www.viserdata.com

智能城市应用

SMART CITY APPLICATION 月刊

■ 主办单位：Viser Technology Pte.Ltd.　■ ISSN 2630-5305(online) 2717-5391(print)

中国知网（CNKI）收录期刊

维普数据库收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

2023 10

第6卷 总第42期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

维泽科技文化有限公司(Viser Technology Pte. Ltd.)成立于新加坡，是一家科技与文化高度融合的创新型企业。我们拥有一支具有较高文化素质、管理素质和业务素质的团队，聚焦于国际开源中英文期刊、体现文化含量与学术价值图书的出版发行。秉承“传播科技文化，促进学术交流”的理念，与国内外知名院校，科研院所及数据库建立了稳定的合作关系。坚持开拓创新，实施“跨越–融合”的发展战略，立足中国、新加坡两地，辐射全球，并于中国设立河北和重庆两个分部。我们将紧紧围绕专业化、特色化的发展道路，不断营造“有情怀，有视野，有梦想”的企业文化氛围，独树一帜，做一家“有血、有肉、有温度”的创新型出版企业。

Viser Technology Pte. Ltd. was founded in Singapore with branch offices in both Hebei and Chongqing, China. Viser focuses on publishing scientific and technological journals and books that promote the exchange of scientific and technological findings among the research community and around the globe. Despite being a young company, Viser is actively connecting with well-known universities, research institutes, and indexation database, and has already established a stable collaborative relationship with them. We also have a group of experienced editors and publishing experts who are dedicated to publishing high-quality journal and book contents. We offer the scholars various academic journals covering a variety of subjects and we are committed to reducing the hassles of scholarly publishing. To achieve this goal, we provide scholars with an all-in-one platform that offers solutions to every publishing process that a scholar needs to go through in order to show their latest finding to the world.

智能城市应用

Smart City Application

2023年·第6卷·第10期（总第42期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：2630-5305 (online)

2717-5391 (print)

发行周期：月刊

收录时间：10月

数据库收录：中国知网、维普数据库

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

地　　址：21 Woodlands Close, #08-18,

Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

学术主编：王高捍

责任编辑：刘艳利

学术编委：王亚飞　陈慧珉

徐业强　杜可普

杨　超　李荣才

尹晓水　谭成军

李培营

美工编辑：李　亚　Anson Chee

印　　制：北京建宏印刷有限公司

定　　价：SGD 20.00

本刊声明

本刊所载的所有文章均不代表本刊编辑部观点；作者文图责任自负，如有侵犯他人版权或者其他权利的行为，本刊概不负连带责任。

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

警告著作权人：稿件凡经本刊使用，如无电子版或书面的特殊声明，即视为作者同意授权本刊及本刊网络合作媒体进行电子版信息网络传播。

目　录

CONTENTS

市政工程

道路维修和养护技术初探..... 刘方圆 1

人非共板在建成区道路断面适用性探讨..... 张　利 4

探讨燃气工程中燃气输配技术研究..... 王　辉 8

市政工程安全管理信息系统的设计与实现.... 王　蕾 11

交通工程

高速公路沥青路面裂缝原因分析及维修技术应用探析.. ..... 金卓华 14

高速公路工程中高性能混凝土试验检测相关问题思考.. ..... 蹇　涛 18

高速公路施工中的软土路基施工技术..... 陈金祥 21

沥青路面施工病害成因及质量优化方法分析 .. 韩　松 24

通讯工程

通信铁塔垂直度检测方法..... 袁晓辉　刘丹英 27

新时期 5G 无线通信技术发展跟踪与应用分析..... ..... 刘丹英　朱　浩　樊　辉 31

基于 AI 算法的无线网络邻区关系优化研究与实践..... ..... 于祥渠　刘海成　李福江　刘德亮　程文华 34

城市建设

优化地铁建设：盾构机、龙门吊和大型机械在物资设备方面的管理策略 ... 杜祥平　杨凯超　周世昌　马　刚 37

谈智慧城市理念指导下的建筑设计路径..... 龚　辉 40

施工技术

论桥梁隧道施工中灌浆技术的应用..... 杨银军 43

建筑工程施工中墙体裂缝的防治对策探讨.... 黄延萍 46

公路隧道路面铺筑阻燃沥青施工技术应用探讨 .. 张　远 49

路桥施工中裂缝防治技术的应用分析..... 王雪容 52

高层建筑工程施工中桩基础施工技术研究.... 李玉英 55

节能环保

冶金工业生产中提高锅炉热能回收利用的有效措施.... ..... 高少娟 58

环保工程中污水处理工艺及方法的研究..... 张雄飞 61
某北方大型机场可再生能源规划的初步研究.. 刘　慷 64

装饰装修

“双碳”战略背景下建筑室内设计中节能方法.....
..... 吴金艳 68

计算机应用

出租车计价器使用误差的检定..... 马毓承　王若谷 71
基于物联网通信技术的智能燃气表技术展望.....
..... 孟兰霞　张国振 74
云计算安全问题研究 .....
..... 王　磊　孙　琪　刘　琛　刘　赫 77
浅谈计算机应用软件的开发和维护..... 杨瑞青 80

自动化应用

基于电气工程自动化技术在电力系统运行中的应用探析
..... 朱志成　邬瑞鹏　李宗源　柳　栋　白文贤 83
PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用 .....
..... 王学英　朱志成　李宗源　柳　栋　寇尊棋 87
BIM 与数字化技术在大型电网项目建设中的应用研究 ..
..... 陈　祥 90
浅谈电气工程自动化中高压电问题和处理对策.....
..... 邬瑞鹏　李宗源　朱志成　柳　栋　白文贤 93

景观园林

景观园林施工设计及施工养护技术要点探讨.. 汪　波 96

石油化工

石油化工安全生产风险控制的关键技术..... 钟　搏 99
化工安全生产与环境保护管理措施研究..... 陈向凯 102

智能工业

基于工业机器人的智能产线设计与实践分析.....
..... 颜宇光 105
电网施工建设现场安全督查智能化应用研究.....
..... 雷显荣 108

建筑工程

建筑电气设计中的火灾隐患及其对策..... 许世祺 111
提高建筑结构设计安全度的策略探讨..... 杨　容 114
建筑工程项目管理中精细化管理模式的有效运用研究..
..... 李永乾 117
建筑工程施工进度与质量安全的控制..... 曹　军 120
数据挖掘技术在建筑设计中的应用与研究... 杜　青 123

勘察测绘

煤矿测绘中提高测绘精度的必要性和措施研究.....
..... 王永康　赵　瑞 126

道路维修和养护技术初探

刘方圆
南京市秦淮区市政设施综合养护管理所，江苏 南京 210000

[摘要]道路维修和养护是道路管理领域的核心任务，其重要性不可低估。本篇文章强调了道路维修和养护的重要性，指出它对交通安全、经济发展和社会福祉的重大影响。对道路维修和养护技术进行了探讨，包括不同的维修类型、新养护技术以及常用材料和特性。分析了在道路维修和养护过程中面临的挑战，如技术人才短缺、技术限制、政策不足以及环境与社会重视不够。提出了一系列对策，包括技术培训与教育、引入新技术、政策支持与激励措施以及提高社会参与合作，以推动道路维修和养护技术的发展，实现更安全、持久和可持续的道路系统。

[关键词]道路维修；养护技术；对策建议
DOI：10.33142/sca.v6i10.10233　　中图分类号：U418　　文献标识码：A

Preliminary Exploration on Road Maintenance Technology

LIU Fangyuan
Nanjing Qinhuai District Municipal Facilities Comprehensive Maintenance and Management Institute, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: Road maintenance and upkeep are the core tasks in the field of road management, and their importance cannot be underestimated. This article emphasizes the importance of road maintenance and upkeep, pointing out its significant impact on traffic safety, economic development, and social well-being. Explored road maintenance and upkeep technologies, including different types of maintenance, new maintenance technologies, and commonly used materials and characteristics. Analyzed the challenges faced in the process of road maintenance and upkeep, such as a shortage of technical personnel, technical limitations, inadequate policies, and insufficient attention to the environment and society. A series of countermeasures have been proposed, including technical training and education, introduction of new technologies, policy support and incentive measures, and increased social participation and cooperation, to promote the development of road maintenance and upkeep technology and achieve a safer, more sustainable road system.

Keywords: road maintenance; maintenance technology; countermeasure suggestions

引言

道路作为人类社会基础设施的核心组成部分，承担着日常生活、商业活动和经济发展的关键职能。然而，由于长期使用和自然因素的不断侵蚀，道路往往会出现磨损、龟裂和损坏等问题，不仅影响了交通安全，还对社会经济造成了严重的影响。因此，道路维修和养护技术的发展显得尤为重要。

1 道路维修和养护的重要性

首先，道路维修和养护对交通安全至关重要。良好的道路状况可以减少交通事故的发生，提高驾驶员和行人的安全性。坏路面、坑洼和破损的道路导致车辆失控、刹车距离延长，甚至引发交通事故，因此定期维修和养护是保障交通安全的关键[1]。其次，道路维修和养护对提高交通效率和减少拥堵非常重要。破损的道路会减慢车辆行驶速度，导致交通拥堵和通勤时间的增加。通过及时维修和养护，可以确保道路畅通，减少交通阻塞，提高通勤效率，降低运输成本。最后，道路维修和养护对于提高道路的使用寿命也至关重要。良好的维护措施可以延长道路的使用寿命，减少对新道路的建设需求，同时减少资源的浪费。

2 道路维修和养护技术

2.1 维修类型与方法

一是补修和补丁，是一种日常的维护活动，通过定期检查道路，修复表面上的损坏来保持道路的良好状态。常用的方法包括使用热补丁或冷补丁材料填补裂缝、坑洼和损坏部分，有助于防止裂缝扩大，减少路面损坏。二是道路重铺。在道路严重破损、老化或寿命结束时，进行道路的重新铺设，包括拆除旧路面、重新铺设新的路面和进行涂覆。道路重铺可以彻底修复路面问题，提供更长的使用寿命，但通常需要更多的时间和资源[2]。三是裂缝封填。裂缝封填是一种预防性维护方法，通过使用密封材料填充路面上的裂缝来防止水分渗透。水分是导致路面破损的主要因素之一，因此裂缝封填有助于延长路面的寿命，并减少维修成本。四是表面处理，涉及应用不同的涂覆和封层技术，如微表层、渗透封层等，以提高路面的耐久性和抗滑性。此类处理可以延长路面的使用寿命，改善路面的抗滑性，减少事故发生的性。

2.2 新养护技术的发展

首先，地理信息系统（GIS）和全球定位系统（GPS）的应用为道路评估和规划提供了强大的工具。通过 GIS

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

和 GPS 技术，工程师和养护人员可以更精确地收集道路数据，包括路况、交通流量、道路几何信息等，有助于更有效地进行道路规划、定期维护和决策制定。通过实时监测道路信息，可以更好地了解道路的状况，提前预测维护需求，从而降低维修成本和交通干扰。其次，道路健康监测系统的兴起对于道路维护至关重要。此类系统通常使用传感器和数据分析技术，实时监测路面的状况。通过监测道路的载荷、温度、湿度等参数，可以及时发现路面的问题，如裂缝、坑洼等，使得维护人员能够在问题恶化之前采取行动，从而延长道路的使用寿命并提高安全性。最后，可持续性养护方法的采用也在道路维护中得到了广泛应用，包括使用再生材料，如再生沥青和再生混凝土，以减少资源浪费。同时，采用绿色施工方法，如减少排放、节能施工等，有助于减少环境影响，提高可持续性，不仅有助于降低维护成本，还有助于减少对自然资源的依赖[3]。

2.3 常用材料与特性

一是沥青。沥青是一种常见的道路材料，通常用于路面铺设。它具有可塑性和黏结性，能够牢固地粘附在路面上。沥青分为不同级别，根据需要选择适当的级别，以满足特定道路的要求。例如，高交通量的高速公路通常需要更耐久的高级别沥青。沥青也可用于封层和表面处理，以增加路面的耐用性和抗滑性。二是混凝土。混凝土路面在某些道路中广泛使用，因为它具有卓越的耐久性和承载能力。混凝土路面通常用于承受重型车辆的交通负荷。混凝土路面的制备涉及混凝土搅拌、浇筑和抛光。其优点包括抗磨损、抗龟裂和抗渗透性。虽然混凝土路面的建设成本较高，但长期维护成本较低，因为需要较少的修复和养护。三是补丁材料。补丁材料用于路面修复，通常用于填充和覆盖路面上的损坏部分，如裂缝、坑洼和损坏的区域。热补丁和冷补丁是两种常见的补丁材料的选择取决于修复的类型和环境条件。热补丁通常需要加热以黏附，而冷补丁可以在常温下使用。修复混合物是一种现代化的补丁材料，它通常包含沥青和骨料，具有较好的黏结和强度特性。

3 道路维修和养护技术中面临的挑战

3.1 技术人才短缺

首先，道路维修和养护是一个高度专业化的领域，要求从业者具备广泛的知识和技能，包括对不同路面类型、养护方法和材料的深刻了解。然而，培养和吸引此类高度专业化的技术人才需要时间和资源，且不同地区存在培训资源不足的问题。其次，道路维修和养护技术在不同的地理和气候条件下存在差异，需要相应的适应性和专业知识。例如，在寒冷的气候下，道路冰雪融化和防滑技术是关键，而在炎热的气候下，沥青路面的热胀冷缩问题更加突出。技术人才需要具备适应不同条件的能力。最后，技术人才短缺对道路维修和养护的影响是多方面的。导致养护工程的质量问题，因为没有足够的专业知识来有效地解决问题。技术人才的短缺导致项目的延误和成本增加，因为人员不足会影响工程的进展和效率。技术人才的流失导致知识和经验的丧失，对行业的可持续发展也构成了威胁。

3.2 技术限制与不足

首先，现有的维修和养护方法存在限制，无法满足复杂的道路条件和需求。例如，传统的路面修补方法在某些情况下不足以有效解决路面的裂缝和坑洼问题，需要更先进的修复技术和方法的开发，以提高修复效率和持久性。其次，材料的质量和性能对道路维修和养护至关重要。然而，某些地区存在供应不稳定或低质量的维修材料，会影响维修工程的质量和持久性。此外，材料的可持续性和环保性也需要更多关注，以减少对环境的不利影响。最后，技术设备的限制也是一个问题。某些养护工作需要高度先进的设备，如路面热再生机、振动压路机等，但此类设备的高成本和维护难度限制了广泛应用。维护设备的可用性和性能也是一个挑战。另一个问题是技术标准的不一致性。不同地区和国家采用不同的技术标准和规范，导致施工方法和材料的差异。技术标准的协调和一致性有助于提高维修和养护工程的质量和可持续性。

3.3 相关政策不够完善

首先，道路维修和养护技术的快速发展和创新要求相关政策能够跟上步伐。新的维修方法、材料和设备不断涌现，需要相应的政策来规范其使用和推广。如果政策滞后于技术发展，导致行业内的法规空白和不确定性，影响项目的规范实施。其次，不同地区和国家存在不同的道路维修和养护政策，对跨境工程和国际合作构成了挑战。缺乏国际统一的标准和政策协调导致项目的复杂性和成本增加。此外，政策差异还影响技术人员的资格认证和合规性要求。此外，相关政策的执行和监管也面临一些挑战。不完善的政策执行导致一些不法行为，如低质量的工程施工和材料欺诈。最后，监管机构缺乏足够的资源和技术知识来有效监督行业的合规性。

3.4 环境与社会重视不够

首先，道路维修和养护工程通常伴随着大量的建筑和施工活动，对周边环境造成负面影响。例如，施工过程中产生的噪声、粉尘和废弃物对居民的生活质量和健康造成影响，但此类问题常常未得到足够的重视和管理。其次，在一些地区，养护工程导致土地利用变化，包括土地破坏和水资源问题，对生态系统和水资源产生负面影响，但此类方面的环境影响评估和可持续性考虑并不常见。最后，社会重视不够也表现在养护技术的创新和改进方面。对于环保型、低碳或可持续的维修和养护技术的研究和采用相对较少，因为社会和政府对于此类方面的需求和关注度有限。

4 道路维修和养护技术发展对策

4.1 加强技术培训与教育

首先，道路维修和养护技术在不断发展演进，新的材

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

料、设备和方法不断涌现。加强技术培训与教育能够确保从业人员及时掌握和应用此类新技术，提高工作效率和施工质量。培训还可以帮助技术人员更好地理解和适应变化的技术环境，提高解决问题和创新的能力。其次，技术培训与教育有助于知识传承。道路维修和养护领域的经验和专业知识往往依赖于老一辈的从业人员，而此类知识需要传承给新一代。培训课程、工作坊和知识分享活动可以促进这种知识传承，防止行业经验的丧失。最后，技术培训与教育也可以增强从业人员的职业发展机会。具备更高技术水平和认证的工作人员通常更容易获得晋升和更高薪酬的机会，从而提高了从业人员的职业满意度和忠诚度。

4.2 引入新技术

首先，新技术的应用可以提高工作效率和质量。自动化、数字化和机器学习等技术的引入可以加速维修和养护工作的进行，减少人力和时间成本，提高施工的精度和一致性。例如，使用激光测量系统可以更精确地测量道路表面的高度和坡度，从而更好地进行路面调整和维修。其次，新技术可以改善道路维修和养护的可持续性。可再生能源、智能交通管理系统和环保材料等创新技术可以降低能源消耗、减少污染排放，有助于降低道路养护对环境的不利影响。例如，使用可再生能源供电的智能交通信号灯可以减少电力消耗，采用再生材料可以减少资源浪费。此外，新技术的应用可以提高安全性。智能监控系统、自动化设备和远程监测技术可以帮助监测道路状况，及时发现潜在问题，减少事故风险。例如，使用智能路灯可以根据天气和交通状况自动调整照明亮度，提高夜间行车安全性。最后，新技术的引入还可以促进道路维修和养护领域的创新和竞争力。投资于研发和采用新技术的国家和机构通常更具竞争力，吸引更多的人才和资源，有助于推动整个行业的发展。

4.3 完善政策支持与激励措施

首先，政策支持在鼓励道路维修和养护技术发展方面至关重要。政府可以通过制定相关法规和标准来规范行业实践，以确保养护工程在环境友好和质量可控的条件下进行。政府还可以提供财政支持，例如补贴或资助项目，以鼓励企业和机构采用更环保和创新的技术。此外，建立审批程序和奖励机制，以便于创新技术的快速采用，也是政策支持的一部分。其次，激励措施对于技术发展和创新同样至关重要，可以包括奖励制度，如技术创新奖金或专利激励计划，以鼓励企业和个人积极参与技术研发和改进。此外，推动技术培训和教育计划，以提高从业人员的技术水平，也是一项重要的激励措施。此外，政策支持与激励措施应该与可持续性目标相一致。例如，政府可以设定减排目标，鼓励采用低碳和环保技术，以降低养护工程的碳足迹。政策还可以促进资源节约和循环经济，以减少废弃材料的浪费和环境污染。

4.4 提高社会参与合作

首先，社会参与意味着将居民和社区作为决策过程的一部分，听取居民的声音和关切，可以通过公开听证会、社区咨询、定期更新等方式实现。通过这种方式，可以更好地理解当地社会和环境的需求，充分考虑居民的意见，减少冲突和抵制。其次，社会合作强调各利益相关者之间的合作，包括政府、道路管理机构、施工公司、研究机构和社区等。此类合作可以推动知识共享、技术创新和资源整合，有助于开发更高效、环保和经济可行的维修和养护技术。例如，政府可以提供政策支持和资金，施工公司可以提供技术和资源，研究机构可以进行科学研究，社区可以提供反馈和支持。最后，社会参与和合作有助于传播最佳实践和可持续性原则。社会和环境组织、研究机构和行业协会可以通过培训、研讨会和宣传活动来推广创新的维修和养护技术，有助于提高养护工程的可持续性，减少对资源的浪费，降低环境影响。

5 结论

综上所述，道路维修和养护对于社会和经济的正常运行至关重要。随着道路使用量的增加和环境影响的加剧，需要不断发展和改进道路维修和养护技术。本文强调了技术培训、新技术引入、政策支持和社会参与等对策的重要性，此类对策将有助于克服目前面临的各种挑战，确保道路系统的可持续性和安全。

[参考文献]

[1]陆会萍.市政道路的维修与养护技术探究[J].居舍,2019(35):73.
[2]吕曙良.探讨市政道路及设施的维修养护技术[J].科技视界,2019(23):193-194.
[3]任凤阁.浅析市政道路的维修及养护技术[J].化工管理,2018(28):174-175.
[4]祝江涛,都鲁杰.论市政道路的维修及养护技术[J].居舍,2020(10):76.
[5]徐志平.浅谈市政道路的维修及养护技术[J].居舍,2018(26):100.

作者简介：刘方圆（1989.6—），女，毕业院校：河海大学；所学专业：水文学及水资源，当前就职单位：南京市秦淮区市政设施综合养护管理所，职务：工作人员，职称级别：中级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

人非共板在建成区道路断面适用性探讨

张 利

中铁合肥建筑市政工程设计研究院有限公司，安徽 合肥 230041

[摘要]本文旨在探讨和分析在建成区道路断面中人非共板的应用。人非共板是一种创意性的断面形式，可以有效地引导和控制交通流量，提高道路的通行效率，还能够提高道路的交通安全性，减少事故发生的可能性。本文对于在建成区道路断面中应用人非共板的优化策略，缓解交通拥堵问题，改善交通环境，提升居民出行体验。通过合理选择和布置人非共板，并采取相应的交通管理措施，可以在既有资源情况下，以优化道路断面设计，尤其对于建成区的道路断面设置显得尤为重要。

[关键词]人非共板；建成区；道路断面；优化措施

DOI：10.33142/sca.v6i10.10241 中图分类号：U418.8 文献标识码：A

Discussion on the Applicability of Human Non Shared Board in Road Sections of Built-up Areas

ZHANG Li

China Railway Hefei Institute of Architectural and Municipal Engineering Design and Research Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230041, China

Abstract: This article aims to explore and analyze the application of pedestrian non shared boards in road sections of built-up areas. Human non shared board is a creative cross-sectional form that can effectively guide and control traffic flow, improve road traffic efficiency, improve road traffic safety, and reduce the possibility of accidents. This article focuses on the application of the optimization strategy of pedestrian and non pedestrian sharing in road sections of built-up areas to alleviate traffic congestion, improve the traffic environment, and enhance residents' travel experience. By reasonably selecting and arranging pedestrian and non shared roads, and taking corresponding traffic management measures, the design of road sections can be optimized under existing resources, especially for the setting of road sections in built-up areas.

Keywords: human non shared board; built-up areas; road section; optimization measures

引言

在现代城市化进程中，交通拥堵问题日益突出，给人们的出行带来了很大的不便。建成区道路作为城市交通网络的重要组成部分，其通行效率和交通安全性对城市发展和居民生活质量具有重要影响。因此，如何优化建成区道路断面，提高交通流量的通行能力，成为了亟待解决的问题，图一、图二均反映现状道路空间分配不合理的布局。人非共板作为一种新型的交通管理设施，在新建道路中的优越性可能相对较小，但在建成区，它具有较大的优越性，可以节约土地资源，实现车行其道，同时最大程度地利用板块资源。与传统的道路断面相比，人非共板在建成区道路断面优化方面具有独特优势。它可以有效地引导车辆流动，减少交通堵塞现象的发生，提高道路的通行速度和通行能力。此外，人非共板还能够提高道路的交通安全性，减少事故发生的可能性。然而，目前对于人非共板在建成区道路断面的优化分析研究还相对较少。因此，本文旨在通过对某建成区内一条拥堵路段的研究，评估人非共板在建成区道路断面中的优化效果，并提出相应的优化策略。通过本文的研究，可以为人非共板在建成区道路断面优化中的应用提供理论支持和实践指导，为城市交通拥堵问题的解决提供一种有效途径。

图 1 现状道路人行道被占用

图 2 现状道路空间分配不合理

1 人非共板的优点与风险

人非共板作为一种新型的交通管理设施，具有许多优点。第一，具有灵活性和可调节性。人非共板具有较高的

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

灵活性和可调节性。它可以根据道路交通状况的变化进行调整，以适应不同时间段和不同道路断面的交通需求，这种灵活性使得人非共板能够更好地应对交通拥堵问题，并提供更加高效的交通管理。第二，环保节能。人非共板在交通管理中的应用可以减少车辆的停车等待时间，降低车辆排放的污染物和二氧化碳排放量，有利于环境保护和节能减排[1]。

但是同样也存在一定的风险，那就是风险源增大。人非共板的设计初衷是为了提高道路通行效率和安全性。然而，如果设计不当，可能会导致交通风险源增大。例如，人非共板可能会使驾驶员视线受阻，增加交通事故的发生概率；或者行人、非机动车与机动车之间的冲突增多，增加了行人和非机动车驾驶者的安全风险。

2 人非共板存在的问题

2.1 人非共板断面宽度过小

人非共板在实际应用中确实存在一些问题，其中之一是人非共板断面宽度过小的情况。如果人非共板断面宽度过小，车辆在通过人非共板时可能会出现拥堵现象，这会导致车辆排队等待，延长通行时间，甚至引发交通事故。人非共板断面宽度过小会限制车辆的通行能力，车辆在通过狭窄的人非共板时，可能会遇到空间不足、车道切换困难等问题，导致通行能力下降。如果人非共板断面宽度过小，行人和车辆之间的安全距离会变小，增加了行人和车辆之间的碰撞风险。此外，狭窄的人非共板也可能导致行人之间的拥挤和摩擦，增加了行人的安全风险。并且人非共板断面宽度过小可能会给行人过街带来不便。狭窄的人非共板可能会导致行人之间的拥挤和行走空间不足，影响行人的通行流畅性和舒适度。所以，人非共板断面宽度过小可能会带来交通拥堵、通行能力下降、安全风险增加和不便利行人过街等问题。通过合理规划设计、扩大断面宽度和加强管理监控等措施，可以解决这些问题，提高人非共板的效果和安全性[2]。

2.2 与道路性质不匹配

人非共板与道路性质不匹配是人非共板存在的另一个问题。第一，道路宽度不匹配。如果人非共板在道路宽度较窄的地方设置，可能会导致车辆通行空间不足，增加交通堵塞的风险。相反，如果人非共板在道路宽度较宽的地方设置，可能会造成人车分离效果不明显，行人过街不便。第二，道路流量不匹配。人非共板的设置应该根据道路的交通流量来确定。如果人非共板设置在交通流量较大的道路上，可能会导致车辆排队等待时间过长，造成交通拥堵。相反，如果人非共板设置在交通流量较小的道路上，可能会导致人非共板的使用率较低，效果不明显。第三，道路类型不匹配。不同类型的道路适合使用不同类型的人非共板。例如，在高速公路上设置人非共板可能会引起行车安全问题，而在市区道路上设置过多的人非共板可能会干扰交通流动。因此，人非共板的选择应该根据道路的类型和特点进行合理的匹配。第四，道路环境不匹配。人非共板的设置应该考虑道路周围的环境因素，如建筑物、地形等。如果人非共板与周围环境不协调，可能会影响道路的美观性和整体形象。总的来说，人非共板与道路性质不匹配可能会导致交通堵塞、行车安全问题和影响道路形象等问题。所以通过综合考虑道路条件、灵活调整设置位置和定期评估效果等措施，可以解决这些问题，提高人非共板的适用性和效果[3]。

2.3 人非共板也面临新的“安全性”问题

第一，行人与车辆冲突。人非共板的设置旨在保障行人和车辆的安全，但在实际使用中，仍然存在行人与车辆之间的冲突风险。例如，行人可能会违规穿越人非共板，或者车辆可能会闯红灯、超速行驶等，导致行人和车辆之间发生碰撞事故。第二，设备故障和维护不及时。人非共板需要依靠各种设备和系统来确保正常运行，但如果设备出现故障或维护不及时，可能会影响人非共板的安全性。例如，信号灯故障、监控设备失效等都可能给行人和车辆带来安全隐患。第三，不良天气条件下的安全隐患。恶劣的天气条件，如雨雪天、大风天等，会给人非共板的安全性带来挑战。行人和车辆在湿滑的道路上行走，容易发生摔倒和滑行事故，增加了安全风险。第四，不当使用和管理。人非共板的安全性还受到使用和管理的影响。如果行人和车辆不遵守交通规则，或者管理部门对人非共板的监管不到位，可能会导致安全问题的发生[4]。

3 人非共板在建成区道路断面的优化措施

3.1 合理规划道路断面

在建成区道路断面的优化中，合理规划道路断面是至关重要的一项措施。首先，要根据道路的交通流量和预计未来的增长趋势，合理规划道路断面的宽度，确保道路能够容纳足够的车道和人非共板空间，以满足交通需求。根据不同车辆类型和交通需求，合理分配车道数量，考虑到不同交通方式的需求，如机动车道、自行车道、公交车道等，以及行人通道的设置。为了保障行人的安全和便利通行，需要合理规划并保留足够的人非共板空间，根据行人流量和道路特点，确定人非共板的宽度和位置。在规划道路断面时，应考虑到行人和特殊群体的可达性和无障碍需求。例如，为老年人、残障人士等提供无障碍斜坡、无障碍通道等设施。其次，在规划道路断面时，需要考虑周边的功能区域，如商业区、学校、医院等。合理规划道路断面，以满足人流和交通流的需求，并确保安全和便利。在规划道路断面时，应考虑绿化和景观的要素。合理设置绿化带、景观设施等，提升道路环境质量，增加行人和车辆的舒适感和安全感。在规划道路断面时，需要综合考虑交通运输策略。例如，优先发展公共交通、鼓励步行和骑行等，以减少机动车的数量，缓解交通压力。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

此外，在规划主次干道时，应特别关注车流与人流的疏导问题。对于主次干道，应根据其功能和地位，合理设置车道数量和宽度，确保车流畅通。对于主要干道，可以设置专用的公交车道和自行车道，以鼓励公共交通和骑行出行，减少私家车的使用。对于次要干道，可以根据周边居民的出行需求，合理设置停车位和行人通道，以保障行人的安全和便利。同时，应通过交通信号灯和交通标志的设置，引导车流和人流的有序流动，避免拥堵和事故的发生。通过以上措施，可以有效地优化道路断面，提高交通运输效率，保障行人和车辆的安全和便利[5]。

3.2 设置合理的行人通道

设置合理的行人通道是优化建成区道路断面的重要措施之一。在建成区道路断面中，应设置足够宽度和长度的人行道，以供行人安全通行，人行道的宽度应根据行人流量和道路特点进行合理规划，通常不少于 2 米的宽度。在需要过马路的位置，设置合理的人行过街设施，如人行天桥、人行地下通道、人行横道等。这些设施可以提供安全的过街通道，避免行人与车辆之间的冲突。在道路断面中设置专门的人非共板区域，为行人提供独立的通行空间，人非共板可以设置在人行道的一侧或两侧，用于行人和自行车的分离通行，提高交通安全性。合理规划人行道的连接，确保行人能够方便地从一个区域到达另一个区域，设置合理的过渡区域和人行道连接设施，如斜坡、楼梯、台阶等。为了满足老年人、残障人士等特殊群体的需求，建议在行人通道中设置无障碍通道，无障碍通道应符合相关标准和规范，方便轮椅、婴儿车等特殊交通工具的通行。在行人通道中，可以设置休息区、座椅、遮阳设施、绿化带等，提供舒适的行人环境。这些设施可以增加行人的满意度和安全感，促进步行活动。并且在行人通道中设置清晰明确的导向标识，指示行人正确的通行方向，导向标识应具有良好的可视性，并根据道路特点和周边环境进行合理设置[6]。

3.3 设计标准的人非共板

首先应该根据相关标准和规范，确定人非共板的宽度和高度。一般来说，人非共板的宽度应能容纳行人和自行车的通行，高度方面，应确保人非共板与机动车道之间有明确的垂直分隔，以提供足够的安全空间。为了满足无障碍通行的需求，人非共板上的斜坡应符合相关标准和规范，斜坡的坡度应适中，以方便轮椅、婴儿车等特殊交通工具的通行，并确保行人的安全。人非共板的表面应具有良好的防滑性能，以避免行人在湿滑的情况下滑倒。同时，应考虑到防水问题，确保人非共板在雨天或雪天时不会积水或结冰。人非共板的倾斜度和平整度也是需要注意的因素。倾斜度应符合相关标准，以确保行人和自行车能够顺利通行，平整度方面，应保证人非共板的表面平整，避免凹凸不平或坑洼。为了提高人非共板的安全性和舒适性，应考虑适当的照明和景观设计。照明设施可以提供良好的夜间照明，增加行人的可见性和安全性。景观设计方面，可以通过绿化、花坛、座椅等元素，提升人非共板的美观度和舒适度。还应该定期进行人非共板的维护和管理工作，包括清洁、修复损坏的部分、检查照明设施等，以保持人非共板的良好状态和功能[7]。

3.4 引导交通流动

在人非共板与机动车道的交叉口或交汇处设置交通信号灯，通过红绿灯的控制，合理分配行人和车辆的通行时间，确保交通流动的顺畅和安全。在人非共板上设置清晰明确的行人导向标识，指示行人正确的通行方向，避免行人在道路上随意穿行，减少交通混乱和事故的发生。通过在人非共板与机动车道交叉口或交汇处设置明确的路口划线和标线，如人行横道、斑马线等，引导行人按规定的通行路径过马路，减少交通冲突和事故的发生[8]。在交通繁忙的地区，可以设置交通岗亭或派出交警执勤，引导行人和车辆的通行，维护交通秩序和安全。在人非共板附近设置交通信息牌、电子显示屏等，向行人提供实时的交通信息，包括道路状况、公共交通信息等，帮助行人做出更好的通行决策。在特定时间段或特定区域，可以限制机动车辆的通行，提高人非共板的通行效率和安全性，鼓励人们选择步行或其他非机动交通方式。还应定期对人非共板的交通流动情况进行监测和评估，根据实际情况进行必要的调整和改进，以适应不同时间段和交通需求的变化。

3.5 增加安全设施

增加安全设施是优化建成区道路断面中人非共板的重要措施之一。在人非共板的边缘设置栅栏或护栏，以提供物理隔离和保护，防止行人意外跌落或进入机动车道，如图三，新建道路中，通过侧分带隔离方式下，人行道与非机动车道的组合形式较为常见，但是需要在人非共板与机动车道的交叉口或交汇处设置视觉警示设施，如反光标志、反光线条等，提醒驾驶员注意行人和非机动车的存在，减少事故的发生。既有老城区的道路改造项目中，有限的宽度范围内，在机非共板的一侧设置设施，以减轻意外碰撞的影响，保护行人的安全。在人非共板区域，依据城市建设需要，非机动车道范围设置彩色沥青，人行道按照正常道板砖予以铺设，重要地段，还需要在人非共板附近安装监控摄像头，可以实时监测人非共板的情况，及时发现异常情况或事故发生，提高安全防范和应急处理能力。在人非共板附近设置应急设施，如急救箱、紧急电话等，为行人提供必要的应急救援和支持[9]。为了确保人非共板的安全性，可以在其表面采用防滑和防水材料，减少滑倒和积水的风险。在人非共板上设置可视化警示标识，如地面图案、箭头指示等，引导行人正确通行，并提醒他们注意安全。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

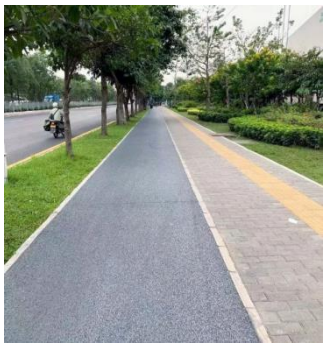

图 3　侧分带隔离方式下

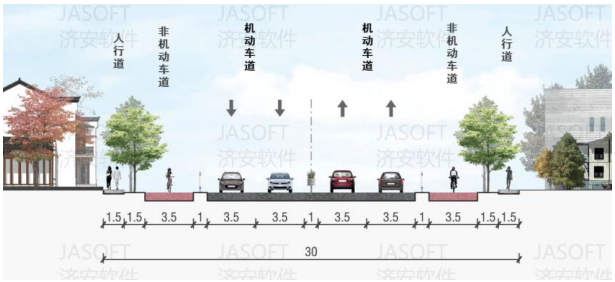

图 4　非机动车道与人行道色调区分

4 结语

本文通过对人非共板在建成区道路断面的优化分析，得出了一些重要结论。人非共板在建成区道路断面中的应用，分析设置合理，实时起到显著的优化效果。通过合理选择和布置人非共板，并采取相应的交通管理措施，可以提高道路的通行速度、通行能力和交通安全性，改善交通拥堵问题，提升居民的出行体验。然而，本研究还存在一些限制。例如，研究样本的选择范围较窄，需要进一步扩大样本规模来验证研究结果的普遍性。此外，本研究只考虑了人非共板在道路断面中的优化效果，还可以进一步研究其与其他交通管理设施的协同效应。通过合理应用人非共板和相应的优化策略，我们可以改善建成区道路的通行状况，提高交通效率，为城市交通发展做出贡献。希望本研究能够为相关领域的决策者和研究者提供参考，并推动相关政策的制定和实施，以进一步优化城市交通系统。

[参考文献]

[1]李思捷.人非共板断面适应性研究[J].城市道桥与防洪,2022(1):38-40.
[2]周晋冬.针对人非共板断面的慢行精细化提升研究——以上海临港项目为例[J].城市道桥与防洪,2020(12):15-19.
[3]隋乾.透水地坪在城市道路人非共板中的应用[J].山西建筑,2020,46(15):114-115.
[4]Jos é e L,M N G,L K F. Do you mind if I smoke here? Exploring the insights that public benches bring to public health research.[J]. Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique,2020,112(1).
[5]尹树林,夏健.基于街道理念的城市道路人行道精细化设计研究[J].城市道桥与防洪,2020(3):36-38.
[6]杨廉.关于城市道路“人非共板”两幅路断面形式的探讨[J].四川水泥,2020(2):50.
[7]李由,金辉,洪杰等.地下综合管廊与人非共板路侧带断面的空间耦合优化[J].智能建筑与智慧城市,2019(12):72-77.
[8]梁中敏.人非共板在中小城市道路中的运用分析[J].绿色环保建材,2018(9):85-86.
[9]李诗宇.道路人非共板横断面形式适用情况及优化方案[J].市政技术,2018,36(5):47-48.

作者简介：张利（1982—），男，单位中铁合肥建筑市政工程设计研究院有限公司。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

探讨燃气工程中燃气输配技术研究

王 辉
淄博港华燃气有限公司，山东 淄博 255200

[摘要]近些年，我国燃气输配发展十分迅速，各种高、中压输配管线以及燃气管网遍布全国各地，为城市发展和市民提供了更优质和便捷的服务。现阶段，随着科学技术的进一步的发展，燃气输配技术也得到了进一步发展。为了进一步提高燃气工程中燃气输配效率，就应该不断加大对燃气输配电技术的研究。因此，文中主要就燃气工程中燃气输配技术进行探讨研究，希望能够为促进燃气工程中燃气输配技术的进一步发展提供一些有效帮助。

[关键词]燃气工程；燃气输配技术；发展
DOI：10.33142/sca.v6i10.10230 中图分类号：TU996.6 文献标识码：A

Research on Gas Transmission and Distribution Technology in Gas Engineering

WANG Hui
Zibo Towngas Co., Ltd., Zibo, Shandong, 255200, China

Abstract: In recent years, the development of gas transmission and distribution in China has been very rapid, with various high and medium pressure transmission and distribution pipelines and gas pipeline networks spread throughout the country, providing better and convenient services for urban development and citizens. At present, with the further development of science and technology, gas transmission and distribution technology has also been further developed. In order to further improve the efficiency of gas transmission and distribution in gas engineering, it is necessary to continuously increase research on gas transmission and distribution technology. Therefore, the article mainly explores and studies the gas transmission and distribution technology in gas engineering, hoping to provide some effective assistance for promoting the further development of gas transmission and distribution technology in gas engineering.

Keywords: gas engineering; gas transmission and distribution technology; development

引言

燃气作为一种清洁、高效和便利的能源，在现代社会中发挥着重要作用，被广泛应用于各个领域。燃气输配作为将天然气从生产地输送到各个使用地点的过程，在现代工业、商业和家庭用途中扮演着至关重要的角色，为经济发展提供了越来越多的保障。因此，要想促进燃气工程的进一步发展，就应该加大对燃气输配技术的研究，更好地保障燃气输配的可靠性和安全性。由此可以看出，本文研究的燃气工程中的燃气输配技术，对于促进燃气工程的进一步发展具有一定的现实意义。

1 燃气工程中燃气输配技术的重要性

在燃气工程中，燃气输配技术是至关重要的，主要涉及到燃气从生产地输送到各个使用地点的过程，包括燃气输送管道、调压站、储气罐等众多设备。燃气输配技术在燃气工程中的重要性主要体现在提高能源供应可靠性、保障燃气安全、提高输配效率和节约资源、降低环境污染以及支持经济发展等方面。只有通过科学合理的燃气输配技术，才能更好地满足社会的能源需求，促进可持续发展。以下是对燃气工程中燃气输配技术的重要性的具体阐述。

1.1 提高能源供应的可靠性

燃气输配技术的合理设计和运营管理，可以确保燃气的稳定输送和供应，保证用户的能源需求得到满足。这对于各个领域的工业、商业和家庭使用者来说，都非常重要，以确保生产和生活不受燃气供应的限制。例如，燃气输配技术可以建设更多的储气设施，提高能源的储备量，从而保障能源供应的可靠性。燃气输配技术还可以推广新能源技术，如液化天然气、生物气等，实现多元化能源供应，提高能源供应的灵活性和可靠性。

1.2 保障燃气的安全性

燃气输配技术包括燃气管道系统的安装、维护和监测等方面，能够更好地确保燃气在输送过程中不发生泄漏、爆炸等危险情况，保障使用者的人身和财产安全。例如，在管道设计和建设过程中，燃气输配技术会考虑各种安全因素，包括地质条件、环境要求、防腐蚀措施等，以确保管道的安全运行。燃气输配技术还会通过监测系统对输配管道进行实时监测，包括管道压力、温度、流量等参数，及时发现异常情况。同时，定期进行管道维护，如防腐处理、泄漏点修复等，以保证管道的完整性。

1.3 提高输配效率和节约资源

燃气输配技术的优化设计和管网布局，能够最大限度地减少输配损耗，提高输配效率，减少燃气资源的浪费。这对于提高能源利用效率和降低能源成本，具有重要意义。例如，燃气输配技术可以通过合理的压力控制和优化调节，确保燃气输配过程中的合理压力，减少能量损耗，提高能

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

源利用效率。还可以应用节能技术，如余热回收技术、节能阀门等，在燃气输配过程中降低能量消耗，提高能源利用效率，实现资源节约

1.4 降低环境污染

燃气作为一种相对清洁的能源，通过燃气输配技术将其输送到各个使用地点，可以减少燃煤等高污染能源的使用，降低大气污染和温室气体排放，对环境保护和改善具有重要作用。燃气输配技术还包括燃气燃烧控制技术和尾气处理技术，通过优化燃气燃烧过程和有效控制尾气排放，可以有效降低有害气体和颗粒物的排放。

1.5 支持经济发展

燃气作为一种重要的能源资源，通过燃气输配技术将其输送到各个使用地点，为各行各业的生产和服务提供了稳定的能源保障，促进了经济的发展和国家的繁荣。燃气输配技术的应用，还可以推动相关产业链的发展，如天然气资源开发、管道建设、设备制造、运营维护等，带动相关产业的增长，促进就业和经济发展。另外，燃气作为清洁能源的替代品，通过燃气输配技术的支持，可以促进传统能源的转型与升级，减少对污染性能源的依赖，推动经济向低碳、环保方向发展。

2 当前燃气工程中燃气输配技术存在的不足之处

当前，随着经济社会和科学技术的进一步发展，燃气工程中的燃气输配技术也得到了有效发展。在提高能源供应可靠性、保障燃气安全、提高输配效率和节约资源、降低环境污染以及支持经济发展等方面发挥着重要的作用。但是，燃气输配技术在发展过程中，依旧存在着一些不足之处。要想促进燃气输配技术的进一步发展，需要充分认识到燃气输配技术当前的不足之处，并及时采取有效的应对措施。

2.1 基础设施不完善

燃气输配技术需要建设庞大的管道网络和相关设施，但在一些地区，尤其是偏远地区和农村地区，燃气输配基础设施建设不完善，面临着供应不稳定和覆盖不足的问题。另外，一些燃气输配设备已经使用多年，性能落后，维护困难，难以满足日益增长的燃气输配需求。

2.2 安全风险高

燃气输配技术涉及大量的高压燃气传输，存在着安全风险。例如，由于管道老化、损伤或安装不规范等原因，燃气可能会泄漏，导致火灾、爆炸等安全事故。管道在使用过程中还容易因为地震、施工、腐蚀等原因遭受损伤，从而影响管道的安全性。又由于管道长期埋在地下，可能会受到土壤、水分等因素的影响而产生腐蚀，从而影响管道的结构强度和安全性。

2.3 精细化管理不足

燃气输配技术需要建立精细化管理系统，实时监测燃气输配过程中的数据，并进行精确的调节和控制。然而，在一些地区，管理水平不高，缺乏系统化的管理手段和技术支持，导致系统运行效率不高。例如，缺乏管网的精细化信息，导致运营管理不透明，无法快速反应管网的变化情况，影响管网的运营效率。管网上下游协调不足，没有建立起统一的运营管理体系，导致各个环节之间信息交流不畅，协调不足，容易出现延误、滞后等问题。缺乏有效的监管和应急管理措施，无法对燃气输配技术进行有效的监控与管理，一旦事故发生，处理可能不及时，导致后果严重。

2.4 能源利用效率有待提高

尽管燃气作为清洁能源的优势明显，但燃气输配过程中仍存在能源损失和浪费。例如，一些传统的燃气设备，如锅炉、燃气水暖设备等，存在能源利用效率低下的问题，导致能源浪费。又由于管道老化、维护不到位等原因，燃气输配过程中存在一定的能量损耗，导致能源利用效率降低。在燃气供应过程中，许多燃气公司没有进行合理的储存和调峰措施，导致能源利用效率不高。要想进一步提高能源利用效率，就需要进一步研发和应用更高效的输配技术，实现资源的最大化利用和节约。

2.5 环保问题需要解决

尽管燃气相比于传统能源来说污染较低，但在燃气输配过程中仍可能产生一些排放物和废弃物，对大气环境造成污染一些燃气输配企业在储存和调峰过程中，可能使用不环保的储存方式（如液化石油气储罐）或未进行合理的能量调配，也会造成能源浪费和环境压力。因此，在研究燃气输配技术过程中，还需要加强废气处理和排放控制技术研发与应用，减少对环境的影响。

2.6 培训和技术人才缺乏

燃气输配技术涉及到复杂的工程操作和管道维护，需要专业人才进行操作和管理。然而，目前相关技术人才的培养和储备不足，技术人员的素质和水平有待提高。当前市场上，燃气输配技术相关的培训资源有限，无法满足行业不断发展的需求，缺乏专业的培训机构和师资力量。部分技术人员缺乏相关技能和知识，无法适应燃气输配技术的要求，导致技术水平不均衡。

3 燃气工程中常见燃气输配技术

燃气输配技术的应用可以实现燃气的高效、安全和可靠输配，满足各类用户的燃气需求。在燃气工程中，常见的燃气输配技术主要有：燃气管道系统、燃气调压技术、燃气储存和调峰技术、燃气检测和泄露监测技术、燃气计量技术等，以下是对燃气工程中常见燃气输配技术的具体阐述。

3.1 燃气管道系统

燃气管道系统是燃气输配的核心技术之一，包括主干管道、支线管道和户内输气管道等。主干管道主要承担起长距离燃气输送的任务，通常采用高压钢管或聚乙烯管等材质，通过焊接、螺纹连接等方式进行管道的敷设。支线管道连接主干管道与用户的管道，通常采用中压钢管或聚乙烯管等材质，通过法兰连接或槽接等方式与主干管道连接。户内输气管道是将燃气输送到户内供用户使用的管道，通常采用低压钢管或聚乙烯管等材质，通过焊接或螺纹连

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

接等方式与支线管道连接。

3.2 燃气调压技术

燃气通常以高压输送，需要通过燃气调压技术将燃气压力调整到合适的压力，以满足不同场所的燃气使用需求。常见的燃气调压设备包括调压站、调压器等。调压站是将高压燃气调整为适宜的中压或低压燃气的专用设施，包括调压设备、自动控制系统和安全保护系统等。调压器是燃气管道中的设备，通过调节阀门、压力传感器和自动控制系统等，将高压燃气调节为合适的中压或低压燃气。

3.3 燃气储存和调峰技术

为了应对燃气供应的波动性，燃气工程中常采用燃气储罐和调峰设备来进行燃气的储存和调配，以保障供应的稳定性。常见的燃气储存设备包括液化石油气储罐、天然气储气库等。

3.4 燃气检测和泄漏监测技术

为了确保燃气输配的安全性，常见的技术包括燃气检测和泄漏监测技术。燃气检测用于检测燃气的成分和含量，以保证燃气质量；泄漏监测技术用于监测管道系统的泄漏情况，及时发现并修复泄漏问题，保障环境和人员安全。

3.5 燃气计量技术

燃气计量技术主要用于测量燃气的用量，以便进行计费和管理。常见的燃气计量设备包括燃气表、计量器等，通过采集数据并进行处理，实现对燃气的计量和监测。燃气表用于测量用户的燃气用量，通常采用膜式燃气表、涡轮燃气表等不同类型的计量器。计量器用于对燃气进行精确的流量测量，通常采用超声波流量计、涡轮流量计等。

表1 燃气工程中常见燃气输配技术及作用和实现设备

燃气工程中常见燃气输配技术	作用	实现设备
燃气管道系统	承担燃气输送任务	主干管道、支线管道和户内输气管道等
燃气调压技术	将燃气压力调整到合适的压力	调压站、调压器
燃气储存和调峰技术	进行燃气的储存和调配，以保障供应的稳定性	石油气储罐、天然气储气库
燃气检测和泄漏监测技术	检测燃气的成分和含量，以保证燃气质量；监测管道系统的泄漏情况，及时发现并修复泄漏问题	
燃气计量技术	测量燃气的用量，以便进行计费和管理	燃气表、计量器

4 燃气工程中燃气输配技术的发展趋势

燃气输配技术是指将天然气等燃气从供气站输送到用户终端的技术和设施。近年来，随着经济的快速发展和环境保护意识的增强，燃气作为一种新型清洁能源，受到了越来越多的关注和重视。因此，燃气输配技术也得到了迅速的发展和完善，逐渐呈现出一种智能化、多能互补、高效节能和安全保障的发展趋势。

4.1 智能化控制技术的深入应用

近年来，中国的燃气输送能力和技术水平都得到了显著提升，尤其是在高压输气管道技术方面，我们已经拥有了一批高水平、高标准的管道工程。未来，燃气输配系统将会更加智能化和自动化，通过采用更加先进的监控系统、智能传感器和远程控制等技术，实现对输气量、压力等的实时监测和控制，提高系统的安全性、稳定性和运行效率。

4.2 多能互补技术的应用

燃气分布式能源技术，是指通过在用户终端设置小型燃气发电机组，将燃气直接转化为电能的供电方式。这种技术具有高效、环保、节能等优点，近年来得到了广泛的应用。未来的燃气输配系统将会更加注重能源的多样化和互补性，通过在燃气输配系统中加入可再生能源、储能技术等，实现能源的互补、调峰和优化利用。

4.3 高效节能技术的广泛应用

随着经济的快速发展和环境保护意识的增强，节能越来越成为能源工程发展的主流意识。未来的燃气输配系统将会更加注重节能和环保，通过采用更加高效的输配技术、换热技术、储气技术等，实现能源的高效利用和碳排放的降低。将会更加注重安全，通过加强对输配管道的监测、修复和周边环境的管控等，提高系统的安全性和可靠性。

5 结语

本文主要就燃气工程中燃气输配技术进行了探讨研究，首先阐述了燃气工程中燃气输配技术的重要性，接着阐述了当前燃气工程中燃气输配技术存在的不足之处，然后阐述了燃气工程中常见燃气输配技术，最后阐述了燃气工程中燃气输配技术的发展趋势，希望能够为促进燃气工程中燃气输配技术的进一步发展提供一些有效帮助。

[参考文献]

[1]李春霞.探讨燃气工程中燃气输配技术研究[J].建材发展导向,2020,18(6):1.
[2]王福麟.探讨燃气工程中燃气输配技术研究[J].电脑乐园,2019(5):1.
[3]王福麟.探讨燃气工程中燃气输配技术研究[J].学生电脑,2019(5):0355-0355.
[4]王鹏.燃气工程中的燃气输配技术探究[J].大市场,2020(5):1.
[5]许艳春,倪学志.关于燃气工程中燃气输配技术的研究[J].中国化工贸易,2018,10(32):1674-5167.

作者简介：姓名：王辉，毕业院校：中国石油大学（华东），专业：油气储运工程，当前就职单位：淄博港华燃气有限公司，职务：业务主任，职称级别：中级职称（注册安全工程师等同于中级）。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

市政工程安全管理信息系统的设计与实现

王 蕾
石家庄市排水管护中心，河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市化进程的加速，市政工程的规模和数量都在迅猛增长。因此，市政工程的安全管理越来越受到社会各界的重视。为了更有效地管理这些工程的安全问题，本论文设计并实现了一个市政工程安全管理信息系统。该系统不仅能对市政工程的各种安全问题进行分类和记录，还可以评估风险、进行安全培训和考核、记录和分析工程事故，以及实时监测和报警。通过对系统的需求分析、设计、实现和测试，为市政工程的管理者和施工者提供一个全面、实用的工具，以确保各项工程的顺利进行和公众的安全。

[关键词]市政工程；安全管理；信息系统；风险评估
DOI：10.33142/sca.v6i10.10224　　中图分类号：TP399　　文献标识码：A

Design and Implementation of Municipal Engineering Safety Management Information System

WANG Lei
Shijiazhuang Drainage and Protection Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the scale and quantity of municipal engineering are rapidly increasing. Therefore, the safety management of municipal engineering is increasingly valued by all sectors of society. In order to more effectively manage the safety issues of these projects, this paper designs and implements a municipal engineering safety management information system. This system can not only classify and record various safety issues in municipal engineering, but also evaluate risks, conduct safety training and assessment, record and analyze engineering accidents, and monitor and alarm in real-time. By analyzing, designing, implementing, and testing the requirements of the system, a comprehensive and practical tool is provided for managers and constructors of municipal engineering to ensure the smooth progress of various projects and the safety of the public.

Keywords: municipal engineering; safety management; information system; risk assessment

引言

随着全球的城市化进程不断推进，市政工程已经成为城市基础设施建设的核心部分。这些工程涉及多个领域，从基础设施建设、道路与桥梁工程，到公共设施和公园等。每一个工程都对确保公众安全和服务效率至关重要。然而，近年来，市政工程事故频发，不仅导致了巨大的经济损失，更有可能危及到人们的生命安全。这些事故往往是由于工程管理不当、风险评估不足和安全措施缺失引起的。

面对这一挑战，市政工程的安全管理逐渐成为了研究和实践的焦点。传统的管理方法往往依赖于人工操作，效率低下且易出错。因此，如何通过现代化的信息技术手段，提高市政工程的安全管理效率和准确性，已经成为了当务之急。基于此，本文设计并实现了一个市政工程安全管理信息系统，希望为城市的建设与管理提供强有力的技术支持。

1 市政工程安全管理概述

1.1 市政工程定义与分类

市政工程是指在城市规划区域内为满足公众生活需求和确保城市正常运行而建设的基础设施和公共设施。它们是城市发展和居民生活的重要支撑。按照功能和性质，市政工程可以分为以下几类：道路与桥梁工程、给排水工程、公共交通设施、市政广场和公园、公共建筑等。每种工程都有其独特的功能和建设标准，但都共同服务于城市和公众。

1.2 市政工程的安全问题

市政工程在建设和使用过程中都可能出现各种安全问题。在建设阶段，由于施工环境复杂、工程量大、时间压力和各种不可控因素，容易导致施工事故。这些事故可能包括工人伤亡、机械设备损坏、施工质量问题等。在使用阶段，由于长时间的运行和外界环境的影响，市政设施可能出现老化、损坏，甚至崩溃，这不仅影响服务效果，更可能造成安全事故。

1.3 市政工程安全管理的重要性

市政工程安全管理的重要性不仅仅是为了预防事故，更是为了保障人们的生命安全和城市的稳定运行。一个有效的安全管理体系可以预防和减少安全事故，保证施工和运营的顺利进行，减少经济损失，提高公众对市政工程的信心。同时，随着城市化进程的加速和公众安全意识的提高，市政工程安全管理也成为了政府和企业的社会责任。对于市政工程的建设者和管理者来说，强化安全管理不仅是法律和道德的要求，更是确保工程成功和公众满意的关键。

2 市政工程安全管理信息系统需求分析

2.1 用户需求分析

对于市政工程安全管理信息系统，主要的用户群体是

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

市政工程的建设、管理和维护部门，以及参与施工的企业和团队。这些用户期望系统能够提供实时的、全面的施工和运营数据，帮助他们及时发现和处理安全隐患。同时，用户还需要系统提供直观的数据展示和报告功能，以便进行决策和交流。除此之外，用户也希望系统能够具备良好的用户体验、简单易用，以降低学习和使用的难度。

2.2 功能需求分析

为了确保市政工程的安全和效率，信息系统需要具备一系列核心功能。首先，它必须拥有数据采集与管理功能，能够从各种传感器、设备以及手动输入中捕获数据，并进行合理的组织和存储。在数据的基础上，系统应当具备风险评估与预警的能力，能够根据实时和历史数据对安全风险进行评估，并在识别到潜在的隐患时立即发出预警。此外，对于已经发生的事故，系统也需为用户提供记录和分析工具，帮助他们记录事故细节、分析原因，并制定相应的改进措施。为了提高工作人员的安全意识和技能，系统应该包含安全培训与考核模块，确保每位参与者都了解并遵循相关的安全规定。最后，为了方便管理层进行决策和总结，系统还需具备报告与统计功能，支持生成各种安全报告和提供关键的统计数据。

2.3 性能需求分析

在考虑市政工程安全管理信息系统的性能需求时，必须确保系统能够满足实时性、数据处理能力和并发处理的需求。考虑到安全管理的紧迫性，系统的响应时间应当迅速，能够在几秒内为用户提供所需的信息或反馈，以保证在关键时刻能够做出及时决策。此外，由于市政工程涉及大量的数据采集、存储和分析，系统必须具备高效的数据处理和存储能力，以确保数据的完整性和准确性。同时，考虑到多个部门或团队可能会同时使用该系统，它应当支持多个用户的并发操作，确保在高峰期也能够保持稳定运行。此外，随着城市的持续发展和技术的迅速更新，系统的扩展性也成为一项关键需求，确保系统能够灵活适应未来的变化和挑战。

3 市政工程安全管理信息系统设计

3.1 系统架构设计

市政工程安全管理信息系统采用了现代的分层架构，这一决策背后的考量是为了确保系统的扩展性、维护性以及稳定性。此架构策略主要强调了模块之间的低耦合和高内聚，从而确保了每个部分的独立性和整体的协同效应。系统的三大核心层次是：数据层、业务逻辑层和表示层。数据层不仅仅是一个简单的数据存储部分。除了与数据库的基本交互，它还提供了数据的完整性、一致性和安全性保证。通过这一层，我们可以确保数据的快速存储、准确检索和有序更新，为上层功能提供强大的数据支持。业务逻辑层是系统的心脏，它包含了所有的核心功能和算法。从风险评估到事故记录，从预警生成到报告编制，所有的主要操作和计算都在这里完成。为了实现高效率和准确性，此层设计时特别注重算法的选择和逻辑的构建。而表示层，作为用户与系统的桥梁，扮演着至关重要的角色。这一层不仅仅关注界面的美观和交互性，更着眼于如何提供一个直观、简洁且易于操作的环境，使得无论是技术人员还是一般用户都能轻松地使用本系统。

3.2 数据库设计

（1）数据表设计。为了确保数据的有序存储和高效检索，系统中设计了多个数据表。例如，有关施工项目的数据表包括项目基本信息、参与人员、使用的设备等；事故记录表则包括事故时间、地点、涉及人员和事故描述等。所有这些数据表都经过了详细的设计，以满足不同的查询和分析需求。

（2）关系模型设计。采用关系数据库模型，确保了数据的一致性和完整性。通过设计合适的主键和外键关系，确保了数据之间的逻辑关系。例如，施工项目表和事故记录表之间可能通过一个项目 ID 关联，确保用户可以从一个项目迅速找到所有相关的事故记录。

3.3 用户界面设计

系统的用户界面设计遵循直观和易用的原则。主页面提供了一个清晰的导航条，方便用户快速访问各个功能模块。每个功能模块的界面都经过了精心设计，以确保用户可以轻松地输入数据、进行查询或获取报告。此外，系统还提供了多种数据可视化工具，如图表和地图，帮助用户更好地理解和分析数据。

3.4 安全性设计

在设计市政工程安全管理信息系统时，要非常重视数据和应用的安全性。由于系统中涉及到大量的敏感和关键数据，如施工项目细节、事故记录以及风险评估报告，安全性设计不仅是技术上的要求，更是道德和法律的责任。首要考虑的是用户身份验证和授权机制。为此，实施多因素身份验证方法，这意味着用户需要提供多种身份证明才能访问系统。这大大增强了对非法入侵的防御能力。授权机制则确保了每个用户只能访问他们被授权的特定数据和功能，从而保护了数据的机密性。在数据传输上，采用最新的加密技术和协议，如 TLS，来保障数据在互联网中的传输安全。这确保了即使数据在传输过程中被截取，攻击者也无法轻易地解密和篡改数据。此外，考虑到任何系统都可能面临意外的故障或恶意攻击，为数据提供了定期备份功能。这意味着即使在最坏的情况下，如数据中心的灾难性失败，仍然可以从备份中恢复关键数据。同时，系统也配备了实时的入侵检测和响应机制，一旦发现异常行为或安全威胁，系统会自动采取措施并通知管理员。

4 市政工程安全管理信息系统功能模块设计

4.1 工程项目管理模块

工程项目管理模块作为系统的核心，主要负责对各个市政工程项目的管理与跟踪。这一模块允许用户创建新的工程项目、设置项目的基本信息如开始和结束日期、预算、涉及的团队等。同时，它提供了项目进度跟踪功能，使得管理者可以实时了解每个工程项目的当前状态，从而进行

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

更加精确的资源调度和决策。

4.2 安全风险评估模块

市政工程安全风险评估模块是系统中的核心组件之一，目的为提供全面、准确的市政工程风险分析。这一模块不仅着眼于当前的施工状况，而且还考虑了历史数据、环境因素和人为操作的影响，从而形成一个综合性的风险评估。为了实现深入的风险识别，系统首先对各种潜在风险因素进行了分类和编码，如工程的地理位置、使用的施工技术、施工材料的质量以及过往的安全记录等。利用预设的算法模型，这些因素被综合起来，形成一个权重化的风险评分。这种评分不仅反映了单一因素的风险，还揭示了多种因素相互作用时可能导致的综合风险。基于这些分析和计算，系统能够自动生成详尽的风险级别报告。这些报告不仅列出了每个项目的风险得分，还提供了风险的主要来源和建议的应对措施。通过这些直观、易于理解的报告，工程管理者可以迅速掌握项目的安全状况，制定出更为精确和针对性的安全策略和措施。

4.3 安全培训和考核模块

为了提高工作人员的安全意识和技能，安全培训和考核模块提供了一套完整的培训材料和考核试题。新入职的员工或需要复训的员工可以通过系统进行在线学习。完成培训后，他们还需参与在线考核，确保他们已经掌握了必要的知识和技能。

4.4 工程事故记录与分析模块

每当工程发生事故，工程事故记录与分析模块都将为用户提供一个平台，让他们能够详细记录事故的发生时间、地点、原因等关键信息。除此之外，该模块还支持后续的事故分析，帮助用户找出事故的根本原因，从而制定有效的预防措施。

4.5 安全监测与报警模块

安全监测与报警模块主要依赖各种传感器和设备，实时监控工程的各个环节，如机械设备的工作状态、工地的环境条件等。当系统检测到潜在的安全隐患，如设备故障、有害气体泄漏等，它会立即向相关人员发送预警信息，确保他们能够及时采取措施，避免事故的发生。

5 市政工程安全管理信息系统实现

5.1 开发工具及环境

实现市政工程安全管理信息系统时，选择了一系列先进的开发工具和环境以确保系统的高效性和稳定性。基于Java 平台，使用了 Spring Boot 框架进行后端开发，它提供了丰富的工具集，使得开发过程更为简便和高效。对于前端部分，选择了 React 框架，它可以帮助我们创建交互性强、响应迅速的用户界面。此外，为了支持持续集成和部署，使用了 Jenkins 和 Docker 工具。

5.2 数据库实现

为了存储和管理数据，采用了 PostgreSQL 关系数据库系统。考虑到其出色的性能、高可靠性以及对大数据的支持，它非常适合本系统的需求。在数据库的设计阶段，对每个数据表进行了归一化，以减少数据冗余并提高查询效率。同时，为了确保数据的完整性和一致性，还为各个数据表定义了适当的约束条件。

5.3 功能模块实现

每个功能模块都经过了详细的设计和实现过程。例如，对于风险评估模块，首先定义了一套评估标准和算法，然后通过编程实现这些算法，并与前端界面进行了整合，确保用户可以轻松地进行风险评估。对于其他模块，如事故记录和培训模块，也采用了相似的方法，确保它们都能够满足用户的需求。

5.4 界面实现

为了提供一个直观且易用的用户界面，采用了最新的前端技术和设计理念。界面采用了响应式设计，确保在各种设备上都可以正常显示。同时，为了提高用户体验，在界面上添加了多种交互效果，如动画、提示和弹窗。此外，还重点优化了页面的加载速度和响应时间，确保用户在使用系统时能够获得流畅的体验。

6 结论

随着全球城市化进程的日益加速，市政工程的规模和复杂度也随之上升，导致安全管理和运营面临前所未有的挑战。为此，本文研发了一套全新的市政工程安全管理信息系统。经过细致的规划、开发和多轮测试验证，此系统已展现出在加强工程安全防范和提高管理效率上的显著优势。除了基本的风险评估和事故记录功能，系统还融合了安全培训、实时监控等模块，同时，在处理大量并发请求时，系统表现出极高的稳定性和响应速度。总的来说，该系统为当前的市政工程安全管理领域注入了创新活力，同时也为相似领域提供了

[参考文献]

[1]林仕明.铁路建设工程安全管理信息系统的设计与实现方法探究[J].住宅与房地产,2018(3):92.
[2]张旻晖.安全管理信息系统在工业工程项目中的应用[J].现代工业经济和信息化,2022,12(4):212-214.
[3]王迎春,刘晖.水利工程安全管理信息系统关键技术研究与设计[J].大坝与安全,2019(5):69-72.
[4]曲豪杰.建设工程施工安全管理信息系统建设探讨[J].中国建设信息化,2022(9):70-71.

作者简介：王蕾（1986.1—），女,毕业院校；郑州大学,所学专业：土木工程,当前就职单位：石家庄市排水管护中心,职务：科员,职称级别：中级，九级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高速公路沥青路面裂缝原因分析及维修技术应用探析

金卓华
浙江省交通集团高速公路金华管理中心，浙江 金华 321019

[摘要]对于大众来说，高速公路是出行必不可少的交通方式，确保它的施工符合安全标准至关紧要。公路建设的关键环节之一就是高速公路，而在这个过程中，沥青路面裂缝通常作为常见病害而出现。因此，必须采取有效的措施来预防和处理这些裂痕，以确保高速公路的结构不会受到破坏，从而提高其安全性。这篇文章的重点是研究高速公路沥青路面裂纹的形成原因和处置方法。

[关键词]高速公路；沥青路面裂缝；成因；维修
DOI：10.33142/sca.v6i10.10232 中图分类号：U41 文献标识码：A

Analysis of Causes of Cracks in Asphalt Pavement of Highway and Application of Maintenance Technology

JIN Zhuohua
Expressway Jinhua Management Center of Zhejiang Provincial Transportation Group, Jinhua, Zhejiang, 321019, China

Abstract: For the public, highways are an essential means of transportation, and ensuring that their construction meets safety standards is crucial. One of the key links in highway construction is highways, and in this process, asphalt pavement cracks are often seen as common diseases. Therefore, effective measures must be taken to prevent and deal with these cracks to ensure that the structure of the highway is not damaged, thereby improving its safety. The focus of this article is to study the causes and treatment methods of cracks in asphalt pavement of highways.

Keywords: highway; cracks in asphalt pavement; cause of formation; maintenance

引言

在高速公路的运行过程中，地质状况、环境条件以及车辆负荷等多元因素都可能导致各种类型的路面裂缝问题，这些问题会对高速公路的正常使用产生重大影响。因此，在实际操作中，需要深入研究沥青路面裂痕的种类和成因，并在此基础上采取有针对性的方法进行修复，以保证高速公路的正常运行，并延长其使用寿命。

1 高速公路沥青路面常见裂缝的种类

1.1 横向裂缝

横向开裂是目前我国高速公路上最为常见的一种病害。在普通公路上，若不够完善、施工品质不佳或在日常运营中车流量过大、既有汽车超载、基层出现裂缝等，均会导致沥青路面出现大裂缝。

1.2 纵向裂缝

纵向裂缝是高速公路沥青砼路面普遍存在另外一种病害问题。纵向裂缝的危害一般比横向裂缝较大，通常在高速公路通车开通之后几年之中，会呈现不同程度的发展，作为高速公路的管养者，需要重点关注纵向裂缝的发展和处治。产生纵向裂缝的原因有很多，主要是路面结构强度不足、原地基不良、路基不均匀沉降、基层反射裂缝或者施工质量存在问题等原因。

1.3 龟裂

龟裂是由一组由许多多边形块体构成的网络裂纹交叉而成的疲劳裂纹。其最初形式为：沿着车辙区域产生一条或几条平行的接缝，然后在这些接缝之间产生横、斜的接缝，形成缝龟裂。龟裂如果不及时处治的话，会发展为路面坑洞，将对路面安全行车造成较大的影响。产生龟裂的主要原因有沥青老化，或沥青标号过低，沥青混合料抗剪强度不足，路基路面结构强度不足，施工压实不足或者荷载疲劳。

2 高速公路沥青路面常见裂缝的成因

2.1 施工质量问题

施工质量缺陷是导致高速公路沥青路面产生大量裂痕的关键因素，这主要源于几个方面：首先，水泥稳定基层的缺陷，如果在铺设高速公路沥青路面的过程中，未能及时处理基层存在质量缺陷，就会引发各类问题；其次，砂石材料极易受到外部环境的干扰，存在许多无法预测的因素。由于这些元素的存在，风险极高。假如在建设过程中未能严格控制含水量，那么可能会出现后期的翻浆情况，从而对建设进度产生影响。因此，在建设过程中，需要精确控制相关原材料的含水量[1]。另外，由于沥青混合料的品质较差，也会影响建设的质量。由于硅质岩和风化岩是碎石的主要组成部分，因此沥青混合料的压实度较低。同时，石料与油的接触面积较小，也就是说，它们的油膜覆盖率较低，这直接影响了沥青与碎石的黏附力，从而可能导致高速公路产生大量的裂痕。另外，沥青的蜡含量过多

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

也可能影响建筑品质。如果沥青的蜡含量偏高，那么其耐用性就会受到影响。如果其耐用性和黏附力不足，沥青的衰退速度将会增快，从而使得裂痕更易产生。

2.2 高速公路沥青路面路基受损

另一个导致高速公路沥青路面易产生裂痕的因素是施工人员在施工过程中未严格遵守相关规定和标准，从而使得其密实度和强度无法达到预期。再加上水泥稳定砂砾基层的问题，一旦发生翻浆现象，就可能引发各种后续问题，将会出现各种类型的裂缝。

2.3 高速公路沥青路面温度问题

由于高速公路的沥青路面长期暴露在空气中，其温度在高温条件下会显著升高，而在低温条件下则会相对降低。这种温差导致了裂纹的形成，尤其是在高速公路的沥青路面上，疲劳裂纹更为常见。如果高速公路的基层厚度不足，也有可能导致裂纹的产生。由于温度的降低，沥青表面会发生收缩，这就导致了收缩裂缝的产生。由于各种因素的影响，高速公路的沥青表面的每一个部分的抗拉强度都有所差异。在这些因素的共同作用下，较为脆弱的表面就会形成裂纹，这就是所说的收缩裂缝。

2.4 高速公路沥青路面载荷过大

随着社会生活质量的提升，交通需求也相应上升，不只是私家车的数量激增，同时重型车辆的比例也在上升[2]。因此，当高速公路的沥青路面长期承受大流量和高负荷的运行压力，就很可能产生裂痕。当车辆载荷过大，导致沥青路面的抗拉强度无法承受半刚性基层的拉伸应力时，路面也会出现裂缝现象。

2.5 高速公路沥青路面设计不合理

在一条高速公路开始修建之处，一般都要进行详尽的施工计划。若设计方案与高速公路实际情况不符，则会对该路段的使用寿命造成较为严重的影响。例如，实际设计中的铺装材料不符合实际使用条件，使其不能达到长时间、高稳定性的使用性能，从而降低其使用寿命。

3 沥青路面裂缝修补技术

目前对裂缝的修补主要有以下几种：直接灌缝处理、开槽灌缝、SMA 罩面方法等。

3.1 沥青直接灌缝处理

这种方式属于高速公路预防性养护手段，主要针对的是那些较窄、缝壁无散落或者只有轻微散落，且没有或者只有少量支缝的横向裂痕。它能够沿着裂痕的走向进行切割，清理掉所有的缝隙，并使用压缩空气清除缝隙内的杂质和尘埃；然后使用热沥青（稠度相对较低）、改性乳化沥青或者其他特定的填充材料进行填充。

在进行灌缝操作之前，应该先用空压机将开槽后的裂缝中的尘埃和其周围的松动物质清理干净，确保裂缝的洁净和干燥，最好是全面刷一遍。这种方法主要依赖人工操作，工艺简洁，但是对于沥青路面车辙严重，特别是形成网状裂纹的路面，不适合使用这种方式处理裂缝。如果没有进行中修，应该选择使用改性乳化沥青进行灌缝。

3.2 开槽灌缝

这种方法是近年来广泛使用的新型灌缝技术，主要利用橡胶改性沥青等作为灌缝材料，通过开槽机进行开槽，然后用压缩氮气吹除缝隙内的杂质和尘埃，最后用灌缝机进行灌缝。这样可以清理出缝隙内的杂物和缝边缘的老化材料，并保证缝宽的均匀性。特别是使用专门的灌缝胶，可以使灌缝材料与老路面紧密结合，从而达到良好的封水效果。

3.2.1 裂缝开槽

一旦发现沥青路面的裂痕超过 3mm，就需要使用开槽灌缝的方式。在进行开槽操作时，使用装备了旋转型碳钢切割刀的裂痕开槽设备，精确地对准裂痕的中心线，制作出平整的正方形或者长方形的凹槽。

在建设过程中，需要确保所挖出的沟槽的宽度和深度的大小在 10～20mm 之间，并且沟槽的宽度和深度的比例通常是 1∶1。

3.2.2 裂缝清理

开槽完成后，即可进行裂缝清理：

（1）将吹风机的喷射口放在距离裂缝大约 5cm 的地方，以便清除裂缝内的杂质、石块和灰尘等。（2）使用钢丝刷彻底清洁凹槽的表面，以便将缝隙边缘的老化松动物质彻底清除干净。(3)喷射器与裂缝的间隔稍微拉大一些，这样可以清除裂缝以及周围的所有松散颗粒和杂质，从而实现对裂缝的全面清理。

3.2.3 灌缝

（1）在彻底清洁了裂缝之后，为了保证密封胶和裂缝壁的牢固连接，需要使用热气喷射器来烘烤和加热裂缝壁，以去除其中的湿气。（2）在进行填缝操作时，需要将密封胶加热至(1955)℃，以增强其与道路表面的黏合力，从而实现最优的填缝密封效果。(3)在填充缝隙的过程中，利用缝隙机内置的刮平器压力喷头将密封胶均匀地注入槽内，注入时要从下往上全面填充，以防止在底部形成洞口。（4）在完成灌缝任务后，交通应该保持在 30 分钟以上，同时，应在灌缝胶的表面撒上沙子或细骨料，以避免车轮在开放交通后带走灌缝材料。(5)为了实现优秀的密封性能，最佳的密封表面应该略微比裂缝宽一些，同时在裂缝的表面和两边构建出一个具有一定厚度和宽度的 T 形密封层。(6)在建设过程中，必须避免在道路湿润或温度低于 4℃的环境下进行施工，否则会削弱密封胶的黏附力。

3.3 SMA-13 罩面

对于裂缝密集、平整度较差及车辙较深的路段，高速公路罩面沥青混合料是一种应用成熟的沥青路面处治方案。而 SMA-13 沥青混合料 具有良好的骨架结构，可提供更好的抗破损性能、抗车辙能力，同时具有密实均匀、构造深度大、粗集料嵌挤好，防水性能好、抗滑、嵌挤、高温稳定性能好等优点，是一种使用普遍、工艺成熟、性价比高方案。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3.3.1 SMA-13 沥青混合料

SMA-13 沥青混合料主要由 SBS 改性沥青、集料、抗剥落剂及稳定剂等 4 种材料组成。

表 1 SMA 型沥青混合料矿料级配范围

类型 / 筛孔（mm）		集料级配通过方孔筛筛孔质量百分比（%）		
		SMA-9.5	SMA-13	SMA-16
		细粒式	细粒式	中粒式
方孔筛	19.0			100
	16.0		100	90-100
	13.2	100	90-100	65-85
	9.5	90-100	50-75	45-65
	4.75	28-60	20-34	20-32
	2.36	20-32	15-26	15-24
	1.18	14-26	14-24	14-22
	0.6	12-22	12-20	12-18
	0.3	10-18	10-16	10-15
	0.15	9-16	9-15	9-14
	0.075	8-13	8-12	8-12

3.3.2 沥青混合料配合比设计

（1）目标配合比设计阶段

密级配沥青混合料及 SMA 混合料：

a.决定每一种矿料的构成比率。将不同类型的矿料从工地上分开过筛，利用电脑或图表等方法，计算出每一种矿料的掺入量，以达到所需的规格和设计要求。这种方法必须重复进行，以便得到一条平滑的矿物混合物的级配曲线。

b.为沥青的最优路平曲线决定。

c.拌和：按照上述配比配制马歇尔试件，进行浸水 48 h 马歇尔实验，检测残余稳定度是否符合《工程规程》要求。在此基础上，对其进行了低温抗裂、冻结劈裂等试验，并对其进行了试验研究。

（2）生产配合比设计阶段

a.确定每个热料仓中的矿料原料及矿物粉末的数量。再进行二次筛分后，要对每一种热料的取样量进行筛查。在此基础上，经过计算，使矿物混合料的级配满足要求，达到指标配比的要求。尤其是 0.075、4.75、9.5mm 筛孔通过，要尽量达到指标的要求，从而为搅拌机上的各个热仓和矿料粉的配比提供依据。并在此过程中，多次调节冷料仓的给料比率，使其平衡。

b.决定最优的沥青混合比率。选取上述矿物性材料，在室内自行研制的小型搅拌机中进行马歇尔试验。测定其 VMA、VCAmix、VV、VFA 等物理量，根据目标配合比的设计，确定合理的最优油石比。

c.对产品配比的检查。采用配制的混合料，对其进行了沥青的渗滤、残余马歇尔稳定性测试。

（3）生产配合比验证阶段

采用配制的拌和机进行试验，待各项性能符合要求后，才能进行试铺。将试铺沥青混合料进行马歇尔试验、沥青含量和筛分试验，检查合格配合比矿料的综合级配置。最起码要包含 0.075mm，2.36mm，4.75mm 以及标称最大粒度的筛孔，要与指标相符合，并且不能在 0.3～0.6mm 范围内产生驼峰。这样就可以为一般的产品制定一个基准的配料。

3.3.3 施工工艺

（1）施工设备

a.拌合楼必须具备输出沥青和记录各类矿料的配入量、搅拌温度等数据的功能。并对拌合楼进行定时测量、测温（每个月至少 2 次）；不能采用无自动配料及温度计的混合器。第二标段的混合机除了符合以上要求之外，还需要配置橡胶沥青的加工、储存和搅拌设施。

b.拌和设备应该是一台能够以重量计量的批次混合的混合器，它的生产量应该在 240 吨/小时以上。并且要有各种骨料和沥青的进料计量和温度的自动化控制装置，并且要有拌和容量 1.5 倍的隔热的成品仓库和二级除尘设施。搅拌装置的出料量要与施工计划协调一致，在装置完工后按照核准的配比进行试拌、试配，直至达到设计指标为止。

c.混合料重量、温度等检查结果应记录在出场签发的运料单上，运料单一式三份，一份存拌和场，一份交摊铺现场，一份交司机，摊铺现场应凭运料单收料，不合格的混合料应废弃不用。

d.运料车车槽在装载沥青混合料前应彻底清洗干净，杂物、土、砂石、混合料等残留物必须完全清除。车槽侧板和底板应是光滑的，没有凹陷和压坑，以免滞留防黏剂。车槽清洁后应在侧板和底板上均匀喷洒一层防黏剂。防粘剂可以用石灰水、皂液或专门的防粘剂等。不得用喷洒柴油来防止沥青黏结。

e.沥青拌和材料铺设装置应当为具有可调节移动平坦板或平整装置的自动化装置。如果有必要，可以对其进行加热，使其能够在指定的、具有代表性的截面及图上指定的厚度范围之内进行摊铺。并且要配备振动夯板或者是幅度可调的振动熨平板的结合设备，应该能够分别进行调节。

（2）搅拌和运输的沥青混凝土

a.每日早晚各取一批拌和机进行压实试验、马歇尔试验及抽滤筛试验，研究油石比、矿料级配及材料的物理机械性能。剩余稳定性试验，一周一至二次。沥青混合料级配与试验结果之间的容许偏差为-0.1%～+0.2%。

b.拌和料不宜长期存放在储仓内，应以无渗漏现象为宜，在储藏期间，拌和料的温度下降不能高于 10℃，一般的沥青混合料存放 10 小时以上，改性后的沥青混合料不能超过 5 小时。SMA 沥青路面沥青混凝土路面仅适用于当日进行使用。

c.在工厂里的沥青混合物因过度加热导致的温度超出了通常最高温度上限时（大于 30℃），应作废弃处理。搅拌后的混凝土应具有良好的均匀性，不能出现灰白色、粗细料离析及结块等情况。当物料的尺寸和配比有变化时，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

必须在实验室测试数据的基础上试混合。

d.运料车要有一个很好的油布罩和车身的侧面隔热层，在运送的时候，要用两块油布之间夹着被子，这样就可以把最上面的油布和被子给拿走了。在运送到摊铺现场之前，必须用一块油布盖住，这样就可以对周围的空气进行保温或者是防止对周围的环境造成影响。

（3）铺筑路面的方法

a.在由总监理工程师验收确认后，才能进行下承层的路面铺设。在摊铺机开始工作之前，必须在温度为100摄氏度以下对其进行预加热0.5～1小时，然后进行均匀、缓慢和连续地摊铺。并且在摊铺过程中要注意避免层间的相互沾染。

b.《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40-2004）规定的最小摊铺温度必须满足相关规定。摊铺机要均匀、缓慢、连续地铺筑，为了改善路面的平整性，需降低材料的离析程度，不能随便改变车速，也不能有任何中断。将路面铺筑速率控制在2～3米/分之间；改性沥青和SMA混合料可以降低到每分钟1～3米/分。在拌和过程中，若有明显的离析、波浪状、裂纹、拖痕等现象，必须进行分析，并加以排除。

c.如遇下雨或遇有积水时，或施工温度低于10摄氏度时，应及时终止摊铺工作。并清理未经压制的混合物。

d.被雨水冲刷过的混合物应该丢弃，并且不要在摊铺机上进行摊铺。

（4）压实与拌和法

a.在摊铺和成型之后，必须及时对其进行足够程度的压实，其成层密实不超过10厘米。

b.压实过程分为初次压实、复压实和最终压实。压路机的压实必须保证是匀速进行的，其压实速率需满足下表要求。

表2 压路机压实过程

压路机类型	初压		复压		终压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢筒式	2-3	4	3-5	6	3-6	6
轮胎式	2-3	4	3-5	6	4-6	8
振动式	2-3静压或振动	3静压或振动	3-4.5振动	5振动	3-6静压	6静压

c.压路机在没有压实成形的路段上转弯、加水、停车或调头。当日成形的道路上不得停泊各类机器和汽车，不得丢弃矿料、油料等杂物。用滚轴往复滚动时，前、后两个停靠点之间的距离要超过10m，且超出压实线至少3米。

3.3.4 质量检验及验收标准

a.对不同类型的矿料、沥青以及各类物料以及混合料的升温进行严格的控制，对其进行合理的热处理，使其能够满足设计及建筑标准，并且每天都要进行抽取实验（含马歇尔稳定性测试）。矿料级配和沥青含量的检测合格率均在95%以上。

b.检查项目及检验标准见下表：

表3 检查项目及检验标准

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	压实度（%）（马歇尔标准密度）		≥实验室标准密度的96（*98） ≥最大理论密度的92(*94) ≥试验段密度的98（*99）	按JTG 5220-2020附录B检查，每150m²测1处
2	平整度	IRI（m/km）	主线路段≤1.6 匝道路段≤2.0	T0933，激光自动平整度检测仪 每100m计算IRI
		接缝处最大间隙h（mm）	/	/
3	渗水系数		≤120ml/min（AC路面） ≤160ml/min（SMA路面） ≤100ml/min（橡胶沥青路面）	渗水试验仪：每1500m²测1处
4	抗滑	摩擦系数	摆值BPN≥45 横向力系数SFC≥54	T0964，摆式仪：每1500m²测1处：T0965 横向力系数测定车：沿线连续
		构造深度TD（mm）	≥0.55	砂铺法：每1500m²测1处
5Δ	厚度（mm）	评定合格值	不小于设计或计量值的-4mm	按JTG 5220-2020附录H检查，每150m²测1处
6	宽度（m）		不小于设计宽度	钢尺量：每100m测2个断面
7	坡度（%）		设计±0.3	水准仪：每100m测1个断面
8	边缘顺直度（cm）		≤5cm/20m	不少于2尺/100米
9	纵断面高程（mm）		±15	每100m测2个断面

4 结语

在高速公路中，沥青路面的使用频率相当高，它可能会遭遇多种因素的作用，如横向、纵向以及网状裂纹。本篇文章将针对小型和大型的裂纹，详细阐述修复方法，并比较了不同修复方法的实际效果。以提升高速公路的行车安全性和舒适感。

[参考文献]

[1]袁玉东.高速公路沥青路面裂缝成因及其防治措施[J].四川建材,2022,48(2):151-152.
[2]李媛媛.高速公路沥青路面裂缝修补技术研究[J].住宅与房地产,2020(5):201.
[3]郭伟.高速公路沥青路面裂缝修补技术分析[J].四川建材,2019,45(4):156-158.
[4]李培.高速公路沥青路面裂缝成因及解决措施[J].居舍,2019(9):9-179.
[5]张丽洁.高速公路沥青路面裂缝原因分析及维修技术应用研究[J].建材与装饰,2016(7):215-216.

作者简介：金卓华（1977.11—），男，毕业于吉林大学，公路与桥梁专业，就职于浙江省交通集团高速公路金华管理中心，职称级别为工程师（中级）。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高速公路工程中高性能混凝土试验检测相关问题思考

蹇 涛
四川省公路规划勘察设计研究院有限公司，四川 成都 611130

[摘要]高性能混凝土是一种新型高技术混凝土，采用常用的材料和技术，具有混凝土结构所需的各种力学性能，生产出具有高耐久性、高工作性和高体积稳定性的混凝土。在高速公路工程施工过程中，高性能混凝土材料具有强度高、容易成型等的优越性与经济性，使其用途不断扩大，在不少工程中得到推广应用。为了提高高性能混凝土试验检测质量，在施工中更好地发挥其优势作用，需要不断完善混凝土的配合比设计和搅拌工艺，保障高性能混凝土的相关性能。在高速公路实际的施工建设当中，提升交通工程的整体建设质量。

[关键词]高速公路工程；高性能混凝土；试验检测
DOI：10.33142/sca.v6i10.10226 中图分类号：U414 文献标识码：A

Reflections on Issues Related to High-performance Concrete Testing and Detection in Highway Engineering

JIAN Tao
Sichuan Highway Planning, Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 611130, China

Abstract: High-performance concrete is a new type of high-tech concrete that uses commonly used materials and technologies to possess various mechanical properties required for concrete structures, producing concrete with high durability, workability, and volume stability. In the construction process of highway engineering, high-performance concrete materials have the advantages of high strength, easy forming, and economy, which continuously expand their use and have been promoted and applied in many projects. In order to improve the quality of high-performance concrete testing and better leverage its advantages in construction, it is necessary to continuously improve the mix design and mixing process of concrete to ensure the relevant performance of high-performance concrete. In the actual construction of highways, it improves the overall construction quality of transportation engineering.

Keywords: highway engineering; high-performance concrete; test detection

随着城市经济的高速发展，高速公路的建设工程同时日渐增多。高速公路是现代化的标志，可以体现出一个国家的综合实力，对社会生活和国家经济起到至关重要的作用。高性能混凝土是高速公路修建工程中最重要的材料之一。高性能混凝土的使用，直接影响高速公路的安全性和耐磨性和使用寿命等。所以本文探讨了高速公路工程中高性能混凝土试验检测的相关问题。

1 高性能混凝土的性能特征

高性能混凝土是一种新型的建筑材料，具有比一般混凝土更强的耐久性，抗磨损，抗渗透性等多项指标。是在普通混凝土性能的基础上，利用现代科技技术，有机地结合材料，使用高性能混凝土配制而成的混凝土，洁白而且细致平滑，结构紧密，坚固耐用，防水耐磨，耐腐蚀等，施工强度高，高性能混凝土结构更加牢固，在高速公路建设，机场跑道建设，隧道大桥等工程上都得到了广泛的应用。

高性能混凝土具有耐久性强，抗渗透性强，抗冻融性能好，施工性能方便，高强度等的混凝土。高性能混凝土在施工性能方面，拌和料流动度高，浇筑时不会出现分层和离析现象，还表现出了优良的可泵性和自密实性能[1]。而且初期水泥水化热很低，硬化过程收缩很小，硬化后渗透率低，对外界环境的腐蚀有很高的抵抗力，高性能混凝土表现出很好的稳定性。高性能混凝土的使用寿命很长，所以在一些特殊防护工程中，对结构的控制主要是耐久性，而非混凝土的强度。让使用的混凝土结构安全可靠，是应用高性能混凝土的主要目的。

高性能混凝土除了体现性能上的优势，本身也具有更重要的可持续发展性，这就是高性能混凝土的绿色节能性。在传统的工程施工时，普通混凝土的应用和施工技术，使工程施工的时间加长，而且对混凝土原材料的选择使用上，多少都出现浪费的情况，增加了消耗，增加了施工方的经济成本。而选择使用现代的高性能混凝土，可以大大减少材料的损耗，通过对其性能的试验检测，根据不同的施工环境，严格按照科学技术试验改变高性能混凝土配比，大力配合工程要求，缩短了工程工期的同时降低了工程的运行成本。

2 高性能混凝土的原料组成和配合比

高性能混凝土的原材料选择上，如原材料中的水泥，矿物粗细骨料，水，高性能减水剂等，都要严格的种类等级要求，在配置上采用的是低水胶比，掺加足够数量的矿物细掺料和高效外加剂。对高性能混凝土不同配比的调整，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

可以满足不同工程施工的要求，确保符合工程项目的质量要求和规范。

（1）高性能混凝土最重要的组成部分水泥的选择符合指标 GB175 标准的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，不建议使用早强型水泥。针对具体应用和环境而选择不同水泥来试验配比。

（2）在高速公路施工中，使用高性能混凝土时，正确配置选择矿物粗细骨料是十分重要的，要考虑到提高高性能混凝土的耐久性和相关的物理作用性。对骨料的种类以及实用工作效果，这里的骨料，通常指的是砂石。特别是要对骨料的表面特征、粒径、抗压强度、含砂率和碱度等都要进行分析控制，因为会直接影响工程的稳定性，还要管理检测，确保粗骨料和细骨料都结合实际的工程要求，符合相关施工的质量要求，才能对随后的高性能混凝土的工作性、强度和耐久性进行一定的控制。

（3）高性能混凝土中包含了很多矿物掺合料和胶凝材料，在所有材料掺入混凝土的同时，虽然提高了混凝土的工作性能，但也降低了水胶比，会让混凝土的黏稠度增加。这时候就需要减水剂的加入，其中包括减水剂有普通减水剂、早强减水剂、缓凝减水剂和引气减水剂。要根据不同的施工要求选择不同的减水剂，使用型号为 HJSX-A 的聚羧酸系的高性能减水剂，是符合高速公路工程的相关要求的[2]。减水剂可以改善混凝土的和易性，面对结构复杂的结构的工程施工上，也可以很好地应对。在其他材料用量不变的条件下，可以减少混凝土用水量，提高混凝土的强度。在保持混凝土的强度不变的情况下，同时减少混凝土用水量和水泥的用量，因为减水剂的成本比水泥的成本要低，所以相对地节约成本。

（4）从我国建设高铁的工作中总结经验，在采用后张法开展孔道注浆作业工作环节中，采用管道压浆剂来进行孔道注浆。用于孔道注浆的材料中，包含水泥，水和管道压缩剂，其中管道压缩剂里包含膨胀剂以及高效减水剂和矿物掺合料等，根据高速公路的施工标准要求，将所有符合高性能混凝土标准的原材料通过相关比例进行混合，用于高速公路工程当中的孔道注浆施工。严格执行混合比例和水胶比可以有效的掌控注浆技术，为将来的施工作业提供很大的帮助。

在高速公路工程施工中，选择合适的混凝土原材料，利用其工作性和受力性等的特性规律，结合科学的试验验证调整和经济效益的前提下，找出混凝土最佳配合比，确定出适用的高性能混凝土标准方法。

3 高性能混凝土试验优化

3.1 搅拌系统及工艺优化

混凝土搅拌是高速公路工程中高性能混凝土试验中最主要的环节。在混凝土搅拌过程中，因减水剂对水量变化比较敏感，所以加入适量的聚羧酸减水剂，可以降低因为水量影响导致的混凝土质量不符合要求的概率[3]。为了确保高性能混凝土质量符合高速公路施工要求的标准，必须对搅拌系统和搅拌设备进行定期的更新优化和检查，保证质量和提高安全性。选用自动化的搅拌设备，可以防止人为因素导致的质量不符现象，按照最佳的配合比加入高性能混凝土原材料，充分地混合自动化搅拌，提高了工作效率和混凝土质量，在高速公路建设上得到了广泛的运用。

3.2 浇筑工艺

在高速公路工程中，预制梁体的浇筑同样非常重要。想要合理优化浇筑工艺就要合理地掌控混凝土的配合比，在浇筑之前还要对环境和混凝土的含气量，温度等进行测评，浇筑过程中，也要注意混凝土塌落度和浇筑高度，先浇筑底板，之后进行密封，分层分段进行浇筑，然后浇筑腹板，这种方式比较相对方便快捷。过程中对预想会出现的问题进行分析做到及时改正。由于高性能混凝土具有良好的流动性，容易流平，所以在施工过程中，不需要太强的振捣，只要使用低频振动器就可以了。浇筑完成后，要把混凝土表面夯实、平整，抹平时不需要用水。要完成预制梁混凝土的浇筑工作，需要选择合适的车辆进行混凝土的运输，通常会借助吊斗，泵等工具，一般浇筑的时间为 5 个小时左右，所以需要各个方面通力协作，发现问题，快速解决问题，共同保证施工的完成度和质量要求。同时，高性能混凝土还具有很好的自密实性，它的用水量比较小，流动性也比较好，而且抗离析能力也比较强。所以，高性能混凝土材料的填充性能非常出色，也就是说只要加入适当的比例，就可以获得很好的自密实效果。

4 高性能混凝土试验分析

4.1 和易性的试验检测

高性能混凝土材料的重要性能之一是和易性，和易性让高性能混凝土的相关的指标如流动性、保水性和黏聚性都凸显了各自优势，因此要用不同的测试方法对和易性进行综合评估。首先检测混凝土的流动性，可以借助坍落度检测仪进行流动性检测，一般适用坍落度在 10mm 以上的混凝土。检测前要清洁检测仪器，将混凝土放置坍落度筒内，振捣密实，抹平混凝土表面，水平垂直拿起坍落度筒，用尺子进行测量混凝土的坍落数值[4]。可反复试验几次得到正确数值。然后检测人员通过目测，结合相应标准，针对混凝土的保水性和黏聚性进行专业判断。在将坍落度筒提起的同时，如果进行检测的混凝土底部出现大量水分，表示混凝土的保水性非常差，如果下面没有出现水或者量特别少，则代表混凝土的保水性非常好。工程人员利用振捣棒直接对混凝土拌和物的单侧进行敲打，如果是缓慢下沉坍落，则表明其具有良好的黏聚性；如混凝土出现离析、开裂或坍塌，则表示混凝土其紧密性不佳，黏聚性差。通过两项检测，对高性能混凝土的和易性进行一个科学综合性的评估。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

4.2 混凝土的强度试验

强度试验其实就是针对高性能混凝土的力学性能检测，包括有混凝土抗压强度，混凝土的劈裂抗拉能力，和混凝土弹性压缩强度。混凝土的这些强度检测，是高性能混凝土质量的保障。检测依据 GB/T 50081-2002《普通混凝土力学性能测试方法》进行。抗压强度的检测，首先要选取在一定时间内标准化进行养护的混凝土进行试验。按规范要求的时限进行抗压强度测试，清洁混凝土试样的表面，除去附着于混凝土试样上的各类杂质，并将试样置于压机下面的压板上。对试验用的混凝土试样进行位置调整，接通电源，启动压力机，调整承压板的位置和球座，使承压板与混凝土试件表面充分完全接触，按照相关标准规定的速率施加荷载，反复调整，直到混凝土试件受损为止。准确地记录当时的荷载值，计算出混凝土试件的抗压强度值。混凝土的劈裂抗拉强度，同样的规范养护下，选取其中一块混凝土试件，对试件进行数据测量，做好准确的记录，然后开始拉伸和劈裂试验，对试件施加一定的荷载，查看记录破坏后的荷载值。混凝土弹性压缩强度采用大体相同的试验方式，多次预压下，查看混凝土试件的变形值。以上数据都利用相关的公式计算出对应的强度值。

4.3 耐久性试验检测

对高性能混凝土进行了耐久性能测试，包括抗渗透性和抗氯盐渗透性等。高性能混凝土的抗渗透性试验依据标准 GB/T 5082-2009《混凝土抗渗透性试验方法》进行试验。按照相关标准要求，试验采用圆柱形混凝土试件，对混凝土试件进行标准化养护，其实达到标准龄期[5]。等到混凝土试件表面完全干燥后，在其中一侧均匀涂上一层密封材料，使用压力机把混凝土试件准确地装入测试模具上，彻底冷却后卸载荷载，然后把混凝土试件装入抗渗仪中。启动仪器，观察混凝土试件的渗水情况，当出现 3 个混凝土试件表面出现渗水时，关掉机器，停止试验，对水压力值进行详细的记录，测出混凝土的抗渗透性。为了加速测试的进度，相对高效的 RCM 方法对高性能混凝土进行抗氯离子渗透性试验。采用 RCM 法对高性能混凝土抗氯离子渗透性进行检测时，要选取切割符合标准大小的混凝土试件，放入标养池进行 4 天的浸泡[6]。然后把相关试剂倒入试验槽内，对通电后的电压、电流及电解液的温度进行测量记录，取出混凝土试件，滴定氯离子扩展深度，对数值进行科学计算。试验证实，加入矿物掺和料可以有效地阻断了氯离子在混凝土中的扩散，减少了混凝土中的氯离子浓度，从而大大延长了钢筋的腐蚀生锈时间。

5 结语

基于城市经济高速发展，在交通系统的建设中，高速公路工程是重要的不可缺少的一环。在高速公路工程施工中，为了确保工程保质保量地高效完成，结合工程建设中的经验，对混凝土的要求是越来越高了。高性能混凝土是相对于普通混凝土工作性能或是耐久性能更加突出的新型混凝土，高性能混凝土作为一种主要的道路建设材料，具有高强、耐久、抗冻融、良好的施工性能，在高速公路建设中，高性能混凝土起着举足轻重的作用。所以，为了满足高速公路工程施工对高性能混凝土各项性能的要求，可以采取有效的措施进行测试，试验检测出有效的更适宜的高性能混凝土，是非常重要性的工作。通过试验检测，可以了解高性能混凝土材料的设计、组成、性能及其与材料结构之间的内在联系，增加混凝土耐久性能，增加强度，降低水泥消耗，促进高性能混凝土材料的整体性能质量的提升。

综上所述，对于现阶段的交通系统建设来说，高速公路工程施工中，合理地选择混凝土原材料，优化配比，加强高性能混凝土的检测，都是不可缺少重要环节。可以提高高速公路工程的施工质量，延长使用寿命，有利于提高高速公路运行的安全性，并且节约相应的维护资金费用。高速公路工程中使用高性能混凝土对于现代交通事业，对我国高速公路及其他道路的建设奠定坚实的基础。

[参考文献]

[1]刘涛.高速公路工程中高性能混凝土试验检测相关问题思考[J].运输经理世界,2023(3):152-154.
[2]柯睿.高速公路高性能混凝土试验检测研究[J].科技创新与应用,2020(1):68-69.
[3]牛波.浅谈高速公路高性能混凝土试验检测[J].城市建筑,2020(14):175-176.
[4]马骅,裘智辉,仲新华.C50 高性能混凝土在邢衡高速公路工程中的应用[J].中外公路,2013,33(3):300-303.
[5]洪洁,李建平,李颖.高性能抗冻混凝土试验研究及在工程中的应用[J].建材发展导向,2010,8(1):53-56.
[6]叶露,汪功伟.高强高性能混凝土在高速公路工程中的应用[J].城市道桥与防洪,2003(3):27-30.

作者简介：蹇涛（1990.8—），男，毕业院校：长沙理工大学，所学专业：交通土建工程，当前就职单位：四川省公路规划勘察设计研究院有限公司。职务：试验检测师，职称级别：中级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高速公路施工中的软土路基施工技术

陈金祥
江苏现代路桥有限责任公司，江苏 南京 210018

[摘要]公路建设的质量对道路使用的安全性和稳定性至关重要。基于此，首先深入研究了软土路基的特征，包括其高含水量、流变性、稳定性、压缩性以及相对较弱的荷载性能。这些特征为软土路基施工带来了独特的挑战。同时，详细分析了软土路基施工中存在的问题，如路堤滑坡、开裂和沉降等。这些问题可能会对公路的安全性和持久性造成严重影响。为了应对这些挑战，提出了软土路基施工技术的处理优化策略。这些策略包括土壤改良和加固、排水系统的改进、真空管网和密封系统的应用，以及其他施工技术的优化，如强夯、挤密、抛石挤淤和土钉墙等。这些措施旨在确保公路施工达到既定标准，并提高道路使用后的安全性和稳定性。

[关键词]高速公路；软土路基；施工技术
DOI：10.33142/sca.v6i10.10225 中图分类号：U44 文献标识码：A

Construction Technology of Soft Soil Roadbed in Expressway Construction

CHEN Jinxiang
Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210018, China

Abstract: The quality of highway construction is crucial for the safety and stability of road use. Based on this, a thorough study was conducted on the characteristics of soft soil roadbed, including its high moisture content, rheological properties, stability, compressibility, and relatively weak load performance. These characteristics bring unique challenges to the construction of soft soil roadbed. At the same time, a detailed analysis was conducted on the problems existing in the construction of soft soil roadbed, such as embankment landslides, cracking, and settlement. These issues may have a serious impact on the safety and durability of highways. In order to address these challenges, optimization strategies for the treatment of soft soil roadbed construction technology have been proposed. These strategies include soil improvement and reinforcement, improvement of drainage systems, application of vacuum pipe networks and sealing systems, and optimization of other construction technologies, such as dynamic compaction, compaction, riprap and soil nailing walls. These measures aim to ensure that road construction meets established standards and improve the safety and stability of the road after use.

Keywords: expressway; soft soil roadbed; construction technology

在当今社会，公路建设作为连接城市和地区的重要基础设施，扮演着不可或缺的角色。公路的质量直接关系到交通的顺畅、出行的安全以及经济的繁荣。然而，随着城市化和交通需求的增加，越来越多的公路项目需要穿越软土地区，这为公路建设带来了一系列独特的挑战。软土路基的特性，如高含水量、流变性、稳定性不足、压缩性较强以及荷载性能的相对脆弱，使其成为公路施工中的薄弱环节。为了确保公路的安全和持久性，有必要对软土路基施工技术进行有效的优化和革新。

通过探讨软土路基施工技术的现状，明晰软土路基的特点，并深入分析在软土路基施工中可能出现的问题。随后，将探讨可行性的施工技术处理优化策略，以提高公路建设的质量，确保道路使用后的安全性和稳定性。通过深入研究和持续改进软土路基施工技术，更好地满足社会的出行需求，并为未来的公路建设提供更安全、更可持续的基础设施。

1 软土路基的特征

1.1 含水量偏高

软土路基的特征之一是其含水量通常较高。这是由于软土通常富含水分，使其在施工中表现出较高的含水量。这一特点对施工过程和路基稳定性产生了直接影响。高含水量会降低土壤的抗剪强度，使其更容易发生沉陷和变形。此外，高含水量还可能导致路基松散，使其难以支撑车辆荷载。

1.2 流变性偏高

土通常表现出较高的流变性，即其会随着外部应力的变化而发生显著的变形。这种流变性使软土在负荷下容易发生沉陷和挤压，因此可能引发路基变形和不稳定性问题。在施工中，需要采用适当的技术来应对软土的高流变性，例如土壤改良和加固措施，以增强土壤的抗变形性能。这包括使用强夯、挤密、水泥搅拌桩等技术，以减少软土的流变性，提高其抗压性能。

1.3 稳定性不足

软土路基的稳定性通常较差，容易发生路堤滑坡和坡面开裂等问题。稳定性不足可能会导致严重的道路损坏和安全隐患。为了解决这一问题，施工中需要对软土路基进行适当的加固和支护。这可能包括使用土钉墙、岩土桩、挤密技术等，以增加路基的稳定性和承载能力。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.4 压缩性较强

软土通常表现出较强的压缩性，即在受到荷载作用时，它容易发生垂直挤压和沉陷。这种特性可能导致路基下沉和路面损坏。为了减轻压缩性的影响，施工中需要采取合适的土壤改良技术，如挤密和强夯，以增加土壤的密实度和抗压性。

1.5 荷载性能弱

软土的荷载性能通常相对较弱，意味着它难以承受大荷载。这可能对公路的使用和安全性产生负面影响[1]。为了增强荷载性能，施工中需要采取合适的措施，如土壤改良和增加路基的承载能力。这可以通过使用适当的材料和技术来实现，以确保路基能够承受交通荷载而不发生变形或损坏。

2 软土路基施工中存在的问题

2.1 路堤滑坡问题

在软土路基的施工中，路堤滑坡问题是一个普遍存在的挑战。由于软土的低稳定性和高含水量，路堤在施工和使用过程中容易发生滑坡。这种情况可能会导致道路部分或全部坍塌，对行车安全和道路可用性构成威胁。

2.2 开裂与沉降问题

软土路基中的开裂和沉降问题是常见的施工挑战。开裂可能发生在路面或路基上，而沉降可能导致路面下沉，影响行车舒适性和安全性。

3 高速公路软土路基施工工艺流程

3.1 前期调查和设计

在软土路基施工的工艺流程中，前期调查和设计是至关重要的一步。这一阶段的目标是充分了解工程所在地的地质和土壤条件，以便制定合适的施工计划。首先，地质勘察团队会进行地质勘查，确定地下地质情况、软土层分布和水文地质特征。然后，根据勘查结果，工程师将进行设计，确定合适的路基结构、路面厚度和排水系统等方面的细节。这一阶段的有效实施有助于在后续施工中准确解决软土路基的问题，并确保工程的稳定性和安全性。

3.2 土壤改良和加固

土壤改良和加固是软土路基施工流程中的关键步骤。在这一阶段，工程师将根据前期调查的结果，采用适当的方法来改良和加固软土。这可能包括使用挤密技术、水泥搅拌桩、土工合成材料等，以提高土壤的抗剪强度和抗压性能。通过增强土壤的力学特性，可以减少路基的沉降和变形，提高路基的稳定性。

3.3 清理软土路基表面及路基排水

清理软土路基表面和路基排水是确保路基质量的重要环节。在施工过程中，必须确保软土路基表面清洁，没有杂物和不均匀性，以保证路面的平整度和质量。同时，路基排水系统也需要得到充分关注，以确保雨水和地下水能够迅速排出，减少软土路基受水分影响的机会。

3.4 铺设砂垫层并设置竖向排水体

在软土路基上，铺设砂垫层和设置竖向排水体是常用的方法来改善路基的排水性能。砂垫层可以有效分散荷载，并减少软土路基受荷载时的变形。竖向排水体则有助于排除路基内部的水分，防止软土发生挤压和沉降。

3.5 安装真空管网及密封系统

在软土路基施工中，安装真空管网和密封系统是为了管理地下气体和水分，以减轻软土路基的压缩性。真空管网通过抽空路基下的空气，减少水分的渗透，从而减小土壤的流变性[2]。密封系统则确保真空管网的有效运行，并防止外部物质进入路基。

3.6 抽气堆载及真空泄压施工

抽气堆载和真空泄压施工是进一步改善软土路基稳定性的关键步骤。抽气堆载是通过抽出土壤中的空气来加固土壤，提高其承载能力。真空泄压施工则用于减少路基下的气体和水分，防止路基发生变形和沉降。

4 公路施工中软土路基施工技术的优化

4.1 换填技术的优化

换填技术是软土路基施工中的一项关键技术，用于改善软土的力学特性和提高路基的承载能力，材料选择至关重要。选择合适的填料材料，如碎石、砂土或其他合适的材料，对于提高填料的稳定性和排水性能至关重要。同时，考虑填料材料的可获取性和成本效益，以确保施工的经济性。填充层的均匀性应受到特别关注，通过优化填充层的均匀性，可以减少地基的沉降和不均匀沉降的风险。这可以通过合适的材料分层和严格的施工质量控制来实现。最后，应结合现代技术和工程机械，如土石方平衡的计算和监测系统，以确保填料的合理分布和压实。这将提高换填技术的施工效率和质量，减少后续维护成本。

4.2 排水固结技术的优化

排水固结技术在软土路基施工中具有重要作用，有助于减少水分对土壤的影响并提高路基的稳定性。排水系统的设计应根据实际地质条件进行合理规划，包括横向排水、纵向排水和排水管道等方面的设施应按照地下水位和降雨情况进行优化配置。此外，应考虑使用新型排水材料和技术，如排水管网和聚合物排水板，以提高排水效率。其次，排水系统的定期维护和清理是优化的一部分。确保排水系统畅通，以减少积水和水分对路基的侵蚀，有助于提高路基的稳定性。

4.3 水泥搅拌桩施工技术的优化

水泥搅拌桩是软土路基施工中常用的土壤改良技术，有助于提高土壤的抗压强度和抗变形性。首先，搅拌桩的直径和间距应根据软土地质条件和工程要求进行合理设计。通过调整搅拌桩的直径和间距，可以实现最佳的土壤改良效果。其次，材料的选用至关重要[3]。水泥搅拌桩中使用的水泥类型和比例应根据土壤的化学特性和工程要求进行选择。合适的水泥类型和比例可以提高搅拌桩的强度和耐久性。最后，施工过程的监测和质量控制是优化的重要一部分。通过严格控制搅拌桩的深度、搅拌速度和浆液注入量，可以确保搅拌桩的质量和一致性，从而提高土壤的力学性能。

4.4 强夯施工技术的优化

强夯施工技术是软土路基加固和改良的一种常用方法。首先，强夯施工前的土壤特性测试和分析是关键。了

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

解软土的压缩性、抗剪强度和水分含量等参数有助于确定适当的施工参数，如夯击次数、夯击能量和夯击频率。这可以通过现代地质工程技术和设备来实现。其次，施工中应注意强夯桩的布局和排列。优化桩的布局和间距，以确保均匀的土壤改良和加固效果。这有助于减少路基的不均匀沉降和开裂。最后，监测和质量控制也是优化的一部分。通过实时监测强夯施工参数和土壤改良效果，可以及时调整施工策略，确保施工质量。

4.5 挤密施工技术的优化

挤密施工技术是通过应用外部压力来增加土壤的密实度，提高其抗压强度和稳定性。首先，优化挤密机械的选择和配置。选择适当型号和规格的挤密机械，以满足软土的改良需求[4]。此外，挤密机械的工作参数，如压力和振动频率，应根据土壤特性和工程要求进行调整。其次，施工中的挤密顺序和层数应根据软土地质情况进行合理规划。确保挤密作业的均匀性和覆盖范围，以避免土壤改良的不均匀性。最后，挤密施工的质量控制和监测至关重要。通过实时监测土壤的密实度和抗压强度，可以及时调整挤密参数，以保证挤密效果。

4.6 抛石挤淤技术的优化

抛石挤淤技术是软土路基改良的一种有效方法，通过将石料注入软土中以提高其抗压强度。首先，选择适当的石料类型和颗粒大小是关键。不同类型和大小的石料对软土的改良效果有所不同。优化石料的选择，以满足软土的力学特性和工程要求。其次，石料的注入方法和压实过程应根据软土的特性进行合理规划。确保注入和压实是均匀的，以提高土壤的抗压强度和稳定性。最后，施工中的质量控制和监测是优化的一部分。通过监测软土改良的深度和抗压强度，可以及时调整施工参数，以确保改良效果。

4.7 土钉墙施工技术的优化

土钉墙的设计应根据地质条件和工程要求进行合理规划。考虑土钉的数量、长度、间距和角度，以满足路基的承载需求和稳定性要求。其次，选择适当的土钉材料和锚固方式是关键。不同材料和锚固方式对土钉墙的稳定性和承载能力有所不同。根据工程需求和地质条件，选择合适的材料和锚固方式。最后，施工中的土钉墙的质量控制和监测至关重要。确保土钉的安装是准确的，锚固牢固，以保证土钉墙的稳定性。

5 软土路基施工质量检验

5.1 质量检验的重要性

质量检验在软土路基施工中具有多重重要性。它确保施工与设计和规范的要求相符。通过检验，可验证施工过程是否与工程设计的要求一致，以确保工程质量达标。检验有助于及早发现和纠正问题。在软土路基施工中，可能出现材料不合格或施工质量不符合标准等问题。检验可以及时发现这些问题，采取纠正措施，避免后续质量问题和工程延误。最后，检验提高了施工质量和道路可持续性。通过检验，确保软土路基的稳定性和耐久性，减少维护和修复成本，延长道路的寿命。

5.2 检验方法与标准

土壤材料检验，包括密度、含水量、颗粒分布和抗剪强度等性质的检验。这些测试通常包括原位试验、实验室试验以及现场密实度检测等方法，以确保土壤满足设计和规范的要求。施工工艺检验，涵盖施工过程的监测和验证，例如挤密、水泥搅拌桩、强夯和土钉墙等工艺的检查。这包括对施工参数、设备状态和工艺控制的审查，以确保施工符合要求。最终路基质量检验，包括对最终路基的平整度、厚度、排水性能和稳定性的检测和质量评估。这确保了路面的质量符合规范的要求。这些检验方法和标准应该遵循相关国际或国家标准，如土工工程、道路施工和土壤力学方面的标准。此外，检验过程应由经过培训和合格的检验员执行，以确保检验结果的准确性和可靠性。通过综合应用这些检验方法和标准，软土路基的质量得以有效控制和改进，确保道路的安全性和可靠性。

5.3 质量问题的纠正与改进

一旦质量问题在检验中被发现，应采取适当的纠正和改进措施。首先，明确问题的原因和性质。了解问题的根本原因是解决问题的第一步。问题可能由于材料质量、施工工艺、设备问题或人为失误等多种原因引起。其次，采取纠正措施。根据问题的性质，采取适当的措施来解决问题。这可能包括更换材料、调整施工工艺、改进设备维护和培训等。最后，进行质量改进。经过问题的解决，应对工程的质量管理体系进行评估和改进，以避免类似问题再次发生。这可能包括更新施工流程、提高工程师和工人的技能，以及加强质量控制和监测。

6 结语

在软土路基施工中，优化和改进施工技术以确保质量和可持续性至关重要。软土路基的特征和存在的问题使得施工过程充满挑战，但通过合理的工艺和质量控制，可以取得令人满意的结果。从软土路基的特征、存在的问题、施工工艺、技术优化以及质量检验等方面进行了探讨。通过了解软土路基的特性，及时发现并纠正问题，采用适当的施工工艺和技术优化，以及质量检验的重要性，可以确保公路施工达到既定标准，提升道路的安全性和可靠性。软土路基施工领域的不断改进和创新将继续推动道路建设的可持续发展，为人们提供更加安全和高品质的道路网络。

[参考文献]

[1]郭雪彦.公路施工中软土路基的技术处理[J].江苏建材,2022(4):69-70.
[2]陈伟.公路施工中软土路基的施工技术处理[J].黑龙江交通科技,2022,45(5):77-79.
[3]贺飞来,龚俊平.公路施工中软土路基的施工技术方案[J].交通世界,2021(36):122-123.
[4]陈正勇.公路施工中的软土路基施工技术研究[J].交通世界,2021(25):83-84.

作者简介：陈金祥（1981.7—），男，毕业院校：江苏海洋大学；所学专业：土木工程；当前就职单位：江苏现代路桥有限责任公司，职称级别：初级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

沥青路面施工病害成因及质量优化方法分析

韩 松
江苏东交智控科技集团股份有限公司，江苏 南京 210000

[摘要]随着交通基础设施的迅速发展，沥青路面已成为当下最为普遍的道路类型，受到了广泛的应用。然而，其施工中的病害问题逐渐浮现，对路面的使用寿命和驾驶安全造成了威胁。文章探究了沥青路面施工病害的主要成因，将其归纳为材料问题、设计缺陷、施工技术差异、环境因素和交通荷载影响。针对这些问题，文章提出了一系列质量优化策略，包括加强材料采购与检测、合理的路面设计、精确的温度控制和有效的荷载管理等，旨在提高沥青路面的施工质量和延长其使用寿命。通过综合应用这些建议，我们可以更有效地预防和解决施工病害，确保沥青路面的持久性和安全性。
[关键词]沥青路面；路面施工；成因分析；质量优化
DOI：10.33142/sca.v6i10.10208 中图分类号：U416.217 文献标识码：A

Analysis of the Causes of Asphalt Pavement Construction Diseases and Quality Optimization Methods

HAN Song
Jiangsu Easttrans Intelligent Control Technology Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: With the rapid development of transportation infrastructure, asphalt pavement has become the most common type of road currently and has been widely used. However, the problems of diseases in its construction have gradually emerged, posing a threat to the service life and driving safety of the pavement. The article explores the main causes of asphalt pavement construction diseases and summarizes them into material problems, design defects, differences in construction technology, environmental factors, and the impact of traffic loads . In response to these issues, the article proposes a series of quality optimization strategies, including strengthening material procurement and testing, reasonable pavement design, precise temperature control, and effective load management, aiming to improve the construction quality of asphalt pavement and extend its service life. By comprehensively applying these suggestions, we can more effectively prevent and solve construction diseases, ensuring the durability and safety of asphalt pavement.
Keywords: asphalt pavement; road construction; cause analysis; quality optimization

引言

道路作为城市与乡村、国家与国家之间的重要连接，其质量和稳定性对于经济发展和人们的生活质量都具有至关重要的意义。在各种路面类型中，沥青路面因其出色的性能和经济效益而被广泛采用。它不仅为驾驶者提供了平滑、安静的行车体验，还为城市规划和交通管理提供了巨大的便利。但与此同时，随着沥青路面的大量铺设和使用，其施工病害也逐渐显现，这些病害在很大程度上影响了路面的使用寿命和驾驶安全。病害的产生与多种因素相关，既包括施工过程中的材料选择、工艺方法，也涉及后期的使用和维护。因此，深入理解沥青路面施工病害的成因，并探索其质量优化方法，对于提高沥青路面的施工质量、延长其使用寿命和确保交通安全都具有重要价值。

1 沥青路面施工的特点及作用

1.1 沥青路面施工的特点

沥青路面施工是现代道路建设的重要组成部分，其特点集中反映了工程技术与材料科学的融合。首先，沥青路面施工具有极强的适应性，可以应对各种地质和气候条件，这得益于沥青材料的柔韧性和可塑性。其次，这种施工方法以其高效快捷而著称，能在短时间内完成大面积的铺设，满足了快速道路建设的需求。再者，沥青路面施工允许在已有的道路基础上进行翻新或升级，这既节约了成本，又减少了对环境的影响。此外，与其他路面材料相比，沥青混合料可以在生产现场或工厂中进行精确的配比和控制，确保其性能满足特定的交通和环境需求。不仅如此，沥青路面还具有出色的防水性和附着力，能够有效地分散交通荷载，减少车辆噪音，提供平滑舒适的驾驶体验。然而，沥青路面施工也面临着一些挑战，如温度控制、材料老化和施工质量的监控，这要求施工团队具备高度的专业技能和严格的质量管理体系。

1.2 沥青路面施工的作用

沥青路面施工在现代交通建设中扮演着至关重要的角色。其主要作用在于为车辆和行人提供一个坚固、平滑、持久的通行表面，确保交通的顺畅与安全。沥青路面由于其独特的结构和材料特性，可以有效地吸收车辆荷载，分散压力，从而减少路基的损伤，延长整个道路结构的使用寿命。此外，与其他类型的路面相比，沥青路面具有出色的防水性能，能够阻止水分进入基层，进而避免冻胀、裂缝和其他由于水侵入而导致的路面病害。同时，沥青的噪音吸收能力也为减少交通噪音、提高周边环境的生活质量

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

做出了贡献。更重要的是，沥青路面施工相对快速、经济，维护简单，使得其在大型交通项目中成为首选，满足了现代社会对于快速道路建设和经济效益的双重需求[1]。总的来说，沥青路面施工为城市和乡村的发展、人们的出行和经济的流动都提供了坚实的支撑和保障。

2 沥青路面施工病害成因

2.1 材料问题

沥青路面在施工过程中的病害，很大程度上与所使用材料的质量密切相关。首先，沥青本身的质量对路面的性能起到决定性作用。若沥青含有过多的杂质或其黏度不恰当，可能导致路面在后期出现龟裂、坑槽或起泡现象。再者，骨料的质量也是关键因素。不均匀的骨料尺寸分布或过度的磨损都可能造成沥青混合物的结构不稳定，导致车辙、沉陷或表面剥离。此外，填料的选择和比例也不容忽视。不合适的填料可能导致沥青混合物的稠度过高或过低，从而影响到其压实性和耐久性。不只是单一材料的问题，材料之间的相容性也同样关键。如果骨料和沥青之间的黏结不牢固，可能会出现剥离或开裂现象。因此，材料问题是沥青路面施工病害的重要成因，而选择高品质的材料并确保其在混合、铺设和压实过程中的恰当应用，是确保沥青路面长期稳定性和耐用性的关键。

2.2 设计问题

在沥青路面施工中，设计问题往往是导致病害发生的主要原因之一。首先，沥青混合料的设计，包括沥青与骨料的比例、填料类型以及添加剂的选择，都对路面的性能有着直接的影响。如果这些元素的设计不当，可能会导致路面出现车辙、龟裂或其他形式的破损。其次，路面的结构设计，如厚度、层次和排水系统，也是决定路面性能的关键因素。一个薄弱的路面结构或不恰当的排水设计，可能导致雨水在路面下积累，进而引发泡胀、沉陷或冻融破坏。此外，施工期间的温度、压实和交通荷载等因素，若在设计阶段未得到充分考虑，也可能在后期导致路面的病害。总之，设计问题在沥青路面的施工病害中起到了核心作用。一个周到、科学的设计，不仅可以预防病害的发生，还可以确保沥青路面具有更好的耐久性和使用寿命。

2.3 施工技术问题

施工技术在沥青路面的建设中起到了决定性的作用，而技术上的疏忽或错误往往是病害产生的主要因素。首先，温度控制是沥青混合料铺设中的关键环节。如果混合料在铺设或压实时温度过高或过低，都可能影响到其性能，导致后期路面出现开裂或车辙。再者，不恰当的压实方法也是病害的常见成因。过度的压实可能导致路面过于密实，缺乏必要的空隙，从而引发裂缝；而不足的压实则可能导致路面结构薄弱，容易产生车辙或坑槽。此外，施工机械的选择和操作也与路面的质量密切相关。使用不适当的机械或操作不当，可能会导致混合料的不均匀铺设，形成波浪、坑洼或其他病害。还有，施工现场的尘土控制和沥青的储存、运输等环节，如未得到妥善处理，也可能对路面质量产生不良影响。因此，施工技术问题对沥青路面的质量和稳定性有着直接的影响，而提高施工技术和管理，确保每一步骤的准确执行，是防止病害、提升路面使用寿命的关键。

2.4 环境与交通荷载影响

沥青路面在使用过程中，除了内部因素，还会受到外部环境和交通荷载的影响，这两者往往是路面病害产生的重要原因。首先，环境因素中，温度的波动尤为关键。在寒冷地区，沥青路面可能会因为温度下降而收缩，导致裂缝的产生；而在温暖地区，高温可能会使沥青软化，失去强度，导致车辙或路面变形。此外，冻融循环、长时间的雨水浸泡以及紫外线的长期照射都可能加速沥青老化，减少其使用寿命。再来看交通荷载，随着汽车数量的增加和货车重量的上升，沥青路面所承受的压力也在持续增加。频繁的重载车辆过往会使路面出现车辙、下沉甚至坑洼。特别是在路面已有微小裂缝或其他病害的情况下，重载车辆的通过会使这些病害迅速扩展，加速路面损坏[2]。因此，环境和交通荷载因素对沥青路面的健康和稳定性构成了严重挑战，有效的维护和管理措施，以及合理的设计和施工技术，都是保证其长期性能的关键。

3 沥青路面施工质量控制优化策略

3.1 加强材料采购及检测质量控制

在沥青路面施工中，质量始于优质的原材料。因此，加强材料采购及检测质量控制成为确保路面长期性能的首要任务。首先，建立严格的供应商评估体系是关键，这可以确保所选供应商能够提供稳定、高品质的沥青、骨料和其他必要材料。其次，对每批次进场的材料进行严格的质量检测是不可或缺的。这不仅涉及材料的基本性质，如沥青的黏度、骨料的粒度分布，还需要考察材料的长期性能，如抗老化、抗裂等。而对于检测结果不符合规范要求的材料，应立即进行退货或替换[3]。此外，与供应商建立长期合作关系，进行定期的沟通与反馈，可以使供应商更好地了解施工需求，从而提高材料的稳定性和一致性。最后，持续对新的材料技术进行研究和采纳，如高性能沥青、改性骨料等，能够进一步优化路面的性能。

3.2 加强机械设备检查

机械设备在沥青路面施工中起到了核心作用，确保其正常、稳定地运行对于质量控制至关重要。因此，加强机械设备的检查和维护是提高沥青路面施工质量的关键策略之一。在施工前，所有机械设备，如铺设机、压实机等，都应进行全面的检查，确保其处于最佳工作状态。特别是关键部件，如传动系统、液压系统和控制系统，必须经过严格的检验，以预防潜在的故障。在施工过程中，定期的设备检查和维护也不可忽视，这可以及时发现和解决小问题，防止其升级为导致施工质量问题的大问题。同时，为

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

操作人员提供充分的培训，使其熟悉设备的操作和维护程序，也是确保机械设备正常工作的有效方法。此外，对于过时或性能下降的设备，应及时进行更新或替换，确保施工过程中的高效性和稳定性。总之，通过加强机械设备的检查和维护，可以确保沥青路面施工过程中的连续性、精确性和一致性，从而大大提高施工质量。

3.3 合理控制温度

在沥青路面施工中，温度控制是一个至关重要的环节，它直接影响到材料的工作性、施工质量以及最终路面的性能。合理的温度控制策略可以确保沥青混合料在铺设和压实过程中保持适宜的流变性和可塑性。首先，沥青在加热到一定温度时才能达到流动状态，因此需要保证其在整个运输和铺设过程中的温度稳定，以防止过早冷却和固化。同时，如果沥青混合料的温度过高，可能会导致沥青老化，减少其黏结性和耐久性。此外，压实时的温度也是一个关键因素。在合适的温度下压实可以确保混合料达到预定的密度，防止后期出现车辙或沉陷。为实现这一目标，施工现场需要配备温度检测设备，并定期监测沥青混合料的温度，确保其始终处于规定的温度范围内。同时，工程师和操作员也需要根据环境条件和施工进度，灵活调整施工参数，确保温度控制的准确性。

3.4 合理的路面设计

合理的路面设计在沥青路面施工中起到了基石般的作用，决定了路面的长期性能和使用寿命。一个合理的设计首先需要对地质条件、交通荷载、气候环境和预期的使用期限进行全面评估。基于这些评估，工程师可以确定适宜的路面结构，如沥青层的厚度、骨料的种类和尺寸，以及其他相关的技术参数。此外，排水设计也是路面设计中的关键环节。良好的排水系统可以有效地避免水分对路面的侵害，减少冻融破坏、水泡和其他水相关的病害。同时，考虑到沥青的特性和特点，如其与骨料的黏结性、耐磨损性和抗老化性，也可以帮助设计出更加稳定和耐用的路面[4]。为确保设计的实施，施工过程中需要不断的监测和检查，确保每一步骤都与设计图纸和规范相一致。

3.5 合理的路面荷载

合理的路面荷载控制在沥青路面施工和使用中是关键的，因为它直接影响路面的耐久性和性能。在设计阶段，工程师需要预测和评估预期的交通流量，特别是重型车辆的流量，以确定合适的路面结构和材料选择。一旦路面设计完成并施工完毕，管理者和运营方需要实施严格的荷载管理制度，确保车辆荷载不超过路面的承载能力。这可能包括实施货车重量限制、设置检查站或采用其他交通管理措施。过重的载荷会加速沥青路面的磨损，导致车辙、裂缝和其他结构性病害。另外，随着时间的推移，交通流量和模式可能会发生变化，这就需要定期进行路面评估，以确定是否需要加强、修复或升级，以适应新的荷载条件。总之，通过合理的路面荷载控制，不仅可以延长沥青路面的使用寿命，还可以确保其在整个生命周期中提供优质、稳定的服务，从而实现经济和安全的双重效益。

4 结束语

沥青路面，作为现代交通建设的重要组成部分，其稳定性和耐用性对于交通安全和经济效益都具有深远的影响。然而，其施工过程中的病害不可避免，为此深入探讨其成因和提出针对性的质量优化方法显得尤为关键。通过本文的分析，我们认识到病害的产生涉及多方面的因素，包括材料、设计、施工技术、环境和交通荷载等。要想确保沥青路面的长期性能，我们需要从源头进行控制，严格把关每一个施工环节，同时与时俱进，不断采纳新的技术和方法。总之，优化沥青路面施工质量是一个系统工程，需要各方的共同努力和合作。希望本文的分析和建议能为相关行业提供有益的参考，推动沥青路面施工技术的持续进步，为构建更加安全、舒适的交通环境做出贡献。

[参考文献]

[1]杨科成.沥青路面施工技术及质量控制探讨[J].交通科技与管理,2023,4(3):165-167.
[2]李以飞.公路工程沥青路面施工技术与质量控制策略分析[J].运输经理世界,2023(19):34-36.
[3]赖晓龙.沥青路面施工病害成因及质量优化方法分析[J].散装水泥,2023(4):69-71.
[4]刘艳芳.市政工程中沥青路面施工及管理方法研究[J].居舍,2022(17):140-143.

作者简介：韩松（1991.5—），男，单位名称：江苏东交智控科技集团股份有限公司；毕业学校和专业：长沙理工大学、专业：交通土建工程。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

通信铁塔垂直度检测方法

袁晓辉[1] 刘丹英[2]
1 中国铁塔股份有限公司陕西省分公司，陕西 西安 710075
2 陕西中基项目管理有限公司，陕西 西安 710075

[摘要]本文总结了铁塔垂直度检测的多种方法，便于维护人员、工程管理人员有效及时地进行检测，对塔桅整体的可靠性进行判定，为通信铁塔的使用和改造提供安全依据。
[关键词]垂直度；检测；偏移
DOI：10.33142/sca.v6i10.10223 中图分类号：TN929.5 文献标识码：A

Measurement Method for Verticality of Communication Tower

YUAN Xiaohui [1], LIU Danying [2]
1 Shaanxi Branch of China Tower Corporation, Xi'an, Shaanxi, 710075, China
2 Shaanxi Zhongji Project Management Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

Abstract: This article summarizes various methods for detecting the verticality of iron towers, which are convenient for maintenance personnel and engineering management personnel to conduct effective and timely inspections, judge the overall reliability of the tower and mast, and provide a safety basis for the use and renovation of communication iron towers.
Keywords: verticality; detection; deviation

引言

通信铁塔为高耸结构，主构件为钢管或角钢等，抗拉、抗压能力强，抗剪、抗弯能力较弱。塔身高宽比较大，轻微的水平偏斜就会产生很大的 P-△效应，铁塔的倾斜是铁塔主要安全隐患之一，未及时处理的情况下，轻则导致基站停服，重则发生安全事故。判断铁塔塔体是否倾斜、偏移，科学合理的检测手段很重要，本文对铁塔垂直度检测从基层工作出发总结了多种方法供实际工作应用。

1 一般规定

根据《移动通信钢塔桅结构工程验收规范》YDT 5123-2021 规定，自立式塔架塔身中心垂直倾斜不得大于全塔高度的 1/1500；单管塔中心垂直倾斜不得大于全塔高度的 1/750，桅杆中心垂直倾斜不得大于全塔高度的 1/1500。

2 通信铁塔垂直度检测方法

目前常用的通信铁塔垂直度检测方法主要有经纬仪检测法、吊线锤检测法、激光垂准仪检测法等，都是借助仪器、器具对塔体的垂直度进行测试，判断塔体是否有偏移。

2.1 经纬仪（全站仪）检测法

本方法实用性强，精度高，适用于常见通信铁塔（角钢塔、三管塔、四管塔、单管塔、拉线塔等）的垂直度的检测，也是目前使用最广泛的测量方法。

需要准备工具有：经纬仪或全站仪、地质罗盘、塔尺、钢直尺。

经纬仪检测法的主要步骤包括：选择地形、安置仪器、调平、对中、清晰度调整、测量等。

（1）选择地形。选择的地势应该开阔平坦，视野开阔，被测目标前无遮挡物；距离塔体 1.5 倍塔高距离；采用经纬仪或全站仪在两个互相垂直的方向进行测量，观测点选择（如下图所示）。

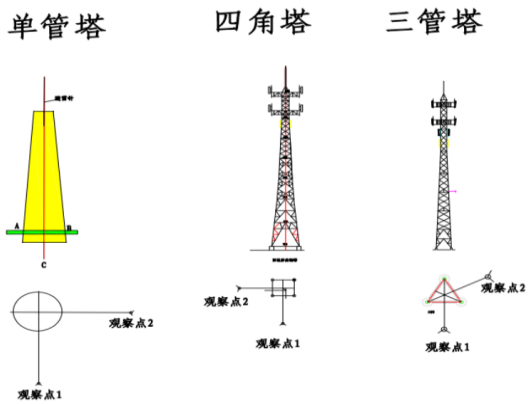

图 1 观察点示意图

（2）安置仪器。安置三角架于地势平坦的区域，使三角架的平面基本保持水平，无明显的高低差。观测高度需与视线平齐方便观察，调节螺栓不可强制拧紧。

一手握住仪器的照准部，一手握住三角基座，将仪器轻轻地固定在三角架顶部，转动中心固定螺旋，再转动脚螺旋，使圆形水泡居中，将仪器在三角架上小心地移动，对准被测站点后拧紧中心固定螺旋。

（3）调平。调平仪器底座，先使用调节螺旋将圆形

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水平镜粗调至水平基本居中。再用调节螺旋细调：调节螺旋应和水泡方向对应，即同时向内或同时向外调，直至长型水泡居中，左右调好后转 120°，再调另一只螺旋，直至长型水泡居中。返回后再调，直至长水泡在各个方向都居中。

（4）对中。照准部对准大目标，使镜头上方瞄准器与铁塔同一直线，锁紧制动，然后看望远镜对焦调整，直至目镜能清晰可见十字丝。

（5）清晰度调整。根据自身视力及测距的情况，使用望远镜上的调节器将望远镜筒的清晰度进行调整，直至清晰可见被测物为止。

（6）测量。以单管塔为例：在塔体底部拉一条米尺，米尺与测量者和塔体构成的直线垂直；将仪器粗瞄准器对准塔体避雷针，在目镜中观察是否约在中间位置，然后拧水平制动螺旋固定经纬仪；反复轻调水平微动螺旋，观察目镜，使目镜中十字丝与避雷针底座法兰盘中间位置重合；垂直方向调整目镜，直至看清塔体下方米尺，记录此时十字丝在米尺上的读数(C 值)，然后调整目镜位置，记录 A、B 两点的数值。若塔体未倾斜，则 LAC=LBC，反之则塔体倾斜，C-(A+B)/2 的值为塔体在某一方向的垂直偏差值。

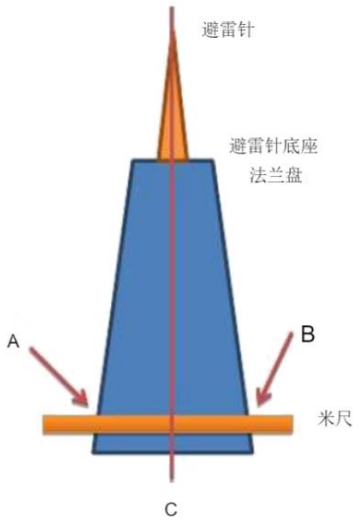

图 2　单管塔测量示意图

在与之前测量成 90° 方向的位置再次测量，计算得出另一个方向的垂直偏差值。

塔体整体垂直偏差值等于两个方向垂直偏差的平方根的值。

计算公式：两个方位偏差数的均方根为该塔整体垂直度偏离值 c。

截面为正方形的塔正交面计算公式：

$$c=\sqrt{a^2+b^2} \qquad (2.1\text{-}1)$$

截面为三边形塔两个面测量计算公式：

$$=\sqrt{\frac{4}{3}(a^2+b^2-2ab\cos C)}\text{（C 为 60° 或 120° ）}(2.1\text{-}2)$$

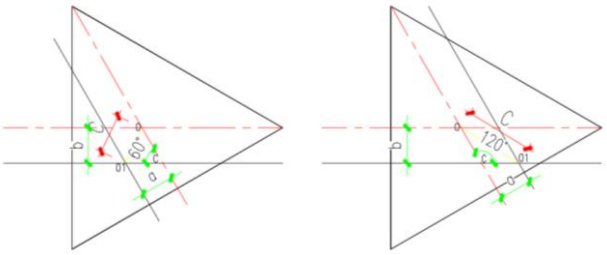

图 3　三角塔偏移计算示意图

测量示例：

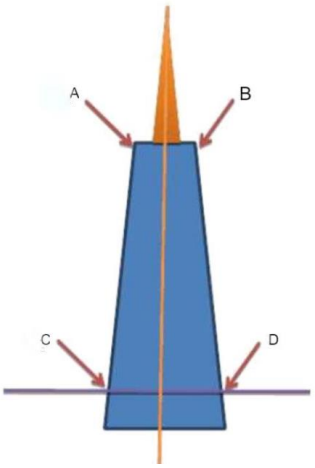

图 4　角度测量法示意图

实测 A、B、C、D 四点的水平角度值分别为：300° 20′ 0″，300° 3′ 30″，300° 32′ 0″，299° 56′ 0″。已知该站避雷针法兰盘直径为 370mm。由上可知：∠A-∠B=300° 20′ 0″ -300° 3′ 30″ =16′ 30″ =16.5′

∴当水平角度差为 16.5′ 时，长度偏差为 370mm。

又∵（∠A+∠B）/2=（300° 20′ 0″ +300° 3′ 30″ ）/2=300° 11′ 45″

（∠C+∠D）/2=（300° 32′ 0″ +299° 56′ 0″ ）/2=300° 14′ 0″

∴（∠C+∠D）/2-（∠A+∠B）/2=2′ 15″ =2.25′

设垂直度偏差值为 X，

∴370/16.5=X/2.25

∴X=2.25*370/10.5=50.5mm

（7）仪器使用要点。经纬仪超过检定有效期、遭受严重撞击或其他损害应送检定单位检定；在小于 2 级风、光线良好无日光照射的情况下进行测试；避免剧烈振动，运输时应放在驾驶室内使用时应保持整洁，不要戴脏手套，取或放时要用双手托住底座。

不可将仪器装在三角架上长距离背着走注意防潮，如遇水淋、受潮应凉干、擦净后才可装箱装箱放置正确，不能盲目放入箱内，箱盖不合应检查仪器放置是否正确。

2.2 吊线锤检测法

检测步骤包括：选择地形、安置工具、测量、计算。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

（1）选择地形。选择的地势应该开阔平坦，视野开阔，被测目标前无遮挡物；距离塔体一倍塔高距离；

（2）安置工具。安置三角架（木杆、竹竿或其他支撑杆），将带有细线（直径 1 毫米以内且不能为白色）的吊锤固定在高过测试员头顶的位置。

（3）测量。待吊锤不再摆动时，一只眼睛通过吊线对准铁塔，调整目光位置，使其吊线与塔底部中心位置重合，缓慢抬头沿吊线看到塔顶，观测塔顶偏离吊线在塔上的投影距离，依据塔顶部的主体直径、避雷针、抱杆及其他已知构件的宽度，用实物比较法估算出被测铁塔顶部偏离中心的距离，即某方位的偏差值 a（测量方位可用指南针获得）。移动吊锤到铁塔的另一正交位置，用同样的方法步骤测出另一方位的偏差数 b。

（4）计算。计算参考公式 2.1-1、2.1-2。

（5）操作要点

a. 吊锤选购标准吊线锤，吊线和吊锤比例匹配；

b. 吊锤固定位置要能看到整个铁塔；

c. 吊线下部要与塔体中心重合；

d. 吊线应处自然垂吊的静止状态；

e. 晴朗无风的天气测量；

f. 需要提前了解参照物主体直径、避雷针、抱杆及其他已知构件的宽度。

2.3 激光垂准仪检测法

（1）安置仪器

脚架高度适中，稳固。根据自身身高调节，直至望远镜目镜大致与人眼等高。

（2）对中

三脚架对中要求：三脚架高度适中，架头改平，大致对中，稳固可靠。

激光垂准仪对中：打开对点激光开关，调节对点调焦手轮，使激光聚焦被测站点上。

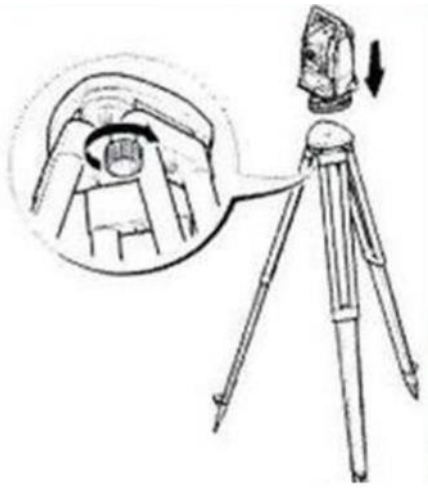

图 5　三脚架对中示意图

（3）整平

三脚架整平：转动照准部使管水准轴与所选两个脚腿支点地面连线水平，升降一个腿脚使管水准器气泡居中；转动照准部使管水准轴转动 90°，升降第三个脚腿使管水准器气泡居中，多重复一两次，直至所有气泡全部居中。

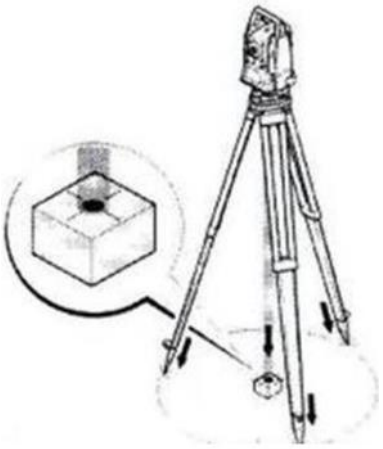

图 6　三脚架整平示意图

精确整平：转动照准部使管水准轴与所选两个脚螺旋中心连线平行，相对转动两个脚螺旋使管水准器气泡居中；将照准部转动 90°，转动第三个脚螺旋使管水准器气泡居中；重复以上步骤直至使水准器气泡精确居中。

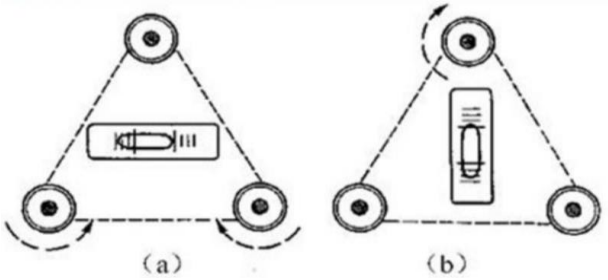

图 7　精确整平示意图

（4）测量

打开垂准激光开关，会有一束激光从望远镜中射出，并聚焦在激光靶上，激光从光斑中心处到塔顶中心的距离即为观测值。在与之前测量成 90° 方向的位置再次测量，读出另一个方向的观测值。即可通过计算得出整塔的垂直度偏差值。

2.4 手机检测发

随着社会进步，科技的不断发展，除了以上介绍的常用方法之外，出现了会有一些新的检手段比如说手机检测法。该方法将手机置于与地面平行，利用手机上指南针软件，选取一个绝对笔直的物体作为参照物立于指南针中心位置，保证选取物体与手机绝对垂直后对准被测站点，根据目测可观察塔体是否倾斜。

3 结语

通过实践综合比较以上几种检测方法，总结应用情况如下：

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 1　检测方法对比表

检查方法	适用塔型	优点	缺点	精确度
吊锤检测法	单管塔、拉线桅杆、快装站等单体式铁塔	工具简单易携带，操作简单，可估算	不适用三管塔、角钢塔等多边型桁架式铁塔；不能精确读数	高
仪器检测法	所有塔型	精确度高，可量化，适合所有塔型	仪器不能随身携带、对测量场地要求较高	精确
激光垂准仪	三管塔、角钢塔等多边型桁架式铁塔	仪器较轻便，较易携带，操作较为简单	不适用单管塔、拉线桅杆、快装站单体式铁塔。	精确
手机辅助法	所有塔型	不用携带仪器上站，操作简单	误差大，无法得出垂直度偏差值，只能大致判断塔体是否倾斜，不可量化	一般

[参考文献]

[1]YD/T5132-2021，移动通信工程钢塔桅结构验收规范[S].中华人民共和国工业和信息化部发布.
[2]沈之容,倪阳,徐华刚.钢结构单管通信塔自振基本周期的研究[J].特种结构,2008,25(2):3.
[3]蹇峡.铁路通信铁塔监测系统信息采集技术研究[J].中国新技术新产品,2019(20):29-31.
[4]刘军保.经纬仪投影法测量铁塔倾斜度误差分析[J].中南七省.中国电机工程学会,2002(3):105.
[5]张帆,张阳,屠海明等.平台式通信单管塔体形系数风洞试验研究[J].特种结构,2020,37(5):44-47.

作者简介：袁晓辉（1986.12—），男，宁夏理工学院，机械工程自动化，中国铁塔股份有限公司陕西省分公司，部门主管，工程师；刘丹英（1973.8—），女，西北大学，工商管理硕士（MBA）；现为陕西中基项目管理有限公司综合部主任，中级通信工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

新时期 5G 无线通信技术发展跟踪与应用分析

刘丹英[1] 朱 浩[2] 樊 辉[3]
1 陕西中基项目管理有限公司，陕西 西安 710075
2 中国铁塔股份有限公司商洛市分公司，陕西 商洛 726000
3 中国通信建设集团设计院有限公司第二分公司，陕西 西安 710075

[摘要]第五代移动通信技术（5G）是当今世界的重要创新，其高速数据传输、低延迟和巨大的连接容量使其成为新时期的关键技术。5G 技术的高速数据传输意味着更快的下载速度和更低的延迟，为高质量流媒体、虚拟现实等新兴应用提供了支持，推动了娱乐、医疗保健和教育等领域的创新。本篇文章围绕 5G 无线通信技术展开探讨，以确保其可持续发展及广泛应用，为社会和经济的未来发展作出贡献。

[关键词]5G；无线通信；发展；应用
DOI：10.33142/sca.v6i10.10222 中图分类号：TN929.5 文献标识码：A

Development Tracking and Application Analysis of 5G Wireless Communication Technology in the New Era

LIU Danying [1], ZHU Hao [2], FAN Hui [3]
1 Shaanxi Zhongji Project Management Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China
2 Shangluo Branch of China Tower Corporation, Shangluo, Shaanxi, 726000, China
3 Second Branch of China Communications Construction Group Design Institute Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

Abstract: The fifth generation mobile communication technology (5G) is an important innovation in the world today, with its high-speed data transmission, low latency, and huge connection capacity making it a key technology in the new era. The high-speed data transmission of 5G technology means faster download speed and lower latency, providing support for emerging applications such as high-quality streaming media and virtual reality, and promoting innovation in entertainment, healthcare, and education. This article explores 5G wireless communication technology to ensure its sustainable development and widespread application, so as to contribute to the future development of society and economy.

Keywords: 5G; wireless communication; development; application

引言

5G 技术作为通信领域的巅峰创新，正在以惊人的速度推动社会发展。2G、3G 和 4G 等传统移动通信技术为使用者提供了跨越时间和空间的沟通手段，但 5G 将这一点推向了极致。由于具备超高速的数据传输和几乎零延迟的特点，5G 技术不仅使使用者能够以前所未有的速度下载和上传数据，同时为移动智能终端、光电照相机等领域创新提供了强大支持。本文将研究 5G 技术的发展现状，探讨其在各个领域中的应用，旨在为未来的研究和实践提供有益洞见。

1 5G 无线通信技术的发展意义

5G 无线通信技术的发展对于通信、科技、经济和社会等领域均具有深远的意义，具体而言，5G 技术代表了通信领域的一项革命性进步，其最显著的特点是极高的带宽和极低的延迟，这一特性使得 5G 成为连接数字世界的媒介，为人们提供了前所未有的高速数据传输和实时通信能力。因此，5G 不仅提供能够为使用者提供更快的下载和上传速度，同时将推动云计算、物联网、自动驾驶和虚拟现实等新兴技术的发展。其次，5G 技术为各种行业和企业创造了商业机会，促进了数字经济的增长。智能城市、智能工厂和智能农业等领域都能够充分受益于 5G 的高速连接和低延迟通信，提高效率、降低成本，增强竞争力[1]。同时，在医疗领域，5G 的低延迟和高速传输使远程手术和医疗诊断变得更加可行，提高了患者的医疗体验。在教育领域，5G 为在线学习和虚拟教育提供了更好的基础，为学生提供了更多的学习机会。而在安全领域，5G 技术的网络安全特性将有助于防范网络攻击和数据泄漏。整体而言，5G 无线通信技术的发展不仅改变了公众的通信方式，同时能够推动创新、经济增长和社会发展，为公众生活及工作带来更多的便利及机遇。

2 新时期 5G 无线通信技术发展现状

2.1 毫米波技术

毫米波技术作为 5G 通信中的关键组成部分，代表了 5G 通信中的创新性进展，将无线通信推向了全新层次。毫米波通信是一种在毫米波频段（通常指 30GHz～300GHz 之间）进行的通信技术，这一频段之所以引人注目，是因

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

为其具有巨大的带宽潜力。与传统的低频通信相比，毫米波频段可以提供更大的数据传输速度，极大地提高了通信的效率。此外，毫米波信号在大气中的传播特性也使其在特定应用场景中成为理想的选择。立足于应用领域而言，毫米波技术在 5G 无线通信中可用于高速数据传输，由于其大带宽特性，毫米波频段可以支持更快的下载和上传速度，使高清视频流、虚拟现实和增强现实等多媒体应用变得更加流畅。其次，通过波束赋形技术，毫米波信号可以被精确定向到特定的用户，从而减少干扰，提高网络性能。最重要的是，毫米波技术能够为大规模物联网设备提供支持，为智能城市、智能交通和工业自动化等领域的发展提供动力。然而，毫米波信号的传播距离相对较短，容易受到障碍物的影响。因此，在城市环境中，需要更密集的基站部署，以确保信号覆盖。其次，雨雪和大气吸收等自然因素对毫米波信号的影响较大，可能导致其信号衰减和波动，为解决现存问题，研究人员正在开发新的天线技术和信号处理算法，以提高毫米波通信的可靠性。

2.2 D2D 通信技术

D2D 通信技术的核心思想是允许设备之间直接通信，以提高通信效率和性能，其能够减少数据传输的延迟和网络拥塞。D2D 通信技术的工作原理包括设备之间的通信配对、频谱分配和干扰管理等，通过智能的协作和资源管理，D2D 通信能够实现高效的数据传输，为各种应用场景提供了巨大的潜力。具体而言，D2D 通信在 5G 网络中可以用于提高通信质量和可靠性。在拥挤的网络环境中，设备之间的直接通信可以减少信号传输的中断和延迟，从而提高通信质量。其次，D2D 通信之处设备之间的位置共享，可以帮助导航应用、社交媒体和紧急救援等领域的应用实现更高精度的定位[2]。此外，D2D 通信能够为紧急通信提供备用通信方式，当网络受到破坏或拥堵时，设备之间可以直接通信以获取帮助。尽管 D2D 通信技术具有许多优势，但当大量设备同时进行 D2D 通信时，可能会引发干扰，影响通信质量。因此，相关研究人员需要研究和开发干扰管理策略，以确保网络性能。此外，设备之间的直接通信可能涉及敏感信息的传输，导致用户隐私和安全存在一定隐患，相关研究人员需要针对不同现状采取适当安全措施。

2.3 密集网络通信技术

随着物联网的快速发展，无线通信网络正面临着前所未有的挑战，传统的通信网络难以应对大量设备同时连接的需求，而密集网络通信技术应运而生，其主要目标是实现更高的网络容量和更广的覆盖范围，以满足日益增长的通信需求。密集网络通信技术通过更密集的基站部署、频谱分配优化和干扰管理等手段，为城市、工业和交通等领域提供了强大的通信基础。立足于应用角度而言，密集网络通信技术的应用范围广泛，特别适用于城市和高密度区域，其可以为智能城市提供支持，实现智能交通管理、城市安全监控和能源管理等多个领域的创新。其次，密集网络通信技术在工业自动化中发挥重要作用，通过其在智能工厂和物联网的实施，能够提高工业生产效率及可靠性[3]。此外，密集网络通信技术能够为移动通信提供更可靠的覆盖范围，使城市中的用户能够在高密度人口区域内获得稳定的连接，改善了通信体验。实现密集网络通信技术需要一系列关键技术的支持，其中，小区分离技术旨在通过将基站部署更加密集，减少每个小区的覆盖范围，从而提高网络容量。此外，频谱分配优化技术可以确保频谱资源的有效利用，减少干扰，提高通信效率。干扰管理技术也是密集网络通信技术的关键组成部分，通过智能的信号处理和资源分配，其能够降低干扰水平，提高网络性能。

2.4 高频传输通信技术

高频传输通信技术利用高频率的电磁波进行数据传输，具有极高的带宽和传输速度，以及更低的信号延迟。具体而言，高频传输通信技术利用毫米波频段和太赫兹频段等高频率波段进行通信，可以传输更多的数据，实现更快的下载和上传速度。此外，高频传输通信技术在信号传输速度方面表现出色，使实时应用和多媒体流媒体变得更加顺畅。高频通信还具有更低的信号传输延迟，在自动驾驶汽车和远程医疗手术等延迟敏感的应用领域起到重要作用。立足于作用角度而言，高频传输通信技术在 5G 网络中为大容量数据传输提供了支持，满足了人们对高质量媒体内容和云服务的需求。其次，高频传输通信技术支持大规模设备的连接，使智能城市、智能工厂和智能家居等应用变得更加普及。此外，高频传输技术在自动驾驶汽车领域也具有潜力，通过提供实时的高精度位置数据，其能够增强车辆之间的通信和感知能力。然而，高频信号在大气中传播的距离相对较短，容易受到障碍物的影响。因此，在城市环境中，需要更密集的基站部署，以确保信号覆盖。其次，雨雪和大气吸收等自然因素对高频信号的影响较大，可能导致信号衰减和波动。因此，研究人员需要研究和开发新的天线技术和信号处理算法，以提高高频传输通信的可靠性。

3 新时期 5G 无线通信技术应用领域

3.1 移动智能终端应用

移动智能终端应用领域涵盖了智能手机、平板电脑和其他便携式设备，其在 5G 时代变得更加强大和多样化，给人们的日常生活和工作带来了显著的变革。具体而言，5G 技术为移动智能终端带来了令人瞩目的性能提升。与 4G 相比，5G 的关键特点之一是极高的带宽，因此，用户可以享受更快的下载和上传速度。高带宽的优势对于高清视频流、在线游戏和实时流媒体等多媒体应用至关重要，基于此优势，用户可以更轻松地在移动设备上观看高质量的视频内容，无需等待缓冲或下载，为娱乐、媒体和社交媒体等应用提供了更高水平的用户体验。其次，5G 技术

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

大幅降低了通信的延迟[4]。在 5G 网络下，延迟可降低到毫秒级，使得实时互动应用和设备之间的即时通信变得可能。举例而言，5G 为在线游戏和虚拟现实（VR）应用提供了更好的支持，玩家可以在 5G 无线通信中享受更低延迟的游戏体验，而医疗专家可以进行远程手术或会诊，实时传输关键数据，提高医疗领域的效率和安全性。此外，5G 技术还为移动智能终端引入了新的功能和应用，使增强现实（AR）和虚拟现实（VR）应用变得更加流行，为使用者提供沉浸式体验。同时，智能城市服务也受益于 5G 技术，移动终端可以与城市基础设施互联，提供更智能的交通管理、公共安全和能源管理等服务。

3.2 光电照相机的应用

新时期的 5G 无线通信技术开辟了许多引人瞩目的应用领域，其中，光电照相机不仅包括传统的摄影和摄像设备，还包括各种先进的相机和图像传感器，其借助 5G 技术实现了更高效、更创新和更具互联性的应用。具体而言，5G 技术为光电照相机带来了巨大的带宽和数据传输速度。高频传输通信技术的引入，使得照片和视频的传输速度大幅提高，用户可以迅速上传高清图片或视频，将其分享到社交媒体或云存储平台，不再需要等待漫长的上传时间。其次，5G 技术使光电照相机具备更广泛的互联性。通过 5G 网络连接，照相机可以轻松实现远程控制和数据同步。例如，在家庭安全系统中，用户可以通过智能手机或平板电脑查看家庭摄像头的实时图像，随时监控家中的安全情况，同时，此种互联性有助于物联网设备的互操作性，例如，智能家居设备可以与光电照相机协同工作，实现更智能的家居体验。

3.3 医疗手术过程应用

新时期的 5G 无线通信技术已经为医疗领域带来了革命性的变革，在医疗手术过程应用方面，5G 技术的高带宽、低延迟和可靠性为医生和患者提供了前所未有的机会，使医疗手术变得更加安全、精确和智能。具体而言，5G 技术实现了医疗手术的远程化和互动化。医生可以借助高速的 5G 网络，远程监控手术过程，此种远程手术监控可以在紧急情况下提供快速的医疗援助，为偏远地区的医疗服务提供前所未有的支持[5]。同时，5G 技术使医生能够远程指导手术，提供实时反馈和建议，确保手术的精确性和成功率。其次，传统网络可能存在较高的延迟，可能对于手术中的精细操作和实时决策产生不利影响。而 5G 的低延迟特性意味着医生可以更快速地接收到患者的生理数据和手术场景的信息，实时调整手术步骤，对于心脏手术、神经外科手术等高度精细的手术过程尤为重要。此外，5G 技术支持医疗设备的互联性，在此背景下，手术机器人、生命支持设备和监测仪器等医疗设备可以通过 5G 网络实现互联，并能够实时共享数据，协同工作，提高手术的效率和安全性。

3.4 网络安全监测应用

新时期的 5G 无线通信技术在网络安全监测应用领域承担保护网络免受威胁和攻击的关键任务，5G 技术的高速、低延迟和高可靠性为网络安全监测提供了强大的工具，以保障使用者个人隐私及机构数据安全。具体而言，5G 技术在实时威胁监测方面具有巨大潜力。传统网络可能需要较长时间来检测和应对网络威胁，而 5G 的低延迟特性使安全监测系统能够更迅速地发现异常活动，有助于阻止网络入侵和数据泄漏，提高网络安全性。其次，5G 技术为网络安全监测引入了更多的数据源和感知能力。高带宽和低延迟的 5G 网络使各种安全传感器和设备能够实时共享网络流量数据、日志信息和设备状态等参数数据，以上数据可以被用于建立更准确的网络行为模型，识别异常活动，并生成实时警报。最重要的是，5G 技术能够提高数据的加密和隐私保护水平。5G 网络支持端到端的加密，确保数据在传输过程中不会被窃取或篡改，有助于防止数据泄漏及不法访问。

4 结束语

综上所述，在 5G 技术的发展现状方面，毫米波技术、D2D 通信技术、密集网络通信技术和高频传输通信技术等均为 5G 技术发展的重要方向，其将进一步扩展 5G 的性能和应用领域。同时，5G 技术在移动智能终端的普及将改变人们的日常生活方式，在光电照相机中的应用将提高图像和视频的质量，医疗手术过程中的 5G 技术将改进医疗保健，网络安全监测应用则有助于保护个人隐私和数据安全。

[参考文献]

[1]叶聪.新时期视角下 5G 无线通信技术发展分析[J].通信电源技术,2021,38(20):3.
[2]杨健,刘波.5G 移动通信技术发展与应用趋势[J].卫星电视与宽带多媒体,2023(8):21-23.
[3]黄凌,夏宇星.新时期 5G 无线通信技术发展跟踪与应用实践分析[J].通信电源技术,2023,40(2):178-180.
[4]卢荷兰.浅析 5G 无线通信技术概念分析及其运用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(11):4.
[5]毛建新.关于 5G 无线通信技术的主要技术应用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(6):1.
作者简介：刘丹英（1973.8—），女，西北大学，工商管理硕士（MBA），现为陕西中基项目管理有限公司综合部主任，中级通信工程师；朱浩（1900.9—），男，毕业于西安外事学院，电子信息工程专业，就职于中国铁塔股份有限公司商洛市分公司，中级通信工程师；樊辉（1986.5—），男，毕业院校:西安建筑科技大学，专业:电子信息科学与技术，单位:中国通信建设集团设计院有限公司第二分公司，职称:中级工程师，职务:项目经理。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于 AI 算法的无线网络邻区关系优化研究与实践

于祥渠 刘海成 李福江 刘德亮 程文华
山东中移通信技术有限公司，山东 济南 250000

[摘要]在传统的无线通信网络中，邻区关系的优化通常依赖于人工设置和经验规则。然而，随着通信网络的复杂化和用户需求的多样化，传统的优化方法已经难以满足日益增长的通信需求。而人工智能（AI）技术的崛起为邻区关系优化提供了新的解决途径。AI 算法，尤其是机器学习和深度学习技术，具有从海量数据中学习规律、进行智能决策的能力。通过引入 AI 算法，可以使得邻区关系的优化更加智能化、自适应性更强，从而更好地适应不断变化的网络环境和用户需求。本文探讨基于 AI 算法的无线网络邻区关系优化方法，解决传统方法难以克服的挑战。

[关键词]AI 算法；无线网络邻区关系；无线网络邻区关系优化
DOI：10.33142/sca.v6i10.10204 中图分类号：TN929.5 文献标识码：A

Research and Practice on Optimizing Neighborhood Relations in Wireless Networks Based on AI Algorithm

YU Xiangqu, LIU Haicheng, LI Fujiang, LIU Deliang, CHENG Wenhua
Shandong China Mobile Communication Technology Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: In traditional wireless communication networks, the optimization of neighborhood relationships usually relies on manual settings and empirical rules. However, with the complexity of communication networks and the diversity of user needs, traditional optimization methods are no longer able to meet the growing communication needs. The rise of artificial intelligence (AI) technology has provided new solutions for optimizing neighboring relationships. AI algorithms, especially machine learning and deep learning technologies, have the ability to learn patterns and make intelligent decisions from massive amounts of data. By introducing AI algorithms, the optimization of neighborhood relationships can be made more intelligent and adaptive, thereby better adapting to the constantly changing network environment and user needs. This article explores an AI algorithm based optimization method for neighborhood relationships in wireless networks, addressing the challenges that traditional methods cannot overcome.

Keywords: AI algorithm; wireless network neighborhood relationships; optimization of neighborhood relations in wireless networks

引言

随着无线通信技术的飞速发展，无线网络已经成为现代社会中不可或缺的一部分。人们依赖无线网络进行语音通话、数据传输、互联网访问等各种日常活动。在这个数字化时代，通信网络的性能和用户体验被放置在更高的要求之下。然而，在实际应用中，无线网络常常面临诸多挑战，如信号干扰、覆盖范围不足、网络容量瓶颈等问题。为了提高通信网络的质量和性能，邻区关系优化成为了一个备受关注的领域。邻区关系优化旨在合理配置和优化无线网络中基站之间的邻区关系，以提高通信网络的容量、覆盖范围和数据传输速率，从而为用户提供更加稳定、快速、高效的通信服务。

1 无线网络邻区关系优化的基本概念

在现代无线通信系统中，邻区关系是指相邻基站之间的信号覆盖边界。这种关系的管理对于通信网络的性能和用户体验至关重要。邻区关系的定义不仅涉及到基站之间的空间布局，还关乎信号干扰和网络覆盖的连续性。在无线通信中，确保邻区关系的合理性和稳定性是保障网络质量的基础。

1.1 邻区关系的定义与重要性

邻区关系在无线通信网络中具有重要意义，它定义了基站之间的信号传播范围，直接影响到信号切换、手 over 过程以及数据传输的稳定性。一个准确、合理定义的邻区关系可以有效减少信号干扰，提高通信质量，保证用户在移动过程中的连续性和稳定性，从而显著提升整体用户体验。当移动用户从一个基站的覆盖范围进入另一个基站的覆盖范围时，邻区关系的定义使得通信网络能够无缝切换用户的连接，确保用户在通话或数据传输过程中不会中断或掉线。因此，准确定义和优化邻区关系是保障无线通信网络稳定运行的关键。

1.2 传统优化方法的局限性

传统的邻区关系优化方法往往受到计算资源和算法精度的限制。在大规模、高密度的无线网络环境下，这些传统方法难以处理复杂的邻区关系。传统优化方法通常基于规则和经验，这种基于规则的优化方法在面对网络拓扑的动态变化时表现不佳。网络中用户的移动性、设备的增多等因素导致邻区关系随时发生变化，而传统方法往往无法及时、准确地适应这些变化，从而限制了网络性能的提

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

升。因此，迫切需要更加智能、自适应的优化方法，这就引出了基于 AI 算法的无线网络邻区关系优化的研究。这种基于 AI 的方法可以通过学习大规模的实际网络数据，自动发现其中的规律和模式，为无线网络提供更加智能、精准的邻区关系优化方案。

1.3 AI 算法在无线网络中的应用

随着人工智能技术的快速发展，特别是机器学习和深度学习技术的成熟，AI 算法开始在无线网络中得到广泛应用。这些算法具有自动学习和适应性的特点，能够从大规模数据中学习规律，识别复杂的非线性关系。在无线网络邻区关系优化中，AI 算法的引入为传统方法的局限性提供了突破口。通过深度学习等技术，系统能够自动学习无线网络中邻区关系的动态变化规律，为网络提供智能化的调整策略。AI 算法的智能性、高效性和自适应性使得邻区关系的优化更具智能性，能够更好地应对网络拓扑的动态变化，从而提高通信网络的性能和用户体验。这种新型算法的引入为通信网络的优化开辟了新的前景，为提高通信网络的智能化水平和用户满意度提供了全新的可能性。

2 无线网络邻区关系优化的必要性

在现代社会中，无线通信已成为人们日常生活和工作的重要组成部分。为了应对不断增长的通信需求和提供更好的用户体验，无线网络邻区关系的优化变得至关重要。

2.1 提升通信网络性能

无线网络邻区关系的优化在提升通信网络性能方面扮演着关键角色。通过合理调整邻区关系，可以优化信号覆盖范围和网络拓扑结构，实现更加高效的数据传输和通信连接。通过精确定义邻区关系，通信网络能够更准确地分配信号资源，提供更高的带宽、更低的延迟。这意味着用户可以在更短的时间内完成数据传输，同时也可以享受更为稳定、高速的网上体验。这种高性能网络在视频会议、在线游戏、高清视频播放等大流量应用场景下尤为重要，为用户提供了更加畅快的网络体验。

2.2 改善用户体验与服务质量

无线网络邻区关系的优化直接关系到用户的通信体验和服务质量。通过智能地管理邻区关系，可以确保用户在移动过程中实现无缝切换，避免通话中断和数据传输失败。在用户移动时，通信系统能够实时感知到信号的变化，进行快速、平滑的切换，确保通话不中断，保障用户的通信质量。同时，优化后的网络能够提供更加稳定和可靠的信号覆盖，不论是在城市中心、郊区还是室内，用户都能够获得良好的通信服务。这种改善的用户体验可以增强用户的满意度和忠诚度，提高他们对通信服务提供商的信任度，为通信企业赢得更多的用户信赖。

2.3 降低信号干扰与提高覆盖范围

在高密度地区，信号干扰问题在无线网络中经常出现。通过优化邻区关系，可以减少基站之间的信号干扰，提高通信信号的质量和稳定性。通过智能地设置邻区关系，系统能够降低信号受到外部干扰的可能性，进一步提高通信质量。此外，合理设置邻区关系还能够提高网络的覆盖范围，将服务拓展到偏远地区和边缘区域。这种优化措施不仅提高了服务的普及性，还确保了用户在各种环境下都能够获得稳定、高质量的通信服务，为用户提供更广泛的通信服务覆盖，满足了不同地区、不同人群的通信需求。

3 基于 AI 算法的无线网络邻区关系优化方法与实践

3.1 问题建模与目标定义

在无线网络邻区关系优化中，问题建模是研究的关键步骤之一。首先，需要明确定义问题的目标，例如最小化信号干扰、最大化网络覆盖范围、提高用户体验等。同时，需考虑到网络的复杂性，包括基站数量、用户分布、信号强度等因素，这些因素对邻区关系产生影响。问题建模的过程中，需要综合考虑多个指标，如通信质量、网络稳定性和用户满意度等。通常，可以将问题建模为一个多目标优化问题，通过综合考虑这些指标，寻找一个平衡点，使得网络在各方面都能取得较好的性能。问题建模还需要考虑到实际应用场景中的约束条件，比如基站之间的最小距离、用户移动速度等。这些约束条件限制了优化方案的可行性，需要在问题建模中进行明确。在基于 AI 算法的无线网络邻区关系优化中，问题建模与目标定义不仅仅是理论问题，更是实践问题。合理的问题建模和明确的目标定义为后续的数据处理、特征选择和模型设计提供了准确的方向，为构建高效的优化模型奠定了基础。

3.2 数据预处理与特征选择

在无线网络邻区关系优化中，数据的质量和适用性对模型的性能至关重要。数据预处理是保证数据质量的关键步骤。首先，对原始数据进行清洗，去除异常值和噪声，填补缺失值，以确保数据的完整性和准确性。接着，进行数据归一化或标准化处理，将不同尺度和单位的数据统一到一个范围内，避免因数据差异导致的偏差。此外，在数据预处理阶段，还可以进行特征工程，即根据领域知识和经验，构建新的特征或选择合适的特征，以提高模型的性能和泛化能力。特征选择是在众多特征中选择对问题建模有意义的特征的过程。在邻区关系优化中，特征可以包括基站之间的距离、信号强度、用户数量等。合适的特征选择可以降低模型的复杂度，提高训练速度，并且避免维度灾难问题。通过精心选择特征，可以使模型更加关注问题的关键信息，提高优化效果。

3.3 AI 算法选择与理论支持

在无线网络邻区关系优化中，选择合适的 AI 算法是取得良好优化效果的关键。机器学习和深度学习等 AI 算法能够从大量数据中学习和发现模式，因此在处理无线网络复杂数据时具有独特优势。例如，基于监督学习的分类

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

算法可以用于预测用户的移动轨迹，而聚类算法可以用于发现网络中的群组结构。在选择 AI 算法时，需要综合考虑问题的性质、数据的特点以及算法的复杂度。常用的 AI 算法包括决策树、支持向量机、神经网络等。此外，对于邻区关系优化问题，深度学习模型，尤其是卷积神经网络（CNN）和循环神经网络（RNN），具备处理空间信息和时序信息的能力，因此常常被用于处理无线网络数据。

3.4 模型设计与性能优化策略

在基于 AI 算法的无线网络邻区关系优化中，模型设计是决定优化效果的关键因素之一。一个合适的模型能够更准确地捕捉邻区关系的复杂特征，提高优化的精度和泛化能力。在模型设计阶段，首先需要选择合适的神经网络结构或者其他机器学习模型，根据问题的性质和数据的特点进行调配。对于邻区关系优化问题，常常涉及到空间信息和时序信息的处理。因此，对于这类问题，可以考虑使用卷积神经网络（CNN）来处理空间信息，或者使用循环神经网络（RNN）来处理时序信息。甚至，可以结合这两者，构建更为复杂的神经网络结构，比如卷积循环神经网络（CRNN），以更好地捕捉邻区关系的空时特性。

在模型设计后，性能优化策略的选择至关重要。这包括但不限于学习率调整、正则化技术（如 L1、L2 正则化）、批归一化、Dropout 等。这些策略能够帮助模型更好地收敛，避免过拟合，并提高模型的泛化能力。另外，对于大规模数据和复杂网络结构，可以考虑使用分布式计算和 GPU 加速等硬件优化手段，以提高训练速度和模型效率。

3.5 系统实现与技术部署

在无线网络邻区关系优化的研究中，系统的实现和技术部署是将研究成果应用于实际网络环境的关键步骤。首先，在系统实现阶段，需要将优化模型转化为可执行的计算机程序。这通常涉及到将模型代码编写成可用的软件工具，以便在大规模网络数据上进行实时处理和优化。在这个过程中，开发人员需要考虑算法的效率和稳定性，确保系统在高负荷和复杂网络环境下依然能够快速准确地运行。技术部署则涉及将已实现的系统整合到现有的网络基础设施中。这包括硬件设备的配置、网络拓扑的调整以及数据传输和接口的设计。在部署过程中，需要进行系统的测试和验证，确保系统能够稳定地运行并且符合设计要求。同时，还需要考虑系统的可扩展性和可维护性，以便在未来网络变化和需求增加时能够方便地进行升级和拓展。为了保证系统的安全性和稳定性，技术部署阶段也需要考虑网络安全策略的制定和实施。这包括数据的加密传输、用户身份认证、访问权限控制等安全措施，以防止恶意攻击和非法访问，保护用户数据和网络资源的安全。

3.6 持续改进与优化策略

通过数据监测与分析，系统持续收集网络性能数据，并分析用户行为和网络状况的变化。这种大数据分析的手段帮助识别新的优化机会和问题症结，为后续的优化策略提供准确指导。定期进行算法优化与模型更新。随着技术的发展，不断尝试新的 AI 算法和模型结构，提高优化算法的效率和准确度。同时，实时响应与自适应性也显得至关重要，建立实时响应系统，能够快速识别网络问题并采取自适应性措施，应对网络拥塞、突发性事件等，确保网络的稳定性和可靠性。积极获取用户反馈，了解用户体验。根据用户的意见，调整网络参数，优化服务质量，提高用户满意度。此外，与其他运营商和技术提供商合作，共同优化邻区关系，共享经验和数据，实现协同合作。参与行业标准的制定，了解最新的技术趋势和发展方向，能够及时调整优化策略，保持竞争力。团队成员需要保持在无线通信、人工智能等领域的技术领先地位，不断学习和尝试新的技术和方法。同时，引入新的人才，注入新的思路和创新力，推动无线网络邻区关系优化不断创新与发展。通过这一系列持续改进与优化策略的实施，无线网络邻区关系优化能够在不断变化的通信环境中持续发挥作用，为用户提供更加高效、稳定和智能化的通信服务。

4 结语

通过探讨无线通信基础知识、邻区关系优化概念，以及 AI 算法的原理和应用，构建了一个系统性的研究框架，为网络性能的提升和用户体验的改善提供了关键支持。未来，我们将进一步探索更智能、更自适应的算法设计，结合大数据分析和物联网技术，实现对网络状态的实时监测和智能调整。同时，我们也将加大与实际产业的合作，将研究成果更好地转化为实际应用，为无线通信技术的未来发展打下更加坚实的基础。我们坚信，在不断的创新和努力下，基于 AI 算法的无线网络邻区关系优化将会迎来更为广阔的发展前景。

[参考文献]

[1]靳庆文,朝乐门,孟刚.AI 治理中的算法解释及其实现方法研究[J].情报资料工作,2022,43(5):16-23.
[2]杨敏杰.基站功率的分布式多目标协同优化方法研究及应用[D].北京:北京邮电大学,2019.
[3]吴天潇.基于 5G 的精准定位及其在消防勤务中的应用[J].电信快报,2023(3):17-20.

作者简介：于祥渠（1982.1—），男，大学本科，中级工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

优化地铁建设：盾构机、龙门吊和大型机械在物资设备方面的管理策略

杜祥平 杨凯超 周世昌 马 刚
中交中南工程局有限公司，湖南 长沙 410000

[摘要]地铁建设作为现代城市交通建设的重要组成部分，需要大量的物资设备来支持施工工作。在优化地铁建设过程中，有效管理盾构机、龙门吊和大型机械等物资设备是至关重要的。本文将重点讨论这些物资设备的管理策略，包括供应链管理、设备维护和保养、人员培训和技术支持等方面，以提高施工效率和质量，确保地铁建设顺利进行。

[关键词]地铁建设；物资设备；盾构机；龙门吊
DOI：10.33142/sca.v6i10.10238 中图分类号：F426.9 文献标识码：A

Optimizing Subway Construction: Management Strategies for Shield Tunneling Machines, Gantry Cranes, and Large Machinery in Terms of Materials and Equipment

DU Xiangping, YANG Kaichao, ZHOU Shichang, MA Gang
CCCC Central- South Engineering Company Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract: As an important component of modern urban transportation construction, subway construction requires a large amount of materials and equipment to support construction work. In optimizing the subway construction process, effective management of materials and equipment such as shield tunneling machines, gantry cranes, and large machinery is crucial. This article will focus on discussing the management strategies of these materials and equipment, including supply chain management, equipment maintenance and upkeep, personnel training, and technical support, in order to improve construction efficiency and quality, and ensure the smooth progress of subway construction.

Keywords: subway construction; materials and equipment; shield tunneling machine; gantry cranes

引言

地铁建设在现代城市交通中发挥着重要的作用，它不仅能够提高城市的交通效率，还减少交通拥堵和环境污染。然而，地铁建设需要大量的物资设备来支持施工工作，包括盾构机、龙门吊和大型机械等。优化地铁建设中这些物资设备的管理策略，提高施工效率和质量，降低成本，确保地铁建设的顺利推进。

1 优化地铁建设中物资设备管理策略的重要性

地铁建设需要大量的物资设备支持，如盾构机、龙门吊和大型机械等。这些设备的合理管理和运营，对于地铁工程的顺利进行至关重要。优化物资设备管理策略带来以下几方面的重要好处：

首先，优化物资设备管理策略提高施工效率，通过合理的物资供应和设备维护，减少工程停工和设备故障的时间，从而加快施工进度和效率。

其次，优化物资设备管理策略提高施工质量，合理的设备维护和保养减少设备故障率，保证施工质量稳定。同时，通过人员培训和技术支持，可以提高操作人员的技能水平，从而保障施工质量。

最后，优化物资设备管理策略降低施工成本，通过合理的物资供应和设备维护，减少设备损坏和更换的成本，降低施工成本[1]。

2 盾构机的物资设备管理策略

2.1 供应链管理：确保物资供应的及时性和稳定性

供应链管理是盾构机物资设备管理的重要环节之一，它涉及到从物资采购到供应和配送的全过程管理，在盾构机施工过程中，物资供应的及时性和稳定性对于施工进展和工程质量至关重要。

建立健全的供应商网络：选择可靠的供应商，与其建立长期合作关系，以确保物资的质量和供应的稳定性。同时，与供应商保持良好的沟通，及时了解物资供应的情况，以便及时调整采购计划。

建立高效的物资采购和库存管理系统：通过合理预测和计划，及时采购所需物资，并合理安排库存，避免过多或过少的库存。同时，采用先进的信息技术手段，实现物资采购、配送和库存管理的自动化和信息化，提高物资供应的效率和准确性。

建立健全的物资供应风险管理机制：通过分析和评估供应链中存在的风险，制定相应的应对措施，减少供应链中断和风险的影响。例如，建立备用供应商和备用物资库存，以应对突发情况[2]。

2.2 设备维护和保养：延长盾构机寿命，减少故障率

设备维护和保养是盾构机物资设备管理的重要方面。通过科学有效的维护和保养策略，延长盾构机的使用寿命，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

减少故障率，提高施工效率和质量。

先制定维护计划是设备维护的基础，盾构机是一种复杂的机械设备，包括机械、电气、液压、传动等多个系统和部件。为了确保盾构机的正常运行，需要根据设备的使用情况和维修需求，制定合理的维护计划。例如，定期检查和更换易损件，定期清洗和润滑设备，定期进行系统和部件的调试和检测等。通过制定维护计划，可以及时发现和解决设备问题，避免设备故障对施工进度和质量的影响。

培养专业维护人员是设备维护的关键，盾构机的维护需要专业的技术知识和经验，只有专业的维护人员才能进行有效的维护和保养。因此，盾构机制造商和施工方需要加强对维护人员的培训和技术支持，提高其维护技能和综合素质。例如，组织培训班和技术交流会，邀请专业技术人员进行培训和指导，提升维护人员的专业水平。

建立完善的维护记录和反馈机制也是设备维护的重要环节，通过记录设备的维护情况和故障信息，及时总结和分析设备的问题和故障原因，进一步改进维护策略和提高设备的可靠性，同时，建立维护反馈机制，及时收集和反馈用户对设备性能和维护服务的意见和建议，进一步优化维护工作和提升用户满意度。

2.3 人员培训和技术支持：提高操作人员的技能水平，保障施工质量

人员培训和技术支持是盾构机物资设备管理中的关键环节，它直接关系到操作人员的技能水平和施工质量。盾构机是一个高度自动化和复杂的设备，需要经过专门的培训和指导才能够熟练操作和保障施工质量。

在人员培训和技术支持中，需要进行全面的培训计划，培训计划需要根据操作人员的不同需求和技能水平，制定出相应的培训内容和课程安排。培训内容包括盾构机的结构和原理、操作流程和安全注意事项等。培训课程通过理论培训和实际操作相结合的方式进行，以增强培训效果[3]。

技术支持是人员培训的重要补充，技术支持通过厂家提供的技术文档、技术培训和技术咨询等形式进行。技术文档可以提供设备的详细说明和操作指导，帮助操作人员更好地理解和掌握设备的使用方法。技术培训由厂家派遣技术人员进行现场指导和培训，帮助操作人员解决实际操作中遇到的问题。技术咨询提供设备故障的诊断和解决方案，帮助操作人员及时排除故障，保障施工质量。

3 龙门吊管理的优化策略

3.1 优化物资储存和布局

优化物资储存和布局是提高龙门吊运营效率的重要一环。在物资储存方面，企业应该合理规划储存空间，对不同类型的物资进行分类和整理，确保易于取用和管理。例如，将相似的物资放置在相邻的位置，避免不同物资混杂在一起，减少取货和放货的时间。此外，可以采用标识和编码的方式对物资进行管理，方便员工快速找到所需货物。

在物资布局方面，企业可以根据龙门吊的工作范围和运动轨迹，合理安排物资的存放位置。将经常使用的物资放置在离龙门吊操作台较近的位置，减少龙门吊的行驶距离和等待时间。同时，考虑到不同物资的重量和尺寸，合理分配储存空间，确保物资之间的安全间隔，避免发生碰撞和堆垛不稳定的情况。

3.2 定期检查和维护

龙门吊是一种机械设备，长时间的使用和运行会导致部件磨损和故障的发生。为了确保龙门吊的安全运行和延长设备的使用寿命，企业应该进行定期的检查和维护工作。定期检查及时发现和解决潜在的问题，避免故障的发生。维护工作包括清洁、润滑、紧固和更换磨损的部件等，可以保持龙门吊的正常运转和性能。

定期检查和维护的频率根据龙门吊的使用情况和工作强度来确定。一般来说，密集使用的龙门吊需要更频繁地检查和维护，以确保设备的可靠性和安全性。企业制定相应的检查和维护计划，明确责任人和时间节点，确保工作的有序进行。此外，还可以借助专业的维护团队或服务商进行定期的维护和维修，提高龙门吊的运行效率和可靠性[4]。

3.3 员工培训和安全意识提高

龙门吊的安全运行离不开熟练的操作员和高度的安全意识。为了提高员工的技能和意识，企业应该进行定期的培训和教育。培训内容可以包括龙门吊的操作规程、安全操作技巧、紧急情况处理等方面的知识和技能。通过培训，员工了解龙门吊的工作原理和注意事项，提高操作的准确性和安全性。

此外，企业还可以通过举办安全活动和演练等形式，增强员工的安全意识和应急能力。例如，组织逃生演习、模拟事故情景等，让员工亲身参与和体验，提高应对突发情况的能力。同时，企业设立安全奖励机制，鼓励员工遵守安全规章制度，积极参与安全管理工作。

3.4 引入数字化技术和自动化系统

随着信息技术的快速发展，数字化技术和自动化系统在龙门吊管理中的应用也越来越广泛，引入数字化技术和自动化系统可以提高龙门吊的运行效率、安全性和可靠性。

一方面，企业利用传感器、监控摄像头等设备对龙门吊进行实时监测和数据采集，通过采集龙门吊的工作状态、负荷情况、磨损程度等数据，及时发现异常和故障，并进行预警和处理。同时，利用数据分析和预测技术，对龙门吊的运行进行优化和调度，提高工作效率和资源利用率。

另一方面，企业引入自动化系统，实现龙门吊的自动化操作和控制，通过自动化系统，实现龙门吊的自动导航、自动定位和自动作业等功能，减少人为操作的误差和风险。此外，自动化系统还与其他设备和系统进行集成，实现物流、仓储和生产流程的自动化和协同，提高整体运作效率和质量。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

4 大型机械的物资设备管理策略

4.1 预防性维护和保养

预防性维护和保养是大型机械物资设备管理中的关键策略。通过定期检查和保养机械设备，可以及时发现和解决潜在的故障和问题，从而避免机械故障带来的生产中断和损失。预防性维护和保养的具体措施包括：

定期检查和清洁：定期对大型机械进行全面的检查，包括润滑系统、电气系统、传动系统等各个方面。同时，要保持机械设备的清洁，防止灰尘和杂物对设备的损坏。

更换磨损部件：大型机械的运行过程中，一些易磨损的部件会逐渐损坏，例如轮胎、链条等。及时更换这些磨损部件，减少机械设备的故障率，保证机械的正常运行[5]。

注重润滑和保养：大型机械的润滑和保养非常重要。正确选择润滑剂，并且按照规定的时间和方法进行润滑，减少机械设备的磨损和故障，延长机械的使用寿命。

4.2 大型机械的安全使用

大型机械设备的安全使用是保障工作场所安全的重要环节。合理的安全使用策略降低事故风险，保护工作人员的生命安全和设备的完好性。

首先，大型机械设备的操作人员必须接受专业培训，并持有相关的资质证书。培训应包括设备的操作技能、安全操作规程和紧急情况处理等内容。只有经过专业培训的操作人员才能熟练地操作设备，并能在紧急情况下做出正确的反应。

其次，安全操作规程和标准应该得到严格执行，这包括设备的正确使用方法、安全防护措施、工作环境要求等。此外，应建立健全的安全检查和监测机制，定期对设备进行安全检查和维护，并记录相关的安全数据。

另外，大型机械设备的安全使用还需要建立一个安全文化，这需要公司领导层的支持和倡导，通过宣传教育和奖惩制度来强调安全意识和责任。同时，员工也应该积极参与安全管理，发现和报告安全隐患，共同营造一个安全的工作环境。

4.3 人员培训和技术支持

人员培训和技术支持是大型机械设备管理中不可或缺的一部分。合格的操作人员和技术支持团队确保设备的正常运行和维护，并及时解决设备故障和问题。

对于大型机械设备的操作人员，企业应提供全面的培训和教育，包括设备的基本知识、操作技巧和安全要求等。培训内容应根据设备的特点和操作要求进行定制，确保操作人员能够熟练掌握设备的操作方法和技巧。

除了操作人员培训，技术支持团队也是至关重要的。技术支持团队负责设备的安装、调试、维修和故障排除等工作，他们的专业知识和技术能力直接影响设备的运行效率和维修质量。因此，企业应确保技术支持团队具备必要的技术素质和培训，能够及时、准确地解决设备故障和问题。

此外，随着科技的不断发展，一些企业还利用信息技术提供远程技术支持。通过远程监控和诊断技术，技术支持团队远程监测设备的运行状态和故障信息，并提供相应的技术支持和指导。这种方式提高技术支持的响应速度和效率，减少设备故障对生产的影响[6]。

4.4 引入智能监控和远程管理技术

智能监控和远程管理技术在大型机械管理中得到了广泛应用，这些技术实时监测机械设备的状态和性能，并提供远程管理和控制功能。

智能监控系统通过传感器和数据采集设备收集机械设备的运行数据，如温度、压力、振动等。这些数据用于分析机械设备的运行状况和预测潜在故障。通过实时监控和分析，及时发现和解决机械设备的问题，避免停机和损失。

远程管理技术通过互联网和远程控制系统实现对机械设备的远程管理和控制。操作员可以通过电脑或手机远程监控机械设备的运行状态，进行设备的开关、调整和故障排除等操作。这可以提高管理效率和响应速度，减少人力资源和时间成本。

结语：优化地铁建设中物资设备的管理策略对于提高工作效率、降低成本、保障施工质量至关重要，盾构机、龙门吊和大型机械是地铁建设中重要的物资设备，其管理策略包括供应链管理、设备维护和保养、人员培训和技术支持等，通过优化物资设备的管理策略，地铁建设可以实现工作效率的提高、故障率的降低、施工质量的保障，从而实现优化地铁建设的目标。在地铁建设中，我们应不断探索和创新物资设备管理的方法和技术，逐步提高地铁建设的效率和质量，为城市的可持续发展做出贡献。

[参考文献]

[1]刘云亮.盾构扩挖地铁车站工程造价和机械台班调整研究[J].市政技术,2023,41(1):196-199.
[2]林成恕.盾构机空推穿越既有地铁车站施工技术研究[J].安徽建筑,2022,29(5):152-155.
[3]李虎.大转接始发盾构施工技术在地铁建设中的应用[J].设备管理与维修,2022(2):150-151.
[4]赵学新,徐金海.业主主导地铁施工起重机械风险管控机制探索[J].建筑机械化,2020,41(11):104-105.
[5]任德超.地铁施工现场机械设备管理存在的问题及解决办法[J].绿色科技,2020(10):290-292.
[6]董志云,苑雪峰,杨彬.地铁暗挖车站机械成孔洞桩法施工技术[J].山西建筑,2017,43(13):171-173.

作者简介：杜祥平（1987.7—），男，路桥施工管理，工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

谈智慧城市理念指导下的建筑设计路径

龚 辉
江西省商业建筑设计院有限公司，江西 南昌 330000

[摘要]随着全球都市化的加速和科技的飞速发展，智慧城市理念已逐渐成为指导现代城市和建筑设计的关键框架。本文探讨了在智慧城市理念指导下的建筑设计路径。首先，强调了设计中以人为本的理念，即建筑设计首先要满足居民的实际需求，同时提供舒适、安全和人性化的居住和使用体验。接着，本文探讨了如何在建筑设计中融入先进的技术手段，例如物联网、大数据和人工智能，以实现建筑的智能化管理和服务。此外，绿色和环保也被视为设计的关键要素，鼓励使用绿色建材，采纳节能设计策略，以实现建筑的可持续性。

[关键词]智慧城市；城市理念；建筑设计；设计路径
DOI：10.33142/sca.v6i10.10209 中图分类号：U463.65 文献标识码：A

Discussion on the Architectural Design Path Guided by the Concept of Smart City

GONG Hui
Jiangxi Commercial Building Design Institute Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: With the acceleration of global urbanization and the rapid development of technology, the concept of smart cities has gradually become a key framework guiding modern urban and architectural design. This article explores the architectural design path guided by the concept of smart cities. Firstly, it emphasizes the people-oriented concept in design, that is, building design should first meet the actual needs of residents, while providing comfortable, safe, and humanized living and use experiences. Next, this article explores how to integrate advanced technological means such as the Internet of Things, big data, and artificial intelligence into architectural design to achieve intelligent management and services for buildings. In addition, green and environmental protection are also considered key elements of design, encouraging the use of green building materials and adopting energy-saving design strategies to achieve building sustainability.

Keywords: smart city; urban concept; architectural design; design path

引言

随着都市化的步伐日益加快和全球气候变化的挑战日渐突显，如何构建一座既具备现代化科技特点又与自然和谐共生的城市成为了全球都市规划和建筑设计的焦点。智慧城市，作为这一背景下的产物，不仅仅是技术和信息的高度集成，它更是一个将人、技术和环境紧密结合的综合体系。在这样的理念指导下，建筑不再是孤立的、单一功能的结构体，而是成为城市生态中的一个智能节点，与城市的其他部分相互响应和互动。本文旨在探究在智慧城市理念指导下的建筑设计路径，解析如何在现代科技与传统建筑理念中找到平衡，以及如何创造出既智能又具有人文关怀的城市空间。

1 智慧城市理念的特征

1.1 人性化

智慧城市理念的核心特征之一是人性化。这意味着在智慧城市的规划、设计和运营中，始终把人民的需求和福祉放在首位。人性化不仅仅是提供高效的服务和先进的技术，更重要的是要确保城市的环境、交通、公共空间和各种服务能够真正满足人们的生活需求，提高人们的生活质量，使每一个居民都感受到被尊重和关心。在实际操作中，这意味着我们需要从居民的角度出发，听取他们的声音和意见，了解他们的生活习惯和偏好，并在此基础上进行决策和规划。智慧城市不应仅仅是技术和数据的堆砌，而是要建立在人与人之间的联系、互动和共鸣上，创造一个既现代又温馨、既高效又舒适的生活环境。

1.2 智能化

智慧城市理念的另一个核心特征是智能化。这代表着在城市管理、规划和运行中广泛运用先进的信息技术、大数据、物联网和人工智能，以实现城市资源的高效利用、优化城市功能、增强城市韧性并提高公共服务的质量。智能化不仅是简单地部署各种高端技术，而是要确保这些技术能够与城市的各个方面有机地融合，从而使城市运行更加流畅，减少浪费，提高效率。这需要深入挖掘数据中的价值，预测和应对各种城市问题，实现对城市各种情况的实时监控和响应。在此基础上，通过智能化手段，我们可以实现交通优化、能源管理、公共安全和环境保护等多个领域的自动化和智慧管理，为居民提供更为便捷、舒适和安全的生活环境，同时也为城市的可持续发展提供了强大的技术支持。

2 智慧城市理念指导建筑设计的价值

2.1 有助于提升建筑设计的先进性

智慧城市理念对建筑设计的引导具有重要的价值，尤

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

其是在提升建筑设计的先进性方面。在传统建筑设计中，重点往往放在建筑的形态、功能和结构上，而智慧城市理念为我们提供了一个全新的视角，强调信息技术与建筑设计的完美结合，以满足现代人类对生活质量的高标准要求。通过将大数据、物联网、人工智能等前沿技术融入建筑设计，不仅可以实现建筑的自动化管理，节能减排，提高使用者的舒适度和安全性，还可以使建筑与城市的其他部分形成一个高度互联的整体，实现资源的共享和优化配置[1]。此外，智慧城市理念还强调用户中心的设计方法，通过深入了解使用者的需求和习惯，设计出更加符合人性、具有高度适应性和可扩展性的建筑。

2.2 有助于推动建筑设计健康发展

在智慧城市的理念指导下，建筑设计得到了前所未有的机遇，使其朝着更加健康的方向发展。智慧城市强调的是整体性、系统性和持续性的思维，这意味着建筑不再是孤立存在的个体，而是与城市的各个方面相互关联和互动的有机体。此外，通过运用最新的数字技术和数据分析，设计师能够更准确地评估建筑的健康影响，如空气质量、自然光线、温度和湿度等因素对居住者的生理和心理健康的影响。而物联网和人工智能的引入，使得建筑可以实时地调整其内部环境，以满足使用者的健康需求。更为重要的是，智慧城市理念注重人的全面福祉，这使得建筑设计不再仅仅关注功能和美观，而是更加注重建筑如何为人们创造一个健康、舒适和有益于心灵成长的生活环境。

2.3 有助于建筑信息共享模式形成

智慧城市理念在建筑设计中的实践，显著地推动了建筑信息共享模式的形成和发展。在传统的建筑行业中，各个环节的信息往往是孤立和碎片化的，而智慧城市强调整体性、互联性和实时性，这导致了建筑信息的集成、交互和共享变得至关重要。在此背景下，BIM（建筑信息模型）等技术得到了广泛的应用，它们不仅提供了一个三维的建筑模型，还整合了设计、施工、运营等各个环节的信息，实现了跨部门、跨专业、跨生命周期的信息共享。这种共享不仅提高了设计的准确性和效率，还为施工、维护和管理提供了宝贵的数据支持。此外，通过物联网、云计算和大数据等技术，建筑信息可以实时更新并与城市其他系统进行交互，如能源管理、交通控制和环境监测等，实现了建筑与城市的深度融合。

3 传统城市建筑构架存在的问题

3.1 设计缺乏协调性与创新性

在传统城市建筑构架中，设计往往缺乏协调性与创新性。传统的设计方法往往强调对已有模式的延续和复制，而不是对当下社会文化、技术和环境变化的响应和创新。这导致了大量建筑之间的同质化，失去了与其所处背景和环境的独特对话。更为严重的是，由于缺少跨专业和跨领域的合作，各种设计环节往往各自为政，难以形成一个统一且和谐的整体。例如，建筑、景观、交通和基础设施之间可能存在冲突和断裂，给使用者带来不便，也为城市的可持续发展带来挑战。此外，缺乏创新性的设计很难满足现代人们多样化、个性化的需求，也难以应对快速变化的技术和社会环境。

3.2 节能理念应用较少

在传统的城市建筑构架中，一个显而易见的问题是节能理念的应用较为缺乏。过去，由于技术水平、经济条件以及对环境问题的认识不足，许多建筑在设计时并未充分考虑能效和可持续性。这导致了大量建筑存在高能耗、低效率的问题，如过度依赖机械空调、不合理的日照设计、不够严密的建筑外皮以及对建筑材料和技术的不当选择。这些问题不仅增加了居住者和使用者的生活成本，还为城市的能源供应和环境健康带来了巨大的压力。与此同时，传统建筑常常忽略了利用自然资源，如风、光和水，来实现被动式的节能和环境舒适。这种对节能理念应用的忽视，使得传统建筑在现代城市中逐渐暴露出其不适应性，不仅在经济上不经济，更重要的是它与当前全球对可持续发展和环境保护的追求存在较大的距离。

3.3 设计标准不统一

在传统城市建筑构架中，常常面临的一个关键问题是设计标准的不统一。由于历史、地域、文化和经济发展水平的差异，不同的地区和时期往往有各自的建筑设计理念和实践标准。这种碎片化的设计标准，导致了在城市规模内，甚至是在单一街区或社区内，建筑风格、功能布局、结构方法和材料使用都可能存在显著的差异。这不仅对城市的整体形象和和谐度产生负面影响，更可能给城市规划、基础设施建设和后期维护带来诸多困难和挑战[2]。例如，不同的建筑标准可能导致道路宽度、排水系统、电力供应和其他公共设施的不统一，进而影响城市的交通流畅、公共安全和居住舒适度。此外，设计标准的不统一还会给建筑行业带来额外的成本和风险，因为建筑商、承包商和设计师需要对多种标准进行学习和适应，而不是沿用统一、经过验证的最佳实践。

4 智慧城市理念在城市建筑设计中的应用策略

4.1 提升设计人员的认知水平

在智慧城市理念引导下，城市建筑设计迎来了前所未有的变革机会。其中，提升设计人员的认知水平被视为核心策略之一。随着信息技术、大数据和人工智能的迅速发展，建筑设计不再仅仅局限于传统的空间和形态创作，而是涉及更多的数据分析、模拟和交互设计。为了能够有效地利用这些技术，设计人员必须持续提高自己的认知水平，理解新技术的原理、应用和限制，掌握相关的设计方法和工具。此外，智慧城市理念强调用户中心和全生命周期的设计思维，这要求设计人员不仅要对建筑和城市有深入的理解，还需要对居民的需求、习惯和文化有更为敏锐的洞察。通过

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

多学科交叉合作、持续的学习和实践，设计人员可以不断提高自己的认知水平，更好地应对智慧城市带来的挑战和机遇，为城市创造更为智能、人性化和可持续的建筑环境。

4.2 提升建筑设计的环保性

随着智慧城市理念在城市建筑设计中的广泛应用，提升建筑设计的环保性已经成为一项关键策略。智慧城市重视可持续发展和生态平衡，而建筑作为城市的主要组成部分，其环保性直接影响到城市的绿色发展和碳排放目标。为了实现这一策略，首先要从设计之初就强调对资源的高效利用，包括合理的日照、自然通风、雨水收集和利用等。通过运用先进的建筑信息模型（BIM）和模拟技术，设计师可以对建筑的能耗、碳足迹和生态影响进行预测和优化[3]。此外，选择环保、可回收和低碳的建筑材料也是关键。智慧技术，如物联网和人工智能，可以在建筑运营阶段实时监控和管理能源消耗，确保建筑的高效运行。同时，绿色屋顶、垂直花园和生态景观设计也可以进一步增强建筑的环保性，为城市居民提供健康、舒适的生活环境。

4.3 积极运用先进技术手段

在智慧城市的构想中，城市建筑设计的进步不仅仅体现在传统的形态和空间上，更在于如何积极运用先进的技术手段，为居民创造更为智能、便捷和舒适的生活环境。这其中，技术的融入和应用成为推进这一转变的关键因素。首先，建筑信息模型（BIM）为设计、施工和维护阶段提供了集成的数字化平台，能够有效地优化设计，降低成本，并提高项目的交付效率。物联网技术则使建筑与外部环境、设施和其他建筑实现了互联互通，形成了智慧的网络系统，从而实现实时监测、预测和管理。此外，人工智能和大数据分析为建筑设计提供了更为精准的决策支持，无论是空间优化、能源管理还是用户行为预测，都能够得到前所未有的智能辅助。更为值得注意的是，虚拟现实和增强现实技术正在为建筑设计带来革命性的变革，它们不仅可以提供沉浸式的设计和体验过程，还能够在设计阶段就让使用者进入未来的空间，为设计决策提供真实的反馈。

4.4 在建筑设计中融入情感内容

随着智慧城市理念深入人心，建筑设计不再仅仅追求功能性和经济性，而是开始关注如何在其中融入情感内容，以更好地回应居民的精神和情感需求。建筑不仅是实体结构，更是居住者情感的载体和延伸。在设计中融入情感内容意味着要深入了解和挖掘居民的文化背景、生活习惯、记忆和期望，将这些情感元素通过空间布局、材料选择、色彩搭配以及与环境的关系等方面具体化和实现。例如，可以通过引入具有地方特色和文化记忆的元素，如传统的建筑手法、材料和装饰，来唤起居民的归属感和自豪感。同时，利用人工智能和大数据分析，可以更为准确地捕捉和预测居民的情感反应和需求，从而为他们创造一个更为符合其内心期望的生活环境。此外，通过与社区居民的深度互动和合作，设计师可以更好地了解他们的真实需求和期望，将这些情感内容融入设计中，使建筑成为一个真正属于居民、与他们情感深度相连的空间。

4.5 应用绿色环保材料

随着智慧城市理念的普及，绿色环保材料在城市建筑设计中的应用已成为一项核心策略。这不仅是出于对全球气候变化和环境危机的关切，更是基于对未来城市可持续性的追求。智慧城市强调资源的高效利用和环境的和谐共生，而选择绿色环保材料为建筑提供了实现这一理念的具体途径。这些材料通常具有低碳、可再生、可降解和少污染等特点，能够显著降低建筑的环境足迹，同时提高建筑的能效和舒适度[4]。例如，采用高性能的隔热和隔音材料，可以有效减少建筑的能耗；选择可再生或回收的木材和金属，可以降低对自然资源的依赖；而应用低挥发性有机化合物（VOC）的涂料和装饰材料，可以提高室内空气质量，保障居住者的健康。更为重要的是，随着技术的发展，绿色环保材料不仅在性能上已经达到甚至超过了传统材料，而且在成本上也变得更为竞争。

5 结束语

智慧城市理念已为我们揭示了一条全新的城市与建筑发展道路，它不仅代表了技术与信息的集成，更象征着对未来城市和居住方式的重新思考与定位。在此理念指导下，建筑不再仅是物质的结构，而是融合了人的需求、自然的和谐与技术的创新。通过本文的探究，我们可以明确看到，未来的建筑设计必须紧随时代脉搏，持续创新，同时注重人性与环境的平衡。只有这样，我们才能构建真正意义上的“智慧”城市，让每个居住其中的人享受到更高质量、更和谐、更可持续的生活。

[参考文献]

[1]韩洋.基于智慧城市理念的城市建筑设计研究[J].住宅与房地产,2023(2):65-67.
[2]刘宗文.智慧城市理念指导下的建筑设计路径探究[J].中国住宅设施,2023(2):10-12.
[3]李劲桦,吴维.智慧城市理念与未来城市发展探析[J].明日风尚,2017(19):377.
[4]隋文君.智慧城市理念在城市规划中的应用研究[J].智能建筑与智慧城市,2021(7):68-69.

作者简介：龚辉（1976.4—），男，大学本科，建筑设计。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

论桥梁隧道施工中灌浆技术的应用

杨银军
内蒙古路桥集团有限责任公司，内蒙古 呼和浩特 010000

[摘要]近年来，随着地区经济的快速发展，我国交通运输业的建设工程不断增加。然而，伴随着我国道路运输发展速度的不断提高，对道路运输的质量也越来越高。混凝土由于其良好的稳定和刚性，在桥梁和隧道的建造中得到了广泛应用。灌浆技术是一种新兴的施工方法，近年来已逐步被运用到了桥梁和隧道的施工中。本篇文章对桥梁隧道施工中灌浆技术的应用进行简要的分析与探究。

[关键词]桥梁隧道；隧道施工；施工技术；灌浆技术
DOI：10.33142/sca.v6i10.10220　　中图分类号：TU712.3　　文献标识码：A

Discussion on the Application of Grouting Technology in Bridge and Tunnel Construction

YANG Yinjun
Inner Mongolia Road & Bridge Group Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

Abstract: In recent years, with the rapid development of regional economy, the construction projects of Chinese transportation industry have been continuously increasing. However, with the continuous improvement of Chinese road transportation development speed, the quality of road transportation has also become higher and higher. Due to its good stability and rigidity, concrete has been widely used in the construction of bridges and tunnels. Grouting technology is an emerging construction method that has gradually been applied to the construction of bridges and tunnels in recent years. This article provides a brief analysis and exploration of the application of grouting technology in bridge and tunnel construction.

Keywords: bridges and tunnels; tunnel construction; construction technology; grouting technology

引言

灌浆方法是采用水力、气压或电化学等方法，对沉降段进行打孔，使其贯穿软弱层，并由灌浆管将浆液均匀地灌注到地基中，浆液采用充填、渗透、挤压的方法填充到缝隙中，并经过人为的调节，使浆液在一段时期内均匀地灌注到地基中，使原有的疏松土壤颗粒或裂缝结合在一起，从而产生一种新结构，高强度、高防水，且具有良好的化学稳定性，从而阻止或减轻地基再次沉降[1]。

1 灌浆法概念及施工原理

灌浆法指的是利用液压、气压或电化学的原理，通过向天然或人为裂缝、空隙灌注某种可以固化的浆液，从而达到对各种介质的物理力学性能进行改进的技术方法。常见的灌浆材料有水泥系浆材、化学浆材及混合型浆材，如水浆液、环氧树脂类、聚合物的水浆液材和水玻璃浆材等。灌浆技术是通过渗透、充填、挤压等手段，将松散的黏土颗粒固化为一体，形成高强高水稳性的结构。目前，国内外已有的灌浆技术主要分为两类：静压灌浆和高压喷注法，高压喷注法采用钻孔加压方式，将浆液输送到对应地层，然后在地层中形成流体，流体与地层接触时，流体在地层中发生碰撞，导致地层土粒脱离，同时其他组分又对地层孔隙进行充填重组，形成更强的固结体，从而达到提高地层稳定性的目的。目前，灌浆加固技术在地下工程、地基基础和坝基等工程中的应用越来越广泛。灌浆可以减小渗透率，从而改善土体的抗渗透能力。并通过减小土体内部应力，从而改善土体的抗渗能力。另外，灌浆还能增加岩石机械强度及变形系数，修复岩石结构，从而增强其刚度效果。在桥梁隧道建设中，采用灌浆方法，在水压、气压及电化学原理的基础上，通过高压将浆液注入桥基的缝隙，达到填充缝隙、加固的目的。其基本目标是通过灌浆来提高桥隧地基的理化性能。在进行灌浆时，浆液会渗透到缝隙中，从而形成浆柱体和浆脉。在将隧道基础与浆柱体进行组合之后，就能够提升桥梁及隧道基础的承载力，并且还能够有效地降低墩台不均匀沉降等问题。

2 常见的灌浆法

2.1 充填式灌浆法

当前，填料灌浆方法在桥梁施工中得到了广泛的应用。对于因地质塌陷造成的大裂隙，如地底洞穴，以及因桥墩建造后荷载过大而造成的塌陷等，可采用充填灌浆技术。

2.2 压密灌浆法

压力灌浆方法的应用以隧道工程为主。压密性灌浆方法是利用高压喷射技术，向岩石裂缝内注入大量的浆液，然后在灌浆压力的作用下，将浆液直接挤压进裂缝内，最后固化。采用这一工艺的浆液通常表现为条形状胶结层或脉状形态。

2.3 电化学灌浆方法

在桥梁地基处理中，采用电化学灌浆技术已得到了越

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

来越多的重视。电动化学灌浆法是利用电渗形成通道，将需要加强的岩层分正负两极插入底部，正极接入金属管进行灌浆，并与电源正极连接。另外一端连接到电源的阴极上，这样就可以保证电渗的方向和注射的压力是相同的，利用电渗效果建立渗透通道，并使得浆液对底部产生影响，从而产生固化效果[2]。

2.4 渗透灌浆法

目前，该方法在隧道边墙维护、桥梁基础补强等方面得到了广泛的应用。其特点是采用渗流技术，使浆液进入孔隙、裂隙或岩土中，使其固化，提高岩土层的强度。

3 桥梁隧道施工中灌浆技术的应用

3.1 灌浆材料的选择

机化学浆材等。在软黏土地基加固工程中，通常采用粒型浆液材料。粒状浆材由硅酸盐水泥、黏土和粉煤灰等组成，由于其原料丰富、成本低、施工简便，在基础工程中得到了应用。但由于其颗粒较大，可注入性较弱，在防渗堵水方面并不适用。化学浆材是一种可以注射的材料。水浆是以水泥为主要成分，与水混合制成的浆液，并按实际情况添加一些外加剂（速凝剂、早强剂、悬溶剂等），以达到改善浆液性质的目的。水浆液以硅酸盐水泥和矿渣水泥为主，原料来源丰富，价格便宜，浆体强度高，抗渗性能好，成浆工艺简单，操作简单。水泥粉煤灰是由水泥和粉煤灰两种主要成分混合而成。将粉煤灰与常规水泥混合用于灌浆，是为了节省水泥，减少造价。粉煤灰混凝土具有显著优势，可使得浆液中的酸性氧化物（Al2O3 和 SiO2）含量增加，并与氢氧化钙二次反应，形成更稳定的水化硅酸钙、水化铝酸钙等，增强混凝土的抗溶解性能、抗渗透性能[3]。

3.2 灌浆设计

3.2.1 灌浆标准

（1）强度控制标准。对墩台基础进行灌浆后，杂填土的承载力标准值（fk）必须为 130kPa，淤泥或淤质土的承载力标准值（fk）必须为 80～100kPa，粉细砂的承载力标准值（fk）必须为 110kPa，复合地基承载力标准值（fk）必须为 130kPa。

（2）施工控制标准。为使灌浆质量达到最优，必须制订相关的施工工艺规范。在对墩台基础进行灌浆时，因为墩台基础的均匀性差、孔隙变化比较大和理论耗浆量不确定等特性，因此不能简单地用理论耗浆量来进行控制，同时要根据耗浆量降低率来进行控制。

3.2.2 灌浆段选择

灌浆段的选取范围以桥墩地基周围为重点。

3.2.3 制浆材料和配比的确定

采用的灌浆材料为水泥-粉煤灰，其灌浆配方为：水泥：粉煤灰为 4:1，水灰比 0.5-0.55，采用的是普通硅酸盐水泥，其强度为 32.5。

3.2.4 浆液扩散半径（r）的确定

因为墩台基础的地质条件均匀性差，并且孔隙率和渗透系数存在很大的差异，因此在进行灌浆时，用理论公式来计算得到的浆液扩散半径并不适用。根据大量的经验数据，可暂时将浆液扩散半径的值设定为 1.5m，在进行实地灌浆试验后，再对其进行进一步的确定。

3.2.5 灌浆孔的深度

以工程勘查的有关数据为依据，暂时将灌浆孔的孔深设定为 3.5～6.0m，平均值大约为 4.5m，选择的平均值是以孔底到黏性土层为标准。

3.2.6 灌浆压力

灌浆压力一般在 0.3～0.5MPa 之间，根据试验结果决定。在灌浆时，对于特定施工条件，要进行具体的分析，然后做出相应的调整。

3.2.7 灌浆量

一般选择灌浆量时，是依据灌浆对象土量的 20%来进行计算，也可以依据现场具体条件来进行测量，不管如何计算，其目标都是要灌浆饱满，并将基础完全填充[4]。

3.2.8 灌浆结束标准

灌浆完毕的条件是：在给定的灌浆压力下，孔段内的吸浆量必须低于 0.6L/min，持续 30min 即可灌浆完毕，如果孔段内的每一次吸浆都超过了理论值，此时也可以结束灌浆工作。

3.3 灌浆施工

3.3.1 准备施工

在进行正式施工前，一定要确保设备器具和相关的材料可以精确、准时到场，关键是要做好灌浆试验工作，具体内容包括：调节好灌浆压力、浆液扩散半径、孔距和排距后，及时将孔位放样至现场。

3.3.2 施工技术

灌浆施工的工艺过程是：成孔→安放灌浆管并且进行孔口封堵→搅浆→灌浆→待凝→成孔→安放灌浆管并且进行孔口封堵→搅浆→灌浆→封孔。

灌浆施工工艺关键在于：

（1）孔的形成。将 89mm 钻头对准钻孔位置，然后使用打孔的方式进行钻孔。在杂填土中钻进时，若其孔壁不稳，则可下护壁管：当钻进到淤泥或淤泥质土中或粉性土中时，首先下入导管护壁，然后采用捞砂筒取砂成孔的方法，直到钻到黏性土层中。

（2）灌浆管安装及钻孔封闭。灌浆管的下端一般设有长度为 0.7～1.0m 的花管，花管直径为 8mm，空隙度一般为 15%；用柔软橡胶包裹在花管的外部，可以有效地阻止水流中的沙子进入花管内，使花管不能灌浆。

（3）将浆液搅拌均匀。首先要向浆池中倒入一定数量的水，然后启动搅拌器，慢慢添加 32.5 普通硅酸盐混凝土，直至达到要求，再经过 3～5 分钟的搅拌，就可以

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

将浆液通过过滤网流到储浆筒内准备灌浆。

（4）灌浆。在实施灌浆时，应由顶向下全压力灌浆，直到灌浆到规定厚度为止。

（5）密封。在灌浆完成后，要适时地进行封口，在封口 24 小时后，若砂液已沉降，则需补充水灰比为 0.5 的浆液至顶面。

3.4 注意事项

（1）如果施工现场使用帷幕灌浆或高压固结灌浆技术，则必须首先进行回填灌浆，再进行帷幕灌浆或高压固结注。在施工中应注重分层施工。竖向幕施工要等到水平施工结束后。同时，要防止为抢进度、加速建设进程，不按照建设程序进行作业的问题。

（2）在对隧道的衬砌部分进行灌浆时，必须要先对其进行回填灌，再对其周围的岩石进行灌浆，从而起到加固作用[5]。

（3）在对混凝土衬砌和围岩间进行回填时，必须确保在衬砌混凝土强度达到 70%后方能进行。通常在衬砌混凝土施工 14 天后开始浇筑。如有需要，可向衬砌混凝土中添加适当的早强剂，确保 7d 达到 28d 的混凝土强度。建设单位必须检查好衬砌混凝土的施工强度，确保其能够达到施工要求。

（4）在采用钢板作衬砌的情况下，必须保证在混凝土浇注完毕后方可进行。因此，几个施工环节必须要根据施工的次序和要求进行严格施工。另外，在板衬完工后，必须在板衬内预留出用于灌浆的工作孔，为以后的工作奠定良好的基础。

4 桥梁隧道施工中灌浆技术的应用管理措施

4.1 做好施工准备，加强技术交底

在桥梁隧道工程的施工过程中，由于涉及到的施工环节较多，因此在施工前，需要进行详细的施工方案设计和技术交底，然后根据施工方案进行具体的施工。在进行灌浆技术的施工时，需要根据不同的施工方法、不同的地质条件以及不同的工程特点来选择不同的灌浆材料和灌浆方法。此外，需要加强对工人对桥梁隧道工程灌浆技术应用质量管理的培训，使其能够掌握和了解桥梁隧道工程灌浆技术的各项指标要求以及各种设备在灌浆泵中所发挥出来的作用。除此之外，还要加强对桥梁隧道工程中所用到各种机械设备以及各类辅助设备等进行严格的检查和验收，从而保证所使用到的各种机械设备都符合技术规范以及各项指标要求[6]。

4.2 建立施工管理制度，健全管理体系

施工单位在制定相关的规章制度时，要依据工程实际情况来制定，并要做到“因地制宜”，切忌生搬硬套。制度的制定、执行过程，如果没有专人负责监督和检查，就会使制度形同虚设。因此，施工单位要建立健全施工管理制度，从技术管理、安全管理、材料管理、质量管理等各个方面对施工单位进行有效监管。例如，在施工前，对灌浆技术的施工人员进行安全教育和培训，提高他们的安全意识。同时要对施工队伍进行技术培训，提高他们的技术水平和责任心。在工程的各个环节都要有专人负责，保证整个过程不出任何问题。除此之外，还要定期组织人员对桥梁隧道工程进行检查和验收工作，及时发现问题并解决问题。在验收合格后要将相关资料进行存档备查。对每一个环节都要制定相应的监督检查机制和奖惩制度，对不认真工作、敷衍了事的施工单位和人员要进行处罚和教育。

4.3 合理使用信息化技术，强化质量管控

信息化技术是指将计算机网络技术、传感器技术、现代通讯技术等结合起来，使信息在计算机网络上可以流通的一种手段。在桥梁隧道施工中合理使用信息化技术，对提高施工质量有着非常重要的作用。信息化技术可以及时准确地掌握施工现场的第一手资料，进而使管理人员能够及时发现问题、解决问题。利用信息化技术，可以对灌浆工程施工过程进行质量监管，并将实际情况及时反馈给工程项目负责人，使其能够及时调整灌浆工艺、控制灌浆参数，使灌浆工程的质量得到保障。此外，在桥梁隧道工程灌浆施工前，还应该对整个桥梁隧道工程的地质情况进行详细的勘察和分析，并制定出合理的施工方案[7]。

5 结论

综上所述，将灌浆技术应用到桥梁隧道的建设中，可以使桥梁隧道的稳定程度大大提升，然而，当前，在国内的桥梁隧道项目中，灌浆技术的应用还面临着许多没有被很好处理的问题，有关工作人员还需要对灌浆技术的原理、特点以及应用技巧进行进一步的研究。本文对其做出了简单剖析，期望上述有关对我国桥梁隧道施工中灌浆技术应用的分析内容，可以为有关人员提供理论参考和借鉴，从而更好地促进我国桥梁隧道施工技术的发展与进步。

[参考文献]

[1]王朝晖.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的应用[J].甘肃科技纵横,2023,52(3):67-70.

[2]连立永.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的应用[J].运输经理世界,2022(36):71-73.

[3]梅强.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的应用[J].运输经理世界,2022(31):71-73.

[4]侯汝欢.灌浆加固技术在公路桥梁隧道施工中的应用研究[J].科技创新与应用,2022,12(30):150-153.

[5]易志勇.灌浆法在桥梁隧道施工技术中的应用研究[J].散装水泥,2022(4):122-124.

[6]钟鸣,谢永康,刘亭玉.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的应用[J].大众标准化,2022(9):59-61.

[7]吴双良.公路桥梁隧道工程施工中灌浆加固技术的应用研究[J].工程技术研究,2021,6(24):60-62.

作者简介：杨银军(1981.12—)，男，汉族，内蒙古自治区呼和浩特市人，本科毕业于长安大学道路与渡河工程专业。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程施工中墙体裂缝的防治对策探讨

黄延萍
青海旭航建设工程有限公司，青海 西宁 810000

[摘要]随着建筑工程技术的不断发展，人们对建筑结构的要求也日益提高。然而，墙体裂缝问题在一些建筑工程中仍然普遍存在。这既可能是因为自然环境的影响，比如地质条件和气候变化，也可能是由于施工质量、材料选择等人为因素所致。墙体裂缝的存在不仅影响建筑物的外观，更可能引发结构性问题，危及人们的生命财产安全。因此，深入研究墙体裂缝的形成机理，探讨科学有效的防治方法，对于提高建筑工程质量、确保建筑安全具有重要意义。

[关键词]建筑工程；墙体裂缝；墙体裂缝防治
DOI：10.33142/sca.v6i10.10212 中图分类号：TU74 文献标识码：A

Discussion on Prevention and Control Measures for Wall Cracks in Construction Engineering

HUANG Yanping
Qinghai Xuhang Construction Engineering Co., Ltd., Xining, Qinghai, 810000, China

Abstract: With the continuous development of construction engineering technology, people's requirements for building structures are also increasing. However, wall cracks are still common in some construction projects. This may be caused by natural environmental factors such as geological conditions and climate change, or by factors such as construction quality and material selection. The existence of wall cracks not only affects the appearance of buildings, but also may cause structural problems, endangering people's lives and property safety. Therefore, in-depth research on the formation mechanism of wall cracks and exploring scientific and effective prevention and control methods is of great significance for improving the quality of construction projects and ensuring building safety.

Keywords: construction engineering; wall cracks; prevention and control of wall cracks

引言

墙体裂缝的存在不仅仅影响了建筑物的美观，更严重的是可能威胁到结构的安全性。裂缝可能会导致墙体失去稳定性，影响整体结构的承载能力，最终危及到建筑物的使用安全。在一些地震频发地区，墙体裂缝问题更显得尤为重要，因为地震可能加剧裂缝的形成，进一步加大结构风险。因此，深入研究墙体裂缝的形成机制、识别方法以及防治对策，对于提高建筑工程的质量、确保建筑物的安全性至关重要。

1 建筑施工中墙体出现裂缝的原因

1.1 自然因素引起的裂缝

1.1.1 温度变化引发的裂缝

温度变化是建筑物裂缝的常见原因之一。当建筑暴露在日照或寒冷天气中时，墙体表面可能受到快速升温或迅速冷却，导致材料的膨胀和收缩。在高温下，墙体可能膨胀，而在低温下，墙体可能收缩。这种不均匀的热胀冷缩现象可能导致墙体内部产生应力，最终形成裂缝。为了减轻温度变化引发的裂缝，可以采取使用具有良好热膨胀性能的建筑材料，或者在墙体结构中设计伸缩缝，以容纳由温度变化引起的体积变化。

1.1.2 湿度变化引发的裂缝

湿度的波动同样是墙体裂缝的重要原因。材料在吸湿和干燥过程中会发生体积变化，例如木材吸湿后膨胀，混凝土在干燥时收缩[1]。这种湿度变化可能导致墙体产生内部应力，从而引发裂缝。为了缓解湿度变化引发的裂缝，可以在施工中使用防水、防潮的建筑材料，或者在施工后采取加强防潮措施，如合理的通风系统和外墙保温材料的选择，以减少墙体受潮引发的体积变化。

1.1.3 地震引发的裂缝

地震是造成建筑物结构破坏的严重自然因素。地震引发的裂缝通常由于地面的震动传递到建筑结构，导致墙体产生剧烈的应力。为了抵御地震引发的裂缝，建筑结构应当采用抗震设计，包括适当的结构加固和使用抗震材料。此外，应当在建筑物中设置合理的抗震缝，使墙体在地震发生时能够相对自由地移动，减轻内部应力，降低裂缝的发生概率。

1.2 人为因素引起的裂缝

1.2.1 施工质量问题引发的裂缝

施工质量问题是建筑施工中裂缝产生的主要人为因素之一。不当的施工操作、工艺不合规、施工人员技术水平低等问题都可能导致墙体内部产生过大的应力，进而引发裂缝。例如，在混凝土浇筑过程中，如果振捣不足或者浇筑不均匀，墙体内部可能会形成空洞，导致结构不稳定，最终出现裂缝。为了避免施工质量问题引发的裂缝，应当

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

加强对施工人员的培训，确保其掌握正确的施工工艺和操作技能。同时，在施工过程中，要进行严格的质量监控，确保施工操作符合标准和规范。

1.2.2 材料选择与使用问题引发的裂缝

不适当的建筑材料选择和使用也是引发裂缝的重要原因。如果使用质量不符合标准的建筑材料，这些材料可能在施工或使用过程中出现问题，导致墙体产生应力，最终形成裂缝。例如，如果使用了质量不稳定的混凝土，可能在干燥过程中产生收缩裂缝。为了预防材料选择和使用问题引发的裂缝，建筑师和工程师在选择建筑材料时应当严格遵循相关标准和规范，确保所选材料符合建筑设计和使用要求。此外，在施工中应当正确使用这些材料，按照厂家提供的使用说明进行施工，以保证材料的性能和稳定性。

1.2.3 设计问题引发的裂缝

设计问题也是引发墙体裂缝的重要人为因素之一。设计阶段的错误可能导致墙体结构不合理，从而在施工或使用过程中产生应力集中，最终形成裂缝。例如，在设计中未考虑到墙体的承重能力，或者设计了不合理的结构形式，都可能导致墙体受力不均衡，出现裂缝。为了预防设计问题引发的裂缝，建筑师在设计过程中应当充分考虑墙体的结构和受力特点，确保设计方案合理可行。与施工人员和材料选择相似，建筑师也应当遵循相关的设计标准和规范，以确保设计的安全性和稳定性。定期的结构安全评估和设计方案审查也是防范设计问题引发裂缝的有效手段。

2 建筑施工中墙体裂缝的防治对策

2.1 施工前的预防措施

2.1.1 地基处理与加固

地基处理与加固是建筑施工中至关重要的环节，直接影响着墙体的稳定性和整体结构的安全性。在施工前，对地基进行充分的勘察和分析，了解地质情况，以便采取合适的处理和加固措施。针对地基情况，可以采取加固措施。对于软弱地基，可以进行地基加固，常见的方法包括灌浆加固、振实加固和深基坑加固。灌浆加固是通过向地基注入特定的固化材料，提高地基的承载力和稳定性。振实加固则是利用振动机械将土壤振实，增加土壤的密实度，提高承载力。深基坑加固则是通过挖掘深基坑，将软弱地层挖除，用高强度材料填充，增加地基的稳定性。对于不稳定的地基，可以采用地基处理技术，如加设承台、搭建支撑结构等，以增加地基的支撑面积，分散荷载，降低地基沉降和变形[2]。另外，对于地基中可能存在的水问题，可以采取防水措施，如挖槽灌浆、设置防水层等，防止水分渗透，避免地基土壤发生液化，导致地基失稳。在地基处理与加固过程中，需要严格遵守相关标准和规范，确保施工质量。施工中应配备专业的施工团队，使用合适的设备和材料，进行施工过程的监测和记录。对加固后的地基进行定期的检查和维护，确保加固效果长期稳定。通过科学合理的地基处理和加固，可以有效地提高地基的承载能力和稳定性，降低墙体裂缝的产生概率，确保建筑结构的安全性和耐久性。

2.1.2 合理的结构设计

合理的结构设计在建筑施工中扮演着至关重要的角色，对墙体的稳定性和整体建筑的安全性具有决定性影响。①荷载分析和设计： 在进行合理的结构设计时，首要任务是进行准确的荷载分析。这包括考虑建筑物所承受的各种静态和动态荷载，如自重、风荷载、地震荷载等。设计师必须根据地理位置、建筑用途和当地建筑规范来确定这些荷载。在分析这些荷载后，设计师可以选择合适的结构形式和材料，确保墙体和整体建筑的承载能力满足要求。②结构形式选择： 合理的结构设计需要选择适当的结构形式，以满足建筑的功能和安全要求。常见的结构形式包括框架结构、框剪结构、钢筋混凝土结构等。设计师需要综合考虑建筑的用途、荷载特点和地理环境，选择最适合的结构形式。③抗震设计： 对于地震活跃地区的建筑，抗震设计是至关重要的。合理的结构设计应包括抗震设计，以提高墙体和整体建筑在地震发生时的抵抗能力。这可以通过加强结构的抗震性能，如加固墙体、设置抗震支撑等来实现。④施工可行性考虑： 合理的结构设计应考虑施工的可行性。设计应尽量简化结构，减少复杂的构造部件，以降低施工难度。此外，设计师还应考虑可获取的建筑材料和施工工艺，确保设计可以在实际施工中顺利实施。⑤材料选择： 结构设计需要考虑使用的建筑材料，以确保墙体和整体结构的稳定性和耐久性。设计师应选择符合建筑规范的高质量材料，如混凝土、钢材、砖块等。材料的选择应考虑其耐久性、承载能力和抗风、抗震性能。

2.1.3 材料的选择与质量控制

在建筑施工中，材料的选择和质量控制是确保墙体稳定性的关键因素。合适的建筑材料以及严格的质量控制可以大幅度降低墙体裂缝的发生概率，确保建筑结构的持久性和安全性。选择建筑材料时，必须严格遵循国家标准和相关规范。建筑材料应具备合格证书，确保其质量达标。例如，在混凝土结构中，选择符合要求的混凝土原材料，确保其强度、密实性和耐久性。在砌筑墙体时，应选用质量可靠的砖块和砂浆，确保其结构稳定性。在钢筋混凝土结构中，选择符合标准的钢材，并确保钢筋的强度和黏结性能。在施工前，对材料进行抽样检测，确保其满足相关标准的要求。在施工过程中，对每一批材料都应该进行验收检查，确保其质量稳定。对于混凝土、砂浆等现场配制的材料，应严格控制配比和搅拌时间，以保证其均匀性和稠度。建筑材料在储存过程中应远离湿气和阳光直射，避免因湿度变化引发的材料变形或者结构性能下降。特别是对于混凝土等易受潮材料，应当采取覆盖防护措施，确保材料在储存期间的质量。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.2 施工中的控制措施

2.2.1 施工工艺的优化

在建筑施工中，施工工艺的优化是确保墙体稳定性的关键。通过合理、高效的施工工艺，可以降低墙体裂缝的发生风险，提高建筑结构的质量和稳定性。在墙体砌筑中，应采用规范的砌筑方法，确保砖块之间的结合牢固，砂浆的配比和摆放均匀，避免砌筑中产生裂缝。在混凝土浇筑时，采用振捣和抹光等工艺，确保混凝土的密实性，减少内部空洞和裂缝的产生。在钢筋混凝土结构中，应按照设计要求进行钢筋的布置和连接，确保墙体的受力均匀，减少内部应力集中。

2.2.2 施工过程的监控与管理

在施工过程中，保持各相关方之间的紧密沟通，确保信息传递顺畅，避免信息不对称导致的施工错误。同时，及时响应施工现场问题，采取合适的措施予以解决，确保施工顺利进行。此外，详细记录施工过程中的关键信息，包括材料使用、施工方法、操作人员等。建立完善的施工日志，对每个施工阶段的工作进行详细记录，这些记录不仅是施工质量的证明，也为未来的维护和检修提供了重要参考。

2.2.3 防护措施的落实

在施工过程中，应采取措施，保护墙体免受外部环境侵害。例如，在施工现场周围设置防护墙，避免施工过程中的机械碰撞或者材料堆放压力对墙体的损害。同时，在施工现场使用防尘网，遮盖墙体，防止灰尘和颗粒物进入墙体缝隙，减少墙体受到侵蚀的风险。对于新建墙体，应当在施工完成后及时进行外墙涂料或者其他保护层的施工，形成保护层，提高墙体的耐久性。此外，特殊地区和季节性气候变化较大的地方，还应采取防水措施，保护墙体不受雨水侵蚀。在施工现场周围设置排水系统，及时排走积水，避免水分渗入墙体内部，减少墙体材料的吸湿膨胀。在墙体施工完成后，进行防水层的铺设，确保墙体的防水性能。这些防护措施的严密落实，能够有效地降低墙体受到外部环境影响的风险，减少裂缝的产生可能性，保障建筑结构的完整性和稳定性。

2.3 施工后的监测与修复

施工后的裂缝监测与评估是确保建筑结构安全的重要步骤。定期进行裂缝监测，可以使用专业仪器测量裂缝的宽度、深度和形态变化。监测的频率应根据裂缝的类型和建筑物所处地区的地质条件来确定。如果发现裂缝的形态发生变化，例如裂缝的宽度增加或者长度扩展，应立即进行评估。评估过程中需要考虑裂缝的产生原因、裂缝的深度和宽度、裂缝对建筑结构的影响等因素。基于评估的结果，可以确定是否需要采取修复措施以及具体的修复方案。

2.3.2 裂缝修复与加固

裂缝修复与加固是保障建筑结构完整性的关键步骤。修复的方法和材料选择应根据裂缝的类型和程度来确定。对于较小的表面裂缝，可以使用填充密封材料，如聚合物修补材料，将裂缝填充密实，防止水分渗透。对于较大或者深度较深的裂缝，可以采用加固网格布和环氧树脂等材料进行修复。加固网格布被粘贴在裂缝上，然后使用环氧树脂进行填充，形成坚固的加固层，增加墙体的抗拉强度，防止裂缝进一步扩展[3]。此外，如果裂缝影响到了建筑的结构安全性，可能需要进行墙体的加固工程，例如加装外部加固材料，增加墙体的承载能力。在进行裂缝修复与加固工程时，必须由具备相关资质和经验的专业施工团队进行操作，确保修复工作的质量和可靠性。修复后，还需要进行监测，确保修复效果达到预期，墙体结构恢复到安全稳定状态。定期的维护和检查同样重要，以确保墙体的长期稳定性，防止裂缝问题再次出现。

3 结语

墙体裂缝的防治是建筑工程领域中一项极为重要的任务，它直接关系到建筑物的安全与稳定。未来，随着材料科学、结构工程学等领域的不断突破，新型建筑材料的涌现将为墙体裂缝的预防和修复提供更加可靠的选择。智能监测技术的发展，如传感器网络、人工智能分析等，将使裂缝的早期预警和监测更为精准，有助于及时采取措施，避免裂缝扩大。此外，建筑设计与施工中的可持续发展理念的普及，也将在防治裂缝的过程中发挥重要作用，鼓励采用环保材料和绿色施工技术，从根本上减少裂缝的产生。

[参考文献]

[1]信彦军.建筑工程施工中墙体裂缝的防治对策探讨[J].内江科技,2023,44(8):29-30.
[2]陈治华.建筑工程施工中墙体裂缝的防治对策研究[J].建材与装饰,2016(40):45-46.
[3]王向湘.建筑施工中墙体裂缝的防治对策[J].房地产世界,2020(17):80-82.

作者简介：黄延萍（1984.10—）毕业院校：长安大学，所学专业：土木工程，单位名称：青海旭航建设工程有限公司，职务：项目负责人，职称级别：中级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

公路隧道路面铺筑阻燃沥青施工技术应用探讨

张 远
陕西交通控股集团有限公司宝鸡分公司，陕西 宝鸡 721399

[摘要]此次研究详细探讨了阻燃沥青在公路隧道路面铺筑中的应用技术。首先对阻燃沥青进行了定义、分类，并介绍了其性质和制备方法。随后重点关注了公路隧道路面铺筑阻燃沥青混合料的设计与制备、施工工艺，以及性能要求与检测方法。接着对阻燃沥青在公路隧道中的应用进行了全面分析，包括防火性能、耐久性能和环保性能等方面。通过对阻燃沥青的应用探讨，提出了在公路隧道路面铺筑中采用阻燃沥青技术的可行性，并强调了该技术在提高隧道安全性和保护环境方面的重要作用。综上所述，阻燃沥青的应用在公路隧道建设中具有广阔的前景和潜力。

[关键词]公路隧道路面；路面铺筑；阻燃沥青；施工技术
DOI：10.33142/sca.v6i10.10210 中图分类号：U41 文献标识码：A

Discussion on the Application of Flame retardant Asphalt Construction Technology in Road Tunnel Pavement Paving

ZHANG Yuan
Baoji Branch of Shaanxi Transportation Holding Group Co., Ltd., Baoji, Shaanxi, 721399, China

Abstract: This study explores in detail the application technology of flame-retardant asphalt in road tunnel pavement construction. Firstly, the definition and classification of flame retardant asphalt were introduced, along with its properties and preparation methods. The focus was on the design, preparation, construction process, performance requirements, and testing methods of flame-retardant asphalt mixtures for road tunnel pavement paving. Next, a comprehensive analysis was conducted on the application of flame retardant asphalt in highway tunnels, including fire resistance, durability, and environmental performance. By exploring the application of flame retardant asphalt, the feasibility of using flame retardant asphalt technology in road tunnel pavement paving was proposed, and the important role of this technology in improving tunnel safety and protecting the environment was emphasized. In conclusion, the application of flame retardant asphalt has broad prospects and potential in highway tunnel construction.

Keywords: road tunnel pavement; road pavement; flame retardant asphalt; construction technology

在公路隧道的建设中，安全性和可靠性一直是最为关注的重点。随着交通运输的不断发展，公路隧道的防火性能、耐久性能和环保性能等方面要求也日益提高。而阻燃沥青作为一种新兴的材料，在公路隧道路面铺筑中显示出了巨大的潜力。阻燃沥青具有良好的阻燃特性，可以有效降低火灾发生的概率，并提供更多的逃生时间。同时，它还具备优异的耐久性能，能够满足长期使用的要求。此外，阻燃沥青还具备较好的环保性能，对环境影响较小。此次研究旨在探讨阻燃沥青在公路隧道路面铺筑中的应用技术。首先，我们将介绍阻燃沥青的定义与分类，以及其性质和制备方法，为后续内容奠定基础。然后，我们将重点关注公路隧道路面铺筑阻燃沥青混合料的设计与制备，探讨合理的配比和施工工艺。同时，我们还将详细讨论阻燃沥青混合料的性能要求和检测方法，确保其符合相关标准和要求。最后，我们将分析阻燃沥青在公路隧道中的应用效果，包括其防火性能、耐久性能和环保性能等方面。

1 阻燃沥青的性质与制备方法

1.1 阻燃沥青的定义与分类

阻燃沥青是一种具有良好防火性能的特殊类型沥青材料。它在遭受火源热辐射时可以减缓火势发展，降低火灾事故的危害程度。根据其组成和制备方法的不同，阻燃沥青可以进行以下分类和详细分析：第一，添加型阻燃沥青，通过添加阻燃剂或改性剂来提供阻燃性能。常用的阻燃剂包括氧化铝、无机盐类等，而改性剂可以是聚合物、纤维素等。这些添加剂能够与沥青发生反应，形成抗火剂和炭化层，有效隔离热源传递和延缓火焰蔓延[1]。第二，阻燃沥青混合料，这是将阻燃剂与普通沥青混合而成的复合材料。其中阻燃剂可以是颗粒状、纤维状或液体形态，将其与沥青按一定比例混合后形成混合料。这种混合料既具备了沥青的胶结性能，又增加了阻燃特性。第三，阻燃涂层沥青，这是将含有阻燃剂的涂料或薄膜覆盖在普通沥青表面形成的一种保护层。这种涂层可以在火灾发生时提供额外的防护，阻止燃烧物质进入下方的沥青层，减少火势的扩大。第四，生物阻燃沥青，这是利用天然材料改性沥青制备而成的阻燃材料。常见的生物阻燃剂包括木质纤维、植物纤维等可再生资源。这种沥青不仅具有良好的防火性能，还具备较低的环境影响和可持续性。

1.2 阻燃沥青的性质

阻燃沥青具有一系列特殊的性质，例如，阻燃沥青具有良好的防火性能，能够减缓火势发展和延缓火焰蔓延，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

它能够抑制燃烧过程，形成防火屏障，降低火灾事故的危害程度。阻燃沥青在高温条件下能够保持较好的稳定性，不易软化、流淌或剥离。这种稳定性使其能够承受高温环境和长时间的暴露，适用于公路隧道等高温环境下的路面铺筑[2]。阻燃沥青具有良好的耐久性能，可以经受长期交通负荷和气候变化的影响而不易损坏，它在使用寿命方面表现出稳定性和可靠性，能够确保公路隧道路面的长期使用。阻燃沥青具有良好的黏结性能，能够与骨料牢固结合，形成稳定的路面结构，它能够有效抵御水分、化学物质和机械应力的侵蚀，保持路面的完整性和稳定性。部分阻燃沥青采用可再生资源制备，具备较低的环境影响和可持续性，它不含有害物质，符合环保要求，能够降低对自然环境的污染程度。并且阻燃沥青在施工过程中具备良好的可塑性和流动性，易于调配和铺筑，它能够适应不同形状和结构要求，提供平滑且均匀的路面，便于车辆行驶和维护。

1.3 阻燃沥青的制备方法

阻燃沥青通常使用聚合物改性沥青作为阻燃沥青的基质。聚合物可以增加沥青的黏性和弹性，同时提供更好的阻燃性能。阻燃剂是制备阻燃沥青必不可少的成分，常见的阻燃剂包括无机阻燃剂（如氯化铝、氢氧化铝等）和有机阻燃剂（如磷酸酯、溴化化合物等）。这些阻燃剂可以通过各种方法添加到沥青中。阻燃剂需要充分混合和均匀分散在沥青中，以确保沥青的整体阻燃性能，通常可以使用搅拌设备或高剪切混合机对阻燃剂和沥青进行混合[3]。为了进一步提高阻燃沥青的性能，可以将聚合物添加到混合物中进行改性，聚合物可以增加沥青的黏附性、柔韧性和耐久性。还要根据具体应用需求，可能需要对阻燃沥青的黏度和流动性进行调节，这可以通过添加稀释剂或热处理来实现。

2 公路隧道路面铺筑阻燃沥青施工技术

2.1 阻燃沥青混合料的设计与制备

（1）阻燃沥青混合料制备。制备温拌阻燃沥青混合料，首先要将基质沥青加热至 130℃并保持恒温 30 分钟，以确保沥青中的水分充分脱去，将沥青升温至 150℃～160℃，然后按设计比例逐步掺入阻燃剂。在加入阻燃剂后，持续搅拌 30 分钟，使阻燃剂和沥青材料充分混合。根据试拌结果，控制温拌阻燃沥青混合料的拌和时间，并确保集料被沥青材料完全裹覆。为了确保沥青材料和外掺剂充分反应，阻燃沥青混合料的拌和时间应比普通沥青混合料拌和时间更长。还要根据实验结果，阻燃沥青混合料的干拌时间应比普通沥青混合料延长 5 秒至 10 秒，湿拌时间应延长 10 秒。因此，阻燃沥青混合料的总拌和时间应为 60 秒至 65 秒。阻燃沥青混合料的施工温度应比普通沥青混合料低约 25℃。这样可以确保混合料在施工过程中具有适当的流动性和可塑性。具体如图 1。

（2）摊铺及碾压。阻燃沥青混合料的施工工艺包括预处理、摊铺和碾压等步骤。在施工前，需要进行预处理工作。这包括清理下承层，并确保表面平整、清洁。如果有必要，可以修复或更换损坏的路面部分。此外，为了确保黏附性，还需要在清理后的下承层上均匀地洒布黏层油。接下来是摊铺阶段。在摊铺之前，需要预热摊铺机，以使熨平板温度达到适宜的范围，通常为 100℃左右。同时，也需要控制摊铺温度不低于沥青混合料的出厂温度。摊铺过程中，使用两台摊铺机进行同步操作，间隔距离一般为 10m～20m。摊铺速度应保持匀速不间断，通常控制在 2m/min～6m/min 的范围内。这样可以确保混合料在摊铺时具有适当的流动性和可塑性，能够充分填充道路表面的空隙[4]。最后是碾压阶段。碾压是为了进一步密实混合料，提高路面的密实度和平整度。碾压分为初压、复压和终压三个阶段进行。在初压阶段，可以使用静压或震动压路机进行初次碾压。碾压温度需要控制在适当的范围内，以确保混合料能够达到理想的密实效果。复压阶段是对混合料进行第二次碾压，以进一步提高密实度。最后，在终压阶段进行最后一次碾压，以确保混合料达到规范要求的密实度和平整度。总的来说，阻燃沥青混合料的施工工艺包括预处理、摊铺和碾压三个主要步骤。这些步骤的执行需要严格控制摊铺温度、摊铺速度和碾压参数，以确保混合料在施工过程中具有适当的流动性、可塑性和密实度，从而满足道路工程质量要求，具体如表 1 中的参数要求进行操作。

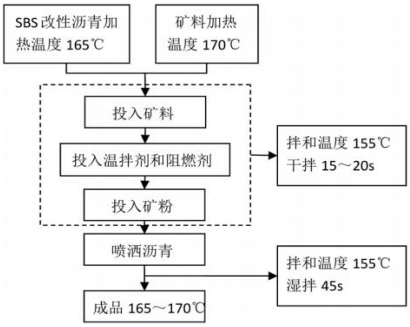

图 1 阻燃沥青混合料制备过程

表 1 阻燃沥青混合料摊铺及碾压参数

碾压阶段	碾压机械/模式	碾压速度	温度	碾压遍数
初压	13t 以上光轮压路机/静压	2～3m/s	＞145℃	2 遍
	轮胎压路机	2～3m/s	＞130℃	2～3 遍
复压	13t 以上光轮压路机/振压	3～5m/s	100～120℃	振动频率 14Hz，振幅 0.4～0.6mm，3～4 遍
	重型轮胎压路机	3～5m/s	＞100℃	3～4 遍
终压	13t 以上光轮压路机/静压	3～5m/s	＞90℃	3～4 遍

2.2 阻燃沥青混合料的性能要求与检测方法

阻燃沥青混合料的主要性能要求是具备一定的抗火性能，即在受到明火或高温热源时能够有效地阻止火势蔓延，这需要混合料中添加一定的阻燃剂，并确保其在高温下不会产生易燃物质。为了评估阻燃沥青混合料的燃烧特性，常用的检测方法包括燃烧性能测试和热释放率测试。燃烧性能测试通常采用限氧指数（LOI）测试、垂直燃烧测试（UL 94）、水平燃烧测试（ASTM E1354）等方法来评估材料的可燃性和燃烧蔓延性能，热释放率测试则可以通

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

过热量释放速率（HRR）曲线来评估材料的燃烧行为。除了抗火性能外，阻燃沥青混合料还需要具备良好的力学性能，以确保道路的耐久性和可靠性，这包括抗压强度、抗拉强度、弯曲强度等力学性能指标的要求。常用的力学性能检测方法包括抗压强度测试、抗拉强度测试、动态剪切黏度测试、弯曲试验等，这些测试可以通过标准化的实验设备和操作流程来评估阻燃沥青混合料的力学性能。此外，阻燃沥青混合料还可能有其他性能要求，如耐老化性能、耐水性能、耐冻融性能等。这些性能要求可以通过相应的实验方法进行评估，例如老化试验、湿度变化试验和冻融循环试验等。

3 阻燃沥青在公路隧道中的应用

3.1 阻燃沥青在公路隧道中的防火性能

阻燃沥青在公路隧道中的防火性能是确保隧道内部安全的关键因素。阻燃沥青具有较高的抗火特性，即在受到明火或高温热源时能够有效地抑制火势蔓延，这是通过在沥青混合料中掺入特殊的阻燃剂来实现的，这些阻燃剂能够降低材料的可燃性、自燃性和火势扩散速度。阻燃沥青的燃烧蔓延性能是评估其防火性能的重要指标。它涉及到沥青混合料在受到火灾时的燃烧程度和传播速度，通过限制沥青混合料的火势扩散，可以减少火灾对隧道结构和使用者的影响。除了燃烧本身，烟雾的产生也是公路隧道火灾中的主要危险之一，阻燃沥青在遭受火灾时应尽量减少烟雾的产生，以改善可视性和人员疏散条件，这可以通过选择合适的材料组成和添加烟雾抑制剂等措施来实现。公路隧道中的火灾可能会导致高温环境，因此阻燃沥青需要具备良好的耐高温性能，以保持其结构完整性并防止其燃烧，这要求阻燃沥青能够在高温下稳定性能不发生明显变化，确保隧道的耐久性和安全性。在公路隧道中使用阻燃沥青时，需要选择符合相关标准和规范的防火材料，这些材料应经过严格的测试和认证，以确保其满足隧道防火要求，并具备可靠的性能[5]。

3.2 阻燃沥青在公路隧道中的耐久性能

公路隧道处于室外环境，暴露在紫外线、氧气、湿度和温度变化等自然因素的作用下，因此阻燃沥青需要具备良好的抗老化性能，该性能指材料在长期使用过程中不易发生质量衰减，如变硬、龟裂、颜色变化等现象。公路隧道可能面临雨水、地下水或洪水等水源的侵入，因此阻燃沥青需要具备良好的耐水性能，以防止水分侵蚀和损坏材料的结构和性能，这可通过添加防水剂或采用特殊的沥青配方来实现。公路隧道所在地区可能经历冬季寒冷条件，阻燃沥青需要具备良好的耐冻融性能，以防止冰冻和解冻循环导致沥青表层破损、龟裂和剥落，通过沥青混合料的配方优化和添加特殊添加剂，可以提高其耐冻融性能[6]。并且公路隧道是长期受到车辆交通荷载作用的区域，阻燃沥青需要具备良好的抗疲劳性能，以保证材料在重复荷载下不易发生破坏和断裂，这涉及到沥青混合料的弹性模量、变形能力和回弹性等指标。公路隧道中的道路表面需要具备良好的抗滑移性能，以确保车辆行驶的安全性。阻燃沥青需要具备适当的摩擦系数和抗滑移性能，以防止车辆在湿滑或雨天时产生侧滑或打滑现象。不仅如此，阻燃沥青在公路隧道中的耐久性能还包括长期维护效果，即材料在投入使用后，能够保持较长时间内的稳定性能和减少维修需求，降低维护成本。

3.3 阻燃沥青在公路隧道中的环保性能

阻燃沥青可以通过减少燃烧时产生的有害气体和颗粒物排放来降低空气污染，其添加了特殊阻燃剂，使其具备自熄性能，避免火灾发生，减少烟雾和有毒气体的释放。阻燃沥青的制备和施工过程相对于传统沥青更加环保。它通常需要较低的施工温度，从而降低能源消耗和二氧化碳排放。此外，阻燃沥青也可以与再生沥青混合使用，进一步减少对原材料的需求，减少资源消耗和环境影响。阻燃沥青可采用高效的防水设计，阻止水分渗透到地下水或周围的土壤中，这有助于保持水环境的洁净，并防止污染物通过渗漏进入水源。并且在隧道维护和改建过程中，使用阻燃沥青可以提高材料的回收和再利用率，它可以被回收并重新加入到沥青混合料中，减少资源浪费和废弃物产生。阻燃沥青的耐久性能使得公路隧道更加持久，减少了频繁的维修和重新施工需求，这能够减少对原材料的消耗和对环境的干扰。

4 结语

此次研究对阻燃沥青在公路隧道路面铺筑中的应用技术进行了全面的探讨和分析。通过对阻燃沥青的定义、分类以及性质和制备方法的介绍，我们深入了解了这一材料的特点和潜力。在公路隧道路面铺筑阻燃沥青混合料的设计与制备方面，我们讨论了配比和施工工艺等关键要素，以确保其具备优异的性能。同时，我们还强调了性能要求和检测方法的重要性，为保证阻燃沥青达到相关标准提供了指导。通过对阻燃沥青在公路隧道中的应用效果的分析，我们发现它在提高隧道安全性、保护环境等方面具有显著作用。阻燃沥青的防火性能、耐久性能和环保性能得到了有效展示，并为公路隧道的可持续发展做出了积极贡献。总之，研究表明，在公路隧道路面铺筑中采用阻燃沥青技术是可行的，并且具备重要的实际应用价值。我们鼓励工程师和研究者在公路隧道建设中积极探索和采用阻燃沥青，以提高隧道的安全性、可靠性和环境友好性。

[参考文献]

[1]李永胜.高速公路SBS改性阻燃沥青施工技术应用[J].工程建设与设计,2023(16):155-157.
[2]周燕,刘天如,张感恩,等.隧道阻燃沥青微观结构及阻燃性能研究[J].应用化工,2023,52(8):2353-2357.
[3]林钰,刘圣洁,黄慧,等.基于流变特性的温拌阻燃沥青的高、低温性能[J].江苏大学学报(自然科学版),2023,44(4):483-489.
[4]唐亮,张欣,王长伟,等.隧道温拌阻燃沥青混合料性能研究[J].中国水运(下半月),2023,23(7):137-139.
[5]丁迎.温拌阻燃沥青混合料在隧道路面中的应用研究[J].辽宁省交通高等专科学校学报,2023,25(3):1-5.
[6]成元海.表面改性纳米阻燃沥青最佳掺量及其性能表征[J].城市道桥与防洪,2023(5):207-211.

作者简介：张远（1987.11—），毕业院校：长安大学，所学专业：道路与铁道工程，当前就职单位：陕西交通控股集团有限公司宝鸡分公司，职务：工作人员，职称级别：中级工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

路桥施工中裂缝防治技术的应用分析

王雪容
中天九州建工集团有限公司成都分公司，四川 成都 610000

[摘要]在当前工程规模不断扩大建设背景下，工程施工要求越加严格，尤其是路桥施工，作为市政交通重要工程之一，工程施工质量极为关注，但是在具体路桥施工过程中，容易受到多个病害或者是施工因素的影响，导致工程施工期间可能会出现裂缝，若是不加以裂缝防治，则会影响工程使用寿命，甚至可能会影响工程质量。对此，下文主要分析路桥施工中裂缝防治技术的应用。

[关键词]道路桥梁工程；施工建设；裂缝防治技术
DOI：10.33142/sca.v6i10.10205　　中图分类号：U415.6　　文献标识码：A

Application Analysis of Crack Prevention and Control Technology in Road and Bridge Construction

WANG Xuerong
Chengdu Branch of Zhongtian Jiuzhou Construction Engineering Group Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: In the context of the continuous expansion of engineering scale and construction, the requirements for engineering construction are becoming increasingly strict, especially for road and bridge construction. As one of the important municipal transportation projects, the quality of engineering construction is of great concern. However, in the specific process of road and bridge construction, it is easy to be affected by multiple diseases or construction factors, which may lead to cracks during the construction period. If cracks are not prevented and controlled, it will affect the service life of the project and may even affect the quality of the project. The following text mainly analyzes the application of crack prevention and control technology in road and bridge construction.

Keywords: road and bridge engineering; construction construction; crack prevention and control technology

道路桥梁是城市交通项目中最关键的一环，直接影响到人们的行车安全，因此，应加强对道路桥梁施工质量的持续改进和对其进行监控。混凝土是道路桥梁的主要施工结构，施工占比较大，直接关系到路桥工程施工整体质量。所以，要强化对混凝土施工质量的控制，尽量降低混凝土裂缝问题。在遵守路桥工程施工标准的基础上，强化对质量进行有效管理，科学应用裂缝防治技术，以保证路桥工程施工技术。

1 路桥施工裂缝防治技术应用原因

1.1 路桥施工材料质量不高

目前，在路桥工程施工建设期间，工程施工材料的好坏对桥梁施工质量起着很大的作用，若不能正确使用施工材料，或是没有给予材料有效严格控制，都会造成路桥工程的质量低下，这也是为什么在路桥施工中，会产生大量裂缝出现的原因。比如，在遇到温差、冲击和承载能力比较大的情况下，如果没有满足相应的规范，那么就会产生开裂等问题。比如，在遇到温差、冲击和承载能力比较大的情况下，如果没有满足相应的规范，那么就会产生裂缝问题出现。此外，有些施工材料质量较低，在施工期间就会产生裂缝，并且因为具有一定的传导作用，所以会逐步造成道路裂缝产生。

1.2 钢筋安装不当

在路桥工程中，因为目前大部分施工材料都是以钢筋混凝土为主，所以，在工程施工中，钢筋混凝土配置和布局也会对工程施工质量产生很大的影响，如果没有正确的设置，将会造成工程施工承载力的降低，从而削弱整体的路桥结构的强度，也就不能应对各种各样的外部压力和环境的改变，从而造成路桥工程的裂缝产生。由于钢筋材料自身的特点，使得与其他材料的相容性较差，同时，由于自身在外部应力及温度、湿度等因素的作用下，混凝土钢筋会发生各种形式的变形或弯曲，从而影响到周边的结构，并在外部的应力作用下发生开裂等问题。此外，在路桥施工时候，要保证工程质量，必须要有相关施工技术和管理者等来进行钢筋的数量、安装位置以及总体钢筋的结构布置等，以达到工程的质量标准。然而，若因为个人或其他原因，使得这项工作无法顺利进行，就会造成钢筋的安装错误，从而使整个路桥建筑部位的承载能力下降，同时，当道路上的交通工具受到很大的荷载时，外部的荷载太大，而内部的承载能力不够，就会产生开裂的问题。因此，钢筋自身材料问题或者是钢筋施工安装不当，这些都会导致路桥工程裂缝出现。

1.3 混凝土浇筑工作控制不当

在路桥工程施工期间，混凝土建筑属于一项重要工作，若不能得到有效控制，因为混凝土浇筑面积较大，而且是整个项目的关键步骤，所以在施工中产生裂缝概率会逐渐

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

增高，是目前桥梁工程施工中产生裂缝问题的一个重要因素。在工程实践中，造成工程质量问题的主要原因有两点：一是因为材料自身的特性，二是因为施工中所采取的不科学合理的方法。在路桥施工过程中，混凝土搅拌桩的浇筑必须要严格遵守施工规程和规范，然而，有关的工程技术人员对此却缺乏足够的重视，其浇筑方式主要依赖于个人的经验，容易出现错误操作，再加上施工人员的整体素养较低，不但没有按规定进行浇筑工作，并且在以后发生相同问题，也无法进行有效检测和处理，造成混凝土浇筑质量降低，最后导致路桥施工裂缝问题出现。此外，混凝土搅拌是混凝土浇筑工作中的一个关键步骤，但在施工时，由于对搅拌时间、混凝土比例等工艺条件的掌握不够严格，致使混凝土达不到强度标准。另外，如果不合理进行搅拌，则会使混凝土中的大部分热量无法得到有效释放，从而与外部环境形成很大的温差，而形成较大温度应力，而在这种受力的影响下，也会引起路桥工程中的裂缝。

1.4 养护工作不到位

路桥施工中产生裂缝一个主要因素是施工人员没有遵循科学的作业规程进行养护，而有关工程部门对养护工作的关注不够。特别是，在路桥工程施工过程中，当混凝土浇筑完成后，要对混凝土进行养护和浇水，但是有关的工作人员没有能够按时进行这项工作。其次，养护人员和有关部门并没有依据路面状况来制定养护周期，在进行路桥养护工作的时候，维修人员并没有遵循规范的养护程序和方式，而且在养护期间，若养护间隔太久，工程无法得到有效的维修和保养，产生裂缝概率就会显著提高，反之，养护间隔太短或者太频繁，势必会让工程管理经济负担加重，从而使各部门出于节约费用，不愿进行养护，造成养护工作不够完善，也会造成路桥工程裂缝产生。

2 路桥施工裂缝防治技术应用要点

2.1 做好地基基础施工

地基作为工程施工的一个关键基础，地基基础施工关系到工程整体质量，如果地基基础施工不当，会增加施工裂缝产生风险。所以，施工企业都要对地基施工进行认真对待。首先，有关部门要在路桥施工前，要对工程现场进行现场勘察，对施工现场基础承载能力进行全面掌握和了解，并对各场地的承载能力进行分析。其次，根据工程施工计划等，对路桥工程进行荷载分析，判断所承载的荷载能否超出基础的最大承载能力。第三，要结合工地实际情况，对施工计划进行及时的修正与优化，以避免由于基础施工太大而引起的工程裂缝出现。因此，对于路桥工程施工，前期地基施工必须高度重视，深入分析承载范围，制定并优化施工方案。

2.2 设计时保证混凝土强度达标

在路桥施工过程中，为了确保混凝土强度可以满足设计要求，在弹性模量与加载龄期等均满足条件后，才可以进行预应力钢束的施工。在开展张拉过程中，必须对持荷时间进行有效控制，千斤顶在卸力时必须控制速度，不可过快，张拉完成后预应力不会第一时间停止工作，所以仍然会存在增长，这时应该及时了解变化情况，不可在结束后立刻开始切割施工操作。加强对张拉力的管理，提高施工技术水平，对预加筋孔压浆中的水泥基氯离子浓度进行控制。

2.3 加强温度控制及骨料配置

应注意温控、改进集料组成、适量加入外加剂、尽量使用干硬混凝土等措施，以减少混凝土中的水泥用量。在搅拌时，适时向砾石表面喷洒适量的清水，使其降温，使浇筑时的温度下降。特别是夏季施工时，应尽量减少浇筑量，并充分发挥浇注区域的热量。在合适的情况下，可以通过在混凝土中铺设冷却水管来实现对混凝土整体冷却。对于钢筋混凝土而言，其各项指标的优劣尤为关键，因此，必须选用高性能混凝土，以提高其抗裂能力，并尽量防止混凝土表层产生过大的干缩。建筑工程中经常出现塑性沉降开裂现象，因此，在工程建设中，应注意地基的加固和支护的合理布局。对于工程施工支架，应采用体积法测得其表层应力，并采用预加应力的方法减小其变形。在混凝土中加入超塑化剂，可以防止产生水分，从而使混凝土保护层变厚，对于路桥工程施工来说，二次抹灰极为重要。针对这种情况，预防和控制其发生的最重要措施是提高其早龄期的养护水平，并减缓其内部的水膨胀速率。这种方式主要是用麻袋或者海绵之类的材料来覆盖在建筑物的外表，然后再用湿润的方式将混凝土浇灌。重点是对浇筑的时间和速率进行严格的监控，同时对浇筑温度进行控制。夏季必须给予混凝土骨料充分洒水，而在冬季则需要做好保暖措施。

2.4 路桥施工养护工作

在完成工程结构施工后，要尽快对路桥工程进行养护操作，比如新浇注的混凝土已经成型或表面的水雾消除以后，就可以进行混凝土相关养护。因此，在进行混凝土浇筑时，一定要把握好浇筑的时机，不要太早，也不要太晚。其次，施工人员应该谨慎细心，在运用湿养生方法进行养护工作时，最好将全部区域都用湿润的草袋遮盖起来，并且要定时喷洒湿润。路梁工程养护周期一般是 2 周，但具体应该结合工程情况确定。同时，要重视路桥工程在不同时期的施工养护。在非多雨季节或冬季进行的时候，应尽可能采取喷涂养护方式，能够降低水份的挥发，并且具有良好的隔热效果。而在夏天，为避免在浇筑过程中出现温差，应采取合适湿润水分冷却措施，或在已铺好的塑胶膜上覆盖一层灰浆，使其降温。在高温、酷热的情况下，必须在浇筑前将全部的砂子和其他原料洒湿，以避免产生开裂。冬天建筑也要做好防风等工作。各路桥施工企业也要建立专业的工程质量监管巡查团队，对施工中的每一个步

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

骤进行严密的控制，以保证施工的合理性和合理性。如果有违反规定的情况，应该马上说明，然后做出相应的反应。这就要求全体监理人员熟知项目的设计计划和项目建设的相关规定，并能以一种积极、严谨的心态投身到工作中去。

3 路桥施工裂缝养护技术

3.1 路面裂缝养护技术

路桥工程路面裂缝是十分容易产生的一个问题，所以必须重视路面的养护，通常路面裂缝养护方法有三种：第一，压浆法。相对于压浆法而言，它优势在于工艺简单，效果明显，因此在后期经常使用。如果出现路面出现裂缝，首先要在缝隙处安装灌浆喷嘴，然后进行相关的套管、注浆等工序，例如环氧树脂等。通过挤压方法，将环氧树脂逐渐挤压至裂缝中，当注浆嘴存在浆液溢出后停止挤压，这时注浆完成，可以开始封堵的处理。第二，灌浆法。在当前路桥工程养护工作中，灌缝法逐渐得到运用。该方法可以对裂缝进行及时修复，有利于工程稳定性的全面提升。需要注意的是，该方法的施工规模比较大，所以在施工之前，妥善完成前期准备工作，如选择适宜开槽机。在实际施工时，凭借开槽机的辅助，使得裂缝周边路面开槽处理工作顺利完成。同时彻底清除槽内的垃圾，以此来形成良好的灌缝环境。之后将适量的密封胶掺入到浆液之中，在适宜温度下开展灌注作业，从而使得裂缝得到一定程度的修补。第三，沥青路面再生技术。其以沥青混凝土路面为主，不仅有利于路面养护，而且可以起到节约资源、提高利用率等作用。将作业温度当成指标，当温度不同时，可以分成以下两种：一种是沥青路面冷再生技术，该技术的优点体现在污染小、效果明显等方面。由于和绿色施工需求相吻合，所以在高速公路路面养护中得到广泛运用。另一种是沥青路面热再生技术，这种技术又分成厂拌以及现场拌和两种。厂拌形式是由企业统一回收沥青材料，并进行必要的加工处理，之后运送到路桥工程养护作业之中。现场拌和指的是将相关材料运到施工现场，在现场中完成对应的拌和处理。

3.2 结构加固技术

外包钢法，它是用型钢或钢板将钢筋或钢板包裹起来，以提高结构受力。这种方法在不增大构件截面面积的情况下，对构件承载力、刚度、韧性均有较好的改善作用。外包钢分为湿法补强和干法补强，湿补补就是用乳胶水泥、聚合物砂浆或环氧树脂化学注浆等方式将钢与原有部件结合起来，从而达到了很好的协同作用；但采用干式施工时，钢与原有结构无黏结材料，要保证新老材料共同工作，必须保证钢套管与混凝土的界面保持密切的接触。

增加截面法。它是采用与原有结构相同的材料，增加横断面面积，以达到增强工程结构受力的目的。适用于梁柱等结构的补强。在对原有的混凝土进行补强时，必须对原有的混凝土断面进行打磨，或者在原有的基础上挖去其内部的钢筋，如果钢筋已经腐蚀得很厉害，则应该将其上的锈斑去除，并按照开裂的情况来决定所需的数量。该补强方式相对于常规补强，工序简便，适用面较广。

4 结束语

综上所述，路桥施工裂缝问题需要高度重视，科学应用裂缝防治技术，尽可能避免裂缝出现，防治给工程质量造成影响，以提高工程施工效益，创造出更高的经济效益，推动路桥工程建设发展。

[参考文献]

[1]刘传福.路桥施工中裂缝防治技术措施分析[J].建材与装饰,2019(2):240-241.
[2]王学彦,谭春腾.路桥施工中裂缝防治技术措施分析[J].江西建材,2018(14):109-110.
[3]鲍小芳.路桥施工中裂缝防治技术措施分析[J].居业,2018(7):106-108.
[4]焦桂平.路桥施工中的裂缝防治技术应用研究[J].绿色环保建材,2018(6):121-123.
[5]唐培丁.路桥施工中的裂缝原因分析及防治技术研究[J].人民交通,2018(4):71-72.
[6]舒玉萧.路桥施工中的裂缝原因分析及防治技术研究[J].工程技术研究,2017(12):64-65.
[7]付虎威.路桥施工中混凝土裂缝控制技术的应用分析[J].住宅与房地产,2015(28):178.
[8]梁柱.关于高速公路裂缝成因及日常养护关键技术的探讨[J].工程建设与设计,2019(2):242-243.
[9]何剑柯.路桥施工中裂缝防治技术的应用分析[J].中国住宅设施,2023(6):74-76.
[10]瞿雄伟.路桥施工中裂缝防治技术的应用分析[J].科技创新与应用,2022,12(23):193-196.
[11]宁建安.道路桥梁设计和施工中裂缝成因与处理对策[J].大陆桥视野,2023(4):125-127.

作者简介：王雪容（1977.10—），女，毕业院校：西南交通大学、所学专业，土木工程(工程造价方向)。当前就职单位，职务，职称级别。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高层建筑工程施工中桩基础施工技术研究

李玉英
青海石岩建筑安装有限责任公司，青海 西宁 810000

[摘要]随着都市化的加速和人口密集地区对土地资源的日益紧张，高层建筑已逐渐成为主流建筑形式。这种建筑结构对其基础的稳固性和安全性要求极高。文章专注于高层建筑工程中的桩基础施工技术分析。首先，探讨了高层建筑和桩基础的基本特点及其应用。接着，深入探索了高层建筑桩基础施工的关键技术，包括地质勘查、成桩方法的选择以及施工的关键环节。同时，对于桩基础施工中可能出现的质量问题进行了分析，并提供了相应的质量控制与管理策略。最后，考虑到施工中的安全风险，文章也对桩基础施工的安全管理进行了深入探讨。为高层建筑桩基础施工提供了一套完善、实用的指导方针，确保其稳固性和安全性。

[关键词]高层建筑；桩基础；施工技术；质量控制
DOI：10.33142/sca.v6i10.10211　　中图分类号：TU753.3　　文献标识码：A

Research on Pile Foundation Construction Technology in High-rise Building Engineering Construction

LI Yuying
Qinghai Shiyan Construction and Installation Co., Ltd., Xining, Qinghai, 810000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the increasing scarcity of land resources in densely populated areas, high-rise buildings have gradually become the mainstream form of construction. This type of building structure requires extremely high stability and safety of its foundation. The article focuses on the analysis of pile foundation construction technology in high-rise building engineering. Firstly, the basic characteristics and applications of high-rise buildings and pile foundations are discussed. Then, key technologies for the construction of high-rise building pile foundations were explored in depth, including geological exploration, selection of pile forming methods, and key construction processes. At the same time, quality issues that may arise during pile foundation construction were analyzed, and corresponding quality control and management strategies were provided. Finally, considering the safety risks during construction, the article also delves into the safety management of pile foundation construction. This provides a comprehensive and practical guideline for the construction of pile foundations in high-rise buildings, ensuring their stability and safety.

Keywords: high-rise buildings; pile foundation; construction technology; quality control

引言

随着近年来全球都市化进程的快速推进，高层建筑作为解决都市土地利用问题的有效途径，已在许多城市中占据了主导地位。这些摩天大楼、商务中心和居住楼宇不仅成为城市的标志性建筑，更是现代都市文化和技术发展的体现。然而，背后的建筑技术进步并不为外界所熟知，特别是那些深埋于地下、支撑着整栋大楼的桩基础。桩基础作为高层建筑的“根基”，其施工质量直接关系到建筑的稳定性、安全性及持久性。因此，对桩基础施工技术的深入研究和分析显得至关重要。本文将系统地探讨高层建筑桩基础施工的核心技术，旨在为工程师和施工者提供更为详实的参考和指导，以确保每一栋高层建筑都能安稳地矗立在这片土地上。

1 高层建筑桩基础的特点与应用

1.1 高层建筑的定义及特点

高层建筑通常指的是地上层数超过 7 层或建筑高度超过 24 米的建筑物。这种定义可能会因各地的建筑规范和标准而略有变化。高层建筑的显著特点是其建筑高度明显高于其周围环境，因此需要特殊的结构设计和建材来确保其稳定性和安全性。此外，高层建筑常常采用核心筒结构和框架-筒结构，这可以为建筑提供足够的刚度，使其能够抵御风荷载和地震荷载。此外，高层建筑的空间利用率高、能够提供更多的居住和商业空间，但同时也需要复杂的供水、供电、消防和通风系统。

1.2 桩基础的基本概念

桩基础是一种深基础，它将建筑的荷载通过桩体传递到地下深层的坚硬土层或岩层上。桩基础主要用于承载来自上部结构的荷载并均匀分散到土层中，减少不均匀沉降和总沉降，提高地基土的承载力以及减少地基土的变形。根据材料的不同，桩可以由钢、混凝土、木材或其他材料制成。根据施工方法，桩可以分为预制桩和现场施工桩。

1.3 桩基础的分类与在高层建筑中的应用

桩基础根据其材料、施工方法和承载机制可以分为多种类型，如：打入桩、灌注桩、螺旋桩、预应力桩等。在

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高层建筑中，考虑到其巨大的荷载和对沉降的严格要求，通常会选用灌注桩或预应力桩[1]。灌注桩因其现场浇筑的特性，可以根据地质条件和设计需求进行适应性调整。而预应力桩因其高强度和优良的承载能力，尤其适用于那些需要巨大支撑力的高层建筑。不论选择哪种类型的桩基础，其目的都是确保高层建筑的稳定性和安全性。

2 高层建筑桩基础施工的关键技术

2.1 地质勘查与土工参数分析

地质勘查与土工参数分析在高层建筑桩基础施工中占有至关重要的地位。在确定建筑的位置和设计其基础之前，首先需要对预定的建筑地点进行详尽的地质勘查，以获取土层的组成、深度、物理和机械性质等关键信息。这些数据为设计人员提供了地下条件的真实画面，有助于选择最适合的桩基础类型和施工方法。土工参数分析则进一步深入研究从地质勘查中获得的数据[2]。这涉及到对土壤的密度、抗压强度、韧性、摩擦角、黏聚力等关键参数的测量和分析。这些参数直接影响到桩基础的承载能力、稳定性和整体的安全性。例如，了解土壤的抗压强度可以帮助确定桩的直径和深度，而摩擦角和黏聚力的知识则可以预测土与桩之间的互动性。

2.2 成桩方法及其选取

2.2.1 灌注桩与混凝土桩的对比

灌注桩与混凝土桩都是在建筑工程中常见的桩基础类型，但它们在制造方法、应用范围和性能上存在一些差异。灌注桩，通常是在已经钻好的孔中将混凝土或其他材料灌注而成的。这种方法的主要优势在于其对现场条件的高度适应性，尤其在遇到复杂的地质结构或地下障碍物时。由于灌注桩是在地面直接形成的，它可以根据实际的地质条件进行调整，确保最大的稳定性和承载能力。然而，灌注桩的质量在很大程度上取决于现场工作的质量控制，如混凝土的浇筑、固化和灌注工艺。混凝土桩，尤其是预制混凝土桩，是在工厂或施工现场预先制造的。它们通常具有标准化的尺寸和形状，能够提供更加一致的性能和质量。由于它们是在受控的环境中生产的，预制混凝土桩的强度、耐久性和整体质量往往都很高。不过，预制混凝土桩需要使用专门的设备将其驱入适当的深度，这可能会增加施工成本。此外，预制混凝土桩的长度和尺寸是固定的，因此可能不适应某些特定的地质条件。

2.2.2 预制桩施工与静力压桩施工

预制桩施工与静力压桩施工在桩基础施工中都是常用的方法，但它们在施工技术、适用范围和优势上存在显著的差异。预制桩施工涉及到在工厂或施工现场预先制造具有标准尺寸和形状的桩，然后再通过打击或振动的方式将其驱入地下。这种方法的主要优点是由于预制桩在受控的环境中生产，其质量、强度和耐久性都能得到保证。此外，预制桩施工的速度往往比现场灌注桩更快，尤其是在大型工程中。但这种方法的局限性在于，预制桩的长度和直径是固定的，可能不能完全满足所有地质条件或设计要求，且需要使用重型设备进行打桩，可能会引起噪音和振动。静力压桩施工，如其名所示，使用大型压桩机以静压的方式将桩压入地下。这种方法不依赖于打击或振动，因此产生的噪音和振动极小，适合于噪音敏感或地震敏感的地区。静力压桩施工具有很高的准确性，可以确保桩的垂直度和位置精确无误。由于它没有打击或振动，桩的承载能力通常更高。然而，静压桩的施工速度可能较慢，且需要使用特殊的设备和技术。在选择预制桩施工或静力压桩施工时，工程师需要根据项目的具体要求、地质条件、环境考虑和预算进行综合权衡。

2.3 施工的关键环节与技术要点

2.3.1 钻孔清孔与断桩处理

钻孔清孔与断桩处理是桩基础施工中至关重要的步骤，尤其是在灌注桩施工中。这两个环节直接影响到桩的质量、承载能力和与土壤的互动性。钻孔清孔是指在进行灌注桩施工之前，先钻一个孔，然后清除孔中的杂物和松散土层。清孔的目的是为了确保混凝土能够充分填充孔内，并与地下坚硬的土层或岩层形成良好的结合。如果孔内有杂物、水或松散的土层，那么桩的承载能力可能会受到影响，甚至可能导致桩体的破裂或变形。因此，清孔过程需要非常仔细，确保孔内的条件达到施工要求。断桩处理则是在灌注桩施工完成后，去除桩顶部的多余混凝土或不良部分，使桩体的顶部平整，便于与上部结构进行连接。在混凝土灌注过程中，由于气泡、杂物或混凝土的不均匀性，桩顶部可能会有一些缺陷。这些缺陷需要通过断桩处理来去除。断桩处理不仅能确保桩的质量和承载能力，还能确保桩与上部结构的稳固连接。

2.3.2 钢筋笼施工及混凝土灌注

钢筋笼施工及混凝土灌注是构建高质量桩基础的核心步骤，它们共同确保了桩的结构强度和承载性能。钢筋笼是由钢筋组成的框架结构，其主要功能是加强桩体，提高其承载能力和抗折性。在施工过程中，钢筋笼首先被组装成预定的形状和尺寸，通常包括纵向的主筋和横向的绑扎筋。这个钢筋笼必须按照设计要求和施工规范精确制作，以确保其能够有效地与灌注的混凝土结合，形成一个坚固的整体。完成钢筋笼的制作和安装后，就可以进行混凝土灌注了。这一过程要求混凝土与预先制备的钢筋笼完美结合，确保混凝土能均匀填充整个孔内，无空隙或空洞。为了达到这一目标，混凝土的浇筑速度、浓度和灌注方法都需要精心控制。过快的浇筑速度可能导致混凝土与空气混合，形成气泡，而浓度不合适则可能导致混凝土不均匀或有渣滓。整个过程中，细节的控制至关重要。从制作钢筋笼到混凝土的灌注，每一步都必须确保精确无误。只有这样，才能确保桩基础的质量、强度和稳定性，满足高层建筑的长期安全使用需求。

2.3.3 高压旋喷桩施工与技术参数

高压旋喷桩是近年来在桩基础施工中日益受到关注

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的一种先进技术。其基本原理是利用高压水流或泥浆在土中形成一个旋转的射流，从而打断土壤并与之混合，然后再用混凝土或其他胶结材料进行固化，形成桩体。这种施工方法的主要优点是速度快、对周围环境的干扰小、可操作性强并且适用于多种地质条件，尤其是在土层中存在大量障碍物或土质较差的地方。高压旋喷桩不仅可以用作主桩，还常常用于加固、固定和提高地基土的承载力。技术参数是这一施工方法成功与否的关键。其中，喷射的压力、速度、深度以及旋转的速度都需要根据具体的土壤类型、土层深度和工程需求进行精确控制。此外，混凝土或胶结材料的类型、浓度和灌注量也是影响桩质量的重要因素。为了确保高压旋喷桩的质量和性能，施工团队通常需要进行前期试验，以确定最佳的技术参数。同时，实时的监控和数据记录也是确保施工质量的必要措施。

3 桩基础施工中的质量控制与管理

3.1 质量标准与验收标准

在桩基础施工中，质量标准与验收标准是保证工程安全和耐久性的关键。这些标准通常由国家或地方建筑规范、工程设计文档以及合同要求共同确定。它们涉及桩的尺寸、位置、承载能力、混凝土的强度和质量等关键指标[3]。在工程完成后，施工单位需要按照这些标准进行验收。只有当桩基础满足这些标准时，上部结构才能开始施工。这一流程确保了桩基础的质量和上部结构的安全性。

3.2 常见质量问题与预防策略

桩基础施工中可能出现的常见质量问题包括桩的位置偏差、混凝土的裂缝、空隙或杂质、桩的断裂或变形等。这些问题可能是由于材料问题、施工技术、工艺流程或设备故障引起的。为了预防这些问题，施工单位应该进行严格的前期培训，确保工人熟悉施工要求和技术。此外，实时的监控、数据记录和检测也是关键。一旦发现问题，应立即进行纠正，以避免更大的损失或安全隐患。

3.3 桩的完整性检测与载荷试验

完成桩基础施工后，进行桩的完整性检测和载荷试验是非常重要的步骤。完整性检测旨在确认桩的结构完好，没有断裂、空洞或其他缺陷[4]。这通常通过声波或其他无损检测技术进行。载荷试验则是为了验证桩的承载能力，确保其能够承受设计的荷载。这通常涉及到在桩上施加一个已知的荷载，然后观察其变形或位移。这两项检测为工程师提供了宝贵的数据，有助于评估桩的性能和预测其长期的工作状态。

4 高层建筑桩基础施工中的安全管理

4.1 安全风险识别与分析

在桩基础施工中，确保作业安全是首要任务。为此，需要对可能出现的安全风险进行识别与分析。常见的风险包括机械设备的故障、不当的施工操作、不良的地质条件以及人员之间的沟通不畅等。例如，如果钢筋笼的吊装不当，可能导致其坠落，造成人员伤害或设备损坏。对每一种风险，都应进行深入的分析，评估其可能造成的损失和发生的概率，从而为下一步的预防措施提供依据。

4.2 主要的预防措施与操作指南

对于识别出的每一种风险，都应制定相应的预防措施。首先，所有施工人员都应接受专业培训，确保他们熟悉设备操作和施工技术[5]。此外，施工现场应设有明确的标识，指导人员安全行走和作业。所有的设备和材料都应进行定期检查和维护，确保其处于良好状态。对于那些高风险的操作，如钢筋笼的吊装，应有专人监控并制定详细的操作指南。这些指南不仅为操作人员提供操作步骤，还应列明可能出现的问题和应对方法。

4.3 应急处理方案与事故响应

尽管采取了各种预防措施，但在施工过程中仍可能出现意外情况。为此，施工单位应制定应急处理方案，并确保所有人员都熟悉并能够执行。这些方案应包括初步的事故处理步骤、人员疏散、紧急联络，以及后续的事故调查和纠正措施。例如，如果发生机械设备故障，应立即停机并隔离事故现场，确保其他人员远离危险区域，然后联系设备供应商或维修人员进行处理。对于每一种可能的事故，都应有明确的响应措施，确保事故得到及时处理，最大程度地减少损失和影响。

5 结语

桩基础在高层建筑工程中占据了至关重要的地位，其施工的精准度、质量和安全性直接关联到整个建筑的稳定性和耐久性。本文详细探讨了高层建筑桩基础的施工技术，从地质勘查到桩的完整性检测，再到安全风险管理，每一个环节都凸显出其对整体工程成功的重要性。随着科技的不断进步，桩基础施工技术也将继续发展和完善。但无论技术如何进步，严格的工程标准、高质量的施工和对人员生命安全的重视始终是每个工程项目的核心。期望本文能为深入桩基础施工的专家和工程师提供宝贵的洞察，助力整个领域更加精准、高效地前行。

[参考文献]

[1]李旭鹏.高层建筑工程中桩基础施工技术研究[J].科技创新与应用,2023,13(12):181-184.
[2]武淑萍.建筑工程土建施工中桩基础技术应用研究[J].散装水泥,2023(3):129-131.
[3]曾梅.旋挖钻孔灌注桩后注浆法在建筑工程桩基础施工中应用研究[J].科技资讯,2023,21(3):89-92.
[4]杨顺.建筑工程土建施工中桩基础技术的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2022(35):62-64.
[5]李茂堂.高层建筑工程中桩基础的施工技术分析[J].四川建材,2022,48(8):74-75.

作者简介：李玉英（1986.1—），毕业院校：青海建筑职业技术学院，所学专业：工程造价，当前就职单位名称：青海石岩建筑安装有限责任公司，职务：项目负责人，职称级别：中级职称。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

冶金工业生产中提高锅炉热能回收利用的有效措施

高少娟
郑州锅炉股份有限公司，河南 郑州 450001

[摘要]冶金工业是国民经济的重要支柱之一，其生产过程中锅炉的使用非常广泛。然而，锅炉在能源利用方面存在着一定的浪费，导致热能的大量损失。为了提高能源利用效率，减少能源消耗和环境污染，提高冶金工业的可持续发展水平，需要采取有效措施提高锅炉热能的回收利用，文中将从锅炉排烟余热利用、锅炉废水余热利用、锅炉烟气净化余热利用和锅炉燃料余热利用四个方面，探讨提高锅炉热能回收利用的技术措施，并展望未来的发展方向。

[关键词]冶金工业；锅炉；热能回收利用
DOI：10.33142/sca.v6i10.10234　　中图分类号：TK229　　文献标识码：A

Effective Measures for Improving Boiler Heat Energy Recovery and Utilization in Metallurgical Industry Production

GAO Shaojuan
Zhengzhou Boiler Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450001, China

Abstract: The metallurgical industry is one of the important pillars of the national economy, and boilers are widely used in its production process. However, there is a certain amount of waste in the energy utilization of boilers, resulting in a significant loss of thermal energy. In order to improve energy utilization efficiency, reduce energy consumption and environmental pollution, and improve the sustainable development level of the metallurgical industry, effective measures need to be taken to improve the recovery and utilization of boiler heat energy. This article will explore technical measures to improve the recovery and utilization of boiler heat energy from four aspects: boiler exhaust heat utilization, boiler wastewater waste heat utilization, boiler flue gas purification waste heat utilization, and boiler fuel waste heat utilization, and look forward to future development directions.

Keywords: metallurgical industry; boiler; thermal energy recovery and utilization

引言

随着冶金工业的快速发展，锅炉作为重要的能源设备，在生产过程中产生大量的余热。这些余热如果不能得到有效利用，不仅会浪费宝贵的能源资源，还会对环境造成严重污染。因此，提高锅炉热能回收利用效率，已成为冶金工业生产中亟待解决的问题。

1 锅炉热能回收利用的概述

1.1 热能回收利用的基本原理

热能回收利用是指将生产过程中产生的废热、余热等低温热能进行回收利用，使其转化为高价值的能源形式。热能回收利用的基本原理是通过热交换技术将废热、余热传递给需要加热的介质，从而实现能源的再利用。常见的热能回收利用方式包括锅炉排烟余热利用、锅炉废水余热利用、锅炉烟气净化余热利用和锅炉燃料余热利用等。

1.2 锅炉热能回收利用的优势

提高锅炉热能回收利用的效率具有以下几个优势：

首先，显著提高能源利用效率。通过合理利用锅炉废热，将废热转化为有用的热能，满足冶金工业生产过程中的其他能源需求，从而减少对传统能源的依赖，提高能源利用效率[1]。

其次，降低能源消耗和成本。通过回收利用锅炉废热，减少对传统能源的消耗，降低能源成本，提高冶金企业的竞争力。

再次，减少环境污染。锅炉排烟、废水和烟气净化等废热中含有大量的污染物，如果不进行有效的回收利用，将直接排放到大气中，对环境造成严重的污染。而通过热能回收利用技术，可以将这些废热中的污染物进行处理和净化，降低环境污染。

2 提高余热炉热能回收利用的技术措施

2.1 锅炉排烟余热利用技术

锅炉是许多工业和能源领域中常见的热能转换设备，它将燃料燃烧产生的热能转化为蒸汽或热水。在这个过程中，大量的烟气会通过烟囱排出，其中蕴含着大量的余热。利用锅炉排烟余热是一种有效的能源回收方式，可以提高能源利用效率，减少能源消耗和环境污染。

2.1.1 锅炉排烟余热回收系统的设计和优化

设计和优化锅炉排烟余热回收系统是提高余热利用效率的关键。在设计过程中，需要考虑多个因素，包括余热回收设备的选择、烟气流量和温度、余热回收系统的布局等。

选择合适的余热回收设备非常重要，目前常用的余热回收设备有烟气换热器、烟气蓄热器和排烟余热发电装置

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

等。烟气换热器是最常见的一种设备，它通过将烟气与工作介质进行热交换，将烟气中的热能转移到工作介质中。烟气蓄热器则可以将烟气中的热能储存起来，用于供暖或其他用途。排烟余热发电装置则将烟气中的热能转化为电能，还需要考虑烟气的流量和温度。烟气的流量和温度直接影响着余热回收系统的设计和运行。如果烟气流量较大，选择大型的换热器或多台换热器并联使用，以提高热交换效率。而烟气温度则会影响余热回收设备的材料选择和换热器的设计。通常情况下，烟气温度越高，能够回收的余热也就越多[2]。

此外，余热回收系统的布局也需要合理设计，合理的布局最大限度地利用余热，减少能量损失，例如将余热回收设备安装在烟囱下部，以充分利用烟气中的余热。同时，还可以考虑将余热回收系统与其他能源系统进行集成，实现能源的综合利用。

2.1.2 锅炉排烟余热回收设备的选择和使用

在设计和优化锅炉排烟余热回收系统时，选择合适的设备和装置是至关重要的。以下是一些常见的锅炉排烟余热回收设备及其应用：

烟气换热器：烟气换热器是一种常见的烟气余热回收设备，其主要功能是通过将烟气中的余热传递给进入锅炉的新鲜空气或水，实现热能的回收和利用。烟气换热器分为直接换热和间接换热两种形式，根据实际需要选择合适的换热方式。

烟气蓄热器：烟气蓄热器是一种能够将烟气中的余热储存起来的设备，通过将烟气中的余热传递给储存介质（如水或石墨）来实现热能的回收和利用。烟气蓄热器在锅炉停机或负荷波动时提供稳定的热能供应，提高锅炉的热效率和运行稳定性。

烟气余热锅炉：烟气余热锅炉是一种能够将烟气中的余热转化为蒸汽或热水的设备，通过将烟气中的余热传递给锅炉介质，实现热能的回收和利用。烟气余热锅炉在工业生产过程中提供稳定的热能供应，降低能源的消耗和环境的污染。

其他设备和装置：除了上述常见的烟气余热回收设备，还有一些其他的设备和装置用于提高锅炉排烟余热的回收利用效率。例如，烟气净化系统可以通过净化烟气中的污染物，提高烟气的热能回收效率；烟气脱硫系统可以通过吸收烟气中的二氧化硫，降低烟气对环境的污染[3]。

在选择和使用锅炉排烟余热回收设备时，需要根据实际情况和需求进行具体的评估和分析。同时，还需要考虑设备的性能、可靠性、维护和运行成本等因素，以确保设备的正常运行和长期稳定性。

2.2 锅炉废水余热利用技术

锅炉废水余热利用技术是一种重要的能源回收手段，有效地提高余热炉的能源利用效率，下面我们将探讨废水余热回收系统的设计和优化，以及废水余热回收设备的选择和使用。

2.2.1 废水余热回收系统的设计和优化

废水余热回收是一种有效的能源回收方式，将锅炉排出的废水中的热能进行回收利用，从而提高能源利用效率。废水余热回收系统的设计和优化是实现废水热能回收利用的关键。

废水余热回收系统的设计需要考虑废水的温度、流量和热能含量等因素。通过对锅炉废水进行热平衡计算和热力学分析，确定废水回收系统的规模和参数。同时，还需要考虑废水回收系统与锅炉燃烧系统的协调配合，确保废水回收系统的运行不会对锅炉正常运行产生负面影响。

废水余热回收系统的优化通过多种方式实现，一方面通过改善废水余热回收设备的设计和结构，提高热能的回收效率。例如，采用高效换热器、增加换热面积、改善换热介质的流动方式等措施，有效提高废水的热能回收效率。另一方面，还可以通过优化废水回收系统的工艺流程和控制策略，实现热能的最大化回收。例如，合理设置废水回收系统的工作参数，控制废水的流量和温度等，进一步提高废水的热能回收效率。

2.2.2 废水余热回收设备的选择和使用

废水余热回收设备的选择和使用也是实现废水余热利用的重要环节。在选择废水余热回收设备时，需要考虑以下几个方面：首先是设备的适用性和性能。废水余热回收设备需要能够适应锅炉系统的工作条件和废水的特性，以实现高效的热能回收。同时，设备的性能和效率也是选择的关键指标，需要考虑设备的换热效率、传热面积、压力损失等因素。其次是设备的可靠性和安全性。废水余热回收设备需要能够长时间稳定运行，具备较高的可靠性和安全性。因此，在选择设备时，需要考虑设备的材质、结构设计、制造工艺等因素，以确保设备的使用寿命和安全性。另外，设备的维护和管理也是废水余热回收的关键。废水余热回收设备需要进行定期的检修和维护，以保证设备的正常运行和高效利用。同时，还需要建立科学的管理制度和操作规程，加强设备的监测和运行管理，以确保设备的运行稳定性和安全性[4]。最后，废水余热回收设备的选择和使用还需要考虑经济性和环保性。在选择设备时，需要综合考虑设备的投资成本、运行成本和维护成本等因素，以确保回收系统的经济性。同时，还需要考虑设备的环保性能，选择符合环保标准的设备，以降低对环境的影响。

2.3 锅炉烟气净化余热利用技术

2.3.1 烟气净化余热回收系统的设计和优化

烟气净化余热回收系统的设计和优化是提高余热回收效率的关键。首先，需要确定烟气净化设备的类型和规模。常见的烟气净化设备包括除尘器、脱硫装置、脱硝装置等。根据生产工艺和排放标准的要求，选择合适的烟气净化设备，并确定其处理能力。其次，需要设计合理的余热回收系统。余热回收系统通常包括余热回收器、余热锅炉和余热利用设备。余热回收器用于回收烟气中的余热，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

将其传递给余热锅炉。余热锅炉利用余热产生蒸汽或热水，供应给生产过程中的热能需求。余热利用设备可以是蒸汽轮机、热水锅炉、燃气锅炉等，根据实际情况选择合适的设备。在设计过程中，需要考虑烟气净化设备和余热回收设备之间的匹配关系。例如，烟气净化设备的出口温度和余热回收设备的进口温度应该匹配，以确保余热能够有效地被回收和利用。此外，还需要考虑系统的热力学性能和烟气的流动特性等因素，以优化系统的整体性能。

设计完成后，还需要进行系统的优化。通过对系统进行模拟和分析，找到优化余热回收效率的方法。例如通过调整烟气流量、改变余热回收器的结构等方式来提高余热回收效率。此外，还可以采用先进的控制技术，如模糊控制、遗传算法等，来实现对系统的优化和调节。

2.3.2 烟气净化余热回收设备的选择和使用

在烟气净化余热回收系统中，选择合适的设备非常重要，常见的烟气净化余热回收设备包括余热锅炉、烟气余热回收器等。

余热锅炉是烟气净化余热回收系统中的核心设备，其作用是将回收的余热转化为热能。根据烟气的特点和热能需求的不同，选择不同类型的余热锅炉。常见的余热锅炉包括烟管式余热锅炉、水管式余热锅炉、烟气换热器等。在选择余热锅炉时，需要考虑其热效率、运行稳定性、安全性等因素，以及与其他设备的匹配性[5]。

烟气余热回收器是回收烟气中的余热的设备，常见的烟气余热回收器包括烟气预热器、烟气换热器等。烟气预热器主要用于将烟气中的余热传递给进入炉膛的空气，提高燃烧效率。烟气换热器则用于将烟气中的余热传递给其他介质，如水或蒸汽。在选择烟气余热回收器时，需要考虑其换热效率、压损、腐蚀等因素。

除了选择合适的设备，正确使用烟气净化余热回收设备也是提高回收效率的关键，需要对设备进行定期的检查和维护，以确保其正常运行。例如，定期清洗烟气净化设备和余热回收设备，清除积灰和污垢，以保持设备的换热效率。此外，还需要合理调节设备的运行参数，如烟气流量、进出口温度等，以获得最佳的余热回收效果。

2.4 锅炉燃料余热利用技术

2.4.1 燃料余热回收系统的设计和优化

燃料余热回收系统的设计和优化是提高余热炉热能回收利用效率的关键。在设计余热回收系统时，需要考虑燃料的类型、炉内温度和压力等参数，以确保回收设备能够有效地捕捉和利用余热。同时，还需要考虑余热回收设备与炉体的匹配性，以确保能够实现良好的热传递效果。此外，还应考虑余热回收系统的可靠性和稳定性，以及对炉体运行的影响。

为了提高余热回收系统的效率，采取一些优化措施，通过增加余热回收设备的数量和布置方式，提高余热的回收率，优化余热回收设备的结构和材料，提高热传递效率。例如，使用高效的换热器和热管技术，提高热能的回收效果。此外，还可以通过控制炉体的运行参数，如燃料供给量和燃烧温度等，以提高余热回收系统的效率。

2.4.2 燃料余热回收设备的选择和使用

选择合适的燃料余热回收设备对于实现燃料余热利用至关重要，在选择燃料余热回收设备时，需要考虑以下几个因素：

设备性能：燃料余热回收设备的性能是评价其效果的重要指标，通过测量设备的换热效率、热能回收率等参数，来评价设备的性能。

设备成本：燃料余热回收设备的成本是选择的重要因素之一，需要综合考虑设备的购买和安装成本、维护和运行成本等因素，选择性价比较高的设备。

设备适用性：不同的生产过程和燃料类型可能需要不同类型的燃料余热回收设备。需要根据实际情况选择适合的设备，以确保热能回收效果的最大化。

设备可靠性：燃料余热回收设备的可靠性是保证其长期稳定运行的关键。需要选择具有良好信誉和可靠性的设备供应商，确保设备的质量和性能。

除了选择合适的燃料余热回收设备，正确使用和维护设备也是实现燃料余热利用的重要环节。需要定期检查和维护设备，及时清洁和更换损坏的部件，以确保设备的正常运行。此外，还需要合理控制设备的工作状态，根据实际生产情况调整设备的运行参数，以提高能源利用效率。

3 结语

提高锅炉热能回收利用效率对于节约能源和降低环境污染具有重要意义。本文从锅炉排烟余热利用、锅炉废水余热利用、锅炉烟气净化余热利用和锅炉燃料余热利用等方面探讨了提高余热炉热能回收利用的技术措施，并展望了未来的发展方向。在未来的发展中，需要加强科学研究和技术创新，加强政策支持和管理，加强人才培养和技术交流，加强国际合作和交流，共同推动锅炉热能回收利用技术的发展，实现能源的可持续利用和环境的可持续发展。

[参考文献]

[1]石永.锅炉排污热能回收利用及技术改造[J].工业锅炉,2021(4):40-42.
[2]韩洁.冶金工业生产中提高锅炉热能回收利用的有效措施[J].冶金管理,2019(17):164-165.
[3]杨延飞,宫超.炼油企业低温热能特点及其回收利用[J].炼油技术与工程,2016,46(2):51-56.
[4]刘传鹏,李国俊,林文佺,李明浩,许渡姜,郁鸿凌.环冷机余热回收与利用系统的能量分析[J].钢铁,2015,50(12):60-66.
[5]林玉森.锅炉烟气余热回收及利用方案[J].科技创业家,2014(5):132.

作者简介：高少娟，毕业院校：2005 年 7 月毕业于郑州大学，专业：热能与动力工程专业，目前在郑州锅炉股份有限公司，担任设计员，职称：中级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

环保工程中污水处理工艺及方法的研究

张雄飞
上海天汉环境资源有限公司，上海 200120

[摘要]随着社会的快速发展和人口的增长，污水排放的量不断增加，对水环境的污染问题也越来越严重。污水中含有各种有害物质，如化学品、重金属、细菌等，如果任由其排放，会直接危害环境和人类健康。因此，开展污水处理工艺及方法的研究变得尤为必要。污水处理是一种将污水处理成可回收或可排放的清洁水的过程，是一种非常重要的环保工程，旨在防止水污染和保护生态系统。本此文主要探究分析环保工程中污水处理工艺及方法，希望能够为污水处理工作提供一些有利参考。
[关键词]环保工程；污水处理工艺；污水处理方法
DOI：10.33142/sca.v6i10.10214　　中图分类号：X501　　文献标识码：A

Research on Wastewater Treatment Processes and Methods in Environmental Protection Engineering

ZHANG Xiongfei
Shanghai Tianhan Environmental Resources Co., Ltd., Shanghai, 200120, China

Abstract: With the rapid development of society and population growth, the amount of sewage discharge continues to increase, and the pollution problem of the water environment is becoming increasingly serious. Sewage contains various harmful substances, such as chemicals, heavy metals, bacteria, etc. If left to be discharged, it will directly endanger the environment and human health. Therefore, it is particularly necessary to conduct research on sewage treatment processes and methods. Wastewater treatment is a process of treating wastewater into recyclable or dischargeable clean water, which is a very important environmental engineering aimed at preventing water pollution and protecting ecosystems. This article mainly explores and analyzes the sewage treatment processes and methods in environmental engineering, hoping to provide some beneficial references for sewage treatment work.
Keywords: environmental protection engineering; sewage treatment process; sewage treatment methods

引言

环保工程是为了保护环境和人类健康而设计和实施的一系列技术和方法。环保工程涉及到多个方面，如大气、水体、土壤等。其中，污水处理是环保工程不可忽视的一个重要方面。随着科学技术的不断发展，目前，国内外污水处理技术已经日趋成熟，但是由于不同的地理、气候、水质等原因，污水处理技术的应用也会发生变化。因此，需要在污水处理实践中不断深入研究和探索污水处理工艺及方法，以进一步提高处理效率，降低处理成本，达到保护环境和人类健康的目的。

1 常见水污染原因

污水是指经过使用后含有各种污染物质的水，在生活中，常见的污水产生原因主要有：工业排放、城市生活污水、农业废水等。污水中含有各种有机物、无机物、悬浮物、营养物质、重金属和细菌等，污水的排放和不当处理会对水环境和生态系统造成严重的污染和破坏。

1.1 工业排放

自改革开放以来，我国大力发展工业，逐渐成全球最大的制造国之一。在工业生产过程中，会产生大量含有各种有机物、无机物和重金属等污染物的污水。这些工业污水如果不经过处理直接排放，会对水环境造成严重污染。另外，不当的废物处理、垃圾填埋场和有害物质的渗漏，也会导致地下水的污染。地下水被污染后，不仅会影响饮用水的安全，也会对周围的水源和生态系统造成危害。

1.2 生活污水

随着我国城市化进程不断加快，我国城市人口数量不断增加。城市居民生活中使用的大量生活用水会变成含有洗涤剂、沐浴露、洗衣粉等物质的污水。城市居民大量排放的生活污水，如果没有经过适当处理，就会对水体和环境造成污染。另外，在城市中，雨水会通过排水系统流入河流、湖泊等水域，同时也携带着尘土、化学物质、油脂等污染物。这些污染物也会随雨水一起进入水体，造成水质污染。

1.3 农业污水

农业生产过程也会产生大量污水。农业生产中使用的农药和化肥会在灌溉和施肥过程中进入土壤和水体，形成农药和化肥残留。这些残留物在排水过程中由径流、浸滤等方式进入河流、湖泊和地下水，从而对水体质量造成污染。农村地区的畜禽养殖活动也会产生大量的废水，其中含有蛋白质、油脂、氨氮、硫化氢等有机物和营养物质。如果这些废水没有经过适当处理，直接排放到河流或湖泊中，就会导致水体富营养化和水质恶化。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 环保工程中常见污水处理工艺及方法

环保工程是一门涵盖多个领域的学科，其中污水处理是其重要组成部分之一。污水处理工艺与方法可以分为三种，分别为物理处理工艺、生化处理工艺和化学处理工艺。物理处理工艺主要是通过物理方法将污水中的有机物、颗粒物、悬浮物等物质去除，以达到净化水质的目的。化学处理工艺是将化学物质添加到污水中来去除有害污染物的技术。生物处理工艺是将微生物加入到污水中，利用微生物的代谢过程来去除有害污染物的技术。以下是对环保工程中常见污水处理工艺及方法的具体阐述。

2.1 物理处理工艺

物理处理工艺是环保工程中重要的组成部分，在实际应用中，物理处理工艺常见的处理方法主要有：筛选、沉淀、过滤以及吸附等。

2.1.1 筛选

筛选是一种简单而常见的物理处理工艺，主要是通过一定的筛选装置将污水中的较大颗粒物或固体物质去除，以达到净化的目的。筛选装置主要包括格栅、旋转滤网等，根据污水中悬浮物质的大小，选择不同的筛选装置和筛孔尺寸。

2.1.2 沉淀

沉淀是一种将污水中的悬浮物质通过重力沉降去除的处理方法。沉淀池是沉淀工艺中最常用的设备，其主要原理是让污水在沉淀池中停留一定的时间，通过重力作用让悬浮物质沉降到水底，然后通过泥泵将沉积物抽出。沉淀工艺适用于处理含有较大悬浮物质的污水。

2.1.3 过滤

过滤是一种利用过滤介质对污水进行除杂的处理方法。过滤介质通常是石英砂、砾石、活性炭等材料，也可以选择特定的滤料，如生物膜、海藻等，具体选择的过滤介质要根据污水的特性和处理要求来确定。过滤工艺适用于处理悬浮物质较少的污水，可以采用不同的过滤设备，如慢滤池、快速过滤器、逆渗透装置等。

2.1.4 吸附

吸附是一种通过吸附剂对污水中的污染物质进行吸附分离的处理方法。吸附剂通常是活性炭、氧化铁、等离子体等材料，吸附效果与吸附剂种类、剂量、接触时间、温度等因素有关。吸附工艺适用于处理污水中的有毒有害物质和难降解有机物质，可以通过添加吸附剂到污水中或在设备中加入吸附剂实现。

2.2 化学处理工艺

化学处理工艺是污水处理中常用的一种方法，它可以通过中和、氧化还原和沉淀反应等方法将污水中的有害物质转化为无害物质，从而达到净化污水的效果。

2.2.1 中和

中和是指将酸性或碱性污水中的 pH 值调节到中性，从而达到净化污水的目的。中和反应通常采用氢氧化钠、氢氧化钙或石灰等碱性物质来中和酸性污水，采用硫酸、盐酸或硝酸等酸性物质来中和碱性污水。中和反应的实质是酸和碱之间的化学反应，产生水和盐，从而中和污水中酸碱度的影响。

2.2.2 氧化还原

氧化还原是指在化学反应中，某一物质失去电子而被氧化为较高价态，而另一物质则获得电子而被还原为较低价态的过程。在污水处理中，氧化还原反应的主要应用是氧化性污染物的处理。常用的氧化剂有氯气、臭氧、高锰酸钾等氧化剂。

2.2.3 沉淀反应

沉淀反应是指在化学反应中，溶液中形成的不溶性化合物沉淀下来的过程。在污水处理中，沉淀反应通常用于处理污水中的重金属离子、磷酸盐等难以直接去除的污染物。沉淀反应通常采用氢氧化钙、氢氧化钠等沉淀剂，形成沉淀物后，通过沉淀分离的方式实现污染物的去除。

2.3 生物处理工艺

生物处理工艺是一种生物学和化学学科的交叉学科，对污水处理具有很高的使用价值。生物处理工艺的常见处理方法主要有：活性污泥法、人工湿地法、MBR 法和膜生物反应器法等。

2.3.1 活性污泥法

活性污泥法是一种常用的污水处理工艺，其中污水通过活性污泥反应器进行生物分解。与传统的化学和物理方法相比，它能够更好地分解有机物，同时减少污水中的氮和磷的含量，从而实现净化水体的目的。活性污泥法的主要流程是污水进入污水处理厂后，经过前处理后，将污水引入到活性污泥反应器中。在反应器中，污水与活性污泥混合，在通气条件下进行自我分解，进而分解污水中的有机物。而在有氧状况下，污水中的氨氮会被细菌分解为硝酸盐和硝酸氢盐。而在无氧条件下，污水中的氮则会被细菌还原为气体，从而减少了氮和磷的含量。最后，净化的水体被释放到外界。

2.3.2 人工湿地法

人工湿地法是一种基于湿地生态系统的污水处理技术。它是一种低成本的污水处理工艺，同时具有环保、稳定的优势。在人工湿地中，污水流经天然的湿地植被和菌群，通过自然的生物元素降解，达到净化水体的作用。与其他处理方法不同的是，人工湿地法也能够同时实现景观和的环境效益。人工湿地法的主要流程是将污水引入到湿地反应器中。在反应器中，污水通过人工湿地的生态系统，包括湿地植被和菌群等，通过自我降解分解，净化出清洁的水体。因此，人工湿地法也可以用于处理农村污水、工业废水和市政污水等。

2.3.3 MBR 法

MBR 法是一种新型的污水处理工艺，其主要结合了活性污泥法和膜技术的应用。在 MBR 法中，污水通过活性污泥反应器经过前处理，进入膜生物反应器进行处理。在反

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

应器中，污水通过超滤膜，通过物理和生物两种分离方式进行处理，最后形成清洁的水体。MBR 法的主要优点是能够对污水进行深度处理，同时减少耗能和占地面积。由于采用膜技术，在处理过程中可以尽可能减少污泥生成，也能够减少物料的处理量和采样频率等。

2.3.4 膜生物反应器法

膜生物反应器法是一种利用膜进行分离和过滤的污水处理技术，其主要原理是将污水通过生物反应器，并在反应器中形成生物膜，最后通过膜过滤器对污水进行过滤。膜生物反应器法能够充分利用生物降解的特性，同时减少占地面积和能耗。膜生物反应器法的主要流程是污水进入生物反应器中，经过生物反应器后，水体通过膜过滤器进行过滤。在过滤过程中，污水中的溶质被过滤器所分离，并形成固体颗粒。整个过程是依靠生物微生物来进行，从而减少了占地面积和能耗。

3 环保工程中污水处理工艺及方法的发展趋势

污水处理是环保工程中非常重要的一环，目的是将废水中的有害物质去除，使其达到排放标准或者可重复使用的水平。随着工业化和城市化的加速发展，人们对水资源的需求不断增加，同时废水排放量也在不断增加，废水处理技术的研究和应用变得尤为重要。当前，污水处理工艺及方法逐渐呈现出高效、低能耗、绿色环保、智能化和信息化、处理方法的综合利用等发展趋势。

3.1 污水处理方法的综合利用

污水处理工艺和方法的综合利用是一种新的污水处理途径，它能够将不同工艺和方法进行整合，达到更高效、更节能、更环保的污水处理效果。综合利用污水处理方法涉及到多个方面，包括物理、化学、生物等各个环节。例如，将物理处理方法与生物处理方法相结合，能够实现更好的去除效果和更低的处理成本。在污水处理领域，综合利用污水处理方法的典型代表是工艺的联合运用，比如采用 MBR（膜生物反应器）工艺和 RO（反渗透）工艺的联合运用，能够有效地去除一些难以降解的污染物，提高水质的净化效果。同时，还可以采用了一些新的处理方法，比如利用太阳能等可再生能源，实现污水处理的能耗降低。综合利用污水处理方法的优势在于降低了处理成本，提高了效率，降低了环境风险，是未来污水处理方法发展的重要方向。

3.2 智能化、信息化污水处理方法

随着智能化、信息化技术的发展，智能化、信息化污水处理方法将成为未来污水处理领域的发展重点。智能化、信息化技术不仅可以提高污水处理设备和系统的安全性、可靠性、自动化程度和灵活性，还能够帮助运营人员实现远程监控、远程操作和远程故障处理，从而提高运营效率和管理水平。智能化、信息化污水处理方法能够利用传感器和监测系统，及时获取污水处理设备和系统运行状态的数据，实现实时数据分析和预测，帮助运营人员合理地调整运营策略，提高系统的稳定性和效率。同时，智能化、信息化污水处理方法还可以利用云计算、大数据等技术，对处理过程进行模拟和优化，进一步提高处理效果和减少处理成本。

3.3 新型材料在污水处理中的应用

新型材料在污水处理中的应用也是未来污水处理技术的重点之一。新型材料具有优良的物化性质和较高的活性，能够更好地适应复杂环境，提高污染物的去除效率和抗污染能力。新型材料在污水处理中的应用范围很广，包括吸附材料、催化剂材料、生物载体材料等。比如催化剂材料可以有效降解污染物，吸附材料可以有效去除废水中的重金属离子等。新型材料的应用不仅能够提高处理效果，还能够缩短处理时间和降低处理成本。同时，新型材料在应用过程中还能够实现资源的循环利用，达到了高效、环保、可持续的处理效果。

3.4 高效、绿色环保、低能耗工艺

随着能源和环境问题的日益突出，污水处理工艺越来越注重能源的节约和利用。未来的发展趋势是开发高效、低能耗的处理工艺，结合新型材料、新能源技术和节能设备，减少处理过程中的能源消耗，提高能源利用效率。绿色环保工艺是指减少或消除污水处理过程中对环境的负面影响，包括减少化学品的使用、减少废液产生、降低污泥量等。绿色环保工艺注重资源的循环利用和废弃物的减量化，也将是未来发展的重要方向。

4 结语

随着人类社会的快速发展和城市化进程的加速，我们面临着越来越严峻的环境问题。其中之一便是污水处理问题。为了解决这一问题及减轻对环境的污染，污水处理工艺及方法得到了广泛的关注和研究。本文主要探究分析了环保工程中污水处理工艺及方法，对生物工程中常见的污水处理工艺及方法进行了具体阐述，以及展望了污水处理工艺及方法未来的发展趋势，希望能够为污水处理工作提供一些有利参考。

[参考文献]

[1]谈小璐,姚晨凯,沈依婷.环保工程中污水处理工艺及方法的研究[J].中文科技期刊数据库（全文版）工程技术,2023(4):9-11.

[2]陶善高.环保工程中污水处理工艺及方法的研究[J].皮革制作与环保科技,2021,2(7):2.

[3]陈刚.环保工程中污水处理工艺及方法探究[J].商品与质量,2020(9):6-8.

[4]罗青春.环保工程中污水处理工艺及方法探究[J].中国科技投资,2020(12):3-6.

[5]王玥.探索环保工程的污水处理思路及方法[J].皮革制作与环保科技,2021(9):15-16.

作者简介：张雄飞（1993.9—），男，毕业院校：中国石油大学（华东），学历：本科，所学专业：环境工程，当前就职单位：上海天汉环境资源有限公司，职务：环保工程师，职务年限：3 年，职称级别：助理工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

某北方大型机场可再生能源规划的初步研究

刘 慷
北京首都机场动力能源有限公司，北京 102206

[摘要]可再生能源利用是民航机场实现碳达峰碳中和的重要路径，本文从某北方大型机场的资源禀赋和能源利用现状出发，对机场建设光伏的安全性进行评估，梳理出机场可再生能源利用的总体规模，根据机场的总体发展规划，对该机场的可再生能源利用规划进行整体研究，以期为行业内其他机场开展相关研究提供参考。
[关键词]大型机场、可再生能源、规划
DOI：10.33142/sca.v6i10.10207 中图分类号：TN742.1 文献标识码：A

Preliminary Study on Renewable Energy Planning for a Large Northern Airport

LIU Kang
Beijing Capital Airport Power Energy Co., Ltd., Beijing, 102206, China

Abstract: The utilization of renewable energy is an important path for civil aviation airports to achieve carbon peak and carbon neutrality. Starting from the resource endowment and energy utilization status of a large northern airport, this article evaluates the safety of photovoltaic construction at the airport, sorts out the overall scale of renewable energy utilization at the airport, and conducts an overall study of the airport's renewable energy utilization plan based on the overall development plan of the airport, so as to provide reference for other airports in the industry to conduct research.
Keywords: large airports, renewable energy, planning

1 项目建设背景

2020 年中国提出 2030 年前碳排放达峰，2060 年实现碳中和的宏伟目标后，中国政府先后出台了《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030 年前碳达峰行动方案》等一系列政策文件，多个政策文件均提及了要大力推动可再生能源的利用。其中《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》提出完善建筑可再生能源应用标准，鼓励光伏建筑一体化应用，支持利用太阳能等建设可再生能源建筑供能系统；《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》提出推动太阳能与建筑深度融合发展。完善光伏建筑一体化应用技术体系，壮大光伏电力生产型消费者群体。到 2025 年，公共机构新建建筑屋顶光伏覆盖率力争达到 50%；鼓励公共机构既有建筑等安装光伏或太阳能热利用设施；住建部发布《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》提出，到 2025 年，城镇建筑可再生能源替代率达到 8%，建筑能耗中电力消费比例超过 55%，推动太阳能建筑应用；从民航行业来的政策要求来看，民航局发布的《“十四五”民航绿色发展专项规划》提出“十四五”时期民航绿色发展主要指标，其中机场可再生能源消费占比于 2025 年达到 5%（机场可再生能源包括机场自给的清洁能源〔太阳能、地热能等〕以及通过交易购买的“绿电”等）。可见，在“碳达峰碳中和”的战略背景下，机场作为以大型公共建筑为主的公共机构，发展和利用可再生能源是符合国家宏观政策的要求，也是大势所趋。

本文从选择中国东北地区某一大型机场为研究对象，探索其可再生能源可利用规模，结合其未来发展预期，研究制定其未来建设发展规划，为行业其他机场开展相关研究工作提供参考。

2 机场资源禀赋及能源利用现状

考虑到机场选址的关于气候条件的一般要求，机场所处的位置风资源一般较差。同时结合相关研究，适合机场实现碳达峰碳中和路径的可再生能源技术和路径主要为光伏、地源热泵等手段[1][2]，因此，本文中的可再生能源主要考虑太阳能和地热能的使用。

2.1 机场的可再生能源禀赋情况

该机场所处位置属北温带大陆性季风气候。春季少雨干燥，多西南风；夏季炎热多雨；秋季凉爽，昼夜温差较大；冬季漫长，干燥寒冷，多西北风。从太阳能资源来看，该机场所处位置太阳辐射量全年平均为 5016～5852MJ/m^2，属于太阳能资源三类地区，机场区域内地势平坦开阔，周围无高大建筑物遮挡，具有较好的太阳能开发利用价值。从地热资源来看，特别是中深层地热资源，机场所处位置的中低温地热资源的供给水平较高，具备较好的利用基础。从资源禀赋情况来看，该机场的可再生能源的资源较为丰富，具有较好的开发利用价值。

2.2 机场的能源利用现状

该机场 2016-2020 年能源数据统计情况如下图所示。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

从图可以清晰地看出，该机场的主要能源消耗以电力和供暖用化石能源（煤炭）为主，其中煤炭消耗占比接近 50%，电力消耗占比约为 45%，各类保障车辆耗油占比约为 5%，机场无可再生能源利用，无法满足机场可持续发展的要求。

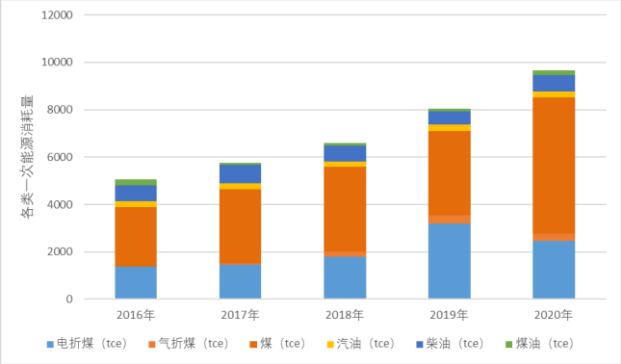

图 1　机场 2016-2020 年能源消耗情况

从能源消费趋势来看，该机场的能耗呈现逐年上升趋势，主要原因是该机场在 2018 年有新建航站楼投入使用。新建航站楼的投入使用，其电力和供暖煤炭消耗都呈大幅增加的趋势。其次是由于业务的增加，行政和业务车辆的用油也有所增加，这也符合机场的实际发展情况，但在国家能源碳排放双控的要求下，机场控制能源消费总量的压力逐步增大。

3 机场可再生能源利用的总体方案

从机场的能源系统形式来看，主要是为航站楼在内的建筑物提供能源的各类系统，包括供配电系统、供暖系统、建筑物暖通空调系统、照明系统等[3]，因此，从可再生能源利用的形式来看，太阳能主要用于光伏发电系统，地热能主要用于供暖系统。因此本机场的可再生能源的总体方案聚焦在光伏和清洁供暖两个层面。

3.1 光伏建设的总体方案

机场是保障旅客出行的重要交通设施。在机场区域内建设利用可再生能源需要考虑对机场运行安全的影响，特别是在机场区域内建设光伏，需要进行安全评估。本文的可再生能源航空安全评估主要分析评估光伏项目对机场运行安全的影响。

3.1.1 光伏建设的航空安全评估

（1）机动区安全性评估。机动区指飞行区内供航空器起飞、着陆和滑行的部分，包括升降带、跑道端安全区、净空道、滑行带。根据《民用机场飞行区技术标准》（MH5001-2021）的相关要求，机场机动区范围内除了保证飞行安全所必需的或出于航空器安全目的需要安放在此的且不会对飞机构成危险的设备设施，不应有其他固定物体。本机场作为 4E 级机场，其升降带、跑道端安全区、净空道、滑行带周边布置光伏应保障航空运行安全，因此机场机动区的相关安全区域内不考虑布局光伏项目。

（2）净空影响分析。机场飞行区的相关区域内，如水平面、进近面和锥形面等范围对净空均有相应的要求，在各区域内设置光伏板的高度均需要满足相应法律、标准的要求，各区域内建设的光伏设施不应穿透该区域的限制面，且在规划设计时应考虑机场未来的发展规划。

（3）电磁环境影响分析。光伏发电设施存在直流变交流的过程，且经过逆变器后存在交流线缆输送的过程，考虑到飞行区内的精密进近灯光系统、雷达导航系统对电磁环境均有较高的要求，因此飞行区光伏发电设施的布置应满足相关系统对电磁环境的要求。

（4）光污染影响分析。使用太阳眩光危害分析工具（SGHAT）对该机场飞行区内及周边光伏板眩光影响情况进行分析，得到以下结果：

结果总结 预测无眩光!

光伏名称	倾斜	方向	"绿色"眩光	"黄色"眩光	能源生产
	度数	度数	分钟	分钟	千瓦时
光伏阵列1	40.0	135.0	0	0	-

图 2　光伏阵列眩光危害分析结果

经过 SGHAT 的分析，该机场的预设光伏板位置对飞行人员及管制员均无影响，未造成严重的眩光危害。

3.1.2 机场光伏建设的总体方案

（1）建设位置分析。经过以上分析，在满足上述航空安全要求的前提下，在机场飞行区、公共区等部分区域可以建设光伏发电系统。其中飞行区的建设区域为：飞行区的部分屋顶、部分闲置区域。飞行区内建设光伏发电系统的电力接入到中心变电站；公共区的建设区域为：航站楼前停车场、部分办公楼楼顶、货运楼楼顶等区域。在公共区建设的光伏发电系统电力就近接入到附近的配电系统。该机场可建设光伏发电系统的面积（含屋顶）约为 12 万平方米。

（2）主要设备选型分析。光伏发电系统的主要设备为光伏板和逆变器。根据目前市场的主流产品，光伏板可选用符合国家相关标准要求的 545Wp 单晶硅电池组件，电池组的组件效率不低于 21%；逆变器可选择市面上主流的逆变器，具体功率可根据光伏阵列的布置进行选型。

（3）光伏设计方案。光伏发电系统的效率除了与组件相关外，还与光伏组件的布置形式相关。为统筹项目成本和保障光伏系统的发电效率，该机场光伏阵列的布置方式为固定式的光伏方阵。地面光伏朝正南方向放置，根据机场所处的位置设定一定的倾角。屋面光伏朝向沿建筑物方位角倾斜安装，同时满足屋顶的荷载承重要求。光伏集电线路根据现场实际情况采用电缆桥架、直埋和穿管相结合的敷设方式

（4）机场的光伏建设规模及预期发电量。综合以上建设条件，该机场的光伏建设规模约为 10.1MWp，其中飞行区的建设规模 1.8MWp，公共区的建设规模为 8.3MWp。该机场光伏根据机场所处地理位置和光照情况估算，机场光伏项目首年理论发电量约为 1380.4 万 kWh，25 年总发

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

电量为 32186 万 kWh。

（5）光伏电力消纳方式的研究。考虑到光伏建设位置配电系统的情况，对于安装光伏容量较大同时供电半径大于 250 米，建议高压并网，经逆变器转换为交流电后，通过升压变升压后并入 10kV 开关站的高压配电装置。屋顶和车棚区域等供电半径在 250 米以内的且安装光伏容量较小，建议经逆变器汇流箱以 0.4kV 就近并入机场各区域配电室 0.4kV 母线。其利用原则为自发自用，余电上网的消纳方式，同时在政策允许的情况下，可适当建设小比例的储能装置。

3.2 可再生能源供热的总体方案

该机场供暖系统的现状为热源侧设置燃煤锅炉，区域内为集中供暖系统；航站楼的制冷系统为航站楼冷源为电制冷式冷水机组。从现有技术来看，替代机场现有暖通空调系统的技术主要有空气能（空气源、热源塔）、土壤源（浅层和中深层地源热泵）、太阳能（光热）和污水源（污水源热泵）等方向。

3.2.1 供热可再生能源技术分析

结合机场现有供暖系统的现状，几种技术在本机场的适用性如下：

（1）太阳能供暖技术。由于大部分可用的建筑屋顶已用于光伏发电项目，故太阳能供暖故不作为本次可再生能源利用推荐方案；

（2）空气能供暖技术。由于该机场地处东北地区，空气源热泵性能受地域限制较严重，且冬季容易出现结霜问题，当室外空气温度过低，热泵冬季供热量不足，还需设辅助加热器，反而增加一定投资和能耗，故不作为本次可再生能源利用推荐方案。

（3）污水源技术。本机场有污水厂但水量有限，可利用性不大，故不作为本次可再生能源利用推荐方案。

（4）地源热泵技术。考虑到该机场为在运营机场，可用于布置地埋孔的区域并不充分，浅层地源热泵相比中深层地源热泵换热盘管占地面积大，故浅层地源热泵不作为本次推荐方案。考虑到中深层地源热泵不受资源禀赋、外界气温环境的限制和影响，地埋管占地面积小，同时可以避免地热水直接利用带来的环境问题，是一种具有普适性、稳定性、可持续性、对环境影响最小的地热能利用方式，故在本机场的可再生能源利用推荐方案为中深层地源热泵。

3.2.2 中深层地源热泵方案

考虑到现有能源系统设备设施的建设年代和运行状况，建议在部分保留原有供暖和制冷设备的情况下，采取逐步推动可再生能源替代现有能源系统的方案，因此本方案需考虑耦合中深层地源热泵技术及常规能源的能源供应方案模型，为机场未来一段时间的供热方式提供解决方案思路。考虑到现有暖通空调系统的形式，未来可再生能源系统按照航站楼区域和工作区进行配置。

航站楼区域供暖制冷面积约为 15 万平方米，工作区主要为供暖，其供暖面积为 10 万平方米。各区域的供暖热负荷指标为 85W/㎡，根据此负荷的要求，预计需要在航站楼区域布置换热孔约 21 个，在工作区布置换热孔约 10 个。其中航站楼区域的地热孔的布置位置可在航站楼前的停车场，工作区地热孔的布置位置可在原供热中心场地，该两处场地均能够满足施工的条件，且距离负荷中心较近，容易接入到原有的供热系统中，可以有效降低项目的改造成本。

3.2.3 清洁供暖改造后的运行原则

考虑到原有系统部分设备的保留，未来改造后供暖系统的运行原则为：采暖季：优先开启地源热泵及蓄热系统提供采暖负荷，原有供暖系统的识别提供调峰负荷。供冷季：优先开启地源热泵及蓄冷系统提供供冷负荷，原电制冷系统提供调峰负荷。

3.3 可再生能源方案的经济性测算

3.3.1 方案的经济性测算

根据光伏项目建设的相关的标准，运营运维费用按 0.05 元/瓦年；车棚光伏投资成本按 7 元/瓦考虑，运营运维费用按 0.07 元/瓦年。该机场的电价约为 0.7 元/度，上网电价按当地脱硫电价 0.3731 元/度。机场消纳比例按 85%，其余 15%电量上网。光伏建设项目预计投资约为 6000 万元，光伏发电项目预计年收益约为 750 万元，项目静态回收期预计约为 8 年。

该机场可再生能源供暖系统预计投资约为 8000 万元，预计年节省能源费用约为 650 万元，项目的静态回收期预计约为 12.3 年。

3.3.2 方案的经济敏感性测算

方案的敏感性分析分主要包括敏感性分析和盈亏平衡分析。根据行业特点，本项目的不确定性分析主要进行敏感性分析，即分析年收益、运营成本和固定资产投资等因素发生变化时，对投资回收期指标的影响程度。从分析结果来看，影响本方案投资回收期最敏感的因素是年收益与固定资产投资两项因素，最后是运营成本。因此项目的建设过程中要控制建设投资，光伏使用的过程中尽量自发自用，提升项目的经济效益。

3.4 机场可再生能源建设环境效益

根据前文分析，该机场预计可建设光伏规模约为 10.1MWp，可替代的供暖区域面积约为 25 万㎡，以上建设项目全部实现后，该机场可再生能源占比约为 45%，实现节约能源 4000 吨标煤，减少二氧化碳排放量约 10000 吨。

4 机场的可再生能源发展规划

结合本机场的中远期建设规划及机场的《碳达峰碳中和路径研究报告》，机场对于自身可再生能源利用设定至“十五五”末期的发展规划。

2022 年至“十四五”末期，完成 2.5MWp 光伏的建设，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以及 T1/T2 航站楼可再生能源供热方案研究与建设；“十五五”期间：新增建设 7.6 光伏的建设，实现“应建尽建”的原则完成现有区域内所有光伏建设；完成现有区域范围内供暖系统的可再生能源替代改造工作，实现本期区域内可再生能源最大规模的利用。“十六五”期间至中远期，对于新改扩建区域，坚持大力推进应用可再生能源的原则，实现新改扩建的低碳绿色改扩建。

5 结论

从本机场来说，大力推进可再生能源利用是具备较好的资源禀赋基础的，按照现有区域内可再生能源“应建尽建”的原则实现最大规模的可再生能源利用后，机场的可再生能源占比可高达 45%，远超过民航局绿色发展规划中近期全行业的规划水平。可见，以一斑而窥全貌，民航机场具备大规模大范围开发利用可再生能源的基础条件，建议各机场应进一步深化机场光伏建设项目与可再生能源供热方案研究与建设，加快项目落地实施，同时为确保“双碳”战略的落地，机场在改扩建的过程中加大机场低碳与可再生能源建设方面的投入，推进新建区域的可再生能源建设方案的研究与建设，助力实现民航的绿色低碳发展。

[参考文献]

[1]王乐,吴鑫,骆海川,等.中深层-浅层耦合地源热泵系统供热性能实测分析[J].暖通空调,2023,53(8):143-148.

[2]于明志,李昊轩,李凡.基于经济性分析的中深层地埋管换热器优化研究[J].山东建筑大学学报,2021,36(6):8-14.

作者简介：刘慷（1990.4—），单位名称：北京首都机场动力能源有限公司，毕业学校和专业：华北电力大学 电气工程及其自动化。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

“双碳”战略背景下建筑室内设计中节能方法

吴金艳
扬州市建筑设计研究院有限公司，江苏 扬州 225100

[摘要]在当前全球气候变化的背景下，节能减排成为一项紧迫任务。“双碳”战略旨在通过减少碳排放和碳吸收的结合，实现碳中和，建筑业作为一个能源密集型行业，扮演着关键的角色。本篇文章将探讨建筑室内设计中的一系列节能方法，以实现“双碳”战略的目标，包括选择绿色环保材料、窗户节能设计、照明节能设计、空调系统节能设计、室内绿化设计等。通过在室内设计中综合应用这些原则，建筑可以减少能源消耗、提高室内环境质量，并在可持续性方面取得巨大的进展。
[关键词]“双碳”战略；建筑室内设计；节能方法
DOI：10.33142/sca.v6i10.10231 中图分类号：TU241.91 文献标识码：A

Energy-saving Methods in Interior Design of Buildings under the Background of the "Dual Carbon" Strategy

WU Jinyan
Yangzhou Architectural Design & Research Institute Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225100, China

Abstract: In the current context of global climate change, energy conservation and emission reduction have become an urgent task. The "dual carbon" strategy aims to achieve carbon neutrality by combining carbon emissions reduction and carbon absorption. As an energy intensive industry, the construction industry plays a key role. This article will explore a series of energy-saving methods in architectural interior design to achieve the goals of the "dual carbon" strategy, including the selection of green and environmentally friendly materials, energy-saving design for windows, energy-saving design for lighting, energy-saving design for air conditioning systems, and indoor greening design. By comprehensively applying these principles in interior design, buildings can reduce energy consumption, improve indoor environmental quality, and make significant progress in sustainability.
Keywords: "double carbon" strategy; architectural interior design; energy-saving methods

引言

随着全球气温升高和气候变化对地球的影响变得日益明显，作为能源消耗的重要来源之一，建筑业不仅承担着减排的责任，还拥有实现能源效益的潜力。建筑室内设计是实现这一潜力的关键领域之一，通过合理的设计和创新的方法，可以显著减少建筑的能源消耗，同时提高室内生活和工作环境的质量。本文将深入研究建筑室内设计中的一系列节能方法，强调室内设计的关键原则和实践，以实现“双碳”战略的目标。

1 “双碳”战略下建筑室内设计的基本原则

“双碳”战略是一项应对气候变化和环境挑战的全球性倡议，其目标是实现碳中和，即通过减少碳排放和增加碳吸收，使全球净碳排放为零，这一战略的主要目的是降低温室气体排放，减缓全球气温上升，以应对气候变化，同时实现可持续发展和生态平衡[1]。

1.1 自然原则

“双碳”战略下建筑室内设计的基本原则之一是自然原则，该原则侧重于最大程度地利用自然资源和环境因素，以减少对人工能源的依赖，降低碳排放。自然采光是室内设计中的关键要素之一，通过合理规划建筑的窗户、天窗和采光洞，可以将自然光引入室内，减少对人工照明的需求，不仅能提高工作和居住环境的舒适性，还可以降低用电量。同时，利用自然通风来降低空调系统的负荷。设计通风良好的建筑，包括窗户和通风口，以便在适当的季节和时间打开窗户，让新鲜空气流入室内，提高空气质量，降低冷却和加热的能源消耗。室内设计应充分考虑建筑所处地理位置和气候条件，针对不同的地区，可以采用不同的建筑设计策略，以最大程度地利用当地气候条件，如太阳辐射和温度变化，从而减少能源消耗[2]。

1.2 生态美学原则

“双碳”战略下建筑室内设计的生态美学原则强调将生态可持续性融入设计中，以创造美观、舒适且环保的室内空间，不仅关注建筑的外观，还关注建筑与周围环境的互动以及其对生态系统的影响。例如，选择符合可持续标准的室内家具和装饰品，避免使用有害物质和过度消耗资源的产品，此外，购买经久耐用的家具可以减少废弃和替换频率。生态美学原则的目标是创造环保、健康且美观的室内环境，与“双碳”战略一致，有助于减少碳足迹、改善室内空气质量，同时提供宜人的居住和工作环境，指导建筑师和设计师在项目中实施可持续的室内设计。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.3 节约化与集约化原则

“双碳”战略下建筑室内设计的节约化与集约化原则强调在设计和使用建筑内部空间时，最大限度地减少资源的浪费和能源的消耗，以实现可持续发展和减少碳排放。在室内设计中，要优化空间利用，确保每个区域都被充分利用，避免空间浪费，采用多功能、灵活的设计，可以使同一空间适应不同用途，减少不必要的建筑面积。同时，选择可持续的建筑材料，减少建筑中的废弃物产生，考虑使用可再生、回收和可持续的材料，以降低资源消耗和碳足迹。同时，鼓励材料的重复使用和再循环。以及采用高效的供暖、通风和空调系统，以最小化能源的使用，使用智能控制系统来监测和调整室内温度和照明，根据需要自动调整，降低能源浪费。通过遵循这些节约化与集约化原则，建筑室内设计可以最大程度地减少资源浪费、降低碳排放，同时提供舒适、可持续和经济高效的建筑环境，符合“双碳”战略的目标，有助于建设更环保和可持续的建筑。

1.4 绿色人文理念原则

“双碳”战略下建筑室内设计的绿色人文理念原则强调将环保和人类需求相结合，创造既环保又人文关怀的室内环境，这一原则着重于提高建筑的舒适性、健康性和人际互动，同时减少对自然环境的不利影响。绿色人文理念原则强调将人置于设计的中心，优先考虑居住者、员工或用户的需求和舒适，通过提供充足的自然光、舒适的温度、良好的室内空气质量和低噪音环境，创造一个宜人的室内生活和工作环境。保持良好的室内空气质量至关重要。采用低挥发性有机化合物（VOC）的建筑材料，提供足够的通风，使用空气净化系统，以确保室内空气清新，有助于健康[3]。绿色人文理念原则的目标是在建筑室内设计中平衡环保和人类需求，以创建更加健康、舒适和有益于社会的室内环境，有助于建筑与“双碳”战略的目标相一致，同时提高居住者或员工的生活质量。

2 建筑室内设计中节能方法分析

2.1 选择绿色环保材料

选择绿色环保材料旨在降低碳足迹、减少资源浪费，提高室内空气质量。因此，可选择低挥发性有机化合物（VOC），VOC 是一类在常温下易挥发的有机化合物，常出现在涂料、黏合剂、地板材料等建筑材料中，选择低 VOC 或无 VOC 的材料可以降低室内空气中有害物质的含量，提高室内空气质量，减少室内环境对人体健康的潜在风险。生物材料是由可再生生物质，如竹子、草、麻和木材制成的材料，它们通常具有较低的碳足迹，并且可以分解，减少对垃圾填埋场的负荷。同时，高效绝缘材料可以降低建筑的能源需求，这些材料包括高密度泡沫绝缘、纤维绝缘、绝缘混凝土和双层窗户等，助维持室内温度，减少取暖和冷却的能源消耗[4]。还可以在室内设计中集成太阳能材料，如太阳能电池板和太阳能热水器，可以为建筑提供清洁能源，减少电力需求，降低碳排放，以及选择环保的地板材料，如木质地板，减少室内空气中有害物质的释放，提高室内空气质量。材料的选择需要综合考虑建筑的特定需求、成本和环境影响，以确保在可持续建筑方面取得最佳效果。

2.2 优化空间布局

优化室内空间布局以减少能源消耗是一个重要的筑室内设计节能方法。这意味着将建筑内部的不同功能区域合理安排，以最大程度地减少能源的使用，并提高能源效率。第一、将高能耗的功能区域与低能耗的功能区域分开，使它们尽可能远离彼此。例如，将办公区域与生产区域、厨房与休息室分开。第二、在布局中考虑不同功能区域的热负荷需求。高能耗区域，如厨房和办公室，通常会产生更多的热量。将这些区域集中在一起，以便更容易控制和调整供暖和冷却系统。第三、合理的布局可以促进自然通风和空气流动，减少对机械通风和空调系统的依赖。确保在设计中包括窗户和通风口，以促进空气的自然循环。根据建筑的朝向和布局，合理利用自然光线。将需要良好采光的区域安排在阳光充足的位置，减少对人工照明的依赖。第四、使用高效绝缘材料和隔热材料来隔离高能耗区域，以防止室内热量的不必要损失。确保墙壁、屋顶和地板的隔热性能良好。在高能耗区域安装智能控制系统，如温度、湿度和光线控制系统。这些系统可以根据需要自动调整能源消耗。通过合理的空间布局，可以降低能源消耗，提高建筑的能源效率，并创造更舒适和可持续的室内环境。这有助于减少能源费用，降低碳足迹，并对环境产生更小的影响。

2.3 照明节能设计

照明节能设计在建筑室内设计中起着至关重要的作用，因为照明是建筑能源消耗的重要组成部分。采用节能照明设计可以显著降低电力消耗，提高能源效率，照明节能设计需要注意：第一，最大程度地利用自然采光是照明节能设计的首要目标，通过合理规划建筑的窗户、天窗和采光洞，可以减少对人工照明的需求，节省电力并提高室内环境质量。第二，选择高效的照明设备，如 LED 照明、荧光灯管和高频电子镇流器，LED 照明通常具有较长的寿命和较低的能耗，是一种理想的选择。第三，配备自动照明控制系统，如光感应器和运动传感器，可以根据需要自动调整照明强度和开关灯具，避免不必要的能源浪费，以及将照明系统划分为不同的区域或任务区域，并为每个区域选择适当的照明解决方案，根据实际需要提供足够的照明，避免过度照明[5]。第四，选择具有高反射率、高透光率和光束控制功能的灯具，确保光线能够准确照射到需要照亮的区域，减少散失，以及安装可调光系统，使室内的照明能够根据需求进行调整。在不同的活动和时间段调整照明强度，以最大程度地提高能源效率。第五，考虑使用可调光 LED 照明系统，以根据活动和时间来调整光线的色

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

温，温暖色调的光线适合放松和舒适，而冷色调的光线适合工作和活动，同时，选择符合能效标志认证的照明设备，设备通常经过严格测试，以确保其高效能源使用。

2.4 空调系统节能设计

空调系统节能设计在建筑室内设计中具有重要意义，因为空调系统通常占用建筑能源消耗的大部分。通过采用高效节能的空调系统设计，可以显著减少能源消耗和碳排放，因此，要选择高效能源使用比的空调设备，如高效能源耗散热泵（VRF）系统、地源热泵、冷凝锅炉和高效的冷却塔。定期维护和清洁空调设备，确保它们正常运行，提高效率，脏的冷却盘、空气过滤器和冷凝器会导致能源浪费和降低性能。同时，配备智能控制系统，根据室内温度、湿度和需求来调整空调设备的运行，实现精确的温度控制，减少不必要的运行时间，设置夜间和节假日模式，自动降低或关闭空调系统的运行，以减少非工作时段的能源消耗。以及将建筑分为多个独立的冷却和供暖区域，每个区域具有独立的温度控制，根据不同区域的需求优化能源使用。还需要确保建筑的外墙、屋顶和窗户具有良好的隔热性能，以减少冷却和供暖负荷，降低空调系统的负担，提高能源效率。另外，还可以部署高效的新风系统，以提供新鲜空气，但同时最小化能源浪费，热回收系统可以回收废热，用于预热或预冷新鲜空气。使用冷却策略，如冷冻蓄冷系统或冷却塔，以降低冷却负荷，同时，优化冷却系统的运行，确保在低峰时段运行，定期进行能效评估和监测，以确定空调系统的性能和潜在的改进机会，根据评估结果采取相应的措施。在建筑周围创建绿色景观，包括植物、草坪和树木，以减轻城市热岛效应，降低室外温度，减少冷却需求。

2.5 室内绿化设计

室内绿化设计是一种重要的节能方法，可以显著降低建筑的能源消耗，提高室内环境质量，在室内绿化设计中，要选择适应当地气候条件和室内照明情况的植物品种，布局植物以最大化自然采光，并确保它们不会阻碍窗户或出口，大型植物可以用作室内分隔墙或空间屏障，以改善空气流通和分隔区域。结合植物和景观元素，创造出室内景观，以提高室内环境的美观性和人类幸福感，通过使用多种植物、水体和景观装饰，可以创造出宜人的氛围，其中，垂直绿墙是一种吸引人的室内设计元素，可以用来装饰墙壁、提供空气净化和改善室内空气质量，有助于维持室内湿度和温度，要确保植物得到适当的养护和维护，包括定期浇水、修剪、施肥和检查病虫害，健康的植物可以更好地履行其空气净化功能，确保植物获得足够的光照，为进行光合作用，在室内光照不足的情况下，可以使用人工照明来补充植物所需的光照。植物通过吸收有害气体，如甲醛和苯，来净化室内空气，选择适用于室内环境的净化植物，如吊兰、葵花植物和芦荟。植物有助于维持室内温度和湿度的稳定性，植物的蒸发作用可以增加空气湿度，并在炎热天气中降低室内温度。植物还可以吸收噪音，改善室内声学环境，将植物放置在需要减少噪音的区域，如办公室或会议室。室内绿化设计中要考虑可持续性因素，选择本地植物品种，最小化对水和资源的需求，使用可降解的盆栽和有机肥料，以减少对环境的影响。室内绿化设计不仅有助于节能和减排，还可以提高室内环境质量、改善室内空气和美化室内空间，有助于建筑室内设计更加可持续、健康且宜人。

3 结论

总之，在“双碳”战略的指引下，建筑室内设计已经成为能源减排和可持续发展的关键领域之一。通过本文所讨论的一系列节能方法，强调了室内设计在实现碳中和的过程中所起的关键作用。然而，要实现碳中和可持续性目标，建筑室内设计不仅需要在理念上追求节能，还需要在实践中持续不断地创新和改进，需要建筑设计师、工程师、业主和政府部门的紧密合作，以共同努力推动可持续建筑的发展。此外，在“双碳”战略的框架下，建筑室内设计不仅是一种创新的方式，还是实现可持续发展和构建更加绿色未来的承诺。

[参考文献]

[1]张磊，沈杰士，谭晓天.“双碳”战略下以电力赋能乡村振兴的探索与实践[J].现代商贸工业，2023，44(20)：4-6.
[2]陈丹聃.“双碳”战略背景下建筑室内设计中节能方法[J].鞋类工艺与设计，2023，3(15)：101-103.
[3]张若茜.基于生态环保理念的绿色建筑室内设计方法研究[J].居舍，2021(28)：16-107.
[4]王希军.建筑室内设计中可持续发展理念的应用[J].科技视界，2021(17)：38-39.
[5]张振宇.基于建筑节能技术的室内设计研究[J].绿色环保建材，2021(3)：62-63.

作者简介：吴金艳（1979.12—），女，毕业院校：扬州大学，专业建筑学，就职单位：扬州市建筑设计研究院有限公司，职务：装饰所所长，职称级别：高级工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

出租车计价器使用误差的检定

马毓承　王若谷
广西北海市公共检验检测中心，广西 北海 536000

[摘要]出租车计价器使用误差的检定直接关系到乘客的出行费用和交通行业的公平竞争。检定计价器的准确性对于维护乘客权益和保障交通行业的诚信至关重要。出租车是城市居民和游客出行的重要交通方式之一。如果计价器存在误差，可能导致乘客支付不合理的费用，损害消费者的权益。出租车行业是一个竞争激烈的领域，计价器的准确性直接影响不同出租车服务提供商之间的竞争关系。监管机构需要确保出租车计价器的准确性符合法规要求，以维护市场秩序和法律规定。出租车计价器生成大量的交易数据，这些数据在城市交通管理和规划中具有重要意义。综上所述，出租车计价器使用误差的检定确保出租车计价器的准确性和可靠性，从而维护交通行业的正常运行和市场秩序。

[关键词]出租汽车；计价器；使用误差；检定要点
DOI：10.33142/sca.v6i10.10228　　中图分类号：U260.5　　文献标识码：A

Verification of the Usage Error of Taxi Meter

MA Yucheng, WANG Ruogu
Guangxi Beihai Public Inspection and Testing Center, Beihai, Guangxi, 536000, China

Abstract: The calibration of the usage error of taxi meters is directly related to the travel costs of passengers and fair competition in the transportation industry. The accuracy of the calibration meter is crucial for safeguarding the rights and interests of passengers and ensuring the integrity of the transportation industry Taxi is one of the important modes of transportation for urban residents and tourists. If there is an error in the meter, it may cause passengers to pay unreasonable fees and harm the rights and interests of consumers. The taxi industry is a highly competitive field, and the accuracy of the meter directly affects the competitive relationship between different taxi service providers. Regulatory agencies need to ensure that the accuracy of taxi meters meets regulatory requirements to maintain market order and legal regulations. The taxi meter generates a large amount of transaction data, which is of great significance in urban traffic management and planning. In summary, the verification of the usage error of taxi meters ensures the accuracy and reliability of taxi meters, thereby maintaining the normal operation and market order of the transportation industry.

Keywords: taxi; price meter; usage error; verification points

引言

出租车计价器使用误差的检定是一项至关重要的监管工作。检定的目的是确保计价器的准确性，以便合理计算乘客的行程费用，维护市场秩序，保障消费者的合法权益，同时促进交通行业的健康竞争。本文将探讨出租车计价器的构成、现有的检定方法和标准，及如何解决这些问题，以期为维护公平竞争、促进城市交通系统的可持续发展提供有益的信息和见解。

1 出租车计价器的构成

出租车计价器是一种专门设计用于计算乘客乘坐出租车的费用的设备，通常包括以下几个主要部分：

计价器显示屏是出租车计价器的可视化界面，通常是液晶显示屏，用于显示乘客的行程费用、里程数、时间等信息。里程计通常是一个传感器或装置，用于测量车辆行驶的里程数。它可以基于车辆的轮胎转动或 GPS 技术等原理来测量行程里程。时间计是用于测量乘客的乘车时间的部件。它通常会记录从乘客上车到下车的时间，以便计算等待时间和行程时间。费率表包含了不同行程条件下的费率信息，包括起步价、里程费率、等待费率、夜间费率等。这些费率通常是根据当地政府的规定制定的。计算单元是计价器的核心部件，它根据里程、时间以及适用的费率来计算行程的费用。出租车司机可以使用按钮和控制器来控制计价器的操作，例如开始计费、结束计费、切换费率等。一些出租车计价器还配备了打印机，可以打印出计费明细，以供乘客参考或作为票据。为了防止欺诈和篡改，计价器通常包含了安全模块，用于保护计费数据的安全性和完整性。

这些部件共同构成了出租车计价器，它们协同工作以确保乘客支付合理的费用，同时也帮助出租车司机管理和记录行程信息。计价器的设计和功能可能因地区和法规而异，但基本原理和构成部分通常是相似的。

2 出租车计价器的检定技术

检定车辆行程：检定人员会使用标准测试车辆对计价器进行检定。他们会模拟不同的行程情况，包括起步、行驶一定距离、等待时间等，以确保计价器在各种情况下都能准确计算费用。

检定里程计：检定人员会使用已知距离的测试道路来

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

检验计价器的里程计准确性。他们会比较计价器测得的里程与实际里程，以确定是否存在误差。

检定时间计：检定时间计涉及检验计价器对时间的计量准确性。这通常包括模拟不同时间段的等待时间，并验证计价器是否正确计算了等待费用。

检定费率表：检定人员会验证计价器的费率表是否与当地法规一致。他们会检查起步价、里程费率、时间费率等是否按规定设置。

检定安全模块：安全模块的检定旨在确保计价器的数据安全性和完整性。检定人员会验证安全模块的功能，以防止欺诈和数据篡改。

校准和调整：如果在检定过程中发现计价器存在误差，检定人员可能需要对其进行校准和调整，以确保其准确性。

这些检定技术和步骤旨在确保出租车计价器的准确性和合规性，以维护乘客权益和公平竞争。检定通常由政府或相关监管机构进行，并需要定期进行以确保计价器持续正常工作。

3 出租车计价器的计费程序设计的基本原则

出租车计价器的计费程序设计应遵循一些基本原则，以确保计价器的准确性、可靠性和公平性。以下是一些计费程序设计的基本原则：计价器的计费程序必须准确无误。它应该能够精确地计算乘客的行程费用，包括里程费、时间费、等待费等，而不应出现误差。计价器的计费程序应公平合理，不偏袒任何一方。费率表应根据当地法规和市场竞争环境设定，以确保价格公平竞争。计价器的计费程序应该对乘客和司机透明可见。乘客应能够清晰地了解费用的计算方式，包括起步价、里程费率、时间费率等。计价器的界面和按钮应设计简单易用，以确保司机能够轻松控制计价器的操作，如开始计费、结束计费、切换费率等。计价器的计费程序必须符合当地政府的法规和规定。费率表和计费方式应按照法规进行设定。计价器的计费程序应保护计费数据的安全性和完整性，防止欺诈和数据篡改。计价器的计费程序应具有一定的容错性，能够处理不同情况下的计费需求，例如网络连接中断或设备故障时应有备用计费方式。计价器的计费程序应能够进行软件升级，以适应法规的变化和新的计费需求。计价器的计费程序应容易受到监管机构的审查和检测，以确保其合规性和准确性。计价器应具备记录和报告功能，能够生成详细的行程费用报告，供司机和监管机构查阅。这些原则有助于确保出租车计价器的计费程序设计是公平、准确、可靠且符合法规的，从而维护了乘客的权益，促进了交通行业的健康竞争。

4 出租车计价器使用误差检定的必要性

维护公平计费：出租车计价器是计费的关键工具，如果计价器存在误差，可能导致不公平的计费，损害乘客的利益。通过定期检定，可以确保计价器准确反映车辆的行驶情况，避免过高或过低的费用。

保护乘客权益：乘客依赖出租车计价器来确定费用，如果计价器存在误差，可能导致乘客支付不必要的费用。检定计价器有助于保护乘客的权益，确保他们支付合理的费用。

遵守法规和标准：许多地方性法规和标准要求出租车计价器定期进行检定和校准。遵守这些法规是法律义务，也是出租车经营者的责任。

提高服务质量：准确的计价器有助于提高出租车服务质量。司机和乘客都可以更有信心地使用计价器，而不必担心计费的问题。

5 常用检定出租车计价器使用误差策略

5.1 计程误差的检定

出租车计价器计程误差的检定是确保计价器准确计算乘客费用的重要步骤。以下是计程误差检定的一般步骤要点：

在进行检定之前，确保计价器和检定设备都处于正常工作状态。检定设备通常包括一个已知准确距离的测试车辆、时间测量设备和记录工具。确定检定所需的条件，包括起始地点、目的地、路线和行驶速度。这些条件应尽可能模拟实际的行程情况。记录计价器的起始读数，包括里程计和时间计。这是检定的基准。开始模拟行程，按照设定的条件驾驶测试车辆，包括起步、行驶一定距离、等待时间等。在整个模拟行程过程中，记录计价器的读数。在模拟行程结束后，记录计价器的结束读数，包括里程计和时间计。计算计价器的计程误差。这可以通过比较模拟行程期间计价器的读数与实际距离和时间的差异来完成。误差通常以百分比表示。进行比较法检定，将计价器的计程误差与法规或市场要求进行比较，以确定是否在允许范围内。如果计价器的误差超出了允许范围，需要进行调整和校准。这可能涉及调整计价器的参数或更换部件，以确保其准确性。记录检定过程中的所有数据和结果，包括计价器的起始和结束读数、模拟行程的距离和时间、计程误差、调整情况等信息。如果计价器通过了检定，颁发合格证明或标签，以表明计价器已经通过检定并符合规定。

5.2 计时误差的检定

出租车计价器计时误差的检定是为了确保计价器正确计算乘客费用中的时间费用部分。以下是计时误差检定的一般步骤要点：

在进行检定之前，确保计价器和检定设备都处于正常工作状态。检定设备通常包括时间测量设备和记录工具。记录计价器的起始时间读数，通常以小时和分钟表示。这是检定的基准。开始模拟行程，按照设定的条件进行行驶，包括起步、行驶一定距离、等待时间等。在整个模拟行程过程中，记录计价器的时间读数。在模拟行程结束后，记录计价器的结束时间读数，以小时和分钟表示。计算计价器的计时误差。这可以通过比较模拟行程期间计价器的时间读数与实际经过的时间的差异来完成。误差通常以分钟

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表示。进行比较法检定，将计价器的计时误差与法规或市场要求进行比较，以确定是否在允许范围内。如果计价器的误差超出了允许范围，需要进行调整和校准。这可能涉及调整计价器的参数或更换部件，以确保其准确性。记录检定过程中的所有数据和结果，包括计价器的起始和结束时间读数、模拟行程的实际时间、计时误差、调整情况等信息。如果计价器通过了检定，颁发合格证明或标签，以表明计价器已经通过检定并符合规定。

5.3 运用变频控制来实现全面性的误差检定

出租车计价器运用变频控制来实现全面性的误差检定通常涉及一系列步骤，以确保计价器在各种频率条件下的准确性。以下是这一过程的一般步骤要点：

在进行检定之前，确保计价器和检定设备都处于正常工作状态。检定设备通常包括变频器、测试仪器和记录工具。将变频器调整到不同的频率，模拟各种行驶条件。这些频率可以包括低速、中速和高速行驶等。记录计价器的起始读数，包括里程计、时间计和变频器频率设置。开始模拟行程，按照设定的条件进行行驶，包括起步、行驶一定距离、等待时间等。在整个模拟行程过程中，记录计价器的读数和变频器的频率。在模拟行程结束后，记录计价器的结束读数，包括里程计、时间计和变频器的频率。计算计价器的误差，这可以通过比较模拟行程期间计价器的读数与实际距离、时间和频率的差异来完成。进行比较法检定，将计价器的误差与法规或市场要求进行比较，以确定是否在允许范围内。如果计价器的误差超出了允许范围，需要进行调整和校准。这可能涉及调整计价器的参数或更换部件，以确保其准确性。记录检定过程中的所有数据和结果，包括计价器的起始和结束读数、模拟行程的距离和时间、变频器的频率、计价器误差、调整情况等信息。如果计价器通过了检定，颁发合格证明或标签，以表明计价器已经通过检定并符合规定。

5.4 安装防止侧滑的检定装置

出租车计价器安装防止侧滑的检定装置通常涉及一系列步骤，以确保计价器在车辆侧滑或变速时能够正常工作。以下是这一过程的一般步骤要点：

首先，要选择适合的检定装置，这通常包括传感器、控制器和相关电气连接设备。安装传感器，通常需要将其固定在车辆的车轮或悬挂部位，以便检测侧滑或变速情况。确保传感器的位置和安装是准确的。连接传感器与控制器，确保电气连接正确且安全。这可能涉及电缆和连接器的安装。对安装好的检定装置进行调试和测试，以确保传感器能够准确地检测车辆的侧滑或变速情况，并将信号传递给计价器。将计价器与控制器连接，以便在侧滑或变速情况下能够控制计价器的工作。确保计价器的安装位置适当，并且与车辆的其他部件不会干扰。进行功能测试，模拟侧滑或变速情况，确保计价器能够正确地响应并调整计费。如果在测试中发现问题，需要进行校准和调整，以确保检定装置的准确性和可靠性。记录检定装置的安装过程和测试结果，以备将来的参考和维护。这些记录可能需要提交给相关监管机构。定期检查和维护检定装置，确保其正常工作。如果发现故障或问题，及时修复或更换部件。确保检定装置符合当地法规和标准的要求，以满足监管要求。

6 结束语

出租车计价器使用误差的检定是确保计价器准确性和公平计费的重要步骤。通过对计价器进行定期的检定和校准，可以保障乘客的权益，同时也有助于维护出租车行业的诚信和信誉。在计价器技术不断进步的今天，我们需要不断改进检定方法和装置，以适应不同的车辆和道路条件，确保计价器在各种情况下都能正常工作。只有这样，才能提供更好的出租车服务，满足乘客的需求，同时促进出租车行业的可持续发展。

[参考文献]

[1]鲍家文.出租车计价器的计量检定问题及对策[J].科技经济导刊,2018(11):229.
[2]黄勇;罗浩;江力.出租车计价器故障判断和维修[J].科技与创新,2016(16):134.
[3]韩志刚,吕绍泽,王穆涵.出租车计价器使用误差检定结果不确定度评定[J].品牌与标准化,2021(2):71-72.
[4]史遵琴.出租车计价器检定装置的研制[D].浙江:中国计量大学,2020.
[5]袁雁.简析出租车计价器使用误差的检定[J].计算机产品与流通,2019(1):9.
[6]徐俊杰.影响出租车计价器计量准确性的因素分析[J].计量与测试技术,2017,44(5):77-78.
[7]杨川,赵小海.郑绍川.使出租车计价器智能化工作的系统设计[J].汽车实用技术,2018(21):174-176.
[8]李望.出租车计价器检定、使用和管理中常见问题及解决办法的建议[J].科技风,2020(3):225.

作者简介：马毓承（1978.6—），女，学历：在职研究生，职位：高级工程师，研究方向：计量检定；王若谷（1973.11—），男，学历：本科，职位：高级工程师，研究方向：计量检定管理。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于物联网通信技术的智能燃气表技术展望

孟兰霞[1] 张国振[2]
1 天津速越科技有限公司，天津 301700
2 华为技术服务有限公司，河北 廊坊 065000

[摘要]我国燃气事业的不断发展，各大燃气公司对燃气的管理经验不断增长，管理理念也在不断更新，随着国家阶梯气价、智慧城市、物联网的应用等政策的落实，NB-IoT 智能燃气表应运而生。NB-IoT 物联网燃气表是一款基于 3GPP 国际标准协议技术的智能燃气表，它是基于通信运营商物联网专网，由基表、智能控制模块和带 NB-IoT 通信模组的无线远传模块构成。本文将对使用的不同类型的智能燃气表进行对比，并提出了未来智能燃气表的发展趋势。
[关键词]物联网；通信技术；智能燃气表；技术
DOI：10.33142/sca.v6i10.10227 中图分类号：TU996 文献标识码：A

Prospects for Intelligent Gas Meter Technology Based on Internet of Things Communication Technology

MENG Lanxia[1], ZHANG Guozhen[2]
1 Tianjin Suyue Technology Co., Ltd., Tianjin, 301700, China
2 Huawei Technical Services Co., Ltd., Langfang, Hebei, 065000, China

Abstract: With the continuous development of Chinese gas industry, major gas companies' experience in gas management is constantly increasing, and management concepts are also constantly updating. With the implementation of policies such as national tiered gas prices, smart cities, and the application of the Internet of Things, NB IoT smart gas meters have emerged. NB IoT IoT gas meter is an intelligent gas meter based on 3GPP international standard protocol technology. It is based on the communication operator's Internet of Things private network and consists of a base meter, an intelligent control module, and a wireless remote transmission module with NB IoT communication module. This article will compare different types of smart gas meters used and propose the development trend of future smart gas meters.
Keywords: Internet of Things; communication technology; intelligent gas meter; technology

引言

随着物联网通信技术的进一步发展和突破，燃气表智能计量进入一个新阶段。2017 年深圳燃气集团采用 NB-IoT 技术进行远程抄表试点工作，首批 6000 用户开户成功，实现了物联网远传抄表等系列功能。这一试点标志着我国 NB-IoT 智能燃气仪表走进实际应用阶段。从最初 IC 卡智能燃气表到现在的 NB-IoT 智能燃气表，燃气仪表逐步拥有智能化，可远程数据上传等特点，为燃气公司智能化管理和大数据应用奠定了基础。

1 智能燃气表的发展背景

随着人们生活水平和生活质量的提高，现代化家庭所需要的智能化产品需求逐渐增强，加上天然气阶梯气价政策的实施，新时期燃气企业所面临的收费难、抄表人员人工成本高、偷盗气无法真正实现实时监控等问题日益突显。由于这些问题的存在，给燃气企业增加了运营成本，也给运营管理带来许多的麻烦。燃气表作为燃气系统的终端设备，在燃气企业实现智能化进程中起着先行兵的作用，也是实现数据采集很关键的一个环节。1995 年开始，各种智能燃气表逐渐面市，以期来解决燃气公司经营中遇到的头疼的问题，在不断的尝试和技术创新的努力下跨界合作应运而生，借助物联网通讯技术，燃气仪表在智能化的道路上越走越远。

在燃气基表上加入一些智能模块，实现数据采集、传输、阀控制等功能的燃气表可以称为智能燃气表。最早 1983 日本推出了 Micom-Meters（微控制器表），而我国的智能燃气仪表从 1995 年研制 IC 卡表开始起步。虽然我国晚起步目前国内外在智能燃气仪表技术上差距不大，都已经在物联网智能燃气表阶段发力布局。从智能燃气仪表的发展来看，仪表从最初的实现预收费发展到现在收集数据感知，智能远程操控等功能为一体的智能仪表一共经历了三个发展阶段。

2 智能燃气仪表的开端--卡式燃气表

（1）卡式燃气表的功能主要表现在实现预收费和用气控制。实现过程是以购气卡为媒介，完成用户与燃气公司的交易，在燃气表中的读卡装置来对购气卡数据进行读取，实现控制燃气阀门的关闭与打开。根据购气卡类型的差异，卡式燃气表可以分为 IC 卡燃气表、CPU 卡燃气表、射频卡燃气表三种。IC 卡燃气表具有自动收费功能，还能记录燃气表的运行情况，在管理机下将用户的各种用气信息进行管理。另外还可以有效防止欠费，提高管理效率，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

节约人力成本，无须上门抄表。当表内可燃气体泄漏时，带漏气报警功能的 IC 卡燃气表可燃气体探测器会发出声光报警，同时液晶屏也会显示报警信息并自动关闭气阀，以达到保障人民财产和生命安全的效果。

我国最常用的是 IC 卡燃气表，其中 IC 卡膜式燃气表由基表、控制阀门、控制器组成，燃气表内控制器监控和记录燃气表的使用过程，根据燃气表内的气量以及用户操作的合法性自动控制燃气表阀门的开或关。

（2）IC 卡表实行一户一表一卡制度，用户带着 IC 卡去燃气销售部门购买需要的气量，销售人员将购买量写入 IC 中，用户将 IC 卡再插入燃气表中，便可获得燃气量的使用权限。在用气的过程中，卡表中的微处理器自动核减剩余气量，所购气量用尽后便会自动执行关阀动作，从而实现了“先购后用”的预付费功能。CPU 卡在常规 IC 卡基础上添加 CPU 智能卡以及嵌入式安全模块 ESAM 作为数据信息存储和传递的介质，具有信息反写功能并提升了卡表的储存能力，加密强度极高，强化了仪表的安全性。射频卡在基表基础上加装集成芯片和射频卡操作系统，以射频卡为媒介，实现了更多功能，比如：报警提醒功能、阀门异常计量功能、防磁干扰功能等。

（2）卡式燃气表尽管实现了预收费和阀控等功能，但卡表普遍存在着抗干扰能力弱的问题，特别是环境恶劣的地方，另有耗电问题等缺陷；卡式表无法实现数据实时上传，如果实施新的阶梯气价政策，卡式表需要人工调整其计费方式，人力成本大幅提高，工作难度大，几乎很难实现。

3 燃气表与通讯技术初次结合--远传燃气表

（1）远传燃气表顾名思义是具有远传功能的燃气表，其基表利用无线或有线通讯方式将表内传感器采集的数据进行远传，实现基表读取数据与燃气公司收费管理系统中心的信息传输，进一步实现在收费管理系统中完成费用的结算。远传燃气仪表主要包含有线远传智能燃气表和无线远传智能燃气表，有线抄表系统主要由燃气表、采集器和手持机组成，是在膜式燃气表的基础上，增加了有线直读模块，燃气表通过通信总线与采集器相连，采集器定期采集燃气表数据并存储于芯片中。工作人员通过手持机将采集到的数据上传到燃气企业后台管理系统。有线远传表不需电源比较安全节能，数据传输稳定，解决了抄表难、检测难的问题，但施工布线复杂，施工、安装、维护成本较高，依然需要配备人员去各采集器中下载数据。

（2）无线远传燃气表解决了长期困扰燃气公司的“入户抄表难”“气费收缴难”等问题。这类仪表主要由数据库系统、抄表系统、收费系统、手持抄表器、无线远传燃气表等组成。它是利用短距离无线网络将燃气表的计量数据传输到电子数据采集器，无线网络通信方式可以选择GPRS、CDMA、3G 或短信的通信方式。短距离无线通讯一般采用调制解调通信技术，而智能燃气表远程无线技术中最为常见的有GFSK 高斯频移键控技术和 LoRa 扩频技术。GFSK 高斯频移键控技术是在调制之前通过一个高斯低通滤波器来限制信号的频谱宽度，再进行 FSK（频移键控调制）调制的数字调制方式。它具有恒幅包络、功率谱集中、频谱较窄等无线通信系统所希望的特性。LoRa 扩频技术是一种专用于无线电调制解调的技术，它的特点是可以最大效率地提高灵敏度，以至于接近香农定理的极限。尤其是在低速率通信系统中，打破了传统的 FSK 窄带系统的实施极限，无需中继器，功耗降低，抗干扰性和安全性也得以提高。

（3）无线智能燃气表抄表解决方案也分成了三种形式：

其一，无线手持机抄表方案：无线燃气表通过自身携带的无线通信模块与采集器实现对接，将数据信息发给采集器并存储，然后工作人员通过手持机与采集器通信，再将采集器中的数据下载到手持机中，这种通信方式均为短距离通讯网络。仅将原有有线抄表技术更换成无线通讯，但依然需要工作人员定期将数据下载到手持机中，需要大量的人力成本，相对比较落后。

其二，GFSK 远程集中抄表方案：GPRS 远程抄表方案由抄表中心、通信网络、现场抄表设备、现场计量测量及控制设备几个部分组成。而抄表中心由中心服务器、上位机抄表软件等组成。集中远程抄表系统实现了后台自动和手动拉合闸操作，短信、APP 信息推送等人性化管理提醒通知用户缴费，使得预付费管理灵活可靠。同时后台自动生成账单，并进行用气分析，大大提高了用气的智能化管理。GFSK 远程集中抄表用集中器代替手持机，虽然进一步减少了人工成本，改善了无线手持机抄表；但集中器的投入以及通信流量费用的产生，造成成本较高的缺点。

其三，LoRa 远程集中抄表方案：LoRa（Long Range Radio）是 semtech 公司开发的一种低功耗局域网无线标准，其最大特点相同功耗条件下实现了低功耗和远距离的统一，它比传统的无线射频通信距离扩大 3-5 倍。由于 LoRa 技术融合了多项先进技术，无需中继器，功耗降低，抗干扰性和安全性也得以提高，主要适用于低速率通信，广泛应用于燃气的智能仪表方案中。

虽然 LoRa 技术比 GFSK 技术要性能更优，但 LoRa 射频芯片的成本比传统调制技术的芯片高许多，提高了智能燃气表的成本，而且存在传输速率和传输的实时性上较差，通信信息量少等问题，技术上还需要进一步地发展。

尽管远传式的燃气表实现了计量收费与数据传输的功能，远传燃气表仍存在以下共性问题：

（1）网络稳定性问题，如果网络不稳定，就可能出现数据丢失的现象。

（2）耗电问题没有得到解决，仍需要电池供电。

（3）远程抄表燃气表需要基于先进的通信技术实现，这也意味着需要投入大量的技术和资金成本进行研发和购买，成本较高。

（4）采用远程抄表燃气表需要燃气管网有相应的网络覆盖，并且用户的表计也需要支持远程抄表功能。如果覆盖

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

不全就会出现漏抄等问题，这不但增加了抄表的运营维护成本，而且数据格式多样也给燃气公司带来了诸多的不便。

4 燃气表的智能化跨越--物联网表

（1）物联网表抄表方案是基于运营商的物联网专网，摒弃了短距离、低速率无线网络，而采用移动通信网络。运用更加成熟的通信网络平台，在有人居住的区域几乎不存在通信盲区，通讯可靠、稳定和安全得到保证，并且费用也比较低。根据通讯技术的不同，将物联网表分为两大类：GPRS 物联网表和 NB-IoT 物联网表。

（2）GPRS 物联网燃气表是以膜式燃气表为基表，加装 GPRS SIM 卡通信模块，借助通讯网络直接与数据中心直接通信，具有双向实时监测、实时通讯等功能的新型燃气计量仪器。GPRS（General Packet Radio Service）是以数据包（Packet）的方式来传输的，使用者所负担的费用是以其传输的数据流量计算的，因此理论上成本较低。

物联网表远程抄表系统所采用的 GPRS 通信技术分为两种：GPRS 短信方式通信和 GPRS 流量方式通信。

①采用 GPRS 短信通信的物联网表远程抄表系统。GPRS 短信通信的物联网表通过运营商网络与燃气企业后台管理系统直接交换数据，通信稳定性高、通信成本低、施工时间短，可以实现远程抄读数据，可以控制燃气表的运行及进行远程监测。但同时也存在实时性不高、维护升级成本高及电源供电等问题。

②采用 GPRS 流量通信的物联网表远程抄表系统。相对于 GPRS 短信通信，实时性更高、传输速度更快；但是也存在着数据量传输过大，功耗较大，电池更换的问题，同时存在电气安全隐患且会产生通信费用。

③GPRS 物联网燃气表的局限性。GRPS 物联网燃气表利用公用网络，可以实现用气量及燃气安全的实时监控。但 GPRS 通信技术应用于智能燃气表上仍存在 SIM 卡升级困难、网络覆盖范围存在死角、电气安全性差等局限性，最重要的是 GPRS 通信在电气安全方面无法满足燃气表通信相关标准的要求，安全风险较高。

（3）NB-IoT 是指构建于蜂窝网络的窄带物联网（Narrow Band Internet of Things），是万物互联网络的一个重要分支，NB-IoT 支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接，只消耗大约 180KHz 的带宽，可直接部署于现有的 GSM 网络、UMTS 网络或 LTE 网络，以降低成本并实现平滑升级。NB-IoT 聚焦于低功耗广覆盖（LPWA）物联网市场，使用 1GHz 以下的授权频段，可与现有网络共存的一种新兴技术。

NB-IoT 克服了诸多限制，为企业提供一系列新的长期和短期优势，将在以公共事业（包括城市燃气）为重点的智慧城市领域发挥重要作用，其优势主要表现在：

一是广、深覆盖，NB-IoT 比 GPRS/LTE 等室内覆盖增强 20dB+，覆盖面积扩大 100 倍，不仅能满足偏远地区的需求，像地下车库、地下井等均可正常使用。

二是具备支撑海量连接的能力，在同一基站的情况下，NB-IoT 可以比现有无线技术提供 50-100 倍的接入数。一个扇区能够支持 10 万个连接。比如 NB-IoT 足以轻松满足未来智慧家庭中大量设备联网需求，可以轻松解决各家庭中往往有多部手机、笔记本、平板电脑，要想实现全屋智能、上百种传感设备棘手的难题。

三是更低功耗，低功耗特性是物联网应用一项重要指标，尤其是对于一些不方便更换电池的设备和场合，安置在荒山野岭及偏远地区中的各类传感监测设备，它们不可能像家用电器一天一充电，长达几年的电池使用寿命是最本质的需求。NB-IoT 聚焦小数据量、小速率应用终端模块的待机时间可长达 10 年，仅需配备电池。

四是更低的模块成本，NB-IOT 将信令处理简单化大幅度降低了芯片价格，一款常用基于华为提供的 Single RAN 解决方案，支持在现有的设备商进行网络升级改造，从而降低维护的成本和建设费用，而且 NB-IOT 的芯片都是专门为了物理网而设计的，只针对低速率、窄带的物联网需求，实现低成本运营。

5 总结与展望

虽然智能仪表越来越智能高效，市场对智能表的需求潜力巨大，但大范围更换燃气表需要大量资金投入，燃气表全面升级依然任重而道远。

未来的智能燃气仪表将具有以下特征：首先，智能燃气表将会更加智能化。未来仪表将会集成更多的智能化技术，例如人工智能等，能够更加智能地进行数据分析和处理。其次，智能燃气表将会更加安全可靠，具备更加可靠的数据传输和存储技术，能够更好地保障用户数据的安全和隐私，同时未来智能气表将会采用更加先进的安全技术，能够更好地保障用户的用气安全。比如防爆、防水、防盗等。再次就是更加节能，随着智能网络的连接电池会只起到辅助的作用。最后，智能燃气表将会更加普及。用户使用燃气更加便捷、实用、经济，能够满足更多用户多样性的需求。同时，政府和企业也将会加大对智能燃气表的推广和应用力度，促进智能燃气表的普及和发展。智能燃气表行业将会在现有的庞大市场基础上，在发展中进一步完善，进而实现新技术的腾飞，充分发挥其作为智能化、高效便捷等特点所带来的社会价值。

[参考文献]

[1]甄金环.家用燃气表的发展趋势[J].城市燃气,1994(2):64-64.
[2]吴细纲.《NB-IOT 从原理到实践》[M].北京:电子工业出版社,2019.
[3]吴文森.关于城镇燃气行业发展的相关研究[J].科技经济市场,2016(3):209.
[4]王雅斌.浅谈燃气计量仪表的选型[J].科技信息,2021(1):3.

作者简介：孟兰霞，(1983.1—)，学历：本科，目前职务：电子硬件工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

云计算安全问题研究

王 磊 孙 琪 刘 琛 刘 赫
中国电子科技集团公司第十五研究所（信息产业信息安全测评中心），北京 100083

[摘要]云计算是一种大众参与的计算模式，它以互联网为基础，以动态、虚拟化和服务方式提供，包括计算能力、存储能力、互动能力等。云计算环境下，将成为云中数据存储安全保障面临的艰巨挑战，数据存储安全面临巨大挑战。
[关键词]云计算；安全；研究
DOI：10.33142/sca.v6i10.10206 中图分类号：TP393 文献标识码：A

Research on Cloud Computing Security Issues

WANG Lei, SUN Qi, LIU Chen, LIU He
The 15th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation (Information Industry Information Security Evaluation Center), Beijing, 100083, China

Abstract: Cloud computing is a participatory computing model that is based on the Internet and provides dynamic, virtualized, and service-oriented services, including computing power, storage capacity, and interactive capabilities. In the cloud computing environment, it will become a daunting challenge for data storage security in the cloud, and data storage security will face enormous challenges.
Keywords: cloud computing; safety; research

1 计算概述

1.1 云计算技术概念

云计算技术是把强大的数据处理能力分解成多个单元，由多个服务器组成的庞大系统。通过多个单元进行处理和计算，来得到最终分析结果传回给回用户，这也被称作分布式计算。最原始的云计算技术，就是把计算问题解决在多个单元的分布式操作系统中，运算结束后，把结果进行汇总。通过分布式计算技术，大量的数据的处理可以在几秒钟的时间内完成，从而实现强大的计算服务。

1.2 系统架构

云计算平台架构体系可分为如图 1 所示的云计算系统架构模型中的基础硬件设施和设备部分，资源抽象和控制部分，云服务部分，运维运营和管理部分。基本硬件设备有物理机房相关设施、服务器操作系统、硬盘、网络和安全设备等。软件包括计算资源池、存储资源池、云控制台、网络和安全资源池等部分；云服务的主要形式涵盖 IaaS 服务模式、PaaS 服务模式、SaaS 服务模式等。

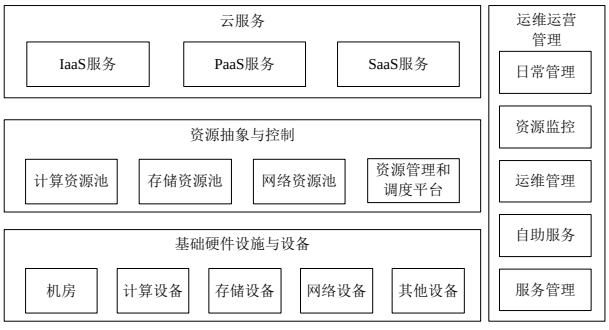

图 1 云计算系统架构模型

1.3 云计算技术特点

云计算技术是一种高性能的分布式计算技术，包括高可用性、计算以及存储扩展性好、VPC 技术成本低。但是，所有基于互联网的应用都存在一定的风险，在存储服务所面临的问题不可避免的情况下，作为服务的云计算也不例外。如果商业用户大规模采用民间机构提供的云计算服务，这些民间机构利用“数据”的重要性向全社会施加压力，即便技术实力再强，也难以避免。对于资讯社会来说，“资讯”是必不可少的。另一方面，尽管对于商业机构来说，提供云计算并没有什么不透明的地方，但云计算中的数据却是数据拥有者之外的机密。这就好比普通人不可能对别人的电话进行窃听，但在电讯公司内部，随便一个电话都能被人轻易地监听到一样。商业机构、政府机构在选择云计算服务的时候，一定要把这些已知风险都列为考虑范围，尤其是在使用外资机构参与控股的云计算公司提供的服务。

1.4 云计算概述

虽然云的应用和推广势在必行，但人们对它的安全性一直耿耿于怀，这是云诞生以来的事情。当云雾缭绕的无形云雾中散播着所有计算行为和数据存储时，人们普遍会产生一种不受控制的恐慌情绪，并会毫无例外地产生这样的疑问：云雾会不会使自己的隐私受到损害，进而使自己的权益受到损害？最新调查显示，美国安全研究机构波耐蒙研究所发现，IT 专业人士担心敏感数据可能被不怀好意的人获取。如果这家企业采用的是云计算技术的话。与此同时，不少受访者坦言，部分可能早已采用云计算的企业员工对这些风险置之不理。

以云服务模式来说，目前已经被大家熟知的三个模式，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

可能都不是很合理的。IaaS（基础服务）、PaaS（平台服务）和 SaaS（软件服务），美国国家标准技术研究院对它们的定义如下：

IaaS（基础服务）为用户提供包括操作系统在内的任何软件的基本计算资源的服务，如处理、存储和网络等，用户可以部署并在此之上运行。用户无需对云上的网络设备、物理机房等进行管理，只对云平台上租用的服务器、数据库、存储等计算资源进行管理，在计算资源上搭建属于自由应用系统，通过云控制台对安全资源进行控制，如安全组、云防火墙、入侵检测、防病毒和 VPC 等。

PaaS（平台服务）为用户提供云的平台服务，用户只需在平台上部署相关应用系统，不对底层的服务器、数据库、存储等计算资源进行管理，相关计算资源管理由云平台负责。

SaaS（软件服务）为云用户提供软件服务，云平台只给用户提供应用账号，支撑应用的服务器、数据库、存储等计算资源以及各类云安全防护均由云平台负责，云平台用户只需要负责应用账户的配置和应用的数据备份等。

尽管用户将计算和存储完全委托给云服务提供商，但在使用服务时，从云的三种云服务模式来看，不能只依靠云供应商来处理所有的安全问题。特别是在保障策略上。三款云服务机型安全防护各有不同，无论从方法上还是职责上。SaaS 对云服务商提出了物理、网络、服务器、数据库、软件等方面的安全要求，需要建立起保障服务安全的整体防护体系。但这也限制了使用者自由发挥创意的空间。相反，IaaS 为用户创造所需的计算环境和开发和部署应用程序提供了充分的灵活性。不过，在计算系统的层级架构中，用户也需要对每一层进行自我管理。供应商只需要关注硬件等级的安全性，除了最底层的硬件。PaaS 定位于两款服务模式之间，形成全方位的保护系统。不仅要求云服务商提供基础层面的方案策略，也要求在安全防护上对云的用户提供第三方接口，云的用户可以选择云平台根据的安全服务，也可以通过第三方服务来对云计算资源进行安全防护。同时这也造成了 PaaS 服务模式的安全问题，即模糊了供应商与用户之间的责任界限。

云计算的安全问题究竟出在哪里？

首先，在技术层面上，如果云计算已经实现，用户可能会感到力不从心，因为技术上的问题而导致服务中断。今后，人们很少会在本地硬盘上存储数据，而会在云端保存所有的数据。

其次，云是不透明的、外部化的，涉及到一系列细节，包括用户位置、员工情况、技术使用和操作方法等，云计算服务商对此并未做出具体解释。每一个被接受的外包服务提供商基本上都是将计算处理或数据存储服务以一种隐蔽的方式提供给上层的服务提供商，这样在计算服务由多个服务提供商提供的情况下，各个服务提供商所使用的技术实际上是不受控制的，即存在持续外包的可能。所以每一项服务都是由上一家厂商提供的，如果云服务商非授权访问了用户的数据是可能不被发现的。尽管每个云服务商都声称使用完整性和保密性技术来保护用户的数据不被篡改和获取，但这仅仅是指在处理和存储数据时仍然无法解决对数据的保护，而仅仅是将传输的数据加密到网络上，即使这些数据使用了 SSL 技术来加密。特别是在数据处理上很难获得用户的信任，因为数据已经解密，如何保护数据以赢得用户信任变得困难。

2 云计算应出安全隐患

2.1 对保存文件进行加密

有了密钥才可以进行解密工作，加密技术能够加密文件。加密技术能够让用户在非本地的机房上传数据，也能对数据起到保护作用。

2.2 对 Email 进行加密

Email 是到达你的收件箱的格式，它仍然可以被偷窥者访问。为了保证邮件的安全，你可以自动加密你所接收和发送的所有邮件，例如 Foxmail 程序软件。

2.3 使用信誉良好的服务

推荐使用有名望的服务，他们不会让信息外泄，也不会让信息分享给经销商，不太可能拿自己的名牌冒险。

2.4 考虑商业模式

与那些获得广告资助的服务相比，收费的互联网应用服务或许更为保险。那么在选择存储环境的时候，付费存储是第一考虑的。

2.5 阅读隐私声明

隐私声明必须在数据被存储到云计算环境下才能被读取，这使得隐私政策在一些情况下数据被共享，因为几乎每一个互联网应用都存在漏洞。这样，你就能分辨出你的电脑上应该保存哪些数据，云计算环境下应该保存哪些数据。

2.6 使用过滤器

科技公司为监控离开公司的网络，实用技术手段对敏感数据进行处理。

2.7 安全传输手段

在数据的网络传输过程中，采用完整性和保密性手段确保数据在传输过程中的安全性等多种不同的方式来保护数据的安全。

此外，在业务层面也应采取完整性和保密性等相关手段，让用户放心地使用云计算平台。

第一，云计算服务商规模应选择在国内注册，且经营规模大，有盈利的公司。这样，才能在确保长期提供稳定、安全、可靠服务的同时，也才能在法律监督下遵守驻在国的法律。事故发生后，赔偿或追讨工作才得以顺利开展，因为他们的总部或资产都在国内。

此外，云计算服务商要尽可能不采用私有标准，按照开放标准开展相应应用。至少需要提供一个数据导入和导出的框架，如果没有可遵循的标准来保证和方便数据迁移。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以及必要的数据转换机制来保证数据的迁移。

3 云计算技术等级保护方案介绍

3.1 云计算业务模式发展

云计算技术对网络架构、系统的部署产生了巨大的影响。新的模式是一次重要的信息化变革，让用户在云端享受到各种服务，无论何时何地，都能更灵活、更自由地使用终端设备。

3.2 云计算服务安全需求

终端方面，主要考虑云计算用户使用终端的安全。采用云桌面的方式是一个成熟的方式。把云桌面部署到云计算平台中，云桌面提供虚拟化的管理终端，各类管理员仅能通过个人终端连接云桌面后，方能对云上的服务器、数据库、存储等计算资源的管理进行管理。云平台对云桌面进行了安全处理，可以使云桌面免受外界攻击。

传输方面，我们主要通过密码技术，对各类数据进行真实性、完整性、保密性、不可否认性等保护。

云计算平台方面，云计算平台针对物理环境、通信网络、区域边界、计算环境、管理中心等，通过身份鉴别、访问控制、入侵防范、防病毒、审计、数据备份、信息保护等方式进行安全防护，对整个云环境生命周期的构建，基于客户的实际需求和相关的安全合规标准，以及数据安全体系的构建。数据安全协议的设计涵盖了数据的创建，传输，存储，使用，分享和销毁的所有环节。确保云平台用户的数据在云计算平台的完整性、保密性和可用性等。

3.3 云环境下的等级保护

在等级保护中，云计算平台可分为安全计算、安全网络和安全管理等部分，其中安全管理域是云计算的重要组成部分。安全计算域是由通信网络和接入网络组成的物理主机/服务器集合，这些主机/服务器的安全防护等级相同。安全管理领域是一个系统平台，用于整体云计算中的安全事件收集和控制报警。云计算中的安全计算环境，安全区域边界，安全通信网络，安全管理中心，涵盖了云计算的各个安全区域，与之相对应的安全措施主要有以下几个方面：

（1）安全计算环境[1-2]。云计算环境包含私有云安全计算域（PrivateCloudSecurityComputing）、公共云安全计算域（PublicCloudSecurityComputing）。其中，部署安防设备的重点是私有云安防计算域，主要可采取的安防措施有：主机加固、加密机等 4A 系统、虚拟安防网关、设备及手段等。对扩散到公有云平台上的资源、数据等。

（2）安全区域边界[1-2]。安全区域边界主要通过边界防护、防病毒、访问控制、防入侵、审计等措施对各安全区域的边界进行防护。在云租户控制台云安全组策略上启用指定端口进行跨边界的网络通信，并配置和启用相关安全策略，在云安全防护区边界处部署云防火墙和访问控制模块，并启用了访问控制功能，设备的最后一条访问控制策略为禁止所有网络通信。购买云平台提供的云安全中心包括网络入侵检测服务，能够对外部发起的网络攻击行为进行检测、记录和阻断。部署云防病毒网关，能够对恶意代码进行检测和清除。

（3）安全通信网络[1-2]。安全通信网络主要通过网络架构设计、通信传输保护等来对安全通信网络进行防护。基于业务需求划分不同的安全域，用户已自行配置 IP 地址范围、配置路由器和网关。配置云安全组访问控制策略，通过 VPC 进行区域划分。重要网络区域不部署在边界处。

（4）安全管理中心[1-2]。安全管理中心主要通过系统管理、安全管理、审计管理和集中管控的方式实现安全管理。通过运维审计系统对服务器、数据库、网络设备、安全设备的系统管理员进行身份鉴别，并记录运维人员的操作日志；通过堡垒机对应用系统的系统管理员进行身份鉴别，只允许应用系统管理员通过操作界面进行系统管理操作，并对这些操作进行审计。通过系统管理员对用户身份、系统资源配置、系统加载和启动、系统运行的异常处理、数据和设备的备份与恢复等系统资源和运行进行配置、控制和管理。部署了网管平台能够对网络设备的日志进行统一收集、分析和存储，只允许审计管理员通过特定的操作界面进行安全审计操作，并对这些操作进行审计。运维审计系统能够对服务器、数据库、网络设备、安全设备的管理员运维日志进行统一收集、分析和存储，只允许审计管理员通过特定的操作界面进行安全审计操作，并对这些操作进行审计。审计管理员通过网管平台、运维审计系统对审计记录进行分析，根据安全审计策略对审计记录进行管理和查询，审计记录保存 6 个月以上，每天备份一次审计记录，限制审计管理员对审计记录文件的删除操作。通过运维审计系统对服务器、数据库、网络设备、安全设备的安全管理员进行身份鉴别，只允许其通过特定的操作界面进行安全管理操作，并对这些操作进行审计；通过堡垒机对网络设备的安全管理员进行身份鉴别，只允许其通过特定的操作界面进行安全管理操作，并对这些操作进行审计。

4 结束语

在云计算更加普及的当下，应该更加重视安全问题。用户存储在云端的数据如何保证安全，对于云服务提供商而言？云中的数据安全是由云服务提供的，对于用户而言，又如何能够信以为真呢？云计算落地，将是一个刻不容缓的难题。

[参考文献]

[1]GB/T 22239-2019.信息安全技术 网络安全等级保护基本要求[S].北京:中国标准出版社,2019.

[2]GB/T 29448-2019.信息安全技术 网络安全等级保护测评要求[S].北京:中国标准出版社,2019.

作者简介：王磊（1987.4—），毕业院校：中国矿业大学（北京），所学专业：计算机应用技术，当前就职单位：中国电子科技集团公司第十五研究所(信息产业信息安全测评中心)，职称级别：工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈计算机应用软件的开发和维护

杨瑞青
硅湖职业技术学院，江苏 昆山 215300

[摘要]从个人日常生活到企业关键运营，应用软件已经渗透到几乎所有领域，因此迫切需要深入了解如何有效地开发和维护这些软件，满足不断变化的需求和挑战。文章旨在探讨计算机应用软件的开发和维护过程中涉及的关键方面，无论是从项目规划、需求分析、编码阶段，还是后续的维护、性能优化和问题修复，将研究如何建立高效的开发团队，采用最佳实践，从而保障软件的可靠性和质量。

[关键词]计算机；应用软件；开发；维护
DOI：10.33142/sca.v6i10.10203　　中图分类号：TP31-4　　文献标识码：A

Brief Discussion on the Development and Maintenance of Computer Application Software

YANG Ruiqing
Silicon Lake Vocational & Technical Institute, Suzhou, Jiangsu, 215330, China

Abstract: From personal daily life to critical operations of enterprises, application software has penetrated almost all fields, so it is urgent to have a deep understanding of how to effectively develop and maintain these software to meet constantly changing needs and challenges. The article aims to explore the key aspects involved in the development and maintenance process of computer application software, whether from project planning, requirement analysis, coding stage, or subsequent maintenance, performance optimization, and problem repair, which will study how to establish an efficient development team and adopt the best practices to ensure the reliability and quality of the software.

Keywords: computer; application software; development; maintenance

随着科技的不断演进，软件在生活中扮演着越来越重要的角色，涵盖了从日常工作到娱乐和社交的各个领域。软件开发不仅需要技术专长，还需要深刻理解用户需求和业务流程。维护软件同样重要，因为软件的寿命通常远远超出其初始开发阶段，维护涉及修复漏洞、添加新功能、适应新的硬件和操作系统等任务。通过研究软件开发和维护的关键方面，希望为开发人员、项目经理和决策者提供有价值的见解，帮助他们在这个不断发展的领域取得成功。

1 计算机应用软件的概述

1.1 定义

计算机应用软件是一种以代码形式存在的程序，旨在在计算机上执行各种任务和功能。这些软件程序可以用来处理数据、提供娱乐、自动化业务流程、解决问题以及执行各种其他任务。应用软件通常设计用于特定领域或任务，满足用户的需求。

1.2 分类

操作系统软件：操作系统是计算机的核心软件，负责管理硬件资源，提供用户界面，并允许其他软件程序在计算机上运行。

应用软件：应用软件是为特定任务或需求而设计的软件，包括办公套件（如Microsoft Office）、图形设计工具（如Adobe Photoshop）和数据库管理系统（如Oracle）等[1]。

娱乐软件：这些软件用于提供娱乐和休闲活动，例如视频游戏、多媒体播放器和社交媒体应用。

2 计算机应用软件开发的现存问题

2.1 技术问题

2.1.1 跨平台兼容性问题

在多平台的环境中，开发人员必须确保他们的应用程序能够在不同操作系统、浏览器和设备上正常运行。不同平台之间的差异导致应用程序在某些情况下无法正常工作，这需要大量的测试和调试工作。

2.1.2 技术债务

随着软件的迭代开发，一些开发团队会忽略代码的质量和可维护性，导致技术债务的积累。技术债务会降低开发效率，增加维护成本，并导致应用程序的不稳定性。

2.1.3 快速技术变革

计算机领域的技术变革非常迅速，新技术和框架不断涌现。开发人员需要不断学习和适应这些新技术以保持竞争力，这需要额外的时间和资源。

2.2 管理问题

2.2.1 不合理的时间表压力

有时开发项目会受到不合理的时间表压力，导致开发团队不得不以牺牲质量为代价来满足紧迫的截止日期。这会导致软件质量下降和项目失败的风险增加。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.2.2 范围蔓延

项目范围蔓延是指在项目进行过程中不断添加新功能或要求，而未充分评估其影响。这导致项目超出预算和进度延误。

2.2.3 团队沟通问题

团队之间的不良沟通或合作问题导致信息不对称、决策延误和项目延期。良好的沟通和协作对于项目的成功至关重要[2]。

2.3 质量问题

2.3.1 稳定性问题

软件中的错误和漏洞导致应用程序崩溃或不稳定。这会损害用户体验，降低用户满意度。

2.3.2 性能问题

软件的性能问题导致响应时间过长、资源占用过多，或无法处理大规模数据，性能问题会限制应用程序的可用性和扩展性。

2.3.3 可维护性问题

如果软件代码缺乏结构、文档和规范，将导致后续维护和更新的困难，这会增加维护成本并降低软件的寿命。

3 计算机应用软件开发

3.1 有效处理技术问题

计算机应用软件开发中有效处理技术问题至关重要，因为这些问题影响软件的性能、可维护性和用户体验。

跨平台兼容性问题是当今应用软件开发中的一个主要挑战，在一个多元化的计算环境中，确保应用程序在各种操作系统、浏览器和设备上能够正常运行，需要采取一系列策略。首先，开发人员需要采用跨平台的开发框架和技术以减少不同平台之间的差异。例如，使用 Web 技术创建跨平台的 Web 应用程序，在不同设备上提供一致的用户体验。此外，跨平台应用程序开发工具如 React Native 和 Flutter 帮助开发人员创建一次代码，多平台运行的应用程序。其次，测试是解决跨平台兼容性问题的关键，开发团队应建立全面的测试策略包括各种设备和浏览器的测试，从而保障应用程序在不同环境下稳定运行，自动化测试工具可以帮助减少测试的重复性，提高测试覆盖率。最重要的是，开发团队应密切关注平台供应商的更新和发布，不同平台会定期推出新的版本和更新，开发人员需要及时适应这些变化，从而保障应用程序在最新的环境中仍然可用[3]。

技术债务是指在软件开发过程中，为了迅速交付功能而采取的折中措施，牺牲代码质量和可维护性。技术债务的累积会导致后续开发和维护工作的困难，因此需要采取措施来处理和减少技术债务。首先，开发团队应定期进行代码审查和重构，代码审查可以帮助发现潜在的问题和改进代码质量，而重构是指重新设计和重写代码，提高可读性和可维护性，这些实践有助于降低技术债务的积累。其次，采用最佳实践和设计原则可以预防技术债务的产生，例如采用面向对象编程、分层架构和单一职责原则可以提高代码的清晰度和可维护性。此外，开发团队应充分了解项目的需求和目标，以便权衡时间、资源和质量，在制定项目计划时应充分考虑技术债务的管理，从而保障项目在截止日期内交付。

计算机技术领域的迅猛发展导致了新技术和框架的不断涌现。如何有效地处理这种快速技术变革是技术问题的另一个关键方面。首先，开发团队需要建立学习和适应新技术的文化，持续学习和培训对开发人员来说至关重要，跟踪新技术的发展，工作中的学习和知识分享会帮助团队保持竞争力。其次，开发团队应保持对新技术趋势的敏感性，参与技术社区、参加行业会议和关注技术新闻是了解新技术趋势的好方法，以便团队及时了解最新的技术，决定是否将其引入项目中。

3.2 规范处理管理问题

时间表压力是软件开发项目中常见的管理问题，经常导致项目延期、质量下降和团队不满。如何规范处理时间表压力是至关重要的。首先，项目管理团队应合理制定项目时间表，时间表应基于项目的实际需求和复杂性来制定，而不是仅仅根据上级要求的截止日期，合理的时间表应包括项目各个阶段的时间估计包括需求分析、设计、开发、测试和上线，同时应考虑风险因素，以便在时间表中留出适当的缓冲时间。其次，时间表的管理需要持续的监控和调整，项目管理团队应定期跟踪项目的进展，识别潜在的延期风险并采取措施来应对这些风险。另外，沟通也是处理时间表压力的关键，开发团队应与项目管理团队保持密切的沟通，及时报告问题和进度，从而能够及早发现问题并采取纠正措施。最后，项目管理团队和利益相关者应理解软件开发的复杂性和不确定性，在一些情况下的时间表需要调整，从而保障项目的成功[4]。

范围蔓延是管理问题中的另一个常见挑战。首先，项目管理团队应建立清晰的需求管理流程，确保所有需求都经过充分的需求分析和评估以确定其优先级和影响，需要建立变更控制程序以便在项目进行过程中处理新需求，并确保其与原始范围的一致性。其次，项目管理团队和开发人员需要了解范围蔓延的潜在风险以及如何防止和管理它，培训可以帮助团队更好地理解需求管理和变更控制的重要性。另外，项目管理团队需要与利益相关者建立有效的沟通渠道，定期的需求审查会议，从而保障所有相关方都了解项目的需求和范围，在变更请求时沟通可以帮助相关方理解变更的影响，以便做出明智的决策。最后，范围蔓延的风险评估和决策应该在项目计划中考虑，项目管理团队应预留适当的资源和时间来处理潜在的范围蔓延，减少其对项目的负面影响。

团队之间的不良沟通或合作问题导致信息不对称、决策延误和项目延期。首先，建立清晰的沟通渠道和流程是解决团队沟通问题的第一步，团队成员应明确了解如何报

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

告问题、寻求支持和与其他团队成员合作，因此要制定沟通计划、定义沟通责任和建立问题追踪系统。其次，培训和培训可以帮助团队成员提高沟通技巧和协作能力，培训包括冲突解决、团队建设和有效沟通的课程，以便有效改善团队之间的合作和信息共享。

3.3 解决质量问题

稳定性问题是指软件中的错误和漏洞，导致应用程序崩溃或不稳定。解决稳定性问题需要采取一系列措施。首先开发团队应实施全面的测试计划，这包括单元测试、集成测试和系统测试，从而保障所有功能都经过充分测试，自动化测试工具可以帮助减少测试的重复性，提高测试覆盖率。其次，错误和漏洞的管理是解决稳定性问题的关键，开发团队应建立问题跟踪系统以记录、跟踪和分配问题，问题应经过仔细的分析来确定其严重性和紧急性，解决问题的优先级应基于其影响程度和用户需求。另外，持续集成和持续交付（CI/CD）实践可以帮助早期发现和解决稳定性问题，CI/CD 流程可从而保障每次代码更改都经过自动化测试和部署，从而降低错误进入生产环境的风险。最重要的是，团队应建立质量文化，将质量置于首要位置，质量意识应贯穿整个开发团队，从需求分析到设计和编码，直到测试和维护，团队成员应明白质量的重要性，并努力达到高质量的软件产品[5]。

性能问题导致软件响应时间过长、资源占用过多，或无法处理大规模数据。解决性能问题需要采取多方面的措施。性能测试是解决性能问题的关键，开发团队应建立性能测试计划包括负载测试、性能剖析和压力测试，这些测试可以帮助发现性能瓶颈和瓶颈，以便采取相应的措施。其次，开发团队应使用性能监控工具来监视应用程序的性能，识别瓶颈并进行性能优化，优化包括改进代码、数据库查询、缓存和硬件资源的使用。另外，使用适当的缓存策略可以减少数据库查询和数据传输的次数，从而提高性能，负载均衡可从而保障应用程序在多个服务器上均匀分布以处理高流量。

可维护性问题涉及到软件代码的结构、文档和规范。解决可维护性问题需要采取一系列的措施。首先，开发团队应采用最佳的编码实践，包括命名约定、单一职责原则和面向对象编程，代码审查是一种有效的方式，用来发现和改进代码质量。其次，开发团队应编写清晰和详尽的文档，包括代码注释、技术文档和用户手册，这有助于后续开发和维护工作的顺利进行。另外，采用合适的开发工具和集成开发环境可以提高可维护性，这些工具可以帮助开发人员更好地管理代码、版本控制和代码重构。

4 如何做好计算机应用软件维护工作

4.1 建立清晰的维护策略

在进行软件维护之前，首要任务是建立清晰的维护策略。维护策略应明确定义维护的目标、范围和优先级，从而保障工作有重点地进行。维护策略的目标包括性能优化、错误修复、功能升级或安全增强，同时策略还应明确规定维护的范围，即需要维护哪些部分、改进哪些功能以及解决哪些问题。最重要的是，策略应明确确定维护工作的优先级，从而保障最关键的问题首先得到解决。

4.2 建立高效的维护团队

一个高效的维护团队是成功维护软件的核心。这个团队应该包括经验丰富的开发人员、测试人员和技术支持人员，他们应具备广泛的技术知识和问题解决能力。团队成员之间的有效沟通和协作也是非常重要的。他们需要迅速分享信息、讨论问题并协同解决挑战，良好的协作有助于提高维护工作的效率[6]。

4.3 采用版本控制和文档管理

在维护过程中，版本控制和文档管理是必不可少的，版本控制系统可以帮助团队跟踪代码变更，记录每个版本的修改，以便追溯和恢复以前的状态，文档管理系统则有助于组织和维护项目文档、技术文档和用户手册。版本控制系统应具备以下特点：支持多用户协作，允许团队成员同时编辑和提交代码；提供版本历史记录，了解每个版本的修改内容；支持分支和合并，从而保障维护工作不会影响主干开发。

5 结语

综上所述，计算机应用软件的开发和维护是一项复杂而不断演进的工作，在这个数字时代，软件已经成为人们生活和商业运营的不可或缺的一部分，因此了解如何有效地开发和维护软件至关重要。在这个过程中，建立清晰的维护策略、拥有高效的维护团队、采用版本控制和文档管理、进行系统性测试以及建立持续改进的文化都是关键要素。只有通过综合考虑这些因素，软件开发和维护才能取得成功。通过不断学习和适应新技术、工具和最佳实践，更好地满足用户需求，提高软件质量并保持竞争力。

[参考文献]

[1]张昊.计算机应用软件的开发及维护研究[J].造纸装备及材料,2021,50(1):177-178.
[2]吴金玲.刍议计算机应用软件的开发和维护[J].计算机产品与流通,2020(2):23.
[3]辛立新.计算机应用软件的开发和维护[J].数码世界,2019(3):28.
[4]顾正庶.计算机应用软件的开发和维护[J].山东工业技术,2019(5):154.
[5]曾嵘娟.试谈计算机应用软件的开发和维护[J].电脑编程技巧与维护,2018(10):46-48.
[6]万波.计算机应用软件的开发和维护策略分析[J].无线互联科技,2018,15(19):33-34.

作者简介：杨瑞青（1994.9—）女，汉族，中央民族大学硕士毕业，现就职于硅湖职业技术学院，职位为计算机学院专任教师，研究方向：计算机应用技术。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于电气工程自动化技术在电力系统运行中的应用探析

朱志成[1] 邬瑞鹏[1] 李宗源[1] 柳 栋[2] 白文贤[2]
1 内蒙古伊泰化工有限责任公司，内蒙古 鄂尔多斯 017400
2 内蒙古承泰建设工程科技有限公司，内蒙古 鄂尔多斯 017400

[摘要]随着我国社会经济的不断发展和人民生活质量的提高，电力需求持续增加，电力系统的稳定运行成为确保国家社会稳定有序运行的关键要素之一。为满足这一需求，电气工程自动化技术应运而生，作为一项关键的技术手段，它在电力系统运行中的应用已经得到广泛关注和采用。电气工程自动化技术在电力系统中的应用，以提高系统的运行水平，降低运行压力，确保持续供电目标的实现，同时增加电力企业的经济效益。文章中介绍了电气工程自动化技术的基本概念，并概述了电力系统的结构和功能。随后，深入探讨了电气工程自动化技术的应用意义，分析了电气工程自动化技术在电力系统运行中的特点，进一步，详细深入了电气工程自动化技术在电力系统运行中的具体应用，展示了电气工程自动化技术在提高电力系统运行水平和经济效益方面的重要作用。

[关键词]电气工程；电力系统；自动化技术；供电目标
DOI：10.33142/sca.v6i10.10237 中图分类号：TM76 文献标识码：A

Application Analysis of Electrical Engineering Automation Technology in Power System Operation

ZHU Zhicheng[1], WU Ruipeng[1], LI Zongyuan[1], LIU Dong[2], BAI Wenxian[2]
1 Inner Mongolia Yitai Chemical Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China
2 Inner Mongolia Chengtai Construction Engineering Technology Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China

Abstract: With the continuous development of Chinese social economy and the improvement of people's quality of life, the demand for electricity continues to increase. The stable operation of the power system has become one of the key elements to ensure the stable and orderly operation of the country's society. In order to meet this demand, electrical engineering automation technology has emerged. As a key technological means, its application in the operation of the power system has been widely concerned and adopted. The application of electrical engineering automation technology in the power system aims to improve the operational level of the system, reduce operational pressure, ensure the achievement of sustainable power supply goals, and increase the economic benefits of power enterprises. The article introduces the basic concepts of electrical engineering automation technology and outlines the structure and functions of the power system. Subsequently, the application significance of electrical engineering automation technology was deeply explored, and the characteristics of electrical engineering automation technology in the operation of the power system were analyzed. Furthermore, the specific application of electrical engineering automation technology in the operation of the power system was detailed, demonstrating the important role of electrical engineering automation technology in improving the operation level and economic benefits of the power system.

Keywords: electrical engineering; power system; automation technology; power supply target

引言

随着我国社会经济不断蓬勃发展以及人民生活质量的显著提高，电力需求正日益增加，电力系统的稳定运行变得愈发重要。电力作为现代社会的动力源，对于维护国家的社会稳定和经济持续增长起到至关重要的作用。然而，随着用电量的不断增加，电力系统也面临着越来越大的挑战，包括如何保持高效运行、提高稳定性和可靠性，以及如何应对各种潜在故障和问题。在这一背景下，电气工程自动化技术应运而生，并迅速成为确保电力系统安全运行、提高其运行水平、降低运行压力以及实现持续供电目标的关键技术手段。电气工程自动化技术的应用不仅有助于提高电力系统的效率，还能够减少运营成本，增加电力企业的经济效益。文中深入探析了电气工程自动化技术在电力系统中的应用，分析其应用意义、特点和具体应用，以期为确保电力系统的稳定运行和社会的持续稳定发展提供有力的支持和指导。

1 电气工程自动化技术及电力系统概述

1.1 电气工程自动化技术概述

1.1.1 自动化技术的定义和分类

自动化技术是一种将计算机、控制系统和信息技术应用于电力系统中的方法。它可以分为若干类别，包括监控与控制系统、自动化保护系统、能源管理系统等。这些技

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

术的不同应用领域和功能使得电力系统能够更智能地运行，提高了系统的灵活性和响应速度。

1.1.2 自动化技术在电力系统中的作用

电气工程自动化技术在电力系统中发挥着关键作用。它可以用于实时监控电力系统的状态，协调电力生产和输送，保护设备免受故障损坏，优化电力分配，提高电力系统的可靠性和稳定性。这些技术还有助于减少人工干预，提高操作效率，并支持电力系统的可持续发展。

1.2 电力系统概述

1.2.1 电力系统组成和功能

电力系统由多个组成部分组成，包括发电厂、输电网、变电站和配电网等。发电厂产生电力，输电网将电力从发电厂输送到各地，变电站用于升降电压和分配电力，而配电网将电力送达最终用户[1]。电力系统的主要功能是确保电力的生产、传输和分配，以满足社会对电力的需求。

1.2.2 电力系统的运行特点

电力系统的运行特点包括电力需求的时变性、复杂的网络拓扑、电力传输的损耗和电压稳定性的维护等。这些特点使得电力系统的运行管理具有挑战性，需要高度的自动化和控制技术来确保系统的稳定运行。

2 电气工程自动化技术的应用意义

2.1 提高电力系统运行效率

提高电力系统运行效率是电气工程自动化技术的关键应用之一。通过实时监控和自动化控制，系统操作人员可以更准确地了解电力系统的状态，包括负荷需求、设备运行情况和能源供应。自动化系统可以自动调整发电和输电参数，以满足不同时段的电力需求，从而实现电力系统的高效运行。这有助于减少电能浪费、降低运营成本，并提供更多的电力供应选择，如调整电压和频率，以适应不同的负荷需求。

2.2 增强电力系统的稳定性和可靠性

电气工程自动化技术还能够增强电力系统的稳定性和可靠性。通过自动化保护系统和实时监控技术，系统可以及时检测并响应故障情况，避免故障扩大或蔓延。自动化技术可以自动切换电力路径，分离故障区域，减少电力中断的风险。此外，它还能够监测电力设备的健康状况，提前发现潜在问题，以进行预防性维护，降低设备故障的概率，进一步提高了电力系统的可靠性。

2.3 能够科学排查电力系统故障

电气工程自动化技术为科学排查电力系统故障提供了有力工具。通过实时数据采集和分析，系统操作人员可以迅速识别故障的发生地点和原因。自动化技术能够生成警报和故障报告，指导操作人员迅速采取必要的措施来恢复电力系统的正常运行[2]。此外，它还有助于收集历史故障数据，进行根本原因分析，以改进电力系统的设计和运行，减少故障的再次发生。

3 电气工程自动化技术在电力系统运行中的应用特点

3.1 高可靠性

3.1.1 冗余设计和备份策略

自动化系统通常采用冗余设计，即在关键部件或子系统上配置备用设备。这意味着如果一个部件或子系统发生故障，备用设备可以立即接管工作，确保系统的连续运行。这种冗余设计可以降低因设备故障而导致的电力中断风险，提高了系统的可用性。

3.1.2 快速检测和响应能力

自动化系统具有快速检测和响应电力系统问题的能力。它可以实时监测电力设备的状态，并在检测到异常情况时迅速采取措施。例如，如果系统检测到电力设备超负荷或短路，它可以立即切断相关电源或切换电流路径，以减少潜在的故障影响。这种快速的响应有助于防止故障扩大，并减少了电力中断的持续时间。

3.1.3 系统的稳定性和连续供电

高可靠性意味着电力系统能够在各种挑战和突发情况下保持稳定运行。无论是自然灾害、设备故障还是其他不可预测的事件，自动化系统都能够确保持续供电目标的实现。这对于维护社会基础设施、支持生产活动以及保障公共安全至关重要。

3.1.4 经济效益

高可靠性的电力系统可以降低电力中断和故障带来的损失和成本。它有助于减少生产中断、设备损坏和服务中断，从而提高了电力系统的经济效益。此外，通过降低维修和维护的紧急性，高可靠性还有助于降低运营成本。

3.2 维护便捷

3.2.1 自动诊断和修复功能

自动化系统通常具备自诊断和自修复功能，能够自动检测设备故障并提供详细的报警信息。这意味着运维人员可以更快速地定位和修复问题，降低了维护成本和维修时间。系统的自动化诊断还有助于预防潜在的故障，提高了电力系统的可用性。

3.2.2 计划性维护

自动化技术使维护工作可以更加计划和预测。运维人员可以基于系统数据和性能指标，定期进行设备检修和保养，而不是等到设备出现故障才进行紧急维修。这种预防性维护有助于降低维修成本，延长设备的使用寿命，提高了电力系统的稳定性。

3.2.3 远程监控和管理

维护便捷性还包括远程监控和管理电力系统的能力。运维人员可以通过远程接入系统，实时监控设备状态和性能，进行远程调整和控制。这无需频繁地现场操作，提高了工作效率和安全性，特别是在一些危险或难以达到的地点。这些维护便捷性的特点使得电力系统的运维工作更加

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高效和可靠，有助于确保电力供应的连续性和电力系统的稳定运行。

3.3 自动化保护与故障检测

3.3.1 实时监测和检测

自动化系统可以实时监测电力设备的状态和性能。通过传感器、监控装置和数据采集系统，系统可以获取设备运行的关键参数，如电压、电流、温度等。这使得系统能够及时察觉到设备的任何异常情况，包括过载、短路、设备故障等。

3.3.2 迅速地反应和保护

一旦自动化系统检测到电力设备出现故障或异常情况，它可以立即采取措施进行保护和隔离。这些措施可能包括自动切断电源、改变电流路径、调整设备参数或发出警报。这样可以迅速限制故障的影响范围，防止故障进一步扩大，从而保护了电力系统的稳定性和可靠性。

3.3.3 减少设备损坏和电力中断

自动化保护与故障检测技术有助于减少设备损坏和电力中断的风险。通过迅速检测和隔离故障，系统可以避免电力设备受到过大的负荷或损坏，同时减少了电力中断的时间和频率。这对于确保电力供应的连续性和电力系统的可靠性至关重要。

3.4 减少人为干预和操作错误

电气工程自动化技术在电力系统运行中的另一个重要应用特点是减少人为干预和操作错误。随着电力系统的不断发展和扩大规模，系统的复杂性逐渐增加，而传统的电力系统中人工操作和干预占据了重要地位，但这也带来了人为操作错误的风险。电气工程自动化技术通过自动化控制、智能算法和自动化保护系统等手段，显著减少了对人工操作的依赖，从而降低了误操作的风险。这一特点有助于提高电力系统的稳定性和可靠性，确保了持续供电目标的实现，减少了电力中断和事故的风险，进一步提升了电力系统的运行水平和安全性。

4 电气工程自动化技术在电力系统运行中的具体应用

4.1 仿真技术和智能控制技术的应用

仿真技术和智能控制技术在电力系统中的应用旨在模拟电力系统的运行情况，并通过智能控制算法来优化系统的性能。通过仿真，可以模拟各种负荷、故障和操作情境，以评估电力系统的响应和性能[3]。智能控制技术则利用高级算法，实时调整电力系统的操作参数，以提高效率、降低损耗和增强系统的稳定性。这些技术的应用可以帮助电力系统运营商更好地规划和管理电力生产与分配，以满足不断变化的电力需求。

4.2 集成技术的应用

集成技术在电力系统中的应用旨在整合各个子系统和组件，以实现更高级别的控制和协调。它包括数据集成、通信集成和系统集成等方面。通过集成技术，不同的电力系统组件可以实时共享信息，协同工作，提高系统的整体性能。例如，集成技术可以用于将发电厂、输电网和变电站的运行数据整合在一起，以实现更好地运行协调和决策支持。

4.3 实时监控与操作技术的应用

实时监控与操作技术是电力系统中的关键应用，它允许运营人员实时监测电力系统的状态，并迅速做出决策以保持系统的稳定运行。这些技术包括实时数据采集、远程监控、故障检测和自动化操作等。实时监控与操作技术还可以通过可视化界面和报警系统提供操作人员所需的信息，使他们能够更好地理解系统的运行情况，并在必要时采取行动。

4.4 电网调度技术的应用

电网调度技术是电力系统运行的核心，它涉及到电力的生产、输送和分配的协调和调度。电网调度技术可以实时优化电力系统的运行，以满足不同地区和时间段的负荷需求。它还可以协调发电厂和输电网的运行，以确保电力的高效传输。电网调度技术还包括紧急情况下的应急措施，以确保系统的稳定性。

4.5 PLC 技术的应用

PLC（可编程逻辑控制器）技术在电力系统中的应用主要涉及到控制和自动化。PLC 是一种特殊的计算机，用于控制各种电力设备和系统。它们可以编程执行各种任务，包括开关操作、保护触发和数据采集等[4]。PLC 技术的应用可以提高电力系统的可编程性和可控性，实现更精确的控制和调度。

4.6 智能变电站的特点和效益

智能变电站是电力系统中的一种新兴应用，它采用先进的自动化技术和数字化控制，以提高变电站的效率和可靠性。智能变电站可以实时监测设备状态，进行自动化调度和维护，减少设备故障和电力中断的风险。此外，智能变电站还具有更好的互操作性，可以更好地整合不同供应商的设备和系统，提高了系统的灵活性和可扩展性。

4.7 负荷管理系统的优势和实际应用

荷管理系统在电力系统中具有重要的优势和实际应用价值。其优势包括负荷平衡优化、能源节约、降低成本和应急响应等方面。负荷管理系统的实际应用涵盖电力市场运营、分布式能源管理、工业和商业用电管理以及电力系统规划等多个领域。这些优势和应用领域使负荷管理系统成为电力系统中不可或缺的关键组成部分，有助于提高电力系统的稳定性、经济性和可靠性。

5 结语

在电力系统的不断发展和现代社会的日益增长需求下，电气工程自动化技术已经成为确保电力系统运行稳定、可靠的关键要素之一。本文中深入探讨了电气工程自动化

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

技术的概述以及其在电力系统中的关键特点和应用。这些特点包括高可靠性、维护便捷性、自动化保护与故障检测等，它们共同推动了电力系统的提升，提高了系统的稳定性、安全性和经济性。电气工程自动化技术的应用意义在于提高电力系统的运行效率、增强其稳定性和可靠性，以及科学排查电力系统故障，从而确保电力持续供应的目标得以实现。这一技术的发展与应用不仅有助于满足社会对电力的不断增长需求，还为电力企业带来了更高的经济效益。电气工程自动化技术的不断创新和应用已经深刻地改变了电力系统的运行方式，使其更加智能、高效、可靠。随着科技的不断进步，电气工程自动化技术将继续发挥关键作用，为社会和经济发展提供强大的电力支持，确保电力系统始终运行在最佳状态。

[参考文献]

[1]高飞.电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展分析[J].冶金与材料,2021,41(6):91-92.
[2]李海,王慧,李瑛,等.电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展探讨[J].数字通信世界,2021(7):156-157.
[3]刘畅.电气工程自动化技术在电力系统中的应用[J].光源与照明,2021(10):143-145.
[4]杜兆慧,张彦生.电力系统自动化发展中电气工程及其自动化技术分析[J].电气传动自动化,2021,43(1):22-24.

作者简介：朱志成，(1988.3—)，学历：本科，目前职务：主管级工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用

王学英[1] 朱志成[2] 李宗源[2] 柳 栋[1] 寇尊棋[1]
1 内蒙古承泰建设工程科技有限公司，内蒙古 鄂尔多斯 017400
2 内蒙古伊泰化工有限责任公司，内蒙古 鄂尔多斯 017400

[摘要]随着科技的不断进步，电力工程自动化控制在现代工业体系中扮演着至关重要的角色。在电力系统中，确保设备的稳定运行、提高生产效率、降低能源浪费和保障安全性，是一系列迫切需要解决的挑战。在这一背景下，可编程逻辑控制器（PLC）技术应运而生，成为电力工程自动化控制的核心。PLC 技术以其灵活的编程能力、实时的响应速度和广泛的应用领域，已经成为工程师们首选的自动化解决方案。文章中探讨了可编程逻辑控制器（PLC）技术在电力工程自动化控制中的关键应用。

[关键词]PLC 技术；电气工程；自动化；应用
DOI：10.33142/sca.v6i10.10236 中图分类号：TP273 文献标识码：A

Application of PLC Technology in Electrical Engineering Automation Control

WANG Xueying [1], ZHU Zhicheng [2], LI Zongyuan [2], LIU Dong [1], KOU Zunqi [1]
1 Inner Mongolia Chengtai Construction Engineering Technology Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China
2 Inner Mongolia Yitai Chemical Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China

Abstract: With the continuous progress of technology, power engineering automation control plays a crucial role in modern industrial systems. In the power system, ensuring the stable operation of equipment, improving production efficiency, reducing energy waste, and ensuring safety are a series of urgent challenges that need to be solved. In this context, programmable logic controller (PLC) technology has emerged as the core of power engineering automation control. PLC technology has become the preferred automation solution for engineers due to its flexible programming capabilities, real-time response speed, and wide application fields. The article explores the key applications of programmable logic controller (PLC) technology in power engineering automation control.

Keywords: PLC technology; electrical engineering; automation; application

引言

PLC 技术作为一种高度灵活、可编程的自动化控制系统，不仅具备实时性和精确性，而且可以适应多样化的控制需求。它不仅在电气工程领域广泛应用，而且在电力系统的顺序控制、开关量控制、闭环控制和模拟量控制等方面发挥着关键作用。PLC 技术的应用，不仅提高了电力工程的智能化水平，同时也为能源的高效利用和环境保护提供了可持续性解决方案。

1 概述 PLC 技术

PLC 技术（可编程逻辑控制器）是现代自动化控制领域的核心技术之一，它基于数字化计算机技术，广泛应用于工业控制系统中。通过 PLC，工程师可以编写程序来控制和监控机器设备，替代传统的继电器控制系统，实现自动化生产和操作过程。PLC 技术的灵活性和可编程性使得它成为各种工业应用中的理想选择。

1.1 PLC 技术概念

PLC 是一种专用的计算机设备，它能够根据用户编写的程序，处理各种输入信号，并产生相应的输出信号，实现自动化控制。PLC 的程序由用户编写，可以根据需求随时修改，使得系统适应性非常强，同时，PLC 的逻辑控制能力也使得它能够处理复杂的控制任务。

1.2 PLC 技术应用原理

PLC 系统的工作原理基于输入、处理和输出（I/O）的基本过程。首先，PLC 通过各种传感器和输入设备采集外部信息，这些信息被输入到 PLC 系统中[1]。然后，PLC 根据预先编写的控制程序，对输入信号进行逻辑运算和处理。最后，PLC 产生输出信号，控制各种执行器和设备，实现自动化控制。这个过程实时发生，确保了系统的高效运行。

1.3 PLC 技术特点

PLC 技术具有多项独特特点，使其在自动化控制中得以广泛应用。首先，PLC 的可编程性为其赋予了高度灵活性和适应性。工程师可以根据实际需求编写和修改 PLC 程序，使得它可以适用于各种不同的控制任务，从而满足不同产业领域的需求。其次，PLC 技术具备卓越的实时性，能够立即响应输入信号，并在瞬间产生准确的输出响应。这种实时性保证了控制系统的及时性和准确性，尤其在需要高度精确控制的工业过程中尤为重要。PLC 的灵活性体现在其系统结构上，可以根据具体需求进行灵活扩展和改造。无论是小规模的生产线还是复杂的工业控制系统，PLC 都可以适应，并且随着系统需求的变化进行扩展，而不需

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

要对整个系统进行重新设计。同时，PLC 技术还以其卓越的可靠性著称。PLC 设备具有较高的稳定性和可靠性，即便在恶劣的环境下，例如高温、高湿度或者强电磁干扰环境下，PLC 系统依然能够稳定运行，保障工业生产的连续性。最后，PLC 系统的易维护性是其另一个显著特点。通常，PLC 系统内置有自诊断和报警功能，能够迅速定位和识别故障，并提供详细的报警信息。这使得工程师可以迅速采取措施，快速排除故障，从而减少了系统维护和修复的时间。这些特点共同使得 PLC 技术成为自动化控制领域的核心技术，被广泛应用于工业生产、制造和其他自动化控制领域。

2 PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用优势

PLC 技术在电气工程自动化控制中具有显著的优势，这些优势使得它成为自动化领域的首选技术。首先，PLC 技术具备高度可编程性，能够根据特定需求进行灵活编程，适应各种不同的电气工程控制任务。这种灵活性意味着 PLC 系统可以迅速调整和修改，适应不断变化的生产需求，而无需更换硬件设备，降低了系统更新和维护的成本。其次，PLC 技术具有卓越的实时性和精确性。PLC 系统能够即时响应各种输入信号，并在毫秒级别内产生准确的输出响应。这种快速的响应速度确保了电气工程系统的高效运行，特别是在需要高精度控制的任务中，如自动装配线或者精密机械制造。此外，PLC 技术具有出色的灵活性和易扩展性。无论是小规模的电气控制系统还是大型复杂的电力分配网络，PLC 系统都能够轻松应对。PLC 系统的模块化设计使得用户可以根据需要扩展输入/输出设备，无需重新设计整个系统，大大节省了时间和成本。这种灵活性也为系统的未来升级提供了便利，随着需求的增长，系统可以方便地进行扩展和改造[2]。另外，PLC 技术在电气工程控制中具备良好的稳定性和可靠性。PLC 设备通常经过严格的测试和验证，能够在各种恶劣环境下稳定运行。这种可靠性保证了电气工程系统的持续稳定性，减少了因系统故障引起的生产中断，提高了生产效率和生产线的可用性。

3 PLC 技术在电力工程自动化控制中的具体应用

3.1 PLC 技术在顺序控制中的应用

在电力工程领域，PLC 技术在顺序控制中发挥着关键作用。顺序控制是指按照特定的顺序和时间安排，控制各个设备和系统在特定时刻完成特定动作的过程。在电力系统中，特别是在发电厂、变电站和配电站等领域，顺序控制是确保系统安全运行和设备协调工作的基础。以下是 PLC 技术在顺序控制中的具体应用方面的详细介绍：在发电厂的启动过程中，各个设备（如锅炉、蒸汽轮机、发电机等）的启动顺序至关重要。PLC 系统可以根据预设的启动顺序，监测各个设备的状态，并确保它们在正确的时间顺序内启动。例如，在启动蒸汽轮机之前，PLC 系统会监测到锅炉温度和压力是否达到要求，只有在符合条件时才会启动蒸汽轮机。这种智能的顺序控制确保了整个发电系统的安全启动。在发电厂的停机过程中，PLC 技术同样发挥着关键作用。在停机时，各个设备的关闭顺序也需要严格控制，以避免因为设备关闭不当而引发的问题。PLC 系统可以精确控制每个设备的关闭顺序，并且可以实现设备之间的互锁，确保设备在关闭时不会产生冲突，从而保障了整个系统的平稳停机。此外，在配电站和变电站中，PLC 技术也被广泛用于各种设备的顺序控制。例如，在高压开关设备的操作中，PLC 系统可以确保在分断或恢复电路时，各个开关的操作顺序正确无误。这种精准的顺序控制不仅确保了电力系统的稳定运行，同时也提高了系统的安全性和可靠性。

3.2 PLC 技术在开关量控制中的应用

在电力工程中，PLC 技术在开关量控制方面具有广泛的应用。开关量控制是指对系统中的开关、阀门、断路器等进行控制，从而实现电路的分断、连接、切换等操作。以下是 PLC 技术在开关量控制中的详细应用：首先，PLC 系统可以集成各种传感器和输入设备，用于监测电力系统中的开关状态。这些传感器可以检测开关的位置、状态和电流等信息。通过 PLC 的实时数据采集和处理，系统操作员可以随时了解开关设备的状态，确保其在安全范围内运行。其次，PLC 技术可以实现远程开关控制。在大规模电力系统中，经常需要对远程设备进行开关操作。PLC 系统通过网络连接，可以实现对远程设备的监控和控制。操作员可以通过计算机或者移动设备，远程操控开关设备，实现对电力系统的远程管理。这种远程控制大大提高了操作的便利性和灵活性。此外，PLC 系统还可以实现定时开关和计划任务控制。在电力系统中，一些设备需要在特定的时间进行开关操作，例如，不同时间段的负载需求不同，需要切换不同的电源。PLC 系统可以根据预设的时间表，自动控制开关设备的状态，确保在不同时间段电力系统的稳定运行。最重要的是，PLC 技术在开关量控制中的应用可以实现高度的智能化。PLC 系统可以通过编程实现逻辑判断，根据不同的条件自动控制开关设备。例如，当某个开关设备的负载超过预设值时，PLC 系统可以自动切断电源，避免设备过载损坏。这种智能化控制大大提高了电力系统的安全性和可靠性。PLC 技术在电力工程的开关量控制中通过实时监测、远程操作、定时任务和智能控制等手段，提高了电力系统的管理效率，确保了系统的安全稳定运行。

3.3 PLC 技术在闭环控制系统中的应用

在电力工程的闭环控制系统中，PLC（可编程逻辑控制器）技术发挥着至关重要的作用。闭环控制系统是一种基于反馈机制的控制系统，它通过不断地监测系统输出，并将这些信息与期望的输出进行比较，然后调整控制器的输出，以使系统的行为更加稳定和准确。PLC 技术的高度可编程性和实时性使得它成为闭环控制系统的理想选择。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

在电力工程中，闭环控制系统广泛应用于发电厂、变电站和配电系统等领域，以确保电力系统的稳定性、可靠性和安全性。以下是 PLC 技术在闭环控制系统中的详细应用：首先，PLC 系统用于接收各种传感器的反馈信号。这些传感器可以监测电力系统中的温度、压力、电流、电压等参数。PLC 系统通过这些传感器实时采集数据，并将其转化为数字信号，为控制系统提供准确的输入。其次，PLC 技术通过内置的控制算法和逻辑进行数据处理。PLC 系统可以根据预设的控制策略，将传感器采集到的数据与期望的数值进行比较。如果存在差异，PLC 系统将计算出必要的调整量，并输出相应的控制信号，调整系统的工作状态，使得系统的输出逼近预期值。PLC 系统还可以实现控制器的参数调整和优化[3]。通过监测系统的反馈信号，PLC 系统可以分析系统的性能，识别潜在的问题，并根据实时数据动态地调整控制器的参数。这种自适应性和自优化性使得系统能够适应不同工况和负载需求，提高了系统的稳定性和效率。另外，PLC 技术还用于实现安全控制和紧急停机功能。当系统出现异常或者超过安全范围时，PLC 系统可以立即采取措施，切断电源，避免设备损坏或者人员伤害。这种安全保护机制确保了电力系统在各种情况下的安全运行。

3.4 PLC 技术在模拟量控制中的应用

在电力工程中，PLC（可编程逻辑控制器）技术在模拟量控制方面具有广泛的应用。模拟量控制是指对系统中连续性的物理量（如温度、压力、流量等）进行精确控制和监测的过程。PLC 技术通过其高度的可编程性、精确性和实时性，使其成为模拟量控制的理想选择。

以下是 PLC 技术在电力工程的模拟量控制中的详细应用：首先，PLC 系统通过各种传感器（如温度传感器、压力传感器等）采集电力系统中的模拟量数据。这些传感器将连续的物理量转换为电信号，PLC 系统通过模拟输入模块接收这些信号。这些模拟输入信号可以是温度、湿度、压力等实时数据，为控制系统提供了准确的输入。其次，PLC 技术具有高精度的模拟信号处理能力。PLC 内部的模拟处理模块可以对接收到的模拟信号进行精确的测量和计算。这种精度保证了控制系统对物理量的高精度控制，尤其在需要高精度的工业应用中，如发电厂的温度控制或者压力控制。PLC 系统还能够根据预设的控制算法，实时地对模拟量进行调节。例如，在发电厂的锅炉控制中，PLC 系统可以根据蒸汽需求的变化，实时调整燃料供应和风量，以保持锅炉的稳定温度。这种自动化的调节过程不仅提高了系统的稳定性，还降低了能源的浪费。另外，PLC 技术还可以实现模拟量的远程监控和报警。通过网络连接，PLC 系统可以将模拟量数据传送到远程监控中心。当模拟量超出预设范围时，PLC 系统可以发出警报，提醒操作人员采取相应的措施。这种远程监控和报警功能保障了电力系统的安全运行。

4 PLC 技术在电力工程自动化控制中的发展趋势

PLC 技术在电力工程自动化控制中的发展趋势日益引人注目，它不断演进以适应不断变化的电力系统需求和技术挑战。以下是 PLC 技术在电力工程自动化控制中的发展趋势的详细描述：首先，智能化和自适应性是 PLC 技术的未来发展方向。随着人工智能和机器学习技术的不断发展，PLC 系统将变得更加智能化，能够自动学习和优化控制策略。通过深度学习算法，PLC 系统能够预测系统行为、识别异常，并自动调整控制参数，提高系统的自适应性，使其在不同负载和环境条件下都能够保持稳定性。其次，物联网（IoT）的整合将成为 PLC 技术的重要发展方向。PLC 系统将更多地与各种传感器、设备和云平台进行连接，实现数据的实时监测、分析和远程控制。通过 IoT 的支持，PLC 系统可以更好地实现设备间的信息共享和协同工作，提高电力系统的整体效率和可靠性。另外，网络安全性将成为 PLC 技术发展的重中之重。随着电力系统的数字化程度不断提高，系统的网络安全性将面临更大的挑战。PLC 系统将加强对网络攻击和数据泄露的防范，采用更加安全的通信协议和加密技术，确保数据的机密性和完整性，保护电力系统的安全运行。此外，模块化设计和开放性将进一步推动 PLC 技术的发展。模块化设计使得 PLC 系统更加灵活，能够根据需求进行快速扩展和定制化。同时，开放性意味着 PLC 系统将更容易与其他系统进行集成，促进了不同厂家产品之间的互操作性，推动了电力系统的综合化和智能化发展。最后，能源效率和绿色化是 PLC 技术未来发展的重要目标。随着社会对可持续发展的关注增加，PLC 系统将致力于优化控制算法，提高电力系统的能源利用效率，降低能源浪费。同时，PLC 系统将更加关注绿色能源的应用，促进电力系统向清洁、可再生能源的转变。

5 结语

总的来看，PLC 技术以其高度可编程性、实时性、灵活性和可靠性，不仅提高了电力工程的自动化水平，同时也为电力系统的稳定运行和高效管理提供了关键支持。在未来，随着新技术的不断涌现，PLC 技术将继续演变和创新，为电力工程领域带来更多可能性，推动电力系统迈向更加智能、高效和可持续的未来。

[参考文献]

[1]王文魁.PLC 技术在电气自动化控制中的应用[J].电子技术,2022,51(6):202-203.
[2]张梓奕.探究 PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用[J].工程建设与设计,2022(21):127-129.
[3]何亚福,李留现,路续.PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用[J].锻压装备与制造技术,2023,58(4):83-84.

作者简介：王学英（1991.3—），学历：本科，目前职务：电气工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

BIM 与数字化技术在大型电网项目建设中的应用研究

陈 祥
国网厦门供电公司，福建 厦门 361000

[摘要]文章旨在探讨BIM（Building Information Modeling）与数字化技术在大型电网项目建设中的应用，以提高项目设计、施工、运维与维护的效率与质量。首先介绍了BIM技术及数字化技术的基本概念，然后分析了它们在电网项目各个阶段的具体应用。随后，探讨了BIM与数字化技术的整合方式，分析了整合后的优势与挑战，研究发现，BIM与数字化技术的有机结合可以极大提高电网项目建设的效率，同时也带来了一些挑战，例如数据安全和人才培养。最后，总结了研究的主要发现。
[关键词]BIM；数字化技术；电网项目建设
DOI：10.33142/sca.v6i10.10215 中图分类号：TU71 文献标识码：A

Research on the Application of BIM and Digital Technology in the Construction of Large Power Grid Projects

CHEN Xiang
State Grid Xiamen Power Supply Company, Xiamen, Fujian, 361000, China

Abstract: The article aims to explore the application of BIM (Building Information Modeling) and digital technology in the construction of large-scale power grid projects, in order to improve the efficiency and quality of project design, construction, operation and maintenance. Firstly, the basic concepts of BIM technology and digital technology were introduced, and then their specific applications in various stages of power grid projects were analyzed. Then, the integration of BIM and digital technology was explored, and the advantages and challenges after integration were analyzed. The study found that the organic combination of BIM and digital technology can greatly improve the efficiency of power grid project construction, while also bringing some challenges, such as data security and talent cultivation. Finally, the main findings of the study were summarized.
Keywords: BIM; digital technology; construction of power grid projects

引言

随着社会经济的快速发展，电力需求持续增长，大型电网项目的建设变得愈发重要。传统电网项目建设中，设计、施工、运维等环节往往存在信息孤岛、协同不足的问题，导致项目进度滞后、成本增加和质量难以保障。在此背景下，BIM技术和数字化技术的兴起为解决这些问题提供了新的可能性。BIM 技术以其立体化、数字化的特点，使得各个项目阶段的信息得以集成，实现了设计、施工、运维等环节的无缝衔接。数字化技术则通过大数据分析、人工智能等手段，为项目提供了智能化的决策支持。在大型电网项目建设中，BIM和数字化技术的应用，可以实现工程信息的全生命周期管理，提高设计的精度，优化施工流程，增强运维智能化水平，为电网项目的顺利推进提供了有力支持。

1 BIM技术在大型电网项目建设中的应用

1.1 BIM技术概述

BIM技术，即建筑信息模型技术，是一种将建筑、结构、设备等各种信息整合到一个综合性、数字化的模型中的方法。这个模型不仅包含了建筑的几何形状，还包含了建筑元素的属性信息、空间关系、数量以及时间等数据。相比于传统的二维设计和图纸，BIM技术具有立体化、数字化的特点，能够在项目的整个生命周期内实现信息的集成和共享。在大型电网项目建设中，BIM技术的应用可以为项目提供全方位、多层次的信息支持，从而帮助项目实现高效、精准的设计、施工和管理[1]。

1.2 BIM在电网设计与规划中的应用

在电网项目的设计与规划阶段，BIM技术不仅仅是一个工具，更是一种革命性的方法论，为电网建设带来了颠覆性的变革。在这一阶段，设计师们发现BIM技术如一把钥匙，打开了电网设计的新世界大门。通过BIM设计师们能够以前所未有的精度和全面性将建筑元素、设备设施等信息纳入模型中，实现了电网布局的立体化展示，仿若在虚拟世界中搭建了一个真实电网的模型。在这个虚拟的电网世界里，设计师可以进行多维度的分析，不仅限于简单的几何形状，更包括电力传输效率、安全性等多个方面。他们能够深入挖掘电网的各个角落，通过实时数据和仿真模拟，全面了解电力系统的性能表现。例如，设计师可以模拟不同电力负载下的电网响应，分析电力传输的稳定性和可靠性。同时，他们还能够进行与环境的关联性分析，考虑电网在各种气象条件下的适应性和稳定性，确保电网项目在各种复杂环境中都能够正常运行。这种立体化的设计方法不仅使得设计师们的想象力得以释放，更使得他们

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

能够更好地预见潜在问题。在这个虚拟世界中，设计师们可以随时引入各种变量，模拟各种场景，观察系统的反应。通过这种模拟，他们能够提前发现可能存在的设计隐患，及时进行优化和调整。例如，当模拟出某个电力节点在高负荷情况下出现过载的情况时，设计师可以迅速调整电网结构，增加电力传输通道，保障电网的稳定运行。这种实时的、动态的设计优化，使得设计的精度和可行性得到了显著提高[2]。

1.3 BIM 在施工阶段的应用

在电网项目的施工阶段，BIM 技术的引入为施工过程注入了新的活力与智能。通过 BIM 模型的精确模拟和仿真，施工方能够在虚拟世界中预演施工场景，从而优化施工顺序和流程。这种仿真不仅仅是静态的结构展示，还包括了动态的施工过程，使得施工方能够提前发现并解决施工中可能遇到的问题。施工人员在 BIM 模型的引导下，能够实时了解施工现场的情况，随时查看施工进度、材料使用情况以及工人的分工和安排。这种实时的数据反馈使得施工管理更加精细化，项目的推进情况一目了然。更为重要的是，BIM 模型为施工现场的实时管理和监控提供了强大的支持。通过移动设备，施工人员可以随时访问 BIM 模型，无论是在现场还是办公室，都能够实时查看施工进度和质量。例如，当某个施工节点出现偏差时，施工人员可以立即在 BIM 模型中标示问题，并且实时定位到具体位置，从而快速采取纠正措施。这种实时、动态的管理方式，不仅提高了施工的精度，还显著提升了安全性。通过 BIM 技术，施工人员能够提前发现潜在的危险因素，采取措施避免事故发生，最大程度地减少了施工中的风险。BIM 模型还为施工人员提供了智能化的辅助。在施工过程中，BIM 模型可以实时分析施工进度和资源利用情况，为施工方提供优化建议。这种智能化的辅助系统，使得施工过程更加高效。而且，BIM 模型还可以与其他系统集成，例如自动化机器人、无人机等，实现施工过程的自动化和无人化，提高施工效率，降低施工成本[3]。

1.4 BIM 在运维与维护中的应用

在电网项目的运维与维护阶段，BIM 技术的应用迎来了显著的突破，为项目的持续运行和安全性提供了强大的支持。BIM 技术的引入使得运维人员能够在虚拟世界中准确、迅速地定位到设备的位置、型号和维护历史。这种立体化的设备信息展示不仅提供了便捷，也为设备的维护提供了详尽的参考。运维人员可以轻松了解设备的组成结构，快速找到故障部位，并且掌握设备的使用历史，为设备的保养和修复提供了有力依据。通过 BIM 技术，运维人员还能够进行设备的健康状况分析，实现设备的预测性维护。BIM 模型不仅仅是一个静态的建筑结构模拟，更是一个蕴含着丰富数据的智能系统。运维人员可以利用 BIM 模型中的历史数据，结合设备的运行情况，进行设备寿命预测和性能分析。通过预测性维护，设备可能出现的故障可以在事故发生前被提前识别，从而避免了事故的发生，提高了电网系统的稳定性和可靠性。BIM 模型还可以集成传感器等物联网设备，实现对设备运行状态的实时监测。传感器可以实时采集设备的温度、湿度、振动等数据，将这些数据传输到 BIM 模型中，形成实时的设备健康状况图。运维人员可以随时访问 BIM 模型，了解设备的运行状态，发现异常情况，并且及时采取措施。这种智能化的运维方式，不仅提高了设备的利用率，延长了设备的使用寿命，还降低了运维成本，使得运维工作更加高效和精确[4]。

2 数字化技术在大型电网项目建设中的应用

2.1 数字化技术的定义与范围

数字化技术是一种将传统的信息、数据转化为数字形式，并且利用计算机、网络、传感器等现代信息技术手段进行处理、传输和存储的技术体系。在大型电网项目建设中，数字化技术不仅仅是简单的数据数字化，更是将各个环节的信息实现数字化处理，实现信息的高效管理和运用。这包括了数据采集、处理、传输、存储等多个环节，涵盖了物联网、大数据分析、人工智能等多个领域。

2.2 数字化技术在电网设计与规划中的应用

在电网项目的设计与规划阶段，数字化技术发挥着巨大的作用。通过传感器、遥感技术等手段，数字化技术可以实时采集地理信息、气象信息等数据，为电网布局提供科学依据。在设计阶段，数字化技术可以实现设计方案的虚拟仿真，通过大数据分析，提供多种设计方案的比较和评估。设计师可以基于这些数据，进行智能化的选址、布线规划，提高设计的合理性和适用性。

2.3 数字化技术在施工阶段的应用

在电网项目的施工阶段，数字化技术的应用为施工过程注入了前所未有的智能化和高效性。随着自动化机器人和无人机技术的广泛应用，施工现场的管理方式得以革命性的转变。自动化机器人作为施工场景中的得力助手，能够承担重复性高、劳动强度大的任务，不仅提高了施工效率，还显著降低了施工成本。这些机器人能够在狭小且危险的环境中操作，完成人类难以胜任的任务，例如高空作业、危险品处理等。通过其高度精准的操作，施工任务得以更加准确地执行，减少了人为因素引起的错误，提升了整体施工质量。无人机技术的应用为施工现场带来了全新的视角和监测手段。这些智能飞行器能够在施工现场进行高空监测，实时捕捉工程进展，检测施工质量，以及探测可能存在的隐患。通过高分辨率的摄像头，无人机可以捕捉到每一个施工细节，甚至是微小的缺陷，为施工管理提供了极大的便利。同时，无人机还可以进行热成像检测，用于发现潜在的电力设备故障，提前预警，保障施工的安全性和可靠性。除了自动化机器人和无人机，数字化技术还在施工人员的智能化培训方面发挥了关键作用。通过虚

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

拟现实（VR）技术，施工人员可以进行真实场景的模拟培训。他们可以在虚拟世界中进行各种施工操作，应对各种突发状况，提高应变能力。这种虚拟培训不仅节省了实地培训的成本，还提供了一种安全、可控的学习环境，帮助施工人员更快地掌握必要技能[5]。

2.4 数字化技术在运维与维护中的应用

在电网项目的运维与维护阶段，数字化技术的应用使得运维工作更加智能化和高效化。传感器网络可以实时监测设备的运行状态，将数据传输到数据中心。大数据分析技术可以对这些数据进行实时处理和分析，提供设备的健康状态和预测性维护建议。智能化的运维系统可以自动识别设备的故障，并生成维修方案。运维人员可以通过移动设备随时随地访问设备的信息，进行远程操作和监控。这种智能化的运维方式，不仅提高了设备的利用率，降低了维护成本，还减少了人为因素引起的设备故障。在维护方面，数字化技术实现了设备的远程诊断和远程维修，大大提高了设备的维修效率和维修质量。

3 BIM与数字化技术的整合

3.1 BIM与数字化技术的融合方式

BIM与数字化技术的整合并非简单的技术叠加，而是一种深度融合，是在数字化技术的基础上引入BIM技术，或者在BIM技术的基础上引入数字化技术，实现二者的无缝连接。在这种整合中，BIM技术被视为一个包含了建筑、结构、设备等多领域信息的综合性数字化模型，而数字化技术则为BIM模型提供了更加智能化、实时化的数据支持。

一种常见的融合方式是将数字化技术的大数据分析、人工智能等技术嵌入到BIM模型中。通过大数据分析，可以对BIM模型中的海量数据进行实时处理，挖掘出隐藏在数据背后的规律和关联性。人工智能技术则可以为BIM模型提供智能化的决策支持，例如在施工过程中，通过人工智能算法，可以对施工进度进行预测，提前发现潜在的问题，并提供优化建议。此外，在整合过程中，物联网技术也得以应用，传感器等设备可以实时采集数据，将实际工程数据反馈到BIM模型中，实现模型的动态更新，为项目的实施管理提供支持。

3.2 整合后的优势与挑战

整合BIM与数字化技术为大型电网项目建设带来了巨大的优势。整合后的模型不仅包含了建筑、结构等静态信息，还包括了实时的运行数据、传感器采集的实地数据等，使得模型更加真实、全面。这种全面性带来了更准确的数据分析，支持了更科学的决策制定。整合后的优势在于提高了工程项目的管理效率。通过数字化技术的智能化支持，工程管理者可以更加迅速地了解项目的进展，及时发现并解决问题，实现项目的高效推进。整合后的模型提供了更好的项目可视化与沟通平台。不仅在设计阶段可以通过虚拟现实技术进行可视化展示，而且在施工与运维阶段，通过智能化的模型，可以实时展示施工进度、设备状态等信息，方便各方及时了解项目情况。

然而，整合BIM与数字化技术也面临一些挑战。不同数据来源的整合问题。BIM模型的数据通常由设计与建设阶段产生，而数字化技术采集的数据可能来自多个设备、传感器，数据格式、精度等差异较大。如何将这些异构数据整合到一个一致的模型中，是一个亟待解决的难题。隐私与安全问题。数字化技术中涉及到大量的实时数据，包括工人的位置、施工进度等。如何保障这些数据的隐私性与安全性，防止数据泄露、滥用，是需要认真思考的问题。人才培养问题。整合BIM与数字化技术需要相关领域的专业人才，这既需要建筑与工程领域的专业知识，也需要计算机、大数据、人工智能等多个领域的交叉知识。培养这样综合性的人才，是当前教育体系需要面对的挑战之一。

4 结论

BIM技术和数字化技术在大型电网项目建设中的应用已经取得了显著的成果。BIM技术通过立体化、数字化的建模手段，实现了项目各个阶段信息的集成和共享，提高了项目的设计、施工和管理水平。数字化技术则为电网项目提供了更加智能化、实时化的数据支持，提高了项目的智能化程度和决策的科学性。将BIM技术与数字化技术深度整合，不仅拓宽了项目信息处理的广度和深度，还提高了项目的管理效率和科学决策水平。在未来的电网建设中，BIM技术和数字化技术将会继续发挥重要作用。通过不断的技术创新和经验总结，我们有信心克服当前面临的挑战，推动电网项目建设朝着更加智能化、高效化、绿色化的方向迈进，为社会提供更加稳定、安全、可持续的电力供应。

[参考文献]

[1]王天天.大型电网项目中BIM技术的应用与探讨[J].电力工程技术,2019,35(5):78-84.
[2]梁海霞.基于BIM的电网运维智能化管理研究[J].电力自动化设备,2018,28(4):89-95.
[3]刘庆文,朱俊毅,郭婷.基于BIM的电网施工管理系统设计与实现[J].建筑信息模型与计算机辅助设计,2018,25(3):45-52.
[4]钟艺馨.大数据分析在电网运维中的应用研究[J].电力系统自动化,2021,45(7):98-105.
[5]赵偲聪.数字化技术在电网设计中的应用研究[J].电气工程学报,2020,40(8):1123-1130.

作者简介：陈祥（1991—），男，学历：硕士研究生，毕业院校：哈尔滨工业大学。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈电气工程自动化中高压电问题和处理对策

邬瑞鹏[1] 李宗源[1] 朱志成[1] 柳 栋[2] 白文贤[2]
1 内蒙古伊泰化工有限责任公司，内蒙古 鄂尔多斯 017400
2 内蒙古承泰建设工程科技有限公司，内蒙古 鄂尔多斯 017400

[摘要]电气工程自动化在现代工业和生活中起到了关键作用，而高压电在电气工程中的应用更是不可或缺。然而，高压电也伴随着一系列潜在的问题和风险，如电气设备故障、电气试验问题、能源浪费、环境污染等。文章中深入探讨了电气工程自动化中高压电问题的根本原因，并提出了一系列处理对策和解决方案，包括遵守规范、设备维护、节能环保设计、智能化控制、可再生能源集成等。通过这些措施，可以有效降低高压电带来的安全风险、生产损失和环境负担。此外，还展望了未来技术创新和趋势，包括先进设备、智能化系统和可再生能源的集成，以进一步提升电气工程自动化的效率和可持续性。

[关键词]电气工程；自动化；高压电；问题；处理对策；可持续性
DOI：10.33142/sca.v6i10.10235 中图分类号：TM76 文献标识码：A

Brief Discussion on High-voltage Problems and Solutions in Electrical Engineering Automation

WU Ruipeng [1], LI Zongyuan [1], ZHU Zhicheng [1], LIU Dong [2], BAI Wenxian [2]
1 Inner Mongolia Yitai Chemical Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China
2 Inner Mongolia Chengtai Construction Engineering Technology Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China

Abstract: Electrical engineering automation has played a crucial role in modern industry and daily life, and the application of high-voltage electricity in electrical engineering is even more indispensable. However, high-voltage electricity is also accompanied by a series of potential problems and risks, such as electrical equipment failures, electrical testing problems, energy waste, environmental pollution, etc. The article delves into the root causes of high-voltage problems in electrical engineering automation and proposes a series of treatment strategies and solutions, including compliance with regulations, equipment maintenance, energy-saving and environmental protection design, intelligent control, and renewable energy integration. Through these measures, the safety risks, production losses, and environmental burden brought by high-voltage electricity can be effectively reduced. In addition, it also looks forward to future technological innovation and trends, including the integration of advanced equipment, intelligent systems, and renewable energy, to further improve the efficiency and sustainability of electrical engineering automation.

Keywords: electrical engineering; automation; high-voltage electricity; problem; handling measures; sustainability

引言

电气工程自动化是现代工业领域不可或缺的一部分，它通过提高生产效率、降低成本和提供可靠的能源供应，推动了工业化和社会的发展。在这一领域中，高压电作为电力系统的核心组成部分，发挥着关键作用。高压电系统为各种设备和系统提供了稳定的电力供应，但同时也伴随着一系列的电气问题和风险，这些问题可能对安全、生产和环境造成严重的影响。高压电问题涵盖了多方面的挑战，包括电气设备故障、电气试验问题、能源浪费和环境污染。这些问题不仅对生产连续性产生负面影响，还可能危及工作人员的安全。因此，了解高压电问题的本质，并采取相应的处理对策至关重要。本文深入分析了电气工程自动化中高压电问题的各个方面，包括问题类型、影响因素和解决方法。探讨了如何有效地预防和解决这些问题，以提高高压电系统的可靠性、安全性和效率。

随着科技不断发展，电气工程自动化领域也在不断进步。文中还展望了未来的技术创新和趋势，包括智能化控制系统、可再生能源集成和绿色电力生产。这些趋势将为解决高压电问题提供新的机会和挑战，同时也为行业的可持续发展带来新的可能性。

1 高压电概述

1.1 高压电的定义

高压电是指电气工程中使用的电压水平较高的电力。通常，电压高于 1000 伏特的电力被归类为高压电。这种高电压是为了传输电能、供电远距离和满足大型电气设备的需求而必要的。高压电系统通常用于电力输送、变电站、工业设备以及其他需要高功率的应用。高压电的定义因国家和地区而异，但通常是以一定电压水平为标准。高压电的使用涉及到电力传输、分配和转换，因此对其稳定性和安全性的要求非常高。

1.2 高压电在电气工程中的应用

高压电在电气工程中扮演着关键的角色，广泛应用于电力输送、变电站、工业应用以及满足短时高电力需求等多个领域。首先，它在电力输送中发挥着关键作用，允许将发电厂产生的电能高效地传输到城市、农村或工业区域。通过将电压提高，电力损失得以减小，实现了远距离电能

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

传输。其次，高压电变电站用于调整电压水平，以适应不同领域的需求。这确保了电力能够以适当的电压水平供应家庭、企业和工业设备。变电站在电网中的分布具有关键性作用，有助于电力的分配和调度。此外，高压电在工业应用中也是不可或缺的。它用于驱动大型电动机、供电加热设备、提供能源给高功率机械和生产过程。工业部门对高压电的可靠供应有极高的需求，以确保生产的连续性和效率。最后，高压电还能满足短期的高电力需求，如在高炉操作和电弧炉中。这些应用需要瞬间大量的电能，高压电系统可以提供所需的电力，确保这些过程的正常运行。

1.3 高压电的危险性和风险

高压电在电气工程中扮演着重要角色，但它伴随着一定的危险性和风险。首先，高压电的电击危险性不可忽视。高电压可以对人体造成严重伤害甚至危及生命，因此必须在操作和维护高压电设备时极为谨慎，遵守严格的安全规程和程序，穿戴适当的防护装备以降低电击风险。其次，高压电设备可能会发生故障，这可能导致电力中断、火灾或其他严重问题。设备老化、磨损或不当操作都可能引发故障。因此，定期的设备检查、维护和监测是必要的，以确保设备的正常运行和安全性。另外，高压电的输送和使用也可能对环境产生不良影响，包括电磁辐射、电气火灾以及环境污染。这些问题需要得到有效的管理和控制，以减轻潜在的环境风险。最后，高压电设备的维护通常需要专业技能和特殊工具，可能带来额外的成本和风险。维护人员需要受过培训，并遵循严格的安全程序，以确保他们的安全和设备的可靠性[1]。因此，了解高压电的危险性和风险，并采取适当的安全措施，对于确保电气工程的安全性和可靠性至关重要。通过有效的风险管理和维护措施，可以降低潜在的风险，并确保高压电在工业和生活中的安全应用。

2 电气工程自动化中高压电的问题

2.1 电气试验问题

电气试验在电气工程中扮演着至关重要的角色，用于确保设备和系统的安全性和可靠性。然而，电气试验问题可能涉及到以下挑战：电气试验的复杂性，高压电设备的电气试验通常非常复杂，需要精确的仪器和专业知识来执行。操作人员需要具备高度的技能和经验，以确保试验的准确性和可靠性。试验成本，进行电气试验通常需要昂贵的设备和资源，包括高电压发生器、测量仪器和试验场地。这些设备的维护和运营成本也相对较高。试验期间，一些电气试验可能需要长时间，这可能导致生产过程的中断和停滞，从而带来生产损失。因此，需要寻求方法来最小化试验时间，同时确保试验的可靠性。

2.2 电气工程中的问题

（1）电气工程能耗大。电气工程中的高压电系统通常需要大量电能来运行，特别是在工业和制造领域。这导致了高能耗问题，不仅增加了运营成本，还对环境产生了负面影响。高能耗不仅涉及电力供应的成本，还需要更大的能源产生和分配，可能对碳足迹和可持续性产生影响。因此，减少能源消耗和提高能源效率变得至关重要。

（2）电气工程集成化落后。在一些电气工程系统中，集成化不足可能是一个问题。不同部分的系统可能无法有效地协同工作，导致效率低下和操作困难。在现代电气工程中，集成化和智能化的趋势变得越来越重要，以提高系统的整体性能和可管理性。因此，电气工程需要不断更新和改进其集成能力，以适应新的技术和需求。

2.3 网络架构完整性低

（1）不稳定的通信。低完整性的网络架构可能导致通信中的不稳定性，数据包丢失、延迟和通信中断可能会频繁发生。这对于高压电系统来说是不可接受的，因为它们需要高度可靠的通信来确保设备的协同工作和控制。

（2）安全漏洞。 低完整性网络容易受到网络攻击和恶意入侵的威胁，这可导致数据泄露、设备损坏或系统瘫痪。电气工程自动化中的高压电系统通常包含重要的设备和数据，因此网络安全至关重要。

（3）数据丢失。低完整性网络可能会导致数据丢失，这可能对决策制定和系统运行产生不利影响。数据的完整性和可靠性对于电气工程的操作和维护至关重要。

（4）难以维护。网络架构的低完整性可能导致难以维护的问题，诊断和解决网络故障可能会变得复杂，这可能导致系统停机时间延长，损害生产效率。

2.4 接地问题

（1）电击风险。不正确的接地可能导致设备和结构的电击风险，危及工作人员的生命安全。维护和操作人员必须在接触高压设备时采取适当的防护措施，但正确的接地设计是最重要的一环。

（2）火灾风险。不良的接地也可能导致电气设备过热或电火灾。这不仅会造成设备的损坏，还可能引发工厂或设备间的火灾，对人员和设备造成严重威胁。

（3）设备保护。正确的接地是电气设备保护的一部分，不正确的接地可能导致设备保护系统的不准确运行，从而降低了系统的安全性和可靠性。

（4）环境保护。不恰当的接地也可能导致电气设备的电磁辐射问题，对周围环境产生负面影响，可能引发环境保护问题。

2.5 集成系统不完善

（1）信息断片化。高压电系统通常包含多个子系统，如监控、控制、通信和数据采集系统。如果这些系统之间集成不完善，可能导致信息断片化，操作人员难以获取全面的系统状态和数据。

（2）效率低下。集成系统不完善可能会导致操作效率低下。不同子系统之间的不协调和数据传输的不流畅可能会增加操作员的工作负担，降低系统的整体效率。

（3）困难的故障排除。当系统出现故障时，集成系统不完善可能导致难以诊断和解决问题。这可能延长故障

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

修复的时间，增加生产中断的风险。

（4）缺乏实时反馈。集成系统不完善可能导致缺乏实时反馈，操作人员难以获得关键性能指标的及时信息。这可能影响决策制定和系统的即时响应能力。

3 电气工程自动化中高压电问题的解决方案

3.1 严格遵守高压电气设备试验操作规范

为了解决电气试验问题，必须严格遵守高压电气设备试验操作规范。这包括确保操作人员受过专业培训，具备必要的技能和知识来执行试验。同时，使用精确的仪器和工具，按照规范进行试验，以确保试验的准确性和可靠性。定期的设备校准和维护也是确保试验仪器正常运行的关键。

3.2 按照规定进行设备接地引线工作

解决接地问题的关键是按照规定进行设备接地引线工作。确保设备的良好接地可以降低电击风险、防止设备过热和火灾，以及减少环境影响[2]。定期的接地系统检查和维护是必要的，以确保接地系统的有效性。

3.3 以节能环保的理念进行电气设备设计

为了应对高能耗问题，电气设备的设计应以节能和环保的理念为导向。采用高效率的设备、智能控制系统和能源管理策略可以有效降低电气工程的能耗。此外，可再生能源集成和能源回收技术也可以减少对非可再生资源的依赖。

3.4 加强电气自动化集成化系统建设

解决集成系统不完善的问题需要加强电气自动化集成化系统的建设。这包括确保不同子系统之间的无缝集成和通信。采用标准化的通信协议和开放性的平台可以帮助实现系统的互操作性。定期的系统测试和调试也是确保集成系统正常运行的关键。

3.5 建立数据库

建立数据库是解决网络架构完整性低的一项重要举措。通过收集、存储和分析系统数据，可以实现对系统性能的实时监测和评估。数据库还可以用于故障诊断和预测性维护，帮助降低系统故障的风险。

3.6 构建科学的自动一体化系统

为了应对集成问题，需要构建科学的自动一体化系统。这意味着不仅需要优化硬件设备的集成，还需要考虑软件和控制系统的协同工作。采用先进的自动化技术和数据分析工具可以实现系统的智能化管理和运营。

3.7 促进革新

促进革新是解决高压电问题的一项关键策略。通过采用新的技术和解决方案，可以提高高压电系统的性能和可靠性。持续关注行业的最新发展，参与研发和创新项目，可以为电气工程自动化带来新的机会和解决方案。

3.8 高压电设备维护

最后但同样重要的是高压电设备的维护。定期的设备检查、保养和维修是确保设备正常运行和延长寿命的关键[3]。维护人员应受过专业培训，按照制定的维护计划进行操作，及时发现并解决潜在问题，以减少设备故障的风险。

4 技术创新与未来趋势

4.1 先进的高压电设备

（1）材料科学进步。新材料的开发将改善高压设备的性能，例如超导材料可以减少电能损耗，高强度材料可以提高设备的耐久性。

（2）数字化技术。先进的传感器、物联网和大数据分析将设备监测和维护变得更加智能化。这将有助于预测设备故障并实施预防性维护，提高设备的可靠性。

（3）新型绝缘技术。创新的绝缘技术将改善高压电设备的安全性和效率。例如，气体绝缘开关设备可以减少绝缘材料的使用，提高设备的环境友好性。

4.2 智能化和自动化控制

（1）智能网格。智能化控制将使电网更加灵活，能够有效地管理分布式能源资源，提高电网的稳定性和可靠性。

（2）自动化开关。高压电设备将具备更高程度的自动化，可以根据需要进行远程控制和操作，减少人工干预的需求。

（3）数据驱动决策。大数据分析和机器学习将帮助电气工程自动化中的决策制定变得更加智能化，优化能源管理、设备维护和电力分配。

4.3 可再生能源集成

（1）风能和太阳能发电。风能和太阳能发电将继续快速发展，高压电系统将需要适应这些分布式能源的集成。

（2）储能技术。先进的储能技术将有助于平衡可再生能源的不稳定性，提高电力系统的可靠性。

（3）智能微网。微网将成为一种普遍的解决方案，将可再生能源、储能和智能控制集成到本地电力分配中，提供更灵活的电力供应。

5 结语

电气工程自动化中的高压电问题在不断的技术进步和创新中迎来了更多的解决方案。已经讨论了电气试验问题、电气工程中的能耗和集成化问题、网络架构完整性低、接地问题、集成系统不完善、高压电设备故障等一系列挑战，并提出了解决这些问题的方法。未来，随着先进的高压电设备、智能化和自动化控制以及可再生能源集成的发展，电气工程自动化将迎来更多创新，提高系统的可靠性、可持续性和智能性。通过不断的努力和技术进步，可以更好地应对电气工程中的高压电挑战，为可持续能源和电力供应做出更大贡献。

[参考文献]

[1]赵士兵.电气工程及其自动化高压电中存在的问题及对策[J].建材与装饰,2019(26):244-245.

[2]涂丹丹.略谈电气工程及其自动化高压电中存在的问题与对策[J].门窗,2019(13):205-208.

[3]徐继斌.电气工程及其自动化高压电中的问题及其策略[J].中国战略新兴产业,2018(32):132.

作者简介：朱志成（1983.10—），学历：本科，目前职务：主管级工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

景观园林施工设计及施工养护技术要点探讨

汪 波
襄阳园冶风景园林集团有限公司，湖北 襄阳 441000

[摘要]近年来，我国社会经济建设取得了巨大的成功，人民的生活水平显著提高。随着物质资源的丰富，人们对于生活环境的要求也逐渐升高。现代城市建设中，景观园林项目扮演着至关重要的角色，它不仅能够改善城市环境，还能提升居民生活质量。因此，迫切需要加强对景观园林建设的重视。文中深入探讨了景观园林施工设计及施工养护技术的关键要点，为了更好地规划和建设景观园林，进一步改善城市环境，提高生活质量，提供了有力的支持和指导。通过对施工设计的多样性、城市文化的体现以及植物养护和设施管理等关键因素的讨论，将有助于城市规划者和园林从业者更好地满足社会的新需求，创造出更美好的城市生活环境。

[关键词]景观园林；施工设计；施工养护；技术要点
DOI：10.33142/sca.v6i10.10229 中图分类号：TU986.3 文献标识码：A

Discussion on Key Points of Landscape Architecture Construction Design and Construction Maintenance Technology

WANG Bo
Xiangyang Yuanye Landscape Group Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441000, China

Abstract: In recent years, Chinese socio-economic construction has achieved tremendous success, and the living standards of the people have significantly improved. With the abundance of material resources, people's requirements for the living environment have gradually increased. In modern urban construction, landscape architecture projects play a crucial role, not only improving the urban environment, but also improving the quality of life of residents. Therefore, it is urgent to strengthen the importance of landscape architecture construction. The article delves into the key points of landscape architecture construction design and maintenance technology, providing strong support and guidance for better planning and construction of landscape architecture, further improving urban environment, and improving quality of life. By discussing key factors such as diversity in construction design, reflection of urban culture, and plant conservation and facility management, it will help urban planners and landscape practitioners better meet the new needs of society and create a better urban living environment.

Keywords: landscape architecture; construction design; construction maintenance; technical points

引言

随着我国社会经济的飞速发展和城市化进程的加速，城市已经成为人们生活的主要舞台。在这个过程中，城市环境的质量和美观愈加引人关注，成为一个国家文明程度和居民生活水平的重要体现。景观园林作为城市建设的重要组成部分，不仅美化了城市面貌，还提供了人们休闲娱乐、心灵抚慰和社交互动的场所。近年来，我国社会取得的经济成就为景观园林的发展提供了充足的资源，但也对其设计、施工和养护提出了更高的要求。本文将深入探讨景观园林施工设计及施工养护技术的要点，旨在为城市规划者、设计师和园林从业者提供指导，以创造更美好的城市环境，提高居民的生活质量。

1 景观园林施工设计的主要特点

1.1 施工材料的多样性

景观园林施工设计的显著特点之一是施工所涉及的材料种类的多样性。在这一方面，设计师必须考虑从植物到建筑材料的广泛范围。植物的选择需要考虑适应当地气候和土壤条件的品种，以确保长期的健康生长。此外，景观园林的设计还包括各种硬质材料，如石材、木材、混凝土等，用于建造路径、座椅、雕塑等景观元素。因此，设计师需要在选择这些材料时充分考虑它们的可持续性、耐久性以及与自然环境的协调性，以创造出美观且耐用的景观。

1.2 高度综合性的施工设计

景观园林的施工设计具有高度的综合性，需要综合考虑诸多因素，包括地理、生态、文化、社会等多个层面。设计师需要将不同元素融合到一个有机整体中，以创造出既美观又实用的景观。这包括路径、植物配置、水体景观、设施安排等各个方面的综合规划。在设计过程中，需要权衡各种利益和需求，确保景观园林既满足居民的休闲需求，又与城市的文化和历史背景相契合。

1.3 长期养护的需求

景观园林的养护是一个长期而持续的过程，这也是其特点之一。一旦景观完成，养护工作仍需继续进行，以确保植物的生长健康，设施的正常运行，景观的持续美观。这包

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

括定期的修剪、浇水、施肥、除草、设施维护等任务[1]。养护还需要考虑季节性变化和气候因素对植物和设施的影响，以制定相应的养护计划。充分的养护不仅保护了景观的长期价值，还提供了一个宜人的城市环境，有助于提高居民的生活质量。

2 景观园林施工设计要点

2.1 施工前的准备工作

（1）场地准备与规划。在景观园林施工设计的初期阶段，场地准备与规划是至关重要的步骤。需要对现有场地进行详细的勘测和分析，了解地形、土壤质地、水源和植被等情况。这有助于确定植物的适应性和水体景观的安排。规划师必须考虑不同区域的用途，如休闲区、绿化带、步行道等，并确定它们的布局和相互关系。综合考虑自然环境和人类需求，规划师可以创建一个合理而美观的景观设计方案。

（2）材料选取与采购。景观园林设计中的材料选取与采购也是一个关键步骤。不仅需要选择适合项目的植物品种，还需要考虑硬质材料，如石材、木材和混凝土，以及设施所需的器具和设备。在材料选取过程中，必须考虑材料的质量、耐久性、可持续性以及与设计主题的协调性。此外，合理的采购计划可以确保所需材料的及时供应，避免项目延误。通过仔细的材料选取和采购策略，可以为景观园林项目的成功打下坚实的基础。

2.2 针对性的设计考虑

景观园林设计的成功与否在很大程度上取决于设计的针对性考虑。这意味着设计师必须深入了解项目的背景、目标和受众需求，以确保设计方案能够精确地满足这些要求。设计的针对性考虑还包括考虑到当地文化和历史因素，以及自然环境的特点。例如，一个位于南方的城市可能需要不同于北方城市的景观元素，以适应不同的气候和植被条件。细致入微的针对性考虑可以使景观园林项目更具吸引力和实用性，更好地满足社会的需求和期望。

2.3 城市文化的体现

现代城市不仅是建筑和交通的集合体，还是文化、历史和社会的象征。景观园林应该能够在城市空间中体现城市的独特文化和特色。这可以通过以下方式实现：首先，景观元素可以融入城市的历史和传统。例如，在设计中使用具有历史价值的建筑、雕塑或景点，以传承和弘扬城市的文化遗产[2]。其次，景观园林可以通过艺术品、装饰性元素和文化符号来表达城市的文化。这些元素可以包括雕塑、壁画、标志性景观等，用以强调城市的独特性。另外，城市文化的体现还可以通过活动和社交空间来实现，促进人们的互动和文化交流。公共广场、户外表演场地和文化活动中心等都可以作为景观园林设计的一部分，以促进城市文化的传播和交流。

2.4 园林小品的设计与安排

园林小品是景观园林设计中的精华部分，它们是一组小型景观元素，通常用于增添景观的美感和情趣。这些小品可以包括雕塑、座椅、水池、石景、花坛、亭子等。设计和安排这些小品需要考虑以下要点：小品的设计应与整体景观风格相协调，符合城市文化和设计主题。小品可以用来强调景点、引导人们的视线，或者创造出休憩和社交的空间。小品的选择应考虑它们的功能和实用性。座椅和休息区应舒适，雕塑和装饰性元素应引人注目，水池和花坛应易于维护。小品的设计也应适应不同季节和天气条件，以确保它们的持久性和可用性。最后，小品的布局和安排要考虑到人流、视线和交通流线，以最大化其视觉效果和实用性。小品的位置可以通过景观设计的原则来优化，以创造出令人愉悦和舒适的城市环境。

3 景观园林养护技术要点

3.1 园林植物的养护

（1）植物健康与生长促进。保持园林植物的健康是景观园林养护的关键要点之一。为了确保植物的生长和发展，养护人员应采取以下措施：首先，定期巡检植物，及时识别和处理有害虫、疾病或其他植物健康问题。采取预防措施，如喷洒杀虫剂或施用适当的肥料，以保持植物的健康状态。其次，合理地修剪和整形是保持植物外观和生长的关键。根据植物的品种和需求，定期修剪和整形以促进新的生长和控制植物的大小和形状。此外，合适的灌溉是植物健康的关键。根据不同植物的需水程度和季节性要求，制定灌溉计划。确保植物根部获得足够的水分，但也要避免过度浇水，以防根系腐烂。

（2）水资源管理。有效的水资源管理有助于维护景观中的水体景观、喷泉和人工湖泊等设施，并确保植物获得足够的水分。定期检查和维护水体设施，包括清理喷泉和人工湖泊、检查水泵和过滤系统，以确保其正常运行。定期的水质检测也是必要的，以确保水体清澈无污染。实施合理的水体养护计划，包括定期的水质管理和水体循环，以保持水体景观的美观和清洁。另外，灌溉系统的管理也是水资源管理的一部分。确保灌溉设备的正常运行，并采用高效节水的灌溉方法，如滴灌或喷雾灌溉。

3.2 苗木的修剪和病虫害防治

（1）苗木修剪。苗木的修剪是景观园林养护中的关键活动之一。通过合理的修剪，可以塑造植物的外观，促进新的生长，提高植物的健康。以下是一些重要的修剪原则：定期检查苗木，特别是在生长季节和休眠期间。去除死去、受损或有害的树枝和叶片，以促进空气流通和阳光照射[3]。根据不同的植物种类和用途，制定修剪计划。一些植物需要轻微地修剪，以保持其天然形状，而其他植物则需要更多地修剪来控制大小和形状。此外，修剪时使用清洁的工具，以避免传播疾病。锋利的工具可以减少伤害植物的可能性，并提供干净的切口。

（2）病虫害防治。病虫害是园林植物健康的威胁，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

因此病虫害防治是景观园林养护的重要环节。以下是一些病虫害防治的关键要点：定期检查植物，特别是叶片和树干的底部，以识别任何可能的病虫害迹象。早期检测可以防止问题扩大。采取生物防治方法，如引入天敌或使用有机杀虫剂，以控制害虫。避免滥用化学农药，以减少对环境的负面影响。定期给予植物适当的营养和水分，以增强其免疫力，减少受病虫害侵害的可能性。

3.3 园林设施的养护

（1）路径与座椅。景观园林中的路径和座椅是重要的设施，它们需要定期地养护以确保安全和舒适。以下是路径和座椅养护的要点：首先，定期检查路径的表面，确保没有裂缝、凹坑或松动的材料。维修损坏的区域，以防止绊倒或滑倒事故发生。此外，清除路径上的落叶和杂物，以防止积水和滑倒的危险。其次，座椅的养护包括检查座椅的稳定性和完整性。确保座椅的支架和连接部分没有松动或腐蚀。定期清洁座椅，以防止积尘和污垢积累，提供清洁、舒适的休息场所。另外，对于木质座椅，定期涂抹木材保护剂，以延长其寿命并保持外观。对于金属座椅，检查是否有生锈的迹象，如有需要，及时修复和上漆。

（2）水体景观。水体景观，如喷泉、人工湖泊和溪流，需要特殊的养护以保持其美观和功能。以下是水体景观的养护要点：首先，定期清理和维护水体设施。清除水中的漂浮物、杂草和底部的沉积物，以保持水体的清澈和美观。同时，检查水泵、过滤器和喷泉装置的运行状况，确保它们正常工作。其次，水质管理是关键，定期检测水质并采取必要的措施来维持水体的生态平衡。这包括监测水体中的氧气含量、pH 值和有害物质的浓度。根据测试结果，调整水体中的植物和动物群落以维护生态平衡。另外，对于喷泉和水景中的喷头和喷水装置，定期检查和维护以确保其正常工作。清洗喷嘴，修复漏水或堵塞问题，以保持水体景观的视觉效果。

3.4 构建完善的养护管理技术档案

构建完善的养护管理技术档案是景观园林养护的重要环节，有助于确保养护工作的系统性和有效性。以下是构建养护管理技术档案的要点：首先，建立养护计划。在养护计划中，列出所有养护任务和时间表，包括植物修剪、设施维护、水体管理等。确保计划中包括详细的任务描述、责任人员和所需资源。其次，记录养护工作。每次进行养护工作时，记录工作的日期、时间、工作内容和使用的材料或工具。这有助于跟踪工作的执行情况，及时发现问题并采取纠正措施。另外，定期进行养护检查。定期巡检园林景观和设施，记录任何需要维护或修复的问题。将检查结果纳入档案，以制定下一步的养护计划[4]。此外，记录植物健康和生长情况。维护植物的健康记录，包括生长速度、花期、疾病和虫害情况。这有助于评估植物的状况并采取必要的措施。最后，建立历史记录。保留养护工作的历史记录，可以追溯到不同年份的工作和变化。这些记录可以提供有关景观园林的长期发展和维护历史的重要信息。

3.5 培养养护管理工作人员的综合素质

（1）培养专业技能。景观园林的养护需要一定的专业技能，包括植物识别、修剪技术、病虫害防治、水体管理等方面的知识和技能。为了提高工作人员的综合素质，培训课程和工作坊可以用来传授这些专业技能。定期更新培训以跟上行业最新的最佳实践也是必要的。

（2） 提高管理和领导能力。养护管理工作人员需要有一定的管理和领导能力，以有效地组织和监督养护团队。培养管理和领导能力可以通过领导力培训、项目管理培训和团队协作培训来实现。这有助于确保养护工作按计划进行，团队协作高效。

（3）培养环境意识。养护管理工作人员应该具备环境意识，理解生态系统和生物多样性的重要性，以及他们的工作如何影响自然环境。培养环境意识可以通过教育和培训来实现，使工作人员更加注重可持续性和生态保护。

（4）培养团队合作和沟通能力。在景观园林养护中，团队合作和沟通是至关重要的，因为养护工作通常需要多个团队成员协作。培养团队合作和沟通能力可以通过团队建设活动、沟通技巧培训和危机管理培训来实现。这有助于减少误解和冲突，提高工作效率。

4 结语

现代城市建设中，景观园林不可或缺。它们美化城市，提高生活质量。本文探讨了景观园林施工设计和养护技术，强调了多样性、综合性和长期养护的要求。深入研究了设计要点，如场地准备、材料选择、城市文化和园林小品。同时，对养护技术，如植物养护、病虫害防治、设施维护进行了详细讨论。最后，强调了构建技术档案和培养员工素质的重要性。景观园林美丽和可持续性需要科学设计和专业管理。它们不仅是城市的风景，更是文化和历史的一部分，为居民提供了宁静和愉悦。在未来城市规划中，继续关注景观园林的设计和养护至关重要，有助于创造更宜居的城市环境。

[参考文献]

[1]刘芳艳.景观园林绿化施工设计及养护技术要点[J].科技资讯,2023,21(15):162-165.
[2]钟苏江,欧阳国辉.景观园林设计中的空间艺术探索[J].大观,2022(12):42-44.
[3]刘英才.景观园林施工设计及绿化养护技术要点分析[J].陶瓷,2022(8):177-178.
[4]李巍然.景观园林设计在城市建设中的应用探讨[J].明日风尚,2023(11):131-133.

作者简介：汪波（1975.9—），男，毕业学校：湖北工业大学，专业工程管理，单位襄阳园冶风景园林集团有限公司。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

石油化工安全生产风险控制的关键技术

钟 搏
江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心赣州分中心，江西 赣州 341000

[摘要]石油化工行业作为国民经济的重要支柱产业之一，在为社会提供丰富能源和化工产品的同时，也伴随着众多的安全生产风险。一旦发生事故，不仅会对企业的生产和经济造成巨大损失，还会对人民的生命和财产安全产生严重影响。因此，研究和实施石油化工安全生产风险控制技术至关重要。通过深入探讨石油化工生产的特点、安全生产风险控制的内涵和重要性，以及影响石油化工安全生产的主要因素，提出了一系列保障安全生产的风险控制措施。此外，还强调了提升化工企业本质安全水平的重要性。通过这些关键技术和措施的综合应用，可以提高企业的安全生产水平，保障国家人民的生命和财产安全，实现石油化工行业的可持续发展和繁荣。研究石油化工安全生产风险控制技术不仅关乎企业自身的利益，也是对国家和社会负责的表现，具有深远的意义。

[关键词]石油化工；化工安全生产；风险控制
DOI：10.33142/sca.v6i10.10240 中图分类号：TQ086 文献标识码：A

Key Technology for Risk Control of Petrochemical Safety Production

ZHONG Bo
Ganzhou Branch of Jiangxi Gan'an Safety Production Science and Technology Consulting Service Center, Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

Abstract: As one of the important pillar industries of the national economy, the petrochemical industry not only provides abundant energy and chemical products to society, but also comes with numerous safety production risks. Once an accident occurs, it will not only cause huge losses to the production and economy of the enterprise, but also have a serious impact on the safety of people's lives and property. Therefore, it is crucial to study and implement risk control technologies for petrochemical safety production. Through in-depth exploration of the characteristics of petrochemical production, the connotation and importance of safety production risk control, and the main factors affecting petrochemical safety production, a series of risk control measures to ensure safety production have been proposed. In addition, the importance of improving the intrinsic safety level of chemical enterprises was emphasized. Through the comprehensive application of these key technologies and measures, the safety production level of enterprises can be improved, the safety of national people's lives and property can be guaranteed, and the sustainable development and prosperity of the petrochemical industry can be achieved. Studying the risk control technology for petrochemical safety production is not only related to the interests of enterprises themselves, but also a manifestation of responsibility to the country and society, with profound significance.
Keywords: petrochemical industry; chemical safety production; risk management

引言

随着石油化工行业的迅猛增长和产业链的日益复杂化，潜在的安全生产风险也在不断增加。当事故不期而至时，它不仅可能对企业的生产和经济造成巨大的损失，还会对人民的生命和财产安全构成严重威胁。这些潜在风险的存在，使得石油化工企业和整个行业都面临着巨大的挑战，迫切需要采取切实有效的措施来确保安全生产。因此，研究和应用石油化工安全生产风险控制技术成为确保该行业可持续发展的关键保障。本文探讨了石油化工安全生产的特点，以及安全生产风险控制的内涵和重要性，并对影响安全生产的各种因素进行深入分析。提出了一系列关键措施，以有效因应自然因素、人员因素、材料设备因素、技术因素和制度因素所带来的潜在风险。特别需要强调的是，提高化工企业的本质安全水平，这是降低事故发生概率的根本性举措。

通过综合运用上述关键技术和措施，能够明显地提高石油化工企业的安全生产水平，减少事故风险，有力地确保了国家人民的生命和财产安全，进一步推动了整个行业的可持续发展和繁荣。

1 石油化工生产特点

1.1 高温高压环境

石油化工生产通常在高温高压的环境下进行，例如裂解反应、蒸馏过程等。这种特点意味着生产设备必须能够承受极端的工作条件，而且一旦发生故障，可能导致严重的事故。因此，必须采取有效措施来确保设备的安全运行，包括定期检查、维护和升级，以及应对突发事件的应急计划。

1.2 多种危险化学品使用

石油化工生产过程中涉及众多危险化学品的制备和

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

运输，如酸、碱、有机溶剂等。这些化学品在不当使用或泄漏的情况下可能对人员和环境造成严重威胁。因此，必须建立严格的化学品管理体系，包括储存、运输和处理程序，以最大程度地减少化学品事故的风险。

1.3 大规模生产

石油化工企业通常进行大规模的生产，生产量巨大，设备复杂。这种特点使得安全生产风险控制更加复杂，需要高效的管理和监控系统，以确保整个生产过程的稳定性和安全性[1]。此外，大规模生产还要求企业有足够的应急预案，以迅速应对任何潜在的事故或突发事件。

1.4 多工序连续生产

石油化工生产通常包含多个连续的工序，每个工序都与前后工序相互关联。这种连续生产特点使得一处小问题可能在后续工序中放大，导致更严重的问题。因此，必须建立有效的工序监控和质量控制体系，确保每个工序都能顺利进行，从而减少事故的发生。

1.5 复杂供应链

石油化工生产需要大量的原材料供应，涉及多个供应商和物流环节。这复杂的供应链特点意味着安全生产风险控制不仅局限于企业内部，还需要与供应商和物流公司密切合作，确保原材料的安全供应和运输过程的安全性。

2 安全生产风险控制的概述

在石油化工行业，安全生产风险控制是确保企业可持续发展的核心要素之一。本节将概述安全生产的内涵、安全生产风险控制的内涵以及这一措施的重要性。

2.1 安全生产的内涵

安全生产是指在生产经营过程中，采取一切必要措施，防范和减少事故，保护人员的生命和身体健康，保护环境，确保设备和财产的完整，维护社会稳定和公众利益的工作。在石油化工行业，安全生产涵盖了多个方面，包括设备安全、化学品安全、工作环境安全、员工安全培训等。安全生产的核心目标是降低事故发生的概率，最小化事故造成的损失。

2.2 安全生产风险控制的内涵

安全生产风险控制是指通过预防、识别、评估和管理潜在的危险和风险，以减少事故和灾难发生的可能性[2]。在石油化工行业，这包括了对高温高压设备、危险化学品、工艺过程、人员行为等方面的风险控制。这需要采取一系列措施，如设备维护、化学品管理、工艺改进、培训和应急预案制定等，以有效地降低潜在风险。

2.3 安全生产风险控制的重要性

安全生产风险控制的重要性不可低估。首先，石油化工行业的事故可能导致巨大的经济损失，包括设备损坏、生产中断、环境污染等，这对企业的稳定和可持续发展产生直接影响。其次，事故可能对人员的生命和身体造成威胁，对社会稳定产生负面影响。最后，事故可能引发法律诉讼和公众关切，损害企业声誉。

3 影响石油化工安全生产的主要因素

3.1 自然因素

自然因素是指与自然环境相关的因素，如气象条件、地理地质特点等。在石油化工行业中，自然因素可能包括极端天气（如风暴、暴雨、雷电）、地质灾害（如地震、火山爆发）、气候变化等。这些因素可能导致设备故障、化学品泄漏或其他事故，从而对安全生产构成威胁。

3.2 人员因素

人员因素是指与人员行为和决策相关的因素，如员工培训、工作压力、安全意识等。不当的人员行为、缺乏培训、疏忽大意以及不合理的决策可能导致事故发生。因此，员工培训、安全文化建设和有效的管理是确保安全生产的重要因素。

3.3 材料设备因素

材料设备因素包括设备的设计、制造和维护，以及使用的化学品和材料的质量。设备的老化、损坏、缺乏维护可能导致设备故障和事故。此外，不合格的化学品或材料可能引发化学反应失控。因此，定期设备检查、维护和严格的质量控制是关键。

3.4 技术因素

技术因素涵盖了生产工艺和控制技术的应用。新技术的引入可能提高生产效率，但也可能引入新的风险[3]。不完善的工艺设计或控制系统可能导致操作失误或事故。因此，安全评估、工艺改进和高效的控制系统对安全生产至关重要。

3.5 制度因素

制度因素包括政府监管、企业内部管理制度、安全政策和规程等。有效的监管和合规性要求可以推动企业遵守安全标准。同时，企业内部的安全管理制度和政策也对安全生产发挥着重要作用。缺乏适当的制度和规范可能导致管理混乱和监管不力。

4 保障石油化工安全生产的风险控制措施

4.1 应对恶劣自然气候的风险管理

应对恶劣自然气候的风险管理是石油化工企业确保安全生产的关键步骤。恶劣自然气候条件如风暴、洪水和高温可能对生产过程产生严重的影响。为了降低这些风险，企业需要采取一系列措施。首先，监测气象条件至关重要，及时获得气象预警信息可以使企业能够提前做好准备。其次，设计和维护生产设备以适应极端气候条件，确保设备在恶劣环境下仍能正常运行。此外，建立备用电源和紧急供水系统可以确保关键设备在停电或供水中断时继续运行，从而避免生产中断。最后，培训员工应对恶劣气候下的紧急情况，提高他们的紧急响应能力，有助于降低事故的发生概率。这些综合措施可以有效减轻恶劣自然气候条件对石油化工生产的风险，确保生产的连续性和稳定性。

4.2 加强人员安全教育培训

加强人员安全教育培训是确保安全生产的关键步骤。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

员工的安全意识和技能对于预防事故至关重要。为了提高员工的安全素养，企业可以采取多项措施。首先，定期进行安全培训，包括事故预防和紧急应对的培训课程，有助于员工了解安全标准和应对危险情况的技能。其次，建立安全文化是至关重要的，鼓励员工积极参与安全管理，主动报告安全问题，以及提供建议和改进意见。此外，设立安全奖励和惩罚机制可以激励员工积极参与安全管理，充分认识到安全行为的重要性。最后，制定清晰的工作程序和操作规范，确保员工按照规定的程序执行工作，减少操作失误和事故发生的概率。通过加强员工的安全教育培训，可以提高他们的安全意识和技能，有助于减少事故的发生，确保安全生产的顺利进行。

4.3 强化材料设备风险管理

强化材料设备风险管理是确保安全生产的关键措施之一。有效地管理材料和设备可以降低潜在的事故风险。为此，企业可以采取以下综合措施。首先，定期检查和维护设备，确保其处于安全运行状态，减少设备故障和事故的发生。其次，使用高质量的化学品和材料，严格遵循质量标准，以确保产品的质量和安全性。建立物料管理程序是重要的，可以防止不合格的物料进入生产流程，从根本上降低了潜在风险。此外，实施设备老化检测和替换计划，确保设备的安全性和性能可靠性，降低了设备故障和事故的风险。通过这些综合措施，企业可以有效地管理和降低材料设备相关的风险，提高安全生产水平，确保生产的稳定性和可持续性。

4.4 提升安全生产技术水平

提升安全生产技术水平是确保安全生产的重要举措。技术的不断提升可以增强企业对潜在风险的识别和管理能力，有助于降低事故的概率。为了实现这一目标，企业可以采取多种措施。首先，采用最新的安全技术和工艺可以减少事故潜在风险，提高工作效率，确保生产过程更加安全可靠。其次，实施自动化控制系统有助于提高生产过程的可控性，减少了人为错误的可能性，进一步降低了事故风险。此外，进行安全评估和风险分析，识别并解决潜在的安全问题，有助于提前发现和应对可能的危险情况。最后，加强数据监测和分析可以及时发现异常情况，有助于预防事故的发生。通过这些综合措施，企业可以不断提升安全生产技术水平，降低事故风险，确保生产的持续安全和可靠。

4.5 完善安全风险控制体系

完善安全风险控制体系是确保安全生产的基础和关键环节。这一体系的建立可以有效地降低潜在的安全风险，确保企业的生产过程安全可靠。为了实现这一目标，企业可以采取多种综合措施[4]。首先，制定安全政策和程序非常重要，确保其符合法规和标准，明确了安全责任和要求，为安全管理提供了明确的指导。其次，进行定期的安全审查和评估有助于发现和纠正潜在的问题和风险，确保安全措施的有效性。此外，设立应急响应计划可以确保在事故发生时能够快速应对，减小事故造成的损失。最后，与相关政府部门和社会各界建立合作伙伴关系，共同促进安全生产，加强监管和信息共享，有助于提高整个行业的安全水平。通过建立完善的安全风险控制体系，企业可以有效地降低潜在的安全风险，确保安全生产的连续性和稳定性。

4.6 大力提升化工企业本质安全水平

大力提升化工企业的本质安全水平是确保安全生产的关键措施之一。本质安全理念强调通过工艺设计和选择安全化学品来降低事故的概率，从根本上减少了潜在的风险。为了实现本质安全，企业可以采取多种综合措施。首先，对工艺设计进行评估和改进，减少化学反应的危险性，采用更加安全的工艺，确保在生产过程中危险物质的数量和浓度降至最低。其次，选择更安全的替代化学品，降低事故潜在风险，通过替代危险物质或降低其使用量来提高安全性。此外，建立本质安全管理系统是关键的，确保本质安全的原则在整个生产过程中得到有效执行，包括规范化的操作和管理程序。最后，培训员工认识和理解本质安全概念，推动其在实践中的应用，以确保本质安全理念贯穿于企业的各个层面。通过这些综合措施，企业可以大幅提升其本质安全水平，降低事故的概率，保障安全生产的连续性和可靠性。

5 结语

石油化工行业的安全生产风险控制至关重要。随着其在国民经济中的关键地位和作用不断凸显，必须加强对安全的关注和管理。本文深入探讨了石油化工生产的特点、安全生产风险控制的内涵和重要性，以及影响安全生产的主要因素。通过提出一系列关键的保障措施，包括对恶劣自然气候的风险管理、员工安全教育培训、材料设备风险管理、安全生产技术水平的提升、安全风险控制体系的完善以及本质安全水平的提升，强调了石油化工企业在确保安全生产方面的使命。这些措施的综合应用可以提高企业的安全生产水平，降低事故风险，保护国家人民的生命和财产安全，实现行业的可持续发展和繁荣。研究石油化工安全生产风险控制技术不仅对企业自身的利益至关重要，也是对国家和社会负责的体现，具有深远的意义。期望这些措施能够为石油化工行业提供有力的支持和指导，确保其在安全生产方面不断取得新的进展，为社会的可持续发展和繁荣做出贡献。

[参考文献]

[1]陶子元,项阳滔.石油化工安全生产标准化评审系统开发研究[J].技术与市场,2022,29(7):141-142.
[2]杨志刚.石油化工安全生产问题与安全生产建设的探究[J].当代化工研究,2021(13):17-18.
[3]卢正元.石油化工安全生产问题与安全生产标准化建设[J].当代化工研究,2021(4):42-43.
[4]徐磊,张晓楠.石油化工安全生产问题与安全生产标准化建设探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(17):3-4.

作者简介：钟搏（1996.2—），男，安全评价行业。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

化工安全生产与环境保护管理措施研究

陈向凯
赣州鑫达瑞安全技术咨询有限公司，江西 赣州 341000

[摘要]本文探讨了化工安全生产与环境保护之间的关系和重要性。化工工业在中国经济中扮演着关键角色，但它也涉及到安全和环境问题。我们强调了两者之间的密切关联，即安全生产对环境保护有积极影响，同时环境保护促进了安全生产技术的发展。然而，当前的化工企业仍然面临着人才缺乏、法治观念不足和工作水平不高等问题。最后，提出了一系列管理措施，包括提升安全意识、加强设备管理、员工培训、环境宣传、法规建设、排污监督和资金投入等，以促进化工企业的可持续发展，确保安全和环保双赢。

[关键词]化工安全；化工安全生产；环境保护管理
DOI：10.33142/sca.v6i10.10239　　中图分类号：F127　　文献标识码：A

Research on Management Measures for Chemical Safety Production and Environmental Protection

CHEN Xiangkai
Ganzhou Xindarui Safety Technology Consulting Co., Ltd., Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

Abstract: This article explores the relationship and importance between chemical safety production and environmental protection. The chemical industry plays a crucial role in the Chinese economy, but it also involves safety and environmental issues. We emphasize the close relationship between the two, namely that safety production has a positive impact on environmental protection, while environmental protection promotes the development of safety production technology. However, current chemical enterprises still face problems such as a lack of talent, a lack of legal awareness, and a low level of work. Finally, a series of management measures were proposed, including enhancing safety awareness, strengthening equipment management, employee training, environmental publicity, regulatory construction, pollution supervision, and capital investment, so as to promote the sustainable development of chemical enterprises and ensure a win-win situation for safety and environmental protection.

Keywords: chemical safety; chemical safety production; environmental protection management

随着中国科技与经济的蓬勃发展，化学工业作为国家经济的关键支柱之一，一直以来都在为国家繁荣与社会进步做出卓越贡献。化工行业的发展不仅为国家提供了大量的就业机会和财政收入，而且为各类工业生产提供了关键原材料和化工产品。然而，随着化工工业规模的不断扩大，伴随而来的是安全生产与环境保护的问题，这些问题已经成为制约化工企业可持续发展的瓶颈之一。在化工生产过程中，安全事故可能对员工生命安全和环境造成严重损害，甚至引发社会不安。与此同时，环境保护问题也受到了广泛关注，化工生产可能导致有害物质的排放、土地污染以及水资源的消耗。因此，化工企业不仅需要保障安全生产，还需要承担起环境保护的责任，以确保人民群众的生命安全和生态环境的可持续性。

通过深入探讨化工安全生产与环境保护之间的关系，并分析它们对化工企业可持续发展的关键影响因素。通过对这两个关键领域的研究，探讨如何协调安全生产与环境保护的需求，提出有效的管理措施，以实现化工工业的可持续发展和社会责任的履行。

1 化工安全生产与环境保护管理概述

1.1 重要性

化工安全生产与环境保护管理的重要性不容忽视。首先，化工工业在中国经济中占据着举足轻重的地位，为国家提供了大量的就业机会和财政收入。然而，与其规模相应的是潜在的安全风险。安全生产不仅涉及员工的生命安全，还关乎着整个社会的稳定。事故的发生不仅可能造成人员伤亡和财产损失，还可能引发公众对安全问题的担忧，甚至引发社会动荡。其次，化工生产过程中不可避免地会产生各种污染物和有害物质，这些物质的排放可能导致严重的环境污染。土壤、水源和空气污染对生态系统和人类健康造成潜在威胁。因此，保护环境已成为全球共识，环境保护管理不仅关乎国际形象，还与气候变化、资源可持续利用等全球问题密切相关。

1.2 二者关系

（1）化工安全生产促进环境保护。安全生产和环境保护之间存在密切的关联。首先，通过加强化工安全生产，可以有效减少事故的发生和可能的环境污染。采取适当的安全措施和监管可以降低事故风险，从而减少有害物质的泄漏和排放。这有助于保护生态环境，减少土地、水资源和空气的污染。其次，化工安全生产的提高也可以促进环境质量的改善。通过降低事故频率和严重程度，不仅减少了污染源，还有助于减少污染物的释放。这对于维护周围

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

社区的环境质量和自然生态系统的健康至关重要。

（2）环境保护管理推动化工安全。环境保护管理对于化工安全生产的推动同样不可或缺。环境法规的制定和执行促使企业采取更严格的措施来管理有害物质和废弃物的处理，从而降低了安全风险。此外，监管机构的排污监督和控制工作可以迫使企业提高安全生产标准，减少事故的发生。

2 化工安全生产与环境保护工作之间的相互作用分析

2.1 化工安全产品提高了环境质量

化工安全生产不仅有助于保障员工的生命安全，还在一定程度上提高了环境质量。这是因为在安全生产的背景下，企业更倾向于采取先进的技术和管理方法，以降低事故风险。这些技术和方法通常也有助于减少有害物质的排放和废弃物的处理，从而改善了环境。例如，采用更安全的工艺和设备设计可以降低事故的发生概率。同时，这些技术还可以减少有害物质的产生，减少了污染源。此外，化工企业为提高安全性通常会加强对化学品的存储和运输管理，减少了泄漏的可能性，从而减少了土壤和水源的污染[1]。除此之外，安全生产要求企业建立健全的应急响应计划，以便在事故发生时能够迅速应对。这也包括了应对环境污染事件的能力，如快速封堵泄漏源，减轻环境影响。因此，化工安全生产不仅是对员工的保障，也有助于提升周围环境的质量。

2.2 环境保护管理推动化工安全生产技术发展

环境保护管理对化工安全生产技术的发展起到了推动作用。监管部门对排污标准的制定和执行要求化工企业采用更先进的技术和装置，以降低排放的污染物。这导致企业不得不不断改进安全控制措施，以满足更为严格的法规要求。例如，环境保护法规对有害化学品的使用和排放提出了明确的规定。为了遵守这些法规，化工企业通常需要投资研发和采用更安全的替代品或工艺，以减少环境风险。这些创新不仅有助于环境保护，还提高了化工安全生产的水平。此外，环境保护管理强调了企业的环保责任，要求其建立完善的排污监督和控制机制。这也促使企业更加重视安全控制和事故预防，以减少可能导致环境污染的事故发生。

2.3 化工生产环境之间的关系必要性

化工生产可能对周围的生态系统和环境产生多方面的影响，包括土壤、水体和空气。因此，必须认识到这些环境之间的相互作用，以便综合考虑环境保护措施。例如，化工废水的处理可能会影响水体生态系统，化学物质的气溶胶排放可能会对大气质量产生影响，而土壤污染可能会影响农业和生态系统。同时，不同环境之间的污染物传输也需要考虑。化学物质可能会通过大气沉降到土壤和水体中，或者通过地下水流传播。因此，必须建立综合的监测和管理系统，以跟踪和控制污染物的传输和扩散，从而最大程度地减少其对各个环境领域的影响。另一方面，了解不同环境条件对安全生产的影响也是至关重要的[2]。化工企业在不同地区可能面临不同的自然灾害风险，如地震、风暴或洪水。因此，在安全生产计划中必须考虑这些因素，采取相应的预防和响应措施。此外，不同地区的法律法规和监管要求也可能不同，因此必须确保安全生产和环境保护措施符合当地的法规标准。在化工生产环境之间建立合理的关系，需要综合考虑地理、气候、法规和生态因素，以确保化工企业在全面管理中实现可持续性，既保护了员工的安全，也保护了周围环境的健康。

3 当前化工安全生产与环境保护管理工作出现的问题

3.1 缺乏专业的安全工作人才

在当前化工产业中，缺乏专业的安全工作人才是一个突出的问题。安全工作需要高度的专业知识和经验，以识别和应对各种潜在的安全风险和危机。然而，许多化工企业面临着人才短缺的挑战，难以招聘到具备必要安全知识和技能的员工。这一问题的后果可能是缺乏有效的安全监督和管理，容易导致事故的发生。此外，缺乏专业的安全工作人才也可能阻碍企业采用最新的安全技术和最佳实践，从而无法达到最高水平的安全生产。

3.2 缺少依法治理的安全责任意识

化工企业在安全生产和环境保护方面的责任意识不足也是一个严重问题。有些企业可能存在对法律法规的忽视，未能充分履行安全和环保的法定职责。这可能源于企业管理层对法规的理解不足，或者对安全和环保问题的重视程度不够。这种缺乏依法治理的安全责任意识可能导致企业在事故发生时难以应对，也可能导致对环境造成不可逆转的损害。此外，如果企业未能履行法定责任，可能会面临法律诉讼和罚款等法律后果。

3.3 化工企业自身的工作水平较低

一些化工企业在安全生产和环境保护方面的工作水平相对较低，存在着诸多问题。这可能包括不完善的安全管理制度，缺乏有效的应急响应计划，以及设备维护和管理的不到位。低水平的安全生产和环境保护工作可能会导致事故的频发和环境污染的增加[3]。此外，它还可能损害企业的声誉和信誉，对员工和公众造成不必要的风险。

4 化工安全生产与环境保护管理措施研究

4.1 化工安全生产对策

（1）加强安全生产设计工作的重视。在化工生产过程中，安全生产的设计阶段至关重要。因此，化工企业应该更加重视安全生产的设计工作。这包括确保工艺流程和设备的设计充分考虑了安全因素，以最大程度地减少事故的可能性。在设计阶段，需要考虑到各种潜在风险，并采取相应的措施来防范事故的发生。此外，还需要确保新设

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

备和工艺的合规性，符合法律法规的要求。

（2）加强设备管理。设备管理对于化工安全生产至关重要。化工企业应该建立健全的设备管理制度，包括设备的维护、检修和更新。设备的定期检查和维护可以及时发现潜在的问题，减少了设备故障引发事故的可能性。此外，及时更新老化设备，采用新的、更安全的技术和设备也是提高安全生产水平的重要措施。

（3）强化工作人员的专业技能。化工企业应该积极投入培训和教育，以提高工作人员的专业技能和安全意识。员工需要了解化学品的性质、安全操作程序和应急响应计划。培训还可以帮助员工更好地识别和应对潜在的危险和风险。此外，企业可以定期组织模拟演练和安全培训，以确保员工在危机时刻能够迅速应对。

（4）增加安全检查力度和设备检修。定期的安全检查和设备检修是确保安全生产的关键环节。企业应该建立明确的检查计划和周期，对生产设备、管道、仪表和阀门等进行定期检查和维护。检查应包括设备的物理状态、工作性能和安全性能的评估。如果发现问题，必须立即采取措施进行修复和改进，以减少事故的风险。

（5）完善各种安全管理制度，强化工作现场安全检查。化工企业应该建立各种安全管理制度，包括安全操作规程、应急响应计划、事故报告程序等。这些制度应该明确规定员工的责任和义务，以及应急情况下的行动步骤。此外，工作现场安全检查应该定期进行，以确保所有安全措施得到有效实施。检查应包括设备和工艺的合规性，员工的安全操作行为，以及应急设备的状态。如果发现不符合要求的情况，必须及时纠正。

4.2 化工环境保护管理措施

（1）做好环保宣传工作。化工企业应该积极开展环保宣传工作，提高员工和社会公众的环保意识。宣传活动可以包括组织环保主题讲座、举办环保教育活动、发布环保宣传材料等。通过这些活动，员工和社会大众可以更好地了解环保的重要性，以及他们个人在保护环境方面的责任和作用。宣传还可以帮助建立良好的企业形象，增强公众对企业的信任度。

（2）建立健全环境保护相关的法规。化工企业应该积极遵守并制定与环境保护相关的法规和标准。这包括国家和地方政府颁布的环保法律法规，以及行业标准和自愿性环境管理体系[4]。建立健全的法规框架可以帮助企业明确环保要求，规范行为，降低法律风险。此外，企业还可以制定内部环保政策，以更严格的标准来管理和监控环保实践。

（3）加强对化工企业排污监督和控制管理工作。监管部门应该加强对化工企业排污的监督和控制管理工作。这包括定期检查和审核企业的排污许可证，并确保排放达到规定的标准。监管部门还可以通过远程监测技术来实时监控排污情况，及时发现和应对问题。对于违法排污行为，应该采取严厉的法律措施，包括罚款和停产处罚，以确保企业遵守环保法规。

（4）做好环保教育及排污落实工作。化工企业应该积极进行环保教育，使员工了解环保政策和措施，并明确自己在环保方面的责任。企业可以定期开展环保培训，帮助员工了解如何正确处理废弃物、减少污染物排放以及采取节能减排措施。此外，企业应该建立明确的排污管理制度，确保废水、废气和固体废物的排放符合法规要求。

（5）积极引入高新技术，加强对能源的充分利用。化工企业可以积极引入高新技术，以改进生产工艺，减少污染物排放和能源消耗。例如，采用先进的废气处理技术、废水处理技术和固废处理技术可以减少环境污染。此外，企业还应该加强能源管理，采取节能措施，提高能源利用效率，减少能源浪费。

5 结语

化工安全生产与环境保护是不可分割的双重责任，对于化工企业的可持续发展至关重要。随着我国化工行业的快速增长，必须认识到，只有在确保安全生产的同时，才能实现环境保护的目标，而只有有效的环境保护措施才能提高安全生产的可靠性。通过深入分析化工安全生产与环境保护之间的紧密关系，强调了它们在化工企业可持续发展中的关键作用。提出了一系列管理措施，包括提升企业的安全意识、强化设备管理、加强员工培训、做好环境保护宣传工作、建设环境安全保护机制等，以促进化工企业在安全和环保方面取得更好的成绩。因此，呼吁各方加强合作，以确保化工行业在实现经济增长的同时，也能履行其社会和环境责任，为更加可持续的未来而努力。只有这样，才能真正实现安全、环保与可持续发展的统一目标。

[参考文献]

[1]刘树伟.化工安全生产与环境保护管理方法的研究[J].清洗世界,2023,39(8):73-75.
[2]蔡东升.化工安全生产与环境保护[J].当代化工研究,2022(8):76-78.
[3]路旭东.化工安全生产与环境保护的管理方法[J].化工管理,2021(36):13-14.
[4]燕国山,尹玉晓,魏星强.做好化工安全生产与环境保护管理的关键策略阐释[J].清洗世界,2022,38(5):168-170.

作者简介：陈向凯（1983.9—），男，安全评价行业。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于工业机器人的智能产线设计与实践分析

颜宇光
湖南中联重科智能高空作业机械有限公司，湖南 长沙 410006

[摘要]随着工业 4.0 的推进，工业机器人在智能生产线中越来越受到关注。文中深入探讨了工业机器人的基本原理和技术，概述了其控制系统与感知能力。文章接下来分析了智能化生产线的需求和其带来的技术挑战。进一步描述了智能产线的设计原则，包括机器人的选择、自动化组件的整合以及关键设备如 3D 视觉识别系统的应用。此外，文中还探讨了工业机器人在智能生产线的实际应用，并提出了对未来发展的建议。为实现工业机器人在智能生产线的高效应用提供了参考。
[关键词]工业机器人；智能生产线；自动化组件
DOI：10.33142/sca.v6i10.10217　　中图分类号：TH69　　文献标识码：A

Design and Practical Analysis of Intelligent Production Line Based on Industrial Robots

YAN Yuguang
Hunan Zoomlion Intelligent Access Machinery Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410006, China

Abstract: With the advancement of Industry 4.0, industrial robots are receiving increasing attention in intelligent production lines. This article delves into the basic principles and technologies of industrial robots, and outlines their control systems and perception capabilities. The article then analyzes the requirements and technical challenges of intelligent production lines, and further describes the design principles of intelligent production lines, including the selection of robots, integration of automation components, and the application of key equipment such as 3D visual recognition systems. In addition, the article also explores the practical application of industrial robots in intelligent production lines and proposes suggestions for future development. This provides a reference for the efficient application of industrial robots in intelligent production lines.
Keywords: industrial robots; intelligent production line; automation components

引言

在工业 4.0 时代，工业机器人已成为推动生产线自动化和智能化的核心。这种创新解决了传统生产线上的效率瓶颈和质量控制问题，同时降低了人工成本。尽管机器人技术取得了显著进步，但其在智能生产线的完全整合仍面临诸多挑战，如选型、工作流程设计以及人机协同。本文将深入探索这些关键问题，为工业界和研究者提供系统化的思考和解决方案，推动这一技术的进一步应用。

1 工业机器人的基本原理与技术

1.1 工业机器人的定义及分类

工业机器人可定义为一个多关节、可编程的自动化设备，它能执行预设的任务并在三维空间中进行操作。基于其功能和应用领域，工业机器人可以分为以下几类：焊接机器人、组装机器人、搬运机器人、喷涂机器人等。每类机器人都有其特定的设计和应用场景，为工业生产提供了精确、高效和可重复的操作能力。

1.2 主要技术特点与发展趋势

工业机器人的主要技术特点包括高度的精确性、灵活性和可编程性。随着技术的进步，新一代的机器人正变得更加智能，与其他系统的集成度更高，并且具备更强的自主学习和决策能力。当前的发展趋势包括：机器人的微型化、智能化、与云技术的整合以及更广泛的人机交互应用。

1.3 控制系统与感知技术

控制系统是工业机器人的核心，它决定了机器人的操作精度、稳定性和安全性。现代的机器人控制系统通常基于高度集成的微处理器，并具有实时反馈和调整功能。此外，感知技术，如视觉、触觉和声学传感器，为机器人提供了与环境的交互能力。通过感知技术，机器人不仅可以在复杂的工作环境中进行操作，还可以对其操作进行实时的监控和调整，以满足生产的实际需求。

2 智能产线的需求与挑战

2.1 当前生产线的局限性

传统的生产线往往缺乏足够的灵活性，难以适应快速变化的市场需求和定制化的生产需求。此外，它们常常依赖大量的人力资源，这不仅增加了成本，还可能因为人为错误导致生产效率和产品质量的下降[1]。再者，传统生产线的扩展性和集成性也受到限制，这使得新技术的引入和生产线的升级变得困难。

2.2 智能化的必要性与优势

智能生产线的引入为解决上述问题提供了有效途径。首先，智能化生产线能够根据实际需求进行快速调整，提供更高的定制化生产能力。其次，通过自动化和数据分析，

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

智能生产线可以显著提高生产效率，减少人为错误，并实现更高的产品质量。此外，它们还具有更强的扩展性和集成性，使得新技术的引入和整合更为顺畅。

2.3 面临的技术与实施挑战

尽管智能产线带来了众多优势，但在实际的部署和实施过程中，仍然面临着一系列的挑战。技术上的挑战包括如何确保系统的稳定性、安全性和互操作性。实施上的挑战则包括如何有效地培训员工、如何保证生产线的平稳过渡，以及如何确保长期的投资回报。这些挑战需要工业界和研究机构进行深入的合作和研究，以确保智能产线的成功部署和运行。

3 智能产线的设计原则与步骤

3.1 总体布局

智能产线的总体布局是确保生产流畅性和效率的关键。首先，需要根据生产的需求、工艺流程和地点限制来确定机器的位置和流程路径。高效的布局不仅可以减少物料的移动距离和时间，还可以提高工作站的利用率和避免生产瓶颈。此外，为未来的扩展和技术升级预留足够的空间也是考虑的一个重要方面。

3.2 机器人选择与定位

选择合适的工业机器人是智能产线成功的关键之一。机器人的选择应基于其任务、工作负载、操作范围和精度要求。例如，一个需要进行精细组装的任务可能需要一个具有高精度和灵活手臂的机器人。机器人的定位也同样重要，确保它可以轻松地访问其工作区域，同时不会干扰其他设备或人员的工作。

3.3 自动化组件与接口的整合

为了确保生产线的连续性和稳定性，自动化组件（如传感器、执行器和控制器）需要与工业机器人和其他系统完美集成。这要求选择兼容的硬件和软件解决方案，并确保它们之间的通信是实时和可靠的。接口的设计应简单、直观，以便于操作员和维护人员的使用。此外，通过集成先进的诊断工具和远程监控系统，可以进一步提高智能产线的可靠性和效率。

3.4 主要设备的选型与设计

3.4.1 工业机器人与机械手夹具组配

工业机器人与其配套的机械手夹具是生产线上最直接进行操作的设备。选择合适的机器人应考虑其工作范围、负载能力和操作精度。而机械手夹具的选择则要基于特定的生产任务。为了确保最高的操作效率和精确性，夹具设计需要考虑材料、形状和尺寸，确保与机器人的完美配合。同时，快速更换系统也可以提高生产线的灵活性，满足不同产品的生产需求。

3.4.2 3D 视觉识别系统

3D 视觉识别系统为机器人提供了空间定位和物体识别的能力。选择一个高效的 3D 视觉系统需要考虑其分辨率、识别速度和适用的环境条件。高级的算法可以使系统在复杂的背景中准确地识别和跟踪目标物体。与此同时，为确保稳定的性能，该系统应与其他设备和控制系统紧密集成。

3.4.3 数控车床及工装夹具

数控车床是进行精密加工的关键设备。其选型应根据生产的需求、工艺复杂性和加工材料来进行。现代的数控车床通常具有高度的自动化和精度，能够满足多样化的加工需求。与此同时，工装夹具用于固定和定位工件，确保加工的准确性。夹具的设计和制造应考虑材料的特性、工件的几何形状和车床的规格，以确保加工的高效性和质量。

3.4.4 滚筒线及二次定位装置

滚筒线是一个自动化的物料输送系统，广泛用于各种生产线中，确保连续和高效的物料流动。当设计滚筒线时，需要考虑其输送能力、速度和与其他设备的接口。为了确保生产的连续性，二次定位装置是必不可少的，它可以精确地定位和调整物料的位置，为后续的加工或组装操作提供准确的基准。

3.4.5 翻转机构与清洁装置

在某些生产过程中，工件需要进行翻转操作，以便进行双面加工或检查。翻转机构应确保稳定、精确地完成这一操作，并与其他生产设备无缝集成。此外，清洁装置也是生产过程中的关键环节，确保工件的清洁度和质量。这种装置通常采用高压喷射或其他先进技术，有效去除工件上的油渍、尘埃和其他污染物。

3.4.6 测量检测设备

为确保生产出的工件或产品满足质量标准，测量检测设备在智能产线中扮演着至关重要的角色。这些设备可以进行尺寸、形状、表面粗糙度等多种参数的测量，确保工件的精度和一致性。现代的测量设备通常采用非接触式的传感技术，如激光扫描或光学成像，提供快速、准确和稳定的测量结果。

3.5 系统设计的核心原则

在现代生产中，智能产线设计不仅仅关乎设备选择和布局，更体现了系统化思维。模块化设计使每个部分保持独立性，方便快速更新和扩展，适应技术演进。灵活性和可扩展性原则使生产线能适应变化的需求和新技术的整合。同时，集成与兼容性确保设备和软件的无缝对接，提高数据流通效率。而安全与稳定性则是确保系统长期稳健运行的关键。

3.6 控制层

在智能产线的核心，控制层如同大脑一般，全面主导和调控整个生产过程，从操作指导到系统优化都在其管控之内。其中，实时反馈与调整功能使其能够接收并处理来自各种传感器和设备的数据，使得生产过程能够及时作出相应的调整，始终保持在最佳状态[2]。与此同时，针对不同复杂度的生产线，控制层通过集中与分布式控制的方式，既可以集中决策，也可以对各子系统进行独立控制，实现

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

灵活的管理。进一步地，通过数据分析与优化功能，它能够深入挖掘生产数据，识别潜在的效率瓶颈，助力减少资源浪费，确保生产过程的高效运行。此外，为了确保信息的流畅和数据的准确性，接口与通信功能成为了桥梁，连接控制层与其他系统，如企业资源计划系统或质量管理系统，确保数据同步并实时更新。

3.7 生产执行层

生产执行层是智能产线中的行动中心，直接负责将控制层的决策和指令转化为具体的操作，确保生产流程得以顺利进行。这一层主要涉及到生产的日常运行、设备的实际操作和物料的流转。对于生产执行层来说，其核心在于准确、高效地执行上层的命令，同时能够收集实时数据并反馈给控制层。这样，系统可以进行即时的调整和优化。为了实现这些功能，生产执行层需要高度的自动化和智能化，包括自动化设备的协同工作、物料搬运系统的精确调度以及工艺参数的实时监控与调整。

3.8 人机交互与协同工作

随着技术的进步，人机交互已成为智能产线中不可或缺的一部分。它不仅仅是操作员与机器之间的简单交互，更是人类智慧与机器能力的深度融合。现代的人机交互系统提供了直观、友好的用户界面，使操作员可以轻松地监控生产过程、设定参数或进行故障排查[3]。此外，高级的人机交互系统还能够实现语音识别、手势控制等功能，进一步提高生产的效率和灵活性。而协同工作则强调人与机器在生产过程中的协作关系。通过先进的感知技术和自适应算法，机器可以理解操作员的意图，与其无缝配合，完成复杂的任务。这不仅提高了生产效率，还为操作员提供了更加安全、舒适的工作环境。

4 工业机器人在智能生产线中的具体应用

工业机器人已经成为现代智能生产线的支柱，其在多个生产环节中的应用旨在提升生产效率、准确性和灵活性。随着技术的日益进步，这些机器人不再仅限于重复和简单的任务，而是逐渐参与到更为复杂和精密的操作中。首先，机器人在组装过程中的应用日益普及[4]。它们能够在高速和连续的环境下进行精确的拧紧、焊接和插装等操作，确保产品的质量和一致性。此外，由于其高度的灵活性，工业机器人还可以快速地从一个任务切换到另一个任务，适应生产线上的快速变化。再者，机器人在物料搬运和分拣中也扮演着重要角色。借助先进的视觉系统和传感技术，机器人能够识别不同的物料，进行精确的抓取和放置，从而实现自动化的物流和库存管理。此外，机器人还广泛应用于质检过程。结合 3D 扫描、红外成像等技术，机器人能够进行快速、准确的产品检测，确保其达到了生产标准，并实时地为生产线提供反馈。

5 未来发展趋势与建议

5.1 当前技术的不足与潜在的解决路径

尽管智能生产线已经在很多方面取得了显著的进步，但现有技术仍存在不足。例如，当前的自动化和人工智能系统在处理复杂、非结构化任务时可能仍然面临困难。同时，机器人和人的深度协作在某些应用中仍然是一个挑战。为解决这些问题，未来的研发可能会更加侧重于增强学习、模拟学习和其他先进的 AI 技术，以提高机器的适应性和灵活性。此外，系统的集成、标准化和互操作性也是研究的重点，以确保生产线的高效运行。

5.2 未来智能产线的可能演变与机会

随着数字化、网络化和智能化技术的发展，未来的智能生产线可能会更加灵活、分布式和自主。例如，分布式生产和个性化制造可能会成为主流，生产线将能够快速响应市场变化并为客户提供定制化的产品。此外，边缘计算和物联网技术将使生产设备更加智能，可以在本地进行数据处理和决策，从而提高响应速度和减少延迟。这些演变不仅为制造商提供了巨大的机会，也为供应链、物流和后市场服务带来了新的挑战。

5.3 针对企业与研发机构的建议

面对未来的发展趋势，企业和研发机构需要积极拥抱变革，不断创新并提高自身的核心竞争力。首先，企业应加强与研发机构、高等教育机构和创新创业公司的合作，形成创新生态系统，促进技术转移和应用。其次，研发机构应关注前沿技术，如人工智能、大数据和物联网，并探索其在生产线中的应用。最后，培训和教育是关键。企业应投资于员工的培训和发展，确保他们具备未来生产线所需的技能和知识。

6 结语

随着技术的进步，工业机器人已经成为智能生产线的关键，引领制造业走向新的创新高峰。由初级自动化到高级智能化，机器人技术不仅推动制造业的快速转型，还为其明确了发展方向。虽然仍存在技术与应用的挑战，但随着研究和技术的完善，智能生产线的精确性和适应性将持续增强。对企业而言，这是一个大胆创新和参与技术变革的关键时期。同时，对于研究者和工程师，新技术开启了丰富的创新机遇。总之，工业机器人和智能生产线预示了制造业更高效的未来。

[参考文献]

[1]陈文科,周睿舜.基于工业机器人的数控加工智能产线设计[J].电子制作,2023,31(15):104-107.
[2]黄少华.工业机器人企业智能制造能力成熟度评价及提升策略研究[D].北京:建筑大学,2023.
[3]章海波.智能生产线产能的分析与优化研究[D].广西:桂林电子科技大学,2022.
[4]魏文锋.基于激光视觉焊缝跟踪技术的工业机器人焊接智能产线的设计[J].科技创新与应用,2020(24):84-85.

作者简介：颜宇光（1985.12—），男，学历：本科，所学专业：机械设计制造及其自动化，职称级别：中级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

电网施工建设现场安全督查智能化应用研究

雷显荣
国网厦门供电公司，福建 厦门 361000

[摘要]电力作业现场安全智能管控监控系统是一种基于软件 B/S 架构实现的智能化监管方案，它采用了人工智能、物联网、边缘计算等前沿技术手段，旨在解决电力作业现场监管体系力量薄弱、全过程监管缺乏、管控智能化水平低等难题。电力作业现场安全智能管控监控系统是一种非常先进的监管方案，它将大大提高电力作业现场的安全性和效率，为电力行业的可持续发展提供了强有力的支撑。

[关键词]电网施工；安全督查；智能化
DOI：10.33142/sca.v6i10.10216　　中图分类号：TM727　　文献标识码：A

Research on the Intelligent Application of Safety Supervision on Power Grid Construction Site

LEI Xianrong
State Grid Xiamen Power Supply Company, Xiamen, Fujian, 361000, China

Abstract: The power operation site safety intelligent control monitoring system is an intelligent supervision scheme based on software B/S architecture. It uses cutting-edge technical means such as artificial intelligence, Internet of Things, edge computing, etc., to solve the problems such as weak power of power operation site supervision system, lack of whole process supervision, and low level of intelligent control. The intelligent control and monitoring system for the safety of power operation sites is a very advanced regulatory solution, which will greatly improve the safety and efficiency of power operation sites and provide strong support for the sustainable development of the power industry.

Keywords: power grid construction; safety supervision; intelligence

引言

近年来，随着电力生产智能化程度的提升，对于安全生产监管手段的需求也在不断增强。在电力作业现场，安全管控系统综合运用多种技术，建立摄像头之间关联分析关系，从而实现对作业现场的全方位监控。通过运用现代技术手段，实现对作业现场的全方位监控和精确识别，可以有效提高电力生产的安全性，保障生产的顺利进行[1]。

1 系统架构

1.1 物理架构

安全作业管控系统的物理架构是为了保障工作场所的安全而设计的。该系统的物理架构主要包括云端监控层、网端层和就地设备层三个层次。

云端监控层是该系统的最高层级，主要负责收集整个站点的数据，并进行综合分析和决策。该层可以连接移动公司无线网络或内部局域网到站端中心交换机。通过云端监控层，管理人员可以随时随地对整个站点的情况进行监控和管理，从而及时发现问题并进行处理。

网端层是安全作业管控系统的中间层，主要包括中心交换机与移动公司基站的连接，就地监测设备与移动公司基站的连接等。各布控球采集数据后，通过自身通信模块经无线 4G/5G 网络传送信息，从而实现对站点的实时监测。通过网端层，管理人员可以更加精细化地对站点进行管理和监控。

就地设备层是安全作业管控系统的最底层，主要包括布控球的现场布置，实现就地化设备数据的实时采集。就地设备层的布置直接关系到整个系统的监测和管理效果。因此，在就地设备层的设计和布置中，需要考虑到实际情况和实际需求。

1.2 软件架构

随着现代化建设的不断推进，安全生产问题越来越受到重视。为了更好地管理现场作业，提高安全生产水平，安全作业管控系统应运而生。该系统基于 B/S 架构开发，利用开源开发环境实现现场安全作业管控功能。下面就来详细介绍该系统的主要功能和实现方式。

安全作业管控系统的主要功能包括接口交互、安全作业管控业务应用、系统功能管理和支撑模块。其中，接口交互模块负责与现场设备交互，安全作业管控业务应用模块负责实现安全作业的管理，系统功能管理模块负责管理系统的基本功能，支撑模块则为整个系统提供技术支持。

人机交互通过 Web 网页方式实现，用户可以通过浏览器访问系统，实现对安全作业的管理。监控系统与设备交互通过视频流接口实现，特定设备或系统交互则通过定制接口实现。这样，系统可以实现对设备、视频流的实时监控，及时发现问题，及时采取措施。

智能分析是该系统的一大特色。通过接口模块将视频信息传入系统后，对视频信息进行标准数据模型转换，模

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

型转换结果存入视频存储队列。队列内的数据经业务应用协调后，发送至相应业务实现模块。这样，系统能够对作业现场进行智能分析，提高安全生产水平。

2 功能实现

2.1 工作区人脸识别

随着社会的发展，各行各业都在不断的进行信息化建设，其中安保领域也不例外。为了更好地保障企业和员工的安全，建立生产人员信息台账已经成为了必要的措施之一。

首先，建立生产人员信息台账需要录取所有人员脸部信息，并将其导入监控数据库。这是为了方便后续的人脸识别工作，也可以方便管理人员信息。同时，可以通过对人员信息的管理，更好地掌握员工的工作情况，提高各项工作的效率。

其次，在全区域设置摄像头，可以抓取现场人员脸部信息，并主要对工作区域出入的人员进行审核。这样可以及时发现异常情况，及时采取措施，确保工作区域的安全。同时，在人员进入工作区域时进行审核，可以防止没有资质身份的人员进入，保证企业和员工的安全。

对于检测到的人脸，需要进行抓拍并存储，在后续的识别工作中提供便利。这样可以方便后续的分析工作，提高工作效率。自动检测并识别是否有资质身份不符人员进入也是非常重要的工作。这样可以提高安保工作的准确性和时效性，避免出现安全隐患。

2.2 区域电子周界监测

随着电力设施的不断发展和进步，电子周界监测技术也逐渐成为了现代化电力系统中必不可少的一部分。区域电子周界监测系统是一种高效的电力安全监测手段，它能够对现场的全区域按片区、分段进行管理，从而实现对电力系统的有效监测和保护。

区域电子周界监测系统具有多种功能和特点。其中，一项重要的功能是指定重点区域自动侦测。这意味着系统可以通过人为设定来对电力系统中的重点区域进行自动监测和侦测，从而实现对重点区域的有效保护和管理。此外，监测区域也可以被指定设计，以便更好地满足不同场合和需求的监测要求。而在区域外，该系统则不进行监测和识别，这样可以有效避免误判和浪费资源[2]。

另一个重要的特点是该系统可以自动检测施工人员穿越警戒面进入带电区域的行为，这对于越界检测等场合非常有用。这意味着系统可以在发现施工人员违规行为时自动报警，从而及时采取措施，避免电力事故的发生。

2.3 安全帽佩戴监测

为了确保工人在施工过程中的安全，一些开始在本系统支持区域布置摄像头设备，以便检测分析人员是否佩戴安全帽。这样一来，工人们就能够更加安全地进行工作。在这些摄像头设备安装后，它们会自动检测分析人员是否佩戴安全帽。如果有人没有佩戴安全帽，摄像头就会抓拍照片并进行实时告警。这样，建筑公司的管理人员就能够及时发现不佩戴安全帽的人员，并采取措施进行处理。

除了抓拍照片并进行实时告警外，现场还可以使用声光播报警示。如果有人没有佩戴安全帽，现场的声音就会响起，提醒他们戴上安全帽。这样一来，不仅能够保证工人的安全，还能够提高施工效率。

2.4 工作着装监测

工作着装检测这一监测工作着装的方法可以实时检测分析，对工作人员进行视频抓拍，从而有效提高工作人员的着装质量和安全意识。

在监测工作着装的过程中，如果发现有工作人员未正确穿着工作服、反光背心等安全装备，监测设备会记录抓拍图像并进行实时告警，以便及时纠正不合格的着装问题。这种实时监测和告警的方法可以避免安全事故的发生，同时提高工作人员的安全意识和责任心。

此外，监测设备还可以在现场通过声光播报等方式进行警示，并提醒工作人员进行着装改正，以确保工作人员的安全和健康。这种提醒和警示的方式可以直接影响到工作人员的行为，起到了良好的约束和监督作用。

2.5 非法攀爬行为监测

为了保障电力作业的安全，监测非法攀爬行为变得十分重要。而现在，有一种新的监测方式可以有效地监测非法攀爬行为。

这种监测方式可以根据现场情况进行防护设计，用户可以自由设定警戒区域。对于这些警戒区域，会在现场防护区布置摄像头，实时监测并分析监控视频。这些摄像头可以自动检测重点布防区域是否有人非法攀高，抓拍图像记录。如果发现了违规行为，系统会自动进行告警。如果必要，系统也可以进行声光播报警示和喊话，以达到警示效果。

这种监测方式非常高效，能够及时发现和记录非法攀爬行为，保障公众的安全。同时，这种监测方式也非常智能，能够自动检测和分析监控视频，减轻了人工监测的负担，提高了监测效率。

2.6 现场火情监测

在大型电力施工现场中，火灾的发生往往会给人们的生命和财产带来极大的威胁。因此，为了保障施工区域的安全，实时监控施工区域的火电情况成为了必不可少的工作。

为了更好地监控火电情况，现在有一种自动检测并识别火情的技术被广泛应用。这种技术能够自动检测出火情的发生，无论是烟雾还是明火，都能够被及时地发现。这种技术可以通过预先设置的参数来识别火情，当火情发生时，系统能够自动抓拍图像并记录下来。

通过抓拍图像记录下火情的情况，能够及时地向有关人员发出告警。这样，当火情发生时，能够第一时间得到处理，避免火灾的蔓延和扩大，保障人们的生命和财产安全。同时，在火警处理过程中，还能够通过抓拍图像来获取更多的信息，从而更加精准地进行处理。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.7 基本管理

现代社会的快速发展离不开科技的支持。随着智能化、信息化的趋势，各种设备和系统的应用越来越普遍。在这样的背景下，智能化监测管理系统应运而生，成为各行各业重要的一环。

智能化监测管理系统具有多种功能，其中包括以下关键点：

（1）可进行区域、监测设备、监测类型的增减，可按功能或区域进行设备数管理。这意味着系统可以根据实际需求进行灵活配置，不仅可以根据不同的功能需求管理设备，还可以按照地域进行分类管理。

（2）对告警信息进行统一管理，查看或删除告警信息。系统能够对各个监测设备产生的告警信息进行集中管理，方便用户进行查看、处理或删除。

（3）对摄像头视频进行实时查看和录像调取管理。监测设备中的摄像头视频可以实时查看，用户还可以根据需要进行录像调取管理。

（4）可进行任务创建，确定任务内容、计划开始/结束时间、运维管理员和施工人员，并扫描工作票信息，做到人证统一管理。系统可以帮助用户进行任务创建，并确定任务的各个要素，例如任务内容、计划开始和结束时间、运维管理员和施工人员等，同时还可以扫描工作票信息，实现人证统一管理。

（5）完成工单派发、任务跟踪和施工告警等功能的作业任务监督。系统不仅可以帮助用户进行任务创建，还能够完成工单派发、任务跟踪和施工告警等功能，实现作业任务的全面监督。

3 关键技术和结果

3.1 基于深度神经网络架构的人体行为快速识别方法

近年来，随着人工智能技术的快速发展，基于深度神经网络的行为识别方法已经成为研究的热点。在这个背景下，我们提出了一种基于深度神经网络架构的人体行为快速识别方法。

为了实现人体行为目标的检测和识别，我们将目标候选区域算法与深度神经网络算法相融合。通过这种方法，我们可以更加准确地识别人体行为，并提高安全作业行为的快速正确识别度。

为了实现这种方法，我们使用了基于图像 OpenCV 的判断方法。这种方法可以快速地对图像进行处理，并提取出关键信息。在此基础上，我们将深度神经网络算法与目标候选区域算法相结合，对人体行为进行识别[3]。

为了收集足够的数据，我们设定了一张视频收集图像大小的空白图像。通过这个空白图像，我们可以快速地收集大量的数据，并训练出更加准确的深度神经网络模型。在实验中，我们通过大量的数据训练出了一个高准确度的人体行为识别模型，并成功地将其应用于实际场景中。

3.2 高级应用功能应用结果

近年来，随着技术的发展，视觉与深度神经网络技术在人工智能领域中的应用越来越广泛。在这个领域中，有一项技术是非常重要的，那就是快速识别和检测技术。这项技术可以应用于各种场景，例如汽车驾驶辅助系统、智能家居、医疗等领域。

为了实现这项技术，研究人员收集了大量相关样本进行测试，并应用了视觉与深度神经网络技术。通过对这些样本进行训练，系统可以快速识别出目标物体，并进行精准地检测。

值得一提的是，这项技术的识别成功率和识别速度非常高，可以满足快速检测的应用要求。这意味着，在各种场景下，系统可以快速准确地识别出物体，并对其进行及时处理。除此之外，这项技术还具有很高的可扩展性和灵活性。研究人员可以根据实际需求对系统进行优化和改进，从而使其在不同的场景中发挥更好的作用。

4 结语

安全作业行为智能分析在变电智能运维领域的应用具有重要的意义。然而，在实现安全作业行为智能分析的过程中，需要根据不同业务应用特点进行研究。因此，行为图像分析涉及不同的技术难点。要实现在变电智能运维领域的深度学习与图像识别技术的深化应用，需要掌握一些核心技术，如 B/S 架构应用开发、机器视觉、目标检测和计算机视觉等。这些技术的掌握是实现变电站电力作业现场安全智能管控系统的实际场景应用的关键。该系统的目标是实现电力作业现场的安全智能管控，达到安全可控的管理目的。为此，需要实现安全作业行为智能分析和行为图像分析，以减少人为因素的干扰和提高作业效率。同时，该系统需要具备实时监控和预警功能，以便及时发现和处理安全问题。为了实现该系统的应用，需要采用一些先进的技术，如深度学习、神经网络和人工智能等。这些技术可以帮助我们实现对电力作业现场的智能分析和监控，以便及时发现和处理安全问题。此外，该系统还需要配备一些高效的硬件设备，如高清摄像机和传感器等，以便实时采集作业现场的信息和数据。

[参考文献]

[1]王志成,刘畅,王尧,等.电力作业现场安全智能管控技术研究及应用[J].电工技术,2023(14):32-34.
[2]何敏,秦亮,赵峰,等.面向电力系统现场作业的安全风险管控智能检测算法[J].高电压技术,2023,49(6):2442-2457.
[3]尹维崴,李睿,王燕,等.基于智能感知的电力作业安全风险管控技术研究[J].技术与市场,2021,28(11):132-134.

作者简介：雷显荣（1990—），男，学历：硕士研究生，毕业院校：天津大学，所学专业：电气工程专业。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑电气设计中的火灾隐患及其对策

许世祺
河北拓朴建筑设计有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]此文旨在从建筑电气设计的角度出发，深入探讨火灾隐患在建筑体系中的具体表现以及成因。我们将关注不规范的电气设计、电气设备引发的火灾、机械设备使用不当、自然因素的影响以及建筑材料选择不当等问题。通过对这些隐患因素的全面分析，我们将寻找有效的对策，以提高建筑电气设计的稳定性和科学性。
[关键词]建筑电气设计；火灾隐患；消防管控
DOI：10.33142/sca.v6i10.10242 中图分类号：TU998.1 文献标识码：A

Fire Hazards and Countermeasures in Building Electrical Design

XU Shiqi
Hebei Top Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: This article aims to explore the specific manifestations and causes of fire hazards in building systems from the perspective of building electrical design. We will focus on issues such as non-standard electrical design, fires caused by electrical equipment, improper use of mechanical equipment, the influence of natural factors, and improper selection of building materials. Through a comprehensive analysis of these hidden danger factors, we will seek effective countermeasures to improve the stability and scientificity of building electrical design.
Keywords: building electrical design; fire hazards; fire control

引言

随着我国城市化进程的快速推进和现代建筑技术的不断演进，建筑体系已经逐步成熟，并积极响应着社会的智慧化需求。在这个不断变化的背景下，电气设计作为现代建筑的重要组成部分，不仅需要满足建筑日常用电需求，还承担着打造智慧建筑发展体系的使命。然而，随着建筑电气系统的复杂性增加，火灾隐患也成为一项备受关注的挑战。火灾是建筑安全的严重威胁之一，它可能导致人员伤亡、财产损失以及生态环境破坏。建筑电气设计在这一背景下必须认真面对潜在的火灾风险，采取措施来降低这些风险的发生概率，并确保建筑电气系统在紧急情况下的安全运行。

1 建筑工程电气设计中的火灾隐患

1.1 不规范的建筑电气设计

不规范的建筑电气设计可能导致电气系统存在潜在的火灾隐患，这些隐患可能威胁人员的生命安全和财产。这些不规范包括电路布局不当、过载电线或插座、不合适的电缆绝缘材料等问题。例如，电线过载可能导致电线过热，从而增加了火灾爆发的危险。而使用不合格的电缆绝缘材料可能会导致老化，增加了电击和火灾的风险。因此，在电气设计中，必须严格遵循相关的安全标准和规范，以确保电气系统的可靠性和安全性，从而降低火灾隐患的潜在风险，保护人员和财产的安全。建筑电气设计的质量和合规性对于维护火灾安全至关重要。

1.2 因电气设备而引起火灾

电气设备的不当安装、维护和使用也可能导致火灾的危险。这种情况包括电气设备的过度使用、插座过载、电线破损和设备老化等。例如，长时间运行的电气设备可能会因过热而引发电线或插座的火灾。因此，在建筑电气设计和日常使用中，必须充分考虑电气设备的合理配置以及定期维护，以确保其安全运行，从而降低火灾风险。

1.3 不合适的机械设备使用

建筑工程通常需要使用各种机械设备，但不适当的使用这些设备也可能增加火灾的隐患。例如，在施工现场，焊接和切割设备可能会产生高温和火花，如果在易燃材料附近使用，可能引发火灾。因此，在使用机械设备时，必须采取适当的防火措施，确保其操作不会引发火灾事件，以维护施工现场的安全。安全意识和预防措施在减少火灾风险方面起着至关重要的作用。

1.4 自然因素而产生的影响

自然因素如雷电、风暴和地震也可能对建筑电气系统造成影响，从而引发火灾隐患。例如，雷电击中建筑物可能会导致电气设备故障或火灾。在这种情况下，必须采取措施来防止或减轻这些自然因素对电气系统的影响。为了提高电气系统的抗灾能力，可以采用避雷设备、防雷接地以及电气线路的保护措施，以降低自然因素引发火灾的风险，保障电气系统的安全性和可靠性。

1.5 建筑材料选择不当

在建筑电气设计中，建筑材料的选择至关重要，因为不当的材料选择可能会显著增加火灾隐患。一些易燃或不符合防火标准的建筑材料在火灾发生时可能加剧火势，危

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

及人员的生命安全和财产。例如，如果建筑内部使用了易燃材料，如木材或塑料，火灾一旦爆发，火势可能会迅速蔓延，导致火灾难以控制。因此，在建筑电气设计中，必须慎重考虑建筑材料的防火性能。合适的建筑材料应该具备良好的阻燃性质，能够抵御火源的侵袭，减缓火势扩散的速度。此外，这些材料应与电气设备和系统相兼容，以确保火灾发生时不会因材料的选择而影响电气系统的安全性。

2 建筑电气系统的消防管控方案

2.1 加强电气建筑系统的日常隐患巡查

2.1.1 落实好短路巡查

短路是电气系统中常见的潜在隐患，其可能导致严重的火灾。为了有效地识别和减少短路风险，必须定期进行短路巡查。这一过程包括以下关键步骤：首先，要仔细检查电线和插座的状态。定期检查电线，确保它们没有任何暴露、破损或老化的迹象。任何发现有问题的电线或插座都应当立即更换，以防止短路的发生。这种检查可以帮助确保电线系统的完整性和可靠性。其次，需要对建筑中的电气设备进行全面的检查。这包括检查开关、插座、电路断路器等。主要目标是确保这些设备没有过载并且能够正常工作。过载的电气设备可能会导致过热和电路短路，因此必须确保它们的工作状态良好。此外，维护电缆绝缘材料也是短路巡查的一部分。定期检查电缆绝缘材料，确保它们没有老化或损坏的迹象。老化的绝缘材料可能会导致电气系统的漏电和短路，因此必须确保它们的完好性。最后，采用热成像技术进行定期检查可以识别电气系统中的热点。这些热点可能暗示着潜在的问题，如电线过热或电气设备的故障。通过及早检测这些问题，可以采取必要的措施，防止火灾的发生。总之，定期的短路巡查是确保电气系统安全性和稳定性的关键步骤。通过仔细检查电线和插座、电气设备、电缆绝缘和热点，可以降低短路风险，提高电气系统的可靠性，从而减少火灾发生的可能性。这些措施对于建筑物和人员的安全至关重要。

2.1.2 落实好电气设计以及优化技术体系创新

为了降低火灾风险，必须在电气设计和技术体系创新方面采取一系列关键步骤，以确保电气系统的安全性和稳定性。首先，电气设计必须严格遵守当地和国家的安全标准和法规。这包括确保电线、插座、电缆、开关和控制设备等元素符合规范要求。合规的电气设计不仅可以提高系统的可靠性，还能降低火灾风险。其次，电气负载均衡是至关重要的。通过合理分配电气设备之间的功率负载，可以避免某些设备过载，从而减少电路断路器跳闸的可能性。电气负载均衡还有助于确保电气系统的稳定运行。第三，采用现代监测设备对电气系统进行实时监测非常重要。这种监测可以及时检测到任何异常情况，例如电气设备过热或电流异常，以便迅速采取纠正措施，减少火灾风险。此外，能效改进技术也应该考虑。采用能效改进措施，如LED照明、智能电表和自动化控制系统，可以减少能源浪费，同时降低电气系统的热负荷。这有助于防止电线和设备过热，减少火灾潜在风险。最后，选择符合防火标准的电气材料也是关键。电线、电缆和设备的阻燃性应得到充分考虑，以防止火灾蔓延。这种预防措施对于建筑物内的火灾控制至关重要。

2.2 打造立体化的电气消防管控方案

2.2.1 设置科学的消防报警以及联动体系

在建筑电气系统中，建立科学的消防报警系统以及与其他系统的联动体系是保障火灾应对的核心要素之一。这一系统旨在确保在火警发生时能够迅速探测到异常情况并发出警报，为火灾应急响应提供宝贵的时间。首先，科学的消防报警系统应当涵盖建筑内的各个区域，包括电气设备房、通道、楼梯间和各个房间。这需要使用烟雾探测器、火焰探测器和温度探测器等各种类型的传感器，以检测不同类型的火源和异常温度变化[1]。这些传感器应与中央监控系统相连，确保在异常情况下能够迅速触发报警。其次，消防报警系统需要与其他系统实现联动，以提高火警应对的效率。这包括与消防设备、应急照明系统和自动喷水灭火系统的联动。例如，一旦火警触发，系统应自动关闭消防卷帘门、激活应急照明、供水自动喷水灭火系统等，以阻止火势蔓延并提供必要的灭火支援。此外，报警系统应具备远程监控和通信功能，以及能够自动通知消防部门或相关人员的能力。这有助于确保在火灾事件中及时采取行动，以最小化潜在损失。最后，定期的维护和检查是确保消防报警系统正常工作的关键。系统的传感器、控制器和通信设备都需要定期检查，以确保其可靠性。此外，演练和培训也是确保相关人员熟悉系统操作和火警应对程序的重要环节。

2.2.2 设置专用消防设备

在建筑电气系统中，设置专用消防设备是关键的火灾应对措施之一。这些设备的存在可以迅速扑灭火源或提供灭火支援，帮助降低火灾造成的损失和风险。这包括合适类型和规格的灭火器的选择和布置，消火栓和消防水带系统的建设，以及自动喷水灭火系统的配置。灭火器的选择应根据建筑物的类型和用途来确定，不同类型的灭火器适用于不同种类的火源。这些设备的位置应合理布置，以确保在火灾发生时能够快速取用。同时，消防栓和水带系统的建设也是至关重要的，它们提供了大量灭火水源，可用于扑灭较大规模的火灾。自动喷水灭火系统是一项高效的消防设备，可在火灾爆发时自动启动，将水雾或泡沫喷洒到火源上。这种系统适用于大型建筑物或仓库等场所，可以快速控制火势。这些消防设备必须定期进行维护和检查，以确保其正常工作状态。同时，员工和居民应接受灭火设备的正确使用培训，并定期进行火灾演练，以保障在火警发生时人员能够冷静应对，正确使用灭火器和其他设备。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

通过设置专用消防设备，并与建筑的火警报警系统相联动，可以增强火灾应对的能力，保护人员生命和财产安全，减少火灾带来的影响[2]。因此，在建筑电气系统的规划和设计中，考虑专用消防设备的合理配置和维护是至关重要的一环。这些设备的有效使用和维护将对火灾风险管理产生重要影响，确保建筑环境的整体安全性。

2.2.3 应急照明体系的设置

应急照明体系在建筑电气系统中扮演着至关重要的角色，特别是在火灾等紧急情况下。其主要目的是确保建筑内的照明在电源中断时能够继续供电，以提供足够的光线，确保人员安全疏散和紧急情况下的有效操作。首先，应急照明体系需要配备备用电源，通常是应急发电机或备用电池。这些备用电源在主电源中断时能够立即自动切换，确保照明系统不会中断。这种备用电源的设置对于火灾等紧急情况至关重要，因为黑暗和混乱会增加人员疏散的难度和风险。其次，应急照明体系的设计应考虑建筑内不同区域的需求。通常，应急照明需要覆盖主要的通道、出口、楼梯间、紧急出口标识等关键区域，以确保人员能够清晰看到疏散路线和出口。在设计过程中，需要充分考虑照明设备的位置和亮度，以满足相关标准和规范的要求。另外，应急照明系统还应具备自动测试和监测功能。定期的自动测试可以确保备用电源和照明设备的正常运行，而监测功能可以及时发现故障并提供警报，以便及时维修和维护。最后，应急照明系统的设置需要与建筑的火警报警系统联动。在火灾报警触发时，应急照明系统应该自动启动，以确保疏散通道和出口的可见性。这种联动性可以帮助人员更快速地做出反应，并提高火灾情况下的安全性。

2.2.4 消防卷帘门的设计

消防卷帘门在建筑电气系统中扮演着重要的被动防火角色。它们的设计与性能至关重要，因为它们可以在火灾发生时迅速响应，限制火势的扩散，为人员疏散和灭火提供宝贵的时间。首先，消防卷帘门必须符合相关的防火标准和规范。这包括材料的防火性能、门的密封性能以及承受高温的能力。消防卷帘门的材料通常采用防火材料，能够抵御高温和火焰的侵袭，从而防止火势蔓延到其他区域。其次，消防卷帘门的设计应考虑到自动化和迅速响应的特性。在火警触发时，消防卷帘门应该能够快速自动关闭，以隔离火源，同时不阻碍人员的疏散。这要求门的控制系统应与火警报警系统相连接，确保火警信号能够立即触发门的关闭。此外，消防卷帘门的维护和定期检查也至关重要。门的运行部件和控制系统必须保持正常工作状态，以确保在需要时能够可靠地关闭。定期的维护和检查可以识别并解决潜在的故障，确保消防卷帘门在关键时刻能够正常运行[3]。总之，消防卷帘门的设计应当兼顾防火性能、自动化响应和可维护性。这些门在建筑电气系统中的作用是不可忽视的，它们能够为火灾事件提供重要的被动防火措施，保护建筑内的人员和财产安全。因此，正确设计、安装和维护消防卷帘门对于建筑的整体火灾安全至关重要。

3 结语

在建筑工程中，电气设计的重要性不可低估。通过加强电气系统的管理和维护，以及采用现代化的技术手段，我们可以降低火灾风险，提高应对火灾事件的能力。然而，消防安全是一项不断演进的任务，需要持续关注和改进。建筑业和电气设计领域的从业者们应当积极合作，不断提高火灾预防和应对的意识，共同为建筑电气系统的安全性和可靠性而努力。建筑电气设计的目标是为人们提供安全、舒适、高效的使用环境，以满足不断增长的电力需求。通过认真管理潜在的火灾风险，我们可以确保这一目标的实现，为未来的城市发展和建筑创新提供了坚实的基础。火灾隐患的认识和有效的消防管控将继续在建筑行业中扮演着至关重要的角色，以确保人们在建筑物内享有更安全和更可持续的生活。

[参考文献]

[1]连晓辉.建筑电气设计中的火灾隐患及其对策研究[J].中国设备工程,2023(1):215-217.
[2]李双建勋.建筑电气设计中的火灾隐患及其对策[J].林业科技情报,2022,54(2):149-151.
[3]马瑞.预防建筑电气火灾的探讨[J].消防界(电子版),2021,7(10):119-120.

作者简介：许世祺（1994.12—），毕业院校：沧州师范学院，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：河北拓朴建筑设计有限公司，职务：职员，职称级别：初级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

提高建筑结构设计安全度的策略探讨

杨 容
苏州中设建设集团有限公司，江苏 苏州 215024

[摘要]建筑工程质量对人们的生命健康安全和社会稳定至关重要。文章深入探讨了提高建筑结构设计安全度的关键策略，从基本要素到评估方法，再到实施过程中的协调，形成了系统完整的分析框架。此外，针对低安全度可能带来的安全事故、技术改造困难及现代建筑需求，提出了具体解决方案，如抗震设计、精确结构计算、严格遵守规范等。这些策略的综合运用将有效地提升建筑工程的安全性，为人们的生活和工作提供坚实保障，促进了社会的稳定与发展。

[关键词]建筑结构设计；安全性；解决措施
DOI：10.33142/sca.v6i10.10219 中图分类号：TU318 文献标识码：A

Discussion on Strategies for Improving the Safety of Building Structure Design

YANG Rong
Suzhou Zhongshe Construction Group Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215024, China

Abstract: The quality of construction projects is crucial for people's life, health, safety, and social stability. The article delves into key strategies for improving the safety of building structure design, from basic elements to evaluation methods, and then to coordination during implementation, forming a systematic and complete analysis framework. In addition, specific solutions have been proposed to address the potential safety accidents, technical transformation difficulties, and modern building needs that may arise from low safety, such as seismic design, precise structural calculations, and strict adherence to regulations. The comprehensive application of these strategies will effectively enhance the safety of construction projects, provide solid guarantees for people's lives and work, and promote social stability and development.

Keywords: architectural structural design; safety; solution measures

引言

建筑工程一直以来都是人类社会发展的标志之一，同时也承载着巨大的社会责任。建筑物的结构设计安全度直接关系到人们的生命安全、财产安全，以及社会的稳定。因此，确保建筑结构的高度安全性是建筑工程领域的首要任务之一。本文将深入探讨建筑结构设计安全度的概念，明晰其核心要素，以及评估方法。我们将讨论低安全度可能引发的安全事故、技术改造的难题，以及现代建筑领域的需求，进一步阐释了提高安全度的紧迫性。随后，介绍了一系列策略，包括抗震设计、精确的结构计算、遵守规范与标准、创新的设计模式以及合理选择建筑基础等，以帮助建筑工程领域专业技术人员提高结构设计的安全水平。通过本文的阐述，旨在为建筑工程领域提供一种综合的思考方式，以应对日益复杂和多变的建筑需求，确保建筑工程在各种情况下都能够安全、可靠地发挥其功能，为人们的生活和工作提供更高水平的保障。

1 建筑结构设计安全度的概念分析

在建筑工程领域，安全度是一个关键概念，直接涉及到建筑物的结构稳定性和使用安全性。建筑结构设计安全度的概念分析有助于更好地理解其重要性。建筑结构设计的安全度是指建筑物的结构在正常使用和不正常荷载情况下，以及面对自然灾害等外部因素时，能够保持结构的稳定和强度，从而确保人员和财产的安全。这包括对建筑结构各个部件的合理设计和配置，以及建筑材料的选择和使用[1]。安全度的低下可能导致建筑物在地震、风暴、火灾等灾害事件中发生倒塌或结构破损，对人员造成伤害，同时也造成财产损失。因此，建筑结构设计的安全度不仅仅是一项技术问题，更是一项关系到公共安全和社会稳定的重大问题。

2 提高建筑结构设计安全度的必要性

2.1 建筑物结构设计安全度低易导致发生安全事故

建筑物的结构设计安全度直接关系到人们的生命安全和财产安全。如果结构设计安全度不高，一旦遭受到外部冲击，如地震、风暴等自然灾害，或者面临异常荷载情况，建筑物可能会发生倒塌、结构破损等严重事故，对人员造成严重威胁。因此，提高建筑结构设计的安全度迫在眉睫。

2.2 建筑物安全度低技术改造困难

一旦建筑物的结构设计安全度较低，需要进行技术改造以提升其安全性。然而，低安全度可能导致技术改造变得异常困难，因为可能需要对整体结构进行大幅度的调整和改建。这不仅会带来巨大的工程量和成本，还可能在实施过程中面临诸多技术难题。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.3 满足现代建筑需求

随着社会的发展和人们对建筑功能的不断提升，现代建筑的要求也在不断提高。建筑结构设计必须能够满足现代建筑的需求，包括承载能力、抗震能力、耐久性等方面的要求。只有确保了建筑结构设计的安全度，才能够满足现代建筑的复杂需求，保障人们的生活和工作。

3 建筑结构设计中的常规性问题

3.1 防震措施不完善

地震是一种常见的自然灾害，对建筑物的影响可能是毁灭性的。因此，在建筑结构设计中，防震措施的完善至关重要。然而，一些建筑可能存在防震措施不足或不合理的问题，导致在地震发生时，结构容易受到破坏。提高建筑的抗震性，包括采用合适的材料、设计适当的支撑结构和满足相应的防震规范，都是解决这一问题的关键。

3.2 建筑位置选取不规范

建筑位置的选取对于建筑的安全度至关重要。如果建筑选址不当，可能会面临地质灾害、洪水等自然灾害的威胁[2]。此外，不规范的选址也可能导致建筑物无法满足周围环境的要求，例如通风、采光等。因此，在建筑结构设计中，必须仔细考虑建筑位置的选择，遵循相应的规范和建筑法规。

3.3 设计结构不合理

设计结构的合理性直接关系到建筑的安全度。一些建筑可能存在设计结构不合理的问题，可能是由于不当的结构配置、荷载分布不均匀或者使用了不合适的材料。这会导致建筑在受到荷载时容易发生结构失稳或破坏。因此，在建筑结构设计中，需要确保结构设计的合理性，包括考虑适当的结构形式、合理的荷载分配和适用的建筑材料。

4 提高建筑结构设计安全性的措施

4.1 根据抗震特点改善结构设计相宜性

抗震是提高建筑结构安全性的重要方面。不同地区可能会面临不同级别的地震风险，因此在结构设计中必须考虑当地的抗震特点。这包括地震活跃区的合理选择、采用抗震结构形式、加强结构连接以及使用抗震材料。通过根据地区的特点改善结构设计的相宜性，可以显著提高建筑的抗震能力，降低地震造成的损失。在地震活跃区，结构设计师应该采用适当的抗震结构形式，例如加强混凝土框架或钢结构，以提高结构的强度和变形能力。此外，结构连接件的设计和材料选择也应考虑地震荷载的影响，以确保连接的可靠性。使用抗震材料，如抗震墙和减震装置，可以有效地减少地震引起的结构位移和应力。

4.2 保障结构计算的精确度

结构计算的精确度直接影响建筑的安全性。在结构设计中，必须确保计算方法和模型的准确性。这包括使用现代计算工具、考虑复杂荷载情况、准确估计结构的承载能力和疲劳寿命。同时，还需要遵守相关的设计规范和标准，以确保结构计算的合理性和精确度。通过保障结构计算的精确度，可以减少结构失稳的风险，提高建筑的安全性。

4.3 严格遵守相关设计规范和标准

建筑结构设计的安全性在很大程度上依赖于遵守相关的设计规范和标准。这些规范和标准由专业机构和政府制定，旨在确保建筑在各种条件下都能够安全稳定。严格遵守这些规范和标准对于减少潜在的风险至关重要。建筑设计师和工程师必须深入了解并遵守适用于其项目的规范，以确保结构的合理性和安全性。

4.4 创新建筑结构设计模式

创新是提高建筑结构设计安全性的关键之一。随着科学技术的不断进步，建筑领域也涌现出各种新的设计方法和技术。创新建筑结构设计模式可以包括新型材料的应用、结构形式的创新、模拟和计算技术的使用等。通过引入创新元素，可以提高建筑的安全性，使其更能应对现代建筑的需求，如高度、耐久性、节能等。

4.5 保证建筑基础选型的合理性

建筑的基础是支撑整个结构的重要组成部分。为了提高建筑结构设计的安全性，必须保证建筑基础选型的合理性。不同地区的地质条件各不相同，因此基础选型必须考虑当地的地质特点[3]。合理的基础选型包括考虑土壤类型、地下水位、地震风险等因素。选择适当的基础类型，如承台、桩基、或基槽，是确保建筑在不同条件下具备足够的稳定性和安全性的关键步骤。

4.6 建筑结构设计的规范化

为提高建筑结构设计的安全性，规范化是至关重要的。规范化包括使用标准化的设计方法、材料和构造技术，以及遵循相关法规和行业标准。规范化设计有助于降低设计中的错误和风险，确保结构的稳定性和可靠性。同时，规范化还有助于提高施工过程的可控性，减少施工阶段可能出现的问题。

5 建筑结构安全性的检测和维护

5.1 定期的结构健康检测

建筑结构在长期使用中可能会受到自然因素、荷载、疲劳和老化的影响。因此，定期的结构健康检测是至关重要的。这包括视觉检查、结构材料的取样和检测、非破坏性测试等方法。通过定期检测，可以及早发现结构中的问题，采取修复措施，确保结构的安全性和可靠性。

5.2 应用现代技术进行结构健康监测

现代技术提供了多种高级工具，可以用于结构健康监测。这包括传感器网络、激光扫描、遥感技术、结构振动分析等。这些技术可以实时监测结构的变化和性能，帮助识别潜在问题。应用现代技术进行结构健康监测可以提高检测的准确性和效率，有助于提前采取必要的维护措施。

5.3 结构安全性的长期评估

建筑结构的长期评估是确保其安全性的重要步骤。这包括对结构的性能、荷载承受能力、疲劳情况和材料退化等方面的分析。长期评估可以帮助建筑业主和管理者了解结构的寿命和性能，以制定适当的维护和修复计划。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

5.4 针对不同环境和使用条件的维护策略

不同的环境和使用条件可能需要不同的维护策略。例如，在潮湿环境下，防腐蚀维护可能更为重要，而在高风区，结构的风载荷承受能力可能需要额外关注。因此，维护策略应该根据具体情况制定，包括定期涂漆、清洗、防水处理、维修损坏部分等。

6 与建筑结构设计安全性相关的教育和培训

6.1 培训设计人员和工程师的必要性

培训设计人员和工程师的必要性在建筑结构设计中至关重要。这一领域的复杂性要求专业人员具备深刻的知识和技能，以确保建筑结构的安全性和可靠性。培训不仅有助于提高他们的专业知识，还使他们熟悉各种法规和标准，培养创新思维，最终提高建筑结构的安全性。同时，现代技术的应用和安全文化的培养也在进一步增强这一领域的教育和实践。

6.2 现代技术在教育中的应用

（1）模拟和仿真。虚拟现实（VR）和计算机辅助设计（CAD）等技术可以用于模拟建筑结构的行为，帮助学生和专业人员更好地理解结构响应和性能。通过这些技术，教育者可以创建虚拟建筑环境，使学生能够亲身体验结构的行为和性能[4]。这种实践性的学习有助于提高他们的理解和应用能力，同时降低了风险，因为学生可以在虚拟环境中犯错误而不会导致实际损害。

（2）在线教育。互联网和在线课程平台使培训更加灵活，允许专业人员随时随地访问教育资源。学生可以在自己的节奏下学习，无论他们身在何处。这种便捷性有助于提高教育的可及性，使更多人能够获得建筑结构设计安全性方面的知识和培训。

（3）数据分析。大数据和分析工具可以用于评估结构性能、监测结构健康状况以及改进设计决策。学生和专业人员可以使用这些工具来分析结构的响应，了解在不同情况下如何提高安全性和稳定性。数据分析还有助于提前识别潜在问题并采取预防措施。

（4）建筑信息模型（BIM）。BIM 技术可以协助设计人员在整个建筑生命周期中管理和优化结构设计。教育者可以教授学生如何使用 BIM 工具来创建精确的建筑模型，模拟各种设计方案，协调不同专业的设计，以确保设计的一致性和安全性。这有助于培养学生的实际技能，使他们在实际项目中更有竞争力。

6.3 安全文化的培养和推广

（1）安全文化的重要性。安全文化在建筑结构设计中是至关重要的。它指的是一种组织内部的价值观和行为规范，强调在工程项目中安全的重要性。培养安全文化有助于确保所有项目相关方都理解和重视安全问题，从而降低事故和风险。这需要教育和推广，以确保每个人都积极参与安全实践。

（2）安全意识培训。培养安全文化的一部分是提供安全意识培训。这种培训应该涵盖与建筑结构设计相关的潜在风险，识别安全问题的能力，以及采取预防措施的重要性。通过安全意识培训，工程师和设计人员可以更好地了解和预防可能的危险，从而提高整体的安全性。

（3）安全标准和最佳实践的传播。建筑结构设计领域存在许多安全标准和最佳实践，这些应该被广泛传播。通过传达这些标准和实践，专业人员可以更好地遵守行业规范，确保设计和建筑过程中符合最高的安全标准。这可以通过工作坊、培训课程和技术材料的发布来实现。

（4）领导力的角色。领导力在培养安全文化中发挥着关键作用。领导者应该展示出对安全的坚定承诺，并为团队树立榜样。他们可以通过支持和奖励符合安全标准的行为来鼓励员工积极参与安全实践。领导者还应该定期检查和改进安全文化的策略，确保其有效性。

（5）持续改进和监测。安全文化的培养是一个持续的过程。需要建立监测机制来评估安全文化的表现，并不断改进培训和传播方法。定期的评估和反馈有助于发现潜在问题并采取纠正措施，以确保建筑项目的安全性得到持续提高。

7 结语

在建筑领域，保障结构计算的精确度和严格遵守相关的设计规范和标准是不可或缺的步骤，以确保建筑物的安全性和稳定性。现代计算工具和技术的使用、全面考虑各种荷载情况、准确估计结构参数、遵守地区性和国家性规范、材料规范、荷载标准以及环境规范，都有助于降低风险，保护建筑物、人员和环境的安全。建筑设计师和工程师的责任是不仅要满足项目的功能和美学需求，还要确保其在各种条件下都能够稳定运行，不受外部因素的威胁。定期更新知识、适应新的标准和技术，以及进行质量控制和验收，都是确保建筑结构的合规性和安全性的必要步骤。通过遵守这些原则和实践，可以建设更安全、更稳定、更可持续的建筑物，为社会提供更高水平的安全和保障。建筑不仅是生活和工作的地方，也是我们的避风港，因此，确保其质量和安全性至关重要。

[参考文献]

[1]李洛文.浅谈提高建筑结构设计安全可靠度的必要性[J].居舍,2020(4):190-191.
[2]马书兵.浅析提高建筑结构设计安全可靠度的必要性[J].现代物业(中旬刊),2019(3):40.
[3]杨东.提高建筑结构设计安全度的必要性[J].建材与装饰,2018(35):77-78.
[4]李金生.浅析提高建筑结构设计安全可靠度的必要性[J].河南建材,2018(4):382-383.

作者简介：杨容（1986.12—），女，单位名称：苏州中设建设集团有限公司；毕业学校和专业：安徽理工大学，结构工程。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程项目管理中精细化管理模式的有效运用研究

李永乾
青海省海东市乐都区住房和城乡建设局，青海 海东 810799

[摘要]建筑工程项目由于其规模庞大和复杂性，要求全程实施严格的科学管理，确保项目的高效进行并降低潜在风险。精细化管理模式在多个领域中已广泛验证其价值，特别是在将管理规定和制度细化到各个执行环节，确保质量与安全。该模式旨在深入到项目的每一个环节，消除所有可能的隐患，从而确保项目的整体效益。当前，为了确保建筑工程项目的顺利实施，加强对精细化管理模式的认识和应用变得尤为关键。文章解析精细化管理模式，探讨其在建筑工程项目中的应用原则，并进一步挖掘此模式在实践中的有效策略，为建筑工程项目管理提供切实可行的指导建议。

[关键词]建筑工程；工程管理；精细化模式
DOI：10.33142/sca.v6i10.10218　　中图分类号：TU7　　文献标识码：A

Research on the Effective Application of Refined Management Mode in Construction Project Management

LI Yongqian
Qinghai Haidong Ledu Housing and Urban Rural Development Bureau, Haidong, Qinghai, 810799, China

Abstract: Due to its large scale and complexity, construction projects require strict scientific management throughout the entire process to ensure the efficient progress of the project and reduce potential risks. The refined management model has been widely validated in multiple fields, especially in refining management regulations and systems into various execution stages to ensure quality and safety. This model aims to penetrate into every aspect of the project, eliminate all potential hazards, and ensure the overall benefits of the project. Currently, in order to ensure the smooth implementation of construction projects, it is particularly crucial to strengthen the understanding and application of refined management models. The article analyzes the refined management model, explores its application principles in construction projects, and further explores the effective strategies of this model in practice, providing practical guidance and suggestions for construction project management.

Keywords: construction engineering; engineering management; refinement mode

引言

随着全球化和技术的不断发展，建筑工程项目逐渐呈现出规模化、复杂化的特点。这些大型项目不仅涉及巨大的资本投入，而且涉及众多的参与方、复杂的技术要求和严格的时间限制。在这样的背景下，传统的管理方法很难满足现代建筑工程项目的需求，而精细化管理模式应运而生，成为行业的新宠。这种管理模式注重对项目各个环节的深入挖掘和精细管理，力求将项目管理的每一个环节都做到极致。而在建筑工程项目中，由于其独特性和复杂性，如何有效地运用精细化管理模式，提高项目的效率和质量，成为了行业内的热门话题。本文旨在探讨建筑工程项目中精细化管理模式的实质、原则及其有效应用，期望为行业提供一种新的、更高效的管理视角和方法。

1 精细化管理模式的重要性

在现代建筑领域，随着工程规模的扩大和技术的复杂性增加，精细化管理模式的重要性已经日益凸显。精细化管理模式，简而言之，就是对项目的每一个环节、每一个细节都进行深入的规划和管理，确保项目从起始到完成都能按预定的质量和时间标准顺利进行。这种管理模式的核心价值在于，它可以有效地减少因管理疏漏或沟通不足导致的错误和延误，大大提高工程的完成效率和质量。对于建筑企业来说，采用精细化管理不仅意味着更高的项目成功率，还能够显著降低资源浪费和增加经济效益。同时，对于业主和投资者而言，精细化管理也保证了他们的利益不会因项目的失误或延期而受损。此外，随着绿色建筑和可持续性理念在建筑行业的盛行，精细化管理还能确保项目在环境和社会责任方面的表现达到最优[1]。总的来说，建筑的精细化管理模式是现代建筑工程项目成功的关键，它代表了项目管理的高标准和对卓越追求的承诺。

2 精细化管理模式的特点

建筑工程的精细化管理模式是现代建筑行业对工程管理的深化和细化，其特点表现为对工程项目的每一环节、每一细节都进行深入而详尽的规划、分析和控制。首先，这种管理模式强调全面性，意味着从项目启动的初步规划，到设计、施工，直至竣工验收，每一步都有明确的流程和标准。其次，精细化管理追求高效率与高质量，通过对工程任务的细分和专门化，确保每个环节都能在最佳状态下进行。此外，这种模式强调团队间的沟通与合作，通过各

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

种现代通信工具和管理软件，确保信息在团队内部流动畅通，减少误解和冲突。又比如，精细化管理模式注重风险预测与应对，旨在提前识别可能的问题，并为之制定充分的应对措施。此外，这种模式还具有强烈的创新意识，鼓励团队对现有流程进行持续的改进和优化。而且，它注重对资源的合理配置和最大化利用，避免资源的浪费。最后，精细化管理模式始终将客户需求和满意度放在首位，不断地与客户沟通，确保项目的方向和结果都能满足客户的期望。总的来说，建筑工程的精细化管理模式以其全面、高效、合作、预见性、创新性、经济性和以客户为中心的特点，为现代建筑项目的成功提供了强有力的保障。

3 精细化管理在建筑工程项目管理中的应用

3.1 需求分析与定位

在建筑工程项目管理中，需求分析与定位是确保项目成功的首要步骤，而精细化管理在这一过程中发挥着不可替代的核心作用。精细化管理要求项目团队深入地对用户需求、项目目标和市场定位进行细致的分析与研究，确保从最初的设计思路到项目实施的每一个环节都紧密围绕真实的用户需求展开。通过深入了解用户的期望、需求和偏好，项目团队可以准确地确定项目的方向和目标，从而为后续的设计、施工和运营打下坚实的基础。同时，精细化的需求分析还能帮助项目团队及早识别潜在的风险和挑战，制定出更为合理和高效的策略和措施。此外，对于复杂的建筑工程项目，精细化的需求分析与定位还能确保资源的合理分配和利用，避免不必要的浪费和冗余。总的来说，通过精细化管理在需求分析与定位中的应用，建筑工程项目可以更为精准地满足市场和用户的需求，从而实现项目的成功和持续的竞争优势。

3.2 资源规划与分配

在建筑工程项目管理中，资源规划与分配是项目成功的关键因素之一，而精细化管理为这一环节提供了更为明确和高效的路径。在精细化管理框架下，项目团队首先需要对所有可用资源进行详细的盘点和评估，包括人力、物料、资金、技术和时间等，确保对资源的全面了解。接着，根据项目的具体需求、目标和进度，进行精确的资源分配，确保每一项任务都能获得所需的资源以完成既定目标。这种精细化的资源规划与分配方式，不仅能够确保资源的最大化利用，减少浪费，还可以提高项目的执行效率，避免因资源短缺或冗余导致的进度延误。此外，随着项目的进行，精细化管理还要求团队进行持续的资源跟踪和调整，确保资源分配始终与项目的实际需求和变化相适应[2]。总之，通过精细化管理在资源规划与分配中的应用，建筑工程项目可以实现更为流畅、高效的运作，为项目的成功打下坚实基础。

3.3 进度控制与监督

在建筑工程项目管理中，进度控制与监督是确保项目按预定计划和时间完成的核心环节，而精细化管理为这一关键过程提供了细致的操作路径和策略。采用精细化管理模式，项目团队可以为每一个子任务和里程碑设定明确、可衡量的时间目标，并利用先进的项目管理软件实时追踪和监测实际进度与预期进度之间的差异。任何延误或偏离预定路径的情况都会被及时发现，从而允许团队迅速调整策略或重新分配资源以回到正确的轨道。此外，通过对每一个阶段的细致监督，项目经理可以确保所有工作都严格按照质量标准和规范进行，从而降低后期修改或返工的可能性。精细化管理也为团队提供了一个清晰的反馈机制，帮助识别潜在的效率瓶颈或流程中的不足，并为未来的项目提供宝贵的经验和教训。总之，通过在进度控制与监督中实施精细化管理，建筑工程项目不仅能确保按时完成，而且能够维持项目的高质量和高效率，为客户和投资者带来真正的价值。

3.4 质量与安全管理

在建筑工程项目管理领域，精细化管理对于质量与安全管理的作用不可忽视，它为确保工程的稳定和可靠性提供了坚实的基础。质量是建筑项目成功的关键，而安全是项目中不可或缺的首要因素。精细化管理注重深入到每一个施工细节，从每一颗螺丝到每一个施工流程，都进行细致的审核和监控，以确保达到既定的质量标准。此外，通过精细化管理，可以及时识别和纠正潜在的质量问题，从而避免了后期的大量返工和维修，节省了时间和成本。同时，对于安全管理，精细化管理强调预防为主，注重对所有可能的安全隐患进行全面评估和预防措施的制定。这不仅包括对施工现场的物理环境进行安全检查，还包括对施工人员的培训和教育，确保他们了解和遵守所有的安全规定和操作程序。更重要的是，精细化管理还强调了持续的安全监督和评估，确保安全标准在整个项目过程中都得到严格执行[3]。所以，通过精细化管理的应用，建筑工程项目不仅能够确保其高质量地完成，还能确保整个施工过程的安全和稳定，为建设方和使用方提供了可靠的保障。

4 精细化管理模式的优势与挑战

4.1 优势分析

建筑工程精细化管理模式在当代工程项目实践中日渐得到广泛应用，其背后所体现出的一系列优势已被业界所公认。首先，精细化管理模式最大的优势在于其对细节的高度关注，这使得项目的每一个环节都受到充分的重视，从而降低了由于疏忽小节导致的失误。其次，这种管理模式通过精确的资源规划和配置，大大提高了资源利用率，确保了项目的高效进行，减少了浪费。再者，精细化管理还强调持续改进和反馈循环，使得项目团队能够及时捕捉到问题，持续优化流程，从而提高工程质量。此外，这种管理模式还增强了项目的可预测性，通过对每个环节的精细控制，项目进展更容易按照预定的路线图进行，为决策

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

者提供了明确的方向。因此，建筑工程精细化管理模式通过对项目的全面、细致的管理，不仅确保了项目的质量和安全，还提高了项目的效率和效益，为建筑企业创造了更大的价值。

4.2 挑战

4.2.1 管理的复杂性

随着建筑工程精细化管理模式的广泛应用，管理的复杂性已逐渐成为项目经理和相关团队所面临的主要挑战之一。精细化管理要求对每一个工程环节、每一个具体任务都进行深入地分析和规划，这无疑大大增加了管理的深度和细节。而这种深入每一环节的管理方式，带来的是信息量的激增、参与者间沟通的频繁，以及对于各种突发情况的应对策略需求。每一个环节都可能涉及到众多的决策点和交叉考量，这就要求项目经理不仅要具备广博的知识，还要具备出色的组织、协调和决策能力。另外，由于涉及到的细节众多，如何确保每一项任务都能准确、高效地完成，而不被复杂的管理流程所拖慢，也是一个巨大的挑战。简而言之，建筑工程精细化管理虽带来了项目执行的高效和准确，但同时也伴随着管理的高度复杂性，这对于所有参与者都提出了更高的要求和更大的挑战。

4.2.2 高水平管理能力的需求

在推进建筑工程精细化管理的过程中，对项目团队的高水平管理能力提出了前所未有的挑战。首先，项目团队不仅需要具备丰富的行业知识和经验，更应当熟练掌握各种先进的管理工具和技术，以应对各种复杂的项目情境。此外，他们还需要具备出色的决策能力，能够在众多的信息中迅速捕捉到关键点，制定出合理、有效的解决策略。与此同时，高效的沟通和团队协作能力也是必不可少的，因为精细化管理往往意味着各个部门、各个层级之间的交互更为频繁。项目团队还需具备敏锐的前瞻性和洞察力，能够预见潜在的风险和机会，并提前做好准备。更为关键的是，随着技术的不断更新和变革，项目团队必须始终保持学习和创新的态度，不断地提升自己的知识体系和管理技能[4]。总之，建筑工程精细化管理对团队的管理能力提出了更高的要求，这不仅是对技能的考验，更是对团队综合素质和应变能力的挑战。

5 精细化管理模式的发展前景

随着建筑行业的持续发展和技术的日益进步，精细化管理模式在建筑工程中的应用将呈现更为广泛和深入的趋势。预计未来，这种管理模式不仅会在更多的工程项目中得到实施，还将与现代技术更为紧密地结合，从而实现项目管理的更高效率和更高质量。例如，随着 BIM 技术、物联网、人工智能和大数据等技术的不断融入，建筑工程的精细化管理将能够进行更为精确的数据分析、预测和决策，为工程带来更高的经济效益和社会价值。同时，随着绿色建筑和可持续性理念的普及，精细化管理也将在资源利用、能源消耗和环境保护等方面展现其独特的价值，进一步推动建筑工程的绿色、可持续发展。总的来说，建筑工程的精细化管理模式将在未来持续引领行业的发展，成为项目成功的关键要素，为行业和社会带来更大的益处。

6 结束语

随着建筑行业的日益繁荣，工程造价及其管理已经成为行业关注的核心话题。通过深入探讨建筑工程造价的多种影响因素，我们明白了设计、施工、市场经济、环境地理和政策法规等都在不同程度上对造价产生影响。为了更好地控制和管理这些影响因素，标准化管理应运而生，并逐渐展现出其在提高工程效率、控制成本和确保工程质量方面的重要价值。但我们也应认识到，标准化管理并非一劳永逸的解决方案，而是需要与时俱进，不断进行优化和完善。随着技术的发展和行业的变革，我们应积极探索新的管理方法和策略，确保建筑工程的顺利进行，为社会创造更多的价值。希望本文能为广大建筑行业人士提供有益的参考和启示，共同推动行业的健康、可持续发展。

[参考文献]

[1]邓腾虎.建筑工程项目管理中精细化管理模式的有效运用[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2021(7):36-37.
[2]许子敬.精细化管理模式在建筑工程项目管理中的应用[J].工程技术研究,2022,7(17):109-111.
[3]徐昊.关于建筑工程项目管理中精细化管理策略探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2022(30):28-30.
[4]郭巧玲.建筑工程项目施工管理中的精细化管理措施[J].住宅与房地产,2021(24):164-165.

作者简介：李永乾（1973.11—），毕业院校：国家开放大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：青海省海东市乐都区住房和城乡建设局，职务：住建局干部，职称级别：建筑工程师八级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程施工进度与质量安全的控制

曹 军
宁夏鹏林建筑工程有限公司，宁夏 固原 756000

[摘要]随着科学技术进步，建筑工程项目管理日益复杂，施工进度和质量安全成为关键议题。文章介绍施工进度和质量安全的概念并探讨它们之间的紧密联系。通过分析施工进度、质量和安全管理中的常见问题，揭示了当前建筑工程项目管理的主要挑战。针对这些挑战，从不同的角度提出了综合控制措施，旨在为建筑行业提供更高效、更安全的施工方法和指导。
[关键词]建筑工程；施工进度；质量安全；控制策略
DOI：10.33142/sca.v6i10.10221 中图分类号：TU722 文献标识码：A

Control of Construction Progress and Quality Safety in Construction Projects

CAO Jun
Ningxia Penglin Construction Engineering Co., Ltd., Guyuan, Ningxia, 756000, China

Abstract: With the advancement of science and technology, construction project management has become increasingly complex, and construction progress and quality safety have become key issues. This article introduces the concepts of construction progress and quality safety and explores their close connections. By analyzing common problems in construction progress, quality, and safety management, it reveals the main challenges of current construction project management. In response to these challenges, comprehensive control measures have been proposed from different perspectives, aiming to provide more efficient and safe construction methods and guidance for the construction industry.
Keywords: construction engineering; construction progress; quality and safety; control strategy

引言

建筑工程是社会发展和城市化进程中不可或缺的一部分，它涉及到庞大的资金投入、人力资源和技术应用。在此背景下，如何确保施工进度与质量安全的有效控制变得尤为关键。过去，由于技术和经验的局限性，许多建筑项目经常面临延期、超预算和质量问题。然而，随着技术的进步和管理方法的创新，有了更多的机会去改善和完善这一情况。尽管如此，仍然存在许多挑战和问题亟待解决。文章深入探讨建筑工程施工进度与质量安全的控制，分析当前的问题，并提出实用的解决策略，以期为建筑行业带来更为明确和实用的指导方针。

1 建筑工程施工进度、质量安全控制的概述

1.1 施工进度控制概述

施工进度控制是对建筑工程的各个施工阶段进行规划、监控和调整，以确保项目按照预定的时间完成施工任务。这涉及到的任务包括：制定详细的施工计划，实时监测施工活动的完成情况，及时发现偏差并采取纠正措施。有效的进度控制不仅可以保证项目按期完成，还可以合理地分配资源，提高施工效率降低成本。

1.2 施工质量安全控制概述

施工质量安全控制则关注于建筑工程的实体质量和现场安全。质量控制是确保每个施工阶段都符合预定的标准和规范，从而确保项目的整体质量。这包括材料的质量检测、施工方法的审查以及最终成果的验收[1]。安全控制则更加关注于预防事故和伤害的发生，这需要对工地进行持续的管理，提供必要的安全培训，确保所有设备和工具都符合安全标准，并在发现潜在危险时立即采取措施。

2 建筑工程施工进度与质量安全的关系

施工进度与质量安全之间的关系是双向的。有效的施工进度控制可以为工程质量、安全培训和风险评估提供足够的时间，而这些元素又可以确保工程顺利进行，减少因质量或安全问题导致的延误。但相反，如果进度管理不当，可能会导致工人在工期压力下，增加事故风险，并可能降低工程质量。此外，忽视质量和安全可能导致项目在后期面临返工、法律纠纷或其他高昂的代价。因此，理解并管理好施工进度与质量安全之间的关系对于任何建筑项目来说都是至关重要的。

3 建筑工程施工进度与质量安全控制中存在的主要问题

3.1 施工进度管理不科学

在建筑工程项目中，施工进度管理是确保项目成功的关键环节。然而，调查多个工程项目后发现，许多时候，施工进度管理并不尽如人意，它们往往缺乏科学性和精确性。例如，经常遇到施工计划的不明确或过于宽泛，这种模糊的计划导致了工人和管理者在任务的优先级和完成时间上存在误解[2]。同样，资源的分配也可能不合理，导致某些任务人手过多，而其他任务则急需人手。此外，当面临突发事件或项目变化时，过于僵硬的进度管理策略可

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

能难以迅速应对，进而产生更大的延误。还有一些问题涉及到项目的信息沟通，由于信息在各方之间的传递不畅，可能导致工作的重复或被遗漏。更为关键的是，对风险管理的忽视使得项目未能预见到并提前准备应对可能的风险和延误。这些管理上的缺陷不仅会严重影响施工的效率，还可能增加项目的整体成本，甚至对项目的质量和安全造成潜在威胁。

3.2 质量管理不完善

在建筑工程领域，项目的质量是其成功的基石。它不仅关乎建筑的耐用性、功能和美观，而且涉及到整个工程的可靠性和对社会的承诺。然而，许多工程项目在质量管理上存在不足，这不仅可能导致工程本身的缺陷、增加其后期的维护成本，而且在某些情况下，可能给公众带来严重的安全隐患。具体表现为，一些项目在施工过程中的质量监测和检验不够充分和规范，使得部分问题被遗漏或忽视。此外，由于某些项目的质量标准设置不明确或过时，施工团队可能会基于错误的信息进行施工。再者，缺乏技术培训或与时俱进的工艺知识教育也可能导致工人和管理者在施工中出现失误。一些项目在质量问题的反馈和纠正机制上也存在不够健全，这意味着即使某些问题被识别出来，也可能无法及时得到解决。更为严重的是，不当的材料供应商管理可能导致使用低质量的材料，进一步影响工程的质量。面对这些质量管理的问题，建筑工程管理者应该认识到它们的严重性，并采取实际行动进行改进，以确保建筑工程的长久性、安全性和社会信任度。

3.3 安全管理不到位

在建筑工程中，安全管理的重要性不言而喻。任何轻微的疏忽都可能导致事故发生，不仅会造成人员伤亡和巨大的经济损失，还可能对企业造成不可挽回的打击。遗憾的是，许多工程项目在安全管理上依然存在明显的不足。例如，有些项目对安全风险的识别和评估并不充分，导致潜在的危险因素被忽视。工地的安全培训和教育可能被视为形式主义，导致工人对于安全规范的执行不够严格。在某些情况下，由于对设备的维护和检查不足，可能出现设备故障或使用不当，增加事故发生的风险。此外，紧急响应和事故处置机制也可能不健全，使得一旦发生事故，处理不当可能导致更大的损失。

4 建筑工程施工进度与质量安全管理的影响因素

4.1 人为因素

人为因素在建筑工程中至关重要。这些因素通常与工程团队、工人和管理者的能力、经验和态度紧密相关。首先，团队的技能和经验对项目的顺利进行至关重要。团队成员如果在特定领域缺乏必要的技能和经验，可能导致施工中出现错误或延误。其次，工作态度决定了团队成员执行任务的效率和效果。一个积极、敬业的态度往往能够促进工作的高效完成，而消极、漫不经心则可能导致错误和事故。此外，沟通在团队中占据核心地位。如果团队成员之间的沟通不畅，信息传递可能会受到阻碍，从而影响决策的准确性和及时性。

4.2 材料因素

材料的选择和管理在建筑工程中占据核心位置。高质量的材料不仅可以确保工程的质量和耐用性，还可以简化施工过程，提高工作效率。然而，如果所用材料不符合质量标准、存在缺陷或供应不稳定，都可能给工程带来巨大的风险。这不仅可能导致施工延期，还可能增加后期维修的频率和成本。此外，材料的储存、运输和处理也是项目成功的关键。不恰当的储存条件可能导致材料的性能下降；而运输中的延误或损坏可能影响施工进度；不当的处理方法则可能浪费材料，增加成本。因此，对材料进行恰当的管理和使用，对确保工程的顺利进行和高质量完成具有决定性的意义。

4.3 设备因素

在建筑工程中，设备的选择、维护和操作直接决定了施工的效率和效果。首先，选择适当的设备能够加快施工速度、提高工作效率并确保工程质量。高性能和先进的设备在特定的工程环境中可以发挥巨大的优势。但这也带来了一个问题，那就是设备的维护和操作要求。设备若缺乏定期的检查和维护，可能会出现突发故障，导致项目延期。此外，操作者的技能和经验也非常重要。不熟练或错误的操作不仅会减慢施工速度，而且可能对工程质量产生负面影响，甚至增加事故风险。

4.4 环境因素

环境因素是每一个建筑工程都必须面对的挑战。自然环境中的因素，如暴雨、高温或特殊的土壤条件，都可能给施工带来复杂性。例如，雨季可能导致土地泥泞，影响施工进度，而地震活跃地区则要求工程具有特定的防震设计。社会环境同样重要。合规性是首要考虑的，工程团队必须确保项目符合所有相关的法律、法规和标准。与当地社区的关系也很关键。获得社区的支持和理解可以顺利推进工程，而与社区的冲突或误解可能导致施工停工或延误。

5 建筑工程施工进度与质量安全的综合控制策略

5.1 前期规划与策划

前期规划与策划是建筑工程项目取得成功的关键步骤，它们在很大程度上决定了整个项目的施工进度和质量安全水平。在项目启动之前，明确的需求分析是至关重要的，这包括确定工程的具体目标、预期的成果和各种特定需求。这样的明确方向可以为后续施工阶段提供明确和可行的指导。随后，根据项目的特定规模和复杂性进行资源评估，这意味着要确保足够的人力、必要的材料和适当的设备都得到充分的考虑和合理分配。而在整个项目周期中，各种潜在风险，如不稳定的天气条件、复杂的地形结构和供应链中的不确定性等，都需要进行风险评估，并制定出

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

相应的应对策略。为了保证项目按计划进行，时间表的制定是关键，其中应明确列出每个关键环节的开始和结束时间，以确保整个项目的施工进度符合预期。此外，为了确保各个部门和参与方之间的协同工作，建立一个有效的沟通机制是必不可少的，它可以确保关键信息得到及时和准确地传递，从而有助于施工进度的顺利进行和工程质量的稳定提高。

5.2 确定施工规划进度

在建筑工程项目中，确定施工规划进度是项目成功的关键环节。这不仅确保了工程的顺利进行，还影响到资金流动、资源配置和整体交付期限。首先，施工规划进度应基于前期的需求分析、资源评估和风险评估。在这个基础上，管理团队需要细化每一个施工环节，包括土建、安装、装修等，并为每一个环节分配明确的开始和结束时间。此外，应考虑到可能出现的延误因素，如天气条件、供应链中断或技术问题，并为此预留一定的缓冲时间[3]。有效的施工规划进度还应包括定期的检查点和里程碑，以便于管理团队及时评估项目的进展情况，并根据实际情况进行调整。同时，与各参与方，如供应商、分包商和客户进行沟通，确保他们对施工进度有明确的了解，避免出现误解或冲突。

5.3 采用合理的施工进度控制方法

施工进度控制是保证建筑工程按计划完成的关键手段。选择和采用合理的进度控制方法能够确保项目的有效推进，并及时应对各种潜在问题。常见的进度控制方法包括甘特图、关键路径法（CPM）和项目进度模型（PERT）。甘特图为团队提供了一个直观的时间线，明确展示了每个任务的开始和结束时间。而关键路径法则强调了项目中最长的任务序列，帮助团队识别哪些任务可能会影响整体的施工进度。项目进度模型则通过统计分析，为团队提供了完成任务的最可能、最早和最晚时间，使团队能够更好地评估和管理风险。

5.4 现场管理与监督

现场管理与监督是确保工程施工质量和进度的另一个关键环节。良好的现场管理应确保资源得到合理分配，工人按计划施工，且所有活动都符合安全和质量标准。管理团队需要定期对现场的工作进行巡查，确保施工进度与计划相符，并识别潜在的问题和延误。与此同时，监督团队应确保工程的质量标准得到严格执行，对不合格的施工行为进行纠正，并对违反安全规定的行为给予处罚。此外，现场管理还包括与各参与方的沟通，例如供应商、工人和客户，确保所有方面都明确项目的进度和期望，并共同努力达到工程的目标。

5.5 施工质量安全控制方法

在建筑工程中，确保施工质量和安全性是项目成功的基础。针对施工质量，应实施严格的材料检测、工艺审查和中间成果验收制度[4]。定期的质量检查和审计能及时发现问题，从而在项目完成前进行纠正。关于安全性，应推广最新的安全标准和操作规程，确保所有工人都接受了完善的安全培训，并在施工现场严格遵循安全指南。同时，应持续监测和评估潜在的安全风险，并制定相应的应对措施。

5.6 资源配置与优化

合理的资源配置和优化对于保证施工进度和控制项目成本至关重要。首先，要确保人员、材料和设备的合理分配，以满足各施工环节的需求。此外，通过对施工过程的持续监测和分析，可以发现并优化资源的浪费和冗余，提高资源使用效率。适时的资源再分配和调度也可以更好地应对突发事件，确保项目的连续性和流畅性。

5.7 信息技术在控制中的应用

随着现代信息技术的发展，其在建筑工程管理中的应用也越来越广泛。例如，项目管理软件可以帮助团队更有效地跟踪和控制施工进度，预算和资源。构建信息模型（BIM）可以提供3D的工程模型，帮助工程师和施工团队更好地理解和执行设计。此外，技术可以用于实时监测施工现场的环境和设备状态，为管理者提供及时和准确的反馈。

6 结语

随着建筑工程日益复杂化，施工进度、质量和安全控制的重要性愈发凸显。通过深入分析各种影响施工的因素，认识到了成功工程背后所涉及的各种挑战和细节。从人为到材料，从设备到环境，每一个环节都对项目的最终结果产生深远的影响。但只要采用科学的方法、充分利用现代技术，并始终注重团队协作与沟通，就可以有效地管理和控制这些因素，确保工程的顺利进行。此外，对前期规划与策划的重视，以及对现场情况的快速响应，也是取得成功的关键。最终，建筑工程的成功不仅仅是完成一个结构，更是实现了预期的效果、满足了客户的需求，并确保所有参与者的安全。

[参考文献]

[1]赵连国.建筑工程施工进度的影响因素及对策[J].建材与装饰,2018(11):39.
[2]高鹏.分析建筑工程施工进度、质量与安全的控制方法与措施[J].建材与装饰,2020(9):146-147.
[3]徐加军.建筑工程进度管理及控制措施[J].科学之友,2013(8):122-123.
[4]马桂梅.浅谈建筑工程施工的进度质量安全控制[J].科技创新导报,2012(14):38.

作者简介：曹军（1982.3—），毕业院校：宁夏大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：宁夏鹏林建筑工程有限公司，职务：质检员，职称级别：初级。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

数据挖掘技术在建筑设计中的应用与研究

杜 青
江西省商业建筑设计院有限公司，江西 南昌 330000

[摘要]在当今数字化时代，建筑设计不再仅仅依赖于传统的经验和直觉，数据科学的快速发展为建筑设计领域带来了新的机遇和挑战。数据挖掘技术作为数据科学领域的关键组成部分，以其强大的数据分析和模式识别能力，逐渐成为建筑设计中不可或缺的工具。本文探讨数据挖掘技术在建筑设计中的应用与研究，深入挖掘数据背后的价值，为建筑设计提供更科学、更智能的决策支持。

[关键词]数据挖掘；建筑设计；建筑设计中的应用
DOI：10.33142/sca.v6i10.10213 中图分类号：TU984 文献标识码：A

Application and Research on Data Mining Technology in Architectural Design

DU Qing
Jiangxi Commercial Building Design Institute Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: In the current digital era, architectural design no longer solely relies on traditional experience and intuition. The rapid development of data science has brought new opportunities and challenges to the field of architectural design. As a key component of the field of data science, data mining technology, with its strong data analysis and pattern recognition capabilities, has gradually become an indispensable tool in architectural design. This article explores the application and research of data mining technology in architectural design, delves into the value behind data, and provides more scientific and intelligent decision-making support for architectural design.

Keywords: data mining; architectural design; application in architectural design

引言

随着城市化进程的加速和人口增长，建筑设计面临着越来越多的挑战。如何在有限的空间内实现最优化的布局，提高建筑的能源利用效率，提供舒适的室内环境，成为了建筑设计中亟待解决的问题。传统的设计方法往往依赖于设计师的经验和直觉，难以充分利用大量的现代感知技术和数据资源。因此，引入数据挖掘技术，利用大数据分析和挖掘方法，成为解决这些问题的关键。

1 数据挖掘技术概述

数据挖掘技术是一种通过自动或半自动的方法，从大量数据中发现隐藏在其中的模式、关系、规律或趋势的过程。它是在统计学、人工智能和数据库技术等多个领域的基础上发展起来的交叉学科。数据挖掘技术主要包括数据预处理、特征选择、模型建立与评估等步骤。在数据预处理阶段，数据挖掘技术通常涉及数据清洗、数据转换和数据规约。数据清洗是指处理数据中的噪声、缺失值和异常值，以确保数据质量。数据转换涉及将原始数据转换成适合挖掘的格式，可能包括数据的标准化、归一化等操作[1]。数据规约则是缩小数据规模，减少数据的复杂性，同时保持数据的潜在信息。特征选择是指从原始特征中选择出最具代表性、最相关的特征，以提高挖掘模型的效果。选择合适的特征可以加快挖掘过程，提高模型的准确性。模型建立与评估是数据挖掘的核心环节。在这个阶段，数据挖掘算法被应用于数据集，从中学习模式，并用于预测或分类新的数据。模型的好坏通常通过准确率、召回率、F1值等指标来评估。

2 相关研究现状

在建筑设计领域，数据挖掘技术的应用日益受到重视，许多研究致力于探索其在解决实际建筑问题上的潜力。研究者们在用户行为分析方面做出了努力。他们利用传感器技术和移动设备数据，对人们在建筑内的移动路径、停留时间等行为进行跟踪和分析。通过数据挖掘技术，研究者能够揭示用户在建筑内的偏好和行为模式，为室内空间布局提供科学依据。能源管理和节能设计方面的研究也引起了广泛关注。研究者们利用历史能耗数据，运用数据挖掘技术，建立了能源使用模型。这些模型不仅可以预测未来的能源需求，还能够识别能源浪费的模式，提供节能建议。这对于实现建筑能源的智能管理具有重要意义。此外，建筑材料选择和性能分析方面的研究也取得了进展。研究者们通过挖掘大量的材料性能数据，应用数据挖掘算法，发现了不同材料之间的关联性，为建筑材料的选择提供了指导。同时，数据挖掘还被用于预测材料的耐久性和性能变化趋势，为建筑的长期可持续性提供支持。另外，建筑设备的故障检测和维护方面也有相关研究。研究者们利用传感器数据，运用数据挖掘技术，实现了对建筑设备运行状态的实时监测。当设备出现异常时，系统能够自动发出警

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

报，提醒维护人员进行及时修理，降低了设备故障带来的损失。

3 建筑设计中的数据挖掘应用

建筑设计中的数据挖掘应用具有广泛的可能性，可以改善建筑设计的效率、可持续性和用户体验。

3.1 用户行为分析

在用户行为分析方面，数据挖掘技术的应用范围不断扩大。通过分析用户在建筑内的行为，包括流量分布、停留时间、常访区域等，建筑设计师可以更准确地了解用户需求和习惯。这种信息对商场、博物馆、图书馆等公共场所的布局和设计非常有用。通过挖掘用户行为数据，设计师可以优化空间布局，确保繁忙区域的合理利用，提高用户体验。例如，根据用户停留时间分析，设计师可以决定特定区域的座位安排和展示品摆放，以吸引更多顾客。

3.2 能源管理和节能设计

在能源管理和节能设计领域，数据挖掘技术为建筑行业带来了革命性的变化。通过挖掘历史能耗数据，建筑师可以预测未来的能源需求，制定更有效的节能策略[2]。此外，数据挖掘还可以用于优化供暖、通风和空调系统的运行，提高能源利用效率。实时监测和数据分析帮助建筑管理员根据实际需求调整能源供应，降低能源浪费，提高能源利用效率，实现绿色、可持续发展的目标。

3.3 材料选择和性能分析

在建筑设计中，选择合适的材料是确保建筑结构安全性和耐用性的关键因素。数据挖掘技术在材料选择和性能分析方面发挥着重要作用。通过分析大量的建筑材料数据，包括强度、耐久性、成本等信息，数据挖掘技术可以帮助建筑设计师做出明智的选择。数据挖掘技术可以揭示不同材料属性之间的关联性，帮助设计师更好地理解材料之间的相互作用。通过深入的数据分析，建筑设计师可以更准确地预测材料的性能，包括抗压强度、耐久性、隔热性等，从而选择符合特定需求的材料。此外，数据挖掘还可以用于分析材料的成本和可持续性。通过比较不同材料的成本和环保性能，设计师可以在保证质量的前提下选择经济实用和环保的材料，实现建筑的可持续发展目标。

3.4 建筑设备的故障检测和维护

在建筑设备的故障检测和维护方面，数据挖掘技术可以发挥关键作用。通过传感器数据和实时监测设备的运行状态，数据挖掘算法可以分析设备的行为模式，识别异常行为，并及时发出警报。这种实时监测和故障检测可以帮助建筑管理员预防设备故障，减少停工时间，降低维修成本，提高建筑设备的可靠性和稳定性。

3.5 可达性和交通流分析

数据挖掘在可达性和交通流分析方面发挥关键作用。通过分析交通流量数据，包括车辆和行人的流动模式，数据挖掘技术能够帮助设计师优化建筑入口、出口和停车设施的位置。这种优化不仅提高了建筑的可达性，还减少了交通拥堵，改善了周边交通流动性。深入分析交通数据，建筑设计师能够制定更为科学的交通管理策略，从而提高建筑区域的交通效率，为居民和用户提供更为便捷的交通体验。

3.6 建筑安全性分析

数据挖掘技术在建筑安全性分析中扮演着关键角色。通过分析监控摄像头数据、门禁系统数据等，数据挖掘算法能够识别潜在的安全风险。这种分析有助于及时发现异常行为，预防潜在的安全威胁。数据挖掘还可以用于模拟安全事件，评估建筑的安全性和抗灾能力。综合利用这些数据，建筑设计师和安全专家可以制定更全面的安全管理方案，确保建筑及其居住者或用户的安全。数据挖掘的应用不仅提高了建筑的整体安全性，也为建筑所处环境的安全评估提供了更精确的数据支持。

4 建筑设计中的数据收集与预处理

4.1 数据收集方法

4.1.1 传感器数据

在建筑设计中，传感器数据的应用至关重要。各种传感器，包括温度传感器、湿度传感器、光照传感器和运动传感器等，被广泛用于收集建筑内部环境参数和用户行为数据。温度传感器能够测量不同区域的温度，为室内温控系统提供重要参考，有助于能源利用的优化。湿度传感器用于监测空气湿度，对于维持室内环境舒适度至关重要。光照传感器测量光照强度，可用于调整室内照明系统，提高能源利用效率。而运动传感器则能够检测用户在建筑内的运动轨迹，为用户行为分析和空间布局提供数据支持。通过分析这些传感器数据，建筑师可以更好地了解建筑的实际使用情况，优化空间布局，提供更舒适、智能化的建筑设计。

4.1.2 用户调查

用户调查在建筑设计中是一种常用的数据收集方法，通过问卷调查、面对面访谈或在线调查等方式，收集用户对建筑设计的看法和需求。这种定性和定量相结合的数据能够提供宝贵的用户反馈。通过详细的用户调查，建筑设计师可以了解用户的偏好、需求和期望，包括室内布局、色彩选择、舒适度标准等。这些信息为建筑师提供了直接来自用户的反馈，帮助他们调整设计方案，确保建筑不仅符合功能需求，还满足用户的审美和舒适度需求。

4.1.3 公开数据集

公开数据集是指由研究机构、政府部门或社会组织公开发布的数据集。这些数据集包含了各个领域的信息，如人口统计数据、气象数据、交通流量数据等。在建筑设计中，公开数据集可以用于各种分析，例如城市规划、交通流分析、气候适应性研究等。通过使用公开数据集，建筑设计师可以获取大规模、真实的数据，帮助他们更好地了

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

解建筑所处环境，优化设计，提高建筑的可持续性和社会适应性。这些数据不仅提供了丰富的信息，还为建筑设计师提供了更广阔的视野，引领他们设计更具前瞻性和创新性的建筑。

4.2 数据预处理与特征选择

4.2.1 数据清洗

数据清洗在建筑设计中的数据预处理阶段扮演着至关重要的角色。数据清洗是指对收集到的数据进行处理，包括检测和纠正数据中的错误、填充缺失值、处理异常值等，以确保数据的质量和可靠性。在建筑设计中，数据清洗首先涉及到检测和修复数据中的错误。这些错误可能由传感器故障、数据录入错误等原因导致。通过数据清洗技术，建筑设计师可以识别这些错误并采取相应措施，确保数据的准确性。另外，数据清洗还包括处理缺失值的任务。在实际数据收集中，某些数据点可能由于设备故障或其他原因未能采集到[3]。数据清洗过程中，建筑设计师需要使用适当的填充方法（如均值、中位数填充）来填补这些缺失值，以确保数据的完整性。此外，数据清洗也需要处理异常值。异常值可能干扰数据的分析和建模过程。通过使用统计方法或机器学习算法，建筑设计师可以识别这些异常值，并根据具体情况进行处理，如删除异常值或用合适的值替换。

4.2.2 数据转换

数据转换在建筑设计中是数据预处理的关键步骤之一。这个过程涉及将原始数据进行格式转换，以便于进一步地分析和建模。一种常见的数据转换方法是标准化（Normalization），它通过缩放数据，将其映射到一个特定的范围内，通常是 0,1 或者－1,1，以消除不同特征之间的量纲差异，确保各个特征对模型的影响权重是相对均衡的。另一种方法是归一化（Min-Max Scaling），它也是一种常用的缩放方法，将数据映射到 0,1 范围内，保留了原始数据的分布信息，适用于大多数机器学习算法。数据转换还包括离散化（Discretization），将连续型数据转化为离散型数据，方便某些算法的处理。

4.2.3 特征选择方法

特征选择是建筑设计中数据预处理的重要环节，它涉及选择最具代表性和相关性的特征，以提高模型的性能和泛化能力。常用的特征选择方法包括过滤式方法、包裹式方法和嵌入式方法。过滤式方法通过统计学方法评估特征与目标变量之间的关系，选择相关性高的特征。包裹式方法则通过训练模型来评估特征的贡献度，通常使用交叉验证来选择最佳特征子集。嵌入式方法将特征选择嵌入到模型训练的过程中，例如，决策树算法可以自动选择重要特征。选择合适的特征选择方法可以减少特征空间的维度，提高模型的训练效率，同时避免了维度灾难问题，提高了模型的泛化能力。

5 数据挖掘在建筑设计中的潜力

数据挖掘技术在建筑设计领域具有广泛的潜力，它不仅仅是一种数据分析方法，更是一种能够推动建筑设计创新的关键工具。首先，数据挖掘可以帮助建筑师更好地了解用户需求和行为模式。通过分析用户在建筑内的行为数据，建筑师可以洞察用户的偏好、习惯和需求，进而优化空间布局、增强建筑舒适度，提供更贴近用户期望的设计。其次，数据挖掘在能源管理方面发挥着重要作用。通过分析历史能耗数据，建筑师可以预测未来的能源需求，制定更有效的节能策略，优化供暖、通风和空调系统的运行，提高能源利用效率，实现绿色建筑的目标。此外，数据挖掘还为材料选择提供了新的视角。通过分析大量建筑材料的性能数据，建筑师可以准确选择适应性好、成本低的材料，提高建筑结构的可靠性和耐用性。数据挖掘还为建筑设备的故障检测和维护提供了先进的方法，通过实时监测和分析设备运行数据，可以预测设备故障，减少停工时间，提高建筑设备的可靠性。此外，数据挖掘还在建筑安全性分析、可达性和交通流分析等方面发挥作用，为建筑设计提供了更为智能、可持续和安全的解决方案。因此，数据挖掘不仅提供了更加全面深入的数据视角，更为建筑设计注入了创新和智能，为建筑行业的未来发展打开了崭新的可能性。

6 结语

随着数据挖掘技术的快速发展，建筑设计领域迎来了前所未有的机遇。数据挖掘不仅为建筑设计师提供了更加丰富、准确的数据基础，更为设计过程注入了创新和智能。通过分析用户行为、优化能源利用、改善材料选择、提高设备可靠性，甚至提升建筑安全性，数据挖掘使得建筑设计更加贴近用户需求，更加绿色、可持续和智能。数据挖掘为建筑设计开辟了新的思路和方法，为建筑设计注入了活力和创新。通过不断探索和实践，我们有望在数据挖掘的引领下，创造出更加智慧、可持续、人性化的建筑设计，助力建筑行业向更美好的未来迈进。

[参考文献]

[1]庄敬宜,张磊.数据挖掘技术在建筑设计中的应用与研究[J].智能建筑与智慧城市,2022(8):60-62.
[2]陈英.数据挖掘技术在建筑节能设计中的应用[J].建筑科学,2023,39(5):212.
[3]罗辰.数据挖掘技术在工程项目管理中的应用研究[J].工程技术研究,2023,8(12):121-123.

作者简介：杜青（1984.3—），女，本科，建筑设计。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

煤矿测绘中提高测绘精度的必要性和措施研究

王永康 赵 瑞
宁夏回族自治区盐池县金家渠煤矿，宁夏 吴忠 751500

[摘要]在煤矿开采过程中，准确的测绘数据是保证煤矿安全生产的基础、一切设计的前提。准确的测绘信息有助于保证井下巷道的准确过巷和巷道贯通。此外，准确的测绘数据还可以提高煤炭的开采效率，减少资源浪费，降低生产成本。因此，提高煤矿测绘精度对于煤矿行业来说是至关重要的。本文旨在探讨煤矿测绘中提高测绘精度的必要性及如何提高煤矿测绘的精度。以金家渠煤矿为例，结合实际情况选择正确的测绘技术，并且加强对测量人员的培训与管理，将测量工作标准化，有效的减少诸多因素的影响，以提高测绘的精度。从而提高煤矿的安全性和生产效益。

[关键词]煤矿测绘；精度；必要性；解决方法
DOI：10.33142/sca.v6i10.10243 中图分类号：TD17 文献标识码：A

Research on the Necessity and Measures to Improve Surveying Accuracy in Coal Mine Surveying and Mapping

WANG Yongkang, ZHAO Rui
Ningxia Yanchi Jinjiaqu Coal Mine,Wuzhong, Ningxia, 751500, China

Abstract: In the process of coal mining, accurate surveying and mapping data is the foundation and prerequisite for ensuring safe production in coal mines and all designs. Accurate surveying and mapping information helps to ensure accurate passage and connectivity of underground tunnels. In addition, accurate surveying and mapping data can also improve the efficiency of coal mining, reduce resource waste, and reduce production costs. Therefore, improving the accuracy of coal mine surveying and mapping is crucial for the coal mining industry. This article aims to explore the necessity of improving surveying accuracy in coal mine surveying and how to improve the accuracy of coal mine surveying and mapping. Taking Jinjiaqu Coal Mine as an example, selecting the correct surveying and mapping technology based on the actual situation, strengthening the training and management of surveying personnel, standardizing surveying work, effectively reducing the impact of many factors, and improving the accuracy of surveying and mapping, so as to improve the safety and production efficiency of coal mines.

Keywords: coal mine surveying and mapping; accuracy; necessity; measures

随着煤矿开采规模的扩大和技术水平的提高，煤矿测绘的精度和准确性成为了制约煤矿发展的重要因素之一。及时提升煤矿测绘精度，为煤矿开采工作提供更为细致、准确的依据。加强煤矿测绘工作，提升煤矿测绘精度，能够帮助单位及时了解煤矿开采与生产过程中的具体情况，为进一步提升煤矿资源开采、生产、利用效率提供更多支持[1]。

1 煤矿测绘中提高测绘精度的必要性

（1）提高煤矿测绘的精度对于矿井的安全至关重要。煤矿是一个充满危险源的环境，任何不准确的测量结果都可能导致严重的事故发生[2]。例如，提高测量精度可以更加准确预测预报过巷，因此要通过科学的测绘工作明确安全管理的重点，如图 1 所示。

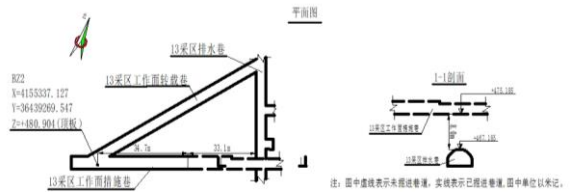

图 1 预测预报过巷

（2）提高煤矿测绘的精度对于煤炭资源的合理开采和利用也具有重要意义。确切地了解煤层的分布可以帮助煤矿更好地规划和管理矿井的开采过程。准确的测量结果可以帮助精准快速的找到煤，帮助确定最佳的矿井结构和开采方案，从而降低成本，提高开采效率。此外，煤炭是有限的自然资源，只有通过准确地了解煤层分布情况，才能更好地评估煤炭资源的储量和可采性，避免资源的浪费和过度开采。

（3）提高煤矿测绘的精度还可以保证巷道贯通

巷道贯通是一项较为普遍的技术，在运用中可保证井下作业的安全性，其高精度的测量结果也可以为后续施工提供数据指引，为此煤矿井下巷道施工中应运用科学的贯通技术手段，控制贯通精度，降低煤矿井下巷道中不确定因素的影响，做好技术保障措施，从而有效提升煤矿开采作业的开采质量与开采效率，使得煤矿生产的高效性得以保障。贯通效果差，如皮带运输巷贯通误差较大会导致皮带无法铺设，造成巨大的经济损失，如图 2、图 3 所示。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

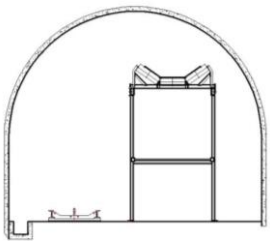

图 2 设计巷道

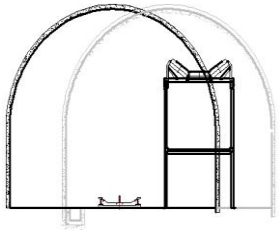

图 3 实际巷道

2 煤矿测绘精度不高的原因

2.1 技术上的限制是煤矿测绘精度不高的重要原因之一

煤矿地质条件复杂，地下构造复杂多变，常常存在着地层断裂、褶皱等现象。这些复杂的地质条件给测绘工作带来了巨大的困难。特殊的作业环境限制了新技术的引进。此外，在传统的测量方法中，测绘人员需要面对矿井深处的恶劣环境，例如高温、高压、陡峭的坡道等。传统的测量方法往往依赖于人工操作，容易受到人为因素的影响，从而影响测绘结果的精度。解决方法：传统的测绘方法在效率、精度等方面存在诸多不足，迫切需要引入先进测绘技术，以提高测绘精度。

全站仪技术：全站仪技术可以实现对井口位置、方位、倾角等参数，以及井下巷道、采场、支护等结构物的坐标、方向、高度等数据的快速、准确地测量，从而为井口施工和井下开采提供可靠的依据。全站仪技术在煤矿测量中的应用已经非常成熟，引进新一代全站仪可以直接提高测量数据的精度。新一代全站仪具有更高精度、更高亮度可见激光以及在黑暗条件下更快更准进行对中，提升测量精度的同时也提高了测量效率。

GPS 技术：GPS 技术可以实现对矿区内部的空间位置的精确测定，GPS 技术不仅可以用于矿区的控制测量，还可以用于矿区工作面的沉降观测，通过定期或连续观测变形区域内部或周边控制点的坐标变化，计算出变形量和速率，并预警变形趋势和危险程度。金家渠煤矿 130306 工作面上方埋石利用高精度的 GPS 技术进行沉降观测来分析对地表管线的影响程度，有效提高了矿区内部的安全管理和生产效率。

GIS 技术：通过引入 GIS 技术，可以将煤矿测绘所得的数据进行集成和分析，生成更加全面、准确的地理信息，为煤矿的规划、设计和管理提供决策支持。同时，GIS 技术还可以实现数据的动态更新和共享，提高煤矿测绘数据的实时性和可靠性，为测量工作提供了强有力的保证。

2.2 环境因素也是造成煤矿测绘精度不高的一大难题

煤矿地下空间狭小，煤质松软、巷道积水、顶板淋水、潮湿的环境以及灰尘的存在给测绘工作带来了很大的干扰[3]。测量设备往往难以在这样的环境中正常运行，空间狭小设备以及煤尘遮挡视线，顶板煤质松软导致中点不稳定。潮湿的环境会导致仪器起雾，无法观测。灰尘过大会阻挡视线等等，影响测量的准确性。此外，地下煤层常常会出现塌方、涌水等情况，这给测绘工作带来了巨大的风险。在这样的环境中开展工作，不仅需要勇气和耐心，还需要具备高超的技术和丰富的经验。

2.3 测量人员专业水平

测量人员专业水平直接影响到煤矿测绘精度的高低，个别煤矿存在测量人员配备不齐的问题，其次测量人员需要有过硬的专业知识、较强的实操能力、极强的责任心、稳定的情绪与良好的身体素质。

（1）测量人员粗心大意以及测量工作进行不规范导致用错导线点，给测量方向的正确传递带来隐患。解决方法：每次测量时要保证导线点标注清晰明了，要把测点周围无用的线绳、标记毁掉，导线点、应用红漆标注清楚，由于种种原因需要补测导线点，原先的导线点必须毁掉，以防以后用错测点。同时，每次测量时前视测量人员应把导线点亲自指给观测员。同样，观测员应把测点亲自指给后视测量人员并进行观测检查，这样既可以避免用错点，又可以提高工作效率。

（2）测量人员性格急躁，观测员与记录员并没有严格进行报数回应，导致观测员读数错误或者记录员记录错误没有被及时发现，得到了错误的测量数据。前视测量员急躁的性格经常会导致前视高没有测量，记录员记录不全的情况，导致高程无法推算，该站测量成果无效。解决方法：观测员和记录员应在测量完毕后对原始记录本进行检查，检查测量数据是否齐全，不要急于升井，而导致记录不全，测量成果尤其是高程无法推算。

（3）测量人员责任心不强，标定完中腰线并没有及时观测校验是否符合，导致造成工程质量事故。解决方法：测量人员的责任心与身体素质影响着测量成果的质量高低。为了确保测绘人员具备极强的责任心，煤矿必须严格实行安全生产责任制，测量管理部门应修订相关制度压实责任，并定期开展测量总结会，指出工作上的不足并提出改进方案。同时，建立健全的激励机制和惩罚制度，激发测绘人员的工作积极性和责任心，提高他们对测绘工作质量的重视程度。不断提升测绘人员的专业技能和职业素养，可以有效地提高测绘精度和可靠性。

（4）井下环境空间狭小、阴暗潮湿以及测量人员马虎大意导致方位角推算错误导致严重的工程质量事故。解决方法：测量人员下井前带齐测量数据，测量人员需要克服不利环境，观测员完成方位角的计算后，记录员应该及时复核，避免出现方位角推算错误导致的工程质量事故。

（5）测量人员责任心不强，没有及时进行复测，各种原因导致点位移动，没有及时发现，从而影响测量的精度。解决方法：严格执行《煤矿测量规程》，及时复测井下各类导线。步步有检核，在放线标定前必须要对上一次测量成果进行检核，同理，下一次的测量要对本次的测量成果进行检核。若检查角不符合要求，应退回上一站进行重测，直到检查角符合要求为止[4]。按《煤矿测量规程》要求，巷道每掘进 100m，应至少对中、腰线点进行一次检查测量，并根据检查测量结果调整中、腰线。这样，即使出现错误，也可及时把影响消除最小范围内。

（6）测量员马虎大意也会时常出现坐标计算错误的情况，某些煤矿测量人员配备不足，无法进行对算，得到错误的坐标，导致重大的工程质量事故。以金家渠煤矿为

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

例，由于测量人员的疏忽，点位坐标计算错误，下发的放线交底单上的点位坐标偏移了 150mm，但及时进行了对算，发现了问题，立即改正，没有造成严重的后果。

（7）测量人员经验少，无法准确对中，测角不准确，导致巷道偏离原有的方位，甚至会造成巷道无法贯通，带来巨大的经济损失。解决方法：测量人员的技能水平直接影响着测量成果的准确性和可靠性。为了保证测绘人员具备过硬的专业技能和知识，煤矿应制定系统完善的培训计划。培训内容包括测绘理论、测量仪器的使用方法、数据处理与分析等方面[5]。培训还应结合煤矿实际情况，增加实际操作环节，让测绘人员亲自参与实地勘测和数据处理，提高他们的实际操作能力。此外，定期组织测绘技术交流会议、学术讲座等活动，可以为测绘人员提供不断学习和进步的机会。

（8）矿井井下空间狭窄，管线较多，测量时视线被遮挡容易出现衍射情况，目标无法聚焦，未及时发现，造成测角误差。金家渠煤矿 130308 工作面切眼导硐测量放线时由于井下空间狭窄，管线设备众多，影响了视线，发生了衍射导致观测员目标无法聚焦，由于观测员经验丰富，快速判断出问题所在，及时派人将电缆管线拨开，最终准确无误地完成了此次测量。解决方法：测量员首先对周围环境进行观察，观察是否通视，是否有管线遮挡产生衍射，如有衍射情况存在，必须重新布点。

（9）矿井时常会出现顶板较破碎的情况，由于前视测量人员经验不足，导致定的导线点不稳固，出现偏移，造成测量误差。金家渠煤矿 130308 工作面皮带运输巷由于顶板破碎以及前视经验不足，导致标定的中线点不够稳固偏离原有的方位，巷道成型效果差，无法继续施工。解决方法：前视测量员要反思总结经验，熟记导线点的布设要求，根据现场实际情况，综合考虑各方面因素，选择一个最优点进行布设，将影响因素降到最低，不仅提高了测量成果的可靠性，同时还提升了工作效率。

（10）测量人员责任心不强，下井前没有带齐测量数据、测量工具，导致无法进行复测检查，导致测量工作无法正常开展。下井测量前应检查需要携带的东西，如原始记录本、测量数据、线绳、垂球、卷尺、计算器、自喷漆、锤子、钉子、仪器电池、计算器等工器具是否携带齐全。三脚架、全站仪是否完好。

（11）测量人员上井后未及时计算上图，导致点的错误标定没有被及时发现，按错误的标定方向继续施工，造成重大的工程质量事故。解决方法：升井后应及时进行计算，最好当天就要把测量结果计算出来，最迟第二天就要计算出来，应该有两人进行对算，如发现有误，要立即进行改正，这样即使有影响也可将影响降至最小。对算完及时将导线点上图，采掘图与实际情况要高度一致。及时整理测量成果为下次测量提供基础。

2.4 煤矿企业普遍存在重生产轻设计的问题

煤矿企业普遍存在重生产轻设计的问题，然而未按设计施工带来的经济损失往往是最沉重的。

（1）煤矿企业未按标准配备并培养测量技术人员，测量人员出现配备不齐以及出现断代的问题。导致测量工作无法正常运转，工作质量较差，测量精度无法提高。解决方法：煤矿必须提高对测量的重视程度，配备满足煤矿需求的测量人员，只有测量人员配备齐全，测量工作才能井然有序的进行，为提高测量精度提供了基础。

（2）目前矿井存在巷道线路长，贯通点根据生产情况确定，未按测量贯通设计实施，导致贯通点偏离设计位置，测量误差增大，可能导致无法准确贯通造成巨大的经济损失，以金家渠煤矿为例，130308 工作面回风巷由于生产需要，贯通点与设计位置相差 600 多米，导致测角预计误差增大，贯通难度增大。测量人员通过多次联测和增加测回数，最终还是准确无误地完成了巷道贯通。解决方法：积极使用一些测量方法来提高测量精度，确保巷道准确贯通。金家渠煤矿 130308 工作面皮带运输巷，导线设计长度 4413m，在设计时由于现场实际情况不可抗力因素，无法避免地出现短边 S14-S15，边长为 22.118m，导致测角误差显著增大，如图 4 所示。

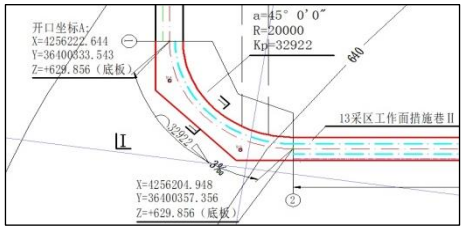

图 4 贯通设计图（局部）

我们可以采用“短边多测”的方法，来提高其测量精度，保证了 130308 工作面皮带运输巷准确无误地贯通。

3 结束语

通过引入先进的测绘技术、优化测绘设备和工具、加强人员培训和管理、测量工作标准化，可以有效提高煤矿测绘的精度。在提高测绘精度的同时，煤矿企业还应该充分重视测绘工作的重要性，加强对测绘的投入和支持，为煤矿行业的可持续发展提供有力支撑。通过不断努力，我们相信煤矿测绘的精度将会得到进一步提高，为煤矿行业的发展做出更大贡献。

[参考文献]

[1]付智华.煤矿测绘中提高测绘精度的必要性和措施研究[J].矿业装备,2021(6):12-13.
[2]许晓玲.煤矿测绘中数字化测量信息技术的应用研究[J].当代化工研究，2021(15):160.
[3]渠天龙;贯通测量技术在煤矿测绘中的应用[J].轻松学电脑，2021(8):253.
[4]王化亭.简析煤矿井下测量工作常见问题及其解决措施[J].中小企业管理与科技,2009(10):274.
[5]方海鹏.测量信息技术在煤矿测绘中的应用研究[J].矿业装备，2021(18):106-107.

作者简介：王永康（1987.9—），男，华北科技学院测绘工程，国家能源集团宁夏煤业有限责任公司金家渠煤矿，测量主管，中级工程师。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

征稿

Call for Papers

《Smart City Application》即《智能城市应用》由新加坡Viser Technology Ptd Ltd主办，ISSN：2630-5305。本刊长期以来注重质量，编排规范，选稿较严格，学术水平较高，深受高校教师及科研院所研究人员的青睐。本刊为开源（Open Access）期刊，出刊的所有文章均可在全球范围内免费下载，中国知网、维普网等权威数据库收录。

期刊以“平面媒体+网络传播”方式互动，内容聚焦智能城市建设，解读行业政策，传播行业技术标准；组建权威的业内专家团队，为期刊提供精粹的观点、尖端技术解读；以科技成果传播为核心，关注自主创新，宣传展示各地智能城市建设成就；剖析各领域典型应用案例，分享最新技术理论与产品，全方位深度覆盖诸多物联网与智能城市应用领域，为相关信息化管理部门及广大设计院、系统集成商、建筑工程公司、房地产开发商、物业管理公司、产品生产厂商等相关单位提供各类参考资料。

《智能城市应用》期刊的主要栏目有：

市政工程、交通工程、通讯工程、城市建设、施工技术、节能环保、装饰装修、机械机电、计算机应用、自动化技术、信息工程、城乡规划、建筑工程等。

鼓励智能城市建设领域的专业技术人员和管理干部以及大专院校相关专业的师生和科研人员来稿，有关国家科技计划、自然科学基金和各种部门、地方、院所科技基金资助项目的文章优先发布。

征文格式与要求：

（1）论文要求：论点新颖，论证充分；设想可行，结论可靠；条理分明，书写清楚，用字规范，上交电子文件（word格式）。

（2）论文格式：题目、作者姓名、工作单位、省份及邮政编码、中英文内容摘要（150字符-300字符为宜）及关键词（3-5组为宜）、正文、参考文献。（附个人简介、邮箱、联系方式及详细收件地址，如：省、市、区、路）。

（3）论文篇幅：字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址：www.viserdata.com

Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址
21 Woodlands Close, #08–18,
Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

官方网站
www.viserdata.com