www.viserdata.com

城市建设与规划

URBAN CONSTRUCTION AND PLANNING

双月刊

■ 主办单位：Viser Technology Pte.Ltd.　■ ISSN 3041-0568(online) 3041-0525(print)

2024 1

第 1 卷　总第 1 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.

城市建设与规划

Urban Construction and Planning

2024年·第1卷·第1期（总第1期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：3041-0568 (online)

3041-0525 (print)

发行周期：双月刊

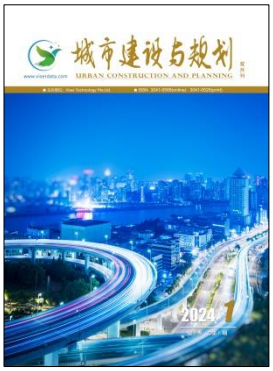
收录时间：4月

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

地　　址：111 North Bridge Rd, #21-01 Peninsula Plaza, Singapore 179098

定　　价：SGD 20.00



《Urban Construction and Planning》即《城市建设与规划》期刊由新加坡Viser Technology Ptd Ltd主办，国际标准刊号：ISSN 3041-0568。《城市建设与规划》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，深受城市建设单位、高校教师及科研院所研究人员青睐。期刊是一个开放获取刊，致力于出版建筑领域的高质量学术论文。同时为建筑工程技术人员和专业人士提供一个交流和信息交换平台，文章被权威网站全文收录。

《城市建设与规划》秉承科学精神，以促进学术交流、科技进步，提高工程建设水平为宗旨，为推动建筑设计、建筑材料、建筑技术、城市规划、城市建设、市政园林等领域的科研、设计、施工方面的最新研究成果与工程实践总结服务。

本刊声明

目　录

CONTENTS

传统建筑与现代建筑修缮技术的比较研究

万桂花
淮安文物古建筑保护设计院有限公司，江苏 淮安 223001

[摘要]随着社会的不断发展和城市化进程的加速，建筑修缮逐渐成为一个备受瞩目的议题。传统建筑和现代建筑修缮技术的比较研究成为对传统文化传承和建筑可持续性发展的深刻思考。传统建筑在其独特的历史价值和文化特色中体现着社会的演进，而现代建筑则在科技创新和环保理念中不断突破。理解二者之间的差异与共通之处，将有助于找到更科学、更综合的建筑修缮方案，为城市环境注入更多历史底蕴与时代气息。因此，深入探讨传统建筑与现代建筑修缮技术的异同，为未来的建筑修缮实践提供有益的参考与指导。

[关键词]传统建筑；现代建筑；修缮技术；文化传承
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12358　　中图分类号：TU-05　　文献标识码：A

Comparative Study on the Repair Technology of Traditional Architecture and Modern Architecture

WAN Guihua
Huai'an Cultural Relic and Ancient Architecture Protection Design Institute Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu, 223001, China

Abstract: With the continuous development of society and the acceleration of urbanization, building repair has gradually become a highly anticipated topic. The comparative study of traditional and modern building repair technologies has become a profound reflection on the inheritance of traditional culture and the sustainable development of architecture. Traditional architecture reflects social evolution in its unique historical value and cultural characteristics, while modern architecture constantly breaks through in technological innovation and environmental protection concepts. Understanding the differences and commonalities between the two will help to find more scientific and comprehensive building repair solutions, injecting more historical heritage and contemporary atmosphere into the urban environment. Therefore, in-depth exploration of the similarities and differences between traditional and modern architectural repair technologies provides useful reference and guidance for future architectural repair practices.

Keywords: traditional architecture; modern architecture; repair technology; cultural inheritance

引言

建筑作为文化的载体，承载着历史的记忆与文明的传承。在现代社会，传统建筑与现代建筑修缮技术的研究备受关注，这涉及到对历史文化的保护、建筑结构的更新以及文明传统与现代需求的平衡。传统建筑以其独特的文化内涵和手工技艺深受珍视，而现代建筑则面临着追求创新和可持续性的挑战。因此，对传统与现代建筑修缮技术的深入比较研究，有助于找到在文化传承和现代发展之间的平衡点，推动建筑修缮领域的进步。

1 传统建筑与现代建筑特点概述

传统建筑和现代建筑在设计理念、建筑风格和材料选择上展现出明显的特点。传统建筑注重历史文化传承，设计往往融汇了丰富的文化元素，体现着时代的历史沉淀。传统建筑常采用天然材料，如木、石等，注重手工技艺，建筑形式多样，它们在建造中融入了环境、地域和人文的独特特征。相较之下，现代建筑更注重创新、功能性和可持续发展。现代建筑通常采用新型材料，例如高性能混凝土、玻璃幕墙等，以追求更高的建筑效能和经济性。设计上强调简洁、流畅的线条，突显功能性和科技感。现代建筑的特点体现在其对空间的重新定义和对可持续性的追求，致力于创造更为舒适、智能化的生活和工作环境。这两种建筑风格的差异不仅仅是外观上的不同，更体现了社会文化、科技发展和人们审美观念的演变。传统建筑代表着历史与传统的延续，而现代建筑则呼应了当代社会对创新和可持续发展的追求。

2 建筑修缮的重要性与挑战

2.1 传统建筑修缮的挑战

传统建筑修缮在实践中面临一系列挑战，主要源于两个方面的考量。首先，传统建筑的文化历史价值和独特性使得修缮工程面临着文化保护的重任。保持建筑原始的历史风貌，传承其文化内涵，是修缮中至关重要的目标。然而，这也带来了对于传统建筑材料和工艺的高度要求，因为传统建筑的原始特色通常依赖于特定的材料和手工技艺，这些可能在现代已经逐渐失传。其次，传统建筑修缮在技术层面面临着复杂性和技艺的挑战[1]。由于历史悠久，传统建筑常常存在材料老化、结构问题等，而修复过程需要高水平的技术和手工艺能力。传统建筑修缮往往需要使用传统工艺和材料，这在现代技术高度发达的背景下可能

显得相对滞后，增加了修复工程的技术难度。此外，传统建筑修缮涉及到的资金需求也是一个挑战。修缮过程中，对于原材料的获取、高水平工匠的聘请、先进技术的引入，都需要相当可观的投资。而在一些地区，由于财政问题或其他因素，可能无法为修缮提供足够的经费，使得修缮计划难以顺利进行。因此，传统建筑修缮的挑战不仅来自文化保护的责任，更在于在保护传统的同时，如何平衡技术、资金等多方面的复杂利益，确保修缮工程能够真正实现文化保护的目标。

2.2 现代建筑修缮的创新与问题

现代建筑修缮面临着在技术和理念上不断创新的压力。一方面，现代建筑修缮注重科技的运用，采用了更先进的建筑材料和技术手段，如高性能复合材料、数字建模技术（BIM）等。这使得修缮工程更具高效性和精确性，为建筑保持其功能性和耐久性提供了更为可行的途径。然而，与创新并行的是一系列的问题。首先，现代建筑修缮中常采用的新型材料在长期使用中的性能和耐久性仍然需要时间的验证。其次，现代建筑往往以功能性为重，设计理念与传统建筑有着明显差异，因此在修缮过程中如何平衡保留原有设计意图与保护文化遗产的考量，成为一个复杂而微妙的问题。另外，现代建筑修缮中广泛采用的数字技术，虽然为工程提供了更为精确的数据和设计方案，但也带来了对于技术水平的要求和对于传统手工技艺的忽视。修缮工程需要紧密结合传统与现代技术，以确保修缮过程既能在科技层面取得突破，同时也能够保留传统的文化内涵。因此，现代建筑修缮的创新与问题并存，需要在技术、设计理念和文化传承之间找到平衡点，确保修缮过程既具有现代化的效能，又能够在文化层面实现对建筑的真实保护。

3 传统建筑修缮技术分析

3.1 传统建筑材料及其性质

传统建筑材料的选择是建筑文化和历史特色的生动体现。其中，木材作为一种主要的传统建筑材料，因其自然的质感和可塑性而备受青睐。木材具有轻质、隔热、吸音等特性，使其成为古老建筑中常见的结构元素。此外，石材也是传统建筑的重要材料之一，其坚固、耐久的性质赋予了建筑更长久的存在感。石材因其天然纹理和色彩丰富，使得建筑在材料上呈现出独特的美感。传统建筑中广泛使用的另一种材料是黏土，用于砖瓦的制作。黏土砖瓦具有良好的保温性能和自然的调湿作用，使其成为传统建筑中常见的外墙装饰和保护材料。传统涂料与颜料也是不可或缺的部分，往往采用天然矿物质或植物提取物作为原料，赋予建筑鲜艳的色彩同时保持其自然的质感。这些传统建筑材料的选择不仅源于自身的物理性质，更是因为它们与当地文化、环境相协调。这种材料的天然性质与人文的交融，赋予了传统建筑独特的历史韵味和文化价值。在修缮过程中，对这些材料的保护和使用，既是对传统文化的尊重，也是对建筑本身历史的延续。

3.2 传统建筑修缮工艺

传统建筑修缮工艺是一门融合传统手工技艺与现代科技的综合艺术。在传统建筑修缮中，手工技艺的传承至关重要。首先，修缮过程中的手工雕刻与绘画技艺，需要高度的技术娴熟与审美素养，以保持建筑原有的装饰风格和文化元素。手工修缮对于复杂纹样和雕刻细节的还原显得尤为重要，使得修缮后的建筑既能保留其独特的艺术风貌，又具备修复后的完整性。此外，传统建筑修缮工艺中还包括对传统建筑结构的维护和修复。传统建筑常采用木结构、砖瓦结构等，修缮过程需要运用传统的木工、瓦工技艺，确保修缮后的建筑仍能保持结构的牢固和稳定。对于老旧建筑的结构加固、木构件的替换，需要技艺娴熟的工匠进行精细操作，以确保修缮后建筑的安全性和耐久性。在现代科技的支持下，建筑修缮工艺也逐渐融入了新的元素。数字建模技术（BIM）的应用，使得对建筑结构、细节的精确测量和设计成为可能，提高了修缮工程的准确性。同时，先进的材料科学与保护技术的引入，也为传统建筑修缮提供了更多选择，以满足当代社会对于功能性、持久性和可持续性的要求。因此，传统建筑修缮工艺的核心在于传统技艺的传承与创新的引入，以综合的方式保护和传承建筑的文化价值。这不仅是对过去的致敬，更是对未来的承诺。

4 现代建筑修缮技术分析

4.1 现代建筑材料及其性质

现代建筑材料的选择体现了科技进步和可持续发展的理念。高性能混凝土是现代建筑中常用的材料之一，其强度和耐久性超出传统混凝土，适用于各种建筑结构。此外，复合材料如玻璃纤维和碳纤维，以其轻量、高强度的特性，广泛应用于现代建筑的结构强化和装饰。在外墙材料方面，现代建筑常采用玻璃幕墙，以提供充足的自然光照和视觉通透性。这不仅提升了建筑的美感，也符合当代对于绿色、环保建筑的需求。金属材料如铝合金，以其轻巧、耐腐蚀的特性，成为现代建筑外部结构和装饰中常见的选项。在内部装饰方面，现代建筑常使用新型材料如环保木材替代传统的实木，以实现可持续性发展。地板材料多采用复合地板或瓷砖，具有更好的耐磨性和易清洁性。同时，先进的绝缘材料和涂料在提高建筑节能性方面起到了重要作用。现代建筑材料注重环保、高效和创新性，通过科技的不断进步，建筑得以更加轻盈、功能更强，更好地满足当代社会对建筑的各项需求。这些材料的应用，既体现了现代建筑对科技的倚重，也是对环境可持续性和未来发展的一种积极响应。

4.2 现代建筑修缮工艺

现代建筑修缮工艺在保留建筑原有特色的同时，注重科技的融入和高效的施工方式。数字化技术在修缮工程中

扮演着重要的角色，借助 BIM（Building Information Modeling）等先进工具，实现对建筑结构、细节的精准测量和设计，提高了修缮过程的准确性和可控性[2]。现代建筑修缮注重可持续性发展，采用环保、高效的新型材料。例如，高性能复合材料在结构加固和建筑保温方面表现出色，不仅轻量耐用，还能提高建筑的能效性。这些材料的使用既保留了建筑的原有外观，又满足了现代社会对能源效率和环保性的要求。现代修缮工艺强调工程的可持续性和综合性。先进的建筑保护技术，如激光清洗、无损检测等，为修缮提供了更精细和非侵入性的手段。此外，现代建筑修缮强调项目管理的科学性，通过精细规划、成本控制和进度管理，确保修缮工程的高效完成。另外，现代建筑修缮更注重社会参与和文化传承。公众参与成为修缮工程的一部分，借助社交媒体和互动展览等方式，拉近了建筑与公众的距离，提高了修缮工程的社会认同度。同时，修缮过程中也更加注重对文化元素和历史细节的还原，以实现对传统建筑文化的传承。

5 传统与现代建筑修缮技术比较

5.1 材料性能对比

传统建筑材料与现代建筑材料在性能上存在显著的差异，这不仅关系到建筑的结构和稳定性，还影响到建筑的功能性和持久性。在传统建筑中，常用的木材和石材具有天然质感和独特纹理，它们对环境的适应性较强，但相对较重，处理和运输相对繁琐。此外，传统建筑中常用的砖瓦和黏土等材料在保温和隔热方面表现出色，但其抗风化性和抗震性相对较弱。相较之下，现代建筑材料注重轻质化和高强度。高性能混凝土、玻璃纤维和碳纤维等复合材料具有出色的强度和耐久性，能够实现更大跨度的结构设计。金属材料如铝合金则广泛用于现代建筑的外墙装饰和结构支撑，具有轻巧、耐腐蚀的特点。材料性能的对比也牵涉到环保和可持续性的考量[3]。传统建筑材料多源自自然，相对环保，但采伐木材和石材开采等活动对生态环境有一定影响。现代建筑材料中的一些新型材料，尤其是复合材料，可能涉及到生产过程中的能源消耗和废弃物处理等问题。因此，材料性能的对比需要全面考虑建筑的设计需求、环保标准以及综合成本等因素。在建筑修缮过程中，选择合适的材料将直接影响到建筑的稳定性、外观和可持续性，需要综合考虑历史文化保护、现代建筑标准和环保要求等多方面的因素。

5.2 工艺效果对比

传统建筑修缮工艺与现代建筑修缮工艺在工艺效果上呈现出截然不同的特色。传统建筑修缮注重手工技艺，工匠通过传统的雕刻、绘画等手艺，还原建筑原有的艺术风貌。修缮过程中，手工雕刻对于保持建筑的历史纹样和装饰细节显得至关重要。传统工艺的运用使得修缮后的建筑不仅具有实用性，更保留了其独特的文化内涵。相反，现代建筑修缮工艺更倾向于数字化和工程化的应用。先进的建筑信息建模技术（BIM）带来了修缮工程的精准度和效率的提高，数字化工艺使得设计和施工更具可控性。同时，现代修缮工艺注重用新材料和技术手段赋予建筑更现代的外观和功能性，修缮后的建筑更符合当代审美和使用需求。在工艺效果的对比中，传统建筑修缮注重手工艺术的传承，强调文化保护和历史价值的延续；而现代建筑修缮更强调数字技术和工程手段的运用，以实现修缮工程的高效和精准。两者各具特色，工艺效果的选择应综合考虑修缮的目的、建筑的历史价值、社会认同度等多方面因素。在实际修缮中，有时候也会采取传统工艺与现代技术相结合的方式，以达到更全面的修缮效果。

6 结语

在传统建筑与现代建筑修缮技术的比较研究中，我们深入挖掘了两者在建筑特点、修缮挑战、材料性能和工艺效果等方面的不同之处。传统建筑以其历史文化底蕴和独特的手工艺术深受推崇，而现代建筑则通过数字技术和新型材料追求更高的效率和可持续性。这个比较研究提醒我们，在建筑修缮中应当充分尊重传统文化，同时也需要灵活运用现代科技手段，以实现对建筑的全面保护和更新。传统与现代并非对立，而是可以相辅相成，为建筑修缮领域的发展提供了更为丰富的可能性。未来的建筑修缮需要在传统的基础上不断创新，找到更科学、更有效的修缮路径。这也是对我们共同努力的呼吁，通过对传统与现代建筑修缮技术的综合运用，实现历史文化的传承和建筑的可持续发展，为后代留下更为宜居和具有深厚文化底蕴的建筑遗产。

[参考文献]

[1]秦艳燕.传统建筑文化在当代建筑设计中的应用[J].石材,2024(1):19-21.
[2]王冰洁.历史建筑如何“向史而新”[N]. 青岛日报,2023-07-05(4).
[3]彭军.浅谈中国传统建筑装饰元素对现代设计的影响[J].居业,2023(12):89-91.

作者简介：万桂花（1983.1—），女，单位名称：淮安文物古建筑保护设计院有限公司。

高压输电线路施工管理中的问题及对策

齐德鹏　白佳庆
北京电力工程有限公司，北京 100070

[摘要]高压输电作为一种重要的电力传输方式，通过升高输电线路的电压水平，实现了减少输电时电流、降低线路损耗的效果，从而降低了远距离输电的成本。然而，高压输电线路的施工管理是保障工程顺利推进和电网系统正常运行的关键。本篇文章针对高压输电线路施工管理中常见的问题进行了探讨，并提出了一系列解决对策。这些问题涵盖了安全管理、施工进度控制、资源管理、施工质量管理和环境保护管理等方面。通过建立健全的管理体系、加强人员培训、规范施工程序、加强监督检查等手段，可以有效降低施工过程中的风险，提高工程质量和安全水平。这些对策将有助于保障高压输电线路施工的顺利进行，进一步推动电力工程的可持续发展。

[关键词]高压输电线路；施工管理；问题及对策
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12349　　中图分类号：TU722　　文献标识码：A

Problems and Countermeasures in Construction Management of High Voltage Transmission Lines

QI Depeng, BAI Jiaqing
Beijing Electric Power Engineering Co., Ltd., Beijing, 100070, China

Abstract: As an important power transmission method, high voltage transmission achieves the effect of reducing current and lines losses during transmission by increasing the voltage level of transmission lines, thereby reducing the cost of long-distance transmission. However, the construction management of high voltage transmission lines is the key to ensuring the smooth progress of projects and the normal operation of the power grid system. This article explores common problems in the construction management of high voltage transmission lines and proposes a series of solutions. These problems cover safety management, construction progress control, resource management, construction quality management, and environmental protection management. By establishing a sound management system, strengthening personnel training, standardizing construction procedures, and strengthening supervision and inspection, risks in the construction process can be effectively reduced, and engineering quality and safety levels can be improved. These measures will help ensure the smooth progress of high voltage transmission lines construction and further promote the sustainable development of power engineering.

Keywords: high voltage transmission lines; construction management; problems and countermeasures

引言

在电力行业中，高压输电线路的建设是一个复杂而重要的工程项目。然而，在高压输电线路的施工管理过程中，往往会面临诸多挑战和问题。这些问题涉及安全管理、施工进度控制、资源管理、施工质量管理以及环境保护管理等方面，如果不加以有效应对，可能会对工程的顺利进行和最终的质量产生负面影响。为了有效应对这些问题，制定合理的对策显得至关重要。通过建立健全的管理体系、加强人员培训、规范施工程序、加强监督检查等手段，可以最大程度地降低施工过程中的风险，确保工程质量和安全，实现电力工程的可持续发展。本文将就高压输电线路施工管理中常见的问题，以及针对这些问题提出的对策进行详细探讨，旨在为相关从业人员提供参考和借鉴，促进电力工程的顺利实施。

1 高压输电线路施工管理的重要性

高压输电线路施工管理的重要性在电力行业和能源领域中具有至关重要的地位。高压输电线路作为连接发电站和电力用户之间的主要通道，承载着大量电能的传输任务，其施工质量直接关系到整个电力系统的安全稳定运行，以及能源的有效传输和利用。首先，高压输电线路的施工管理直接关系到工程的安全性。在施工过程中，如果安全管理不到位，可能会发生人员伤亡、设备损坏等严重事故，给社会带来巨大的安全隐患和经济损失。因此，加强安全管理、制定科学的安全措施和应急预案，是确保高压输电线路施工安全的首要任务。其次，高压输电线路的施工管理对项目进度的控制至关重要。电力工程通常具有严格的时间要求，特别是对于急需增加供电能力的地区，项目进度的延误可能会导致能源供应紧张、社会稳定受到影响。因此，施工管理需要合理制定施工计划，加强进度监控和调度，确保项目按时完成。另外，资源管理也是高压输电线路施工管理的重要内容之一。包括人力、物力、财力等资源的合理配置和有效利用，对于提高施工效率、降低成本至关重要。通过科学的资源管理，可以避免资源的浪费和过度投入，最大程度地实现资源的利用效益。此外，高

压输电线路的施工质量直接关系到电力系统的可靠性和稳定性[1]。质量管理包括从材料选取、施工工艺、施工质量检查等方面全面把关，确保施工质量符合国家标准和工程要求，避免因施工质量问题导致的设备故障和电网事故。最后，环境保护也是高压输电线路施工管理的重要内容。电力工程的建设和运行往往会对周围环境产生一定的影响，包括土地资源的占用、生态环境的破坏等。因此，在施工管理中要加强对环境保护的重视，采取有效的措施减少对环境的影响，实现经济发展与环境保护的良性循环。

2 高压输电线路施工管理的原则

高压输电线路施工管理的原则是确保施工过程安全、高效、质量可控、环境友好的基本准则。首先，安全是施工管理的首要原则。施工过程中存在众多潜在的安全风险，如高空作业、电气作业等，因此必须确保人员的生命财产安全。其次，高效是提高工程效率和降低成本的关键。通过科学的施工进度控制和资源管理，实现施工过程的高效运行，保证项目按时完成。同时，质量可控是保障电力系统安全稳定运行的重要保障。在施工过程中，必须严格按照国家标准和工程要求执行，保证施工质量达到设计要求。此外，环境友好也是施工管理的重要原则之一。在施工过程中，应当采取有效的环境保护措施，减少对周围环境的影响，实现经济发展与环境保护的协调发展。

3 高压输电线路施工管理中的常见问题

3.1 安全管理问题

在高压输电线路施工管理中，安全管理问题是一个常见而严重的挑战。这些问题可能涉及到各个方面，包括人员安全、设备安全、施工现场管理等。首先，由于高压输电线路施工环境复杂、作业高度较高，存在高空坠落、电击等风险，因此人员安全成为关注焦点。此外，施工现场通常涉及大型机械设备和高压电力设备，如果管理不善或操作不当，可能导致设备损坏、人员伤亡等严重后果。而在施工现场管理方面，缺乏有效的安全规章制度、安全培训和安全意识，也容易造成事故发生。安全管理问题的存在不仅可能导致人员伤亡和设备损坏，还会对项目进度和施工质量产生严重影响，甚至可能带来法律责任和经济损失。

3.2 施工进度控制问题

由于高压输电线路工程规模庞大、工序繁杂，以及受到天气、地质等外部因素的影响，施工进度常常面临着诸多不确定性和变化。施工进度控制问题可能表现为施工进度滞后、工程延误等情况。这可能导致工程周期延长、投资增加、资源浪费等问题，进而影响电力系统建设的整体进展。施工进度控制问题的存在不仅会直接影响到项目的进度安排和工程的实施效率，还可能对项目的经济效益和社会效益造成负面影响。

3.3 资源管理问题

资源管理涉及到人力、物力、财力等多方面的资源，如施工人员、材料供应、机械设备等。由于高压输电线路施工需要大量的资源支持，资源管理不善往往会导致施工效率低下、成本增加、工程质量下降等问题。首先，人力资源是高压输电线路施工中至关重要的资源之一。合适的施工人员需要具备专业技能和丰富的工作经验，他们的数量和素质直接影响到施工的顺利进行和工程的质量保障。其次，物资供应也是资源管理的关键环节之一。如钢材、电缆等施工材料的供应及时与否，直接影响到施工进度和工程质量。再者，机械设备的合理配置和使用，对提高施工效率和降低成本都至关重要。

3.4 施工质量管理问题

高压输电线路作为电力系统的核心组成部分，其施工质量直接关系到电力系统的安全稳定运行和服务寿命。然而，由于高压输电线路施工过程复杂、施工条件多变，施工质量管理面临着诸多挑战和困难。首先，施工质量管理问题可能表现为施工过程中的施工工艺不规范、施工方法不科学等问题。这些问题可能导致施工质量不达标、工程质量难以保证。其次，施工现场的监督和检查不到位也是施工质量管理的一个难点[2]。由于施工现场涉及面广、施工过程复杂，施工监督和检查存在一定困难，容易出现漏检、疏漏等情况。

3.5 环境保护管理问题

在高压输电线路施工管理中，环境保护管理问题是一个备受关注的重要方面。施工过程中，可能对周围环境造成一系列的影响，包括土地资源的占用、植被破坏、水体污染、噪音扰民等。这些问题不仅影响到周围环境的生态平衡和人民生活质量，还可能导致环境污染问题，影响到后续的生态修复和环境保护工作。环境保护管理问题的存在可能引起社会的广泛关注和反对，对项目的顺利实施造成阻碍，甚至可能导致法律诉讼和经济损失。

4 针对各类问题的对策建议

4.1 安全管理对策

针对高压输电线路施工管理中存在的安全管理问题，可以采取一系列有效的对策。首先，建立健全的安全管理体系是关键所在。这包括制定明确的安全管理制度和规章制度，明确责任部门和责任人，确保安全管理工作有序开展。其次，加强安全培训和教育，提高施工人员的安全意识和技能水平，使其能够正确应对各种安全风险和突发情况。再者，加强施工现场监督和检查，及时发现和纠正安全隐患，防止事故发生。此外，配备必要的安全防护设备和救援设备，为施工人员提供安全保障。最后，建立健全的安全事故应急预案，做好应急处置工作，以最大程度地保障施工人员的生命财产安全。通过这些对策的有效实施，可以全面提升高压输电线路施工管理中的安全管理水平，有效防范和控制各类安全风险，确保施工工程的安全稳定进行。

4.2 施工进度控制对策

针对高压输电线路施工管理中的施工进度控制问题，

可以采取一系列有效的对策。首先，建立科学合理的施工计划和进度安排是关键所在。通过详细分析工程的施工内容、施工工艺和资源供给情况，制定出合理的施工计划，明确施工的各个阶段和工作任务，合理分配施工资源，从而确保施工进度的可控性和可预见性。其次，加强施工进度的监控和管理。建立健全的进度监控体系，及时收集施工进度数据，进行实时监控和分析，发现问题及时纠正，确保施工进度按计划推进。再者，加强施工进度的协调和沟通[3]。各相关部门和单位之间要加强沟通，密切配合，解决施工过程中的协调问题，确保施工进度的顺利进行。同时，要根据施工实际情况灵活调整施工计划，及时应对突发情况，保障施工进度的稳定。最后，加强施工队伍的管理和培训，提高施工人员的责任心和执行力，确保施工任务按时完成。

4.3 资源管理对策

针对高压输电线路施工管理中的资源管理问题，需要采取一系列有效的对策。首先，建立健全的资源管理体系至关重要。这包括明确资源管理的责任部门和责任人，建立资源管理的制度和流程，确保资源的有效调配和利用。其次，加强对资源的统一规划和合理配置。通过对项目整体资源需求的分析和评估，制定合理的资源分配方案，确保各项资源的供给与需求之间的平衡，最大化资源利用效率。再者，加强与供应商和承包商的沟通与合作，建立稳定可靠的供应链，确保资源的及时供应和质量保障。同时，加强对资源使用情况的监督和管理，建立资源使用台账，及时掌握资源使用情况，发现和解决资源管理中的问题。

4.4 施工质量管理对策

针对高压输电线路施工管理中的施工质量管理问题，需采取综合有效的对策以确保工程质量符合要求。首先，建立完善的质量管理体系至关重要。这包括明确质量管理的责任部门和责任人，确立质量管理的标准和流程，建立质量档案，以便对施工过程进行全程监控和记录。其次，严格执行质量控制措施。对施工过程中的关键节点和关键工艺进行重点把控，制定相应的施工规范和标准操作规程，确保每个环节都符合质量要求。再者，加强对材料和设备的质量管控。在采购过程中，要选择信誉良好的供应商，并对进货材料进行抽检和检验，确保其符合质量标准。同时，对施工设备进行定期检测和维护，确保设备正常运行，不影响施工质量。此外，加强对施工人员的培训和管理，提高其技能水平和质量意识。通过组织培训和技术交流，增强施工人员的专业知识和操作技能，使其能够熟练掌握施工工艺，提高工作质量。最后，建立健全的质量反馈和改进机制。对施工过程中发现的质量问题进行及时总结和分析，并采取有效的改进措施，避免类似问题再次发生。同时，接受监理和第三方质量检查，及时发现潜在问题，确保施工质量符合相关标准和规范。

4.5 环境保护管理对策

针对高压输电线路施工管理中的环境保护管理问题，需要综合考虑各方面因素，采取一系列有效的对策以保护周围环境。首先，制定严格的环境保护方案和管理制度至关重要。在项目前期，应进行详尽的环境影响评估，明确施工对周围环境可能产生的影响，制定相应的环境保护计划，并明确责任部门和责任人。其次，加强施工现场的环境监测和管控。在施工过程中，定期对施工现场周围的空气、水质、土壤等环境指标进行监测，确保环境质量符合相关标准，及时发现并处理环境污染问题[4]。再者，采取有效的环境保护措施。包括采取封闭施工、降低噪音、减少扬尘、合理排放废水等措施，最大限度地减少对周围环境的影响。同时，加强与当地政府和社区的沟通与合作，充分尊重当地环境保护法规和当地居民的意见，共同保护好当地的生态环境。最后，建立健全的环境事故应急预案。在施工过程中，应做好环境风险评估和应急准备工作，确保在环境事故发生时能够及时、有效地应对，最大程度地减少环境损害。

5 结语

高压输电线路施工管理中的问题及对策，是保障电力工程顺利进行和电网系统安全稳定运行的关键所在。本文全面探讨了安全管理、施工进度控制、资源管理、施工质量管理和环境保护管理等方面存在的问题，并提出了一系列对策。这些对策包括建立健全的管理体系、加强人员培训、规范施工程序、加强监督检查等多种措施，旨在降低施工过程中的风险，提高工程质量和安全水平，促进电力工程的可持续发展。然而，要真正解决高压输电线路施工管理中的问题，需要各方的共同努力和合作。各相关单位和部门应该加强沟通协调，共同推动施工管理水平的提升，为电力工程的顺利实施和电力行业的发展做出积极贡献。希望本文提出的问题及对策能够引起各方的重视，并在实际工作中得以有效应用。通过共同努力，我们可以进一步提升高压输电线路施工管理水平，确保电网系统的安全稳定运行，为社会经济发展和人民生活提供可靠的电力支持。

[参考文献]

[1]曾庆余.高压输电线路施工管理中的问题及对策[J].电气技术与经济,2023(7):257-259.
[2]刘雷.高压输电线路施工管理中的问题及对策分析[J].技术与市场,2021,28(10):190-191.
[3]张博.电力工程高压输电线路的施工管理与质量控制[J].城市建设理论研究(电子版),2017(26):147.
[4]廖德胜.电力工程高压输电线路的施工管理及质量控制探讨[J].电子世界,2018(19):96-98.

作者简介：齐德鹏（1994.10—），男，毕业院校：河北工业大学，专业：电气工程及其自动化，目前就职单位：北京电力工程有限公司，职务：职员，职称：中级职称。

房建工程施工中建筑住宅屋面防水技术分析

劳冰峰
中铁隧道局集团建设有限公司，广东 佛山 528200

[摘要]近年来，我国进一步加大对房屋建筑质量的管理，通过房屋屋面防水技术的灵活应用，实现我国建筑质量的提升。随着社会的不断推进，人们对房屋建筑提出了更高的要求，需要按照新的房屋质量标准满足人们日常的居住和生活，提供多元化的功能，实现建筑工程屋面防水效果的提升。人们在长期使用建筑的过程中，难免会由于各种施工防水技术不完善而造成的房屋质量问题，只有结合当前所存在的问题，采取有针对性的技术手段，才能避免当前房屋建设施工给社会造成的不良影响。因此，本篇文章就房屋施工中建筑屋面防水技术进行相关应用探讨。

[关键词]房建工程；建筑住宅；屋面防水；防水技术
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12356　　中图分类号：TU761.11　　文献标识码：A

Analysis of Waterproofing Technology for Residential Roofs in Building Construction Projects

LAO Bingfeng
China Railway Tunnel Group Construction Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 528200, China

Abstract: In recent years, China has further increased its management of building quality, and achieved the improvement of building quality through the flexible application of roof waterproofing technology. With the continuous advancement of society, people have put forward higher requirements for building construction, and it is necessary to meet people's daily living and life according to new housing quality standards, provide diversified functions, and improve the waterproofing effect of building engineering roofs. In the long-term use of buildings, it is inevitable that various construction waterproofing technologies are not perfect and cause building quality problems. Only by combining the current problems and adopting targeted technical measures can the adverse effects of current housing construction on society be avoided. Therefore, this article explores the application of roof waterproofing technology in building construction.

Keywords: building construction projects; building residential buildings; roof waterproofing; waterproofing technology

引言

在房建工程中，建筑住宅屋面防水技术的重要性不言而喻。屋面作为建筑物的关键组成部分，其防水性能直接影响着建筑物的结构安全和使用寿命。因此，对建筑住宅屋面防水技术进行深入分析，不仅有助于提高建筑物的质量和可靠性，也是确保居民居住安全和舒适的关键步骤。在这个背景下，本文旨在对房建工程施工中建筑住宅屋面防水技术进行全面分析和探讨。我们将从技术的重要性、施工中可能面临的挑战、原因分析以及应对措施等方面展开讨论。通过对这些关键问题的深入剖析，我们可以更好地了解建筑住宅屋面防水技术的核心问题，为工程施工人员和相关专业人士提供可行的解决方案和实用的建议。最终目标是提高建筑物的防水性能，保障住宅屋顶的质量和安全，为社会提供更安全、更可靠的居住环境。

1 屋面防水技术的重要性

屋面防水技术在房建工程中扮演着至关重要的角色。作为建筑物的重要组成部分，屋面不仅需要承担外部环境的各种自然侵蚀，如雨水、雪水等，还要承受室内外温差、风力等因素的影响。因此，屋面防水技术的质量直接关系到建筑物整体结构的安全性和稳定性。首先，良好的屋面防水技术可以有效地阻止外部水分渗透到建筑物内部。如果屋面防水技术不到位，雨水或其他水分可能渗入建筑物内部，导致墙体、结构等部位的损坏和腐蚀。这不仅会降低建筑物的整体质量，还可能引发一系列严重的安全隐患，甚至危及建筑物的使用安全。其次，良好的屋面防水技术能够保障建筑物内部设施的安全和长期使用。建筑物内部设施如电气线路、家具、地板等对水分敏感，如果屋面发生渗漏，这些设施可能会受到严重影响，甚至损坏。通过有效的屋面防水技术，可以确保建筑物内部设施的安全运行，延长其使用寿命。此外，良好的屋面防水技术还可以提高建筑物的整体质量和耐久性。屋面是建筑物的第一道防线，其质量直接影响到建筑物的整体质量和使用寿命。有效的防水技术可以防止屋面受到水分侵蚀和损坏，延长建筑物的使用寿命，减少维修和维护成本。

2 屋面渗漏的特点及治理的难点

屋面渗漏是建筑物常见的问题，其特点主要包括多发性、隐蔽性和影响范围广。首先，屋面渗漏往往不只发生在一个地方，而是多点多面的问题，这增加了诊断和修复

的难度。其次，屋面渗漏具有隐蔽性，即使在外部看不出明显的痕迹，也可能存在潜在的渗漏点，需要通过专业工具和技术来检测。此外，屋面渗漏的影响范围往往超出表面所见，水可能沿着屋檐、墙壁或管道向内渗透，导致室内墙面、天花板等部位受损，甚至引发细菌滋生和霉菌生长，对人们的健康造成威胁。治理屋面渗漏的难点主要体现在定位和修复上[1]。首先，准确定位渗漏点是治理的首要难题，因为渗漏水可能在屋顶内部流动，经过多处结构或管道后才显现在屋内，需要借助专业的检测工具和经验来确定准确的渗漏源。其次，由于建筑物屋面结构复杂，材料多样，渗漏原因多种多样，因此需要根据具体情况采取相应的修复方案。而修复过程中受天气条件的限制也是治理屋面渗漏的挑战之一，如恶劣天气可能影响施工进度和修复效果。另外，修复过程中需要确保施工安全，避免造成更大的损失和危险。

3 房建工程施工中建筑屋面发生渗漏问题的原因

3.1 屋面设计的问题

房建工程施工中，建筑屋面发生渗漏问题的原因之一是屋面设计存在问题。屋面设计的不合理或缺陷可能导致屋面防水系统无法有效地抵御外部环境的侵蚀，从而引发渗漏现象。首先，屋面设计中的坡度不足或排水系统设计不合理是造成屋面渗漏的常见问题之一。如果屋面的坡度设计不够大，雨水无法顺利流向排水口，容易在屋面停留形成积水，增加了渗漏的风险。另外，排水系统设计不当，如排水管道设置不合理或排水口位置选择不当，都可能导致排水不畅，进而造成屋面渗漏。其次，屋面结构设计不合理也是导致渗漏问题的原因之一。建筑物的屋面结构包括屋面的材料选择、屋面的结构设计等。如果在设计过程中未考虑到屋面材料的适应性和耐久性，或者屋面结构设计不符合建筑物的实际情况，都会影响到屋面防水效果，增加了渗漏的风险。另外，设计中未考虑到屋面与其他部位的连接和交界处也可能导致渗漏问题。例如，屋面与墙体、屋面与天花板等连接处如果密封处理不到位或者设计缺陷，就容易引发渗漏问题。

3.2 施工材料的问题

首先，选用质量不合格的防水材料是导致屋面渗漏的重要原因之一。例如，防水涂料、防水卷材、密封胶等防水材料的质量直接关系到屋面的防水效果。如果这些材料存在质量问题，如含水率过高、添加剂不足、成分不合理等，就会影响材料的耐候性和耐久性，导致屋面防水层失效，从而引发渗漏问题。其次，施工材料的选择不合理也可能导致屋面渗漏。不同类型的建筑屋面需要选用不同类型的防水材料，例如，对于平屋面和斜屋面来说，所选用的防水材料可能有所不同。如果施工过程中选用了不适用于实际施工环境的材料，或者未按照规范要求选择材料，就会增加屋面渗漏的风险。此外，施工过程中材料的存放、搬运、使用等也可能对材料的质量产生影响[2]。如果在这些环节中存在疏忽或者操作不当，如存放环境不合适导致材料受潮、搬运过程中损坏等，都会影响施工材料的性能和品质，增加屋面渗漏的可能性。

3.3 排水施工过程不规范

首先，排水系统设计不当是导致排水施工过程不规范的主要原因之一。如果排水系统设计不合理，如排水管道设置不足、排水坡度设计不够大等，就会导致排水系统无法顺利排水，增加了屋面积水和渗漏的可能性。其次，排水施工过程中施工质量不到位也是导致排水不畅的原因之一。例如，排水管道的安装不牢固、接头处未严密连接、排水口设置不合理等问题，都会影响排水系统的正常运行，增加了屋面渗漏的风险。另外，排水施工过程中工人技术水平不够或操作不规范也可能导致排水系统施工质量不达标。如果工人缺乏相关的专业知识或经验，可能无法正确操作施工工具或设备，导致排水系统施工质量不到位，增加了屋面渗漏的风险。

4 房建工程施工中建筑屋面防水技术

4.1 制定科学有效的屋面设计方案

房建工程施工中建筑屋面防水技术的关键之一是制定科学有效的屋面设计方案。一个良好的屋面设计方案不仅能够确保屋面的结构稳固和防水效果可靠，还能够提高建筑物的整体质量和耐久性。首先，科学有效的屋面设计方案应考虑到建筑物所处环境的特点和气候条件。不同地区的气候条件不同，例如降水量、温度变化、风力等因素都会影响屋面的防水需求。因此，在制定屋面设计方案时，需要充分考虑到当地的气候特点，确保屋面结构和防水系统能够适应当地的气候条件。其次，科学有效的屋面设计方案应根据建筑物的用途和功能确定合适的屋面结构和材料。不同类型的建筑物对屋面的要求也有所不同，例如商业建筑、住宅建筑、工业建筑等，其屋面设计方案可能存在差异。因此，在制定屋面设计方案时，需要根据建筑物的用途和功能确定合适的屋面结构和材料，以确保屋面的防水性能和使用寿命。另外，科学有效的屋面设计方案还应充分考虑到排水系统的设计和施工。排水系统是屋面防水的重要组成部分，其设计和施工质量直接影响着屋面的防水效果[3]。因此，在制定屋面设计方案时，需要充分考虑到排水系统的设计要求和施工工艺，确保排水系统能够有效地排水，避免积水和渗漏问题的发生。

4.2 选择适宜的防水材料

首先，选择适宜的防水材料需要考虑到材料的防水性能和耐久性。优质的防水材料应具有良好的防水性能，能够有效地阻止雨水和其他液体渗入建筑屋面，从而保护建筑物内部不受潮湿和渗水的影响。此外，防水材料还应具有良好的耐候性和耐久性，能够在各种气候条件下长期稳定地使用，减少维护和修理的频率，延长建筑物的使用寿

命。其次，选择适宜的防水材料需要考虑到建筑物的实际情况和使用要求。不同类型的建筑物对防水材料的要求可能有所不同，例如商业建筑、住宅建筑、工业建筑等，其对防水材料的性能和特点可能存在差异。因此，在选择防水材料时，需要充分考虑到建筑物的用途和功能，确保选择的材料能够满足建筑物的实际需要，并能够在长期使用过程中保持良好的防水效果。另外，选择适宜的防水材料还需要考虑到材料的施工工艺和成本等因素。优质的防水材料应具有良好的施工性能，能够方便快捷地施工，减少施工过程中的工时和人力成本。此外，还需要充分考虑到材料的成本因素，确保选择的材料能够在保证质量的前提下尽可能降低施工成本，提高经济效益。

4.3 基层处理

首先，基层处理包括对建筑物屋面基层的清理和准备工作。在进行防水施工前，需要将建筑物屋面基层表面的灰尘、污物、油脂等杂物清理干净，以确保防水材料能够充分附着在基层表面，减少因污物影响而导致的防水效果不佳。此外，还需要对基层表面进行修补和处理，修复表面的裂缝、破损和凹凸不平的部位，以确保基层表面平整、牢固，能够提供良好的工作条件和施工质量。其次，基层处理还包括对建筑物屋面基层的防水处理。在进行防水施工前，需要对基层表面进行防水处理，以增强基层的防水性能，提高防水系统的整体效果。防水处理可以采用不同的方法和材料，如涂刷防水涂料、铺设防水卷材、喷涂防水材料等，根据建筑物的实际情况和使用要求选择合适的防水处理方式，确保基层的防水性能能够满足建筑物的实际需要。

4.4 做好分隔缝的设计和施工

首先，做好分隔缝的设计需要考虑到建筑物的结构特点和使用条件。分隔缝的位置、长度和宽度等参数需要根据建筑物的实际情况和使用要求进行科学合理的设计，以确保分隔缝能够有效地分隔不同的结构部分或材料，防止渗漏问题的发生。其次，做好分隔缝的施工需要注意施工工艺和材料选择。在进行分隔缝的施工过程中，需要选择适合的材料进行填缝，如硅胶、聚氨酯密封胶等，确保填缝材料具有良好的密封性和耐候性，能够有效地防止水分和湿气的渗入。此外，还需要注意分隔缝的施工工艺，确保填缝过程中填缝材料能够充分填满缝隙，并且与建筑屋面的基层牢固粘结，确保分隔缝的密封性和稳定性。另外，做好分隔缝的维护和管理也是确保建筑屋面防水技术的重要环节[4]。在建筑物的使用过程中，需要定期检查和维护分隔缝的情况，及时发现和修复分隔缝的破损和老化问题，确保分隔缝的密封性和防水效果能够长期保持。

4.5 合理设置排气管分布和排水坡度

首先，合理设置排气管分布是确保屋面排水系统畅通的重要因素之一。在设计和施工过程中，需要合理设置排气管的位置和数量，以保证屋面排水系统能够有效地排除雨水和积水。排气管的设置应考虑到建筑物的结构布局和屋面的坡度，确保排气管能够顺利排水，并且不会受到其他建筑物或障碍物的阻挡。其次，合理设置排水坡度是确保屋面排水系统正常运行的关键因素之一。排水坡度是指屋面表面的倾斜度，影响着雨水和积水从屋面表面流向排水口的速度和顺畅程度。在设计和施工过程中，需要合理设置排水坡度，确保屋面能够顺利排水，避免水分在屋面表面滞留和积聚，导致屋面渗漏的发生。排水坡度的设置应根据建筑物的实际情况和气候条件进行科学合理的设计，以确保排水系统的畅通和效果。

5 结语

在房建工程中，建筑住宅屋面防水技术的分析为我们提供了深刻的见解和重要的启示。通过对该技术的研究和探讨，我们深刻认识到了屋面防水对建筑物结构安全和居民生活质量的重要性。在施工中可能遇到的问题和挑战方面，我们也更清晰地认识到了需要解决的关键问题，例如屋面设计、材料选择、施工工艺等方面存在的潜在风险。然而，随着技术的不断进步和经验的不断积累，我们也找到了应对这些问题的有效措施和解决方案。例如，科学合理的设计方案、优质的防水材料、严格的施工管理等都可以有效提升建筑住宅屋面防水技术的水平，保障建筑物的整体质量和居民的生活安全。希望通过我们的努力，能够为建筑行业的发展和建筑物的持续安全使用贡献一份力量。

[参考文献]

[1]王建民,盛空军,穆喜营.房建工程施工中建筑住宅屋面防水技术分析[J].居舍,2024(5):43-46.
[2]范宇航,李孟强,郑绪安,等.房建工程施工中建筑住宅屋面防水技术分析[J].陶瓷,2023(11):170-172.
[3]褚云波.房建施工渗漏的原因问题与解决技术措施[J].建筑技术开发,2020,47(9):134-135.
[4]吴进三.防渗漏施工技术在房建施工中的应用研究[J].居业,2023(11):28-30.

作者简介：劳冰峰（1977.1—），男，毕业院校：西南交通大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：中铁隧道局集团建设有限公司，职务：项目经理，职称级别：高级工程师。

浅谈高速公路养护施工作业安全隐患及控制

崔琦越
江苏现代路桥有限责任公司，江苏 南京 210000

[摘要]高速公路养护施工作业的安全性对保障道路通行和交通安全至关重要。然而，由于交通流量大且作业现场存在诸多不确定因素，养护施工现场常常面临较高的安全风险，可能导致其他交通安全事故的发生。为了应对这一挑战，需要对各类道路养护施工作业存在的安全隐患进行全面辨识和分析，并提出相应的安全管理建议。通过科学、正确地布设和使用交通安全防护设施，以及组织最优的安全施工流程，可以有效提升养护施工作业的安全性。这些措施的实施将有助于保障高速公路上的车辆安全通行，确保道路养护施工作业不影响道路正常通行，同时最大程度地降低交通事故的发生率。
[关键词]高速公路；公路养护；施工作业；安全隐患；控制措施
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12355 中图分类号：U418.2 文献标识码：A

Brief Discussion on Safety Hazards and Control of Expressway Maintenance Construction Operations

CUI Qiyue
Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: The safety of expressway maintenance construction operations is crucial for ensuring road traffic and traffic safety. However, due to the large traffic flow and many uncertain factors at the construction site, maintenance construction sites often face high safety risks, which may lead to the occurrence of other traffic safety accidents. In order to address this challenge, it is necessary to comprehensively identify and analyze the safety hazards of various road maintenance construction operations, and propose corresponding safety management suggestions. By scientifically and correctly deploying and using traffic safety protection facilities, as well as organizing the optimal safety construction process, the safety of maintenance construction operations can be effectively improved. The implementation of these measures will help ensure the safe passage of vehicles on expressways, ensure that road maintenance and construction operations do not affect normal road traffic, and minimize the incidence of traffic accidents.
Keywords: expressway; expressway maintenance; construction operations; safety hazards; control measures

引言

在高速公路养护施工作业中，安全隐患是一个不可忽视的问题。这些隐患可能源自多方面，包括施工现场的环境条件、人员操作、设备使用等。如果这些安全隐患得不到有效控制和解决，可能会对施工人员和行驶车辆的安全造成严重威胁，甚至导致事故的发生。因此，认真分析和控制高速公路养护施工作业中的安全隐患至关重要。本文将对高速公路养护施工作业中常见的安全隐患进行深入探讨，并提出相应的控制措施。通过详细分析不同类型的安全隐患及其可能导致的危害，我们可以更好地认识到施工现场的潜在风险，并提前采取预防和控制措施，以最大程度地减少事故发生的可能性。

1 高速公路养护施工作业的特点

高速公路养护施工作业具有多个独特的特点，这些特点在施工过程中需要得到充分考虑和应对。首先，高速公路作为交通干线，其车流量通常较大，车速较快。这意味着施工作业需要在保障道路通行的前提下进行，对施工现场的布置、作业方式和时间安排提出了更高的要求。其次，高速公路的特殊地理位置和交通环境，例如高速风、强光照射等因素，都对施工作业的安全和效率构成挑战。因此，施工过程中必须采取有效的防护措施，确保工作人员和交通参与者的安全。另外，由于高速公路的重要性，施工作业通常需要在较短的时间内完成，以尽快恢复道路通行能力，减少对交通的影响。这要求施工方必须高效组织施工流程，合理分配资源，确保按时完成施工任务。同时，高速公路养护施工往往需要在夜间或低交通流量时段进行，这增加了工作人员的工作强度和风险，需要在保障施工质量的前提下，充分考虑工作人员的健康和安全。

2 高速公路施工作业危险源安全预防的原则

高速公路施工作业危险源安全预防的原则是确保施工现场的安全性和施工作业的顺利进行。首要原则是预防为主，即在施工前采取必要的预防措施，尽可能消除或减少潜在的危险源。这包括对施工现场进行全面的安全评估和风险分析，识别和评估各种潜在的危险源，制定有效的安全措施和应急预案，从而最大程度地预防事故的发生。其次，原则是依法合规，即严格遵守国家相关法律法规和施工标准，确保施工作业符合法律规定的安全要求。在施工过程中，要确保施工人员具备相关资质和技能，合理安排施工作业流程，遵守安全操作规程，不私自违章操作或擅自修改施工方案，以免引发安全事故。此外，原则是全

员参与，即施工单位和所有相关人员都应积极参与安全管理和风险防范工作。施工单位要建立健全的安全管理体系，明确安全责任和义务，加强安全培训和教育，提高施工人员的安全意识和应急处理能力。所有施工人员要自觉遵守安全规定，主动报告安全隐患，共同维护施工现场的安全。最后，原则是持续改进，即在施工作业过程中不断总结经验，及时反馈问题，持续改进安全管理措施和施工作业流程，提高施工现场的安全性和效率性[1]。通过持续改进，不断提升施工作业的安全水平，确保高速公路施工作业的安全可靠进行。

3 影响高速公路养护施工安全的因素

3.1 管理因素

管理因素在高速公路养护施工安全中起着至关重要的作用。这些因素涵盖了对施工过程的组织、计划、监督和协调等方面的管理。首先，组织管理涉及施工队伍的合理组建和有效管理，包括人员的选拔、培训和配备等。良好的组织管理可以确保施工队伍具备必要的技能和素质，提高施工效率，降低施工风险。其次，计划管理是施工过程的指导性框架，它涵盖了施工进度、资源配置、作业方式等方面的安排。有效的计划管理能够避免施工过程中的混乱和冲突，保障施工顺利进行。监督管理是对施工过程的全面监督和检查，以确保施工符合安全标准和规范要求。通过加强监督管理，可以及时发现和纠正存在的安全隐患，保障施工现场的安全。最后，协调管理是保证各方利益和工作安排的协调一致，避免因沟通不畅或利益冲突而引发的安全问题。

3.2 人为因素

3.2.1 高速公路养护施工作业人员的影响

高速公路养护施工安全受到人为因素的影响，其中施工作业人员的行为和素质是重要的因素之一。施工作业人员的安全意识和操作技能直接影响着施工过程中的安全性。缺乏安全意识的施工人员可能会忽视安全规定和操作规程，采取不安全的作业方式，增加了事故发生的风险。此外，施工作业人员的操作技能和经验水平也会影响施工过程中的安全性。缺乏足够的操作技能或经验的施工人员可能会在操作中出现失误或错误，导致事故的发生。

3.2.2 车辆驾驶人员的影响

人为因素对高速公路养护施工安全具有重要影响，其中车辆驾驶人员的行为和素质是关键因素之一。驾驶人员的安全意识和驾驶技能直接影响着高速公路施工现场的安全。一些驾驶人员可能会因为匆忙或不注意，而忽视施工现场的安全警示标志，导致不慎驶入施工区域，增加了事故发生的风险。此外，一些驾驶人员可能因为驾驶技能不足或态度不端正，而在驾驶过程中频繁变道、超速行驶或违反交通规则，给施工现场带来不必要的安全隐患。

3.3 交通组织因素

合理的交通组织可以有效地降低施工现场的交通压力和安全风险。如果交通组织不当，可能会导致交通拥堵、混乱和事故的发生。例如，施工过程中未能及时设置清晰的施工标志和警示标志，或者未能合理安排交通分流和道路封闭，都可能导致车辆驶入施工区域，增加施工现场的危险性[2]。另外，不良的交通组织也可能影响施工人员的安全作业，增加施工过程中的工作难度和风险。

3.4 环境因素

环境因素在高速公路养护施工安全中扮演着重要角色。恶劣的天气条件，如雨雪、雾霾、强风等，会增加施工过程中的风险。这些恶劣天气可能降低道路的可见性，增加车辆行驶的难度，容易引发交通事故。此外，极端的气候条件，如高温、低温等，也会影响施工人员的工作状态和健康安全。环境因素还包括施工地点的地形地貌特征，如山区、沿海等，可能存在道路坡陡、路况复杂等情况，增加了施工的难度和风险。

4 高速公路养护施工作业安全问题的解决措施

4.1 构建完善的养护施工安全体制

构建完善的养护施工安全体制是解决高速公路养护施工作业安全问题的关键措施之一。这一体制包括从制度建设、组织架构到具体操作程序等多个方面的完善和规范。首先，建立健全的安全管理制度和规章制度是构建安全体制的基础。这些制度应涵盖施工现场的安全管理、作业流程、应急预案等方面，明确各级管理者和施工人员的责任和义务，确保施工过程中的安全措施得到有效执行。其次，建立专门的安全管理机构或岗位，负责监督和管理施工现场的安全工作。这些机构或岗位应当配备专业的安全管理人员，负责安全培训、事故调查和安全检查等工作，确保施工现场的安全运行。此外，建立完善的安全培训机制，对施工人员进行定期的安全培训和教育，提高其安全意识和应急处理能力。同时，加强对施工现场的巡查和监督，及时发现和纠正安全隐患，确保施工过程的安全。

4.2 提高作业人员的安全意识，加大交通安全宣传力度

提高作业人员的安全意识并加大交通安全宣传力度是解决高速公路养护施工作业安全问题的重要措施之一。首先，作业人员的安全意识是施工现场安全的第一道防线。通过定期的安全培训和教育，可以使施工人员深刻认识到安全的重要性，了解施工现场的安全规定和操作流程，提高他们对安全风险的识别和防范能力。其次，加大交通安全宣传力度，可以提升整个社会对交通安全的关注度，增强驾驶人员的安全意识和遵守交通规则的自觉性[3]。通过广泛开展交通安全宣传活动，向驾驶人员普及交通法规和安全知识，提醒他们在行车过程中注意施工现场的警示标志和警示设施，遵守交通规则，减速慢行，保持安全距离，有效降低因驾驶人员的不慎行为而引发的交通事故风险。

4.3 加强养护施工作业人员管理

加强养护施工作业人员管理涉及到对施工人员的招

聘、培训、监督和奖惩等方面的全面管理。首先，招聘环节要求严格，确保招聘的施工人员具备相应的技能和经验。招聘过程中要注重筛选和评估候选人的安全意识和操作技能，避免因人员素质不达标而带来的安全隐患。其次，加强对施工人员的安全培训和教育，使其充分了解施工安全规定和操作流程，掌握应对紧急情况的技能，提高他们的安全意识和应急处置能力。在施工过程中，需要加强对施工人员的监督和管理，确保他们严格按照安全规定和操作流程进行作业，遵守施工现场的安全规范，不私自违章操作或擅自修改施工方案，以防止安全事故的发生。同时，建立健全的安全奖惩机制，对安全表现突出的人员进行奖励和表彰，对违反安全规定或发生安全事故的人员进行处罚和教育，形成良好的安全文化和氛围。

4.4 道路施工标志示例

道路施工标志示例能够有效提醒驾驶人员注意施工现场，并引导其采取相应的行车措施，从而降低交通事故的发生率。这些施工标志示例包括但不限于临时交通标志、警示标志、指示标志等，它们的设置应符合国家标准和规范，以确保其在道路上的合法性和有效性。在施工现场，可以设置临时交通标志，如施工区域警示标志、施工作业警示标志等，以提醒驾驶人员注意减速慢行、注意施工人员、注意临时交通管制等信息，确保驾驶人员在接近施工现场时能够及时做出反应。此外，还可以设置指示标志，指示车辆应该如何绕行或者调整车道，以避开施工区域，确保交通畅通和施工作业的顺利进行。

4.5 紧跟科技发展的步伐，积极引进先进的施工设备和技术

在解决高速公路养护施工作业安全问题中，紧跟科技发展的步伐，积极引进先进的施工设备和技术是至关重要的措施。随着科技的不断进步，新型的施工设备和技术不仅能够提高施工效率，还能够有效降低施工过程中的安全风险，从而保障施工现场的安全。引进先进的施工设备和技术，可以大大减少人力参与，降低了施工现场人员的风险暴露。智能化的施工设备能够通过传感器和监控系统实时监测施工现场的情况，预警可能发生的安全隐患，有助于提前采取措施避免事故发生。同时，先进的施工技术也能够提高施工作业的精度和准确性，减少人为失误可能带来的安全风险。通过积极引进先进的施工设备和技术，可以实现施工作业的自动化、智能化，提高施工过程的安全性和效率性。与此同时，也可以为施工现场人员提供更加舒适、安全的工作环境，为保障施工人员的生命财产安全提供有力支持。

4.6 加强监管，及时发现安全隐患并解决问题

加强监管，及时发现安全隐患并解决问题，是解决高速公路养护施工作业安全问题的至关重要的措施。有效的监管机制能够确保施工现场严格执行安全规定和操作程序，及时发现和纠正可能存在的安全隐患，最大程度地保障施工人员和道路使用者的安全。首先，监管部门需要加强对施工现场的定期巡查和检查，确保施工作业过程中的安全措施得到有效执行。通过检查施工现场的安全标志、施工设备和人员操作等情况，及时发现潜在的安全隐患，采取相应的措施加以解决。其次，监管部门应当建立健全的安全报告制度，要求施工单位在发现安全问题时及时向监管部门报告，并配合进行调查和处理[4]。及时的安全报告能够帮助监管部门更快地了解施工现场的实际情况，及时采取必要的措施解决问题，避免事故的发生。同时，监管部门还应当加强对施工单位和施工人员的安全培训和教育，提高他们的安全意识和应急处理能力。

5 结语

高速公路养护施工作业安全隐患及其控制是确保道路施工现场安全的重要议题。通过本文的探讨，我们深入分析了高速公路养护施工作业所面临的安全挑战，以及应对这些挑战的有效控制措施。我们认识到，高速公路养护施工作业存在诸多安全隐患，如交通流量大、作业现场不确定因素等，这些因素可能导致施工现场的安全风险增加，甚至诱发其他交通安全事故。因此，我们需要通过全面的辨识和分析，制定科学合理的安全管理策略和施工计划，以应对这些安全隐患。在控制措施方面，我们强调了布设和使用交通安全防护设施、组织最优的安全施工流程等重要措施，以最大程度地降低安全风险，保障施工现场的安全。总之，我们应该意识到安全是高速公路养护施工作业的首要任务。只有通过深入分析安全隐患，并采取科学有效的控制措施，才能保障施工人员和道路使用者的安全，促进高速公路养护工作的顺利进行。希望本文所提出的控制措施能够得到广泛应用，并为高速公路养护施工作业的安全管理提供有益的参考和借鉴。

[参考文献]

[1]刘敏，雷涵.高速公路养护施工安全作业影响因素分析与对策[J].云南水力发电，2022，38(3)：108-110.
[2]赵波.高速公路养护施工作业安全隐患分析及对策探讨[J].中国标准化，2019(14)：138-139.
[3]徐景翠，乔华玺.高速公路养护施工作业区交通事故分析及安全对策[J].湖南交通科技，2016，42(3)：206-209.
[4]高晓军.高速公路养护施工作业现场安全管理构建[J].城市建设理论研究(电子版)，2018(19)：23.

作者简介：崔琦越（1991.7—），男，土木工程（道路与桥梁），江苏现代路桥有限责任公司，副主任，中级工程师。

土木工程结构设计与住宅地基加固技术研究

赵 京
浙江南方建筑设计有限公司，浙江 杭州 310000

[摘要]在现代城市建设中，由于地质条件、施工工艺等因素的影响，地基可能会出现不均匀沉降问题，给建筑物的使用和维护带来困扰。特别是对于高层建筑，地基的安全稳定更是至关重要。因此，如何有效地加固地基，提高地基的承载能力和稳定性，成为了土木工程领域亟待解决的问题之一。文中以一座 17 层高住宅楼地基不均匀沉降问题为研究对象，探讨了两种常见的地基加固方案，并通过对比分析，寻求最佳的加固方案，旨在为类似问题的解决提供可靠的理论和实践支持，为城市建设和居民生活安全提供有益的参考和借鉴。

[关键词]土木工程；结构设计；地基加固
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12354 中图分类号：TU472 文献标识码：A

Research on Civil Engineering Structural Design and Residential Foundation Reinforcement Technology

ZHAO Jing
Zhejiang South Architectural Design Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: In modern urban construction, uneven settlement of the foundation may occur due to geological conditions, construction techniques, and other factors, which can cause difficulties in the use and maintenance of buildings. Especially for high-rise buildings, the safety and stability of the foundation are crucial. Therefore, how to effectively strengthen the foundation, improve its bearing capacity and stability has become one of the urgent problems in the field of civil engineering. This article takes the uneven settlement problem of the foundation of a 17 story residential building as the research object, explores two common foundation reinforcement methods, and through comparative analysis, seeks the best reinforcement plan, aiming to provide reliable theoretical and practical support for the solution of similar problems, and provide useful reference for urban construction and residential safety.

Keywords: civil engineering; structural design; foundation reinforcement

引言

随着城市化进程的加速和人口增长的持续，高层建筑的建设在现代城市中占据着重要地位。然而，高层建筑的稳定性和安全性往往受到地基状况的严重影响，特别是在地质条件复杂的地区，地基不均匀沉降等问题更是时常出现，给建筑物的使用和维护带来了极大的挑战。如何有效解决地基问题，提高地基的承载能力和稳定性，成为了土木工程领域亟待解决的重要问题之一。

1 土木工程结构设计

1.1 结构设计原理

结构设计原理是土木工程的基石，是确保建筑物在各种外部荷载和环境条件下安全稳定的保障。确保结构内外力的平衡状态，包括静力平衡和动力平衡，避免结构发生不稳定倾倒或者失稳崩溃。结构的稳定性是关键，必须考虑结构在受力状态下的稳定性，避免出现屈曲、扭转或者局部失稳等现象。材料的强度和刚度匹配也是设计原理中重要的考虑因素，确保结构材料能够承受所受荷载而不发生破坏或者过度变形。结构设计原理还包括对荷载的合理传递与分配，使得结构内部各个构件都能够充分承担荷载并发挥作用，避免出现局部过载或者荷载集中的问题。综合考虑这些原理，结构设计能够有效地保障建筑物的安全性和稳定性，为工程项目的顺利进行提供坚实的基础。

1.2 结构设计方法

结构设计方法是根据结构设计原理，采用不同的理论和技术手段进行结构设计的过程，有经验设计和理论分析两种。经验设计是基于历史上的实际工程经验和规范，通过总结和归纳过去成功的设计案例，以及根据不同的工程类型和地区特点，制定相应的设计方案。而理论分析则是基于数学模型和工程力学理论，通过建立结构的数学模型，分析结构受力和变形的规律，从而确定结构的合理形式和尺寸，以及选用适当的材料和构造形式。在实际工程中，常常结合两种方法进行综合设计，以确保结构设计的科学性、合理性和经济性。综合考虑各种因素，选择合适的设计方法，能够有效地提高结构设计的质量和效率，为工程项目的顺利实施提供有力支撑。

1.3 结构抗震设计

结构抗震设计旨在确保建筑物在地震发生时能够有效地减少损失并保持安全。此设计综合考虑地震引起的水

平地面运动对建筑物产生的影响，以及建筑物在地震荷载下的响应。关键是确定适当的设计地震作用、设计结构的抗震性能目标、采取适当的结构抗震措施以及选择合适的抗震设计规范。在设计中，结构抗震设计要考虑结构的整体性能，包括刚度、强度和耐久性等方面。采用适当的抗震构造形式和材料，如加强柱、设置抗震支撑系统、采用耗能减震器等，可以有效地提高结构的抗震性能。

1.4 结构分析与模拟

结构分析与模拟旨在通过数学模型和计算机仿真来评估结构在各种外部荷载下的性能和响应。结构的数学模型包括结构的几何形状、材料性质、荷载情况等，并利用数值方法进行结构力学分析，常用的分析方法有有限元分析、模态分析和动力时程分析等。有限元分析通过将结构分割为小的有限元素，利用数值求解方法计算结构的受力和变形情况；模态分析则是通过求解结构的固有振动模态来评估结构的动力响应；而动力时程分析则是模拟结构在地震等动态荷载作用下的响应过程。通过结构分析与模拟，可以对结构的性能进行全面的评估和优化，发现潜在的问题和薄弱环节，并提出相应的改进措施，以确保结构的安全性、稳定性和可靠性。结合实际工程需求，结构分析与模拟能够为工程设计和施工提供科学依据，提高工程质量和效率。

1.5 新材料在结构设计中的应用

新材料在结构设计中的应用对于提升建筑物的性能、延长其使用寿命以及实现可持续发展目标具有重要意义。新材料包括钢结构、纤维增强复合材料、高性能混凝土等。钢结构具有高强度、轻质化、施工便利等优点，常用于大跨度建筑和高层建筑的结构设计中，能够提高建筑物的承载能力和抗震性能。纤维增强复合材料具有优异的抗拉、抗压性能和耐腐蚀性能，可用于加固和修复老化结构以及制造轻型、高强度的构件，有利于提高结构的抗风、抗震性能和耐久性[1]。高性能混凝土具有优异的抗压、抗弯和耐久性能，可用于制造高强度、高耐久性的结构构件，能够减少结构自重、提高结构的承载能力和抗震性能。此外，还有一些新型建筑材料如碳纳米管、玻璃纤维增强聚合物等也在结构设计中得到了广泛应用，为结构设计提供了更多的选择和可能性。

2 住宅地基加固技术

2.1 地基工程基本原理

地基工程基本原理是土木工程中至关重要的一部分，它涉及土壤力学、地质学和工程力学等学科的知识。其核心在于确保建筑物在地面下方的土体中获得足够的支持和稳定性。关键原理包括了地基承载力和地基沉降的计算，涉及土壤的物理性质、荷载的作用、土壤的承载能力等方面。另外，地基工程基本原理还包括地基与建筑物之间的相互作用，如地基的变形对建筑物的影响以及建筑物的荷载对地基的影响等。在地基工程中，还需要考虑土壤的稳定性和安全性，以及地基工程的可持续性和环境影响等因素。

2.2 常见地基问题与加固需求

常见的地基问题是土壤承载力不足、土质松软、地基沉降不均匀等。土壤承载力不足是指土壤的承载能力无法满足建筑物的荷载要求，可能由于土层太软或者土壤稳定性较差所致。土质松软则意味着土壤的密实度较低，容易发生沉降或者变形，导致建筑物基础不稳。地基沉降不均匀可能是由于土壤层厚度、地下水位变化或者不均匀荷载等因素引起，导致建筑物出现倾斜或者裂缝。针对这些地基问题，加固需求主要包括增加地基承载力、改善土质的稳定性、减少地基沉降等。

2.3 地基加固方法

地基加固方法是针对地基问题的解决方案，其主要目的是增强地基的承载能力和稳定性。常见的地基加固方法包括加固桩、地基搅拌桩、土体加固和地基加固板等。加固桩是一种常用的方法，通过在土中钻孔并灌注混凝土或钢筋混凝土桩来增加地基承载能力。地基搅拌桩则是利用机械设备将水泥和土壤搅拌形成混凝土桩，以增加地基的稳定性和承载能力。土体加固是指通过添加土工合成材料或者地下注浆等方式改良土质的力学性质，提高其承载能力和稳定性。地基加固板是在地基表面设置钢筋混凝土板，通过增加地基的刚度和强度来提高其承载能力。

2.4 地基加固材料

地基加固材料是用于增强地基承载能力和稳定性的关键组成部分，常见的地基加固材料包括混凝土、钢材和土工合成材料等。混凝土是一种常用的地基加固材料，具有高强度和耐久性，适用于加固桩、地基加固板等结构的制作。钢材也被广泛应用于地基加固中，例如在加固桩中使用钢筋，其具有良好的抗拉和抗压性能，能够增加地基的承载能力[2]。土工合成材料是一类特殊的材料，具有较高的抗拉强度和耐腐蚀性能，常用于土体加固中，通过增加土体的抗剪强度和排水性能来提高地基的稳定性。此外，还有一些特殊材料如碳纤维、玻璃纤维增强聚合物等也被应用于地基加固中，以满足特定工程需求。

3 结构设计与地基加固的综合应用

3.1 结构设计与地基加固的协同作用

结构设计和地基加固是工程建设中的两个重要环节，二者之间存在密切的关联和相互影响。地基的承载能力和稳定性直接影响着建筑物的安全性和稳定性。在结构设计阶段，必须对地基的类型、承载力、沉降性能等进行充分的认识和评估，以便合理选择建筑物的结构形式、荷载分配方式和材料选用等。通过合理的结构设计，可以降低建筑物对地基的荷载需求，从而减轻地基加固的负担。

一旦发现地基存在问题，如土质松软、地基承载力不足等，就需要采取相应的加固措施。在制定地基加固方案时，必须考虑到建筑物的结构特点和荷载情况，以确保加固措施与结构设计相协调。例如，可以选择合适的加固桩类型和布置方式，以最大程度地提高地基的承载能力，并确保加固效果与结构设计要求相符合。在施工过程中，需要密切关注地基加固和建筑物结构的实际情况，及时发现并解决可能存在的问题。通过定期监测建筑物的振动、变形和裂缝情况，可以及时调整施工方案，确保结构和地基的安全稳定。

3.2 智能化技术在土木工程中的应用

智能化技术在土木工程中的应用已经成为一种趋势，极大地提升了工程的效率、安全性和可持续性。传感器技术是智能化技术中的关键一环，通过在结构和地基上部署传感器，可以实时监测建筑物的振动、变形、温度等参数。这些传感器可以将数据实时传输至数据中心，进行分析处理。利用大数据分析技术，可以快速、准确地识别出潜在的问题，如结构裂缝、地基沉降等，并提供相应的预警和预测。此外，智能化技术还可以通过模拟仿真技术，在设计阶段进行虚拟试验，预测结构在不同荷载和环境条件下的响应。通过建立复杂的数学模型，结合强大的计算能力，可以模拟出各种复杂情况下的结构行为，为设计提供科学依据。这种虚拟试验可以大大节约时间和成本，避免了传统试验中可能出现的安全风险，提高了设计的精确性和可靠性。另外，智能化技术还包括了人工智能技术的应用，通过对大量的历史数据进行学习，从中发现规律和模式，进而预测未来可能发生的事件。在土木工程中，人工智能可以用于优化设计方案、制定施工计划和资源管理等方面，提高了工程的效率和可持续性。

4 A 工程建设中地基加固技术的应用

在土木工程领域中，地基加固技术是确保建筑物安全稳定的关键环节之一。特别是对于高层住宅楼等大型建筑工程而言，地基的稳定性直接关系到建筑物的安全性和使用寿命。本文将就一处 17 层高住宅楼的地基不均匀沉降问题展开讨论，并提出两种不同的加固方案进行对比分析。

4.1 问题描述

这座 17 层高住宅楼由砖石构造，拥有地上楼层和地下室建筑，总建筑高度约为 2.4m，而地基埋深近 3m。在建设过程中，出现了地基不均匀沉降问题，主要表现为墙面和地板产生裂纹。此外，楼中存在两个粉质砂土层，这些过筛细土质量较低，尤其是在夹层中存在较疏松的粉砂夹层，孔隙率较大，厚薄不均，在受到额外应力影响后形成了不均匀沉降。

4.2 对比分析

针对地基不均匀沉降问题，我们提出了两种不同的加固方案进行对比分析。方案一：花管注浆：在该方案中，我们采用了花管注浆技术。具体操作为在地基上设置孔距为 1.5m，深度进入中砂 1.5m 的位置，使用直径为 P48mm 的焊管作为花管，并在注浆部位钻孔，间距为 10 厘米，呈梅花型布置。注浆压力控制在 0.3～0.8MPa 之间，最大不超过 1.2MPa，使用 32.5 水泥与水的比例为 1∶1 进行注浆，初估每孔注浆量为 2.5 吨[3]。方案二：加固地基深度：该方案主要通过对持力层进行挖土加固，增加基础埋深，提高基础承载力和稳定性。

4.3 对比结果

通过对两种方案的对比分析，我们发现方案一相对于方案二具有明显的优势：①成本低廉：花管注浆相比于加固地基深度，成本更低，施工时间更短，且对现有房屋影响较小。②效果显著：花管注浆不仅增加了地基承载力，还填补了土层缝隙，提高了土层的密实度，从而实现了加固效果。此外，花管注浆无须拆除结构，方便且成本更低。

4.4 地基加固前后对比数据

表 1 地基加固前后对比数据

加固前后	岩性	范围	平均值
加固前	粉砂	1～4	3.1
加固后	粉砂	5～12	8.2

根据以上对比数据，可以看出地基加固后，粉砂土的范围和平均值均有所增加，表明加固效果显著。

4.5 方案实施与效果

加固方案的实施过程十分关键，本文选用的花管注浆方案在施工中严格按照预定的步骤和参数进行操作，以确保加固效果的达到。具体实施方案如下：首先，确定孔距为 1.5m，深入中砂 1.5m 的位置，采用 P48mm 焊管进行注浆。在焊管的注浆部位钻孔，间距为 10cm，呈梅花型布置，底端加工为密闭锥形，以降低击入的压力，保证注浆的均匀性和稳定性。其次，控制注浆压力在 0.3～0.8MPa 之间，最大不高于 1.2MPa，确保注浆的压力适中，既能充分填充孔洞，又不至于对周围结构造成损伤。注浆所使用的 32.5 水泥与水的比例为 1∶1，保证了注浆材料的质量和浆体的流动性。初估每孔注浆量为 2.5 吨，对量小的部分进行了二次补浆，以确保注浆充分。在加固过程中，通过累积沉降的监测，控制沉降范围为 0.5～2.5mm，以评估加固效果，并及时调整施工参数，确保加固效果的最大化。通过以上严格的实施方案，加固工程顺利完成，并且取得了显著的效果。加固后的地基承载能力得到了明显的提升，土层缝隙得到了有效填补，土层密实度得到了显著改善，从而有效地解决了地基不均匀沉降问题，确保了建筑物的安全稳定。

5 结语

在本文中，我们对一座 17 层高住宅楼的地基不均匀

沉降问题进行了深入分析，并提出了针对性的地基加固方案。通过对花管注浆方案和加固地基深度方案的比较分析，我们发现花管注浆方案具有成本低廉、施工方便且效果显著等诸多优势，因而在实际施工中被采用。经过严格的方案实施与监测评估，加固工程取得了令人满意的成果，有效地解决了地基不均匀沉降问题，提升了建筑物的安全性和稳定性。然而，值得注意的是，地基加固工程是一项复杂而细致的工程，需要科学合理的设计方案、严格的施工操作以及持续的监测评估，以确保工程的顺利进行和加固效果的长期稳定。

[参考文献]

[1]郭军飞,康传强.结构建筑学理念导向下的建筑结构设计及应用分析[J].中国建筑装饰装修,2023(11):87-89.
[2]许少杰.落锤冲击深度与面层模量反算的仿真与试验研究[D].陕西:长安大学,2023.
[3]郭军飞,康传强.结构建筑学理念导向下的建筑结构设计及应用分析[J].中国建筑装饰装修,2023(11):87-89.

作者简介：赵京（1994.8—），毕业院校：安徽工程大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：浙江南方建筑设计有限公司，职务：结构设计师。

软弱盐渍土地质下的灌注桩基础施工方法

张 昊 齐德鹏 田 巍 王 臣 黄明铎
北京电力工程有限公司，北京 100070

[摘要]在新疆地区软弱盐渍土这种特殊地质下，灌注桩施工非常困难，分析当下电力建设常用的施工机械的优缺点综合考量下选择全跟进式护筒和化学造浆两种成孔方式，使灌注桩施工可以顺利进行。

[关键词]软弱盐渍土；塌孔；灌注桩施工
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12351 中图分类号：TU753 文献标识码：A

Construction Method of Cast-in-place Pile Foundation in Weak Saline Soil

ZHANG Hao, QI Depeng, TIAN Wei, WANG Chen, HUANG Mingduo
Beijing Electric Power Engineering Co., Ltd., Beijing, 100070, China

Abstract: In the special geological conditions of weak saline soil in Xinjiang region, the construction of cast-in-place piles is very difficult. After analyzing the advantages and disadvantages of commonly used construction machinery in power construction, two drilling methods, full follow-up casing and chemical grouting, are selected to ensure the smooth progress of cast-in-place pile construction.

Keywords: soft saline soil; collapse hole; construction of cast-in-place pile

引言

我国新疆地区以其辽阔的地域面积和独特的自然景色而闻名，同时新疆也有着极大的能源贮备量，然而新疆地区有着极其恶劣的环境，尤其是在输电线路铁塔基础施工方面。

对于输电线路的杆塔基础来说，新疆地区土质复杂多变，大面积的地质均为戈壁，沙漠等。软弱且盐碱含量丰富的土质对于灌注桩基础来说，施工异常困难。承载力不足的土质导致常规的灌注桩基础施工难以进行，同时因塔里木河流域补水灌溉造成的沙漠段地下水位变幅较大，且流沙坑地质比例较高，容易造成基坑开挖坍塌，这使得基础施工困难度大大增加。为此需要改变灌注桩的施工工艺，从而克服新疆的特殊地形。

本次研究主要讨论两种少见的应对特殊地质的灌注桩施工方法，为以后类似施工提供经验。

1 灌注桩施工成孔机械的选择

（1）循环钻机成孔灌注桩，又称正/反循环成孔灌注桩，是国内输电线路基础工程最常采用的灌注桩成孔方式，主要采用循环泥浆护壁成孔，护壁效果好，成孔质量可靠。同时根据不同的循环方式还分为正循环钻进和反循环钻进。

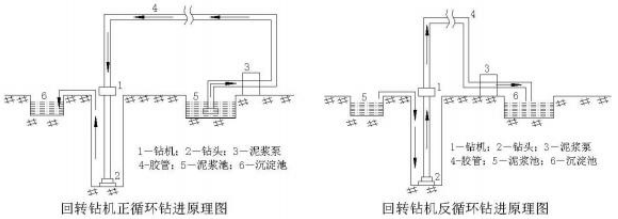


图 1 正/反循环钻机工作示意图

正/反循环的区别在泥浆池、基础孔洞、沉淀池的循环方向不同，其优点在于兼顾速度的同时成本较低，并能适用于多种地形地质条件。两种循环方式 对地基的扰动都为三种常用机械中最低的，其中正循环的地基扰动量最小。

（2）冲击钻成孔。冲击钻是用钻头的旋转和冲击，从而使岩石碎裂的成孔方式，冲击钻因为其高昂的成本和极大的扰动量，只适用于特定的土质和场景。

（3）旋挖钻机通过钻杆的液压推进和钻头的削切地基土来成孔的器械，在其适用的地形下，其成孔速度要快于旋挖钻，同时能保持较好的精度和成孔质量。

（4）总结。基础施工机械的选择，要根据不同的施工工艺，约定的施工工期、风险程度等因素，同时要保证施工的质量和施工安全，并进行成本分析，综合考量，选择最宜的方法。

对于南疆地区细砂、粉砂地基土，土地承载力地，土壤密度小，地基极不稳定且容易出现变形。

a 冲击钻，对于细砂、粉砂地基土来说，冲击钻对地基扰动过大、同时成本最高，不做考虑。

b 回转钻，对于正/反循环钻机成孔来说，无论是机械对地基的扰动、还是施工成本都是最低的，但即便是正循环成孔这种对地基扰动最低的成孔方式，依旧无法顺利成孔。

c 旋挖钻抛开冲击钻，旋挖钻机是成孔最快的方式，但同时依旧对地基扰动太大，单独使用无法满足施工。

d 最终考虑同时满足成孔质量和施工效率。选择旋挖钻提高施工效率，并依靠其他辅助手段来加强对孔壁的支撑力，既使用全跟进护筒和化学泥浆的方式来加强孔壁的承载力。

2 全跟进式护筒施工工艺

2.1 施工工艺流程

施工工艺流程如图 2 所示。

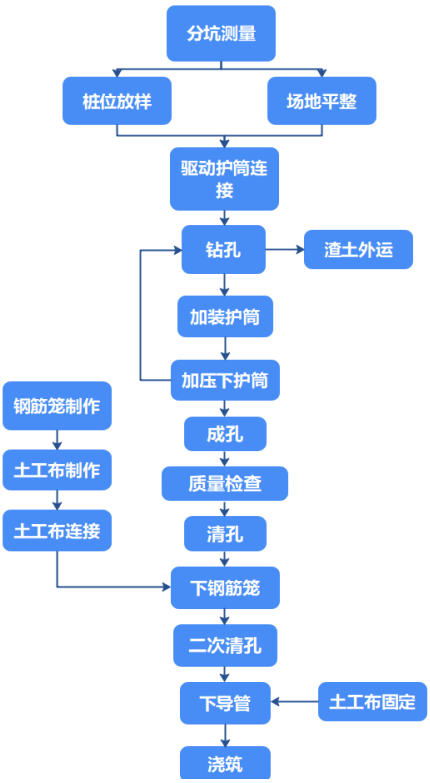


图 2 全跟进式裹体灌注桩施工工艺流程

2.2 施工特点及相关问题

（1）钻孔阶段。在初钻孔阶段，旋挖钻机就位后，需要更换钻杆，因为普通的长钻杆在垂直连接第一节钢护筒时，因为过高而导致连接繁琐，并且工人无法安装螺栓，所以要更换为短钻杆。并装上连接护筒的驱动套（如下图），驱动套连接完成后，需要对坑位进行初开挖，初步开挖的深度不易过深，在不引起地基崩溃塌方的同时，能放逐步放进第一节护筒，同时护筒顶端要高出基坑水平基础面，且标高应在适合施工的范围内，方便工人进行螺栓孔的清理，护筒的连接。初开挖约 3m 左右再下放第一节护筒，但是连接驱动套后，整体离地面约 5m 左右，使得在实际施工过程中，孔位中心找平很艰难，需要时刻用双向十字线控制桩中心并与测量放桩中心进行校正钻机是否偏位，并时刻用水平尺测量其垂直度，要求在水平面上的偏差值应不大于 50mm，既护筒中心与桩基中心偏移值不大于 50mm。同时倾斜度偏差小于 1%，为了满足要求需在施工中需要反复尝试，耗费的时间较长。

初步钻孔完毕后，提出、拆掉钻杆，准备对接第一节护筒，底部有切削齿。钢护筒顶部有 10 个螺栓孔，对接前要把钢护筒放置在平整的地面上，用钢刷把螺栓孔清理干净，孔内存留的污垢会让无法螺栓销无法安装。

图 3 旋挖钻连接驱动套

在钻进过程中时刻利用水平尺随时检测护筒垂直度，如有偏差，及时调整，之后通过钻机加压把护筒压进孔内，待第一节护筒（标准节 4 米）钻进至地面以上留有 1m 时停止钻进，松开驱动筒与护筒连接销，根据土质情况用钻具进行孔内挖土，黏土或沙土宜选用捞砂钻，当土中含有砾石或卵石时，宜选用螺旋钻挖土，孔内挖土至护筒底以上停止挖土，不得超挖，以防塌孔。然后，继续连接护筒（普通标准节 3m），护筒钻进、挖土反复进行挖至设计标高。

成孔过程要时刻注意钻孔质量、缓慢推进，并经常性地测量、检查、记录。勤检勤纠下保证成孔质量。

图 4 旋挖钻机连接护筒

（2）下放钢筋笼阶段

①本工程灌注桩均处于高腐蚀地区，故所有灌注桩均采用裹体灌注桩，既外层包裹一层土工布，防水的土工布袋是混凝土灌注桩桩体防腐蚀、保证质量的关键因素，经过大量的试验和实践，选用复合土工布，在材质上复合土工布有着强大的抗腐蚀、抗化学性，能在长时间的盐碱地侵蚀下保证良好的强度，从而保护基础混凝土不被盐碱侵蚀。同时也能在新疆地区四季极大的温差下保持长年的使用。

②钢筋保护层是混凝土钢筋结构中非常重要的一部分，可以保护钢筋不外露，对结构保护具有很重要的作用。

本工程桩体混凝土采用 C50，基础保护帽混凝土采用

C15，钢筋净保护层为 65mm，底部保护层 70mm，顶部保护层 50mm。

为了确保工程外包的土工布不影响保护层厚度，本工程圆饼垫块在钢筋主筋之上用圆饼连接筋，与内箍筋相同分层布置，每层 8 个，圆饼尺寸为 130mm，外露半径 65mm 正好满足保护层距离，并且车轮状的垫块能让土工布的安装更加顺利。

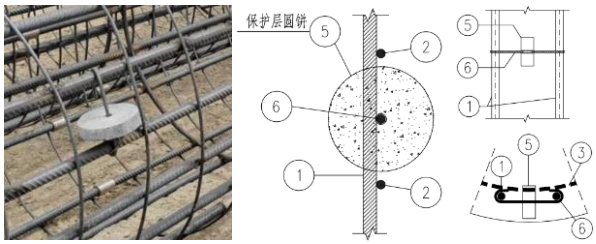


图 5　保护层圆饼示意图

③土工布的安装：本工程裹体灌注桩采用整体下放，土工布整体包裹在钢筋笼外侧，上下不封口，开口处切开固定。

在实际施工中，最开始的土工布袋是用铁丝绑扎在钢筋笼上，虽然经过多出绑扎，但依旧出现土工布袋脱落和打褶严重的情况，后来更换为焊接连接，连接时应对土工布袋有防护措施，避免灼烧土工布。

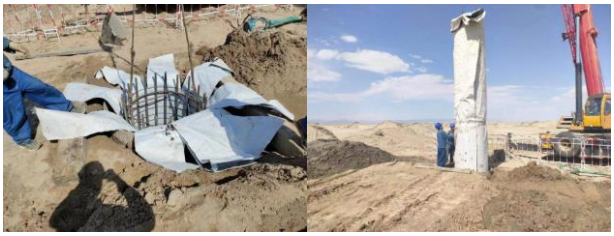


图 6　土工布袋安装示意图

2.3 浇筑阶段

本工程虽为干孔钻进，但因为地区水位较高，故浇筑依旧是水下灌注桩浇筑，因为孔内积水过多，压强过大导致钢筋笼难以下方，所以要贯通土工布袋上下，并随着钢筋笼的下方及时向外抽水，直至钢筋笼全部下放。通过导管浇筑混凝土，把孔中的盐碱水挤出，只有最开始浇筑的混凝土始终接触盐碱水，在最终浇筑完成后应刮掉最上层。

在浇筑完成后，应缓慢拔出钢护筒，并根据混凝土下沉情况及时补砼。

3 施工难点分析

3.1 桩的垂直度的控制

桩孔垂直度检测严格按照规范的要求，质量检查应按照灌注桩垂直度≤1/100 的允许偏差。首先应保证钢护筒筒自身的垂直度，进场后应对其进行校正，对不垂直度不合格的及时进行调整。其次，在每压一次钢护筒时均采用线锤监测每一节钢护筒的垂直度，发现偏差随时纠正。垂直度检测应该在每一个护筒下压时都应该进行检测测量，不能中断。最后，每根桩施工至设计标高后，进行桩孔垂直度检测，桩孔检测应满足规范要求。在实际施工中，下放钢护筒和钢筋笼时，要进行多次不断调整，比较耗费工时。

3.2 断桩问题

水下灌注混凝土桩的质量除混凝土本身质量外，是否断桩是鉴定其质量的关键。预防时要注意两个方面问题：一是力争首批混凝土浇灌一次成功；二浇灌过程中导管始终保证埋入混凝土中；

3.3 混凝土超方

以本工程 1L147 为例，桩径 1200mm，桩长 10700mm；设计单桩的混凝土量为 12.09m³；本工程采用比设计桩径+200mm 的钢护筒，为保证钢护筒护壁强度，选用厚度为 25mm 厚的钢护筒。在把护筒过程中，混凝土会充实外侧防腐土工布，实际混凝土浇筑量为 17.65m³；单桩混凝土超方量为 31.5%，而设计给的超方量为 17%。

综上所述，全跟进式护筒施工方法很好地解决了沙漠地区塌孔、缩孔现象，很好地完成灌注桩基础施工，但是对施工队负荷过大，资金人力消耗过大，其整体施工速度大约一天 1 天一根桩，综合来说不符合本工程的要求。

4 化学泥浆灌注桩施工工艺

在本工程复杂地质条件下，需要更加稳定、坚固的孔壁护壁质量，以解决过程中的漏浆、塌孔问题，从而保证施工效率、施工质量。在经过一段时间的调查咨询后，决定采用化学聚合物泥浆造浆成孔。

化学泥浆成孔的原理就是用特制的旋挖液直接在孔内造浆，化学泥浆往孔壁的沙层不断渗透，将泥浆与砂砾粘黏为一体，一定时间内将护壁微微固化，再通过孔内护壁的液体压力，平衡孔壁外侧压力，来确保不会出现塌孔现象。

优质的化学泥浆能提高钻头寿命、减少提钻次数、缩短钻进周期、降低成本、提高，还具有制备容易、成本低、用量少的优点。综合考量最后选择了奈普顿旋挖液。

4.1 奈普顿化学泥浆与传统膨润土泥浆对比及注意事项

（1）奈普顿化学泥浆使用简单，采用：“清水+化学泥浆”。用量是膨润土的 1%以下，节约场地，节省人工。（本工程采用“孔内盐碱水+化学泥浆”，经核验没强度无影响。）

（2）化学泥浆成孔速度快，比膨润土省工、溶解速度快、钻杆、钻头没有泥浆和砂子，增加钻杆和钻头的使用寿命，一定程度上减小机械设备折旧。

（3）化学泥浆能加速钻屑砂子絮凝沉淀，可以自行清洁，含沙率低，与混凝土自行分离，成孔后一般不需要二次成孔，减少清孔时间，节省人工并能保证沉渣厚度。

（4）化学泥浆属于轻质泥浆，在保证护壁效果的同

时，用量小、比重低、黏度高、含沙率极低；灌注顺利，不易堵管，避免混凝土夹砂现象出现。

（5）化学泥浆能提高桩基摩擦承载力，提高桩基质量，增加桩的承载力。

（6）奈普顿化学泥浆正常使用情况下不得与膨润土混合使用。

4.2 泥浆配制

在旋挖机成孔过程中，在孔中倒入适量的旋挖液，伴随着旋挖机运作转化为化学泥浆。化学泥浆能在孔壁周围形成强韧的保护膜，有效封堵孔壁周围的空隙，防止泥浆渗漏，同时对孔壁提供压力，防止在不稳定地层中钻孔的坍塌、流砂现象的发生。又能充分发挥旋挖钻工作效能，冷却钻头、润滑钻具、保护孔壁、提高钻进效率的目的。

在钻进施工中，班组人员应该时刻关注孔内泥浆黏稠度、液面高度，在钻进过程有变化时应及时加入旋挖液增加泥浆黏度。

在旋挖钻机提土时，因为旋挖钻头接触面过大，所以在提出时，容易对孔内产生负压，这时应该缓慢退出，可避免因抽吸力过大而造成孔底坍塌。并且钻头在出入孔口时，也应注意减速，以减轻对孔内泥浆扰动，确保孔壁稳定。避免孔口坍塌、护筒下沉。

在下钢筋笼过程中，减少孔壁接触，以保证沉砂达到灌注桩标准。

整个灌注桩流程应连续进行，不能中断，旋挖液护壁能维持大约 1.5h 左右，所以在成孔后必须尽快进行浇筑。

综上所述化学泥浆成孔施工方法在解决了沙漠地区塌孔、缩孔现象，在能节省工时、降低成本，很好地满足了本工程的要求。

5 结语

灌注桩基础施工新工艺的应用能够让灌注桩基础施工更加高效、稳定，进而提高工程的质量和安全性。

对于过程中的管理要点对桩基质量起着至关重要的作用。因此施工过程中还需不断完善控制措施，与时俱进，尽量使用各类电子设备仪器加强对施工质量的检查，进行技术创新，提升建筑施工技术；

同时应该加强工人培训，强化工作技能，管理人员合理调配，适岗适才，将合适的人放到合适的岗位，最大限度发挥人力量，才能保障高效、高质量地完成任务服务工程建设。培养施工现场管理人员，完善施工现场管理制度，活跃、调动施工现场员工，人尽所用，最大限度地发挥潜能，提高工作效率，从而保证整个建筑工程施工质量有效提升。

[参考文献]

[1]《混凝土质量控制标准》[Z].GB 50164-92.
[2]《混凝土外加剂应用技术规范》[Z].GB 50119-2013.
[3]毛宗原,何刚,毛刚,等.临地铁全回转干成孔灌注桩承载力特性实例分析[J].建筑科学,2021,37(3):131-137.
[4]李卓文,张秀川,张帅,等.基于全回转全套管工艺的密集障碍桩区钻孔灌注桩设计与施工[J].施工技术,2020,49(23):115-119.

作者简介：张昊（1998.9—），男，北京大兴人，现就职于北京电力工程有限公司。

高速公路路面病害成因及养护施工技术研究

向 阳
江苏现代交通科技有限公司，江苏 南京 210000

[摘要]高速公路承担着连接城市的重要使命，随着高速公路车流量的不断增加和使用频率的提高，路面的质量和状态也备受关注。高速公路路面的病害和损坏不仅会影响行车的安全和舒适性，还会增加车辆维修成本和交通拥堵的风险。因此，对高速公路路面进行有效的养护和维护显得尤为重要。本篇文章探讨高速公路路面病害的成因及养护施工技术，分析主要损坏因素，并提出优化措施，以期为高速公路路面养护工作的提升提供参考和指导。
[关键词]高速公路；路面损害；养护技术
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12352 中图分类号：U416.2 文献标识码：A

Research on Causes of Pavement Diseases on Highways and Maintenance Construction Technology

XIANG Yang
Jiangsu Modern Transportation Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: Highways bear the important mission of connecting cities. With the continuous increase in traffic volume and frequency of use of highways, the quality and condition of the road surface have also received attention. The diseases and damages on the road surface of highways not only affect the safety and comfort of driving, but also increase the cost of vehicle maintenance and the risk of traffic congestion. Therefore, effective maintenance and upkeep of the highways pavement is particularly important. This article explores the causes and maintenance construction technology of highways pavement diseases, analyzes the main damage factors, and proposes optimization measures, in order to provide reference and guidance for the improvement of highways pavement maintenance work.
Keywords: highways; road damage; maintenance technology

引言

在现代社会中，高速公路作为城市之间重要的交通纽带，承担着便捷快速的交通运输任务，对推动经济发展和促进社会交流起着至关重要的作用。然而，随着车辆数量的不断增加和交通流量的增大，加上自然因素、车辆过载、频繁的使用以及养护不到位等因素，高速公路路面经常出现裂缝、坑洞、路面变形等病害，严重影响了行车安全和行车舒适性，甚至导致交通事故的发生。因此，对高速公路路面进行及时、有效的养护和维修显得尤为重要。

1 高速公路主要损坏因素解析

1.1 水渗透

当水分渗透到路面结构内部时，会引起多种问题。水分与路面材料发生化学反应，导致路面材料软化、溶解或破坏，进而降低路面的承载能力和抗压强度。水渗透会造成路面结构的变形和变质，如沥青路面发生变形、混凝土路面产生裂缝，进而导致路面表面不平整，增加了驾驶时的颠簸感和安全隐患。水渗透还会影响路面与路基之间的结合力，导致路基软化、沉降或失稳，加速路面沉陷、龟裂等病害的发生。

1.2 高温影响

在高温季节，路面受到阳光直射和大气热辐射的作用，温度会急剧升高，路面材料易发生软化、膨胀等变形现象，尤其是沥青路面更容易受到影响。变形会导致路面产生裂缝、坑槽等病害，影响行车的平稳性和安全性。高温还会加速路面材料的老化速度，使得路面的抗压性和耐久性下降，增加了路面维护和修复的频率和成本。

1.3 路面坑槽

路面坑槽是高速公路路面常见的病害之一，主要由于车辆频繁行驶、重载车辆的压力以及天气等因素所致。长时间的使用会导致路面表面出现凹陷和坑槽，严重影响行车的舒适性和安全性。路面坑槽还容易积水，进一步加剧了路面损坏。因此，及时修补和填平路面坑槽，采用合适的修补材料和技术，是维护高速公路路面安全和舒适性的重要举措。

1.4 路面壅包

路面壅包是指路面表层松软，易于被车辆碾压形成凹坑的现象。通常由施工工艺不当、材料质量差或长期车辆频繁行驶等因素引起。壅包路面不仅影响驾驶舒适性，还会增加车辆的阻力，影响燃油经济性。此外，壅包路面容易积水，进一步加剧路面损坏的可能性，如路面材料软化、破坏等。

1.5 路面养护不到位

当路面养护不及时或不得当时，已存在的病害无法得到有效的修复和处理，进而导致病害的扩大和深化。比如

未及时填补路面裂缝、修复路面坑洞、清理排水系统，以及未进行定期检查等。养护不到位不仅会影响路面的平整度和舒适性，还可能引发更严重的安全隐患，如裂缝扩大、坑洞加深等，增加车辆行驶的风险。

2 高速公路路面养护技术

2.1 路面裂缝养护要点

路面裂缝是高速公路常见的病害，有效的裂缝养护可以延长路面的使用寿命并提高行车的安全性。以下是路面裂缝养护的要点：裂缝可分为沥青路面裂缝和混凝土路面裂缝，还可以根据裂缝的宽度、深度等特征进行进一步分类。不同类型的裂缝可能需要采取不同的修补措施。针对不同类型和程度的裂缝，可以选择填充型修补材料、封闭型修补材料或覆盖型修补材料。填充型修补材料通常用于填充较窄、较浅的裂缝，而封闭型修补材料适用于较宽、较深的裂缝，覆盖型修补材料则适用于更严重的裂缝[1]。在进行裂缝修补之前，必须清除裂缝内的杂物和松散物，并将裂缝表面清洁干燥，以确保修补材料能够充分粘附和固化。对于较深的裂缝，可能需要进行裂缝热熔处理或使用填充剂进行预处理，以提高修补效果的持久性和稳定性。根据选用的修补材料和方法，将修补材料均匀地填充到裂缝内，并确保修补材料与周围路面充分结合，避免出现空隙或气泡。对于较宽的裂缝，可能需要采用多次填充、压实和封闭的方法，直至裂缝完全被修复。完成裂缝修补后，需要对修补部位进行养护和保养，以确保修补效果的持久性和稳定性。定期巡检路面裂缝部位，及时发现并处理修补材料的脱落、裂缝的重新出现等问题，以确保路面的整体安全和平稳性。

2.2 路面车辙修补要点

路面车辙是由于车辆长期行驶造成的路面凹陷，如果不及时修补，会加速路面的磨损和损坏，影响行车的安全和舒适性。在进行修补之前，必须彻底清理车辙内的杂物和积水，确保修补材料能够牢固地粘附在路面上，避免因污物影响修补效果。修补车辙需要选择具有较好耐久性和抗压性的修补材料，如沥青混合料、聚合物修补剂等。修补材料应具有良好的粘附性和抗水性，以确保修补后的路面能够长期稳定使用。在车辙修补过程中，必须确保修补材料填充到车辙的底部，使修补后的路面与周围路面平整连接，避免出现高低不平的情况，以免影响车辆的行驶舒适性和安全性。修补完车辙后，需要使用专用的路面压实机械对修补部位进行压实，确保修补材料与原有路面充分结合。同时，在修补后的一段时间内，需要对修补部位进行养护，防止修补材料因外界环境影响而出现龟裂、脱落等问题，从而保障修补效果的持久性。修补完车辙后，应定期对修补部位进行检查，及时发现和处理因车辙修补材料老化、脱落等导致的问题，保持修补部位的稳定性和耐久性，延长路面的使用寿命。

2.3 加强路面排水

加强路面排水是维护高速公路路面的重要措施之一，有效的排水系统可以防止水分在路面内部滞留，减少水渗透对路面的损害，延长路面的使用寿命。在规划和设计阶段，应充分考虑路面的坡度、排水沟的位置和尺寸、雨水径流的流向等因素，确保路面排水系统能够有效地将雨水引导迅速排走，避免水分在路面上滞留。定期清理路面排水沟、排水管道和雨水口，确保排水设施畅通无阻，避免因杂物堵塞导致排水不畅，增加了路面积水的风险。路面表层应采用透水性好的路面材料或进行适当的表面处理，以增强路面的透水性，减少积水可能性，降低路面病害发生的风险。对于已存在的排水设施，如有损坏或老化的情况，应及时修复或更换，确保排水系统的正常运行[2]。对于路面表层存在的凹坑或坑槽，也应及时修补，防止其成为积水的集中区域。定期对路面排水情况进行监测和评估，发现问题及时处理。加强对排水设施的管理和维护，建立健全的排水设施台账，确保排水设施的长期有效运行。

2.4 路面坑洞与翻浆修补要点

修补路面坑洞与翻浆是维护高速公路路面的重要工作之一，有效的修补可以减少行车风险，延长路面使用寿命。在进行修补之前，需要彻底清理坑洞和翻浆处的杂物、沉积物和松散的路面材料，确保修补材料能够牢固地附着在路面上。修补坑洞和翻浆需要选择具有较好耐久性和抗压性的修补材料，如沥青混合料、聚合物修补剂等。将选定的修补材料填充到坑洞和翻浆处，确保修补材料填满并覆盖整个损坏区域。修补后的路面应该与周围路面平齐，避免出现高低不平的情况，保证行车的安全和舒适性。修补完成后，使用专用的路面压实机械对修补部位进行适当压实，确保修补材料与原有路面充分结合。修补坑洞和翻浆后，应定期对修补部位进行检查，及时发现和处理因修补材料老化、破损等导致的问题，保持修补部位的稳定性和耐久性，延长路面的使用寿命。

2.5 合理选择养护技术

2.5.1 常规性养护技术

常规性养护技术是指定期对高速公路路面进行例行性检查、维护和修复的技术方法。通过定期巡查高速公路路面，包括使用专业设备进行路面状态的检测和评估，及时发现路面裂缝、坑槽、翻浆等病害，以便采取相应的修复措施。一旦发现路面病害，应当立即采取维护和修复措施，如填补裂缝、修补坑洞、铺设路面封层等，防止病害进一步扩大和加剧，确保路面的平整和安全。定期清理路面上的杂物、积水和沉积物，保持路面的干燥和清洁，加强路面排水系统的维护和清理，防止积水对路面造成侵蚀和损坏。定期检查和更新路面标线、标志和警示设施，确保其清晰可见，提醒驾驶员注意行车安全，减少事故发生的可能性。对于每一次养护工作都应进行记录，包括养护

时间、养护内容、使用材料等信息，建立完善的养护档案管理体系，为今后的养护工作提供参考和借鉴。

2.5.2 预防性养护技术

预防性养护技术是预防高速公路路面病害的发生和扩展重要手段，可以提高路面的耐久性和安全性。路面密封和封层能够有效防止水分渗透和紫外线的侵蚀，延缓路面老化速度，减少裂缝和坑槽的产生，提高路面的耐久性。通过对路面基层进行加固和改良，提高其承载能力和抗压强度，减少路面变形和病害的发生，延长路面的使用寿命。在设计和施工阶段，应选择质量优良、性能稳定的路面材料，并采用科学合理的施工工艺，确保路面的质量和性能符合要求。设计合理的路面排水系统能够有效排除路面积水，降低水渗透的风险，减少路面材料的软化和破坏，延长路面的使用寿命。建立健全的养护管理制度，定期对路面进行检查和评估，及时发现和处理潜在问题，提高养护人员的技术水平和工作效率，确保预防性养护工作的顺利开展。

3 高速公路路面养护技术优化措施

随着科技的不断进步，涌现出了许多创新的路面养护技术和材料。例如，冷再生路面技术可以利用回收的旧路面材料，在养护过程中减少对新资源的消耗，降低养护成本；高分子修补材料具有较强的黏结性和耐磨性，能够快速填补路面裂缝和坑洞，提高养护效率和质量。在利用新技术和材料进行路面养护时，首先需要进行充分的技术评估和实地试验，确保新技术和材料的适用性和可靠性。

3.1 实施智能化养护管理

借助物联网、人工智能、大数据等先进技术手段，建立智能化的路面养护管理系统，可以实现对路面状态的实时监测、数据分析和预测，为养护决策提供科学依据和指导。通过在路面上部署传感器和监测设备，实现对路面状况、温度、湿度等参数的实时监测，及时发现路面病害和异常情况。通过对监测数据的收集、存储和分析，利用人工智能算法对路面状况进行诊断和预测，提前发现潜在问题并制定相应的养护方案[3]。采用智能化设备和机械，如智能路面修补车、激光定位系统等，提高养护施工的精度和效率，减少人力和资源消耗。建立信息化的养护管理平台，将监测数据、养护记录、养护方案等信息集成到统一的管理平台中，实现对养护工作的全面监控和管理，提高养护决策的科学性和准确性。

3.2 推行综合性养护模式

推行综合性养护模式是提升高速公路路面养护效率和质量的重要举措之一。对路面养护全生命周期的管理，从规划、设计、施工到运营和养护的全过程进行统筹规划和有效管理，实现资源的合理利用和工作的协同推进。建立信息化的养护管理平台，实现路面养护数据的实时监测、分析和共享，采用先进的信息技术手段，如物联网、大数据、人工智能等，提高养护管理的精准性和智能化水平。综合性养护模式鼓励各相关单位之间加强合作，共同承担养护责任，共享养护资源，实现养护成本的降低和效率的提升。同时，还可以吸引社会资本和专业养护企业参与，充分发挥市场机制的作用，推动养护工作的优化和升级。

3.3 强化养护队伍建设和技术培训

加强队伍建设和技术培训，可以提高养护人员的专业素养和工作能力，进而提升整体养护水平。制定明确的岗位职责和工作流程，明确养护队伍的组织结构和管理体系，建立健全的绩效考核和激励机制，激发养护人员的工作积极性和创造性，提高队伍的凝聚力和战斗力。定期组织养护人员参加相关培训课程和学习活动，包括路面养护技术、施工操作、安全防护等方面的培训，提高其专业知识和技能水平。鼓励养护人员积极参加各种学习培训机会，不断提高自身的综合素质和专业技能，跟随行业发展的步伐，适应新技术和新方法的应用需求，不断完善和提升自己，为高速公路路面养护工作的持续改进和发展作出贡献。

4 结语

高速公路作为重要的交通基础设施，其路面的质量和状态直接影响着交通安全和行车舒适性。本文通过分析高速公路路面的主要损坏因素，以及养护技术和优化措施，强调了对路面养护工作的重视和必要性。当前，随着科技的不断发展和社会的进步，我们有了更多的手段和方法来提升路面养护的效率和质量。通过利用新技术和材料、实施智能化养护管理、推行综合性养护模式，以及强化养护队伍建设和技术培训等措施，我们能够更好地保障高速公路路面的安全和耐久性，满足人民群众日益增长的出行需求。我们呼吁各级政府、交通管理部门、科研机构、企业单位和广大养护人员共同努力，加强合作，共同致力于高速公路路面养护工作的改进和提升，为建设更加安全、畅通、舒适的现代化交通网络贡献力量。

[参考文献]

[1]于嘉汛.辽宁省高速公路日常养护效果评价方法研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2018.
[2]路晓峰.浅谈高速公路路面病害成因及养护技术措施[J].绿色环保建材,2019(9):126.
[3]景彪.高速公路路面病害成因及养护措施[J].建筑技术开发,2020,47(17):103-104.
[4]胡航.公路路面常见病害与养护技术应用研究[J].运输经理世界,2023(4):119-121.

作者简介：向阳（1977.11—），男，江苏海洋大学，土木工程，江苏现代交通科技有限公司，技术员

不停输状态下的紧急止漏创新技术研究

王 鑫
合肥合燃华润燃气有限公司，安徽 合肥 230001

[摘要]随着现代工业的蓬勃发展和全球经济的持续增长，管道运输系统作为重要的能源输送通道在能源、化工、水务等领域中扮演着至关重要的角色。然而，管道系统在长期运行过程中难免会遭遇漏损事件，不仅会造成能源资源的浪费，还会引发严重的安全事故和环境污染，特别是在不停输状态下，一旦发生漏损事件，由于压力和流量的持续作用，情况往往会变得更加紧急和复杂。文中分析不停输状态下的紧急止漏技术，深入探讨传统止漏技术与先进技术的应用情况，并重点关注新型传感器技术、智能化止漏装置以及基于人工智能和大数据的紧急止漏方法等创新技术的研究进展。

[关键词]燃气管道；快速修复；降低成本；创新应用
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12345 中图分类号：TE832.3 文献标识码：A

Research on Innovative Technology for Emergency Leak Stopping under Continuous Transmission

WANG Xin
Hefei Heran CR Gas Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230001, China

Abstract: With the vigorous development of modern industry and the continuous growth of the global economy, pipeline transportation systems play a crucial role as important energy transportation channels in fields such as energy, chemical, and water. However, pipeline systems inevitably encounter leakage events during long-term operation, which not only causes waste of energy resources, but also leads to serious safety accidents and environmental pollution. Especially in non-stop transportation, once a leakage event occurs, the situation often becomes more urgent and complex due to the continuous effect of pressure and flow. The article analyzes the emergency leak detection technology under non-stop transmission, deeply explores the application of traditional leak detection technology and advanced technology, and focuses on the research progress of innovative technologies such as new sensor technology, intelligent leak detection devices, and emergency leak detection methods based on artificial intelligence and big data.

Keywords: gas pipeline; quick repair; reduce costs; innovative application

引言

管道运输系统负责将天然气、石油、化学品以及其他重要物质从生产地运送至消费地，支撑着现代工业和生活的持续发展。在持续输送物质的过程中，一旦发生漏损，迅速定位和止漏变得至关重要，传统的止漏方法往往需要中断管道运输，进行修复或封堵，这不仅会导致生产中断和经济损失，还会对环境造成进一步影响。因此，探索在不停输状态下能够快速、准确地进行紧急止漏的技术方案显得尤为迫切。

1 不停输状态下的紧急止漏需求分析

1.1 不停输状态的定义与特点

在工业生产和输送领域，不停输状态是指管道、设备或系统在运行过程中持续进行液体、气体或其他介质的输送或流动，而不发生停顿或中断的状态。在这种状态下，管道或系统需要保持连续运行，以确保生产或输送过程不受任何中断或停顿的影响。由于介质需要不断被推送或抽取，管道内部往往承受着高压力的作用，对管道和相关设备的设计、材料选择以及操作管理提出了更高的要求，以确保系统的安全性和稳定性，同时降低泄漏或漏损的风险。即使是微小的漏损或泄漏，也会导致严重的安全事故或环境污染，不仅会造成人身伤害和财产损失，还会对环境和社会造成长期影响，因此对于不停输状态下的紧急止漏需求必须高度重视。

1.2 紧急止漏的重要性

在不停输状态下，管道或系统出现漏损或泄漏时，如果不及时有效地进行紧急止漏处理，会引发严重的安全事故和环境污染，造成巨大的经济损失和社会影响。管道漏损或泄漏会导致爆炸、火灾、中毒等危险情况的发生，泄漏的介质会对周围环境和设施造成损坏，进而影响到财产安全，给企业和个人造成巨大的经济损失。

2 传统止漏技术

手工修补是最为简单直接的方式，工作人员会立即使用各种材料如胶带、补丁或胶水进行修补，操作简便，可迅速应对小规模泄漏，但对于较大或高压管道的漏损，效果会不佳。关闭阀门来切断漏液的输送，适用于在漏损点附近有阀门的情况下，操作相对简单，可以迅速停止泄漏。注浆封堵也是一种传统的止漏技术，通过使用特殊的封堵材料或注浆设备，在漏损部位进行注浆封堵，以阻止液体或气体的泄漏，适用于管道内部的漏损，尤其是对于一些难以接近或较复杂的管道结构，如地下管道或深海管道，

具有一定的应用前景。

3 不停输状态下的紧急止漏关键技术分析

3.1 不停输状态下的管道监测技术

3.1.1 传感器技术及其应用

传感器能够实时监测管道内部的压力、温度、流速等参数，并将这些数据传输至监测系统进行分析和处理。一旦发现异常的压力波动，会暗示着管道存在漏损或其他问题。通过实时监测管道压力，可以及时发现漏损点并采取紧急止漏措施。漏损点通常会导致周围温度的变化，例如渗漏的液体会导致管道局部温度升高或降低。因此，通过温度传感器监测温度的变化，可以帮助确定漏损点的位置。当漏损发生时，流体流速会发生变化，通过监测流速的变化，可以迅速发现漏损点并进行紧急止漏处理。传感器技术还可以结合其他参数，如振动、声音等，进行综合监测。例如，异常的振动或声音信号会表明管道发生了异常情况，需要及时采取措施。

3.1.2 数据采集与处理技术

在不停输状态下的紧急止漏中，数据采集与处理技术是至关重要的一环。数据采集技术通过各种传感器实时获取管道内部的压力、温度、流速等参数信息，并将这些数据传输至数据采集系统。数据处理技术对采集到的数据进行处理和分析，以识别管道是否存在漏损点以及漏损点的位置。采用先进的数据处理算法，如模式识别、机器学习等技术，可以对大量数据进行快速、准确的分析，提高漏损识别的精度和效率。数据采集与处理技术还可以与其他系统集成，如远程监测系统、管道管理系统等，通过与远程监测系统结合，可以实现对管道状态的远程监控和控制，及时响应漏损事件，降低漏损风险。

3.2 紧急止漏策略与方案设计

3.2.1 漏损定位与识别算法

在不停输状态下的紧急止漏中，漏损定位与识别算法是关键的技术环节之一。漏损定位与识别算法利用传感器获取的管道监测数据，包括管道内部的压力、温度、流速等参数，以及振动、声音等特征，可以识别出异常信号，并初步确定会存在漏损的区域。漏损定位与识别算法采用不同的技术手段对漏损点进行定位，常见的方法包括基于模型的方法、信号处理方法和机器学习方法等[1]。基于模型的方法通常利用管道流体动力学模型，结合监测数据进行漏损定位；信号处理方法则通过对监测数据进行滤波、频谱分析等处理，提取出漏损信号的特征；而机器学习方法则基于大量的数据样本，训练模型以实现对漏损点的识别和定位。漏损定位与识别算法还可以结合其他信息，如管道地理信息系统（GIS）数据、历史漏损记录等，提高定位的准确性和可靠性。

3.2.2 紧急止漏策略的优化与选择

针对漏损点的定位和识别，以及管道运行状态的特点，合理选择和优化止漏策略，可以最大程度地降低漏损风险，保障生产安全和环境保护。基于机器学习、模式识别等技术，开发高效的漏损定位算法，通过不断优化算法，提高漏损定位的准确性和效率，从而为后续紧急止漏措施的选择提供更精准的依据。在紧急止漏策略的选择方面，针对不同情况，选择合适的止漏方法和装置，如手工修补、阀门关闭、注浆封堵等。在选择止漏方案时，需要尽量减少生产中断和对管道运行的影响，需要在止漏策略的选择过程中，综合考虑安全性、效率性和可操作性等因素，以达到最佳的止漏效果。

3.3 防止泄漏材料研究

在不停输状态下的紧急止漏中，防止泄漏材料的研究至关重要。针对不同的介质和管道环境，研究开发具有适应性的防止泄漏材料是至关重要的。这些材料可以是聚合物材料、橡胶材料、金属材料等，需要根据管道介质的特性和操作环境的要求进行选择和优化。防止泄漏材料应该具有良好的密封性，能够有效地封堵漏损点，通过对材料的结构和成分进行优化，可以提高其密封性能，确保止漏效果的可靠性。考虑到管道运行时会承受的压力和温度等影响因素，防止泄漏材料的研究还需要关注其耐压性和耐温性。

4 紧急止漏创新技术研究

4.1 新型传感器技术

随着科技的不断发展，新型传感器技术在管道运输系统的紧急止漏领域日益展现出强大的应用潜力，不仅提升了管道监测的精度和效率，还为紧急止漏提供了更为准确和实时的数据支持。光纤传感器通过将光纤布设于管道内部或表面，利用光信号的变化来探测管道运行状态和漏损情况，光纤传感器具有高度的灵敏度和可靠性，能够实时监测管道的温度、压力、应力等参数，从而精确地定位漏损点和评估漏损程度[2]。声波传感器可以通过检测管道内部传播的声波信号来实现对管道状态的监测。当管道发生漏损时，液体或气体泄漏会产生特定的声音，声波传感器能够捕捉并识别这些声音信号，并通过算法进行分析，精确地定位漏损点和判断漏损程度。与光纤传感器相比，声波传感器具有更强的穿透能力和更广泛的应用范围，可以适用于不同类型和材质的管道。除了光纤传感器和声波传感器，还有其他一些新型传感器技术在紧急止漏领域得到了应用，如微波传感器、红外传感器等，为管道运输系统的安全运行提供了更为可靠和高效的监测手段。未来，随着传感器技术的不断演进和完善，相信新型传感器技术将会为紧急止漏领域带来更多的创新和突破，为保障管道运输系统的安全运行提供更加强大的支持。

4.2 智能化止漏装置

智能化止漏装置是紧急止漏领域的一项创新技术，其设计和应用为管道运输系统的安全运行提供了重要保障。

智能化止漏装置的设计需要充分考虑到管道运行环境的复杂性和变化性，采用先进的传感器技术，能够实时监测管道的压力、温度、流量等参数，并通过数据处理和分析实现对漏损事件的自动识别和定位，能够及时发现漏损点，为后续的止漏操作提供了重要依据。智能化止漏装置还配备了高效的执行机构，能够根据监测到的漏损信息自动启动止漏程序，采用先进的液压、气动或电动技术，能够实现对止漏装置的远程控制和精确操作，从而保证止漏的速度和效果。与传统的人工止漏方式相比，智能化止漏装置能够更快速地响应漏损事件，减少了人为因素的干扰和延迟。智能化止漏装置还具有良好的可扩展性和适应性，能够适用于不同类型和规模的管道运输系统，采用模块化设计，能够根据实际需要进行灵活配置和组合，智能化止漏装置还可以与管道监测系统和远程控制中心等其他设备进行联动，实现对整个管道系统的集中监控和管理，提高了系统的安全性和可靠性。总之，智能化止漏装置的设计和应用为管道运输系统的紧急止漏提供了新的解决方案，通过自动识别漏损点、快速启动止漏程序和精确控制止漏操作，这些装置能够有效地降低漏损事件带来的风险和损失，保障了管道系统的安全稳定运行。随着智能化技术的不断发展和应用，智能化止漏装置将进一步提升管道运输系统的紧急止漏能力，为其安全性和可靠性提供更加强大的保障。

4.3 基于人工智能和大数据的紧急止漏方法

基于人工智能和大数据的紧急止漏方法是紧急止漏领域的一项创新技术，其结合了人工智能算法和大数据分析技术，为管道运输系统的安全运行提供了新的解决方案，通过利用机器学习、深度学习等人工智能技术，结合管道运输系统的历史数据和实时监测数据，实现对漏损事件的预测、识别和响应，从而实现对漏损事件的快速、准确处理。基于人工智能和大数据的紧急止漏方法利用了大数据分析技术，通过对管道运输系统的历史数据进行深入挖掘和分析，建立了漏损事件的数据模型和特征识别算法，能够根据管道运输系统的运行状态和环境参数，预测和识别潜在的漏损风险，提前发现漏损事件的迹象，从而为紧急止漏提供了更充分的准备和预警。基于人工智能的紧急止漏方法还利用了机器学习和深度学习等技术，通过训练和优化人工智能模型，结合实时监测数据，可以实现对漏损点的准确识别和定位，提高了止漏的精准度和效率，能够自动判断漏损的位置、大小和严重程度，并为后续的止漏操作提供了关键的指导和支持[3]。基于人工智能和大数据的紧急止漏方法还可以实现对止漏策略的智能优化和选择，通过分析历史漏损数据和实时监测数据，结合机器学习算法，可以实现对不同止漏策略的效果进行评估和优化，选择最优的止漏方案，从而最大限度地降低漏损事件的影响和损失。总之，基于人工智能和大数据的紧急止漏方法通过充分利用人工智能算法和大数据分析技术，实现了对漏损事件的预测、识别和响应，提高了管道系统的安全性和可靠性。未来，随着人工智能和大数据技术的不断发展和应用，基于人工智能和大数据的紧急止漏方法将进一步完善和提升，为管道运输系统的紧急止漏提供更加智能化、高效化的解决方案。

4.4 可持续性和环境友好型止漏技术

随着全球对可持续发展和环境保护的关注不断增加，管道系统紧急止漏技术的研究也逐渐转向可持续性和环境友好型解决方案。利用可再生能源或清洁能源来驱动止漏装置，减少对传统能源的依赖，降低碳排放；采用生物降解材料或可回收材料作为止漏材料，以减少对环境的污染和损害；结合生态学原理设计止漏策略，最大限度地减少对周边生态系统的干扰。环境友好型止漏技术不仅有助于提高管道系统的安全性和可靠性，同时也符合可持续发展的要求，促进了管道运输行业向更加环保和可持续的方向发展。未来，随着对环境保护意识的进一步提高和技术的不断创新，可持续性和环境友好型止漏技术有望在管道运输系统中得到更广泛的应用，为建设更加清洁、安全的能源输送通道作出贡献。

5 结语

在管道运输系统中，紧急止漏技术的研究和创新对于确保系统的安全稳定运行至关重要。本文探讨了传统止漏技术、先进止漏技术以及紧急止漏的关键技术，特别是新型传感器技术、智能化止漏装置以及基于人工智能和大数据的紧急止漏方法等创新技术。随着科技的不断进步和创新，我们有信心通过不断完善和应用紧急止漏技术，最大限度地降低管道运输系统发生漏损事件的风险，保障能源输送的安全性和可靠性。未来，我们将继续关注紧急止漏技术领域的最新进展，积极探索更多创新技术和解决方案，为管道运输系统的安全运行作出更大的贡献。

[参考文献]

[1]熊威.基于BP神经网络的N市燃气管道风险管理[D].江西:南昌大学,2021.
[2]卢新鹏,侯佩欣.城市燃气管网泄漏的智能检测应用与展望[J].低碳世界,2020,10(9):48-49.
[3]周苏宛,李德昌,蔡浩,等.室内燃气泄漏的全尺寸实验研究:移动监测与场重建[J].建筑科学,2022,38(8):97-104.

作者简介：王鑫（1990.3—），毕业院校：常州大学，所学专业：油气储运工程，当前就职单位：合肥合燃华润燃气有限公司，职称级别：工程师。

石油化工装置中自控仪表工程施工流程的质量控制

梁小龙
陕西煤业化工集团神木天元化工有限公司，陕西 榆林 719319

[摘要]在石油化工装置的建设中，自控仪表工程是一个关键的部分。自控仪表在生产过程中起着监测、控制和保护的重要作用。文章探讨了自控仪表工程施工流程质量控制的必要性及常见质量问题，分析了自控仪表工程的质量控制重点，包括原材料的质量控制、本质安全仪表和防爆仪表的选择与安装、接地系统的安装、自控仪表的系统调试以及质量记录控制，通过加强质量控制措施，可以有效提升石油化工装置中自控仪表工程的施工质量。
[关键词]石油化工装置；自控仪表工程；施工流程；质量控制
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12346　　中图分类号：TQ056　　文献标识码：A

Quality Control of Construction Process for Self-control Instrument Engineering in Petrochemical Plants

LIANG Xiaolong
Shaanxi Coal and Chemical Industry Group Shenmu Tianyuan Chemical Industry Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719319, China

Abstract: In the construction of petrochemical plants, automatic control instrument engineering is a crucial part. Automatic control instruments play an important role in monitoring, controlling, and protecting during the production process. This article explores the necessity and common quality issues of quality control in the construction process of automatic control instrument engineering, analyzes the key points of quality control in automatic control instrument engineering, including quality control of raw materials, selection and installation of intrinsic safety instruments and explosion-proof instruments, installation of grounding systems, system debugging of automatic control instruments, and quality record control. By strengthening quality control measures, the construction quality of automatic control instrument engineering in petrochemical plants can be effectively improved.
Keywords: petrochemical equipment; automatic control instrument engineering; construction process; quality control

引言

石油化工装置是工业生产的重要组成部分，而自控仪表工程作为该装置的关键组成部分，在保障装置的安全稳定运行和生产效益方面起着重要作用[1]。然而，自控仪表工程的施工流程中存在一系列的质量问题，包括仪表单试不充分、安装不规范、电缆敷设不良、控制室盘柜问题，以及系统调试不彻底等，不仅会影响装置的工作效率和产品质量，还导致安全事故的发生。因此，针对石油化工装置中自控仪表工程施工流程的质量控制问题进行深入研究，具有重要的应用价值和理论意义。

自控仪表在装置中起着重要的监测和控制作用，其工作的准确性和可靠性对于保障装置的安全运行至关重要。通过加强施工流程中的质量控制，避免施工过程中的错误和缺陷，能提高自控仪表的性能稳定性和工作精度，从而保障装置的安全性。同时，自控仪表工程的施工质量直接关系到装置的运行效率和产品质量。通过加强对施工流程中各个环节的质量控制，保证仪表设备的选用和安装合理，电缆敷设和接地系统符合要求，以及系统调试充分彻底等，能够提高装置的响应速度、控制准确性和产品质量的稳定性。基于此，本文深入石油化工装置中自控仪表工程施工流程的质量控制，为石油化工装置的自控仪表工程施工流程提供有效的指导和参考，促进装置的可持续发展和安全运行。

1 自控仪表工程施工流程质量控制的必要性

1.1 提高装置的安全性

自控仪表在石油化工装置中扮演着监测和控制的角色，对装置的安全运行起着至关重要的作用。通过施工流程的质量控制，可确保仪表设备的安装、调试和运行符合相关标准和规范，如仪表的单试是十分重要的环节，通过对仪表的独立测试和试运行，排除仪表故障和调整仪表装置的问题，保障装置的安全和稳定运行。此外，对于本质安全仪表和防爆仪表的选择和安装也需要严格把关，确保装置在高风险环境下的安全性能。

1.2 提高装置的生产效率和产品质量

自控仪表工程的施工质量直接影响装置的生产效率和产品质量。通过质量控制措施的落实，保证仪表设备的精确安装和仪表系统的准确调试，如对仪表设备的安装应注意位置的准确性、接线的规范性和设备的稳固性，确保仪表的测量精度和灵敏度[2]。同时，对仪表系统的系统调试要彻底，包括参数的准确设置、仪表校准的及时进行等，

以确保装置的控制效果符合预期，提高生产质量和效率。

1.3 降低运营维护成本

质量控制措施的加强可以降低自控仪表工程施工过程中的错误和缺陷，减少装置的故障率和维修次数，进而降低运营维护成本，如对电缆的敷设应注意合理布置，保证绝缘层的完好和维护的有效性，避免引起信号干扰和电缆故障。另外，安全接地可以防止电气设备的静电积聚和电气干扰，减少损坏和维修的需要，通过减少装置的故障和维修，降低运营维护成本，提高装置的经济效益。

2 自控仪表工程在施工过程中存在的质量问题

2.1 仪表的单试

首先，由于工期紧迫或是人力、物力资源不足，施工中的仪表单试工作被忽略或是简化，即未对每个安装的仪表设备进行独立的单试，而是采取集中测试或忽略不进行单独测试，导致在仪表设备故障发生时难以迅速准确地进行诊断和维修，给装置的正常运行带来风险。其次，自控仪表工程的施工过程存在多个工种的合作与协调，包括仪表工程师、安装工人、电气工程师等，工种之间的沟通和协作不够紧密，存在信息传递不畅、责任界定不明确等问题，使得仪表设备的单试工作可能变得混乱和不系统，导致关键信息的遗漏或错误。最后，施工中可能存在对单试的重视程度不够。施工方或是相关人员将单试当作一个形式的工作，缺乏对其重要性的认识，不重视单试工作的细节和准确性，造成对仪表设备性能的漏测或误判，无法及时发现潜在问题，进而影响装置的稳定性和安全性。

2.2 仪表设备的安装

在自控仪表工程的施工过程中，仪表设备的安装问题主要表现在安装位置的准确性、安装质量的规范性和设备的稳固性等方面[3]。首先，安装位置的准确性是仪表设备安装中的关键问题。由于施工现场的复杂性和工程设计的要求，仪表设备的安装位置必须准确无误，而实际施工中，安装位置与设计图纸不一致、定位不准确等问题，导致仪表设备的测量结果与实际情况不符，进而影响装置的运行效果。其次，仪表设备的安装应符合相关标准和规范，包括安装接口的尺寸、管道的连接方式、电缆的布线规范等，施工中焊接质量不达标、紧固件安装不牢固等，导致仪表设备在运行中发生松动、漏气或漏电等安全隐患。另外，仪表设备安装后应具有足够的稳定性，而在实际安装中，存在安装前未进行坚固的基础处理、固定件选择不当等问题，导致仪表设备在运行中发生晃动、偏移或损坏，进而影响其性能和使用寿命。

2.3 仪表电缆敷设

仪表电缆敷设问题主要包括电缆敷设的合理布置、电缆绝缘层的保护和接地系统的建设等方面。首先，施工过程中，需要对仪表电缆进行合理的布置，包括路径选择、弯曲半径、距离和层级等，由于施工现场条件的复杂性，存在电缆走线的不合理和混乱，导致电缆之间相互干扰、缠绕或搭接，影响仪表电缆的正常运行和信号的准确传输。其次，由于施工环境的恶劣性，如潮湿、高温、化学腐蚀等，存在对绝缘层保护不足的情况，如未采取适当的绝缘防护措施、未保证绝缘层的完整性等，导致电缆发生绝缘破损、漏电等问题，影响整个仪表系统的稳定性和安全性。最后，施工中存在对接地系统的建设注意不够的情况，如接地电阻不合格、接地点选择不当等，导致电缆系统的接地效果不理想，引发电气安全问题和信号干扰问题。

2.4 控制室盘柜安装

控制室盘柜安装问题包括安装位置的准确性、设备固定的稳固性和布线的规范性等方面。首先，盘柜的安装位置应符合设计要求和标准，满足工程现场的布局和操作要求，实际施工存在位置选择不当、安装位置与设计图纸不符等问题，造成盘柜之间的空间不足、操作困难或影响维护和维修工作。其次，施工中可能存在固定件选择不当、安装不牢固等问题，使得盘柜在运行中发生晃动、倾斜，甚至脱落，影响设备的正常运行和操作的安全性。最后，盘柜的布线应符合相关标准和规范，包括电缆的敷设和连接方式、线缆标识和走向的规范等，现场存在线缆的混乱、接线件的选择不当等问题，导致线缆之间的干扰、连接不牢固，甚至引发电气故障和操作错误。

3 自控仪表工程的质量控制对策分析

3.1 充分重视仪表的单试工作

仪表的单试是对每个安装的仪表设备进行独立的检验和试运行，以验证其性能是否符合设计要求和标准[4]。首先，帮助及时发现和解决设备性能缺陷的问题。通过单独对每个仪表设备进行测试和试运行，准确评估其测量、控制和监测的准确性，可以及时进行整改和调整，以确保设备性能符合要求。这有助于减少潜在故障的发生和提高装置的稳定性。其次，提升对仪表设备的质量控制意识和过程控制能力。通过单试工作，施工人员更深入地了解仪表设备的功能和性能特点，掌握正确的操作方法和维护方式，提高施工人员对仪表设备质量的关注程度，增强他们的质量意识和责任感，从而提高质量控制的效果和施工流程的规范性。最后，有助于保证装置的安全性和操作的可靠性。仪表设备在自控过程中承担着重要的监测和控制任务，其准确性和可靠性直接关系到装置的安全运行。通过单试工作，可以确保仪表设备的性能达到设计要求，避免因设备的故障或误差导致的安全隐患和操作风险，为装置的安全性提供了保障，也为操作人员提供了可靠的工作环境。

3.2 加强安装过程的质量控制和监督

仪表设备的正确安装和质量可靠性直接关系到整个仪表系统的性能和装置的运行效果，加强安装过程的质量控制和监督，可以有效提高仪表工程的质量水平。第一，加强安装过程的质量控制包括合理的施工计划和施工方

案制定。在开始施工之前，应制定详细的施工计划，明确各个环节的工作内容、质量要求和验收标准。施工方案应包括安装顺序、工艺要求、设备接口的配合和验收程序等，确保每个安装步骤按照规范进行，减少施工过程中的错误和质量问题。第二，加强安装过程的质量监督需要建立严格的验收机制和监控措施。施工过程中，应安排专门的质量监督人员进行现场监督和检查，对施工人员的工作进行抽查，确保按照要求和标准进行安装，发现问题及时进行整改，并建立有效的验收机制，对每个阶段的安装工作进行逐步验收，确保安装质量符合要求。第三，加强安装过程的质量控制包括使用优质的材料和工具以及合理的施工技术。选择优质的材料和设备可以提高仪表设备的可靠性和使用寿命，合理的施工技术包括正确的连接方法、焊接工艺、固定件的选择和安装等，通过合理的技术操作，减少人为错误和设备损坏，确保安装质量的稳定性和一致性。

3.3 加强对电缆敷设质量的控制

电缆敷设是仪表系统中关键的连接部分，其质量直接影响到信号传输的可靠性和系统的稳定性，加强对电缆敷设质量的控制，有效提高仪表工程的质量水平。首先，加强对电缆敷设位置和布线的控制。在施工过程中，应严格按照设计要求和标准进行电缆敷设的路径选择和布线规划。合理的路径和布线可以减少电缆之间的干扰和交叉，并且方便维护和修理工作，注意电缆的弯曲半径和距离要求，以避免电缆损坏和信号传输损失的问题。其次，加强对电缆连接质量的控制。在电缆的连接过程中，应确保连接点的接触牢固、绝缘良好，以保证信号的正常传输，选用合适的连接器、绝缘套管和端子，确保连接的可靠性和稳定性。同时，严格按照规范进行连接的扭矩和焊接操作，避免因连接不严密或接触不良而影响电缆传输的稳定性。最后，加强对电缆绝缘层保护的控制。电缆的绝缘层应能够承受现场环境的要求，防止潮湿、化学腐蚀等因素对电缆绝缘层的损害。在施工过程中，注意对绝缘层的保护，采取防水、防腐蚀和保护套管等措施，确保绝缘层的完整性和电缆的长期稳定运行。

3.4 加强人员的培训

人员的技术水平和专业知识直接关系到仪表工程的施工质量和系统性能的稳定性。通过加强人员的培训，提高他们的专业素质和工作能力，从而提高整个仪表工程的质量水平[5]。其一，加强技术培训可以提升人员的技术能力。仪表工程需要掌握各种测量、控制和监测技术，包括仪表的安装、调试和维护等方面的操作技能。通过组织系统性的培训，可以使人员掌握正确的操作方法，熟悉各类仪表设备的特点和注意事项，提高他们的技术水平和应对问题的能力。其二，加强相关知识培训可以提升人员的专业素养。仪表工程涉及到多学科的知识，包括电子技术、自动控制、工程测量等方面的基础知识。培训人员应加强对相关知识的学习和理解，提高其对仪表工程的整体认识和综合应用能力，有助于他们更好地理解工程要求、规范和设计图纸，从而更好地执行工程任务。其三，加强安全和质量培训可以提升人员的安全意识和质量观念。仪表工程需要在复杂的工程环境中进行施工，涉及到电气安全、操作规范、质量要求等方面的问题。通过安排系统的安全和质量培训，可以加强人员对安全风险的认识，学习正确的操作方法和遵守规范的意识，从而提高施工过程中的安全性和质量控制水平。综上，加强人员的培训应制定计划、组织培训和制定考核机制，确保培训的有效性和可持续性。只有通过加强人员的培训，才能提升仪表工程的整体质量和工程师们的专业能力，为装置的控制和监测提供可靠的支持。

4 结束语

自控仪表工程施工质量的控制是石油化工装置建设中的重要环节。通过加强施工流程的质量控制，可以有效提升自控仪表工程的施工质量，保证装置的安全运行。在实际施工中，应充分认识到质量控制的重要性，采取相应的措施和监督机制，确保自控仪表工程的质量达到设计要求。

[参考文献]

[1]陶建.石油化工自控仪表工程施工的质量控制[J].科技与企业,2013(18):206.
[2]邢祥峰.石油化工自控仪表工程施工质量控制[J].科技视界,2013(25):124.
[3]王伟.石油化工装置自控仪表专业监理研究[J].中国石油和化工标准与质量,2013,34(5):87.
[4]谭一鸣,孙红红.石油化工装置中自控仪表工程施工流程的质量控制[J].科技创新导报,2012(17):65.
[5]谭一鸣,孙红红.石油化工装置中自控仪表工程施工流程的质量控制[J].中国石油和化工标准与质量,2012,32(5):68-67.

作者简介：梁小龙（1984.11—），单位名称：陕西煤业化工集团神木天元化工有限公司，毕业学校：空军工程大学。

高压输电线路工程的设计与施工策略分析

白佳庆 田 巍
北京电力工程有限公司，北京 100070

[摘要]随着工业化和城市化进程的不断推进，电力需求不断增长，对电力系统的要求也日益提高。高压输电线路作为电力系统的主要承载通道，其质量和安全性直接影响到电力供应的稳定性和可靠性，为了满足电力需求的增长和提高电力系统的可靠性，需要深入研究高压输电线路工程的设计与施工策略，以提高工程质量和效率，保障电力系统的安全稳定运行。

[关键词]高压输电线路；工程设计；施工要点
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12350 中图分类号：TM752 文献标识码：A

Design and Construction Strategy Analysis of High Voltage Transmission Lines Engineering

BAI Jiaqing, TIAN Wei
Beijing Electric Power Engineering Co., Ltd., Beijing, 100070, China

Abstract: With the continuous advancement of industrialization and urbanization, the demand for electricity is constantly increasing, and the requirements for the power system are also increasing. As the main carrier channel of the power system, the quality and safety of high voltage transmission lines directly affect the stability and reliability of power supply. In order to meet the growth of power demand and improve the reliability of the power system, it is necessary to conduct in-depth research on the design and construction strategies of high voltage transmission lines engineering to improve project quality and efficiency, and ensure the safe and stable operation of the power system.

Keywords: high voltage transmission lines; engineering design; key points of construction

引言

高压输电线路作为电力系统的重要组成部分，在现代社会中扮演着至关重要的角色。设计与施工涉及到复杂的技术和工程问题，直接关系到电力系统的安全稳定运行和供电质量。因此，深入研究高压输电线路工程的设计与施工策略，对于提高电力系统的可靠性和效率具有重要意义。

1 高压输电线路特点分析

高压输电线路作为电力传输系统的关键组成部分，具有几个显著的特点。首先，高压输电线路对可靠性要求极高，由于其作用是将电能从发电站输送至各地消费者，任何中断或故障都可能导致供电中断，对社会生产和人们生活带来不利影响。因此，高压输电线路必须具备极高的可靠性，以确保电力系统的稳定运行。其次，高压输电线路的参数复杂性强，这些参数包括线路的电压等级、导线型号、截面、绝缘子串等多个方面，这些参数的选择将直接影响线路的传输能力、损耗情况、电压稳定性等重要指标。因此，需要对这些参数进行精确的计算和分析，以保证线路的安全可靠运行。另外，高压输电线路通常跨越较长的距离，经过各种地形地貌，面临的环境复杂多变。这就要求线路的设计和施工考虑到地形地貌的特点，合理选择线路走向和塔位，采取相应的防雷、抗风、防震等措施，确保线路在各种复杂环境下的稳定运行。

2 高压输电线路的设计

2.1 线路的选择与勘测

在高压输电线路的设计过程中，线路的选择与勘测是至关重要的一步。首先，对于线路的选择，需要综合考虑诸多因素，包括输电距离、负荷情况、地形地貌、环境条件以及社会影响等。根据这些因素选择合适的线路走廊，以确保线路的稳定性和安全性。其次，进行线路的勘测工作，勘测工作主要包括地形地貌的测量、地质条件的调查、环境影响的评估等内容，通过对地形地貌的测量，可以确定线路的走向和杆塔的布设位置；对地质条件的调查，则能够了解地质构造、地下水情况等，为基础工程施工提供依据；环境影响评估则有助于预测线路建设可能带来的环境影响，采取相应的措施进行治理或保护。

2.2 输电线路参数设计

高压输电线路参数设计是确保线路安全稳定运行的关键步骤。在进行参数设计时，需要综合考虑多个因素，包括电压等级、导线类型与截面、绝缘子串配置等[1]。首先，电压等级的选择直接影响着线路的输电能力和电力传输效率，根据输电距离、负荷情况以及经济性等因素，确定适当的电压等级是必要的。其次，导线类型与截面的选择需要根据线路的负载情况、环境条件以及成本考量等因素进行综合评估，不同的导线类型具有不同的传输性能和成本效益，需要根据具体情况进行选择。另外，

绝缘子串配置的设计也是关键之一，合理的绝缘子串配置能够提高线路的耐电压能力和抗风振能力，保障线路的安全稳定运行。

2.3 线路设计中排杆设计要求

在高压输电线路的设计中，排杆设计是至关重要的一环。排杆设计旨在确定合适的杆塔类型、布设位置和间距，以确保线路的稳定性和安全性。首先，对于杆塔类型的选择，需要考虑线路所处的地理环境和地形地貌，以及线路的承载能力和抗风振能力，根据实际情况选择适合的杆塔类型，如直线塔、耐张塔或转角塔等，以保证线路在各种自然条件下的正常运行。其次，布设位置的确定需要充分考虑线路的输电需求、土地利用情况和环境保护等因素，在选择布设位置时，需避开山体滑坡、河流洪水等潜在危险区域，同时考虑到线路的安全性和对周围环境的影响。最后，间距的确定是排杆设计中的关键问题，合理的间距设计能够确保杆塔之间的相互支撑作用，提高线路的抗风振能力和稳定性。根据线路的电压等级、导线类型和地形条件等因素，确定合适的间距以保证线路的安全运行和长期稳定性。

2.4 线路设计中防雷措施

在高压输电线路的设计中，防雷措施是确保线路安全稳定运行的重要部分。由于高压输电线路经常暴露在户外容易受到雷击影响，因此必须采取有效的防雷措施。首先，一种常见的防雷措施是在输电线路上设置避雷针或避雷帽，这些避雷设备通常安装在高压输电塔的顶部，能够吸收和释放雷电的能量，降低雷电对线路的影响，保护线路设备免受雷击损坏。其次，对于地面设施，如绝缘子串、杆塔基础等也需要进行防雷处理，这包括选择耐雷性能好的材料、合理布置导线和绝缘子串，以及加装避雷设备等措施增强线路的抗雷能力。此外，还可以采取地线接地、设立雷达监测系统等技术手段，及时监测雷电活动提前预警，减少线路受雷击的风险。

2.5 载流量计算与稳定性分析

在高压输电线路设计中，进行载流量计算与稳定性分析是至关重要的步骤。载流量计算旨在确定线路的负荷能力，即线路能够承受的最大电流大小。稳定性分析则是评估线路在各种工况下的稳定性能，包括短路、过载和电压稳定等方面。首先，进行载流量计算时，需要考虑诸多因素，如线路的电压等级、导线类型和截面、输电距离、负荷情况以及环境温度等，通过对这些因素进行综合分析，确定线路的负荷能力，以保证线路在正常运行工况下不发生过载现象。其次，稳定性分析是确保线路安全稳定运行的重要手段，通过模拟不同工况下的电力系统运行情况，评估线路的稳定性能，包括电压稳定性、频率稳定性以及动态响应等方面。通过稳定性分析，可以识别出线路可能存在的问题，并采取相应的措施加以解决，保障线路的安全运行。

3 高压输电线路施工要点

3.1 基础工程施工

高压输电线路的基础工程施工是确保线路安全稳定运行的关键环节。首先，对于杆塔基础的施工需要根据设计要求，选择合适的基础形式和材料，通常采用混凝土基础确保承载能力和稳定性，施工过程中需严格按照设计要求进行操作，保证基础的强度和稳定性。其次，对于线路的平台和走廊的施工，需要根据地形地貌和设计要求进行合理布置和整平，在山区等复杂地形地貌区域，需要采取合适的土方工程和护坡措施，保证线路的稳定性和安全性。另外，施工过程中需要严格遵守施工工艺和安全操作规程，确保施工现场的安全生产。对于施工人员要进行专业培训，提高其安全意识和技术水平，减少事故发生的可能性。最后，对于施工现场的环境保护也是至关重要的，在施工过程中，要加强对土地、水源和生态环境的保护，减少对自然环境的影响，确保线路建设与环境保护的协调发展。

3.2 塔杆的施工

高压输电线路中塔杆的施工是施工过程中的关键环节之一。首先，在进行塔杆的施工前，需要确保所有施工材料的准备充分，这包括杆塔本身、连接件、螺栓等，所有材料必须符合设计要求并经过质量检验合格。其次，在开始施工之前，必须制定详细的施工方案，这包括塔杆的组装顺序、施工工艺、安全措施等，施工方案应充分考虑到施工环境、地形地貌等因素确保施工顺利进行。接下来是基础施工，在进行塔杆的安装之前必须先完成塔基的施工。塔基的施工质量直接影响塔杆的稳定性和安全性。因此，在进行基础施工时，必须严格按照设计要求进行，确保基础的强度和稳定性。然后是塔杆的安装，在进行塔杆安装时需要使用适当的设备和工具，确保安装的准确性和稳定性，在安装过程中要注意对塔杆的垂直度和水平度进行检查，以确保塔杆的竖直度和稳定性。最后是安全措施，在塔杆施工过程中必须严格遵守安全操作规程做好安全防护工作，特别是在高空作业时必须加强安全防护措施确保施工人员的安全。

3.3 架设输电线的施工

高压输电线路的施工过程中架设输电线是至关重要的一步。首先，在进行输电线架设施工之前，需要确保所有相关材料和设备的准备充分，这包括输电线、绝缘子串、吊装设备等。同时，要对施工现场进行认真的检查和清理确保施工环境安全整洁[2]。其次，选择适当的架设方法，根据具体的施工条件和线路设计要求，选择合适的架设方法，常见的架设方法包括直线架设、曲线架设、转角架设等。不同的架设方法需要采用不同的设备和工艺，因此要根据实际情况进行选择。接着是安全措施的落实，在进行输电线架设施工时，必须严格遵守安全操作规程，做好安

全防护工作。特别是在高空作业时要加强安全防护，确保施工人员的安全。然后是施工质量的控制，在进行输电线架设施工时，要注意施工质量的控制。这包括对线路的垂直度、水平度和张力等参数进行严格把控，确保线路的安全稳定和电气性能符合设计要求。最后是施工现场的管理，在进行输电线架设施工时，要加强现场管理做好施工进度和质量的监控，及时解决施工中遇到的问题确保施工顺利进行。

3.4 设备安装与调试

在高压输电线路工程中，设备安装与调试是保证线路正常运行的重要环节。首先是设备安装，在进行设备安装之前，需要仔细查阅相关的设计图纸和安装说明书，确保了解每个设备的安装位置、连接方式和固定方法，安装过程中必须严格按照设计要求和操作规程进行，保证安装的准确性和稳定性。同时，要注意设备的防护措施，防止因安装过程中造成设备损坏或安全事故。其次是设备调试，设备安装完成后需要进行设备调试工作，以确保设备的正常运行和性能达到设计要求，调试过程包括设备的电气连接、功能测试、参数调整等。在调试过程中要密切关注设备的运行情况，及时发现并排除可能存在的问题，确保设备运行的稳定性和可靠性。接着是安全保障，在设备安装和调试过程中，必须严格遵守安全操作规程，做好安全防护工作。特别是在进行高压设备的安装和调试时，要加强对电气安全的管理，防止发生触电事故或设备损坏。最后是记录和报告。在设备安装和调试过程中，要做好相关记录工作，包括安装过程中的关键数据和设备调试的结果。并及时向相关部门和管理人员报告工作进展和调试情况，以便及时跟踪和处理可能存在的问题。

4 高压输电线路工程质量控制与安全管理

4.1 质量控制策略

高压输电线路工程的质量控制策略是确保工程质量达到设计要求的关键，核心在于制定科学合理的质量管理体系和严格执行质量控制措施。首先，明确质量目标和标准，在工程开始前必须明确制定工程质量目标，并根据设计要求和相关标准确定质量检验标准，明确各项工程指标的合格标准和验收标准。其次，强化过程控制，通过严格的施工过程管理，确保每个施工环节按照设计要求和施工规范进行，及时发现和解决可能存在的质量问题，防止问题扩大或导致工程质量事故[3]。接着，加强现场监督和检查，建立完善的监理体系，对施工现场进行定期检查和不定期抽查，发现质量问题及时整改并追踪处理质量异常情况，确保工程质量持续稳定。然后，加强材料和设备管理，对进场材料和设备进行严格的质量检验和验收，确保材料和设备的质量符合设计要求和相关标准，避免因材料和设备质量问题引发的工程质量问题。最后，建立健全的质量档案管理制度，对施工过程中的质量检验、验收记录进行详细记录和归档，为工程竣工验收提供充分的依据，保障工程质量的可追溯性。

4.2 安全管理措施

安全管理措施是高压输电线路工程中不可或缺的重要环节，其目的在于保障施工人员和周围环境的安全，防止发生安全事故。首先，要制定并执行严格的安全管理制度和规章制度，包括安全操作规程、应急预案、安全教育培训等，确保各项安全管理措施落实到位。其次，对施工人员进行全面系统的安全教育和培训，使其具备安全意识和应急处理能力，提高其自我保护意识和安全操作技能，减少安全事故的发生。接着，建立专门的安全监督检查机制，定期对施工现场进行安全检查和评估，及时发现和解决安全隐患，保障施工现场的安全稳定。然后，加强施工现场的安全防护，在施工现场设置明显的安全警示标志和防护设施，包括安全带、安全网、防护栏等，提供必要的安全防护装备和设施，保障施工人员的人身安全。最后，对施工现场的危险源进行识别和评估，采取必要的控制措施，制定完善的应急预案和应急处置措施，确保发生安全事故时能够迅速有效地应对和处理。

5 结语

综合分析高压输电线路工程的设计与施工策略，我们深入探讨了关键特点及重要环节。高压输电线路以其可靠性要求高、参数复杂性强为特点，设计与施工过程需重点考虑安全管理和质量控制。通过科学规划和严格执行策略，确保工程安全顺利进行，为电力供应提供可靠保障，促进电力行业的发展。

[参考文献]

[1]李涛.高压输电线路设计与施工技术[J].科技创新导报,2018,15(25):61-63.
[2]王亮.架空高压输电线路工程设计及施工要点分析[J].大众标准化,2023(2):108-110.
[3]王苗.高压输电线路工程的设计与施工策略分析[J].集成电路应用,2023,40(11):356-357.

作者简介：白佳庆（1990.10—），男，华北电力大学，专业：机械工程，目前所在单位：北京电力工程有限公司，职务：职员，职称：初级职称。

石油化工自动化仪表控制技术设计应用

赵丹柳
陕西煤业化工集团神木天元化工有限公司，陕西 榆林 719319

[摘要]石油化工领域是复杂和高风险的工业领域，为了提高工艺的操作安全性和效率，自动化仪表控制技术被广泛应用于石油化工生产过程中。文章对石油化工自动化仪表控制技术的应用进行了详细分析，包括传统控制类型、分散控制系统和总线控制系统等。同时，介绍了常规自动化控制技术、人机交互界面技术、监测管控技术以及自动化监督与控制系统的打造，以期更好地理解和应用于石油化工自动化仪表控制技术。

[关键词]石油化工；自动化仪表；控制技术
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12344　　中图分类号：TE65　　文献标识码：A

Design and Application of Automation Instrument Control Technology in Petrochemical Industry

ZHAO Danliu
Shaanxi Coal and Chemical Industry Group Shenmu Tianyuan Chemical Industry Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719319, China

Abstract: The petrochemical industry is a complex and high-risk industrial field. In order to improve the operational safety and efficiency of processes, automated instrument control technology is widely used in the petrochemical production process. The article provides a detailed analysis of the application of automation instrument control technology in petrochemical industry, including traditional control types, decentralized control systems, and bus control systems. At the same time, conventional automation control technology, human-computer interaction interface technology, monitoring and control technology, and the development of automation supervision and control systems were introduced, in order to better understand and apply automation instrument control technology in petrochemical industry.

Keywords: petrochemical industry; automation instruments; control technology

引言

石油化工是一个关乎人类工业和经济发展的重要领域，涵盖了石油、天然气、化学制品等多个产业[1]。随着科技的不断进步和工业的不断发展，石油化工行业对自动化仪表控制技术的需求也在不断增加。自动化仪表控制技术作为石油化工生产过程中必不可少的一部分，可提高产品质量、提高生产效率、降低能耗，保障工安环保等，对整个石油化工行业的发展具有重要意义。

过去的几十年中，石油化工行业已经取得了巨大的成就。然而，传统的人工操作和监测方式已经无法满足石油化工产业快速发展和安全高效运行的要求，自动化仪表控制技术的广泛应用，为石油化工行业带来了巨大的改变和突破。通过自动化仪表控制技术，石油化工企业可以实现生产过程的精确监测、准确控制和智能化管理，提高生产效率和资源利用效率，降低人为误差和事故风险，实现可持续发展，如生产过程中，利用自动化仪表控制技术可以实现精确的流体控制、温度控制、压力控制等，从而提高产品质量和稳定性。此外，通过自动化仪表控制技术，石油化工企业实现远程监控和管理，从而减少人力资源的浪费、提高工作效率，降低运营成本。因此，本文通过深入研究石油化工自动化仪表控制技术，可以不断提高自动化仪表控制技术在石油化工行业中的应用水平，推动石油化工行业的快速发展与转型升级，为实现绿色、智能和可持续发展作出贡献。

1 石油化工仪表中自动化控制技术概述

石油化工行业中，自动化仪表控制技术是一种关键的技术手段，用于实现对生产过程的监测、控制和管理，通过应用先进的仪表设备和控制系统，将传感器采集到的数据转化为可用的信息，并根据预设的控制策略进行自动调节和控制，以实现对流程参数、设备状态和产品质量的精确控制[2]。

石油化工仪表中的自动化控制技术涉及到多个方面，包括传感器技术、数据采集与传输技术、控制算法与策略、执行元件和控制系统等。传感器技术是自动化仪表控制技术的基础，通过各种传感器对流程参数（如温度、压力、流量、液位等）进行实时监测和测量；数据采集与传输技术负责将传感器获取的数据传输到控制系统中进行处理和分析，常见的方式包括模拟信号采集、数字化采集与传输等；控制算法与策略则是根据生产过程的需求和要求，制定合理的控制策略，并利用先进的控制算法进行执行，从而实现对过程的自动调节和控制；执行元件如电动阀、调节阀等负责根据控制系统的指令对流程参数进行调节和

控制；控制系统则是整个自动化仪表控制系统的核心，负责对传感器信息进行采集、处理和控制指令的发出与执行。

石油化工仪表中自动化控制技术的应用范围非常广泛，可用于原油的加工、裂化、重整、聚合等各个生产环节，实现对温度、压力、流量、液位等关键参数的控制，确保生产过程稳定、安全、高效。此外，自动化控制技术还用于对设备状态进行监测和诊断，以实现故障预警和维护管理的智能化。总之，石油化工仪表中的自动化控制技术在提高生产效率、优化产品质量、降低能源消耗和环境污染方面具有重要作用。随着科技的不断发展和创新，自动化仪表控制技术将进一步完善和应用于石油化工行业，推动行业的转型升级和可持续发展。

2 石油化工仪表控制类型

2.1 传统控制类型

传统控制类型是石油化工仪表控制的一种传统方式，以传统的仪表设备和控制方式为基础。在传统控制类型中，常见的控制包括反馈控制和前馈控制[3]。反馈控制是传统控制类型中应用最为广泛的一种控制策略，基于传感器实时监测到的流程参数信息，与预设值进行比较，将差值转化为控制信号，通过执行元件对流程参数进行调节和控制；反馈控制采用了闭环控制方式，可以及时纠正偏差，维持流程参数在预定范围内的稳定性和精确性，如温度控制中，传感器会实时监测温度值，与预设的温度设定值进行比较，如果有偏差，则控制系统会发出相应的指令，通过执行元件对加热或冷却装置进行调节，使温度保持在设定的范围内。

前馈控制是一种基于先验知识和模型预测的控制方式。在前馈控制中，根据对系统的了解和经验，预先建立数学模型，通过对输入变量的调节，预测系统的响应，以提前补偿预期的偏差。前馈控制主要应用于对系统变化快、响应时间要求高的情况，能够有效提高控制的灵敏性和响应速度，如储油罐的液位控制中，通过预先建立关于液位与进料流量之间的动态数学模型，根据进料流量的变化趋势，提前调节进料流量，以避免液位出现剧烈波动。

传统控制类型的主要特点是相对简单直接，易理解和实施，适用于对流程参数要求不高，变化缓慢的控制场景。然而，复杂的石油化工系统中，传统控制方式往往面临着控制精度不高、对参数变化敏感等问题，不能满足现代化和精细化的要求。随着科技的不断进步，传统控制方式逐渐被更为先进的分散控制系统和总线控制系统取代。然而，某些低技术含量、成本敏感的领域，传统控制方式仍然具有一定的应用价值。

2.2 分散控制系统

分散控制系统是通过将控制功能分布在不同的控制节点上，实现对整个生产过程的分散控制和管理。分散控制系统由多个智能化的控制器（也称为分散式控制器）组成，每个控制器负责监测和控制一个或多个设备或过程单元。在分散控制系统中，各个控制器之间通过网络进行数据通信和信息交换，传感器将实时采集到的数据发送给分散控制系统，控制器通过接收并处理这些数据，根据事先设定的控制策略和算法，生成相应的控制指令，并通过执行元件对设备或过程进行调节和控制。

分散控制系统具有以下特点和优势。首先，具有高度的可靠性和稳定性。由于控制任务分布在多个控制器上，即使其中一个控制器出现故障，其他控制器仍然可以继续工作，保证了生产过程的连续性和稳定性。其次，分散控制系统具有灵活的扩展性和可升级性。系统可根据需要轻松添加或删除控制器，以应对生产过程的变化和扩展。此外，分散控制系统还具有较高的响应速度和控制精度，能够满足石油化工行业对快速响应和高精度控制的要求。在石油化工行业中，分散控制系统广泛应用于生产过程中的各个环节，如分散控制系统可用于监测和控制分离塔的温度、压力和流量等参数，实现对塔板的精确控制；在炼油装置中，可以通过分散控制系统对反应器的温度、压力和进料流量进行调节和控制，提高产品质量和生产效率。

2.3 总线控制系统

总线控制系统基于一个共享的数据总线，将各个仪表设备连接在一起，实现数据和信息的传输、交换和共享，从而实现对整个生产过程的集中控制和管理。总线控制系统由集中控制器和多个仪表设备组成，控制器通过总线与各个设备进行通信和数据交换。在总线控制系统中，控制器负责发送指令和接收数据，而仪表设备则负责监测和采集各个位置的参数信息，并将其发送给控制器进行处理。通过共享数据总线，控制器可实现对多个设备的同时控制和管理，实现对整个生产过程的集中控制。

总线控制系统简化了系统的布线结构和安装，减少了设备之间的连接线缆，降低了系统的维护和管理成本。同时，具有良好的可扩展性和灵活性，可以方便地添加或删除设备，以适应系统的变化和扩展需求。此外，总线控制系统还具有高度的数据传输速度和控制精度，能够满足石油化工行业对快速响应和高精度控制的要求。炼油装置中，总线控制系统可以用于集中控制和管理各个装置和设备，实现对温度、压力、流量等参数的集中监测和控制；化工反应器中，总线控制系统可以实现对反应器温度、压力和进料流量的集中控制和调节，以优化反应过程和提高产品质量。

3 石油化工仪表中自动化控制技术的应用

3.1 常规自动化控制技术

常规自动化控制技术包括传感器技术、控制算法与策略、数据采集与处理、执行元件和控制系统等方面。石油化工仪表中，传感器技术是常规自动化控制技术的基础，负责实时监测和测量各种关键参数，如温度、压力、流量、液位等，并将其转化为可用的电信号或数字信号，准确性

和稳定性对于实现精确的控制至关重要。

控制算法与策略是常规自动化控制技术的核心，基于传感器获取的数据和预设的控制目标，制定合理的控制策略和算法。常见的控制算法包括比例-积分-微分（PID）控制算法，模糊控制算法，模型预测控制算法等，根据不同的需求和控制对象，选择合适的算法进行控制，以实现所需的控制效果。数据采集与处理系统负责将传感器获取的数据进行采集、传输和处理，提取有用的信息，并进行分析和判断，可以用于实时监测和控制，同时也可用于历史数据分析和故障诊断等应用。执行元件是常规自动化控制技术的实施工具，根据控制系统的指令对实际设备或过程进行调节和控制，常见的执行元件包括电动阀、调节阀、泵和压缩机等。这些执行元件通过控制信号的调节，实现对流程参数的精确控制，以达到预设的目标。

控制系统是常规自动化控制技术的整体架构和核心部分，负责对传感器获取的数据进行采集、处理和分析，生成相应的控制指令，并将其发送给执行元件进行操作，还可与上层管理系统和监控系统进行接口和通信，实现对生产过程的全面监控和管理。

3.2 人机交互界面技术

人机交互界面技术是石油化工仪表中自动化控制技术的重要组成部分，通过设计和实现合理、直观的界面，实现人与仪表系统之间的信息传递和交互，旨在提高用户的使用便利性和工作效率，使操作人员能够更好地理解和掌握仪表系统的工作状态和参数。首先，界面设计方面，通过图形化用户界面（GUI）、触摸屏、控制按钮和指示灯等方式，提供清晰、直观的界面，显示和呈现仪表系统的各种参数信息、操作界面和报警提示，使操作人员能够方便地进行操作和监控。其次，操作方式方面，通过使用人机交互界面技术，可以实现多种操作方式，如触摸、手势、语音等，为操作人员提供更加灵活和便捷的操作手段，提高操作的效率和便利性。再次，通过自动化控制系统与人机交互界面技术的集成，可实时传输仪表系统中的各种数据和信息，并进行数据处理和分析，通过人机交互界面获取实时数据、趋势分析、历史数据查询等功能，以帮助他们更好地理解仪表系统的运行状况，并作出相应的控制决策。最后，通过合理设计的培训模块和任务帮助系统，操作人员可学习和熟悉仪表系统的操作流程和常见故障处理方法，提高他们的操作技能和应急响应能力。此外，人机交互界面技术通过权限管理、操作记录和报警提示等手段，确保操作人员的安全和系统的可靠性。

3.3 监测管控技术

监测管控技术是石油化工仪表中自动化控制技术的重要应用领域，通过使用各种传感器和监测设备，对生产过程中的关键参数进行在线监测和实时管控，以实现对石油化工系统的全面监测和精确控制。石油化工仪表中，监测管控技术主要应用于各种设备的状态监测和性能评估。通过使用各种传感器和监测设备，如振动传感器、温度传感器、压力传感器等，实时监测设备的运行状态和参数；监测系统会将采集到的数据传输到监控中心，经过数据处理和分析，进行故障诊断和预警，以及设备性能评估；监测管控技术可准确了解设备的运行情况，对设备的安全性和性能进行评估，为维护和优化工艺提供决策依据。

同时，监测管控技术通过使用各种传感器和监测设备，如气体传感器、火焰传感器、漏气传感器等，实时监测环境参数和安全状况，当环境参数或安全风险超过设定的阈值时，监测系统会自动发出警报，并采取相应的控制措施，如关闭设备、停止生产等，以及及时向操作人员、管理层报告，确保工作场所的安全和环境保护。此外，监测管控技术通过使用各种在线分析仪器和监测设备，如液位仪表、浓度分析仪、pH 传感器等，实时监测生产过程中的物料流量、质量和化学组成等参数，监测系统会根据监测到的数据，自动调节设备、控制流程，以实现生产过程的稳定和优化。

4 结束语

石油化工自动化仪表控制技术在提高生产效率和安全性方面具有重要的应用价值。未来，随着技术的不断进步，石油化工自动化仪表控制技术将进一步发展和创新，为石油化工领域的发展做出更大的贡献。

[参考文献]

[1]于洋.石油化工自动化仪表控制技术设计应用[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(22):181-183.
[2]杨汉立.基于石油化工企业自动化仪表控制技术的应用探索分析[J].广东化工,2020,47(19):117-118.
[3]孙键博.石油化工仪表中自动化控制技术的应用分析[J].冶金与材料,2020,40(4):122-123.
[4]林建波.石油化工仪表中自动化控制技术的应用研究[J].石化技术,2019,26(10):37-38.

作者简介：赵丹柳（1987.6—），男，单位名称：陕西煤业化工集团神木天元化工有限公司，毕业学校：西安理工大学。

房屋建筑工程施工建筑管理及其质控措施

程晓鹏 [1,2]
1. 中国联合工程有限公司，浙江 杭州 311100
2. 浙江信安工程咨询有限公司，浙江 杭州 311100

[摘要]近年来城市化进程加快，人们对居住环境品质要求不断提升，房屋建筑工程的施工管理及质控尤为重要。然而，当前实践中存在着管理体制不健全、监管体系不完善、施工材料质量难以保障以及施工人员素质较低等一系列问题，严重影响了建筑工程质量和安全。文章针对现存问题，提出完善管理制度、健全监督机制、严格材料管理、提高人员素质、强化质量管理和做好验收工作等解决措施，提升施工管理水平和质控水平，推动房屋建筑工程行业健康发展。
[关键词]房屋建筑；建筑工程；施工管理；质控措施
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12341　　中图分类号：TU712　　文献标识码：A

Construction Management and Quality Control Measures for Building Construction Projects

CHENG Xiaopeng [1,2]
1. China United Engineering Corporation Limited, Hangzhou, Zhejiang, 311100, China
2. Zhejiang Xin'an Engineering Consulting Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311100, China

Abstract: In recent years, the urbanization process has accelerated, and people's requirements for the quality of living environment have been constantly increasing. The construction management and quality control of housing construction projects are particularly important. However, there are a series of problems in current practice, such as an incomplete management system, an imperfect regulatory system, difficulty in ensuring the quality of construction materials, and low quality of construction personnel, which seriously affect the quality and safety of construction projects. This article proposes solutions to improve management systems, sound supervision mechanisms, strict material management, improve personnel quality, strengthen quality management, and do a good job in acceptance work, in order to enhance the level of construction management and quality control, and promote the healthy development of the housing construction industry.
Keywords: housing construction; construction engineering; construction management; quality control measures

引言

建筑工程施工管理涉及诸多方面，如项目计划、资源调配、施工进度控制、安全管理、质量控制等，而建筑工程质量控制则是保障建筑质量和工程安全的关键环节。在实际施工中，由于各种原因，如人为失误、技术不达标、管理不到位等，建筑工程质量问题时有发生，甚至引发严重后果，如工程质量缺陷、安全事故等。因此，为了提高建筑工程施工管理的水平和质量控制的效果，有必要对当前的管理和质控措施进行深入研究和探讨，发现现有管理模式存在的问题，为进一步改进和优化管理措施提供参考和借鉴。

1 加强房屋建筑工程施工管理及质控的必要性

1.1 保障建筑工程施工质量

加强施工管理及质控有助于提高工程的执行效率和管理水平，通过规范的管理流程和有效的质控措施，可减少工程施工过程中的失误和纰漏，提高施工效率，保证工程按时按质完成，从而节约资源、降低成本，提升企业竞争力。引入先进的施工技术和管理理念，加强对施工过程的监督和控制，也可以不断提升建筑工程的质量水平，确保工程达到国家标准和行业规范要求，提升工程的品质和可靠性。高质量的建筑工程不仅可以提升城市形象，也能够增强企业的社会责任感和公信力，树立良好的企业形象，吸引更多客户和合作伙伴，为企业的长期发展奠定坚实基础。

1.2 促进建筑项目的顺利施工

通过确保施工过程有序进行、质量可控、资源优化利用和团队协作，可以提高建筑项目的施工效率和质量，保障项目的顺利实施，实现项目目标的全面达成。首先，有效的施工管理能够确保施工过程的有序进行，通过合理的计划安排、资源分配和工序协调，可以避免施工中的混乱和拖延，保障施工进度的顺利推进，确保项目按时完成[1]。其次，质量控制是保证建筑工程施工质量的重要手段。严格的质量管理制度和监督措施可以有效控制施工过程中的质量问题，及时发现和解决施工中存在的质量隐患，保证工程质量符合相关标准和规范要求，降低工程质量风险，提升工程的可靠性和稳定性。最后，加强施工管理及质控有利于优化资源利用和成本控制。通过科学合理的资源配置和精细化管理，可以最大限度地发挥各项资源的作用，降低施工成本，提高施工效率，实现资源的最优利用，从而降低项目的总体投资成本，提升项目的经济效益。

1.3 推动建筑企业的可持续发展

良好的施工管理和质量控制可以提升企业的竞争力，企业通过不断优化施工流程、提升管理水平和质量标准，可以提供更加优质高效的工程服务，赢得客户的信赖与口碑，从而获得更多的项目和订单，促进企业的业务扩张和发展。通过规范的施工管理和严格的质量控制，也可以有效预防施工过程中的质量问题和安全隐患，降低工程事故发生的可能性，减少企业因质量问题而面临的法律诉讼和赔偿风险，降低施工成本，提高企业的盈利能力。另外，加强施工管理及质控还可以提升企业的社会责任感和企业形象，通过保障建筑工程的施工质量和安全，不仅能够履行社会责任，保护公众利益，还能够树立良好的企业形象，增强企业的公信力和影响力，吸引更多的人才和合作伙伴，为企业的长期发展打下坚实基础。

2 房屋建筑工程施工管理及质控存在的问题

2.1 管理体制不健全

分施工企业的管理体制存在缺陷，管理层次不清晰，管理职能划分不明确，责任边界模糊，导致管理效率低下，决策不及时，影响了施工进度和质量。缺乏明确的管理体系和组织架构，容易造成施工过程中的混乱和不协调，影响项目的顺利实施。在施工现场管理中，企业还存在着信息传递不畅、责任不明确、监督不到位等问题，现场缺乏有效的沟通渠道和信息反馈机制，导致信息传递不及时、不准确，影响了施工过程的协调和推进，部分企业对施工人员的考核与激励机制不健全，缺乏有效的监督和奖惩措施，难以调动员工的积极性和工作热情，影响了施工质量和效率。另一方面，部分施工企业的管理手段和技术水平相对滞后，随着科技的发展和施工管理理念的更新换代，企业的管理手段和技术水平未能跟上时代的步伐，导致施工管理工作滞后于实际需求，难以有效地进行施工计划编制、资源调度、进度控制等管理活动，影响了施工项目的执行效率和管理水平。

2.2 监管体系不完善

监管体系的不完善主要表现在：其一，监管部门的职责和权限不清晰。由于监管部门职责划分不清，监管职责交叉、责任不明，造成监管工作难以有序进行，会出现监管空白或监管盲区，使得一些不法行为或违规行为难以及时发现和处理，从而影响了施工质量和安全[2]。其二，监督机制不健全。在部分项目中，监管机构存在监督不力、执行不严的问题，监管人员因为各种原因而无法全面有效地对施工现场进行监督检查，导致一些施工企业存在违规行为或安全隐患得不到及时发现和整改，地方的监管部门存在腐败问题或监管失职现象，就进一步削弱了监管体系的有效性和权威性。

2.3 施工材料的质量难以保障

市场上存在大量的假冒伪劣建材，尤其是在价格竞争激烈的情况下，一些不法商家往往会以低劣品质替代正规建材，以获取利润，由于监管不到位或监管手段滞后，建材生产企业存在生产环节质量控制不严、管理混乱等问题，产品质量参差不齐。供应链的长、中间环节的复杂以及物流运输等因素也容易造成施工材料在运输过程中受到损坏或变质，从而影响其质量，这导致施工材料的质量难以保障，给房屋建筑工程带来了诸多隐患。低质量的施工材料会使得工程质量不达标，存在安全隐患，影响房屋的使用寿命和居住安全；质量不合格的建材也会增加工程成本，需要更多的维修和改造，影响工程进度，延误工期，给开发商和施工方带来经济损失和信誉风险，大大提升了房屋建筑工程的成本。

2.4 施工人员的综合素质较低

部分施工人员的技术水平和专业知识不足，缺乏对建筑工程施工过程的深入理解和把握，施工质量参差不齐，且安全意识和责任意识较弱，容易忽视施工现场的安全规范和操作规程，增加了安全事故的发生风险。另外，还存在一些施工人员的职业素养和工作态度不够端正，存在懒惰敷衍、消极怠工等现象，影响了工程的进度和质量。施工人员综合素质问题给房屋建筑工程施工管理和质控带来了一系列挑战，影响了工程质量和工程进度，导致施工质量不达标、工程延误等问题，容易造成施工现场的安全隐患，增加安全事故的发生风险，给人员和周边环境带来严重的安全威胁。施工人员的不良工作态度和团队合作能力也会影响到整个工程团队的凝聚力和执行力，降低了工程的整体效率和竞争力。

3 房屋建筑工程施工管理及质控措施

3.1 完善施工管理制度

施工企业应当明确管理层次、职责分工和责任制度，确保各级管理人员的职责清晰、权责相符，形成科学合理的组织结构。一是建立健全的管理体系，实现施工管理工作的科学化、规范化和高效化，提升施工项目的管理水平和质量保障能力，加强内部管理，健全施工现场管理制度和工作流程，明确各项管理程序和操作规范，确保施工过程中各项工作有序进行。同时，建立健全的信息沟通和反馈机制，加强施工现场与管理部门之间的联系和协调，及时传递和处理相关信息，保障施工活动的顺利进行[3]。二是引入先进的管理工具和技术手段，如信息化管理系统、建筑信息模型、智能监控设备等，提升施工管理的效率和精度。充分利用现代科技手段，可以实现对施工过程的实时监控和数据分析，及时发现和解决施工中的问题和风险，提高施工项目的管理水平和质量控制能力。三是重视管理人员的培训和能力建设，不断提升管理人员的专业素养和管理能力，提高他们处理复杂问题和应对突发情况的能力，注重建设高素质的管理队伍，吸引和培养一批具有专业知识和实践经验的管理人才，为施工管理的持续发展提供坚

实的保障。

3.2 健全监督管理机制

为健全监督管理机制，施工单位需采取一系列措施确保施工质量和工程安全。第一，建立健全内部监督管理体系，设立专门的监督管理部门或岗位，明确其职责和权限，负责监督各施工环节的执行情况，及时发现和解决问题。第二，施工单位应加强对施工过程的实时监控和数据采集，通过现代化的监控设备和技术手段，如视频监控系统、传感器等，对施工现场进行全面监测，及时了解施工进度和质量情况，发现异常情况及时干预，确保施工质量和安全。第三，建立健全施工记录和档案管理制度，记录施工过程中的关键节点、重要数据和质量控制措施，形成完整的施工档案，作为施工质量和安全的依据，加强施工现场巡查和检查，确保施工作业符合相关规定和标准。

3.3 严格施工材料管理

施工单位应建立健全的材料采购管理制度，明确的采购程序、供应商选择标准以及采购合同的签订和执行规定，通过建立制度化的采购管理流程，确保所采购的材料符合工程质量要求，并有效控制采购成本。在材料进场时，应对其进行全面的检查，包括外观、规格、质量等方面的核查，确保材料的完好无损，根据相关标准和规范，进行抽样检验或全检验，验证材料是否符合质量要求。对于已进场的材料，应分类存放、编号管理，并建立相应的档案资料，定期对库存材料进行盘点和检查，及时发现和解决可能存在的问题，确保材料的安全和完整性[4]。施工单位还需加强对施工现场材料的使用和管理，严格执行施工图纸和技术规范，确保材料的正确使用和合理配置，加强对施工现场材料的防潮、防晒、防火等保护措施，防止材料因外界环境影响而损坏或质量下降，确保材料的长期可用。

3.4 强化施工质量管理

施工单位应建立健全的施工质量管理体系，明确施工质量目标和要求，制定质量管理计划和操作规程，建立质量管理组织架构和责任体系，确保质量管理工作有序进行。在质量管理中，强调施工工艺的规范和标准化，确保施工过程中每个环节按照正确的工艺要求进行，建立施工工艺流程图和标准作业指导书，对施工人员进行培训，提高他们的操作技能和质量意识。施工单位可建立定期、不定期的施工质量检查制度，对施工过程中的关键节点和关键部位进行检查，发现问题及时整改。同时，建立施工质量档案，记录施工过程中的关键数据和质量检查结果，便于后续的质量追溯和评估。在工程竣工前，进行全面的施工验收，对工程的各项指标进行检测和评估，确保工程达到设计要求和标准，建立施工验收报告，记录工程验收结果和存在的问题，及时进行整改和处理，不断提高工程质量，降低质量风险，确保工程顺利进行、质量可控。

3.5 做好建筑工程质量验收

施工单位应准备充足的验收资料和证明材料，包括施工图纸、材料合格证、施工记录、质量检验报告等相关文件，这些资料和证明材料是进行质量验收的依据，必须完整齐备，并符合相关法律法规的规定。验收时可以邀请监理单位或第三方质量检测机构参与验收工作，他们比较具有独立公正的地位，能够客观、公正地评估工程质量，确保验收结果的真实有效性，可根据相关标准和规范对工程质量进行全面检查和评估，并出具相应的验收报告。在进行验收工作前，施工单位应与业主代表充分沟通，明确双方的验收标准和要求，确保双方达成一致意见，在验收过程中，施工单位应积极配合业主代表的工作，及时解决业主提出的问题和意见，确保验收工作顺利进行[5]。如果在验收过程中发现存在质量问题或不合格项，施工单位应及时采取有效措施进行整改，并确保整改结果符合相关标准和规范要求，只有通过验收的工程才能正式交付使用，确保工程质量和安全。

4 结束语

房屋建筑工程的施工管理及质控是确保建筑工程质量、促进项目顺利进行、推动企业可持续发展的关键环节。然而，在实践中面临着管理体制不健全、监管体系不完善、施工材料质量难以保障、施工人员素质较低等问题，针对这些问题，需要采取一系列措施进行优化，通过持续不断的努力和改进，进一步提升房屋建筑工程的施工管理水平和质控水平，确保建筑工程质量和安全，推动建筑行业的可持续发展。

[参考文献]

[1]于海利.浅析房屋建筑工程施工质量管理及质控措施[J].中国住宅设施,2023(11):16-18.
[2]刘媛.房屋建筑工程施工现场安全监督管理措施分析[J].建筑与预算,2023(6):19-21.
[3]丰焱,严文龙.浅析房屋建筑工程施工管理方面的问题及措施[J].城市建设理论研究(电子版),2023(14):12-14.
[4]周永生.高层房屋建筑工程施工安全风险管理措施[J].中国建筑金属结构,2023(1):187-189.
[5]孙继峰.房屋建筑工程施工管理及质控措施分析[J].城市建筑空间,2022,29(2):436-437.

作者简介：程晓鹏（1995.4—），男，工作单位：中国联合工程有限公司 浙江信安工程咨询有限公司，毕业学校和专业：青岛工学院，电气工程及其自动化。

病险水库除险加固现状分析及对策

陈铖煜
广州市花都区水务建设管理中心，广东 广州 510800

[摘要]随着经济的迅速发展，我国的水利项目也加快了发展的步伐，其中水库的建设和维护是水利项目建设一个重要组成部分。水库不仅承担着农业灌溉用水的任务，同时对防洪防涝有重要的作用。我国的水库数量巨大，但是很多水库存的建设时间很长，后期的管理维护也没有跟上，病险问题尤为突出。文中对我国现有水库的现状加以分析，并提出一系列的解决对策，旨在提高水库的安全性，使其更好地为人民的生活服务。
[关键词]病险水库；水库除险加固；现状分析；对策
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12343 中图分类号：TV698 文献标识码：A

Analysis and Countermeasures of the Current Situation of Hazard Removal and Reinforcement in Dangerous Reservoirs

CHEN Chengyu
Guangzhou Huadu District Water Construction Management Center, Guangzhou, Guangdong, 510800, China

Abstract: With the rapid development of the economy, Chinese water conservancy projects have also accelerated their pace of development, among which the construction and maintenance of reservoirs are an important component of water conservancy project construction. Reservoirs not only undertake the task of agricultural irrigation water use, but also play an important role in flood control and flood prevention. China has a huge number of reservoirs, but many of them have been built for a long time, and the management and maintenance have not kept up, resulting in particularly prominent health problems. This article analyzes the current situation of existing reservoirs in China and proposes a series of solutions, aiming to improve their safety and better serve people's lives.
Keywords: dangerous reservoirs; reservoir hazard removal and reinforcement; current situation analysis; countermeasures

引言

在现代社会中，水资源的合理利用和水利工程的建设对社会的发展和人民的生活起着至关重要的作用。然而，由于历史原因、自然灾害以及工程建设的不完善，一些水库存在着病险现象，给周边地区和人民的生命财产安全带来了潜在威胁。为了有效化解这一问题，各级政府和水利部门积极开展病险水库的除险加固工作，以确保水库的安全稳定。然而，在实践中，除险加固工作面临着诸多挑战和困难，包括技术水平不足、管理体制不完善、资金短缺等问题。因此，对病险水库除险加固的现状进行全面深入的分析，探讨存在的问题和障碍，提出有效的对策和措施，对于推动病险水库除险加固工作取得更好的效果，保障水库及周边地区的安全稳定具有重要意义。本文将对病险水库除险加固的现状进行研究和分析，并在此基础上提出相应的对策和措施，为相关部门和决策者提供参考，促进病险水库除险加固工作的顺利推进，维护人民的生命财产安全，推动社会经济的持续健康发展。

1 病险水库除险加固的重要性

病险水库除险加固的重要性不言而喻。水库是人类利用水资源的重要工程，对于灌溉、发电、供水以及防洪等方面都具有重要作用。然而，随着时间的推移和自然环境的变化，一些水库可能出现各种安全隐患，即所谓的病险水库。例如广州市花都区的三坑水库建于上世纪 50 年代，自水库建成投产后，为花都区赤坭镇的经济发展作出了重大的贡献，同时为下游山前旅游大道的安全提供了保障。但由于建设年代久远，受当时经济发展的限制，建设标准低，施工技术及工艺较落后，施工质量难以得到很好的控制，工程投产运行至今，水库建筑物进入老化期。现场发现主坝及副坝输水涵工程质量较差，多次出现渗漏，启闭设备老化，闸门和启闭机锈蚀严重，混凝土结构老化开裂并有露筋现象等多个问题。2013 年 1 月经广东省水利水电科学研究院的安全鉴定，三坑水库被评为“三类坝”。这些水库若发生事故，可能导致严重的人员伤亡、财产损失以及生态环境破坏，对周边地区的社会稳定和经济发展造成严重影响。因此，对病险水库进行除险加固显得尤为紧迫和必要。首先，除险加固可以有效预防水库发生坝体决口、坝顶决口等灾害性事故，保障周边地区的人民生命财产安全。其次，加固后的水库能够提高防洪、灌溉、供水和发电等功能的稳定性和可靠性，为当地经济社会发展提供坚实保障。同时，除险加固也有利于维护水库周边的生态环境，保护生态资源，促进可持续发展。

2 病险水库除险加固的基本原则

病险水库除险加固工作的重要性不可低估。水库作为重要的水利工程设施，承担着调节水资源、防洪抗旱、供水灌溉等重要功能。然而，随着时间的推移和自然环境的影响，一些水库可能会出现结构老化、渗漏、疏导能力不足等问题，进而引发安全隐患。若这些问题得不到及时处理，可能会对周边地区的人民生命财产安全造成严重威胁，甚至引发重大灾害。因此，进行病险水库的除险加固工作，是保障水库安全、维护社会稳定、促进经济发展的必然要求。病险水库除险加固的基本原则主要包括预防为主、综合治理、科学施工和可持续发展。首先，预防为主是指在水库建设、运行和维护的全过程中，要从源头上预防水库出现病险问题，通过加强管理、加固结构等手段，尽可能避免水库出现安全隐患。其次，综合治理是指病险水库除险加固工作需要综合考虑水库的结构、地质、水文等因素，采取多种手段和技术，全面提升水库的安全性和稳定性。再者，科学施工是指在进行除险加固工程时，要依据科学技术和工程实践经验，合理选择施工方法和材料，确保工程质量和施工安全[1]。最后，可持续发展是指除险加固工程应当符合经济、社会和环境的可持续发展要求，尽可能减少对环境的影响，确保工程建设对当地社会经济的长远利益。

3 病险水库除险加固现状分析

3.1 整体管理水库有待进一步的提升

目前，病险水库除险加固工作中存在整体管理水平有待进一步提升的现状。在实际工程管理中，可能存在管理机制不完善、责任不明确、监督不到位等问题。首先，管理机制的不完善可能导致在水库除险加固工作中出现职责不清、流程不畅、信息不畅通等情况，影响了工作的推进和效率。其次，责任不明确可能导致在工程中出现责任推诿、工作不到位等情况，影响了工作的质量和进度。同时，监督不到位可能导致在工程实施过程中出现违规操作、质量隐患等问题，增加了工程的安全风险和后期维护成本。

3.2 对水库的检修工作不够深化

检修工作的不够深化可能表现为对水库结构和设施的检查、维护、修复等方面的不足。这种情况可能由多种因素引起，包括技术力量不足、检修工作计划不完善、资金投入不足等。首先，技术力量不足可能导致无法对水库的各项设施进行全面、深入的检修工作，从而无法及时发现和解决问题。其次，检修工作计划不完善可能导致对水库的检修工作安排不合理、不科学，无法有效利用时间和资源进行工作。再者，资金投入不足可能导致无法购置必要的设备、材料，限制了检修工作的深度和效果。

3.3 技术的落后使病险水库的防治工作滞后

目前，病险水库除险加固工作中存在着技术的落后导致防治工作滞后的现状。这种情况主要表现在水库除险加固所采用的技术和方法相对滞后于科技发展水平，未能及时应用和推广新技术、新材料、新工艺。这可能由多种原因引起，包括技术更新周期长、人员培训不足、技术推广和应用机制不健全等。首先，技术更新周期长意味着水库除险加固工作可能长期依赖于传统的技术和方法，未能及时跟进和应用新的科技成果。其次，人员培训不足可能导致工作人员缺乏新技术、新工艺的应用能力和创新意识，限制了技术更新和应用的进度。再者，技术推广和应用机制不健全可能导致新技术、新材料、新工艺无法迅速在水库除险加固工程中得到推广和应用，影响了工程的效率和质量。

3.4 对水库的建设缺乏科学有效的评价

病险水库除险加固工作中存在着对水库建设缺乏科学有效的评价的现状。这意味着在水库建设过程中，缺乏系统、全面、科学的评价机制和方法，无法对水库的设计、施工、运行等方面进行科学有效的评估。这种情况可能由多种因素引起，包括评价标准不明确、评价方法不科学、评价过程不规范等。首先，评价标准不明确可能导致评价过程缺乏依据和指导，无法准确评估水库的安全性和稳定性[2]。其次，评价方法不科学可能导致评价结果不准确、不全面，无法全面了解水库存在的问题和风险。再者，评价过程不规范可能导致评价工作的混乱和不可控性，影响了评价结果的可信度和有效性。

4 病险水库除险加固对策

4.1 病险水库除险加固的案例

在我工作期间负责的广州市花都区三坑水库、羊石水库以及福源水库等多个水库的除险加固工程中，在面对病险水库除险加固的挑战时，为类似工程积累了宝贵经验。在三坑水库的加固工程中，本次设计采用 C5 塑性砼防渗墙对坝体和坝基进行防渗处理、溢洪道加固改造、输水涵加固改造、完善观测设施等手段，成功提升了水库的整体稳定性和安全性。同时，建立了全面的监测系统，实现了对水库状态的及时监测和管理，为水库的长期安全运行奠定了坚实基础。在羊石水库、集益水库和福源水库的加固整治工程也取得了显著成效。针对不同的安全隐患，采用了相应的加固措施，包括结构加固、渗漏处理、监测系统建设等。通过这些措施的实施，成功提高了水库的抗灾能力和安全性，为周边地区的居民提供了可靠的防灾保障。

4.2 加强责任落实

加强责任落实是确保病险水库除险加固工作有效进行的重要举措。责任落实涉及各级政府部门、水利管理机构、工程建设单位、相关企业以及社会公众等多方的责任履行。首先，各级政府部门应建立明确的责任分工和管理机制，切实加强对病险水库除险加固工作的领导和监督，确保各项工作有序推进。水利管理机构应加强对水库的监管和管理，及时发现和解决问题，确保水库安全。工程建设单位和相关企业应严格按照相关法律法规和技术标准

进行工程建设，确保工程质量和安全。同时，社会公众也应积极参与到病险水库除险加固工作中，加强监督和支持，形成全社会共同关注、共同参与的良好局面。加强责任落实，能够增强各方在病险水库除险加固工作中的主动性和积极性，形成合力，推动工作取得实效，从而确保水库安全稳定，维护人民生命财产安全。

4.3 加强监督管理工作

加强监督管理工作是病险水库除险加固工作中至关重要的一项对策。在整个除险加固过程中，有效的监督管理能够及时发现和解决问题，确保工程质量和安全，保障人民生命和财产安全。首先，需要建立健全监督管理机制。各级政府部门应明确责任分工，建立统一的监管指导机构，并配备专业技术人员负责监督工作。同时，要加强与相关部门的协调合作，形成监督管理工作的合力。其次，加强对水库除险加固工程的全过程监督。包括对设计方案的审查、施工过程的监督、材料质量的检验等。通过加强对施工现场的巡查和检查，确保工程按照规定要求进行，及时发现和纠正施工中存在的问题。另外，加强对水库建设单位和相关企业的监督。要求其严格按照相关法律法规和技术标准进行工程建设，确保工程质量和安全。对违规行为要及时予以处理，严惩不贷，形成良好的施工秩序。最后，加强对工程验收的监督。确保工程验收程序合规，验收结果真实可信。对不符合要求的工程及时予以整改或返工，确保工程质量符合标准要求。

4.4 推动水库管理机制的改革

推动水库管理机制的改革是病险水库除险加固工作中的重要对策。目前，一些水库管理机制可能存在着管理不透明、责任不清晰、流程繁琐等问题，制约了水库除险加固工作的顺利推进和有效实施。因此，需要通过改革水库管理机制，实现管理的科学化、规范化和高效化。首先，应当建立健全水库管理的组织体系和工作机制，明确各级管理部门的职责和权力，并建立协调配合的工作机制，实现水库管理的科学、专业、高效。其次，要加强水库信息化建设，建立完善的水库档案和信息数据库，实现水库管理的信息共享和透明化，为水库除险加固工作提供科学依据和数据支撑[3]。同时，还需加强对水库管理人员的培训和技术支持，提升其专业水平和管理能力，确保水库管理工作能够跟上时代发展的步伐。

4.5 重视水库汛期的安全问题

重视水库汛期的安全问题是病险水库除险加固工作中至关重要的一项对策。水库汛期是水库水位上涨、水流增大的时期，也是水库安全风险增加的时期。在这个时期，水库的各项设施和结构可能面临着更大的压力和挑战，一旦出现问题，后果可能会更加严重。因此，需要在水库汛期前加强对水库的安全检查和评估，确保水库各项设施的完好性和稳定性，及时发现和解决存在的安全隐患。同时，要加强对水库汛期的监测和预警工作，及时掌握水库水情、水位和流量等数据信息，及时发布汛期预警，引导周边地区做好防汛准备工作，确保人民生命财产安全。此外，还需要加强对水库汛期的应急处置能力建设，建立健全水库应急预案和应急响应机制，确保在发生突发事件时能够迅速、有效地应对和处置，最大程度减少损失。

4.6 加强事故建设及建设发展

在应对水库汛期安全问题时，建设健全的事故应急体系至关重要。这包括建立完善的水库事故应急预案、配备必要的应急救援力量和设备、开展定期演练和培训等。只有在事故发生时，能够迅速有效地采取措施，才能最大限度地减少事故造成的损失。同时，加强水库的建设发展也是重要的对策之一。通过加强水库的改造和修建新型水库，可以提升水库的安全性和抗灾能力。在新建水库时，应严格按照相关技术标准和规范，充分考虑地质、水文等因素，确保水库的安全稳定。此外，还需要加强水库建设的科学规划和管理，合理利用水资源，提升水利工程的综合效益和社会效益[4]。通过加强事故应急建设和水库建设发展，可以有效提升病险水库除险加固工作的效果和水平，保障水库的安全运行，维护周边地区的生命财产安全，促进经济社会的可持续发展。

4.7 加强科研管理工作

科研管理工作的加强可以促进科学技术的应用和创新，提升工程的技术水平和质量。首先，需要建立健全的科研管理机制，明确科研项目的立项、实施、评估和验收等程序，确保科研工作的规范和科学性。其次，要加强科研团队的建设，培养一批具有专业素养和创新能力的科研人才，为病险水库除险加固工作提供技术支持和保障。同时，要积极引导和支持科研项目的开展，加强科研成果的转化和应用，推动科技创新与工程实践的结合，为水库除险加固工作提供科学依据和技术支持。

5 结语

在病险水库除险加固现状分析及对策的全面阐述中，我们深刻认识到了病险水库问题的严重性和紧迫性，也提出了一系列应对措施和解决方案。水库作为重要的基础设施，其安全稳定关乎着人民的生命财产安全和国家的经济社会发展。目前，我国病险水库除险加固工作仍面临着诸多挑战，如技术落后、管理不到位、资金不足等。为了确保水库安全，我们必须采取有力措施，全面提升工作水平。在未来的工作中，我们需要加强水库监测评估，科学制定加固方案，加大技术创新和研发力度。同时，要加强对水库管理与维护的监督与管理，建立健全的责任制度，确保水库安全运行。此外，还需要加大资金投入，多渠道筹措资金，为工程施工提供充足的经济保障。最后，需要加强宣传教育和社会参与，提高公众对水库安全问题的认识和关注度，形成全社会共同维护水库安全的良好氛围。只有

全面提升工作水平，共同致力于水库安全，才能确保水库工程的安全稳定，为人民的生活和经济社会发展提供坚实保障。相信在各方共同努力下，病险水库除险加固工作一定能够取得明显成效，为构建安全、和谐、可持续发展的社会做出积极贡献。

[参考文献]

[1]熊梧均.关于病险水库除险加固现状分析及对策探讨[J].科学中国人,2016(17):109.
[2]贾宪武,张璐,李芳.病险水库除险加固现状分析和对策探析[J].河南水利与南水北调,2015(14):89-90.
[3]臧少慧,张明占,刘仲秋,等.我国水库除险加固研究进展[J].山东农业大学学报(自然科学版),2019,50(6):1097-1103.
[4]涂娟.浅谈病险水库除险加固前期工作[J].智能城市,2020,6(11):115-116.

作者简介：陈铖煜（1994.12—），男，民族：汉，学历：本科，职称：中级工程师，目前就职单位：广州市花都区水务建设管理中心。

特高压架空输电线路施工策略的研究

田 巍 张 昊 白佳庆
北京电力工程有限公司，北京 100070

[摘要]随着我国现代化进程的加快，电力企业蓬勃发展，特高压架空输电线路建设日益增多。然而，由于电力资源的特殊性，特高压架空输电线路施工安全隐患较多。本论文旨在分析特高压架空输电线路施工管理的问题和要点，为电力企业发展提供理论支持。通过对施工前期准备、施工方案设计、人员管理、安全监控等环节的分析，提出了一系列管理要点和措施。这些要点有助于提高施工安全性和效率，保障工程的顺利进行。展望未来，本篇文章指出了特高压架空输电线路施工管理的发展趋势，为电力企业提供了重要的理论支持和实践指导。

[关键词]特高压；架空输电线路；施工策略
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12348 中图分类号：TM2 文献标识码：A

Research on Construction Strategy for Ultra-high Voltage Overhead Transmission Lines

TIAN Wei, ZHANG Hao, BAI Jiaqing
Beijing Electric Power Engineering Co., Ltd., Beijing, 100070, China

Abstract: With the acceleration of Chinese modernization process, power enterprises are flourishing, and the construction of ultra-high voltage overhead transmission lines is increasing. However, due to the special nature of power resources, there are many safety hazards in the construction of ultra-high voltage overhead transmission lines. This paper aims to analyze the problems and key points of construction management of ultra-high voltage overhead transmission lines, providing theoretical support for the development of power enterprises. Through the analysis of pre construction preparation, construction scheme design, personnel management, safety monitoring and other links, a series of management points and measures are proposed. These points help to improve construction safety and efficiency, and ensure the smooth progress of projects. Looking forward to the future, this article points out the development trend of construction management of ultra-high voltage overhead transmission lines, providing important theoretical support and practical guidance for power enterprises.

Keywords: ultra-high voltage; aerial transmission lines; construction strategy

引言

随着经济的快速发展和能源需求的不断增长，特高压架空输电线路作为重要的能源基础设施，在电力传输中起着至关重要的作用。然而，特高压架空输电线路的建设与施工面临着诸多挑战，如复杂的地理环境、技术难题以及安全风险等。因此，深入研究特高压架空输电线路施工策略显得尤为重要。本文旨在对特高压架空输电线路施工策略进行系统性的研究与分析，从施工前期准备、施工方案设计、施工管理与监控、施工质量控制等多个方面进行探讨，以期为特高压架空输电线路的顺利建设提供理论指导和实践参考。通过对施工策略的深入研究，将有助于提高特高压架空输电线路施工的效率和质量，降低施工成本和安全风险，促进电力行业的可持续发展。

1 特高压架空输电线路施工的特点

特高压架空输电线路施工具有其独特的特点，这些特点直接影响着施工的复杂性、工程的安全性和施工周期。首先，特高压架空输电线路通常跨越范围广、线路长度长，跨越地形复杂，涉及的地理环境和气候条件多样。这要求施工人员需要具备较高的技术水平和适应能力，能够应对不同地区的地形、气候和环境变化。其次，特高压架空输电线路的输电电压等级高，对材料、设备和施工工艺要求严格。在施工过程中，需要使用大型机械设备和高品质的施工材料，以确保输电线路的稳定性和可靠性。另外，特高压架空输电线路施工涉及的工程量大、工期长，需要耗费大量的人力、物力和财力。同时，由于输电线路跨越地域广阔，施工现场多数位于偏远山区或复杂地形地貌，交通不便、条件艰苦，给施工带来了诸多困难和挑战。此外，特高压架空输电线路的施工需要严格遵循相关安全规范和标准，确保施工过程中人员和设备的安全。对于特高压输电线路而言，一旦发生施工事故，不仅会造成重大的经济损失，还可能引发生命安全问题，因此安全风险的控制和应对显得尤为重要。

2 特高压架空输电线路施工过程中存在的问题

2.1 施工环境限制

在特高压架空输电线路施工过程中，施工环境限制是一项重要的挑战。首先，特高压输电线路通常跨越的地域

范围广阔，涉及到各种地形地貌和自然环境。施工现场可能位于高山、峡谷、河流等复杂地形地貌中，施工条件十分艰苦，交通不便，给施工人员和设备的运输带来极大的困难[1]。其次，特高压输电线路施工经常需要穿越森林、荒漠、湿地等自然环境，这些地区生态环境较为脆弱，施工活动可能对当地生态系统造成影响，需要采取一系列的保护措施来减少环境破坏。另外，特高压架空输电线路施工通常需要面对不同的气候条件，如高温、寒冷、雨雪等极端天气，这些天气条件可能会影响施工进度和质量，增加施工风险。此外，由于输电线路通常跨越的地域较为广阔，施工现场可能位于偏远地区，基础设施不完善，供电、供水、通讯等条件不足，给施工带来了一系列的困难和挑战。

2.2 施工技术难点

特高压架空输电线路施工过程中存在着诸多施工技术难点，这些难点直接影响着施工工艺的选择、施工质量的保障以及施工周期的控制。首先，特高压输电线路的电压等级高，对于电力输送的稳定性和可靠性要求极高，因此需要采用先进的施工技术来确保线路的电气性能。其次，特高压架空输电线路的悬挂、拉线、绝缘子等关键部件的安装需要高空作业，施工人员需要具备一定的技术水平和操作经验，且需要使用安全可靠的高空作业设备，以确保施工人员的安全。另外，特高压输电线路通常跨越的地域复杂，存在着各种地形地貌，如山地、河流、湖泊等，这给线路的架设和施工带来了一定的技术难度。特别是在跨越河流、湖泊等水域时，需要考虑水域的水流、水深等因素，采取相应的施工措施，确保线路的安全和稳定。此外，特高压输电线路施工还需要考虑地质条件、土壤承载能力、地形地貌等因素，采取合理的基础施工技术，确保线路的基础稳固可靠。

2.3 安全风险

在特高压架空输电线路施工过程中，安全风险是一项极为重要的问题。特高压输电线路的施工通常涉及到高空作业、大型机械设备操作、高压电力设备等，这些工作环境和设备都存在着潜在的安全风险。首先，高空作业是特高压架空输电线路施工中常见的工作方式，施工人员需要在高空中悬挂和操作设备，一旦操作不慎或安全措施不到位，就会发生坠落事故，造成人员伤亡和设备损坏。其次，大型机械设备的操作也是施工中的安全隐患之一。这些设备体积庞大、操作复杂，需要操作人员具备专业的技能和经验，一旦操作失误或设备故障，就会引发事故，造成严重的安全后果。此外，特高压架空输电线路施工现场往往存在各种复杂的地形地貌和气候条件，如高山、河流、恶劣天气等，这些因素都会增加施工的安全风险，例如山体滑坡、水域淹没、雷击等。另外，高压电力设备在施工过程中也是潜在的安全隐患。特高压输电线路的施工需要对电力设备进行安装、调试和接线等工作，一旦操作不当或电力设备故障，就会引发触电事故，造成生命和财产损失。

3 特高压架空输电线路施工策略研究

3.1 施工前期准备工作

在特高压架空输电线路施工策略研究中，施工前期准备工作是至关重要的一环。在开始实际施工之前，充分的前期准备工作可以为整个施工过程奠定坚实的基础，确保施工工作能够顺利进行，并最大程度地减少后续施工中可能出现的问题和风险。这个阶段的工作涉及诸多方面，包括对施工现场的综合评估与分析、施工方案的制定、人员培训与配备、材料设备的准备与采购等。首先，对施工现场的综合评估与分析是施工前期准备工作的重要内容之一。需要对施工地点的地形地貌、地质情况、气候条件等进行全面调查和评估，以便制定出科学合理的施工方案，并采取相应的安全措施。其次，人员培训与配备也是施工前期准备工作的重点之一。需要对施工人员进行必要的技术培训和安全教育，提高他们的专业水平和安全意识，确保能够胜任各项施工任务。此外，还需要合理配置施工人员，确保施工队伍的整体素质和配合程度。最后，材料设备的准备与采购也是施工前期准备工作中不可忽视的一环。需要及时采购和准备好施工所需的各种材料和设备，保证能够按照施工计划的要求进行施工，避免因材料设备不足而影响施工进度和质量。

3.2 施工方案设计与优化

特高压架空输电线路施工方案设计与优化是确保施工工作顺利进行和提高施工效率的关键环节。在施工方案设计阶段，需要综合考虑施工现场的地形地貌、地质条件、气候环境等因素，结合工程要求和安全标准，制定出科学合理的施工方案。这包括确定施工工艺流程、制定施工进度计划、安排施工人员和设备等。在施工方案设计过程中，需要根据具体的施工现场情况和工程要求，合理选择施工工艺和施工方法[2]。针对特高压架空输电线路的不同部位和不同工序，制定相应的施工工艺流程，确保施工过程有条不紊，高效有序地进行。同时，需要合理安排施工进度计划，将施工任务分解为具体的施工步骤和时间节点，明确各项工作任务的完成时间和工期要求，确保施工进度的及时性和稳定性。此外，在施工方案设计过程中，还需要充分考虑施工安全和施工质量。制定出严格的安全管理措施和施工质量控制标准，确保施工过程中能够及时发现和解决安全隐患和质量问题，保障施工工作的安全和质量。施工方案的优化则是在设计完初步施工方案后，根据实际施工情况和经验不断进行调整和完善，以提高施工效率和施工质量。在施工过程中及时总结经验教训，发现问题并

及时调整施工方案，采取有效措施优化施工流程和提高施工效率，从而实现特高压架空输电线路施工工作的顺利进行和施工质量的提升。

3.3 施工管理与监控

在施工管理方面，需要建立完善的管理体系和组织架构，明确各项工作任务的责任人和职责，确保施工过程中各项工作有序进行。管理人员需要具备专业知识和管理技能，能够有效地组织、协调和指导施工人员开展各项工作。同时，需要建立健全的信息沟通和反馈机制，及时了解施工进展和问题，确保施工工作的及时调整和优化。在施工监控方面，需要采用现代化的监控手段和技术，对施工现场的各项工作进行全面监测和控制。可以利用无人机、监控摄像头等设备对施工现场进行实时监控，及时发现和解决施工过程中的问题和隐患。同时，还可以采用远程监控系统对施工进度、质量和安全进行监测，及时掌握施工情况并做出相应的调整和决策。

3.4 施工质量控制

在施工过程中，必须采取一系列有效措施来控制施工质量，以确保特高压架空输电线路的安全可靠性和长期稳定运行。首先，施工前期需要制定详细的施工质量管理计划，明确各项工程质量指标和要求，制定质量控制标准和检查方案。施工过程中，要加强对施工现场的监督和检查，及时发现和解决可能影响工程质量的问题。其次，要严格控制施工过程中的施工工艺和操作规程，确保按照设计要求和施工标准进行施工。采用先进的施工技术和设备，确保施工过程中的各项工作能够达到预期的质量水平。另外，施工现场要加强施工作业人员的技术培训和质量意识教育，提高其质量管理和控制能力。加强施工过程中的自检、互检和专项检查，确保施工质量符合相关标准和要求。最后，要建立健全的质量追溯和记录体系，及时记录施工过程中的关键数据和信息，对施工质量进行全程跟踪和监控，确保工程质量的可追溯性和可控性。

4 特高压架空输电线路施工案例分析

在我国特高压架空输电线路建设中，有着许多成功的施工案例值得深入分析。例如，我国一个典型工程，即±1100千伏昌吉至古泉特高压直流输电工程。这个项目作为中国电力系统的一项关键工程，旨在加强新疆与内地的电力联络，提高输电能力，促进区域经济发展。这个工程在施工过程中面临着多重挑战。首先，地理环境复杂多变，线路穿越了新疆的高山峡谷、戈壁荒漠等地形，施工条件艰苦。其次，新疆地区气候条件严峻，冬季寒冷且风力大，夏季高温干燥，对施工人员和设备提出了严格的要求。再者，特高压输电线路的施工涉及大量土地占用和环境保护等问题，需要兼顾当地社会和自然环境的利益。为了克服这些挑战，施工团队采取了一系列创新举措和有效管理措施。他们优化了线路走向设计，采用了先进的施工技术和设备，提高了施工效率和质量[3]。同时，严格执行施工安全标准，加强安全教育和培训，确保施工过程中的安全风险最小化。此外，与地方政府和相关部门密切合作，积极解决土地征用和环境保护等问题，确保工程顺利进行。通过对该工程的深入研究和全面分析，我们可以得出许多宝贵的经验教训。这些经验不仅可以为今后类似项目的实施提供参考和借鉴，还可以为我国特高压输电线路建设领域的技术进步和管理提升提供有益的启示。

5 特高压架空输电线路施工的研究展望与未来发展方向

特高压架空输电线路作为重要的能源基础设施，在未来的发展中将面临着新的挑战和机遇。随着我国经济的不断发展和城市化进程的加速推进，对电力的需求将会持续增长。因此，特高压架空输电线路的建设和改造将成为未来电力行业的重点。在研究展望方面，未来特高压架空输电线路施工将更加注重智能化、高效化和可持续发展。首先，随着物联网、人工智能等技术的不断发展，特高压架空输电线路将逐渐实现智能化管理和运营，提高线路的安全性和可靠性。其次，将进一步推动施工工艺和设备的创新，提高施工效率和质量，降低施工成本。特别是在高海拔、高寒、高寿命等特殊环境下的施工技术研究将成为未来的研究重点。此外，还将加强对环境保护和生态文明建设的重视，采取更加环保和可持续的施工方式，减少对自然资源和生态环境的影响。未来发展方向主要包括提高输电线路的输电能力和稳定性、提高施工效率和质量、降低施工成本、加强环境保护和生态建设等方面[4]。这将需要政府、企业和科研机构共同努力，加大研发投入，推动技术创新和成果转化，为特高压架空输电线路的可持续发展提供更加有力的支持和保障。

6 结语

在特高压架空输电线路施工策略的研究中，我们深入探讨了施工过程中所面临的各种挑战和问题，并提出了一系列有效的管理要点和措施。这些研究成果不仅为电力企业的发展提供了理论支持，也为实践工作提供了宝贵的指导。通过科学合理的施工策略，我们可以提高施工效率，降低施工成本，提升工程质量，保障施工安全，促进电力行业的可持续发展。然而，我们也要清醒地认识到，特高压架空输电线路施工仍然面临着诸多挑战和困难。未来的研究工作需要进一步深入，探索更加科学、先进的施工管理模式和技术手段。同时，还需要加强与相关部门和企业的合作，共同推动特高压架空输电线路施工工作的改革和创新。在未来的工作中，我们将继续努力，不断完善施工管理体系，加强技术创新和成果应用，提升电力企业的竞

争力和核心能力，为我国特高压架空输电线路建设贡献更多的智慧和力量。愿我们的努力能够为电力事业的发展和国家的繁荣作出更大的贡献。

[参考文献]

[1]胡嘉健.对高压架空输电线路施工管理的要点[J].电子测试,2018(12):97-99.

[2]刘同美.输电及高压架空线路检修与施工技术[J].中国战略新兴产业,2017(8):179-181.

[4]司马力.高压架空输电线路施工管理的要点探讨[J].建材与装饰,2016(30):230-231.

[4]冯金仓.高压架空输电线路大跨越铁塔承台基础施工研究[J].山东工业技术,2018(10):129-130.

作者简介：田巍（1998.1—），男，毕业院校：北京信息科技大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：北京电力工程有限公司，职务：项目技术员，职称：助理工程师。

土木工程结构设计的抗震设计分析

曾文豪
浙江南方建筑设计有限公司，浙江 杭州 310000

[摘要]随着我国社会经济的快速发展和城市化建设的进程不断加快，建筑行业面临着前所未有的发展机遇。在建筑要求不断提高的同时，土木工程结构设计的标准也逐步提升，安全性成为设计的重中之重。在这种背景下，抗震设计成为社会各界广泛关注的焦点之一。抗震设计的质量直接关系到建筑结构的稳定性以及建筑使用者的人身安全。文中对土木工程结构设计中的抗震设计进行了探讨，旨在为建筑设计人员提供参考和指导。通过对抗震设计的研究，可以进一步提高建筑结构的抗震性能，确保建筑在地震等灾害发生时能够保持稳定和安全。

[关键词]土木工程；结构设计；抗震设计
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12353　　中图分类号：TU3　　文献标识码：A

Seismic Design Analysis of Civil Engineering Structural Design

ZENG Wenhao
Zhejiang South Architectural Design Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: With the rapid development of Chinese social economy and the accelerating process of urbanization, the construction industry is facing unprecedented development opportunities. While building requirements are constantly increasing, the standards for civil engineering structural design are also gradually improving, and safety has become a top priority in design. In this context, seismic design has become one of the focuses of widespread concern in society. The quality of seismic design is directly related to the stability of building structures and the personal safety of building users. This article explores seismic design in civil engineering structural design, aiming to provide reference and guidance for building designers. Through research on seismic design, the seismic performance of building structures can be further improved, ensuring that buildings can maintain stability and safety in the event of earthquakes and other disasters.

Keywords: civil engineering; structural design; seismic design

引言

在现代建筑工程中，抗震设计是确保建筑结构在地震发生时能够保持稳定和安全的重要环节。地震是一种极端的自然灾害，可能造成严重的破坏和人员伤亡，因此对土木工程结构设计中的抗震性能进行全面的分析和评估至关重要。随着科学技术的不断进步和抗震设计理论的不断完善，人们对抗震设计的重视程度也在不断提高。本文将探讨土木工程结构设计中的抗震设计问题，包括其原理、方法和优化策略，以期为工程实践提供可靠的指导和建议。通过对抗震设计的综合分析，可以提高建筑物在地震灾害中的抗震性能，降低损失，保障人民生命财产安全，促进土木工程领域的可持续发展。

1 土木工程结构设计中抗震设计的重要性

土木工程结构设计中的抗震设计具有极其重要的意义。地震是自然界常见的灾害之一，其突发性和破坏性常常给建筑物和人们的生命财产安全带来巨大威胁。在地震频发的地区，如中国的许多地方，抗震设计更是至关重要。首先，抗震设计直接关系到建筑物的安全性和稳定性。合理的抗震设计可以有效地减小建筑物在地震作用下的受损程度，降低倒塌风险，保障人们的生命安全。通过采用抗震设计措施，可以使建筑物在地震中具备一定的弹性和变形能力，从而减少结构的损伤，提高其抗震性能。其次，抗震设计对于减轻地震灾害造成的社会经济损失具有重要作用。地震灾害往往会给社会和经济发展带来严重影响，造成巨大的财产损失和人员伤亡。通过科学合理地进行抗震设计，可以降低地震灾害对建筑物和基础设施的破坏程度，减少灾后重建和修复的成本，为社会的稳定和经济的发展提供保障。此外，抗震设计也是土木工程结构设计中的一项重要技术挑战和研究领域。随着科技的进步和理论的不断完善，人们对于抗震设计的认识和技术手段也在不断提高和发展。通过不断地开展抗震设计的研究和实践，可以不断提升建筑物的抗震性能，逐步完善抗震设计的理论体系和技术方法，为建筑工程的安全稳定提供更加可靠的保障。

2 土木工程结构设计中抗震设计的原则

2.1 结构简单化

在土木工程结构设计中，抗震设计的原则之一是结构简单化。简单化的结构设计能够降低结构的复杂程度，减

少构件之间的连接，从而提高结构的整体稳定性和抗震性能。通过简化结构形式和减少节点数量，可以降低结构的刚度和质量，从而减小结构在地震作用下的振动响应。此外，简单化的结构设计还有助于降低施工难度和成本，提高施工效率[1]。在实际设计中，可以采用一些简化的结构形式，如简支梁、单层框架等，避免过度复杂的结构形式。同时，合理选择结构的支撑形式和布置方式，避免出现过多的节点连接和转换，以降低结构的刚度和柔度不均匀性。

2.2 提高整体性

整体性指的是在结构设计中考虑整个建筑系统的协同作用和统一性，使得结构各部分之间具有良好的连接和协调，形成一个紧密的整体。通过提高整体性，可以有效地提升结构的整体稳定性和抗震性能。在抗震设计中，通过考虑结构的整体性，可以确保结构在地震作用下的各个部分能够协同工作，共同承担地震荷载，避免出现局部破坏导致整体倒塌的情况。为了提高整体性，设计师需要综合考虑结构的各个方面，包括结构形式、材料选取、节点连接、荷载传递等，确保各部分之间的协调性和一致性。此外，提高整体性还可以通过合理设计结构的构造形式和布局方式来实现，例如采用整体式结构布局、合理设置支撑和抗震墙等措施，增强结构的整体稳定性。

2.3 增强抵抗性

抵抗性指的是结构在地震发生时抵御地震力量的能力，其重要性不言而喻。增强抵抗性的目标是通过合理的设计和工程实践，使结构具备更强的抗震能力，以降低地震灾害对建筑物造成的损害程度。为了增强抵抗性，工程师和设计者通常采取一系列措施。首先，选用高强度、高韧性的建筑材料，如高强度混凝土和钢材，以提高结构的整体抗力。其次，通过合理的结构布局和构造形式，增加结构的稳定性和刚度，例如设置抗震墙、增加横向支撑等。此外，加强结构的连接节点，采用预制构件和专业的连接技术，以确保节点部位的稳固性和抗震性能。最后，通过科学的抗震设计计算和模拟分析，确保结构在地震作用下的安全性和可靠性。

3 土木工程结构设计中抗震设计的方法和要点

3.1 抗震设计的方法

在土木工程结构设计中，抗震设计是确保建筑物在地震发生时具有良好抗震性能的关键环节。为了有效应对地震的影响，工程师们采用了多种抗震设计方法。首先，一种常见的抗震设计方法是基于建筑物的抗震性能进行地震响应谱分析。这种方法通过对地震作用下建筑结构的响应进行计算和模拟，评估建筑物在地震中的受力情况，从而确定合理的结构设计方案。其次，还有基于地震烈度的等效静力法和基于动力特性的时程分析法等抗震设计方法。等效静力法将地震作用等效为静力作用，通过静力分析确定结构的抗震设计参数，适用于一般性建筑物的抗震设计。而时程分析法则考虑了地震波的时程特性，对结构进行更为精细的动力响应分析，适用于对抗震性能要求较高的重要建筑物。此外，抗震设计还包括了考虑土壤-结构相互作用的地震地基响应分析方法，以及对结构动力特性进行优化设计的结构动力学方法等[2]。这些方法综合考虑了建筑物、地基和地震三者之间的相互作用，为建筑物提供了更为全面的抗震设计保障。

3.2 抗震设计的要点

3.2.1 抗震设计的要求

在土木工程结构设计中，抗震设计的要求至关重要。首先，抗震设计需要根据地震活动的特点和工程结构的特性，确保建筑在地震发生时具备足够的抗震性能，以保障人员的生命安全和财产安全。其次，抗震设计要求结构在地震作用下能够保持稳定，避免倒塌或严重损坏。这包括确保结构在地震荷载作用下的合理变形能力，以及避免发生层间剪切、弯曲破坏等严重破坏模式。此外，抗震设计还需要考虑建筑的使用功能和服务寿命，保证抗震性能与建筑功能的兼顾。在设计过程中，应充分考虑建筑的重要性等级和使用要求，制定相应的抗震设计标准和指导性文件，确保抗震设计满足法律法规的要求和建筑的实际需要。

3.2.2 抗震设计的计算方法

在进行抗震设计时，需要采用科学有效的计算方法来评估结构在地震作用下的响应和性能。常见的抗震设计计算方法包括静力计算法和动力计算法两种。静力计算法是一种简化的计算方法，通常适用于简单的结构或地震作用较小的情况。该方法基于结构受力平衡原理，通过静力分析确定结构在地震作用下的受力情况和变形程度。静力计算法在工程实际中应用广泛，具有计算简单、易于理解等优点，但对于复杂结构或较大地震作用下的结构，其精度和准确性可能受到限制。动力计算法是一种更为精确的计算方法，适用于复杂结构或较大地震作用下的情况。该方法基于结构的动力响应原理，通过动力分析确定结构在地震作用下的振动特性和响应。动力计算法通常包括模态分析、时程分析等技术手段，能够更准确地预测结构的地震响应，为结构设计提供更可靠的依据。

4 土木工程结构设计中抗震设计的优化策略

4.1 工程概况

在我国，许多重要的土木工程结构都采用了抗震设计，以应对地震等自然灾害可能带来的破坏。举例来说：首先，中国的高速铁路桥梁工程中广泛应用了抗震设计。例如，京沪高铁、京广高铁等众多高铁项目，为确保高铁桥梁在地震情况下的安全性和稳定性，采用了先进的抗震设计理念和技术。这些工程中的桥梁结构经过了严格的地震荷载计算和结构分析，采取了一系列的抗震措施，如设置减震支座、加固桥墩等，以提高桥梁的抗震能力，保障了高速铁路的安全运行。其次，中国的超高层建筑项目也广泛采

用了抗震设计。例如，位于上海的上海中心大厦、位于广州的广州塔等，这些超高层建筑在设计和施工中都充分考虑了地震因素。结构工程师在设计中采用了抗震构造、抗震材料等先进技术，以提高建筑物的抗震性能[3]。同时，通过地震模拟和结构响应分析，针对不同地震烈度和频率制定相应的抗震设计方案，确保了超高层建筑在地震发生时的安全可靠。

下图为某高铁高架桥抗震设计：

图 1　某高铁高架桥抗震设

4.2 提高施工选址的有效性

在土木工程结构设计中，提高施工选址的有效性是至关重要的抗震设计优化策略。合理的施工选址可以直接影响到工程的整体稳定性和抗震性能。

以下是提高施工选址有效性的几个关键方面：

表 1　提高施工选址有效性的几个关键方面

关键方面	说明
地质灾害隐患区避让	选择施工地点时应避开地震活动带、滑坡、地面沉降等地质灾害隐患区，以减少工程受到地质灾害影响的风险。
考虑周边环境因素	考虑周边环境因素，如交通便利性、土地利用情况等，以确保施工过程中的安全性和便捷性。
土地平整度和地基条件考虑	考虑土地平整度和地基条件，选择坚实、平整的地基可以减少地基处理的工程量，降低施工成本。

通过综合考虑上述方面，可以选择更加适合的施工选址，从而优化土木工程结构的抗震设计，提高工程的安全性和稳定性。

4.3 优化材料选取，改进设计方法

优化材料选取和改进设计方法是土木工程结构设计中重要的抗震设计优化策略之一。选择合适的材料和采用先进的设计方法可以有效提升结构的抗震性能，从而增强工程的安全性和稳定性。首先，在材料选取方面，应该选择具有良好抗震性能的建筑材料，如高强度混凝土、钢材等。这些材料具有较高的强度和韧性，能够有效抵抗地震力的作用，降低结构受损的可能性。此外，还可以考虑使用新型抗震材料，如碳纤维增强复合材料等，以进一步提升结构的抗震性能。其次，改进设计方法也是优化抗震设计的重要途径。可以采用先进的结构分析和设计软件，进行三维建模和有限元分析，以模拟地震作用下结构的响应情况，从而优化结构的设计方案。此外，还可以结合工程实践经验，不断总结和改进设计方法，提高设计的准确性和可靠性。

4.4 优化抗震平面设计，完善抗震设计方案

优化抗震平面设计和完善抗震设计方案是土木工程结构设计中重要的抗震设计优化策略之一。通过合理设计抗震平面和完善抗震设计方案，可以提高结构的整体抗震性能，增强工程的安全性和稳定性。

下表列举了一些常见的优化抗震平面设计和完善抗震设计方案的方法和措施：

表 2　常见的优化抗震平面设计和完善抗震设计方案的方法和措施

优化抗震平面设计和完善抗震设计方案	方法和措施
结构布局优化	通过合理布置结构构件和增加支撑等方式，减少结构的柔度和位移，提高结构的抗震性能。
设计参数调整	调整结构的设计参数，如梁柱截面尺寸、墙体厚度等，使结构在地震作用下具有更好的承载能力和变形能力。
采用抗震构件	选择具有良好抗震性能的构件，如剪力墙、抗震支撑等，加强结构的抗震能力。
结构连接优化	优化结构的连接方式和节点设计，确保构件之间的连接牢固可靠，减小局部受力集中，提高整体稳定性。
抗震措施综合考虑	综合考虑结构的地震响应、工程经济性、施工可行性等因素，选择合适的抗震措施，达到最优设计效果。

4.5 加强抗震防线设置，满足建筑抗震需求

加强抗震防线设置是土木工程结构设计中至关重要的一环。在设计阶段，合理设置抗震防线可以有效地提高建筑结构的抗震性能，从而满足建筑物在地震等自然灾害中的安全需求。这一优化策略涉及到多个方面的考量和实施措施。首先，需要根据地震烈度、土地条件和建筑结构特点等因素，确定适当的抗震防线布置方案。通常，抗震防线可以通过设置墙体、剪力墙、支撑系统等形式来实现。这些防线的设置应当结合建筑物的结构形式和荷载特点，确保其能够有效地承担地震作用，提高结构的整体稳定性和抗震能力。其次，加强抗震防线的设置还需要考虑抗震构件的合理布置和结构的连接方式[4]。通过增加抗震构件的数量和密度，如加固柱、加强梁、设置剪力墙等，可以有效地提高结构的抗震性能。同时，合理设计结构的连接节点，采用可靠的连接方式，能够有效地传递和分散地震荷载，减小结构的应力集中，提

高其抗震承载能力。最后，加强抗震防线设置还需要注重施工质量和监测评估。在施工过程中，应当严格按照设计要求进行施工，并对关键部位进行质量监控和检测。同时，建立健全的抗震监测评估体系，定期对建筑结构进行抗震性能评估和监测，及时发现和解决存在的问题，确保建筑物的长期安全运行。

5 结语

抗震设计在土木工程结构设计中扮演着至关重要的角色，其质量直接关系到建筑物的安全性和稳定性。通过本文的分析可以看出，抗震设计不仅需要考虑结构的整体性和抵抗性，还需要结合实际情况采用合适的设计方法和优化策略。在未来的工程实践中，我们应不断深化对抗震设计原理的理解，结合最新的科学技术和工程经验，进一步提升土木工程结构的抗震性能，确保建筑在地震等自然灾害中能够保持稳定，保护人们的生命和财产安全。同时，也需要加强对抗震设计的研究和应用，促进土木工程领域的健康发展，为我国城市建设和社会发展提供坚实的支撑和保障。

[参考文献]

[1]张科.土木工程结构设计的抗震设计分析[J].建设科技,2023,12(16):74-76.
[2]滕达,孙路,李晓乐.土木工程结构设计中的抗震设计分析[J].住宅与房地产,2021,13(31):130-132.
[3]贺国华.谈土木工程结构设计中的抗震设计要点[J].山西建筑,2019,45(2):32-33.
[4]郑国庆.土木工程结构设计中的抗震问题分析[J].门窗,2019,11(15):137-138.

作者简介：曾文豪（1993.3—），毕业院校：衢州学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：浙江南方建筑设计有限公司，职务：结构工程师，职称级别：工程师。

环境变化对建筑保护的影响与应对策略

万桂花
淮安文物古建筑保护设计院有限公司，江苏 淮安 223001

[摘要]随着全球气候的不断变化，古建筑面临气候极端事件、自然灾害频发以及空气污染等多方面威胁。这些影响直接威胁着建筑的结构稳定性和可持续性，以及居民的生活品质。为了有效应对这些挑战，我们提出了综合性的应对策略。技术性方面，通过采用先进的建筑材料、强化结构设计，以及引入防水技术等手段，可以提高建筑的抗灾能力。管理性方面，建立健全的灾害预警系统、进行定期的维护和检查，以及制定紧急响应计划等，有助于在灾害发生时迅速做出应对。此外，遵循环境保护法规也被认为是一项至关重要的策略，以确保古建筑活动在各个阶段都符合相关法规和标准，从而降低对周围环境的负面影响。通过深入研究这些影响及应对策略，文章旨在为古建筑保护提供全面而实用的指导，以确保古建筑在面对环境变化时能够更好地保护结构、维护功能，并提供更安全、健康的居住环境。

[关键词]环境变化；建筑保护；影响与策略
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12357　　中图分类号：TU259　　文献标识码：A

Impact and Strategy of Environmental Changes on Building Protection

WAN Guihua
Huai'an Cultural Relic and Ancient Architecture Protection Design Institute Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu, 223001, China

Abstract: With the continuous changes in global climate, ancient buildings are facing various threats such as extreme weather events, frequent natural disasters, and air pollution. These impacts directly threaten the structural stability and sustainability of buildings, as well as the quality of life of residents. In order to effectively address these challenges, we have proposed comprehensive response strategies. Technically, the use of advanced building materials, strengthened structural design, and the introduction of waterproofing technology can improve the disaster resistance of buildings. In terms of management, establishing a sound disaster warning system, conducting regular maintenance and inspection, and developing emergency response plans can help to respond quickly in the event of disasters. In addition, complying with environmental protection regulations is also considered a crucial strategy to ensure that environmental protection regulations are followed. Ancient architectural activities comply with relevant regulations and standards at all stages, thereby reducing negative impacts on the surrounding environment. Through in-depth research on these impacts and response strategies, the article aims to provide comprehensive and practical guidance for the protection of ancient buildings, to ensure that they can better protect their structures, maintain their functions, and provide a safer and healthier living environment when facing environmental changes.

Keywords: environmental changes; building protection; impact and strategy

引言

古建筑作为珍贵的文化遗产，承载着丰富的历史文化内涵，然而，随着全球环境的不断变化，它们面临着前所未有的保护挑战。气候变化、空气污染、自然灾害等环境因素不仅对古建筑的物理结构造成直接冲击，还对其文物质地和保存状态带来深远影响。本文将深入探讨环境变化对文物古建筑保护产生的多方面影响，并提出相应的应对策略。通过细致研究和科学应对，我们有望更好地保护这些宝贵的文化遗产，以确保它们能够传承给后代，并在未来的岁月中继续展现其独特的历史价值。

1 文物建筑保护的重要性

文物建筑保护是保护国家、社会和人类文化遗产的至关重要的一环。这不仅关乎着历史记忆的传承，更牵涉到文明的延续和丰富。文物建筑以其独特的历史、艺术和科学价值，成为我们理解过去、塑造未来的珍贵载体。首先，文物建筑承载着丰富的历史信息，是历史长河中的见证者。它们记录着过去的文化、社会、技术以及艺术的发展，为我们提供了借鉴和学习的重要资料。通过文物建筑，我们能够感受到先辈们的智慧和创造力，更好地理解和把握历史脉络。其次，文物建筑具有独特的艺术价值，代表着特定时期的审美观念和建筑风格。这些建筑融合了历史、文化和艺术的精华，是人类创造力的杰作。保护文物建筑不仅是对过去文化传承的尊重，更是对人类精神文明的珍视，有助于激发人们的审美情感，促进文化的繁荣发展。此外，文物建筑在科学领域也具有重要价值。它们不仅为考古学、建筑学等学科提供了实践研究的对象，还为科研人员提供了深入了解古代社会、生活方式、工艺技术等方面的机会。通过对文物建筑的保护和研究，我们能够拓展对人类历史

和文明的认知。因此，文物建筑保护是一项综合性的任务，需要政府、社会和个人的共同努力。只有通过科学的保护手段和广泛的社会参与，我们才能确保这些宝贵的文化遗产得以完整传承，为后代留下丰富而有深度的文明基石。文物建筑的保护工作，不仅是对过去文明的致敬，更是对未来文明的投资。

2 环境变化对文物古建筑保护的影响

2.1 气候变化

气候变化对文物古建筑的保护构成着严峻的挑战。随着全球气温升高、极端天气事件频发，文物古建筑所处的环境也面临着前所未有的压力。首先，气温上升可能导致文物古建筑材料的老化和腐蚀。高温和长时间的曝晒可能使建筑材料失去原有的韧性和稳定性，增加了其脆弱性，加速了石材、木材等材料的劣化过程。这对于保存在野外的文物古建筑来说，尤为严峻，因为它们无法像博物馆内的文物一样得到精心的环境控制。其次，气候变化引发的极端天气事件，如强风、暴雨、洪涝等，也对文物古建筑的结构稳定和外观保存构成了威胁。强烈的风暴可能导致建筑物外墙、屋顶等部分的损坏，而剧烈的降雨则可能引发水患，加速建筑物的腐蚀和破坏[1]。此外，气候变化还可能导致一些地区性的环境问题，如沙尘暴、干旱等，这些因素都会直接影响到文物古建筑的保存状况。沙尘暴可能使建筑表面沉积大量尘土，磨损建筑外观，而干旱则可能导致土壤龟裂，加剧建筑地基的沉降问题。

2.2 空气污染

首先，空气污染中的颗粒物和有害气体可能对文物古建筑的材料产生腐蚀作用。例如，硫化物、氮氧化物等大气污染物质能够与建筑材料中的石灰岩、大理石等发生化学反应，形成溶解性的盐类，导致建筑物表面的腐蚀和破坏。这对于历史悠久的文物古建筑来说，可能加速其材料老化过程，影响其长期的保存状况。

其次，空气污染还可能导致文物古建筑的表面沉积大量尘土，降低其外观的清晰度和光泽度。沉积在建筑表面的颗粒物不仅影响建筑的美观，同时也可能形成污垢层，保护建筑表面的材料不受进一步的腐蚀。此外，空气污染也可能对文物古建筑的生态环境产生负面影响。一些污染物质在大气中沉降，可能对周围的植被、土壤产生不良影响，间接影响到文物古建筑周边的生态平衡，进而影响到文物的长期保护。

2.3 自然灾害

文物古建筑常常位于自然环境脆弱的地区，包括地震多发区、风灾频发区、洪涝易发区等，因此更容易受到自然灾害的侵害。首先，地震是对文物古建筑威胁最大的自然灾害之一。地震的震源振动会对建筑结构造成巨大冲击，导致裂缝、倾斜，甚至倒塌。这对于历史悠久、结构较为脆弱的文物古建筑来说，是一种严重的威胁，可能导致不可逆的损害。其次，风灾如台风、龙卷风等也常常影响文物古建筑的保护。强风可能导致建筑外墙、屋顶的损坏，特别是对于高耸的建筑来说，更容易受到风力的影响，增加了倒塌的风险。洪涝是另一个自然灾害因素，尤其对于位于洪水易发区的文物古建筑。洪水可能淹没建筑底部，导致地基沉降、墙体受损，甚至导致建筑整体倒塌。水分的侵入也可能引发建筑内部材料的腐蚀和老化。

3 环境变化对文物古建筑保护的应对策略

3.1 技术性策略

3.1.1 防水技术

在应对环境变化对文物古建筑保护的挑战时，采用技术性策略中的防水技术是至关重要的一项措施。这主要是为了有效应对降雨、洪涝等自然灾害带来的水分侵害，从而减缓文物古建筑的老化和损害过程。首先，防水技术的应用包括对文物古建筑表面的防水处理。这可以通过选用高效的防水涂料或防水剂，形成一层保护膜，有效防止雨水渗透到建筑物内部。这一技术手段能够减少水分对建筑材料的侵蚀，降低湿度对文物的不良影响。其次，对文物古建筑的基础和墙体进行防水处理也是一项关键的技术性策略。采用防水材料，如橡胶防水卷材、防水混凝土等，对建筑的关键部位进行防水层设置，阻隔地下水、雨水的渗透，保护建筑结构免受水分侵害。另外，防水技术还可以通过改善排水系统，确保雨水迅速排除，减少在文物古建筑表面停留的时间，从而降低水分对建筑的侵害风险。这可能包括改善雨水排水系统、修复排水沟渠等措施，以确保雨水迅速流失。

3.1.2 结构加固

首先，基础加固是结构加固的重要方面。通过采用现代建筑技术，对文物古建筑的基础进行强化和改进，以增加基础的稳定性和抗震能力。这可以包括基础加固材料的选择、深基坑技术的应用等手段，确保建筑的基础能够更好地承受外部环境的影响。其次，对建筑的梁柱结构进行加固也是关键的一步。通过在梁柱节点处加设钢筋、采用高强度材料等方式，提高建筑整体的抗震和抗风能力，确保在极端气象事件发生时建筑能够稳固地屹立。此外，对墙体、屋顶等部位进行加固也是常见的策略。通过使用加固材料、增加支撑结构等手段，提高建筑各部位的承载能力，增强其对外界环境的适应性。结构加固需要综合考虑文物古建筑的历史特点和文化价值，采用科学合理的技术手段，确保在保护建筑结构的同时不破坏其原有的历史风貌。

3.1.3 空气质量控制

古建筑物和文物往往处于特定的环境中，而空气中的污染物可能对它们造成严重的危害。因此，通过科学有效

的空气质量控制，可以最大程度地减缓或避免文物古建筑的损害。首先，污染源控制是关键的一环。通过细致的环境调查，找出周围可能的污染源，采取措施减少或阻断这些污染源对空气质量的影响。例如，限制周围工业排放、优化交通组织，都有助于减少有害物质的释放。其次，建立健全的空气监测系统也是必要的[2]。通过实时监测空气中的气体、颗粒物等污染物浓度，可以及时了解环境状况，为采取相应的控制和防护措施提供科学依据。另外，在古建筑周围建设防护设施，如围墙、绿化带等，可以有效减少外部污染物的侵入，保护文物的安全。最后，应用先进的空气净化技术，对室内空气进行净化处理，维持良好的室内环境。这可以通过空气净化设备、合适的通风系统等手段实现。

3.2 管理性策略

3.2.1 灾害预警系统

在文物古建筑保护的管理性策略中，灾害预警系统是一项非常重要的措施。环境变化、自然灾害等不可预测的因素对文物古建筑造成潜在威胁，因此建立有效的灾害预警系统是保护文物的关键步骤。首先，灾害预警系统需要结合当地的气象、地质等监测数据，通过实时监测环境变化，及时发现可能对文物古建筑产生不利影响的因素。例如，气象数据可以提供台风、暴雨等极端天气的信息，而地质数据可以用于预测可能的地质灾害。其次，建立完善的预警机制。一旦监测数据发现异常，系统应能够及时发出预警信号，通知相关管理人员和工作人员采取紧急措施，保障文物古建筑的安全。此外，预警系统还需要具备信息传递的能力，确保预警信息能够及时、准确地传达给相关责任人员。这可以通过建立紧急通讯渠道、使用现代通讯技术等手段来实现。

3.2.2 定期维护和检查

首先，定期维护是确保文物古建筑物理结构稳固的基础。通过定期对建筑的墙体、屋顶、基础等部分进行检修、修缮，及时处理石材、木材等构件的老化和破损问题，可以有效防止建筑结构的进一步损坏，延长其使用寿命。其次，定期检查有助于及时发现潜在问题。通过定期的建筑物巡查，可以发现一些隐蔽的问题，如裂缝、渗漏、虫害等。在问题尚未显著影响文物古建筑的情况下，通过及时处理，可以避免问题扩大化，降低修复成本。此外，定期维护和检查工作需要结合先进的科技手段，如激光扫描、红外线测温等技术，对文物古建筑的结构和材料进行更为精准的监测，提高检测的准确性和效率。

3.2.3 紧急响应计划

首先，建立紧急响应计划的过程需要深入分析文物古建筑所面临的各种可能的灾害，包括自然灾害（如地震、风暴、火灾）、人为破坏、盗窃等，制定相应的响应方案。在面对突发事件时，这样的计划可以提供明确的行动指南，确保保护人员和相关机构迅速做出反应。其次，紧急响应计划需要考虑到不同类型灾害的特殊性。例如，在地震发生时，计划可能包括人员疏散、建筑结构检查、损失评估等方面的具体措施；而在火灾情况下，则需要规定灭火措施、文物转移方式等应对方案。此外，紧急响应计划需要经常性地进行演练和更新，以确保其在实际应急情况下的实用性和有效性。演练可以帮助保护人员熟悉应急程序，提高应对突发事件的应变能力[3]。最后，紧急响应计划的建立应是多方参与的过程，涵盖文物管理机构、保护人员、当地政府等各方，形成一个紧密的合作体系，以协同行动、共同应对文物古建筑遇到的各种危机。通过制定和执行紧急响应计划，可以在突发情况下更加迅速、有序地采取行动，最大程度地减少文物古建筑所面临的潜在损害，确保其长期保存。

3.3 环境保护法规遵从

环境保护法规的遵从是文物古建筑保护中的一项重要策略，通过遵守相关法规，可以有效减轻环境变化对文物古建筑的不利影响，促进其可持续保护。首先，合规遵从环境保护法规可以降低文物古建筑面临的环境风险。法规通常规定了建筑工地、周边环境等区域的环境保护要求，包括噪音、粉尘、废水等的排放标准。文物古建筑周边环境的污染对其长期保存造成威胁，而遵循相关法规可以最大程度地降低这些威胁。其次，合规遵从有助于推动环境友好型的文物保护工程。环保法规的遵从促使文物保护工程采用更为环保的材料和技术，降低了对周边环境的影响。例如，选择符合法规要求的建筑材料，采用低污染的施工方法等，有助于维护文物古建筑的原始状态。此外，合规遵从法规还能促使文物保护单位主动参与环境治理。通过配合环境保护法规的要求，文物古建筑管理单位可以发挥积极作用，参与周边环境的整治和保护，共同推动区域环境的改善。最后，合规遵从法规可以增强文物古建筑管理者的社会责任感。文物古建筑作为文化遗产，其保护责任不仅仅局限于建筑本身，还应当扩展到周边环境。遵从环境保护法规体现了管理者对于环境的关切，更好地履行了对文物保护的社会责任。

4 结语

在世界范围内，文物古建筑代表着人类历史、文化的瑰宝，然而，随着环境的不断变化，这些珍贵的文化遗产也面临前所未有的威胁。本文旨在深入研究环境变化对文物古建筑的影响，并提出相应的应对策略，以期为其保护和传承提供更为全面和科学的方法。环境变化对文物古建筑的影响多方面而深刻，包括气候变化、空气污染、自然灾害等因素的作用。这些影响不仅对建筑物的物理结构产生直接威胁，更影响了文物质地和保存状况。在这一背景下，我们必须认识到，文物古建筑的保护工作既需要高度的科学性，也需要跨学科的综合性研究。针对环境变化对

文物古建筑的影响，提出了一系列的应对策略，涉及技术性、管理性、和法规遵从等方面。这些策略的制定和实施需要不仅依赖于专业领域的专家学者，更需要社会各界的广泛参与，以形成合力，共同致力于文物古建筑的保护事业。在未来的工作中，我们需要不断加强对环境变化与文物古建筑保护关系的深入研究，结合新的科技手段，不断完善应对策略。同时，加强国际合作，推动全球范围内的文物保护工作，共同守护这一世界文化遗产的瑰宝。通过共同的努力，我们有望在环境变化的冲击下，为文物古建筑的永久保存和传承开辟更加坚实和可持续的道路，以确保后代子孙能够继续领略和体验这些古老建筑背后的历史文化底蕴。

[参考文献]

[1]周晓琳.基于光环境优化的可变建筑表皮参数化设计方法研究[D].福建:厦门大学,2019.
[2]林柏楠,忽文婷.社会环境变化对建筑形态的影响——以北京南锣鼓巷福祥胡同四合院为例[J].城市住宅,2021,28(5):116-118.
[3]蔡美静.基于复杂建筑结构和行走环境变化的行人流动力学建模及复杂性研究[D].广西:广西师范大学,2016.

作者简介：万桂花（1983.1—），女，单位名称：淮安文物古建筑保护设计院有限公司。

高压架空线路施工故障与预防技术探讨

王 臣 陈雪怡 王庆灏
北京电力工程有限公司，北京 100070

[摘要]随着经济的快速发展和城市化进程的加快，对电力的需求不断增加，而高压架空线路作为主要的电力输送方式，承担着巨大的供电压力，受地理环境、气候条件、人为因素等多种影响，高压架空线路在施工和运行中面临诸多挑战。例如，架空线路可能面临着短路、塔杆倒塌、雷击、温度过高或过低以及外部因素干扰等各种故障风险，这些故障可能对电力系统的稳定运行造成严重影响。为了确保电力系统的安全稳定运行，预防高压架空线路施工故障尤为重要。因此，深入研究各种故障的成因及相应的预防技术，对提高电力系统的可靠性、降低运行风险具有重要意义。

[关键词]高压架空线路；施工故障；预防技术
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12347 中图分类号：TM752 文献标识码：A

Discussion on Construction Faults and Preventive Technology for High Voltage Overhead Lines

WANG Chen, CHEN Xueyi, WANG Qinghao
Beijing Electric Power Engineering Co., Ltd., Beijing, 100070, China

Abstract: With the rapid development of the economy and the acceleration of urbanization, the demand for electricity continues to increase. As the main mode of power transmission, high-voltage overhead lines bear enormous power supply pressure and are affected by various factors such as geographical environment, climate conditions, and human factors. High voltage overhead lines face many challenges in construction and operation. For example, overhead lines may face various fault risks such as short circuits, tower collapse, lightning strikes, high or low temperatures, and external interference. These faults may have a serious impact on the stable operation of the power system. In order to ensure the safe and stable operation of the power system, it is particularly important to prevent construction faults of high-voltage overhead lines. Therefore, in-depth research on the causes of various faults and corresponding preventive technology is of great significance for improving the reliability of power systems and reducing operational risks.

Keywords: high-voltage overhead lines; construction faults; preventive technology

引言

高压架空线路作为电力系统的重要组成部分，在电力输送中扮演着至关重要的角色，但是在施工和运行过程中，常常面临各种故障和安全隐患，可能导致供电中断、设备损坏甚至人员伤亡等严重后果。因此，对高压架空线路施工故障的预防技术进行深入探讨，具有重要的理论和实践意义。

1 高压架空线路概述

高压架空线路是电力输电系统中常见的一种形式，通常用于输送高压电能。主要由输电线路、绝缘子、杆塔等组成。在电力输送过程中，高压架空线路扮演着至关重要的角色，它连接着发电厂与用户，是电力能量的主要传输通道之一。高压架空线路的设计和施工需要考虑多方面因素，如地形地貌、气候条件等，以确保其稳定运行和安全输送电能。因此，对高压架空线路的概述不仅涉及其基本结构和功能，还需考虑其在电力系统中的重要性以及在实际运行中的应用场景。

2 高压架空线路施工的主要故障

2.1 短路故障

短路故障是高压架空线路施工过程中常见的故障之一，指的是电路中两个或多个电气回路之间发生直接接触，导致电流绕过正常路径直接流通的现象。这种故障可能由多种原因引起，包括线路设备故障、外部物体侵入、绝缘子损坏等。短路故障可能导致电力系统的严重损坏和安全隐患，例如电路设备损坏、设备烧毁、供电中断甚至火灾等。因此，在高压架空线路的施工过程中，对于短路故障的预防至关重要。采取有效的预防措施，如严格的施工标准、设备质量检查、绝缘子保护、定期巡检和维护等，可以有效降低短路故障的发生率，确保高压架空线路的安全稳定运行。

2.2 塔杆故障

塔杆故障是高压架空线路施工过程中常见的问题之一，指的是输电线路所使用的支撑塔杆出现的各种故障情况，这些故障可能包括塔杆倒塌、杆身断裂、基础失稳等。造成塔杆故障的原因多种多样，包括自然因素如风力、地质条件不良，以及施工质量、设计不合理等人为因素。塔杆故障的发生可能导致电力线路的中断、设备损坏甚至人员伤亡，给电力系统带来严重的安全隐患和经济损失。因此，在高压架空线路的施工过程中，必须严格控制塔杆质量、合理选择杆塔位置、采用适当的支撑结构和加固措施，并严格按照设计要求进行施工和监测，以确保塔杆的稳定

性和安全性。同时，定期检查和维护塔杆，及时发现并解决潜在问题，也是预防塔杆故障的重要措施。

2.3 雷击故障

雷击故障是高压架空线路施工和运行中常见的问题之一，指的是由雷电产生的电荷放电而引起的线路设备损坏或运行中断的现象。雷击故障可能导致线路设备的击穿、绝缘子的损坏、导线的融化等严重后果，甚至可能引发火灾或爆炸。雷击故障的发生与所处地区的气候条件、地形地貌、线路的高度、材料等因素密切相关。通常在雷电频发地区或雷暴季节，特别需要加强对于雷击故障的预防和防护措施，这包括采用防雷设备、增强绝缘子的绝缘性能、加强对于高危部位的监测和维护等手段。此外，针对已经发生的雷击故障，需要及时进行检修和更换受损设备，以确保线路的安全稳定运行。

2.4 温度故障

温度故障是高压架空线路施工和运行中常见的问题之一，通常指的是由于环境温度过高或过低导致的线路设备损坏或运行异常的现象。高温环境下，线路设备可能出现过载、绝缘子老化、导线松动等问题，甚至导致线路设备的热融化或短路，对电力系统的安全稳定运行造成严重影响。相反，在低温环境下，线路设备可能受到冻裂、绝缘子破损等问题的影响，同样会引发线路的故障和事故。因此，对于温度故障的预防至关重要。

2.5 外部故障

外部故障是高压架空线路施工和运行中常见的问题之一，指的是由外部因素引起的线路设备损坏或运行异常的情况。这些外部因素可能包括树木、动物、人为破坏等[1]。树木可能会在风力较大时倾斜或折断，导致与线路设备接触，从而引发短路或设备损坏。动物如鸟类、啮齿动物等也可能在线路设备上停留或啮咬，造成设备故障或绝缘子破损。另外，人为破坏也是外部故障的常见原因，例如非法爬塔、盗窃线路设备等行为都可能导致线路运行中断或损坏。

3 高压架空线路施工故障的有效预防技术

3.1 预防倒塔技术

预防倒塔技术是在高压架空线路施工中采取的重要措施之一，旨在有效防止输电塔杆的倒塌，保障线路的安全稳定运行。倒塔可能导致严重的安全事故，造成供电中断、设备损坏甚至人员伤亡，因此预防倒塔技术至关重要。首先，合理的设计和选址是预防倒塔的重要前提，在设计阶段需要考虑到地质条件、地形地貌、气候环境等因素，选择适合的塔位并确保塔杆的承载能力和稳定性。其次，施工过程中需要严格控制质量，确保塔杆的稳固安装，这包括使用优质的材料、合理的施工工艺、严格的施工标准等。另外，为了增强塔杆的稳定性可以采取加固措施，如加设钢丝绳、增加锚固点等。在施工完成后，还需要定期进行巡检和维护，及时发现并处理可能导致倒塔的隐患，这包括检查塔杆的松动、裂纹、腐蚀等情况，以及周围环境的变化对塔杆稳定性的影响。同时，加强对于气象条件的监测，及时采取应对措施，如加固塔杆、减载等，以应对恶劣天气条件可能带来的影响。

3.2 预防线路短路技术

预防线路短路技术是在高压架空线路施工和运行中采取的关键措施之一，目的是有效预防线路发生短路故障，确保电力系统的安全稳定运行。线路短路故障可能由多种原因引起，包括设备故障、外部因素侵入，以及施工质量等因素。首先，采用高质量的设备和材料是预防线路短路的关键，在线路设计和采购过程中，应选择经过严格测试和认证的设备，确保其符合相关标准和规范要求。同时，设备安装过程中需要严格按照施工要求进行，确保设备的正常运行和接线的可靠性。其次，加强线路的绝缘保护是预防短路的重要手段，采用高强度、耐压的绝缘子，并合理设置绝缘子串，以提高线路的绝缘水平。此外，定期对线路进行绝缘检测和维护，及时清除绝缘子表面的污物和积尘，确保绝缘子的正常工作。另外，对于高风险区域可以采取额外的防护措施，如设置防雷装置、安装绝缘罩等，以防止外部因素引发线路短路故障。此外，加强对线路周围环境的管理，如清除周围的杂草和枝叶、设置警示标志等，也可以有效减少外部因素对线路的影响。

3.3 预防雷击技术

预防雷击技术是针对高压架空线路施工和运行过程中遭受雷击带来的潜在风险采取的关键措施。雷击可能导致线路设备损坏、绝缘子击穿、供电中断等严重后果，因此，预防雷击技术的实施至关重要。首先，合理的设计和选择防雷设备是预防雷击的关键，在线路设计阶段，应考虑雷电频发地区的气象条件和地形特点选择合适的防雷措施，常见的防雷设备包括避雷针、防雷线、接地装置等。这些设备能够吸收或分散雷电的能量，降低雷击造成的危害。其次，定期检查和维护防雷设备是预防雷击的重要环节，及时发现和处理防雷设备的老化、损坏或失效情况，确保其正常运行和有效防护作用。此外，对于防雷设备的接地系统，要保持良好的导电性，确保雷电能够有效地通过接地系统排放到地面。另外，加强对于线路周围环境的监测和预警，也是预防雷击技术的重要措施，通过气象监测系统，及时获取雷电活动的信息，采取相应的预防措施，如暂停施工、降低设备负载等，减少雷击可能带来的危害。

3.4 预防外力故障

预防外力故障是高压架空线路施工和运行过程中的重要任务之一，外力故障通常指的是由外部因素引起的线路设备损坏或运行中断的情况，例如树木倒塌、动物触碰、人为破坏等[2]。首先，合理的线路设计是预防外力故障的关键，在设计阶段需要考虑到线路所处地区的环境特点，

如风力等级、树木分布情况等，选择合适的线路走向和杆塔位置，以减少外力对线路的影响。其次，加强对线路周围环境的管理和维护是预防外力故障的重要措施之一，这包括定期清理线路周围的树木、灌木和其他植被，确保其不会对线路设备产生影响。同时，加强对线路设备的监测和维护，及时发现并处理可能引发外力故障的隐患，如杆塔倾斜、绝缘子破损等。另外，加强对外部因素的监测和预警，也是预防外力故障的重要手段。通过气象监测系统、巡检等方式，及时获取外部因素变化的信息，采取相应的预防措施，如加固杆塔、设置防护措施等，以降低外力故障的发生概率。

3.5 预防温度故障

为了预防温度故障，首先需要根据当地气候条件和环境特点，合理设计和选取线路设备，在高温地区可以选择耐高温材料加强散热设计，以降低线路设备的温度；而在低温地区，应选用耐寒材料采取保温措施，防止线路设备受到冷冻损坏。其次，定期对线路设备进行检查和维护，及时发现并处理温度故障的隐患。这包括检查设备的工作状态、松动、老化情况，以及周围环境对设备的影响等。在高温季节，可以采取降温措施，如增加散热设备、减少负载运行等；在低温季节，可以加强设备的保温措施，确保设备正常运行。另外，加强对环境温度变化的监测和预警，也是预防温度故障的重要手段，通过气象监测系统及时获取温度变化的信息采取相应的应对措施，如暂停施工、调整负载等，减少温度故障可能带来的危害。

3.6 检修技术

检修技术在高压架空线路的运行和维护中起着至关重要的作用。它涉及到对线路设备的定期检查、维护和修复，以确保线路设备处于良好的运行状态，提高线路的可靠性和安全性。首先，检修技术包括定期的检查和维护工作，这些工作通常包括对线路设备的外观检查、运行状态监测、绝缘子、导线、杆塔等的检查，以及对环境条件的评估等，通过定期检查，可以及时发现线路设备的潜在问题，如松动、腐蚀、老化等，并采取相应的维修措施防止故障的发生。其次，检修技术还包括对线路设备的预防性维护，这种维护工作不仅包括定期的检查，还包括对设备的清洁、润滑、调整、更换等工作，以延长设备的使用寿命，提高其性能和可靠性[3]。例如，可以定期清理绝缘子表面的污垢，加强对导线的调整和固定，保证设备的正常运行。另外，检修技术也包括对线路设备故障的紧急修复工作，一旦发生线路故障，需要及时派出维修人员进行现场处理，尽快恢复线路的正常运行，这可能涉及到更换损坏的设备、修复断线、清理现场等工作，需要具备丰富的技术经验和操作技能。

3.7 监测与维护技术

监测与维护技术在高压架空线路的管理中具有重要作用，它涵盖了对线路设备的实时监测、数据分析以及针对性的维护措施，这项技术有助于及时发现线路设备的异常情况，并采取预防性的维护措施，以保障线路的稳定运行和安全性。首先，监测技术涉及到对线路设备的实时监测和数据采集，通过安装各类传感器和监测装置，可以实时监测线路设备的运行状态、温度、电流、电压等参数，并将数据传输至监测中心进行实时分析和处理。这样的监测系统可以帮助运维人员及时了解线路设备的运行情况，发现潜在故障隐患，以便采取及时的维护措施。其次，监测技术还包括对监测数据的分析和处理，监测中心可以通过对数据的分析，识别出线路设备的异常情况和趋势，预测可能出现的故障，并根据数据分析结果制定相应的维护计划。这种数据驱动的维护方式可以帮助运维人员更加科学地制定维护策略，提高维护效率和准确性。另外，维护技术涉及到根据监测数据和分析结果，采取针对性的维护措施，这包括对线路设备的定期维护、保养和检修，以及针对性的故障排除和修复工作。通过及时有效的维护措施，可以延长线路设备的使用寿命降低故障率，保障线路的可靠运行。

4 结语

在高压架空线路施工故障与预防技术的探讨中，我们深入研究了各种常见的施工故障以及相应的预防技术。从短路故障、塔杆故障、雷击故障、温度故障到外部故障，我们了解到了这些问题可能对线路安全稳定运行带来的威胁。针对这些问题，我们提出了一系列有效的预防技术，包括预防倒塔技术、预防线路短路技术、预防雷击技术、预防外力故障技术、预防温度故障技术、检修技术以及监测与维护技术。通过对这些预防技术的探讨，我们认识到在高压架空线路的设计、施工和运行过程中，预防措施至关重要。合理的设计、严格的施工标准、定期的维护检修以及科学的监测技术，都是确保线路安全运行的重要保障。同时，我们也应认识到，高压架空线路的安全稳定运行不仅仅是技术问题，更需要各方的合作与配合，包括政府、企业、监管部门和社会公众的共同努力。

[参考文献]

[1]刘杰.高压架空线路施工故障与预防技术探讨[J].中国设备工程,2019(9):62-64.
[2]刘威,王满,姚攀.500 kV 超高压架空线路施工故障与预防技术[J].通信电源技术,2018,35(6):11-12.
[3]周杰.高压架空线路故障原因与防雷措施[J].山东工业技术,2018(13):160.

作者简介：王臣（1996.12—），男，毕业院校：北京信息科技大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：北京电力工程有限公司，职务：项目技术员，职称级别：助理工程师。

关于机床电气设计标准化的感想

刘亚靖
北京精雕科技集团有限公司，北京 102300

[摘要]伴随着机床行业发展，性能不断升级优化，制造标准不断提升，为满足多类型、高质量的工业自动化制造需求，对数控机床电气控制进行标准化研究。随着本公司的发展壮大，机床种类越来越多，为提高企业竞争力，标准化应用日益成为企业内部声音，是提效降本的有力措施。本文从电气设计流程出发，通过电气控制模型重新明确机床的运动轴和运动方向，并给出 XT2 转接板的点位分布的规范化方案，有助于更加直接地了解机床加工的运动方式，然后阐述项目的位置面、功能面和产品面，同时给出三级 BOM 模块化模型，最后对机床设计的标准化工作进行展望，意在给机床电气设计标准化提供思路，提高电气设计水平。

[关键词]电气设计流程；电气控制模型；信号命名规则；标准化
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12342　　中图分类号：TG659　　文献标识码：A

Reflections on the Standardization of Electrical Design for Machine Tools

LIU Yajing
Beijing Jingdiao Technology Group Co., Ltd., Beijing, 102300, China

Abstract: With the development of the machine tool industry, performance is constantly upgrading and optimizing, and manufacturing standards are constantly improving. In order to meet the needs of various types and high-quality industrial automation manufacturing, standardization research is being carried out on the electrical control of CNC machine tools. With the growth and expansion of our company, there are more and more types of machine tools. In order to improve the competitiveness of the enterprise, standardized application is becoming an internal voice of the enterprise, which is a powerful measure to improve efficiency and reduce costs. Starting from the electrical design process, this article redefines the motion axis and direction of the machine tool through an electrical control model, and provides a standardized solution for the point distribution of the XT2 adapter plate, which helps to have a more direct understanding of the motion mode of machine tool processing. Then, it elaborates on the position plane, functional plane, and product plane of the project, and provides a three-level BOM modular model. Finally, it looks forward to the standardization work of machine tool design, aiming to provide ideas for the standardization of machine tool electrical design and improve the level of electrical design.

Keywords: electrical design process; electrical control model; signal naming rules; standardization

数控机床是工业发展的母机，在制造和使用过程中充满危险，而机床电气设计是保障机床安全操运行的重要基石，而电气设计就像遍布机床整身的毛细血管一样，而机床机电设计标准化既可以提高机床的安全性，又可以提高电气设计水平，使得机床性能进一步得以提高，更主要的是可以提效降本，使得在市场中保持优势竞争力。机床电气设计标准化工作之所以繁琐且有难度，归根到底还是因为设计规则不明确。因本公司电气设计的历史问题，最初并没有按照标准设计，加之多类型、高质量的工业自动化制造需求，导致设计多样性，随之规则也就越来越杂乱，现在想从源头解决就比较困难。本文是为了给机床相关工作者提供电气设计标准化的思路，共同为标准化工作作出贡献。

1 电气设计流程

公司想在业内提高影响力，首先要对齐标准，尽可能地对齐并高于国际标准、国内标准和行业标准，其次要制定高于国标的企业标准，真正的通过电气设计标准化来提高机床安全性能，进一步提高本公司的市场影响力。

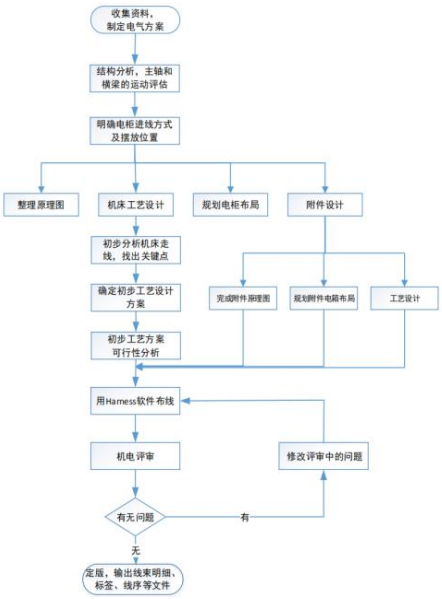


图 1　电气设计流程图

2 机床电气控制模型

2.1 机床电气控制模型

机床加工实际就是主轴带动刀具，刀具和工件之间相互作用。对于不熟悉或刚接触机床者来说，想要快速上手进行设计，就需要清楚基础层的控制关系，即机床电气控制模型，以控制伺服刀库为例，如下图 2 所示。

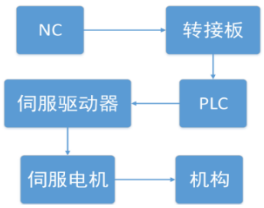


图 2　机床电气控制模型

当前，精雕高速机配置的多款换刀机构，主要包括全圆盘伺服刀库、精机刀库+精机机械臂结构、集成式换刀机构等，考虑到换刀机构使用的伺服电机数量较多，就需要明确什么是运动轴，对运动轴做出相关的命名规范。自动换刀装置的形式是多种多样的，主要的组成部分是刀库、机械手和驱动机构等，虽然换刀过程、选刀方式、刀库结构、机械手类型等各不相同，但都是在数控装置及可编程控制器控制下，由电动机或液压或气动机构驱动刀库和机械手实现刀具的选择与交换。机床主轴指的是机床上带动工件或刀具旋转的轴。机床主轴是一个组件，它包括电主轴、冷却机构、内置编码器、换刀机构（气动或液压）。以下是对运动轴和运动方向做的相关定义。

（1）运动轴。参考机床坐标系命名自动换刀装置的运动轴，主轴作为参照对象，即主轴夹持的刀具作为参考点，与主轴直接进行刀具交换的装置称为换刀机械手（或者机械臂），储存加工中所需要的各种刀具的装置称为刀库，刀库与机械臂之间传送刀具的装置称为传送机构。个别自动换刀装置传送的是刀库或者机械臂，仍称为传送机构。

（2）方向。传送机构靠近主轴的方向为正向，远离主轴的方向为负向。那么，传送机构正限位即为传送机构正向运动极限位置，同理可知传送机构负限位。

2.2 XT2 点位分配方案

XT2 是刀库信号转接端子排，随着机床性能复杂程度增加，刀库种类随之增多，需要转接的刀库信号也就增多，因为没有明确的设计规则约束，使信号转接板的点位分布各不相同，最终会影响设计效率，为减少设计过程的出错率，提高设计流程的效率，故规范 XT2 点位分配。XT2 端子排与自动换刀装置的传感器的对应关系如下图 3 所示。设计师在选用信号转接端子时，其遵循的规则如下：

（1）在选用端子排位数时，应遵循避免浪费的原则，针对不同位数的端子排，一般默认最后两位用作急停。

（2）图 4 中分为 20 个点位和 10 个点位，其中 4、5、6 点位和 7、8、9 点位是“复用”点位。

例如：在 20 个点位分布中，4、5、6 点位可用作机械臂原点和刀具检测，当 4、5、6 点位用于机械臂原点时，那么 7、8、9 点位用于刀具检测；当 4、5、6 点位用于刀具检测时，那么 7、8、9 点位用于刀柄检测，其中优先用 7、8 点位，9 点位留作备用。

（3）当 20 个点位端子排不能满足设计师需求时，可选择包含更多点位的端子排，遵循不改变原端子排点位分布的原则，优先将备用点位用于新增项。

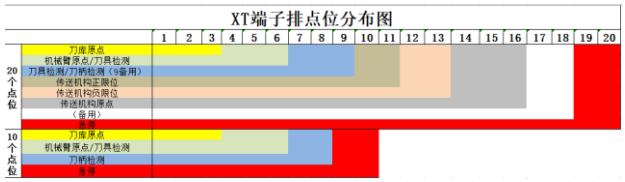


图 3　XT2 端子排点位分布图

3 三级明细

3.1 位置面、功能面和产品面

通过对 GB 5094 的解读，形成“项目”的概念，并提高对目前 EPLAN 中项目的分类以及命名代号的认识，从产品面、位置面、功能面是剖析一个项目的重要手段，这三个面贯穿在机床电气设计的始终，以下是对这三个面的定义。

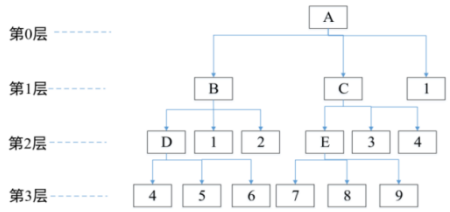
对 GB 5094 的解读形成“项目”的概念，更重要的是知道从产品面、位置面、功能面剖析一个项目，并对目前 EPLAN 中项目的分类以及命名代号有了认识。

位置面结构以系统的位置布局或系统所在环境为基础，意在说明构成系统的产品实际处于何位置，在位置面结构中，位置可以连续分解。功能面结构以用途为基础，意在说明该部分设备的功能与其他电气设备的相互作用，系统的功能可分解为若干子功能，正是这些子功能共同完成预期的用途。产品面结构以系统使用中间产品或成品的方式为基础，意在说明它周围的结构。

3.2 模块化

模块化是标准化的高级形式。模块化的主要方法是分解与组合，主体思想是先分后合。机构模块化设计可以降低错误率，提高设计效率和实际作业标准化程度，节省项目成本。

机床的物料明细表是不可或缺的配套文件，将机床转接盒物料作为一个项目，转接盒的 BOM 主要有机床线束组、转接盒外购物料组、其他补充物料组成，需要以 BOM 组件体现，为方便后面的升级管理，有必要采用产品面、位置面和功能面来剖析此项目，同时结合模块化的方式进行分解和组合。下图 4 是三级 BOM 的分层原则，总之分层原则是：组件—部件—零件，如下图所示。采用三级 BOM 可以使得工作简单化，模块化。



A 为主组件；B、C、D 和 E 为分组件；1、2、3 等为零件；B、C、D、E 用单层明细表规定；

图 4　三级 BOM 的分层原则

4 信号命名规则

以规范机床端信号名称为目的，便于识别理解，符合习惯用法，杜绝名称口语化，避免出现名称歧义等现象，信号名称一般采用文字、数字、字母以及特殊字符的组合，它表明该信号的功能，尽量使用技术人员容易理解的标准化术语和英文缩写，如有必要可添加备注说明。

4.1 主语（产品面）＋功能

主语（产品面）＋功能，这里定义的主语是产品面的名词，某些相关联的信号名称需要通过位置面区分的，可以在主语前加位置面，以简明扼要为前提，没必要加位置面的可省略。简单来说就是什么东西做了什么事情，前后主语保持一致。

表 1 “主语（产品面）＋功能”的命名格式

信号名称	位置面	产品面主语	功能	备注
X 轴原点	/	X 轴	原点	无位置面，无“控制”二字
刀套状态检测	/	刀套	状态检测	
测头低电压报警	/	测头	低电压报警	
对刀仪区域检测	/	对刀仪	区域检测	
润滑泵液位报警	/	润滑泵	液位报警	此处增加“泵”字
磨削对刀仪触发	/	磨削对刀仪	触发	去掉“信号”两字
治具松开压力检测		治具	松开压力检测	
前安全门锁检测 1	/	前安全门锁	检测 1	“前安全门锁”以及“检测 1”的定义
转台正压密封	/	转台	正压密封	
刮板排屑器反转	/	刮板排屑器	反转	
机床排屑器正转	机床	排屑器	正转	去掉“控制”两字有没有必要留位置面请斟酌

为更清楚地理解该命名的规范要求，按照“主语（产品面）＋功能”的格式，上表 1 列出部分信号名称的组成，意在更详细地阐述此命名规则。

4.2 功能面名词

根据公司已定义的《机床配置功能名称及内容规范手册》，同时结合附件产品定义的名词，以及机床端少量配套的功能，直接套用现有功能面名词来命名，为避免名称过长，此名词不增加位置面的信息。例如切削冷却泵、中空增压泵、油雾分离，均是符合此规则的名称，如下表 2 所示为列举的符合此规则的部分信号名称。

表 2 部分功能面名词

序号	信号名称	属性
1	切削冷却泵	功能面名词
2	污水泵	
3	油水分离	
4	油雾分离	
5	冲洗泵	
6	中空增压泵	
7	供液泵	
8	喷淋泵	

4.3 习惯用法

因历史原因以及设计习惯，还有少量信号名称不符合以上两种命名规则，那么就需按照习惯用法统一名称，保证信号名称唯一对应，通俗易懂，避免歧义，符合精雕产品的特征。无产品面主语的习惯用法包括：正压密封、清洁刀柄吹气、微雾分离压差检测等。

以上是信号名称的三种命名规则，还需根据实际情况对应规则，在整体上进行定义。

5 展望

为进一步提高机床电气设备的质量，高水平的标准是机床行业需要，机床稳定的重要基础是高水平的电气设计。对于电气设计来说，标准化包含 2 方面的内容：其一是所设计的工程项目要遵循或符合国家/国际标准，遵守企业标准。只有遵循了这些标准或规范，可以降低错误率，减少歧义。其二是企业内部的标准化，设计方法和流程一致，图纸的风格相同，还包括合理的选型、报表的输出种类及风格等。因此亟须建立产品设计标准化体系，以保证电气设备的高质量运行，通过标准化手段来提高设计水平，标准化成为提效降本的有力措施。标准化人员应使有关标准在新产品开发中得以全面系统地贯彻执行，从而提高机床设备的质量。

[参考文献]

[1]瞿德福.GB/T 4728《电气简图用图形符号》系列标准贯标方法研究[J].机械工业标准化与质量,2012(1):23-27.
[2]宋鹏飞,蒋炎辰.精细化工企业爆炸危险环境电气设计常见问题剖析[J].电气防爆,2022(8):34-36.
[3]孙井胜,田春波,胡春生,等.化工企业电气设计中的问题与对策分析[J].能源技术与管理,2022(2):198-200.
[4]覃政,李元庆.基于 EPLAN 软件平台的控制柜设计和生产流程优化研究[J].智能制造,2019(10):25-30.

作者简介：刘亚靖（1987.11—），女，河北工业大学，电气工程，北京精雕科技集团有限公司，产品设计师，中级职称。

电力变压器保护现状及未来发展趋势

丛洋铭 刘 斌 代 蒙 李松峰
特变电工沈阳变压器集团有限公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]电力系统作为现代社会的重要基础设施，对电能的输送和分配需要高度稳定性和可靠性。而电力变压器作为电力系统中的核心设备之一，承担着电能的转换和分配任务。为了保障电力系统的安全运行，必须对电力变压器进行有效的保护。传统的保护装置已经不能满足电力系统日益增长的需求，因此，我们需要不断探索和创新，引入先进的技术手段，提高保护系统的性能和效率，以应对电力系统运行中可能出现的各种挑战。

[关键词]电力变压器；保护技术；发展趋势
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12928 中图分类号：TM7 文献标识码：A

Current Status and Future Development Trends of Power Transformers Protection

CONG Yangming, LIU Bin, DAI Meng, LI Songfeng
TBEA Shenyang Transformer Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: As an important infrastructure in modern society, the power system requires high stability and reliability in the transmission and distribution of electricity. As one of the core equipment in the power system, power transformerss undertake the task of energy conversion and distribution. In order to ensure the safe operation of the power system, effective protection of power transformerss is necessary. Traditional protection devices can no longer meet the growing needs of the power system. Therefore, we need to constantly explore and innovate, introduce advanced technological means, improve the performance and efficiency of the protection system, and respond to various challenges that may arise in the operation of the power system.

Keywords: power transformers; protection technology; development trends

引言

电力变压器作为电力系统中的重要组成部分，在输配电过程中扮演着至关重要的角色。保护变压器免受损坏或过载的影响是确保电力系统安全稳定运行的关键之一。随着电力系统规模的不断扩大和技术的不断发展，电力变压器保护技术也在不断演进和完善。探讨电力变压器保护技术的现状、面临的挑战以及未来的发展趋势，为电力系统的安全运行提供更有效的保障。

1 电力变压器保护的概述

电力变压器保护是保障电力系统安全稳定运行的关键环节之一，及时检测和隔离变压器可能出现的故障，防止故障扩大损害设备和系统，确保电力供应的连续性和可靠性。通过应用一系列保护装置和技术，电力变压器保护系统能够对各种故障情况作出快速响应，包括过载、短路、接地故障等。这些保护装置和技术在电力系统中扮演着守护者的角色，为变压器提供了全方位的保护，确保其在各种工作条件下都能够安全可靠地运行。

2 电力变压器保护的现状

2.1 传统保护装置的应用与限制

传统的电力变压器保护装置在电力系统中起着至关重要的作用，它们通过简单、可靠的原理来保护变压器免受各种故障的影响。其中包括过流保护、过压保护、欠压保护、短路保护等[1]。这些传统保护装置主要依靠电磁原理或电阻原理进行故障检测和判断，具有响应速度快、操作简单、成本较低等优点。传统保护装置也存在一些局限性，如对特定故障类型的识别能力有限、难以适应复杂多变的电力系统运行环境、在灵活性和智能化方面存在局限等。随着电力系统的发展和变压器技术的进步，传统保护装置已经不能满足对电力变压器高效、智能保护的需求，因此，迫切需要引入更先进的现代保护技术来应对日益复杂的电力系统运行环境。

2.2 现代保护技术的应用情况

2.2.1 瓦斯保护

瓦斯保护是现代电力变压器保护中的重要技术之一，主要应用于油浸式变压器，原理是利用气体绝缘的特性，通过监测变压器油箱中的气体浓度来判断变压器内部的情况。当变压器内部出现异常情况，例如局部放电或发生故障时，会产生气体，使油箱内的气体浓度发生变化。瓦斯保护装置能够及时感知这些气体的变化，并发出警报或触发保护动作，以防止故障进一步扩大。相比传统保护装置，瓦斯保护技术具有响应速度快、灵敏度高、对变压器内部情况的监测能力强等优势。因此，在现代电力系统中，瓦斯保护技术得到了广泛的应用，为变压器的安全稳定运行提供了可靠保障。

2.2.2 差动保护

差动保护是一种现代电力变压器保护技术，原理是通过比较变压器不同侧（通常是高压侧和低压侧）的电流值，来判断变压器内部是否存在故障。在正常运行状态下，变压器的高低压侧电流应该是相等的，如果存在故障，如短路或接地故障，将导致两侧电流不相等。差动保护装置会监测并对这种差异进行检测，一旦检测到异常，就会触发保护动作，以隔离故障并保护变压器免受损坏。差动保护技术具有响应速度快、精确度高、适用于各种类型的变压器等优点，因此在现代电力系统中得到了广泛的应用。它不仅可以保护变压器本身，还可以保护电力系统中其他设备和线路，提高了系统的安全性和稳定性。

2.2.3 过电流保护

过电流保护是一种常见的现代电力变压器保护技术，基本原理是监测变压器内部或周围的电流情况，一旦检测到电流超过设定的阈值，就会触发保护动作。这种保护装置可以快速、可靠地响应各种电流异常情况，如过载、短路等，从而有效地保护变压器不受损坏。过电流保护技术通常具有灵活性高、操作简便、成本较低等特点，在电力系统中得到了广泛应用。它不仅可以保护变压器本身，还可以保护整个电力系统免受过电流造成的影响，确保系统的安全稳定运行。

3 现阶段电力变压器保护技术的挑战

3.1 针对瞬时故障的响应速度

电力变压器保护技术在面对瞬时故障时存在响应速度不足的挑战。瞬时故障是一种持续时间极短的故障，通常在几毫秒内发生并消失。传统的保护装置可能无法在如此短的时间内准确地检测到瞬时故障的发生，导致延迟的故障识别和保护动作。这可能会使故障得不到及时隔离和处理，导致设备受损或系统运行异常。同时，瞬时故障往往具有瞬时性和间歇性，可能会在一段时间内反复出现，增加了保护系统对瞬时故障响应速度的要求。另外，随着电力系统的发展和变压器技术的进步，电力变压器的运行环境变得越来越复杂，瞬时故障的发生频率和复杂程度也在不断增加。传统的保护装置可能无法满足对这些复杂多变的瞬时故障的快速准确响应的需求，需要引入更先进的保护技术和装置来提高保护系统的响应速度和精度。因此，电力变压器保护技术在现阶段面临着针对瞬时故障响应速度不足的挑战，需要采取有效的措施来提高保护系统对瞬时故障的检测能力和响应速度，以确保电力系统的安全稳定运行。

3.2 对低压侧故障的敏感度

电力变压器保护技术在当前面临的挑战之一是对低压侧故障的敏感度不足。低压侧故障是指在变压器的低压侧或次级侧发生的故障，如接地故障或短路故障。由于低压侧故障导致的电流变化相对较小，因此传统的保护装置可能无法准确地检测到低压侧故障的发生，或者对其响应不够灵敏。这可能导致保护系统延迟故障的检测时间，使得故障得不到及时处理，从而可能引发设备损坏或系统运行异常的问题。另外，低压侧故障的特征信号往往与正常工作状态之间的差异较小，容易与噪声或其他干扰信号混淆，导致误报或误判的问题。这会增加保护系统的误报率，降低系统的可靠性和稳定性。因此，电力变压器保护技术在现阶段面临着对低压侧故障的敏感度不足的挑战。解决这一问题需要采取有效的措施来提高保护系统对低压侧故障的检测能力和响应速度，以确保电力系统的安全稳定运行。

3.3 保护系统的复杂性与成本

电力变压器保护系统的复杂性与成本是当前面临的一个重要挑战。随着电力系统规模的不断扩大和技术的不断发展，保护系统需要涵盖更广泛的区域和更多的设备，同时需要应对多种复杂的故障情况，如短路、接地故障、过载等。因此，保护系统不可避免地变得越来越复杂。保护系统的复杂性增加带来了多方面的问题。首先，复杂的保护系统需要更多的配置和调试工作，增加了系统的设计和部署成本。其次，复杂的保护系统容易引入错误和故障，例如误报或误判，从而影响系统的可靠性和稳定性。此外，复杂的保护系统需要更多的维护和管理工作，增加了系统的运维成本和人力投入。因此，电力变压器保护技术在现阶段面临着保护系统复杂性与成本的双重挑战。解决这些问题需要采取有效的措施来简化保护系统的设计和部署过程，降低系统的配置和调试成本；优化保护系统的结构和功能，减少冗余的保护功能，提高系统的效率和可靠性；采用集成化和模块化设计，降低系统的维护成本和管理难度。

4 电力变压器保护技术未来的发展趋势

4.1 数字化与智能化

电力变压器保护技术未来的发展趋势之一是数字化与智能化。随着信息技术的不断进步，数字化和智能化已经成为电力系统发展的重要方向之一。在电力变压器保护领域，数字化与智能化技术的应用将带来以下几方面的发展趋势。首先，数字化技术的应用将推动保护装置从传统的模拟式发展到数字式。数字式保护装置具有更高的采样率、更灵活的配置、更丰富的功能和更高的精度，能够更准确地检测和响应各种故障情况[2]。同时，数字式保护装置可以实现远程监控和管理，使得保护系统的运维更加便捷和高效。其次，智能化技术的应用将赋予保护装置更强的自学习和自适应能力。通过引入人工智能、机器学习和大数据分析等技术，保护装置可以根据实时数据和历史数据进行故障诊断和预测，提高故障检测的准确性和速度。同时，智能化技术还可以实现自动化配置和优化调整，降低了保护系统的维护成本和人力投入。此外，数字化与智能化技术的应用还将推动保护系统与电力系统的集成化发展。保护系统可以与其他电力设备和系统进行信息共享

和交互，实现对整个电力系统的全面监控和管理。通过实时数据传输和分析，可以实现对电力系统运行状态的实时监测和调整，提高了系统的安全性、可靠性和高效性。

4.2 大数据与人工智能应用

未来电力变压器保护技术的发展趋势之一是大数据与人工智能应用。随着电力系统的规模和复杂度不断增加，保护系统需要处理大量的实时数据以及历史数据，以实现对电力系统运行状态的准确监测和预测。在这方面，大数据技术和人工智能技术将发挥重要作用。首先，大数据技术可以帮助保护系统实现对海量数据的高效处理和分析。通过采集、存储和处理电力系统各种设备的实时运行数据、环境数据和电力负荷数据等信息，可以实现对电力系统运行状态的全面监测和分析。同时，借助大数据分析技术，可以发现数据中的隐藏模式和规律，提取有价值的信息，为保护系统的故障诊断和预测提供重要支持。其次，人工智能技术可以提高保护系统对数据的智能化处理和利用。通过引入机器学习、深度学习等人工智能技术，保护系统可以从大数据中学习和发现规律，建立故障诊断模型和预测模型。这些模型可以根据实时数据和历史数据进行自适应更新和优化，不断提高故障诊断和预测的准确性和可靠性。同时，人工智能技术还可以实现对保护系统的智能化配置和优化调整，提高系统的自动化程度和运维效率。

4.3 新材料与传感技术的发展

未来电力变压器保护技术的发展趋势之一是新材料与传感技术的发展。随着科学技术的不断进步，新材料和传感技术的发展将为电力变压器保护系统带来更高的性能和更广阔的应用前景。首先，新材料的应用将改善保护装置的性能和可靠性。例如，具有高绝缘性能、耐高温性能和耐腐蚀性能的新型绝缘材料可以提高保护装置在恶劣环境下的稳定性和耐久性。此外，新型导电材料和磁性材料的应用也将改善保护装置的传感器和电磁元件的性能，提高系统的灵敏度和响应速度[3]。其次，传感技术的发展将使保护系统具有更强的检测能力和智能化水平。随着传感技术的不断创新和突破，新型传感器可以实现对电力系统各种参数的高精度实时监测，如电流、电压、温度等。同时，传感技术的智能化发展使得传感器能够实现自动识别、自动校准和自适应调整，提高了系统的稳定性和可靠性。另外，新材料与传感技术的结合也将推动电力变压器保护系统的创新和升级。例如，利用新型纳米材料和光学传感技术可以实现对微观故障的高灵敏检测，提高了系统的故障诊断能力。同时，利用新型生物传感技术和生物材料也可以实现对环境污染和电力系统健康状态的实时监测，为保护系统的智能化运维提供了新的思路和方法。

4.4 智能电网与电力系统集成

未来电力变压器保护技术的发展趋势之一是与智能电网和电力系统集成。智能电网是指利用先进的信息和通信技术，实现对电力系统各个环节的智能化监测、控制和管理，从而提高电力系统的运行效率、安全性和可靠性。首先，智能电网的发展将为电力变压器保护技术提供更广阔的应用场景和发展空间。智能电网通过实时监测和调度电力系统的各种设备和资源，可以对电力变压器的运行状态进行全面、实时的监测和管理，及时发现和处理潜在的故障和问题。保护系统可以与智能电网进行信息交互和数据共享，实现对电力系统的智能化保护和调度，提高了系统的整体安全性和稳定性。其次，电力系统集成的发展将促进保护技术与其他电力设备和系统的深度融合。电力系统集成包括对电力系统各个环节的设备和系统进行统一管理和协调控制，以实现电力系统的整体优化和协同运行。在这一过程中，保护系统作为电力系统的重要组成部分，将与其他设备和系统进行紧密的集成和协同工作，共同实现对电力系统的安全稳定运行。另外，智能电网和电力系统集成还将推动保护技术向智能化、自适应化方向发展。通过引入先进的信息和通信技术，保护系统可以实现对电力系统运行状态的实时监测和分析，自动识别和响应各种故障情况，实现对电力系统的智能化保护和调度。同时，保护系统还可以根据电力系统的实时运行情况进行自适应调整和优化，提高了系统的适应性和灵活性。

5 结语

电力变压器保护技术的未来充满挑战与机遇。我们必须不断创新，应用数字化、智能化等技术，以提升保护系统的效率和可靠性。同时，合作与共享也是推动技术发展的关键。相信在技术不断进步的推动下，电力变压器保护技术将发挥更重要的作用，确保电力系统的稳定运行。

[参考文献]

[1]孟召彬.电力变压器保护技术现状及未来发展趋势[J].化工管理,2020(6):136.
[2]赵诣,王亮,孙云奇,等.电力变压器运行维护及故障处理技术探讨[J].中国设备工程,2024(6):77-79.
[3]张勇强.电力变压器故障智能化诊断技术综述[J].电子技术,2023,52(12):288-289.

作者简介：丛洋铭（1988.4—），男，毕业院校：沈阳工业大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：特变电工沈阳变压器集团有限公司，职务：设计师，职称级别：工程师。

浅析继电器在电气工程及其自动化低压电器中的应用

马宏宇
天津亚泰龙热控科技有限公司，天津 300000

[摘要]继电器作为一种重要的电气元件，在电气工程及其自动化低压电器中具有广泛的应用。文章介绍了继电器的工作原理和选用条件，着重分析了继电器在电气工程和自动化低压电器中的多种应用场景，包括测试、自动化控制、家用电器、太阳能以及大规模工业制造等方面。通过对这些应用场景的分析，可以更好地促进继电器在现代工程中的应用。

[关键词]继电器；电气工程；自动化低压电器
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12931　　中图分类号：TM58　　文献标识码：A

Brief Analysis of Application of Relays in Electrical Engineering and Automation Low-voltage Electrical Appliances

MA Hongyu
Tianjin Yatalo Thermal Control Technology Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

Abstract: As an important electrical component, relays have a wide range of applications in electrical engineering and automation low-voltage electrical appliances. This article introduces the working principle and selection conditions of relays, and focuses on analyzing multiple application scenarios of relays in electrical engineering and automation low-voltage electrical appliances, including testing, automation control, household appliances, solar energy, and large-scale industrial manufacturing. By analyzing these application scenarios, the application of relays in modern engineering can be better promoted.

Keywords: relays; electrical engineering; automated low-voltage electrical appliances

引言

随着电力系统的不断发展和智能化程度的提升，继电器的应用范围也在不断扩大。继电器在电气工程中的应用可以实现电路的控制和保护。通过继电器的开合动作，可以实现电路的合适连接和断开，保护电路免受过载、短路等故障的影响，确保电气设备的安全运行。将继电器与传感器、执行器等设备相结合，可以实现各种自动化控制功能，如自动开关、定时控制、远程监控等，不仅可以提高生产效率，还可降低人工操作的风险，推动电气工程向智能化方向的发展。深入分析继电器的特性和应用场景，可以为优化电气系统设计、提高自动化控制水平以及推动产业升级提供重要参考。

1 继电器的工作原理

继电器是一种电控开关，通过电磁原理实现信号控制较大功率电路的开闭，其工作原理基于电磁感应和磁性材料的特性。一般而言，继电器包括电磁铁、触点、弹簧等部件。

电磁铁是继电器的核心部件。当通过电流流过继电器的线圈时，产生的电磁场使得铁芯成为一个磁性强的磁体，吸引或排斥触点的运动，从而实现电路的开闭。这个过程是基于法拉第电磁感应定律和安培定律的原理。

继电器的触点起着开闭电路的作用。通常包括常开触点和常闭触点，当电磁铁通电时，常开触点闭合，常闭触点断开；反之，当电磁铁断电时，常开触点断开，常闭触点闭合。这样通过控制电磁铁的通断，可以实现对电路的控制。

弹簧的作用是在电磁铁通电时，当触点闭合时提供一定的压力，使得触点保持稳定闭合状态；而在电磁铁断电时，弹簧会恢复原状，使得触点迅速断开，从而实现快速的开关动作[1]。

继电器的工作原理可以简单概括为：当控制电路通电时，电磁铁激活，吸引或排斥触点，闭合或断开电路；当控制电路断电时，电磁铁失去磁性，触点由弹簧作用迅速恢复到原位状态。这种基于电磁感应和磁性材料特性的工作原理使得继电器成为电气控制中不可或缺的重要元件，广泛应用于电力系统、工业自动化、交通信号等领域，实现对电路的控制和保护功能。

2 继电器选用条件

在电气工程及自动化应用中，继电器的选用需要考虑多方面的条件，以确保电路的可靠性和效率。这些条件包括继电器的类型、额定电压和电流、触点容量和配置、时间特性、耐久性、环境因素、尺寸和安装方式等。

2.1 类型选择

继电器有许多类型，如电磁继电器、固态继电器、时间继电器、温度继电器等。根据应用场景和功能需求，选择适合的继电器类型。例如，电磁继电器适用于通断控制，而固态继电器则适用于高速开关应用。

2.2 额定电压和电流

选择继电器时，需要根据被控制电路的额定电压和电流选择继电器的额定值。继电器的额定电压和电流应大于或等于被控制电路的额定值，以确保继电器的稳定运行和安全性。

2.3 触点容量和配置

触点容量指继电器触点能承受的最大电流和电压。选择继电器时，需要根据负载的性质（如电阻性、感性或容性）和大小选择合适的触点容量。此外，触点的配置（如单刀单掷、单刀双掷等）也应根据实际控制需求进行选择。

2.4 时间特性

继电器的时间特性包括吸合时间和释放时间。根据应用的控制要求，选择具有适当时间特性的继电器，以确保控制动作的准确性和稳定性。

2.5 耐久性

继电器的机械和电气耐久性是其在长期使用中保持可靠性的重要因素。选择继电器时，应考虑其寿命（即继电器能承受的开关次数）和抗疲劳性能，以确保长期稳定运行。

2.6 环境因素

继电器的工作环境会对其性能产生影响。选择继电器时，应考虑其工作温度范围、湿度、振动、冲击等环境因素。选择适合工作环境的继电器，可以提高其可靠性和寿命。

总之，继电器的选用条件涉及多个方面。综合考虑各个条件，选择合适的继电器，可以提高电气工程及自动化系统的可靠性、安全性和效率。

3 继电器在电气工程及其自动化低压电器中的应用

3.1 继电器测试

3.1.1 触点测试

触点测试旨在检查继电器的触点是否正常闭合和断开，以确保其在实际工作中能够准确地完成开闭电路的功能，这个测试过程通常涉及使用专业测试仪器，如多用途继电器测试仪或万用表等，对继电器的各个触点进行测量和分析。

在进行触点测试时，首先需要将继电器接通电源，然后通过测试仪器对各个触点进行测试。对于常开触点，测试仪器应显示断开状态；而对于常闭触点，则应显示闭合状态。通过这种方式可以检验继电器在通电和断电状态下的触点工作情况，确保其符合设计要求[2]。

如果触点测试显示触点未能正常闭合或断开，表明继电器存在触点粘连、磨损、氧化等问题，需要及时进行维修或更换。另外，触点测试也可以用来评估继电器的接触电阻和接触弹性等参数，从而更全面地了解继电器的工作状态。

3.1.2 线圈测试

线圈测试主要检查继电器的线圈是否正常工作，以确保其能够正确产生足够的电磁力来控制触点的动作。线圈测试需要使用适当的测试仪器，如万用表或特定的线圈测试仪，来测量继电器线圈的电阻值。通常情况下，继电器线圈的电阻值应在一定范围内，如果电阻值过高或过低，则可能表明线圈存在断路或短路等问题，需要进行修复或更换。

线圈测试也可以通过施加适当的电压来检查继电器线圈的工作情况。这通常涉及在继电器的线圈上施加额定电压，观察线圈是否能够正常工作并产生足够的电磁力来吸引触点。如果线圈不能产生足够的电磁力，表明线圈存在断路或线圈绕组短路等问题。

线圈测试的结果对继电器的性能评估和故障诊断非常重要。如果线圈测试显示线圈存在问题，可能导致继电器无法正常工作，影响整个系统的稳定性和可靠性。因此，定期对继电器进行线圈测试，可以及早发现线圈问题并采取相应的措施进行修复，保障系统的正常运行。

3.1.3 电流和电压测试

电流测试通常是对继电器所承受的电流进行测量。将继电器置于电路中，施加额定电流并使用电流表进行测量，可以验证继电器在正常工作条件下的电流承受能力。如果继电器无法承受额定电流或其所承受的电流超过额定值，会导致继电器过载、损坏或触点焊死等问题，从而影响电路的正常运行。

电压测试用于检查继电器在承受额定电压时的性能。通过施加额定电压并使用电压表进行测量，可以验证继电器在正常工作条件下的电压承受能力。如果继电器无法承受额定电压或其所承受的电压超过额定值，会导致继电器击穿、绝缘损坏或触点弧光等问题，从而造成电路故障或安全隐患。

通过定期进行这些测试，可以及时发现继电器在电气工程及其自动化低压电器中的应用中可能存在的问题，并采取相应的措施进行修复或更换，从而确保系统的稳定运行和安全性。

3.2 在自动化低压电器中的应用

自动化低压电器中的继电器具有广泛的应用，其作用包括以下几个方面：

①电路控制。继电器可用于控制各种电路的通断，例如控制电机、灯光、加热器等设备的启停，以实现自动化控制系统的功能。

②保护功能。继电器在电路中还承担着重要的保护作用。例如，过载保护继电器可以监测电路中的电流，并在电流超过额定值时自动断开电路，以保护设备不受过载损坏。

③故障检测。继电器还可用于检测电路中的故障情况。例如，差动继电器可以监测电路中的电流差异，一旦发现差异超过设定阈值，则可能表明电路中存在故障，继而触发相应的保护动作。

④逻辑控制。在自动化系统中，继电器还常用于逻辑

控制，通过组合不同的继电器及其触点状态，实现复杂的逻辑功能，例如时序控制、逻辑判断等。

⑤远程控制。随着智能化技术的发展，继电器也开始广泛应用于远程控制系统中。通过与通信设备结合，可以实现对远程设备的监控和控制，提高系统的灵活性和智能化水平。

3.3 在电气工程中的应用

在电气工程中，继电器应用范围广泛且多样化。它们被用于电力配电系统中的电流保护、过载保护和短路保护等方面。继电器通过监测电路中的电流、电压和功率等参数，能够及时检测到异常情况，并采取相应的措施来保护电气设备和系统，从而确保电力系统的安全稳定运行[3]。

无论是工业自动化生产线还是楼宇自动化系统，继电器都用于控制各种电气设备的启停、调节和转换等操作，通过触点的开闭来实现对电路的控制，从而实现自动化控制系统的功能。

在电动机启动电路中，起动继电器用于启动和停止电动机，保护继电器用于监测电动机的运行状态并在异常情况下切断电源。在家用电器中，定时器继电器用于控制灯光、空调等设备的定时开关。在火灾报警系统中，继电器被用于控制火灾报警装置的启停和联动，以及与其他安全设备的集成，为各种电气设备和系统的正常运行和安全保障提供重要支持。

3.4 在家用电器中的应用

在家用电器中，继电器起着重要作用，被广泛应用于各种家用电器中，为其提供控制、保护和功能扩展等功能。定时器继电器可以用于控制灯光的定时开关，让用户可以根据需要在特定时间自动开启或关闭灯光，提高能源利用效率，增加家居安全性。温度控制继电器可以根据环境温度的变化自动启停空调，实现温度调节和节能控制，保护继电器可以监测空调系统的电流和电压，确保其在安全范围内运行。

另外，继电器还在家用电热水器、电磁炉、洗衣机等家电中发挥重要作用。例如，电热水器的保护继电器可以监测水温和水压，保护加热元件不受过热或过压损坏；洗衣机中的控制继电器可实现洗涤程序的自动控制和转换。火灾报警器和烟雾探测器通过继电器与警铃、报警器等设备连接，一旦检测到火灾或烟雾，即可触发继电器动作，启动警报系统，及时提醒家庭成员并求助相关部门。

3.5 在太阳能中的应用

太阳能发电系统通常由太阳能电池板、逆变器、储能设备和电力分配系统组成。继电器可以用于控制电力的流向和状态，确保太阳能发电系统与电网之间的电力转换和分配平稳、安全地进行。通过控制继电器，系统可以在不同电源之间切换，以确保电力供应的稳定性[4]。

太阳能发电系统在运行过程中可能遇到电流过载、短路、过压等问题，继电器可以快速响应这些异常情况，通过切断电路或调整电力流向来保护系统和设备的安全。继电器还可以监控太阳能电池板的状态，确保其在最佳条件下工作，避免过热或其他潜在危险。

在太阳能发电系统的自动化管理中，继电器可以通过与传感器和控制器的结合，实现对系统的智能监控和自动化管理。例如，光伏追踪继电器可以根据太阳的位置调整太阳能电池板的角度，最大化发电效率；储能继电器可以根据电力需求和储能设备的状态自动控制电力存储和释放。

3.6 大规模工业制造中的应用

继电器在工业制造中的应用主要体现在生产线的控制和管理方面。生产线通常由各种设备和机械组成，例如机床、输送带、搬运机器人等，这些设备的启停、速度调节、方向控制等操作都需要通过继电器来实现。继电器可根据预设的程序和逻辑条件，自动控制生产线的运行，实现高效、稳定的生产过程。

继电器在工业制造中的安全系统中有重要作用。例如，安全继电器可与安全传感器、急停按钮等安全设备连接，一旦监测到危险情况，如工人靠近危险区域或设备发生故障，即可触发继电器动作，切断电源或启动紧急停止程序，保护工人的安全[5]。

另外，继电器还广泛应用于工业制造中的能源管理系统中。通过与能源监测仪表和控制器连接，可以实现对设备和机器的能源消耗进行监测和管理。例如，电力分配继电器可以根据设备的运行状态和能源需求，智能调节电力的分配，实现能源的高效利用和节能减排。

4 结束语

继电器在电气工程及其自动化低压电器中的广泛应用，为各种电路和系统的控制、保护和自动化管理提供了重要支持。从家用电器到大规模工业制造，从太阳能发电到安全系统，继电器的功能和作用不断拓展和深化。其稳定可靠的性能、灵活多样的控制方式以及智能化的应用场景，使其成为电气工程领域不可或缺的关键元件。随着科技的不断进步和需求的不断增长，继电器的应用将继续发展并发挥更加重要的作用，促进电气工程和自动化领域的发展进步。

[参考文献]

[1]郑卫红.继电器在电气工程及自动化低压电器中的应用[J].机电元件,2022,42(4):36-38.
[2]朱敏忠.继电器在电气工程自动化低压电器中的应用[J].电子元器件与信息技术,2022,6(7):27-30.
[3]朱柏刚.电气工程及其自动化在低压电器中继电器的应用[J].数字技术与应用,2022,40(5):127-129.

作者简介：马宏宇（1992.2—），男，单位名称：天津亚泰龙热控科技有限公司，毕业学校和专业：四川大学自动化专业。

城镇燃气设计和施工中存在的问题及对策

穆二飞
合肥合燃华润燃气有限公司，安徽 合肥 230031

[摘要]城镇燃气作为现代城市生活中不可或缺的基础设施之一，在满足人民群众日常生活和工业生产用气需求的同时，也面临着诸多挑战和问题。特别是在工商业用气需求不断增加、老旧管网改造任务繁重的背景下，城镇燃气设计与施工面临着更为复杂的局面。文中分析城镇燃气设计与施工中存在的问题，提出相应的解决对策，以期为城镇燃气行业的发展提供参考和借鉴，促进城镇燃气系统的健康发展。

[关键词]城镇燃气；设计施工；管网改造
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12930　　中图分类号：TU996　　文献标识码：A

Problems and Countermeasures in Urban Gas Design and Construction

MU Erfei
Hefei Heran CR Gas Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230031, China

Abstract: Urban gas, as one of the indispensable infrastructure in modern urban life, faces many challenges and problems while meeting the daily life and industrial production gas needs of the people. Especially in the context of the increasing demand for industrial and commercial gas and the heavy task of renovating old pipeline networks, urban gas design and construction face a more complex situation. This article analyzes the problems in urban gas design and construction, proposes corresponding solutions, and provides reference and reference for the development of the urban gas industry, promoting the healthy development of the urban gas system.

Keywords: urban gas; design and construction; pipeline network renovation

引言

随着工商业用气需求的不断增长和城市老旧管网突发事故问题的日益加剧，城镇燃气系统的设计与施工面临着前所未有的挑战。在城市化进程不断推进的背景下，工商业用气需求不断增加，对城镇燃气系统提出了更高的要求，许多城市的燃气管网已经建设运行多年，存在老化、腐蚀等问题，急需进行改造和更新。如何在确保安全和稳定的前提下，满足工商业用气需求，提升老旧管网的运行效率和安全性，成为当前城镇燃气行业亟待解决的重要问题。因此，分析城镇燃气设计与施工中的问题和挑战，提出相应的解决对策，对于促进城镇燃气行业的健康发展和城市能源供应的可持续性具有重要意义。

1 城镇燃气设计和施工原则

1.1 设计原则

在工商业和老旧管网改造的城镇燃气设计中，设计原则是确保系统可靠性、安全性和经济性的基石。设计应始于对工商业用户需求的全面分析，考虑不同行业的用气量和用气方式，确保供气满足工商业生产和生活需求。针对老旧管网改造，设计应进行全面的管网评估，包括管网优化互联互通、增容、升压、管道材质、老化程度以及可能存在的安全隐患，以此为基础制定改造方案。在设计过程中，环境保护应被视为重要因素，避免对周边环境造成负面影响，尽可能采用环保材料和新工艺。此外，设计时需充分考虑与现有设施的衔接，避免破坏已有基础设施和影响周边生产生活秩序。设计应注重经济性，合理配置资源，降低施工成本，提高工程经济效益。总之，工商业和老旧管网改造的城镇燃气设计原则应综合考虑用户需求、管网状态、环境保护和经济效益等多方面因素，确保设计方案科学可行、安全可靠。

1.2 施工原则

在工商业和老旧管网改造的城镇燃气施工中，施工原则是确保工程质量、安全和进度的保障。施工应采用先进的技术和设备充分利用“四新”技术，以应对老旧管网改造中可能遇到的复杂情况，提高施工效率和质量。安全应放在首位，严格执行安全操作规程，保障施工现场的安全，有效预防事故发生。在施工过程中，应建立规范的现场管理制度，明确责任分工，加强施工现场的监督和管理，确保施工质量和进度。资源的合理利用也是施工的重要原则，充分利用人力、物力资源，降低施工成本，提高工程经济效益。总之，工商业和老旧管网改造的城镇燃气施工原则应注重技术先进性、安全性、管理规范性和资源经济性，以确保施工质量和进度的同时，最大程度地降低风险，保障工程顺利完成。

1.3 工商业和老旧管网改造的特殊考量

在进行工商业和老旧管网改造的城镇燃气项目中，需要特别考虑一系列特殊因素，以确保项目顺利进行并取得

良好效果。工商业用户的用气需求可能随着市场变化而发生变化，因此在设计和改造过程中，必须密切关注用户需求的动态变化，及时调整设计方案，确保供气满足用户需求。老旧管网可能存在复杂的地形地貌、管道老化严重等问题，因此在施工过程中需要采取相应的先进技术和措施，应对可能出现的挑战如停、送气风险，大型工业用户无法停气的情况，确保改造工程顺利进行。改造工程可能会引起噪音、尘土等环境污染问题，因此在施工前需要做好充分的环境影响评估，并采取有效的措施减少对周边环境的不良影响，保障周边居民的生活质量。在进行项目规划和实施时，必须严格遵守相关的法律法规和政策要求，保证工程合法合规。总之，工商业和老旧管网改造的城镇燃气项目需要充分考虑用户需求变化、技术难度、环境影响以及政策法规等特殊因素，以确保项目顺利进行并取得良好效果。

2 城镇燃气设计与施工中存在的问题

2.1 燃气设计与施工中的管道距离问题

在工商业和老旧管网改造的城镇燃气设计与施工中，由于场地有限和管网密集度高，管道之间的距离往往过近，存在一定的安全隐患。过近的管道距离可能导致管道间的交叉影响，增加了管道维护和管理的难度，同时也会增加管道损坏和泄漏的风险。此外，管道距离过近还可能影响到施工的进行，导致施工进度延误和成本增加[1]。因此，管道距离不合理的设计与施工会对城镇燃气系统的安全性和运行效率造成不利影响，需要在设计和施工中加以重视和解决。

2.2 燃气设计与施工中的管道填埋问题

在工商业和老旧管网改造的城镇燃气设计与施工中，老旧管网的填埋质量往往无法达到标准，或者在工商业区域的管道敷设过程中，由于施工条件限制或施工人员技术水平不足，导致管道填埋不够均匀、不够牢固，会引发管道的移位、变形或损坏，甚至导致地面沉降或塌陷，造成安全隐患。此外，填埋不到位还可能导致管道暴露于地表，易受外界环境和人为损害，进一步加剧了管道的风险和损坏可能性。因此，管道填埋质量不达标会直接影响到城镇燃气系统的安全稳定运行，需要在设计和施工中加以重视和解决。

2.3 燃气施工与管道设计中的工作不同步问题

在工商业和老旧管网改造的城镇燃气施工与管道设计中，施工单位与设计单位之间缺乏有效的沟通和协调，导致施工现场无法准确理解设计意图，施工方案与设计方案之间存在偏差或不一致，导致施工中的误解、错误实施，甚至需要现场临时修改设计方案，增加了工程的复杂性和施工难度。另外，施工与设计不同步还会影响施工进度的正常推进，延误工期，增加工程成本，甚至可能导致工程质量问题[2]。因此，施工与管道设计之间的工作不同步问题直接影响到了工商业和老旧管网改造项目的质量和进度，需要加强沟通协调，建立有效的信息反馈机制，以确保施工与设计的紧密配合和顺利进行。

2.4 燃气设计与施工中的安全问题

在工商业和老旧管网改造的城镇燃气设计与施工中，施工现场可能存在作业人员安全意识不强、施工设备不规范、现场管理不到位等问题，容易导致安全事故的发生。尤其是在老旧管网改造中，管道老化、地下设施复杂、管道资料不全或不准确等因素增加了施工安全隐患。同时，施工过程中可能存在危险品泄漏、火灾爆炸等突发事件的风险，对施工人员和周边环境造成严重威胁。此外，现场管理不严格也容易导致安全问题，如施工现场的封闭不到位、安全警示标识不清晰等，增加了安全事故发生的可能性。因此，安全问题的存在直接威胁到了工商业和老旧管网改造项目的顺利进行和施工人员的生命安全，需要加强安全管理和监督，确保施工过程的安全性。

3 城镇燃气设计与施工中的改进措施

3.1 燃气设计与施工中管道距离问题的对策

在设计之前，需要对工商业用气需求进行全面分析，并结合管道布局情况和场地条件，进行合理的规划。针对不同的工商业区域，应制定相应的管道距离标准，以确保管道之间的安全距离和布局的合理性。例如，在高密度工商业区域，应增加管道之间的距离，以降低管道交叉影响和安全隐患。设计过程中，应充分考虑管道的使用环境和可能存在的风险因素，合理设置管道距离，并采取必要的安全措施如增加管道标识，色环色带等。例如，在设计管道布局时，应避免管道与其他设施或地下管线交叉，并留出足够的安全距离以应对可能的事故情况。在设计和施工过程中，需要与土地规划部门、市政设施管理部门等相关部门密切合作，共同协商管道布局方案，并获取相关的管线信息和施工许可。通过与相关部门的沟通和协调，可以有效避免管道距离与其他地下设施的冲突，确保管道布局的安全和合理。在施工过程中，应派遣专业人员对施工现场进行定期巡检和监测，及时发现和解决管道距离不合理的问题。同时，加强对施工人员的培训和指导，提高其对管道距离设置的认识和技能水平，确保施工过程中严格按照设计要求进行管道布置和设置。总之，针对燃气设计与施工中的管道距离问题，应采取前期调研和规划、强化设计安全考虑、加强与相关部门的沟通和协调，以及加强施工现场的监督和管理等一系列综合对策，以确保管道布局的合理性和安全性，从而保障工商业和老旧管网改造项目的顺利进行和安全运行。

3.2 燃气设计与施工中管道填埋问题的对策

针对燃气设计与施工中管道填埋问题，加强施工人员的培训和技术指导是解决管道填埋问题的关键。在施工前，应对施工人员进行专业培训，提高其对管道填埋工艺和要求的理解和掌握。培训内容包括填埋材料的选择和使用、填埋过程的操作技巧、填埋质量的验收标准等方面，以确

保施工人员具备良好的填埋技术和操作能力。在施工过程中，应建立健全的填埋管理制度，明确填埋工艺流程和质量验收标准，确保施工过程中的每一个环节都符合规范要求。同时，建立填埋质量检查和验收机制，对填埋过程进行全程监控和记录，及时发现和纠正填埋不合格的问题，利用信息化手段留存影像资料，方便后期运行维护。在施工前，应与地方政府和相关部门积极沟通，了解地质条件和地下管线情况，并获得相关的施工许可和填埋资质。通过与相关部门的沟通和协调，可以有效避免填埋过程中可能遇到的地质问题和地下设施冲突，确保填埋质量和管道安全。在施工现场，应配备专业的施工监理人员，对填埋过程进行全程监督和指导，确保施工人员按照设计要求进行填埋作业。同时，加强对填埋现场的安全管理，确保填埋作业的安全和顺利进行。总之，针对燃气设计与施工中管道填埋问题，应采取加强施工人员培训、实施严格的填埋管理制度、加强与相关部门的沟通和协调，以及加强现场管理和监督等一系列综合对策，以确保管道填埋质量和管道安全运行，从而保障工商业和老旧管网改造项目的顺利进行和安全运行。

3.3 燃气施工与管道设计中工作不同步问题的对策

加强设计单位与施工单位之间的沟通与协调，建立定期的会议机制，包括设计单位、施工单位及相关监理单位，定期召开项目进度会议，及时沟通施工进展和设计方案的调整。通过有效的沟通渠道和协调机制，及时解决施工现场遇到的问题，确保设计与施工之间的一致性和协调性。设计方案、施工计划和进度等相关信息应及时共享给施工人员，以减少信息传递和理解上的偏差。通过建立统一的信息共享平台，实现设计方案与施工现场的及时同步，有助于减少设计与施工之间的误解和偏差[3]，同时，为提升优化城市营商环境，对简易工商业项目，可由市场发展组织，设计、施工、运维联合勘察现场，满足用户用气时效。施工现场应配备专业的施工监理人员，负责对施工进展和质量进行全程监督和指导。同时，建立现场管理制度，明确责任分工和管理流程，加强对施工现场的监督和管理，确保施工现场的安全和秩序。施工人员应接受专业的培训，提高其对设计方案的理解和施工技能水平。通过提高施工人员的专业素质和技术水平，可以有效减少施工过程中的误解和错误实施，确保设计方案的顺利实施。总之，解决燃气施工与管道设计中工作不同步的问题需要采取加强沟通与协调、建立信息共享平台、加强现场管理和监督，以及加强施工人员的培训和技能提升等一系列综合对策。通过有效的措施和手段，确保设计与施工之间的紧密配合和顺利进行，有助于保障工商业和老旧管网改造项目的顺利实施和质量安全。

3.4 燃气设计与施工中安全问题的对策

解决燃气设计与施工中的安全问题要加强安全教育培训是保障施工安全的基础。对施工人员进行全面系统的安全培训，提高他们的安全意识和应对突发事件的能力。培训内容包括燃气安全知识、施工作业安全规范、应急处理程序等，以确保施工人员能够正确识别和应对各种安全风险。制定详细的施工安全管理制度和操作规程，明确安全责任和管理流程，如在老旧管网改造中，制定控阀方案，专人负责，避免出现事故后无法及时控制。建立安全检查和评估机制，定期对施工现场进行安全检查和评估，发现并及时纠正安全隐患，确保施工过程中的安全性。在施工现场设立明确的安全警示标识，设置安全通道和隔离区域，保证施工现场的安全有序。同时，配备必要的安全设施和防护装备，如安全帽、安全鞋、防护手套等，确保施工人员的人身安全。委托专业的监理单位对施工过程进行全程监督和检查，确保施工符合相关安全规范和标准。加强对施工现场的日常巡查和随机检查，发现并及时解决施工中存在的安全问题。与当地政府和相关部门保持密切联系，及时了解施工所在地的安全环境和政策法规，确保施工过程中的合规性和安全性。总之，解决燃气设计与施工中的安全问题需要采取加强安全教育培训、建立安全管理制度、加强现场安全管理、加强监督检查以及加强与相关部门的沟通和协调等一系列综合对策。通过有效的措施和手段，确保施工过程中的安全性和工程质量，有助于保障工商业和老旧管网改造项目的顺利实施和安全运行。

4 结语

在城镇燃气设计与施工过程中，存在许多问题，尤其在工商业和老旧管网改造方面，安全、质量、效率等方面的考量更加突出。然而，通过深入分析和有效对策的制定，我们可以有效地解决这些问题，确保城镇燃气系统的安全稳定运行，为人民群众提供更加安全、便捷的生活服务。同时，我们也要不断总结经验，加强技术研究和人才培养，提升城镇燃气设计与施工水平，促进城镇燃气行业的可持续发展，满足城市优化营商环境需要和提升用户获得用气体验感。

[参考文献]

[1]王传惠,高涛,张力浩,等.城镇燃气工程安装费改革对城燃企业的影响及应对策略[J].城市燃气,2021(11):33-36.
[2]王生平.腐蚀控制数据管理在城镇燃气管道完整性管理中的应用及实践[D].北京:北京建筑大学,2022.
[3]傅袁袁,周素云.关于城市综合体燃气管井内的燃气设计的探讨[J].科技创新导报,2020,17(9):39-40.
[4]张文强.加强城镇燃气工程施工现场安全管理的对策探究[J].工程建设与设计,2022(9):243-245.

作者简介：穆二飞（1989.5—），毕业院校：中国石油大学（北京），所学专业：油气井工程，当前就职单位：合肥合燃华润燃气有限公司，职务：副主任，职称级别：工程师。

探析煤矿采矿工程关键技术与安全管理工作要点

张 伟
内蒙古神东天隆集团股份有限公司，内蒙古 鄂尔多斯 017200

[摘要]在煤矿采矿工程领域，随着煤矿深部开采和复杂地质条件下的挑战增加，研究和应用先进的采矿技术变得尤为重要。同时，安全管理工作在煤矿生产中起着至关重要的作用。文章探讨了煤矿采矿工程中的关键技术与安全管理要点。在关键技术方面，分析了深层煤井开采技术、填充开采技术、缓倾斜的薄煤层开采技术、硬顶板与硬顶煤开采技术以及智能开采技术。在安全管理方面，强调了统筹安全与发展、建立健全安全管理机制、提升施工技术安全水平以及贯彻执行安全生产管理责任制度的重要性，以提升煤矿采矿工程质量。

[关键词]煤矿工程；采矿技术；安全管理
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12919 中图分类号：TD263.5 文献标识码：A

Exploration on the Key Technologies and Safety Management Points of Coal Mine Mining Engineering

ZHANG Wei
Inner Mongolia Shendong Tianlong Group Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017200, China

Abstract: In the field of coal mining engineering, with the increasing challenges of deep coal mining and complex geological conditions, research and application of advanced mining technologies have become particularly important. At the same time, safety management plays a crucial role in coal mine production. This article explores the key technologies and safety management points in coal mining engineering. In terms of key technologies, it analyzes deep coal well mining technology, filling mining technology, gently inclined thin coal seam mining technology, hard top plate and hard top coal mining technology, and intelligent mining technology. In terms of safety management, it emphasizes the importance of coordinating safety and development, establishing and improving safety management mechanisms, improving construction technology safety level, and implementing safety production management responsibility systems to improve the quality of coal mining engineering.

Keywords: coal mine engineering; mining technology; safety management

引言

煤矿采矿工程在能源行业中具有重要地位，然而，面对日益严峻的安全形势和环境保护压力，研究煤矿采矿工程关键技术与安全管理工作成为当务之急，需深入探讨如何在采矿工程中运用先进技术，提高采矿效率的同时确保安全生产，同时加强安全管理，减少事故发生概率，保护矿工生命和财产安全[1]。此外，随着科技的不断进步，还应关注如何利用信息化手段和智能化技术，提升煤矿采矿工程的管理水平和安全生产水平，实现可持续发展目标。

1 煤矿工程采矿关键技术

1.1 深层煤井开采技术

深层煤井的开采技术涉及到地质条件、矿井结构、采矿设备、安全管理等多个方面。深层煤井的地质条件复杂多变，包括煤层厚度、倾角、赋存状态等，因此需要进行全面的地质勘查和评估工作，确定矿井的开采方案和安全预警机制。传统的井下采煤技术包括液压支架、综放法、剖煤法等，针对深层煤井的开采，需要选择适合的采煤方法，并结合矿井的具体情况进行调整和改进，确保采煤效率和安全。深层煤井存在着更高的地温、瓦斯和煤尘等安全隐患，因此通风系统的设计和管理至关重要，应采用先进的通风设备和智能化控制技术，保障矿井内空气质量，减少瓦斯积聚和煤尘爆炸的风险。同时，深层煤井的支护和巷道加固工作更为复杂，需要选用高强度的支护材料和技术，确保矿井巷道的稳定性和安全性，防止事故发生。

1.2 填充开采技术

填充开采技术是指在煤矿采煤过程中，利用废弃物填充已经开采完毕的矿井空间，以实现地质资源的综合利用和矿区的安全稳定。这项技术的应用，不仅可以有效解决矿井开采后的地质环境问题，还可以提高矿山的资源利用率和安全生产水平[2]。

在传统的煤矿开采中，开采完毕后的矿井空间容易出现塌陷、沉陷等地质灾害，给矿区周边的生态环境和人类生活带来巨大的危害。而填充开采技术可以将矿井空间填充废弃物，提高地下空间的稳定性，减少地质灾害的发生，保障矿区周边的安全。在填充过程中，常用的填充材料包括矿石尾矿、矿渣、粉煤灰等废弃物，这些废弃物本身具有一定的资源价值。通过填充开采技术，可以将这些废弃物进行有效利用，实现资源的再生利用，减少对自然资源

的开采，降低资源消耗和环境污染。填充后的矿井空间可以用于种植植物、养殖等生态修复活动，恢复原有的生态系统，提高土地的生产力和生态环境的质量。同时，填充开采技术也有利于保护地下水资源，减少地下水的流失和污染，维护矿区周边生态环境的稳定性。

在进行填充开采之前，需要进行矿山地质勘探，评估矿井空间的结构、形态和稳定性，确定填充开采的可行性和方案设计依据。填充开采的主要材料包括矿石尾矿、矿渣、粉煤灰等废弃物，也可以利用水泥、石灰等胶结材料。选择填充材料时需要考虑其稳定性、抗压强度、流动性等因素，确保填充效果和矿山安全。根据矿井空间的形态和尺寸，设计填充工艺方案，确定填充的层数、填充材料的配比和填充方法。常见的填充方法包括直接倾倒填充、注浆填充、压裂填充等。根据设计方案，组织施工人员和设备，进行填充作业。在进行填充作业时，需要注意控制填充材料的流动性和密实度，确保填充的均匀性和稳定性，避免发生塌方或坍塌现象。在填充施工过程中，进行实时监测和调整，及时发现和解决填充过程中的问题。常见的监测手段包括地质雷达、测量仪器等，通过监测数据对填充过程进行调整，保障填充效果和矿山安全。填充开采完成后，进行绿化、养殖等生态修复活动，恢复原有的生态环境。通过合理的生态修复措施，提高土地的生产力和生态环境的质量，实现矿山可持续发展。

1.3 缓倾斜的薄煤层开采技术

缓倾斜的薄煤层开采技术特别适用于倾斜角度较小的薄煤层开采。在这种情况下，传统的采矿方法可能存在效率低、安全风险大等问题，因此需要采用一系列专门的技术手段来进行开采。

一是使用适应性钻孔爆破技术。这种技术通过对煤层进行钻孔，然后在孔内充填爆破药品，通过爆破作用使煤层破碎并形成适合采矿的碎煤。相比传统的钻孔爆破技术，适应性钻孔爆破技术更加注重对煤层的适应性，可以根据煤层的实际情况进行钻孔位置和爆破参数的调整，从而提高爆破效果和采煤效率。

二是无煤柱开采技术。在薄煤层开采中，由于煤层厚度较小，往往需要在采煤工作面上保留一定的煤柱以维护矿井的稳定性。无煤柱开采技术则通过在煤层上方设置支护设施或者利用地质条件来实现无煤柱开采，从而提高了煤矿的采煤率和安全性。

在开采过程中，可应用先进的煤层掘进机械，这种机械设备可以在煤层开采工作面上进行高效的掘进和采煤作业，不仅能提高采煤效率，还可减少人力劳动，降低劳动强度和安全风险。

1.4 硬顶板与硬顶煤开采技术

硬顶板与硬顶煤开采技术主要应用于煤层开采中遇到的硬顶板和硬顶煤问题。硬顶板是指煤层顶部的坚硬岩石层或岩层，硬顶煤则是指煤层上部的硬质煤层。这些硬顶板和硬顶煤常常给煤矿开采带来困难和安全隐患，因此需要采用专门的技术手段进行开采。

常见的技术是顶板控制技术。这种技术通过采用支护措施，如钢架支撑、锚杆支护等，对硬顶板进行稳定控制，防止其发生坍塌或垮落。同时，顶板控制技术还可以采用预应力锚杆、悬索等手段，增强顶板的承载能力，提高矿井的安全性。

另一种技术是硬顶煤的分层开采技术。在遇到硬顶煤的情况下，传统的采煤方法往往效率低下且存在安全隐患。而硬顶煤的分层开采技术则通过对硬顶煤进行分层控制和分段开采，使得采煤工作更加安全高效。这种技术可以采用先进的采煤机械设备，如分层掘进机、分段掘进机等，实现硬顶煤的精细化开采，提高采煤效率。

对于特别坚硬的硬顶板和硬顶煤，还可以采用先进的爆破技术进行破碎。这种技术可以通过合理的爆破设计和爆破参数控制，将硬顶板和硬顶煤破碎成适合采煤的块状物，提高采煤效率。

1.5 智能开采技术

煤矿工程采矿关键技术中的智能开采技术是指利用现代信息技术、自动化技术和人工智能等先进技术手段，实现煤矿采矿过程的智能化和自动化，提高采矿效率、降低生产成本、提升安全性和环保水平的一系列技术[3]。智能开采技术的核心在于通过传感器、数据采集系统、自动控制系统等设备，实时监测、分析和控制煤矿采矿过程中的各项参数和环境条件，从而实现智能化的矿山生产管理和操作。

智能化设备与传感器技术。包括智能化采煤机、智能化运输设备、智能化支架等设备的研发和应用，以及各种传感器技术的应用，如瓦斯传感器、温湿度传感器、倾斜传感器等，用于实时监测矿井内部的各种参数。

数据采集与处理技术。通过网络和数据采集系统实现对矿井内部各种数据的实时采集、传输和处理，为后续的数据分析和决策提供支持。

人工智能与数据分析技术。利用人工智能技术，对采集到的大量数据进行分析和挖掘，从中提取有价值的信息和规律，为优化采矿流程、提高生产效率提供参考和支持。

自动化控制技术。采用先进的自动化控制系统，实现对采矿设备和矿井生产过程的自动控制和调节，提高生产效率和产品质量，降低人为因素对生产过程的影响。

远程监控与管理技术。通过远程监控系统，实现对煤矿生产过程的远程实时监测和管理，及时发现和处理生产中的异常情况，提高生产安全性和生产效率。

2 煤矿采矿工程安全管理工作要点

2.1 统筹好安全与发展之间的关系

煤矿作为高危行业，存在着许多潜在的安全风险。统

筹好安全与发展之间的关系，是确保煤矿生产持续健康发展的关键。安全与发展之间的关系需要以安全为前提。在煤矿采矿工程中，无论是生产效率提升还是经济效益增长，都不能以牺牲安全为代价。安全是企业的生命线，必须始终摆在首位，任何发展都不能以牺牲安全为代价。煤矿企业需要在追求经济效益的同时，不断提升安全管理水平，降低事故风险，通过科学规划和合理布局生产流程，采用先进的技术和设备，提高生产效率的同时，确保安全生产。另外，积极引进和应用先进的安全技术和设备，不断改进和完善安全管理体系，提高安全管理水平，不断减少安全事故发生的可能性，促进煤矿生产的健康发展。

2.2 建立健全安全管理机制

健全的安全管理机制包括一系列制度、规章、程序和管理措施，旨在规范煤矿生产过程中的安全行为，预防事故的发生，并有效应对突发情况。第一，建立科学合理的安全管理制度，明确责任、权限和程序，规范煤矿生产过程中的各项安全操作，确保各项安全管理工作得到有效落实。第二，建立专门的安全管理部门或机构，负责煤矿安全管理工作的组织、协调、监督和指导，确保安全管理工作的顺利开展；明确各级管理人员和生产人员的安全生产责任，建立健全的安全责任制度，强化对责任人的责任追究，形成全员参与、各司其责的安全管理局面。第三，开展定期的安全教育和培训活动，提高员工的安全意识和技能水平，使员工掌握必要的安全知识和操作技能，增强自我保护意识和能力。第四，建立健全的事故预防和应急管理机制，加强对煤矿生产过程中的各种安全风险的识别、评估和控制，制定相应的应急预案和处置措施，提高突发事件的应对能力。同时，建立健全的安全生产检查和监督机制，加强对生产现场的巡查和监督，及时发现和纠正安全隐患，确保安全生产各项措施的有效执行，提高煤矿采矿工程的安全管理水平，有效预防和减少事故的发生，保障生产安全和生产稳定。

2.3 提升煤矿施工技术安全水平

在煤矿施工过程中，采用先进的技术和科学的方法，不仅可以提高生产效率，还能有效降低安全风险，保障工人的生命财产安全。首先，采用先进的施工技术和装备。引进和应用最新的采矿设备、机械和工具，如智能化采煤机、无人驾驶运输车辆等，能够提高施工效率的同时，减少了人为操作的风险，提升了作业安全水平。其次，加强施工现场的安全管理。建立健全的施工现场安全管理制度，严格执行各项安全规定和操作规程，确保施工作业人员具备必要的安全意识和技能，有效预防和控制施工现场的各种安全风险。利用现代化的监测设备和技术手段，对施工现场的气体浓度、地质构造、地下水位等因素进行实时监测，及时发现并采取措施应对潜在的安全隐患。最后，通过信息化技术和数据分析手段，对施工过程中的各项参数和指标进行精细化管理和控制，提高施工效率的同时，最大限度地减少安全事故的发生。

2.4 贯彻执行安全生产管理责任制度

建立健全的责任制度，明确各级管理人员和生产人员的安全生产责任，对于形成全员参与、各司其责的安全管理局面至关重要[4]。一要明确各级责任，在安全管理机构中，明确各级管理人员的安全生产责任，从高层管理者到基层管理者，每个人都应承担起安全管理的责任。高层管理者要对全面安全工作负总责，中层管理者要具体组织实施安全管理，基层管理者要具体负责安全生产现场的监管和管理，形成责任层层压实的管理体系。二要建立健全责任考核机制。制定明确的安全生产责任考核标准和评价指标，对各级管理人员和生产人员的安全生产工作进行定期考核和评价，将安全生产工作纳入绩效考核体系，确保责任能够得到有效履行和落实。三要强化责任追究和奖惩机制。建立健全的责任追究和奖惩机制，对安全生产责任落实不到位或存在违规行为的个人和单位进行严肃处理和处罚，同时对履行安全生产责任出色的个人和单位进行表彰和奖励，形成守法诚信、守责尽责的良好氛围。

3 结束语

在煤矿采矿工程中，关键技术的应用与安全管理的落实二者相辅相成，共同构筑着煤矿安全生产的坚实防线。对关键技术的不断创新和应用，能够有效地降低事故风险，提高生产效率，实现可持续发展；而安全管理的要点如建立健全的制度、加强安全教育培训、强化监督检查等，可为确保关键技术的有效运用提供有力保障，共同构建安全稳定的生产环境。

[参考文献]

[1]朱少华.煤矿采矿工程关键技术与安全管理工作要点研究[J].冶金与材料,2024,44(3):168-170.
[2]张环.探析煤矿采矿工程关键技术与安全管理工作要点[J].内蒙古煤炭经济,2023(13):100-102.
[3]王海龙.煤矿工程采矿关键技术与安全监督管理[J].矿业装备,2023(4):109-111.
[4]樊润龙.煤矿工程采矿关键技术与安全监督管理要点[J].内蒙古煤炭经济,2022(10):90-92.

作者简介：张伟（1988.5—），单位名称：内蒙古神东天隆集团股份有限公司，毕业学校和专业：长春工业大学。

我国天然气行业市场化问题探析

马志超
宿迁中石油昆仑燃气有限公司，江苏 宿迁 223800

[摘要]深度剖析我国境内天然气行业的市场化难题与问题，起初对当前市场化进程的进程进行了研究，分析了其中面临的挑战和障碍，涵盖了定价机制的不完善以及管网建设的缓慢等诸多问题；针对市场运作过程的完善，从政策制定方面、技术革新、管理提升等多角度提出了详细改革方案，包括加强价格监管、加快管道网络规划、增强公司治理水平等方面，呼吁政府部门、企业、科研机构通力合作，推动本国燃气产业市场化变革进程更加稳固。

[关键词]天然气行业；市场化；价格机制；管网建设；政策调整
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12924　　中图分类号：F426.2　　文献标识码：A

Analysis of Marketization Issues in Chinese Natural Gas Industry

MA Zhichao
Suqian PetroChina Kunlun Gas Co., Ltd., Suqian, Jiangsu, 223800, China

Abstract: An in-depth analysis of the marketization difficulties and problems in Chinese natural gas industry was conducted. Initially, the current process of marketization was studied, and the challenges and obstacles faced were analyzed, covering many issues such as imperfect pricing mechanisms and slow pipeline construction; A detailed reform plan has been proposed from multiple perspectives, including policy formulation, technological innovation, and management improvement, to improve the market operation process. This includes strengthening price supervision, accelerating pipeline network planning, and enhancing corporate governance. It calls on government departments, enterprises, and research institutions to work together to promote a more stable market-oriented transformation process in the domestic gas industry.

Keywords: natural gas industry; marketization; price mechanism; pipeline construction; policy adjustments

引言

我国天然气市场转型的脚步受到广泛关注，但随之而来的挑战与阻挡也日益凸显，在此背景条件中，本篇论文将探讨现阶段市场进程中所遭遇的挑战，并探寻解决途径，旨在促进国内天然气行业稳健发展，经过对市场行为、政策制定过程、技术管理等层面的深度分析，本文着眼于为油气行业的市场化改革提出行之有效的具体方针和建议。

1 当前我国天然气市场化进程的挑战分析

在我国范围内天然气市场改革进程的进程中，面临众多挑战与问题，首先，不完善的天然气定价机制成为了市场化改革道路上的重要制约因素，市场化进程的进程由于输配体系建设的步调不一致而面临较大挑战，政策更迭的不稳定性对市场化步伐产生了影响。

天然气的价值体现方式和其市场化程度紧密相连，我国范围内，天然气价格机制尚未完全独立于政府指导，主要依赖政府规定和命令进行调整，不完善的价格构成规则让市场供求平衡出现了失衡，一方面来看，天然气供应领域难以形成有效的市场竞争氛围；从另一方面看，价格管控又导致投资方对市场的未来预判变得复杂，突发状况引起市场中的投资者、交易者在资金注入和生意往来上产生了信心动摇，这种缺失又反过来阻碍市场发展和正常运作。

天然气输送管网铺设与燃气市场更新换代密不可分，我国范围内，燃气输送体系的发展速度显著缓慢，问题极为显著，在不少地方，因为燃气输送系统建设的步伐未能同步，导致燃气资源未能有效分配，进而引发了市场供需紧张，价格波动显著；管道建设推进迟缓，这也限制了天然气的有效利用，进一步制约了市场的发展潜力。

政策调整引发不确定性因素，演变为天然气市场改革进程上的再次严峻挑战，政策摇摆不定让商业运作环境和发展前景充满变数，令市场参与者们难以预见市场走向与发展方向，特别是在环保事业和能源布局优化这些行业，政策频繁更迭为天然气行业带来了额外的不确定因素，使得企业面临更多风险与挑战。

在我国，天然气市场化进程充满波折，面临诸多挑战，但同时也充满发展潜力，深入分析面临的难题，并制定有效应对措施，方能推动国内天然气市场变革走向新阶段。

2 价格机制不完善对天然气市场化的影响

在天然气商品化的道路上，价格形成弊端显然是个显眼的障碍，本篇文章将围绕价格机制的不足如何影响市场行为主体、油气产业链，以及它对国民经济发展的不良影响深入分析，探讨制定相应的解决措施。

市场价格调控体系存在缺陷，对市场参与各方带来了

广泛且持久的影响，针对于油气开采公司来说，定价体系的变动性导致资本投入遭遇着诸多不确定要素，因为政府对天然气价格进行调控，使得企业在预测市场天然气价格变动时遇到困难，从而在资本分配决策上失去了依据，这不仅降低了企业投资的积极性，也减少了投资回报的成效，对于依赖管道燃料的消费者来说，若价格制定规则存在缺陷，可能会面临价格剧烈波动，从而干扰供气可靠性。在当下，随着燃气作为重要作用的日益显著，其价格的波动可能给企业的制造过程和民众的日常生活带来不良影响，所以，若价格体制存在缺陷，会引起市场参与者们信心不足，这从而会变为市场有序发展的障碍。

价格手段的不完善对天然气产业链的稳健发展施加了负面影响，在供应链的最前端，因为市场价格未能真实反映供需现状，导致制造厂商投资意愿不足，进而制约了生产能力和供货潜力的提升，从需求端看，若价格机制出现不足，民众对天然气需求可能无法彻底满足，进而导致市场需求不稳定和不足，价格手段存在缺陷可能导致油气产业链上中下游企业之间的协同失调，此类矛盾影响产业链协同运作和发展。

国民经济的增长会受到不完善的价格机制导致的诸多不良影响，起初，假如燃气资源的定价体系有漏洞，可能导致浪费与误用，假如定价机制不能准确反映物品的珍贵程度及其价值，可能导致对资源的误用和过度开采，从而导致国家财富中珍贵物资的浪费和消耗，定价体系的存在缺陷或许对国家能源保障形成威胁，作为支柱能源的天然气，其价格波动及供应的不稳定可能对国家经济造成明显影响，从而对经济稳定与健康发展造成影响，因此，调整价格结构对于国家经济稳定攀升具有关键作用。

3 管网建设滞后与天然气市场化的关系探讨

管道建设进展缓慢，主要源自技术、财政及政策等方面的制约因素，在管道基础设施建设过程中，技术进步的缓慢迟缓是重要障碍因素之一，在我国范围内，因为天然气输送通道施工包含复杂技术环节与设施，在这方面我们的技术积累尚有差距，从而导致建设进程受到一定影响，资金短缺是造成管道建设推迟的重要原因，修建燃气管道需巨额资本，且投资回报周期长，这对企业和政府筹集资金构成了一定难度，政策摇摆的特点，亦是导致管网建设进度拖延的一个原因，政策屡次调整，使得企业在对资本配置上难以制定长期计划，从而影响管网建设进度和施工效率。

市场化进程受制于管网设施建设的缓慢遇到了诸多障碍，起初，由于燃气输送系统的进展缓慢，导致燃气财物的供应起伏，受管网系统反应缓慢的制约，多地天然气供应方未能与市场需求同步，导致供需双方出现紧张状况以及供应的不稳定性，对市场价格机制的正常形成与调整产生了负面影响，此外，燃气输送网络的发展进程迟缓，这也制约了燃气资源的合理利用分配和利用。受制于输送环节的阻碍，部分区域不得不遭遇天然气过剩却难以发挥的尴尬处境，这不仅导致了能源的浪费，也使得资源分配不太理想，从而影响了市场的整体运行效率和企业的竞争力，管网设施的建设进度迟缓或许会导致燃气费用的上升，管网响应滞后导致气体供应不足，从而使天然气价格上浮，使市场参与者面临经济压力，进而影响市场的稳定和健康发展。

针对管网设备进展缓慢的难题，务必全方位技术提升、资金注入、政策扶助等多方面办法，我们须加大对我国管网建设领域技术研发与创新的扶持力度，以此增强我国在此领域的技术实力与建设水准，迫切需要提升对管线基础设施投资的资金补助，热情呼吁各阶层资金力量投入到管道工程建设中，拓宽资金筹措途径，提高资金利用效率，必须强化对管道基础设施建设的政策支持强度，保障政策环境的稳定性和清晰度，提高政策的连贯性，为企业资本注入提供稳固的基础和推动力，须重点加强管道基础设施整体规划与细节管控，增强施工过程中的协调与整合本领，确保工程依计划稳步进行和高效实施。

在我国境内，天然气市场改革进程遭遇瓶颈，主要原因之一即是输配基础设施发展未能同步时代变迁，为了加速天然气市场化的进程，关键在于解决管网建设落后的状况，需加大对管网建设的支持力度，提高建设过程中的效率和质量，保障天然气市场化顺利推进并维持健康发展态势。

4 政策调整对我国天然气市场化的影响与展望

我国市场燃气市场化进程的进程遭受政策调整的猛烈影响，这对于市场化的推动效力及预测走向判断极其重要，本篇文章将探讨政策调整如何影响市场状况、油气产业链以及国家能源方针，并预测将来的政策制定或许会出现的改变动向。

政策调整正对油气市场竞争格局和交易规则产生影响，在我国范围内，燃气领域长时间以来受到政府严格监管和直接操控，导致市场竞争度不足，市场规则有待完善，近几年，随着政府促使天然气市场化进程步伐加速，政策调整逐步对市场环境产生明显影响，行政机构废止气价管制，并对市场降低准入门槛，逐渐建立了市场化气价机制，从而促进了竞争活性，整顿了市场举动。政策的变动可能会引发市场的波动，从而使市场参与者面临资本运作与商业活动的不确定性，这提升了决策难度，在政策完善与调整过程中，政府机构需加强沟通、精确指导，以稳定市场信念，促进市场的健康增长。

政策调整对燃气产业的各个层面产生了显著影响，从一方面来看，政策调整可能会对天然气开采与使用带来一定影响，当局实施变革油气税和开采方针的方式，直接影响公司对油气资源的勘查与使用活动，政策更迭或许会对天然气挖掘与售卖环节带来一定作用，当局通过调整价格机制、构建配送网络等手段，对石油气从开采到储存、再

到买卖的各个环节产生了直接影响，从而对整个石油气产业链造成影响，调整其顺畅运行与发展节奏，所以，当局需要按照市场情况和国家能源长期规划，发布切实有效的政策指引，保障天然气行业开采至销售的所有环节稳定运作且向良性发展。

国家能源方针的制定和修正，依赖于政策灵活性，作为绿色能源的关键构成，燃气在我国国内调整能源布局和达成碳排放减少目的的过程中，起到了至关重要的作用，我国当局通过调整天然气定价、优化管网政策架构，对国内油气产业布局及发展轨迹直接作用，进而影响国家能源战略实施效果，我国在能源行业的发展计划迫切需要改进，以便更好地引导和标准化天然气产业体系，推动产业的良性发展，此举将加强我国能源结构的变革，助力实现国家能源战略的长远目标。

综合而言，我国天然气市场发展进程，深受政策变动的重大影响，该影响直接作用于市场环境、天然气产业发展格局以及国家能源战略实施效果，在政策优化阶段中，行政机构必须关注经济组织的合法权利，增强政策的科学性和稳定性，促进燃气行业改革的顺利实施和健康发展。

5 技术创新与管理提升：推动我国天然气市场化进程的有效路径

天然气市场化的推进，少不了技术革新这一关键推动力，随着技术层面的不断改革与创新，天然气的开采、储存、输送及应用技术不断更新换代，从而为天然气市场化进程构筑了更为坚实的技术支撑，利用水力裂解技术，非传统天然气储量例如页岩天然气实现有效开发，因此明显增加了气体产出量和供应链的稳固性；采用尖端智能型管道网络技术，显著增强了燃气输送能力的传输效率与安全防护，促进了天然气的畅通无阻及其市场化进程，因此，加强对油气行业新技术研发的资金注入与支持，持续提升技术层面与设备规范，乃是促进油气市场化进程的核心策略之一。

随着我国天然气领域逐步向市场化转型，竞争日益加剧，加强管理效率格外重要，一套出色的管理体系能够明显提升企业运营效率和管理水平，进而增强其市场竞争力和危机应对力，打造一套完善的监管体系和价格调控机制，能够有力地维护市场秩序，保障市场竞争公平；完善公司治理结构，改进管理方式，能够明显提高企业生产及运营效率，从而在充分竞争的市场环境中给予稳固的支持，进一步强化管理优化，不断改进管理框架和条例，是促使天然气市场改革向前发展的重要手段。

为了推动我国天然气市场的改革，需研究技术创新与优化管理的有效方法，起初，我们必须增强对石油化工技术革新领域的资金与政策支持，鼓励公司踊跃参与于科研创新，推动天然气技术迈向更高水平，必须加强天然气管理能力，构建一整套成熟的管理架构及机制，帮助公司提高管理效率和层次，需要加强对市场情况的管理与监测，迅速调整并改进相关政策措施，为天然气市场改造提供更稳固的政策支持和稳定的情境扶持，终究，需加强国际协作，借鉴国际先进经验，促进国内天然气市场改革的不断深入与健康发展。

我国之内天然气市场化的进程中，技术创新与管理优化是至关重要的推进器，只有加强对技术创新与管理改善的支持，探索有效推动方法，方能促进天然气市场改革进程的顺利推进和健康发展。

6 结语

我国市场燃气行业的发展速度需依赖技术创新与管理效能的全面提升来提升，依靠不断的科技创新提高管理效率，我们方能妥善解决市场难题，从而提升我国天然气产业竞争力，并推动其步入持续成长轨迹，在不久将来的时期，我们将不断致力于促进技术革新提高管理效率，推进天然气市场化进程注入强大活力，助推天然气产业转型升级至高品质发展路径。

[参考文献]

[1]石成刚.我国天然气行业市场化问题探析[J].中国能源,2023,45(7):24-33.
[2]丛威,陈晓平,吕明.新形势下深化我国石油天然气行业市场化改革问题研究[J].中国能源,2016,38(9):16-19.
[3]金浩,徐博.迈出天然气行业市场化的关键一步[J].中国石化,2019(12):38-42.
[4]赵军,潘月星.欧盟天然气行业市场化改革实践及对我国的启示[J].价格理论实践,2016(12):82-85.
[5]丛威,陈晓平,吕明.新形势下深化我国石油天然气行业市场化改革问题研究[J].中国能源,2016,38(9):16-19.

作者简介：马志超（1985.8—），男，毕业院校：西南石油大学，本科学历，所学专业：油气储运工程，就职于宿迁中石油昆仑燃气有限公司，职务及年限：门站站长，6年，职称：中级工程师。

浅谈电力变压器的电气试验与继电保护

代 蒙 李松峰 刘 斌 丛洋铭
特变电工沈阳变压器集团有限公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]现阶段，我国社会对电的需求越来越大，确保电力网的运行安全变得至关重要。因为电网运行比较复杂，在此环节中要随时保证变压器的平稳运作。变压器肩负着输配电任务，是电力网系统运行的根本保障，本篇文章就变压器电气试验和继电保护的主要措施展开了论述与分析。这些措施的论述和分析有助于深入理解变压器在电力系统中的重要作用，为确保电力系统安全运行提供了重要参考。

[关键词]电力变压器；电气试验；继电保护
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12927 中图分类号：TM41 文献标识码：A

Brief Discussion on Electrical Testing and Relay Protection of Power Transformers

DAI Meng, LI Songfeng, LIU Bin, CONG Yangming
TBEA Shenyang Transformer Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: At present, the demand for electricity in Chinese society is increasing, and ensuring the safe operation of the power grid has become crucial. Due to the complexity of power grid operation, it is necessary to ensure the smooth operation of transformers at all times. transformers shoulder the task of transmission and distribution, and are the fundamental guarantee of power grid system operation. This article discusses and analyzes the main measures of transformers electrical testing and relay protection. The discussion and analysis of these measures help to deeply understand the important role of transformers in the power system and provide important references for ensuring the safe operation of the power system.

Keywords: power transformers; electrical testing; relay protection

引言

在电力系统中，电力变压器是起到电压变换和功率传输的关键设备之一。为确保电力变压器的安全可靠运行，电气试验和继电保护是至关重要的环节。电气试验旨在评估变压器的绝缘性能、负载能力和稳定性等关键指标，从而保障其在电力系统中的可靠性和安全性。而继电保护则是通过在电力系统中设置各种保护装置，监测和识别电力系统中的故障和异常情况，并采取措施，及时切断故障部分，以保护设备和系统的安全运行。本文将就电力变压器的电气试验与继电保护展开讨论，探讨其在电力系统中的重要性、基本原理和应用实践，以及未来发展趋势和挑战。

1 电力变压器的重要性

电力变压器作为电力系统的核心组成部分，扮演着至关重要的角色。它们承担着将电能从发电站输送到各个终端用户的关键任务，实现了电能的传输、分配和变换。电力变压器的性能和可靠性直接影响着电力系统的稳定运行和供电质量。无论是工业生产、商业用电还是家庭生活，都离不开电力变压器的支持。在现代社会中，随着电力需求的不断增长和电网的不断扩建，电力变压器的重要性日益凸显。因此，确保电力变压器的正常运行，保障电力系统的安全稳定供电，对于社会经济的发展和人民生活的改善具有重要意义。

2 电力变压器的电气试验

2.1 高压试验

2.1.1 高压试验的意义与作用

高压试验是电力变压器电气试验中的关键环节，其意义和作用不言而喻。首先，高压试验是确保电力变压器绝缘性能的重要手段。通过施加高电压，可以检验变压器的绝缘结构和材料是否符合设计要求，以保证其在高电压下的安全运行。其次，高压试验是发现潜在缺陷和隐患的有效手段。在高压下，如果变压器存在绝缘缺陷或者局部放电现象，往往会导致绝缘击穿，从而暴露出可能存在的安全隐患。通过高压试验，可以及时发现并排除这些潜在故障，提高变压器的可靠性和安全性[1]。另外，高压试验也是对电力变压器整体质量的检验和验证。只有通过了高压试验，才能确保电力变压器在实际运行中能够稳定可靠地工作，从而保障电网的安全稳定运行。

2.1.2 高压试验的方法与流程

高压试验是电力变压器电气试验中的重要环节，其方法与流程经过精心设计，旨在确保变压器的安全性和可靠性。一般而言，高压试验的方法主要包括以下几个步骤。首先，准备工作，包括对高压试验设备的检查和校准，确保设备的正常运行；其次，对变压器进行预处理，包括清洁表面、检查绝缘表面是否完好等；接着，将高压试验设备连接到变压

器的绝缘部分，确保连接稳固可靠；然后，按照预定的测试电压和时间参数进行高压施加，监测变压器的绝缘电阻、泄漏电流等关键参数；最后，根据测试结果进行评估，判断变压器是否通过高压试验，如果发现异常，及时进行故障排查和修复。整个高压试验过程需要严格按照规定的操作流程和安全标准进行，确保测试的准确性和可靠性。

2.2 绝缘电阻测试

2.2.1 绝缘电阻测试的原理

绝缘电阻测试是电力变压器电气试验中的重要内容，其原理基于绝缘材料的电阻特性。在绝缘电阻测试中，通过施加直流电压，通常为 500V 或 1000V，将测试电压施加在待测绝缘部分上，然后通过测量测试电流来计算绝缘电阻值。绝缘电阻的大小反映了绝缘材料对电流的阻碍能力，即绝缘的质量和绝缘性能。其基本原理是利用欧姆定律，即电流与电压之比等于电阻值，即 I=V/R，其中 I 为电流，V 为电压，R 为电阻值。当绝缘材料完好时，电流极小，电阻值较大；而当绝缘材料存在缺陷或损坏时，电流会增大，电阻值减小。因此，通过测量绝缘电阻值，可以评估绝缘的健康状况，及时发现潜在的故障隐患，从而保障电力设备的安全运行。

2.2.2 绝缘电阻测试的实施步骤

绝缘电阻测试的实施步骤需要经过仔细的计划和操作，以确保测试的准确性和可靠性。首先，进行准备工作，包括确认测试仪器的准备情况和状态是否良好，检查测试电压是否符合规定，确保测试环境干燥通风，避免外部因素对测试结果的影响。接着，清洁被测试设备的绝缘表面，确保表面干净无尘，以保证测试的准确性。然后，将测试电极正确连接到被测试设备的绝缘表面，并确保连接牢固可靠，避免因接触不良导致测试结果不准确。接下来，设置测试仪器的参数，包括测试电压、测试时间等，根据被测试设备的规格和要求进行调整。进行测试时，应注意监测测试过程中的电流变化，确保测试过程中的数据稳定。最后，根据测试仪器显示的测试结果进行记录和分析，评估绝缘电阻的情况，并根据需要采取相应的措施。

2.3 负载试验

2.3.1 负载试验的目的与意义

负载试验作为电力变压器电气试验中的重要环节，其目的与意义不言而喻。首先，负载试验旨在评估电力变压器在实际负载条件下的性能表现。通过模拟实际工作负载，对变压器进行负载试验可以检验其在负载变化、负载波动等情况下的稳定性和可靠性，验证其是否能够满足实际工作要求。其次，负载试验有助于发现潜在的性能问题和故障隐患[2]。在负载试验过程中，如果发现变压器在承载负载时出现异常现象，如温升过高、电压波动等，往往表明存在负载能力不足、绝缘材料老化等问题，需要及时进行调整和修复，以确保其安全稳定运行。此外，负载试验也可以为变压器的性能评价提供重要参考依据。通过负载试验，可以获取变压器在不同负载条件下的性能数据，如负载损耗、效率、温升等，为后续的运行管理和维护提供数据支持。

2.3.2 负载试验的实施方法

负载试验的实施方法需要经过精心设计和严格执行，以确保测试的准确性和可靠性。首先，确定负载试验的具体方案，包括负载大小、持续时间等参数。根据变压器的额定容量和设计要求，确定负载试验的负载水平，通常可以选择额定负载、过载或部分负载等不同条件。其次，准备负载试验设备和工具，包括负载箱、电表、温度计等测试仪器，确保其工作状态良好，并进行必要的校准和检查。然后，将负载箱正确连接到变压器的负载端口，确保连接牢固可靠，避免因接触不良导致测试结果不准确。接下来，设置负载箱的负载参数，如负载大小、功率因数等，根据实际情况进行调整。进行测试时，应注意监测变压器的运行状态，包括电压、电流、温度等参数，及时发现异常情况并采取相应的措施。最后，根据测试结果进行记录和分析，评估变压器在不同负载条件下的性能表现，发现问题并及时处理。

3 电力变压器的继电保护

3.1 继电保护的基本概念

继电保护作为电力系统中重要的安全保护手段，是指通过在电力系统中设置各种保护装置，以便在系统发生故障或异常情况时，迅速采取措施，切断故障部分，保护电力设备和系统的安全稳定运行。其基本概念涵盖了对电力系统各种故障、异常情况的识别和判断，以及对这些情况作出相应反应的能力。继电保护系统依靠各种电气、电子和通信技术，对电力系统进行实时监测和保护，通过检测电流、电压等参数的变化，实现对电力设备和系统的快速保护。其核心目标是保障电力系统的安全稳定运行，防止故障扩大和事故发生，最大限度地减少对系统的影响，保障供电可靠性。

3.2 继电保护的分类

3.2.1 过流保护

过流保护是电力系统中常见的一种继电保护方式，其基本原理是监测电流的大小，并在电流超过设定阈值时，及时切断电路，以防止设备受损或系统发生事故。过流保护通常用于检测系统中的短路故障或过载情况。在短路情况下，电流会突然增大到异常高的水平，此时过流保护会迅速动作，切断电路，防止短路扩大，保护设备和系统的安全运行。而在过载情况下，虽然电流也会增大，但并未达到短路的程度，此时过流保护可以根据设定的时间-电流特性曲线，延时动作或选择性地保护故障部分，保障系统的正常运行。过流保护的特点是简单可靠、响应速度快，能够有效地保护电力系统的设备和线路。在电力变压器中，过流保护通常设置在变压器的高压侧和低压侧，以保护变压器和与之连接的线路不受过流损伤。

3.2.2 过压保护

过压保护是电力系统中重要的继电保护方式之一，其

主要功能是监测系统中的电压，并在电压超过设定阈值时，采取相应的措施，以防止设备受损或系统发生事故。过压保护通常用于防止电力系统中出现过电压情况，如雷电冲击、系统失压、开关操作不当等引起的电压暂降或突变。当系统电压异常升高时，过压保护会快速动作，切断电路，保护设备免受过压损伤。其主要原理是通过检测电压的大小，并与设定的保护阈值进行比较，一旦超过设定值，即触发保护动作。过压保护在电力变压器中具有重要作用，特别是在变压器的高压侧，可以有效保护变压器绝缘系统和绕组不受过电压的损害。

3.2.3 欠压保护

欠压保护是电力系统中重要的继电保护方式之一，其主要功能是监测系统中的电压，并在电压低于设定阈值时，采取相应的措施，以防止设备受损或系统发生事故。欠压保护通常用于防止电力系统中出现电压不足的情况，如系统失压、负载过大、线路故障等引起的电压下降或波动[3]。当系统电压异常下降到设定的保护阈值以下时，欠压保护会迅速动作，切断电路，以保护设备免受欠压损伤。其主要原理是通过检测电压的大小，并与设定的保护阈值进行比较，一旦低于设定值，即触发保护动作。欠压保护在电力变压器中具有重要作用，特别是在变压器的低压侧，可以有效保护变压器绝缘系统和绕组不受欠压的影响。

3.2.4 过载保护

过载保护是电力系统中常见的一种继电保护方式，其主要功能是监测系统中的电流，并在电流超过设定阈值时，采取相应的措施，以防止设备受损或系统发生事故。过载保护通常用于防止电力系统中出现过载情况，即电流超过设备或线路的额定容量，可能导致设备过热、损坏或线路故障等问题。当系统电流异常增大到设定的保护阈值以上时，过载保护会迅速动作，切断电路，以保护设备免受过载损伤。其主要原理是通过检测电流的大小，并与设定的保护阈值进行比较，一旦超过设定值，即触发保护动作。过载保护在电力变压器中具有重要作用，特别是在变压器的高压侧和低压侧，可以有效保护变压器绕组不受过载的影响，防止变压器过热损坏。

3.2.5 短路保护

短路保护是电力系统中至关重要的一种继电保护方式，其主要作用是在电力系统中发生短路故障时，迅速切断故障部分，以保护设备和系统的安全运行。短路故障是电力系统中常见的故障类型之一，可能由设备故障、外部因素（如雷击）或人为操作等原因引起，一旦发生，可能导致设备损坏、电网中断甚至事故发生。因此，短路保护的及时动作对于防止故障扩大、保障系统稳定运行至关重要。短路保护的原理是通过检测电流的异常增大，并在电流超过设定阈值时，迅速动作，切断故障部分，防止故障扩大。其主要特点是动作速度快、可靠性高，能够有效地保护电力设备和系统不受短路故障的影响。在电力变压器中，短路保护通常设置在变压器的高压侧和低压侧，以保护变压器和与之连接的线路不受短路损伤。

4 电气自动化系统继电保护安全技术应用对策

电气自动化系统在继电保护中的安全技术应用对策至关重要。随着电力系统规模的不断扩大和复杂性的增加，以及电力设备的更新换代，对继电保护技术提出了更高的要求。为此，需要采取一系列对策来确保电气自动化系统继电保护的安全可靠性。首先，应加强继电保护技术研究和创新，不断提升继电保护装置的智能化水平和故障诊断能力。通过引入先进的数字保护装置、智能化算法和模型辅助决策系统，提高继电保护的响应速度和准确性，降低误动作率，提高系统的稳定性和可靠性[4]。其次，应加强对继电保护装置的在线监测和维护管理，建立完善的巡检制度和故障诊断机制。及时发现并排除继电保护装置的故障隐患，提高系统的可靠性和安全性。另外，应加强对继电保护人员的培训和技能提升，提高其对继电保护原理和装置操作的理解和熟练程度，确保其能够熟练操作继电保护装置，并能够有效地应对各种复杂情况，保障系统的安全稳定运行。此外，还应加强对电气自动化系统的信息安全防护，采取有效措施防范网络攻击和数据泄露等风险，保障系统的安全性和可靠性。

5 结语

电力变压器的电气试验和继电保护是保障电力系统安全稳定运行的重要环节。通过电气试验，可以全面评估变压器的性能和可靠性，为其安全运行提供了重要的保障。而继电保护则作为电力系统中的“安全守护者”，及时监测和响应系统中的故障和异常情况，保障了变压器及整个电力系统的安全运行。本文通过对电力变压器的电气试验和继电保护的探讨，旨在强调其在电力系统中的重要性和必要性。在我国电力需求不断增长的背景下，加强对电力变压器的电气试验和继电保护工作，对于确保电力系统的安全稳定运行，提高供电可靠性，具有重要的现实意义。希望本文能够为相关领域的研究和实践提供一定的参考和启示。

[参考文献]

[1]王李.电力变压器的电气试验与继电保护分析[J].电子技术,2024,53(2):242-243.

[2]王荣琛.电力变压器的电气试验与继电保护探讨[Z]//中国电力技术市场协会.2023 年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集(上册).神华(故城)新能源有限责任公司;,2023:4.

[3]冯澄.电力变压器电气高压试验技术和关键点分析[J].冶金管理,2021(5):99-100.

[4]陈李林.浅谈电力变压器高压电气试验的技术要点[J].数字通信世界,2019(10):88-90.

作者简介：代蒙（1992.12—），男，毕业院校：哈尔滨理工大学，所学专业：电机与电器，当前就职单位：特变电工沈阳变压器集团有限公司，职务：设计师，职称级别：工程师。

从城乡规划到国土空间规划的转变与发展研究

马珍丽
巴音郭楞蒙古自治州国土资源勘测规划设计院，新疆 库尔勒 841000

[摘要]从城乡规划到国土空间规划的转变是中国规划体系的一次重大改革，这一转变实现了国土空间的合理布局和高效利用，促进了经济社会的可持续发展。国土空间规划涵盖了城市、乡村、自然保护区、农田、水域等所有空间，强调各类空间的协调发展，关注国家长远发展，强调战略性资源的保护和利用，通过制定空间开发和保护的约束性指标，实现对国土空间的有效管控。显然，城乡规划在区域性、功能性、建设性的陈旧理念下难以推动国土资源的有效利用与可持续化发展。基于此，文章就通过对城乡规划与国土空间规划的对比分析，明确国土空间规划的发展特点与优势，并积极探索了未来国土空间规划的发展。

[关键词]城乡规划；国土空间规划；转变与发展；建议
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12923　　中图分类号：TU984　　文献标识码：A

Research on Transformation and Development from Urban and Rural Planning to National Spatial Planning

MA Zhenli
Bayingol Mongolia Autonomous Prefecture Land and Resources Survey and Design Institute, Korla, Xinjiang, 841000, China

Abstract: The transformation from urban and rural planning to national spatial planning is a major reform of Chinese planning system. This transformation has achieved the rational layout and efficient utilization of national spatial planning, and promoted sustainable economic and social development. National spatial planning covers all spaces such as cities, rural areas, nature reserves, farmland, and water bodies, emphasizing the coordinated development of various spaces, paying attention to the long-term development of the country, emphasizing the protection and utilization of strategic resources, and achieving effective control of national spatial development and protection through the formulation of binding indicators for spatial development and protection. Obviously, urban and rural planning is difficult to promote the effective utilization and sustainable development of national resources under the outdated concepts of regionalism, functionality and construction. Based on this, the article clarifies the development characteristics and advantages of national spatial planning through a comparative analysis of urban and rural planning and national spatial planning, and actively explores the future development of national spatial planning.

Keywords: urban and rural planning; national spatial planning; transformation and development; proposal

引言

国土空间规划是新时代国家治理体系和治理能力现代化的重要内容，是生态文明建设和可持续发展的基础性制度。随着我国社会经济的快速发展，城乡规划在指导国土空间开发保护方面发挥了重要作用。然而，在新时代背景下，为适应国土空间的整体优化和可持续发展，城乡规划需要向国土空间规划转变。本文从城乡规划与国土空间规划的内涵、目标、体系等方面进行对比分析，总结国土空间规划的发展特点与优势，并对未来国土空间规划发展提出建议。

1 国土空间规划的发展特点与优势

1.1 发展特点

（1）整体性。国土空间规划涵盖整个国土空间，包括城市、乡村、山区、水域等各种类型的区域。它强调不同区域、不同要素之间的协调发展，以实现整体优化。在过去，我国的规划往往局限于局部区域，忽视了不同区域之间的联系和互动。而国土空间规划的出现，实现了从局部优化到整体优化的转变，有助于更好地发挥国土空间的整体效益。

（2）协调性。国土空间规划注重人与自然、经济社会发展与资源环境保护之间的协调。在过去，我国的经济社会发展往往以牺牲资源环境为代价，导致了一系列生态环境问题。而国土空间规划强调多目标协同，既注重经济发展，又关注资源环境保护，实现了从单一目标到多目标协同的转变，协调性有助于实现经济社会的可持续发展，提高国土空间的利用效率[1]。

（3）长远性。国土空间规划充分考虑未来发展的需求和可能性，以可持续发展为基本目标。在过去，我国的规划往往注重短期利益，忽视了长远发展。而国土空间规划的出现，实现了从短期利益到长远发展的转变。它通过对未来发展的预测和分析，为我国国土空间的合理利用提供了科学依据，有助于实现国土空间的可持续发展。

1.2 优势

（1）优化国土空间开发保护格局。国土空间规划通

过科学合理的规划，我们能够实现国土空间的高效利用和可持续发展，确保经济发展与资源环境保护的和谐共生。这不仅有助于提升土地资源的利用效率，还可以有效避免开发过程中的生态破坏，实现经济社会的全面发展。

（2）提高政府治理能力。国土空间规划通过完善规划体系和管理机制，国土空间规划使政府在国土空间开发保护方面的决策更加科学、合理。政府能够更好地平衡各方利益，确保国土空间资源的合理分配，同时也能够加强对违法违规行为的监管，保障国土空间规划的有效实施。

（3）促进全社会参与。规划的透明度和开放性，使得社会各界都能参与到国土空间规划的编制和实施过程中。这种全民参与的机制，有助于凝聚共识，形成共同治理的局面。社会各界可以充分发挥自身优势，为国土空间规划提供宝贵的意见和建议，使规划更加符合实际需求，更具有操作性和实施效果。

2 城乡规划到国土空间规划

2.1 规划对象发生了变化

国土空间规划的转变是我国经济社会发展到一定阶段的必然产物，也是新时代生态文明建设的内在要求。从城乡规划到国土空间规划的转变，不仅意味着规划对象的变革，更象征着发展理念的升华和规划体系的完善。

传统的城乡规划，主要关注城市和乡村的建设和发展，其规划范围相对狭小，规划内容较为单一。随着我国经济社会的快速发展和人口的不断增长，城乡规划在指导空间发展方面遇到了诸多挑战。一方面，城市规模不断扩大，土地资源日益紧张，城市建设和农村发展的矛盾日益突出；另一方面，生态环境恶化，资源枯竭等问题也日益严重。这些问题都迫切需要从更广阔的视角，更系统的方式来解决。

在新时代的背景下，国土空间规划以整个国土空间为对象，既包括城市，也包括乡村，既包括陆地，也包括海洋。全面、系统的规划方式，能够更好地平衡发展和保护的关系，促进经济社会的可持续发展。国土空间规划的转变，意味着规划对象的变化。从城乡规划到国土空间规划，规划对象从单一的城市和农村扩展到了整个国土空间，不仅包括城市和农村的建设和发展，还包括山水林田湖草沙等各种自然资源的保护和利用，使得规划内容更加丰富，规划目标更加全面。从发展理念而言，城乡规划到国土空间规划，发展理念从单纯追求经济增长转变到了追求人与自然和谐共生的可持续发展，既是我国发展经验的总结，也是对国际发展趋势的响应。从规划体系而言，城乡规划到国土空间规划体系从单一的行政管理体系转变到了行政管理体系和市场调节体系相结合的新型规划体系，能够更好地发挥政府在规划中的引导作用，同时也能够更好地激发市场的活力[2]。

2.2 规划内容的变化

传统城乡规划到国土空间规划转变，不仅体现了我国对生态环境保护的高度重视，也意味着规划理念从分割式向整合式的跨越。国土空间规划以生态文明思想为指导，强调生态优先、绿色发展，致力于构建和谐人地关系。相较于传统城乡规划，国土空间规划在多个层面实现了内容的变化与拓展。

（1）规划范围与对象的拓展。传统城乡规划主要关注城市和乡村的建设发展，而国土空间规划的对象则拓展至全部国土空间。这意味着规划范围涵盖陆地、海洋、天空等所有空间领域，从而实现资源环境、人口经济、社会文化等各领域的协调发展。在此背景下，国土空间规划需充分考虑不同地区特色，尊重自然规律和地域差异，实现国土空间的优化配置。

（2）划目标与原则的转变。传统城乡规划往往以经济增长为核心，追求城市规模的扩张和产业的发展。而国土空间规划则以生态文明为导向，强调生态优先、绿色发展。规划目标转向提升国土空间质量，保障生态安全，促进人与自然和谐共生。在此过程中，国土空间规划坚持节约资源和保护环境的基本国策，推动经济社会发展和生态环境保护协调，实现可持续发展。

（3）规划内容与方法的革新。传统城乡规划内容相对单一，主要关注建设和发展。而国土空间规划内容更为丰富，涵盖国土空间开发保护、资源利用、生态修复、环境保护等多个方面。规划方法也从单纯的工程技术层面，提升至政策法规、社会经济、生态环境等多学科融合的综合决策。这要求规划者具备更高的综合素质，以便更好地应对复杂多变的规划任务。

（4）规划制度与体系的创新。传统城乡规划制度较为分散，缺乏统一协调。而国土空间规划构建了统一的国家空间规划体系，实现上下级规划的有效衔接。通过整合各类规划资源，提高规划执行力，确保国土空间开发保护的有序进行。同时，国土空间规划还强化了对规划实施的监督评价，确保规划目标顺利实现。

总之，从城乡规划到国土空间规划的转变，是我国规划领域的一次重大创新，变革充分体现了我国对生态环境保护的高度重视，为人与自然和谐共生的现代化建设提供了有力保障。

2.3 规划管控监督的变化

随着我国经济社会的快速发展，国土空间规划与城乡规划也在不断演变和完善。从城乡规划到国土空间规划的转变，规划管控监督也发生了相应的变化。国土空间规划更加注重生态优先、绿色发展，规划管控监督更加精细化、法治化。国土空间规划的实施，对于推动我国经济社会持续健康发展具有重要意义。

首先，从城乡规划到国土空间规划的转变，体现了我国发展理念的升级。过去，城乡规划主要关注土地利用、建设规模和布局，侧重于经济发展。而现在，国土空间规划更加注重生态文明建设，强调绿色发展、可持续发展。这种转变符合我国当前发展的实际需要，有利于更好地保护生态环境，提高国土空间利用效率。

其次，国土空间规划的实施，使得规划管控监督更加精细化。过去，城乡规划的管控监督相对粗放，难以适应新时代的发展要求。而现在，国土空间规划明确了各类空间的具体管控要求，细化了管控措施，有利于提高规划执行的准确性和有效性。同时，通过建立健全规划管控监督体系，强化责任追究，确保规划落地生根。此外，国土空间规划的实施，推动了规划管控监督的法治化。过去，城乡规划的法律法规体系相对不够完善，规划管控监督的法治化水平不高。而现在，国土空间规划法律法规体系逐步健全，为规划管控监督提供了有力的法治保障。通过加强规划法律法规的宣传和培训，提高规划管控监督的法治意识和依法行政水平，有利于维护规划的权威性和严肃性[3]。

最后，国土空间规划的实施，还强化了规划管控监督的协同性。过去，城乡规划的管控监督涉及多个部门，协同机制不够顺畅。而现在，国土空间规划明确了各部门的职责分工，建立了协同推进机制，有利于提高规划管控监督的整体效能。通过加强部门间的沟通协作，形成工作合力，确保规划管控监督落到实处。

总之，从城乡规划到国土空间规划的转变，规划管控监督发生了深刻变化，有利于更好地保障国家安全、促进经济发展、维护社会稳定。我们要充分认识国土空间规划的重要性，深入推进规划管控监督的改革，为实现我国经济社会的持续健康发展贡献力量。在新的历史条件下，我们要紧紧围绕生态文明建设的目标，以国土空间规划为引领，不断提高规划管控监督的水平，推动我国发展迈上新的台阶。

3 国土空间规划的发展需求

3.1 健全相关法律体系保障

国土空间规划是国家空间发展的重要战略，对于优化空间布局、保障经济社会发展和生态环境保护具有重要意义。

（1）完善国土空间规划法律法规，确保规划工作的合法性和权威性。我国现有的国土空间规划法律法规体系尚不完善，部分地方在规划工作中存在法律依据不足、执法力度不够等问题。因此，应加快制定和修订相关法律法规，明确国土空间规划的目标、原则、内容、程序等方面的要求，确保规划工作有法可依。

（2）加强国土空间规划的法治建设，强化规划执行和监管。在法律法规完善的基础上，要注重加强规划执行和监管的法治建设。一是要明确各级政府、相关部门和单位的职责，建立健全规划实施的责任体系；二是要制定具体的规划执行程序和监管措施，确保规划的有效实施；三是要加强规划执法力度，对违反规划的行为进行严厉查处，维护规划的权威性和严肃性。

（3）建立国土空间规划的法制监督机制，保障规划的公正性和透明度。国土空间规划涉及到各方面的利益，为了确保规划的公正性和透明度，需要建立健全法制监督机制。一是要加强对规划编制和实施的监督，确保规划过程公开、公平、公正；二是要发挥人大、政协和社会各方面的监督作用，对规划工作进行全面监督；三是要建立规划决策失误责任追究制度，对违反法律法规、损害国家利益和人民利益的规划行为进行追责。

3.2 对审批管理流程进行优化

在国土空间用途管制期间，审批管理对土地资源的使用进行着细致入微的调控。以前的自然资源管制，主要通过农用地转用审批、用地预审以及城乡规划中的一书三证等手段，有条不紊地推进着土地资源的合理利用和城市建设的有序发展。

随着“多规合一”理念的深入人心，自然资源部在深化“放管服”改革的大背景下，提出了一项创新的举措——合并用地预审和规划选址，不仅是对原有审批流程的简化，更是对工作效率的提升。同时，为了进一步优化营商环境，提高审批效率，对审批材料进行了大幅度的优化。新的审批管理模式，将原本分别进行的用地预审和规划选址环节，整合为一，使得审批流程更为流畅，大大缩短了项目从策划到实施的周期。这一举措，无疑为企业和投资者提供了更为便捷的服务，也为国土空间用途管制工作带来了新的活力。此外，审批材料的优化，进一步减轻了申请者的负担。通过探索统一的自然资源占用审批和使用许可制度能够提升自然资源的利用效率，从而与新时代背景下国土空间规划用途管制要求相一致[4]。过去，项目审批需要准备大量的文件和资料，繁琐的手续常常让申请者感到疲惫。如今，自然资源部通过简化审批材料，使得审批过程更为高效，便捷。

4 结语

从城乡规划到国土空间规划的转变，是我国国土空间开发保护制度的重要创新。国土空间规划以其整体性、协调性和长远性等特点，展现了强大的发展优势。未来，我们需要不断优化国土空间规划体系和管理机制，提高政府治理能力，促进全社会参与，确保国土空间规划的有效实施，为实现我国国土空间开发的可持续发展奠定坚实基础。

[参考文献]

[1]卢小娟.从城乡规划到国土空间规划的转变与发展分析[J].居业,2023(8):106-108.
[2]李苗.从城乡规划到国土空间规划的转变与发展[J].山西建筑,2022,48(16):45-47.
[3]蒋奕奕.我国国土空间规划立法的完善[D].贵阳:贵州大学,2021.
[4]孙施文.从城乡规划到国土空间规划[J].城市规划学刊,2020(4):11-17.

作者简介：马珍丽（1988.10—），国土空间规划副高级工程师，硕士研究生学历，毕业于新疆农业大学农村与区域发展专业，当前就职单位名称：巴音郭楞蒙古自治州国土资源勘测规划设计院。

房屋建筑工程基坑支护施工技术研究

张振瑞
新疆兵团第十二师头屯河农场城镇管理中心，新疆 乌鲁木齐 830022

[摘要]基坑支护工程是房屋建筑工程中一个重要的环节，其质量和施工技术的先进程度直接影响着工程的安全和进度。在城市建设中，由于土地利用的限制和地下管线的复杂性，基坑支护工程尤为重要。文章针对房屋建筑工程中基坑支护施工技术进行了研究，主要介绍了基坑支护工程的作用与特征，并详细探讨了关键的支护施工技术，包括土钉墙技术、地下连续墙技术、深层搅拌桩技术、排桩技术和混凝土喷浆技术。最后，总结了基坑支护工程施工过程中需要注意的事项，包括强化前期开挖及降水作业、应用组合支护技术以及加强现场动态监测。

[关键词]建筑工程；基坑支护；土钉墙技术；排桩技术
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12922　　中图分类号：TU753.4　　文献标识码：A

Research on Construction Technology of Foundation Pit Support in Building Construction Engineering

ZHANG Zhenrui
Urban Management Center of Toutunhe Farm, 12th Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Urumqi, Xinjiang, 830022, China

Abstract: Excavation support engineering is an important part of building construction, and its quality and advanced construction technology directly affect the safety and progress of the project. In urban construction, due to the limitations of land use and the complexity of underground pipelines, foundation pit support engineering is particularly important. The article focuses on the construction technology of foundation pit support in housing construction engineering, mainly introducing the role and characteristics of foundation pit support engineering, and discussing in detail the key support construction technologies, including soil nail wall technology, underground continuous wall technology, deep mixing pile technology, pile arrangement technology, and concrete spraying technology. Finally, the precautions that need to be taken during the construction process of foundation pit support engineering were summarized, including strengthening early excavation and dewatering operations, applying combined support technology, and strengthening on-site dynamic monitoring.

Keywords: construction engineering; excavation support; soil nail wall technology; pile arrangement technology

引言

随着城市化进程的不断推进和人口增长的持续增加，房地产建设需求日益增加。基坑支护施工直接关系到建筑物的稳定性、施工安全和工程质量。然而，在城市建设中，由于地质条件复杂、地下管线众多、周边环境复杂等因素的影响，基坑支护施工面临诸多挑战，如地下水渗漏、土质松软、邻近建筑物影响等问题，导致工程施工难度加大、风险增加[1]。因此，深入研究基坑支护施工技术，针对不同地质环境和工程条件，探索创新的施工方法和技术手段，有利于提高基坑支护施工的安全性、效率性和经济性。

1 基坑支护工程的作用与特征

1.1 基坑支护工程的作用

在房屋建筑领域中，基坑支护工程作用远不止于简单的地基处理和建筑施工，而是涉及到建筑物的稳定性、工程安全、环境保护以及城市规划等多个方面。

基坑支护工程有助于确保建筑物的稳定性和安全性。在建筑施工过程中，为了进行地下室、地下通道或地下车库等建筑物的施工，需要进行基坑开挖，而基坑的稳定性直接关系到周边建筑物和地下管线的安全。通过对基坑进行有效的支护，可以防止基坑塌方、地震等灾害事件的发生，保障建筑物和周边环境的安全。

基坑支护工程有利于减少对周边环境的影响。基坑开挖会对周围土地、地下管线、地下水等环境因素造成一定的影响，而通过科学合理的支护措施，可以有效地减少土壤沉降、地下水涌入等问题，降低对周边环境的破坏程度，保护生态环境和地下资源。

基坑支护工程有助于提高施工效率和工程质量。通过采用合适的支护结构和施工工艺，可以有效地控制基坑开挖过程中的变形和渗水等问题，保证施工进度，提高工程质量，减少施工风险。在未来的建筑工程中，需要进一步加强对基坑支护工程技术的研究和应用，以满足城市建设的需要，实现可持续发展。

1.2 基坑支护工程的特征

基坑支护工程具有多样性和复杂性。由于不同地区的

地质条件、地下管线分布、周边建筑物情况等因素的差异，基坑支护工程在设计和施工过程中需要根据具体情况进行综合考虑和定制方案。因此，基坑支护工程的特点之一就是多样性，需要因地制宜地选择合适的支护结构和施工工艺。

基坑支护工程具有风险性和安全隐患。基坑施工往往涉及到大规模土方开挖、地下水涌入、地下管线破坏等风险，一旦发生事故可能会造成严重的经济损失和人身伤害。因此，在进行基坑支护工程时，必须高度重视安全管理，采取有效的防范措施，确保施工过程安全可控。

基坑支护工程具有施工周期短、工序多的特点。基坑支护工程通常是整个建筑工程中的前期准备工作，施工周期相对较短，但涉及的工序却较多，包括基坑开挖、支护结构安装、排水设施建设等多个环节。因此，需要对施工过程进行严密的组织和协调，确保各个工序的顺利进行，保证工程进度[2]。

总的来说，基坑支护工程具有多样性、风险性和施工周期短、工序多等特征，对工程施工和管理提出了较高的要求。只有充分理解其特点，并采取科学合理的措施，才能确保基坑支护工程顺利进行，保障建筑工程的安全、质量和进度。

2 房屋建筑工程基坑支护工程关键技术

2.1 土钉墙技术

土钉墙是一种由钢筋混凝土构成的墙体结构，通过预埋在土体中的钢筋与混凝土结合体系相互作用，形成具有一定抗拉强度的整体支护结构。

在土钉墙的设计中，需要充分考虑基坑周围的地质条件、地下水位、周边建筑物情况等因素，确定土钉墙的尺寸、布置方式和施工工艺。设计应该符合地质力学和土木工程的基本原理，确保土钉墙具有足够的稳定性和承载能力。土钉墙的施工包括钻孔、埋设钢筋、注浆、浇筑混凝土等多个步骤，每个步骤都需要精准的操作和严格的质量控制。特别是在土钉墙的钢筋埋设和注浆过程中，需要确保钢筋的正确埋设深度和方向，注浆材料的充分填充，以及浇筑混凝土的均匀性和密实性。

在土钉墙施工完成后，需要对其进行定期监测，及时发现和处理可能存在的问题，保证土钉墙的稳定性和安全性。同时，还要对土钉墙进行定期的维护和保养，防止因外界环境变化或其他原因导致的损坏和老化，确保其长期稳定地发挥支护作用。施工过程中，必须严格遵守相关的安全规范和操作规程，采取有效的安全防护措施，确保施工人员的人身安全和施工现场的安全。特别是在高墙施工和深基坑开挖等危险环节，需要加强安全监管和风险评估，保障施工过程的安全性。

2.2 地下连续墙技术

地下连续墙技术是基坑支护工程中的一种重要施工方法，它通过在地下挖掘过程中同时施工连续墙，起到支护土体、防止地下水涌入、固化土体等作用。

在设计阶段，需要充分考虑基坑周围的地质情况、地下水位、基坑深度等因素，确定连续墙的尺寸、形式和材料。设计应符合地质力学和土木工程原理，确保连续墙具有足够的承载能力和稳定性。地下连续墙的施工包括钻孔、浇筑混凝土、安装钢筋等多个步骤，每个步骤都需要精确的操作和严格的质量控制。特别是在钻孔和浇筑混凝土过程中，需要确保墙体的垂直度和密实性，以及钢筋的正确布置和连接[3]。

连续墙的常用材料包括钢筋混凝土、钢板桩等，选择合适的材料可以有效地提高墙体的承载能力和抗渗性能。在选择材料时，需要考虑墙体的设计要求、施工条件和经济性等因素，确保墙体质量达到要求。在连续墙施工过程中，需要进行定期的监测和检测，及时发现和处理可能存在的问题，保证墙体的稳定性和安全性。还需要加强对施工过程的质量控制，确保墙体的尺寸、强度和密实度等指标符合设计要求。只有科学合理地进行施工管理和操作，才能确保连续墙的稳定性和工程质量。

2.3 深层搅拌桩技术

深层搅拌桩技术是基坑支护工程中常用的一种地基处理方法，它通过在土体中形成一定直径、一定深度的搅拌桩，以提高土体的承载力、抗剪强度和稳定性，从而实现基坑支护的目的。

在施工前，需要进行现场勘测，了解地质情况、地下水位、承载力等信息，为搅拌桩的设计提供依据。设计应根据工程要求确定桩的直径、间距、深度等参数，以及搅拌桩机的选型和施工工艺。同时准备好深层搅拌桩机以及相应的辅助设备和材料，如水泥、粉煤灰、黏土等，搅拌桩机应根据设计要求进行调试和校准，确保其正常运转和施工效率。根据设计要求，在基坑周边确定搅拌桩的位置和标高，并进行标志和测量，确保搅拌桩的布置符合设计要求。然后，搅拌桩机按照设计要求，在预定位置进行桩孔的钻进，深度通常达到设计要求的深度。搅拌桩机在钻进的同时，向土体中注入水泥、粉煤灰等固化材料，与土体混合形成搅拌桩体。注浆量和速度应根据设计要求进行控制，确保桩体的质量和强度。在搅拌桩达到设计深度后，对桩头进行修整和处理，使其与地面平齐或略高于地面，以便后续的支撑结构施工。

在施工过程中，需对搅拌桩的质量和施工参数进行实时监测和记录，包括桩孔的直径、深度、注浆量、注浆压力等，确保搅拌桩的质量符合设计要求。并且，严格遵守相关的安全规范和操作规程，采取有效的安全防护措施，确保施工人员的人身安全和施工现场的安全[4]。特别是在搅拌桩机操作和注浆过程中，需要加强安全管理和监督，防止意外事故的发生。

2.4 排桩技术

排桩技术是基坑支护工程中常用的一种方法，通过在地下预埋一定数量、一定深度的钢筋混凝土桩，以加固土体、增加土体的承载能力和稳定性，从而实现基坑支护的目的。

施工前，首先进行现场勘测，了解地质情况、地下水位、基坑深度等信息，并根据工程要求进行设计。设计应根据基坑的尺寸、土体的承载能力等因素确定排桩的位置、数量、间距、深度等参数。准备好排桩机以及相应的辅助设备和材料，如钢筋、混凝土、振动器等。排桩机应根据设计要求进行调试和校准，确保其正常运转和施工效率。接着，根据设计要求，在基坑周边确定排桩的位置和标高，并进行标志和测量，确保排桩的布置符合设计要求，使用排桩机进行桩孔的开挖，一般采用旋挖钻机或振动钻机，将土壤钻取或振动至设计深度。在桩孔中安装预埋钢筋，钢筋的直径和长度应符合设计要求，通常采用预埋长度超过桩顶部的方式。在安装好钢筋后，利用泵车将混凝土或浆液注入桩孔中，使其充实填满，形成钢筋混凝土桩体，注浆应采用适当的工艺和配比，确保桩体的强度和稳定性。桩体硬化后，对桩头进行修整和处理，使其与地面平齐或略高于地面，以便后续的支撑结构施工。

施工过程中需要对排桩的质量和施工参数进行实时监测和记录，包括桩孔的直径、深度、钢筋的布置和长度、混凝土的配比和灌注情况等，确保排桩的质量符合设计要求，注意细节和规范操作，确保工程质量和施工安全。

2.5 混凝土喷浆技术

混凝土喷浆技术通过在地下喷射混凝土，形成坚固的喷浆墙，起到支护土体、防止地下水涌入、增强土体稳定性的作用。施工前需要进行基坑周边地质勘测，了解地层情况、地下水位、土体稳定性等因素，并根据工程要求进行设计。设计应根据地质情况和工程要求确定喷浆墙的位置、尺寸、厚度、深度等参数；准备混凝土喷浆机以及相应的辅助设备和材料，如混凝土、水泥、粉煤灰、注浆泵等。喷浆机应根据设计要求进行调试和校准，确保其正常运转和施工效率。根据设计要求，在基坑周边预埋喷浆孔，孔的位置和间距应符合设计要求，将水泥、粉煤灰等固化材料与水按照一定比例混合，并通过搅拌机进行充分混合，形成喷浆混合物。然后，使用喷浆泵将混合好的喷浆物料注入喷浆孔中，并利用喷浆机对土体进行喷射，形成坚固的混凝土喷浆墙。喷浆施工时，注意控制喷浆的压力、流量和喷射速度，确保喷浆的均匀性和密实性。喷浆施工过程中，对喷浆的质量和施工参数进行实时监测和记录，包括喷浆混合物的配比、压力、流量、喷射速度等，确保喷浆墙的质量符合设计要求。在混凝土喷浆墙硬化后，对喷浆墙顶部进行修整和处理，使其与地面平齐或略高于地面，以便后续的支撑结构施工。在喷浆施工过程中，加强安全管理和监督，防止意外事故的发生。

3 基坑支护工程施工注意事项

3.1 强化前期开挖及降水作业

在进行基坑开挖前，必须进行详细的现场勘察和土质分析，了解地下水位、土层情况等，以便制定合理的开挖方案。在实际开挖过程中，应根据地质情况采取适当的支护措施，防止因土体塌方引发事故。同时，对于地下水位较高或者周围环境对基坑影响较大的情况，需要采取降水措施，降低地下水位，确保开挖和支护施工的安全进行。

3.2 应用组合支护技术

应用组合支护技术是提高基坑支护工程施工效率和质量的重要手段。组合支护技术是指在基坑支护中采用不同的支护结构和材料进行组合应用，以满足不同地质条件和工程要求。常见的组合支护技术包括钢支撑、混凝土墙、钢板桩等，根据具体情况选择合适的支护形式，并进行有效组合使用，可以提高基坑支护工程的承载能力和稳定性，确保施工安全和工程质量[5]。

3.3 加强现场动态监测

通过设置监测点、采用监测仪器对基坑支护工程施工过程中的土体变形、支撑结构变化、地下水位变化等进行实时监测和记录，及时发现并处理施工过程中可能出现的安全隐患和问题，确保施工过程安全可控。根据监测数据及时调整施工方案和支护措施，保证基坑支护工程的顺利进行。

4 结束语

在现代城市建设中，基坑支护施工不仅是保障工程安全的关键环节，也是确保工程进度的重要保障。本文探讨了土钉墙技术、地下连续墙技术、深层搅拌桩技术、排桩技术和混凝土喷浆技术等关键支护施工技术，可以为解决基坑支护工程中的难题提供可行的解决方案。在具体施工中，还需加强现场动态监测，通过实时监测基坑支护施工过程中的变化，及时发现并解决问题，确保工程施工的顺利进行和安全运行。随着技术的不断创新和完善，基坑支护施工技术将会得到进一步提升，为城市建设和人民生活提供更加安全可靠的环境。

[参考文献]

[1]杨杰.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术应用[J].四川建材,2024,50(5):117-119.
[2]尤朝晖.建筑工程深基坑支护施工技术[J].江苏建材,2024(2):117-119.
[3]李明俊,甘祖旺.高层建筑工程深基坑支护施工技术[J].新城建科技,2024,33(4):80-82.
[4]李汉宇.基坑支护施工技术在住宅建筑土木工程中的应用[J].居舍,2024(1):54-57.
[5]王啸.建筑工程基坑支护工程综合施工技术研究[J].工程技术研究,2023,8(24):74-76.

作者简介：张振瑞（1992.11—），毕业院校：甘肃农业大学，所学专业：资源环境与城乡规划管理专业，就职单位名称：新疆兵团第十二师头屯河农场城镇管理中心，就职单位职务：副主任（工程师），职称级别：专业技术九级。

提高监理公司对工程质量监督管理水平的研究

雷永刚
航天万源实业有限公司监理处，北京 100076

[摘要]监理公司作为建筑工程质量管理的重要组成部分，承担着监督工程建设全过程的任务。当前监理公司在工程质量监督管理中仍然存在一些问题，如人才短缺、管理体系不健全等，导致工程质量无法得到有效保障。基于此，文章分析了提升监理公司质量监督管理水平的紧迫性和重要性，指出了当前监理公司在工程质量管理方面存在的问题，提出提升监理公司工程质量监督管理水平的有效路径和措施，以期提高监理公司在工程质量监督管理方面的水平，确保建筑工程质量和安全。
[关键词]监理公司；工程质量监督；质量管理；监督管理水平；建筑工程
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12929　　中图分类号：TU716　　文献标识码：A

Research on Improving the Supervision and Management Level of Engineering Quality by Supervision Company

LEI Yonggang
Supervision Office of Aerospace Wanyuan Industrial Co., Ltd., Beijing, 100076, China

Abstract: As an important component of construction quality management, the supervision company undertakes the task of supervising the entire construction process. Currently, there are still some problems in the supervision and management of engineering quality, such as talent shortage and incomplete management system, which lead to ineffective guarantee of engineering quality. Based on this, the article analyzes the urgency and importance of improving the quality supervision and management level of the supervision company, points out the problems currently existing in engineering quality management, and proposes effective paths and measures to improve the level of engineering quality supervision and management of the supervision company, in order to improve the level of engineering quality supervision and management of the supervision company and ensure the quality and safety of construction projects.
Keywords: supervision company; engineering quality supervision; quality management; supervision and management level; construction engineering

引言

建筑工程领域，监理公司扮演着保障工程质量与安全的重要角色。监理公司通过对工程施工全过程的监督与管理，确保工程按照设计要求和标准进行施工，最终实现高质量的建设成果[1]。然而，随着建筑行业的不断发展和建设项目的日益复杂化，监理公司在工程质量监督管理方面面临着诸多挑战。一方面，监理行业人才培养存在滞后性，缺乏专业化的培训体系和规范化的职业发展路径，导致监理人员整体素质不高；另一方面，监理人员的工作负荷较重，面临着工作压力大、职业认可度低等问题，影响了监理工作的质量和效率。监理公司需要具备更强的监督管理能力，及时发现和解决问题，确保工程质量和安全。因此，有必要深入研究如何提高监理公司对工程质量监督管理水平，探索有效的路径和方法具有重要的理论和实践意义，为建筑工程质量和安全提供更加坚实的保障，推动建筑行业实现高质量发展。

1 提高监理公司质量监督管理水平的必要性

1.1 保障工程质量和安全

监理公司在建筑工程中承担了监督、检查和管理的职责，其监督管理水平直接影响着工程的质量和安全[2]。首先，监理公司通过对工程施工全过程的监督和检查，确保工程按照设计要求和标准进行施工。这包括对材料的选用、施工工艺的控制、施工现场的安全管理等方面的监督，可以有效防止施工过程中出现的质量问题，保证工程质量的稳定和可靠。其次，监理公司在工程施工中具有重要的安全管理职责。监理公司需要密切关注施工现场的安全状况，发现并纠正存在的安全隐患，确保施工人员的安全和施工现场的安全。通过加强对施工安全的监督管理，可以有效降低工程施工过程中发生安全事故的概率，保障施工人员的生命安全和身体健康。此外，提高监理公司的质量监督管理水平还可以提升建筑工程的整体质量水平。监理公司作为建筑工程的监督和管理机构，其监督管理水平直接关系到工程的质量水平。通过加强对施工现场的监督和检查，及时发现和解决工程质量问题，可以提高建筑工程的质量水平，确保工程符合设计要求和标准，提升工程的可靠性和耐久性。

1.2 提升建筑行业整体质量水平

提升监理公司质量监督管理水平对提升建筑行业整

体质量水平至关重要。首先，建筑行业是国民经济的支柱产业，其质量水平直接关系到国家经济的发展和人民生活的质量，通过提升监理公司的质量监督管理水平，可以有效提高建筑工程的整体质量水平，保障建筑工程的质量和安全，推动建筑行业向着高质量发展的方向迈进。其次，建筑工程质量直接关系到人民群众的生命财产安全。建筑工程质量问题一旦发生，往往会导致严重的安全事故，给人民群众的生命和财产造成巨大的损失。通过提升监理公司的质量监督管理水平，可以有效预防和减少建筑工程质量问题的发生，保障人民群众的生命和财产安全，维护社会的稳定和安定。此外，建筑工程的质量水平也直接关系到国家经济的可持续发展，促进相关产业的发展，带动就业增加税收，推动国家经济的发展和繁荣。通过提升监理公司的质量监督管理水平，可以有效保障建筑工程的质量，提升建筑工程的整体质量水平，为国家经济的可持续发展提供坚实的基础和保障。最后，提升建筑行业整体质量水平还可以提升建筑行业的竞争力和国际影响力。优质的建筑工程不仅可以提高国内市场的竞争力，还可以增强国际市场的竞争力，推动建筑行业向着更高水平的国际化发展。

1.3 促进监理行业规范化和专业化发展

监理行业作为建筑工程质量监督的主要力量，其规范化和专业化程度直接关系到整个行业的发展和形象，通过提升监理公司的质量监督管理水平，可提高监理行业的服务质量和水平，推动监理行业向着规范化、科学化、专业化的方向发展[3]。其一，规范化和专业化的监理行业有利于提升行业的社会地位和影响力。规范化和专业化的监理行业能够更好地满足建筑工程质量监督管理的需求，为建筑工程的质量和安全提供更加可靠的保障，赢得了建筑行业和社会公众的信任和认可，提升了监理行业的社会地位和影响力。其二，规范化和专业化的监理行业有利于推动监理行业的健康发展。规范化和专业化的监理行业能够提高监理公司的管理水平和服务质量，提升监理行业的整体竞争力和生存能力，推动监理行业向着健康、可持续发展的方向迈进。其三，规范化和专业化的监理行业促进监理行业的国际化发展。规范化和专业化的监理行业能够提高监理公司的服务水平和国际竞争力，拓展国际市场，参与国际工程项目，推动监理行业向着更高水平的国际化发展。

2 当前监理公司对工程质量管理存在的问题分析

2.1 人员素质不高

监理人员作为工程质量管理的关键执行者，其素质直接影响着监理工作的质量和效果。首先，部分监理人员可能缺乏足够的专业知识和技能。监理工作需要具备扎实的工程技术知识、法规标准的了解以及工程管理技能等方面的素养。然而，一些监理人员因为教育背景、工作经验或培训不足等原因，导致其专业知识和技能水平不够，难以胜任复杂的监理工作。其次，部分监理人员缺乏实践经验和应对突发情况的能力。监理工作需要在施工现场面对各种复杂的情况和问题，需要监理人员具备较强的应变能力和解决问题的能力。然而，一些监理人员可能缺乏实践经验，对施工现场的实际情况了解不足，难以及时有效地应对各种突发情况，导致监理工作效果不佳。另外，部分监理人员可能缺乏沟通和协调能力。监理工作需要监理人员与施工单位、设计单位、业主等多方进行有效的沟通和协调，协调解决工程建设中的各种问题和矛盾。然而，一些监理人员沟通能力不足，表达能力差，难以与各方有效沟通，导致监理工作中出现沟通不畅、问题难以解决等情况。此外，部分监理人员缺乏责任意识和职业道德，存在责任意识不强、工作态度不端正等问题，导致监理工作执行不到位，工程质量管理效果不佳。

2.2 监理制度不健全

当前监理公司在工程质量管理中存在监理制度不健全，影响监理工作效果和工程质量管理的重要因素。首先，监理公司缺乏完善的监理制度体系。由于制度体系不完善的情况，监理流程不清晰、监理标准不统一、责任划分不明确等问题，导致监理工作执行不规范，出现监理漏洞和工作失误。其次，监理公司缺乏规范的监理操作程序，存在监理操作程序不规范、不完善的情况，监理工作流程混乱，导致监理人员执行工作时缺乏标准化的依据和方法，影响监理工作效果和质量管理水平。另外，监理公司监理标准和规范不统一，规范更新不及时，导致监理工作难以准确判断和评估工程质量，影响监理工作的科学性和准确性。此外，监理公司缺乏完善的监理责任体系。体系不完善、责任划分不清晰，导致监理人员工作责任不明确，监理工作执行不到位，影响工程质量管理的效果和结果。

2.3 监理公司内部管理不善

第一，监理公司管理体制不健全。管理体制是监理公司内部管理的基础，包括组织结构、权责分工、决策程序等内容。然而，一些监理公司因为历史原因或管理体制调整不及时等因素，导致管理体制不健全，组织结构混乱、职责不明确、决策效率低下等问题比较突出[4]。第二，监理公司管理机制不完善。管理机制是指监理公司内部各项管理活动的制度和程序，包括人力资源管理、财务管理、项目管理等方面。然而，一些监理公司可能缺乏科学合理的管理机制，导致管理流程不畅、效率低下、资源配置不合理等问题，影响监理公司内部管理的效果和质量。第三，监理公司管理手段不到位。管理手段是指监理公司内部管理所采用的方法和工具，包括信息化管理系统、绩效考核制度、培训机制等。部分监理公司存在管理手段不到位、信息化水平不高、绩效考核不公正等问题，导致内部管理手段滞后、管理效果不佳，影响监理公司内部管理的现代化和科学化程度。

3 提高监理公司对工程质量监督管理水平的路径

3.1 加强监理公司人员素质

监理人员作为工程质量管理的关键执行者，其素质直接影响监理工作的质量和效果。其一，通过加强人才招聘和培训来提升监理人员的专业知识和技能。在人才招聘方面，监理公司可以采用多种渠道积极招募具有优秀专业背景和工程管理经验的人才，确保监理团队的专业素质。在人才培训方面，监理公司可以定期组织各类培训活动，包括工程技术知识、法规标准、项目管理技能等方面的培训课程，提升监理人员的综合素质和业务水平。其二，建立健全的绩效考核和激励机制，激发监理人员的工作积极性和责任感。对监理人员的工作表现进行全面评估和量化分析，及时发现和解决存在的问题，并对表现突出的监理人员给予适当的奖励和激励，以激发监理人员的工作热情和主动性，提高监理工作的执行效率和质量水平。其三，监理人员应具备专业的技术知识和丰富的实践经验，能够熟练掌握监理制度和相关标准，准确把握工程施工的关键环节和质量要求，具备良好的沟通能力和团队合作意识，能够与建设单位、施工单位等相关方保持密切联系，形成合力，共同推动工程质量的提升。通过加强监理人员的培训和教育，提高其专业水平和综合素质，可以更好地发挥监理作用，确保工程质量和安全。

3.2 加强监理制度质量管理的预控以及过程管理

加强监理制度质量管理的预控以及过程管理旨在建立健全的管理体系，从管理制度和过程两个方面全面提升工程质量监督的效果与水平。

一方面，加强监理制度质量管理的预控，确保监理工作从源头上具备有效的控制手段。制定和完善监理规章制度、标准操作程序、质量管理手册等文件，明确监理工作的职责、权限、流程和标准。通过规范和明确的制度体系，监理公司可以在工程施工过程中做到早期介入、全程监控，及时发现和解决问题，从而有效预控工程质量的风险。

另一方面，加强监理制度质量管理的过程管理，是指在工程施工过程中，通过规范、系统的管理手段，对各项工作进行全面监督和控制，确保施工质量符合设计要求和相关标准，涵盖了施工前、施工中和施工后的各个环节，包括施工方案审批、施工过程监督、质量检查验收、问题整改跟踪等环节。监理公司需要建立起一套完善的过程管理体系，包括施工现场巡查记录、质量检查报告、问题整改台账等工具，通过严格的过程监督和管理，及时发现和纠正施工中存在的质量问题，确保工程质量稳步提升。

3.3 提升管理手段和工具的科学化水平

内部管理是监理公司保障监理工作正常运行和高效实施的基础，而管理手段和工具的科学化水平则直接影响着管理效率和质量。一是加强内部管理机制建设，确立科学合理的管理体系。规范的管理流程、清晰的职责分工、高效的决策机制等。通过建立健全的管理机制，监理公司能够有效地协调各部门之间的关系，提高工作效率和协作效果，从而更好地实施工程质量监督管理。二是提升管理手段和工具的科学化水平，加强信息化建设和数据分析能力。现代信息技术的应用能够帮助监理公司实现信息的快速传递和数据的准确分析，提高管理效率和决策水平。三是加强对人力资源的管理和培训，提高员工的专业素质和管理能力，通过制定有效的人才培养计划和职业发展路径，监理公司可以不断提升员工的技术水平和管理能力，为工程质量监督管理提供坚实的人才支撑。四是建立健全的绩效考核和激励机制，激发员工的工作积极性和创造性，通过设立科学合理的绩效考核指标和奖惩机制，监理公司可以激励员工积极投入工作，提高工作效率和质量。

4 结束语

在提高监理公司对工程质量监督管理水平的过程中，加强内部管理、提升人员素质、完善监理制度体系以及科学化管理手段都是至关重要的路径。通过这些措施，监理公司可以提升工作效率、确保工程质量、提升客户满意度，从而实现可持续发展，不断改进和创新管理方法，将有助于监理公司在日益复杂的工程环境中更好地发挥作用，为建设更安全、更可靠的工程项目作出贡献。

[参考文献]

[1]李翩翩.探析工程监理对工程施工质量的意义与作用[J].建筑技术开发,2020,47(4):2.
[2]蒙凡身.工程建筑监理对施工质量的监督与控制[J].商品与质量,2021(8):77-78.
[3]王继刚.工程建筑监理对施工质量的监督和控制[J].建筑工程技术与设计,2014(30):457.
[4]蒙凡身.建筑工程监理对施工质量的监督与控制研究[J].科技研究,2020,4(2):2-3.
[5]华玮.建筑工程监理对施工质量监督管理的要点[J].居舍,2020(33):57-106.

作者简介：雷永刚（1974.7—），男，单位名称：航天万源实业有限公司监理处，毕业学校：沈阳建筑工程学院。

电力变压器的继电保护策略分析

刘 斌 丛洋铭 李松峰 代 蒙
特变电工沈阳变压器集团有限公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着电力系统的不断发展和扩展，电力变压器的使用范围和数量也在不断增加。变压器故障频发的情况也日益凸显，给电力系统的安全稳定运行带来了挑战。针对变压器的故障问题，继电保护技术应运而生。通过对变压器进行全面的监测和保护，继电保护系统能够及时识别并处理各种故障，保障电力系统的安全稳定运行。因此，对于电力变压器继电保护策略的研究和分析具有重要的理论和实践意义。

[关键词]电力变压器；继电保护；策略
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12925 中图分类号：TM63 文献标识码：A

Analysis of Relay Protection Strategies for Power Transformers

LIU Bin, CONG Yangming, LI Songfeng, DAI Meng
TBEA Shenyang Transformer Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: With the continuous development and expansion of the power system, the scope and quantity of power transformers are also increasing. The frequent occurrence of transformer faults is also becoming increasingly prominent, posing challenges to the safe and stable operation of the power system. In response to the problem of transformer faults, relay protection technology has emerged. Through comprehensive monitoring and protection of transformers, relay protection systems can timely identify and handle various faults, ensuring the safe and stable operation of the power system. Therefore, research and analysis of relay protection strategies for power transformers have important theoretical and practical significance.

Keywords: power transformers; relay protection; strategies

引言

在现代社会中，电力系统扮演着至关重要的角色，为各个领域的发展提供了不可或缺的动力支持。而电力变压器作为电力系统中的核心设备之一，其稳定运行对于整个电力系统的安全性和可靠性至关重要。由于各种内部和外部因素的影响，变压器在运行过程中很容易受到各种故障的困扰，严重影响了电力系统的稳定性和可靠性。因此，对于变压器进行有效的继电保护显得至关重要。

1 继电保护在电力系统中的重要性

继电保护在电力系统中扮演着至关重要的角色。它类似于系统的守护者，时刻监测着电力系统的运行状态，一旦发现异常情况，立即采取行动以防止潜在的损害或事故。电力系统的稳定运行对于供电可靠性至关重要，而继电保护则是确保这一稳定性的关键组成部分之一。继电保护的主要任务是及时准确地检测电力系统中的故障和异常情况，并通过切断故障电路或采取其他措施来保护设备和人员安全。它能够快速响应各种故障类型，如短路、过载、接地故障等，从而防止故障扩大，最大限度地减少停电时间，提高电力系统的可靠性和稳定性。在电力系统中，即使是微小的故障或异常情况也可能引发严重的后果，包括设备损坏、停电甚至事故发生。继电保护的作用就在于通过快速、精准的反应，将这些潜在的风险降到最低。因此，无论是电力生产、传输还是配送环节，都离不开有效的继电保护系统的支持。

2 电力变压器的基本原理和工作特点

2.1 变压器的结构与功能

电力变压器是电力系统中常见的重要设备，结构简单而功能强大。典型的变压器包括两个或多个相互绝缘的线圈，它们通过铁芯相互连接而形成。其中，一个线圈被称为“初级线圈”，另一个则被称为“次级线圈”，它们之间通过磁感应相互耦合。变压器的基本原理是利用电磁感应的原理，将一个交流电信号转换为另一个电压级别的信号，或者将电压级别从一个电路传递到另一个电路。当在变压器的初级线圈中通入交流电流时，产生的磁场会通过铁芯传导到次级线圈中，从而诱导出相应的电流。根据线圈的匝数比，变压器可以实现电压的升高或降低。变压器的结构设计旨在提供最佳的电磁感应效果，同时确保线圈之间的电气绝缘和机械支撑。铁芯的材料通常选择具有高磁导率和低损耗的硅钢片，以最大程度地增强磁场传导和减少能量损耗。变压器的功能主要包括电压变换、功率传递和绝缘隔离。通过调整初级和次级线圈的匝数比，可以实现不同电压级别之间的转换，从而满足不同电气设备的需求。同时，变压器还能够将功率从一个电路传递到另一个电路，保证了电力系统的有效运行。另外，变压器的绝缘设计能够有效隔离高电压

和低电压系统，保护设备和人员免受电击和损伤。

2.2 变压器的工作原理

变压器的工作原理基于电磁感应的基本定律，它可以将交流电能从一个电路传输到另一个电路，同时改变电压和电流的大小。变压器内部的两个线圈，即初级线圈和次级线圈，通过铁芯相互连接。当在变压器的初级线圈中施加交流电压时，产生的磁场会沿着铁芯传导到次级线圈中，从而诱导出一个相应的交流电压。这是基于法拉第电磁感应定律的。重要的是变压器的工作是基于变化的磁场，而不是直接的电连接[1]。关键点在于变压器的匝数比。匝数比定义了初级线圈中的匝数与次级线圈中的匝数之间的比率。根据这个比率可以确定输出电压与输入电压之间的关系。如果次级线圈的匝数比初级线圈的匝数多，那么输出电压将会升高；反之则会降低。这是根据法拉第定律的数学表述。因为变压器的工作原理仅仅依赖于电磁感应，所以它是一个非常有效且可靠的设备。它可以在不改变电能的情况下，仅通过改变电压和电流的大小，实现电能的传输和转换。这使得变压器在电力系统中扮演着至关重要的角色，用于提高电压、降低电压、功率传输以及绝缘隔离等方面。

2.3 变压器的重要参数

变压器的性能与其各种重要参数密切相关，这些参数对于设计、选择和操作变压器都至关重要。首先是额定容量，通常以千伏安（kVA）为单位。额定容量是变压器能够持续工作的最大功率，它决定了变压器的大小和性能范围。其次是额定电压，包括初级侧额定电压和次级侧额定电压。这些电压值指定了变压器设计时所期望的工作电压范围。继而是变比，即变压器的变压比。变比决定了变压器能够实现的电压变换比例，它由初级侧匝数与次级侧匝数的比值决定。另一个重要参数是额定频率，通常为 50 赫兹或 60 赫兹。变压器必须能够适应电力系统的工作频率以确保正常运行。绝缘等级是变压器的另一个关键参数，它决定了变压器的绝缘性能和可靠性，通常以绝缘等级表示。损耗和效率也是重要参数之一，分为铜损耗和铁损耗。铜损耗是由变压器的线圈电阻引起的损耗，而铁损耗是由变压器的铁芯磁化引起的损耗。变压器的总效率是指输入功率和输出功率之比，决定了变压器的能量转换效率。

3 电力变压器的常见故障

3.1 内部故障

电力变压器的内部故障可能是变压器运行中最为严重的问题之一。这些故障通常是由于各种因素引起的，比如绕组故障、绝缘故障、冷却系统故障以及铁芯故障等。绕组是变压器的核心部件之一，但可能因为短路、绝缘老化或外力损伤等原因而出现故障，导致电压不平衡、电流异常增加，甚至可能引发火灾。变压器的绝缘系统是确保其安全可靠运行的关键，但可能由于老化、潮湿、过热等原因而失效，引发绝缘击穿或绝缘阻抗下降等故障。此外，冷却系统的故障也是常见的问题，如冷却油泄漏、冷却风扇失效或冷却管道堵塞等，可能导致变压器过热，甚至引发火灾。最后，铁芯作为传导磁场的关键部件，也容易受到振动、腐蚀或潮湿等影响而发生故障，如铁芯变形、铁芯损伤等，这些故障可能会影响变压器的磁导率和性能。

3.2 外部故障

外部故障是指发生在电力变压器周围环境或外部设备上的故障，可能导致变压器受损或运行异常。首先是雷击故障，雷击是一种自然灾害，可能直接击中变压器或其周围的设备，引发变压器的短路或损坏。其次是外部短路故障，这种故障可能是由于电力系统中其他设备或线路的短路引发的，导致变压器过载或损坏。另外，外部设备故障也是常见的问题，比如接地故障、漏电等，这些故障可能通过接地回路影响变压器的正常运行。除此之外，环境因素也可能导致外部故障，比如恶劣的天气条件、高温、潮湿等，这些因素可能会影响变压器的绝缘性能或冷却系统，进而引发故障。

3.3 故障对系统的影响

故障对电力系统的影响可能是多方面的，具体取决于故障的类型、规模和持续时间。首先是电力供应的中断，如果故障导致变压器停止运行或输出受到限制，那么与该变压器相关的电力供应将中断，可能影响到与之相连的用户或其他设备。其次是电力系统的稳定性受到影响，电力系统中的变压器扮演着关键的角色，通过调节电压和功率流向来维持系统的稳定运行。如果变压器发生故障，可能导致电力系统的电压不稳定或频率偏离标准值，进而影响到系统的整体稳定性。另外，故障可能引发安全隐患。特别是在发生火灾或爆炸等严重故障时，可能对周围环境和人员造成严重的危害，甚至导致人员伤亡或财产损失。此外，故障还可能对电力系统的可靠性和效率造成影响。长期或频繁发生故障可能导致设备的损坏或老化，进而影响到系统的可靠性和长期运行成本。

4 电力变压器继电保护策略分析

4.1 过流保护

过流保护是电力变压器继电保护系统中的重要组成部分，主要功能是在变压器内部或外部发生电流异常时，及时采取措施以防止设备受损或避免事故发生。过流保护可以根据变压器的额定容量和设计要求，设置不同的保护动作参数，如过流电流值和动作时间。当变压器内部或外部出现电流异常，例如短路故障或过载情况时，过流保护装置会检测到电流超过预设值的情况，并在设定的时间内进行动作。过流保护通常分为两种类型：定时动作和电流定值动作。定时动作是根据设定的时间延迟来触发动作，而电流定值动作则是根据设定的电流阈值来触发动作。这两种类型的过流保护可以根据变压器的特性和运行情况

进行灵活配置和组合，以实现更可靠的保护。在实际应用中，过流保护通常与其他保护装置配合使用，如差动保护、接地保护等，以提高整个继电保护系统的可靠性和响应速度。通过综合利用各种保护装置，可以有效地保护变压器免受各种故障的影响，确保电力系统的安全稳定运行。

4.2 过压保护

过压保护在电力变压器继电保护策略中扮演着至关重要的角色，主要功能是监测和保护变压器免受电压异常或过电压的影响，以确保变压器及其周围设备的安全运行。过压保护系统通常设置在变压器的主要输入和输出电路上，监测电压值是否超出预设的安全范围[2]。一旦检测到电压异常，过压保护系统会立即采取措施，例如切断电路或发出警报，以防止设备受损或事故发生。过压保护的设计通常包括两种主要类型：瞬时过压保护和持续过压保护。瞬时过压保护主要用于检测短暂的电压波动或突发的过电压情况，它能够快速响应并采取措施以保护变压器。而持续过压保护则更注重于长时间内电压超过安全范围的情况，它可以根据设定的时间和电压阈值来触发动作，以确保变压器长时间内不受过电压的影响。除了直接监测电压值外，过压保护系统还可以结合其他参数，如频率、相序等，以提高保护的准确性和可靠性。这样的综合保护策略可以更全面地保护变压器免受电力系统中各种异常情况的影响。

4.3 温度保护

温度保护在电力变压器继电保护中具有关键作用，主要目标是监测变压器的温度，以防止设备过热并保护其安全运行。温度保护系统通常通过安装温度传感器来实现对变压器各部件的温度监测。这些传感器通常布置在变压器的关键部位，如绕组、冷却系统等，以确保对变压器全面的监测。当变压器内部或外部温度超出设定的安全范围时，温度保护系统会触发保护动作，例如发出警报、切断电源或采取其他措施以降低温度。这样可以有效地防止变压器由于过热而损坏，同时保障设备和人员的安全。温度保护系统通常还与其他保护装置相结合，如过流保护、过压保护等，以提高整个继电保护系统的可靠性和响应速度。通过综合利用各种保护装置，可以更好地保护变压器免受各种故障和异常情况的影响，确保电力系统的安全稳定运行。

4.4 差动保护

差动保护是电力变压器继电保护系统中的一项重要技术，主要功能是监测变压器内部电流的差异，以快速准确地检测并定位任何可能的故障。差动保护系统通过将变压器的所有输入和输出导线串联起来，形成一个回路，并在回路两端分别安装电流互感器。当变压器内部发生故障时（如绕组短路或接地故障），会导致回路中的电流发生不对称，这时差动保护系统会立即检测到电流差异，并触发保护动作。差动保护系统的动作速度非常快，通常可以在几毫秒内检测到故障并切断电路，以防止故障扩大。这种快速响应的特性使得差动保护系统成为电力变压器继电保护中最为可靠和有效的一种保护技术之一。除了检测内部故障外，差动保护系统还可以检测电力系统中其他部分的故障，如线路短路或接地故障，从而提高了整个电力系统的安全性和可靠性。

4.5 其他保护策略

除了过流保护、过压保护、温度保护和差动保护外，电力变压器继电保护系统还可以采用其他一些保护策略来进一步提高变压器的安全性和可靠性。其中之一是接地保护[3]。接地保护系统用于检测变压器的接地状态，当变压器出现接地故障时，会立即触发保护动作，以防止接地故障对变压器和电力系统造成严重损坏。另一个常用的保护策略是欠电压保护。欠电压保护系统用于监测变压器的输入电压，当输入电压降至安全范围以下时，会触发保护动作，以防止变压器过载或损坏。此外，频率保护也是一种常见的保护策略。频率保护系统用于监测电力系统的频率，当电力系统的频率超出安全范围时，会触发保护动作，以防止变压器和其他设备受到损坏。还有一些其他的保护策略，如电流不平衡保护、相序保护等，都可以根据电力系统的具体情况和要求进行配置和应用。

5 结语

继电保护在电力变压器系统中扮演着至关重要的角色。它不仅能够及时识别和响应各种内部和外部故障，保护变压器及周边设备的安全运行，同时也是确保电力系统稳定运行的关键一环。通过综合运用过流保护、过压保护、温度保护、差动保护以及其他保护策略，我们可以有效地提高变压器的安全性、可靠性和稳定性，确保电力供应的持续性和稳定性。因此，不断改进和完善继电保护技术，加强对电力系统的监测和管理，对于保障电力供应的安全、稳定和可靠具有重要意义。

[参考文献]

[1]王忠权,彭宇南.电力变压器的继电保护策略分析[J].模具制造,2023,23(9):220-222.
[2]杨宁.电力变压器的继电保护策略分析[J].集成电路应用,2023,40(4):234-235.
[3]滑祥.配电变压器的继电保护整定实践[J].电气时代,2022(11):43-46.

作者简介：刘斌（1987.3—），男，毕业院校：沈阳工业大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：特变电工沈阳变压器集团有限公司，职务：设计师，职称级别：工程师。

市政道路桥梁施工要点及现场管理方法探究

孟祥鹏
山东港通工程管理咨询有限公司，山东 烟台 264100

[摘要]近年来，社会的快速发展极大地推动了我国城市基础设施建设工程的进一步发展。尤其是道路桥梁工程的建设，更是直接影响社会经济发展水平与社会民生保障，因此做好道路桥梁工程的施工质量控制有着十分重要的现实意义。然而，道路桥梁工程施工涉及较为复杂的技术应用，并且施工现场管理水平也会对道路桥梁工程的整体施工质量产生直接影响。这就要求施工单位必须在实际道路桥梁工程施工建设过程中，加强施工经验总结，采用科学有效的现场管理手段，为实现高质量的道路桥梁工程施工提供有效保障。基于此，文章主要对道路桥梁工程施工现场管理存在的主要问题进行了简要分析，针对道路桥梁工程的施工技术要点与现场管理要点进行深入剖析，进而探讨了提高道路桥梁工程现场管理的相关措施，希望能够为相关施工提供有益参考。

[关键词]市政道路桥梁；施工要点；现场管理；方法
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12921　　中图分类号：TU74　　文献标识码：A

Exploration on Key Points and On-site Management Methods for Municipal Road and Bridge Construction

MENG Xiangpeng
Shandong Gangtong Engineering Management Consulting Co., Ltd., Yantai, Shandong, 264100, China

Abstract: In recent years, the rapid development of society has greatly promoted the further development of urban infrastructure construction projects in China. Especially the construction of road and bridge engineering directly affects the level of social and economic development and social livelihood security. Therefore, it is of great practical significance to do a good job in the construction quality control of road and bridge engineering. However, road and bridge engineering construction involves complex technical applications, and the level of construction site management will also have a direct impact on the overall construction quality of road and bridge engineering. This requires construction units to strengthen the summary of construction experience, adopt scientific and effective on-site management methods in the actual process of road and bridge engineering construction, and provide effective guarantees for achieving high-quality road and bridge engineering construction. Based on this, the article mainly provides a brief analysis of the main problems in on-site management of road and bridge engineering construction, and conducts in-depth analysis of the construction technology and on-site management points of road and bridge engineering. Furthermore, it explores relevant measures to improve on-site management of road and bridge engineering, hoping to provide useful reference for related construction.

Keywords: municipal road and bridge; key points of construction; on-site management; methods

引言

在市政道路桥梁施工中，合理的施工要点和有效的现场管理方法是确保工程顺利进行、质量可控和安全可靠的关键因素。市政道路桥梁工程在城市建设中占据着重要地位，其建设不仅直接关系到城市交通运输的畅通与安全，更是城市形象的重要体现。因此，为了保障施工质量、提高工程效率、确保安全施工，必须深入探究施工要点和现场管理方法。在文中，我们将探讨市政道路桥梁施工中的关键要点以及现场管理的重要性和挑战。首先，我们会强调市政道路桥梁施工的特殊性和复杂性，以及其对城市发展和人民生活的重要意义。其次，我们还将探讨现场管理方法对于施工效率和工程质量的影响，以及如何应对施工现场中可能遇到的挑战和问题。最后，我们将强调通过科学合理的施工要点和有效的现场管理方法，可以有效提升市政道路桥梁工程的质量和安全水平，实现城市建设的可持续发展目标。

1 市政道路桥梁工程现场施工管理的重要性

市政道路桥梁工程现场施工管理的重要性在于其直接关系到城市基础设施建设的质量、安全和进度。道路和桥梁作为城市的重要交通组成部分，不仅连接着城市的各个区域，更承载着城市居民的日常出行和物资运输需求。因此，良好的施工现场管理是确保工程顺利进行、提高工程质量、保障施工安全的关键。首先，施工现场管理直接影响着工程的进度和效率。有效的管理能够合理组织施工人员、设备和材料，精准安排施工工序和时间，从而提高施工效率，确保工程按时完成，以满足城市发展的需要。其次，施工现场管理关系到工程的质量和安全。严格控制施工材料和工艺，加强质量监督和检验，可以有效预防施

工质量问题，确保工程达到设计标准。同时，健全的安全管理制度和规范操作流程，有助于预防施工事故的发生，保障施工人员的生命安全和身体健康。此外，施工现场管理还需要兼顾与周边环境和社会的协调与沟通。合理规划施工布局，减少对周边环境的影响，妥善处理与周边居民的关系，充分考虑工程对当地社会和环境的影响，有助于营造和谐的施工氛围，促进工程的顺利进行。

2 市政道路桥梁工程施工现场管理存在的主要问题

市政道路桥梁工程施工现场管理面临着一系列主要问题，这些问题直接影响着工程的进度、质量和安全。首先，施工现场存在着人员和设备管理不到位的问题，可能导致人员和设备的不合理配置和利用，影响施工效率。其次，施工材料管理方面存在着材料来源不清晰、质量控制不严格等问题，可能导致材料供应不及时或质量不合格，影响工程的质量和进度。另外，施工进度管理方面存在着计划制定不科学、施工进度管控不到位等问题，可能导致施工周期延长或进度拖延，影响工程的正常进行[1]。此外，施工现场的安全管理和环境保护也存在着缺乏有效监督和管理的问题，可能导致施工安全隐患增加和环境污染加剧，对施工人员和周边环境造成不利影响。

3 市政道路桥梁施工中的技术要点分析

3.1 混凝土施工技术

市政道路桥梁施工中的技术要点之一是混凝土施工技术。混凝土在道路桥梁工程中广泛应用，其施工质量直接影响到工程的使用寿命和安全性。混凝土施工技术包括原材料选用、配合比设计、搅拌、运输、浇筑、养护等环节。首先，原材料的选用至关重要，需要选择符合国家标准的水泥、骨料、粉煤灰等材料，并进行严格的质量检测，确保混凝土的强度和稳定性。其次，配合比的设计要科学合理，根据工程的要求和环境条件进行合理调整，确保混凝土的性能和耐久性。在搅拌和运输过程中，要确保混凝土的均匀性和稳定性，避免混凝土的分层和泌水现象。在浇筑过程中，要注意控制浇筑速度和浇筑高度，采取适当的振捣措施，保证混凝土的密实性和均匀性。最后，在养护环节，要根据混凝土的类型和施工条件进行合理的养护措施，保持混凝土的湿润和温度稳定，促进混凝土的早期强度和耐久性发展。

3.2 路桥过渡段引桥部分施工

市政道路桥梁施工中，路桥过渡段引桥部分的施工是关键的技术要点之一。过渡段引桥连接着路面和桥梁，承担着转换载荷、保证行车平稳的重要功能，因此其施工质量直接关系到整体工程的安全性和稳定性。首先，施工前需进行详细的设计和方案制定，包括引桥的结构形式、材料选用、施工工艺等方面。合理的设计方案能够确保引桥的承载能力、稳定性和使用寿命，同时考虑到当地地质条件、交通流量等因素，以确保施工安全和施工进度。其次，施工过程中需严格控制施工质量，特别是对引桥的基础、支撑结构等部分进行质量监督和检验。在施工中应确保材料的选用符合标准要求，施工工艺符合设计要求，施工质量符合施工规范。另外，施工现场的安全管理也至关重要。在施工过程中，要加强现场管理，合理布置施工区域，设置安全警示标志，确保施工现场秩序井然，减少安全事故的发生。最后，在引桥施工完成后，需要进行必要的验收和测试工作，确保引桥的使用安全和稳定性。同时，要建立档案记录施工过程和施工质量，为后续的维护和管理提供参考依据。

3.3 基坑工程施工控制

基坑工程是指在建筑物或桥梁建设中，为了建造地下结构而开挖的坑洞。基坑工程施工的质量和安全直接关系到地下结构的稳定性和工程的整体安全。首先，施工前需进行详细的基坑设计和方案制定，包括基坑的尺寸、深度、支护结构等方面。合理的设计方案能够确保基坑工程的稳定性和安全性，在保证施工安全的前提下，尽可能减少对周边环境和建筑物的影响。其次，需要选择合适的支护结构和施工方法。根据基坑的深度、土质条件、周边环境等因素，选择适当的支护结构，如桩墙、土钉墙、支撑架等，以确保基坑工程的稳定和安全。同时，采用科学合理的施工方法，如分段开挖、逐层支护等，降低基坑工程施工的风险和难度[2]。另外，施工现场的安全管理也是至关重要的。在基坑工程施工过程中，要加强现场管理，设置安全警示标志，限制人员和车辆通行，确保施工现场的安全秩序，减少安全事故的发生。最后，在基坑工程施工完成后，需要进行必要的验收和监测工作，确保基坑工程的质量和安全。对基坑支护结构的稳定性和承载能力进行检测，对周边建筑物和环境进行监测，及时发现和解决存在的安全隐患，确保基坑工程的长期稳定运行。

3.4 桥头与伸缩缝填埋部位发生沉降

桥头与伸缩缝填埋部位的沉降可能导致桥梁结构的不稳定和安全隐患，因此需要采取有效的措施进行控制和管理。首先，施工前需要进行详细的工程勘测和地质调查，了解填埋部位的地质情况和地下水位等因素。根据勘测结果，科学合理地选择填土材料和填充方法，以减少填埋部位的沉降风险。其次，需要合理设计填埋部位的支撑和加固结构，以增强填埋部位的稳定性和承载能力。采用适当的支撑结构和加固措施，如钢筋混凝土支撑墙、加固桩等，确保填埋部位的稳固和安全。另外，需要加强对填埋部位沉降的监测和控制。通过安装沉降监测仪器和传感器，定期对填埋部位的沉降情况进行监测和记录，及时发现沉降异常情况，并采取相应的措施进行调整和处理，以确保填埋部位的稳定和安全。最后，施工完成后需要进行必要的验收和评估工作，对填埋部位的沉降情况进行综合评估，

确保填埋部位的沉降符合设计要求和施工标准，以保证桥梁结构的稳定和安全。

4 道路桥梁工程施工现场管理的相关措施

4.1 做好人员、设备、技术等因素的管理

在道路桥梁工程施工现场管理中，做好人员、设备、技术等因素的管理至关重要。首先，对人员方面，需要合理配置施工人员，确保人员数量与工程需求相匹配，同时要求具备相应的技术能力和安全意识。加强对人员的培训与管理，使其熟悉工作流程和安全操作规程，提高工作效率和安全性。其次，在设备方面，需要合理选择施工设备，并进行定期检查和维护，确保设备的正常运转和安全使用。同时，要合理规划设备的使用和维护计划，避免因设备故障而影响施工进度，保障施工的顺利进行。再者，在技术方面，要及时掌握和应用最新的施工技术和管理方法，提高工程施工的技术水平和管理水平。积极引进先进技术和设备，提高施工效率和质量，不断推动工程施工技术的创新和提升。

4.2 强化施工材料管理

在道路桥梁工程施工现场管理中，强化施工材料管理是至关重要的。施工材料的质量和供应充足与否直接影响着工程的进度和质量。首先，需要建立完善的施工材料采购计划和管理制度，明确各类材料的使用数量、规格和质量要求，合理安排采购时间和数量，以确保施工需要。其次，对采购的施工材料进行严格的质量检验和认证，确保材料符合国家标准和工程设计要求。对于每一批次进场的材料，都要进行验收和登记，确保质量的可控性[3]。同时，加强对施工材料的储存和保管工作，合理安排材料的存放位置和堆放方式，防止材料受潮、变形或损坏。另外，还要加强对施工材料的使用和消耗情况的监督和管理，确保施工材料的合理利用和节约使用。

4.3 做好施工进度管控

施工进度的合理控制不仅可以保证工程的顺利进行，还能有效避免施工周期延长和造成额外的经济成本。首先，需要在施工前制定详细的施工进度计划，并根据实际情况进行科学调整和优化。施工进度计划应该考虑到各项施工任务的先后顺序、工期安排、关键节点等因素，合理分配施工资源和时间，确保施工进度的合理性和可行性。其次，需要加强对施工进度的监控和调度，及时发现和解决施工中可能影响进度的问题和障碍。通过建立有效的进度监控机制，及时收集和分析施工进度数据，发现施工中的问题和风险，采取相应的措施进行调整和应对，保障施工进度的顺利进行。另外，要加强对施工现场各项工作的协调和配合，确保施工各个环节的衔接和协同，避免出现因施工流程不畅或资源不足而导致的进度延误。

4.4 做好施工温度控制

施工温度的合理控制可以直接影响到施工材料的性能和施工工艺的有效性，进而影响到工程的质量和进度。首先，对于施工材料，如混凝土、沥青等，其性能常常受温度影响较大。在施工过程中，需要根据材料的特性和施工要求，合理控制施工温度，以确保材料具有良好的流动性、黏附性和硬化性，从而保证工程的质量和耐久性。其次，对于施工工艺，如混凝土浇筑、沥青铺设等，其施工温度也是至关重要的。过高或过低的施工温度都会影响到施工质量和工艺效果，因此需要根据工程要求和材料特性，合理控制施工温度，确保施工工艺的顺利进行和施工质量的达标。

4.5 建设完善的安全管理制度

安全管理制度是指对施工现场安全管理工作所应遵循的规章制度、管理程序和应急预案的总称，其建设的目的是保障施工人员的生命安全和身体健康，减少施工过程中的事故和安全隐患。首先，建设安全管理制度需要明确相关的法律法规和标准要求，确保制度的合规性和可操作性。在制定安全管理制度的过程中，要充分考虑到施工现场的实际情况和特点，根据不同施工阶段和工种，制定相应的安全管理细则和操作规程，确保施工人员能够正确理解和执行安全操作规程。其次，要加强对安全管理制度的宣传和培训，确保施工人员都能够熟悉和掌握相关的安全管理规定和操作程序，提高他们的安全意识和应急处理能力。定期组织安全教育和培训活动，加强对施工人员的安全技能培训，提高其自我保护意识和能力[4]。另外，要加强对安全管理制度的执行和监督，建立健全的安全管理责任制和考核机制，明确各级管理人员和施工人员的安全管理责任和权利，加强对施工现场的安全巡查和监测，及时发现和纠正存在的安全隐患和问题，确保施工现场的安全生产环境。

4.6 重视做好环境管理

在道路桥梁工程施工现场管理中，重视做好环境管理是确保施工过程环境友好、资源节约、生态保护的重要措施之一。施工现场的环境管理不仅关乎施工工程的顺利进行，也直接影响到周边环境的质量和生态平衡。首先，环境管理要注重对施工现场周边环境的保护。在施工前，需要进行周边环境的评估和调查，制定合理的施工方案和环境保护措施，减少对周边土地、水体、空气等自然资源的污染和破坏。在施工过程中，要采取有效的措施减少施工产生的噪音、振动、粉尘等对周边环境的影响，保护周边生态环境的稳定和完整。其次，环境管理要注重对施工现场内部环境的管理。要建立施工现场的环境保护制度和管理规定，加强对施工现场的日常管理和清洁工作，确保施工现场的卫生整洁和环境美观。同时，要加强对施工废弃物的处理和处置，合理利用资源，减少废弃物的排放和对环境的污染，实现施工过程的资源循环利用和生态可持续发展。另外，环境管理要注重对施工人员的环境保护意识和责任意识的培养。通过加强环境保护知识的宣传和培训，

提高施工人员的环境保护意识和责任感，引导他们自觉遵守环境保护规定，积极参与环境保护工作，共同维护施工现场的良好环境。

5 结语

在市政道路桥梁施工中，施工要点和现场管理方法的探究是确保工程质量、施工效率和安全的关键。通过本文对施工要点和现场管理方法的探究，我们深入了解了地质勘察、工序规划、材料管理等关键要点的重要性，以及人员、设备、安全等方面的现场管理方法的必要性。合理运用这些要点和方法，可以提高施工效率、降低施工风险、确保施工质量，从而推动城市基础设施建设的持续发展。希望本文能为相关从业者提供有益的参考，促进市政道路桥梁施工的健康发展。

[参考文献]

[1]王鑫.道路桥梁施工要点及现场管理方法探析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(5):60-62.
[2]安志刚.市政道路桥梁施工要点及现场管理方法探究[J].工程建设与设计,2023(19):224-227.
[3]初立师.市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用与管理[J].居舍,2022(14):43-46.
[4]刘楠.探究市政道路桥梁施工要点及现场管理[J].工程建设与设计,2020(24):165-166.

作者简介：孟祥鹏（1988.1—），男，毕业院校：山东水利职业学校、山东交通学院，所学专业：道路与桥梁、土木工程，就职于山东港通工程管理咨询有限公司，职务及年限：监理工程师 8 年，职称：中级工程师。

净水机用增压泵的结构设计及降噪优化

劳科奇
宁波佳音机电科技股份有限公司，浙江 宁波 315400

[摘要]随着人们对水质安全和生活品质的关注不断提高，净水机作为一种重要的家用水处理设备，受到了越来越多消费者的青睐。而在净水机的核心部件中，增压泵扮演着至关重要的角色，其性能直接影响着净水机的运行效率和水质输出。然而，随着增压泵的工作，必然会产生一定的噪音，影响用户的使用体验，并在一定程度上影响周围环境的舒适度。因此，如何有效降低净水机增压泵的噪音，成为当前研究的热点之一。文中通过对净水机增压泵的结构设计和噪音优化方案进行综合研究，探索降低噪音水平的有效途径，从而提高净水机的整体性能和用户体验。

[关键词]净水机；增压泵；降噪
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12920　　中图分类号：TM925.5　　文献标识码：A

Structural Design and Noise Reduction Optimization of Booster Pumps for Water Purifiers

LAO Keqi
Ningbo Jiayin Electromechanical Technology Co., Ltd.,Ningbo, Zhejiang, 315400, China

Abstract: With people's increasing attention to water quality safety and quality of life, water purifiers, as an important household water treatment equipment, have been favored by more and more consumers. Among the core components of water purifiers, booster pumps play a crucial role, and their performance directly affects the operating efficiency and water quality output of water purifiers. However, with the operation of booster pumps, certain noise will inevitably be generated, affecting the user experience and to some extent, affecting the comfort of the surrounding environment. Therefore, how to effectively reduce the noise of booster pumps in water purifiers has become one of the current research hotspots. Through comprehensive research on the structural design and noise optimization scheme of the booster pump of the water purifier, this article explores effective ways to reduce noise levels, which improving the overall performance and user experience of the water purifier.

Keywords: water purifiers; booster pumps; noise reduction

引言

随着水资源的日益紧缺和水质问题的日益突出，人们对饮用水的安全和健康需求日益增长，净水机作为一种便捷高效的水处理设备，在家庭和办公场所得到了广泛应用。净水机增压泵作为净水机的核心组件之一，其主要功能是提高水压和水流速度，确保水质输出稳定。然而，为了实现高效率的水泵性能，通常需要牺牲一定的噪音水平。随着人们对生活品质要求的提高，对于增压泵噪音的容忍度也相应降低，这使得如何降低增压泵噪音成为了亟待解决的问题。基于此，对净水机增压泵的噪音问题进行研究和优化具有重要的现实意义。

1 净水机增压泵的发展历程

早期的净水机大多采用传统的增压泵，这些泵通常结构简单、工艺粗糙，效率低下，噪音大，且易损坏，给用户的使用体验带来了诸多不便。随着科技的不断进步和人们对水质安全的日益关注，净水机增压泵开始受到更多关注和研发。1990 年至 2000 年，随着材料科学、流体动力学和制造技术的发展，出现了一批新型材料和新工艺，如高强度塑料、铝合金等，使得增压泵的耐腐蚀性和耐用性得到了提升，同时也为结构设计和制造工艺的改进提供了可能。2000 年后期至今，随着智能化技术的应用和工业设计的发展，净水机增压泵迎来了新一轮的创新浪潮。智能控制系统的引入使得增压泵能够实现更加精确的压力控制和运行管理，提高了其整体性能和稳定性。同时，优化的结构设计和先进的制造工艺使得增压泵在体积、效率和噪音水平等方面都取得了显著的改进，大大提升了用户的使用体验。总之，净水机增压泵在发展历程中经历了从传统到现代、从简单到复杂、从低效到高效的演变过程。未来，随着科技的不断进步和用户需求的不断提升，相信净水机增压泵将会持续迎来更多创新和改进，为保障水质安全和提升生活质量做出更大贡献。

2 净水机增压泵的结构设计现状

2.1 材料和工艺的优化

净水机增压泵的结构材料和工艺已经取得了显著的进步。传统的材料如铸铁和普通塑料逐渐被高强度、耐腐蚀的铝合金、工程塑料以及陶瓷材料所取代。这些新型材料不仅提高了增压泵的耐用性和抗腐蚀能力，还有助于减轻增压泵的重量，提高其运行效率。同时，先进的制造工艺如注塑成型、精密铸造和数控加工等技术的应用，使得增压泵的制造更加精密和可靠，保证了其性能稳定性和使用寿命。

2.2 结构设计与流体动力学优化

净水机增压泵的结构设计趋向于更加紧凑、轻量化和高效化，通过流体动力学优化和数值模拟，设计出更加流畅、减阻的内部流道结构，减小能量损失，提高水泵的输送效率和水压升力[1]。同时，优化的阀片设计和转子结构也能够降低噪音和振动，提升增压泵的稳定性和可靠性。

2.3 智能控制系统的应用

越来越多的净水机增压泵开始配备智能控制系统，能够实时监测水压、流量和温度等参数，根据实际需求调节增压泵的运行状态，实现智能化的自动控制和节能优化。智能控制系统还能够实现远程监控和故障诊断，提高了增压泵的运行效率和可靠性，为用户提供了更便捷的使用体验。

3 净水机增压泵噪音问题的研究现状

3.1 噪音源分析

对于净水机增压泵噪音问题的研究主要侧重于噪音源的分析与识别。研究者们通过实验观察和数值模拟，致力于确定增压泵内部和外部可能产生噪音的部位和机制。这些可能的噪音源包括流体过小孔时的摩擦、机械部件运动时的震动以及与外部环境相互作用所产生的噪音，研究者能够更准确地定位和解决增压泵噪音问题，为后续的噪音控制技术研究提供了基础和方向。

3.2 噪音控制技术研究

针对净水机增压泵噪音问题的研究重点之一是噪音控制技术的研究。研究者们探索各种噪音控制技术，包括采用降噪材料、结构设计优化以及运行参数调节等手段，减少增压泵内部和外部产生的噪音，从而提升工作环境的舒适度和用户体验。通过实验验证和数值模拟，研究者们不断改进和优化噪音控制技术，以满足日益增长的用户需求和环境标准，为净水机增压泵的噪音问题提供了有效的解决方案。

3.3 噪音评价与标准制定

对于净水机增压泵噪音问题的研究中，一部分工作集中在噪音评价与标准制定方面。研究者们通过实验测试和数据分析，评估不同型号和设计方案的增压泵在工作状态下产生的噪音水平，指导行业内的设计和生产，确保净水机增压泵的噪音符合相关的环境和用户需求[2]。标准的制定有助于推动行业向更加环保、低噪音的方向发展，并提升产品质量和用户体验。

4 净水机增压泵的结构设计

4.1 流体动力学原理分析

流体动力学原理在净水机增压泵的结构设计中扮演着至关重要的角色，深入分析能够更好地理解增压泵的工作原理，为其结构设计提供基础理论支持。在增压泵中，由于偏心轮带动活塞上下摆动，使内腔容积变化，产生静压能，水流通过进出单向阀，从而使水流的动能增加，压力也随之增加，对流体的质量守恒、动量守恒和能量守恒进行分析来理解的。随着水流在泵内的流动，流体的压力会发生变化。通过对流体力学方程和伯努利定律的应用，我们可以计算出不同部位的压力大小，从而确定泵的各个部件所受的力和压力分布情况。隔膜室的设计不仅影响水流分流的多少，通过对隔膜室的内腔形状、腔体数量以及进出水孔大小和数量等参数进行优化，可以提高增压泵泵水的效率和节能性能。总之，流体动力学原理分析为净水机增压泵的结构设计提供了重要的理论基础，深入研究和分析流体在泵内的运动规律和压力变化，我们能够更加准确地把握增压泵的工作原理，从而设计出更加高效、稳定的增压泵结构，满足不同应用场景的需求。

4.2 结构设计理论基础

结构设计理论基础是净水机增压泵设计的重要组成部分，它基于多个相关领域的理论知识，为增压泵的结构设计提供了指导和支持。在增压泵的设计过程中，合适的材料选择至关重要。材料的力学性能直接影响到增压泵的承载能力和耐久性。因此，结构设计理论基础涉及到对不同材料的力学性能进行分析和评估，以确定最合适的材料用于增压泵的关键部件，如膜片、单向阀、泵外壳等。增压泵在运行过程中会产生振动，而过大的振动会影响到增压泵的稳定性和可靠性。因此，结构设计理论基础需要考虑到增压泵的结构设计对振动的影响，通过优化结构设计，减小振动幅度，提高增压泵的运行平稳性。在增压泵的运行过程中，会产生一定的热量，而流体的流动状态对增压泵的性能影响很大。因此，结构设计理论基础需要考虑到增压泵的热力学特性和流体动力学特性，通过优化结构设计，提高增压泵的热效率和流体传输效率。总之，结构设计理论基础是净水机增压泵设计的重要理论基础，它涉及到材料力学、振动学、热力学和流体力学等多个领域的知识，为增压泵的结构设计提供了理论支持和指导，有助于设计出性能更优、稳定性更高的增压泵产品。

4.3 增压泵结构设计方案

在设计净水机增压泵时，结构设计方案的选择至关重要，它直接影响着增压泵的性能、效率和可靠性。膜片和活塞的设计影响水流流量，通过对隔膜室的内腔膜片和活塞形状、腔体数量以及进出水孔大小和数量等参数进行优化，可以提高增压泵泵水的效率和节能性能。良好的流道设计能够使得水流更加流畅、减小能量损失，通过优化流道的形状、长度和截面积等参数，可以实现水流在增压泵内的最佳传输效果。密封系统的设计需要考虑到增压泵的工作环境和介质特性，确保泵内介质不会发生泄漏，同时保证密封系统的稳定性和耐用性。结构设计方案还需考虑到增压泵的支撑结构、泵头进出水设计、轴承选型等方面。

4.4 设计参数优化

设计参数优化是净水机增压泵结构设计中的重要环节，它直接影响着增压泵的性能、效率和稳定性。在进行设计参数优化时，需要综合考虑多个关键参数，并通过实

验测试和数值模拟来确定最佳的设计方案。对增压泵的转速进行优化，可以实现最佳的水泵效率和压力提升效果。通常情况下，增压泵的转速会根据具体应用场景和需求来确定，需要综合考虑到功率消耗、噪音水平和机械损耗等因素。对主膜片形状进行精确计算和优化，可以实现最佳的主膜片设计方案，提高增压泵的水泵效率和节能性能。优化流道的形状、长度和截面积等参数，可以减小能量损失，提高增压泵的效率和稳定性。优化密封系统的结构和材料，可以提高增压泵的密封性能和耐用性，延长其使用寿命。总之，设计参数优化是净水机增压泵结构设计中的重要环节，通过对转速、膜片形状、流道结构和密封系统等关键参数进行优化，可以实现增压泵的最佳性能和效率，满足不同应用场景的需求。

5 净水机增压泵噪音优化方案

5.1 主要噪音源识别与分析

在净水机增压泵中，噪音问题的解决首先需要进行主要噪音源的识别与分析。内部噪音源主要来自增压泵内部机械运动产生的摩擦和振动。例如，活塞与液体的摩擦、单向阀与隔膜室的开合拍打、轴承的摩擦、泵头内部的压力变化等都可能产生机械噪音。噪音源的产生机制复杂，涉及到动力学、力学和声学等多个方面的知识，通过实验观察和数值模拟，可以准确识别出这些内部噪音源，并深入分析其产生机制和影响因素。外部噪音源包括水流动引起的涡流噪音和与外部环境的相互作用产生的空气动力噪音。水流通过管道和隔膜室进出水小孔时，由于流体的湍流运动会产生涡流，引起噪音。此外，增压泵与管道连接处的压力波、PE 管和阀门等部件也可能产生噪音。总之，主要噪音源识别与分析是解决净水机增压泵噪音问题的第一步，深入分析增压泵内部和外部可能产生的噪音源，可以为后续的噪音控制方案的制定提供重要的参考依据。

5.2 降噪材料及降噪结构设计

针对净水机增压泵的噪音问题，降噪材料及降噪结构设计是解决方案之一。吸音材料能够有效地吸收噪音能量，将其转化为热能，从而降低噪音的传播。常用的吸音材料包括泡沫塑料、纤维材料、橡胶等。隔音材料能够阻挡噪音的传播路径，有效隔离噪音源。常用的隔音材料包括橡胶、聚乙烯薄膜、金属板等。减震材料则能够减少振动的传播，降低机械噪音。常用的减震材料包括弹性橡胶、泡沫塑料等。通过在增压泵的关键部位使用这些降噪材料，可以有效减少噪音的产生和传播。优化增压泵的结构设计，如增加水泵腔数、改善流道形状增大截面积、增加吸音衬垫等措施，都可以有效减少噪音的产生和传播。此外，增加吸音隔音结构，如隔音罩、吸音罩等，也能够有效降低噪音水平[3]。通过在设计阶段充分考虑降噪结构，可以在不影响增压泵的性能和效率的前提下，最大限度地降低噪音水平，提高用户的使用体验。总之，降噪材料及降噪结构设计是解决净水机增压泵噪音问题的重要手段之一，选择合适的降噪材料和优化增压泵的结构设计，可以有效减少噪音的产生和传播，提高增压泵的使用舒适度和环境友好性。

5.3 降噪效果仿真与评估

降噪效果仿真与评估是净水机大流量增压泵噪音优化方案中至关重要的一环。通过仿真与评估，可以有效验证采取的降噪措施是否达到预期效果，进一步指导优化方案的调整和完善。利用计算流体力学（CFD）和有限元分析（FEA）等技术，对增压泵的结构进行详细建模，并模拟不同工况下的噪音产生和传播过程。通过仿真分析，可以定量评估各项降噪措施对噪音水平的影响，预测降噪效果，并为后续的优化提供依据。通过实际测量和测试，验证仿真结果的准确性，并评估降噪效果的实际情况。可以采用声学测试设备对增压泵的噪音水平进行定量测量，比较降噪前后的噪音变化，从而评估降噪效果的实际效果。根据评估结果，对降噪方案进行调整和优化，进一步提高降噪效果。评估过程中还需考虑到增压泵的工作性能、能耗和成本等方面的影响，综合考虑多方面因素，确保降噪措施的全面有效性。随着增压泵的使用和环境变化，噪音水平可能会发生变化，因此需要定期进行降噪效果的评估和调整，确保增压泵的噪音水平始终处于可接受的范围内。总之，降噪效果仿真与评估是净水机大流量增压泵噪音优化方案中不可或缺的一环，综合利用仿真分析、实验验证和综合评估，可以有效评估降噪效果，指导降噪方案的调整和优化，最终实现增压泵噪音的有效控制和降低。

6 结语

在净水机增压泵的结构设计与噪音优化方案中，我们通过对流体动力学原理的分析、结构设计理论基础的探讨以及噪音源识别与降噪方案的研究，为解决增压泵在运行中产生的噪音问题提供了系统性的解决思路。优化增压泵的结构设计和降噪方案的制定，我们可以有效提高增压泵的性能、效率和稳定性，提升用户的使用体验，并在一定程度上改善工作环境的舒适度。未来，我们将继续深入探讨增压泵的结构设计和噪音优化技术，不断提升解决方案的科学性和实用性，为净水机大流量增压泵的发展贡献更多的智慧和力量。

[参考文献]

[1]陈文明.一种基于 AMESim 的液体增压系统的设计与仿真优化[D].辽宁:沈阳航空航天大学,2023.
[2]孟圆.增压泵降本提质,应对净水设备市场新变化[J].电器,2023(12):8-9.
[3]刘远,刘博,俞思航.大通量净水机降噪技术研究及应用[J].家电科技,2021(1):284-287.

作者简介：劳科奇（1990.3—），毕业院校：宁波大学科学技术学院，所学专业：机械设计制造及其自动化，当前就职单位：宁波佳音机电科技股份有限公司，职务：技术部科长，职称级别：工程师。

煤矿采矿工程中的采矿工艺与技术分析

麻项庭
内蒙古神东天隆集团股份有限公司，内蒙古 鄂尔多斯 017200

[摘要]煤矿采矿工程是煤炭资源开发利用的重要环节，其采矿工艺与技术的分析对于提高煤矿生产效率、降低成本、保障矿工安全以及推动煤矿可持续发展具有重要意义。文章深入探讨煤矿采矿工艺与技术，分析了煤矿采矿工程中采煤机自动调高电液伺服系统的优化控制策略，通过对系统的控制精度和稳定性进行优化，实现了煤矿采矿工程中采煤机自动调高电液伺服系统的优化控制，提高了系统的自动化水平，减少了人力投入，提高了工作效率和安全性，最终提高煤矿生产效率、保障矿工安全和推动煤矿行业可持续发展作出贡献，促进我国煤矿采矿工程的现代化和智能化发展。
[关键词]煤矿采矿工程；采矿工艺；采煤机；电液伺服系统
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12918　　中图分类号：TD82　　文献标识码：A

Analysis of Mining Process and Technology in Coal Mine Mining Engineering

MA Xiangting
Inner Mongolia Shendong Tianlong Group Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017200, China

Abstract: Coal mining engineering is an important link in the development and utilization of coal resources. The analysis of its mining process and technology is of great significance for improving coal mine production efficiency, reducing costs, ensuring miner safety, and promoting sustainable development of coal mines. The article delves into the mining process and technology of coal mines, analyzes the optimization control strategy of the automatic height adjustment electro-hydraulic servo system of the coal mining machine in coal mining engineering, optimizes the control accuracy and stability of the system, realizes the optimization control of the automatic height adjustment electro-hydraulic servo system of the coal mining machine in coal mining engineering, improves the automation level of the system, reduces human input, improves work efficiency and safety, and ultimately improves coal mine production efficiency, ensures the safety of miners, and promotes the sustainable development of the coal mining industry, promoting the modernization and intelligent development of Chinese coal mining engineering.
Keywords: coal mining engineering; mining technology; coal mining machine; electrohydraulic servo system

引言

煤矿采矿工程作为煤炭资源开发利用的重要环节，一直以来都备受关注。随着全球工业化和城镇化进程的加速，对能源的需求不断增长，煤炭作为主要的能源资源，其开采与利用对于维护国家能源安全、促进经济社会可持续发展至关重要[1]。因此，煤矿采矿工程的效率、安全性以及技术创新成为当前研究的焦点。

煤炭是世界上主要的能源资源其在工业生产、电力生产以及生活供暖等方面都扮演着重要角色。然而，随着全球经济的快速发展，对煤炭的需求量持续增加，导致了对煤矿采矿工程效率和安全性的更高要求。同时，环境保护意识的增强也使得煤矿采矿工程需要更加注重资源的可持续利用和环境的保护。在煤矿采矿工程中，采矿设备与技术的应用是至关重要的。传统的人工开采方式已经无法满足大规模煤矿开采的需求，机械化、自动化的采矿设备成为煤矿生产的主流。因此，对采矿设备的性能提升、自动化程度提高、安全性加强等方面的研究具有重要意义。此外，随着科技的不断进步，煤矿采矿工程中的新技术不断涌现。如采煤机自动调高控制技术，可根据地质条件和煤层厚度的变化，实现对采煤机高度的自动调整，提高了采煤机的工作效率和安全性。因此，本文深入研究煤矿采矿工程中的采矿工艺与技术，不仅有助于提高煤矿生产效率、保障矿工安全，还促进煤矿资源的可持续开发利用，推动煤矿行业的现代化和可持续发展。

1 煤矿采矿工艺概述

煤矿采矿工艺是指在煤矿开采过程中，根据煤矿地质条件和煤炭资源特点，采用一系列的技术和方法，将煤炭从地下开采到地面，并进行后续的处理和利用的过程。煤炭是一种化石燃料，主要成分是碳，含有一定的水分、硫分和灰分。煤炭的开采可以分为地下采矿和露天采矿两种方式。地下采矿是指通过井下巷道和矿井设备将煤炭从地下开采到地面，而露天采矿是指在地表直接开采煤炭。

煤矿采矿的分类和特点是指根据煤矿的地质条件、煤炭储量和采矿方法的不同，将煤矿采矿分为不同的类型[2]。常见的煤矿采矿类型包括深部煤矿、浅部煤矿、斜井煤矿、斜坡煤矿等。每种类型的煤矿采矿都有其特点和适用的采矿工艺。其工艺流程是指煤矿开采的整个过程中，各个环节的操作和流程。

一般来说，煤矿采矿的工艺流程包括勘探、开拓、开采、运输和后处理等环节。勘探是指对煤矿地质条件进行调查和评估，确定煤炭储量和品质；开拓是指在煤矿地质条件允许的情况下，进行巷道和井筒的开挖和支护，为后续的开采作准备；开采是指将煤炭从地下开采到地面的过程，包括采煤、支护和通风等操作；运输是指将采煤机采集的煤炭运输到地面的过程，可以通过皮带输送机、卡车等方式进行。后处理是指对采煤后的煤炭进行洗选、破碎和筛分等处理，以提高煤炭的品质和利用价值。

煤矿采矿工艺的选择和实施对于煤矿的生产效率、安全性和经济效益具有重要影响。在选择采矿工艺时，需要考虑煤矿地质条件、煤炭储量和品质、采矿设备和技术的可行性等因素。同时，采矿工艺的实施需要合理安排和组织生产，确保采矿过程的安全和高效。

2 煤矿采矿工程中采矿设备与技术的应用

2.1 采矿设备的分类和特点

煤矿采矿工程中的采矿设备和技术是指在煤矿开采过程中使用的各种设备和技术，用于将煤炭从地下开采到地面，并进行后续的处理和利用。采矿设备的分类和特点是根据其功能和特性将其进行分类和描述[3]。根据采矿设备的功能，可以将其分为以下几类：

第一，采煤机：采煤机是煤矿采矿过程中最重要的设备，用于将煤炭从煤层中切割下来，主要特点是高效、自动化和安全。根据采煤机的工作方式和结构，可以将其分为滚筒式采煤机、链条式采煤机和割顶式采煤机等。

第二，钻孔设备：钻孔设备用于在煤矿开采过程中进行钻孔作业，以便进行爆破和煤层勘探，主要特点是精确、高效和安全。常见的钻孔设备包括钻机、钻杆和钻头等。

第三，运输设备：用于将采煤机采集的煤炭从地下运输到地面。常见的运输设备包括皮带输送机、卡车和提升机等，主要特点是高效、快速和可靠。

第四，支护设备：用于在煤矿开采过程中对巷道和井筒进行支护，以确保矿井的稳定和安全。常见的支护设备包括支架、锚杆和锚索等，主要特点是坚固、可靠和灵活。

随着科技的发展，煤矿采矿过程中越来越多的设备实现了自动化控制。自动化设备的主要特点是高效、精确和可靠，如自动化采煤机可根据煤层的情况自动调整切割参数，提高采煤效率和安全性。

总之，煤矿采矿工程中的采矿设备和技术是实现煤炭开采的关键。通过选择合适的采矿设备和技术，可以提高煤矿的生产效率、安全性和经济效益。随着科技的不断进步，煤矿采矿设备和技术也在不断创新和发展，为煤矿行业的可持续发展提供了有力支持。

2.2 采煤机自动调高控制及其关键技术问题分析

采煤机的自动调高控制是指通过控制滚筒高度调节机构，在煤矿开采过程中实现滚筒高度的自动调节，以适应煤层的变化，以获得最佳的切煤效果和最大的回收率。滚筒设置机构是采煤机的重要部件，它通过调节滚筒的高度来控制切割的深度和位置，从而影响煤炭的采集效果[4]。

目前，基于记忆锐切控制技术的自动滚筒高度调节是一种常见的控制方法。在这种控制方法中，通过控制器控制的自动调节器，根据预设的煤机高度，调整顶板或底板的位置，从而改变滚筒的高度。同时，根据滚筒与煤和石面之间的当前切割模式，可以手动或自动调整滚筒的位置，以实现最佳的切割效果。

在滚筒高度调节方面，目前采用了手柄设置、修边和机身高度三种方式，都通过伸出高位油缸杆来实现滚筒高度的变化。其中，手柄设置是通过手动操作来调节滚筒的高度，修边是通过调整底板的位置来实现滚筒高度的调节，机身高度则是通过调整整个采煤机的高度来实现滚筒高度的变化。

在高位控制油缸的安装方面，有近距和倾斜两种方式。倾斜安装方式主要适用于薄煤层的采煤机，可以提供更广泛的控制范围。通过倾斜安装，可以使高位控制油缸的活塞杆与滚筒的连接更加灵活，从而实现更精确的滚筒高度调节[5]。

总之，采煤机的自动调高控制是煤矿开采过程中的关键技术。通过自动调节滚筒的高度，可以实现煤炭的高效采集和最大回收率。随着科技的不断进步，采煤机自动调高控制技术也在不断创新和发展，为煤矿行业的高效开采提供了有力支持。

3 针对煤矿采矿工程中的采煤机自动调高控制的优化

3.1 采煤机自动调高液压控制系统控制策略

采煤机的自动调高液压控制系统是实现煤矿采矿工程中自动调高控制的关键部分[6]。首先，引入先进的控制算法和技术，如模糊控制和神经网络控制。模糊控制是一种基于模糊逻辑的控制方法，可处理系统模糊和不确定性的问题，适用于采煤机自动调高液压控制系统中的参数变化和非线性等复杂情况。神经网络控制是一种基于神经网络模型的控制方法，通过学习和训练来适应系统的变化和优化控制策略，先进的控制算法和技术可以提高采煤机自动调高液压控制系统的控制精度和稳定性，从而优化系统的性能。其次，采用滑块控制策略来优化采煤机自动调高液压控制系统。滑块控制是一种强大的控制策略，适用于具有未定义动态特性的非线性系统。该控制方法通过切换系统超平面来实现控制系统模式的滑动，从而使系统不依赖于参数扰动和外部干扰。在采煤机自动调高液压控制系统中，滑块控制可以克服参数变化和干扰力对系统的影响，提高系统的控制效率和跟踪精度。此外，优化采煤机自动调高液压控制系统的传感器和测量装置。传感器和测量装置是采煤机自动调高液压控制系统中的关键组成部分，用

于实时监测和测量系统的状态和参数。通过优化传感器和测量装置的性能和精度，可以提高系统的反馈信息质量，从而优化控制策略的实施效果[7]。最后，进行系统的仿真和优化设计。通过建立采煤机自动调高液压控制系统的数学模型，并进行仿真和优化设计，可评估不同控制策略的性能和效果，从而选择最优的控制策略并进行系统的优化设计。综上，针对煤矿采矿工程中的采煤机自动调高控制，可以通过引入先进的控制算法和技术、采用滑块控制策略、优化传感器和测量装置，以及进行系统的仿真和优化设计等措施来优化自动调高液压控制系统的控制策略，可提高系统的控制精度和稳定性，优化系统的性能，从而实现煤矿采矿工程中的自动调高控制的优化。

3.2 采煤机自动调高电液伺服系统控制策略

采煤机的自动调高电液伺服系统是煤矿采矿工程中实现自动调高控制的重要组成部分[8]。第一，采用电液比例控制技术来实现采煤机自动调高电液伺服系统的控制。电液比例控制技术是一种基于电液伺服阀的控制方法，通过调节电液伺服阀的开度来控制液压系统的压力和流量。通过合理地设计和调节电液比例控制系统的参数，可实现对采煤机自动调高电液伺服系统的精确控制，提高系统的响应速度和控制精度。第二，引入自适应控制算法和技术来优化采煤机自动调高电液伺服系统的控制策略。自适应控制是一种根据系统的动态特性和外部环境的变化来自动调整控制策略的控制方法。通过采用自适应控制算法和技术，实时地监测和分析采煤机自动调高电液伺服系统的工作状态和性能，并根据系统的变化来调整控制策略，从而优化系统的控制效果。第三，采用模糊控制和神经网络控制等智能控制方法来优化采煤机自动调高电液伺服系统的控制策略。模糊控制是一种基于模糊逻辑的控制方法，可以处理系统模糊和不确定性的问题，适用于采煤机自动调高电液伺服系统中的参数变化和非线性等复杂情况。神经网络控制是一种基于神经网络模型的控制方法，通过学习和训练来适应系统的变化和优化控制策略。这些智能控制方法可以提高采煤机自动调高电液伺服系统的控制精度和稳定性，优化系统的性能。第四，进行系统的仿真和优化设计。通过建立采煤机自动调高电液伺服系统的数学模型，并进行仿真和优化设计，可评估不同控制策略的性能和效果，从而选择最优的控制策略并进行系统的优化设计。总之，针对煤矿采矿工程中的采煤机自动调高电液伺服系统，通过采用电液比例控制技术、引入自适应控制算法和技术、采用模糊控制和神经网络控制等智能控制方法，以及进行系统的仿真和优化设计等措施来优化系统的控制策略，提高系统的控制精度和稳定性，优化系统的性能，从而实现煤矿采矿工程中的自动调高控制的优化。

4 结束语

煤炭作为主要的能源资源，在全球能源结构中占据着重要地位，而煤矿采矿工程是煤炭资源的开发利用过程中的关键环节，直接影响着煤炭资源的开采效率和利用效益。通过对煤矿采矿工程中采煤机自动调高电液伺服系统的优化控制策略的研究，可提高系统的控制精度和稳定性，优化系统的性能，实现自动化屠宰管理，从而实现少人或无人工作的目标。在优化控制策略方面，采用电液比例控制技术、自适应控制算法和技术、模糊控制和神经网络控制等智能控制方法，以及进行系统的仿真和优化设计。这些措施可以提高系统的响应速度和控制精度，适应系统参数的变化和非线性等复杂情况，优化系统的控制效果。通过引入智能控制方法，可以实现系统的自适应调节和优化控制，提高系统的性能和稳定性。此外，通过系统的仿真和优化设计，可以评估不同控制策略的性能和效果，选择最优的控制策略，并进行系统的优化设计。因此，优化采煤机自动调高电液伺服系统的控制策略具有重要的意义和价值，对于实现自动化屠宰管理具有重要的推动作用。

[参考文献]

[1]贾建东.煤矿采矿工程中的采煤工艺与技术质量分析[J].能源与节能,2024(3):152-154.
[2]李世超.基于煤矿采矿工程中的采煤工艺与技术分析[J].石河子科技,2024(1):26-27.
[3]张海鹏.现代化采矿工艺技术在非煤矿山工程中的应用[J].中国金属通报,2024(1):23-25.
[4]陈兴.煤矿采矿工程中的采煤工艺与技术质量分析[J].冶金与材料,2023,43(10):181-183.
[5]李飞.煤矿采矿工程中的采煤工艺与技术分析[J].石河子科技,2023(5):25-26.
[6]罗兵兵.试析煤矿采矿工程中的采矿工艺与技术[J].冶金与材料,2023,43(9):68-70.
[7]焦永.煤矿开采工程中采矿工艺与技术探讨[J].矿业装备,2023(9):19-21.
[8]夏体苍.煤矿采矿工程中的采煤工艺与技术质量分析[J].冶金与材料,2023,43(7):73-75.

作者简介：麻项庭，(1986.9—)，男，单位名称：内蒙古神东天隆集团股份有限公司，毕业学校和专业：内蒙古科技大学。

电力变压器高压试验和故障分析

李松峰　代 蒙　丛洋铭　刘 斌
特变电工沈阳变压器集团有限公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]目前，我国电力变压器高压试验和故障分析领域正处于快速发展的阶段。随着电力系统的不断扩大和升级，电力变压器的安全性和可靠性日益受到关注。同时，国内企业也在积极引进和研发先进的高压试验设备和技术，提高了测试的精度和效率。然而，在实际应用中，仍然存在着一些问题，如设备老化、操作人员技能不足等，这些问题可能会影响高压试验的准确性和可靠性。在故障分析方面，我国的电力变压器故障类型多样，常见的包括绝缘击穿、绕组短路、接地故障等。针对这些故障，国内已建立起一定的诊断和处理体系，采用超声波检测、红外热像技术等先进手段进行故障诊断，提高了故障定位和修复的效率。然而，由于电力变压器的复杂性和工作环境的多变性，故障分析仍然存在一定的挑战，需要不断完善和提升技术水平。

[关键词]电力变压器；高压试验；故障分析
DOI：10.33142/ucp.v1i1.12926　　中图分类号：TM41　　文献标识码：A

High-voltage Testing and Fault Analysis of Power Transformers

LI Songfeng, DAI Meng, CONG Yangming, LIU Bin
TBEA Shenyang Transformer Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: At present, the field of high-voltage testing and fault analysis for power transformers in China is in a rapid development stage. With the continuous expansion and upgrading of the power system, the safety and reliability of power transformers are receiving increasing attention. At the same time, domestic enterprises are actively introducing and developing advanced high-voltage testing equipment and technology to improve the accuracy and efficiency of testing. However, in practical applications, there are still some problems, such as equipment aging, insufficient operator skills, etc., which may affect the accuracy and reliability of high-voltage testing. In terms of fault analysis, there are various types of power transformer faults in China, including insulation breakdown, winding short circuit, grounding fault, etc. In response to these faults, a certain diagnostic and processing system has been established in China, using advanced methods such as ultrasonic testing and infrared thermal imaging technology for fault diagnosis, improving the efficiency of fault localization and repair. However, due to the complexity of power transformers and the variability of working environments, fault analysis still faces certain challenges and requires continuous improvement and enhancement of technical level.

Keywords: power transformer; high-voltage testing; fault analysis

引言

电力变压器是电力系统中至关重要的设备之一，承担着电能传输、分配和变换的任务。然而，在其长期运行过程中，由于各种内外部因素的作用，电力变压器可能会发生各种故障，给电力系统的稳定运行带来威胁。因此，对电力变压器进行高压试验和故障分析显得尤为迫切和重要。本文旨在系统地介绍电力变压器高压试验的原理、方法和标准，并深入探讨常见故障的诊断与分析。首先，将阐述高压试验的基本概念和意义，探讨其在保证电力变压器性能和可靠性方面的重要性。其次，将详细介绍高压试验的具体步骤、常用设备和注意事项，以帮助读者全面理解高压试验的实施过程。最后，将对未来电力变压器高压试验和故障分析的发展趋势进行展望，以期为提升电力系统的安全性和可靠性提供有益的参考和指导。通过本文的研究，有望加深对电力变压器高压试验和故障分析的理解，提高对电力系统安全稳定运行的保障能力，为电力行业的发展贡献力量。

1 电力变压器

1.1 变压器结构与工作原理

电力变压器是电力系统中一种重要的电气设备，其结构和工作原理相对简单而又功能强大。它主要由铁芯和线圈组成，其中铁芯通常采用硅钢片叠压而成，以减小铁损和提高磁导率。变压器的线圈分为初级线圈和次级线圈，它们分别连接着电源和负载。当交流电通过初级线圈时，产生的磁场会感应次级线圈中的电压，从而实现电压的变换。这种通过电磁感应原理实现电压变换的过程，是变压器工作的基本原理。在变压器工作时，需要注意到电能的传输过程中可能产生的一些损耗，主要包括铁损和铜损。铁损是由于铁芯在交变磁场中的磁滞和涡流效应导致的损耗，而铜损则是由于线圈中的电流通过导线时产生的电阻损耗。为了降低这些损耗，通常会采用优质的材料制造变压器，并且对其进行合理设计和绝缘。

1.2 电力变压器分类

电力变压器根据其用途、结构和工作原理的不同，可以分为多种分类。按用途来说，主要有功率变压器、配电变压器和特殊用途变压器等。功率变压器主要用于电能传输和配电系统中的电压变换，配电变压器则用于将高压电网中的电能降压为适合用户使用的低压电能，而特殊用途变压器则根据具体需求设计，如电焊变压器、起动变压器等。按结构来分类，主要有油浸式变压器和干式变压器。油浸式变压器是最常见的一种，其线圈和铁芯被浸泡在绝缘油中，具有良好的冷却和绝缘性能；而干式变压器则线圈和铁芯直接暴露在空气中，通常用于一些对环境要求严格的场合[1]。按工作原理来说，主要有普通变压器和自耦变压器。普通变压器是指变压器的初级线圈和次级线圈是相互绝缘的，电压变换通过电磁感应实现；而自耦变压器则是初级线圈和次级线圈有部分共用匝数，电压变换通过匝数比来实现。自耦变压器具有体积小、重量轻等优点，在某些特殊场合得到广泛应用。

2 电力变压器高压试验

2.1 高压试验过程

电力变压器的高压试验是确保其安全可靠运行的重要环节之一。高压试验是在特定的电压条件下对变压器进行检测，以验证其绝缘系统的耐压性能。高压试验通常在制造过程中和安装前进行，以确保变压器在实际运行中能够承受系统额定电压下的工作环境。高压试验的过程通常包括以下几个步骤：首先，将变压器的各项参数和规格确认完毕，包括额定电压、额定容量、绝缘等级等。然后，在测试设备的控制下，将高压电源连接到变压器的绝缘部分，逐渐升高电压直至达到预定的测试电压。在此过程中，监测变压器的电流、绝缘电阻等参数，以确保测试的稳定性和准确性。在达到测试电压后，需要保持一段时间以稳定测试条件，并观察变压器是否出现异常现象，如放电、击穿等。如果测试过程中发现异常，需要立即停止测试并进行相应的检查和处理。如果测试顺利完成且符合标准要求，便可确认变压器的绝缘系统具有足够的耐压性能。

2.2 高压试验的意义

电力变压器的高压试验是确保其安全可靠运行的必要步骤之一。通过高压试验，可以验证变压器的绝缘系统在额定电压及其以上的条件下的耐压性能，确保其在实际运行中不会发生绝缘击穿或放电等故障。高压试验的意义主要体现在以下几个方面：首先，高压试验可以发现潜在的绝缘缺陷。在测试过程中，施加高电压会加剧绝缘系统的电场强度，有助于发现绝缘材料中的气泡、异物、裂纹等缺陷，以及线圈之间或线圈与铁芯之间的绝缘问题。其次，高压试验可以评估绝缘系统的质量。通过高压试验，可以检验变压器绝缘系统的绝缘强度和绝缘电阻等参数，评估其质量是否符合标准要求，以保证变压器在实际运行中具有良好的绝缘性能。此外，高压试验还可以验证变压器的设计和制造质量。通过高压试验，可以验证变压器的设计和制造工艺是否合理、可靠，以及是否符合相关标准和规范的要求，从而提高变压器的生产质量和产品可靠性。

2.3 高压试验标准

电力变压器的高压试验标准是确保变压器绝缘系统安全可靠运行的重要依据。高压试验标准通常由国家或国际标准化组织制定，其目的是规范变压器高压试验的程序、条件和要求，以确保测试的准确性和可靠性。高压试验标准通常包括以下几个方面的内容：首先，标准会规定高压试验的电压等级和持续时间。电压等级是指施加在变压器绝缘系统上的测试电压，通常为额定电压的 1.5 倍或 2 倍以上。持续时间则是指高压试验应该持续的时间，通常为几分钟至数十分钟不等。其次，标准会规定高压试验的测试设备和方法[2]。这包括高压试验设备的选用和校准要求，以及测试过程中的操作规程和监测方法等。标准还会要求测试设备具有足够的精度和稳定性，以确保测试结果的准确性和可靠性。另外，标准还会规定高压试验的测试条件和要求。这包括测试环境的温度、湿度等条件，以及测试前的准备工作、测试时的监测要求和测试后的数据处理等内容。标准还会规定高压试验的合格标准和不合格判据，以确定测试结果是否符合要求。

3 电力变压器故障分析

3.1 故障类型分类

3.1.1 外部故障

电力变压器的故障可以根据故障的性质和来源进行分类，其中外部故障是一类常见的故障类型。外部故障指的是由外部因素引起的变压器故障，这些因素可能包括环境条件、操作失误以及外部短路等。首先，环境条件是外部故障的重要因素之一。例如，恶劣的环境条件，如高温、潮湿、多尘等，可能导致绝缘材料老化、绝缘子表面污染、绝缘油性能下降等问题，从而削弱了变压器的绝缘性能，增加了绝缘击穿的风险。其次，操作失误也是外部故障的常见原因之一。在变压器的维护、检修或操作过程中，操作人员的错误操作、程序失误或忽略安全规程可能会导致绝缘部件损坏、电气连接松动或绝缘击穿等问题，引发了变压器的故障。此外，外部短路也可能导致变压器的外部故障。外部短路可能由电力系统中其他设备的故障或外部因素引起，例如雷击、动物触碰、树木倒伏等。这些外部短路会给变压器的绝缘系统带来冲击或损坏，从而引发故障。

3.1.2 内部故障

内部故障的类型多种多样，其中包括以下几种：首先，绝缘故障是内部故障的常见类型之一。绝缘故障可能是由于绝缘材料的老化、破损或不良品质导致的，也可能是由于绝缘子、绕组等部件的结构设计不合理或制造过程中的缺陷引起的。绝缘故障可能导致绝缘击穿、局部放电等问

题，严重影响变压器的安全运行。其次，机械故障也是内部故障的常见类型之一。机械故障可能是由于变压器内部机械部件的磨损、松动或故障引起的，例如绕组间的短路、铁芯的变形等。这些机械故障可能导致变压器的电气性能下降、机械结构失稳，甚至引发严重的事故。

此外，温度故障也是内部故障的重要类型之一。变压器在运行过程中会受到温度的影响，过高或过低的温度都可能导致变压器内部部件的热胀冷缩、绝缘材料的老化等问题，从而引发故障。

3.2 故障检测方法

3.2.1 视觉检查

视觉检查是电力变压器故障检测的重要方法之一，通过肉眼观察和检查变压器外部和内部的情况，以发现可能存在的故障迹象或异常现象。在视觉检查过程中，首先需要对变压器外部进行全面的检查。这包括检查变压器的外观是否完整，外壳是否有明显的损坏或变形，有无漏油、渗油现象，以及各种接线、接头和绝缘子等部件是否存在松动、腐蚀或损坏等情况。同时，还需要注意观察变压器周围的环境条件，如是否有潮湿、高温等影响变压器安全运行的因素。其次，视觉检查还需要对变压器内部进行检查[3]。这包括检查绝缘油的颜色和透明度，检查绝缘子、绕组、铁芯等内部部件是否存在腐蚀、裂纹、烧损等情况。同时，还需要检查各种连接线路和接线端子是否松动或腐蚀，以及变压器内部是否存在异物或污染物等。

3.2.2 检测设备

在电力变压器的故障分析中，使用各种检测设备是一种关键的方法，能够帮助工程师们更准确地检测和诊断变压器的故障情况。这些检测设备包括绝缘电阻测试仪、局部放电检测仪、红外热像仪、高频分析仪等。绝缘电阻测试仪是一种常用的检测设备，用于测量变压器绝缘系统的电阻值。通过测量不同部位的绝缘电阻值，可以评估绝缘系统的健康状况，及时发现绝缘老化、损坏或潮湿等问题。局部放电检测仪是用于检测变压器绝缘系统中可能存在的局部放电现象的设备。局部放电是变压器绝缘系统中常见的故障现象之一，如果不及时检测和处理，可能会导致绝缘击穿等严重后果。红外热像仪是一种用于检测变压器运行中可能存在的过热问题的设备。通过红外热像仪可以检测变压器不同部位的温度分布情况，及时发现变压器绕组、连接器等部件的过热现象，预防可能的故障发生。高频分析仪是用于检测变压器绝缘系统中可能存在的局部放电、闪络等问题的设备。它能够对变压器绝缘系统进行高频谱分析，识别和定位可能存在的故障源，为后续的维修提供重要参考。

3.2.3 特殊检测技术

在电力变压器的故障检测中，特殊检测技术扮演着至关重要的角色。这些特殊检测技术包括超声波检测、气体分析、振动分析等，它们能够帮助工程师们更全面、准确地了解变压器的健康状况，及时发现潜在的故障问题。超声波检测是一种常用的特殊检测技术，通过检测变压器内部的超声波信号，可以识别和定位可能存在的绝缘缺陷、电弧放电等问题。超声波检测具有灵敏度高、定位精准等优点，能够帮助工程师们发现一些常规检测方法无法发现的故障现象。气体分析是另一种重要的特殊检测技术，通过对变压器绝缘油中溶解气体的成分和浓度进行分析，可以评估变压器的绝缘状态和油质情况，发现潜在的故障迹象。气体分析常用于检测变压器内部局部放电、绝缘击穿等问题。振动分析是一种通过检测变压器振动信号来评估其机械状态和运行稳定性的技术。通过对变压器不同部位的振动特征进行分析，可以发现机械部件的松动、磨损、不平衡等问题，预测可能的故障发生。

4 电力变压器故障预防与维护

4.1 预防措施

电力变压器的预防措施是确保其安全可靠运行的重要环节，有效的预防措施可以降低故障发生的可能性，延长变压器的使用寿命，提高电力系统的稳定性和可靠性。在实践中，有一些关键的预防措施可以被采取：首先，正确的设备选型与安装是预防措施的基础。在选择电力变压器时，应根据电力系统的实际需求和环境条件进行综合考虑，选择符合要求的变压器型号和规格。此外，在安装过程中，应严格按照厂家提供的安装指南进行操作，确保变压器的安装位置、接地、通风等方面符合要求，避免因安装不当而导致的故障。其次，运行监测与管理是预防措施的重要组成部分。通过实施定期的运行监测和维护管理，可以及时发现并排除潜在的故障隐患，保障变压器的安全稳定运行[4]。监测内容包括变压器的温度、振动、油质等参数，以及绝缘电阻、局部放电等测试结果，通过分析这些数据可以评估变压器的运行状态，预测可能出现的故障，采取相应的措施加以防范。

4.2 定期维护建议

首先，定期进行绝缘油的检测与更换。绝缘油是变压器绝缘系统的重要组成部分，其性能直接影响着变压器的绝缘状态。定期对绝缘油进行检测分析，包括测量油质的电化学指标、含水量、溶解气体浓度等，可以及时发现油质的变化和异常情况，确定是否需要更换绝缘油，保持变压器的良好绝缘状态。其次，定期进行绝缘电阻测试。绝缘电阻是评估变压器绝缘状态的重要指标，定期测试绝缘电阻值可以发现绝缘系统的老化、潮湿等问题，预防绝缘击穿故障的发生。建议定期进行绝缘电阻测试，保持绝缘电阻在正常范围内。此外，定期清洁变压器表面和周围环境。变压器表面的积尘、杂物等可能会影响散热效果，导致变压器过热，加速绝缘老化，甚至引发故障。定期清洁变压器表面和周围环境，保持通风良好，有助于延长变压

器的使用寿命。

5 结语

电力变压器作为电力系统中不可或缺的核心设备，其安全可靠运行对于电力系统的稳定性至关重要。高压试验和故障分析作为保障电力变压器正常运行的关键手段，已经在我国取得了一定的进展。通过本文的讨论，我们深入了解了高压试验的原理和方法，以及故障分析的技术手段和应对策略。然而，我们也意识到在实践中仍然存在一些挑战，如设备老化、操作技能不足等问题，这些都需要我们进一步努力和改进。因此，我们需要加强标准化建设，推动技术创新，提升人才培养水平，以应对未来电力系统的发展和变革。在未来的工作中，我们将继续致力于提高电力变压器高压试验和故障分析的技术水平，不断完善相关标准和规范，加强与国际接轨，为我国电力系统的安全稳定运行做出更大的贡献。相信在各方的共同努力下，我国电力变压器高压试验和故障分析领域将迎来更加光明的未来。

[参考文献]

[1]罗恒,李晓梅,孔继蕾,等.电力变压器高压试验技术及故障处理方法研究[J].云南电力技术,2023,51(5):43-45.
[2]柯锦新.电力变压器高压试验及其结果缺陷故障分析[J].电气开关,2023,61(4):79-82.
[3]全宏莲.电力变压器高压试验和故障处理分析[J].光源与照明,2023(5):162-164.
[4]刘革.电力变压器高压试验的故障处理分析[J].电子元器件与信息技术,2022,6(9):226-229.

作者简介：李松峰（1988.4—），男，毕业院校：浙江大学，所学专业：机械工程及自动化，当前就职单位：特变电工沈阳变压器集团有限公司，职务：设计部部长助理，职称级别：中级。

Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址
111 North Bridge Rd, #21–01 Peninsula Plaza,
Singapore 179098

官方网站
www.viserdata.com

ISSN 3041-0525