

# 科海故事博览

KEHAI GUSHI BOLAN

(旬刊·1993年创刊)

2024年5月 第13期(总第566期)

主管:云南省科学技术协会

主办:云南奥秘画报社有限公司

编辑委员会:(按姓氏笔画为序)

马成勋 卢 骏 刘 杨 李 鹏

杨 璐 张 乐 陈贵楚 陈 洋

莫德姣 夏文龙 韩梦泽 蔡 鹏

社长、总编:万江心

社长助理:秦 强

编辑部主任:张琳玲

编辑:周 墾 官慧琪 吴彩云

美术编辑:王 敏

运营:李瑞鹏

外联:张娅玲

编辑出版:《科海故事博览》编辑部

地址:云南省昆明市坤盛路66号

邮编:650228

编辑部电话:0871-64113353 64102865

电子邮箱:khsblzz@163.com

网址:<http://www.khbl.net>

国际标准连续出版物号:ISSN 2097-3365

国内统一连续出版物号:CN 53-1103/N

广告经营许可证:53000040000063

运营总代理:云南华泽文化传播有限公司

印刷单位:昆明滇印彩印有限责任公司

出版日期:2024年5月5日

邮发代号:64-72

定价:15元

## 版权声明:

稿件凡经本刊采用,如作者无版权特别声明,即视作该文署名作者同意将该文章著作权中的汇编权、印刷版和电子版(包括光盘版和网络版等)的复制权、发行权、翻译权、信息网络传播权的专有使用权授予《科海故事博览》编辑部,同时授权《科海故事博览》编辑部独家代理许可第三方使用上述权利。未经本刊许可,任何单位或个人不得再授权他人以任何形式汇编、转载、出版该文章的任何部分。

# 目录

## 科技博览

- 001 新能源电力系统中的储能技术研究 ..... 李井, 陈哲  
004 机床高速电主轴工作原理与应用分析 ..... 陈锴  
007 330 MW 超临界火电机组节能降耗措施分析 ..... 张进超  
010 暖通空调制冷系统中的环保节能技术研究 ..... 李晓夏, 原成成  
013 空气源热泵供暖系统能效分析及系统配置探讨 ..... 郭璇, 支娜娜

## 智能科技

- 016 煤矿井下自动化高速掘进系统及应用分析 ..... 张致成, 郑阳  
019 机电一体化技术在工程机械中的运用和发展 ..... 王刚  
022 基于物联网的高速公路机电设备远程监测与维护 ..... 莫广全  
025 桥梁预应力张拉施工中的张拉力监测与调整方法 ..... 罗先富  
028 关于智能制造时代机械设计制造及其自动化技术的探讨 ..... 余凯敏, 祝贵萍

## 工业技术

- 031 土木工程深基坑支护施工关键技术分析 ..... 梁竣舒  
034 基于土木工程施工中的边坡支护技术分析 ..... 姚琦  
037 市政工程给排水管道承插口施工技术探析 ..... 蔡巧云  
040 水利水电工程基础处理施工技术探析 ..... 刘全  
043 连续梁顶推施工方法在水利桥梁施工中的应用 ..... 戴鹏程

# 目录 contents

046 公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的应用 ..... 杜海周

049 高速公路路基填筑关键施工技术要点及注意事项研究 ..... 成安海

## 环境科学

052 环境监测与环境影响评价的关系探究 ..... 李川

055 环保工程中污水处理工艺及方法探究 ..... 肖静

058 采矿工程中绿色开采的应用研究与思考 ..... 王思季

## 科创产业

061 污水处理厂电气设计和节能策略 ..... 卢文峰, 卢阳

064 机械加工工艺装备设计要点分析 ..... 王晓彬, 高龙

067 绿色建筑材料在土木工程施工中的应用 ..... 王灏

070 高效空调制冷机房关键技术研究与发展趋势分析 ..... 贾立伟, 庄晓杰

073 一种提高三氯化铁生产效率的反应器优化设计方案 ..... 杨延松

## 管理科学

076 船舶轮机设备安全管理探讨 ..... 郭祥鹏

079 建筑工程监理的作用与控制措施研究 ..... 郭永吉

082 公路工程施工安全管理模式及实践探究 ..... 黄丽敏

085 火电厂电气运行安全管理与故障处理建议 ..... 张伟龙

088 建筑管理中的场地管理与场地利用率优化研究 ..... 陈碧川

091 建筑工程施工阶段安全质量标准化管理策略分析 ..... 陈静

## 科教文化

094 高层建筑地下车库消防系统设计探讨 ..... 雷标

097 路线交叉口设计对道路行车安全的影响分析 ..... 吴彬

100 关于给排水设计对提升住宅品质的若干思考 ..... 王建文

103 工业生产过程中安全生产事故预防控制与防范策略 ..... 周立坤

106 融合 ISO9000 族标准的中职制冷专业人才培养模式研究 ..... 庞健

## 科学论坛

109 煤矿快速掘进技术影响因素探究 ..... 张映轩

112 煤矿井下采矿生产技术及采矿方法解析 ..... 杨彪, 刘朋朋

115 建筑工程施工中的防水防渗施工技术解析 ..... 姜花亭

118 市政道桥工程中沉降段路基面的施工技术探讨 ..... 丁士旭

121 基于市政给排水施工的非开挖顶管施工技术研究 ..... 汪琴

124 高速公路路基施工关键技术及质量控制策略研究 ..... 卢康

# 新能源电力系统中的储能技术研究

李 井，陈 哲

(山东省环能设计院股份有限公司，山东 济南 250101)

**摘要** 面对气候变化和能源可持续发展的挑战，人们迫切需要通过更多有效的方式来整合、存储和管理新能源，以实现清洁、稳定和可靠的电力供应。在新能源电力系统的不断演进中，储能技术的研究和应用不仅将影响能源行业，还将深刻改变人们的生活方式和未来能源格局。通过了解新能源电力系统中储能技术的最新研究，文章旨在为推动新能源电力系统向更清洁和可持续的方向发展提供建议。

**关键词** 新能源；电力系统；储能技术

中图分类号: TM72

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0001-03

为满足人们日益增长的用电需求，缓解用电压力，新能源电力系统必须合理应用储能技术，以持续优化其自身。储能技术在提升系统安全性与可靠性的同时，为新能源发电与电网调度提供了一定帮助，因此，该技术具有良好的发展前景。利用储能技术能有效调节新能源电力系统资源，显著提高能源使用效率<sup>[1]</sup>。

## 1 储能技术概述

### 1.1 储能技术的基本原理

储能技术是一种将能量储存在电池或其他设备中，以备将来使用时释放的能源存储方式。其基本原理是通过电化学反应或物理过程将能量转换成其他形式进行储存，然后将其转化为可用的电能。目前，常见的储能技术包括锂离子电池、超级电容器、燃料电池等。其中，锂离子电池是最为流行的一种储能技术之一。锂离子电池具有高能量密度、快速充电速度以及长寿命等优点。因此，锂离子电池被广泛应用于电动汽车、智能手机等领域。超级电容器可以实现非常大的电荷容量和极快的充放电速率，但寿命较短且成本较高。燃料电池可以在没有外部电源的情况下直接产生电能，但是需要消耗氢气或者其他燃料来维持运行。

### 1.2 储能技术的分类

储能技术主要分物理形式和化学形式转换为电能，不同类型储能技术各有优缺点，需要针对不同的需求进行选择和优化。物理形式可以转换为机械能和电磁场能，如风力发电、太阳能光伏发电；化学形式包括电池、蓄电池、超级电容器等。储能技术的分类主要有三种：静态储能技术、动态储能技术和混合型储能技术。静态储能技术是指将能量储存在一个固定的位

置上，比如锂离子电池、铅酸蓄电池等；动态储能技术是指通过某种方式将能源转化为其他形式，然后将其储存下来，再利用时释放出来；混合型储能技术是将前两者结合在一起的一种新型储能技术。静态储能技术具有稳定性好、容量大、可重复充电等优点，但同时也存在成本高、维护难度大等问题；动态储能技术相比静态储能技术更加灵活多样，但是也存在着能量转化率低、可靠性差等问题。在实际应用中应该综合考虑各种因素来选取最适合的储能技术。

### 1.3 储能技术的特点

1. 高效率、高能量密度。相对于传统的电能储存方式，储能技术可以实现更高的能量密度和更高效的转换效率，从而更好地满足能源需求。

2. 可再生性强、环保节能。储能技术采用自然资源作为存储介质（如水、风、太阳能），因此不会产生二氧化碳排放和其他污染物质，有利于减少环境污染和保护生态环境。

3. 灵活性、适应性强。储能技术能够为电网提供多种形式的服务，可以通过不同的控制策略来调节输出功率和电压，以适应不同负荷情况和电网运行状态的变化。此外，储能技术还可以与其他发电设备进行协同工作，提高系统的稳定性和可靠性。

4. 经济效益显著。相比于传统电源，储能技术具有较低的投资成本和维护费用，同时还有较高的回收价值和使用寿命。

5. 安全性高、可靠性高。因为储能技术存储介质是天然资源而非化学物质，所以不存在爆炸、泄漏等问题。同时，储能技术也可以通过智能化管理和监控系统保证安全稳定运行。

## 2 能源互联网背景下的电力储能技术分类

### 2.1 储热技术

储热技术通常分为化学储能、潜热储能和显热储能。其中，潜热储能即相变储能，这种储能技术以在物质发生相变时吸收或放出热量为主，目前最为常用的相变储能方式是固—液相变。相变蓄能与显热蓄能相比最大的区别是相变蓄能具有更高的温度稳定性和更高的能量密度。由于化学储能以化学可逆反应为主，可以实现宽温区阶梯形蓄热，因此具有比潜热、显热等其他蓄热方式更高的储能密度<sup>[2]</sup>。此外，化学储热具有较高的材料要求，选择材料的难度较大，因此现阶段所用储热技术多为显热储能与潜热储能。

### 2.2 电化学储能技术

电化学储能技术最突出的特征是安装灵活，响应速度快，在电网中应用该技术，能够极大地提升能源和电力服务效率。电化学储能技术能够有效压制新能源的迅速波动，增强电力系统的频率调节稳定性，有利于强化微网的能量管理，具有明显的技术优势。当前，我国电网中电化学能量存储技术发展迅速，其应用领域主要是以锂离子电池为主。

除此之外，在离网连接或弱电网地区应用电池储能，对风能与太阳能发电稳定性的提升有很大帮助，能够解决该区域的电力资源紧张问题。配电网、新能源场站和微电网也是发展迅速的电化学储能环节。随着电化学储能技术的迅猛发展，由于受压缩空气储能技术和抽水蓄能技术的影响，电化学储能技术在电力市场中所面对的竞争压力也日益增大。因此，必须利用电化学储能的经济优势，抢占新的能源市场。

### 2.3 氢储能技术

氢储能技术作为一种新兴技术，所涉的领域很多，而当前国内的氢气主要来自煤炭和天然气。随着科学技术的持续发展，在国外，还开发出了利用新能源来生产氢气的技术，新能源发电电解水制氢会消耗掉大量能量。在电力系统处于低负载状态时，采用新能源来生产氢气，可以提高新能源的利用率。

目前，在风力波动方面，具有良好适应性的是碱性电解槽技术和固态聚合物电解水配制氢技术。光催化水裂解是最理想的制氢方式，这一技术利用光催化剂提高氢气产量。但是，我国还有待进一步深化该技术的研究，现阶段的制氢技术所生产的氢气并没有达到产业化的需要。在氢能运输链上，一般会选择现有的天然气网络，在天然气管道内装入新能源制氢，以

达到氢能运输目的，这一运输方法成本较低。但有关资料显示，氢可能会侵蚀天然气管道，所以技术人员也在加大力度研发氢能源特殊运输管线，以提升氢能源的利用率<sup>[3]</sup>。

## 3 储能技术在新能源电网中的应用现状

从新能源的开发与应用现状来看，学者们重点研究了太阳能与风能在电力系统中的运用。储能技术可实现电能与其他能源在一定范围内的互相转换与使用，继而提升新能源系统本身的特性。但与传统化石能源发电相比，太阳能、风能发电受自然环境干扰较大，稳定性不高，以波动性、间接性为主。针对该现象，风力发电机开始被用作辅助电源，这使得风力发电机具有很好的灵活性和很高的可靠性。但该方式会造成电网运行不稳定，给电网运行带来不利影响。因此，需要增加风力发电的比重，以确保电能供应系统的可靠运行，使其能更好地为人民群众服务。为保证电网运行安全性与稳定性，在风力发电装机比重不大于10%的情况下，利用传统技术是有效的解决方案；而在风电装机占比大于20%的情况下，利用高效储能技术成为有效降低风力发电自身波动性与间歇性影响的重要手段。由于新能源电力系统大范围并网，科研人员深入且全面地研究了储能技术的应用，不仅从某种程度上推动了可再生能源开发，也起到了关键作用。这说明储能技术既能有效缓解能源紧缺，又能优化电能质量，确保整个电力系统的稳定性。在新能源电力系统日益发展的背景下，储能技术的合理应用与充分发挥已成为关键的发展方向。

## 4 新能源电力系统中储能技术的应用

### 4.1 光伏并网中储能技术的合理运用

利用储能技术可以有效地解决光伏发电系统的暂态功率均衡问题。在实际应用中，利用被动并联蓄能策略，可以控制电池充放电功率，有效缓解光伏发电负荷波动情况。该方案在分布式光伏发电系统中具有广泛的应用前景。在此基础上，提出了一种新型的复合储能方式，通过调节电网的暂态功率来实现电能的均衡。在实际应用过程中，需结合具有更高能量密度的超级电容器和磷酸铁锂电池，并合理设定控制结构和模式，使其功能得到最大限度的发挥。超级电容器蓄电池混合储能具有巨大的开发潜力，是未来储能技术研究的重要趋势。

### 4.2 风能电力系统中储能技术的合理运用

瞬时功率均衡程度是新能源电力系统稳定运行的

关键，利用储能技术，可以在一定程度上满足有功功率和无功功率需求，实现瞬时功率均衡程度的最优化，确保系统稳定运行。针对风能电力系统的电压稳定问题，应用储能技术可以有效解决风速干扰和联络线短路等问题。在电网发生故障时，采用储能技术，可以保证风能电力系统的稳定运行；当出现风速干扰时，也能保证风能电力系统的稳定输出。风电出力可控性不足是制约风能电力系统稳定性的重要因素，利用储能技术，可平滑风电出力，提高风电的可调度性。在平抑风电出力波动时，可利用串并联的超级电容储能系统来平滑风电出力，可以有效提高风能电力系统的稳定性，也可以在基于全功率变频器的永磁同步风电机组的直流母线上并联飞轮储能装置，实现模糊控制，达到稳定风电机组输出功率的目的<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 地热能发电技术

地热能发电技术是利用地球深部的热能来产生电力的一种可持续能源形式，这一技术主要利用地壳内部的热量积累，通常通过钻探深井将地热能带到地表。地热能发电可以分为直接利用和间接利用两种方式。直接利用通过将地热水蒸气直接用于加热建筑、温室或工业过程，而间接利用则通过地热水蒸气驱动涡轮发电机产生电能。

地热能发电具有许多优势。首先，地热能是一种稳定的能源来源，不受天气条件和季节变化的影响，可以实现持续稳定的电力供应。其次，地热能发电不会产生温室气体和空气污染物，对环境友好。此外，地热能在适宜的地区广泛分布，尤其适合用于偏远地区或岛屿等电力供应相对困难的地方。

然而，地热能发电技术也面临一些挑战。首先，它的利用受限于地热资源的地理分布，只有在一些特定地区才能够充分利用。其次，钻探和开发地热能资源需要高成本投资，可能存在经济上的考虑。此外，地热能开发过程中需要注意地下水的管理，以避免地下水资源受到破坏。

#### 5 新能源发电储能技术发展展望

随着全球能源模式从传统化石能源向清洁高效能源发生根本性转变，我国能源结构也在经历前所未有的深刻调整。从电力能源结构总量、装机容量增长结构、单位能源生产成本构成来看，清洁能源发展迅速，已成为我国加快供给结构的重要力量。能源部门改革。发展储能产业是一个涉及多行业、多部门、多县（市、区）的系统工程。要切实加强组织领导，拉紧责任链条，形成合力。严格实施创新发展战略，集聚创新人才和

资源等多种要素，发挥资源优势，积极发展储能等战略性新兴产业，加快新旧动能转换，促进产业中高水平发展聚焦交付，推进储能能源产业健康快速发展，寻求发展新的经济增长点。现有的新能源发电侧储能技术应用中都存在一定的能源资源利用效率不足的问题，未来在技术研发过程中，针对新能源发电侧储能系统设计和技术开发，重点研发双高储能器件应用市场及产品技术，例如，中车新能源对公司最新研发的3.6V-20000F混合电容产品。功率型储能器件在高功率电源、电力能源、轨道交通、新能源汽车以及工业领域都有众多应用。超级电容器虽然是一个很好的选择，但其也有自身天然的短板，即能量密度不足，难以满足更多的使用需求。通过从产品结构、材料机理和制造工艺多个角度同时进行创新研发，彻底打破国外技术垄断，实现高比能超级电容器的规模化应用。这种基于新能源的双高储能器件已经在有轨电车、纯电动公交、电力能源等多个领域实现了商业应用，应用成效显著。

#### 6 结束语

近些年，新能源发电技术已得到了快速发展，然而新能源发电系统的一些固有缺点限制了其进一步发展。例如，新能源发电系统中的储能系统无法达到高功率和大容量，因此目前许多国家正在研究新能源发电系统的储能技术。尽管这些技术还处于早期阶段，但它们也具有很大的发展潜力。例如，压缩空气储能技术可将风、光等新能源发电系统的能量储存在高压气体中，从而实现能量的回收利用；锂电池储能技术不仅可以储存能量，还可以用于移动电源车等领域<sup>[5]</sup>。总之，新能源发电系统中的储能技术是未来新能源发电技术的重要组成部分。随着相关技术的不断发展和完善，其在新能源发电系统中的应用前景将会更加广阔。

#### 参考文献：

- [1] 张鹏,周建波,郭恺超.新能源电力系统中的储能技术[J].中国设备工程,2023(05):219-221.
- [2] 张墨晗,邱玉涛,王钦.储能技术在新能源电力系统中的应用[J].光源与照明,2023(01):219-221.
- [3] 张颖业.新能源电力系统中储能技术的应用[J].低碳世界,2023,13(05):73-75.
- [4] 黄瑜珈.多重应用场景下新能源电力系统储能技术[J].现代工业经济和信息化,2021,11(04):67-68.
- [5] 赵书强,孙科.储能技术在新能源电力系统中的应用[J].电子制作,2021(10):89-91.

# 机床高速电主轴工作原理与应用分析

陈 错

(斯凯孚(上海)汽车技术有限公司, 上海 201814)

**摘要** 机床高速电主轴作为现代制造业中关键的加工设备, 探讨其工作原理与应用要点对于提高加工效率、精度和表面质量具有重要意义。高速电主轴的发展源于对加工效率提升的需求, 其在传统机床主轴的基础上引入了电驱动和精密控制技术, 使得机床在高转速、高精度、高效率的加工领域展现出更强大的性能优势。基于此, 本文深入探讨机床高速电主轴原理与应用, 以供相关人员参考。

**关键词** 机床; 高速电主轴; 温度控制

中图分类号: TG502

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0004-03

传统的机床主轴通常由传动系统和润滑冷却系统组成, 但受到转速和精度的限制, 无法满足现代制造业中对高速、高效加工的要求。而机床高速电主轴采用电机直接驱动带动刀具旋转, 不仅能够实现高速转动, 还能够实现快速启停, 提高加工效率和生产灵活性, 高速电主轴还具备精准控制和反馈技术, 可以实现高精度的加工和表面质量要求。

## 1 机床高速电主轴工作原理

机床高速电主轴是一种用于加工和切削的核心设备, 其工作原理是基于电机驱动和电转子技术。

首先, 机床高速电主轴采用高速电机作为驱动源。通常使用的电机类型是无刷直流电机(BLDC)或交流伺服电机, 这些电机能够提供高转速和高精度的转动。

其次, 电机通过电源和控制系统供电, 转子安装在主轴轴芯, 轴芯与主轴轴承直接连接。电源提供所需的电流和电压, 控制系统负责控制电机的转速、转向和位置精度。主轴轴承用于支撑和固定主轴, 保证其在高转速下的稳定运行。此外, 机床高速电主轴还配备了适当的冷却系统, 快速传导摩擦产生的热量和定子线圈工作产生的热量从而控制主轴温度。常见的冷却方式为冷却液循环系统冷却, 通过在主轴轴芯和轴承座体周围提供冷却液进行散热, 以保持机床的稳定性和耐用性。

最后, 机床高速电主轴的原理是通过电机的高速旋转驱动主轴轴承带动刀具进行切削加工。定子线圈电磁场产生的旋转运动转化为主轴轴承和刀具的旋转运动, 从而实现对工件的加工操作。

总之, 机床高速电主轴是现代加工领域中重要的核心设备, 机床高速电主轴通过高速电机驱动, 配备

控制系统和冷却系统, 实现了对工件的高速切削加工, 其关键组成部分包括电机、控制系统、主轴轴承和冷却系统, 通过电机带动主轴轴承和刀具的旋转, 实现对工件的精确加工, 提高了加工效率和精度。

## 2 机床高速电主轴应用要点

### 2.1 温度控制与冷却

机床高速电主轴在现代制造业中具有重要的应用价值, 其温度控制与冷却系统设计对于确保电主轴的稳定性和性能至关重要。下面将详细说明机床高速电主轴应用中的温度控制与冷却系统设计要点, 并列举具体的设计数据。

首先是温度控制系统的设计。高速电主轴在长时间运转过程中会产生大量热量, 需要设计合理的温度检测控制系统来确保电主轴在安全的温度范围内运行。常见的温度控制系统包括热管理系统、温度传感器、风冷或液冷系统等。温度传感器用于实时监测电主轴的工作温度, 一般要求传感器的测量精度达到 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。热管理系统可以通过控制冷却介质的流动速度和温度, 调节电主轴的工作温度, 保持在安全的范围内。例如, 对于某型号的高速电主轴, 其允许的工作温度范围为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 需要通过温度控制系统进行实时监测。

其次是冷却系统的设计。冷却系统通常采用风冷或液冷方式, 用于快速有效地散热, 确保电主轴的工作温度在安全范围内。在风冷系统设计中, 需要根据电主轴的转速、功率等参数选用合适的冷却风扇, 并设置合理的散热通道和排风口, 确保热量能够快速有效地散发。而在液冷系统设计中, 需要选择合适的冷却液, 确保冷却效果良好。针对某型号高速电主轴, 其液冷系统的冷却剂一般选择水基类或油基类, 需保

持冷却液的温度在 5 °C 至 25 °C 范围内，以保证冷却效果。另外，对于高速电主轴的温度控制和冷却系统设计中，还需要考虑到通风散热和热量传导性能。通风散热设计要求合理设置散热孔、散热片或散热管，以保证散热效果良好。例如，高速电主轴的通风散热设计需满足指定的空气流量和散热效率，确保长时间高速运行时能够有效散热。还需要针对电主轴的主轴承区域和主轴夹持部位进行热量传导性能设计，以维持关键部位的温度稳定。

最后，在温度控制与冷却系统设计中，还需要考虑设备的自动监测和报警功能。高速电主轴通常需要配备温度报警装置，一旦发现温度异常或超标，能够及时发出报警信号并停止运行，确保设备和人员的安全。

## 2.2 振动控制与降噪

机床高速电主轴在现代制造业中广泛应用，振动控制与降噪是确保电主轴稳定性和工作环境舒适性的关键要点。下面将详细说明机床高速电主轴应用中的振动控制与降噪要点，并列举具体的数据。

首先是振动控制系统的设计。高速电主轴在运转过程中会产生振动，而过大的振动会降低设备的稳定性和加工质量。设计合理的振动控制系统非常重要<sup>[1]</sup>。振动控制系统通常包括振动传感器、振动阻尼器、控制算法等。振动传感器用于实时监测电主轴的振动情况，其测量范围一般在 0.1 mm/s 至 100 mm/s 之间。振动阻尼器可通过加装阻尼材料、改变结构形式等方式来减少振动传递，并提高系统的稳定性。控制算法应用于分析和处理振动信号，通过调整电主轴的运行参数，实现振动的控制。例如，某型号高速电主轴的振动控制系统需要满足振动控制精度小于 0.5 mm/s，以保证加工质量。

其次是降噪系统的设计。高速电主轴在运转过程中会产生噪声，而过大的噪声将对工作环境产生负面影响。降噪系统的设计能够有效减少电主轴的噪声水平，提高工作环境的舒适性。降噪系统通常包括噪声传感器、隔音材料、消声器等。噪声传感器用于实时监测电主轴的噪声水平，其测量范围一般在 20 dB 至 120 dB 之间。隔音材料可用于电主轴周围的隔音罩或隔音箱的设计，通过选择合适的隔音材料和结构形式来降低噪声传播。消声器可使用在通风系统中，用于吸收或消除流体中的噪声，以降低设备整体的噪声水平。例如，某型号高速电主轴的降噪系统需要满足噪声水平小于 70 dB(A) 的要求，以提供良好的工作环境。

另外，在振动控制与降噪系统设计中，还需要考虑到动平衡与校准<sup>[2]</sup>。电主轴的动平衡是振动控制的

重要一环，它可以通过加重和平衡块的调整来减少电主轴的不平衡量，提高设备的稳定性。校准则是确保传感器和控制系统的准确性和一致性，减少误差和干扰，以提高振动控制和降噪的效果。

## 2.3 润滑与密封

机床高速电主轴在现代制造业中广泛应用，润滑与密封是确保电主轴正常运行和延长寿命的关键要点。下面将详细说明机床高速电主轴应用中的润滑与密封要点，并列举具体的数据。

首先是润滑系统的设计。高速电主轴在运转过程中需要良好的润滑来减少摩擦、磨损和热量产生，保持正常运行。润滑系统通常包括润滑剂、润滑脂或润滑油、润滑腔、润滑油池等。润滑剂的选用要根据电主轴的工作条件和要求来确定，常见的润滑脂表观黏度在 400 mm<sup>2</sup>/s 到 600 mm<sup>2</sup>/s 之间。润滑剂需要在高速和主轴运行温度环境下保持稳定的性能，具备耐磨、耐腐蚀和良好的附着性。例如，某型号高速电主轴的润滑脂需满足在 18000 转 / 分钟工作转速下，工作温度在 50 °C 至 60 °C 之间的要求。

其次是密封系统的设计。高速电主轴的密封系统设计能够有效阻止灰尘、液体和其他污染物进入轴承和其他关键部件，以保护电主轴的正常运行。常见的密封形式包括橡胶密封圈、机械密封、气体密封等。选用密封方式需要根据电主轴的工作环境和要求来确定，确保密封效果良好，并且能够承受高速转动和腐蚀环境<sup>[3]</sup>。例如，某型号高速电主轴的密封结构需满足转速在 15000 转 / 分钟以下，工作温度在 50 °C 至 60 °C 之间，同时具备耐油和耐磨的性能。

另外，在润滑和密封系统设计中，还需要考虑到润滑和冷却的协同效果。电主轴通常需要通过润滑油池或冷却装置来保持润滑剂的稳定性和降低温度。合理的润滑和冷却系统设计能够有效降低电主轴的温度，并延长轴承和关键部件的使用寿命。

## 2.4 运动控制和驱动

在机床高速电主轴的应用中，运动控制和驱动是至关重要的，对于提高加工效率和精度起着关键作用。

首先，运动控制系统能够实现对电主轴的高速运转和精准控制，通过精确的速度控制和位置控制从而实现对工件进行快速高效的加工。运动控制系统可以确保电主轴在加工过程中以设定的速度和轨迹运行，使加工过程更加稳定和高效。在高速电主轴应用中，要求运动控制系统拥有高速响应和精准的控制能力，以应对高速旋转电主轴的需求。运动控制系统还需要具备强大的实时性和稳定性，能够实现对电主轴的高

速控制，确保加工精度和表面质量。除此之外，运动控制系统还需要具备良好的抗干扰能力，以保证电主轴在各种工况下都能够稳定运行，不受外部干扰的影响。运动控制系统的稳定性、精度和响应速度是机床高速电主轴应用中不可或缺的要点。

其次，驱动系统是实现电主轴高速旋转的核心部件，直接影响着电主轴的运行效率和性能表现。在机床高速电主轴应用中，要求驱动技术具有高效、稳定、快速响应的特点，能够满足高速电主轴运转的需求。高性能的电机驱动器能够快速、准确地响应控制指令，实现对电主轴旋转速度的精准控制，并保证在高速运转下提供充足的动力输出。为了提高机床的加工效率和精度，驱动系统还需要具备优异的动态响应特性，能够快速实现从静止到高速的转速变化，同时具备较高的转矩响应能力，以适应不同工件材料和加工需求。驱动技术还需要具备良好的热稳定性和系统整体耐用性，确保电主轴长时间高速运行下仍能保持稳定性和可靠性。高速电主轴应用中，驱动技术的高效性、稳定性、动态响应性和耐用性不可或缺。

综上所述，在机床高速电主轴的应用中，运动控制和驱动技术是两个关键要点。优异的运动控制系统能够确保电主轴的高速稳定运行和加工精度，而先进的驱动技术则能够提供高效、稳定、快速响应的动力输出，共同实现机床在高速加工中的高效运转和高精度加工<sup>[4]</sup>。

## 2.5 智能控制与自适应

智能控制与自适应技术是两个重要的要点，它们对于提高机床高速加工的效率、精度和安全性起着关键作用。

智能控制系统能够通过建立模型和算法，实时监测电主轴的运行状态，根据实时数据进行智能调控和优化控制，以达到最佳的加工效率和精度。智能控制技术可以通过分析工艺参数、加工负荷、刀具磨损等多个因素，自动调整电主轴的转速、进给速度和切削参数，以实现高效的加工和减少不良加工情况的发生。智能控制系统还可以通过学习算法和人工智能技术，实现对电主轴的自动故障诊断和预测维护，及时发现和处理潜在的故障风险，提高设备的可靠性和安全性。智能控制技术的应用能够实现对电主轴加工过程的优化控制和智能管理，提高机床的高速加工效率、精度和可靠性。

自适应技术能够根据实时的工况变化和加工需要，对电主轴的控制参数进行实时调整和优化，以满足不同加工要求。由于高速加工往往存在加工负荷变化、

刚性变差、切削力波动等问题，传统的固定参数控制很难满足高速加工的精度要求。而自适应技术通过实时的感知和反馈，能够动态地调整电主轴的控制参数，使其自动适应外部环境和加工变化，以实现更加稳定和精确的加工过程。例如，自适应控制技术可以通过实时监测刀具磨损情况，自动调整刀具的进给深度和速度，以保持加工精度，并延长刀具的使用寿命。自适应技术还可以根据工件材料的变化和切削力的实时测量，调整电主轴的转速和进给速度，以克服加工过程中的动态波动，提高加工精度和表面质量。自适应技术的应用能够实现对电主轴加工过程的智能调整和控制，在高速加工中提高加工效率和加工质量。总而言之，机床高速电主轴应用中的智能控制和自适应技术，能够实现对电主轴加工过程的优化控制和智能管理，提高机床的高速加工效率、精度和可靠性。它们对于实现智能化生产和提升机床加工能力具有重要意义，为机床高速电主轴的应用提供了更高水平的技术支持和发展空间<sup>[5]</sup>。

## 3 结语

在机床制造领域，高速电主轴的应用已经成为提高加工效率、精度和质量的重要手段，通过对高速电主轴的工作原理进行深入研究和应用，我们能够实现更快速、更精准的加工，从而为制造业的发展做出贡献。未来，随着制造技术的不断发展和进步，高速电主轴将继续发挥重要作用，未来的高速电主轴将更加智能化、集成化，能够更好地适应各种复杂加工需求，并具备更高的能效和环保性能。随着人工智能、大数据等新技术的广泛应用，高速电主轴将与其他智能设备和系统实现更紧密的集成，为制造业的数字化转型和智能化发展提供有力支持。期待高速电主轴技术能够不断创新，为制造业的可持续发展和进步做出更大的贡献。

## 参考文献：

- [1] 郑良钢,陈铮,周志科.数控机床高速电主轴技术要点分析[J].中国设备工程,2021(09):203-204.
- [2] 李然,王生怀,袁海兵.高速电主轴自动松锁刀装置的设计[J].中国工程机械学报,2021,19(01):72-76.
- [3] 唐传胜.高速电主轴动力学模型参数多新息随机梯度辨识[J].组合机床与自动化加工技术,2020(10):68-71.
- [4] 王楠.复杂工况下电主轴热误差建模及补偿方法研究[D].西安:西安理工大学,2023.
- [5] 朱恩旭,蔡合超,牛朝阳,等.接触热阻对电机内各部位温度的影响研究[J].电气防爆,2023(03):1-4,8.

# 330 MW 超临界火电机组节能降耗措施分析

张进超

(华能八〇三热电有限公司, 甘肃 嘉峪关 735100)

**摘要** 当下无论是社会生产还是社会公众的生活都离不开电能所提供的有效支撑, 从根本上来说, 电能这一能源清洁性能较好, 较为经济实用, 不仅如此, 也易于进行转换与控制, 在社会不断发展的过程中, 电能的作用不容忽视。发电厂在运行以及不断发展的过程中能源消耗问题是重要问题, 为促使绿色生产理念能够在电力行业得到贯彻落实, 就必须要将火电厂集控运行过程中产生的能源消耗控制到最低。基于此, 本文对火电厂集控运行节能降耗的现状进行充分的分析, 并结合实际提出了针对性的措施, 希望可以为更好地控制能源消耗提供借鉴。

**关键词** 火电厂; 集控运行; 节能降耗

中图分类号: TM62

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0007-03

随着全球能源结构的持续优化和电力行业的深刻变革, 风光水火储能等多元化能源形式正逐步构建起协同发展的新型电力体系。在这一背景下, 电力市场改革的步伐日益加快, 市场电价机制的推行不断加速, 传统的计划电量分配模式正逐步向市场化交易模式转变。这一转变意味着发电企业将面临更为激烈的市场竞争, 节能降耗、降低发电成本、提升机组运行效率成为发电企业赢得市场竞争的关键所在。特别是对于 330 MW 超临界火电机组而言, 其作为当前电力行业的重要组成部分, 探讨和实施有效的节能降耗措施不仅关乎企业的经济效益, 更是对实现可持续发展目标的积极响应。

## 1 加强锅炉生产阶段的技术控制

### 1.1 降低锅炉排烟的热损耗

火电厂存在严重热损耗的环节就是锅炉排烟阶段, 热损耗的形成也很大程度上取决于排烟温度这一项因素。在 330 MW 超临界火电机组中, 煤耗的优化和控制不仅直接关系到机组的经济效益, 还深刻影响着其环保性能。为了降低煤耗, 火电机组在多个层面上进行了技术革新和管理提升。燃烧系统的优化是关键一环, 通过改进燃烧器的设计和布置, 可以确保煤粉在炉膛内更加充分、均匀地燃烧, 从而大大提高燃烧效率, 减少不完全燃烧造成的能源损失。此外, 锅炉热效率的提升也至关重要, 包括加强锅炉的保温措施、改善密封性能等, 以减少散热损失和漏风损失, 确保更多的热量被有效利用于发电过程中。基于此, 必须要控制锅炉的排烟温度, 只有如此, 热损耗才能控制到最低, 才能将污染的情况加以控制<sup>[1]</sup>。在锅炉排烟热损耗的

控制方面要做到以下几点: 第一, 将一次风率减少。总的来说, 要对磨煤机的转速加以控制, 使其处于科学的状态, 从而有效地管理风量。但有一点需要注意, 即为了防止石子煤室当中堆积煤渣的状况发生, 必须要加大力度排放石子煤, 确保通风处于正常的状态, 促使一次风速与设计标准更加相符。第二, 加强锅炉的密封性。火电厂的锅炉在生产以及运行的过程中产生热损耗, 之所以会上涨很大程度上是因为排渣机的底部部分有漏风的状况存在, 基于此, 相关人员要进一步检查锅炉的密封性, 对炉体开口加以控制, 以此来实现对温度损失的精准把控。第三, 要对锅炉的燃烧状况进行充分的优化。从这一点来说, 主要是基于燃料规模、质量来对氧量进行合理的设计, 促使燃料燃烧充分, 并实现燃烧效率的增强。第四, 重点管控受热面结渣状况以及受热面的积灰状况<sup>[2]</sup>。

### 1.2 控制再热器减温水量

锅炉内的水温在减温水的作用之下会持续降低, 一般情况下, 锅炉在生产的同时, 为了促使水温控制相关的目标得以实现, 大多会对减温水加以应用, 因此, 锅炉温度也会有损耗出现。并且, 锅炉温度如果降低也会进一步影响锅炉运行的效率, 能源的损耗也会持续上涨。针对这一问题, 最有效的解决措施就是对再热器的减温水量加以控制, 使其处于比较适宜的状态, 如此一来就可以很大程度上改善热损耗。

### 1.3 优化锅炉燃烧状态

通过根据不同煤种的特性进行科学合理的配比, 配煤掺烧能够实现燃煤性质的均衡和互补, 从而优化燃烧过程, 提高燃煤的利用率。这种策略的实施不仅

有助于降低燃料成本，还能在一定程度上减少污染物的排放。为实现配煤掺烧的最佳效果，需要综合考虑多种因素，包括煤种的化学成分、燃烧特性、灰熔点以及硫分等。通过精心设计的配煤方案，可以选择性地掺入劣质煤或低价煤，从而在保证机组安全稳定运行的同时，降低燃煤成本，提高企业的经济效益。此外，配煤掺烧还能够减少燃煤中的有害元素含量，如硫、氮等，从而降低烟气中的污染物排放，为环保事业做出贡献。

从锅炉燃烧状态的优化来看，要从以下几个方面做起：首先，要保障空气过剩系数处于科学、合理的状态。经过以往锅炉燃烧实践不难看出，当空气过剩系数处于较低的状态时就会导致无法充分燃烧，且如果燃料燃烧不够充分，不但会引发浪费能源的情况，还会在一定程度上污染环境。基于此，要科学调整空气过剩系数，以此对热损耗进行控制，实现燃烧效率的最大化。需要注意的是，空气过剩的系数并非越高越好，如果此项系数过高的话，锅炉内部温度也会有下降，并且还会在一定程度上影响锅炉传热的相关效率。如果锅炉排烟温度上升，那么热损耗量也是非常大的，此时就需要结合实际来调整风量，促使燃料能够达到最佳的燃烧效率并对热损耗实施更为精准的把控<sup>[3]</sup>。

## 2 加强汽轮机组的有效控制

### 2.1 优化汽轮机的启停阶段

在火电厂集控运行系统中，汽轮机的启停阶段被公认为是能耗最大的环节。因此，为了有效地控制和降低能耗，需要对这一环节进行更为严格的管控和持续性的优化。在启动机组的前期阶段，可以通过提高温度来降低能耗，这主要通过运用预热气缸的方法来实现。当温度提升到一定水平后，就可以避免直接启动带来的巨大能耗。同时，火电厂在检查和维修机组时，应进一步优化和完善相关的检修制度，并定期开展检测工作，以预防潜在的安全隐患，确保汽轮机的稳定运行，从而实现该阶段能耗的降低<sup>[4]</sup>。

### 2.2 优化热力系统运行并降低背压

热力系统是汽轮机设备运行的基础，并且在很大程度上支撑着汽轮机的整体运行。为了提高汽轮机的使用效率并达到最佳的节能效果，必须注重热力系统的优化和升级。具体的优化措施可以从以下几个方面着手：第一，科学配置所运用设备的各项参数，并对热力系统进行全面的监控和测试。根据热力系统在运行过程中的实际情况，调整各项参数，以提高汽轮机的运行效率，并更好地控制能耗。第二，优化热力系

统的各个环节，例如优化下缸的疏水系统，以及降低背压。背压是汽轮机运行过程中一个重要参数，通过降低背压可以有效地提高汽轮机的热效率。这可以通过改进汽轮机的排气系统、增加排气面积、降低排气阻力等方式来实现。第三，优化管道的走向。合理的管道布局可以降低流体在管道中的阻力损失，从而提高热力系统的效率。

### 2.3 优化排气装置

第一，要对蒸汽入口的密封性进行充分且全面的检查，防止泄露蒸汽的状况发生引起不必要的能源消耗。第二，对自动化检测系统加以运用，大力监控湿冷机组，并对其展开进一步的测试，通过有效的调节促使凝汽器的水温、水位状态趋于标准范围之内。第三，重视湿冷机组循环冷却水，如未能及时供应冷却水的话，就会导致凝汽机的能耗大大上涨，所以要对监测系统进行优化，使其完善度更高，以便实时、有效地检测冷却水的实时状态，及时供应冷却水，降低能耗。第四，要进一步优化空冷机组的背压状态，促使空冷机组的背压值趋于最优化<sup>[5]</sup>。

### 2.4 动态调节汽轮机运行水温与水位

火电厂汽轮机的运行之所以能够趋于正常，就必须要保证系统水温达到稳定。投入的燃料规模会在很大程度上影响系统水温，如果投入过多的燃料那么系统就会产生更大的能源消耗，引发严重的污染。而如果未投入足够的燃料那么系统运行的效率就缺乏足够的保障。基于此，燃料的投入量要遵循系统的水温标准，促使水温状态达到最适宜的状态，并使其处于预设范围之内。如此汽轮机组的运行效率就能大大提升，节能减排也才能成为现实。

### 2.5 锅炉燃烧调整优化

燃料的选择和预处理是提高燃烧效率的关键。根据相关数据显示，使用热值高、灰分和硫分低的优质煤种可以使燃烧效率提高约 5% ~ 10%。这是因为高热值的煤种能够提供更多的可燃物质，而低灰分和低硫分则减少了燃烧过程中的杂质和污染物生成。同时，对煤粉进行细度调整也是至关重要的。通过激光粒度分析仪的测定，发现当煤粉粒径分布在合适的范围内时，其均匀性和燃烧充分性得到显著提高，燃烧效率可进一步提升 3% ~ 5%。

## 3 控制火电厂整体用电

集控运行系统运行的时候会对一系列的辅机加以运用，其所消耗的电能是非常庞大的，所以也需要控制其耗能情况。从这一方面来说，主要就是对火电厂

的总用电量加以缩减，从根源将能耗控制到最低。与此同时，电能损耗的控制与降低还需要与火电厂运营的情况相结合，即结合实际进行节能目标的制定。第一，火电厂在落实各项工作的时候要结合实际改变一部分仪器设备的工作模式，将使用时设备的能源损耗控制到最低。第二，要对照明用电量实施精准把控。在选购照明设备的时候要对节能设备优先选择，尽管此类设备在采购的时候可能要比传统照明设备花费的成本略多，但其使用的时候用电量是非常低的，采购环节产生的成本可以在后续使用中节约回来，也能够节约能源。除此之外，火电厂要针对性地管理照明设备，除了要对用电制度加以完善之外，还要对用电的指标进行合理的设计。火电厂要对内大力宣传节能降耗的重要性，促使内部所有员工都形成节能降耗的意识，并在实际工作中贯彻落实节能举措与节电举措，只有内部形成了良好的氛围，节能降耗工作的开展才能更加顺畅，也才能取得优异的结果。

#### 4 真空与节能

在 330 MW 超临界火电机组中，真空系统作为关键的组成部分，其性能优化对于提升机组效率、降低能耗具有重要意义。真空系统是火电机组中的重要部分，其主要功能是在汽轮机排汽口建立并维持一定的真程度。良好的真程度可以有效降低蒸汽在汽轮机中的排汽压力，从而提高汽轮机的热效率。因此，对真空系统进行优化是实现火电机组节能降耗的重要途径之一。真空系统优化措施如下：（1）真空严密性管理：真空严密性是衡量真空系统性能的重要指标。通过定期对真空系统进行严密性试验，可以及时发现并处理系统中的泄漏点，从而确保真程度的稳定。（2）真空泵性能提升：真空泵是维持真空系统的核心设备。通过采用高效能的真空泵、优化真空泵的运行参数或对其进行技术改造，可以提高真空泵的抽气能力，降低能耗。

（3）凝汽器性能优化：凝汽器是真空系统的重要组成部分，其热交换效率直接影响到真程度。通过改进凝汽器的设计、提高凝汽器的清洁度、优化循环水系统的运行等方式，可以提升凝汽器的性能，从而降低机组背压，提高热效率。具体表现为：机组背压的降低可以减少蒸汽在汽轮机中的排汽损失；真空泵性能的提升可以降低其能耗；凝汽器性能的优化可以提高机组的热效率。

#### 5 重视生产管理

火电厂集控运行的同时，造成能源消耗的根本载体在于一系列的仪器设备，但除了仪器设备之外，因

生产过程中的程序十分繁杂，所以也会导致多余能源消耗出现。正因如此，要加强生产管理，并对生产方案加以优化。加强日常生产管理要从以下几点做起：第一，要优化方案以及对应的制度。简单来说就是仔细审核使用的方案，在通过审核之后要结合实践贯彻落实并持续优化。第二，火电厂在平时要注重内部工作人员的培训，具体的内容可以锁定为节能降耗内容等多个方面，通过有效的培训促使内部工作人员节能意识大大提升。比如，在生产的同时要大力管理内部人员，结合人员的日常表现进行考核，将考核的结果挂钩于工作人员的奖金，激发工作人员节能降耗的动力，并促使其将节能降耗措施在各个环节得到贯彻落实。如有必要，还可以邀请相关方面的专家前来火电厂指导工作人员的工作，提升员工的工作能力，促使其更加了解节能技术。第三，要定时定期地检修生产设备，促使其处于稳定的状态，避免因维护不及时引发设备故障，从而浪费资源。

#### 6 结束语

在社会不断发展的过程中，火电厂发挥着关键的作用，为社会公众的生活与工作提供了稳定的电能。在“双碳”的背景之下，相关部门要求火电厂对国家政策积极响应，而火电厂必须要贯彻落实国家的号召与政策，在自身运转趋于正常的同时要对节能降耗贯彻落实，结合实际进行各项举措的制定，尤其是要以集控系统能源消耗的控制与缩减作为重点，通过一系列有效措施降低能耗，只有如此，火电厂节能降耗的目标才能实现，火电厂的健康、绿色、可持续发展也才能成为现实，为各界提供更为可靠的能源保障。

#### 参考文献：

- [1] 方然.火电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J].科技创新与应用,2022,12(08):3.
- [2] 王文兆.火电厂集控运行的节能降耗措施分析[J].能源与节能,2023(10):77-79.
- [3] 武建领.火电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J].现代工程项目管理,2022(03):111-114.
- [4] 田立智.火力发电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J].科学与信息化,2023(21):13-15.
- [5] 刘冰.火电机组节能降耗中热工自动控制系统的应用分析[J].电力设备管理,2022(03):228-230.

# 暖通空调制冷系统中的环保节能技术研究

李晓夏，原成成

(冰轮环境技术股份有限公司，山东 烟台 264000)

**摘要** 随着气候变化和环境保护问题的日益严峻，如何在满足人们舒适生活需求的同时，让制冷系统的环保和节能问题得到有效解决，成为当前研究的重点。本文论述了暖通空调制冷系统中现有的环保节能技术研究进展，并分析其存在的不足；通过理论分析，提出了改进方向，包括制冷剂的选择、制冷循环系统的简化、传热与换热技术的创新以及空气处理技术的推广，旨在为促进建筑行业的环保和能源节约提供有益参考，从而促进暖通空调制冷系统的可持续发展。

**关键词** 暖通空调；制冷系统；节能环保技术

中图分类号：TU83

文献标志码：A

文章编号：2097-3365(2024)05-0010-03

全球气候变暖和环境问题的不断加剧，使减少能源消耗和降低温室气体排放成为各国政策制定的重要内容。而在建筑领域中，暖通空调制冷系统是能源消耗最大的设备之一，如何探索环保节能的制冷技术，已成为当前研究的热点问题。

## 1 环保节能技术研究现状

### 1.1 制冷剂的选择

制冷剂在暖通空调制冷系统中起着至关重要的作用。传统的氟利昂类制冷剂因其对臭氧层的破坏和全球变暖的影响而受到限制。因此，寻找环保替代品成为当务之急。近年来，研究人员广泛探索了一系列新型制冷剂，如氢氟酸酯、氨等。这些制冷剂具有较低的温室效应和良好的环境安全性能。然而，仍需进一步研究其性能、稳定性和可行性，以确保其广泛应用于实际系统中。

### 1.2 制冷循环系统的优化

制冷循环系统的优化是提高暖通空调制冷系统效率和节能的重要途径。研究人员通过改进制冷剂循环系统的组件设计和工作参数，如压缩机、蒸发器和冷凝器等，来提高系统的性能。例如，采用变频技术的压缩机可以根据负荷需求调节制冷量，实现能耗的精确控制。此外，优化制冷循环系统的换热器、管道布局等也可以提高传热效率，减少能耗损失<sup>[1]</sup>。

### 1.3 传热与换热技术的改进

传热与换热技术在暖通空调制冷系统中起着重要作用。研究人员致力于改进换热器的设计和材料选择，以提高传热效率和节能性能。例如，采用新型传热介质和增强换热表面技术，如微细结构、螺旋通道等，

可以实现更高的传热效率和更小的能耗。此外，研究人员还关注传热过程中的气固流动特性、相变传热等问题，以优化传热性能（见图1）。

## 2 环保节能技术研究不足

### 2.1 制冷剂的选择问题

尽管在环保节能技术研究中取得了一些进展，但制冷剂的选择问题仍然存在一些挑战和不足之处。虽然氟利昂类制冷剂的使用已受到限制，但新型替代品的性能和稳定性仍需要更多的研究和验证。例如，氢氟酸酯制冷剂具有低温室效应和良好的环境安全性能，但其毒性较大，对人体和环境的潜在影响需要进一步评估。新型制冷剂的应用还面临着成本和技术可行性的挑战。相比传统制冷剂，新型制冷剂的生产、储存和运输成本较高，这可能对系统的经济性和可行性造成影响。此外，新型制冷剂的物理特性与传统制冷剂存在差异，需要对系统组件进行相应的改进和适配，增加了技术难度和成本。由于制冷剂在整个制冷循环系统中的重要性，其性能和稳定性对系统的运行和能效有着直接影响。因此，需要继续研究制冷剂在不同工况下的性能特性，以提高系统的稳定性和效率。

### 2.2 制冷循环系统的复杂性

制冷循环系统作为暖通空调制冷系统的核心组成部分，具有一定的复杂性。首先，制冷循环系统涉及多个关键组件的协同工作。每个组件都有其特定的功能和工作条件，它们之间的相互依存关系使得系统的运行更加复杂。例如，压缩机负责将制冷剂压缩，蒸发器负责吸收热量，冷凝器负责释放热量，节流装置负责控制制冷剂的流量等。制冷循环系统的工作参数

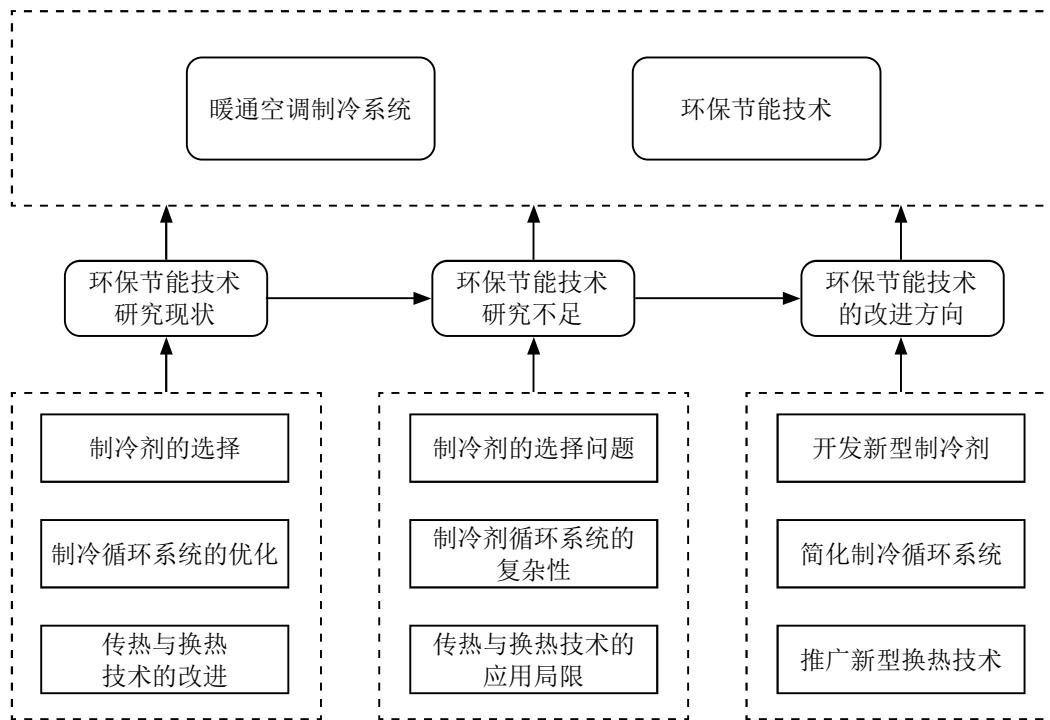


图 1 循节能视图

和工况条件较为复杂。不同的应用场景和负荷需求会导致制冷循环系统的工作条件不断变化。系统需要根据负荷变化来调整制冷量，同时还要考虑蒸发器和冷凝器的换热性能，以实现能耗的精确控制。制冷循环系统还需要解决能源利用和节能的问题。制冷循环系统中的能量转换和传递过程涉及多个环节和组件，这些过程中存在能量损失和能耗消耗。最后，制冷循环系统还需要考虑安全性和可靠性的问题<sup>[2]</sup>。由于制冷剂在循环系统中起着重要作用，其性能和稳定性对系统的运行和安全有着直接影响。

### 2.3 传热与换热技术的应用局限

在暖通空调制冷系统中，传热与换热技术是至关重要的。不同的传热介质具有不同的传热性能，如导热系数、比热容等，这会直接影响传热过程的效率。同时，传热与换热技术还受到工作条件的限制，如温度、压力、流速等。在特定的工作条件下，传热与换热技术可能无法达到理想的传热效果，从而影响系统的整体性能。不同的传热与换热技术适用于不同的工况和需求。例如，对于高温高压条件下的换热需求，常规的传热器可能无法满足要求，需要采用特殊的高温高压换热技术。此外，一些新兴的传热与换热技术，如微通道换热器、相变换热器等，虽然具有潜力，但在实际应用中仍存在一些限制，如制造成本较高、腐

蚀问题等。某些传热与换热设备在长期运行过程中可能会出现腐蚀、堵塞、泄漏等问题，这不仅影响系统的传热效果，还增加了设备的维护难度和成本。

### 2.4 空气处理技术的使用难度

空气处理技术在暖通空调系统中起着至关重要的作用，但其使用难度也是一个需要考虑的问题。空气处理技术涉及系统的设计和布局，包括空气循环、过滤、除湿、加湿等多个环节。这要求工程师具备深入的专业知识和经验，能够合理设计系统的结构和参数，以满足特定的室内空气质量要求。复杂的系统设计对工程师的技术水平和综合素质提出了较高的要求。空气处理系统安装完毕后，还需要进行系统的操作和调试。这包括设置合适的温度、湿度、风速等参数，确保系统正常运行和达到预期的效果<sup>[3]</sup>。然而，由于系统涉及多个环节和组件，操作和调试过程可能会比较繁琐和复杂。

## 3 环保节能技术的改进方向

### 3.1 开发新型制冷剂

开发新型制冷剂是环保节能技术的重要改进方向之一。传统的制冷剂，如氟利昂等氢氟碳化合物，具有较高的全球变暖潜势和臭氧破坏潜势，对环境和人类健康造成不可忽视的影响。新型制冷剂应具备较低

的全球变暖潜势，这意味着它们在大气中的存在时间较短，不会对地球的温室效应产生过多贡献。例如，一些天然制冷剂，如氨、二氧化碳等，具有较低的全球变暖潜势，并且在排放后可被自然界循环利用。新型制冷剂还应具备较低的臭氧破坏潜势，因为臭氧层的破坏会导致紫外线辐射增加，对人类健康和生态系统造成损害。因此，寻找对臭氧层无害的制冷剂至关重要。一些替代品，如氢氧化碳和非卤素制冷剂，具有较低的臭氧破坏潜势，可以作为可行的选择。新型制冷剂还应具备较高的能效，能效是衡量制冷系统性能的重要指标，直接影响能源消耗和运行成本。通过开发高效的制冷剂，可以减少系统能耗，降低对能源资源的需求。例如，一些新型制冷剂具有较低的比熵和较高的传导系数，可以提高制冷系统的能效。

### 3.2 简化制冷循环系统

简化制冷循环系统是环保节能技术的另一个重要改进方向。传统制冷循环系统在设计和运行过程中存在着复杂性和浪费的问题，这些问题直接影响了系统的性能和能源效率。通过简化制冷循环系统，可以减少系统的复杂性和能耗，从而提高系统的性能和效率。在设计上，可以采用简化的制冷循环系统结构，例如采用单级制冷循环系统代替多级制冷循环系统。多级制冷循环系统的复杂性主要体现在多个压缩机、换热器和阀门的联动控制上<sup>[4]</sup>。而单级制冷循环系统则可以通过简单的膨胀阀和冷凝器来实现制冷过程，大大降低了系统的复杂性和能耗。在运行上，可以采用新型制冷剂和更加智能化的控制技术，实现制冷循环系统的优化控制。例如，采用多变量控制技术，对制冷循环系统的温度、压力、流量等参数进行智能化调节，优化系统的运行效率。

### 3.3 推广新型换热技术

推广新型换热技术是环保节能技术的另一个重要改进方向。传统的换热技术，如壳管式换热器、板式换热器等，存在着换热效率低、占用空间大、清洗维护困难等问题。通过推广新型换热技术，可以解决这些问题，实现更高效、更节能、更环保的换热过程。首先，新型换热技术应具备更高的换热效率。例如，采用微通道换热器技术可以实现更高的传热系数和更小的流体压降，从而提高换热效率。此外，还可以采用膜分离、吸附等新型换热技术，实现更高效的分离和纯化过程。其次，新型换热技术应具备更小的占用空间。传统的换热设备体积较大，占用空间较多，对生产线的布局和排布造成很大的困难。而采用微型换热器、板翅片

换热器等新型换热技术，可以大大减小设备的体积，降低占用空间。

### 3.4 普及空气处理技术

普及空气处理技术是环保节能技术的另一个重要方向。随着空气污染日益严重和人们对空气质量的关注，空气处理技术在改善室内和室外空气质量方面发挥着重要作用。通过普及空气处理技术，可以提高空气质量，保护人们的健康和环境的可持续发展。首先，普及空气处理技术可以改善室内空气质量。室内空气中存在着各种有害物质，如PM2.5颗粒物、甲醛、挥发性有机化合物等，对人体健康产生不良影响<sup>[5]</sup>。通过安装空气净化器、通风系统等空气处理设备，可以有效去除室内空气中的污染物，提高室内空气质量，保障人们的健康。其次，普及空气处理技术可以改善室外空气质量。大气污染是一个全球性的问题，影响着人们的生活和环境的可持续发展。通过采用空气过滤器、除尘设备等空气处理技术，可以减少大气污染物的排放，改善室外空气质量，降低空气污染对人体健康和环境的影响。最后，普及空气处理技术可以提高能源利用效率。传统的空气处理设备存在着能耗高、效率低的问题。而采用新型节能空调系统、能量回收技术等空气处理技术，可以有效降低能耗，提高能源利用效率，实现节能减排，促进可持续发展。

## 4 结论

本文对暖通空调制冷系统中的环保节能技术进行了全面的回顾和分析，针对存在的问题提出了改进方向。在制冷剂选择、制冷循环系统优化、传热与换热技术改进以及空气处理技术推广等方面都提出了有针对性的改进建议。这些改进方向将有助于提高制冷系统的能效和环保性能，为建筑行业的环保和能源节约做出贡献，促进暖通空调制冷系统的可持续发展。

### 参考文献：

- [1] 刘守宇.暖通空调制冷系统节能环保措施分析[J].电子质量,2023(07):106-108.
- [2] 苏远,高宇.暖通空调制冷系统的优化与控制技术[J].现代制造技术与装备,2023,59(02):179-181.
- [3] 赵婧瑜.暖通空调制冷系统的优化控制策略研究[J].中国高新科技,2023(03):73-74,80.
- [4] 尹丽媛.暖通空调制冷系统的优化控制研究[J].产业与科技论坛,2022,21(14):38-39.
- [5] 李天平.暖通空调制冷系统的优化与控制技术分析[J].黑龙江科学,2022,13(10):62-64.

# 空气源热泵供暖系统能效分析及系统配置探讨

郭璇，支娜娜

(山东省环能设计院股份有限公司，山东 济南 250101)

**摘要** 我国的暖通行业发展迅速，传统供暖方式带来的能源消耗和环境污染问题日益凸显。目前比较成熟的分户热泵供暖系统的热源一般采用分户空气源热泵，通过制冷剂管路将热量输送至空调室内机，或通过制冷剂管路将热量输送至换热器，通过换热器加热室内供水系统，室内末端一般采用地热盘管或空调室内机。新的末端供暖技术对集中供热热源温度要求的降低，使得空气源热泵等供暖系统得以大量推广应用。本文就空气源热泵供热系统能效及系统配置工作进行研究，以供同行业人员参考。

**关键词** 供暖季；综合能效比；多能互补；空气源热泵；清洁供暖

中图分类号：TU83

文献标志码：A

文章编号：2097-3365(2024)05-0013-03

空气源热泵作为可再生能源的一种，以其绿色环保、性能稳定、经济实惠、运维便利等优点，迅速成为北方地区清洁供暖的主要技术路径之一，且有着巨大的发展潜力。随着自上而下的建筑节能强力有序地推进，大量低能耗、超低能耗建筑不断涌现，低温辐射供暖系统以其良好的舒适性、安全性逐渐代替了传统的对流辐射供暖系统。

## 1 空气源热泵运行原理

根据逆卡诺循环原理，制冷剂通过蒸发器时吸收空气中的热量，经压缩机后形成高温高压介质，进入冷凝器进行放热，将热量传给冷水，再经节流装置变成低温低压的介质进行下一次循环。冷水经过冷凝器与高温高压的介质交换后变成热水贮存在热水罐或热水箱中，通过热水管道送至用水点。因此，空气源热泵热水系统是一种安全、节能、低污染且符合绿色发展的技术。核心原理是利用制冷循环从室外空气中吸收热量，然后传递至室内。系统组成主要包括蒸发器、压缩机、冷凝器、膨胀阀等关键组件，其中室外空气通过蒸发器使工质蒸发吸收热量，压缩机将蒸发后的工质压缩并提高其温度，温度通过冷凝器散发到室内，供暖或热水使用。在严寒地区，蒸发器和冷凝器的工作受到极端低温的影响，可能导致系统性能下降。

## 2 系统配置要点

在合适的环境温度下，空气源热泵供暖相对于其他常见的供暖方式经济性无疑是较好的，所以在市政供热能力不足、周边没有集中热网配套的新建小区，以及一些偏远的学校、办公楼、工厂、酒店、医院等

建筑中越来越多地采用空气源热泵配套供暖。不少新兴清洁能源公司限于资源或技术问题，往往采用单一的空气源热泵进行供暖，如果对于仅白天有供暖需求的办公楼、学校等建筑倒也勉强可行，但是对于住宅、医院等需 24 h 连续供暖的项目，会有诸多的不利：（1）设计选型容量偏大，导致初投资增大；（2）部分负荷运行时间较长，大量设备长时间闲置，设备故障率高；

（3）极端天气下供暖效果不好；（4）设备低效工作区运行时间长，供暖季综合节能效率低。所以，采用空气源热泵集中供暖的系统，宜配置部分燃气锅炉供热、电加热，甚至市政集中热源等相对稳定的能源形式，实现多能互补，以提高整体的运行效率，保障供热品质，降低初投资。那么，如果采用其他的能源形式做补充，应该补充多少是个值得研究的问题。以青岛地区的气温变化作为研究依据，分析供暖负荷及空气源热泵机组在不同环境温度下的变化特点。（1）如果分别以 -7 °C、-2 °C、0 °C、2 °C 环境温度下的供暖负荷进行系统配置，则 7 °C 额定工况下的机组制热能力相对于供暖负荷分别为 158%、114%、85%、72%；（2）以 -7 °C 下的供暖负荷配置空气源热泵机组，机组容量配置过大，初投资较高，而同等负荷下的燃气锅炉或电加热等常规热源方式投资则低得多（经验表明，空气源热泵初投资可按额定供热量 1.2 元 /W 考虑，燃气锅炉的投资额可按 0.2 元 /W 考虑），以 -2 °C、0 °C、2 °C 环境温度下的供暖负荷配置空气源热泵机组，分别需要补充 28%、47%、55% 满负荷的其他能源形式；（3）建议对供暖品质要求高、24 h 连续供暖的场合（如高档住宅、医院等），补充 47% 满负荷的其他能源形式，对供暖品

质要求不太高的场合，补充28%满负荷的其他能源形式。结合各地气候特点及资源禀赋的多能互补配置方案，以及结合各能源形式自身运行特点的控制策略，一方面可以最大程度上节约运行费用及初投资；另一方面也能保障供暖效果。结合各地气候特点及资源禀赋的多能互补配置方案，以及结合各能源形式自身运行特点的控制策略，一方面可以最大程度上节约运行费用及初投资；另一方面也能保障供暖效果<sup>[1]</sup>。

### 3 设备机组架设

严寒地区的寒冷气候，设备支撑结构必须能够承受雪荷载和低温，防止设备受损。保证支架的材料质量和结构设计符合要求，能够承受设备的重量和外部压力。同时，预留足够维护空间可方便后续设备检修和维护，提高设备的可维护性和使用寿命。根据GB50736-2012《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》中的规定，空气源热泵的安装位置应符合以下规定：在室外机安装过程中，必须充分考虑设备的通风需求。确保排风和进风通畅，以避免发生气流短路现象。热泵机组应尽量放置在无遮挡、无障碍物的地方，安装位置必须通风良好。出风口通常避免迎风方向，因此应考虑安装在空旷位置处，并为换热器的清扫预留足够空间。为避免受到污浊空气的影响，不可将设备放置在厨房油烟排气的地方。此外，在安装过程中，所使用的所有金属部件均应进行防锈处理，并符合中国现行国家标准GB/T7725-2022的相关规定<sup>[2]</sup>。同时，需考虑噪声和排热对周围环境的影响，安装位置应尽量选择在人员较少且不易受噪声影响的地方。在安装过程中，需要注意现场的实际情况，确保所选择的安装位置能够承受室外机自重的2~3倍的重量。系统供回水管路应与机组进出口采用柔性连接的方式，以增强设备的稳定性和耐用性。设备机组与基础之间加装隔振措施，防止机组振动传播至建筑本体，影响建筑室内环境。

另外，室外机组本体应安装安全接地线，确保用电安全。同时，机组使用侧进水端应加装Y型过滤器，以防止杂质污染损坏设备<sup>[3]</sup>。

### 4 定期维护

(1) 对于空气源热泵及配套管路日常维护，应定期巡视空气源热泵机组、配套冷热水循环泵及管道保温情况；定期检查设备及其管路上阀门等附属设备是否正常工作，并及时清洗空调循环水过滤器、换热设

备及风管系统，保持良好的运行性能<sup>[4]</sup>；(2)在冬季防冻方面，补水管中的冷水需实时加热，避免上冻无法流动；配套循环泵在冬季运行时，一旦出现停电、缺相或热继电器动作保护导致循环泵停运，时间长了可能冻坏设备和管线，因此需采取事前预防措施或事后应急措施，降低循环泵的受冻损失；(3)做好预防风霜雨雪的工作同样重要。设备和电线电缆接触水后，设备绝缘性能降低，容易出现发热情况，应采取预防雨水的措施，避免设备、电线电缆等接触雨水；定期巡视设备机组、配电柜、控制系统的防水措施的完好性，若有损坏，应及时修复<sup>[5]</sup>。

### 5 运行24 h耗电量

变频化控制下，通过能需计算的控制，在出水温度逐渐逼近设定温度时，压缩机频率逐步降低，收敛。定频化控制下，在出水温度逐渐逼近设定温度时，压缩机频率不变，直到达温停机，其功率曲线类似于定频机。根据测试结果，在-12℃的环境温度下，设定水温45℃(回水温度)，在优化后的控制逻辑，机组24 h的耗电量降低。结合机组单点能效的测试情况，可以分析得知，由于根据能需的计算，在水温逼近设定温度时，频率会降低，则机组运行频率降低到低效区，甚至降到50 Hz以下，机组自动关闭喷焰，能效急剧下降。采用定频化的控制，机组一直运行在高效区，进而耗电量反而降低。

### 6 地热能梯级利用系统运行性能分析

目前中深层地热供暖由起初的只利用地热能加换热器的供暖方式，发展为地热能梯级利用的供暖方式，使地热水的利用温差提高30%~50%，提升了供热系统的综合能效。天津某项目采用地热水梯级利用供暖，分为四级换热，一、二级换热采用板式换热器，三四级换热采用地源热泵。在热源测，由取水井抽取85℃左右地热水，经过板式换热器一级换热，降低至60℃左右；再经过二级换热降低至45℃左右，最后经过三级、四级的地源热泵降低至30℃，由回灌井回灌地下以保证地下水位。末端用户为八个小区的住宅，用户侧末端采用散热器，设计供回水温度为60℃~45℃。用户侧循环水分别进入四级换热系统，其中45℃回水经过一、二级板式换热器换热后升至60℃左右，45℃回水经过三、四级地源热泵后升至55℃左右，然后混合后进入主管分别供至各个小区。通过测试及对历史数据分析，其制热季节性能系数HSPP为9.09，与电直

接加热设备相比，节能率约为 90%，即在不考虑电力排放因子变化的情况下，碳排放减少 90%。与空气源热泵相比，节能率约为 65%，即在不考虑电力排放因子变化的情况下，碳排放减少 65%。与地源热泵系统相比，节能率约为 37%，即在不考虑电力排放因子变化的情况下，碳排放减少 37%<sup>[6]</sup>。

## 7 综合评价分析

空气源热泵系统、地源热泵系统及地热能梯级利用系统是目前在长江以北地区较为普及的以电能驱动的清洁采暖系统，从以上介绍及分析来看，其存在以下特点：（1）运行能效方面，地热能梯级利用系统最高，地源热泵系统次之，空气源热泵系统最低；（2）投资建设方面，地热能梯级利用系统和地源热泵系统远高于空气源热泵系统；（3）规模适用性方面，空气源热泵系统的适用范围更广，地热能梯级利用系统和地源热泵系统不适用于建筑体量较小且建筑规模较小的区域；（4）地域适用性方面，地源热泵系统源热泵系统由于不受环境温度的影响，其适用范围更广，而地热能梯级利用系统只适用于中深层地热能丰富的地区，空气源热泵系统不适用于室外气温比较低的地区<sup>[7]</sup>。

## 8 性能系数预测

根据现场测试期间室外逐时平均温度与逐时能效比数据，机组性能系数预测时，只分析了室外温度与机组性能系数的关系，未考虑室外空气相对湿度等其它因素的影响。相关关系式可用于估算或简便分析使用，准确性及适用性等还有待于进一步提升<sup>[8]</sup>。

## 9 合理调整运行参数

在冬季，由于环境温度较低，空气源热泵热水系统的运行需要进行适当的调整。为了提高空气源热泵热水系统的能效和稳定性，可以采取一些有效措施。比如，适当降低热水的温度可以减少热泵的负荷，提高其能效。在冬季，由于环境温度较低，热泵的负荷本身就比其他季节大，因此降低热水温度可以减轻热泵的负担，使其更加高效地运行；空气源热泵热水系统的各个部件可能会受到一定的影响，减小出水的流量可以减少对系统部件的冲击，提高系统的稳定性。冬季是空气源热泵热水系统运行的关键时期，适当的调整和保养是保证其正常运行和高效率的关键。应适当采取一些措施来优化空气源热泵热水系统的运行参数，并注意天气状况和热水需求等因素，以确保空气源热泵热水系统能够正常运行并达到最佳的运行效果。

## 10 使用感受及运维对比

分户空气源热泵供暖系统能够用手机智能控制，可满足过渡季的热需求，空调热风与地暖制热同时开启可满足迅速调温的需求，户间影响小；不需专门的物业运维，可由厂家提供售后服务，但集中供暖系统调温慢，无法满足过渡季热需求，需专业的物业运维人员进行每年的检修。

## 11 结束语

空气源热泵供暖系统在“双碳”“减霾”的大环境下，因为其便利性、可控性、经济性、安全性等特点，是目前主流的清洁供暖技术之一，随着建筑节能技术的提高及供暖热源温度的逐步降低，有着更加广阔的发展空间。空气源热泵供暖系统的能效评价以整个供暖季为时间跨度，结合环境温度的变化及供暖负荷的分布特点进行综合评价，会更客观、更贴近运行实际特点，更具参考价值。采用多能互补的空气源热泵供暖系统，补充能源的配比根据项目具体特点及环境条件宜为 30% ~ 50%，供暖效果的保障与初投资及运行费用的节约会达到比较理想的结合点。随着以供暖为主要任务的空气源热泵系统应用的项目体量越来越大，辐射半径越来越长，常规的 5 ℃温差机型输配能耗较大，开发 10 ℃温差的空气源热泵机组甚为必要。

## 参考文献：

- [1] 陈梦源,高彩凤,张晓东,等.超低能耗建筑现浇混凝土内置保温体系外墙层间挑板热桥研究[J].建筑科学,2023,39(04):174-182.
- [2] 石岩,胡恩硕,甄勃.空气源热泵在东北严寒地区运行特性分析[J].吉林建筑大学学报,2020,37(06):33-38.
- [3] 荣雨诗,胡恩硕,石岩,等.空气源热泵在东北地区实测与优化方案研究[J].能源与节能,2022(08):20-25.
- [4] 熊帝战,杨玲,范钟引,等.不同气候特征下空气源热泵高效应用策略探讨[J].暖通空调,2023,53(11):714.
- [5] 王彦超,蒋春来,贺晋瑜,等.京津冀大气污染传输通道城市燃煤大气污染减排潜力[J].中国环境科学,2018,38(07):2401-2405.
- [6] 高鹏程,王昭俊,刘畅,等.严寒地区被动房热泵空调机组冬季性能测试与分析[J].暖通空调,2023,53(06):69,120-123.
- [7] 洪博文,MIKETAAsami,GIELENDolf,等.基于可再生能源的全球电气化路径与远景分析[J].中国电力,2020,53(03):159-166.
- [8] 蒙悟.高原地区太阳能热水系统引入空气源热泵辅助加热和管路系统保护的探讨[J].甘肃科技,2017,33(09):67-68,71.

# 煤矿井下自动化高速掘进系统及应用分析

张致成，郑 阳

(山东东山王楼煤矿有限公司，山东 济宁 272063)

**摘要** “双碳”政策的践行对煤矿开采行业提出了全新的要求，为了满足环保绿色发展的实际需求，煤炭行业必须要充分意识到现代技术手段的重要性。在煤矿综采作业中融合智慧化、机械化以及自动化的技术以及设备，构建智慧联动管理系统，通过协同化方式进行综合管理，才可以有效提高采矿作业社会效益、环保效益以及经济效益。煤矿井下作业合理应用自动化以及智慧管理技术，可以有效提高工作效率，降低安全隐患等问题。基于此，文章分析煤矿井下自动化高速掘进系统，了解系统的主要特征、构成以及协同管理技术，探究了系统运行的自动化、智慧管理模式，对系统的具体应用进行了综合分析，了解了系统在运行中的高效便捷、自动管理以及安全稳定的性能，旨在为煤矿井下自动化作业提供积极的建议。

**关键词** 煤矿井下；自动化高速掘进系统；自移式支护；智慧建设

中图分类号：TD82

文献标志码：A

文章编号：2097-3365(2024)05-0016-03

煤矿井下开采作业受到多种因素的共同影响，如果不采取科学有效的措施，则会降低开采作业的安全性。而通过自动化设备以及技术手段，进行综合管理，联合智能化建设发展以及机械化设备，实现煤矿综采的优化管理，可以有效降低安全隐患，提高开采效率，满足煤矿井下自动化开采的实际需求。

## 1 煤矿井下自动化高速掘进系统特征优势

煤矿井下自动化高速掘进系统的建设是一项系统性的工作，要融合多种现代化技术手段以及工艺设备，基于煤矿井下作业环境特征、施工需求以及工艺手段、机械设备等多种因素进行综合分析。在自动化技术支持之下进行协同管理，联合多种设备才可以实现自动化管理。

利用自动化系统进行处理可以切实优化工作流程，实现掘进巷道工艺流程的统一性管理，利用临时支护设备以及系统进行综合性的控制，可以有效提高资源利用效率，降低人工支护隐患问题，成本低廉，稳定性、可靠性高。

通过自动化技术以及设备的联合应用，可以有效满足不同环境的作业需求，在自动化技术支持之下，联合应用多种设备，构建一个标准化的自动化高速掘进系统，基于网络建设、计算机管理以及AI等技术进行综合管理，可以提高工作效率，降低人力以及物力、机械设备资源的投入，在控制成本的同时充分提高了开采作业的安全性。基于自动化高速掘进系统进行综

合管理，确定设备以及管理方案，实现协同化综合管控，可以在保障系统运行的安全同时提高系统的稳定性，降低操作难度，保障各项作业的有序开展。基于自动化技术进行自动化高速掘进系统以及设备的综合调控，实现程序的优化，以及参数的调整，可以有效提高工作效率，实现集中化、模块化的综合控制<sup>[1]</sup>。

## 2 煤矿井下自动化高速掘进系统构建

煤矿井下自动化高速掘进系统在构建中要基于煤矿作业需求、环境以及工艺参数、支护要求等多种因素进行综合分析，在智能化、自动化技术手段支持之下进行系统组合以及构建，保障系统性能扩展性良好，这样则可以满足系统升级以及发展的实际需求。

### 2.1 主要设备

高速掘进系统主要包括掘进设备、运锚机以及输送、自移支护等相关设备。在掘进施工中，掘进机可以通过系统控制进行自动化的处理，利用自主截割控制系统进行掘进落煤，基于系统流程进行落料的转送传输，通过输送机进行自动化处理。随着掘进进程的推进，设备会根据实际状况进行支护状态优化以及调节，这样则可以实现同步协同性处理，为截割作业提高有效支护性处理。掘进机在移动中会通过系统进行自动的打孔、固定锚杆等结构，可以实现永久的支护效果。通过通风系统则可以输送空气，充分提高整体安全性。

煤矿井下高速掘进系统主要是利用自动化支护设

备实现自动化控制，通过自移动自动支护设备则可以实现掘进、运锚设备的自动化匹配，可以有效解决传统掘进的问题，提高综合质效。

## 2.2 智能技术

基于自动化技术以及智能化技术手段，联合传感器、AI、大数据以及 5G、计算机网络技术构建远程控制以及智能管理系统。基于系统进行数据分析以及综合控制处理，通过对各个系统设备的综合调控，实现远程化、智能化的调控，这样则可以在提高工作效率的同时充分保障掘进施工的安全性。

在作业期间利用高速掘进系统可以自动化挖掘、运输的控制，有利于提高综合质效。在开展中，通过高速掘进系统进行处理，对每层先进行先挖后掘的施工处理，工作人员基于实际状况进行综合分析，观察运行工况，及时调整优化，可以实现自动化、智能化的综合控制，有效提高资源利用效率，避免人工失误等问题<sup>[2]</sup>。

## 3 煤矿井下自动化高速掘进系统应用

煤矿井下综采作业主要是进行截割、临时性、永久性支护施工，结合多种设备以及技术手段，进行综合性的管理，涉及诸多的工序以及设备手段，在施工中具有复杂的特征，而受到煤矿井下作业环境、地质结构以及施工作业安全等多种因素的影响，会增加施工的难度，容易出现多种安全隐患问题。通过综采面自动化技术进行有效控制，可以有效联合多个不同系统进行综合控制，实现协同作业，在自移式支护以及智能化控制的共同支持之下，有效提高综采效率，在最大程度上提高施工作业的安全性。系统主要对应用设备以及控制流程进行规范化的管理，实现流程化、精细化的控制，这样才可以切实保障煤矿井下综采综合质效。

### 3.1 高速掘进系统结构

煤矿井下作业运行高速掘进系统，可以通过自动支护设备实现综合性控制，基于系统参数进行操作控制，协调其他设备以及装置实现同步作用。合理应用此系统可以有效提高工作效率，实现智能化控制。在系统应用中要基于实际状况配置多种设备以及辅助措施，在通风以及输送系统的支持下进行综合控制<sup>[3]</sup>。

系统在运行中基于自动化系统，进行智能化挖掘以及运输管理，可以降低人工作业的安全以及效率等问题，在提高施工速度的同时保障了施工综合效率。

在施工中要基于实际状况进行参数控制以及优化，基于具体状况进行综合控制，可以切实满足不同环境的不同应用需求。此系统在应用中要做好技术分析，基于性能、功能进行优化设计，通过参数调整等方式切实增强运行的可靠性。基于环境变化以及施工需求，确定设备的具体参数、尺寸，提高系统的应用性能。可以通过钻机等设备辅助处理，在多种设备的配套组合之下，满足不同强度、环境的不同应用需求，在自动化系统的远程操作之下进行支护设备的设置，可以保障系统正常、系统性地移动。

在掘进设备应用中，通过系统进行综合性的控制，充分提高了设备运行的配合性以及协调性，有利于提高运行的安全性、稳定性。强化过程控制以及综合管理，以提高井下作业的安全性。而在设备的内部具有良好伸缩性，通过自动化技术进行处理，可以有效延迟寿命，降低成本，增强作业的安全性。

### 3.2 自移式支护设备结构

此系统在应用中主要是实现挖掘支护的稳定性，保障掘进作业的整体安全性。自移式支护设备主要包括支架、支撑系统以及顶梁等三个部分构成，利用支架系统进行支护处理，有效避免在施工过程中出现塌落等问题，增强了系统运行的安全性。通过自动化以及智能化技术可以进行自动控制，结构稳定，应用强度以及承载能力、负荷能力较强，可以实现平稳的移动；对于环境有着较强的适应性能，可以实现综合性挖掘，对于在挖掘中存在的各种隐患以及突发性问题可以根据实际状况进行处理。在应用中基于系统进行作品内容、要求的信息输入，做好信息分析，基于结构优化系统设备的性能，切实凸显不同模块的基础功能，在不同模块以及系统的共同配合之下进行协调管理，则可以提高综合效率，保障整体安全性。

此系统可以通过组合的方式实现各个奇数组、偶数组的串联处理，构建一个“门”结构，这样则可以构建一个跨越的支护模式，可以有效保护掘进的整体性。在系统设计以及设备的构建处理中，要做好支架系统的整体设计，保障系统要设置独立可以调度的支护高度功能、倾斜度的控制调整功能，通过独立性的设计可以有效满足各种复杂的井下地质环境，可以有效增强结构对环境的适应能力，同时可以有效处理在掘进作业中遇到的各种突发性问题。在支护装置的两侧则通过设置侧支撑结构的方式，强化侧面的支护保护处理，这样可以有效保护侧面结构的稳定性，避免

在掘进施工中出现侧向的垮落等问题。在支护装置上侧则通过设置“X”顶梁的方式进行处理，这样在提高支护面积的同时可以增强结构的稳定性<sup>[4]</sup>。

同时，在系统设备应用中要合理控制电信号，可以利用油缸驱动实现自移式支护桩的动作以及处理，充分提高结构的整体紧密性，增强系统运行的靠性，减少在运行中存在的诸多隐患问题，切实提高施工质效。

### 3.3 支护装置支架结构

支护装置的支架结构主要通过奇数以及偶数两个组的支架共同构成，其中两种类型的支架相互配合，可以有效提高整体支撑以及综合保护性能。在系统应用中可以有效增强系统的灵活性，满足系统不同的运行需求。在不同的支架组合中要基于内部结构差异性，根据实际状况进行组合配置，这样可以有效增强结构的稳定性，通过模块化的方式进行综合控制，满足系统在不同运行环境中的支架结构性能的需求。

#### 3.3.1 奇数组结构

奇数组结构主要包括顶梁、前探梁以及支架立柱、平移等不同的部分。其中前探梁结构主要的功能就是在支护处理中进行钢丝网、锚索等辅助工具以及设备的设置；对顶梁进行油缸的独立性管控，这样可以获得相对较大的支护倾角，有效满足巷道顶板的不同应用需求，充分提高结构的整体稳定性。

支架立柱属于套筒结构，通过球体铰接支座以及立柱等则可以构建一个整体性的结构。其中立柱的主要功能就是通过油缸进行调节控制，可以对高度参数等进行灵活的设置，进而满足在不同地质条件之下不同的应用需求。平移机构的主要功能就是连接奇数以及偶数的支架，整体类似剪刀装置模式，可以保障在移动中的整体平衡性、稳定性；在支护模式以及状态条件中具有高度的灵活性，可以针对具体的问题采取针对性的策略。

#### 3.3.2 偶数组结构

相对于奇数组来说，在偶数组中的直接结构中没有设置前探梁的结构，其只需要两个顶梁。偶数组的主要功能是配合奇数组支架操作，可以实现互相支持以及处理，进而为支架的移动以及顶板的运行提供充足的支护面积。

同时，两组支架的侧面支撑能力以及结构具有显著差异，但是其主要的功能就是通过多种支架架构模式进行互相配合，通过交替支撑等方式进行组合处理，达到提高整体支撑能力的目的，进而有效增加侧面支

护的范围。此种类型的支护模式整体控制性良好，具有较强的连接性能，同时其操作简单便捷，可以有效保障煤矿挖掘作业的稳定性、安全性。

### 3.4 掘进支护自动化系统

自动化管理系统可以实现综合性、智能化控制，在分析多种数据的同时进行综合处理，确定方案以及关键手段，可以提高综合质效。在煤矿掘进施工中合理应用自动化系统，可以有效扩展工作面积以及范围，同时也可解决挖掘问题，完善施工作业，优化工作内容，提高施工整体安全性。

为了提高工作效率，在自动系统的应用中要基于具体状况进行综合分析，通过多种技术手段进行性能的优化以及完善，提高系统的自动化、智能化管理程度，保障系统运行的稳定性，这样则可以有效避免因为环境、人工操作等因素产生的不良影响，切实保障煤矿井下作业的安全性、稳定性。在现代技术手段的支持之下，井下自动化高速掘进系统要融合多种现代技术以及手段，通过大数据、人工智能以及传感器、物联网联合应用，保障系统运行的智慧化发展，实现机械化控制，这样才可以增强煤矿井下设备的适应性，提高掘进作业的安全性<sup>[5]</sup>。

### 4 结束语

在井下作业中应用煤矿井下自动化高速掘进系统，合理应用多种自动化设备以及技术手段，可以实现设备、运锚设备的自动化控制，通过多种不同设备以及系统的综合处理，联合智慧技术手段，进行交互性管理，基于模块化的方式强化支护管理，可以提高支架的灵活性，增强适应性，有效满足不同掘进环境的不同需求，实现方案优化、技术创新，有利于提高煤矿掘进施工的智慧化、机械化发展。

### 参考文献：

- [1] 周兵兵.煤矿井下自动化高速掘进系统及应用[J].矿业装备,2023(12):25-27.
- [2] 常晋姝.公路排水性沥青混凝土路面施工技术研究[J].交通世界,2023(11):47-49.
- [3] 胡春晓.煤矿井下自动化高速掘进系统研究[J].内蒙古煤炭经济,2021(17):47-48.
- [4] 王永军.煤矿井下自动化高速掘进系统分析[J].机械管理开发,2021,36(04):111-112.
- [5] 孔令成.煤矿井下排水系统的自动化分析[J].科技创新导报,2019,16(36):40-41.

# 机电一体化技术在工程机械中的运用和发展

王 刚

(秦皇岛环保产业集团有限公司，河北 秦皇岛 066000)

**摘要** 现代工程机械的发展有力地推动了我国的工业生产建设，大幅提高了工程的效率和质量。随着科技的发展和各学科间的渗透融合，机电一体化技术在工程机械中得到了越来越多的运用，不仅增强了机械系统的综合性能，还扩展了机械设备的适用范围，很好地解决了目前工程机械领域发展中遇到的一些问题，对我国的机械化建设和社会发展都有着积极的推动作用。本文阐述了机电一体化技术在工程机械中的运用和发展，希望能为相关研究提供有益参考。

**关键词** 机电一体化技术；工程机械；炼钢；煤矿生产；数控加工

中图分类号：TH-39

文献标志码：A

文章编号：2097-3365(2024)05-0019-03

机电一体化技术和常规机械有着很大区别，把智能化技术引入机械工程，形成了更新的、更高效的一体化技术控制系统，有着多学科融合、技术涵盖广泛的特征，旨在实现工程机械的智能化管控，执行操作者所下达的系统命令，依靠这种集成化管理促使工程机械向更智能、更自动的方向发展。

## 1 机电一体化技术概述

机电一体化技术涵盖了机械技术、电子控制技术、计算机技术等不同领域技术，以其高智能性和一体性，实现了工程机械与电气系统与的紧密结合，大幅提高了工程机械的自动化程度和工作效率。

现阶段的机械工程制造领域可以通过机电一体化技术实现对海量数据的分析整合，综合地运用计算机、机械工程、电气工程、电学光学等技术，对工程进行高效配置，以实现高效低耗的施工目标。

机电一体化技术能够整合机械与电气工程，实现对机械设备的智能化研究，其应用领域十分广泛，包括制造业、运输业、生产业等。机电一体化系统实现了机械系统和电气控制系统的有机结合，在智能控制和自动化领域有了新的突破，同时依靠传感器设备和计算机程序的协同配合，使工程机械进入了一个新的发展阶段<sup>[1]</sup>。一些以微机或微处理器为主的控制系统已经得到了初步应用，实现了精确的运动控制和自动化操作，通过大量数据传输和工程信息交互，实现了更高水平的集成与一体化，成为国内外高水平机械工程不可或缺的一部分，也为未来的工程机械发展指明了方向。

## 2 机电一体化技术在工程机械中的作用

### 2.1 提高工程机械生产效率

传统的工程机械对于能量的利用率较低，例如液压挖掘机的燃料利用率低至 30%，而机电一体化系统能够通过自动化控制系统，对工程机械设备进行智能监测和自动调节，减少了人工监测与干预的资源支出。在能源资源高度紧张的当代，任何施工都在追求环保与可持续发展：日本的日立公司通过机电一体化技术对工程机械实现了更精确的控制，提高了生产操作精度，同时在挖掘机上采用了“卡特电子效率”节能控制体系，实现了能量的高转化和生产力的提升。小松公司则基于新的传感器技术，对机械运行中的各种生产参数进行记录和分析，开发出了新的控制节能器，使系统能够及时发现并纠正潜在的浪费问题，甚至可以节省 30% 左右的燃料。我国装备制造企业正主攻机电一体化系统的算法优化，使控制系统更加智能化，并采用柔性制造系统，让生产线更为灵活多样、易于调整来适应不同产品的生产需求，从而提高整体的资源利用效率。

### 2.2 实现工作的自动化和半自动化

工程机械应用的重点是自动化以及半自动化技术，而机电一体化技术可以实现工业设备的自动化和半自动化，机械设备和电气控制系统可以完全或者部分替代工作人员进行生产，避免因工人技术水平和工作失误导致的低产。机电一体化技术包括自动生产、自动装配、自动运输等，都是由工程机械系统直接预设进程，不需要人工参与，且自动化生产出的产品具有更

高的精度和一致的产品质量，甚至是连续生产，能够最大程度地减少人为因素的干扰，尤其适用于大规模、重复性高的生产任务。半自动机电一体化指的是人机协同工作，由人工来完成较复杂或者需要进行细节判断的工作，其他部分则仍旧由自动化系统完成。例如机械设备可以重复大量生产零件，而人工则负责精细装配和质检工作，这样既具有高效快速的生产优点，又保留了人工的灵活性，更适用于小规模、多样化的生产任务，同时适当应用人工还可以降低开发新自动化程序所需要的大量投资和生产成本。工程机械实现作业自动化以及半自动化可以有效地降低工人的劳动强度，大幅提高生产效率<sup>[2]</sup>。例如日本三菱公司设计的挖掘机，就通过机电一体化系统实现了自动化挖掘操作，其控制系统能够预设并控制挖掘机工作轨迹，并根据安装在机械设备上的各类传感器所传回的信号控制挖机，实现对不同断面、斜坡的灵活施工。

### 2.3 控制工程作业精确度

工程机械设备的机电一体化系统可以将施工过程精细化，通过多种方式来保证施工精确度，相比于传统的作业系统，能够排除多种因素的干扰，提高工程机械设备工作的稳定性。其中电气系统可以对工程机械设备实现微机控制，让设备按照预设的参数进行作业，有效避免误差，提高作业精度。例如自动找平装置的设计应用，能够将称量的过程自动化，对施工设备进行智能控制，并应用超声波技术实现自动调节供料，有效地提升了工程的质量。此外，机电一体化技术中自动化导航系统的应用也保证了设备工作路径的准确性，尤其是一些大规模工程。以上技术手段的综合应用在减少误差的同时也提高了工作效率，节约了人力成本，是现代建筑工程的发展目标。

## 3 机电一体化技术在工程机械中的具体应用

### 3.1 在炼钢方面的应用

机电一体化技术在钢铁产业中的应用十分广泛，不但能够有效提高钢铁生产的效率和质量，还能不断对炼钢系统进行自动化、智能化的优化。当前的系统是以计算机为核心，集成了多种控制设备、显示设备等，对钢铁生产进行智能计划和调整。机电一体化系统所运用的智能算法可以不断优化生产计划，填补燃料利用的缺陷，实现资源最优化配置，进一步提高产能。钢铁产业本身就集合了多种先进技术，包括自动化锅炉操作、自动化钢水处理等，自动化技术降低了锅炉的启动停止、温度控制、压力控制、成分分析等操作

的技术难度，不仅降低了人工操作风险，还能使得产品更加规范。同时，各类传感器的应用，使得控制中心能够监测炼钢过程中的大量数据，如温度、压力、化学成分等，有助于及时发现潜在的质量问题，准确控制炼钢过程中例如脱硫、脱氧的环节的成分调整。

### 3.2 在煤矿生产方面的应用

煤矿资源开发工作相较钢铁更为困难，工作环境复杂恶劣，对设备的要求也更高，既要求高性能，也必须保证稳定安全。机电一体化技术在煤矿开采领域的应用，提高了煤矿生产的效率，也使得作业更加安全持续。煤矿生产所使用的机电一体化技术，本质就是应用计算机系统和机械工程系统，对工程设备进行实时监控操作，提前预示潜在的风险等。自动化采煤设备的开发和应用在一定程度上减少了能源的消耗，其中的自动采煤机、连续开矿机等设备都是基于机电一体化技术进行开发设计的。煤矿地下环境复杂且不稳定，因此保障生产安全是矿业勘探的首要任务，机电一体化技术应用传感器对数据进行实时监控，能够及时发现矿井内温度、湿度、二氧化碳浓度等的微小变化，消除任何风险因素。电控技术在煤矿生产中的应用也取得了显著的成效，例如智能调速系统能够有效控制采矿机和升降机的工作效率，变频技术和电控技术又提高了机械设备的产能。

### 3.3 在工程机械的数控加工方面的应用

机电一体化技术运用在数控加工方面整合了机械、电气和计算机技术，使数控加工更加智能化，减少了人工操作带来的误差，不断提高零件加工精度。机电一体化技术能够实现对机械设备的高精度控制，让数控机床的部件处于最精准的位置和速度，实现更精确加工零件的行业发展目标。工作台、主轴以及刀具都可以利用机电一体化技术实现自动化变换，智能选择和更换加工设备，以适应多种工作需求<sup>[3]</sup>。自动化数控加工技术可以对机床进行监测分析，建立起三维模型，对作业流程进行模拟，所得到的模拟数据可以为数控加工设备的优化提供参考。机电一体化技术能够将加工流程不断改良，优化零件生产路径，最大限度地缩短加工时间，减少设备损耗，避免施工误差。

### 3.4 在发展自动化生产线方面的应用

当前工程施工大多时间紧，任务重，而自动化技术能大大提高生产效率，因此成为目前工业机械化发展的关键。在工程机械设备上运用机电一体化技术可以实现设备操控的自动化，减少了人工劳动量，形成一条智能、高效、灵活的自动化生产线。这种自动化

生产线有着高度集成和智能制造的两大优点，将机械与控制系统有机结合，形成了高度集成的生产流水线，减少了不同环节相互协调的时间，提高了工作效率。另外，人工智能的开发让自动化生产线不停计算整合，对于不同生产需求的响应更快速、更准确，自动调整预设的工作参数以适应不同生产需求。机械设备的自动化操作，让生产线更完善灵活，对机械设备的作业管理也达到了新的应用水平。

## 4 机电一体化技术在工程机械领域的发展趋势

### 4.1 智能化

机电一体化技术在工程机械中的应用推动了机械设备自动化和半自动化的发展，接下来的发展目标就是让机械生产工作更加智能化，在提高工程机械生产效率的同时，引入人工智能和智慧算法技术，结合计算机快速发展和互联网融合发展的大趋势，让机械设备的运行更智能。如果当前的机电一体化技术能够更广泛地集成人工智能和机器学习技术，那么机械设备控制系统也能够更好地学习和优化复杂的生产过程，从而提高设备的智能化水平<sup>[4]</sup>。智能化机械设备的产能和生产质量远远高于传统的工程机械设备，它融合了计算机科学和机械科学，通过对相关知识案例的海量学习，让智能化生产成为可能，对于工程机械领域甚至国家科技发展都有着十分重要的意义。因此，相关研究人员应该大力开发机械智能化技术，让机电一体化技术向着智能化的方向发展。

### 4.2 微型化

未来的机电一体化技术可能会朝着微型化的方向发展，这种微型化的发展趋势主要体现在机电一体化技术系统组件的小型化、轻量化、高集成和新型纳米技术的应用，使得机械设备有着更小的体积和更便捷的设计，形成一种新的机电一体化系统。微型化的控制系统能够更好地适应有限空间内的部件集成需求，运用嵌入式装配和微控制器、微处理器等，让整个控制提供更加紧凑协调，实现机械设备从几何尺寸到微米、纳米的飞跃，小巧轻便的外形让其能量消耗更低，环境适应性更强，工程利用率更高。国外的机电一体化微型设备研究也有了新的突破，实现了纳米级技术目标，研究出了更多微型机械设备，其应用的广泛性也是传统机电一体化机械设备无法相比的，包括生命科学、医疗、军事等领域，由此可见，机电一体化机械设备的微型化发展趋势是顺应人们的需求，符合科技发展规律的。

### 4.3 绿色化

国家和人们对于环保发展和可持续发展的要求越来越高，这就要求工程机械设备的运行更加节能化、绿色化，减少对环境的影响，首先需要相关工程企业遵守国家的环保规定，在法规范围内进行生产加工，而这也是目前机电一体化在工程机械领域的新发展趋势之一。绿色化发展要求产品在设计生产过程中，尽可能减少对生态环境的影响，是机电一体化技术发展的必然趋势<sup>[5]</sup>。绿色化生产包括应用节能材料、设计低碳生产过程、对生产进行环保优化等方面。节能材料就是更为环境友好、可以循环再生的工程材料，是机电一体化系统绿色化的重要基础，可降解可回收的原材料能够减少对资源的一次性消耗，实现持续发展。新的机电一体化技术将引入环保节能设计，将普通生产过程进行低碳化再设计，优化制造流程、减少生产废弃物，从而减少温室气体排放。最后设计一个环保监测环节，监测生产过程中对环境可能造成的污染，尽量将其控制在最小范围内。总之，我国的产业发展将持续呈现绿色化的趋势，机电一体化系统的设计也要因此更注重绿色设计原则，不断优化系统，降低能源消耗率，提高循环利用水平，符合国家环保要求，也符合企业的生产价值观。

## 5 结语

科技的发展创新大力推动了工程机械行业的发展，机电一体化技术更是在工程机械领域有了越来越广泛的应用，也在效率、质量、节能、智能化等方面有了更高的技术要求，为了能够紧跟国内外施工技术发展，我们必须深入研究机电一体化技术在工程机械中的实际运用，并不断搜集信息，了解最新技术发展趋势，顺应科技发展趋势进行技术革新、设备革新，使工业生产向着更加智能化、稳定化、高效化、低能耗化发展，为机械工程行业贡献出一份力量。

## 参考文献：

- [1] 张彬.论机电一体化技术在现代工程机械中的应用与发展[J].现代商贸工业,2012,24(05):180.
- [2] 吴大刚.浅析机电一体化技术的发展历程及其在工程机械中的应用[J].黑龙江科技信息,2009(14):15.
- [3] 芦景英.关于机电一体化技术在煤矿机械中的应用探究[J].科技创新导报,2012(30):97-98.
- [4] 张波.机电一体化技术在现代工程机械中的发展运用分析[J].山东工业技术,2016(23):98.
- [5] 申宁,李国铭.论机电一体化的发展及在工程机械中的应用[J].企业技术开发:中旬刊,2012(11):90-91.

# 基于物联网的高速公路机电设备远程监测与维护

莫广全

(广西交通投资集团崇左高速公路运营有限公司, 广西 崇左 532200)

**摘要** 我国的高速公路总里程正在持续增长, 为人们的出行提供了极大的便利。高速公路的机电设备作为确保人们安全出行的关键因素, 物联网技术应用于高速公路机电设备系统, 可对机电设备进行远程监测和维护, 从而大大提高运维管理的质量。本文将对物联网技术在高速公路机电设备远程监测与维护中的应用进行探讨, 以期为维护高速公路机电设备的正常运行提供建议, 从而降低设备的故障发生率, 为人们的安全出行保驾护航。

**关键词** 物联网技术; 高速公路; 机电设备; 远程监测; 运维管理

中图分类号: TU85

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0022-03

高速公路是现代交通体系的核心组成部分, 对区域经济的繁荣发展起到不可或缺的作用<sup>[1]</sup>。高速公路的机电设备作为保障道路顺畅运行的基础设施, 为驾乘人员提供高效、安全的出行服务, 为进一步提升高速公路机电设备的运行效率和质量, 应高度重视对机电设备的监测与运维管理<sup>[2-3]</sup>。通过引入先进的信息化技术实现对机电设备的实时监控和预警, 及时发现并解决潜在的问题, 提升高速公路的整体运营效率, 为社会经济的持续发展注入新的活力。

## 1 物联网概述

### 1.1 物联网技术的含义

物联网技术, 其核心依托于互联网技术, 通过红外感应器、GIS 及激光扫描器等传感设备, 将各类物品与互联网紧密相连。基于这一连接状态下, 将与物品相关的信息可以流畅地交换和获取信息, 同时也能对物品进行细致的识别、定位、查询和监控管理, 实现设备的远程高效、安全管理<sup>[4]</sup>。

### 1.2 物联网在高速公路中的应用

物联网技术其核心构成包括物品电子编码、互联网和电子标签等, 在高速公路机电设备的管控中应用物联网技术, 不仅可以提高设备运行和维护的效率, 而且能增强其可靠性, 降低管控成本, 并减少对人力和物力资源的依赖。在将物联网技术融入高速公路机电管理系统时, 首先需要对机电设备进行二维码的编制, 确保每个物品都拥有独特的编码, 并保证编码的唯一性。通过使用终端设备扫描机电设备的二维码, 技术人员可以轻松获取与高速公路机电设备相关的所

有信息<sup>[5]</sup>。其次, 可利用北斗定位系统得知机电设备所处的精确位置。同时, 通过运行原理图实时监控设备的状态, 为机电维护人员提供关键的参考信息。最后, 在物联网技术的助力下构建一套数字化的采集系统, 以实现全周期的机电设备运维管理, 通过专网集成平台有效解决传统模式下机电设备的管理与养护问题, 实时监控机电设备的运行状态, 对异常情况及时预警, 并提供维修建议, 以确保高速公路设备的持续、稳定运行。

## 2 高速公路机电设备的运维需求

当前, 高速公路机电设备的故障维修仍然存在一些问题, 由于缺乏有效的故障处理全过程跟踪机制, 无法准确评估运维人员的工作完成情况。在智慧高速公路的建设过程中, 虽然实现对新型科技的有效应用, 可使高智能化机电设备得到广泛的应用, 但这也带来了更高的管理挑战。为了更好地进行机电设备管理, 必须依赖于各类数据资料的支持。然而, 目前机电设备管理制度的制定并不完善, 导致数据信息的搜集和利用效率低下, 从而影响机电设备的管理效果。在高速公路机电设备的运维管理中, 应进行全生命周期的管理工作, 涵盖机电设备的采购、安装、调试、运行以及维护等各个环节, 确保在机电设备出现问题时能迅速并有效地采取相应的措施来处理, 从而延长公路机电设备的应用周期。同时, 需要对高速公路机电设备进行实时监测与预警, 一旦机电设备发生故障, 运维人员可及时发现问题, 并向工作人员发出预警信号, 有助于运维人员快速定位问题, 降低安全事故的发生。

概率。此外，运维人员应充分利用现代技术，如远程控制和智能化管理，来提升机电设备的管理效率，当设备发生故障时借助远程操作及时进行处理，避免运维人员需要长距离奔波，也能避免因处理不及时而产生的不良影响。

### 3 基于物联网的高速公路机电设备远程监测与维护体系设计

#### 3.1 平台结构设计

在高速公路机电设备远程监测与维护平台的设计阶段，需全面考虑物联网技术、大数据分析技术以及实时监控的应用要素，为运维人员提供机电设备的实时运行数据，从而确保机电设备的稳定、高效运行。为了满足这一目标，在设计平台时着重考虑用户体验需求，便于运维人员轻松访问各个设备数据库，实时了解设备运行状态。此外，平台还应根据用户需求调整显示内容及预警设置，确保机电设备的敏感信息得到妥善保护。在高速公路机电系统的设计中，应致力于对各个子系统进行数字化改造，以满足日益增长的业务需求，有效整合资源，提升系统运行效率，并降低维护成本，为高速公路机电设备的远程监测与维护提供一个高效、安全的平台，从而为高速公路的安全、顺畅运行提供有力保障。系统体系结构层次为物理层、网络层以及平台层。（如图 1 所示）

#### 3.2 机电设备管理系统中物联技术的应用

##### 3.2.1 收费系统

高速公路收费系统设备是高速公路运营中的核心组成部分，主要包括计重设备、收费显示屏、报警器和通行信号灯等。其主要职责是对所有通行车辆进行合理、公正的收费。借助物联网技术，该系统能够精确地采集车辆的交通状况、车牌和车型等信息，并基于既定的收费标准进行费用计算。收费票据会由系统自动留存，同时为车主提供一份。此外，收费系统不仅仅是简单的收费工具，还能将与公路收费相关的各

类数据信息进行整合、收集和处理，这些信息经过系统的分析处理后，会上传至管理中心和系统中心。基于不同的业务需求，相关数据信息可以进一步被处理、整合并生成报表，而所有处理过的数据都会被妥善保存、备份，以备后续使用和查询。此外，收费系统还能与监控中心进行联动。一旦监控中心发出指令，收费系统可以迅速对高速公路上的车辆进行调控，为交通指挥提供强有力的数据支持。

##### 3.2.2 监控系统

在高速公路监控系统中，摄像头和传感器发挥着至关重要的作用，二者类似于人类的眼睛和感知器官，时刻监测着路况和车速，确保道路安全和顺畅。相关监控设备通过物联网技术紧密相连，构建一个庞大的物联网系统，计算机技术在其中则扮演着大脑的角色，通过汇总并处理来自不同线路的车况、路况和拥堵等信息，将数据信息被上传至后台服务器，并传递给交通管理部门，有效提升高速公路的运行管理效率，为道路运营单位提供了有力支持。同时，计算机网络系统在高速公路监控系统也可将各个监控分系统紧密连接在一起，确保数据的流畅传输，确保关键性指标数据被应用于各种场景需求分析中，调度相关资源进行数据重构。此外，监控设备的设置位置也是经过精心设置，收费站和公路沿线是两个关键点，前者主要用于监控收费情况，确保收费公平合理；而后者则专注于机电设备的运行状况和车辆通行情况，为交通安全保驾护航。通过系统集成软件的自动化处理，监控系统能够根据需求将各种场景智能化地呈现在界面上，为道路运营单位的管理提供有力支持，能够减少车辆的通行时间，降低车辆尾气的排放，为建设高效环保的交通体系做出贡献。

##### 3.2.3 通信系统

在高速公路的通信系统中，设备可以分为有线通信设备和无线通信设备两类。其中，有线通信设备主要由交换机、传输光缆和管道等关键部件组成。借助

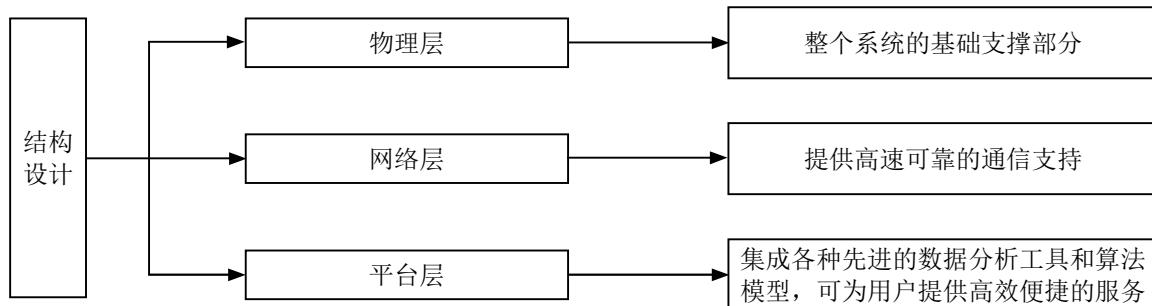


图 1 结构设计

物联网技术，该通信系统能够实现交通数据、图像以及语音信息的高速传输，为高速公路的运营和管理提供了强有力的支持。高速公路通信系统不仅负责传递收费数据信息，还处理通话信息和收费图像等信息。通过物联网技术的运用，各种通信机电设备得以有效结合，运维人员可以实时监控通信机电设备的运行状态。一旦某个设备出现异常情况，系统会立即向运维人员发送故障信息，确保问题能够得到及时处理。

### 3.3 设备巡视检查维护中物联技术的应用

在实施基于物联网技术的高速公路机电设备维护管理时，所面临的是一个庞大而复杂的系统，通过整合物联网、GIS、GPS等先进技术，能够实现高速公路机电设备的精细化、智能化维护管理，确保其稳定、高效运行，为公众提供安全、便捷的交通环境。由于高速公路涉及的机电设备种类繁多，部件数量庞大，提升维护管理水平变得至关重要。首先，构建统一的机电设备编码标准成为关键，这有助于全面掌握各区域机电设备的数量和运行状况。其次，运维管理系统也需借助GIS技术和GPS技术等前沿技术，以辅助高速公路机电管理系统进行机电设备的位置定位，帮助运维人员开展设备损坏程度检查工作，通过采集的数据信息传输至管理系统，利用物联网技术和数据库追踪设备的维修信息。一旦发现高速公路机电设备出现运行故障，工作人员可通过手持终端设备读取机电设备上的RFID信息，快速获取相关的基础信息和历史维修信息，显著提升维护效率。此外，利用定位技术对设备和运维人员进行实时定位，可以精准记录维修人员的移动数据，进而对机电设备的维护工作状况进行评估。同时，运维管理人员还应在信息系统中详细记录更换的设备信息、采取的故障解决措施及机电设备的具体故障问题等，为后续的机电设备故障解决提供宝贵的参考。最后，在高速公路机电系统的管理中，通过实施标准化的管理程序，我们可以确保机电设备的巡检与维护工作走向流程化、规范化，从而显著提升机电设备的运行品质。同时，在运维管理的过程中引入智能化技术，为运维人员提供真实、详尽且有效的维护信息。此外，技术人员还可以获取其他维护人员的养护记录，为后续的检修工作提供了极大的便利，不仅能提升工作效率，也能确保机电设备的稳定运行。

### 3.4 智能化设计应用

在高速公路机电系统的设计中，物联网和大数据等信息技术被广泛应用，为运维管理带来显著的提升，不仅有助于降低运维管理成本，也为管理系统提供了

有力的数据和信息支持，通过精准化的分析能够对机电设备的运行状态进行精确判断，进而制定出更为精准的决策。以视频自动故障识别技术为例，该技术能够在视频中快速找到异常画面和信号，并采集相关摄像机的参数，如灵敏度和亮度等，从而准确判断摄像机是否存在故障问题。此外，光纤在线检测系统也得到广泛的应用。在对通信光缆的运行状态进行监测时，该系统通过比较其运行情况与参考曲线，可以得出光缆的衰减曲线。结合GIS地理信息系统，光纤的具体故障区域可以被精确定位，并触发报警信息。

### 3.5 云数据管理中心设计

云数据管理中心具备高度的智能化特性，能够根据自动监测所得的数据信息，每日自动生成巡检报告，可减轻运维人员日常的巡检工作负担，同时在高速公路机电系统的监测中，所有的数据信息都会被精准地传输至运输管理中心，不仅能实现实时告警推送，还能构建自动化的运维平台工单生成机制。而对于历史故障数据可以进行详尽的查询与统计，为后续的运维工作提供有力的数据支撑，提升运维工作的效率，实现对机电设备运维故障的闭环管理。

## 4 结束语

高速公路机电设备远程监测与维护环节中应用物联网技术，可确保机电系统的正常运行，提升机电系统运维管理质量。为此，技术人员需利用物联网技术优化高速公路机电设备管理系统，对机电设备信息实施检测与数据采集，更好地掌握机电设备的运行状态，预测可能出现的问题，并提前制定相应的维护策略，为司乘提供更加稳定、安全的道路环境。

## 参考文献：

- [1] 阮应安.高速公路机电系统电力监控前端监测预警系统探讨[J].交通科技与管理,2023,04(11):23-25.
- [2] 杨童,李承武,沈超,等.IP地址可视化管理系统在高速公路机电系统中的应用[J].中国交通信息化,2023(05):126-129.
- [3] 钱进,文雄,李艳波.基于GIS高速公路机电设备在线监测系统设计与应用[J].云南水力发电,2022,38(03):174-177.
- [4] 廖宏斌,张海泉.交通运输管理中的高速公路机电系统通信技术应用研究[J].中国新通信,2021,23(17):15-16.
- [5] 郭广宇,郑成光,祝涛等.论新时期高速公路机电系统维护信息化管理的对策[J].轻工科技,2021,37(09):115-116.

# 桥梁预应力张拉施工中的 张拉力监测与调整方法

罗先富

(中铁十七局集团第四工程有限公司, 重庆 401120)

**摘要** 本文深入探讨了桥梁预应力张拉施工中的张拉力监测与调整方法。通过综合传统和先进技术，光纤传感器网络、自动化控制系统等工具在实际桥梁工程中的应用取得了显著成果。先进监测技术提高了数据的实时性和准确性，自动化控制系统有效优化了调整过程。通过案例分析，证明了新技术在实际工程中的可行性。研究结论强调先进技术的应用为桥梁工程提供了更精准、高效的监测与调整手段，然而仍需进一步研究不同环境下的适用性，并推动技术在实际应用中的广泛推广。展望未来，相关人员应关注智能化调整系统、先进材料应用等方向，为桥梁工程提供更可持续、智能化的解决方案。

**关键词** 预应力张拉；光纤传感器网络；自动化控制系统；桥梁工程

中图分类号: U445

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0025-03

桥梁作为交通基础设施的重要组成部分，其安全性和承载能力对于社会的可持续发展至关重要。预应力张拉技术作为一种有效提升桥梁结构性能的手段，广泛应用于工程实践。然而，由于施工中各种因素的影响，预应力张拉存在着潜在的安全隐患和质量风险。特别是在张拉力监测与调整方面，传统方法存在监测不精确和调整不及时的问题。为了提高桥梁结构安全性和可靠性，急需深入研究和创新张拉力监测与调整方法，以满足不断增长的交通负荷和工程复杂性的挑战<sup>[1]</sup>。本文旨在探讨桥梁预应力张拉施工中的监测与调整问题，并寻求先进技术在提高工程质量与可持续性方面的应用。

## 1 桥梁预应力张拉力概述

### 1.1 桥梁预应力张拉施工现状

当前，桥梁工程中预应力张拉技术在提高结构性能和减轻荷载影响方面发挥着关键作用。随着桥梁跨径的增加和交通负荷的不断加大，预应力张拉技术越来越受到重视。传统的预应力张拉方法主要依赖于油压式和机械张拉系统，其操作繁琐、依赖工人经验，存在一定施工风险。近年来，随着传感器技术、自动控制技术和信息技术的不断发展，出现了一系列新型的预应力张拉施工技术。光纤传感器、无线传感器网络等先进技术的应用，使得对张拉力的监测更加精准、实时，并能有效减少施工中的人为误差。尽管新技术取得了显著进展，但其在实际应用中仍需进一步验证其可行性和经济性。未来的研究将致力于深化先进技

术在桥梁预应力张拉中的应用，为工程实践提供更可靠的技术支持<sup>[2]</sup>。

### 1.2 张拉力监测技术的发展

张拉力监测技术的发展在桥梁工程中具有重要意义。传统方法主要依赖于机械传感器，受限于精度和实时性。近年来，随着传感器技术的进步，光纤传感器、无线传感器网络等先进技术逐渐应用于张拉力监测中。光纤传感器具有高灵敏度和实时性，能够实现对张拉力的连续监测，而无线传感器网络能够实现分布式监测和数据实时传输。这些技术的引入不仅提高了监测的精度和可靠性，还降低了监测成本，为桥梁施工提供了更先进、可持续的解决方案。未来，随着信息技术的进一步发展，张拉力监测技术将迎来更多创新，为工程建设提供更加可靠的数据支持<sup>[3]</sup>。

### 1.3 国内外相关研究成果总结

国内外在桥梁预应力张拉施工领域的研究取得了显著的进展。国内研究主要集中在传统的机械传感器监测方法和油压式张拉系统的优化改进，以提高施工效率和保证工程质量。国外方面，光纤传感器、无线传感器网络等先进技术的引入成为研究的热点，以实现对张拉力的高精度、实时监测。同时，国际上对于张拉力调整的研究也日益深入，包括传统调整方法和先进调整技术的应用与优化。值得注意的是，国际上的研究更加注重工程实践，通过案例研究和实地应用验证新技术的可行性。总体而言，国内外研究相互借鉴，共同推动了桥梁预应力张拉施工技术的发展，为提高

工程质量与安全性提供了丰富的理论和实践经验<sup>[4]</sup>。

## 2 预应力张拉力监测方法

### 2.1 传统监测方法

1. 传感器应用。在关键位置安装传感器，可以实时监测预应力张拉过程中的张拉力变化。机械传感器常用于测量张拉设备的应力和位移，提供基础的监测数据。而光纤传感器则因其高灵敏度和实时性而备受关注，可精确测量预应力筋的微小变形。此外，无线传感器网络技术的应用使得数据采集更为便捷和高效，能够实现对整个桥梁结构的分布式监测。传感器应用不仅提高了监测的准确性和实时性，还为后续的数据分析和调整提供了可靠的基础。通过传感器技术的不断创新与应用，桥梁工程能够更好地应对复杂环境下的预应力张拉挑战，提升结构安全性和可维护性<sup>[5]</sup>。

2. 数据采集与处理。采集方面，传感器技术的应用使得实时监测成为可能，包括机械传感器、光纤传感器以及无线传感器网络。这些传感器通过测量张拉力的变化、位移和应力等参数，产生大量的原始数据。在数据处理方面，采用先进的算法和模型对原始数据进行筛选、滤波和分析，提取有价值的信息。数据处理的结果可用于评估张拉过程的实时状态，及时发现潜在问题。此外，数据采集与处理也为后续的工程管理、维护和调整提供了科学依据。通过有效的数据采集与处理手段，桥梁工程可以更好地保障施工质量，提高结构的安全性和可靠性，为未来的运营和维护提供有力支持。

### 2.2 先进监测技术

1. 光纤传感器在预应力张拉中的应用。光纤传感器在桥梁预应力张拉中的应用取得了显著成就。其高灵敏度和实时性使其能够精准测量预应力筋的微小变形，提供了比传统传感器更为细致和全面的数据。光纤传感器可通过光学原理感知变形和应变，不仅能监测张拉力的变化，还能检测潜在的结构缺陷。其分布式感知能力使其适用于长距离、大跨度的桥梁结构。光纤传感器的应用不仅提高了监测的精度，还减少了施工中的人为误差，为桥梁工程的安全性和可维护性提供了重要的技术支持。

2. 无线传感器网络技术。无线传感器网络技术在桥梁预应力张拉中发挥着关键作用。通过无线传感器网络，实现了分布式的、实时的数据采集与传输，大大提高了监测系统的灵活性和效率。传感器节点可以被布置在关键位置，监测预应力张拉过程中的各项参数，如张拉力、应变和位移。这些数据通过网络传输至中央控制系统，进行即时分析与处理。无线传感器

网络技术不仅简化了布线结构，减少了安装成本，还提高了监测的覆盖范围，使得更广泛的结构区域可以被有效监测。其实时性和远程监测特性为工程人员提供了更及时、全面的信息，有助于及早发现潜在问题，确保桥梁结构的安全性和可维护性。

## 3 张拉力调整方法

### 3.1 张拉力调整的原因分析

1. 施工过程中的影响因素。桥梁预应力张拉施工中受到多种因素的影响，包括施工环境、材料特性和操作过程等。首先，气温和湿度的变化可能导致预应力筋的温度变化和相应的线性热膨胀，影响张拉力的稳定性。其次，施工现场的振动和噪声也可能对张拉过程产生负面影响。材料质量的不均匀性、预应力筋的初始预应力状态以及施工操作的精确度也是影响因素。此外，施工设备和工艺的选择，如张拉设备的性能和调整机制，同样会对张拉力的准确性和一致性产生影响。综合考虑这些因素，并通过有效的监测和调整手段，可以最大程度地减小这些影响，保证预应力张拉施工的质量和稳定性。

2. 长期荷载引起的变化。长期荷载是桥梁结构长时间运行中不可避免的影响因素，对预应力张拉力产生潜在的变化。桥梁承受交通、行人等荷载，随着时间的推移，结构可能会发生变形和应力调整。这长期荷载引起的变化包括混凝土徐变、材料老化等，导致预应力筋的初始状态发生变化。此外，由于交通负荷的频繁变化，桥梁结构可能会经历疲劳损伤，进而影响预应力张拉的稳定性。因此，在长期荷载的作用下，预应力张拉的监测与调整显得尤为重要，以确保结构的安全可靠性。通过科学有效的管理与维护手段，可以及时发现并应对长期荷载引起的潜在问题，维护桥梁结构的稳定性和可持续性。

### 3.2 张拉力调整的策略和方法

1. 传统调整方法。传统预应力张拉调整方法包括手动调整和液压调整两大类。手动调整主要依赖于工人经验，通过调整锚头或调整螺母手动增减预应力筋的长度，以达到期望的张拉力。然而，这种方法受到操作人员经验水平的限制，容易引起不均匀调整和误差。液压调整则采用液压装置，通过控制油压实现对预应力筋的调整。这种方法相对精确，但设备成本较高，操作较为繁琐。传统调整方法存在的问题包括操作依赖人工经验、调整效率低、周期长等，因此，近年来研究者致力于引入先进技术，如自动化控制系统和智能传感器，以提高调整的精确性和效率，减少人为误差。

2. 先进调整技术的研究进展。先进调整技术在桥

梁预应力张拉中的研究不断取得进展，以提高调整的精确性、效率和安全性。自动化控制系统是一项关键技术，通过精密的电气和液压系统实现对预应力张拉力的自动调整，减少了人为操作的影响。智能传感器技术的应用使得对张拉力的实时监测更加精准，提高了反馈控制的灵活性。机器学习和人工智能算法的引入进一步优化了调整过程，能够根据实时监测数据自适应地进行调整决策。此外，先进的材料技术和设计理念也为调整提供了更多选择，例如形状记忆合金在调整中的应用。这些技术的综合应用使得预应力张拉的调整更加智能、精准和可控，有望提高桥梁结构的整体性能和可维护性。未来的研究方向应继续推动先进调整技术的实际应用，以满足不断发展的桥梁工程需求。

## 4 桥梁工程案例分析

### 4.1 具体案例分析

案例选取我国某过江桥。该桥是一座重要的跨江通道，在该桥的预应力张拉中，传统的调整方法主要采用了机械传感器和手动调整。然而，随着桥梁运营和环境变化，出现了一些预应力筋的张拉力偏差问题，这对桥梁的安全性和可持续性构成威胁。

为解决这一问题，工程团队在该桥进行了先进的调整技术的应用。首先，引入了光纤传感器网络，实现对预应力张拉力的高精度、实时监测。通过这些传感器，工程团队能够准确获取桥梁各个部位的实时数据，包括温度、应变和位移等关键参数。其次，采用自动化控制系统，基于传感器数据实现对预应力张拉力的智能调整。系统能够自动检测并调整各预应力筋的张拉力，实现了全桥范围内的统一调整，避免了传统手动操作的不均匀性和误差。

通过这一先进的调整方案，该桥成功解决了预应力张拉力的不均匀问题，提高了桥梁的整体性能。该案例证明了先进调整技术在实际工程中的可行性和效果。这种经验对于其他类似桥梁工程提供了有益的参考，为未来的桥梁设计与维护提供了先进而可靠的技术手段。

### 4.2 张拉力监测与调整的应用效果评估

在桥梁预应力张拉施工中引入先进的监测与调整技术取得了显著的应用效果。通过光纤传感器网络和自动化控制系统的应用，实现了对张拉力的高精度实时监测和智能调整。这种技术方案有效解决了传统手动操作可能导致的不均匀调整和误差问题。

第一，监测效果显著提升。光纤传感器网络能够全面感知桥梁结构各部位的变形和应力情况，实时生成大量准确的监测数据。这使得工程团队能够更全面、及时地了解桥梁结构的状态，为后续的调整提供了准

确的数据基础。第二，调整效果显著改善。自动化控制系统通过对监测数据的实时分析，能够迅速做出调整决策，并实现对预应力张拉力的智能控制。这不仅提高了调整的准确性，还降低了人为操作误差，确保了整个桥梁结构的稳定性和安全性。

综合来看，先进的张拉力监测与调整技术在实际应用中取得了良好的效果，提高了桥梁施工的质量和可维护性。这种技术方案不仅在某过江桥等工程中得到了验证，也为类似工程提供了可行性和可靠性的技术路径。这为未来桥梁工程的设计、建设和维护提供了有力支持，为行业的可持续发展贡献了经验和智慧。

## 5 结论与展望

本文通过对桥梁预应力张拉施工中的张拉力监测与调整方法进行深入研究，取得了重要结论。首先，先进的监测技术如光纤传感器网络能够提供高精度、实时的数据，为调整提供了准确基础。其次，自动化控制系统的应用显著提高了调整的效率和精度，降低了人为误差。此外，通过具体桥梁工程案例的分析，验证了先进技术在实际工程中的可行性和实用性。总体而言，先进的监测与调整技术在提高桥梁施工质量、安全性和可维护性方面发挥了积极作用。然而，仍需进一步研究不同环境和工程条件下的适用性，并推动这些技术的实际应用，以推动桥梁工程领域的技术进步。

展望未来，桥梁预应力张拉领域的研究可致力于进一步提升监测与调整技术。重点可放在发展更智能、自适应的自动化控制系统，结合机器学习和人工智能，以更精准、高效地实现对预应力张拉力的智能调整。同时，深入研究先进材料在调整中的应用，提高结构的耐久性和适应性。此外，应关注不同环境条件下的实际应用效果，推动先进技术在各类桥梁工程中的广泛应用。继续挖掘传感器技术、大数据分析等领域的创新，将为未来桥梁工程提供更可靠、高效的监测与调整解决方案，促使整个行业向更智能、可持续的方向发展。

## 参考文献：

- [1] 何昌林.某公路桥梁项目现浇箱梁预应力智能张拉施工技术分析[J].交通科技与管理,2023,04(15):147-149.
- [2] 范杰林.公路桥梁施工中预应力张拉技术研究[J].交通世界,2023(17):153-155.
- [3] 应海峰.公路桥梁预应力智能张拉施工技术的应用分析[J].工程建设与设计,2023(06):168-170.
- [4] 唐灿.预应力智能张拉施工技术在桥梁工程中的应用[J].工程技术研究,2023,08(02):225-227.
- [5] 许立军.桥梁工程中预应力张拉施工的技术要点及注意事项[J].交通建设与管理,2022(02):110-111.

# 关于智能制造时代机械设计 制造及其自动化技术的探讨

余凯敏，祝贵萍

(三川智慧科技股份有限公司，江西 鹰潭 335200)

**摘要** 智能制造时代的到来，使机械设计制造及其自动化技术得到了广泛的应用和发展。本文分析了智能制造时代机械设计制造及其自动化技术的应用优势，它可以提高生产建设效率、保障生产质量性能、落实节能环保理念；通过对机械设计制造及其自动化技术进行分析，提出了智能制造时代下机械设计制造及其自动化技术发展的有效措施，以期为促进我国智能制造产业的发展提供有益参考。

**关键词** 智能制造时代；机械设计制造；自动化技术

中图分类号：TH16

文献标志码：A

文章编号：2097-3365(2024)05-0028-03

全球工业生产逐渐进入智能制造时代，智能制造作为一种新型生产方式，已成为各国实现产业升级、提高国际竞争力的重要手段。在这一背景下，机械设计制造及其自动化技术得到了前所未有的关注。智能制造时代的机械设计制造及其自动化技术，能够在保障生产的同时实现绿色、可持续发展。因此，研究智能制造时代机械设计制造及其自动化技术具有重要意义。

## 1 智能制造时代机械设计制造及其自动化技术的应用优势

### 1.1 提高生产建设效率

在智能制造的时代背景下，机械设计制造及其自动化技术可以借助信息科技的自动化、数字化和智能化优势，实现了生产全流程、全天候的自动运行。相较于过去的机械设计制造过程，自动化技术的应用使得生产更加智能化、自动化。同时，自动化技术还能够实时采集、分析和处理生产数据，为生产过程提供科学、精准的决策支持，进一步提高了生产效率和产品质量。

除此之外，自动化技术的应用还有助于持续优化机械设计制造的生产流程。通过对生产数据的实时监测和分析，及时进行调整和优化，进一步提高生产效率<sup>[1]</sup>。

### 1.2 保障生产质量性能

在智能制造的时代背景下，自动化技术的广泛应用使得机械设备的启动、原料运输和产品制造等环节得以自动化实现，不仅消除了人为操作的误差，减少了产品的不规范现象，也进一步提高了产品的精度和性能。在自动化技术的帮助下，实现机械设备的自动

化启动，无需人工干预即可完成设备的启动过程，还能确保原料准确无误地送达生产线。在产品制造环节，无论是复杂的零件加工还是精密的装配工作，自动化设备都能够快速准确地完成，大大提高了生产效率和产品质量。

除了自动化技术，数据信息反馈与综合对比系统也是保障机械设计制造高效进行的重要手段。通过实时监控机械设备的运行状态，当故障现象出现时，综合对比系统能够迅速识别并给出相应的预警，使得维修人员能够在第一时间进行处理，确保设备的正常运行。

### 1.3 落实节能环保理念

目前，我国正在坚定地推动绿色、低碳、节能和环保的理念，积极寻找与自然和谐共生的发展路径。随着科技的进步与创新，智能制造提供了一种全新的解决方案。

在智能制造时代，机械设计人员借助虚拟现实技术、绿色技术等创新手段，为传统制造业注入了新的活力。它们不再受限于传统的设计与制造流程，而是能够在虚拟环境中进行模拟与优化，实现对产品设计制造的简化与增效。这种方式通过二次利用报废产品和采用新型绿色技术能够降低生产过程中的能源消耗，有助于保护环境，更是对制造业可持续发展的有力支撑<sup>[2]</sup>。

## 2 机械设计制造及其自动化技术分析

### 2.1 数字化设计技术

数字化设计技术在机械设计制造及其自动化领域扮演着至关重要的角色，它不仅是对传统设计方法的颠覆性创新，也是一种高效、精准的现代技术。

数字化设计技术能够迅速、准确地进行数据分析，确保机械设计制造及其自动化过程中的数据信息得到高效传递与共享，使得机械设计制造及其自动化的工作效率得以显著提升。

与此同时，数字化设计技术还能有效减少人为操作失误，降低出错率，从而进一步提高工作的准确性和质量。

在实际生产中，数字化设计技术的应用带来的不仅仅是效率的提升，通过采用这种先进技术，也可以有效地降低生产成本。例如，在机床部件的设计阶段，工作人员可以利用三维建模软件对部件进行精确建模和分析，并利用相关软件将部件模型导入计算机，再根据实际需求选择合适的软件进行数据处理和分析。

## 2.2 虚拟现实技术

虚拟现实技术是一种新型的人机交互技术，它利用计算机生成一种三维虚拟环境，让用户仿佛身临其境。它的应用不仅增强了用户的真实感，还为产品设计和生产带来了巨大的改进。在机械设计制造及其自动化领域，虚拟现实技术与传统生产模式的结合有助于提高产品质量和生产效率。

此外，虚拟现实技术能够为用户提供更为直观、清晰的产品使用效果，使用户对产品性能有更深入的了解。在实际应用中，机械设计制造及其自动化领域采用虚拟现实技术，可以有效地提高设计和制造的效率，同时降低成本和风险。例如，在数控机床生产过程中应用虚拟现实技术，用户可以直观地看到数控机床各部件的相互关系和使用过程中可能出现的问题，了解不同类型和结构的数控机床在使用过程中可能遇到的问题，从而提前采取预防措施，避免潜在的损失<sup>[3]</sup>。

## 2.3 智能制造技术

智能制造技术有效地结合了计算机网络、电子通信等多种先进技术与生产设备，并利用信息系统来控制整个制造过程。这种技术的主要特征包括智能化、信息化和集成化，在实际生产中发挥着重要作用。

在数控机床的加工过程中，智能制造技术可以实时监控和管理机床各部件的运行状态，从而提高数控机床的加工效率。此外，智能制造技术还有效地降低了机械设计制造过程中的人力资源成本，进一步提高了生产效率。

## 2.4 传感器与测控技术

传感器与测控技术在机械自动化技术中的主要功能是通过感知和测量各种物理量，将这些数据传送到

控制系统，从而实现对机械设备的实时监测和精确控制。传感器是这一过程中的关键，它们能够将机械设备所处环境的各种物理量（如温度、压力、位移等）转换为电信号或其他形式的信息，以便于控制系统使用。传感器的种类繁多，可以根据测量的物理量的不同进行分类，每种传感器都有其独特的工作原理和特性<sup>[4]</sup>。

测控技术是一种通过利用传感器收集数据，并利用这些数据进行处理和控制的方法。这个过程主要包括三个关键步骤：

首先，通过传感器收集信号，并进行信号调理、放大和滤波等预处理操作，以确保获取到准确可靠的原始数据。

其次，对这些原始数据进行算法处理、信号分析和特征提取等处理，从而提取出更具价值的信息。

最后，根据处理后的信息，制定相应的控制策略并自动化控制机械设备，以实现预定的工作目标。

在智能制造领域，传感器和测控技术的应用非常广泛。它们能够实时监测机械设备的工作状态和环境变动，例如，在生产线上应用温度传感器，实时监控设备的热量变化，防止设备因过热而损坏。

此外，测控技术的运用也使机械设备的精确控制成为可能，有效提高生产效率和产品质量。例如，在机床加工过程中，位移传感器能够实时监测刀具位置，从而实现对切削深度的精准控制，进一步提升加工精度。

## 3 智能制造时代下机械设计制造及其自动化技术发展有效措施

### 3.1 以节能降耗为导向降低成本

机械生产行业应优先选择可二次回收的原材料，并确保在生产后对其进行回收。这一步骤将确保原材料在生产过程中被有效利用，并通过二次利用减少废弃物的排放。同时还能有效节约企业成本，提高企业的整体经济效益。

在智能化生产模式下，设计师可增设污水排放处理环节，运用先进科技对废水进行科学管理。例如，可以借助自动化技术可降低污水和废水的产生量，还可以构建完善的污水回收系统，让废水再次进入循环系统，接受更为严格的处理。具体而言，可设置过滤筛、化学净化环节，对回收的污水进行静置沉淀，去除底层杂质，再通过化学净化提升上层水质。净化完成后，这部分水将用于二次利用。

随着智能化制造技术的应用，机械制造行业的自

动化压力逐渐缓解。企业应将关注点转向生产过程的清洁性和环保性。为了实现这一目标，企业需要制定详细的清洁生产策略，并在设计过程中严格把握细节。为此，企业应该在机械设计阶段就聘请专业的工程师，制定并执行清洁生产计划。同时，还需要加强对机械设计流程的管理，确保其效率和科学性。在设计过程中，员工应积极运用自动化技术，实现智能制造，从而将绿色环保和智能生产的理念有机地融合起来，推动机械设计生产行业的创新和发展。

### 3.2 融合数字化机械设计形式

目前，数字化信息技术已经逐渐渗透到各行各业。企业为了保持竞争力，必须紧跟技术发展的步伐，将数字化信息技术与机械设计相结合，以推动智能化生产的不断向前发展。数字化信息技术具有信息传播速度快的优势，这种优势使得信息可以在最短的时间内被整理归纳并传播出去，大大提高了工作效率。

在机械设计过程中，通过运用数字化技术，企业可以迅速地将设计理念转化为具体的产品模型，从而在实际工作中避免了大量繁琐的计算和模拟，提高了设计的准确性和可靠性。

例如，通过数字化模拟和仿真技术，可以在产品设计阶段就对生产过程进行全面的分析和评估，从而确保生产过程的顺利进行<sup>[5]</sup>。

### 3.3 应用电子化图纸

在机械设计、生产和制造的每一个环节，以及企业的其他项目工程中，预先设计好的机械生产图纸都是不可或缺的关键文件。它们详细地描绘了产品的构造、尺寸和生产要求，为实际的生产操作提供了清晰的指导和依据。图纸的内容是否准确无误，直接关系到下一环节操作的顺利与否，甚至影响到整个项目的进度和质量。在过去，企业依赖于人工进行图纸的测量和绘制，需要耗费大量的人力资源和时间。而且，人工操作往往难以保证图纸内容的精准度，甚至引发安全问题。为了解决这些问题，企业积极引入电子化绘制技术。这种先进的技术不仅显著提高了图纸设计的效率，而且有效减少了时间和人力的浪费。通过专业的绘图软件，工程师们能够快速、准确地完成图纸的设计和绘制工作，确保图纸内容的精准度和一致性。这种电子化绘制方式的优势不仅仅在于提高效率和精度，更在于它直观地展现了智能制造时代的优势——智能化设计与数字化图纸设计的完美融合。

在智能制造的背景下，机械设计和制造过程已经

实现了高度的数字化和自动化，而数字化图纸设计正是这一过程中不可或缺的一环。通过数字化图纸设计，企业能够确保设计、生产和制造的各个环节紧密衔接，从而实现整个生产流程的优化和升级。

### 3.4 加大科研投入，提升智能化水平

1. 科研投入是推动技术创新和智能化发展的关键力量。在这一背景下，政府部门要积极引导和鼓励企业、高校和科研机构加大对机械设计制造及其自动化技术研究的投入，推动技术创新和成果转化。例如，可以通过设立专项基金、提供税收优惠等政策措施，鼓励企业增加研发投入，提升自主创新能力。同时，还可以通过校企合作、产学研结合等方式，推动高校和科研机构的科研成果更好地服务于企业和产业发展。

2. 通过引进和培育智能制造技术和人才，推动机械设计制造向智能化、数字化、网络化方向发展。例如，可以通过推广应用工业机器人、智能制造装备等智能制造技术，提高生产效率和产品质量，还可以通过培育智能制造人才，推动智能制造技术的研发和应用。

3. 加强智能制造技术的国际合作与交流。通过与国际先进企业和研究机构的合作与交流，可以学习借鉴他们在智能制造技术方面的先进经验和技术成果，进一步提升我国在智能制造领域的国际竞争力。同时，也可以通过国际合作项目和交流活动，促进我国智能制造技术的国际化发展，为我国智能制造产业的可持续发展创造有利条件。

总之，智能制造时代机械设计制造及其自动化技术在提高生产效率、降低生产成本、实现绿色可持续发展等方面具有重要意义。通过深入研究智能制造时代机械设计制造及其自动化技术，可以为我国智能制造产业的发展提供理论和技术支持，助力我国制造业不断升级。

### 参考文献：

- [1] 屠军权.智能制造时代机械设计制造及其自动化技术研究[J].工程施工新技术,2022,01(02):97-99.
- [2] 同[1].
- [3] 周慧芳.智能制造时代机械设计制造及其自动化技术研究[J].内燃机与配件,2022(05):202-204.
- [4] 朱宏宇.智能制造时代机械设计制造及其自动化技术研究[J].科技创新导报,2022,19(09):78-80.
- [5] 王丽霞,唐义玲.智能制造时代机械设计制造及其自动化技术研究[J].中国设备工程,2023(04):33-35.

# 土木工程深基坑支护施工关键技术分析

梁竣舒

(甘肃工程建设监理有限公司, 甘肃 兰州 730000)

**摘要** 土木工程项目建设对深基坑支护技术提出了严格的要求, 有关建设单位在负责土木工程项目时, 需要把握深基坑支护这一关键性的技术手段, 在掌握技术要点的前提下规范开展施工作业, 以全面提高工程作业水平。同时, 还需要做好技术的管理工作, 以确保工程各项施工工艺得以更稳定、有序地落实和开展。本文主要分析土木工程项目关于深基坑支护施工的主要特点、技术要点以及具体的管理策略, 希望能为今后优化工程施工建设提供参考依据。

**关键词** 土木工程; 深基坑支护; 地下连续抛锚杆技术; 深层搅拌桩支护技术; 钢板桩支护技术

中图分类号: TU74

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0031-03

## 1 土木工程深基坑支护施工特点分析

在当前的土木工程作业范围内, 深基坑支护逐渐成为一项重要的施工技术手段, 其所呈现的工程特点比较显著。首先, 随着工程建设规格日渐扩大, 所呈现的作业环境也日渐复杂, 这给接下来的深基坑支护作业提出了更严格的要求。为了保证工程项目本身的结构更安全稳定, 有关单位需要结合实际情况进行有效分析, 进而选择更加合适的深基坑支护作业类型, 规范设置各项施工作业工艺, 优化作业环境, 以提高整体的作业实效性<sup>[1]</sup>。其次, 在深基坑支护方面, 随着这一手段的逐渐衍生和发展已经出现了许多种有效的支护方法, 对应的适用环境和适用范围具有一定的差异性需求。有关人员在展开深基坑支护作业规划设计之前, 要做好现场环境的综合调研检测与分析工作。然后, 采取更科学有效的手段进行规划分析, 保证所引进的深基坑支护作业形式更规范合理。同时, 通过对当前工程作业环境的了解, 可以发现在深基坑支护作业处理的过程中, 因为所涉及的技术工艺比较繁杂, 所以呈现出较高的风险特性。这便需要有关单位在具体应用深基坑支护作业时, 从安全层面着手进行综合性的考量与分析, 在形成正确安全防范思想观念的前提下, 制定出更科学合理的预防与管控工作路径。

## 2 土木工程深基坑支护施工技术要点分析

### 2.1 地下连续抛锚杆技术

该技术在工程项目领域所呈现的支护处理效果比较显著。一般在应用这一技术手段的过程中, 施工单位需要对所呈现的功能优势加以明确。在全面掌握工

程项目基本要求建设的前提下, 以提高整个工程项目结构安全性与稳定性的行动准则, 做好技术工艺方案的优化设计与实施, 以全面提高整体的作业效果。其次, 还需要在施工处理的过程中, 出于风险防范的角度考量分析在地下连续墙构建与实施的过程中可能存在的渗水漏水等不良风险隐患。然后, 充分发挥多种支护载体和技术手段的优势, 构建完善性的地下连续墙支撑体系, 做好周边环境的优化管控, 这样才能保证最终所形成的连续墙支护结构在性能上更加稳定和突出。在有效发挥支护作用优势的前提下, 助力接下来的工程项目建设得以顺利开展。此外, 还需要在应用这一技术的过程中, 督促技术人员形成良好的创新意识, 将该技术与颈缩管核心有关技术建立起良好的衔接关系, 构建综合性的支护技术体系, 从而保证最终所呈现的加固处理效果更为突出, 保证工程真正在安全稳定的环境下顺利施工和落实<sup>[2]</sup>。

### 2.2 深层搅拌桩支护技术

该技术在工程项目建设过程中也具有重要的应用效能和优势, 相对来讲比较新颖。一般情况下, 在应用这一技术时, 需要有效发挥先进机械设备的助力作用, 对搅拌的方法和速率进行科学处理, 进而保证对固化试剂的搅拌操作更加规范, 所呈现的搅拌效果更突出, 让整个材料在固化性能上更符合接下来的工程项目建设要求。其次, 还需要在搅拌处理的过程中, 结合对工程项目具体规格和实践要求的掌握, 明确具体的搅拌比例。在对原材料进行科学配比的过程中, 需要从风险防范的角度考量制定出更加科学可行的搅拌作业方案, 也需要从风险应对与防范的角度考量,

分析在工程生产环境当中所存在的主要不良风险因素。出于风险预防的目标定位，制定出更科学合理的搅拌处理工作方案，以提高整个搅拌作业的可行性。同时，还需要在搅拌进行过程中，督促有关人员对桩体等各项重要的结构进行优化管控。要分析水分过度流失可能会给桩体表面所造成的裂缝安全隐患，然后在今后的工程作业范围内，对搅拌以及其他工艺进行科学调节，做好时间的综合管控，保证最终所形成的结构在稳定上更突出。

### 2.3 钢板桩支护技术

在负责工程项目时，施工单位需要从钢板桩这一支护技术手段层面着手，就具体的技术工艺加以优化，从而全面提高整体的支护处理效果<sup>[3]</sup>。一般在应用该技术时，需要对型钢的类型和材料加以规范，一般情况下可以选择表面带槽口的型钢，这样能保证今后处理的过程中拥有良好的条件支撑。其次，还需要在应用这一技术工艺的过程中，针对开挖等作业环节加以优化，可以通过一定的操作将钢板注入深基坑当中，然后有效发挥其所具备的挡土作业优势。同时，在应用这一技术的过程中，施工单位需要对具体作用环境特征加以明确。一般情况下需要确定深基坑的支护深度，当不超过7米时，可以适当发挥这一技术的优势。同时，还需要在应用这一技术的过程中，分析软土土质可能会存在的安全隐患，尽量避免在这一处置环境当中应用该手段。

### 2.4 柱列式灌注桩排桩支护

在应用这一技术手段的过程中，施工单位需要确定所包含的技术类型，比如说锚杆式、拉锚式等。在确定施工要求的前提下，深入工程现场环境当中，通过有效调研检测和分析，确定工程项目的主要特点。在掌握工程项目基本情况的前提下，就接下来的施工处理工艺加以优化，进而全面提高整体的施工作业成效。其次，还需要在进行施工作业的过程中，充分发挥挡土维护这一技术工艺的优势。在应用的过程中需要形成正确的安全防范观念，结合以往的工程作业经验，分析在应用这一支护技术手段时可能会发生的地下管道受震动影响等因素。然后采取更加科学有效的作业方案，对接下来的施工工艺和支护处理手段加以革新。同时，还需要在应用这一技术的过程中，分析地下水所带来的影响。然后，在多种智能化技术手段支撑下，对地下水进行有效调节。增强桩柱之间所呈现的连续性功能效果，保证所展现的挡水处理工艺更加的突出。

## 3 土木工程深基坑支护施工技术管理分析

### 3.1 做好前期准备工作

在展开工程项目施工建设时，施工单位需要关注深基坑支护作业要求，并在前期做好全方位的准备工作。首先，需要树立起正确的深基坑支护作业观念。要综合对工程项目环境情况的综合了解与分析，确定接下来的支护作业行动目标。之后，组织专业技术人员深入工程所在现场环境当中，通过科学的调研检测与分析，获得更加全面且详细的数据参数，将其灵活应用于工程的方案设计当中，进而保证所获得的设计参数更精准，得到的设计结果与真实的工程项目建设要求更契合。一般在方案设计的过程中，可以适当借助BIM技术手段的助力作用，在科学构建立体化工程作业模型的前提下，通过录入相关的数据参数，展开智能的分析，保证所得到的工程方案更加的科学可行。在方案完成之后，需要构建完善性的审核与评估机制。组织专业的人员队伍对目前所形成的方案内容以及具体的实施办法进行有效评估，在检测和分析的过程中能及时发现工程方案设计的不合理性。然后在确定设计目标的前提下，对应着就相关的设计举措加以优化。同时，还需要在方案审核完成之后，组织各方负责人员坐下来进行深入沟通<sup>[4]</sup>。

在交流的过程中能明确掌握工程方案的详细内容，精准定位接下来的施工作业行动目标，并根据对方案的了解规范开展各项施工工艺。此外，还需要在前期阶段引进更加完善的施工设备和设施体系，构建现代化的施工作业体系，以改善和优化整个深基坑支护作业的环境条件，方便有关人员在今后落实各项技术工艺时，能真正结合对工程项目作业环境的了解，选择更加科学合理的作业工艺，全面提高整体的作业成效。然后，构建完善性的维护与管理工作机制，针对设备在使用过程中的具体性能表现进行周期性的检测。在评估与诊断的过程中能及时发现设备在运行过程中所存在的不良风险，并在今后的管理工作当中制定出更加科学可行的管控工作方案，以提高整体的管理工作成效，促进深基坑支护作业项目得以更顺利而有效地开展和实施。

### 3.2 严格控制施工过程

在工程项目推进的过程中，施工单位需要从深基坑支护的角度着手，对整个施工过程进行全面而精准的把控，以确保各项工艺得以稳定落实，提高整体的施工作业成效和品质。首先，在工程作业期间，需要对深基坑支护的具体类型以及所涉及的工艺要点加以

明确。在全面掌握深基坑基本作业章程的前提下，构建完善的流程体系，保证有关人员能按照具体的章程和作业工序展开施工处理。其次，还需要在施工进行过程中，做好机械设备的科学调试工作。在调试的过程中，需要关注机械设备的内部结构运行参数以及具体的性能情况。通过系统性评估检修和审核，及时发现设备在运行中所存在的不良风险。并在接下来的工程作业范围内，提出更加科学可行管理工作方案<sup>[5]</sup>。其次，还需要在施工过程严格把控的过程中，遵循精细化的指导思想，将事前、事中、事后控制建立起有效衔接，构建综合性的管控服务体系。对深基坑支护作业的现场环境以及所存在的风险隐患进行有效评估，然后督促施工技术人员形成良好的安全意识，结合以往的工程作业经验，分析工程进行期间所存在的不良风险隐患，并制定出更加科学可行行动方案和实施路径。在工程进行的过程中，要全面关注深基坑的土质情况。在面对软土土质时要出于坍塌等风险隐患的综合考量，选择更加恰当的深基坑支护作业手段和实施方案。此外，还需要在进行施工过程全面管控的整个实践期间，发挥智能化技术手段助力作用，科学构建现代化的监督管控服务中心。对施工现场的各个工艺模块进行智能监督，以便可以及时发现潜藏的风险，然后督促现场作业人员及时做出整改。

### 3.3 加强边坡修整检测与现场指导

在开展深基坑支护作业的过程中，施工单位需要做好技术的综合管控工作，充分发挥技术人员的职能地位，根据最终所呈现的深基坑支护作业效果，做好边坡的修整处理工作，更要发挥智能检测技术手段助力作用，在科学检测的过程中，能及时发现所潜藏的不良风险隐患。一般情况下，可以有效发挥无损检测技术优势，在开展无损检测的过程中，能保证深基坑支护作业结构不受损害，也能及时发现潜藏的风险隐患。其次，还需要在深基坑支护作业与管理的过程中，从风险防范角度考量，分析目前所形成的边坡是否存在明显形变问题和蕴含沉降的风险隐患。在树立起正确安全防控观念的前提下，探索更加科学的应对策略。同时，还需要督促管理人员形成正确的管理思想观念。要有效发挥自身的职能优势，遵循全过程管理的指导思想。在深入工程现场环境之后，通过科学的检测诊断和分析，能及时发现目前深基坑支护作业所存在的潜在风险，并与现场的技术人员之间形成良好的沟通关系，在树立起正确风险防范观念的前提下，结合存在的变更风险类型，探寻更合理的预防与应对策略。

同时，还需要在应用深基坑支护开展现场技术指导的过程中，重点加强专业技术人员的综合素质培训。要向其渗透新时期工程作业环境下所包含的多种深基坑支护作业类型和技术要点。然后，在技术指导和管控的过程中，督促现场作业人员以更加严谨的精神态度参与到工程作业环境当中，在定期展开培训的过程中，能全面提高技术人员的专业素养。另外，要科学构建监督与考核机制，督促其形成良好的责任意识。在负责深基坑支护作业时，能严格遵守具体的规章作业流程和管理制度，保证工艺落实更加规范可行，降低因为员工不合理操作而诱发的多种风险和隐患。此外，还需要有效控件考核与评估机制，督促现场技术人员认真参与考核评估，结合考核结果分析目前在技术要点掌握上存在的问题，以确定今后的改进和优化方向。而有关单位也需要将所得到的考核结果进行系统整理，共享和反馈给有关技术人员，促使其能在今后的工程建设当中不断积累和总结经验，将自身所掌握的先进施工作业理念以及对深基坑支护作业要点的掌握规范充分应用和落实。

综上所述，深基坑支护是工程作业领域一项重要的技术手段，其中包含的技术类型比较丰富，且对技术应用要求高。而为了保证所构建的土木工程项目更具有安全性与稳定性，有关建设单位需要在明确掌握施工作业目标的前提下，采取更科学有效的手段进行综合性的管理实践。另外，充分发挥地下连续墙锚杆技术、深层搅拌桩支护技术、钢板桩支护以及柱列式灌注桩排桩支护技术优势。此外，要在今后的施工建设领域，从技术层面着手做好全方位的管理工作，重点加强前期的科学规划与准备，对整个施工过程进行严格管控。同时，还需要做好现场各项工艺的规范性指导和处理，这样才能有效降低不良的风险隐患，保证工程获得更完善的深基坑支护体系支持，保障支护质量。

### 参考文献：

- [1] 何嘉齐,蔡春龙,龚虎,等.填方区深基坑边坡支护施工技术[J].建材技术与应用,2023(05):62-65.
- [2] 蔡书传.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理对策分析[J].产品可靠性报告,2023(10):104-106.
- [3] 韦能超.房建工程中的深基坑支护施工技术应用[J].居舍,2023(28):41-44.
- [4] 王玉菲,谭朝霞.房屋建设工作中深基坑支护施工技术的应用分析[J].住宅与房地产,2023(26):62-64.
- [5] 张辉灶.工程深基坑支护施工关键技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(26):199-201.

# 基于土木工程施工中的边坡支护技术分析

姚 璇

(甘肃省城乡规划设计研究院有限公司,甘肃 兰州 730000)

**摘要** 在现代化进程发展速度不断加快的过程中,我国建筑行业也走上了全新的改革发展道路,越来越多的新思想和新技术应用到行业中,使建筑行业拥有了更加广泛的发展前景。其中,技术水平的提高为我国建筑质量安全提供了根本的保障。建筑行业中土木工程施工的水平是其中较为重要的内容,其在实际施工阶段也面临着一系列常见的问题,需要运用科学合理的技术解决问题,提高施工效果。本文结合土木工程施工工作开展实际的现状,以边坡支护技术为核心展开分析,希望能够为促进工程施工效果的提升和改善提供参考。

**关键词** 土木工程; 边坡支护技术; 锚固支护; 地下连续墙处理; 加筋土挡土墙支护

中图分类号:TU74

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)05-0034-03

在我国建筑行业发展过程中,土木工程施工工作在开展和实施的过程中,呈现出了相对比较强的完整性。在整个施工阶段,其能够最大程度地对自身所具有的水平进行提升,也能够真正地通过合理的施工工作开展模式,以及有效管理理念的渗透,实现施工的顺利开展,提高企业的经济收益。近些年来,土木工程的整体施工工作开展模式变得日渐复杂,特别是在边坡支护技术的应用过程中,还需要对其中所涉及的因素进行综合性考量,只有这样才能够提高工程施工整体的效果和水平。

## 1 土木工程施工中应用边坡支护技术的意义

### 1.1 保证土木工程的质量达标

在土木工程具体施工工作开展和实施的阶段,边坡支护技术的实施,其主要目标就是提高工程施工的整体质量,工程施工结束后,需要对其中的施工情况进行准确的检测,依据的就是验收工作实施所提出的标准,以便于能够符合工程相关要求,提高后续检验的水平,减少工程使用阶段所存在的各种意外事件,避免项目不安全因素存在。除此之外,在对边坡支护技术进行应用时,相关施工企业需要对周边的环境进行充分的考虑,了解整体环境对于支护的相关操作所产生的不利影响和因素,并做好有效的防范以及保护工作。

与此同时,对周围环境进行准确有效的观察、分析和了解,也是其中较为关键的一项内容。还需要对造成环境产生影响的具体因素进行考虑,这样才能够减少不良因素的出现。例如:如果土质存在着一系列的问题,那么在开展施工工作的过程中也会遇到各种

各样的困难,甚至会对工程结束之后项目使用的整体稳定效果造成严重的影响。所以,边坡支护技术的使用能够确保工程施工的安全,也能够在仔细勘察的阶段,确保工程在施工之后能够达到相关标准。

### 1.2 保障施工人员的人身安全

在边坡支护技术应用的过程中,需要对具体的结构进行准确的设置和应用。其中对工程自身安全性的提升,是避免施工人员在开展相关工作阶段受到各种因素和危险情况困扰的重要方式,也能够真正地确保工程施工工作顺利实施。因为土木工程中技术和工艺复杂程度越高,那么在其具体施工时工作人员所使用到的专业设备、面临的危险作业情况就越多,所以采取边坡支护技术可以确保施工人员的人身安全<sup>[1]</sup>。

## 2 土木工程施工中边坡支护技术的类型

### 2.1 锚固支护

锚固支护技术在实际施工工作开展的阶段,其中使用的最为主要的一个工具就是锚杆。具体的工作人员在施工工作实施阶段,需要通过土体的穿透,加强土体本身所具有的牢固程度,提高整体使用的效果和水平,能够加强工程结构整体的稳定性以及抗剪性,以便于增加土地的抗滑性以及结构的稳定性。应用锚固支护技术,能够减少土地所发生的位移情况,确保边坡的安全性和可靠性。将该技术与土木工程具体施工工作开展的情况相互结合,可减少更多人员的投入,避免复杂施工工具和设备的应用,真正地降低成本,实现边坡支护技术的有效应用。

工程项目在施工阶段所包含隐蔽的内容较多,所以使用锚固支护技术可以发挥出其所具有的功效,保

证施工人员对整体工程质量给予更多的关注和重视。因为施工人员在具体使用锚固支护技术时，需要关注以下几个方面：

1. 合理的钻孔，保证锚固操作工作顺利。
2. 钻孔操作时明确钻孔的具体位置，确保计算的精准性，提高工作质量。
3. 在使用锚固施工时，需要重点对各项参数核查，避免工程质量的问题影响整体工程施工的效果<sup>[2]</sup>。

## 2.2 地下连续墙处理

在对地下连续墙相关技术进行应用的过程中，需要合理地对技术内容和技术类型进行准确的处理。其中最主要的就是，提前对地面的土质，以及相关的环境进行考察。同时，要准确地确定沟渠位置后，再开展相关的开挖技术，把混凝土等相关材料有效混合，填充到沟渠之中，这样就能够形成一个非常牢固的连续墙。这不仅能够充分发挥边坡支护技术在实际应用中的作用，也能够抵御各种各样自然界所造成的灾害，从而对工程的整体结构起到有效保护的作用。地下连续墙一般情况下会应用在洪水发生频繁和降雨量较大的地区，该技术在具体使用的过程中，能够使项目自身的稳定性得到全方面的提高，也能够合理地对地下的管道进行保护。

## 2.3 加筋土挡土墙支护

加筋土挡土墙支护技术在实际使用的过程中，其所需要达到的效果和标准是，对项目的墙体进行保护。所以，在实际工作开展中需要确保筋土自身抵抗的作用最大程度地得以发挥，这样才能够有效地分解侧面施加压力，减小墙体所受到的力度，从而减少工程结构所受到的损害。

如果筋土所包含的物质相对较多，那么施工人员就需要首先了解到钢筋和土体现阶段自身所能够发挥出的作用，以及二者之间所能够产生的具体摩擦力的情况，并且利用人为因素，使二者之间发生最大的摩擦，使钢筋自身所具有的预应力达到最佳的效果，提高挡土墙自身现有的强度，从而实现相关功能的完善。在钢筋使用的过程中，相关施工人员需要结合面板和相关的涂料等材料，达到不同材料之间合力的作用，这样才能够确保墙体的功能最大程度地得以发挥。在基坑开挖工作实施过程中，施工人员需要利用合理有效的排水措施，把基坑内部积水进行全方位的排除，从而有效避免水体对墙体所造成的腐蚀情况，降低基坑坍塌的概率，以真正地提高土木工程施工工作开展的整体效果<sup>[3]</sup>。

## 3 土木工程施工中边坡支护的具体应用策略

### 3.1 制订完善的施工方案

在土木工程施工工作正式开始的前期，相关企业需要根据工程所提出的实际要求，选择正确的边坡支护技术，并结合相关特点，制定相对比较完善的施工方案。在这其中，方案的设计所需要遵循的原则是，可行以及可操作等相关的特点，需要确保整个施工过程中整体的安全性和质量。此外，工作人员也需要明确钻孔的深度，要求整个设计能够符合土木工程项目的实际情况。其中每一个工人在具体施工的过程中都需要结合相关要求，对所需要使用到的小孔进行准确的钻取。同时，每钻取一个小孔，都需要准确地对其进行编号。在完成了一系列工作后，相关人员也需要反复地对小孔和编号的对应情况进行检查，直至没有发生任何问题之后，才可以进行接下来的施工工作内容。通过这样有针对性的方案制定，既能够使边坡支护技术在土木工程中得到有效应用，也能够发挥出该技术自身独有的优势，在提高施工工作开展整体效果的同时，实现工程施工整体质量提升的目标。

### 3.2 基坑土方开挖

在应用基坑土方开挖的技术时，土木工程施工企业需要考虑到，如果实施开挖工作，是否会对土壤整体的结构和最终的性能造成一定的影响以及相应的破坏，所以，在工作开展的过程中就需要采取必要的措施，避免开挖工作对生态的平衡造成影响。其中所包含的主要有以下两个方面：

一是需要相关工作人员对土质的具体情况有所了解，利用严格的检查以及相应测试工作，保障施工工作在实施过程中的安全以及可靠性。

二是在正式开挖的阶段，需要结合施工工作实际实施的情况，对不同的施工方式进行选择。其中可以利用分层开挖的模式，也可以利用分段开挖的手段，同时对于开挖的土量合理有效地进行控制，这样才能够在避免土料过多的情况下，提高施工的效果<sup>[4]</sup>。

### 3.3 编制基坑周边监测方案

在土木工程施工工作开展阶段，为了保证工程施工整体质量的提升，相关的企业需要在充分了解工程实地实施情况的基础上，对相关地区土壤周围环境以及地貌特征等相关的信息和数据进行调查和整理，这样就能够为后续施工工作的开展奠定坚实的基础，也能够提高施工的质量。所以，在开挖工作实施时，相关工作人员就需要对周围的土壤环境进行全方面的检测，特别是一些特殊地段，更是需要利用多样化的技

术模式，加大检测工作实施的力度，提高施工工作开展整体的效果和水平。如果检测工作不到位，那么对于施工后期所造成的影响就会越发严重，甚至容易造成相对比较严重的安全事故。由此可见，在基坑开挖工作实施过程中，相关企业需要保障检测工作全面透彻，以此减少施工过程中存在的安全隐患<sup>[5]</sup>。特别是在准确选择边坡支护技术之后，更需要了解不同技术对相关数据的不同要求，从而随时随地设置检测点，确保检测工作合理实施。在此过程中，一旦发现数据存在异常，那么就需要随时暂停施工，分析问题产生的原因，及时找到解决问题的办法，若无法解决，则需要变更相关的方案，避免更加严重的问题出现，从而提高土木工程施工工作开展的整体效果和水平。

### 3.4 完善审查机制

在实际施工工作开展和实施的阶段，为了确保边坡支护技术在使用过程中具有一定的稳定性，使土木工程施工的质量得到全方面的改善，相关管理人员就需对边坡支护的施工工作进行合理的监管，通过有效的监管，提高管理的整体水平，实现支护技术在使用过程中的效果。因为边坡支护技术在土木工程施工的过程中属于一个关键的手段，合理地运用这一技术，既能够保证工程质量的稳定性，也能够为施工现场创造一个安全良好的施工环境。所以，施工现场的工作人员需要根据实际施工情况，以及在工程开展阶段提出的具体需求，恰当合理地选择边坡支护技术的种类，并且利用有效的质量管理措施，发挥出该技术现有的优势。

为了能够确保监管工作在开展阶段的有效性，在土木工程的施工过程中，可以设置专门的监管人员，对具体的岗位进行责任制的监管，明确每一个工作人员自身的工作责任，避免责任不清现象。对于后续所存在的问题，能够避免责任推卸的情况，明确监管人员自身工作的权利责任的范围，从而有效地改善工作中玩忽职守的现象。因为工程项目在施工工作实施阶段会有大量不确定的因素出现，经常会导致一些突发性问题，所以加强后续审查的工作，能够及时地发现工作实施过程中的弊端，并第一时间利用有效的措施对其进行改善，从而保证工程顺利开展。

### 3.5 注重稳定性和安全性

在土木工程施工中，边坡支护是确保工程稳定性和安全性的关键环节。具体应用策略如下：

首先，对边坡支护方案进行精细化设计。这需要考虑多种因素，包括地质条件、气候条件、施工环境以及工程要求等。在设计过程中，应充分利用工程力学、地质学等专业知识，对边坡的稳定性进行综合分析，

从而确定最佳的支护方式和参数。

其次，根据设计方案，选择合适的支护技术和材料。常见的边坡支护技术包括土钉墙支护、地下连续墙支护、喷锚支护等。在选择支护技术时，需要综合考虑其适用性、经济性和施工难度等因素。同时，对于支护材料的选择，也应注重其强度、耐久性和环保性能。在施工过程中，应严格按照设计方案和施工规范进行操作。例如：在土钉墙支护施工中，需要精确控制土钉的插入深度和角度，确保土钉与土体之间的紧密结合；在地下连续墙支护施工中，需要确保墙体的连续性和稳定性，防止因施工不当导致的墙体开裂或坍塌等问题。

再次，加强边坡支护的监测和维护工作也至关重要。通过对边坡支护结构的定期检查和监测，可以及时发现潜在的安全隐患并采取相应的处理措施。同时，对于已经出现的损坏或变形等问题，应及时进行维修和加固，确保边坡支护结构的稳定性和安全性。

最后，注重边坡支护与环境保护的协调。在施工过程中，应采取有效的防尘、降噪等措施，减少对周边环境的影响。同时，在边坡支护结构设计时，也应充分考虑与周边环境的协调性，实现工程建设与生态环境的和谐共生。

综上所述，土木工程的施工工作在开展和实施阶段所呈现出主要的特点就是普遍性和专业性。在具体施工工作过程中，管理人员需要考虑多方面因素对整体工程质量所产生的影响，并且严格地对每一个环节给予把关，只有这样才能够实现最佳的施工效果。本文在了解边坡支护技术在土木工程整体施工中应用的意义的基础上，分析了其相关的技术类型，并提出了有效的应用策略，旨在发挥出相关技术所具有的优势，从而为我国土木施工的施工安全和施工品质提升奠定坚实的基础。

### 参考文献：

- [1] 孟祥宾.土木工程施工要点及控制关键点分析:以某土木工程项目为例[J].房地产世界,2023(11):106-108.
- [2] 朱彦鹏,施多邦,段新国,等.某砂岩顺层挖方高边坡治理工程施工期变形特征与工程效果评价[J].中国地质灾害与防治学报,2023,34(02):111-119.
- [3] 董建华,吴晓磊,师利君,等.季节冻土区边坡支护结构冻融模型模拟系统研制与应用[J].应用基础与工程科学学报,2023,31(02):374-386.
- [4] 董建华,吴晓磊,师利君,等.季节冻土区框架锚杆支护边坡地震动力响应简化计算方法[J].中国公路学报,2023,36(05):75-87.
- [5] 杨庆光,刘峰,刘杰,等.基于CDIO教育模式的基坑与边坡工程课程教学改革研究[J].大学教育,2023(04):85-87.

# 市政工程给排水管道承插口施工技术探析

蔡巧云

(山东省郓城县自来水有限公司, 山东 菏泽 274700)

**摘要** 市政给排水管道是当前我国城市的重要基础设施之一, 相关设施的存在能够充分地保障人民群众的日常生活, 同时随着我国城镇计划进程的加快, 相关排水管网的建设总长度相较以往也显著增加, 但由于使用时间较长及使用环境相对较为恶劣等因素, 因此导致排水管道的失效问题也比较常见。承插式管道是当前市政给排水管道之中最为常见的结构形式, 在使用过程中, 由于管道的流体和管道上方的荷载, 将有可能导致其出现损坏的现象, 造成液体的渗透。针对这种现象, 本文探讨了承插口的施工方法, 以期对充分提升管道的使用寿命有所裨益。

**关键词** 市政工程; 给排水管道; 承插口施工

中图分类号: TU99

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0037-03

社会经济的快速发展推动了我国基础设施建设的进程, 也有效地提升了市政工程建设的质量和有效性。但给排水管道的施工长期以来都是人们关注的重点, 原因是相关设施在较为恶劣的环境之中使用, 发生损坏和故障的可能性较高, 有必要通过优化施工方法来提升其使用寿命, 为广大人民群众创造比较良好的人居环境。

## 1 市政工程中常用的承插口施工材料及施工方法

为了确保相关管道系统的施工质量, 人们需对当代市政给排水管道的承插口施工材料具体状况有比较充分的了解, 才能在此基础上选择相对合理的施工方法及材料。

就当前的情况而言, 我国比较常用的承插口施工材料主要包括嵌缝材料和密封材料两种, 其中嵌缝材料主要是油麻和胶圈, 在实际的施工之中, 相关单位和人员可以针对两段不同管道的承接位置进行油麻的灌注, 或是采取胶圈对缝隙位置进行充分填充, 这种方法能够确保管道之间形成较为紧密的连接, 起到良好的密封效果, 避免管道在使用过程中出现液体的渗透现象<sup>[1]</sup>。而密封材料则主要包括水泥、石棉、青铅和石膏等材料, 在进行对应的承插口施工的阶段, 施工人员可以将这些材料设置在管道的两侧, 以确保对应的承插口最终实现良好的连接和密封效果, 同时可以通过这些材料来起到一定的支撑与固定作用, 防止管道在外力影响下产生对应的缝隙, 避免液体发生渗漏问题。

在施工之中, 根据材料的不同, 当前也形成了差

异优化的施工方式, 具体阐述如下:

1. 自应力水泥砂浆接口。这种施工方式相较于其他施工手段而言, 整体的施工成本相对更低, 同时施工过程也更为简单, 不过在采取油麻、石棉和青铅等材料进行施工的时候, 相关材料的整体抗震能力相对较差, 因此不适宜在图纸相对较为松软的区域进行使用, 否则有可能因为振动导致裂缝发生, 最终引发管道内液体的渗漏问题。

2. 石膏水泥接口施工。这种方式在应用过程中也比较简单, 施工成本相对较低, 是当前市政给排水管道施工之中比较常见的一种承插口施工方式。不过需要注意的是, 这种施工方式在应用阶段比较容易受到人为因素的影响, 并由此导致施工质量无法有效控制的问题发生。同时, 如果相关施工人员在长时间进行这一施工过程的时候, 容易因为材料因素影响而导致其健康状况受到危害, 所以在施工阶段可以对这种方法进行一定程度的优化, 减少其对人员安全的影响程度。

3. 青铅接口施工。青铅接口是当前进行市政给排水工程施工过程中比较受欢迎的方式, 相较于其他施工方法而言, 这种施工方法普遍具有良好的刚性、抗震性和绕曲性, 能够更好地保证管道之间的稳定性和密封性, 从而有效地延长管道的使用寿命, 不过这种方法在使用的时候也有可能导致管道系统受损, 因而必须严格地对施工过程和施工质量进行要求。

4. 油麻石棉水泥接口施工。该施工方式的整体成本较低, 不过施工过程的复杂程度较高, 且相关单位和人员在施工的过程中必须建立起相对较为稳定的支

架平台，保证管道之间的水密性和气密性。

5. 胶圈接口施工。这种施工方式所起到的效果较为良好，需要施工人员将橡胶圈置入承插口位置，由于橡胶圈具有良好的弹性和水密性，所以可以避免液体出现渗漏现象，且由于其弹性较强，所以还能够有效地抵抗振动<sup>[2]</sup>。

## 2 市政给排水工程承插口施工的要点分析

### 2.1 承插口施工的准备工作分析

在相关的市政给排水管道施工阶段，施工人员需要充分地关注承插口的施工过程，只有确保承插口施工质量的相对良好，才能最终保证管道的使用寿命，提升市政给排水管道的经济效益和社会效益。而在一系列工作之中，施工前的准备工作尤为重要，必须形成高度重视。

首先，相关人员需要对材料质量进行系统性把控，对应的采购人员必须具备较强的综合能力，并掌握各类建筑材料的基础知识，以这些知识作为指引来展开采购工作，特别是针对各类新型材料的选择和使用的时候，必须严格地按照标准完成材料选择。以当前市政工程给排水管道的施工为例，相应的承插口材料主要分为嵌缝型和密封型两种类型，而不同的接口材料其本身所具有的物理性质也是有差异的，通过根据施工设计合理地选择材料将能够有力地保证承插口的施工质量<sup>[3]</sup>。

其次，相关单位和人员在工作之中还需要积极做好设计图纸的优化工作，确保相关设计图纸具有较强的合理性，从而指导后续的施工过程。设计单位也应当在该过程中向施工单位做好技术交底工作，让施工方充分地了解当前施工之中所需要关注的重点内容，施工方则需要在充分研究设计图纸之后，与设计方就细节问题做好沟通，共同对现阶段的设计图纸进行优化。

最后，在材料入场的阶段，责任单位必须严格地按照需求和标准对入场材料的质量进行检查，确保相关材料在生产厂家、生产资质、性能等方面符合标准。当材料完成入场之后，相关单位和人员需要正确地对材料进行保存，避免材料受到环境因素的影响而出现质量降低的现象。通过做好这些准备工作，最终能够在较大程度上对给排水管承插口的施工质量形成保障，为后续的一系列施工奠定坚实的基础。

### 2.2 按照正确的流程及工序进行管道的安装工作

施工单位在进行具体施工之前需要进一步对管道

材质进行检查，确保所有材料都是在具有对应合格证和力学检验报告的前提下进行使用。当材料入场之后，施工管理人员需要进一步对材料的资料和性能进行复核，如果在这个过程中发现材料已经出现破损等问题，则需要及时与供应商进行沟通，进行材料的更换，如果材料本身的质量和性能无法满足施工需求，则应当及时进行供应商的更换，通过这种方式可以强化市政给排水管道的施工质量。

其次，在进行下管之前，相关工作人员需要提前完成对现场施工设备、施工人员和施工材料的充分协调，确保施工过程能够得到来自多个方面的支持。进行中心线管道放置的阶段，相关工作人员则需要利用细绳控制管道的另一边测线，确保管道以更为平整的状态被放置到指定位置<sup>[4]</sup>。同时进行管道放置的阶段，还需要尽可能避免管道与基底之间出现碰撞现象，该现象将有可能导致管道出现破损和裂缝问题，严重影响到后续的施工质量。

最后，在进行接口处理的阶段，施工人员需要对承插口的直径进行准确的把控，并采取恰当的方式进行施工。当相关的承插口直径超过 2000 mm 的情况下，可以在柔性企口钢筋混凝土管接口之中，采取钢丝网和水泥砂浆进行接口的处置，而当相关的承接口直径不足 2000 mm，则必须采取氯丁橡胶圈接口进行处理，同时完成处理之后需要确保接口位置相对平整，从而可以有效地避免后续各类情况导致的摩擦破损现象。

### 2.3 重视嵌缝材料的施工质量

油麻施工是市政给排水管道承接口施工的重要方法，其是通过石油沥青和汽油的混合液对线麻进行浸透晾干之后形成的材料，因此其水密性和气密性均比较良好。在施工过程中，相关人员需要对承插口部位的缝隙大小进行准确的把握，如果相关部位的缝隙较小，则可以采取填充 1~2 圈油麻的方法完成施工，而如果缝隙相对较大，且深度较深，则可以适当进行油麻圈层的增加，从而起到比较良好的密封效果；或是采取青铅作为主要的填充材料，并辅助填充 2~4 圈油麻，达到对应的施工效果。此外，相关单位和人员也需要充分地评估缝隙的情况，并适当地进行施工方式的改良和优化，例如通过拧转油麻成为麻辫，实现油麻直径的增加，来达到更好的填充效果<sup>[5]</sup>。需要注意的是，在进行填塞的过程中，相关单位和人员需要有序地将油麻填塞到缝隙之中，并在完成施工之后

对其进行一定的检查，确保填塞符合标准。而在采取橡胶圈进行填塞的阶段也需要注意，该过程可以首先采取楔钻将接口下方进行一定程度的扩大，在此基础上将橡胶圈嵌入其中，并通过施加作用力的方式来使橡胶圈最终得到充分的紧固。此后，相关人员需要按照同一个方向，以均匀的方式逐步滚入橡胶圈。施工过程中应当严格按照工作流程和标准进行施工，避免一次滚入的橡胶圈过多而导致其形成疙瘩，有效地保证施工的质量和有效性。

#### 2.4 合理进行青铅接口的施工工作

青铅接口施工在相关施工之中有着关键性的作用，同时青铅相较于其他材料而言也具有着难以替代的优势，尤其是其所具有的弹性和刚性，将能够极大地降低施工完成之后的维护工作难度。且如果在完成施工至后发现相关位置出现渗漏现象，也无需针对青铅接口进行更换，而只需要采取一定程度的补救措施即可达到修复效果。不过需要注意的是，铅本身具有一定毒性，所以，在施工之中应当对其高度注意，并尽可能避免在给水管道之中进行该材料的使用。施工阶段，相关单位和人员首先需要进行铅块的融化，这个阶段之中有必要对施工现场进行对应的隔离，以避免出现难以预测的安全事故现象。同时，如果存在雨雪问题，还需要对现场进行防水处理，避免其对施工活动形成负面影响。熔铅阶段，施工人员需要对温度进行系统性掌握，确保温度的相对稳定，而如果在施工之中发现管道内存在积水的现象，则需要及时对积水进行清理，确保管道内的干燥，从而可以避免在灌铅的时候发生爆炸问题。当这些问题均得到有效的处置之后，施工人员可以以缓慢的方式向目标位置进行铅液的灌入，帮助相关位置的空气排出。而当铅液逐步凝固之后，施工人员可以进行模具的拆除，并使用工具对相关部位外部的余铅进行剔除。施工人员需充分地做好防护工作，避免自身的健康状况受到严重的负面影响，如进行石棉手套和防护面罩的佩戴等。当完成施工之后，工作人员还需要对现场情况进行仔细检查，如施工现场存在余铅，则需要及时进行回收，避免其在后续的工作之中对其他施工人员或周围群众造成危害。

#### 2.5 正确进行自应力水泥砂浆接口的施工

自应力水泥砂浆接口也被称为膨胀水泥接口，在应用过程中整体效果较为良好。为了确保整体的施工

质量得到充分的保证，相关单位和人员在施工过程中可以首先针对承插口进行油麻的打入，最大程度地增强填塞效果，避免后期出现渗漏问题。当打入油麻之后，施工人员可以进行水泥砂浆的填塞工作，在完成相应填塞之后，可以针对相关位置进行捣实，并进行对应的检查，如果认为填塞不够充分，则可以进行第二次、第三次填塞，确保缝隙部位最终被充分填满。当施工人员可以从表面看到稀浆时，则提示填塞工作已经较为充分，可以停止相关工作。此后，工作人员需要对填塞部位进行及时养护，例如采取草袋对相关部位进行封口，避免其水分的过快蒸发，同时也需要针对相关部位进行合理的浇水，保持其处于相对潮湿的状态。此外，应当避免对管道进行搬运和移动，也应当防止养护过程中出现碰撞的现象，这些问题最终都会导致接口位置的施工失败。通过这些方法，将能够比较有效地提升市政给排水管道承插接口的施工质量。

当然，除了上述的措施之后，相关单位还需要对施工的环境温度进行明确和把控，如果相关阶段的温度过低，则需要采取合理的方式进行防冻，避免施工质量的降低。

总之，在城市市政给排水管道的施工过程中，相关单位和人员需要充分地关注管道承插口的施工质量，通过确保其质量合格，将能够在较大程度上提高管道的整体施工质量，从而保证具体给排水的安全和稳定，有助于城市经济社会的进一步发展。在当前的技术环境下，进行承插口施工的方式已经较为多样，相关单位和人员可以根据实际情况选择对应的方式和方法，严格规范施工操作，保障质量。

#### 参考文献：

- [1] 徐文.钢筒混凝土顶管(JCCP)在施工中的应用[J].居舍,2021(31):49-51.
- [2] 韩志义.市政工程给排水管道承插口施工技术分析[J].中国建筑金属结构,2021(10):132-133.
- [3] 李中培,林建华,雷彩虹.不均匀沉降作用下PCCP管承插口接头力学性能分析[J].四川水泥,2021(04):84-85.
- [4] 郝瑞丽,张学伟,屈俊峰.试论有压承插口管道的无损拆除技术[J].山西建筑,2021,47(08):1-2.
- [5] 翟科杰,方宏远,张冲博,等.PCCP管承插口力学性能与失效模式仿真分析[J].中国给水排水,2020,36(20):10-18.

# 水利水电工程基础处理施工技术探析

刘全

(安徽省铜陵市枞阳县横埠河南堤管理所,安徽 铜陵 246718)

**摘要** 基础处理施工作为水利水电工程的关键环节,其施工质量会对水利水电工程整体质量产生重要影响。本文对水利水电工程基础处理施工技术进行了深入分析,包括桩基施工技术、灌浆技术和锚固技术等主要技术手段。同时,文章还探讨了这些技术在水利水电工程基础处理施工中的实际应用,并通过案例分析进一步阐述了其重要性和效果,以期为同行业人员提供借鉴。

**关键词** 水利水电工程;基础处理;桩基;灌浆;锚固

中图分类号:TV5

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)05-0040-03

水利水电工程是我国重要的基础设施工程,为我国社会经济发展做出了重要贡献。随着水利水电工程建设规模的不断扩大,其质量安全也备受关注,尤其是在基础处理施工方面,基础处理施工质量将直接影响水利水电工程的整体质量。因此,在开展水利水电工程基础处理施工时,必须重视其技术应用,保证水利水电工程质量。随着我国科学技术的快速发展,基础处理施工技术也有了很大进步,同时各种新型技术也在不断应用到水利水电工程基础处理施工中。然而,目前我国水利水电工程基础处理施工中还存在一些问题,这将严重影响水利水电工程整体质量。本文将重点探讨水利水电工程基础处理施工技术,以期为相关工程提供有益参考。

## 1 水利水电工程基础处理施工技术的种类

### 1.1 桩基施工技术

在水利工程中,桩基施工技术是基础处理的重要手段,通过对桩基技术的应用,可以有效地降低水利工程的沉降问题,同时还能够提高水利工程的整体质量。

首先,在水利工程施工过程中,桩基施工技术主要应用于桩基础、地下连续墙以及混凝土灌注等方面,这些技术主要是将桩体作为基础结构中的一部分,并且在这些结构中将地基作为支撑结构。在应用这些技术时,应该在工程设计方案的指导下进行。

其次,在进行桩基施工时,应该充分考虑到地基的承载能力和抗变形能力以及沉降等因素。在具体的施工过程中,应该选择合适的桩基类型,在这个基础上,应该根据地质情况来选择不同的桩基类型。

最后,在实际施工过程中,应该保证整个施工过程的规范性,以避免桩基质量问题。在进行桩体施工时,应该注意以下几点:(1)为了保证桩基础的质量,

应该选择合理的桩体类型;(2)对于地质情况较差的地区,应该选择长螺旋钻孔灌注桩;(3)在进行桩基施工时,应该根据地质条件来选择不同的桩基类型;(4)对于桩基础施工来说,应该合理地设计桩体参数;(5)在进行钢筋混凝土灌注桩施工时,应该保证桩体施工质量。

### 1.2 灌浆技术

灌浆技术是指通过利用压力将浆液注入岩石中,使其与岩石之间产生黏结,从而提高岩石的强度和稳定性。灌浆技术的优点是施工效率高、成本较低,其缺点是应用范围受到一定限制。灌浆技术主要分为高压喷射灌浆技术和裂隙充填灌浆技术两种,前者是利用高压喷射将浆液注入岩体中,使其与岩石之间形成黏结力,从而提高岩体的强度和稳定性;后者是利用裂隙充填、压密和挤压等作用对岩体进行填充,使其与岩石之间形成黏结力。高压喷射灌浆技术的应用范围较为广泛,适用于各种地质条件、各类地质结构和各类结构形式的基础处理,如大坝基础、土石坝基础等<sup>[1]</sup>。

### 1.3 锚固技术

在水利水电工程基础处理施工中,锚固技术主要是指在一定的岩土结构中,通过将锚杆插入岩层或者岩石中,从而让锚杆与岩层或者岩石共同作用,保证整个结构的稳定和安全。在实际的应用中,锚固技术主要是运用在各种地基加固工程中。

第一,水库大坝的加固。水库大坝的加固方法有很多,但是由于水库大坝属于一种重力式结构,所以在进行水库大坝加固的时候,需要对水库大坝进行全面的设计和规划。在整个设计过程中,需要对大坝进行全面的调查和研究,确保整个水库大坝的安全稳定。通常情况下,水库大坝主要分为两种类型:一是

坝体加固；二是坝基加固。在进行坝体加固的时候，主要采用的是预应力锚索来进行施工，而坝基加固则主要采用的是灌浆方式来进行施工。在进行灌浆施工的时候，要采用高压灌注，这样才能保证灌浆工作的顺利完成，从而保证水库大坝的稳定性和安全性。

第二，地基加固。在进行厂房地基加固的时候，通常采用的是框架式或者预应力锚索。在进行锚索施工的时候，要采用钻孔、钻孔注浆、安装和锚固等几个步骤来完成，具体来说：

首先是钻孔，在进行钻孔工作的时候，需要对土层进行充分的清理，并且要将松散的土层清理干净，这样才能保证钻孔顺利完成。

其次是注浆，在进行注浆施工的时候，需要先使用高压水来对土层进行冲洗，然后再采用压力水来对土层进行注浆。

最后是锚固施工，在进行锚固施工的时候，要使用预应力锚索来完成。预应力锚索不仅能够增强地基的整体稳定性，还能够提高地基的抗渗能力。

## 2 水利水电工程基础处理施工技术的应用

### 2.1 桩基施工技术的应用

在水利水电工程的基础处理施工技术中，桩基施工技术是一项非常重要的施工技术，它在水利水电工程的施工过程中起到了非常重要的作用。桩基施工技术在水利水电工程的基础处理施工中应用广泛，可以有效提高水利工程的建设质量。在桩基施工中，应该合理地选择桩型和桩长，然后再采用合适的方法进行成孔和灌注混凝土。在这个过程中，应该尽量地减少对周围环境的影响，确保桩基施工技术能够有效地发挥作用<sup>[2]</sup>。

在水利水电工程的基础处理施工中，应该采用正确的方法进行桩基施工，并保证桩基施工技术的科学性和合理性，从而提高桩基施工技术的质量。在桩基施工过程中，应该重视对桩型和桩长的选择，合理地进行成孔。在这个过程中，应该保证孔壁的稳定和护筒的保护作用，确保钻机可以正常地工作。

### 2.2 灌浆施工技术的应用

水利水电工程中的基础处理工作主要包括地基的灌浆工作，在进行灌浆的时候，要确保灌浆的质量，而要想保证灌浆的质量，就要注重灌浆施工过程中对技术的掌握，通常情况下，水利水电工程的地基处理施工技术主要包括以下几个方面：

1. 做好布孔工作：布孔是基础处理工作中最重要的一项内容，要想做好这一项工作就需要注重对布孔工作进行合理、科学、有效的安排，并确保布孔工作能够与施工实际情况相适应。

2. 做好材料的选择：在进行灌浆施工之前要选择合适的材料，而且在选择材料时还要结合工程实际情况进行，对于不适用于工程实际情况的材料要坚决避免。

3. 做好灌浆的工艺：在进行灌浆的过程中，要对灌浆的工艺进行有效的控制，可以采用“先灌后封”的方式，即在灌注前先将孔内灌满水泥浆，再利用封浆管将其封闭，然后再进行灌浆工作。

4. 做好灌浆结束标准：在完成灌浆工作之后，要对其进行有效的检测，而且要在检测合格之后才能进入下一阶段的施工工作。

5. 做好封孔工作：在完成灌浆工作之后，要及时对灌浆孔进行封孔工作，而且要做好封孔措施。

6. 做好检查工作：在完成灌浆施工之后要对其进行检查，而且要根据检查结果来确定是否需要采取补灌的措施以及补灌的方法。

### 2.3 锚固施工技术的应用

在水利水电工程基础处理的过程中，锚固施工技术的应用是非常重要的，其主要是指在施工的过程中，将一些金属制品以及其他建筑材料设置到钢筋混凝土结构当中，以起到固定作用的技术。这种技术能够起到很好的加固作用，能够为整个水利水电工程的稳定以及安全提供保障。这种技术在实际应用的过程中，主要是将锚固筋设置到建筑结构当中，并将其与钢筋混凝土结构相连接<sup>[3]</sup>。

例如，在进行某水库大坝基础处理施工的过程中，工作人员通过对该大坝基础处理施工技术的应用，有效地提高了整个水利工程的质量。在实际应用该技术的过程中，某工程主要是在坝基中设置了 10 根高 3 m、直径为 6 mm 的钢筋，并且在其与钢筋之间设置了间距为 2~2.5 m、直径为 5~7 mm 的钢筋，同时还在混凝土中设置了 4 根直径为 5 mm、间距为 1~2 m 的钢筋，并将其与钢筋进行焊接连接。同时，在进行混凝土浇筑施工的过程中，还对其中的钢筋进行了绑扎处理，在浇筑混凝土之前，对钢筋进行了除锈处理以及防腐处理，这样能够有效地避免混凝土出现裂缝，进而使得整个工程的质量得到保障。

## 3 案例分析

### 3.1 A 水利水电工程概况

A 水利水电工程位于我国南方地区，是一座以发电为主，兼顾防洪、灌溉等多功能的大型水利水电工程。工程主要包括大坝、电站、输电线路等部分。大坝为混凝土面板堆石坝，坝高 180 m，坝顶长 430 m，坝顶宽 12 m。电站设有 4 台发电机组，总装机容量 2400 MW。输电线路为 500 kV 高压线路，全长约 200 km。

### 3.2 A水利水电工程基础处理施工技术应用情况

在A水利水电工程的基础处理施工中，采用了多种施工技术，主要包括桩基施工技术、灌浆施工技术和锚固施工技术等。

1. 桩基施工技术。在我国水利水电工程领域，大坝基础处理一直备受关注。为确保大坝的安全稳定，A水利水电工程在大坝基础处理过程中，采用了预制混凝土桩基础。这种基础类型具有施工速度快、质量易于控制的优势，适用于各类水利水电工程。

在进行桩基施工时，A水利水电工程充分考虑了地质条件、水位变化等因素，合理选择了桩型和桩长。这是桩基施工的关键环节，因为不同类型的桩在不同地质条件和水位环境下，其承载力和稳定性有很大差别。通过科学合理的桩型和桩长选择，可以有效降低基础沉降、提高大坝的整体稳定性<sup>[4]</sup>。

在施工过程中，A水利水电工程采用了旋挖钻孔、泥浆护壁、水下混凝土灌注等方法。这些方法具有高效、安全、环保等特点，保证了桩基施工的顺利进行。其中，旋挖钻孔技术可以有效提高钻进速度，降低钻孔偏斜率；泥浆护壁能确保钻孔壁的稳定，防止坍孔事故；水下混凝土灌注技术则可以保证混凝土灌注的质量和效率。

2. 灌浆施工技术。在我国A水利水电工程中，地基的处理工作至关重要。为了增强地基的稳定性和抗渗性能，工程团队对地基实施了帷幕灌浆和固结灌浆两项关键技术。

首先，在这个项目中，帷幕灌浆采用了全孔一次性灌浆法。这种方法具有高效、均匀的优势，能使灌浆材料在孔内充分扩散，从而提高灌浆效果。帷幕灌浆所使用的灌浆材料是水泥浆，它具有黏结力强、抗压性能好、抗渗性能优等特点。经过帷幕灌浆处理，地基的稳定性得到了显著提高。

其次是固结灌浆。与帷幕灌浆不同，固结灌浆采用了分段灌浆法。这种方法根据地质条件和工程需求，将灌浆过程分为多个阶段，使灌浆材料在各个阶段都能充分发挥作用。固结灌浆所使用的灌浆材料是水泥砂浆，它具有较高的强度和良好的抗渗性能。通过分段灌浆法的施工，地基的稳定性得到了进一步加强。

在整个灌浆过程中，工程团队共完成了近10万m灌浆孔的施工。这些灌浆孔分布在地基的各个部位，形成了密实的灌浆网络，有效提高了地基的整体稳定性和抗渗能力。

3. 锚固施工技术。在A水利水电工程大坝主体结构中，为了确保大坝的安全性能，工程师们在大坝主体结构中采用了预应力锚索进行锚固。这种锚固方式

具有显著的优势，能够大大提高大坝的抗拉性能，从而增强大坝在面对各种自然灾害时的抵御能力。

预应力锚索是一种高强度、高韧性的钢绞线，其长度约为30 m。在施工过程中，工程师们采用了钻孔注浆法进行锚索的安装。这种方法具有操作简便、效率高等优点，同时能够确保锚索与大坝混凝土之间的紧密结合，提高锚固效果。

在大坝混凝土浇筑过程中，工程师们对锚固筋进行了焊接连接。这种连接方式具有强度高、稳定性好等特点，可以确保锚固施工的质量。同时，焊接连接还能够有效防止锚固筋的松动和脱落，从而保证大坝主体结构的稳定性<sup>[5]</sup>。

### 3.3 A水利水电工程基础处理施工技术的效果分析

通过采用上述基础处理施工技术，A水利水电工程取得了以下效果：

1. 提高了大坝和电站的基础稳定性，确保了工程的安全运行。
2. 提高了地基的抗渗能力，降低了渗漏风险。
3. 保证了桩基、灌浆和锚固施工的质量，为整个工程的建设奠定了基础。
4. 有效地减少了基础处理施工对周围环境的影响，保障了工程的可持续发展。

## 4 结束语

在水利水电工程中，基础处理施工技术起着至关重要的作用。从桩基施工技术、灌浆施工技术到锚固施工技术，每一步都关系到整个工程的安全、稳定和质量。因此，施工人员应当充分理解和掌握这些技术，并在实际施工过程中合理运用，以确保工程顺利进行。同时，在我国不断发展的水利水电事业中，基础处理施工技术也在不断进步和创新。例如，随着环保意识的提高，绿色、环保的基础处理施工技术得到了更广泛的应用；随着技术的进步，一些新型材料和设备也被引入基础处理施工中，提高了施工效率和质量。

## 参考文献：

- [1] 郭海龙.浅析水利水电工程施工中有关不良地基处理技术[J].中华建设,2023(09):178-180.
- [2] 陈保翠.水利水电工程基础处理施工要点及应用实践[J].中华建设,2022(04):159-160.
- [3] 刘晓伟.浅析水利水电工程基础处理施工技术[J].居业,2021(08):77-78.
- [4] 罗晓群.不良地基处理施工技术在水利水电工程中的应用[J].四川建材,2021,47(04):124-125.
- [5] 寇方露.水利水电工程基础处理施工技术方法应用[J].绿色环保建材,2020(04):215,217.

# 连续梁顶推施工方法在水利桥梁施工中的应用

戴鹏程

(安徽建工交通航务集团有限公司, 安徽 合肥 230000)

**摘要** 在大型水利工程项目中, 传统的梁段拼接施工方式逐渐出现局限性, 无法满足现代水利工程施工技术要求。为了解决这些问题并提高施工效率, 连续梁顶推施工方法应运而生。连续梁顶推施工方法是一种将预制混凝土梁段通过专用顶推设备, 从一端逐步推进至另一端的工程技术。基于此, 本文对连续梁顶推施工方法在水利桥梁施工中的应用进行了研究和分析, 以期为该技术在水利工程领域的推广和应用提供有益参考。

**关键词** 连续梁顶推施工方法; 水利桥梁; 工程技术

中图分类号: U445

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0043-03

顶推式桥梁技术在桥梁施工中具有不可替代性, 顶推式技术的科学应用是确保工程质量的重点。对大跨度连续梁而言, 满堂支架法、悬臂法、顶推法以及活动式模型法等是常用的施工方法。尤其是当穿越深谷, 交通无法中断, 建筑物拆除困难时, 顶推施工方法可以高效地完成穿越作业而不会对桥梁现状造成影响, 同时还能减少对施工场地的占用, 减少高空作业的风险, 确保施工安全可靠。

## 1 连续梁顶推技术的施工方法

### 1.1 按顶推的动力装置的数量分类

1. 单点顶推。单点顶推法桥梁施工中经常用到顶推设备, 顶推设备主要集中于主梁附近预制区一桥台或者墩台处, 前方桩基有滑块支撑。该方法操作简单, 对设备要求低, 但是存在着动力强, 桥墩所受压力高等问题。具体来说, 单点顶推法采用推拉机构将横向起重器, 用于箱梁两端预制梁的顶向推力, 再由纵横向提升千斤顶逐步推动梁段。整个作业过程由上梁、上吊、竖直上下移动、上提式起重器柱塞棒收回, 几个环节组成。在这一过程中, 需要注意顶推器重心因为在工作台后方, 滑座装在前支座, 为确保施工的顺利进行, 滑座需在不锈钢薄板上滑行, 从前面滑出, 并由滑道后给予下一滑块。该设计使施工过程更顺畅, 还能确保推力精确传递<sup>[1]</sup>。

2. 多点顶推。多点顶推法作为工程施工技术之一, 以桥墩上装一副小吨位水平千斤顶为核心原理。与传统单点鼎力方法相比较, 多点顶推法是利用分散力作

用来达到使桥梁受到更加均匀分散鼎力目的。这种方法的关键在于使各等级千斤顶同步工作。为此, 相关人员设计出了液压与电路结合的控制系统, 用于集中控制与分级调压。该控制系统同时具有起动, 向前运动及停止运动的功能, 保证了施工过程顺利实施。通过该控制系统, 施工人员可按需灵活控制各水平千斤顶升降速度及高度, 从而达到最优施工效果。为保证工程施工安全, 各单位及观测站还要安装紧急制动键。这样, 每当出现意外情况时, 施工人员只要按动任何紧急制动键, 就可以马上打断各单元的作业。该紧急制动机制能有效地降低事故发生率, 确保施工人员及设备安全<sup>[2]</sup>。

### 1.2 按顶推方向分类

1. 单向顶推。单向顶推施工方法简便, 效果好。该方法先将承重梁架设于桥梁一端, 分段施工至全桥就位。多层次顶推式连杆结构则需临时联结构件, 并待所有桥身到位后方可拆除。单向顶推具有施工过程相对简单, 可采用分段施工方式达到桥梁竣工目的等优势。但该方法亦有其局限性, 如多层次顶推连杆结构需增加联结工作和待所有桥身到位后方可拆除等。

2. 双向顶推。与单向顶推相比较, 双向顶推施工方式较为复杂。该方法是在桥梁两边平台后面装置梁台, 同一时间内先完成预应力混凝土部分施工, 再继续顶推。采用双向顶推施工时需先解决两根梁柱就位前导向梁的处理。其原因是双向顶推时, 需将制梁台架设于桥梁两侧台基之上, 这些制梁台基需借助导向

梁，才能正确地进行定位与导向。双向顶推具有能提高施工效率和减少工期等优点。采用同步施工、连续推进等方法能够较快完成全桥施工。但双向顶推还需要在施工时慎重对待导向梁，保证桥梁精确定位及稳固性<sup>[3]</sup>。

## 2 连续梁顶推施工方法在水利桥梁施工中的应用分析

### 2.1 在连续梁顶推施工遇到的问题

梁顶推技术应用于连续梁的施工具有明显的优越性，但在实践中也面临着一定的问题。其存在的主要问题如下：（1）不恰当的管理箱体的移动范围，会造成推移过程中的位移过大，给安全造成风险。若管理箱体运动范围设定不合理，可能会造成推力作用在横梁上时，横梁位移超过期望范围，从而给整体结构稳定性与安全性带来不利影响；（2）弯曲导向梁给桥墩和滑道梁之间的连接带来困难，进而削弱其作用，造成某些结构受压。通常连续梁的施工，采用弯曲导向梁对梁体推进方向进行导向，从而保证梁体位置与姿态的正确性。但由于设计或操作失误等原因，桥墩和滑道梁可能会出现难以连接的情况，从而影响导向梁作用的发挥，继而使某些结构受到压力，安全风险加大；

（3）对桥墩预拱设计的忽视还会带来一系列的问题。桥墩作为支撑梁体最主要的结构，若设计时忽略预拱的设计，桥墩在受到荷载时可能发生沉陷。这样会使桥面产生变形和产生过大应力，继而产生安全风险。所以，在进行连续梁的施工时，需要对桥墩预拱设计进行充分的考虑，这样才能够保证其承载能力以及稳定性，进而保证整体结构的安全<sup>[4]</sup>。

### 2.2 在连续梁顶推施工遇到的问题的原因分析

钢箱梁变形是工程进展受阻的一个主要因素，该问题来源于三个方面：一是上下游两侧顶板不能同步顶向运行，造成顶板处，钢箱梁受力不均。这种不均衡力的分布使钢箱梁的应力分配发生偏离，导致变形问题。二是钢箱梁导引体系缺乏刚性，不能对梁体移动进行有效控制。导引体系具有为梁体运动提供支持与导向的构造作用，但因刚性不足导致导引体系不能完全发挥应有的作用，从而使钢箱梁得不到有效约束与控制。这样就造成钢箱梁移动时产生不规则振动与变形，使工程难以进展。三是工程推进平台中滑块刚性过低，也是造成钢箱梁产生变形问题的主要原因。滑块受压时易因刚性不足而产生大变形，该变形造成平台表面凹凸不平，极大地影响整体工作开展。同时，

滑块刚性不足会给钢箱梁稳定性带来不利影响，使之更易变形<sup>[5]</sup>。

### 2.3 在连续梁顶推施工中遇到的问题的解决措施

在进行连续梁顶推施工时，如遇下列3个问题造成较大变形时，可采用不同处理方法：（1）若上下动作无法同时完成，则可能由起重设备故障引起。需与设备制造商技术检查以查明故障原因，及时维修；（2）为保证各仓垛千斤顶能够在同一时间内充分顶升，可建立压力相同的液压泵站，并通过对液压系统压力进行统一控制，使千斤顶能够同步运行；（3）若定位限位体系刚性量较低，易造成位移超过可接受范围。此时可考虑采用新型大刚度型钢替换以增加限位体系刚性，进而约束梁体位移。

对滑动板变形问题，可通过下述两种途径解决：

（1）若滑动板变形，可考虑用大功率千斤顶取代原滑轨。利用千斤顶受力调节滑动板外形恢复正常；（2）滑道发生形变时，可把滑道顶端整平，在滑道上安放新钢板。同时应保证新建钢板与滑道衔接好，保证滑道稳定可靠，从而有效地解决了滑动板变形问题。

### 2.4 桥梁施工中连续梁顶推的施工要点

1. 预制场的确定。采用顶推技术时需慎重考虑预制场布置和梁体内节段长度是否合理。通常情况下，顶推通常采用两种方式：一种是在工厂预制后再把半成品运至桥梁；另一种是顶推横梁预制区。从交通状况考虑，一般选后一种为首选方案。首先要建立预制场作为临时施工场地，制作预制箱及安装顶板。预制区设置在桥墩后，应注意约束预制区宽度不得大于梁长三倍。开工前必须保证千斤顶及滑动设备安装无误，待柱子抵顶后再进行后续灌浆。施工时，需尽量避免梁段高度变化，保证梁段端部不会出现转弯。梁节流到主跨距前必须保证转换孔洞位置，才能保证施工质量安全<sup>[6]</sup>。

2. 滑道及侧限准备。顶推作业时须特别注意滑道高、水平度。滑道作为支撑与导向滑动轨道的主要部件，其稳定性与平整度对工程安全与成效起着关键作用。第一，滑道高度要求控制准确。太高或者太低均会造成滑动轨道和滑道不配合，影响施工顺利进行。所以在滑道安装前，必须认真测量并加以调整，以保证滑道的高度能与滑动轨道配合得尽善尽美，以免出现偏差。第二，滑道水平度亦很关键。若滑道不平，则会造成滑动轨道运行时的抖动或摆动，加大了工程事故的危险性。滑道平整度要保持在1 mm范围内，要求采

用专业测量工具与技术才能准确地检测与调节。只有保证滑道水平度满足要求才能保证顶推作业安全平稳进行<sup>[7]</sup>。

3. 梁节段的预制。预应力分段作为一种高级施工技术，通过给结构构件预先加拉力，使其在服役期间承受较大荷载。该技术应用范围广，特别适用于大型桥梁，高层建筑及水利工程。采用预应力分段技术能够增加结构承载能力、延长其使用寿命、并减小其变形及裂缝。所以说预应力分段是工程建设当中至关重要的一环，其中任何一点疏忽都会造成整个项目的失败。预制工作时选择具体位置作业，其目的在于便于施工人员进行操作与管理，并能集中资源提高工作效率。与此同时，梁节制作时，还应按厂方要求设置临时厂房及起重机。临时厂房能够为预制件提供合适的工作环境，以防止其受到外界干扰与污染；起重机安装，便于预制件离开生产线和现场安装等。为保证构件精度，加速预制时间，可将钢板用作预制件。钢板力学性能优良，化学性质稳定，可提供较高准确性及稳定性。

4. 顶推施工。采用顶推法施工需综合考虑各方面因素：（1）静阻力系数这一重要参数反映梁体与滑板间摩擦力的多少。静阻力系数较大时，作用于梁的压力较大，梁移动难度较大；（2）动力摩擦系数。动力摩擦系数是梁体运动时摩擦力的大小。由于运动时间较长会使摩擦系数降低，所以当梁体运动时，必须对所加压力进行实时调节才能保证梁体能顺利而连续的移动；（3）采用顶推法时，支点反作用力作用于梁上也应予以考虑。支点的反作用力即梁体作用在支点上的作用力，这种作用力能影响梁的稳定与安全。所以，必须经过准确分析计算才能确定支点位置及反作用力；（4）为使梁体在施工全过程中处于稳定状态，必须及时采取各种措施以减少梁体与滑板间摩擦。常用的方法是采用聚四氟乙烯（PTFE）橡胶垫圈。PTFE 橡胶垫片耐磨性非常好，摩擦系数较小，能有效降低摩擦力以确保梁体运动顺畅。

采用顶推法时，需做各种试验以保证顶板精度，比如检测梁身中轴线定位是否正确。梁身中轴线指梁身中心所在直线与梁身重心位置相对应。只有梁身中轴线定位准确，才能够确保梁体移动平稳均衡。此外，还要对各桥墩进行偏斜检测。桥墩偏斜，即桥墩与水平面之间的夹角。若桥墩偏斜过大会造成梁体失衡，从而影响顶板施工效果。所以，顶推法施工期需及时发现桥墩偏斜现象并采取适当措施加以调整<sup>[8]</sup>。

5. 落梁。落梁作为顶板工程中最后一个环节，标志着建筑或者桥梁整体工程即将结束。在项目进入这一阶段后，工人把预制横梁抬高到预设的高度。这个过程一定要谨小慎微，保证横梁能被精确放置到位置上。为达到此目的，施工人员需将临时设备拆卸下来，对支架和横梁自身进行固定。这些程序也许看起来很容易，但是在整个程序中却很重要。整个项目只有经过这个阶段的建设才能顺利收尾。承重梁放下就位前，桥墩位置测量是不可缺少的一环，该环节的目的是证实桥墩有无沉陷等现象。若这时发现异常，施工人员需马上采取维修或者处理措施，保证结构稳定安全。除上述任务外，最后一次清理是至关重要的。顶板工程完工后，施工区域内一般都会出现一些凌乱的残渣或者废弃材料。为了保证施工区域整齐、安全，必须对这些废物进行清理。

### 3 结语

水利桥梁施工中运用连续梁顶推施工方法，给水利桥梁建设带来了全新的生机与效益。通过这种施工方法可以有效地减少水域受到的扰动，降低水利工程受到的冲击，也可以提高工程建设的效率以及质量。但在实践中还需克服许多困难和挑战，如施工材料选择，环境保护和安全生产。所以，在以后的水利桥梁施工中还需更加深入的研究以及实践经验的积累，进一步提高水利桥梁工程连续梁顶推施工水平，为水利工程建设的质量与速度提供更多的可靠保证。

### 参考文献：

- [1] 吴磊, 杨建锋. 曲线钢箱连续梁桥顶推施工技术 [J]. 公路, 2023, 68(11):153-158.
- [2] 于敬彩. 特大桥连续梁施工工艺研究: 以京沈大乌兰特大桥为例 [J]. 四川水泥, 2022(01):261-262.
- [3] 郭泰攸, 王富文. 某平弯桥梁顶推施工受力分析 [J]. 工程技术研究, 2021, 06(24):30-33.
- [4] 冀伟, 邵天彦. 多跨连续梁桥顶推施工双导梁的优化分析 [J]. 浙江大学学报(工学版), 2021, 55(07):1289-1298.
- [5] 乔长庆. 连续梁顶升托换墩柱基础的施工关键技术 [J]. 建筑施工, 2020, 42(09):1699-1701.
- [6] 刘鹏, 周捷. 某连续梁桥顶推法拆除施工过程仿真研究 [J]. 公路与汽运, 2020(03):124-128.
- [7] 刘树国. 钢混结合连续梁顶推施工设备与方法 [J]. 设备管理与维修, 2020(07):98-99.
- [8] 李兆峰, 牛忠荣, 丁仕洪, 等. 连续钢桁梁桥顶推施工过程整体式节点受力性能试验研究 [J]. 建筑结构学报, 2020, 41(02):182-190.

# 公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的应用

杜海周

(中交二公局第四工程有限公司,河南洛阳471026)

**摘要** 公路桥梁隧道工程在施工的过程中容易受到地质条件因素的影响,引起公路桥梁隧道结构损坏问题。基于此,为解决公路桥梁隧道结构损坏问题,保证整体项目的稳定性,本文对灌浆加固技术进行分析,在探讨灌浆加固技术原理以及技术优势的基础上,对公路桥梁隧道施工过程中灌浆施工技术的运用方法进行深入探讨,希望能够给类似工程提供有益参考。

**关键词** 公路桥梁;隧道工程;灌浆法加固技术

中图分类号:U445

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)05-0046-03

公路桥梁隧道工程在施工的过程中由于受到地质条件等因素的影响容易出现结构裂缝等问题,因此,为了能够提高公路桥梁隧道结构的稳定性,需提升我国交通运输行业的发展能力。在公路桥梁隧道加固处理过程中运用灌浆加固施工方法来解决现有的病害问题,对延长公路桥梁隧道工程的使用寿命,保证交通运输的稳定有着重要帮助。

## 1 灌浆法加固技术分析

### 1.1 技术原理

公路桥梁隧道施工环节加固技术类型比较多,比较常见的是预应力加固技术、复合材料加固技术、灌浆法加固技术等。上述技术应用的场景不同,产生的作用也有一定的差异。目前公路桥梁隧道加固作业环节,应用灌浆法加固施工现场操作比较简单,加固效果好,也能够降低加固作业成本,是目前比较常见的一种加固施工措施。灌浆法加固作业过程中选择使用的原材料是砂石、水泥、环氧树脂等,将几种材料充分搅拌混合,形成符合要求的加固施工材料。材料制作结束之后,经过检验符合工程要求,使用设备将其灌注到规定部位,达到加固的效果。经过灌浆法加固技术应用价值分析,施工结束后结构的整体承载力、稳定性全面提升,满足当前公路桥梁隧道项目加固作业要求。

### 1.2 灌浆法加固技术的优势

在公路桥梁隧道工程项目开展过程中,灌浆法加固技术的运用能提升整体工程结构性能的稳定性。灌浆法加固技术施工优势体现在以下几个方面:

第一,灌浆法加固技术的抗渗性能非常高,在公路桥梁隧道加固工程中,灌注混凝土材料以后,隧道结构的抗渗透能力就会得到提升,特别是针对一些裂缝位置比较大的区域,灌浆法加固技术的运用效果非常好。第二,公路桥梁隧道工程施工时,灌浆法加固技术还能在一定范围内有效将桥梁结构裂缝控制在一定范围,在这种技术的运用下桥梁结构的承载能力加强。第三,灌浆法加固技术的运用具备方便特性。公路桥梁隧道工程加固过程中,灌浆法加固技术主要是采用高压喷射设备即可进行加固工作,同时对于浆液性能要求也有明确规定,在这种情况下施工人员根据工艺标准就能施工<sup>[1]</sup>。

## 2 公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术流程分析

### 2.1 公路隧道灌浆法加固技术应用流程

#### 2.1.1 钻孔、放置注浆管

公路桥梁隧道工程施工前,要根据工程施工方案进行钻孔与注浆管的安装。进行钻孔施工时由施工人员把钻机设备安装在指定地方,开启钻孔功能让钻头缓慢的下放钻孔。钻孔工艺完成后,施工人员按照方案要求把注浆管安装到指定的地方,该过程一定把握好注浆管道的安装位置,而后采用钢丝或是其他方法进行管道固定,这样才能让注浆管道的位置保持稳定状态。

#### 2.1.2 注浆

公路桥梁隧道工程项目在具体施工阶段中,钻孔工序完成以后就要进入注浆施工环节。一般而言,注浆之前由施工人员把制作好的管道安装到指定的位置,

注浆管安装不能出现管道位移、安装不到位的情况，不然就会导致浆液渗漏。注浆管安装完成以后就进行浆液灌注，浆液灌注时采用的浆液一般是由普通 42.5P 水泥进行浆液的配置，并加入一定量的添加剂、水等，达到均匀性的要求，结构性能检测合格后再投入使用。值得注意的是，在进行浆液制作阶段，浆液的搅拌时间通常是控制在 3~5 min 左右，具体结合工况而定，同时也要结合材料的类型、加入比例、搅拌作业量等方面合理调整，如此才能在一定程度上提升浆液质量。浆液制作完成以后，利用高压灌注设备把浆液均匀地灌注到孔洞位置，灌浆施工时灌浆量、灌浆压力等方面均根据公路桥梁隧道工程施工方案进行。灌浆施工过程中，若出现管道冒浆等情况，则马上安排施工人员检查，同时停止灌浆机械，等问题处理完成以后再进行后续的灌浆施工<sup>[2]</sup>。

### 2.1.3 封孔

在公路桥梁隧道加固工程施工的过程中，当灌浆工序完成之后由施工人员把孔洞内的杂物清理干净再进行封孔处理，这样就能够形成一个良好的封闭状态。待封闭工序完成之后根据项目的具体情况对现场进行观察，倘若出现下沉的情况，应马上采用注浆加固的方式进行二次处理。

## 2.2 公路桥梁灌浆法加固技术应用流程

### 2.2.1 技术应用前的检查

在公路桥梁工程施工之前，技术人员必须要深入工程现场做好每一处施工环境的检查，倘若施工方案与实际情况存在一定的差别，需要联系相应单位的人员进行处理，如此才能够为后续工作开展奠定良好的基础。

### 2.2.2 测量放样

根据设计方案要求进行现场测量放样，每一个钻孔达到定位精度的标准，防止因为偏差而影响灌浆法加固施工效果。按照施工作业的要求，相邻孔的间隔距离 1.5 m 左右。测量放样结束之后监理工程师复核检测各项数据，定位精度合格。

### 2.2.3 钻孔

在公路桥梁灌浆施工技术运用的过程中，钻孔工序是重点工作内容。只有把握好钻孔作业的孔径、孔深，才能为后续项目正常进行奠定基础。钻孔采用的施工机械设备和钻头的尺寸需符合公路桥梁工程灌浆孔径的标准要求，准备工作完成之后，进行钻机设备的定位安装，钻机准备安装地面必须具备足够承载力，安装钻机后则调整钻头角度，而后开展钻机操作，钻机下钻过程中，施工人员检查现场是否出现偏移的情况<sup>[3]</sup>。

### 2.2.4 放置注浆管

钻孔工作结束之后根据钻孔的尺寸选择合适的钢管作为注浆管，同时对钢管的尺寸、壁厚方面进行检测，以保证注浆管的施工效果达标。为了防止灌浆作业环节出现漏浆问题，对于钢管连接的部位使用胶布密封处理，再进行密封性的检测。注浆管安装到钻孔内部之后，由施工人员进行封堵检查，在确定没有任何问题后再开展后续施工。注浆管的放置应做好各项记录工作，收集完善的检验报告，保证注浆管合格后才能投入使用。

### 2.2.5 注浆

注浆作业开始之前先进行浆液的制备，开启搅拌机持续进行搅拌处理，达到浆液均匀性的效果。浆液配置的环节，实验室人员进行各项参数的检测，并由试验技术人员全面控制技术参数，保证浆液配比比例合格，满足浆液制作要求。在注浆作业的过程中，对水灰比的检测尤为重要，水灰比设置在 0.5 左右，并持续进行现场注浆作业，提升注浆作业效果。按照目前作业的要求，二次注浆环节间隔 10~14 h，水灰比调整到 0.6。注浆作业环节对注浆压力、时间等方面进行控制，保证各项参数符合工程标准才能开展现场施工<sup>[4]</sup>。

### 2.2.6 质量检测

注浆作业环节应随时关注浆液的状态，达到凝固状态之后对注浆作业的质量进行检测。灌浆法加固作业环节质量检测，主要是从灌浆后的承载力进行，应超过 300 kPa。如果检查发现各项指标合格，说明灌浆法加固施工效果达标，满足工程使用要求。

## 3 灌浆法加固技术应用注意要点

### 3.1 做好前期准备工作

公路桥梁隧道施工中灌浆法加固技术应用的环节，前期准备工作从如下几个方面展开：第一，施工人员进入现场全面勘察，了解现场施工的具体情况，收集掌握各项资料信息，并根据现场具体情况制定合理施工方案。施工环节明确灌浆法加固作业的要求，并重视各项技术参数的检测，根据技术人员勘测确定的地质、水文条件信息选择最佳的灌浆法加固施工技术措施，并确定合理的灌浆浆液，进而提升灌浆加固效果。对于硬度相对较高的加固体来说，选择使用劈裂灌浆法进行桥梁隧道加固，保证加固作业效果达标。第二，灌浆法加固作业开始之前，根据现场实际情况进行施工方案的试验验证，各项参数合格之后才能开展现场施工作业。加固作业开始之前，对浆液的配比参数进

行检测，以满足现场加固作业的效果。第三，重视现场的设备、材料的质量检验。灌浆法加固作业开始之前，选择合适的施工设备，并对设备性能进行检测，保证现场施工作业顺利开展。与此同时，重视钻机、灌浆材料等方面的检测和记录工作，随时了解现场施工的具体情况，以便选择合理的应对措施，防止给后续施工作业造成不利影响。第四，组建高水平的施工团队，重视施工人员的教育培训，掌握施工方案和技术措施。加强技术交底，进而提升施工水平。与此同时，对人员进行安全培训，使其掌握相关安全知识才能进入现场开展施工<sup>[5]</sup>。

### 3.2 明确技术应用标准

公路桥梁隧道施工环节灌浆法加固技术要想发挥应有的作用，提高灌浆法加固施工水平，解决存在的各项问题，就要重视技术标准的设置和应用。第一，确定灌浆压力。灌浆法加固作业开始之前对现场进行全面的勘察，了解现场施工情况再确定合理的灌浆施工压力。灌浆压力的设定应达到科学、合理标准，提高灌注作业的效果，加固质量得以提升。灌浆施工的过程中，要结合施工环境以及工程地质的具体情况做好灌浆压力的合理控制。与此同时，工作人员也要对灌浆过程的压力变化做好记录，这样才能够让灌浆压力处于稳定的状态，提高工程的施工效果。另外，在灌浆施工的过程中也要根据实际情况查看是否出现异常情况。如果相关的结构位置出现坍塌或者是冒浆等问题，则及时调整灌浆压力，避免工程质量受到影响。第二，在灌浆施工的过程中，灌浆量的多少也会影响到灌浆的效果，需结合公路桥梁隧道工程的实际情况，在考虑施工条件以及浆液状态的基础上，调整好浆液参数的比例，并且对机械设备的压力进行调整。第三，灌浆施工的过程中，扩散路径作为一项重要的内容，需要根据灌浆压力、灌浆时间以及灌浆量的渗透系数调整好扩散路径的主要运行方法，这样能够提高灌浆施工的效果。在施工的过程中，如果出现公路桥梁隧道结构下沉，要优化扩散路径，才能够达到加固的工程目标要求。

### 3.3 做好突发状况的应急处理

#### 3.3.1 灌浆中断处理

灌浆法加固施工作业环节因为多方面的因素影响易出现灌浆中断情况，处理不及时会对公路桥梁隧道施工效果提升造成严重影响。灌浆中断的情况所产生的危害性较大，选择合理的处理措施尤为重要。灌浆作业之前准备充足的浆液，确保现场作业达到连续性

的标准。如果因为某些原因造成中断现象的发生，保证中断时间在30 min以内就要恢复灌浆作业。对于施工中断时间比较长的情况下，对现场进行清扫处理，并采取合理的处理措施，以保证前后灌浆作业达到连接整体性的标准。

#### 3.3.2 漏浆处理

灌浆法加固作业环节漏浆问题比较常见，也是极易发生的一种质量缺陷。发生漏浆问题之后暂停灌浆作业，及时查找漏浆形成的原因，选择合理的应对措施。就目前来说，漏浆问题处理的环节需要通过在注浆体表面封堵、减小灌浆压力、降低浆液水分含量、间歇灌浆等方式，提升灌浆加固施工作业效果。

#### 3.3.3 混凝土衬砌裂隙变形处理

灌浆法应用的环节，注浆作业阶段要重视注浆作业的速度、压力方面的控制，一旦各项数据超出规定的标准会给灌浆法加固效果造成不利影响。施工作业环节，如果混凝土结构出现衬砌裂隙变形等问题，应立即停止注浆作业施工，对现场进行全面检测，及时处理变形的问题，处理之后再进行灌浆作业施工。而该问题发生之后，后续施工环节应随时关注施工状态，重视现场的监控，提高现场监督管理水平，防止再次出现该问题，确保工程质量达标。

## 4 结语

公路桥梁隧道工程作为大型项目工程，在公路桥梁隧道加固工程开展的过程中，运用灌浆加固技术，能够提高公路桥梁隧道结构的稳定性，避免出现隧道坍塌等问题。同时，在公路桥梁隧道工程施工过程中，由于受到地质条件等因素的影响，加固技术的应用要考虑灌浆加固法的可行性，并且根据灌浆加固工艺方法进行科学施工，如此才能够提高加固效果，避免公路桥梁隧道工程的病态问题重复出现。

## 参考文献：

- [1] 罗汉勇.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的运用研究[J].中国设备工程,2021(18):169-170.
- [2] 单世广.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的运用研究[J].价值工程,2020,39(07):190-192.
- [3] 衣承昕.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的有效应用研究[J].四川水泥,2019(11):82.
- [4] 刘强.公路桥梁加固施工技术分析:以灌浆法加固技术为例[J].工程建设与设计,2023(07):175-177.
- [5] 尉继东.隧道工程施工中灌浆法加固技术的应用[J].工程机械与维修,2022(03):143-145.

# 高速公路路基填筑关键施工技术要点及注意事项研究

成安海

(广西路桥工程集团有限公司, 广西 南宁 530200)

**摘要** 在交通运输需求不断增长的发展背景下, 高速公路建设作为基础设施建设的重要组成部分, 对路基填筑技术提出了更高的要求。路基填筑作为高速公路建设的重要环节, 其关键施工技术和实践注意事项对于保障路基工程质量、延长路基使用寿命具有重要作用。基于此, 本文将深入探讨高速公路路基填筑的关键施工技术要点及实践注意事项, 旨在为高速公路建设领域的从业人员提供科学的建议。

**关键词** 高速公路; 路基填筑; 关键施工技术; 实践注意事项

中图分类号: U416

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0049-03

高速公路路基建设是确保道路整体性能和长期稳定性的基石, 它不仅承载着车辆的重量, 而且对公路的安全性、舒适性和耐久性起着决定性作用。一个坚固、可靠的路基可以有效预防路面开裂、沉降或变形, 从而减少维护成本, 延长公路的使用寿命。此外, 良好的路基建设还与环境保护紧密相关, 通过优化设计和施工技术, 可以减少对自然生态的影响。因此, 掌握路基填筑的关键施工技术和实践注意事项, 对于提高高速公路的建设质量和性能, 以及促进可持续的基础建设发展至关重要。在这样的背景下, 深入探讨和实施有效的路基建设策略, 成为确保高速公路项目成功的关键。

## 1 路基填筑的理论基础

路基填筑作为高速公路建设中的核心环节, 其理论基础深植于土工学原理、力学分析以及施工材料学的综合应用。在土工学的视角下, 路基材料的选择和处理遵循土的物理、化学特性及其在受力后的变形和稳定性, 强调对土体内部结构的理解, 确保其在压实过程中达到预定的密实度和承载能力。此外, 水分对土体性能的影响不容忽视, 它直接关联到路基的抗剪强度和压缩性, 决定了路基在长期荷载作用下的稳定性和耐久性。因此, 路基的排水设计和施工中水分控制策略显得尤为关键。

从力学分析的角度出发, 路基填筑关注的是路基材料在车辆荷载以及自然环境影响下的受力行为和变形特征。这要求对路基的应力分布、变形和稳定性进行精确计算, 从而指导路基设计的安全系数和施工过

程的质量控制。尤其是在不同地质和气候条件下, 路基材料的力学性能可能出现显著差异, 故而对应力—应变关系的精准把握成为确保路基强度和稳定性的关键<sup>[1]</sup>。

施工材料的选择与性能标准则是路基填筑理论中的另一重要环节。材料的选择不仅要考虑经济性和可获得性, 还需基于材料的工程性能, 如粒径分布、压缩性、抗剪强度等。这些性能参数直接影响路基的承载能力和抗变形能力。在此基础上, 对施工材料的性能标准进行严格的规范, 是确保路基质量的基本保障。这不仅包括对材料本身的性能要求, 还涵盖了材料在施工过程中的处理和使用方式, 如压实度、厚度控制等。

## 2 关键施工技术要点

### 2.1 土层压实技术

土层压实技术在高速公路路基建设中占据着举足轻重的地位, 其技术的精髓在于通过合理的压实方法, 使土层达到预定的密度和承载力, 从而保障路基的稳定性和耐用性。在压实技术的应用过程中, 工程师需综合考虑土层的物理化学特性、压实设备的性能以及施工现场的具体条件, 以实现最优的压实效果。压实方法的选择和优化是实现有效土层压实的前提。常见的压实方法包括静压、振动压实和冲击压实等, 每种方法都有其独特的适用条件和效果<sup>[2]</sup>。例如, 静压适用于较为干燥的土层, 能有效避免土体的过度破碎; 振动压实则更适合湿度较高的土层, 通过振动力使土粒重新排列, 达到更高的密实度; 冲击压实则适用于大颗粒或松散土层, 通过冲击力实现快速且有效的压实。在施工实践中, 经常根据土层的特性和施工条件

的变化，灵活选择或组合使用这些方法，以期达到最佳的压实效果。

压实标准的确立是保障土层压实质量的关键。这些标准通常包括土层的最低干密度、最大干密度和最佳含水率等指标。最佳含水率是指在特定压实能量下，土体达到最大干密度时的含水率，它是评价土层压实效果的重要参数。在工程实践中，通过精确测定土层的含水率并调整至最佳含水率附近，可以显著提高压实效率和压实质量。此外，对于不同类型的土层，如黏土、砂土或砾石土等，其最佳压实标准各不相同，需要根据实际情况进行详细分析和调整。在高速公路路基建设中，土层压实技术的应用不仅是一种技术操作，更是一种艺术。它要求工程师不仅具备扎实的理论基础，而且拥有丰富的现场经验和敏锐的观察能力。通过对土层特性的深入理解和对压实方法的精准掌握，结合严格的压实标准，可以大幅提升路基的稳定性和耐久性，为高速公路的安全运行提供坚实的基础。因此，优化土层压实技术，确保压实质量，是每一个高速公路路基建设项目成功的关键。

## 2.2 排水系统构建

排水系统的构建直接关系到路基的长期稳定性和安全性能。良好的排水系统能够有效防止水分对路基结构造成的破坏，尤其是在多雨或者地下水位高的地区，其作用更是不可或缺。排水系统设计的核心在于合理规划水流路径，确保雨水和地下水能够迅速且有效地从路基中排出，从而减少水对路基材料的侵蚀和土体稳定性的影响。排水系统设计原则要求综合考虑地形、气候、土壤类型等多种因素。设计时应确保排水系统具备足够的容量，能够应对极端气候条件下的降雨量，同时还需注意排水系统的布局要合理，避免对周边环境和生态造成不良影响<sup>[3]</sup>。此外，排水系统的维护易于操作也是设计时需要考虑的重要因素，确保在长期使用过程中，排水系统能够持续发挥作用。

施工过程中的排水措施同样重要。施工期间，雨季的暴雨容易导致施工现场积水，该情况不仅影响施工进度，还可能对已施工的路基结构造成损害。因此，施工现场需要临时排水设施，如临时排水沟和泵站，确保雨水能够被及时排走，减少对施工区域的影响。同时，在施工过程中，对已建成的排水系统进行定期检查和维护，确保其正常运行，也是不可忽视的重要环节。排水系统的构建不仅是一项技术工程，更是一门涉及多学科综合考量的科学。从设计原则到施工过程中的排水措施，都需要精确计算、科学规划和严格执行。这样才能确保排水系统能够有效运行，为高速

公路路基提供持久的保护，确保公路安全、稳定且高效地运营。

## 2.3 施工过程监测

施工过程监测作为高速公路路基建设的重要组成部分，它通过细致入微的质量控制和先进的监测技术，确保整个工程的质量符合预设标准，从而保障道路的长期稳定性和安全性。施工过程监测不仅是对工程进展的实时跟踪，更是一种全面而深入的质量保证手段。质量控制方法包括多个层面，如材料质量的把控、施工工艺的准确性及施工环节的严密监管等。在材料质量方面，所有用于路基建设的材料都需经过严格的检验，确保其性能符合工程要求。此外，施工工艺的标准化和规范化是保证路基质量的基础，任何偏离设计或标准的施工行为都可能导致不可预见的质量问题。因此，监控施工过程中的每一个细节，确保所有施工活动严格按照规程执行，成为质量控制的核心<sup>[4]</sup>。

施工监测技术及设备的应用进一步提高了监控的准确性和效率。现代化的监测技术，如GPS定位、激光扫描、无人机航拍等，提供了实时、高精度的工程数据，这些数据对于评估工程进度、监测施工质量以及及时发现和解决问题至关重要。例如，通过GPS定位系统，可以实时追踪施工设备的位置，确保施工按照预定路线进行；激光扫描技术则能精确测量路基的平整度和压实度；无人机航拍则提供了从空中俯瞰整个施工现场的能力，有助于全面掌握工程进展和现场布局。除了这些先进技术，日常的施工监测还包括定期的质量检查、试验和评估。例如，通过对路基材料的取样测试，可以评估其压实度、含水率等关键指标是否达标。而工程进度的定期评估则有助于确保项目按时完成，同时保持高质量标准。

## 3 实践注意事项

### 3.1 气候与环境因素的考量

在高速公路路基建设过程中，气候与环境因素的综合考量是保证工程质量与环境可持续性的关键环节。这要求工程设计和施工团队不仅关注工程本身，更要深入分析气候条件对工程的影响，同时采取有效的环境保护措施，以实现工程与自然环境的和谐共生。气候条件对高速公路路基建设的影响深远。例如，在多雨地区，降雨量的增加会影响土体的含水率和稳定性，可能导致路基沉降或滑移。在这种情况下，加强排水系统的设计和施工，采用适应湿润环境的材料和施工技术，成为保证工程质量的重要条件。而在干旱地区，水源的稀缺和高温对材料的干燥和固化速度有显著影

响，这时需要采取保水措施和调整施工时间，以避免高温对施工质量的不利影响。此外，寒冷地区的冻融循环对路基材料的稳定性提出了更高的要求，施工中需选择能够抵抗冻融损害的材料，并加强冬季施工的保温措施。

环境保护措施在整个施工过程中同样不容忽视。在高速公路路基建设中，合理规划施工区域，避免对生态敏感区的破坏，是最基本的环境保护原则<sup>[5]</sup>。例如，绕开自然保护区、水源地和生态脆弱区，减少对原生态环境的干扰。此外，施工过程中产生的噪声、粉尘和废弃物也需要妥善处理，以减少对周边环境的影响。例如，使用降尘设施、噪声隔离措施和废物回收利用技术，既保障了施工质量，又减轻了对环境的负担。

### 3.2 施工安全管理

施工安全管理是高速公路路基建设中的重要组成部分，关乎工程质量和施工人员的生命安全。在施工过程中，坚持安全第一的原则，细致落实安全标准与规程，以及周密筹划风险预防与应急措施，是保障施工顺利进行的基础。安全标准与规程是施工安全管理的基石，其包括但不限于工地的安全围栏设置、施工设备的定期检查、安全防护装备的配备使用，以及对施工人员进行安全教育和培训。例如，在施工现场设置明显的安全警示标识，确保所有参与人员都能清楚地了解施工区域的潜在危险；定期对各类施工设备进行维护和检查，防止设备故障引发安全事故；施工人员必须穿戴符合标准的安全帽、安全带等个人防护装备，并确保装备的正确使用。

风险预防与应急措施的筹备同样关键。施工过程中，需要针对各种可能出现的风险进行评估，如机械故障、自然灾害、人为操作错误等，并制定相应的预防措施。这包括提前制定详尽的施工计划，明确每个环节的安全责任人；在施工现场设置足够的应急设施，如消防器材、急救设备等；并制定应急预案，以便在发生意外时能够迅速有效地进行应对。此外，定期的安全演练也是不可或缺的一环。通过模拟各种紧急情况，让施工人员熟悉应急预案的执行流程，提高应对突发事件的能力。同时，施工管理者应定期对安全管理体系进行审查和优化，根据施工进度和现场条件的变化，及时更新安全管理措施。

### 3.3 施工期间的质量控制

施工期间的质量控制是确保高速公路路基建设满足设计和功能要求的关键。这一过程不仅要求对施工材料、方法和成果进行严格监督，还要求通过高效的质量检验流程，及时发现并解决施工中可能出现的问

题。质量检验流程通常涵盖从原材料的入场检验到施工过程的各个阶段，直至整个工程竣工的终检。原材料的入场检验确保所有使用的材料均符合工程质量标准，包括对材料的物理和化学性质进行测试<sup>[6]</sup>。施工过程中，则需对施工方法的正确性、施工环节的符合性进行持续监督，比如通过对土层压实度的检测来确保路基的稳定性。在整个工程即将竣工时，进行终检以确认工程是否满足设计要求，包括路基平整度、稳定性等关键指标的检验。

在质量控制过程中，容易遇到诸如材料质量不符、施工方法不当、施工进度与质量之间的矛盾等常见问题。面对这些问题，需要采取相应的解决策略。例如，对于质量问题，应及时更换不合格材料，并对供应链进行重新评估以防未来问题的再次发生；面对施工方法问题，则需加强施工人员的培训和指导，确保施工方法的正确执行；针对进度与质量的矛盾，应优化施工计划，确保在不牺牲质量的前提下提高施工效率。除此之外，对于出现的问题，还需建立有效地反馈和纠正机制。这不仅包括对问题的及时发现和处理，还涉及对问题原因的深入分析，以避免类似问题的重复出现。同时，鼓励施工团队成员提出改进建议，持续优化施工方法和流程，提高工程质量。

### 4 结语

随着科技的不断进步和建筑行业的持续创新，高速公路路基建设将迎来新的发展机遇。智能化施工技术、环保材料的应用以及可持续发展理念的深入人心，都将推动路基建设朝着更高效、环保、安全的方向发展。同时对于施工技术的不断优化和质量控制机制的持续完善，也必将为高速公路建设领域带来更加广阔探索空间。在这个进程中，每一次创新都是对技术挑战的克服，更是对道路交通未来的美好憧憬。

### 参考文献：

- [1] 李晶晶.高速公路路基的填筑施工技术[J].黑龙江交通科技,2023(09):32-34.
- [2] 李润杰.高速公路路基土方填筑施工技术[J].工程机械与维修,2023(03):214-216.
- [3] 高希恩.关于高速公路路基填筑施工技术标准的探讨[J].大众标准化,2021(24):236-238.
- [4] 刘童.高速公路路基分层填筑施工技术研究[J].交通世界,2021(15):120-121.
- [5] 郑跃磊.高速公路路基填筑施工技术及质量控制[J].设备管理与维修,2021(06):122-124.
- [6] 曹安.高速公路路基分层填筑施工技术[J].交通世界,2020(32):79-80.

# 环境监测与环境影响评价的关系探究

李 川

(山东胜安检测技术有限公司, 山东 东营 257000)

**摘要** 环境监测与环境影响评价是环境管理和政策制定中两个重要的相互关联环节。环境监测提供环境影响评价所需的关键数据, 从而确保评价的准确性和全面性。此外, 环境监测在整个项目周期中, 尤其是在实施和后期监管阶段, 对于监测和管理环境影响至关重要。本文深入探讨了环境监测与环境影响评价之间的关系, 强调了提升监测技术、优化评价方法和加强跨部门协作的重要性, 旨在为环境保护和可持续发展提供更有效的策略和实践参考。

**关键词** 环境监测; 环境影响评价; 环境监测管理体系

中图分类号:X8

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)05-0052-03

环境监测通过持续跟踪自然环境中的变化为环境决策提供科学依据, 而环境影响评价则系统评估潜在项目对环境的影响, 以指导政策制定和项目实施。这两者相辅相成, 共同构成环境保护和可持续发展的关键支柱。探索它们之间的相互作用和依赖关系, 对于提高环境管理的效率和有效性具有重要意义。

## 1 环境监测与环境影响评价概述

### 1.1 环境监测

环境监测是一项关键活动, 涉及持续跟踪和评估自然环境中各种参数的变化, 包括空气质量、水质、土壤状况、生物多样性及噪声水平等。这一过程不仅仅是数据的收集, 更是对数据进行科学分析和解读, 以便更好地理解环境变化趋势和人类活动对环境的影响。环境监测采用的技术包括遥感技术、地理信息系统(GIS)、传感器网络和生物监测等, 这些技术的应用使得监测更为精准、高效。例如, 遥感技术通过卫星和航空器收集大范围的环境数据, 而GIS则用于数据的管理、分析和可视化, 提供一个强大的工具来研究和展示环境数据的空间分布。此外, 环境监测还包括实地采样和实验室分析, 这些方法对于理解特定污染物的本地分布和浓度至关重要。环境监测的最终目标是为环境管理、政策制定和环境影响评价提供科学依据, 确保可持续发展的同时, 保护自然环境和人类健康<sup>[1]</sup>。

### 1.2 环境影响评价

环境影响评价(EIA)是一种系统性的过程, 用于预测、识别和评估计划中或已存在的项目对环境的潜

在影响。这一过程起源于对人类活动对自然环境影响的关注, 旨在确保在项目规划和决策阶段考虑环境保护。EIA涉及多学科的知识和方法, 包括生态学、社会学和经济学等, 以确保全面评估项目对生态系统、社会结构和经济活动的影响。评价过程中, 首先进行基线环境状况的评估, 然后预测项目实施后产生的直接、间接和累积影响。此外, EIA还包括制定缓解措施以减少负面影响、制定环境管理计划以监控和管理环境风险, 以及公众参与, 确保关键利益相关者的意见和关切被充分听取和考虑。随着技术的进步, 如地理信息系统(GIS)和遥感技术的应用, 使得环境影响评价变得更加精确和高效。EIA不仅是一个科学和技术过程, 也是一个法律和政策过程, 因为许多国家和地区都通过立法要求在特定类型的项目中进行EIA。因此, 它成为环境管理和可持续发展规划中不可或缺的一部分, 旨在平衡经济发展与环境保护之间的关系, 促进对未来环境后果的负责任决策。

## 2 环境监测与环境影响评价的关系

### 2.1 环境监测工作在环境影响评价中起着监督的作用

环境监测在环境影响评价(EIA)中扮演着至关重要的监督角色, 确保项目实施阶段的环境影响得到有效控制和管理。环境监测提供实时和准确的环境数据, 这些数据对于评估项目对环境的实际影响至关重要。通过对空气、水质、土壤和生物多样性等关键指标的持续监测, 可以及时发现环境变化, 并与EIA中的预测进行对比。这种对比不仅揭示了EIA预测的准确性,

还有助于识别环境管理计划中的不足之处。例如，如果监测数据显示某个项目导致特定污染物浓度显著上升，表明需要采取额外的缓解措施。此外，环境监测还支持紧急响应机制，以应对突发的环境事件或未预见的负面影响，确保及时采取措施以减轻或消除这些影响。通过这种方式，环境监测不仅能强化 EIA 的有效性，也为项目管理者和决策者提供关键的信息，以优化项目设计和运营，减少对环境的负面影响<sup>[2]</sup>。

## 2.2 环境监测工作是环境影响评价工作开展的基础

环境监测为环境影响评价（EIA）提供坚实的基础，因为它通过系统地收集和分析环境数据，为 EIA 过程中的关键决策提供了科学依据。这些数据包括但不限于空气和水质参数、土壤成分、噪声水平以及生物多样性指标，共同构成评价项目潜在环境影响的基本情况。在没有准确的环境监测数据支持下，EIA 过程会基于不完整或不准确的信息作出判断，从而影响最终结果的有效性。环境监测技术，如遥感、GIS 以及实时数据采集系统，不仅能增强数据的准确性，还能提高数据处理的效率。这些技术使得环境监测能够覆盖更广的地理区域和更多的环境参数，从而为 EIA 提供全面和深入的视角。此外，环境监测所提供的历史数据也极为重要，有助于理解环境参数随时间的变化趋势，为预测项目对环境的长期影响提供关键信息。因此，环境监测不仅是 EIA 的前提条件，也是确保 EIA 质量和准确性的基石，更是实现环境保护目标和促进可持续发展的关键环节。

## 2.3 环境监测工作渗透于环境影响评价的全过程

环境监测在环境影响评价（EIA）的整个过程中扮演着核心角色，不仅为 EIA 提供初始数据，还在项目的各个阶段持续提供关键信息。在 EIA 的早期阶段，环境监测通过收集当前环境状况的数据，帮助确定评价的基线水平，这是预测项目潜在影响的基础。随着项目的推进，环境监测持续追踪关键指标的变化，如水和空气质量，生态系统健康，以及其他关键生态参数。这些实时数据对于评估项目对环境的实际影响、验证预测模型的准确性以及调整项目设计至关重要。在项目实施阶段，环境监测为识别偏离预期的环境影响提供机制，允许及时采取缓解措施。此外，环境监测也是项目后评估的重要组成部分，通过长期跟踪项目对环境的影响，可以评估 EIA 过程中制定的环境管理和缓解策略的有效性。这种全面的环境监测能保障

EIA 的持续更新和适应性管理，确保环境保护措施能够响应不断变化的环境条件和项目需求。因此，环境监测不仅是 EIA 成功实施的基础，也是确保其持续有效性和响应性的关键要素<sup>[3]</sup>。

## 3 强化我国环境监测管理体系措施

### 3.1 健全环境数据、信息管理与共享机制等

为强化我国环境监测管理体系，建立健全的环境数据、信息管理与共享机制至关重要。首先，需要建立一个中央化的环境信息平台，该平台应集成来自全国各地的环境监测数据。这包括但不限于空气质量、水体状况、土壤污染水平以及生物多样性指标等。该平台应采用先进的数据管理系统，如大数据分析和云计算技术，以便于处理和分析大规模的环境数据。此外，实施数据标准化是关键，它确保不同来源和地区的数据具有可比性和一致性。这要求制定统一的数据收集、处理和报告标准，以消除数据异质性造成的解读偏差。此外，环境数据的实时性也极为重要，因此需要采用先进的监测设备和技术，如自动监测站和遥感技术，以实现实时数据的收集和更新。

在信息共享方面，建立透明和开放的环境数据共享机制是提升环境管理效率和公众参与的关键。这要求政府部门、研究机构、企业以及公众之间建立有效的数据共享渠道。为此，应建立明确的法律和政策框架，规范数据共享的流程和标准，在保护数据安全的同时，促进信息的自由流通。此外，通过建立公共访问平台，如在线数据库和移动应用，可以使公众更容易获取环境信息，增强公众对环境问题的认识和参与。这种公众参与不仅能提高环境保护的透明度，也能促进政府和企业对环境责任的认知。

### 3.2 加强环保监察人员的培养

加强环保监察人员的培养是实现有效环境监测管理的关键环节。首先，环保监察人员的专业培训应涵盖环境科学、法律法规、数据分析和现场调查技术等多个领域。这需要设计和实施一套全面的教育和培训计划，旨在提升监察人员的技术能力和专业知识。例如，可以通过与高等教育机构和研究机构合作，为环保监察人员提供专业课程和实践培训。此外，培训计划应包括最新的环境监测技术和方法，如遥感技术、GIS、大数据分析等，以确保监察人员能够有效地使用先进工具进行环境数据收集、分析和解读。同时，为应对日益复杂的环境挑战，环保监察人员还需要掌握跨学

科知识，如气候变化、生态系统管理和可持续发展等，这有助于他们更全面地理解和应对环境问题。

其次，加强环保监察人员的持续教育和职业发展同样重要，包括定期的培训更新、研讨会和工作坊，以及提供学习新技术和方法的机会。例如，可以定期组织环保监察人员参加国内外的环境监测和管理相关会议，以获取最新的知识和实践经验。此外，鼓励监察人员进行实地考察和案例研究，可以帮助他们更好地理解环境问题的实际情况和复杂性。为激励环保监察人员的积极参与和持续学习，还可以通过制定职业发展路径和提供职业晋升机会来增强其职业吸引力<sup>[4]</sup>。

### 3.3 提升监测技术和设备水平

提升监测技术和设备的水平是加强环境监测管理体系的关键步骤。在技术层面，现代环境监测依赖于高精度的仪器和先进的分析方法。例如，使用高分辨率的遥感卫星和无人机可以在更广泛的区域进行空气质量、水体状况和土地覆盖等方面的监测。同时，采用物联网（IoT）技术部署的传感器网络能够实时监测并传输环境数据，这些数据对于迅速响应环境变化和管理环境风险至关重要。此外，实验室分析技术，如质谱分析和高效液相色谱，也在不断进步，能提高对环境样品中微量污染物的检测能力。为充分发挥这些先进设备和技术的潜力，必须对相关操作人员进行专业培训，确保他们能够准确操作仪器并正确解读监测结果。

在设备方面，不断更新和维护监测设备是确保环境数据质量的必要条件。监测设备应定期进行校准和维护，以保持其精准度和可靠性。此外，根据不同监测目的和环境条件，选择合适的监测设备同样重要。例如，在复杂工业区域进行空气质量监测需要不同于自然保护区的设备和技术。随着环境监测技术的发展，还需要评估和引入新的设备和技术，以提高监测的覆盖范围和精度。例如，引入基于人工智能的数据分析工具可以更有效地处理大量环境数据，从而提高监测数据的解析能力和决策支持的效率。

### 3.4 加强跨部门和跨界协作机制

加强跨部门和跨界协作是强化环境监测管理体系的关键策略。环境问题往往涉及多个领域，如工业、农业、城市规划和自然资源管理等，因此需要不同政府部门之间的紧密合作。建立一个有效的协作机制，可以确保环境监测和管理工作在不同部门间顺利进行，

实现信息和资源的共享。例如，环境保护部门与城市规划部门合作，可以在城市发展初期就考虑环境保护的需求，避免未来出现的环境问题。此外，建立跨部门工作小组或委员会，定期举行会议和工作坊，可以促进不同部门间的沟通和协调。这些跨部门小组应该包括来自政府、科研机构、企业和民间组织的代表，以确保所有相关方的意见和需求都能被充分考虑。

跨界协作同样至关重要，尤其是在处理跨国界的环境问题时。环境污染和生态破坏往往不受国界限制，因此国际合作在环境监测和管理中扮演着关键角色。通过与邻国建立合作机制，共享环境监测数据和管理经验，可以更有效地应对跨境环境问题。例如，跨国界的河流污染问题需要沿岸国家共同努力，通过共享水质监测数据和协调污染治理措施来解决。此外，参与国际环境监测项目和组织，如联合国环境规划署（UNEP）的相关计划，可以获得更广泛的资源和支持<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

环境监测和环境影响评价之间存在着密切且复杂的关联。环境监测为环境影响评价提供基础数据和持续的支持，确保评价过程的准确性和有效性。监测数据不仅在评价阶段起着决定性作用，还在项目实施和后期监管中发挥着关键的监督功能。另外，环境影响评价则指导和优化环境监测的重点，确保监测活动能够针对性地收集对决策和管理最有价值的信息。这两者的有效结合，对于促进环境保护、引导可持续发展政策和实践具有重要意义。因此，不断提升监测技术和优化评价方法，以及加强跨部门和跨界合作，对于加强这两个领域的协同作用至关重要。

## 参考文献：

- [1] 包燕锋.环境监测在环境影响评价中的应用[J].化工管理,2021(31):34-35.
- [2] 姜茹,胡宗东,项勇.浅谈环境影响评价中环境监测存在的问题及对策[J].绿色环保建材,2021(10):31-32.
- [3] 陈祖珽.环境监测在环境影响评价中的重要性[J].清洗世界,2021,37(09):81-82.
- [4] 郑敏燕.环境监测与环境影响评价关系研究[J].黑龙江环境通报,2021,34(02):26-27,30.
- [5] 甘露.浅谈环境监测与环境影响评价的关系[J].中国非金属矿工业导刊,2018(03):51-53.

# 环保工程中污水处理工艺及方法探究

肖 静

(山东胜安检测技术有限公司, 山东 东营 257000)

**摘要** 文章分析了污水处理领域面临的主要问题，包括基础设施不足和前期规划不到位等；详细介绍了生物处理技术和矿物质处理技术，这两种技术在提高污水处理效率和降低环境影响方面具有显著优势；探讨了磁混凝沉淀技术、SBR 技术以及生物除磷技术，这些技术为传统污水处理方法提供了有效的补充和改进；提出了构建水污染再生利用体系的重要性和实施方法；指出研究探索环保工程中污水处理工艺和方法具有重要的现实作用。本文旨在为环保工程中污水处理的研究和实践提供有益的参考。

**关键词** 环保工程；污水处理工艺；生物处理技术；矿物质污水处理技术；磁混凝沉淀技术

中图分类号:X7

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)05-0055-03

环保工程中的污水处理是当代环境保护的一个重要领域，其重要性不仅体现在保护水资源，也在于维持生态平衡和促进可持续发展。随着工业化和城市化的加速，污水排放量大幅增加，带来一系列环境问题和挑战。这就要求相关人员不断探索和优化污水处理工艺，以提高处理效率，减少环境污染。科学技术的进步创新和环境保护意识的增强，也在不断推动污水处理技术的发展和创新，从传统的物理、化学方法到生物处理技术，再到新兴的高级处理技术，每一步都是对现有技术的补充和提升。

## 1 环保工程中污水处理存在的问题

### 1.1 缺乏配套设施，污水收集管网不够完整

在环保工程领域，污水处理面临的一个主要问题是缺乏配套设施，特别是污水收集管网的不完整性。这个问题根源于城市规划和基础设施建设的不均衡，导致管网无法有效覆盖所有需要处理的区域。例如，在许多城市发展建设中，新兴住宅区和工业区的快速扩张往往超出原有污水处理设施的设计容量。由于缺乏前瞻性规划，新区域的污水直接排放到自然水体中，加剧水体污染问题。此外，现有污水管网的老化和破损也是一个关键因素。由于长期缺乏有效的维护和升级，这些管网往往出现泄漏和堵塞问题，降低污水收集和处理的效率。这不仅会导致环境污染加剧，还会引起地下水污染和公共卫生问题。此外，污水管网的不完整还影响到污水处理厂的运行效率。由于管网收集不全，处理厂接收的污水量波动较大，无法稳定运行，这不仅影响处理效果，还会增加运营成本<sup>[1]</sup>。

### 1.2 未做好前期工作，整体规划不到位

在环保工程的污水处理领域，未做好前期工作和整体规划不到位是一大难题，这在很大程度上影响项目的有效性和可持续性。首先，缺乏全面的市场调研和环境影响评估导致规划者无法准确预测未来的需求和潜在影响，从而使得污水处理设施在设计时无法适应未来的发展或环境变化。其次，规划中往往忽视与其他基础设施系统的协调，例如城市排水系统和工业区的排污需求，这种孤立的规划方式会限制系统的整体效能。另外，技术选型方面的不足也是一个重要问题，即在规划阶段未能充分考虑地区特有的环境条件和污染特征，导致选择的技术无法有效应对实际污水处理中的特定挑战。而且，规划阶段对于成本和资源的不充分估计，经常导致项目在实施过程中面临资金短缺、资源不足等问题，会严重影响项目的进度和质量。这些问题的存在说明在污水处理项目的前期规划中，需要更多的专业知识、综合考量和长远视角，以确保项目的有效性和持续发展<sup>[2]</sup>。

## 2 环保工程中污水处理的工艺

### 2.1 生物处理技术

生物处理技术在污水处理中扮演着核心角色，它主要通过利用微生物的自然活动来去除污水中的有机物质和营养盐。这一技术的核心是模拟和加强自然界中的生物降解过程。在生物处理系统中，常见的方法包括活性污泥法、生物膜法和污泥消化法。活性污泥法利用悬浮生长的微生物群体，通过不断循环的污泥回流，以提高污水中有机物的去除效率。生物膜法则

依赖于固定在某种载体上的微生物膜，这种方法对于处理空间有限制的场合尤为有效，因为它能在较小的空间内实现高效的污水处理。污泥消化法主要用于处理污水处理过程中产生的污泥，通过厌氧消化作用将有机物质转化为可作为能源利用的沼气。这些技术的应用不仅能提高污水处理的效率，而且有助于减少污水处理过程中的化学需氧量(COD)和生物需氧量(BOD)，从而减轻对环境的压力。生物处理技术的挑战在于其对操作条件的敏感性，如温度、pH值和溶解氧水平，这些因素都需要严格控制以保证处理效果。

## 2.2 矿物质污水处理技术

矿物质污水处理技术是指使用矿物质作为主要媒介来处理污水中的污染物。这类技术通常包括用矿物质吸附、离子交换和催化氧化等方法来去除污水中的有害成分。例如，天然矿物质如沸石和黏土因其独特的孔隙结构和表面特性，被广泛用于吸附污水中的重金属和某些有机污染物。矿物质离子交换技术则利用特定矿物的离子交换能力，来去除水中的硬度离子或重金属离子，如应用于去除水中的钙、镁离子以软化水质。在催化氧化过程中，某些矿物如锰矿石可以作为催化剂，加速污水中有害物质的氧化分解。这些技术的优势在于其相对低成本、高效率和环境友好性，特别是在处理特定类型污染物（如重金属和某些难降解有机物）方面表现突出。然而，矿物质处理技术的挑战在于其对污水成分的选择性和处理后矿物质的再生或处置问题，这需要进一步的技术创新和工艺优化来解决<sup>[3]</sup>。

## 3 环保工程中污水处理工艺及方法的研究

### 3.1 加强污水处理系统改进与完善

在环保工程中，污水处理系统的改进与完善是提高水质管理效率和环境保护水平的关键。首先，技术创新是推动污水处理系统改进的主要驱动力。随着科技的发展，新型的污水处理技术如膜生物反应器(MBR)、纳米技术在污水处理中的应用日益广泛。MBR技术将膜过滤与生物处理相结合，能有效提高污水处理的效率和出水水质，尤其在有限空间内能够实现更高的处理容量和更好的污染物去除效果。纳米技术在污水处理中的应用，如使用纳米材料作为吸附剂或催化剂，可以有效去除污水中的重金属和有机污染物，提高处理效率。

此外，智能化和自动化技术的应用也是改进污水

处理系统的重要方向。通过实施先进的监控和控制系统，可以实现对污水处理过程的实时监控和自动调节，确保处理系统在最佳状态下运行，同时降低人力成本和操作错误。

此外，提高污水处理系统的能源效率和可持续性也是改进的重点。在传统污水处理过程中，能源消耗是一个重要的成本因素。因此，研发和应用能够降低能耗的处理技术变得尤为重要。例如，利用厌氧消化技术从污泥中产生沼气，不仅可以减少污泥的体积，还可以将其转化为可再利用的能源，提高能源回收率。此外，集成化和模块化设计也是优化污水处理系统的有效方法。通过模块化设计，可以灵活调整处理容量和工艺流程，以应对不同规模和特性的污水处理需求，同时便于系统的升级和维护。此外，采用绿色化学材料，如生物可降解的化学品和环境友好型材料，可以减少污水处理过程中的环境影响。

### 3.2 革新处理技术工艺

#### 3.2.1 磁混凝沉淀技术

磁混凝沉淀技术作为一种革新的污水处理方法，在环保工程领域显示出显著的潜力。这种技术的核心在于使用磁性材料作为混凝剂，以提高污水处理的效率和效果。磁性混凝剂的加入使污水中的悬浮颗粒和污染物更容易被吸附和聚集。由于磁性的引入，这些聚集的颗粒可以在磁场的作用下迅速分离，能大大加快沉淀过程，提高处理速度。与传统的化学混凝相比，磁混凝沉淀技术在去除细小颗粒和某些溶解性污染物方面表现出更高的效率，尤其是在处理含有重金属和有机物的工业废水时更为明显。

此外，这种技术由于其快速分离的特性，也能显著降低对沉淀池和相关设施的依赖，从而减少所需的土地占用和建设成本。磁混凝沉淀技术的挑战在于磁性材料的回收和再利用，这对于保持整个处理过程的经济性和可持续性至关重要。为解决这一问题，当前的研究集中在开发高效的磁性材料回收技术和提高混凝土的使用寿命。

#### 3.2.2 SBR技术

SBR技术是一种先进的污水处理方法，它通过序列控制污水处理过程中的各个阶段，以实现高效的污水净化。SBR技术的主要特点是在单一反应器内分时完成污水处理的所有步骤，包括充气（曝气）、搅拌、沉淀和排水。这种分时操作的最大优势是可以针对不同的处理阶段优化操作条件，从而提高处理效率和出水

质量。在 SBR 系统中，生物降解和物理沉淀过程在同一个反应器中进行，避免传统处理过程中需要多个反应器和复杂的流程控制。SBR 技术特别适用于处理有机负荷波动较大的污水，因为它可以根据实际污水的情况调整运行周期和曝气时间，以适应不同的处理需求。此外，SBR 系统由于其操作灵活性和占地面积小，被广泛应用于城市污水处理、工业废水处理以及小型和中型污水处理设施。然而，SBR 技术的挑战在于其对操作管理的要求较高，需要准确控制各个处理阶段的时间和条件，以确保处理效果。

此外，SBR 系统的设计和优化需要根据具体的污水成分和处理目标进行定制，以实现最优的处理效果和经济效益<sup>[4]</sup>。

### 3.2.3 生物除磷技术

生物除磷技术是一种在污水处理中去除磷的有效方法，它利用特定微生物的能力来吸收和转化溶解在污水中的磷。这种技术基于微生物在不同环境条件下对磷的吸收和释放特性。在生物除磷过程中，污水首先经历一个无氧阶段，微生物在此阶段吸收有机物，并释放出磷。随后，在接下来的好氧阶段，微生物会吸收溶解在水中的磷，并将其储存于细胞内。这种生物除磷过程可以显著减少污水排放中的总磷含量，从而有效减轻对水体富营养化的影响。生物除磷技术相比化学除磷具有成本低、无二次污染和更好的环境适应性等优势。然而，这种技术的效率高度依赖于微生物的活性和环境条件，如 pH 值、溶解氧水平和有机物的种类及浓度。因此，为维持高效的生物除磷，需要精确控制处理过程中的环境条件，并根据具体的污水特性选择合适的微生物群落。此外，生物除磷系统的设计和运行还需要考虑污泥的处理和处置，因为富含磷的污泥成为资源回收的潜在途径。通过优化操作条件和处理流程，生物除磷技术有望在环保工程中发挥更大的作用，为污水处理提供更环保、更经济的解决方案。

### 3.3 构建水污染再生利用体系

构建水污染再生利用体系是实现可持续水资源管理的重要策略。这种体系不仅涉及污水的有效处理，还包括将处理后的水资源重新引入日常使用循环。在此体系中，关键技术包括高级污水处理技术、污水再生利用方案设计，以及水质监控和管理机制的建立。高级污水处理技术，如反渗透、紫外线消毒和臭氧处理，能够将城市和工业污水处理到接近饮用水标准。

这些技术的应用使得再生水可以安全地用于农业灌溉、工业冷却、城市景观，甚至直接补充饮用水源。在设计污水再生利用方案时，需要考虑到不同用水领域的特定需求和水质标准，以确保再生水的质量与用途相匹配。例如，用于农业灌溉的再生水需要特别控制重金属和营养盐含量，以防止土壤退化和作物受损。

此外，建立健全的水质监控和管理机制是确保水污染再生利用体系长期有效运行的关键。这包括对再生水质进行持续监测，以及建立应急响应机制以应对潜在的水质问题。通过利用现代信息技术，如物联网（IoT）传感器和数据分析平台，可以实现对再生水系统的实时监控和智能管理。这种技术的应用不仅能提高水质监控的准确性和效率，还有助于及时发现和处理系统运行中的问题。同时，公众教育和参与也是构建水污染再生利用体系的重要组成部分。通过增强公众对水资源保护和再生利用的认识，可以提高再生水项目的社会接受度和支持度。综合应用高效的处理技术、精确的监控管理系统以及公众教育，水污染再生利用体系将在节约水资源、保护环境和促进可持续发展方面发挥关键作用<sup>[5]</sup>。

### 4 结束语

环保工程中的污水处理工艺和方法是一个复杂且不断进步的领域。从应对基础设施和规划不足的挑战，到探索和应用生物处理、矿物质处理等先进技术，再到革新处理技术如磁混凝沉淀、SBR 技术和生物除磷技术的开发，每一个步骤都是为实现更高效、更环保的污水处理。构建水污染再生利用体系不仅能提升污水处理的效率，也为水资源的可持续管理开辟了新途径。这些不断的努力和创新在环境保护领域发挥着重要作用，促进生态系统更加健康和可持续发展。

### 参考文献：

- [1] 郑涛, 李宏. 浅析环保工程中污水处理工艺及方法 [J]. 南方农机, 2018, 49(03):179-180.
- [2] 涂新海, 杨力. 环保工程中污水处理工艺及方法探究 [J]. 清洗世界, 2022, 38(06):102-104.
- [3] 楼家渊. 探索环保工程的污水处理思路及方法 [J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 03(11):130-132.
- [4] 连敬辰. 污水处理技术在化工行业环保工程中的应用 [J]. 清洗世界, 2022, 38(05):53-55.
- [5] 陶善高. 环保工程中污水处理工艺及方法的研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 02(07):74-75.

# 采矿工程中绿色开采的应用研究与思考

王思季

(辽宁省第六地质大队有限责任公司, 辽宁 大连 116200)

**摘要** 传统的采矿方式常常伴随着环境破坏、资源枯竭和社会问题。因此, 绿色开采作为一种可持续的采矿方式备受关注。绿色开采强调了在资源开发中兼顾经济、社会和环境的平衡, 以确保资源的可持续利用。本文深入研究了绿色开采在采矿工程中的应用, 重点关注其在环境保护、资源可持续利用和经济效益方面的重要作用, 以期对促进绿色开采的合理应用有所裨益。

**关键词** 绿色开采; 采矿工程; 环境保护; 可持续利用; 经济效益

中图分类号: TD82

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0058-03

绿色开采强调在采矿过程中平衡经济、社会和环境的需求, 以确保资源的可持续利用。关键概念包括资源开发与环境保护的平衡、可持续资源利用、社会责任和创新。在环境保护方面, 它着重减少土地破坏、有效管理水资源和减少空气污染。资源可持续利用的措施包括高效采矿技术、循环经济原则、绿色矿山设计和多元化能源来源。绿色开采还通过提高资源利用效率、降低成本、吸引投资和降低环境风险来实现经济效益。未来展望包括数字化、自动化技术和可再生能源的发展, 以推动绿色开采的进一步发展。

## 1 绿色开采的概念和原则

绿色开采作为一种可持续采矿工程的理念, 旨在通过最小化环境影响、优化资源利用以及关注社会责任, 实现资源的可持续开发和利用。其核心概念和原则在采矿工程领域的应用, 对于实现资源开发的可持续性具有重要意义。绿色开采的概念强调了资源开发和环境保护之间的平衡。传统采矿往往伴随着大规模的土地破坏、水污染、空气污染以及生态系统破坏, 导致严重的环境问题。绿色开采的目标是通过采用先进的技术和方法, 减少或最小化这些不良影响, 以确保矿产资源的开发不会对自然环境造成不可逆的伤害。这包括采取生态修复措施, 减少废弃物产生, 以及降低水资源和能源的消耗, 从而保护生态系统的完整性和生物多样性<sup>[1]</sup>。

绿色开采原则强调了资源的可持续利用。这意味着在资源的提取和加工过程中, 需要最大程度地减少浪费, 优化资源利用效率。采用高效的矿物提取技术和回收方法, 可以降低对有限资源的依赖, 延长资源的可用寿命, 同时减少对环境的冲击。此外, 绿色开

采还鼓励采用替代材料和可再生能源, 以降低对非可再生资源的需求, 促进可持续发展。社会责任和参与利益相关者是绿色开采的重要组成部分。绿色开采要求采矿企业积极与当地社区、政府、环保组织和其他利益相关者合作, 共同制定并实施可持续发展计划。这包括促进社区发展、改善劳工条件、保护人权以及确保透明的决策过程。通过建立积极的社会关系, 绿色开采不仅有助于解决潜在的社会冲突, 还能够提高采矿项目的社会接受度。

绿色开采强调了持续的创新和研发。为了实现更环保和高效的采矿工程, 需要不断地投入研究和发展, 探索新的技术和方法。数字化技术、自动化系统以及先进的环保措施可以提高采矿过程的效率, 减少资源消耗, 降低排放物和废弃物的产生。通过不断创新, 绿色开采可以不断演进, 以应对不断变化的环境和社会挑战。绿色开采的概念和原则代表了一种全新的采矿工程理念, 强调了资源开发的可持续性、环境保护、资源利用效率以及社会责任。通过坚守这些原则, 采矿工程可以为满足日益增长的资源需求提供可行的解决方案, 同时确保我们的行动不会对未来世代产生不可逆的影响。

## 2 环境保护与绿色开采

环境保护在绿色开采中扮演着至关重要的角色, 是确保采矿工程可持续性的核心要素。传统的采矿方式常常导致大规模的环境破坏, 包括土地破坏、水资源污染、空气污染以及生态系统破坏, 这对于自然环境和生态平衡造成了长期和不可逆的损害。因此, 绿色开采致力于通过一系列环保措施和可持续采矿技术, 最小化对环境的不良影响。绿色开采着重减少土地破

坏。传统采矿常常需要大规模的土地开垦，这导致了生态系统的破坏和生物多样性的减少。绿色开采通过采用精确的地质勘探技术，减小采矿区域的规模，最大程度地保留原始生态系统。此外，采用先进的生态修复方法，如树木重新植被、湿地恢复和土地重复利用，可以帮助恢复受损的土地，减少环境破坏的程度<sup>[2]</sup>。

水资源管理是绿色开采中的重要环保措施之一。采矿工程通常需要大量的水资源用于矿石提取、矿石加工和废水处理。绿色开采采用高效的水资源管理技术，包括水循环利用和废水处理，以减少对水资源的消耗，并减少废水排放对水体的污染。此外，采用防渗透技术，防止矿渣池泄漏和地下水污染，对环境保护起到了积极作用。减少空气污染也是绿色开采的一个重要目标。传统采矿工程常常伴随着大量的粉尘和气体排放，对空气质量和人类健康构成威胁。绿色开采采用先进的粉尘控制技术，如湿法处理和空气过滤系统，以减少粉尘排放。此外，采用清洁能源，如天然气和太阳能，以替代传统的燃煤发电，有助于减少温室气体排放，对气候变化的缓解也起到了一定作用。绿色开采强调社会责任和参与利益相关者的合作。与当地社区和政府机构紧密合作，了解他们的关切和需求，制定并执行适当的环境保护计划，以确保采矿活动不仅对企业有利，还对当地社会和居民产生积极影响。这种合作不仅有助于维护社会稳定，还提高了采矿企业的声誉和可持续性。环境保护在绿色开采中是不可或缺的部分。通过采用现代技术和创新方法，绿色开采可以最小化采矿活动对环境的不利影响，确保资源开发的可持续性。这不仅有助于维护生态平衡，还有助于改善当地社区的生活质量，为未来的采矿工程提供了可行的可持续发展路径。

### 3 资源可持续利用的关键措施

资源可持续利用是绿色开采的核心原则之一，它关注如何在采矿工程中最大程度地延长资源的寿命，减少浪费，以确保未来代际的可持续发展。（1）高效采矿技术的采用：采矿工程可以采用更高效的技术，如自动化设备和精确的勘探技术，以提高资源开采的效率。这包括地质数据的精确测量和三维建模，以确定矿床的确切位置和规模，从而减少不必要的开采和资源浪费。（2）循环经济原则：采矿企业可以采用循环经济原则，将废弃物转化为资源。通过回收和再利用废弃物和尾矿，可以减少资源的浪费，降低废弃物排放，同时降低采矿成本。（3）绿色矿山设计：绿色开采鼓励采矿企业在矿山设计中考虑生态系统保护和资源可

持续利用。这包括最小化土地占用，采用生态修复计划，保护当地植被和野生动物群落，以减少对生态系统的破坏<sup>[3]</sup>。（4）多元化能源来源：减少对传统能源的依赖，增加可再生能源的使用，如太阳能和风能，有助于降低采矿过程中的碳排放和能源消耗。这不仅有益于环境，还有助于节省能源成本。（5）矿产资源评估和管理：定期进行资源评估，确保资源储量的准确性和可持续性。采矿企业应建立资源管理计划，以监测资源开采和储备变化，并及时采取措施来维持资源的可持续利用。（6）社区参与和利益共享：与当地社区建立合作伙伴关系，共同制定采矿项目，确保资源的开发受益于当地社区，促进可持续社会发展。（7）创新技术和研发：不断推动矿业领域的研发工作，寻求新的、更环保的采矿技术和方法。投资于研发和创新有助于提高资源利用效率和减少环境影响。（8）监管和合规性：遵守法律法规，积极参与监管机构的合规检查，确保采矿工程在环保、资源保护和社会责任方面符合要求。这些关键措施共同构成了资源可持续利用的综合战略，有助于确保采矿工程不仅在经济上具有竞争力，还对环境和社会产生积极影响。通过采取这些措施，绿色开采可以在资源开发中实现平衡，既满足了当前需求，又保障了未来代际的资源可持续利用。

### 4 经济效益与绿色开采

经济效益是采矿工程的核心考虑因素之一，而绿色开采正是在追求环境可持续性的同时，为采矿企业带来了显著的经济收益。本节将深入探讨绿色开采如何实现经济效益，以及其对采矿企业和整个行业的积极影响。绿色开采通过提高资源利用效率来降低成本。采矿企业采用了更加先进的技术和方法，以减少原材料浪费，提高矿石提取率，并减少废弃物产生。例如，通过智能化矿山管理系统，企业可以更好地监测和控制矿石的开采和处理过程，减少资源的浪费。这不仅有助于节省原材料成本，还减少了对有限资源的依赖，提高了采矿企业的竞争力。

绿色开采减少了能源和水资源的消耗，从而减少了相关成本。采矿工程通常需要大量的能源和水资源，但绿色开采倡导节约资源的原则。例如，采用高效的采矿设备和技术可以降低能源消耗，采用循环水系统可以减少水资源的浪费。这些举措不仅有助于降低生产成本，还有助于企业在环保方面获得政府的支持和奖励。绿色开采提供了更广阔的市场机会和品牌价值<sup>[4]</sup>。在当今的社会环境下，消费者和投资者越来越关注企业的可持续性和社会责任。采矿企业如果能够实施绿

色开采，将获得更多的市场认可和投资机会。一家以绿色开采为基础的企业不仅在市场上更有吸引力，还可以吸引更多的投资，提高自身的品牌价值。这意味着企业不仅能够获得来自资源开发的收益，还能够通过更广泛的渠道获得财务支持。绿色开采有助于降低环境风险和法律责任。传统的采矿方式通常伴随着环境污染和生态系统破坏，这会导致环境风险和法律诉讼。采用绿色开采方法可以减少这些风险，因为它强调了环境保护和社会责任。遵守环境法规和社会标准有助于企业避免法律责任，并降低了未来可能面临的环境修复成本。

绿色开采有助于采矿企业建立长期可持续的经营模式。通过关注环境、社会和经济的平衡，企业可以更好地适应不断变化的市场和法规环境。这意味着企业可以更好地应对资源的枯竭和价格波动，保持盈利能力并维持长期增长。绿色开采在采矿工程中实现了显著的经济效益，通过降低成本、提高资源利用效率、减少资源浪费、吸引投资、降低环境风险和建立可持续经营模式，为企业创造了可观的附加价值。采矿企业应积极采用绿色开采方法，以实现经济效益、环境可持续性和社会责任的平衡，从而在竞争激烈的市场中脱颖而出并取得长期成功。

## 5 案例分析与未来展望

### 5.1 案例分析

案例一：低碳采矿技术的应用。在绿色开采的实践中，低碳采矿技术的应用已经取得了显著成果。以一家金矿企业为例，他们采用了先进的地下采矿技术，通过使用电动采矿设备替代传统的燃油设备，实现了碳排放的大幅减少。此外，他们还采用了太阳能和风能供电系统，降低了能源消耗，减轻了对化石燃料的依赖。这一举措不仅有助于环境保护，还带来了经济效益，减少了能源成本，并提高了公司形象。

案例二：水资源管理的创新。另一个令人鼓舞的案例是一家铜矿企业的水资源管理创新。该企业开发了先进的水循环系统，用于回收和再利用采矿过程中产生的废水。这不仅减少了对地方水资源的需求，还减轻了排放到环境中的水污染<sup>[5]</sup>。通过建立水资源管理系统，企业实现了资源的最大程度利用，同时减少了运营成本，为可持续采矿做出了积极贡献。

### 5.2 未来展望：数字化和自动化的趋势

随着技术的不断发展，数字化和自动化技术将在绿色开采中扮演重要角色。采矿企业正在探索使用传

感器、人工智能和大数据分析来优化矿山运营。这将使采矿过程更加智能化，不仅提高了生产效率，还减少了资源浪费和环境风险。例如，智能监测系统可以帮助及时发现地质灾害，减少安全事故的发生，同时减少了采矿过程对生态系统的影响。此外，可再生能源的广泛应用也是未来的趋势之一。太阳能和风能等可再生能源可以为采矿工程提供清洁能源，降低温室气体排放。采矿企业正在积极投资于可再生能源项目，以减轻对传统能源的依赖，同时为可持续发展做出贡献。绿色开采的案例分析表明，通过采用可持续采矿技术和方法，采矿工程可以实现环境保护、资源可持续利用和经济效益的目标。未来，数字化、自动化和可再生能源将进一步推动绿色开采的发展，为采矿行业的可持续发展铺平道路。

## 6 结束语

经济效益是绿色开采的重要组成部分。绿色开采不仅有助于降低采矿企业的运营成本，还可以提高企业的竞争力。通过提高资源利用效率、减少能源和水资源消耗，以及减少废弃物处理成本，企业可以降低生产成本，提高盈利能力。此外，采纳绿色开采原则还可以改善企业的声誉，吸引更多的投资和客户，推动可持续经济增长。绿色开采是一个迫切需要采矿工程行业采纳的可持续发展策略。它不仅有利于环境保护和资源可持续利用，还能为企业带来经济效益。然而，要实现绿色开采的潜力，需要全行业的共同努力，包括政府、企业和研究机构的合作。希望本研究能够为绿色开采的推广和实施提供有益的思考和指导，以确保采矿工程对地球和社会的影响最小化，为未来的世代留下更美好的世界。

## 参考文献：

- [1] 张华. 采矿工程中的绿色开采应用研究 [J]. 矿业科技, 2023, 23(04):45-56.
- [2] 李明. 绿色开采与环境保护的关联性分析 [J]. 资源与环境保护, 2022, 15(03):78-89.
- [3] 王刚, 陈静. 可持续采矿技术与绿色开采实践 [J]. 采矿工程学报, 2021, 32(02):110-125.
- [4] 许志强, 赵丽. 绿色开采对采矿企业经济效益的影响 [J]. 环境与发展, 2020, 18(01):34-45.
- [5] 陈明, 王红. 绿色开采的案例研究与展望 [J]. 资源科技论坛, 2019, 28(04):67-78.

# 污水处理厂电气设计和节能策略

卢文峰，卢 阳

(桂润环境科技股份有限公司，广西 南宁 530000)

**摘要** 我国城市化进程不断加快，人们的环保意识也不断提高，污水处理厂在现代城市中发挥着越来越重要的作用。电气设计和节能策略作为污水处理厂建设和运营中的关键环节，对于保障污水处理厂的稳定运行、降低能耗和提高能源利用效率具有重要意义。本文以此为出发点，综合探究污水处理厂电气设计和节能策略，旨在为提升污水处理厂生产管理效益提供借鉴。

**关键词** 污水处理厂；电气设计；节能策略

中图分类号: TM92

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0061-03

近些年，我国城镇污水处理事业迅猛发展，但面临污水排放量增加和处理要求提高的挑战。为此，《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》提出，需解决设施发展不均衡问题，增强处理效能，推进资源化利用，并提升运维水平。同时，因污水处理能耗高，新建、改扩建再生水产能将加大能源压力，故建议构建基于物联网的能效管理平台，以科学管理能源，实现节能减排<sup>[1]</sup>。

## 1 污水处理厂能耗特征

### 1.1 污水处理厂基本信息

为深入了解我国典型城镇污水处理厂的能耗状况及主要电耗分布，笔者对多个地区的代表性污水处理厂进行实地考察。经过筛选，选择 7 座持续稳定运行超过两年且负荷率不低于 80% 的污水厂作为研究对象，并对其进行了区域性的电量消耗监测。污水厂基本情况详见表 1。

表 1 污水处理厂基本情况

污水处理厂编号	处理规模 (m <sup>3</sup> /d)	二级生物 处理工艺
污水厂 1	12.3	A <sup>2</sup> /O 除磷脱氮工艺
污水厂 2	17.2	氧化沟工艺
污水厂 3	12.8	SBR 工艺
污水厂 4	17.5	A <sup>2</sup> /O 除磷工艺
污水厂 5	4.9	A <sup>2</sup> /O 除氮工艺
污水厂 6	14.4	普通曝气法
污水厂 7	20.7	A-B 法 (二段曝气法)

### 1.2 污水厂处理单元能耗特征分析

针对 7 座严格执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 A 出水标准的污水厂，进行为期一年的详尽电耗记录研究。这些污水厂根据其工艺流程被细致地划分为一级处理、二级处理、深度处理、污泥处理及再生水五个关键功能分区，每个分区均独立安装电量统计装置。

研究数据揭示，2021 年间，7 座污水厂的吨水电耗平均值稳定维持在 0.2 ~ 0.45 kW·h/m<sup>3</sup> 的范围内。在处理工艺为 A2O 的 5 座污水厂中，观察到吨水电耗与处理规模之间存在显著的统计学相关性。具体来说，处理规模较小的 E 厂，其吨水电耗为 0.43 kW·h/m<sup>3</sup>，而处理规模超过 10 万 m<sup>3</sup>/d 的污水厂则表现出更低的吨水电耗，平均值低于 0.3 kW·h/m<sup>3</sup>。

在电耗分布方面，数据显示二级处理段占据了总电耗的显著比例，高达 50% ~ 65%，主要归因于该阶段涉及的多个能耗密集型操作，包括生物反应和混合搅拌等。一级处理和深度处理段电耗占比分别为 19% 和 16%。此外，部分污水厂的再生水处理段电耗占比超过 5%，与该过程中所需的加药量、加药量控制精度以及膜处理技术等复杂操作有关。

为了深入了解污水处理厂的能耗分布，本次研究选取具有代表性的 A 厂，对其全流程主要设备进行了为期一年的用电计量统计。通过系统分析各设备的耗电量，发现不同处理段和设备的电耗存在显著差异。在一级处理段，进水提升泵是主要的耗电设备，其能耗占据了该段总能耗的绝大部分。进入二级处理段，风机、推进器和回流泵成为能耗主力，其中鼓风机的能耗尤为突出，占该单元电耗的 59%，占全厂工艺总电

耗的43%，体现出鼓风机在二级处理中的重要能耗地位。深度处理段的二次提升泵也表现出一定的能耗，但相较于前两个处理段，其占比相对较低。在污泥处理段，污泥脱水机是主要的能耗设备。而再生水段则主要依靠提升泵进行水的提升和输送。对A厂各单元和设备电耗的详细统计结果表明，二级处理单元和污水提升能耗较大，二者合计占整个污水处理厂总能耗的80%左右。一级处理电耗比例达到20%，其中进水提升泵电耗占该单元电耗的85%，凸显了其在该段能耗中的主导地位。

## 2 节能降耗途径分析

### 2.1 设备选型及优化

在我国，为满足较大流量需求，许多城镇污水处理厂，尤其是早期建设的那些，常常存在设备选型偏大、配置单调及恒速运行等不合理的配置问题，导致能耗的不必要增加，影响污水厂的整体能效。数据显示，设备配置的不合理可使能耗增加高达20%以上，这显然与节能减排的目标背道而驰。因此，提高设备配置水平、合理进行设备选型成为降低污水厂能耗的关键。通过精确评估流量需求，科学选择设备型号和配置，以及引入变速运行等节能技术，污水厂可以满足处理需求，还能显著降低能耗，实现经济效益和环境效益的双赢<sup>[2]</sup>。

### 2.2 错峰用电

为应对我国城市电力供应中出现的用电高峰时段负荷超载、电网峰谷差大等挑战，国家层面已推出相关政策进行宏观调控。具体而言，各省市结合本地用

电负荷的实际情况，实施差异化的电价策略，如设置峰、平、谷三档或尖、峰、平、谷四档电价，以经济手段引导用电行为，其中收费标准随用电时段的紧张程度依次递减。在对城镇污水处理厂的调研中发现，部分先进的污水厂在保证出水水质稳定达标的同时，积极响应国家的电力调峰填谷政策，通过科学运营管理，在电网负荷较低的时段增加自身运行负荷，充分利用低谷电力资源。在用电高峰期，则通过减少设备运行数量或降低设备运行频率减轻电网压力。这种策略的实施，有效地将电网高峰时段的部分负荷转移至低谷时段，降低电网的峰谷负荷差，对于缓解城市电力供应紧张局面也起到了积极作用。从经济角度看，这种运行模式的调整还有助于降低污水处理厂的运行成本，提高其经济效益。更重要的是，这一做法符合社会资源优化配置的原则，通过市场机制和科技创新，高效、合理地利用电力资源<sup>[3]</sup>。（见图1）

某厂作为一座设计规模达到20万  $m^3/d$  的污水处理厂，其水量变化系数设计值为1.3，运行负荷保持在80%的水平。该厂采用氧化沟工艺进行污水处理，严格遵守《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）一级A排放标准，确保出水水质达标。在能耗方面，某厂的平均吨水电耗为0.24  $kW \cdot h/m^3$ ，表现出较高的能源利用效率。

针对城市电力需求的特点，某厂所在地区将用电时段划分为峰期、平期和谷期，每个时段各为8小时。根据图1的数据分析，某厂在峰期的用电量相对稳定，月均约为40万  $kW \cdot h$ ，占总用电量的25.7%；平期用电量均衡，占总电量的30.6%；而主要电耗集中在谷期，

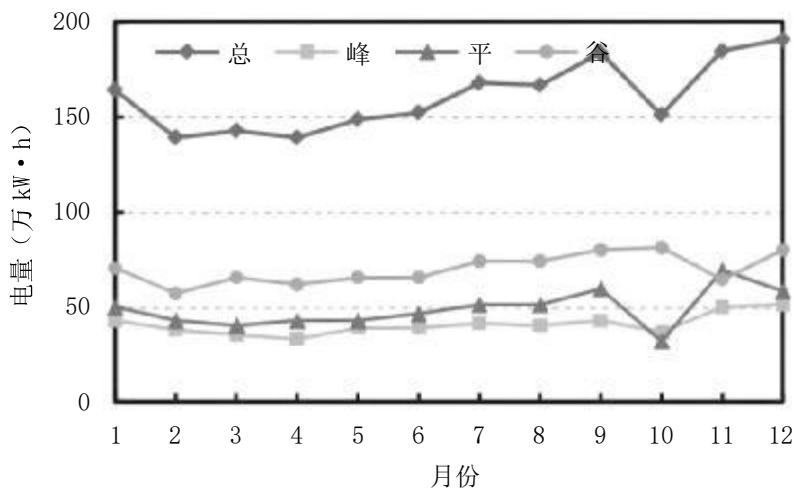


图1 某厂峰平谷用电情况

占总电量的 43.7%。这一用电模式充分利用了电网负荷较低的谷期时段，降低了运行成本。

根据某厂所在城市的电费收费标准，大工业用电电费峰值为 1.0167 元 /kW·h (6—8 月为 1.0788 元 /kW·h)，平值为 0.675 元 /kW·h，谷值为 0.4203 元 /kW·h。通过实施错峰用电策略，某厂在保障生产稳定的同时，有效节约电费。据统计，某厂每年可节省电费约 100 万元，为企业的可持续发展提供了有力支持。

在污水处理过程中，某厂注重各功能分区的电耗控制。二级处理段作为能耗占比最大的部分，主要涉及生物反应、混合搅拌等能耗密集型操作。为降低这部分能耗，某厂采取优化曝气系统、调整污泥回流比等多种措施。

此外，一级处理和深度处理段也占有一定的电耗比例，合理配置设备、调整运行参数等方式，有效控制全厂能耗<sup>[4]</sup>。

### 3 污水处理厂节能技术

#### 3.1 进水提升泵房

在污水处理系统中，水泵作为核心组件，其运行效率对系统整体能耗有着显著影响。为了提升水泵的运行效率并降低能耗，变频技术的应用显得尤为重要，旨在精准调控水泵电机转速，根据实际需求调整水泵的流量和扬程，避免不必要的能耗<sup>[5]</sup>。

为了更深入地理解水泵的能耗特性，引入水泵轴功率的计算公式至关重要： $N = \rho QH / \eta$ 。在这个公式中，N 代表水泵的轴功率； $\rho$  代表流体密度；Q 代表水泵的实际流量；H 代表有效扬程； $\eta$  则代表水泵的运行效率。根据这一公式发现，在水泵安装并运行后，流体密度  $\rho$  和水泵运行效率  $\eta$  通常可视为恒定值。因此，水泵的轴功率 N 主要与实际流量 Q 和有效扬程 H 呈现正比例关系。在不改变实际流量 Q 的条件下，降低水泵的运行有效扬程 H 会导致其轴功率 N 的相应减小，表明提升水泵前水位的方式有效降低水泵的能耗。因为水位的提升能够降低水泵的吸水扬程，进而减少其运行负荷和能耗，既简单又经济。

#### 3.2 高效滤池设计

为确保处理后出水水质符合国家一级 A 排放标准，在改造工程中可以引入高效滤池环节，使沉淀池出水在经由中间水池提升至高效滤池后，通过消毒处理即能达到严格的排放标准<sup>[6]</sup>。

在污水厂的污水处理工艺中，共设有 15 个独立的池体单元。为正常运行各单元并强化使用效率，建议采取定期冲洗策略。具体而言，每个池体每天会进行两次冲洗，每次冲洗时间严格控制在 15 分钟内。分析近几年运行数据，每年池体的可运行总天数约为 230 天。以 2022 年为例，实际运行天数仅为 125 天。基于这些数据计算出该处理单元的节能效率达到显著的 45.7%。

节能优化策略体现出污水厂对环保和能源效率的重视，也带来实实在在的经济效益。精确监测和灵活调整处理流程，能够在保证出水水质达标的同时，有效降低电能消耗，实现环保与经济效益的双赢。随着技术的进步和环保要求的提高，污水厂将不断探索和引入更先进的节能技术和方法。例如考虑采用更高效的滤池技术、优化冲洗策略或引入智能控制系统等，进一步提升节能效率和出水水质。

### 4 结束语

在污水处理厂的电气设计与节能策略中，深刻认识到平衡处理效率与能源消耗的重要性。高效设计电气工程能够进一步保证污水处理厂安全稳定运行能力，优化能源配置，提高设备使用效率。另外，节能策略的实施显著降低了运营成本，减少了资源浪费，为污水处理厂的可持续发展注入了新动力。

### 参考文献：

- [1] Seguel Suazo Karina,Dobbeleers Thomas,Dries Jan.Bacterial community and filamentous population of industrial wastewater treatment plants in Belgium[J]. Applied microbiology and biotechnology, 2024, 108(01): 11-16.
- [2] Soni Kuldeep, Kothamasi David, Chandra Ram. Municipal wastewater treatment plant showing a potential reservoir for clinically relevant MDR bacterial strains co-occurrence of ESBL genes and integron-integrase genes[J]. Journal of Environmental Management, 2024(12): 38-39.
- [3] 李慷, 焦晨晓. 基于智能化技术的地下污水处理厂电气设计优化研究 [J]. 中国设备工程 ,2023(24):35-37.
- [4] 徐世良. 城镇污水处理厂改扩建工程的电气设计分析：以白诸镇级水质净化中心为例 [J]. 低碳世界 ,2021, 11(09):148-149.
- [5] 王兆泰, 姚天宇, 马楠, 等. 城镇污水处理厂电气设计节能优化解析 [J]. 城市道桥与防洪 ,2020(11):24,204-206.
- [6] 石勇. 降低城市污水厂电气能耗的对策研究 [J]. 科技风 ,2020(07):149.

# 机械加工工艺装备设计要点分析

王晓彬<sup>1</sup>, 高龙<sup>2</sup>

(1. 德枫丹(青岛)机械有限公司, 山东 青岛 266555;  
2. 卡拉罗(中国)传动系统有限公司, 山东 青岛 266555)

**摘要** 机械加工工艺装备是机械制造中的重要组成部分, 其设计质量直接影响到机械制造的精度、效率和使用寿命, 因此, 掌握机械加工工艺装备设计的要点对于提高机械制造水平具有重要意义。本文主要探讨了机械加工工艺装备设计的要点, 包括遵循机械加工工艺使用原则、零件装夹及定位、加工精度的控制以及根据机械的功能选择零部件。这些要点在机械加工工艺装备设计中具有重要地位, 对于提高机械制造的精度和效率具有重要意义。

**关键词** 机械加工工艺; 装备设计; 加工精度; 精密切削工艺

中图分类号: TH16

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0064-03

在机械加工过程中, 工艺装备的设计与制造无疑是至关重要的环节。这些工具和设备, 无论是用于切割、钻孔、磨削还是其他各种工艺目的, 都是实现从原材料到成品转变的关键因素。随着新材料和新工艺的不断涌现, 工艺装备的制造也面临着新的挑战和机遇。现代的工艺装备需要具备更高的耐用性和稳定性, 以适应更加复杂和严苛的加工环境。而先进的制造技术, 如3D打印、激光切割等, 为工艺装备的制造提供了更多的可能性和灵活性。

## 1 机械工艺规程化设计标准

### 1.1 定位选组标准

在确定机械加工工艺时, 需要根据所选位置的准确位置进行分析。首先, 需要对机床的定位准点范围进行精确的分析, 并结合各零件的加工精度和选组标准流程, 确定出实际的机加工定位方案集。同时, 对于供应与需求基准之间存在的重叠现象, 应及时解决。此外, 应根据机械设计基准的有效需求与供给, 进行合理的定位和精确的重叠, 以避免机加工的供求尺度和转换准则出现问题, 真实的机械基准不重叠, 可避免出现错误的情况<sup>[1]</sup>。

粗基准是指在机器加工中要考虑实际的分配准则, 根据实际的加工余量, 尽量将加工面和非加工面的尺寸和精度位置做到最好。同时, 要根据实际过程的可靠度准则, 将需要注意的各个方面都弄清楚。尽量避免重复使用相同方位的设备, 对其基准面、粗糙度、外形差异等方面进行分析, 处理可能产生的次级基准问题, 解决加工过程中可能产生的各类机械问题。总

之, 在确定机械加工工艺时, 需要综合考虑各种因素, 包括所选位置的准确位置、各零件的加工精度、选组标准流程、装配流程、设计基准等。通过精确的分析和合理的定位, 可以确定出实际可行的机加工定位方案集, 确保制造出的机械性能优良、质量可靠、使用寿命长。

### 1.2 加工表面的实施方案

在工艺零部件规范的基础上, 要精心挑选适合的加工方法, 并明确具体的表面加工手段。通过对实际生产流程和精度要求的深入分析, 设定工件表面的粗糙度标准。根据毛坯基准进行选型研究, 确定各项技术参数, 特别是曲面的技术参数。同时, 全面了解切削工艺的规范情况, 提出一套更为合理、高效的工艺选型方案, 并明确整体工艺方案和实施方法。在充分考虑生产效率和经济效益的前提下, 优先采用高效、高标准化的机加工方式, 持续对中孔和表面进行调整, 以确保其平整度。此外, 要根据年产量制定相应的生产计划。为了提高镗孔、钻孔和扩面的质量, 可采用恰当的工艺方法, 对工件的材质进行精度分析和加工处理, 确保其质量和适用性, 在必要的时候, 还可采用淬火处理, 进一步提升精加工的效果<sup>[2]</sup>。

### 1.3 加工划分阶段

根据所选择的零部件标准, 对加工方式进行分析, 尽量地将加工过程的方法与规范弄清楚, 从而决定实际的过程发展次序与地点, 精确地划分出各工序的具体过程。当产品建成后, 对产品的品质有很高的要求, 通常要经过粗、半、精三道工序。若对工件有较高的

精度要求，则需再进行抛光。加工阶段的划分并不是绝对的，而是要结合被加工零件的工艺、刚度、加工精度等因素，对实际加工过程中的各个环节进行合理的划分<sup>[3]</sup>。根据高精度的要求，对运输、安装成本和收费流程进行精确的分析，并对可能出现的未划分的准则进行分析和处理，确定实际完成的加工和精度任务。

#### 1.4 机械加工顺序方法安排

根据基层机加工的要求，对精度及表面进行改进，明确实际的加工供求内容。先粗后细，确定整个加工零件的实施工艺，并决定加工的供应和需求位置，能够使用半精加工的方法，确保了加工的合理。按照“先主后次”的原则，对工件的外形及组装方法进行加工，保证实际的表面加工效果。

### 2 机械工序的设计方法

根据对工件的加工精度及实际应用的要求，对其进行精确分析，并制定出加工规范。在此基础上，根据生产过程开发需要及实现特征，对机械零部件的结构与品质进行深入的研究，并对其生产过程的总体质量及设备的经济效益进行分析。据此，对我国机械加工设备的开发程度进行评价。为保证设备选型的合理性，要结合生产实践，对多种规范进行比较，最后确定一套适合该设备的设备。另外，还要对机床的主要技术参数如型号、规格、位、具、型及联接等进行详细的分析，并对其进行详细的说明。

在工具的选用上，要依据机械加工装备的规范要求，选用合适的工具，从而达到提高加工质量，提高材料性能，提高生产效率的目的。通过对刀具型号、材质及切削准则的界定，保证刀具在加工时的高效切削，提高切削的合理性与高效性。在切削加工时，主要从切削加工的基本元素入手，如切削余量等。本文对各工序的具体内容进行了全面的分析，并对实际的加工精度、生产率和刀具的使用寿命进行了确定。依据实际的切削参数及切削方式，在综合考虑刀具硬度及刚度约束条件的基础上，对工件表面粗糙度进行规范化分析，从而得到合理的进给速度。选用适当的切割模式及计算方法，可提高切割精度及合理程度，确保加工过程稳定<sup>[4]</sup>。

### 3 工艺装备在机械加工中的应用优势

#### 3.1 促进加工精确度提升

在各类机加工作业中，工艺设备是核心要素，而零件的相对定位精度在很大程度上依赖于工艺设备的

配置。因此，加工设备的选择直接关系到加工的质量、精度和效率。若在机加工中采用直接夹持和定位的模具，其准确性和稳定性将得到显著提升，同时能大幅减少工件夹持和找正所花费的时间，进而显著提高加工效率。

#### 3.2 降低成本，提升质量

随着科技的飞速发展，许多机械生产厂家已开始引入数控机床。数控加工装备采用电脑编程，对机床进行数字化控制，其自动化程度高，加工精度高，且可进行仿真分析。这不仅极大地提高了生产率，还进一步确保了产品质量。例如，自适应工装夹具已被研究并应用，减少了工装夹具的复杂性，并缩短了其使用周期。此外，多角度夹具的研制也取得了进展。为了进一步提高处理效率，还可以从辅助时间方面进行优化。通过对工装设计的适当调整，可以大大减少工装所需的工时。例如，在工件夹持阶段，利用气动装置驱动可实现快速夹持；采用智能定位夹具，工件在定位过程中能自动精确对准，实现快速装夹。

#### 3.3 降低工人劳动强度，优化作业环境

机械生产企业通过采用过程设备，能够显著降低人工操作量，使机器操作逐渐取代手工操作。大量的生产实践已经证明，使用模具后，工件的装卸更为简便，节省人力，且安全高效。例如，当需要在Φ100～300毫米的外径和2～3米长的主轴上加工两个Φ25毫米的通孔时，初步的加工方法是采用V形铁进行夹紧和定位。但这种方法需要频繁调整中心高度以适应不同直径的工件。对于大型、重型零件，由于深孔钻孔机的主轴在加工时位置固定，每一次都需要翻边才能完成另一孔的加工，这无疑增加了操作的难度和劳动强度。为此，在特定工艺阶段，只需对关键螺钉进行调整，使工件在上下、左右方向保持适当的灵活性，这种简化的操作流程大大减轻了工人的劳动强度。

### 4 机械加工工艺装备设计的要点

#### 4.1 遵循机械加工工艺使用原则

在机械加工过程中，应遵循的原则包括“先粗后精”“先主后次”“基准第一”等。这些原则对于减少误差、保证制造精度和效率具有重要意义。

首先，“先粗后精”原则是指先进行粗加工，将大部分余量去除，然后再进行精加工，以达到要求的精度和表面质量。这样可以减少粗加工过程中产生的误差，提高精加工的效率。其次，“先主后次”原则是指先加工主要表面，再加工次要表面。主要表面是

零件的主要工作面，其精度和光洁度要求较高，因此需要优先加工。次要表面是零件的非工作面，其精度和光洁度要求相对较低，可以放在主要表面加工之后进行。最后，“基准第一”原则是指在加工过程中，应首先建立基准面。基准面是零件加工的基准，其精度和光洁度要求非常高。通过建立基准面，可以确保零件的位置精度和尺寸精度，避免后续加工中的累积误差。

#### 4.2 零件装夹及定位

零件的装夹及定位是机械加工中的重要环节，对于保证加工精度和效率具有重要作用。在零件装夹前，应根据零件的特点选择合适的夹具和装夹方式，确保零件定位准确、装夹稳定。例如，对于轴类零件，可以采用三爪卡盘或四爪卡盘进行装夹；对于套筒类零件，可以采用心轴或压套进行装夹。同时，应尽量减少装夹次数，以提高加工效率。如果需要多次装夹，应采用可靠的定位基准和调整方法，以保持加工精度。在定位过程中，应充分考虑零件的形状、尺寸和加工精度等因素，选择合适的定位基准。定位基准的选择应与设计基准相符合，以保证零件的位置精度和尺寸精度。同时，应消除定位误差，提高定位精度。例如，可以采用多点定位的方式减小定位误差，或者采用数字化仪进行定位。

#### 4.3 加工精度的控制

加工精度是衡量机械制造质量的重要指标。为了控制加工精度，首先应合理选择加工设备和刀具。根据加工需求和零件特点选择具有高精度和高稳定性的设备和刀具，可以减少加工过程中的误差。同时，应根据加工需求对设备进行定期维护和保养，确保设备处于良好状态。其次，应制定科学的加工工艺方案。根据零件特点和精度要求制定合理的加工顺序、切削参数和冷却方式等工艺方案，可以减少加工过程中的误差和提高加工精度。同时，应对工艺方案进行优化和改进，以提高加工效率和质量。最后，应通过优化设计、加强设备维护和人员培训等措施提高整个工艺系统的精度和稳定性。优化设计可以提高零件本身的结构稳定性和精度保持性；加强设备维护可以确保设备的正常运行和使用寿命；人员培训可以提高操作人员的技能水平和质量意识。这些措施的综合应用可以有效提高机械制造的精度和质量。

#### 4.4 根据机械的功能选择零部件

不同的机械具有不同的功能和用途，因此应根据机械的功能选择合适的零部件。例如，对于高精度要

求的机械，应选择具有高精度加工能力的设备和工艺方案；对于大量生产的机械应选择高效、可靠的自动化生产线；对于重型机械应选择具有高承载能力的零部件；对于高温环境下工作的机械应选择具有耐高温性能的零部件。此外，还需要考虑零部件的互换性和标准化程度以方便维修和使用，同时还要考虑其材料热处理表面处理等方面的要求，以确保其性能和寿命。

#### 4.5 精密切削工艺

不同类型的设备在加工工艺上存在差异，需要结合具体的产品设计图纸，在生产过程中，要循序渐进地提高精加工及磨削过程的作业品质。精细切削过程的运用主要是提高高精度零件的切割操作能力，对农机产品和仪器按照一定的比例关系进行细部处理，将刀具、定位标尺等生产技术资源进行合理配置<sup>[5]</sup>。另外，在加工过程中应注意不受外部因素的影响，如刚度、强度等。如何有效地控制零件的变形，保证零件的位置精度，是保证零件加工精度的关键。在农机装备制造中，要全面监测、监测、分析机床主轴的旋转速度、平均位移变形等参数。农机装备各部分的技术指标要求各不相同，其内部各机构的传输性能是影响其性能的关键因素，为此，需通过精密切削加工工艺，实现零件与机床装备的精确定位与检测分析，与此同时，还应保证不会对诸如机床之类的生产装备产生影响。

### 5 结论

机械加工工艺装备设计是机械制造中的重要环节，其设计质量直接影响到机械制造的精度、效率和使用寿命。因此，在机械加工工艺装备设计中，应遵循机械加工工艺使用原则、注重零件装夹及定位、提高加工精度的控制、根据机械的功能选择合适的零部件等要点。同时，还应不断探索新的设计理念和方法，提高设计水平和制造能力，以满足不断发展的市场需求。

### 参考文献：

- [1] 肖德华.减少机械加工误差提高机械加工精度[J].黑龙江造纸,2022,50(03):38-40.
- [2] 赵慧艳,鲁昌国,李传奇.Excel在机械加工误差分析教学实践中的应用[J].机械工程与自动化,2022(01):117-119.
- [3] 张传勇,张媛,刘海川.浅谈机械加工误差产生原因及控制措施[J].中国设备工程,2021(21):159-160.
- [4] 赵鑫雅.机械加工工艺装备设计的要点[J].今日制造与升级,2023(05):76-78.
- [5] 张梅林.关于端盖零件机械加工工艺的设计要点分析[J].内燃机与配件,2019(24):75-76.

# 绿色建筑材料在土木工程施工中的应用

王 濛

(临沂鑫磊建安工程有限公司, 山东 临沂 276000)

**摘要** 在当前环境保护日益受到关注的背景下, 将绿色建筑材料应用于土木工程施工中, 对于我国土木工程行业的发展和社会经济的发展都将起到积极的作用。这样既能确保国内建筑工程的质量, 又能有效地节省资金, 降低施工资源的浪费。在此基础上, 本文对绿色建筑材料的重要性进行了分析, 对应用绿色建筑材料需要注意的问题进行了较为详尽的阐述, 并对其在施工过程中的应用等展开了探讨, 以期能为有效地促进我国建筑材料的发展提供借鉴。

**关键词** 绿色建筑材料; 土木工程施工; 改良设计; 内部装修

中图分类号: TU5

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0067-03

在建筑行业迅速发展的同时, 其所面对的环境问题也日益严峻, 因此, 对土木工程施工提出了更高的要求。以往的建筑工程多采用传统的建筑材料, 造成大量的资源浪费, 对环境造成了严重的污染。随着科学技术的进步, 新的环保材料层出不穷, 人们对其使用也日益关注, 在土木工程中采用绿色建筑材料, 既有利于环境保护, 又有利于提高资源的利用率, 降低了施工企业的成本, 增加了企业的经济效益。

## 1 应用绿色建筑材料的重要性

绿色建筑材料能有效地减轻施工时对环境的影响, 并能有效地降低施工企业的生产成本, 提升土木工程的施工效率。在环保建筑材料日益受到重视的同时, 环保建筑材料在土木工程中的地位也日益凸显。

### 1.1 与可持续发展战略保持一致

当前, 我国部分资源的取得与生产面临着巨大的挑战, 为了达到可持续发展, 提高其使用效益, 有关企业必须立足于可持续发展的思想, 将绿色建筑材料应用到土木工程建筑的施工中, 以增加资源的利用概率, 降低资源的浪费, 从而促进可持续发展的目的<sup>[1]</sup>。

### 1.2 提高材料利用效率, 降低对环境的污染

对建筑材料生产来说, 最大的阻碍就是生产力和制造技术。然而, 目前绿色建筑材料生产技术复杂, 与传统建筑材料相比, 其生产效率较低, 造成了较高的制造成本, 制约了其在工业、农业等领域的推广。在目前阶段, 要解决制约绿色建筑材料发展的主要问题, 就是能有效地提高材料的利用率, 降低对环境的污染。

### 1.3 对我国的经济发展做出贡献

在土木工程施工中采用绿色建筑材料, 既能推动

我国整体的社会、经济发展, 又能适应我国经济的发展需求。建筑行业的迅速发展对国家的经济建设起到了很大的作用。传统建筑材料在应用过程中会产生大量的废弃物, 造成了巨大的资源浪费, 而采用“绿色建筑材料”可以实现对建筑废弃物的资源化利用, 将建筑废弃物循环使用, 生产出新型环境友好的材料, 极大地减少了施工费用, 为节能降耗打下了坚实的基础, 并为我国经济体制改革提供强大的资源支持。

### 1.4 适应我国土木工程市场结构性改革的需求

绿色建筑材料在土木工程中得到了充分的运用, 能够充分适应我国建筑行业结构变革的需要。从目前土木工程市场的情况看, 在投标过程中, 由于市场竞争过于激烈, 施工企业常常采取不正当的竞争手段, 导致赢利水平下降, 既不利于施工质量, 也不利于施工企业的长远发展。在工程投标期间, 基于国内市场竞争的现实, 由于市场竞争的加剧, 企业的利润率会被压缩, 因此, 必须进行施工规划的调整, 以确保预期收益的实现, 从而对其施工质量进行维护。为此, 有关施工企业可采用绿色建筑材料, 以保障土木工程建筑收益, 虽然从当前的市价来看, 采用绿色建筑材料比一般建筑材料的造价要高, 然而, 它能减少施工企业的施工难度, 提升土木工程的效能, 进而减少施工费用; 同时, 还能促进施工企业的经济效益, 促进我国绿色建筑材料市场的发展<sup>[2]</sup>。

### 1.5 积极推动新材料研究与开发, 推动工程建设

将各种建筑材料结合起来研制出新的建筑材料, 并将其应用到土木工程实践中, 把研究结果向实际应用转变, 具有十分重要的意义。在“绿色施工”概念

的提出下，开发新型绿色建筑材料已成为当今世界各国普遍关注的热点问题之一。

## 2 土木工程施工的现况

在目前的建筑工程发展过程中，相应的标准、规程在逐步完善。在当前条件下，采用多种先进施工技术、施工设备，有利于工程质量的不断提升，使得工程中存在的质量风险逐步降低，从而逐步获得市场的认可。由于环境保护意识的提出，土木建筑中的建筑材料及技术正逐步走向“绿色”，这也是今后建筑行业发展的一个重要趋势。许多对环境友好的材料及科技降低了土木建筑对环境的冲击，逐步减轻了环境污染，并有效地消除了各类安全隐患。从整体上看，土木建筑的发展一片光明，与此同时，为确保土木建筑的安全性，在质量与技术上都有了很大的提升。一个好的安全保护计划，既能对施工过程中出现的各类安全风险进行有效的辨识，也能让施工更加规范化、标准化，进一步强化施工设备的作用与质量。

## 3 应用绿色建筑材料应考虑的问题

### 3.1 建筑材料选择方面

在土木工程中，若设计不当，不但会造成建筑材料用量的降低，同时也会对施工企业的直接效益造成损害。在绿色建筑材料方面，若采取一种单一的采购方式，则可减少施工费用，而材料不足则会影响工程的正常施工。另外，在采用绿色建筑材料时，由于缺少完备的设计方案，不能对所需要的建筑材料进行合理、严谨的选用。由于材料的种类、型号的不同，其功能也各不相同，若一味照搬原设计，将会造成极其严重的后果。因此，在土木工程策划设计阶段，要依据施工合同及工地的实际情况，事先就决定好绿色建筑材料的种类与型号，并注重对设计方案进行优化，让设计方案更完美，为今后的施工提供便利<sup>[3]</sup>。

### 3.2 施工流程

在土木工程施工过程中，要充分利用绿色建筑材料，才能保证工程的高效、优质。传统建筑材料占地面积大，搬运时扬尘大，采用绿色建筑材料能有效地解决这一问题。施工企业还应认真思考许多细节问题，减少绿色建筑材料对环境的冲击，进而提升土木工程施工的质量。另外，施工企业应该加大对有关人员的培训力度，只有人员素质达到标准，才能对绿色建筑材料进行科学、合理的应用，同时，要对施工过程中出现的各类问题进行综合考量，充分发挥绿色建筑材料的巨大优势。另外，在工程实施过程中，由专人负

责监督，保证所选用绿色建材合理利用，达到规范要求。

## 4 绿色建筑材料的应用

### 4.1 改良设计

为了更好地推广绿色建筑材料在我国土木建筑工程中的使用，需要做好合理的施工计划。首先，采购绿色建筑材料，根据工程进度，开辟多种渠道，以保证建筑材料的不断供给。当前，虽然绿色建筑材料的发展势头很好，然而，建筑材料的质量却得不到保障，因此，在采购过程中，一定要对材料的质量进行严格的检查，以免出现质量问题，从而影响到土木工程施工的正常进行。同时，必须对各种绿色建筑材料的特性有一个全面的认识。尤其是随着建筑材料品种的日益丰富，必须充分利用各供应商的材料特性，以保证土木工程施工的顺利进行<sup>[4]</sup>。

### 4.2 土木工程外表的施工

土木材工程的施工，从整体上看，包括了内外两部分，该工程的施工耗费了大量的人力、物力、财力，工期十分漫长。目前，由于环保意识的增强，人们在土木工程施工中，都会把绿色建筑材料作为选材与施工的先决条件。在土木工程外表中，采用绿色建筑材料，可以改善建筑物的外形景观，改善建筑物的保温隔热性能，并且可以在降低施工造价。在土木建筑的外墙施工中，应用绿色建筑材料可以大幅度提升其防湿保溫能力，同时，绿色建筑材料还可对部分电磁波进行有效的吸收，减少其对人体的危害。相对于传统建筑材料，“绿色”建筑材料的抗震能力更强，能够有效地减少地震对人体的伤害。比如，在强震频发的区域，应用建筑材料进行结构加固，能够极大地改善结构的强度与稳定性，降低结构的震害，降低人身财产的损失。目前，尽管绿色建筑材料价格昂贵，然而，在实际应用中，因其具有较强的可循环利用性，可实现对绿色建筑材料的回收，从而达到节约施工总造价、减轻建筑废弃物带来的环境污染的目的，因此，在土木建筑工程中，设计人员们可以选择绿色的建筑材料。

### 4.3 土木建筑的内部装修

随着人民的生活水平和生活质量的不断提升，人们对建筑的要求已经不单单是满足于居住的需要，也越来越注重建筑的美感和舒适度。在土木建筑领域，传统的建筑材料已经无法适应越来越多的新要求。有些建筑材料在使用时也会释放出能够严重危害人体健康的有害气体。在室内装修中应用绿色建筑材料能满足人们对环境友好的要求，又可以达到较好的隔音、

隔热和保温作用，在生活中也可以降低外界因素对室内环境的影响。在此基础上，建议在室内装修中使用绿色建筑材料，比如，绿色建筑材料包括壁纸、地板、橱窗等，能够有效地减少施工周期，增加建筑物室内空间的利用。如果将绿色建筑材料应用于室内，则可充分发挥其轻质、高强度、占地面积小的优势，拓展室内空间。

#### 4.4 顶层的设计

绿色建材可用于土木工程建设的整个过程，在土木工程的顶层设计中采用绿色建材，能充分利用其本身的优点。在使用时，必须对其进行科学、合理的分析，以保证最大限度地发挥绿色建材的作用。选用绿色建筑材料时，应该按照工程的具体需求以及各阶段的使用情况，选用适当的建筑材料，保证每种建筑材料都能充分利用。

#### 4.5 门和窗的材料

在土木工程中，对门和窗的材料进行选择时，应注重使用对环境友好的玻璃，并对其进行经济与性能的综合考量。不同种类的环保玻璃，具有不同的性能，其中比较常见的环保型玻璃包括：中空玻璃、真空玻璃和低辐射玻璃。因此，在选用何种材料时，应从实际需求出发，才能更好地满足建筑的节能要求。中空玻璃是一种新型的节能材料，在建筑中的应用日益广泛。真空玻璃作为一种新型设计形式，越来越多地应用于工程领域，特别是在高层建筑中。低辐射玻璃是一种新型的隔热材料，它的隔热效果比中空玻璃好，由于其装饰效果好，因此在绿色建筑中得到了广泛的应用。

### 5 绿色建筑材料的发展

在土木领域，现代绿色建筑材料主要的特性包括：保温、反射、吸湿、透明、阻燃、抗腐蚀等特性。这些特性是一种物质所必须具备的基本的理化性能，这些性能与建筑材料所应具备的特征相一致，而且不会随着其相对成分（如塑性、流动性、混凝土热导率等）的改变而发生变化。另外，经过处理后的材料，其性能会比原来好很多，而且某些特性也会有很大的提高，例如颜色、纹理、平滑度、形状、大小等都有很大的改善。这种现象既与制造技术、处理方法有关，还与材料自身的某些成分的含量有关系<sup>[5]</sup>。

#### 5.1 混凝土的发展

混凝土是由粗集料，如砂、石、水泥等组成的一种建筑材料。加入适量的添加剂，可改善混凝土各项性质，用途很广。混凝土因其优异的塑性而广泛应用

于建筑领域，已成为我国建筑行业发展的关键材料。近年来，在混凝土中掺入玻纤混凝土、钢纤维混凝土等，可有效弥补混凝土抗拉强度低所带来的不利影响。同时，在某些工程中，混凝土块体还可根据不同的工程特点进行特别设计。通过使用不同的模板，可以有效地提高材料的利用效率，降低因混凝土尺寸与结构、工程尺度不相匹配而产生的浪费。另外，还可以对模具进行配置，这样就可以在各种工程进行回收利用。

#### 5.2 金属材料的发展

在土木工程中，金属材料是一种广泛使用的材料。金属材料与混凝土混合后，既可作为一种独立受力构件，又可独立承担荷载，如钢结构。金属材料是一种新的建筑材料，由于建筑物在拆掉后，金属材料可以被循环使用，再被滚压成新的建筑材料，因此，在绿色建筑材料领域占有举足轻重的地位，也是一种不可或缺的建筑材料。

#### 5.3 玻璃材料的发展

玻璃的合理应用，不但能极大地提高土木建筑物的采光，还能有效地隔热。随着科技的发展，通过调节玻璃成分及加入添加剂，不但可改善玻璃之脆性，还能充分发挥其优良的装饰、透光等优势，同时也开发出了多种不同的功能，将其艺术性与实用性结合起来。采用建筑玻璃做隔断，不但能提高透光效果，还能保证室内的私密性。在发展绿色建筑材料时，因玻璃组成的差异，使建筑材料呈现出多种特性。

综上所述，由于社会对环境的关注程度越来越高，越来越多的人开始把绿色元素纳入日常的生活需要之中。而在土木工程施工中，采用绿色建筑材料能更好地满足人们对环境保护的需要，从而达到资源的可持续利用。因此，在土木工程施工中，应该加大绿色建筑材料的用量，提高建筑材料的利用率，以满足人们对居住环境的要求。

#### 参考文献：

- [1] 史振哲. 分析绿色建筑材料在土木工程施工中的应用 [J]. 科技资讯, 2022, 20(17):109-111.
- [2] 王志华, 宁文宇, 周火梅. 浅谈土木工程建筑施工管理中绿色建筑材料的应用研究 [J]. 陶瓷, 2022(08):191-193.
- [3] 张礼贵. 新型建筑材料在土木工程施工中的应用策略 [J]. 房地产世界, 2021(23):132-134.
- [4] 张缜. 浅析新型建筑材料在土木工程施工中的应用 [J]. 四川水泥, 2021(09):97-98.
- [5] 周勇强. 探讨绿色建筑材料在土木工程施工中的应用 [J]. 陶瓷, 2021(05):116-117.

# 高效空调制冷机房关键技术研究与发展趋势分析

贾立伟，庄晓杰

(冰轮环境技术股份有限公司，山东 烟台 264000)

**摘要** 数据中心、服务器机房等电子设备空间的广泛应用，使高效空调制冷技术变得愈发重要。这些设备在运行时产生大量热量，对温度、湿度、空气质量等环境参数要求也越来越高，因此高效空调制冷技术成为关键解决方案。本文分析了高效空调制冷技术的关键技术和发展趋势，通过选择合适的制冷剂、优化制冷系统结构设计、改进换热器技术以及机房空间温湿度控制技术等方面的研究，以期对推动高效空调制冷技术朝着节能高效、智能化和环保友好的方向发展有所裨益。

**关键词** 高效空调；制冷机房；高效换热器技术；湿度控制技术；相变材料

中图分类号：TU83

文献标志码：A

文章编号：2097-3365(2024)05-0070-03

随着互联网、云计算、大数据等信息技术的广泛应用，数据中心、服务器机房和通信基站等高度集成化的电子设备空间得到了广泛应用和普及。然而，这些设备在运行时会产生大量的热量，必须通过高效的空调制冷系统进行散热，以保证设备正常运行和延长寿命。同时，这些设备对于温度、湿度、空气质量等环境参数的要求也越来越高，使得高效空调制冷技术成为关键的解决方案。因此，研究高效空调制冷技术的关键技术和发展趋势，具有重要的理论和实践意义。

## 1 高效空调制冷技术关键技术分析

### 1.1 制冷系统设计

#### 1.1.1 制冷剂选型

在高效空调制冷技术的关键技术中，制冷剂选型是一个重要的方面。制冷剂是用于在制冷系统中传递热量和实现制冷循环的介质。正确选择适合的制冷剂对于提高制冷系统的性能和效率至关重要。首先，制冷剂的热物性是选择的关键因素之一。制冷剂需要具备较高的潜热和热导率，以便在制冷循环中有效地吸收和释放热量。较高的潜热可以增加制冷系统的制冷量，而较高的热导率可以提高热传递效率，从而提高系统的制冷效果。其次，制冷剂的环境友好性也是一个重要因素。由于全球对环境保护的需求日益增加，选择低温等级的制冷剂来减少对温室气体的排放已成为一种趋势。因此，制冷剂的臭氧破坏潜能（ODP）和全球变暖潜能（GWP）需要得到充分的考虑。通常，选择具有较低ODP和GWP的制冷剂可以减少对大气层的不良影响。

#### 1.1.2 制冷系统结构设计

制冷系统结构设计是高效空调制冷技术中的另一个关键技术。它涉及整个制冷系统的布局和组成部分的选择，以实现高效的制冷性能。制冷系统的结构设计应考虑到制冷剂的流动方式。常见的制冷系统结构包括直接膨胀制冷系统和间接膨胀制冷系统。直接膨胀制冷系统中，制冷剂直接流经蒸发器和冷凝器，实现热量的吸收和释放<sup>[1]</sup>。而间接膨胀制冷系统中，制冷剂通过热交换器与冷媒进行热量交换，然后再传递给蒸发器和冷凝器。根据具体的制冷需求和系统要求，选择合适的制冷系统结构可以提高制冷效果和能效比。其次，制冷系统的结构设计还需考虑到制冷设备的布置和连接方式。制冷设备包括压缩机、蒸发器、冷凝器和节流装置等。在设计制冷系统时，需要考虑这些设备的布置位置，使得冷凝器和蒸发器之间的流动路径最短，减少管道长度和压力损失。同时，选用合适的连接方式，如焊接或螺纹连接，以确保系统的密封性和稳定性（见图1）。

### 1.2 高效换热器技术

#### 1.2.1 空气侧换热器

高效换热器技术在高效空调制冷技术中扮演着重要角色，其中空气侧换热器是一个关键组成部分。空气侧换热器的设计和优化对于提高制冷系统的性能和效率至关重要。首先，空气侧换热器的设计需要考虑到其传热性能。传热性能取决于空气侧换热器的表面积、翅片形状和排列方式等因素。通过增大换热器的表面积，可以增加与空气的热量交换，从而提高传热

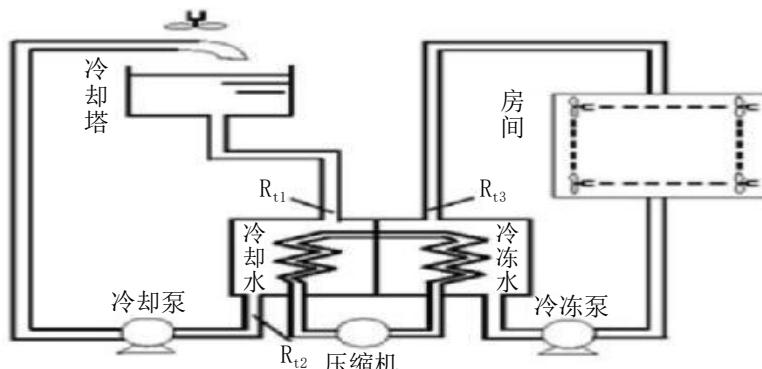


图 1 机房视图

效果。同时，选择合适的翅片形状和排列方式，如平板翅片、波纹翅片或凹凸翅片，并合理安排翅片间距，可以增加翅片表面积，提高换热器的传热效率。其次，空气侧换热器的空气阻力也需要考虑。空气阻力直接影响空气侧流动的阻力损失和风机的工作负荷。因此，在设计空气侧换热器时，需要考虑翅片间距、翅片厚度和翅片高度等因素，以降低空气阻力。

### 1.2.2 冷水侧换热器

冷水侧换热器是高效空调制冷系统中另一个关键组成部分。它在制冷循环中扮演着将冷凝剂中的热量传递给冷水的重要角色。冷水侧换热器的设计需要考虑到其传热性能。传热性能直接影响制冷系统的效率和制冷能力。通过增加冷水侧换热器的表面积，可以增大与冷水的热量交换，提高传热效果。选择合适的管道材料和内部结构设计，如多通道管或螺旋管，可以增加冷水侧换热器的传热效率<sup>[2]</sup>。优化冷水流速和温度控制，也可以提高传热性能，确保制冷循环中的热量传递效果。冷水侧换热器的水阻力也需要考虑。水阻力直接影响冷水的流动速度和系统的工作负荷。在设计冷水侧换热器时，需要考虑管道直径、长度和布置方式等因素，以降低水阻力。合理选择泵的类型和工况，如离心泵或循环水泵，并根据实际需求进行泵的调速控制，也可以减小水阻力，提高系统的效率。

### 1.3 机房空间温湿度控制

#### 1.3.1 空气流动控制

机房空间温湿度控制是保证机房内部环境适宜且稳定的重要任务。其中，空气流动控制是实现机房空间温湿度控制的关键因素之一。在机房中，通过合理控制空气流动，可以实现温湿度的均衡分布，有效消除热点和湿度不均的问题。首先，需要考虑机房内的气流循环。通过合理布置通风口和排风口，使得新鲜空气能够均匀地进入机房，将热量带走，并且保持空

气的流动性，避免死角和堆积。同时，还可以利用风机或空调系统来促进空气的流动，确保机房内的温湿度分布均匀。其次，需要控制机房的空气速度。过高的空气速度会造成过大的风冷效应，导致局部温度过低；而过低的空气速度则可能导致热量累积和湿度不均。因此，通过调节通风系统的参数，如风扇转速和风速控制，可以实现适宜的空气速度，确保机房内的温湿度控制在合理范围内。

#### 1.3.2 湿度控制技术

湿度控制技术在机房空间温湿度控制中扮演着重要的角色。有效地控制机房内的湿度可以确保设备的正常运行，防止湿度过高导致设备腐蚀和损坏，同时也可以提供一个舒适的工作环境。首先，湿度控制技术可以通过调节通风系统中的湿度传感器来实现。湿度传感器能够实时监测机房内的湿度水平，并将数据反馈给湿度控制系统。在系统的控制下，可以根据预设的湿度范围自动调节通风系统的工作模式，以达到所需的湿度水平<sup>[3]</sup>。例如，在湿度过高的情况下，可以启动排湿模式，增加通风量，将过多的湿气排出机房；而在湿度过低的情况下，可以启动加湿模式，通过加湿装置增加湿气的含量。其次，湿度控制技术还可以利用除湿设备来实现。在机房中安装除湿设备，如除湿机或吸湿剂，可以有效地控制湿度水平。这些设备可以吸收空气中的湿气，降低机房内的相对湿度。通过设置合适的除湿设备容量和工作参数，可以根据实际需求调整除湿效果，确保机房内的湿度处于合适的范围。

## 2 高效空调制冷技术发展趋势分析

### 2.1 多级制冷系统技术的发展

多级制冷系统技术是当前机房空间温湿度控制中较为先进的技术之一。随着现代计算机和数据中心的不断发展，对于温度和湿度的控制要求越来越高，多

级制冷系统技术的应用也越来越广泛。首先，多级制冷系统技术的发展可以追溯到20世纪50年代。当时，美国国家航空航天局（NASA）开始研究利用多级制冷系统技术来控制航天器内部的温度和湿度，以保证宇航员的安全和设备的正常运行。后来，这一技术逐渐应用到计算机等电子设备中，成为一种先进的温度和湿度控制技术。其次，多级制冷系统技术的主要特点是在制冷系统中设置多个制冷循环，通过逐级降温的方式实现精确的温度控制<sup>[4]</sup>。每个制冷循环都由一个压缩机、一个蒸发器和一个冷凝器组成，形成一系列的制冷阶段。在这些阶段中，通过将制冷剂逐步降温，使得机房内部的温度能够精确控制在所需范围内。同时，多级制冷系统技术还可以通过设置湿度控制模块来实现对机房湿度的控制。多级制冷系统技术的发展还涉及制冷剂的优化和设计的改进。传统的制冷剂如氯氟烃在使用中可能会对大气层造成破坏，因此近年来逐渐被环保制冷剂代替。

## 2.2 相变材料在高效空调制冷中的应用

相变材料在高效空调制冷中的应用是机房空间温湿度控制技术的一个重要发展方向。相变材料是一种具有特殊物理性质的材料，能够在特定温度范围内通过吸热和放热的相变过程来调节温度。首先，相变材料在高效空调制冷中的应用主要是利用其相变过程中的吸热和放热特性。在机房空调系统中，相变材料可以作为储能介质，将过剩的热量吸收并存储起来，待需要时释放出来。例如，在机房温度升高时，相变材料可以通过吸热将多余的热量吸收，使机房温度保持在合适的范围内。而当机房温度下降时，相变材料则会通过放热将之前吸收的热量释放，以维持温度的稳定。其次，相变材料具有储能效率高、体积小、无需外部能源供给等优点。相比传统的空调制冷系统，使用相变材料可以减少能源的消耗，提高能源利用效率。相变材料的储能效率高意味着可以在较小的体积内储存更多的热量，使得整个空调系统更加紧凑和高效。而且，相变材料不需要外部能源供给，只需要通过温度差来实现热量的吸收和释放，减少了对电力等能源的依赖。

## 2.3 空气质量检测和治理技术的提升

空气质量检测和治理技术的提升，是保障人们身体健康和改善环境质量的重要手段。首先，空气质量检测技术的提升主要表现在检测手段和检测精度方面。当前，空气质量检测手段不仅包括传统的监测站点和设备，还包括了移动检测设备和无人机巡检等方式。

这些新型的检测手段可以更加全面地监测空气质量，并及时发现空气污染源和治理效果等问题。同时，空气质量检测精度的提升也得益于传感器、监测技术等方面的发展。新型的传感器技术可以实现高精度、高灵敏度的空气质量监测，而监测技术的进步则可以提高监测数据的准确性和可靠性，为有效治理污染提供科学依据<sup>[5]</sup>。其次，空气治理技术的提升主要表现在污染源控制和污染物处理方面。针对不同类型的污染源，应采用不同的控制手段。例如，对于工业废气排放污染源，可以采用工艺调整、设备更新等方式进行治理；而对于交通尾气排放污染源，则可以采用限行措施、公共交通优先等手段进行治理。此外，针对不同类型的污染物，也应采用相应的处理方法。例如，对于PM2.5等颗粒物，可以采用物理、化学等方法进行处理，而对于VOC等挥发性有机物，则可以采用生物技术等方法进行处理。

## 3 结论

高效空调制冷技术在机房和数据中心等电子设备空间中的重要性日益凸显，通过对高效空调制冷技术的关键技术和发展趋势进行分析，在关键技术方面，制冷剂选型、制冷系统结构设计、高效换热器技术以及机房空间温湿度控制技术等均是影响制冷效果和能效比的重要因素。多级制冷系统技术的应用、相变材料在制冷中的应用以及空气质量检测和治理技术的提升，将是未来的发展趋势。多级制冷系统技术能够实现精确的温湿度控制，相变材料应用可以提高能源利用效率，而空气质量检测和治理技术的提升对保障环境质量具有重要意义。因此，高效空调制冷技术在未来将继续朝着节能高效、智能化和环保友好的方向发展，以适应电子设备空间对温湿度和空气质量要求日益提高的趋势。

## 参考文献：

- [1] 于晓龙,丁天一.高效空调制冷机房关键技术研究与发展趋势分析[J].建筑技术,2023,54(14):1745-1749.
- [2] 郑昕莹.某科研院所空调机房EC风机节能改造实践[J].节能,2023,42(09):47-50.
- [3] 侯俊杰,张勇,王礼杰,等.抽屉式空调机房机组研发与应用技术[J].建筑施工,2023,45(03):554-557.
- [4] 黎志峰.变流量冷却技术在高效中央空调机房系统建设中的应用研究[J].河南科技,2022,41(23):49-53.
- [5] 王礼杰.装配式空调机房PP-RP管材应用研究[C]//中国土木工程学会,长沙市人民政府.中国土木工程学会2021年学术年会论文集,2021.

# 一种提高三氯化铁生产效率的反应器优化设计方案

杨延松

(山东海容化工科技有限公司, 山东 烟台 261413)

**摘要** 三氯化铁生产的效率问题是工业发展的主要挑战之一。本研究通过创新的反应器设计, 结合流体动力学和材料科学原理, 致力于解决这一问题。该新型反应器在提升三氯化铁合成效率和降低能源消耗方面取得显著成效。通过热力学分析、流体动力学模拟和实验验证, 证实了该反应器能提高反应速率和产物纯度的显著效果。新反应器在原料处理和副产品管理方面也表现出色, 为三氯化铁生产带来革命性改进。本研究不仅对三氯化铁生产具有重要的实用价值, 也为化工领域的效率优化提供了新思路, 旨在为推动更高效、环保的工业生产提供借鉴。

**关键词** 三氯化铁; 生产效率; 材料科学; 环境保护; 可持续发展

中图分类号: TH7

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0073-03

三氯化铁在化工领域的重要性不言而喻, 它广泛应用于水处理、印刷电路板制造等多个领域。然而, 其传统生产方法存在效率低下、能耗高等问题, 不仅影响产量和成本, 还对环境产生潜在负面影响。因此, 提高三氯化铁生产效率, 实现经济与环保的双重目标, 已成为工业和学术界的共同关注焦点。本研究基于材料科学和化工技术的最新发展, 提出了一种新型高效反应器设计方案。此方案旨在优化生产流程, 提升效率, 同时最大限度减少环境影响, 走向生产的绿色化和智能化。

## 1 三氯化铁生产现状

### 1.1 三氯化铁的传统生产方法

三氯化铁是一种常用化工产品, 传统上主要通过铁与氯气直接反应来生产。这个过程虽然简单, 但需要精确控制反应条件, 尤其是温度。高温下铁与氯气的反应加速, 提高了产物纯度, 但也导致能耗增加和设备磨损<sup>[1]</sup>。此外, 反应产生的废气和副产品对环境有不良影响。铁的纯度和成本之间的平衡也是关键, 高纯度铁虽提高了产物质量, 但成本较高。氯气的腐蚀性和反应性要求严格的操作和安全措施。虽然传统方法曾有效, 但面对效率、能耗、环境影响等问题, 迫切需要技术革新。随着科技进步和环保意识增强, 传统方法的局限性变得更加明显, 促使人们寻求更先进、环保的生产方法<sup>[2]</sup>。

### 1.2 现有生产过程中的效率问题和挑战

在三氯化铁生产中, 尽管技术进步, 效率问题仍是主要挑战。高温反应的高能耗增加成本并对环境造

成压力, 降低能耗的同时保证产量和质量是提升效率的关键<sup>[3]</sup>。废物处理成本高, 处理不当还可能影响环境, 因此有效处理废物、减少环境影响显得尤为重要。设备老化和维护也影响效率, 长期运行导致设备磨损, 需要定期维护和更新, 增加成本和时间。原料质量波动同样是挑战, 影响产品质量和生产稳定性, 因此维持产品质量和生产稳定性是提高效率的另一重要方面<sup>[4]</sup>。

## 2 反应器设计的优化方案

### 2.1 优化方案的设计原理和技术创新

1. 设计原理。本研究提出的三氯化铁生产优化方案, 结合了对化学反应机理的深入理解和现代工程技术。设计理念旨在克服传统方法局限, 通过技术创新实现效率提升与环境保护。核心是优化反应器设计, 改善反应条件以提升效率和选择性。方案综合考虑了工艺流程, 包括原料输送、反应控制到产物分离和纯化, 确保各生产环节紧密配合, 显著提高整体效率。反应器采用最新流体动力学模型, 确保原料均匀分布, 减少局部过热或反应不充分, 降低能耗。同时, 方案注重环保和可持续性, 采用高效能源方案和环保材料, 减少废物排放, 为化工行业绿色转型提供新范例<sup>[5]</sup>。

2. 流体动力学的应用。在新型三氯化铁生产反应器设计中, 流体动力学至关重要。精确模拟和控制反应介质流动, 确保化学反应在最佳状态下进行, 核心在于精细调控反应物流速和方向, 优化反应条件。这减少了局部过热或原料积聚, 显著提升反应效率和产物一致性。流体动力学还实现了更均匀温度分布和原

料混合，防止反应不均匀性，提升产量和质量，降低能源消耗和成本，展现了技术创新，提高化工生产效率和产品质量的关键。

3. 材料科学的创新应用。在优化方案中，材料科学的创新应用对提升反应器耐用性和效率至关重要。采用先进耐腐蚀材料，显著延长反应器使用寿命，减少维护成本和停机时间。新型合金材料的使用，提高了化学和热稳定性，确保反应器在高温和腐蚀性环境下的可靠运行。这些材料还优化了热传导效率，实现了高效率和低能耗。材料科学的应用提升了反应器物理性能，使生产过程更环保和可持续，符合全球环保趋势。

4. 能源效率的提升。在三氯化铁生产优化中，关键技术革新在于提升能源效率。采用高效热回收系统，回收反应过程中的热量，显著减少了对外部能源的依赖和能耗，为企业带来经济效益。优化的反应器设计精确控制能量流动，运用流体动力学原理实现能量最优分布，提高反应效率，减少能量损耗，提升能源使用效率，降低生产成本，推动生产向节能环保方向发展。

5. 环境影响与可持续性考量。新型三氯化铁生产反应器设计中，流体动力学的应用至关重要。通过精确模拟和控制反应介质流动，确保化学反应在最佳状态下进行。关键在于精细调控反应物流速和方向，优化反应条件，减少局部过热或原料积聚，显著提升反应效率和产物一致性。更均匀的温度分布和原料混合，可防止反应的不均匀性，提升了三氯化铁的产量和质量，降低了能源消耗和生产成本。流体动力学的应用展现了技术创新，对化工生产过程的深入理解，成为提高化工生产效率和产品质量的关键。

## 2.2 预期效果与工业应用潜力

1. 生产效率的显著提升。本方案通过结合流体动力学和材料科学，显著提升了三氯化铁生产的效率和原料转化率。反应时间大幅缩短，反应器设计的改进使得生产周期更短，生产能力得到提高。同时，能量回收技术降低了能耗和碳排放，符合环保趋势。

2. 成本降低与经济效益。方案通过高效的反应器设计和能量回收技术显著减少了能源消耗，长期运营中帮助企业节省成本。材料创新提升了设备耐用性和使用寿命，减少了维护成本和资本支出，提高了生产效率，降低了单位产品成本，提升了市场竞争力。

3. 环境效益与可持续发展。该方案在降低能源消耗和减少废物排放方面，显著减轻了对环境的负担，减少了直接污染，并保护了生态系统。能源回收和高效利用标志着向可持续生产模式的转变，符合全球环

保趋势，为化工行业提供环保生产策略。采用环保材料和工艺进一步减少环境影响，提升资源的可持续利用。

4. 安全性与稳定性的增强。优化方案通过采用先进材料和精密工艺设计，提升了新型反应器的耐久性，降低了化学腐蚀和高温环境下的风险。优化的自动化控制系统提供了精准监控和调节，预防操作失误和设备故障，增强了生产的安全性和稳定性。

5. 工业应用的广泛前景。本方案在三氯化铁生产行业展现出巨大潜力，有望被推广到其他化工产品生产。随着环保要求提高和生产成本关注增加，该优化方案可能在更广泛的工业领域应用，推动全球化工生产的绿色转型和技术革新。

## 3 实验验证

### 3.1 实验设计和方法

1. 实验目的与假设。在本次实验中，我们的主要目的是验证新型三氯化铁生产优化方案的有效性。基于先进的流体动力学和材料科学理论，我们假设该方案能显著提升三氯化铁的生产效率，同时降低能源消耗和环境影响。实验旨在通过一系列精密的测试和分析，来检验这些假设的准确性，并评估优化方案在实际应用中的可行性和效果。

2. 实验材料与化学品。在本次三氯化铁生产优化实验中，所用材料和化学品至关重要。主要原料高纯度铁粉由知名供应商提供，保障原料质量。关键反应物工业级纯净氯气，其纯度直接影响反应效率和产物质量。实验还涉及多种溶剂和助剂，如稳定剂和缓冲溶液，均由专业化学试剂公司提供。这些材料和化学品的精选，基于其在实验中的作用和预期效果，确保了实验结果的准确性和可靠性，反映了实验设计的严谨和实验结果的有效性。

3. 实验设备与配置。在本次三氯化铁生产优化实验中，关键设备是一台先进的化学反应器，其配置了精密的温度和压力控制系统，确保反应稳定可靠。反应器内部采用耐腐蚀材料，适应强腐蚀性环境。实验中还配备了高精度分析仪器，如气相色谱仪和质谱仪，以实时准确分析产物。自动化数据记录系统用于监控反应条件和结果，保障数据完整准确。这些设备的配置不仅体现了实验设计的先进性，也为确保实验结果的准确性和可靠性提供了重要支撑。

4. 实验步骤。在本次三氯化铁生产优化实验中，各步骤经过精心设计以确保准确性和可靠性。首先，对所有设备进行彻底检查和校准，确保精确控制实验条件。然后，将高纯度铁粉和氯气按比例装入反应器，

注意控制气体流量和压力。启动反应器，逐步升温至设定反应温度，同时密切监控温度变化。维持一定时间的反应条件以完成反应，实时监测温度、压力和化学成分的变化。反应结束后，缓冷反应器并安全取出产物，最后进行纯度和结构的化学分析，评估反应效率和产品质量。

5. 数据收集与分析方法。在本次三氯化铁生产优化实验中，数据收集和分析是实验成功的关键。我们运用多种先进仪器和技术确保数据准确可靠。关键参数如温度、压力、反应速率等，通过自动化监控系统实时记录，保证数据连续完整。产物化学组成和纯度通过气相色谱仪和质谱仪分析，对评估反应效率和优化程度关键。数据分析采用统计软件进行综合处理和解读。通过比较实验组和对照组数据，准确评估方案效果，探讨改进点。

### 3.2 实验结果与分析

1. 反应效率的提升。实验结果表明，优化后的三氯化铁生产方案显著提高了反应效率。相比传统方法，新方案下的反应时间缩短了约 40%，同时反应产物的产率提高了近 30%。这一显著提升，得益于改进的反应器设计和精细的过程控制。特别是流体动力学的优化应用，使得原料在反应器中分布更加均匀，大大提升了反应的全面性和效率。这一结果不仅验证了我们的实验假设，也展示了优化方案在实际生产中的巨大潜力。

2. 能耗与成本分析。实验数据显示，优化方案在降低能耗方面效果显著。与传统生产方式相比，新方案的能耗降低了约 25%。这一改善主要得益于高效的热回收系统和更加合理的能量管理策略。

此外，由于生产效率的提升和设备运行时间的减少，整体生产成本也相应降低。这些因素共同作用，使得三氯化铁的生产更加经济，同时也更符合可持续发展的要求。这一发现不仅为三氯化铁生产行业提供了降低成本的有效途径，也对其他化工产品的生产具有参考价值。

3. 产物质量评估。实验中所得三氯化铁的质量评估结果表明，产物纯度有了显著提高。通过优化的生产工艺，实验组中三氯化铁的纯度比传统方法提高了约 20%。这一提升主要得益于改进的反应器内部设计和更加精准的原料控制，确保了反应的均匀性和完整性。此外，优化的工艺减少了杂质的生成，进一步提升了产物质量。这些结果充分说明了优化方案在提高三氯化铁产品质量方面的有效性。

4. 环境影响考量。从环境影响的角度来看，实验

结果显示优化方案对环境的影响较小。在生产过程中，废物的产生量和有害排放均得到了有效控制。特别是在废气处理方面，采用了更加先进的净化技术，显著减少了有害物质的排放。同时，能源的有效利用和回收减少了对外界资源的依赖，降低了整体的环境足迹。这些进步表明，优化方案不仅提升了生产效率，也符合了当前对环境保护和可持续发展的要求。

5. 综合评估与改进建议。综合评估表明，该优化方案在提高生产效率、降低成本、提升产品质量及减轻环境影响方面均取得了积极成果。未来，建议进一步优化材料的使用和能源管理策略，以提高系统的整体稳定性和经济效益。同时，针对特定环境条件下的应用效果，开展更多的实验和研究，以不断完善和提升该生产优化方案。

## 4 讨论与实际应用展望

本研究通过优化反应器设计和精细化管理原料及反应条件，显著提升了三氯化铁的生产效率。流体动力学与反应动力学的综合应用有效提高了原料转化率，降低了能耗和成本，同时提升了产物质量，尤其是纯度，满足市场需求，增强竞争力。此外，本方案在减少环境影响方面也展现出绿色化工的一致性，对化工产业的未来发展具有重要意义。该方案的应用预示着化工行业的大变革，提供了面对环境挑战和能源危机时的关键解决方案。

## 5 结束语

本研究提出的三氯化铁生产优化方案在提高效率、降低成本、保护环境方面展现了显著成效，期望此方案能为促进化工行业发展提供参考，从而引领行业走向更高效、环保的未来。

## 参考文献：

- [1] 辛凤鲜, 陈建宾, 张淑霞. 一条生产三氯化铁的新途径 [J]. 化学工程师, 2023(06):22-24.
- [2] 俞善信, 文瑞明. 六水合三氯化铁在酯合成中的应用 [J]. 精细石油化工进展, 2023(07):30-32.
- [3] 俞善信, 文瑞明, 熊文高. 六水合三氯化铁在有机合成中的应用 [J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2022(08):44-46.
- [4] 朱思成, 张志德, 邹志琛, 等. 三氯化铁催化合成丙酸异戊酯 [J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2023(09):50-52.
- [5] 周晓春, 王玲, 崔嵘, 等. 利福平提炼中三氯化铁加量的考察 [J]. 黑龙江医药, 2022(10):34-36.

# 船舶轮机设备安全管理探讨

郭祥鹏

(中交(天津)疏浚工程有限公司, 天津 300450)

**摘要** 船舶轮机设备安全管理是保障船舶安全运行的重要环节。船舶轮机设备是船舶运营的核心,一旦出现故障或意外事故,不仅会造成人员伤亡和财产损失,还可能对环境造成严重的影响。本文对船舶轮机设备安全管理策略进行探讨,提出了一系列有效的管理措施,如安全管理体系建立、设备维护管理、技术培训与监督、预防性维修、备件及物资管理、应急管理等,旨在为有效提升船舶轮机设备的安全性并减少设备故障及事故的发生提供参考。

**关键词** 船舶轮机; 安全管理; 技术培训; 应急管理; 安全文化建设

中图分类号:U66

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)05-0076-03

船舶轮机设备是船舶正常运行的关键系统,对船舶的安全性及可靠性有着重要影响。因此,船舶轮机设备的安全管理至关重要。本文将探讨船舶轮机设备安全管理的策略,并提出有效的措施,以保障船舶的安全运行。

## 1 船舶轮机设备安全管理的意义

船舶轮机设备安全管理能够识别及排除设备存在的隐患,预防设备故障引发的事故,并及时采取措施修复或更换设备,确保船舶的安全运行。良好的船舶轮机设备安全管理能够确保设备的正常运转,提高船舶的工作效率及性能,保证船舶按计划准时到达目的地。利用定期维护及检修船舶轮机设备,及时发现及解决设备故障,可避免在航行过程中因设备故障而导致的船舶损坏或停工等情况,从而降低维修成本。船舶轮机设备安全管理不仅仅关注设备本身的安全性,还涉及相关的操作、维修及应急措施等方面,利用全面的管理措施提升船舶运营过程中的安全性。船舶轮机设备安全管理需遵守国内外相关的法律法规及规章制度,确保船舶在法律法规规定的范围内运营,并对违规行为进行处罚及纠正,保障船舶运营的合法性及合规性。

## 2 船舶轮机设备安全管理现状

首先,船舶轮机设备的安全管理在全球范围内受到国际海事组织(IMO)的监管及指导。IMO发布了一系列的国际公约及规章,《国际公约》《船用设备规则》等,要求船舶运营者及船员必须按照规定对船舶轮机设备进行安全管理及维护。其次,船舶轮机设备安全

管理的现状在不同国家及地区存在差异。一些发达国家及地区如欧美国家及一些地区,对船舶轮机设备的安全管理非常重视,设有专门的监管机构及检验机构,对船舶轮机设备进行定期检查及维护以保证船舶轮机设备的安全性及可靠性。而在一些发展中国家及地区,船舶轮机设备的安全管理水平较低、监管不到位,检验及维护的力度不够,存在一定的安全隐患。此外,船舶轮机设备的安全管理也受到船东及船员的重视程度影响。一些船东在船舶轮机设备的采购时为了降低成本选择了低质量的设备,导致设备在使用中存在较多的故障及事故风险。而一些船员在使用船舶轮机设备时未能按照相关的操作规程及要求进行操作,维护及保养不到位也增加了设备故障及事故的发生概率。

## 3 船舶轮机设备安全管理策略

### 3.1 安全管理体系建立

建立一套完善的安全管理体系是船舶轮机设备安全管理的基础。首先,安全管理手册是一份全面的文件,有关船舶轮机设备的安全管理要求、政策及程序。手册应覆盖各个方面,如设备操作规程、维护及检修程序、应急处理流程等。其次,应根据安全管理手册的要求制定相应的安全管理程序及工作指南,明确各个环节的操作细节及步骤。程序及指南应简明扼要,易于理解及执行以确保操作的一致性及效果。同时要明确各级岗位在船舶轮机设备安全管理中的责任及职责。如船长及机务主管应负责监督及管理船舶轮机设备的安全运行,设备操作人员应熟悉并遵守安全管理手册及程序,维修人员应及时有效地执行维修及保养工作。

并且要对相关人员进行定期的培训及教育提高他们的安全意识及专业能力。培训内容应包括安全规程、操作技能、紧急情况处理等，以确保相关人员能够正确理解及执行安全管理体系。最后，要定期对安全管理体系进行审查及评估，发现问题并及时进行改进。能够利用内部及外部审核机制以及员工的反馈及建议，使安全管理体系不断完善及优化<sup>[1]</sup>。

### 3.2 设备维护管理

第一，应根据船舶轮机设备的使用情况及制造商的建议确定维护周期，如定期维护及预防性维护。定期维护是按照时间间隔进行的例行检修，如每月、每季度或每年。预防性维护是利用设备的监测及分析及时发现潜在问题并采取措施预防设备故障。第二，制定船舶轮机设备的巡检计划，明确巡检的内容及频率。巡检应涵盖设备的各个部位，如发动机、润滑系统、冷却系统等以发现设备的异常情况及潜在故障。第三，根据设备的使用情况及维护周期，制定维修计划<sup>[2]</sup>。维修计划应包括设备维修的内容、时间安排、维修人员的安排等。在维修过程中，应准备足够的备件及工具，确保维修的顺利进行。第四，设定润滑及保养的周期，按照规定的时间及方法进行润滑及保养工作，同时保养要细致入微。第五，设立监督及检查机制确保维护计划的执行及结果。监督利用定期的检查及报告进行，检查工作应由专业人员进行，对维修质量及维护计划的合理性进行评估。利用制定维护计划，使船舶轮机设备得到及时维修及保养，确保设备处于良好的工作状态，提高设备的可靠性及持久性，延长设备的使用寿命，减少设备故障及损坏的风险。

### 3.3 技术培训与严格监督

对船舶轮机设备操作人员进行专业培训是提高他们的技能水平及安全意识的重要手段。要根据船舶轮机设备的特点及操作要求，制定详细的培训计划，如理论学习及实操训练。培训计划应包括设备的基本知识、操作技能、故障排除及应急处理等内容，再根据培训计划，设计针对各个岗位的培训课程。课程内容应与实际工作紧密结合，培养操作人员的技术能力及安全意识，也要确保培训师具备专业知识及丰富经验能够有效传授知识及技能<sup>[3]</sup>。培训师可以是公司内部的专家或外部的专业培训机构，并根据培训计划进行培训及考核，培训过程中要注重理论与实践相结合，实际操作与应急情况进行演练，利用考核来评估操作人员的掌握程度及能力，还要对操作人员进行严格的

监督及考核，确保他们遵守操作规程及安全操作规范。利用监督巡检、随机抽查、设备运行记录等方式来监督及评估操作人员的表现，利用专业培训及严格的监督及考核，有效提高船舶轮机设备操作人员的技能水平及安全意识。

### 3.4 预防性维修

要制定设备定期检查计划，如定期巡检及详细检查。巡检是指对设备进行日常的表面观察及简单测试，目的在于发现明显的问题及异常。详细检查是定期对设备进行全面的、系统的检查以发现潜在故障及问题。同时检查内容应覆盖设备的各个关键部位及系统，如机械部分、润滑系统、冷却系统、电气系统等<sup>[4]</sup>。根据设备的特点及运行情况确定对应的检查内容及方法，并且在设备检查过程中发现问题及故障，应立即记录并采取相应的措施。发现潜在故障及问题，应及时进行进一步的诊断及分析，以防止问题扩大，再根据设备检查及诊断的结果制定相应的预防性维修计划。预防性维修包括更换老化的零部件、调整及校准设备、加强润滑及清洁等。利用预防性维修，避免设备的突发故障及意外事故，提高设备的可靠性及稳定性，并且设备检查及维修过程中应进行记录及汇总，这些记录有助于追踪设备的状况及改进维护计划，同时也是维修记录的重要组成部分。利用定期的设备检查及检修，及时发现设备的潜在故障及问题并采取预防性措施，避免设备的突发故障及意外事故。

### 3.5 备件及物资管理

首先，要对船舶轮机设备进行全面的分析及评估，确定所需备件的种类、数量及规格。分析和评估时能够参考设备制造商提供的备件清单及推荐备件列表，结合船舶轮机设备的特点及运行状况进行需求确定。其次，选择合适的备件供应商，确保备件的质量及供货的可靠性，与供应商建立良好的合作关系并签订合同或协议，明确备件的交付方式、时间及质量要求。在供应商选择上要考虑其供货能力、可行性及售后服务等因素，根据备件需求，考虑备件寿命及使用频率等因素，合理规划备件的储备量，制定储备计划。及时更新、更换老化或不符合标准的备件，确保备件的有效性及可用性，并且要建立备件及物资的入库管理制度，制定相应的流程及标准，对新进备件进行验收、分类、编码，并录入库存管理系统。注意备件的存放条件，以保证其质量及安全。建立备件出库、领用及使用的管理流程，设置适当的审批程序及记录手续，

确保备件的合理使用及追溯。对备件的使用情况进行监控及评估，及时调整备件储备量，对于消耗较快的备件，及时进行补充及重新采购。建立库存管理制度，定期进行库存清点及盘点工作，及时更新库存记录，确保备件库存的准确性及合理性。使用软件系统辅助库存管理，提高管理效率及准确性，利用建立完善的备件及物资管理系统，能够及时储备及更新船舶轮机设备必要的备件及物资，以应对突发故障及设备损坏的情况<sup>[5]</sup>。同时建立船舶轮机设备操作和故障排除的标准程序是非常重要的。这样做可以确保设备的安全操作和故障排除过程的一致性和规范性。如操作程序应该包括设备的启动、运行和停止等基本操作步骤。而这些步骤应该清晰明确，以确保设备能够按照正确的顺序进行操作，避免人为错误导致的事故或故障。并且在故障排除方面，应该制定一套有序的程序来帮助操作人员识别和解决设备故障。操作人员应该经过培训，熟悉并遵循这些程序，以确保正确而高效地解决设备故障。只有通过规范的操作和排除程序，才能确保船舶轮机设备能够在安全和可靠的状态下运行。

### 3.6 应急管理

制定应急救援预案，明确船舶轮机设备故障及事故的应急措施及处理流程，确保在紧急情况下能够快速、有效地采取措施保障安全。

1. 确定应急救援团队及成员，如安全主管、设备操作人员、维修人员等，并明确各人员的职责及任务。

2. 制定船舶轮机设备事故的识别及报告流程，要求设备操作人员在发生故障或事故时能够及时报告并确保所涉及的人员能够快速响应。

3. 确保应急设备及工具的准备充足，如消防设备、应急维修工具、医疗急救用品等，以应对不同类型的紧急情况。

4. 制定设备故障及事故应急处理的具体措施及流程，如紧急停机、切断电源、封闭相关系统等。对不同类型的紧急情况，制定相应的处理流程，确保能够迅速、有效地采取措施，减少损失及安全风险。

5. 定期组织应急演练及培训，提高团队成员的应急响应能力及技能。演练能够模拟不同类型的紧急情况，以此来检验团队成员的反应及协调能力，利用制定应急救援预案，能够使船舶轮机设备出现故障及事故时，能够迅速、有效地采取措施，保障船舶及人员的安全。应急预案需要经过持续不断的演练及改进来提高有效性，以提高处理紧急情况的能力及应变能力<sup>[6]</sup>。

### 3.7 安全文化建设

重视安全教育及培训，加强安全意识及安全文化的建设，形成员工自觉遵守安全规定及发现隐患问题的良好习惯。制定全面的安全教育及培训计划，如新员工培训、定期培训、特殊情况下的培训等，培训内容应包括船舶轮机设备安全规定、操作规程、安全意识及应急处理等。利用安全教育及培训，加强员工的安全意识培养，利用案例分析、经验分享、知识普及等形式，让员工了解安全事故的危害性及重要性，增强他们对安全的认识及重视，并要建立隐患发现及报告机制，提高员工发现及报告船舶轮机设备的积极性。及时处理及解决隐患问题，确保设备的安全运行。利用定期监督及评估，了解员工对安全规定及安全操作的遵守情况，及时发现问题并提供改进措施，鼓励员工持续学习及提升安全意识。利用重视安全教育及培训、加强安全意识及安全文化的建设，有效提高员工对船舶轮机设备安全的重视程度，降低事故及故障的发生率。

## 4 结论

船舶轮机设备的安全管理是船舶运营管理不可或缺的一部分。利用多项措施有效提升船舶轮机设备的安全性，可减少设备故障及事故的发生。船舶轮机设备安全管理的重要性不可忽视，船舶相关企业及管理者应加强对该领域的研究及实践，提升船舶安全管理水，确保船舶的安全运行。

### 参考文献：

- [1] 吴浩.船舶轮机设备安全管理探讨[J].科学咨询(科技·管理),2023(08):26-28.
- [2] 胡海平.船舶轮机设备故障排除技术分析[J].船舶物资与市场,2022(12):58-60.
- [3] 梁月禧,黄家浩,莫健乐,等.船舶轮机设备安装及调试过程中的挑战与对策[J].船舶物资与市场,2022,30(02):16-18.
- [4] 李辉.船舶轮机设备安全管理探讨[J].船舶物资与市场,2022,30(01):34-36.
- [5] 陈祥宾.船舶轮机设备管理分析[J].船舶物资与市场,2020(11):39-40.
- [6] 李世攀.船舶轮机设备安全管理探讨[J].中国设备工程,2019(18):36-37.

# 建筑工程监理的作用与控制措施研究

郭永吉

(山东省建设监理咨询有限公司, 山东 济南 250000)

**摘要** 建筑工程监理的主要工作是监督和管理建筑工程项目的施工与建设, 确保建筑工程的建设质量, 从而有效保护业主的利益。虽然我国已经引入工程监理多年, 但是工作过程中依然存在问题, 使得建筑工程监理的作用得不到充分的发挥, 不仅影响了建筑工程的顺利进行, 还降低了建筑工程的建设质量。因此, 本文认为应该对建筑工程监理的控制措施进行深入的研究, 使工程监理能够切切实实地发挥其作用, 进一步提高工程建设的质量。

**关键词** 建筑工程监理; 监理行业管理; 施工安全

中图分类号: TU71

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0079-03

建筑工程监理是一个第三方机构, 主要承担着监督建筑工程施工、确保施工质量的责任, 能够科学监督与管理工程建设的各个环节, 包括工程决策、信息管理、合同管理、工程质量等, 确保建筑工程各个环节都得到有效的监管, 进而确保工程建设的质量<sup>[1]</sup>。

## 1 建筑工程监理的作用

建筑工程是一项系统性的工程, 涉及的人员比较多, 包括投资方、建设方、开发商、业主等, 工作的内容也比较多, 包括工程决策、信息管理、合同管理、施工管理、安全管理等, 因此应该进行有效的监管, 平衡各方面的利益, 强化沟通与协调, 使工程建设能够顺利进行, 并确保工程建设的质量。而工程监理在建筑工程施工过程中发挥以下作用。

### 1.1 掌握工程的施工进度, 确保建筑工程在规定时间内完工

对建筑工程而言, 工程设计、施工图纸的合理性是非常重要的, 是工程施工能够顺利进行的前提条件<sup>[2]</sup>。科学合理的施工图纸以及工程设计才能确保工程施工能够顺利推进, 才能保障建筑工程的建设质量。而监理人员作为专业人员能够详细审查工程设计、施工图纸等, 确保其与相关法律法规以及工程质量标准相符, 科学分析施工各个环节的安排布局是否合理, 并且参与建筑工程建设的整个过程, 无论是项目前期的设计审查, 还是施工现场的监管, 抑或是工程竣工以及交付使用, 监理人员都能够提供专业性的建议与意见, 全方位调度人员、材料、资金等, 从而保证建筑工程施工的进度。在施工的过程中, 监理人员与施工单位紧密合作, 对施工进行全面的监督, 确保施工单位能

够严格按照工程设计开展工作, 全面掌握工程的进度, 及时发现施工过程中存在的问题, 并以专业的角度提供可行性建议, 使施工能够顺利地进行, 避免工期的延误。

### 1.2 保障施工质量

对投资方、建设方、开发商、业主等来说, 建筑工程的质量是非常重要的。但是工程质量受到多方面因素的影响, 容易导致工程施工质量的降低<sup>[3]</sup>。比如说开发商、投资方、建设方作为工程建设的主体, 往往以经济利益为目标。在建设的过程中更加重视成本的控制, 追求利润的最大化, 因此可能会干涉工程施工, 导致工程质量的降低。监理人员作为一个第三方机构, 其专业知识与行为在建筑工程质量中起到一定的决定作用。监理人员对施工的各个环节严格把关, 确保施工方能够按照施工图纸进行施工, 进而保证施工的质量。比如说在施工过程中, 监理人员会检查施工材料的质量, 分析施工工艺的合理性, 评估施工人员的技术水平, 确保建筑工程能够保质保量的开展。同时, 监理人员会全程跟踪施工的过程, 及时发现施工过程中存在的潜在问题, 有效避免质量问题的发生。例如, 监理人员会对施工现场进行抽样检查, 确保建筑工程建设达到相关的标准, 保证建筑结构的稳定性与安全性和建筑工程的施工质量。此外, 监理人员会对建筑材料的采购与使用进行监管, 确保材料符合工程建设的质量要求。

### 1.3 保障施工安全

施工安全是非常关键的, 是建筑工程能够顺利进行的基础条件<sup>[4]</sup>。建筑工程工作内容比较多, 工期比

较长，施工过程中可能发生各种各样的安全事故，比如说高空坠落、物体坍塌、坠落物伤害等，不仅威胁到施工人员的人身安全，还可能影响施工的工期，甚至会增加建设的成本，导致利润的缩减，对建筑企业的发展不利。因此应该重视施工的安全，而监理人员在施工安全方面具有极为重要的作用。在实际工作中，监理人员能够对施工人员的工作进行全面有效的监督与管理，确保施工人员在做好防护措施的前提下开展工作。监理人员还能够利用专业知识评估工程施工过程中可能存在哪些风险，进而提出行之有效的预防措施，并将预防措施落实到施工中，从而最大程度确保施工的安全，有效避免工程事故的发生。监理人员要定期、不定期地对建筑主体进行检验、评估，确保建筑工程主体的建设质量，确保其不会因质量不合格而引发安全事故。另外，监理人员还要对施工现场的安全措施，执行状况进行监督，检查施工现场安全设施是否完备，明确施工人员是否按照安全操作流程进行施工，进一步保障施工人员的人身安全。

#### 1.4 有效控制建设成本

对于建筑工程来说，成本的控制是非常重要的，是建筑企业提高收益的重要措施。但是成本的控制与建设质量存在一定的冲突，而监理人员则能够平衡成本控制与质量控制之间的关系，在保障建设质量的前提下有效控制建设的成本。费用控制是监理工作的重要内容，在实际工作中，监理人员需要严格按照合同的要求，核对工程建设过程中各项费用清单，深入施工现场指导工作，确保各种施工材料与费用清单相符。严格把控清单以外的各种支出，尽量减少附加费用，从而实现成本费用的有效把控。监理人员应严格按照施工图纸监督施工工作，确保施工工作能够按照预定的时间节点顺利推进，避免施工工期的延误而导致费用的增加。

### 2 建筑工程施工监理的控制措施

#### 2.1 建立健全的法律体系

建筑工程施工监理在施工安全与工程质量控制中发挥出极为重要的作用，但是由于相关法律法规的不完善，容易导致监理业务转包情况的发生，无法充分发挥出工程监理在工程建设中的积极作用，还会影响工程监理的有效性与权威性<sup>[5]</sup>。因此，相关部门应该建立健全的法律体系，严格审查监理机构的营业资质，明确监理人员的职责范围与行为规范，使监理人员在

工作过程中能够有法可依，有章可循，从而确保监理工作的合法性与规范性。同时还应该强化监理机构的监管，定期或不定期地对监理机构开展审查，确保监理机构、监理人员能够严格按照相关法律法规开展业务，及时发现皮包公司、不合法/不及格的监理行为，并采取措施杜绝此类现象的发生。此外，应该加大执法力度，一旦发现不符合相关要求的监理机构或监理行为，应该严格按照相关规定进行处置，以此维护相关法律的尊严并规范市场行为，使监理机构、监理人员能够充分发挥出其积极作用，保证建筑工程的施工进度与施工质量。

#### 2.2 提升监理人员的综合素质

监理人员的综合素质直接决定了监理工作的质量<sup>[6]</sup>。但是依目前的状况来看，我国建筑工程监理人员的专业水平以及综合素质参差不齐，结构的合理性也受到挑战。例如，工程总监理、专业监理的数量比较少，其专业能力也不能满足行业的发展需求；缺乏复合型的建筑工程监理人才，很少有监理人员能够同时满足管理、技术两个条件。此外，监理人员的协调能力、综合管理能力比较欠缺，不能满足工作的需求。建筑工程监理是一项综合性的工作，对监理人员的要求比较高，不仅要求具备一定的管理能力，还要求对建筑施工有一定的了解，此外还要求其具备一定的法律知识与会计知识。但是实际上，这样的监理人员是比较稀少的，进而降低了监理工作的质量，无法完全发挥出监理人员在建筑施工中的积极作用。因此，高校应该重视建筑工程监理人员的培养，开设监理专业，为社会输送高素质、复合型的监理人才。同时要重视现有监理人员的培训，制定科学合理的教育培训计划，不断拓展监理人员的知识范围以及知识水平，不断提升监理人员的综合素质以及专业水平，使其能够在工作过程中提供高质量的监理服务，从而有效协调各方面关系，严格把控建设成本，确保建筑工程能够按照预定的计划开展，有效保障建设工程的施工质量。此外，还应该在培训的过程中，强化监理人员的职业道德以及法律意识，使其在工作过程中能够保持客观公正的态度，以业主的利益为先，始终秉承诚信、透明的态度开展工作，从而确保建筑工程的施工安全以及施工质量。

#### 2.3 规范监理行业管理

我国的监理行业起步比较晚，由于监理工作相关

法律法规不够完善，从而导致监督工作只能摸索前行。但是在实际工作中，每个工程项目的管理工作都有一定的差异，不能形成行之有效的监理市场运行机制，导致监理市场管理的混乱与不规范，影响了监理工作的质量。监理行业应该认真落实国家的相关政策，根据监理行业准则不断完善自身的制度，制定规范化的监理工作流程，明确监理人员的工作职责和责任范围，确保监理人员能够在职责范围内严格按照相关的工作流程开展工作，为建筑工程项目施工提供高质量的监理服务，从而保障施工进度、施工质量，确保建筑工程能够保质保量地完成。同时应该针对建筑行业特点，对监理流程以及管理规范进行规范化管理，确保监理制度能够全面有效落实到工作中，树立良好的企业形象，促进行业的可持续发展。

此外，监理企业应该完善内部管理体系，明确监理工作流程以及岗位职责配备，完善人员与设备的配备，杜绝皮包公司、转包业务等不合法行为，进一步营造良好的企业形象。监理机构还应该强化监督检查以及质量评估，及时发现监理工作过程中存在的问题，并商讨出行之有效的改进措施，进一步确保监理工作的效果与质量。此外，监理机构应该与施工方、投资方、业主等保持密切的联系，明确各方的建设要求，共同制定监理目标与监理计划，及时报告工程进度，如果施工过程中出现问题，要能够及时沟通并解决，在确保监理工作顺利开展的同时，有效控制工程的质量。

#### 2.4 对建筑工程进行全过程的监理

为了进一步确保建筑工程的建设质量，确保建筑工程能够按照施工方案开展，监理人员应该对施工整个过程进行监督与管理。

一方面，监理人员应该定期巡查施工现场，对施工材料进行严格的审查，分析当前的施工工艺确保其合理性，明确施工质量控制措施是否落实到位，确保施工过程中不会出现违反安全规定和工程质量标准的施工行为，保证施工进度能够在预定的时间内完成。同时，监理人员要定期评估施工进度，编撰施工进度报告表，及时向各方报告施工情况，帮助各方了解施工的进度。

另一方面，监理人员要强化过程管理，了解和掌握工程建设各个环节的情况，确保材料、资金、人员得到最为有效的使用，确保工程进度与工程质量的基础上有效控制建设成本，减少不必要的支出。在实际

工作中，定期抽查评估施工质量，确保施工过程中，每个关键节点都能够符合行业的标准以及设计的要求，进一步保证工程建设的质量。如果抽查过程中发现施工质量问题，监理人员有权利提出整改意见，要求施工方进行整改，从而保障工程建设的质量。

此外，监理人员应该强化施工合同的管理，认真监督施工合同的履行情况，确保施工方能够严格按照合同的约定进行工程建设，如果发现施工方没有按照合同进行施工，监理人员有权利要求施工方整改或者进行合同的变更，进一步保障施工的合理性。

最后，监理人员应该重视施工安全，全方面监督施工现场操作、施工辅助器材、施工设备等，在保障设备、人员安全的基础上开展工作，从而保障工程能够安全高效地开展。为了进一步提高施工的安全，监理人员应在做好安全管理的同时强化施工人员的教育培训，提高其安全意识以及责任意识，使其能够严格按照安全操作的流程开展工作。

### 3 结束语

建筑工程质量关系到施工人员的生命安全以及建筑的使用性能与使用寿命，因此应该强化质量管理。建筑工程监理是落实建筑工程质量管理的载体，应该充分发挥出其积极作用，确保建筑工程能够在规定的时间内保质保量地完成。为了进一步发挥监理的作用，应该完善相关法律法规，规范行业管理，提高监理人员的综合素质，使其能够在整个施工过程中提供优质的服务，促进监理行业的发展。

### 参考文献：

- [1] 何丽宁.建筑工程监理的作用与控制措施[J].大众标准化,2022(07):97-99.
- [2] 张淑兰.建筑工程监理的作用与控制措施[J].商业观察,2021(18):94-96.
- [3] 谢忠曦.建筑工程监理作用与控制措施分析[J].住宅与房地产,2021(15):156-157.
- [4] 张学升.建筑工程监理的作用与控制措施探讨[J].质量与市场,2020(22):77-78.
- [5] 林小亮.建设工程监理的作用与控制措施探讨[J].江西建材,2020(09):164-165.
- [6] 李婧.建筑工程监理的作用及优化措施[J].居舍,2020(14):128.

# 公路工程施工安全管理模式及实践探究

黄丽敏

(广西壮族自治区都安公路养护中心, 广西 河池 530700)

**摘要** 在公路工程的施工过程中, 施工的安全管理对于保障工程的质量以及施工人员的生命安全都具有重要的意义。公路工程施工企业只有通过严格的安全管理措施, 才能确保工程质量的优异以及施工人员的安全。本文对公路工程施工安全管理现状及问题进行了分析, 探讨了一种适应我国公路工程施工安全管理需求的模式, 并对其进行实践探索, 以期为我国公路工程施工安全管理提供有益的参考。

**关键词** 公路工程; 施工安全管理; 安全管理制度; 安全意识

中图分类号: U415

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0082-03

公路工程施工安全管理是指在公路施工过程中, 以保障施工安全为目标, 通过一系列的管理手段和措施, 实现安全施工的过程。其核心任务是根据国家相关安全生产方针政策、法律法规的标准, 结合公路施工企业的实际情况, 建立和完善公路施工企业安全生产管理的长效机制。本文通过科学地分析和探究公路施工过程中存在的危险、不安全因素, 制定出有效的安全技术对策和管理机制, 从而更好地管理和规范企业的生产经营活动。因此, 对公路工程施工安全管理模式及实践进行探究是一件必要的事情。

## 1 公路工程施工安全管理存在的问题

### 1.1 安全管理漏洞

首先, 在公路工程施工过程中, 安全管理体系的不完善成为一大隐患。部分施工单位对安全管理的重要性认识不足, 缺乏全面、系统的安全管理规划。安全管理体系的不完善表现在以下几个方面: 缺乏明确的安全管理目标, 导致安全管理工作缺乏针对性; 安全管理人员配备不足, 无法保证施工现场的安全监管需求; 安全管理工作与实际施工环节脱节, 无法及时发现和消除安全隐患。其次, 安全规章制度是保障施工安全的基础, 然而在实际施工过程中, 许多单位的安全规章制度不健全<sup>[1]</sup>。一方面, 规章制度陈旧、不适应实际施工需求; 另一方面, 缺乏针对性的规章制度, 如临时性施工项目没有相应的安全措施。此外, 即使有相关规章制度, 也存在执行不力的问题, 导致安全隐患无法得到及时消除。

### 1.2 施工安全隐患

公路工程施工现场安全隐患繁多, 主要包括: 支

架结构不稳定、施工现场排水不畅、施工设备故障、个人防护不到位、施工现场杂乱无章等。这些安全隐患严重威胁着施工人员的人身安全和工程质量。施工现场安全隐患的产生有多种原因, 主要包括: 施工单位对安全管理不够重视, 导致安全隐患得不到及时整改; 施工现场监管不到位, 无法及时发现和消除安全隐患; 施工人员安全意识薄弱, 违反操作规程; 施工设备保养不善, 导致设备故障; 施工环境恶劣, 如排水不畅、场地杂乱等。

### 1.3 安全法律法规执行不足

我国公路工程施工安全的法律法规较为完善, 但实际执行过程中, 部分施工单位仍存在法律法规实施不到位的问题。如施工单位未按照法律法规要求开展安全培训、未对施工现场进行有效监管等, 导致安全隐患无法得到有效遏制。一方面, 监管部门对施工现场的检查不够严密, 对违法行为的处理不够及时; 另一方面, 施工单位对法律法规的了解不足, 导致法律意识淡薄。

### 1.4 安全培训与教育不足

首先, 在公路工程施工过程中, 安全培训与教育不足成为一个主要问题。部分施工单位安全培训教育体系不健全, 如缺乏系统性的培训计划、培训内容不充实、培训方式单一等。这些问题导致施工人员安全意识薄弱, 无法掌握必要的安全知识和操作技能。其次, 安全培训教育质量不高是导致施工现场安全隐患的一个重要原因。现有安全培训教育内容过于简单, 无法满足实际施工需求; 培训方式单一, 难以引起施工人员的兴趣; 培训师资力量不足, 无法保证培训质量。

### 1.5 施工现场安全管理不到位

施工现场安全管理是保障施工安全的关键环节。然而，在实际施工过程中，施工现场安全管理不到位的现象较为严重。首先，在公路工程施工过程中，施工现场监控不力是一项重要问题。部分施工单位对施工现场的监控流于形式，无法及时发现和消除安全隐患。如施工现场巡查不到位、监控设备故障等。其次，施工现场安全事故应急处理不当也会对公路工程施工产生消极影响，甚至会导致事故后果加重。如事故应急预案不完善、应急物资准备不足、事故救援不及时等。这些问题都需要施工单位加强安全管理，提高施工现场的安全水平。

## 2 公路工程施工安全管理模式构建与实践策略

### 2.1 建立健全的安全管理制度

在制定安全管理制度时，应遵循以下原则：

1. 科学性原则：安全管理制度的制定应充分考虑施工现场的实际情况，确保制度科学、合理、有效。
2. 以人为本原则：施工安全管理应以人为本，关注员工生命安全，提高员工安全意识，营造安全施工氛围。
3. 预防为主原则：施工安全管理应注重事故预防，从源头上消除安全隐患，降低事故风险。
4. 动态管理原则：安全管理制度应随施工现场条件的变化而不断调整，确保施工现场安全。
5. 可操作性原则：安全管理制度的制定应注重可操作性，使施工人员、管理人员能够明确了解自己的职责和义务，确保安全管理制度的实施<sup>[2]</sup>。

通过以上原则的贯彻实施，施工企业可以建立起一套完善的安全生产管理体系，为施工现场的安全管理提供有力保障。在实际施工过程中，还需不断优化和完善管理制度，使之更加适应项目需求，提高安全管理水平。

### 2.2 强化施工现场安全管理

施工现场安全管理是公路工程施工安全管理的重要组成部分，直接影响着工程的顺利进行和员工的生命安全。为了确保施工现场的安全，我们需要关注以下几个要点：首先，要建立健全的安全管理体系，确保各个环节都有相应的规章制度可依。这包括对施工现场的勘察、评估、监测、整改等环节，都要有明确的规定和标准。其次，要加强安全培训，提高员工的安全意识和技能。这不仅包括对新入职员工的培训，

还要定期对在职员工进行安全知识和操作技能的复训，确保他们熟悉各项安全规定和操作流程。再次，要落实安全生产责任制，明确各级管理人员和员工的安全职责。通过将安全责任落实到个人，促使各级管理人员和员工对安全工作高度重视，切实保障施工现场的安全。同时，加强安全标识的设置，提高施工现场的安全警示作用。在施工现场设置明显的安全标识，提醒施工人员注意安全，减少安全事故的发生。最后，要加强施工现场的安全防护。对于高空、深基坑等危险性较大的施工现场，要采取严格的安全防护措施，确保员工在施工过程中的人身安全。此外，要加强施工现场的安全用电管理，严格按照电气安装规程进行操作，防止触电事故的发生。

### 2.3 实施安全技术措施

在公路工程施工过程中，安全技术措施的实施至关重要。根据实际情况，我们需要从多个方面来考虑安全技术措施的类型与选择。首先，要针对施工现场的具体环境、工程特点及施工过程中可能出现的危险因素，制定全面、系统的安全技术措施。其次，要确保安全技术措施的实用性和可行性，避免过于理论化、形式化<sup>[3]</sup>。最后，要结合施工现场的实际情况，适时调整和完善安全技术措施。安全技术措施的实施流程主要包括以下几个阶段：

1. 编制安全技术措施计划：在施工前，应根据施工现场的实际情况，组织有关人员编制安全技术措施计划，明确安全技术措施的目标、内容、实施时间和责任人员。
2. 安全技术交底：在施工前，项目负责人应对施工现场的管理人员、技术人员和作业人员进行安全技术交底，确保每个人都了解和掌握安全技术措施的具体内容和要求。
3. 安全技术培训：针对施工现场的安全技术措施，应对施工人员进行安全技术培训，提高他们的安全操作技能和安全意识。
4. 安全技术措施的落实：在施工过程中，施工现场的管理人员应严格按照安全技术措施的要求，对施工现场进行监督管理，确保各项安全技术措施得到有效执行。
5. 安全技术措施的检查与整改：在施工过程中，应定期对安全技术措施的实施情况进行检查，对发现的问题及时进行整改，确保安全技术措施的持续有效性。
6. 安全事故应急预案：针对可能发生的安全事故，

应制定应急预案，明确事故应急处理的组织、程序、措施等，确保在事故发生时能够迅速、有效地进行应对。

通过以上流程的实施，可以确保安全技术措施在公路工程施工现场得到有效落实，从而降低安全事故的发生概率，保障施工过程中的生命安全。在实际施工过程中，我们还应不断总结经验，适时调整和完善安全技术措施，以适应施工现场的不断变化，提高施工安全管理水。

#### 2.4 提高员工的安全意识

在公路工程施工过程中，员工安全意识的重要性不言而喻。安全意识是施工人员在面临安全风险时，能够自觉地遵循安全规定，主动预防事故的发生，并在事故发生后能够妥善处理的能力。安全意识的高低直接影响到施工现场的安全状况，对于施工企业来说，提高员工的安全意识是降低安全事故发生率的有效途径。为了提高员工的安全意识，施工企业应采取以下措施：首先，加强安全培训。企业应定期组织安全培训活动，使员工掌握基本的安全知识和技能。安全培训内容应涵盖施工现场的安全规定、事故应急处理措施、个人防护用品的正确使用等方面。通过培训，使员工充分认识到安全意识的重要性，提高他们遵守安全规定的意识<sup>[4]</sup>。其次，营造良好的安全文化。企业应积极推动安全文化建设，通过悬挂安全标语、举办安全知识竞赛、发放安全宣传手册等方式，营造浓厚的安全氛围。员工在这样的环境中，会自然地关注安全问题，提高自身的安全意识。再次，实施激励与约束机制。企业应对安全表现优秀的员工给予奖励，对安全意识薄弱的员工进行惩戒。通过奖惩分明，激发员工关注安全的积极性。最后，加强安全检查与督促。企业应建立健全安全检查制度，定期对施工现场进行安全检查，并对发现的安全隐患进行整改。同时，企业还需加强对员工的安全督促，确保安全措施得到有效执行。通过上述措施的实施，企业可以有效地提高员工的安全意识，降低安全事故的发生率，为公路工程施工创造一个安全、稳定的环境。

#### 2.5 建立安全事故应急处理机制

在公路工程施工过程中，安全事故的应急处理对于减轻事故损失、保障人员生命安全具有重要意义。因此，建立一套行之有效的事故应急处理原则至关重要。首先，我们要遵循快速响应原则，确保在事故发生时能够迅速组织相关人员展开救援，最大限度地减少事故对人员和财产的损害。其次，遵循生命至上原则，

始终把人的生命安全放在首位，确保事故救援过程中不遗漏任何一个被困人员。再次，事故应急处理要遵循科学施救原则，根据事故类型和事故现场的具体情况，制定合理的救援方案，确保救援工作有序、高效地进行<sup>[5]</sup>。最后，遵循预防为主原则，通过对施工现场的安全管理，提前预防事故的发生，降低事故风险。除了要建立一套行之有效的事故应急处理原则外，还应该对事故应急处理流程进行完善，当事故发生后，现场负责人应立即上报事故情况，并及时组织人员进行初期救援，并根据事故类型和规模，调集相关专业救援力量和物资，制定救援方案。接下来，现场救援人员要迅速展开救援行动，确保救援工作的顺利进行。事故救援结束后，应对事故原因进行调查分析，总结事故教训，并完善相关应急预案。通过以上事故应急处理原则、流程的构建，有助于提高公路工程施工安全管理水，确保施工过程的安全与顺利进行。同时，也有利于提高企业应对安全事故的能力，降低事故对企业及周边环境的影响。在实际施工过程中，我们要认真贯彻执行这些原则和措施，共同努力，创造一个安全、和谐的施工环境。

综上所述，为了进一步提升我国公路工程施工安全管理水，保障施工安全，公路工程施工企业要建立起健全的安全管理制度，确保安全管理流程符合规范性标准。强化施工现场的安全管理，以及对现场施工人员的安全管理培训，提高施工现场人员的安全意识，让每一个现场的工作人员都有自我保护能力。实施安全技术措施，加强对施工设备的维护工作，确保设备的正常运行，避免因设备故障引发的安全事故。建立安全事故的应急处理机制，确保安全事故在发生时能够迅速、有效地进行应急处理，降低事故损失。

#### 参考文献：

- [1] 王庆.公路工程施工安全管理模式及实践探析[J].时代汽车,2023(23):190-192.
- [2] 冯博.公路工程施工安全管理实践[J].交通世界,2023(33):170-172.
- [3] 王强,张志军,秦军,等.PPP模式下公路工程施工项目安全管理研究[J].建筑安全,2023,38(08):103-105.
- [4] 吴雨苗.公路工程施工安全管理模式研究[J].中国设备工程,2019(11):144-145.
- [5] 贾晓雷.公路工程施工的安全管理模式研究[J].中国标准化,2019(04):78-79.

# 火电厂电气运行安全管理与故障处理建议

张伟龙

(华能新疆吉木萨尔发电有限公司, 新疆 昌吉 831700)

**摘要** 本文对火电厂电气运行安全管理与故障处理进行深入研究, 强调了电气运行安全管理对于提供能源支持各行业发展和提高火电厂社会经济效益的重要性; 提出了一系列提升电气运行安全管理效果的建议, 包括完善电气运行规程体系、加强设备状态监测和预警、规范电气设备检修维护标准、提高运维人员安全操作技能以及制定完善的事故应急预案等途径。同时, 本文对火电厂电气运行故障处理提出了针对短路、发电机故障、母线失压、跳闸和备用电源故障的处理建议。通过这些措施, 希望能为有效提高火电厂电气运行的安全性和稳定性提供借鉴, 从而保障电力供应的可靠性。

**关键词** 火电厂; 电气运行; 安全管理; 故障处理

中图分类号: TM62

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0085-03

电力作为支撑国民经济发展的基础能源, 其安全稳定运行对社会各界发展至关重要。当前, 我国正处于电力规模持续扩大的重要时期, 电力安全管理任务十分繁重。火力发电作为我国主要发电方式之一, 其电气系统的运行管理直接影响发电安全和电力供应。本文就火力发电厂电气运行管理的重要性、存在问题及对策进行探讨, 以期为电力企业提升电气安全管理服务水平提供参考。

## 1 火电厂电气运行安全管理的重要性

在现代社会, 火电厂作为重要的能源供应者, 其电气运行安全管理显得尤为关键。这一管理的重要性体现在两个方面, 即为各行业提供可靠的能源支持以及提高火电厂在社会经济中的效益。

### 1.1 提供能源支持各行业发展

火电厂的电气运行安全直接关系到能源的稳定供应, 而能源是各行业正常运转的基石。无论是制造业、服务业还是信息技术领域, 都依赖于电力的持续供应<sup>[1]</sup>。因此, 火电厂的电气运行安全管理不仅仅是为火电厂自身的稳定运行着想, 更是为了保障全社会各行业的正常发展。一旦电气运行发生问题, 可能导致大面积停电, 对各行各业的生产和生活造成严重影响, 甚至可能引发连锁反应, 影响整个社会的稳定运行。

### 1.2 提高火电厂社会效益

火电厂的电气运行安全管理直接关系到其经济效益。保障电气系统的正常运行, 能够提高火电厂发电效率, 降低能源浪费, 从而提高经济效益。与此同时, 电气安全管理还能减少因电力事故导致的停工停产,

避免生产中断和损失, 提高了火电厂的社会经济效益。通过科学合理的电气运行安全管理, 火电厂能够更好地应对市场波动, 提高竞争力, 为国家经济的可持续发展做出贡献。

## 2 火电厂电气运行安全管理的途径

### 2.1 建立完善电气运行规程体系

根据发电机容量、母线配电形式、负荷特性等, 选择合理的电器设备型号及配置, 形成科学合理的系统架构。同时, 设备间的相互匹配也应符合要求, 确保兼容性。这是建立一个高效稳定的系统的基石。其次, 设备安装过程更应严格遵循标准规范, 确保装配质量。要求接线整齐规范、绝缘完好, 接地与防护设置到位, 避免产生安全隐患。具体到操作层面, 可设置设备导线分色标识、接线序列表等指引措施, 降低人工错误概率。设备投运后, 日常运行维护也应有明确工作标准。要明确值班人员的岗位职责, 建立参数测量基线, 规范巡检频次, 形成科学合理的维保模式, 保障系统高效、经济运行。对设备检修更新, 计划检修项目及流程同样需要规范和记录。

### 2.2 加强设备状态监测和预警

在设备状态监测和预警系统建设方面, 首先需要引入先进的监测技术。例如, 红外热像仪可以用于检测设备温度异常, 超声波检测技术可用于监测设备的振动情况, 电气参数监测系统可以实时追踪设备的电流、电压等数据。这些监测技术的引入使得电气设备的运行状态能够被全面、多角度地监测, 从而更准确地捕捉设备运行中的异常情况<sup>[2]</sup>。实时监测的数据通

过设备状态监测和预警系统进行集中处理和分析。这需要建立一套高效的数据采集、传输和存储体系，确保监测数据能够及时、准确地反映电气设备的运行状态。同时，系统应具备智能分析的功能，能够通过对监测数据的实时分析，识别出潜在的设备故障迹象，并进行预警。在实施预警时，系统应该具备及时响应的机制。一旦监测数据中出现超过设定阈值的异常情况，系统应该能够立即发出预警信号，通知相关工作人员进行处理。这种及时响应可以大幅缩短故障发现到处理的时间，减少故障带来的损失。

### 2.3 提高运维人员安全操作技能

通过理论学习，运维人员可以深入理解各类电气设备的工作原理、功能部署、接口连接等，建立系统化的认知，为操作实践打下基础。例如，讲解发电机的电力转换原理、主变的配电功能等，这种理论学习不仅有助于提高运维人员对设备与系统的整体把握能力，也为他们在实际操作中能够更准确地判断设备状态、实施维护提供了基础<sup>[3]</sup>。其次，要强调操作技能的培训。为此，组织运维人员到实际生产现场进行实地操作演练是必不可少的。这种实践操作可以涵盖运行参数测量、设备联合调试、日常巡检等关键工作环节。通过大量的示范和模拟练习，使运维人员能够熟练掌握标准化工作流程，提高实际操作技能。举例而言，可以模拟电路断开重接的全过程，让运维人员在模拟环境中多次进行操作，以提高其操作的熟练度和准确性。通过设置电气事故的模拟情景，培养运维人员的应变和应急处置能力。例如，模拟短路事故，训练快速断电、故障隔离、系统重启等操作。这样的培训能够有效增强系统在复杂情况下的应对能力，使运维人员在突发事件发生时能够迅速做出正确的决策和行动。

### 2.4 制定完善的事故应急预案

作为复杂的能源系统，火力发电厂电气事故时有发生。及时有效的应急处置，可以大幅减少损失，因此制定科学、可操作的事故应急预案必不可少。根据事故对系统影响的严重程度，划分低、中、高级预警。低级预警如局部电气设备故障，中级则如电缆、母线等局部线路故障，高级预警则为系统性事故，如火灾、外物损坏等。不同级别对应不同预案启动机制。

流程主要包括事故判断、系统隔离、抢修与恢复等步骤。每个步骤应明确时间要求、操作标准、注意事项等，便于应急人员速查与执行<sup>[4]</sup>。譬如，在抢修电缆时应注意绝缘、接地等。流程化可提高效率。此外，责任划分也十分重要。事故发生后，要明确首要负责人，

建立工作小组；同时对参与应急的运维、维修、检测等人员职责进行分工，使全体人马各司其职、有的放矢。这可避免混乱效率低下。可见，完善的电气事故预案，是系统防御的最后屏障。它为混乱的突发情况带来秩序，是保障快速高效处置、将损失降到最低的关键。各电厂均应重视这一“最后防线”建设。

## 3 火电厂电气运行故障处理建议

### 3.1 短路

当发生短路时，电路中的故障点会产生巨大的电流，可能对设备组件和输电系统造成严重破坏，并导致生产中断。为准确处理短路故障，操作人员需要按标准流程进行响应。一旦短路事故发生，值班人员会立即收到系统报警。根据报警器显示的基本参数，经验丰富的高级操作员可以快速判断出故障的大致位置。为防止事态扩大，他们会迅速组织技术人员进行间隔断开操作，在故障点两端断开电路，建立隔离区，将故障隔离。在完成隔离操作后，技术团队配备检测设备前往事故现场，对电气系统进行全面检查。他们使用数字万用表、绝缘电阻表等仪器测试电路的各项参数，并对现场设备进行目视检查，确定故障的精确位置。常见的故障点包括开关柜、电缆接头、变压器等。在准确定位后，技术人员需要评估短路电流大小，选择合适的断路器进行系统恢复。部分线路较为脆弱，需要选用时间更快、断流能力更大的真空断路器，避免二次事故发生。在整个维修与恢复过程中，都需要严格遵循安全操作规程。

### 3.2 发电机故障

针对突发的发电机故障，技术人员必须密切配合，利用专业技能和仪表仪器，快速定位、准确判断、科学处置，最大程度避免损失。当发电机发生故障，即刻触发警报后，现场值守人员应迅速静止发电机，并切断功率输出。这是第一要务，防止异常电流、电压进一步损坏组件。紧接着，资深工程师带领电气检测队伍，携带绝缘测试仪、振动频谱仪、热成像仪等设备赶赴现场，开展精准检测与分析判断。他们需要判断事故性质、推测损坏部位，出谋划策。如测得定子绕组出现局部热点短路，则迅速找出故障线圈，进行更换修复。及时准确地判断尤为重要。除正规测试外，技术人员还要发挥丰富经验与专业技巧。如通过发电机声音特点变化、现场气味等判断异常，耳闻目视找寻发热部位，辅助故障诊断与处理。能否快速判断与处理好，直接影响发电系统何时恢复正常供电。修复后，

技术人员还需对恢复的发电机进行全面试运行，监测电气参数和绝缘、振动等指标，确保各项性能恢复到安全合格水平后，才可并网发电，实践检验修复效果。

### 3.3 母线失压

母线失压是火电厂电气系统中一种严重的故障，其发生可能导致供电中断，对生产和供电的稳定性造成严重影响。在面对母线失压问题时，迅速而准确地定位故障点是关键。通过采用高精度的电压测量仪器，对母线各段进行逐一检测，寻找失压点，成为解决这一问题的首要步骤。在定位失压点后，需要进行仔细的设备检查，以确保没有其他潜在的故障。这包括对失压点周围设备的绝缘状况、连接状态等进行详细检查，以排除可能影响电气系统正常运行的其他隐患<sup>[5]</sup>。这一环节的细致检查是保障后续修复工作成功进行的前提。

在修复工作过程中，可能涉及更换损坏的开关、断路器等关键设备。选择合适的设备替代是至关重要的，需要充分考虑设备的技术参数、性能特点以及与电气系统的匹配度。此外，如果发现电缆或导线存在损坏，修复工作也需得到及时处理，包括更换受损电缆、进行焊接修复等手段。整个处理母线失压的过程不仅需要操作人员具备丰富的电气知识和技能，还需要他们具备全面的系统分析和故障排除的能力。在故障诊断和修复过程中，操作人员应当保持高度的警觉性，迅速做出正确的判断，并能够采用科学合理的手段进行修复。此外，还需要密切协调各相关部门，确保整个修复工作高效而有序地进行。

### 3.4 跳闸

对于跳闸事件的分析需要依赖高度精密的保护设备，这些设备能够提供准确的电气参数记录。通过这些记录，我们可以了解到跳闸事件发生的具体时间、电流、电压等关键信息。通过对这些数据的深入分析，可以初步判断是设备故障引起的跳闸，还是由于电气系统过载导致的。在确认跳闸原因后，针对性地处理显得尤为重要。如果是设备故障引起的跳闸，首要任务是对故障设备进行详细检查，并根据检查结果决定是否需要更换受损的部件或设备<sup>[6]</sup>。这可能涉及对设备的绝缘状况、电流过载能力等方面全面评估，确保设备的正常运行。此外，如果跳闸是由于电气系统过载引起的，可能需要提升系统的容量，以适应当前负荷的需求。在处理跳闸事件时，系统维护人员还需要综合考虑设备的年限、技术状况，以及系统未来的负荷预测等多个因素。在更换设备或提升系统容量时，

需要进行周密的计划和设计，以确保整个电气系统的稳定性和可靠性。

### 3.5 备用电源故障

在备用电源投入使用后，必须对主电源故障进行及时的诊断。通过使用电力负荷分析系统，可以实时监测电力负荷的变化，这有助于确定备用电源是否足以支撑当前负载需求。该系统能够提供实时的电力负荷数据，为运维人员提供科学依据，帮助他们更好地调整备用电源的运行参数，以满足电力需求。在备用电源故障修复的过程中，关键是精准地定位故障点。这可能需要运用先进的检测设备，如红外热像仪等，对备用发电机进行全面的检查。通过监测温度、振动和电气参数等，可以有效判断备用电源的工作状态，帮助运维人员精准地找到故障点。一旦定位到故障点，可能需要更换受损的备用发电机部件，修复电气连接或调整电压参数等，以确保备用电源能够在最短的时间内恢复正常运行。在整个处理过程中，需要高效而有序地协调各个环节，确保修复工作的科学性和可操作性。此外，针对备用电源的常态性维护和定期检查也是必不可少的，以预防潜在故障的发生，提高备用电源的可靠性。

## 4 结束语

安全稳定的电力供应关系到国计民生。电力企业要进一步加强安全生产管理，不断提升电气系统运行和事故处置的专业化水平。相关部门也需加大政策支持和监管力度，营造安全发展的外部环境。我们坚信，在电力行业全体员工的共同努力下，我国电气运行安全管理水品必将不断提高，为经济社会发展提供可靠的电力保障。

## 参考文献：

- [1] 刘艳荣, 丁增荣, 魏辉, 等. 火电厂电气设备运行安全管理及故障处理 [J]. 化工管理, 2021(23):105-106.
- [2] 孙勇. 火电厂电气运行的安全管理以及故障排除处理探析 [J]. 决策探索 (中), 2020(11):5-6.
- [3] 陈万超. 基于火电厂电气运行的安全管理及故障排除处理研究 [J]. 电子世界, 2019(17):95-96.
- [4] 陈江. 探析火电厂电气设备的运行故障维修及安全管理 [J]. 低碳世界, 2018(12):147-148.
- [5] 卜宪喜. 浅析火电厂电气运行安全管理与故障处理 [J]. 石河子科技, 2014(02):23-24.
- [6] 张敬惠. 试论火电厂电气运行的安全管理及故障排除 [J]. 中国电力教育, 2013(27):172-173.

# 建筑管理中的场地管理与场地利用率优化研究

陈碧川

(杭州市拱墅区城市发展集团有限公司, 浙江 杭州 310005)

**摘要** 合理规划场地布局是提高场地利用率的关键,因此探讨场地规划的原则与要求并介绍适用的技术手段与工具尤为必要。提高场地使用效率是优化场地利用率的重要途径,文章将探讨增加场地利用灵活性和优化场地使用流程的具体方法。文章从场地管理的概念和作用入手,通过理论分析场地利用率的影响因素,提出优化场地利用率的方法和措施。通过深入研究场地管理与场地利用率优化,以期为建筑行业提供科学的管理方法和策略,为城市建设和发展提供有益的借鉴。

**关键词** 建筑管理; 场地管理; 场地利用率

中图分类号: TU71

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0088-03

随着城市化进程的加快和人口的不断增长,建筑管理中的场地管理与场地利用率优化问题日益凸显。场地作为建筑物的基础设施之一,其良好的管理与高效的利用对于提高建筑的使用效益、优化资源配置、促进可持续发展具有重要意义。然而,在实际操作中,许多场地存在利用率低、浪费资源等问题,亟需寻找有效的方法和策略进行改善。

## 1 场地管理的概念与作用

### 1.1 场地管理的定义与范围

场地管理是指对建筑物或项目所占用的土地及其周边环境进行综合性的规划、利用、维护和管理的过程。在土地使用规划阶段,场地管理需要与城市规划部门合作,根据城市发展战略和需求,确定场地的用途和规模,并进行土地利用评估和可行性研究。场地管理还需要与相关政府部门协调,确保规划符合法律法规和政策要求。在场地布局设计阶段,场地管理需要考虑建筑物的布局与空间分配,合理规划各功能区域,并确保场地的通行便利性、安全性和美观性。在场地功能配置阶段,场地管理需要对不同功能区域进行科学合理的配置,以满足用户的需求和提高场地的利用效率。例如,在商业场地中,需要合理划分商铺、停车场、休闲区等不同功能区域,以提供良好的商业环境和服务体验。在场地秩序维护阶段,场地管理需要制定相关规章制度,确保场地的秩序和安全。例如,管理人员需要制定停车管理规定,监管车辆停放秩序;对公共区域进行定期清洁和维护;加强安全管理,保障用户的人身安全等。

### 1.2 场地管理的作用与价值

场地管理在建筑管理中具有重要的作用和价值。

首先,场地管理能够最大限度地提高场地的利用率。通过科学合理的场地规划和管理,可以充分利用有限的土地资源,提高场地的使用效率,避免资源浪费。良好的场地管理可以提供舒适、安全、便利的使用环境,增加用户的满意度,从而吸引更多的用户和客户,促进建筑物的可持续发展。一个精心管理的场地能够展示出建筑物的品质和风格,增加建筑物的吸引力和竞争力。对于商业地产来说,优秀的场地管理将有助于提升商业价值和租金收益。

## 2 场地利用率的影响因素分析

### 2.1 场地规划与布局

场地规划和布局是影响场地利用率的重要因素。在场地规划阶段,需要根据城市发展战略和需求,确定场地的用途和规模,并进行土地利用评估和可行性研究。同时,还需要考虑场地的地形、气候等自然条件,以及周边环境和交通状况等因素,制定出合理的场地规划方案。良好的场地规划能够充分利用土地资源,提高场地的使用效率,从而影响到场地的利用率。在场地布局设计阶段,需要考虑建筑物的布局与空间分配,合理规划各功能区域,并确保场地的通行便利性、安全性和美观性(见图1)。合理的场地布局能够提高场地的使用效率,使得场地内部空间得到更好的利用,从而影响到场地的利用率<sup>[1]</sup>。

### 2.2 场地使用效率

场地使用效率是指在一段时间内,场地的使用量与可用容量之比。场地使用效率的高低直接影响到场地的利用率。提高场地使用效率可以通过科学合理的场地规划和管理来实现。例如,在商业场地中,需要

合理划分商铺、停车场、休闲区等不同功能区域，以提供良好的商业环境和服务体验。同时，还需要对场地内的设施和设备进行充分利用，避免浪费。例如，在办公场地中，需要合理安排工作空间，配置多功能会议室和休息区等设施，提高员工的工作效率和工作满意度，从而提高场地的使用效率和利用率。

### 2.3 场地维护与管理

场地维护和管理是保证场地利用率的关键因素。对场地进行定期维护和管理，可以保持场地的良好状态，增强场地的使用效率和吸引力。例如，对公共区域进行定期清洁和维护，加强安全管理，保障用户的人身安全等。同时，还需要制定相关规章制度，如停车管理规定等，确保场地的秩序和安全。场地维护和管理还需要引入新的技术手段和管理方法，如智能化管理系统和物联网技术等。智能化管理系统能够实现对场地的实时监控和管理，提高场地的效率和安全性。物联网技术则可以实现对场地内部设施和设备的智能化控制和管理，提高场地的使用效率和利用率<sup>[2]</sup>。

## 3 场地管理与场地利用率优化研究的重要性

### 3.1 促进资源的合理利用

场地管理与场地利用率优化研究的重要性之一是促进资源的合理利用。一个有效的场地管理系统可以

帮助优化资源配置和利用，从而最大限度地提高资源的效益。通过科学规划和布局场地，可以充分利用土地、建筑和设施等资源，避免浪费和低效使用。例如，在商业场地中，合理规划商铺、展示区和储存区等功能区域，可以确保各项资源得到充分利用，提高商业运营的效率和盈利能力。此外，场地管理还可以通过节约能源和减少排放等方式，促进资源的可持续利用。例如，在办公场地中，引入节能设备和绿色建筑技术，可以减少能源消耗和环境污染，提高场地的可持续发展水平。

### 3.2 提高建筑物的使用效益

场地管理与场地利用率优化研究的另一个重要方面是提高建筑物的使用效益。通过科学合理的场地规划和布局，可以最大限度地提高建筑物的利用率。合理划分不同功能区域、提供灵活多样的空间设计，可以满足不同用户的需求，提高建筑物的使用效益。例如，在办公场地中，合理规划工作空间、会议室和休息区等，可以提高员工的工作效率和满意度。此外，场地管理还可以通过引入智能化设备和管理系统，提高建筑物的使用效益。智能化设备可以实现对建筑物的远程监控和控制，提高设备的运行效率和安全性；智能化管理系统可以实现对建筑物内部各项资源的实时监测和管理，提高建筑物的整体效益<sup>[3]</sup>。

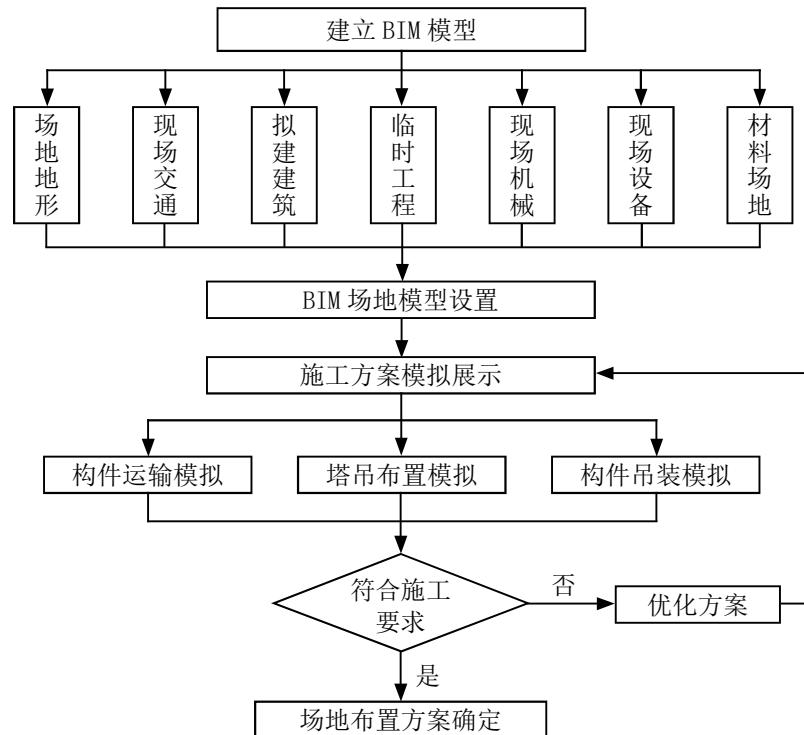


图 1 场地布置流程

### 3.3 促进建筑管理的可持续发展

场地管理与场地利用率优化研究的第三个方面是促进建筑管理的可持续发展。可持续建筑管理是指在建筑物的整个生命周期中，注重资源的节约和环境的保护，以实现经济、社会和环境的可持续发展。通过引入绿色建筑技术和管理方法，可以减少建筑物对能源和水资源的消耗，降低建筑物的碳排放和环境影响。场地管理可以通过定期维护和管理建筑物，延长建筑物的使用寿命和价值，减少废弃物的产生。同时，场地管理还可以推动建筑物的更新和改造，提高建筑物的能源效率和环境适应性。

## 4 场地利用率优化方法与措施

### 4.1 合理规划场地布局

合理规划场地布局是场地规划的重要内容之一。通过科学的布局，可以实现场地资源的最优利用，提高场地的使用效率和功能性。根据场地的不同特点和使用需求，可以将场地划分为不同的功能区域，如办公区、生产区、休闲区等。通过合理划分功能区域，可以使各个区域的功能互不干扰，并有利于场地的管理和维护。合理设置道路、步行街和人行通道等交通设施，可以方便人员和物资的流动，提高工作效率和舒适度。同时，还需要考虑交通设施与功能区域的相互关系，避免交通冲突和拥堵<sup>[4]</sup>。通过合理配置绿化带、花坛和休闲座椅等景观设施，可以增加场地的美观性和舒适感。同时，科学的绿化设计还可以改善场地的生态环境，提高空气质量并促进人员的工作效率。通过合理设置防火通道、应急疏散出口和消防设施等安全设施，可以提高场地的灾害防范和应急处置能力。

### 4.2 提高场地使用效率

提高场地使用效率是场地规划的一项重要目标。通过合理的布局和优化的设计，可以最大程度地利用场地资源，提高场地的使用效率。通过科学的场地规划，可以将场地划分为不同的功能区域并合理布置，以充分发挥每个区域的使用效能。例如，将办公区、生产区和仓储区等功能区域相互靠近，可以减少人员和物资的运输距离，提高工作效率。同时，合理设置道路和交通设施，保证人员和物流的顺畅流动，减少时间浪费和拥堵现象。在场地设计中，需要充分考虑各个功能区域的空间布局和设备配置，以最大限度地提高场地的功能性和使用效率。例如，在办公区域合理设置办公桌、文件柜和会议室等设施，为员工提供良好的工作环境；在生产区域优化生产线的布局和设备的

摆放，提高生产效率；在仓储区合理设置货架和物料管理系统，提高物资存储和调配的效率。

### 4.3 加强场地维护与管理

加强场地维护与管理是保证场地可持续使用的重要措施。通过有效的维护和管理，可以保持场地设施的良好状态，延长使用寿命，并提供一个安全、舒适的工作环境。定期进行设备和设施的巡检，发现问题及时修复，可以避免设备故障和事故的发生。例如，定期检查电气设备的接地情况，防止漏电和火灾的风险；定期清洁排水系统，防止堵塞和水患。同时，还应制定相应的维护计划和标准操作程序，确保维护工作的规范性和有效性。建立完善的安全管理制度和流程，确保员工和设备的安全是至关重要的。例如，设置安全警示标识，明确安全区域和禁止区域，提醒员工注意安全风险；组织安全培训和演习，提高员工的安全意识和应急处理能力。此外，还应定期进行安全检查和评估，排查潜在的安全隐患，及时采取措施加以解决。提供一个良好的工作环境对员工的工作效率和生产质量有着重要影响。因此，应注重场地的通风、照明和温度等方面的调节<sup>[5]</sup>。

## 5 结论

通过对建筑管理中场地管理与场地利用率优化的研究，可以发现合理规划场地布局、提高场地使用效率和加强场地维护与管理是关键措施。这些措施不仅可以提高场地的利用效率，促进资源的合理利用，还能提高建筑物的使用效益，促进建筑管理的可持续发展。因此，建筑行业需要重视场地管理与利用率优化，制定科学的管理方法和策略，以提高建筑物的使用效益和资源的利用效率，为城市建设和发展提供有益的借鉴。

### 参考文献：

- [1] 蒋美幸. BIM技术用于建筑施工场地布置的意义及其对现场管理的优化价值分析[J]. 四川水泥, 2022(10):133-135.
- [2] 曹晓萌, 陈强. 杭州某复杂场地高层建筑桩基优化设计[J]. 浙江建筑, 2021, 38(04):45-50.
- [3] 赵曼莉, 高明. 基于BIM技术的建筑施工场地布置及优化分析[J]. 中国建设信息化, 2020(19):76-78.
- [4] 曹静. 基于LID理念下的建筑场地设计与优化[J]. 现代物业(中旬刊), 2020(04):68-69.
- [5] 李凡. 基于BIM技术的装配式建筑施工场地布置及优化探讨[J]. 现代物业(中旬刊), 2020(03):158-159.

# 建筑工程施工阶段安全质量 标准化管理策略分析

陈 静

(冀中能源峰峰集团有限公司马头洗选厂, 河北 邯郸 056000)

**摘要** 建筑工程的施工过程中实行安全质量标准化管理给企业的安全管理工作带来了新的挑战, 从过去的经验式施工转变为现代化施工, 从事后的消极管理转变为事前事中的积极管理。基于此, 本文简单分析了建筑工程施工阶段安全质量标准化管理的意义及管理工作存在的问题, 探讨了有效的管理策略, 旨在对促进建筑工程质量提升有所裨益, 为企业高质量发展蓄势赋能。

**关键词** 建筑工程; 施工阶段; 安全质量; 标准化管理

中图分类号: TU712

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0091-03

在企业的现代化发展和落实国家安全生产标准及法律的过程中, 安全质量标准化管理是必经之路。建筑工程的施工过程中实施安全质量标准化管理, 可以从源头上创造安全的施工环境, 大大降低施工事故的发生概率。建筑工程施工阶段的安全质量标准化管理, 不仅关系到企业的生存和发展, 而且还与整个社会的稳定发展息息相关。所以, 加强建筑工程施工阶段的安全质量标准化管理就显得尤为重要。

## 1 建筑工程施工阶段安全质量标准化管理的意义

目前, 随着社会和经济的高品质稳定发展, 全国各地的城镇化建设速度越来越快, 因此, 强化建筑工程的施工过程中的安全质量规范化管理具有十分重大的作用, 特别是对提高建筑工程的质量、提高有关各方的市场竞争力、提高经济效益和社会效益具有重大作用。

在施工过程中, 安全质量标准化管理对保证整个建筑项目的质量以及投入使用后的安全维修等都具有十分重要的意义。在建筑工程的施工过程中, 安全质量规范化管理工作非常复杂, 特别是在人员密集、设备繁多、材料种类繁多的情况下, 还存在着大量的安全和质量管理人员。通过对项目的安全质量进行科学、高效、严谨的管理, 可以帮助项目的总体质量得到提升, 从而达到对施工项目进度和成本进行有效控制的目的。同时, 在施工过程中实施安全质量标准化管理, 对于提升企业的综合管理能力, 增强其在市场中的竞争能力具有重要意义。因此, 对建筑工程施工过程中的安全质量进行规范化管理, 可以促进一系列的经济管理

工作顺利进行。企业需要加强自己的管理和对施工人员的安全质量管理意识, 对各种先进的施工方法和技术进行改进, 制订并应用先进的管理方法和管理计划, 使整个工程的总体品质得到进一步的改善, 树立一个好的外部形象<sup>[1]</sup>。

## 2 建筑工程施工阶段安全质量管理存在的问题

### 2.1 施工人员素养有待增强

随着建筑业的发展, 对人才的需求也在增加, 各个企业吸纳的就业人数也在不断增加。但是, 拥有较高专业技术的从业者只是少数, 这就意味着施工人员的总体素质还没有达到一个统一的水平, 大多数人员的专业素养都比较低, 对工程项目的安全和质量管理的认识也不高。并且大多数施工人员在实践中, 在施工工艺的使用以及施工方法、理念等方面都有一些不同, 这些都会引起施工问题, 影响施工的安全性和质量。一些人员缺乏安全保护、品质管理的观念, 往往出现不规范的作业, 引发安全和质量问题。

### 2.2 施工材料质量有待提升

在建筑工程中需要运用大量的施工材料, 材料作为建筑工程建设的主体, 也是施工质量的保障。随着建筑事业的迅速发展, 工程的种类越来越多, 功能越来越现代化, 对材料的要求也越来越高。尤其是随着绿色环保概念的渗透和运用, 各式各样环保施工材料应运而生, 其中所采用材料的好坏将会对整个工程的安全性和品质起到至关重要的作用。

### 2.3 未落实安全生产责任

一些建筑工程的施工企业, 在安全生产职责的履

行上还比较薄弱，特别是职责划分不明确。这就使得在工程的实际建设中，很有可能会发生一些质量问题和一些安全隐患，或是由于监管不力而扩大安全隐患，从而引发难以弥补的安全事故。

### 3 建筑工程施工阶段安全质量标准化管理策略

#### 3.1 提升施工人员质量安全意识

首先，在工程项目施工开始前，专业人士要做好现场的施工技术交底工作，使参加施工工作的人员对施工图纸和工程建设中的难点、重点都有一个全面的认识，对工程的建设需求有一个清晰的认识，并根据过去的施工经历，对整个工程的施工过程进行科学分析，发现在该项目的施工过程中可能存在的一些质量和安全问题，并提出相应的整改计划和对策。其次，施工单位可以不定时地进行专门的技能训练，在此基础上积极引进先进的施工技术，提高工程的施工质量<sup>[2]</sup>。再次，为了使建筑工人的安全质量管理意识得到提高，施工企业也可以将绩效评价体系和奖惩体系结合起来，注重对施工工人的考核上岗，让他们严格按照施工单位制定的法规和管理办法来开展工作。最后，做好施工人员的安全教育和培训工作。因为在建筑工程的施工过程中，会出现很多的安全和质量问题，并且还有一些很难预料到的安全问题，为了保证施工工人的安全，保证整个工程的施工质量，就必须加强他们的安全操作意识，对施工过程中可能出现的安全问题进行及时和高效的处理，保证整个项目的施工进程不会受到任何的影响。

#### 3.2 构建安全质量标准化管理机构

立足建设工程实际建设规模，对安全质量管理工作机构进行科学设置，然后对专业的安全管理进行适当的配置，并在此基础上，结合工程的实际施工情况以及国家制定的有关产业的规定和标准，来确定具体的安全管理方式。与此同时，还应根据安全管理的工作和活动，制订相应的规范，创造出一套独一无二的安全责任制，根据责任制的内容，对相关的责任主体进行严密的监管，保证安全工作的有效开展。另外，在安全管理工作上，也要对建设工程有关主体的工作责任进行详细的界定，采取定期考核安全管理工作的执行情况的方式，对其进行相应的奖励和惩罚。

#### 3.3 标准化管理施工设备

在建筑工程项目施工中，要按照有关的安全管理规范和规定，建立有关的安全保护体系。同时，要准备好安全保护设备，让有关工作人员在施工期间都能

正确地佩戴安全设备，包括但不限于防滑鞋，安全帽和手套。在施工场地使用打夯机、吊篮、施工电梯等有关机械装备时，必须严格遵守安全质量管理标准化的要求，并在工地上合理设置消防设施、安全网和警告标志。在施工现场的各种物品进行标准化的管理工作，应从如下几个方面着手：

首先，在设置配备层次上，在配备阶段要按照安全管理规范以及现场的具体情况，按照标准化的要求进行设置方式和配备数量的工作。

其次，从材料的角度出发，根据有关规定和项目的工作环境，对有关材料进行科学运用。建筑材料运送到工地后，应由两名或更多的工作人员对其进行验收，主要对各种材料的出厂合格证明、质检单等进行审核，同时对建筑工地进行取样测试，必要时还要将其送入第三方的试验室进行测试，确保各种建筑材料的品质<sup>[3]</sup>。

最后，在生产制造方面，在制作时要按照目前的国家标准和要求来执行，确保在项目建设期间，各种材料的使用都符合相应的法规。

#### 3.4 完善安全质量标准化管理制度

首先，建筑工程项目的安全生产责任制。科学、合理地划分工程建设过程中的安全监管和质量管理内容，并将其分配到各职能部门和项目管理人员，确保在施工现场的管理工作中，各司其职，提高管理者的责任心。

其次，建设项目施工安全许可证制度。在工程施工之前，必须取得安全生产许可证，才能进行工程建设，以防止违法。

再次，施工安全教育与管理制度。在工程施工过程中，工地的施工人员和管理者的技术水平和责任意识都会极大地影响到工程的安全性和质量，所以要有针对性地进行安全的教育和培训，同时要完善相应的评价体系，让有关的员工有资格进入岗位，从而使自己的工作行为得到有效的控制。

最后，建筑工程安全生产检查制度。施工现场的管理者要按照我国颁布的关于工程建设的安全和质量控制的各项规定来进行，加强对施工现场的标准化管理，防止违章和违法行为的发生，既能提升工程的施工效率，又能确保工程的安全和质量。

#### 3.5 标准化管理施工环境

对建筑工程施工现场环境进行规范化的安全质量管理，能够充分发挥管理工作的价值。详细地说：

首先，要按照安全保护规范的规定，主动地在施

工现场的各个环节进行安全管理，其中包括管道、坑、沟等施工。

其次，按照国家有关规定和规范，对施工现场的通风、采光、温湿度等进行安全管理，按照行业规范对施工过程中存在的噪声、毒害、粉尘等情况进行有效的管理和防护。

再次，在施工现场设置光纤及其他安全标志时，应严格遵守有关规定及标准。根据安全规范，在工地上设置电压、电线、灯光、开关等。

最后，在建筑工地上的机械设备、材料等要按照国家有关的规范进行储存，以保证建筑工程的正常进行。同时，要组织专门的技术人员对施工现场的地质条件、水文条件、气候环境等情况进行充分的认识，对在施工中存在的各种危险因素进行准确的预估，并制订有针对性的对策，最大限度地避免施工中发生的安全与质量问题<sup>[4]</sup>。

此外，天气和环境因素对建筑工程施工有很大的影响，要针对季节特点，对施工现场的保护管理方法进行相应的调整，对工地上的各种废弃物进行及时的清除，以免对周围的生态环境产生负面影响。

### 3.6 重点管理特殊项目

随着企业的生产和运营的不断扩大，工程也会有较大的和施工工艺复杂的项目。此类建筑施工项目，其主要特征是占地面积大，施工人员多，施工技术复杂，安全隐患多，安全管理难度大。所以，针对比较特殊的工程项目，建设企业要采取一套完善的安全管理措施，切实提高安全管理人员的人数，强化安全教育培训措施，落实安全整改复审，强化安全监察工作等。在实施以上措施的同时，企业也要保证安全经费的投资，保证安全防范措施的实施。与此同时，为解决“信息孤岛”的问题，必须加强对施工信息数据的规范化管理，做好信息的采集、处理和保存工作。从安全生产的角度来看，要对与安全有关的信息进行记录和保存，对与安全技术有关的资料进行及时的搜集、整理，保证信息的安全性，对特殊操作、危险操作、隐蔽工程、记录施工状况、施工进度等数据进行完整的记录，不仅可以保证工程的安全，还可以为项目的决策提供参考。

### 3.7 强化监督

加强施工监督，使管理者的责任心和执行力得到加强，才能有效地防止安全事故和质量问题，为建筑工程的施工安全和质量提供可靠保障。因此，建设企

业要为建设项目的建设监理机构制定完善的监理体系，确定监理的相关法律、法规、规范的具体内容及监理程序；应强化设计、监理和有关各方的监督。在工程建设过程中，应积极引导社会各界的参与，对建设工程的安全、质量问题进行及时的查处。同时，要加强各相关方的配合，加强信息共享，使工程监督、工程验收的质量得到有效的提升。建设、监理、设计三方要共同制定一套经常性的交流和协作制度，以促进建设工程施工安全和品质的有效提升。通过各种监测设备、传感器和数据收集系统，管理者可以对建筑工地的安全状态进行实时监控，并对一些隐藏的工程质量进行检测。为了更好地发挥建设监理的作用，企业需要构建一个信息交流系统，加强各个方面的合作，使监理机构能够对整个建设过程进行全方位的监控。在此基础上，还需要构建质量信息可溯源与记录的制度，让有关人员对各种建筑材料的来源、质量检查记录、施工中的关键节点、质量管理需求等进行详尽的记录，以便在以后能够追踪到问题的根本原因，并制定相应的对策<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

实施施工安全质量标准化管理是建筑工程现代化发展的必然选择。为了确保建筑项目和环境符合国家的要求，必须强化施工过程中的安全和质量控制。在建筑工程的施工过程中，安全质量标准化管理对工程质量、使用安全、总体效益等都有很大的影响。在管理实践中，可以从增强人员质量安全意识、构建标准化管理机构、标准化管理施工设备、引进运用先进技术、加大监督力度等多个角度出发，达到全方位提升建筑工程施工阶段安全质量标准化管理成效的目的，为建筑工程施工质量的提升和企业高质量可持续稳定发展保驾护航。

## 参考文献：

- [1] 王力达. 建设工程施工阶段安全质量标准化管理策略[J]. 油气田地面工程, 2023, 42(09):25-28.
- [2] 张仁贵. 建筑工程施工安全质量管理方法探讨[J]. 产品可靠性报告, 2023(09):152-154.
- [3] 李彦青. 建筑工程施工现场安全管理标准化策略研究[J]. 房地产世界, 2023(13):64-66.
- [4] 夏继庆. 地面工程施工阶段安全质量管理标准化探讨[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(01):103-104, 110.
- [5] 王皎. 对工程施工现场质量标准化管理工作的探讨[J]. 中国建筑装饰装修, 2021(05):112-113.

# 高层建筑地下车库消防系统设计探讨

## 雷 标

(咸宁市国土空间规划研究院，湖北 咸宁 437000)

**摘要** 在当今快速发展的城市里，由于土地的紧缺，地下车库成为一种普遍现象。其中，高层建筑地下车库因其结构复杂、使用频率高和火灾隐患大等特点，已经成为城市火灾的高危区域，在满足了城市对空间的需求的同时，也带来了难以忽视的安全问题。这些问题再次将人们的视线引向消防系统设计，特别是针对这类特殊环境的消防系统。一套有效、科学的消防系统设计，不仅能减少火灾的发生，也能在火灾发生时，迅速予以控制，避免或最大限度地减小损失。因此，本文认为探讨高层建筑地下车库的消防系统设计尤为重要。

**关键词** 高层建筑；地下车库；消防系统设计

中图分类号：TU972

文献标志码：A

文章编号：2097-3365(2024)05-0094-03

通过对高层建筑地下车库的消防系统设计的深入探讨，我们了解到只有科学有效的系统设计才能真正减轻火灾的危害。正确有效地应用消防知识，把理论转化为具体的设计方案，才能够真正实现预防火灾、减小火灾带来的损失的目标。

### 1 高层建筑地下车库消防安全需求

随着城市化的不断推进，高层建筑多数配备有地下车库，这就为消防安全工作带来了新的挑战。地下车库由于其独特的结构和环境，火灾一旦发生，其扑救和逃生难度远远高于一般的地面建筑。因此，加强高层建筑地下车库的消防安全设计、管理和救援，是确保人员和财产安全不可或缺的重要方面。

首先，设计是消防安全最关键的环节之一。一个合理的设计包括完善的火灾自动报警系统、自动喷水灭火系统、安全疏散通道以及消防车辆进出的便利性。地下车库应当设计有足够的疏散出口，且出口处应配备应急照明，方向指示明确，确保火灾发生时人员能够迅速有序地疏散。此外，考虑到地下空间通风不畅，排烟系统也是设计中不容忽视的部分，排烟口与消防设施的联动设计可以大幅提升火灾时的视线及空气质量，有助于火灾的控制和人员的逃生。

其次，救援工作在应对火灾时同样重要。专业消防队伍必须熟悉高层建筑地下车库的特点和结构布局，这样在发生火灾紧急情况时，可以迅速有效地展开救援行动。此外，考虑到地下车库具有复杂的空间结构，救援队员需要特别的训练，以掌握在这种环境下进行灭火和搜救的专门技能。有效的沟通和协调机制，专业的救援装备，以及充分的应急响应准备，都是保障

救援顺利进行的重要因素。

最后，现代科技的应用也大幅提升了消防安全水平。例如，智能监控系统可以实时监控车库内的车辆和人员动态，异常情况下能及时报警并指导疏散。无人机技术在灭火和搜救中的应用，可以提供更广阔的视角，对于指挥中心做出有效决策提供信息支持。

### 2 高层建筑地下车库消防设计的关键技术分析

#### 2.1 汽车疏散设计

汽车疏散设计是高层建筑地下车库设计的关键组成部分，其主要目的是在火灾或其他紧急情况下，确保所有车辆能够安全、迅速、有序地撤离车库。根据建筑设计规范，底层数量当量低于100辆的地下车库，至少应设有一个出入口；当量在100—1000辆之间的车库，最少应设有两个出入口；而当车库存放的车辆数量超过1000辆时，至少应设三个出入口。这些出入口不仅可以在平常日常使用，同时也是火灾等紧急情况下车辆疏散的重要通道，其更多的设置有助于在紧急情况下促进疏散的效率。然而，仅仅依靠出入口数量是不够的，出入口的设计准则体现在它们的大小、位置和标识。出入口应该足够宽大，以保证多辆汽车能同时进出，并且疏散路径应尽可能短，易于认知<sup>[1]</sup>。关于标识，应使用清晰、明确的指示标志和应急照明，以指示出口方向和位置。道路设计也应考虑有助于疏散。出口道路越宽，可以容纳的车辆就越多，汽车疏散速率也就越高。此外，删除因车库内汽车排列而形成的盲区，可以尽早发现障碍物，避免在疏散过程中突然遇到障碍而导致混乱。对流量的预测和控制也至关重要，在繁忙的岗位，需要设有人工管理和引导，

以确保疏散的顺利进行。车库内应安装电子指示牌，显示出口的实时交通状况，并监测和管理汽车疏散的状况。在火灾爆发的情况下，应立即改变出入口的功能，切断进入车库的通道，将所有出口开放用于疏散，避免新的车辆进入。同时，还应启动应急撤离计划，启动消防系统和应急广播，指导司乘人员疏散。地下车库的消防救援设施也不容忽视，包括消防电话、消防器材和消防通道等，并定期进行维护和更新，确保其在紧急情况下可以有效使用。

## 2.2 人员疏散设计

设计一幢高层建筑的地下车库是一项挑战性的工作，它需要平衡建筑功能、空间效率、安全要求等多方面因素。当然，人员疏散设计和消防电气配电系统设计最为重要，因为人的生命安全是无法妥协的<sup>[2]</sup>。人员疏散设计应该从两个层面进行：一是日常使用疏散；二是应急疏散。日常使用情况下，车库使用者应能方便、快速的进出车库，这需要出入口设计合理、指示标识清晰、行人和车辆的通道分别设置。应急情况下，如发生火灾，则需要考虑更多因素。所有出口应开放并明确标识，有条件的车库可以设立专有的应急通道。同时，应当设置足够的安全出口和安全楼梯，以连通各楼层并向安全的地方引导人流。

## 2.3 消防电气配电系统设计

消防电气配电系统设计则需要注意以下几个方面。首先，消防电源应独立设置并备有余量，确保火灾情况下能长时间供电。其次，尽可能使用不燃或阻燃材料，以减少火源。此外，电气设备应安装在防火、防烟、防湿的环境中，并定期检查保养电气线路接头，防止短路火源的产生。同时，应配备灭火器和设有灭火器标志，以便在初起火灾时迅速进行灭火。不可忽视的是，所有使用者都应熟悉消防设备的使用方法。对于大型的地下车库，可以采用双电源供电方案来降低电气设备导致的火灾风险。双电源供电方案是利用两个独立的电源进行供电，当一个电源出现问题时，另一个电源可以立即接替，保证电源的稳定和连续。双电源供电可以明显提高电气系统的稳定性，降低一个电源故障导致全局电源中断的概率。

## 2.4 自动喷水灭火系统设计

对于地下车库的火灾防护，自动喷水灭火系统是一种常见而有效的方式。设计这样的系统时，工作人员需要考虑到多种因素，包括环境、气候、安全性和成本等。在地下车库，湿式喷水系统是最常见的设计方案。该系统在正常条件下，消防主管道是充满了水的，

一旦探测到火灾，便能立即启动并完成灭火动作。但是，考虑到地下车库的特殊环境，冬季管道冻裂的问题不容忽视。因此，系统设计中需采取相应措施，如安装电伴热防冻装置，以保护管道<sup>[3]</sup>。但是，应注意该措施虽然提高了管道的安全性，但同时也增加了系统的运营成本。此外，还有一种常见的系统设计是干式喷水灭火系统。在这种系统中，消防主管道中并未充满水，管道内部通常维持一定的气压。当系统探测到火灾，喷头打开后，配水管道才开始充水过程。这种设计的优势在于可以减少由于错误喷洒或者管道破裂带来的水损，使得设备及环境的损伤最小化。然而，干式系统的一个缺点是，因为需要排气充水的过程，可能会导致喷水开始的时间相对湿式系统有所延后。为解决这个问题，设计者需要保证当喷头开启后，系统的充水时间应早于喷头的开启时间，以确保喷头开启后能立即喷水，从而提高灭火效率。需要注意的是，无论选择哪种喷水系统，都需要依据具体情况做出合理决策，而不能一概而论。还需要结合探测系统和报警系统，形成完整的消防设计方案，才能在发生火灾时迅速、有效地进行灭火。另外，在设计中应尽量考虑到系统的经济性和运营成本，使得系统能够在满足防火要求的同时，符合经济效益。

## 2.5 消防自动设施设计

地下车库因其封闭的空间特性及存放大量燃油车辆的实际情况，一旦发生火灾，后果将非常严重。为了及时发现并控制火情，减少伤亡和财产损失，地下车库的消防自动设施设计至关重要。地下车库消防自动设施的设计必须满足国家的消防法规、标准及设计规范。例如，在中国，根据《建筑设计防火规范》中的有关规定，地下车库应设置自动火灾报警系统和自动喷水灭火系统，并与上级消防控制室联网。温度探测器和烟雾探测器是火灾自动报警系统中的关键组件<sup>[4]</sup>。温度探测器能够检测到周围空气的温度变化，而烟雾探测器则是用来察觉空气中悬浮颗粒物的浓度增加，这通常是燃烧的征兆之一。这些探测器不仅要安装在明显的位置，以便能及时探测到异常情况，而且需要定期进行维护和测试，确保在必要时能可靠工作。自动喷水灭火系统是预防地下车库火灾扩散的重要手段。一旦探测器发现火情，立即启动喷水系统对初期火灾进行控制，同时通知消防中心派遣消防力量到场。喷水系统的设计需要考虑到喷头的分布、水压和流量的计算，确保能有效覆盖整个车库区域，对各类车辆火灾都能及时进行灭火。在自动喷水系统之外，自动通风排烟系统同样不可或缺。在火灾发生后，充分的通

风排烟不仅有助于疏散人群，降低烟雾危害，而且有益于消防救火力量的快速进入和灭火效率的提升。该系统的设计需要考虑到排烟通道的尺寸、风量和风速的合理配置，以及排烟口的合理布局。设计不仅要科学合理，还应重视与其他建筑自动控制系统的协同工作。例如，与消防电梯、应急照明系统、防火门等的联动，这些措施在紧急情况下能大幅提升疏散和救援的效率。协同工作的设计理念，保证了各系统之间在紧急情况下的快速响应与协作<sup>[5]</sup>。此外，对于地下车库的消防自动设施，必须进行定期的检查与维护。远程监控和智能化管理系统能够实时监测设施运行状态，并在发现异常时即时报警和记录日志，便于及时发现问题并进行维修。设计者或管理者还应当定期组织消防演练和培训，提高管理人员和使用人员对消防自动设施的熟悉程度和操作能力，确保在紧急情况下能准确、迅速地采取正确措施。同时，还应向公众宣传火灾安全知识，增加公众对火灾危险的认识和自我保护的能力。

地下汽车库室内，最远的工作地点至楼梯间距离的限值通常被设置为45米，这通常是基于对人体耐力和运动速度的平均考虑。此设置尝试确保，即使在遇到突发事件如火灾时，人们也有足够的体力和时间逃离现场，到达安全的楼梯通道。如果设置了自动灭火系统，这个距离可以放宽到60米，因为可以预期火灾传播速度将因灭火系统的快速反应而降低。对于单层或设在建筑物首层的汽车库，最远工作地点至室外出口的距离也不应超过60米。这个疏散距离是考虑用户可以立即到达室外，不需要通过楼梯的情况。设备房或自行车库的防火分区，疏散距离通常限制为40米。由于这些区域可能存在易燃物品，因此原则上要求比汽车库的距离更短。确保这种类型的建筑有短距离的疏散路径，可以在火灾形成和蔓延的关键期间节约时间，从而提高人身安全。

## 2.6 火灾应急广播设计

火灾应急广播系统是高层建筑安全管理的重要组成部分，作为一个全天候的安全保障，它在火灾发生后能够迅速，将火情信息准确地传达到每个角落，并引导人员有序撤离，这对于避免或减少火灾损失至关重要。对于一个火灾应急广播系统，其设计需要满足一些基本要求。一是稳定性，这是因为在火灾发生时，电力系统可能会被中断，此时一个稳定的火灾应急广播系统能够借助备用电源自行运行，持续传递重要信息。二是实时性，火灾发生后，火势瞬息万变，故广播系统必须具备实时传递火源方向、火势发展、安全通道等信息的能力。三是普及性，广播系统应覆盖

建筑的每一个角落，确保每个人都能接收到广播信息。

在功能上，火灾应急广播系统应具备的主要有三个方面：第一，及时广播火情信息。这包括火源的位置，火势的发展情况，可能的危险因素等。第二，指导人员逃生。系统应能迅速计算出最佳的逃生路线，并通过广播引导人员撤离。第三，提供心理安慰。除了物质的帮助外，广播还应尽可能以平静、稳定的语气向被困人员传递信息，以减轻他们的恐慌情绪，增强信心。

从使用者角度考虑，操作界面需要简单易懂，操作步骤应尽可能简化，以适应在紧急情况下上手使用。同时，考虑到火情的复杂性和多变性，广播系统还应具备自动化的功能，例如火势变化的自动监测，自动计算最佳逃生路线等<sup>[6]</sup>。火灾应急广播系统的设计和应用是一项系统工程，需要多学科交叉合作。建筑设计师需要考虑到广播设施的布局和美观；电力工程师需要保障设备的稳定运行；计算机工程师需要优化广播的及时性和准确性；心理学专家需要研究应对火灾心理应激反应的有效措施，等等。只有大家共同努力，才能为火灾案件的应急反应提供全方位的保障。

## 3 结束语

预防和及时防止烟火使命的实施是消防工作的重心，而一个具有针对性的消防系统设计，就是这个使命的关键一步。在这个过程中，我们需要结合高层建筑地下车库的实际情况，综合运用现代科技，理智地判断和果断地行动，以此来保障每一位公民的生命安全和财产的安全。除了设施的优化和完善，我们也应该通过各种方式提高大众的消防知识水平，提高公众灾害风险的防范意识，并以此作为构建安全的城市环境的持久力量。

## 参考文献：

- [1] 王剑儒.浅谈高层建筑消防给排水设计关键技术[J].居舍,2021(18):97-98.
- [2] 李少华.带I类地下车库高层建筑的喷淋泵设置案例探讨[J].四川建筑,2021,41(02):52-53,57.
- [3] 范永伟.某超高层综合体消防给水系统设计探讨[J].山西建筑,2021,47(07):118-120.
- [4] 李占峰.高层建筑地下车库消防设计关键技术[J].消防界(电子版),2021,07(06):71-72.
- [5] 唐国锋.超高层现代住宅小区消防给水系统的方案选型[J].山西建筑,2021,47(03):88-89.
- [6] 刘风连.谈高层建筑给排水及消防管道工程的设计构建[J].四川水泥,2020(10):295-296.

# 路线交叉口设计对道路行车安全的影响分析

吴彬

(中国华西工程设计建设有限公司深圳分公司, 广东 深圳 518029)

**摘要** 路道交叉口作为城市交通系统的关键节点, 其设计对道路行车安全具有深远影响。本文深入分析了交叉口设计的各个方面, 包括几何布局、信号控制、道路标志与标线, 以及它们如何影响道路安全; 进一步探讨了交叉口存在的安全隐患, 例如视野受限、信号系统不足或失效, 以及标识与标线不明显等问题。此外, 本文还涉及提升交叉口安全性的策略, 包括电子监控系统的应用、公众安全意识的提升, 以及应急处理和救援机制的建立。这些探讨不仅揭示了交叉口设计对安全性的影响, 也提供了具体的优化建议和对策。本文旨在为实现更安全、高效的交叉口设计提供理论支撑和实践指导。

**关键词** 路线交叉口设计; 道路行车安全; 几何布局调整; 信号控制优化; 电子监控系统

中图分类号: U12

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0097-03

交叉口是城市道路网络中的重要组成部分, 其设计直接关系到道路的安全性和流畅性。随着城市交通流量的增加, 交叉口的安全问题日益凸显, 成为交通管理和城市规划的重点关注对象。正确的交叉口设计能够有效减少交通事故, 提高道路使用效率, 同时也对城市环境产生积极影响。因此, 深入理解交叉口设计的原则和对道路安全的影响, 对于提升整个交通系统的运行效率和安全性具有重要意义。

## 1 交叉口设计基本原则

### 1.1 流量处理

交叉口设计的首要原则是有效的流量处理, 其核心在于确保交通流的顺畅和高效。这涉及精确的交通流量预测与分析, 包括车辆、行人及非机动车的流量数据。在此基础上, 设计者需考虑交叉口的几何布局, 如车道配置、转弯半径及岛区设计, 以优化车辆流动路径和减少交叉冲突点。此外, 交叉口的信号控制系统也扮演关键角色。通过使用适宜的信号配时与相位设计, 可以有效地管理不同方向的交通流, 减少车辆等待时间, 并提高交叉口的处理能力。在此过程中, 应用智能交通系统(ITS)技术, 如车辆检测器和自适应信号控制, 可以根据实时交通流量动态调整信号配时, 进一步提升交叉口的流量处理效率<sup>[1]</sup>。

### 1.2 安全性考量

在交叉口设计中, 安全性考量是至关重要的, 其目的在于最大限度地减少事故风险并保护所有道路使用者的安全。安全性设计首先需考虑交叉口的可视性。良好的视线设计可以提供驾驶员足够的视野, 以便及

时识别交叉口的存在和其他交通参与者。例如, 通过确保足够的交叉口角视距和设置适当的照明设施, 可以有效降低夜间及恶劣天气条件下的事故风险。此外, 交叉口的几何设计也对安全性有显著影响。合理的车道宽度、曲线半径和道路表面材料选择可以减少车辆失控的可能性。在此基础上, 交叉口的信号控制系统也是安全性考量的关键部分。通过优化信号配时和相位, 可以有效管理车辆和行人的交汇, 减少冲突和碰撞的可能性。特别是对于行人和非机动车的安全性考虑, 应设计专用的过街设施, 如人行横道、行人候车区和自行车道。此外, 安装先进的交通监控系统和实施严格的交通法规, 如速度限制和右转让行规则, 同样对提高交叉口安全性至关重要。

## 2 交叉口安全问题分析

### 2.1 事故类型与原因分析

交叉口事故类型及其原因的分析是理解和预防道路交通事故的关键。在众多事故类型中, 侧面碰撞是交叉口最常见的事故类型之一, 通常发生在一个车辆未能遵守停止信号或让行标志时, 导致与另一车辆发生侧面接触。此外, 转弯碰撞也十分常见, 尤其是左转(或右转, 取决于行驶方向)时未能妥善判断对向车流, 造成正面或侧面碰撞。此类事故通常源于驾驶员判断失误或视线受阻。另外, 后端碰撞在交叉口也是一大问题, 常由于驾驶员分心、速度过快或前车突然停止引起。至于原因分析, 除驾驶员的错误判断和违章行为外, 交叉口的设计缺陷也是关键因素。例如, 不合理的交叉口布局、不足的视野、复杂的交通标志

和信号会增加驾驶复杂性，从而提高事故发生的风险。此外，环境因素，如恶劣天气、不良路况和照明不足，也会增加交叉口的事故风险。

## 2.2 交叉口设计缺陷与安全隐患

### 2.2.1 视野受限

交叉口设计中的视野受限是导致安全隐患的关键因素之一。视野受限通常源于交叉口的不恰当设计或周边环境布局，导致驾驶员无法获得足够的信息来做出安全驾驶决策。例如，交叉口周围若存在过高的建筑物、植被或广告牌，会阻挡驾驶员对即将到来的车辆或行人的视线。此外，交叉口的几何设计也会造成视野受限，如过于狭窄的转弯半径或不当的道路排列，会限制驾驶员对对向车道或行人穿越道的视野。这种视野受限会增加驾驶员的反应时间，从而提高事故发生的风险，特别是在行车速度较快或交通流量较大的情况下。在信号控制交叉口，视野受限还会导致驾驶员无法及时看到交通信号变化，进而引起违章行为或误判。此外，对非机动车辆和行人来说，视野受限同样构成重大风险，尤其是在他们穿越车道或与机动车互动时<sup>[2]</sup>。

### 2.2.2 信号系统不足或失效

交叉口的信号系统不足或失效是导致交通事故的重要因素。有效的信号控制对于管理交叉口的交通流至关重要，其缺失或故障可导致严重的交通混乱和安全隐患。信号系统不足主要体现在两个方面：一是信号灯数量和类型不足以应对交通流量；二是信号灯的配置和时序设计不适应交叉口的实际交通需求。例如，某些交叉口没有专门的左转或右转信号灯，导致转弯车辆与直行车辆冲突，增加事故发生的概率。此外，信号灯的故障或失效，如信号灯长时间处于闪烁状态或完全熄灭，会使驾驶员在没有明确指示的情况下穿越交叉口，从而极大地增加碰撞风险。信号系统的不足或失效不仅影响机动车辆，对行人和非机动车辆的安全也构成威胁。例如，缺乏行人信号灯或行人过街时间设置不合理，会导致行人在不安全的条件下穿越道路。

### 2.2.3 标识与标线不明显

在交叉口设计中，清晰可见的标识与标线对于维护交通秩序和安全至关重要。标识和标线的不足或磨损不仅会引起驾驶员混淆，还会导致违章或事故。首先，交叉口的道路标识应清晰表明行驶方向、车道分配及任何特殊的行驶规则，如专用车道或转弯限制。当这些标识模糊不清或缺失时，驾驶员无法及时作出正确的行车决策，从而增加交叉口的碰撞风险。其次，

地面的道路标线，如车道线、停车线和行人过街线，是指导交通流动的关键。这些标线若因磨损、污染或覆盖而变得难以辨识，将严重影响交叉口的交通指引效果。例如，不明显的停车线导致车辆过度越线停车，与行人或对向来车发生冲突。此外，对于非机动车辆和行人而言，缺乏明确的导向标线或过街指示也会增加他们在交叉口的安全风险。

## 3 交叉口设计优化与安全对策

### 3.1 设计优化方法

#### 3.1.1 几何布局调整

交叉口的几何布局调整是提升道路安全和效率的重要设计优化方法。几何布局的核心目的在于优化车辆、行人及非机动车的流动路径，减少冲突点并提高交通流的顺畅性。首先，车道宽度和转弯半径的调整对于减少车辆冲突和提高交叉口容量至关重要。例如，增加车道宽度可以为大型车辆提供更多空间，而适当的转弯半径设计可以确保车辆平稳转弯，减少因转弯速度过快导致的侧翻风险。其次，考虑增设专用车道，如左转或右转车道，可以有效分流直行和转弯车辆，减少交叉点的碰撞概率。此外，改善交叉口的岛区设计也是几何布局调整的一个重要方面。合理设置的分隔岛可以作为行人的安全避难所，同时指引车辆正确地驶入或驶出交叉口。在这些调整中，还需考虑道路的视距问题，确保驾驶员从不同方向都能及时观察到交叉口的情况。采用现代交通模拟软件进行详细的交通流分析，有助于确定最优的几何布局方案。

#### 3.1.2 信号控制优化

信号控制优化是提高交叉口安全性和流量处理能力的关键策略。这一过程涉及信号时序、相位分配以及信号系统的智能化升级。首先，信号时序的优化要基于详尽的交通流量分析，以确保每个方向的交通流在交叉口中得到高效处理。包括调整绿灯持续时间，确保高流量方向获得充足的通过时间，同时减少其他方向的等待时间。其次，信号相位的调整也至关重要，特别是在多车道或复杂交叉口中。合理的相位分配可以减少车辆冲突，例如，通过设立专用的左转或右转相位，减少与直行车辆的交汇。

此外，引入智能交通系统（ITS）中的技术，如自适应信号控制系统，可以根据实时交通数据动态调整信号时序，以应对交通流量的波动。这种系统可以有效减少交通拥堵，提高交叉口的通行效率。同时，确保信号灯具有良好的可见性和可靠性也是信号控制优化的重要方面<sup>[3]</sup>。

### 3.1.3 道路标识与标线改进

道路标识与标线的改进是提升交叉口安全性和指引性的有效手段。清晰、准确的道路标识和标线对于指导驾驶员正确驾驶行为至关重要。首先，标识的优化应包括确保所有交叉口标识清晰可见，无论是白天还是夜间，都应使用更高亮度的材料、增设照明或提高标识的位置，以提升其可见性。其次，标线的改进应聚焦于确保车道分界清晰、行人过街线明显以及转弯指示标识准确。使用长效耐磨的漆料或热塑性材料可以提高标线的耐久性和可见性。在此基础上，考虑引入智能交通标线系统，如反光或发光的道路标线，可以在夜间或恶劣天气条件下提供更好的指引。此外，对于行人和非机动车辆，设置清晰的过街标线和专用车道标记，可以显著提高他们的安全性。

## 3.2 安全性增强措施

### 3.2.1 电子监控系统应用

电子监控系统的应用是提升交叉口安全性的重要措施，主要通过实时监控和数据分析来预防和减少交通事故。这类系统通常包括视频监控、车辆检测器和交通数据分析工具。首先，视频监控系统可以实时捕捉交叉口的交通情况，包括车辆、行人和非机动车的行为模式。这些视频资料不仅用于事故调查和法律执行，还可以实时监测交通流量和拥堵状况，从而帮助交通管理部门做出及时的交通调度决策。其次，车辆检测器，如地磁感应线圈或红外传感器，能够准确捕捉车辆的存在和流量，这些数据对于优化信号控制系统至关重要。通过与智能交通系统（ITS）相结合，车辆检测器可以实现交叉口信号的自适应控制，从而提高交通流的处理效率和减少停车等待时间。此外，电子监控系统还包括高级的交通数据分析工具，可以分析交通流模式、识别事故高发区域并预测潜在的安全隐患<sup>[4]</sup>。

### 3.2.2 公众安全意识提升

提升公众的安全意识是减少交叉口事故和提高道路安全的关键环节。这一过程涉及广泛的教育和宣传活动，旨在增强驾驶员、行人和非机动车驾驶者对道路安全规则的了解和遵守。首先，通过驾驶教育课程，特别是针对新手驾驶员的培训，可以增强对交叉口安全驾驶技巧的认识，如正确判断交叉口的速度和距离、遵守信号灯规则和优先权原则。其次，开展公共媒体宣传活动，使用广告、社交媒体和公共服务通告，来提醒公众注意交叉口的安全问题，特别是在高风险交叉口附近增加安全提醒。此外，学校和社区也是提升

安全意识的重要平台，通过组织道路安全教育活动和研讨会，可以有效地提高儿童和青少年的交通安全知识。对于非机动车和行人安全教育，强调正确的过街行为和佩戴安全装备的重要性也非常必要。

### 3.2.3 应急处理与救援机制

建立高效的应急处理与救援机制是确保交叉口安全的关键。这一机制涉及事故发生时的快速响应、救援行动和后续处理。首先，确保交叉口装备有高效的紧急通信系统，如紧急电话或报警按钮，可以在事故发生时迅速通知交通管理中心和紧急服务部门。其次，与地方警察、消防和医疗救护团队之间的协调对于迅速反应至关重要。这包括定期的联合演习和培训，以确保所有参与部门能够在真实情况下高效协同工作。此外，交叉口附近应配置必要的救援设施和设备，如救护车辆通道和急救设备，以便于及时的事故现场处理。对于事故处理，制定明确的事故现场管理程序，包括交通管制、事故调查和清理，是保证交通尽快恢复正常的关键。同时，对事故原因的深入分析和总结，对于预防未来类似事故的发生同样重要<sup>[5]</sup>。

## 4 结语

路线交叉口设计在确保道路行车安全方面扮演着至关重要的角色。从几何布局的精心规划、信号系统的高效运作，到路标和路线的清晰标示，每一个环节都是保障交通流畅与减少事故发生的关键。同时，电子监控的引入和公众安全意识的提升，能进一步加强这一体系的完整性。这些综合措施的实施，为创造一个更安全、更高效的道路交通环境提供了坚实的基础，展现出交叉口设计在道路安全管理中的重大价值。

## 参考文献：

- [1] 盛栋奇.公路交叉设计中应注意的问题及对策浅述[J].建筑工程技术与设计,2017(01):408.
- [2] 孙宝芸,陆键,戈权民,等.公路平面交叉口交通安全改善措施[J].交通运输工程与信息学报,2017,03(04):50-54.
- [3] 祝建平,刘柏秀,唐翔,等.互通式立体交叉关键设计要素研究[J].黑龙江交通科技,2017(04):15-17.
- [4] 袁黎,袁荷伟,陆键.基于交通冲突分析方法的全无控制交叉口行车路权分析研究[J].交通运输工程与信息学报,2017(03):58-63.
- [5] 赵海娟,陆键,马永锋.高速公路出口匝道与地面道路衔接部的几何安全设计研究综述[J].交通运输工程与信息学报,2017(802):48-55.

# 关于给排水设计对提升住宅品质的若干思考

王建文

(山东意匠建筑设计有限公司, 山东 济南 250000)

**摘要** 本文详细讨论了给排水设计在提升住宅品质中的核心作用, 目的在于分析其对居民的舒适度、健康、建筑美观以及系统的长期耐用性所产生的积极影响; 突出了优化给排水设计的必要性, 同时, 考虑了环境变化和技术限制对现有系统带来的挑战, 通过采取创新技术和可持续环保设计策略来应对这些挑战; 着重探讨了成本效益分析在确保给排水系统经济可行性和长期可持续性中的作用。本文旨在为给排水设计领域提供有益参考, 以实现更高品质的住宅环境。

**关键词** 给排水设计; 住宅品质; 居住舒适度; 建筑美学

中图分类号: TU241

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0100-03

给排水设计作为住宅建筑的核心组成部分, 对居住品质有着深远的影响。一个优良的给排水系统不仅关系到居民的日常舒适和健康, 还直接影响着建筑的美学和长期维护成本。随着技术的进步和环境的变化, 给排水设计面临着新的挑战和机遇。如何有效融合现代技术与传统设计, 以及在可持续性和经济性之间找到平衡点, 成为当前给排水设计领域的关键议题。

## 1 建筑给排水设计的定义与组成

给排水设计是指对建筑中水资源的供应、使用和排放进行规划、设计和管理的过程, 包括供水系统、排水系统和相关的处理设施。供水系统负责从水源输送清洁水到建筑中, 涵盖水压控制、管道布局和水质保障等方面。排水系统则处理和排放建筑中产生的废水, 包括生活污水、雨水及其它废水的收集、运输和最终处理。这两个系统的设计需综合考虑建筑结构、使用需求和地理环境, 确保水资源的高效利用和环境的保护。在组成部分上, 给排水设计包括给水设计、污废水设计、消防设计及雨水冷凝水设计。这些组成部分的设计需考虑到系统的整体性能、效率、可维护性及对环境的影响。给排水设计的核心目标是提供安全、可靠的水供应, 同时确保污废水和雨水的收集排放, 从而保护公共卫生和环境安全<sup>[1]</sup>。

## 2 给排水设计对住宅品质的影响

### 2.1 居住舒适度与健康

在住宅品质中, 给排水设计扮演着核心角色, 它直接关系到居住舒适度与健康。通过采用恒压控制技术的先进供水系统, 可以确保水流的平稳和压力的恒

定, 显著提升用水体验。同时, 应用水质控制技术, 例如过滤和净化系统, 是保障供水清洁安全、对居住者健康极为关键的措施。管道设计的暗装不仅能提升美观性, 还能简化维护工作, 为智能厨卫设备如智能马桶的安装创造了条件, 从而增强居住者的便利性和舒适度。紧急情况下, 如遇火灾, 户门处的消火栓箱暗装设计增加了居住安全性。在排水系统的设计上, 通过使用特殊材质或结构的管道, 注重排水噪声的控制, 提升居住环境的宁静度。排水器具和管道采用的水封设计能有效避免异味回流, 保持室内空气质量。同时, 地漏设置和排水管道的包封技术, 不仅能提高排水效率, 还能防止水渍和污染的扩散。在生活阳台的立管设计上, 也兼顾排水的便捷性和卫生要求, 体现出设计的综合考量。

### 2.2 建筑美学与设计整合

在住宅建筑的美学和设计整合中, 给排水设计占据着核心位置, 既满足功能需求又强调建筑的美观与和谐。通过融合高效功能与对建筑美学的考虑, 优秀的给排水系统设计实现了管道布局与建筑形态的无缝对接。例如, 隐蔽式管道设计不仅能提高空间的使用效率, 降低视觉干扰, 还能增强室内外环境的美学感。设计师利用计算机辅助设计(CAD)和建筑信息模型(BIM)技术, 可以在设计初期就有效模拟和优化管道布局, 确保其与建筑结构、室内设计及景观规划的完美融合。通过选用与建筑风格相协调的装饰性管道配件和卫浴设备, 如融入现代简约风格的隐藏式水槽和智能卫浴, 不仅能提高空间的功能性, 也能大幅提升其美学价值。

### 2.3 维护与耐久性

为确保住宅长期品质，给排水系统的维护与耐久性至关重要。选择耐腐蚀和抗老化的材料，如不锈钢或特种塑料管道，是高质量给排水设计的基础，这样做可以显著降低因材料老化而引起的维护需求。设计中应注重系统的日常维护便利性，通过设置易于访问的检修口和清洁孔，简化定期检查和清理工作。智能监测技术，包括传感器和远程监控系统的应用，为实时监测管道的流量、压力和温度提供方法，有助于及时发现并预防堵塞和泄漏等问题。考虑到未来技术发展和居住需求的变化，系统设计还需具备可扩展性和升级的灵活性。预留足够的管线空间和采用模块化设计的组件，如标准化管件和接头，不仅便于初始安装，也简化了未来的更换或升级过程。通过采用耐用材料、便捷维护设计及先进监测技术，一个精心设计的给排水系统能够有效提升住宅的长期使用价值，降低维护成本，确保优良的居住品质<sup>[2]</sup>。

## 3 给排水设计的挑战与问题

### 3.1 现有住宅给排水系统的普遍问题

现有住宅给排水系统面临的挑战主要集中在管道老化与腐蚀、设计容量不足以及水资源管理效率低下等方面。长期运作下的老旧管道易发生腐蚀、破裂或堵塞，不仅影响水质，还会导致漏水和污水溢流，给居民健康带来风险，同时增加维护成本。随着住宅区人口密度上升，原设计容量常常无法应对需求增长，引致水压不稳定、供水中断以及排水效率下降。另外，缺乏雨水回收和废水再利用等有效水资源管理措施的传统设计，不仅浪费水资源，还会加剧城市洪水和水污染问题。在管理层面上，给排水系统因缺乏统一规划和标准化，常见设计标准不统一和施工质量不一，这会降低系统的整体效率和使用寿命。通过这些问题的梳理，可以看出提升现有住宅给排水系统的迫切性和多维度的改进需求。

### 3.2 环境与气候影响

环境和气候变化给住宅给排水设计带来前所未有的挑战。全球气候变暖导致的极端天气事件，如频繁的突发性暴雨，给雨水排水系统带来重大压力，使得传统系统的排水能力常常无法应对过量降水，易引发城市内涝和系统溢流，从而增加城市洪水的风险。在严寒和寒冷地区，防冻保温处理对室外暴露管道及水暖管井至关重要，以确保供水系统的正常运行。尤其在设有连廊户型的住宅建筑中，连廊区域的防冻保温

措施的充分性直接关系到供水的稳定与安全。温度波动和极端低温条件要求给排水系统设计时，不仅要应对高温和暴雨挑战，还需考虑冬季低温对管道的影响。这强调了给排水系统设计需综合考虑环境和气候因素，提升系统对极端天气的适应能力和韧性<sup>[3]</sup>。

### 3.3 技术与材料的限制

给排水设计的技术与材料限制是影响系统性能和可靠性提升的关键障碍。当前许多系统还依赖于传统设计理念和材料，这在满足现代住宅需求方面常常显得不足。例如，易腐蚀和生锈的传统金属管道不仅会降低水质，也会减少系统的寿命。这些传统材料的重量和刚性也会限制在复杂建筑结构或地形适应性中的设计灵活性。技术层面的限制，如缺乏有效监测和诊断工具，使得难以及时发现和处理问题，例如管道泄漏或堵塞，增加维护成本，降低系统效率。技术进步和创新在给排水领域的应用也相对滞后，智能水管理系统和高效过滤技术的应用不广，限制了性能提升和资源有效利用。同时，随着环保和可持续性要求的提升，传统给排水系统的材料和设计面临更大挑战，尽管环保材料和技术存在，但其成本和普及度限制了广泛应用。这些限制不仅会影响给排水系统的当前性能和可靠性，也会成为创新和可持续发展的阻碍<sup>[4]</sup>。

## 4 创新与改进方案

### 4.1 现代给排水设计的创新技术

现代给排水设计通过创新技术能显著提升系统效率、加强可持续性，并推进智能化管理。雨水收集系统作为一个重要创新，通过减少对传统水资源的依赖，尤其在水资源紧张的区域，展示了其重要性。这种系统不仅能缓解城市排水压力，还能将收集的雨水用于灌溉、冲厕和清洁等，有效利用每一滴水资源。热回收技术的应用，特别是通过污水源热泵系统从废水中回收热能，既能提高能源再利用效率，也能为建筑供暖和热水供应提供节能方案。智能化管理技术，如远程监控和自动调节功能，确保给排水系统运行的高效性和可靠性，同时保护水资源和环境的可持续性。

在智能化管理领域的进步尤为突出，物联网（IoT）和大数据的引入让给排水系统更加智能和高效。安装的传感器和智能计量设备能实时监测水质、流量、压力和温度，及时检测系统的异常情况，比如泄漏或堵塞。通过云平台分析处理这些数据，能实现远程监控和智能预警。智能水表不仅能精确计量用水量，还能分析数据以识别异常用水模式，有助于节水和检测漏水。

建筑信息模型(BIM)技术应用于设计阶段，通过系统模拟和分析优化管道布局，减少施工过程中的错误和未来的维护工作量。这些创新的技术应用，不仅能提升给排水系统的性能和可靠性，也为实现更加可持续和智能化的水资源管理开辟道路。

#### 4.2 可持续与环保设计策略

在现代给排水系统设计中，可持续性和环保设计的重要性不断增强，这种设计注重资源的高效利用，并致力于最小化对环境的负面影响。雨水收集系统作为一个关键策略，通过收集屋顶和地面雨水后用于非饮用目的，如冲厕、灌溉和清洁，能显著降低传统自来水资源的使用需求。智能化管理技术的运用则是另一项核心措施，通过实时监控和自动调整水资源使用，优化水流和压力，实现水资源管理的高效性。这种系统不仅能提升水资源利用率，还通过减少不必要的使用和浪费，在环境保护方面发挥着积极作用。这些创新的设计和技术实践，对于构建可持续和环境友好的给排水系统，满足现代社会对资源高效利用和环境保护的要求，具有重要价值。

在降低环境影响方面，选用环境友好的材料和采纳低冲击施工技术是关键性措施，这不仅涉及材料选择的优化，也包括施工方法的创新。在材料选择上，优先考虑那些具有较长使用寿命、可回收或具有良好生物降解性的材料，以减少环境负担。例如，采用PVC或HDPE管道替代传统金属管道能显著减轻腐蚀问题，并通过这些材料的高回收率和低毒性，改善给排水系统的整体环境性能。在施工方法方面，无开挖技术，如管道顶推或定向钻进，被广泛应用以最小化对自然环境和生态系统的干扰，这种方法相比传统开挖具有显著的环境优势，能减少对土壤结构和周边生态的破坏，同时减轻施工过程中的碳排放。此外，将绿色基础设施元素，如生态雨水花园和透水铺装，整合到给排水系统设计中，不仅有效地管理城市雨水，减轻排水系统压力，还能增强城市绿色空间，促进生物多样性，为城市生态系统提供重要的支持。这些措施共同作用，能大幅度提升给排水系统的环境可持续性，展现出现代城市基础设施设计向绿色、低碳转型的努力方向。

#### 4.3 成本效益分析与管理

在给排水设计领域，成本效益分析与管理是确保项目的经济性和运营效率的核心。这种分析首先评估系统的初始投资，涵盖材料成本、施工费用以及技术投资。尽管采用高端材料如不锈钢或特种塑料管道的

初始成本高于传统选项，这些材料的耐腐蚀性和长寿命属性能够降低长期的维护与更换费用。引入智能监控和自动化管理技术虽提高了初期投资，但其减少漏损和提升运行效率的能力可有效降低长期的运营成本。智能技术通过实时数据分析优化资源分配，预防系统故障，进而延长设施寿命，增强系统的可靠性和安全性。因此，进行成本效益分析时需综合考量初始投资与长期运维成本，并评估其带来的增值，如系统可靠性的提升、运行效率的改善及居住环境的优化<sup>[5]</sup>。

除经济角度外，成本效益分析还必须纳入环境与社会效益的考量。采纳可持续的设计方案，例如雨水回收和低影响施工技术，虽初始成本较高，但其在减少环境破坏和提升资源效率方面的长期益处显著。这些措施有助于降低对天然水资源的需求，减轻城市排水负担，同时提高城市生态环境与居民生活质量。因此，成本效益分析应评估给排水系统对环境可持续性的贡献及其在提升公共卫生和居民舒适度方面的社会效益。通过从经济、环境及社会三个维度进行综合评估，可以全面理解给排水设计项目的总体价值，确保其长期可持续发展和承担的社会责任。

### 5 结束语

给排水设计在提升住宅品质方面发挥着不可或缺的作用。从确保居住舒适度与健康，到强调建筑美学与设计的完美融合，再到关注系统的维护和耐久性，每一个环节都至关重要。面对环境变化和技术限制带来的挑战，现代给排水设计不断创新，采用可持续和环保的设计策略，以及进行细致的成本效益分析。这些进步不仅能提高给排水系统的效率和可靠性，还能促进资源的有效利用，提升居住环境的整体品质。因此，深入探讨和不断创新给排水设计对于建造更加舒适、美观且可持续的住宅环境至关重要。

### 参考文献：

- [1] 王锋良.民用建筑给排水设计常见问题及注意事项[J].四川水泥,2020(06):74.
- [2] 林翰.浅谈建筑给排水设计中的常见问题与解决措施[J].现代物业(中旬刊),2020(06):76-77.
- [3] 肖雨露,杨河.试论建筑给排水设计中的节能减排[J].科技创新与应用,2013(18):145.
- [4] 刘卫,杨静.谈绿色住宅建筑给排水工程设计[J].山西建筑,2011,37(33):128-129.
- [5] 李凤云,王前进.绿色建筑给排水专业设计要点探讨[J].建设科技,2022(01):82-83.

# 工业生产过程中安全生产事故 预防控制与防范策略

周立坤

(烟台欣和企业食品有限公司, 山东 烟台 264000)

**摘要** 工业发展对人们的生活具有重要的影响, 这就意味着工业生产必须保证安全性, 在提高高品质工业产品的情况下, 增强工业企业的综合竞争力。工业生产过程中需要使用大量化学物品和大型机械设备, 稍有不慎则容易导致安全生产事故, 为了确保企业的顺利运行, 工业企业必须在生产过程中加强对安全生产事故的预防控制及防范工作, 能够结合安全生产相关要求对相应管理机制做好持续优化, 为全面保障安全生产奠定坚实的基础。本文就工业生产过程中安全生产事故预防控制与防范的必要性展开分析, 提出了有效落实工业生产过程中安全生产事故预防控制与防范的相关策略, 以期为相关人员提供借鉴。

**关键词** 工业生产过程; 安全生产事故; 安全管理体系; 应急演练

中图分类号:F426

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)05-0103-03

在社会经济飞速发展的时代背景下, 我国工业化发展水平也在不断提高, 工业生产过程中不仅需要重视和关注如何提高产能和生产效率, 同时也必须重视安全生产事故的预防控制, 避免出现安全生产事故而影响企业的发展。工业生产过程中安全生产事故预防控制与防范是保障人民群众生命安全的必然要求, 也是促进工业企业可持续发展的有力支持, 在维护社会和谐稳定方面有着不可替代的价值和作用。但是目前针对安全生产, 事故预防控制与防范的相关工作, 仍然存在一些问题, 主要表现在对安全生产缺乏应有的重视, 相关工作人员素质有待提升, 安全管理体系建设尚不成熟, 安全生产资源投入不充分等方面。工业生产过程中安全生产事故预防控制与防范应当自上而下提高对安全生产的重视, 加强工作人员综合素质培养工作, 完善安全生产事故预防控制制度, 加大安全生产相关基础设施建设, 开展多种形式应急演练实战活动。

## 1 工业生产过程中安全生产事故预防控制与防范的必要性

### 1.1 保障人民群众生命安全的必然要求

工业生产过程中潜藏着许多危险因素, 发生安全生产事故最直接的影响在于造成职工伤亡, 导致家庭支离破碎。不同类型的工业生产企业所具备的生产条件各不一样, 其生产过程大多需要依赖机械进行生产加工, 在此情况下, 倘若由于操作失误很容易导致身体受到伤害, 相关职工在操作环节可能存在意外受伤

的风险。部分化工企业由于生产加工的对象较为特殊, 发生安全事故的概率和严重性远高于其他行业, 比如化工企业中所涉及的化学品, 倘若出现泄漏, 不仅容易出现污染水源以及危害土地资源等方面问题, 在极其严重的情况下, 甚至影响周边居民的日常生活。因此通过安全生产事故预防控制与防范, 能够保障安全生产流程的顺利开展, 在避免出现安全生产事故的情况下, 保障人民群众的生命安全, 无论是企业职工还是周边居民, 都能够始终处于安全的生产生活环境<sup>[1]</sup>。

### 1.2 促进工业企业持续发展的有力支持

在社会经济飞速发展的时代背景下, 工业企业之间的竞争压力正在不断增大, 面对激烈的市场竞争, 工业企业想要占得先机, 就必须在实际生产过程中有效控制安全生产事故, 在保障工业生产相关任务全面落实的情况下, 真正实现科学全面的发展。实际上工业企业运行管理中需要结合订单情况进行生产, 并且有效满足客户的实际产品需求, 在有效保障安全生产事故预防控制的情况下, 能够真正提高安全生产的效率, 避免出现由于安全事故而影响企业正常生产运营的情况。此外, 在安全生产事故得到合理控制的同时, 还能够推进工业企业本身生产经营模式不断升级, 在避免出现安全风险问题的同时, 真正基于科学的生产管理理念, 降低生产成本, 避免由于安全事故而影响交付的情况, 在认真履行社会责任, 有效落实安全生产的同时, 真正地为工业企业的可持续发展奠定坚实的基础。

### 1.3 营造和谐稳定社会氛围的重要保障

工业生产作为国民经济的重要组成部分，其本身对国民经济发展起到重要的推动作用，在有效落实安全生产事故预防控制相关工作的情况下，能够营造和谐稳定的社会氛围，在保障工业企业经济效益的同时促进行业发展创新，为促进产业转型升级提供有力支持。实际上工业企业本身为周边居民提供了较为多样的工作岗位，这对带动地方经济发展能够起到积极促进和推动作用，在有效发展经济并且提高居民收入水平的情况下，工业企业能够履行社会责任，并且获得社会各界的普遍认可<sup>[2]</sup>。但是工业企业倘若出现安全生产事故则容易导致正常的生产节奏被打乱，同时也可能导致由于企业发生的安全生产事故而对周边环境造成较大破坏，部分化工企业可能由于使用的化工原材料较多，在发生火灾爆炸事故的情况下危及周边环境，导致周边社会环境和谐稳定受到冲击。因此需要做好安全生产事故的预防控制及防范，能够在良好的社会环境支持下保证居民安居乐业。

## 2 工业生产过程中安全生产事故预防控制与防范存在的不足

### 2.1 对安全生产的重视不足

当前部分工业企业在生产管理中对安全生产缺乏应有重视与关注，大多只是强调基本的管理要求而忽略了安全生产的核心价值与意义，这在一定程度上影响了安全生产的推进效果，在实际推广过程中没有真正营造适合安全生产的良好氛围。部分管理人员对安全生产的责任意识不到位，没有发挥带头作用，导致企业在安全生产方面的相关投入略显不足，最终影响了安全生产的实际推进效果。

### 2.2 工人员素质有待提升

工作人员能力素养直接影响到了工业企业的生产状况，在安全生产事故预防控制方面，部分工作人员表现出的能力素质仍然有待提升，大多只是强调基本的管理要求，而忽略了安全生产的重要作用，在实际岗位工作中对安全生产的意识不够强烈，由此影响了安全生产的整体推进和实施效果。在工作人员素质难以得到进一步提升的情况下，对安全生产的机制建构同样容易受到影响，最终导致安全生产各项活动的实施难以满足预期。

### 2.3 安全管理体系建设不完善

当前部分工业企业在生产管理过程中对安全管理体系建构不够完善，虽然能够开展基本的安全生产活

动，但是对相关制度建设仍然有待优化，没有真正形成系统全面的管理体系，由此导致安全生产的实际推进效果受到一定影响。在安全生产的相关管理机制建构中，忽略了制度化的管理理念，对相关权责划分不清晰，对管理要求制定不明确，由此影响了安全管理的实际效果<sup>[3]</sup>。

### 2.4 安全生产资源投入不充分

安全生产方面的资源配置直接影响到了安全生产事故预防控制及防范的效果，但是目前工业生产过程中，部分企业对整体安全投入略显不足，没有真正做好安全事故预防以及相关应对的资源配置，由此导致安全生产事故预防控制难以取得应有的效果，在资源投入相对有限的情况下，很难实现全方位的管理，最终导致安全生产的实际效果难以取得预期成效，在安全生产事故预防控制方面容易受到影响。

## 3 工业生产过程中安全生产事故预防控制与防范的有效策略

### 3.1 自上而下提高对安全生产的重视

全面提高对安全生产的重视和关注，是促进工业生产过程中安全生产事故预防控制工作有序落实的关键，因此需要考虑到企业发展过程中的相关管理需求，能够在企业经营管理方面将安全生产放在重要位置，既加大对安全生产方面的资源投入，同时也要结合生产过程中可能存在的安全风险做好预防，使得企业能够营造安全生产的良好氛围，真正在市场价值层面上做出改变。相关部门应将加强对安全生产的宣导工作，在工业园区对安全生产工作发挥领导作用，能够真正针对安全生产的相关要求与企业对接，并且促进企业自上而下，提高安全生产的管理理念<sup>[4]</sup>。工业企业管理人员需要将安全生产放在重要位置，并且考虑到工业企业本身的发展需求以及相关发展特点，能够在安全生产方面做好有效统筹和协调，并且通过会议等多种形式宣传安全生产的相关理论，为促进工业企业创造安全生产环境奠定坚实的基础。

### 3.2 加强工作人员综合素质培养工作

全面加强高素质人才培养是有效促进安全生产事故预防控制与防范的关键所在，因此必须考虑到工作人员应当具备的基本能力和素质，将安全生产理念作为重要的人才队伍建设，既要强调基本的安全管理要求，同时也要对综合素质做好持续保障，真正体现出工作人员应当具备的综合能力素养，使得安全生产得到深度落实。工业企业应当结合自身的经营管理状况，

全面推进安全风险排查，针对工业生产中可能存在的安全问题作出具有针对性的指导，并通过这样的方式推进综合素养的全面培育，在帮助相关工作人员提高安全意识有效增强规范操作能力的情况下，真正推进安全生产环境的有效建构。另外，工业生产过程中的安全风险需要与工业生产的需求相适应，在对相关人员进行培训管理的过程中，同样需要严格执行科学管理机制，能够通过人员培训的方式，使得相关工作人员具备较强的安全防范意识。此外，为了充分保障工作人员安全意识素养的培养，还应对相关工作人员进行安全方面的考核工作，能够针对可能存在的安全问题做好提前预防，并且在体现安全管理本身重要价值的情况下，实现科学全面的管理与统筹<sup>[5]</sup>。

### 3.3 完善安全生产事故预防控制制度

全面加强制度建设是避免出现安全生产事故的关键，因此需要考虑到安全生产事故预防控制的重要作用，并且在相关制度建设方面提出较高要求，能够根据工业生产的具体状况建立起安全生产事故的应急管理体系，能够对事故发生的原因进行深度分析，并且结合事故发生的风险制定相应的管理措施，使得安全生产事故预防控制真正落到实处。对相关管理制度的建设需要明确权责，划分既要由安全管理部牵头制定相应的应急预案，同时也要重视各部门的参与，推进各部门对相关安全风险源进行排查，在有效突出安全管理重要价值的情况下，避免出现安全事故。从安全生产应急系统的相关建构来看，工业企业应当有效推进经济效益和安全生产之间的充分协同，在建立相应管理制度的过程中，能够结合实际情况做好具体分析，避免出现潜在的安全风险，在有效识别安全隐患的同时真正做好前期准备，为有效减少不必要的能力和财产损失奠定基础<sup>[6]</sup>。

### 3.4 加大安全生产相关基础设施建设

全面加强安全生产的相关基础设施建设，是有效提高安全管理实效性的关键，也是避免安全事故发生的重要支持，因此需要考虑到工业企业本身的生产经营状况，并且根据潜在的安全风险类型做好适当调整，真正从多个角度出发做好多方位的统筹，在全面提高对安全生产相关重视与关注的情况下，做好科学引领，使得安全生产目标得到深度落实，在有效加强基础设施配置的情况下，能够第一时间做好对安全生产事故的应对。对基础设施的建设与配置需要考虑到安全生产过程中可能存在的问题及风险，同时也要考虑到安

全生产的需求，在物料选择方面做好保障，在生产管理方面提出较高要求。比如为了有效应对火灾方面的安全生产事故，需要考虑到潜在的火源，并且配置相应的灭火设备，接入消防安全系统，使得安全生产的基础设施配置真正落到实处。

### 3.5 开展多种形式应急演练实战活动

开展多种形式的应急演练实战活动是增强安全生产事故预防控制的关键所在，因此需要考虑到应急演练活动的科学组织，从基本的管理需求出发对应急演练活动形式作出新的尝试，在有效把握实战演练具体需求的同时，真正实现多元化的管理，为增强安全生产事故预防控制效果奠定坚实的基础。不同类型的应急演练活动都能够提高员工的实践能力，因此需要制定完善的应急预案，并且做好相应的演练活动，既要增强员工的逃生能力，同时也要提高员工应对简单安全事故的能力，使得演练活动成为减少安全生产事故损失的重要推动力<sup>[7]</sup>。

## 4 总结

在工业生产过程中全面做好安全生产事故预防控制与防范是有效促进工业企业可持续发展的关键，也是促进社会和谐稳定的重要前提和基础。新时代，工业生产的安全事故预防控制与防范必须从企业管理的视角出发，提高对安全生产的全面重视，在工作人员培养、管理制度建设以及基础设施配置等各方面加大投入，真正体现安全生产的重要价值，为促进工业可持续发展奠定坚实的基础。

## 参考文献：

- [1] 国卫卫.化工企业安全生产监督管理的有效举措[J].化工管理,2023(26):110-112.
- [2] 严振铎.化工企业消防安全监督管理中存在的问题与对策[J].化纤与纺织技术,2023,52(07):52-54.
- [3] 陶茂荣.化工企业消防安全监督管理中存在问题及对策[J].化工管理,2023(11):98-100.
- [4] 刘欣.依法落实企业主体责任建立安全生产长效机制 [N].法治日报,2023-02-17(005).
- [5] 强光彩.建筑行业安全生产监督管理探析[J].安徽建筑,2022,29(10):180-181.
- [6] 王义明.金湖县加强农机监督管理保障农机安全生产之我见[J].中国农机监理,2022(10):33-35.
- [7] 丁根法.如何加强农机监督管理保障农机安全生产[J].农家参谋,2022(19):70-72.

# 融合 ISO9000 族标准的中职制冷专业人才培养模式研究

庞 健

(广西建筑材料工业技工学校, 广西 南宁 530000)

**摘要** 当前社会对于制冷领域人才的需求越来越高, 在中职院校里, 传统的人才培养模式面临着许多问题, 从而导致了课程内容与实际岗位要求之间的脱节问题。ISO9000 族标准是国际标准化的组织(ISO)所制定出来的一系列的质量管理标准。因此, 将 ISO9000 族标准与中职制冷专业课程相结合, 能够全方位地整合岗位的实训以及竞赛认证, 有助于提高学生们实际的操作能力, 提高中职学院的质量管理水平。

**关键词** ISO9000 族标准; 中职制冷专业; 岗课赛证融合; 人才培养模式

**基金项目:** 本文系 2022 年度广西技工教育科研课题“基于 ISO9000 族标准的‘岗课赛证融合’人才培养探究——以制冷专业为例”项目(项目编号: 2022JGY153)。

中图分类号: G71

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0106-03

为了实现中职制冷专业的人才培养的目标, 并且提升学生们的实践能力, 本文主要探索了基于 ISO9000 族标准的中职制冷专业“岗课赛证融合”人才培养模式。并且通过实践探索, 为中职制冷专业的人才培养提供了新的理论支持, 以及实践支持, 从而可以有效地提高专业人才的素质, 促进制冷行业的持续发展。

## 1 ISO9000 族标准的概述

ISO9000 族标准是国际标准化的组织(ISO)所制定出来的一系列的质量管理标准, 其目标就是要帮助组织建立起一个实施起来有效的质量管理体系。ISO9000 族标准包括多个标准, 比如 ISO9001、ISO9004、ISO19011 标准等, 其中被应用最为广泛的就是 ISO9001 标准, 此标准也被大众所认可。ISO9001 标准指的是确定了质量管理体系的各项要求, 并且可以适用于各种类及各类规模的组织。它强调了组织应该关注客户的需求以及客户的满意度, 并且通过不断地改进来提高产品的质量以及服务水平。ISO9001 标准要求组织建立一套文件化的质量管理体系, 并需要进行内部的审核以及管理评审, 并且要持续地进行改进。ISO9004 标准则是给用户提供了更多有关质量管理的指导原则, 并且详细地说明了其实施的方法, 其目的就是能够帮助组织实现卓越的绩效。ISO19011 标准则是有关管理体系审核的一些指南, 它指导着组织如何进行内部和外部的审核, 从而可以确保质量管理体系的有效性以合规性。ISO9000 族标准的实施可以帮助组织提高产品和服务的质量, 增加客户信任度, 从而提高组织的竞争。此

外, 它还可以帮助组织建立起规范化的工作流程, 以及标准化的管理体系, 从而可以提高组织的工作效率。<sup>[1]</sup>在中职制冷专业中, ISO9000 族标准的应用有效地提升了中职学院对于质量管理的认知, 增强了学生们的质量管理能力。这有助于培养出更加具备质量意识以及质量管理技能的专业人才, 并且他们会更加地适应质量管理要求, 提高中职制冷专业的教学质量以及学生的综合素质。

## 2 中职制冷专业的特点

### 2.1 实践性强

中职制冷专业比较注重学生在实践操作方面的能力, 并且通过实验室的实训以及实际工作的实践, 可以让学生掌握到制冷设备的多项操作技术, 比如制冷设备是如何的安装, 如何进行制冷调试, 如何进行维修等多种操作技能。这种实践性的教育可以制冷专业的学生们真正地应用所学的知识, 去解决实际问题, 提高了学生们解决问题的能力。此外, 学生通过现场的操作, 能够更加深入地了解到制冷系统的工作原理, 并且可以掌握到设备的操作步骤。这让他们可以在实际的工作中, 就能够独立的完成设备的安装与调试, 并且能够迅速地识别出设备的故障。这种实践性的操作, 不仅仅增加了学生的实践经验, 而且还提高了他们的就业竞争力, 使他们以后可以更好地适应制冷行业的工作环境。<sup>[2]</sup>

### 2.2 技术性强

在中职的制冷专业教学中, 教师要求学生必须要

掌握相关制冷的理论知识以及相关的技术操作。学生在课堂学习中，要学习热力学，流体力学，以及电气控制等多方面的制冷相关知识，并且要学会如何在实践中去应用，从而就可以正确地维护制冷设备。制冷专业的教学更加注重学生综合技术能力的提高。这样他们才能快速解决设备故障，并且可以熟练地运用制冷设备工具，从而可以提高工作效率。此外，学生还要具备团队协作沟通能力，能够与他人合作完成项目。这些综合技能也使学生们能够成功应对在实际工作中的一些挑战，为他们自己的职业发展打下坚实的基础。

### 2.3 应用广泛

制冷专业的学生需要具备扎实的理论基础，同时还需要具备团队合作的能力。在制冷设备的生产企业，他们可以参与到设备的设计与制造。在安装企业，他们可以负责设备的安装调试。在售后服务企业，他们也可以负责设备的维修与保养工作。此外，他们还可以根据市场的需求，去开设制冷设备销售店，提供相关设备的销售安装服务。并且这些制冷专业的人才通过多年经验的积累，也可以成为专业的制冷技工程师。现如今，制冷行业的发展迅速，对于资深的制冷专业人才需求量也非常大，制冷专业的学生有着很大的发展空间以及广阔的职业发展前景。

### 2.4 安全意识要求高

在制冷专业教学中，学生需要严格地遵守相关安全规定以及操作规程，正确地使用个人防护装备，并且要保持工作环境整洁。在实践操作过程中，为了营造出安全的环境，学生们需要熟悉到各种制冷设备的操作原理，并且要了解相关安全事故的预防措施，以及在事故发生时的应急处理方法。在工作过程中，学生还需要严格的遵守相关制冷工艺标准，严格把关操作过程中的风险控制，做到安全第一。<sup>[3]</sup> 此外，学生还需要定期的参加安全培训，提高自身的安全意识以及应对能力。

## 3 ISO9000 族标准与中职制冷专业的融合价值

ISO9000 族标准是国际标准化组织（ISO）发布的一系列质量管理体系标准，其目的就是可以通过规范化的质量管理流程，来提高组织绩效，并且可以实现产品以及服务质量的持续改进。ISO9000 族标准与中职制冷专业相结合，可以产生出多种融合价值。首先，ISO9000 标准的核心就是质量管理，中职制冷专业学生在教学实践操作过程中，就需要遵循着标准化的质量管理要求。教学过程中，教师需要让学生知道如何是标准化的质量管理要求，从而确保工作流程的规范性，以减少错误，提升专业实践中的质量控制能力。其次，

ISO9000 质量管理体系要求员工需要具备良好的沟通协作和团队合作能力，这也与中职制冷专业培养学生的团队合作意识和沟通能力的目标达到了高度的契合。通过学习 ISO9000 标准，学生就会不断地提升自我管理以及问题解决能力，从而提升了学生们的整体素质，提高了学生未来的就业竞争力。此外，中职制冷专业的学生在实践过程中遵循 ISO9000 质量管理标准，将带动整个行业的质量水平得以提升。这将有助于推动制冷行业的技术创新发展，提升行业竞争力。

## 4 “岗课赛证融合”人才培养模式概述

“岗课赛证融合”人才培养模式是一种综合性的培养模式，旨在将岗位的需求以及课堂的教学和竞赛的实践以及证书认证有机地结合起来，从而可以培养出更加符合现代化市场需求的高素质人才。在这种模式下，首先，要重视岗位的需求。了解市场对人才的需求，深入地了解到行业的发展趋势和企业对于工作岗位的要求，将这些信息融入人才培养计划和课程设计中。并且通过与企业的合作以及产学研结合等方式，学校能够培养出更加贴近实际工作要求的人才，提高他们的就业率以及未来工作的适应能力。其次，课堂教学也得到了重视。这种模式下非常地注重实践性教学，并且强调了要理论与实际相结合。通过案例的研究以及模拟实验与实习实训等多种方式，能够让学生在课堂上接触到真实的工作场景，并且可以提前获得实际工作所需的技能知识。这种教学方法不仅能够增强学生的实际操作能力，还有效地培养了他们解决实际问题的能力。此外，竞赛实践也是这一模式中的重要环节。学校组织各类的竞赛活动，比如学科竞赛或者是创新创业竞赛等，学生积极地参与其中，不仅能够锻炼学生的专业能力，还可以提高学生的沟通能力，提高了学生综合素质。最后，学生可以参加各种与自己专业相关的认证考试，如职业资格认证以及技能证书等。获得这些证书不仅可以提升自己的综合素质和竞争力，还能够在求职过程中凸显自己的能力，增加了就业的机会。总之，通过“岗课赛证融合”人才培养模式，能够更好地满足市场对人才的需求，提高学生的综合素质以及专业能力，增强他们的就业竞争力。同时，也为社会的经济发展提供了有力的支持。

## 5 “岗课赛证融合”模式在中职制冷专业的实施策略

### 5.1 构建基于岗位能力标准的制冷专业课程体系

制冷专业的课程设计应该基于 ISO9000 质量标准体系的管理要求，以确保在培养学生专业技能能够符合行业的需求。首先，需要明确课程的目标，包括学生

所学习的基础知识和技能素养。这些目标应该与制冷行业相关职责要求相匹配。其次，需要确定好教学内容，注重培养学生的实际操作能力。教学内容要涵盖到制冷原理、制冷设备的选择和安装、制冷系统的运行和维护等多个方面。此外，应该建立起比系统化的制冷专业课程体系。课程应该分级分类，从基础到深入，逐步地培养学生的操作能力。可以建立起不同专业方向的课程，比如制冷工程师或者是制冷技术员等。这样可以满足不同学生的需求，提供有针对性的培训。最后，课程设计应该注重实践性教学，加强与实际工作的结合。可以组织实地考察实习，让学生能够亲身体验到制冷工作的真实场景，提高他们的操作技能。

通过以上的课程设计，可以为制冷专业的学生提供全面技能培养，提高他们的就业竞争力和职业素质。

## 5.2 建设专业实训室和校外实训基地

为了满足岗位的需求，制冷专业的实训室应当根据行业标准和最新技术发展进行合理的规划建设。实训室需要配备齐全的教学设备设施，比如制冷设备、测量仪器以及控制系统等，以供学可以进行实践操作，培养专业技能培养。同时，要与相关企业进行深度的合作，建立起校外的实训基地，为制冷专业的学生提供更加真实的工作环境。这样学生可以参与到企业的实际项目，并且可以与工程师和技术人员合作，学习解决实际问题的能力。此外，校外实训基地的建设需要与相关企业积极沟通合作，共同制定好实训计划，确保学生能够接触到最新的技术，了解最新的行业趋势。此外，也需要制定相关的合作协议，明确双方的责任和权益，确保合作可以顺利地进行。通过合理的规划建设实训室，并且与相关企业建立合作关系，制冷专业可以为学生提供更加优质的实践教育，这也有助于促进产学研合作，提升行业的发展水平。

## 5.3 强化校企合作，实现校企双元育人

在“岗课赛证融合”模式下，为了加强与行业企业的合作，制冷专业可以与企业建立长期稳定的合作机制。与企业合作开展教学实践，可以邀请行业专家和企业技术人员到学校进行授课或者指导实践操作，为学生提供实际的案例和项目实施指导。这种合作模式可以帮助学生更好地了解和适应实际工作需求，提高他们的综合素质。此外，与企业合作，可以组织学生进行企业参观以及实训等活动，让学生们可以深入地了解到行业的发展趋势和企业的一些运营管理，从而可以拓宽学生们的视野，增加他们的就业竞争力。<sup>[4-5]</sup>同时，也可以举办校企合作项目，让学生们参与到实际的工程项目当中，从而可以提升他们的实践能力。

通过与行业企业的合作，制冷专业可以更好地培养学生的实践应用能力，使他们获得更好的职业发展机会。同时，也可以促进学校与企业之间的产学合作，推动行业的发展。

## 5.4 鼓励学生参加相关竞赛和获得证书认证

中职制冷专业实施“岗课赛证融合”模式下，要鼓励学生们参加相关的技能竞赛和并且获得相应的证书认证。首先，中职学院要为学生提供参与制冷相关技能竞赛的机会，可以通过组织学校内部或参加外部的技能竞赛来激发学生的学习兴趣和竞争意识。这不仅可以给学生们提供一个展示自己专业技能的平台，还能够使学生在比赛中不断挑战自我，并从中获得成就感。其次，应当鼓励学生们通过相关的证书认证，来提升自己的专业知识技能水平。学校应当为学生提供证书考试的培训课程并给予积极的指导，以帮助学生能够更好地准备考试并且可以顺利获得证书。这些证书的取得也会为学生增加在就业市场上的竞争力，开拓更广阔的职业发展空间。总体而言，“岗课赛证融合”模式在中职制冷专业可以通过技能竞赛和证书认证来激发学生学习的兴趣和竞争意识，不仅提高学生的专业知识和技能水平，还能增加他们的就业机会和职业发展的空间。这将有助于学生更好地适应社会需求，为未来的职业生涯打下坚实的基础。

综上所述，中职制冷专业实施“岗课赛证融合”模式，首先要构建基于岗位能力标准的课程体系，建设专业实训室和校外实训基地，其次，可以开展专业竞赛活动，推行职业认证制度，并加强校企合作。通过这些策略的实施，可以有效地培养出更加符合现代市场需求的制冷人才，从而提高学生的就业竞争力及行业适应能力。

## 参考文献：

- [1] 鲍雪. 基于ISO9000族标准的H高校研究生全面质量管理体系构建[D]. 石家庄: 河北科技大学, 2021.
- [2] 胡玉城. 中职学校“岗课赛证”融合人才培养模式的探索与实践: 以汽车运用与维修专业为例[J]. 汽车维护与修理, 2023(08):45-47.
- [3] 黄晓敏.“岗课赛证”融合模式下中职计算机专业人才培养路径[J]. 西部素质教育, 2023, 09(08):96-99.
- [4] 刘延斌. 中职制冷专业通用技能课程融合研究[J]. 中国培训, 2022(02):73-75.
- [5] 刘俊辉, 孟庆宝, 石琳, 等. 基于“岗课赛证”驱动的课程改革与实践[J]. 天津职业院校联合学报, 2022(09): 52-58.

# 煤矿快速掘进技术影响因素探究

张映轩

(内蒙古自治区能源技术中心, 内蒙古自治区 呼和浩特 010098)

**摘要** 煤矿作为能源的重要来源, 其高效安全的生产对于社会发展至关重要。煤矿快速掘进技术因其高效、节能的特点, 成为煤矿生产的重要手段, 其应用受到诸多因素的影响。本文将深入探讨这些影响因素, 并从严格遵守施工原则、进行地质勘探、合理使用爆破技术、应用高效支护技术、改进掘进工艺、优化掘进巷道辅助运输、提升施工人员素质这几方面提出提升策略, 以期为煤矿生产提供科学的技术参考。

**关键词** 煤矿快速掘进技术; 煤矿生产效率; 地质勘探; 爆破技术; 高效支护技术

中图分类号: TD82

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0109-03

随着社会对能源需求的不断增长, 煤矿作为主要的能源采集源, 煤矿快速掘进技术应运而生, 以提升煤矿生产效率、降低成本、保障采煤安全为目标, 成为煤矿生产领域的关键技术, 然而其效果受到众多因素的影响。因此, 深入研究煤矿快速掘进技术的影响因素, 制定相应的提升策略, 对于实现煤矿行业的可持续发展, 提高煤炭资源的采集效益具有重要意义。

## 1 快速掘进技术在提高煤矿生产效率中的作用

快速掘进技术作为煤矿行业的一项前沿技术, 在提高煤矿生产效率方面发挥着至关重要的作用。其引入不仅降低了生产成本、提高了产量, 还在安全性方面具有重要意义, 这一技术通过缩短掘进周期、提高采煤速度、增加单次开采量等方面的优势, 为煤矿行业的可持续发展注入了积极的推动力。首先, 快速掘进技术通过缩短掘进周期, 有效提高了生产效率。传统的掘进方法通常需要较长的周期完成一次采煤工作, 而快速掘进技术采用了更加高效的工艺流程, 使得掘进的时间明显减少, 这不仅意味着更短的生产周期, 也使得煤矿能够更迅速地应对市场需求的波动, 提高了市场敏捷性<sup>[1]</sup>。其次, 通过提高采煤速度, 快速掘进技术有效增加了每个周期内的煤炭产量。相较于传统的采煤方式, 快速掘进技术能够更高效地完成煤炭的开采工作, 从而在相同时间内获得更多的煤炭资源, 这不仅有助于满足市场对煤炭的需求, 也提升了企业的盈利水平。

另外, 快速掘进技术在增加单次开采量方面表现出色, 通过优化设备和工艺, 实现更大规模的开采, 每次掘进能够获取更多的煤炭资源, 这种规模化的开采不仅提高了煤矿的产能, 还能降低单位产量的生产成

本, 对于提升整体经济效益具有显著的作用。

## 2 煤矿快速掘进技术影响因素

### 2.1 设备因素影响

在快速掘进技术中, 设备因素是决定技术应用效果的基础。掘进机械的性能和质量直接关系到整个技术链的顺畅运行。尽管我国在煤矿掘进技术领域取得了一定进步, 但在设备方面与发达国家相比, 还存在稳定性、自动化水平、适应性等方面的差距。设备的高稳定性是保障掘进效率的关键, 频繁的故障会导致生产中断、维修成本上升, 甚至引发严重的安全事故。为了提高快速掘进技术的效率, 必须加大资金投入, 致力于研发和引进更先进、更可靠的掘进设备, 与企业、研究机构合作, 推动技术创新, 提升设备的整体性能, 通过引入智能化、自动化等技术, 可以降低对人力的依赖, 提高设备的操作稳定性和安全性, 从而为煤矿掘进提速提供更为可靠的技术支持<sup>[2]</sup>。

### 2.2 系统因素影响

快速掘进技术不仅仅依赖于设备本身, 还与多个环节和系统的协同作业密切相关。掘进系统的完善性和智能化程度直接关系到整个技术链的高效运作。高效的数据管理系统是实现实时监控的关键, 它能够帮助运营人员随时了解掘进过程, 及时发现并解决潜在问题, 从而保障生产的连续性。在系统因素中, 煤矿生产通常涉及多个工艺环节, 如采煤、运输、支护等, 这些环节的协同作业对整体效益至关重要。只有各个环节协调配合, 数据共享, 才能实现生产过程的最优化。因此, 为了推动快速掘进技术的应用, 必须加强不同工艺之间的衔接, 提高系统的整体协同性, 从而最大程度地释放技术潜力, 提高生产效率。

### 2.3 环境因素影响

在煤矿快速掘进过程中，必须采取具体措施应对复杂地质条件和开采深度增加带来的环境影响。首先，针对复杂地质构造区域，需要采用先进的地质预测技术和三维地质建模方法，提高对地层分布和断裂带的预测与判断能力，据此选择合适的机械化掘进设备与参数。其次，随着开采深度的增加，对机械设备的适应性能提出了更高要求。需要选择具备强大动力系统与控制功能的高端掘进设备，并针对高温、高压与高浓度瓦斯的环境下进行重点防护与监控。另外，强化通风系统建设，确保新风流量满足生产需要。最后，根据环境条件变化实时调整掘进参数，严防爆炸、火灾等安全事故发生。只有针对深部煤层开采的特殊环境要求采取定制化的综合应对措施，才能保证快速掘进的安全性与效率。

### 2.4 人力因素影响

在任何技术应用中，人都是最核心、最关键的因素。操作人员的素质和技能对于快速掘进技术的应用同样至关重要。如果操作人员没有经过专业培训或技能不足，不仅会影响掘进效率，还可能引发安全事故。因此，必须加强对操作人员的培训和教育，提高他们的技能水平和安全意识。

此外，建立健全的管理制度和人员激励机制也是必要的措施，通过科学的管理和激励措施，可以充分调动员工的积极性和创造力，进一步提高快速掘进技术的效率和安全性。

## 3 提升煤矿快速掘进技术应用效果的策略

### 3.1 严格遵守施工原则

在煤矿快速掘进技术的应用过程中，遵守严格的施工原则是确保技术效果的关键。首先，制定详细的施工规范至关重要，这涉及明确掘进过程中的操作步骤和注意事项，以确保所有作业人员都能按照标准程序进行操作，通过规范操作流程，可以有效降低人为失误的概率，提高整体作业的稳定性和可控性。对于设备操作，必须制定明确的操作规程，包括设备的启动、运行和停止等各个环节。操作人员需要接受专业培训，熟悉设备的性能和操作要求，并严格按照规程进行操作。任何时候都不得随意更改参数或违反安全规定，以确保操作的安全性和稳定性<sup>[3]</sup>。此外，巷道布局的科学规划也是施工过程中的一个重要方面。确保通风、运输等设施的布局合理，以满足安全生产的要求，通过科学规划，可以最大限度地提高巷道的可通行性和作业效率，降低事故发生的概率。在材料的选择和使用方面同样要遵循一定的原则。应选用质量可靠、符

合工程要求的材料，严禁使用劣质材料，对于材料的管理和存储，也需制定相应的规范，确保材料的质量和安全。

### 3.2 进行地质勘探

在煤矿快速掘进技术的应用中，进行地质勘探是至关重要的环节。地质勘探的主要目的是了解和掌握掘进区域的地质条件，包括地层结构、煤层厚度、岩性特征等，通过地质勘探，可以获取详细的地质数据，为制定适应不同地层的掘进方案提供科学依据。在进行地质勘探时，需要采用先进的勘探技术和设备，以确保勘探结果的准确性和可靠性。可以运用钻探、物探等方法进行地层勘探，收集地层信息，分析地层特征和变化规律，这些数据有助于建立煤层模型，为后续的掘进工作提供可靠的参考依据。同时，地质勘探还需要结合矿井已有的地质资料和数据进行综合分析，通过对历史数据的研究，可以更好地了解整个掘进区域的地质情况，包括可能存在的地质问题和潜在风险，这种全面的地质信息收集和分析有助于制定更加科学、可行的掘进方案，并提前识别和解决可能出现的地质挑战，通过地质勘探，可以提前发现地质问题或潜在风险，如断层、破碎带等。针对这些问题或风险，可以及时调整掘进方案或采取相应的应对措施，避免在实际掘进过程中出现意外情况或事故。

### 3.3 合理使用爆破技术

在煤矿快速掘进技术中，合理使用爆破技术是提高效率的关键环节，通过科学合理地使用爆破技术，可以降低岩石硬度，减轻设备负担，提高掘进效率。在实施爆破前，需要进行精确的设计和计算，包括炮眼布置、爆破参数的选择等。要根据地质资料和掘进设备的实际情况，选择合适的炸药和起爆器材，确保爆破效果和安全性。为了实现合理的爆破，需要充分了解地质条件和岩石性质，通过分析地层的走向、倾角、岩石的物理性质等因素，制定出适合的爆破方案。同时，还要考虑巷道的断面尺寸、掘进深度等因素，确保爆破作业能够满足掘进的要求。在实施爆破时，要严格遵守安全规程，采取必要的防护措施，确保作业人员的安全。同时，要加强设备的维护和保养，确保设备的正常运行和使用效果，通过合理的爆破设计和操作，可以显著提高掘进效率，降低生产成本，为煤矿的安全生产和经济效益提供有力保障。

### 3.4 应用高效支护技术

在煤矿快速掘进过程中，如何选择和应用高效的支护技术是保证掘进安全和稳定性的关键。合理应用注浆、锚杆、锚索等各种高效支护手段，可以有效控

制巷道变形，提供足够的承载能力，减少地层和支护结构的变形风险。高效支护技术的选择和设计需要考量具体的地质条件和掘进设备情况。根据煤层岩性、断裂带分布、地下水等地质因素，需要选择合适的支护材料与方案。软弱煤层需要选用高强度的玻璃钢锚杆；大断面巷道可以使用锚索网架支护。同时，还要考虑断面形状、掘进深度、机械条件等因素，制定针对性的支护结构，确保支护系统能提供足够的强度和刚度，控制围岩变形。除正确选择和设计支护体系外，加强支护效果的监测和维护也至关重要<sup>[4]</sup>。一方面，需要对巷道的位移、断面变化进行监测，通过分析监测结果，可以及时发现和处理变形异常，控制变形风险。另一方面，需要定期检查锚杆、锚索等支护结构的工作状态，及时补充和更换损坏部件，确保支护系统的完整性与功能，只有做到实时监测与维护兼顾，才能持续确保支护效果，保证掘进的安全性。

### 3.5 改进掘进工艺

在煤矿快速掘进技术的应用中，改进掘进工艺是提高效率的重要手段。随着科学技术的不断进步，新型掘进设备和技术的研发也不断涌现，为煤矿行业带来了新的发展机遇。为了实现快速掘进的目标，煤矿企业需要根据自身实际情况，不断引进和采用先进的掘进工艺和技术手段<sup>[5]</sup>。针对不同地质条件和设备特点，掘进工艺的改进需要从多个方面入手。首先，要优化掘进机的切割头设计和切割方式，提高切割效率，减少切割阻力。其次，引入智能化控制系统，实现掘进机的自动化控制和监测，提高掘进作业的稳定性和可靠性。此外，加强设备的维护和保养，通过定期检查、维护和保养掘进设备，确保设备的正常运行和使用效果。改进掘进工艺不仅能够有效提高掘进效率，降低能耗和生产成本，还有助于减少设备磨损和故障发生率，延长设备使用寿命。

### 3.6 优化掘进巷道辅助运输

在煤矿掘进中，辅助运输是保障生产效率的重要环节。优化掘进巷道辅助运输对于提高运输效率、降低运输成本和保障安全生产具有重要意义。首先，合理配置辅助运输设备是关键。根据巷道的尺寸和运输需求，选择适合的运输设备，如输送带、轨道运输车、无轨胶轮车等。同时，需要考虑设备的承载能力、运输效率和可靠性，以确保能够满足生产需求。其次，优化运输路径也是提高运输效率的重要措施，通过合理规划运输路径，减少运输距离和时间，降低运输成本。优化路径需要考虑巷道的布局、采掘进度和物料需求等因素，以实现高效、可靠的运输。此外，引入智能

化技术也是优化辅助运输的有效手段，通过自动化驾驶、智能调度等技术手段，可以实现运输设备的远程控制和自动化运行，这不仅能够提高运输效率，还能减少人为操作失误和事故风险。最后，加强维护保养也是保障辅助运输稳定性的重要措施，定期对辅助运输设备进行检查和维护，确保设备的正常运行和使用效果，同时还需要建立完善的维护保养制度，加强设备管理，提高设备的可靠性和使用寿命。

### 3.7 提升施工人员素质

为了提升技术应用效果，必须加强对施工人员的培训和管理，提高他们的专业素质和技术水平。首先，要建立健全的培训机制，定期对施工人员进行技能培训和安全教育，通过培训，使施工人员熟练掌握掘进设备的操作技能，了解掘进工艺的要求和标准，提高对安全风险的认知和处理能力。同时，要加强团队协作能力的培养，使施工人员之间能够密切配合，协同完成掘进任务。其次，要实施严格的考核和激励机制。对施工人员进行定期考核，评估他们的技能水平和安全意识，激励优秀员工发挥更大的作用。同时，对于不符合要求的施工人员要及时进行调整和改进，确保整个施工队伍的素质和能力得到提升。最后，要注重培养施工人员的责任心和职业道德，通过加强思想教育和工作交流，使施工人员充分认识到自身工作的重要性和责任，培养他们严谨的工作态度和良好的职业道德风尚。

## 4 结语

本文通过深入研究煤矿快速掘进技术的影响因素，并提出相应的提升策略，旨在有助于在煤矿生产中更加科学、高效地应用这一关键技术。只有全面考虑设备、系统、环境和人力等多方面因素，精心制定科学合理的施工方案，才能够实现煤矿生产效率的持续提升，通过优化设备性能，完善掘进系统，适应复杂矿山环境，加强人才培训等综合策略，煤矿快速掘进技术将更好地发挥其潜力，为煤矿行业的可持续发展注入新动力。

## 参考文献：

- [1] 冯智杰. 煤矿快速掘进技术探究 [J]. 矿业装备, 2023(10):19-21.
- [2] 张瑞庆. 浅析煤矿煤巷快速掘进工艺与围岩控制技术 [J]. 矿业装备, 2023(10):38-39.
- [3] 吕彬. 煤矿井下快速掘进技术的应用研究 [J]. 能源技术与管理, 2023, 48(04):121-122, 198.
- [4] 董雪峰. 煤矿机械化快速掘进技术质量研究 [J]. 当代化工研究, 2022(20):87-89.
- [5] 赵伟. 煤矿掘进工作面快速掘进工艺技术研究 [J]. 机械管理开发, 2022, 37(07):325-326, 331.

# 煤矿井下采矿生产技术及采矿方法解析

杨彪，刘朋朋

(山东东山王楼煤矿有限公司，山东 济宁 272063)

**摘要** 社会经济不断发展，逐渐改进了煤矿生产技术和采矿方法，有利于保障煤矿生产的安全性，高效地完成整体生产任务。为了推动煤矿生产发展，煤矿企业需要结合实际生产情况，合理选择采矿生产技术和采矿方法，保障煤矿生产的综合效益，促进整体煤矿行业健康发展。本文主要分析了煤矿井下采矿生产技术和采矿方法，旨在为实际工作的开展提供有效的建议，从而保障煤矿生产的质量。

**关键词** 煤矿井下采矿；生产技术；采矿方法

中图分类号: TD82

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0112-03

近些年，我国逐渐实现了采煤机械化，在开采过程中开始广泛应用各种新型设备和新型工艺，提高了煤炭量，且事故发生率也不断降低，逐渐增加开采深度之后，也逐渐提高了开采技术的要求，煤矿企业需要加强研究煤矿井下采矿的各种功能的新型生产技术和采矿方法，不仅要提高生产量，同时不能在实际工作中出现任何安全问题，从而保障煤矿生产的综合效益。

## 1 煤矿井下采矿概述

### 1.1 当前井下采矿的现状

我国不断提高工业发展速度，因此增加了矿物资源需求量，煤矿企业需要规范性地开采矿物资源。但是在实际采煤的时候还存在一些问题。因为需要在地下完成采矿工作，要求开采人员具备充足的理论基础，同时需要具备丰富的工作经验，这样才可以结合实际工作情况合理选择工作方法<sup>[1]</sup>。例如选用空场采矿法，如果受力缺乏均匀性或者改变了着力点，将会引发地表沉陷。

在煤矿开采过程中，一些危险问题对开采人员的安全性造成威胁。在开采过程中需要实现煤矿提炼，因此要选择优质的煤块，否则将会产生大量的废料，不仅会对环境造成污染，同时还会影响到工作人员的身体健康。因此，在正式开采之前，不仅需要制定安全管理方案，还需要合理处理产生的废料，避免因为安全问题增加经济损失。

### 1.2 煤矿井下采矿的特点

因为很多煤炭在地下埋藏，因此需要利用井下开采方式，在井下开采过程中需要挖掘井巷，因为地下条件非常复杂，在采矿过程中需要做好通风工作，同时还面临着煤尘和瓦斯以及火灾等危险事故。工作人员在地下工作时，上层空气直接到下层，并且向不同

的工作场所中流通，甚至会携带各种气体。因为地热的影响，将会逐渐提高井下温度和湿度，因此需要开展通风工作。此外，在开采煤炭的时候，当瓦斯达到特定条件将会引发爆炸事故，而采矿人员吸入过多的矿尘，将会引发矽肺病等。此外，在井下作业过程中也会面临水灾和火灾的威胁，工作效率大大降低，损失也加大了，需要引起采矿企业的重视。

### 1.3 井下采矿技术选择的影响因素

为确保煤矿生产效率和安全性，采矿人员需根据实际情况选择合适采矿生产技术。这需要采矿人员具备丰富的技术知识和实践经验，根据矿山实际情况和开采需求，选择最适合的采矿方法和技术。而在选择技术的过程中需要综合考虑以下三个因素：

1. 地质因素：为深入了解煤矿顶煤冒放性，进行大量调查和资料分析。结果显示，开采深度是影响顶煤冒放性的重要因素。在实际煤矿生产过程中需进行理论计算，结合实际生产经验，深入研究顶煤冒放性与开采深度的关系。通过分析发现，随开采深度增加，顶煤冒放性会发生变化。要求根据不同开采深度，选择合适采矿技术。对于较浅开采深度，采用常规采矿技术；对较深开采深度需采用先进采矿技术，应对更大地压和更复杂顶煤状态<sup>[2]</sup>。此外，在选择采矿技术的时候也要考虑煤层强度，因为煤层强度直接关系到抗压强度。在技术选择过程中还需要考虑是否会影响到煤层结构，如果检测发现煤层中存在岩石，对于顶煤的冒放性和降落等都会产生影响。

2. 技术水平：生产设备、装备水平影响煤矿的技术水平，不断优化采煤工艺性能，可以高效地完成采煤工作，因此在选择采矿生产技术的过程中需要考虑其技术水平。

3. 经济因素：采矿企业在选择采矿技术的时候，需要考虑煤矿企业的采矿装备，选择现代化的采矿设备，一定要有资金的投入，因此在采矿方法选择阶段，需要对投入和产出的关系进行综合分析，合理节省资金投入量。

## 2 煤矿井下采矿生产技术

### 2.1 巷道布置开采技术

为了高效完成井下开采工作，合理节省投资，应选择最合适的开采技术，保障巷道布置的合理性。在实际工作中，以切眼部位为基础开挖巷道，形成联络巷。在设计断面时运用机轨合一法，选用的金属框架要具备可伸缩性特征，这样才可以保障支护效果<sup>[3]</sup>。布置巷道的时候，要对两个开采面发挥出支撑作用，提高回采工作的效率。

巷道布置需要分析煤层赋存条件和瓦斯含量等因素，位置选择瓦斯量低的地方，避免发生爆炸事故。设置采区通风口的时候，需要结合采掘工作面的实际情况，保障该位置风道的稳定性。开采残煤阶段，布置巷道运用相关条件，可以在槽煤中布置公用型巷道。因为残煤数量相对较少，可以利用岩巷形式，可以节省整体投资。此外，在布置巷道的时候，需要坚持可回收理念，结合原有的巷道构造和部位等因素，在最大程度上合理减少资金投入量。

采矿人员选择采煤机方法，煤层平、缓，合适双向割煤法，清理以人工为主，对刮板输送机上的浮煤进行清理。割煤前做好准备，将采煤机的冷却水打开维持 5 min 之后，如果发现问题，需要立即采取措施处理<sup>[4]</sup>。在割煤过程中，对滚筒升降幅度进行科学、调整，保证割顶部位的洁净度。如果煤层的倾角逐渐扩大，适合利用单向割煤方式，要沿着尾巷向头巷的方向完成采煤工作，在采煤机运行过程中前滚筒对顶煤进行割除，后滚筒对底煤进行割除，同时完成装煤工作。减少溜头下窜运用分组移架法。煤层倾角大，采用迁移分组方法合理调整采煤工作面，设计为倾斜工作面更加适合采煤。

### 2.2 深矿开采技术

煤矿井下开采阶段，涉及浅井开采和深井开采工作，在不同的巷道中需要选用不同的开采技术。深井开采，煤炭和地面间距离至少 800 m 以上，这种工作环境具有较大的地压和地温，同时瓦斯含量比较大。在岩体塑性较大的矿山中通常表现出较大的地压，地温高指的是井下岩层的温度相对较高，地温和井下采矿温度之间的联系密切，如果矿井温度非常高，将会威胁到人们的健康。深井环境中具有较高含量的瓦斯，

逐渐增加煤层埋深之后，将会随之提高瓦斯含量。

因为矿山压力的影响，会增加深井开采的复杂性，会改变周围岩石的位置，严重破坏巷道结构。针对深井开采巷道，主要是利用岩巷形式，确保回收率减少维护次数。在设置回采巷道时，慢慢推进工作面<sup>[5]</sup>，不仅需要保障巷道布置的合理性，同时需要结合深井矿压特点，优化设计巷道支护方式，以矿压为基础优化设计巷道支护方式，保障支护力符合相关标准。

当前深井巷道可以利用较多形式的支护方式，例如可以利用 U 钢可缩性支架，适合在变形情况较大和围岩应力比较高的巷道中，有利于保障支架架设的质量，提高支架受力的科学性。此外，可以利用喷锚支护和可缩性锚杆等支护方式，提高整体支护水平。在采矿过程中，在不同程度上会引发围岩移动，通过合理改变支护方式，并且对支护强度进行调整，有利于保障巷道综合效益。

为发挥巷道优势，需要优化布置巷道，避免在实际工作中发生安全问题。多巷道设置主要是针对开采量比较大的巷道，可以在内部再布置巷道，有利于提高开采效率。在采空区布置巷道的时候，要选择开阔性的区域，可以对巷道的压力起到分散的作用。注意合理控制地热，因为地热很容易影响到深井开采工作，提高安全问题的发生率，因此采矿人员需要做好通风工作，合理控制内部温度，顺利开展开采工作。

### 2.3 采场围岩控制技术

在开采煤炭阶段，采场围岩控制工作发挥着重要的作用，如果不利于保障围岩结构的稳定性，将会引发严重的安全问题<sup>[6]</sup>。在开采过程中，采矿人员需要综合利用现代化技术，全面掌控地下结构特点，顺利完成煤矿开采工作。

煤矿井下顶板，有破碎、坚硬岩层两种，要求采矿人员以实际情况为基础合理选择控制技术，合理降低开采的成本。在处理岩层顶板的时候，使用原来的技术不仅需要投入较多的资金，而且操作难度也相对较大，为应对恶劣的巷道支护条件，需创新岩层顶板处理技术。通过利用深层采煤围岩控制理论来实现。创新实现需经过严格工程试验，充分掌握深层采煤围岩矿压的规律和控制方法。确保巷道支护的有效性和安全性。在修复深井巷道锚杆支护巷道时，采用一些创新思路。例如，利用原有巷道支护锚杆作为临时支护设施。这种做法不仅可以节省成本，修复过程中对巷道起到加固作用。通过这样的方式进一步提高巷道安全性和稳定性，确保煤矿生产的顺利进行。

### 2.4 炮采放顶采煤技术

炮采放顶采煤技术是采煤领域中的重要技术之一，

包括滑移支架放顶煤采煤技术和二层钢梁放顶煤开采技术。滑移支架放顶煤采煤技术通过组合利用支柱和顶梁，形成特殊滑移顶梁结构。连接前后梁，使整个支架能灵活移动，方便完成相关操作。滑移支架设计中通常利用液压单体柱作为支架支柱。液压单体柱有较高稳定性和灵活性，能满足滑移支架移动需求。滑移支架所需支柱数量在5个以内，整个支架结构简单、轻便，便于运输和安装。滑移支架放顶煤采煤技术在实际应用中表现高效、安全、可靠特点，为煤矿生产带来便利。

如果煤层厚度超过了5m，适合利用这项技术，此外可以在急倾斜煤层中利用这项技术<sup>[7]</sup>。二层钢梁放顶煤，开采运用二型钢，以此作为支护的体系与网络，搭建棚中主要是利用单体液压支柱，在开采过程中可利用放炮落煤的方式，因为煤层条件和周围环境等会限制开采过程，开采人员应协调各个因素。

## 2.5 高效集约化生产技术

在开采煤炭的时候利用高度集约化开发技术，有利于保障整体工作效率。在实际工作中，通过利用高效能生产技术，可以保障整体生产效率和安全性，同时需要结合实际情况优化调整开采技术，并对其相应的开采设备和开采工艺进行合理改造，拓展技术使用范围，提高开采工作的机械化水平。通过利用这项技术，还可以提高整体管理能力，保障生产过程的安全性，紧密联系不同的生产环节，使整体效能得以提升。

## 2.6 TDS智能选矸技术

为了提高整体产煤量，可以利用TDS智能选矸技术，可以自动分离煤矸，实现采煤工作的绿色化，避免污染周围的环境。开采中，采用TDS智能干选机，安装TDS智能选矸机系统<sup>[8]</sup>。实际工作中，无需运用水或其他的介质，有利于节省整体投资量。在利用这一设备的时候，可以自动化分离煤矸，有利于保障整体分选精度。在分选之后，可以在填充井下的时候利用分选的矸石，有利于减少矸石的产量，提高资源利用率。

## 2.7 5G+无人机智能巡检技术

为了实现煤矿行业可持续发展，需要完善绿色安全智慧矿井，这就需要利用5G技术，技术人员通过利用无人机实时传递井下的图像。在井下工作面设置5G基站设备，有利于提高整体工作效率。通过利用5G专网架构，可以建立闭环的煤炭生产业务系统，获取可靠性的数据。但是因为井下环境比较复杂，增加了整体工作难度，因此在安装通信设备的时候需要控制其功率在6W以内，否则很容易发生安全问题。通过建设5G智慧矿井，有利于提高采矿工作的智能化水平，

实现绿色发展目标，在避免发生任何安全问题的前提下，有利于进一步提升整体工作效率。

## 3 煤矿井下采矿方法

### 3.1 空场采矿法

空场采矿法指的是回采过程中利用围岩和人工支柱的作用，有效支撑采空区。通常是在大面积裸露的矿床中利用这种方法。在利用这种方法的过程中，采矿人员需要合理设计矿块的体积，设计回采程序，避免发生安全问题。

### 3.2 充填采矿法

在落矿和搬运的过程中利用充填料的方式被称为充填采矿法。充填目的是支护采空区两边的岩石，通常是应用于稳定性较差的矿床中，有利于降低工作面的支承压力，改善巷道维护效果，避免出现地表较大变形的情况，提高整体工作效率。

### 3.3 崩落采矿法

回采时在该区域充填崩落围岩，这种方法被称为崩落采矿法。利用这种方式可以节省整体投资。同时可以节省工作量，高效地完成开采工作。在回采阶段无需对矿方矿柱进行划分，可以提高工作安全性和灵活性，并且可以提高工作效率，因此崩落采矿法的应用率相对较高。

## 4 结语

煤矿开采工作具有一定的危险性，所以，煤矿企业需要加大煤矿井下采矿的生产技术以及相关的方法，在实际工作中结合实际情况合理选择工作方法，在提高工作效率和采煤量的同时，避免发生安全问题。

## 参考文献：

- [1] 余鲜勇.煤矿井下采矿生产技术及采矿方法探析[J].中外企业家,2020(12):145.
- [2] 李红朝.煤矿采矿工程中井下采矿技术措施分析[J].内蒙古煤炭经济,2023(12):49-51.
- [3] 李旭.煤矿井下采矿技术存在问题及优化措施探讨[J].内蒙古煤炭经济,2021(18):30-31.
- [4] 曹航.煤矿井下采矿技术存在问题及优化措施分析[J].当代化工研究,2021(12):19-20.
- [5] 刘宁,陈志永.煤矿井下采矿技术存在问题及优化措施特点分析[J].内蒙古煤炭经济,2021(05):159-160.
- [6] 阙启钦.煤矿井下采矿生产技术及采矿方法的选择[J].内蒙古煤炭经济,2020(23):156-157.
- [7] 闫书浩.影响选择科学井下采矿技术方法的因素及应对[J].煤,2019,28(05):33-34.
- [8] 项敏.浅谈煤矿井下采矿生产技术及采矿方法[J].科技风,2018(19):118-119.

# 建筑工程施工中的防水防渗施工技术解析

姜花亭

(青岛建通浩源集团有限公司, 山东 青岛 266400)

**摘要** 我国建筑工程规模不断扩大, 对其防水防渗施工的需求也越来越高, 因此, 防水防渗施工技术已成为人们普遍关心的问题。如果不改进防水施工技术, 则其施工质量得不到有效保障, 不仅会影响建筑物的使用寿命, 还会给后续的维护工作带来很多困难。本文从防水防渗的重要性、施工要求、渗漏部位以及其技术分析等方面进行了详细的论述, 以期为相关人员提供参考。

**关键词** 建筑工程; 防水防渗施工; 外墙施工技术; 屋面构造施工技术; 地下室施工技术

中图分类号: TU74

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0115-03

在建筑工程施工中, 渗漏问题已经成为监理单位和施工单位普遍关心的问题。在建筑物日益多元化、复杂化的背景下, 建筑物内发生渗漏问题日益突出, 这对建筑物的安全性和舒适性构成了很大的威胁。由于建筑物的某些部位易受外界因素的侵蚀, 并且建筑物内部排水容易发生渗漏, 从而影响建筑物的耐久性、居住舒适度和美观度, 造成结构失稳, 严重影响建筑物的整体质量。因此, 施工时必须采取防水防渗施工技术, 以改善工程施工的总体质量, 延长工程的使用寿命。

## 1 防水防渗的重要性

建筑工程渗漏问题, 往往会造成工程质量达不到设计标准, 并且还会引发诸多问题, 严重降低居住环境的舒适性, 缩短建筑物的使用年限。在建筑工程施工中, 必须将防水、防渗技术作为一个重要的施工要素, 以满足相关规范要求, 改善墙体、屋面和内部结构的综合性能。建筑渗漏会造成房屋内部大量积水, 而室内的空气也会比较潮湿, 墙体也会脱落得很厉害, 甚至会坍塌。在工程施工中, 对防水施工技术的合理运用关系到用户的正常生活及企业的财产安全。为此, 在工程施工过程中, 要把防渗处理作为一个关键环节, 要科学地选用适宜的防水防渗技术、严格选材, 同时还要强化技术的使用监管, 以保证防渗效果<sup>[1]</sup>。

## 2 做好防水防渗工作的主要事项

在建筑工程施工过程中, 要做好防水防渗施工, 必须贯穿于建筑工程的全过程。对建筑物质量的影响因素进行综合分析, 严格按照有关规范进行, 做好施工防水防渗等工作, 需要在具体的情况下进行具体的分析, 对工程场地的实际状况有一个深刻的认识。在

工程实施之前, 由专业人员对工程场地进行综合评价, 并制订出切实可行的工程方案。

### 3 易发生渗漏的位置

#### 3.1 屋面的位置

建筑物的屋面是防止风雨的主要地点, 同时也是渗漏的主要因素。可能是由于建材的使用没有达到规范等原因, 还有建筑物的质量没有达到建筑规范, 同时由于钢材的使用不当, 还可能造成屋面防水卷材在使用期间发生变形, 从而造成渗漏的情况。另外, 若当地屋面建筑未达到规范要求, 也可能导致浇筑施工等内容不符合规范, 造成渗漏问题。

#### 3.2 外墙的位置

墙体渗漏多发生于施工期间及完工后, 会改变结构的整体稳定性, 进而影响到建筑的整体质量, 危及人身及财产安全。如果外墙位置渗漏, 最初的隔热措施就无法起到作用。通过对外墙防水性能不佳的原因进行了分析, 认为是由于施工人员未按照规范的施工工序进行分层, 而是仅凭自己的经验来进行相应的作业, 这就造成了在分层施工时, 各层都会产生不同程度的开裂问题, 有些甚至会造成整个结构的密度改变。同时, 由于室外与阳台相连的墙面也会产生裂纹, 从而对建筑的质量造成很大的影响<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 厨房及卫生间的位置

卫生间和厨房比其他地方更频繁地使用水, 也是渗漏的高危场所。厨房漏水的原因有: 首先, 建筑细部处理不合理, 未按施工控制规程进行; 其次, 按照规范, 对于厚度比较小的楼板, 必须对建筑环境进行分析, 设置钢筋、保护层, 并着手对材料科学地选用, 而有些施工企业却没有按要求做。

### 3.4 地下室的位置

地下室结合部位若不做好防水处理，出现漏水现象，不仅会给用户的正常生活带来很大的危害，而且还会给用户带来巨大的损失。只有合理的结构设计和合理的构造措施，才能确保地下室的防水性能。有些建筑物的地下室，在施工时，施工人员没有严格按照设计图和技术规范进行施工，因此，造成了渗漏现象时有发生。

## 4 建筑物渗漏的成因

建筑工程渗漏问题不仅关系到建筑工程的总体质量，而且关系到居住环境，对居住环境造成了极大的不便。出现渗透问题主要包括以下几点。

### 4.1 设计规范的问题

合理的施工方案是建筑工程施工过程中的一个重要环节，它可以确保各个阶段的顺利实施，也可以为施工人员提供所需的帮助。然而，在工程实践中，却发现有些人员对渗漏问题并未引起足够的重视，同时也未对其进行合理的防渗处理，从而造成了工程质量的改变。

因此，在进行工程设计时，相关人员要对工程进行全面的考虑。针对工程施工过程，应综合考虑工程地质、气象等因素，对工程中可能发生的各类渗漏问题进行综合分析。针对这一情况，应该制订出相应的应对措施<sup>[3]</sup>。

### 4.2 建筑材料方面的问题

建筑工程施工过程中所用材料的优劣对整个工程的防水效果有很大的影响。如果所用的防水材料比较差，那么就算是再先进的施工技术，也不能完全避免渗漏，因此，在建筑工程施工过程中，施工企业要对防水材料的选用给予更多的重视，在此基础上，通过对不同类型的防水涂料的选用，要对防水涂料进行综合的优选，以确保整个建筑物的防水防渗性能。然而，从目前的建筑工程施工来看，有些施工企业出于降低造价、提高总体施工效率等方面的考虑，选用了低等级的防水材料。随着建筑物的建成，这些防水防渗材料的使用年限已经不能满足施工要求，在使用期间，往往会出现不同程度的损坏，导致出现渗漏情况，给建筑工程的质量带来了很大的危害。

## 5 防水防渗施工技术

### 5.1 外墙施工技术

在建筑物外墙施工技术方面，要将外墙防水防渗施工技术做好，施工人员要持续提升对外墙施工技术的了解，要对防水外墙材料进行科学的选用，并在施

工过程中使用高质量的水泥。外墙的涂刷也是很重要的，要先把外墙表面彻底清理，这样才能保证墙面的干净，才能保证墙面的整体美观，不留孔洞。

### 5.2 屋面构造施工技术

使用屋面防水防渗的施工技术，需要施工人员对屋面结构有一个完整的认识，并对屋面的排水坡度有清晰的认识，还要做出合理的评价。在不同的坡度条件下，材料的排水作用也不相同。在排水坡降不大的情况下，应着重对屋面的降雨荷载进行调节，以避免雨水长期积聚，并沿着屋面缝隙渗进建筑物。另外，在施工中还应注意混凝土的浇筑，保证混凝土不脱落，避免屋面灌浆效果改变。要经常对混凝土进行浇水养护，以避免出现裂缝而影响其使用。做好浇筑工作，能有效降低屋面开裂，确保屋面防水。

### 5.3 地下室施工技术

在进行地下室防水防渗施工的时候，相关人员要对管道渗漏问题给予更多的关注，同时要根据施工过程中所采用的混凝土材料和搅拌方式，对防水施工规范进行综合对比，及时找出问题所在，并组织合适的人员进行替换，保证防水施工达到规范要求。在此基础上，进一步提高了管道的安全性，保证了管道的稳定，减少了管道在使用中受到外力作用时出现的裂纹问题，在施工中对管道的选材要给予足够的重视。根据施工规范，管道载荷等条件，选用适当的管道材料，按照施工图纸及施工技术实施，对相关的管道进行安装，防止在施工时出现不合格的情况，在标准化的工序下，管道在施工时发生渗漏的概率也会大幅度减少。与此同时，在进行地下室防水层施工时，为了保证地下室结构与地表结构的有效隔绝，应对防水层进行合理布置，并将其置于地下室顶面。由于水是从土里渗出来的，因此，对地下室的影响降到了最低，而且也基本不会影响到地下设备的正常使用<sup>[4]</sup>。

### 5.4 卫生间及浴室的施工技术

在建筑工程施工期间，要根据卫生间、浴室的防水处理特性，按时完成管道的预埋，按照施工设计图纸，将对应的管道安装到位，以达到管道下沉的程度，加速管道的下沉速率，防止由于管道下沉滞后造成的渗漏问题。在此基础上，可有效地减少管道在使用过程中发生的阻塞问题。同时，在建筑工程施工过程中，应更多关注管道的表面稳定，对已敷设的管道进行及时、有效的治理，以避免在使用期间发生渗漏问题。卫生间及浴室的水管装好后，要及时调节水管的接头形式等，避免套管在使用期间发生故障，否则将加大后期维护工作的困难，严重地影响到防水防渗工作的

实施。为了确保连接部位的紧密性，可以在加热管道等处采用套筒。同时，施工单位也要本着“一案一议”的原则，及时调整管道敷设方案，以保证管道施工的高效性。施工企业还应当对用于卫生间和浴室的防水材料给予更多的关注，并且要对防水材料进行检验，以保证这些材料能够被高效地利用。在管道接头的对应部位均匀涂刷防水涂料，以保证接头的严密性。另外，在建筑物施工期间，也要对卫生间边角部位给予更多关注，保证淋浴区 1.8 m 内墙面上覆有蓄水层，并对防水材料及设计规范进行适当调整，防水层做好后，要进行相关洒水试验，以保证其坡度及污水淤堵效果满足设计要求。由于在这类区域，往往会产生污水积聚等问题，因此在卫生间进行适当的封闭，可以有效地改善整个卫生间渗漏的防护效能。

## 6 建筑工程中防水防渗施工质量控制的方法

### 6.1 强化防水防渗施工质量管理

在建筑工程中，传统建筑物采用的防水材料以沥青为主，尽管其具有良好的防水性，然而，施工过程中，容易产生空气污染，并且对人体产生强烈的刺激性，因此，为适应现代建筑行业的“绿色”发展需求，在建筑工程中，更多的新型节能环保建筑材料被大量采用，同时大量具有良好防水防渗性能的环保建筑材料被用于防水建筑。施工企业应加强对新型防水材料的研究开发与应用，在设计和实验后，持续提升其效能，确保防水防渗建筑材料的质量，保证其高效应用。

### 6.2 调整排水方案

在实际建筑工程中，设计人员要结合施工企业的具体要求，合理地调整排水方案，并按照施工技术及规范，编制出最终的排水方案。在进行排水工程施工前，设计人员要对施工环境和自然气候等要素有足够的了解，并做好空气湿度和风速等资料的采集工作，为以后更好地应用提供科学依据，更好地编制施工方案，保证排水设施设置合理，从而提高施工质量。

### 6.3 安装支撑部分和分隔板

在建筑物屋面，支撑部分和分隔板连接件都要安装，以保证其结构正确，并按一定的角度安装，这样才能清楚地显示出建筑物防水层的组合，确保建筑屋面支承的合理布置，从而达到对接缝屋面板节点的高效施工。当设计人员对排水性能有一定的需求时，那么在具体的划分缝和框架节点设计中，应对防水层的构造做相应的处理，相应地分析的范围也随之扩大。保证管道节点可作为通风管道使用，还要对屋面防水进行加固，从而达到理想的防水防渗施工效果<sup>[5]</sup>。

### 6.4 做好验收工作

在建筑工程中，对防水施工进行验收也是一项非常重要的工作。验收工作能有效地提升防水施工质量，确保防水施工技术在施工中的运用。施工企业要对防水施工进行完善，验收人员要对防水施工进行全面、客观的评价。在后续的建筑工程中，渗漏会对建筑工程产生重大影响，因此，必须要有一套完善的验收体系，验收后再进行施工，这对建筑行业的发展有着极大的影响。竣工验收合格后，才可以正式启用。

### 6.5 对防水防渗施工技术进行优选

要想在建筑工程施工中使防水防渗能力得到进一步的提升，施工企业应积极对防水施工技术进行优化和改进。在进行建筑工程防水防渗施工时，应对工地上产生的废弃物进行适当的清理，保证工地的洁净，以达到防水施工的要求。施工人员要及时在防水区域涂上防水处理剂，以严谨细致的工作态度，防止返工，保证施工表面的清洁和干燥，防止太多的湿气对防水处理效果造成影响。同时，还要对施工现场的粉尘等杂质进行清理，以免对防水建材的防水性能造成影响，在建筑工程中，部分防水材料仅在防水剂干燥状态下才能起到作用，因此，施工人员要按照具体的工程情况画出辅助线，并配合辅助线进行铺设，然后再进行加温，让其慢慢地、均匀地流动，从而达到防水材料均匀受热。

综上所述，在建筑工程施工中，企业要把更多的注意力放在防水防渗的施工上，要从防水防渗施工技术等方面入手，同时，还要制订一套更加切实可行的施工方案，确保重要点的防渗处理效率，施工人员和设计人员要加强对地基的养护，做好节点验收工作，通过提高施工人员和管理人员的专业技能，能更好地为施工过程中的材料检验、质量监控等工作提供人才支撑，使其能更好地实施防水防渗工程，保证防水防渗施工的最后效果。

### 参考文献：

- [1] 邓仁骏. 分析建筑工程施工中的防水防渗施工技术[J]. 建筑与预算, 2023(01):56-58.
- [2] 徐银花. 关于建筑工程施工中的防水防渗施工技术要点探究[J]. 居舍, 2022(13):103-105.
- [3] 张永元. 浅谈建筑工程施工中的防水防渗施工技术的应用分析[J]. 四川水泥, 2021(09):217-218.
- [4] 郑恩丰. 关于建筑工程施工中防水防渗施工技术的研究[J]. 房地产世界, 2021(01):73-75.
- [5] 李席锋. 探究建筑工程施工中的防水防渗施工技术的应用[J]. 中国住宅设施, 2020(08):127-128.

# 市政道桥工程中沉降段路基面的施工技术探讨

丁士旭

(思信集团有限公司, 安徽 潜山 246300)

**摘要** 近些年, 我国道路桥梁建设取得了显著的成就, 但道路桥梁施工技术仍存在不足, 导致了道桥工程质量发生。沉降路面和沉降路基是典型的道桥质量问题, 由此引发的桥头跳车等事故不仅影响着车辆行驶的舒适性, 更威胁着广大人民群众的生命财产安全。基于此, 文章分析了市政道桥工程中沉降路面路基的发生原因, 提出了市政道桥工程中沉降段路基面的施工技术要点, 以期为我国道路桥梁施工技术品质的提升提供参考。

**关键词** 市政道桥工程; 沉降路基; 路基压实; 路堤建筑; 台背填料

中图分类号: U416

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0118-03

在道路桥梁工程飞速推进的同时, 为确保道桥的使用性能, 必须重视工程质量, 落实标准化施工。现今我国市政道桥工程中, 路面、路基沉降问题时有发生, 影响了道桥路面的舒适性, 更埋下了不可忽视的安全隐患。市政建设相关企业必须重视这一问题, 积极探索道桥工程的优良施工技术, 降低路基路面沉降事故的发生概率, 确保市政道桥工程质量, 保障广大人民群众的出行安全。

## 1 市政道桥工程中路面路基沉降的发生原因

### 1.1 路堤形变

路堤发生形变是导致路基路面发生沉降的重要原因之一<sup>[1]</sup>。如施工场所地形复杂, 特别当台背位于河道附近时, 土方中含水量往往较高, 且土壤具有一定的可塑性, 传统的压实方法难以完全排除水分, 一旦土方湿度增加, 极易导致路堤形变, 出现严重的沉降问题。地下水系较为丰富的地区, 水流流向和分布状态往往随时间发生变化, 单一的地基外侧防水结构难以充分防护水流, 一旦出现地基位置的透水渗漏会直接导致路面结构的沉降。此外, 如路面路基施工时未能按照相关要求进行压实, 会导致道路无法满足相应的荷载标准, 完工通车后受到外界较大的作用力, 同样会引发路堤形变, 导致沉降现象出现。

### 1.2 路段地质不良

在市政道桥施工中, 较易遇到软土、湿陷性黄土以及膨胀土等不良地质条件, 对道桥工程的稳定性带来了较大影响。如软土、湿陷性黄土含水量多、渗透能力弱, 较易压缩; 膨胀土易吸收水分, 出现膨胀, 水分蒸发后收缩, 且这一过程可能循环进行, 其强度

随之逐渐降低, 若未进行科学有效的处理, 会造成道桥工程荷载能力较低, 发生沉降, 甚至出现大面积的道路塌陷。

### 1.3 台背回填不良

台背回填不良也会导致沉降的发生。例如选择未经有效处理的杂土或强度低、压缩性强的冲填土作为填料, 回填后容易导致土层间空隙较大, 进而受到土壤塑性结构影响发生不均匀下沉。如在山地等地质条件变化多样的地方进行施工, 如回填后未对路基进行加固, 易导致路基顺坡度下滑, 出现沉降。此外, 回填的土方、石方高度超过标准的高填方路基自重过大, 填料不稳定, 会逐渐下沉, 造成沉降。

### 1.4 半挖半填路面施工不足

坡度较为陡峭环境中的市政道桥施工, 通常会选择半挖半填路基的方式, 避免出现路基下滑。但如果未仔细压实回填土壤, 极易导致填料和路基间发生错位, 导致沉降问题发生, 也可以引发更加严重的路面路基坍塌滑动事故。

### 1.5 道桥结合处连接质量问题

市政道桥工程涉及道路施工和桥梁施工, 二者整体结构不同, 稳定性、强度等均存在差异。如施工时道桥结合处连接质量存在问题, 易导致结合处难以承担车辆荷载, 出现沉降问题以及压塌陷事故, 进而波及通行车辆, 引发车辆爆胎、跳车, 造成财产损失和人员伤亡。

此外, 道桥结合处应力较为集中, 受到空气、雨水侵蚀的可能性较大, 是道桥工程最为薄弱的环节, 沉降事故往往导致道路、桥梁受力点改变, 如不及时

处理，极易进一步损伤道路、桥梁结构，有着更大的安全隐患。

## 2 市政道桥工程中沉降段路基面的施工技术

### 2.1 重视路基压实

路基的坚实程度、施工厚度和压实设备性能与道桥工程整体质量息息相关。市政道桥工程相关人员必须重视路基夯实，引入最新技术，选择最为合适的压实设备，从根本上强化路基路面的碾压工作，保障工程质量。在实践中，相关人员需要使用专业的土压实机械，并根据具体情况选用最为合适的压实方式，充分去除路基土壤中水分、缝隙。

实际施工中，应当单独、分段对桥梁涵洞基坑、道路路基等进行压实，使得路基压实厚度不小于 50 cm，床顶最上层填筑不小于 10 cm。桥梁涵洞基坑的压实必须采取分层压实的方式，使得每层厚度在 10~20 cm 左右。压实工作结束后，还需要进行进一步检测，确保地基中水分完全排出。通常情况下，可以采取湿法重击试验，将土壤装入实验筒中，利用仪器不断击实，促使土壤中水分快速排出，得到土壤干密度数据，判断土壤的干密程度<sup>[2]</sup>，确保合格后进行后续压实工作。

### 2.2 强化路堤建筑

在市政道桥工程中，为避免路堤形变导致的沉降，相关人员必须强化路堤修筑，确保路堤的稳定性和坚固性，将沉降量控制在合理范围内。在道桥工程的设计环节就应考虑到可能发生的路堤形变风险及其隐患，积极利用最新的信息技术设备，将设计数据与数据库进行对比，构建路堤沉降形变的模拟模型，获得尽可能精确的沉降幅度范畴。在实际施工中，相关人员首先应当从土壤做起，选择干密度高，内部含水量少的土壤进行路堤建筑，引入锚索框架等设备，加固路堤，提升路堤边坡的稳定性。同时，相关人员应当着眼于 3 个月内的沉降幅度标准，依据具体施工情况，合理调整施工方案，例如针对桥头路段等较易发生形变的路堤，可以进一步选用钢筋框架和混凝土材料进行加固，最大限度地避免路基形变，将沉降差异度控制在方案预期的范围内。施工结束后，还需要进一步进行实验工作，达成控制沉降变形以及结构设计合理性的目标。

### 2.3 合理选择台背填料

台背回填所使用的材料品质问题是导致路基沉降发生的重要原因之一。为最大限度地避免路基沉降发生，市政道桥工程相关人员需要从台背回填入手，合理选择台背填料，提升路基稳定性和安全性。

路基沉降事故种类多样，在实践中，相关人员应当格外关注对固结沉降以及次固沉降的处理，并通过填料选择有效解决。台背回填施工前，相关人员应当综合施工现场的土壤类型、品质、地形条件等，进行全面计算分析，为台背填料选择提供参考。通常情况下，可以选用渗水性能较好、成本较低的砂石类作为台背回填填料，有利于土壤中水分和降水存积的水分迅速排出，避免路基路面严重沉降。考虑到施工材料和施工成本的节约，还可以将施工现场的中粗砂、砂砾石等施工垃圾进行二次利用回填。同时，并非所有路段均适合砂石类填料，例如沼泽地区路段需要进一步强化台背填料的防水性；沟壑地区路段需要注重台背填料的可塑性，确保路基路面完全压实；道桥结合处田联需要注意台背填料刚度，应同时满足道路和桥台的设计标准；设计路面荷载较高的路段对路基结构带来的影响更大，需要进一步选择泡沫混凝土等重量较轻、压缩性更强的填筑材料，更好地分散路基路面的压力，避免大荷载导致的形变发生。

### 2.4 注重排水设计

为避免地下水系对路基造成影响，市政道桥工程中，相关施工人员必须注重排水设计，及时排出基坑中水分，避免路基长时间被水浸泡发生沉降。相关人员应当充分收集施工路段降水情况、地质结等信息，并结合现场勘查，确定路基高度和排水设施深度，规划沟槽等排水设施，更好地适配道桥排水设施和路基沉降预防，提升道桥工程的建设质量。

### 2.5 科学开展半挖半填路基施工

半挖半填路基能够大大简化路基施工流程，避免路基下滑，确保道路稳定性，经常运用在地形多变、陡峭等地区道桥工程中。但半挖半填路基对于施工精确性要求较高，市政道桥工程相关人员应当科学开展半挖半填路基施工工作，避免沉降事故发生。

半挖半填路基施工，即为在路基上部进行挖方处理，下部分进行填方处理。实践中，为进一步提升路基稳定性，可以在路基地设置宽度 1 m 以上的台阶，并在台阶底部设计向内部倾斜的斜坡。同时，相关人员也应积极利用路基护肩，为路基提供支撑，避免填料、路基错位下滑造成的沉降坍塌事故。在路基护肩施工中，需要结合施工需求、地质、气候环境等，选择耐气候侵蚀能力较高的材料，并科学设计护肩高度，保证路基稳定性，避免出现道路沉降<sup>[3]</sup>。

### 2.6 提升道桥结合处施工质量

道路、桥梁的结合处是发生沉降施工的“重灾区”。

市政道桥工程相关人员应当重点关注道桥结合处，提升道桥结合处施工质量。

1. 路基设计施工。在道桥结合处施工中，首先需要重视结合处路基结构的设计，以科学合理的设计方案强化路基的稳定性，提升路基承载能力，为道路、桥梁提供坚实支撑点，从根本上避免道桥结合处沉降事故的发生。在实践中，相关人员需要积极利用大数据、VR模拟、BIM技术等信息技术工具，综合施工路段的设计基准、行车需求，以及后续的桥台搭板施工需要，并分析沉降段在结构强度上不断变化的规律，构建路基模拟模型，精确设计路基参数，确保设计承载能力，将桥台和路堤沉降差值控制在10 cm以下，避免出现错台的问题<sup>[4]</sup>。

在施工中，相关人员应当以具体情况为基础，结合信息技术工具分析，选择科学的施工处理方案。例如，如路基位置较高，路基土层出现了侧向位移，可以及时引入土工格栅，借助格栅充分利用土层原有的抗剪切强度，保障路基稳定。针对河流附近、沟壑地形等土质较软地段，可以采取软基处理工艺，通过水泥粉喷桩或者排水固结等方式固化软土地基，排出地基水分，提升地基承载力。但需要注意的是，软基处理在提升地基强度的同时，大大增加了地基的重量，相关人员必须进行充分的路面路基承载力分析、沉降模拟，并在路基区域设置软温度探头等监测仪器，随时掌握路基沉降状况，选择最为合理的施工处理方式<sup>[5]</sup>。

2. 桥台搭板。桥台搭板是连接桥台和引道的混凝土板，能够有效缓冲道桥连接处的压力，保障道路、桥梁整体稳定性。地基处理后，相关人员需要引入桥台搭板，进一步加固道桥梁连接处。

在设计环节，相关人员应当重视桥台搭板的强度和长度，结合设计标准和施工需要，确认搭板强度、长度，确保搭板强度能够满足设计承载力，长度不超过施工需求范围。道桥工程完工后，受到行驶车辆荷载的影响，路面的厚度、刚性会逐渐发生变化。在桥台搭板施工中，相关人员应当确保搭板的顶部与相连接道路路基面平行，并依据道桥工程设计荷载量和实际地质环境预留一定的反向坡，解决道桥工程在使用过程中的过渡问题<sup>[6]</sup>。

搭板与相接道路连接后，需要进行搭板与桥台的连接作业。在施工中，需将近台端设置在搭板与台背之间。为避免桥台搭板发生转动、平移、纵滑，伤害桥台结构，相关人员需依据设计标准和施工规范，在搭板中增设辅助材料。针对转动、平移情况，可以利

用板式橡胶材料，在搭板近台端上部边缘安装80 cm左右间距的三角形板式橡胶；针对纵滑情况，可以选择在搭板间隔70~90 cm左右埋入钢筋，设置水平拉杆托座，并选用锚栓辅助（图1）。应注意的是，竖直锚栓可能造成搭板或牛腿发生破损，应尽可能保证锚栓水平，提升搭板抗位移性能。搭板和桥台连接后，相关人员需要理解在连接处灌入沥青或玻璃纤维等填缝材料，避免雨水渗入接缝中，侵蚀地基，进一步提升桥台搭板施工的质量。

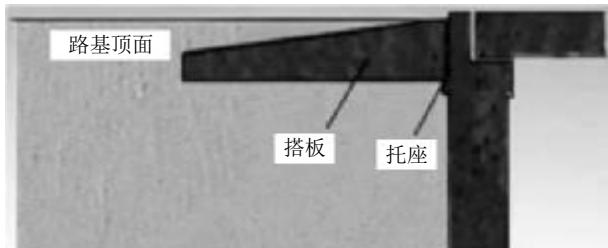


图1 桥台搭板、路基顶面、托座的关系示意图

### 3 结束语

路面路基沉降问题不仅影响着市政道桥工程的质量，更威胁着人民群众的生命财产安全。相关设计施工人员必须重视路面路基沉降问题，积极行动，针对路面路基沉降发生原因，重视土壤夯实、强化路堤建筑、合理选择台背填料、注重排水设计，科学半挖半填路基施工；从路基结构设计、软基处理、搭板设计技术等方面提升道桥结合部位施工质量，并设定对应的施工规范，以有效解决路面路基沉降问题，全面提升市政道桥工程的整体稳定性，满足市政建设需求，更好地为广大人民群众服务，助力道桥建设工作发展。

### 参考文献：

- [1] 张德龙, 马永磊, 康星亮, 等. 泡沫轻质土路基的正交试验及数值模拟研究 [J]. 江苏建筑, 2023(06):106-109.
- [2] 丁健峻, 罗进锋, 王祺顺. 基于集对分析理论的路基沉降组合预测模型研究 [J]. 中外公路, 2023, 43(05):21-26.
- [3] 胡静, 唐跃, 张家康, 等. 水位抬升对高铁路基动力响应与长期沉降的影响 [J]. 交通运输工程学报, 2023, 23(04): 75-91.
- [4] 石峰. 公路软土路基沉降与处理对策研究 [J]. 交通科技与管理, 2023, 04(12):42-44.
- [5] 管中林, 齐虎, 陈荣平, 等. 混凝土芯砂桩加固路基的沉降特性数值分析 [J]. 水利与建筑工程学报, 2023, 21(03): 203-208.
- [6] 吴岗. 平面应变状态下郑州地区粉土力学特性试验研究 [D]. 郑州: 华北水利水电大学, 2023.

# 基于市政给排水施工的非开挖顶管施工技术研究

汪 琴

(思信集团有限公司, 安徽 潜山 246300)

**摘要** 市政给排水工程施工中, 非开挖顶管技术因其适用范围广泛、易于控制开挖方向、挖掘精度较高等优势, 受到了广泛关注。为提升非开挖顶管技术施工质量和效率, 保障城市给排水系统高效运行, 相关人员应当全面把握相关技术应用要点。文章基于市政给排水施工实践, 对非开挖顶管施工技术的特征和优势进行了分析, 并对其施工技术的全过程应用进行详细介绍, 希望为相关工程施工提供有益参考。

**关键词** 市政给排水; 非开挖顶管施工技术; 顶进管道; 顶管机器; 顶管穿墙

中图分类号: TU99

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0121-03

给排水工程是市政工程的重要组成部分, 是城市给水、供水、污水处理的基础保障。在市政给排水施工中, 不仅需要确保施工质量符合国家相关标准, 更应当重视施工的效率和资源的节约, 更好地提升给排水服务水平。传统城市给排水施工技术存在着设备运行损耗较高、项目使用寿命较短等不足。非开挖顶管施工技术有效避免了此类不足, 相关人员需要在明晰其应用要点的基础上, 积极运用于市政给排水施工实践中, 为城市排水、污水处理等各项工作的实施提供保障。

## 1 非开挖顶管施工技术分析

### 1.1 非开挖顶管施工技术特征分析

非开挖顶管施工技术是指不开挖土层或仅开挖工作井、接收井, 在保持尽可能小的开挖量的作业条件下, 借助岩土钻掘技术定向钻进, 进而通过液压千斤顶等顶进设备将管道按照设计坡度、方向推入, 进行管道铺设、修复、更换的技术。非开挖顶管施工开挖面积较小, 不破坏上层地层, 能够迅速完成管道工作, 在综合管道施工、下穿建筑物、公路、铁路施工、给水排污管道施工、通信管道施工中均有着较广泛的应用空间。<sup>[1]</sup>

### 1.2 市政给排水非开挖顶管施工技术应用优势分析

传统市政排水工程施工需要对路面进行大范围开挖, 为保障车辆、行人安全, 需要在施工现场周围设置路障, 或采取道路断交的方式进行。这样的施工对于车辆、行人影响较大, 增加了交通事故发生概率, 已经难以满足近年人口、车辆不断增多, 建设规模不断扩大的城市发展需求。同时, 对地面的长时间、多

次开挖会扰动土层, 伤害地层结构, 容易导致管道节端等部位发生变形, 损伤管道寿命, 且难以有效修复, 往往需要更换整段管道。非开挖顶管施工技术挖掘面积小, 不易受到周边环境、天气的影响, 避免噪声、粉尘污染和长时间占用道路, 对周边居民影响较小。同时, 非开挖顶管技术采取顶进方式直接放置管道, 不需要进行管线开挖或者穿越管线, 能够下穿公路、铁路、河流, 也能够从既有管线、建筑物的下方地层穿过, 节约了工程资源资金, 提高了管线设置精度, 有着多方面优势, 在市政排水施工中应用价值较高。

## 2 市政给排水施工的非开挖顶管施工技术要点

### 2.1 重视前期准备工作

为保障非开挖顶管施工技术的有效应用, 市政给排水施工相关人员需要重视前期准备工作, 合理选择顶进管道和顶管机器, 从多角度落实前期准备, 为后续实际施工打下基础, 保障整体施工质量和施工效率。<sup>[2]</sup>

1. 合理选择顶进管道。顶进管道是非开挖顶管施工技术的亮点之一。为充分发挥非开挖顶管技术的优势, 相关施工人员应当依据工程设计目标和施工环境等实际情况, 合理选择顶进管道。如果施工现场不存在腐蚀等特殊情况, 通常情况下可以选择钢筋混凝土材质的顶进管。顶进管的直径、长度等均会影响整体施工质量和经济效益, 这一问题在钢筋混凝土顶进管方面更为突出, 相关施工人员应当充分结合技术规定、设计规范, 计算所需的顶进管参数。通常情况下, 市政给排水工程施工所需顶进管内径通常在 500 mm 范围内。在施工实践中, 往往结合非开挖顶进技术和传统

人工施工，受到施工环境等影响，符合设计、施工要求的顶进管仍会出现难以充分发挥期待效果等情况，相关施工人员可以积极运用大数据、VR等“互联网+”工具，构建施工环境模拟模型，结合顶进管的设计长度与管径，预判其使用效果，针对性加以修正，保障各环节施工质量的同时，进一步减少成本浪费，创造更多经济效益。

此外，近年重量较轻、耐腐蚀的MRP、PE等材料顶进管逐渐普及，相关施工人员可以按需选用。<sup>[3]</sup>

2. 设计顶管导向轨迹。非开挖顶管技术需要顶进管道，合理的导向轨迹是确保成功的关键。同时，非开挖顶管技术对于管线、重力管等要求更高，相关施工人员必须科学设计顶管导向轨迹，尽最大可能规避设计误差，消除施工不利因素，降低施工风险，提升施工质量。与传统施工方式相比，非开挖顶管施工技术中，管线承受着来自多个方向的作用力，包括顶进时与岩石的摩擦力、承受前面和上部土层的压力、顶进机器的顶推力、地面的载荷等，同时施工中顶管的管体在衬板和盾构等静止结构的掩护下不断运动，需要承担轴向的载荷。采用一条与管外径相同的假定管沟进行计算的传统方式得出数值往往较小。在实际设计中，相关人员可以利用测控机器人等新型设备，使多个机器人构成一条直线，进一步将工作井的参考点的工程坐标传至顶管机首棱镜，绘制顶管头端的3D模型，精确计算导向轨迹，确保顶管水平范围在 $\pm 12^\circ$ 以内，水平精度在 $\pm 30''$ 以内，两轴跟踪速率在 $6\sim 8' / s$ （图1）。

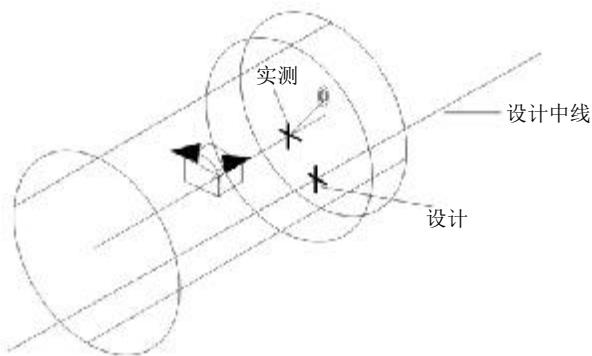


图1 非开挖顶管技术顶管导向轨迹设计示意图

3. 科学配置顶管机器。非开挖顶管施工技术需要机器顶进设置管道，顶管机器的选用与最终施工效果直接相关。相关施工人员需要充分考虑施工环境和土壤特点进行充分考虑，选择安全性、效率性突出的顶管机器。依据施工现场和地下水位的关系，顶管机器可分为敞开类顶管机和平衡类顶管机。通常情况下，

地下水位以上施工选用机械式顶管机、挤压式顶管机、人工挖掘式顶管机等敞开式顶管机；地下水位以下施工选用土压平衡式顶管机、泥水平衡式顶管机等平衡类顶管机。确定顶管机器类型后，相关施工人员还需结合依据顶管机器承受能力、机头迎面阻力、顶进贯入阻力、选用管材重量等，明确最终顶进总阻力，确定主顶油缸的参数，并将其与顶管能够承受的最大顶力进行对比，如不符合，需要合理调整顶管类型和顶管机器参数。施工开始前，相关施工人员还需调查工作井、接收井等设施，加设安全防护工作，结合顶管机器数据加固周围土体；并在工作井中加设千斤顶、轨道、测量设备、送风设备等辅助设备，确保顶管机器安全稳定运行。

## 2.2 明确非开挖顶管施工技术要点

1. 顶管穿墙施工。顶管穿墙是指将穿墙闷板与相应工具管放置在工作井外，并安装穿墙止水设备的施工，是非开挖顶管施工技术的重要环节。<sup>[4]</sup>为进一步提升管道的抗水土能力，相关施工人员可以将强度较低的水泥黏土、夯实的黄黏土等填入穿墙工具管之中，并使用顶进管堵塞中间缝隙后，迅速进行穿墙管外侧注浆工作，待触变泥浆凝固后继续开展穿墙施工。闷板开启后，应当确保工具管推进作业和止水工作共同进行。相关施工人员需要选择拉伸性、耐磨性优异材料制成的止水环板，借助工具管直接将止水环板顶入橡胶板中。在实际施工中，相关人员应当密切关注管道、土层情况，及时优化调整施工方案，确保获得良好效果。

2. 顶管出洞。顶管穿墙施工结束后，如符合相关标准规定、设计规范，应当进入下一步骤顶管出洞施工，这一环节在整体非开挖顶管施工中尤为重要，应引起相关施工人员的重视。

在实际施工前，相关施工人员需要在接收井砖封门之前均匀铺设钢板桩，避免出现坍塌，保障施工安全。拆除砖封门后，顶管机器需沿砖封门方向迅速顶进管道，并当顶管机器整体出洞后，分离机头和管道。这一过程中，相关人员需要严格控制顶管机器出洞时间，避免水分渗入，造成水土流失。在实践中，相关人员需要首先拆除砖封门一端的钢板桩，并确保顶管机器和砖封门间保持 $50\sim 100$  mm间距，使得顶管机器由该端向另一端出洞。顶管出洞后，井内留下了一定空间，需要进行止水处理。相关人员应当提前在橡胶法兰板上编织钢丝，制作止水环，并在洞口位置设置钢法兰和钢筒，将止水环与其焊接，以及时封闭洞口。如洞口中没有水渗出，或沉积淤泥，拆卸止水环，将钢法

兰收回，完成止水工作。同时，相关施工人员需要注重控制顶管机器出洞姿态，确保基坑导轨安装合理，开挖面土体稳定，并时刻监督操作流程，避免出现操作不当。

3. 注浆施工。非开挖顶管施工中，为方便管道设置，使用的顶进机器外径需要较管道外径大 $2\sim5\text{ cm}$ ，在管道和土层中留下了一定的缝隙，影响后续管道填埋工作的进行。如管道线路较长，或管道直径不符合设计规范，缝隙过大，甚至会导致土方塌陷等严重事故。管道设置结束后，相关施工人员需要进行注浆施工，向缝隙部位注入触变泥浆，使其逐渐在土层中扩散，最终于土层融为一体，在管道外侧形成“泥浆套”，以保护管道缝隙，同时平衡土层压力，减少管道和土壤间阻力，延长管道使用寿命，提升给排水管道的整体施工质量。

首先，相关施工人员应当结合相关法律法规、施工规范和工程实际情况，合理选用触变泥浆材料<sup>[5]</sup>。通常情况下，可以将总量在2%以内的优质膨润土加入泥浆中，保障触变泥浆的流动性和黏性。此外，也需要在触变泥浆中加入石灰等凝固剂、松香酸钠等塑化剂，以及聚合物强化型材料，进一步提升触变泥浆的稳定性。在实际施工中，可以以3个注浆孔为一组进行注浆，并确保泵送出口压力维持在 $105\sim130\text{ Pa}$ ，最大限度地避免空气阻力影响，进行高质量注浆。触变泥浆配置后，会逐渐失水，失去原有特性，如设置管道较长，需要间隔2至5根管道，设置多组注浆孔，同时开展顶进和注浆施工，及时补充新鲜的触变泥浆。

### 2.3 注重顶管测量和偏差校正

在非开挖顶管施工中，受到土层特性、管道连接方式的影响，导致顶管中线偏离，顶管机器的顶进会产生一定的震动，引发土层的微小沉降，也会偏离顶进方向。相关施工人员应当注重顶管测量和偏差校正。

顶管测量包含顶管中线桩测试工作、导轨安装测量工作、高程测量工作等多样工作。通常情况下，首节顶进约 $200\sim300\text{ mm}$ ，后续管道每顶进约 $0.5\sim1.0\text{ m}$ 便需进行顶管测量，及时发现偏差问题。发现偏差后，相关人员应当依据施工特性、设计要求等合理选用挖土校正、强制校正、工具管校正等方式进行校正工作，将垂直、横向偏差控制在 $30\sim50\text{ mm}$ 间，进一步确保管道设置的精确性，推动整体给排水施工工作顺利进行。

为最大限度地避免偏差问题，相关工作人员应当遵守实时定位、实时测量、实时校正的原则，将顶管测量和偏差校正融入施工的每一环节。同时，相关人

员应当重视首节管道设置，合理选择管道长度，实地验证顶进精准度。如顶管机器头部显著偏离管道轴线，需要立即通过千斤顶进行调整，为后续管道设置打下基础。

### 2.4 合理进行管道试压

为确保整体工程符合设计标准，保障给排水管道的使用性，在管道顶进施工结束后，相关施工人员需要合理地进行管道试压，检测管道水压承受能力<sup>[6]</sup>。

在管道隐蔽处理前，相关施工人员应对单一管道进行试压，整体管道设置后，也需进行系统试压。管道试压前，相关施工人员应当首先排除安装完毕管道中的空气，往其中注水加压，达到设计工作压力的约1.5倍后停止注水，并观察管道连接处、各阀门位置是否出现泄漏情况，以全面检查管道密封性。通常情况下，金属管道、复合管道经过约10 min，塑料管道经过约1h后，相关施工人员需要进一步注水或排水，改变管道内试验压力，确认压力排出时的具体情况。

## 3 结语

非开挖顶管施工技术作为近些年的新型技术之一，施工简便性、精确性大大提升，有效弥补了传统市政给排水施工的不足，有着不可替代的应用价值。相关施工人员应当具备较强的综合素质与专业能力，把握非开挖顶管施工技术工作流程，重视前期准备工作，合理选择顶管材料，科学配置顶管机器；明确顶管穿墙、顶管出洞、注浆施工等技术要点；并注重顶管测量与偏差校正、合理进行管道试压，从多方面入手确保非开挖顶管施工有效开展，并严格遵循相关标准与设计规范，保证施工质量和效率，更好地为城市给排水服务。

## 参考文献：

- [1] 林志金. 建筑给排水工程施工质量管理的实践举措之研究[J]. 居业, 2023(12):185-187.
- [2] 郑泊轩. 市政给排水施工中长距离顶管施工技术的应用与分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(28):214-216.
- [3] 郝传宝, 鲍林, 陈敏. 现代市政道路给排水管道工程设计与施工研究[J]. 住宅产业, 2023(07):66-68.
- [4] 沈寒峰, 李鹏飞. 市政工程给排水管道防渗漏施工技术[J]. 北方建筑, 2023, 08(03):55-59.
- [5] 陈骥驰. 市政给排水工程施工存在的不足及处理措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(04):137-139.
- [6] 王俊. 长距离顶管施工技术在市政给排水项目中的应用研究[J]. 科技创新与生产力, 2022(12):128-130, 133.

# 高速公路路基施工关键技术及质量控制策略研究

卢 康

(广西路桥工程集团有限公司, 广西 南宁 530200)

**摘要** 高速公路的路基施工是整个交通基础设施建设中的关键环节, 其质量直接影响着公路的使用寿命和行车安全。高速公路的施工方在开展施工活动的过程中需要采取合适的技术手段以及质量控制措施做好路基施工。本文针对高速公路路基施工关键技术以及高速公路路基施工过程中影响施工质量的因素进行了分析, 探究了高速公路路基施工质量控制策略, 旨在为提高高速公路路基施工质量提供有益参考。

**关键词** 高速公路; 路基; 土方开挖技术; 填筑技术; 排水技术

中图分类号: U415

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0124-03

高速公路作为国家基础设施的重要组成部分, 其质量直接关系到道路的安全性和使用寿命。路基作为高速公路的基础, 其施工质量尤为重要。为了提高高速公路路基的质量, 必须深入研究关键技术和有效的质量控制策略。

## 1 高速公路路基施工关键技术

### 1.1 土方开挖技术

高速公路路基施工中的土方开挖技术是整个工程的关键环节, 土方开挖直接影响着后续的填筑和路基的稳定性, 因此在这一阶段的技术设计和操作方法至关重要。土方开挖的方案设计应该充分考虑到地质条件、土壤性质以及未来路基的荷载要求, 地质勘察是土方开挖方案设计的基础通过对地层结构、土壤类型、地下水位等因素的详细分析, 确定合理的开挖方案。方案设计应该综合考虑挖土的深度、坡度、坡高比等因素, 以最大程度地保障工程的安全性和稳定性。设备的选择在土方开挖中起到至关重要的作用, 不同地质条件和挖土要求需要不同种类和规格的挖掘设备。例如对于土质较软且潮湿的区域可能需要使用挖掘机来进行开挖, 而对于坚硬的岩石地层则可能需要采用爆破技术。设备的选择还需要考虑到工程的效率和成本, 在保证质量的前提下提高施工效率。同时, 操作方法直接关系到土方开挖的实际效果, 操作人员需要具备丰富的施工经验和技术水平, 以确保开挖过程中的准确性和安全性。在土方开挖中要特别注意对土壤的处理, 避免因挖掘导致的土体塌方、滑坡等问题。同时要合理安排开挖的顺序, 确保挖土的平整度和坡度满足设计要求。

### 1.2 填筑技术

填筑技术在高速公路路基施工中占据着至关重要的地位, 直接影响到路基的承载能力、稳定性以及整体工程的质量。填筑材料的选用是填筑技术中的首要考虑因素之一, 在选择填筑材料时, 需要考虑土壤的力学性质、压实性能、抗剪强度等多个因素。合适的填筑材料应具有较好的承载能力和稳定性, 以满足高速公路路基对地基的要求。不同地区的土壤特性差异较大, 因此需要根据具体情况选择合适的填筑材料如黏土、砂土、碎石等。同时填筑厚度的控制是保证路基工程质量的重要环节, 填筑厚度的选择应基于地质勘察结果、工程设计要求以及路基的承载能力等因素进行科学合理的确定。过小的填筑厚度可能导致路基承载力不足, 而过大的填筑厚度则会增加工程成本。因此, 在填筑过程中需要严格控制填筑层的厚度, 保证其在设计范围内。除此以外, 压实工艺的选择直接关系到填筑层的密实程度和稳定性。常见的压实工艺包括静压、振动压实、轮压等, 在实际应用中, 需要根据填筑材料的性质和场地条件选择合适的压实工艺。同时应当根据实测数据对不同层次进行适当的调整和优化, 以确保填筑层的密实度和稳定性达到设计要求。

### 1.3 排水技术

排水技术在高速公路路基施工中具有重要的地位, 其良好的设计与施工不仅能够确保路基在降雨等极端天气下的稳定性, 还能提高路基的安全性和使用寿命。排水设施的设计是排水技术的基础, 设计应根据高速公路路段的地形、气候条件和降雨情况结合土质条件等多方面考虑, 制定科学合理的排水方案。合理的设

计应确保排水系统具备足够的排水能力，避免在暴雨等极端气象情况下产生水患，从而保障路基的稳定性<sup>[1]</sup>。除此以外，排水施工是实现设计要求的关键步骤。在施工过程中，需要根据设计方案合理布置排水设施，确保雨水能够迅速、有效地排除。施工时应注意排水设施的质量，确保设施的连接牢固、通畅，避免因排水设施缺陷导致水患等问题。

## 2 高速公路路基施工过程中影响施工质量的因素

### 2.1 施工人员技术水平

在高速公路路基施工过程中，施工人员的技术水平是直接影响施工质量的重要因素。施工人员的专业素养、技能水平以及对施工工艺的理解程度都对工程的最终质量产生深远的影响。施工人员的专业素养是确保施工过程中技术水平的基础，专业素养包括对土木工程学科的深刻理解、对工程施工标准的熟悉、对设计图纸的准确解读等。具备高水平的专业素养的施工人员能够更好地理解工程设计意图，准确把握施工方案，从而提高工程的整体质量。同时，施工人员的技能水平直接关系到具体施工操作的熟练程度，高速公路路基施工涉及土方开挖、填筑、压实等多个工艺环节，施工人员需要掌握相应的机械操作技能，熟悉施工设备的使用方法。只有技能娴熟的施工人员才能在复杂多变的施工现场中高效完成任务，确保工程施工的顺利进行。

### 2.2 材料质量

在高速公路路基施工中，材料质量是直接关系到工程整体质量和耐久性的重要因素。本文将对材料质量在高速公路路基施工中的关键性作用进行深入探讨，着重于材料采购和使用过程的严格控制。高速公路路基工程所使用的材料包括路基土、填筑材料、路基石料、沥青等，这些材料的质量直接决定了路基工程的承载能力、抗变形性能以及耐久性。对于土石方工程，路基土的物理力学性质、含水率等指标需要符合设计要求；对于填筑工程，填筑材料的种类、级配、含水率等也有着明确的规定。在材料采购阶段，应首先确保所采购的材料符合国家和地方相关标准，具备相应的质量证明和检测报告。严格执行工程设计要求，选用合格的原材料是保障工程质量的基础。同时，材料的运输、储存过程中也需要谨慎，避免因外界环境导致材料发生质量变化。在进行路基土方工程的施工时，应根据设计要求对原场土进行合理开挖和填筑，确保土方开挖的深度和填筑的均匀性。采用适当的土方开挖和填筑工艺，避免因土方变形引起的工程问题。对于填筑工程，需在填筑过程中对填筑材料进行层层加压、夯实，确保填筑质量和均匀性，防止出现松散区、坍塌等问题。

### 2.3 机械设备状况

机械设备在高速公路路基施工中扮演着不可或缺的角色，其状况直接关系到施工效率和质量。机械设备在高速公路路基施工中包括挖掘机、推土机、压路机、装载机等多种类型，这些设备的正常运转直接关系到土方开挖、填筑和压实等施工环节，因此其状况的良好与否对整个施工过程至关重要。定期检查机械设备的状态是确保施工效率和质量的关键，在施工前需要对机械设备进行全面检查，包括发动机、液压系统、传动系统等方面，通过仔细检查，能够发现潜在故障，提前预防和排除可能影响施工的问题。

## 3 高速公路路基施工质量控制策略

### 3.1 建立完善的质量管理体系

高速公路路基施工质量控制是保障工程建设顺利进行和工程质量稳定的关键环节，为了建立完善的质量管理体系，需要从计划、流程、标准以及责任与权限等方面进行详细的规划和管理。制定质量管理计划是质量管理体系的基础，在高速公路路基施工中需要根据工程的具体情况和要求，确定质量管理的目标、任务、计划和时间表等。质量管理计划要充分考虑到施工环境、工程结构特点、材料要求等因素，以确保计划的合理性和可操作性。同时，建立质量控制流程和标准是实现质量管理的关键步骤，质量控制流程是指在整个施工过程中，从设计、采购、施工到验收等每个环节都有明确的控制步骤和程序。标准则是依据相关法规和工程技术规范，对施工过程中的关键节点、重要参数等进行规范和要求，通过制定明确的流程和标准，可以规范施工过程减少可能的质量风险。而明确责任和权限是贯穿整个质量管理体系的核心，在高速公路路基施工中，质量问题可能涉及设计、施工、监理、材料供应等多个方面。因此需要明确每个环节的责任人员，并确定其权责范围。质量管理体系中责任的明确有助于迅速发现和解决问题，提高整体管理效率<sup>[2]</sup>。除此以外，在质量管理体系中还需做好实时监控和数据记录，通过现代化的监控技术，可以实现对施工过程的实时监测，及时发现潜在问题。同时建立健全的数据记录系统，有助于对施工质量进行溯源和分析，为后期的经验总结和改进提供支持。

### 3.2 强化现场监督和检查

在高速公路路基施工中，强化现场监督和检查是确保施工质量的重要举措。现场监督和检查需要在施工的各个阶段全面展开，在土方开挖、填筑、排水、地基处理等关键技术环节，监督人员应当根据工程设计和技术规范对施工现场进行系统、全面的检查，通

通过对土方开挖的设备选择和操作方法、填筑材料的选用和压实工艺的控制、排水设施的设计和施工等方面进行详尽的监督，确保施工工艺的合理性和执行的规范性。现场监督和检查需要关注施工中的实际情况，及时发现和纠正问题。施工现场可能受到天气、地质等多方面因素的制约，监督人员需要具备一定的应变能力，根据实际情况调整监管策略。例如，在恶劣天气下，需要加强对排水设施的监督，防止因为降雨引发的施工安全问题。此外，对施工人员的技术操作、材料的质量、机械设备的运行状态等方面也需要进行及时的监督和检查，确保问题能够及早发现和解决。同时，还需要强化现场监督和检查，注重监督人员的专业素养，监督人员应当具备丰富的施工经验和深厚的专业知识，能够理解和解决施工过程中的技术难题，通过定期的培训和学习，提升监督人员的业务水平，使其能够胜任各类复杂施工环境下的监管工作。在进行现场监督和检查时，还需要注重与施工单位的沟通和协作。监管人员应当与施工方保持密切的联系，了解施工计划、进度、技术方案等信息，协助解决施工中的问题，促进项目的顺利进行。同时，要保持专业性和客观性，不偏袒任何一方，维护公正的监督环境。除此以外，对于现场监督和检查的结果需要建立健全的记录和反馈机制。及时记录发现的问题、整改情况、技术经验等信息形成完备的档案，进而在后续的施工过程中总结经验、改进管理措施，提升施工质量。

### 3.3 采用先进的检测技术和设备

采用先进的检测技术和设备是高速公路路基施工中确保工程质量的关键步骤，现代化的检测技术和设备能够提供更为准确、全面的数据，可以及时发现潜在问题，提高施工质量和效率。采用先进的检测技术能够提高数据采集的精准度，在土方开挖、填筑、排水、地基处理等施工过程中，通过高精度的测量仪器和传感器，可以实时获取各项工程参数。这些参数包括土方开挖深度、填筑厚度、地基承载力等，通过先进的检测技术监测这些参数的变化，确保其符合设计要求。同时，使用现代化的检测设备可以进行全面、多角度的施工质量评估，比如在土方开挖中，可以利用激光测距仪等设备对地表高程进行高精度测量，从而评估土方开挖的平整度和坡度。在填筑工程中，通过地质雷达等设备对填筑体的密实度和材料的分布情况进行全面扫描，确保填筑质量的均匀性。而且采用先进的检测技术还可以实现远程监测和实时数据传输，通过无人机、遥感技术等手段可以对施工现场进行全方位监测，获取大范围的数据。这样的实时监测有助于及时发现问题，采取有效的措施进行调整和纠正<sup>[3]</sup>。同时，

通过先进的通信技术可以将监测到的数据及时传输到相关管理人员手中，为决策提供科学依据。除此以外，在采用先进的检测技术和设备的过程中需要确保设备的可靠性和准确性。定期对设备进行维护和校准，保障其在施工场的正常运行。操作人员也需要接受专业培训，熟练掌握设备的使用方法和数据解读技能<sup>[4]</sup>。

### 3.4 加强与监理单位的沟通和协作

加强与监理单位的沟通和协作在高速公路路基施工中扮演着至关重要的角色，监理单位作为质量管理的重要组成部分，通过与施工单位密切沟通和协作可以共同推动施工质量的提升，确保工程达到预期的技术标准和质量要求。有效的沟通和协作能够消除信息不对称，降低施工风险，监理单位在工程管理中具有权威性和专业性，通过与施工单位及时、准确地分享工程信息、设计变更、技术要求等方面的信息，可以避免误解和偏差，减少施工中不必要的纠纷，从而保障工程的顺利进行。而且沟通和协作有助于解决工程实际问题，在施工中可能会遇到一些技术难题或变更需求，通过与监理单位及时沟通，能够得到专业建议和指导。监理单位可以根据其丰富的实践经验，提供解决方案，确保在不影响工程整体进度的前提下解决问题。此外，监理单位的监督和指导作用也是通过良好的沟通和协作得以实现的<sup>[5]</sup>。监理单位在了解施工单位的实际情况后，可以有针对性地提出改进建议，对施工中的不规范操作进行纠正，这种有力的监督作用有助于提高施工质量，确保工程的顺利进行。

综上所述，在高速公路建设中，路基施工是关键的施工环节，这一部分的施工质量直接关系到整个工程的可持续发展，通过研究关键技术和质量控制策略，可以有效提高施工质量，降低工程风险，推动高速公路建设向更安全、更可靠的方向发展。相关单位在未来的建设中应不断总结经验、不断创新，共同推动高速公路建设行业的发展。

## 参考文献：

- [1] 杨世杰.高速公路路基施工及质量控制技术[J].四川建材,2023,49(01):149-150.
- [2] 李忠秀.高速公路路基施工技术及质量控制探究[J].科学技术创新,2022(32):121-124.
- [3] 范鹏程.高速公路路基施工技术及质量控制分析[J].运输经理世界,2022(24):22-24.
- [4] 王明辉.高速公路路基施工技术及质量控制分析[J].运输经理世界,2022(20):20-22.
- [5] 罗翔.高速公路路基施工技术及质量控制分析[J].中国厨卫,2023,22(09):127-129.