

建筑设计

Architectural Design
and Application



ART AND DESIGN PRESS INC.

(626 810 4480)

Level 1

119 S Atlantic Blvd, Suite 300D

Monterey Park, CA 91754

Copyright © 2023 by ART AND DESIGN PRESS INC.

Complimentary Copy



ART AND DESIGN PRESS INC
(United States)

Editors-in-Chief

Gang Li

Shaanxi Construction Engineering Eleventh Construction Group Co. LTD

Yangyang Li

Shaanxi Construction Engineering No. 9 Construction Group Co. LTD

Associate Editor

Aolie Zhang

CCCC Wuhan Harbour Engineering Design & Research Institute Co. LTD

Editorial Board Member

Yuqun Ma

Ningbo Architectural Design & Research Institute□China

Rundong Qian

Ningbo Architectural Design & Research Institute Co., LTD

Jue Shen

Shaanxi Construction Engineering Eighth Construction Group Co. LTD

Jian Shi

Jiangsu Mingcheng Architectural Design Institute Co. LTD

Hassan Baji

School of Engineering and Technology

Lam Bui

School of Engineering and Technology Centre for Intelligent Systems,
Institute for Future Farming Systems

Shen Dan

Zhejiang Changzheng Vocational & Technical College

目录CONTENTS

004	植物景观设计在风景园林中的应用实践 Application Practice of Plant Landscape Design in Landscape Architecture	郭兴富 Guo Xingfu
007	建筑设计施工图中的构件连接与结构细节优化 Component Connections And Structural Detail Optimization In Architectural Design And Construction Drawings	刘霁 Liu Ji
010	一体化空调监控系统在机场的应用 The Application Of Integrated Air Conditioning Monitoring System In Airports	李俊峰 ¹ , 王文忠 ² Li Junfeng ¹ , Wang Wenzhong ²
014	自监督学习在建筑原材料智能化生产中的应用 Application of Self supervised Learning in Intelligent Production of Building Raw Materials	仇龙 [*] Qiu Long [*]
019	建筑工程施工技术应用与创新研究 Research on the Application and Innovation of Construction Technology in Building Engineering	赵阳 Zhao Yang
022	基于弱电智能化的智慧医疗系统设计与应用研究 Design and Application Research of Smart Medical System Based on Weak Current Intelligence	陆振洋 Lu Zhenyang
025	2BIM 技术在建筑电气设计中的应用 The Application of 2BIM Technology in Building Electrical Design	曹新柱 Cao Xinzhu
028	人工智能技术在房屋建筑造价估算中的应用与前景 The Application and Prospects of Artificial Intelligence Technology in Building Cost Estimation	贾得芳 Jia Defang
031	武汉某钢框架项目节点设计 Node Design Of a Steel Frame Project In Wuhan	呼峰, 李诚明, 李四祥 Hufeng, Li Chengming, Li Sixiang
034	从太阳城 A5 地块住宅项目屋面工程施工——论屋面工程创优策划及实施 Construction of Roof Engineering for Residential Projects on Plot A5 of Sun City On the Optimization Planning and Implementation of Roof Engineering	高磊 Gao Lei
037	钢筋混凝土剪力墙结构中楼板对连梁的影响研究 Research of the Coupling Beams with Floor Slabs in Reinforced Concrete Shear Wall Structures	骆顺心, 汪宗华, 刘旭东, 严淑敏 Luo Shunxin, Wang Zonghua, Liu Xudong, Yan Shumin
040	活性 MgO 含量对水泥强度及水化产物的影响分析 Analysis of Active MgO Content on Cement Strength and Hydration Products	张文欣, 蔡明里 Zhang Wenxin, Cai Mingli
043	建筑工程桩基检测技术分析 Analysis of Pile Foundation Detection Technology in Construction Engineering	卢燕雨, 曹豹 Lu Yanyu, Cao Bao
046	混凝土中氯离子含量检测影响因素的分析 Analysis of Influencing Factors on Detection of Chloride Ion Content in Concrete	石鸿日, 张文欣 Shi Hongri, Zhang Wenxin
049	现有建筑外墙外保温节能改造施工技术研究 Research on Construction Technology of Energy Saving Renovation of External Wall of Existing Buildings	张计华, 石镜林 Zhang Jihua, Shi Jinglin
052	排水系统中的水资源回收与再利用策略 Water Resource Recovery And Reuse Strategies In Drainage Systems	徐琛, 刘小平 Xu Chen, Liu Xiaoping
055	公路工程路面垫层施工技术研究 Research on Construction Technology of Road Surface Cushion in Highway Engineering	卢金 Lu Jin

植物景观设计在风景园林中的应用实践

郭兴富

临沂经开建筑安装工程有限公司, 山东 临沂 276000

摘 要： 植物景观设计是风景园林中的重要组成部分，对于营造优美的自然环境和提升城市生活质量具有重要意义。文章从植物景观设计的原则出发，阐述风景园林景观中植物景观设计的策略，并进行案例分析，旨在为相关领域的实践和研究提供参考。

关 键 词： 植物景观设计；风景园林；设计策略

Application Practice of Plant Landscape Design in Landscape Architecture

Guo Xingfu

Linyi Economic Development Construction and Installation Engineering Co., Ltd., Shandong Linyi 276000

Abstract： Plant landscape design is an important component of landscape architecture, which is of great significance for creating a beautiful natural environment and improving the quality of urban life. The article starts from the principles of plant landscape design, elaborates on the strategies of plant landscape design in landscape architecture, and conducts case analysis, aiming to provide reference for practice and research in related fields.

Key words： plant landscape design; landscape architecture; design strategy

引言

植物景观设计是风景园林设计中的重要组成部分，不仅能够使景观更加优美，同时也能够使生态环境更加平衡，并且可以进一步提升风景园林的艺术效果。植物景观设计中需要充分考虑到不同种类的植物，同时也要结合不同地区的实际情况，从而使得风景园林更加具有特色。在植物景观设计中需要充分利用植物本身所具备的特性，以此来使得风景园林能够得到更好的发展^[1]。为了进一步促进我国风景园林行业的发展，就需要积极加强对于植物景观设计的研究和探索，在此基础上对植物景观进行科学合理的布局和规划，从而使得植物景观能够更加符合风景园林设计的基本需求，最终有效提升我国风景园林设计水平。

一、风景园林中植物景观设计的原则

（一）生态原则

在风景园林设计中，植物景观是其中一个非常重要的组成部分，并且也是风景园林设计的关键内容，在此基础上需要充分考虑到植物景观设计中的生态原则，从而进一步促进风景园林设计水平的提升。在风景园林设计中需要充分考虑到生态环境保护原则，并且需要结合植物本身所具备的特性和当地的实际情况进行科学合理的布局和规划，从而使植物景观能够更好地满足当地环境保护的基本需求。在风景园林设计中，植物景观设计不仅需要充分考虑到植物本身所具备的特点，同时也要注重植物之间的搭配和组合^[2]。在植物景观设计中需要充分考虑到当地环境保护的基本需求，同时也要注重植物本身所具备的特点和当地环境之间的协调发展。在对风景园林进行设计时，需要充分结合当地环境和特点来对其进行合理布局。在植物景观设计中需要充分考虑到植物本身所具备的特性，在此基础上需要将不同种类和不同习性的植物合理搭配。另外还需要结合当地自然环境来选择适宜当地生

长的植被类型，从而有效提升我国风景园林设计水平的提升。

（二）和谐性原则

林景观设计中，植物景观的设计是一个较为复杂的过程，需要对植物、环境、建筑等各方面进行合理地协调，才能够使得园林景观更加完美。植物景观设计中需要遵循和谐性原则，这一原则是植物景观设计的基本要求，只有在此基础上才能够使园林景观的艺术效果得到充分体现。在进行植物景观设计的过程中，需要将各个要素进行合理地搭配和协调，从而使得各个要素之间能够相互配合、相互影响^[3]。例如，在对园林植物进行搭配时，就需要将各种植物搭配到一起，从而使园林景观更加具有艺术性和美感。

（三）整体性原则

园林景观设计中需要充分考虑到园林景观的整体性，这一原则是植物景观设计的基本要求。在进行设计时，需要结合实际情况对整体景观进行合理地布局和规划。例如，在进行街道绿地的设计时就需要将不同种类的植物搭配在一起。同时还需要对乔灌木、草坪、地被等进行合理地搭配和协调。在对园林植物进行种

植时,需要对各种植物之间存在的差异性有充分地了解和认识,通过这种多样性原则来进一步提升园林的艺术效果^[4]。例如在对乔灌木结合进行设计时就需要充分考虑到各种乔灌木之间的差异性,从而使各种乔灌木之间能够形成良好的搭配和搭配。

（四）适应性原则

在对园林植物景观进行设计时还需要遵循适应性原则。不同种类的植物有着不同的生长习性和生长发育规律,因此在对园林植物进行种植时就需要根据其生长习性来合理地选择种植种类和方式。例如在对草地景观进行设计时就需要结合草地的生态习性来合理地选择种植种类和方式。不同季节所展现出来的景色是不一样的,这也就要求园林设计师能够根据实际情况来对园林植物景观进行合理地设计和规划。例如,在春天到来时,树木刚刚开始发芽,这时就应该将一些树木种植在比较容易生长的地方;而到了夏天炎热的时候就需要将一些树木种植在阴凉地方;到了秋天时就需要将一些树木种植在比较温暖且阳光充足的地方;而到了冬天就应该将一些树木种植在比较寒冷且阳光不足的地方,通过这种季节性原则来使得园林植物景观设计更加符合实际需求^[5]。由于园林中存在着各种各样的动植物,因此就需要对这些动植物之间所存在的联系加以充分地了解和认识,从而使这些动植物之间能够形成良好地联系和配合。这一原则是生态性原则中较为重要的一项原则。

二、风景园林设计中植物景观的设计策略

（一）基于观赏性的植物景观设计

第一,从人的视野角度来看,也就是D/H比率^[6]:在主景植物的观赏点上,比如花园路边的灌丛,可以通过人与树之间的距离和自身的高度的D/H=1来调节,使人看起来更舒服;当有障碍物或者有障碍物时,可以选择一片茂盛的灌木丛作为障碍物,这样就会给人一种压迫的感觉,同时也给人一种压抑的感觉,它的作用就是在障碍物的后面,或者吸引游客的注意力。当有必要引导行人的视野时,可以采用颜色较亮的低树木进行转换,达到D/H>1的程度,从而产生一种距离性和空间的开放感觉,从而能让观众的视野穿越多个地区,视野由近到远,从下到上,不仅可以在视野中看到各种不同的植被或建筑物,还可以与高耸的树相配合,构成框架景观。

第二,要根据不同的颜色、形态、不同的生长状况,在种植的时候,要注意到不同的花色,不同的花型,不同的种植方法,比如点植、三角形种植、行植、规则片植、不规则片植等,不同的栽植方法会带来不同的视觉效果,相应的风景也会不同。以点植、三角形种植为主,多用于公园路两边各种草坡、草坡,少量的木质与草坡,以达到装饰景观的目的;北侧、东侧入口广场和道路两旁采用行植、规则片植等方法,用作人行道两边的行道树或庭院中的绿色植物,营造出规则整洁的感觉;在大型的绿地或道路的两边,采用一种树种做背景,在没有人的地方,可以选择一棵树做背景,而在人的视野范围内,则要利用不同的树形、颜色、灌木、草坪等,形成不同的形状和形状。

第三,要注意与周围的结点之间的联系,在布置时要注意不同的结点,比如榆叶广场,利用大量的植被和高大的树木,在中心区域的结合部,增加了空间的多样性,同时,在花坛周围,可以采用更多的复式植被,与周围的结合部形成鲜明的反差,并将人们的注意力吸引到了节点上。在东门广场附近的景观小品中,由于植物与小品的相互联系,以及栽植时的品种、遮光性以及建筑的意境相协调,将其与建筑景观相融合,形成了一幅自然的景观,以减少人为因素的突兀性和违和感。

（二）植物品种选择方法

1. 优选乡土特色植物

与其他植物比较,本土植物具有许多优越性,例如实用性强、适应性强、代表性强、文化性强、安全便宜、繁殖快、应用范围广、养护成本低等优点,因此,它具有很高的应用和应用价值。从城市景观设计的观点出发,选用本土树种是通过景观引种、栽培、繁殖、生长良好、具有地方文化特征的树种。

2. 选用具有多种用途的植物

随着时间的推移和人类的美学和欣赏观念的不断提高,植物的种类也越来越多,从一般的小品种,到现在在园林和大街上随处可见的甘蓝、绿豆、可食的蔬菜。种植可食用的观赏性水果和水果,通过片植或科学的方式种植,形成不同的植物风景,同时兼顾实用性,

随着时代发展与人们审美与观赏意识的完善,植物景观的植物构成范围更广,由大众所认知的狭义植物,到如今公园或街道常有甘蓝种植物羽衣甘蓝等,或是可食用蔬菜的植物,进入大众视野。选择栽植可食用、具有观赏性的瓜果蔬菜,以片植或科学的组合栽植形成别样的植物景观,并兼具实用性,推动游客的参与,增加现场体验的参与感。该区域植物景观的种植和日常维护可由家庭或学校承包,并签订一定的承诺书,以确保现场植物景观的观赏效果。如果承包商的人员无法到达现场进行维护,他们可以联系现场工作人员支付一定金额的云维护费用,并远程观察承包工厂的生长和变化。

（三）植物景观语境营造

在园林语境中,植物的选择和搭配以及语境结构的结合构成了一种语境。自然情境是自然植物的栽植和形态体现,很少人为干预,它体现了植物生态、人与自然之间的联系。自然语境呈现出林中的随机、无序与自然性的森林野生美感,以植物的群植、林植方式构成,植物构成乔灌+草的空间层级,坚韧、挺拔的松、柏等植物品种表现自然语境的生态多元化与稳定的内涵,绿色、红色、黄色等艳丽色彩隐喻人与自然之间的和谐关系意义^[7]。

植物的色彩搭配多样,因其观赏型而有区别,有观赏植物和观叶型植物,依其姿态、色彩,区分春夏秋冬植物的观赏特性及内涵特点,进一步表现四季不同的景观内涵,传递丰富的视觉信息,建立心理与审美符号的联系,赋予景观语境的思想与情感^[8]。从外观上看,可以将其划分为:春色叶和秋色叶,“春色叶”是一类具有明显差异的植物,主要是通过花蕾、杂种和人工培育的观赏性品种,它们的叶子在生长期或全年都会有很大的变化,而秋色叶是一种在秋天叶子颜色变化较为均匀、持久性好、具有一定

的观赏性。根据不同季节的不同,观赏花可以分成春色花、秋色花和冬色花。不同的季节,植物颜色的组合表现出不同的文化意蕴,构成了时间和结构层次的风光,传达了深刻的意蕴^[9]。植物的季节形态是一种内涵很深的季节,以孤立、列植、丛植、群植等为主体,构成了四季之美和时代之美。

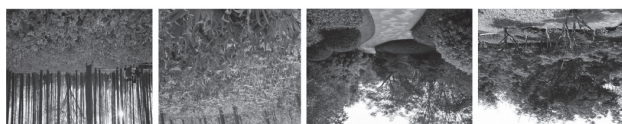
由于视野和功能要求的差异,空间的运用方式也不尽相同,从而产生了不同水平的风景。这是一种以虚为本的空间构图,以植物为主,以虚为本。比如,结合了植被和篱笆的漏景、圆洞等实景和虚景。弯弯曲曲的小树林,构成了一条蜿蜒的森林密林,以及建筑、建筑、廊的组合,以及一系列的虚实相融的空间。所谓“虚实”,其实就是观者对语境内部和外部的空间构造的再一次诠释和体会,它是通过风景园林中的一个目标的传递、暗示语境内涵、思想和意境的再一次表现,是一种艺术美学的情境层面^[10]。“知”是人类在自然景观中获得视觉、触觉、听觉等感官的认识,是通过长期经验和知识的累积而形成的一种美学自觉。“情”是一种对现实和现实的再认识,它是一种创造出真实和真实的空间的一个关键环节,它使情境的空间情绪得到了升华和深入的艺术观察。“意”是一种深刻的美学构造,它体现了对空间美学的客观意象和情绪的深刻理解,体现了园林的深刻的意蕴。

三、案例分析

如某公园植物景观设计和选型中,遵循生态公园理念和海绵城市定位要求,其中主入口以榉树或者朴树为主(图1)。东北片区设计内容主要为:1)进行海绵城市设计,设计雨水边沟、雨水花园,改善排水功能,收集雨水;并栽植一些耐阴、耐湿水的地被植物,如:二月兰、鸢尾等;2)选择合理的植物种类,以“乔、灌、地被、草”多层复合绿化打造结构稳定的植物群落,打造层次丰富、风景优美的园林景观;3)利用植物季相变化,选择一些早春开花和色叶植物,如:玉兰、红枫等,创造多姿多彩的园林景观,见图2所示。西片区设计内容为:1)提高道路绿化层次,从高大乔木、小乔木、花灌木到地被植物形成多层次、高落差的绿化格局;2)增种一些色叶树种,如:黄桢、红叶石楠、红枫等,并且后期做好绿化养护,补植,修剪,见图3所示。



> 图1: 主入口处植物景观效果图



> 图2: 东北片区景观植物效果图



> 图3: 西片区景观植物效果图

四、结语

植物景观设计对于风景园林而言具有至关重要的作用,不仅能够提高风景园林的观赏性,同时还能够促进风景园林的生态平衡,提高风景园林的综合效益。但是在实际植物景观设计中,由于受到多方面因素的影响,导致我国植物景观设计还存在一定的问题和不足,例如:在进行植物景观设计时没有充分结合当地实际情况,最终导致植物景观不够美观。另外,由于缺乏专业人员进行指导和管理,导致我国风景园林的质量不够高。同时也要不断提升专业人员的专业素养,不断提高我国风景园林设计水平和质量。总而言之,在当前我国风景园林行业快速发展的背景下,加强对于植物景观设计的研究和探索是非常有必要的。因此,就需要在风景园林中积极加强对于植物景观设计方法的研究和探索,从而有效提升我国风景园林设计水平。

参考文献

- [1] 栗德一. 风景园林中植物景观规划设计的创新研究[J]. 花木盆景(花卉园艺), 2022, (11): 70-71.
- [2] 石沙沙. 风景园林中植物景观规划设计的程序与方法[J]. 居舍, 2022, (29): 109-112.
- [3] 张开爽. 风景园林植物景观设计的系统规划——以密云冶仙塔公园为例[J]. 河北农业, 2022, (09): 58-60.
- [4] 李萍. 植物景观设计在风景园林中的应用探究[J]. 新农业, 2022, (14): 50-51.
- [5] 孙敬琦, 张浩然. 基于层次性视角的风景园林的植物景观设计[J]. 现代园艺, 2022, 45(12): 85-86+89.
- [6] 赵俊奇. 风景园林中植物景观规划设计与施工[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S1): 18-19.
- [7] 李修清. 植物景观设计在城市风景园林建设中的应用研究[J]. 现代城市研究, 2022, (04): 131-132.
- [8] 黄荣. 风景园林设计中的植物选择和配置方式探析[J]. 河北农业, 2022, (03): 56-57.
- [9] 周欣悦, 崔翔. 植物景观设计在风景园林中的运用[J]. 城市建筑, 2021, 18(27): 169-171.
- [10] 王鲁北. 植物景观设计在风景园林中的应用[J]. 中国住宅设施, 2021, (06): 71-72.

建筑设计施工图中的构件连接与结构细节优化

刘霁

身份证号码: 430422198909205582 浙江 杭州 310000

摘要： 本文研究建筑设计施工图中的构件连接与结构细节优化问题。在当前建筑设计中，构件连接和结构细节优化是影响建筑物稳定性和使用寿命的重要因素。研究结果表明，采用适当的连接方式和优化结构细节可以显著提高建筑物的稳定性和使用寿命，具有重要的工程实践意义。

关键词： 建筑设计施工图；构件连接；结构细节优化；建筑结构；稳定性；使用寿命

Component Connections And Structural Detail Optimization In Architectural Design And Construction Drawings

Liu Ji

ID No.: 430422198909205582 Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract： This article studies the problem of component connections and structural detail optimization in architectural design and construction drawings. In current architectural design, the optimization of component connections and structural details is an important factor affecting the stability and service life of buildings. The research results indicate that adopting appropriate connection methods and optimizing structural details can significantly improve the stability and service life of buildings, which has important engineering practical significance.

Key words： architectural design and construction drawings; component connection; structural detail optimization; building structure; stability; service life

引言

随着我国经济的持续发展，建筑行业的需求不断增长，建筑设计施工图的质量和效率成为建筑行业关注的焦点。在建筑设计施工图中，构件连接和结构细节的优化是保证建筑物的安全性和稳定性的关键。

一、建筑设计施工图中的构件连接和结构细节

（一）建筑设计施工图中的构件连接

在建筑设计施工图中，构件连接是非常重要的部分建筑结构的。功能包括安全性、适用性和耐久性。结合近些年实际设计工作来看，结构施工图设计在这些方面仍有很多缺陷和问题，设计人员必须引起足够重视^[1]，它关系到整个建筑结构的稳定性和安全性。在施工图中，构件连接通常通过以下几种方式进行：

- 螺栓连接：**螺栓连接是通过将螺栓螺入构件的预留孔，然后通过螺母将构件连接在一起。这种连接方式通常用于连接柱、梁、板等大型构件。
- 焊接连接：**焊接连接是通过将构件的边缘或中间部分相交，然后通过焊接将它们连接在一起。这种连接方式通常用于连接管道、钢筋混凝土构件等。
- 粘接连接：**粘接连接是通过将粘合剂涂在构件的接缝处，然后通过加热或压紧使粘合剂固化，将构件连接在一起。这种连接方式通常用于连接板、墙、屋顶等构件。

4. **对接连接：**对接连接是通过将构件的边缘对齐，然后通过螺栓或其他方式将它们连接在一起。这种连接方式通常用于连接管道、箱梁等构件。

在实际应用中，不同的连接方式适用于不同的构件和连接条件，需要根据具体情况进行选择。在建筑设计施工图中，构件连接的细节优化也非常重要，这可以通过选择适当的连接方式、合理的设计参数、精细的施工技术等方式实现。预制构件连接技术具有工期短、质量可控和施工精度高等优点。预制构件连接技术还可以实现模块化施工，提高工程的整体效率和一致性^[2]。

（二）构件连接的形式

在建筑设计施工图中，构件连接是非常重要的一个环节，不仅影响着建筑物的整体稳定性和安全性，还会对建筑物的外观和功能产生影响。因此，在建筑设计中，需要对构件连接的形式和分类进行合理的选择和安排。

（三）构件连接的质量要求

构件连接是建筑设计施工图中的一个重要环节，其质量直接影响到整个建筑结构的稳定性和安全性。因此，在建筑设计施工图

中，应该注意以下几个方面的构件连接质量和要求：

1. 连接方式的合理性：构件连接方式应该根据建筑物的结构特点和使用要求来选择，并且应该符合相关规范和标准的要求。比如，在框架结构中，应该采用螺栓连接或焊接连接等方式，以确保连接的牢固性和稳定性。

2. 连接强度的可靠性：构件连接的强度应该满足相关规范和标准的要求，并且应该进行强度计算和验证。比如，在设计施工图中，应该根据建筑物的结构和荷载情况，进行合理的受力分析和计算，以确保连接的强度满足要求。

3. 连接可靠性的耐久性：构件连接的耐久性应该符合相关规范和标准的要求，并且应该进行耐久性分析和验证。比如，在设计施工图中，应该考虑材料和环境的影响，进行合理的耐久性分析和验证，以确保连接的可靠性符合要求。

4. 连接的美观性：在建筑设计施工图中，应该注意构件连接的美观性，使其符合相关规范和标准的要求。比如，在施工图中，应该采用适当的连接方式，使连接节点美观大方，并且符合相关规范和标准的要求。

5. 连接施工的工艺要求：在设计施工图中，应该注意构件连接的施工工艺要求，确保连接的质量和稳定性。比如，在施工图中，应该采用适当的连接方式，进行合理的焊接或螺栓连接，并且注意施工工艺的要求，以确保连接的质量和稳定性。

（四）结构细节优化

结构细节优化是建筑设计施工图中的一个重要环节，涉及对建筑结构中各种构件的连接方式进行优化，以提高结构的稳定性和承载能力，同时也可以减少结构自重和建造成本。下面是一些关于结构细节优化的建议：

1. 优化构件连接方式：在建筑设计施工图中，构件之间的连接方式对结构的稳定性和承载能力有很大影响。因此，需要对各种构件的连接方式进行优化，以提高结构的连接质量。比如，可以选择采用更加牢固的连接方式，比如使用螺栓连接，或者采用焊接等方式。

2. 加强构件之间的协调：在建筑设计施工图中，各种构件都有其特定的位置和作用，因此需要加强构件之间的协调，以确保整个建筑结构的稳定性和承载能力。比如，在设计过程中需要考虑到构件之间的相对位置、连接方式等因素，以确保构件之间的协调性。

3. 优化构件形状和尺寸：在建筑设计施工图中，构件的形状和尺寸对结构的稳定性和承载能力也有很大的影响。因此，需要对构件的形状和尺寸进行优化，以提高整个建筑结构的稳定性和承载能力。

4. 采用先进的建筑材料和工艺：在建筑设计施工图中，采用先进的建筑材料和工艺也可以对结构细节优化起到很大的作用。比如，可以采用高强度混凝土、预应力钢筋等先进的材料，以及采用先进的焊接、钻孔等技术。

二、构件连接和结构细节优化的方法和策略

（一）构件连接的优化方法可以分为以下几个方面：

1. 优化连接方式：选择合适的连接方式可以提高构件的连接

强度和稳定性。比如，在柱与柱之间的连接中，使用螺栓连接比焊接连接更加牢固；在板与板之间的连接中，使用焊接连接可以更好地保证连接的强度和稳定性。合理地避免了对传统的套筒或连钢板连接方式的影响。^[3]

2. 优化连接尺寸：连接尺寸的优化可以提高连接的牢固程度，同时也可以减少连接的材料和重量。比如，对于小型构件的连接，可以选择较小的螺栓和焊接尺寸，而对于大型构件的连接，则需要选择更合适的连接尺寸。

3. 优化连接材料：不同的连接材料具有不同的性能和特点，选择合适的连接材料可以提高连接的牢固程度和稳定性。比如，在高温环境下，应选择高温耐磨的连接材料；在海洋环境中，应选择耐腐蚀的连接材料。

4. 优化连接细节：连接细节的优化可以提高连接的牢固程度和稳定性。比如，在连接面清洁度方面，应保证连接面没有油污、氧化和锈蚀等现象；在连接部位的防锈处理方面，应使用防腐涂料和热镀锌等方式进行处理。

5. 优化连接过程：连接过程的优化可以提高连接效率和质量。比如，在连接前应清理连接部位，保证连接面干净、光滑；在连接过程中应控制温度、压力等参数，保证连接质量。

（二）结构细节优化的方法

结构细节优化是建筑设计施工图中的一个重要环节，要善于利用信息技术打造可视化的模拟体系，能够精准计算承载力，让应力分布可视化，为后续的结构优化提供依据。^[4]能够提高建筑物的稳定性和耐久性，减少施工误差和返工，降低建筑成本。下面是几种常用的结构细节优化方法：

1. 优化构件尺寸和形状

在设计阶段，通过合理的设计参数和材料选择，可以减少构件的尺寸和形状的复杂性，降低施工难度和成本。在施工阶段，可以采用精确的测量和加工技术，确保构件尺寸的精度和形状的稳定性的。

2. 优化连接方式

连接是构件连接的关键环节，合理的连接方式可以提高建筑物的稳定性和承载能力。常用的连接方式包括焊接连接、螺栓连接、黏结连接等。在连接方式的选择和应用上，需要考虑构件材料、截面尺寸、连接受力情况等因素，确保连接的可靠性和安全性。

3. 优化结构形式

结构形式是建筑设计的重要环节，合理的结构形式可以提高建筑物的稳定性和承载能力。在结构形式的选择和应用上，需要考虑建筑物的使用目的、环境条件、材料性能等因素，采用最佳的结构形式来满足需求。

4. 优化施工工艺

施工工艺是结构细节优化的另一个重要环节，合理的施工工艺可以提高构件的质量和精度，减少施工误差和返工。采用建筑结构的优化设计，能够将建筑整体成本合理降低在施工工艺的选择和应用上^[5]。需要考虑构件的材料、尺寸、形状、连接方式等因素，采用最佳的施工工艺来确保构件的质量和精度。

（三）构件尺寸和形状优化

在建筑设计施工图中，构件的连接和结构细节优化是提高建筑物的稳定性和耐久性的关键因素。以下是一些有关构件尺寸和形状优化的建议：

1. 构件尺寸的优化：在建筑设计施工图中，构件尺寸的优化可以提高建筑物的稳定性和耐久性。以下是一些有关构件尺寸优化的建议：

— 在设计阶段，应该通过计算机模拟和其他工具对构件的尺寸进行优化，以确保建筑物在施工期间能够保持稳定。

— 考虑建筑物所承受的力和其他因素，对构件的尺寸进行适当的调整，以确保构件能够承受所承受的力。

— 在设计时，应该考虑构件的制造和安装难度，以确保制造和安装过程能够顺利进行。

2. 构件形状的优化

在建筑设计施工图中，构件的形状优化可以提高建筑物的稳定性和耐久性。以下是一些有关构件形状优化的建议：

— 在设计阶段，应该通过计算机模拟和其他工具对构件的形状进行优化，以确保建筑物在施工期间能够保持稳定。

— 考虑建筑物所承受的力和其他因素，对构件的形状进行适当的调整，以确保构件能够承受所承受的力。

— 在设计时，应该考虑构件的制造和安装难度，以确保制造和安装过程能够顺利进行。

（四）连接节点和结构细节的优化

连接节点和结构细节的优化是建筑设计施工图中的一个重要方面，可以帮助提高建筑物的整体稳定性和耐久性，减少安全事故和质量问题。为使结构设计更加合理，应当针对结构中的一些细节进行优化，其受力性能和破坏形态将影响整体结构的承载能力和安全性。^[6-7]下面是一些优化建议：

1. 采用高强度连接节点

在设计建筑施工图时，应尽可能采用高强度连接节点，以提高建筑物的整体稳定性和承载能力。而高强度用单向螺栓的使用，正好克服了传统螺栓不能直接用于钢管等闭合截面的缺点^[8]。高强度连接节点通常采用高强度钢材或预应力混凝土等材料，可

以更好地承受建筑物的重量和风力等外力。

2. 优化连接节点的细节设计

连接节点的细节设计也是优化建筑施工图的重要方面。在设计连接节点时，应尽可能采用简单的几何形状和加工工艺，以降低节点施工的难度和成本，同时也可以提高节点的可靠性。

3. 采用适当的材料和连接方式

在设计连接节点时，应根据建筑物的使用要求和环境条件，选择适当的材料和连接方式^[9]。例如，在地震等自然灾害频发的地区，应采用具有较高抗地震性能的材料和连接方式，以提高建筑物的抗震性能。

4. 加强结构细节设计

在设计建筑施工图时，应加强结构细节设计，例如，在墙体、梁、柱等构件的连接处，应采用适当的连接方式，并加强节点处的承载能力^[10]。此外，在施工过程中，应严格按照设计要求进行施工，以确保建筑物的整体稳定性和耐久性。

5. 采用先进的施工技术和工艺

在设计建筑施工图时，应采用先进的施工技术和工艺，以提高连接节点的质量和可靠性。例如，可以采用预应力混凝土、高性能混凝土等新型材料，以及先进的加工工艺和设备，以提高连接节点的承载能力和耐久性。

总结起来，连接节点和结构细节的优化是建筑设计施工图中的一个重要方面，需要综合考虑建筑物的使用要求和环境条件，选择适当的材料和连接方式，加强节点处的承载能力，并采用先进的施工技术和工艺，以提高建筑物的整体稳定性和耐久性。

结束语

在本论文中，我们探讨了建筑设计施工图中的构件连接与结构细节优化。通过对建筑施工图的分析，我们发现其中存在许多可以改进的地方，例如构件连接的强度和稳定性不够，结构细节不够精细等。针对这些问题，我们提出了一些优化建议，例如使用更高强度的连接方式，增加结构的稳定性，以及精细加工构件连接处等。

参考文献

- [1] 李皓燃. 面向设计过程的装配式建筑施工安全风险控制研究 [D]. 东南大学, 2018.
- [2] 侯兆新, 龚超, 梁梓豪等. 温度对高强度螺栓连接节点承载性能影响的试验研究 [J]. 钢结构 (中英文), 2021, 36(01): 50-59. DOI: 10.13206/j.gjs.20081803
- [3] 李延国. 劲性柱梁柱节点钢筋连接施工技术 [J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(06): 46-49. DOI: 10.20080/j.cnki.ISSN1671-3362.2023.06.016.
- [4] 高志远, 郭宏超, 王德法等. 高强度钢材钢框架梁柱节点抗震性能研究 [J]. 西安理工大学学报, 2019, 35(02): 192-199. DOI: 10.19322/j.cnki.issn.
- [5] 陈东海. 房屋结构设计中建筑结构设计优化方法的应用分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2018(22): 150. DOI: 10.19569/j
- [6] 廖研. 双层四线铁路钢桁梁斜拉桥高强螺栓连接的主梁节点力学性能研究 [D]. 重庆交通大学, 2022. DOI: 10.27671/d.cnki.gcjtc.2021.000725.
- [7] 李建东. 土建结构设计中的细节与优化方案阐释 [J]. 山西建筑, 2017, 43(06): 64-65. DOI: 10.13719/j.cnki.cn14-1279/tu.2017.06.034.
- [8] 刘书鹏, 黎伟财, 叶浩, 郑昊. 装配式混凝土建筑全过程设计和审查管理的要点分析 [J]. 建筑结构, 2022-06-15.
- [9] 沈惠梁, 应钰晖, 苏庆同. 关于推进我国装配式建筑发展的思考 [J]. 建设监理, 2021-01-20.
- [10] 唐红元, 陆跃文, 杨利容, 耿佳弟. 钢结构基本原理 [J]. 重庆大学出版社, 201607.

一体化空调监控系统在机场的应用

李俊峰¹, 王文忠²

1. 中建安装集团有限公司, 江苏 南京 210046

2. 中建安装集团有限公司, 江苏 南京 210046

摘要： 随着建筑物的复杂性和人们对环境舒适度要求的提高，一体化空调监控系统在各类建筑中发挥着越来越重要的作用。本文主要介绍了一体化空调监控系统的功能、技术特点以及应用价值，该系统通过对空调器监视和控制，确保空调器运行稳定、安全和可靠并达到节能和环保的管理要求。

关键词： 一体化空调监控系统；机场；实时监测

The Application Of Integrated Air Conditioning Monitoring System In Airports

Li Junfeng¹, Wang Wenzhong²

1. China Construction Installation Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210046

2. China Construction Installation Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210046

Abstract： With the complexity of buildings and the increasing demand for environmental comfort, integrated air conditioning monitoring systems are playing an increasingly important role in various types of buildings. This article mainly introduces the functions, technical characteristics, and application value of the integrated air conditioning monitoring system. By monitoring and controlling the air conditioner, the system ensures stable, safe, and reliable operation of the air conditioner, and meets the management requirements of energy conservation and environmental protection.

Key words： integrated air conditioning monitoring system; airport; real time monitoring

引言

随着城市建设的飞速发展，机场、地铁、大型购物中心等工程越来越多，其内部空间也越来越大，给我们生活带来了很大的便利，也给建筑本身的运行管理带来了许多挑战。以前的建筑大多是单独设计，独立建造，对于控制管理水平要求较低，但随着城市规模不断扩大、各种大型项目增多，就需要对整个建筑进行集中管理。传统的集中空调系统仅仅实现了对温度、湿度等环境参数的监控，而忽略了对空气质量的控制^[1]。造成室内空气质量下降，影响人的身体健康。一体化空调监控系统是以系统平台为核心，采用通信技术、传感技术和控制技术等实现对建筑内部空气质量（温度、湿度、通风、洁净度等）进行监控和管理，它包括空气净化处理、新风系统、中央空调系统和其他辅助控制系统^[2,3]。主要应用于大型商场、写字楼、医院、酒店等大型建筑的空调控制系统；同时应用于地铁、客运站、机场等重要交通枢纽场所的空调控制系统。用于室外温度、湿度、气压等环境参数的实时监测和控制；用于空气净化处理、新风处理、中央空调等设备运行状态和参数的实时监测和控制；用于数据采集及设备状态信息的采集与记录；用于对空调机组和通风管道运行参数进行在线监测与控制；用于远程监控及数据回放^[4,5]。

一、项目概况

本项目作为广州白云国际机场 T2 航站楼扩建工程，主要有国内航班出港到港、贵宾用房等，指廊地上 3 层，地下 1 层，建筑最高点高度 34.3m，总建筑面积约 63604.86m²。设置一套一体化空调监控系统通过对空调器等空调设备全面监视和控制，确保空调设备运行稳定、安全和可靠并达到节能和环保的管理要求，同时给旅客提供了舒适、绿色、健康的候机环境。

二、需求分析

- （1）现场控制器能独立通信及自行操作，并具有点对点通信能力，服务器停止工作不影响现场控制器的功能和设备运行。
- （2）系统及主要控制器应获得 BTL 认证。
- （3）系统必须是具有开放性、可扩充性、标准化，支持包括 TCP/IP、BACnet、LonTalk、Modbus、Lonworks OPC、ODBC、XML、SQL 等标准通信协议和规范。

(4) 系统服务器、工作站应采用浏览器/服务器(B/S)架构,具有数据同步跟踪的能力,工作站客户端授权数量不应少于30个,可同时访问的客户端数量不少于10个。

(5) 网络控制器箱、DDC 控制箱、I/O 模块安装于设备机房内,安装位置宜靠近机房门口并靠近监控设备,安装高度中心线离地板1.6米。

(6) 控制箱、控制线路应远离具有强电磁干扰的设备,并采取抗干扰措施。

(7) 模拟量信号(AI/AO)传输距离一般不应大于40米,数字量信号(DI/DO)传输距离一般不应大于100米。

三、一体化空调监控系统设计

(一) 系统结构

系统采用分布式智能控制系统,由通信网络、网络IP型现场控制器(DDC或PLC控制器)、各类环境传感器、服务器及管理软件等构成,并通过软件接口与建筑设备管理集成系统集成。

网络IP型现场控制器(DDC),每台IP型DDC环形组网,接入设备管理网。DDC采用B-BC或B-AAC级控制器,具备报警与管理功能。

(二) 系统特点

系统具有通用性,可扩展性和兼容性;系统采用模块化设计,可根据用户需要灵活配置;系统采用标准的工业以太网通讯协议,支持包括TCP/IP、BACnet、LonTalk、Modbus、Lonworks OPC、ODBC、XML、SQL等标准通信协议和规范,系统联动场内能量平衡一体阀监控系统 and 环境检测系统,根据场内温湿度等环境参数,控制空调水流量大小,达到节能空调水平衡效果;系统采用模块化设计,各模块之间相互独立,只需通过网络接口连接,从而简化了系统结构;系统软件设计简单直观,界面友好、操作方便、易于维护^[6]。具有故障自动检测、报警、记录等功能;采用模块化设计,各模块之间可独立工作,也可相互配合工作;采用分布式体系结构,在同一系统内各个节点的数据通过网络进行集中管理和分析^[7];对建筑内各房间的空气质量进行实时监测,并对数据进行存储和分析。

(三) 系统软件设计

1. 系统软件选择

系统服务器、工作站要求采用微软Windows Server 2008、Windows 7以上版本的操作系统,支持SQL数据库,支持IE浏览器、Email、自动打印、SNMP等。系统应用软件应采用SQL、XML等通用、稳定、可靠的数据库软件;并提供WEB服务器、图形化操作、设备及通信管理、用户管理、报警管理、节能管理、数据记录及报表生成等功能及模块。

2. 软件系统模块

(1) WEB服务器软件模块功能要求:WEB服务器为站点式门户网站界面,具有WEB站点服务功能,网络上被授权的客户端可通过浏览器监视查询设备的工作状态、维修记录、能耗分析等

统计和报表数据。界面可以实现多窗口实时显示,全局搜索、全局命令;具备网络浏览树,允许用户快速浏览整个系统的各种设备层次。

(2) 图形化操作软件模块功能要求:以彩色图形显示楼宇平面、设备分布图、监控系统图,图例应为设备实物的模拟图,在图例旁边实时显示系统或设备的动态数据。通过图形、三维图像、动画、报表等多种方式,表示设备的启/停、手动/自动、故障等状态和温度、流量、湿度、压力等参数,仅使用键盘或鼠标即可完成对所有设备的在线控制和监控操作(包括增加、删除、修改控制程序和设备运行参数),但并不中断系统的正常运行。

(3) 设备管理软件模块功能要求:应支持对整个系统的集中管理和监控功能。不同类型分站应根据各自控制功能的需要,设置相应权限的用户账号来完成管理的功能。分站可直接通过IE等WEB浏览器即可访问系统。系统应支持BACnetIP、LonWorks、OPC等第三方设备,并符合计算机技术发展趋势的要求。

(4) 用户管理软件模块功能要求:应具备完善的用户管理功能及多级密码保护,对操作人员权限作出限定。用户数量不应有限定,用户权限不少于4级。所有的用户登录信息及发生的操作均应自动被记录在日志文件当中,日志文件不能被随意修改。

(5) 报警管理软件模块功能要求:能在系统中自动运行而无需操作人员介入,报警优先级别应分为三级,按轻重缓急来处理异常事项。当设备发生故障时,能在显示器上弹出红色闪烁对话框,配以声响提示,显示出相应设备的图形界面,所有的应显示报警点的详细资料,包括位置、类别、处理方法、时间、日期等,同时能显示维修和处理方法,并根据报警级优先级别和时间专项自动记录备案,建立设备的维修档案,并在打印机上输出打印报告。每一个报警监控点(监控点的定义应包括系统内部中间状态点,重要的中间状态点应直接在系统图画面上显示)都有编号、报警点名称、报警级别等定义,报警点名称应采用形象生动的短语来反映报警内容。

(6) 节能软件模块功能要求:能在系统中自动运行而无需操作人员介入,同时应有足够的灵活性,允许用户根据实际情况做出调整。应配有满足各种设备运行工况的控制模式,并提供节能运行控制算法。可以预设被控设备的运行参数,自动运行,自动纠正控制误差,以获得受控设备的最佳工作状态。

(7) 历史数据记录及报表生成软件功能要求:系统可自动记录各受监控设备的运行参数、状态、报警等信号,记录累计运行时间及其他运行数据,并进行综合处理,提供设备管理所需的各种数据,包括系统运行记录、诊断报告、维护管理报告、能源管理报告、设备状态和报警报告等。这些记录和报表可分类按时间、日期自动按指令生成,并可随时调阅或打印出来。

(8) 系统运行操作要求:对每一个监控对象,操作员可在监控对象所属的系统图画面通过点击代表设备的图标打开监控对象的控制画面,给监控对象施加操作指令,控制监控对象的运行。系统图对每一个需要调节的系统,必须有一个结合项目特点的系统结构原理图,系统包含的设备和相关参数都在系统图上用相应的图表表示。系统图反映的是系统的工艺流程,以及设备、参数

在工艺流程上的位置。系统图画面应生动、形象，符合现场实际情况。

3. 系统性能

(1) 现场控制器能独立通信及自行操作，并具有点对点通信能力，服务器停止工作不影响现场控制器的功能和设备运行。

(2) 系统及主要控制器应获得 BTL 认证。

(3) 系统必须是具有开放性、可扩充性、标准化，支持包括 TCP/IP、BACnet、LonTalk、Modbus、LonworksOPC、ODBC、XML、SQL 等标准通信协议和规范。

(4) 系统服务器、工作站应采用浏览器 / 服务器 (B/S) 架构，具有数据同步跟踪的能力，工作站客户端授权数量不应少于 30 个，可同时访问的客户端数量不少于 10 个。

(5) 系统每台 DDC 监控点数应预留有不少于 15% 的余量，I/O 模块允许带电热插拔。

(6) 每台 DDC 监控点原则上不超过 32 个，每个独立 I/O 模块监控点原则上不超过 8 个。

(7) 系统应配置支持网络通信协议的各种通用或专用的接口单元、网关及其外部设备，通过接口单元采集其他系统 / 设备的有关参数，并可根据需要对其他系统 / 设备进行控制。

(8) 系统应接收时钟系统的 NTP 校时信号，实现与航站楼时间同步。

(9) 室内敷设的通信电线 / 电缆、网线和光缆均符合：燃烧性能 B1 级、产烟毒性为 t1 级、燃烧滴落物 / 微粒等级为 d1 级。

(四) 硬件设计

一体化空调监控系统通过对建筑内部空气环境参数（温湿度、洁净度等）进行实时采集、处理和存储，并进行动态监控和分析，对空调系统的运行状况进行评价，同时对空调系统的故障报警及故障处理等情况进行记录。从而实现对空调系统的智能化控制，为建筑的管理提供有力的手段。具体的硬件设施如表 1 所示。

表 1：一体化监控系统公共部分主要设备材料清单

序号	名称	数量	单位
1	工作站	2	台
2	系统服务器	1	台
3	系统软件	1	套
4	系统调试	1	项
5	系统试运行	1	项
6	开放接口及协议	1	项
7	附件、辅材	1	项

(五) 系统功能

(1) 实时监控建筑内的温度、湿度、洁净度、送风速度等参数，同时根据设定值和传感器测量值，生成历史曲线、报警曲线等^[9]。

(2) 节能优化：根据能耗分析，合理调节送风温度和风量，达到节能目的。

(3) 安全可靠：通过对建筑内的温湿度和送风速度等参数进

行实时监测，为空调系统的运行提供可靠保证。

(4) 运行管理：在远程监控中心可以方便地了解到建筑内的空调系统运行状况、维护人员是否在岗、空调系统是否需要清洗维护等^[9]。根据对空调系统的监控情况，制定合理的维修计划，并对空调系统进行维护和保养。

(5) 监控功能：

1. 新风空调器的控制，由设置在送风管处的温度传感器，控制水路能量平衡一体阀动作，调节水量，达到送风温度的控制，能量平衡一体阀与风机连锁。

2. 新回风空调器的控制，根据回风温度，优先控制风机转速，当风量减少到设定值，仍未能达到室内设计工况时，再控制回水管上的能量平衡一体阀动作，调节水量，达到回风温度的控制，能量平衡一体阀与风机连锁。系统自带开放式故障检测软件，方便后期设备检修。

3. 空调器配套的光等离子控制要求：根据室内环境参数（物联网 LoRaWAN 环境检测系统及一体化空调机组回风口处空气质量探测器），光等离子体的启停、运行 / 故障状态进行监控：当空调器处于运行状态，且室内空气质量较差时，光等离子启动运行；当空调器处于停机状态，或空气质量较好时，光等离子停止运行。

(6) 智能报警：通过对空调系统运行状态和参数的实时监测，当出现报警信息时，提示管理人员及时采取措施进行处理。

(7) 远程控制：可以通过监控中心的客户端或 Internet 网络实现对空调系统的远程控制。

(8) 多功能管理：可以通过监控中心实现对中央空调系统及其他设备的控制、管理和维护等功能。在中央空调系统中增加过滤器清洗控制器、室内湿度控制器、电动阀控制器等设备，可以实现对其控制；同时也可以通过客户端或 Internet 网络实现对其维护和管理^[10]。

(9) 多模式选择：可以根据用户实际情况选择不同的模式进行控制：室内温度模式、湿度模式、洁净度模式、送风速度模式等；同时也可以根据不同用户需求选择手动控制和自动控制。

(10) 报警提醒：当出现异常情况时，如设备故障、设备损坏等时，系统会自动发送报警信息^[11]；同时也可以设置报警阈值，当达到报警阈值时，及时发送报警信息。

(11) 报表统计：可以对历史数据进行查询和统计；也可以在界面上进行相关图表的显示；同时还可以根据实际情况进行报表打印。

(12) 统计分析：通过对历史数据进行统计分析，对空调系统运行状态进行评价，同时也可以根据需要对空调系统进行优化改造。

(13) 报警分析：通过报警信息分析，可以帮助用户快速找到发生故障的原因及解决办法；同时也可以对空调系统的故障进行分析和诊断。

(14) 历史数据查询：用户可以根据需要在界面上查询空调系统运行状况历史数据和历史曲线图；也可以将这些历史数据导出成 EXCEL 表格打印出来。

四、总结

一体化空调监控系统在提供舒适环境、节能减排和提高管理效率方面发挥了重要作用，系统在机场、地铁、客运站等城市重要交通枢纽得到越来越广泛的应用，这是绿色建筑和智慧城市建设的重要一环，对于推动我国可持续发展具有积极意义。未来，

随着物联网、大数据和 AI 技术的进步，一体化空调监控系统将走向更加智慧化、集成化、数字化，紧跟时代步伐。系统的集成度将更高，与其他楼宇自动化系统的无缝对接成为可能，人们对于环境的需求增加，将推动空调监控系统向更加人性化、个性化的方向发展。

参考文献

[1] 韩宇新, 姜国伟, 臧高立, 等. 恒温恒湿净化中央空调的网络一体化监控系统 [J]. 科技创新与应用, 2018(9):36-37.

[2] 王强, 左建, 程晓煜. 通信机楼移动式应急中央空调的研究及应用 [C]. //2018年中国通信能源会议论文集. 2018:101-102.

[3] 张晓艳, 徐巧盛. 超大型数据中心节能方案的应用及优化 [J]. 江苏通信, 2023, 39(4):125-129.

[4] 杜宇, 池继忠. 数据中心机房环境监控的设计研究 [J]. 通信电源技术, 2023, 40(5):16-19.

[5] 盛灿英. 智能 ETC 一体化机柜的设计及应用 [J]. 价值工程, 2022, 41(2):145-147.

[6] 卓佑 (Cowin) 数据中心监控管理系统解决方案 [J]. 网络安全和信息化, 2021(11):46.

[7] 安笑蕊, 刘建华, 胡家源, 等. 基于 B/S 模式集中监控的楼宇管理模式探索 [J]. 智能建筑电气技术, 2021, 15(4):65-66.

[8] 张小东, 李慧. 太阳能 - 空气源热泵空调系统物联网监控管理平台设计 [J]. 自动化仪表, 2019, 40(8):74-78.

[9] 巫莉莉, 张波, 余国雄, 等. 基于无线传感器网络的家蚕饲养室环境智能监控系统 [J]. 西南师范大学学报 (自然科学版), 2017, 42(3):74-82.

[10] 陈延行. 浅析现代建筑的系统集成与数字化监控系统 [J]. 广东建材, 2016(5):72-74.

[11] 蔡育康. 机化一体化综合监控系统探讨 [J]. 中国安防, 2015(17):81-86.

自监督学习在建筑原材料智能化生产中的应用

仇龙*

北京科技大学, 北京科技大学资产经营公司, 北京 100083

摘要： 建筑行业原材料生产作为重要的制造行业，其传统非智能化的生产流程可能引发资源利用效率低下、能源消耗大等问题，对原材料供应链与成本产生深远影响。建筑行业原材料生产流程智能化对供应链和施工效率具有关键影响。本文介绍了无需人工标注数据的自监督学习方法，举例探讨了其在建筑用原材料生产中的具体应用，包括数据系统管理、生产过程优化、故障诊断与维护和质量检测等方面。最后对自监督学习在建筑行业原材料生产智能化转型中的挑战和未来发展进行了展望。通过研究分析，为建筑行业原材料生产智能化转型提供建筑原材料供应链的可持续发展参考和启示。

关键词： 自监督学习；建筑行业原材料生产；工业智能化；智能化应用

Application of Self supervised Learning in Intelligent Production of Building Raw Materials

Qiu Long*

Beijing University of Science and Technology, Beijing University of Science and Technology Asset Management Company, Beijing 100083

Abstract： As an important manufacturing industry, the traditional non intelligent production process of raw material production in the construction industry may lead to problems such as low resource utilization efficiency and high energy consumption, which have a profound impact on the raw material supply chain and costs. The intelligent production process of raw materials in the construction industry has a crucial impact on supply chain and construction efficiency. This article introduces a self supervised learning method that does not require manual annotation of data, and provides examples to explore its specific applications in the production of building raw materials, including data system management, production process optimization, fault diagnosis and maintenance, and quality inspection. Finally, the challenges and future development of self supervised learning in the intelligent transformation of raw material production in the construction industry were discussed. Through research and analysis, provide sustainable development references and inspirations for the intelligent transformation of raw material production in the construction industry.

Key words： self supervised learning; production of raw materials in the construction industry; industrial intelligence; intelligent applications

一、引言

建筑行业原材料生产包括各种用于建筑和施工的原材料的生产，如水泥和混凝土、钢铁、木材、玻璃等的制造生产。这些原材料在建筑领域扮演着至关重要的角色，它们共同构成了建筑项目的基础结构和装饰，为人们的生活和工作环境提供了保障和便利。随着信息技术的快速发展，建筑行业原材料生产正面临着智能化转型的挑战和机遇，建筑原材料生产流程的智能化转型对建筑原材料供应链和建筑施工效率具有深远影响。

传统的建筑原材料生产流程可能导致资源利用效率低下和能源消耗过大，进而影响原材料成本和可持续供应。此外，缺乏智能化改进的生产流程很难满足对原材料质量、规格和交付时间等方面的高要求，因而可能对建筑项目的进度和质量产生不利影响。因此，引入智能化技术，优化建筑原材料生产流程，对于提

高原材料的稳定供应、降低生产成本以及提升建筑施工效率至关重要^[1]。在数据采集和管理阶段，智能化生产可以利用无人机进行勘探，通过自监督学习深度学习智能算法实现数据的自动提取和处理。这些算法可以分析无人机获取的图像和视频数据，自动识别地质特征、资源分布等关键信息，从而提高数据采集的效率和准确性。在生产过程中，智能化生产可以借助传感器和自动控制实现精确操控和优化生产参数。通过自监督学习深度学习算法，系统可以实时监测生产环境中的各种参数，如温度、湿度、压力等，并根据这些数据进行实时调整，以实现生产过程的最优化和高效运行。在质检阶段，智能化生产可以利用机器视觉和人工智能算法来进行快速、准确的检测和分类。自监督学习深度学习算法可以通过大量样本数据进行训练，使其能够自动识别建筑原材料的质量问题，并进行有效分类和处理。这样可以大大提高质检的效率和准确性，从而保障建筑材料供应链的可持续发展，

* 作者简介：仇龙（1964—），男，汉族，本科学历，工程师（中级职称），主要研究方向为冶金节能减排工程技术研究，冶金自动化智能化研究等。

提升建筑行业的竞争力和可持续性发展水平。这将有助于推动建筑原材料供应链的可持续发展，提升建筑行业的竞争力和可持续性发展水平。传统的监督学习依赖于大量标注数据，但在建筑行业原材料生产中，获取高质量的标注数据是一项昂贵且耗时的任务。为了提高建筑行业原材料生产的生产效率和质量稳定性，引入自监督学习成为一种重要的生产智能化解决方案。

自监督学习是一种无需人工标注数据的学习方法，通过利用数据本身的特征进行自我训练和学习。自监督学习的出现为建筑行业原材料生产智能化转型提供了新的思路和方法，能够充分利用大规模未标注数据，从而降低了数据采集和标注的成本。这为建筑行业原材料生产提供了更多的数据资源，为智能化转型提供了更多的可能性。本文将探讨自监督学习在建筑行业原材料生产智能化转型中的应用，并对其挑战和未来发展进行分析。

二、自监督学习的基本原理和方法

（一）自监督学习的基本原理

在深度学习领域，自监督学习是一种通过利用未标记数据进行特征学习和表示学习的方法。其主要特点是在无需人工标注标签的情况下，通过设计自动生成的任务或标签来引导模型学习数据的内在结构和特征表征。自监督学习的基本原理是将无监督学习问题转化为有监督问题，通过利用现有数据的某些属性来设置伪监督任务来替换真实标签，以此来训练模型。这些方法可以帮助模型学习到通用的特征表达，用于解决各种下游任务。

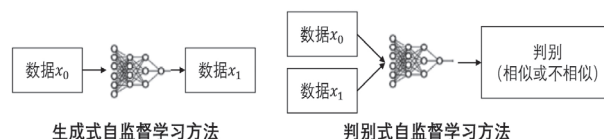
自监督学习的关键就在于如何设计有效的自监督学习任务，以及如何合理地利用未标记数据中的信息来指导特征学习和模型优化。常见的自监督学习任务包括学习预测输入数据的不同部分或相互关系，利用对比损失来学习数据表示、掩码加噪直接生成原始数据等。这些自监督学习任务通过不同的方式引入自动生成任务或标签来指导模型的学习过程，并已在图像、语音、自然语言处理等领域取得了显著的成果，为深度学习模型的特征学习和泛化能力带来了显著提升。

自监督学习的基本原理可以描述为以下几个步骤：首先，通过将未标记的数据输入到深度神经网络中，模型尝试通过多层非线性变换将数据映射到一个高维的特征空间中，以学习数据的内在表征。其次，设计一些自动生成的任务或标签，例如自编码、对比学习等，来引导模型学习有用的特征。这些任务或标签可以通过对数据应用不同的变换得到，然后利用模型预测变换之前的数据或者不同视图下的数据是否相似等方式来进行学习。然后，模型通过最小化预测与真实值之间的误差来调整参数，使得模型学到的特征对后续任务有用且具有较强的泛化能力。

（二）自监督学习的常见方法

自监督学习是一种无监督学习的扩展方法。如图1所示，有两种常见的自监督学习方法：生成式自监督学习和判别式自监督学习^[2]。生成式自监督学习方法关注细粒度级别的特征的重构，通过生成与真实样本相似的样本或重构样本来学习特征表示；而判别式自监督学习方法更加关注样本级别的特征，通过将数据样本与

正负例样本进行对比来学习特征表示。自监督学习方法在不依赖人工标注数据的情况下，通过利用数据本身的特征进行自我训练和学习，为解决实际问题提供了有力的工具和方法。这两类常见的自监督学习方法在深度学习中都有着广泛的应用，它们通过不同的方式引入自动生成任务或标签来指导模型的学习过程，从而提高模型对复杂数据分布的建模能力。



> 图1 两种常见的自监督学习方法

生成式建模是深度学习中的一类自监督学习方法，其基本原理是通过学习数据的分布来实现特征学习。生成式建模方法包括自回归模型、生成对抗网络、变分自编码器等，它们通过最大化数据的似然概率来训练模型，使得模型能够生成与真实数据分布相似的样本，并学到数据的高效表示。生成对抗网络由生成器和判别器组成，通过对抗训练来逼近真实数据分布，从而提升生成器的生成能力。生成式自监督学习方法旨在对输入数据进行重构，使得输入数据与输出数据尽可能相似。具体而言，生成器通过生成与真实样本相似的样本来欺骗判别器，而判别器则努力区分真实样本和生成样本。而在变分自编码器中，模型通过将数据样本编码成潜在空间的特征表示，再解码重构样本。具体来说就是通过设计一个由编码器和解码器组成的神经网络结构，将输入数据编码成低维表示，然后再解码还原成输入数据。如果重构效果较好，则说明模型学到了较好的特征表达。在训练过程中，通过最小化输入数据与重构数据之间的差异来训练模型，以促使模型学习数据的有效表征。自编码器的目标是 minimized 重构误差，使得编码器学到具有区分性的特征表达。然而，值得注意的是，这些方法更加关注细粒度级别特征的重构，而对于样本整体的语义特征可能没有充分考虑，因此需要进一步研究细粒度级别特征与样本真实特征之间的关系。

判别式自监督学习方法旨在判断样本是否满足某些已知信号。这类方法更加关注样本级别的特征，并适用于图像和文本数据等领域。判别式自监督学习方法主要通过将数据样本与正例样本和负例样本在特征空间进行对比来学习样本的特征表示。模型的目标是将正例样本与负例样本区分开来。其基本流程是设计一个损失函数，使得模型能够将相似样本靠近，将不相似样本分开。对比学习常见的方法包括对比预测、对比学习和孪生网络等，通过利用大量未标记数据中的内在结构和信息，使得模型学到更具有区分性的特征表达。对比预测是一种常见的对比学习方法，它通过预测样本中的某些属性来学习特征表示。例如，可以将图像中的不同区域作为正负样本对，并训练模型来预测这些区域的关系。通过这种方式，模型能够学习到图像的局部特征，并捕捉到不同区域之间的关联性。对比学习是一种通过最大化正样本间距离和最小化负样本间距离来学习特征表示的方法。常见的对比学习方法包括对比损失、三元组损失等。这些方法通过构

建正负样本对或样本组，并通过损失函数来优化模型，使得正样本之间的距离尽可能小，负样本之间的距离尽可能大。通过这种方式，模型能够学习到样本的相似性和差异性，并学习到有用的特征表示。孪生网络是一种特殊的神经网络结构，用于比较两个输入之间的相似性。孪生网络通过共享参数的方式，将两个输入映射到同一个特征空间，并通过距离度量来衡量它们之间的相似度。通过训练孪生网络，可以学习到输入数据的特征表示，并在相似性比较任务中取得良好的性能。与其他自监督学习方法相比，对比学习具有更强的区分性能，可以被广泛应用于计算机视觉、自然语言处理等领域。

三、自监督学习在建筑行业原材料生产智能化转型中的应用

（一）数据系统管理

在数据系统管理阶段，利用基于自监督学习的智能化管理方式可以显著提高建筑原材料数据采集和处理效率，从而推动建筑行业的可持续发展和竞争力^{[3][4]}。

无人机技术在建筑行业中的应用日益广泛，其高空俯视的特点使其成为理想的数据采集工具。借助自监督学习深度学习智能算法，无人机可以对获取的图像和视频数据进行深入分析，并自动辨识关键的材料特征、分布情况等重要信息。这意味着无人机不仅可以提供广阔的视野，还能以高度智能的方式识别和记录建筑原材料的各种细微特征。在使用无人机进行勘探时，可以利用对比学习算法对获取的图像和视频数据进行特征学习。通过将同一张图片的不同部分作为正样本，不同图片之间的特征作为负样本，对比学习算法可以学习到建筑原材料的关键特征，如纹理、形状等，从而提高对建筑原材料的识别和分类能力。这种方法可以在无需人工标注大量数据的情况下，利用数据自身的结构进行学习，从而实现更高效的数据处理和特征提取。通过无人机的精准勘探，自监督学习算法能够迅速而精确地捕捉建筑原材料的各种细微特征，为后续生产环节提供可靠的基础数据。这样的智能化数据采集方式不仅提高了生产流程的智能性和灵活性，同时也为建筑原材料供应链的管理和优化奠定了坚实的基础。其次，可以利用生成式自监督学习模型生成额外的伪标签或目标^[5]，然后利用这些生成的目标来训练模型的自监督学习方法。在建筑原材料的数据采集和管理阶段，可以利用生成式自监督学习算法生成建筑材料的虚拟数据样本。通过对这些虚拟数据样本进行标签，然后利用标签来训练模型，可以帮助模型学习到更丰富的建筑材料特征，提高对建筑原材料的识别和分类准确性。此外，生成式自监督学习还可以帮助模型在数据稀缺或不平衡的情况下进行训练，从而提高模型的泛化能力和鲁棒性。

利用自监督深度学习算法，特别是对比学习和生成式自监督学习，在智能化生产中可以实现对建筑原材料数据的高效自动提取和处理。这些方法不仅可以提高数据处理的效率和准确性，还可以帮助建筑行业更好地管理和优化建筑原材料供应链，推动行业向智能化、数字化方向发展。

（二）生产过程优化

在现代智能化生产中，传感器和自动控制系统的应用已经成为优化生产过程的关键。这些系统利用传感器实时监测生产环境中的各种参数，如温度、湿度、压力等，并通过自动控制系统对这些参数进行精确操控和优化调整，以确保生产过程的高效运行和产品质量的稳定。在生产环境中，系统可以利用对比学习算法对传感器获取的数据进行特征提取和表示学习。通过比较不同时间点或不同位置的数据样本，系统可以学习到生产环境中参数的变化规律和趋势，从而更准确地预测未来的变化趋势，并及时调整生产参数以适应变化。其次，在生产过程中，系统可以利用生成式自监督学习算法生成模拟数据样本，模拟不同生产条件下的环境变化。通过与真实数据样本的对比，系统可以学习到生产环境中各种参数之间的复杂关系和相互影响，从而更好地指导生产过程中的参数调整和优化^{[6][7]}。

利用自监督学习深度学习算法对生产过程中的数据进行处理和分析，可以极大地提高系统对生产环境的感知能力和智能化水平。通过对比学习和生成式自监督学习等方法的应用，系统可以更准确地理解生产环境中的复杂数据，从而更精确地调整和优化生产参数，实现生产过程的最优化和高效运行^[8]。这不仅可以提高生产效率和产品质量，还可以降低能源消耗和资源浪费，推动建筑原材料供应链的可持续发展，提升建筑行业的竞争力和可持续性发展水平。

（三）故障诊断与维护

在建筑行业原材料生产中，故障诊断是一个关键问题，因为建筑原材料制造设备的故障可能会导致生产中断、能源浪费和质量问题^[9]。传统的故障诊断方法通常依赖于专家知识和手动规则，对于复杂的建筑原材料制造工艺和大规模的生产数据存在一定的局限性。然而，自监督学习方法为故障诊断提供了一种新的思路，能够从海量的生产数据中学习出设备故障的特征和模式，从而实现更智能、更高效的故障诊断^[10]。

一种利用自监督学习方法进行故障诊断的方式是通过构建自监督任务来预测设备的下一状态或重构损坏的传感器数据。这种方法的核心是让模型从未标注的数据中学习出设备正常运行和故障状态之间的差异。举例来说，可以使用对比学习的方法，让模型学习区分正常状态和故障状态之间的特征差异。通过训练模型来区分这些状态，模型可以学会识别故障并进行自动诊断。另一种方法是利用生成式自监督学习，通过训练模型来重构损坏的传感器数据。模型会学习如何从损坏的数据中还原出原始的正常状态，从而间接地学习到故障的特征。这种方法能够让模型在训练过程中逐渐理解设备正常运行的模式，并能够发现任何偏离这些模式的异常情况，进而进行故障诊断。通过对比学习和生成式自监督学习等技术，模型能够逐渐改进自身的诊断能力，提高准确性和鲁棒性。

利用自监督深度学习算法进行故障诊断与维护是建筑原材料生产中的一重要技术。通过充分利用未标注数据和自动学习特征表示，自监督学习方法能够实现更智能、更高效的故障诊断，可以让工人及时了解设备运行状况并及时加以维护，从而提

高建筑行业原材料生产的可靠性和效率。

（四）质量检测

建筑行业原材料生产作为重要的制造行业，质量检测对于保证产品质量和生产效率至关重要。传统的质量检测方法通常需要大量的人力投入和标注数据，这不仅费时费力，而且在面对复杂的建筑原材料制造工艺和大规模的生产数据时存在着困难。然而，自监督学习为解决这一问题提供了新的途径^[11]。在建筑材料的质检中，对比学习可以用于训练模型，使其能够准确地区分正常材料和存在缺陷或异常的材料。通过对比学习，模型可以自动学习到建筑材料的关键特征，从而实现快速、准确的质量检测和分类。此外，可以利用自监督学习方法从生产过程中收集的数据中学习出产品的质量特征。通过构建适当的自监督任务，例如预测数据中的缺陷位置或形状，可以让模型学习到与产品质量相关的特征表示。最后，还可以利用生成式自监督学习算法训练模型，生成正常和异常建筑材料的图像。通过观察生成的图像，可以帮助模型学习建筑材料的特征和结构，从而提高质检的准确性和可靠性。通过自监督学习深度学习算法的应用，质检过程可以实现高度自动化和智能化。模型可以通过大量的建筑材料图像数据进行训练，从而具备准确识别建筑材料质量问题的能力。这样一来，质检过程不再依赖于人工的主观判断，而是借助于数据驱动算法，实现了快速、准确的质检和分类。

智能化质检不仅可以提高建筑材料供应链的可持续发展水平，还可以显著提升建筑行业的竞争力。通过减少人为错误和提高质检效率，建筑项目可以更加高效地进行，从而降低成本、缩短工期，提升客户满意度。同时，智能化质检还有助于减少资源浪费和环境污染，促进建筑行业朝着更加可持续的方向发展。

四、自监督学习在建筑行业原材料生产智能化转型中应用的挑战

自监督学习在建筑行业原材料生产中的应用面临一系列挑战，其中包括数据的质量和可用性问题以及模型的鲁棒性和泛化能力问题。这些挑战需要得到有效的解决，以确保自监督学习在建筑行业原材料生产智能化转型中的有效应用。首先，建筑行业原材料生产中的数据质量和可用性是一个重要问题。建筑原材料制造生产过程中产生的数据往往存在噪声、异常值和缺失值等问题。这些不完美的数据可能会对自监督学习的性能和准确性产生负面影响。因此，需要开展数据清洗和预处理工作，以减少噪声和异常值的影响，并采用合适的方法填补缺失值，以提高数据的质量和可用性。其次，建筑行业原材料生产中存在多样的建筑原材料制造场景和生产过程，每个场景都具有自己独特的特点和数据分布。因此，如何将自监督学习方法应用于不同的建筑原材料制造场景，并使其具有良好的适应性和泛化能力是一个挑战。需要进一步研究和开发针对不同场景的自监督学习算法和模型，使其能够充分利用特定场景的数据特征，并提供具有广泛适应性的表示能力。另一个挑战是模型的鲁棒性和泛化能力。建筑行业原材料生产是一个复杂的领域，涉及多种工艺和参数。自监督学习

的模型需要具备较强的鲁棒性，能够处理数据中的变化和噪声，以及能够适应新的生产条件和工艺变化^[12]。此外，模型的泛化能力也很关键，即在新的数据样本上能够保持较好的性能和准确性。为了提高模型的鲁棒性和泛化能力，可以采用数据增强和模型正则化等技术手段，并进行深入的模型评估和验证。

在解决上述挑战的过程中，还需要与领域专家和建筑行业原材料生产实践者进行密切合作。通过结合领域知识和专家经验，可以设计更加合理和可解释的自监督学习任务和方法，并提供更有针对性的解决方案。此外，开展跨学科的研究和交流也是必要的，以促进自监督学习与建筑行业原材料生产智能化转型的有机融合，从而实现建筑行业原材料生产的高效、智能和可持续发展。

总之，自监督学习在建筑行业原材料生产智能化转型中具有广阔的应用前景，但也面临着数据质量和可用性、模型鲁棒性和泛化能力等挑战。通过数据清洗和预处理、针对不同场景的算法和模型设计、模型的鲁棒性和泛化能力的提升以及与领域专家的合作，可以克服这些挑战，并推动自监督学习在建筑行业原材料生产中的成功应用。这将为建筑行业原材料生产的智能化转型提供强大的支持，促进其生产效率和质量的提升，实现可持续发展。

五、自监督学习在建筑行业原材料生产智能化转型的未来发展

未来，自监督学习在建筑行业原材料生产智能化转型中具有广阔的发展前景。尽管自监督学习已经取得了一些令人鼓舞的成果，但还有许多方面需要进一步研究和改进，以实现更好的效果和应用范围。一方面，多任务学习是自监督学习在建筑行业原材料生产中值得探索的方向之一。通过将多个相关任务结合在一起进行训练，可以使模型更加全面地学习建筑行业原材料生产中的多个方面，从而提高模型的综合能力。例如，可以将质量检测、故障诊断和预测维护等任务进行联合学习，使模型能够同时具备多个方面的智能化能力。另一方面，迁移学习也是自监督学习在建筑行业原材料生产中的重要应用方向。由于建筑行业原材料生产的特殊性，数据的采集和标注成本较高，很难获得大规模标注数据。在这种情况下，可以通过自监督学习在其他相关领域获得的知识，迁移到建筑行业原材料生产中进行应用。例如，可以利用在其他制造领域或相关工业中训练得到的模型和特征表示，通过迁移学习来提升建筑行业原材料生产的智能化水平。此外，结合领域知识和专家经验，构建更加强大和可解释的自监督学习模型也是未来发展的重要方向。建筑行业原材料生产具有复杂的生产过程和领域知识，这些知识对于建筑原材料制造生产的控制和优化至关重要。因此，将领域知识和专家经验融入自监督学习模型中，可以提高模型的可解释性和实用性，更好地满足建筑行业原材料生产的实际需求。

随着技术的不断进步和理论的完善，自监督学习在建筑行业原材料生产智能化转型中的应用将不断拓展。未来的研究可以探

索更加高级和复杂的自监督学习方法，以进一步提升特征学习的效果和性能。此外，还可以探索如何结合强化学习等技术，实现对建筑行业原材料生产过程的智能控制和优化。

六、结论

本文强调了在建筑原材料供应链中，利用自监督学习深度学习算法的智能化转型对于建筑行业的竞争力和可持续发展的重要性。指出了在数据系统管理、生产过程优化、故障诊断与维护和质量检测等阶段，自监督学习算法的应用可以提高生产效率、质量和可持续性。通过利用自动化控制系统、数据分析及智能监测

设备等手段，在建筑原材料生产制造流程中引入自监督学习技术，可以充分利用建筑行业原材料生产中的海量数据，实现生产过程的精准监控和调控，进而提升生产效率、降低能源消耗，并确保产品质量的稳定性。然而，自监督学习在建筑行业原材料生产中仍面临一些挑战，需要进一步研究和探索。未来，随着技术的发展和理论的完善，自监督学习将在建筑行业原材料生产智能化转型中发挥更大的作用，并推动建筑行业原材料生产向智能化、高效化方向迈进。

参考文献

- [1] 李国建, 汪丛军, 邹胜等. 智慧工地助力建筑企业复工生产的技术研发与实践 [J]. 建筑施工, 2020.42(06).1063-1065.
- [2] Chen.Xinle.an.Kaimin.He. "Explorin.Simpl.Siames.Representatio.Learning..202.IEEE/CV.Conferenc.o.Compute.Visio.an.Patter.Recognitio.(CVPR.(2020).15745-15753.
- [3] 王菁川, 吴建彬. 基于信息化技术的建筑消防设施智能维保管理系统的设计与应用 [J]. 消防技术与产品信息, 2018.31(04).64-66.
- [4] 周冲, 李宇, 郑义等. 智慧生产信息管理系统在装配式建筑中的应用 [J]. 施工技术, 2020.49(05).64-67+103.
- [5] 周楚昊, 林培群, 闫明月. 基于自监督学习的交通数据补全算法 [J]. 华南理工大学学报 (自然科学版).2023.51(04).101-114.
- [6] 孙栓柱, 陈广, 高阳等. 基于相似度的半监督学习工业数据分类算法 [J]. 南京航空航天大学学报, 2021.53(05).677-683.
- [7] 方毅, 何新初, 冯新红. 预拌混凝土智慧化生产系统建设 [J]. 建设机械技术与管理, 2023.36(01).24-26+34.
- [8] 吕森, 安雪晖, 李鹏飞等. 自密实混凝土全过程智能生产研究进展 [J]. 清华大学学报 (自然科学版).2022.62(08).1270-1280.
- [9] 朱平, 张峰, 殷鹏等. 建筑机电设备运维管理云架构体系 [J]. 智能建筑, 2016(03).12-16.
- [10] 张娅. 基于无监督学习的工业物联网攻击聚类分析研究 [J]. 数字通信世界, 2022(06).160-162.
- [11] 朱兴林, 罗明华, 张海峰等. 基于自监督学习方法 SwAV 实现煤矿场景目标检测 [J]. 自动化与仪器仪表, 2023(04).39-42+48.
- [12] 陈燕友. 智能结构在建筑工程中应用研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2019.(03).21-23.

建筑工程施工技术应用与创新研究

赵阳

河北建设集团股份有限公司, 河北 保定 071000

摘 要： 随着我国建筑工程科技的不断发展，新施工技术在建筑工程领域当中的应用得到有效提升，当中较为复杂的环节和相关测量技术都得到了有效改善，建筑工程新技术不仅能够引用相应的软件，使得测量数据更加精准化，提高了原有测量的精准度，同时还有效提高了建筑工程施工的整体工作效率，大幅度缩短了施工时间，从而为我国现代建筑工程领域提供了新的研发技术方向。本文就建筑工程新施工技术在应用中进行简单的分析与讨论，希望能为接下来的相关研究提供一定的帮助与参考。

关 键 词： 建筑工程；新施工技术；应用探讨

Research on the Application and Innovation of Construction Technology in Building Engineering

Zhao Yang

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

Abstract： With the continuous development of construction engineering technology in China, the application of new construction technologies in the field of construction engineering has been effectively improved. The more complex links and related measurement technologies have been effectively improved. New construction engineering technologies can not only reference corresponding software, make measurement data more accurate, improve the accuracy of original measurements, but also effectively improve the overall work efficiency of construction engineering, significantly shorten construction time, and provide new research and development directions for modern construction engineering in China. This article provides a simple analysis and discussion on the application of new construction technologies in construction engineering, hoping to provide some help and reference for future related research.

Key words： construction engineering; new construction techniques; application exploration

由于现代建筑工程的技术得到有效提高，使得新施工技术能够应用在各类建筑工程领域当中，由于建筑工程新技术的广泛应用，也使得相关测量设备精度以及测量准确性得到明显的改善，建筑工程测量更加具有自动化，使数据更加具有储备性，由此对建筑工程未来的发展提供了技术保障。

一、施工技术创新的重要性

（一）发展生产力的需要

在传统的建筑设计环节当中，由于工作人员对相关环节的操作并没有处于严格的系统规范当中，可能会出现对相关设备的使用情况不了解、操作不规范等人为误差，导致运营出现各类意外状况，不能够为整体系统的运行提供较为良好的安全保障。并且，通过长期的非系统性管理将会使得建筑工程控制并不能够以科学合理的工作模式进行有效运营，长此以往，相关设计的精准度将无法达标。而将建筑工程新技术引用在施工设计环节当中，可有效的解决了此类问题，施工新技术通过对工作任务的设定进行程序编写，将程序设定至相关设备当中，一旦设备的工作量达到了相应的标准，通过程序进行有效判定，便可使工作任务得到

有效进行，进一步达到了精准控制设计的目的，同时也能够进一步提高其安全性，一旦相关设备是由于工作人员的人工误差发生了不可控的意外状况时，通过施工新技术的紧急处理程序的运行，判断该环节是否处于正常工作状态，若是处于非工作状态时，便会及时将相关设备进行紧急制停，一定程度上保障了安全性，使得建筑工程在发展过程中更具生产力。

（二）经济时代的要求

在传统的建筑工程运营过程当中，通常是由人工来进行检测系统之间的安全参数变动范围，但长此以往，投入的人力过多，成本提高，不利于长期的发展，甚至人工的监管仍然有处于较大误差等不利影响，由此，将建筑工程新技术引入至建筑施工的设计当中，便可有效提高了对其的监控全面性。由建筑工程新技术对各个环节的施工进程进行数据监测，自动将数据浮动变化录入

相关平台当中，并根据设计生成相应的数据报告。设定更新时间，便能够长期得到动态的数据变化，工作人员便可直接参考建筑工程新技术所应用的数据平台，监控建筑施工各个流程的整体数据变化情况，判断施工现状是否处于正常工作状态，由此，来提高管理建筑施工的力度，进而可有效保障每一个建筑施工环节都能够处于稳定高效的工作状态，发挥出建筑工程新技术所带来的积极效果，减少由于忽视小问题而出现的安全事故。而如今时代的发展，科技的不断进步，使企业不能再局限于传统的建筑工程技术，否则将会使得企业始终处于市场当中的不利地位，想要打破这样的局限性，必须顺应时代的发展，积极融入建筑工程新技术的科研和实际应用当中，实现建筑工程新技术能够在实际应用市场当中发挥出积极作用，为其创造较大的经济收益，如此才能够保证企业在建筑工程的整体运营当中，既能够不断完善原有的建筑工程新技术，又能够在新技术应用当中发现技术的不足，进行有效优化，从而提高了建筑工程的工作效率和工作精度。

二、建筑工程施工技术应用与创新

（一）绿色施工技术

随着社会的进步和人们对环境保护意识的增强，绿色建筑技术逐渐成熟并受到广泛关注。然而，回顾我国绿色技术发展的历史，可以发现绿色施工技术的引进时间相对较晚。尽管如此，当前我国的绿色施工技术已经取得了显著的进展，为建筑工程项目的可持续发展提供了重要支持。绿色施工技术在建筑工程项目中的应用不仅有利于环境的稳定，更是构建友好型社会的核心因素之一。通过采用绿色施工技术，可以降低对自然资源的消耗，减少对环境的破坏，从而为生态环境的保护和可持续发展做出贡献。此外，绿色建筑还能够带来诸多经济和生态方面的收益，为社会经济的可持续发展提供了新的路径和模式。越来越多的建筑项目开始采用绿色建筑的理念和技术，以减少能源消耗、降低排放、提升室内环境质量等方式，积极响应应对气候变化的行动倡议。在实践中，绿色建筑不仅仅是一种技术手段，更是一种社会责任和可持续发展的体现。政府、企业和社会各界应共同努力，加强绿色建筑技术的研发和推广应用，促进建筑行业朝着更加环保、高效、可持续的方向发展。

（二）建筑工程混凝土施工技术

在进行具体施工之前，对基础模块的质量进行细致的核查以及对工程主体结构进行详尽的分析是至关重要的步骤。这些准备工作不仅仅是为了确保施工的顺利进行，更是为了保障施工质量和安全，以及为后续工作提供必要的指导和支持。首先，对基础模块的质量进行细致的核查是确保整个建筑结构稳固性的关键。基础是整个建筑物的支撑，其质量的好坏直接影响到建筑物的安全性和稳定性。因此，在施工之前，必须对基础进行仔细的检查 and 评估，确保其符合设计要求和施工标准。同时，对工程的主体结构进行详尽的分析也是必不可少的。主体结构承载着整个建筑的重量，其稳定性和强度直接关系到建筑的安全性和耐久性。通过对主体结构的分析，可以发现潜在的问题并及时加以解决，从

而确保建筑的整体质量和安全性。在具体施工过程中，特别需要关注钢筋主体结构与基础模块是否存在位移的现象。位移问题可能会导致建筑结构的不稳定和安全隐患，因此必须及时采取相应的调整措施，确保建筑结构的稳固性和安全性。除此之外，选择合适的浇筑技术和混凝土配置设备、振捣设备也是至关重要的。根据前期准备工作中确定的具体参数，施工人员可以有针对性地选择最适合当前工程需求的施工工艺和设备，从而保障施工的顺利进行和质量的达标。

（三）钢筋施工工作的关键技术分析

钢筋捆扎技术是建筑工程中不可或缺的一环，其在保证混凝土结构质量和稳定性方面发挥着至关重要的作用。该技术涉及钢筋的固定和连接，对混凝土结构的强度和耐久性有着直接影响。因此，在建筑施工中，对钢筋绑扎技术的实施需要严格遵循设计要求，以确保施工质量和结构稳定性。钢筋的固定技术是保证钢筋正确布置并具有足够保护层的重要手段之一。在施工前，根据工程施工图预留一定的保护层和高度，以便在合理控制嵌件范围内进行施工。这一过程需要精确测量和计算，确保钢筋布置的准确性和合理性，从而保证混凝土结构的强度和稳定性。钢筋捆扎技术的关键之一是将电线边缘线保留在保护层外，以确保混凝土的强度大于水泥的强度。这样做的目的在于防止钢筋生锈钢蚀，从而影响混凝土结构的承载能力和使用寿命。通过合理的捆扎技术，可以保证钢筋的稳定性和耐久性，提高混凝土结构的整体质量。在对钢筋连接技术进行分析时，需要综合考虑多个因素，确保连接的质量和稳定性。首先，需要准确计算搭接的实际数量，并综合分析搭接面积的比例，以确保搭接质量。如果钢筋直径与设计有所差异，应以最细的钢筋直径计算接缝面积百分比和实际缠绕长度，以确保连接的牢固性和稳定性。特别是对于采用机械连接的钢筋，更需要进行详细的分析和计算。在选择机械连接等级时，需要根据设计要求和实际情况进行综合考虑，确保连接的可靠性和安全性。尤其是在连接不同直径的钢筋时，应按照最小直径参考来进行接合比的计算，以确保连接的牢固性和稳定性。

（四）建筑施工智能化施工

智能化建设的难点主要集中在其搭建过程中。智能化技术在建筑施工中的集中体现为智能设备监控系统，这一系统的应用对于提升施工效率和质量具有重要意义。然而，在实际应用中，需要注意以下几个方面，这些方面是智能化建设中的挑战所在。首先，智能设备监控系统的控制中心需要处理大量的设备数据，并进行数据挖掘，从数据中心总结出施工的状态。这意味着控制中心必须具备强大的数据分析和处理能力，能够快速准确地识别并分析数据中的关键信息。在处理大量数据时，控制中心需要具备高效的数据存储和检索系统，以确保数据的安全性和完整性，同时能够在需要时迅速提取出相关信息进行分析和处理。其次，根据分析结果，控制中心需要将指令下发到下级系统中，实现对系统和施工情况的实时管控。这要求控制中心具备高效的指令传输和执行能力，能够及时响应各种施工情况的变化，并采取有效的措施进行调整和处理。指令下发的过程需要保证信息的准确性和及时性，以避免因指令延迟或错误而导致的施工问题。

三、建筑工程桩基础新技术

（一）刚性桩、柔性桩复合桩基技术

这类技术在结合原有的桩基技术下提高了桩基的性能优化，桩基技术在建筑工程当中是重要的环节之一，就是将地基进行有效打造，打桩时能够稳定建筑的牢固性。而刚性桩和柔性桩的复合使用，使得桩基技术不会局限于同一种类型，大幅度提高了应用场景和实际应用效果。在实际的建筑工程施工环节当中，某一地区的所应用桩基技术不仅局限于一种类型，可能刚性桩和柔性桩复合使用更能够达到设计的效果，使得地基更加稳固，由此，刚性桩、柔性桩的复合桩基技术应用具有极大的市场，同时能够在不断应用过程当中进行稳步优化。

（二）钻孔压浆桩技术

为了能够使桩基技术得到有效应用，其钻孔压浆桩技术也得到了进一步的研究。在进行打桩的过程当中，地层可能存在着硬度较高、不易钻孔的现象，从而导致钻孔压浆桩的设备在传统的技术应用下并不能够使打桩更具完整性，甚至可能引发其他的意外事故，由此，钻孔压浆桩技术便得到了极大的应用，一定程度上能够大幅度提高打孔的效率，同时又能够保障所打桩的深度以及宽度得到良好的控制，尽可能的符合建筑工程的设计要求，从而也能够有效提高工作人员的安全性。钻孔压浆桩技术结合其他建筑工程新技术，使得建筑工程的流程得到巩固和完善，不断提高原有工作技术的局限性，优化打桩过程当中所出现的相关问题，进一步发挥了实际作用。

四、建筑工程测量新技术

（一）GPS 施工测控技术

在传统的建筑工程测量流程中，所应用的传统测量方式通常会应用传感器来对地面条件数据进行获取，但在实际操作过程当中会存在着较大的局限性，传感器的使用条件过于单一化，只要与传感器的操作条件不符，那么就无法准确测量出地面数值，甚

至传感器在不同的天气状况当中所产生的数据也有所不同。由此，面对一些传感器无法测量的特殊地点和特殊地形时，就需要引用 GPS 施工测控技术来有效提高测量的工作精度和准确度。GPS 施工测控技术会使得测量结构进行进一步的画面变形，这种变形会应用于全球定位系统的绘图技术，对所测量的地点进行动态检测。根据全球定位系统的绘图技术，大幅度提高了对于局限条件下的地理位置和地形的测量，从而通过相关设备的进一步辅助完成变形测量。GPS 施工测控技术的应用会使得建筑工程测量的数据处于动态变化，当该地形的数值产生变化时，也能够及时进行数据更新，从而有效提高了数字化测量技术的整体准确性。

（二）全站仪坐标法放样技术

通常情况下，建筑工程都会将测量结果进行数据模型的搭建，甚至根据数据模型搭建出 3D 建筑模型，但在原有的测量技术当中，图像的处理并没有达到较为准确，仍然存在着图像模糊、数据不准确的相关问题，而全站仪坐标法放样技术首先提高测量的精确值和准确度。全站仪坐标法放样技术所自带的建筑测量模型搭建设备软件能够使原有的数据模型完善得到初步提升，进而有效提高原有的图像处理技术，尤其是在原图与模型之间的比例控制上也能够随意更换，在对于处理数据模型的过程当中提供了较大的便利性，若是在原图过程当中仍然存在着不足之处，还可以进行补测和修测等手段，完善原有的建筑模型，从而提高了测量技术的操作应用途径。

五、结束语

建筑工程新技术在建筑工程实际施工当中具有广泛的应用市场，不仅能够有效提高建筑工程测量的整体工作效率，同时也会使得建筑工程新技术在传统应用领域当中更具优势，打破原有施工的局限性，而工作人员也需要及时更新对建筑工程新技术的学习，主动了解相关设备的使用方法和施工流程，从而能够进一步提升建筑工程新技术的整体应用效果，为我国现代化进程提供技术保障。

参考文献：

-
- [1] 杨延峰. 绿色施工技术在房屋建筑工程中的应用及管理要点 [J]. 砖瓦, 2023(02):100-103.
- [2] 王辉军. 建筑钢结构工程施工技术应用过程中存在的问题及管理措施 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023(03):86-88.
- [3] 赖焕枫. 桩后注浆施工技术在建筑工程施工中的应用探析 [J]. 建筑与预算, 2023(01):59-61.

基于弱电智能化的智慧医疗系统设计与应用研究

陆振洋

厦门万安智能有限公司杭州分公司，浙江 杭州 310015

摘要： 随着科技的不断进步，智慧医疗系统在弱电智能化领域日益受到关注。本研究以弱电智能化技术为基础，设计了一套智慧医疗系统，并探讨了其在医疗应用中的潜在价值。通过结合传感器、数据分析与人工智能等技术，该系统能够实现对患者健康状况的实时监测、分析和预测，提高了医疗服务的效率和质量。本研究旨在为医疗领域提供一种新的技术解决方案，促进医疗资源的合理分配和医疗服务的智能化提升。

关键词： 弱电智能化；智慧医疗系统；传感器；数据分析；人工智能

Design and Application Research of Smart Medical System Based on Weak Current Intelligence

Lu Zhenyang

Xiamen Wanan Intelligent Co., Ltd. Hangzhou Branch, Hangzhou 310015, Zhejiang

Abstract： With the continuous progress of technology, smart medical systems are increasingly receiving attention in the field of weak current intelligence. This study is based on weak current intelligent technology and designs a smart medical system, exploring its potential value in medical applications. By combining technologies such as sensors, data analysis, and artificial intelligence, this system can achieve real-time monitoring, analysis, and prediction of patient health status, improving the efficiency and quality of medical services. This study aims to provide a new technological solution for the medical field, promoting the rational allocation of medical resources and the intelligent improvement of medical services.

Key words： weak current intelligence; smart healthcare system; sensors; data analysis; AI

引言：

随着社会人口老龄化和慢性疾病增加，传统医疗模式面临着日益严峻的挑战。传统医疗系统的效率低下、资源不足和人力压力大等问题亟待解决。因此，智慧医疗系统的出现成为解决这一难题的重要途径。本文旨在探讨基于弱电智能化的智慧医疗系统在提高医疗服务效率、优化资源配置、改善患者体验等方面的潜在价值。通过设计和应用智慧医疗系统，可以更好地应对人口老龄化和慢性疾病增加所带来的挑战，为提升医疗服务水平和保障人民健康作出更大的贡献。

一、弱电智能化技术在智慧医疗中的应用概述

随着信息技术的飞速发展，弱电智能化技术在智慧医疗领域得到了广泛应用。弱电智能化是指利用低电压、低电流的电气信号来实现自动化控制、监测和管理的技术手段。在智慧医疗中，弱电智能化技术的应用极大地改善了医疗服务的效率和质量，同时也提升了患者的医疗体验。弱电智能化技术在医疗设施管理方面发挥着重要作用。通过智能化的电力管理系统，医院可以实现对电力消耗的实时监测和调控，有效降低能源浪费，提高能源利用效率。此外，智能化的照明系统和环境控制系统能够根据不同区域的需求进行智能调节，为医院提供舒适、安全的工作和就诊环境。弱电智能化技术在医疗设备管理方面 also 具有重要意义。现代医疗设备大多依赖于电力供应和数据传输，智能化的设备管理系统可以对医疗设备进行远程监测、故障诊断和预防性维护，提

高设备的可靠性和稳定性，降低了设备维护成本和故障风险，确保了医疗服务的持续性和可靠性。此外，弱电智能化技术还在医疗信息化方面发挥着关键作用。医院的信息化建设需要大量的数据采集、传输和处理，智能化的信息系统能够实现对患者信息、医疗记录、医嘱等数据的集中管理和实时更新，提高了医疗信息的准确性、及时性和安全性，为医护人员提供了更加便捷和高效的工作环境。

二、智慧医疗系统的设计与架构

智慧医疗系统的设计与架构是一个复杂而关键的过程，涉及多个方面的技术和需求。在设计智慧医疗系统时，需要考虑到医疗服务的全面性、信息的安全性以及系统的可扩展性等方面。以下是一个典型的智慧医疗系统的设计与架构的详细介绍：系统架

构：智慧医疗系统的架构通常包括前端、后端和数据库三个主要组成部分。前端是用户接触的界面，可以是医生、护士、患者等，通过智能终端设备如平板电脑、智能手机等与系统进行交互。后端是系统的核心部分，包括数据处理、逻辑处理、算法引擎等，负责处理用户请求、进行数据分析和生成决策结果。数据库用于存储系统所需的各类数据，包括患者信息、医疗记录、设备数据等。数据采集与传输：智慧医疗系统需要从多个来源收集数据，包括患者的生理参数、医疗设备的运行状态、医生的诊断意见等。数据采集可以通过传感器、医疗设备接口、人工输入等方式进行。传感器可以监测患者的心率、血压、体温等生理参数，医疗设备接口可以获取设备的运行数据，人工输入则是医生、护士等人员手动输入的数据。采集到的数据需要经过数据传输通道传送到后端进行处理。数据处理与分析：后端系统接收到采集到的数据后，需要进行数据清洗、存储和分析。数据清洗是指对采集到的数据进行去噪声、去异常值等处理，保证数据的准确性和可靠性。数据存储是指将清洗后的数据存储到数据库中，以便后续的访问和分析。数据分析是智慧医疗系统的重要功能之一，通过对患者数据的分析，可以进行疾病预测、健康监测、治疗方案推荐等。

决策与反馈：根据数据分析的结果，智慧医疗系统可以生成相应的决策结果，如疾病诊断、治疗方案建议等。这些决策结果可以通过系统界面反馈给医生、护士、患者等相关人员，以支持他们做出相应的行动和决策。同时，系统也可以将决策结果存储到数据库中，以便后续的查询和分析。安全性与隐私保护：智慧医疗系统涉及大量的敏感数据，包括患者的健康信息、个人隐私等。因此，系统的安全性和隐私保护至关重要。智慧医疗系统需要采取一系列的安全措施，包括数据加密、访问控制、身份认证等，以确保数据的安全性和隐私保护。

三、传感器技术在智慧医疗系统中的作用与应用

传感器技术在智慧医疗系统中扮演着至关重要的角色，它们能够实时地采集和监测患者的生理参数、环境信息以及医疗设备的运行状态，为医护人员提供及时、准确的数据支持，从而实现对患者健康状况的实时监测、分析和预测。以下将详细介绍传感器技术在智慧医疗系统中的作用与应用：生理参数监测：传感器技术可以用于监测患者的各种生理参数，包括心率、血压、体温、血氧饱和度等。通过植入式或非植入式传感器，可以实现对这些生理参数的实时监测，帮助医生及时了解患者的健康状况，发现异常情况并采取相应的治疗措施。运动与活动监测：传感器技术也可以用于监测患者的运动和活动情况，包括步数、运动强度、姿势等。通过穿戴式或无线传感器，可以实时地监测患者的运动情况，评估其日常活动水平，为健康管理和康复训练提供数据支持。环境监测：传感器技术还可以用于监测医疗环境的温度、湿度、气压等参数，以及空气质量、水质等环境指标。通过部署各类环境传感器，可以实时地监测医院的环境条件，及时发现并处理潜在的卫生隐患，确保医疗环境的安全和舒适。

医疗设备监测：传感器技术还可以用于监测医疗设备的运行状态和性能指标，包括设备的工作温度、电压、电流等参数。通过部署各类设备传感器，可以实时地监测医疗设备的运行情况，及时发现并处理设备故障，确保医疗服务的连续性和可靠性。数据融合与分析：传感器技术采集到的数据可以与其他数据源进行融合，如医疗记录、影像数据等，通过数据分析和挖掘技术，可以发现患者的健康趋势、疾病风险等信息，为医护人员提供决策支持和个性化的医疗服务。

四、数据分析与人工智能在智慧医疗系统中的运用

数据分析与人工智能在智慧医疗系统中的应用是促进医疗服务智能化和个性化的重要手段之一。通过对大量的医疗数据进行收集、整理和分析，结合人工智能技术的算法和模型，可以实现对患者健康状况、疾病风险、治疗效果等方面的深入挖掘和预测，从而为医疗决策提供科学依据和个性化建议。以下是数据分析与人工智能在智慧医疗系统中的具体运用：健康监测与预测：通过对患者的生理参数、病史记录、医疗影像等数据进行收集和分析，结合机器学习和数据挖掘技术，可以建立健康监测和预测模型，实现对患者健康状况的实时监测和预测。这些模型可以用于预测患者未来可能出现的健康风险和疾病发展趋势，帮助医生及时采取预防措施和个性化治疗方案。疾病诊断与辅助决策：数据分析和人工智能技术可以用于辅助医生进行疾病诊断和治疗决策。通过建立疾病诊断模型和治疗决策支持系统，可以实现对患者病情的自动识别和分析，提供个性化的诊断建议和治疗方案。这些系统可以利用医疗知识库、临床指南和最新研究成果，为医生提供科学的诊疗建议，提高诊断准确性和治疗效果。医疗资源优化与分配：数据分析和人工智能技术还可以用于医疗资源的优化和分配。通过分析患者就诊需求、医疗设备利用率、医疗服务效率等数据，可以实现对医疗资源的合理配置和优化调度，提高医疗服务的效率和质量。这些系统可以帮助医院管理者更好地了解医疗资源的使用情况，及时调整资源配置，满足患者的就诊需求。个性化医疗服务：数据分析和人工智能技术可以为患者提供个性化的医疗服务。通过分析患者的健康数据、生活习惯、遗传背景等信息，可以实现对患者的个性化健康管理和治疗方案制定。这些系统可以根据患者的特点和需求，提供定制化的健康咨询、营养建议、康复训练等服务，提高医疗服务的质量和满意度。

五、智慧医疗系统在临床实践中的应用效果评估

智慧医疗系统的应用效果评估是验证其在临床实践中实际应用的有效性和可行性的关键环节。通过对系统在临床场景中的应用效果进行评估和分析，可以全面了解系统的优势、不足和改进空间，为进一步推广应用提供科学依据和决策支持。以下是智慧医疗系统在临床实践中的应用效果评估的详细介绍：患者健康状况监测：智慧医疗系统在临床实践中的一个重要应用是对患者健

康状况的监测。通过系统实时监测患者的生理参数、病史记录等信息，可以及时发现患者的健康异常情况，提供预警和干预措施，从而有效预防和控制疾病的发展。评估系统在患者健康监测方面的应用效果，可以通过比较监测前后患者的健康状况和治疗效果，评估系统在健康管理和疾病预防方面的作用。临床诊断与治疗辅助：智慧医疗系统在临床实践中还可以用于辅助医生进行诊断和治疗决策。通过系统对患者病历、影像数据、实验室检查结果等信息的分析和整合，可以为医生提供诊断建议、治疗方案推荐等支持，提高诊断的准确性和治疗的有效性。评估系统在临床诊断与治疗辅助方面的应用效果，可以通过比较医生使用系统前后的诊断准确性和治疗效果，评估系统在临床决策支持方面的作用。

医疗资源利用与效率提升：智慧医疗系统在临床实践中还可以用于优化医疗资源的利用和提升医疗服务的效率。通过系统对医疗设备、人力资源、患者就诊流程等信息的分析和调度，可以实现医疗资源的合理配置和调度，提高医疗服务的效率和质量。评估系统在医疗资源利用与效率提升方面的应用效果，可以通过比较系统实施前后的就诊时间、等待时间、医疗费用等指标，评估系统在医疗服务效率提升方面的作用。患者满意度与医疗质量评价：智慧医疗系统在临床实践中的最终目标是提高患者的医疗体验和医疗质量。通过系统对患者的健康需求、个性化服务、医疗体验等信息的分析和反馈，可以不断改进和优化医疗服务，提高患者的满意度和医疗质量。评估系统在患者满意度与医疗质量方面的应用效果，可以通过患者满意度调查、医疗质量指标监测等方法，评估系统在医疗服务质量提升方面的作用。综上所述，智慧医疗系统在临床实践中的应用效果评估是评价系统实际应用价值和推广效果的重要环节。通过对系统在患者健康监测、临床诊断与治疗、医疗资源利用与效率提升、患者满意度与医疗质量等方面的应用效果进行评估和分析，可以全面了解系统在临床实践中的优势和不足，为系统的进一步推广和应用提供科学依据和决策支持。

六、智慧医疗系统未来发展趋势与挑战

随着信息技术和人工智能的不断发展，智慧医疗系统在未来将呈现出一系列的发展趋势和面临挑战。了解这些趋势和挑战对于指导未来智慧医疗系统的发展方向和解决现实问题至关重要。发展趋势：智能化与个性化：未来智慧医疗系统将趋向于更智能化和个性化。通过大数据分析和人工智能技术，系统将能够实现对患者个体化健康管理和个性化治疗方案的制定，提高医疗服务的精准度和针对性。跨平台整合：未来智慧医疗系统将更加注重跨平台整合，实现医疗数据的无缝对接和共享。不同医疗机构、医疗设备和医疗信息系统之间将能够实现互联互通，实现医疗资源的共享和优化利用。智慧医疗生态系统：未来智慧医疗系统将形成一个完整的生态系统，包括医院、医疗机构、患者、医疗设备厂商、数据分析公司等各方参与者。这个生态系统将促进医疗资源的共享和互利合作，推动医疗服务的全面智能化和优化

升级。

面临挑战：数据安全与隐私保护：智慧医疗系统面临着数据安全和隐私保护的挑战。医疗数据涉及患者的个人健康信息，安全泄露将带来严重的隐私风险和社会责任问题。因此，加强数据安全技术 and 隐私保护机制成为智慧医疗系统未来发展的重要任务。标准与规范缺乏：目前智慧医疗领域缺乏统一的数据标准和规范，不同系统之间的数据格式和接口存在差异，阻碍了数据的共享和互通。未来需要建立统一的数据标准和规范，促进智慧医疗系统的互联互通和协同发展。技术成本和投入：智慧医疗系统的建设和运营需要大量的技术投入和人力资源支持，成本较高。尤其是在发展中国家和偏远地区，技术设备和人才储备不足的情况下，智慧医疗系统的推广和普及面临较大挑战。综上所述，智慧医疗系统未来发展的趋势是智能化、个性化和生态化，将更加注重数据整合与共享。但同时面临着数据安全、标准规范和技术成本等方面的挑战。未来，需要政府、医疗机构、科研机构和企业共同努力，加强合作与创新，促进智慧医疗系统的健康发展，为人类健康事业做出更大的贡献。

结语：

智慧医疗系统作为医疗信息技术的重要应用，将为未来医疗健康事业带来深远的影响。通过对本文所述智慧医疗系统的未来发展趋势与挑战进行深入探讨，可以看到智慧医疗系统将朝着智能化、个性化和生态化方向发展。然而，面对数据安全、标准规范和技术成本等挑战，我们也应该保持警惕，共同努力解决这些问题，推动智慧医疗系统健康发展。通过深入研究和探讨智慧医疗系统的发展趋势与挑战，可以更好地指导未来智慧医疗系统的建设与运营，提高医疗服务的质量和效率，促进医疗健康事业的可持续发展。

参考文献：

- [1] 王明. 智慧医疗系统在临床实践中的应用效果评估[J]. 医学前沿. 2021.12(3).45-50.
- [2] 李华. 智慧医疗系统中的数据安全与隐私保护[J]. 医学信息杂志. 2020.22(4).78-82.
- [3] 张伟. 智慧医疗系统的发展趋势与挑战分析[J]. 医疗管理学报. 2019.34(2).112-118.
- [4] 刘静. 智慧医疗系统中的人工智能技术应用研究[J]. 医学工程学报. 2018.25(3).56-61.
- [5] 陈明. 智慧医疗系统的未来发展趋势分析[J]. 医疗科学杂志. 2017.18(1).23-28.
- [6] 杨红. 智慧医疗系统中的医疗资源优化与分配研究[J]. 中国卫生经济. 2016.28(5).89-94.
- [7] 马云. 智慧医疗系统中的数据分析与人工智能应用[J]. 医学工程. 2015.19(2).34-39.
- [8] 赵刚. 智慧医疗系统中的跨平台整合研究[J]. 医学信息杂志. 2014.16(4).67-72.
- [9] 周磊. 智慧医疗系统中的患者满意度与医疗质量评价[J]. 医学前沿. 2013.11(2).56-60.
- [10] 朱丽. 智慧医疗系统中的技术成本与投入分析[J]. 中国医院管理. 2012.24(3).78-83.

2BIM 技术在建筑电气设计中的应用

曹新柱

迪尔集团有限公司，山东 济宁 272300

摘 要： 本文探讨了2BIM技术在建筑电气设计中的应用。BIM是一种基于数字技术的建筑设计方法，可以将建筑模型的各个方面，包括结构、设备、电气等信息，进行综合管理。2BIM技术是在BIM技术的基础上，利用人工智能和大数据技术，实现对建筑模型的更加精准、高效的分析和优化。本文通过实际案例分析，介绍了2BIM技术在建筑电气设计中的应用情况，包括电气系统设计、设备选型、施工管理等，并探讨了2BIM技术在提高建筑电气设计质量和效率方面的作用。

关 键 词： BIM技术；2BIM技术；建筑电气设计；人工智能；大数据；电气系统设计；设备选型；施工管理

The Application of 2BIM Technology in Building Electrical Design

Cao Xinzhu

Deer Group Co., Ltd., Shandong, Jining 272300

Abstract： This article explores the application of 2BIM technology in building electrical design. BIM is a digital based architectural design method that can comprehensively manage various aspects of building models, including structure, equipment, electrical information, etc. Based on BIM technology, using artificial intelligence and big data technology, 2BIM technology achieves more accurate and efficient analysis and optimization of building models. Through practical case analysis, this article introduces the application of 2BIM technology in building electrical design, including electrical system design, equipment selection, construction management, etc., and explores the role of 2BIM technology in improving the quality and efficiency of building electrical design.

Key words： BIM technology; 2BIM technology; architectural electrical design; AI ; electrical system design; equipment selection; construction management

引言

随着建筑行业的不断发展，建筑电气设计也在不断更新和进步。传统的建筑电气设计方法往往需要大量的人工操作和时间，而且容易出错。随着2BIM技术的出现，建筑电气设计变得更加高效和精准。2BIM技术是一种基于BIM技术的高级建筑电气设计方法。BIM技术是指建筑信息模型技术，它可以通过三维建模技术实现对建筑物的可视化设计和分析。2BIM技术是在BIM技术的基础上，通过添加更多的数据和信息，使建筑物模型更加详细和精准。

一、节点的管理

1. 电气节点管理

在BIM模型中，电气节点是用来标识电气设备、电缆和插座等电气元件的位置和连接关系的。BIM技术的基础是三维参数化设计，与传统的二维设计方式有显著区别。^[1]通过电气节点管理，可以更好地控制电气系统的走向和连接，避免设计错误和浪费。

2. 设备管理

BIM模型中可以包含大量的设备信息，例如电气设备的品牌、型号、规格等。模拟分析是BIM技术在建筑电气设计中的重要应用之一。可以通过数字模型对电气系统进行模拟分析，以提高系统的效率和可持续性。^[2]通过设备管理，可以更好地控制电气设备的选型和采购，避免设备不符合设计要求。

3. 管道管理

在建筑电气设计中，管道也是一个重要的组成部分。BIM系统能够录入建筑模型模拟的相关信息，如设备信息、构件信息。^[3]通过管道管理，可以更好地控制管道的走向和连接，避免管道设

计错误和浪费。

4. 施工管理

在BIM模型中，可以包含施工图纸和施工进度等信息。为了能够更加全面地满足人民群众的基本建筑与生活需求，积极地加强对建筑电气节能模块设计工作的重视，也能够从根本上为我国建筑行业的长久与稳定发展奠定更为完善的基础与前提条件。^[4]通过施工管理，可以更好地控制施工过程，避免施工错误和浪费。

5. 模型管理

BIM模型是一个动态的模型，需要不断地进行更新和维护。建筑技术与信息技术结合，使工程参与者获取信息的方式更加多元化，而且从技术层面促进了工程施工效率实现质的飞跃。^[5]通过模型管理，可以更好地维护BIM模型，保证模型的准确性和完整性。

二、设备管理中的重要性

1. 提高设计准确性

BIM 技术可以实现碰撞检查，避免设计中的设备位置冲突，减少设计错误。建筑电气系统的设计和安装需要遵循相关的电气安全标准和规范，确保系统的可靠性、安全性符合法律法规要求。^[6]

2. 提高施工效率

BIM 技术可以实现施工过程中的实时信息共享，提高施工过程中的设备管理效率。

3. 降低运营成本

BIM 技术可以提供设备运行维护的详细信息，有助于提高设备的运行效率，降低运营成本。建筑电气的节能设计应本着经济性原则来进行，不能盲目增加投资，为节能而节能。^[7]

三、2BIM 技术优势

1. 综合性

2BIM 技术将建筑设计中的几何形状、属性信息、空间关系等多维数据综合到一个模型中。这种综合性使得各个设计阶段的相关人员能够共享和访问同一份数据，促进了信息的传递和协作。优化电气系统方案设计。低碳背景下，在设计建筑电气供电系统的时候，应当优化电气系统方案设计。^[8]

2. 可视化表达

2BIM 技术通过三维模型和实时渲染技术，能够以更直观、真实的方式表达建筑设计意图。可视化模型能够帮助设计师、业主和利益相关方更好地理解设计方案，提前发现问题并进行改进。

3. 冲突检测

2BIM 技术能够进行碰撞检测，即在模型中检测不同构件之间的冲突，避免在施工过程中出现冲突和错误。这有助于提高施工效率，减少变更和重建的成本。

4. 数据关联性

2BIM 技术中的模型与构件属性和数据相互关联，使得在设计 and 施工阶段能够更方便地查询、修改和更新相关信息。这种关联性有助于减少错误和重复工作，并提高工作效率。

5. 工程量计算

2BIM 技术可以自动提取模型中的构件信息，并进行工程量的计算。这样可以准确、快速地完成工程量测算，避免了传统手工计算的错误和繁琐过程。

6. 协同工作

2BIM 技术提供了多用户协同设计的功能，不同专业的设计师可以在同一个模型中进行协同工作。这种协同工作方式促进了设计团队之间的合作和沟通，减少了设计冲突和错误。

7. 三维可视化

2BIM 技术可以创建一个完整的三维模型，显示建筑物的各个方面，包括电气系统这使得设计人员可以更直观地了解和展示设计，同时也可以帮助客户更好地理解 and 沟通设计。

8. 整合信息

2BIM 技术可以整合建筑模型的各个方面，包括结构、电气、管道、暖通空调等，使各个专业的设计人员可以共享和更新信息，减少错误和重复工作，提高协作效率。

9. 可持续性

2BIM 技术可以提供建筑能耗分析，帮助设计人员优化设计，

减少能源消耗和浪费，提高建筑的可持续性。

10. 实时更新

2BIM 技术可以在整个建筑生命周期中进行更新和维护，使设计人员可以随时了解项目的进展和修改，更好地控制项目，专业信息软件是创建建筑信息模型的重要措施，可以辅助建筑施工企业打造优质建筑物，拥有良好的信息共享和操作性。^[9]

四、建筑应用现状

1. 设计阶段

2BIM 技术可以在建筑设计的初期阶段就应用，包括建筑设计、结构设计、电气设计等各个方面其中，电气设计是 BIM 技术在建筑行业中应用最为广泛的领域之一通过使用 BIM 技术，设计师可以更快、更准确地完成电气设计的方案，并且可以更好地与其他设计人员协作。

2. 施工阶段

2BIM 技术也可以在建筑施工阶段应用通过 BIM 技术，施工团队可以更好地理解设计意图，并能够更快地完成施工任务同时，BIM 技术还可以帮助施工团队发现潜在的问题，并采取相应的措施避免这些问题。

3. 运营阶段

BIM 技术还可以在建筑物的运营阶段应用通过 BIM 技术，建筑物管理人员可以更好地管理建筑物的维护、维修和更换等任务同时，BIM 技术还可以帮助建筑物管理人员发现潜在的问题，并采取相应的措施避免这些问题。

五、2BIM 技术的主要特点

1. 二维可视化

2BIM 技术将 BIM 技术从三维扩展到二维，使得电气设计更加直观、清晰用户可以在平面视图上快速查找、定位和分析电气设备、管道及线路等信息，提高了设计效率。

2. 参数化建模

2BIM 技术可以对电气设备、管道及线路等参数进行优化建模，用户可以根据实际需求调整设备尺寸、位置等参数，使得设计更加灵活、具有很强的适应性。

3. 碰撞检测

2BIM 技术在设计过程中可以实时检测设备、管道及线路等元素之间的相互关系，避免了设计中的碰撞问题，降低了施工风险。

4. 协同合作

2BIM 技术可以实现多用户、多专业的协同工作，使得不同专业的工程师可以实时查看、修改对方的工作成果，提高了设计协同效率。

5. 数据整合

2BIM 技术可以将电气设计与其他专业的设计数据进行整合，为用户提供全面的工程信息，方便后续的施工、运维等工作。

6. 可持续发展

2BIM 技术可以与其他绿色建筑评价体系相结合，为建筑节能、绿色建筑设计提供有力支持。

六、具体应用

1. 设计阶段

在建筑电气设计的设计阶段，2BIM 技术可以帮助设计师更好地理解电气系统的结构和性能设计师可以在 BIM 模型中添加各种物理信息和数据，例如电缆长度、电流密度、电压等级等信息可以帮助设计师更好地了解电气系统的性能和限制，从而在设计中避免出现错误和问题。在设计阶段，2BIM 技术还可以帮助设计师更好地进行电气系统的设计和优化设计师可以使用 BIM 模型中的各种工具和分析功能，例如网络分析、负荷分析、短路分析等，来优化电气系统的设计，使其更加高效和可靠。

2. 施工阶段

在建筑电气设计的施工阶段，2BIM 技术可以帮助施工团队更好地了解电气系统的结构和性能施工团队可以在 BIM 模型中查看各种电气设备和材料的详细信息，例如电缆、电缆敷设方式、开关等这些信息可以帮助施工团队更好地了解电气系统的安装和施工要求，从而避免出现错误和问题专业信息软件是创建建筑信息模型的重要措施，可以辅助建筑施工企业打造优质建筑物，拥有良好的信息共享和操作性^[9]在施工阶段，2BIM 技术还可以帮助施工团队更好地进行施工管理和质量控制施工团队可以使用 BIM 模型中的各种工具和功能，例如进度计划、材料清单、质量控制等，来管理施工进度和质量，确保施工质量和进度达到预期要求。

3. 运维阶段

在建筑电气设计的运维阶段，2BIM 技术可以帮助运维团队更好地了解电气系统的运行状况和维护要求运维团队可以在 BIM 模型中查看各种电气设备和材料的详细信息，例如电缆、电缆敷设方式、开关等这些信息可以帮助运维团队更好地了解电气系统的运行状况和维护要求，从而更好地进行系统的维护和管理。

七、运维阶段技术应用

1. 设备维护管理

2BIM 技术可以帮助电气工程师更好地管理电气设备的维护和保养，包括记录设备的状态、故障和维修记录，以及计划和执行定期维护和检查这些信息可以存储在 2BIM 模型中，方便工程师随时查看和分析，从而更好地管理设备的运行和维护。

2. 能源管理和优化

2BIM 技术可以帮助电气工程师监测建筑电气系统的能源使用情况，包括电能消耗、能源效率和能源成本通过分析这些数据，电气工程师可以制定优化方案，例如改进设备的运行参数、提高能源效率和降低能源成本。

3. 故障诊断和预测性维护

2BIM 技术可以帮助电气工程师快速定位和诊断故障，从而减少停电和设备损坏的时间和成本通过分析 2BIM 模型中的设备数据和历史故障记录，电气工程师可以预测潜在的故障，并制定预防性维护计划，提高系统的可靠性和稳定性。

4. 安全管理

2BIM 技术可以帮助电气工程师制定安全标准和操作规程，并确保这些标准的执行这些标准和操作规程可以存储在 2BIM 模型中，方便

工程师随时查看和审核，从而提高建筑电气系统的安全性和合规性。

八、问题和优势

问题

1. 缺乏标准化和规范化：虽然 BIM 技术已经成为建筑行业中的主流技术，但是 2BIM 技术在建筑电气设计中的应用仍然缺乏标准化和规范化缺乏标准化的设计规范和数据模型，使得 2BIM 技术的应用存在一定的风险，可能会导致设计错误和重复劳动。

2. 数据质量问题：2BIM 技术的应用需要依赖于大量数据的输入和处理，但是这些数据的质量直接影响着 2BIM 技术的应用效果在建筑电气设计中，数据的准确性、完整性和一致性等方面存在问题，可能会导致设计结果的不准确和不一致。

3. 技术水平不够高：2BIM 技术需要较高的技术水平才能应用，但是在建筑电气设计中，一些设计师和技术人员可能缺乏必要的技能和经验，这可能会影响 2BIM 技术的应用效果。

4. 协同性问题：2BIM 技术的应用需要多个部门和专业的协作，但是在建筑电气设计中，不同部门之间的协同性问题仍然存在缺乏有效的沟通和协作机制，可能会导致设计过程中出现重复劳动、信息不对称等问题。

优势

1. 三维设计表达更为直观，机电专业各构件定位更加明确，实现全角度可视化，有利于建筑各专业信息之间的同步化、精准化。

2. 信息参数的传递更为准确，在建筑电气设计过程中系统的、完整的将各专业的设计条件接受并核对，解决信息更新问题，确保工程信息和设计资料及时准确的送达 BIM 技术在平台系统中有全程预算、采购及管理功能，将设计材料精准的统计整合，提供满足精度要求的设备材料统计表。^[10]

结束语

在本文中，探讨了 2BIM 技术在建筑电气设计中的应用 BIM 技术已经成为当今建筑行业的重要趋势，为设计师提供了更高效、更精确、更可持续的设计方式 2BIM 技术是在 BIM 技术的基础上，将 BIM 模型与建筑电气设计相结合，为设计师提供更全面的电气设计信息，提高了设计效率和准确性。

参考文献

- [1] 辛永祥, 洪健, 黄菁菁. BIM 技术在建筑电气设计中的应用探究 [J]. 低碳世界, 2023, 13(11): 97-99. DOI: 10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2023.11.060.
- [2] 胡思宇. BIM 技术在建筑电气设计中的应用 [J]. 绿色建筑与智能建筑, 2024, (02): 43-46.
- [3] 黑建民. BIM 技术在建筑电气设计中的应用分析 [J]. 智能城市, 2024, 10(01): 105-107. DOI: 10.19301/j.cnki.znzs.2024.01.033.
- [4] 高良永. 建筑电气节能设计及照明节能设计分析 [J]. 居业, 2023, (10): 89-91.
- [5] 杨志锋. BIM 技术在建筑电气设计中的应用 [J]. 工程建设与设计, 2023, (20): 114-116. DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2023.10.237.
- [6] 高妙苗. 智能建筑电气设计与分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (36): 91-93. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202336031.
- [7] 李燕莉. 绿色建筑电气节能设计 [J]. 工程与建设, 2023, 37(04): 1303-1305.
- [8] 隋国栋. 建筑电气供配电系统的节能设计 [J]. 电子技术, 2023, 52(05): 134-135.
- [9] 金鑫. BIM 技术在建筑电气正向设计中的应用分析 [J]. 绿色建筑与智能建筑, 2023, (08): 42-45.
- [10] 郎晓雪. BIM 技术在建筑电气设计中的创新与应用 [J]. 江苏建材, 2023, (06): 55-57.

人工智能技术在房屋建筑造价估算中的应用与前景

贾得芳

身份证号：630104198209081062

青海觅海建设工程有限公司，青海 西宁 810000

摘 要： 随着人工智能技术的不断发展和应用，房屋建筑造价估算的准确性和效率得到了显著提高。本文探讨了人工智能技术在房屋建筑造价估算中的应用现状和发展前景，分析了人工智能技术在房屋建筑造价估算中的优势和不足，并探讨了如何提高人工智能技术在房屋建筑造价估算中的准确性和可靠性。

关 键 词： 人工智能；房屋建筑；造价估算；应用；发展前景

The Application and Prospects of Artificial Intelligence Technology in Building Cost Estimation

Jia Defang

ID number No.: 630104198209081062

Qinghai Mihai Construction Engineering Co., Ltd., Xining, Qinghai 810000

Abstract： With the continuous development and application of artificial intelligence technology, the accuracy and efficiency of building cost estimation have been significantly improved. This article explores the current application status and development prospects of artificial intelligence technology in housing construction cost estimation, analyzes the advantages and disadvantages of artificial intelligence technology in housing construction cost estimation, and explores how to improve the accuracy and reliability of artificial intelligence technology in housing construction cost estimation.

Key words： AI; building construction; cost estimation; application; development prospects

引言

随着人工智能技术的不断发展，其在各个领域的应用也越来越广泛。在房屋建筑领域，随着大数据时代的到来，越来越多的数据被收集和处理，人工智能技术可以被用来更好地估算房屋建筑的造价。传统的造价估算方法通常依赖于经验估算和手工计算，这些方法不仅效率低下，而且容易受到人为因素的影响，导致估算结果的不准确。因此，研究如何将人工智能技术应用于房屋建筑造价估算，以提高估算的准确性和效率，具有重要的现实意义。

一、背景和意义

随着人工智能技术的不断发展，其在各个领域的应用越来越广泛。房屋建筑造价估算是一个重要且复杂的任务，传统的估算方法依赖于经验和数据表格，容易出现估算误差。随着大数据和云计算技术的发展，越来越多的数据被收集和处理，人工智能技术可以被应用于房屋建筑造价估算，提高估算的准确性和效率。

二、目的和内容

本文旨在探讨人工智能技术在房屋建筑造价估算中的应用现状、发展趋势、技术优势和前景。通过对相关技术和数据集的分析，本文提出了基于深度学习、大数据和云计算的房屋建筑造价估算模型，并对其进行了评估和优化。同时，本文分析了人工智能技术在房屋建筑造价估算中的潜在应用场景和挑战，并展望了未来的研究方向和发展趋势。

三、建筑造价估算中的应用

1. 数据处理与分析：传统的手工造价估算方法通常需要大量的人工干预，耗时较长且容易出错。而人工智能可以通过自动化处理大量数据，快速得出准确的估算结果。例如，利用机器学习算法对历史工程数据进行分析，挖掘潜在的造价估算规律，从而提高估算的准确性。随着大数据、云计算、神经科学、区块链、语音文字识别等领域技术的突破，人工智能迎来了新一轮的发展高潮，一系列工作岗位已经或正在被更安全、高效、经济的机器所取代。^[1]

2. 参数化建模：人工智能技术可以将房屋建筑造价估算分解为多个可量化的参数，通过参数化建模实现对造价的快速估算。例如，利用深度学习技术建立房价与各种因素之间的关系模型，如土地类型、位置、建筑规模等，从而实现对房屋建筑造价的快速估算。人工智能作为计算机技术体系下的分支，是一门融合开发和研究为一体，主要用于开发人类智慧所应用的科学技术。^[2]

3. 优化设计方案：利用人工智能技术可以对房屋建筑的设计

方案进行优化，从而降低造价。例如，通过建立建筑能耗模型，分析不同设计方案的能耗成本，从而帮助设计师在满足功能需求的前提下，降低建筑成本。人工智能是引领新一轮 科技革命、产业变革、社会变革的战略性技术，对经济发展、社会进步、国际政 治经济格局等方面影响深远。我国人工智能产业近年来发展迅速。然而， 快速 发展的背后面临着严重的人才荒。^[3]

4. 风险评估：人工智能技术可以对房屋建筑造价估算中的风险进行评估，帮助投资者和开发商更好地进行决策。例如，利用神经网络模型分析房地产市场的价格波动，从而帮助开发商预测房价走势，降低投资风险。人工智能技术在社会发展中的地位越来越重要，从社会工作自身的发展来说，社会工作代表的是以社会工作者的利他价值为基础，在特定组织的框架内，使用专业和科学的方法向有困难和需求的人提供帮助以及服务。^[4] 人工智能应用与金融领域逐步深化，促进金融科技发展成效显著，但是创新进程仍较慢，主要还是停留在智能感知阶段的一些技术应用，让机器“思考”的认知阶段还远未能达到，各家机构都在努力尝试和积极探索。^[5]

5. 智能决策支持：人工智能技术可以为房屋建筑造价估算提供智能决策支持，帮助相关领域的人员做出更明智的决策。例如，利用大数据分析技术对多个项目的成本进行对比分析，从而帮助决策者选择成本效益更高的项目。由于计算机硬件和软件计算能力的极大进步，加上移动互联网产生了海量的数据信息和呼之欲出的物联网时代，各大科技公司对人工智能的技术都趋之若鹜，催生了大量高效的人工智能技术。^[6]

五、建筑估算的现状

1. 数据采集与处理：在房屋建筑造价估算中，数据的质量和准确性是非常重要的。人工智能技术可以通过自动化采集、处理和分析大量的数据，从而提高数据的准确性和完整性，减少人工操作的错误和时间成本。

2. 成本估算模型建立：人工智能技术可以帮助建立基于历史数据和机器学习的成本估算模型，从而提高估算的准确性和效率。机器学习算法可以根据已有的数据，自动发现数据之间的规律和关联，从而更好地预测未来成本。

3. 风险评估与控制：人工智能技术可以帮助评估和控制项目风险，从而降低项目的成本和风险。通过分析历史数据和市场信息，人工智能技术可以预测未来可能出现的问题和风险，并采取相应的措施进行规避和控制。

4. 房屋建筑在决策阶段的造价会对整体的工程造价产生巨大影响，同时建筑的

标准和详细地点都能直接关系到整个工程的造价高低，由此判断，在决策阶段的造价控制管理需要格外关注。^[7]

六、人工智能技术在房屋建筑造价估算中的优势和不足

优势

1. 高效性：人工智能技术可以通过大数据分析和机器学习算法，快速处理大量数据，显著提高造价估算的效率。

2. 准确性：相较于传统的方法，人工智能技术可以更准确地

分析各种影响造价的因素，从而提高估算的准确性。

3. 自动化：人工智能技术可以实现自动化运作，减少人工干预，降低误差，提高估算的准确性。

4. 可视化：人工智能技术可以将复杂的数据以图形化的方式展示出来，使得估算结果更加直观易懂。在房屋造价存在风险的前提下，需要运用会计经济学进行分析和处理，发现存在的风险，提出可靠解决方案。所以精算学在房屋造价分析领域的应用越来越有优势^[8]

不足

1. 数据质量问题：人工智能技术需要大量的高质量数据作为训练样本，而目前房屋建筑造价估算的数据质量参差不齐，这将影响估算结果的准确性。

2. 算法复杂度：虽然人工智能技术在数据处理方面具有优势，但是部分估算模型在计算复杂度上仍然较高，可能导致计算时间较长。

3. 技术成熟度：虽然人工智能技术在不断发展，但在房屋建筑造价估算领域的应用仍处于初级阶段，尚需进一步研究和探索。

七、房屋建筑造价估算的方法和技术

方法

1. 传统方法：传统的造价估算方法主要依靠经验和数据，包括预算定额法、类比法、单位工程造价法等。这些方法需要大量的人工和时间，并且精确度较低。

2. 现代方法：随着计算机技术的不断发展，现代方法已经可以通过计算机程序进行自动化处理，包括基于规则的估算方法、基于模型的估算方法、基于机器学习的估算方法等。这些方法可以大大提高估算的效率和准确性。

技术

1. 数据收集：需要收集大量的建筑项目数据，包括工程量、材料价格、人工费用等，这些数据可以通过网络公开信息、政府数据库等方式获得。

2. 数据处理：对收集到的数据进行清洗、处理和整理，去除无效数据和异常值，从而保证模型的准确性和稳定性。

3. 模型建立：根据处理后的数据，采用机器学习算法建立估算模型，如支持向量机、神经网络、决策树等。

4. 模型训练：使用历史数据对模型进行训练，调整模型参数，从而使模型能够准确预测房屋建筑的造价。

5. 模型评估：使用测试数据集评估模型的性能，如预测准确度、泛化能力等，从而验证模型的有效性和可靠性。

6. 模型应用：将训练好的模型应用于新的房屋建筑项目中，实现自动化估算。

八、数据清洗和预处理

1. 数据获取：收集与论文主题相关的数据，包括房屋建筑造价估算的历史数据、人工智能技术的相关数据等。

2. 数据整理：将数据整理成结构化格式，如 CSV、Excel 等。如果数据来源不同，可能需要进行合并、去重和格式转换等操作。

3. 缺失值处理：检查数据中是否存在缺失值，如果存在，需要进行处理，如删除、填充或插值等。

4. 异常值处理：检查数据中是否存在异常值，如错误、异常值等。如果存在，需要进行处理，如删除、替换或警告等。

5. 数据归一化：将数据进行归一化处理，使其在同一尺度上，方便后续的分析 and 建模。

九、机器算法选择和应用

1. 线性回归：线性回归是一种简单且易于实现的算法，它通过拟合输入变量和输出变量之间的线性关系来进行预测。在房屋建筑造价估算中，可以使用历史数据来训练线性回归模型，并使用该模型进行预测。

2. 决策树：决策树是一种树形结构的分类算法，可以将数据分成不同的类别。在房屋建筑造价估算中，可以使用决策树来预测不同因素对造价的影响，例如建筑类型、房屋面积、地理位置等。

3. 随机森林：随机森林是一种集成学习算法，通过构建多个决策树并将它们的结果进行综合来提高预测准确性。在房屋建筑造价估算中，可以使用随机数量来预测不同因素对造价的影响，并提高模型的准确性。

4. 支持向量机：支持向量机是一种分类算法，可以对数据进行分类和回归。在房屋建筑造价估算中，可以使用支持向量机来预测不同因素对造价的影响，并确定不同类型房屋的造价范围。

5. 人工神经网络：人工神经网络是一种模拟人脑神经元结构的算法，可以处理复杂的非线性关系。在房屋建筑造价估算中，可以使用人工神经网络来预测不同因素对造价的影响，并提高模型的准确性。

十、建筑造价估算模型

1. 数据收集和预处理：收集历史房屋建筑项目的数据，包括工程量、材料价格、人工费用等，并进行数据清洗、缺失值处理、异常值处理等预处理工作。

2. 特征选择：从原始数据中选择与房屋建筑造价相关的特征，如建筑总面积、建筑类型、层数、朝向、建筑材料、地理位置等。特征选择的目的是将数据转化为能够被人工智能算法所理解和预测的形式。

3. 建立人工智能模型：使用机器学习算法（如决策树、支持向量机、神经网络等）建立人工智能模型，对特征数据进行建模和预测。模型的训练数据集可以是已经处理好的数据，也可以是现场收集的数据。

4. 模型验证和优化：对模型进行验证和优化，检验模型的准确性和稳定性。可以通过交叉验证、调整参数等方式来提高模型的性能。

十一、模型应用和结果展示

应用

1. 造价估算

通过分析历史数据，建立数学模型，并利用神经网络、深度

学习等技术进行预测，为房屋建筑的造价估算提供更为准确和高效的方法。

2. 风险评估

利用人工智能技术进行风险评估，包括风险识别、风险分析、风险评估等，从而为房屋建筑的造价估算提供更为全面和准确的信息。

结果

1. 数据分析和处理结果

通过数据分析和处理的结果，展示出建筑项目的各种数据，包括成本、进度、设计、地理信息等，并为模型应用提供支持。商品房屋造价的影响因素有很多，影响房地产价格的因素包括经济、区域、行政、投机等多个方面。^[9]

2. 造价估算结果

通过利用神经网络、深度学习等技术进行造价估算的结果，展示出更为准确和高效的房屋建筑造价估算方法。建造者在进行商量定制施工的同时，首先关注的是房屋建造价格，其次才会考虑建筑的安全问题和后期维护问题。^[10]

结束语

在论文的最后，认为人工智能技术在房屋建筑造价估算中的应用具有巨大的潜力。人工智能技术能够提供更为精确和高效的估算结果，并且能够适应不同的环境和条件。在未来，随着人工智能技术的不断发展和应用领域的扩大，相信人工智能技术在房屋建筑造价估算中的应用将会越来越广泛，为房屋建筑行业的发展提供更多的支持和帮助。同时，也需要考虑到人工智能技术在房屋建筑造价估算中的应用所带来的一些挑战和问题，例如数据质量和隐私保护等，需要在未来的研究和应用中加以解决。总的来说，人工智能技术在房屋建筑造价估算中的应用是一项有前途的工作，值得进一步的研究和探索。

参考文献

- [1] 陈锐, 王文玉. 司法人工智能与人类法官的角色定位辨析 [J/OL]. 重庆大学学报 (社会科学版), 1-16[2024-03-19]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1023.C.20210727.1632.008.html>.
- [2] 杨斌. 基于大数据时代计算机网络技术中人工智能的应用 [J]. 通讯世界, 2020, 27(07): 213-214.
- [3] 孙威. 初探人工智能与电气自动化结合的应用思路 [J]. 价值工程, 2018, 37(26): 152-154. DOI: 10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2018.26.063.
- [4] 刘斯雪. 人工智能在银行业的应用及发展 [J]. 现代经济信息, 2020, (11): 127-128.
- [5] 仇晓霞. 关于社会工作中人工智能的应用研究 [J]. 山西科技, 2018, 33(04): 121-123.
- [6] 于小雨. 探索高层次人工智能人才的培养路径 [J]. 中国人才, 2020, (05): 25-26.
- [7] 许露超, 刘庆瑞. CPI、PPI 对商品房屋造价的影响——基于河南省最近十年数据的实证研究 [J]. 产业与科技论坛, 2019, 18(20): 85-86.
- [8] 负俊杰, 轩泽豪, 张石瑜等. 秦岭北麓地区农村自建房屋造价分析 [J]. 大众标准化, 2021, (15): 155-157.
- [9] 蔡浩佳. 浅谈房屋造价控制管理 [J]. 四川水泥, 2017, (04): 219.
- [10] 魏智刚. 房屋造价会计精算分析与研究 [J]. 现代经济信息, 2009, (14): 214.

武汉某钢框架项目节点设计

呼峰, 李诚明, 李四祥

中南建筑设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430071

摘 要 : 武汉某血液中心项目为一栋集办公、科研、实验一体的建筑。本建筑地上部分采用钢框架结构体系, 地下室采用钢筋混凝土框架结构。由于地上结构方钢管柱须穿过地下室顶板伸至基础顶面, 造成地下室顶板钢筋混凝土梁与钢管柱的连接复杂。为便于施工, 本工程地下室顶板部分钢筋混凝土梁与钢管柱连接处梁端采用加腋方式构造, 梁面纵筋弯折后在地下室顶板内贯通锚固。对相似工程的计算处理有一定参考价值。

关 键 词 : 钢管柱; 梁面纵筋; 地下室顶板

Node Design Of a Steel Frame Project In Wuhan

Hufeng, Li Chengming, Li Sixiang

Zhongnan Architectural Design Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430071

Abstract : A blood center project in Wuhan is a building that integrates office, scientific research, and experimentation. The above ground part of this building adopts a steel frame structure system, and the basement adopts a reinforced concrete frame structure. Due to the fact that the square steel pipe columns of the above ground structure must extend through the basement roof to the top surface of the foundation, the connection between the reinforced concrete beams and steel columns of the basement roof is complex. For the convenience of construction, the beam end at the connection between the reinforced concrete beam and the steel column in the underground roof of this project is constructed by adding haunches, and the longitudinal bars on the beam surface are bent and anchored inside the basement roof. It has certain reference value for the calculation and processing of similar projects.

Key words : steel column; longitudinal reinforcement on the beam surface; basement roof slab

引言

随着我国医疗保障水平的提高, 血液供应和血液安全显得尤为重要。本次血液中心业务楼的建成有利于提高武汉市的采供血服务能力和公共卫生应急保障能力, 且为血液检验和学科探索创造专业的研究环境。

根据武汉市住建局的要求, 本项目须做装配式设计。为满足装配率要求, 上部结构采用钢框架体系。在地下室顶板处, 钢管柱与钢筋混凝土梁的钢筋连接复杂, 施工困难。本项目地下室顶板梁纵向钢筋采用弯折后在顶板内锚固的方案成功的解决了此类问题, 为施工提供便利, 节约工期且保证施工质量。

一、工程概况

本工程位于洪山区洪山街南湖村恒安路, 主楼为地上五层, 平面尺寸为50.2m×72.9m, 建筑高度23.700m; 地下室一层, 地下室平面尺寸为84.5m×89m, 总建筑面积约18900 m², 建筑效果图如图1所示。工程主体结构设计工作年限为50年, 地基基础设计等级为乙级, 工程抗震设防烈度为6度, 设计地震分组为第一组。根据地勘报告, 场地类别为Ⅱ类, 特征周期为0.35s。结构体系为钢框架结构体系, 钢柱伸至基础顶面固定, 嵌固端为地下室顶板。钢框架抗震等级为四级。±0.000标高相当于绝对标高为23.500m。



> 图1

二、结构设计

本项目地上共5层，根据武汉市相关规定，本项目需要做到不低于50%的装配率，为了满足此项规定，本项目上部结构采用装配式钢框架结构体系。为满足建筑室内效果要求，柱采用矩形钢管柱，柱间不设置钢支撑，梁采用实腹工字钢梁，楼板采用钢筋桁架楼承板。

基础形式为柱下混凝土独立基础（局部为筏板基础）+防水板体系。抗浮设计采用无黏结预应力抗浮锚杆。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223—2008）^[1]，本项目抗震设防类别为重点设防类（乙类）。根据《建筑结构可靠性设计统一标准》（GB50068—2018），本项目安全等级为一级。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015）和《建筑抗震设计规范（2016年版）》（GB50011—2010）^[2]，本项目设计地震分组为第一组，地震基本加速度为0.05g，场地特征周期为0.35s，地震影响系数最大值。

经计算各项指标及钢构件应力比均满足规范要求。

三、复杂钢节点设计

本工程矩形钢管柱伸至基础顶面固定，如图2所示。在地下室顶板处，矩形钢管柱与钢筋混凝土梁的纵筋发生碰撞，钢筋不能穿过钢柱翼缘，造成钢筋混凝土梁的纵向受力钢筋锚固困难，如图3所示。如果遇到梁边开洞或者梁柱不对中时，钢筋根本无法避开钢柱，钢筋锚固难度会进一步加大。《组合结构设计规范》（JGJ138—2016）^[3] 6.6.12条及图集《型钢混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图》（12SG904-1）^[4]对钢筋混凝土梁纵向钢筋与钢骨柱中钢骨连接提出3种方案，即钢套筒连接方案、钢骨腹板预留管穿孔方案、钢骨上设置钢牛腿连接方案。

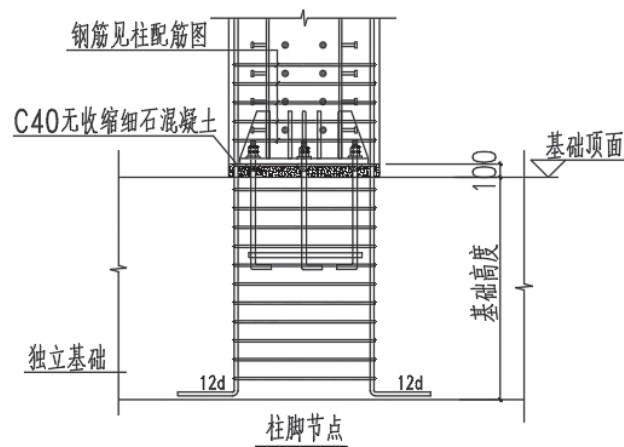


图2

本工程钢骨柱中的钢骨为矩形钢管，矩形钢管中的钢板既是水平方向腹板，同时兼做垂直方向的翼缘，因此穿孔方案不满足规范要求。若采用钢牛腿连接方案，遇到钢骨周边两个方向的梁纵筋均为2排钢筋时，两个方向的纵筋容易碰撞，穿越困难，且钢牛腿的用钢量较大，不经济。本工程采用的钢筋混凝土梁纵筋

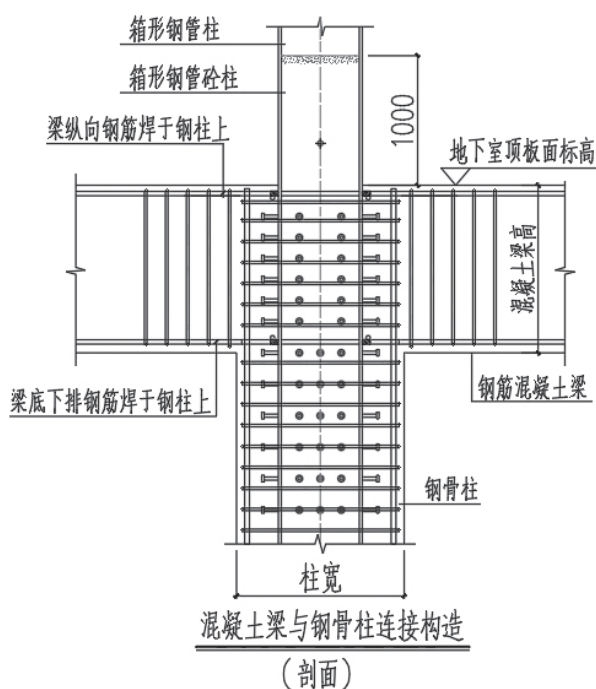


图3

筋与钢骨柱连接的具体方案如下（见图4）：

- ①梁柱连接处的梁端水平加腋，梁两侧靠外纵筋绕过柱内钢骨进行锚固，此部分钢筋的数量不小于梁纵筋的1/2。
- ②梁中部在钢柱柱身范围内纵筋与钢骨柱采用套筒连接。此连接方案既能保证连接安全可靠，又便于现场操作。

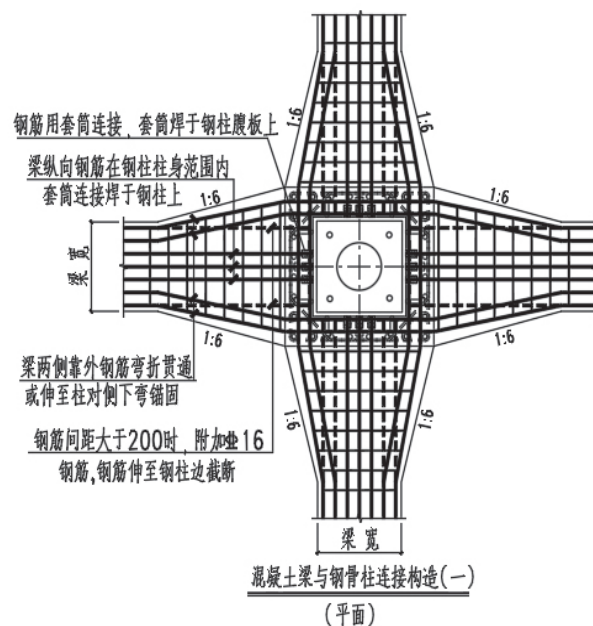
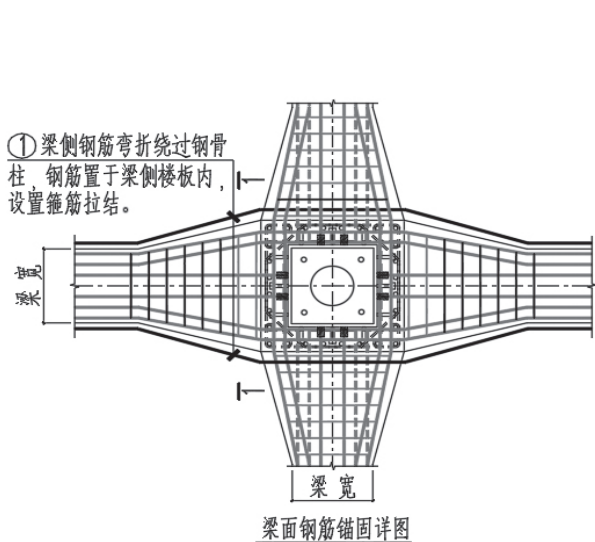


图4

本工程主楼范围内地下室顶板厚度为180mm，纯地库范围内地下室顶板板厚为300mm，楼板可以作为梁的翼缘考虑。部分钢筋混凝土梁的梁面钢筋根数较多时，梁两侧纵筋可绕过钢骨柱，在柱外侧楼板内弯折锚固，见图5及1-1剖面。

采用上述连接方案后，一方面可以控制钢筋混凝土梁的梁面

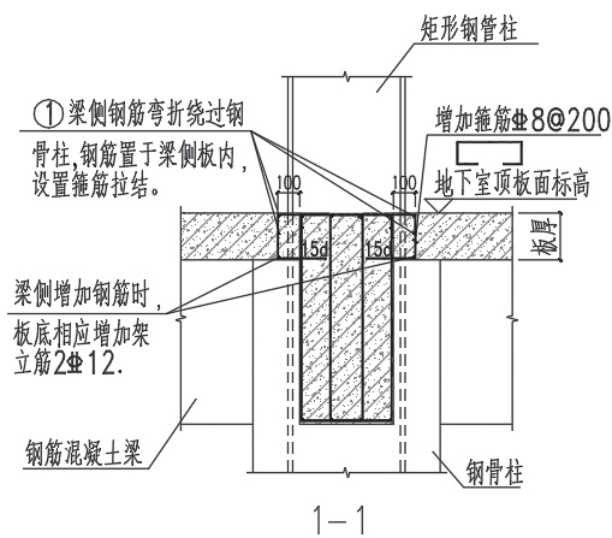


> 图5

纵筋不超过2排,梁的有效高度得到保障,梁的纵向钢筋强度得到充分利用,钢筋混凝土梁的受力情况符合理论计算模型。另一方面也为施工提供了便利,保障了施工质量,加快了施工进度,得到现场施工方的充分肯定。现项目已投入使用一年多,地下室顶板未出现任何质量问题,得到业主方的好评。

四、结论

钢筋混凝土梁与内置矩形钢管的钢管柱连接较为复杂,现场



施工难度较大。本项目设计中,结合实际情况,采用钢筋绕过钢管柱+套筒连接的方案,解决了工程设计难题。特别是设计中考虑楼板作为钢筋混凝土梁的翼缘,采用楼板中锚固梁面钢筋的方案,极大的简化了施工工序,加快了施工速度。

本项目的实施对相似工程的设计有一定参考价值。

参考文献:

- [1] 建筑工程抗震设防分类标准:GB50223-2018[S].北京:中国计划出版社,2018.
- [2] 建筑抗震设计规范(2016年版):GB50011-2010[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [3] 《组合结构设计规范》(JGJ138-2016).北京:中国建筑工业出版社,2016
- [4] 《型钢混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图》(12SG904-1).北京:中国计划出版社,2012
- [5] 范重,柴会娟,陈巍,等.钢管柱-钢筋混凝土框架转换节点设计研究[J].工程力学.2020,(6).DOI:10.6052/j.issn.1000-4750.2019.05.0282.
- [6] 杨勇,王然,许富贵,等.扬州中学实验楼结构消能减震性能分析[J].建筑结构.2014,(20).
- [7] JGJ.组合结构设计规范:JG.138-2016[S].2016.
- [8] JGJ.高层民用建筑钢结构技术规程:JG.99-2015[S].2015.
- [9] GB.混凝土结构设计规范(2015版):G.50010-2010[S].2010.
- [10] 北京北辰会展投资有限公司.建筑构件转换节点连接结构及建筑构件:CN202222395215.0[P].2022-09-08.

从太阳城 A5 地块住宅项目屋面工程施工 —论屋面工程创优策划及实施

高磊

常富建设集团有限公司，江苏 常州 213000

摘 要： 高层住宅工程创优质工程，屋面分部工程非常重要。太阳城 A5 地块项目通过详细创优策划与实施，将屋面施工成精品工程，本文详细总结了创优策划过程，尤其是对设计图纸进行二次深化和细化、优化设计图纸中不合理地方；施工过程中对屋面容易渗漏部位进行重点控制，对屋面各构造层施工工艺流程进行详细讲解；对屋面细部构造、节点做法进行优化、细化。为该工程争创“海河杯”奖奠定了坚实的基础。

关 键 词： 屋面工程；深化设计；创优策划；施工工艺流程；细部构造

Construction of Roof Engineering for Residential Projects on Plot A5 of Sun City

On the Optimization Planning and Implementation of Roof Engineering

Gao Lei

Changfu Construction Group Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu 213000

Abstract： High rise residential engineering creates high-quality projects, and roof sub projects are very important. The A5 plot project of Sun City has transformed the roof construction into a high-quality project through detailed optimization planning and implementation. This article summarizes the optimization planning process in detail, especially the secondary deepening and refinement of the design drawings, and the optimization of unreasonable areas in the design drawings; During the construction process, focus on controlling the areas prone to leakage on the roof, and provide a detailed explanation of the construction process for each structural layer of the roof; Optimize and refine the detailed structure and node method of the roof. This has laid a solid foundation for the project to win the “Haihe Cup” award.

Key words： roof engineering; deepening design; creative planning; construction process flow; detailed structure

一、引言

在本项目开工伊始，我们制定项目质量目标为创省级优质工程奖，并围绕质量目标进行详细创优策划，屋面分部工程是创优策划和实施的重点部分。本文结合亲身经历，具体介绍了太阳城 A5 地块高层住宅项目，屋面工程细部创优策划和实施。主要包括施工前对屋面主体结构、屋面二次结构、细部构造、屋面分隔缝等部位结合设计图纸进行的二次深化和细化，针对屋面工程各工序，如找平层、找坡层、保温层、防水层、刚防层等制定施工工艺流程和质量控制措施，编制屋面工程防渗漏措施、创优策划方案、屋面工程施工作业指导书、技术交底等，指导现场施工。详细介绍如下。

二、工程概述

（一）工程概况

本工程总建筑面积约 95087.00m²，包含 4 栋高层住宅（2 栋

31F 和 2 栋 28F）、2 栋 8 层洋房。

（二）屋面设计概况

设计做法：钢筋混凝土屋面板；1:8 水泥膨胀珍珠岩找 2% 坡，最薄处 30 厚；20 厚 1:2.5 水泥砂浆找平层；D 厚挤塑聚苯板；30 厚 C20 细石混凝土找平层随打随抹平；2 厚 JS 聚合物水泥防水涂料（I 型）；3 厚自粘聚合物改性沥青防水卷材；0.4 厚聚乙烯膜一层（隔离层）；40 厚 C20 细石混凝土，内掺防水剂，刚性防水层，内配 $\Phi 4@150$ 钢筋网片。设 20 宽 V 型分隔缝，并与女儿墙留 30 宽缝，纵横间距 $\leq 6m$ 。

三、屋面工程设计图纸深化设计和细化

屋面工程施工前由我牵头，组织项目部技术、质量、施工班组管理人员认真核对建筑、结构图纸，结合相关规范、标准、图集、公司屋面工程创优做法指引、以往施工经验等对屋面设计图纸进行深化和细化，并绘制成施工图，对班组进行技术交底，具体要点如下：

1 屋面结构层施工深化。①计算屋面出入口的台阶上翻高度、明确门头过梁位置、雨棚设置高度,确保出屋面门洞尺寸。②屋面随结构一次性浇筑部位,女儿墙、烟道、屋面变形缝根部,上翻高度不小于300mm,女儿墙顶部结构泛水坡度6%。③屋面过水洞钢套管、直排、侧排式雨水漏斗、出屋面管道止水钢套管等在一次结构浇筑前预埋施工,结合屋面各构造层做法,计算好标高,并精确定位。④屋面结构混凝土采用抗渗混凝土,出具书面设计变更图纸。⑤根据屋面找坡高度,核对找坡最高点女儿墙、屋面栏杆高度,不得小于规范要求的最小高度1.2m。2)屋面设计做法优化,结合实际施工经验,经和甲方、设计沟通,屋面构造做法改为保温层在找坡层底部施工。经技术经济分析发泡混凝土作为找坡层,整体性好,施工快速、方便、经济,在耐久性、节能环保等方面都优于水泥膨胀珍珠岩;根据屋面工程技术规范要求,为了防止房间内水蒸气通过屋面结构板渗入保温层,造成保温效果降低,在结构基层增加隔离层一道;为防止刚分层混凝土开裂,细石混凝土强度调整为C25,抗裂钢筋网片改 $\Phi 4@100$,分割缝间距 $3m \times 3m$ 。经设计重新出设计变更图纸,变更后屋面各层构造做法:钢筋混凝土楼板,随打随原浆抹平;1.2厚聚氨酯隔汽层(高出保温层不小于150mm);D厚挤塑聚苯板(周边岩棉板防火隔离带);最薄处30厚C10泡沫混凝土找坡层,坡度2%;20厚DS M15水泥砂浆找平层;2厚JS聚合物水泥防水涂料(I型),周边卷起 $\leq 300mm$;3.0厚自粘聚酯胎改性沥青卷材热熔法满粘上翻 $\leq 300mm$ 高,设置收口压条;0.4厚聚乙烯膜一层隔离层;40厚C25细石混凝土捣实压光,掺防水剂内配直径 $\Phi 4@100$ 焊接钢筋网片,按照 $3m \times 3m$,设置纵横分隔缝。3)屋面找坡层厚度深化、细化。根据屋面汇水线、排水坡度、落水口、过水洞位置计算不同部位找坡层厚度,并绘制在深化设计图纸中。4)屋面分格缝排气管优化。结合屋面平面图尺寸,为降低开裂风险,调整刚分层分割缝间距为 $3m \times 3m$,各楼栋根据屋面实际平面尺寸调整,做到大小一致,整齐划一,排气管位于分隔缝的十字交叉位置,出屋面柱、烟道、女儿墙周边设置分隔缝,绘制屋面分隔缝布置图,指导施工。5)出屋面女儿墙、柱、烟道、机房墙根阴角部位施工 $R=200mm$ 的大圆角,转角部位做成弧形或钝角,且整齐平顺、连续、观感好。施工做法:侧面防水卷材面粘贴钢丝网,20厚保温砂浆分两遍施工,压入玻纤网,面层批刮抗裂砂浆,耐水腻子2遍,面层做法同外墙,喷涂真石漆。6)创优做法,屋面排气管底部采用 $300 \times 300 \times 100$ 高C25细石混凝土底座,底座上部排气管外侧做30mm厚C25细石混凝土包圆柱,高度250,混凝土底座及圆形包柱外侧批耐水腻子2遍,喷涂蓝色真石漆。分隔缝盖缝采用200宽蓝色防水卷材。7)屋面防雷接地系统优化排布,主要是综合考虑避雷带的布置和屋面管道走向和布置以及接地创优做法。

四、屋面工程防渗漏控制要点

1)屋面各构造层施工前对屋面结构基层进行检查,发现有开裂、孔洞等缺陷部位进行注浆修补,然后对结构层进行蓄水试验

24h,结构层不渗不漏后再进行下一道工序施工。

2)屋面各构造层材料进行严格把关,检查进场材料的合格证、产品名称、出厂日期、生产日期、检验合格标志、型式检验报告等,必须齐全完整。防水材料采用著名品牌的系列防水材料。同时在监理见证下按照进场批次,按建筑工程施工质量验收同意标准要求,进行现场抽样送检,检验报告合格后,准许使用。

3)选择专业的施工队伍,施工前按照深化设计图纸及施工规范对工人进行详细技术交底,施工前先进行样板施工,样板验收合格后再展开进行大面积施工。

4)项目部质量员加强现场各工序隐蔽验收,对涂膜防水层施工厚度、防水卷材的搭接宽度、铺贴顺序、施工质量进行过程验收,防水施工完成后进行48h闭水试验,合格后进行下一步施工。

5)屋面层各工序之间进行交接验收,办理书面交接手续。

6)水落口、女儿墙、出屋面的外墙、深处屋面管道、屋面出入口、出屋面烟道根部、屋面过水孔、变形缝、设施基座等部位的防水卷材施工前,先按照规范要求施工附加层。

五、屋面工程施工工艺流程及施工质量控制要点

1)隔汽层,施工工艺流程:基层清理→墙面弹标高控制线,贴美纹纸→附加层施工→第一遍涂膜防水施工→第二遍涂膜防水施工→验收。聚氨酯涂膜隔汽层第二遍应在第一遍固化后进行,涂刷方向与第一遍垂直。施工质量控制要点:施工前检查基层干燥程度,在清理好的基层表面铺一张1平方见方的卷材,并在太阳下晒3小时,然后将卷材揭起,卷材表面和混凝土表面无明显水印为干燥,此时可涂膜施工。在第一道涂膜固化后,可以在其上均匀涂刮第二道涂膜,涂刮第二道与第一道的时间间隔一般不小于24h,亦不能大于72h。隔气层施工完成后应做好成品保护,固化期间不许上人作业。

2)保温层,施工工艺流程:基层清理→弹线分割→挤塑保温板铺贴→发泡密封。保温板用建筑胶砂浆粘贴在屋面结构层上(条粘),不得有晃动现象。铺设时相邻的板边厚度要求一致。挤塑聚苯板铺设完毕后,保温层聚苯板之间的缝隙采用发泡剂密严。屋顶和外墙交接处、屋顶开口部位四周的保温层,采用500mm宽憎水岩棉设置水平防火隔离带。

3)发泡混凝土找坡层,施工工艺流程:基层处理→弹标高控制线、做灰饼、冲筋→发泡混凝土拌制→浇筑成型→表面抹平→保湿养护→切割分仓缝→自检、验收。在泡沫混凝土接近终凝时,应先取出埋设在屋面凸出部位周边及女儿墙边的分格条;待泡沫混凝土终凝后,弹分隔线,及时用切割机具切割排气槽,(排气槽兼分格缝)间距宜不超过 $36m^2$,深度设置为切割到保温层 $1/3$ 厚度,在其表面水泥砂浆的分格缝的宽度按20mm留置,养护期结束后在分格槽内通长设置 $\Phi 75mm$ 的U-PVC塑料排气管,埋入到保温层内,管壁用电钻打满排气孔,出地面部位采用不锈钢排气管,排气道四周缝隙填6~8CM级配碎石,上铺塑料薄膜,

再嵌填 PVC 高级密封胶。泡沫混凝土施工完 48 小时后应浇水养护（环境温度为 5~10℃ 时为 72 小时），养护时间不得少于 7 天。养护期内尽量避免人员在其上面行走及禁止堆积物品，以免破坏其表面气泡结构，使表面粉化引起其与上层水泥砂浆找平层连接效果而引起空鼓开裂等质量问题。

7) 防水层施工，施工工艺流程：清理基面→节点部位加强→涂刮 JS 聚合物水泥防水涂料二遍。第一遍与第二遍为垂直方向施工（间隔时间为 2 小时一次）→第三遍涂刮 JS 聚合物水泥防水涂料→铺贴防水卷材附加层→铺贴自粘聚合物改性沥青防水卷材→排气→晾放→卷材搭接收头、热熔封边，密封胶嵌缝——施工完毕检查验收→蓄水试验 48h→验收。在阴阳角、出入口及细部构造等容易漏水的薄弱部位，应先用 JS 聚合物水泥防水涂料涂刮一次做附加增强层处理。屋面女儿墙、排风道出屋面、水箱间、楼梯间（电梯间）外墙根部、阴阳角部位加铺一层同质卷材附加层，将卷材裁成相应的形状进行满贴，宽度 500mm，附加层施工必须粘贴牢固。

8) 隔离层，刚防层，加设隔离层的主要目的时减少后期刚性保护层结构变形对防水层的不利影响。施工工艺流程：基层清理→弹分隔线→做打底混凝土分隔带→分隔带内做灰饼标高控制→安装铺设焊接钢筋网片→浇筑细石混凝土→抹平、收面→二次压光→保湿养护。用 C20 细石混凝土根据设计坡度要求进行打底，厚度为 30mm，150mm 宽，倒 V 字型。打底混凝土中嵌入 20mm 宽硬质泡沫条控制混凝土浇筑标高，打底的砼终凝后，在其上抄测平点拉线，安装 Ø4@100 焊接钢筋网片，钢筋网片搭接长度不小于 250mm，严格控制面层钢筋保护层厚度不小于 10mm，不大于 15mm，在分格缝处断开。细石混凝土保护层施工按照坡度及硬质泡沫和灰饼标高控制要求由高至低的顺序进行浇筑，抹平后进行二次压光。终凝前压光必须完成。保湿养护不小于 7 天。

六、屋面工程创优细部策划和实施

1. 屋面挑檐，结构施工时、女儿墙、烟道、出屋面外墙距离屋面结构面 650 高，施工 60*60mm 现浇 C25 混凝土挑檐，植筋 Ø8@100，分布筋 Ø6，2 根；挑檐底部外侧统一做鹰嘴滴水线。装修做法同女儿墙内侧墙面。

2. 屋面风道、烟气道，室内排烟道安装高度高出屋面结构层 1m 以上，与结构楼板周边用防水材料封堵，顶部排水坡度向四周，所有挑檐底部做鹰嘴滴水线，外观装修做法同女儿墙内侧保持一致。

3. 屋面排气管、通气管，屋面排气管出屋面部分采用不锈钢排气管，并设置向下弯头，布置成排成线，方向一致，纵横伸缩缝间居中布置，排气管布置 ≤ 36m² 一个，高度 ≥ 350mm。屋面通气管预埋止水套管高出完成面不小于 800mm，出屋面通气管高度不小于 2m，钢套管底部做八角形混凝土保护墩台高度 150mm，外侧施工蓝色外墙真石漆，套管内采用防水材料封堵，防水卷材沿钢套管上翻收口到套管内侧，用专用卡箍抱紧，卷材收口嵌填防水油膏密封。

4. 屋面直排、侧排水落口，落水口位置低 15~20mm，雨水斗与屋面相交位置增加防水附加层，防水层及防水附加层需要深入雨水斗内不小于 50mm，水落口周围直径 500mm 范围内坡度不应小于 5%，防水层的刚性保护层与落水斗之间留 20mm 宽伸缩缝并采用密封胶封严。雨水篦子应可活动，不应固定死，便于拆卸清理。侧排式雨水漏斗，雨水斗与屋面相交处须增加防水附加层，防水附加层须伸入雨水斗内不小于 100mm。

5. 屋面分隔缝嵌缝，清理缝内杂物，用吹风机吹干净缝槽。填嵌背衬泡沫棒，用胶轮挤压塞实，表面压平，打胶前缝槽两侧贴美纹纸，防止污染面层，缝壁涂刷基层处理剂，待其表干后用胶枪打入耐候胶，表面呈凹弧型，打胶完后取下分色带。

6. 屋面过桥、钢爬梯，跨管道或变形缝处，设置人性化金属过桥，在放置小桥处应提前留设防雷接地点。既方便检修，又起到美观和成品保护的效果。

7. 屋面避雷带、防雷接地安装。避雷带敷设平直、牢固，弧线流畅，支持件间距均匀，与建筑物交接处收口美观，用不锈钢护盖，并打密封胶封闭。搭接处焊缝饱满，搭接长度为圆钢长度 6 倍，双面焊无遗漏，焊接部分刷防锈漆，标识清晰。

七、结语

本工程目前已经交付使用 3 年，经现场实际查验，整个屋面工程无一处渗漏、观感质量良好，经专家评审，其中 3#、4#、5#、6# 高层住宅经获得了天津市 2022 年建设工程“海河杯”奖。得到甲方和小区业主的一致好评。

住建部部长倪虹在十四届全国两会上提出，谁能为群众建设好房子、提供好服务，谁就能有市场、有发展、有未来。当前中国住宅建筑市场，新项目锐减，行业竞争激烈，作为建设行业从业者，我们要坚守工匠精神，在国家提出实施房地产发展新模式下，同房地产开发企业、设计单位、设备、材料供应商等多行业跨界协同，合力建造绿色、低碳、智能、安全的好房子。

参考文献：

- [1] 黄海. 住宅工程屋面防水施工技术与控制要点分析 [J]. 住宅. 与房地产, (2019.12): 18+190.
- [2] 中国建筑标准设计研究院. 12J201. 2012 平屋面建筑构造 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB50300. 2013 建筑工程施工质量验收统一标准 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB50207. 2012 屋面工程质量验收规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部 GB50354—2012 屋面工程技术规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.

钢筋混凝土剪力墙结构中楼板对连梁的影响研究

骆顺心, 汪宗华, 刘旭东, 严淑敏

中南建筑设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430071

摘 要 : 针对钢筋混凝土剪力墙结构设计时忽略楼板对连梁影响的问题, 采用有限元软件 ABAQUS 对有无楼板的连梁进行构件层面的对比分析, 采用整体结构模型对有无楼板的连梁进行整体结构层面的对比分析。分析结果表明, 楼板对连梁刚度和承载力有放大作用, 但对其抗剪性能、耗能延性无有利影响。对整体结构而言, 忽略连梁处楼板将造成整体地震作用偏小, 连梁、墙肢内力失真等情况。连梁上楼板采用刚性板、弹性膜、壳单元方式模拟时, 相关构件的计算内力相差较大。结构设计时应准确考虑楼板对连梁以及整体结构刚度、承载力、延性等的影响。

关 键 词 : 剪力墙结构; 连梁刚度; 连梁延性; 带楼板连梁

Research of the Coupling Beams with Floor Slabs in Reinforced Concrete Shear Wall Structures

Luo Shunxin, Wang Zonghua, Liu Xudong, Yan Shumin

Central-South China Architectural Design Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430071

Abstract : The influence of floor slabs on coupling beam in the design of reinforced concrete shear wall structures is studied, finite element software ABAQUS is used to compare and analyze the coupling beam with and without floor slabs, and a comprehensive structural model is used to compare and analyze the overall structural of coupling beam with and without floor slabs. The analysis show that the floor can amplify the stiffness and bearing capacity of the coupling beam, but has no beneficial effect on its shear resistance and energy dissipation ductility. For the overall structure, ignoring the floor slabs at the coupling beam will result in a smaller overall seismic effect, and distortion of internal forces in the coupling beam and wall limbs. When the floor slab on the connecting beam is simulated using rigid plates, elastic membranes, and shell elements, there is a significant difference in the calculated internal forces of the relevant components. Accurate consideration should be given to the influence of floor slabs on the stiffness, bearing capacity, ductility, etc. of the coupling beam and the overall structure.

Key words : shear wall structure; stiffness of coupling beam; ductility of coupling beams; coupling beam with floor slab

一、引言

钢筋混凝土剪力墙结构中, 连梁在中大震作用下形成塑性铰, 降低整体结构刚度、延长结构周期, 减少地震能量的输入, 进而达到保护墙肢、抑制进一步破坏的作用^[1]。在实际施工中, 连梁与楼板混凝土整体浇筑, 导致连梁上的楼板成为连梁的翼缘, 楼板及其中的钢筋大大提高了连梁的刚度及承载力, 使连梁的抗弯承载力大幅提高, 其提高的幅度远大于梁端抗剪承载力提高的幅度。导致连梁的“强墙肢弱连梁”“强剪弱弯”的抗震设计的理念不易实现, 连梁的耗能作用受到了楼板极大的干扰。

国内外较多学者对连梁的影响进行了相关研究。史庆轩等^[2]对小跨高比连梁试件进行了低周反复荷载作用下的试验研究, 张超^[3]等对带楼板的半通缝连梁的刚度、承载力和延性系数进行了研究, 范重等^[4]研究了连梁-剪力墙的滞回曲线和骨架曲线。邓付元等^[5]对带楼板 RC 连梁抗震性能进行了试验。田建勃等^[6]对带楼板的钢板-混凝土组合连梁的抗震性能进行了研究。以上研究主要集中于构件层面, 因此有必要进一步系统研究楼板对连梁

进而对整体结构的影响。

针对常规设计时忽略楼板对楼板影响问题, 本文通过建立了剪力墙一连梁的有限元模型, 施加低周反复荷载, 分析楼板对连梁的刚度、承载力等的影响。通过整体剪力墙结构案例, 对比分析了连梁是否带楼板对整体剪力墙结构的相关影响。

二、楼板对连梁的影响分析

(一) 楼板对连梁刚度和承载力影响的估算

《混凝土结构设计规范》^[8] (GB50010-2010) (2015年版) 5.2.4 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》^[9] (JGJ3-2010) 5.2.2 条均有关于现浇楼盖中, 梁的刚度可考虑翼缘的作用而增大。《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3-2010) 规定, 在抗震设计时, 连梁的刚度还可进行折减。在规范条文中没有明确规定连梁的刚度是否需要考虑楼板的影响而放大^[10]。

但在实际施工中, 连梁与楼板混凝土都是整体浇筑。通过一算例可简单估算楼板对连梁的刚度影响。如某连梁截面尺寸为

300mm×800mm，楼板厚度120mm。楼板所形成的翼缘的计算宽度按照《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）（2015年版）5.2.4条计算。

分别按6倍楼板厚度、3倍楼板厚度的翼缘宽度考虑中连梁和边连梁，三种连梁的截面面积和惯性矩的大小及相对于矩形截面惯性矩的放大系数如表1所示。由表1可知，T型连梁相对于矩形连梁的惯性矩增大至1.58，L型边连梁则增大至1.43。翼缘对截面的惯性矩的影响很大，而连梁的刚度和抗弯承载力与其惯性矩息息相关，可见翼缘对连梁的刚度和抗弯承载力有不可忽视的影响。

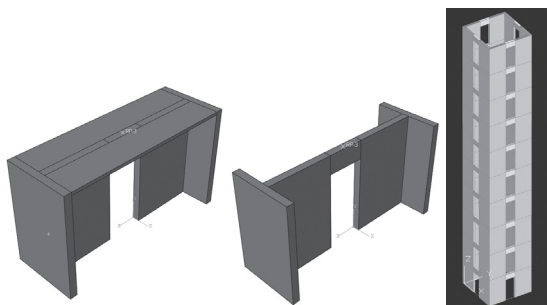
表1 三种连梁的惯性矩对比

参数	矩形连梁	T型中连梁	L型边连梁
截面面积 /mm ²	2.4×10^5	3.26×10^5	2.83×10^5
惯性矩 /mm ⁴	1.28×10^{10}	2.02×10^{10}	1.84×10^{10}
抗弯刚度系数	1.0	1.58	1.43

（二）楼板对连梁影响的有限元对比

1. 算例情况

采用通用有限元分析软件 ABAQUS 分析计算楼板对连梁的影响。计算模型取为单层双臂剪力墙结构，墙厚300mm，层高为4200mm，剪力墙两端翼墙长度为3100mm，剪力墙洞口宽度为1600mm。连梁高度为800mm，顶面底面纵筋均为320，箍筋两肢箍10@100。有楼板时楼板厚度120mm，板钢筋为双层双向8@200。带楼板和不带楼板的连梁有限元模型如图1（a）、1（b）所示。



（a）有楼板连梁 （b）无楼板连梁 （c）3.1节整体模型

图1 有无楼板时的有限元算例模型

模型中的梁板墙均采用实体单元，并在构件中均建立钢筋。混凝土采用 C3D8R 单元，钢筋采用 T3D2单元模拟。

有限元模型中混凝土的本构关系，按《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）（2015年版）附录 C.2定义。混凝土的泊松比取0.2。钢筋本构关系按《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）（2015年版）附录 C.1定义，钢筋泊松比取0.3。

将该模型底端固定，即约束底端的6个自由度，加载方式采用低周反复的位移加载。加载点为顶层连梁的中间，加载方向为顺墙身方向，采用耦合点的方式进行加载。加载历程采用线性增长的低周反复加载，加载到峰值位移20mm以后，维持峰值位移等幅加载。

2. 刚度对比情况

连梁的刚度参数根据《建筑抗震试验规程》（JGJ_T101-

2015）4.5.3条的割线刚度表示。割线刚度用 K_i 表示，其计算过程如下：

$$K_i = \frac{+F_i + |-F_i|}{+X_i + |-X_i|} \quad (1)$$

式中， $+F_i$ 、 $-F_i$ ——第 i 次正、反向峰值点的荷载值， $+X_i$ 、 $-X_i$ ——第 i 次正、反向峰值点的位移值。

图2为有、无楼板时连梁的滞回曲线对比图。其中横坐标表示加载点的位移值，纵坐标表示加载点处的沿加载方向的力。

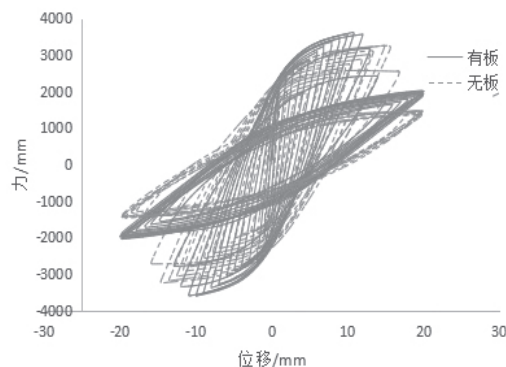


图2 有板和无板时连梁的滞回曲线

如图2所示，有楼板连梁和无楼板连梁的滞回曲线形状及变化趋势有一定的相似性。在达到最大加载位移前，循环曲线较为接近，即刚度和强度退化较小，构件的塑性变形能力均较强，均有较好的抗震能力和耗能能力。两者在达到承载力峰值后，刚度有一定程度的退化。

有楼板连梁存在时，图2荷载位移关系曲线上的斜率较有楼板连梁的斜率大，这表明楼板对连梁刚度的增大贡献事实上是明显的。在有楼板时，连梁的初始割线刚度要比无板时的刚度大。随着加载位移的增大，两者连梁的割线刚度均减小，在破坏后期两者又趋于一致。

3. 承载力及延性对比情况

连梁的承载能力用其骨架曲线来表示。骨架曲线取荷载变形曲线的各级加载循环的峰值点所连成的包络线。有楼板和无楼板时连梁的骨架曲线如图3所示。

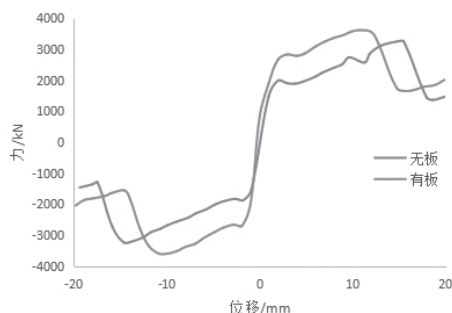


图3 有板和无板时连梁骨架曲线对比

由上图3可知，有楼板连梁的极限抗弯承载力较无楼板连梁的极限承载力高。在达到峰值后，有楼板连梁的承载力也高于无楼板连梁的极限承载力。通过提取连梁截面的剪力可知，两者剪力无较大差别。有楼板连梁的塑性应变与无楼板连梁的塑性应变基本相当，楼板的存在对连梁的延性并无改善。

三、带楼板连梁对结构的相关影响分析

（一）算例情况

采用以下算例对连梁是否带楼板对主体结构的影响进行分析。剪力墙结构整体算例模型如图1（c）所示，地上10层，各层层高均为4.2m，结构总高度为42m；长宽均为6.5m，墙厚300mm，连梁尺寸为300mm×800mm，连梁洞宽1.5m，板厚130mm。附加墙体荷载20kN/m，附加楼面面层荷载2.2 kN/m²，楼面活荷载2.5 kN/m²。抗震设防烈度为8度（0.2g），设计地震分组为第三组，Ⅱ类场地土。

在YJK软件中建立以下五个对比模型：1）连梁刚度折减系数0.7+刚性楼板；2）连梁刚度系数1.5+刚性楼板；3）连梁刚度折减系数1.0+弹性膜楼板；4）连梁刚度折减系数1.0+弹性板6楼板；5）连梁刚度折减系数1.0+连梁范围板开洞+弹性膜楼板。

（二）总体地震力的对比

以上各个模型在盈建科软件中运行计算后，统计出各模型的基底剪力的对比如表2所示。

表2 连梁处楼板不同模拟方式下基底剪力对比

模型编号	基底剪力	与传统做法比较
模型1	8.56%Geq	1
模型2	8.85%Geq	1.07
模型3	8.58%Geq	1.002
模型4	8.59%Geq	1.003
模型5	8.49%Geq	0.99

上表Geq为整体结构的有效质量。由上表可知，在各种不同的楼板模拟方式下，结构整体的地震作用均有一定程度的差异。考虑楼板作为翼缘放大了连梁的刚度后，整体结构的基底剪力增大。采用刚性板并直接增大连梁刚度系数时，结构总地震力增大

的比例最大。

（三）连梁和墙肢内力对比

在盈建科结构设计软件中计算后，提取各个模型的五层连梁和底层墙肢的内力如表3所示。

表3 连梁处楼板不同模拟方式下连梁和墙肢内力对比表

模型	五层连梁剪力	五层连梁弯矩	底层墙肢弯矩	底层墙肢轴力
模型1	363	161	995	662
模型2	383	171	937	823
模型3	365	233	995	687
模型4	363	231	993	688
模型5	355	266	1018	627

由上表可知，考虑楼板对连梁的影响后，在该算例中，模型2较模型1，连梁剪力、连梁弯矩、墙肢内力的均有一定程度的增加。各不同连梁处楼板的模拟方式，如采用刚性板、膜单元、壳单元、无板等，计算出的连梁和墙肢的内力差别较大。连梁的刚度折减系数取值对结构内力的影响较大。

四、结语

1. 楼板作为连梁的翼缘，与楼板钢筋共同提高了连梁的刚度和抗弯承载力，与此同时，抗剪承载力延性性能未同步增长，忽略连梁上的楼板将高估连梁耗能能力。
2. 忽略连梁上的楼板，会造成整体结构的地震作用偏小，造成墙肢、连梁内力分布的较大差异，进而可能造成偏离抗震性能目标的情况。
3. 连梁上楼板的刚性板、膜单元、壳单元不同模拟方式对相关构件内力均有较大影响。结构设计者应明晰楼板对连梁的影响进而对整体结构造成的影响。

参考文献：

[1] 纪晓东, 钱稼茹. 震后功能可快速恢复联肢剪力墙研究 [J]. 工程力学. 2015,32(10): 1-8.

[2] 史庆轩, 田建勃, 王秋维, 等. 小跨高比钢板-混凝土组合连梁抗震性能试验研究 [J]. 建筑结构学报. 2015,36 (2) ,104-114.

[3] 张超; 陈向上; 于德湖. 小跨高比带楼板半通缝连梁抗震性能有限元分析 [J]. 世界地震工程 ,2018,34 (01) : 51-61.

[4] 范重, 刘云博, 等. 剪力墙连梁刚度折减系数确定方法研究 [J]. 建筑结构 ,2015,45 (23) : 15-20.

[5] 邓付元, 纪晓东, 王涛, 等. 带楼. R. 连梁抗震性能试验研究 [J]. 工程力学 ,2017,34: 54-58.

[6] 田建勃, 王游春, 任文更, 等. 考虑 RC 楼板影响的钢板-混凝土组合连梁抗震性能试验研究. [J]. 建筑结构 ,2021,42 (6) ,94-107.

[7] 孙益欢, 考虑楼板作用的钢筋混凝土双连梁有限元分析 [D]. 天津城建大学 ,2013.

[8] 混凝土结构设计规范: G.50010 - 2010 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社 ,2015.

[9] 高层建筑混凝土结构技术规程: JGJ3-2010 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社 ,2010.

[10] 李星, 等. 浅析剪力墙结构梁刚度放大与连梁刚度折减 [J]. 四川建材. 2017,43 (8) : 81-82.

活性 MgO 含量对水泥强度及水化产物的影响分析

张文欣, 蔡明里

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

摘 要 : 文章以试验的方式对活性 MgO 含量在水泥强度与水化产物中的主要影响进行分析。包括具体的试验设计和试验结果分析。经试验分析可知, 活性 MgO 含量对于水泥强度与水化产物都具有较为显著的影响; 而在活性 MgO 含量比较高的水泥中, 改性剂的掺加量也会对其强度产生影响。希望通过本次的分析, 可以为水泥中的活性 MgO 含量控制及其改性剂的掺加量控制提供一定参考。

关 键 词 : 水泥; 活性 MgO; 水泥强度; 水化产物; 试验与讨论

Analysis of Active MgO Content on Cement Strength and Hydration Products

Zhang Wenxin, Cai Mingli

China Energy Construction Group Co., LTD. (Anhui Jinli Energy Technology Development Co., LTD.), Hefei, Anhui 231200

Abstract : This article analyzes the main effects of active MgO content on cement strength and hydration products through experiments. Including specific experimental design and analysis of experimental results. According to experimental analysis, the content of active MgO has a significant impact on the strength of cement and hydration products; In cement with a relatively high content of active MgO, the amount of modifier added will also have an impact on its strength. I hope that this analysis can provide some reference for the control of active MgO content in cement and the dosage control of modifiers.

Key words : cement; active MgO; cement strength; hydration products; experiments and discussions

前言:

在研究活性 MgO 含量对于水泥强度和水泥水化产物的主要影响作用时, 研究者可通过试验的方式来进行研究^[1]。这样才可以获取到足够科学、准确的研究结果, 为后续的水泥产品制备提供科学参考, 尽最大限度确保水泥产品质量^[2]。

一、试验设计

(一) 原料与试剂选取

首先是原料选取。本次试验中, 选取的原料是菱镁矿中生产的三种轻烧 MgO 粉, 其活性存在明显的不同。其中的原料一产自辽宁天盛镁业, 其活性含量是70%; 原料二产自于海城环菱镁, 其活性含量是60%; 原料三产自于海城金砂镁业, 其活性含量是43.2。表1为本次试验所选三种 MgO 粉原料主要化学成分组成情况:

表1 - 本次试验所选三种 MgO 粉原料主要化学成分组成情况

序号	化学成分	原料一	原料二	原料三
1	MgO 含量	76.50%	85.40%	92.00%
2	Al ₂ O ₃ 含量	0.21%	0.14%	0.11%
3	CaO 含量	5.60%	3.50%	2.00%
4	Fe ₂ O ₃ 含量	2.00%	1.50%	0.90%
5	SiO ₂ 含量	6.40%	5.00%	2.10%

6	烧失量	6.50%	3.70%	2.30%
7	其他成分含量	2.79%	0.76%	0.59%

其次是试剂选取。本次试验中, 选取的试剂主要有两种, 第一是沈阳科拓生产的七水硫酸镁试剂 (MgSO₄ · 7H₂O); 第二是沈阳科拓生产的柠檬酸试剂 (C₆H₈O₇)。

(二) 基本试验方法设计

试验中, 选取活性 MgO 含量不同的原料, 制作成碱式硫酸镁水泥试样, 其规格是40*40*160mm, 先用塑料薄膜将其密封24h, 之后脱模。密封状态下的室温应控制在24 ± 2℃, 将试样养护到不同龄期。再对不同龄期的试样进行抗折强度与抗压强度测试, 并通过折压比计算结果来分析试样韧性^[3]。对于每一组试样, 研究者在试验之后都进行了取样, 并及时通过无水乙醇浸泡的方式来保存试样^[4]。最后将选取的试样装入恒温箱内, 在50℃条件下实施烘干处理, 再通过 XRD 分析法来分析其中的水化产物。表

2为本次试验中的不同试验组水泥配比设计情况：

表2 - 本次试验中的不同试验组水泥配比设计情况

序号	试验组别	MgO/MgSO ₄ /H ₂ O	活性 MgO 含量	改性剂掺加量
1	A 组	9/1/20	70%	1%
2	B 组	9/1/20	60%	1%
3	C 组	9/1/20	43.2%	1%
4	D 组	9/1/20	70%	2%
5	E 组	9/1/20	70%	2.5%

(其中的改性剂掺加量百分比按活性 MgO 含量计算)

二、试验结果分析

在对水泥制备工艺中的活性 MgO 含量影响进行试验之后，研究者从以下几方面对其在水泥强度与水化产物中的影响进行分析：第一是分析活性 MgO 含量对于水泥强度的主要影响^[5]；第二是分析活性 MgO 含量对于水泥水化物的主要影响；第三是分析改性剂掺加量对于活性 MgO 含量较高的水泥强度主要影响。以下是具体的试验结果及其分析^[6]。

(一) 活性 MgO 含量对水泥强度的主要影响分析

在通过上述试验方法获取到了不同活性 MgO 含量条件下的水泥抗压强度及其抗折强度结果之后发现，当改性剂添加量在活性 MgO 含量中的百分比为1%时，活性 MgO 含量是60% 的水泥试块在各个龄期都具有最高的抗压强度，其1d 龄期抗压强度是39.2MPa；3d 龄期抗压强度是70.7MPa；28d 龄期抗压强度是90.3MPa。活性 MgO 含量是60% 的水泥试块在各个龄期的抗压强度都是含量为70% 试块的一半。活性 MgO 含量是43.3% 的水泥试块在各个龄期都具有最低的抗压强度，其水泥试块在各个龄期的抗压强度都是含量为60% 试块的一半。

通过观察水泥试块强度的整个发展过程发现，其强度变化过程在前7d 比较集中^[7]。比如，在活性 MgO 含量是60% 的情况下，其试块前3d 的抗压强度较前1d 的抗压强度增加80.36%；前7d 的抗压强度较前1d 的抗压强度增加117.09%，其增长速度很快。相比较活性 MgO 含量是60% 的水泥试块而言，含量是70% 的水泥试块强度在前期的增长速度比较缓慢，其试块前3d 的抗压强度较前1d 的抗压强度增加48.45%；前7d 的抗压强度较前1d 的抗压强度增加89.92%。含量是43.3% 的水试块强度在前期的增长速度更加缓慢，其试块前3d 的抗压强度较前1d 的抗压强度增加13.90%；前7d 的抗压强度较前1d 的抗压强度增加25.30%。

而通过折压比计算得出，A 组水泥试样的折压比是0.177；B 组水泥试样的折压比是0.218；C 组水泥试样的折压比是0.175。由此可判断出，相比较其他水泥而言，活性 MgO 含量是60% 的水泥具有更好的韧性^[8]。

(二) 活性 MgO 含量对水泥水化物的主要影响分析

在通过 X 射线衍射法对 A、B、C 三组水泥试块硬化1d 以及硬化28d 进行检测与分析时发现，在养护时间为1d 的情况下，A 组水泥试块水化物内的 MgO 具有最显著的峰值。在5 · 1 · 7 结

晶相中，C 组水泥试块的水化产物内具有较大的 MgO 峰值以及 MgCO₃ 峰值，单只 B 组水泥试块里的5 · 1 · 7 结晶相显著高于 C 组水泥试块。在养护时间为28d 的情况下，A 组水泥试块以及 B 组水泥试块水化产物内的5 · 1 · 7 结晶相都是主要峰值，其中的 MgO 峰值呈现出减小的趋势，Mg(OH)₂ 峰值则呈现出逐渐增加的趋势。因为 A 组水泥试块里的活性 MgO 含量最大，所以在掺加到其中的改性剂比较少时，5 · 1 · 7 结晶相的形成将具有较大难度，这样的情况对于 Mg(OH)₂ 的形成更加有利，这就使得 A 组水泥试块的强度较 B 组水泥试块的强度低。同时，因为 C 组水泥试块中的活性 MgO 含量最低，其中有大量的 MgCO₃ 没有燃烧充分，这样的情况就降低了水泥浆体内的 Mg²⁺ 浓度，从而对5 · 1 · 7 结晶相的形成造成较大不利^[9]。另外，因为水泥水化热反应本身就是一个比较慢的过程，所以在养护时间仅为1d 的情况下，水泥试块内还有一部分 MgO 并未完全反应，而在养护时间达到28d 的情况下，水泥的整个水化热过程已经基本完成，因此 MgO 的峰值也会呈现出显著降低的变化趋势，而5 · 1 · 7 结晶相以及 Mg(OH)₂ 等相关水化产物则会出现更高的峰值^[10]。

(三) 改性剂掺加量对活性 MgO 含量较高的水泥强度主要影响分析

经本次试验发现，在活性 MgO 含量是70% 的情况下，如果将水泥中的改性剂掺加量增加，制作出的水泥试块抗压强度及其抗折强度都将出现一定程度的变化。经具体的试验结果观察与分析可知，在改性剂掺加量是2% 以及2.5% 的情况下，水泥试块强度都较其他掺加量情况下呈现出显著提升的趋势，且两种条件具有相对较近的改性作用^[11]。在水泥试块养护时间是1d 的条件下，掺加2% 改性剂的水泥试块较掺加1% 改性剂的水泥试块强度提升了48.45%；掺加2.5% 改性剂的水泥试块较掺加1% 改性剂的水泥试块强度提升了43.02%，在此之后，其强度增长率则呈现出了逐渐减缓的发展趋势。在水泥试块养护时间是28d 的条件下，掺加2% 改性剂的水泥试块较掺加1% 改性剂的水泥试块强度提升了17.79%；掺加2.5% 改性剂的水泥试块较掺加1% 改性剂的水泥试块强度提升了15.54%。在硬化时间达到28d 的条件下，A 水泥试块的抗压比是0.188；D 水泥试块的抗压比是0.242；E 水泥试块的抗压比是0.25。由此可知，在活性 MgO 含量比较高的情况下，将掺加在其中的改性剂适当增加，便可使水泥试块的强度显著提高，特别是其1d 养护时间条件下的抗压强度，更是会呈现出大幅度提升的发展趋势。同时，在合理提升了改性剂的掺加量之后，水泥试块的韧性也得到了明显改善。经进一步分析可知，之所以会出现这样的情况，是因为增加改性剂掺加量可使水泥中的 MgO 在水化过程中反应生成的 Mg(OH)₃ 受到一定限制，从而使其中有更多的5 · 1 · 7 结晶相生成。在这样的情况下，水泥结构的强度及其韧性都将得到更好的改善^[12]。

(四) 总体试验结论分析

在通过上述方法与措施完成了此项试验之后，研究者共得出了以下几个结论：1) 在水泥制备工艺中，活性 MgO 含量对其水泥试块的强度具有较大影响，在活性 MgO 含量不同的情况下，水泥强度也会呈现出明显的不同，且无论是活性 MgO 含量过高或过

低,水泥产品的强度都会受到不利影响^[13]。同时,在此类水泥的制备中,改性剂掺加量也会对其强度产生较大影响。因此在此类水泥的具体制备过程中,生产企业与工作人员一定要对此做到足够重视,通过活性 MgO 含量与改性剂掺加量的合理控制来确保混凝土强度,满足其实际生产与应用需求^[14]。2) 如果活性 MgO 含量和水泥中改性剂掺加量具有良好的匹配效果,水泥结构将更容易形成 5·1·7 结晶相,从而对其中的 Mg(OH)₂ 相形成起到有效的抑制作用,这样便可有效降低水泥水化热,使其在实际应用中具有更加优越的质量和性能。因此,在实际的水泥生产工艺中,生产企业与工作人员可通过试验的方式来合理确定活性 MgO 含量和改性剂之间的配比,以此来有效降低水泥水化热,提升水泥产品质量^[15]。3) 在活性 MgO 含量较高的水泥产品制备工艺中,生产企业与工作人员可结合实际情况,将其中的改性剂掺加量适当提升,这样便可显著提高水泥产品的强度及其韧性,使其在实际应用中具有更高的结构质量和应用性能。因此,在实际的水泥生产工艺中,生产企业与工作人员一定要对此做到足够重视,通过

改性剂掺加量合理提升的方式来提升水泥产品质量及其性能。

结束语:

综上所述,在水泥产品的生产制备工艺中,通过活性 MgO 含量的有效控制,可使其强度得以良好保障。而通过改性剂的合理掺加,则可以进一步改善水泥产品的水化热、强度及其韧性,从而制备出具有更高质量和性能的水泥产品。基于此,水泥生产企业、研究者和相关工作人员一定要对此做到足够重视,通过试验的方式对活性 MgO 含量在水泥产品强度及其水化产物中的影响进行分析,以此来明确其主要的影响情况,从而为活性 MgO 含量的合理控制与水泥中改性剂的合理掺加提供科学参考。通过这样的方式,不仅可实现水泥产品质量的有效优化,也可以为水泥产品应用性能的提升提供有力支持,从而有效促进现代水泥生产行业与建筑工程行业之间的协调可持续发展。

参考文献:

- [1] 邱传,陈佩圆,王永辉,等. MgO 激发剂对碱矿渣抗压强度,水化产物及孔结构的影响 [J]. 混凝土. 2021(12):79-82.
- [2] 张鹤年,陈亮,李雄威,等. 活性 MgO 碳化生土砌块材料配比与机理研究 [J]. 岩土工程学报, 2021(z2):233-236.
- [3] 陈雪艳. MgO 激发矿渣材料对含硫尾砂的胶结特性及机理研究 [D]. 安徽:安徽理工大学, 2021.
- [4] 唐浩. 磷酸镁水泥基材料的钢筋防护性能与机理研究 [D]. 重庆:重庆大学, 2021.
- [5] 韦爱玲,陈远胜,梁乾. 高含量 MgO 原料对水泥熟料的不良影响及应对措施 [J]. 水泥技术, 2021(6):54-60.
- [6] 李宁. 碱激发矿渣水泥混凝土的原料活性评价与组成设计 [D]. 湖南大学, 2020.
- [7] 李振国,郑淇水,刘博,等. 改性硫氧镁水泥耐水性及孔结构研究 [J]. 建筑技术. 2020.51(3):374-377.
- [8] 徐焕文. MgO 和纳米 MgO 对超高性能混凝土中水泥基本工作性能的机理影响研究 [J]. 中阿科技论坛 (中英文).2022(4):122-127.
- [9] 郑伟豪,何娟,伍勇华,等. 活性 MgO 对碱矿渣水泥收缩性能的影响 [J]. 材料导报. 2022.36(10):77-84.
- [10] 韦锦璨,陈平,赵艳荣,等. Ba 掺杂对重构钢渣矿物形成及水化活性的影响 [J]. 桂林理工大学学报. 2022.42(4):899-904.
- [11] 潘怀兵,陈正雄,杨率. 纳米 MgO 对高性能水泥砂浆自收缩性能及抗压强度的影响研究 [J]. 应用化工. 2020.49(3):583-587.
- [12] 杨东洋,曹鸿猷,黄京龙. MgO 膨胀剂对超高性能混凝土收缩性能的影响 [J]. 硅酸盐通报. 2022.41(10):3420-3427.
- [13] 吴成友,苗梦,余红发. MgO 活性和摩尔比对碱式硫酸镁水泥强度的影响机理 [J]. 建筑材料学报. 2022(4):360-366.
- [14] 方晨,李振寰,叶呈森,等. 活化处理的金尾矿对碱矿渣水泥抗压强度与水化产物的影响 [J]. 土木工程. 2021.10(10):1026-1033.
- [15] 宋强、邓洋、胡亚茹、王倩、陈延信. 熟料和水泥水化产物中 Mg-(2+) 赋存状态显微分析 [J]. 建筑材料学报. 2020.23(5):1016-1023,1029.

建筑工程桩基检测技术分析

卢燕雨，曹豹

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

摘 要： 在建筑工程当中，工程的质量和桩基的质量之间具有极为密切的联系，桩基作为建筑工程当中的关键承重结构，桩基的质量以及稳定性也直接关乎整个工程的安全性和耐久性，对于建筑工程在投入使用阶段的安全性也会造成至关重要的影响，所以在论文中深入分析和研究了桩基检测技术在工程质量检测方面的应用，从而助力强化建筑工程桩基检测的效果以及水平，达到提升整体建筑工程竣工质量的效果。在论文研究中首先分析了建筑工程桩基检测技术的核心作用，随后在此基础上对工程概况进行了分析，之后梳理了桩基检测技术中所存在的问题和不足，最后分析和探究了桩基检测的主要内容和方法，用以助力强化建筑工程桩基检测的效果和质量，提升整体工程的竣工水平。

关 键 词： 建筑工程；桩基检测；技术分析

Analysis of Pile Foundation Detection Technology in Construction Engineering

Lu Yanyu, Cao Bao

China Energy Construction Group Co., LTD. (Anhui Jinli Energy Technology Development Co., LTD.), Hefei, Anhui 231200

Abstract： In construction engineering, there is a very close relationship between the quality of the project and the quality of the pile foundation. As a key load-bearing structure in construction engineering, the quality and stability of the pile foundation are directly related to the safety and durability of the entire project. It will also have a crucial impact on the safety of the construction project during the put into use stage. Therefore, in this paper, the application of pile foundation testing technology in engineering quality testing is analyzed and studied in depth, in order to help strengthen the effectiveness and level of pile foundation testing in construction engineering, and achieve the effect of improving the overall completion quality of construction engineering. In the research paper, the core role of pile foundation testing technology in construction engineering was first analyzed. Based on this, an overview of the project was analyzed. Then, the problems and shortcomings in pile foundation testing technology were sorted out. Finally, the main content and methods of pile foundation testing were analyzed and explored to help strengthen the effectiveness and quality of pile foundation testing in construction engineering and improve the overall completion level of the project.

Key words： construction engineering; pile foundation testing; technical analysis

一、引言

建筑行业在我国社会经济建设和发展中占有至关重要的地位和作用，可以对于社会经济的高质量发展起到积极的意义，而在建筑行业中桩基工程则是建筑物的重要基础结构，桩基的质量在一定程度上关乎整个建筑物的安全和稳定。所以需要通过桩基检测技术对于桩基的质量进行评估，通过评估结果判断建筑工程桩基是否满足设计标准，以便于在发现问题之后及时采取相应的措施进行整改，确保整体建筑工程达到高质量竣工的目标^[1]。在实际中建筑工程具有地下和水下作业的特征，其在作业期间也存在作业面不可控制性这一特点，所以也导致桩基检测工程面临着诸多的挑战和难点，例如地质条件存在一定的复杂性有可能会造成施工过程中出现塌孔的情况、钻孔的严重倾斜以及掉渣等问题也会对于桩基检测造成影响。所以在这一过程中需要对桩基进行全面且细致的质量检测，从而确保桩基的承载力和完整性能够满足工程设计标准，提升建筑工程的施工建设水平^[2]。

二、建筑工程桩基检测技术的核心作用

在建筑工程中，桩基检测技术具有至关重要的意义和价值，是提升桩基施工质量和水平的关键技术类型。在实际中，桩基是整个建筑工程最为基础的设施，而桩基的质量也会对于建筑工程整体的安全性和稳定性造成影响，在这一过程当中通过桩基检测技术能够对施工过程中的实际情况进行有效的反馈，并且做好施工过程质量的实时监测和评估，保障桩基施工过程能够按照要求顺利进行，达到高质量完成建筑工程桩基施工的效果^[3]。同时，桩基在投入使用阶段也会受到各种类型因素的影响，如施工位置的地质条件因素、环境因素等，如果受到这些因素的影响过大则有可能导致桩基出现沉降、裂缝等方面的问题类型，这些问题又会对整体建筑工程使用的耐久性和质量、安全性等方面指标造成关键影响^[4]。在此过程中运用桩基检测技术能够及时发现其中所潜在的问题类型，从而使工程技术人员能够采取相应的措施进行处置，这样既有助于保障建筑物的安全性和稳定性，同样也提升

了建筑工程桩基检测的质量和水平，有助于促进整体建筑工程达到高质量竣工的效果^[9]。

三、工程概况

本次论文研究所列举的工程是某地区高层居民楼建筑工程，在这一项工程施工建设阶段需要对于桩基检测技术进行综合运用。进行检测工作之前，首先相关技术人员要充分查看图纸的规划设计，对于其中的设计方案进行了细致的解读和了解，通过该过程了解到有关于桩体的相关信息，同时又对于工程现场的情况进行了解，以便于在后续的桩基检测过程中以此为依据，去推进桩基检测，在此阶段需要严格按照施工要求，去设定桩体的质量等级和规划，并且在施工当中做好桩基的质量检测。在本次高层建筑楼工程的施工过程当中，使用的桩基数量为290根，其中摩擦桩的数量为72根，嵌岩桩的数量是205根。在进行桩基检测阶段需要技术人员根据桩的实际情况而采取相应的检测技术，混凝土浇筑施工中要保障渣厚度不超过5cm。

四、当前桩基检测技术存在的问题和不足分析

在我国现代建筑行业的发展和建设中，桩基检测技术是其中重要的技术类型，尽管随着我国建筑行业的不断发展进步，桩基检测技术已经逐步成为一个系统性、成熟的体系，但是在具体的桩基检测过程当中，也会由于资金和技术等方面所产生的局限性，而造成许多专业检测单位在实际工作当中会出现检测结果偏差情况较大的问题^[6]。在通常情况之下，限制桩基检测技术作用发挥的因素是多样性的，而其中最为主要的一项因素便是由于硬件方面问题，尤其是在一些经济欠发达地区去进行桩基检测期间，往往会在硬件以及监测技术相对落后的情况，这些情况的产生都有可能会导致桩基检测的结果偏差较大或者是监测周期过长等方面情况存在，而这些客观因素又在一定程度上影响了建筑工程施工的进度，阻碍了建筑工程的顺利向前推进^[7]。

五、桩基检测的主要内容和方法

在推进建筑工程阶段，桩基施工是其中重要的组成部分，而其中最常见是灌注桩这一种施工形式，其在施工建设阶段进行质量检测往往是通过成孔和成桩两个部分进行检测，通过这两个质检步骤可以实现对于桩基质量的有效检测，反映出桩基的质量情况^[8]。以下结合上面所提到的工程对于桩基检测的主要内容和方法进行阐述说明。

（一）成孔质检

成孔质量检测是建筑工程桩基检测当中的重要组成部分，对于建筑工程桩基的质量评估具有至关重要的意义和价值。并且，成孔的质量是否满足要求也在一定程度上决定了工程的施工质量^[9]。在此阶段需要充分关注成孔的尺寸是否满足设计要求，如果尺寸过小，则会对承载力造成影响，出现承载力被大幅度削弱的情

况，在这一情况之下又会导致整体建筑物的承载力不足，给工程带来一定程度的安全隐患。如果桩基的桩孔孔径过大，则会出现阻力增大的现象，因素的影响之下又会导致桩基无法充分发挥作用^[10]。基于此，需要加强成孔的质量检测，以此确保成桩的质量能够满足工程设计标准。但是在实际中，成孔检验的过程中会受到客观环境的影响，客观环境因素的控制质量决定了检验的结果是否具有精准性，但是针对建筑施工过程来说，所面临的施工环境复杂程度较高，尤其是成孔作业阶段又会涉及水下或者是地下施工过程因此难，也受到客观因素干扰，影响到检测的质量以及建筑工程的质量^[11]。

（二）桩基的承载力检测

桩基检测技术在投入应用阶段，对于桩基的承载力进行检测是其中重中之重，通常情况之下采用以下几种方法：

1. 静荷载实验法

静荷载实验法方法在进行桩基承载力检测阶段具有广泛的运用，该方法所得出的结果同样也较为客观、精准。所以这一种方法也在桩基承载力检测当中得到了极其广泛的运用和实践^[12]。这主要是由于桩的承载力往往会与加荷速率之间产生联系，基于静荷载实验法能够验证加荷速率这一项指标。在进行检测期间，所针对的检测对象是桩基，通过该项检测方法也可以防止施工建设过程当中对于桩基造成损坏，获取到更加全面且精准的测试数据，有助于验证桩基的质量情况。

2. 高速变动测法

高速变动测法是一种重要的建筑工程桩基检测技术，该项检测方法在投入使用阶段，往往会进行重锤打击，打击期间又会致使桩基知识产生一定程度的形变量，之后通过对于其中的数据进行检测而反映出装机的质量数据^[13]。在此过程当中需要充分考基于波动理论去进行数据分析，在此基础之上才能得出检验结果。最后又需要基于所得到的检测数据去分析和确定，桩基的承载力检测结果。总而言之，高速变动测法在实际应用当中具有较强的适用性，摩擦桩、摩擦端承桩等都可以运用该项方法进行检测，如果是短承桩则并不适合使用这种方法。这主要是由于采取灌注式的端承桩如果采取这种方法进行检测，如果检测方法使用不当则有可能会致使桩出现损坏的情况，影响到桩的质量。

（三）桩基的完整性检测

建筑工程桩基检测技术中，对于桩基的完整性进行检测是其中重中之重，也是在检验桩基质量阶段所需要重点考虑的一项指标，保障桩基的完整性才能确保其在投入使用阶段拥有良好的质量性能表现，在此基础之上提升建筑工程竣工质量和水平。而针对当前建筑工程领域中有关于桩基完整性检测的方法通常包含如下几种：

1. 桩基的低应变变动测法

桩基的低应变变动测法是一种广泛运用的桩基检测技术，这一项技术主要被用作评估桩身的完整性，并且检测桩体当中可能存在的缺陷。桩基的低应变变动测法基于弹性波理论，通过在桩顶施加低能量瞬态或者稳态激振，从而在此基础之上产生应力波，这种应力波可以沿着桩进行传播，在传播期间反应波会由于桩身的

阻抗变化产生一定的反射，其中的反射波涵盖了桩身完整性以及其中缺陷的相关信息^[14]。在本次工程当中运用桩基的低应变动测法进行测量时，首先在桩顶安装传感器，通过传感器去接收反射波信号，如果桩身存在明显的阻抗差异或者是桩身面积变化，则会出现明显的反射波，这些反射波会经过传感器的接收、放大以及滤波、数据处理等环节去识别出桩身不同部位的反射信息，如果桩底反射明显则符合设计要求，由此判断桩身完整，如果出现负向反射或者反射波幅异常，则表明桩身可能存在一定缺陷。

2. 声波透射法

声波透射法在桩基检测当中是一项高效且准确的检测手段，通过这种方法可以对于桩身的完整性进行评估和确定^[15]。在本次工程当中，综合运用了声波透射法方法，该方法可以针对已经预埋声测管的混凝土桩身，进行完整性检测，了解到桩身的质量情况。在进行检测阶段需要充分关注声波的各项数据，根据声波的频率以及幅度衰减情况等，去反映出桩身的质量。除此之外，声波透射法既能够实现对于桩身完整性的检测，又能够通过相关数据的反馈去确定其中产生缺陷的具体部位。在通常情况之下，该方法适用于超过0.8m的灌注桩，进行检测期间首先预先将清水注

满声测管，并且在其中安装收发换能器以及超声波发射器，通过超声波发射器发射超声波，使之穿过待检测桩的桩基混凝土，之后对于接收到的声波进行检测，分析桩身混凝土的完整性和缺陷情况。

结束语：

综上所述，在建筑工程当中，桩基是其中重中之重，桩基的质量以及水平也在一定程度上决定了建筑工程，桩基是建筑工程的承重和支撑结构，桩基的质量和稳定性在一定程度上关系到整个工程的安全性和耐久性为了保障。而为了切实保障桩基的质量符合工程标准，则需要加强桩基检测技术在其中的综合运用，通过桩基检测技术及时发现桩身当中所存在的质量问题。并且采取与之相对应的措施作出改进和完善，保障建筑工程的竣工质量能够满足要求。所以在论文中以某高层建筑工程作为案例，分析与研究了桩基检测技术在其中的综合运用，并且通过桩基检测技术实现了对于建筑工程桩基的有效检测，用以促进建筑工程达到高质量竣工的目标。

参考文献：

[1] 刘燕军. 超声波透射检测技术在建筑桩基检测中的运用研究[J]. 工程建设与设计, 2022(4):151-153.
[2] 李超祥. 房屋建筑桩基工程施工质量检测技术的应用与实践[J]. 建筑·建材·装饰, 2022(19):102-104.
[3] 张爱静. 桩基检测技术在建筑工程中的应用研究[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(6):63-64.
[4] 唐义阳. 分析桩基检测技术在房屋建筑中的应用[J]. 中国战略新兴产业, 2020(2):145,147.
[5] 李虎, 张倩. 高层建筑工程中桩基检测技术的应用[J]. 中国科技投资, 2021(7):122,131.
[6] 李松然, 许颜. 建筑桩基施工技术方法与检测技术现状[J]. 四川建材, 2020, 46(7):74-76.
[7] 田富香. 桩基检测技术在高层建筑工程中的应用[J]. 江西建材, 2020(11):29,31.
[8] 张国强. 试论钻孔抽芯检测技术在建筑工程桩基检测中的实践运用[J]. 四川水泥, 2020(7):345,338.
[9] 赵仕源. 建筑工程桩基静载试验检测存在的技术问. [J]. 现代装饰, 2022(29):127-129.
[10] 宋弦弦. 房屋建筑桩基工程施工质量检测技术的应用[J]. 同行, 2021(22):183-184.
[11] 姚聪, 姚艺. 关于房屋建筑桩基工程施工质量检测技术的探析关键思路分析[J]. 中国房地产业, 2021(32):146-147.
[12] 王明杰, 王鹏. 建筑工程领域桩基检测新技术探究[J]. 门窗, 2021(7):51-52.
[13] 周建荣, 周宁. 旋挖钻成孔技术在桥梁桩基施工中的应用[J]. 建筑机械, 2022(12):45-48
[14] 寇文, 段春强, 刘毅, 等. 房屋建筑桩基工程施工质量检测技术研究[J]. 粘接, 2021, 48(12):155-157,182.
[15] 张青清. 探讨桩基检测技. 在建筑工程中的应用[J]. 中华建设, 2020(17):152-153.

混凝土中氯离子含量检测影响因素的分析

石鸿日, 张文欣

中能建建筑集团有限公司, 安徽 合肥 231200

摘要 : 文章就混凝土氯离子含量检测阶段的影响因素开展分析, 通过实验法, 对混凝土试块不同强度、龄期、碳化水平下的氯离子含量进行测定, 通过对比分析最终确认影响氯离子检测的因素。本文旨在指导我国施工单位在混凝土制备、检测阶段, 制定合理的检测条件, 从而获取精准检测结果, 为建筑工程质量做出技术保障。

关键词 : 氯离子检测; 影响因素; 混凝土龄期; 碳化水平

Analysis of Influencing Factors on Detection of Chloride Ion Content in Concrete

Shi Hongri, Zhang Wenxin

Zhongneng Construction Group Co., LTD., Hefei, Anhui 231200

Abstract : This paper analyzes the influencing factors of chloride ion content in concrete at the detection stage. Through the experimental method, the chloride ion content in concrete blocks with different strength, age and carbonation level is determined, and finally the influencing factors of chloride ion detection are confirmed through comparative analysis. The purpose of this paper is to guide the construction units in China to formulate reasonable testing conditions in the concrete preparation and testing stages, so as to obtain accurate testing results and make technical guarantee for the quality of construction projects.

Key words : chloride ion detection; Influencing factors; Concrete age; Carbonization level

氯离子是引发混凝土腐蚀的主要因素之一。混凝土结构中的钢筋, 是混凝土结构其重要的承载元素, 然而, 氯离子的存在将对钢筋钝化膜造成侵蚀, 导致其进入活化装填继而出现腐蚀^[1]。同时, 氯离子亦会导致混凝土劣化, 且影响混凝土化学性能, 引发混凝土碱骨料反应, 最终造成结构疲劳。故而, 对混凝土内氯离子含量的精准检测, 将直接影响混凝土结构乃至整个建筑工程质量^[2]。

一、混凝土中氯离子来源

(一) 地下水

地下水, 指混凝土制备阶段所应用的含盐地下水、腐蚀性地下水。我国部分地区如沿海区域、含盐矿床地区, 其土壤或地下水中的有较高的氯离子含量^[3]。当混凝土制备阶段, 使用含盐或腐蚀性地下水, 将导致氯离子混入混凝土内^[4]。同时, 在混凝土结构长期使用背景下, 这些区域氯离子则有可能通过渗透、扩散形式进入混凝土结构内部^[5]。

(二) 材料内氯离子

混凝土制备阶段, 项目单位所采购的原材料内可能包含较多的氯离子。这些混凝土原材料, 通常包括外加剂、骨料等, 倘若原材料内含有较高的氯化物, 则制备混凝土阶段将导致氯离子存在于混凝土结构内^[6]。

二、混凝土中氯离子含量检测影响因素研究

为客观了解混凝土中氯离子含量检测阶段的影响因素本文开展实验设计, 对混凝土进行制备、养护, 分析不同强度、不同龄期混凝土样本的氯离子含量分布情况^[7]。

(一) 样本制备

制备混凝土样本, 采取不同原材料、水泥用量、粉煤灰用量、粗骨料以及水、外加剂, 具体不同样本配合比见表1:

表1 不同混凝土样本配合比

原材料	粉煤灰	水泥	矿粉	粗骨料	细骨料	水	外加剂
C30-1	67	207	85	1012	779	178	4.81
C40-1	74	248	91	1021	740	170	5.26
C50-1	60	350	90	1020	650	165	8.00

制备阶段, 粗骨料采用5mm ~ 25mm 碎石, 粉煤灰采用F-II类, 矿粉采用S95矿粉, 细骨料为天然砂-中砂=细度模数2.3, 水采用自来水, 外加剂采用泵送剂。

(二) 实验设计

按照表1中的混凝土配比, 从同一辆货车中采样, 并在已知的混凝土浇筑部位的情况下, 对同一批的混凝土进行同步采样, 制成抗压强度试验件(100 mm*100 mm*100 mm)。抗压模板振捣成型24小时后, 拆除模板, 然后进行3,7,14,28,56,90天的自然养护工作。根据GB/T50081-2019的规程, 设定0.8 MPa的加载速度, 测试其抗压强度。当测试结束时, 从相同的试样中抽取200克样本, 除去石头后, 再用粉碎机粉碎至0.16 mm 方形筛目尺寸, 在烘箱中干燥直到一定重量, 分别测量水溶性和酸可溶氯

离子的含量。在测量水中溶解性氯化物的过程中，将研磨干燥的砂浆粉 20 g 准确地抽取出来，添加 100 毫升蒸馏水摇动，搅拌 5 分钟，然后放置 24 小时，然后用一张快速定量的滤纸滤除。将 20 毫升的滤液量 2 份放入 2 只三角形烧瓶中，添加 2 滴酚酞指示剂，然后用硝酸溶液将它中和到没有颜色，添加 10 滴铬酸钾指示剂，再用硝酸银标准溶液进行滴定（0.0141 mol/L），其间呈轻微的桃红色，但黄色不会消失。这时，将所使用的硝酸银标准溶液的参考值做记录。根据公式 1，在混凝土中所占的比例（W₁）：

$$W_1 = \frac{0.0141 \times \text{硝酸银溶液用量} \times 0.03545}{\text{砂浆样品质量} \times \frac{\text{滤液体积}}{\text{浸泡样品蒸馏水提及}}} \times 100\%$$

(1)

针对酸溶性氯离子的测量，准确地抽取 20 g 研碎干燥砂浆，然后添加 100 mg 的硝酸溶液，使其猛烈摇晃 2 min，然后放置 24 小时，然后用快速的定量滤纸将其滤掉，准确地计算出 20 毫升的滤液，然后再添加 100 毫升的蒸馏水和淀粉溶液（20 毫升），根据电位滴定法确定氯离子的浓度，当电压突然变化的时候，就将所添加的 0.01 mol/L 的硝酸银标准溶液进行记录。同时，进行同一条件下的空白测试，向烧杯中添加 20 毫升的硝酸溶液，接着添加 20 毫升的淀粉溶液和 100 毫升的蒸馏水，使用类似的方法，在

电位突然变化的情形下，对 0.01 mol/L 的硝酸银标准液的消耗也进行了类似的测定。根据这一结果，可得的酸可溶解的氯盐离子在灰浆中所占的比例（W₂），可用公式 2 来计算：

$$W_2 = \frac{0.0 \times (\text{滤液消耗硝酸银体积} - \text{空白试验硝酸银消耗量}) \times 0.03545}{\text{砂浆样品质量} \times \frac{\text{滤液体积}}{\text{浸泡样品蒸馏水提及}}} \times 100\%$$

(2)

当混凝土的龄期到达 90d 时，采用 100 mm 钻机，在施工过程中的记录点上取芯，墙体构件和梁构件的取芯要求在横断面上贯通，而其它的宽或者不适合钻孔的部分，要钻孔到构件的 1/2 接口。在芯样钻孔后，在构件宽度 1/2 处，构件宽度 1/4 处抽取 200 克左右的混凝土样品，去除小石块，根据以上两种方式分别测量溶解性，酸溶性氯离子。

(三) 试验结果分析

1. 混凝土中氯盐含量随时间和强度的改变

通过对不同强度和龄期的试验，研究了不同强度和龄期条件下的氯盐浓度变化规律，发现在试验过程中，酸可溶解的氯盐浓度要比可溶性的高 1.15-1.35 倍。在同一配比条件下，3—14d 砂浆中的氯离子浓度随养护时间的延长而明显降低，14d 后趋于稳定。表 2 是同一配比的各龄期试件中的氯盐浓度的变化情况：

表 2 同一配比的水泥试件在各龄期内的氯离子浓度分配

龄期	3d			7d			14d		
	W ₂	W ₁	强度	W ₂	W ₁	强度	W ₂	W ₁	强度
C30-1	0.045%	0.037%	9.5MPa	0.041%	0.032%	20.7MPa	0.035%	0.029%	28.4MPa
C40-1	0.038%	0.031%	12.7MPa	0.035%	0.029%	28.1MPa	0.032%	0.024%	31.9MPa
C50-1	0.034%	0.025%	14.3MPa	0.032%	0.023%	33.9MPa	0.029%	0.021%	42.9MPa
龄期	28d			56d			90d		
	W ₂	W ₁	强度	W ₂	W ₁	强度	W ₂	W ₁	强度
C30-1	0.034%	0.031%	35.7MPa	0.035%	0.030%	40.8MPa	0.034%	0.029%	41.2MPa
C40-1	0.033%	0.022%	46.2MPa	0.032%	0.022%	55.6MPa	0.030%	0.021%	57.0MPa
C50-1	0.028%	0.020%	56.8MPa	0.027%	0.021%	68.1MPa	0.028%	0.019%	69.4MPa

如表 2 数据所示，导致上述分析结果的原因，是由于其本身与水泥内部的氯离子之间存在着一种化学键合和一种物理吸收。在混凝土中，氯离子可分为束缚氯离子和自由氯离子，其中自由氯离子是引起钢筋腐蚀的重要因素，而束缚氯离子对钢筋没有影响。结合氯离子也可以分为两种，一种是以化学键合的氯离子，另一种是以化学键合的氯离子。在此过程中，游离氯与 3 CaO · A12O3 （三氧化三钙）形成的 Freidel 盐（Freidel salt），使其失活。这种物质非常稳定，在水中不会溶解，也不会释放出游离的氯。氯盐的物理吸附主要体现在范德华作用力和离子间作用力两个方面，传统观点一般假设 C-S-H （水化硅酸钙）具有强的表面吸附能力，但其在酸性溶液中易发生游离氯盐的溶解，导致其在酸性溶液中的溶解。在测定过程中，通过对试样进行硝酸浸渍，可引起被吸附于其上的氯离子的大量释放，进而转化为游离氯离子；相反，若只通过蒸馏水进行升温，则无法将其转化为游离氯离子，从而产生上述差异^[9]。

同时，当混凝土的强度提高时，其氯离子浓度也随之降低，

其主要是由氯离子与其形成的化学键合^[9]。提高混凝土的强度，其机制是在试件配制时，向配合比中添加较多的水泥基材料，但当材料相同而配合比时，3 CaO · A12O3 型铝酸盐三钙的比例也会增大，从而使游离氯离子与其发生反应生成 Freidel 盐，从而降低了水泥基材料中的游离氯，从而使其呈现出不同的氯离子状态。在同一配比条件下，各龄期均有增大趋势，但只有第 3—14d 龄段试件中的氯离子含量随其增强而降低。

14d 到 90d 时，虽然其内部的氯盐浓度几乎没有改变，但其强度却有显著提高。这是因为，混凝土中的游离氯离子，大部分都与铝酸三钙结合，变成了束缚氯离子，但是，铝酸三钙的水合速度很快，14d 以后，它就会完全地发生了反应，14d 以后，虽然它的强度还算合适，但是它的机理只是硅酸二钙和硅酸三钙发生了水合作用，并没有继续吸收到混凝土中的自由氯，也就是说，也就没有了其他的化学束缚氯离子生成^[10]。

2. 在不同炭深的环境中，土壤中的氯盐含量的分布特征

表 3 是试验结束后，在各种炭深条件下 28d 龄期中氯离子浓度

的变化规律：

表3 28d 龄期中氯离子浓度在碳中的分配

	碳化深度	1/4部位酸溶性 氯离子含量	1/2部位酸 溶性氯离子 含量	表面部位酸溶 性氯离子含量
C30	4.0mm	0.033%	0.034%	0.038%
C40	5.5mm	0.032%	0.031%	0.035%
C50	7.0mm	0.028%	0.027%	0.031%

结合表3数据，根据28 d龄期的不同碳酸层中所含的氯离子，与其炭化深度之间的关联来看，其炭化程度，与氯离子的浓度成反比例，随着炭化程度的提高，氯离子的浓度也会增加^[11]。之所以会出现这种情况，是因为混凝土中的自由氢氧化钙与大气中的CO₂发生反应，形成了一种CaCO₃，这种CaCO₃发生了化学反应，就会削弱了混凝土内部的酸碱度，甚至表现出了弱酸性的特征^[12]。以上的分析表明，在所束缚的氯盐中，所述的物理吸附离子的稳定性很低，并且在微酸的条件下，所述的结构会被损坏，进而导致游离的氯离子被释放^[13]。因此，钢筋混凝土中的氯盐

浓度升高，使钢筋与钢筋之间的粘结强度降低，从而导致钢筋与钢筋之间产生更多的裂缝，从而使钢筋与钢筋之间产生更多的裂缝，从而进一步恶化钢筋的碳化^[14]。因此，在碳化程度较低的区域，其氯盐浓度会比低碳化区域高^[15]。

结语：

基于本文实验结果可确认，混凝土中氯离子检测的影响因素，包括混凝土强度、龄期与碳化水平。在14d龄期之前，随着龄期的推移与强度的提升，混凝土氯离子含量会呈现逐渐下降的趋势，在14d龄期后逐渐稳定。故而，检测氯离子的时间应确定在混凝土14d龄期之后。碳化方面，混凝土碳化水平较高的部位，氯离子含量高于碳化水平较低的区域，碳化将造成混凝土结构内部呈弱酸性环境，结合氯离子会被释放，自由氯离子含量提升，故而在检测氯离子含量期间，应针对相对保守的酸溶性氯离子含量测定值作为评估指标。

参考文献

[1] 马俊军, 蔺鹏臻, 刘应龙, 等. 基于元胞自动机的开裂混凝土氯离子扩散模拟与分析[J]. 西南交通大学学报, 2022, 57(2): 360-368.

[2] 周建强, 毛江鸿, 宋鑫, 等. 某跨海大桥混凝土氯离子超限的诊断与处置[J]. 桥梁建设, 2021, 51(1): 136-141.

[3] 童良玉, 刘清风. 纤维增强混凝土氯离子扩散系数的多尺度预测模型[J]. 复合材料学报, 2022, 39(11): 5181-5191.

[4] 林晓森. 预拌混凝土氯离子检测技术探讨[J]. 广东建材, 2021, 37(9): 42-44.

[5] 应敬伟, 钱邵同, 覃盛昆. 双轴受压再生混凝土氯离子扩散规律[J]. 建筑科学与工程学报, 2021, 38(2): 90-98.

[6] 刘虎军, 杨海成, 于方, 等. 混凝土氯离子扩散系数快速评价方法的建立与应用[J]. 建筑科学, 2022, 38(7): 120-126.

[7] 姚大立, 迟金龙, 余芳, 等. 自密实再生混凝土氯离子渗透性能时变规律[J]. 沈阳工业大学学报, 2020, 42(4): 476-480.

[8] 金浩, 屈锋, 孙浩然, 等. 饱和钢纤维再生混凝土氯离子扩散特性研究[J]. 功能材料, 2020, 51(4): 4090-4095.

[9] 黄美景. 浅析混凝土氯离子扩散系数拟合方法的应用[J]. 科技创新导报, 2022, 19(12): 18-21, 68.

[10] 苏丽, 牛获涛, 黄大观, 等. 海洋环境中玄武岩/聚丙烯纤维增强混凝土氯离子扩散性能[J]. 建筑材料学报, 2022, 25(1): 44-53.

[11] 刘琴. 基于细观尺度高性能混凝土氯离子扩散模拟[J]. 湖南交通科技, 2022, 48(3): 98-102, 113.

[12] 刘建华, 陈磊, 吴绍明, 等. 阳离子类型对粉煤灰混凝土氯离子扩散性能的影响[J]. 硅酸盐通报, 2022, 41(6): 1920-1929.

[13] 李鹤, 徐志鹏, 吴桐. 荷载作用下混凝土氯离子侵蚀试验研究[J]. 低温建筑技术, 2021, 43(5): 41-46.

[14] 周莹, 蔡景顺, 石亮. 自然扩散法测试混凝土氯离子扩散系数[J]. 混凝土, 2020(9): 23-26.

[15] 孟令波, 单仁丽, 张洪胜. 氯盐环境条件下混凝土氯离子侵蚀模型进展[J]. 上海涂料, 2021, 59(4): 44-48.

现有建筑外墙外保温节能改造施工技术研究

张计华, 石镜林

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

摘 要 : 建筑工程领域发展中, 建筑外墙外保温节能改造施工技术是其中一种重要的技术类型, 通过该项技术既有助于做好建筑外墙的保温工作, 同样也能在一定程度上促进建筑外墙保温节能施工, 在此基础之上提升建筑外墙施工的质量以及效果, 突出施工过程的绿色环保性能, 达到促进整体工程高质量发展的目标。所以在论文中对于现有建筑外墙外保温节能改造施工技术进行了深入研究, 并且提出了促进该项技术要点, 用以助力提升建筑外墙外保温节能改造施工质量, 促进建筑行业绿色发展。

关 键 词 : 建筑外墙; 保温节能; 改造施工; 技术研究

Research on Construction Technology of Energy Saving Renovation of External Wall of Existing Buildings

Zhang Jihua, Shi Jinglin

China Energy Construction Group Co., LTD. (Anhui Jinli Energy Technology Development Co., LTD.), Hefei, Anhui 231200

Abstract : In the development of the field of construction engineering, energy-saving renovation technology for exterior wall insulation is an important type of technology. Through this technology, it can not only help to do a good job in exterior wall insulation work, but also promote energy-saving construction of exterior wall insulation to a certain extent. On this basis, it can improve the quality and effect of exterior wall construction, highlight the green and environmental protection performance of the construction process, and achieve the goal of promoting high-quality development of the overall project. Therefore, in the paper, in-depth research was conducted on the existing construction technology for energy-saving renovation of exterior wall insulation, and key points were proposed to promote this technology, in order to help improve the construction quality of energy-saving renovation of exterior wall insulation and promote the green development of the construction industry.

Key words : building exterior walls; thermal insulation and energy conservation; renovation construction; technical study

一、引言

建筑行业发展中, 如何贯彻落实节能环保成为建筑行业发展的重要趋势和方向所在, 贯彻落实节能环保措施有助于提升建筑物的环保性能, 达到提升建筑物施工建设水平, 落实绿色发展理念的效果。建筑外墙保温节能改造施工技术作为一种重要的节能技术, 其在建筑物的外墙保温施工当中得到了广泛运用, 尤其是随着我国建筑节能改造工程的大规模拓展, 外墙保温节能技术的运用也愈发深入^[1]。所以需要深入研究和探索如何针对现有建筑外墙保温节能改造施工去加强质量控制, 尤其是确保建筑外墙保温节能施工技术水平满足要求, 在此基础之上提升建设的效果和质量, 促进整体工程达到高质量竣工的预期。所以, 论文围绕着现有建筑外墙保温节能改造施工技术进行深入的研究和探索, 分析在建筑外墙保温节能改造当中如何综合运用节能改造施工技术, 从而助力建筑外墙保温施工工程达到高质量竣工的目标^[2]。

二、建筑外墙保温节能改造施工技术的重要性

建筑外墙保温节能改造施工技术具有至关重要的意义和价值, 对于提升建筑外墙保温节能改造施工质量也可以起到关键的影响, 既有助于实现节能降耗, 同样也可以推动建筑行业的不断进步和创新发展^[3]。具体来讲, 建筑外墙保温节能改造施工技术的重要性体现为如下几个方面。

(一) 节能降耗与环保效益显著提升

外墙保温节能改造施工阶段, 采用节能改造施工技术有助于显著降低能耗, 提升环境保护效果。在传统的建筑工程中, 外墙是热量传递的主要通道, 如果外墙的保温性能不良, 则势必会导致大量的热量在冬季流失, 或者是在夏季进入到室内, 这种情况的出现会增加能源消耗^[4]。在此阶段如果运用外墙保温节能改造施工技术, 则可以针对外墙表面或者是内部增设保温层, 通过该项举措阻断热量的传递, 最大化限度降低建筑的能耗, 不但有助于减少化石能源的消耗, 同时也突出了建筑物低碳环保的性能, 从

而为环保事业的顺利开展而贡献出一份力量^[9]。同时，外墙节能改造施工技术也有助于提高室内的环境质量使用保温材料有助于显著减少室外的噪音以及污染物的渗透，从而为居住者提供更加安静、清洁的室内环境。除此之外，良好的保温性能也可以保持室内的温度稳定，避免因温度变化而导致室内的环境波动，提高社会公众的居住舒适度。

（二）促进建筑行业技术进步和可持续发展

建筑外墙保温节能改造施工技术对于建筑行业的技术进步创新以及促进建筑行业的可持续发展具有至关重要的意义和价值^[9]。在实际中，通过节能技术的广泛运用可以促进建筑行业不断的研发创新型的保温材料，这样既有助于提升保温的效果和质量，同时也可以推动建筑行业的技术创新和产业升级。并且，伴随着广大社会公众对于绿色建筑需求的不断增加以及环保意识的逐年提升，外墙保温节能改造技术也开始逐步成为建筑行业发展的方向所在，通过对节能技术的综合运用可以为广大社会公众提供更加环保、节能的建筑产品，这样既满足了我国建筑行业绿色创新发展的趋势要求，同样也提升了建筑行业的市场竞争力^[7]。在节能技术的支撑之下，有助于促进建筑行业可持续发展，进而确保建筑行业最大化限度减少能源的消耗、降低碳排放。

三、现有建筑外墙外保温节能改造施工技术分析

（一）外挂式外保温技术

外挂式外保温技术是现有的一种建筑外墙外保温节能改造施工技术，该项技术当中经常采用的保温材料包含了岩棉、玻璃棉毡、聚苯乙烯泡沫板、陶粒混凝土复合聚苯仿石装饰保温板、钢丝网架夹芯墙^[8]。而在其中剧本版由于优良的物理性能和较为低廉的成本，已经在外墙保温外挂技术当中被广泛运用，这一项技术在实际应用阶段需要采取粘接砂浆进行粘贴，或者是运用专用的固定件将保温材料贴挂在外墙之上，之后通过抹抗裂砂浆、压入玻璃纤维网等方便操作形成保护层，之后在外表加装装饰面，通过如上方面举措提升建筑外墙外保温施工效果。

（二）复合墙体技术

复合墙体施工技术是建筑外墙外保温节能改造施工中的一种重要技术类型，在我国推动绿色建筑、低碳建筑发展中，将住宅产业化中诠释的部分部件工厂化，现场施工工业化，土建装修一体化等理念完全运用于实践中^[9]。而复合墙体则是其中一种重要的技术类型，该项技术全称为现浇轻质复合墙体，在进行施工建设阶段往往采用现浇式剪力墙的原理，对于轻钢龙骨镀锌进行综合利用，将其作为支撑骨架，免拆面板则是选择高强玻镁平板，之后在高强玻镁平板的内部浇注环保、阻燃的轻质料浆，从而最终形成墙体，完成建筑外墙外保温施工改造^[10]。

（三）外墙夹芯保温技术

外墙夹心保温技术是一种重要的施工技术类型，该种技术主要是将保温材料置于外墙的内外侧墙面之间，内外侧墙片则可以采用空心砌砖，通过该项技术可以有效解决外墙保温问题，但是在施工过程当中具有一定的复杂度、成本相对较高。在实际施工

阶段，外墙芯保温施工主要是在外墙的内叶墙和外叶墙之间填充具有良好保温、绝热功能的材料，从而使外墙具有优良的保温性能。所采用的保温材料一般是树脂现场发泡的形式。

四、现有的外墙外保温技术问题

（一）外墙保温技术相对简单

目前在建筑行业当中所选择的外墙外保温技术来说，在节能方面的标准仍然有待提升，在这一情况之下也会导致外墙外保温施工的效果较差、节能环保性能不足。主要表现为外墙保温施工技术相对简单、施工工艺较为陈旧^[11]。例如：当前外墙外保温施工技术中，在技术设计、材料选择、施工管理以及质量控制等方面还不够完善，建筑外墙保温工程的建设质量不稳定，并没有形成专业的建设力量，尤其是在建筑外墙保温的规划、设计方面相对较为滞后，缺乏对于节能达标图纸的全面审核能力，无法针对建筑的节能水平进行全方位评估。

（二）外墙隔热体系耐久性相对不足

对于保温系统质量的优劣进行判断，最为核心的标志就是在正常使用和维护的情况之下拥有良好的隔热耐久性，通常之下的判断标准是外墙保温系统能否达到25年的保温性能。尤其是在夏季脚热冬天脚冷的地区，实施墙体保温隔热之后，对于保温系统耐久性的考验更加显著。但是国内建筑领域在这一方面的研究仍然处于起步阶段，并没有形成一整套完善的技术体系，在进行施工设计和建造阶段也是参考国外相关技术规范^[12]。在夏季，太阳直面照射的情况之下，外保温层装饰面以及保护层的温度最高可以达到70℃，如果骤然遇到大雨表面层的温度会迅速降低，而这也需要表面装饰层拥有良好的耐久性才能承受住周期的热湿和冷热气候影响，但是目前我国一部分建筑的外墙保温系统存在着保温、节能性能不足，隔热体系耐久性相对不足的情况。

（三）外墙保温抗裂性能较差

目前现有的建筑外墙保温隔热系统的抗裂性能相对不足，长期以来许多的建筑外墙保温工程都面临着保温墙体开裂这一问题，因此如何解决开裂问题也成为一项技术性难题，一旦出现裂缝会导致墙体的保温性能急剧变化，即无法达到建筑节能的目标，同样还会对于墙体的安全造成威胁，所以需要加强对于外墙抗裂技术的研究充分结合，裂缝的种类、裂缝的成因等，而采取与之相对应的预防方式。

五、建筑外墙外保温节能改造施工技术要点

（一）基层处理

建筑外墙外保温节能改造施工阶段，首要任务便是做好基层处理，确保工程的施工建设过程不会对建筑物造成影响。在进行施工阶段首先需要将原有的保温材料拆掉，之后通过胶版进行找平，在完成该项操作之后才能开展下一步骤。所有建筑物都应当对原有的装饰面进行抛光，在彻底去除残留的氟沙等方面异物之后，才能够开展基面的砂浆涂料，为后续的保温节能改造施工而

打好基础。

（二）粘结砂浆

粘结砂浆的环节是建筑外墙外保温节能施工中的重要步骤，在这一过程中可以适当性选择手持的方式，将搅拌机的搅拌工作完成，并且按照对应的比例在其中加水，加水的同时进行搅拌，搅拌时间需要在5min 以上，整个搅拌的过程要保障搅拌均匀、粘稠度适当，以此确保砂浆能够满足施工要求^[13]。在砂浆调制完毕之后需要将其进行定制，静置的时间在5min 左右，定制完毕之后又需要进行二次搅拌，要保证整个搅拌的过程在2h 以下，在确保其粘稠度达到相关标准之后才能将其投入到外墙外保温节能改造施工中。

（三）聚苯板的应用

建筑外墙外保温节能改造施工中需要用到聚苯板，因此需要施工人员对这一环节额外关注。在胶黏剂胶合阶段，需要以局部连接作为重点，保障胶合的面积能够满足施工要求。之后又需要按照预先设定的尺寸对于聚苯板进行裁剪，在裁剪阶段需要关注剧本版转角处的裁剪样式，满足建筑整体需求即可^[14]。在此阶段需要施工人员注意，在每一款聚苯乙烯面板周围都需要用50mm 厚的灰浆进行连接，连接的面积需要超过30%。之后又需要根据防火规范做好上下两层的防火分隔，保障施工过程中的轻柔性，胶水不能够渗入缝隙当中。施工期间，要严格控制板材之间的缝隙在2 cm 以内，板材之间所产生的高度差需要在15mm 以上，每完成一次粘贴都要对板材的周围进行清理，从而确保外墙外保温施工的质量。

（四）锚栓安装

在完成剧本版的粘贴之后，需要在8h ~ 23h 之内进行锚栓

安装，在此阶段需要根据锚栓安装的具体位置要求进行钻孔，钻孔阶段所选择的工具为冲击钻，钻孔深度大概为基层面墙的50mm，锚栓的个数应当根据具体的情况进行确定^[15]。在进行施工操作阶段要保障锚栓紧固，以及聚苯乙烯面板的清洁，在此基础之上才能提升表面工作质量，使锚栓与基材得到紧固挤压，确保外墙外保温节能改造施工质量。

（五）外墙施工

进行外墙施工阶段首先需要进行涂刷，涂刷以滚涂作为主要手段同时又要配合喷涂这一手段，按照由上到下的原则进行喷涂，一次喷涂完成之后又需要间隔2h 开展第2次喷涂，在全部喷涂工作完成后不能出现脱底、掉粉、起皮以及泛碱等现象。由于交叉操作而出现的污点需要选择较亮的颜色进行涂装，之后选用较暗的颜色进行二次涂装、保证总体的和谐。

结束语：

综上所述，在推动建筑施工阶段，开展外墙外保温节能改造施工是其中重中之重，对于提升建筑物的节能环保性能、强化建筑物的保温隔热效果具有至关重要的意义和价值，所以需要针对建筑外墙外保温节能改造施工技术进行深入分析，并且采取相应的措施去推进外墙外保温节能改造施工过程，达到促进工程高质量竣工的目标。所以在论文中分析与探究了外墙外保温节能改造施工技术要点，用以共同探讨交流。

参考文献：

- [1] 任俊,郭清,陈卓武. 建筑隔热涂料的隔热机理及性能研究[J]. 建筑节能(中英文),2022,50(4):1-5.
- [2] 夏远建,周龙凤,卢留鹏,等. 现浇混凝土复合保温墙体用免拆模板分析[J]. 四川建材,2022,48(11):13-15.
- [3] 李达. 高寒地区智能建筑外墙节能保温施工技术[J]. 智能建筑与智慧城市,2022(11):141-143.
- [4] 焦晨琳. 基于红外图像的建筑外墙外保温层缺陷检测与识别研究[D]. 陕西:西安建筑科技大学,2022.
- [5] 刘金超. 建筑外墙保温节能技术在建筑施工中的应用[J]. 砖瓦世界,2021(21):85-86.
- [6] 罗新宇,邱珂. 宿迁地区建筑保温材料改良研究[J]. 河南建材,2021(2):20-21.
- [7] 董建锴,伍经纬,徐先港,等. 我国外墙外保温脱落原因及检测技术介绍[J]. 低温建筑技术,2020,42(7):31-35.
- [8] 薄向国. 老旧小区既有居住建筑节能改造外墙外保温细部构造技术处理措施[J]. 砖瓦世界,2020(24):63.
- [9] 楼春雨. 建筑外墙保温节能技术在建筑施工中的应用探讨[J]. 中国科技纵横,2020(12):24-25.
- [10] 王晓波,李鹏,张学勇,等. 北方地区农村建筑节能减碳潜力分析[J]. 节能,2022,41(4):4-7.
- [11] 谢行. 土建建筑外墙施工中的保温节能技术难点分析[J]. 中国房地产业,2022(11):123-125.
- [12] 王杰. 节能技术在绿色建筑工程中的应用研究[J]. 数码精品世界,2020(7):246.
- [13] 冯中辉. 建筑外墙保温系统节能技术及施工工艺[J]. 电脑高手,2020(4):2976-2977.
- [14] 刘国海. 保温节能施工技术在土建建筑外墙施工中的应用[J]. 建筑工程技术与设计,2020(23):552.
- [15] 李康,方光秀,胡鹏杰,等. 高校既有建筑岩棉板外保温改造技术工程示范[J]. 山西建筑. 2020.46(22):140-142.

排水系统中的水资源回收与再利用策略

徐琛, 刘小平

中水珠江规划勘测设计有限公司, 广东 广州 510610

摘要： 本文研究了排水系统中的水资源回收与再利用策略。在现代城市中，排水系统面临着许多挑战，例如人口增长、城市化进程和气候变化等，导致排水系统满载运行，同时造成了水资源的浪费和环境污染。因此，为了应对这些挑战，本文提出了一系列排水系统中的水资源回收与再利用策略，包括生物膜法、膜分离法等方法。这些策略可以有效地提高排水系统中的水资源利用率，减少环境污染，并有助于实现可持续发展。

关键词： 排水系统；水资源回收；再利用；策略；生物膜法；膜分离法

Water Resource Recovery And Reuse Strategies In Drainage Systems

Xu Chen, Liu Xiaoping

China Water the Pearl River Planning Survey and Design Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510610

Abstract： This article studies the strategies for water resource recovery and reuse in drainage systems. In modern cities, drainage systems face many challenges, such as population growth, urbanization processes, and climate change, which lead to the full operation of drainage systems, as well as waste of water resources and environmental pollution. Therefore, in order to address these challenges, this article proposes a series of water resource recovery and reuse strategies in drainage systems, including methods such as biofilm and membrane separation. These strategies can effectively improve the utilization of water resources in drainage systems, reduce environmental pollution, and contribute to achieving sustainable development.

Key words： drainage system; water resource recovery; reuse; strategy; biofilm method; membrane separation method

引言

随着城市化进程的不断加速，我国排水系统面临着越来越严峻的挑战。一方面，城市雨水径流具有收集和利用价值，而我国目前对城市雨水资源的收集与再利用技术尚不成熟，存在利用率低、资源浪费等问题；另一方面，我国排水系统存在严重的水资源污染问题，导致许多地下水水质恶劣，不适宜直接利用。因此，研究排水系统中的水资源回收与再利用策略，对于解决我国水资源短缺问题、改善城市水环境具有重要意义。

一、排水系统概述

我国是水资源十分匮乏且污染十分严重的国家之一。在水资源利用和污水排放方面，城镇供排水量也占据较大的比例，并有逐年上升的趋势。^[1]排水系统是城市和乡村中非常重要的基础设施，它的主要功能是将污水和雨水从建筑物和区域表面收集并运输到污水处理设施进行处理和排放。然而，随着人口增长和城市化进程的加速，排水系统面临着越来越大的压力和挑战。其中之一就是如何有效地回收和再利用排水系统中的水资源，以减少对有限的水资源的需求，降低污水处理成本，并减少对环境的污染。

排水系统中的水资源可以分为两类：一类是雨水，另一类是污水。雨水是降水通过地表径流收集起来的一种水资源，它具有一定的清洁度和可利用性。然而，由于城市化和工业化进程的加速，城市雨水往往受到污染，因此需要进行适当的处理和净化才能用于再利用。^[2]污水则是指从各种来源（如工业、商业、居民区

等）排放的含有各种有害物质的废水。这种水需要经过严格的处理和才能处理才能达到排放标准。

为了实现排水系统中的水资源回收和再利用，可以采用多种技术和策略。其中，一种常见的方法是建立雨水收集和再利用系统，将雨水收集起来并经过适当处理和净化后，用于绿化、景观灌溉、建筑用水等方面。^[3]这种方法可以有效地减少对淡水资源的需求，降低污水处理成本，并减少对环境的污染。

另一种方法是建立污水处理和回收系统，将污水经过适当的处理和回收，用于工业、农业和城市绿化等方面。这种方法可以减少对有限的水资源的需求，降低污水处理成本，并减少对环境的污染。

排水系统中的水资源回收和再利用是一种非常重要的策略，可以有效地解决水资源的短缺问题，降低污水处理成本，并减少对环境的污染。为了实现这一目标，需要采用多种技术和策略，并加强政府、企业和居民之间的合作和协调，共同推动排水系统的发展和改善。^[4]

二、排水系统的定义与分类

（一）定义

排水系统是一种复杂的工程设施，用于收集、运输、处理和排放生活污水、工业废水和雨水。它由多个组成部分构成，包括下水道、排水沟、泵站、污水处理厂以及其他相关设施。排水系统的设计旨在保护公共健康和环境，防止水污染，并提供有效的废水管理。

在排水系统中，下水道和排水沟负责收集废水，将其从住宅、商业建筑和工业设施中输送出去。泵站则用于提升废水，使其能够克服重力，流向更高的地方或更远的地方。废水被输送到污水处理厂，经过一系列的处理过程，如沉淀、过滤、消毒等，以达到排放标准。

除了处理废水和雨水，现代排水系统还可能包括雨水收集和利用、雨水花园、渗透系统和绿色屋顶等可持续水资源管理技术。这些技术有助于减少对传统排水系统的依赖，同时提高水资源的利用效率。

排水系统是城市基础设施的重要组成部分，对于维护城市环境卫生和防止水传播疾病至关重要。一个高效、可靠的排水系统不仅能保护公共健康，还能提高居民的生活质量，促进可持续发展。因此，投资和维护排水系统是每个城市的重要任务。

（二）分类

1. 根据排水系统的作用范围，可以将其分为城市排水系统、区域排水系统和小区排水系统。城市排水系统是指在城市范围内，通过收集、输送、处理和排放污水的方式，对城市水环境进行治理和保护的系统。^[5] 区域排水系统是指在一定区域范围内，通过收集、输送、处理和排放污水的方式，对区域水环境进行治理和保护的系统。小区排水系统是指在小区范围内，通过收集、输送、处理和排放污水的方式，对小区水环境进行治理和保护的系统。

2. 根据排水系统的建设目标和规模，可以将其分为大型排水系统、中型排水系统和小型排水系统。大型排水系统是指建设规模较大的排水系统，通常用于城市或区域范围内的污水治理和排放。^[6] 中型排水系统是指建设规模较中型的排水系统，通常用于城市或区域内的局部排水治理和排放。小型排水系统是指建设规模较小型的排水系统，通常用于小区或街道范围内的排水治理和排放。

3. 根据排水系统的技术特点，可以将其分为传统排水系统和现代排水系统。传统排水系统是指采用传统技术和管理方式建设的排水系统，通常采用管道、泵站等传统方式进行污水排放和治理。现代排水系统是指采用现代技术和管理方式建设的排水系统，通常采用污水处理厂、泵站等现代设施进行污水排放和治理。^[7]

（三）排水系统的基本功能

1. 收集雨水：通过收集雨水，可以有效地减少地表径流对城市地表的冲刷，降低城市内涝等水患的发生概率。^[8] 同时，雨水收集也可以为城市绿化、景观灌溉等提供水源。

2. 排放污水：将生活污水、工业污水等经过处理后，通过排水管道排放到河流、湖泊等水体中，实现污水的有效排放，保护水环境。

3. 处理雨水与污水：在排水系统中，雨水与污水经过处理后，可以实现再利用。例如，雨水可以用于绿化、景观灌溉、工业用水等；污水经过处理后，可以用于工业冷却、景观灌溉等。

三、水资源回收与再利用策略

（一）水资源回收技术

1. 雨水收集技术：通过收集雨水，将其储存于雨水收集器中，以便后续使用。雨水收集器可以安装在建筑物、道路旁边等地方。

2. 废水处理技术：将废水经过各种处理工艺，如生物处理、化学处理、物理处理等，将其转化为可供再次利用的水资源。

3. 再生水技术：将废水经过深度处理，使其达到一定的再生水标准，然后用于工业、农业、生活等领域的用途。

（二）雨水收集与利用技术

1. 雨水收集技术

（1）屋顶雨水收集：通过屋顶的排水管道将雨水引入收集器，常用的收集器有虹吸式、重力式和压差式等。

（2）地面雨水收集：通过地面雨水收集系统将雨水从地面收集起来，常用的收集方法有井、坑等。

（3）溪流雨水收集：对于较大的河流，可以通过溪流雨水收集技术将雨水引入收集容器中。

2. 雨水利用技术

（1）景观灌溉：将雨水用于绿化、景观用水、湖泊等。

（2）建筑用水：将雨水用于建筑物的绿化、洗涤、消防等。

（3）工业用水：将雨水用于工业冷却、洗涤等。

（4）生活用水：将雨水用于居民生活用水。

3. 雨水收集与利用系统的设计

（1）收集系统的布局：根据降雨强度、雨水用途和地形地貌等因素进行收集系统的布局。

（2）收集器的类型与规格：根据收集雨水的大小和数量选择合适的收集

（3）过滤与消毒：对收集的雨水进行过滤和消毒处理，以保证其满足不同用途的要求。

（4）雨水利用设施：根据雨水用途设计相应的利用设施，如灌溉系统、水箱等。

四、废水处理与再生技术

（一）城市排水系统废水的来源与特点

1. 废水的来源

城市排水系统主要包括生活污水、工业废水、雨水径流等。^[9] 这些废水来源复杂，成分多样，其中生活污水占比较大，工业废水危害性较大，雨水径流含有大量悬浮物和微生物。

2. 废水的特点

（1）水量较大，污染负荷高。

（2）废水成分复杂，包括有机物、无机物、病原体等。

(3) 废水中含有大量悬浮物和微生物, 对水环境有一定污染风险

3. 废水处理技术

(1) 物理处理技术: 如沉淀、过滤、膜处理等。

(2) 化学处理技术: 如投加化学药剂、吸附、氧化还原等。

(3) 生物处理技术: 如活性污泥法、生物膜法、生物滤池法等。

4. 废水再生技术

(1) 水质再生技术: 如反渗透、纳滤、超滤等。

(2) 污水处理技术: 如生物脱氮除磷、吸附等。

(二) 排水系统中的雨水利用技术

1. 雨水收集技术

(1) 屋面雨水收集: 通过屋面雨水收集器将屋面雨水收集起来, 经过滤、储存后用于绿化、灌溉等。^[10] 屋面雨水收集器的设计需要考虑到雨水的流量、频率、屋面的材质等因素。

(2) 地面雨水收集: 通过地面雨水收集器将地面雨水收集起来, 经过滤、储存后用于绿化、灌溉等。地面雨水收集器的设计需要考虑到雨水的流量、频率、地面的材质等因素。

(3) 雨水花园: 雨水花园是一种利用雨水直接灌溉花园的方式。雨水花园中的植物可以选择那些对雨水适应性强、根系发达的品种, 以提高雨水利用率。

2. 雨水过滤技术

(1) 物理过滤: 通过沙滤、活性炭滤等方法对雨水进行过滤, 去除其中的杂质、有害物质等。

(2) 生物过滤: 通过植物、微生物等生物滤料对雨水进行过滤, 利用生物降解作用去除雨水中的有机污染物。

3. 雨水储存技术

(1) 雨水池: 雨水池是一种直接储存雨水的容器, 通常位于地面或地下。雨水池的大小需要根据雨水的收集量和利用量来确定。

(2) 雨水罐: 雨水罐是一种较小的、用于储存雨水的容器, 通常用于家庭、小区等场所。雨水罐的设计需要考虑到雨水的流量、压力等因素。

4. 雨水利用技术

(1) 绿化灌溉: 将雨水用于绿化、灌溉等, 有利于植物的生长和生态环境的保护。

(2) 建筑绿化: 将雨水用于建筑物的绿化, 提高建筑物的绿化覆盖率, 降低建筑物的能耗。

(3) 工业冷却水: 将雨水用于工业冷却水系统, 降低工业冷却水的温度, 节约水资源。

(4) 消防灌溉: 将雨水用于消防灌溉, 提高消防设施的可靠性。

5. 雨水管理技术

(1) 雨水利用规划: 在规划阶段就考虑到雨水的收集、储存和利用, 确保雨水资源得到最大的利用。

(2) 雨水监测与控制: 通过建立雨水监测与控制系统, 实时监测雨水的流量、水质等, 根据实际情况进行雨水利用的调整和

控制。

(3) 雨水政策与法规: 制定相关的雨水利用政策与法规, 引导和规范雨水利用的行为, 确保雨水资源的合理利用。

结束语

在当今全球水资源短缺的背景下, 排水系统中的水资源回收与再利用策略显得尤为重要。本论文通过深入研究排水系统中水资源回收与再利用的策略和方法, 旨在为解决我国城市排水系统中的水资源问题提供理论依据和技术支持。

本文系统地分析了排水系统中水资源回收与再利用的现状和挑战, 探讨了影响排水系统水资源回收与再利用的关键因素, 为后续研究提供了基础。

从理论和实践两个方面提出了多种排水系统水资源回收与再利用策略。这些策略包括采用高效污水处理技术、建立排水系统与中国国家水资源的宏观调控相结合、推广绿色建筑和雨水收集系统等。同时, 结合国内外成功案例, 对各种策略进行了实证分析, 以验证其有效性和可行性。针对排水系统中的水资源回收与再利用策略进行了深入的讨论, 指出了其在实际应用过程中可能面临的问题与挑战, 提出了针对性的建议和改进措施。相信通过不断优化和改进, 排水系统中的水资源回收与再利用策略将更好地服务于我国城市可持续发展, 为人类创造一个水资源可持续利用的和谐环境。

排水系统中的水资源回收与再利用策略是一个跨学科、综合性强的领域。本文的研究对于推动我国排水系统水资源回收与再利用技术的发展, 具有重要的理论意义和现实意义。希望本论文能为相关领域的研究者和从业者提供有益的参考, 共同为解决我国城市排水系统中的水资源问题作出贡献。

参考文献

- [1] 张金良, 樊新颖, 蔡明, 等. 基于水资源集约节约利用的新型城镇给排水系统构建[J]. 水处理技术, 2022, 48(10): 13-19. DOI: 10.16796/j.cnki.1000-3770.2022.10.003.
- [2] 温智理. 海绵城市理念下城市排水设计研究[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(08): 213-215.
- [3] 赵阳, 张婷, 周家文, 等. 水环境敏感区双排水系统设计及优化探讨[J]. 给水排水, 2022, 58(S1): 123-129. DOI: 10.13789/j.cnki.ww1964.2021.11.26.0001.
- [4] 项宁银, 纪殿格, 孙超, 等. 基于站城融合的杭州西站给排水系统设计[J]. 工程建设, 2022, 54(10): 41-45. DOI: 10.13402/j.gjcs.2022.10.0127.
- [5] 李志军. 城市给排水系统设计与规划研究[J]. 安徽建筑, 2022, 29(08): 71-73. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2022.08.032.
- [6] 何建伟. 调蓄池在城市排水系统中的应用[J]. 江西建材, 2022, (06): 113-114.
- [7] 王立荣, 郭军, 魏佳芳, 等. 城市排水系统中竖井结构的应用研究[J]. 兰州石化职业技术学院学报, 2022, 22(02): 23-26.
- [8] 郑汝奎. 建筑与工业给排水系统安全评价标准分析[C]// 中国建筑学会建筑给排水研究分会. 中国建筑学会建筑给排水研究分会第四届第一次全体会员大会暨学术交流会议论文集. 同圆设计集团股份有限公司机电一院, 2022. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2022.016587.
- [9] 祝超, 张自强, 武守元, 等. 智能化集装箱码头给水及排水系统优化设计[J]. 港工技术, 2022, 59(S1): 51-53. DOI: 10.16403/j.cnki.ggjs2022S113.
- [10] 陶永虎. 白云岩隧道排水系统混合溶液结晶机理及结晶体性质研究[D]. 贵州大学, 2022. DOI: 10.27047/d.cnki.ggudu.2022.001939.

公路工程路面垫层施工技术研究

卢金

江西德瀚建设工程有限公司，江西 九江 332000

摘要： 本文研究公路工程路面垫层施工技术。通过分析路面垫层的施工工艺、材料选择、质量控制等方面进行探讨。旨在提高路面垫层施工质量。延长路面使用寿命。减少道路维护成本。

关键词： 公路工程；路面垫层；施工技术；质量控制

Research on Construction Technology of Road Surface Cushion in Highway Engineering

Lu Jin

Jiangxi Dehan Construction Engineering Co., Ltd., Jiangxi Jiujiang 332000

Abstract： This article studies the construction technology of pavement cushion layer in highway engineering. Explore the construction process, material selection, quality control, and other aspects of pavement cushion layer through analysis. Intended to improve the construction quality of pavement cushion layer. Extend the service life of the road surface. Reduce road maintenance costs.

Key words： highway engineering; road cushion layer; construction technology; quality control

引言

随着我国经济的快速发展。公路交通量不断增加。对公路路面服务质量的要求也越来越高。路面垫层作为公路路面结构的重要组成部分。其施工技术的水平和质量直接影响到公路路面的使用性能、耐久性和安全性。因此。深入研究公路工程路面垫层施工技术对于提高我国公路路面质量具有重要的现实意义。

一、公路工程路面垫层概述

（一）定义

公路工程路面垫层施工技术研究是指对公路路面垫层施工过程中的技术问题进行研究和探讨。旨在提高路面垫层的质量、寿命和安全性。从而优化公路路面工程的整体性能。公路质量问题一直以来是社会关注的焦点问题，而路面基层与垫层施工质量在一定范围上决定了公路结构的整体性。^[1]

（二）分类

- 路面垫层材料研究：研究不同的路面垫层材料及其性能、质量控制、施工技术等方面。以确定适用于不同交通量、气候和地质条件的路面垫层材料。
- 路面垫层施工技术研究：研究不同类型的路面垫层施工技术。包括预应力钢筋混凝土、现场浇筑混凝土、热再生材料等。探讨各种施工技术的优缺点、适用范围和质量控制措施。
- 路面垫层质量控制研究：研究路面垫层质量的检测和控制方法。包括原材料质量控制、施工过程控制和质量检测等方面。探讨如何保证路面垫层质量符合设计要求。
- 路面垫层寿命研究：研究路面垫层的耐久性和使用寿命。

包括材料性能、施工技术和质量控制等方面。探讨如何延长路面垫层的使用寿命。降低维护成本。

- 安全性和环保研究：研究路面垫层施工技术对安全性和环保的影响。包括交通安全性、噪声和污染控制等方面。探讨如何提高公路工程路面垫层的整体性能和环境友好性。

（三）路面垫层的作用

- 承受交通荷载：公路路面承受着各种交通荷载，包括车辆荷载、人群荷载、风力等。路面垫层作为公路路面结构的最底层，起到承受交通荷载的作用，减轻路面的荷载压力，延长路面使用寿命。
- 传播交通荷载：路面垫层可以将交通荷载有效地传播到路面的下方，降低路面的应力集中，减小路面的变形和裂缝。
- 调整路面性能：路面垫层可以改善路面的刚度和强度，调整路面的力学性能，提高路面的抗疲劳性能和耐久性。
- 增加路面稳定性：路面垫层可以增加路面的整体稳定性，提高路面的抗滑、抗倾覆性能，保证道路的安全性和使用性能。

（四）路面垫层的设计要求

- 设计强度：路面垫层的设计强度应满足设计使用寿命内的承载能力和耐久性要求。强度设计应根据公路等级、设计交通

量、设计寿命等条件确定。

2. 设计湿度：路面垫层的设计湿度应根据设计使用寿命内的气候条件和交通量确定。在设计使用寿命内。应保证路面垫层的湿度在规定范围内。

3. 设计材料：路面垫层的设计材料应根据设计强度、湿度、交通量等条件选择。常用的材料包括沙石、碎石、砾石等。

4. 设计施工：路面垫层的设计施工应根据实际情况进行。应选择适当的施工工艺和设备。确保施工质量。

5. 设计检测：路面垫层的设计检测应根据设计要求进行。应进行实验室检测和现场检测。确保路面垫层的强度、湿度、材料等方面都符合设计要求。

6. 设计使用寿命：路面垫层的设计使用寿命应根据公路等级、设计交通量等条件确定。在使用寿命内。应保证路面垫层的性能稳定。符合设计要求。

路面垫层的设计要求应根据实际情况进行。以确保路面垫层的质量和性能都符合设计要求。

（五）路面垫层的类型

1. 粒料垫层：粒料垫层是由天然砂、砾石或碎石等粒状材料组成的垫层。^[4]其主要作用是分散荷载、排水和提高路基的稳定性。粒料垫层的施工简单，成本低，且具有良好的渗透性和抗剪强度。根据粒料的大小和形状，可以分为砂垫层、砾石垫层和碎（砾）石垫层等。

2. 矿渣垫层：矿渣垫层是利用工业废渣，如煤渣、矿渣等，经过处理后的材料作为垫层。矿渣垫层具有良好的承载能力和稳定性，且成本较低。煤渣垫层和矿渣垫层是常见的两种类型，它们可以有效地提高路基的承载能力和稳定性。

3. 稳定土垫层：稳定土垫层是通过在土中添加结合料，如石灰、水泥或石灰工业废渣等，经过拌和、压实而成的垫层。稳定土垫层具有良好的板结性、较高的强度和稳定性，适用于各种地质条件和荷载要求。常见的稳定土垫层包括石灰稳定土垫层、水泥稳定土垫层和石灰工业废渣稳定土垫层等。

4. 沥青混合料垫层：沥青混合料垫层是使用沥青作为结合料的碎石垫层，具有良好的柔韧性和抗剪切性能。沥青混合料垫层适用于荷载较大、变形较大的路段，可以提高路基的稳定性和抗变形能力。沥青稳定碎石垫层是一种常见的沥青混合料垫层。

5. 土工合成材料垫层：土工合成材料垫层是利用土工布、土工网等合成材料制成的垫层。土工合成材料垫层具有良好的抗拉强度、排水性和隔水性能，可以提高路基的稳定性和承载能力。^[5]常见的土工合成材料垫层包括土工布垫层和土工网垫层等。

（六）路面垫层的材料

路面垫层的材料选择对于垫层的性能和路面的整体稳定性至关重要。

1. 粒料垫层材料

粒料垫层材料主要包括砂、砾石和碎石等天然粒状材料。这些材料具有良好的排水性能、较高的稳定性和承载能力。在选择粒料垫层材料时，需要考虑材料的粒径、级配和形状，以确保垫层的稳定性和排水性能。^[4]例如，粗砂或中砂适用于需要良好排水

性能的垫层，而砾石和碎石则适用于荷载较大的路面。

2. 矿渣垫层材料

矿渣垫层材料主要包括煤渣、矿渣等工业废渣。这些材料经过处理后的具有一定的强度和稳定性，且成本较低。在选择矿渣垫层材料时，需要考虑矿渣的化学成分、物理性能和处理方式，以确保其适用于路面垫层工程。矿渣垫层适用于荷载较小、变形较小的路段。

3. 稳定土垫层材料

稳定土垫层材料是通过在土中添加结合料，如石灰、水泥或石灰工业废渣等，经过拌和、压实而成的。稳定土垫层具有良好的板结性、较高的强度和稳定性。在选择稳定土垫层材料时，需要考虑结合料的类型和掺量、土的性质和施工工艺，以确保垫层的性能和稳定性。稳定土垫层适用于各种地质条件和荷载要求。^[6]

4. 沥青混合料垫层材料

沥青混合料垫层材料主要包括沥青稳定碎石等。这些材料具有较好的柔韧性和抗剪切性能，适用于荷载较大、变形较大的路段。在选择沥青混合料垫层材料时，需要考虑沥青的类型和质量、碎石的粒径和级配，以确保垫层的性能和稳定性。沥青混合料垫层可以提高路基的稳定性和抗变形能力。

（七）路面垫层施工技术要求

材料选择是路面垫层施工的关键。^[6]不同的垫层材料具有不同的物理和化学性质，因此需要根据工程设计和现场条件选择合适的材料。例如，对于需要良好排水性能的工程，可以选择砂或砾石等粒料材料；而对于需要较高承载能力的工程，则可以选择矿渣或稳定土等材料。此外，材料的质量也需要符合相关标准和规范的要求。

施工准备是确保施工顺利进行的基础。施工前需要对现场进行详细的勘察和测量，制定合理的施工方案和进度计划。同时，还需要对施工人员进行技术培训和安全生产教育，确保施工过程中的安全和质量。

施工工艺是路面垫层施工技术的核心。不同的垫层材料需要采用不同的施工方法和工艺。施工过程中还需要注意各个环节的衔接和配合，确保施工的连续性和稳定性。

二、路面垫层施工技术分析

（一）路面垫层施工工艺流程

1. 施工准备：在施工前，需要进行详细的工程勘察和测量，了解工程地点的地质、水文和气候条件。根据设计要求和现场条件，制定施工方案、进度计划和质量管理计划。准备施工所需的材料和设备，包括垫层材料、拌和设备、压实设备等。对施工人员进行技术培训和安全生产教育，确保施工过程中的安全和质量。^[7]

2. 材料处理和运输：根据设计要求，选择合适的垫层材料，并进行质量检验，确保材料符合规范和标准。对于需要拌和的材料，如稳定土，应在施工现场或拌和站进行拌和，确保材料的均匀性和一致性。材料的运输应确保材料的纯净和不受污染，避免

材料离析。

3. 垫层铺设：根据施工方案，进行垫层的铺设工作。对于粒料垫层，采用摊铺机进行摊铺；对于稳定土垫层，采用摊铺机或人工摊铺。控制垫层的厚度和平整度，确保垫层的均匀性和稳定性。对于不同类型的垫层，应采取适当的接缝处理方法，减少接缝处的反射裂缝。

4. 压实作业：根据材料的特性和设计要求，选择合适的压实机械和压实工艺，如振动压路机、轮胎压路机等。^[6]进行分层压实，确保每层垫层的压实度达到设计要求。压实过程中应进行压实度检测，确保垫层的密实度和稳定性。

5. 质量检验和验收：施工过程中应进行定期质量检验，包括材料检验、压实度检测、厚度检查等。垫层施工完成后，应进行验收，确保满足设计和规范要求。^[9]对于存在的问题和隐患，应及时进行处理和整改，确保施工质量的整体稳定性和可靠性。

（二）路面垫层施工关键技术

1. 加强施工技术培训

（1）定期组织施工技术培训，使施工人员掌握最新的施工技术。

（2）邀请业内专家进行授课，解答施工过程中遇到的技术问题。

（3）加强现场指导，及时纠正施工中出现的技术问题。

2. 严格原材料质量控制

（1）原材料采购时，应选择正规厂家，并提供相关质量证明文件。

（2）对原材料进行抽样检测，确保其质量符合设计要求。

（3）加强原材料储存和运输管理，防止原材料质量受到污染。

3. 优化施工工艺

（1）采用合理的振捣方式，确保路面垫层密实。

（2）加强接头处理，防止接头影响路面垫层的性能。

（3）采用合理的接头形式，提高接头的质量。

（三）路面垫层施工质量控制要点

路面垫层施工质量控制是确保道路结构稳定、耐久和行车舒适的关键环节。^[10]施工质量控制要点包括材料选择与验收、配合比设计、基层处理、施工工艺、混合料含水量控制、碾压、接缝处理、养护、质量检测、环境保护、安全管理和文明施工。通过以上要点的严格执行，可以确保路面垫层施工的质量，为道路的长期稳定和耐用打下坚实的基础。

三、路面垫层施工技术创新与发展

（一）路面垫层施工技术创新方向

1. 智能化施工技术：随着信息技术的发展，智能化施工技术在路面垫层施工中得到广泛应用。利用物联网、大数据、云计算等技术，实现对垫层施工过程的实时监控和智能调度，提高施工效率和质量。

2. 新材料的研发与应用：研发新型垫层材料，如高强度、高

耐久性的复合材料，以提高垫层的承载能力和稳定性。同时，注重环保材料的应用，减少对环境的影响，促进可持续发展。

3. 绿色施工技术：推广绿色施工技术，如节能减排、资源循环利用等，以降低施工过程中的能源消耗和环境污染。此外，注重施工过程中的环境保护，如减少扬尘、噪音等，提高施工的绿色水平。

（二）路面垫层施工技术发展趋势

1. 自动化与智能化：随着技术的进步，自动化和智能化施工设备将越来越多地应用于路面垫层施工。这些设备可以提高施工效率和质量，减少人工干预，降低安全风险。

2. 新材料与技术：新型垫层材料，如高性能混凝土、聚合物混凝土等，将越来越多地应用于路面垫层施工。这些新材料具有更好的耐久性、抗裂性和环保性，能够满足现代交通和环境的需求。高性能混凝土是一种具有高强度、高耐久性和高抗裂性的混凝土材料。

3. 绿色施工：环保意识的提高将促使施工企业采用更多的绿色施工技术，如节能减排、资源循环利用等，以减少施工对环境的影响。随着社会对环境保护的日益重视，施工企业逐渐认识到绿色施工技术的重要性。

4. 信息化与大数据：信息化和大数据技术将越来越多地应用于路面垫层施工，以实现施工全过程的监控和管理，提高施工效率和质量。

结束语

在本论文中。研究了公路工程路面垫层施工技术。探讨了其现状、影响因素、关键技术和质量控制方法。随着我国公路建设的不断发展和进步。公路工程路面垫层施工技术也将得到更加广泛的应用和推广。同时，也需要不断探索和研究新的施工技术和管理模式。以适应不断变化的建设需求和技术趋势。

参考文献

- [1] 吴珏. 公路路面基层和垫层施工技术研究 [J]. 运输经理世界, 2022, (31): 35-37.
- [2] 杨晓俊. 探讨公路工程路面垫层的施工技术 [J]. 中华建设, 2022, (07): 133-134.
- [3] 杨帆. 公路工程中路面垫层施工技术要点 [J]. 交通建设与管理, 2022, (02): 100-101.
- [4] 张建锋. 公路工程施工中路面垫层的施工技术 [J]. 居舍, 2022, (09): 91-93.
- [5] 张晓婷. 路面垫层施工技术在公路工程中的应用 [J]. 交通建设与管理, 2022, (01): 106-107.
- [6] 孟琦. 公路路面级配碎石垫层施工技术研究 [J]. 交通世界, 2021, (35): 62-63. DOI: 10.16248/j.cnki.11-3723/u.2021.35.068.
- [7] 秦龙. 公路工程中路面垫层施工技术研究 [J]. 交通世界, 2021, (28): 55-56. DOI: 10.16248/j.cnki.11-3723/u.2021.28.026.
- [8] 刘庆霞. 公路工程中路面垫层施工技术 [J]. 交通世界, 2021, (23): 70-71. DOI: 10.16248/j.cnki.11-3723/u.2021.23.027.
- [9] 杨晓磊. 公路工程路面垫层施工技术研究 [J]. 交通世界, 2021, (23): 104-105. DOI: 10.16248/j.cnki.11-3723/u.2021.23.043.
- [10] 刘建呈. 公路工程中路面垫层施工技术分析 [J]. 工程技术研究, 2021, 6(09): 75-76. DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2021.09.034.