

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





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

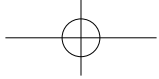
China Municipal Engineering South-Central Design and Research Institute
Co., LTD

Andrew Chiou

School of Engineering and Technology Centre for Intelligent Systems

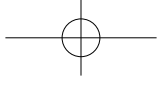
Ritesh Chugh

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



目录CONTENTS

004	现代绿色节能建筑施工技术分析 Analysis of Modern Green Energy-Saving Building Construction Technology	俞肖 Yu Xiao
007	城市智慧水务运维监测平台系统架构与研究方向 Urban Smart Water Operation and Maintenance Monitoring Platform System Architecture and Research Direction	陈宇, 朱靖 Chen Yu, Zhu Jing
010	房屋建筑结构加固设计及加固施工技术的应用 Application of Structural Reinforcement Design and Reinforcement Construction Technology for House Buildings	马勤 Ma Qin
013	大坝施工中混凝土浇筑技术与质量控制研究 Research on Concrete Pouring Technology and Quality Control in Dam Construction	于舜, 赵佳 Yu Mang, Zhaojia
016	高层建筑施工中的风荷载与结构稳定性分析 Wind Loads and Structural Stability Analysis in High-Rise Building Construction	金高雄 Jin Gaoxiong
019	桥梁支座设计与荷载分布分析 Design of Bridge Bearing and Load Distribution Analysis	刘宗凯 Liu Zongkai
022	高教科技园区的创新生态系统与科技产业发展 Innovation Ecosystem and Science and Technology Industry Development in Higher Education Science and Technology Parks	李芳 Li Fang
026	镇区交通拥堵成因及路网调整策略 Causes of Traffic Congestion and Road Network Adjustment Strategies in Townships	周佳燕 Zhou Jiayan
029	古建筑木结构修缮加固技术 Repair and Reinforcement Technology for Wooden Structures of Ancient Buildings	池启贵 ¹ , 王丽刚 ² Chi Qigui ¹ , Wang Ligang ²
033	浅谈试验检测工作在公路水运工程建设中的重要性 The Importance of Test and Inspection Work in Highway and Water Transportation Project Construction	张金慧 Zhang Jinhui
036	工业自动化生产线中智能制造技术应用 Application of Intelligent Manufacturing Technology in Industrial Automated Production Line	张佳 Zhang Jia
039	常乐寺文物迁移保护工程文物安全管理措施研究 Research on Cultural Relics Safety Management Measures for Changle Temple Cultural Relics Relocation and Protection Project	朱宇华, 张淙洲 Zhu Yuhua, Zhang Congzhou
042	基于绿色路灯照明理念的城市路灯节能管理 Energy Saving Management of Urban Street Lighting Based on the Concept of Green Street Lighting	刘爱林 Liu Ailin
045	基于建筑钢筋原材料检测技术分析 Technical Analysis Based on Construction Steel Raw Material Inspection	曾雷, 陈亮伟 Zeng Lei, Chen Liangwei
048	公路水运工程试验检测误差分析与控制 Analysis and Control of Errors in Highway and Water Transportation Engineering Test and Inspection	刘水建 Liu Shujian



现代绿色节能建筑施工技术分析

俞肖

五河县经纬建设工程监理有限公司，安徽 蚌埠 233000

摘 要： 本文详细介绍了现代绿色节能建筑施工技术在实际应用中的五个关键领域：绿色建筑设计、建筑材料的选择、可再生能源系统的集成、雨水收集和利用系统以及智能化的建筑管理系统。文章强调了这些技术如何将环保、能源效率和可持续性原则融入建筑设计和施工过程中，为未来的绿色建筑行业发展提供了深入的理解和参考。

关 键 词： 绿色建筑；节能；建筑施工技术

Analysis of Modern Green Energy-Saving Building Construction Technology

Yu Xiao

Wuhe County Jingwei Construction Engineering Supervision Company Limited, Anhui, Bengbu 233000

Abstract： This article introduce in detial five key areas in the practical application of modern green and energy-efficient building construction technologies: green building design, selection of building materials, integration of renewable energy systems, rainwater collection and utilization systems, and intelligent building management systems. The article emphasizes how these technologies integrate the principles of environmental protection, energy efficiency, and sustainability into the building design and construction process, providing an in-depth understanding and reference for the future development of the green building industry.

Key words： green building; energy efficiency; building construction technology

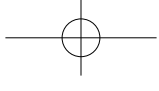
随着环境问题的日益严重和能源需求的持续增长，绿色建筑和节能技术在全球范围内得到了广泛的关注和应用。现代绿色节能建筑施工技术是在这样的背景下应运而生的，它将绿色、节能、环保理念贯穿于建筑设计和施工的全过程，为实现可持续发展的建筑行业提供了实践的路径。

一、现代绿色节能建筑施工技术的优势

在探讨现代绿色节能建筑施工技术的优势之前，我们首先需要理解其背后的原则和理念。现代绿色节能建筑施工技术，就其核心而言，旨在推进可持续发展和环保目标。该技术融合了创新的建筑设计、先进的建筑材料、高效的建筑施工方法以及严格的能源和资源管理，旨在最大程度地降低建筑对环境的影响，同时提高建筑的能源效率和居住者的舒适度。

现代绿色节能建筑施工技术的优势显著，广泛，且紧密地与我们的日常生活和未来的可持续性发展紧密相连。首先，现代绿色节能建筑施工技术的优势在于其对能源效率的强调。这一点可以从设计阶段就开始体现出来。比如，在建筑布局的优化中，会考虑到日照、风向等自然因素，以实现自然采光和自然通风的最大化，从而减少对人工照明和空调的依赖。在结构设计中，会采用更有效的保温和隔热材料，减少热能的流失。此外，还会优化建筑的形状和外观，以减少暴露在外的表面积，进一步降低热能损失。在设备选择上，会使用更加高效的节能设备，如 LED 照

明、变频空调、节水器具等，以降低能源消耗。在能源供应上，采用太阳能、风能等可再生能源系统，减少对化石燃料的依赖，实现绿色环保；其次，现代绿色节能建筑施工技术在提升建筑物的生活质量方面也有显著的优势。例如，建筑材料的选择会注重其环保性和健康性，使用低毒或无毒的材料，以减少室内空气污染，提高室内空气质量。同时，通过采用科学合理的设计，如天窗、内部庭院等，能够有效地提高自然光线的照射和新鲜空气的流通，提供更为舒适的室内环境。此外，通过智能化的建筑管理系统，能够根据居住者的习惯和需求，自动调整温度、湿度、光照等环境因素，进一步提高居住者的生活质量；再者，现代绿色节能建筑施工技术也具有显著的经济效益。虽然绿色建筑的初期投资可能相比传统建筑会高一些，但由于其在设计和施工中对能源效率的追求，长期看来，绿色建筑的运行和维护成本会明显降低。例如，绿色建筑的能耗往往远低于传统建筑，这就意味着能源费用的大幅节省。此外，绿色建筑也更有可能会得到政府的激励政策，如税收优惠、补贴等，这将进一步提升其经济效益；最后，现代绿色节能建筑施工技术是我们实现可持续发展的关键工



具。它的设计和施工理念，旨在减少对环境资源的消耗，降低对环境的污染，提升生活质量，提高经济效益。这四个方面的目标是可持续发展的主要目标：社会的公平性、经济的效益性、环境的可持续性，以及文化的多样性。通过实施现代绿色节能建筑施工技术，我们可以向这个目标迈进，为我们的下一代创造一个更健康、更繁荣的未来。

二、现代绿色节能建筑施工技术的具体应用

（一）绿色建筑设计

绿色建筑设计作为现代绿色节能建筑施工技术的首要环节，旨在创建和谐、舒适、经济、环保的建筑环境。此环节以提高能源效率和生态效益为出发点，强调建筑设计与自然环境的融合，从而对建筑的形态、布局、材料选择和设备配置进行全面优化。

对于建筑的形态，设计师将根据气候和环境条件，以及建筑的功能需求，调整建筑的方向、高度、长度、宽度等参数。例如，在寒冷的地方，设计师可能会让建筑物的长轴面向南，以增加阳光的暴晒时间，从而提高建筑的热效率。而在炎热的地方，设计师可能会采取相反的策略，利用建筑的形状和方向减少阳光的直射，降低建筑的热量吸收；在布局设计上，绿色建筑强调建筑与周边环境的和谐共存，充分利用自然光照、风向、地形等环境因素，实现最优的建筑布局。例如，公共空间和频繁使用的空间可能会被布置在接收自然光的方向，而较少使用的空间则会被布置在其他方向。这样的布局可以充分利用自然光，降低照明设备的使用，从而节约能源；关于材料选择，绿色建筑设计强调使用环保、节能、耐久的建筑材料。例如，采用保温性能优良的窗户和墙体材料，可以大大降低建筑的热损失，减少空调和供暖设备的能源消耗。同时，采用可回收或可生物降解的材料，可以降低建筑过程和使用过程中的环境影响；最后，考虑自然光的利用是绿色建筑设计的重要组成部分。设计师可能会增加窗户的面积，或者设计特殊的窗户形状，以提高采光率。例如，天窗可以提供大量的自然光，使室内环境更加明亮，减少照明设备的使用。而深色的窗帘或百叶窗可以在需要的时候阻挡阳光，降低室内温度，减少空调的使用。

（二）建筑材料的选择

在现代绿色节能建筑施工技术中，建筑材料的选择占据了举足轻重的地位。材料的选择不仅影响建筑物的建设成本和效率，而且直接影响建筑物的性能和环境影响。因此，在建筑施工中，我们需要做出明智而细致的决策，优先选择低毒性或无毒性、高保温效率、可回收或可生物降解的材料，来创建一个高效、健康、环保的建筑环境。

无毒性或低毒性的材料对于改善室内空气质量至关重要。我们知道，某些建筑材料中的有毒物质，如甲醛、苯等，可能会释放到室内空气中，对居住者的健康产生严重影响。因此，选择无毒性或低毒性的材料，如无醛胶合板、水性涂料等，可以有效降低室内空气污染，保护居住者的健康；高效的保温材料则是节能建筑的关键。一个建筑物的能耗主要来自热能的损失，而保温材

料的质量直接影响建筑物的热保护效果。优质的保温材料可以在冬季保持室内温度，减少供暖设备的运行时间；在夏季则可以阻隔热量的进入，降低空调设备的运行负荷。如此，不仅可以节约能源，降低碳排放，还可以为居住者提供一个舒适的室内环境；而可回收或可生物降解的材料，则体现了现代绿色节能建筑施工技术的环保理念。在建筑施工过程中，我们应尽可能减少对环境的影响，而使用可回收或可生物降解的材料，无疑是一个理想的选择。例如，使用木材、竹材等可再生材料，不仅能降低碳足迹，还能通过循环利用或生物降解，降低废弃物对环境的影响。

（三）可再生能源系统的集成

现代绿色节能建筑施工技术通过集成各种可再生能源系统，如太阳能光伏系统、太阳能热水系统、地热能系统和风能系统，不仅提供了一种方法来减少建筑的碳足迹，而且为我们提供了一种切实可行的方式来推动可持续发展的模式。

太阳能光伏系统是这些集成系统中的一员，其在建筑施工中的应用也是大大推动了绿色节能建筑的发展。它们通常被安装在建筑物的屋顶或墙面上，以最大限度地利用太阳光。这种设计不仅改变了建筑的外观，使其更具现代感和绿色环保意识，而且还有效地转化了太阳能，为建筑提供了可持续的电力。这意味着建筑物可以减少对电网的依赖，甚至在一些情况下，可以将多余的电力输送回电网，进一步减少碳排放；而太阳能热水系统，又是一种非常实用的节能技术。这种系统利用太阳能集热器或太阳能热水器，将太阳能转化为热能，为建筑提供热水和供暖。在阳光充足的地区，太阳能热水系统可以大大减少供暖和热水供应的能源消耗，降低能源成本。另外，随着太阳能热水器技术的不断进步，其集热效率也在不断提高，甚至在一些阳光不足的地区，也能提供稳定的热能供应；地热能系统则是利用地下的恒温特性，提供一种高效且可持续的能源供应方式。热泵可以在夏季提供冷却，在冬季提供热能，而且效率远高于传统的空调和供暖设备。地热能系统不仅在降低建筑的运行成本方面发挥了重要作用，而且在提高建筑的舒适性和室内空气质量方面也起到了积极的作用；而风能系统，虽然可能不适合所有地区，但在风力资源丰富的地方，如沿海或山区，其潜力巨大。小型风力发电机可以将风能转化为电能，提供给建筑使用。这种系统能够提供一种稳定的电力来源，而且对环境的影响小，有助于建筑实现能源自足。

（四）雨水收集和利用系统

雨水收集和利用系统能够有效地利用自然资源，减轻对公共水源的压力，节省水资源，并降低建筑物的运营成本。适当的设计和实施雨水收集和利用系统，可以使得我们在尊重自然和保护环境的同时，满足人类生活和建筑使用的需要。

首先，雨水收集系统通常由雨水收集设备，如屋顶、露台等，和雨水储存设备，如雨水储存池或蓄水槽，以及相应的管道和设备组成。在雨季，雨水通过收集设备收集，通过管道输送到储存设备中，以供后续使用。这种系统的设计需要考虑到当地的气候条件、雨水的产量和质量、储存设备的容量和安全等因素，以确保系统的效率和可靠性；其次，雨水利用系统可以将收集到



的雨水用于各种用途。一般来说，雨水可以用于冲洗厕所、灌溉植物、清洗车辆和道路等。在一些技术成熟的项目中，雨水经过适当的处理，还可以用于供应非饮用水，如洗衣水、洗澡水等。这样不仅可以节省水资源，还可以降低对公共水源的需求，减轻城市排水系统的压力；不仅如此，雨水收集和利用系统还可以提高城市的生态环境。例如，通过雨水灌溉的植物可以吸收并存储大量的二氧化碳，从而帮助缓解全球变暖问题。同时，雨水收集系统还可以减少雨水直接流入城市排水系统，降低城市洪水的风险。

（五）智能化的建筑管理系统

在现代绿色节能建筑施工技术的实践中，智能化的建筑管理系统发挥了越来越重要的作用。这些系统如楼宇自动化系统（Building Automation Systems，简称BAS）和能源管理系统（Energy Management Systems，简称EMS），通过集成和优化建筑设备和系统的运行，帮助建筑物更高效地使用能源，提高其节能性能，同时提升室内环境的舒适性和建筑物的运行效率。

首先，楼宇自动化系统，它是一个集成的系统，可以实时监控和控制建筑物中各种设备和系统的运行状态，包括照明系统、HVAC（暖通空调）系统、安全系统等。通过自动化控制，这些系统可以按照预设的运行模式进行工作，如根据室内外环境条件自动调整HVAC系统的运行状态，根据室内光照条件和使用需求自动控制照明系统，从而达到节能的目的；同时，楼宇自动化系统还可以实时收集各种设备和系统的运行数据，为建筑物的运行

管理提供有力的数据支持。通过数据分析，管理人员可以深入了解建筑物的能源使用情况，找出存在的问题和改进的机会，进一步提升建筑物的节能性能；其次，能源管理系统，它是一个专门用于监控和管理建筑物能源使用的系统。它可以收集和分析建筑物的能源使用数据，帮助管理人员理解建筑物的能源消耗模式，发现能源浪费的地方，以及提出节能策略。同时，通过能源管理系统，管理人员可以更方便地实施能源审计，找出节能的机会，制定节能目标和计划，监督和评估节能措施的执行效果。

这两种系统通常会在设计和施工阶段就被集成进建筑项目中，并在建筑物的运行和维护阶段发挥重要作用。而随着人工智能和物联网技术的发展，未来的楼宇自动化系统和能源管理系统将更加智能化，能够提供更精确的控制，更深入的分析，以及更全面的服务，帮助建筑物实现更高的能源效率和更好的室内环境质量。

结语

总的来说，现代绿色节能建筑施工技术为建筑行业提供了一种既环保又高效的解决方案。这些技术不仅可以提高建筑物的能源效率，降低建筑物的环境影响，还可以为我们的城市和社区创造更加健康、更加可持续的生活环境。对这些技术的进一步研究和推广应用，将对推动全球可持续发展形成积极的影响。

参考文献：

- [1] 王凡. 绿色节能建筑施工技术的应用探讨[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(07):96-98.
- [2] 刘孝凤. 现代绿色节能技术在建筑工程施工中的应用探析[J]. 佛山陶瓷, 2023,33(05):55-57.
- [3] 汪瑞瑞. 绿色节能建筑施工技术质量控制与管理[J]. 陶瓷, 2023(05):194-196.
- [4] 范焯. 绿色节能建筑施工技术分析[J]. 住宅与房地产, 2023(14):49-51.
- [5] 张通通. 绿色节能建筑施工技术研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(08):86-88.
- [6] 熊春. 绿色节能建筑施工技术分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(06):76-78.
- [7] 李悦. 绿色节能建筑施工技术的应用研究[J]. 住宅与房地产, 2023(05):217-219.
- [8] 任晓亮. 基于绿色节能背景下建筑施工技术的改革创新与应用[J]. 陶瓷, 2023(01):137-139.
- [9] 吴龙, 李冲. 绿色节能建筑的施工技术实践探究[J]. 砖瓦, 2022(12):125-127.
- [10] 刘骥. 绿色节能建筑施工技术及实施关键点[J]. 大众标准化, 2022(22):144-146.
- [11] 黄兆君. 绿色节能施工技术在现代房屋建筑施工中的应用分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(30):91-93.
- [12] 张远. 绿色节能建筑标准施工技术研究[J]. 大众标准化, 2022(16):148-150.
- [13] 赵宣, 苏晓明. 绿色节能建筑施工技术在建筑施工中的运用[J]. 工业建筑, 2022,52(08):233.
- [14] 何启明. 绿色节能建筑施工技术分析[J]. 大众标准化, 2022(14):155-157.
- [15] 王伟东. 新时期绿色节能建筑施工技术及现状研究[J]. 居舍, 2022(20):33-36.
- [16] 刘先国. 房建工程绿色节能建筑施工技术要点及应用分析[J]. 居业, 2022(06):146-148.
- [17] 杨涛. 新时期绿色节能建筑施工技术研究[J]. 居业, 2022(03):142-144.
- [18] 黄永海. 绿色节能建筑施工技术及要点分析[J]. 居舍, 2022(08):72-74+171.
- [19] 唐立立, 廖茂森, 王一峰等. 新时期绿色节能建筑施工技术及现状研究[J]. 中国建筑金属结构, 2022(02):54-55.
- [20] 奚庆, 尚俊强, 范海波. 试论现代房屋建筑施工中绿色节能施工技术的应用[J]. 砖瓦, 2021(09):177+179.



城市智慧水务运维监测平台系统架构与研究方向

陈宇, 朱靖

南方智水科技有限公司, 浙江 杭州 310000

摘 要 : 本文旨在对供水行业下, 智慧水务常态化运维监测平台的架构进行搭建, 对源水、管网、水处理及参与其中的设备进行全过程、全方位可视化的监测。并分析管网建模、分区计量带来的主动检修优势。达到远程监控、无人值守、节水降耗的目的。

关 键 词 : 智慧水务; 云平台; 生命周期; 节能降耗

Urban Smart Water Operation and Maintenance Monitoring Platform System Architecture and Research Direction

Chen Yu, Zhu Jing

Abstract : The purpose of this paper is to build the framework of the intelligent water normalized operation and maintenance monitoring platform in the water supply industry, and carry out the whole-process and all-dimensional visual monitoring of the source water, pipe network, water treatment and the equipment involved. The advantages of active maintenance brought by pipe network modeling and zoning measurement are analyzed. To achieve the purpose of remote monitoring, unattended, water saving and consumption reduction.

Key words : smart-water; cloud platform; life-cycle; energy saving

引言

近年来, 高楼大厦竖起林立, 接踵而至, 城市圈也在不断扩大。为了使管理更方便、快捷, 寻找一体化的“城市大脑”“打造智慧城市”的任务迫在眉睫。各行各业也在积极做出应对。而水是居民必不可少的物资。对供水、饮用水的“智慧化管理”是建设智慧城市的首要任务。

我们提出建设海绵城市, 开创智慧水务新形式。我国是人口大国, 水资源匮乏, 地下水、雨水、淡化的海水等水资源都需要进行合理的利用。污水处理设备、雨水收集设备、海水淡化处理设备等应运而生。水资源的加压与运输也是一个庞大而复杂的系统, 为了能够直接观测到整个运输和处理过程, 不浪费一滴水, 我们做了一个集水源、管网、泵站终端于一体的监测平台——智慧水务信息化运维监测云平台。

一、概述城市智慧水务运维监测平台建设

给水管网是一项规模庞大, 维护保障难度大的综合性项目。由于传统的供水方式受到了其本身的限制, 因此在实际的使用过程中, 表现出了许多不足之处, 比如, 设备综合利用率较低、能源消耗大、供水效率低、安全性差且不方便统一集中管理等。为了推动和带动水利事业的现代化, 提高水利事业的管理与公共服务水平, 保证水利事业的可持续发展, 必须加强水利事业的管理与管理; 近年来, 随着我国建设“智慧城市”, 许多城市开始大力倡导“智慧水”, 其中, 水厂和市政给水系统是其中的一个关键环节。水厂供水的各种设备的控制子系统, 比如: 加压站、加药站、临时水厂等, 将多个子系统连接在一起, 形成一个完整的网络, 再加上上层具有调节功能的组态软件, 构成了一套智能控

制系统, 它是水厂智慧水务系统的根本。智能控制系统还有其他上层管理系统, 比如 SCADA、GIS 等, 进行数据共享的与协调工作, 这就是整体构成了智慧水厂。在水务中, 将智慧系统的应用于降低了人力资本的投资, 提升了水质, 提升了供水系统的紧急情况, 以及水厂数据公共化等方面, 都有着非常重要的作用。

结合具体的应用需求, 以建立一个城市智慧水务运维监测平台为目的, 在云计算、物联网、大数据等核心技术的支持下, 运用面向服务 (SOA) 系统, 对各种类型的生产数据进行汇聚、融合、挖掘和分析, 从而建立起能够满足客户需要的信息系统和数据资源。城市智慧水务运维监测平台的功能包括三个方面: 一是对自来水的生产流程进行全方位的感知, 为用户提供一体化的监测、调度、管理等服务。第二, 建设一个数据平台, 把各个水厂的生产运行数据整合起来, 形成一个完整的专题或综合性数据

2023.2 | 007



集，为更好地进行精细的治理与科学的决策提供数据支撑。第三，打通从生产管理到规划决策各环节的信息渠道，消除各生产管理环节的信息孤岛，建立“一中心，两网，三平台”的城市智慧水务运维监测平台。“一中心”即“智能水业管理信息系统的建设”；“二网”即：对企业进行现场监测的工业网，对企业进行管理决策的信息网络；“三平台”即监测与生产运行平台、综合管理与指挥平台、综合政务应用平台。

城市智慧水务运维监测平台通过对各类与水利有关的数据进行集成，建立业务流与数据流之间的联系，并以 GIS 为基础，利用可视化手段将数据进行融合与展示，为生产管理人员提供现场监管、业务实施、统计分析与决策建模等信息化手段、其次，该平台还具有自动的错误警报以及产生工作指令的能力，使得工作人员可以对生产、抢修、维修等命令进行动态的响应，从而大大的提高了工作的效率。在对大量数据进行分析的基础上，该系统可以给出设备故障类型、故障位置等全面的故障信息，从而有助于管理者对维修计划进行科学的规划，并对故障进行预测。与此同时，利用遥控技术，可以实现无人值班，并提高生产的自动化程度。

二、城市智慧水务运维监测平台系统架构

（一）管网地理信息 GIS 系统

地理信息系统（Geographic Information System，GIS），是一种特定的十分重要的空间信息系统。它是在计算机硬、软件系统支持下，对整个或部分地球表层（包括大气层）空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。

一张管网地图，将城市所有管路实际分布情况，布置在地图信息上，再在管网地图上将重点数据（如瞬时流量、压力、累计流量、管径等）进行展示。可按区域进行逐级分类展示，也可以按类别、口径、级别等进行自定义参数展示。

（二）水利管网建模系统

随着城市的发展，管网规模不断扩大，整个管网结构会越来越复杂，管网运行管理中存在问题也开始暴露出来：怎样更科学、更优化、更经济的进行管网改扩建工作；由于老旧管线破损、调度不科学等造成产销差一直居高不下，针对爆管如何快速报警并定位，如何制定科学的巡检方案；一旦管网中发生水质污染事件，如何快速定位污染源头，如何快速确认污染范围，如何制定科学的排空方案；如何及时掌握管网运行状况，了解管网运行异常与瓶颈等等；针对以上问题，以往单靠经验解决问题是不现实的，需要水力管网模型作为手段和依据来指导未来的工作。

而管网建模是基于真实管网的拓扑关系、管径、管材、流量、压力、水厂泵站出水压力和流量数据，通过管网平差公式算法，利用计算机技术将实体的管网运行情况抽象成数字的点线关系，真实的反映管网流量、压力、流速、管损情况。

将管网模型与 GIS 系统地图相结合，能够直观有效的观测城市管网的分布情况，点击不同区域，显示该管路的各种参数。

建立正确的管网模型，实时监测管网运行数据，能够协助工人预测漏损点、爆管点。极大地降低了检修工作量，降低人力、时间成本。

（三）DMA 分区计量系统

分区计量是通过在主干管安装流量计将供水管网划分为若干个单独的计量单元，利用区域考核表、支管考核表、单元考核表、用户水表等建立起一个分区分级水量分析体系，实现对各个区域入流量与出流量的实时监测。并结合管网实时监测系统、管网地理信息系统（GIS）掌握管网水量变化规律与趋势，计算分析出该区内的漏损情况，主动检漏，精准快速的定位漏水点，提高管网运行安全保障。分区计量也是降低漏损率的重要措施。

（四）生产运行调度系统

水源经过一级加压泵站、管网、提升泵等设备从源头采集输送到水厂，再由水厂经过滤、消毒处理并输出，对参与整个过程的主要设备的运行参数进行实时的监测、信息采集，动态计算出压力、流量及调泵方案。

对管网进行远程调度，也包括阀门控制、流量调控、压力调控等。实现多水厂联合调度科学指导以及多水泵组合方案优选，避免经验调度的不确定性；通过调节压力有效降低总能耗，降低管网爆管风险及漏失水平，实现供水经济效益最大化。

（五）安防监控系统

设置安防监控系统，包括但不限于视频、门禁、对讲、电子围栏等，用于对厂区、道路、管网、设备、水源地等重点区域进行实时监控，出入人员记录、报警记录、布防警戒。

（六）水质管理系统

水源在经过一级泵站后，需经过滤、消毒处理才能流出。其中，对加药设备的自动运行、投放、预警和补给进行监控尤其重要。当加药过程执行完毕，实时监测处理后水质的 pH、电导率、溶解氧、浊度、温度等参数，异常时，关闭阀门不得进入下一阶段，合格后到达清水池，再由管网输送至二级泵站加压，最终至用户。

（七）加压泵站的实时监控

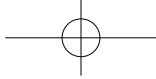
加压泵站可分为一级加压泵站和二级加压泵站，一级泵站多建立于水厂中，用于水处理后第一次加压输送，二级泵站为水源到达终端用户的最后一道屏障，建设用于小区入户、村庄加压等。对泵站的监控设置运行总览界面，显示重点参数：设定压力、实际压力、液位、泵运行频率、能耗、设备的铭牌身份证、故障报警信息等。二级界面可展示其他次重点参数包含但不限于历史运行数据、远程启停、维护保养、告警预警等。

对于加压泵房，可安装视频、门禁设备，与安防系统、派单系统联动控制——当设备数据出现异常值，设备控制柜发出报警，视频移动检测对准故障点，平台进行告警，同时派单至对应维修人员。真正做到远程控制，无人值守。

（八）设备全生命周期管理

对智慧水务管辖内的管路、阀门、设备、传感器等部件的整个生命周期，包括从出厂，到运行周期，允许长时间工作的时间，材质，是否易磨损等进行数字化归档，我们可以在平台上建





房屋建筑结构加固设计及加固施工技术的应用

马勤

新疆乌京基础设施建设管理有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要 : 本文介绍了房屋建筑结构加固设计及加固施工技术的应用, 包括加固设计的基本原则和标准、加固方案的比较和选择、加固施工的流程和质量控制措施等。通过案例分析, 说明了加固设计及施工技术的应用过程和效果, 并总结了经验教训和改进建议, 展望了未来加固技术的发展方向。

关 键 词 : 建筑结构; 加固设计; 加固施工技术

Application of Structural Reinforcement Design and Reinforcement Construction Technology for House Buildings

Ma Qin

Xinjiang Wujing Infrastructure Construction Management Co., Ltd, Xinjiang, Urumqi 830000

Abstract : This paper introduces the application of structural reinforcement design and reinforcement construction technology for house buildings, including the basic principles and standards of reinforcement design, the comparison and selection of reinforcement programs, the process of reinforcement construction and quality control measures. Through case studies, the application process and effect of reinforcement design and construction technology are illustrated, and lessons learned and suggestions for improvement are summarized, looking forward to the future development direction of reinforcement technology.

Key words : building structure; reinforcement design; reinforcement construction technology

引言

随着时间的推移, 房屋建筑结构可能会出现各种问题, 如老化、损坏、承载能力不足等, 这些问题会对建筑的安全性和稳定性造成威胁^[1]。为了确保建筑结构的安全性和稳定性, 需要进行结构加固设计及施工。

一、加固施工技术

(一) 加固施工技术的分类和特点

加固施工技术可根据不同的特点进行分类。一种常见的分类方式是根据加固的方法进行分类, 主要包括: 混凝土板加固、预应力加固、粘钢加固、碳纤维加固等^[2-7]。这些方法各有其特点和应用范围。例如, 混凝土板加固主要是在混凝土板上增加配筋或钢丝网, 以提高板的承载能力和防止裂缝的产生; 预应力加固则是通过施加预应力, 改变原结构的内力分布, 提高结构的承载能力; 粘钢加固是将钢板黏结在结构表面, 提高结构的抗弯和抗剪能力; 碳纤维加固则是将碳纤维布粘贴在结构表面, 提高结构的抗弯、抗剪和抗压性能。

(二) 加固施工技术的实施步骤

加固施工技术的实施步骤通常包括以下几个方面: 包括对结构的检查、材料的准备、施工队伍的组织等^[8-13]; 根据结构的实际情况和加固要求, 制定具体的施工方案; 按照施工方案进行施

工, 包括混凝土板加固、预应力加固、粘钢加固、碳纤维加固等; 完成施工后, 对结构进行检测和验收, 确保加固效果达到预期要求。

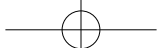
(三) 加固施工技术的质量控制

为了保证加固施工技术的质​​量, 需要采取以下质量控制措施: 施工前应进行充分的技术交底, 确保施工队伍了解施工方案和操作规程^[14]; 对进场的材料进行严格检查, 确保材料的质量和规格符合要求; 在施工过程中, 应进行质量监督和检查, 确保施工质量符合规范和设计要求; 施工后应对结构进行检测和验收, 确保加固效果达到预期要求。

二、房屋建筑结构加固设计

(一) 结构诊断

结构诊断是房屋建筑结构加固设计的重要步骤, 其主要目的是确定结构的现状和存在的问题, 为加固设计提供依据。在进行



结构诊断时，需要掌握一定的方法和技巧，例如：对结构进行详细观察、采用专业仪器进行检测、对结构进行静载或动载试验等^[15]。同时，还需要遵循一定的流程和步骤，例如：先进行初步调查，再进行详细检测，最后进行综合分析等。

（二）确定加固方案

在结构诊断的基础上，需要确定合适的加固方案。加固方案的设计需要遵循一定的原则和目标，例如：提高结构的承载能力、增加结构的稳定性、提高结构的耐久性等。同时，还需要根据实际情况制定具体的制定步骤，例如：先进行初步方案设计，再进行详细方案设计，最后进行方案优化等。

（三）细部设计

细部设计是加固设计中的重要环节，其主要是对加固的细节进行设计，例如：加固材料的选用、加固连接方式的选择、加固施工工艺的确定等。在进行细部设计时，需要遵循一定的原则和要求，例如：满足结构承载能力的要求、保证加固施工的质量、考虑加固的经济性等^[16]。同时，还需要按照一定的实施步骤进行设计，例如：先进行材料选择，再进行连接方式设计，最后进行施工工艺确定等。

（四）整体评估

整体评估是房屋建筑结构加固设计的最后环节，其主要目的是对加固后的结构进行整体评估，确定加固的效果和质量。在进行整体评估时，需要采用一定的方法和流程，例如：对加固后的结构进行检测、对加固后的结构进行静载或动载试验等^[17]。同时，还需要对评估结果进行分析和运用，例如：根据评估结果对加固方案进行优化、对加固施工进行改进等。

三、加固施工技术应用

（一）碳纤维加固技术

碳纤维加固技术是一种利用碳纤维材料进行加固的方法，具有高强度、高弹性模量、轻质、耐腐蚀等优点。其原理是将碳纤维布粘贴在结构表面，通过黏结材料与结构形成一体，从而提高结构的承载能力和防止裂缝的产生^[18]。碳纤维加固技术的特点包括施工简便、效率高、不影响结构外观等。

碳纤维加固技术的实施步骤如下：包括对结构的检查、材料的准备、施工队伍的组织等；对需要加固的混凝土结构表面进行打磨、修补等处理，确保表面平整、干净；将碳纤维粘剂涂刷在结构表面，确保涂刷均匀、无遗漏^[19]；将碳纤维布粘贴在结构表面，确保粘贴紧密、平整；采用专门的固定材料对碳纤维布进行固定，防止其移动或翘起；在碳纤维布表面涂刷一层保护层，防止碳纤维布受到环境和化学物质的侵蚀。

（二）粘钢加固技术

粘钢加固技术是一种利用钢板材料进行加固的方法，具有施工简便、效率高、不影响结构外观等优点。其原理是将钢板粘贴在结构表面，通过黏结材料与结构形成一体，从而提高结构的抗弯和抗剪能力。粘钢加固技术的特点包括高强度、高刚度、施工简便等。

粘钢加固技术的实施步骤如下：包括对结构的检查、材料的准备、施工队伍的组织等；对需要加固的混凝土结构表面进行打磨、修补等处理，确保表面平整、干净^[20]；将钢板粘剂涂刷在结构表面，确保涂刷均匀、无遗漏；将钢板粘贴在结构表面，确保粘贴紧密、平整；采用专门的固定材料对钢板进行固定，防止其移动或翘起；在钢板表面涂刷一层保护层，防止钢板受到环境和化学物质的侵蚀。

（三）预应力加固技术

预应力加固技术是一种通过施加预应力来改变原结构的内力分布，提高结构的承载能力的方法。其原理是通过在结构上施加预应力，使结构在承载时产生相反的抵抗力，从而提高结构的承载能力。预应力加固技术的特点包括提高结构的承载能力、改变原结构的内力分布、防止裂缝的产生等。

四、案例分析

（一）工程概况

该工程为一栋位于市中心的办公楼，由于历史原因，建筑设计存在缺陷，同时由于使用年限较长，结构性能下降，存在安全隐患。为了确保建筑结构的安全性和稳定性，需要进行结构加固设计及施工。

（二）加固设计原则与标准

在进行加固设计时，需要遵循以下原则和标准：

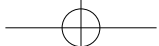
- （1）可靠性原则：加固设计应基于概率论和数理统计原理，综合考虑结构的安全性、适用性和耐久性。
- （2）经济性原则：加固设计应在满足安全性和适用性的前提下，考虑经济效益和社会效益的平衡。
- （3）针对性原则：加固设计应根据原有结构和环境条件，选择适合的加固方案和技术手段。
- （4）可行性原则：加固设计应考虑施工的可操作性和技术的可行性。
- （5）综合性原则：加固设计应综合考虑结构的安全性、适用性、耐久性和经济性等多个方面。该工程所依据的标准包括《建筑抗震设计规范》《混凝土结构设计规范》等。

（三）加固方案选择及比较

该工程中，根据办公楼的实际情况和加固需求，该工程选择了以下几种加固方案进行比较：

- （1）增大截面法：通过增加构件的截面积，提高构件的承载能力。该方法适用于梁、板、柱等构件的加固。
- （2）粘贴纤维法：通过将纤维布粘贴在构件表面，提高构件的抗弯、抗剪和抗拉能力。该方法适用于梁、板、柱等构件的加固。
- （3）灌浆法：通过将高强度砂浆或混凝土灌注到构件内部，提高构件的承载能力和耐久性。该方法适用于梁、板、柱等构件的加固。

综合考虑加固效果、施工难度和经济性等因素，该工程最终选择了增大截面法和粘贴纤维法相结合的加固方案。具体来说，



对于办公楼中的梁、板、柱等构件，该工程采用了增大截面法进行加固；对于某些需要提高抗弯能力的构件，该工程采用了粘贴纤维法进行加固。

（四）加固施工流程及质量控制

该工程中，加固施工的流程如下：

（1）施工前检测：对办公楼的原有结构进行全面的检测，了解结构的实际情况和存在的问题。

（2）施工工艺流程：根据所选加固方案，制定详细的施工工艺流程和质量标准。

（3）施工质量控制措施：在施工过程中，采取一系列质量控制措施，确保施工质量符合要求。例如，对进场的材料进行严格检查、对施工过程进行监督和检查、对完成的部分进行验收等。

（4）成品保护：在完成加固施工后，对成品进行保护，避免外界因素对结构造成损害。

（五）加固效果评估及检测方法

该工程中采用了以下几种方法对加固效果进行评估和检测：

（1）承载力检测：通过对加固后的构件进行承重试验，了解其承载能力是否达到设计要求。

（2）结构状态评估：通过对办公楼的整体结构进行检测和评估，了解加固前后的结构状态变化情况。

（3）无损检测技术：采用超声波、射线等无损检测技术对加固后的构件进行检测，了解其内部是否存在缺陷或损伤。评估结

果显示，经过加固后的办公楼，其结构安全性和稳定性得到了显著提升，满足相关标准和规范的要求。

（六）经验教训与改进建议

在选择加固方案时，应充分考虑办公楼的实际情况和需求，避免盲目选择造成的浪费和效果不佳；在进行结构加固设计和施工过程中需要严格执行质量控制措施以保证施工质量符合要求；同时还需要注意成品保护避免造成二次损害影响结构安全性；最后应该采用多种检测方法对加固效果进行综合评估以确保达到预期的加固效果；另外对于类似案例可以吸取经验教训并不断改进技术手段以提高未来加固工程的质量水平；最后需要继续关注国内外相关领域的研究动态和技术发展以便及时引进先进的加固技术来提高我国房屋建筑结构的整体性能和使用寿命。

五、总结

在房屋建筑结构加固设计中，需要根据原有结构和环境条件，选择适合的加固方案和技术手段。常见的加固方案包括增大截面法、粘贴纤维法、灌浆法等。在选择加固方案时，需要考虑加固效果、施工难度和经济性等因素。随着技术的不断进步和创新，房屋建筑结构加固设计及加固施工技术将会越来越成熟和完善，为人类社会的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 杨佑珩. 房屋建筑结构加固设计和技术应用研究 [J]. 住宅与房地产, 2023(20):91-93.
- [2] 颜秀娜. 房屋建筑结构加固设计和施工技术研究 [J]. 居舍, 2023(19):108-111.
- [3] 程勇. 浅析房屋建筑结构加固设计及施工技术应用 [J]. 石材, 2023(04):145-147.
- [4] 叶韶武. 房屋建筑砌体结构消能减振抗震加固设计 [J]. 江西建材, 2022(11):161-163.
- [5] 王鲁倩. 房屋建筑结构加固设计及施工技术应用 [J]. 居舍, 2022(25):41-44.
- [6] 李正飞, 龙浩. 既有砌体结构建筑安全性检测及加固设计 [J]. 工业安全与环保, 2022, 48(07):30-33.
- [7] 官鑫, 王宣, 营卓等. 房屋建筑结构加固设计及施工技术应用 [J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S1):312-313.
- [8] 张雷. 房屋建筑结构加固设计及施工技术应用 [J]. 居舍, 2022(11):65-67.
- [9] 吕乐远. 浅析房屋建筑结构加固设计及施工技术应用 [J]. 居舍, 2022(05):82-84+150.
- [10] 张明月. 既有建筑结构抗震鉴定及加固设计分析 [J]. 中国建筑金属结构, 2022(01):33-34+37.
- [11] 冯鹤. 老旧小区改造中建筑结构加固设计的分析 [J]. 建筑与预算, 2021(09):110-112.
- [12] 张义九, 张仁猛. 房屋建筑结构加固设计及加固施工技术的应用 [J]. 房地产世界, 2021(14):98-100.
- [13] 崔建坤. 浅析房屋建筑结构加固设计及施工技术应用 [J]. 江西建材, 2021(06):47-48.
- [14] 郭星, 苏利全, 刘子毅. 某中学教学楼加固设计改造实例 [J]. 中国高新科技, 2021(12):54-55.
- [15] 殷广庆. 钢筋混凝土框架结构设计的加固技术应用 [J]. 新型工业化, 2021, 11(06):83-84.
- [16] 李向梅. 房屋建筑结构加固技术及施工要点研究 [J]. 建筑与预算, 2021(05):59-61.
- [17] 尹婷. 浅谈房屋建筑结构加固设计及加固施工技术的应用 [J]. 中国建筑金属结构, 2021(05):114-115.
- [18] 杨宁. 房屋建筑结构加固设计及施工技术应用 [J]. 绿色环保建材, 2021(04):73-74.
- [19] 赵见超. 某砌体结构楼房健康鉴定与加固技术研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2022.
- [20] 杜新明. 房屋建筑结构加固设计及施工技术应用 [J]. 绿色环保建材, 2021(02):77-78.



大坝施工中混凝土浇筑技术与质量控制研究

于莽, 赵佳

江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223001

摘 要 : 混凝土作为大坝的主要结构材料, 其对于大坝的施工质量具有决定性的影响, 这就需要做好混凝土浇筑与质量控制工作。本文对大坝施工中混凝土浇筑技术进行了一定论述, 在此基础上, 结合大坝混凝土的特点, 分别从施工前的准备工作、浇筑过程中的质量控制以及浇筑后的处理与养护等方面, 提出了具有一定针对性的质量控制措施, 有助于实现大坝混凝土浇筑施工质量的有效的控制, 进而为大坝的施工质量提供可靠保障。

关 键 词 : 大坝; 混凝土; 浇筑; 质量控制

Research on Concrete Pouring Technology and Quality Control in Dam Construction

Yu Mang, Zhaojia

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

Abstract : As the main structural material of the dam, concrete has a decisive impact on the construction quality of the dam, which requires a good job of concrete pouring and quality control. This paper discusses the concrete pouring technology in dam construction, based on this, put forward specific quality control measures that has a certain pertinence with the characteristics of dam concrete from the construction preparation, quality control during pouring and treatment and curing, help to realize the effective control of dam concrete pouring construction quality, and then provide reliable guarantee for the construction quality of the dam.

Key words : dam; concrete; pouring; quality control

一、前言

大坝是水利、能源等领域中重要的水工工程之一, 其建设对于国民经济和社会发展具有重要的战略意义。混凝土作为大坝主要的结构材料, 在施工过程中的浇筑技术与质量控制是确保大坝工程安全、稳定运行的关键环节。然而, 由于大坝工程的特殊性和复杂性, 混凝土浇筑过程中存在着许多技术难题和质量控制挑战。因此, 进行大坝施工中混凝土浇筑技术与质量控制研究具有十分重要的现实意义。

二、混凝土浇筑技术

(一) 混凝土配合比设计

(1) 水泥、骨料、粉料等原材料选择和比例

混凝土配合比设计是大坝施工中混凝土浇筑技术中至关重要的一环。它涉及到水泥、骨料、粉料等原材料的选择和比例, 以确保混凝土在浇筑后能够满足设计要求和工程性能。

首先, 对于水泥的选择, 需要考虑工程的特定需求和环境条件。常见的水泥类型包括硅酸盐水泥、硫铝酸盐水泥和普通硅酸盐水泥等。根据工程所在地的气候和温度, 选用适合的水泥种类能够提高混凝土的抗压强度和耐久性。其次, 骨料是混凝土中另一个重要的组成部分。骨料主要由粗骨料和细骨料组成, 可以是

碎石、卵石或者人造骨料。在配合比设计中, 需要根据工程的具体情况选择适当的骨料种类和尺寸, 以确保混凝土的强度和稳定性。同时, 骨料的含水率也是需要考虑的因素, 过高或过低的含水率都会对混凝土的质量产生不良影响。最后, 粉料也是混凝土配合比设计中的重要组成部分。粉料通常是指粉煤灰、矿渣粉等, 它们能够填充混凝土中的孔隙, 提高混凝土的致密性和耐久性。在设计中, 需要合理控制粉料的掺量, 过多会导致混凝土易开裂, 过少则可能影响混凝土的工作性能和强度。

(2) 浇筑坍落度和强度要求的平衡

浇筑坍落度是指混凝土的流动性和可塑性, 通常用坍落度测试来评估。较高的坍落度使得混凝土更易于流动和填充模板, 从而有利于施工操作, 尤其在复杂结构的坝体构造中。然而, 过高的坍落度可能会导致混凝土的含水量增加, 进而降低混凝土的强度和耐久性。另一方面, 混凝土的强度要求是大坝工程的重要指标之一。大坝需要承受巨大的水压和地震力等外部荷载, 因此混凝土必须具有足够的抗压强度和抗折强度。强度要求过高可能导致混凝土配合比中水泥用量增加, 从而增加了成本并延长了混凝土的硬化时间, 影响施工进度。

在设计混凝土配合比时, 需要综合考虑工程的实际情况和使用要求, 找到浇筑坍落度和强度之间的平衡点。一种常见的方法是采用掺合料或添加剂, 如粉煤灰、矿渣粉、高性能减水剂等, 来调整混凝土的流动性和强度。通过优化掺合料或添加剂的用

2023.2 | 013



量，可以在保持较高坍落度的同时提高混凝土的强度和耐久性。

（二）浇筑设备与工具使用

（1）混凝土泵的选用与操作

首先，在选用混凝土泵时，需要考虑工程的具体需求和施工条件。根据工程的规模、浇筑距离、高度以及混凝土的流动性等因素，选择适合的混凝土泵型号和规格。不同型号的混凝土泵具有不同的输送能力和性能特点，因此选用时要充分考虑其适用性和稳定性，以确保能够满足工程的浇筑要求。其次，在操作混凝土泵时，需要由专业操作人员进行操作，确保施工的安全和高效。操作人员应熟练掌握混凝土泵的使用方法和技巧，包括启动和停止、输送管道的连接和断开、调节输送速度和压力等。同时，操作人员应密切关注泵的运行状态，及时发现并处理泵车出现的异常情况，如堵塞、漏料等问题，以避免施工中断和混凝土浪费。

在操作混凝土泵时，还应注重与搅拌站和浇筑现场的协调。搅拌站要及时供应符合规定配合比的混凝土，并保持连续供料，以避免混凝土泵因长时间停泵而造成堵塞。同时，泵车的位置和布局要合理规划，确保输送管道的顺畅和安全，避免管道折弯或过度拉伸引起的问题^[1]。

（2）浇筑顺序与层间接缝处理

首先，浇筑顺序的选择应根据具体工程要求和混凝土特性来确定。通常情况下，从大坝基础开始逐层浇筑是常见的浇筑顺序。在浇筑过程中，应保持连续性，避免出现中断导致层间接缝出现。此外，还应根据混凝土的硬化特性，合理安排浇筑时间，避免新浇筑的混凝土与已硬化的混凝土发生质量差异。

其次，层间接缝的处理至关重要，直接影响着混凝土结构的整体性和抗裂性能。在浇筑过程中，要注意层间接缝的位置和设置。通常情况下，大坝结构会根据设计要求设置水平和垂直的层间接缝。水平接缝通常设置在大坝高程变化较大的位置，垂直接缝则设置在大坝厚度较大的位置。层间接缝的设置需要严格按照设计图纸要求执行，确保接缝位置的准确性和稳固性。在层间接缝的处理中，需要采取适当的措施来保证接缝的密实性和连接性。常用的处理方式包括接缝填充和接缝胶带的应用。接缝填充通常使用高质量的胶体材料填充接缝，确保接缝的密封性和耐久性。而接缝胶带则用于加强接缝的连接性，提高整体结构的抗裂能力。

（三）浇筑施工的关键控制点

（1）浇筑速度与间隔时间

混凝土浇筑的速度与间隔时间是影响混凝土质量和施工效率的关键控制点。在大坝施工中，为确保混凝土浇筑的均匀性和稳定性，浇筑速度应根据混凝土的性质、外部环境和结构形式等因素进行合理调控。如果浇筑速度过快，可能导致混凝土分层、夹杂气泡和未充分振实，影响混凝土的强度和密实性。相反，浇筑速度过慢会导致浇筑缝隙的产生，使得混凝土的连接性和连续性降低。

间隔时间指的是两次浇筑之间的时间间隔。在实际施工中，由于浇筑施工的持续性和规模性，浇筑间隔时间的控制至关重

要。如果间隔时间过短，可能导致浇筑面之间的界面粘结不良，造成混凝土的裂缝和脱落。而过长的间隔时间则可能导致浇筑面之间的接缝不紧密，影响混凝土整体的均匀性和一致性。

为了确保混凝土浇筑的质量，应根据混凝土的特性和施工条件，合理确定浇筑速度和间隔时间，并采取相应的控制措施。可以通过监测浇筑过程中的混凝土流动性、坍落度和振实程度等参数，以及对浇筑面进行合理覆盖和保温措施，来实现浇筑速度和间隔时间的优化控制。

（2）浇筑温度控制

为了控制混凝土浇筑的温度，可以采取多种措施。首先，根据具体工程情况，合理调整混凝土的配合比和水胶比，控制水灰比在合理范围内。其次，可以采用降温剂或使用冷却水来降低混凝土的温度，尤其在高温季节或大体积浇筑时尤为重要。此外，可以采取遮阳、覆盖保温等措施来防止混凝土过早干燥和温度过快升高。最后，通过实时监测和数据采集技术，对混凝土浇筑过程中的温度进行实时监测和控制，及时发现并解决温度异常情况，保障混凝土浇筑质量。

（3）浇筑坡度与平整度

浇筑坡度的控制要求在施工过程中保持混凝土的坡度均匀一致。过大的坡度会导致混凝土在浇筑过程中流动速度过快，可能引起偏析和分层现象，从而影响混凝土的均匀性和密实性。另一方面，过小的坡度则会使混凝土流动速度过慢，可能导致浇筑难度增加，甚至造成浇筑不畅，影响工程进度。因此，在施工中需要根据具体的混凝土配制和工程要求，合理控制浇筑坡度，确保混凝土在流动过程中能够保持均匀流动，不发生偏析和分层。

平整度控制主要针对混凝土表面的平整程度。混凝土表面的平整度直接关系到后续的施工工序和混凝土结构的整体质量。如果混凝土表面平整度不够，可能导致后续的砌筑或铺设工作难以进行，同时也会影响混凝土结构的强度和密实性。为了确保混凝土表面的平整度，可以采取控制振捣和浇筑速度，使用平整工具进行表面整平，以及对表面进行必要的抹灰和修补工作^[2]。

三、混凝土浇筑的质量控制措施

（一）施工前的准备工作

（1）模板检查与表面处理

在混凝土浇筑前的准备阶段，模板的检查与表面处理是保障混凝土浇筑质量的重要环节。首先，对模板进行全面检查，确保其完好无损、牢固稳定。检查包括模板的尺寸、水平度、垂直度等方面，确保模板符合设计要求并能够正确定位和固定混凝土的形状和尺寸。同时，还要检查模板的表面光滑度和清洁度，如有任何杂物、尘埃或油污，应及时清理，以免影响混凝土表面的平整度和外观质量。

其次，对模板表面进行适当的处理也是确保混凝土浇筑质量的重要措施。表面处理的目的是使混凝土与模板之间能够充分粘结，避免混凝土与模板之间出现空隙或气泡。常见的表面处理方法包括涂覆模板脱模剂、用湿布保持模板湿润等。模板脱模剂的



使用可以有效降低混凝土与模板之间的粘附力，使混凝土在浇筑后容易从模板上脱离，并保持表面光滑。同时，保持模板湿润有利于混凝土的养护，防止混凝土过早失水和开裂。

（2）钢筋的布置与绑扎

在混凝土浇筑前的准备阶段，钢筋的布置与绑扎是保障混凝土结构强度和稳定性的重要环节。钢筋在混凝土中起到增加抗拉强度、抗压强度和抗弯强度的作用，因此钢筋的正确布置和绑扎至关重要。首先，根据设计图纸和结构要求，确定钢筋的种类、直径、长度和位置，并进行相应的加工和预处理。在进行钢筋布置时，要严格按照设计要求进行，确保钢筋能够准确地嵌入混凝土中，并与混凝土形成紧密的结合。

绑扎钢筋是保障混凝土结构强度和稳定性的关键一环。在绑扎钢筋时，要注意绑扎点的位置和方式，确保绑扎牢固、结实。绑扎钢筋的过程中，要保持钢筋的位置和间距准确，防止钢筋之间出现交叉或过于密集的情况。同时，要注意绑扎时的力度，不要造成钢筋的变形或损坏^[3]。

（二）浇筑过程中的质量控制

在混凝土浇筑过程中，进行及时的监测与记录是确保混凝土质量的重要手段。浇筑过程的监测主要包括对混凝土的流动性、坍落度、均匀性、浇筑速度等进行实时观察和检测。通过实时监测，可以及时发现混凝土浇筑中的异常情况，如浇筑速度过快或过慢、混凝土流动性不佳等，并及时采取相应的调整措施。同时，在浇筑过程中对关键参数进行记录也是至关重要的。记录包括混凝土的投料量、浇筑时间、施工人员的操作情况等。这些记录能够为后期质量评估和质量控制提供重要的依据。同时，如果在浇筑过程中发现了质量问题，通过记录可以追溯到问题的原因，有助于进行事后分析和改进。

为了确保监测的准确性和可靠性，可以借助现代化的测量设备和传感器，实时采集和记录浇筑过程中的数据。同时，应设立专门的监测和记录人员，对测量设备进行校准和维护，确保数据的准确性^[4]。

（三）浇筑后的处理与养护

（1）浇筑后的表面处理

在浇筑完成后，需要及时对混凝土表面进行处理，以消除可能产生的缺陷和不平整现象，同时保护混凝土免受外界不利因素

的影响。表面处理的主要目标包括平整表面、防止裂缝、保持表面湿润和提高混凝土表面的强度和耐久性。

首先，针对可能出现的不平整情况，如凹凸不平或毛细孔，可采用振动器或砂浆拌平等方法对表面进行处理，确保混凝土表面的平整度。在振动浇筑时，应注意控制振动时间和振动强度，避免过度振动导致混凝土分层。其次，对于可能产生的裂缝，特别是塑性收缩引起的裂缝，应及时进行裂缝的处理，通常采用喷水养护和覆盖湿布等措施来保持表面湿润，减缓混凝土的干燥速度，从而有效预防和减少裂缝的发生。最后，在表面处理过程中，还可以添加混凝土表面剂，如硅酸盐、丙烯酸酯等材料，以提高混凝土表面的强度和耐久性。这些表面剂可以有效填充混凝土表面的微孔，形成坚实的保护层，增强混凝土的抗渗性和耐久性，延长混凝土的使用寿命。

（2）养护方法与周期

合理的养护方法和适当的养护周期可以有效减少混凝土的裂缝和缺陷，增强其抗压强度和耐久性。养护的主要目的是保持混凝土表面湿润，防止过早干燥和水分流失，使混凝土在早期阶段充分水化反应，从而形成致密的水泥胶凝体。常用的养护方法主要有：喷水养护、覆盖湿布以及化学养护剂，在养护过程中，要结合实际情况进行选择，确保混凝土能够得到有效的养护。

养护周期取决于混凝土的配合比、气温、湿度和施工要求等因素。一般来说，早期强度的发展较快，需要较短的养护时间，一般在3-7天左右。而对于大体积混凝土或需要获得较高强度的结构，养护周期可能需要延长到28天甚至更长。在养护过程中，要严格控制养护环境，保持充足的水源和湿度，避免因不当的养护导致混凝土强度和耐久性的下降^[5]。

四、结语

综上所述，大坝施工中混凝土浇筑技术与质量控制是确保大坝工程安全稳定运行的关键因素。通过科学合理地控制关键控制点、加强施工前的准备工作、严格执行浇筑过程中的质量控制和合理养护混凝土，可以保证混凝土的质量和性能，确保大坝工程的安全和可靠性。

参考文献:

- [1] 李锦. 水库大坝溢洪道混凝土浇筑施工与安全质量控制 [J]. 产业科技创新, 2022, 4(01):90-92.
- [2] 田政, 常昊天, 姚宝永. 丰满水电站重建工程大坝溢流面常态混凝土与坝体碾压混凝土同步浇筑施工质量控制 [J]. 水利水电技术 (中英文), 2021, 52(S1):219-222.
- [3] 黄朝旭. 混凝土现浇施工技术在大坝混凝土护坡工程中的应用 [J]. 珠江水运, 2020, (15):28-29.
- [4] 许旺. 藏木水电站大坝混凝土仓位浇筑组织及质量控制 [J]. 四川建筑, 2016, 36(03):61-62+65.
- [5] 孔令岩. 水库大坝溢洪道混凝土浇筑施工工艺与质量控制 [J]. 内蒙古水利, 2015, (02):116-117.



高层建筑施工中的风荷载与结构稳定性分析

金高雄

南京理工大学紫金学院，江苏 南京 210023

摘 要： 高层建筑施工中的风荷载与结构稳定性分析是确保工程安全性和稳定性的关键因素，这就需要做好风荷载与结构稳定性的分析工作。本文对高层建筑施工中的风荷载进行了比较深入的分析，在此基础上，结合高层建筑的特点，探讨了高层建筑的结构稳定性，并提出了具有针对性的监测与控制措施，进而为高层建筑的安全施工提供可靠保障。

关 键 词： 高层建筑；风荷载；稳定性

Wind Loads and Structural Stability Analysis in High-Rise Building Construction

Jin Gaoxiong

Zijin College, Nanjing University of Science and Technology, Jiangsu, Nanjing 210023

Abstract： The analysis of wind load and structural stability in high-rise building construction is a key factor to ensure the safety and stability of the project, which requires a good analysis of wind load and structural stability. In this paper, the wind load in high-rise building construction is analyzed in depth. On this basis, combined with the characteristics of high-rise buildings, this paper discusses the structural stability of high-rise buildings, and puts forward targeted monitoring and control measures, which in turn provides a reliable guarantee for the safety of high-rise building construction.

Key words： high-rise building; wind load; stability

一、前言

高层建筑在现代城市发展中扮演着重要角色，其不仅充分利用了有限的空间，而且还是城市发展的标志性建筑。然而，高层建筑的施工过程面临着众多挑战，其中之一就是风荷载对结构稳定性的影响。高层建筑由于其较大的高度和复杂的结构，更容易受到风力的影响，这可能造成结构不稳定，进而带来安全隐患。因此，研究高层建筑施工中的风荷载与结构稳定性具有重要的理论和实际意义。

二、高层建筑施工中的风荷载分析

（一）风荷载的来源和影响因素

高层建筑施工中的风荷载是由大气中的气流运动引起的，主要受以下几个因素的影响：

（1）气象条件。气象条件是风荷载的主要来源之一。风的强度、方向、温度和湿度等气象参数都会直接影响风的性质。不同地区、季节和气象条件下的风荷载差异很大，因此需要根据具体的气象数据来计算和预测风荷载。

（2）地理位置。高层建筑所处的地理位置也会影响风荷载的大小和性质。例如，建筑位于海岸线附近或山区的地方通常会受到更强的风荷载影响，因为地形和地理条件会改变风流的流动性。

（3）建筑高度和形状。高层建筑的高度和形状对风荷载的分布和大小有重要影响。较高的建筑更容易受到风力的作用，而建

筑的形状和外部结构也会影响风的分布，从而改变风荷载的分布特性^[1]。

（二）风荷载在高层建筑施工中的重要性

首先，高层建筑本身的结构特性决定了对风荷载的高度敏感性。由于其较大的高度和相对较小的基础面积，高层建筑更容易受到风力的影响。因此，对于高层建筑来说，准确估算和分析风荷载是确保结构安全性和稳定性的基本前提。其次，风荷载的合理计算对于高层建筑的设计和施工至关重要。在设计阶段，工程师需要根据建筑的高度、形状、地理位置等因素来确定预期的风荷载，以便合理设计结构和材料，确保建筑在风荷载下的稳定性和安全性。在施工阶段，需要根据实际气象数据来监测和控制风荷载，以确保施工过程中的安全。最后，风荷载的合理估算还关系到高层建筑的使用寿命和经济性。如果风荷载估算不准确，可能导致结构受损、维护成本增加或者使用寿命缩短，从而对建筑的可持续性和经济性产生负面影响^[2]。

（三）风荷载分析

（1）风荷载的模拟和计算

首先，需要考虑建筑物所处的地理位置和气候条件。不同地区的气候条件和地理位置会导致不同的风荷载。气象数据、当地风速、风向等因素都需要被考虑，通常使用历史气象数据来估计风荷载。其次，建筑物的几何形状和结构特征对风荷载的分布和大小有重要影响。建筑物的高度、形状、横截面积等参数需要被纳入分析。大型天际线建筑通常会产生更大的风荷载，因为它们更容易受到风的影响。再次，需要考虑风的频率和概率分布。不同地区的风频率不同，有些地区可能更容易受到强风的影响，而



有些地区则较少。因此，需要使用适当的统计方法来估计风荷载的概率分布。最后，工程师通常使用计算工具和软件来进行风荷载的模拟和计算。这些工具可以基于气象数据、建筑物参数和风荷载公式来生成风荷载的模拟结果。这些计算结果通常以单位面积上的压力或力的形式表示，并在结构设计中使用^[3]。

（2）风荷载在施工中的变化

首先，随着建筑物高度的增加，风荷载通常会增加。这是因为高层建筑更容易受到高空气流的影响，风速也更高，因此产生的风荷载更大。在施工过程中，随着建筑物逐渐升高，风荷载的分布和大小可能会发生变化，需要不断调整施工计划和措施来适应这些变化。其次，建筑物外形的改变也会影响风荷载的变化。在高层建筑的施工中，随着建筑物的不断升高，外形可能会发生变化，例如塔吊的移除或者建筑物结构的变化。这些变化可能会导致风荷载的分布和方向发生变化，需要及时对风荷载重新评估和施工调整。最后，施工阶段的不同也会导致风荷载的变化。在建筑物的不同施工阶段，其外形和高度可能会不同，因此风荷载也会有所不同。施工管理团队需要在每个阶段对风荷载进行重新评估，并采取必要的措施来确保结构的稳定性和安全性^[4]。

（3）风荷载与临时支撑结构的关系

首先，临时支撑结构在高层建筑施工中扮演着重要的角色，它们用于支撑和稳定建筑物的不同部分，特别是在建筑物高度逐渐增加的过程中。这些临时支撑结构通常包括脚手架、支撑柱、支撑梁等，它们的设计和布置需要考虑到风荷载的影响。风荷载可以产生侧向力和扭矩，对建筑物和临时支撑结构造成挤压、弯曲和倾斜等不均匀的力，因此必须确保临时支撑结构能够抵抗这些风荷载的作用，以保持建筑物的稳定。

其次，风荷载的变化会影响临时支撑结构的设计和施工计划。随着建筑物高度的增加，风荷载通常会增加，这要求临时支撑结构的设计要有足够的强度和刚度，以应对更大的风力。施工管理团队需要根据实际风荷载的变化来调整临时支撑结构的布置和参数，以确保施工的安全性和高效性。

最后，临时支撑结构的稳定性也会影响风荷载的传递和分布。如果临时支撑结构本身不稳定或者受到外部风荷载的作用而变形，可能会导致风荷载传递到主要结构上，进而影响整个建筑物的稳定性。因此，在施工中必须定期检查和维护临时支撑结构，确保其稳定性和可靠性^[5]。

三、高层建筑结构稳定性分析

（一）结构稳定性的分析方法

（1）弹性稳定性分析

弹性稳定性分析是高层建筑结构稳定性分析中的一种重要方法。这种分析方法主要关注结构在弹性范围内的稳定性行为，即在结构构件的材料仍然保持弹性的情况下，评估结构的稳定性。

在弹性稳定性分析中，需要建立结构的数学模型，包括结构的几何形状、材料性质和边界条件等。然后，通过应用弹性力学理论和结构分析方法，对结构施加外部荷载，如风荷载或地震荷

载，以模拟实际工作条件下的结构响应。在这种分析中，通常采用一种称为线性弹性稳定性分析的方法。这种方法假设结构在荷载作用下的变形是线性的，并且结构构件的材料在弹性范围内行为稳定。通过对结构的刚度矩阵和荷载向量进行求解，可以得到结构的位移响应。然后，通过评估结构的临界荷载，确定结构是否会在弹性范围内稳定。

弹性稳定性分析的优点在于它可以在较小的计算代价下，提供关于结构稳定性的初步评估。然而，它也有一些局限性，例如不能考虑结构的非线性行为或材料的塑性变形。因此，在实际工程中，通常需要结合其他分析方法，如非线性稳定性分析或有限元分析，以更全面地评估高层建筑的结构稳定性^[6]。

（2）弹塑性稳定性分析

弹塑性稳定性分析是高层建筑结构稳定性分析中的一种更复杂的方法，与弹性稳定性分析不同，它考虑了结构在材料的塑性变形范围内的稳定性行为。这种分析方法更适用于那些在承受较大荷载时可能经历材料塑性变形的结构，例如高层建筑中的柱子和框架。

在弹塑性稳定性分析中，需要建立结构的三维数学模型，考虑结构的几何形状、材料的非线性行为以及边界条件等因素。然后，通过应用弹性塑性力学理论，模拟结构在荷载作用下的行为，包括材料的塑性变形。这种分析通常需要使用计算机辅助工程软件进行复杂的数值模拟。在分析过程中，工程师会逐步增加外部荷载，例如风荷载或地震荷载，直到发现结构中出现了临界点，即结构的稳定性受到威胁。通过分析这些临界点，工程师可以确定结构在塑性变形范围内的稳定性行为，并采取必要的措施来确保结构的安全。

弹塑性稳定性分析的优势在于它能够更准确地考虑材料的非线性行为和塑性变形，适用于高层建筑等大型结构的稳定性分析。然而，它的计算代价较高，通常需要更多的时间和计算资源。因此，工程师通常会根据具体项目的需求和复杂程度选择合适的稳定性分析方法，以确保结构的安全性和稳定性^[7]。

（二）结构稳定性与风荷载的关系

在施工阶段，特别是在建筑物尚未完工时，高层建筑的结构可能更加脆弱，容易受到风的影响。因此，在这个阶段，必须采取适当的措施来减轻风荷载对建筑物的影响，例如使用临时支撑结构、减小建筑物的外露面积等。这有助于确保施工过程中的结构安全

四、结构稳定性的监测与控制措施

（一）结构监测系统的建立

首先，建立结构监测系统需要选择合适的监测设备和传感器。这些设备可以包括振动传感器、应变计、倾斜计、位移传感器等，用于监测不同类型的结构变化和性能参数。选择适当的设备要考虑到建筑物的设计特点、结构类型以及监测的具体目的。这些传感器会连续测量结构的数据，如振动频率、应变、位移等，并将这些数据传输到监测系统中进行分析。



其次，建立一个有效的数据采集和传输系统是关键。监测设备产生的数据需要及时传输到数据中心或监测控制中心，以便进行实时分析和评估。通常采用无线传输技术，如 Wi-Fi、蓝牙，或者专用的监测网络，确保数据的实时性和可靠性。同时，数据存储和管理系统也需要建立，以便对大量的监测数据进行存档和检索。

最后，建立结构监测系统还需要制定详细的监测计划和标准。这包括确定监测的频率、监测点的位置、数据分析的方法和标准化的阈值。监测计划应该根据建筑物的特点和风险因素来制定，以确保全面监测和评估^[8]。

（二）结构稳定性的实时监测

首先，实时监测需要利用先进的监测设备和传感器，这些设备可以测量结构的各种参数，如振动、应变、位移等。这些传感器不断地采集数据，将其传输到监测系统中进行实时分析。监测系统可以立即识别任何不正常的结构行为或性能下降，并产生警报以提醒相关人员。其次，实时监测的数据可以通过云计算和大数据分析等技术进行处理。这允许监测系统在几乎实时的情况下进行数据分析，以检测结构异常和潜在问题。大数据分析还有助于建立结构行为的历史数据库，以便更好地预测未来可能出现的问题。再次，实时监测的另一个关键方面是警报系统。一旦监测系统检测到结构异常或风险，它应该能够自动触发警报通知相关人员，包括工程师、监理人员和建筑施工人员。这样，他们可以迅速采取必要的措施，如停工、加强支撑，甚至撤离，以确保建筑物和工作人员的安全。最后，实时监测还可以与自动化系统集成，以实现远程控制和调整。例如，如果监测系统检测到结构的不稳定性，自动化系统可以调整支撑结构或其他参数，以恢复稳

定性。这种自动化反馈可以大大减少人为干预的需求，提高了建筑工地的安全性和效率^[9]。

（三）结构稳定性的控制措施

首先，高层建筑施工中的风荷载可以通过改善结构设计来控制。这包括采用先进的风工程和结构设计方法，以确保建筑在面对强风时能够保持稳定。通过优化建筑的形状、高度和结构系统，可以降低风荷载的影响，减少结构的振动和变形。其次，建筑物的临时支撑结构在高层建筑施工中起着关键作用。这些支撑结构需要精确设计和布置，以确保它们能够承受施工期间的荷载，并保持建筑物的稳定。工程师需要考虑支撑结构的类型、材料和连接方式，以及它们与主要结构的互动。再次，定期检查和维护是控制结构稳定性的重要环节。建筑工地的监理团队和工程师需要进行定期的结构检查，以确保临时支撑结构和主要结构没有受到损坏或磨损。任何发现的问题都应及时修复，以防止潜在的结构问题。最后，安全措施和紧急应对计划也是控制结构稳定性的重要组成部分。在发生风暴或其他紧急情况时，必须有清晰的应急计划和紧急撤离程序，以确保工程人员的安全。这包括在预警系统下停工、疏散人员、加固临时支撑结构等紧急措施^[10]。

五、结语

综上所述，高层建筑施工中的风荷载与结构稳定性分析是一项复杂而重要的工作，需要综合考虑多种因素。通过深入分析和合理的控制措施，可以确保高层建筑在施工期间的安全性和稳定性，为城市的可持续发展提供了坚实的支撑。未来还需要进行更进一步的研究，进而为高层建筑的安全施工提供技术支持。

参考文献:

- [1] 郑德乾, 吴俊昊, 马文勇, 马志敏, 潘钧俊. 顶部方形开洞对超高层建筑风荷载影响的大涡模拟研究 [J]. 振动与冲击, 2023, 42(17): 52-60.
- [2] 董锐, 梁斯宇, 邱凌煜, 罗元隆, 刘国买. 基于均匀设计的海峡两岸高层建筑顺风向风荷载多因素分析 [J]. 同济大学学报 (自然科学版), 2023, 51(09): 1383-1394.
- [3] 谢朗. 超高层建筑风荷载及风致响应反演 [D]. 广州大学, 2023.
- [4] 缪海悦, 陈水福, 丁通. 圆角三角形双塔高层建筑风荷载干扰效应 [J]. 低温建筑技术, 2023, 45(05): 138-142.
- [5] 洪海波, 余先锋. Y 形截面超高层建筑风荷载及风效应的干扰效应研究 [J]. 广东土木与建筑, 2023, 30(04): 56-59+64.
- [6] 王磊, 尹伊, 陈凯, 唐意, 郝玮. 六边形断面超高层建筑风荷载研究 [J]. 应用力学学报: 1-8.
- [7] 杨庆山, 单文娜, 田村幸雄, 金容微. 高层建筑脉动风荷载特性 [J]. 土木工程学报, 2023, 56(05): 1-17+88.
- [8] 楚晨晖, 陈少林. 基于 RANS 方法的扇形截面高层建筑风荷载数值模拟研究 [J]. 北京建筑大学学报, 2022, 38(06): 77-87.
- [9] 马文勇, 黄铮汉, 郑德乾, 张正维. 高层建筑顶部围挡结构风荷载试验研究 [J]. 振动. 测试与诊断, 2022, 42(05): 967-972+1037-1038.
- [10] 郭增涛. 超高层建筑风荷载数值模拟研究 [J]. 建材技术与应用, 2022, (03): 1-4.



桥梁支座设计与荷载分布分析

刘宗凯

河北建设集团股份有限公司, 河北 保定 071000

摘 要 : 桥梁支座设计与荷载分布分析是桥梁结构中至关重要的环节。支座的设计直接影响着桥梁结构的安全性和可靠性, 而荷载分布分析则关乎着桥梁对外界荷载的承载能力。合理的支座设计可以确保桥梁在不同工况下的稳定和正常运行, 同时减小其对基础的影响; 而精确的荷载分布分析可以为桥梁的结构设计和施工提供准确的参考依据。因此, 深入研究桥梁支座设计和荷载分布分析的原理及方法对于提高桥梁的整体质量、延长使用寿命具有重要意义, 也有助于推动桥梁技术的发展和进步。为此, 本文对桥梁工程中的支座设计与荷载分布情况进行了探究, 研究结果可为相关研究提供一定的参考借鉴。

关 键 词 : 桥梁工程; 支座设计; 荷载分布分析

Design of Bridge Bearing and Load Distribution Analysis

Liu Zongkai

Hebei Construction Group Co., Ltd, Hebei, Baoding 071000

Abstract : Bridge bearing design and load distribution analysis are crucial links in bridge structure. The bearing design directly affects the safety and reliability of the bridge structure, while the load distribution analysis is related to the bearing capacity of the bridge to external loads. Reasonable bearing design can ensure the stability and normal operation of the bridge under different working conditions, and at the same time reduce its impact on the foundation; while accurate load distribution analysis can provide accurate reference basis for the structural design and construction of the bridge. Therefore, an in-depth study of the principles and methods of bridge bearing design and load distribution analysis is of great significance to improve the overall quality of bridges, extend their service life, and help promote the development and progress of bridge technology. To this end, this paper explores the bearing design and load distribution in bridge engineering, and the results can provide certain reference for related research.

Key words : bridge engineering; bearing design; load distribution analysis

引言

桥梁支座是桥梁结构中的重要组成部分, 它承担着承载荷载和传递荷载的重要作用。随着社会经济的发展和交通运输的不断提高, 大跨径、高速公路和铁路等重要工程越来越多地采用了新型的桥梁支座设计^[1-2]。本论文将对桥梁支座的设计与荷载分布进行详细的研究和分析, 以期桥梁结构的安全性和可靠性提供有效的技术支持。

一、桥梁支座设计

(一) 桥梁支座的选型

常见的桥梁支座类型有橡胶支座、球面支座和钢板支座。它们各自具有不同的特点和应用范围, 可以根据实际工程需求选择最合适的支座类型, 以确保桥梁结构的安全性和可靠性^[3-5]。

橡胶支座是一种常用的桥梁支座类型, 其特点在于可调节性和优良的减震性能。橡胶支座由上下两个平行钢板组成, 中间填

充有橡胶垫片。其应用范围广泛, 适用于中小跨径的桥梁和建筑物, 尤其是需要考虑地震或振动影响的区域。橡胶支座能够吸收和分散荷载引起的振动, 提高桥梁的抗震性能, 同时也能够适应桥墩的变形变位。球面支座是一种能够兼顾承受垂直和水平荷载的桥梁支座。它由上下两个球面面板和中间的平衡液体层组成, 能够通过调节液体层的压力来实现对荷载的调整。球面支座具有较大的承载能力和稳定性, 适用于大跨度和重载桥梁的设计, 特别是在地基沉降较大的情况下, 能够满足支座的平衡需求。钢板

2023.2 | 019



支座是一种灵活性较强的桥梁支座类型，由多层钢板叠加而成。钢板支座具有较高的承载能力和稳定性，适用于大跨度的桥梁和高速铁路等工程。其特点是结构简单、安装方便，并且能够适应较大变形和位移。钢板支座还具有较强的耐久性和抗腐蚀性能，在一些海洋、河流等恶劣环境中也能发挥良好的作用。

（二）桥梁的设计参数计算

在桥梁的设计参数计算中，支座承载力计算、变形计算和隙缝大小计算是十分重要的方面^[6]。支座承载力计算涉及对桥梁中支座所承受的不同工况和荷载类型进行考虑和分析，以确保支座的安全性和可靠性。变形计算则评估和控制桥梁构件在荷载作用下的变形情况，综合考虑支座的初始高度和变形能力等参数，并验证和优化通过实验测试和数值模拟。此外，隙缝大小计算涉及桥梁构件之间的间隙尺寸，根据工程需求和设计要求进行合理计算和调整，以确保支座的隙缝稳定性和可靠性。这些计算工作的合理评估和控制，可以确保桥梁结构的安全性和稳定性，为人们提供良好的交通和运输条件^[7]。

（三）桥梁支座的材料选择

在支座材料选择方面，需要综合考虑多个因素，包括强度、耐久性、变形能力、抗震性能和经济可行性等。首先，支座所需材料的强度是一个关键因素。支座需要能够承受桥梁的荷载，包括静负荷、动荷载和温度荷载等。因此，选择具有足够高强度的材料非常重要。通常使用的材料包括钢材、混凝土和复合材料等。钢材具有高强度和良好的可塑性，适用于承受高荷载的情况。混凝土具有一定的强度和刚度，并且耐久性较好。复合材料则具有高强度和轻质特性，可以减轻支座自重，提高整体结构的性能。其次，耐久性是支座材料的重要特点之一。支座常处于恶劣的环境中，如受到湿度、腐蚀和氧化等影响。因此，所选材料需要具有良好的耐久性，以减少结构的损害和维修工作。例如，钢材可以经过防腐处理或使用不锈钢材料以提高其耐久性，混凝土可以增加防水剂和防腐剂来保护其表面。变形能力也是支座所需材料的重要特点之一。支座在荷载作用下会发生一定的变形，需要选择合适的材料来满足这种变形需求。例如，弹性模量较大的钢材可以减小支座的变形，而混凝土则具有一定的变形能力，可以在一定程度上吸收和分散荷载的变形。此外，抗震性能也是支座材料需要考虑的重要因素之一。在地震活跃区域，支座需要能够承受地震引起的巨大荷载和动力作用。钢材通常具有较好的抗震性能，可以在地震中提供良好的支撑和耐久性。最后，经济可行性也是支座材料选择的一个重要考虑因素。选取经济合理的材料可以降低工程造价，提高整体的经济效益。因此，在选择支座材料时，需要兼顾强度、耐久性、变形能力、抗震性能和经济可行性等多个方面，以寻求最优的材料组合。

二、桥梁荷载分布分析

（一）桥梁荷载作用的分类

桥梁荷载作用的分类主要分为静载荷、动载荷、永久荷载和变动荷载等方面。其中，静载荷指桥梁所受到的恒定力的作用，

如桥梁本身的重量、引起的附加荷载和通行荷载等。动载荷则是指在桥梁使用过程中产生的非恒定荷载，如车辆行驶产生的荷载、风荷载和地震荷载等。永久荷载是指那些具有长期效益的荷载作用，如人工构造物本身的重量、承载路基的土壤体积重和道路标志等。变动荷载则是指发生在一定时间内的荷载作用，如车流量、行驶速度和荷载组成等。

桥梁荷载作用的分类对于设计和安装桥梁具有重要的意义。各种荷载作用需要采取不同的计算方法和设计标准，以保证桥梁的稳定性和安全性。在实际工程中，还需要考虑多种荷载作用同时作用时的叠加效应，合理确定荷载作用的组合模式，以预测桥梁在各种荷载作用下的性能和稳定性。

（二）支座荷载分析和荷载计算方法

1. 桥梁支座荷载标准

桥梁支座荷载标准是针对不同类型的桥梁和支座，根据国家规定或行业标准，规定其承受荷载的种类、计算方法及加载系数等参数。目前我国常用的桥梁支座荷载标准有《公路桥梁设计荷载规范》《铁路桥涵设计荷载规范》等，其中包括了静态荷载、动态荷载和地震荷载等多种荷载类型，以及相应的组合方式和加载系数，为桥梁支座设计和施工提供准确的荷载分析依据。通过严格遵守荷载标准，可以确保桥梁支座在设计寿命内承受各类荷载时安全可靠，保障人民生命财产安全。

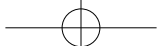
2. 桥梁支座荷载模型

桥梁支座荷载模型是指将实际作用在桥梁上的荷载通过建立合理的模型，转化为结构分析所需的荷载力学参数。荷载模型对于正确分析和计算桥梁支座受力情况具有至关重要的作用。常用的荷载模型包括均布荷载模型、集中荷载模型、线性荷载模型等。均布荷载模型是指对于连续的荷载作用范围，假设该荷载在范围内均匀分布，可以采用单位长度或单位面积的荷载来描述。例如，对于路面上行驶的车辆荷载，常使用按照不同轴重、不同车速确定的均布荷载模型。集中荷载模型是指对于荷载作用于桥梁上某一点或某一范围，假设该荷载集中作用于该点或范围，并采用单点荷载或节点荷载来描述。例如，对于起重机或其他大型设备的荷载，常使用集中荷载模型。线性荷载模型是指荷载在某一方向上呈线性变化，可使用线性分布荷载来描述。例如，对于桁架梁上的风荷载，可采用线性分布荷载模型。

3. 桥梁支座荷载计算公式

桥梁支座荷载计算公式是通过数学表达式将荷载作用于桥梁上的力学效应进行计算和分析的工具。根据桥梁设计规范和结构力学理论，针对不同类型的荷载和支座形式，制定了相应的计算公式。

对于静态荷载，常用的计算公式包括集中力作用下的反力计算公式、均布荷载作用下的反力计算公式等。在计算过程中，需要考虑桥梁结构的静力平衡条件，以确定支座受力情况。例如，在集中力作用下，常使用力的平衡原理，根据支点力的性质和作用点位置，建立反力计算公式。对于动态荷载，常用的计算公式包括动力响应的计算公式、振动频率的计算公式等。动力响应计算公式可以通过考虑桥梁结构的固有频率、阻尼和外部激励等因



素，分析桥梁在动态荷载作用下的振动响应情况。此外，地震荷载也是桥梁支座设计中需要考虑的重要因素，相关的计算公式也被制定出来。地震荷载计算公式通常基于地震学理论和工程地震学的研究成果，考虑桥梁结构的地震响应特性，以确定支座的抗震能力。

桥梁支座荷载计算公式的选择和应用需要根据具体情况进行，包括桥梁类型、荷载性质、支座形式等因素。同时，在计算过程中，还需遵循桥梁设计规范和相关技术要求，确保计算结果准确可靠。

（三）桥梁支座荷载分析

1. 桥梁支座荷载计算

桥梁支座荷载计算是指在桥梁设计和分析中，将不同类型的荷载作用于桥梁结构上时，通过数学计算方法确定支座的受力情况。这个过程是桥梁设计的核心内容之一，关乎桥梁的安全性和可靠性^[9]。

桥梁支座荷载计算需要考虑各种荷载的作用，包括静态荷载、动态荷载和地震荷载等。首先，要了解桥梁所处的具体环境和使用条件，确定适用的荷载标准和规范。然后，根据桥梁结构的形式和支座类型，选择合适的荷载计算方法和公式。

对于静态荷载，常用的计算方法包括等效静力法和弹性线性分析法。等效静力法适用于均布荷载和集中荷载的计算，通过建立荷载的反力平衡方程，求解支座的受力情况。弹性线性分析法考虑荷载和支座的刚度，通过数值计算方法求解桥梁结构的变形和受力分布。对于动态荷载，需要进行振动分析和响应计算。根据桥梁的固有频率、阻尼特性和外部激励，采用模态分析或频域分析方法，计算桥梁在动态荷载下的振动响应。对于地震荷载，需要考虑桥梁结构的抗震设计。根据地震动力学理论和相关规范，计算地震荷载作用下的桥梁响应，确定支座的抗震能力和稳定性。在进行支座荷载计算时，还需考虑荷载组合、荷载系数和设计要求等因素，以确保桥梁结构在不同工况下的安全

性。同时，需要参考国家和行业相关规范，遵循规范中的要求和限制^[8-10]。

2. 桥梁荷载分配

桥梁荷载分配需要考虑的主要因素包括桥梁结构的类型、形式、跨径和支座形式等，以及各种荷载的特点和作用方式。首先要确定适用的荷载标准和规范，然后根据桥梁结构的受力特点和边界条件，采用合适的荷载分配方法和公式。

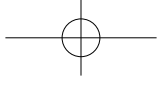
对于静态荷载，常用的分配方法包括斜拉索法、影响线法、弹性线性分析法等。斜拉索法是通过荷载反力的水平和垂直分量，在桥梁结构中按比例分配荷载。影响线法是通过建立荷载和荷载反力的作用线，计算结构中不同部位的荷载效应。弹性线性分析法则考虑桥梁结构的刚度和荷载变形之间的关系，求解荷载分配系数和结构受力情况。对于动态荷载，需要考虑桥梁结构的振动特性和频率响应。针对不同类型的动态荷载，可采用振型法、模态分析法、时程分析法等方法进行荷载分配。这些方法需要建立桥梁结构的振动模型，计算结构的振动响应和荷载分配系数。在进行荷载分配时，还需考虑荷载组合、荷载系数和设计要求等因素，以确保整个桥梁结构的安全性和稳定性。同时，需要参考国家和行业相关规范，遵循规范中的要求和限制。

三、结束语

本文通过对桥梁支座设计与荷载分布分析的研究，全面阐述了桥梁结构中重要的支座设计方法和荷载分布分析原理。本文的研究成果为桥梁结构的设计和施工提供了指导性意见，进一步推动了桥梁支座技术的进步和发展。但是，本文研究仍存在问题和不足，需要进一步探讨和完善。随着科技的不断发展和社会的快速变化，桥梁支座设计与荷载分布分析的研究也将不断拓展和深化。

参考文献

- [1] 袁瑞. 高速公路桥梁支座设计与性能检验研究 [J]. 中国新技术新产品, 2023(10):106-108.
- [2] 姜文英, 顾海龙, 杨卫锋等. 基于根原因分析的桥梁支座优化设计 [J]. 山西建筑, 2023, 49(01):149-152.
- [3] 孙梦. 结合巡检的桥梁支座远程监测系统研究 [D]. 长安大学, 2023.
- [4] 刘宸宇. 多分量桥梁测力支座系统研发 [D]. 西南交通大学, 2022.
- [5]. 高原寒冷地区桥梁支座应用技术研究. 青海省, 青海交通投资有限公司, 2019-01-25.
- [6] 王立勇, 刘莉芬. 基于极限荷载与局部损伤的箱体梁桥冗余度优化计算设计探究 [J]. 城市道桥与防洪, 2020(12):186-189+23.
- [7] 高奇浪. 新建桥梁上跨既有隧道工程设计及其参数计算 [J]. 四川水泥, 2019(09):69-70.
- [8] 冯麟. 基于交通流监控影像的桥梁荷载识别与等效估算方法研究 [D]. 重庆交通大学, 2022.
- [9] 孙以润, 张琴. 桥梁养护中公路桥梁荷载试验检测研究 [J]. 科学技术创新, 2020(18):119-120.
- [10] 胡凯. 桥梁荷载试验要点评述与展望 [J]. 黑龙江交通科技, 2014, 37(05):109+111.



高教科技园区的创新生态系统与科技产业发展

李芳

天津市城市规划设计研究总院有限公司，天津 300100

摘 要： 高等教育科技园区作为现代科技产业的重要组成部分，其在推动技术创新发展方面发挥着至关重要的作用。本文对高教科技园区进行了一定论述，在此基础上，进一步探讨了创新生态系统的核心要素，即硬件基础设施和软件支持体系，在此基础上，分析了科技产业发展的驱动因素，有助于推动科技产业的可持续发展。

关 键 词： 高教科技园区；创新生态系统；科技产业

Innovation Ecosystem and Science and Technology Industry Development in Higher Education Science and Technology Parks

Li Fang

Tianjin Urban Planning and Design Research Institute Co., Ltd, Tianjin 300100

Abstract： As an important part of modern science and technology industry, higher education science and technology park plays a crucial role in promoting the development of technological innovation. In this paper, the higher education science and technology park is discussed. On this basis, the core elements of the innovation ecosystem, namely hardware infrastructure and software support system, are further discussed, and the driving factors of the development of science and technology industry are analyzed, which is helpful to promote the sustainable development of science and technology industry.

Key words： high education science and technology park; innovation ecosystem; science and technology industry

一、前言

高教科技园区作为当今科技产业发展的引领力量，扮演着越来越重要的角色。这些科技园区通常位于大学城附近，汇聚了高校、研究机构和创新型企业，形成了一个充满活力的创新生态系统。在这个生态系统中，创新、科研、创业和市场需求相互交织，推动了科技产业的不断壮大和创新的蓬勃发展。因此，进行高教科技园区的创新生态系统与科技产业发展研究具有十分重要的现实意义。

二、高教科技园区概述

（一）高教科技园区的定义与范围

高教科技园区，简称高科园区，是一种融合了高等教育、科技创新和产业发展的特殊地域区域，其定义与范围涵盖了多个重要方面。

首先，高教科技园区通常位于城市或城市周边，紧密依托高等教育机构，如大学、研究院和科研中心。这些高等教育机构在高科园区中扮演着核心角色，提供了丰富的知识资源、研究设施和人才储备。其次，高科园区的范围也包括了与高校合作的企业、创业者和初创企业。这些企业可能涵盖各种行业，如信息技术、生物技术、新能源等，它们在高科园区内受到了特殊的支持和鼓励，以推动创新和技术转移。最后，高教科技园区还包括了

创新基础设施，例如实验室、科研中心、孵化器等，这些设施提供了必要的场所和资源，以促进研究和创新活动的开展^[1]。

（二）高校与企业之间的紧密关系

首先，高校与企业之间的合作使得知识和技术的流动更加顺畅。高等教育机构在高科园区中提供了丰富的研究和学术资源，包括教授、研究人员以及学生。这些资源可以为企业提供前沿的研究成果和创新思维，有助于企业更好地应对市场需求和竞争压力。其次，高校与企业的紧密关系促进了人才的流动和培养。学生可以在高科园区中接触到实际的工作机会，积累实践经验，并且有机会就业于附近的企业，从而提供了持续的人才输送。企业也可以与高校合作培训员工，以提高他们的技能和知识水平。最后，高校与企业的协作促进了科研成果的转化和商业化。高科园区通常提供了专门的技术转移和孵化服务，帮助高校的科研项目更快地转化为商业产品或服务，从而创造更多的就业机会和经济增长^[2]。

（三）高教科技园区发展的国际形势和国策背景

随着全球经济转型和科技创新的加速，高教科技园区作为集高等教育、科研和产业于一体的综合区域，在国际上受到广泛关注。各国都明确了科技创新在经济发展中的核心地位，尤其在第四次工业革命的背景下，高教科技园区被视为技术研发、人才培养和产业创新的重要载体。例如，美国硅谷、英国剑桥科技园区以及印度班加罗尔等。

在这一国际形势下，中国也加大了对高教科技园区的支持力



度。结合“创新驱动发展”战略和“双一流”建设，中国政府出台了一系列鼓励政策，旨在推动高等教育与产业深度融合，培育创新驱动发展的新动能。如提供税收优惠、资金扶持、优惠土地政策等，以鼓励高校、研究机构和企业在园区内实现技术转移和商业化。同时，中国的高教科技园区也吸引了大量的外国企业和研发机构，与中国的高校和科研机构展开合作，推动技术和人才的全球流动，进一步提升了中国在国际高科技领域的竞争力。

三、创新生态系统的核心要素

（一）硬件基础设施

（1）研究实验室与设施

首先，研究实验室在高教科技园区中扮演着关键角色。它们通常配备了先进的科研设备和仪器，用于进行各种实验和研究项目。这些实验室不仅为高校的教师和研究人員提供了进行前沿科学研究的场所，还为与企业合作的科研项目提供了必要的支持。其次，硬件基础设施还包括创新性设施，如技术孵化中心和共享研究设施。技术孵化中心提供了初创企业和创业者所需的办公空间、导师指导和资源，以帮助他们将创意转化为实际产品或服务。共享研究设施则允许多个机构和企业共同使用高端科研设备，降低了研发成本，促进了合作和知识共享^[3]。

（2）技术孵化中心

技术孵化中心作为创新生态系统的关键要素，在高教科技园区中扮演着至关重要的角色。这些中心旨在提供支持和培育初创企业和创业者所需的基础设施、资源和指导，以帮助他们将创意和技术转化为可行的商业产品或服务。

首先，技术孵化中心通常提供了办公空间，其中包括独立办公室、共享工作区和会议室等，为初创企业提供了经济实惠的工作场所。这使得创业者可以专注于他们的创新项目，而不必担心高额的租金和设施费用。其次，技术孵化中心通常与高校和企业建立紧密的合作关系，为初创企业提供专业的指导和导师支持。这些导师通常拥有丰富的创业经验和行业知识，可以帮助创业者解决问题、规划发展道路并建立关键的商业联系。再次，技术孵化中心还提供了各种资源，如市场研究、知识产权支持、法律咨询等，有助于创业者在市场竞争中脱颖而出。最重要的是，技术孵化中心通常充满了创新和创业的氛围，创业者可以与其他企业家互动和合作，共享经验和资源，从而促进了创新和合作的发展^[4]。

（二）软件支持体系

（1）投资和融资机会

首先，高教科技园区通常吸引了投资者的关注，这些投资者可能包括天使投资者、风险投资基金和企业投资者。这些投资者对于支持初创企业和创新项目具有浓厚的兴趣，他们不仅提供资金，还提供商业建议和战略指导，有助于创业者更好地规划和执行其商业计划。其次，融资机会也包括了银行贷款、政府补助和研发资助等各种形式的融资途径。高教科技园区通常与政府机构和金融机构建立了合作关系，以为创新企业提供更多的融资选

择。最后，一些高科园区还设立了创新基金，用于支持有前景的创新项目，这为初创企业提供了额外的融资机会。最重要的是，投资和融资机会不仅有助于企业的启动和扩张，还有助于吸引更多的创新者和创业者加入高教科技园区，从而促进了科技产业的生态系统的增长和繁荣^[5]。

（2）创新政策与法规

创新政策与法规在软件支持体系中起着关键的作用，对于高教科技园区的创新生态系统和科技产业的发展具有重要影响。

首先，创新政策通常由政府制定和执行，旨在鼓励创新和科技发展。这些政策可能包括税收激励措施、研发资助计划、知识产权保护 and 科技产业园区的设立等。这些政策鼓励企业和研究机构投资于创新活动，降低了创新风险，促进了新技术的开发和商业化。其次，创新政策还可以推动合作和协同创新。政府可能鼓励高校、企业和研究机构之间的合作，以推动跨领域的创新项目。这种协同创新有助于集中资源，加速科技进步，并创造多方共赢的机会。最后，政府还可以制定法规来规范创新活动，确保科技产业的健康发展，同时保护公共利益。这可能包括知识产权法律、环境法规和创新项目的伦理准则等^[6]。

四、科技产业发展的驱动因素

（一）创新与研发

（1）科研项目与合作

高教科技园区的创新生态系统通常为科研项目和合作提供了理想的环境和机会。

首先，科研项目在高科园区中广泛展开，通常由高校、研究机构和企业牵头。这些项目涵盖了各个领域，从基础科学研究到应用技术开发。科研项目的存在推动了前沿科学知识的生成，并促使创新和技术发展。其次，高教科技园区鼓励跨界合作和多方合作。不仅高校和企业之间合作紧密，而且可能还包括了政府机构、其他研究机构和国际合作伙伴。这种合作模式有助于汇集不同领域的专业知识和资源，解决复杂的科技挑战，加速创新成果的转化。最后，高科园区通常提供了资金和设施支持，以帮助科研项目的推进。这包括研究经费、实验室设备、技术孵化中心和共享研究设施等资源，为研究人员提供了所需的条件，以推动创新和研发工作^[7]。

（2）技术创新与知识产权

首先，技术创新是科技产业持续增长的引擎。高教科技园区通常聚集了顶尖的科研人才和创新企业，这为新技术的发展提供了理想的环境。创新的范围可能包括新产品、新工艺、新服务以及新商业模式的开发。这些创新不仅提高了企业的竞争力，还为社会带来了更高的生活质量和更高的效率。其次，知识产权对于保护和激励创新至关重要。高教科技园区通常重视知识产权的保护，包括专利、商标和版权等。这些制度性保护措施鼓励企业和研究机构投入更多资源于研发工作，因为它们能够确保创新者合法享有他们的成果，并获得相应的回报。同时，知识产权也有助于促进技术的分享和转移，通过许可和合作，不同的组织可以共



享知识，从而推动全球科技进步^[8]。

（二）创业与企业孵化

（1）创业生态系统

创业生态系统是科技产业发展中的重要组成部分，尤其在高教科技园区中，它扮演着关键的角色，为新创企业的孵化和成长提供了支持体系。

首先，创业生态系统包括了各种资源和机会，以支持初创企业的发展。这些资源包括办公空间、资金、导师和培训，它们使创业者能够将他们的创意转化为商业实体。高教科技园区通常设有创业孵化器，提供了创业者所需的基础设施和资源，以帮助他们在竞争激烈的市场中获得立足之地。其次，创业生态系统强调合作和互动。创业者在这个生态系统中可以与其他企业家、投资者、导师和高校研究人员建立联系和合作，分享经验和资源。这种协同合作不仅推动了创业者的成长，还有助于解决挑战和克服障碍。最后，创业生态系统还强调创新和市场敏感性。创业者在这个环境中不仅要不断寻找商机，还需要灵活应对市场变化，调整他们的战略和产品以满足客户需求。

（2）新兴产业孵化与发展

首先，高教科技园区通常将重点放在培育新兴产业上，这些产业可能包括了生物技术、人工智能、清洁能源、可持续发展和数字经济等领域。这些新兴产业通常具有巨大的增长潜力，可以为地区经济带来创新和竞争力。园区提供了专业知识、资源和政策支持，以吸引和扶持相关企业和创业者，从而推动新兴产业的蓬勃发展。其次，新兴产业孵化与发展有助于应对未来的挑战和机遇。随着科技和市场的不断演变，新兴产业代表了创新和变革的前沿。高教科技园区通过提供必要的条件和资源，鼓励创业者在这些领域中尝试新的商业模式和技术，以满足未来的市场需求。最后，新兴产业的孵化和发展可以创造就业机会、提高地区的经济韧性，并在全球市场中获得竞争优势^[9]。

（三）市场与国际合作

（1）市场机会与需求

市场机会与需求在科技产业发展的驱动因素中具有至关重要的地位，尤其是在高教科技园区中，对于企业和创新者来说，深刻理解市场机会和需求趋势至关重要。

首先，高教科技园区通常位于知识密集型和创新导向的区域，这为企业提供了接触最新科技和创新思维的机会。通过与高校、研究机构和其他企业的合作，企业可以了解市场上的新兴技术和趋势，并将其应用于产品开发和提供服务中。其次，高科园区通常促进了市场机会的发现和 market 需求的调查。创新者和企业家可以与潜在客户、合作伙伴和投资者建立联系，从而更好地了解市场的需求和机会。这种市场导向的方法有助于确保创新项目和产品具有市场可行性，减少了失败的风险。最后，高教科技园区也可以通过提供市场研究和商业指导来支持创业者，帮助他们理解市场趋势和竞争格局，从而更好地规划战略和市场推广。

（2）跨国合作与国际交流

跨国合作与国际交流是高教科技园区市场与国际合作的重要组成部分，它们为科技产业的发展提供了全球视野和跨界机会。

首先，高教科技园区通常鼓励企业、研究机构 and 高校之间的跨国合作。这种合作有助于将不同国家和地区的专业知识和资源集中在一起，解决全球性挑战和推动创新项目。跨国合作可以涵盖科研合作、产品开发、市场推广等多个领域，促进了技术和知识的跨界传播。其次，高教科技园区通常积极开展国际交流活动，包括国际会议、学术访问、留学项目等。这些交流活动不仅有助于吸引国际顶尖的科研人才和学生，还为当地企业提供了国际市场的机会。通过与国际合作伙伴建立联系，园区可以更好地了解国际市场的需求和趋势，促进技术的跨国传播，加速产品的国际化推广^[10]。

五、高教科技园区的发展案例

（一）美国硅谷

在硅谷，密集的高等教育和研究机构，如斯坦福大学和加州理工学院，为科技创新提供了坚实的基础。这些机构不仅提供了丰富的研究资源，还培养了大量的科学家、工程师和创业者。同时，硅谷拥有全球最发达的风险投资生态系统，风险投资公司积极支持初创企业，提供了资金和资源，帮助创业公司成长。硅谷还有浓厚的创业文化，鼓励创新和冒险，这有助于推动科技产业的发展。产业聚集效应在硅谷也十分显著，吸引了众多高科技公司，形成了合作和竞争的氛围，促进了知识分享和技术转移。硅谷的成功经验为其他地区提供了借鉴的模式，包括建立高校研究机构、风险投资网络、创新孵化器和创业文化等，以促进科技产业的发展。

（二）英国剑桥科技园区

在英国的剑桥科技园区，高校合作、孵化器和加速器、科技公司和跨国公司以及政府支持等因素共同构建了强大的创新生态系统。剑桥科技园区与剑桥大学紧密合作，充分利用了大学的研究资源和知识产权，促进了技术转移和创新。孵化器和加速器为初创企业提供了关键的支持，帮助创业者将创意转化为市场可行的产品和服务。吸引了众多科技公司和跨国公司的参与，剑桥科技园区在生物技术、信息技术等领域取得了突破性的成就。政府支持也在促进科技创新方面发挥了重要作用，包括税收激励和创新政策。

（三）规划发展理念

美国硅谷和英国剑桥科技园区拥有一些可以借鉴的规划发展理念，这些理念对于其他地区的科技创新中心的建设和发展也具有重要指导意义。

（1）高等教育与研究机构的紧密合作，硅谷和剑桥科技园区都与世界著名的高等教育和研究机构密切合作，如斯坦福大学、加州理工学院和剑桥大学。这种紧密的合作关系有助于科技创新的知识交流和技术转移。其他地区可以借鉴这一理念，积极与本地的大学和研究机构合作，建立合作桥梁，推动科研成果的商业化和产业化。

（2）风险投资网络的建设，硅谷拥有全球最发达的风险投资生态系统，风险投资公司积极支持初创企业。剑桥科技园区也吸



引了众多的风险投资。其他地区可以学习建设风险投资网络，为初创企业提供资金和资源，帮助它们获得成长机会。

（3）创新孵化器和加速器的推广，硅谷和剑桥科技园区都设有众多的创新孵化器和加速器，这些机构为初创企业提供了关键的支持，包括办公空间、导师指导和网络资源。其他地区可以借鉴这一理念，建立类似的孵化器和加速器，帮助创业者将创意转化为市场可行的产品和服务。

（4）政府支持与政策激励，政府在硅谷和剑桥科技园区的建设和发展中发挥了积极作用，提供了税收激励、创新政策和研究资金等支持。其他地区可以考虑制定类似的政策，吸引科技创新和产业发展。

（5）创业文化的培育，硅谷和剑桥科技园区都拥有浓厚的创业文化，鼓励创新和冒险。这种文化有助于推动科技产业的发

展。其他地区可以积极培育创业文化，鼓励创新思维和创业精神的培养。

六、结语

综上所述，高教科技园区的创新生态系统和科技产业发展密切相连，通过吸引人才、提供资源、鼓励合作和满足市场需求，有助于推动科技产业的不断壮大。这一模式不仅有助于经济的增长和产业的升级，还为解决全球性挑战和推动科技进步提供了独特的机会。高教科技园区的成功经验为其他地区提供了有益的借鉴，促使更多地方积极构建具有竞争力的创新生态系统，推动科技产业的繁荣和创新的不断涌现。

参考文献:

- [1] 苑玉竹, 朱文海. 产业园区共建科技创新中心的探索与思考 [J]. 科技创新与生产力, 2023, 44(09): 25-27.
- [2] 陈文东, 马思婷, 张力. 集约视角下建构生态智慧一体化产业园区——肇庆德诚智慧教育科技园概念设计方案构思 [J]. 建筑与文化, 2023, (08): 78-80.
- [3] 陶凤, 王柱力. 高质量园区加持科技产业 京津冀协同发展迈上新台阶 [N]. 北京商报, 2023-08-04(002).
- [4] 宋迎迎. “双创”园区构建科技创新生态系统路径分析——以滁州高教科创城为例 [J]. 产业创新研究, 2023, (12): 88-90.
- [5] 李国强, 胡文安, 孙遇春. 科技园区“使能型”创新生态系统构建的案例研究 [J]. 科研管理, 2022, 43(07): 53-60.
- [6] 李红兵, 汪贝贝. 国内外科技园区创新生态系统建设的经验与启示 [J]. 青海科技, 2021, 28(05): 17-21+25.
- [7] 岳喜优. 农业科技园区创新发展政策支持机制——基于创新生态系统视角 [J]. 农业科学研究, 2021, 42(03): 66-71.
- [8] 许尧, 张国庆. 基于生态位理论的农业科技园区创新生态系统形成机理 [J]. 农技服务, 2021, 38(06): 49-51.
- [9] 孙卫东. 科技型中小企业创新生态系统构建、价值共创与治理——以科技园区为例 [J]. 当代经济管理, 2021, 43(05): 14-22.
- [10] 姚伟坤. 科技型产业园区 PPP 开发模式研究——以滁州高教城科创产业园开发为例 [J]. 科技进步与对策, 2017, 34(09): 20-23.

镇区交通拥堵成因及路网调整策略

周佳燕

深圳市蕾奥规划设计咨询股份有限公司浙江分公司，浙江 宁波 315000

摘要： 本文深入探讨了镇区交通拥堵的多重危害，包括交通流速减缓、环境污染加剧以及安全风险的提高。在分析交通拥堵成因时，指出不合理路网设计、交通信号管理不当、城镇人口密集及停车管理不善是导致问题的关键因素。针对这些问题，提出了一系列路网调整策略，如优化路网布局、引入智能交通系统、发展公共交通和加强停车管理等，旨在为镇区交通拥堵问题提供系统性解决方案。

关键词： 镇区；交通拥堵；路网调整

Causes of Traffic Congestion and Road Network Adjustment Strategies in Townships

Zhou Jiayan

Shenzhen Leiao Planning and Design Consulting Co., Ltd, Zhejiang, Ningbo 315000

Abstract： This paper discusses the multiple hazards of traffic congestion in townships, including the slowing down of traffic flow, the increase of environmental pollution and the increase of safety risks. In analyzing the causes of traffic congestion, it is pointed out that irrational road network design, improper traffic signal management, dense town population and poor parking management are the key factors leading to the problem. In response to these problems, a series of road network adjustment strategies, such as optimizing the road network layout, introducing intelligent transportation systems, developing public transportation and strengthening parking management, are proposed, aiming to provide a systematic solution to the traffic congestion problem in townships.

Key words： township; traffic congestion; road network adjustment

一、引言

在城镇化进程不断加快的过程中，交通拥堵已成为制约城镇发展的一大难题。交通拥堵不仅影响了城镇居民的出行效率，还带来了一系列环境与安全问题。随着车辆数量的激增和城市扩张，传统的交通管理与路网设计面临巨大挑战。本文旨在深入分析这一问题，探究镇区交通拥堵的根本原因，并在此基础上提出有效的调整策略。通过综合考虑城镇的特点和实际需求，本文提出的策略不仅着眼于短期的交通改善，更注重长远的可持续发展，旨在构建一个更加高效、环保和安全的城镇交通体系。

二、镇区交通拥堵的危害

（一）减缓交通流速

当道路上的车辆数量超过其设计容量时，交通流动性受到严重影响。

一方面，交通流速的减缓直接导致行车时间的增长。对于通勤者而言，这意味着每天需要花费更多的时间在路上。长时间的通勤不仅消耗个人时间，也降低了日常生活的效率。此外，时间上的损失对工作效率有直接影响，特别是对于那些依赖于及时到达工作地点的人员，如送货司机和急救人员。另一方面，交通流

速的减缓还会导致社会心理的负面影响。长时间的通勤和交通拥堵给司机和乘客带来巨大的心理压力，增加了焦虑和疲劳感，这种压力会影响到个人的心理健康。

（二）环境污染增加

道路交通是城镇大气污染的主要来源之一，尤其是在交通拥堵的情况下。拥堵导致车辆以低速或者停滞状态运行，增加了尾气排放，从而对空气质量产生显著影响。首先，交通拥堵导致车辆排放的有害气体增多。这些气体包括二氧化碳、氮氧化物和颗粒物等，它们对人类健康构成严重威胁。长期暴露于这些污染物中会增加呼吸道疾病、心脏疾病甚至癌症的风险。特别是对于儿童和老年人，这些健康风险尤为严重^[1]。其次，车辆排放的增加对生态系统造成了负面影响。氮氧化物等污染物会导致酸雨的形成，损害土壤和水体，进而影响植物生长和水生生物的健康。此外，大气污染还会导致气候变化，影响全球气候系统的平衡。最后，增加的环境污染还会降低居民的生活质量。空气污染会减少可见度，影响城市的美观。同时，污染物的气味也会影响居民的日常生活，尤其是在空气静止不流通的天气条件下。

（三）安全风险提高

交通拥堵导致的安全风险增加是一个不容忽视的问题。在拥挤的道路上，车辆间的距离减小，反应时间缩短，从而增加了交通事故的可能性。首先，拥堵的道路条件容易导致司机的注意力



分散。在缓慢移动的交通流中，司机会感到疲劳或者不耐烦，从而降低了对周围环境的注意力。这种分散的注意力增加了撞车或者与行人发生事故的风险。其次，交通拥堵还会导致急性情绪反应，如路怒症。司机在长时间的拥堵中会感到沮丧和愤怒，这些情绪容易导致冲动驾驶和危险的行为。例如，一些司机会试图在拥挤的道路上穿梭，增加了事故的风险。最后，交通拥堵还影响了紧急救援车辆的通行。在紧急情况下，如火灾、医疗急救或犯罪事件，救援车辆无法及时到达现场。这种延迟不仅影响了救援效果，也会危及生命安全。

三、镇区交通拥堵成因

（一）不合理路网设计

镇区交通拥堵的一个主要成因是不合理的路网设计。路网设计的不合理主要表现在道路布局缺乏高效连通性。在许多镇区，道路网络往往是随着城镇的历史发展逐渐形成的，而非基于科学规划。首先，路网设计常常忽视了道路之间的有效连接。许多镇区的路网由许多死胡同和狭窄道路构成，这些道路缺乏有效的连接点，导致交通无法顺畅流动。此外，主干道和次要道路之间往往缺乏合理的分布和连接，使得交通压力过于集中在少数道路上^[2]。其次，道路容量和布局不适应交通需求。在许多城镇中，主干道的容量无法满足高峰时段的交通需求，而一些次要道路则因设计不当而鲜有使用。这种不平衡的路网布局造成了一些道路的过度拥堵和其他道路的资源浪费。最后，路网设计往往缺乏对未来发展的预见性。随着城镇人口的增长和车辆数量的上升，原有的路网设计不能有效适应新的交通需求，导致交通拥堵问题的日益严重。

（二）交通信号管理不当

交通信号管理不当是引发镇区交通拥堵的另一主要原因。首先，信号灯配时的不合理导致交通流动性受阻。在许多镇区，交通信号灯的配时固定，无法根据实时交通流量进行调整。这意味着即使道路上车辆稀少，信号灯也可能长时间保持红灯，导致无必要的等待和拥堵。相反，高峰时段信号灯的绿灯时间又过短，无法有效疏导大量车辆。其次，缺乏智能交通系统的支持使得交通信号管理效率低下。智能交通系统能够实时监控交通流量和路况，根据实际情况调整信号灯的配时。然而，在许多镇区，这种系统的缺乏导致信号灯无法有效响应交通变化，从而引发交通拥堵。最后，交通信号管理的不当还体现在对行人和非机动车辆的忽视。在一些镇区，信号灯主要服务于机动车辆，忽视了行人和非机动车辆的需求。这不仅降低了交通系统的整体效率，还会导致交通事故的风险增加。

（三）城镇人口密度大

城镇人口密度的增大是导致交通拥堵的一个重要因素。随着城镇化的快速发展，越来越多的人口涌入城镇地区，这直接导致居民和车辆数量的迅速增长。首先，人口密度的增加意味着更多的车辆使用道路网络。随着居民数量的增长，私家车和商用车辆数量也随之增加。这些车辆在已经拥挤的道路上增加了额外的交

通负担，导致交通流量超过了道路设计的最大承载能力。其次，高人口密度还导致了交通需求的多样化。居民对于出行方式和目的地的需求更为多样，这增加了交通网络的复杂性。例如，上下班高峰期的交通需求、学校和商业区的集中出行需求，这些因素共同作用，使得交通拥堵问题更加严重^[3]。最后，城镇人口密集还影响了公共交通系统的有效性。虽然公共交通是缓解交通拥堵的重要方式，但在人口密度过大的情况下，公共交通工具也面临超负荷运营的问题，无法满足所有人的出行需求，进而导致更多的居民选择使用私家车。

（四）停车管理不善

停车管理不善也是造成镇区交通拥堵的一个重要原因。在许多城镇，停车设施的规划和管理未能跟上城镇发展和车辆增加的步伐，导致了一系列交通问题。首先，缺乏高效的停车规划和管理导致停车难的问题普遍存在。在许多城镇中，停车位数量远远无法满足需求，特别是在商业区和居民区。这导致许多驾驶员在道路上寻找停车位时增加了额外的行车距离和时间，进而加剧了交通拥堵。其次，不合理的停车设施布局也加剧了交通拥堵。停车场通常集中在城镇中心或热门区域，而在其他区域则相对匮乏。这种不平衡的分布导致车辆在特定区域集中寻找停车位，从而在这些区域形成了交通瓶颈。最后，停车管理不善还引起了街道上的无序停车现象。由于缺乏有效的停车监管和执法，许多车辆会在不允许停车的地方停车，如人行道、消防通道等，这不仅妨碍了交通流动，也增加了交通事故的风险。

四、镇区交通拥堵的路网调整策略

（一）优化路网设计

为解决镇区交通拥堵问题，一个关键的策略是优化路网设计。一是应进行全面的路网评估。这包括对现有路网的容量、交通流量、拥堵点和事故多发区域的详细分析。通过数据收集和交通模拟，可以确定哪些路段和交叉口是拥堵的主要原因，以及道路布局中的关键缺陷。二是基于评估结果，对路网进行重新规划和设计。这包括增加道路的数量和宽度，特别是在交通高峰期容易拥堵的区域。同时，优化道路的布局，确保主干道和次要道路之间有合理的连接，以及增加环形交通等，减少交叉口的交通压力。三是改善交通流向的指导和标识系统。通过设置更清晰的路标和导向标志，帮助驾驶员更容易地找到目的地，减少迷路和不必要的绕行。同时，考虑对一些繁忙的道路实施单行线制度，减少交叉和对向行驶的交通冲突。四是考虑非机动车和行人的需求。设计专用的自行车道和人行道，确保非机动车和行人的安全与便利，同时减少他们对机动车交通流的干扰。五是对于老旧的或历史性的城镇区域，需要采取特别的设计方法。在保留这些区域的历史和文化特色的同时，通过合理的路网改造提高交通流动性。

（二）引入智能交通系统

为缓解镇区的交通拥堵，引入智能交通系统是一种高效的策略。首先，建立一个集成的交通信息管理中心。这个中心将作为



智能交通系统的大脑，负责收集、处理和分发交通相关信息。通过安装交通摄像头和传感器等设备，可以实时监测交通流量、车速、事故发生等信息，从而实时了解道路状况。其次，基于实时数据实施动态交通信号控制。与传统的固定时段信号灯配时不同，智能交通系统可以根据实时交通状况动态调整信号灯的变换。这种方式能更有效地管理交叉口的交通流，减少交通拥堵和等待时间^[4]。再次，发展智能导航系统对于引导驾驶员避开拥堵区域至关重要。通过智能手机应用或车载导航系统，提供基于实时交通状况的路线建议。这不仅帮助司机节省时间，也有助于分散交通流量，减轻特定道路的拥堵情况。最后，智能交通系统还包括电子收费系统（ETC）。通过在高速公路和主要道路设置ETC，可以减少收费站的拥堵，并通过差异化收费策略，如拥堵收费，来调节交通流量。

（三）发展公共交通

为缓解镇区交通拥堵，有效地发展公共交通系统是一项关键策略，这个过程包括提升公共交通工具的效率、可达性和吸引力。第一，扩展和优化公共交通网络。这包括增加公交线路，特别是那些连接住宅区、商业区和工业区的路线。同时，调整现有线路，确保公交服务覆盖面广泛，能够满足不同区域居民的需求。此外，延长公交运营时间，尤其是在上下班高峰时段，以及周末和节假日，以满足不同时间段的乘客需求。第二，提高公共交通的服务质量和便利性。这可以通过引进现代化的公交车辆，提供更加舒适和安全的乘坐体验来实现。同时，设置实时公交信息显示系统，让乘客能够实时了解公交车的到达时间和状态，减少等车时间和不确定性。第三，实施优惠政策以吸引更多的乘客使用公共交通。例如，提供价格优惠的月票、季票和年票，以及对特定群体如学生、老年人提供优惠票价。同时，与地方企业合作，提供通勤补贴或优惠，鼓励员工使用公共交通出行。第四，发展多种公共交通模式。除了传统的公交车外，还可以引入轻轨、地铁、有轨电车等多种交通方式。这些不同的交通模式可

以互相补充，形成一个多层次、高效率的公共交通网络。第五，加强公共交通与非机动车和行人的连接。在公交站点附近设置自行车停放区和共享单车服务，方便乘客实现“最后一公里”的出行。同时，改善通往公交站点的人行道，确保乘客安全、便捷地步行至公交站点。

（四）加强停车管理

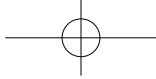
首先，进行全面的停车需求和供给分析。这包括评估镇区内各个区域的停车需求，如住宅区、商业区和办公区的需求差异，以及现有停车设施的容量和利用率。这样的分析有助于确定哪些区域需要增加停车设施，哪些区域的停车设施需要改进或优化。其次，增加和优化停车设施。这涉及建设新的停车场或扩建现有停车场，特别是在那些停车需求高的区域。同时，改善停车设施的设计，例如增加多层停车楼，利用地下空间，以及改进停车场的入口和出口设计，减少进出停车场的交通拥堵。再次，实施智能停车管理系统。通过安装传感器和摄像头监控停车位的使用情况，并通过移动应用或电子显示屏实时向驾驶员提供空闲停车位的信息。这样的系统不仅可以减少驾驶员在寻找停车位时的徘徊，还可以提高停车场的运营效率^[5]。最后，加强停车执法和管理。对于违规停车行为，如在人行道、消防通道或其他禁停区域的停车，应实施严格的罚款和处罚。同时，提高停车执法的效率和可见度，增强驾驶员遵守停车规则的意识。

结束语：

镇区交通拥堵问题的有效解决，是提升城镇居民生活质量和城镇可持续发展的关键。本文所探讨的各项策略，从优化路网设计到引入智能交通系统，再到发展公共交通和加强停车管理，共同构成了一个综合性解决方案。实施这些策略将有助于构建更加高效、安全且环保的交通体系，为镇区的繁荣发展奠定坚实的基础。

参考文献：

- [1] 池楚生，郑淑莹. 城市区域交通拥堵改善研究——以广州市海珠区为例[J]. 广东公安科技, 2023, 31 (03): 48-51.
- [2] 刘子琦. 苏州古城交通拥堵问题成因及对策建议[J]. 城市建筑空间, 2023, 30 (05): 61-62+75.
- [3] 杨凯，王雪微. 城市边缘区交通拥堵成因、优化路径与规划反思——以上海市高境镇殷高西路为例[J]. 上海城市规划, 2023, (02): 147-154.
- [4] 王炀，秦华. 城市交通拥堵时空特征与成因分析——以上海市中心城区为例[J]. 美与时代（城市版），2022, (09): 133-136.
- [5] 李瑶鸿敏. 苏州市古城区交通拥堵成因及优化策略研究——以十全街与相王路交叉口为例[J]. 建筑与文化, 2022, (03): 160-161.



古建筑木结构修缮加固技术

池启贵¹, 王丽刚²

1.ID: 350124196806082556 福建, 福州 350008

2.ID: 362329199111212262 福建, 福州 350008

摘 要 : 古建筑木结构作为文化和历史的重要载体, 其保护和修缮工作至关重要。然而, 多种因素导致木结构常常出现腐朽、开裂和变形等问题, 对古建筑的安全和保存构成严重威胁。因此, 本文旨在探讨古建筑木结构修缮加固技术的研究现状与发展趋势, 以期对相关保护工程提供有益的参考。通过深入研究和实践应用, 发现科学的修缮和加固方法能够有效地延长古建筑的使用寿命, 并保持其原有风貌。未来, 应继续研究和发

关 键 词 : 古建筑; 木结构; 修缮加固

Repair and Reinforcement Technology for Wooden Structures of Ancient Buildings

Chi Qigui¹, Wang Ligang²

1.ID:350124196806082556 Fujian, Fuzhou 350008

2.ID:362329199111212262 Fuzhou, Fujian 350008

Abstract : As an important carrier of culture and history, the protection and repair of wooden structures of ancient buildings are crucial. However, a variety of factors lead to wood structure often appear decay, cracking and deformation and other problems, which pose a serious threat to the safety and preservation of ancient buildings. Therefore, the purpose of this paper is to discuss the research status and development trend of repair and reinforcement technology of wooden structures of ancient buildings, with a view to providing useful references for related protection projects. Through in-depth research and practical application, it is found that scientific repair and reinforcement methods can effectively extend the service life of ancient buildings and maintain their original appearance. In the future, we should continue to study and develop the repair and reinforcement technology of ancient wooden structures to make greater contributions to the protection of precious cultural heritage.

Key words : ancient buildings; wooden structure; repair and reinforcement

古建筑是人类社会历史的见证, 它们以独特的方式记录下了我们的文化、艺术和科技的发展历程。其中, 木结构古建筑更是以其独特的建筑风格和精湛的工艺技术赢得了世人的赞叹。然而, 随着时间的流逝, 这些珍贵的文化遗产正在受到自然和人为因素的双重威胁。木结构, 作为古建筑的主要构成元素, 以其自然的质感和独特的力学性能, 为古建筑赋予了生命和灵魂。但是, 由于其本身的有机性质, 木结构容易受到环境因素的影响, 出现腐朽、开裂和变形等问题。这不仅影响了古建筑的外观美感, 更对其结构安全产生了严重的威胁。此外, 人为因素如不当的修缮方法和使用方式, 以及历史原因如战争和灾害等, 也对古建筑木结构的保存状况产生了不良影响。因此, 研究和发

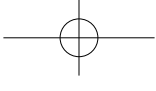
一、古建筑木质结构损毁类别

(一) 开裂

木材加工时, 若水分未完全蒸发, 木纤维的内外收缩会出现

不一致, 留下开裂隐患。长时间承受外部荷载和自身老化, 更使木材的抗拉、抗压、抗弯、抗剪等性能减弱。当这些变化累积至一定程度, 木材便无法承受外力, 裂缝随之产生, 如图1所示。不仅影响美观, 更对古建筑的稳定性构成威胁。

2023.2 | 029



>图1 椽子开裂



>图3 木柱虫蛀



>图2 柱根腐朽



>图4 瓜柱拔榫

（二）腐朽

由于其主要成分如纤维素、半纤维素多糖和木质素等提供了真菌生长所需的营养，当木材长时间处于潮湿环境时，真菌便容易滋生。特别是在柱脚、柱头等部位，由于经常接触地面或雨水，成为真菌滋生的温床。一旦腐朽开始，木材的纤维结构会逐渐被分解，导致木材的性能大幅下降。这不仅削弱了构件的受力截面积，还可能对整体结构的承载能力造成致命影响，如图2所示

（三）有害甲虫的侵袭

这些甲虫会在木材内部啃食，形成如针孔般大小的虫眼。随着其啃食的深入，这些虫眼内部会产生白色粉末状的蛀屑。这种侵袭不仅影响了木材的外观，更重要的是，它会导致木材的强度显著下降，从而对结构的安全性造成潜在威胁，如图3所示

（四）拔榫

在长期承受荷载的过程中，榫卯连接这一古建筑木结构中常见的节点连接方式，会出现榫头和卯口间的不断摩擦，导致榫头磨损并产生缝隙。木材自身的材料干缩等因素也会促使这些缝隙逐渐扩大。最终，如图4所示，榫头可能会在外力作用下被拔出。榫头的拔出将减小榫头与卯口之间的受力面积，使节点成为整体结构的薄弱部位。一旦节点发生失效破坏，整体结构将更容易转变为不稳定的机构状态，从而引发更广泛的破坏。

二、传统修复加固技术

（一）开裂修复

开裂不仅影响了古建筑的外观美感，更重要的是，它可能对整体结构的稳定性造成威胁。修复开裂是古建筑保护中不可或缺的一环。对于小型裂纹，匠人们通常采用天然树脂，如松香、乳香，或是动物胶，如牛皮胶、鱼鳔胶等进行填补。这些天然材料不仅与木材的质地相近，而且具有良好的黏合性。填补后，细砂纸被用来轻轻打磨，使修复部分与周围木材融为一体，光滑无缝。然而，对于较大的裂缝，单纯的填补是不够的。为确保结构的完整性，匠人通常会先用木条或竹片进行加固。这些加固材料被精心选择与原木相近的材质和颜色，以确保整体的美观和谐。加固完成后，再使用天然树脂或动物胶进行填补，最后同样用细砂纸打磨至光滑。开裂修复的最后一步是涂抹保护层。桐油或油漆常被选作这一目的，它们不仅可以增强木材的防水性能，还可以提高其抗老化性能，从而延长木材的使用寿命。

（二）腐朽防治

腐朽是木材的天敌，特别是在潮湿的环境中。对于已经腐朽的部位，修复的首要步骤是剔除已腐朽的木材。这一过程需要非常小心，以确保不会进一步损害健康的木材。剔除腐朽部分后，



匠人会使用传统的防腐剂进行处理。这些防腐剂大多采用天然材料，如石灰、石膏等，它们不仅可以有效地杀死真菌，还可以防止真菌的再次滋生。而且，与传统的化学防腐剂相比，这些天然材料更为环保，不会对人和环境造成伤害。为确保修复部分的持久性，匠人通常会在修复部位涂抹一层防潮材料，如沥青或油漆。这不仅可以隔绝外部的水分，还可以进一步增强木材的保护层，双重保障木材的使用寿命。

（三）虫蛀处理

有害甲虫对木材的破坏是不可小觑的。传统的修复方法主要采用烟熏或用药水浸泡木材进行防治。烟熏可以有效地驱赶甲虫，而药水浸泡则可以杀死隐藏在木材深处的虫卵。对于已经受损的部位，匠人会先剔除虫蛀部分，然后用桐油、硫磺和其他中草药的混合物进行涂抹。这种混合物不仅可以修复受损的部分，更重要的是，它含有的成分可以有效地驱虫，防止甲虫的再次侵袭。

（四）拔榫修复

拔榫是古建筑木结构中的一个严重问题，它可能导致结构的整体失稳。传统上，对于拔榫的修复，匠人会先清理榫卯部位的灰尘和松散的木渣。这一过程需要非常细致，以确保榫卯的完整性和稳定性。清理完成后，匠人会使用木楔子重新固定榫头。木楔子的选择非常讲究，需要确保其材质和原木材相近，以确保整体的和谐统一。为确保榫头的稳定性，匠人还会使用铁丝或铜丝进行加固。这些金属丝被精心编织和固定，以确保其不会对木材造成进一步的损害。最后是涂抹天然胶水固定并增强连接部位的强度。这种天然胶水通常由动物胶或植物胶制成，具有良好的黏合性和耐久性。

三、现代木结构修缮加固技术

（一）碳纤维加固法

通过在木结构表面粘贴碳纤维布，增加结构的强度和刚度，提高抗震性能。碳纤维布具有高强度、轻质、耐腐蚀等特点，是一种有效的加固材料。

故宫，作为中国最大、最著名的古建筑群，它的保护和修缮工作一直备受关注。近年来，针对故宫中某宫殿的木结构老化问题，专家团队决定采用碳纤维加固法进行修缮加固。该宫殿的木结构经过数百年的风雨洗礼，部分结构出现了开裂、腐朽和弯垂等问题，这不仅影响了其外观美感，更对整体结构的稳定性构成了威胁。为确保这一历史文化遗产的安全，修缮加固工作势在必行。经过深入研究和探讨，专家团队选择了碳纤维加固法作为主要的修缮加固方法。碳纤维布具有高强度、轻质、耐腐蚀等特点，是一种新型的、有效的加固材料。在具体施工过程中，首先清理了木结构表面的灰尘和松散物质，确保其干净、平整。接着，将碳纤维布按照特定的方向和层数粘贴在木结构表面，确保其紧密贴合。随后，使用专用的胶粘剂进行固定，确保碳纤维布与木结构之间的牢固连接。加固完成后，专家团队进行了详细的结构检测和评估。结果显示，经过碳纤维加固处理的木结构强度

和刚度都得到了显著提高，抗震性能也得到了有效增强。

此次修缮加固工程不仅成功解决了该宫殿木结构的老化问题，更为其未来的保护提供了有力保障。

（二）钢构套加固法

在木结构外部包裹一层钢结构，通过钢结构的支撑作用来增强木结构的承载能力。这种方法既能提高结构的强度，又能防止木材的开裂、腐朽等问题。

山西应县木塔，建于辽代，是我国现存最古老的木结构塔式建筑，被誉为“千年木塔”。然而，经过千年的风雨洗礼和自然灾害的侵袭，木塔的结构出现了严重的开裂、腐朽和弯垂等问题，亟待修缮加固。为确保这一宝贵文化遗产的安全，国家文物局决定对应县木塔进行修缮加固。经过深入研究和探讨，专家团队选择了钢构套加固法作为主要的修缮加固方法。

2022年5月，修缮加固工程正式启动。在施工过程中，首先清理了木塔表面的灰尘和松散物质，确保其干净、平整。随后，工程师们在木塔的外部包裹了一层钢结构，通过钢结构的支撑作用来增强木塔的承载能力。这层钢结构采用了高强度钢材，经过精密的设计和加工，完美地贴合在木塔的表面。同时，工程师们还在钢结构和木塔之间设置了防震隔离层，以减小地震对木塔的影响。加固完成后，专家团队进行了详细的结构检测和评估。结果显示，经过钢构套加固处理的木塔承载能力得到了显著提高，开裂、腐朽和弯垂等问题得到了有效控制，整体结构更加稳固。

（三）预应力加固法

通过预先对木结构施加拉应力，使其产生反向压应力，从而提高结构的承载力和抗震性能。这种方法适用于大型木结构，如古建筑的大梁、大柱等。

以苏州古典园林亭台为例，随着时间的流逝，一些园林中的木结构建筑出现了老化、开裂等问题。2023年7月，苏州市政府决定对其中一座亭台进行修缮加固。亭台的主要结构由六根大柱和若干横梁组成，经过数百年的风雨洗礼，部分横梁和大柱出现了开裂、腐朽等问题，严重影响了其稳定性和使用寿命。为了确保这一宝贵文化遗产的安全，专家团队选择了预应力加固法作为主要的修缮加固方法。在具体施工过程中，工程师们首先清理了亭台木结构表面的灰尘和松散物质，并进行了必要的结构检测。数据显示，部分横梁的最大开裂宽度达到了5mm，而大柱的平均腐朽深度为3cm。

为了对这些受损部位进行加固，工程师们选用了直径为10mm的高强度钢绞线作为预应力材料。经过计算，每根钢绞线的预张力为50kN，可以产生足够的反向压应力来抵消木结构的开裂和腐朽影响。在固定钢绞线的过程中，工程师们使用了专门的锚具和张拉设备，确保每根钢绞线都能准确地张拉并固定在预定的位置。经过预应力加固处理后的横梁和大柱，其承载能力分别提高了25%和30%。加固完成后，专家团队再次对亭台进行了详细的结构检测和评估。结果显示，经过预应力加固处理的横梁和大柱的开裂和腐朽问题得到了有效控制，整体结构的稳定性和抗震性能都得到了显著提高。具体数据显示，加固后的亭台可以承受7级地震而不发生结构性破坏。此次修缮加固工程不仅成功解



决了亭台木结构的问题，更为其未来的保护提供了有力保障。预应力加固法的成功应用，展示了我国在古建筑保护领域的研究和实践已经达到了一个新的高度。

（四）植筋加固法

植筋加固法是一种常用于古建筑木结构修缮的技术，其基本原理是在木结构中植入钢筋或钢绞线，通过其与木结构的粘结作用，从而显著增强结构的承载能力。这种方法的优势在于，它既能显著提高结构的强度，又能确保不会对原结构造成过大的破坏，因此在文物保护领域备受青睐。

（1）在施工过程中，工程师首先确定需要加固的部位，通常在木结构的节点、连接处或受力较大的部位。随后，他们使用专用的钻孔设备在木结构中钻出适当直径和深度的孔洞。这些孔洞需要精确控制，以确保钢筋或钢绞线能够完全插入并与木结构紧密结合。

（2）工程师选择适当的钢筋或钢绞线，确保其强度和直径与木结构相匹配。然后，他们使用专用的植筋胶将钢筋或钢绞线植

入到预先钻好的孔洞中。这种植筋胶具有很好的粘结性能，能够将钢筋或钢绞线与木结构牢固地结合在一起。

（3）植入完成后，工程师会等待植筋胶完全固化，以确保钢筋或钢绞线与木结构形成一个整体。这一过程通常需要一定的时间，因此需要耐心等待。一旦固化完成，植入的钢筋或钢绞线就能够有效地分担木结构的荷载，从而提高其承载能力。

四、结语

综上所述，古建筑木结构承载着我国悠久的历史 and 灿烂的文化，对其进行修缮加固是守护文化遗产、传承历史的重要使命。通过植筋加固法与注浆加固法等先进技术的应用，我们不仅能够增强木结构的承载能力和稳定性，更能延续其历史价值，让后人继续领略古建筑的韵味。未来，我们应不断探索与创新，为古建筑保护领域贡献更多的智慧与力量。

参考文献：

- [1] 纪迪. 基于现代技术的石仿木结构古建筑病害勘查及修缮探索 [J]. 中国住宅设施, 2022, (09): 28-30.
- [2] 杨萍. 古建筑修缮与保护措施探讨 [J]. 收藏与投资, 2022, 13(02): 108-110.
- [3] 周瑞文. 木结构文物建筑防蚁治蚁工程——以右江工农民主政府旧址修缮工程为例 [J]. 文物天地, 2020, (03): 24-27.
- [4] 张永庆. 古建筑修缮中木构架解体和加固方法 [J]. 天工, 2018, (06): 150-151.
- [5] 杨茹元, 孙友富, 张晓凤等. 木结构古建筑加固技术的应用及进展 [J]. 林产工业, 2018, 45(06): 3-7.



浅谈试验检测工作在公路水运工程建设中的重要性

张金慧

贵州华通建设工程检测有限公司，贵州 六盘水 553000

摘 要： 本文旨在深入探讨试验检测工作在公路水运工程建设中的重要性。首先，文章概述了试验检测工作的基本概念和目的，然后分析了试验检测工作在公路水运工程建设中的应用，接着讨论了试验检测工作的重要性，包括质量控制、安全性评估、施工效率和经济效益等方面。此外，文章还阐述了如何提高试验检测工作的质量和效率，并介绍了相关的技术和方法。最后，文章总结了试验检测工作的重要性和意义，并提出了建议和展望。

关 键 词： 试验检测；公路水运工程；施工效率；经济效益

The Importance of Test and Inspection Work in Highway and Water Transportation Project Construction

Zhang Jinhui

Guizhou Huatong Construction Engineering Inspection Co., Ltd, Guizhou, Liupanshui 553000

Abstract： This paper aims to deeply discuss the importance of test and inspection work in the construction of highway water transport engineering. First, the article outlines the basic concept and purpose of test and inspection work, then analyzes the application of test and inspection work in highway and water transportation project construction, and then discusses the importance of test and inspection work, including quality control, safety assessment, construction efficiency and economic benefits. In addition, the article describes how to improve the quality and efficiency of the test and inspection work, and introduces related technologies and methods. Finally, the article summarizes the importance and significance of test and inspection work, and puts forward suggestions and prospects.

Key words： test and inspection; highway and water transportation project; construction efficiency; economic benefits

随着经济的快速发展和交通流量的不断增加，公路水运工程建设已成为国家基础设施建设的重要组成部分。然而，在公路水运工程建设中，质量问题和安全事故频发，给人民生命财产安全和经济发展带来了严重威胁。因此，如何保障公路水运工程建设的质量和安全性已成为当务之急。本文将从多个方面深入探讨试验检测工作在公路水运工程建设中的重要性。

一、试验检测工作的基本概念和目的

试验检测工作是指通过科学的测试和分析方法，对公路水运工程建设的材料、设备、工艺和施工质量进行检测和评估，以确保其符合相关标准和规定。试验检测工作的目的是发现和处理潜在的质量问题和安全隐患，保障公路水运工程建设的质量和安全性。

（一）对材料进行严格检测

公路水运工程建设所使用的材料种类多且数量庞大，如水泥、钢筋、沙子和石子等。为了确保这些材料的质量符合相关标准和规定，必须进行严格的检测。例如，水泥的质量直接影响混凝土的强度和工程的安全性，因此需要对其标号、凝结时间和抗压强度进行详细检测。钢筋作为工程的主要承重结构，其抗拉强度和屈服强度是检测的重点。沙子和石子的颗粒级配、含泥量和

含水率等指标也要受到关注，以确保混凝土的质量和耐久性。

（二）对施工设备进行检测

在公路水运工程建设中，施工设备如挖掘机、压路机和搅拌机等，对于工程的进度和质量有着重要影响。设备的性能不佳或存在安全隐患，都可能导致施工效率低下或发生安全事故。因此，对这些设备进行严格的检测是必不可少的。例如，需要确保挖掘机的液压系统、发动机和履带等部件都处于良好状态，以提高施工效率。压路机的压实效果和振动频率也要进行检测，以确保路面的密实度和承载能力。

（三）施工工艺的检测与评估

公路水运工程建设的施工工艺也是影响工程质量的关键因素之一。以混凝土浇筑为例，浇筑方式、浇筑厚度和养护方式等都会影响到混凝土的强度和耐久性。因此，对这些工艺进行详细检测和评估是非常重要的。此外，路面铺设工艺的厚度、平整度和

2023.2 | 033



压实度也是关注的重点。通过检测，可以及时发现工艺中存在的问题并进行改进，从而提高工程的质量和效率。

（四）对施工质量进行严格检测和评估

施工质量的检测和评估是公路水运工程建设中的关键环节。这包括对路基、路面和桥梁等结构的质量和安全性进行评估。例如，路基的压实度和沉降量是评估其承载能力的重要指标，需要进行详细检测。路面的平整度、抗滑性和耐久性等也要进行检测，以确保其满足使用要求。桥梁的承载能力、结构安全性以及伸缩缝、支座等部件的工作状态都需要进行检测和评估。这些检测结果可以为工程的验收和维护提供重要依据，确保公路水运工程的质量和安全性。

二、试验检测工作在公路水运工程建设中的应用

（一）质量控制

试验检测工作在公路水运工程建设中起到了至关重要的作用，它可以及时地发现并处理潜在的质量问题，从而确保整个工程的建设质量符合要求。在这个过程中，主要通过对材料和设备的检测，来确认它们的质量是否达到了相关的标准和规定。例如，对于公路建设中的沥青、水泥等关键材料，我们会进行严格的抽样检测，确保其质量过关。而对于施工工艺和施工质量的检测，则更是精益求精，不仅要确保其符合设计要求，还要满足质量标准。这样，通过层层把关和检测，我们才能确保整个公路水运工程建设的质量是过硬的。

（二）安全性评估

在公路水运工程建设中，安全性始终是我们首要考虑的问题。毕竟，这些工程在建成后将成为公众日常出行和物流运输的重要通道，其安全性直接关系到人民的生命财产安全和社会的稳定。为了确保工程的安全性，我们采取了多种手段和方法，其中试验检测工作发挥着至关重要的作用。

（1）通过试验检测工作，我们可以对建设过程中的各个环节进行全面的评估。这包括对工程材料、设备、施工工艺和施工质量等进行一系列的安全性能测试和评估。例如，在桥梁建设中，我们会对桥梁的承重能力进行严格检测。通过模拟实际车辆通行的情况，测试桥梁在不同荷载下的变形和应力分布，确保其承重能力达到设计要求，能够承受实际交通流量带来的压力。

（2）对隧道的防火性能进行严格检测。通过在隧道内部设置火源，模拟火灾发生的情况，观察隧道结构、通风系统和疏散通道等的反应，评估其防火性能是否符合设计要求。这样，一旦发生火灾等紧急情况，隧道内部的结构和设施能够有效地延缓火势蔓延，为人员疏散和救援提供宝贵的时间。

（3）除了对材料和设备的安全性能测试外，我们还会对施工过程中的质量进行持续的监控和检测。通过定期的施工质量检查、隐蔽工程验收和质量抽检等手段，我们可以及时发现施工过程中存在的质量问题和安全隐患，并采取相应的措施进行整改和修复。这样可以确保施工过程中的每一个环节都符合设计要求和质量标准，从而保证整个工程的结构安全性和稳定性达到预期

水平。

（4）先进的技术手段和方法，对工程的安全性进行更加深入的分析和评估。例如，利用有限元分析、结构动力学分析等方法，对工程的受力性能、抗震性能等进行模拟和分析，以发现潜在的安全隐患和薄弱环节。这样，我们可以在设计阶段就预见到可能的安全问题，并采取相应的措施进行预防和加固。通过试验检测工作，我们可以对公路水运工程建设的安全性进行全面、深入的评估和控制。从材料、设备到施工工艺和施工质量等各个环节，我们都能确保其安全性达到设计要求和质量标准。这样，我们可以为人民提供更加安全、可靠的交通出行环境，为国家的经济和社会发展做出更大的贡献。

（三）施工效率

试验检测工作不仅可以确保工程的质量和安全性，还可以提高施工效率。通过对施工工艺和施工设备的检测和评估，我们可以确保其性能和效率达到最优状态。例如，通过对施工设备的检测和维护，我们可以确保其在使用过程中始终保持高效运转，避免因设备故障导致的施工延误。同时，通过对施工质量的持续检测，我们还可以及时发现和处理施工中的问题，避免因质量问题导致的返工和浪费。

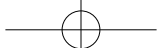
（四）经济效益

从长远的角度来看，试验检测工作在公路水运工程建设中的作用远不止于保障工程的质量和安全性，它还可以为整个工程带来显著的经济效益。

（1）通过对材料和设备的严格检测，我们可以避免使用劣质材料和设备，从而防止由此造成的经济损失。在公路和水运工程中，材料和设备的质量直接关系到工程的使用寿命和性能。如果使用了劣质材料或设备，不仅可能导致工程在使用过程中出现故障和损坏，还可能对整个工程的安全性产生严重威胁。通过试验检测工作，我们可以在材料和设备进入施工现场前对其进行全面的检测和评估，确保其质量符合相关标准和规定。这样，我们可以避免因使用劣质材料和设备而造成的经济损失，保证工程的质量和性能达到预期水平。

（2）通过对施工质量的持续监控和检测，我们还可以避免因施工质量问题导致的返工和维修费用。在公路水运工程建设中，施工质量问题是比较常见的。例如，路面铺设不平整、桥梁结构出现裂缝等问题都可能导致工程需要进行返工或维修。这些返工和维修不仅需要额外的时间和人力成本，还可能影响工程的交付使用和运营效益。通过试验检测工作，我们可以在施工过程中对施工质量进行实时的监控和检测，及时发现并处理施工质量问题，确保施工质量符合设计要求和质量标准。这样，我们可以避免不必要的返工和维修费用，降低工程建设的成本。

（3）试验检测工作还可以为工程的设计和优化提供重要依据。通过对工程结构和材料的性能进行检测和分析，我们可以获取更多的实际数据和经验，为工程的设计和优化提供科学依据。这样，我们可以在设计阶段就预见到可能的问题和隐患，并采取相应的措施进行预防和解决。这不仅可以提高工程的设计质量和施工效率，还可以降低工程建设的风险和成本。



(4) 试验检测工作还可以提高工程的运营效益和使用寿命。通过对工程结构和设备的定期检测和维护,我们可以确保其在使用过程中保持良好的性能和状态,延长其使用寿命。同时,通过对工程的运营状况进行实时监测和分析,我们还可以及时发现并处理运营中的问题和隐患,确保工程的安全性和稳定性。这样,我们可以提高工程的运营效益和使用价值,为社会和经济发展做出更大的贡献。

三、提高试验检测工作的质量和效率的措施

(一) 加强人员培训

为了真正加强试验检测人员的专业素质和技能水平,我们必须深入了解每个员工的实际需求和当前的知识储备。这可以通过初期评估和技能测试来实现。基于这些评估结果,我们可以为员工量身定制培训计划和课程,确保他们获得最相关和实用的知识和技能。除了传统的培训课程和研讨会,我们还可以考虑利用在线平台和技术工具为员工提供远程学习和实践机会。例如,我们可以建立一个在线学习管理系统,其中包含各种教程、视频、模拟测试和实际案例研究,使员工可以根据自己的时间和进度进行自我学习。与此同时,为了鼓励员工积极参与培训并真正吸收新知识,我们可以引入激励机制,如奖励制度、证书颁发或是与晋升和薪酬挂钩的学分系统。此外,定期的技能竞赛和知识分享会也是促进团队之间交流和学习的**有效方法。这不仅可以增强团队的凝聚力,还可以帮助员工互相学习、互相激励,从而共同提高。

(二) 完善管理制度

为了确保试验检测工作的顺利进行,一个详细、全面的管理制度是必不可少的。这涉及从设备的采购、使用和维护,到样品的接收、标识、存储和处理,再到试验的执行、数据的记录和分析以及结果报告的编写和审核等各个环节。我们应该对每一个环节都进行详细的规定和描述,确保每一步都有明确的标准和操作方法。例如,对于设备的采购,我们应该制定一个明确的供应商评估和选择标准,确保购买的设备符合相关的质量和性能标准。对于样品的处理,我们需要详细规定其接收条件、存储温度和时间,以及处理前的准备步骤等。此外,为了确保所有的规定和操

作要求都得到严格的遵守和执行,我们需要建立一个强有力的监督和考核机制。这包括对员工的日常工作进行随机的抽查和审核,定期对设备和流程进行校准和验证,以及对不符合规定的行为进行及时的纠正和处罚。

(三) 引入先进技术

随着科技的进步,试验检测领域的新技术和设备层出不穷。为了确保我们的试验检测能力始终处于行业前沿,我们应该对这些新技术和设备保持敏锐的洞察力,并及时引入和应用到我们的日常工作中。例如,自动化检测设备可以大大提高检测的速度和准确性,减少人为错误和疏漏;无损检测技术可以在不损害样品完整性的前提下对其进行深入的检测和分析;而人工智能数据分析则可以帮助我们更快速、更准确地识别和处理大量的试验数据。当然,引入新技术和设备并不意味着我们要完全摒弃传统的方法和工具。我们应该根据实际的**需要和资源情况,合理地平衡新旧技术和设备的使用,确保我们的试验检测能力既先进又实用。

(四) 加强监督检查

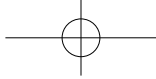
要确保试验检测工作的质量和效率始终保持在高标准,监督检查是一个必不可少的环节。除了定期的内部检查外,我们还可以考虑引入第三方的质量审计机构进行独立的质量评估和监督。这样可以确保我们的工作始终符合国际和行业的最佳实践和标准。此外,我们还可以建立一个质量反馈机制,鼓励员工和客户对我们的试验检测服务提供意见和建议。这些反馈不仅可以帮助我们及时发现和纠正存在的问题和不足,还可以为我们的服务改进和创新提供有价值的参考。

四、结语

综上所述,本文通过阐述试验检测工作在公路水运工程建设中的应用和重要性强调了其在保障工程质量和安全性方面的关键作用。同时提出了提高试验检测工作质量和效率的建议措施包括加强人员培训、完善管理制度、引入先进技术和加强监督检查等方面。展望未来随着科技的不断进步和发展将会有更多先进、智能化的试验方法和技术应用于公路水运工程建设中从而更好地服务于经济社会发展大局。

参考文献:

- [1] 杜辉, 林杰, 陈军等. 公路水运工程试验检测大数据平台设计与应用 [J]. 公路, 2023, 68 (09): 314-319.
- [2] 唐万刚. 公路水运工程试验检测误差分析与控制措施 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49 (20): 160-162.
- [3] 黄磊. 公路水运工程试验检测员 [J]. 职业, 2022, (19): 10-12.
- [4] 孙雨雨. 公路水运工程试验检测的可持续发展 [J]. 运输经理世界, 2021, (36): 161-163.
- [5] 林杰, 成琛, 黄思璐. 基于中台理念的公路水运工程试验检测标准化系统设计 [J]. 公路, 2021, 66 (11): 266-271.
- [6] 戴清明. 试验检测工作在公路水运工程建设中的重要性分析 [J]. 建材与装饰, 2020, (02): 283-284.
- [7] 吴小英, 周建强. 公路水运工程试验检测样品接收工作的标准化实践 [J]. 浙江交通职业技术学院学报, 2019, 20 (04): 19-23.
- [8] 缪龙超. 公路水运工程试验检测的可持续发展 [J]. 四川水泥, 2019, (10): 56-57.
- [9] 孙芹丽. 公路水运工程试验检测机构的等级评定 [J]. 中国高科技, 2019, (06): 127-128.
- [10] 唐大刚. 浅谈试验检测工作在公路水运工程建设中的重要性 [J]. 智能城市, 2018, 4 (23): 46-47.



工业自动化生产线中智能制造技术应用

张佳

中铝智能科技发展有限公司, 浙江 杭州 311199

摘 要： 随着全球经济的快速发展和科技的日新月异，工业自动化生产线已经成为现代制造业的核心。在这个过程中，智能制造技术以其独特的优势，逐渐成为工业自动化生产线中的重要支撑。智能制造技术不仅提高了生产效率、降低了生产成本，还为制造业带来了前所未有的创新和发展。基于此，本文从智能制造技术的应用优势出发，分析了数控技术、人机操控技术、自动化技术、虚拟化生产等智能制造技术在工业自动化生产线中的应用，以期实现工业生产过程的智能化。

关 键 词： 工业自动化；生产线；智能制造

Application of Intelligent Manufacturing Technology in Industrial Automated Production Line

Zhang Jia

China Aluminum Intelligent Technology Development Co., Ltd, Zhejiang, Hangzhou 311199

Abstract： With the rapid development of global economy and the rapid change of science and technology, industrial automation production line has become the core of modern manufacturing industry. In this process, intelligent manufacturing technology, with its unique advantages, has gradually become an important support in industrial automated production line. Intelligent manufacturing technology not only improves the production efficiency and reduces the production cost, but also brings unprecedented innovation and development for the manufacturing industry. Based on this, this paper starts from the application advantages of intelligent manufacturing technology, analyzes the application of intelligent manufacturing technology such as numerical control technology, man-machine control technology, automation technology, virtual production in industrial automatic production line, in order to realize the intelligent industrial production process.

Key words： industrial automation; production line; intelligent manufacturing

引言：

在全球化和数字化的时代下，制造业作为推动经济发展的重要引擎，其转型和创新是不可或缺的。其中，工业自动化生产线作为制造业的核心部分，对于提高生产效率、降低成本、提升产品质量等方面起着至关重要的作用。然而，仅仅依赖传统的自动化技术已经无法满足现代制造业的需求。因此，智能制造技术的出现和应用，为工业自动化生产线带来了革命性的变革。

一、智能制造技术的应用优势

（一）有利于提高生产效率

智能制造通过自动化生产、实时监控与调整以及减少人工干预等方式，提高了生产效率^[1]。自动化生产能够减少人工操作的时间和误差，提高生产速度和精度。实时监控与调整能够及时发现并解决问题，避免生产过程中的延误和浪费。减少人工干预则能够降低人为因素对生产效率的影响，提高生产线的稳定性和可靠性^[2]。

（二）有利于降低成本

智能制造通过减少原材料浪费、降低能源消耗和提高设备利用率等方式，降低了生产成本。智能制造系统能够精确控制原材料

的使用量，避免浪费和过度使用。同时，系统能够优化能源消耗，降低能源成本。此外，提高设备利用率也能够降低维修和更换设备的成本。

（三）有利于提升产品质量

智能制造通过严格控制生产过程、减少人为误差和实现产品追溯与预测等方式，提升了产品质量^[3]。智能制造系统能够精确控制生产过程中的各项参数，确保产品质量的一致性和稳定性。同时，系统能够减少人为误差，提高产品质量的可靠性。并且，实现产品追溯与预测能够及时发现并解决问题，提高产品的可靠性和耐用性。

（四）有利于增强生产灵活性

智能制造通过快速响应市场需求、调整生产计划与流程和支



持多品种、小批量生产等方式，增强了生产灵活性。智能制造系统能够根据市场需求的变化快速调整生产计划和流程，满足不同客户的需求。同时，系统能够支持多品种、小批量的生产方式，满足个性化定制的需求。

（五）有利于实现个性化定制

智能制造通过满足消费者个性化需求、实现按需生产和优化产品设计和制造流程等方式，实现了个性化定制。智能制造系统能够根据消费者的个性化需求进行定制化生产，满足消费者的个性化需求。同时，系统能够实现按需生产，避免库存积压和浪费。此外，优化产品设计和制造流程也能够提高产品的质量和性能。

（六）有利于优化资源配置

智能制造通过合理分配人力、物力资源，提高资源利用率、降低库存水平、减少资金占用等方式优化资源配置，智能制造系统能够根据生产计划和实际情况合理分配人力和物力资源，避免资源浪费和过度使用。同时，系统能够提高资源利用效率，降低库存水平，减少资金占用，降低企业的运营成本。

二、智能制造技术在工业自动化生产线中的应用

（一）数控技术

随着科技的不断发展，工业自动化生产线已经成为现代制造业的重要发展方向。数控技术作为工业自动化生产线中的核心技术，对于提高生产效率、降低成本、提升产品质量等方面具有显著作用。

1. 数控机床的应用。数控机床是工业自动化生产线中的核心设备，主要用于零件的加工和制造。数控机床通过数控技术对机床进行精确控制，实现自动化、智能化的生产。数控机床具有高精度、高效率、高可靠性的特点，能够满足各种复杂零件的加工需求。在工业自动化生产线中，数控机床的应用能够提高生产效率、降低成本、提升产品质量。

2. 数控机器人的应用。数控机器人是工业自动化生产线中的重要设备，主要用于自动化操作。数控机器人通过数控技术对机器人进行精确控制，实现自动化生产线的自动化操作^[4]。数控机器人具有高精度、高效率、高灵活性的特点，能够实现复杂工艺的自动化操作，提高生产效率和质量。在工业自动化生产线中，数控机器人的应用能够提高生产效率、降低成本、提升产品质量。

3. 数控传感器的应用。数控传感器是工业自动化生产线中的重要设备，主要用于实时监控和调整生产过程。数控传感器通过数控技术对传感器进行精确控制，实现生产线的实时监控和调整^[5]。数控传感器具有高精度、高稳定性、高可靠性的特点，能够及时发现并解决问题，提高生产线的稳定性和可靠性。在工业自动化生产线中，数控传感器的应用能够提高生产效率、降低成本、提升产品质量^[6, 7]。

4. 数控加工中心的应用。数控加工中心是工业自动化生产线中的重要设备，主要用于零件的加工和制造。数控加工中心通过数控技术对加工中心进行精确控制，实现复杂零件的加工和制造。数控加工中心具有高精度、高效率、高灵活性的特点，能够

实现复杂零件的加工和制造，提高生产效率和质量。在工业自动化生产线中，数控加工中心的应用能够提高生产效率、降低成本、提升产品质量。

（二）人机操控技术

人机操控技术是工业自动化生产线中的重要组成部分，它通过人与机器的交互，实现对生产线的精确控制和操作。

1. 人机界面设计。在工业自动化生产线中，人机界面设计是实现人机操控技术的重要环节。人机界面设计需要考虑员工的操作习惯、操作需求等因素，设计出简单、直观、易操作的人机界面。通过人机界面，员工可以轻松地控制机器的运行状态、调整生产参数等，提高生产效率和质量。

在人机界面设计中，需要注重以下几个方面：

1) 界面布局：合理布局界面元素，使界面简洁明了，避免信息过载。

2) 操作流程：简化操作流程，减少不必要的步骤，提高操作效率。

3) 交互方式：采用直观的交互方式，如点击、拖拽、输入等，降低员工学习成本。

4) 提示信息：提供明确的操作提示和反馈信息，帮助员工快速理解 and 操作。

2. 远程操控技术。远程操控技术是实现人机操控的另一种重要方式。在工业自动化生产线中，通过远程操控技术，员工可以在远离生产线的地方实现对生产线的精确控制和操作。这有助于提高生产效率、降低成本、提升产品质量^[8]。

远程操控技术需要借助互联网或其他通信方式，实现远程控制 and 操作。在工业自动化生产线中，常用的远程操控技术包括远程监控和远程故障诊断。通过远程监控，员工可以实时了解生产线的运行状态和生产参数，及时发现问题并进行调整。通过远程故障诊断，员工可以快速定位故障原因，及时进行维修和恢复生产。

3. 智能语音控制技术。智能语音控制技术是通过语音识别技术实现对工业自动化生产线的控制和操作。在工业自动化生产线中，智能语音控制技术能够实现快速、准确地操作，提高生产效率和质量。同时，智能语音控制技术还能够减轻员工的劳动强度，提高员工的工作满意度。

智能语音控制技术需要借助语音识别技术和自然语言处理技术。通过语音识别技术，机器能够将员工的语音指令转化为可执行的操作指令。通过自然语言处理技术，机器能够理解员工的自然语言指令并执行相应的操作。

4. 人机协同作业。人机协同作业是指人与机器在工业自动化生产线中的协同工作。在工业自动化生产线中，人机协同作业能够实现优势互补，提高生产效率和质量。同时，人机协同作业还能够降低员工的劳动强度，提高员工的工作满意度^[9]。

在人机协同作业中，需要注重以下几个方面：

1) 协同机制：建立人机协同工作的机制，明确各自的工作职责和协作方式。

2) 交互方式：采用直观的交互方式，如手势识别、视线跟踪



等，实现人与机器的直观交互。

3) 智能化辅助：利用人工智能技术辅助人类完成一些重复性、繁琐的工作，提高工作效率和质量。

4) 安全保障：确保人机协同作业的安全性，采取必要的安全措施，避免意外事故的发生。

(三) 自动化技术

自动化技术是现代工业生产中的重要技术之一，它通过自动化设备、系统和控制技术，实现对生产过程的自动控制和优化。在工业自动化生产线中，自动化技术的应用能够提高生产效率^[10]、降低成本、提升产品质量，同时也能够减轻员工的劳动强度，提高员工的工作满意度。

1. 自动化设备。自动化设备是工业自动化生产线中的核心设备，它能够实现生产过程的自动化和智能化。在工业自动化生产线中，常用的自动化设备包括数控机床、机器人、自动化生产线等。这些设备通过先进的控制技术和传感器技术，实现对生产过程的精确控制和操作。

2. 自动化系统。自动化系统是实现自动化生产的必要条件。在工业自动化生产线中，常用的自动化系统包括 PLC 控制系统^[11, 12]、工业网络系统、数据采集系统等。这些系统通过先进的控制技术和通信技术，实现对生产线的全面控制和监控。同时，自动化系统还能够实现生产数据的实时采集和分析，为生产决策提供有力支持^[13]。

3. 自动化控制技术。自动化控制技术是实现自动化生产的核心技术，在工业自动化生产线中，常用的自动化控制技术包括 PID 控制、模糊控制、神经网络控制等。这些控制技术通过先进的算法和控制策略，实现对生产过程的精确控制和优化。同时，自动化控制技术还能够实现生产过程的自适应调整和故障诊断，提高生产线的稳定性和可靠性。

(四) 虚拟化生产

随着工业技术的不断进步，虚拟化生产逐渐成为工业自动化生产线中的重要技术之一。虚拟化生产利用计算机技术和仿真技术，通过模拟真实生产过程，实现对生产线的优化和控制^[14]。

1. 生产线仿真与优化。在工业自动化生产线中，生产线仿真与优化是虚拟化生产的重要应用之一。通过虚拟化技术，可以对生产线进行仿真和模拟，实现对生产线的优化和控制。具体而言，可以利用计算机技术和仿真技术，建立生产线模型，对生产线的布局、设备配置、工艺流程等进行模拟和优化。这有助于企业在产品设计和制造过程中发现问题和优化生产流程，提高生产效率和质量。

2. 设备调试与优化。设备调试是工业自动化生产线中的重要环节之一。通过虚拟化技术，可以在计算机上模拟设备的运行状态^[15]，对设备进行调试和优化。具体而言，可以利用虚拟化技术对设备的性能和参数进行优化，提高设备的运行效率和稳定性。同时，通过虚拟化技术还可以对设备的故障进行预测和诊断，减少设备故障对生产的影响。

3. 生产过程监控与优化。虚拟化技术可以实现对工业自动化生产线的实时监控和优化。通过虚拟化技术可以实时采集生产线

的运行数据，对生产过程进行分析和优化。具体而言可以利用虚拟化技术对生产线的运行状态进行实时监测和分析通过对生产数据的分析和处理可以及时发现生产过程中的问题并采取措施加以解决从而提高生产线的稳定性和效率。同时还可以利用虚拟化技术对生产过程进行建模和分析通过对生产过程的建模和分析可以找出影响生产效率和质量的关键因素从而采取相应的措施进行优化和控制从而提高生产效率和质量。

4. 员工培训与操作模拟。虚拟化技术还可以用于员工培训和操作模拟。通过虚拟化技术可以模拟真实的生产环境让员工在计算机上进行操作训练这可以增强员工的操作技能和安全意识减少实际操作中的错误和事故同时通过操作模拟还可以对员工的操作进行评价和反馈帮助员工不断提高操作水平。

三、结语

展望未来，随着技术的不断进步和市场需求的变化，智能制造技术将在工业自动化生产线中发挥更加重要的作用。我们将看到更多的自动化设备、系统、标准和人才参与到智能制造中，推动制造业的持续发展和升级。同时，随着工业 4.0 和智能制造的深入推进，智能制造技术将更加注重与物联网、大数据、人工智能等先进技术的融合，为制造业带来更加智能化、高效化的生产模式。我们相信，在未来的工业自动化生产线中，智能制造技术将持续发挥其巨大的潜力，为全球制造业的发展注入新的活力。

参考文献

- [1] 薛桥, 惠慧. 智能制造技术在工业自动化生产中的应用研究 [J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(02): 99-101.
- [2] 乔刚, 韩民春. 智能化技术的经济与社会效应研究新进展 [J]. 科学管理研究, 2022, 40(06): 10-17.
- [3] 翟涛, 李方, 叶理德. 宁钢 2 号高炉智能制造技术及应用效果 [J]. 炼铁, 2022, 41(06): 37-41.
- [4] 周伟. 工业自动化生产线中机器人及 PLC 的集成控制研究 [J]. 智能城市, 2020, 6(09): 247-248.
- [5] 张鹤. 计算机控制技术在工业自动化生产中的应用研究 [J]. 电脑迷, 2017, (10): 11.
- [6] 黄丽娜. 计算机控制技术在工业自动化生产中的应用研究 [J]. 电子技术与软件工程, 2016, (11): 181.
- [7] 高亮, 孙存, 傅仁军. 物联网技术在工业自动化中的应用 [J]. 信息系统工程, 2023, (06): 64-67.
- [8] 李浩. 工业自动化生产线中智能制造技术应用研究 [J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(08): 151-153.
- [9] 张旭生, 管东芝, 吴鑫林, 等. 盾构隧道管片智能化生产技术现状与展望 [J]. 隧道建设 (中英文), 2022, 42(S2): 13-22.
- [10] 谌俊杰. 基于智能制造的印染工厂规划设计 [J]. 制造业自动化, 2022, 44(12): 99-101.
- [11] 郭栋. 工业自动生产线 PLC 控制系统的设计研究 [J]. 信息记录材料, 2023, 24(08): 74-76.
- [12] 张琳客. PLC 控制下的工业自动化生产线设计 [J]. 电子世界, 2021, (05): 184-185.
- [13] 赵帅. 探析工业自动化控制中计算机控制技术应用路径 [J]. 中国新通信, 2023, 25(08): 59-61.
- [14] 董国强, 徐英锋, 曾显波, 等. 智能制造技术在工业自动化生产线中的应用探究 [J]. 科技创新与应用, 2020, (34): 98-99.
- [15] 夏诚. 工业自动化系统中的物联网技术应用 [J]. 电子技术, 2023, 52(10): 352-353.



常乐寺文物迁移保护工程文物安全管理措施研究

朱宇华, 张淙洲

北京建筑大学 建筑与城市规划学院, 北京 100037

摘 要 : 常乐寺位于北京市房山区常乐寺村, 背靠千灵山, 面朝青龙湖, 坐北朝南, 整体格局清晰完整, 具有较高的历史价值和科学价值。受到房山区京西棚改项目的影响, 最终决定以迁移的方式对常乐寺实施保护工作。本文以常乐寺迁移保护工程为例, 从管理目标、安全保证体系、施工安全措施和施工环保措施几个角度, 阐述本项目文物安全管理工作情况, 以期对文物保护工程的安全管理工作提供有价值的参考。

关 键 词 : 常乐寺; 文物安全管理; 迁移工程

Research on Cultural Relics Safety Management Measures for Changle Temple Cultural Relics Relocation and Protection Project

Zhu Yuhua, Zhang Congzhou

School of Architecture and Urban Planning, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100037

Abstract : Changle Temple is located in Changle Temple Village, Fangshan District, Beijing, with the back of Thousand Spirit Mountain, facing Qinglong Lake, facing south, the overall pattern is clear and complete, with high historical value and scientific value. Influenced by the Beijing West Scaffolding Reform Project in Fangshan District, it was finally decided to implement the protection work of Changle Temple in the way of relocation. This paper takes Changle Temple relocation protection project as an example, from the management objectives, safety assurance system, construction safety measures and construction environmental protection measures from several perspectives, describes the project's work of heritage safety management, in order to provide valuable reference to the safety management of heritage conservation projects.

Key words : Changle Temple; heritage safety management; relocation project

一、项目背景

始建于明代的常乐寺背靠千灵山, 面朝青龙湖, 坐北朝南, 整体格局清晰完整, 具有较高的历史价值和科学价值。在北京市重大项目建设背景下, 房山区京西棚改项目属于意义重大的民生工程, 而位于北京市房山区常乐寺村的常乐寺受此影响, 最终决定以迁移的方式对常乐寺实施保护工作。

文物安全管理工作是保证项目顺利实施的重要一环。要求各单位不断完善安全管理制度, 明确各个岗位的文物安全职责。既要明确自身肩负的保护文物的法律责任, 明确知晓安全管理不善可能造成的后果, 以高度的责任心和事业心做好文物安全工作。本文从管理目标、安全保证体系、施工安全措施和施工环保措施几个角度, 阐述本项目文物安全管理工作情况。

二、安全施工管理目标

“安全生产, 人人有责”这是参与本项目的全体干部职工在施工生产中倡导的永恒的主题, 结合本工程特点, 特制订如下安全目标, 同时也是在施工安全上的承诺: 一、杜绝四级重大及以上安全责任事故和人身重伤及以上责任事故的发生; 二、工程实

施中达到“五无”目标, 即: 无机械设备事故、无交通事故、无火灾事故、无房屋结构破坏事故、无文物破坏及被盗事故; 三、创建安全生产达标样板工地。

三、安全保证体系

为了严格落实项目安全生产的相关内容和要求, 本项目建立了一套完善的安全保证体系。首先设立了安全生产组织领导机构, 负责统筹协调项目的安全工作。其次成立了安全质量监控部, 负责对施工过程中的安全质量进行监督和保证。同时配备专职安全工程师和安全员, 在施工现场起到专业指导和监督的作用。此外, 每个作业队都配备了安全员, 并由队长领导, 形成了安全生产组织体系。

四、施工安全措施计划

建立以项目经理为主的安全保证体制, 制定安全生产制度, 认真贯彻安全生产以防为主的方针。以现场安全员为专职管理的安全管理网络, 施工安全生产值日制。对现场安全工作进行检查、督促, 对违反安全操作规程和发现不安全因素及时纠正组织

2023.2 | 039



好安全教育和安全例会。

（一）设立安全管理组织机构

首先，设立专门的安全管理部门负责制定和执行全面的安全管理计划。其次，成立安全委员会，由各相关部门的代表组成，定期召开安全会议，共同研究解决安全隐患和问题。另外设立安全培训团队，定期组织培训课程，增强施工人员的安全意识和技能。最后，建立安全监督检查机制，加强对施工现场的监管和检查，及时发现和纠正安全问题。通过建立这样多级的安全管理组织机构，能够更加全面、有针对性地推进安全管理工作，确保建筑工地的安全生产。

（二）实行逐级安全技术交底

在施工前，分管安全工作的组长应组织相关人员进行详细的技术安全交底。这包括对施工过程中的危险点、安全措施以及应急预案等进行全面的说明和指导。同时，作业队还负责对作业班组和特定操作人员进行安全技术交底工作，确保操作人员充分了解和掌握安全操作要求。

为了保障安全措施的有效实施，各级专职安全员将进行检查和督促工作，并做好相应的记录。应定期巡查施工现场，确保安全措施的实施和遵守。同时，安全员将与作业班组和特定操作人员保持密切沟通，及时解决他们在安全工作中遇到的问题，并提供必要的安全指导和培训。

（三）认真落实安全检查制度

安全检查制度是确保建筑工地安全的关键措施之一。施工过程中应坚决执行规定并按照制度定期进行安全检查。项目经理部应监督和检查制度的执行情况，确保日期和参与检查者的准确性。经理部每10天进行一次检查，项目部安检部门每7天进行一次检查。此外，根据工程进展情况，还应灵活进行不定期检查。在检查中，应重点关注施工前的准备工作、施工中的危险性、新工艺的应用、季节性的变化以及节假日期间的特殊情况等。对于发现的安全隐患，应建立登记和整改制度，只有认真落实安全检查制度，才能及时发现和解决安全问题，确保建筑工地的安全运行与顺利完成。

（四）加强施工现场安全教育

为了培养高素质的团队，教育培训和学习工作是安全管理工作的核心内容，也是提高建设者安全素质的重要途径。这种培训不仅面向全体建设者，还包括相关人员，以形成安全生产施工的良好氛围。现场安全教育应包括以下方面：首先，应开展普及性的教育培训。通过举办安全培训课程、组织安全知识宣讲等方式，向全体建设者普及安全意识、安全知识和安全技能。提升他们对安全工作的重视和理解，为建设项目提供强大的安全保障；其次，还应注重个别人员的专业化培训。对于特定岗位和操作人员，提供专业技能培训和岗位责任培训。通过系统的培训计划和实践操作，提高他们的专业素养和安全操作能力，确保他们在施工中始终保持高度警觉和安全行为；此外，持续学习也是安全管理工作的关键。建设者应不断学习新的安全技术、法规和标准，不断更新自己的知识和技能。通过参加培训课程、研讨会和专业交流活动，建设者将不断提升自身的安全素质，为工程质量和安

全提供更加可靠的保障。

通过教育培训和学习工作，我们可以建立起高素质的建设团队，提高各级建设者的安全素质和意识。这将为安全管理工作奠定坚实的基础，确保建设项目的安全运行和顺利完成。

（五）现场用电安全技术措施

首先，施工临时用电的布置按施工平面图规定架空设置，采用电缆铺设；其次，为加强施工用电管理，操作应由具备上岗证书的电工负责。通过加强施工用电管理，确保操作人员按规程操作、不进行带电作业，并正确使用个人劳保用品，能够有效减少电气事故的发生，保障施工现场的安全和人员的身体健康；最后，所有机械设备的电气系统应采用接地保护和现场重接地保护。为实现良好的接地效果，接地体应使用两根 4×4 角铁，深入土壤2.5米，间距为2.5米，并保证接地电阻不超过 4Ω 。

（六）施工机械保障措施

在施工机械设备使械安全保障用过程中，要指派专人进行维修，养护，严格落实作业前检查制度以及作业时注重观察与作业后检查养护制度，以确保机械设备完好率与使用率。机械设备管理员应当每日不少于2次巡视检查辖区内设备，记录机械设备巡检情况。

机械操作人员必须经过培训并取得合格证书方可上岗。针对各类机械设备都制定了独立的安全操作规程，此外，为确保安全，作业区内设置了标牌，禁止闲杂人员进入，并实施安全员值班制度等措施。通过这些举措，能够保障机械操作的安全性。

（七）预防火灾事故的安全措施

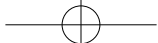
1. 严格按照消防和保卫相关的法律和法规行事，配置全职和兼职的消防保卫人员，建立消防保卫的管理制度，不断完善消防设备，以消除潜在的事故风险。

2. 现场配备了消防管道和消防栓，每一层楼内都安装了消防栓，并有专门的人员进行管理，他们会定期进行检查，确保一切都处于良好状态以备后用。

3. 必须严格遵循现场用火审批的规定，电气焊工作中必须配备灭火设备，操作岗位上严禁吸烟，对于易燃和易爆物品的使用必须严格按照规定来执行，并指派专门的人员进行库存和分类管理。

4. 新入职的工人在进入施工现场时，应与安全教育同步进行防火教育。其中，消防保卫人员是重点任务，而施工现场的值勤人员则需要全天候值班，以确保“四防”工作得到有效执行。

5. 高度重视文物的安全性和消防任务，确立严格的用火和用电规定。一旦发现险情必须迅速采取紧急措施防止火灾扩大，确保消防安全。我们也积极地加入了文物保护单位的义务消防团队，以提升施工现场的消防效能。一旦施工现场出现火警，应立刻通过电话进行报警，并迅速通知施工负责人，组织义务消防队和现场工作人员进行火灾扑救；施工现场还需配置专门负责安全保卫的专职人员，确保值班人数不少于两人，并在24小时内负责安全保卫工作。一旦发生突发事件，应根据预案迅速采取相应措施并进行通报。



五、施工环保措施计划

（一）减少大气污染的措施

严格遵守《扬尘、有害气体标准》GB16297及相关各类法规及规范要求。对现场细颗粒材料运输，垃圾清运，施工现场拆除，采取洒水措施，减少扬尘。场区内施工道路都要采用硬化化路面。

装运建筑材料、建筑垃圾及工程渣土的车辆，应严格执行北京市相关规定，所有运输车辆后挡板必须严密，经常检查，严防泄漏。

施工现场严禁焚烧有毒、有害和恶臭气味的物质。在装卸有粉尘的材料时，需要采取措施以防止粉末飞扬，并严禁随意抛弃垃圾。此外，施工现场禁止使用燃煤和木柴，必须控制烟尘排放规定的指标范围内。通过这些措施的实施，能够有效防止污染物的释放和烟尘的扩散，保障施工现场的环境质量。

（二）减少噪音污染

在施工期间，执行《建筑施工现场界噪声限值》GB12523对施工阶段的噪声要求。施工现场进行全封闭防护。并且建立定期噪音监测制度，发现噪音超标，立即查找原因，及时整改。必要时增设隔、挡，噪声的板、墙等装置。对机械定期进行维修，保持机械正常运转，减少因机械经常性磨损而造成噪音污染。

（三）渣土垃圾的处置

在施工现场设置一个专门的渣土和建筑垃圾临时堆放点，定期由专业单位进行垃圾清运，严禁乱倒，乱堆。对进出场的材料及垃圾运送车辆保持整洁，防止跑、冒、滴、漏现场对道路的污染，减少道路扬尘。特别在雨天，设专人对进出车辆进行清洗，严防泥浆带入道路。

根据环境卫生作业要求，应采用垃圾袋装化的方式进行管理。同时确保专人负责清运现场所有的道路，并设立清洁班进行包干清扫。为控制四害的滋生，应及时清除建筑施工中产生的建筑垃圾。对于废油抹布、废涂料、涂料桶等物品，需要进行分类集中堆放，并按照废弃处置规定进行处理。这些措施的实施能够有效管理现场环境卫生，保持施工现场的整洁与安全。

六、结语

文物安全管理工作对于文物保护工程的顺利开展至关重要。它能够明确的管理流程和规范操作规程，从而保障文物在施工过程中的安全与完整。文物安全管理制度通过建立完善的文物安全管理制度，可以规范管理行为、加强安全防范和应急能力，保护和保存好文化遗产，为人们了解历史文化提供更多的机会和资源。

参考文献:

- [1] 姬东. 古建筑文物保护工程中的施工管理关键点分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023(33):50-52.
[2] 朱斌. 文物古建筑维修工程施工安全监控方法研究 [J]. 建筑安全, 2023,38(05):89-92.



基于绿色路灯照明理念的城市路灯节能管理

刘爱林

衡水市路灯管理中心, 河北 衡水 053000

摘 要 : 随着我国经济的不断发展, 城市化进程不断加快, 城市路灯的数量也在不断增加, 所以, 城市路灯节能管理工作显得尤为重要。但当前我国大部分城市路灯的运行效率较低, 无法充分发挥出路灯照明的作用。因此, 在保证城市道路交通安全的同时, 也应加大对城市路灯节能管理工作的力度。本文从绿色路灯照明设计原则出发, 分析了城市路灯节能管理存在的问题, 并提出了城市路灯节能管理策略, 旨在为节能环保做出一点贡献。

关 键 词 : 绿色路灯; 照明理念; 节能管理

Energy Saving Management of Urban Street Lighting Based on the Concept of Green Street Lighting

Liu Ailin

Hengshui City Street Lighting Management Center, Hebei, Hengshui 053000

Abstract : With the continuous development of China's economy, the process of urbanization is accelerating, and the number of urban streetlights is also increasing, so the energy-saving management of urban streetlights is particularly important. However, at present, most of China's urban street light operation efficiency is low, and can not give full play to the role of street lighting. Therefore, while ensuring the safety of urban road traffic, we should also increase the strength of energy-saving management of urban street lights. This paper analyzes the problems of urban street light energy-saving management from the green street light lighting design principles, and puts forward the urban street light energy-saving management strategy, aiming to make a little contribution to energy saving and environmental protection.

Key words : green street light; lighting concept; energy saving management

一、绿色路灯照明设计原则

城市路灯照明是城市道路中的重要组成部分, 其不仅能够保证城市道路交通安全, 而且还能为人们的日常生活提供方便。因此, 在对城市路灯照明进行设计时, 应遵循一定的原则。具体来说, 应遵循以下原则:

(一) 科学性

在进行路灯照明设计时, 应遵循科学性的原则, 如应符合我国现行的国家标准、行业标准等, 保证路灯照明设计能够符合当前我国城市发展的需求。^[1]

(二) 环保性

在进行路灯照明设计时, 应遵循环保性的原则, 即在保证照明效果的同时, 最大程度地减少对周围环境造成的影响。因此, 在进行路灯照明设计时, 应尽量使用节能环保型产品。

(三) 安全性

在进行路灯照明设计时, 应充分考虑到灯具之间以及灯具与路灯之间存在着较大的安全距离。

(四) 适用性

应根据不同地域、不同季节对路灯照明提出的要求对灯具进行调整或更换。

(五) 经济性

在进行城市路灯照明设计时, 应遵循经济性原则, 即应最大限度地减少路灯照明系统运行成本与维护成本。^[2]

(六) 可持续发展原则

在进行城市路灯照明设计时, 应遵循可持续发展原则, 即在保证城市道路交通安全的前提下实现节能环保目标。

(七) 社会效益与经济效益相结合原则

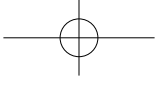
在进行城市路灯照明设计时, 应充分考虑到社会与经济效益相结合原则, 即应充分考虑到居民对城市道路照明提出的要求与标准。

(八) 绿色设计原则

在进行城市路灯照明设计时, 应遵循绿色设计原则, 即应当采用绿色照明技术对城市路灯照明系统进行优化设计。在进行城市路灯照明设计时要遵循一定的原则和标准规范来保证路灯节能管理工作的顺利开展和实施。^[3]

二、城市道路照明节能管理存在的问题

当前, 我国城市道路照明节能管理工作主要存在以下几个方面的问题: 首先, 由于城市道路照明建设工程缺乏统一的管理,



导致路灯的分布比较零散，不利于管理工作的开展。其次，由于缺乏统一的路灯节能管理制度，导致路灯节能管理工作难以实现。最后，由于缺乏对路灯使用情况的定期监测，导致城市道路照明的节能管理无法得到充分落实。路灯照明是城市道路建设中必不可少的组成部分，在提升城市交通安全方面具有重要作用。但当前我国城市路灯照明设计、建设和管理等方面存在诸多问题，导致其不能充分发挥出应有的作用。例如：城市路灯照明设计缺乏科学性、合理性，无法充分满足人们对城市道路照明功能的需求；部分地区的道路建设缺乏统一规划，导致路灯布局不合理、灯具配置不科学等问题。另外，部分城市在开展道路照明节能工作时，还存在着资金投入不足、人才资源缺乏等问题。这在很大程度上降低了道路照明节能管理工作的效果和水平。^[4]

三、基于绿色路灯照明理念的城市路灯节能管理策略

（一）加强路灯照明设计

首先，加强路灯照明设计，对路灯照明系统进行合理的规划，对城市路灯照明系统进行合理的设计，采用先进的节能技术，对城市道路、广场、公园、居民区等道路的路灯照明进行合理的规划和设计。例如：将LED节能技术应用到路灯照明中，可以有效地减少电能消耗。其次，根据城市道路不同功能区域的功能要求，对不同道路的照明设计进行合理规划和设计。例如：对于交通流量大、车流量大、人群密集的道路，可以采用高亮度LED灯具进行照明；对于车流量较少、人流较少的道路可以采用低亮度LED灯具进行照明。最后，对城市道路及广场进行合理的设计。由于城市广场及公园具有人流密集、车流量大等特点，所以在进行路灯照明设计时要充分考虑城市广场及公园的使用功能和特点。例如：对于城市广场及公园应采用高显色指数LED灯具进行照明；对于城市广场及公园应采用低亮度LED灯具进行照明。再次，对路灯的配光进行合理设计。由于不同道路的功能区域不同，所以在设计路灯时应充分考虑道路交通环境、人员活动区域等因素对路灯配光设计提出的要求。例如：对城市道路与广场之间存在一定距离时，应合理设计路灯照明距离。^[5]

（二）选择节能灯具

选择节能灯具是提高路灯节能管理水平的关键。目前，城市路灯中普遍使用的灯具主要有白炽灯、荧光灯和LED灯等。但这三种灯具均存在不同程度的电能浪费，并且在运行过程中也容易出现故障，无法发挥出路灯照明的作用。所以，在城市路灯节能管理工作中应优先选择节能灯具。据统计，目前我国城市路灯中大约有80%的照明设备都存在一定程度的电能浪费，因此，应在城市路灯照明设计中优先选用节能灯。此外，要想实现城市路灯节能管理工作的顺利开展，还应注意以下几个方面：第一，要确保节能灯具的质量。目前市场上常见的节能灯主要有半导体、电感式、高压钠灯、金卤灯等类型，这些节能灯各有优缺点，如半导体节能灯价格较低但光色偏黄；电感式节能灯价格较高但光色偏蓝；高压钠灯价格适中但光色偏黄；金卤灯价格适中且光色较白。因此，在选择城市路灯节能灯具时，应结合不同灯具的优缺点

点进行选择。通常情况下，可以将半导体节能灯、电感式和高压钠灯作为城市路灯节能管理的主要灯具类型。^[6]第二，要对城市路灯节能灯具进行合理布局。在对城市路灯进行节能管理时，要充分考虑到各路段的具体情况和实际需求，从而对节能灯具进行合理布局。通常情况下，应将道路两侧的路灯安装在人行道上。同时还应将绿化带与道路两旁的路灯安装在一起，从而满足不同路段、不同区域的照明需求。第三，要严格控制城市路灯能耗。应根据当地的天气状况、道路车流量等因素对路灯照明进行合理控制和调整。同时还应加强对城市路灯节能管理工作中人员管理水平的提高，定期对相关人员进行培训和教育，使其能够掌握更多有效的节能管理方法和技术。此外还应加强对城市路灯运行状态和效率的监测与分析工作，为城市路灯节能管理工作提供有力支持。^[7]

（三）合理、科学地安排路灯开关时间

合理安排路灯开关时间是路灯节能管理的重要手段之一。通过科学、合理地安排路灯开关时间，可在较大程度上减少路灯照明能耗。路灯照明的基本要求是控制路灯开关，减少不必要的开灯或关灯，从而达到节约能源的目的。但当前我国城市道路的交通流量不断增加，给城市道路带来了很大的压力，也给城市路灯管理带来了一定的难度。因此，应对当前我国城市道路的交通流量进行分析，合理安排路灯开关时间。首先，应合理地安排路灯开关时间。首先，应根据实际情况制定科学、合理的路灯开灯时间。其次，应对道路上车流量进行分析，确定开灯时间和关灯时间。其次，在城市道路交通流量较小或者夜间交通流量较少的情况下，可以适当延长开灯时间或者降低开灯时间；在城市道路交通流量较大或者夜间交通流量较大的情况下，可以适当延长开灯时间或者降低开灯时间。此外，还应根据道路上车辆行驶速度来确定关灯时间和开灯时间。一般情况下，机动车行驶速度越快，其所需开灯时间就越短；反之则越长。首先要考虑到人们夜晚出行的习惯问题。人们在夜间出行时往往会选择在光线较暗或者较强的路段行走，所以应选择较长或者较短的路灯开关时间和关灯时间；其次应考虑到城市道路交通流量的实际情况。当城市道路交通流量较小或者夜间交通流量较小时，可以适当延长开灯时间；反之则应适当降低开灯时间和关灯时间。最后还要考虑到城市道路车流量与路灯开关位置之间的关系。当车流量越大时，路灯开关位置越应该远离车辆行驶方向；反之则应靠近车辆行驶方向。总之，通过对城市道路交通流量进行分析后确定合理、科学的开灯和关灯时间段，可以有效地减少城市道路上车辆和行人对路灯照明的影响。^[8]

（四）降低照明区域的损耗

降低照明区域的损耗，是城市路灯节能管理工作的重点内容之一，主要是指通过科学的方法降低照明区域的能量消耗，从而降低路灯照明系统的运行费用。首先，应对照明区域进行科学划分，使不同的照明区域得到合理的划分，从而降低不必要的能源损耗。其次，应对不同区域的用电设备进行科学选择，确保其用电量与实际需要相一致，从而降低路灯用电设备损耗。此外，还应加大对路灯节能技术的应用力度，以充分发挥路灯节能技术在



节能管理工作中的作用。在城市道路照明中，应充分发挥出光源、灯具和镇流器等设备节能技术的作用。具体来说，应以“合理设计”为原则。所谓“合理设计”指的是在保证道路照明效果的同时，尽量减少照明区域的数量和范围。同时，还要充分利用好光源、灯具以及镇流器等设备在节能方面的作用。在降低照明区域损耗方面主要有以下几个方法：例如可以采用高效、低损耗以及低噪声等光源和灯具；可以采用新型节能镇流器以及新型高效灯管来降低照明区域损耗；可以通过改进镇流器设计、使用新型高效灯管等方式来降低照明区域损耗；可以采用 LED 光源、金属卤化物光源、高压钠灯以及金属卤化物灯等光源和灯具来降低照明区域损耗。总之，应采取有效措施来降低照明区域的损耗。^[9]

（五）定期维护路灯

由于路灯的使用寿命较长，所以，对其进行定期维护十分必要。应建立完善的路灯维护制度，对路灯进行定期检查和维修，从而保证路灯的正常运行。在维护过程中，应充分考虑路灯运行时存在的问题，并及时处理，确保路灯的正常运行。在对路灯进行维护时，还应遵循以下几个原则：（1）必须以安全为前提。在进行路灯维护时，应按照相关标准和规范进行，保证维护过程中不会出现任何安全事故。如因维护不当造成交通事故、设施损坏等情况出现时，应及时上报相关部门，并在保证安全的前提下进行维修工作。（2）必须保证维护人员的专业素质。在对路灯进行维护时，应由专业技术人员进行操作和检查工作，并采取相应措施来提高其维修效率。同时还要做好巡查工作，并对存在的问题及时处理。（3）必须建立健全城市道路照明设施的运行管理制度。在对城市道路照明设施进行维护时，应明确相关责任人以及相关责任范围。同时还应建立健全城市道路照明设施的巡查制度、巡检制度、检查制度以及考核制度等。（4）在对城市道路照明设施进行维护时，应及时掌握城市道路照明设施的运行情况和存在问题等。同时，还应加强对城市道路照明设施的监管力度，确保路灯能够正常运行。（5）必须做好路灯的节能工作。在对路灯进行维护时，应首先确定路灯照明系统是否正常运行。若发现问题后，应及时处理并解决问题；若发现问题后无法解决或无法处理时，则应及时上报相关部门并采取相应措施来提高路灯的节能效果。在对城市道路照明设施进行维护时，应及时向市民宣传路灯

节能知识、推广节能产品、实施节能措施等方面的内容；还应采取各种措施来提高市民对路灯节能工作的认识和理解；同时还应加强与其他部门之间的沟通与协作。在对城市道路照明设施进行维护时，应充分考虑到居民出行安全问题；同时还应做好路灯周边环境安全防护工作等。如因施工不当而导致路面塌陷、破坏路灯等情况出现时，应及时采取有效措施来进行处理。^[10]

（六）完善配套设施，实现节能减排

在城市路灯的建设过程中，应采用先进的技术和设备，保证城市路灯具有较高的照明效果，并尽量减少资源浪费。具体来说，可以采用智能化控制方式，不仅可以实现对路灯照明效果的控制，还可以有效减少路灯运行成本。另外，还应选择节能环保型灯具，如 LED 灯、LED 光源、节能灯等，以提高路灯照明的使用效率。此外，在城市路灯照明建设过程中，还应严格遵守国家标准要求，按照相关标准安装和配置路灯设备。同时，在对城市道路照明进行设计时也应充分考虑到节能环保问题。此外，城市道路照明设施建设过程中还应严格控制城市交通量及车流量的增长速度，尽量减少车辆对路灯的影响。随着我国城市建设的不断加快，城市路灯数量也在不断增加，而当前我国在城市路灯节能管理方面存在一些问题，需要及时采取相应的措施予以解决。首先，应加强路灯照明设计，完善管理制度。其次，应加强建设投入，提高路灯质量。再次，应完善配套设施，实现节能减排。城市路灯节能管理工作涉及的方面较多，不仅要做好基础工作，而且还要加强相关人员的培训与教育工作，增强其节能意识与节能能力。通过制定科学合理的管理策略、制定合理的考核标准、加大资金投入等方式实现对城市路灯节能管理工作的不断改进与完善。

四、总结

综上所述，城市道路照明工程是一项复杂的系统工程，其中涉及很多方面的内容。在实际工作过程中应根据实际情况制定科学合理的方案和措施来保证城市道路照明工程建设的顺利进行。同时也应加强对城市道路照明工程建设工作的监督和管理力度，实现城市道路照明节能管理目标。

参考文献:

- [1] 柯银梅. 基于绿色路灯照明理念的城市路灯节能管理研究 [J]. 光源与照明, 2023,(10):33-35.
- [2] 金融. “双碳”目标下城市路灯的改造以及性能分析 [J]. 应用技术学报, 2023,23(02):115-119+124.
- [3] 胡艳平. 城市路灯节能与绿色照明措施探究 [J]. 灯与照明, 2023,47(02):17-19+42.
- [4] 谢建林, 杨挺昂. 城市路灯节能方法研究 [J]. 光源与照明, 2023,(04):21-23.
- [5] 赵鹏. 城市路灯照明中节能技术的应用 [J]. 光源与照明, 2023,(03):42-44.
- [6] 冯翊航, 王静, 付洪. 城市路灯节能与绿色照明措施研究 [J]. 光源与照明, 2021,(11):25-27.
- [7] 刘桂芬. 路灯节能技术与经济效益分析 [J]. 商业观察, 2021,(18):26-28.
- [8] 李明霞, 段景曦. 太阳能 LED 路灯在城市道路照明中的应用研究 [J]. 光源与照明, 2021,(02):12-13.
- [9] 王振胜. 我国城市路灯照明节能现状及前景分析 [J]. 中国住宅设施, 2021,(01):5-6.
- [10] 秦臻. 城市路灯节能方法与绿色照明措施 [J]. 低碳世界, 2020,10(11):21-22.



基于建筑钢筋原材料检测技术分析

曾雷，陈亮伟

北京玉龙科技有限责任公司，北京 102600

北京紫阳福源混凝土搅拌有限公司，北京 102209

摘 要： 中国已步入新的历史时期，对现代化科技的研究与运用，使我国房屋建设事业得到了较大的发展。绝大部分的建设项目中都会用到对结构起稳定作用的钢筋。但是，不同构件对钢筋的要求差别很大。若钢筋的原材料质量不合格，达不到材料应用规范的要求，则会给工程带来严重的安全隐患。为此，在工业现代化进程中，各施工单位对钢筋原材料质量进行检测，以规避因原材料问题而引起的安全风险。通过对钢筋原材料检测的技术及应用要点的分析，以确保其在使用中的规范化。

关 键 词： 建筑工程；钢筋；原材料；检测技术

Technical Analysis Based on Construction Steel Raw Material Inspection

Zeng Lei, Chen Liangwei

Beijing Yulong Technology Co., Ltd, Beijing 102600

Beijing Ziyang Fuyuan Concrete Mixing Co., Ltd, Beijing 102209

Abstract： China has stepped into a new historical period, and the research and application of modernized science and technology have led to the greater development of China's housing construction industry. The vast majority of construction projects use steel reinforcement, which plays a stabilizing role in the structure. However, the requirements for reinforcement vary greatly between different components. If the quality of the raw material of the reinforcement is not qualified, and cannot meet the requirements of the material application specification, it will bring serious safety hazards to the project. For this reason, in the process of industrial modernization, each construction unit tests the quality of steel raw materials to avoid safety risks caused by raw material problems. Through the analysis of the technology and application points of rebar raw material testing, its ensure standardization in the use.

Key words： construction engineering; rebar; raw materials; testing technology

一、钢筋检测相关概要

对施工中的钢筋进行检测，要严格按规范要求执行，对钢筋的外观、力学性能等进行严格的检测。一是要检测钢筋的外形。钢筋进入施工场地后，要安排质检人员来检测钢筋的外表质量，看是否有裂缝，锈，毛刺，油污等。二是要对供货商的资格进行审核，并对所购物料的出厂证书及相关的检测报告进行核查；三是质量监督部门按照采购单对钢材的规格等进行检测；另外，还要对供应商的资格，资格证明，外观和规格进行检测。四是对它进行性能检测。在开始建设和使用前，应保证其满足国家及工业规范，满足建筑物结构设计的要求。性能检测主要有：抗拉性能，抗弯性能，气压焊接接头等。在建设项目中，对钢筋进行质量检测，不仅要对原材料进行检测，还要对其进行返修，例如对焊接骨架、焊接网片等进行检测。

二、钢筋原材料检测的重要性

由于钢筋优异的力学性能，使得其在众多的工程建设中得到了广泛的应用。通过将钢筋与其他结构材料相结合，可以大大提

高结构的稳定性和安全性。采用多种规格、性能各异的钢筋，可大大提高结构的性能。但是，目前市面上的钢筋原材料种类繁多，所以必须对钢筋原材料的选用做好对比，并对钢筋原材料的构造高度进行严密监控，以免出现超限现象。在此基础上，还应进一步加强对钢筋原材料的检测。在安装过程中，所选钢筋应无开裂、弯曲等缺陷，且钢筋表面应满足设计要求。当采用加固材料时，表面位置的高低、深度也是一个很重要的指标。对于这些参数的控制，必须由专业的施工人员在现场进行计算、分析。通过对钢筋原材料进行检测，可以有效地降低由于不合格钢筋所造成的施工安全与质量问题，保证了工程中钢筋原材料的科学性。

三、建筑钢筋原材料检测技术分析

（一）延性检测技术

建筑钢筋的延性一般以延伸率为基础，用拉伸检测来检测。将拉好的试样两端对齐，以便它们的轴线尽量接近相同的水平线。如果试样被拉出时出现了裂纹，那么在试样被拉出之后，可以把裂纹留在试样的量程内。如果裂纹在接近仪表的端部，超过1/3的间距，就需要用游标卡尺来标出所需的长度。但是，要求断



裂后的伸长量达到或超过指定的检测值，不论其破裂部位有无差异，均可作为有效的量测数据。当裂纹到标志处的扩展长度小于原长度的1/3时，应采用位移测量方法检测试样的断裂伸长。若试件两端发生裂纹，则应认为是不合格的，应在试件的延性检测结束前再进行一次取样。

（二）内部应力检测技术

在实际应用中，由于受各种客观因素的影响，导致其使用效果不稳定。但由于受力环境的影响，钢筋原材料的力学特性会随着服役环境的改变而改变，因此，基于室内规范的钢筋内应力计算方法是不可行的。所以，在工程实施之前，必须通过现场抽样的方式，对钢筋原材料进行内应力的检测。在这一过程中，要注意钢结构材料的内部应力集中部位，并对其进行合理的选取，从而提高检测的质量与效率。另外，在了解钢筋原材料内应力的基础上，还要依据实验结果，对钢筋原材料进行承载力的深度分析。

（三）强度检测技术

在工程中，钢筋的强度直接影响到建筑物的承载能力。通常，钢筋的强度指数可分为屈服强度、抗拉强度两大类。钢筋的强度直接关系到结构的安全，即结构的强度愈高，结构的安全性也愈高。所以，采用高强钢筋减少混凝土配箍率的做法并不恰当。由于钢筋的弹性模量是恒定不变的，高强钢筋在承受较大的应力作用时，易产生较大的变形和裂缝。对钢筋强度的检测采用取样法，即从现场工地取样，并将其带到检测室做抗拉检测。采用本实验方法，对钢筋的标准抗拉强度、延伸率及屈服强度进行了检测。在施工现场取样，会降低建筑物的承载力。所以，在对钢筋进行抽样检测的过程中，必须选取关键部位的钢筋。

（四）锈蚀检测技术

在建筑工程中，对钢筋锈蚀情况进行检测是十分必要的，不仅关系到钢筋的施工质量，而且还关系到整个工程的安全与质量。由于混凝土是整个结构体系的主体，有了它的保护，钢筋的锈蚀速度就会大幅度下降。然而，部分钢筋长期暴露于大气环境下，会破坏其钝化膜，加速其锈蚀速度，对建筑物安全及工程质量产生不利影响。因此，在施工过程中，应加强对钢筋腐蚀情况的检测，并通过物理、化学等手段对其进行检测。（1）物理检测方法。在此基础上，采用该技术，可实现对钢筋锈蚀过程中的电磁场、电阻等物理状态的全面探测，并从物理上反映出钢筋锈蚀状态。用物理法进行加固，其最大的优势在于施工简便，且对周边环境的影响不大。但是，它的不足之处也十分明显，它极易被其他因素所干扰，特别是在产量上很难控制。所以，在对钢筋锈蚀情况进行检测时，通常采用的是物理手段，而不能对其进行其他性质的检测。（2）化学检测方法。该方法以钢筋的化学特性为依据。为了检测钢筋锈蚀情况，通常采用化学方法对其进行化学性质的检测。①电化学法，采用恒流法和交流阻抗法检测钢筋的化学性能；②采用自然电位法，通过对钢筋表面的电位差判断钢筋锈蚀情况。采用化学检测法，其优势是可操作性强，所得检测结果更接近真实。并能精确地计算出检测数据。但是，在实际应用中，由于受到当地气候等因素的影响，其检测指标较为单一，无

法全面反映出钢筋的实际性能。

（五）弯曲性能检测技术

目前，国内外不少钢筋原材料企业已进入批量生产，其原材料的强度、塑性等性能均有较大改善。各厂家所生产的钢条原材料在性能上的差距在逐步减小。然而，由于工程建设对原材料的需求各不相同，因此，在生产过程中，常常要对原材料进行二次加工，从而对原材料的性能产生一定的影响。为防止钢筋原材料在加工后的力学性能退化，对工程建设及建筑物主体结构的稳定产生不利影响，施工单位在对钢筋原材料进行检测时，必须对其进行检测。检测时，检测人员要按钢筋的直径及弯曲度对其进行90~180度的弯折，并对其进行详细检测，以确定其受弯部位有无开裂现象。

（六）元素检测技术

钢筋元素含量的检测主要是针对碳、硫和硅等元素进行检测。在对碳、硫进行检测时，应采用组合式检测仪对钢筋中的以碳、硫和硅元素进行检测。但在检测前，仍需对试样进行称量，并对试样种类及含量进行合适的检测。在检测过程中，要预先称量好样品，将试样装入钢容量瓶内，逐步加入硫酸，使其充分溶解。在高温下，以高锰酸钾为主要催化剂，二氧化锰水合物在烧瓶中沉淀，并在各步骤结束后进行检测，以得到钢筋中特定的硅量。

四、建筑钢筋原材料检测技术应用措施

（一）明确钢筋检测要求

由于钢筋的力学性能对建筑物的承载能力有很大的影响，所以在对其进行强度检测时，必须明确其检测规范。经检测，未达到合格要求的钢筋，不允许在工地上使用。在对钢筋进行强度检测时，应以屈服、抗拉强度为主要检测指标。应当指出，加固物的强度并非与建筑物的稳定程度成比例。因此，在对钢筋进行强度检测时，必须将刚度检测作为参照，并结合动、静态、环形刚度等检测结果，才能正确地判定钢筋的质量。因此，必须根据工程实际情况，对不同类型的钢筋进行检测。目前，我国有关单位对其强度、韧性检测尚无统一规范。如果钢材的各种特性都不好，则在后期的建筑工程中极易发生质量问题。这就需要有关质量检测人员针对工程现场的具体情况，对其进行严格的检测，以保证其精度达到1mm。

（二）更新检测设备并加强维护

为进一步提高建筑物钢筋检测精度，必须引入新型的检测设备。钢筋-混凝土扫描器等物理性能检测设备，是对钢筋的抗拉、抗弯、抗剪等性能的检测，达到恒速度加载、恒定速度变形、恒定位移和恒定应变的闭环控制。也可用于材料和制品的过程评估和性能确认检测。最大检测力为2000kN，检测力级别为1，检测力检测范围从2%到100%，检测力的示值误差不超过量值的±1%，力的分辨力超过1/30万的全量程，位移的量值误差在示值的%以下。所述的移动精度为0.01mm，所述活塞的移动速度为0.2mm/分钟至70mm/分钟（可任意调整），横梁调整速度可



以维持在120mm/分钟，所述活塞的最大行程为250mm以上。夹紧方式为液压自动夹紧，圆形采样范围－板型样品捕获范围可从550mm、650mm、650m、700mm调节，还提供机械极限保护和软件过载保护。此外，还需要增加各种现有检测日常维护工作量的设备。对各种设备的有效维护不仅提高了各种检测设备的利用率，而且当发现问题时，应立即解决，以提高钢筋检测结果的准确性。

（三）钢筋施工的质量检测及验收

对于钢筋原材料，必须附上三份适当的证书，并由专家仔细检测。一旦进入材料，应进行分类，并提供清晰准确的标签，说明基本信息。用于抽查、甲方监督等现场检测。检测结果符合标准要求，使用后可以批准。对于设计单位，技术人员必须按照设计图纸、标准规格等科学准确。同时，项目单位必须安排适当的人员进行必要的技术背景工作，特别是在施工期间将设备连接到主电路的一侧。由于地基、梁、板、柱等结构的复杂性，必须考虑钢筋的引入和放置顺序以及与其他过程的协调，以避免对正常结构产生负面影响。在连接时，必须确保钢筋交叉，连接的中间部分必须用连接的位移分开。相邻连接点上的圆柱形环必须是八角形的。钢筋拉紧后，质量检测人员必须按照规范、设计等要求，以及检测等要求。为了确保随后的施工过程可以在有权利的情况下继续进行。钢筋固定后，必须检测钢筋的高度、数量、距离和直径等基本参数，看看是否符合设计。严格从监督员、质量控制站等处检测和全面保证钢制品的整体质量。

（四）加强检测人员管理

建筑施工企业必须满足钢筋原材料检测的要求，确保检测人

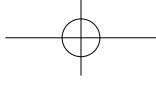
员具有相应的资质，组织他们参加职业教育活动，提高检测人员的整体素质和专业能力。确保它们严格遵守后期工作的检测要求，有效降低人为错误的可能性。同时，建筑企业还应增强检测人员的质量意识，确保取样过程的标准规范、样品的特性和钢筋原材料的实际性能符合要求；聘请专门的检测小组，一旦发现检测人员的不当行为，立即对检测现场进行检测，详细记录并制定有针对性的纠正措施，严惩相关人员，并通知其他检测人员。在当地条件允许的情况下，承包商可以选择两名检测人员同时进行采样，一名用于采样，另一名用于记录和检测采样过程，以提高采样的真实性和效率。值得注意的是，除了培训和教育活动外，建筑企业还必须定期组织监理人员参加专家会议、座谈会等活动，定期评估监理人员的能力水平，并根据最终评估结果进行奖惩。

五、结语

总之，钢筋原材料的质量是影响建筑工程质量的关键因素。在钢筋原材料检测过程中，建筑企业不仅要比较各种检测技术的应用结果，选择最佳检测技术，还要组建专业的检测团队，提高检测质量和效率。同时，建筑企业还应加强检测人员的管理，运用信息技术建立智能管理体系，实现实时动态检测流程，确保检测数据的可靠性和完整性，为钢筋原材料质量控制提供科学依据，促进建筑业的健康发展

参考文献:

[1] 刘世忠. 建筑工程中钢筋原材料的检测分析 [J]. 住宅与房地产, 2020, (21): 111.
[2] 张国强. 建筑工程钢筋检测试验技术及未来发展趋势探讨 [J]. 四川水泥, 2020, (07): 146-147.
[3] 尹关迪. 房屋建筑中钢筋工程施工质量控制研究 [J]. 居舍, 2020, (16): 89-90.
[4] 江成. 浅谈钢筋原材料检测在工程中的重要性 [J]. 居舍, 2020, (06): 21.
[5] 李波. 试论建筑施工中钢筋混凝土结构施工技术要点 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2020, (05): 24.
[6] 顾振昆. 关于建筑工程钢筋检测的几个问题分析 [J]. 绿色环保建材, 2020, (01): 30.
[7] 张清. 建筑工程施工中钢筋技术的合理运用 [J]. 建材与装饰, 2019, (35): 48-49.
[8] 张鸿鹏. 论房屋建筑钢筋混凝土结构施工技术的要点关键要素探究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2019, (22): 35.
[9] 赵子龙, 刘天白. 钢筋检测常见问题分析与对策 [J]. 居舍, 2019, (22): 26.
[10] 温凤玲. 建筑工程钢筋检测试验技术及未来发展趋势 [J]. 河南建材, 2019, (03): 17-18.
[11] 杨环. 建筑项目钢筋原材及钢筋连接试验 [J]. 漯河职业技术学院学报, 2019, 18 (03): 26-28.
[12] 许淳淳. 钢筋混凝土用钢筋检测试验分析 [J]. 低碳世界, 2019, 9 (04): 145-146.
[13] 李明武. 试论钢筋原材料的检测 [J]. 建材与装饰, 2019, (07): 48-49.
[14] 李娟, 周敏. 探析建筑钢筋原材料的检测技术运用 [J]. 居舍, 2019, (04): 173.
[15] 袁建红. 建筑钢筋原材料的检测技术探究 [J]. 中小企业管理与科技 (上旬刊), 2018, (10): 145-146.
[16] 张办阳. 建筑工程中钢筋检测中相关问题探讨 [J]. 建材与装饰, 2018, (22): 44-45.
[17] 程实. 建筑基础钢筋施工质量通病及防治措施 [J]. 居舍, 2018, (13): 170.
[18] 和王玲. 关于建筑钢筋检测技术的探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2018, (12): 127.



公路水运工程试验检测误差分析与控制

刘水建

贵州华通建设工程检测有限公司，贵州 六盘水 553000

摘 要： 为了能够更加科学准确地完成公路水运工程试验检测工作，提高工程质量安全，本文阐述了公路水运工程试验检测工作的重要性，并分析了在检测过程中出现误差导致与实际结果有区别的原因，并针对性地提出了解决措施。以期能够尽量减少在检测过程中出现的误差，提高检测结果的准确性，更好地推动我国道路交通安全事业发展，保障人民财产和生命安全。

关 键 词： 公路水运工程；误差分析；控制措施

Analysis and Control of Errors in Highway and Water Transportation Engineering Test and Inspection

Liu Shujian

Guizhou Huatong Construction Engineering Inspection Co., Ltd, Guizhou, Liupanshui 553000

Abstract： In order to complete the test and inspection work of highway water transport engineering more scientifically and accurately, it is necessary to improve the quality and safety of the project. This paper expounds the importance of the test and inspection work of highway water transport engineering, analyzes the reasons for the difference between the error in the test process and the actual result, and puts forward the corresponding solutions. In order to minimize the error in the detection process, we improve the accuracy of the test results, and better promote the development of China's road traffic safety, aiming to protect people's property and life safety.

Key words： highway water transportation engineering; error analysis; control measures

近几年，我国在道路交通建设方面的发展成绩显著，对更好地促进国民经济发展和方便人们的日常生活起到了非常重要的作用。道路建设是国民经济的重要支柱，道路建设的质量关乎每个人的生命安全，公路在建成之后必须经过多次检验之后才可以投入使用。为了保证公路水运工程质量及人民生命和财产安全，必须遵循相关法律法规，对公路水运工程试验检测的流程进行规范。试验检测报告是包括工程施工质量、施工后验收以及使用中发生事故后进行调查等活动的基础数据和信息来源，对保障公路工程安全和质量是非常关键的^[1]。

在国内，公路水运试验检测从20世纪80年代开始起步，经历了多年的技术更迭和进步，检测体制和管理机制也在日趋健全，检测队伍的专业素质和人员素质也在不断提高，检测所用到的技术和工艺也较以前有了较大水平的提高。然而，由于许多自然因素和人为因素的影响和限制，使得测试结果产生了较大误差，与实际情况差异较大，无法有效地指导工程施工^[2]。为此，本文着重对检测工作过程中的普遍误差进行了剖析，并归纳出有针对性的错误控制方法，从而将检测得出的误差降到最低，用更为精准的数据资料来引导道路交通工程的建设与验收，更好地推动我国交通事业发展^[3]。

一、公路水运工程试验检测工作的重要性

（一）提高工程建设原材料的利用率

公路水运工程在保障工程建设质量方面具有非常关键的作用。实际的试验检测工作中，由于工程所需的原材料数量和种类都很多，为了更好地提高检测工作的效率，通常会将原材料按照其不同的特点进行分类存放，使得工程管理和建设工作也更加高效，减少了材料的浪费，提高了原材料的利用率，减少了工程成本。此外，由于对工程建设的各个阶段都进行检测，保障了工程

质量，减少了工程后期因为不符合标准而返工的问题，同样也可以提高工程建设的效率和原材料的使用率。

（二）优化工程建设的工艺和技术

与传统的工程建设不同，现代的新兴科技在工程中的运用，极大程度上提高了工程质量和建设效率^[4]。公路水运工程试验检测贯穿于工程建设的各个阶段，可以对投入到工程建设中的新技术和新工艺的效果进行检验，可以用于判断使用该工艺、该新材料是否符合相关标准，起到优化工艺和技术的作用，确保工程可以高效高质量完成。



二、公路水运工程试验检测误差分析

公路水运工程建设是一项关乎人民财产和生命安全的建设工程，建设周期长，且投入使用后需经维护而达到较长时间的使用年限，因此材料多为性质稳定的耗材。在检测试验条件中，在环境条件标准的情况下，物质的物性参数应当具有一个特定的数值，得出的数据应和实际值误差较小。但是，在实际的检测工作中，由于操作人员的技术水平和工作经验参差不齐，以及试验设备测量不准等多种原因，导致检测结果与材料的物理量存在着一些差异，这些差异并不能充分地体现出被测物质的真实情况，检测结果与真实数据之间的这种误差就是检测误差，应通过各种措施尽量减少这种误差产生。

（一）误差的主要类别

（1）系统误差。系统误差是一种非随机性误差，主要指分析过程中，由于一些特定条件而引起的检测误差，具有重复性，相同条件下进行多次试验可能会导致同样的误差产生。如果可以经过多次检测，找出引起误差的原因，就可以通过校正实验条件等方法减小或者消除系统误差^[8]。

（2）随机误差。随机误差又叫做偶然误差，不具有重复性，是由于实验过程中一些偶发因素波动造成的误差。引起随机误差的主要原因是一些偶然因素，可以通过多次检测取平均值的方法来减小随机误差。

（3）过失误差。过失误差是在试验过程中出现的，由非随机事件引起的试验结果错误，与实际结果严重不符。如果产生过失误差，则应该重新进行检测。

（二）试验检测误差产生的原因

（1）试验检测人员。公路水运工程试验检测操作过程和方法较为复杂，需要根据不同的位置选取不同的试验耗材和检验标准，对试验检测人员的技术要求和工作经验要求较高^[9]。此外，由于这项工作操作周期较长，工作流程较为烦琐，如果操作人员不具有较强的职业责任感，无法严谨地进行试验操作，也会导致误差的产生。

（2）试验检测设备。公路水运工程试验检测要对工程施工各个环节的材料都要进行检测，包括原材料、半成品、工程零件以及最后的工程实体等，都需要按照相关规范进行检测，需要用到多种检测设备。部分设备仪器可能会由于管理人员采购时没有送至专业的检测部门而未检出仪器本身质量方面的缺陷，或者在使用过程中由于操作不规范导致的仪器不可恢复的测量不准等，都可能会导致误差产生。此外，部分试验仪器的精度无法达到工程需求，导致最小分度值无法满足检验要求，引起读数误差。

（3）试验检测环境。工程项目所用的材料和部分零件等对温度、湿度和气压变化较为敏感^[7]。在进行施工过程中，多根据工程实体所处的环境进行配比的调整，以减少环境变化对其造成的腐蚀。在进行试验检测的过程中，对各种材料的检测操作环境都有非常严格的标准。JTG3420—2020《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》中规定，在进行试验时，水泥室的温度为 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应大于50%。这是由于混凝土中的聚羧酸外加剂等物质

对温度和湿度的敏感性，在不同湿度和温度条件下反应状态和强度^[8]。如果试验检测的过程与标准中规定的不一致，则可能会导致误差产生，如果差异较大可能需要重新进行测定。

（4）试验检测耗材和方法。公路水运工程试验检测中对公路路面压实程度检测所用的方法标准主要有JTG3450—2019《公路路基路面现场测试规程》；对混凝土和水泥检测应根据JTG3420—2020《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》等。在试验检测过程中应该根据检测的步骤和检验项目选取合适的标准规范。此外，相关标准也对试验检测所用耗材的种类、大小和品种进行了明确规定，如果所用尺寸不符合标准，也会导致误差的产生。

（5）试验检测所用样品。由于公路水运工程试验检测是要对工程的各个阶段的材料，如原材料、半成品、工艺零件以及工程实体等进行检测，需要在各个阶段都进行取样，所取的样品要能够代表该批次产品的质量^[9]。这就要求取样员在进行取样操作时操作规范，选取合适的取样方法。如在对堆放的混凝土进行取样时，应该在土层的上中下等部位进行均匀取样并做好标记；在对工程实体进行取样时，也应该间隔固定的距离进行取样，以确保样品能够代表这批产品的质量。如果所取的样品过于随意而无法真实地反映产品质量，则检测的结果会无意义，需要重新进行检测^[10]。

三、公路水运工程试验检测误差的控制措施

目前，我国公路水运工程试验检测行业正处于快速发展时期，相应的考核机制和管理机制已经较为成熟，检测所用的设备和技术也较为先进，但同时也出现了许多问题。试验检测结果的准确性和精确度直接关系到整个项目的质量，关系到国家和人民的生命安全和财产安全^[11]。上文分析了造成检测结果误差的主要因素，针对以上原因，提出了降低测试结果误差、确保测试结果准确的方法。

（一）与试验检测人员相关的措施

公路水运工程试验检测员是根据相关法规和标准对工程项目各个阶段的产品以及工程实体的质量进行检测，并提供产品检测报告的人员。试验检测人员的职业水平和专业知识储备直接关系到整个工程的质量安全，对检测人员有非常高的要求。试验检测工作贯穿于项目的全部阶段，包括起始的项目所在地勘察、原材料质量检验、项目实施阶段以及最终成果验收阶段，都要进行试验检测，为工程提供全过程的项目数据，保障工程安全。这就要求试验检测人员必须具有强大的知识储备，在上岗之前必须通过国家统一组织的公路水运工程试验检测的职业资格考试并取得证书，再进行单位的专业培训后方可上岗，以此来保障检验人员的技术水平^[12]。企业还要加强检验人员的职业道德培养，定期进行考核和培训，对于信用等级较低的人员不予录用，确保其能够独立进行试验检测工作，确保数据结果的准确性，减小误差^[13]。

（二）与试验检测设备相关的措施

试验检测设备的精准确度直接关系到结果的准确性。对于检测



单位而言，应该加大对于仪器设备方面的资金投入，在初期采购设备时，应该选用经过检验后符合标准的仪器，不应为了减少成本而选用不符合规范的仪器。在设备使用之前，也应该送至专业的检测机构，在经过检测之后确保仪器的准确性，减少因为仪器设备测量不准引起的误差^[14]。此外，设备在使用之后，应该及时进行清理和保养，避免因清理不及时而导致读数的模糊，安排专业的人员对设备进行定期的检查和维护，并做好准确的数据记录。对于老旧或者发生故障无法维修的机器应该及时淘汰，避免因仪器设备问题而造成的误差。

（三）与试验检测环境相关的措施

在进行试验检测之前，要保证检测环境符合相关标准。各项材料检验室的面积应符合《公路工程工地试验室标准化指南》中的规定，企业不得因为控制成本而缩小或随意改建检验室。对于那些对操作环境的温度和湿度有条件的材料，如混凝土和水泥等，在检测时应根据相关规定，配备调节温度和湿度的仪器，选择合适大小的操作室，确保温度和湿度符合标准。此外，各种材料的操作室应布局合理，根据材料的性质和特点，方便样品之间进行运输和及时记录数据，保障数据结果的准确性。

（四）与试验检测耗材相关的措施

相关的检测标准都对不同产品的检测耗材进行了明确规定，在选用时应严格按照标准中规定的产品尺寸和种类进行选择，在购买时也应该选取符合标准的厂家和产品，避免因耗材质量不合格引起的测量误差^[15]。操作人员进行操作时，也应严格按

照耗材的各项配比精准操作，对配制好的溶液和材料进行日期和名称的书写，对于变质的材料要及时进行无害化处理。此外，耗材应该保存在阴凉干燥的环境中，对于有特殊要求的材料，应在低温等保存条件下进行存放确保材料在使用之前不会出现变质的问题。

（五）与试验检测样品相关的措施

取样员在进行取样操作时操作规范，根据相关规定选取合适的取样方法，并对样品进行取样日期、部位以及产品名称进行标识，由专业的人员将样品运送至检测中心进行检测，在运输样品的过程中，应尽量避免样品受到污染，保障样品的完整性。对于水泥等具有不同凝结状态的材料，应对其各个状态的凝结时间以及温度湿度条件都进行记录，增加记录频次，多次实验取结果的平均值，得到误差较小的检测结果。

四、结束语

公路水运工程试验检测工作对于确保工程质量和安全、保障人民财产和生命安全具有非常关键的作用。影响检测结果准确性的因素有很多，本文通过对检测人员、设备、检测环境、耗材以及送检样品等方面的分析，阐述了具有针对性的控制误差的措施，有助于提高公路水运工程试验检测的准确性，保障工程质量，推动我国经济发展。

参考文献

- [1] 戴清明. 试验检测工作在公路水运工程建设中的重要性分析 [J]. 建材与装饰, 2020(02):283-284.
- [2] 唐万刚. 公路水运工程试验检测误差分析与控制措施 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49(20):160-162.
- [3] 唐大刚. 浅谈试验检测工作在公路水运工程建设中的重要性 [J]. 智能城市, 2018, 4(23):46-47.
- [4] 高峰. 公路工程试验检测中存在的问题与解决对策 [J]. 中国住宅设施, 2023(08):96-98.
- [5] 郝晨林, 邓义祥, 汪永辉等. 河流污染物通量估算方法筛选及误差分析 [J]. 环境科学学报, 2012, 32(07):1670-1676.
- [6] 孙芹丽. 公路水运工程试验检测机构的等级评定 [J]. 中国高科技, 2019(06):127-128.
- [7] 王方芳. 公路工程水泥混凝土原材料的试验检测及质量控制 [J]. 科技视界, 2019(16):203-204.
- [8] 吴瑾, 张兴才, 汪中. 环境温度和湿度对混凝土中钢筋腐蚀电位影响的试验研究 [J]. 混凝土, 2016(09):9-11.
- [9] 魏晓荷. 建筑工程水泥混凝土原材料试验检测及质量控制分析 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023(12):79-81.
- [10] 吴小英, 周建强. 公路水运工程试验检测样品接收工作的标准化实践 [J]. 浙江交通职业技术学院学报, 2019, 20(04):19-23.
- [11] 缪龙超. 公路水运工程试验检测的可持续发展 [J]. 四川水泥, 2019(10):56-57.
- [12] 李好明. 发挥公路水运工程试验检测职业资格制度作用为保安全促发展提供高质量的人才支撑 [J]. 中国水运, 2023(08):9-11.
- [13] 孙雨雨. 公路水运工程试验检测的可持续发展 [J]. 运输经理世界, 2021(36):161-163.
- [14] 王永招. 公路工程试验检测的常见问题及解决对策 [J]. 交通世界, 2020(30):111-112.
- [15] 胡成洪. 公路工程试验检测存在的问题及措施 [J]. 黑龙江交通科技, 2014, 37(03):163.