配电线路及设备运检。E-mail:w1120731939@163.com

供海量基础数据信息，以确保其能够做出正确决策。为保证数据信息的动态性、时效性、对称性，则需要借助采集技术实时采集配电网中多个环节，以确保所获得的电力参数有效、全面。数据采集技术在实际使用时，不仅需要系统运行期间的各类参数进行采集与分析，从而实现实时分析系统运行状态的效果，同时也需要整合所采集的数据参数，为配电自动化中的监测功能的正常运行提供数据支持，而后对不同来源的电力数据参数进行分级处理、传递，以此提升系统运行质效^[1]。

除此之外，数据信息的获取在配电自动化系统运行中属于一个关键步骤，获取数据信息并开展分析的目的主要是更加合理、精确、动态地调整各类参数，如功率、电流、电压等电力系统关键指标。而后将调整后的参数上传至已经构建好的配电网数据模型中，模型不仅具有较强的可视化、可读性优势，同时也可以输入不同参数、数据的条件下实时反馈当前配电网、电力系统的运行状态，或是对分析未来电力需求、挖掘配电网是否存在故障、决策制定等相关工作提供可靠依据，以确保配电网安全运行管理的有效实现。为保证数据信息的完整性、全面性、可靠性，使基于采集的数据信息分析后的结果更加贴合真实的配电网系统及电力环境，则需要确保数据采集范围有效涵盖至整个配电网中各个电力设备、测量点以及子系统，从而更加全面地了解配电网运行状态并为后续的决策制定等工作提供依据。

（二）馈线自动化技术

通常情况下，配电自动化技术中的馈线自动化技术主要分为两部分：其一，馈线系统中的硬件部分，馈线硬件设备会取得配电网搭接状态的控制权并对其进行直接控制。这样一旦配电系统出现故障，故障信号会发送至馈线硬件设备，硬件设备处理后及时响应并对故障位置进行隔离切断控制，以避免故障位置对整个配电系统的稳定运行产生影响^[2]。除此之外，在智能化的配电线路中，为尽可能提高对下游电路供电的稳定性与可靠性，馈线系统也会根据配电系统实际情况，在剔除故障线路后重新引入一条无故障且负荷能力相符的线路；其二，馈线系统中的软件部分。若想实现硬件设备的正常、稳定运行需要借助合理的软件系统对其进行正确、规范的引导，软件系统无论是在电力资源协调还是安全管理等相关工作中都十分关键，软件系统能够通过分析数据信息实时挖掘系统中可能存在的漏洞或缺陷，进而为相关工作人员提供准确维保意见，以降低配电网出现故障的概率，显著提升配电网安全性^[3]。

（三）自动停电调配技术

自动停电调配技术属于配电自动化技术在停电管理中的主要应用技术。当配电网因意外或故障而发生停电事故时，自动停电协调技术会先对系统状态、各环节参数等进行检测、采集，以此为后续故障分析工作的顺利开展提供重要依据。而后，相关工作人员需要结合特定算法与流程对自动停电协调技术所采集的数据信息进行分析，以判断配电网中所发生的故障或问题，精准找出故障原因并结合实际情况制定行之有效的解决措施。同时，为进一步提高所制定的解决措施的科学性、合理性、有效性，配电自动化系统会检测自动停电调配技术所采集的数据并进行记录与上

传，而后通过配电自动化系统中的信息分析模式对此类参数进行进一步分析与处理^[4]。最后，通过分析、处理后的结果准确锁定故障区域、故障设备、故障原因、故障时间等诸多信息，并将此类信息通过网络环境直接发送至抢修部门，以确保其能够第一时间解决配电网中存在的故障，为保证配电网安全、稳定运行提供切实保障。

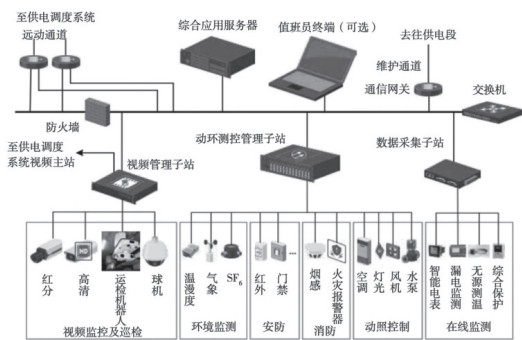
（四）电力管理调配技术

在开展电力调配行为时，配电自动化技术会分析、评估配电自动化系统在实际运行时所产生的用电参数，进而得出当前配电自动化系统的运行状态与效率。基于此类参数，相关工作人员可以实时了解到当前配电自动化系统是否处于用电高峰状态，从而对其进行精准、科学、合理的电力管理调配，在保证用电高峰期配电网自动化系统运行稳定的同时，也可以减少其配电损耗，提升电力使用效率^[5]。

三、配电自动化技术在配电网安全运行管理中的应用

（一）在配电网设备监测中的应用

配电网故障监测如图1所示，配电自动化技术能够实时采集配电网中各类设备的实际运行情况与各类参数，并自动化完成实时监测、数据采集与处理工作，为配电系统的自动化管理模式的应用提供重要支持。



> 图1 配电网故障监测

首先，实时检测配电系统中各类设备。配电自动化技术所监测的设备类型主要包括电缆、开关柜、变压器等。借助终端数据采集设备实时采集配电系统中的各类设备的状态数据，以确保当设备出现故障或参数异常时可以被及时发现，进而实现动态化监测设备状态的效果，为实现精准化、精细化的设备运维工作提供充足保障。其次，实时采集与处理配电系统中的数据。配电系统在实际运行时会产生许多数据，如电能损耗、功率因数、电流与电压等，通过对此类数据进行采集与分析可以有效得出当前配电系统运行状态，进而实现对配电系统的全方位、多角度监测效果^[6]。最后，配电自动化技术可以为其他智能化设备的软件系统提供能够顺利嵌入配电系统的端口，从而为管理人员提供一体化的配电系统设备智能化管理条件。

（二）在配电网故障诊断中的应用

故障诊断属于配电网安全运行管理中的重中之重，需要通过合理应用配电自动化技术以加强故障诊断的效用。随着我国社会

经济的不断发展，各地区的用电量在不断提升，各地区年度或月度的用电量上涨速率远超各地区配电单位对内部配电系统的优化进度，加之配电系统整体结构较为复杂延缓了配电系统的优化，最终提升了配电系统因配电负荷而出现故障的概率。在此背景下，越来越多的配电企业开展关注配电自动化技术在故障诊断方面的应用。配电自动化技术在故障诊断中的应用主要有以下几方面分别是参数动态化监测、故障自动化诊断等^[7]。基于配电自动化技术的实时检测配电设备运行状态的功能，实现故障预警效果，即一旦设备某参数异常而导致故障，则会第一时间发出警报并向工作人员提交故障信息，以便于工作人员能够快速、精准地定位具体故障点并制定相应的解决措施。

除此之外，配电自动化技术还能够实时采集、分析设备运行数据，将采集的数据信息存储至相应数据库中并形成丰富、庞大的设备历史运行数据族，最后通过采集当前设备运行数据并与历史数据进行对比，罗列当前设备各参数的波动情况，从而达到明确当前设备实际状态、使用寿命的目标，有效将传统的配电安全管理中的故障维修工作方式由“事后处理”转变为“事前预测”，显著提升了配电安全管理运行工作的质效，避免因设备突然停机而产生的不良影响^[8]。常见配电网运行故障及处理措施如表1所示。

表1 常见配电网运行故障及处理措施

故障类型	故障描述	故障原因	处理措施
过载故障	配电设备过载，导致设备损坏	负荷过大，设备配电容量不足	调整负载，更换配电设备
短路故障	配电设备发生短路，导致设备损坏	绝缘损坏、电缆老化	更换电缆、维修设备
漏电故障	配电设备出现漏电，可能导致人身伤害	接地不良、绝缘损坏	加强设备接地，更换损坏部件

（三）在配电网负荷管理中的应用

配电自动化技术能够有效提高配电网负荷管理质量，配电自

动化技术和深度学习技术相结合，可以构建负荷预测模型，捕捉负荷数据的时空特征，且在深度学习技术的支持下能够自动提取负荷数据中的关键特征，包括周期性、趋势性、天气因素等特征，从而有效提高预测精确度^[9]。借助该负荷预测模型能够实现以下应用功能，一是高精度负荷预测，通过提取负荷数据中的关键特征可实现精确的负荷预测，解决以往低精度负荷预测导致的电力供应不足或过剩、系统运行成本及风险增加等问题，高精度负荷预测能够保证系统运行稳定性与经济效益为负荷调节提供数据依据，预测精准度可提高10%；二是高精度负荷控制，根据实际负荷情况，在配电自动化技术的帮助下可自动控制变电站的输出功率，解决低精度负荷控制精度导致的电压不稳定、电力损耗增加等问题，保障供电稳定性，调节速度可提升20%，控制精度可提升15%；三是负荷平衡，根据负荷情况可动态化调整与平衡负荷运行，解决以往负荷不平衡导致的变压器损耗增加、配电系统效率低下等问题，平衡程度提高25%可保证供电安全和用户电能质量，减少线路损耗，确保配电网良好运行；四是负荷分配，负荷分配不合理将导致电流过大，线路短路等问题出现；智能负荷分配可实现设备负荷均衡、延长设备寿命30%，能够灵活调节高峰期负荷，保证负荷平衡，减少电力设备磨损，提高电力系统能效^[10]。

结束语：

综上所述，基于配电自动化技术所实现的智能化管理、自动化控制等功能可以大幅提升配电系统的运行效率，减少配电设备在实际运行期间所产生的电能消耗。同时，在自动化、智能化、深度学习技术等的帮助下，可以减少人工干预频率，在一定程度上降低了配电系统的运维、管理成本。同时，自动化技术的故障发现、故障响应时间均远低于人工方式，因此也可以有效提高配电系统的运行稳定性，减少故障发生次数与其发生后所产生的不良影响。

参考文献：

[1] 祝安琪. 配电自动化技术应用与配电网安全运行管理思路探索 [J]. 电力系统装备, 2021(12):159-160.
[2] 张津毓. 配电自动化技术应用与配电网安全运行管理对策 [J]. 消费电子, 2021(9):31, 39.
[3] 陈家楷, 刘天奇. 城市电网配电自动化技术应用研究 [J]. 模型世界, 2023(16):51-53.
[4] 张楠. 智能配电网与配电自动化技术应用探究 [J]. 现代工程科技, 2023, 2(18):6-8.
[5] 梁鹏飞. 配电自动化技术在智能电网中的思考 [J]. 智能建筑与工程机械, 2023, 5(9):117-119.
[6] 贾汝伟, 王旭宁, 艾力·吐尔逊. 配电网安全运行管理分析 [J]. 越野世界, 2023, 18(1):246-248.
[7] 姜博, 姜晶. 自动化技术在配电网安全运行管理中的应用分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2020(17):2665.
[8] 孟骧. 配电自动化技术应用与运行管理分析 [J]. 中国设备工程, 2022(22):69-71.
[9] 马浩轩. 自动化视域下铁路供电系统配电自动化技术应用研究 [J]. 科技资讯, 2023, 21(14):36-39.
[10] 程旭, 李先莹, 马岩. 智能电网中的配电自动化技术应用 [J]. 文渊 (高中版), 2022(11):343-345.

新时代工程造价评估方法与技术应用研究

刘德祥

身份证号码: 362401198701243610

摘要：随着我国经济的快速发展，工程造价评估在项目管理中扮演着越来越重要的角色。传统的工程造价评估方法已经不能满足当前项目管理的需求。本文针对新时代的特点，提出了一种新的工程造价评估方法和技术应用研究。该方法基于大数据和人工智能技术，以数据驱动决策，提高了工程造价评估的准确性和效率。本文介绍了该方法的基本原理和具体实现，并通过实际应用案例验证了其有效性和可行性。

关键词：新时代；工程造价评估；大数据；人工智能；数据驱动；项目管理

Research on the Methods and Technical Applications of Engineering Cost Evaluation in the New Era

Liu Dexiang

ID: 362401198701243610

Abstract： With the rapid development of China's economy, engineering cost evaluation plays an increasingly important role in project management. The traditional engineering cost evaluation methods can no longer meet the current needs of project management. This article proposes a new engineering cost evaluation method and technical application research based on the characteristics of the new era. This method is based on big data and artificial intelligence technology, driven by data-driven decision-making, which improves the accuracy and efficiency of engineering cost evaluation. This article introduces the basic principle and specific implementation of this method, and verifies its effectiveness and feasibility through practical application cases.

Keywords： new era; engineering cost evaluation; big data; AI ; project management

引言

随着我国经济的快速发展，基础设施建设和房地产市场的不断扩大，对工程造价的准确评估和技术应用的需求日益增加。传统的工程造价评估方法主要依赖于经验数据和简单的加权平均法，已经难以满足当前复杂多变的市场环境。因此，研究新时代工程造价评估方法和技术应用具有重要的现实意义。

一、工程造价评估概述

（一）工程造价评估分析

1. 确定工程项目的经济可行性

随着社会的发展，建筑业的参与各方专业水平的提高，各方对工程造价管理服务也有了更高的要求。^[1]通过对工程项目的成本、收益、投资回收期等指标进行评估，可以判断项目是否具有经济可行性，为投资决策提供依据。

2. 控制工程项目的投资成本

如今是大数据时代，我国工程建设领域也因此而发生巨大改变。以工程造价管理领域为例，其大量运用了大数据技术，有效应对工程项目建设中造价信息数据规模庞大、数据应用动态性、多元异构性表现较强等特点，分析提出工程造价数据采集与应用流程。^[2]通过对工程造价的评估和控制，可以有效降低工程项目的

投资成本，提高投资效益。

3. 优化工程项目的资源配置

工程造价管理是工程项目管理的重要组成部分。^[3]通过对工程造价的评估和优化，可以合理配置工程项目所需的资源，提高资源利用效率。

4. 提高工程项目的管理水平和决策质量

通过对工程造价的准确评估和有效控制，可以提高工程项目的管理水平和决策质量，减少投资风险。

（二）工程造价评估的基本原则

1. 客观性原则

工程造价评估应当遵循客观性原则，即评估结果应客观反映工程实际成本。评估过程中应充分考虑工程特点、市场行情、政策法规等多方面因素，确保评估结果的客观性和可靠性。

2. 实用性原则

新时代高质量发展理念是工程造价咨询企业高质量发展的根本遵循，工程造价咨询企业作为社会知识密集型智能型服务企业，其高质量发展必将推动社会经济高质量发展。^[4] 工程造价评估应注重实用性原则，即评估结果应具备较强的实际应用价值。评估过程中应充分考虑工程实际情况，简化评估流程，提高评估效率。

3. 公正性原则

工程造价评估应遵循公正性原则，即评估结果应公平合理。评估过程中应避免利益冲突，确保评估结果的公正性。随着计算机行业的发展，建筑业进入了数字化和信息化的快车道，工程造价进入了一个大数据的新时代。^[5]

（三）工程造价评估的程序和流程

1. 确定工程造价评估的目的和范围

明确工程造价评估的目的，例如预算、投资决策、合同管理、风险管理等、同时确定评估范围、包括工程范围、地理位置、时间范围等。工程造价对项目建筑实施有着十分重要的影响作用。^[6]

2. 收集相关资料

收集与工程造价评估相关的资料，包括工程设计、工程量清单、工程材料价格、人工成本等。

3. 确定工程造价评估的方法

根据工程特点和资料情况，选择合适的工程造价评估方法，包括类比估算法、回归分析法、专家评估法等。

4. 进行工程造价评估

全过程工程造价在现代建筑经济管理之中有着较为重要的作用，它可以提升经济管理整体的水平，也有利于控制成本，而且能够提升工程整体的质量。^[7] 根据选定的方法，对工程造价进行评估。在评估过程中，需要考虑各种因素的影响。

5. 编制工程造价报告

将工程造价评估的结果整理成报告，包括工程造价预测、成本构成分析、风险评估等内容。

6. 审核和审批

工程造价报告需要经过相关部门的审核和审批，确保其准确性和可靠性。如果建筑企业不能合理控制工程的造价水平，那么建筑工程的建设意义也便不复存在。^[8]

7. 实施和监控

工程造价评估的结果需要用于项目的实施和监控，及时发现和处理成本风险和问题。

（四）传统工程造价评估方法

随着互联网的快速发展，大数据的出现给很多行业带来了影响，建筑行业也不例外。^[9] 传统工程造价评估方法主要包括类比估算法、市场调查法、回归分析法等。这些方法在一定程度上能够满足工程造价评估的需求，但受限于数据质量和经验水平，其准确性受到一定程度的制约。

（五）新型工程造价评估方法

1. 大数据分析法

大数据分析法是利用大数据技术和方法对工程造价数据进行

分析和挖掘，从而提高工程造价评估的准确性。大数据分析 methods 包括数据挖掘、机器学习、人工智能等，可从大量数据中自动提取有价值的信息，为工程造价评估提供科学依据。

2. 全过程工程造价管理

全过程工程造价管理是指在工程项目的整个生命周期内，对工程造价进行有效的控制和管理。全过程工程造价管理包括前期预算、设计阶段预算、施工阶段预算、验收阶段预算等，通过各个阶段预算的相互关联和协同，实现工程造价的有效控制。

（六）新时代工程造价评估技术

1. 信息化技术

信息化技术在工程造价评估中的应用主要体现在计算机辅助评估、工程造价信息管理系统等方面。这些技术可以提高工程造价评估的效率和准确性，降低人工成本和风险。

2. 项目管理

项目管理在工程造价评估中的应用主要体现在项目进度、成本和质量的管理上。通过有效的项目管理，可以降低工程造价风险，提高工程造价评估的准确性。

二、新时代工程造价评估方法的发展趋势

1. 信息化发展

随着信息技术的飞速发展，我国工程造价评估将更加依赖数字化、信息化的手段。未来的工程造价评估将采用大数据、云计算、物联网等先进技术，提高评估的效率和准确性。通过构建工程造价评估的信息平台，可以实现对大量工程项目的成本数据进行高效处理和分析，为决策者提供有力支持。

2. 全过程咨询

在新时代，工程造价评估将向全过程咨询方向发展。传统的工程造价评估主要关注于项目的某个阶段，而全过程咨询则涵盖了项目的整个生命周期。这种咨询模式不仅可以提高工程造价评估的效率，还可以通过整合各个阶段的知识 and 资源，为项目管理提供更加全面和专业的支持。

3. 融合大数据与人工智能

大数据和人工智能技术的融合将为工程造价评估带来革命性的变革。同时，通过人工智能技术，可以实现对工程造价评估模型的智能优化，提高评估的准确性和可靠性。

4. 动态评估与实时监测

随着我国工程项目的日益增多，工程造价评估需要更加灵活和高效。未来的工程造价评估将采用动态评估和实时监测的方法，通过对项目成本进行实时跟踪和调整，为项目管理提供及时、准确的信息。

三、新时代工程造价评估方法的技术应用

（一）新时代工程造价评估方法技术分类

1. 人工智能技术

人工智能技术可以应用于工程造价评估中，例如使用机器学习

算法来分析大量的数据，从而更好地预测未来的工程造价。人工智能技术还可以用于自动化计算和分析，提高评估效率和准确性。

2. 数据挖掘技术

数据挖掘技术可以用于收集和分析大量的数据，包括历史工程造价数据、材料价格数据、人力资源数据等。通过数据挖掘技术，可以发现数据中的规律和趋势，为工程造价评估提供更多的参考和指导。

3. 虚拟现实技术

虚拟现实技术可以用于模拟和可视化工程项目的不同阶段和场景，帮助评估人员更好地理解 and 预测项目的造价和风险。虚拟现实技术还可以用于培训和指导，提高评估人员的技能和素质。

4. 大数据技术

大数据技术可以用于分析和处理大量的数据，包括工程造价数据、财务数据、合同数据等。通过大数据技术，可以发现数据中的关联和规律，为工程造价评估提供更多的参考和指导。

（二）新时代工程造价评估方法的优势分析

1. 更精准的预测

新时代工程造价评估方法基于先进的预测模型和数据挖掘技术，能够更精准地预测工程造价。这些模型和技术的应用能够考虑各种因素，如市场变化、材料价格、人工成本等，从而提供更加准确的预测结果。

2. 更高效的计算

新时代工程造价评估方法采用高效的数据结构和算法，能够更快地完成计算。这使得评估过程更加高效，能够更快地得出结果，为决策者提供更多的时间进行决策。

3. 更全面的数据分析

新时代工程造价评估方法能够对各种数据进行全面分析，包括历史数据、市场数据、经济数据等。这些数据的分析能够提供更多的信息，帮助评估者更全面地了解工程造价的变化趋势，从而提供更加准确的评估结果。

4. 更灵活的应用

新时代工程造价评估方法的应用方式更加灵活，可以通过网络平台进行在线评估，也可以通过移动端应用程序进行实时评估。这使得评估过程更加便捷，能够更好地满足不同场景下的需求。

四、新时代工程造价评估方法与技术的融合策略

（一）大数据技术在工程造价评估中的应用

1. 数据采集与整合

大数据技术可以帮助评估人员收集和整合来自多个来源的工程项目数据，包括成本数据、项目进展数据、合同数据等。通过数据整合，可以建立起全面、多维度的工程项目数据库，为评估提供更全面的数据基础。

2. 数据预处理与清洗

在大数据应用中，评估人员需要处理和清洗大量的原始数据，以提高数据质量和准确性。大数据技术提供了各种数据预处理和清洗的工具和算法，帮助评估人员处理数据中的噪声、缺失

值和异常值，确保数据的可靠性和一致性。

3. 数据分析和挖掘

大数据技术可以帮助评估人员进行深入的数据分析和挖掘，发现潜在的数据模式、关联规律和趋势。通过数据分析，可以提取出对工程造价评估有价值的特征和指标，支持评估人员进行成本估算、风险评估和决策制定。

4. 预测与优化

基于大数据技术，评估人员可以利用机器学习算法建立预测模型，预测未来工程项目的成本、风险和效益。通过预测模型，可以评估不同决策方案对项目造价的影响，优化资源配置和项目计划，提高评估的准确性和效率。

5. 可视化与报告

大数据技术可以帮助评估人员实现数据的可视化和报告生成，将复杂的评估结果以可视化的方式呈现给相关利益方。通过可视化，可以更直观地理解和解释评估结果，提高沟通和决策效果。

（二）人工智能在工程造价评估中的应用

1. 成本估算与预测

人工智能可以通过分析大量的历史工程项目数据，学习各种成本因素之间的关联规律，从而预测新项目的成本。利用机器学习算法，可以根据项目的特征和参数，自动进行成本估算，减少了人为估算的主观性和误差。新时代下，建筑行业快速发展，工程造价始终贯穿于建筑行业，关系着企业的经济利益、预估核算及成本控制。^[10]

2. 风险评估与管理

人工智能可以通过分析历史项目数据和相关领域的知识，识别和评估工程项目中的潜在风险。利用机器学习算法，可以建立风险评估模型，预测项目的风险程度和可能发生的风险事件，从而帮助项目团队采取相应的风险管理措施。

3. 材料和资源优化

人工智能可以根据工程项目的需求和约束条件，优化材料和资源的选择和使用。利用优化算法，可以在满足项目要求的前提下，实现成本最小化或资源利用最优化，从而降低工程项目的造价。

4. 变更管理与控制

在工程项目中，变更是常见的情况，而变更往往会对项目造价造成影响。人工智能可以通过分析历史数据和项目变更记录，学习变更对成本的影响规律，帮助项目团队进行变更管理和成本控制，预测变更后的成本变化，并提供相应的决策支持。

5. 决策支持与优化

人工智能可以为工程项目的决策提供支持。通过建立决策模型和应用机器学习算法，可以对不同决策方案进行评估和优化，如合同类型选择、资源配置、工期安排等，从而帮助项目团队做出更明智的决策，降低风险。

（三）云计算在工程造价评估中的应用

1. 数据存储与共享

云计算提供了大规模的数据存储能力，可以将工程项目相关的数据和文档存储在云端，实现数据的集中管理和共享。评估人员可

以随时访问和共享项目数据，提高协作效率和信息交流质量。

2. 弹性计算能力

工程造价评估通常需要进行大量的计算和模拟，而云计算平台可以根据需要提供弹性的计算资源。评估人员可以根据评估任务的规模和时间要求，灵活地调整计算资源的使用，提高评估的效率和响应速度。

3. 虚拟化和模拟

云计算平台可以支持虚拟化和模拟技术，评估人员可以利用虚拟环境和模拟工具进行工程项目的建模和仿真。通过虚拟化和模拟，可以评估不同方案和决策对成本的影响，提前发现潜在的问题和风险。

4. 多终端访问

云计算允许评估人员通过多种终端设备（如电脑、平板、手机）访问评估系统和数据，实现灵活的远程工作和移动办公。评估人员可以随时随地进行评估任务的处理和跟踪，提高工作效率

和响应能力。

5. 安全与数据备份

云计算提供了安全的数据存储和备份机制，可以保护评估数据的安全性和完整性。评估人员可以通过云平台的安全机制，确保评估数据的保密性和防止数据丢失或损坏。

结束语

在新时代背景下，随着我国经济的持续发展和建设项目的日益增多，工程造价评估在项目管理中的重要性日益凸显。本文针对新时代工程造价评估方法和技术应用进行了深入研究，分析了新时代工程造价评估方法的特点，探讨了新时代工程造价评估中的新技术应用，包括建筑信息模型技术、大数据分析、人工智能等。本文的研究结果对于推动我国工程造价评估方法的改革和技术进步具有重要的理论和实践意义。

参考文献

- [1] 孙凯迪. 工程造价咨询企业在工程全过程造价控制时代的战略分析 [J]. 工程建设与设计, 2021, (21): 210-212+221.DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2021.11.062.
- [2] 魏宁. 大数据时代工程造价数据采集与工程造价应用 [J]. 房地产世界, 2021, (18): 32-34.
- [3] 陈山. 新时代下工程造价管理创新研究 [J]. 绿色环保建材, 2021, (09): 137-138.DOI: 10.16767/j.cnki.10-1213/tu.2021.09.068.
- [4] 晋利萍, 黄敏. 新时代工程造价咨询企业高质量发展策略探讨 [J]. 建筑经济, 2021, 42(S1): 17-20.DOI: 10.14181/j.cnki.1002-851x.2021S1017.
- [5] 魏向阳. 大数据在工程造价中应用存在的问题及对策 [J]. 工程经济, 2021, 31(05): 15-17.DOI: 10.19298/j.cnki.1672-2442.202105015.
- [6] 代小石. 关于新时代环境下的工程造价审计探究 [J]. 商讯, 2021, (10): 125-126.
- [7] 陈龙霞. 全过程工程造价在现代建筑经济管理的重要作用 [J]. 居舍, 2021, (09): 95-96+108.
- [8] 李月生. 新时代下建筑工程造价控制研究 [J]. 住宅与房地产, 2021, (09): 62-63.
- [9] 朱加阁. 大数据时代工程造价咨询智库建设研究 [J]. 居业, 2020, (11): 169-170.
- [10] 孔静. 新时代下工程造价管理创新研究 [J]. 现代营销 (经营版), 2020, (11): 88-89.DOI: 10.19921/j.cnki.1009-2994.2020.11.042

水利水电系统的运行管理与调度协同优化

张永军

景德镇市水利投资有限公司, 江西 景德镇 333000

摘要： 本文旨在研究水利水电系统的运行管理与调度协同优化问题。通过分析系统内各种运行因素的相互作用，提出了一种综合考虑水资源、电力需求、环境保护等多方面因素的协同优化调度方法。该方法结合了先进的数学模型与优化算法，能够实现水利水电系统的高效运行管理，并在保障供水、发电安全的前提下，最大程度地提高资源利用效率，减少环境影响。实证分析表明，该优化调度方法在提升系统运行效率和经济性方面具有显著的效果，可为水利水电系统的实际运行提供有力支持。

关键词： 水利水电系统；运行管理；调度协同优化；资源利用效率；环境保护

Collaborative Optimization Of Operation Management And Scheduling In Water Conservancy And Hydropower Systems

Zhang Yongjun

Jingdezhen Water Resources Investment Co., Ltd., Jingdezhen, Jiangxi 333000

Abstract： This article aims to study the collaborative optimization problem of operation management and scheduling in water conservancy and hydropower systems. A collaborative optimization scheduling method that comprehensively considers multiple factors such as water resources, electricity demand, and environmental protection is proposed by analyzing the interaction of various operational factors within the system. This method combines advanced mathematical models and optimization algorithms to achieve efficient operation and management of water conservancy and hydropower systems, while maximizing resource utilization efficiency and reducing environmental impact while ensuring water supply and power generation safety. Empirical analysis shows that this optimization scheduling method has significant effects on improving the efficiency and economy of system operation, and can provide strong support for the actual operation of water conservancy and hydropower systems.

Key words： water conservancy and hydropower system; operation management; collaborative optimization of scheduling; resource utilization efficiency; environmental protection

引言：

本文旨在探讨水利水电系统运行管理与调度协同优化，以提升资源利用效率与环境保护水平。通过综合考虑水资源、电力需求等因素，我们提出了一种先进的调度方法。此方法不仅确保供水和发电的安全稳定，还最大程度地降低了环境影响。实证分析表明，这一优化方案能显著提升系统运行效率和经济性。本文将深入研究该方法的实施与效果，为水利水电系统的可持续发展提供新思路。

一、水利水电系统运行管理现状与挑战

水利水电系统作为重要的能源基础设施，承担着供水和发电的重要任务，对国民经济和社会发展起着至关重要的支撑作用。然而，随着经济的快速发展和人口的不断增长，水资源供需矛盾日益突出，水利水电系统的运行管理面临着诸多挑战。首先，随着城镇化进程的加快，城市用水量剧增，对水资源的需求与日俱增。这使得水利水电系统需要更加高效地供水，以满足城市居民和工业生产的需求。其次，气候变化带来的极端天气现象频繁发生，导致水资源的变化更加不稳定，加大了水利水电系统的运行风险。此外，环境保护意识的增强要求水利水电系统在供水和发

电过程中更加注重生态环境的保护，这对系统运行管理提出了更高的要求。

水利水电系统运行管理的挑战主要体现在供水和发电两个方面。在供水方面，由于水资源的不足和分布不均，部分地区面临着严重的缺水问题，水利水电系统需要采取更加有效的措施来节约和合理利用水资源。同时，由于城市用水需求的不断增长和工业生产的扩张，水利水电系统需要提高供水的稳定性和可靠性，以保障城市居民和工业生产的正常运行。在发电方面，水利水电系统需要面对日益严峻的能源供需压力，需要制定更加科学合理的发电计划，以满足社会对电力的需求。同时，水利水电系统的发电过程对水资源和生态环境造成一定的影响，需要采取有效的

措施来减少环境污染，保护生态环境的完整性。

为应对水利水电系统运行管理面临的挑战，需要采取一系列有效措施来提高系统的运行管理水平。应加强水资源的综合管理和调度，建立健全的水资源管理制度和政策体系，实行严格的水资源节约措施，促进水资源的合理利用和配置。应加强水利水电系统的设施建设和技术创新，提高供水和发电设施的效率和可靠性，提高系统的应急响应能力，降低运行风险。同时，应加强环境保护工作，采取有效措施减少水利水电系统对生态环境的影响，保护水资源和生态环境的完整性和稳定性。

二、多因素相互作用下的运行管理需求分析

水利水电系统的运行管理受到多种因素的影响，这些因素相互作用，共同塑造着系统的运行模式和管理需求。首先，水资源是水利水电系统运行的基础，其供需关系直接影响着系统的运行管理。水资源的分布不均、季节性变化以及气候变化等因素都会对水利水电系统的供水能力和稳定性产生影响。其次，电力需求是水利水电系统运行管理的重要考量因素。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高，对电力的需求不断增加，这对水利水电系统的发电能力提出了更高的要求。另外，环境保护要求也是影响水利水电系统运行管理的重要因素。水利水电系统的运行过程会对周围环境产生一定的影响，如水库蓄水会影响周边生态环境，发电过程会产生一定的污染物排放，因此需要在保障水资源和电力供应的前提下，尽量减少对环境的影响。

针对多因素相互作用下的运行管理需求，有必要进行深入分析。需要对水资源的供需情况进行科学评估和预测。通过分析历史数据和未来趋势，可以预测水资源的供应量和需求量，从而制定合理的水资源调度方案，保障供水的稳定性和可靠性。需要对电力需求进行精准预测和分析。可以通过调查统计、问卷调查等方式获取电力需求的相关数据，从而为水利水电系统的发电计划制定提供参考依据。还需要加强环境保护工作，采取有效措施减少水利水电系统对生态环境的影响。可以通过优化水库蓄水方式、改进发电技术等措施，减少水资源和环境的损耗，实现水利水电系统的可持续发展。

三、基于数学模型的水利水电系统调度优化策略探讨

水利水电系统调度优化是通过建立数学模型，利用优化算法对系统进行调度，以达到提高资源利用效率、降低成本、保障供水和发电安全的目的。数学模型的建立是水利水电系统调度优化的基础，它能够准确描述系统的运行规律和约束条件，为后续的优化算法提供输入数据和求解方案。数学模型通常包括系统的数学描述、目标函数和约束条件三部分，其中系统的数学描述是对系统运行规律的抽象描述，目标函数是优化问题的目标，约束条件是限制优化问题求解的可行性条件。

在水利水电系统调度优化中，常用的数学模型包括线性规划模型、整数规划模型、动态规划模型、多目标规划模型等。线性

规划模型适用于简单的调度问题，通过线性规划方法可以求解出系统的最优调度方案。整数规划模型适用于决策变量为整数的调度问题，通过整数规划方法可以求解出更加精确的调度方案。动态规划模型适用于具有时序关系的调度问题，通过动态规划方法可以求解出最优的动态调度方案。多目标规划模型适用于存在多个目标函数的调度问题，通过多目标规划方法可以求解出多目标的最优调度方案。

除了数学模型的建立，水利水电系统调度优化还需要选择合适的优化算法进行求解。常用的优化算法包括线性规划算法、整数规划算法、动态规划算法、遗传算法、模拟退火算法、粒子群算法等。线性规划算法适用于线性规划模型的求解，整数规划算法适用于整数规划模型的求解，动态规划算法适用于动态规划模型的求解，遗传算法、模拟退火算法、粒子群算法等智能算法适用于复杂的调度优化问题。

在选择优化算法时，需要综合考虑问题的规模、求解时间、精度要求等因素。对于规模较小、求解时间要求较高的问题，可以选择线性规划算法、整数规划算法等快速算法进行求解；对于规模较大、求解时间要求不那么严格的问题，可以选择遗传算法、模拟退火算法、粒子群算法等智能算法进行求解。

综上所述，基于数学模型的水利水电系统调度优化策略是通过建立数学模型，利用优化算法对系统进行调度，以达到提高资源利用效率、降低成本、保障供水和发电安全的目的。在实际应用中，需要根据具体问题的特点选择合适的数学模型和优化算法进行求解，以获得最优的调度方案。

四、调度协同优化算法设计与实现

调度协同优化算法在水利水电系统管理中扮演着至关重要的角色，它通过整合多个子系统的信息和优化目标，实现系统整体性能的提升。算法设计需要充分考虑水利水电系统的复杂性和多变性，建立适应系统特点的数学模型。针对系统的特定调度需求和优化目标，设计有效的优化算法，以提高系统的资源利用效率和经济性。通过实际实现和验证，不断优化算法，确保其在实际应用中的可行性和有效性。

调度协同优化算法的设计首先需要建立水利水电系统的数学模型，包括水资源供应、电力需求、水电站调度规则等方面。在模型建立过程中，需要考虑到系统的复杂性和多变性，充分考虑各种因素的相互作用和影响。其次，针对系统的特定调度需求和优化目标，设计相应的优化算法。常用的算法包括遗传算法、粒子群算法、模拟退火算法等，这些算法能够在多个子系统之间实现信息共享和优化协同，从而实现系统整体性能的提升。最后，通过实际实现和验证，不断优化算法，确保其在实际应用中的可行性和有效性。通过不断地理论探索和实践验证，可以不断提高算法的适用性和实用性，为水利水电系统的高效运行管理提供更加可靠的支持。

调度协同优化算法的实现需要充分考虑系统的实际情况和运行需求，将算法与系统实际运行相结合。首先，需要收集和整理

系统运行过程中的关键数据，包括水资源供需情况、电力需求情况、环境影响等方面的数据。其次，根据系统的实际情况和调度需求，进行算法的实际实现和调试。在实现过程中，需要考虑到算法的效率和稳定性，确保算法能够在实际运行中快速、准确地求解优化问题。最后，通过实际验证和应用，不断优化算法，提高其在实际运行中的适用性和可靠性。通过将算法与系统实际运行相结合，可以有效地提高系统的运行管理水平，促进系统的高效稳定运行。

综上所述，调度协同优化算法的设计与实现是水利水电系统运行管理中的重要环节，它能够通过整合多个子系统的信息和优化目标，实现系统整体性能的提升。通过建立适应系统特点的数学模型，设计有效的优化算法，并将算法与系统实际运行相结合，可以有效地提高系统的资源利用效率和经济性，为水利水电系统的高效稳定运行提供有力支持。

五、实证分析：优化调度方案的效果评估与应用展望

实证分析是评估优化调度方案的效果和应用价值的重要手段，通过对实际数据和运行情况的分析，可以验证优化调度方案的有效性，并探讨其在未来应用中的潜在展望。实证分析需要收集和整理系统运行数据，包括水资源供需情况、电力需求情况、环境影响等方面的数据。通过对比分析优化调度方案前后的数据变化，评估方案的效果和优劣。通过对未来发展趋势和技术进步的分析，展望优化调度方案在未来应用中的潜在价值和发展方向。

在实证分析中，需要收集和整理系统运行数据，包括水资源供需情况、电力需求情况、环境影响等方面的数据。这些数据是评估优化调度方案效果的重要依据，可以客观地反映系统运行的实际情况和变化趋势。通过对这些数据的分析，可以评估优化调

度方案前后的差异，从而验证方案的有效性和优劣。

实证分析需要对比分析优化调度方案前后的数据变化，评估方案的效果和优劣。通过对比分析，可以客观地评估优化调度方案的改进效果和经济效益。具体包括水资源利用效率的提高、电力供应的稳定性提升、环境影响的减少等方面。通过对比分析，可以确定优化调度方案的优势和不足之处，为进一步优化方案提供参考依据。

通过对未来发展趋势和技术进步的分析，展望优化调度方案在未来应用中的潜在价值和发展方向。随着科技的不断进步和社会的不断发展，水利水电系统面临着新的挑战 and 机遇。优化调度方案需要不断更新和改进，以适应新的需求和变化。未来可以通过引入先进的信息技术、智能化管理系统等手段，进一步提高系统的运行管理水平，实现系统的可持续发展。

综上所述，实证分析是评估优化调度方案的效果和应用价值的重要手段，通过对实际数据和运行情况的分析，可以验证优化调度方案的有效性，并探讨其在未来应用中的潜在展望。通过对系统运行数据的收集和整理、对比分析优化调度方案前后的数据变化，以及对未来发展趋势和技术进步的分析，可以全面客观地评估优化调度方案的效果和应用价值，为系统运行管理提供科学依据和决策支持。

结语：

综合考虑水资源、电力需求与环境保护，优化调度方案在提高水利水电系统效率和可持续性方面发挥关键作用。实证分析验证了其有效性，展望未来则需要不断创新技术手段，适应新挑战。优化调度方案的持续优化将为系统的稳定运行和可持续发展提供坚实保障。

参考文献：

- [1] 高启全，王国强. 水利水电系统运行管理与调度优化研究现状与展望 [J]. 水利水电科技进展，2018，38(1): 1-8.
- [2] 王新，王伟. 水利水电系统多因素相互作用下的运行管理需求分析 [J]. 水利水电科技进展，2019，39(2): 15-22.
- [3] 李明，张勇. 基于数学模型的水利水电系统调度优化算法设计研究 [J]. 水利科技，2020，46(3): 56-63.
- [4] 刘红，赵晓峰. 水利水电系统调度协同优化算法在实际应用中的研究与应用 [J]. 水利科技，2021，47(4): 32-39.
- [5] 张雷，王丽. 优化调度方案的效果评估与应用展望 [J]. 水利水电科技进展，2022，42(5): 78-85.
- [6] 杨德明，丁强，朱明宇. 水利水电系统多目标优化调度方法研究 [J]. 水利学报，2019，50(10): 1165-1174.
- [7] 吴世平，王文峰，王鑫. 基于灰色神经网络的水利水电系统短期调度优化研究 [J]. 水电能源科学，2020，38(1): 39-42.
- [8] 郭志龙，张宇，陈宝明. 考虑环境风险的水利水电系统优化调度模型 [J]. 水电能源科学，2021，39(2): 23-27.
- [9] 刘晓波，杨国磊，郭彦. 基于混合整数线性规划的水利水电系统调度优化 [J]. 水利水运工程学报，2018，38(5): 75-81.
- [10] 魏秀丽，李文文，安宏伟. 考虑气候变化的水利水电系统优化调度研究 [J]. 水利水电技术，2019，50(2): 78-83.

环境检测技术在城市空气质量监测中的应用与挑战

杨宇韩, 陈杨露, 金崇君, 马彦波

浙江清盛检测技术有限公司, 浙江 宁波 315000

摘 要 : 随着城市化进程的加速和环境污染问题日益突出, 城市空气质量监测成为越来越受到关注的话题。本论文旨在探讨空气质量环境检测技术在城市空间监测中的应用与挑战。首先介绍了目前国内外空气质量环境监测技术的发展现状和主要特点, 重点分析了各类监测技术的优缺点和适用范围。其次, 针对城市空监测中存在的数据采集、传输、处理和析等方面的问题, 分析了空气质量环境检测技术在城市空监测中的应用现状和前景, 并探讨了该领域面临的挑战和解决方案。最后, 总结了本研究的成果和不足之处, 并对未来空气质量环境监测技术在城市空间监测中的应用趋势进行了展望。

关 键 词 : 空气质量环境监测; 城市空间监测; 空气质量检测技术; 应用与挑战; 数据处理与分析

The Application and Challenges of Environmental Detection Technology in Urban Air Quality Monitoring

Yang Yuhan, Chen Yanglu, Jin Chongjun, Ma Yanbo

Zhejiang Qingsheng Testing Technology Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang 315000

Abstract : With the acceleration of urbanization and the increasingly prominent issue of environmental pollution, urban air quality monitoring has become an increasingly concerned topic. This paper aims to explore the application and challenges of air quality environmental monitoring technology in urban spatial monitoring. Firstly, the current development status and main characteristics of air quality and environmental monitoring technologies at home and abroad were introduced, with a focus on analyzing the advantages, disadvantages, and applicability of various monitoring technologies. Secondly, in response to the problems of data collection, transmission, processing, and analysis in urban air monitoring, the application status and prospects of air quality environmental detection technology in urban air monitoring were analyzed, and the challenges and solutions faced in this field were discussed. Finally, the achievements and shortcomings of this study were summarized, and the future application trends of air quality environmental monitoring technology in urban spatial monitoring were discussed.

Keywords : air quality and environmental monitoring; urban spatial monitoring; air quality testing technology; applications and challenges; data processing and analysis

引言

随着我国经济的快速发展和城市化进程的推进, 环境问题日益凸显, 尤其是空气质量问题。空气污染已成为影响人们日常生活、工作和身体健康的重要因素。因此, 加强空气质量监测和治理, 提高城市的空气品质, 对于我国城市的发展和人民生活水平的提高具有重要意义。目前, 我国已经建立了较为完善的空气质量监测网络, 但监测数据仍然存在一定的局限性, 如监测站点的分布、数据采集的时间分辨率等。此外, 由于监测手段和技术的限制, 我国城市空气监测仍存在一些不足, 如监测数据的实时性和准确性等方面。因此, 研究新的空气质量环境检测技术, 提高监测的实时性和准确性, 对于我国城市空气监测具有重要的实际意义。

一、空气质量的定义

空气污染会给生态环境和人类健康带来巨大危害, 因此实时监控空气质量非常重要。^[1] 空气质量是指空气中各种污染物的浓度, 包括有害气体、颗粒物和其他化学物质。空气质量对人类健康、环境和经济都有重要影响。

二、空气质量监测的原理和方法

1. 原理: 空气质量监测是通过测量和分析大气中的化学物质浓度, 来确定空气质量是否达到健康标准。运用传感器和单片机及网络通讯技术采集环境空气样品, 然后利用运算放大器将传感器的信号进行放大, 并通过滤波电路去除噪声干扰, 然后通过 AD 采集和 CPU

处理计算，最终转换成污染物的浓度值，实时显示在屏幕上^[2]。

通常使用的监测方法包括气体分析法、质谱法等。

2. 气体分析法：气体分析法是通过检测气体分子的浓度，来确定空气质量是否达到健康标准。气体分析法包括电化学传感器法、红外传感器法和非电化学传感器法等。

3. 监测方法：空气质量监测的方法包括现场监测法和实验室监测法等。现场监测法是在大气环境中直接进行监测，而实验室监测法是在实验室中进行监测。实验室化学分析方法常见的有：比色法、色谱法、光谱法等，具有检测准确、成本高、检测周期长的特点。随着传感器技术的成熟，现场便携式气体检测仪因操作简单、检测准确度高、检测周期短得以快速发展，其主要原理是电化学和光学原理^[3]。

三、城市空气污染的现状和成因

（一）现状：

随着经济的发展和城市化进程的加速，城市空气污染问题日益严重。空气污染已成为影响城市居民健康和环境质量的重要因素。根据世界卫生组织的数据，全球每年约有700万人因空气污染而死亡。城市空气污染的主要污染物包括PM2.5、PM10、二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机化合物等。室内空气污染物指标主要有：甲酸、甲苯、苯、氨、总挥发性有机物等。如果这些物质在人们的居住环境中超过限值，将会对人们的身体健康造成很大的危害。^[4]

（二）成因：

城市空气污染的主要成因是人类活动，包括工业生产、交通运输、燃煤和石油产品使用等。这些活动产生的废气和颗粒物排放到大气中，形成了空气污染。此外，气象条件也会影响空气污染的程度，例如风速和风向，以及天气系统和气旋等。城市空气污染对人类健康和环境造成了很大的影响。它会导致呼吸道疾病、心血管疾病和肺癌等健康问题，同时也影响城市的美观和生态系统。在恶化了的室内空气成分中，挥发性有机化合物气体对人的身体健康影响最为严重。^[5]因此，加强城市空气污染的监测和治理，改善城市居民的生活质量和环境质量，已成为城市发展的重要任务。

四、城市空气监测的现状和不足

1. 监测范围和频率不足。目前城市空气监测的监测范围和频率相对较低，一些污染物监测的频率甚至不足，无法全面反映城市空气质量状况。同时，一些监测点的位置也存在问题，无法准确反映城市不同区域的空气质量状况。

2. 监测设备不统一。城市空气监测设备种类繁多，缺乏统一的标准和规范，导致监测数据的准确性和可比性较差。此外，一些设备的性能和稳定性也存在问题，需要不断更新和改进。

3. 监测数据的应用不够广泛。目前城市空气监测数据主要应用于城市环境管理、环保执法和公众健康等领域，缺乏有效的数据共享和发布机制，导致数据资源浪费和应用效率低下。

4. 监测人员素质不高。城市空气监测需要具备一定的专业知

识和技能，但目前一些监测人员的素质较低，缺乏必要的培训和教育，导致监测数据质量受到影响。

5. 监测费用不足。城市空气质量检测系统的设计与实现还需要站在收益分析的角度来确定该系统的设计与实现是否具有可行性。^[6]城市空气监测需要投入一定的人力、物力和财力资源，但目前一些城市的监测经费不足，导致监测设备和设备的更新和改进不够及时，监测数据质量受到影响。

五、城市空气监测面临的挑战

1. 监测范围和覆盖面积不足：城市空气监测通常需要在城市范围及其周边地区进行，监测范围有限，覆盖面积不足，无法全面反映城市空气质量状况。我国空气质量监测点虽然开始从地级及以上城市逐步扩大到县级和农村，人们也可以通过网络查询空气质量信息，但是这些空气质量信息是从大范围的监测点中获取的平均值，无法实现检测任意一个地方或小区域的空气质量信息；^[7]

2. 监测设备和技术水平有限：随着我国对于环境空气质量标准的不断完善和扩充，未来所需的环境空气质量检测系统必然需要具有更高的精确性以及能够实现多项检测指标的更加完备的功能。^[8]目前城市空气监测主要采用的方法是化学分析法，设备和技术水平有限，无法实现实时监测和精准分析。

3. 数据处理和分析不完善：城市空气监测产生的数据量较大，需要进行有效的数据处理和分析。目前，城市空气监测数据处理和分析技术还比较落后，无法及时发现和预警空气污染事件。

4. 监测费用和政策支持不足：城市空气监测需要投入一定的人力、物力和财力，而目前政府对城市空气监测的投入和政策支持还不足，难以满足城市空气监测的需求。

5. 市民环保意识薄弱：城市空气监测需要市民的积极参与和配合，但是目前市民的环保意识相对薄弱，对空气污染的认识和防护措施不够积极，导致城市空气质量无法得到有效改善。改善城市环境空气质量最有效措施就是加强城市的绿化。城市绿化建设工作主要体现在城市规划和环保意识宣传两方面，需要相关部门的支持与协作。^[9]

6. 监测数据公开和透明的程度不够：目前城市空气监测数据公开和透明的程度不够，市民和媒体无法及时了解城市空气质量状况，无法形成有效的监督和推动力量，难以促进城市空气治理工作的开展。

六、空气质量环境检测技术在城市空间监测中的挑战和应对策略

（一）监测准确性和可靠性的问题

1. 传感器选择与性能：选择合适的传感器对提高监测准确性至关重要。不同的传感器对不同污染物的检测能力有所差异，因此需要根据监测目的和目标污染物的种类来选择合适的传感器。此外，传感器的性能，如灵敏度、响应时间、精度等，也会影响

监测结果的可靠性。

2. 数据采集与处理：在监测过程中，需要对传感器采集到的数据进行合理的处理和分析。数据采集过程中可能存在的误差，如传感器误差、环境因素影响等，都会对监测结果产生影响。因此，采用合适的数据处理方法，如校准、插值、滤波等，以减少这些误差对监测结果的影响。

3. 质量控制：为了确保监测结果的可靠性，需要建立完善的质量控制体系。这包括定期对传感器进行校准和维护、对监测过程进行监督和检查、对监测数据进行合理的统计分析和验证等。

4. 监测网络建设：城市空气监测网络的建设对于提高监测准确性和可靠性具有重要作用。建立多余的、覆盖广泛的监测网络，可以确保某个监测点出现问题时，其他监测点能够迅速接管，保证监测的连续性和可靠性。

（二）监测设备维护和管理的问题

1. 设备维护：

气质量环境检测设备需要定期进行维护和保养，以确保其正常运行和准确测量。维护包括清洁设备、更换易损件、校准设备、检查传感器和电路板等。定期维护可以延长设备使用寿命，减少设备故障和误差，并确保设备始终处于最佳状态，以满足监测需求。

2. 设备管理：

设备管理包括设备采购、设备登记、设备使用和设备维护等方面。在设备采购前，需要对设备的技术规格、性能和价格进行评估，以确保选购到最合适的设备。设备登记包括设备的基本信息、使用记录和维修记录等，以便于设备管理和跟踪。

3. 设备故障处理：

设备故障处理是设备维护和管理的重要组成部分。当设备出现故障时，需要及时进行现场故障排除和修复，以确保设备的正常运行。故障处理需要对设备进行现场检查、故障分析和维修，包括更换故障部件、修复电路和重新校准设备等。

4. 设备安全：

设备安全是监测设备使用过程中需要特别关注的问题。设备安全需要确保设备在运行时不会对人员、环境或设备造成伤害或损害。设备安全需要对设备进行安全评估和风险管理，包括设备操作规范、设备维护程序和安全操作规程等。

七、未来研究展望

1. 加强气质量环境检测技术的研究与创新：未来研究应着力于探索更先进、更高效的气质量环境检测技术，如新型传感器、在线监测技术等，以提高检测的准确性和实时性。可增设空气加湿器，及时采取保湿措施。^[10]

2. 优化监测网络布局与数据整合：未来研究应关注城市空气监测网络的优化布局，确保监测覆盖全面、均衡。同时，通过数据挖掘和整合，为城市环境决策提供更有力的数据支持。

3. 强化跨部门合作与信息共享：建立多部门协作、信息共享的城市气质量环境监测体系，提高监测数据的实用性和针对性。

4. 探索智能监测与预警技术：结合人工智能、大数据等技

术，未来研究可尝试构建智能化的气质量环境监测与预警系统，实现对空气质量的实时监测和预警，提高城市环境管理的效率。

5. 注重气质量环境检测技术的普及与推广：在技术研发的基础上，未来研究应关注如何将先进的技术成果推广应用于实际城市空气监测，提高气质量环境检测技术的普及率。

6. 强化检测数据的质量控制与分析：未来研究应关注气质量环境检测数据的质量控制与分析方法，确保数据的可靠性和准确性，为城市环境决策提供有效的依据。

7. 强化国际合作与交流：在全球范围内加强气质量环境检测技术的国际合作与交流，借鉴国外先进经验，推动我国气质量环境检测技术的发展。

八、结束语

本文对气质量环境检测技术在城市空气监测中的应用进行了深入研究，分析了其现状、挑战及未来发展趋势。介绍了气质量环境监测技术的基本原理和方法，然后详细阐述了其在城市空气监测中的重要性和应用价值。通过案例分析和实际应用，我们发现我国城市空气监测中，气质量环境检测技术已经发挥了重要作用，有效提高了空气污染治理效果。然而，我们也注意到，当前气质量环境检测技术在城市监测中仍面临诸多挑战，如数据准确性、监测范围和效率等方面的问题。针对这些挑战，我们提出了一些建议和展望。其一，未来的研究应该更加关注气质量环境检测技术的创新和发展，以提高其监测准确性和覆盖范围。其二，随着大数据和人工智能技术的发展，可以探索将这些技术应用于气质量环境检测，以提高监测效率和分析能力。其三我们期待我国在气质量环境检测技术方面的研究能够取得更多突破，为改善城市空气质量、保障人民群众身体健康做出更大贡献。

参考文献

- [1] 加春燕, 李娟, 张逸冰等. 自建点空气质量数据校准的回归模型 [J]. 北京工业职业技术学院学报, 2022, 21(01): 22-25.
- [2] 迟方圆. 基于 QFD/TRIZ 理论的家用空气质量检测仪设计研究 [D]. 青岛大学, 2023. DOI: 10.27262/d.cnki.gqdau.2022.002087.
- [3] 颜鑫. 020 住房空气质量共享的检测与评价系统设计 [D]. 西南交通大学, 2020. DOI: 10.27414/d.cnki.gxnju.2019.000429.
- [4] 贾鹏辉. 基于 ARM 的智能家用空气质量检测系统的研究 [D]. 安徽理工大学, 2015.
- [5] 朱栋华, 郭淑娟, 曹婉. 室内空气质量标准与检测方法 [J]. 建筑节能, 2008(01): 5-7+15.
- [6] 易堂, 罗筱然, 邹志威等. 城市空气质量检测系统的设计与实现 [J]. 计量与测试技术, 2017, 44(11): 88-89. DOI: 10.15988/j.cnki.1004-6941.2017.11.038.
- [7] 兰冰芯. 移动式环境空气质量检测仪的设计与实现 [D]. 西南石油大学, 2015.
- [8] 高翔. 基于气体传感器阵列的室内空气质量检测系统设计与实现 [D]. 哈尔滨工业大学, 2019.
- [9] 王婕, 刘丽. 城市环境空气质量现状及污染防治策略的研究 [J]. 清洗世界, 2020, 36(07): 64-65.
- [10] 王明仕, 张璐, 钦凡. 某市商场内空气质量检测分析 [J]. 工业卫生与职业病, 2013, 39(02): 105-107. DOI: 10.13692/j.cnki.gywsyzyb.2013.02.003.

市政道路排水管道施工防渗漏技术研究及控制措施

孙勇

安徽大别山工程咨询有限公司，安徽 六安 237200

摘 要： 市政道路工程排水管道工程的质量，直接关乎着城市正常运转，而防渗漏目标的落实，是排水管道工程质量的决定性因素。文章就市政道路给排水管道工程的施工防渗漏、控制措施开展研究，旨在供我国市政施工单位借鉴与参考，帮助其制定完善的防渗漏施工、管理方案，从而在微观提升排水管道工程质量，在宏观促进城市化建设的良性发展。

关 键 词： 市政道路；排水管道；防渗漏技术；施工控制

Research on Anti leakage Technology and Control Measures for Municipal Road Drainage Pipeline Construction

Sun Yong

Anhui Dabie Mountain Engineering Consulting Co., LTD., Anhui, Lu'an 237200

Abstract： The quality of municipal road drainage pipeline project is directly related to the normal operation of the city, and the implementation of anti-leakage target is the decisive factor of the quality of drainage pipeline project. This paper studies the construction anti-leakage and control measures of municipal road water supply and drainage pipeline engineering, aiming at providing reference for municipal construction units in China and helping them to formulate perfect anti-leakage construction and management schemes, so as to improve the quality of drainage pipeline engineering at the micro level and promote the benign development of urbanization at the macro level.

Key words： municipal roads; drainage pipe; anti-leakage technology; construction control

市政排水管道作为支撑城市运作的重要基础设施，其一旦发生渗漏，所带来的危害不容忽视，不仅会污染环境，损害道路和基础设施，严重情况下将影响民生，并对经济产生负面影响^[1]。因此，对于预防和修复渗漏问题，相关单位应予以高度重视，采取有效的防渗漏施工、控制措施，确保排水管道的健康运行^[2]。

一、市政排水管道渗漏的危害分析

（一）造成环境污染

市政排水管道渗漏，将会引发环境污染问题。当管道发生泄漏时，污水会直接释放到周围的土壤与水体中^[3]。这一情况下，有害物质可能会渗入地下水或流入河流、湖泊，污染水源，破坏生态平衡。另外，渗漏的污水会散发出难闻的气味，将为周围人居环境带来负面影响^[4]。

（二）损害周边基础设施

当管道渗漏时，污水可能会渗入道路结构层，导致道路表面沉降、破裂病害，不仅为车辆驾驶员带来安全隐患，还会导致交通堵塞，增加道路维修成本^[5]。另外，渗漏问题亦可能影响周围建筑物基础，导致沉降甚至建筑结构损坏^[6]。

（三）增加城市内涝风险

市政排水管道渗漏，会对民生带来一系列负面影响，其中最严重当属城市内涝风险^[7]。排水管道渗漏，会导致排水不畅，特别是在暴雨天气或排水量大的情况下，渗漏管道无法快速有效排水，极易造成道路积水、建筑物内涝，为居民的日常生活造成困扰。

（四）阻碍经济发展

市政排水管道渗漏，将对城市经济产生不利影响。如前所述，渗漏管道可能导致基础设施的破坏和修复成本的增加，这将增加政府的财政负担^[8]。此外，由于渗漏会降低城市环境的质量，可能会影响到投资与企业发展。环境污染和恶劣的生活条件，亦可能会驱使人们迁离，降低城市吸引力。

二、市政道路排水管道施工防渗漏技术与控制管理研究

市政道路排水管道施工防渗漏技术，覆盖管道地基与基础、管材、基座浇筑、接口处理、闭水试验等多个施工环节。

（一）管道地基基础防渗漏与控制措施

市政道路排水管道施工期间，要求地基基础需满足设计图纸提出的力学要求。在使用沟槽机械开挖阶段，应在槽底预留20cm至30cm厚度涂层，随后采取人工开挖形式开挖到设计高程，不可对槽底原状地基土造成扰动^[9]。

完成沟槽开挖后，若遇较高地下水情况，则应严格按照设计要求制定降水、排水措施，针对局部被水浸泡的部位应采用石灰

土或是砂砾回填处理。针对沟槽内的软基，可采用挤淤法、搅拌桩法、换填法进行加固处理，必要时应改善填筑材料的性能，以有效提升基础强度^[10]。此外，地基基础施工期间应严格按照安排监理旁站，监督施工单位严格按施工规范与程序进行作业。

（二）管材防渗漏与控制措施

管材是直接影响渗漏的重要因素，市政道路排水管道工程施工阶段，需加强混凝土管道的进厂检验，确保技术指标、性能、型号均满足国家与行业相关标准。

通常，混凝土管缺陷，主要集中于砼级配问题或是强度无法达到要求、密实度不佳、存在空隙、管壁平整度较差、贯通性裂纹^[11]。上述缺陷在闭水试验注水阶段，极易在持续压力作用下出现损坏、渗漏，即便试验合格也将在未来运行中存在巨大隐患。对于铸铁管道，应进行外观检测、力学性能检测、尺寸检测以及强度检测，应保证其抗拉强度 $\geq 150\text{MPa}$ ，硬度在170至230HB范围内。针对塑料管如PVC聚氯乙烯管道，应检查表面平滑性，是否存在缺陷，外径、长度与厚度是否满足设计要求，抗拉强度应 $> 20\text{MPa}$ 。针对HDPE高密度聚乙烯管道，应加强尺寸检测、表面光洁度检测、色度检测，同时环刚度应满足 $> 4\text{KN/m}^2$ ，确保其在土壤压力之下始终处于良好状态。针对陶瓷管材，应确保外观无裂纹、划伤或是斑点，内外径与长度应满足设计要求，冷压强度应满足 $> 300\text{MPa}$ 。

（三）基座浇筑防渗漏与控制措施

市政排水管道基座浇筑施工期间，其一，对于基座的选择，一般应采用砼基座。砼基座行程方便，承载性强，并且环境有最小的影响。在浇筑作业期间，应注意砼配比的科学性，以确保其有足够的抗压强度和固化速度^[12]。

其二，管道基座浇筑前期开挖阶段，挖掘深度、宽度需严格根据管径与管道材料的性质确定，通常深度至少应该是管道直径1.5倍以上。浇筑作业后，为防止水分蒸发过快而破坏基座层导致渗漏问题，施工单位需严格进行养护。常用养护方法为覆盖湿布或者定时喷水，保持基座表面湿润，从而促进砼的固化。

其三，铺设管道阶段，为确保管道在基座上均匀分布，需对基座进行严格修整，如局部修填等，确保管道安装后有良好接触。管道安装后，应及时对接口进行密封处理，防止渗漏^[13]。

其四，在管道安装完成之后，应严格使用高质量回填材料将管道覆盖。回填材料要求无有害溶质，颗粒要求均匀，最好使用由破碎石或砂土混合而成的材料，此类材料易于密实，能有效防止地下水、雨水渗透。

（四）接口处理防渗漏与控制措施

1. 混凝土管道接口处理

（1）内接口

以常用混凝土管道为例，内接口方面，对于直径 $\geq 800\text{mm}$ 的管道，施工单位需派人进入管道内部采用水泥砂浆严格勾缝，同时勾缝作业应同浇筑管座砼同步施工，在混凝土终凝前于管内接口部位勾出封内的混凝土，保留2cm内凹缝，随后使用水泥砂浆采取分层嵌缝勾抹作业。对于直径 $< 800\text{mm}$ 管道，管基管座混凝土浇筑阶段，应在接口部位向管道两侧各20cm左右范围铺设同混

凝土标号相同水泥砂浆，随后在外围浇筑混凝土，让接口部位形成密实的防水层^[14]。管座以上、管顶部位的内接口，则应在每一截管道对接安装完成后，严格刮刷水泥砂浆。

（2）外接口

外接口方面，应同内接口同步进行勾抹作业，让内外缝砂浆性能一致。抹带作业与浇筑作业不可同时进行，对于管座表面同抹带连接部位，应严格进行凿毛处理。

2.HDPE管接口处理

（1）打磨和清洁。在连接过程中，施工单位需确保HDPE管及其配件的端部平整，无明显划伤或者磨损。每根管道和连接器的端部都应该进行清洁操作，以防止管道的杂质进入系统。

（2）热熔连接。采用专用的热熔设备，按照设备规定的温度、时间和压力进行焊接。通常要保持温度在210-230℃，且边缘保持一致，焊接时间，应严格根据管道直径控制。

（3）冷却及现场检测。焊接完成后要在无负荷的情况下进行自然冷却，冷却时间应大于焊接时间。现场需要对连接处进行密封性能的检验，在检验时一般应以0.5Mpa为检测压力，同时焊接作业阶段，应参考表1参数进行焊接作业：

表1 HDPE 排水管道焊接参数

管道外径 (mm)	加热器温 度(℃)	加热时间 (min)	改变压力时 间(min)	接头压力 (bar)	冷却时间 (min)
32	210-230	5	4	4.0	8
63	210-230	8	7	4.0	15
125	210-230	12	10	2.5	22

3. 塑料管道接口处理

以最常见PVC管材为例，对排水系统PVC管材进行连接处理阶段，为避免渗漏问题，需掌握如下施工要点：

（1）切割与打磨。PVC管切割阶段，施工单位需用专用切割工具进行切割，切口应保证垂直，无刮伤、磨损问题。作业完成后，应严格使用刨刀或砂纸打磨切口，以消除毛边和尖角。

（2）清洁与干燥。连接前，应对管道、接头进行清洁，消除油污、灰尘与其他杂质。作业阶段，应安排专人用毛刷清洁内外表面，随后使用清洁剂清理、干燥。

（3）涂胶与组装。接口处理期间，需在PVC管表面、接头内表面涂抹塑料管专用胶水，全面均匀，不得遗漏。涂胶后，立即进行管道组装，插入深度需满足规范要求，并稍微旋转，以保证胶水的分布均匀^[15]。

（4）保持固化。瞬间定位后，不可立刻移动接头处，应在所需时间内待其固化，通常需要24小时后，胶合部位会达到最大的强度。具体保持固化时间，可参照表2进行施工控制：

表2 典型PVC管连接等待固化时间

管道口径(mm)	等待固化时间(min)
≤ 50	15
65-100	20
125-200	30
225-300	60
≥ 400	120

（五）闭水试验

当管道完成安装，具备闭水条件后，监理人员完成质检后可进行闭水试验。闭水试验操作，同样要求监理人员旁站，施工单位需对试验过程进行严密观察、记录。在将水灌至规定水位后开始记录，且对于渗水量的测定时间应≥30min，严格根据井内水面下降值进行渗水量计算。注水阶段，需及时对管堵、管道以及井状态进行检查，及时发现渗漏点并采取相应措施。对于每 km 管道每昼夜渗水量 Q 的计算，可参照式 1：

$$Q=(48q) \times (1000/L) \tag{1}$$

式 1 中，Q 表示每 km 管道每 d 渗水量，q 表示闭水管道 30min 下的渗水量，L 则表示闭水管段的长度。在 $Q \leq$ 允许渗水量情况下，可判定试验合格。

（六）检查井防漏

对于施工阶段检查井的防漏与控制措施，首先，施工单位应严格按照设计要求进行施工，并确保检查井结构可靠，防止因结构破损而导致的渗漏。检查井的深度应根据设计标准与地下水位来设定。其次，材料方面，应选用耐酸碱、防渗专用砌砖，保证检查井耐腐蚀性以及对外界水的防渗性能。再次，针对各项连接部位及管口，采用弹性材料制成的法兰或密封圈进行密封处理，保证连接处的密封效果，再进行防腐涂刷，提高系统稳定性和使用寿命。最后，检查井验收阶段，应要求监理人员严格遵循《城市给排水管道工程施工及验收规范》，遵循表 3 进行防渗指标验收：

表 3 检查井典型防渗验收指标

设计 / 施工阶段	关键参数	设定标准
检查井深度	深度	根据设计要求和实地地下水位确定
砌砖	抗压强度	≥ 30Mpa
砌砖	抗折强度	≥ 5Mpa
封口密封圈	弹性模量	> 500Mpa
抗渗涂料	在 1.0Mpa 压力下，1h 无渗漏	是
检查井底板坡度	每米	2%—5%

结语：

综合分析，市政道路排水管道一旦出现渗漏，将造成环境污染、损害基础设施等一系列的危害，严重阻碍城市正常运转。本文对市政道路排水管道施工防渗漏技术与控制措施开展探讨，在客观分析排水管道渗漏的危害后，面向排水管道施工阶段管道地基基础、管材、基座浇筑等多个施工环节进行防渗漏技术乃至控制措施的研究。市政施工单位，可借鉴本文制定排水管道的防渗施工管理方案，最大化实现管道防渗，从而在规避各类渗漏危害基础上，保障城市正常运转，为社会经济、民生发展奠定良好基础。

参考文献

[1] 陈星. 市政道路排水管道施工防渗漏监理控制要点分析 [J]. 福建建材, 2020(7):105-106,110.
[2] 杨欢欢, 李晓冉, 余克, 等. 市政排水管道渗漏施工技术措施分析 [J]. 云南水力发电, 2022, 38(9):237-239.
[3] 潘石强. 市政道路排水管道施工防渗漏监理控制要点分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2021(19):1475.
[4] 陆文靖. 现代化市政给排水工程管道防渗漏施工控制技术 [J]. 汽车博览, 2022(11):229-231.
[5] 李玉. 市政排水管道防渗漏施工技术措施分析 [J]. 城市情报, 2020(24):155-156.
[6] 许渊. 市政道路排水设计的重难点 [J]. 新材料新装饰, 2020, 2(15):61-62.
[7] 徐培桢. 市政道路工程排水管道预防渗漏施工技术研究 [J]. 中国房地产业, 2021(35):152-153.
[8] 李岗. 基于隧道衬砌排水施工技术探讨 [J]. 百科论坛电子杂志, 2020(6):1808-1809.
[9] 任林城. 市政道路工程污水管道预防渗漏施工技术 [J]. 装饰装修天地, 2020(10):310.
[10] 商新建. 建筑工程施工中防渗漏施工技术分析 [J]. 建筑与装饰, 2022(22):145-147.
[11] 王立阁. 市政道路工程污水管道预防渗漏施工的要点及技术 [J]. 商品与质量, 2020(35):140.
[12] 杨远东. 市政道路管线施工中的防渗漏施工技术措施探究 [J]. 建材与装饰, 2020(31):281-282.
[13] 王磊. 公路桥梁隧道工程施工防水措施的研究 [J]. 空中美语, 2021(7):1499-1500.
[14] 王修利. 市政道路管线施工中的防渗漏施工技术措施探究 [J]. 装饰装修天地, 2020(23):262.
[15] 唐剑. 近市政道路生物滞留带渗漏位置危险性探究 [J]. 建筑工程技术与设计, 2020(4):3200.

提高城市空间韧性的灾害适应性评估体系

龙淳

中南建筑设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430000

摘要： 文章总结了我国防灾避难体系建设现状与存在的问题，参考日本的领先经验，提出建立适宜的灾害适应性综合评估体系，指导建设“韧性城市”，提高城市防灾减灾能力。

关键词： 韧性城市；灾害适应性综合评估

A Disaster Adaptability Assessment System for Improving Urban Spatial Resilience

Long Chun

Zhongnan Architectural Design Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430000

Abstract： This article summarizes the current situation and existing problems in the construction of China's disaster prevention and shelter system. Referring to Japan's leading experience, it proposes to establish a suitable comprehensive evaluation system for disaster adaptability, guide the construction of "resilient cities", and improve urban disaster prevention and reduction capabilities.

Key words： resilient cities; comprehensive assessment of disaster adaptability

引言：

近年来，全球各地极端天气频发，暴雨、强风、高温等带来洪涝、干旱等一系列灾害，对城市安全和经济发展带来严峻挑战。2021年的7.20郑州特大暴雨，造成遇难380人的人员伤亡^[1]。2023年的7.31北京特大暴雨，造成了死亡33人，失踪18人巨大损失^[2]。这些灾难给人们的生命财产安全带来巨大威胁，以建设韧性城市的方法，来化解城市灾害风险已迫在眉睫。

“韧性城市”这一概念明确提出增强城市防灾韧性，不断优化城市应灾能力。构建具备韧性的城市，应对城市化带来的各种挑战，维持其正常运行和快速恢复的能力，需要不断提升城市的经济韧性、社会韧性、空间韧性、基础设施韧性和生态韧性。提高城市的空间韧性，就是要科学合理的制定城市综合防灾规划，在空间规划布局中适当“留白”，针对地震、洪水、火灾、疫情等突发自然与公共卫生事件，合理预留防灾避难场地、方舱医院等“平战结合”的弹性应急救援空间，同时做好设施接入条件预留^[3]。

一、我国防灾避难体系建设现状

在规范政策层面，国家应急管理、地震、住建、民政等职能机构，在长期的应灾建设实践中积累了丰富宝贵经验，逐渐梳理出一套涵盖规划、设计、建造、改造等多层面体系化的建设标准。其中，建设部发布的《城市综合防灾规划标准》^[4]对在城市规划中制定综合防灾专项规划提出指导意见，地震局发布的《地震应急避难场所场址及配套设施》，明确了防灾避难场所的等级、选址与设施配置等规划要求^[5]，《城市社区应急避难场所建设标准》^[6]对应急避难建筑的审批、核准、设计和建设过程做出详细规定；而《防灾避难场所设计规范》则为应急避难场所的新建、改建、扩建提供设计依据^[7]。直至2021年，建设部发布《特殊设施工程项目规范》，将防灾避难场所的建设要求、布局与设施、

避难建筑设计等规范要求，作为强制性条文推广全国执行。

在研究理论层面，研究学者多从防灾避难场所的选址布局、设施配置、灾时功能、管理运营、复合利用等问题进行研究。周爱华团队^[8]以北京市为例，研究了防灾避难场所选址布局的均好性与合理性；王江波团队^[9]针对避难场所应急服务能力的整体性评价体系进行研究；费文君^[10]团队基于新的国标绿地分类标准，提出与城市绿地相匹配的防灾避险功能体系的研究方法。陈志芬^[11]等针对避难场所设施配置的合理性进行了研究。李海君^[12]等采用实证研究、地理信息系统等统计学分析方法，梳理了我国避难设施的规划建设与维护中发现的各种问题。

然而，尽管当前的规范政策与理论研究工作在避难场所的设计、施工与运维等环节进行了详尽的理论分析，并通过具体案例进行了实践证明。但是，每个城市具有不同的自然灾害条件与经

济基础，对避难场所的建设不能一概而论，应当采取适宜的、有针对性的规划、建造以及运营管理。本次研究借鉴日本的防灾经验与对策，结合具体城市的自然灾害条件、地域经济差异等，探讨建设有针对性的灾害适应性评估体系，并以此为依据指导应急避难场所的规划建设。

二、日本防灾经验

日本地处环太平洋火山地震带，山地面积占到国土面积3/4以上。火山、地震、台风以及由此引发的火灾、海啸、滑坡和泥石流等灾害频发。特别是1923年的东京关东大地震（里氏7.9级）、1995年阪神淡路大地震（里氏7.3级）和2011年的东日本大地震（里氏9.0级）。在这些地震灾害重建以及复兴的过程中，日本积累了丰富的防灾减灾经验。

首先是不断加强地震台网的布设及台风等极端天气监测，在各地相继建设不同规模的综合性防灾中心，针对多种灾害（火山、地震、台风、海啸等灾害），形成应急处理的长效机制^[xiii]。防灾中心平时监控火山、地震、极端天气、山地滑坡等数据，灾时快速收集灾情信息、传达至各防灾机构，对消防、医疗救护、居民避难、生命线保障等方面制定对策。

其次是针对不同的致灾因素，采用有针对性的避灾体系。例如针对都市建成区灾难，建设以公园绿地为主的避灾体系。1956年日本颁布了《城市公园法》，提出市、町、村各层级的公园必须均衡分布，并且具有防火避难的功能。1978年日本发布了第二版《城市公园建设五年计划》，创立了明确的避灾公园规划与建设制度。至1999年，日本颁布《避灾公园规划与设计指导方针》，进一步总结出一个由州立公园－大型都市公园－重点城市公园－社区公园四层级所组成的成体系的公园绿地应急避灾体系。针对山地灾害（崩塌、滑坡和泥石流）多发区，结合基础调查、崩塌调查、航空电磁探查与人工智能监测等多种手段，来规范管制在危险区域中的开发建设行为。至2001年，日本开始实施山地灾害危险区域的基础调研和划定预警区域，为此专门颁布了《土砂灾害防治法》。截至2022年9月为止，日本已完成684000个区域的调研勘察，标定近680000个山地灾害警戒区，特别是580000个特别预警区。2017年，日本环境省公布了《利用卫星监测地面沉降指南》，此举大幅提升了地形与建筑物测绘的精度，使得监测跨区域地壳和地形变化、探测山地灾难风险区域以及灾害前后地形位移评估对比，逐渐演变为标准化作业程序。^[xiv]同时根据救援对象的身心状况（如老年人、残疾人士、儿童及有特殊需要者），规划了融合养老设施、学校、医院等机构的福祉型安置所。在1995年对《灾难救助法》进行修订时，首次明确规定了关于构建此类福祉型避难设施的措施。2000年导入介护保险制度，享受介护服务的被保人（65岁以上老人，40-64岁特定疾病患者）平时由政府提供上门介护照顾，灾时则紧急转运至对应的养老院或医院进行避难。

半个世纪以来，日本针对以地震灾害为主，地震次生灾害、台风、山地灾害等为辅的自然灾害频发的国情条件，在测绘、遥

感、计算机、通信技术等建设上取得了长足发展，为在防灾减灾领域进行数字化转型奠定了坚实基础。2021年，日本政府提出了《新时代防灾与国土强化提案》，推出了“数字防灾”的标语。同年，颁布了《数字社会构建指导法》，成立了数字管理机构，并用“数字社会发展委员会”替代了2000年成立的“信息技术战略总部”，并在《构建数字社会关键规划》中将灾害防御的数字化作为关键目标之一。

三、对策

（一）建立有针对性的灾害适应性综合评估体系

中国幅员广阔，气候、地理、经济水平等条件差异巨大，建立有针对性的灾害适应性综合评估体系，引导各级政府制定适应当地经济社会发展水平的防灾减灾政策，是保障人民生命财产安全，提升城市空间韧性的重要手段。

灾害适应性综合评估体系应分为两大部分内容，一是灾害评估分析，包括：地震、洪水、台风、地质灾害等自然灾害综合风险评估^[xv]，以及高危行业企业、人员密集场所等易引发事故灾难、社会安全事件的综合风险评估。二是减灾能力评估分析，其一级指标包括：灾害管理能力、风险评估能力、灾害备灾能力、自救转移能力等方面。

灾害适应性评估的统计口径应因地制宜，精确到县（市）级，若同一县（市）内灾害评估或减灾能力评估差异较大，还应继续细分到区级，从而做到“一市一策”“一区一策”。

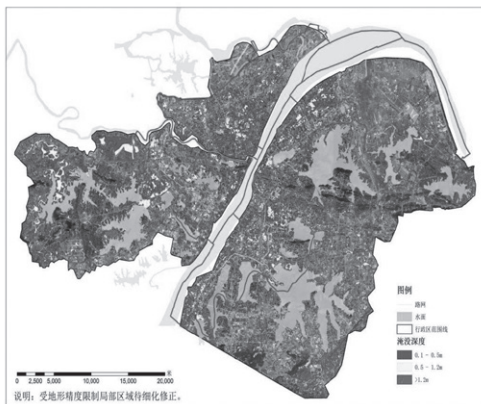
（二）灾害评估分析

以湖北省武汉市为例，针对历年数据进行自然灾害风险评估分析。

武汉是“千湖之省”湖北省省会，有“两江、三镇、四岸”之称，市域范围内河网纵横，水域面积占到城市总面积的25%。

地震：武汉地区自1345年以来发生大于3级、小于5级的地震共31次，平均20年左右一次，近年最大一次是2019年12月26日18时36分在湖北孝感应城市（北纬30.87°、东经113.40°）发生4.9级地震，武汉有震感。通过分析近年相关资料，武汉市及邻区发生5级以上地震的可能性不大，可能发生4－5级地震的区域为罗田－霍山断裂周边区域、郧庐断裂带南段黄梅－九江区域。地质灾害风险可能性相对较小，仍需重点防范强短时强降雨加剧诱发崩塌、滑坡，和地下工程建设施工加剧诱发地面塌陷^[xvi]。

洪水：武汉因两江交汇，在近百年的历史中就经历了三次超大洪水的侵袭，分别是1931年、1954年和1998年。经过多年治理，配合三峡大坝汛期“削峰填谷”功能，“水患”已由长江干流洪水逐渐转变成由台风、超标降雨等极端天气带来的城市内涝。武汉市人民政府办公厅于2022年6月发布了《武汉市超标降雨灾害应急预案》（武政办【2022】88号），并以百年一遇雨型（即：最大小时降雨126毫米，最大1日降雨365.4毫米，最大3日降雨508.9毫米，最大7日降雨669.7毫米）为设定条件，演算出超标降雨城市内涝风险图，从而推演出最易发内涝区域，提前设防。

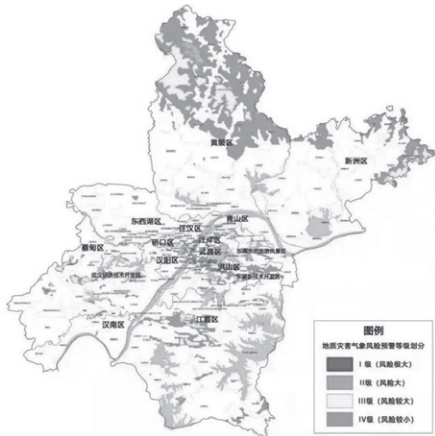


> 图1 武汉超标降雨城市内涝风险图

台风：武汉地处内陆，但台风过境时所携带的大量水汽仍然造成局部短时强降水、雷雨大风等强对流天气，短时大风风力可达8~11级，并由此引发山洪、滑坡及泥石流及城区内涝，2021年的7.20郑州特大暴雨就是台风烟花、查帕卡与河南暴雨云团共同作用的结果。

地质灾害：截至2020年底，根据武汉市地质灾害详细调查以及地质灾害隐患排查确认，武汉市地质灾害隐患点共68处。将68处地质灾害隐患点按灾害规模划分，可分为中型5处、小型63处，灾害规模较小；若按险情等级划分，可分为特大型1处、大型15处、中型21处^[xvii]，特大型与大型合计16处。

武汉市地质灾害预报服务系统融合了气象警告、降水量分析及地质灾害识别等多功能，该系统汇聚了超过150个监测点的降水信息以及超过50个潜在地质威胁点的资料。系统能够在时间及地域维度精准筛选出“地质灾害风险”状况，达到实时、自动预告灾害的效果。^[xviii]



> 图2 武汉市地质灾害气象风险预警产品成果图

通过自然灾害评估分析，可以总结出：武汉市自然灾害风险较小；其中地震灾害风险较小，洪水、台风、地质灾害风险适中，需要加强防范城市内涝与强对流天气，防范局部地质灾害风险III级区域（黄陂区、新洲区、江夏区）。

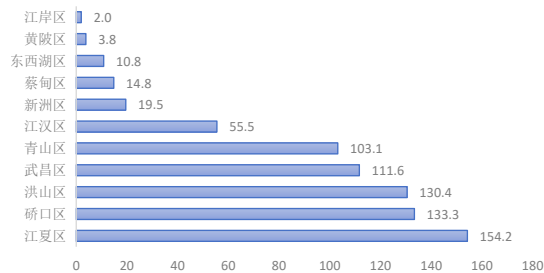
（三）减灾能力评估分析

自2020年12月，国务院普查办开始编写《乡镇、社区与家庭减灾能力评估技术规范》，至2023年5月，编制组形成的《基层减灾能力评估技术规范》进入征求意见阶段。规范（征求意见

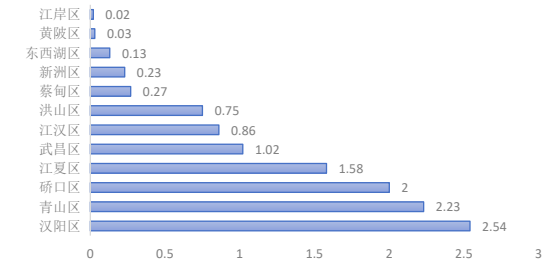
稿）对减灾能力评估的原则、内容、指标、权重与方法、评估的结果等方面都进行了规定，用于指导和规范乡镇（街道）和社区（行政村）减灾能力评估^[xix]。

以城市社区为例，评估社区（行政村）减灾能力的一级指标包括：灾害管理能力、风险评估能力、防灾备灾能力和自救转移能力，具体指标解释参见《基层减灾能力评估技术规范（征求意见稿）》6.1条^[xx]。其中评估自救转移能力的二级指标，又细分为：自救互救能力、公众避险能力和转移安置能力。评估转移安置能力的计算方式就是本单元内应急避难场所容量（人）。

以武汉市为例，对行政区内应急避难场所容量进行评估。武汉市已建成的9513419平方米防灾避难所（数据来源^[xxi]），人均面积达到2.39m²。但是若将行政区划内（共十二个行政区，不含汉南区）人均面积（图3、4，作者自绘），与《防灾避难场所设计规范》中规范要求（图5）进行比对，得出结论如下：若以紧急避难场所人均有效避难面积 $\geq 0.5m^2$ 为标准，江岸、黄陂、东西湖、新洲、蔡甸区共五个区的人均指标在0.02~0.27m²之间，不满足规范要求；若以短期避难场所人均有效避难面积 $\geq 2m^2$ 为标准，仅硚口、青山、汉阳区三个区满足要求，其他九个区均不满足规范要求。



> 图3 武汉市行政区划防灾避难场所面积（万平方米）



> 图4 武汉市行政区划防灾避难场所人均面积（平方米/人）

表1 不同避难期的人均有效避难面积

避难期	紧急	临时	短期	中期	长期
人均有效避难面积 (m ² /人)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.5

由此可以看出，虽然武汉市已建成的防灾避难场所中，平均人均有效避难面积，已经满足规范短期避难所 $\geq 2m^2$ 要求，但各行政区内人均面积参差不齐。其中，不满足紧急避难场所人均面积指标的约509094平方米，占总避难面积的5.35%，不满足短期避难场所人均指标的约5025564平方米，占总避难面积的52.82%。因此，在今后武汉市各区应急避难场所的建设中，还需有针对性的提高人均有效避难面积的建设标准，进而增强本单元内的转移安置能力。

工程造价控制中成本管理与效益评估方法研究

李成耀

身份证号码: 362124198109253930

摘要： 本文研究了工程造价控制中成本管理与效益评估的方法。在工程造价控制中，成本管理是关键环节之一，对于保证工程项目的成功实施至关重要。本文通过分析成本管理的重要性和现状，探讨了成本管理的方法和工具，包括成本预算、成本控制和成本分析。同时，本文还介绍了效益评估的方法和工具，包括成本效益分析、投资回报分析和财务分析。本文提出了将成本管理和效益评估结合起来，以实现工程造价控制中成本管理与效益评估的有机结合，从而提高工程项目的投资效益。

关键词： 工程造价控制；成本管理；效益评估；成本预算；成本控制；成本分析；成本效益分析；投资回报分析；财务分析

Research on Cost Management and Benefit Evaluation Methods in Engineering Cost Control

Li Chengyao

ID No:362124198109253930

Abstract： This article studies the methods of cost management and benefit evaluation in engineering cost control. Cost management is one of the key links in engineering cost control, which is crucial for ensuring the successful implementation of engineering projects. This article analyzes the importance and current situation of cost management, explores the methods and tools of cost management, including cost budgeting, cost control, and cost analysis. Meanwhile, this article also introduces the methods and tools of benefit evaluation, including cost-benefit analysis, investment return analysis, and financial analysis. This article proposes to combine cost management and benefit evaluation to achieve an organic combination of cost management and benefit evaluation in engineering cost control, thereby improving the investment efficiency of engineering projects.

Key words： engineering cost control; cost management; benefit evaluation; cost budget; cost control; cost analysis; cost benefit analysis; investment return analysis; financial analysis

引言

随着经济的不断发展，建筑行业的规模不断扩大，工程项目的复杂性和规模也越来越大。在这种情况下，有效地控制工程造价成为了建筑行业中一个重要的课题。而成本管理是工程造价控制中最关键的一环，其好坏直接关系到项目的经济效益。因此，如何有效地进行成本管理，以实现工程造价的有效控制，成为了建筑行业中亟待解决的问题。

一、工程造价控制概述

（一）工程造价的定义及作用

工程造价是指在建设过程中，为完成一项工程或项目所需要支付的费用，包括设计费、采购费、施工费、设备费、监理费、试验费、安装费、调试费、验收费、运营维护费和其他相关费用。它是评价一个工程经济效益的重要依据。我国建筑工程企业项目预算施工中，工程项目成本造价控制管理业务是一项重要的工作内容。^[1]

（二）作用

1. 控制作用：工程造价是指工程项目从设计、施工到竣工全

过程所需的全部费用，包括直接费用和间接费用。^[2]它是工程预算的重要组成部分，对工程项目的投资决策、施工组织、资金筹措等方面具有重要影响。合理控制工程造价，可以有效减少工程成本，提高投资效益。为了实现这一目标，需要在工程项目的各个阶段采取相应的措施。

2. 决策作用：工程造价为项目投资预算提供了依据。通过对工程项目进行详细的成本分析，企业可以了解到项目所需的资金投入，从而为投资决策提供重要的参考依据。这有助于企业合理规划资金，避免投资风险。有助于企业进行成本控制。在工程项目实施过程中，通过对工程造价的实时监控和分析，企业可以及时发现成本超支的风险，并采取相应的措施进行调整。这有助于

企业降低成本，提高投资效益。还可以为企业提供关于项目收益预测的参考。通过对工程项目成本和收益的预测分析，企业可以了解到项目的盈利潜力，从而为投资决策提供有力的支持。^[3] 这有助于企业选择更有利于自身发展的项目，提高投资回报率。

3. 签订合同作用：工程造价在工程合同中明确了各方的权利和义务。合同中会详细列出工程项目的各项费用，包括设计费、材料费、施工费、管理费等，以及这些费用的计算方法和标准。这有助于各方了解自己在工程项目中的权益和责任，确保各方按照合同约定履行义务。

工程造价为工程执行提供了依据。在工程合同中，工程造价的明确为施工方提供了施工预算和成本控制的依据，有助于施工方合理组织施工，确保工程质量和进度。同时，工程造价也为业主方提供了支付工程款的依据，确保工程款项的合理使用。在工程合同执行过程中，如发生争议，工程造价可以作为评判各方履行合同义务的重要依据。通过对工程造价的核算和审计，可以明确各方在合同履行中的责任和过错，为争议解决提供有力支持。^[4]

4. 监测作用：工程造价可以帮助企业及时发现工程成本方面的问题。在工程项目实施过程中，通过对工程造价的实时监控，企业可以了解到工程成本的实际情况，并与预算进行对比。一旦发现成本超支或潜在的风险，企业可以及时采取措施进行调整，避免问题的进一步恶化。通过对工程造价的分析，企业可以了解到成本超支的原因，并采取相应的措施进行处理。例如，如果发现材料成本超支，企业可以考虑重新选择供应商或寻找替代材料；如果发现人力成本超支，企业可以考虑优化施工组织或提高工作效率。通过对工程造价的预测和分析，企业可以了解到未来工程成本的趋势，并采取相应的措施进行控制。例如，如果预测到材料价格将上涨，企业可以考虑提前采购或寻找替代材料；如果预测到人力成本将上涨，企业可以考虑优化施工组织或提高工作效率。

5. 评价作用：工程造价可以帮助企业评估工程项目的成本效益。^[5] 在工程项目实施过程中，通过对工程造价的实时监控和分析，企业可以了解到工程项目的实际成本，并与预算进行对比。这有助于企业评估工程项目的成本效益，优化资源配置，提高投资回报率。通过对工程造价与工程收益的关联分析，企业可以了解到工程项目的盈利能力和收益水平。这有助于企业评估工程项目的投资价值，为企业的投资决策提供参考。通过对工程造价的变动趋势和原因进行分析，企业可以了解到工程项目面临的风险和挑战。这有助于企业制定相应的风险应对策略，降低投资风险。

（三）工程造价的构成

1. 设备费：包括工程所需的各种设备、工具、家具等的购置费。
2. 人工费：包括直接从事工程的人员的工资、奖金、福利等。
3. 材料费：包括建筑材料、工程材料、设备材料等的采购费。
4. 施工费：包括施工过程中所需的各种费用，如脚手架费、混凝土费、模板费等。
5. 管理费：包括工程管理、财务管理、劳动保护等方面的

费用。

6. 利润：包括工程利润、企业利润等。

7. 税金：包括各种税收。

8. 其他费用：包括一些非常规的费用，如环保费、安全费等。

二、工程造价控制的意义

工程造价控制中的成本管理是指通过采取各种措施，对工程项目的成本进行有效的管理和控制，以确保项目在预算范围内完成，并最大程度地实现项目价值的过程。

工程造价控制对于工程项目的成功实施具有重要意义。^[6] 它可以帮助项目管理者 and 决策者更好地掌握项目的财务状况，及时发现和解决问题，避免超出预算和资金不足等问题，从而保证项目的顺利进行和高质量的完成。

在工程造价控制中，成本管理是其中的一个重要环节。成本管理包括成本计划、成本控制、成本分析和成本预测等方面。^[7] 成本计划是制定项目预算和成本控制目标的过程，包括确定成本基准、制定成本控制计划和制定成本预测计划等。成本控制是根据成本计划，通过实际成本与预算成本的比较，对超出预算的成本进行有效控制的过程。成本分析是对项目成本进行系统分析，找出成本超支的原因，为成本控制和降低成本提供依据。成本预测是根据历史数据和现有信息，对未来的成本进行预测和推断，为成本控制和决策提供依据。

三、成本管理的基本概念及任务

（一）概念

成本管理是指在项目实施过程中，通过对项目成本的预测、控制、分析、评估等一系列管理活动，实现项目成本目标的过程。

（二）任务

1. 成本计划：项目团队需要对项目的总体预算进行分配，将预算分解到项目的各个阶段和环节。这包括设计阶段、采购阶段、施工阶段和验收阶段等。每个阶段的预算都应该根据其工作内容和工作量进行合理分配。
2. 项目团队需要为每个阶段和环节设定具体的成本控制目标。^[8] 这些目标应该是具体、可测量和可实现的。例如，设计阶段的成本控制目标可能是控制设计变更的数量和范围，采购阶段的成本控制目标可能是通过竞争性谈判获得最佳的采购价格。
3. 成本预测：项目团队需要对项目的需求进行详细分析。这包括项目的规模、范围、目标和交付物等。通过对项目需求的深入理解，项目团队可以更准确地预测项目所需的资源和时间，从而更准确地预测项目的成本；项目团队需要对项目的资源需求进行分析。这包括人力资源、材料资源、设备资源等。通过对项目资源的详细分析，项目团队可以了解到项目在不同阶段、不同环节的资源需求，从而更准确地预测项目的成本。

4. 成本控制：项目团队需要建立一套有效的成本监控系统。这个系统应该能够实时收集和整合项目成本数据，包括直接成本和间接成本。通过这个系统，项目团队可以随时了解到项目成本的实际情况，并与成本计划进行对比；项目团队需要定期对项目成本进行分析和评估。[9] 通过对项目成本的深入分析，项目团队可以了解到成本超支的原因和程度，并采取相应的措施进行调整。例如，如果发现材料成本超支，可以考虑重新选择供应商或寻找替代材料；如果发现人力成本超支，可以考虑优化施工组织或提高工作效率。

5. 成本分析：项目团队需要对项目的成本数据进行收集和整理。这包括项目的预算数据、实际支出数据、工作量和资源使用数据等。通过对这些数据的整理和分析，项目团队可以了解到项目成本的实际情况。

四、成本管理在工程造价控制中的策略

1. 制定合理的成本预算：在项目开始前，需要对项目的成本进行合理的预测和规划，制定出合理的成本预算。成本预算应该包括所有可能的成本，如人工成本、材料成本、设备成本、管理费用等，并且要根据历史数据和市场情况定期进行调整。

2. 加强成本监控：在项目执行过程中，需要加强成本的监控和控制，及时发现和解决成本问题。项目管理人员应该定期对成本进行跟踪和分析，比较实际成本和预算成本，及时调整和优化成本控制策略。

3. 优化成本结构：成本结构是影响项目成本的重要因素之一，优化成本结构可以帮助项目管理人员实现成本的合理控制和优化。可以通过优化采购、加强供应链管理、提高生产效率等方式来降低成本，提高项目的效益。

4. 采用成本控制技术：在工程造价控制中，可以采用各种成本控制技术来帮助项目管理人员实现成本控制。^[10]如采用挣值分析、成本偏差分析、趋势预测等技术，及时发现和解决成本问题，提高成本控制效率。

5. 加强合同管理：合同管理是工程造价控制中的重要环节，合同管理的好坏直接关系到项目的成本和效益。可以通过完善合同管理制度、加强合同执行和监督、及时处理合同纠纷等方式来加强合同管理，降低风险，提高项目的效益。

五、工程造价控制中的成本核算

（一）成本核算的基本概念与方法

1. 成本核算的基本概念：成本核算是以货币形式对工程项目成本进行核算、分析、管理和控制的过程，其主要目的是实现成本最优化，提高项目的经济效益。成本核算包括成本核算的基本概念、成本核算的内容、成本核算的方法等方面。

2. 成本核算的内容：成本核算的内容包括工程项目的直接成本和间接成本。直接成本是指直接用于工程项目的成本，如人工费、材料费、设备费等；间接成本是指不是直接用于工程项目的

成本，但为实现工程项目的顺利进行而必须支付的成本，如管理费、财务费等。

3. 成本核算的方法：成本核算的方法包括直接成本法、间接成本法和全面成本法等。直接成本法是指直接成本与间接成本分开核算的方法；间接成本法是指将间接成本核算到直接成本中，与直接成本合并的方法；全面成本法是指将直接成本和间接成本全面纳入成本核算的方法。

（二）工程造价控制中的成本核算

1. 工程量清单：工程量清单是指工程项目的各项工程内容，包括工程量、单位成本和总价。在进行成本核算时，需要根据工程量清单，计算出各项工程的工程量和单位成本，以便确定总价。

2. 成本构成：成本构成是指工程项目中各项成本的构成比例，包括直接成本和间接成本。在进行成本核算时，需要分析各项成本的构成比例，以便对成本进行合理的管理。

3. 成本波动：成本波动是指在成本核算过程中，由于各种原因导致成本发生变化。在进行成本核算时，需要考虑成本波动的因素，并采取相应的措施进行控制和管理。

4. 成本核算方法：成本核算方法是指进行成本核算所采用的方法和技术，包括成本计算、成本分析和成本控制等。在进行成本核算时，需要选择合适的成本核算方法，以便对成本进行合理的控制和管理。

结束语

在本论文中，研究了工程造价控制中成本管理与效益评估方法。通过对工程造价控制的概念、特点和影响因素进行分析，探讨了成本管理在工程造价控制中的重要性，并介绍了成本管理的方法和技巧。同时，还研究了效益评估在工程造价控制中的作用，并介绍了效益评估的指标和方法。

参考文献

- [1] 赵鑫. 工程造价成本管理路径、方法及控制举措探讨[J]. 环渤海经济瞭望, 2022, (01): 21-23. DOI: 10.16457/j.cnki.hbhjtlw.2022.01.036.
- [2] 邓开慧. 浅谈市政工程造价控制和成本管理[J]. 环渤海经济瞭望, 2022, (01): 159-161. DOI: 10.16457/j.cnki.hbhjtlw.2022.01.007.
- [3] 任慧. 市政工程造价成本控制与成本管理的几点思考[J]. 产业创新研究, 2021, (23): 151-153.
- [4] 温芯星. 关于土建工程造价成本管理的控制方法分析[J]. 绿色环保建材, 2021, (11): 138-139. DOI: 10.16767/j.cnki.10-1213/tu.2021.11.068.
- [5] 张素景. 市政工程施工过程中的造价成本控制与成本管理[J]. 居舍, 2021, (29): 155-156.
- [6] 王红. 全面成本管理下的工程造价控制研究[J]. 江西建材, 2021, (09): 328-329.
- [7] 李晓娟. 市政工程施工过程中造价成本控制与成本管理[J]. 经济管理文摘, 2021, (14): 89-90.
- [8] 崔明. 市政工程造价成本控制与成本管理研究[J]. 住宅与房地产, 2021, (19): 68-69.
- [9] 叶启民. 土建工程造价成本管理的控制策略探究[J]. 质量与市场, 2021, (08): 171-172.
- [10] 李镇. 基于土建工程造价成本管理的控制方法研究[J]. 工程与建设, 2021, 35(02): 423-424.

建筑装饰工程中装饰施工收口技术的应用

李杰

上海诚唐文旅科技集团股份有限公司, 上海 200333

摘 要： 在建筑装饰工程领域，评价装饰水准的高低与质量的优劣往往取决于施工缝隙的处理是否得当。正是在这样的背景下，装饰施工收口技术的重要性得以凸显。该技术的核心功能在于对施工缝隙进行精细处理，使其近乎隐形，从而巧妙地掩饰施工痕迹，极大地提升了装饰工程的整体美观度。通过这种技术的运用，施工后的效果更加和谐统一，为整体装饰效果增色不少。

关 键 词： 建筑装饰工程；装饰施工收口技术；要点；原则

Application of Decoration Construction Closing Technology in Building Decoration Engineering

Li Jie

Shanghai Chengtang Cultural and Tourism Technology Group Co., Ltd., Shanghai 200333

Abstract： In the field of architectural decoration engineering, the evaluation of the level and quality of decoration often depends on whether the treatment of construction gaps is appropriate. It is in this context that the importance of decorative construction closure technology is highlighted. The core function of this technology is to finely process construction gaps, making them almost invisible, cleverly concealing construction traces, and greatly improving the overall aesthetics of the decoration project. Through the application of this technology, the construction effect becomes more harmonious and unified, adding a lot of color to the overall decoration effect.

Key words： architectural decoration engineering; decoration construction closure technology; key points; principle

前言

随着社会经济的蓬勃发展，人们的物质生活水平显著提高。在追求更高生活品质的驱使下，公众愿意投入大量资金对住宅进行改造，这为建筑装饰行业带来了前所未有的发展机遇，同时也对行业提出了更为严格的标准。在建筑装饰工程中，施工质量直接关系到工程的最终成效，而收口技术作为施工过程中的关键环节，对整个工程的质量和美观度产生深远影响。精湛的收口技术不仅能显著提升装饰工程的审美价值，还能确保施工流程的顺畅进行，从而提高整体装饰工程的质量。

一、装饰施工收口技术概述

（一）应用收口技术的意义

在建筑装饰施工过程中，收口工作是一个关键且不可或缺的环节。收口技术的实施效果直接决定了装饰工程的质量和水平。鉴于建筑装饰工程的工期通常较为紧张，这无疑给装饰施工带来了巨大的压力，尤其是在施工收口技术方面，时间往往显得尤为紧迫。因此，对施工收口技术的规划和安排必须科学合理，确保分配足够的时间进行精细施工，以保障装饰质量的稳步提升。精湛的装饰施工收口技术能在有效降低施工风险、提高施工效率的

同时，提升建筑的整体美观度，满足业主对建筑使用功能和美观性的双重需求。^[1]

（二）收口技术的应用现状

在装修施工领域，众多企业都高度重视收口技术，因为它在确保装饰工程质量方面扮演着不可替代的角色。建筑装饰收口技术是一种非常常见的技术类型，对此技术进行科学、合理

的应用，可以加快建筑装饰工程的工程进度，使工程更加完善、质量更加优良。^[2]然而，在实际的建筑装饰施工中，多种多样的施工方式和工序增加了装修的复杂性，使得收口技术的应用面临诸多挑战。此外，装饰施工的各个环节都受到严格的时间限

制，这要求施工企业必须对整个施工过程进行细致的规划和安排，以确保收口工作有足够的时间得以妥善实施。

二、影响收口方式的主要原因

1. 建筑风格与设计理念：建筑的整体风格和设计理念是选择收口方式的重要依据，因为它们直接影响着装饰的整体协调性和美观性。不同的建筑风格，如现代简约、古典奢华、中式传统等，都有其独特的特点和设计元素。

2. 材料特性：装饰材料的特性和可用性是选择收口方式时需要考虑的关键因素。不同材料的物理性质、加工难度、成本和维护要求都会对收口方式的选择产生直接影响。例如，石材和玻璃等硬质材料因其坚固耐用、易于清洁和维护等特点，可能更适合采用留缝收口技术。

3. 施工条件：施工现场的环境、温度、湿度等条件也会影响收口技术的选择。例如，在潮湿的环境中，可能需要采用防潮性能更好的收口材料。

4. 预算限制：装饰工程的预算是选择收口方式时必须考虑的因素。高预算的项目可能选择更复杂或更昂贵的收口方式，而预算有限的项目则需要寻找成本效益更高的解决方案。

5. 施工周期：施工周期是建筑装饰工程中的一个重要因素，它直接影响到项目的进度和成本。在选择收口技术时，施工周期也是一个必须考虑的因素。如果工期紧张，可能需要选择施工进度较快的收口方式，以确保工程能够按时完成。

6. 维护需求：装饰工程的维护需求是选择收口方式时必须考虑的重要因素之一。不同的装饰区域可能会有不同的维护需求，如频繁的清洁、定期检查和维修等。因此，在选择收口方式时，需要根据装饰区域的维护需求来确定最合适的收口技术。

7. 安全性考虑：在建筑装饰工程中，尤其是对于公共建筑或高层建筑，安全性是选择收口技术时必须考虑的首要因素。这些建筑通常承载了更多的使用人群和功能需求，因此其装饰收口技术需要满足更高的安全标准。

三、选择收口技术的基本原则

（一）风格一致性

在建筑装饰工程中，选择收口技术的基本原则之一是风格一致性。这意味着收口技术必须与建筑的整体风格和设计理念相协调，以确保装饰的整体感和一致性。具体来说，风格一致性原则要求收口技术在设计风格、材料选择、细节处理、视觉效果、功能性与美观性平衡以及可持续性、环保性方面与建筑的其他装饰元素相匹配，以保持装饰的整体和谐，提升建筑的整体美观度。

（二）功能性与实用性

在建筑装饰工程中，收口技术不仅要美观，还要具备功能性，能够满足实际使用需求，并且易于维护。具体来说，功能性与实用性原则要求收口技术在设计上考虑实际的使用场景，确保其在日常使用中能够发挥预期的功能，同时考虑到维护的便利

性，使得装饰工程既美观又实用，能够满足客户的实际需求。通过遵循功能性与实用性原则，建筑装饰工程能够实现装饰与功能的完美结合，提升装饰工程的整体效果，满足客户对装饰工程的高标准要求。在实际工作开展当中，需要能够对建筑装饰施工收口作业形成充分的重视，在具体工作开展当中做好技术重点的把握，结合建筑需求做好收口类型的选择，提升装饰美观性，更好地实现建筑装饰施工目标。^[3]

（三）成本效益

在挑选收口技术时，必须全面考量其投资成本、预期效果和耐用寿命，旨在实现投入与产出之间的最佳平衡。想要让施工收口取得极为理想的收口成效，就要求施工单位能够在施工的时候将整体质量和操作流程严格管控。^[4] 具体而言，成本效益原则要求收口技术在满足设计、功能和审美需求的同时，还要具备经济合理性，即在预算限制内提供最高效的性价比。遵循这一原则，建筑装饰工程能够确保资源得到高效利用，从而提升装饰的整体品质，满足客户对工程的高标准期待。

（四）耐用性和耐候性

在建筑装饰工程中，收口技术的选择必须确保其能够抵御多种环境因素的侵袭，从而保持长期稳定和美观的外观。对于装饰施工，收口施工属于重点环节，对装饰工程整体质量及其进度的影响较大。^[5] 耐用性和耐候性原则要求收口技术在材料选取、工艺设计以及后期维护等方面均能适应各种气候条件和环境变化，以保障装饰工程的持久性和耐用性。遵循这一原则，建筑装饰工程能够实现长期的美观和实用性，满足客户对装饰工程的高标准要求。

（五）安全性

在建筑装饰工程中，安全性是选择收口技术的核心原则之一。收口技术必须确保用户的安全，预防任何潜在的伤害风险。具体而言，安全性原则要求在收口技术的各个环节，包括设计、材料选择和施工过程，都必须严格遵守相关的安全规范和标准，以确保在各种使用环境下都能够提供充分的安全保障。遵循这一原则，建筑装饰工程不仅能够实现美观效果，还能够确保使用者的安全，满足客户对装饰工程的高标准要求。收口技术在建筑工程装饰施工中具有较为重要位置，可以有效控制施工进度与质量。^[6]

（六）材料环保性

在建筑装饰工程中，收口技术的材料选择应严格遵循环保标准，旨在减少对环境的影响并保障使用者的健康。具体而言，材料环保性原则要求优先考虑使用无毒、无害、可回收或生物降解的材料，以减少对环境造成的污染和破坏。通过遵循这一原则，建筑装饰工程不仅能够实现可持续发展，还能够提升装饰工程的整体效果，满足客户对装饰工程的高标准要求。

（七）易于施工和维护

在建筑装饰工程中，选择收口技术的基本原则之一是易于施工和维护。这意味着收口技术应具备简单的施工过程和便捷的维护方式，以降低施工难度和减少后期维护成本。具体来说，易于施工和维护原则要求收口技术在设计、材料选择和施工过程中都能够简化操作流程，提高施工效率，并且在使用过程中易于清洁和修理，以降低维护的复杂性和成本。建筑装饰工程要不断创

新,熟练使用收口技术,使装饰工程更上一层楼。^[7]

四、当前所应用的收口方式

装饰施工收口技术包括以下几种:遮盖式收口技术、阴角收口技术、自然式收口技术和留缝式收口技术。^[8]

(一) 遮盖式收口技术

在建筑装饰工程施工过程中,虽然交错收口技术的应用范围广泛,但有时也会遇到不适合应用此技术的情况。此时,施工人员需要对装饰部位进行精细的打凿或填平处理,以确保表面的平整。随后,使用耐久性强的材料进行填充和覆盖,以此达到遮盖缝隙的目的,从而确保装饰施工收口工作的顺利完成。这种细致入微的处理方法不仅能够解决施工中的特殊问题,还能够保证整体装饰效果的协调性和美观度。

(二) 阴角收口技术

在建筑装饰工程中,阴角部分的数量通常较多,其在整体装饰中所占的比例也相对较大。因此,为了顺利且高质量地完成阴角部位的收口工作,施工人员需要深入理解并熟练掌握阴角收口技术。通过对常用的装饰收口技术进行比对,阴角收口技术更加简单、经济。^[9]只有通过对这项技术的精准运用,才能使装饰施工的品质得到显著提升,从而让整个装饰工程更加精致和完美。

在建筑装饰中,阴角通常包括锐角、直角和钝角等几种角度类型。由于阴角部位通常较小,位置隐蔽,不易被察觉,对施工过程的影响相对较小,因此阴角收口技术的操作相对简单,不会遇到太多困难。

(三) 留缝收口技术

留缝收口技术是建筑工程装饰施工中的一种技术,但其应用

范围较窄,受到一定条件的限制。这种技术对建筑材料有较高的要求,通常仅适用于石料、玻璃等特定类型的建筑材料,以确保其能够充分发挥预期作用。

留缝式收口技术相对于其他几种收口技术来说具有一定的局限性。^[10]为了实现理想的施工效果,留缝收口技术需要在特定材料之间留有适宜大小的缝隙。这些缝隙不仅要符合设计要求,还要确保施工过程中的可控性和稳定性。通过这种精细的施工技术,留缝收口能够在装饰工程中创造出独特的视觉效果和功能效果,提升整体装饰的美观性和实用性。

(四) 交错式收口

在建筑装饰工程中,收口作业的具体要求非常细致和严格。如果施工收口技术选择或应用不当,将显著影响建筑装饰工程的效果和质量。因此,在选择施工收口技术时必须谨慎和细致,根据不同的施工情况和材料特性,选择最合适的收口技术及其应用方式。这种精准的决策过程是确保装饰工程达到预期效果和品质的关键。

在进行收口作业之前,施工人员需要做好充分的准备工作,这包括对工程的施工空间和具体位置进行深入了解和掌握,以及对收口施工的角度进行准确确认。这些准备工作为后续收口工作的顺利进行提供了必要的条件。

结束语

装饰施工技术的恰当运用是确保建筑装饰工程质量的关键。在实际施工过程中,应根据施工现场的具体情况,选择合适的施工收口技术,以促进建筑装饰工程质量和水平的持续提升。这种基于实际情况的决策和执行,能够确保装饰工程的每一环节都达到高标准,从而打造美观、实用的装饰效果。

参考文献

- [1] 杨迪.论装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的应用[J].房地产世界,2022,(12):82-84.
- [2] 胡维铭.建筑装饰收口技术在建筑装饰工程中的应用探究[J].中国建筑金属结构,2021,(10):136-137.
- [3] 王振国.分析装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的应用探究[J].陶瓷,2020,(10):108-109.DOI:10.19397/j.cnki.ceramics.2020.10.030.
- [4] 聂曰军.对建筑装饰工程中装饰施工收口技术应用的几点探讨[J].现代物业(中旬刊),2019,(10):65.DOI:10.16141/j.cnki.1671-8089.2019.10.054.
- [5] 张全宁.建筑装饰工程装饰施工收口技术应用研究[J].地产,2019,(19):143.
- [6] 王伟.装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的运用[J].建材与装饰,2018,(44):39-40.
- [7] 刘华栋,石奇林.装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的应用[J].住宅与房地产,2018,(19):135.
- [8] 卞敏婷.施工收口技术在建筑装饰工程中的运用[J].建筑安全,2019,34(04):19-21.
- [9] 姚伟丰.浅析建筑装饰工程装饰施工收口技术应用[C]//《建筑科技与管理》组委会.2019年7月建筑科技与管理学术交流会论文集.深圳市凯澜装饰设计工程有限公司;,2019:2.
- [10] 李向阳.建筑装饰工程中装饰施工收口技术的应用[J].现代物业(中旬刊),2018,(11):235.DOI:10.16141/j.cnki.1671-8089.2018.11.213.

智慧仓储管理系统在现代物流中的应用与效益分析

吴进旺

国网福建省电力有限公司安溪供电公司，福建 泉州 362400

摘要： 智慧仓储管理系统在现代物流中扮演着关键角色。本文探讨了智慧仓储系统在提升物流效率、降低成本、优化库存管理等方面的应用及效益。通过对该系统在实际应用中的案例分析和数据比对，阐明了其对物流运作的积极影响。

关键词： 智慧仓储系统；现代物流；效率提升；成本降低；库存优化

Application and Benefit Analysis of Smart Warehouse Management System in Modern Logistics

Wu Jinwang

State Grid Fujian Electric Power Co., Ltd. Anxi County Power Supply Company, Quanzhou, Fujian 362400

Abstract： Smart warehouse management systems play a crucial role in modern logistics. This article explores the application and benefits of smart warehousing systems in improving logistics efficiency, reducing costs, and optimizing inventory management. Through case analysis and data comparison of the system's practical application, the positive impact on logistics operations was elucidated.

Key words： smart warehousing system; modern logistics; efficiency improvement; cost reduction; inventory optimization

引言：

智慧仓储管理系统的广泛应用已经成为现代物流领域的一项重要趋势。这一系统以其高效、智能的特性，极大地提升了物流运作的效率和精度，同时降低了成本和资源浪费。在面对日益复杂的供应链环境和快速变化的市场需求时，智慧仓储系统的出色表现吸引着越来越多企业的关注和投入。本文旨在探讨智慧仓储系统在现代物流中的应用与效益，通过案例分析和数据比对，深入剖析其对物流行业发展的重要意义和潜在影响。

一、智慧仓储管理系统的基本原理与功能介绍

智慧仓储管理系统作为当今物流行业的重要利器，其基本原理和功能设计旨在实现仓储管理的智能化、精细化和高效化。该系统的基本原理可概括为基于先进技术的信息化管理模式。首先，其核心原理之一是物联网技术的应用。通过将传感器和设备与互联网相连，实现对仓库内部环境、设备状态等数据的实时监测和收集。其次，大数据分析是其另一重要原理。通过对大量数据的收集、整合和分析，系统能够为仓储管理者提供全面的数据支持和决策参考。此外，人工智能技术的应用也是智慧仓储系统的关键原理之一。通过运用机器学习、智能算法等技术手段，系统能够对仓储作业流程进行优化和自动化管理，提高作业效率和质量。

在功能方面，智慧仓储管理系统具有多项关键功能。首先是仓库资源管理功能。系统能够实时监控仓库空间利用情况、货架状况等，为管理者提供合理的资源配置建议。其次是库存管理功

能。系统通过实时监测库存情况，帮助企业合理规划库存策略，降低库存成本，减少库存积压和断货情况。此外，订单管理功能也是智慧仓储系统的重要功能之一。系统能够实现对订单的实时跟踪和处理，提高订单处理的效率和准确性。同时，系统还拥有作业管理功能，通过对作业流程的优化和指导，提高仓储作业的执行效率和精度。最后，智慧仓储管理系统还具备数据分析和报表功能，为管理者提供全面的数据分析和报表支持，助力管理者做出科学决策，实现仓储管理的精细化和智能化。

二、智慧仓储系统在物流效率提升方面的应用案例分析

智慧仓储系统在物流效率提升方面的应用案例分析涵盖了各行各业的不同情况和实践经验，展现了其在实际应用中所具备的多样化和广泛性。首先，我们可以看到在电子商务领域，像亚马逊这样的巨头利用智慧仓储系统大大提高了订单处理效率。通过

自动化设备和智能算法，亚马逊的仓库实现了高度自动化和智能化的运营，从而大幅度缩短了订单处理的时间，提高了订单处理的准确性。这种高效率的物流操作不仅提升了顾客体验，还降低了运营成本，使亚马逊在电商领域处于领先地位。

另一个值得关注的案例来自制造业领域，尤其是汽车制造业。许多汽车制造商在生产过程中都面临着复杂的物流挑战，而智慧仓储系统为他们提供了有效的解决方案。通过实时监测和智能调配，这些系统可以确保生产线的持续运转，避免因零部件短缺或过剩而导致的生产中断或浪费。例如，一些汽车制造商利用智慧仓储系统优化了原材料和零部件的库存管理，确保在需要时能够及时供应，避免了因库存不足而导致的生产延误。

除了大型企业，智慧仓储系统在中小型企业中也有着广泛的应用。例如，一家小型食品公司利用智慧仓储系统优化了其原材料和成品的库存管理。通过系统提供的数据分析和预测功能，该公司能够准确预测需求，避免过多的库存积压，同时确保及时供应。这种精细化的库存管理使得企业能够更加灵活地应对市场需求的变化，提升了其竞争力和市场反应速度。

综上所述，智慧仓储系统在物流效率提升方面的应用案例展示了其在不同行业和企业中的价值和作用。通过提高仓储操作的自动化程度、优化库存管理和提升订单处理效率，这些系统为企业带来了显著的竞争优势和经济效益。随着技术的不断发展和应用范围的扩大，智慧仓储系统在物流领域的应用前景将更加广阔。

三、智慧仓储系统在成本降低与资源优化中的作用探讨

智慧仓储系统在成本降低与资源优化中的作用探讨是现代物流管理中的关键议题，涉及到多个方面的技术应用、管理策略和市场趋势。智慧仓储系统在成本降低方面发挥着重要作用。通过自动化设备和智能算法的运用，系统能够优化仓储操作流程，减少人力投入和作业时间，从而降低了企业的人工成本。例如，智慧仓储系统可以实现自动化的货物拣选、装卸和包装，减少了人工搬运和作业的时间和成本。系统的数据分析功能能够帮助企业精准预测需求，避免过多的库存积压和过期库存，降低了库存成本。通过对库存结构和周转率等数据的分析，企业可以调整库存水平，减少库存占用成本，提高资金周转率，从而降低了资金成本。

在资源优化方面，智慧仓储系统也发挥着重要作用。系统通过实时监测和智能调配，能够充分利用仓库空间和设备资源，避免资源的浪费和闲置。例如，系统可以根据货物特性和需求，自动调整货架布局和存放位置，最大限度地利用仓库空间，提高了仓库的存储密度和效率。同时，系统还能够优化作业流程，减少作业环节和时间浪费，提高了作业效率和资源利用率。例如，系统可以根据货物的存储位置和订单的优先级，智能调配作业人员和设备，最大限度地提高了作业效率，减少了资源的浪费。通过资源的优化，企业不仅可以降低成本，还能够提高生产效率和竞

争力，实现经济效益和社会效益的双赢。

智慧仓储系统在成本降低与资源优化中的作用探讨还需要考虑到市场趋势和行业变革。随着全球经济的不断发展和物流行业的日益竞争，企业不得不寻求更有效的成本降低和资源优化方法，以提高企业的竞争力和盈利能力。智慧仓储系统的出现恰逢其时，为企业提供了一个有效的解决方案。智慧仓储系统不仅能够降低企业的运营成本，提高生产效率，还能够提高供应链的响应速度和灵活性，增强企业的市场竞争力。因此，随着物流行业的不断发展和技术的不断进步，智慧仓储系统将会得到越来越广泛的应用和推广，成为物流企业提高成本效益和资源利用效率的重要手段和工具。

综上所述，智慧仓储系统在成本降低与资源优化中的作用探讨涉及到多个方面的内容和议题。通过优化仓储操作流程、精准预测需求和充分利用资源，智慧仓储系统为企业提供了一个有效的解决方案，降低了企业的运营成本，提高了生产效率，增强了企业的市场竞争力。随着物流行业的不断发展和技术的不断进步，智慧仓储系统将会得到越来越广泛的应用和推广，为推动物流行业的数字化、智能化和可持续发展做出了积极贡献。

四、应用智慧仓储系统优化库存管理的实践与效果评估

智慧仓储系统通过物联网、大数据分析和人工智能等技术手段，提供了更精细、更智能的库存管理方案。在实践中，企业可以利用智慧仓储系统实现库存数据的实时监测和分析。系统能够收集和整合各种与库存相关的数据，包括库存量、货物流动情况、供应链信息等，为企业提供全面、准确的库存数据。通过对这些数据进行分析，企业可以更好地了解库存状况，包括库存结构、周转率、季节性需求等，从而制定更合理的库存策略和采购计划。

在库存管理实践中，智慧仓储系统能够帮助企业实现库存优化。系统通过大数据分析和预测算法，为企业提供了准确的需求预测和库存建议。企业可以根据系统提供的数据和建议，调整库存水平，合理安排库存结构，避免过多的库存积压和过期库存，降低库存成本。此外，智慧仓储系统还能够帮助企业优化供应链管理，提高供应链的响应速度和灵活性。通过系统的供应链协同功能，企业能够实现与供应商、分销商的紧密合作，及时调整供应链环节，满足市场需求，降低因库存问题而导致的成本和风险。

对智慧仓储系统在库存管理中的实践效果进行评估是非常重要的。企业可以通过对比实施智慧仓储系统前后的数据和指标，来评估系统的效果。例如，可以比较库存周转率、库存周转天数、库存占用成本等指标的变化情况，评估系统是否能够提高库存管理效率、降低库存成本。此外，还可以从客户满意度、订单处理速度等方面来评估系统的效果，看是否能够提升服务水平和顾客体验。通过对实践效果的评估，企业能够及时发现问题和不足之处，进一步优化智慧仓储系统的应用，提高库存管理的效率和效果。

综上所述，应用智慧仓储系统优化库存管理的实践与效果评估是企业物流管理中的重要环节。通过实施智慧仓储系统，企业

能够实现库存数据的实时监测和分析，优化库存管理流程，提高库存管理的效率和精度。通过对系统实践效果的评估，企业能够及时了解系统的优劣势，进一步优化系统的应用，提升物流管理水平，实现企业的可持续发展。

五、智慧仓储系统在现代物流中的发展趋势与前景展望

智慧仓储系统在现代物流中的发展趋势与前景展望涉及到多个方面的技术发展、市场需求和行业变革。随着物联网、大数据分析和人工智能等技术的不断发展和成熟，智慧仓储系统将会更加普及和成熟。物联网技术的广泛应用将使得仓库内的各种设备和物品能够实现互联互通，实现全面的实时监控和数据采集；大数据分析和人工智能技术的进步将为仓储管理提供更强大的数据支持和智能化决策，提高仓储管理的效率和精度。这些技术的发展将进一步推动智慧仓储系统的应用范围和深度，为物流行业的数字化转型和智能化升级提供更多可能性。

智慧仓储系统在现代物流中的发展趋势将会更加注重与其他技术和系统的融合。随着物流行业的不断发展和需求的不断变化，智慧仓储系统需要与其他物流系统和技术进行融合，形成更加完整和智能的物流解决方案。例如，智慧仓储系统可以与智能物流机器人、无人机配送、智能运输车辆等物流设备相结合，形成智能化的物流作业体系；智慧仓储系统还可以与供应链管理系统、客户关系管理系统等其他管理系统进行集成，实现供应链的全面协同和智能化管理。这种多系统融合的发展趋势将使得智慧仓储系统在物流行业中发挥更加重要的作用，推动整个物流产业

链的数字化和智能化升级。

智慧仓储系统在现代物流中的前景展望也与市场需求和产业发展密切相关。随着电商、快递物流、供应链管理等领域快速发展，智慧仓储系统的市场需求将会不断增加。尤其是在新兴的无人商店、智慧城市等领域，对智慧仓储系统的需求将会更加迫切。同时，随着全球经济一体化的深入推进和物流业的全球化发展，智慧仓储系统也将面临着更广阔的市场空间和发展机遇。未来，随着物流行业的不断创新和智能化水平的提升，智慧仓储系统将成为物流行业发展的重要引擎和核心竞争力，为推动物流行业的高质量发展和全球物流供应链的升级提供强有力的支撑。

总的来说，智慧仓储系统在现代物流中的发展趋势与前景展望是积极向上的。随着技术的不断进步和应用范围的不断扩大，智慧仓储系统将在物流行业中发挥越来越重要的作用，为物流企业提供更高效、更智能的仓储管理方案，推动整个物流行业向着数字化、智能化和可持续发展的方向迈进。

结语：

智慧仓储系统在现代物流中的发展趋势与前景展望显示出了其在推动物流行业智能化和数字化升级方面的重要作用。随着物联网、大数据分析和人工智能等技术的不断发展和应用，智慧仓储系统将进一步提升物流效率、降低成本、优化资源利用，为物流企业带来更多发展机遇和竞争优势。未来，随着全球物流产业链的深度融合和智能化水平的不断提升，智慧仓储系统将成为物流行业发展的重要引擎和核心技术，为推动物流行业实现高质量发展和可持续发展做出积极贡献。

参考文献：

-
- [1] 梁启荣，李勇，傅培华，尚伟. 智慧仓储系统评测标准研究 [J]. 物流技术, 2014, 33(05): 176-178+184.
 - [2] 高宁，杨永锋，顾亮，张建晓，刘向真，刘超. 基于条码识别及物联网的移动智慧仓储系统的构建 [J]. 计算机应用, 2019, 39(S1): 228-234.
 - [3] 本刊编辑部. 物流系统集成：展示“智慧物流”创新成果 [J]. 物流技术与应用, 2017, 22(12): 58-61.
 - [4] 梁启荣，李勇，傅培华，尚伟. 智慧仓储系统评测标准研究 [J]. 物流技术, 2014, 33(05): 176-178+184.
 - [5] 王松波，陈凡健. “智慧物流”背景下的智能仓储系统设计研究 [J]. 现代信息科技, 2019, 3(17): 160-162.
 - [6] 孔文. 基于现代物流下的物流产业分析及政策研究 [D]. 东北财经大学, 2007.

水利水电工程智能化监测与远程控制系统设计与应用

罗添彩

景德镇市水利投资有限公司, 江西 景德镇 333000

摘 要 : 针对水利水电工程的智能化监测与远程控制系统进行了设计与应用研究。通过整合先进的传感器技术、数据采集与处理技术以及远程通信技术, 构建了一套高效可靠的监测与控制系统。该系统能够实现对水利水电工程各项参数的实时监测、数据分析与预警, 并具备远程控制功能, 提升了工程的安全性、稳定性和智能化水平。实际应用表明, 该系统在提高工程运行效率、降低人力物力成本方面具有显著的优势。

关 键 词 : 智能化监测; 远程控制; 水利水电工程; 传感器技术; 数据采集与处理; 远程通信

Design and application of intelligent monitoring and remote control system for water conservancy and hydropower engineering

Luo Tiancai

Jingdezhen Water Resources Investment Co., Ltd., Jingdezhen, Jiangxi 333000

Abstract : The intelligent monitoring and remote control system for water conservancy and hydropower engineering has been designed and applied. By integrating advanced sensor technology, data acquisition and processing technology, and remote communication technology, an efficient and reliable monitoring and control system has been constructed. This system can achieve real-time monitoring, data analysis, and early warning of various parameters of water conservancy and hydropower projects, and has remote control functions, improving the safety, stability, and intelligence level of the project. Practical applications have shown that the system has significant advantages in improving engineering operation efficiency and reducing labor and material costs.

Key words : intelligent monitoring; remote control; water conservancy and hydropower engineering; sensor technology; data collection and processing; remote communication

引言:

随着科技的不断进步, 智能化监测与远程控制系统在水利水电工程中扮演着日益重要的角色。本文旨在设计与应用一套高效可靠的系统, 以实现对工程的实时监测与远程控制。通过整合先进技术, 我们致力于提升工程的安全性、稳定性和智能化水平。这一系统的研究与应用将为水利水电工程的管理与运营带来新的思路与方法。

一、传感器技术在水利水电工程智能化监测中的应用

传感器技术作为智能化监测系统的核心组成部分, 在水利水电工程中扮演着至关重要的角色。本文将从传感器技术的原理和分类入手, 探讨其在水利水电工程智能化监测中的应用, 以及对工程安全性和效率的提升。

1. 传感器技术的原理是基于物理、化学或生物等原理, 通过对周围环境的参数进行感知, 并将感知到的信息转化为可用的电信号。根据其感知参数的不同, 传感器可分为温度传感器、湿度传感器、压力传感器、流量传感器等多种类型。在水利水电工程中, 这些传感器可用于监测水库水位、河流流量、水压、水质等关键参数, 实现对水利水电工程运行状态的实时监测。

2. 传感器技术的应用为水利水电工程智能化监测系统的构建提供了重要的技术支撑。通过将各类传感器布设在水利水电工程的关键位置, 实现对各项参数的实时监测与数据采集。这些数据经过处理与分析后, 可以为工程管理者提供及时准确的信息, 帮助其了解工程运行状况, 及时发现问题并采取相应措施, 从而提高工程的安全性和可靠性。

3. 传感器技术的应用对水利水电工程的安全性和效率具有显著的促进作用。通过智能化监测系统的建立, 工程管理者可以远程监控工程运行情况, 及时掌握关键参数的变化, 发现问题并迅速做出反应。这不仅提高了工程的安全性, 减少了事故发生的可能性, 同时也提升了工程的运行效率, 降低了维护成本, 为工程的可持续发展提供了有力支撑。

综上所述，传感器技术在水利水电工程智能化监测中的应用，为工程管理者提供了强大的数据支持和技术手段，对提升工程安全性和效率具有重要意义。未来，随着传感器技术的不断创新与发展，智能化监测系统将更加完善，为水利水电工程的可持续发展注入新的活力。

二、数据采集与处理技术在智能化监测系统中的作用

数据采集与处理技术在智能化监测系统中扮演着至关重要的角色，它们是确保水利水电工程实现高效、可靠监测的关键。本文将深入探讨数据采集与处理技术在智能化监测系统中的作用，并分析其在实时监测、异常检测和数据分析等方面的重要性。

1. 数据采集技术的作用在于实现对水利水电工程各项参数的快速、精准采集。通过各类传感器、监测设备等实时采集水位、水压、水质、温度等关键参数的数据，并将其传输到数据采集系统中进行处理和存储。采集到的数据可以反映工程运行状态的实时情况，为工程管理者提供及时的监测信息。例如，水位传感器可以实时监测水库、河流的水位变化，压力传感器可以监测水管道或水泵的压力情况，温度传感器可以监测发电设备的温度变化等。数据采集技术的快速、精准是智能化监测系统正常运行的基础。

2. 数据处理技术的作用在于对采集到的大量数据进行分析 and 处理，提取有用信息，为工程管理者提供决策依据。数据处理技术可以通过数据清洗、数据挖掘、数据建模等手段，对采集到的数据进行有效的处理和分析，发现数据之间的内在关系和规律。例如，通过对水位数据进行趋势分析，可以预测洪水的发生时间和范围，提前做好防范工作；通过对水质数据进行异常检测，可以及时发现水质污染事件，采取相应措施保障饮水安全。数据处理技术的应用，为工程管理者提供了更为直观、全面的数据支持，有助于提高工程的管理水平和运行效率。

3. 数据采集与处理技术的作用在于实现智能化监测系统的自动化运行。通过将数据采集与处理技术与人工智能、机器学习等技术相结合，可以实现智能化监测系统的自动化运行和智能决策。例如，利用机器学习算法对采集到的数据进行训练和优化，可以实现对异常数据的自动识别和预警，提高工程的安全性和稳定性。数据采集与处理技术的自动化运行，可以减少人为干预的需求，降低工程管理成本，提高监测系统的智能化水平。

综上所述，数据采集与处理技术在智能化监测系统中的作用不可忽视。通过实现对关键参数的快速、精准采集，有效地处理和分析数据，以及实现监测系统的自动化运行，数据采集与处理技术为水利水电工程的安全运行和智能化管理提供了重要支持，具有广阔的应用前景。

三、远程通信技术在水利水电工程远程控制系统的实现

远程通信技术在水利水电工程中扮演着关键的角色，它使得工程管理者可以远程实时监控和控制水利水电设备，及时响应各

种紧急情况，保障工程的安全稳定运行。

1. 远程通信技术为水利水电工程的远程监控提供了可靠的技术支持。传统的水利水电工程监控通常需要工程管理者长时间驻守在监控中心，进行现场巡查和手动控制，效率低下且存在一定的安全隐患。而借助远程通信技术，工程管理者可以通过互联网、无线通信等手段实现对水利水电设备的远程监控，随时随地获取设备的运行状态和数据信息，无需亲临现场，极大地提高了监控效率和安全性。

2. 远程通信技术实现了水利水电工程的远程控制功能。通过远程通信技术，工程管理者可以远程操作和控制水利水电设备，调整设备的运行参数，实现对工程的远程控制。例如，在水电站运行过程中，如果需要调整水流量或发电功率，工程管理者可以通过远程通信技术发送控制指令，实现水电站设备的远程调控，确保设备的安全稳定运行。远程控制功能的实现使得工程管理更加便捷和高效，极大地提升了工程的运行管理水平。

3. 远程通信技术为水利水电工程的应急响应提供了重要支持。在水利水电工程中，突发情况和意外事件时有发生，及时有效地响应和处理这些事件对于保障工程的安全运行至关重要。远程通信技术使得工程管理者可以远程获取各种紧急情况的信息，并立即采取相应的措施，减少事故的损失。例如，一旦发现水利水电设备出现故障或异常情况，工程管理者可以通过远程通信技术迅速发出警报并采取紧急措施，保障工程的安全稳定运行。

综上所述，远程通信技术在水利水电工程远程控制系统的实现中发挥着重要作用。通过远程监控、远程控制和应急响应等功能，远程通信技术为水利水电工程的安全稳定运行提供了可靠的技术支持，为工程管理者提供了更加高效便捷的管理手段。随着远程通信技术的不断创新和应用，相信其在水利水电工程领域的应用前景将更加广阔。

四、监测与预警系统在水利水电工程安全性提升中的应用

监测与预警系统是水利水电工程中至关重要的一部分，其应用能够显著提升工程的安全性和稳定性。本文将探讨监测与预警系统在水利水电工程安全性提升中的关键作用，并深入分析其在实时监测、异常预警和应急响应等方面的应用。

1. 监测与预警系统通过实时监测实现了对水利水电工程的全面监控。监测系统通过布设在关键位置的传感器和监测设备，实时监测水位、水压、水质、温度等关键参数的变化情况，将监测数据传输至监控中心进行实时分析和处理。例如，在水库调度过程中，监测系统可以实时监测水位的变化情况，一旦发现水位超过安全范围，系统会立即发出警报，并通知相关工作人员采取应急措施，防止发生洪涝灾害。监测系统的实时监控功能，能够帮助工程管理者及时发现问题、预防事故的发生，提高了工程的安全性和稳定性。

2. 监测与预警系统通过异常预警实现了对潜在风险的及时识别。监测系统通过对历史数据和实时数据的分析，利用数据挖掘

和机器学习等技术手段，识别出潜在的风险因素和异常情况，提前发出预警信号，预防事故的发生。例如，基于监测系统的异常检测算法，可以发现水电站设备运行状态的异常变化，如温度升高、压力波动等，系统会自动发出预警信号，提醒工程管理者及时检修设备，避免设备故障引发的事故。监测与预警系统的异常预警功能，有效地降低了工程的风险和隐患，提高了工程的安全性和可靠性。

3. 监测与预警系统通过应急响应实现了对突发事件的及时处置。一旦发生突发事件，监测系统会立即发出警报，并启动应急响应机制，通知相关部门和人员采取紧急措施，及时处置事态，减少损失。例如，在水库出现溃坝危险时，监测系统会立即发出警报，启动紧急应急预案，通知下游地区进行疏散和转移，最大限度地减少人员伤亡和财产损失。监测与预警系统的应急响应功能，极大地提高了工程应对突发事件的能力和效率，保障了人民生命财产的安全。

综上所述，监测与预警系统在水利水电工程安全性提升中发挥着重要作用。通过实时监测、异常预警和应急响应等功能，监测与预警系统有效地提高了工程的安全性和稳定性，为水利水电工程的可持续发展提供了重要的技术支持。随着监测与预警技术的不断创新和完善，相信其在未来将发挥更加重要的作用，为水利水电工程的安全运行和管理提供更为可靠的保障。

五、智能化控制系统对水利水电工程运行效率的影响

1. 智能化控制系统在水利水电工程中的应用，对工程的运行效率产生了显著的影响。智能化控制系统通过实时监测和数据分析，能够精准地掌握工程运行状态和参数变化，及时发现问题并采取措施，从而提高了工程的响应速度和灵活性。例如，在水电站的发电过程中，智能化控制系统可以根据实时的水位、流量等参数，自动调节水轮机的转速和负载，实现最优发电效率，提高

了发电效率和能源利用率。

2. 智能化控制系统通过优化运行策略和算法，提高了工程的整体运行效率。智能化控制系统利用先进的控制算法和优化模型，对工程进行智能化调度和管理，实现资源的合理配置和最优化控制。例如，在水库的调度过程中，智能化控制系统可以根据历史数据和实时情况，制定最优的蓄水、泄洪策略，实现最大限度地发挥水资源的效益，提高了水资源的利用效率和经济效益。

3. 智能化控制系统通过自动化操作和远程控制，降低了人力物力成本，提高了工程的管理效率和运行可靠性。智能化控制系统可以实现设备的自动化操作和远程监控，减少了人为因素对工程运行的影响，降低了人力资源的需求和运维成本。同时，智能化控制系统可以远程监控和操作工程设备，实现了工程的远程控制和管理，提高了管理的便捷性和灵活性，减少了管理人员的工作量，提高了运行的可靠性和安全性。

综上所述，智能化控制系统对水利水电工程的运行效率产生了积极的影响。通过提高响应速度、优化运行策略和降低成本，智能化控制系统实现了工程运行效率的显著提升，为水利水电工程的可持续发展提供了重要的技术支持。随着智能化技术的不断发展和应用，相信智能化控制系统将在未来发挥越来越重要的作用，为水利水电工程的发展注入新的活力。

结语：

在水利水电工程中，智能化控制系统的应用对提升工程运行效率起到了至关重要的作用。通过优化调度、设备维护和资源利用等方面的功能，智能化控制系统为工程管理者提供了更科学、更高效的决策支持，提高了工程的安全性、稳定性和经济效益。未来，随着智能化技术的不断发展，智能化控制系统将继续发挥着重要的作用，为水利水电工程的可持续发展提供强有力的技术支持。

参考文献：

- [1] 任恒道, 丁仕龙. 水利工程运行管理中远程监控技术的有效应用 [J]. 南方农机, 2017, 48(02): 119.
- [2] 唐治. 远程监控技术在水利工程运行管理中的有效应用研究 [J]. 科学家, 2017, 5(07): 58-59.
- [3] 陈云. 浅析电气及其自动化系统在水利水电工程中的智能化应用 [J]. 数码世界, 2017(12): 508.
- [4] 罗红蔚. 水利水电工程环境管理与监测计划探讨 [J]. 吉林农业, 2019(18): 62. DOI: 10.14025/j.cnki.jlmy.2019.18.032.
- [5] 李少林, 刘光彪, 纪传波, 戴领. 水利水电工程安全监测通用化信息管理平台 [J]. 水利水电快报, 2022, 43(09): 6-7.
- [6] 范雄安, 龚泽鹏, 蒋小春, 李果. 水利水电工程锚索张拉云监测系统研究与应用 [J]. 四川水力发电, 2022, 41(03): 1-3+8.
- [7]. 水利水电工程综合探测检测监测服务平台 [J]. 中国水利, 2021(20): 148.
- [8] 万青. 水利水电工程安全监测传感器评价关键技术 [J]. 水电站机电技术, 2020, 43(11): 109-111. DOI: 10.13599/j.cnki.11-5130.2020.11.045.
- [9] 侯业慎, 刘灵. 中小型水利水电工程环境监测方案研究 [J]. 环境与发展, 2020, 32(05): 167+169. DOI: 10.16647/j.cnki.cn15-1369/X.2020.05.104.
- [10] 梁志辉, 毛艳平. 关于水利水电工程安全监测工作实践与进展 [J]. 门窗, 2019(19): 218-219.