

# 城市建筑与发展

## Urban Architecture And Development



ART AND DESIGN PRESS INC.

(626 810 4480)

119 S Atlantic Blvd, Suite 300D

Monterey Park, CA 91754

Copyright © 2024 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

## 城市建筑与发展

Urban Architecture and Development

第2卷 第1期 2024年1月刊

主管 ART AND DESIGN PRESS INC.

主办 ART AND DESIGN PRESS INC.

编辑 《城市建筑与发展》编辑部

ISSN(O): 2993-270X

ISSN(P): 2995-2441

地址: 119 S Atlantic Blvd, Suite 300D Monterey  
Park, CA 91754

网址: <https://www.artdesignp.com/>

### 本刊说明:

凡向本刊所投稿件, 全体作者需签署论文著作权  
转让声明书和论文发表承诺书, 声明、承诺及相关事  
项如下:

- 作者将论文的复制权、发行权、网络传播权、  
翻译权、汇编权、信息网络传播权、改编权等著  
作权在世界范围内免费转让给本刊。
- 论文不侵犯他人著作权和其他权利, 否则作者将  
承担由此产生的全部责任, 并赔偿由此给出版单  
位造成的全部损失。
- 论文署名作者享有该作品的完全著作权, 署名作  
者的身份真实。
- 论文未曾以任何形式公开发表过。
- 作者所投本刊稿件, 本刊编辑部拥有修改权。

## 城乡规划·设计 | URBAN AND RURAL PLANNING · DESIGN

- 005 生活垃圾填埋场治理技术方案探究 白海龙  
Exploration of Technical Solutions for Landfill Treatment  
of Domestic Waste Bai Hailong
- 008 乡村振兴与村民生活质量提升的问题、策略与路径 雷健豪, 伍伟培  
The Problems, Strategies, and Paths of Rural Revitalization and Improvement  
of Villagers' Quality of Life Lei Jianhao, Wu Weipei
- 011 数字化设计在居住区规划与设计的应用与挑战 张士军  
The Application and Challenges of Digital Design in Residential  
Area Planning and Design Zhang Shijun
- 014 民族地域元素在体育中心项目中的应用——以恩施州民族体育运动中心  
VI与导视设计为例 曹磊, 周钟荣, 魏巍, 刘红振, 陈路曦, 唐旭峰  
Application of Ethnic Regional Elements in Sports Center Projects  
—Taking the VI and Guide Design of Enshi Ethnic Sports Center as an  
Example Cao Lei, Zhou Zhongrong, Wei Wei, Liu Hongzhen, Chen Luxi, Tang Xufeng
- 017 园林废弃物资源化利用技术的研发与应用前景 熊程程  
Research And Application Prospects Of Resource Utilization  
Technology For Garden Waste Xiong Chengcheng
- 020 城市绿色交通发展的政策分析及建议 李立策  
Policy Analysis And Suggestions Of Urban Green Transportation Development Li Lice
- 023 城市土地资源管理中的土地利用总体规划编制与实施效果评估研究 井梅  
Research on the Compilation and Implementation Effect Evaluation  
of Overall Land Use Planning in Urban Land Resource Management Jing Mei
- 026 浅谈海绵城市在改扩建机场中的应用——以太原武宿机场三期为例 赵宇飞  
On The Application Of Sponge City In Reconstruction And Expanding Airport  
—Take Taiyuan Wusu Airport Phase Iii As An Example Zhao Yufei
- 029 城市地下空间开发中的岩土工程问题与对策 张东  
Geotechnical Engineering Problems and Countermeasures  
in Urban Underground Space Development Zhang Dong
- 032 城区高架快速路沿线空间生态化设计策略 向梓音  
Ecological Design Strategies For The Space  
Along Urban Elevated Expressways Xiang Ziyin

## 建筑技术·应用 | BUILDING TECHNOLOGY · APPLICATION

- 035 智能建筑工程检测技术在现代建筑中的应用策略 曹豹, 卢燕雨  
Application Strategy of Intelligent Building Engineering  
Inspection Technology in Modern Buildings Cao Bao, Lu Yanyu
- 038 BIM技术在绿色建筑材料管理中的应用策略 郑广雷, 张计华  
Application Strategy of BIM Technology  
in Green Building Material Management Zheng Guanglei, Zhang Jihua
- 041 超高层建筑装配式施工的质量控制与保障措施 杨文峰  
Quality Control And Assurance Measures For Prefabricated Construction  
Of Super High-Rise Buildings Yang Wenfeng

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 044 | <b>建筑工程施工中的节能技术研究与应用</b><br>Research and Application of Energy saving Technologies<br>in Construction Engineering     | <b>段林刚</b><br>Duan Lingang                |
| 047 | <b>无线局域网在智能建筑中的应用研究</b><br>Research on the application of WLAN in Intelligent Building                                | <b>杨跃</b><br>Yang Yue                     |
| 050 | <b>装配式建筑工程检测关键技术研究</b><br>Research on Key Technologies for Inspection of Prefabricated Construction Projects          | <b>姚娜娜, 马洪生</b><br>Yao Nana, Ma Hongsheng |
| 053 | <b>建设工程招标投标与合同管理措施</b><br>Construction Project Bidding And Contract Management Measures                               | <b>李润瑞</b><br>Li Runrui                   |
| 056 | <b>异形曲面种植屋面固土施工技术研究</b><br>Research on Soil Consolidation Construction Technology for Irregular Curved Planting Roofs | <b>陶璐</b><br>Tao Lu                       |
| 059 | <b>绿色建筑设计中自然采光优化方法研究</b><br>Study On The Optimization Method Of Natural Lighting In Green Building Design             | <b>赵延庆</b><br>Zhao Yanqing                |
| 062 | <b>超低能耗建筑设计的隔热材料选择与应用</b><br>Selection And Application Of Insulation Materials For Ultra-Low Energy Building Design   | <b>吴敏</b><br>Wu Min                       |
| 065 | <b>建筑材料性能工程检测方法研究</b><br>Research on Engineering Testing Methods for Building Material Performance                    | <b>马洪生, 姚娜娜</b><br>Ma Hongsheng, Yao Nana |

## 工程管理 · 实践 | ENGINEERING MANAGEMENT · PRACTICE

|     |  |  |
|-----|--|--|
| 068 | <b>地铁应急管理中的人员培训与发展</b><br>Personnel Training and Development in Subway Emergency Management  | <b>杨玉西</b><br>Yang Yuxi  |
| 071 | <b>乡镇农业机械化推广及管理分析</b><br>Analysis of the Promotion and Management of Agricultural Mechanization in Township Areas  | <b>丰呈龙</b><br>Feng Chenglong   |
| 074 | <b>浅谈电气工程造价管理的问题与控制策略</b><br>On the Problems and Control Strategies of Cost Management in Electrical Engineering   | <b>陈宁宁</b><br>Chen Ningning  |
| 077 | <b>碳纤维加固技术在室内装修中的应用</b><br>Application of Carbon Fiber Reinforcement Technology in Interior Decoration   | <b>徐文斌</b><br>Xu Wenbin  |
| 080 | <b>基于可再生能源的分布式发电技术的应用及前景</b><br>Application and Prospect of Distributed Generation Technology Based on Renewable Energy  | <b>王华蓉, 陈大玲</b><br>Wang Huarong, Chen Daling   |
| 083 | <b>电网工程“两个前期”一体化融合工作机制构建与实施</b><br>Construction And Implementation Of The “Two Early Stage” Integration Working Mechanism Of Power Grid Project                    | <b>计策<sup>1</sup>, 李先纯<sup>1</sup>, 王向阳<sup>2</sup></b><br>Ji Ce <sup>1</sup> , Li Xianchun <sup>1</sup> , Wang Xiangyang <sup>2</sup>   |
| 086 | <b>不同主应力方向影响下隧道岩爆能量变化特征研究</b><br>Study On The Variation Characteristics Of Rockburst Energy In Tunnel Under The Influence Of Different Principal Stress Directions | <b>李金峰, 代志敏, 张雪, 帅逸诚, 郝天琪, 苏映东<sup>*</sup></b><br>Li Jinfeng, Dai Zhimin, Zhang Xue, Shuai Yicheng, Hao Tianqi, Su Huandong <sup>*</sup> |
| 089 | <b>空气源热泵在低温环境下的能效提升方法研究</b><br>Research On The Energy Efficiency Improvement Method Of Air Source Heat Pump In Low Temperature Environment                         | <b>孙勇伟</b><br>Sun Yongwei  |
| 092 | <b>市政绿化工程中的植物配置与生态效益评价</b><br>Plant Configuration And Ecological Benefit Evaluation In Municipal Greening Projects   | <b>乔卫</b><br>Qiao Wei  |

# 生活垃圾填埋场治理技术方案探究

白海龙

西吉县房屋管理与服务中心, 宁夏 西吉 756200

**摘要：** 本文深入探讨了生活垃圾填埋场的治理技术，介绍了填埋场的概念、分类、组成、特点和面临的问题。接着，详细阐述了治理技术的多种分类，如渗滤液处理、气体收集利用、封场覆盖与生态修复、垃圾稳定化与固化等，并讨论了这些技术的研究现状和应用情况；预测了未来研究趋势，包括综合治理、环保资源化、智能化和长期效应评估等技术方向。还提出了治理技术方案的设计原则。本研究为生活垃圾填埋场的有效治理提供了重要的技术指导和参考。

**关键词：** 生活垃圾填埋场；治理技术；渗滤液处理；气体收集与利用；封场覆盖与生态修复

## Exploration of Technical Solutions for Landfill Treatment of Domestic Waste

Bai Hailong

Xiji County Housing Management and Service Center, Xiji, Ningxia 756200

**Abstract：** This article explores in depth the management technology of domestic waste landfills, introducing the concept, classification, composition, characteristics, and problems faced by landfills. Subsequently, various classifications of governance technologies were elaborated, such as leachate treatment, gas collection and utilization, site closure and ecological restoration, garbage stabilization and solidification, etc. The research status and application of these technologies were also discussed; Predicted future research trends, including comprehensive governance, environmental resource utilization, intelligence, and long-term effect evaluation. The design principles for governance technology solutions were also proposed. This study provides important technical guidance and reference for the effective management of domestic waste landfills.

**Keywords：** landfill site for household waste; governance technology; leachate treatment; gas collection and utilization; closure and ecological restoration

## 引言

随着经济的快速发展和城市化进程的加速，我国城市生活垃圾产量不断增加。生活垃圾填埋场作为城市垃圾处置的主要方式，承担着重要的责任。然而，生活垃圾填埋场在运行过程中存在着诸多问题，如土地资源浪费、环境污染、温室气体排放和安全隐患等，对周边环境和居民生活造成严重影响。因此，对生活垃圾填埋场进行有效地治理，已经成为当前亟待解决的问题。

## 一、生活垃圾填埋场概述

### （一）生活垃圾填埋场的定义和分类

#### 1. 定义

我国早期受经济及技术水平制约，生活垃圾无害化处理技术起步晚，均以填埋处置作为生活垃圾处理的主要方式。<sup>[1]</sup> 生活垃圾填埋场是一种将生活垃圾进行最终处置的场所，通过将垃圾埋入地下，利用土壤覆盖，达到减少垃圾体积、稳定垃圾、减少环境污染的目的。

#### 2. 分类

根据处置方式和生活垃圾的性质，生活垃圾填埋场可分为卫生填埋场、非卫生填埋场和混合填埋场。

### （二）生活垃圾填埋场的组成和特点

#### 1. 组成

- 垃圾坝：用于拦截垃圾，防止垃圾外溢。
- 垃圾填埋区：用于填埋生活垃圾。
- 渗滤液收集系统：用于收集垃圾填埋过程中产生的渗滤液。
- 排气系统：用于排放垃圾填埋过程中产生的气体。
- 覆盖层：用于覆盖垃圾，减少垃圾对环境的污染。

#### 2. 特点

- 垃圾处置量大：生活垃圾填埋场可以处置大量的生活垃圾。
- 建设周期短：生活垃圾填埋场建设周期相对较短，可以

迅速满足垃圾处置需求。

(3) 投资和运行成本相对较低：相较于其他垃圾处置方式，生活垃圾填埋场的投资和运行成本较低。

(4) 环境污染：生活垃圾填埋场在处置过程中，可能会产生渗滤液、臭气等环境污染问题。

### (三) 生活垃圾填埋场的现状和问题

随着城市化进程的加快，城市人口不断增加，生活方式的改变导致生活垃圾产量持续攀升。<sup>[2]</sup> 面对这一挑战，生活垃圾填埋场已经成为城市垃圾处置的重要方式，它提供了一个相对经济和便捷的垃圾处理方法。然而，随着填埋场数量的增加和规模的扩大，也带来了环境污染、土地资源消耗等问题，需要寻求更加可持续和环保的垃圾处理策略。然而，生活垃圾填埋场在运行过程中存在以下问题：

1. 土地资源浪费：生活垃圾填埋场需要占用大量的土地资源，且填埋后的土地很难进行二次开发利用。
2. 环境污染：生活垃圾填埋场在处置过程中，可能会产生渗滤液、臭气等环境污染问题，对周边环境造成影响。
3. 温室气体排放：生活垃圾填埋场在分解过程中，会产生大量的甲烷等温室气体，加剧全球气候变暖。
4. 安全隐患：生活垃圾填埋场存在滑坡、爆炸等安全隐患。

### (四) 生活垃圾填埋场治理技术分类

1. 渗滤液处理技术：包括生物处理、物理化学处理和土地处理等方法，用于处理生活垃圾填埋场产生的渗滤液。
2. 气体收集与利用技术：通过安装排气系统，收集生活垃圾填埋场产生的气体（主要包括甲烷和二氧化碳），并进行利用或焚烧处理。
3. 封场覆盖与生态修复技术：在生活垃圾填埋场封场后，进行土壤覆盖和植被种植，以减少垃圾对环境的污染，并进行生态修复。
4. 垃圾稳定化与固化技术：通过对生活垃圾进行稳定化和固化处理，减少垃圾体积和有害物质含量，提高垃圾填埋场的处置效果。

## 二、生活垃圾填埋场治理技术研究

生活垃圾填埋场已经成为当前我国大多数城市在处理城市固体废物方面所普遍采用的主要手段。然而，这种填埋场在运营过程中排放的渗滤液和填埋气体等污填埋场的可持续发展，我国正式颁布了《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889 染物，对周围环境及地下水资源构成了极大的安全隐患<sup>[3]</sup>。为了促进生活垃圾-2008)。该标准针对填埋场运营中的渗滤液、填埋气体等污染问题，设定了更加严格的控制指标和监管措施，旨在降低环境污染风险，保护地下水资源，为我国城市生活垃圾处理提供了一套科学、高效的污染控制方案。

### (一) 渗滤液处理技术

研究开发了一系列渗滤液处理技术，其中包括生物处理、物理化学处理和土地处理等。这些技术通过采用先进的生物降解、

物理过滤和化学沉淀等方法，有效去除渗滤液中的有害物质和污染成分，从而提高了渗滤液的处理效果。<sup>[4]</sup> 同时，这些技术的应用也有助于减少对环境的影响，并提高资源的循环利用率。

例如，北京首钢生物质能源垃圾渗滤液处理项目，该项目是一个先进的渗滤液处理设施，其设计处理能力为每天900立方米。这个项目采用了多种技术的组合工艺，包括中温厌氧、膜生物反应器(MBR)、纳滤(NF)和反渗透(RO)，以确保高标准的处理效果和环保要求。

中温厌氧工艺利用微生物在无氧条件下分解有机物质，产生甲烷和二氧化碳，同时减少COD(化学需氧量)的浓度。这一步骤不仅有助于减少渗滤液的有机负荷，还能产生可再生能源。

膜生物反应器(MBR)结合了生物处理和膜过滤技术，能够有效去除悬浮物、胶体和微生物，从而提高水质。纳滤(NF)和反渗透(RO)工艺被用于深度处理。纳滤可以去除大部分的有机物和某些重金属，而反渗透则能更有效地去除溶解固体和其他污染物。

整个系统的设计考虑了能源效率和环境影响，通过集成不同的处理技术，实现了对渗滤液的高效处理和资源化利用。此外，该项目还体现了对环保标准的遵守，对减少水污染和提升区域环境质量起到了积极作用。

### (二) 气体收集与利用技术

中国住房和城乡建设部发布的《生活垃圾填埋场填埋气体收集处理及利用工程技术规范》(CJJ133-2009)规定了填埋气体收集、处理及利用的基本技术要求。这些规范包括填埋气体产气量估算、填埋气体导排、输气管网、抽气、处理和利用系统等多个方面。这些规范旨在确保填埋气体收集、处理及利用工程的质量，确保生活垃圾填埋场的安全运行。

在当前环境保护和可持续发展的大背景下，研究人员开发了一系列创新技术，旨在提高生活垃圾填埋场气体的收集与利用效率。这些技术通过优化排气系统设计，增加收集井和管网的数量与布局，显著提升了填埋场气体，尤其是甲烷的收集效率。<sup>[5]</sup> 同时，采用先进的气体净化和处理技术，将收集的气体转化为可利用的能源，如用于发电、热能回收或作为燃料，实现了资源的循环利用，有效减少了温室气体的排放，显著提升了环境保护效果。

### (三) 封场覆盖与生态修复技术

封场覆盖与生态修复技术，包括土壤覆盖材料的选择、植被配置和生态系统的恢复等，旨在提高封场覆盖和生态修复的效果。土壤覆盖材料的选择应考虑土壤类型、渗透性、防水和植被生长等因素，以减少雨水渗透和防止气体泄漏。植被配置应选择适当地气候和土壤条件的植物，以促进生态系统的恢复和改善周边环境。生态系统的恢复包括植被生长、土壤改良和生物多样性增加等方面，有助于减少填埋场的视觉污染和环境影响，同时提供生态系统服务，如固碳、改善土壤质量和提供栖息地等。

例如，2012年，金口垃圾填埋场所在区域荣幸地被选为园林博览会的主会场。然而，金口垃圾填埋场在封场后仅被简单覆盖，继续释放污染物，引发环境污染和安全问题。但现在，通过环保和生态修复技术，该场地的修复已取得显著进展。



具体实施方案：

该环保工程涉及构建填埋气体和渗滤液的综合处理系统，包括导排井、收集输送管道、集中处理设施等。工程初步通过铺设防渗膜来遏制渗滤液和沼气的泄漏，然后对这些废物进行集中处理。对于渗滤液这一污染性极强的污水，工程运用先进的 DTRO 技术进行处理，确保其排放符合标准，并可用于园林绿化，促进了资源的循环利用和无害化处理。同时，针对垃圾填埋场产生的甲烷为主体的混合气体，这一强效温室气体，工程也采取了有效的集中处理措施，大幅降低了其对大气环境的污染。

#### （四）垃圾稳定化与固化技术

垃圾稳定化与固化技术是指将垃圾中的有害成分通过化学、生物或物理方法转化为稳定、无害的物质，以减少垃圾对环境 and 人类健康的危害。研究人员开发了多种垃圾处理技术，包括生物、化学和物理稳定化，以提高垃圾的稳定性和减少环境影响。生物稳定化通过微生物分解有机物，化学稳定化使用化学物质转化有害物质，物理稳定化则通过压缩和封装固定垃圾。这些方法旨在提升垃圾处理效率，减少污染，推动环保和可持续的垃圾管理。

##### 1. 生物稳定化技术

在城市垃圾填埋场，通过引入特定的微生物菌种，加速垃圾中有机物的分解过程，将其转化为无害的物质。这种方法不仅减少了甲烷等温室气体的排放，还提高了垃圾的稳定化效果。

##### 2. 化学稳定化技术

在处理工业废渣，尤其是重金属污染的废渣时，通过向废渣中添加石灰或石灰石，调节 pH 值，使重金属离子与石灰反应形成不溶性的金属氢氧化物，从而实现固化。这种方法有效避免了重金属的二次污染。

##### 3. 物理稳定化技术

对于含有重金属或其他有害物质的污泥，可以通过机械压缩和热处理的方式进行固化。例如，在水泥工业中，将污泥与水泥混合后，通过高温煅烧使污泥中的有害物质被封装在水泥 matrix 中，形成稳定的固化体，从而减少了对环境的影响。

### 三、生活垃圾填埋场治理技术的发展与创新

#### （一）生活垃圾填埋场治理技术方案设计原则

##### 1. 合规性原则：确保方案符合国家相关法律法规和政策

要求。

##### 2. 安全性原则：确保治理过程中人员和环境的安全。

3. 可行性原则：方案应考虑技术可行性、经济合理性和操作便利性。

4. 环保性原则：尽量减少治理过程中对环境的负面影响，促进环境保护。

5. 资源化原则：尽可能实现垃圾的资源化利用，提高资源利用效率。

#### （二）生活垃圾填埋场治理技术研究趋势

1. 综合治理技术研究：结合生物、化学和物理技术，可以建立一个综合治理体系，提高垃圾处理效率，促进资源回收和环境保护。这种方法根据垃圾特性和成分选择最佳处理技术，既减少了环境污染，又提升了处理的经济效益。

2. 环保与资源化技术研究：为了应对城市化带来的垃圾处理挑战，研究人员致力于开发环保型的治理技术，这些技术旨在实现垃圾的资源化利用，将废物转化为可再利用的资源，同时减少对环境的污染，推动实现循环经济和可持续发展。

3. 智能化技术研究：通过运用物联网、大数据和人工智能等先进技术，可以实现生活垃圾填埋场治理的智能化。这些技术能够实时监控填埋场的运行状态，分析垃圾特性，自动调节处理参数，提高治理效率和效果，同时减少人为误差，确保环境安全。

4. 长期效应评估研究：对生活垃圾填埋场治理技术的长期效应进行评估，优化治理方案，确保治理效果的持久性。

### 结束语

本文通过对生活垃圾填埋场治理技术的深入探究，提出了垃圾处理的不同技术方案，旨在提高垃圾处理的效率和效果。未来，需要不断优化和完善垃圾处理技术，以实现资源化利用、降低环境影响、提高垃圾处理效率的目标。同时，也需要加强监管，以确保垃圾处理工作的规范化和标准化。在垃圾处理技术的不断发展和应用过程中，期待生活垃圾填埋场能够成为资源循环利用的重要基地，为环境保护和可持续发展做出积极贡献。

### 参考文献

- [1] 陈伟洲. 生活垃圾填埋场治理技术方案探究 [J]. 低碳世界, 2022, 12(12): 31-33. DOI: 10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2022.12.019.
- [2] 李燕妮. 浅谈生活垃圾填埋场封场后的填埋气体安全管理问题 [J]. 环境保护与循环经济, 2023, 43(10): 108-110.
- [3] 王浩文, 徐涛, 张璇. 简易生活垃圾填埋场综合治理技术浅谈 [J]. 现代盐化工, 2021, 48(04): 130-131+138. DOI: 10.19465/j.cnki.2095-9710.2021.04.059.
- [4] 葛恩燕, 胡超. 生活垃圾填埋场开采筛分处置技术研究——以卧旗山垃圾填埋场为例 [J]. 环境卫生工程, 2022, 30(05): 88-93. DOI: 10.19841/j.cnki.hjwsgc.2022.05.012.
- [5] 蔡琳琳, 潘天骐, 戴昕, 等. 生活垃圾填埋场治理技术研究 [J]. 河南科技, 2018, (32): 148-150.

# 乡村振兴与村民生活质量提升的问题、策略与路径

雷健豪, 伍伟培

广东省台山市大江镇石桥村村委会, 广东 台山 529261

**摘要：**随着我国经济的快速发展，乡村振兴已成为新时代的重要战略。本文旨在探讨乡村振兴与村民生活质量提升之间的关系，分析当前村民生活质量存在的问题，并提出相应的策略与路径。首先，通过文献综述分析现有关于乡村振兴与村民生活质量的研究成果，总结现有研究的不足与局限。其次，结合实际情况，对村民生活质量的现状进行深入剖析，并指出其中存在的问题。然后，从产业发展、基础设施建设、人才培养、文化传承等方面提出具体的优化策略。最后，探讨乡村振兴与村民生活质量提升的路径，为我国乡村振兴提供理论支持与实践指导。

**关键词：**乡村振兴；村民生活质量；问题；策略；路径

## The Problems, Strategies, and Paths of Rural Revitalization and Improvement of Villagers' Quality of Life

Lei Jianhao, Wu Weipei

Shiqiao Village Committee, Dajiang Town, Taishan, Guangdong 529261

**Abstract：** With the rapid development of China's economy, rural revitalization has become an important strategy in the new era. This article aims to explore the relationship between rural revitalization and the improvement of villagers' quality of life, analyze the current problems in villagers' quality of life, and propose corresponding strategies and paths. Firstly, through literature review and analysis of existing research on rural revitalization and villagers' quality of life, summarize the shortcomings and limitations of existing research. Secondly, based on the actual situation, a thorough analysis of the current quality of life of villagers will be conducted, and the existing problems will be pointed out. Then, specific optimization strategies are proposed from the aspects of industrial development, infrastructure construction, talent cultivation, and cultural inheritance. Finally, explore the path of rural revitalization and the improvement of villagers' quality of life, providing theoretical support and practical guidance for rural revitalization in China.

**Keywords：** rural revitalization; quality of life for villagers; problem; strategy; route

### 引言

乡村振兴是指通过政策和措施，促进乡村地区的经济发展、社会进步和生态环境改善，从而提高乡村居民的生活质量。随着我国城市化进程的不断推进，乡村振兴已经成为国家战略的重要组成部分。在实际工作中，乡村振兴面临着许多问题，如城乡发展不平衡、人才流失、基础设施不完善、产业结构单一等。这些问题严重制约了乡村居民的生活质量提升。因此，研究乡村振兴与村民生活质量提升的问题、策略与路径，对于推动乡村振兴战略的实施，提高乡村居民的生活质量具有重要意义。

### 一、乡村振兴理论

1. 农业现代化理论：农业现代化是乡村振兴的核心，指通过引入现代化技术和管理方式，提高农业的生产效率和质量，促进农业的发展。

2. 农村发展理论：农村发展理论强调农村地区的经济发展和社会进步，认为农村发展是乡村振兴的基础和关键。

3. 乡村振兴战略理论：乡村振兴战略理论认为，乡村振兴需要从战略高度出发，制定全面、系统的乡村振兴计划和政策，实现乡村振兴的目标。

4. 农民参与理论：农民参与是乡村振兴的重要方面，农民的积极参与是乡村振兴成功的关键。

5. 城乡融合发展理论：城乡融合发展理论认为，乡村振兴需要城乡一体化发展，促进城乡经济的互动和交流，实现城乡共同发展。

6. 可持续发展理论：可持续发展理论认为，乡村振兴需要促进经济、社会 and 环境的可持续发展，实现乡村振兴的长期发展。可持续发展理论是以自然资源和生态环境保护为出发点提出的，因此无论区域未来规划如何发展，重视生态保护，资源节约利用都是发展的基础，这就需要政府在经济发展的同时，制定有效的



环境污染治理方案，在生产要素投入时，相应地投入资源生态保护和提升所需的技术资金。<sup>[1]</sup>

## 二、乡村振兴与村民生活质量的关系

乡村振兴与村民生活质量之间存在密切的关系。一方面，乡村振兴能够为村民提供更好的基础设施和服务，如道路、供水、供电、通信等，这些设施的改善能够提高村民的生活质量。另一方面，乡村振兴能够推动乡村经济的发展，提高村民的收入水平，从而提高他们的生活水平和生活质量。此外，乡村振兴还能够促进乡村文化的传承和发展，丰富村民的精神文化生活，提高他们的生活质量。改变农村基层传统的治理理念，进一步优化基层治理模式，实现基层治理能力与治理体系的现代化，有效处理和调节政社、政民关系，加强政府与村民之间的双向有效沟通，不断增强村民对政府的信任度，进一步提升农村基层政府的公信力，使农村基层政权得到有效巩固。<sup>[2]</sup>

## 三、我国乡村振兴的政策措施

1. 产业发展：推动农业现代化，发展特色农产品，提高农民收入。这包括推广农业科技，提高农业生产效率，加强农业产业链建设，促进农产品加工和流通，以及发展农村电商等新业态。
2. 基础设施建设：要想留住新农村，实现与村庄的融合发展，最重要的仍是提升乡村基础设施水平。<sup>[3]</sup>提升农村基础设施，包括道路、桥梁、供水供电、卫生等。这些设施的改善能够提高农村生活质量，方便农民的生产和生活。
3. 人才培养：加强农村人才培养，包括技术培训、教育普及、人才培养计划等。通过提高农民的素质，帮助他们更好地适应现代农业的发展。
4. 环境保护：加强农村环境保护，包括水源保护、生态环境恢复、污染治理等。农村环境保护是乡村振兴的重要方面，也是提高村民生活质量的重要途径。
5. 政策支持：政府出台相关政策，包括财政支持、税收优惠、土地改革等，以鼓励和推动乡村振兴。

## 四、我国乡村振兴取得的成果

1. 农业产业升级：乡村振兴战略推动农业产业向高质量发展，通过引入现代农业技术、发展特色农产品、推进农业产业融合等途径，提高农业产值和农民收入。我国农业产业不断向产业链高端发展，农产品质量和品质得到显著提升。丰富农产品的文化要素，打造有乡村特色的文化产业，促进乡村一二三产业的融合发展，实现农业农村现代化发展，不断激活乡村经济发展潜力，进而推动乡村其他要素发展，增强人们的幸福感和获得感。<sup>[4]</sup>
2. 农村基础设施建设：近年来，国家加大了对农村基础设施建设的投入，推进农村道路、供水、供电、通信等基础设施建设，提

高了农村居民的生活水平。农村道路硬化、桥梁建设、饮水安全等方面取得了显著的进步，农村交通出行条件得到明显改善。

3. 农村生态环境改善：乡村振兴战略注重生态环境保护，加大生态建设投入，实施农村生态环境治理项目，推进农村生态文明建设。农村生态环境得到有效保护，生态农业得到发展，农民生态环境意识不断提高。
4. 农村居民收入增长：乡村振兴战略通过发展农村经济、促进产业融合、提高农民就业能力等途径，提高农村居民的收入水平。进一步推动乡村振兴，发展乡村产业和经济，提高村民收入，有助于促进共同富裕目标的实现。<sup>[5]</sup>近年来，农村居民收入稳步增长，贫困人口数量持续减少，农村居民生活水平得到显著提高。
5. 乡村文化传承与振兴：乡村振兴战略注重乡村文化的保护和传承，通过举办各类文化活动、加强乡村教育、发展乡村旅游等途径，提升乡村文化软实力。要健全乡村公共文化服务体系，深入推进文化下乡。广泛开展群众乐于参与、便于参与的文体活动，达到寓教于乐的效果，有助于孕育农村社会好风尚；<sup>[6]</sup>乡村文化得到繁荣发展，乡村居民的文化素质得到提高。

## 五、我国乡村振兴存在的问题

1. 农业产业结构单一：我国农村经济主要依赖农业，农业产业附加值低，农民收入增长受限。许多地区农业产业结构过于单一，缺乏特色和竞争力，导致农村经济发展缓慢。
2. 农村基础设施不完善：我国农村基础设施相对于城市而言较为落后，包括交通、水电、通讯等方面。这不仅影响了农民生活水平，也制约了农村经济发展。
3. 农村人才流失严重：由于城市化进程加快，大量农村青年人才涌向城市，造成农村人口减少，劳动力减少，农村经济发展受阻。
4. 农村教育医疗资源匮乏：农村教育医疗资源相较于城市而言严重不足，这导致农村居民在教育、医疗等方面面临较大的困难。
5. 农村环境保护问题严重：随着农村经济活动的增加，农村环境污染问题逐渐凸显，包括农业污染、垃圾处理等问题，严重影响了农村生态环境。
6. 农村治理体系不健全：农村治理体系不健全，包括农村基层党组织建设、村规民约等方面，影响了农村社会治理效果。乡镇党委和村党支部应该不断改进领导方式，加强政治领导、组织领导和思想领导。<sup>[7]</sup>

## 六、我国村民生活质量存在的问题

1. 经济发展水平不高：虽然我国经济水平在持续增长，但在农村地区，经济发展仍然存在一定的差距。乡村社会的经济发展边缘化，公共服务短缺、资源要素活力不足、发展条件落后，以

及同辈认同感不强等原因<sup>[8]</sup>许多农村地区经济以农业为主,附加值较低,导致农民收入水平相对较低,影响了村民的生活质量。

2. 基础设施不完善:农村地区的基础设施建设相对于城市而言,存在较大的差距。例如,农村地区的电力、交通、通信等基础设施的建设都不尽完善,这些因素在一定程度上制约了村民的生活质量。

3. 教育资源匮乏:农村地区的教育资源相对于城市而言,严重匮乏。这导致了农村学生的教育质量无法得到保障,影响了农村居民的素质和未来发展。

4. 医疗水平较低:农村地区的医疗水平相对较低,医疗设施和医疗水平都有一定的差距。这使得村民在遇到疾病时,无法得到及时有效的治疗,影响了村民的生活质量。

5. 社会保障水平不高:农村地区的社会保障水平相对较低,养老、医疗、教育等方面的保障都不尽完善。这使得村民在遇到生活困难时,无法得到有效的帮助,影响了村民的生活质量。

6. 生态环境问题严重:随着工业化、城市化的推进,农村地区的生态环境受到了一定程度的破坏。例如,农业用药、垃圾处理等问题,都对农村生态环境造成了影响,影响了村民的生活质量。

7. 文化素质不高:农村地区的文化素质问题也不容忽视。部分农村居民的文化程度相对较低,村民整体学历不高。从乡村走出去的大学生毕业后回到乡村贡献力量的少之又少,绝大多数村民教育程度都不高。<sup>[9]</sup>影响了村民的素质和未来发展。

## 七、乡村振兴与村民生活质量提升的策略与路径

### (一) 加强乡村基础设施建设

1. 政府支持:政府应该在资金和政策上给予支持,鼓励乡村基础设施建设。政府可以提供财政援助、税收减免等措施,吸引更多的投资和捐赠。政府还可以制定相应的政策和法规,加强监管和规范,确保基础设施建设的质量和效益。

2. 社会参与:除了政府支持外,还可以鼓励社会各界参与乡村基础设施建设。可以引导企业、社会组织和公民个人投资乡村基础设施建设,通过公私合作的方式,共同推进基础设施建设。

3. 规划和管理:加强乡村基础设施建设的规划和管理,制定详细的发展计划和实施方案,明确基础设施建设的内容、标准、时间和进度等,确保基础设施建设的科学性和可行性。同时,还需要加强基础设施建设的监督和管理,确保工程质量和效益,避免资源浪费和效益不明显的问题。

4. 科技创新:科技创新是加强乡村基础设施建设的关键。可以引进先进的建筑技术、设备和管理经验,提高基础设施建设的效率和质量。还可以利用互联网、物联网等技术,实现基础设施建设的智能化、数字化和网络化,提高基础设施建设的智能化水平和运行效率。

### (二) 推进乡村产业发展

1. 发掘特色产业:每个乡村都有自己独特的自然资源和人文历史,应该利用这些特点发掘特色产业,例如有机农业、生态旅游、手工艺品等等。这些产业不仅可以创造就业机会,还可以增

加村民的收入,提高生活质量。

2. 加强基础设施建设:良好的基础设施是乡村产业发展的重要支撑。应该加强乡村道路、水电气、通信等方面的基础设施建设,提高乡村的可达性和便利性,吸引更多的投资者和人才进入乡村。

3. 培养人才:乡村产业需要各类人才的支持,包括技术人才、营销人才、管理人才等等。应该加强乡村人才培养和引进,为乡村产业发展提供充足的人才资源。

4. 推动城乡融合发展:城乡融合发展是乡村振兴的重要方向,应该加强城乡之间的交流和合作,促进城市和乡村产业的技术交流、市场互动、产业融合,实现城乡共同发展。

5. 加强环境治理:乡村产业发展需要良好的生态环境,应该加强乡村环境治理,保护乡村自然资源和生态环境,提高乡村的生态品质和吸引力。“良好生态环境是最普惠的民生福祉。自身发展规律充分体现农村特点,注意乡土味道,保留乡村风貌。”要让老百姓呼吸上新鲜的空气,喝上干净的水,吃上放心的食物,生活在宜居的环境中,切实感受到经济发展带来的实实在在的环境效益。<sup>[10]</sup>

## 八、结束语

乡村振兴是一个复杂而长期的过程,需要政府、企业和村民的共同努力。政府需要制定更多的政策和措施,鼓励企业和村民参与乡村振兴。企业需要发挥其技术和资源的优势,为乡村振兴做出贡献。村民需要增强自身的素质和意识,积极参与乡村振兴。只有通过共同努力,才能实现乡村振兴的目标,提高村民的生活质量。未来,乡村振兴将会面临更多的挑战和机遇。需要我们不断探索和创新,寻找更有效的策略和路径。我相信,只要我们坚持不懈,一定能够取得更大的进展和成就。

### 参考文献:

- [1] 曲洋祥. 乡村振兴背景下城郊型乡村资源环境承载力评价研究[D]. 湖南工业大学, 2023.DOI:10.27730/d.cnki.ghngy.2022.000454.
- [2] 马桔红, 张莎莎, 李建彬. 乡村振兴视阈下基层农村治理的现实困境及对策[J]. 农家参谋, 2022(23):19-21.
- [3] 李慧. 新村民融入乡村治理的路径研究[D]. 山东农业大学, 2022.DOI:10.27277/d.cnki.gsdnu.2022.000380.
- [4] 罗兰. 乡村振兴背景下贵州省麦格村文化建设研究[D]. 大理大学, 2022.DOI:10.27811/d.cnki.gdixy.2022.000147.
- [5] 陈强. 湖南祁东县Y镇乡村振兴存在的问题及对策研究[D]. 湖南大学, 2022.DOI:10.27135/d.cnki.ghudu.2022.003796.
- [6] 王昕玥. 乡村振兴战略背景下农民幸福感提升策略研究[D]. 西华大学, 2022.DOI:10.27411/d.cnki.gscgc.2021.000203.
- [7] 曹真. 乡村振兴背景下乡村社会治理体制优化研究[D]. 湘潭大学, 2021.DOI:10.27426/d.cnki.gxtd.2020.001824.
- [8] 张琪. 乡村振兴战略视域下乡风文明建设研究[D]. 湖北大学, 2023.DOI:10.27130/d.cnki.ghubu.2023.000185.
- [9] 杜志会. 乡村振兴战略下的乡村文化振兴问题及对策研究[D]. 黑龙江大学, 2022.DOI:10.27123/d.cnki.ghlju.2022.001220.
- [10] 刘烨瞳. 延边朝鲜族自治州乡村振兴与边境民族村寨建设研究[D]. 延边大学, 2023.DOI:10.27439/d.cnki.gybd.2022.000008.

# 数字化设计在居住区规划与设计的应用与挑战

张士军

身份证号: 320324197707075457

温岭市市政环境工程公司, 浙江 温岭 317500

**摘要:** 数字化设计已成为居住区规划与设计的最新趋势, 带来诸多优势。本文分析了其定义、方法、工具及应用领域, 并探讨了其在居住区规划与设计中的具体应用。同时, 本文也指出了数字化设计在实际工作中面临的挑战和应对策略。

**关键词:** 数字化设计; 居住区规划与设计; 方案推敲与多方案比选; 布局与空间分析; 协同设计

## The Application and Challenges of Digital Design in Residential Area Planning and Design

Zhang Shijun

ID: 320324197707075457

Wenling Municipal Environmental Engineering Company, Wenling, Zhejiang 317500

**Abstract:** Digital design has become the latest trend in residential area planning and design, bringing many advantages. This article analyzes its definition, methods, tools, and application areas, and explores its specific applications in residential area planning and design. At the same time, this article also points out the challenges and coping strategies that digital design faces in practical work.

**Keywords:** digital design; residential area planning and design; scheme refinement and multi scheme comparison; layout and spatial analysis; collaborative design

### 引言

在科技进步的推动下, 数字化设计已渗透至建筑规划与设计领域, 尤其在居住区规划与设计中, 其影响力日益显著。数字化设计不仅革新了设计手段, 提升了工作效率与品质, 还为居住区规划带来了新的发展方向, 趋向人性化、可持续和智能化。尽管如此, 数字化设计在实际操作中的运用也伴随着一系列难题, 它要求设计师具备更高的技术能力, 同时在创新与传统设计理念之间取得平衡。

## 一、数字化设计的方法与应用领域

### (一) 设计方法

数字化设计方法引入了参数化设计的概念, 通过设定参数和规则, 实现设计的自动化和灵活性。同时, 生成式设计采用先进算法和程序, 能够自动化产出众多设计备选方案, 为设计师提供更多的选择空间, 选择优秀作品进行优化和改良。此外, 运用虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 技术, 能够模拟出逼真的三维环境, 使设计师能够身临其境地体验设计方案的实际效果, 直观地观察和理解设计作品在真实世界中的表现, 从而做出精准合理的调整。

### (二) 应用领域

数字化设计工具在现代设计领域中应用广泛, 涵盖了建筑与市政工程设计、城市规划设计和室内设计等多个方面。在建筑设计中, 这些工具被用于推敲和优化规划布局、交通流线与建筑方案, 并达到逼真的可视化效果。伴随着计算机技术的不断发展和

算力的增强, 数字化 (参数化) 设计及其相关软件的运用已经从十几年前的海外少数建筑师的先锋探索, 普及成为当今建筑师们的标配技能, 数字化设计是未来建筑与规划设计的必然趋势。<sup>[1]</sup>

在工程设计领域, 数字化工具还被用于结构分析和工程量计算, 提升工作效率。城市规划师用这些工具进行空间分析, 优化城市布局, 提高土地利用效率。室内设计师依赖数字化工具进行空间布局和设计效果展示, 增强客户对设计成果的直观感受, 提升设计精确度和效率, 加强设计师与客户间的沟通。

## 二、数字化设计在居住区规划与设计中的应用方法与优势

### (一) 设计流程的优化

数字化设计工具在提升自动化水平和效率方面发挥着至关重要的作用, 它能够自动完成大量的重复性任务, 如建模、制图、计算和模拟, 从而显著提高设计的效率。此外, 这些工具还让设



计师能够迅速生成和修改设计方案，实现设计的迭代优化，以便找到最理想的解决方案。同时，通过数字化工具，设计师能够更有效地管理项目的时间线，确保设计周期能够按计划顺利完成。

## （二）方案推敲与多方案比选

数字化设计在居住区规划与设计中的应用，尤其是在方案推敲和多方案比较方面，展现了其独特的优势。

### 1. 方案推敲

数字化设计工具为设计师提供了一个强大的平台，他们可以在这个平台上对居住区规划与设计进行深入地探索和想法地实现。<sup>[2]</sup>通过三维建模和仿真技术，设计师可以创建居住区的三维模型，并对模型进行各种分析，如日照分析、风环境模拟和疏散模拟等。这些分析有助于设计师评估设计方案的物理环境效果，从而在方案推敲阶段对其进行优化。数字化设计工具还允许设计师快速生成和修改设计方案，实现设计的迭代优化，以找到最佳解决方案。

### 2. 多方案比较

数字化设计工具使设计师能够创建和评估多个设计方案，并通过虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术，提供身临其境的体验，以便利益相关者更直观地参与设计过程，收集反馈，优化设计。这些工具还能集成成本数据，帮助决策者在预算内比较和选择最佳方案。

## （三）布局与空间分析

数字化设计在居住区规划与设计中的应用，尤其是在布局 and 空间分析方面，体现了其显著的优势。

### 1. 布局优化

利用数字化设计工具，设计师可以进行高效、精确地布局设计。<sup>[3]</sup>通过输入地形、交通、人口统计等数据，设计软件能够自动生成合理的居住区布局规划。同时，数字化设计工具还支持设计师进行多种布局方案的快速迭代，以便找到最优布局。此外，数字化设计工具还能够进行空间分析，如日照分析、风环境模拟、疏散模拟等，以评估布局方案的物理环境效果，进一步优化居住区的布局设计。

### 2. 空间分析与评估

数字化设计工具在空间分析与评估方面具有显著优势。利用三维建模和仿真技术，设计师能够构建居住区的三维模型，进行详尽分析。例如，通过风环境模拟，设计师可以评估居住区的通风状况，提升居住舒适度。此外，这些工具还能帮助设计师分析空间利用效率，优化空间布局，提高居住区的空间效率。

## （四）验算经济指标与投资控制

### 1. 验算经济指标

数字化设计工具除了在设计过程中发挥关键性作用，还能够协助设计师验证经济指标，确保设计方案的经济可行性。<sup>[4]</sup>设计师只需关联和导入关键数据，如建筑成本、维护成本和预计入住率，这些工具便能自动运算并展示投资回收期、净现值、内部收益率等关键经济指标。这样的功能使得设计师能够对设计方案的经济效益进行全面评估，并根据这些分析结果对设计成果进行适时调整。<sup>[5]</sup>同时，数字化设计工具还能对不同设计方案的经济指标

进行对比分析，为决策者提供选择最经济方案的依据。

### 2. 投资控制

数字化设计工具在投资控制方面也具有显著优势。通过数字化设计平台，设计师和投资者可以实时了解项目的设计进度、成本支出和投资回报等情况。<sup>[6]</sup>这有助于投资者更好地控制投资成本，避免过度投资。同时，数字化设计工具还能够进行成本估算和预算控制，帮助投资者在预算范围内完成项目。另外，通过与供应链和施工团队的协同工作，数字化设计工具还能够实现资源的优化配置，进一步降低投资成本。

## （五）协同设计的实现

1. 多专业协作：数字化设计平台允许多个专业的设计师在同一平台上工作，通过协调多款不同的软件或个体，实现信息共享和协作。设计师完成自身专业领域的设计工作的同时还要与其他部门协调合作，从而达到整体设计目标的实现。

2. 实时更新：数字化设计基于同一平台工作，设计文件可以做到实时更新，确保所有团队成员都能即时访问到最新的设计信息，进行无接触沟通，提高整体工作效率。还可以改善传统设计过程中存在的重复性、易出错和及时性等问题，提高整体设计质量。

3. 远程工作：数字化设计工具支持远程工作，能有效管理项目信息，使得团队成员可以在不同的地点和工作环境下进行协同工作，不会影响各方对各专业模型的整合检查和对设计内容的分析交流。

## 三、数字化设计在居住区规划与设计中的挑战

数字化设计的出现，给设计师们带来了前所未有的便利和效率，它使得复杂的设计过程变得简单，沟通更加便捷，大大缩短了设计周期，提高了设计质量。<sup>[7]</sup>然而，随着时间的推移，数字化设计与设计管理工具却逐渐背离了设计本身，出现了一系列问题。

### （一）学科细化与工作节奏

随着设计领域的学科细分，不同专业之间的沟通和理解变得更加困难，这可能导致设计意图在传达过程中丢失或误解。在快节奏的工作环境中，设计师可能没有足够的时间去深入研究和探索新的数字化设计工具，项目各方对于工具的使用程度和侧重点不同，从而限制了技术的应用和创新的推广。

### （二）设计需求与工具的脱节

市场上的某些数字化设计工具操作过于复杂或专注于特定功能，本地化程度低，软件预设的流程很难适应国内设计师对于固有工作流程的坚守，一些看起来强大的功能也无法发挥理想的作用。<sup>[8]</sup>此外，部分工具的用户界面不够直观，使得设计师难以快速上手和使用，从而影响了工作效率。

### （三）工作流程的不顺畅

在数字化设计过程中，软件格式的兼容性问题可能会导致工作流程的中断，迫使设计师花费额外的时间来转换和适配文件格式，还要提防数据在转换和传递的过程中导致失真，后端工作较

件无法接收读取。同时，随着设计数据的不断增加，如何有效管理和存储这些数据也成为一个大挑战。不规范的数据管理可能导致信息的丢失或错误，从而影响设计质量和效率。

（四）效率与灵活性的缺失

一些高级的数字化设计工具可能需要较长的学习周期，这限制了设计师的灵活性发挥和创新能力。细部处理效率低下、死板，软件内置的现行规范较少，设计成果需要进行二次校核，甚至需要“碰撞检查”后多次修正。同时，技术的快速发展要求设计师不断更新知识和技能，以便与工具和软件的迭代保持同步，这对于繁忙的设计师来说是一个巨大的挑战。

四、设计师的角色与应对策略

尽管数字化设计带来了诸多优势，但在实际应用中仍然存在一些问题和障碍。<sup>[9]</sup>在数字化设计的世界中，设计师面临着众多挑战与无限可能。但当设计师无法主导软件功能的开发时，他们应当坚持自身的初心，以设计品质、产出质量和效率作为核心的考量标准，不被那些所谓的“炫目”功能所误导。应始终将创新和实用性结合起来，保持清晰的职业导向和目标，以确保他们的设计工作能够达到较高的专业水准，创造出真正有价值和有影响力的作品。

设计的核心目标是解决问题，创造价值。软件工具只是设计师实现目标的手段之一。在实际工作中，设计师需要根据项目需求和客户期望来制定设计方案。这个过程需要充分考虑设计原则、审美观念和用户体验等因素。如果过分追求软件中的“炫目”功能，很容易导致设计师偏离这一目标，陷入功能的诱惑，从而忽视了设计本身的质量。

那么，如何确保设计质量呢？

1. 设计师应加强对设计原理和法则的学习，掌握基本的设计技能。熟知设计流程和现行规范与标准，在面对崭新的功能诱惑和新的工作流程时，必须仔细考虑潜在的问题和实操的实操性，评估其是否可能导致偏离设计初衷，并探索是否存在妥协或改进的空间。这样可以确保他们在面对各种功能时，能够保持清

醒的头脑，不受干扰。

2. 设计师需要培养自身的审美能力和创作能力，形成独特的设计风格。这样，在运用软件工具时，他们能够更加自信地选择合适的功能，以展示作品的亮点，而不是盲目追求并不适合本项目的新奇效果。局部出新也是创新的表现形式之一，并非全局使用某一软件系统才是最优解决方案。如果现有的表达方法，比如结构钢筋的平面表示法，既简单又易于理解，那么就没有必要进行多余的工作。

3. 出图质量是衡量设计师工作成果的重要标准之一。在追求高质量出图的过程中，设计师应注重图层管理、线条样式、出图标准和细节处理等方面。恰当利用数字化设计软件的功能可以同时提升图纸的质量和效率，然而，盲目地套用这些功能可能会导致操作变得繁琐，并且使最终的设计成果过于华丽而忽略了核心要素，且有可能导致出图成果不符合出图标准。因此，设计师在创作过程中，要把握好功能使用的度，确保出图质量符合项目需求即可。

4. 设计师不仅要注意设计和出图质量，还要特别关注工作效率。面对软件功能限制，我们应该积极改进工作流程和提高操作技能，以维持工作效率。尽管一些国际设计软件的官方网站可能会提供推荐的工作流程，但考虑到国内外的的工作环境、习惯、交付标准和费用结构存在差异，我们无需盲目遵循他们所发布的流程。而应当自行摸索出适合自身和本企业设计团队的工作习惯与流程。此外，通过团队协作发挥个人专长，可以有效提升设计团队的执行力。

结束语

数字化设计为居住区规划与设计注入了新的活力，它以其高效、精准和灵活的特性，极大地提升了设计效率和质量。然而，必须清醒地认识到，数字化设计并非万能，它也存在着学科壁垒、工具局限性、工作流程不顺畅等问题。设计师需要在数字化浪潮中保持理性，以设计品质、用户体验和可持续发展为出发点，合理运用数字化工具，扬长避短，才能打造出真正符合时代需求的宜居社区。

参考文献

[1] 贾涛, 魏楠. 数字时代建筑设计的实践与探索 [J]. 时代建筑, 2023, (05): 26-31. DOI: 10.13717/j.cnki.ta.2023.05.026.

[2] 宋怡. 基于 BIM 技术的建筑项目数字化设计与仿真研究 [J]. 科技创新与应用, 2023, 13(22): 95-98. DOI: 10.19981/j.CN23-1581/G3.2023.22.023.

[3] 胡正宇. 建筑结构的数字化设计与强度校核仿真 [J]. 中国新技术新产品, 2023, (14): 102-104. DOI: 10.13612/j.cnki.cntp.2023.14.001.

[4] 曾旭东, 张晓雪, 李娟. Research on the Teaching Reform of Practice-Oriented Digital Architectural Design [C] // 教育部高等学校建筑学专业教学指导委员会, 中国矿业大学. 2022中国高等学校建筑教育学术研讨会论文集. 重庆大学建筑城规学院, 2023: 4. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.018593.

[5] 曹宇琦, 虞志淳. 绿色建筑性能化数字化设计方法综述 [J]. 建筑节能 (中英文), 2023, 51(01): 47-53.

[6] 胡英杰, 李媛. Exploration and Reflection on Digital Architectural Design Teaching Driven by Performance Improvement [C] // 全国高等学校建筑类专业教学指导委员会, 建筑学专业教学指导分委员会, 建筑数字技术教学工作委员会. 数智赋能: 2022 全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会论文集. 河北工业大学, 2022: 5. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2022.052009.

[7] 刘伟, 魏大森, 姚竞波. 基于技术美学的建筑形态数字化设计 [J]. 建筑科学与工程学报, 2022, 39(04): 204-212. DOI: 10.19815/j.jace.2021.12071.

[8] 俞任备. 数字化建筑设计中的适宜技术的运用探析 [J]. 安徽建筑, 2022, 29(04): 29-30. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2022.04.013.

[9] 王斌, 解立婕. 复杂建筑的数字化设计策略 [J]. 建筑技艺, 2022, 28(01): 73-78. DOI: 10.19953/j.at.2022.01.013.

# 民族地域元素在体育中心项目中的应用 ——以恩施州民族体育运动中心 VI 与导视设计为例

曹磊, 周钟荣, 魏巍, 刘红振, 陈路曦, 唐旭峰

中国建筑第三工程局有限公司, 湖北 武汉 430000

**摘 要 :** 各地区不同文化所展现的差异性是当下设计关注的重点, 并内化为设计的文化底蕴。少数民族地区拥有先天性的文化优势, 富含着独具魅力的艺术成分。基于民族地域性特色分析, 在恩施州民族体育中心项目的视觉设计中强化地域特色, 凸显民族风情, 构建起具有特殊性和针对性的民族地区公共建筑的视觉设计。

**关 键 词 :** 民族元素; 地域文化; 视觉设计

## Application of Ethnic Regional Elements in Sports Center Projects —Taking the VI and Guide Design of Enshi Ethnic Sports Center as an Example

Cao Lei, Zhou Zhongrong, Wei Wei, Liu Hongzhen, Chen Luxi, Tang Xufeng

China Construction Third Engineering Bureau Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430000

**Abstract :** The differences exhibited by different cultures in different regions are the focus of current design attention and are internalized as the cultural heritage of design. Ethnic minority areas have inherent cultural advantages and are rich in charming artistic elements. Based on the analysis of ethnic regional characteristics, the visual design of the Enshi Ethnic Sports Center project strengthens regional features, highlights ethnic customs, and constructs a visual design for public buildings in ethnic areas with special and targeted characteristics.

**Keywords :** ethnic elements; regional culture; visual design

VI 设计最初应用于企业形象设计中, 由于其对于提升品牌知名度、塑造品牌形象具有很强的功效, 因而逐渐热门。导视设计指公众在公共场所行动需要了解的信息, 它担任着引导、说明、指示等功能, 与当代公共空间的关系非常密切。可以说二者是当下各类场所中视觉设计的必备要素, 因此恩施州体育中心项目的设计也必定离不开这两种设计类型。

### 一、少数民族地区构建体育中心项目的视觉设计要点

每一地区的发展都依附于当地的地域文化, 少数民族地区有着天然的民族性优势, 恩施州体育中心项目的构建也因而必须以当地的地域文化为根基。若是忽视地域色彩的提取, 一味以现代化为目标, 一方面将脱离本土养分, 失去少数民族地区的文化优势; 另一方面将消减当地居民的热情和信任, 流失大量的受众群体。为规避此类现象, 可以从以下几个方面来梳理设计思路。

#### (一) 以民族性为核心——聚焦当地典型民族文化

民族元素是一个常看常新的命题。民族性是一个民族表现于共同文化特点上的共同心理素质, 它植根于本民族在特定的时空范畴内共同的物质生活内容。各民族因所处的历史环境不同而具有各自的独特性, 尤其在少数民族地区, 民族性在很大程度上取决于本地区主体民族的特殊文化传统。恩施州是一个多民族聚居

地, 各民族文化在世代传承中不断发展, 并在与他民族文化的交融中持续更新, 在这种状况下, 恩施地区的民族文化呈现出以土苗文化为主, 其他民族文化为辅的多元格局。由于民族杂居的特性, 恩施地区的民族民间艺术非常发达, 因而当地体育中心的视觉设计必定要以民族性为内生动力, 选取典型的民族元素。

土家织锦无疑是恩施最显著的民族文化符号。传统土家织锦受制于工艺技术的局限, 形成了平面化、几何化的艺术风格, 图案均是通过抽象的手法提取出物象最基本的形态特征, 实现对题材夸张、凝练、概括的变形, 发展出既简练又形象、既富于生活情趣又具有民族特色的图案。土家织锦可以被看作是土家族人民特有的精神价值、思维方式、想象力和文化意识的凝结, 体现着土家族人绝妙的创造力。

#### (二) 以地域性体育运动为亮点——突出当地独特运动形式

体育活动的出现与人类的出现是相伴而生的。早期的体育运

作者简介: 曹磊 (1986.08), 男, 汉族。本科学历, 中级工程师, 主要从事特大型 EPC 项目全面管理与研究。



动成型于生产劳动、娱乐休闲以及巫术仪式中，其形式取决于人们的自然环境、生产方式和信仰习俗。由于各地区各民族人民的生活方式和信仰习俗有所差异，体育运动从而也就具备了多方面的差异。恩施州少数民族的居住区域山峦纵横，这是当地民间体育的生长土壤。在大山的阻隔下，当地居民多以姓氏为村落聚居生活，养成了集体行动的习惯，也由此创造出大量的集体性体育运动，如摆手舞、茅古斯、撒叶儿嗬等。除此之外，村民们从生产劳作中又发明了“甩叫岩”“追鸭”“撑杆越沟”等体育形式。这些体育运动密切关联着村民的日常生活。“摆手舞”就起源于土家族的祭祀活动，其舞姿动作包含着民族迁移、祖先崇拜、生产劳动等方面的内容；“高脚竞速”则是源自“乘竹马”的出行方式，是为了适应当地高山峡谷的地形和多雨潮湿的气候，避免弄脏衣物、提高出行效率之举。

由此见得，少数民族地区的传统体育运动充满了浓郁的乡土特色和生活气息，其广泛形成于当地人民的生产生活。这些典型的体育非遗文化不仅是恩施文化习俗的一隅，也是中华民族传统体育文化的重要组成部分。在构建当地体育中心的视觉设计中突出民族传统的体育形式不仅是出于对地方性特色的考量，更是一种宣传、保护民族体育运动的方式。

### （三）以归属感为目标——着眼家乡情怀的氛围营造

一方水土养一方人。不同的地域文化滋养出不同的风土民情，正是由于地域的差别，每一地区所产生的文化思想、社会风俗、行为习惯和生产方式都具有不可复制的特殊性。家乡也因而成为中华文化中十分深刻的一种情感。在进行地区性的公共场所建设时必须考虑到设计与这种情感的联结程度，以满足当地居民对该场所的认同、喜爱和依恋心理，充分激发居民的情感认同。通过在设计中使用民族性元素，赋予这座公共建筑不可替代性，标明它的独特性和针对性。营造一个家乡专属的公共空间，将放大当地居民对该场所的熟悉感，增强人地依恋程度，使该场所成为居民情感寄托的重要载体。前文所述土家织锦是目前恩施地区最显著的民族文化符号，它曾经是土家先民日常生活的必备实用物品，在服饰、家居、嫁妆等生活内容中充当着关键角色，这就决定了当地居民对它具有与生俱来的熟悉感和亲切感。将织锦元素运用到视觉设计中是顺理成章的，不仅不会使居民产生排斥情绪，反而有助于巩固人民群众的家乡情怀，增强民族自信心。

### （四）以现代化为导向——融民族性与现代化为一体

设计是人类创造力的体现，在时代的变迁中，设计方式、设计观念、设计策略都随着人类文明水平的发展而不断变化。科技带来了先进的设计辅助手段，满足了各种创意实现的可能，也为设计方式的更新提供了技术支持，并进一步推动了设计观念、设计策略的发展。在现代社会中，当设计突破了技术壁垒，设计的着眼点便聚焦于其承载的文化观念。一切设计审美的背后都必须有深厚的文化底蕴作为支撑，才能使设计语言具有打动人的魅力。传统的民族性设计具有鲜明的时代性和滞后性，盲目照搬显然无法满足现代社会的需要，只有从其中提取出内在的民族特质，在保留可识别的优秀民族元素的基础上，充分结合现代设计思潮和技术手段使民族元素与现代意识两者有机结合，才能创造

出既具有民族艺术调性、又符合现代审美的优秀作品。

## 二、民族体育运动与地域文化相结合的实践探索

恩施州民族体育中心的标志灵感来源于该建筑的造型。将建筑外立面中取材自土家织锦的梳齿状纹样提取出来，保留其律动感和节奏感；并将体育场的跑道巧妙变形，以“恩施”的首字母e融入场馆的内部空间，表明场馆的功能性特征。辅助图形灵感则来源于土家织锦。土家织锦由于受到织造技艺的局限，采用平与斜的织造方法形成了以直线和斜线构成为主的图案，辅助图形的设计便遵循这一大特点。设计中以“船船花”图案为参照，沿用“X”形的结构骨架并加入土家织锦最负盛名的勾纹，形成中心对称的单元图案，使用时呈现二方连续和四方连续的格式。而后以织锦的编织语言来构思体育运动图形，得到与织锦风格一致的几何形体育图形，并将其间隔插入单元图案的连续过程中，最终完成既富民族韵味又富运动趣味的视觉设计。土家织锦与地区性体育运动的结合是两种文化遗产的碰撞，一方面实现了传统手工艺的图案更新，在一定程度上为土家织锦的发展带来了新的生机；另一方面则是将民族体育动作保存为织锦图形，为其传承提供了独具创意的另类模式。

实践应用分为四个场景：导视设计、场馆外立面设计、室内装饰设计和室外景观设计。这四个部分并非孤立存在而是构成一个完整的设计体系，共同作用于建筑物的内外空间，可以说是一套完备的空间信息系统。从设计的实用性出发，充分考虑到要使用明确的标记定位、方向指引、空间串联等功能为观者提供良好的游览线索，通过对该建筑进行细致的空间分析，在场馆大厅、停车场、电梯厅、道路交叉口等人流密度大、方向复杂的位置安装相应的图形文字指示牌，以帮助观者辨别方向、寻找动线路径。除此之外，在室内装饰和室外景观的设计中也大量以可视化的辅助图形作为装饰，投放在夜间照明设施、基础服务设施、公共卫生设施等位置。

## 三、体育中心应用民族地域元素的优势

### （一）传承民族体育活动与手工艺

少数民族地区的民族传统体育和工艺美术都具有鲜明的时代性、地域性特征。它们并非一成不变，而是随着时代的巨变不断变化。就民族传统体育来说，部分观赏性较强的体育项目在流变过程中被逐渐淡化，转而作为重大节庆日的大型表演活动而登场；另外一部分相对原始、缺乏时代性进步的传统体育项目则是逐渐退出了历史舞台。在世界文化相互激荡的今天，只有那些不断从外来文化中汲取新活力的民族体育项目才能够获得突破实现重生，完全原生态的民族性体育几乎已经不见了踪影。民族手工艺面临的困境也是一样。土家织锦在长久的发展过程中其使用功能几乎完全退化，审美意义压倒实用性而占据主导地位，传统纹样也由于传承人的消退、传承机制与手段的缺乏等原因严重流失。由此可见民族体育活动与手工艺亟待转型和发展。

在恩施州民族体育中心项目的视觉设计中应用民族元素无疑是一种可行的探索方式。一方面通过视觉传达来增加传统体育运动的曝光率,吸引更多人群尤其是年轻一代的参与,以形成延续的传承链。另一方面,将传统体育进行图形化处理后运用于土家织锦,也是对土家织锦图案的现代性扩充,两种典型的民族文化在此实现了趣味性融合。转换设计思路,重点提取土家织锦构成程式的思路让这种文化遗产的延续机制产生了真正的突破,不再止步于对传统图案进行载体变换,而是以构成方式为核心,以民族体育活动为符号,创造全新的织锦图案,这无疑是一种更具整体性和前瞻性的保护与传承策略。

## (二) 促进民族团结与和谐

民族传统体育和非遗手工艺均是我国民族文化的重要组成部分。在民族大团结的趋势下,通过视觉设计的方式开发民族体育图形全新的保存途径,同时拓宽手工艺题材的范围无疑为促进民族团结贡献了力量。两种不同文化类型的组合是对公共文化资源的有效整合,能够创造更加广泛的资源利用空间和全新的利用模式,达到对多类文化进行保护与传承并举的效果。从民族体育本

身来看,人们对于健康的强大诉求也将提高体育运动的关注度,对标时下追捧的健康生活方式。这种集体参与的体育活动也为人们提供了社交机会,长期的共同活动有利于巩固人际关系,促进社会稳定;在运动中人们也能摆脱日常工作中的疲惫,获得压力的疏解。另外,尽管恩施是多民族地区,但长久的多民族聚居使得当地人的生活早已密切交叉,这就使得某一民族的集体活动并不会局限于单一民族人群,而是吸引其他民族的群众一同参与,进而在无形中拉近了各族人民的联系,进一步促进民族向心力、凝聚力的构建。

## 四、结语

作为少数民族自治州的公共性建筑,恩施州民族体育中心的视觉设计依托地区文化,强调抓住民族性、地域性、归属感三个要点,从典型元素中选取了土家织锦和民族体育运动作为设计因子,在设计中实现了民族性与现代化的完美结合,这对于推动民族文化的保护与传承、促进各民族团结和谐也具有重要意义。

## 参考文献:

- [1] 倪东业,袁艳红主编.土家族民族民间体育开发与研究[M].北京:中央民族大学出版社,2008.
- [2] 叶洪光.土家织锦的文化生态与视觉艺术[M].武汉:武汉理工大学出版社,2016.12.
- [3] 王佳著.民族传统体育文化理论与创新研究[M].哈尔滨:哈尔滨地图出版社,2018.
- [4] 徐传飞,余万予,钞群英.对民俗体育特征的研究[J].武汉体育学院学报,2005,(11):6-9.
- [5] 何星亮.非物质文化遗产的保护与民族文化现代化[J].中南民族大学学报(人文社会科学版),2005,(03):31-36.
- [6] 白晋湘.非物质文化遗产与我国传统体育文化保护[J].体育科学,2008,(01):3-7.
- [7] 倪春洪.城市文化意象在导视系统中的演绎[J].包装工程,2014,35(20):16-19.
- [8] 冉红芳,田敏.“西兰卡普”:从传统走向现代——土家织锦文化遗产发展中的理性思考[J].中南民族大学学报(人文社会科学版),2015,35(05):54-58.
- [9] 吕金龙,王雷.民族文化元素在现代体育赛事视觉形象设计中的运用[J].美术大观,2019,(05):138-139.
- [10] 李砚祖.设计的文化与历史责任——李砚祖谈“设计与文化”[J].设计,2020,33(02):42-46.
- [11] 曾辉.大设计观与社会创新设计——曾辉谈“设计与文化”[J].设计,2020,33(02):76-81.
- [12] 孙贵龙,徐昶楠,胡媚,等.土家族传统体育起源、嬗变及发展[J].体育文化导刊,2020(09):80-85.
- [13] 代蕾.人性化视角下城市公共设施设计[J].包装工程,2020,41(12):337-340.
- [14] 贺礼文.地域文化中符号的提取与转译研究[J].设计,2021,34(04):76-79.
- [15] 许多.武陵山片区土家族体育非物质文化遗产研究:本源考辨、时代价值、传承路径[J].湖北师范大学学报(哲学社会科学版),2022,42(05):39-46.
- [16] 洪旭辉,祝利平,赵伟.异化与发展:土家族摆手舞文化研究[J].武术研究,2023,8(09):87-90.
- [17] 冯鹤,李轶南.非遗活态传承背景下民族图形纹样在视觉传达设计中的应用[J].贵州民族研究,2023,44(06):122-128.
- [18] 庾萍,华津鑫,高扬.我国民族体育运动的视觉化设计研究[J].鞋类工艺与设计,2023,3(19):54-56.
- [19] 潘昌红,张胜金.地域化符号视觉下的体育建筑设计及运用[J].建筑结构,2023,53(16):166.
- [20] 陈立民,潘哲宇.基于新媒体技术的商业综合体导视系统设计研究[J].设计,2022,35(07):39-41.

# 园林废弃物资源化利用技术的研发与应用前景

熊程程

荆门市市政园林设计研究院, 湖北 荆门 448000

**摘 要：** 本研究全面探讨了园林废弃物资源化利用的重要性、技术路径、研发重点以及应用前景。本文开篇明确了园林废弃物的种类和特点，并强调了对其进行资源化利用的必要性。接着，详细介绍了生物技术和工程技术等资源化利用的关键技术，并对比了它们的优势和面临的挑战。研究还着重讨论了技术研发的理论基础、主要内容、创新点以及预期成果，指出通过技术创新，园林废弃物可以转化为有机肥料和生物质能源，从而实现资源循环利用并降低成本。进一步，本文分析了技术应用的市場潜力、经济、生态和社会效益，并通过具体案例验证了技术的实际效果。

**关 键 词：** 园林废弃物；资源化利用；技术研发；应用前景；经济效益

## Research And Application Prospects Of Resource Utilization Technology For Garden Waste

Xiong Chengcheng

Jingmen Municipal Landscape Design and Research Institute, Jingmen , Hubei 448000

**Abstract：** This study comprehensively explores the importance, technical path, research and development focus, and application prospects of the resource utilization of garden waste. The beginning of this article clarifies the types and characteristics of garden waste, and emphasizes the necessity of its resource utilization. Then, the key technologies for resource utilization such as biotechnology and engineering technology were introduced in detail, and their advantages and challenges were compared. The study also focused on discussing the theoretical basis, main content, innovation points, and expected results of technology research and development, pointing out that through technological innovation, garden waste can be converted into organic fertilizers and biomass energy, thereby achieving resource recycling and reducing costs. Furthermore, this article analyzes the market potential, economic, ecological, and social benefits of technological applications, and verifies the actual effects of the technology through specific cases.

**Keywords：** garden waste; resource utilization; technical research and development; application prospects; economic performance

## 引言

随着我国城市化进程的加快，园林绿化事业得到了迅速发展，但同时也产生了大量的园林废弃物。园林废弃物包括植物残体、修剪枝条、草坪草屑等，这些废弃物若处理不当，不仅会占用土地资源，还会对环境造成污染。

近年来，国内外学者在园林废弃物资源化利用方面开展了一系列研究，取得了一定的成果。然而，目前的研究还存在一些局限性，如技术研发不足、应用范围有限、政策支持不够等。因此，本研究旨在探讨园林废弃物资源化利用技术的研发与应用前景，以期为我国园林废弃物资源化利用提供理论支持和实践指导。

## 一、园林废弃物资源化利用技术概述

园林废弃物处理问题日益凸显，园林废弃物资源化利用技术应运而生，为解决这一问题提供了新思路。本文将从以下几个方面对园林废弃物资源化利用技术进行概述：

### （一）园林废弃物的种类与特点

园林废弃物主要涵盖枯枝败叶、修剪下的枝条、草坪割后的

碎草以及树木的残留部分。

园林废弃物是指园林植物自然更新产生的枯枝、落叶、败花或人工修剪产生的枝条、草屑及其他植物残体等，成分以有机质为主，富含纤维素、木质素<sup>[1]</sup>。这些物质通常呈现出鲜明的季节性特征，产量较大，且含有较高的有机质成分。若对这些园林废弃物处理不当，它们不仅会损害城市景观的美观度，还可能成为引发环境污染问题的关键因素。因此，采用恰当的处理和回收方式



对于维护城市生态平衡和环境卫生至关重要。

## （二）园林废弃物资源化利用的必要性

园林废弃物的处理策略对环境保护产生深远影响。传统的处理方法，如填埋或焚烧，往往会造成土壤、空气和水资源的多方面污染。相比之下，资源化利用策略能够显著降低环境污染，维护生态平衡。园林废弃物含有大量有机质和营养元素，其资源化利用不仅可以减少园林绿化废弃物对环境造成的污染和土地资源的浪费，还可以节约能源和减少温室气体排放，在推动绿色发展、促进生态文明建设等方面具有重要意义和作用<sup>[2]</sup>。这些产品在园林土壤改良和植物养护方面的应用，能显著提升园林景观的整体品质。这种一体化的处理模式不仅推动了资源的可持续管理，还增强了园林的视觉美感和生态效益。

## （三）园林废弃物资源化利用的主要技术

园林废弃物的资源化技术涵盖了堆肥化、生物质能源开发、生物质颗粒生产以及植物纤维复合材料的制造等多个领域。堆肥化技术通过好氧或厌氧堆肥方法，将园林废弃物转化为富含养分的有机肥料，过程中释放的热量能有效消灭病原体和杂草种子，实现废弃物的无害化。生物质能源技术采用热解和气化等工艺，将园林废弃物转化为生物质炭和生物质气，这些可再生能源的利用有助于减少对化石燃料的依赖，降低碳排放<sup>[3]</sup>。生物质颗粒技术则通过粉碎和压缩园林废弃物，生产出可作为燃料或饲料的生物质颗粒。此外，植物纤维复合材料技术利用园林废弃物作为原料，生产出适用于建筑材料、家具等行业的植物纤维复合材料，实现了资源的再利用和循环。这些技术的推广和应用，不仅提升了园林废弃物的经济价值，而且对环境保护和可持续发展产生了积极影响。

## （四）园林废弃物资源化利用的优势与挑战

**优势：**园林废弃物的资源化利用，不仅代表着对废弃物的减量化、无害化处理，更是一种资源循环和再生的方式。这种模式有效地减轻了环境污染的压力，同时提升了资源的整体利用效率，推动了循环经济的持续发展<sup>[4]</sup>。采用资源化利用的实践，不仅能够实现物质和能源的优化配置，还能够促进人与自然环境的和谐共生，从而为社会经济的长远发展奠定坚实的基础。

**挑战：**园林废弃物资源化利用，尽管拥有广阔的发展前景，但在实际操作过程中，仍需面对一系列挑战。技术成熟度尚需提升，尤其是在高效堆肥和生物质能源转化等技术领域。此外，设备和设施的初期投资较高，这可能会对小型企业或资金有限的地区造成财务压力。再者，尽管环保意识增强，但相关政策的支持和激励机制仍需加强，以促进园林废弃物资源化利用的快速发展。此外，收集、运输和储存环节的难题，如分类不彻底、运输成本高和储存空间有限等问题也亟须解决。市场推广和消费者接受度也是一大挑战，需要社会各界的共同努力。环境影响评估的重要性不容忽视，必须确保资源化利用过程本身对环境的影响最小化。此外，提升公众对园林废弃物资源化利用的认知和环保意识，对于推动整个行业的发展至关重要。

## 二、园林废弃物资源化利用技术研发

通过研发具有创新性、实用性的技术，实现园林废弃物减量

化、资源化、无害化处理，对于推动循环经济、保护生态环境具有重要意义。本文将从以下几个方面对园林废弃物资源化利用技术研发进行概述：

### （一）技术研发的理论基础

园林废弃物资源化利用技术基于生态循环原理，通过将废弃物转化为可再利用的资源，实现物质和能量的高效循环。同时，依托生物降解理论，利用微生物将园林废弃物中的有机物质降解转化为有机肥料、生物质能源等，有效减少环境污染<sup>[5]</sup>。此外，环境科学原理的应用涉及研究园林废弃物处理过程中对土壤、空气、水资源的影响，通过优化技术参数，进一步降低环境污染，确保处理过程的环保性和可持续性。这些原理和理论的综合应用，为园林废弃物的资源化利用提供了科学依据，促进了环境保护和资源的循环利用。

### （二）技术研发的主要内容

园林废弃物资源化利用的技术研发涉及多个领域，包括堆肥化技术的改进，旨在提高堆肥效率，缩短堆肥周期，降低成本，并提升有机肥产品的质量。同时，生物质能源技术的研发正致力于开发高效且环保的转化技术，以提高生物质能源的产量和品质。此外，生物质颗粒技术的研究集中于优化制备工艺，提高生物质颗粒的品质，并拓宽其应用范围<sup>[6]</sup>。而植物纤维复合材料技术的研发则专注于探索新型制备技术，以增强产品的性能并降低生产成本。这些技术的创新和进步，为园林废弃物的资源化利用提供了更加高效和可持续的解决方案。

### （三）技术研发的创新点

在园林废弃物资源化利用的研发过程中，注重绿色环保原则，致力于降低环境污染，提升资源利用效率，并实现园林废弃物处理与生态环境保护的协调发展。通过技术集成，推动园林废弃物处理过程的自动化和智能化，从而显著提高生产效率。同时，加强企业与科研院所的合作，促进产学研结合，推动技术研发与产业应用的紧密结合，提高成果转化率，为园林废弃物的资源化利用提供持续的技术创新和支撑<sup>[7]</sup>。这种综合性的发展模式，不仅促进了环保和资源利用的协调发展，也为相关产业的可持续发展提供了有力支持。

### （四）技术研发的预期成果

园林废弃物资源化利用技术的研发带来了显著的环保效益，通过减少环境污染，提高了生态环境质量。同时，这种资源化利用方式也带来了经济效益，通过降低处理成本和提高资源利用效率，促进了循环经济的发展。此外，社会效益亦不容忽视，园林废弃物的资源化利用提升了城市园林景观的质量，增强了市民的环保意识，并推动了城市的绿色发展。这些综合效益体现了园林废弃物资源化利用技术的可持续性和重要性。

## 三、园林废弃物资源化利用技术应用前景

随着我国城市化进程的加快和生态环境保护意识的提高，园林废弃物资源化利用技术应用前景日益广阔。本文将从市场需求、经济效益、生态效益和社会效益四个方面对园林废弃物资源

化利用技术应用前景进行概述：

**（一）技术应用的市场需求**

随着城市绿化面积的持续扩大，园林废弃物的处理成为城市管理中一个迫切需要解决的问题。资源化利用技术为此提供了一种有效的解决方案，并且市场需求巨大。在农业生产领域，园林废弃物经过堆肥化处理，能转化为有机肥料，进而提高土壤肥力，促进农业的可持续发展<sup>[8]</sup>。此外，生物质能源和生物质颗粒等资源化产品也可应用于农业生产，有助于降低生产成本。随着环保政策的加强，园林废弃物处理产业迎来了新的发展机遇。资源化利用技术不仅能帮助企业实现转型升级，还能满足市场对环保产品和服务的需求，推动整个环保产业的发展。这些需求表明，园林废弃物资源化利用技术在城市园林建设、农业生产和环保产业中具有重要的应用价值和广阔的市场前景。

**（二）技术应用的经济效益**

园林废弃物资源化利用技术通过减少传统的填埋和焚烧处理方式所带来的高昂成本，显著降低了处理成本，并提高了经济效益。此外，这种技术的应用还能够促进相关产业的发展，如有机肥料和生物质能源等产业，从而实现产业链的延伸并进一步提高整体经济效益。通过技术创新，园林废弃物资源化产品得以提升附加值，这不仅增加了企业的收入，也推动了整个行业的技术进步和可持续发展。

**（三）技术应用的生态效益**

园林废弃物资源化利用技术通过减少处理过程中的环境污染，有效改善了生态环境。这种技术将园林废弃物转化为有机肥料、生物质能源等产品，实现了资源的循环利用，显著提高了资源利用率<sup>[9]</sup>。此外，园林废弃物资源化利用还有助于维护生态平衡，促进人与自然的和谐共生，为可持续发展提供了重要支撑。这些综合效益体现了园林废弃物资源化利用技术在环境保护和资源管理方面的重要作用。

**（四）技术应用的社会效益**

园林废弃物资源化利用技术不仅提高了城市园林景观的质

量，从而提升了城市的整体形象，还通过推广和实践增强了公众的环保意识，促进了绿色发展的理念<sup>[10]</sup>。此外，随着园林废弃物资源化利用产业的发展，相关就业岗位的增加和专业人才的培养也成了可能，为社会的经济发展和人才培养做出了贡献。这些效益共同体现了园林废弃物资源化利用技术在提升城市环境、促进社会发展和环保意识提升方面的重要作用。

**结束语**

经过深入的研究与分析，本研究对园林废弃物资源化利用技术的研发与应用前景有了更为全面的认识。本研究不仅深入探讨了技术的理论基础和实际应用的可行性，而且从经济效益、生态效益和社会效益等多个维度对这些技术的潜在影响进行了综合评估。

园林废弃物资源化利用技术的研发揭示了科技在促进环保和可持续发展方面的巨大潜力。新技术的应用不仅可以减少园林废弃物的处理成本，还可以为城市绿化提供有机肥料和生物质能源，实现了资源的循环利用。

在应用前景方面，市场对这些技术的需求显而易见，同时政策的支持也为这些技术的发展提供了坚实的后盾。市场需求的增长和政策支持的增加，为园林废弃物资源化利用技术的进一步发展提供了动力和信心。

然而，必须认识到，园林废弃物资源化利用技术的发展和运用仍面临诸多挑战。这要求持续的科技研发和创新，同时也依赖政府、企业和公众的共同努力，以促进这些技术的广泛应用。

本研究旨在为园林废弃物资源化利用技术的发展和运用提供一系列有价值的参考和启示。我们期待，在不久的将来，这些技术可以得到更广泛的应用，为我国的环保事业和可持续发展做出更大的贡献。

**参考文献：**

[1] 厉桂香, 于田利, 牛超然, 等. 园林废弃物资源化利用及堆肥技术研究进展 [J]. 现代园艺, 2023, 46(24): 120-122. DOI: 10.14051/j.cnki.xdyy.2023.24.022.

[2] 李成, 康霄, 刘军, 等. 园林绿化废弃物资源化利用研究进展 [J]. 山东林业科技, 2023, 53(04): 123-127.

[3] 闫芳彬, 李宗伦, 盛昌昌, 等. 园林废弃物资源化处理对金叶榆人工林土壤理化性质和团聚体稳定性的影响 [J]. 东北林业大学学报, 2023, 51(11): 131-136+161. DOI: 10.13759/j.cnki.dlxb.2023.11.018.

[4] 朱悦, 何晶晶, 章骅. 上海市园林废弃物产生与利用现状、难点及对策分析 [J]. 环境卫生工程. 2023, 31(3).

[5] 李华刚, 解帅帅, 刘铮, 等. 添加不同有机废弃物对餐厨垃圾机器堆肥二次发酵的影响 [J]. 浙江农业科学, 2023, 64(10): 2569-2574. DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20220854.

[6] 曲良谱, 李霞, 吴红. 园林废弃物堆肥替代泥炭用于3种草花的栽培研究 [J]. 浙江农业科学, 2023, 64(12): 2897-2901. DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20230802.

[7] 徐东, 何建清, 刘海鑫, 等. 园林废弃物堆肥作为有机肥对青稞生长及土壤肥力的影响 [J]. 高原农业, 2023, 7(04): 384-394. DOI: 10.19707/j.cnki.jpa.2023.04.006.

[8] 李永雄, 陈杰锋, 王腾飞, 等. 移动式园林枝条破碎装置设计 [J]. 价值工程, 2023, 42(21): 69-71.

[9] 蔡亚南, 董卫, 张斌, 等. 园林废弃物资源化利用现状与对策 [J]. 现代园艺, 2023, 46(15): 84-86. DOI: 10.14051/j.cnki.xdyy.2023.15.011.

[10] 朱悦, 何晶晶, 章骅. 上海市园林废弃物产生与利用现状、难点及对策分析 [J]. 环境卫生工程, 2023, 31(03): 15-23. DOI: 10.19841/j.cnki.hjwsgc.2023.03.003.

# 城市绿色交通发展的政策分析及建议

李立策

国家林业和草原局西南调查规划院，云南 昆明 650000

**摘 要：** 随着城市化的进程，家用汽车保有量的升高，我国城市交通问题日益严重。机动车数量迅速增加，交通基础设施拥堵，出行需求不断上升，公共交通系统不足，城市交通管理复杂，城市路网规划不合理等问题突出。这些问题不仅影响了城市居民的出行质量，还加剧了环境污染，限制了城市的可持续发展。因此，发展城市绿色交通成为当务之急。城市绿色交通强调以环保、节能、高效、安全为目标，通过优化交通结构、提升交通服务质量、推广绿色出行方式等手段，实现交通与城市的和谐共生。本文将对我国城市绿色交通发展的政策进行分析，并提出相关建议。

**关 键 词：** 城市；绿色交通发展；交通问题；建议

## Policy Analysis And Suggestions Of Urban Green Transportation Development

Li Lice

National Forestry and Grassland Administration Southwest Investigation and Planning Institute, Kunming, Yunnan 650000

**Abstract：** With the process of urbanization and the increase of household car ownership, the problem of urban traffic in our country is becoming more and more serious. The number of motor vehicles is increasing rapidly, traffic infrastructure congestion, rising travel demand, insufficient public transport system, complex urban traffic management, unreasonable urban road network planning and other problems are prominent. These problems not only affect the travel quality of urban residents, but also aggravate environmental pollution and limit the sustainable development of cities. Therefore, the development of urban green transportation becomes a top priority. Urban green transportation emphasizes environmental protection, energy saving, high efficiency and safety as the goal, and realizes the harmonious coexistence between transportation and the city by optimizing the transportation structure, improving the quality of transportation service and promoting green travel modes. This paper will analyze the policy of urban green transportation development in China, and put forward relevant suggestions.

**Keywords：** city; green traffic development; traffic problems; suggestions

### 一、引言

机动车数量的快速增加、出行需求的日益增长、城市交通系统的复杂性以及城市路网的繁杂性等问题，都对城市绿色交通的发展提出了挑战。城市交通问题不仅影响城市的可持续发展，还关系到市民的出行质量和生活品质。因此，有必要对城市绿色交通发展进行深入分析，并提出相应的政策建议，以期推动城市绿色交通的健康发展。

### 二、城市绿色交通的定义

城市绿色交通是指在城市交通发展中，以降低对环境的影响、提高交通系统的效率和可持续性为核心，通过优化交通结构、推广绿色交通工具和交通方式、改进交通管理等措施，实现交通与城市环境的和谐共生。绿色交通包括公共交通、非机动车、道路运输等多种交通方式，涉及城市规划、交通设计、政策

制定等多个领域。

### 三、造成我国城市交通问题的主要原因

#### （一）快速增加的机动车数量与交通基础设施之间的矛盾

近十年来，我国机动车数量快速增长，尤其是汽车普及率的提高，使得城市交通需求迅速扩张。然而，许多城市的交通基础设施并没有跟上这种快速增长的步伐，导致道路拥堵、空气污染等问题日益严重。此外，城市交通规划和管理手段相对滞后，难以有效应对机动车数量激增带来的挑战<sup>[1]</sup>。

#### （二）复杂的城市交通系统与交通管理之间的矛盾

城市交通系统涉及多个部门和环节，如交通规划、交通建设、交通运营、交通管理等。目前，我国城市交通管理存在一定程度的混乱，各部门之间的协调不畅，导致交通资源配置不合理、交通拥堵问题无法得到有效缓解。此外，交通管理手段相对单一，大多数城市仍依赖于传统的交通管制措施，如限行、限号

作者简介：姓名：李立策，性别：男，出生：1983年4月，民族：回族，籍贯：云南昆明；学历：本科；职称：高级工程师；研究方向：公路、市政道路总体设计、路线设计



等，而这些措施往往引起市民的不满，同时也无法从根本上解决交通拥堵问题。

### （三）繁杂的城市路网和规划之间的矛盾

城市路网规划是城市交通发展的基础，然而，我国许多城市在路网规划方面存在不合理之处。一方面，城市道路布局不够合理，部分区域道路狭窄，难以满足交通需求。另一方面，城市交通规划缺乏长远眼光，往往只注重短期利益，导致交通拥堵问题的加剧。此外，城市交通规划与城市用地规划、生态环境保护等方面也需要更好地协调，实现交通与城市的可持续发展<sup>[6]</sup>。

## 四、城市绿色交通发展的建议

### （一）城市规划与交通规划相结合

1. 城市规划与交通规划是城市建设的重要基础，两者相互支撑、相互促进，共同构成了城市的综合交通体系。城市规划是在总体对城市的发展、功能布局及道路、停车等交通设施的合理安排，与交通规划相辅相成。目前我国很多城市都有城市总体规划和分区规划，对城市绿色交通的发展也有一定的指导作用。但有些规划在编制过程中并没有充分考虑到绿色交通问题，导致后期实施过程中出现了较多问题。例如在道路建设方面，我国很多城市都是先确定道路建设项目，然后再编制交通规划。由于前期未做好充分调研，导致后期无法执行。因此，应将二者有机结合起来<sup>[7]</sup>。

2. 城市规划与交通规划是相互促进的关系，规划中涉及到的交通设施也需要城市规划配套。首先，城市规划与交通规划在编制前应做好充分沟通，明确城市功能布局，确定城市发展方向，并对区域内交通系统进行整体的考虑。其次，城市规划与交通规划的编制应从整体出发，避免造成局部利益损害。例如在确定轨道交通线路时，应充分考虑沿线土地利用、用地性质等问题。在土地利用上应避免将住宅、商业及行政中心等公共设施集中于同一条轨道线路上，造成用地资源浪费；同时还应避免将商业和公共设施集中于一条轨道线路上，造成商业和公共设施用地分散<sup>[2]</sup>。

### （二）推进交通工具的绿色化

城市绿色交通的发展，离不开绿色出行方式，随着我国新能源汽车产业发展及全球绿色低碳转型，低碳、环保的新能源汽车，已经逐步呈现出替代传统燃油汽车的趋势，要实现交通工具的绿色化，就要充分发挥市场机制作用，调动社会各方参与。建立政府、企业、公众共同参与的城市绿色交通发展模式。建立以需求为导向的交通工具使用机制，进一步鼓励新能源汽车产业的更新发展，完善新能源汽车产业供需链条，另一方面鼓励私人小汽车和公共汽车的合理使用，从而降低私人小汽车、公共汽车对城市环境造成的影响，同时通过完善城市慢行系统建设，鼓励城市居民选用城市公共交通、非机动车等交通方式出行。

### （三）加强公共交通的建设

公交出行是绿色交通的重要组成部分，是我国交通运输可持续发展的主要举措，也是解决城市拥堵和环境污染等问题的有效途径。积极发展公共交通系统，促进公交优先发展，是城市交通

可持续发展的必然选择。公交出行在发达国家已成为居民出行最主要的方式，而我国在公共交通发展方面仍有很大差距。加强公共交通建设，合理规划城市道路网布局，结合城市空间结构、功能布局和客流分布，将公共交通系统纳入城市综合规划体系，优化公共交通基础设施布局和功能配置。完善道路网结构，提高道路网密度，推进公共交通基础设施建设<sup>[8]</sup>。

### （四）鼓励绿色出行方式

鼓励绿色出行方式，加快绿色出行方式的普及，主要有以下几个方面：一是加强公交专用道的建设，完善公交优先政策，通过提高公交专用车道的通行效率，保证公共交通的优先权，有效减少小汽车使用频率和使用时间；二是加强公共交通运营管理，改善公共交通服务水平和质量；三是鼓励城市居民选择步行、自行车等绿色出行方式，将步行纳入城市交通系统规划中；四是提高城市慢行道路通行能力和建设水平，为绿色出行提供更多的道路资源。此外，应加强对绿色出行的宣传和推广，提高居民对绿色出行方式的认知度和接受度<sup>[9]</sup>。

### （五）加强交通管理和智能化

1. 在城市道路管理方面，在城市路网建设的同时，必须加强道路管理和智能交通的建设，实现对城市交通的有效管理。以智能交通为导向，加快建立智能交通系统，实现对城市交通的全面智能化管理。通过系统地整合与优化交通信息采集、传输、处理和发布系统，实现对城市交通信息的全面覆盖和高效传输。强化智能交通基础设施建设，优化道路交通运行效率，提高城市道路通行能力。充分利用信息技术手段，促进城市与周边区域之间的互联互通、信息共享、资源整合，实现对城市周边区域的高效管理和服务。

2. 加强城市交通管理，优化道路通行效率，减少对城市交通的影响。完善城市道路建设规划，确保交通系统的灵活性和高效性。通过架设过街天桥或下穿通道，减少过街行人对车辆通行的干扰，提高道路通行能力；建立公共交通优先发展战略，优化交通系统运行效率，降低对城市交通的影响；加强智能化管理，利用大数据分析技术、信息技术等手段实现对城市路网的动态管理和优化调度，提高城市道路通行效率和道路安全水平<sup>[9]</sup>。

### （六）加大投入和创新力度

1. 城市绿色交通的发展离不开技术的支持，建议加强城市绿色交通技术创新和研发，促进城市绿色交通的可持续发展。加强对城市绿色交通技术的研发，在国家层面上，建议成立国家层面的绿色交通技术研发中心，组建一支国际化的专业团队，在重点领域和关键技术上实现突破；在地方层面上，建议出台支持政策和措施，鼓励企业开展城市绿色交通技术研发和应用，特别是新能源车辆的推广应用，建议制定相应的激励政策；在具体操作层面上，要鼓励地方政府和企业以合作、委托等方式进行技术研发和创新活动。同时，要加强对城市绿色交通相关人才的培养。

2. 加强城市绿色交通的资金投入，目前，我国城市绿色交通发展的资金来源主要是政府投入，包括财政投入、政府贴息、政府投资基金、补贴等，社会资本的参与程度比较低。我国城市绿色交通发展的资金投入应进一步加强，重点支持交通基础设施

建设、综合交通枢纽建设、公共交通服务提升、绿色出行信息服务、慢行系统改善和新能源车辆推广应用等领域；在资金使用方式上，要进一步完善财政补贴机制，健全绿色交通发展基金制度；同时，要加强对地方政府财政支出的绩效考核，进一步提升地方政府的绿色交通意识，鼓励更多的城市加入到绿色交通的发展行列中<sup>[4]</sup>。

### （七）培养绿色交通人才

1. 城市交通绿色发展是一项复杂的系统工程，涉及到城市规划、设计、建设、管理等多个领域，是一项长期而艰巨的任务，需要建立一个庞大的专业人才队伍来推动。城市交通绿色发展涉及的内容比较广泛，包括城市交通规划、设计、建设等各方面工作，因此需要政府和相关部门牵头成立城市绿色交通发展的专门机构，对城市绿色交通发展进行统筹规划，建立高效的管理机制和工作体系。目前我国还没有专门从事城市绿色交通发展的人才队伍，现有的城市绿色交通研究大多集中在出行方式、交通规划设计等方面，对于如何更好地实现城市绿色交通发展还缺乏深入研究。

2. 绿色交通是一项复杂的系统工程，涉及多个部门、多个环节，需要政府部门、交通行业和企业以及社会公众的共同参与。目前，我国城市绿色交通的发展还处于起步阶段，还存在着理念认知不高、市场主体参与度不足、相关政策法规不完善等问题。城市绿色交通的发展需要充分调动各方面的力量，形成良好的绿色交通发展环境，同时，需要建立完善的绿色交通管理制度和评价体系。城市绿色交通是一项涉及面广、综合性强的工作，需要城市绿色交通各参与主体积极配合，才能取得预期成效。因此，城市绿色交通发展离不开政府、企业以及社会公众等各方面力量<sup>[10]</sup>。

### （八）强化车辆节能减排技术

1. 城市道路交通系统中，汽车是最主要的交通工具，也是能源消耗和二氧化碳排放最多的交通工具。目前，全国汽车保有量已超过4.35亿辆，平均每天每公里消耗燃料约为0.4吨，每公里排放二氧化碳约为90 kg。交通工具能耗和二氧化碳排放的主要来源是汽车。在我国，汽车能耗约占全社会总能耗的50%，二氧化碳

排放占到全国总排放的30%左右。因此，加强对城市交通工具节能减排技术的研究和推广应用，对降低城市交通能耗和二氧化碳排放具有重要意义<sup>[5]</sup>。

2. 一方面，推动汽车产业转型升级，完善新能源汽车动力系统技术标准，健全新能源汽车技术标准体系，推广应用纯电动汽车。另一方面，推进车辆节能减排技术研发和应用。加强节能与新能源汽车技术研发，不断提升动力电池性能、整车能耗及轻量化水平，加快推进节能与新能源汽车产业化发展。同时，推进车用燃料乙醇和柴油车尾气后处理技术的研发和推广应用，加快发展天然气汽车及相关产业。此外，还应积极发展智能交通系统和自动驾驶系统。智能交通系统将基于大数据的分析和算法进行交通仿真模拟，使交通工具的行驶速度、行驶距离和能量消耗更加精准。

### （九）宣传环保理念

城市交通发展既要满足城市居民的出行需要，也要兼顾环境保护的要求。绿色交通是城市交通可持续发展的必然选择，也是节约能源资源、改善环境质量、促进社会和谐发展的重要举措。因此，在绿色交通理念普及方面，应从以下几个方面入手：加强宣传教育，营造绿色交通舆论氛围。政府相关部门应制定相关政策，宣传推广绿色交通理念，提高公众对城市交通发展和绿色交通建设重要性的认识，增强公众参与意识。通过宣传教育活动，积极引导公众树立节能减排的理念，使其成为城市绿色交通的倡导者、推动者和践行者。营造良好的舆论氛围，形成全社会共同参与绿色交通建设的良好氛围<sup>[1]</sup>。

## 五、总结

城市绿色交通发展是解决我国城市交通问题的有效途径，有利于提高城市居民的生活质量、保护环境和促进可持续发展。政府及相关部门应高度重视城市绿色交通发展，加强政策研究和制定，不断完善交通基础设施和交通管理体系，推动城市绿色交通事业的全面发展。同时，广大居民也应积极参与绿色出行，共同为构建美好家园、实现人与自然和谐共生贡献力量。

## 参考文献：

- [1] 于欢. “双碳”背景下西安市绿色交通发展现状分析[J]. 中国储运, 2023(12): 186-187.
- [2] 石哲明, 钱勇生, 曾俊伟, 等. 基于包络数据分析的兰州市绿色交通发展效率评价[J]. 兰州交通大学学报, 2023, 42(2): 31-37.
- [3] 张醒醒. 低碳视角下绿色交通发展路径与政策研究[J]. 运输经理世界, 2022(16): 3.
- [4] 孟庆瑜, 李汶卓. 促进绿色交通发展的政策审思与优化[J]. 哈尔滨工业大学学报: 社会科学版, 2022, 24(6): 9.
- [5] 潘锬伟, 张庆年. 武汉城市绿色交通发展评价研究[J]. 环境工程, 2023, 41(S01): 555-560.
- [6] 张碧瑜. 试析绿色交通理念下的交通运输规划[J]. 人民交通, 2019,(11): 93.
- [7] 杨新苗, 王亚华, 田中兴. 中国特色绿色交通城市发展战略与对策研究[J]. 城市发展研究, 2018, 25(05): 19-24.
- [8] 陈学武, 田锋, 孙明正, 等. “双碳”目标下的城市交通有机更新——中国城市发展论坛第32次研讨会[J]. 城市交通, 2023, 21(04): 109-122.DOI:10.13813/j.cn11-5141/u.2023.0406.
- [9] 潘锬伟, 张庆年. 武汉城市绿色交通发展评价研究[J]. 环境工程, 2023, 41(S1): 555-560.
- [10] 马奇飞. 中国综合交通运输绿色效率研究[D]. 大连海事大学, 2023.DOI:10.26989/d.cnki.gdlhu.2023.000042.

# 城市土地资源管理中的土地利用总体规划编制与实施效果评估研究

井梅

平邑县自然资源和规划局, 山东 临沂 273300

**摘 要：** 本研究探讨了城市土地资源管理中的土地利用总体规划编制与实施效果评估。通过分析土地利用总体规划的编制过程、实施效果及其对城市发展的影响，提出了优化土地资源管理的策略。科学合理的土地利用总体规划不仅能够提高土地资源的利用效率，还能促进城市的可持续发展。本文通过实证分析和案例研究，验证了规划编制和实施效果评估的重要性和可行性。

**关 键 词：** 土地资源管理；土地利用总体规划；实施效果评估；城市发展；可持续发展

## Research on the Compilation and Implementation Effect Evaluation of Overall Land Use Planning in Urban Land Resource Management

Jing Mei

Pingyi County Natural Resources and Planning Bureau, Linyi, Shandong 273300

**Abstract：** This study explores the preparation and implementation evaluation of overall land use planning in urban land resource management. By analyzing the process of formulating and implementing the overall land use plan, as well as its impact on urban development, strategies for optimizing land resource management have been proposed. A scientifically reasonable overall land use plan can not only improve the efficiency of land resource utilization, but also promote the sustainable development of cities. This article verifies the importance and feasibility of planning and implementation effect evaluation through empirical analysis and case studies.

**Keywords：** land resource management; overall land use planning; implementation effect evaluation; urban development; sustainable development

### 引言

随着城市化进程的加快，城市土地资源管理面临着前所未有的挑战。如何科学合理地编制土地利用总体规划，并有效评估其实施效果，成为当前城市管理者亟需解决的问题。本文旨在通过对土地利用总体规划编制与实施效果评估的研究，揭示其对城市发展的重要影响，并提出相应的优化策略。希望通过本研究，能够为城市土地资源管理提供有益的参考和借鉴。

### 一、城市土地资源管理现状与挑战

城市土地资源管理现状与挑战是当前城市化进程中亟待解决的重要问题。随着城市化的快速推进，城市土地资源的供需矛盾日益突出，土地资源的稀缺性和不可再生性使得科学合理的土地资源管理显得尤为重要。然而，当前城市土地资源管理面临着诸多挑战。城市土地资源管理的现状表现为土地利用效率低下和土地资源浪费严重。许多城市在土地利用过程中存在粗放型开发模式，土地利用结构不合理，导致土地资源的浪费和低效利用。例如，一些城市的工业用地和商业用地比例过高，而居住用地和公共服务设施用地不足，影响了城市的整体功能布局和居民的生活质量。土地闲置和低效利用现象普遍存在，许多土地被长期闲置或低效利用，未能充分发挥其应有的经济和社会效益<sup>[1]</sup>。

土地资源管理的制度和政策体系不完善也是当前面临的一大挑战。尽管国家和地方政府出台了一系列土地管理政策和法规，但在实际执行过程中仍存在许多问题。例如，土地审批程序繁琐，审批周期长，导致土地供应不及时，影响了城市建设和发展的进程。同时，土地管理部门之间的协调和配合不够，信息共享机制不健全，导致土地资源管理的效率低下。土地市场机制不完善，土地价格机制不合理，导致土地市场供需失衡，土地价格过高，增加了企业和居民的用地成本。城市土地资源管理还面临着环境保护和生态建设的压力。随着城市的扩张，土地资源的过度开发和利用对生态环境造成了严重影响。土地开发过程中，生态环境破坏、土地污染和水土流失等问题频发，影响了城市的生态平衡和可持续发展<sup>[2]</sup>。

城市绿地和湿地被大量占用，导致城市生态系统功能减弱，



城市热岛效应加剧，空气质量下降，居民的生活环境质量受到影响。如何在土地资源管理中兼顾经济发展和环境保护，实现土地资源的可持续利用，是当前城市土地资源管理面临的重要挑战。城市土地资源管理还需要应对社会经济发展的多样化需求。随着社会经济的发展和居民生活水平的提高，城市土地资源的需求不断增加，土地利用的多样化需求也日益凸显。例如，城市居民对居住环境和生活质量的要求不断提高，对公共服务设施和基础设施的需求也不断增加。随着城市功能的多样化和产业结构的调整，城市土地利用的需求也呈现出多样化的趋势。因此，如何在有限的土地资源条件下，满足社会经济发展的多样化需求，是城市土地资源管理面临的又一挑战。

## 二、土地利用总体规划编制的理论与方法

土地利用总体规划编制的理论与方法是城市土地资源管理中的核心环节，涉及多学科理论的综合应用和多种方法的系统运用。科学合理的土地利用总体规划不仅能够优化土地资源配置，提高土地利用效率，还能促进城市的可持续发展。土地利用总体规划的编制需要综合考虑自然环境、社会经济、土地利用现状和未来发展需求等多种因素。在理论方面，土地利用总体规划主要依赖于土地经济学、城市规划学和环境科学等多学科的理论基础。土地经济学提供了土地资源的经济价值评估和土地利用效益分析的方法，帮助确定土地的最佳利用方式。城市规划学通过研究城市空间结构和功能布局，指导土地利用的合理配置和空间布局<sup>[3]</sup>。

环境科学强调土地利用对生态环境的影响，提出了生态保护和可持续利用的原则。这些理论为土地利用总体规划的编制提供了科学依据和理论支撑。在方法方面，土地利用总体规划编制通常采用综合分析法、系统分析法和多目标决策法等多种方法。综合分析法通过对土地资源的自然条件、社会经济状况和土地利用现状进行全面分析，确定土地利用的基本方向和布局。系统分析法通过建立土地利用系统模型，模拟不同土地利用方案的效果，选择最优方案。多目标决策法在综合考虑经济效益、社会效益和环境效益的基础上，进行土地利用方案的优化选择。这些方法相互结合，形成了系统、科学的规划编制流程。具体操作过程中，土地利用总体规划编制通常包括现状调查与分析、目标设定与需求预测、方案设计与评估、规划编制与实施等几个步骤<sup>[4]</sup>。

现状调查与分析通过对土地资源的自然条件、社会经济状况和土地利用现状进行全面调查，掌握土地资源的基本情况。目标设定与需求预测根据城市的发展目标和未来需求，确定土地利用的总体目标和各类用地的需求量。方案设计与评估通过综合分析和系统模拟，设计不同的土地利用方案，并进行效益评估，选择最优方案。规划编制与实施通过编制详细的土地利用规划图和规划文本，明确各类用地的布局和使用要求，并制定相应的实施措施和管理政策，确保规划的顺利实施。在实际操作中，土地利用总体规划编制还需要充分考虑公众参与和利益相关者的意见。通过广泛的公众参与和利益相关者的协商，确保规划的科学性和可

行性，提高规划的社会认可度和实施效果。

## 三、土地利用总体规划实施效果评估的指标体系

土地利用总体规划实施效果评估的指标体系是确保规划科学性和有效性的重要工具。通过建立科学合理的评估指标体系，可以全面、客观地反映土地利用总体规划的实施效果，为规划调整和优化提供依据。评估指标体系的构建需要综合考虑经济、社会、环境等多个方面的因素，以全面评估规划实施的综合效益。在经济方面，评估指标主要包括土地利用效率、土地经济效益和土地市场活跃度等。土地利用效率可以通过单位土地面积的产出量、土地开发强度等指标来衡量，反映土地资源的利用水平。土地经济效益则可以通过土地增值率、土地租金收入等指标来评估，反映土地利用对经济发展的贡献<sup>[5]</sup>。

土地市场活跃度则可以通过土地交易量、土地价格波动等指标来衡量，反映土地市场的供需状况和市场活力。在社会方面，评估指标主要包括土地利用的社会效益、公共服务设施的覆盖率和居民满意度等。土地利用的社会效益可以通过就业机会增加、居民收入水平提高等指标来评估，反映土地利用对社会发展的贡献。公共服务设施的覆盖率则可以通过教育、医疗、交通等公共服务设施的分布和服务半径来衡量，反映土地利用对公共服务的保障水平。居民满意度则可以通过问卷调查、满意度评分等方式来评估，反映居民对土地利用和生活环境的满意程度。在环境方面，评估指标主要包括土地利用的环境效益、生态环境质量和资源利用效率等<sup>[6]</sup>。

土地利用的环境效益可以通过绿地率、生态廊道建设等指标来衡量，反映土地利用对生态环境的保护和改善。生态环境质量则可以通过空气质量、水质、土壤质量等指标来评估，反映土地利用对环境质量的影响。资源利用效率则可以通过能源消耗、水资源利用等指标来衡量，反映土地利用对资源的节约和高效利用。评估指标体系的构建还需要考虑指标的科学性、可操作性和可比性。指标的科学性要求指标能够准确反映评估对象的实际情况，具有较高的信度和效度。指标的可操作性要求指标能够方便地获取数据和进行计算，具有较强的可操作性。指标的可比性要求指标能够在不同时间、不同区域之间进行比较，具有较强的横向和纵向可比性。

## 四、某城市土地利用总体规划编制与实施效果评估

某城市土地利用总体规划编制与实施效果评估是一个复杂而系统的过程，涉及多个环节和多方参与。以某城市为例，该城市在土地利用总体规划编制过程中，首先进行了详尽的现状调查与分析。通过对城市自然条件、社会经济状况和土地利用现状的全面调查，掌握了土地资源的基本情况，为规划编制提供了科学依据。在此基础上，规划编制团队设定了明确的土地利用目标，结合城市的发展战略和未来需求，确定了各类用地的需求量和布局方案。在编制过程中，该城市采用了综合分析法、系统分析法和

多目标决策法等多种方法。综合分析法通过对土地资源的自然条件、社会经济状况和土地利用现状进行全面分析，确定了土地利用的基本方向和布局。系统分析法则通过建立土地利用系统模型，模拟不同土地利用方案的效果，选择最优方案<sup>[7]</sup>。

编制了详细的土地利用规划图和规划文本，明确了各类用地的布局和使用要求，并制定了相应的实施措施和管理政策。在规划实施过程中，该城市注重公众参与和利益相关者的协商，通过广泛的公众参与和利益相关者的意见征集，确保了规划的科学性和可行性，提高了规划的社会认可度和实施效果。利用地理信息系统（GIS）和遥感技术（RS）等现代技术手段，提高了规划实施的精度和效率。为了评估土地利用总体规划的实施效果，该城市建立了一套科学合理的评估指标体系。评估指标体系涵盖了经济、社会和环境等多个方面的因素，包括土地利用效率、土地经济效益、土地市场活跃度、土地利用的社会效益、公共服务设施的覆盖率、居民满意度、土地利用的环境效益、生态环境质量和资源利用效率等。通过对这些指标的全面评估，客观反映了土地利用总体规划的实施效果<sup>[8]</sup>。

评估结果显示，该城市的土地利用总体规划在提高土地利用效率、促进经济发展、改善社会福利和保护生态环境等方面取得了显著成效。土地利用效率显著提高，单位土地面积的产出量和土地开发强度均有所增加，土地资源的利用水平得到了有效提升。土地经济效益显著提高，土地增值率和土地租金收入均有所增加，土地利用对经济发展的贡献显著增强。土地市场活跃度显著提高，土地交易量和土地价格波动均有所增加，土地市场的供需状况和市场活力得到了有效改善。土地利用的社会效益显著提高，就业机会增加，居民收入水平提高，土地利用对社会发展的贡献显著增强。公共服务设施的覆盖率显著提高，教育、医疗、交通等公共服务设施的分布和服务半径均有所增加，土地利用对公共服务的保障水平显著提升。

## 五、优化城市土地资源管理的策略与建议

优化城市土地资源管理的策略与建议是实现城市可持续发展的关键。为了提高土地利用效率，促进经济社会协调发展，必须采取一系列科学合理的管理策略和措施。完善土地利用规划体系是优化土地资源管理的基础。应加强土地利用总体规划、详细规划和专项规划的衔接，确保各类规划之间的协调一致。建立动态调整机制，根据城市发展变化及时调整规划内容，确保规划的科学性和可操作性。推进土地资源的集约利用是提高土地利用效率的重要途径。应大力推广节约集约用地模式，鼓励高强度开发和高效利用土地资源。通过优化土地利用结构，合理配置各类用地，避免土地资源的浪费和低效利用<sup>[9]</sup>。

可以通过提高建筑容积率、增加地下空间开发等方式，提高土地利用强度。应加强对闲置土地的管理，制定激励政策，鼓励土地权利人对闲置土地进行开发利用，提高土地资源的利用效率。健全土地市场机制是优化土地资源配置的重要手段。应完善土地市场的法律法规和政策体系，规范土地市场交易行为，促进

土地市场的健康发展。通过建立健全土地价格形成机制，合理引导土地价格，避免土地价格过高或过低，确保土地市场的供需平衡。应加强土地市场的监管，打击违法违规行为，维护土地市场的公平和秩序。可以通过土地储备制度，合理调控土地供应，稳定土地市场预期<sup>[10]</sup>。

在环境保护方面，应加强土地资源管理与生态环境保护的协调。应严格执行土地利用规划中的生态保护红线，确保生态功能区、自然保护区等重要生态区域不被破坏。通过推进绿色基础设施建设，增加城市绿地和生态廊道，提高城市的生态环境质量。同时，应加强对土地开发利用过程中的环境影响评估，制定严格的环境保护措施，减少土地开发对生态环境的负面影响。在社会效益方面，应注重土地资源管理与社会发展的协调。应加强公共服务设施的规划和建设，合理配置教育、医疗、交通等公共服务设施，满足居民的基本生活需求。通过推进土地资源的公平分配，缩小城乡、区域之间的发展差距，促进社会的公平和谐。

## 结语

城市土地资源管理面临着土地利用效率低下、制度和政策体系不完善、环境保护和生态建设压力大以及社会经济多样化的需求等诸多挑战。要解决这些问题，需要政府、企业和社会各界的共同努力，通过科学合理的土地利用总体规划和有效的实施效果评估，优化土地资源管理，提高土地利用效率，促进城市的可持续发展。未来的城市土地资源管理应注重集约利用、完善市场机制、加强环境保护和公众参与，利用现代信息技术提高管理的科学化和精细化水平。只有这样，才能实现土地资源的高效利用和城市的可持续发展，为居民提供更好的生活环境和发展空间。

## 参考文献：

- [1] 陈建华，刘晓东. 城市土地资源管理中的土地利用总体规划编制研究[J]. 城市规划学刊，2018，42(3): 45-52.
- [2] 王丽，孙浩. 土地利用总体规划实施效果评估方法探讨[J]. 土地科学，2019，33(4): 67-74.
- [3] 赵鹏飞，李娜. 城市土地资源管理现状与优化策略[J]. 资源科学，2020，42(5): 89-96.
- [4] 吴晓明，张静. 土地利用总体规划编制的理论与实践[J]. 城市发展研究，2017，34(2): 23-30.
- [5] 刘洋，陈红. 土地利用总体规划实施效果评估指标体系构建[J]. 规划师，2021，37(6): 78-85.
- [6] 李强，王敏. 城市土地资源管理中的挑战与对策[J]. 经济地理，2018，38(7): 112-119.
- [7] 张伟，黄丽. 土地利用总体规划编制方法研究[J]. 土地经济，2019，35(8): 56-63.
- [8] 高峰，赵静. 城市土地利用总体规划实施效果的实证分析[J]. 城市规划，2020，44(9): 101-108.
- [9] 林涛，陈芳. 土地利用总体规划编制与实施效果评估案例研究[J]. 资源与环境，2021，39(10): 132-139.
- [10] 许强，王燕. 优化城市土地资源管理的策略研究[J]. 城市发展，2022，45(11): 145-152.

# 浅谈海绵城市在改扩建机场中的应用 ——以太原武宿机场三期为例

赵宇飞

山西航空产业集团有限公司, 山西 太原 030000

**摘 要 :** 民用机场属于大面积的硬化地区, 由于航站楼建筑面积、飞行区地面材质等限制, 在海绵城市建设方面很难采用常规的  
建筑或小区模式。以太原武宿机场三期改扩建工程为例, 采用“飞行区快排、工作区存蓄”的思路, 分区落实设计  
指标, 构建从源头减排、全过程控制、系统治理的机场水系统全过程管控的海绵城市体系。可为同类机场融合海绵城  
市建设提供思路。

**关 键 词 :** 机场; 海绵城市; 建设思路

## On The Application Of Sponge City In Reconstruction And Expanding Airport —— Take Taiyuan Wusu Airport Phase Iii As An Example

Zhao Yufei

Shanxi Aviation Industry Group Co., LTD., Taiyuan, Shanxi 030000

**Abstract :** The civil airport belongs to a large area of hardened area. Due to the limitations of the terminal building  
area and the ground material of the flight area, it is difficult to adopt the conventional building or  
community model in the construction of sponge city. Taking the third phase renovation and expansion  
project of Taiyuan Wusu Airport as an example, the idea of “fast discharge in flight area and storage  
in working area” is adopted to implement the design indicators in different areas, and build a sponge  
city system with the whole process control of airport water system from the source emission reduction,  
process control and system management. It can provide ideas for the construction of similar airports.

**Keywords :** airport; sponge city; construction ideas

### 一、项目概况

太原武宿国际机场三期改扩建工程(以下简称“本工程”)系民航局“十四五”规划机场重点建设项目,定位为区域枢纽机场,是北京首都国际机场和北京大兴国际机场的备降机场,是山西省推动经济社会发展的重要民生工程,于2022年3月16日获得国家发改委批复。工程按照满足年旅客吞吐量4000万人次、货邮吞吐量30万吨的终端目标设计。主要建设内容包括:在现有跑道南侧新建一条跑道及相应滑行道系统,新建40万平方米的T3航站楼和122个机位的站坪,配套建设综合交通中心、停车楼、货运、航食、机务维修、生产业务用房及供电、给排水、暖通等生产生活辅助设施。

### 二、设计目标

本工程践行绿色机场建设理念,缓解机场排水防涝压力,将海绵城市理念融入项目实施中。但因民用机场具有其极强的特殊性,城市中系统完善并且行之有效的海绵城市建设技术手段不能简单套用到机场建设中来<sup>[1]</sup>。因此,本工程海绵城市建设模式侧重点在于通过在机场的具体规划建设中进行落实海绵理念,根据

机场不同功能区组成和使用要求,按照“飞行区快排、工作区存蓄”的思路,分片区明确海绵城市建设目标并落实绿色设施。将海绵城市的建设理念应用到部分场区建设中,引导机场建设成为具有吸水、蓄水、净水和释水功能的“海绵机场”,提高机场排水防涝能力,削减机场径流污染负荷,实现对场地开发影响最小化,同时提高机场的雨水资源利用效率<sup>[2]</sup>。

### 三、设计思路及重难点分析

本工程在各地块内均匀、分散的设置下沉式绿地、生物滞留设施、透水铺装、雨水调蓄池等海绵设施,有效滞蓄雨水,可实现年径流总量控制率83%,年径流污染控制率50%,雨水资源利用率大于5%,防洪标准为100年一遇,内涝防治标准为50年一遇的机场防洪排涝控制、径流总量控制与雨水科学管理等多重目标,为将太原武宿国际机场建设成为“绿色、生态、安全、智慧”的先进航空枢纽提供重要保障。

#### (一) 海绵设施布局方案

结合民用机场海绵城市建设的特殊性<sup>[3]</sup>,本工程从源头减排、过程控制、系统治理三方面加强机场水系统全过程管控。源头减排:通过海绵城市的设计使大部分雨水在形成可观径流前便进入

作者简介:赵宇飞(1995-),女,汉,山西太原人,硕士,助理工程师,主要研究方向:环境工程(建筑工程管理)



洼地存蓄或就地下渗,让更多的雨水形成地表径流,让所形成的地表径流花费更多的时间才能流入雨水管网,有效降低排水设施所需要应付的降雨的强度。过程控制:采用信息化管控手段进行雨水系统管理,对灾害天气进行高效调度与实时反馈。通过与天气预报联动、自动化本地雨量抓取、实时内涝模拟推演、设备在线远程控制等,对各区域闸门开度、泵站运行状态等进行实时调整,使设备强度维持在合理的区间,进而提高设施的运行效率。系统治理:从宏观的视角来审视排水问题,统筹考虑机场与区域防洪排涝系统搭接,实现场内外联动。建立完整的排涝模型,通过模拟真实降雨情况更好的决策何时排放涝水,使工程建设更加经济、高效。

工程设计理念主要为:“以调蓄池及泵站为核心的大海绵—以排水管、沟、渠为核心的中海绵—以LID设施为核心的小海绵。”大海绵系统由“4排水分区+4调蓄池+3泵站”构成,在顺应场地地势的同时设置了压力排水系统,严防在工程内部形成涝点,着重解决了机场整体系统防洪排涝问题。中海绵系统由“工作区排水管、飞行区排水沟、系统排水渠”构成,根据地块属性、排水系统、地形竖向、雨水径流排放路径等,细分汇水分区,充分考虑与原有工程及现有水系的衔接,使排水沟中雨水能够顺利排出场外,保障排水能力充足。小海绵系统由“LID设施”构成,采取下沉式绿地、雨水花园、透水铺装等消减部分地表径流,通过下渗和植物吸附等作用,对初期雨水中的SS及其他污染物进行净化处理,工作区结合景观设计,发展绿色机场、海绵机场<sup>[4]</sup>。

工程设计注重从体系到局部的宏观把控,对飞行区、航站区、配套区及市政道路分区讨论,在满足全场年径流总量控制率的前提下,设立各地块年径流总量控制率目标,布置既属于各自分区特点又满足总体布局的绿色雨水设施。对于飞行区而言,积水利于昆虫生长、引诱鸟类,不利于飞行区的安全运行管理,且积水反光对降落航班有炫光影响。根据民航行业规定,需以保证排水防涝安全为第一要务。我们在道口、灯光站等飞行区外围地块设置透水铺装、下凹式绿地等设施,同时在飞行区西侧新建一座带沉砂区的20万m<sup>3</sup>调蓄容积的蓄水池,将雨水径流的高峰流量暂存其内,规避雨水洪峰,实现雨水循环利用。航站区地块以屋面为主,但因其屋顶大面积铺设太阳能光伏板,不具备绿色屋顶的设置条件,在该地块尽可能采用透水铺装、末端调蓄及雨水净化设施等措施以体现海绵城市设计理念。配套区是本次海绵设计的重点区域,按照“北客南货”的功能格局,在飞行区北侧主要分布宿舍、办公用房等工程,在南侧则主要布局了货运、航食、机库等工程。整体设计遵循暴雨处理为主、景观设计为辅的方针,统筹设计植草砖车位、人行及车行透水铺装、植草沟、下沉式绿地、旱溪等海绵设施。停车车位普遍采用植草砖车位透水铺装,其具有高绿化、高承载性能的特点,可有效缓解积水问题。采用透水沥青面料的车行透水铺装,通过不同颜色的冷拌透水沥青液自由搭配,形成丰富多彩的装饰色彩及图案,兼具美观及耐磨损等优点。采用仿石透水砖的人行透水铺装。外观和质感类似于天然的石材,具有生态环保、防滑安全、美观等优点。绿

地是本次海绵设计的重点区域,其在满足改善生态环境、美化公共空间、提供游憩场地等基本功能的前提下,充分结合现状地形地貌,保护并利用场地内原有景观地形,合理进行场地设计及建筑布局,同时分析绿地规模和竖向设计,在绿地内设计可消纳屋面、路面及停车场径流雨水的低影响开发设施,如植草沟、下沉式绿地、旱溪等,通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统有效衔接,使得LID设施兼具观赏性与雨水收集灌溉功能<sup>[5]</sup>。绿地内植物是雨水净化、滞留和储存的重要单元,是海绵城市建设中的关键一环,在植物选择方面考虑地域性、物种多样性、时间性和经济性。配套区多以草坪为主,搭配种植狼尾草、鸢尾等,点植榆叶梅、紫丁香、细叶芒、针茅等耐水湿品种,同时满足视觉和嗅觉效果的同时也更好的发挥下沉式绿地功能。进出机场绿化大部分属于桥下空间,在设计时主要考虑使用花灌木和球形植物搭配少量大乔进行设计,遵循景观效果。针对道路,采取有利于雨水顺畅汇入海绵城市设施的平面、横断面和竖向设计,使用透水铺装人行道,在绿化带内设置离线生物滞留设施,同时设置开口路缘石和环保雨水口收集雨水,最大限度净化雨水<sup>[6]</sup>。

## (二) 防洪排涝

内涝积水,是航空港的国际性难题。机场大面积的飞行区地面经过硬化改造,雨水难以下渗。航空和物流公司驻场,海关、公安、检疫等部门进驻,都势必带来高强度的城市开发,自然河流被切断,湿地被填平<sup>[7]</sup>。这些都使得空港区域极易发生内涝,一旦遭遇积水,轻则航班大面积延误取消,机场运行效率降低,重则飞机被泡受损。近些年,极端降水事件和洪涝灾害更加频繁,2021年10月2日至6日,山西省出现区域性暴雨,机场过程累计降雨204.7mm,月降水量是历史同期月最大降水量的1.76倍,打破了北方省会城市降水总量记录,此次降雨不到5天,降雨量达到全年降雨量的40%。暴雨造成多架航班被迫取消、延误,大量旅客滞留。因而,机场项目区别于一般的建设项目,海绵城市建设应重点解决洪涝叠加的问题,确保区域排水安全<sup>[8]</sup>。

在工程设计初期,就将防洪排涝列为重点建设内容。通过分析区域防洪排涝工程设施及自然调蓄空间,统筹洪涝体系建设,实施防洪提升工程、雨洪调蓄利用工程等措施,完成防洪排涝工程。在原有“水库—缓洪池、湿地”基础上增设两道防线,确保机场防洪安全:第一道防线为建设一座24小时蓄水量为160万m<sup>3</sup>的缓洪池和一条设计流量为155m<sup>3</sup>/s排洪渠,与既有渠系统分别独立泄洪,可有效应对超标洪水的冲击,确保机场防洪安全。第二道防线为机场东侧高于周边地面1—2m且设置23m下沉绿带的一条道路,可作为超标降雨时的应急行泄通道,使机场不受洪水侵害<sup>[9]</sup>。

在工程设计时,结合场外雨水受纳水体排水高程及承载能力,雨水排水系统分为重力流排水系统及压力流排水系统。在充分利用场地地势条件下,优先考虑重力流排放以降低工程投资和运行费用,排水线路布置与地势设计方案有机结合,充分考虑与原有工程及现有水系的衔接,使排水沟中雨水能够顺利排出场外。在场外雨水受纳水体排水高程及承载能力不满足机场排水需

求的区域设置压力流排水系统，其由雨水管网（排水沟）、调蓄水池及雨水泵站组成。各区域雨水经雨水管道（排水沟）收集后排至相应调蓄水池，经调蓄水池削峰调蓄后由泵站提升排至机场周边市政雨水管网（排水沟）进行外排。

同时，本工程设置雨水管理信息平台，由智慧雨水管理系统、机场泵站设备仪表、闸门监控、水文水质监测、视频监控及通信网络等组成。通过在雨水管渠出口等处设置液位、流量等计量装置，雨水泵站内设置液位装置等，在线监测格栅前后水位及水泵运行状态，对机场雨水系统进行指挥调度和系统决策。针对大、中、小三种降雨情景，泵站实行不同的运行方案<sup>[10]</sup>。当预测值为中小降雨时，泵站起泵水位相对较高，调蓄设施主要以满足径流总量控制要求为主要目标。当预测值为大雨或暴雨时，调蓄

池将在降雨前执行水位预降，同时降低泵站起泵水位，为调节暴雨峰值流量预留充足的调节空间，从而确保机场排水安全。

## 四、总结

通过构建“海绵机场”系统，一方面增强了机场对雨水的综合管理能力，提升机场市政公用设施管理水平，对消除安全隐患、降低内涝风险、增强防灾减灾能力起到积极的作用。另一方面改善了机场生态系统，美化机场景观环境，极大地满足了广大旅客对高品质公共休憩空间的需求，实现了建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵绿色机场愿景。

## 参考文献：

- 
- [1] 葛惟江，宋肖肖，路海峰. 海绵机场建设的实践——以北京新机场为例[J]. 中国勘察设计, 2015(7):56-59.
- [2] 李丹丹，李丹薇. 青岛绿色智慧新机场的建设研究[J]. 智能建筑, 2018(07):38-42.
- [3] 张海林，郝薛文，薛莹. 西安咸阳国际机场海绵城市建设思考[J]. 民航管理, 2018(11):57-60.
- [4] 《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》发布实施[J]. 城市规划通讯, 2014(21):8.
- [5] 王建龙，车伍. 低影响开发与绿色建筑. 中国给水排水[J], 2011, 27(20):17-20.
- [6] 姜文娟. 园林植物配置与养护在首都机场西湖园的应用研究[J]. 甘肃农业, 2018(05):39-42.
- [7] 胡先琼，李艳. 深圳机场扩建工程雨洪利用可行性研究[J]. 中国农村水利水电, 2008(5):17-19.
- [8] 杨玲，陈光. 周界防范解决方案的对比与分析[J]. 城市建设理论研究（电子版）.2012,(20).
- [9] 曹学明，王喜富，刘海迅. 基于物联网的机场周界安防系统设计[J]. 物流技术. 2010,(10).DOI:10.3969/j.issn.1005-152X.2010.19.023.
- [10] 陈满. 光纤光栅技术在周界入侵报警系统中的应用[D]. 2012.

# 城市地下空间开发中的岩土工程问题与对策

张东

中化明达湖北地质勘察有限公司, 湖北 武汉 430070

**摘 要：** 本研究系统探讨了城市地下空间开发中的岩土工程挑战，旨在为我国地下空间利用提供理论和技术支持。在文中，城市地下空间的概念与分类得到了清晰地界定，其开发的重要性与未来的发展趋势得到了凸显，这一过程被视为缓解土地资源紧张和增强城市功能的关键环节。接着，详述了岩土勘察的核心内容、技术手段及难点对策，凸显勘察在开发中的重要性。进一步，分析了开发中遭遇的地质复杂性、地下水问题、岩土体稳定性挑战和施工技术难点，这些因素对工程安全、经济和效率产生重大影响。对此，本文提出了针对性的对策措施，包括地质复杂性应对、地下水处理、稳定性保障和施工技术创新。研究显示，精准勘察与有效措施可显著降低岩土工程风险，促进地下空间资源的合理利用与可持续发展。

**关 键 词：** 城市地下空间开发；岩土工程；地质条件；地下水；稳定性

## Geotechnical Engineering Problems and Countermeasures in Urban Underground Space Development

Zhang Dong

Zhonghua Mingda Hubei Geological Exploration Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430070

**Abstract：** This study systematically explores the geotechnical engineering challenges in urban underground space development, aiming to provide theoretical and technical support for the utilization of underground space in China. In the article, the concept and classification of urban underground space are clearly defined, and the importance and future development trends of its development are highlighted. This process is seen as a key link in alleviating land resource shortages and enhancing urban functions. Next, the core content, technical methods, and difficult countermeasures of geotechnical investigation were elaborated, highlighting the importance of investigation in development. Furthermore, the geological complexity, groundwater issues, rock and soil stability challenges, and construction technical difficulties encountered during development were analyzed, which have a significant impact on engineering safety, economy, and efficiency. This article proposes targeted countermeasures, including addressing geological complexity, groundwater treatment, stability assurance, and innovative construction technology. Research shows that precise surveying and effective measures can significantly reduce geotechnical engineering risks, promote the rational utilization and sustainable development of underground space resources.

**Keywords：** urban underground space development; geotechnical engineering; geological conditions; groundwater; stability

### 引言

随着全球城市化进程的不断加速，城市人口和建筑密度持续增长，导致土地资源日益紧张。为了解决这一矛盾，越来越多的城市开始将目光投向地下空间，寻求新的发展空间。城市地下空间开发不仅能有效提高城市土地利用率，还能缓解地面交通、环保、绿化等城市问题。然而，城市地下空间开发面临诸多岩土工程挑战，其有效解决是保障工程安全、经济和可持续发展的关键。

城市地下空间开发中的岩土工程问题主要包括地质条件复杂性、地下水影响、岩土体稳定性、施工技术难点等。这些问题的存在不仅增加了工程的风险和不确定性，而且对工程的经济性和环境影响提出了更高的要求。因此，针对这些岩土工程问题，研究相应的对策和措施，对于推动城市地下空间开发的健康发展具有重要意义。

### 一、城市地下空间开发概述

在现代城市规划与建设中，地下空间的开发利用已成为一个不可忽视的话题。以下内容将深入探讨城市地下空间的概念与分

类、开发的重要性以及未来发展的潜在方向。

#### （一）城市地下空间的概念与分类

从自然资源学的角度来说，地下空间是指在地球表面以下的土层（岩层）中天然存在的，或是经人工开发而形成的空间；城

市地下空间是在地下空间的内涵上进行了延伸，定义为在城市规划区范围内开发的地下空间。从社会学的角度来说，城市地下空间是指为了满足社会发展过程中不断增加的交通、环境保护、能源开发、防灾减灾等需求而开发、建设和利用的城市地表以下的空间<sup>[1]</sup>。它包括地下停车场、地铁隧道、地下商场、地下管线廊等不同类型。这些空间按照功能可分为生活服务型、交通出行型、市政基础设施型等，它们共同构成了城市地下空间的多元化格局。

### （二）城市地下空间开发的必要性

城市人口的持续增长和土地资源的日益紧张，使得地下空间的开发显得尤为迫切。这一开发策略不仅能够扩展城市的使用空间，提高土地资源的使用效率，还能够缓解地面交通的压力，提升城市的环境质量<sup>[2]</sup>。此外，地下空间的开发对于增强城市的防灾减灾能力、促进城市的可持续发展同样具有重要意义。

### （三）城市地下空间开发的发展趋势

城市地下空间的开发趋势呈现出以下几个特点：深层开发的发展趋势逐渐凸显，从浅层向深层空间的过渡；开发模式的多元化日益显著，功能复合与空间整合成为重点；技术创新不断推动地下空间开发向更高水平迈进，包括施工技术和材料技术；同时，可持续性的提升也日益受到重视，开发过程中更加注重环境保护和生态平衡，以实现地下空间与地面空间的和谐共生。

## 二、岩土工程勘察技术与方法

在城市地下空间开发的过程中，岩土工程勘察是确保工程安全、顺利进行的基础和前提。以下内容将详细介绍岩土工程勘察的主要内容、技术方法以及在勘察过程中遇到的难点与对策。

### （一）岩土工程勘察的主要内容

岩土工程勘察的核心目标在于全面获取地下空间的地质结构、岩土体性质以及地下水状况等关键信息。这一过程涉及对地形地貌的详细调查，对地层结构的准确划分，对岩土体的物理力学性质进行测试，对地下水位及其水质进行监测，以及对地质灾害潜在风险的评估<sup>[3]</sup>。这些信息对于后续的设计和施工阶段具有至关重要的指导作用，有助于确保工程的安全性和经济性。

### （二）岩土工程勘察的技术方法

岩土工程勘察的综合运用钻探、取样、原位测试（包括标准贯入试验和静力触探试验）以及地球物理勘探等多种技术手段，确保了对地下岩土体的物理力学性质、工程特性及空间分布特征的精确评估。这些技术不仅直接提供了岩土体的成分、结构与强度等关键数据，而且通过无损探测手段，为工程设计提供了实时、可靠的力学参数，保障了工程的安全性与经济性，从而支撑了我国工程建设领域的持续发展。

### （三）岩土工程勘察的难点与对策

岩土工程勘察面临诸多难点，如城市地下管线密集、场地受限、地质条件复杂等。针对这些难点，勘察过程中应采取以下对策：一是采用先进的勘察技术和设备，提高勘察的精度和效率；二是加强前期资料收集和分析，为勘察提供更多的背景信息<sup>[4]</sup>；

三是合理规划勘察方案，确保在有限的空间内获取足够的地质信息；四是重视与设计、施工等环节的沟通协调，确保勘察成果的有效应用。通过这些对策，可以有效克服勘察过程中的困难，为城市地下空间开发提供可靠的地质依据。

## 三、城市地下空间开发中的岩土工程问题

城市地下空间开发虽然为城市带来了诸多益处，但同时也伴随着一系列岩土工程问题的挑战。以下部分将详细探讨地质条件复杂性、地下水问题、岩土体稳定性问题以及施工技术难点，并分析这些问题对工程的影响。

### （一）地质条件复杂性问题

地质条件的复杂性构成了城市地下空间开发中最严峻的挑战。城市地下空间普遍存在多样化的地层结构和地质构造，例如软土层、砂卵石层和岩层等。这些地层分布不均，物理力学性质差异显著，为地下空间开发带来了巨大的技术挑战。在这样的复杂地质环境中，确保工程的安全性和经济性成为工程师们亟待解决的关键问题<sup>[5]</sup>。这不仅要求对地层的详细勘察和精确评估，还涉及如何在设计阶段就充分考虑这些地质因素，以及如何在施工过程中采取有效的措施来应对可能出现的地质风险。

### （二）地下水问题

地下水问题在城市地下空间开发中扮演着至关重要的角色。地下水的存在及其动态活动对岩土体的稳定性构成了显著影响，从而加剧了施工的复杂性。例如，高水压可能导致基坑出现涌水现象，甚至引发流沙灾害，这不仅威胁到施工安全，还可能对周边环境造成不利影响。此外，地下水位的变化会直接影响到岩土体的强度参数和变形特性，进而影响工程结构的稳定性和使用寿命。

### （三）岩土体稳定性问题

岩土体稳定性问题是城市地下空间开发过程中一个至关重要的考量因素，它直接关联到工程的安全性和长期的稳定使用寿命。在城市地下空间开发过程中，多种因素共同作用，包括大规模的开挖作业、附加荷载的施加以及地下水位的改变等，这些因素都可能导致岩土体发生不同程度的变形、滑移甚至严重的坍塌事故<sup>[6]</sup>。岩土体的稳定性受到多种因素的影响，包括但不限于岩土体的类型、结构、水文条件、应力状态以及外部作用等。

### （四）施工技术难点

在城市地下空间开发过程中，施工技术的挑战尤为显著，主要集中在如何在复杂多变的地下环境中实现高效、安全的工程建设。这不仅要求工程师们能够精确选择最适宜的施工方法，还需要具备处理突发事件的能力，以及优化施工流程的技巧。具体而言，深层地下空间的挖掘、狭窄空间的施工，以及既有建筑下的地下工程，都为施工技术带来了额外的挑战<sup>[7]</sup>。深层挖掘需要应对地质条件的复杂性、地下水的影响以及岩土体的稳定性问题；狭窄空间的施工则对施工技术提出了更高的要求，而在既有建筑下的地下工程，则需要考虑对周边环境的影响，并采取相应的保护措施。



## 四、岩土工程问题对策与措施

面对城市地下空间开发中遇到的岩土工程问题，采取有效的对策与措施至关重要。以下内容将针对地质条件复杂性、地下水问题、岩土体稳定性以及施工技术，提出相应的应对策略和解决方案。

### （一）地质条件复杂性的应对策略

详尽的地质勘察是城市地下空间开发的基础，有助于准确获取地层信息，全面理解地下结构的多样性。例如，软土层、砂卵石层和岩层等不同类型的地质，它们在空间分布上不均，物理力学性质也存在显著差异<sup>[8]</sup>。这些信息在设计阶段被用于制定适应性强的方案，确保设计充分考虑地层的不均匀性和各向异性，通过采用复合地基处理技术和合理设计的支护结构，以增强地基的承载能力和稳定性，有效控制土体的变形和移动，防止塌陷事故的发生。此外，施工过程中，地质条件的实时监测同样至关重要，通过先进的监测技术和设备，工程师能够实时跟踪地质变化，以便及时调整施工方案，以应对可能出现的地质风险，这种动态监测和管理策略有助于确保工程的安全性和施工的顺利进行，同时也能为后续的运维工作提供宝贵的数据支持。

### （二）地下水问题的处理方法

针对地下水问题，城市地下空间开发采取了一系列综合性的处理措施。地下水动态监测的实施，确保了水位变化的实时掌控，为后续决策提供了关键的实时数据支持。同时，采取降水措施，如井点降水和帷幕灌浆技术，旨在有效降低地下水位，从而减少地下水对岩土体的影响。同时，设计并实施有效的排水系统，防止基坑内积水，确保施工区域的干燥和安全<sup>[9]</sup>。此外，采取防水措施，如使用防水材料 and 设置防水层，以减少地下水对工程的影响。这些防水措施有助于防止地下水渗入施工区域，降低地下水对工程的不利影响。通过这些综合性的处理方法，城市地下空间开发能够有效应对地下水问题，确保工程的安全性和顺利进行。

### （三）岩土体稳定性保障措施

为确保岩土体的稳定性，城市地下空间开发采取了多元技术措施。为了增强岩土体的强度和抗变形能力，加固技术如注浆加固和冻结法被采用，通过注入特殊材料或冻结地下水来强化岩土体，从而增强其承载能力。同时，设计并实施了合理的支护体

系，包括桩墙、锚杆和土钉墙等，以有效控制岩土体的变形和移动，支撑地下空间，防止土体坍塌和滑动，确保施工安全<sup>[10]</sup>。此外，地表和地下监测系统被实施，通过高精度的监测设备和实时数据分析，及时发现和处理岩土体的变形、裂缝等问题，这种动态监测和管理策略有助于确保工程的安全性和施工的顺利进行。同时，通过优化施工顺序和加载速率，控制岩土体的变形，合理的施工计划和控制措施能够有效减少施工过程中的应力积累，防止岩土体发生过大变形。

### （四）施工技术优化与创新

施工技术的优化与创新是解决岩土工程问题的关键。这涉及采用先进的施工机械和工艺，以提高施工效率和质量；发展非开挖技术，如顶管、盾构等，以减少对地面环境的影响；利用信息化技术，实现施工过程的智能化管理；以及通过技术创新，如新型材料和结构设计，来应对特殊的工程挑战。通过这些技术的应用，施工效率和质量得到显著提升，地面环境影响降至最低，施工过程的透明度和可控性增强，特殊工程挑战得以有效应对。这些创新不仅提高了施工效率，还增强了施工的安全性和环保性，为城市地下空间开发提供了强有力的技术支持。

## 结束语

城市地下空间开发是缓解现代城市土地紧张、提升城市功能的关键手段。然而，岩土工程问题为其带来了显著挑战。本研究深入探讨了这些问题，并提出对策，以支持我国城市地下空间的开发利用。

研究指出，岩土工程问题具有复杂性、多变性和不确定性，要求持续探索新技术和方法来应对挑战。解决这些问题不仅涉及技术层面，还需要从规划、设计、施工到运维的全过程综合考虑，以实现城市地下空间的安全、高效和可持续发展。

展望未来，随着我国城市化进程的加速，城市地下空间开发将面临更多机遇与挑战。期待政策导向、技术创新和市场运作的协同效应，将城市地下空间开发推向更高水平，使之更好地服务于城市发展和人民生活，共同塑造美好的城市家园。本研究期望为相关领域的研究者和实践者提供有益参考，促进我国城市地下空间开发事业的发展。

## 参考文献

- [1] 王怡文. 数智赋能城市地下空间风险防控体系研究 [D]. 中国矿业大学, 2023.DOI: 10.27623/d.cnki.gzkyu.2023.001026.
- [2] 何斌. 我国城市地下空间建设用地使用权研究 [D]. 江西财经大学, 2023.DOI: 10.27175/d.cnki.gjxcu.2023.001869.
- [3] 崔佳. 基于灰色神经网络的城市地下空间资源开发利用需求分析 [D]. 南京理工大学, 2022.DOI: 10.27241/d.cnki.gnjgu.2022.000612.
- [4] 洪小春, 季翔, 武波. 城市地下空间连通方式的演变及其模式研究 [J]. 西部人居环境学刊, 2021, 36(06): 75–82.DOI: 10.13791/j.cnki.hsfwest.20210610.
- [5] 张元宝. 城市地下空间风险可接受度模型及测量方法研究 [D]. 中国地质大学 (北京), 2021.DOI: 10.27493/d.cnki.gzdz.2021.001311.
- [6] 刘一鸣. 青岛邮轮港核心区地下空间规划策略研究 [D]. 青岛理工大学, 2022.DOI: 10.27263/d.cnki.gqudc.2022.000677.
- [7] 蔡明豪. BIM 技术在城市地下空间管理中的应用研究 [J]. 中国建设信息化, 2022, (18): 73–75.
- [8] 张晓波. 城市地下空间资源环境承载能力评价方法及其应用 [D]. 中国地质大学 (北京), 2020.DOI: 10.27493/d.cnki.gzdz.2020.001618.
- [9] 张艳辉. 基于 GIS 技术和改进遗传算法的城市地下空间四维时空尺度开发和利用 [D]. 天津大学, 2019.DOI: 10.27356/d.cnki.gtjdu.2019.004777.
- [10] 孙利萍. 城市地下空间需求的社会经济因素与预测方法研究 [D]. 南京大学, 2017.DOI: 10.27235/d.cnki.gnju.2017.000363.

# 城区高架快速路沿线空间生态化设计策略

向梓音

东南大学，江苏 南京 210000

**摘 要：** 随着机动车数量不断增加，城市道路交通压力上升，城区高架快速路数量也在不断增多，对居民的生活产生更多影响。然而高架路也带来了负面影响，比如噪音和粉尘等污染，不利于人群活动，高架路沿线往往成为了活力的低洼地，存在优化利用的空间。从实践来看，绿化带作为一种经济有效的降噪防尘手段，在高架路建设中并未得到充分的利用，存在宽度要求模糊、功能单一等问题。本文梳理了有关防护绿地降噪滞尘方面的研究成果，并结合生态道路学等领域知识，对高架快速路沿线空间的绿化、界面等提出建议，在不影响高架路交通功能的前提下，以生态友好的方式降低高架路负面影响，优化人、自然、城市建成环境之间的关系，进而达到设计的生态化提升。

**关 键 词：** 城区高架快速路；生态化设计；绿化带宽度；防护绿地开放

## Ecological Design Strategies For The Space Along Urban Elevated Expressways

Xiang Ziyin

Southeast University, Nanjing, Jiangsu 210000

**Abstract：** With the continuous increase in the number of motor vehicles, the pressure on urban road traffic has risen, and the number of elevated expressways in urban areas has also been increasing continuously, exerting more influences on the lives of residents. However, elevated roads have also brought many negative impacts, such as noise and dust pollution, which are not conducive to human activities. The areas along elevated roads often become low-activity areas, leaving room for optimization and utilization. From a practical perspective, green belts, as an economically effective means of noise reduction and dust prevention, have not been fully utilized in the construction of elevated roads, and there are problems such as ambiguous width requirements and single functions. Therefore, this paper sorts out the research results on noise reduction and dust retention of protective green spaces and combines knowledge in fields such as ecological road science to put forward suggestions on greening and interfaces along the spaces of elevated expressways. On the premise of not affecting the traffic function of elevated roads, the negative impacts of elevated roads are reduced in an eco-friendly way to optimize the relationship among people, nature, and the built urban environment, thereby achieving an ecological improvement in design.

**Keywords：** urban elevated expressway; ecological design; width of green belts; opening of protective green space

### 引言

随着城市的扩张，机动车的数量也在不断增加，由此带来交通压力的不断上升。而在城市建设中，高架快速路被视为改善交通组织、缓解交通压力、提高道路通行能力的有效方式。相较于其他快速路形式，高架路的造价更低、建造速度更快，因而是很多城市道路快速化改造所选择的方式。城市高架路能带动城市空间发展，但同时也对两侧空间带来了较大的影响，尤其是在城市中心区的高架路，与人的活动更为密切。在密集的城市建成环境中，如何在满足交通要求的前提下，减少高架路对沿线空间的负面影响、提升空间品质，是一个值得令人关注的问题。

现有关于高架沿线空间设计的研究中，大部分研究针对噪声、粉尘污染对两侧用地功能提出建议，对防护绿带的作用关注较少，且从现有实践来看，绿带建设的宽度、种植方式等细节较为模糊。而现有关于噪声和粉尘扩散的研究中，对建筑形态、绿带种植形式已有较多研究成果，对高架快速路沿线空间的建设有一定的启示作用。本文结合生态环境等领域的知识以及建设案例，以绿带种植和沿线空间形态为主要对象，对城市建成区高架沿线空间的生态化提升提出建议。



一、研究基础：高架路相关研究综述

高架路的研究和实践在国外起步较早，多是以空间利用为研究对象，在高架路桥下进行高架段的改造和再利用。对于城市高架桥下空间的利用研究多是提高功能性为目的，例如日本建筑学会发布的《高架下空间土地利用形态研究》，对东京市区范围内高架路桥下空间的土地利用进行了研究。<sup>[1]</sup>

目前国内有关高架路的研究以工程项目研究数量居多，城市规划背景下对高架路沿线城市空间的研究较少。高架路沿线空间相关研究可分为三大类：高架路沿线城市空间类型分类研究、高架路对沿线空间的影响研究、高架路沿线空间设计研究<sup>[2]</sup>。

（一）高架路沿线空间类型分类研究

部分研究从沿线空间类型分类出发，对不同类型空间提出了相应的改造建议。如谭鑫强（2009年）对高架路的主导空间进行了要素分析，研究了高架路两侧街道尺度、场所感的营造和建筑形态。<sup>[2]</sup>

（二）高架路对沿线空间的影响

第二类研究对高架路影响城市空间的方面进行了分析，部分研究针对高架路的噪声和粉尘等环境污染做了定量分析。例如罗干生等（2023年）通过现场测算宁波高架的噪声发现，高架竖向方向的噪声随着楼层的升高先增大再平稳。<sup>[3]</sup>

（三）高架路沿线空间设计研究

随着理论研究的推进，学者对高架路两侧空间城市设计、桥下空间利用和桥梁景观设计的关注也在不断增加。部分研究由实践出发，从城市设计的角度对高架路空间进行了研究。如钟婷（2016）探究了城市中心区高架路段两侧城市设计与一般区域不一样的影响因素，并从功能选择、交通组织等方面对成都某城市设计案例进行了分析。<sup>[4]</sup>

（四）研究综述小结

从国内外研究来看，国内对高架沿线空间的利用、优化有更加详细的研究，对高架路两侧用地、步行联系提出了可行的建议，而污染方面还是以定量研究为主，与实际防护的应用之间存在差距，因此，污染防治与空间设计的结合可以在未来研究中进一步深化。

二、问题提出：城区高架路沿线空间建设存在的不足

（一）高架路沿线活力较低

高架快速路由于两侧有较宽的绿带，常常是城市中的绿色走廊。但高架繁忙的交通干道阻隔了两侧地块的人行交通，封闭的绿带使得行人的活动空间更为狭窄，不利于人群活动，这带来了高架路横向交通的割裂，导致空间上联系被阻断，空间活力严重不足。

（二）植物配置与应用存在提升空间

在建设中，时常出现由于高架路建造时间较短，其沿线绿化往往未经过较多设计，植物的种类往往大同小异，使得高架路绿化不仅缺少城市特色，也难以发挥除尘降噪的功效。同时，由于高架绿化并没有统一规定，城市之间存在标准差异，实际建设中绿带宽度差异较大，可能存在过宽的现象（表1），这与城市中心区用地紧张相矛盾，因此有必要优化绿化配置，以最集约的方式

达到最好的环保效果。另外，大部分城市防护绿带中没有公共空间，且空间使用消极。

表1：部分城市高架沿线绿带宽度情况

| 序号 | 快速路名称         | 实际单侧绿带宽度 | 有无公共活动空间或邻避设施 |
|----|---------------|----------|---------------|
| 1  | 上海逸仙高架路（杨浦区段） | 5-20m    | 有商业设施         |
| 2  | 成都南三环路五段      | 50-80m   | 有绿道           |
| 3  | 杭州时代大道（邻江段）   | 50-70m   | 无             |
| 4  | 武汉经开区东风大道     | 30-40m   | 近年优化为公园       |
| 5  | 武汉汉新大道        | 50-60m   | 无             |
| 6  | 武汉三环线（邻江段）    | 110m     | 无             |
| 7  | 南京应天大街        | 15-20m   | 无             |
| 8  | 南京大桥北路-       | 30-100m  | 有垃圾中转站        |
| 9  | 宁波世纪大道快速路     | 25m-40m  | 有绿道           |

（三）建筑界面较为封闭或随意

城区高架路两侧建筑往往紧密建设，形成了封闭的街墙，而这样的布局容易形成峡谷的形态，强化高架路两侧的峡谷效应，不利于污染物的扩散。而部分城市的高架路沿线城市界面较为随意，和高架路未形成呼应关系。而高架路沿线建筑形态对污染物扩散有较大影响，值得进行推敲。

三、理论支撑：防护绿地相关研究综述及生态化设计理念

（一）道路绿化带降噪、滞尘研究

1. 国外绿化带降噪研究

国外对绿化降噪的研究起步较早，提出了较多理论和研究方法。国外早期研究对交通沿线植被降噪作用有定性研究，对植被的种植形式提出一定建议，随着研究增加，绿化带的降噪效果更加明确、可预测。

有学者研究证明至少30米的树带宽度可以更好地降低噪音（Reethof, 1973, Cook and Haverbeke, 1974），方和凌（Chih-Fang Fang, Der-Lin Ling, 2003）通过测试发现，为植被的能见度和林带宽度是影响降噪效果的主要参数，增加林带的高度和长度有助于改善降噪效果。一些国家在建设中也考虑到绿带的作用。日本新建公路的居民区建设段，通常设计有20m宽的绿化带<sup>[5]</sup>。

2. 国内绿化带降噪研究

在国内，虽然道路基本都有绿化，但对于道路绿化减噪效果的研究相对较少。国内关于绿化带量化的研究在不断增加，已有研究包括不同树种在消减交通噪音效果上的差别、绿化带结构在衰减交通噪音中的作用，其中定量研究的数量在不断增加。

3. 道路绿化带对滞尘影响的国外研究

学者们研究滞尘的效果一般是通过对空气中的不同颗粒物如：PM2.5、纳米级颗粒物等进行测量，作为衡量空气质量的参数指标，并以此评价道路绿化带的滞尘效应。除了已有的绿化带做实测实验进行滞尘效益分析，还可以用计算流体力学（CFD）模

型模拟道路植被的情况，通过进行系统的测算，最后找出最优的道路绿化带植配方案。

#### 4. 道路绿化带对滞尘影响的国内研究

蔺银鼎、武小刚等人在2011年的实测实验中发现绿化带滞尘作用受宽度以及高度的影响，之后在2014年的进一步实验中发现，不同的植被结构对于污染物的吸收和阻隔效应，因污染物不同而存在差异，其中以乔木、灌木、低绿篱的植物配置模式对于PM 10等颗粒污染物的阻滞净效应最高。<sup>[6]</sup>

### （二）生态化设计理念

生态设计比较权威的定义由西蒙·范·迪·瑞恩（Sim Yauder Ryn）和斯图亚特·考恩（Stuart Cown）提出：任何与生态过程相协调，尽量使其对环境的破坏影响达到最小的设计形式都称为生态设计。国内学者俞孔坚对其进行了定义，并说明了其原理。<sup>[7]</sup> 本文的城区高架路沿线空间生态化设计探究的是以生态友好的方式优化高架路与城市的关系，本文的生态化设计方法主要包括强化绿化带的防护效果、将防护绿地塑造为城市开放空间、优化建筑形态促进污染物扩散。

## 四、策略初探：城区高架路沿线空间生态化提升策略

### （一）两侧景观——优化种植方式，提高多元使用

#### 1. 采用适宜的种植方式

种植的形式会影响到降噪和除尘的效果。研究发现，灌木种植在乔木下可以使林带产生较好的降噪效果。<sup>[8]</sup> 济青高速公路绿化实践经验对高架路绿化具有一定的启发。济青高速公路生态系统研究和高速公路抗污染植物研究中，淄博试验段采取措施包括苗木品种更换为抗污染能力更强的种类，并调整苗木间距，提高苗木种植的密度，将苗木总数由每公里250株增加到每公里670-750株，之后高速公路汽车尾气污染得到了有效治理。<sup>[9]</sup> 综合来看，高架路两侧防护绿化宽度在25m以上，采用多种抗污能力较强的乡土树种，尽量密植、高低错落，乔木灌木结合，以达到较好的防护效果。

#### 2. 提高绿化的多元使用

随着生态文明建设的不断推进，城市对绿量的需求不断增加，绿地使用更为复合。比如上海市徐汇区单元规划中“对环城生态公园带、高压走廊防护绿带等具有一定规模和周边功能结合紧密的绿化空间，在满足安全要求下未来应对绿地整体品质进行优化设计，增加进入性，提升绿化空间对公共活动的承载力”。<sup>1</sup> 一些城市也尝试多元化使用防护绿地，比如武汉经开区东风大道将高架两侧的绿化开放为公园，不仅提高了景观性，丰富了植物品种四季轮换，并且提高了绿地的开放度、游憩性。

#### 3. 保证安全性

城市高架路的功能还是以快速交通为前提，因此，高架路的绿化要保证道路交通顺畅、出行安全。在各个道路交叉口与地面道路的人行通道，可以设置尺度适宜的绿化来辅助交通引导，对行人的安全进行保障，减少危险的发生<sup>[10]</sup>。

### （二）沿线界面——与环境协调，采用生态化硬件

#### 1. 与风环境相适应

建筑界面与高架路的关系可以参考风环境模拟计算后的结果，利用“冷巷”原理，将建筑横向错动布局、逐级退台，不仅可以弱化高架快速路对城市界面的影响，也可以提升场地风环境舒适度。

#### 2. 增加光伏板、屋顶绿化

高架沿线的尺度较大，有较多空间可以进行再利用，比如在高架路的声屏障上安装光伏板，这一方法在上海延安高架路已进行了尝试，采用的是发电棒结合柔性太阳能板的模式<sup>2</sup>。另外，高架沿线的低层建筑可以采用屋顶绿化，不仅可以优化车行的景观视线，也能够促进绿色低碳

### （三）用地提升——步道串联，增加开放空间

在绿化优化的基础上，要进一步提升空间活力，可以在沿线绿带增加绿道，串联局部放大的活动空间，与城市中的公园绿地、绿带等联系形成绿色网络，强化生态效益。郑东新区白沙组团科学大道科学谷概念性城市设计（2017）中以科学大道高架承担活力创新轴功能，沿线绿带设置绿道，并由垂直方向步道联系高架两侧用地。赣州市迎宾大道及沿线用地整治提升城市设计（2020）中将两侧道路绿带由10米拓宽到30米，并结合慢行系统设计。

## 五、结论和展望

本文梳理了高架路相关研究，提出从生态化设计的角度，优化高架路与城市空间的关系，主要策略包括优化绿化种植、活化防护绿地、处理好建筑界面与高架路的关系、沿线增加步道，为研究高架路与城市关系提供参考。

高架路在城市中的应用虽然已有较长的历史，但对城市的影响仍然难以忽视，如何处理好高架路与城市的关系，尚未有成熟、系统的研究结论。而城市中高架路的数量还在不断增加，实际应用的需求呼唤理论研究的深入，高架路相关的研究依然值得学者们进一步挖掘。

### 参考文献：

- [1] 秦宜. 城市高架道路沿线大型商业综合体临街空间研究 [D]. 西南交通大学, 2014.
- [2] 谭鑫强. 城市高架桥主导空间解析 [D]. 大连理工大学, 2009.
- [3] 罗干生, 赵静, 姜明星, 等. 城市高架道路交通噪声空间分布规律的实测研究 [J]. 工程设计与设计, 2023, (03): 71-75. DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2023.02.020.
- [4] 钟婷. 城市中心区高架路段两侧城市设计探讨——以成都市老川藏路两侧红牌楼片区为例 [J]. 四川建筑, 2016, 36(04): 34-37.
- [5] 王春梅. 交通噪声特性分析与绿化带降噪效果研究 [D]. 西北农林科技大学, 2007.
- [6] 蔺银鼎, 武小刚, 郝兴宇, 等. 城市机动车道颗粒物扩散对绿化隔离带空间结构的响应 [J]. 生态学报, 2011, 31(21): 6561-6567.
- [7] 俞孔坚. 绿色景观: 景观的生态化设计 [J]. 建设科技, 2006, (07): 28-31.
- [8] 周敬宜, 丁亚超, 李恒, 等. 林带对交通噪声衰减的效果研究及公路防噪林带设计 [J]. 环境工程, 2005, (02): 48-51+4.
- [9] 徐文珍, 谢怀建. 城市道路生态品质提升研究 [J]. 城市发展研究, 2013, 21(08): 54-59.
- [10] 林春梅, 王敏峰. 高架路两侧城市设计初探——以西安市同仁路街道景观规划设计为例 [J]. 华中建筑, 2008, (05): 117-119.

2 参考上海延安高架多了些设备板? 是太阳能光伏板, 可用来发电\_浦江头条\_澎湃新闻-The Paper

1 各区规划文字来源于上海市规划和自然资源局网站: <https://ghzyj.sh.gov.cn/ghjh/>

# 智能建筑工程检测技术在现代建筑中的应用策略

曹豹, 卢燕雨

中能建建筑集团有限公司 (安徽津利能源科技发展有限责任公司), 安徽 合肥 231200

**摘 要 :** 当前建筑行业发展中, 智能建筑工程已经成为主要发展趋势, 在建筑中实现信息、通信以及大数据等多种技术手段的结合, 实现对建筑设计以及施工的创新。我国当前的智能建筑项目体量不断增大, 但是智能建筑在我国仍然处于发展的初始期, 各项技术应用和施工管理等方面仍然存在一定的不足。导致建筑的智能化水平降低, 存在严重的投资浪费等问题。本文主要对智能建筑工程检测技术的内涵进行分析, 并结合当前智能建筑工程检测技术的应用现状, 探究相应的应用策略, 为智能建筑工程的健康开展提供有效的参考。

**关 键 词 :** 智能建筑工程; 检测技术; 现代建筑

## Application Strategy of Intelligent Building Engineering Inspection Technology in Modern Buildings

Cao Bao, Lu Yanyu

CHINA ENERGY CONSTRUCTION GROUP CO., LTD. (ANHUI JINLI ENERGY TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) Hefei, Anhui 231200

**Abstract :** In the current development of the construction industry, intelligent building engineering has become the main trend. By combining various technological means such as information, communication, and big data in construction, innovation in building design and construction can be achieved. The current volume of intelligent building projects in our country is constantly increasing, but intelligent buildings are still in the initial stage of development, and there are still certain shortcomings in various technological applications and construction management. Resulting in a decrease in the level of intelligence in buildings and serious investment waste. This article mainly analyzes the connotation of intelligent building engineering detection technology, and combines the current application status of intelligent building engineering detection technology to explore corresponding application strategies, providing effective reference for the healthy development of intelligent building engineering.

**Keywords :** intelligent building engineering; detection technology; modern architecture

从20世纪末期开始, 我国建筑行业逐渐从传统建筑向智能化建筑方向发展, 同时发展速度快, 建筑规模不断增大, 我国当前已经形成大体量的智能建筑发展态势。智能化系统的结构复杂, 在建筑中的应用需要形成多种系统的联合和交叉, 由于技术尚未达到成熟的状态, 极易引发各种使用问题, 导致工程项目的建设效率降低, 造成资源浪费<sup>[1]</sup>。因此当前智能化建筑施工中, 引入智能建筑工程检测技术, 实现对智能建筑建设的优化和完善。

### 一、智能建筑工程检测技术内涵

信息时代发展下, 智能化渗透到各个行业中。建筑行业中的智能化建筑也逐渐融入人们的生活中, 强调将居住环境与建筑结合, 通过对建筑系统、服务以及管理等方面的优化, 为人们提供更人性化、舒适的生活空间<sup>[2]</sup>。智能建筑发展中, 由于技术水平等方面的限制, 容易出现各种施工和使用问题, 因此在建筑施工中一般会采用检测技术对智能化建筑工程施工情况进行检测, 保证建筑工程的施工质量<sup>[3]</sup>。智能检测技术涉及多种不同的技术模式, 而且可以利用自动化技术手段进行优化, 降低人工服务数量。相对于传统的建筑检测技术来说, 智能检测技术的操作方式更简单, 测试结果的可靠性更强。通过智能检测技术的应用, 可以更直观的呈现检测数值以及变化情况, 为智能建筑的施工和管理提

供有效的参考依据<sup>[4]</sup>。

### 二、智能建筑工程检测技术在现代建筑中的应用现状

#### (一) 智能建筑工程检测技术设计简单

从当前智能建筑工程检测技术的应用情况来看, 设计文件过于简单, 无法为工程的实施和落实提供相应的指导, 甚至部分施工单位在尚未完成设计文件的情况下直接施工。因为工程检测文件不合理, 极易引发施工安全隐患, 导致工人的施工和安全进程控制受到影响<sup>[5]</sup>。

#### (二) 智能建筑工程检测技术与合同不符

智能建筑工程施工中, 需要保证智能施工产品的等级、型号等符合施工要求, 以及合同管理规定。产品型号与合同间的差



异,容易引发工程施工管理工作混乱,使工程施工进度受到影响,造成工期延误。

### (三) 智能建筑工程竣工文件不合理

智能建筑工程施工中,竣工文件的内容比较多,而且涉及较多的软件以及智能设备,导致后期智能建筑管理工作存在诸多的不便。或者施工中的软件以及设备的参数设定不合理,导致工程竣工受到影响<sup>[6]</sup>。

### (四) 智能建筑工程论证不严格

智能建筑工程施工中,如果没有针对建筑系统的安全性进行严格论证,或者系统论证不清晰、不彻底,导致工程无法按照用户需求,设置相应的配套安全管理措施,容易导致安全管理弱化。同时承建方未针对这些问题对业主做出承诺和交代,导致论证的问题被忽视<sup>[7]</sup>。

## 三、智能建筑工程检测技术在建筑施工管理中的应用

### (一) 温度检测技术的应用

建筑物内的物体可以将温度的高低作为冷热衡量元素,温度的测量主要通过热敏元件进行检测。常用的热敏元件中包括热电偶以及热敏电阻等。一般来说,电流的测量可以通过温度敏感元件自动完成转化<sup>[8]</sup>。通过热敏元件与被测物体间形成热量交换,观察检测的物理量改变情况,并做好对温度的记录。测温方式可以采用接触和非接触两种测量方式。热传导主要通过热交换的方式对测量结果进行评估。非接触式的测量指的则是通过温度敏感元件对被测物间在没有接触的情况下进行温度测量的方式。所应用的原理为热辐射的换热测量,这种测量方式的速度快,可以实现远距离测试,操作更便捷<sup>[9]</sup>。

### (二) 湿度检测技术的应用

智能建筑工程中湿度对人们的生活也会形成一定的影响,如果湿度超出标准范围,可能会影响建筑的质量,同时也不利于业主居住和生活。当前湿度测量的仪器中包括干湿球测量设备、光学湿度测量设备等,这些设备可以通过对空气中水分含量的测试,了解一定温度范围内的湿度情况,也就是空气中的水分含量<sup>[10]</sup>。如果空气中的水分含量与周围环境的温度不匹配,会使湿度从高温位置向低温位置转移,并形成水凝汽,对建筑的环境形成不良影响。因此智能建筑施工以及后期的应用中都要注重对建筑湿度的检测,并将湿度控制在合理的范围内。

### (三) 压力检测技术的应用

智能建筑工程建设中压力检测指的是针对物体单位面积上形成的力,结合压力检测的原理可以将其分为三种不同的类型。其一,通过仪器对物体表面上承受的力进行测量,并结合物体的表面积,计算出具体压力值。比较常用的压力计为液柱压力计。其二,可以通过物理反射的原理对物体产生的压力进行测量。其三,通过压力仪器的方式对物体在压力下的变形情况进行检测,确定物体表面的弹性力。弹性力与压力相等,因此弹性力的数值便是压力的数值。物体一旦承担的压力大于自身的承载力,便会造成物体破裂、坍塌,因此需要注重对建筑物以及内部设施的压

力测试,比如建筑结构以及内部的管道等<sup>[11]</sup>。

## 四、智能建筑工程检测技术在现代建筑管理中的应用

### (一) 公共安全系统的检测

智能建筑工程检测技术的应用中,公共安全系统是其中的重要检测内容之一。公共安全系统在遭遇重大安全和自然事故的情况下,会触发联动响应,系统自动进行安全控制,减少事故中的财产和人员损失。根据消防管理要求,智能建筑项目的安全保障方面需要构建完善的消防安全保障系统,包括温度和烟感探测仪器,及时发现建筑内部的火情等异常情况,通过系统检测后,发出警报,系统自动形成联动效应<sup>[12]</sup>。检测中要对系统的运行状态进行分析,保证系统在发生公共安全事故的过程中,能够及时启动联动技术,保证建筑内的安全性,并及时通知消防部门做好对消防安全事故的处理。公共安全检测系统可以有效预防建筑火灾发生,为建筑内部提供更安全的生活环境。同时消防报警系统还需要与广播系统形成联动,一旦发生火情可以通过广播通知业主,尽快逃离现场。

### (二) 门禁智能检测技术

智能建筑工程中,门禁智能检测技术的应用可以更好的满足人们的隐私需求,提升建筑管理的安全性。智能建筑门禁技术的应用中包括指纹、人脸的识别、防盗技术以及报警技术等,整体功能比较强大。常用的门禁方式包括一卡通门禁管理、人脸识别等,通过刷卡或者识别面部等方式对门禁进行管理。并形成联防模块,一卡通与人脸识别不通过,强行开门系统会自动启动防盗警报,并将信息发送给业主或者物业,及时对破坏门禁的情况进行处理,起到良好的防盗效果。此外,还可以将门禁技术与数据库结合,数据库中录入客人的信息,下次客人访问时可以结合客人的需求和习惯,自动启动室内系统<sup>[13]</sup>。人离开后照明、空调设备等则自动断电,智能化的服务可以提升建筑管理的安全性,满足人们对现代建筑的需求。

### (三) 访客智能检测系统

智能建筑工程检测中,安全防范系统包括视频安防监控、入侵报警以及电子巡查等多种系统模式,为建筑内部的管理提供安全保证。其中出入口控制系统的建设中,可以通过对访客信息的读取,以及识别等确定访客信息,对授权情况进行分析。业主在设置访客信息时,可以先设置来访申请,通过这种方式保证登记系统的准确性。在受访人同意访客进入后,门卫可以为访客进行登记,开通临时开放权限。访客出门后再将临时通行卡交还门卫,对访客信息进行注销,保证业主的安全性。

### (四) 车库智能识别检测系统

私家车是当前大部分家庭必备的交通工具,但是停车问题一直受到社会的广泛关注。为了解决停车问题,智能化建筑设计中也需要加强对车库智能识别检测系统的关注。传统建筑行业在车库设计中存在土地利用不合理,车位查找难度大等方面的问题。智能建筑设计则集合建筑场地科学设置停车场和停车系统,针对经常出入的车辆设置自动识别车牌号系统,对停车场的停车位数



量以及剩余车位位置等进行显示,可以有效减少业主查找车位的时间。

## 五、智能建筑工程检测技术在现代建筑中的应用策略

### （一）做好智能建筑工程检测技术验收测试

智能建筑工程中的智能设施比较丰富,包括安全管理、消防管理以及各项设施的运行等。要尽可能将所有的设施都纳入到项目的检测中,但是从智能建筑质量和智能化建设情况来看,部分检测项目尚未达到预期标准。同时智能化建筑结构比较特殊,建筑工程验收时,需要专业智能化建筑检测人员开展检测工作。对智能化建筑项目的整体工程质量进行全面、深入检测,保证检测的权威性,及时发现智能系统中的不足,并采取有效的解决策略<sup>[14]</sup>。

### （二）善于利用智能化系统管理

智能建筑工程检测技术应用中,要求检测部门加强对工程单位工作的优化,合理做好智能化检测工作的布局。但是从当前的情况来看,智能化检测部门在工作落实中仍然存在不足,难以保证智能化检测的深入落实。不利于智能化建筑行业的健康发展。建筑智能化系统的结构中,包括建筑的机电系统、建筑的装饰以及建筑施工等,检测部门在智能建筑检测中,也需要从施工单位、设备供应商等各个方面形成协调合作的模式<sup>[15]</sup>。检测部门可以将智能化系统工程适当介入其中,保证建筑工程管理的严谨性

和规范性,尽可能在工程初期阶段及时发现质量和安全问题,保证智能化系统的顺利安装。

### （三）加强智能建筑工程验收检测

智能建筑工程检测技术的应用中,需要严格根据《智能建筑工程质量验收规范》进行优化,智能建筑工程质量验收中的质量管控内容包括对工程系统的质量检测,工程验收以及功能控制等。工程施工中检测人员要对系统运行情况进行调试和自检,确定系统运行无障碍的情况下再进行检测,系统检测合格后才能进行工程验收。智能化系统自检完成后填写检测单,并结合专业技术负责人出具检测结论。系统检测记录主要由检测小组自行填写,负责人结合检测结果填写结论和分析报告。比如在建筑的综合布线系统设置中,针对不合格的情况要及时整改,再重新检测。

## 结语

综上所述,智能建筑工程检测技术在现代建筑中的应用,可以从建筑施工中的系统检测以及建筑投入使用后的应用两个方面进行分析。通过对工程的检测有利于及时发现智能系统中的不足,并及时整改。对于工程投入使用后的检测,则可以落实以人为本理念,从业主的角度考量,保证建筑内部的舒适性和安全性。但是由于当前智能建筑发展尚处于初期阶段,在检测系统的应用中还存在不足,需要进一步结合技术需求进行完善。

## 参考文献:

- [1] 寇琛,张业,陈轩,等.基于智云监测技术的大型群体建筑沉降监测研究[J].建筑机械化,2022,43(11):97-100.
- [2] 彭仕永.基于无人机摄影测量的房屋裂缝智能检测技术分析[J].建材与装饰,2022,18(29):39-41.
- [3] 王长庚,韩瑜.面向大型建筑物形变监测的图像角点检测方法[J].科学技术与工程,2022,22(30):13388-13397.
- [4] 葛岳川.智能化技术在建筑电气工程中的应用探讨[J].中国房地产业,2022(10):61-63.
- [5] 崔小飞,罗磊,白青松.建筑电气系统故障检测研究[J].智能建筑与智慧城市,2022(11):153-155.
- [6] 胡绍兰,黄凤玲,张国兴,等.基于BIM+点云数据的钢结构质量智能检测方法[J].土木工程与管理学报,2022,39(5):28-33,49.
- [7] 王延娜,王勋,赵静.建筑材料检测中人工智能技术的应用探讨[J].互动软件,2022(8):417-418.
- [8] 陈伟良.智能建筑工程检测技术在现代建筑中的应用解析[J].现代装饰,2022(19):85-87.
- [9] 周俭,叶振,俞文彬,等.历史建筑智能识别可行性研究——运用正射影像和数字图像检测技术的江南水乡古镇实验[J].建筑遗产,2020(3):102-110.
- [10] 王璵璵,肖建庄,段珍华,等.建筑物外立面损伤检测智能化发展趋势[J].建筑科学与工程学报,2022,39(4):24-37.
- [11] 吕基平,熊政华,邹容芳,等.智能视频分析技术在智慧工地安全监管中的应用研究[J].施工技术(中英文),2022,51(11):12-17.
- [12] 潘伟.基于BIM技术的工程施工项目管理技术[J].新型工业化,2022,12(5):124-127,132.
- [13] 周英博,吴展,冯家旺,等.基于BIM技术的建筑结构四维可视化施工模拟[J].砖瓦,2022(12):144-146,149.
- [14] 刘同.基于机器视觉的建筑结构施工中房屋裂缝智能检测方法[J].中国新技术新产品,2022(23):129-131.
- [15] 覃汝庆.智能建造推动工程建设企业数字化转型[J].质量与认证,2022(2):40-41.

# BIM 技术在绿色建筑材料管理中的应用策略

郑广雷, 张计华

中能建建筑集团有限公司 (安徽津利能源科技发展有限责任公司), 安徽 合肥 231200

**摘 要 :** 在绿色建筑材料管理中, 将 BIM 技术融入其中属于一项重要的举措, 也是提升绿色建筑材料管理水平和质量的重要一环, 可以保障该项工作有序进行, 为绿色建筑的施工建设打下良好的基础。所以在论文中围绕 BIM 技术融入绿色建筑材料管理进行了综合性的分析和研究, 用以助力提升绿色建筑材料管理水平和质量。

**关 键 词 :** BIM 技术; 绿色建筑材料; 模拟

## Application Strategy of BIM Technology in Green Building Material Management

Zheng Guanglei, Zhang Jihua

CHINA ENERGY CONSTRUCTION GROUP CO., LTD. (ANHUI JINLI ENERGY TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) Hefei, Anhui 231200

**Abstract :** Integrating BIM technology into green building material management is an important measure and an important part of improving the level and quality of green building material management. It can ensure the orderly progress of this work and lay a good foundation for the construction of green buildings. Therefore, a comprehensive analysis and research were conducted in the paper on the integration of BIM technology into green building material management, in order to help improve the level and quality of green building material management.

**Keywords :** BIM technology; green building materials; simulation

## 引言

随着全球环境问题的日益突出, 绿色环保理念也开始更加深入人心, 社会公众的绿色环保意识也逐年提升。而在建筑领域发展中, 贯彻落实绿色环保理念则是重中之重, 既有助于促进建筑领域的发展创新, 也可以充分响应国家低碳发展的号召, 实现建筑领域的转型发展<sup>[1]</sup>。而绿色建筑以其良好的环保性能受到了市场的青睐和认可, 通过绿色建筑能够落实绿色环保要求, 同时为建筑领域发展带来新的经济增长点。而为了进一步促进绿色建筑发展创新, 则可以将 BIM 技术融入到绿色建筑材料管理中, 从而通过该项举措实现材料的筛选、采购、使用回收利用等多方面环节的精准管理、高效监控, 达到促进工程顺利竣工的目标<sup>[2]</sup>。

## 一、BIM 技术融入绿色建筑材料管理中的意义

随着可持续发展观念逐步深入人心, 建筑领域推动绿色建筑发展已经成为大势所趋, 也是促进建筑领域创新发展的重要一环。而在这一背景之下加强绿色建筑材料的管理变得尤为重要, 也是保障绿色建筑发展的重要环节。而 BIM 技术作为一种先进的信息化管理手段, 将其融入到绿色建筑材料管理当中具有重要的意义和价值<sup>[3]</sup>。通过 BIM 技术在其中的融入可以助力提升绿色建筑材料管理的效率, 在 BIM 技术的支撑之下可以构建起三维建筑信息模型, 从而通过三维建筑信息模型实现对于绿色建筑材料的精细化、全面化管理。例如, 设计阶段设计师可以利用 BIM 技术精准选择符合绿色标准的建筑材料, 同时对于材料的使用方案进行优化; 在施工阶段, 工程技术人员则能够通过 BIM 技术对于建

筑材料的库存以及使用情况进行实时的监督和跟踪, 保障材料供应的及时性以及使用的合理性<sup>[4]</sup>; 在运维管理阶段, 通过 BIM 技术可以为建筑材料的维护和管理信息提供至于技术支撑, 这样既有助于延长材料的使用寿命, 又可以促进绿色建筑项目的有序进行, 提升整体项目的管理效率和质量<sup>[5]</sup>。

## 二、BIM 技术在绿色建筑材料管理中的适用性分析

### (一) 信息管理与高效协同的适用性

在绿色建筑中, 所涉及到的材料丰富、内容复杂, 而在进行绿色建筑材料管理阶段则要保障各项信息的准确性和及时性, 在此基础上才能促进材料管理工作的有序进行。将 BIM 技术运用于其中则能够发挥出 BIM 技术的信息管理功能, 使之成为绿色建筑材料

管理的高效、精准的工具<sup>[6]</sup>。首先，通过 BIM 技术可以构建起三维模型，在三维模型当中集成了绿色建筑项目的相关信息，如建筑材料种类、建筑材料数量、建筑材料规格和性能等方面，使相关管理人员能够全面了解材料的详细信息情况，为材料的采购工作以及选择工作提供数量数据支撑。并且，BIM 技术也能够实现各项信息的实时更新和共享，管理人员可以通过 BIM 技术平台去查看库存情况、材料的使用情况等，从而保障材料使用的合理性和供应的及时性，材料管理各方也能够通过 BIM 技术平台进行信息交流和沟通协作，这一过程中也有效实现了信息管理与高效协同<sup>[7]</sup>。

## （二）资源配置优化与成本降低的适用性

绿色建筑材料管理阶段，最为核心的目标便是实现各项资源的优化配置，有效降低绿色建筑工程成本，而 BIM 技术在建筑材料管理当中的综合运用则有助于实现这一目标<sup>[8]</sup>。在实际中，通过 BIM 技术能够通过三维建模的形式进行综合分析，从而帮助管理人员优化材料使用方案。例如，在设计阶段当中通过 BIM 技术可以针对于绿色建筑项目进行虚拟建造，在此基础上预测材料的使用情况，有效防止材料出现浪费和过剩的情况。并且，在工程建设期间 BIM 技术能够实时监控材料的消耗情况、供应情况等信息，从而针对于材料的使用计划、采购计划等进行动态调整<sup>[9]</sup>。并且，BIM 技术也可以帮助管理人员实现建筑废弃物的减量化、资源化和无害化处理，通过 BIM 技术管理人员可以对于材料的生命周期进行记录，如材料的来源、使用情况以及废弃情况等综合性信息，通过对如上信息的分类和处理，可以实现资源的最大化利用以及环境保护<sup>[10]</sup>。

# 三、BIM 技术在绿色建筑材料管理中的应用建议

## （一）构建统一 BIM 数据标准和平台

在推动绿色建筑材料管理阶段，为了保障材料管理的质量以及效率，促进绿色建筑材料管理工作井然有序的进行，首要任务便是构建起统一的 BIM 技术标准以及平台，从而在此基础上实现对于绿色建筑材料的统一化和科学化管理。首先，需要制定清晰且明确的 BIM 技术数据标准，所制定的数据标准应当涵盖其中的数据格式、编码规则、数据交换标准等方面，从而通过如上方面技术标准的制定保障不同软件之间能够实现各项数据的有效对接和科学共享。并且，同样要建立起集中式的 BIM 数据平台，从而有效将绿色建筑材料当中的各项数据信息进行平台集成，在此基础上实现数据信息的集中储存、科学管理和高效查询，这样既突出了绿色建筑材料管理的便捷性和科学化，同时又有助于提升绿色建筑材料管理的效率和水平<sup>[11]</sup>。除此之外，平台也需要提供具备数据安全性和隐私保护功能的数据安全管理体系，在此过程中通过对于安全保障技术的综合运用去提升数据的安全性和完整性，防止出现数据泄露问题，达到提升绿色建筑材料管理水平和质量的目标。

## （二）实现绿色建筑材料信息的全面集成

将 BIM 技术运用在绿色建筑材料管理当中有助于实现绿色建筑材料信息的全面集成，从而在此基础上提升管理的成效。

在此过程当中，需要将绿色建筑材料的种类、性能、规格、生产厂家、价格等方面基本信息集成到 BIM 模型当中，从而通过对以上方面信息的集成为相关管理人员提供全面性的信息参考。并且，在信息集成阶段也需要针对于材料的环保性能、可持续性、生命周期评估数据等方面指标融入到 BIM 模型，在此基础上才能使技术人员根据材料的环保性能而作出科学性的选择，为绿色建筑材料的选择过程、采购过程以及使用过程提供有力的数据支撑<sup>[12]</sup>。最后，在 BIM 模型当中又需要集成绿色建筑材料的安全认证信息、质量检测结果信息等方面，从而确保各项材料管理的科学性和规范性，保障每一项材料具有可追溯性，进而有效助力提升绿色建筑材料管理水平。

## （三）优化绿色建筑材料的选择和配置

BIM 技术融入到绿色建筑材料的管理当中，同样也要注重优化绿色建筑材料的选择和配置，在此基础上提升绿色建筑材料管理的水平和成效，在此阶段需要充分利用 BIM 技术的模拟和分析功能，对于绿色建筑材料的选择和配置进行优化与完善<sup>[13]</sup>。例如：在设计阶段当中可以综合利用 BIM 模型去进行虚拟建造，从而对于不同材料的方案以及建筑性能、环境影响等方面信息进行综合分析，根据分析的结果进行最佳材料组合的筛选。在工程的施工建设阶段，可以基于 BIM 模型的材料信息分析去实施精准化的材料管控，确保材料能够实现高效率利用，有效减少材料浪费以及环境污染问题产生。并且，基于 BIM 模型的模拟过程又能够对于材料的性能进行模拟和预测，从而查看材料在实际投入工程建设阶段的性能表现以及材料各项性能的衰减情况，在这一基础之上又可以为材料的维护和更换提供相应的决策依据，确保绿色建筑材料管理水平和质量得到持续不断的优化。

## （四）加强绿色建筑材料的跟踪和监控

大力加强绿色建筑材料的跟踪和监控是一项重要的举措，有助于提升绿色建筑材料管理水平和成效，在此过程当中可以综合利用 BIM 技术，通过 BIM 技术实时跟踪和监控绿色建筑材料的库存管理情况以及投入工程使用情况等方面信息，构建起绿色建筑材料的动态化管理体系。首先需要建立起材料管理的库存管理系统，通过 BIM 平台对于绿色建筑材料的库存信息进行实时更新，使相关技术人员能够及时了解到绿色建筑材料的库存信息情况，并且根据库存信息情况而制定相应的采购和材料使用规划<sup>[14]</sup>。在工程的施工建设阶段，同样也要充分利用 BIM 技术而对于材料的使用情况进行实时监控，如材料的领取、材料的使用和回收等多个环节都可以运用 BIM 技术进行监督和管控，这样既可以保障材料在使用过程中的可追溯性，也能够最大化限度减少材料的浪费问题。除此之外，BIM 技术同样也能够对于绿色建筑材料的运输过程和储存过程进行实时的追踪和监控，保障材料运输以及存储过程中具有良好的安全性能和环保性能，在此基础上达到提升绿色建筑材料管理水平的效果，为绿色建筑工程项目的顺利竣工而打下良好的基础前提。

## （五）推动绿色建筑材料的循环利用和再生

为进一步提升绿色建筑材料的管理质量和水平，促进绿色建筑工程项目建设的有序进行，同样也需要大力推动绿色建筑材料

的循环利用和再生,在此基础上保障绿色建筑材料管理工作的有序进行,提升绿色建筑材料的管理水平和效果。在实际中,通过 BIM 技术可以对绿色建筑材料的循环利用和再生进行科学管控,如通过 BIM 平台对于材料的生命周期信息进行记录,如材料的使用信息、维修信息、更换信息等方面的数据历史,在此基础上为材料的回收和利用提供相应依据<sup>[15]</sup>。其次,可以利用 BIM 技术对所回收的材料进行分类评估,从而通过分类评估的过程了解到绿色建筑材料的价值和再利用的潜力,之后优化材料的回收方案。并且,通过 BIM 技术又可以对于绿色建筑材料的再利用过程进行模拟,从而实现对于回收材料的综合利用,提高资源利用效率的同时也有助于保障绿色建筑材料管理工作的有序进行,切实在绿色建筑工程项目当中贯彻落实绿色、环保的可持续发展理念。

#### (六) 强化管理人员的技术应用能力

大力强化管理人员的技术应用能力属于一项重要的举措,也是保障 BIM 技术切实融入绿色建筑材料管理工作当中的重要一环,对于保障绿色建筑材料管理水平以及质量也会起到关键性的影响。所以在 BIM 技术融入绿色建筑材料管理工作阶段需要充分关注管理人员的技术应用能力,保障管理人员充分掌握 BIM 技术

的应用,以此提升绿色建筑材料管理工作所取得的成效。首先,需要加强对管理人员技术能力的培训,通过举办培训大会强化管理人员对于 BIM 技术的了解和掌握,提高管理人员运用 BIM 技术的能力。并且,又要鼓励相关管理人员积极参与到 BIM 技术的学习和了解中,充分利用业余时间去学习 BIM 技术的具体应用,强化管理人员的 BIM 技术应用能力和专业水平,以此保障管理人员能够更加充分地利用 BIM 技术去推进绿色建筑材料管理。

#### 结束语

综上所述,为进一步促进绿色建筑工程项目建设有序进行,提升整体项目的竣工质量和水平,需要加强绿色建筑工程项目管理的重视,致力于完善绿色建筑工程管理的模式,从而确保整体绿色建筑工程达到高质量竣工的目标。而在此过程中将 BIM 技术融入绿色建筑材料管理中则属于一项重要的举措,通过 BIM 技术能够实现绿色建筑材料管理阶段的技术赋能,提升材料管理的水平和成效,为绿色建筑工程的顺利开展而保驾护航。所以在论文中提出了 BIM 技术融入绿色建筑管理的应用策略,用以共同探讨交流。

#### 参考文献:

- [1] 王爱转. BIM 技术在绿色建筑材料管理工作中的应用研究 [J]. 江西建材, 2021(2):223-224.
- [2] 崔莉. 基于 BIM 技术的绿色建筑材料管理体系研究 [J]. 四川水泥, 2019(9):298.
- [3] 张建. 基于 BIM 技术的绿色建筑材料管理体系研究 [J]. 房地产导刊, 2019(26):127.
- [4] 孙正午. BIM 技术在绿色建筑材料管理工作中的应用研究 [J]. 区域治理, 2020(34):219.
- [5] 龙丽芳. 基于 BIM 技术的绿色建筑材料管理研究 [J]. 建筑工程技术与设计, 2020(13):3728.
- [6] 梁冰蓓. 基于 BIM 技术的绿色建筑材料管理分析 [J]. 陶瓷, 2021(5):118-119.
- [7] 陈英莉. 基于 BIM 技术的绿色建筑材料管理体系研究 [J]. 建筑与装饰, 2021(14):197-198.
- [8] 杨文超. 基于 BIM 技术的绿色建筑材料管理研究 [J]. 中国建材科技, 2019,28(2):31-32.
- [9] 范立. BIM 技术在绿色建筑材料管理工作中的应用研究 [J]. 门窗, 2021(21):173-174.
- [10] 罗金山, 陈育民. 基于 BIM 技术的绿色建筑材料智慧化管理研究 [J]. 中国建材, 2020(3):133-135.
- [11] 王爱菊. 基于 BIM 技术的建筑节能分析与设计 [J]. 建筑节能, 2019,47(6):117-121.
- [12] 郑栋升. BIM 技术在装配式建筑结构施工中的应用研究 [J]. 建筑工程技术与设计, 2021(23):348.
- [13] 巨天灵. 基于 BIM 技术的绿色建筑材料智慧化管理研究 [J]. 理财周刊, 2020(36):191,194.
- [14] 丁源. 基于 BIM 技术的绿色建筑材料加固模型研究 [J]. 粘接, 2020,41(3):48-51.
- [15] 金海, 杨静, 李晓辉, 等. 基于 BIM 的建筑材料碳排放计量与实例分析 [J]. 水泥技术, 2020(2):54-58.



# 超高层建筑装配式施工的质量控制与保证措施

杨文峰

广州建鑫峰赋有限公司, 广东 广州 510000

**摘 要：** 本文详细探讨了超高层建筑装配式施工的质量控制与保证，强调了其在建筑安全和提升建筑品质方面的重要性。文章介绍了超高层建筑的发展背景和装配式施工的优势，随后详细阐述了质量控制的关键环节，包括设计、材料设备采购、施工和验收阶段的质量控制。为了确保施工质量，文章提出了一系列质量保证措施，如加强设计管理、完善质量管理体系、强化人员培训和管理、严格控制施工过程、加强检测和验收工作以及建立质量追溯制度和样板引路制度。

**关 键 词：** 超高层建筑；装配式施工；质量控制；质量保证；案例分析；发展趋势

## Quality Control And Assurance Measures For Prefabricated Construction Of Super High-Rise Buildings

Yang Wenfeng

Guangzhou Jianxin Rongfu Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** This article discusses in detail the quality control and assurance of prefabricated construction for super high-rise buildings, emphasizing its importance in building safety and improving building quality. The article introduces the development background of super high-rise buildings and the advantages of prefabricated construction, and then elaborates on the key links of quality control, including design, material and equipment procurement, construction, and acceptance stages. In order to ensure construction quality, the article proposes a series of quality assurance measures, such as strengthening design management, improving quality management system, enhancing personnel training and management, strictly controlling the construction process, strengthening inspection and acceptance work, and establishing quality traceability system and model guidance system.

**Keywords：** super high-rise buildings; prefabricated construction; quality control; quality assurance; case analysis; development trends

## 引言

随着全球城市化步伐的加快，超高层建筑因解决土地稀缺和提升城市空间效率而变得至关重要。建筑技术的进步使得这些城市摩天大楼不断攀升，成为经济和城市形象提升的象征。然而，超高层建筑的质量和安全性要求我们必须采取严格的质量控制措施。

装配式施工，作为一种先进的建筑技术，通过工厂化生产提高了施工效率和精度，同时减少了现场作业，有利于环境保护和人力资源的合理分配。质量控制与保证是确保建筑安全、提升建筑品质、延长使用寿命和增强企业竞争力的基石。

## 一、超高层建筑装配式施工概述

随着我国城市发展步伐加快以及城市人口的逐渐增多，人们对于高层住宅和高层写字楼的需求也呈现出日益增长的趋势。超高层住宅或写字楼已经成为解决人口密度大和土地资源紧缺等问题的重要方式。<sup>[1]</sup> 作为现代城市天际线的关键组成部分，其施工技术的先进性直接关系到建筑的安全性、施工效率以及环境的可持续性。装配式施工技术，作为一种革命性的建筑方法，正在成为超高层建筑领域的标准做法。

### （一）超高层建筑的定义及特点

超高层建筑，是指那些超越常规高度标准（例如超过100

米）的建筑物。它们的设计和建造过程极为复杂，需要综合考虑多种因素以确保建筑的稳定性。这些因素包括抵御强风和地震等自然力量的影响。超高层建筑通常融合了多种功能，如办公、商业和居住空间，这对建筑设计和施工提出了更为复杂的要求。此外，超高层建筑的施工过程中充满了挑战，包括垂直运输、高空作业和安全管理等问题，这些都需要高度的专业技术和精细的管理策略来克服。

### （二）装配式施工的定义及分类

装配式施工技术，是一种创新性建筑方法，它涉及在工厂中将建筑构件预制完成，然后将这些构件运输到施工现场进行吊装组装。这种施工方式根据预制构件的类型和施工方法，可以分为

几种不同的类别。<sup>[2]</sup> 预制混凝土结构包括预制混凝土框架、墙板、楼板等，这些构件在工厂中预先制作，然后运输到现场进行组装。钢结构则包括预制钢框架、支撑系统等，这种结构以其高强度、轻自重、快速施工的特点而受到青睐。预制木结构在环保和可持续性方面具有优势，尤其适用于低层和部分中高层建筑。这些不同的装配式施工方法各有特点，共同推动了建筑行业的发展和创新。

### （三）超高层建筑装配式施工的工艺流程

超高层建筑装配式施工的工艺流程是一个系统性工程，涉及多个阶段的精确控制和高效管理。

1. 设计阶段：在这一阶段，根据建筑的功能需求和结构要求，进行详细的设计工作，确定预制构件的规格和连接方式。
2. 预制阶段：在工厂内部，根据设计图纸，对各种预制构件进行制作，并进行严格的质量检验，确保构件的质量和一致性。
3. 运输阶段：将预制构件安全、高效地运输到施工现场，这一过程中需要综合考虑构件的尺寸、重量和运输路线，确保运输的安全性和效率。
4. 组装阶段：在现场，对预制构件进行组装和连接，包括搭建结构框架、安装内外墙板等，这一阶段需要精确的施工技术和严格的质量控制。
5. 装修阶段：在结构主体完成后，进行内部装修和机电安装，直至建筑达到使用要求，这一阶段是确保建筑最终品质的关键。<sup>[3]</sup>

## 二、超高层建筑装配式施工质量控制的关键环节

### （一）设计阶段的质量控制

设计阶段是确保超高层建筑质量的基础，这一阶段的质量控制至关重要。在这一阶段，必须确保设计遵循国家和行业的标准、规范以及相关法律法规，以确保设计的合规性和安全性。同时，对建筑的结构稳定性和功能性进行详细设计，以满足超高层建筑的特殊要求。此外，精确设计预制构件的尺寸、形状和连接方式，以便于工厂生产和现场装配。通过专业审核和优化设计，可以减少施工过程中的变更和错误，提高施工效率和质量。设计阶段的质量控制对于整个建筑项目的成功至关重要。

以某科创大厦项目为例，项目用地面积为10811.06 m<sup>2</sup>，总建筑面积约15.53万 m<sup>2</sup>，其中计容建筑面积为12.28万 m<sup>2</sup>，地下建筑面积为2.649万 m<sup>2</sup>，规划设计高度为248米，总投资约50亿元。

本工程采用框架-核心筒结构，其结构特性包括扭转不规则、偏心布置、凹凸不规则、楼板不连续、构件间断和局部不规则等。针对这些结构不规则性，特别是平面凹凸不规则和楼板不连续的问题，采取了一系列加强措施，如在实际结构中，楼板作为保证各构件协同受力的关键，采用了双层双向配筋，并适当提高楼板最小配筋率至0.3%，同时根据楼板应力分析结果，加大了应力较大位置楼板厚度及配筋，以确保传力的可靠性。设计阶段是确保超高层建筑质量的基础，这一阶段的质量控制至关重要。该工程进行了详细的结构稳定性和功能性设计，以满足超高层建

筑的特殊要求，并精确设计了预制构件的尺寸、形状和连接方式，以便于工厂生产和现场装配。通过专业审核和优化设计，可以减少施工过程中的变更和错误，提高施工效率和质量，从而确保整个建筑项目的成功。

### （二）材料设备采购的质量控制

材料设备的质量直接关系到建筑的安全性和功能性，因此对其进行严格的质量控制至关重要。<sup>[4]</sup> 在供应商的选择上，必须挑选具有资质和良好信誉的供应商，以确保材料设备的质量达到预期的标准。在材料设备的采购过程中，必须进行严格的入场检验，确保每一件材料设备都符合设计和施工的要求。对于材料设备的存储，需要采取合理的措施，防止由于环境因素导致的质量下降，从而保证材料设备在施工过程中的可靠性和耐用性。通过这些措施，可以有效保障建筑的安全和功能，确保建筑项目的顺利进行。

### （三）施工阶段的质量控制

施工阶段是超高层建筑装配式施工中质量控制的核心环节，其重要性不言而喻。在这一阶段，必须采取一系列措施来确保施工质量的稳定性和安全性。制定一个合理的施工方案和工艺流程，确保施工过程的每一个环节都能满足质量要求。对施工人员进行专业技能和安全教育培训，增强他们的操作水平和安全意识，从而提升施工质量。通过现场监控和检验，及时发现并解决施工过程中的质量问题，确保施工质量的稳定。实施严格的安全管理措施，防止事故发生，保障施工过程中的安全。<sup>[5]</sup>

### （四）验收阶段的质量控制

验收阶段是超高层建筑装配式施工流程的最后一环，是对整个施工过程的全面检查和评估。

1. 施工质量验收：按照设计和施工的标准，对建筑的质量进行全面细致的检查，确保每一个细节都符合要求。
2. 系统功能测试：对建筑的各项系统，如水电、暖通、消防等，进行功能测试，以确认这些系统能够正常运行，满足使用需求。
3. 竣工资料审核：对竣工资料进行详细审核，确保其完整性、准确性和合规性，为建筑的投入使用提供充分的保障。<sup>[6]</sup>

## 三、超高层建筑装配式施工质量保证措施

### （一）完善质量管理体系

建立一个全面的质量管理体系，包括制定质量手册、操作规程和质量目标，确保施工过程中的每一步都有明确的质量标准和指导。

### （二）强化人员培训和管理

为确保超高层建筑装配式施工的质量，对所有参与施工的人员进行专业技术和质量控制方面的培训至关重要。实施人员资格认证制度是确保关键岗位人员具备必要专业知识和技能的必要措施。这一制度不仅要求人员具备相关的专业技能，还需通过严格的认证程序，以确保他们能够胜任关键岗位的工作，从而保障整个施工过程的质量。

### （三）严格控制施工过程

在超高层建筑装配式施工的质量保证措施中，采用先进的管理技术和工具，如建筑信息模型（BIM）技术，是提高施工过程精细化管理的关键。<sup>[7]</sup>BIM 技术能够帮助实现设计、施工、验收等环节的信息共享和协同工作，从而提高管理效率和施工质量。实施严格的质量检查和监督是确保施工过程中每一个环节都符合质量要求的必要措施。

### （四）加强检测和验收工作

定期进行质量检测，包括对材料、构件和施工工艺的全面检测，是确保超高层建筑装配式施工质量始终处于受控状态的关键。在施工完成后，进行详细的验收工作是确保建筑满足所有设计和施工标准的重要步骤。通过全面的验收工作，可以确认建筑的质量达到预期的标准，为建筑的投入使用提供充分的保障。

### （五）建立质量追溯制度

建立一个完整的质量记录系统对于超高层建筑装配式施工的质量保证至关重要。<sup>[8]</sup>这一系统能够记录从设计到施工再到验收的每一个环节的质量信息，为质量控制提供详尽的数据支持。在发生质量问题时，这一系统能够快速追溯到问题的源头，并采取相应的纠正和预防措施。

### （六）驻厂监造管理

实施驻厂监造管理，确保预制构件的生产过程符合质量标准。驻厂监造人员负责监督生产流程，检查材料和构件的质量，确保预制构件在出厂前达到设计要求。

### （七）插入样板引路制度及实施样板施工

在施工前，先进行样板施工，通过样板施工来验证施工方案的可行性和施工质量的可控性。样板施工通过验收合格后，再进行大面积施工。这一制度可以确保施工过程中的质量稳定，减少质量问题的发生。

## 四、超高层建筑装配式施工质量控制与保证的发展趋势

### （一）技术创新

在项目实施过程中，采用了智能化施工技术，通过物联网、大数据和人工智能等手段，实现了对施工过程的智能化监控和管理。这一技术的应用不仅提高了施工质量，还大幅提升了施工效率，减少了人力资源的消耗，同时也降低了施工过程中的安全风险。为了进一步提升建筑的结构性能和耐久性，研发并应用了新型高性能建筑材料，包括超高性能混凝土和高性能钢材等。这些材料的运用，不仅增强了建筑的承载能力，还延长了建筑的使用寿命，为建筑的长期稳定性和安全性提供了坚实保障。<sup>[9]</sup>

### （二）管理创新

在项目的实施过程中，采用了数字化管理工具，如建筑信息模型（BIM）和云平台，以实现设计、施工、验收等环节的信息共享和协同工作。这些工具的应用极大地提高了项目管理效率，使得各参与方能够实时获取项目信息，及时沟通和解决问题，从而确保项目按照既定目标和进度顺利进行。

为了更好地控制项目质量，引入了全过程咨询服务。专业咨询团队从项目设计阶段开始介入，提供全方位的质量控制和管理建议，确保施工过程中的每一步都符合高标准的质量控制要求。此外，积极推广绿色施工理念和技术，以减少施工过程中的能耗和废弃物排放。<sup>[10]</sup>通过采用节能设备、优化施工工艺、合理利用资源等措施，努力实现施工过程的可持续发展，减少对环境的影响，同时提高建筑物的能效和环保性能。

### （三）政策支持

为了推动超高层建筑采用装配式施工技术，提高建筑质量，政府出台了相关政策，提供了政策引导和支持。这些政策包括税收优惠、资金补贴、简化审批流程等措施，旨在降低企业采用新技术的成本和风险，鼓励更多的项目实践。同时，为了确保装配式施工的质量，相关部门不断完善建筑标准和规范。这些标准和规范为装配式施工质量控制提供了明确的技术指导和要求，帮助企业 and 项目团队在施工过程中有据可依，确保施工质量符合行业标准和法规要求。产业链协同也是提高装配式施工质量的关键。通过推动建筑产业链上下游企业的协同发展，可以促进设计、生产、施工等环节的深度融合。

## 结束语

随着全球城市化步伐加快，超高层建筑日益成为城市天际线的主导。装配式施工技术以其高效性，为这一趋势提供了技术支撑。然而，超高层建筑对质量和安全性的高要求，使得严格的质量控制与保证措施成为必要。

文章前瞻了质量控制与保证的发展趋势，包括技术、管理和政策的创新。随着这些领域的持续进步，预计超高层建筑装配式施工的质量控制将更加精准、高效和可持续，为建筑行业的未来发展奠定坚实基础。

## 参考文献：

- [1] 肖婕. 论高层建筑预制装配式建筑施工技术应用[J]. 居舍, 2023,(27):31-34.
- [2] 刘文锐. 超高层住宅装配式建筑施工技术的实践探讨[J]. 中国建筑装饰装修, 2023,(17):168-170.
- [3] 周火雄. 超高层建筑结构施工要点及质量把控——以华发十字门国际花园 A8 地块主体工程为例[J]. 中国建筑装饰装修, 2023,(13):170-172.
- [4] 侯汝兵. 超高层建筑施工挂柱式动臂塔机应用研究[D]. 山东建筑大学, 2023. DOI:10.27273/d.cnki.gsajc.2023.000733.
- [5] 刘英. 超高层建筑电梯井顶板 PC 构件施工研究[J]. 房地产世界, 2023,(09):148-150.
- [6] 刘新钊. 超高层建筑智能建造机关键系统的分析与施工技术研究[D]. 西安工业大学, 2023. DOI:10.27391/d.cnki.gxagu.2023.000577.
- [7] 王峥. 超高层建筑非标层铝木组合模板体系的应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2023,(02):95-97.
- [8] 谭师. Z 地产济南 X 超高层建筑项目进度管理研究[D]. 山东大学, 2022. DOI:10.27272/d.cnki.gshdu.2022.006581.
- [9] 马立荣. 超高层建筑梁柱节点二次受力加固技术研究[J]. 科技通报, 2022, 38(10):54-58. DOI:10.13774/j.cnki.kjtb.2022.10.009.
- [10] 周红雨, 胡平. 浅析超高层建筑机电安装工程施工技术要点[J]. 建筑安全, 2022,37(09):39-42.

# 建筑工程施工中的节能技术研究与应用

段林刚

博兴县振兴农业发展集团有限公司，山东 滨州 256500

**摘 要：** 随着全球能源危机的加剧和环境保护意识的提高，建筑工程施工中的节能技术成为研究的热点。本文旨在探讨节能技术在建筑施工中的应用，分析其对降低能耗、减少环境污染和提高经济效益的重要作用。通过对现有节能技术的梳理和案例分析，本文揭示了施工过程中节能措施的实施效果，并提出了进一步优化施工工艺、提高能源利用效率的策略。研究结果表明，合理应用节能技术不仅能提升建筑项目的市场竞争力，还能为可持续发展做出贡献。

**关 键 词：** 节能技术；建筑施工；能源效率；环境保护；可持续发展

## Research and Application of Energy saving Technologies in Construction Engineering

Duan Lingang

Boxing County Revitalization Agricultural Development Group Co., Ltd., Binzhou, Shandong 256500

**Abstract：** With the intensification of the global energy crisis and the increasing awareness of environmental protection, energy-saving technologies in construction projects have become a hot research topic. This article aims to explore the application of energy-saving technology in construction, analyze its important role in reducing energy consumption, minimizing environmental pollution, and improving economic benefits. Through the review and case analysis of existing energy-saving technologies, this article reveals the implementation effect of energy-saving measures during the construction process, and proposes strategies for further optimizing construction processes and improving energy utilization efficiency. The research results indicate that the rational application of energy-saving technologies can not only enhance the market competitiveness of construction projects, but also contribute to sustainable development.

**Keywords：** energy-saving technology; construction of buildings; energy efficiency; environmental protection; sustainable development

## 引言

建筑业作为全球能源消耗和温室气体排放的主要来源之一，其在施工过程中的能源使用和环境保护问题日益受到重视。节能技术的应用不仅关系到建筑项目的经济效益，更与全球环境的可持续发展紧密相连。本文将深入探讨建筑工程施工中节能技术的实践与挑战，分析其在降低能耗、减少环境污染方面的潜力和实际效果。通过对施工过程中节能措施的系统研究，本文旨在为建筑业的绿色转型提供理论依据和实践指导，推动建筑施工向更加节能、环保的方向发展。通过本文的阅读，读者将了解到节能技术在建筑施工中的具体应用，以及如何通过技术创新实现建筑业的可持续发展。

## 一、节能技术在建筑施工中的重要性

节能技术在建筑施工领域的应用是实现可持续发展战略的关键环节。随着全球能源的日益紧张和环境问题的日益严峻，建筑业作为能源消耗大户，其在施工过程中的能源使用和环境保护问题受到了广泛关注。建筑施工过程中的节能不仅能有效降低能源消耗，减少对环境的负面影响，还能提升建筑项目的经济效益和市场竞争力。

在施工过程中，节能技术的应用贯穿于建筑的设计、材料选择、施工方法以及后期运营管理等多个方面。例如，通过优化建筑设计，可以提高建筑物的自然采光和通风效果，减少对人工照明和空调系统的依赖。在材料选择上，使用保温隔热性能更好的

建筑材料，可以有效降低建筑物的能耗<sup>[1]</sup>。施工方法的改进，如采用预制构件和模块化施工技术，可以减少现场施工过程中的能源消耗和废弃物产生。

施工过程中对能源的管理和监控也是节能技术的重要组成部分。通过安装智能能源管理系统，可以实现对施工现场能源使用的实时监控和优化调度，进一步提高能源利用效率。同时，施工过程中的废弃物管理和资源回收利用，也是节能技术应用的重要方面，有助于减少资源浪费和环境污染。

节能技术在建筑施工中的应用，不仅关乎建筑项目的经济性和环保性，更是推动整个建筑行业向绿色、低碳、可持续发展转型的重要力量。通过综合运用各种节能技术和管理措施，可以有



效降低建筑施工过程中的能源消耗，提高能源利用效率，为实现全球可持续发展目标做出积极贡献。

## 二、建筑施工节能技术现状与挑战

建筑施工节能技术的发展是应对能源危机和环境挑战的必然选择。当前，尽管节能技术在建筑施工领域取得了一定的进展，但仍面临着多方面的挑战。其一，节能技术的应用成本相对较高，这在一定程度上限制了其在建筑施工中的普及。其二，施工人员对节能技术的了解和掌握程度不足，导致节能措施的实施效果不理想。此外，节能技术的标准化和规范化程度不高，缺乏统一的行业标准和评价体系，使得施工企业在选择和应用节能技术时存在盲目性。在节能技术的应用方面，绿色建筑材料的开发和应用是当前建筑施工节能技术的一个重要方向。例如，利用太阳能、风能等可再生能源技术，可以为建筑提供清洁的能源供应。同时，通过采用高效节能的施工设备和机械，可以显著降低施工过程中的能源消耗。然而，这些技术的推广和应用仍受到技术成熟度、经济性、政策支持等多方面因素的制约。

建筑施工过程中的能源管理也是节能技术应用的关键环节<sup>[2]</sup>。通过建立能源管理体系，可以实现对施工过程中能源使用的实时监控和优化调度。然而，目前许多施工企业在能源管理方面还存在诸多不足，如能源使用效率低、能源浪费现象严重等。此外，建筑施工节能技术的研究和创新也是推动其发展的重要动力。通过加强节能技术的基础研究和应用研究，可以不断探索和开发新的节能技术和方法。同时，通过加强与高校、科研机构的合作，可以促进节能技术的创新和成果转化。

建筑施工节能技术的发展面临着成本、技术、管理等多方面的挑战。要有效应对这些挑战，需要从政策支持、技术创新、人才培养等多个方面入手，加强节能技术的推广和应用，增强施工企业的节能意识和管理水平，推动建筑施工向更加节能、环保的方向发展。

## 三、节能技术在施工过程中的应用策略

节能技术在施工过程中的策略性应用是实现建筑项目节能减排目标的核心。在施工阶段，通过一系列策略的精心设计和实施，可以显著提高能源利用效率，降低施工成本，同时提升建筑的长期运营性能。策略的制定首先需要基于对施工项目能源需求的深入分析。通过评估施工过程中的能源消耗模式，可以识别出能源使用的关键环节，为节能技术的选择和应用提供依据。例如，在施工设备的选型上，应优先考虑能效比较高的设备，以减少能源消耗和运营成本。

施工过程中的能源管理和监控系统是节能策略的重要组成部分。通过安装智能监测设备，可以实时跟踪能源使用情况，及时发现和纠正能源浪费行为。此外，通过数据分析，可以优化施工计划和流程，减少非生产性能耗。施工材料的选择也是节能策略的关键。使用具有良好保温隔热性能的建筑材料，可以有效降低建筑物的冷热负荷，从而减少能源消耗。同时，采用可再生或回收材料，

不仅可以降低对环境的影响，还能提高材料的循环利用率。施工工艺的优化同样对节能具有显著影响。例如，采用预制构件可以减少现场施工的能源消耗和废弃物产生。此外，通过改进施工工艺，如采用干作业施工技术，可以减少施工过程中的水资源消耗。

技术创新是推动节能技术应用的重要动力<sup>[3]</sup>。通过研发和应用新型节能材料和技术，如太阳能集成系统、绿色建筑材料等，可以为建筑施工提供更多的节能解决方案。同时，通过与科研机构和高校的合作，可以加速节能技术的创新和应用。施工人员的专业培训和教育对于节能策略的实施至关重要。通过提高施工人员对节能技术的认识和技能，可以确保节能措施的有效执行。此外，通过建立激励机制，鼓励施工人员积极参与节能活动，可以进一步提高节能效果。节能技术在施工过程中的应用策略需要综合考虑能源需求分析、能源管理、材料选择、工艺优化、技术创新和人员培训等多个方面。通过这些策略的系统实施，可以确保施工过程中的能源使用更加高效、合理，为建筑项目的长期可持续发展奠定基础。

## 四、节能技术的实际应用效果

案例分析在探讨节能技术实际应用效果时提供了实证基础，有助于深入理解这些技术在建筑施工中的具体作用和潜在价值。通过具体项目的分析，可以直观地展示节能技术如何在实践中发挥作用，以及它们对建筑性能和环境效益的具体贡献。一项典型的案例是某大型商业综合体的施工过程，该综合体在设计和施工中采用了多项节能技术<sup>[4]</sup>。例如，通过使用高性能的隔热材料和双层中空玻璃，建筑的热损失显著降低，从而减少了对供暖和空调系统的依赖。这种材料的应用不仅提高了室内环境的舒适度，也降低了长期的能源消耗。

此外，该综合体的施工过程中还采用了太阳能光伏板和雨水收集系统。太阳能光伏板的集成不仅为建筑提供了可再生能源，还减少了对传统电力的依赖。雨水收集系统的引入则用于灌溉和冲厕，有效减少了对自来水的需求，体现了水资源的循环利用。在施工技术方面，该综合体采用了预制构件，减少了现场施工的复杂性和时间，同时也降低了施工过程中的能源消耗和废弃物产生。预制构件的使用还提高了施工的精度和质量，为建筑的长期节能和耐久性提供了保障。

在施工管理层面，项目团队实施了严格的能源监控和管理体系。通过实时监测施工过程中的能源使用情况，项目团队能够及时调整施工计划和方法，优化能源分配，减少不必要的能源浪费<sup>[5]</sup>。这些节能技术的应用不仅在施工过程中取得了显著的节能效果，而且在建筑的运营阶段也展现出了长期的环境和经济效益。通过减少能源消耗和碳排放，这些技术有助于建筑实现绿色运营，提升其市场竞争力和社会责任。

案例分析表明，节能技术在建筑施工中的应用是一个多维度、系统化的过程。它不仅涉及技术的选择和应用，还包括施工管理、材料选择、技术创新等多个方面。通过综合考虑这些因素，施工项目可以更有效地实现节能目标，为建筑业的可持续发展做出贡献。

## 五、优化施工工艺与提高能源利用效率

优化施工工艺与提高能源利用效率是建筑施工领域追求的核心目标，它们直接关联到建筑的生命周期成本 and 环境影响。在这一过程中，施工工艺的创新和精细化管理是实现能源效率提升的关键。施工工艺的优化首先体现在施工计划的科学制定上。通过采用先进的项目管理软件，施工团队能够更精确地规划资源分配、施工流程和时间安排，从而减少因计划不当导致的能源浪费。例如，通过合理安排施工顺序，可以减少设备的空转时间，提高作业效率。

施工工艺的优化还涉及施工方法的创新。采用干作业施工技术，比如干挂幕墙系统，可以减少现场湿作业，降低能耗和水资源的消耗。同时，通过引入模块化和装配式施工方法，可以实现建筑构件的工厂化生产和现场快速组装，减少现场施工对能源的依赖<sup>[9]</sup>。在施工设备的选择上，高效设备的应用对于提高能源利用效率至关重要。例如，选用节能型搅拌站、起重机和其他施工机械，可以在保证施工质量的同时，降低能源消耗。此外，对设备的定期维护和升级也是确保其能效的重要措施。

能源管理在施工过程中同样占据重要地位。通过建立能源监控系统，施工团队能够实时跟踪能源使用情况，及时发现并解决能源浪费问题。此外，通过数据分析，可以优化能源使用模式，实现能源的合理分配和高效利用。施工材料的选用也是提高能源利用效率不可忽视的一环。优先选择具有良好保温隔热性能的建筑材料，可以减少建筑物的冷热负荷，降低供暖和空调系统的能耗<sup>[7]</sup>。同时，推广使用可再生或低能耗材料，如竹材、再生金属等，有助于减少对传统能源的依赖。

技术创新是推动施工工艺优化和能源效率提升的持续动力。通过研发新型节能材料、施工技术和设备，可以为建筑施工提供更多的高效节能解决方案。同时，鼓励施工团队进行技术交流和知识更新，可以促进创新思维的形成和节能技术的广泛应用。优化施工工艺与提高能源利用效率是一个系统工程，它要求施工团队在施工计划、方法、设备、材料选择和能源管理等多个方面进行综合考量和持续改进。通过这些措施的实施，可以显著提升建筑施工的能源效率，为实现建筑业的绿色发展和可持续发展目标做出积极贡献。

## 六、可持续发展视角下的建筑施工节能技术

在可持续发展的视角下，建筑施工节能技术的应用不仅是对能源效率的追求，更是对环境责任的承担和对未来生活质量的保障。这种视角下的技术应用，要求我们从全局和长远的角度审视施工过程，确保每一步都符合可持续发展的原则。从全局角度出发，建筑施工节能技术的应用需要考虑到整个建筑生命周期的能源消耗。这意味着在设计阶段就要考虑到材料的选择、建筑的布局，以及施工方法对能源效率的影响。例如，通过采用生命周期评估（LCA）方法，可以量化建筑材料和施工过程对环境的长期影响，从而做出更加环保的决策。

在施工过程中，节能技术的实施需要与智能建筑技术相结合。智能建筑系统能够实时监控建筑的能源使用情况，并自动调节以优

化能源消耗。例如，通过安装智能照明和空调控制系统，可以根据建筑内部的实际使用情况调节能源供应，避免不必要的浪费<sup>[8-9]</sup>。此外，施工过程中的废弃物管理也是可持续发展视角下不可忽视的一环。通过有效的废弃物分类、回收和再利用，可以减少施工过程中对环境的负担。例如，将施工废弃物转化为再生建筑材料，不仅减少了对新资源的需求，也降低了废弃物处理的环境成本。

在材料选择上，可持续发展要求我们优先考虑环保材料。这些材料不仅在生产过程中能耗低，而且在施工和使用过程中对环境的影响小。例如，使用低挥发性有机化合物（VOC）的涂料和粘合剂，可以减少室内空气污染，提高室内空气质量。技术创新是推动建筑施工节能技术发展的关键。通过研发新型节能材料和施工技术，可以不断提高建筑的能源效率<sup>[10]</sup>。例如，发展光伏建筑一体化（BIPV）技术，将太阳能发电系统与建筑结构相结合，可以为建筑提供清洁的能源供应。

施工人员的专业培训和教育对于实现可持续发展至关重要。通过提高施工人员对节能技术和可持续发展原则的认识，可以确保这些原则在施工过程中得到有效实施。从可持续发展的视角出发，建筑施工节能技术的应用是一个全面而深入的过程。它要求我们在设计、施工、材料选择、技术创新和人员培训等多个方面进行综合考虑，以确保建筑施工的每一个环节都能够符合可持续发展的要求，为建设一个更加绿色、环保、高效的建筑环境做出贡献。

## 结语

本文深入探讨了建筑施工中的节能技术及其在可持续发展中的应用，从节能技术的重要性、现状与挑战、施工过程中的应用策略、案例分析，到施工工艺优化与能源效率提升，以及可持续发展视角下的节能技术应用，全面阐述了节能技术在建筑施工领域的关键作用。通过综合运用节能技术，不仅能有效降低能源消耗和环境影响，还能促进建筑业的绿色转型和可持续发展。未来，随着技术的不断创新和政策的持续推动，建筑施工节能技术将展现出更加广阔的应用前景和深远的社会价值。

## 参考文献：

- [1] 王晓峰, 李强. 绿色建筑施工中的节能技术应用研究 [J]. 建筑科学, 2020, 36(2): 56-61.
- [2] 赵丽华, 张建华. 建筑施工节能技术的发展现状与趋势分析 [J]. 建筑经济, 2019, 40(9): 45-48.
- [3] 陈思进, 刘晓东. 建筑施工中节能技术的应用与案例分析 [J]. 建筑技术, 2021, 52(4): 88-92.
- [4] 李红梅, 郑晓明. 建筑施工节能技术与材料创新研究 [J]. 建筑材料学报, 2022, 25(1): 123-128.
- [5] 周建华, 黄志强. 建筑施工过程中的能源管理与节能策略 [J]. 建筑节能, 2023, 41(3): 52-56.
- [6] 吴建国, 张丽华. 可持续发展视角下的建筑施工节能技术研究 [J]. 环境工程, 2021, 39(6): 97-101.
- [7] 陈伟. 建筑工程中节能环保技术的应用分析 [J]. 建筑科学, 2019, 35(6): 58-63.
- [8] 张辉. 建筑施工节能技术及其在工程中的应用 [J]. 土木工程, 2022, 47(2): 66-70.
- [9] 刘芳. 新型节能材料在建筑工程中的应用研究 [J]. 建筑材料, 2018, 29(4): 22-27.
- [10] 王华. 建筑工程中节能设计与施工技术探究 [J]. 工程管理, 2021, 36(1): 15-20.

# 无线局域网在智能建筑中的应用研究

杨跃

西安医学院信息化处, 陕西 西安 710021

**摘 要 :** 随着信息技术的快速发展, 无线局域网 (WLAN) 技术以其灵活性和便利性成为了智能建筑领域的关键技术之一。本文首先介绍了无线局域网和智能建筑的概念, 阐述了两者的结合在现代科技发展中的重要性。接着, 详细概述了无线局域网的基本原理、关键技术及其优势和局限性。随后, 通过实际案例分析了无线局域网在不同类型智能建筑中的应用场景和功能需求。文章进一步探讨了无线局域网在智能建筑中应用面临的挑战及解决方案, 并通过成功案例分析了其成功背后的创新思路和技术突破。最后, 文章预测了无线局域网在智能建筑领域的未来发展趋势, 并提出了推动其快速发展的建议。

**关 键 词 :** 无线局域网; 智能建筑; WLAN 技术

## Research on the application of WLAN in Intelligent Building

Yang Yue

Information Department of Xi'an Medical College, Xi'an, Shaanxi 710021

**Abstract :** With the rapid development of information technology, wireless local area network (WLAN) technology has become one of the key technologies in the field of intelligent building with its flexibility and convenience. This paper first introduces the concept of WLAN and intelligent building, and expounds the importance of the combination of both in the development of modern technology. Then, the basic principles, key technologies and their advantages and limitations of WLAN are summarized in detail. Subsequently, the application scenarios and functional requirements of WLAN in different types of intelligent buildings are analyzed through actual cases. This paper further discusses the challenges and solutions faced by the application of WLAN in intelligent building, and analyzes the innovative ideas and technological breakthroughs behind its success through successful cases. Finally, this paper predicts the future development trend of WLAN in the field of intelligent building, and puts forward some suggestions to promote its rapid development.

**Keywords :** WLAN; intelligent building; WLAN technology

## 一、引言

随着科技的飞速发展, 智能建筑已成为现代城市建设的重要组成部分。智能建筑通过集成各种先进的信息技术和计算机技术, 实现对建筑环境、设备、能源等的智能化管理和控制, 以提高建筑的使用效率、降低能源消耗、提升居住体验。无线局域网 (WLAN) 技术作为智能建筑中的重要技术之一, 其灵活性和便利性使得其在智能建筑中的应用日益广泛。在当今信息化时代, 人们对于高速网络连接和便捷信息共享的需求日益增长。特别是在智能建筑领域, 随着智能化程度的提高, 各种智能设备对网络的依赖性越来越强。因此, 如何构建高效、稳定、安全的网络系统, 成为了智能建筑发展中亟待解决的问题。无线局域网技术作为一种成熟、可靠的网络连接技术, 具有诸多优点, 其在智能建筑领域的应用显得尤为重要<sup>[1]</sup>。本文旨在探讨无线局域网在智能建筑中的应用及其发展趋势。

## 二、无线局域网技术概述

### (一) 定义

无线局域网 (WLAN) 是指通过无线通信技术, 将计算机设

备、移动电话、平板电脑等接入到一个局部区域网络 (LAN) 中, 使其能够在没有物理连接线的情况下进行数据传输和通信。

### (二) 技术标准

无线局域网技术的发展离不开国际标准的指导。目前, 无线局域网的国际标准主要是由国际标准化组织 (ISO) 和国际电工委员会 (IEC) 联合制定的 ISO/IEC 8802 系列标准, commonly known as the IEEE 802.11 standards. 这一系列标准自 1997 年发布以来, 已经发展到 802.11ac 和 802.11ax 等多个版本, 其中, 802.11n、802.11ac 和 802.11ax 等标准在传输速率、覆盖范围和网络容量等方面有显著的提升<sup>[2]</sup>。

### (三) 基本原理

无线局域网 (WLAN) 技术是利用无线电波进行网络数据传输的一种技术。它基于 IEEE 802.11 系列标准, 通过无线接入点 (AP) 将有线网络信号转换为无线信号, 使得用户可以通过无线设备 (如笔记本电脑、智能手机等) 连接到局域网中<sup>[3]</sup>。WLAN 技术实现了无需布线的网络连接, 为用户提供了更加灵活和便捷的网络访问方式。

### (四) 关键技术

WLAN 技术主要包括 WiFi、蓝牙等关键技术。WiFi 技术以



其高速率、广覆盖、低成本的优势成为目前无线局域网的主流技术。蓝牙技术则以其低功耗、短距离传输的特点，在智能设备间的无线连接中发挥了重要作用。此外，随着物联网技术的发展，WLAN 技术还与其他物联网技术（如 ZigBee、Z-Wave 等）相结合，共同构建了一个更加智能化的网络环境。

### （五）优势与局限性

WLAN 技术具有以下优势：首先，无需布线，降低了网络建设的成本和维护难度；其次，具有较高的灵活性和可移动性，支持用户在一定范围内自由移动并随时访问网络；最后，具有良好的兼容性和可扩展性，能够方便地与其他网络设备和技术进行集成。然而，WLAN 技术也存在一些局限性，如信号覆盖范围有限、易受干扰、数据安全等问题。

## 三、智能建筑中应用场景分析

智能建筑是指利用现代信息技术、自动控制技术、网络通信技术等，实现建筑物的智能化管理和高效运行，为用户提供舒适、安全、便捷、节能的居住和工作环境。智能建筑中的应用场景丰富多样，本文将从智能家居、智能办公和智能安防三个角度进行分析。

### （一）智能家居

智能家居是智能建筑的重要组成部分，它通过家庭网络将家中的各种设备连接起来，实现家居设备的智能化控制和管理。在智能家居中，以下几个应用场景较为常见：

（1）照明控制：用户可以通过手机、平板电脑等移动设备远程控制家中的灯光，实现开关、调光、色温切换等功能，提高家居环境的舒适度。

（2）温度控制：智能家居系统可以实时监测室内温度，根据用户需求自动调节空调、暖气等设备的运行，实现节能减排，提升居住舒适度。

（3）家庭娱乐：用户可以通过智能家居系统连接智能电视、音响等设备，实现音乐、电影等的点播和播放，为家庭娱乐带来更多便利。

（4）安全监控：智能家居系统可以连接监控摄像头，实现家庭安全监控，用户可通过手机等设备实时查看家中情况，提高家庭安全系数。

（5）家居设备联动：智能家居系统可以将家中各种设备进行联动，如烟雾报警器联动新风系统、灯光联动门窗等，提升家居智能化水平。

### （二）智能办公

智能办公是指利用信息技术和自动化技术，实现办公环境的智能化管理和高效运行，提高工作效率和企业竞争力。智能办公中的应用场景包括：

（1）信息共享：通过智能办公系统，员工可以方便地共享文档、资料等信息，提高团队协作效率。

（2）通讯协作：智能办公系统支持即时通讯、视频会议等功能，方便员工之间的沟通和协作，减少出差和加班。

（3）会议室智能控制：智能会议室可以实现灯光、空调、音

响等设备的自动控制，为会议创造舒适的环境。

（4）办公设备智能化：如智能打印机、智能复印件等设备，可实现自助打印、扫描等操作，提高办公效率。

（5）数据分析与决策：智能办公系统可以收集和分析企业运营数据，为企业决策提供有力支持。

### （三）智能安防

智能安防是利用现代科技手段，实现建筑物的安全管理，提高安全防范能力。智能安防中的应用场景包括：

（1）视频监控：通过安装在建筑内的监控摄像头，实时监控建筑内外的安全情况，提高安全防范能力。

（2）门禁控制：通过智能门禁系统，实现对建筑出入口的管理，有效控制人员进出，提高安全系数。

（3）入侵报警：智能安防系统可实现对建筑周界的实时监控，一旦有非法入侵，系统会立即发出报警。

（4）紧急疏散：在紧急情况下，智能安防系统可迅速启动疏散计划，指引人员快速、安全地疏散。

（5）防火监控：智能安防系统可实现对建筑火灾的早期发现和报警，降低火灾损失。

综上所述，智能建筑中的应用场景丰富多样，涵盖了家居、办公、安防等多个方面。随着科技的不断发展，未来智能建筑的应用场景将更加广泛，为人们的生活和工作带来更多便捷和舒适。

## 四、无线局域网在智能建筑中应用挑战与解决方案

### （一）无线局域网在智能建筑中的应用挑战

随着智能建筑的飞速发展，无线局域网作为其重要组成部分，承担着数据传输、设备连接、系统控制等重要任务。然而，在智能建筑的的实际应用中，无线局域网也面临着一些挑战<sup>[4]</sup>。

（1）网络安全挑战：智能建筑中的无线局域网连接着大量的智能设备和系统，这些设备和系统承载着用户的个人信息、生活习惯等重要数据。一旦网络受到攻击或入侵，将会导致数据泄露、系统瘫痪等严重后果。因此，如何保障无线局域网的安全性是智能建筑应用中亟待解决的问题。

（2）信号覆盖与干扰问题：在智能建筑中，由于建筑结构复杂、房间众多，无线信号的覆盖和稳定性往往难以保证。此外，建筑物内的各种电磁设备、无线设备等也会对无线信号产生干扰，影响网络的稳定性和性能。这些问题不仅会降低用户的网络体验，还会对智能建筑系统的正常运行造成影响。

### （二）针对挑战的解决方案

面对无线局域网在智能建筑应用中的挑战，我们可以从以下几个方面入手，制定相应的解决方案。

（1）加强网络安全防护：首先，我们需要建立完善的网络安全防护体系，包括设置访问控制、加密传输、安全审计等措施，确保网络不被非法入侵和攻击。其次，我们需要对智能设备和系统进行安全加固，提高设备的安全性和稳定性。此外，我们还需要加强对用户的网络安全教育，提高用户的安全意识，避免由于用户操作不当而导致的安全风险。具体而言，我们可以采用



WPA3等先进的无线网络安全协议，对无线局域网进行加密和身份验证，防止未经授权的访问和攻击<sup>[6]</sup>。同时，我们还可以利用防火墙、入侵检测等安全设备和技术手段，对无线局域网进行实时监控和防护，确保网络的安全稳定运行。

（2）优化信号覆盖与减少干扰：针对无线信号覆盖与干扰问题，我们可以采取以下措施进行优化；首先，我们需要对建筑物的结构和布局进行深入了解，合理规划无线接入点的位置和数量，确保无线信号能够覆盖到建筑物的每个角落。同时，我们还可以采用高增益天线、信号放大器等设备和技术手段，提高无线信号的传输距离和覆盖范围。其次，我们需要对建筑物内的电磁设备和无线设备进行合理规划和布局，减少它们对无线信号的干扰。例如，我们可以将无线接入点放置在距离电磁设备较远的位置，或者采用屏蔽材料减少电磁辐射对无线信号的影响。最后，我们还可以利用无线局域网优化技术，如信道选择、功率控制等，进一步提高无线网络的性能和稳定性。这些技术可以根据网络的实际情况动态调整信道和功率等参数，确保无线网络在复杂环境下仍然能够保持高效稳定的运行<sup>[6]</sup>。

综上所述，无线局域网在智能建筑应用中面临着网络安全和信号覆盖与干扰等挑战。通过加强网络安全防护和优化信号覆盖与减少干扰等措施，我们可以有效应对这些挑战，为智能建筑提供更加高效、稳定、安全的网络服务。

## 五、成功案例分析

### （一）案例1：某办公楼无线局域网建设项目

在某办公楼的无线局域网建设项目中，通过采用先进的 WiFi 技术和优化的接入点布局方案，成功实现了办公楼内的无线网络全覆盖。同时，通过与楼宇自动化系统的集成，实现了对空调、照明等设备的智能控制和管理。该项目不仅提高了员工的工作效率和舒适度，还降低了能源消耗和维护成本。

### （二）案例2：某住宅小区智能家居系统建设项目

在某住宅小区的智能家居系统建设项目中，通过采用无线局域网技术和智能家居设备，实现了对家电、安防等设备的远程控制和智能管理。居民可以通过手机 APP 随时随地控制家中的电器设备、查看家庭安防监控视频等。该项目不仅提高了居民的生活品质，还促进了社区的安全和谐。

## 参考文献：

- [1] 刘善良. 人工智能新技术在智能建筑中的应用研究 [J]. 佛山陶瓷, 2023, 33(5):74-76.
- [2] 魏雯. 智能建筑物联网技术的体系构架 [J]. 电子技术与软件工程, 2019(11): 8.
- [3] 王晓晓, 袁晓辉, 高丹丹. BIM 技术在绿色智能建筑结构设计中的应用 [J]. 佛山陶瓷, 2023,33(7):57-59.
- [4] 本刊编辑部, 张杰, 李晓春. 双碳背景下智能化技术助力建筑行业高质量发展 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2021,(09):5.
- [5] 智能建筑技术将重塑设施管理领域 [J]. 建材技术与应用, 2023,(04):33.
- [6] 龙丽芳. 智能化技术助力建筑工程造价专业改革与优化研究 [J]. 吉林农业科技学院学报, 2023,32(6):105-109.
- [7] 李仁杰. 浅谈智能建筑新技术和建筑节能 [J]. 四川建材, 2021,47(9):6-7.
- [8] 姜淑梅. 基于 AI 的智能建筑控制系统设计与优化 [J]. 电子技术, 2023,52(9):406-407.
- [9] 李卓, 熊美廷, 张琪, 等. 现代建筑工程中的智能建筑技术初探 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(12):139-140.
- [10] 陈岳飞, 王理, 喻准, 等. 融合型智能控制技术研究与应用 [J]. 计量科学与技术, 2023,67(6):29-36,21.

## 六、未来发展趋势预测

### （一）更高的传输速率与更低的延迟

随着 5G、6G 等新一代通信技术的不断发展，无线局域网在智能建筑中的传输速率将得到显著提升，延迟将进一步降低。这将使得无线局域网能够更好地支持高清视频传输、实时数据监控等应用，满足智能建筑对高速、低延迟网络通信的需求。

### （二）更广泛的物联网连接

无线局域网将与其他物联网技术更加紧密地结合，形成更加完善的物联网生态系统。通过与 ZigBee、LoRa 等低功耗物联网技术的融合，无线局域网将能够支持更多种类的物联网设备接入，实现更加广泛的物联网连接<sup>[7]</sup>。这将为智能建筑提供更加丰富的数据资源和更加智能的管理控制手段。

### （三）更加安全的无线通信环境

随着网络安全威胁的不断增加，无线局域网在智能建筑中的安全性将受到更加重视。未来，无线局域网将采用更加先进的加密技术、认证机制和访问控制策略，以提高数据传输的安全性<sup>[8]</sup>。同时，还将加强对无线信号的监测和防护，防止非法用户的接入和攻击<sup>[9]</sup>。

### （四）智能化管理与优化

无线局域网在智能建筑中的应用将更加注重智能化管理与优化。通过采用大数据分析、人工智能等技术手段，可以实时监测网络运行状态、分析网络流量和用户需求，实现无线网络的智能化管理与优化<sup>[10]</sup>。这将有助于提高网络性能、降低运行成本，并为用户提供更加优质的服务体验。

## 七、结论

无线局域网在智能建筑中的应用具有广阔的前景和巨大的潜力。通过不断创新技术、克服障碍，无线局域网将能够更广泛深入地服务于智能建筑行业。未来，随着新一代通信技术的不断发展和物联网技术的广泛应用，无线局域网将在智能建筑中扮演更加重要的角色，为智能建筑的发展提供强有力的支持。同时，我们也应该关注无线局域网在智能建筑应用中的安全性和稳定性问题，并采取有效的措施加以保障。

# 装配式建筑工程检测关键技术研究

姚娜娜, 马洪生

武汉中和工程技术有限公司, 湖北 武汉 430312

**摘 要 :** 本文先概述了装配式建筑的定义、分类、优势与挑战, 强调了装配式建筑质量检测的重要性。接着, 详细介绍了装配式建筑工程检测技术, 包括检测技术概述和分类。文章还分别对装配式钢结构、外围护系统、设备与管线系统以及装饰装修系统的检测方法进行了阐述。

**关 键 词 :** 装配式建筑; 检测技术; 钢结构; 外围护系统

## Research on Key Technologies for Inspection of Prefabricated Construction Projects

Yao Nana, Ma Hongsheng

Wuhan Zhonghe Engineering Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430312

**Abstract :** This article first outlines the definition, classification, advantages, and challenges of prefabricated buildings, emphasizing the importance of quality inspection in prefabricated buildings. Next, a detailed introduction was given to the inspection technology for prefabricated construction projects, including an overview and classification of inspection techniques. The article also elaborates on the testing methods for prefabricated steel structures, peripheral protection systems, equipment and pipeline systems, and decoration systems.

**Keywords :** prefabricated building; testing technology; steel structure; peripheral protection system

## 引言

随着我国建筑业的快速发展, 装配式建筑作为一种新型的建筑方式, 逐渐成为行业关注的焦点。装配式建筑以其高效、环保、节能等优点, 正逐步改变着传统建筑模式。然而, 装配式建筑在推广过程中也面临着一定的挑战, 如质量保障、技术标准等。为确保装配式建筑的质量安全, 加强工程检测技术的研究与应用具有重要意义。

## 一、装配式建筑概述

随着我国经济的发展, 装配式建筑逐渐进入人们的视野, 它是以预制混凝土构件为主体, 经装配、连接、结合部分现浇而成的混凝土结构, 因其具有区别于传统现浇混凝土效率高、工期短、质量可控的优点, 而成为目前行业发展的趋势<sup>[1]</sup>。

### (一) 装配式建筑定义及分类

装配式建筑, 简而言之, 是一种在工厂预制部品部件, 现场进行组装的建筑方式。它将建筑分解为若干标准化、模块化的部品, 通过工业化生产, 实现建筑的快速、高效、环保建设。按照预制程度的不同, 装配式建筑可分为全装配式、部分装配式和混合装配式三类。全装配式建筑几乎所有的构件均在工厂预制完成, 现场只需进行拼装; 部分装配式建筑则结合了预制和现浇两种工艺; 混合装配式则是将预制构件与现场施工相结合<sup>[2]</sup>。

### (二) 装配式建筑优势与挑战

装配式建筑以其高效的生产流程、缩短的建造周期、降低的现场施工量、提升的建造质量以及优化的环保特性, 展现出显著

的优势。尽管如此, 它也遭遇了一系列挑战, 包括设计的标准化程度不足、运输与安装成本偏高、市场供需不均衡, 以及技术规范与标准体系的不完备。应对这些挑战, 需要行业内外的协同合作, 通过技术革新和管理提升, 逐步突破困境。

### (三) 装配式建筑质量检测的重要性

质量是建筑的生命线, 对于装配式建筑而言, 质量检测显得尤为重要。由于预制构件的生产与安装环节分离, 质量控制的难度相对增加。有效的质量检测不仅能够确保预制构件的出厂质量, 还能保障现场组装后的整体建筑质量。此外, 质量检测对于提升装配式建筑的市场信任度、推动行业健康发展具有不可替代的作用。因此, 建立健全装配式建筑质量检测体系, 是当前建筑行业亟须解决的问题。

## 二、装配式建筑工程检测技术

在装配式建筑的快速推进中, 确保建筑质量的关键在于全面而精准地检测技术。

### （一）检测技术概述

装配式住宅建筑的检测技术，是对建筑的结构系统、外围护系统、设备与管线系统、装饰装修系统等关键组成部分进行细致入微地检验和评估。这些技术的运用，不仅能够及时发现和纠正生产及施工中的质量问题，还能够为建筑的长期性能和居住安全提供有力保障<sup>[9]</sup>。检测技术的精准性和全面性，直接关系到装配式建筑的整体质量和使用寿命。

### （二）检测技术分类

1. 结构系统检测：在装配式建筑中，结构系统的稳定性是其核心所在。为确保建筑的安全性，检测工作涵盖多个方面：预制构件的尺寸精度，确保其符合设计要求；材料性能的验证，包括强度等关键指标；接着是连接节点的质量检查，这关系到结构整体的稳固性；此外，还需评估结构整体的承载力和抗震性能。通过无损检测技术、加载试验等手段，我们可以全面评估结构系统在设计使用周期内的安全性和可靠性。

2. 外围护系统检测：外围护系统作为建筑抵御外界环境因素的关键屏障，其性能至关重要。检测工作重点在于外墙板的保温隔热性能、气密性、水密性以及耐久性等方面。利用热工性能测试、风雨模拟试验等方法，我们可以全面评估外围护系统的综合性能，确保其能够有效隔绝外界不利因素，保持室内环境的舒适。

3. 设备与管线系统检测：设备与管线系统的正常运行是建筑功能实现的基础。检测工作涉及给排水、电气、暖通等设施的安装质量和运行状态。包括但不限于管道的压力测试、电气系统的绝缘性能测试、通风系统的风量测试等，旨在确保这些系统在运行中既高效又安全，满足建筑的使用需求<sup>[14]</sup>。

4. 装饰装修系统检测：装饰装修系统的质量直接影响到室内环境的质量和美观。检测内容主要包括饰面材料的物理性能、化学稳定性、环保性能以及室内空气质量等。通过取样检测、现场观察等手段，我们不仅能够保障装修效果的美观和谐，还能确保使用者的健康不受装修材料中可能存在的有害物质影响。

## 三、装配式钢结构检测

装配式钢结构以其优越的抗震性能、快速的施工周期和可回收性，在建筑行业中占据重要地位。

### （一）射线检测方法

为确保检测的准确性与安全性，便携式 X 射线探伤仪的最大管电压应不低于 300kV，以确保足够的穿透力，同时控制器的最长延迟开启时间应不少于 90 秒，以便提供充分的安全操作时间。此外，X 射线胶片成像法的现场检测应在灌浆作业完成至少 7 天后进行，以保障检测结果的可靠性。

在进行检测前，必须对检测仪器的状态进行全面检查，并详细记录以下信息：工程名称、楼号、楼层、套筒所在构件的编号、套筒的具体位置、检测人员的资质及个人信息等，以确保检测记录的完整性和可追溯性<sup>[15]</sup>。

运用 X 射线成像法检测套筒灌浆饱满度时，须遵守以下专业

规范：图像接收装置与便携式 X 射线探伤仪应分别放置于预制构件的相对两侧，确保图像接收装置紧贴构件，射线源正对被测套筒，且射线源与接收装置的距离满足测试要求；控制器与 X 射线探伤仪的连接线长度须符合安全标准，管电压、管电流和曝光时间等参数应根据试验结果预先设置；控制器的延迟开启时间应保证检测人员能在曝光前安全撤离；曝光完成后，控制器应自动停止测量。检测完成后，应对结果进行专业评定，并在必要时采用局部破损法对结果进行校核。

### （二）构件涂装层检测

在执行目测检查时，需仔细观察表面涂层的状况，确保其表面光滑，无任何脱皮、返锈现象，并且涂层应均匀一致，不存在皱皮或气泡等缺陷。对于薄涂型防火涂料，其涂层裂纹的宽度不得超过 0.5mm；而对于厚涂型防火涂料，裂纹宽度则不得超过 1mm。这些检查将通过目测结合尺量方法进行。此外，涂层的附着力是衡量其质量的重要指标，必须确保至少有 70% 的涂层保持完整，不脱落。在涂层厚度的测量上，室外涂层的厚度应达到 150 $\mu$ m，而室内涂层则为 125 $\mu$ m，允许的偏差为  $\pm 25\mu$ m。为了准确测量涂层厚度，将使用涂层测厚仪在五个不同位置进行检测，并计算其平均值。对于厚涂型防火涂料，还需确保至少 80% 的涂层面积达到规定的厚度标准，同时在所有测量点中，最薄处的涂层厚度不得小于设计厚度的 85%。

### （三）连接焊缝检测

在装配式建筑的焊缝检测中，以下项目需严格按照标准执行：先通过目测并结合低倍放大镜检查外观，确保无裂纹、咬边、根部收缩、弧坑、电弧擦伤等缺陷，必要时使用磁粉探伤或渗透探伤辅助检测。之后，依据标准，使用焊接检验尺检测焊缝的长度、焊脚尺寸和焊缝余高<sup>[16]</sup>。对于对接焊缝，除了外观检查，还需关注接头不良、表面夹渣、焊缝饱满程度、表面气孔和腐蚀程度等问题。此外，焊缝内部质量的检测，包括裂缝、夹层、杂质等，需遵循《焊缝无损检测技术、检测等级和评定》标准进行超声波检测。

## 四、外围护系统检测

外围护系统是装配式建筑的重要组成部分，它不仅影响着建筑的外观，更是决定建筑能效和室内环境质量的关键因素。

### （一）外墙面板检测

预制外墙在入库前，需严格审查其质量证明文件，确保其满足相关标准要求。同时，现场检测亦不可忽视，涵盖了一系列关键环节：先对外观进行全面检查，识别裂缝、破损等缺陷；之后，对内部结构进行细致的微观分析，以揭示潜在的内部问题；然后，对预制构件的位置与尺寸偏差进行精确测量，以确保构件的尺寸精度；接着，评估构件是否存在变形，这对于构件的整体稳定性至关重要；此外，还需对填充材料的质量进行严格检验，以及与主体结构的连接牢固性；最终，对接缝处的密封胶进行细致检查，以确保其密封性能符合标准<sup>[17]</sup>。

### （二）外门窗检测

外门窗作为建筑物的外围护结构，其性能直接关系到建筑的



舒适度、节能效果和安全性。气密性的检测至关重要，它确保了门窗在关闭状态下能够有效隔绝外界气流，防止室内外空气交换造成的能量损失。检测过程中，需采用专业的气密性测试设备，按照规定的测试程序进行，以确保结果的准确性。水密性的检测同样不可或缺，它验证了门窗在遇到雨水侵袭时能否保持内部干燥。通过模拟不同强度降雨的实验条件，检测门窗在风雨作用下的防水能力，确保其在恶劣天气中也能发挥保护作用。抗风压性能的检测则是对门窗在强风环境下的稳固性进行评估。检测时，需模拟不同风速下的风压，检验门窗结构是否能够承受相应的压力，防止因风力过大而导致的损坏。传热系数的测定是评估门窗保温隔热性能的重要指标。通过测量门窗材料的热传导能力，可以判断其在保温节能方面的表现，这对于建筑的能源消耗有着直接的影响。

对于外门窗的防水性能，必须进行现场淋水试验，以最直观的方式验证其防水效果。该试验应严格遵循行业标准，通过模拟实际降雨情况，对门窗进行全方位的喷淋，确保无水渗漏现象发生。

## 五、设备与管线系统检测

设备与管线系统是装配式建筑内部的重要组成部分，它们直接关系到建筑的实用功能、舒适性和安全性。在装配式建筑的检测过程中，对于给排水、电气、暖通空调和燃气系统进行全面细致的检查是至关重要的。以下是这些系统检测内容的综合概述：

给排水系统检测包括检查管道连接是否牢固、无泄漏，管道布局是否合理，给水压力是否满足要求，以及排水系统是否畅通<sup>[9]</sup>。电气系统检测着重于导线连接的牢固性和绝缘情况，保护措施的完善性，电压和电流的稳定性，以及系统容量的评估。暖通空调系统检测涉及管道密封性、风机性能和温湿度控制能力的检查。燃气系统检测则关注管道安装的规范性、燃气压力的稳定性以及安全装置的灵敏性和有效性。这些检测确保了装配式建筑的安全、舒适和高效运行。

## 六、装饰装修系统检测

装饰装修系统是装配式建筑内外空间的最后修饰，它不仅关系到建筑的美观，还直接影响到使用者的健康和舒适度。在装配式建筑的装饰装修系统中，为确保材料质量和室内环境安全，以下是对饰面材料、涂料壁纸、地板地毯、门窗套踢脚线、室内空气质量 and 整体装修效果的检测内容的综合概述：

饰面材料的检测涉及材料的外观、尺寸、强度是否符合标准，化学性能包括耐酸碱性、耐腐蚀性，以及环保性能的检测，如挥发性有机化合物（VOC）含量的测定<sup>[9]</sup>。涂料和壁纸的检测关注涂料的遮盖力、附着力、耐洗刷性、耐水性，以及壁纸的色泽、图案一致性、粘贴强度和耐久性。地板和地毯的检测包括地板材质的检测，如实木地板的木材种类、耐磨层厚度，复合地板的耐磨性、防潮性，以及地毯的绒头密度、抗静电性、阻燃性。门窗套和踢脚线的检测则侧重于尺寸精确性、形状符合设计要求，以及材料和工艺的质量。室内空气质量检测是检测甲醛、总挥发性有机化合物（TVOC）、苯、氨、放射性氡等有害物质的含量，确保不超过国家标准限值。整体装修效果检测则是对装修风格、色彩搭配和细部处理的综合评估，以确认装修成果是否符合设计意图和业主需求，达到美观、健康、耐用的标准<sup>[10]</sup>。

## 结束语

随着装配式建筑技术的进步，质量检测变得尤为重要。全面探讨了装配式建筑的各个层面，从基本概念、类型、优势与挑战，到检测技术和应用，以保障建筑的质量与安全。每个环节的严格把控都是对品质的承诺和对安全的负责。展望未来，装配式建筑将凭借其高效、环保、节能的特点，继续推动建筑行业前行。检测技术作为质量保障的核心，也将持续创新以适应行业需求。

## 参考文献

- [1] 孟立基. 浅析装配式建筑施工质量管理措施 [J]. 砖瓦, 2023, (07): 94-96. DOI: 10.16001/j.cnki.1001-6945.2023.07.036.
- [2] 潘泳龙, 代朋, 林景辉, 等. 预制装配式建筑外墙板接缝质量现场检测技术分析 [J]. 工程技术研究, 2023, 8(15): 140-142. DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2023.15.046.
- [3] 陈乘. BIM 技术在装配式建筑工程管理中的碰撞检测与冲突解决 [J]. 工程与建设, 2023, 37(05): 1582-1584.
- [4] 李俊杰, 于伯和. 装配式混凝土结构质量检测与验收技术的探究 [J]. 中国建材科技, 2023, 32(05): 105-107.
- [5] 玉剑兵. 装配式建筑钢结构无损检测技术研究 [J]. 江西建材, 2023, (03): 102-103.
- [6] 王青. 基于 BIM 技术的绿色装配式建筑构建质量检测方法 [J]. 安阳工学院学报, 2023, 22(02): 83-87. DOI: 10.19329/j.cnki.1673-2928.2023.02.016.
- [7] 王磊, 田坤, 高润东. 装配式混凝土建筑防水设计、施工与检测研究进展 [J]. 建筑科技, 2023, 7(01): 17-19.
- [8] 徐栋. 装配式混凝土结构建筑质量检测技术的发展 [J]. 安徽建筑, 2022, 29(11): 179-180. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2022.11.073.
- [9] 杨君奕, 李成真. 装配式建筑灌浆套筒现场饱满性检测方法分析 [J]. 四川建材, 2022, 48(11): 35-36+41.
- [10] 汤军儒. 超高层全钢结构装配式建筑施工技术 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49(10): 43-45.



# 建设工程招标投标与合同管理措施

李润瑞

南京长江都市建筑设计股份有限公司，江苏 南京 210002

**摘 要：** 招投标作为建设工程项目的开端，对其开展高质量招投标管理、合同管理，对于后续项目实施质量、建设目标的落实有着关键的影响。本文从事建设工程招标投标与合同管理措施的探讨，旨在为我国建设工程企业提供技术借鉴、参考价值，使其在深度明确招标投标、合同管理对于建设工程价值的基础上，制定招投标阶段科学、有效的整体管理方案，为建设工程项目后期的顺利、高质量实施保驾护航。

**关 键 词：** 建设工程；招标投标；合同管理；数字化管理；投标人信用评价

## Construction Project Bidding And Contract Management Measures

Li Runrui

Nanjing Changjiang Urban Architecture Design Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210002

**Abstract：** As the beginning of construction projects, bidding and tendering have a crucial impact on the implementation of high-quality bidding and contract management, which affects the quality of subsequent project implementation and the implementation of construction goals. This article explores the bidding and contract management measures for construction projects, aiming to provide technical reference and reference value for Chinese construction enterprises. Based on a deep understanding of the value of bidding and contract management for construction projects, they can develop a scientific and effective overall management plan for the bidding and tendering stage, and safeguard the smooth and high-quality implementation of construction projects in the later stage.

**Keywords：** construction project; tendering and bidding; contract management; digital management; bidder credit evaluation

在建设工程项目的实施过程中，招投标与合同管理作为实施项目设计、施工之前的两个关键环节，对项目的成功与否、经济目标的落实有着深远影响。招标投标过程，决定了项目承包方的质量，而合同管理则旨在确保各方在项目实施过程中严格遵守协议、保障项目质量、控制成本以及项目时间进度的有效性。故而，开展建设工程招标投标与合同管理措施研究，是提升建设工程项目整体质量，保障项目顺利实施、落实建设目标的高度必要研究行为。

### 一、建设工程招标投标与合同管理对项目整体的影响

#### （一）招标投标管理的影响

就建设工程项目而言，高质量的招投标管理，其影响主要体现在选择优质承包方、价格合理性以及对建设市场行为的规范作用。

首先，招投标过程通过公开、公平、公正竞争机制的落实，能够有效选择技术实力雄厚、管理经验丰富、行业口碑与市场信誉良好的承包方。其次，有效的招投标管理，有助于形成合理的市场价格，通过充分的市场竞争机制，可有效抑制面向建设工程项目招标投标期间的一系列不正当竞争、腐败行为，确保项目成本透明性、合理性，避免因承包方随意报价而导致项目超支亦或是后续质量问题。最后，招投标管理，有助于真正落实招投标机制，对建设市场行为起到规范作用，通过严肃的资格审查、评标程序执行，将有效地排除资质不足、技术低下承包方、原材料单位，避免其进入市场，自宏观推动整体行业水平提升。

#### （二）合同管理的影响

合同管理，直接影响着建筑工程项目的风险管理、质量控

制、成本控制、进度管理、法律保障。其一，合同管理是建筑工程项目后期实施阶段重要保障。通过详细的合同条款，可高度明确各参建单位权利、义务、责任，减少因合同条款不清、责任不明而引发的各类争议与纠纷，有效降低项目运行风险。其二，合同条款中，通常会明确项目质量标准、验收要求，确保承包方在施工过程中必须严格按照设计标准、施工规范开展作业，确保项目质量达到预期设计要求。其三，合同管理阶段，基于预算审批、变更管理、费用审核等管理条款的明确，将有效控制项目成本。其四，项目合同作为建设工程项目的重要法律文件，受到法律法规保护，可通过法律手段保障各方在参与项目建设阶段的合法权益，同时规范各方的行为，为项目的顺利实施提供强有力法律依据，促使项目有效规避法律风险<sup>[1]</sup>。

### 二、建设工程招投标与合同管理措施

#### （一）招投标管理措施

1. 加强招标代理机构与评标委员会的行为规范管理  
建设工程项目招投标管理期间，应加强招投标代理机构与评

标委员会的行为规范管理,从而保证招标投标工作、评标结果的公正性、公开性。

一方面,建设单位应加强招标代理机构的约束与管理。第一,建设单位需严格执行招标代理机构资质审查机制,通过对招标代理机构企业信息、行业口碑、过往承接项目信息的调查,确保其具备相应专业能力、良好市场信誉,同时对机构实施动态管理,对不符合标准的机构及时进行清理。在此基础上,同招标代理机构签订具体明确的代理合同,规定代理机构具体职责、权利、义务,结合法律法规严格设定违约条款,确保其行为符合合同约定。第二,建设单位需要要求招标代理机构定期进行从业人员智能素养培训,提升其专业素质、法律意识,确保其熟悉相关法律法规和行业规范。同时,建设单位应建立科学的绩效评价体系,对招标代理机构的服务质量、工作效率、职业道德等方面进行综合性考评,将评估结果作为选择、续约招标代理机构主要依据。具体可参照表1进行招标代理机构评价:

表1 建设工程项目招标代理机构评价指标体系

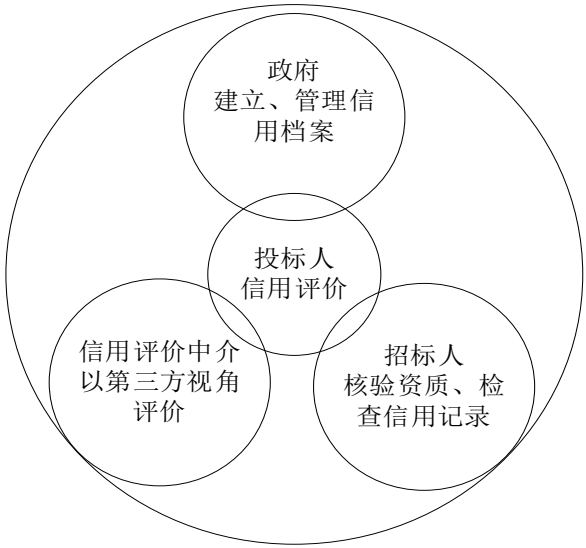
| 方向   | 指标        | 考核方法                       | 方向   | 指标      | 考核方法                     |
|------|-----------|----------------------------|------|---------|--------------------------|
| 服务质量 | 投标文件编制准确性 | 检查编制文件的完整性和准确性,由业主及第三方专家审查 | 运作效率 | 招标时间控制  | 统计招标流程各环节时间消耗,是否符合计划进度   |
|      | 投标答疑响应速度  | 统计投标问题答疑的响应时间和解决效率         |      | 文件提交及时性 | 检查各类文件提交的及时性,拟定标准时限      |
|      | 客户满意度     | 通过问卷调查或电话回访收集客户反馈          |      | 投标人参与数量 | 统计每次招标的投标人数量,以显示招标吸引力    |
|      | 合同履行情况    | 检查合同履行过程中的违约情况,客户投诉处理情况    |      | 中标率     | 统计有效投标文件的数量以及项目中标率       |
| 职业道德 | 廉洁自律      | 进行内部审计及外部监督,调查有无违规现象       | 专业水平 | 资质认证情况  | 检查是否具备必要的行业资质认证          |
|      | 公正性       | 统计有无评标舞弊或利益输送情况,检查其记录      |      | 专业培训    | 统计员工参加专业培训和继续教育的次数       |
|      | 法规遵守情况    | 检查招标代理机构在招标过程中对相关法律法规的遵守情况 |      | 行业经验    | 评估招标代理机构及其员工的从业年限和经验     |
|      | 报告可信度     | 评估其编制的评标报告是否真实、完整和准确       |      | 技术能力    | 评估其使用的信息系统、招标平台及技术手段的先进性 |

另一方面,建设单位应加强评标委员会行为监管,落实独立性保障、专家随机抽取、保密措施强化、全过程监督记录四大机

制。第一,建设单位必须确保评标委员会成员具有高度独立性、公正性,避免存在利益冲突。评标成员参与评标前,必须签署利益冲突声明,任何与投标企业存在利益关联的人士需杜绝其参与评标活动。第二,建设单位应从专家库中以随机的形式抽取评标委员会成员,避免人情评标、有预谋串通行为发生。第三,落实保密措施强化要求,即严格保密评标过程中一切信息,评标结束前,委员会成员不得对外泄露任何评标信息,评标结束后需立即归还所有评标资料。第四,严格落实评标全过程监督,形成评标过程录像、记录文件,以供审计部门后续开展核查工作<sup>[2]</sup>。

2. 严格开展投标人信用评价

为确保建设工程项目招投标的规范性、合法性,建设单位围绕投标人信用管理,应建立政府、信用评价中介机构、招标单位“三位一体”的投标人信用管理体系,如图1:



> 图1 基于政府、中介与招标单位的“三位一体”信用评价体系

如图1所示,首先,政府在投标人信用评价体系下,建立并管理投标人的信用档案,确保档案的持续更新、维护。信用档案,需覆盖投标人基本信息、资质证书、过往项目履约情况、违法违规记录、其他相关信用信息。此类档案,不仅能够为建设工程项目招标过程提供权威参考依据,亦可全面增强投标人自律意识。这一过程中,政府可依照《招标投标管理办法》《建筑业企业资质管理规定》等相关法律法规文件要求,制定、实施严格的政策与标准,以确保所有建设工程项目投标人在招标过程中公平性、透明性。

其次,信用评价中介机构在体系中作为独立第三方机构,旨在投标人信用评价期间发挥客观、公正评价作用。在应用专业知识、技术手段期间,中介机构应站在独立视角对投标人信用进行全面、深入评估,包括企业财务状况、履约能力、项目管理水平、技术水平、历史信用记录等,从而以第三方视角评价结果,为招标人提供更为全面的决策依据,有效规避评价过程中可能存在的一系列利益冲突风险。

最后,招标人作为直接受益者以及建设工程项目责任主体,投标人信用评价体系运作期间,需负责核验投标人资质证书,确保其符合投标项目的要求。此外,招标人还应检查投标人信用记

录,通过政府提供信用档案、中介机构提供评价报告形式全面了解投标人信用状况,且应特别关注潜在投标人是否有虚假申报、履约能力不足、严重违约记录等问题<sup>[3]</sup>。

### (二) 合同管理

面向建设工程项目的合同管理,为真正发挥合同面向后期项目实施阶段的约束、管制功效,应围绕合同审核下的公平化、客观真实性、规范化开展严格管理,同时推行数字化合同管理手段,或合理引入第三方合同咨询公司,提升建设工程项目合同规范性、真实性、公平性。

#### 1. 加强合同审查

对于合同审查的加强,其一,建设单位需设立专门合同审查团队,由法律顾问、项目管理专家、财务人员联合组建多专业合同审查团队,基于跨学科团队配置确保各个领域的专业意见得到充分考虑,提高合同全面性、科学性。其二,严格引入合同模板和标准条款,即合同制定过程中,应采用行业内通用的合同模板、标准条款,减少合同撰写时间与成本,同时确保合同条款规范性、一致性。对于模板之外特别条款,审查团队应重点关注、审查,确保其内容合理、公平。其三,在实现投标方信用评价基础上,需高度明确合同条款中的责任分配、风险管理,即合同中需详细规定各方权利义务责任分配,同时合同内需设置合理风险管理机制,例如约定违约赔偿条款、纠纷解决机制,确保项目实施阶段遇到各项问题有章可循,有据可依。其四,制定多轮合同审查与反馈机制。合同正式签署前,审查团队应进行多轮审查、修改。每轮审查后,各方应充分讨论、提出合同修改意见并记录在案。最终,经过多次迭代,形成双方、多方均可接受的合同文本<sup>[4]</sup>。

#### 2. 推行数字化合同管理手段

推行数字化合同管理手段,是促进建设工程项目合同管理水平的重要手段。目前,市面上已流通大量面向合同管理的软件,以万科集团万翼签合同管理系统为例,借助电子签名技术、实名认证服务以及数字证书,使双方签署的电子文件具备法律效力,根据签约文件不同采取差异化的签约方式,实现安全性和便捷性统一,提高签约效率与降低签约成本。作为专门面向项目管理的软件,集团成员项目单位可基于万翼签云平台进行项目全周期的合同高效管理。其一,万翼签云平台具备全面的合同创建、编辑功能、甲乙双方电子加密签章,项目单位可软件平台创建标准化合同模板,简化合同撰写过程同时还确保合同条款规范性、一致性。其二,万翼签云平台支持合同文档的集中云存储,项目单位可借助其强大的文档管理功能,将建设工程项目相关联的所有合

同文件在一个集中云平台上进行存储、分类,根据合同类型、状态、相关项目等多个维度进行检索,提高文档查找、管理的效率。其三,集团成员项目单位可基于万翼签云平台进行合同状态跟踪,设置关键节点与里程碑后,集团成员项目单位可实时跟踪合同的执行情况,且软件会自动发送提醒通知,确保各方在约定时间内完成合同内列举的各项任务,规避各方出现违约风险。其四,万翼签云平台支持多方协同、审批流程。集团成员项目单位可让项目各参建单位通过平台在线协同工作,共同审查合同条款且进行修订,同时运用软件所提供的审批流程管理工具,确保每一步操作均有章可循,提升合同审查、签署效率。

#### 3. 合理引入第三方咨询审计公司

合理引入第三方咨询审计公司,可通过发挥第三方公司的专业性、灵活性,实现建设工程项目合同高质量管理。首先,同第三方公司建立沟通反馈机制。合作过程中,双方应联合建立有效的沟通渠道、反馈机制,定期召开协调会议,及时解决合同管理中发现的问题。可设立专门沟通渠道,如BIM协同平台、微信群组或企业信息化平台等,确保信息畅通、多渠道信息传输,避免因信息不对称而导致误解或是决策失误。其次,以第三方公司独立专项监督检查为契机,以查促改,以查促建,以查促管。持续推进检查成果转化,指导督促建立健全工作机制和管理制度,明晰工作职责,强化监督制约,防范、化解合同与法律风险,扎实推动合同管理工作走深走实,使合同管理工作更加规范,监督效能进一步提升,防范风险能力得到巩固,确保合同台账、文档管理、合同查询、合同终止、合同归档等环节不出差漏,从而全面提升合同条款合法性、精准性以及合同实施的规范性,为促进公司合法、合规经营提供坚实的保障<sup>[5]</sup>。

### 结语

总行分析,本文对建设工程招投标与合同管理措施进行详细探讨,深度阐释了建设工程项目招投标管理、合同管理对于工程项目的影 响,并面向招投标管理提出加强招标代理机构、委员会的行为规范管理以及“三位一体”的投标人信用评价体系。对于合同管理,则提出了加强合同审查、推行数字化合同管理以及严格开展合同管理相关机构监督的建议。将本文成果应用于实际项目招投标阶段管理,可切实提升承包商质量,并为后续建设工程项目的高质量实施提供有效保障,同时一定程度规范建设工程项目市场各类参与方的规范性,将低质量企业排除在市场之外,为我国建设工程领域可持续发展起到良好推动。

### 参考文献

- [1] 郝俊. BIM技术在建设工程招投标中的运用[J]. 居业, 2023,(08):10-13.
- [2] 王琳. 工程建设招标投标管理研究[J]. 工程与建设, 2023,37(03):1060-1064.
- [3] 马雪琴. 在工程建设招标投标管理中开展信息化建设的作用[J]. 大众标准化, 2023,(08):178-180.
- [4] 蔡宏凯. 浅析建设工程招标投标与合同管理关系[J]. 全面腐蚀控制, 2020,34(11):84-86.
- [5] 王晓蕊. 建设工程招标投标与合同管理的关系[J]. 居业, 2020,(04):173-174.

# 异形曲面种植屋面固土施工技术研究

陶璐

中南建筑设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430000

**摘 要：** 种植屋面作为一种有效的节能环保措施，越来越受到人们的重视，它不但具有保温、隔热、改善气候环境、净化空气的作用，还能增加城市绿化面积，美化居住环境。但异形曲面的绿化对土体基质的防滑措施提出了更高的要求，成为屋面绿化施工技术的一项难题，限制了我国城市建筑屋顶绿化化的应用。为提高异形曲面种植屋面的牢固性和稳定性，本研究结合杭衢高铁衢州西站综合交通枢纽屋顶绿化施工为背景，参考种植坡屋面防滑措施和原理，通过拉结带、挡土板和主体结构预埋钢筋作为主要受力支撑构件，利用铺设防滑网格等技术防止土体滑坡，制定了一套能有效解决屋顶绿化土体流失和滑坡失稳的施工方 案，为在多种形式的屋面实现绿化提供参考和借鉴。

**关 键 词：** 异形曲面；种植屋面；施工；防滑；固土

## Research on Soil Consolidation Construction Technology for Irregular Curved Planting Roofs

Tao Lu

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

**Abstract：** Planting roofs, as an effective energy-saving and environmental protection measure, is receiving increasing attention from people. It not only has the functions of insulation, thermal insulation, improving climate environment, and purifying air, but also increases urban green area and beautifies living environment. However, the greening of irregular surfaces has raised higher requirements for anti slip measures of soil matrix, which has become a difficult problem in roof greening construction technology and limited the application of roof greening in urban buildings in China. In order to improve the firmness and stability of the irregular curved planting roof, this study combines the roof greening construction of the Quzhou West Station comprehensive transportation hub of the Hangzhou Quzhou high-speed railway as the background, and refers to the anti slip measures and principles of planting slope roofs. By using tie belts, retaining plates, and embedded steel bars in the main structure as the main load-bearing support components, and using techniques such as laying anti slip grids to prevent soil landslides, a set of effective construction plans has been developed to solve the soil loss and landslide instability of roof greening, providing reference and inspiration for achieving greening on various forms of roofs.

**Keywords：** irregular surface; planting roofs; construction; non-slip; solidify soil

### 引言

屋顶绿化早在几百年前就已出现，挪威人为了增强建筑的保温隔热效果，在屋顶上覆盖卵石和土壤来种植块状草皮或小树苗，这种做法持续了几百年，才逐渐被现代材料与技术替代<sup>[1]</sup>。随着城市化进程的不断深入，城市中建筑用地日趋紧张，能源过度消耗，绿化面积缩小，居住环境质量日趋恶化。种植坡面屋顶作为一种有效的节能环保措施，在城市生态环境的改善、节能等方面表现优异<sup>[2]</sup>。例如，巨人网络集团公司上海总部的建筑主体建立在一座大型人工湖湖畔，部分悬挑于湖面上，建筑主体的绿化屋顶随着景观平面的起伏进行折叠，一直向上延伸到办公区。连续的坡屋顶在景观间穿插，动感十足，宛如湖边蜿蜒曲折的坡地，延续了周边的景观带，并与建筑进行了紧密的联系<sup>[3]</sup>。

绿化屋顶构造层一般可分为植被层、基质土层、过滤层、排蓄水层、保护层、隔离层、阻根防水层、普通防水层、找平层、结构层等几种构造层<sup>[4-5]</sup>。构造层可根据实际情况和不同构造材料的选择进行适当增减，根据实际选用材料的不同，构造层荷载

也会有较大差距。复杂的层次结构和坡度对坡屋顶绿化设计的防滑措施提出了更高的要求<sup>[6-7]</sup>。实践中针对不同的构造层可采取不同防滑措施，例如针对植被层所采取的措施包括①通过选择根系相对较深的品种或有强附着力的藤本植物等；②采用塑料网、金属网等固定植物生长层，进行植物根系加固；针对基质土层采取的措施有：①挡板类防滑：通过防滑结构的纵横向交错布置或单横向布置等方式来划分覆土面积，分散受力，进而防止基质土层下滑；②网、垫固定防滑：基质土表面用纤维网、草坪垫等进行覆盖、围合，或是在基 质土中水平向加入防滑网，利用防滑网垫对基质土层进行表面加固或分层加固防滑；③模块单元防滑：基质土放置进预先准备好的容器（编织袋、塑料容器、空心砖 等）内，在坡屋顶上排列固定，从而起到较好地防滑效果。但此时需要重视对防水层和结构层的保护。不同构造层的功能和材料各异，因而针对性的防滑措施各不相同<sup>[8-9]</sup>。

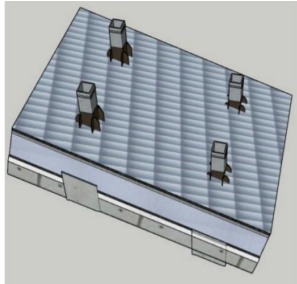
尽管坡屋面绿化设计取得了较大进步，为适用不同体量和功能的建筑奠定了良好的理论基础，其应用优势也有目共睹<sup>[10]</sup>。但复杂的多层次结构和防滑措施对实际施工提出挑战，因而，有必





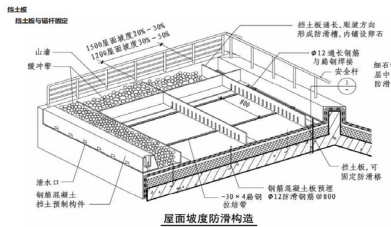
(3) 找平完成后铺设渗排水板,用于下渗水的收集与导流,如图3。

(4) 渗排水板铺设完毕后,上覆土工布一层,起到过滤及稳固作用,如图4。



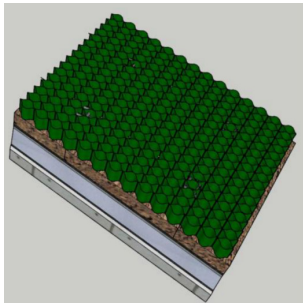
> 图4土工布安装示意图

(5) 在两个锚杆之设置挡土板,用以拦截技术支撑层内自由土,防止其沿坡度下滑,挡土板固定安装示意图如图5



> 图5屋面坡度防滑构造示意图

(6) 技术支撑层内可用以穿水电管线。  
(7) 技术支撑层内土壤铺设完成后,开始安装土工格室,如图6。



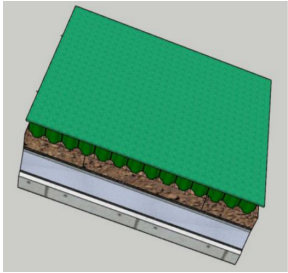
> 图6土工格室安装示意图

(8) 土工格是通过拉结筋及锚杆固定防止下滑,锚杆则与主体结构相连接。

(9) 拉结筋与锚杆相连接。

(10) 土工格室安装固定完成后开始上土。

(11) 土壤铺设完成后上覆三维植被网,用以减小水土流失并稳固草坪根系。



> 图7三维植被网安装示意图

(12) 三维植被网完成后喷播草籽,如图7。

注意事项:

- (1) 建筑处理完成后表面渗排水板满铺处理。
- (2) 锚杆穿防水处需要加强处理,以保证建筑防水的严密性。
- (3) 技术支撑层内,为保证土壤不滑落,使用挡土板进行拦截,挡土板与锚杆需要连接稳定。
- (4) 挡土板允许一定弧度的柔性变形。
- (5) 土工格室根据不同坡度选择不同的格室大小(厂家配合)
- (6) 铺设土工格室时避开锚杆,使锚杆在土工格室中间穿出,避免打断格室。
- (7) 土工格室的安装需由厂家深化设计并指导安装。
- (8) 钢绞线与格室连接处需使用专用卡件固定。
- (9) 表面覆土需要在土工格室之上进行超铺处理,但总体需保证草坡顺滑、平整。

## 四、结束语

杭衢高铁衢州西站综合交通枢纽及配套项目采用的《异形曲面种植屋面固土施工方法》,有效解决了种植土在异形曲面种植屋面固土施工的技术难题,保证了项目种植土在异形曲面种植屋面固土施工的质量止水效果,确保工程的顺利实施,对类似工程具有很好的技术指导作用。

## 参考文献:

[1] Rosenlund, H. "The History and Culture of Turf Roofs." Nordic Architecture Press, 2015.  
[2] 王庆. 屋顶花园设计与适宜技术 [D]. 重庆: 重庆大学, 2007.  
[3] 赵定国. 屋顶绿化及轻型平屋顶绿化技术 [J]. 中国建筑防水, 2004(04): 17-19.  
[4] 王伟. 《绿色建筑技术》[M], 中国建筑工业出版社, 2020年.  
[5] 李海英, 白玉星, 高建岭. 屋顶绿化的建筑设计案例 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 123.  
[6] 马秀英, 唐鸣放. 坡屋顶绿化的设计与技术. 西部人居环境学刊, 2014, 29(1): 108-112.  
[7] 王天. 种植屋面的构造与层次 [J]. 中国建筑防水, 2002, 19(1): 27-29.  
[8] 李伶, 李翔. 德国威达种植屋面系统技术剖析 [J]. 新型建筑材料, 2007, 34(10): 13-15.  
[9] 王国辉. 郑州市屋顶绿化调查与分析 [D]. 内蒙古农业大学, 2013.  
[10] 李海英, 白玉星, 高建岭. 屋顶绿化的建筑设计案例 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 123.

# 绿色建筑设计中自然采光优化方法研究

赵延庆

山西汇坤建筑工程有限公司, 山西 忻州 034000

**摘 要：** 本研究聚焦绿色建筑设计中自然采光优化方法。旨在利用自然光源降低能耗、提升室内环境质量。分析现状，指出挑战与不足，提出建筑朝向优化、材料选择等设计策略。实际案例验证策略有效性，展望发展前景。结果表明，合理自然采光设计可提升节能效果与居住舒适度，为绿色建筑可持续发展提供重要支持。

**关 键 词：** 自然采光；绿色建筑；节能设计；光导技术；环境质量

## Study On The Optimization Method Of Natural Lighting In Green Building Design

Zhao Yanqing

Shanxi Huikun Construction Engineering Co., LTD., Xinzhou, Shanxi 034000

**Abstract：** This study focuses on the optimization method of natural lighting in green building design. It aims to use natural light sources to reduce energy consumption and improve the indoor environment quality. Analyzes the current situation, points out the challenges and deficiencies, and puts forward the design strategies such as building orientation optimization and material selection. Practical cases verify the effectiveness of the strategy and prospect the development prospect. The results show that the reasonable natural lighting design can improve the energy saving effect and living comfort, and provide important support for the sustainable development of green buildings.

**Keywords：** natural lighting; green building; energy-saving design; light guidance technology; environmental quality

### 引言

全球气候变化和能源危机下，绿色建筑设计受重视，自然采光是重要部分，可降低能耗、改善室内环境。但实际应用面临诸多挑战。本研究探讨科学合理设计策略，最大化利用自然光线，实现节能目标与提升室内质量。分析现有研究和实际案例，提出优化方法并展望未来发展前景，为绿色建筑发展提供支持。

### 一、自然采光在绿色建筑中的应用现状

自然采光在绿色建筑中的应用现状，已然逐步成为建筑设计领域至关重要的研究方向，伴随全球环境问题的不断加剧，建筑能耗问题备受瞩目，而自然采光作为一种兼具节能环保特性的设计手段，正日益受到众多设计师的青睐有加。于现代建筑设计之中，自然采光的应用绝非仅仅局限于简单的窗户设计，其还广泛涉及建筑布局、材料选择以及光导技术等诸多方面。实施合理的建筑朝向设计，能够最大限度地利用自然光线，进而减少对人工照明的依赖程度，在城市高密度区域，设计师通常会采取增加建筑物透光率和反射率的方式来提升采光效率，诸如采用大面积的玻璃幕墙、透光顶棚以及光井等设计手法，以此实现室内光线的均匀分布。

在绿色建筑当中，自然采光设计并不仅仅局限于视觉层面上

的明亮之感，而更为注重光线的质量以及其对室内环境所产生的影响，相关研究表明，适宜的自然采光能够切实有效地提高建筑物的能源效率，减少冷暖气系统的使用频次，从而降低整体能耗水平。自然光线的引入还能够对室内温度和湿度起到调节作用，改善空气质量状况，提升居住者的舒适度以及健康水平，自然采光设计的科学性与合理性在绿色建筑之中显得格外重要，在实际应用层面，自然采光技术亦呈现出多样化的发展态势。光导管、反射板等新型采光技术逐渐被应用于建筑设计领域，这些技术能够将自然光引导至建筑内部的深处位置，有效解决了传统采光方式在高层以及密集建筑中所存在的局限性问题，借助计算机仿真技术，设计师能够在建筑设计的早期阶段对采光效果进行精确模拟，进而优化设计方案，确保自然光的利用达到最为理想的效果。

目前，在国内，绿色建筑中的自然采光应用确实存在一



定的局限性，此局限性主要表现为在设计阶段的考量不够充分以及施工过程中存在技术障碍，伴随绿色建筑标准的持续完善，自然采光在建筑设计中的地位必将进一步得到提升。在未来，自然采光技术有望在更多不同类型的建筑中得以推广和应用，进而成为推动绿色建筑发展的重要因素之一。

## 二、自然采光优化中面临的挑战与不足

在自然采光的优化进程中，建筑设计师以及工程师们面临着诸多挑战与不足，尽管自然采光有助于降低能耗，并且能够提升室内环境质量，然而在实际应用当中，优化这一过程绝非易事，建筑物所处的地理位置以及周围环境对自然采光有着极为显著的影响。密集的城市建筑、树木、山丘等外部遮挡物，常常会致使自然光的引入受到限制，进而使得设计师需要在空间布局以及建筑形态方面进行复杂的调整，以确保光线能够切实有效地进入室内，建筑物内部的结构以及功能布局同样对自然采光产生了不小的制约。不同的功能区域对于光线的需求各不相同，如何在满足各个区域光线需求的同时，避免光污染以及不均匀照明，乃是设计中的难点所在，在办公区域，过多的自然光可能会导致眩光问题，而在住宅区则需要考虑光线的柔和度与舒适性。在设计过程当中，必须对各方面需求进行平衡，合理分配采光点、优化光线路径等手段，来解决这些潜在的问题。

自然采光的优化同样受到建筑材料以及技术手段的限制，尽管光导管、反射板等新技术确实能够有效改善采光效果，然而在实际应用当中，这些技术的成本、安装难度以及维护的复杂度都对它们的推广产生了影响，众多建筑材料在透光性能与隔热性能之间存在矛盾，如何挑选合适的材料以实现最佳采光效果依旧是一个挑战。特别是在气候条件变化较大的地区，采光系统的耐久性与适应性也需要予以特别关注。

设计与施工中的协同问题亦是自然采光优化中的一大不足，在建筑设计的早期阶段，常常缺乏对自然采光的全盘考量，从而导致后期施工时出现问题，甚至需要重新调整设计方案。这种缺乏全局视角的设计思路，不但增加了项目的成本以及时间，也使得自然采光的效果大打折扣，在施工阶段，如何精准实现设计中的采光方案，确保光线在实际应用中达到预期效果，也考验着施工团队的技术水平与执行力，尽管自然采光优化面临诸多挑战与不足，但是随着技术的进步以及设计理念的革新，这些问题有望逐步得到解决。

## 三、提升自然采光效果的设计策略

为了提升自然采光效果，设计策略必须从建筑整体布局、材料选择、技术应用等多个角度进行全面考量。建筑物的朝向乃是影响自然采光的关键因素之一，合理的朝向设计能够最大化地利用日照时间，将光线充分引入室内。设计师在进行建筑规划之时，应充分考虑光线在一天中不同时间段的变化情况，科学的朝向选择，实现光线的最大化利用，窗户的设计与布局同样是提升

自然采光效果的重要手段，大面积的窗户设计能够增加光线进入室内的数量，然而需要注意的是，过大的窗户面积可能会导致过多的热量进入，从而增加建筑物的冷却负担。可以结合适当的遮阳装置，诸如遮阳板、百叶窗等，调节进入的光线强度和角度，既保证光线充足，又控制热量的过度流入，窗户的高度、宽度以及形状也需要根据具体的光线需求进行优化设计，以确保光线能够有效分布在室内各个区域。

在材料选择方面，透光性能极为优异的建筑材料能够显著提升自然采光效果，使用高透光率的玻璃能够增强光线的穿透能力，配合具有反射功能的内墙涂料，能够将光线进一步扩散至室内的各个角落，从而形成均匀的采光效果。光导管等新型技术的应用，也能够将自然光引导至建筑物的深层空间，进而解决传统采光设计在高层建筑或密集城区中所存在的局限性，光井的设计是另一个有效提升采光效果的策略。设置光井，建筑物内部的深处空间也能够获得足够的自然光照，光井不仅可以垂直引入光线，还能够反射将光线导入难以触及的区域，这种设计在多层建筑中尤其重要，能够有效弥补光线分布不均的问题，提升整体采光效果。

合理的内部布局同样对自然采光效果有着重要影响，在设计过程中，可以调整内部空间的功能分区，将采光需求高的区域布置在光线充足的位置，而采光需求较低的区域则可以安排在相对光线较弱的地方，这样的布局能够有效地利用自然光，减少对人工照明的依赖。开放式的空间设计也有助于光线的自由流通，使光线能够覆盖更多的室内区域，提升整体的采光效果，这些设计策略，自然采光的效果得到了显著提升，这不仅有助于节能环保，还能为居住者创造更为舒适、健康的生活环境。

## 四、自然采光优化成功案例分析

在自然采光优化的实践当中，一些成功的建筑项目为行业提供了有力的参考，这些案例充分展示了如何科学的设计手段以及技术应用，实现自然采光的最大化，并且有效改善室内环境质量。在某办公楼项目中，设计团队针对建筑物的独特地理位置以及周边环境，采用了一系列创新的采光策略，建筑物整体呈现出流线型设计，极大地减少了周围高层建筑的遮挡影响，使得自然光能够顺利地进入室内。在窗户设计方面，选择了大面积的高透光玻璃，同时搭配可调节的百叶窗，从而灵活地控制进入室内的光线强度，为了进一步增强光线的分布效果，建筑物内部采用了反射涂层，将自然光有效地反射至深处空间，保证各个功能区都能够获得充足的光照。

另一个住宅项目设置多个光井，成功地将自然光引入建筑内部深处区域，这些光井不但垂直传导光线，还利用反射面将光线扩散至周围区域，进而形成均匀的光照效果，这个设计不仅提升了整个建筑的采光效率，还增强了室内空间的通透感，使得居住者在享受明亮环境的同时，也获得了更为舒适的居住体验，对光井的优化设计，这一项目大幅减少了人工照明的使用，进一步降低了能源消耗。



在一个大型公共建筑中，自然采光的优化更是得到了全面应用，该项目利用建筑物独特的弧形屋顶设计，将光线引导至主要公共区域，并天窗将光线自然扩散至整个空间，这种设计不仅提升了公共区域的亮度，还创造了一个温暖而富有生气的环境氛围。项目中还引入了光导管技术，将光线引导至建筑物内部的会议室和走廊，确保这些相对封闭的空间也能够享受到自然光照的好处，合理的光线引导和分配，整个建筑内的自然采光效果达到了理想状态。这些成功的案例展示了自然采光优化在不同类型建筑中的多样应用和显著效果。针对性的设计和技术的应用，不仅实现了节能目标，还显著提升了室内环境的质量和使用体验，这样的成功经验为未来的建筑设计提供了宝贵的借鉴，使得自然采光在绿色建筑中的应用得到了更广泛的认可和推广。

## 五、自然采光在绿色建筑未来发展的前景

随着绿色建筑理念的不断深入，自然采光在未来建筑设计中的发展前景愈发广阔，伴随科技的进步以及设计手段的多样化，自然采光的应用将逐步突破传统的设计局限，朝着更加智能化、个性化以及高效化的方向迈进。在未来的绿色建筑中，自然采光将不仅仅是一种节能手段，而是建筑整体设计中不可或缺的一部分，建筑设计师们将会更加注重将自然采光与建筑结构、功能布局以及美学效果相结合，创造出既具备功能性又具观赏性的空间。新型建筑材料的研发和应用，将为自然采光设计提供更多的选择，这些材料不仅具有更高的透光率，还能够有效地控制光线的散射和反射，使室内光线分布更加均匀。随着智能建筑技术的推广，自动化采光控制系统将被广泛应用，实时调节窗户、遮阳装置等设施，动态优化室内采光效果，以适应不同的使用需求和外部光照条件。

在建筑能源管理中，自然采光将扮演更为重要的角色，与其他节能技术的集成，诸如光伏发电和智能照明控制，建筑物将能够最大限度地利用自然资源，减少对传统能源的依赖，自然采光不仅将助力降低建筑物的能源消耗，还将促进建筑环境的可持续发展，减少碳排放，响应全球环境保护的号召。未来的城市规划也将更加关注自然采光的整体布局，特别是在高密度城市中，如何合理配置建筑物的位置和高度，以实现自然光的最大化利用，将成为一个重要课题，合理规划，城市中的每一栋建筑都能够在不影响周边环境的情况下，充分利用自然光线，提升城市整体的能效和居住质量。

随着人们对健康和舒适度要求的不断提高，自然采光在改善室内环境质量方面的作用将更加突出，研究表明，充足的自然光照对人类生理和心理健康有着显著影响，未来建筑设计将更加关注如何自然采光提升居住者的生活体验，这不仅涉及采光设计，还包括光线的颜色、强度和方向等多方面因素。自然采光在绿色建筑中的未来发展，预示着建筑设计将朝着更加人性化、生态化的方向演进，技术创新和设计理念的不断进步，自然采光将在未来的绿色建筑中发挥更为核心的作用，推动整个建筑行业向更加可持续和智能化的方向迈进。

## 结语

本研究深入探讨自然采光在绿色建筑中的优化方法，总结现状、挑战与不足，提出设计策略，成功案例显示，合理自然采光可提升节能效果、改善室内环境及居住舒适度与健康水平。未来，随着技术进步与理念创新，自然采光将在绿色建筑中发挥核心作用，推动建筑行业迈向可持续与智能化，持续研究实践，助力绿色建筑实现低碳环保与人性化居住目标。

## 参考文献：

- [1] 陈志明. 自然采光在绿色建筑中的应用研究 [J]. 建筑科学, 2020, 36(4): 12-18.
- [2] 刘晓东. 绿色建筑中的自然采光优化策略 [J]. 建筑节能, 2019, 48(5): 22-28.
- [3] 李文君. 光导管技术在高层建筑自然采光中的应用 [J]. 城市建设, 2021, 42(7): 30-35.
- [4] 王雪梅. 自然采光与室内环境质量的关系研究 [J]. 建筑技术, 2022, 39(6): 45-50.
- [5] 赵鹏飞. 基于智能控制的自然采光系统优化 [J]. 建筑环境, 2018, 33(3): 50-56.
- [6] 孙丽萍. 自然采光在城市高密度区域建筑中的应用 [J]. 城市规划, 2020, 28(2): 14-20.
- [7] 韩宇. 绿色建筑中的采光设计与能源管理 [J]. 建筑与节能, 2019, 25(4): 18-24.
- [8] 黄婷婷. 自然采光技术的应用与展望 [J]. 建筑研究, 2021, 31(5): 11-17.
- [9] 吴建华. 现代建筑中自然采光优化设计分析 [J]. 建筑设计, 2022, 40(3): 34-40.
- [10] 林建国. 光井技术在绿色建筑中的应用探讨 [J]. 环境建筑, 2020, 18(1): 27-32.

# 超低能耗建筑设计的隔热材料选择与应用

吴敏

中国十七冶集团有限公司设计研究院, 江苏 南京 210000

**摘 要：** 本论文探讨了隔热材料在超低能耗建筑设计中的选择与应用。通过分析当前建筑行业的现状，识别现有的挑战和问题，提出相应的解决方法。结合笔者主持的实际案例，展示了隔热材料在降低建筑能耗、提高室内舒适度方面的效果。最后，展望了未来隔热材料的发展趋势及其在超低能耗建筑设计中的潜力。本研究旨在为建筑师和工程师提供参考，推动超低能耗建筑的推广和发展。

**关 键 词：** 超低能耗建筑；隔热材料；建筑设计；节能；绿色建筑

## Selection And Application Of Insulation Materials For Ultra-Low Energy Building Design

Wu Min

Design and Research Institute of China 17th Metallurgical Group Corporation Limited, Nanjing , Jiangsu 210000

**Abstract：** This paper explores the selection and application of insulation materials in the design of ultra-low energy buildings. By analyzing the current situation of the construction industry, identifying existing challenges and problems, and proposing corresponding solutions. Based on the actual case hosted by the author, the effectiveness of insulation materials in reducing building energy consumption and improving indoor comfort was demonstrated. Finally, the future development trend of insulation materials and their potential in ultra-low energy building design were discussed. This study aims to provide reference for architects and engineers, and promote the promotion and development of ultra-low energy buildings.

**Keywords：** ultra-low energy buildings; thermal insulation materials; architectural design; energy saving; green building

### 引言

随着全球能源危机和环境问题的日益严重，建筑能耗已成为能源消耗的主要来源之一。传统建筑设计在节能和环保方面存在诸多不足，无法满足现代社会对可持续发展的需求。伴随着我国“双碳”政策的提出，超低能耗建筑设计也应运而生，成为建筑行业的未来发展方向。隔热材料作为超低能耗建筑设计中的关键组成部分，能够有效减少建筑能耗，提升室内环境质量。然而，隔热材料的选择和应用在实际操作中仍面临许多挑战。

### 一、建筑能耗与节能现状

建筑能耗在全球能源消耗中占据重要地位，特别是在城市化进程迅速推进的当今社会，建筑物的能耗问题尤为突出。当前建筑行业普遍存在能源利用效率低、能源浪费严重等问题。在建筑能耗现状方面，数据显示，建筑物的供暖、通风、空调系统（HVAC）是主要的能耗大户，占据建筑总能耗的50%以上。尤其是在冬季和夏季，供暖和制冷需求极大地增加了建筑能耗。这不仅增加了能源成本，也对环境造成了巨大压力。节能设计因此成为建筑设计中的重要环节，其旨在通过各种技术手段和材料选择，最大限度地减少能源消耗，实现可持续发展。

传统建筑设计在材料选择和技术应用上，往往缺乏科学合理的节能措施，导致能耗进一步上升。如：建筑围护结构的保温性

能不佳，窗户的气密性差，建筑物热桥效应明显等问题，都是导致能耗高的主要原因。节能设计的必要性显而易见。通过采用高效节能技术和材料，可以显著降低建筑能耗，提高能源利用效率。具体而言，建筑节能设计包括优化建筑围护结构的热工性能，改进 HVAC 系统的能效，推广应用可再生能源，以及采用智能化控制系统等。

而隔热材料作为节能设计中的关键因素，能够有效减少热量传导，降低建筑物的供暖和制冷需求，从而达到节能的目的。当前的建筑节能设计在实际应用中还面临诸多挑战。例如，隔热材料的选择和应用缺乏完善的标准和规范，导致材料性能和施工质量参差不齐。此外，节能技术和材料的成本较高，限制了其大规模推广应用。因此，需要在技术研发、标准制定、政策支持等方面加大力度，以推动超低能耗建筑的建设和发展。

## 二、隔热材料在建筑设计中的重要性

隔热材料主要是通过减少热传导来降低能耗。隔热材料的优劣直接影响到建筑物的保温性能和能源消耗。因此，选用高性能的隔热材料是实现建筑节能的关键之一。隔热材料的作用主要体现在以下几个方面：隔热材料能够有效减少通过建筑围护结构的热量传导，降低供暖和制冷需求。尤其在极端气候条件下，优质的隔热材料可以显著提升室内环境的舒适度，减少能源消耗。

隔热材料还能延长建筑物的使用寿命，降低维护成本。高性能的隔热材料具有良好的抗老化性能和耐久性，能够在长时间使用中保持优良的隔热效果。此外，隔热材料还可以减少建筑物的碳排放，推动绿色建筑的发展。在实际应用中，隔热材料的选择需要考虑多方面的因素，包括材料的导热系数、密度、吸水率、防火性能等。同时，还需结合建筑物的具体情况，如建筑类型、气候条件、使用功能等，选择最合适的隔热材料。目前市场上常用的隔热材料主要有聚氨酯泡沫、挤塑聚苯板（XPS）、岩棉板等。这些材料各有优缺点，需要根据具体需求进行选择。在隔热材料的应用过程中，还需要注意施工工艺的规范性。

值得注意的是，施工质量直接影响到隔热材料的实际效果，因此需要严格按照施工标准和流程进行操作。同时，应加强对施工人员的培训，增强其专业技能和质量意识，以确保隔热材料的应用效果。尽管隔热材料在建筑节能中具有重要作用，但在实际应用中仍面临诸多挑战。一方面，当前市场上隔热材料种类繁多，性能参差不齐；另一方面，与传统建筑材料不同，隔热材料的成本通常较高，限制了其大规模推广应用。因此，需要在技术研发、标准制定、政策支持等方面加大力度，以推动隔热材料在建筑设计中的普及应用。

## 三、隔热材料选择的原则与标准

隔热材料的选择对于实现建筑节能至关重要。科学合理地选择隔热材料，不仅能够提高建筑物的保温性能，还能延长建筑物的使用寿命，减少能源消耗。选择隔热材料应遵循以下几个原则：隔热性能是选择隔热材料的首要考虑因素。外围护材料的导热系数越低，其隔热性能越好。因此，应优先选择导热系数较低的材料，以确保良好的隔热效果。材料的耐久性也是重要的选择标准。隔热材料需要长期暴露在各种气候条件下，因此其耐久性直接影响到建筑物的使用寿命。应选择具有良好耐久性的材料，确保其在长时间使用中保持优良的隔热效果。此外，材料的环保性也是选择隔热材料的重要考量因素。在当今注重环保的时代，应优先选择环保性能好的材料，减少对环境的影响。

行业标准对于隔热材料的选择具有重要指导意义。当前，国内外都制定了一系列关于隔热材料的标准和规范，这些标准对材料的性能要求、检测方法、应用范围等作出了明确规定。例如，国家标准《建筑绝热材料的性能要求和试验方法》对隔热材料的导热系数、密度、吸水率、防火性能等提出了具体要求；《建筑防火通用规范》对保温材料的防火性能提出了相应要求；此外，《建筑外门

窗气密、水密、抗风压性能分级和检测方法》的规范，也明确了建筑外门窗气密、水密等分级标准和检测方法。建筑设计和施工中应严格遵循这些标准，以确保外围护隔热材料的性能和质量。在隔热材料选择过程中，还需结合建筑物的具体情况进行综合考量。对于寒冷地区的建筑，应选择保温性能较好的材料，以有效减少供暖需求。而对于炎热地区的建筑，则应选择隔热性能较好的材料，以降低制冷需求。此外，不同类型的建筑对隔热材料的要求也不同。住宅建筑、商业建筑、工业建筑等在使用功能、结构特点等方面存在差异，需根据具体需求选择合适的隔热材料。

目前市场上常用的隔热材料主要有聚氨酯泡沫、挤塑聚苯板（XPS）、岩棉板等。这些材料各有优缺点，需要根据具体需求进行选择。例如，聚氨酯泡沫具有优良的隔热性能和耐久性，但成本较高；挤塑聚苯板（XPS）具有良好的隔热性能和防潮性能，但防火性能相对较差；岩棉板具有优良的防火性能和隔热性能，但密度较大，施工较为复杂。因此，在选择隔热材料时，应综合考虑项目情况、材料性能、成本、市场情况和施工难度等因素，选择最适合的材料。

## 四、隔热材料应用中的问题与挑战

尽管隔热材料在建筑节能中具有重要作用，但在实际应用中仍面临诸多问题 and 挑战。市场上隔热材料种类繁多，新产品不断涌现，性能参差不齐，仍缺乏完善的标准和规范。这使得超低能耗建筑设计和施工中难以选择最适合的隔热材料，影响了隔热效果的发挥。不同厂家生产的同一种材料，其性能可能存在较大差异，导致施工质量和隔热效果不稳定。此外，一些低质量的隔热材料在市场上流通，进一步加剧了这一问题。

施工质量是隔热材料应用中的另一个重要挑战。隔热材料的性能在很大程度上依赖于施工质量，而施工质量的控制难度较大。施工过程中，材料的铺设、固定、连接等环节都需要严格按照规范操作，但实际施工中常常存在操作不规范、偷工减料等问题，导致隔热效果不理想。此外，施工人员的专业素养和技能水平参差不齐，也影响了隔热材料的应用效果。因此，加强对施工人员的培训，增强其专业技能和质量意识，是提升隔热材料应用效果的重要措施。隔热材料的成本较高，限制了其大规模推广应用。高性能的隔热材料往往价格较高，增加了建筑成本，特别是在一些经济欠发达地区，建筑业主和开发商难以承受这一额外成本。因此，需要通过政策支持、技术创新等方式，降低隔热材料的成本，促进其广泛应用。政府可以通过财政补贴、税收优惠等措施，鼓励建筑业主和开发商采用高性能的隔热材料。同时，企业可以通过技术创新，开发出性能优良、成本较低的隔热材料，以满足市场需求。

隔热材料的环保性能也是应用中的一大挑战。一些较早出现的传统隔热材料在生产使用过程中可能产生有害物质，对人体健康造成不利影响。随着环保意识的增强，人们对隔热材料的环保性能提出了更高要求。因此，需要加大对环保型隔热材料的研发力度，推广使用环保性能好的材料，以减少对环境的影响。隔热材料在建筑设计中的应用面临诸多问题 and 挑战，需要通过多方面的努力加以解决。



## 五、解决隔热材料应用问题的方法

为了有效解决隔热材料应用中的问题，需要采取多方面的措施。新型材料的开发是解决问题的关键。通过技术创新，开发出性能优良、成本适中的新型隔热材料，可以有效提升隔热效果，降低建筑能耗。例如，纳米隔热材料具有优异的隔热性能和轻质高强的特点，逐渐成为建筑隔热材料的新宠。此外，相变材料也因其温度变化过程中能吸收或释放大容量潜热的特性，成为一种具有广阔应用前景的新型隔热材料。通过不断的材料研发和技术进步，可以为建筑隔热提供更多优质选择。

技术优化也是解决隔热材料应用问题的重要手段。在隔热材料的应用过程中，科学合理的施工工艺和技术手段对隔热效果具有重要影响。加强对隔热材料施工技术研究，制定科学合理的施工规范和操作流程，提高施工质量。如通过优化材料的铺设方式，采用更为先进的固定和连接技术，可以有效提高隔热效果。此外，还应加强对施工人员的培训，增强其专业技能和质量意识，确保施工过程中的每一个环节都能严格按照规范操作。政策支持在推动隔热材料应用中也起着至关重要的作用。政府可以通过制定相关政策法规，鼓励和支持建筑行业采用高性能的隔热材料。例如，通过财政补贴、税收优惠等措施，降低隔热材料的应用成本，吸引更多建筑业主和开发商采用节能环保的隔热材料。同时，政府还可以通过推广示范项目，树立典型案例，宣传隔热材料在建筑节能中的重要作用，提升公众和行业对隔热材料的认识和接受度。

标准制定和行业规范也是解决隔热材料应用问题的重要手段。应加快制定隔热材料的相关标准和规范，明确材料性能要求、检测方法、应用范围等，规范市场秩序，确保材料性能和质量。通过制定统一的标准和规范，可以为超低能耗建筑设计和施工提供科学依据，保障隔热材料的应用效果。推广绿色建筑理念，增强全社会的环保意识，是解决隔热材料应用问题的根本途径。随着环保意识的增强，越来越多的人开始关注建筑能耗和环保问题。通过宣传和教育，提高公众对隔热材料在建筑节能中的重要作用的认识，推动绿色建筑的发展。同时，企业也应承担社会责任，积极研发和推广环保性能好的隔热材料，为节能环保事业作出贡献。解决隔热材料应用中的问题需要多方面的努力。通过新型材料的开发、技术优化、政策支持、标准制定和环保意识的提高，可以有效提升隔热材料的应用效果，推动建筑节能和绿色建筑的发展。

## 六、隔热材料应用案例分析

通过具体案例分析，可以更好地展示隔热材料在建筑设计中的应用效果，并为其他项目提供参考。以下是笔者参与的安徽某超低能耗建筑中隔热材料的应用案例分析。该项目从超低能耗建筑设计的原则出发，以被动式技术 + 主动式技术 + 可再生能源为技术体系，采用了多种性能优异的隔热材料，以提升建筑的保温性能，减少能源消耗。该项目选用了150mm的石墨模塑聚苯板（SEPS）用于墙体保温材料，SEPS具有优异的隔热性能和耐久性，其传热系数为 $0.033\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，能够有效减少热量传导，提

高建筑物的保温效果。屋顶选用石墨模塑聚苯板作为保温层，岩棉板作为防火隔离带，二者结合使用，屋面的传热系数为 $0.19\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，远低于规范 $0.25\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 的限值要求。同时，该项目还采用了硬质聚氨酯断桥铝合金窗框和三玻全氩气低辐射膜玻璃，外加追光遮阳系统，通过设置探头对太阳照射高度位置、方向、太阳光强弱的感应，自动调节遮阳板的遮阳方向、角度、位置和遮阳面积大小，从而达到遮阳的目的，该措施的应用，有效减少了通过窗户的热量损失。此外，对整个建筑整体采用防水透气膜和隔汽膜，保障整个建筑外围的气密性。按照超低能耗建筑被动性 + 主动性措施，通过上述被动性的隔热措施，外加APD4.7的高性能暖通系统、单晶硅双玻光伏发电、空气源热泵热水等主动性措施，将该建筑的供暖和制冷需求显著降低，达到了超低能耗建筑的相关要求。在施工过程中，该项目严格按照设计要求的隔热材料节点大样开展施工的规范操作，确保材料的铺设和固定质量。施工人员经过专业培训，具备较高的施工技能和质量管理意识。在实际使用中反馈良好，室内温度保持稳定，舒适度显著提升。通过数据监测，该超低能耗建筑本体节能率54.49%，综合节能率76.74%，冬季和夏季的室内相对湿度分别控制在30%和60%以内， $\text{PM}_{2.5}$ 值 $\leq 35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，全年累计能源消耗耗冷热量 $17.22\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，建筑能耗综合值 $31.26\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，较传统节能建筑降低了60%以上，达到了预期的能耗降低要求。

通过该案例，可以看出高性能隔热材料在建筑节能中的重要作用。科学合理地选择和应用隔热材料，不仅能够有效提高建筑物的保温性能，减少能源消耗，还能显著提升室内环境的舒适度。未来，应继续推广高性能隔热材料在建筑设计中的应用，推动建筑节能和绿色建筑的发展。

## 结语

隔热材料在超低能耗建筑设计中具有至关重要的作用，通过科学合理地选择和应用隔热材料，可以显著提高建筑物的保温性能，减少能源消耗，提升室内环境的舒适度。尽管在实际应用中面临诸多挑战，但通过新型材料的开发、技术优化、政策支持、标准制定和环保意识的提高，可以有效提升隔热材料的应用效果，推动建筑节能和绿色建筑的发展。本研究通过对当前建筑能耗现状、隔热材料的重要性、选择原则与标准、应用中的问题与挑战、解决方法以及具体案例分析，全面探讨了隔热材料在超低能耗建筑设计中的应用，为行业提供了有价值的参考。

## 参考文献：

- [1] 李明. 隔热材料在建筑节能中的应用研究 [J]. 建筑节能, 2018, 46(3): 45-49.
- [2] 王强. 绿色建筑设计中的隔热材料选择与应用 [J]. 建筑科学, 2019, 54(6): 112-118.
- [3] 张丽. 超低能耗建筑设计中的隔热材料选型与应用 [J]. 建筑技术, 2020, 41(2): 32-36.
- [4] 陈峰. 隔热材料在低能耗建筑中的作用与应用 [J]. 节能与环保, 2021, 38(4): 27-33.
- [5] 刘洋. 隔热材料在现代建筑设计中的应用分析 [J]. 建筑工程, 2022, 49(1): 74-80.
- [6] 黄伟. 高性能隔热材料在建筑节能中的应用探讨 [J]. 建筑节能技术, 2023, 50(5): 85-91.



# 建筑材料性能工程检测方法研究

马洪生, 姚娜

武汉中和工程技术有限公司, 湖北 武汉 430312

**摘要：** 本篇文章详细介绍了建筑材料性能检测的多种方法，包括力学性能检测、物理性能检测、耐久性能检测、防火性能检测等。文章强调了在实际工程中，如何选择合适的检测方法，如何分析检测结果，以及在检测过程中需要注意的问题。文章通过实际案例展示了检测方法在工程中的应用，并强调了样品代表性、设备校准与维护、环境控制和数据分析解释的重要性。

**关键词：** 建筑材料性能检测；力学性能；物理性能；耐久性能；防火性能

## Research on Engineering Testing Methods for Building Material Performance

Ma Hongsheng, Yao Nana

Wuhan Zhonghe Engineering Technology Co., Ltd. Wuhan, Hubei 430312

**Abstract：** This article provides a detailed introduction to various methods for testing the performance of building materials, including mechanical performance testing, physical performance testing, durability performance testing, fire performance testing, etc. The article emphasizes how to choose appropriate testing methods, analyze testing results, and pay attention to issues during the testing process in practical engineering. The article demonstrates the application of detection methods in engineering through practical cases, and emphasizes the importance of sample representativeness, equipment calibration and maintenance, environmental control, and data analysis and interpretation.

**Keywords：** performance testing of building materials; mechanical properties; physical performance; durability performance; fire resistance performance

## 引言

在建筑材料的世界里，性能检测是一项至关重要的任务，它确保了材料的品质与安全性。这一过程不仅关系到建筑物的结构强度和耐久性，还直接影响到使用者的舒适度和建筑的可持续性。通过对建筑材料的性能进行科学检测，可以全面了解材料的特性，从而在实际工程中做出明智的选择。这些环节不仅是材料性能检测的重要组成部分，也是建筑工程质量控制的重要手段。因此，性能检测在建筑材料的世界里扮演着至关重要的角色，它确保了材料的品质与安全性，为建筑物的质量和使用寿命提供了坚实的保障。

## 一、建筑材料力学性能检测方法

力学性能是建筑材料最为关键的属性之一，它直接关系到结构的安全性和可靠性。本章节将详细介绍抗压强度以及弹性模量的测试方法，旨在为工程实践提供一套科学、严谨的操作指南。

### （一）抗压强度测试

该测试的核心在于模拟材料在实际应用中可能遭遇的最大压力，直至其达到破坏点。具体而言，测试原理涉及逐步施加压力，直至材料内部应力无法约束、达到破坏，在此过程中，记录下材料所承受的最大压力值<sup>[1]</sup>。据此，可以计算出材料的抗压强度，这一指标对于评估材料的质量和适用性至关重要。

压力试验机，这是测试过程中的关键设备。试样的制备同样不容忽视，无论是混凝土、砖块还是其他建筑材料，都必须严格按照相关标准进行，确保试样的尺寸和形状达到规定的精度。只

有这样，测试结果才能准确反映材料本身的性能。

在测试步骤方面，先将精心制备的试样安放在压力机的上下压板之间，随后以均匀的速度施加压力，直至试样最终破坏。这一过程不仅要求操作的精确性，还考验着设备的可靠性。记录下的最大压力值，通过简单的数学公式转换，即可得到材料的抗压强度。计算公式为：抗压强度 = 最大压力值 / 试样截面积。

在结果处理环节，必须正视数据的离散性，这是实验科学中的一个普遍现象。为了获得更为可靠的结果，通常需要对多个试样的测试结果进行统计分析，取其平均值作为最终的抗压强度值。

### （二）抗折强度测试

在建筑材料性能检测的领域中，抗折强度是一个关键指标，它直接反映了材料在弯曲负荷下的承载能力<sup>[2]</sup>。这种测试的原理在于模拟材料在实际使用中可能遇到的弯曲应力，通过加载使得

试样中部产生弯曲，直至材料无法承受而断裂。这一过程不仅考验材料的物理属性，也考验其耐久性和使用寿命。为了进行这项测试，通常会使用专业的弯曲试验机。试样的制备通常为条状，其尺寸和形状必须符合相关标准，以确保测试结果的准确性和可比性。

在测试步骤中，将试样放置在支座上，并以规定的速率进行加载，直至试样弯曲抗折破坏。这一过程中，需要精确控制加载的速度和方式，以模拟材料在实际应用中的受力状态。通过记录下试样弯曲抗折破坏时的最大荷载，可以计算出材料的抗折强度。计算公式为：抗折强度 =  $3 \times \text{最大荷载} / 2 \times \text{跨度} \times \text{试样高度}^2$ 。

在结果处理环节，必须正视数据的离散性，这是实验科学中的一个普遍现象。为了获得更为可靠的结果，通常需要对多个试样的测试结果进行统计分析，取其平均值作为最终的抗折强度值。

## 二、建筑材料物理性能检测方法

物理性能检测是评价建筑材料基本属性的重要手段，它关系到材料的使用性能和适用范围。本章节将深入探讨密度的测定、吸水率的评估以及空隙率的分析的检验，旨在为工程技术人员提供一套实用且精准的检测指南。

### （一）密度测试

在建筑材料性能检测中，密度是一个关键的物理参数，它直接反映了材料的致密程度和质量。密度测试的原理是利用材料在液体中的浮力，通过测量材料在液体中的排液量来确定其体积，进而计算出材料的密度<sup>[3]</sup>。这一测试对于评估材料的质量、耐久性和适用性具有重要意义。

为了进行密度测试，需要准备一系列的测试设备，包括电子天平、比重瓶和水槽等。在测试步骤中，先使用电子天平精确称量试样的质量。然后，根据选定的测试方法，测量试样的体积。这可能包括使用比重瓶法、水排法或其他方法。之后，通过简单的公式：密度 = 质量 / 体积，计算出试样的密度。在结果处理环节，为了提高精度，通常需要进行多次测量，并取平均值作为最终的密度值。

### （二）吸水率测试

在建筑材料性能检测中，吸水率是一个关键的参数，它直接反映了材料在水分作用下的性能表现。这一测试的原理是通过浸泡试样于水中，并测量其吸水前后的质量变化，从而评估材料在一定时间内吸收水分的能力。这一指标对于材料在潮湿环境下的使用性能和耐久性具有重要意义。

为了进行吸水率测试，需要准备一系列的测试设备，包括电子天平、水槽和计时器等<sup>[4]</sup>。在测试步骤中，先使用电子天平精确称量试样的质量。然后，将试样浸入水中，保持一定时间。取出试样后，擦去表面水分，再次称重。通过计算吸水前后的质量变化，可以得出试样的吸水率。计算公式为吸水率 =  $[(\text{吸水后质量} - \text{吸水前质量}) / \text{吸水前质量}] \times 100\%$ 。在结果处理环节，为了提高

精度，通常需要进行多次测量，并取平均值作为最终的吸水率。

## 三、建筑材料耐久性能检测方法

耐久性是衡量建筑材料长期使用性能的关键指标，它决定了材料在特定环境条件下的使用寿命。

### （一）冻融循环试验

在建筑材料的领域，性能检测是确保材料质量和安全的关键步骤<sup>[5]</sup>。冻融循环试验是一项核心的测试，旨在模拟材料在自然环境中的极端温度变化，以评估其在严酷条件下的耐久性和抗寒能力。为了进行这项试验，需要专门的设备，如冻融箱和低温冰箱，这些设备能够精确模拟材料可能遭遇的极端温度，确保试验数据的准确性。试样的制备也至关重要，需根据材料类型和标准进行，以确保试样的质量和数量满足统计分析的需求。

试验过程中，试样在冻融箱中按照预设的温度和周期进行冻结和解冻。完成后，检查试样的外观、重量和强度等性能指标的变化，以评估其在冻融循环中的耐久性。结果处理时，通过对比冻融前后的性能指标，可以评估材料的耐冻融性能。在结果处理环节，为了提高精度，通常需要进行多次测量，并取平均值作为最终的耐冻融性能。

### （二）耐腐蚀性测试

在建筑材料性能检测中，耐腐蚀性测试是一个关键环节，它旨在评估材料在化学侵蚀环境中的稳定性和抗蚀性能<sup>[6]</sup>。这一测试的原理在于将试样暴露于特定的腐蚀介质中，观察其在一定时间内的变化，从而评估材料在实际应用中的耐久性和可靠性。为了进行耐腐蚀性测试，需要准备一系列的测试设备，包括腐蚀槽、酸碱度计等。试样必须具有代表性，表面处理干净，无油污，以确保测试结果的准确性和可比性。

在测试步骤中，先将试样浸入腐蚀介质中，并保持一定时间。取出试样后，进行清洗并检查其表面状态。通过测量重量损失、强度下降等指标，可以评估材料的耐腐蚀性。在结果处理环节，需要记录腐蚀程度，并分析腐蚀机理，以便更全面地了解材料的耐腐蚀性能。在结果处理环节，为了提高精度，通常需要进行多次测量，针对性找到耐腐蚀性能突变值、临界值，作为最终的耐腐蚀性能临界值。

### （三）碱骨料反应测试

在建筑材料性能检测中，碱骨料反应测试是一个关键环节，用于评估混凝土中的碱性物质与骨料中的活性硅反应产生的膨胀性，这种反应可能导致混凝土结构的破坏。为了模拟这种反应并评估骨料的潜在活性，采用加速试验的方法。在进行碱骨料反应测试时，应使用专门的测试设备，如碱溶液储存容器和加速试验装置。试样通常是含有待测试骨料的混凝土试块<sup>[7]</sup>。

测试步骤包括将制备好的混凝土试块置于碱溶液中，并在一定温度下进行加速反应。在这个过程中，应定期检查试块的外观和尺寸变化。在结果处理环节，通过测量膨胀率和强度损失等指标，通过多次对比实验、实验数据的处理、找到临界点对应的数据，可以判断骨料的碱活性。

## 四、建筑材料防火性能检测方法

建筑材料的性能不仅限于其结构强度，防火性能同样至关重要。这些性能直接影响建筑物的防火性能和安全性。在建筑材料性能检测中，极限氧指数（LOI）测试是一个关键环节，用于评估材料在氧气中的燃烧性能。这一测试通过调节氧气和氮气的比例，以确定材料能够持续燃烧的最低氧气浓度。燃烧性能测试同样重要，它包括多种方法，检测出在不同燃烧形式下的临界值；如垂直燃烧测试、水平燃烧测试等，用于评估材料在火焰作用下的燃烧特性、火焰蔓延速度和烟雾产生情况<sup>[8]</sup>。这些测试有助于了解材料在火灾中的行为，从而确保建筑的安全性。

在执行上述测试时，应严格遵守相应的国家和行业标准，确保测试结果的准确性和可比性。

## 五、建筑材料性能检测方法在实际工程中的应用

这些检测方法和标准都是根据不同材料特性和需求而设计制定的，在实际操作中需要严格按照标准执行检测程序和要求，以确保材料质量符合要求。同时，在进行材料性能分析时，需要区分不同材料的性能参数，并选择合适的方法和标准进行分析，包括硬度测试、拉伸、弯曲、压缩等物理试验和化学成分分析等<sup>[9]</sup>。

### （一）检测方法的选择与适用性分析

在建筑材料性能检测中，选择合适的检测方法至关重要。这一选择应基于材料的类型、预期的应用环境、工程需求以及相关标准规定。例如，对于户外使用的材料，耐候性测试尤为关键，因为它能评估材料在恶劣气候条件下的长期性能。

不同的材料具有不同的性能特点，因此检测方法的适用性也会有所不同。例如，混凝土结构的耐久性检测可能更加关注冻融循环和碱骨料反应，因为这些因素在寒冷和湿润环境下对混凝土的影响尤为显著。而金属材料的检测则可能更侧重于耐腐蚀性，因为金属材料在接触水分或酸性环境时易发生腐蚀。

### （二）检测结果在工程中的应用案例

#### 1. 案例一：高性能混凝土的应用

在某大型桥梁项目中，工程团队对混凝土的抗压强度和耐久性进行了细致地检测。通过一系列的测试，他们发现高性能混凝土在满足工程需求方面表现出色，因此决定将其作为主要建筑材料。高性能混凝土的使用不仅显著增强了桥梁的承载能力，还

显著延长了其使用寿命，确保了桥梁在极端环境和长时间使用下的稳定性和可靠性。

#### 2. 案例二：隔音材料的选用

在设计一幢高层办公楼时，建筑师和声学专家进行了全面的声学性能检测。通过精确的测试数据，他们发现某些材料具有极高的吸声系数，这使得这些材料成为理想的室内隔音解决方案。最终，这些材料被选中用于办公楼的隔音系统，显著提升了办公环境的舒适度。员工们现在可以在一个更加安静和专注的环境中工作，提高了工作效率和满意度。

### （三）检测过程中应注意的问题

1. 样品的代表性是保证测试结果准确性的基础。所取的样品必须能够充分代表整批材料的质量和性能，以避免因样品偏差导致测试结果失真。这要求样品的采集、制备和保存必须遵循严格的操作规程，确保样品在测试过程中不受污染或损害。

2. 设备的校准与维护是保证测试结果可靠性的关键。检测设备需要定期进行校准，以消除可能存在的误差。同时，设备的日常维护和定期检查也是确保其精确度和稳定性的重要措施<sup>[10]</sup>。只有设备状态良好，才能获得精确的测试数据。

3. 测试环境的控制对于模拟材料在实际使用中的环境条件至关重要。温度、湿度等环境因素会直接影响材料的性能表现，因此在测试过程中必须严格控制环境条件，以保证测试结果的准确性。

4. 对测试结果进行严谨的数据分析和解释是确保其在工程决策中正确应用的关键。数据分析应遵循科学的方法和原则，避免误读或过度解读数据。同时，对结果的解释应结合工程实际需求，为工程决策提供有力的支持。

通过以上四个环节的严格把控，能够为建筑工程提供坚实的数据支持，确保材料的选择和应用符合设计要求。这些环节不仅是材料性能检测的重要组成部分，也是建筑工程质量控制的重要手段。

## 结束语

建筑材料性能检测，这一工程质量的守护者，不仅是一项科学探究，更是每位工程技术人员的必备技能。它承载着建筑的安全、耐用与美观，是现代建筑工程的基石。随着建筑行业的不断发展，新材料与技术的涌现为我们带来了无限可能。但无论如何变化，材料性能的精准检测始终是保障工程质量的核心。

## 参考文献：

- [1] 师建平. 冲击回波法检测装配式建筑套筒灌浆连接接头缺陷及力学性能研究[J]. 工程与建设, 2023, 37(03): 962-964+981.
- [2] 伍浩欣. 建筑保温材料导热系数检测及对围护结构保温性能的影响[J]. 福建建材, 2023, (04): 30-32.
- [3] 谷玲培. 砂浆建筑材料的性能检测与应用研究[J]. 散装水泥, 2023, (01): 182-184.
- [4] 梁晓蕾. 贴膜建材玻璃颜色与光学性能检测的研究[J]. 建材世界, 2022, 43(04): 88-91.
- [5] 万后林. 混凝土材料性能检测及影响因素分析[J]. 住宅与房地产, 2021, (12): 133-134.
- [6] 宣世宏. 建筑材料性能检测课程信息化教学实践与反思[J]. 职业, 2022, (02): 57-59.
- [7] 蒋为. 再生混凝土耐久性能试验[J]. 江西建材, 2021, (10): 38-39.
- [8] 胡一杰. 建筑材料中钢筋物理性能的检测研究[J]. 住宅与房地产, 2021, (19): 138-139.
- [9] 桂祖庭. 建筑电气工程材料的检测与性能分析[J]. 建材发展导向, 2023, 21(16): 43-46.DOI: 10.16673/j.cnki.jcfzdx.2023.0226.
- [10] 许峰伟. 建筑幕墙用密封胶材料物理性能检测技术及改进[J]. 中国建材科技, 2023, 32(03): 95-97

# 地铁应急管理中的人员培训与发展

杨玉西

天津一号线轨道交通运营有限公司，天津 300000

**摘 要：** 本文探讨了中国地铁应急管理培训与发展问题，分析了现有培训体系的不足，如培训内容与实际需求脱节，缺乏有效的评价体系，以及不明确的人员发展机制。针对这些问题，提出了完善培训体系、优化内容与方法、建立评价体系和明确人员发展机制的建议。这些策略旨在提高应急管理人员的专业能力，确保地铁安全运营，促进城市公共交通系统的发展。

**关 键 词：** 地铁应急管理；人员培训；发展机制；培训体系；培训内容

## Personnel Training and Development in Subway Emergency Management

Yang Yuxi

Tianjin Metro Line 1 Operation Co., Ltd., Tianjin 300000

**Abstract：** This article explores the training and development issues of emergency management personnel in Chinese subways, analyzes the shortcomings of the existing training system, such as the disconnect between training content and actual needs, the lack of an effective evaluation system, and unclear personnel development mechanisms. Suggestions have been put forward to improve the training system, optimize content and methods, establish an evaluation system, and clarify personnel development mechanisms in response to these issues. These strategies aim to enhance the professional capabilities of emergency management personnel, ensure the safe operation of subways, and promote the development of urban public transportation systems.

**Keywords：** subway emergency management; personnel training; development mechanism; training system; training content

## 引言

随着城市化进程的加快，地铁已成为我国许多城市的重要交通工具，每天承载着庞大的乘客流量。地铁的安全运行对于保障市民出行安全和城市交通的顺畅至关重要。然而，地铁系统中存在着各种潜在的风险和隐患，如设备故障、突发事件等，这就需要地铁应急管理团队具备高度的专业能力和素质。因此，地铁应急管理中的人员培训与发展成为一个亟待解决的问题。

## 一、地铁应急管理体系概述

### （一）地铁应急管理的基本概念

地铁应急管理是指在地铁运营过程中，针对突发事件和紧急情况，采取的一系列预防、准备、响应和恢复措施。它包括风险评估、应急预案编制、应急资源配置、应急培训和演练、应急响应和恢复等多个方面。

### （二）地铁应急管理的重要性

地铁运营场所发生突发应急事件后，设备抢险抢修和人员疏散、救援难度大，如果应急处置不当或处置效率低，都将对地铁运营服务和乘客的生命财产安全造成巨大影响。<sup>[1]</sup> 因此，地铁应急管理对于保障乘客安全、维护社会稳定和地铁正常运营具有至关重要的作用。

### （三）地铁应急管理体系的构成

1. 组织架构：明确应急管理的组织架构，包括应急指挥中

心、应急指挥部、救援队伍等，确保在紧急情况下能够迅速启动应急预案，有效组织救援行动。

2. 应急预案：根据地铁运营特点和可能发生的突发事件，制定一套完善的应急预案，包括预防措施、应急响应程序、救援操作指南等。

3. 应急资源：合理配置应急资源，包括人员、设备、物资、资金等，确保在紧急情况下能够迅速投入救援行动。

4. 应急培训与演练：定期开展应急培训和演练，增强员工的应急意识和救援技能，确保在实际应急情况下能够迅速、有效地应对。

5. 信息沟通与协调：建立健全信息沟通与协调机制，确保在紧急情况下能够及时、准确地获取信息，协调各方力量进行救援。

6. 后期恢复与评估：在应急响应结束后，进行后期恢复和评估工作，总结经验教训，完善应急预案，提高应急管理工作水平。



## 二、地铁应急管理中的人员培训与发展现状

### （一）人员培训与发展的重要性

人员培训与在地铁应急管理中具有至关重要的作用。通过对员工进行系统的培训，可以增强他们的应急意识和救援技能，使其在紧急情况下能够迅速、有效地应对；发展机制的明确能够激励员工积极参与应急管理工作，提高整体应急水平；人员的培训与发展有助于构建一支专业化、高素质的应急队伍，为地铁安全运营提供有力保障。

### （二）我国地铁应急管理培训现状

我国地铁应急管理人员培训存在一系列问题，包括缺乏统一的培训标准和教材，导致培训质量不一；培训内容偏重理论知识，缺乏实践操作和技能训练，与实际需求不符；培训方式过于依赖传统的课堂教学，缺少互动性和实效性；以及部分地区和地铁公司对培训投入不足，导致培训频率低，限制了员工应急能力的提升。

### （三）我国地铁应急管理人员的发展现状

我国地铁应急管理人员面临职业发展路径不明确、晋升空间有限的问题，缺乏针对性的激励机制，这些都影响了员工的工作积极性。<sup>[2]</sup>同时，专业化应急人才队伍的培养不足，导致整体应急管理工作水平不高。此外，继续教育机会的缺乏使得员工的应急管理知识和技能更新缓慢，难以应对日益严峻的应急形势。为了提升应急水平并确保地铁的安全运营，我国亟须改进地铁应急管理人员的培训与发展策略。

## 三、地铁应急管理中的人员培训与发展问题分析

### （一）培训体系不完善

我国地铁应急管理人员培训体系的不完善主要体现在以下几个方面：

1. 由于缺乏全国性的统一标准和规范，不同地区和公司的培训质量和内容存在显著差异，这导致了应急管理人员素质和能力的参差不齐。
2. 培训体系未能形成有效的闭环管理，缺乏对培训效果的持续跟踪和评估，使得培训成果难以巩固和提升。
3. 现有的培训体系缺少针对不同岗位和专业背景员工的个性化培训方案，无法满足他们的特定需求，这限制了员工在各自领域的专业成长和应急能力的提高。为了提升应急管理的整体水平，必须对培训体系进行全面的改革和完善。<sup>[3]</sup>

### （二）培训内容与实际需求脱节

目前，我国地铁应急管理人员培训内容过于理论化，实际操作和模拟演练环节不足，这可能导致员工在面临真实紧急情况时无法有效应对。理论与实践的脱节使得员工在培训后难以将所学知识运用到实际工作中，影响了应急管理的效率和效果。

此外，培训内容更新滞后，未能及时反映地铁运营中出现的新问题和新挑战。随着地铁运营环境的变化，新的应急情况不断出现，但培训内容却未能跟上这些变化，导致培训效果不佳。为

了提高应急管理人员的能力，应增加实际操作和模拟演练的比例，并定期更新培训内容，以适应地铁运营中的新情况和新挑战。同时，引入案例分析和现场教学等多元化培训方式，提高培训的互动性和实效性。

### （三）培训效果评价体系不健全

培训效果评价体系的不健全是我国地铁应急管理人员培训中的一大问题。缺乏科学的评价标准和方法，使得培训效果的评价往往依赖于主观判断，而非客观数据。这种评价方式的不科学性导致培训效果的量化变得困难，难以准确地了解员工在培训后的实际能力提升情况。<sup>[4]</sup>

因此，培训的针对性和有效性也受到了影响。为了改善这一状况，需要建立一套科学的培训效果评价体系，采用客观的数据和标准来进行评价，以便更好地指导培训工作，提高培训的质量和效果。

### （四）人员发展机制不明确

地铁应急管理人员的发展机制不明确，缺乏明确的职业晋升路径和职业规划指导，这对员工的长期发展和队伍的稳定性构成了挑战。职业晋升路径的不明晰导致员工缺乏明确的职业发展目标，从而难以激发其学习和提升的动力。此外，由于缺乏对优秀人才的吸引和留住机制，应急管理人员队伍的稳定性不高，这不仅影响了队伍的整体素质，也增加了地铁运营的安全风险。

1. 需要完善培训体系，确保培训内容既涵盖理论知识，也注重实际操作和模拟演练，同时及时更新培训内容，以适应地铁运营中出现的新问题和新挑战。
2. 应优化培训效果评价体系，采用科学的评价标准和方法，确保评价结果的客观性和准确性，从而更好地指导培训工作。<sup>[5]</sup>此外，建立健全的人员发展机制，明确职业晋升路径和职业规划指导，为员工提供清晰的职业发展目标和路径，激发其学习和提升的动力。同时，制定相应的人才吸引和留住机制，提高队伍的稳定性。

通过这些措施，可以全面提升地铁应急管理人员的培训与发展水平，从而提高整体应急水平，保障地铁的安全运营。同时，这也有助于建立一支稳定、专业、高效的应急管理人员队伍，为我国地铁事业的持续发展提供坚实的人才支持。

## 四、地铁应急管理中的人员培训与发展策略

### （一）完善培训体系

1. 为了提高全国地铁系统的应急响应能力，确保乘客安全和财产安全，建议制定全国性的地铁应急管理培训标准和规范。这些标准和规范应涵盖统一的培训大纲和内容，包括紧急情况下的操作程序、人员职责、疏散逃生等方面，以保证各地铁公司能够遵循统一的准则进行培训，提高整体应急处理水平。

2. 为了更有效地提升员工的专业技能和应急处理能力，建议建立一个分层次、分专业的培训体系。这个体系应根据不同岗位和员工的专业背景，提供定制化的培训计划，确保每个员工都能接受到与其职责相匹配的培训。<sup>[6]</sup>这样的体系不仅能够满足员工的

个性化需求，还能够提高培训的效率和质量，从而提升整个地铁系统的运营安全和应急响应能力。

3. 为了确保新员工能够快速适应工作环境，在职员工能够不断提升专业技能，以及管理人员能够有效领导团队，建议设计三套针对性培训课程：新员工基础培训、在职员工在岗培训以及管理人员领导力培训。新员工基础培训应涵盖公司文化、安全规程、基本操作等内容；在岗培训应根据员工的工作表现和职业发展需求进行技能提升；领导力培训则应专注于管理技能、团队建设、决策制定等方面，以培养具备卓越领导力的管理团队。

## （二）优化培训内容与方法

1. 为了确保培训内容的实用性和针对性，应结合地铁运营的实际情况定期更新培训内容。这包括增加更多实际操作和模拟演练环节，使员工能够在真实或模拟的环境中学习和掌握必要的技能。通过这种实践导向的培训方法，员工能够更好地理解理论知识，提高在紧急情况下迅速反应和有效处理问题的能力，从而提升整个地铁系统的运营安全和效率。

2. 为了提高培训的吸引力和实效性，应采用多元化的培训方法。这些方法包括案例分析、紧急演练、在线学习、实地考察等，能够增强培训的互动性和实效性。案例分析能够帮助员工深入理解复杂情况下的决策过程；紧急演练则能提升员工的应急响应速度和协调能力；在线学习提供灵活的学习时间和空间，便于员工随时更新知识；实地考察则能够让员工亲身体验并理解理论知识在实际工作中的应用。通过结合多种培训手段，可以全面提升员工的综合素质和业务能力。

## （三）建立健全培训效果评价体系

1. 为了确保培训的有效性，应制定科学的培训效果评价标准，涵盖理论知识掌握、实际操作能力、应急响应速度等多个方面。<sup>[7]</sup> 这些评价标准不仅能够帮助公司和员工了解培训成果，还能够为未来的培训计划提供反馈和优化方向。通过定期的评估和验证，可以确保培训内容的适用性和培训效果的持续性，进而提升整个地铁系统的运营安全和服务质量。

2. 为确保培训评价的客观性和全面性，应采用多种评价方式，包括理论考试、实操考核、同行评价和乘客满意度调查等。

这样就可以从不同角度和层面全面评估员工的培训效果，确保评价结果的真实性和准确性。通过这种多维度的评价方法，可以更好地了解员工的培训成果，为未来的培训计划提供有力支持，提升整个地铁系统的运营水平和服务质量。

## （四）明确人员发展机制

1. 制定应急管理人员职业晋升路径，提供清晰的职业发展前景，以激励员工提升能力和动力，优化人才结构。

2. 实施绩效考核，依据员工在应急管理中的表现，实施奖励与晋升，以提升工作动力和效率。

3. 设立职业发展指导机构，提供职业规划和心理咨询，助力员工实现个人职业目标。

## （五）加强培训与发展资源整合

1. 建立统一的培训与发展资源平台，通过有效整合内外部资源，提高资源利用效率，从而助力员工在职业技能和综合素质上的全面成长，同时也为企业的持续发展提供坚实的人才支持和动力。

2. 积极加强与国内外高等院校和科研机构的合作关系，引进前沿的应急管理理念和教学方法，从而提升员工教育和培训的质量与实效性，为企业的长远发展培养高素质的专业人才。

3. 积极鼓励员工投身于行业协会、学术团体等社会活动，通过参与这些平台，员工可以拓宽视野、增进与其他专业人士的交流，学习最新的先进理念，并将所学应用于实践中，从而有效提升自身的专业素养和行业竞争力，为个人和公司的发展创造更多机会。

## 结束语

通过实施完善培训体系、优化培训内容与方法、建立健全培训效果评价体系、明确人员发展机制等策略，可以有效提升地铁应急管理人员的培训质量和水平，为地铁安全运营提供有力保障。这些措施不仅有助于提升地铁应急管理人员的专业素养和应急能力，还可以构建一支稳定、专业、高效的应急管理人员队伍，为我国地铁事业的持续发展提供坚实的人才支持。

## 参考文献

- [1] 侯永朋. 地铁运营突发事件应急处置能力评价研究[J]. 现代城市轨道交通, 2023,(10):120-127.
- [2] 王四维. 成都市地铁应急管理体系存在的问题与对策研究[D]. 四川大学, 2023.DOI:10.27342/d.cnki.gscdu.2023.000550.
- [3] 张向峰, 李娟娟. 首都地铁智慧应急现代化管理体系思考[J]. 互联网周刊, 2023,(17):26-29.
- [4] 孙文彬. 大连地铁突发事件应急管理对策研究[D]. 大连海事大学, 2023.DOI:10.26989/d.cnki.gdlhu.2023.000087.
- [5] 侯伟. 地铁运营应急管理体系构建的策略分析[J]. 运输经理世界, 2022,(07):70-72.
- [6] 郝闪熙. 基于行为决策模型的地铁应急疏散仿真研究[D]. 新疆大学, 2021.DOI:10.27429/d.cnki.gxjdu.2021.000085.
- [7] 冀欣, 王红涛. 地铁应急预案管理系统的应用与研究[J]. 现代城市轨道交通, 2020,(11):31-35.

# 乡镇农业机械化推广及管理分析

丰呈龙

山东省泰安市东平县银山镇人民政府, 山东 泰安 271500

**摘 要：** 乡镇农业经济发展中, 机械设备的普及应用做出了重大的贡献, 如何更进一步展现农业机械设备优势作用, 加强农业机械化推广和管理工作很有必要。目前乡镇地区农业生产中机械设备逐渐得到了广泛应用, 在实际应用中能够极大地提升农业生产效率和效益, 减少人工劳动强度, 保障人员生命安全, 对于推动乡镇农业经济高质量增长具有重要意义。本文主要就乡镇农业机械化推广相关内容进行分析, 并尝试着提出合理有效的推广和管理措施, 期待为实际工作开展带来参考和借鉴。

**关 键 词：** 农业机械化; 推广; 管理; 农业经济; 机械设备

## Analysis of the Promotion and Management of Agricultural Mechanization in Township Areas

Feng Chenglong

Yinshan Town People's Government, Dongping, Tai'an, Shandong 271500

**Abstract:** The popularization and application of mechanical equipment have made significant contributions to the development of rural agricultural economy. It is necessary to further demonstrate the advantages of agricultural mechanical equipment and strengthen the promotion and management of agricultural mechanization. At present, mechanical equipment has gradually been widely used in agricultural production in rural areas. In practical applications, it can greatly improve agricultural production efficiency and benefits, reduce labor intensity, ensure personnel safety, and is of great significance for promoting high-quality growth of rural agricultural economy. This article mainly analyzes the relevant content of promoting agricultural mechanization in rural areas, and attempts to propose reasonable and effective promotion and management measures, hoping to provide reference and inspiration for practical work.

**Keywords:** agricultural mechanization; extension; administration; agricultural economy; mechanical equipment

农业机械设备是农业生产活动中不可或缺的组成部分, 机械化水平高低, 很大程度上决定了生产水平。目前我国农机设备研发力度不断增强, 涌现出很多性能优异、安全可靠的农机设备, 在实际应用中可以有效提升农业生产效率、效益, 但部分乡镇地区由于经济水平不高, 在农业机械化推广及管理工作中还存在很多问题, 导致很多农户对农机设备认知和了解不到位, 阻碍着农业机械化生产与管理。因此, 新时期应充分考虑乡镇农业经济发展现状和要求, 进一步强化农业机械化推广及管理工作, 致力于提升农机设备的普及率, 为农业现代化转型发展做出更大的贡献。

### 一、乡镇农业机械化推广的重要作用

乡镇农业经济持续发展背景下, 大力推动农业机械化推广, 对于推动现代农业转型发展具有重要作用。首先, 农业机械化推广, 广泛应用农业机械设备进行农业生产, 可以显著提高农业生产效率, 降低农民劳动强度。传统农业生产中, 尽管有所应用农机设备, 但设备性能不高, 作业效率偏低。而推广应用农业机械设备, 可以实现农业耕、种、收各环节自动化、半自动化, 切实提升农业生产效率<sup>[1]</sup>。其次, 优化农业生产结构。加强农业机械化推广, 有助于优化农业生产结构, 实现农业生产活动合理、科学。机械化生产方式可以实现农作物种植、管理、收割全过程精

准控制, 提升农产品品质、产量, 更好地满足市场发展需求。再次, 增加农民收入。农业机械化可以降低生产强度和成本, 提高农户收入水平, 创造更大的农业效益。机械化生产方式相较于传统生产方式, 可以减少对劳动力依赖, 实现农药、化肥等资源精准配置利用, 在满足农作物生长需要同时, 有效减少无谓的资源损耗, 降低生产成本, 转化成农民受益, 提高农民生活水平。最后, 推动农业现代化<sup>[2]</sup>。推广农业机械设备, 有助于加快农业生产方式转型升级, 提高农产品科技含量和竞争优势, 进一步提高农产品的国际竞争优势。同时, 农业机械化推广还可以带动农机服务、农机制造和维修等产业发展, 形成完整的产业链, 推动农村经济高质量发展, 全面落实乡村振兴战略。



## 二、乡镇农业机械化推广现存问题分析

乡镇农业机械化推广，在乡镇农业经济增长，提高农业生产效率等方面取得了较为斐然的成果。目前我国农业正处于传统农业朝着现代农业转型发展阶段，国家对此颁布了一系列优惠政策。在此背景下，惠农政策的全面落实，促使农机推广工作稳步推进展开，农机设备购置数量大幅度增加，使得农业生产效率得到了显著提升。结合相关数据了解到，2020年全国农作物耕种收综合机械化率达到了71.25%，相较于2019年增长1.23%。而且大力宣传推广农机技术优势和效益，使得农机设备普及范围逐步延伸拓展，农机设备操作安全性大大提升。但同时，乡镇农业机械化推广工作中还存在很多不足，主要表现在以下几点。

### （一）推广人员队伍结构不合理，专业素养偏低

农业作为乡镇地区经济发展的支柱型产业，农业机械化推广工作成效高低，很大程度上影响到农机设备在农业生产中的应用效果。目前乡镇农业机械化推广工作中，推广人员队伍结构不合理，整体队伍的专业素养偏低。现有推广人员队伍中，很多人员是其他岗位转岗而来，或是非专业渠道聘用，以至于真正了解农业机械化和技术的专业人才较为匮乏，加之推广队伍结构老龄化，缺少诱惑力、年轻的新鲜血液支持。有些推广人员对于农业机械化认知局限于表面缺少深层次的专业知识和实践经验储备，在具体农业机械化推广中难以为农民答疑解惑和技术指导，大大增加了推广难度。受限于资金和资源限制，有些推广人员未能定期参加专业培训，专业知识和技能未能及时更新，自然也无法顺应现代农业发展趋势<sup>[3]</sup>。

### （二）推广形式单一，信息传播不畅通

乡镇农业机械化推广过程中，由于形式较为单一，知识信息传输不畅通，不同程度上影响到乡镇农业机械化推广及应用效果。当前国内有些乡镇地区在乡镇农业机械化推广时，习惯性采用传统的举办讲座、发放传单等形式，即便可以取得一定效果，但在信息时代背景下，此种宣传方式已经无法满足当代农民信息需求，制约着农业机械化知识传播和普及。推广过程中，部分乡镇推广部门和农民之间的信息传输和共享机制不完善，导致很多农民无法获取前沿的农业机械化信息<sup>[4]</sup>。加之部门之间存在信息壁垒，不可避免阻碍着信息的传播和共享。另外，农民的信息接收能力有限，受限于信息获取能力和受教育水平等因素限制，有些农民对于新信息和新技术接收能力有所不足，导致农民无法深入理解和应用这些信息。

### （三）农机设备购置补贴不足，覆盖范围狭窄

对于广大农民而言，农机设备购置需要消耗大量资金，国家所实施的农机设备购置补贴政策是否可以落到实处，直接影响到乡镇农业机械化推广效果。实际上，乡镇农业机械化推广本质目标是鼓励广大农民引入先进农机设备，辅助农业高效率生产，但由于补贴金额有限，农民在购买农机设备时承担的经济压力较大，对于一些经济条件较差的农民而言，由于资金问题望而却步。部分地区农机设备购置补贴局限于大型农机设备，对于一些中小型或是丘陵山区，农机设备购置的补贴力度较小，这部分地

区农民难以享受到优惠的补贴政策，制约乡镇农业机械化全方位推广<sup>[5]</sup>。同时，即便部分地区的补贴力度较大，补贴政策在具体执行时却也存在诸多问题。如，补贴申请流程繁琐，通过审批的时间较长，无形中挫伤了农民的补贴申请积极性。有些地区的补贴资金发放不及时，或是被挪用，不同程度上影响到农民对政策的信任度。

### （四）机械化产品类型单一，阻碍智慧农业发展

目前乡镇农业机械化推广中，机械化产品类型单一，不仅影响到农业生产效率，还会在不同程度上阻碍智慧农业发展。目前市场上大力推广的农机设备集中于大型设备方面，小型以及多功能的高新科技设备推广力度不足，导致农民在种植不同类型农作物时，难以寻找到最为适宜的机械化方法，影响到农业生产效率和效益<sup>[6]</sup>。实际上，智慧农业是现代农业生产的主要趋势，强调在农业生产中引入众多智能农机设备，实现农业精准管理。但现有农业机械化产品类型单一，农机产品的智能化水平不足，影响到智慧农业推广和应用。

## 三、乡镇农业机械化推广及管理策略

### （一）加强优秀人才引进，组织专业培训活动

推广人才作为乡镇农业机械化推广及管理工作的核心所在，为了提升工作有效性，应大力引进优秀人才，并定期组织人员参加专业培训活动，以此来提升推广队伍整体专业化水平<sup>[7]</sup>。乡镇地区的推广与管理部门应明确职能所在，积极寻求科研机构、高等院校合作，吸收更多具有农业机械化专业知识的人才，或是通过内部推荐和公开招聘等方式，从社会各界吸收更多有志于农业机械化事业的人才，为农业机械化推广队伍带来新鲜血液，优化队伍结构。对于机构现有工作人员，则要注重定期组织系统化专业培训活动，学习农业机械化原理、农机设备使用方法和维护保养技巧等，也可以邀请行业专家学者进行授课，大范围传播和共享行业先进经验，拓宽人员视野、增长见闻，为农业机械化推广及管理工作高质量开展提供坚实保障。除此之外，在农业机械化推广机构主导下，利用中国农技推广APP和农业科技网络书屋等信息化平台，满足基层农业机械化推广人员自主学习需要，理论联系实践下强化推广人员专业能力和素养，为广大农民提供更加优质的农机服务<sup>[8]</sup>。

### （二）优化推广形式，提升工作信息化水平

信息时代背景下，农业机械化推广工作应与时俱进，进一步创新推广形式，以此来提升推广信息化水平，助力农业现代化转型发展。从实际情况来看，传统的推广方式以现场演示、宣教册等手段为主，覆盖面有限，成本高。对此，在保留线下推广方式基础上，联合线上推广方式，依托互联网平台扩大推广范围。如，开通微信公众号、抖音账号或是官方网站，定期发布农业机械化信息，如，农机设备功能介绍、使用技巧以及农机设备购置补贴政策等内容，扩大推广宣传范围，使得更多农民认识和了解农业机械化，并主动投身于其中，购置农机设备。同时，推广机构可以建立农业机械化信息管理系统，具有农机设备等级、查询



以及统计等功能，并运用云计算、大数据等技术手段，实时监测和分析农机设备适用情况，为管理和决策提供可靠信息依据。需要注意的是，由于农机设备不断更新和完善，为了帮助农民掌握农机设备具体使用方法，可以远程教育和培训，基于直播讲座、在线视频教程等形式，促使广大农民可以便捷的学习农业机械化知识，提升自身的农机设备操作和维修技能水平<sup>[9]</sup>。

**（三）加强投资管理，全面落实补贴政策**

农业机械化离不开充足资金支持，乡镇政府及相关部门应根据农业机械化推广要求，适当的增加资金投入力度，尤其是要加强农机设备研发、生产制作以及示范推广等环节上。地方财政应适当增加拨款额，采用引导社会资本投入等方式，为农业机械化提供稳定资金支持，用于购置农机设备，组织农机技术培训以及建立农机示范基地等，加快乡镇地区农业机械化进程。

增加投资力度同时，也要严格、全面落实补贴政策。对此，结合农业机械化发展需要，了解农户实际需求和购置能力，制定合理的农机设备购置补贴政策，根据农机设备类型、价格、性能和数量等差异化设置补贴标准，充分满足农民的购机需求<sup>[10]</sup>。为了便于农民申请农机补贴，可以建立线上申请平台，农户不需要前往目的机构即可线上申请，便捷的获取农机设备购置补贴资金。同时，建立完善的补贴资金监管机制，加强资金使用监管和审计，保证补贴资金真正运用到农机设备购置方面，避免资金挪用或浪费。除此之外，在获得地方政府和相关部门支持下，也可以同农机生产企业、金融机构等建立合作关系，共同推广和应用先进的农机设备和技术。引导更多社会资本投入到农业机械化领域，有助于获得更加充足的资金支持，提升农业机械化水平。

**（四）加大引用先进技术，推进农业转型发展**

科技持续发展，不断涌现出新型农业技术，为农业生产变革

做出了重大贡献。所以，乡镇地区农业机械化推广及管理要注重先进技术引入应用，优化生产流程，提升生产效率和效益，加快农业转型发展，提升农业现代化水平。

（1）引入智能化农业机械。智能化作为农机设备转型发展的主要趋势，为了顺应时代发展趋势，应大力引进智能化农业机械设备，如，智能喷灌系统、无人驾驶拖拉机等设备，精准播种、施肥和灌溉，提高农业资源利用率，更进一步提升农业生产效率。而且智能化机械设备还可以减少人力成本，显著降低人工劳动强度，创造更大的经济效益<sup>[11]</sup>。

（2）应用物联网技术。物联网技术是一项前沿技术，借助摄像头、传感器等设备，实时监控农业生产环境的温度、湿度和光照等因素，为农业生产提供有效的数据依据。运用物联网技术，还可以实现农产品追溯，有效保障食品安全。

（3）推广应用生态农业技术。随着现代社会进步和发展，人们的环保意识不断增强，生态农业作为农业现代化发展的主要方向，强调推广和引进生态农业技术，如，有机肥料利用以及生物防治等技术，减少农药、化肥用量，最大程度上提高农产品品质和产量。

**结论**

综上所述，农业机械化是农业现代化转型发展的一项重要内容，为了充分展现农机设备优势作用，乡镇地区应进一步加强农业机械化推广及管理，制定优惠的补贴政策，调动农户购置农机设备积极性，以此来提升农业机械化推广效果。通过有效的农业机械化推广，有助于提升农业生产效率，提高农户收入水平，创造更大的经济效益和社会效益。

**参考文献：**

[1] 汪祥磊. 山区乡镇农业机械化发展存在的问题与对策 [J]. 农机使用与维修, 2022, (08): 108-110.  
[2] 孟庆祝, 王贵军. 加强乡镇农业机械化推广工作的方法与路径探索 [J]. 当代农机, 2022, (02): 44+56.  
[3] 尤泽泉. 乡镇农业机械化推广工作的方法与精准服务路径探索 [J]. 农业开发与装备, 2021, (11): 30-31.  
[4] 何丽军. 加强乡镇农机推广工作 促进农业机械化发展 [J]. 农家参谋, 2020, (04): 95.  
[5] 代泽颢. 乡镇农业机械化推广工作的方法与路径探索 [J]. 农机使用与维修, 2021, (06): 49-50.  
[6] 孙永权. 农业机械化技术在乡镇应用中存在的问题与推广措施 [J]. 乡村科技, 2021, 12 (11): 123-124.  
[7] 依烈斯·阿汗. 关于乡镇农业机械化技术的推广与应用分析 [J]. 新农业, 2021, (05): 70.  
[8] 班理海. 农业机械化技术在乡镇农业生产中的推广及应用 [J]. 南方农业, 2021, 15 (03): 194-196.  
[9] 贺楠, 周星, 苗杰. 农业机械化技术在乡镇应用中存在的问题与推广措施 [J]. 农业工程技术, 2020, 40 (29): 58.  
[10] 夏扎地古丽·艾希丁. 农业机械化技术在乡镇农业生产中的推广及应用 [J]. 农家参谋, 2020, (12): 103.  
[11] 陈飞鹏. 新时期乡镇农业机械化推广工作的方法与路径分析 [J]. 广西农业机械化, 2020, (02): 5-6.

# 浅谈电气工程造价管理的问题与控制策略

陈宁宁

中国沈阳国际经济技术合作有限公司, 辽宁 沈阳 110011

**摘 要 :** 随着电气工程领域的快速发展, 项目造价管理已成为确保项目经济效益和社会效益的重要组成部分, 本文通过分析电气工程造价管理的现状和问题, 探讨了有效的控制策略, 旨在提高电气工程项目的综合管理水平。

**关 键 词 :** 电气工程; 造价管理; 存在问题; 控制策略

## On the Problems and Control Strategies of Cost Management in Electrical Engineering

Chen Ningning

China Shenyang International Economic and Technological Cooperation Co., Ltd. Shenyang, Liaoning 110011

**Abstract :** With the rapid development of the field of electrical engineering, project cost management has become an important component of ensuring project economic and social benefits. This article analyzes the current situation and problems of electrical engineering cost management, explores effective control strategies, and aims to improve the comprehensive management level of electrical engineering projects.

**Keywords :** electrical engineering; cost management; existing problems; control strategy

### 引言

电气工程作为现代工业发展的重要支柱, 其建设投入巨大, 涉及技术和管理的复杂方面, 有效的造价管理不仅关系到工程项目投资的有效性, 而且直接影响到企业的市场竞争力和长期发展, 但目前电气工程造价管理在实践中还存在许多问题, 亟待解决。

### 一、电气工程造价管理现状分析

#### (一) 造价管理体系不完善

目前, 电气工程造价管理体系的不完善主要体现在缺乏统一的管理规范和标准, 由于电气工程项目的复杂性和多样性, 不同地区、不同企业间的造价管理方式存在较大差异, 导致管理混乱和低效; 此外, 项目造价管理人员的专业素质和技能差异较大, 缺乏系统的培训和认证机制, 难以保证管理质量。在某一个大型电气工程项目中, 由于造价管理体系不完善, 在项目的第一阶段, 出现了造价预算的大偏差问题, 设计方、施工方和监督方对项目造价的缺乏沟通, 导致各方对造价的认识和认知存在差异。<sup>[1]</sup>例如, 设计方在选择设备时没有充分考虑到市场价格的波动, 导致后期采购造价大大增加; 施工过程中变更管理不规范, 工程变更频繁导致造价控制不力, 这些问题不仅增加了项目的投资造价, 反而对项目产生不利影响。

#### (二) 难以控制造价

电气工程项目造价控制的难度主要体现在以下几个方面: 一是电气工程涉及设备、材料的多样化, 价格波动性大, 使造价难以准确预测和控制; 二是设计变更、施工延误等因素对造价控制会产生较大影响; 三是由于电气工程项目的特殊性, 如施工环境复杂、技术要求高等, 增加了造价控制的难度。在智能电网建设

项目中, 由于造价控制的困难, 项目实施中出现了严重的造价超支问题。一方面, 项目涉及各种设备和材料, 市场价格波动, 导致采购造价难以控制; 另一方面, 由于施工环境复杂, 技术要求高, 施工过程中经常发生设计变更和返工, 增加了施工造价。此外, 项目延误增加了管理造价, 这些因素共同使项目造价的控制成为一项巨大的挑战。

#### (三) 风险评估不足

电气工程项目通常会面临技术风险、市场风险、政策风险等风险, 但目前的项目管理往往忽略了风险评估和预警机制, 使得项目风险难以有效控制, 一旦发生风险, 往往会导致项目损失巨大。在风电场建设项目中, 由于风险评估不足, 该项目在第一阶段面临技术风险和市场风险; 从技术上讲, 该项目使用的新型风力涡轮机机组在试运行中经常遇到问题, 导致项目进度严重延误; 从市场方面来说, 由于风电市场竞争激烈, 该项目在电价谈判中处于不利地位, 导致项目利润大幅下降。

### 二、电气工程造价管理的问题

#### (一) 缺乏全面的造价管理视角

在电气工程造价管理过程中, 很多项目经理往往过于注重某一阶段的造价控制, 忽略了项目的整体效益, 这主要体现在项目

作者简介: 陈宁宁, 出生年月日: 1982年2月28日, 性别: 女, 民族: 汉, 籍贯: 吉林省德惠市, 学历: 大学本科, 职称: 高级工程师, 从事的研究方向: 电气工程造价, 电气工程预算

的早期设计阶段，往往对造价的估算和控制并不全面、准确，由于设计阶段的决策对后期施工阶段的造价具有决定性的影响，如果在设计阶段不充分考虑各种因素，可能会导致后期施工造价的增加，而且缺乏对造价变化的动态监控和及时调整。

### （二）信息不对称导致决策错误

在电气工程造价管理过程中，信息的准确性和及时性对决策的健全性至关重要，然而，信息不对称的问题往往使项目经理难以获得完整准确的市场信息和项目数据，主要体现在以下几个方面：一是市场信息的获取有限，项目经理难以跟上最新的市场动态和供应商信息；二是项目内部信息的传递不及时，各部门沟通合作不紧密，导致信息孤岛的出现；三是项目经理分析处理信息的能力有限，无法识别市场趋势和风险。

### （三）供应链风险影响造价控制

电气工程项目往往涉及众多供应商和分包商，供应链风险成为影响造价控制的重要因素：首先，供应商的价格波动直接影响项目造价；如果供应商的价格上涨，项目造价就会相应增加；其次，供应商交货时间的延迟会阻碍项目进度，从而增加项目造价；此外，供应商的质量问题会增加项目的返工和维护造价。

### （四）人员和技能不足

电气工程造价管理需要具有丰富的专业知识和实践经验的管理者，但在实践中，一些管理者在专业能力和实践能力方面存在不足，这主要体现在以下几个方面：一是电气工程造价管理的理论知识和实践经验不够丰富，难以处理复杂的项目管理任务；二是分析市场信息和项目数据的能力有限，无法准确判断项目的风险和造价；三是合同管理、供应商管理、风险管理等方面缺乏专业技能和经验，这些或缺点都可能。

## 三、电气工程造价管理存在风险隐患

### （一）信息不透明带来的风险

在电气工程造价管理过程中，模糊信息是严重的风险，由于信息不对称，缺乏透明度，项目经理往往难以获得准确全面的信息，增加了项目的经济和管理风险。市场信息的不透明性使得项目经理难以预测和准确把握市场动态，例如，材料价格的波动可能受到多种因素的影响，包括世界经济形势、政策调整、供需等，如果项目经理无法及时获取这些信息，可能无法准确估算项目造价，从而导致预算不足或超支，此外，新技术的发展可能对项目产生重大影响，但由于信息不透明，项目经理可能不了解新技术的开发和应用，从而及时进行调整和优化。在电气工程项目中，供应商的选择和合作至关重要，但是，模糊的信息使项目经理往往难以对供应商进行全面的评估和理解；在选择供应商时，项目经理可以根据有限的信息做出决策，导致选择供应商不准确；如果选定的供应商存在质量不合格、交货延误等问题，将严重影响项目进度和造价；此外，如果供应商在合作的背景下违约或欺诈，也可能导致严重的财务损失和法律风险。<sup>[2]</sup>

### （二）风险评估和风险识别不足

在电气工程造价管理中，风险评估和识别不足也是一个重大

风险，未能在项目的早期阶段充分识别和评估潜在风险，可能导致项目在后期阶段的重大挑战和失败。在项目的早期阶段，由于缺乏足够的项目知识或经验，项目经理可能无法充分识别和评估潜在风险，例如，技术风险，安全风险和环境风险是电气工程项目中常见的潜在风险，如果项目经理不能充分识别这些风险并制定应对策略，可能会在项目的后期阶段带来严重的挑战和困难。<sup>[3]</sup>在识别潜在风险后，项目经理需要制定应对策略来应对这些风险；但是，如果应对策略制定不正确或缺失，风险将无法得到有效处理，从而增加项目风险损失；例如，在涉及技术风险时，项目经理可能需要制定适当的技术计划和风险控制以降低风险；在涉及安全风险时，项目经理可能需要加强安全管理和培训，以确保项目的安全实施。

### （三）造价控制不到位的风险

在电气工程造价管理中，造价控制是至关重要的部分，但是如果造价不加以控制，会导致项目造价增加或预算不足。<sup>[4]</sup>在项目实施过程中，由于各种原因（如设计变更、材料价格上涨、人工造价增加等），项目造价可能超过预算，如果项目经理不能及时发现和控制这些超支，将导致项目造价上升，甚至可能超过项目造价，这将对项目的经济效益和可持续发展产生严重影响。为了控制造价超支的风险，项目经理需要加强项目造价的监控和管理，他们应该定期审核项目造价预算，对比实际情况，及时发现和解决造价超支问题，同时，项目经理还需要加强与供应商和施工单位的沟通和协调，以确保项目的顺利实施和造价控制的有效实施。

## 四、加强电气工程造价管理与控制策略分析

### （一）引入智能信息管理系统

在电气工程造价管理中，大数据平台可以作为工程数据的集中存储、处理和分析中心，通过收集市场价格波动、供应商信用记录、施工阶段报告等各种来源的数据，大数据平台提供全面的数据支持，帮助项目经理做出更准确的决策，平台还可以利用数据分析技术发现数据之间的关联和趋势，为项目经理提供有价值的见解和期望。智能预测和监控是大数据平台的主要特征之一，通过先进的算法和模型，系统可以对项目造价、进度等关键指标进行预测，并在实际实施过程中进行实时监控，一旦发现潜在风险或异常情况，预警机制就会自动启动，及时通知项目经理，这种智能预测和监控能力可以大大提高项目管理的效率和准确性，降低风险的发生概率。<sup>[5]</sup>

### （二）定量风险分析和决策支持

定量风险评估是将潜在风险转化为具体数值或概率的一种方法，在电气工程造价管理中，通过对历史数据和项目特征的分析，可以确定各种风险发生的概率和潜在损失，这种定量评估为项目经理提供了更直观、准确的风险信息，帮助他们更好地了解和理解项目中的风险状况，同时，定量评估可以为制定风险应对策略提供依据，以确保应对策略的有效性和针对性。为了帮助项目经理做出科学合理的决策，可以开发出适当的决策支持工具来管理电气工程造价；这些工具可以包括造价效益分析工具和风险



评估软件, 造价效益分析工具可以帮助项目经理评估不同场景的造价效益, 选择最佳解决方案; 风险评估软件可以对项目的潜在风险进行全面系统的评估, 以支持项目经理的决策; 这些决策支持工具可以提高项目管理的科学性和准确性, 降低决策风险。<sup>[6]</sup>

### (三) 数字化设计与仿真应用

在电气工程造价管理中, 实施数字化设计和仿真技术不仅是提高管理效率的主要手段, 也是适应现代项目管理要求的必然趋势, 利用 CAD (计算机辅助设计) 软件, 工程师可以在计算机上进行精确高效的设计工作, 从而减少了传统图纸的误差和耗时, BIM (建筑信息建模) 技术的引入, 将设计提升到了一个全新的高度; BIM 技术可以将包括结构、电气、通风等不同学科在内的所有信息整合到项目中, 实现信息共享与合作。数字化设计和仿真技术的应用可以大大缩短项目设计周期, 提高设计质量, 通过仿真分析, 可以及时发现设计中可能出现的问题, 如结构不合理、设备布局不当等, 从而避免返工和施工延误。<sup>[7]</sup> 此外, 数字化设计和仿真可以帮助项目团队更好地控制造价, 通过模拟材料使用和施工进度, 可以更准确地估算项目造价, 制定合理的造价控制策略。

### (四) 加强国际合作与交流

在全球化背景下, 加强国际合作与交流对电气工程造价管理具有重要意义, 通过与国外先进的电气工程造价管理机构、研究机构和企业交流与合作, 可以利用先进的技术和管理经验, 提高国内电气工程造价管理水平, 这种合作与交流不仅限于技术层面, 还可以交流管理思想和监管政策。国际合作与交流可以为我们提供更多的学习和实践机会; 我们可以派遣专业人员到国外培训和学习, 了解国际先进的电气工程造价管理方法和实践经验; 同时, 我们也可以邀请外国专家到中国举办讲座和指导, 为我们提供专业的技术支持和咨询服务; 通过这种合作和交流, 我们可以不断提高我们的专业能力和管理能力, 为电气工程造价管理的发展做出贡献。<sup>[8]</sup>

## 五、电气工程造价管理未来发展趋势

### (一) 数字化与智能的深度融合

未来, 数字化和智能化将进一步融入电气工程造价管理, 这

种融合不仅体现在技术层面的深度融合, 还体现在管理理念和 workflows 的创新上, 随着技术的不断发展, 项目管理团队将能够利用大数据、云计算、物联网等先进技术实时获取项目各个阶段的数据, 并进行准确的分析和预测, 这些数据的实时准确性将提高项目管理的效率和准确性。数字化和智能化之间的深度融合也将促进项目管理模式的创新, 而传统的项目管理模式往往依赖于经验和直觉, 数字化和智能化应用将使项目管理更加科学和准确, 项目管理团队将能够使用算法和模型进行数据驱动的决策和项目造价预测, 从而更好地控制项目风险。<sup>[9]</sup> 此外, 数字化和智能化的深度融合将促进项目管理团队之间的协作和沟通, 通过构建基于云计算的项目管理平台, 项目管理团队可以实时共享项目数据和信息, 协同工作, 这种协作和沟通将极大地提高项目管理的效率和响应能力, 使项目管理更加高效和灵活。

### (二) 精准管理已成为主流

随着市场竞争的日益激烈和项目管理要求的提高, 精准管理将成为电气工程造价管理的主流趋势, 精准管理强调控制细节和管理的准确性, 要求项目管理团队对项目的各个方面进行精确的管理和控制。在精细管理中, 项目管理团队将更加注重数据的收集和分析, 通过从项目的各个阶段收集数据, 项目管理团队可以更准确地了解您的项目, 从而做出更科学的决策, 同时, 项目管理团队还将关注数据的可视化显示, 并通过图表和报告直观地向相关人员展示数据, 帮助他们更好地了解项目。<sup>[10]</sup> 此外, 精准管理将注重团队协作和沟通, 项目管理团队将建立有效的沟通机制, 确保项目各方面顺利有效地相互联系, 通过定期的项目会议和阶段报告, 项目管理团队可以了解项目的进度和问题, 并采取适当的措施加以解决。

## 结语

在电气工程造价管理中, 通过引入智能信息管理系统, 加强定量风险分析和决策支持, 制定造价控制的创新策略, 加强数字化设计和仿真, 加强国际合作与交流, 我们可以构建更加科学高效的项目管理体系, 这些措施的实施将有助于提高项目的经济效益和可持续发展能力, 为企业长远发展奠定坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] 刘宇鹏. 刍议如何控制电气工程造价 [J]. 科技创新与应用, 2018 (17): 179-180.
- [2] 张海燕. 基于电气工程造价的控制策略标准 [J]. 中国标准化, 2017 (16): 111-112.
- [3] 徐晓云. 论电气工程造价管理的方法与对策 [J]. 江西建材, 2017 (14): 226+229.
- [4] 姜威, 田光. 建筑电气工程造价及预算审核中常见问题与策略分析 [J]. 工程技术研究, 2016, (06): 131.
- [5] 彭锋. 工程造价控制的难点及策略分析 [J]. 江西建材, 2023, (01): 383-384+389.
- [6] 王铮. 建筑电气工程造价控制实践探讨 [J]. 四川水泥, 2018, (12): 242.
- [7] 任婕, 王英. 建筑工程造价控制管理过程中的问题及对策分析 [J]. 散装水泥, 2021, (03): 44-46.
- [8] 刘银琪. 建设工程造价控制中的常见问题与应对措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2022, (26): 37-39.
- [9] 张广宁, 张广雷. 浅析工程造价管理和工程预算 [J]. 门窗, 2014, (06): 359.
- [10] 王晓玲. 浅析如何解决工程造价管理问题 [J]. 内蒙古科技与经济, 2011, (23): 47-48.



# 碳纤维加固技术在室内装修中的应用

徐文斌

上海金鹿建设（集团）有限公司，上海 200335

**摘 要：** 随着科技的进步和人们对居住环境要求的提高，室内装修不再仅仅是为了美观，更要求具有安全、耐用和环保的特性。而随着各种新型装修材料和技术的出现，如何选择合适的加固技术，确保室内装修的安全性和稳定性，成为装修行业的重要议题。碳纤维加固技术作为一种先进的结构加固方法，因其高强度、轻量化和环保等优点，在室内装修中得到了广泛地应用。基于此，本文基于碳纤维加固技术的原理和优势，详细分析了其在建筑结构补强、室内墙体门洞加固、装修帘墙板制作、防水房顶涂层和耐磨地板修复中的具体应用，以期推动室内装修行业的创新与发展。

**关 键 词：** 碳纤维加固技术；室内装修；应用

## Application of Carbon Fiber Reinforcement Technology in Interior Decoration

Xu Wenbin

Shanghai Jinlu Construction (Group) Co., Ltd., Shanghai 200335

**Abstract：** With the advancement of technology and the increasing demand for living environment, indoor decoration is no longer just about aesthetics, but also requires safety, durability, and environmental protection. With the emergence of various new decoration materials and technologies, how to choose appropriate reinforcement techniques to ensure the safety and stability of indoor decoration has become an important issue in the decoration industry. Carbon fiber reinforcement technology, as an advanced structural reinforcement method, has been widely used in indoor decoration due to its advantages of high strength, lightweight, and environmental protection. Based on this, this article analyzes in detail the specific applications of carbon fiber reinforcement technology in building structure reinforcement, indoor wall door hole reinforcement, decoration curtain wall panel production, waterproof roof coating, and wear-resistant floor repair, based on the principles and advantages of carbon fiber reinforcement technology, in order to promote innovation and development in the indoor decoration industry.

**Keywords：** carbon fiber reinforcement technology; interior decoration; application

## 引言

随着工程技术的快速进步和现代建筑需求的不断提高，碳纤维加固技术应运而生，并广泛应用于建筑装修与加固领域。相比于传统的加固方法，碳纤维加固以其显著的高强度、轻质性、耐腐蚀性、易操作性和良好的耐久性赢得了业界的高度认可。在室内装修中，不仅在结构加固上发挥了重要作用，更在美观性和功能性方面展现了其独特优势。室内装修不仅涉及美化空间的视觉效果，还必须确保建筑结构的安全性和稳定性。特别是对于老旧建筑的翻新和改造，或是现代建筑中高性能空间需求，如何在不影响原有建筑特性的同时提升其结构性能成为设计和施工中的关键问题。碳纤维加固技术在这方面展现出它的较大潜力，成为室内装修不可或缺的现代建材。

## 一、碳纤维加固技术的原理

碳纤维加固技术是一种先进的建筑结构加固方法，利用高强度、高模量的碳纤维作为加固材料，通过专用胶粘剂将碳纤维复合材料粘贴于建筑构件表面，使碳纤维层与原有结构共同工作，以增强其受力性能和耐久性<sup>[1,2]</sup>。其加固过程包括以下几个步骤：

表 1：碳纤维加固技术加固步骤

| 加固步骤 | 具体                                      |
|------|---|
| 表面处理 | 首先将需要加固的建筑构件表面进行打磨和清洁，以确保碳纤维与混凝土之间的粘结力。 |

| 加固步骤   | 具体  |
|--------|---|
| 基层处理   | 在处理过的表面涂抹一层专用的胶粘剂，提高碳纤维与构件的结合力 <sup>[3]</sup> 。                             |
| 碳纤维布粘贴 | 将切割好的碳纤维布按设计要求平铺在带有胶粘剂的构件表面上，利用工具将其压实，并确保没有气泡和褶皱 <sup>[4]</sup> 。           |
| 固化     | 碳纤维布粘贴后，需进行适当的固化过程，使胶粘剂完全固化，以确保碳纤维与基材的牢靠粘接。                                 |
| 共同作用   | 胶粘剂固化后，碳纤维与原结构形成一个整体，受力时，碳纤维将因其高强度和高模量特性来承担更多拉应力，进而减少原结构的应力，提高其承载能力和延长使用寿命。 |

## 二、碳纤维加固技术的优点

### （一）高强度和轻质量

碳纤维是一种高性能的材料，其承载强度是普通钢材的数倍，同时仅有钢材重量的一小部分。这种高强度与轻质量的特性使得碳纤维成为加固结构时的理想选择，能够在不显著增加结构自重的情况下，大幅度提高建筑物的承载能力<sup>[5]</sup>。

### （二）耐久性和抗腐蚀性

碳纤维对大多数化学腐蚀不敏感，耐酸碱，不生锈，不会像钢筋那样随着时间慢慢腐蚀，因此特别适合用于有腐蚀性环境下的建筑结构加固。碳纤维加固的结构维护成本低，且使用寿命长，从长远角度来看，能够为建筑物的维护与修复节省大量的费用和时间。

### （三）安装便捷与施工速度快

与传统的加固方法相比，碳纤维加固工艺相对简便，所需要的设备和材料轻便易于携带。施工过程不需要大型机械，只需要人工进行粘贴和层压，因此在装修施工中特别受青睐，尤其是在空间狭小或施工条件受限的场所<sup>[6,7,8]</sup>。

### （四）极佳的适应性

由于碳纤维可制成带状、布状等不同形态，可根据需求切割成不同的形状和尺寸，它能够适应各种复杂的表面形状和结构。在室内装修中，无论是直线部分、弯曲部分还是异形结构，都可以很好地完成加固<sup>[9,10,11]</sup>。

### （五）改善结构性能

除了提高承载能力，碳纤维还能改善结构响应，如提高抗震、抗弯等能力，进而增强建筑物在不同自然条件下的性能，尤其在地震多发区域显得更为重要<sup>[12]</sup>。2.6非侵入性安装

碳纤维加固几乎不改变结构的尺寸和外观，尤其适合于那些受到保护的历史建筑或在室内装修中不允许改变其外观的情形。

### （六）对室内美观影响小

碳纤维材料可以很好地融入已有的室内装修风格中，甚至可以作为室内装修的一部分，比如在现代或工业风格的空间内露出碳纤维材料本身，成为一道独特的装饰线条。

## 三、碳纤维加固技术在室内装修中的应用

### （一）建筑结构补强

随着时间的推移，建筑物可能会出现老化、损伤或设计缺陷等问题，导致结构性能下降，影响安全和使用。室内装修中的建筑结构改造补强，是为了提高结构的安全性、稳定性和耐久性而采取的重要措施。碳纤维加固技术作为一种先进的结构加固方法，在建筑结构改造补强中得到了广泛应用。

#### 1. 梁、板等水平构件的加固

对于梁、板等水平构件，由于承载能力不足或老化等原因，需要进行加固处理。碳纤维加固技术可以通过在梁、板等水平构件的受拉区粘贴碳纤维片材，利用碳纤维的高强度和抗拉性能，提高其承载能力和耐久性<sup>[13,14]</sup>。

#### 2. 柱的加固

对于承载能力不足或损伤的柱子，可以采用碳纤维加固技术进行加固。通过在柱子的表面涂抹粘结剂，并缠绕碳纤维布或粘贴碳纤维片材，形成新的加固层，提高柱子的承载能力和稳定性<sup>[15]</sup>。

#### 3. 墙体的加固

对于墙体等竖向构件，由于材料老化、施工缺陷等原因，可能会出现承载能力不足的问题。碳纤维加固技术可以通过在墙体的表面粘贴碳纤维片材，提高墙体的承载能力和耐久性。

#### 4. 节点加固

在建筑结构中，节点是关键的传力部位，如果节点部位损伤或承载能力不足，将会对整个结构的安全性造成影响。碳纤维加固技术可以通过在节点部位粘贴碳纤维片材，提高节点的承载能力和稳定性。

#### 5. 裂缝修补

对于已经出现裂缝的建筑结构，碳纤维加固技术可以有效地进行修补。通过在裂缝部位涂抹粘结剂，并粘贴碳纤维片材，利用碳纤维的高强度和抗拉性能，对裂缝进行修补和加固。

### （二）室内墙体门洞加固

在室内装修过程中，经常会遇到需要加固墙体门洞的情况。墙体门洞作为室内空间的出入口，需要承受各种载荷，如门的开启和关闭、悬挂重物等。为了确保门洞的稳定性和安全性，可以有效应用碳纤维加固技术。

#### 1. 门洞稳定性加固

在室内装修过程中，如果门洞周围墙体存在松动、开裂或承载能力不足等问题，需要进行加固处理。碳纤维加固技术可以通过在门洞两侧的墙体上粘贴碳纤维片材，利用碳纤维的高强度和抗拉性能，提高门洞周围墙体的稳定性，确保门的正常使用<sup>[16]</sup>。

#### 2. 门洞扩大部分的加固

对于一些需要扩大门洞的室内墙体，由于扩大部分的墙体通常比较薄，容易发生变形或开裂。碳纤维加固技术可以通过在门洞扩大部分的墙体上粘贴碳纤维片材，提高墙体的承载能力和稳定性，避免变形和开裂的发生。

#### 3. 老旧门洞的加固

对于一些老旧的建筑物，由于材料老化、结构缺陷或使用不当等原因，可能会出现门洞周围墙体破损、变形等问题。碳纤维加固技术可以通过对老旧门洞进行加固处理，提高其承载能力和稳定性，延长使用寿命。

#### 4. 特殊造型门洞的加固

在室内装修中，有时会设计一些特殊造型的门洞，如弧形门洞、异形门洞等。这些特殊造型的门洞往往需要承受较大的载荷和应力集中。碳纤维加固技术可以通过在特殊造型门洞的相应位置粘贴碳纤维片材，提高其承载能力和稳定性。

### （三）装修饰墙板制作

装修饰墙板作为一种常见的室内装修材料，广泛应用于各种场合。其独特的纹理、颜色和质感的表面深受消费者喜爱。然而，在生产和制作过程中，墙板容易出现断裂、开裂等问题，影响其美观和使用寿命<sup>[17]</sup>。为了解决这些问题，可以应用碳纤维加固技术。

#### 1. 增强粘接强度

碳纤维与基材的粘接是实现加固效果的关键。在装修帘墙板的制作过程中，通过使用专门的粘合剂，将碳纤维与墙板基材紧密结合，提高粘接强度，确保加固效果。

#### 2. 优化纤维排布

根据墙板的受力分布情况，合理排布碳纤维的走向和密度，使其能够有效地传递和分散应力，提高墙板的整体承载能力和抗裂性能。

#### 3. 特殊处理与定制化设计

针对不同材质和规格的墙板，进行特殊处理和定制化设计。例如，对碳纤维进行表面处理，提高其与基材的相容性；根据客户需求，定制不同形状、尺寸和颜色的碳纤维加固装修帘墙板。

### （四）防水房顶涂层

室内装修中，防水房顶涂层是一项重要的工程，它能够有效地防止水分渗入屋面，保护内部结构和装饰材料不受潮湿和腐蚀。碳纤维加固技术作为一种先进的结构加固方法，在防水房顶涂层方面也具有广泛的应用。

#### 1. 房顶加固维修

对于已经出现漏水或渗水的房顶，采用碳纤维加固技术进行维修和加固是一种有效的解决方案。通过在屋顶表面涂抹防水材料，并在防水材料表面粘贴碳纤维片材，利用碳纤维的高强度和抗拉性能，对屋顶进行加固和修复，提高其防水性能和承载能力。

#### 2. 增强防水材料性能

碳纤维加固技术可以与传统的防水材料结合使用，提高防水材料的性能和使用寿命。通过将碳纤维片材与防水材料共同作用于屋面，可以有效降低防水材料的老化和降解速率，增强其抗紫外线、抗化学侵蚀等能力，提高防水的稳定性和耐久性。

#### 3. 创新型防水设计

碳纤维加固技术为室内装修提供了创新的防水设计方案。利用碳纤维的高强度和柔韧性，可以实现更为复杂的防水结构和造型，为室内装修提供个性化的防水解决方案。

### （五）耐磨地板修复

耐磨地板因其耐磨、耐压、易清洁等优点，广泛应用于室内装修中。然而，由于使用频率高、承载重物等因素，耐磨地板容易出现磨损、划痕等问题。为了保持地板的美观和使用性能，需要进行修复。碳纤维加固技术作为一种先进的修复方法，在耐磨地板修复中发挥了重要作用<sup>[18]</sup>。

#### 1. 局部磨损修复

对于耐磨地板上局部的小面积磨损，可以采用碳纤维加固技术进行修复。通过将碳纤维片材粘贴在磨损部位，利用碳纤维的高强度和耐磨性，对磨损部位进行加固和修复。

#### 2. 划痕修复

耐磨地板在使用过程中容易产生划痕，影响美观。碳纤维加固技术可以通过在划痕部位粘贴碳纤维片材，填补划痕，使地板表面恢复平整。

#### 3. 断裂修复

耐磨地板有时会出现断裂现象，影响使用。碳纤维加固技术

可以通过在断裂部位粘贴碳纤维片材，利用碳纤维的高强度和韧性，对断裂部位进行加固和修复。

#### 4. 增强地板承载能力

对于承载重物的区域，耐磨地板容易出现磨损和变形。碳纤维加固技术可以通过在地板下方或承载区域粘贴碳纤维片材，提高地板的承载能力和耐压性能，延长使用寿命。

## 四、结语

总而言之，碳纤维加固技术在室内装修中有着多重作用。它不仅仅是一项为建筑结构提供强化支撑的技术，更是一个能够和室内设计紧密融合，为建筑师和设计师提供更多可能性的创新材料。碳纤维加固技术的使用，使得室内空间能够在不增加过多负荷的情况下，提升其携重能力，延长建筑的使用寿命，并能抵御外界环境因素的侵袭。这一系列的优点，让碳纤维成为现代室内装修中一个重要的趋势。未来，随着材料科学的进一步发展和人们对于环境美学及功能需求日益增长，碳纤维加固技术将有望在室内装修领域发挥更大的潜力，其应用前景广阔。适宜、有识之士应不断探索和优化碳纤维的使用方法，以期创造出更多安全、美观、实用的室内空间。

## 参考文献

- [1] 韩克鹏. 碳纤维布在建筑结构加固修复工程中的应用[J]. 居舍, 2023,(31):39-40+77.
- [2] 孙锡强, 时青, 张春野. 碳纤维在建筑结构加固工程中的应用[J]. 四川水泥, 2021,(10):102-103.
- [3] 辛奇. 碳纤维在建筑结构加固中的应用[J]. 化工管理, 2016(11):130.
- [4] 梁彪. 纤维增强复合材料在建筑结构加固工程中的应用研究[J]. 合成材料老化与应用, 2022,51(01):117-119.
- [5] 魏涛. 碳纤维布在水库加固工程中的应用[J]. 粘接, 2019,40(12):12-15.
- [6] 钱若霖, 黄春晖. 碳纤维复合材料在土木加固工程中的应用研究[J]. 合成材料老化与应用, 2023,52(06):117-119.
- [7] 刘贤. 纤维复合材料加固桥梁工程的实例分析[J]. 交通世界, 2023(16):170-172+178.
- [8] 王强. 土木建筑工程中纤维复合材料的应用[J]. 城市建筑, 2020,17(35):125-127.
- [9] 苑金生. 耐碳纤维增强水泥复合轻质隔墙板[J]. 山东建材, 1995(06):31-33.
- [10] 张灵灵. 碳纤维加固的材料及其各项性能分析[J]. 居舍, 2023,(14):81-83+121.
- [11] 郭聪, 陈福龙, 李红等. 单向碳纤维预浸料模压热固化工艺及其对力学性能的影响规律[J]. 航空科学技术, 2022,33(01):107-118.
- [12] 陈春, 胡夏闽, 韦尘雨. 碳纤维增强复合材料增强胶合木-混凝土组合梁静力试验[J]. 南京工业大学学报(自然科学版), 2015,37(06):75-80.
- [13] 马振芳, 骆名建, 宋振旺等. 碳纤维加固补强技术在公路桥梁加固施工中的应用[J]. 交通世界, 2023,(30):137-139.
- [14] 杨赟, 孙浩. 碳纤维补强技术在室内装饰改造中的应用实例[J]. 中国住宅设施, 2009,(08):43-44.
- [15] 缪慧岚. 加固技术在建筑修缮和装饰工程中的应用探讨[J]. 中国住宅设施, 2020,(04):112-114.
- [16] 任宏伟, 王思远, 严珊. 钢筋混凝土框架柱碳纤维布加固抗震性能试验研究[J]. 工程抗震与加固改造, 2020,42(04):55-62.
- [17] 赵冬花, 杨子涵. 碳纤维加固技术在室内装修中的应用研究[J]. 合成材料老化与应用, 2022,51(04):145-147.
- [18] 钟伟. 试论碳纤维加固在室内装修的应用[J]. 中外建筑, 2014,(06):163-164.

# 基于可再生能源的分布式发电技术的应用及前景

王华蓉, 陈大玲

国网泉州供电公司, 福建 泉州 362000

**摘 要 :** 可再生能源分布式发电技术具有安全可靠、环境友好、节约成本等优势, 在有效开发并利用的情况下能够实现非常显著的社会及经济效益, 拥有非常可观的发展前景。本文首先对可再生资源分布式发电技术的概念、内涵进行了概述, 随后从太阳能发电技术、生物质能发电技术、风力发电技术、天然气发电技术以及水坝发电技术这几个方面阐述了可再生资源分布式发电技术的常见类型, 最后就相关技术的发展前景及方向进行了简要分析, 以期为促进可再生资源分布式发电技术的长远发展提供一定帮助。

**关 键 词 :** 可再生能源; 分布式发电技术; 应用前景

## Application and Prospect of Distributed Generation Technology Based on Renewable Energy

Wang Huarong, Chen Daling

State Grid Quanzhou Power Supply Company, Quanzhou, Fujian 362000

**Abstract :** Distributed renewable energy generation technology has the advantages of safety, reliability, environmental friendliness, and cost savings. With effective development and utilization, it can achieve significant social and economic benefits and has a very promising development prospect. This article first summarizes the concept and connotation of renewable resource distributed power generation technology, and then elaborates on the common types of renewable resource distributed power generation technology from the aspects of solar power generation technology, biomass energy generation technology, wind power generation technology, natural gas generation technology, and dam power generation technology. Finally, a brief analysis is made on the development prospects and directions of related technologies, in order to provide some help for promoting the long-term development of renewable energy distributed power generation technology.

**Keywords :** renewable energy; distributed power generation technology; application prospect

### 引言

在传统发电模式中, 煤炭是发电消耗的主要能源, 通过燃烧的方式将煤炭的化学能转化为电能, 但煤炭属于不可再生的化石能源, 随着社会电力需求的不断增加, 煤炭开采力度也持续加大, 煤炭燃烧过程中产生的废气会让大气面临污染, 进而影响自然生态的良性发展, 如此情形让本已不堪重负的自然环境雪上加霜, 而自然环境被破坏也让社会发展承受着巨大冲击。在这一背景下, 自然与社会之间的发展矛盾也越来越激烈, 人与自然和谐共生的理念逐渐受到重视, 可再生能源的应用价值也更加凸显出来。可再生能源分布式发电的运用, 不仅能缓解社会用电压力, 还可减少能源消耗, 起到保护环境的作用, 其值得相关单位予以更多关注, 并进一步加大技术研究力度, 为其开拓更为广阔的发展空间<sup>[1]</sup>。

### 一、可再生资源分布式发电技术概述

分布式发电技术是与集中式发电技术相对应的一种新型发电技术, 也称为分散式发电、分散发电等。发电过程中多个小型发电设备共同组成一个发电系统及技术系统, 其具有发电、储能等多种能力, 能满足既定区域范围内用户的用电需求, 在整个电网系统中占据着重要位置。可再生资源分布式发电技术则指的是以可再生资源为主要动力的分布式发电技术, 如太阳能发电技术、生物质能发电技术、风力发电技术、天然气发电技术、水坝发电

技术等。随着社会用电需求的不断递增, 发电技术的研发压力也越来越大, 可再生资源在分布式发电技术中的运用在缓解发电压力上起到了重要作用<sup>[2]</sup>。

可再生资源分布式发电技术的优势主要体现在以下几个方面:

首先, 该技术更安全可靠。由于采用的是分布式发电的方法, 因此每个小型发电设备都是相互独立而存在, 即使其中一个设备发生故障, 其他设备也不会受到影响, 如此该区域内用户用电依然可得到保证, 相比传统集中式发电技术更加可靠, 且可在



很大程度上避免因设备故障引发的安全事故。另外，分布式发电技术构成的供电系统与公共电网是并网运行的关系。如此即使整个分布式发电系统都发生故障，公共电网也可及时补充电力供应，安全性及可靠性依然能得到保障。

其次，具有环境友好特征。由于是以可再生能源为基础，因此能源供应相对更加充足，发电期间不会对环境造成污染，煤炭等不可再生能源在发电技术中的应用也会降低，起到节约能源、减少排放的作用，对环境发展而言无疑非常友好。

最后，成本消耗较低。分布式发电系统与传统大型集中式发电系统不同，不需要涉及大规模开发，主要在小范围内运行多个小型发电设备，达到由点到面的供电效果即可。如此开发及运行成本就会大幅降低，建设周期也会被大幅缩减，设备的日常运维难度更低。另外，分布式发电系统多为短距离输电，输电途中不会造成大量电损，且无需安装传统变电站、输电网等大型设施，上述特点都能在很大程度上节约成本消耗<sup>[3]</sup>。

## 二、可再生资源分布式发电技术的具体应用

### （一）太阳能发电技术

太阳能发电技术是可再生能源分布式发电技术的代表性技术之一，其主要依靠半导体技术及光电效应原理实现太阳能到电能的转换，因此其也称为太阳能光伏发电技术。在具体发电期间，无需消耗任何燃料，直接收集太阳能，运用相应原理发电即可，任何有太阳能的地点都可以运用该技术发电。太阳能发电在建设规模上并无特殊要求，可结合建设地区实际情况加以调整，灵活性、适用性更强，且整个发电过程不会对自然环境造成污染，设备操作及日常维护都比较简单，大多数情况下不会发生故障或系统瘫痪的情况，安全性、稳定性更强。在运行机制上，太阳能发电技术主要分为以下两种形式：第一，独立运行机制，即太阳能发电系统独立于公共电网之外运行。该机制更适用于本身未建设大面积公共电网的偏远地区，或者由于人口过于分散而无法形成电网的区域<sup>[4]</sup>。在运行期间最大难点在于电能资源的储备，需要运用符合规格的蓄电池与发电设备连接，将转化好的电能传输到蓄电池中，再由蓄电池向外界输电，也能形成一个较为规范的发电、输电系统；第二，并网运行机制，即与公共电网并行的分布式发电系统，在这种运行机制中，分布式发电系统与公共电网之间存在相互支撑关系<sup>[5]</sup>。独立运行机制之下是直流电经，而并网运行机制所采用的则是交流电经，运用逆变器实现直流与交流的转换，如此分布式发电系统所产生的电能就能输送至公共电网中，同理公共电网中的电能资源也可在必要时传输到分布式发电系统中。目前，以太阳能为基础能源的发电技术已经在世界范围内得到广泛应用<sup>[6]</sup>。

### （二）生物质能发电技术

生物质能发电与常规可再生能源分布式发电技术有所差别，其并不是依靠太阳能、风能等常规可再生资源发电，而是运用林业、工业及农业生产所产生的废料或城市垃圾来发电的一种环境友好型发电技术，其发电的主要方式是直接燃烧，虽然基本原理

与煤炭燃烧发电比较相似，但其燃烧的原料以清洁性资源为主，如秸秆等农业废物，燃烧所用的容器包括但不限于木材锅炉、甘蔗渣锅炉等，这种资源在燃烧过后不会生成大量二氧化碳、二氧化硫等废气，对环境的影响很小。生物质能发电技术的燃烧方式主要包括以下两种：第一，固定床燃烧方式。这种燃烧方式比较直接，燃烧之前基本不需要对原材料加以处理，直接投入锅炉燃烧发电即可；第二，流化床燃烧方式。这种方式则比较委婉，燃烧之前需要对原材料进行粉碎处理，直至粉水颗粒达到可流化程度为止，也正由于经过了粉碎，原料燃烧的效率要高于固定床燃烧方式，且燃烧程度更加彻底。该技术虽然形式并不复杂，但对原材料的需求量很大、质量要求更高，而目前我国符合条件的地区较少，因此该技术的应用范围也较窄，若想大规模建设就需要经过长时间、大批量的原料运输过程，运输成本非常高，难以实现可持续发展目标，但在国内外大型农场、工厂等废物产量大的区域，该技术的运用效果依然非常可观<sup>[7]</sup>。

### （三）风力发电技术

风力发电技术，一种将风能转化为电能的发电技术。该技术发电期间主要依靠风力发电机组、增速机以及发电机三种设备，即先由风的力量会带动设备叶片旋转，再借助增速机让旋转速度更快，旋转过程中带动发电机运转，最终达到发电目的，是“风能—机械能—电能”的转换过程，对自然环境非常友好，除风能外不会消耗其他资源。在风力发电技术中，风机叶片是核心技术，风力发电最初发展阶段，我国自主研发能力尚不足以支撑技术发展，因此起初我国的风机叶片大部分由国外引进而来，但经过多年的技术研发，我国风机叶片的功能性、稳定性得到了大幅增强，生产速度不断加快、成本不断降低，并能与同类型发电技术相匹敌，有资料显示风力发电技术的生产成本与其他同类型技术相比是最接近常规能源的一种，产量、质量都已经能支撑大部分国内风机叶片需求。但目前为止单台风力机容量已经达到6MW，随着未来的技术革新，单台容量还会持续提升。综合来看，风力发电技术的发展前景非常广阔<sup>[8]</sup>。

### （四）天然气发电技术

天然气发电技术是一种高效、清洁的能源转换方式，在可再生能源分布式发电技术中也属于比较常见的一种，其主要利用天然气作为燃料，通过燃烧产生热能，再将热能转化为电能，达到发电、供电的目的。天然气发电技术的研发主要以燃气轮机的工作原理为基础，当空气进入压缩机时，燃气轮机内置结构会对空气进行施压，经过压缩的空气会被推动到燃烧室，此时在燃烧室中喷入天然气，与空气混合燃烧，产生高温高压的燃气，这种燃气能为发电机提供动力促使发电机发电。天然气发电技术的主要形式包括但不限于简单循环燃气轮机发电、联合循环发电两种形式：第一，简单循环燃气轮机发电是天然气发电最简单的形式，直接通过燃气轮机进行“热能—机械能—电能”的转化过程即可，操作简单、成本更低；第二，联合循环发电形式。这种形式主要通过燃气轮机和蒸汽轮机之间的配合达到发电目的。过程中，燃气轮机优先发电，其间会产生大量高温废气，这些废气被送入余热锅炉中，锅炉受热会加热其中的水，水到达沸点后

产生蒸汽，而蒸汽则作为驱动蒸汽轮机的主要动力，进而让蒸汽轮机也能发电。这种联合循环发电的热效率通常 $\geq 60\%$ ，而简单循环燃气轮机发电形式的热效率通常在 $35\%—42\%$ 之间，远落后于前者。另外，天然气发电技术也会产生二氧化硫废气，但排放量仅达到煤炭燃烧发电技术的 $10\%$ ，氮氧化物的排放量也仅占煤炭燃烧发电技术的一半，粉尘排放则几乎为 $0$ 。由此可见，天然气发电技术不仅响应快、效率高，还能缓解环境污染压力，值得在可再生资源分布式发电技术中予以更多关注<sup>[9]</sup>。

### 三、可再生资源分布式发电技术的发展前景及方向

#### （一）发展前景

首先，近年来我国政府始终在不断加强可再生资源的开发与利用，并推行了各种支持性政策及具体实施计划，推崇人与自然和谐共生的发展理念，将可再生资源视为能源开发的主要方向之一。由此可见，在政策优势上可再生资源分布式发电技术已经能与其他类型技术不相上下；其次，从目前整体开发情况来看，人类发现并利用的可再生资源只是冰山一角，而在未来不可再生能源的开发压力将越来越大，国内外对可再生资源分布式发电的需求量将不断攀升，那么在市场规模上，可再生资源分布式发电技术也具有非常广阔的发展空间；再次，虽然我国开始可再生资源分布式发电的时间稍落后于部分国家，但技术研发的速度非常快，且已经呈现出非常惊人的技术发展水平，未来在社会经济、科技的支持下，技术研究力度将进一步加大，因此在技术上也可为可再生资源分布式发电技术的发展提供了更多支持；最后，我国在能源开发上拥有更多优势，如我国太阳能资源非常丰富、风能储备非常广阔，这两种资源都是目前分布式发电技术的重要能源支撑。同时，我国还是农业大国，随着农业技术的进一步发展、规模的不断扩大，农业废弃物也能为生物质能发电提供更多支持。因此，从能源储备上看，可再生资源分布式发电技术的发展前景也非常可观<sup>[10]</sup>。

#### （二）发展方向

虽然目前可再生资源分布式发电技术的发展前景非常广阔，但依然在逐步发展过程中，难免会呈现一些问题，而这些问题就是未来需要进一步优化改进的方向。主要体现在以下几个方面：1. 目前在相关法律法规上还存在一定提升空间，影响着可再生资源分布式发电技术发展的规范性。因此，未来应进一步完善相关制度，不断充实相关细则；2. 在政策、资金等方面还应予以更多支持，尤其在资金上。可再生资源分布式发电技术的研发、实施都需要消耗大量资金，而国内政府虽然出台各种政策，但在资金支持上还可创设更多激励措施，有助于进一步提升可再生资源分布式发电经济效益；3. 均衡性发展。目前，我国虽然已经在风能、太阳能、天然气、生物质能等方面着手研究、实施可再生资源分布式发电技术，但不同技术之间水平差异较大，未能达到技术平衡，比如太阳能发电已经在国际上超过了美国，位列国际前三。但风能发电与国际水平相比却尚有提升空间。因此，未来应更注重技术的均衡性发展；4. 现代化发展。当今时代是科技时代，智能化、信息化、自动化等技术已经在诸多领域中得到运用。可再生资源分布式发电技术也可融合各种现代化技术，如传感技术、智能分析技术、自动控制技术等，借助技术的力量提升可再生资源分布式发电技术稳定性与安全性<sup>[11]</sup>。

### 结束语

总之，可再生资源分布式发电技术无论在国内、国际都有着非常广阔的发展前景。虽然，我国目前在风能、太阳能、生物质能、天然气等可再生能源中已经呈现出非常可观的研发成果，但若能进一步加大技术研究力度，紧跟时代发展步伐进行技术创新，相信未来其定能进一步推动电力行业发展，构建更完善、灵活、稳定的电力体系，提升我国电力资源供应能力，为社会发展提供更多支持。

### 参考文献：

- [1] 张鸽. 太阳能光伏发电技术现状及其发展方向研究[J]. 光源与照明, 2023, (12): 132-134.
- [2] 葛晓东. 分布式发电对配电网继电保护的影响分析[J]. 集成电路应用, 2022, 39 (12): 246-247.
- [3] 苏淑婉, 王晓丰, 许映春. 分布式电源对配电网短路故障影响分析[J]. 农村电工, 2022, 30 (12): 29-30.
- [4] 王睿佳. 推进分布式可再生能源发电高质量发展[N]. 中国电力报, 2023-08-16 (004).
- [5] 张垚. 共生视角下分布式可再生能源开发规模及配置优化模型[D]. 华北电力大学(北京), 2023.
- [6] 黄龔, 郝迎鹏, 汪慧娴, 郑龙烨, 张凯哲, 许银亮. 基于二阶统一模型的分布式发电并网同步控制研究[J]. 中国电力, 2023, 56 (12): 41-50.
- [7] 谭社平. 大规模可再生能源发电中输电线路的运行和维护[J]. 太阳能学报, 2023, 44 (12): 578.
- [8] 单川. 智能电网可再生能源微电网系统装备设计问题研究[J]. 现代制造技术与装备, 2023, (S1): 61-63.
- [9] 付宇, 金鑫, 何肖蒙, 李跃, 黄博阳, 蔡永翔, 肖小兵. 微电网分布式发电计划跟踪观测器设计[J]. 控制工程, 2023, 30 (12): 2321-2326.
- [10] 李剑. 分布式电源并网条件下配电网继电保护技术[J]. 中国新通信, 2023, 25 (24): 25-26+24.
- [11] 方敏, 陈建军. 分布式发电的配电网规划问题的研究[J]. 电子元器件与信息技术, 2023, 7 (12): 220-223.

# 电网工程“两个前期”一体化融合工作机制构建与实施

计策<sup>1</sup>, 李先纯<sup>1</sup>, 王向阳<sup>2</sup>

1. 国网安徽省电力有限公司, 安徽 合肥 230009

2. 安徽华电工程咨询设计有限公司, 安徽 合肥 230022

**摘 要 :** 近年来, 电网建设压力与日俱增, 由于电网基建工程在规划、土地、林业、环水保、交通等诸多环节政策变化快, 给电网工程建设“项目前期”和“工程前期”(以下简称“两个前期”)工作带来新的挑战, 手续办理存在制约, 为促进电网项目前期和工程前期能够有效衔接, 提高电网工程建设管理质量和效率, 深入推进“一口对外”电网建设协调机制, 电网公司开展两个前期一体化融合工作, 切实解决建设难题, 有效提高前期工作效率。

**关 键 词 :** 两个前期; 一体化融合; 一口对外

## Construction And Implementation Of The “Two Early Stage” Integration Working Mechanism Of Power Grid Project

Ji Ce<sup>1</sup>, Li Xianchun<sup>1</sup>, Wang Xiangyang<sup>2</sup>

1. State Grid Anhui Electric Power Co., Ltd. Hefei, Anhui 230009

2. Anhui Huadian Engineering Consulting and Design Co., Ltd. Hefei, Anhui 230022

**Abstract :** In recent years, the pressure on power grid construction has been increasing day by day. Due to the rapid policy changes in planning, land, forestry, environmental protection, transportation and many other aspects of power grid infrastructure projects, new challenges have been brought to the “pre project” and “pre project” (hereinafter referred to as the “two pre projects”) work of power grid engineering construction. There are restrictions on the handling of procedures. In order to promote the effective connection between the pre project and pre project of power grid projects, improve the quality and efficiency of power grid engineering construction management, and deepen the “unified external relations” power grid construction coordination mechanism, power grid companies have carried out the integration of the two pre projects to effectively solve construction problems and improve the efficiency of pre project work.

**Keywords :** two early stages; integration; unified external relations

### 一、主要做法

#### (一) 制度保障措施

##### 1. 专题对接, 标准先行

建设部与发展部进行专题工作对接, 共同推进项目前期和工程前期深化融合工作, 梳理研究两个前期一体化融合标准, 明确两个前期依法合规手续办理职责划分, 完善省、市公司发展建设前期工作成果的定期交接机制, 全面规范流程和秩序, 同时建立常态沟通对接机制<sup>[1]</sup>, 以问题为导向, 不定期召开对接会, 及时协调解决两个前期融和问题。公司印发《推进输变电工程项目前期、工程前期一体化融合指导意见(试行)》, 深化细化指导意见要求, 在设计工作深度、柔性团队关键工作等方面形成标准规范。

##### 2. 完善流程, 定期会商

500千伏及重点220千伏输变电工程按照“一个项目, 一套人马”的原则, 在项目前期工作开始阶段, 整合汇集各方资源, 成立由建管单位建设、发展、设备、调度、经研院/所、属地公司和省内设计、施工技术专家共同组成的两个前期工作柔性团队。柔

性团队对前期工作质量负主体责任, 各专业人员齐心协力, 有机融合, 重大问题专题会商, 避免专业沟通不充分导致分歧。强化源头管控, 做深做细可研初设, 重点核实房屋拆迁、林木砍伐、停电施工、压覆重要矿产资源、生态保护红线、“三跨”等重大问题, 避免工程建设阶段出现颠覆性问题, 前期工作柔性团队中各专业人员既参与可行性研究工作, 又参与初步设计工作, 成果再检验及再反馈, 避免停返工, 有效提高工作效率和前期工作质量, 缩短手续办理时间及提高民事协调成效。

#### (二) 组织管理措施

##### 1. 基层试点, 全面应用

全省17家建设管理单位, 选取试点工程开展两个前期融合工作, 按要求成立柔性团队, 全流程参与选址选线、可研、初设工作, 根据属地实际情况, 搭建政企常态会商机制<sup>[2]</sup>, 破解用地、用林、跨越等手续办理难、周期长及赔偿标准高等突出问题, 充分考虑外部因素, 及早开展前期手续办理, 缩短前期工作流程, 提升前期工作效率, 同时积累两个前期融合和柔性团队建设经验, 为下一步全面推广应用打下基础。



## 2. “一口对外”，合力推进

电网基建工程在规划、土地、林业、交通等诸多环节政策变化快，给电网工程建设两个前期工作带来新的挑战，安徽公司依托“一口对外”协调机制，统筹公司内外部协调资源，发挥公司整体优势，构建省、市、县分层分级联动协调工作体系<sup>[2]</sup>，以工作流为索引，开展专业及业务层面交互，明确工作界面，共享信息、联动协调<sup>[3]</sup>，为两个前期融合和柔性团队工作高效开展打下基础。

## 3. 前后延伸，合理编排建设计划

一是按照前后延伸的原则，各单位建设部门向前延伸提前参与发展部的电网规划和项目储备工作阶段，发展部向后延伸持续参与建设部的工程建设前期阶段，形成全节点共同参与，两个部门共同开展电网诊断分析，共同策划主配网项目储备库的优先级排序工作。二是按照内外联动的思路，各市县公司主动和地方政府对接汇报属地电网“十四五”规划和近年电网建设成效，建立和地方政府电网建设联建共创临时党支部，实现政企联动的党组织和项目部一体化管理模式。结合地方经济发展和负荷需求情况，科学合理策划项目建设时序。三是实行交叉培训的模式，提升一体化工作团队的业务能力。发展部、建设部相关人员开展内部交叉互培互训和轮岗任职，充分融合两个前期管理，通过梳理科学测算项目开工前关键时间节点，按照全周期管控思路倒排计划，确保电网建设计划的科学性和可操作性。

## 4. 全面执行前期工作“项目制”

推行前期工作“项目制”，细化前期工作步骤和时间节点，提前启动工程前期<sup>[3]</sup>手续办理，以“项目可行”与“建设条件”同步落实为出发点，以核准即开工为工作目标，梳理制约工程开工的关键节点，按照定任务、定完成人、定时间节点、定完成措施的方法，推进开工前的各项专业评估、许可手续办理按计划节点有序推进<sup>[3]</sup>。针对影响全线进度实施工作的压覆矿、林地勘察、防洪影响评价、通航影响评价、防渗专项设计等专项评估<sup>[4]</sup>，采用专人负责制定点协调。

### （三）工作落实措施

#### 1. 做实责任清单，理清两个前期界面

强化“两个前期”深度融合、层层落责。以项目前期成果移交作为项目前期、工程前期分界点，推行“两个前期”年度目标责任清单制管理。以项目为单元全面梳理可研批复、项目核准、压矿地灾环评报告等15个关键阶段，明确责任主体、配合单位、责任节点和结果成效。建设部门对发展部门移交的可研批复、土地预审、选址意见书、核准批复、环评批复、压矿等关键资料质量进行交接评估和签字确认，对项目成熟度不足、文件即将过期、支持性资料不详实的不予接收，暂缓开展工程前期工作，提请推迟或取消项目开工建设。发展部门负责对建设部门工程前期各阶段完成结果进行评价，确保“两个前期”责任落实到位、任务协同推进。

#### 2. 深入项目前期，创新工作方式方法

前期工作柔性团队做到思想上高度重视，行动上高度重视，责任层层压实，根据工程实际制定需要完成的“两个前期”工作目标和计划；通过提前介入可研阶段，充分了解项目前期进展情况，

兼顾工程前期依法合规手续办理工作时间，预留合理建设工期，会同发展部门合理编制年度投资计划。充分发挥建设部门“能跑、能盯、能守”的精神，配合发展部门积极创造开工条件。做到“情况在一线掌握、问题在一线解决、工作在一线落实”，高度重视可研报告与现场的一致性。重点核实拟选站址地形地貌、交通条件、线路路径以及建构筑物拆迁范围等情况，排查铁路、公路、河流、林业等后期实施可能出现的重大敏感点和风险因素<sup>[4]</sup>。

加强“两个前期”衔接协同，共同组建柔性团队，深入前期工作，积极参与项目选址、土地预审、环评等前期工作。可研选址时，由发展部门牵头组织，重点对变电站土地性质、压覆矿藏、生态红线、地形地貌等进行深度评估<sup>[5][6]</sup>，办理选址意见书过程中，征询建设部门关于征地面积大小、站址坐标范围的工作意见，由设计单位按实际征地大小出具站址相关坐标位置，移交建设部门，为其后续办理规划许可证等手续提供便利，防止农用地征转报批过程出现土地预审3年过期、核准批复2年过期或压矿地灾评估位置与站址范围不一致情况，实现发展建设工作业务连贯性。此外，协同办理征地手续、开工手续等工程前期难点工作，切实负起“自立项到转资”全过程协同责任。

#### 3. 强化政企联合，营造建设优良环境

突出电网项目落地与政府重点关注项目关联，将本地区电网建设项目纳入各级政府重点调度项目库中，压紧压实各级属地政府电网发展责任，与属地政府主动对接电网发展，实现区域电网与地方经济“捆绑式”发展，营造良好电网建设环境；开展常态沟通对接，跟进问题落实解决，通过积极与各级政府沟通，进一步将电网投资分配与属地政府支持电网发展力度、年度电网建设环境多维度评价结果等因素“挂钩”，实现政企双赢；搭建常态化对接沟通平台，建立办公会议联席机制，共同跟踪反馈对接后需政府和供电公司解决的问题进展情况，协调政府有序推进解决，确保对接成果落到实处，为前期工作顺利开展创造有利条件。

#### 4. 重塑业务流程，提升征地办理效率

鉴于两个前期工作融合尚处初级阶段，需要解决的问题还要分步骤推进实施，随着融合工作的不断深入，一些在整个前期工作中存在的难点，利用融合工作相关业务流程重塑的契机，逐步改进完善和妥善解决，重点突破，全面提升。已完成对于征地手续办理的问题专项研究，制定相应流程和办法，规范提升工作效率，讨论出台《关于进一步提升基建工程用地手续办理效率的工作通知》，采取变电站选址一票否决、提前启动用地手续、用地指标的预留和控制、纳入国土空间规划等措施<sup>[7]</sup>，进一步提升征地手续办理效率，解决变电站用地手续办理时间紧影响依法开工的历史问题，下一步将对林地手续办理等其他前期工作难点问题进行研究突破。

5. 依托“一口对外”机制，电网与高速公路交叉跨越取得重要突破

随着社会经济的快速发展，电网建设和高速公路规模越来越大，输电线路和高速公路“互跨”的情况也日益增多。近几年，省交通体制改革加快推进，相关行业、地方标准发生更新变化，



对之前形成的合作成果存在一定异议，特别是高速公路系统关于输电线路跨越高速公路制定了新的审批流程，对输电线路工程跨越高速公路产生重大影响。省电力公司实时启动“一口对外”协调机制，联合发展部、设备部及主要设计、施工单位，与省交控集团紧密沟通，充分磋商，本着“密切合作、互利互惠、协调建设、共同发展”的原则，就交叉跨越手续办理、安全隐患整改、差异标准修订、定期会商机制等达成共识，形成新的协调建设合作模式。

## 二、取得成效

### （一）设计质量更高

一是可研设计更加深化。落实变电站通用设计，多专业参与选址选线实地勘测和多方案评估论证比选，强化方案评估签字落责和可追溯管理；在土地预审阶段确定变电站站址“四角坐标”和征地红线，前置编制地基处理、大件运输、重要跨越、停电过渡等技术方案，增加落实新十八项反措等安全专项方案；实施市区和县域项目的关键协议获取、前期手续办理的“同质化”管理，确保重大技术原则和主要设计方案在初步设计、施工图设计阶段不反复；

二是初步设计更加细化。全面落实“三通一标”、模块化建设、机械化施工、三维设计要求，初步设计深度力求达到施工图深度、满足施工图预算编制和技术提资要求，做细做实消防设计、落实十八项反措、重大跨越、停电过渡等专项方案；强化工程勘察深度管理，运用航拍技术、路径影像留存等手段，从源头避免因勘察深度不足引起的通道调整、方案变更；开展设计质量评价，按工程梳理项目可研及初设过程中设计质量问题，必要时对设计单位进行约谈，有效提升整体设计质量<sup>[8]</sup>。

### （二）专业协同更好

一是建立各级发展建设常态沟通机制，通过“两个前期一体

化”运作，实现资源整合、信息互通、合作协力、艰难共克的局面，极大提高了专业协同效率，促进电网工程各项业务工作的顺利开展；二是技术和管理协调统一。通过柔性团队高效工作和设计质量的细化提升，一些管理思路和要求通过技术手段得以实现，同时技术的变革促进管理流程的优化改进<sup>[9]</sup>；三是省市县一体高度融合，实现项目同质化管理。各级专业部门、支撑单位、属地单位以工程为依托，以团队建设为抓手，全面参与工程专业管理和建设协调，分级解决相应问题，充分发挥各业务专业及属地优势，积极推进工程建设。

### （三）手续办理更快

一是管理手段推进手续办理<sup>[9]</sup>。通过管理优化实现四个转变：选址选线坐标由初设批复后确定转变为可研土地预审阶段、建设用地规划许可证办理由工程进场前转变为初步设计审查前完成、重大跨越等安全技术交底方案由初设阶段转变为可研阶段完成、站址征地由初设后实施转变为可研批复项目核准后开展，为相关手续顺利办理创造有利条件。二是部分流程协调优化。协同本部相关部门，加强同政府部门对接，配合《安徽省实施中华人民共和国电力法办法》修订，优化审批流程；协同设备部门，同省交控集团对接签订《电力设施与高速公路协调发展合作备忘录》，解决实施标准问题，相关手续办理流程得到简化优化。

### （四）工程建设更顺

一是对内方面，通过精细专业化设计管理和施工管理，落实标准制定和精准实施要求<sup>[10]</sup>，通过高效专业配合，落实工程实施过程中停电方案、三跨改造等重点难点措施，提前开展相关前期手续办理<sup>[11]</sup>，为工程顺利开工创造条件，标准化开工率显著提升<sup>[10]</sup>；二是对外方面，积极与各级政府对接协调，重点落实房拆标准、建设敏感点措施等内容，加快手续办理流程，缩短常规办理时间，为后期工程建设争取主动。

## 参考文献：

- [1] 隋东阳, 王晓霞, 郭增艳. 实现电网项目高效投资的管理策略 [J]. 农电管理, 2021, (04): 46.
- [2] 李红星, 张洪德. 对政府投资决策科学性的研究分析 [J]. 学术交流, 2005, (12): 108-110.
- [3] 黄蕴. 浅论项目前期策划过程中的成本控制及后期实施 [J]. 价值工程, 2016, 35(21): 10-12.
- [4] 李万智, 李阳, 谭荣荣, 等. 电网工程环保空地一体化应用研究 [J]. 电力勘测设计, 2020(z1): 194-199.
- [5] 韩方虎, 池光湧, 廖毅. 输变电工程对自然保护区的生态影响及保护措施研究 [J]. 环境与发展, 2018, 30(12): 183, 185.
- [6] 苏立伟, 刘振华, 曾晓峰, 等. 电力企业营销管理信息数字化系统设计与应用研究 [J]. 电子测试, 2019, (14): 132-133.
- [7] 张体强, 廖欣. 生态保护红线管理现状及其与输变电工程相容性研究 [J]. 环保科技, 2020, 26(3): 52-55, 64.
- [8] 王阔, 刘辉. 面向新能源多业务场景的大数据平台构建关键技术与应用 [J]. 全球能源互联网, 2022, 5(2): 157-165.
- [9] 任洪波, 王广涛, 李琦芬, 等. 供需互动视角下区域综合能源系统设备配置与运行策略协同优化研究 [J]. 热力发电, 2020, 49(03): 60-67.
- [10] 姜平屏. 水利工程建设项目实施阶段的工程造价管理探讨 [J]. 工程与建设, 2022, 36(04): 1168-1170.
- [11] 张龙, 张桐源. 新形势下新能源项目“投建营”一体化管理模式应用浅析 [J]. 企业管理, 2023, (S1): 344-345.

# 不同主应力方向影响下隧道岩爆能量变化特征研究

李金峰, 代志敏, 张雪, 帅逸诚, 郝天琪, 苏唤东\*

西藏大学工学院, 西藏 拉萨 850000

**摘 要 :** 岩爆是岩体中聚集的变形势能突然释放的一种动力地质灾害。本研究以太平驿水电站隧道为背景, 研究了基于能量原理和不同最大主应力方向下隧道开挖后的能量分布规律。研究发现, 随着最大主应力方向的变化, 隧道不同位置的应变能密度变化多样。在竖向地应力与隧道轴线夹角为 $20^{\circ}$  ~ $30^{\circ}$ 、 $40^{\circ}$  ~ $60^{\circ}$ 、 $70^{\circ}$  ~ $90^{\circ}$  时, 隧道不同位置能量有不一样的变化趋势。本研究可为相似地质条件下隧道开挖过程中岩爆能量释放提供理论依据。

**关 键 词 :** 岩爆能量; 数值模拟; 应力方向

## Study On The Variation Characteristics Of Rockburst Energy In Tunnel Under The Influence Of Different Principal Stress Directions

Li Jinfeng, Dai Zhimin, Zhang Xue, Shuai Yicheng, Hao Tianqi, Su Huandong\*

Tibet university institute of technology, Lhasa, Tibet 850000

**Abstract :** Rock burst is a kind of dynamic geological disaster caused by sudden release of deformation potential energy gathered in rock mass. Based on the principle of energy and the direction of maximum principal stress, the energy distribution of tunnels in Taipingyi Hydropower Station is studied. It is found that the strain energy density of the tunnel varies with the direction of the maximum principal stress. When the Angle between the vertical ground stress and the tunnel axis is  $20^{\circ}$  ~ $30^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$  ~ $60^{\circ}$ ,  $70^{\circ}$  ~ $90^{\circ}$ , the energy at different locations of the tunnel has different variation trends. This study can provide theoretical basis for rockburst energy release during tunnel excavation under similar geological conditions.

**Keywords :** rockburst energy; numerical simulation; stress direction

## 引言

岩爆是高地应力区隧道在人为施工或外界环境扰动下, 岩体中储存的能量突然释放的一种动力地质灾害, 其强大的破坏力和难以预测的突发性, 给作业人员和工程设备带来了严重的威胁<sup>[1-3]</sup>。目前, 国内外学者从理论研究、数值模拟、室内试验等多个方面出发, 针对岩爆的发生机理进行了深入地研究。Cook 等人<sup>[4]</sup>首先提出了岩爆能量理论, 随后国内外学者根据能量理论研究开展了各种不同的理论方法。N. G. W.Cook<sup>[5]</sup>等人发现开采过程中释放的能量是岩爆发生的主导因素, 并根据该理论提出了能量释放率的概念。苏国韶<sup>[6]</sup>在总结了 ERR 能量指标的优势后, 提出了岩爆能量释放指数新指标, 这一指标极大地促进了深埋隧道工程理论的发展。蒋邦友等<sup>[7]</sup>基于能量原理在 TBM 施工过程中建立了新的岩爆评价方法, 为施工过程中阻断能量传递进而抑制岩爆发生提供了参考。郭建强等<sup>[8]</sup>通过分析岩爆的烈度等级, 建立了适用于工程实际的分级模型, 为实际工程施工做出了一定贡献。

上述的研究成果为岩爆的能量机理研究发展注入了新的动力。但目前基于工程背景的岩爆能量分析尚有不足, 本文基于太平驿水电站引水隧洞的岩爆能量变化规律, 来探究能量与岩爆之间相互关联因素, 可为相似地质条件下隧道开挖过程中能量释放提供理论依据。

## 一、工程地质概况

太平驿水电站位于四川省境内, 隧洞全长10.5km, 隧洞断面为圆形, 开挖直径为10m, 垂直埋深200 ~ 600m。隧洞沿线山

势险峻、地形复杂, 山坡坡度多大于 $45^{\circ}$ 。岩石类比为花岗岩及闪长岩, 岩体致密坚硬成块状体, 其中储存了岩浆岩的残余应力、构造应力和自重应力, 属于高地应力区域。现场实测地应力最大主应力为31.1MPa, 最小主应力为10.4MPa, 中间主应力

基金项目: 西藏自治区科技计划项目, 《基于川藏铁路岩芯的深埋隧道岩爆动力灾变机制研究》, (项目编号: JBGS2023000005)。

作者简介: 李金峰(1998—), 男, 汉族, 甘肃天水人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 岩土工程。

代志敏(1997—), 男, 汉族, 湖南省郴州市宜章县人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 岩土体稳定性及工程环境效应。

张雪(2000—), 女, 汉族, 陕西省宝鸡市人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 道路交通运输。

帅逸诚(2001—), 男, 汉族, 重庆市巫溪县人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 道路交通运输。

郝天琪(1999—), 男, 满族, 辽宁省阜新市人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 桥梁与隧道工程。

通讯作者简介: 苏唤东(1999—), 男, 汉族, 河南省开封市人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 防灾减灾及防护工程。

为17.8MPa。其中K2+330~K2+412洞段开挖施工时发生了岩爆，岩爆部位主要靠山坡侧拱部区域<sup>[9]</sup>。

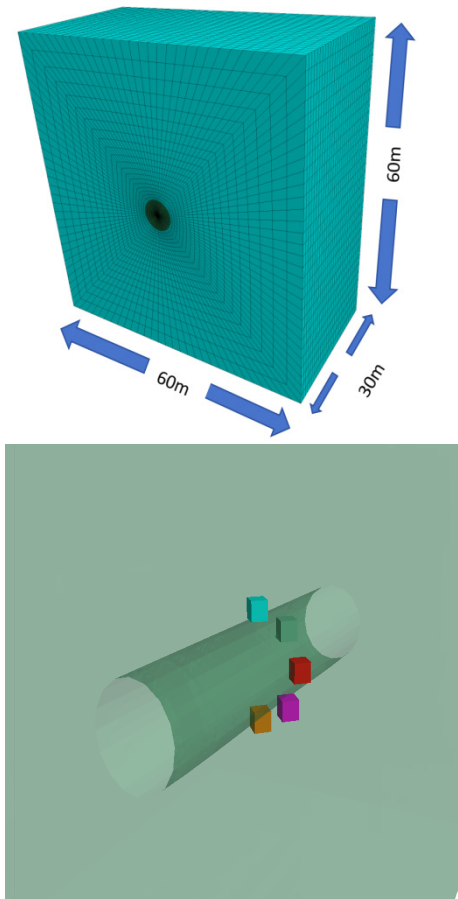
二、数值模拟

(一) Flac3d 简介

FLAC3D 软件是由美国 Itasca 公司研发推出的，该软件主要应用于岩土体的应力分析、动态监测，可以直观的看到岩体应力、能量等云图变化。软件本体自带大量函数，也可通过 FISH 语言进行二次开发，对各个工程案例具有较强的适用性，是岩土工程数值模拟使用最多的软件之一。

(二) 数值模型建立

以太平驿水电站圆形隧道模型为例，建立数值模型，将围岩视为单一、均质的各向同性连续介质，考虑到复杂的地形地貌及其多变的应力环境，数值模型尺寸设计为：X\*Y\*Z=60m\*30m\*60m，模型内部含有93600个子单元和96751个节点。为了真实还原地应力场，边界条件主要设置为：底部为三向约束，四周为法向约束，顶部为自由边界。此外分别对拱顶、拱肩、拱腰、拱脚、拱底进行监测，数值模型及监测点具体情况，如图1所示。



> 图1 数值计算模型及监测点分布图

(三) 模型参数

计算模型的岩体采用太平驿水电站隧洞段花岗岩岩体，具体力学参数，见表1。

表1 太平驿水电站花岗岩力学参数<sup>[10]</sup>

| 粘聚力<br>峰值 /<br>MPa | 粘聚力<br>残余值 /<br>MPa | 内摩擦角<br>峰值 / (°) | 抗拉强度 /MPa | 弹性模量<br>/GPa | 泊松比 |
|--------------------|---------------------|------------------|-----------|--------------|-----|
| 35.5               | 3.5                 | 42.8             | 10        | 31           | 0.2 |

三、数据分析

岩石发生变形破坏主要是能量驱动的结果，从能量角度出发，当岩石在外力作用下产生变形，外力功产生的总输入能量为U，根据能量守恒原理得<sup>[11]</sup>。

在隧道施工过程中，由于受到外部众多因素的干扰，围岩产生的能量可转为总输入能量U，其中主要包含耗散能U<sup>d</sup>和弹性应变能U<sup>e</sup>，能量变化关系满足如下公式：

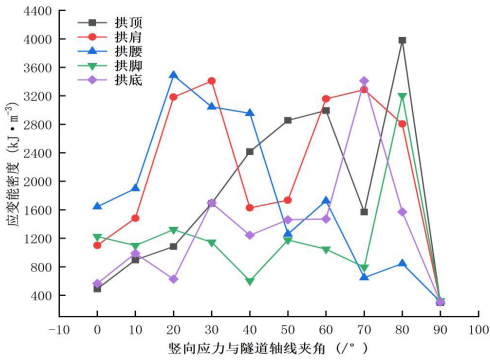
$$U=U^d+U^e$$

耗散能U<sup>d</sup>是施工时，造成岩体裂缝产生或破碎等过程耗散的能量。弹性应变能U<sup>e</sup>是引起岩爆的决定性因素之一，其主要受控于三向应力、弹性模量和泊松比等因素的影响，主要可表现为如下公式：

$$U^e=\frac{1}{2E_0}[\sigma_1^2+\sigma_2^2+\sigma_3^2-2\mu(\sigma_1\sigma_2+\sigma_2\sigma_3+\sigma_1\sigma_3)]$$

式中： $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 、 $\sigma_3$ 为岩体的3个主应力；E<sub>0</sub>为岩体的弹性模量； $\nu$ 为泊松比

基于 FLAC3D 软件自带的 FISH 语言进行二次开发，依据公式（3）计算出岩体单元的的弹性应变能，并绘制掘进后隧道纵向的弹性应变能云图，并监测不同应力角度下隧道拱顶、拱肩、拱腰、拱脚、拱底的应变能变化情况。

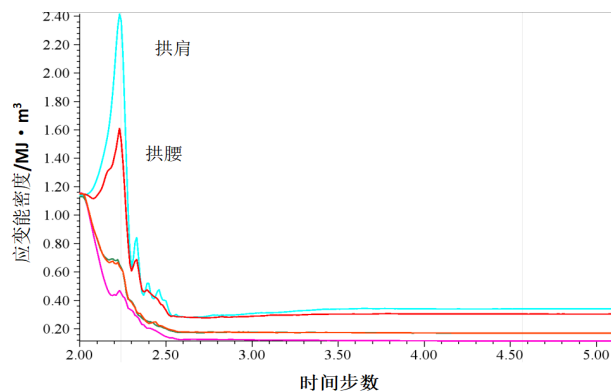


> 图2 不同应力角度太平驿隧道关键位置围岩应变能密度曲线

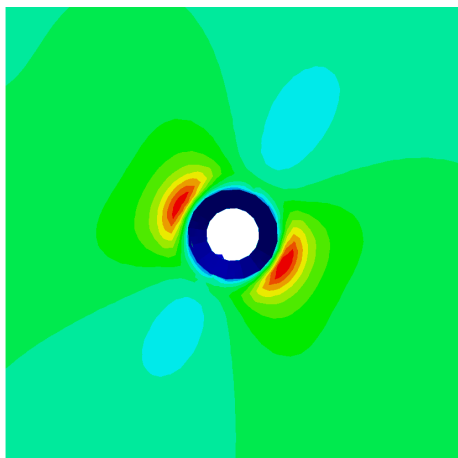
应变能密度是直接反映岩爆倾向性的重要依据，由图2可知，随着地应力方向的变化，隧道各个关键位置的应变能变化差异较大。在竖向地应力与隧道轴线夹角为20°~30°时，拱肩和拱腰的应变能密度急剧增加，其他位置变化不明显；在竖向地应力与隧道轴线夹角为40°~60°时，拱顶处应变能密度逐渐增加，拱肩处应变能密度有一个先降低后增加的趋势，拱腰处应变能密度急剧下降；在竖向地应力与隧道轴线夹角为70°~90°时，拱顶、拱肩、拱脚、拱底处应变能密度都激增至峰值点，随后又快速降低，只有拱腰位置处的应变能密度逐步降低。

地应力场方向决定了岩爆发生的位置<sup>[9]</sup>，太平驿水电站隧道最

大主应力与山坡面近似平行（30°左右），如图，最小主应力与最大主应力垂直。通过改变应力方向，利用 FLAC3D 软件真实模拟了太平驿隧道的实际应力环境。



> 图3 拱肩部位的应变能变化情况



> 图4 最大主应力与隧道夹角30度的应变能云图

通过数值计算记录了最大主应力与隧道轴线方向夹角为30度时隧洞开挖全过程的应变能密度变化情况，在开挖过程中，拱肩的应变能密度2.25步时发生急剧的增加和降低，其次是拱腰，先逐渐增加，随后慢慢降低，最后都趋于平衡。拱顶、拱脚、拱底处应变能密度变化不大，在开挖过程中慢慢释放能量并区域稳定。由应变能云图（如图4）也可发现，在隧道拱肩和拱腰位置处，应变能密度较为集中，这也与太平驿水电站隧道真实的岩爆区域相一致。

## 结论

通过运用 FLAC3D 有限差分软件建立太平驿水电站隧道模型，研究了基于能量原理和不同最大主应力方向下隧道开挖后能量的分布规律，随着最大主应力方向的变化，隧道不同位置的应变能密度变化多样。在竖向地应力与隧道轴线夹角为20° ~ 30°、40° ~ 60°、70° ~ 90° 时，隧道不同位置有不一样的变化趋势。本次数值模拟所得到的应变能密度数据和云图与太平驿水电站真实发生岩爆的区域相一致，再次印证了岩爆与能量之间的密切关系。后续隧道工程发生岩爆的区域应根据具体工程实际具体讨论。

## 参考文献:

- [1] 钱七虎. 岩爆、冲击地压的定义、机制、分类及其定量预测模型 [J]. 岩土力学, 2014, 35(01): 1-6. DOI: 10.16285/j.rsm.2014.01.028.
- [2] 冯夏庭, 肖亚勋, 丰光亮, 等. 岩爆孕育过程研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2019, 38(04): 649-673. DOI: 10.13722/j.cnki.jrme.2019.0103.
- [3] 蔡美峰, 冀东, 郭奇峰. 基于地应力现场实测与开采扰动能量积累理论的岩爆预测研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2013, 32(10): 1973-1980.
- [4] Cook N G w, Hock E, Pretorius J P G. Rock Mechanics applied to the study of rock bursts. J. S. Afr. Inst. Min. Metall, 1965, 66: 435-528.
- [5] COOK N G w. The design of underground excavations [C] / Proceedings of Eighth Rock Mechanics Symposium. Minnesota: American Rock Mechanics Association, 1966: 45-52.
- [6] 苏国韶. 高地应力下大型地下洞室群稳定性分析与智能优化研究 [博士学位论文] [D]. 武汉: 中国科学院研究生院, 2006.
- [7] 蒋邦友, 王连国, 顾士坦, 等. 基于能量原理的深埋隧洞 'TBM 施工岩爆机理分析 [J]. 采矿与安全工程学报, 2017, 34(06): 1103-1109+1115.
- [8] 郭建强, 赵青, 王军保, 等. 基于弹性应变能岩爆倾向性评价方法研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2015, 34(09): 1886-1893.
- [9] 万姜林, 洪开荣. 太平驿水电站引水隧洞的岩爆及其防治 [J]. 西部探矿工程, 1995(01): 87-89.
- [10] 苏国韶, 冯夏庭, 江权, 等. 高地应力下地下工程稳定性分析与优化的局部能量释放率新指标研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2006(12): 2453-2460. (图标)
- [11] 谢和平, 鞠杨, 黎立云. 基于能量耗散与释放原理的岩石强度与整体破坏准则 [J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24(17): 3003-3010.



# 空气源热泵在低温环境下的能效提升方法研究

孙勇伟

山西汇坤建筑工程有限公司, 山西 忻州 034000

**摘 要：** 空气源热泵，高效节能的供暖制冷设备，其在低温环境应用受广泛关注。本文研究低温下能效提升之法，分析热泵系统运行特性，探讨影响能效关键因素，提出优化策略。改进换热器设计、采用高效制冷剂及优化系统控制策略，可提高低温能效比。研究成果对推动空气源热泵在寒冷地区广泛应用具有重要理论与实践意义。

**关 键 词：** 空气源热泵；低温环境；能效提升；系统优化；节能技术

## Research On The Energy Efficiency Improvement Method Of Air Source Heat Pump In Low Temperature Environment

Sun Yongwei

Shanxi Huikun Construction Engineering Co., LTD., Xinzhou, Shanxi 034000

**Abstract：** Air source heat pump, high efficiency and energy saving heating and refrigeration equipment, its application in low temperature environment is widely concerned. This paper studies the method of improving energy efficiency at low temperature, analyzes the operation characteristics of heat pump system, discusses the key factors affecting energy efficiency, and puts forward the optimization strategy. Improving the heat exchanger design, adopting high efficiency refrigerant and optimizing the system control strategy can improve the low temperature energy efficiency ratio. The research results are of important theoretical and practical significance for promoting the wide application of air source heat pump in cold areas.

**Keywords：** air source heat pump; low temperature environment; energy efficiency improvement; system optimization; energy saving technology

## 引言

全球能源危机与环境问题严峻，空气源热泵作为清洁高效能源利用方式，其低温性能优化成热点。低温对热泵能效要求更高。本文探讨低温下提升能效之法，为热泵发展应用提供理论与实践指导。深入分析运行机制，揭示关键因素并提出创新方案，以达节能减排目的，为相关研究者和工程师提供参考，助力热泵技术在低温环境更好地发挥作用。

## 一、空气源热泵低温环境能效问题概述

空气源热泵，作为一种能够利用空气中低温热能以实现供暖与制冷功能的设备，在节能与环保领域彰显出显著优势，处于低温环境之下时，热泵的能效常常受到限制，此状况已然成为制约其广泛应用的主要瓶颈。究其原因，低温环境会致使热泵的蒸发温度降低，进而对压缩机的吸气压力以及系统的 COP（性能系数）产生影响，低温还有可能增加热泵的除霜频率，从而进一步降低系统效率。对此，研究者们提出了多种解决方案。对热泵的换热器设计加以改进，能够提升热交换效率，采用翅片式换热器或者微通道换热器，可有效增加换热面积，进而提高换热效率，对换热器的流道布局进行优化，能够减少流体的流动阻力，实现降低能耗之目的。

选择合适的制冷剂对于提升热泵的低温性能起着至关重要的作用，新型环保制冷剂，如 R32 和 R410A，具备较高的热力学性能，能够在低温环境下提供更为出色的制冷效果，对制冷剂的充注量进行调整，可以优化热泵的工作点，进而进一步提高能效。系统控制策略的优化亦是提升热泵能效的关键所在。采用先进的控制算法，例如模糊控制或者自适应控制，能够依据环境温度以及负荷需求自动调节热泵的运行参数，以实现最优的能效比，对热泵的运行数据进行实时监测与分析，可以及时发现并解决潜在问题，确保系统的稳定运行。

除了上述所提及的方法之外，还有一些辅助技术能够进一步提升热泵的低温性能，运用热回收技术，能够回收热泵在制冷过程中所产生的余热，从而提高能源利用率，将太阳能辅助系统集成，则可以在日照充足之时，利用太阳能为热泵提供额外的

热能，进而降低对电能的依赖。空气源热泵在低温环境下的能效提升乃是一个涉及多方面的问题，需要从换热器设计、制冷剂选择、系统控制策略以及辅助技术等多个方面进行综合考虑并加以优化，实施这些方法，不但可以提高热泵的能效，还能够延长设备的使用寿命，降低运行成本，为实现可持续发展目标贡献力量。

## 二、影响空气源热泵能效的关键因素分析

空气源热泵的能效表现于低温环境之下受到多种因素的影响，而这些因素共同作用，决定了热泵系统的性能以及运行成本，深入分析这些关键因素，对于优化热泵设计以及提高系统效率而言至关重要。温度乃是影响热泵能效的首要因素。处于低温环境之中时，热泵的蒸发温度降低，进而致使压缩机的吸气压力下降，由此影响到整个系统的 COP，低温还会使热泵的除霜需求增加，频繁的除霜过程会中断热泵的正常运行，进而造成能量损失。制冷剂的选择同样对热泵的能效有着显著影响，不同的制冷剂具备不同的热力学特性，诸如蒸发压力、冷凝压力以及比热容等，这些特性决定了热泵在不同工况下的运行效率，具有较高蒸发温度的制冷剂能够在低温环境下提供更为良好的吸热能力，从而提升热泵的能效。

换热器的设计亦是影响热泵能效的关键所在。换热器的类型、尺寸以及布局均会对热交换的效率产生影响，翅片式换热器增加表面积的方式来提高热交换效率，而微通道换热器则是减小通道尺寸来增强流体的湍流程度，从而进一步提高换热性能。系统控制策略对热泵的能效同样具有重要影响，先进的控制算法能够依据环境温度以及热负荷的变化，实时调整热泵的运行参数，例如压缩机的转速以及制冷剂的充注量，以实现最优的能效比。智能控制系统还能够预测并适应外部环境变化，减少热泵的能耗，环境因素，诸如湿度、风速以及太阳辐射等，也会对热泵的能效产生影响，当湿度较高时，热泵的除湿需求增加，很可能导致能效降低。

风速的增加对空气流通速度的影响极为显著，这不但提升了换热效率，而且还有助于空气源热泵在低温环境下的性能表现，太阳辐射的利用可太阳能辅助系统有效地转化为热能，辅助热泵进行供暖，进而进一步降低能耗。这些因素共同发挥作用，使得空气源热泵的能效在复杂多变的条件下得到了有效提升，综合考虑制冷剂的选择、换热器设计的优化、先进控制策略的采用以及对环境因素的适应性，空气源热泵在低温环境下的能效得到了显著提高，满足了市场对于高效节能技术日益增长的需求。

## 三、空气源热泵系统优化策略研究

空气源热泵系统的优化乃是一个多维度的工程问题，其涉及到系统设计、运行参数调整以及环境适应性等诸多方面，为了提高系统在低温环境下的能效，研究者们已然提出了多种优化策略。在系统设计方面，换热器的优化乃是提升热泵性能的关键所

在。采用具有更高热传递效率的换热器，例如微通道换热器，能够显著提高热泵的热交换能力，微通道换热器由于其紧凑的结构以及较大的表面积，能够在较小的空间内实现高效的热交换，对换热器的流道布局以及翅片设计进行优化，可以进一步降低流体的流动阻力，提高换热效率。

制冷剂的选择在系统优化中亦是不可忽视的一环，新型环保制冷剂，如 R134a 和 R410A，不但具有较低的全局变暖潜能，而且在低温下具备较好的热力学性能，能够提高热泵的 COP。精确计算制冷剂的充注量，能够确保热泵在不同工况下皆可达到最佳性能。控制系统的智能化是提升热泵能效的另一重要途径，采用先进的控制算法，例如模糊逻辑控制或神经网络控制，能够依据实时的运行数据以及外部环境条件，自动调整热泵的运行参数，这种自适应控制策略可以减少人为干预，提高系统的响应速度和调节精度，从而实现更高的能效比。

除霜策略的优化也是提升热泵低温性能的重要方面，在低温环境下，热泵的除霜过程会致使能量损失，进而影响系统的连续运行，采用智能除霜算法，能够根据热泵的实际运行状态以及外部环境条件，预测并控制除霜过程，减少不必要的能量消耗。环境适应性是热泵系统优化中常常被忽视的一个方面，热泵系统应能够依据环境温度、湿度和风速等参数的变化，自动调整运行模式，在风速较大的情况下，可以增加空气流量的方式来提高换热效率；在湿度较高时，可以调整除湿模式来减少能量损失。集成辅助能源系统，例如太阳能或地热能，能够进一步提高热泵的能效，这些辅助能源系统可以在热泵效率较低时提供额外的热能，降低对电能的依赖，实现更加可持续的能源利用。

## 四、低温环境下热泵性能提升的实验研究

在低温环境下，空气源热泵的性能提升实验研究乃是推动热泵技术发展的关键所在，实验研究通常涉及对热泵系统在模拟低温条件下的运行特性进行测试与分析，以验证不同优化策略的有效性。实验研究首先需建立一个能够模拟低温环境的测试平台，这通常涵盖一个可以调节温度和湿度的气候模拟室，以及相应的数据采集和控制系统，在实验中，热泵系统在不同的低温条件下运行，测量其输入功率、输出热量、蒸发温度和冷凝温度等参数，来评估系统的性能。在实验设计中，换热器的优化是一个重要的研究方向。在实验里，对比不同类型和尺寸的换热器在低温条件下的热交换效率，可以确定最优的换热器配置，微通道换热器由于其高表面积密度，在低温条件下显示出较高的热交换性能。

制冷剂的选择亦是实验研究的关键点，实验，能够评估不同制冷剂在低温环境下的热力学性能和环境适应性，实验结果表明，某些新型环保制冷剂在低温下具有更好的吸热能力，从而提高了热泵的 COP，控制系统的优化同样是实验研究的重点。在实验中，实施不同的控制策略，如 PID 控制、模糊控制或自适应控制，可以观察到系统性能的变化，智能控制系统能够根据实时数据自动调整运行参数，以达到更高的能效。除霜策略的优化也是

实验研究的一部分。在低温环境下，热泵的除霜过程对系统性能有着显著影响，在实验中，比较不同的除霜方法，如定时除霜、温差除霜和智能除霜，可以找到减少能量损失和提高系统稳定性的最佳除霜策略。

环境适应性是实验研究中的另一个重要方面，在实验中，模拟不同的环境条件，诸如不同的风速、湿度和温度，可以评估热泵系统对环境变化的响应能力，实验结果有助于开发能够适应各种环境条件的热泵系统。辅助能源系统的集成也是实验研究的内容之一。实验，可以评估太阳能、地热能等辅助能源系统对热泵性能的影响，集成辅助能源系统能够显著提高热泵的能效和可靠性，这些实验研究，可以为空气源热泵在低温环境下的性能提升提供科学依据和技术支持，实验结果不仅有助于优化热泵系统的设计，还可以为热泵技术的进一步发展提供指导。

## 五、空气源热泵能效提升方法的实践应用与展望

空气源热泵能效提升方法的实践应用乃是实现节能减排目标的重要途径，随着环保意识的不断增强以及能源需求的持续增长，空气源热泵作为一种清洁能源技术，其在供暖和制冷领域的应用愈发广泛，要充分发挥其节能潜力，必须实践应用来验证并优化提升能效的方法。在实际应用中，空气源热泵系统的设计以及运行参数需要依据具体的气候条件和使用需求进行调整，在寒冷地区，系统可能需要更为高效的除霜策略以及更优化的换热器设计，以适应低温环境，实地测试以及长期运行数据的收集，可以对系统性能进行评估，并根据反馈进行必要的调整。

在实践应用中，智能控制系统的引入为热泵能效的提升提供了新的解决方案，实时监测环境温度、湿度以及热负荷的变化，智能控制系统能够自动调节热泵的工作状态，以实现最佳的能效比。集成先进的传感器和算法，智能控制系统还能够预测并适应

外部环境的变化，进一步提高系统的响应速度和调节精度，在新型制冷剂的應用方面，实践表明，选择适合低温环境的制冷剂对于提升热泵的能效至关重要。新型环保制冷剂不但具有较低的全球变暖潜能，而且在低温下能够提供更好的热力学性能，从而提高热泵的 COP，在实际项目中测试和应用这些制冷剂，可以为热泵系统的设计和优化提供宝贵的经验。

空气源热泵在低温环境下的除霜策略对系统性能起着至关重要的作用，智能除霜算法实时监测热泵状态以及环境条件，对除霜过程进行优化，降低能量损耗，提高系统稳定性，环境适应性同样极为关键，热泵系统需依据环境温度、湿度和风速自动调整运行模式，集成传感器和控制策略，确保在多变环境下实现高效运行。技术的不断进步，诸如物联网、大数据和人工智能的融合，预示着热泵系统将实现更精细化的能效管理。集成可再生能源，例如太阳能和地热能，将会使热泵系统更加绿色、高效且可持续，空气源热泵的能效提升是一个持续发展的过程，技术革新与实地测试的结合，智能控制与环境适应性策略的应用，将助力热泵技术在高效节能和应对气候变化方面发挥更大作用，为能源危机的解决贡献力量。

## 结语

空气源热泵，高效节能之供暖制冷技术，其在低温环境下性能提升乃研究热点。本文深入剖析影响热泵能效关键因素，探讨多种优化策略，为低温下高效运行提供理论与实践指导。实验验证优化策略有效性，智能控制与环境适应性策略则推动技术创新发展。展望未来，随新技术融合应用，空气源热泵于节能减排及可持续发展中将发挥关键作用。经不断技术创新与实践探索，其应用前景必将更为广阔。

## 参考文献：

- [1] 赵志刚, 陈立群. 空气源热泵系统低温性能优化研究 [J]. 制冷技术, 2021, 41(1): 45-51.
- [2] 李晓明, 张建华. 低温环境下空气源热泵系统能效提升方法 [J]. 能源研究与信息, 2022, 38(2): 82-87.
- [3] 刘洋, 周建中. 微通道换热器在空气源热泵系统中的应用研究 [J]. 化工进展, 2020, 39(8): 3456-3462.
- [4] 王海波, 韩雪梅. 新型环保制冷剂在空气源热泵系统中的应用 [J]. 制冷与空调, 2021, 21(3): 1-6.
- [5] 孙立新, 刘晓东. 智能控制策略在空气源热泵系统中的应用 [J]. 控制工程, 2020, 27(4): 612-616.
- [6] 陈建平, 赵红梅. 空气源热泵除霜策略优化研究 [J]. 暖通空调, 2021, 51(5): 94-98.
- [7] 张宏伟, 李婷婷. 空气源热泵系统环境适应性研究 [J]. 建筑科学, 2022, 38(6): 44-49.
- [8] 杨洪斌, 吴晓东. 太阳能辅助空气源热泵系统的性能分析 [J]. 可再生能源, 2020, 38(2): 77-82.
- [9] 刘志强, 张丽华. 空气源热泵系统能效影响因素分析 [J]. 能源技术与管理, 2021, 42(3): 55-60.
- [10] 周杰, 赵丽华. 空气源热泵系统优化设计方法研究 [J]. 制冷与空调, 2023, 23(1): 23-28.

# 市政绿化工程中的植物配置与生态效益评价

乔卫

阜南县城乡建设管理服务中心，安徽 阜阳 236300

**摘 要：** 随着城市化进程的加快，城市绿化工程在改善生态环境、提升城市形象、提高居民生活质量方面扮演着越来越重要的角色。本文从植物配置的角度出发，探讨了市政绿化工程中的植物物种选择、搭配方式与生态效益之间的关系。通过对城市绿化实例的分析，揭示了合理植物配置对提高绿化区域生物多样性、改善小气候环境及减少城市病的重要性。研究表明，科学合理的植物配置能够最大化生态效益，为城市可持续发展提供重要支撑。本研究旨在为城市规划者提供植物配置的参考依据，以促进生态友好型城市绿化的实施。

**关 键 词：** 植物配置；生态效益；市政绿化；城市可持续发展；生物多样性

## Plant Configuration And Ecological Benefit Evaluation In Municipal Greening Projects

Qiao Wei

Funan County Urban and Rural Construction Management Service Center, Fuyang, Anhui 236300

**Abstract：** With the acceleration of urbanization, urban greening projects play an increasingly important role in improving the ecological environment, enhancing urban image, and improving residents' quality of life. This article explores the relationship between plant species selection, matching methods, and ecological benefits in municipal greening projects from the perspective of plant configuration. Through the analysis of urban greening examples, the importance of rational plant configuration in improving biodiversity, microclimate environment, and reducing urban diseases in green areas has been revealed. The research results indicate that scientifically reasonable plant configuration can maximize ecological benefits and provide important support for urban sustainable development. This study aims to provide a reference for plant configuration for urban planners, in order to promote the implementation of eco-friendly urban greening.

**Keywords：** plant configuration; ecological benefits; municipal greening; urban sustainable development; bio-diversity

## 引言

城市作为人类文明的结晶，其生态环境的优劣直接关系到居民的健康和城市的可持续发展。然而，随着城市化进程的不断推进，城市绿化面临着诸多挑战。如何在有限的城市空间内，通过植物配置实现生态效益的最大化，已成为城市规划者和环境科学家关注的焦点。本文旨在通过深入分析市政绿化工程中的植物配置问题，探讨其与生态效益的内在联系，为城市绿化工程提供科学的指导和建议。通过对现有绿化区域的植物配置进行评价，本文旨在揭示植物搭配的科学性对提升城市生态环境质量的重要性，同时吸引读者对城市绿化工程的深入思考。

## 一、植物配置与城市绿化概述

植物配置在城市绿化中扮演着至关重要的角色，它不仅关乎城市景观的美观，更与城市的生态健康和居民的福祉紧密相连。城市绿化工程通过植物的合理布局和搭配，能够创造出具有生态功能和美学价值的城市空间。在城市绿化的实践中，植物配置需要综合考虑植物的生长习性、生态需求以及与城市环境的协调性，以实现生态效益的最大化。城市绿化的首要目标是构建一个生态平衡的绿色空间，这要求植物配置必须遵循生态学原理。植

物种类的多样性是实现这一目标的关键，不同种类的植物能够提供多样化的生态服务，如净化空气、调节气候、保持水土等。同时，植物配置还应考虑到植物间的相互作用，如竞争、共生等，以确保植物群落的稳定和健康。

在植物配置的过程中，还需注意植物与城市环境的适应性。城市环境具有其特殊性，如高密度的建筑、高强度的人为干扰等，这些因素都可能对植物的生长造成影响。因此，选择适应性强、耐污染、抗病虫害的植物种类，对于城市绿化的成功至关重要。植物配置还应考虑到城市绿化的美学需求。城市绿化不仅是



生态工程，也是一项艺术创作<sup>[1]</sup>。通过巧妙的植物搭配和布局，可以创造出既符合生态需求又具有美感的城市景观。例如，利用不同高度、形态和颜色的植物，形成层次丰富、色彩多样的绿化景观，不仅能够提升城市的美学价值，还能够为市民提供愉悦的视觉享受。

在实际操作中，植物配置还需结合城市的具体情况进行个性化设计。不同城市由于地理位置、气候条件、文化背景等差异，其绿化需求和特点也各不相同。因此，植物配置应根据城市的实际情况，选择适宜的植物种类和配置方式，以实现最佳的生态和美学效果。植物配置是城市绿化工程中的核心环节，它涉及生态学、植物学、环境科学、景观设计等多个领域的知识。通过科学合理的植物配置，不仅可以提升城市绿化的生态效益，还能够增强城市的美学魅力，为市民创造更加宜居的生活环境。

## 二、市政绿化工程中植物配置的原则与方法

市政绿化工程中的植物配置是一项综合性极强的工作，它不仅涉及植物种类的选择和搭配，还包括对植物生长习性、生态需求以及城市环境协调性的深入理解。植物配置的原则与方法在实现城市绿化工程的生态效益和美学价值方面起着决定性作用。植物配置应遵循生态适应性原则，选择能够适应城市环境的植物种类。城市环境的特殊性要求植物具有较高的抗污染能力、耐干旱和耐盐碱等特性。例如，选择耐旱的植物种类可以在夏季高温少雨的条件下保持生长，而耐盐碱的植物则适合在沿海或盐碱地区进行绿化。

多样性原则是植物配置中不可或缺的。多样性不仅体现在植物种类的丰富性，还包括植物群落结构的多样性。通过乔木、灌木、草本植物的合理搭配，形成多层次的植物群落，可以提高生态系统的稳定性和生物多样性。例如，乔木层可以提供遮荫和栖息地，灌木层可以提供食物和隐蔽场所，草本层则可以增加土壤覆盖，减少水土流失。功能性原则也是植物配置中需要考虑的重要因素。植物配置不仅要满足生态需求，还要具备一定的实用功能，如提供遮荫、降低噪音、净化空气等。例如，选择具有吸附污染物能力的植物种类，可以有效地净化城市空气，改善城市环境质量。

在美学性原则的指导下，植物配置还应考虑到植物的观赏价值。通过色彩、形态和质感的搭配，创造出和谐美观的城市景观。例如，春季开花的植物可以为城市带来生机和活力，而秋季变色的植物则可以增添城市的秋季色彩。植物配置的方法涉及植物的空间布局和生长习性的理解<sup>[2]</sup>。在空间布局上，应考虑植物的生长习性和空间需求，合理规划植物的种植密度和位置。例如，避免将喜光植物种植在遮荫条件下，以免影响其生长。植物配置还应考虑到植物间的相互作用，如竞争、共生等。通过合理搭配，可以促进植物间的正相互作用，如某些植物可以吸引天敌昆虫，帮助控制害虫数量，从而减少对化学农药的依赖。

在实际操作中，植物配置还需要考虑到城市空间的特殊性，如街道绿化、广场绿化、屋顶绿化等不同场景下的植物选择和布局方式。例如，在街道绿化中，应选择耐荫、抗风、根系较浅的植物，以适应街道狭窄、光照不足的环境。植物配置的方法还应

结合现代城市绿化技术，如智能灌溉系统、生态铺装材料等，以提高植物的成活率和维护效率。同时，植物配置还应考虑到城市居民的活动需求，如设置休闲座椅、步道等，使绿化空间更加人性化，提高市民的参与度和满意度。市政绿化工程中的植物配置是一项系统性工程，它要求综合考虑生态、功能、美学和实用性等多方面因素，通过科学的方法和创新的技术，实现城市绿化的可持续发展。

## 三、植物配置对生物多样性的影响

植物配置在城市绿化工程中对生物多样性的影响是多维度和深远的。城市绿化通过植物的科学配置，不仅能够为城市居民提供休闲和观赏的空间，更重要的是，它为城市中的野生生物提供了栖息地和食物来源，从而促进了生物多样性的保护和提升。生物多样性是指在一个特定生态系统中，生物种类的丰富度和遗传多样性。在城市环境中，由于空间的局限性和人类活动的频繁，自然生态系统往往受到破坏，导致生物多样性下降。因此，通过精心设计的植物配置，可以在城市中创造出有利于生物多样性的环境。

植物配置对生物多样性的影响体现在为不同种类的生物提供适宜的栖息地。例如，通过配置不同高度和形态的植物，可以形成多样化的微生境，满足不同生物的栖息需求。乔木可以为鸟类提供筑巢的场所，灌木层可以为小型哺乳动物和昆虫提供掩护，而草本植物则可以为土壤微生物和地表昆虫提供生存空间。植物配置可以通过提供多样化的食物来源来支持生物多样性。不同种类的植物开花时间不同，可以吸引不同种类的传粉昆虫，如蜜蜂、蝴蝶等，这些昆虫在传粉过程中促进了植物的繁殖和遗传多样性。同时，果实和种子的多样性也为鸟类和其他动物提供了食物，维持了生态系统的能量流动和物质循环。

植物配置还应考虑到植物间的相互作用，如共生、竞争和捕食等生态关系。通过合理配置，可以促进植物间的正相互作用，如某些植物可以吸引天敌昆虫，帮助控制害虫数量，从而减少对化学农药的依赖，保护了非目标生物，维护了生物多样性<sup>[3]</sup>。在实际应用中，植物配置还应考虑到城市环境的特殊性。城市中的污染、噪音和微气候等都会对植物和生物多样性产生影响。因此，选择耐污染、抗噪音干扰的植物种类，以及通过植物配置改善微气候环境，对于保护和提升城市生物多样性具有重要意义。植物配置在提升城市生物多样性方面发挥着关键作用。通过科学合理的植物选择和布局，可以在城市中创造出有利于生物多样性的环境，为城市生态系统的稳定和可持续发展提供支持。

## 四、植物配置对城市小气候环境的调节作用

植物配置在城市小气候环境的调节中扮演着至关重要的角色。城市化进程中，由于建筑物密集、道路硬化等，城市小气候常常表现为温度升高、湿度降低、风速增大等特征，这种现象被称为城市热岛效应。植物配置通过增加城市绿化覆盖率，可以有效缓解这一现象。植物通过蒸腾作用可以增加空气湿度，降低温

度。树木的树冠可以提供遮荫，减少地面的太阳直射，降低地面温度。此外，植物的叶片和枝干可以吸收和反射太阳辐射，减少热量的积累。这些作用共同作用于城市小气候，有助于降低城市温度，改善城市居民的生活环境。

植物配置还能够对城市风速和风向产生影响。树木的排列和布局可以作为自然屏障，减缓风速，改变风向，形成微气候环境。例如，在城市街道两旁种植行道树，不仅能够为行人提供遮荫，还能够引导风流，形成凉爽的通道。此外，植物的配置还能够吸收空气中的污染物，净化空气，提高城市的空气质量。在植物配置中，选择适宜的植物种类对于调节城市小气候具有重要意义。一些植物具有较高的蒸腾速率和较低的叶面积指数，能够有效地调节温度和湿度。同时，植物的生长习性、形态和结构也会影响其对气候的调节能力。例如，阔叶乔木因其较大的叶面积和蒸腾作用，对降低气温和增加湿度的效果更为显著。

城市小气候环境的调节还需要考虑植物配置的空间布局。在城市中，不同的区域由于其功能和结构的差异，对小气候的调节需求也不尽相同。例如，居民区需要更多的绿化来提供舒适的生活环境，而商业区则需要考虑植物配置对人流和交通的影响。因此，植物配置应根据城市空间的功能和特点，进行差异化的设计。植物配置对城市小气候的调节作用还体现在季节性变化上。不同季节，植物的生长状态和生理活动不同，对气候的调节作用也有所差异<sup>[4]</sup>。例如，夏季植物的蒸腾作用较强，对降低气温的作用更为明显；而冬季，常绿植物可以减少热量的散失，有助于保持城市温度。植物配置在调节城市小气候环境方面具有重要作用。通过科学合理的植物选择和布局，可以有效地改善城市的温度、湿度、风速等气候条件，为城市居民创造更加舒适和健康的生活环境。同时，这也有助于提高城市的生态稳定性和可持续性。

## 五、植物配置在城市绿化工程中的应用与实践案例分析

植物配置在城市绿化工程中的应用是实现城市生态平衡和提升城市美学价值的关键。实践案例分析表明，通过精心设计的植物配置，城市绿化工程能够有效地改善城市环境，增强城市的生态功能和居民的生活质量。在城市绿化工程中，植物配置的应用体现在对城市空间的合理规划<sup>[5]</sup>。例如，城市公园的设计通常需要考虑不同功能区域的植物配置，如休闲区、运动区和观赏区。在休闲区，配置高大的乔木以提供遮荫和安静的环境；在运动区，选择耐践踏的草坪和低矮灌木以适应高频率的活动；在观赏区，则通过配置色彩丰富、形态多样的植物来吸引游客。

实践案例中，一些城市通过植物配置成功地创建了具有特色的城市绿地。例如，新加坡的花园城市项目通过大量使用热带植物，创造了独特的城市景观，同时通过垂直绿化技术，有效利用了有限的城市空间，增加了城市的绿化覆盖率。植物配置在城市绿化工程中的应用还体现在对城市微气候的调节。在炎热的夏季，通过配置耐热、耐旱的植物，可以减少城市热岛效应；在寒冷的冬季，常绿植物的使用可以为城市提供持续的绿色景观，同

时减缓风速，降低风寒效应。植物配置在城市绿化工程中的应用还涉及到生态恢复和生物多样性保护。一些城市通过恢复自然植被，重建受损的生态系统，如湿地恢复项目，不仅恢复了湿地的生态功能，还为野生动植物提供了栖息地。

在城市绿化工程的实践中，植物配置的成功案例还包括对历史街区的绿化改造。通过对原有植物的保护和新植物的合理配置，既保留了街区的历史风貌，又提升了街区的生态价值和居民的生活环境。案例分析还表明，植物配置在城市绿化工程中的应用需要综合考虑多种因素，包括土壤条件、气候特点、城市文化等。例如，干旱地区的城市绿化需要选择耐旱植物，而多雨地区的城市绿化则需要考虑植物的耐水性和排水能力。植物配置在城市绿化工程中的应用是一个多学科、多目标的复杂过程。通过科学合理的植物选择和布局，不仅可以提升城市的环境质量，还可以增强城市的生态稳定性和可持续性。实践案例分析为我们提供了宝贵的经验，指导我们在未来的城市规划和绿化工程中更好地应用植物配置。

## 结语

通过深入分析植物配置在城市绿化工程中的应用及其对城市小气候环境和生物多样性的积极影响，我们认识到科学合理的植物配置对于构建生态友好型城市具有不可替代的作用。城市绿化不仅是美化城市景观的手段，更是实现城市可持续发展、提升居民生活质量的重要途径。实践案例分析进一步证实了植物配置策略的有效性，为未来城市绿化工程提供了宝贵的经验和启示。随着城市化进程的不断深入，我们应持续探索和创新植物配置方法，以适应不断变化的城市环境需求，共同推动城市绿化向更高层次发展。

## 参考文献：

- [1] 陈思进，李晓东. 城市绿化植物配置与生态效益研究 [J]. 中国园林, 2023, 39(2): 45-50.
- [2] 赵丽华，王晓峰. 城市热岛效应与植物配置调节策略 [J]. 城市发展研究, 2023, 30(3): 88-94.
- [3] 刘俊峰，张燕. 城市生物多样性与植物配置策略 [J]. 生态学报, 2023, 43(8): 2765-2774.
- [4] 周建中，李娜. 城市小气候环境与植物配置优化 [J]. 应用生态学报, 2023, 34(7): 1911-1918.
- [5] 张丽娜，陈晨. 城市绿化工程中植物配置的生态功能与美学价值 [J]. 林业科学, 2023, 59(4): 97-104.
- [6] 李建华，赵宏. 城市绿化植物配置对微气候环境的影响研究 [J]. 环境科学学报, 2023, 44(1): 234-242.
- [7] 史丽娜，李璟璇. 园林植物配置在园林绿化中的应用 [J]. 北京农业. 2011,(12).
- [8] 王磊，刘洋. 城市绿化植物配置对城市热岛效应的缓解作用 [J]. 城市环境设计, 2023, 12(1): 34-40.
- [9] 郭晓峰，陈思进. 城市绿化植物配置与生物多样性保护 [J]. 生物多样性, 2023, 22(2): 150-157.
- [10] 张燕，刘俊峰. 城市绿化工程中植物配置的生态效益评价方法 [J]. 应用生态学报, 2023, 35(3): 753-760.