

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 陈贵楚  
陈 洋 李 鹏 杨 璐 张 乐  
莫德姣 夏文龙 韩梦泽 蔡 鹏  
社长、总编：万江心  
编辑部主任：张琳玲  
编辑：周 罍 官慧琪 赵 天  
美术编辑：王 敏  
运营：秦 强 李瑞鹏  
外联：吴彩云 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：khgsblzz@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：5300004000063  
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 1 月 15 日  
邮发代号：64-72  
定价：15 元

## 版权声明：

稿件凡经本刊采用，如作者无版权特殊声明，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。

## 科技博览

- 001 道路桥梁施工中的软土地基处理研究  
..... 潘京哲
- 004 高压直流输电在新能源领域的应用研究  
..... 白玛央金
- 007 电力输配电线路中的节能降耗措施分析  
..... 黄天辰
- 010 超高层高强混凝土泵送的综合施工技术构架  
..... 柯绍宏
- 013 超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术思路  
..... 杜 彬

## 智能科技

- 016 通信电源技术在电网系统优化中的应用  
..... 胡国军
- 019 数控加工技术在机械模具加工制造中的应用  
..... 王永新
- 022 数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的应用  
..... 杨 艳 侯仁鹏
- 025 关于变频器在集中供热电气自动化控制中的应用分析  
..... 杨 毅
- 028 基于深度学习的发电机设备运行状态智能检测系统  
研究与应用  
..... 梁 云 张鹏伟 赵文辉

## 工业技术

- 031 道路桥梁和隧道施工难点及技术措施  
..... 蔡仁超
- 034 偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术探讨  
..... 刘文广
- 037 高层建筑超大深基坑土方开挖与支护技术探析  
..... 赵阳春
- 040 关于桥梁工程中钻孔灌注桩基础施工技术的探讨  
..... 赵云强

# 目录 Contents

- 043 市政工程桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁施工工艺探析..... 施连义  
046 34 米船闸全钢板护面闸室墙模板台车法一体化施工技术的应用 ..... 柴昶昶 魏文江

## 环境科学

- 049 环境工程大气污染防治策略探析..... 尹 航  
052 环保概念下的港口航道疏浚工程分析..... 蒋 斌  
055 高密度电法在城市工程地质勘察中的应用..... 吕 瑞  
058 城市水环境治理的点源控制及截污技术探讨..... 杨 锐  
061 我国挥发性有机污染场地修复中存在的技术问题及对策建议..... 包科科

## 科创产业

- 064 基于 EPC 总承包模式的全过程成本管控..... 魏宇辉  
067 建筑工程造价预算影响因素及解决对策..... 张 婧  
070 逆变器制造企业质量管理的优化对策分析..... 李晓天  
073 从专利角度分析家用吸尘器旋风分离技术发展..... 胡文强  
076 营销大数据在多元用户综合能源服务中的应用与价值分析..... 郭露方 马茗婕 张 航

## 管理科学

- 079 建筑施工中高大模板的安全控制措施..... 林 鷗  
082 BIM 技术在建筑工程施工管理中的应用..... 刘文帅  
085 医疗器械质量管理体系检查方法探析..... 雷王啸 王 鹏  
088 工程项目管理中实施工期控制策略探析..... 程家云  
091 土木工程施工管理中存在的问题与对策分析..... 席迎东  
094 中小型水利水电工程施工风险管理研究及应用..... 祝婷婷

## 科教文化

- 097 总体规划改革中的全域空间管控研究和思考..... 钟 超  
100 土地调查数据库在国土资源管理中的应用分析..... 余 杰  
103 基于虚实结合的数控教学创新模式探究..... 李润民 刘云龙  
106 校企合作模式在高职人才培养中的应用路径研究..... 夏少君  
109 外方审核为航空材料检测实验室带来的机遇与挑战..... 刘艳稳 张跃飞 董宗戈 张 明

## 科学论坛

- 112 路基加宽施工技术要点研究..... 孙文升  
115 悬浇连续梁的施工技术方案研究..... 韩 标  
118 电气化铁路牵引供变电技术..... 齐宇奇  
121 建筑电气节能创新设计及应用研究..... 廖树强 黄明芬 周寿杰  
124 建筑基础工程沉降缝的施工质量控制探讨..... 王文涛

# 道路桥梁施工中的软土地基处理研究

潘京哲

(中国铁建港航局集团有限公司, 广东 珠海 519000)

**摘要** 为从根源上有效降低道路桥梁路基出现沉降、变形的问题,提升软土地基施工的质量,保证工程建设施工的效率,本文对软土地基处理施工技术展开研究,阐述了软土地基处理的施工技术,探讨了各类施工技术的使用效果。在道路桥梁软土地基处理的过程中,施工人员应该贯彻落实施工标准,结合实际情况,采取切实可行的软基处理方式,保障道路工程整体质量及其施工效率达到设计要求。

**关键词** 道路桥梁施工;软土地基处理;强夯法;表层排水法;深层搅拌桩技术

中图分类号:U445

文献标识码:A

文章编号:2097-3365(2024)01-0001-03

在经济社会高速发展的背景下,道路桥梁工程的基础性作用愈发凸显,相关设施的建设不仅能够有效地促进当地经济的发展,同时对于人们的出行也将带来巨大的便利。但在道路桥梁建设阶段,软弱软土路基是比较常见的问题,相关区域的土壤间隙较大,且土壤的含水率较高,如果不进行有效的处理,将导致地基的稳定性受到巨大的破坏,降低道路桥梁的安全性。为了能够更好地保证道路桥梁建设的整体质量以及安全性,提高工程建设的效益,需要加强对软土地基处理工作的重视。

## 1 软土地基的定义

软土地基主要指的是含水量较高、结构较弱的土壤组成的地基,通常情况下软土地基具有较强的可压缩性能,但是土体的承载能力比较低。软土地基具有较强的流动性,主要是因为土壤中的孔隙非常多,并且土质较为松散引起的,特别是在下雨的天气下,大量的降水会增加软土地基的流动性。针对软土地基的流动性,主要体现在以下两个方面:首先,软土地基随着外界环境压力的增加,软土地基中的空气含量会愈来愈低,土层会随着空气的压缩情况而流动。其次,软土地基中的含水量非常大,当土壤中的水分蒸发扩散以后,路基当中的泥土就会开始移动,这也是软土地基流动性非常大的重要原因,软土地基在后续使用的过程中,路面上行驶的车辆也是导致路面压力增加的重要因素,当路面的压力达到一定程度之后,土质就会产生质变,这样就会在无形中改变软土地基的性质,导致其出现沉降的问题。因为道路桥梁结构会受到土质的影响,在后续使用的过程中就会出现各种各样的问题,为此,想要避免各项问题的产生,工作人

员应该对缺陷大小、软土地基的分布情况、泥土的方位走向等情况进行详细的分析,并且结合工程施工的具体情况,提出有效的解决措施,如果所采用的解决措施仍然不能更好地满足工程施工结构,应该安排专业的工作人员对其进行检查。

## 2 常见的软土地基处理技术

### 2.1 强夯法

在道路桥梁软土地基施工的过程中,强夯法是经常使用的施工技术,强夯法又称为动力固结法,在施工中可以使用大型履带式强夯机将重 8t~30t 的重锤从高处落下,这样可以对土体进行强力夯实施工,进一步提升工程地基的承载能力以及压缩模量,保证软土地基更加均匀,提升土壤的密实度,同时,还能有效改善土壤的孔隙。强夯法经常被应用到碎石土、砂土、湿陷性黄土等土体的施工中,具有施工周期短、施工效果良好、施工成本低的优势<sup>[1]</sup>。值得注意的是,在道路桥梁软土地基施工的过程中,强夯法施工的流程如下:(1)先对工程施工现场进行平整处理;(2)对第一遍夯实的区域进行标注,测量工程场地的高程;(3)起重机到指定位置,让夯锤对准夯实施工区域;(4)测量夯实施工之前夯锤点的高程;(5)提升夯锤到指定高度之后,使其自由落下,测量夯锤顶部的高程,如果基坑底部出现倾斜导致夯锤歪斜,应该对基坑底部进行找平处理;(6)根据工程设计规定的夯实点的次数以及控制标准对夯实点进行夯实处理;(7)利用推土机对基坑进行填平处理,并且测量场地的高程。在使用强夯法进行处理的过程中,应该从浅到深进行加固,并且利用推土机将夯实区域填平。在软土地基完成夯实施工之后,应该检查地基夯实施工的质量,

如果下层土体的密度比上层土体的密度高,则表示没有达到软土地基加固处理的条件,此时,还需要进一步使用强夯施工法进行处理<sup>[2]</sup>。

## 2.2 表层排水法

在对软土地基进行加固处理的过程当中,首先需要在土层的上方铺设一层砂垫层,这样可以起到阻水和排水的作用,从而有效地降低土壤当中的含水量,防止道路桥梁工程出现沉降等问题,为道路桥梁工程建设提供有利的条件。在软弱土层的非均质性地区,会突然出现结构失去稳定性或者沉降的情况。在对软土地基进行处理的时候,应该加强对衬砌材料的选择,这样才能够更好地提高土壤的抗碱强度以及承载能力。在对软土地基进行处理的过程当中,在上述基础上可以引入固结加固施工技术,加强对软土地基的排水处理,增加土壤的预应力,这样可以更好地提高道路桥梁路基施工的稳定性。此外,在对软土地基进行处理的过程当中,还可以使用竖向排水柱对土壤当中的水分进行排出加固处理,这样能够更好地提高地基的抗震强度,保证地基基础的稳定性与承载能力,从而使路基能够更好地承载车辆的荷载。经过实践证明,在对软土地基进行处理的过程当中,将表层排水技术与固结技术进行有效的融合,能够更好地提高路基的加固效果。

## 2.3 深层搅拌桩技术

在软土地基处理中使用深层搅拌技术,主要是采用搅拌机翼片旋转,将石灰或者水泥等固结剂与软土进行有效的融合,以此来达到加固软土的目的。主要的流程如下:首先,需要采用搅拌机翼片对土壤进行加固处理。其次,按照由下网上的原则提升搅拌轴旋转机翼片,之后再使用固化机将石灰或者水泥与软土进行有效的融合。最后,等到一定时间之后就会形成圆柱的加固土体。在软土地基处理中,经常在承载能力不大于120kPa的粘性土壤或者粉性土壤等土层当中<sup>[3]</sup>,对于含有氯化物等矿物质的粘性土以及具有腐蚀性的粘性土中,应该根据实际情况对土壤进行试验,确定土壤的适用性。目前,我国加固的深度可以达到12m左右。经过研究表明,深层搅拌技术在含有大量有机物或者含有大量硫酸盐的土中,不能达到预定的处理成效。深层搅拌技术在应用中具有施工成本低、减少沉降量、提升土壤稳定性的优势。

## 2.4 粉喷桩施工技术

在对软土地基进行处理的过程中,首先应该将路

面清洗干净,将一些坑坑洼洼的地方填平,之后再接好水电,尤其是需要保证软土地基施工过程中排水系统的正常运行,并且能够达到一定的净化污水的效果,之后在路基的纵坡平整出台阶,在进行上述工作的时候需要尽可能地避开水管电线,防止各类管道出现破坏的情况。在软土地基施工的过程中,应该根据工程建设的实际情况,对预先制定的施工计划进行合理的调整,选择出最适合工程的施工技术,保证软土地基施工能够达到预定的质量要求。做好软土地基施工技术的管理,为软土地基施工提供良好的保证<sup>[4]</sup>。如果在软土地基施工的过程中出现河道或者池塘,应该立即将水排干净,之后再填坑,进行夯实施工,这样才能更好地保证工程后续施工的顺利进行。在粉喷桩施工的时候,为了能够保证工程施工的质量,应该合理地控制粉体计量,喷粉施工需要保证一定的持续性,并且粉分配需要合理,保证水泥使用量能够达到工程建设的标准,可以通过钻进的多少和电子秤测量协同完成调节,保证粉喷施工能够满足工程建设的各项指标,当工程钻进到一定程度后,应该保持2min,这样能够起到加固的作用,当加固材料达到一定的深度之后,将施工材料搅拌均匀,之后再继续进行喷粉施工。

## 2.5 加筋土法

加筋土法主要是在施工的过程中,在土层埋设具有高抗拉强度的拉筋,借助土壤颗粒与拉筋之间的摩擦力形成一个总体,更加有效地强化土体的稳定性。加筋土法在应用的过程中具有很强的适用性、施工结构简单、方便施工、施工质量容易控制等优势。在对加筋土进行设计的过程中,应该从以下方面入手:首先,根据工程实际情况确定拉筋的材料种类与尺寸、拉筋铺设的范围与区域等,合理安排加筋土施工的方法、施工中需要使用的机械设备、生产程序。其次,深入分析土壤的成分与强度、拉筋施工的材料种类与具体的施工技术指标、加筋土施工的结构形式与铺设方法、工程具体的施工环境等方面,并以此为基础,科学合理地进行加筋土设计。最后,对土工合成材料的性能、受荷载的形式、具体的使用时间、大小等情况进行详细的研究,并且围绕具体的施工标准进行合理的测试。此外,加筋土挡墙与普通的挡墙相比,加筋土挡墙施工更加复杂,计算公式多,为此,施工人员应该加强对施工质量的控制,重视施工过程中的各项细节,并且采取有效的防护措施,提升道路桥梁路基施工的稳定性的。

## 2.6 沉降控制措施

在软土地基施工中,沉降是非常重要的问题,为了能够更好地防止路基出现沉降的情况,保证路基的稳定性,可以通过采用以下两种方式对路基沉降进行控制。

1. 预压以及预应力技术。预压与预应力技术在使用中是一种常见的沉降控制措施。在软土地基施工的过程中,通过施压相应的压力与应力,能够促使土壤颗粒之间进行重新排列与压实,这样能够更好地降低地基出现沉降的情况。预压与预应力技术在应用的过程中,能够更好地降低软土地基的沉降量,并且提升地基的稳定性与承载能力。

2. 沉降观测和监测。在对软土地基施工沉降进行控制的过程当中,应该加强沉降观测与监测<sup>[5]</sup>。该方法主要应用于监测道路桥梁软土地基的沉降情况。通过合理安装观测点或者传感器的方式来实时监测路基的沉降变化,并且采取有效措施进行处理。对路基的沉降进行观测与监测,能够及时了解到软土路基的实际情况,对路基的沉降速度进行合理的评估,当路基的沉降速度过快时,可以根据实际情况选择合理的处理措施,保证桥梁路基施工的质量,为人们的安全出行提供保障。

## 3 道路建设中软土路基的施工要点

本项目道路软土路基阶段主要分布在水田地段,地势较为平缓,在对该软土路基水文地质条件进行调查分析之后得出:软土路基地质属于浅层软土与不均匀地基,含水量较多,土质孔隙率较大,压缩性较高,所需处理地基长度为 200m,宽度为 46.5m。

### 3.1 软土路基施工之前的准备

在对道路桥梁施工质量进行控制的过程中,软土地基施工质量控制是非常重要的环节,在对软土地基进行施工之前,需要对施工现场的土质进行详细的勘察与设计,保证地质勘察报告的准确度,并以此为前提做好软土地基施工的准备。根据软土地基施工的地质特点:

1. 要对施工现场进行详细的勘察,确定软土地基的位置、施工范围等。

2. 做好相应的准备工作,在软土地基正式施工之前,应该将相应的资料上报给上级主管部门。

3. 做好排水沟等基础设施的建设,保证施工材料的运输安全,保证软土地基施工的质量能够达到合格标准。

4. 对软土地基进行检测,查看其是否存在变形、位移等情况。

### 3.2 换填法软土路基施工技术

该软土地基回填采用砾石土与石渣,保证换填材料的强度与体积满足换填要求,采用分层填筑的方法,以机械配合人工共同完成回填工作。分层填筑的松铺厚度一般保持在 50cm 左右,做好石料运输的路线准备工作,专人指挥石料运输与填充,设计回填宽度为 50cm,施工完成后适当刷去部分,为后续路基填筑留下空间。换填按照“四区段,八流程”的作业方式进行施工,填土区段、整平区段、碾压区段、检验区段,根据测量放线、地基处理、分层填土、摊铺平整、洒水晾晒、碾压密实、检验签证、路基整修进行标准施工。换填区的碾压施工非常重要,在碾压施工过程中,采取先低后高、由外到内、先慢后快的方式进行碾压,为提升碾压质量,先用静态碾压促进压实,再采用震动碾压进行重复操作,需要注意各个碾压阶段应重复碾压,避免出现压实不到位的情况。

## 4 结语

综上所述,随着我国社会经济的快速发展,我国交通行业也得到了进一步的发展。在这个背景之下,道路桥梁工程建设的规模也在逐渐扩大,软土地基的稳定性与安全性会影响到道路桥梁工程施工的整体质量,为此,如果想要提升道路桥梁软土地基施工的稳定性,最大程度地降低道路桥梁施工中存在的安全隐患,施工人员需要加强对软土地基施工技术的研究,充分掌握各项施工技术的要领,结合工程实际情况选择合适的处理措施,从根源上保证道路桥梁软土地基施工的稳定。

## 参考文献:

- [1] 李斌. 道路桥梁工程中软土地基的施工处理技术研究[J]. 河南科技, 2020(02):98-100.
- [2] 李佳. 公路路基路面设计中的软基处理问题与优化对策[J]. 工程建设与设计, 2021,69(04):87-88.
- [3] 张慧, 秦通. 市政道路设计中软土路基处理的方法探讨[J]. 科技创新导报, 2020,17(18):7,9.
- [4] 张保俊. 道路桥梁施工中的软土地基处理技术[J]. 地产, 2019(19):142.
- [5] 管诚, 岳艳军, 宋立新, 等. 软土地基加固技术在市政道路施工中的应用[J]. 建筑技术开发, 2021,48(11):161-163.

# 高压直流输电在新能源领域的应用研究

白玛央金

(国网西藏电力有限公司电力科学研究院, 西藏 拉萨 850000)

**摘要** 高压直流输电技术在新能源领域发挥着重要的作用。本文研究了高压直流输电在新能源领域的应用, 包括新能源并网、分布式供电系统和跨区域输送可再生能源等方面。通过案例分析, 探讨了高压直流输电技术的实际应用和解决方案。研究表明, 高压直流输电技术对于新能源领域的能源利用和可持续发展具有重要意义。

**关键词** 高压直流输电; 新能源; 分布式供电系统; 跨区域输送; 可再生能源

中图分类号: TM8

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0004-03

随着人们对可再生能源的关注度不断提高, 新能源领域的发展越来越受到重视。作为一种清洁、高效的能源输送方式, 高压直流输电技术在新能源领域具有广泛的应用前景。文章将介绍高压直流输电在新能源领域的应用潜力, 并探讨其在新能源并网、分布式供电系统和跨区域输送可再生能源等方面的应用研究。

## 1 高压直流输电在新能源领域的应用潜力

高压直流输电在新能源领域具有广泛的应用潜力和发展前景。首先, 与传统的交流输电相比, 高压直流输电的输电距离可以达到数千公里, 能够有效地减少功率损耗, 特别适合于长距离、大容量的输电需求。在新能源领域, 由于风能、太阳能等可再生能源往往分布较为分散, 因此高压直流输电技术可以有效地解决新能源发电的远距离输送问题<sup>[1]</sup>。其次, 高压直流输电具有较小的输电损耗, 特别是在输送相同功率的情况下, 高压直流输电的损耗要明显低于交流输电。这对于新能源发电来说非常重要, 因为新能源发电的功率输出容易受到天气、光照等因素的影响, 高压直流输电能够更好地适应这种波动性的功率输出。再次, 高压直流输电的电弧具有强大的穿透能力, 能够提高输电线路的负载能力和输电效率。在新能源领域, 由于新能源发电的输出功率容易受到外界环境的影响, 因此高压直流输电的这一特点能够更好地适应新能源发电的需求。同时, 高压直流输电技术可以促进可再生能源的发展和优化能源结构。通过高压直流输电技术, 可以将新能源发电更加便捷地接入电网, 并且可以实现新能源发电与常规能源的互补, 提高能源利用效率。最后, 高压直流输电系统具有较小的电磁辐射, 对周边环境的干扰相对较小。在新能源领域, 由于新能源发电本身具有环保、清洁的特点, 因此高压直流输电

技术的这一特点能够更好地发挥新能源发电的优势。

## 2 高压直流输电在新能源领域的应用研究

### 2.1 新能源并网

1. 并网方案设计, 在设计高压直流输电在新能源并网的应用方案时, 我们需要考虑以下几个方面: 首先, 需要确定新能源发电系统与电网的接口, 包括电压等级、电流类型、接口形式等。根据新能源发电系统的规模、位置和特点, 选择适合的并网接口。其次, 电力电子变换器是高压直流输电的核心设备, 需要根据并网接口的参数要求, 设计合适的电力电子变换器。同时, 需要考虑电力电子变换器的效率、损耗和可靠性等因素。最后, 新能源发电存在间歇性和波动性, 对电网的稳定性带来影响。因此, 需要采取措施对系统的稳定性进行控制。可以采用动态无功补偿装置、直流电流控制系统等措施, 提高系统的稳定性。同时, 为了满足电网对电能质量的要求, 需要对电能质量进行控制<sup>[2]</sup>。可以采用先进的逆变器和电能质量控制系统, 确保发出的电能质量符合标准。同时, 在受电端设置电能质量监测装置, 对接收的电能质量进行实时监测和调整。在方案设计过程中, 需要考虑能耗与效率的优化。可以通过选择高效的电力电子器件、优化线路布局和减少能量损失等方式, 提高高压直流输电系统的能效。总之, 通过科学合理的方案设计, 可以实现新能源发电的高效利用和电网的安全稳定运行。

2. 并网技术难点与解决方案, 在新能源并网中, 由于新能源如风能、太阳能等, 发电的功率输出容易受到天气、光照等因素的影响, 导致功率波动和不稳定, 这是其中一个技术难点和挑战。同时, 新能源发电的并网技术还需要考虑电网的稳定性、电能质量等问题, 这给并网带来了额外的复杂性。针对这些问题, 我们

可以采取直接力矩控制的技术。在直接力矩控制中,首先,要对电机的扭矩进行测量和计算。扭矩测量可以通过使用相应的传感器来实现,例如电磁式扭矩传感器或光电式扭矩传感器等。这些传感器可以安装在电机输出轴上,通过测量轴的扭转角度或转速来推算出扭矩。其次,根据电机的转速和负载情况,通过控制算法计算电机的扭矩,可以通过电机的动态模型和相应的控制算法来实现。例如,基于矢量控制的控制算法可以将电机的电流分解成直流量和交流量,然后通过控制直流量和交流量的幅值和相位来调节电机的扭矩。接下来,根据扭矩计算结果,对电力电子变换器的输入电流进行控制。电力电子变换器是实现电机控制的核心部件,它可以实现将电源的电转换成适合电机的电流和电压。通过调节 PWM (脉冲宽度调制) 信号的占空比,可以实现对电力电子变换器输入电流的精确控制。在直接力矩控制中,实时调整是非常重要的。根据电机的运行状态和负载变化,实时调整控制策略可以确保电机扭矩的准确控制<sup>[3]</sup>。例如,当负载增加时,可以增加 PWM 信号的占空比,从而增加电力电子变换器的输入电流,进而增加电机的扭矩。这种技术的研发和应用对于推动新能源产业的发展具有重要意义。

3. 案例分析——中国“风电北送”工程,在中国的“风电北送”工程中,北方地区的风能资源非常丰富,为了充分利用这些资源,同时满足南方地区的电力需求,该项目采用了高压直流输电技术进行风电输送。在该项目中,风力发电机组在北方地区的风电场中安装,当风力充足时,风能发电的电力通过整流器转换为直流电,然后通过高压直流输电线路输送到南方地区,这个过程使用了先进的电力电子变换器和控制系统,确保了电力输送的稳定性和可靠性。在电力输送完成后,南方的电力系统可以顺利地接收并使用这些清洁的电能。这个项目的实施,不仅满足了南方地区的电力需求,同时也促进了北方地区的风电产业发展。这个案例表明,高压直流输电技术在新能源领域的应用是非常成功的,它解决了新能源发电的波动性和不可预测性问题,提高了电力输送的效率和可靠性。同时,它也证明了新能源领域与高压直流输电技术的结合是非常有前景的。

## 2.2 分布式供电系统

1. 分布式供电系统中的应用方案,在分布式新能源供电系统中,高压直流输电的主要应用方案包括以下几点:第一,利用高压直流输电线路将新能源发电站与城市电网连接起来。考虑到新能源发电的不稳定

性,这种输电方式能够最大限度地减少能源传输过程中的损失。第二,在新能源发电站和城市电网之间设置电力电子变换器,以实现直流电和交流电之间的转换。这样,新能源发电站产生的直流电可以通过变换器转换为交流电,然后输送到城市电网。第三,通过建立远程监控系统,实时监控高压直流输电线路的运行状况,以及电力电子变换器的运行数据,一旦发现异常情况,可以立即采取措施进行处理。

2. 技术难点与解决方案。首先,由于风能和太阳能等新能源具有波动性,导致电力供应不稳定。为了解决这一问题,可以采取储能技术,如电池储能和飞轮储能等,来平衡电力供应和需求。电池储能系统可以通过充电和放电来平衡电力供应和需求,飞轮储能则可以利用高速旋转的飞轮来存储能量,并在需要时释放。此外,超导储能也是一种具有潜力的技术,它利用超导体的零电阻特性来传输电能,具有高效率、大容量和快速充放电等优点。在降低电力电子变换器能量损失方面,研究和开发更高效的电力电子器件和冷却技术确实是非常重要的。例如,碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)等宽禁带半导体材料具有更高的耐压能力和更低的导通损耗,可以大大提高电力电子器件的效率。同时,研发先进的冷却技术,如液体冷却、热管冷却等,可以帮助降低变换器的工作温度,从而降低能量损失。关于提高高压直流输电系统的可靠性,加强设备的质量控制和运行维护工作是必不可少的。例如,对关键设备进行定期检查和维修,及时发现和解决潜在问题,可以增强系统的稳定性。同时,采取多种措施来提高系统的稳定性也是非常关键的。引入先进的控制算法可以帮助优化系统的运行状态,而保护装置可以在系统发生故障时快速切断电流,保护系统和人员的安全。

3. 案例分析——上海市分布式海洋能供电系统项目。上海市位于长江入海口,拥有丰富的海洋能资源。为了开发利用海洋能资源,该区政府决定在辖区内实施一项分布式海洋能供电系统项目。该项目主要利用海洋能发电机组产生电能,通过电力电子变换器将直流电转换为交流电,然后通过低压配电线路输送到用户端。在项目的初期,首先在海岸线附近安装了海洋能发电机组,总装机容量达到数兆瓦。这些海洋能发电机组产生的电能一部分用于为当地的设施和居民提供日常用电,另一部分则通过并网发电系统卖给国家电网。通过以上案例,我们可以看到高压直流输电在分布式新能源供电系统中的应用在不同城市和地区都取得了显著的成果。这些项目不仅提高了能源利用效

率,降低了能源成本,还促进了可再生能源的发展,为城市的可持续发展做出了贡献。

### 2.3 跨区域输送可再生能源

1. 高压直流输电在跨区域输送中的技术方案。高压直流输电(HVDC)是一种有效的输电方式,适用于跨区域输送可再生能源。在跨区域输送中,HVDC技术方案主要包括以下几个方面:第一,根据需要输送的能量量、距离和地理条件,对输电线路进行规划和设计,选择合适的线路路径和导体类型,以最大化输电效率和稳定性。第二,换流器是HVDC输电系统的核心设备,用于将交流电转换为直流电或反之<sup>[4]</sup>。根据输送能源的特性和需求,设计合适的换流器,以满足系统的电力电子需求。第三,控制系统用于调节和稳定HVDC输电系统的运行。设计一个可靠的控制系统,能够实时监测和调节输电线路的电压、电流和相位等参数,以保证系统的稳定性和可靠性。第四,保护系统用于应对突发的故障和异常情况。设计一套完善的保护系统,能够快速检测和处理各种故障,如短路、断线、过载等,以保证输电系统的安全和稳定。第五,建立一个高效的调度和控制系统,对输电系统进行实时的监控和管理。通过与电力市场的协调,实现能源的高效调度和输送,以满足不同地区的需求。

2. 技术难点与解决方案。在跨区域输送中应用高压直流输电技术存在以下技术难点:高压直流输电过程中存在一定的能源损耗,如何降低损耗和提高输电效率是技术难点之一。解决方案如下,在高压直流输电过程中,由于电流的电阻和传输线路的阻抗,电能会以热能的形式损失掉,这种损耗在长距离、高电压的传输中尤为明显。为了降低这种损耗,提高输电效率,我们可以采用新型的导体材料,其中一种新型导体材料是超导材料。超导材料在低温下具有几乎为零的电阻,因此电能传输过程中的损耗可以大大降低。相比传统导体材料,超导材料具有更高的载流能力和更低的损耗,因此可以有效地提高输电效率。在实际应用中,我们可以考虑将超导材料应用于高压直流输电线路中。通过采用超导导线来替代传统的铜、铝导线,可以大幅降低传输过程中的能源损耗。同时,由于超导材料的零电阻特性,还可以提高线路的传输容量和稳定性。通过应用超导材料等新型导体材料,可以提高输电效率、降低能源损耗并减少对环境的影响。

3. 案例分析——Ticma 太阳风能项目。该项目位于西班牙和摩洛哥之间,通过跨区域输送可再生能源,将西班牙的太阳能和风能输送到摩洛哥。该项目包

括一个太阳能电站和一个风能发电站,总装机容量为2GW。太阳能电站和风能发电站分别位于西班牙和摩洛哥的边境地区。通过一条1500kV的高压直流输电线路将电能输送到摩洛哥。首先,在西班牙和摩洛哥的边境地区选址并建设太阳能电站和风能发电站,采用高效能的太阳能电池板和风力发电机等设备。同时建设相应的电力电子变换设备,将直流电转换为交流电。其次,在电站和摩洛哥之间建设一条1500kV的高压直流输电线路,确保电能稳定传输。同时建设相应的换流站和直流变压器等设备,实现电压的变换和电流的转换。在受电端设置电能质量监测装置,对接收的电能质量进行实时监测和调整<sup>[5]</sup>。该项目成功实现了西班牙太阳能和风能电能的跨区域输送,并通过高压直流输电技术将电能稳定地输送到摩洛哥。该项目的实施不仅提供了可再生能源的有效利用途径,还降低了摩洛哥的碳排放和能源成本。同时,该项目为高压直流输电技术在新能源并网中的应用提供了有益的实践经验和技术参考。

### 3 结论

高压直流输电技术在新能源领域具有广泛的应用前景,其在新能源并网、分布式供电系统和跨区域输送可再生能源等方面都具有重要的应用价值。通过解决技术难点和优化方案,高压直流输电技术可以为新能源领域的能源利用和可持续发展提供有效的支持和解决方案。本文所介绍的案例分析表明,高压直流输电技术在新能源领域的应用已经取得了一定的成果,同时也为未来的研究方向提供了参考。随着技术的不断进步和应用的不断深化,高压直流输电技术在新能源领域的应用将进一步拓展和提升。

### 参考文献:

- [1] 崔陆兵. 新能源发电高压直流输电系统并网稳定性研究[J]. 自动化应用, 2022(06):108-110.
- [2] 蔡晖, 彭竹弈, 张文嘉, 等. 柔性直流输电技术在江苏电网的应用研究[J]. 电力电容器与无功补偿, 2021, 42(02):90-94, 100.
- [3] 刘春堂. 探讨特高压直流输电技术现状及在我国的应用前景[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2021(09):369-370.
- [4] 省天骄, 李积泰, 权慧娟, 等. 适应高比例新能源直流外送输电能力提升的分布式调相机配置方法研究[J]. 青海电力, 2023, 42(02):1-7.
- [5] 饶宏, 黄伟煌, 郭知非, 等. 柔性直流输电技术在大电网中的应用与实践[J]. 高电压技术, 2022, 48(09):3347-3355.

# 电力输配电线路中的节能降耗措施分析

黄天辰

(滁州市智宏工程咨询有限公司, 安徽 滁州 239000)

**摘要** 作为输配电线路的重要组成部分, 节能降耗技术实施的目的在于降低电能损耗, 优化线路运行效果, 在经济效益和社会效益之间寻求有效平衡, 因此输配电线路节能降耗技术具有极大的研究价值。文章将研究视角集中在输配电线路方面, 指明节能降耗对电力系统完善、社会发展的重要作用, 结合输配电线路实践提出能源降耗的优化策略, 希望此次研究能够为促进输配电线路节能降耗提供参考。

**关键词** 电力系统; 输配电线路; 节能降耗

**中图分类号:** TM72

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)01-0007-03

电力是社会发展的核心能源, 稳定的高质量电力供应已经成为各行各业发展的根本, 为各行各业的繁荣发展提供了良好支持。为了保障稳定的能源供应, 输配电线路质量在电力系统当中的作用越发突出。受到客观因素的影响, 线路受损问题未能得到有效解决, 为此需要重视输配电线路电能损耗管理, 从技术、规划等不同角度提出优化管理措施, 为社会经济的发展提供稳定的高质量能源支持。

## 1 输配电线路电能损耗

电力系统由多个环节共同构成, 包括发电、输电等, 不同环节的电力运行均会造成一定损耗。随着生态意识的不断提高, 电能损耗已经成为衡量电力系统的重要指标, 想要为社会各界的发展提供稳定的能源供应, 必须有效控制输配电线路的电能损耗, 获得持久的社会效益。我国经济高速发展, 发电基础在技术性、环保性等方面已与国际相互接轨, 但是输配电线路的线损问题却依旧存在, 远超出发达国家电力公司的 3%。结合电量损耗情况可知, 我国每年电能损耗高于发达国家 450 亿 kW·h。配电变压器是输配电环节的重点设备, 其运行时间与能耗与变压器的节能潜力有极大关系。统计结果显示, 节能型变压器的电能损耗比普通变压器低 30%, 具有明显的能源节约效果。

## 2 输配电线路节能降耗技术分析

### 2.1 输配电线路节能降耗改造

#### 2.1.1 线路架构优化

线路结构优化可从导线截面角度入手, 截面的增加能够有效降低电阻, 同时也是减少能源消耗的有效方法。线路梳理需要规避迂回电路, 迂回电路的存在

会提高供电距离, 电力的运输也会伴随着更大的消耗, 为此需对现有线路结构进行重新规划, 最大程度地降低供电损耗<sup>[1]</sup>。

#### 2.1.2 节能变压器的使用

根据变压器电能损耗情况, 可将其分为变压器铁芯磁滞与涡流损耗、与设备电能负荷相关的电能损耗两大类, 前者是因为电压变化幅度小, 可将其电能损耗纳入不变损耗范畴, 难以采用调整方法来降低损耗。后者是变压器负荷变化而导致的可变损耗, 具体的控制过程可以从变压器负荷、铁心材料优化两个角度入手, 达到降低损耗的最终目的。

#### 2.1.3 电网升压改造

将整体负荷功率设为不变, 电网电压的提高能够有效降低电网元件的电流。结合输配电线路电能损耗情况可知, 电压会对电能损耗产生直接影响, 提高电压的措施能够有效降低线损率。如果条件允许, 可以进一步优化高等级电压电网, 在投资节约以及现存减少方面都具有明显效果。如果能够完善电网电压, 那么电网时空错峰调节的效益也能够得到最大化。国外经验显示, 特高电压网在实践当中的运用具有节约土地资源、降低输电成本、减少输配电线路损耗的作用<sup>[2]</sup>。

## 2.2 电网运行方式优化

### 2.2.1 环网运行方式的调整

合理的运行方式是降低输配电线路电能损耗的有效方法, 为提高电路运行质量, 可以通过环网、备用等方法来有效降低电能损耗。通过对城市电网以及组网运行情况进行分析, 环形电网有功、无功功率, 流向存在客观差异, 如果无功补充不足, 那么就会造成大量无功功率串功, 会提升整体的电能损失。为达到

降本增效的效果,可以对环网运行方式进行优化,通过流向的改变来降低整体的损耗。

### 2.2.2 供电线路调整

高低压电磁环网能够连接电压等级不同的线路,以此来达到并联运行的效果。开启系统电磁环网后,能够有效提高电力系统的稳定性。在经济条件允许的情况下,调整输配电线路时可以采用最短距离供电方法,尽可能降低跨区域供电、交叉供电等情况,原因在于此类现象会提高整体的电能损耗。

### 2.2.3 线路电压调节

运行电压会对输配电线路电网元件空载、负载等环节的电能损耗产生极大影响。如果保持供电负荷不变,随着运行电压的增加,负载消耗量将会随之降低。当运行电压与额定电压保持接近状态,如果采用提高变压器电压的方法,就会提升空载损耗。一般情况下,空载损耗在总损耗当中的比例高达80%,为了达到节能降耗的效果,可以进一步提升运行电压方法。值得注意的是,电能损耗与变压器的不平衡度有很大关系,所以需要采取有效措施降低不平衡度,以免造成过多的电能损耗。

## 2.3 无功平衡与无功补偿

通过对输配电线路线损情况进行分析,可了解大量无功功率是造成线损的核心原因,想要达到降低损耗的效果,必须强调无功功率的平衡性。一般情况下,线路电压在220kV以上,可将其功率控制在0.9~0.95之间。为了提高电压的稳定性,可以将无功静止补偿器与调压变压器加装在枢纽变电所,进一步增强整体的管控效果。用户负荷会对无功功率产生极大影响,所以在能耗降准的时候,可以进一步加强功率因素管理,在功率因素的基础之上,实施电价奖惩措施,如果用户功率因数高于基准值,便可适当减免电费,反之则需要征收电费,经济方法在实践当中的运用,能够有效调节用户用电情况,同时也是降低线损的有效方式。

## 2.4 节能降耗的管理对策

(1) 指标管理。从管理角度需要加强现存计算,明确理论指标和实际指标之间的具体差异,同时根据年、季、月提供线损控制目标,加强基层部门管理。现场管理时还可以进一步增加电压合格率、电容使用率等相关因素,提高整体的管理质量;(2) 无功管理。无功管理是电力企业管理的关键,用户关心的是功率因素,但却不重视无功,在具体管理时可以采用双向无功电表,主要适用于用量总量大且功率因数趋近

于1的用户,以此来选择科学合理的电容器投切方案;

(3) 谐波管理。电网非线性用电负荷增加后,谐波污染会对配电系统产生直接影响,功率因素下滑,会进一步增加电能损耗,为此需加强谐波分析,有效控制电能损耗,达到节能降耗的效果<sup>[3]</sup>。

## 3 实例分析

### 3.1 项目概况

某项目输配电线路改造长度为5km,为降低电能损耗,将根据项目工程实践,对线路改造情况进行优化,达成节能降耗的最终目标。线路改造方案编制时,将选择大截面,担心分裂绝缘导线,以10m为架空高度完成线路的架空铺设,避免出现线路交叉等情况,最大程度地延长限度使用寿命。配电电压规划配置时,将对电力调度进行不断调整,以此来达成运行数据的动态采集,科学降低电能损耗。考虑到存在长距离的运行问题,为了缩短线路距离,将串联补偿技术与配合同塔多回路技术,提高系统运行的稳定性。除此之外,根据项目工程实践更换了原有的铁磁改料,同时在线路相应节点增加了滤波器,能够有效降低线路损耗。该项目投产后取得明显效果,上半年的综合线损实现明显下降,由4.89%降至4.51%,年运行费用降低16.5%,节约电量637.9万kW·h。

### 3.2 节能降耗技术在电力工程输配电线路中的具体应用策略

#### 3.2.1 实行电网合理规划

(1) 电压将直接作用于电能损耗结果,如果电压过高,必然会造成电能损耗的继续增加,无法满足电网的稳定运行。所以需要科学控制配电电压,同时结合电流电压检测技术、在线监控技术,加强电网全过程管理,达到降本增效,减少损耗的效果。具体来说,该项目选择双绕组变压器以后,有效降低了调压器的短路抗阻,同时增加了开关,不仅能够有效调压,同时线路保护效果也得以提升;(2) 无功电流与电能损耗直接相关,根据电网运行状态,采用了无功补偿形式,综合考虑电网运行情况,对其进行合理设计,不仅提高了电压的整体稳定性,同时在损耗减少方面也取得了明显成果。举例来说,某项目采用多级投切方式达成无功补偿,不仅能够实现三种补偿容量,同时也提高了电容器的利用率,损耗管控效果明显;(3) 长距离输电线路是工程当中的常见问题,为优化线路电抗将采用串联补偿技术,以此来缩减传输距离,保障电力系统的稳定性,同时还能够为资源的优化配置提供

良好支持。某线路改造工程在推进时,便采用该方法节省了大量的资源和成本<sup>[4]</sup>。

### 3.2.2 优化输电线路导线选材设计

1. 导线截面将直接影响输电线路运行情况,为满足项目运行需求,将采用大截面导线来优化输配电线路设计,然后根据逐段计算法获取最佳的有功功率值,考虑到电抗值受线路长度变化影响较小,可将其节约的无功功率和综合功率忽略不计。如果将输送负荷设置为恒定值,大截面导线更换后,线路电阻线损将得到明显降低,可将其功率损耗百分比计算公式总结如下:

$$\Delta P\% = \left(1 - \frac{R_2}{R_1}\right) \times 100\%$$

2. 绝缘导线架空设计。(1) 绝缘导线是保障供电质量的有效方法,原因在于该种措施能够尽可能地降低外力或者操作失误而形成的短路,同时也能够有效降低合杆线路操作造成的停电频率,能够减少后期的维护频率;(2) 为了方便铺设工作的开展,线路杆塔将采用沿墙敷设形式,该方法不仅能够有效降低线路损耗,同时也让线路架设的外形更加美观;(3) 架空设计与电能损耗也有很大关系,该项目采用了成束绝缘导线,明显缩短了导线之间的间隔,在电能损耗管理以及电压损失管理方面取得明显成果;(4) 线路的使用寿命是线路搭设时需要重点考虑的问题,绝缘材质的导线具有诸多优势,例如耐腐蚀、耐潮性能强等,这些优势决定了输配电线路在实践当中的运用不仅能够具备良好的使用寿命,同时也能够在实用性、经济方面取得明显成果。

3. 输配电线路设计时采用了单心分裂绝缘导线,通过低压分裂导线完成整体设计,具体优势如下:(1) 电压小能够有效降低整体的损耗。相较于常规导线而言,分裂导线供单相负荷的,电抗数值相对较小,损耗降低 80%,其供三相负荷的电抗也能降低 65%,如果三条分裂导线同时供三相负荷,电抗降低为 28% 左右;

(2) 载流量较大。如果保持截面相同,分裂绝缘导线的流量更高;(3) 良好的绝缘性能能够为系统的供电提供保障;(4) 较好的综合性能能够在漏电损失防范等方面发挥有效作用,能够为电能供应提供良好的保障<sup>[5]</sup>。

### 3.2.3 选用无磁化金具

1. 材料的相对陶瓷存在客观差异,铁磁材料导磁在 250~1000 之内,而对于铝材料和铜材料来说,相对导磁为 1,想要获得更大的磁感应强度,便可采用铁磁材料制作金具,感应电动式公式如下:

$$E = k \frac{d\phi}{dt} = -k\mu_1\mu_2 H \frac{ds}{dt}$$

金具电阻中涡流发热表明电能向热能转化,说明存在电能损耗,甚至还会因为导线过热而造成一系列的故障。根据上述公式分析,可以了解到感应电动势与导线电流、材料相对导磁率存在正相关关系,所以金具的制作可以采用铝合金、低磁钢等,为电能损耗的管理提供了良好保障。

2. 无磁金具在制作使用的过程中,需要重点关注材料的把关,目前的常见材料是铝合金,具有高强度、耐热的优势,是优化输电线路配置的有效方法。考虑到成本管理问题,在进行无磁金具制作时,可以选用切断金具、低磁材料,在成本管理方面具有明显的效果。

### 3.2.4 降低线路损耗技术方法

导线长度与线路损耗有很大关系,适当地缩短导线长度能够减少材料的消耗,降低整体的运行成本。其次是采用提高功率因素的方法,用电设备的运行会产生感性负荷以及无功电流,连接用电设备时会存在额外的能源消耗,如果在输配电线路中增设电容补偿柜,就能够将功率因数提高至 0.85,相较于早期 0.6 的功率因素而言,整体的线路损耗降低了 35%。最后是抑制谐波电流,滤波器在供电系统中的运用能够有效降低电能消耗,是保持电力系统稳定运行的良好保障,不仅能够优化输电线路建设,同时也能够达成降低损耗的目标。

## 4 结语

综上所述,节能降耗是输配电线路管理当中的重点指标,文章以输配电线路节能降耗技术作为研究的切入点,指明节能降耗对输配电线路优化的重要性和必要性,同时提出优化措施,提升整体的线路运行质量,延长线路的使用寿命。随着社会环保意识的不断增加,人们对节能降耗有了更加深入的认识,相信输配电线路电能损耗技术在实践中必然具有广阔的发展前景。

## 参考文献:

- [1] 赵晓艳,刘攀,张虎. 电力输配电线路中的节能降耗研究[J]. 新型工业化,2021,11(07):134-135.
- [2] 谢辉. 电力系统中输配电线路的节能降耗技术研究[J]. 低碳世界,2021,11(05):67-68.
- [3] 张吉昊. 节能降耗技术在电力工程输配电线路中的应用探究[J]. 通讯世界,2019,26(10):215-216.
- [4] 王振宇. 节能降耗技术在电力工程输配电线路中的应用分析[J]. 科学技术创新,2019(22):188-189.
- [5] 赵云鹏. 电力输配电线路中的节能降耗技术措施探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版),2019(24):8.

# 超高层高强混凝土泵送的综合施工技术构架

柯绍宏

(安徽天润建筑工程集团有限公司, 安徽 合肥 230000)

**摘要** 在超高层建筑中, 高强混凝土作为主要结构材料之一, 其施工过程中涉及泵送技术的应用。本文针对超高层建筑中高强混凝土泵送的综合施工技术构架进行研究, 旨在为提高施工效率、保障工程质量提供借鉴。通过对泵送设备选择与布置、泵送压力与速度控制、混凝土质量控制等方面的深入探讨, 提出了一系列优化方案和技术措施。这些措施的实施将有助于提高超高层建筑的施工质量和安全性能, 为城市化建设的发展提供有力支持。

**关键词** 超高层建筑; 高强混凝土; 泵送技术; 施工技术构架; 工程质量

中图分类号: TU974

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0010-03

超高层建筑高度高, 结构复杂, 对建筑材料和施工技术提出了更高的要求。高强混凝土具有高强度、高耐久性和良好的工作性能, 成为超高层建筑的主要建筑材料。然而, 高强混凝土的泵送施工是一个技术难题, 需要综合考虑多种因素, 如泵送压力、管道摩擦、混凝土性能等。因此, 建立一个完整的超高层高强混凝土泵送的综合施工技术构架是十分必要的。

## 1 超高层高强混凝土泵送技术概述

### 1.1 高强混凝土特性及在超高层建筑中的应用

高强混凝土是一种通过使用高性能材料、特殊配比及精细搅拌等工艺制备而成的混凝土, 其具有卓越的抗压、抗弯和抗裂性能。在超高层建筑中, 高强混凝土因其卓越的力学性能和优越的耐久性而成为主要结构材料。其高强度和抗压能力为超高层建筑提供了更为稳固的基础, 有力支撑了楼体结构的安全性和稳定性。高强混凝土在超高层建筑中的应用, 不仅有助于减小结构自重, 提高承载能力, 还能够满足设计对于结构轻型化和抗震性能的要求, 为超高层建筑的安全、经济、绿色建造提供了可靠的技术支持。在超高层建筑中, 高强混凝土的应用主要集中在基础结构、主体结构、构件连接等关键部位。其应用形式包括现浇混凝土、预制混凝土构件等。现浇混凝土具有整体性好、抗震性能优、承载能力高等优点, 是超高层建筑中常用的结构形式。预制混凝土构件具有精度高、质量稳定、施工速度快等优点, 适用于需要大量重复使用的构件。超高层建筑对高强混凝土的需求不断增加, 对其抗压、抗弯、抗裂等性能的要求也日益严格。因此, 针对高强混凝土的制备、运输、泵送等环节进

行深入研究, 提高其综合施工技术水平, 对于保障超高层建筑的安全性和稳定性具有重要意义<sup>[1]</sup>。

### 1.2 泵送技术在高强混凝土施工中的作用和重要性

泵送技术在高强混凝土施工中发挥着不可替代的作用, 其重要性主要体现在以下几个方面。

首先, 由于高强混凝土具有高强度和相对较低的流动性, 传统的浇筑方式难以实现充分填充和均匀分布。而泵送技术通过高效输送混凝土, 克服了混凝土流动性差的缺陷, 确保了浇筑过程的均匀性和一致性。通过泵送技术, 高强混凝土能够顺利地到达浇筑部位, 并实现均匀分布, 提高了混凝土的施工质量和效率。

其次, 超高层建筑存在较大的高度差异, 通过泵送技术能够轻松实现对高层楼板的迅速施工, 提高了施工效率。泵送技术能够将混凝土从地面输送到高层楼板, 减少了人工搬运的需要, 降低了工程风险, 提高了工程安全性。

此外, 泵送技术还能够减少对模板的过度依赖, 降低施工成本。传统的浇筑方式需要大量模板来固定混凝土, 而泵送技术可以通过合理的配合比和输送压力, 使混凝土在模板外的自由落体高度减小, 从而减少对模板的依赖。这不仅降低了施工成本, 还减少了模板安装和拆卸的工作量, 提高了施工效率。

总体而言, 泵送技术在高强混凝土施工中的作用至关重要, 为高层建筑的施工提供了高效、安全、稳定的混凝土输送手段。

### 1.3 泵送过程中可能遇到的挑战和问题

在高强混凝土泵送过程中, 可能面临着一系列挑战和问题。

首先, 由于高强混凝土的流动性相对较差, 可能导致在泵送管道中发生堵塞或阻力增大的情况, 影响施工进度。

其次, 由于超高层建筑的高度差异, 泵送过程中需要克服混凝土在管道内的水平和垂直输送的压力差异, 可能引发泵送系统压力失控的问题。此外, 高强混凝土的成本较高, 一旦发生泵送过程中的浪费或损耗, 将直接影响工程的经济性。对于这些挑战和问题, 需要通过精确的泵送设备选择、合理的混凝土配合比设计、严格的施工工艺控制以及有效的安全管理措施来解决, 以确保泵送过程的稳定性、高效性和安全性<sup>[2]</sup>。

## 2 超高层高强混凝土泵送的综合施工技术构架

### 2.1 施工前的准备工作

在超高层高强混凝土泵送的施工前准备阶段:

首先, 需要进行技术交底。这涉及项目的设计人员、施工人员、技术负责人以及其他相关人员。技术交底应明确施工的具体要求, 包括混凝土的强度等级、配合比、坍落度等参数, 同时也要强调安全注意事项, 确保施工过程中的安全性和稳定性。

其次, 施工前需要检查混凝土的质量是否符合设计要求。这涉及对进场的混凝土进行严格的验收, 检查其质量证明文件是否齐全, 同时对混凝土进行现场监测, 确保其满足设计要求的各项性能指标。此外, 泵送设备的选择和布置也是施工前准备工作的关键环节。需要根据建筑的高度、结构特点以及施工条件来选择合适的泵送设备, 并合理布置泵送管道, 确保泵送过程能够顺畅进行。在选择泵送设备时, 需要考虑其功率、泵送能力、可靠性等因素, 同时也要考虑设备的维护和保养便利性。

最后, 需要对泵送设备进行全面检查, 确保其正常运行。这包括对泵送设备的各个部件进行检修, 对泵送管道进行清洗和润滑, 确保设备在施工过程中能够正常运行。同时, 也需要对施工人员进行培训, 使他们熟悉泵送设备的操作和维护方法, 提高施工的效率 and 安全性。

### 2.2 高强混凝土的制备与运输

高强混凝土的制备需要严格控制原材料的质量和配合比。在制备阶段, 需要严格控制原材料的质量和按设计要求进行合理的配合比。

首先, 选择高品质的水泥、骨料和外加剂等原材料, 确保其质量稳定可靠。

其次, 按照设计要求的配合比进行混凝土的配制, 以保证混凝土的强度、耐久性和工作性能达到要求水平。采用先进的工艺和技术, 如高效减水剂、矿物掺合料等外加剂, 有助于提高混凝土的性能和质量。在制备高强混凝土时, 还需注意混凝土的养护和固化。养护过程中要确保混凝土表面湿润, 防止水分蒸发过快导致表面裂纹和强度下降。固化过程中要控制温度和湿度, 确保混凝土充分固化, 达到设计要求的强度和稳定性。在运输阶段, 选用适当的运输车辆是至关重要的。确保车辆能够承载混凝土的重量和体积。同时, 保持运输车辆的轮胎和车底清洁, 避免混凝土粘结在车底或轮胎上。选择合适的运输路线和交通工具, 避免拥堵和颠簸, 以确保混凝土在运输过程中保持均匀性和稳定性。

最后, 到达目的地后需要进行混凝土的质量检测和验收, 确保其符合设计要求和施工规范。这一系列措施的严格执行有助于保障高强混凝土在制备和运输过程中的质量和性能, 为后续施工工程提供可靠的基础。

### 2.3 泵送设备的选择与布置

在超高层建筑的施工过程中, 泵送设备的选择和布置是确保高强混凝土顺利输送的至关重要的因素。在选择泵送设备时, 必须综合考虑多个关键因素, 其中包括建筑的高度、结构特点和施工条件。对于超高层建筑, 选择适应高压力要求的泵送设备是至关重要的, 以确保混凝土能够有效地输送到高层位置。除了泵送能力, 还需考虑设备的功率、可靠性、尺寸和重量等方面, 以满足工程的具体需求。同时, 设备的维修和保养便利性以及对环境的影响也是选择的考虑因素之一。在泵送设备选择确定后, 合理的布置泵送管道至关重要。布置过程需要充分考虑建筑的结构特点, 合理安排管道的位置和走向, 以便适应建筑的形状和高度变化。此外, 对于管道的长度和弯曲半径等参数, 也需要进行精确的计算和规划, 以确保混凝土在输送过程中不受过多的阻力和压力损失。对管道的固定和支撑也是不可忽视的, 以防止在泵送过程中发生晃动和振动, 确保泵送的稳定性和安全性。通过精心选择泵送设备和科学合理的管道布置, 可以最大程度地提高泵送效率, 确保施工过程的顺利进行<sup>[3]</sup>。

### 2.4 泵送压力与速度的控制

泵送压力和速度的精确控制是高强混凝土泵送过程中确保施工效果的至关重要的因素。在泵送压力的

控制方面,需要充分考虑混凝土的特性、管道长度以及建筑高度等多重因素。特别是对于高粘度的高强混凝土,必须采用适当高的泵送压力,以确保混凝土在整个管道系统中能够充分流动。管道的长度和弯曲半径也是影响泵送压力的重要因素,因此需要在泵送过程中逐渐增加压力,确保混凝土能够顺畅地输送至目的地。精确调节泵送压力,既能保证混凝土的均匀输送,又能避免过高或过低的压力对泵送效果造成不利影响。另外,在泵送速度的控制方面,需要平衡施工效率和质量之间的关系。过快的泵送速度可能导致混凝土在管道中产生离析或堵塞的现象,从而影响施工质量;而过慢的泵送速度则会降低施工效率。因此,必须根据具体工程情况选择适当的泵送速度。此外,对泵送设备的泵送频率和振幅也需要进行调整,以保持混凝土在输送过程中的稳定性和均匀性<sup>[4]</sup>。通过合理而精准的泵送压力和速度的控制,可以最大程度地提高施工效率,确保高强混凝土在超高层建筑施工中的顺畅泵送和优质浇筑。

### 2.5 泵送过程中的质量控制

泵送过程中的质量控制是确保高强混凝土施工质量的关键步骤。在泵送过程中必须对混凝土的质量和性能进行定期检查。这涵盖了坍落度、扩展度、泌水量等关键参数的监测,这些参数直接关系到混凝土的均匀性和稳定性。通过精确测量和监控这些关键特性,能够及时发现并纠正任何与设计不符的情况,确保施工过程中达到预期的工程质量标准。特别是对于高强混凝土,其流变性和均匀性对结构的性能有着至关重要的影响,因此质量控制必须更为严格和细致。同时,质量控制还需要包括对泵送设备的定期监控。通过实时监测泵送设备的运行状态,包括压力、流量、输送速度等关键参数,可以及时发现设备的异常情况,预防可能引发混凝土输送不畅或其他质量问题的故障。这种全面的监控措施有助于保障泵送过程的平稳进行,从而确保工程施工的高效性和可靠性<sup>[5]</sup>。通过质量控制手段,不仅能够提高混凝土的均匀性和稳定性,还能够预防和解决施工过程中可能出现的问题,为超高层高强混凝土泵送工程的成功实施提供了可靠的保障。

### 2.6 施工后的质量控制

施工后的质量控制是确保工程最终交付符合设计标准的重要环节。全面的质量检测对于保障整体工程的结构安全和性能稳定至关重要。这项工作主要包括

混凝土的强度、抗压性能等关键指标的检测。通过对施工完成后的各个部位进行系统而全面的检测,可以及时发现和纠正任何不符合设计要求的地方,确保整体工程达到预期的质量标准。对于发现的不符合要求的部位,必须采取及时而有效的处理和修复措施,以确保整体工程的质量得到满足。除了结构性能的检测外,对泵送设备的定期维护和保养也是施工后质量控制的重要内容。这涉及清理管道、检查密封件、润滑液压系统等方面的工作。定期的维护措施有助于提高泵送设备的使用寿命,减少设备故障的发生概率,确保泵送设备在长期运行中保持稳定性和可靠性。通过维护工作,可以确保泵送设备始终处于良好的工作状态,有效地降低了设备损耗,从而保障施工设备的可持续运行。通过施工后的质量控制和设备维护,确保了工程整体质量和可靠性,满足超高层高强混凝土泵送工程的长期稳定运行要求。这一全面的质量控制体系不仅有助于保障工程最终的交付质量,同时也提高了工程的可持续性和长期运行效果。

## 3 结论

总之,超高层高强混凝土泵送的综合施工技术构架是确保施工质量和安全的关键。通过建立完善的施工技术构架,可以有效地提高施工效率,降低施工成本,为超高层建筑的发展提供有力支持。未来,随着新材料和新技术的不断涌现,超高层建筑的设计和施工将面临更多挑战。因此,应不断优化和完善现有的施工技术构架,以适应未来发展的需要。

### 参考文献:

- [1] 秦堃,雷劲松,王宁,等.C80超高层泵送混凝土关键技术研究[J].混凝土,2023(04):126-130.
- [2] 中文凯,元强,纪友红,等.搅拌程序对高性能混凝土泵送性能的影响[J].硅酸盐通报,2023,42(03):878-887.
- [3] 刘恭立,杨再琴,蒋天福.现代混凝土泵送设计与施工技术进展[J].混凝土世界,2023(09):82-85.
- [4] 游秋森,张显羽,李新宇,等.凝灰岩石粉对水工泵送混凝土性能的影响[J].长江科学院院报,2023,40(05):160-165.
- [5] 宁全纪,谢国帅,黄亚康,等.硅质机制砂石粉对泵送混凝土性能的影响研究[J].混凝土世界,2023(09):37-41.

# 超大直径盾构机空推通过 暗挖隧道施工技术思路

杜彬

(中铁三局集团广东建设工程有限公司, 广东 广州 511493)

**摘要** 在地下隧道工程的施工中广泛应用盾构机, 极大地提高了施工的效率和质量。但由于地下隧道工程施工环境较为复杂, 在施工实践中还需要结合暗挖法等工法。随着盾构机技术的不断成熟, 超大直径盾构机也已经越来越多地被应用于施工实践中, 而超大直径盾构机通过暗挖隧道时, 对施工技术提出了更高的要求。本文将结合某地铁隧道工程对超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术进行分析, 以期为促进我国盾构施工技术的发展进步提供借鉴。

**关键词** 超大直径盾构机; 空推通过; 暗挖隧道

中图分类号: U45

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0013-03

## 1 某隧道工程概况分析

某地铁隧道工程在区间隧道施工中采用的是盾构机法, 其右线盾构区间长度约为 1720m, 而左线盾构区间长度则在 1719m 左右。隧道断面为马蹄形。在区间隧道的掘进施工中采用了两台直径达到 8630mm 的超大直径盾构机进行施工。同时, 由于在该隧道工程的施工过程中, 施工区域的地质水文条件较为复杂, 需要对局部开挖断面进行扩大处理, 因此在断面扩大部分采用了暗挖施工方式, 暗挖段长度则在 374m 左右。因此, 在采用超大直径盾构机完成了该工程的区间隧道掘进施工后, 需要通过空推方式通过暗挖段, 以确保超大直径盾构机能够达到二次始发位置, 从而开展下一区间隧道的施工, 或者进行拆机吊装作业<sup>[1]</sup>。因此, 在该工程的施工中, 超大直径盾构机的空推通过就成为关键性的施工技术环节。根据该隧道工程的施工要求, 在区间右线暗挖隧道内进行盾构机的贯通接收作业, 之后再以空推方式将盾构机滑行前移约 374m, 使其到达指定端头位置, 以便将其拆解后吊出。而该工程的区间左线则需要增设吊装井, 并在盾构井处完成盾构机的接收贯通以及吊出作业。施工单位应按照该隧道工程的施工要求, 制定科学的空推通过施工技术方案。

## 2 该隧道工程中超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术分析

### 2.1 制定科学的施工技术方案

施工单位在该隧道工程的施工中应结合暗挖隧洞矿山法施工特点, 科学地制定超大直径盾构机空推通

过的施工技术方案。目前, 在超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工时, 可以采用利用盾构机本身的推力作用以及在隧道工程的导台底部位置拼装管片的方式来提供反力, 以达到空推通过的目的<sup>[2]</sup>。但这种施工技术方式在通过较长的暗挖隧道时需要设置较多的管片, 不仅加大了后续拆除管片的作业量, 且管片在空推过程中还可能出现隆起等问题, 给施工安全带来一定的风险。也有部分隧道工程采用的是在导台上设置滑槽, 并在盾构机上配置外部结构或利用盾构机体配置使其以空推滑移方式通过暗挖隧道段的施工技术方法, 但该技术方案对土建施工要求较高, 且存在较高的安全风险。

另外, 通过设置夹轨器与盾构机自身推力相结合的方式也可以实现空推, 但该技术方法难以适应超大直径盾构机的施工要求, 且对夹轨器精度有很高的要求。该工程并不具备技术应用条件。通过对该隧道工程现场施工实际情况的分析, 采用反力牛腿以及外置液压油缸相结合的技术工艺能够基本满足本次空推施工的要求, 虽然需要设置导台预埋件, 且对预埋精度提出了较高的要求, 但其在技术适应性、安全性以及经济性等方面具备一定的优势。在对该施工技术方案进行现场验证分析后发现, 由于该施工技术对预埋质量的要求过高, 而施工实践中很难达到其要求, 导致预埋螺栓在受到反力作用影响时会出现断裂等情况, 影响空推效果和施工进度。因此, 施工单位对该技术方案进行了进一步的优化改进, 采用钻芯与辅助推杆相结合的方式, 配合盾构机自身推力来实现空推通过。

在该施工技术方​​案中采用的是利用油缸反推横梁的方法,也就是在与导台对应的盾尾后方盾体的8号以及11号推进油缸处布设钻孔,并将圆钢牛腿插入,以提供反力。同时,将滑轨轨道设置于混凝土导台上,从而利用两组推进油缸反推顶紧横梁,这样就可以与盾体的自身推力相配合,推动盾体向前移动。当蹲起前移约2m后,应将推进油缸收回,并将取下的反推横梁以及反力圆钢牛腿前置​​于下一个钻孔处,以便再次进行推移盾构机。循环这一过程中,直至盾构机空推至拆机平台处。该技术方案经过充分的论证分析后认为能够适应施工现场的实际施工需要,且具有较高的可行性。

## 2.2 超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术工艺基本流程分析

在本次超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工时,施工单位应首先完成导台的施工,且应做好反力支​​座以及滑轨的安装,在滑轨上应均匀涂抹润滑油。之后盾构机方盒步进上导台。施工单位应注意检查油缸的堵住推杆以及顶推横梁、反力支​​座是否安装就位,确认无误后即可开展空推作业。空推施工时,施工单位应铺设好台车轨道,并以2m为一个循环进尺,循环推移盾构机,直至完成全部空推作业。

## 2.3 超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术要点分析

### 2.3.1 超大直径盾构机空推施工准备技术要点

在本次超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工中,施工单位应做好充分的准备工作。施工单位应详细勘测工程区域的地质条件以及岩土体性质特征,以便对施工技术方案进行进一步的优化,确保各项技术参数的设置均能够与现场实际情况相适应。同时,由于超大直径盾构机在达到暗挖隧道段时可能会对隧道掌子面造成一定的挤压破坏,因此在空推施工的准备阶段可以采取设置端头墙的方式对盾构隧道与暗挖隧洞的连接处进行加固处理。施工单位可以采用注浆技术来加固连接部位的全断面土体结构,且可以设置密排钢筋格栅或者双向玻璃纤维筋等来进一步提高全断面结构的稳定性<sup>[3]</sup>。

另外,施工单位还应采用混凝土喷射技术来进行堵头处理,且应合理控制混凝土喷射厚度,从而确保端头加固效果能够达到施工要求。施工单位应在超大直径盾构机贯通后注意检查其上部洞门圈内的整洁度,

如后渣土以及松散混凝土块残留时,应将其清理干净。

此外,施工人员还应做好渣土的清理工作,为超大盾构机空推施工的顺利进行创造良好的前提条件。

### 2.3.2 超大直径盾构机空推导台施工技术要点

导台施工是保证超大直径盾构机顺利通过暗挖隧道段的重要技术环节。在导台施工中,施工单位采用分段浇筑混凝土的技术方法,且应合理控制分段浇筑长度。通常一个分段长度不应超过20m,以保证施工质量。同时,施工单位在混凝土浇筑施工中采用钢制模板,以更好地保证导台浇筑质量,且可以实现模板的循环利用。

### 2.3.3 超大直径盾构机空推施工管片拼装技术要点

管片拼装是超大直径盾构机空推施工中的重要技术环节之一。施工人员在拼装管片前应注意检查管片外观是否完善,各配件是否齐备。螺旋连接是拼接管片时的关键工序,施工人员应按照从下到上的顺序依次安装连接。施工人员应首先安装底部标准块及其邻接块,且邻接块以及标准块的安装应采用对称安装方式。当完成下部的安装后,才能安装封顶块。在对管片背后进行回填施工时,通常需要先​​用豆粒石等进行喷射处理,且应做好同步以及二次注浆。如管片之间仅存在较小间距时,也可不进行豆粒石的喷射。在注浆施工时,施工人员应注意控制注浆量、注浆速度等技术参数,避免浆体出现外溢等现象。在管片拼装施工中,施工单位应加强对拼装质量的控制,以避免影响超大直径盾构机的推进速度,或者导致暗挖隧道段出现渗漏等问题。施工人员应严格控制管片之间的间距,且应确保环评接口圆整光滑。连接管片时应将其螺旋装置拧紧,并要将紧线器同时拉紧。为确保管片拼装牢固,避免管片出现位移等情况,施工人员还应将木楔子设置于管片外侧与基座之间的空隙处,对其进行固定,从而提高其稳定性<sup>[4]</sup>。

### 2.3.4 超大直径盾构机上导台施工技术要点

当超大直径盾构机主机上导台时,施工人员应准确掌握导台平台和刀盘的位置关系,以便据此对推进油缸行程进行相应的调整,从而更好地控制超大直径盾构机的推进方向和姿态。同时,施工人员应复核超大直径盾构机的轴线是否与暗挖隧道轴线相一致,如二者存在误差时则应对推进油缸与铰接油缸之间的行程差加以调节。同时,施工人员应将牛腿安装于导台上的钢板预埋处,并要将拖车行走轨道安装就位,为拖车的滑行以及牵引提供良好的作业调节。在安装拖

车轨道时, 施工人员应注意检查其与导台交接面之间是否有高差存在, 且应结合拖车轮高程以及水平位置来铺设轨枕。铺设轨枕时应缓慢放坡, 使其能够处于导台轨道平台的指定位置。施工人员还应在超大之间盾构机的盾体上导台前做好盾体和滑轨焊缝的打磨清理工作。在推进超大直径盾构机时, 施工单位应指派专门的检测人员配合盾构机操作人员观察控制盾构机前移线路。监测人员应处于盾构机刀盘前方, 以便观察盾构机前移线路是否与导轨中心线或者导台中线相一致, 同时应注意监测前移过程中管片的受力情况。

### 2.3.5 超大直径盾构机空推施工盾构机控制技术要点

当超大直径盾构机推进至与暗挖隧道段相距约 50m 位置时, 施工人员应利用 VMT 等监测设备监测盾构机姿态, 并测量校正其导向方向, 以便及时对超大直径盾构机采取必要的纠偏控制措施, 确保超大直径盾构机姿态在垂直以及水平方向上的偏差值均控制在允许的范围内。当超大直径盾构机空推达到堵头墙处时即进入暗挖隧道段。施工人员应顺导台方向推进盾构机, 且应在推进过程动态调节各组推进油缸行程, 使油缸运转能够与超大直径盾构机的运行姿态相适应。在超大直径盾构机的推进过程中, 其刀盘前往往会有豆粒石堆积, 施工人员可以利用其对隧道与管片之间的见缝进行喷射回填, 以加强对超大直径盾构机运行轨迹的控制。当超大直径盾构机的盾尾部分也进入暗挖隧道内时, 施工人员应继续推进盾构机, 直至盾尾刷的最后一排能够嵌入洞门, 且嵌入深度应控制在约 10cm, 此时应暂停推进作业, 并对洞门进行封堵。洞门封堵应采用注浆技术。施工人员应合理控制注浆压力以及注浆量, 以提高封堵效果。当洞门封堵施工完成后, 方可继续进行超大直径盾构机的推进作业, 以促使盾尾与管片相分离。在超大直径盾构机空推通过暗挖隧道的过程中, 施工单位应加强对空推速度的控制, 初始空推速度通常应设定为 10mm/min 左右, 以确保超大直径盾构机能够保持平衡, 且能够在运行过程中实现对洞口岩土体的有效消减。

此外, 施工单位还应在空推时加强对出土量的控制, 防止出土过多引起地面沉降等问题的出现, 加大施工难度<sup>[5]</sup>。

当超大直径盾构机的盾尾部分脱出洞门后, 施工人员应将反力支座安装于预设钻孔中, 并要做好油缸辅助推杆等设备的安装调试工作, 以便与超大直径盾

构机的自身推力作用相配合, 实现盾构机的步进推进。当超大直径盾构机进至第二组预设钻孔完全露出位置时, 施工人员应将推进油缸千斤顶收回, 并前移反推横梁以及反力支座, 以便继续开展推进作业。施工人员应将 2m 作为一个循环进尺, 重复上述施工工序, 连续铺设拖车轨道, 以确保超大直径盾构机能够实现连续滑行前移至指定端头位置, 为盾构吊装以及托架接收施工奠定良好的基础。

### 2.4 该隧道工程超大直径盾构机空推技术应用效果评价

本次超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工中所采用的技术方法不仅极大地改进了超大直径盾构机的空推通过效果, 而且使施工效率得到了较大的提高, 空推作业时间明显缩短, 加快了施工进度, 提前 15d 完成了超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工。同时, 该施工技术方案也实现了对施工成本的有效控制, 提高了项目的经济性, 为施工单位创造了更大的经济效益。

## 3 总结

应用超大直径盾构机开展隧道工程的施工时, 如需通过暗挖隧道, 采用空推施工技术不仅操作相对简单, 能够有效简化施工过程, 减小对隧道工程结构的影响, 而且可以有效提高施工效率, 降低施工成本。因此, 施工单位应加强对空推技术的研究, 不断总结施工实践经验, 结合超大直径盾构机特点以及隧道工程的实际情况, 对施工技术进行进一步的改进和创新, 以促进我国盾构施工技术水平的提升, 从而为我国隧道工程建设的现代化发展奠定良好的基础。

### 参考文献:

- [1] 韩鹏, 程军振, 杨松霖, 等. 超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术[J]. 云南水力发电, 2023, 39(09): 200-202.
- [2] 刘飞. 大断面暗挖隧道“CD法+盾构空推”组合施工技术研究[J]. 工程机械与维修, 2023(02): 237-239.
- [3] 郭瑶. 地铁盾构空推过暗挖隧道施工关键技术[J]. 建材与装饰, 2019(22): 275-276.
- [4] 刘志峰. 盾构空推过矿山法隧道关键技术研究[J]. 铁道建筑技术, 2022(07): 184-188.
- [5] 王新, 范玉明. 超大直径盾构空推过站方案及重难点[J]. 城市道桥与防洪, 2023(03): 157-160.

# 通信电源技术在电网系统优化中的应用

胡国军

(滁州市智宏工程咨询有限责任公司, 安徽 滁州 239000)

**摘要** 电力通信电源系统建设工作的开展能够为电源的稳定运作提供良好保障, 但传统管理方式存在客观性的缺陷, 必须做好改革工作。电力智能化是时代发展的必然趋势, 同样也让人们认识到电力智能通信电源已经成为现代电网建设的关键内容。本文以通信电源技术作为研究的切入点, 结合工程实践对现阶段电力通信电源特点进行详细分析, 以案例分析的形式优化电力通信电源技术在实践当中的运用, 指明未来的发展方向。

**关键词** 电力通信电源技术; 监测; 高频开关电源; 蓄电池

中图分类号: TM72

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0016-03

## 1 电力通信电源技术的简介

电力通信电源技术主要分为直流供电系统和接地保护两个部分, 不同部分之间有效配合为电力通信设备提供了良好的能源供应。考虑到电力系统中存在数量众多的电力通信设备, 同时也对通信电源供电提出了更高的要求, 只有不断提高通信电源技术水平, 才能够保证通讯设备供电的稳定性, 为此需深入研究电力通信电源技术。

## 2 电力通信电源技术的应用

### 2.1 高频开关电源提升电源频率

采用高频开关电源作为电力通信电源, 是由于高频率的供电能够最大限度地减少电能的消耗。高频开关电源的作用在于先实现电源的交直转化, 再将其换成一种高频交流电, 最后, 将其转变成稳定性更强的直流电。在高频开关电源的作用下, 输出的直流电整体稳定性更强, 能为通信设备的长期平稳运行提供良好保障, 同时也是减少设备故障的有效方法。高频开关电源在实践当中的运用, 使整体的供电效率更高, 而且该电源体积较小, 更加符合小型化趋势。

### 2.2 集成式的电力通信电源

集成式一体化电源实现了不同模块之间的集成, 为自动化设备与各种通信设备提供稳定电力来源, 同时还可完成整流模块的电源整流, 根据使用需求转化为不同电压的直流电, 以此来满足通信设备和蓄电池的供电需求。电网运行过程中如出现故障, 集成于其内部的蓄电池即可第一时间进行供电, 满足通讯设备的运行需求。从工作原理的角度来看, 电网交流电作为一体化电源的输入电源, 通过整流后可将其转化为直流电, 经过交直转化模块、逆变模块分别输出 48V

的稳压直流电源和 220V 高频交流电<sup>[1]</sup>。

### 2.3 对内部蓄电池组的改进

蓄电池集成于电源中的作用, 就是在必要时发挥备用供电功能, 供电过程一旦出现故障, 便会影响通信设备的正常运行, 而蓄电池则能够弥补这一缺陷。通过对现有各种电力通信电源产品的分析, 使用范围最广的是一种开口型蓄电池, 但该蓄电池在实践当中的运用容易造成内部水分流失, 为避免蓄电能力受其影响, 需及时补充蒸馏水; 电池老化会产生氢氧, 反而会陷入电池内部的稀硫酸, 不仅会造成环境污染问题, 同时也让工作人员的工作量大大增加。所以对现有蓄电池组加以改进, 目前采用了铅酸蓄电池, 该种电池具有密封性好的特点, 正负极包裹后能够有效避免内部水分蒸发, 维护次数大大减少, 及时反复使用也能具备良好的密封性, 不会因为稀硫酸泄漏而污染环境, 所以免维护蓄电池在现阶段有着广泛的运用。

## 3 实例分析

### 3.1 工程概况

某项目为 500kV 变电站的站点, 目前采用电力空间通信方式, 负责整个安徽省的电力网数据调度传输等业务。文章聚焦于实例变电站的通信电源系统, 从实践角度对项目改造情况进行详细分析, 指出变通电源系统当中的安全隐患, 同时结合相关规定要求, 对其电源系统进行改进, 让通信设备能够获得良好的稳定电源。首先需对现有电源系统内部的连接结构, 及其中设备负载的具体供电要求进行详细分析, 制定相对应的改造实施方案, 同时逐一对机房内设置的各种 -48V 通信设备负载进行切割, 完成通信电源系统的整体改造目标。

表 1 分配屏 I、II 段直流母排改造前的具体负载情况

空开容量	序号	I 段负载	II 段负载
32A	1	省网华为 OSN3500	省网华为 OSN3500
	2	合肥华为 OSN3500	合肥华为 OSN3500
	3	省网中兴 S390	省网中兴 S390
	4	省网综合数据网 NE40-X3	省网综合数据网 NE40-X3
	...	.....	.....
20A	11	华东网爱立信 OMS3240	华东网爱立信 OMS3240
	12	5324 线保护 PCM	5324 线保护 PCM
	13	5311 线保护 PCM	5311 线保护 PCM
	14	5324 线第一套保护	5324 线第二套保护
	...	.....	.....
63A	34	省网 OTN8300 背面子架 1	省网 OTN8300 背面子架 2
	35	省网 OTN8300 背面子架 1	省网 OTN8300 背面子架 2
	...	.....	.....

### 3.2 存在问题分析

500kV 变电站现包括两组蓄电池、两套通信高频开关电源、一套直流分配屏，2007 年正式投入运行。考虑到项目投入运行时间较长，而且站内其他设备也有接入需求，但是设置中仅有两个空开，容量均为 100A，采用两条线缆并联方式提供交流输入，但是容量、线径大小并不符合待载需求<sup>[2]</sup>。随着现代电力设备的不断完善，想要保障电网的通信稳定性，必须做好整体项目的升级改造，通过对现有资料的梳理，改造前期的问题如下：第一，项目中存在的高频开关电源数量为两套，投入运行时间长，散热性能逐步变差，导致整流模块发热高，故障发生频率高。第二，现有整流模块槽架数量为 10 个，因后期可能需要新增多种设备，扩容难度比较大，换言之，就是难以增加更多的整流模块。第三，直流分配屏 I 段上的同时双母线当中，可用来空开的直流母排数量仅一个，而在直流分配屏 II 段当中，可用于空开的直流母排数量直接为 0。第四，蓄电池已经经过了较长时间的使用，导致工作性能逐步下降。为了更好地了解项目改造前各通信设备的具体负载分配状态，表 1 对其进行了展示。

### 3.3 系统改造方案及其配置计算

#### 3.3.1 总体改造方案

通过前文变通信电源系统运行情况分析，可知系统运行当中存在客观性的问题，想要促进电力设备的稳定运行，必须做好系统性的改造，经过综合分析之

后提出将两套原高频开关电源屏、两组原蓄电池，以及一套原直流分配屏全部退出，并增设新的高频开关电源屏、蓄电池与直流分配屏各两组，确保机房内的各种通信设备，绝对不会因为切割而导致负载面临中断供电问题。为实现双电源供电，变单电源供电设备中设有电源分配单元 (PDU, Power Distribution Unit)。“二进一出”型意味着改造后，会有两路输入单元存在，切割过程中，可使单电源设备保持正常供电，同时也能够实现新电源系统投运的平滑过渡。

#### 3.3.2 系统配置计算

电源改造方案实施后，整个通信设备系统的总负载电流大小 (100A) 并未发生任何变化。为了保证新增的两道高频开关电源设备均可稳定运行，同时需要考虑远期扩容问题，需要预留一定的系统容量，经过综合分析后，将系统冗余系数  $\gamma$  设置为 20%，则远期负载电流为：

$$I_{\text{远期负载}} = I_{\text{实际负载电流}} / (1-\gamma) = 100A / (1-0.2) = 125A$$

查阅国家通信行业通用设计标准，确定计算铅酸蓄电池组容量时可采用的公式为：

$$C \geq \frac{KIT}{\eta[1+a(t-25)]} \tag{1}$$

根据上述公式，C、K、I、T、 $\eta$  分别代表蓄电池组总容量、安全系数、负载电流、蓄电池放电小时数和蓄电池放电容量系数，为了解其取值，表 2 对其进行了展示。经过各项数值的计算，本次项目中将配置

六个整流模块数量,而且项目后期会存在扩容问题,所以为了确保增设的新高频开关电源能满足整体的容量需求,需要额外增设整流模块四个。

### 3.4 不停电改造方案的实施

#### 3.4.1 准备事项

(1)项目实施前,需要做好前期的准备工作,通过连接端子等确认电气连接结构准确无误,让现场电源接线保持与连接图要求完全一致。(2)施工现场需计算通信机房内各直流-48V设备的负载输入端情况,并进行分析,以确定是否采用双电源供电,即使设备负载失去一路电流,依旧能够满足系统的整体运行。

(3)完成设备负载分类,重点关注上部承载的光路和相关保护业务,并完成通信检修票的填报,等到保护通道停运之后方可进行改造。(4)现场改造需要进行整体规划,重点关注线缆的敷设长度,以及具体敷设路径等,以确保改造后的通信电源系统足以与运行稳定性要求相符。

#### 3.4.2 系统改造的具体实施步骤

施工前期需要做好准备工作,明确施工区域,悬挂安全标识等;准备增设两台新的高频开关电源屏,并对其进行固定安装,在此过程需按照顺序要求摆放蓄电池,采用万用表进行测试,经过测试确认无误后,再将蓄电池组各节之间以电缆连接起来;敷设连接线缆。实现新增高频开关电源屏I、II至交直流室交流配电屏之间的连接,同时打印各项标识,并对其进行粘贴;根据原有通信电源系统连接结构,对增设的两台新高频开关电源屏展开安装,准备两根线缆,将其并接,并借助备用63A空开(位于3号交流配电柜)做好家电测试,经测试确认无误后,方可开展充放电试验;先拆除增设的第1组新蓄电池,完成线缆连接并将其装入屏柜,对增设的第2组新蓄电池组则要求做充放电试验;将增设的新高频开关电源屏I与增设的新蓄电池组当中第1组重新以线缆做一次连接,并完成整体的部分工作;将旧有高频开关电源屏II断开,再把增设的新高频开关电源屏I上面的备用63A交流空开线缆交接至旧有高频开关电源屏II上面的100A交流空开位置,接下来即可对旧有高频开关电源屏II、旧有蓄电池组当中的第2组屏及相应线缆作拆除处理;根据上述操作将旧有高频开关电源屏I自100A交流空开(即交流配电1号柜当中的第5路)断开,并将旧有高频开关电源屏I与旧有蓄电池组第1组屏及相应线缆拆除;安装固定直流分配屏I、II,完成家电调试以及线缆部分工作<sup>[3]</sup>。

#### 3.4.3 通信-48V设备负载的不停电割接

变通信机房涉及大量的通信设备设施,在不停电状态下对负载进行切割,必然要面临较大风险,为了实现风险管控,必须做好前期的准备工作,制定具有可操作性的施工方案。(1)国网华为Optix-OSN6800大容量光传输设备(OTN, Optical-Transport-Network)的处理方案是,将第一路电源切割下来后,接入增设的新直流分配屏I当中的空开处,检查无误后再进行连接,在运行过程中进行电源电压检测,告警消除后恢复设备运行,随后将第二路电源切割下来后,接入增设的新直流分配屏II当中的空开处,再次进行上述检查操作,使设备稳定运行。(2)处理华东网爱立信2.5G-OMS1684-SDH设备与华东网爱立信10G-OMS3240设备(SDH, Synchronous Digital Hierarchy)时,需要先将OMS1684设备上保护2M设备(PCM, Pulse Code Modulation),还有保护接口装置(MUX, Multiplexing)停用后,再逐路切割下来,分别接入增设的新直流配电屏I、II当中的空开处,经过检查确认无误后,方可投入运行,做好电源电压的检查工作,确保设备及保护通道无告警。(3)双电源供电设备的处理时,依次对各设备负载上面的第一路电源进行切割,并接入增设的新直流分配屏I当中的空开处,电源电缆检查无误后需投入运行,确认负载正常便依次割接,再次进行检查<sup>[4]</sup>。

## 4 结论

电力智能通信电源技术能够为电网运行期间的安全性与稳定性提供可靠保障,具有时代发展的必然性。本文围绕着电力智能通信电源技术的应用,根据工程实践情况对电源技术进行详细分析,加强设备管理,根据工程需求实现系统优化,营造安全稳定的电源系统运行环境,以此使整个电力系统的长期稳定运行更具保障性。

### 参考文献:

- [1] 何琦,陈敏,马骁,等.电力智能通信电源技术应用探讨[J].数字通信世界,2020(03):178.
- [2] 杨虎城,尤上元.电力通信技术在智能电网中的应用[J].通信电源技术,2019,36(04):75-76.
- [3] 邱书琦.电力智能通信电源技术研究[J].山东工业技术,2019(08):152.
- [4] 叶明强.高效智能的通信电源技术发展趋势分析[J].通信电源技术,2018,35(05):235-236.

# 数控加工技术在机械模具加工制造中的应用

王永新

(山东金珠材料科技有限公司, 山东 德州 251100)

**摘要** 我国机械模具行业不断发展, 模具的生产技术水平也在不断提升, 需要加强对数控加工技术在机械模具加工制造中的应用研究。通过数控加工技术应用可以提高生产效率, 降低生产成本, 确保模具加工质量。所以, 相关人员要根据当前的实际情况, 加强对数控加工技术在机械模具加工制造中应用的研究力度, 积极引进先进设备, 发挥数控加工技术的优势作用, 提高生产效率。本文对数控加工技术在机械模具加工制造中的应用进行了分析和研究, 希望对相关人员有所裨益。

**关键词** 数控加工技术; 机械模具; 加工制造

中图分类号: TH16

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0019-03

在机械制造行业发展中, 对于机械模具的需求越来越大, 要积极引进先进技术设备, 发挥数控加工技术的优势作用, 加强对数控加工技术的研究和探索, 有效提高生产效率, 降低生产成本, 确保机械模具加工质量, 从而推动我国机械模具行业的发展。本文将基于对数控加工技术的分析, 探究其在机械模具加工制造中的具体应用。

## 1 数控加工技术概述

数控加工技术是一种利用计算机程序控制机床进行加工的一种技术, 该技术相对于传统加工方法具有很大的优势, 能够保证加工精度和效率。数控加工技术是将计算机作为核心的一种加工方式, 可以对数控机床的信息进行实时控制, 从而实现自动化生产, 有效提高了生产效率。同时, 数控加工技术可以对各种复杂零件进行高效、精确的加工, 使得产品质量得到了很好的保证, 是现代机械制造业发展中不可或缺的一种技术。

数控加工技术可以根据生产需求对各种零件进行选择, 也可以根据零件的形状、尺寸以及工艺要求进行合理选择, 从而获得高质量、高效率的产品。并且数控加工技术的应用, 也有利于提高机械模具的加工精度, 为产品的质量提供了有效的保障, 同时也为我国机械制造行业的发展提供了更多的机遇<sup>[1]</sup>。随着经济的快速发展和科技水平的不断提高, 数控加工技术逐渐得到广泛应用, 其在机械模具加工制造中具有重要地位。

## 2 数控加工技术在机械模具加工制造中应用的价值

### 2.1 实现多坐标联动

多坐标联动技术在机械模具加工制造中的应用, 能够通过多个坐标的联动, 将零件加工过程中的各个

信息有效整合, 并根据不同的信息要求, 生成相应的数控程序, 使各个零件能够按照预期进行加工。

首先, 在机械模具加工制造过程中, 对于不同零件加工时, 需要采用不同的加工方式和方法。例如对大型零件进行加工时, 为了提升其加工精度和质量水平, 则需要在数控编程过程中应用不同的程序和方法。当使用不同程序和方法进行加工时, 则会产生不同的结果。

其次, 在数控编程过程中, 还需要对加工程序进行科学、合理的编排, 使加工程序能够在实际应用过程中, 满足具体的使用要求, 以提高其加工精度。例如在对大型零件进行数控编程过程中, 需要应用不同程序和方法进行加工, 以便满足其要求。

最后, 多坐标联动技术的应用, 能够将实际加工过程中的各种信息和信息进行有效整合<sup>[2]</sup>。例如在加工大型零件时, 为了提高其加工效率和质量水平, 则需要对相关信息进行有效整合, 以达到提高其加工效率的目的。此外, 还需要根据具体的实际情况和使用要求对程序进行有效编排, 以满足其实际使用需求。

### 2.2 提高模具的性能

数控加工技术在机械模具加工制造中的应用, 在很大程度上提升了模具的性能, 而且随着数控加工技术在机械模具加工制造中的应用, 逐渐对我国的机械模具制造业的发展起到了重要的推动作用, 不仅对机械模具的精度、质量进行了有效提升, 而且还保证了机械模具加工制造中各个环节的安全性, 保证了各个环节工作人员能够在工作中拥有足够的安全保障。

### 2.3 推动模具自动化生产

在传统机械模具加工制造过程中, 工作人员需要

对模具进行大量的人工操作,工作人员需要通过手工方式完成模具零件的焊接以及装配,对于零件数量较多的机械模具而言,人工操作模式会导致工作人员需要频繁更换工作场地,工作效率和工作质量会受到一定影响。而在当前机械模具加工制造中,数控加工技术的应用有效提升了机械模具的自动化程度,相关人员通过计算机进行机械模具加工制造,在充分了解模具生产需求的基础上,根据数控加工技术对机械模具进行准确加工,保证了机械模具生产过程中零件的尺寸以及质量符合生产需求。

### 3 数控加工技术在机械模具加工制造中的应用

#### 3.1 数控电火花技术的应用

目前,在机械模具制造行业中,许多模具零件都需要通过电火花线切割加工技术来实现制造。与普通的数控机床加工技术相比,电火花线切割加工技术的优势主要有以下几点:第一,具有较高的加工精度。因为数控电火花线切割机床是依靠计算机系统来控制的,所以其加工精度相对较高,而且还可以保证零件的质量;第二,可以有效地提高生产率。由于电火花线切割机床在工作时需要进行脉冲放电,所以其工作效率是普通数控机床的几倍到十几倍。在数控电火花线切割加工技术的应用过程中,不仅可以提高零件加工的精度和效率,还可以节约加工时间和材料,对企业而言是非常有利的。第三,可以对复杂零件进行加工。数控电火花线切割机床在工作时可以对复杂零件进行加工,而且还可以加工出一些特殊形状的零件<sup>[3]</sup>。由于数控电火花线切割机床具有很强的灵活性,所以可以对一些小零件进行加工,这样可以有效地减少模具加工的时间,降低生产成本。

#### 3.2 数控铣削加工技术的应用

数控铣削技术是当前机械模具加工制造过程中的重要技术,该技术与普通铣削技术相比,具有一定的优势。数控铣削技术属于数控加工技术的一种,其能够利用计算机对数控铣床进行控制,在这种情况下,数控铣削加工能够完成对不同形状、不同尺寸和不同表面的零件的加工。

在对机械模具进行制造时,经常会使用到各种型腔和曲面,其中有许多都是具有较高复杂性的零件,如果采用普通铣削加工方式进行制造,很难达到较好的质量。而数控铣削加工技术具有较强的适应性,在进行加工时能够使用铣刀快速切除多余材料,提升零件加工质量和效率。在机械模具制造过程中,经常会

涉及一些复杂的曲面加工,这类加工需要使用到各种复杂的刀具,如果使用普通铣削加工方式进行加工,在进行加工时会需要更长的时间,对零件表面也会造成一定的影响,而数控铣削技术则可以在短时间内完成加工任务,提升了生产效率。

在实际操作过程中,数控铣削技术主要分为自动编程和手动编程两种模式。其中自动编程模式属于一种全自动程序生成模式,在这种模式下能够实现对零件几何形状和尺寸的精准控制;而手动编程模式则是通过手动编程方式来实现对零件几何形状和尺寸的控制,需要工作人员在软件中输入相关数据来实现对零件几何形状和尺寸的控制。

#### 3.3 数控车削加工技术的应用

在机械模具的生产加工过程中,数控车削加工技术应用较为广泛,主要是因为该技术具有较高的自动化水平,能够降低人工操作带来的误差,保证加工精度。数控车削加工技术主要应用于机械模具的车削加工中,该技术是由计算机控制下的数控机床对零件进行加工。在此过程中,数控机床会按照事先编制好的程序,控制刀具在数控机床中运动,完成零件的切削工作。

为了提高机械模具数控车削加工效率,就需要做好相关设备和工具的准备工作,如要采用大型、大功率、高精度的机械设备,还要选用质量高、稳定性强的刀具以及合适的切削用量等。在进行机械模具的加工时,应该根据数控车削加工的要求,选择合适的切削参数,并且要结合零件的材料和技术要求,合理选择切削用量<sup>[4]</sup>。如在加工模具时,要根据数控机床的工作情况来选择切削用量,在刀具锋利程度较高时,应该增加切削用量。

一般来说,在加工过程中刀具会出现磨损现象,如果磨损较严重就需要增加切削用量。另外,还要根据加工材料的不同来合理选择切削用量。在加工过程中应根据零件的具体情况来确定刀具的参数,需要根据模具的具体结构和材料等来选择切削用量,并根据不同零件选择不同的切削用量。

其次,要根据机床参数来确定刀具的参数。在进行数控机床加工时,要按照机床的具体参数来进行数控车削程序的编制,在此过程中要合理设置参数,并且要根据零件的具体情况来确定刀具的参数,比如工件材料、加工尺寸和加工方式等,从而保证零件的质量。

再者,还要注意刀具的安装问题,需要选择合适的刀具,保证刀具安装牢固、平稳,这样才能够确保零件加工质量。

最后,还要做好设备的维护和保养工作。一是要对数控机床进行定期的保养,使用机械设备时,操作人员应按照操作说明进行操作,保证设备的正常运转。二是要对数控机床的刀具进行定期的更换,保证刀具能够正常工作。

### 3.4 机械模具的数控编程

在机械模具的数控编程中,必须要对刀具路径进行规划,根据设计图纸合理选择刀具的类型和大小,还要考虑到每一把刀具的加工速度和效率,进而确保刀具与被加工模具之间的最优匹配,保证每一个加工环节都能有序地进行。在这个过程中,需要对数控编程过程中可能出现的问题进行全面分析,制定出一套完整、有效的解决方案。

在实际应用中,可以选择五轴联动数控加工机床进行加工。其中五轴联动数控机床的主轴旋转速度快、定位精度高、稳定性好,是一种典型的高效自动化机床。另外,五轴联动数控机床还具有较强的抗振性和抗风性,在加工模具时能够更加灵活地调整其运动轨迹。除此之外,还可以利用数控车床来加工机械模具,利用其对加工中产生的残留进行清除,从而有效提高加工效率。

在进行数控编程时,需要确定好坐标系,并以此为基础计算出相应的坐标值。同时要确定好刀具与被加工模具之间的相对位置关系,将其转换为数值后就可以用来计算相关加工信息,例如:切削深度、每分钟转速等。期间需要将计算结果输入到数控系统中,并将其保存为 G 代码形式,通过计算机屏幕进行显示。当运行完成之后需要对其进行检查,如果发现错误,则可以通过手工修改的方式进行修正。最后需要将程序输出到数控系统中,这样就可以进行下一步的加工操作,确保程序无误。在实际操作中,还需要对数控加工中心进行充分的了解,根据实际情况对数控机床进行调整,确保机床可以顺利运行,同时还需要对数控系统进行操作和维护。

### 3.5 机械模具的仿真验证

在对机械模具进行数控编程之前,应当结合机械模具的特点对其进行分析,并采用相应的仿真技术来保证仿真过程的科学有效性。在仿真过程中,应当对机械模具的材料进行选取,并以其加工过程中所产生的热量作为参考因素。当机械模具处于低温状态时,其所产生的热量能够被有效吸收,以此保证机械模具的加工质量。在加工过程中,应当根据实际情况选择合适的加工速度,并按照相应的加工规范对机械模具

进行加工。在进行仿真过程中,应当以实际生产环境为基础,对仿真系统进行不断优化和完善。当机械模具处于数控加工环境中时,其加工难度会随之增加,加工质量也会随之下降。因此,在进行仿真过程中,应当对数控程序进行反复修改和完善,以保证仿真系统的准确性和科学性。

在进行仿真过程中,应当先将模具和加工环境之间的连接建立起来,然后再对仿真系统的使用范围进行确定。在实际生产过程中,机械模具的加工质量会受到多种因素的影响,因此在对机械模具进行仿真过程中,应当对各种影响因素进行综合考虑和分析。此外,还应当对机械模具的加工质量进行严格把控,以此保证仿真系统可以及时反馈出加工过程中存在的问题。通过对机械模具进行仿真验证,能够有效降低机械模具的制造成本,提升机械模具的制造效率,为机械模具的顺利制造提供重要保障<sup>[5]</sup>。在进行仿真验证过程中,应当明确机械模具的加工时间、加工顺序以及加工位置等,以此保证机械模具的制造质量。

## 4 结语

通过对数控加工技术在机械模具加工制造中的应用进行分析和研究,可以看出,数控加工技术是现代机械制造的核心技术,通过将数控加工技术应用到机械模具加工制造中,可以提高生产效率,降低生产成本,确保模具加工质量。在应用数控加工技术进行机械模具加工制造时,相关人员要根据实际情况选择合适的数控机床,提高数控机床的使用寿命和生产效率,确保模具生产质量。此外,相关人员还要做好数控加工技术在机械模具加工制造中的应用管理工作,确保整个机械模具加工制造过程能够顺利进行,保证机械模具能够达到预期设计要求。

## 参考文献:

- [1] 王燕平,孙晓丹.数控加工技术在机械模具制造中的运用分析[J].时代汽车,2023(13):121-123.
- [2] 李威.数控加工技术在机械模具制造中的应用[J].模具制造,2023,23(06):52-55.
- [3] 张琢.数控加工技术在机械模具制造中的应用[J].科技资讯,2023,21(11):67-70.
- [4] 谭波.数控加工技术在机械模具制造中的应用[J].现代工业经济和信息化,2023,13(04):122-123,126.
- [5] 罗蓓.数控加工技术在机械模具制造中的应用研究[J].现代工业经济和信息化,2022,12(10):72-74.

# 数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的应用

杨 艳, 侯仁鹏

(山东广域科技有限责任公司, 山东 东营 257000)

**摘 要** 本文通过探讨数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的应用, 借助数字孪生技术实现电力设备的智能监测和预测性维护, 以提高设备运行效率和可靠性。通过系统性的监测和分析, 研究结果表明, 数字孪生技术能够准确模拟电力设备的运行状态, 为及时发现和解决问题提供有效手段。数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中具有显著的潜力, 为提升电力系统运维水平和设备可靠性提供了可行的技术支持。

**关键词** 数字孪生技术; 电力设备; 智能化运行

中图分类号: TM76

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0022-03

随着电力系统规模的不断扩大和设备复杂性的增加, 传统的维护方式已经难以满足高效、精准的需求。而数字孪生技术作为一种先进的模拟仿真手段, 其通过在虚拟环境中模拟电力设备的运行状态, 为实时监测和智能预测提供了新的手段<sup>[1]</sup>。本文旨在探讨数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的应用, 为电力设备智能化运行维护提供实用的解决方案。该研究有效促进了数字孪生技术在电力行业的广泛应用, 并推动电力设备运行维护的智能化和精细化。这不仅有助于提高电力系统的稳定性和安全性, 也为建设更加智能、可靠的电力网络奠定了坚实的基础。

## 1 数字孪生技术相关概述

### 1.1 数字孪生技术的定义

数字孪生技术是一种基于虚拟仿真的先进技术, 其核心是通过构建实物系统的数字化镜像, 实现对实际设备、过程或系统的高度模拟<sup>[2]</sup>。这种镜像不仅包括几何结构, 还涵盖物理特性、运行行为等多个方面的信息。其在于创造一个与实际系统相对应的虚拟实体, 以便实时监测、模拟和优化实际系统的运行状况。

### 1.2 数字孪生技术的特征

数字孪生技术具有几个显著的特征。首先, 它实现了对实际系统的高度精细化建模, 包括几何、物理和运行特性, 形成了一个全面的虚拟镜像。其次, 数字孪生技术支持实时数据采集与更新, 能够动态反映实际系统的状态变化, 保持模型的实时性和准确性。此外, 数字孪生技术具备强大的仿真能力, 可以模拟多种工况和应对不同情境, 为系统优化提供多样性的

实验环境。最后, 数字孪生技术实现了物理世界与数字世界的高度融合, 使得实际系统的运行状况可以在虚拟环境中得到全面而深入的理解, 为智能决策和预测性维护提供了坚实基础<sup>[3]</sup>。

## 2 数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的优势

### 2.1 提供实时监测与反馈

数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中能够提供实时监测与反馈。通过对电力设备的数字化镜像进行动态更新, 系统能够即时捕捉设备运行状态的变化<sup>[4]</sup>。这实现了对设备实时性能的准确把握, 使操作人员能够及时发现潜在问题并采取有效措施。同时, 数字孪生技术结合物联网等先进技术, 实现了对各种传感器数据的实时整合, 进一步提高了监测的全面性和精准性。通过实时反馈, 运维人员可以迅速响应设备异常, 从而降低设备故障风险, 提高系统的稳定性和可靠性。这种实时监测与反馈机制为电力设备的智能化运行维护奠定了坚实基础, 有效缩短了故障诊断与处理的时间, 实现了更加高效的设备管理。

### 2.2 模拟仿真与预测性维护

数字孪生技术的另一优势在于其强大的模拟仿真与预测性维护能力。通过对设备的数字化模型进行精准建模, 系统能够模拟多种工况和运行情境, 实现对设备性能的全面评估。这种仿真能力使得运维人员可以在虚拟环境中进行多方案比较和优化, 提前识别潜在问题, 从而制定更加有效的维护策略。另外, 该技术通过对历史数据和实时数据的综合分析, 实现对设

备未来运行状态的预测。这为预防性维护提供了强有力的支持,有助于避免设备故障和提前发现潜在隐患,从而最大程度地降低停机时间和维护成本。通过模拟仿真与预测性维护,数字孪生技术为电力设备的智能化运行提供了可靠的工具,推动了电力行业向更高效、可靠的维护管理模式转变。

### 2.3 降低维护成本并提高效率

数字孪生技术还能够降低维护成本并提高效率。通过实时监测、模拟仿真和预测性维护,系统能够精准预测设备的维护需求,使维护工作更具针对性和计划性。这有效避免了突发性故障带来的停机损失,提高了设备的可靠性和稳定性。同时,该技术为运维人员提供了优化决策的支持,使其能够在实际维护中更加高效地分配资源和人力。通过提前发现问题、减少维护次数以及优化维护流程,数字孪生技术为降低维护成本创造了条件。这样的精细化维护策略不仅降低了人力和物力投入,同时提高了设备的整体运行效率。

## 3 数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中面临的挑战

### 3.1 数据安全与隐私保护

随着数字孪生技术的广泛应用,大量实时数据和敏感信息被采集、存储和传输,因此引发了人们对数据隐私和安全的严重关切。电力设备的运行数据包含大量关键性信息,如设备状态、性能参数等,一旦被恶意获取,可能导致设备的安全性受到威胁。其次,数字孪生技术往往需要联动多个数据源,包括设备传感器、网络通信等,这增加了数据被非法获取或篡改的风险。此外,由于电力设备通常处于关键基础设施中,一旦数字孪生技术的数据受到破坏,将会对整个电力系统的安全性产生严重影响。最后,数字孪生技术涉及大量个体设备的数据,在共享数据的过程中,可能涉及用户身份、设备维护历史等敏感信息,需要有效的隐私保护措施来防范潜在的滥用风险。

### 3.2 模型准确性与实际运行偏差

数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中需要克服模型准确性与实际运行偏差的问题,以确保模型能够更真实、可靠地反映电力设备的运行状态,从而提高智能化运维的效果和可靠性。

首先,模型准确性直接关系到数字孪生技术在真实运行场景中的可靠性。由于电力设备在实际运行中受到多种因素的影响,如环境变化、负荷波动等,如果模型不能准确地反映这些复杂情况,就难以对设备状态进行准确的预测和分析。其次,实际运行偏差会

导致数字孪生模型与真实设备之间存在差异,进而影响维护决策的准确性。例如,设备在长时间运行后可能出现磨损、老化等现象,而数字孪生模型如果无法及时更新或捕捉这些变化,就会导致模型预测与实际运行存在偏差,影响对设备健康状况的全面了解。最后,不准确的模型会误判设备状态,影响维护计划的制定和执行。在实际操作中,运维人员可能会根据数字孪生模型的输出进行决策,如果模型无法准确反映实际情况,就难以实现智能化运维的目标,甚至可能导致设备损坏或运行故障。

### 3.3 大规模数据处理与计算资源需求

随着电力设备的智能化程度不断提高,所涉及的数据量也呈现出爆炸性增长的趋势。这包括来自传感器、监测设备以及其他数据源的实时数据,以及设备历史数据等。这样的大规模数据需要进行有效的处理和分析,以提取有意义的信息,用于数字孪生模型的建立和更新。同时,为了保证数字孪生模型的准确性和实时性,大规模的数据处理需要强大的计算资源支持。这包括高性能计算能力、存储空间以及适应大规模并行计算的系统架构。缺乏足够的计算资源可能导致数据处理速度缓慢,延迟了对设备状态的实时监测和响应,从而影响数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的实际应用效果。此外,大规模数据的处理过程中,如果数据质量不佳或者存在不一致性,将直接影响数字孪生模型的建模和分析结果的准确性。

## 4 数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的应用措施

### 4.1 设备健康监测与实时数据分析

设备健康监测与实时数据分析作为数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的应用措施,强调了对设备状态的实时监测和数据分析的重要性,为电力设备的智能化运维提供了有力的技术支持。

首先,通过设备健康监测,系统可以实时收集电力设备的各种传感器数据,包括温度、压力和振动等多维度信息,这使得对设备的状态进行全面而实时的监测成为可能。通过监测设备运行时的实际状况,数字孪生技术能够建立起与真实设备高度一致的虚拟模型,从而更准确地反映设备的健康状况。其次,通过对设备实时产生的大量数据进行分析,系统能够及时发现潜在的问题或异常。实时数据分析还使得数字孪生模型能够迅速更新,及时适应设备运行状态的变化,这有助于提前预测潜在故障,降低设备维护的风险。设备健康监测与实时数据分析的整合使得数字孪生技

术在电力设备智能化运行维护中发挥了重要作用。通过建立设备的数字孪生模型,运维人员能够实时获得设备的健康状况,识别潜在问题,并采取相应的预防性维护措施。

#### 4.2 智能诊断与故障预警系统建设

智能诊断与故障预警系统建设是数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的关键措施。通过实时的诊断与预警,数字孪生技术有效地提高了设备的运行可靠性,为电力设备维护带来了更为智能、高效的解决方案。

首先,通过智能诊断系统,数字孪生技术能够实时分析设备数据,检测潜在的故障迹象,并精准识别设备可能存在的问题。这建立在数字孪生模型的基础上,对实际运行数据进行对比分析,就能辨别出设备性能的异常情况,从而提供更精确的故障诊断。其次,通过实时监测设备状态和对数据的深度分析,数字孪生技术可以预测可能的故障,提前发出警报,使得运维团队能够采取预防性维护措施,避免或减缓潜在故障对设备运行的不利影响。最后,通过数字孪生技术的应用,运维人员可以更加主动地管理设备的健康状况,减少了突发故障对设备性能和生产效率的负面影响。

#### 4.3 虚拟仿真与优化运维策略

虚拟仿真与优化运维策略作为数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的关键措施,为运维人员提供了强大的工具和方法,使他们能够更智能、更有效地管理和维护电力设备,实现设备的可靠性和稳定性的最优化。

首先,通过建立精确的数字孪生模型,虚拟仿真可以模拟电力设备在不同工况下的运行情景,为运维人员提供了一个仿真实验的环境,使他们能够在不影响实际设备的情况下进行各种操作和维护方案的测试。通过仿真,运维人员可以评估不同策略的效果,提前了解可能的影响,并优化运维决策。其次,数字孪生技术通过模拟实际设备的运行状况,为运维人员提供了更全面、准确的数据,使得运维人员能够制定更精细化的运维策略。通过不断优化运维策略,可以提高设备的运行效率,延长设备寿命,减少不必要的维护成本,实现更加智能和经济高效的设备管理。最后,在虚拟环境中进行仿真和实时优化,运维人员能够更好地理解设备的性能特征,及时调整运维方案,提高运维决策的准确性,为设备的长期稳定运行提供了可持续性的支持,为电力设备的智能化运行维护奠定了坚实的基础。

#### 4.4 数据驱动的定期维护计划制定

数据驱动的定期维护计划制定作为数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的重要措施,强调了依靠大数据和先进分析手段来优化维护决策的重要性。通过综合利用数字孪生技术提供的全面数据,电力设备的维护可以更加精准、高效,使得运维过程更趋于智能化和可持续性。

首先,通过数字孪生技术的实时数据采集和分析,系统可以获取电力设备的详尽运行信息。这样的大量数据提供了深入了解设备运行状况的基础,为制定有效的维护计划提供了坚实的数据支持。其次,数字孪生技术可以识别设备的运行模式、寿命曲线以及可能的故障特征。通过对这些数据进行统计和建模,系统能够识别出设备的潜在问题,并预测未来可能发生的故障。最后,数据驱动的定期维护计划制定通过数字孪生技术的应用,将维护由传统的定期维护模式转变为更加智能和预测性的模式。运维人员可以根据设备实际运行状况,制定个性化的维护计划,避免了传统定期维护中的盲目性和浪费<sup>[5]</sup>。

### 5 结语

综上所述,数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中展现出重要的应用价值。通过设备健康监测、智能诊断与故障预警系统、虚拟仿真与优化运维策略以及数据驱动的定期维护计划制定等措施,实现了对设备全生命周期的智能管理。这不仅提高了设备的可用性、稳定性和安全性,还降低了运维成本。数字孪生技术为电力设备维护注入了新的智能和高效理念,推动电力行业向更智能、可持续的方向迈进,具有深远的意义。

#### 参考文献:

- [1] 陈政同. 数字孪生技术在电力设备智能化运行维护中的应用[J]. 长江信息通信, 2023, 36(09): 126-127, 131.
- [2] 符华, 陈荭. 基于数字孪生技术在电力设备的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2021(20): 229-231.
- [3] 盛戈皞, 钱勇, 罗林根, 等. 面向新型电力系统的电力设备运行维护关键技术及其应用展望[J]. 高电压技术, 2021, 47(09): 3072-3084.
- [4] 张晓刚, 王策, 龙娜, 等. 数字孪生技术架构及在输电设备运维中的应用[J]. 上海电力大学学报, 2022, 38(05): 507-512.
- [5] 田黎耀. 智能电网输变电设备集中监控信息数据统计应用[J]. 互联网周刊, 2023(19): 72-74.

# 关于变频器在集中供热电气自动化控制中的应用分析

杨毅

(山东省东营市鲁源热力有限公司, 山东 东营 257091)

**摘要** 在城市供热系统中, 集中供热是一种常见的供暖方式, 其通过中央供热站将热能集中供应给各个用户, 实现了集中供热、能源共享的优势。然而, 传统的集中供热系统存在能源浪费、系统效率低等问题, 因此, 电气自动化控制技术的引入成为提高供热系统性能的关键。变频器作为一种电气控制设备, 具有调速、调压、调流等功能, 广泛应用于各种电机驱动系统。在集中供热系统中引入变频器技术, 可以有效地优化系统运行, 提高能源利用效率。故此, 文章分析了变频器的基本原理与结构, 阐述了变频器在集中供热系统中的具体应用方法和技术要点, 旨在为相关工作人员提供参考。

**关键词** 变频器; 集中供热; 电气自动化控制

**中图分类号:** TM92

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)01-0025-03

## 1 变频器的基本原理与结构

### 1.1 变频器的基本原理

变频器是一种电力调节设备, 它的主要功能是改变交流电的频率。这种改变频率的过程是通过调整电压和频率实现的, 进而能够精确控制电机的速度。变频技术是一门应用型技术, 能够将电信号的频率按照具体电路的要求进行变换。在集中供热系统中, 变频器常用于调节水泵、风机等设备的转速, 以实现系统运行的精准控制。

### 1.2 变频器的结构

变频器的结构主要包括整流器、滤波器、逆变器三部分。整流器的功能是将交流电源转换为直流电源, 而滤波器则用于减小电流的波动。逆变器是变频器的核心部分, 它将直流电源转换为可调的交流电源输出。这种结构使得变频器能够灵活地调整输出频率和电压, 从而满足不同工况下的需求。根据变频器的变换环节, 变频器可以分为交-交变频器和交-直-交变频器。交-交变频器是把频率固定交流电变换成频率连续可调的交流电, 而交-直-交变频器是先把频率固定的交流电整流成直流电, 再把直流电逆变成频率连续可调的交流电。由于把直流电逆变成交流电的环节较易, 因此在频率的调节范围和改善频率后电动机的特性等方面, 交-直-交变频器比交-交变频器具有更大的优势<sup>[1]</sup>。

## 2 变频器在集中供热电气自动化控制中的技术要点

### 2.1 精确的负荷调节能力

变频器作为电气自动化控制系统的核心调速设备, 其最为关键的特性之一就是其卓越的负荷调节能力。在集中供热系统中, 用户需求、环境温度等因素经常发生变化, 要求供热设备能够灵活、迅速地调整运行状态以满足不同的负荷需求。变频器通过其精准的频率和电压调整功能, 能够实现对电机的精确调速, 确保设备在高效工作的同时, 根据实时负荷的变化, 灵活调整输出功率, 从而达到最佳的能效表现。其高精度的负荷调节能力, 使得供热系统能够更加智能地应对动态的工作环境, 最大限度地提高能源利用效率<sup>[2]</sup>。

### 2.2 可编程控制策略

在电气自动化控制系统中, 变频器的控制策略直接决定了系统的性能和灵活性。通过可编程的控制策略, 变频器具备了适应不同工况和运行模式的灵活性。这种灵活性使得变频器能够根据实际需求动态地调整输出频率、电流和电压等关键参数, 以适应系统负荷的变化。通过预设的控制程序, 变频器能够在不同的工作状态下自动调整运行参数, 实现系统的智能化控制。可编程的控制策略为供热系统提供了更高层次的自主性和适应性, 使其能够更好地适应多变的工作环境, 提高系统的稳定性和可靠性。这一特性是电气自

动化领域中的重要创新，为系统的高效运行提供了有力支持。

### 2.3 高效的能量转换

为了提高集中供热系统的整体能源利用效率，变频器需要具备高效的能量转换能力。在电气自动化控制中，变频器通过其整流器和逆变器等核心部件的协同工作，实现电能到机械能的转换。整流器将交流电转换为直流电，而逆变器则将直流电转换为可调的交流电。这个高效的能量转换过程确保了变频器在调节电机转速时能够最小化能量的损失。通过减小能耗，系统在实现高效运行的同时，也能够降低运行时产生的热损失，进一步提高系统的整体能效水平。变频器在能量转换方面的卓越性能，是实现供热系统能源节约的重要保障<sup>[3]</sup>。

### 2.4 良好的系统稳定性与抗干扰能力

在电气自动化控制中，系统的稳定性和抗干扰能力是确保系统可靠运行的基础。作为控制系统的核心组成部分，变频器需要具备良好的系统稳定性，确保在各种工况下都能够保持平稳的运行状态。同时，抗干扰能力能够使变频器在面对外界干扰时保持稳定，不受外界因素影响。这种稳定性和抗干扰能力的结合，使得变频器能够在复杂多变的工作环境中，持续提供可靠的电气控制。通过采用先进的控制算法和嵌入式技术，变频器能够及时响应系统变化，保证系统在各种工作条件下都能够稳定运行，提高了系统的可靠性和可维护性。

### 2.5 高性能的过载保护与故障检测机制

为了确保集中供热系统的安全运行，变频器必须配备高性能的过载保护和故障检测机制。过载保护是变频器的关键功能之一，它能够在设备工作负荷超出额定值时快速响应，立即停机以防止设备受损。这种高性能的过载保护机制不仅保护了电机和其他关键部件免受过度负载的危害，还延长了设备的使用寿命，提高了系统的可靠性。故障检测机制是另一个关键方面，通过监测设备的运行状态，变频器能够及时检测到潜在的故障情况。一旦发现设备故障，故障检测系统会迅速响应，并发出报警信号，通知运维人员进行及时处理。这种高性能的故障检测机制大大缩短了故障排除的时间，提高了系统的可维护性。通过及时诊断和处理故障，系统的停机时间得以最小化，确保了供热系统的连续、稳定运行<sup>[4]</sup>。

### 2.6 先进的通信与监控系统集成

随着信息技术的不断发展，先进的通信与监控系统集成成为电气自动化控制的重要方向。在集中供热

系统中，变频器的先进通信与监控系统集成为提高系统的智能性、可管理性和可维护性提供了关键支持。变频器需要具备与上层监控系统的通信接口，以实现实时数据传输和监测。通过集成先进的监控系统，运维人员能够远程监控变频器的运行状态，实时获取关键参数，进行远程调试和故障排查。这种实时监控和远程管理的能力，大大提高了系统的响应速度，使运维人员能够及时作出决策，保障系统的稳定运行。在集成通信与监控系统的过程中，变频器不仅能够传递基本的运行数据，还可以与监控系统实现双向通信。这种双向通信使得监控系统能够下发指令，调整变频器的工作参数，实现对系统的精细化控制。同时，变频器也能够主动向监控系统报告设备状态、性能指标等信息，为系统的运行提供更为全面的数据支持。

## 3 变频器在集中供热电气自动化控制中的具体应用

### 3.1 水泵系统的变频器调速控制

在集中供热系统中，水泵系统扮演着将热水从中央供热站输送至各用户的关键角色。传统的水泵系统通常采用固定的恒速运行方式，然而实际运行中，用户需求和系统负荷常常呈现多变的状况，导致传统系统存在能耗效率低下的问题。引入变频器技术后，水泵的运行状态得以灵活调整，其转速可根据实际需求进行精准控制，从而实现水流量的精确调节。通过监测系统中的温度、压力等参数，变频器能够智能地调整水泵的运行状态，确保系统运行在最佳工况下，提高了系统的能源利用效率。这种精准的水泵调速控制不仅降低了能耗，还有助于减小水泵过量运行带来的损耗，从而在维持系统运行稳定性的同时，提高了整体的节能水平<sup>[5]</sup>。

### 3.2 风机系统的变频器调速控制

在集中供热系统中，风机系统是负责通风、换气等重要功能的关键设备，其工作负荷受环境温度、用户需求等因素的影响而波动。传统的风机系统通常采用固定速度运行的方式，然而这种模式存在明显的能源浪费问题。引入变频器技术后，系统便能够智能地根据实际需求灵活调整风机的转速，从而实现风量的精确控制。这一创新的调速手段不仅显著提高了系统的能效，而且有效降低了设备运行时的噪声水平，从而显著提升了用户体验。变频器调速控制技术使得风机能够根据不同的工况智能地调整运行状态，从而最大程度地适应系统需求，减少不必要的能量消耗。传统固定速度运行的风机系统在低负荷时仍以额定功率运行，而变频器调速系统则能够根据实际需要灵活调

整工作状态,减小运行时的能耗。此外,通过精确控制风机的转速,系统还能够降低空气流动引起的噪声,提高环境舒适度,为用户创造更为宜人的供热环境。

### 3.3 温控系统与变频器的联动应用

温控系统在集中供热中扮演着至关重要的角色,它直接影响着用户的供热体验和系统的能效表现。通过与变频器的联动应用,可以实现更为智能、高效的系统运行,为用户提供舒适而节能的供热环境。在寒冷季节,变频器与温控系统的联动应用体现在对供暖温度的智能调整上。当环境温度降低,系统需要提供更高的供暖温度以满足用户需求。变频器通过监测温度信号,智能地调整水泵和风机的运行状态,确保及时、精准地响应用户需求。通过灵活调整设备运行状态,系统避免了在高负荷时的过度能耗,同时仍能够保持供热系统的高效运行。相反,在气温较高的季节,温控系统与变频器的协同工作可以实现供暖温度的降低,以减小设备运行负荷,达到节能的目的。变频器根据实时的温度监测数据,智能地调整水泵和风机的运行速度,确保系统以最佳效率运行。这种联动应用不仅实现了系统的节能运行,还为用户提供了环境友好、高效的供热服务。通过温控系统与变频器的联动应用,集中供热系统得以在不同季节和工作条件下实现最佳的能效表现。这种智能调控手段不仅提高了系统的运行效率,还为用户创造了更为温馨、舒适的供热环境,展现了现代供热技术的智能化和人性化特点。

### 3.4 变频器在换热站控制中的应用

换热站作为集中供热系统的核心设备,负责热能的集中转换和分配,其性能直接关系到整个供热系统的运行效率。引入变频器技术在换热站的循环泵、控制阀等设备上进行应用,不仅实现了对热能传递的精确控制,还显著提升了系统的运行效率和能源利用率。变频器在循环泵上的应用使得系统能够根据实时的负荷需求智能地调整泵的转速,实现对流体的精准调节。随着系统负荷的变化,变频器能够灵活地调整泵的输出功率,确保流体在管道中的流速和温度达到最佳状态。这种精确的流体调节不仅提高了换热效率,还降低了系统的能耗,为供热系统带来了显著的能效提升。在控制阀的应用方面,变频器同样发挥着关键作用。通过变频器智能地调整控制阀的开度,系统能够更加精细地控制热能的分配,确保每个用户获得恰到好处的供热,不仅提高了系统的整体运行效率,还为用户提供了更为舒适、可靠的供热体验。

### 3.5 安全控制与故障诊断

在集中供热电气自动化控制中,除了优化系统效

率和提高能效之外,变频器还承担着关键的安全控制和故障诊断任务。通过实时监测系统的运行状态,变频器能够对设备的异常振动、过载等情况进行及时检测,并采取相应的措施进行保护,确保系统的安全可靠运行。安全控制是变频器在系统中的一项关键功能。通过监测电机和其他关键设备的运行情况,变频器能够检测到可能导致设备故障的异常情况。例如,当设备出现过载时,变频器可以迅速降低电机的输出功率,防止设备受到进一步损害。此外,变频器还能够监测设备的振动情况,一旦检测到异常振动,即可立即停机,避免进一步损害设备。故障诊断功能是变频器在提高系统可靠性方面的关键支持。当系统发生故障时,变频器能够通过诊断系统状态,准确地定位故障源。这种功能有助于运维人员迅速采取针对性的措施,缩短系统的停机时间,降低维护成本。通过及时而准确地诊断系统故障,变频器提高了系统的可维护性,确保系统在面对问题时能够迅速有效地进行响应。

## 4 结语

综上所述,变频器在集中供热电气自动化控制中的应用具有显著的优势。通过精确的负荷调节能力、可编程控制策略、高效的能量转换、良好的系统稳定性与抗干扰能力、高性能的过载保护与故障检测机制以及先进的通信与监控系统集成,变频器能够有效地优化系统运行,提高能源利用效率。在水泵系统、风机系统、温控系统、换热站控制等方面的具体应用中,变频器调速控制技术为集中供热系统带来了节能、高效、舒适和可靠的运行效果。然而,随着技术的不断发展和市场需求的变化,变频器在集中供热电气自动化控制领域的应用仍有很大的发展空间。未来,我们期待通过进一步的研究和创新,实现更高效、智能、环保的集中供热系统,为人们创造更加美好的生活环境。

## 参考文献:

- [1] 刘海洋.集中供热系统中热网的电气自动控制探究[J].数字通信世界,2020(09):177-178.
- [2] 李积祥,李刚.变频器在集中供热电气自动化控制中的应用分析[J].装备维修技术,2020(02):1,4.
- [3] 时永豹.变频器在集中供热电气自动化控制中的应用分析[J].现代工业经济和信息化,2019,09(09):94-95,98.
- [4] 史建金.集中供热系统中热网电气自动化控制研究[J].河南科技,2019(25):124-126.
- [5] 曲贵.集中供热系统的热网电气自动化控制实现策略[J].电气技术与经济,2020(03):40-41,44.

# 基于深度学习的发电机设备运行状态智能检测系统研究与应用

梁云, 张鹏伟, 赵文辉

(国能锦界能源有限责任公司, 陕西 榆林 719319)

**摘要** 本文以电厂DCS系统的发电机组运行数据为基础, 筛选并构建一个包括正常运行状态、故障状态以及其他异常状态的训练样本, 基于深度学习开发发电机设备运行状态智能检测技术。通过对#1机组发电机组进行运行状态检测应用, 针对发电机运行过程中的大量实时数据与历史数据, 进行数据清洗, 去除潜在的错误数据和异常值, 通过对数据进行分析和挖掘, 提取发电机设备各类运行状态的关键特征, 基于深度学习对发电机设备运行状态智能检测算法进行训练和优化, 用于发电机设备状态分析及维护, 实现智能预测故障的发生, 确定发电机的最优维护时机, 对提高发电机组运行的稳定性, 促进电力行业发展具有重要的作用, 为保障电厂设备能够安全、可靠、有效地运行提供示范。

**关键词** 深度学习; 发电机设备; 运行状态; 智能检测技术

**中图分类号**: TM31; TP27

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)01-0028-03

随着国内用电需求日益增多, 电厂设备的故障率导致事故也在逐年递增。发电机作为火力发电的主要电气设备, 由于结构复杂, 其工作时各类信号干扰大、耦合性强, 出现任何重大的故障都会带来一系列的连锁反应, 从而造成严重的经济损失, 发电机设备运行状态往往会受到各种外界因素的影响, 基于规则的故障检测和基于模型的故障诊断等传统检测方法很难将这些复杂的关联关系考虑进去, 无法适应复杂多变的发电机设备故障模式, 发电机设备运行状态检测的准确性和可靠性有待提高。<sup>[1]</sup>对发电机组的运行状态进行实时监测, 开发设备状态的智能检测, 能够更好地识别出各种故障模式下的特征, 并将其与正常运行状态进行对比分析。这有助于提前预警潜在的故障, 并采取相应的维修和保养措施, 从而提高发电机设备的可靠性和运行效率。<sup>[2]</sup>

近年来, 基于大数据、深度学习、人工智能等先进算法广泛应用于电力系统设备预测性维护中, 实现设备的健康状态检测、故障智能预测等目标<sup>[3]</sup>。本文以电厂DCS系统的发电机组运行数据为基础, 筛选并构建一个包括正常运行状态、故障状态以及其他异常状态的训练样本, 基于深度学习开发发电机设备运行状态智能检测技术, 用于发电机组的运行状态检测, 智能预测故障的发生, 确定发电机的最优维护时机, 这对提高发电机

组运行的稳定性, 促进电力行业发展具有重要的作用<sup>[4]</sup>。

## 1 基于深度学习的发电机设备运行状态智能检测

### 1.1 深度学习算法

深度学习是一种基于神经网络的机器学习算法, 它通过多层神经元的连接和学习来实现对输入数据的学习和表达能力, 其优势在于其能够通过对大规模数据的训练, 自动地学习到特征表达, 并从中提取出有用的信息。相关研究表明, 深度学习在设备故障预测、健康管理和状态识别等领域具有卓越的能力<sup>[5-6]</sup>。

基于深度学习的发电机设备运行状态智能检测方法主要包括数据预处理、模型搭建和模型训练三个步骤。在数据预处理阶段, 我们需要采集大量的发电机设备运行状态数据, 并对其清洗和标注, 以确保数据的质量和准确性。然后, 在模型搭建阶段, 我们可以选择适用于发电机设备运行状态检测的深度学习模型, 如卷积神经网络(CNN)或循环神经网络(RNN), 并进行模型的构建和参数的调整。最后, 在模型训练阶段, 我们使用预处理后的数据集来训练深度学习模型, 并通过迭代和优化来提高模型的准确性和稳定性。

### 1.2 发电机设备状态检测

实时检测发电机设备的运行状态, 可以及时发现

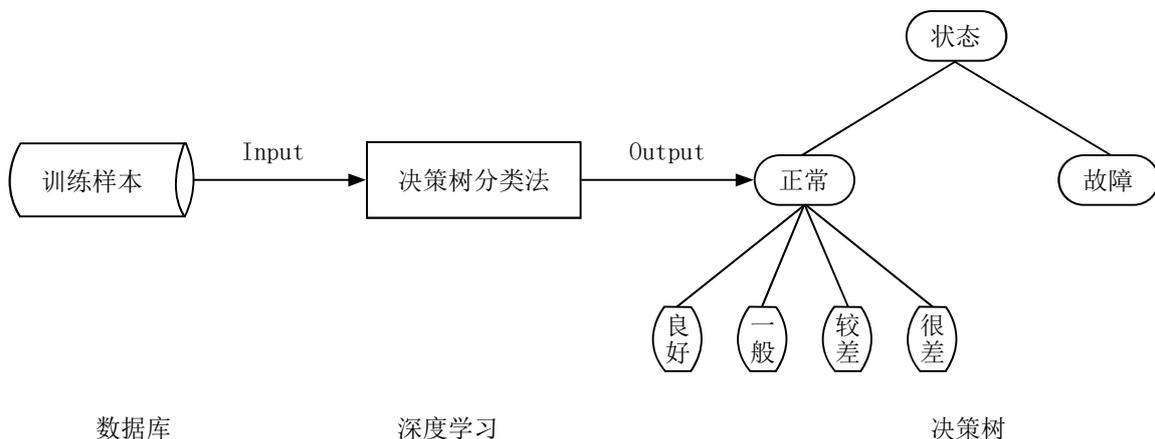


图 1 发电机设备运行状态智能检测系统决策树

故障并采取维护和更换措施，保证设备的可靠运行，降低设备故障和事故的发生率。本文从大量的历史数据中学习设备不同状态时的规律和特征。通过对大量的设备运行数据进行训练，深度学习模型可以自动地提取特征，发现设备工作过程中隐藏的异常行为，从而为发电机设备保驾护航。

### 1.3 发电机设备故障预警

在发电机设备的运行过程中，故障的发生是无法避免的。为了提前发现并及时处理这些故障，通过学习大量历史数据和故障样本，从中抽取特征，并构建故障检测模型。与传统的基于规则的故障预警方法相比，深度学习技术能够更加准确地判断设备故障的发生，并可以自动学习和适应新的故障模式。

## 2 数据挖掘与分析技术

### 2.1 样本数据集构建

在本研究中，为了提高发电机设备运行状态智能检测技术的性能，需要构建一个高质量的样本数据集，用于深度学习算法开发、训练。主要包括：

1. 以电厂 DCS 系统的发电机组运行数据为基础，筛选并构建一个包括正常运行状态、故障状态以及其他异常状态的训练样本。

2. 对采集到的原始数据进行数据清洗、归一化处理，通过数据清洗，去除潜在的错误数据和异常值，通过归一化处理，以消除数据之间的量纲差异，提高模型的训练效果。

3. 数据分析和挖掘，基于发电机组设备的历史数据以及现场仪表采集的实时数据，通过时域特征、频域特征和统计特征方法，提取出了一系列能够表征

发电机设备运行状态的关键特征，并将复杂的原始数据转化为具有明确含义的特征向量，使得样本数据更具有区分性和可解释性，便于后续的深度学习模型训练与优化。

### 2.2 决策树算法

本文基于决策树开发发电机设备运行状态智能检测系统算法，不需要对样本进行预先假设，计算速度快可同时处理分类和预测问题，对缺失值不敏感，满足发电机组设备的需求。过程如图 1 所示<sup>[7]</sup>。

决策树算法步骤为：

1. 将所有的训练样本数据按照状态进行样本集分类，采用 ID3 算法，计算每个状态属性的信息增益、信息熵，决策树的分支节点所包含的样本尽可能属于同一类别，即其纯度越高越好。

2. 将样本集中信息增益度最大的属性定义为决策树的第一级再次进行样本子集分类，按照步骤 1 的算法，计算样本子集的信息增益、信息熵。

3. 将样本子集中信息增益度最大的属性定义为决策树再次分类的节点，按照步骤 1、2 的算法进行分类，直至本级中所有的样本子集都为同一类别。

## 3 发电机设备运行状态智能检测系统技术

### 3.1 发电机设备运行数据处理

目前，发电机的主要状态检测参数为发电机剩余预测击穿电压，根据相关文献可知发电机剩余预测击穿电压计算公式可简化为：

$$\frac{U_b}{U_N} = 12.0 - 2.21gQ_m - 280\left(\frac{tg\delta_0}{R_1C_0}\right)^2$$

其中，剩余预测击穿电压  $U_b$ 、额定电压  $U_N$ 、最大局

部放电量  $Q_m$ 、绝缘电阻  $R_1$ 、电容  $C_0$ 。根据经验公式即可获得发电机剩余预测击穿电压,由于发电机使用过程中存在绝缘老化问题,式中的最大局部放电量  $Q_m$ 、绝缘电阻  $R_1$ 、电容  $C_0$  发生变化,需要定期测量,影响发电机组正常工作;同时,由于发电机组的工作环境复杂和信息传输技术的限制,采集到的数据通常噪声点以及缺失值,对需要对异常数据进行识别和修复等数据处理。

基于深度学习算法中的聚类方法,对原始数据流进行初步的聚类分析,对异常数据进行识别,利用神经网络进行异常数据的去除和缺失数据的填补,能够更好地为发电机故障诊断提供可靠的数据保障。项目通过神经网络算法取 50 组数据,通过采用神经网络技术结合模糊数学,建立老化数学模型进行预测绝缘的剩余击穿电压分析,即可实现电机设备运行状态智能检测与在线分析。

### 3.2 发电机设备运行状态智能算法训练

基于对发电机设备运行时产生的大量历史、实时数据进行收集、处理、分析、建模来实现的,对预测发电机设备运行状态可通过决策树学习训练专家策略库,根据分级对应的策略对设备进行维护<sup>[8]</sup>,具体流程主要包括以下步骤。

1. 数据获取:通过 DCS、PI 数据库获得发电机设备运行数据。

2. 数据处理:包括数据预处理和特征提取,对数据进行过滤和整理,识别数据中工况信息,剔除非重要变量,通过特征提取数据供模型训练使用。

3. 模型训练:选择适当深度学习模型,利用经处理后的数据进行训练,获得在不同运行状况时的预测的模型。

4. 状态检测:通过读取 DCS、PI 数据库中发电机运行数据,并通过训练好的模型智能判断发电机设备运行状态。

5. 策略制定:根据电机设备运行状态,智能分析维护和维修策略,同时进行故障诊断,决定发电机维护和保养策略。

## 4 基于深度学习的发电机设备运行状态智能检测系统应用

本次研究主要针对国能锦界能源有限责任公司 #1 发电机测试应用,基于发电机设备的历史数据、检修数据、实时数据进行训练,将击穿电压作为神经网络

的单一输出来评估发电机设备运行状态,通过建立具有模糊输出的 3 层 BP 神经网络对发电机组设备运行状态进行评估。

项目基于虚拟仪器技术开发,实现设备状态分析功能、绝缘劣化趋势分析功能和设备维护等功能。可以实时显示发电机的基础信息、实时监测参数、设备状态信息,通过对发电机在线检测与智能分析,可在线分析剩余预测击穿电压,同时系统智能分析设备运行状态与设备绝缘状态,实现发电机设备状态分析及维护。

## 5 结论

基于深度学习的发电机设备运行状态智能检测系统通过在线监测实现对发电机设备状态分析及维护应用,通过对大量历史数据的学习和分析,识别出发电机设备运行中的异常状态,为设备维护与更换提供科学依据。通过现场应用表明:本文通过对发电机运行过程中的大量实时数据与历史数据,基于挖掘数据中隐含信息、智能分析,实现发电机设备状态分析及维护。项目涉及的技术也可以在电厂其他设备中推广应用,为保障电厂设备能够安全、可靠、有效地运行提供示范。

由于目前在发电机故障诊断场景中还存在数据质量、异常样本匮乏等客观因素的限制,人工智能技术在发电机组的状态分析中应用还不够成熟,其在发电机组中的应用还需进一步优化。

## 参考文献:

- [1] 李杰其,胡良兵.基于机器学习的设备预测性维护方法综述[J].计算机工程与应用,2020,56(21):11-19.
- [2] 王艺莹.电动机监测技术在发电厂辅机状态监测中的应用[J].商业故事,2018(22):159.
- [3] 刘力宇,崔江.基于深度学习的发电机整流器诊断系统研究[J].微特电机,2020,48(04):39-42.
- [4] 李春林,熊建斌,苏乃权,等.深度学习在故障诊断中的应用综述[J].机床与液压,2020,48(13):174-184.
- [5] 高锦.大数据挖掘分析在电力设备状态评估中的应用[J].南方农机,2020,51(10):158.
- [6] 江秀臣,盛戈皞.电力设备状态大数据分析的研究和应用[J].高电压技术,2018,44(04):1041-1050.
- [7] 高起栋.基于数据挖掘技术的火电厂设备状态监测系统[J].工业技术创新,2017,04(06):24-27.
- [8] 刘敏,叶小舟,徐泽华.基于神经网络的核电厂 DCS 设备剩余寿命预测方法[J].电子技术应用,2021,47(S01):185-191.

# 道路桥梁和隧道施工难点及技术措施

蔡仁超

(中铁十二局集团第一工程有限公司, 陕西 西安 710000)

**摘要** 在当前经济高速发展的背景下, 构建一个高效、便利、网络化的交通运输网络是我们面临的一个重大课题。但是, 要想达到这个目的, 使我国的交通运输业得到快速发展, 就需要加快道路、桥梁、隧道等基础设施的建设。由于我国幅员辽阔, 地形地貌复杂, 因此, 道路、桥梁、隧道等项目越来越多, 由此引发了不少复杂的病害问题, 其中大部分是由自然因素引起的。本文首先介绍了道路桥梁和隧道施工的基本概述; 其次分析了道路桥梁隧道工程施工过程中遇到的难点; 再次提出了改进道路桥梁隧道工程施工的措施; 最后对全文进行了总结分析。

**关键词** 道路桥梁; 隧道; 施工难点

中图分类号: U445; U45

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0031-03

道路桥梁和隧道等工程建设作为交通运输网络的关键组成部分, 对于保障经济和社会正常运行, 完善现代城市建设格局以及为民众出行提供有力支撑等方面具有举足轻重的地位。然而, 在实际的道路桥梁隧道建设过程中, 由于诸多因素的共同作用, 造成了施工工艺、方法上的滞后, 严重影响了施工进度, 甚至威胁到了工人的生命安全。为了更好地解决工程中出现的各种问题, 确保总体的施工质量和效率, 为交通基础设施的建设奠定坚实的基础。

## 1 道路桥梁和隧道施工概述

### 1.1 道路桥梁和隧道施工状况

道路桥梁和隧道施工是指在道路、桥梁和隧道等工程项目中进行的建设工作。这些项目的建设对于交通运输网络的完善和发展具有至关重要的作用。然而, 在实际施工过程中, 由于各种因素的共同作用, 导致施工工艺和方法上存在一些问题, 这些问题严重影响了施工进度和质量, 甚至威胁到了工人的生命安全, 为了更好地解决这些问题, 提高道路桥梁和隧道的施工质量和效率, 需要采取一系列的措施和技术手段。这些措施和技术手段不仅包括对原材料的严格把关和施工工艺的改进, 还包括对施工过程的严格监管和技术培训等。

### 1.2 影响道路桥梁和隧道施工的因素

在我国, 道路桥梁和隧道是道路工程的主要构成部分, 其施工过程会受到多种因素的影响。从设计到竣工, 既要综合考虑决策因素、设计因素、施工因素等多种因素, 又要考虑生产、施工等因素。为便于对

工程进行有效的管理与控制, 可将工程整体分为质量影响因素与施工影响因素两部分。影响工程质量的主要因素是投资和工期, 它对工程的高质量发展具有重要的意义。

对建筑物的影响因素, 应以人为因素为主。道路、桥梁、隧道工程的设计主体、运营主体和管理者三者之间存在着密切的联系, 而参与主体的职业素质是决定工程成败的关键因素。其次, 物质的作用也是不容忽视的。道路、桥梁、隧道等建筑材料对材料的选择要求较高, 作为基本交通设施的建材, 其种类和性能差异很大, 对工程施工质量有很大的影响。所以, 在施工过程中, 要对所用的材料进行适当的选择, 保证所用的材料符合建筑标准, 同时要重视其物理、化学和力学性能的变化。另外, 还要考虑到设备的因素。在道路桥梁和隧道施工中, 施工机械起着举足轻重的作用, 而作业设备、测量设备、监控设备等在施工中发挥着至关重要的作用, 为了确保施工的合理性和科学性, 我们必须对施工过程中的各个环节进行全面而深入的考虑。最终, 技术的影响不容忽视。因此, 我们还要关注施工工艺和技术, 以便整体提高整体施工水平。良好的道路、隧道建设技术是工程高质量、高效率的保证, 这同样是我们不能忽视的重要因素<sup>[1]</sup>。

## 2 道路桥梁隧道工程施工难点

### 2.1 路基施工难点

道路桥梁隧道工程建成后, 若出现局部病害, 一个关键的原因就是在其路基施工阶段, 未能按照国家和行业的规范进行加固处理, 从而埋下了路基不稳定

的隐患,使得这些工程在一段时间后容易产生各类质量问题。同时,需要认识到,道路桥梁和隧道等工程的地基受到气候条件的显著影响,如果施工材料选择不当,或者基层不平整,都会对工程质量造成不利影响。因此,对这些工程进行检查时,应将其作为重要的检查项目,一旦发现不能满足相关标准,应禁止使用,如果在建设过程中,有关部门忽略了路基的质量,那么在正式投入使用时,就有可能发生交通事故<sup>[2]</sup>。

### 2.2 混凝土施工难点

水泥等建筑材料在道路、桥梁和隧道等建设项目中得到了广泛的应用。然而,也有一些工程在浇筑完后,产生了各种各样的裂纹,对工程质量产生了很大的影响。混凝土产生裂缝的原因很多,主要有施工人员操作不当、温度控制不合理、混凝土选择不当等。例如,施工单位对混凝土强度认识不足,导致施工期间长期受空气侵蚀,导致其强度降低。建设单位要针对施工过程中出现的开裂原因,制定合理的施工计划,确保工程质量。

### 2.3 防排水施工难点

道路桥梁和隧道等工程项目中,防排水施工环节的重要性不容忽视,此阶段工作复杂且充满挑战。因此,在施工过程中,应充分考虑其综合性和专业性需求,并选择采用聚合物防水卷材进行应对。若在防渗漏雨方面忽视了科学、合理的实施策略,不仅会对行人、车辆的通行造成严重影响,还会降低整个项目的建设质量,在隧道建设过程中,为避免地下水及雨水的干扰,必须在隧道的横、纵、环三个方向进行规范的防水卷材敷设。因此,有关部门应对防排水工程给予足够的重视,并根据具体情况制定相应的防治措施。

### 2.4 钢筋施工难点

在道路桥梁和隧道等基础设施工程建设中,对各构造构件的受力性能标准提出了更高的要求。钢筋在道路桥梁和隧道等工程项目中扮演着至关重要的角色,然而,在这些工程中,有时会发现钢筋存在腐蚀问题,经过深入调查,我们发现这类问题的根源在于施工过程中的处理方法不当,在钢筋应用之前,未能进行有效的除锈处理<sup>[3]</sup>;随后,振捣力度不足导致了裂缝的出现。另外,混凝土中含有的氯盐组分也会对保护层造成损伤,从而加重钢筋的酸腐蚀,这个问题会随时间变得越来越糟。当混凝土中的钢筋发生锈蚀时,不仅会降低其承载力,还会对地下工程和其他建筑造成极大的安全威胁。特别要指出的是,道路、桥梁、隧

道等建筑,在到达一定的服务年限之后,往往会出现坍塌、开裂的情况,对行人及车辆的安全构成了极大的威胁。

## 3 改进道路桥梁隧道工程施工的措施

### 3.1 强化路基施工

在道路桥梁和隧道等工程的地基处理过程中,沉降段的施工是一项具有挑战性的任务。在实际工程中,针对道路、桥、洞等不同类型的基础设施,必须采用相应的处理方法以确保其地基的稳定性和安全性。若地基出现轻微沉陷,相关部门可以采用填密处理的方法进行修复;对于持续发生的地基沉陷,则可以采取注浆加固措施,并配合工程机械进行压实。此外,垫层法、强夯法和石灰回填夯实法是处理软基的常用方法。在进行路基建设时,以下技术要点需予以重视:

在对道路桥梁和隧道路面进行表面整治时,需综合考虑路面的实际质量、病害状况等因素,并根据工程特点选用合适的施工技术及施工方案。在填筑过程中,填筑层的压实厚度应在100m以上,以确保碾压后的路面平整,防止后续产生的剥落、疏松等现象,当采用不同特性的填料时,应采用分层压实、水平分层和分段填筑相结合的方法<sup>[4]</sup>。此外,在路基的整体宽度上,应使用同一类型的填料,避免混用各类填料。对不同填料进行压实后,要确保其连续厚度大于500mm。面层末级填料的压实厚度不得少于100mm,对于三级道路和四级道路,其路基压实度应达到90%以上;而对于一级道路和高速道路,其路基压实度要求达到93%以上,在夯实地基的过程中,含水率的控制是关键。不同土壤的最大干密度和最优含水率是不同的。因此,施工人员需要进行土壤试验,以确定各施工区段内各类土壤的最大干密度和最优含水率。通常,建筑工人将最优含水率的2%作为控制含水率的基准。

### 3.2 预防混凝土裂缝

在施工过程中,为了预防混凝土裂缝的产生,要实行多道工序的审批,对砼原材料进行严格的控制,杜绝不合格的原材料混入工地;对混凝土原材料的配比进行了优化,根据混凝土的强度要求和特定部位,选择适当的配比。其中,最主要的就是要合理地控制水灰比<sup>[5]</sup>。例如,对于道路桥梁和隧道的混凝土,大部分采用C60、C50,并在设计施工时将水灰比设定为0.41、0.38、0.35、0.32。经过对实验数据的分析,我们得出结论,水灰比对混凝土的抗压强度有直接的影响;合理安排混凝土的浇筑工作,根据具体的施工条

件确定恰当的浇筑时机,采用分层振捣的方式进行浇筑;为确保混凝土的内部和外部温度维持在适当的范围内,必须进行适当的混凝土养护。在道路桥梁和隧道建设过程中,各个阶段的混凝土所承受的荷载大小存在显著差异。在此基础上,采用概率分析的方法,我们确定了该结构的静力、动力承载力,并确定了该荷载的影响范围,从而建立了相应的混凝土结构模型。在施工过程中,禁止将工具集中堆放,禁止任何交通工具通过,以防止混凝土局部承受超载现象。

为防止因温度变化而引起的混凝土开裂,还应采取以下措施:

通过洒水来调节室内温度。若环境温度过高,可以采取洒水的方式来降低温度。在夏季施工过程中,应采取适当的措施,尽量减少浇注混凝土的厚度,并在各层浇筑时实施合理的降温方法。对于大体积的混凝土建筑物,为降低建筑物温度,必须在建筑物内安装回流管,并对其进行降温处理。在施工过程中,应尽量将混凝土浇筑安排在秋季和春季进行;若无法满足这一条件,则应尽量选择在夏季傍晚或早晨进行浇注,并采用上述措施来降低温度。

表 1 混凝土抗压强度水灰比变化情况

水灰比	0.41	0.38	0.35	0.32
混凝土抗压强度 (MPa)	42.02	51.89	52.21	53.97

### 3.3 防排水施工技术

在隧道建设过程中,防止排水是非常重要的环节。以某地区二、六车道隧道为例,该隧道右线长度为 6010m,左线长度为 5910m,宽度为 17.21m,最大埋深为 808m。为了确保防排水工程的质量,相关部门对该隧道采取了多种防排水措施,包括全断面防排水、钻孔排水降压、隧道底部加固封堵等综合防排水措施。这些措施旨在提高隧道的安全性和使用寿命,确保车辆和行人在隧道内的安全。

### 3.4 防止钢筋锈蚀问题

道路桥梁和隧道中的钢筋腐蚀问题应引起高度关注。腐蚀对这类工程的安全性产生严重影响。研究结果显示,24 根处于不同腐蚀状态的钢筋中,未腐蚀的钢筋展现出明显的屈服期和受压点,说明其具有较高的延性;轻度腐蚀的钢筋的最终变形程度减小;而当腐蚀严重时,混凝土中不会形成屈服阶梯,这表明混凝土中的腐蚀对混凝土结构的变形及承载能力具有重大影响<sup>[6]</sup>。举例来说,1 根未发生腐蚀的钢筋的极限变

形值为 37.67mm,最大承载力为 180.3kN;而当腐蚀速率达到 17.58% 时,其极限变形值降为 18.09mm,最终载荷变为 140.5kN。

为有效控制钢筋的腐蚀,可以采用喷镀方法进行防护。目前使用最广泛的两种涂料工艺是环氧树脂涂料和锌基涂料。锌基涂料同时具备阴极保护和钝化膜两种功能。应用此工艺时,相关机构可将 Z-5% 铝合金涂层与上述工艺结合,以进一步提高钢筋的耐蚀性。环氧树脂涂料分为面漆和底漆两种,施工人员要根据钢筋的防锈需求来决定使用哪种面漆层数。通常为了使涂料与预应力钢筋能够紧密结合,需要将涂料厚度控制在 0.4mm 至 1mm 之间。涂装作业前,必须先清洗干净钢筋,然后按照相关施工规范进行涂装。完成以上工序后,应采取适当的防护措施,以避免外部因素对涂料造成损害;在搬运、储存过程中,要小心搬运并做好防潮处理,以减少钢筋发生腐蚀的可能性。在有条件的情况下,可选择高强度不锈钢,例如高强度铬镍钼不锈钢及铬镍钼不锈钢等。

## 4 结语

总的来说,在道路桥梁和隧道的施工过程中,防排水施工工艺、钢筋锈蚀和混凝土开裂等问题应受到足够的重视。在未来的发展过程中,我们必须继续深入探讨道路桥梁和隧道等相关问题,积极应用新技术、新工艺和新材料,以提高工程的质量和效率,为国家的基建事业做出更大的贡献。

## 参考文献:

- [1] 张志强.道路桥梁隧道施工中的重点和难点[J].交通世界,2019(17):120-121.
- [2] 王峰.道路桥梁隧道施工中混凝土裂缝的原因及防治对策[J].中国高新技术企业,2019(10):139-140.
- [3] 刘建伟.道路桥梁隧道施工中的常见问题和防治对策[J].中国住宅设施,2020(04):120-121.
- [4] 杨骏然.澳门住宅及商业项目工程施工管理与技术难点研究:以氹仔濠景五期为例[D].泉州:华侨大学,2020.
- [5] 郝静.低温环境管道防腐保温工程施工难点及对策研究:以中俄原油管道二线工程为例[D].包头:内蒙古科技大学,2021.
- [6] 王树虎.研究道路桥梁和隧道施工难点及技术措施[J].建筑技术开发,2020,47(01):141-142.

# 偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术探讨

刘文广

(中铁十二局集团第七工程有限公司, 湖南 长沙 410000)

**摘要** 本文在偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术方面进行了深入的探讨。阐述了该研究的背景和重要性,指出在现有的洞口段施工技术中,对于偏压和基础的处理方式存在一定的问题。通过探讨新的洞口段施工技术,解决偏压和基础问题,提升施工效率和安全性,明确了研究的目的和意义。

**关键词** 悬空隧道; 洞口段施工技术; 抗风振性能; 施工安全性评价

中图分类号: U45

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0034-03

地下交通隧道的建设是破解城市交通拥堵难题的重要举措之一。在隧道工程领域,偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术一直是备受关注和研究的重要问题。隧道洞口段的施工过程中,偏压和基础问题成为制约施工效率和安全性的关键因素,需要找到一种有效解决方案来克服这些问题。利用新的洞口段施工技术来解决偏压和基础问题,提升施工效率和安全性,期望能够为隧道洞口段施工技术的改进和优化提供有益的参考。

## 1 偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术概述

### 1.1 挖掘与支护的主要方法及理论

洞口段是隧道施工中的关键部位之一,其中偏压和基础悬空隧道洞口段更是施工中需要专门探讨的技术。在挖掘与支护的主要方法与理论方面,常用的有开挖法、钻爆法、掘进法等。

开挖法是常见且广泛的,是根据洞口段的类型和地质条件来选择合适的施工方式。在软土地层中,选择使用承重框架或者管桩法进行支护,以确保洞口的稳定性。偏压和基础悬空隧道洞口段的特殊性和影响因素也不容忽视,洞口段的施工技术和支护方式也存在影响,其影响因素有地质条件、洞口形状等。在岩石地质条件下,洞口段的开挖和支护相对较为困难,需要采用钻爆法进行开挖,并使用锚杆、喷射混凝土等方式进行支护<sup>[1]</sup>。在偏压和基础悬空隧道洞口段施工技术应用探讨阶段,选择合适的测量与标定方法是极为重要的。测量与标定方法的选择需综合考虑项目的具体要求和现场施工条件,并进行优化,以确保施工质量。在施工设备选择与操作规范方面,需根据洞口段特殊性和施工环境来进行合理选择和规范操作,以提高施工效率和安全性。

洞口段的抗风振性能也是需要考的重要因素,特别是在高风速地区或者高海拔地区施工时。在施工过程中,采取改善措施,如增加洞口段的剖面面积、增加洞口段的抗风振支护措施等,以增强洞口段的抗风振能力。

通过工程实例的分析可以了解不同地质条件和洞口形状对施工技术的影响,并从施工的角度出发进行经验总结,也可以帮助识别施工过程中存在的潜在危险和风险,并及时采取相应的措施进行改善和预防。

### 1.2 偏压、基础悬空隧道洞口段的特殊性和影响因素

偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术的特殊性主要体现在其独特的工程环境和复杂的施工条件。需要针对特殊性和影响因素,选择适当的挖掘和支护方法,合理选择施工设备和材料,优化施工工艺,以确保施工的安全和顺利进行。洞口段的偏压、基础悬空隧道工程一般位于山区或跨越河流等复杂地质环境中,地质情况复杂多变,如地下水位高、岩体不稳定等。特殊的地质条件给施工带来了极大的困难和风险。

地质条件的复杂性直接影响着洞口段的施工方法和支护方式的选择,对于不同的地质条件,需要采用不同的挖掘和支护方法,以确保施工的安全和有效进行;选择合适的设备和材料可以提高施工效率和质量,保证施工顺利进行;施工工艺的合理性和科学性也是影响施工效果的关键因素,只有在施工工艺上做到精细化和科学化,才能保证洞口段施工的质量和安全性。

## 2 偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术应用

### 2.1 测量与标定方法的选择与优化

在偏压、基础悬空隧道洞口段的施工过程中,准确的测量和合理的标定措施能够为施工人员提供精确的

数据和指导, 在施工过程中保证洞口段的稳定和安全。

根据洞口段的特殊性和施工要求, 可以采用多种测量方法。将测量结果与实际情况进行比对, 确定其准确性和可靠性的过程。保障测量结果的精确性, 可以采用多种标定方法。同样, 在测量与标定方法的选择与优化过程中, 需要考虑的因素有:

1. 洞口段施工环境的复杂性和不确定性。洞口段通常受到地下水位、地质条件、土层稳定性等因素的影响, 因此需要选择相应的测量方法和标定措施来适应不同的施工环境。

2. 施工成本和效率的因素。合理选择测量设备和标定方法, 既能满足施工的要求, 又能够在节省时间和资源的前提下提高施工效率<sup>[2]</sup>。

综上所述, 测量与标定方法的选择与优化对于偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术至关重要。准确的测量和合理的标定措施能够为施工人员提供精确的数据和指导, 保证洞口段施工的稳定和安全。因此, 在实际应用中选择合适的测量与标定方法, 并进行优化, 以提高施工效率和质量。同时, 不断总结和评估实际效果, 为偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术的进一步应用提供参考。

## 2.2 施工设备选择与操作规范

对于偏压、基础悬空隧道洞口段的施工技术, 选择合适的施工设备并遵守操作规范是至关重要的。施工设备的选择要考虑洞口段的特殊性和影响因素, 并确保能够有效地完成施工任务。

1. 针对其特殊性, 需要选用适合的施工设备。由于空间有限, 并且存在斜墙或垂直墙的情况, 因此需要选择灵活性高、尺寸较小的设备进行作业。常见的施工设备包括小型挖掘机、短臂挖掘机等。具备小巧灵活、可操作性强的特点, 能够适应洞口段的狭小空间和复杂形状, 提高施工效率。

2. 操作规范对于施工设备的使用非常重要。在洞口段的施工过程中, 必须遵循相关的操作规范, 确保施工的安全和质量。通过遵守操作规范, 可以减少设备故障和事故的发生, 提高施工效率和质量。

3. 施工设备的选择和操作规范与其他施工工艺相协调。在施工过程中, 还需要与挖掘和支护工艺相结合。例如, 在挖掘洞口段时, 需要与支护工艺紧密配合, 确保洞口段的结构稳定性, 从而保证整个施工过程的顺利进行。

总之, 对于偏压、基础悬空隧道洞口段的施工技术, 选用适合的施工设备并遵守操作规范是非常重要的

的, 既能保证施工的安全和质量, 也能提高施工效率。因此, 在实际施工中, 要根据洞口段的特殊性和影响因素, 选择合适的施工设备, 并遵循相关的操作规范, 施工中才能取得良好的效果。

## 2.3 抗风振性能及其改善措施

在偏压、基础悬空隧道洞口段施工中, 抗风振性能是一个重要的考虑因素。由于洞口段处于地面和地下隧道之间的过渡区域, 风力对其影响较大, 容易引起结构振动以及相应的安全隐患。因此, 对洞口段的抗风振能力进行改善是至关重要的。

1. 针对偏压、基础悬空洞口段的特殊性, 采用增加结构刚度的方法来提高其抗风振能力。例如, 设计中可以增设加强钢筋、加厚构件等方式, 增加洞口段结构的承载能力和刚度, 从而减小洞口段的振动响应<sup>[3]</sup>。在洞口段遭受风力作用时能够更好地抵抗振动。

2. 选择合适的施工材料与工艺, 提高洞口段的抗风振性能。例如, 在挖掘施工中, 可采用抗风振性能较好的材料, 如高强度混凝土, 以提高结构的整体稳定性。同时, 通过采用如短时开挖法、凿井法等, 可以减小挖掘过程中的振动影响, 提高洞口段的抗风振性能。

3. 选择合理的支护方式, 提高洞口段抗风振性能的关键。如针对偏压洞口段, 采用加固洞口周围土体或采用防护结构等方式, 增加洞口段的抗倾覆能力<sup>[4]</sup>, 从而提高抗风振性能。

4. 定期检测和维护, 保障洞口段抗风振性能。定期对洞口段进行结构监测, 包括振动监测、裂缝观测等, 及时发现问题并采取相应的维护措施, 以确保洞口段的稳定性和安全性。

综上所述, 增加结构刚度、选择合适的施工材料与工艺、选择合理的支护方式以及定期检测和维护等措施, 有效提高偏压、基础悬空隧道洞口段的抗风振性能。措施的应用可以为洞口段施工提供技术支持, 保障工程的安全性和稳定性。

## 3 偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术实际效果评估

### 3.1 工程实例分析

以在建杭温铁路金台尖隧道出口段为例, 该工程位于中低山至丘陵区, 地势起伏较大, 地质条件复杂, 出口段地面标高为 174m~212m, 自然坡度一般为 25°~37°, 处于山体陡峭的地形之中。在施工过程中, 主要采取以下措施来克服地质条件的困难。

1. 对洞口段进行详细的测量与标定工作, 确定施工的准确位置和尺寸。同时, 现场核查时发现金台尖隧道出口 DK98+727.22~+705 洞门结构段部分基础悬空, 横坡较陡, 存在较大安全隐患; DK98+705~+673 暗挖段存在偏压、局部覆盖层厚度较小等问题。补充地质钻探揭示粉质黏土层、强风化泥质砂岩较厚, 节理裂隙较发育, 地质条件较差, 浅埋偏压暗洞段施工安全风险大。因此, 调整变更几项措施提高了施工效率, 保障了施工安全:

(1) DK98+705.22~+727.22 段侧向开孔式缓冲结构倒切式洞门变更为倒切拱部开孔式缓冲结构, 隧道洞门维持 DK98+727.22 里程不变, 仍与大岭大桥桥隧相连。

(2) 洞口 DK98+719.72~+727.22 段结构基底由 C20 混凝土换填处理, 换填深度至基岩面以下不小于 0.5m, 洞口右侧设置 2 根 I 型锚固桩变更为 DK98+698~+727.22 隧道洞门段仰拱底部采用筏板+桩基础, 线路右侧增设 I 型锚固桩至 5 根, 另增 II 型锚固桩 1 根, 桩身与洞门外轮廓间、部分洞顶、基础落空处等采用 C20 混凝土回填。

(3) 明暗分界从 DK98+705.22 调整至 DK98+683 里程, DK98+698~+683 段采用单压明洞(墙顶开挖)结构。

(4) DK98+683~+673 暗挖段地表局部埋深较小处加强超前支护。

(5) 边、仰坡防护由骨架护坡变更为喷锚网、框架锚杆或框架锚索防护。

2. 施工设备的选择与操作规范对于偏压、基础悬空隧道洞口段的施工至关重要。在该工程中, 选择适用于山区地形的施工设备, 并对其进行严格的操作规范。

3. 因为洞口段处于山体陡峭的地形之中, 容易受到风的影响, 需要考虑其抗风振性能。通过对洞口段的结构设计进行优化, 增加其抗风振能力。同时, 在施工过程中, 采取合适的振动降低措施, 减小风对洞口段的影响, 提高洞口段的安全性。

通过对该工程的实际施工过程进行评估, 发现偏压、基础悬空隧道洞口段的施工技术在实际应用中取得了良好的效果。其在解决复杂地质条件下的施工难题、提高施工效率和保障施工安全等方面具有显著的优势。但在实际应用中仍存在问题, 需要继续研究和改进。通过不断的探索和实践, 偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术将能够得到更好的应用与发展。

### 3.2 施工安全性评价

偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术的施工安全

性评价是确保工程安全的重要环节, 需要考虑各种对施工安全性产生影响的因素以及洞口段施工中会面临的问题。

针对施工安全性评价, 首先需要进行详细的地质勘探工作, 以充分了解工程地质条件及周边地质结构情况。通过地质勘探, 可以预测洞口段可能遇到的地质问题, 从而采取措施进行预防<sup>[5]</sup>。其次, 在选择施工设备时, 需要考虑其适应性和稳定性。合理选择设备可以提高施工的效率, 减少安全事故的发生。同时, 制定和执行严格的操作规范可以确保施工过程的安全性。抗风振性能的改善也是评价施工安全性的关键。洞口段工程施工中, 受风振力的作用, 特别是在高海拔和复杂地形区域, 风振对施工的影响将更加显著。通过合理设计结构和采取增加振动阻尼的措施, 可以大幅提高施工过程的安全性。通过研究实际工程的施工情况和数据, 可以评估该技术在实际应用中的可行性和安全性, 进一步为该技术的推广提供依据。

总之, 施工安全性评价是偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术应用的关键环节。通过以地质勘探为基础的施工前期准备工作, 合理选择施工设备和操作规范, 并采取改善抗风振性能的措施, 可以有效提高施工过程的安全性。此外, 通过工程实例分析, 评估技术的实际效果, 有助于进一步完善施工技术并推广应用。因此, 施工安全性评价的重要性不可忽视。

## 4 结语

本文通过对偏压、基础悬空隧道洞口段施工技术的深入探讨, 提出了新的施工技术, 有效解决了偏压和基础问题, 具有较大的实用价值和应用前景。然而, 本研究还存在一些不足, 未来的研究可以继续完善和拓展本文的工作, 进一步推动该领域的发展和应用。

## 参考文献:

- [1] 张瑞东. 高速公路隧道洞口浅埋段的施工技术[J]. 四川建材, 2020(01):111-112.
- [2] 刘之江. 浅埋偏压双线公路隧道变形特性和施工优化研究[J]. 建筑施工, 2020(06):1075-1078.
- [3] 赵凯. 隧道洞口浅埋偏压明洞暗做施工技术的应用[J]. 工程机械与维修, 2023(01):55-57.
- [4] 范江涛. 浅埋偏压公路隧道洞口施工技术[J]. 中华建设, 2019(02):164-165.
- [5] 李永平. 探讨浅埋偏压型隧道洞口加固处理施工技术[J]. 低碳世界, 2019(02):253-255.

# 高层建筑超大深基坑土方开挖与支护技术探析

赵阳春

(甘肃第二建设集团有限责任公司, 甘肃 兰州 730050)

**摘要** 高层建筑超大深基坑的土方开挖与支护技术是现代城市发展中不可或缺的重要环节。随着城市化进程的加速,对土地资源的有效利用需求日益增长,而高层建筑的兴起也对基坑工程提出了更高的要求。土方开挖与支护技术作为基坑工程的关键环节,直接关系到工程的安全、稳定和效率。本文将对高层建筑超大深基坑土方开挖与支护技术进行探讨,旨在为相关领域的研究和实践提供有益的参考。

**关键词** 高层建筑; 超大深基坑; 土方开挖; 支护技术

**中图分类号**: TU974

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)01-0037-03

城市化进程的不断加速,使得高层建筑的需求日益增长。然而,由于城市地块的有限性,高层建筑往往需要在有限的空间内实现超大深基坑的开挖与支护。因此,深基坑土方开挖与支护技术成为高层建筑施工中不可或缺的关键环节。深入研究高层建筑超大深基坑土方开挖与支护技术,对于推动城市建设的可持续发展具有重要的现实意义和深远的历史意义。

## 1 深基坑施工前的准备工作

深基坑施工前的准备工作是确保整个基坑工程顺利进行的关键步骤,它涉及诸多方面的细致规划和准备工作。在开始深基坑的开挖和支护之前,需要进行全面的调研和准备,以确保工程的安全、稳定和高效进行。本文将围绕深基坑施工前的准备工作展开讨论,包括但不限于地质勘察、环境评估、设计方案制定、风险评估、安全措施等内容。

地质勘察是深基坑施工前不可或缺的准备工作中的一项。通过对工程所在地区的地质情况进行详尽的勘察和分析,可以全面了解地下水位、土层结构、地下岩体等情况,为后续的施工提供重要参考依据。同时,地质勘察还能够帮助工程师们更好地评估施工中可能遇到的地质灾害风险,为制定合理的支护方案提供科学依据。其次,环境评估也是深基坑施工前不可或缺的一项工作。基坑工程可能对周边环境造成一定影响,例如噪声、振动、扬尘等,因此需要对周边环境进行评估,制定相应的环境保护措施,以确保施工过程中不对周边环境造成过大影响。在地质勘察和环境评估的基础上,制定合理的设计方案是深基坑施工前的又一重要准备工作<sup>[1]</sup>。设计方案需要充分考虑地质情况、工程结构、施工工艺等诸多因素,确保在施工过程中

能够最大程度地降低风险,保障工程的安全性和稳定性。此外,风险评估和安全措施也是深基坑施工前必不可少的准备工作。工程项目存在着各种潜在的风险,如地质灾害风险、施工安全风险等,需要通过系统的风险评估来识别和评估这些风险,并采取相应的安全措施来降低风险发生的概率,保障施工人员和周边居民的安全。

## 2 土方开挖技术

### 2.1 技术类型

1. 盆式土方开挖法。盆式土方开挖法是一种常用的土方开挖方法。其主要特点是在待开挖区域的周边筑起围护墙,形成一个封闭的盆状结构。然后从盆中逐步挖掘土方,最后清理出整个开挖区域。盆式土方开挖法通过围护墙的设置,可以有效地防止土方坍塌和水的渗入,提高了施工的安全性。此外,盆式土方开挖法对周边环境的影响较小,有利于保护周边建筑物和地下管线的安全。在施工过程中需要注意施工材料的选择和质量控制。

2. 中心岛式挖土法。中心岛式挖土法将待开挖的区域划分为多个岛状的工作区域,从每个岛状区域的中心开始逐步挖掘,最后清理出整个开挖区域。中心岛式挖土法可以分阶段进行土方开挖和清理,降低了土方运输的距离和施工难度。它具有较好的适应性,可以根据实际情况调整岛状区域的大小和位置,以适应不同类型的土壤和地质条件。在施工过程中需要严格控制岛状区域的间距和开挖进度,以保证整个施工过程的安全性和稳定性。

3. 逆作法土方开挖。逆作法土方开挖是通过从地下开始逆向开挖,最后将土方清理出开挖区域的一种

土方开挖方法。逆作法土方开挖可以减少土方的运输距离和施工难度,提高施工效率。它还可以有效地避免因开挖引起的土体塌陷和水的渗入,适用于较深的基坑开挖,可以减少对地上建筑物的影响。在施工过程中,需要特别注意开挖面的稳定性,采取相应的支护措施,防止地下水位上升和土方坍塌<sup>[2]</sup>。

## 2.2 开挖过程中的安全考虑

1. 地质条件评估。在进行土方开挖前,必须对地质条件进行评估。这包括确定土壤类型、地下水位、可能存在的地下障碍物等。对地质条件的充分了解可以帮助工程师选择合适的开挖方法,并采取相应的安全措施。

2. 支护结构设计。针对不同的地质条件和开挖深度,需要设计相应的支护结构来防止土方坍塌。常见的支护结构包括钢支撑、混凝土衬砌、挡墙等。支护结构的设计必须符合相关标准和规范,以确保工地和工人的安全。

3. 土方开挖过程中的监测。在土方开挖过程中,需要进行监测来及时发现和处理潜在的安全问题。监测内容包括地表沉降、支护结构变形、地下水位变化等。通过监测可以及时采取措施,防止意外事件的发生。

4. 现场作业人员的安全培训。现场作业人员必须接受专业的安全培训,了解土方开挖作业的风险和安全操作规程。他们需要掌握正确使用和维护土方开挖设备的方法,以及应对紧急情况的应急措施。

5. 排水和防水工作。在土方开挖过程中,地下水位的变化可能会对开挖工作造成影响。因此,需要采取排水和防水措施,确保开挖区域的干燥和稳定。这包括设置排水系统、防水材料的选择和使用等。

## 2.3 现代土方开挖设备与技术应用

现代土方开挖设备与技术的应用使得土方开挖工作更加高效、安全和环保。以下是一些现代土方开挖设备与技术的应用:

1. 机械挖掘设备。如挖掘机、装载机、推土机等机械设备能够大大提高土方开挖的效率。它们可以根据不同的需求选择不同的挖掘头和铲斗,适用于各种土质条件的开挖作业。

2. GPS 定位技术。GPS 定位技术可以帮助精确定位开挖区域和控制开挖深度,提高了土方开挖的精度和效率。同时, GPS 定位技术还可以用于施工进度的实时监控和调度。

3. 激光测量技术。激光测量技术可以用于测量地面高度和坡度,帮助工程师进行开挖区域的设计和规

划。通过激光测量技术,可以实现土方开挖的精准控制和管理。

4. 爆破技术。对于一些特殊情况下的土方开挖,如硬岩层的开挖,可以采用爆破技术。现代爆破技术能够精确控制爆破范围和效果,减少爆破对周边环境的影响,提高了土方开挖的效率<sup>[3]</sup>。

5. 自动化控制系统。现代土方开挖设备常配备自动化控制系统,能够实现设备的智能化操作和远程监控,不仅提高了作业效率,也减少了作业人员的风险。

6. 环保型设备与技术。在土方开挖过程中,越来越注重环保和可持续发展。因此,现代土方开挖设备与技术的应用也越来越注重环保性能,如低排放发动机、噪声减少技术、废弃物处理技术等。

## 3 高层建筑超大深基坑支护技术

### 3.1 基坑支护的基本原则

基坑支护的基本原则是确保基坑周边的安全稳定,并尽可能减小对周边环境的影响。在进行基坑支护设计时,需要考虑以下基本原则:

1. 地质条件评估: 在进行基坑支护设计之前,必须对地质条件进行充分评估。包括地层稳定性、地下水情况、周边建筑物和地下管线等情况。只有充分了解地质情况,才能选择合适的支护结构和材料。

2. 支护结构选择: 根据地质条件和基坑深度,选择适当的支护结构,如钢支撑、混凝土支护墙、土钉墙等。结构设计应符合相关标准和规范,确保其稳定性和安全性。

3. 水位控制: 地下水是基坑施工中常见的问题,必须采取有效的排水措施,控制地下水位,防止基坑周边土壤液化和坍塌。

4. 监测与预警: 在基坑开挖和支护过程中,需要进行实时监测,及时发现变形和裂缝等异常情况,以便及时调整支护措施。

### 3.2 常见的基坑支护结构与材料

针对不同的地质条件和基坑深度,常见的基坑支护结构与材料包括以下几种:

1. 桩柱支护: 桩柱支护是一种常见的基坑支护结构,适用于较深的基坑。桩柱可以分为钢筋混凝土桩和钢管桩,通过打入地下形成支撑墙,增加土体的稳定性。

2. 土钉墙: 土钉墙是一种适用于较浅基坑的支护结构,通过在土体中埋设锚杆并与混凝土面板相互作用来支撑土体。

3. 深基坑支护墙: 深基坑支护墙通常采用混凝土墙或钢板桩墙, 具有较强的承载能力和稳定性, 适用于大型基坑的支护。

4. 土方支护: 在一些特殊情况下, 可以利用挖土方的自重和侧压力来支撑基坑, 通过合理的坡度和边坡设计来保证基坑的稳定。

在选择支护结构和材料时, 需要综合考虑地质条件、施工要求、经济性以及周边环境的影响, 确保选择最合适的支护方案。

### 3.3 深基坑支护技术

1. 灌注桩支护技术。灌注桩支护技术是一种常用的深基坑支护方法。它通过在地下连续灌注混凝土桩, 形成周边支撑墙, 以增加土体的稳定性和承载能力。灌注桩支护技术的优点包括施工周期短、适应性强和环境影响小。这种技术适用于基坑较深或需承受较大水平土压力的情况。在施工过程中, 首先需要进行孔洞钻掘, 然后在孔洞内钢筋笼并浇筑混凝土, 形成连续的桩墙结构。这种支护技术在城市高层建筑和地下结构的基坑支护中得到了广泛应用<sup>[4]</sup>。

2. 护坡桩支护技术。护坡桩支护技术主要用于护坡、挡土和防止滑坡的工程。它通过在坡面或边坡上设置一定间距的桩, 形成一种护坡结构, 增加土体的稳定性。该技术的优点包括结构简单、施工方便、造价低廉。护坡桩支护技术适用于一些对基坑深度要求不高的工程项目。在施工过程中, 需要根据具体情况确定桩的布置方式和深度, 并且选择合适的桩材料和规格, 以确保护坡结构的稳定性和可靠性。

3. 土层锚杆支护技术。土层锚杆支护技术是一种利用锚杆与土体相互作用的支护方法, 适用于对土体侧向稳定性要求较高的基坑工程。该技术通过在土体内部设置一定长度的锚杆, 并与混凝土面板等结构形成相互作用, 以增加土体的抗侧移能力。土层锚杆支护技术适用范围广, 可以在不同类型的土质条件下应用, 具有灵活性高、适应性强等特点。在施工过程中, 需要进行锚杆的钻孔和锚固, 以及与土体和混凝土面板的连接, 确保整个支护系统的稳定性和可靠性<sup>[5]</sup>。

4. 土钉墙支护技术。土钉墙支护技术是一种利用土钉与土体相互作用的支护方法, 适用于较浅基坑或对基坑周边环境要求较高的工程项目。该技术通过在土体内部埋设一定长度的土钉, 并与混凝土面板等结构形成相互作用, 以增加土体的稳定性和抗滑移能力。土钉墙支护技术具有施工周期短、灵活性好、对周边环境影响小等优点。在施工过程中, 需要进行

土钉的预埋、锚固和预应力加固, 确保土钉墙的稳定性和可靠性。

### 3.4 支护施工过程中的关键技术与难点

1. 土壤力学参数确定。土壤力学参数的准确确定对支护设计和施工至关重要。然而, 由于土壤的复杂性和不均匀性, 土壤力学参数的测定存在一定的困难。因此, 进行合理、准确的土壤试验和现场勘测是关键。对于特殊地质条件下的土体, 如软弱黏土和砂质土等, 需要进行更加细致的实验研究和现场监测, 以确保土壤力学参数的准确性。

2. 支护结构设计。支护结构的设计是支护施工的核心环节。在设计过程中, 需要综合考虑基坑的深度、土质条件、水位情况等因素, 并根据工程要求选择合适的支护结构类型和尺寸。同时, 还需要对支护结构的受力性能进行分析和计算, 确保其能够承受预期的土压力和水压力, 保证基坑的稳定性和安全性。

3. 施工方法和工序控制。支护施工的方法和工序对整个工程的质量和进度起着至关重要的作用。合理选择施工方法, 并制定详细的施工方案和施工工序, 能够最大限度地减小施工风险, 保证施工进度和质量。例如, 在灌注桩支护中, 需要控制灌注混凝土的浇筑速度和施工顺序, 以确保桩体的连续性和整体稳定性。

## 4 结语

综上所述, 高层建筑超大深基坑土方开挖与支护技术是现代城市建设中不可或缺的重要环节, 对于保障工程安全稳定具有至关重要的意义。本文对土方开挖与支护技术进行探讨和研究, 旨在为相关领域的实践提供经验参考, 促进高层建筑超大深基坑土方开挖与支护技术的不断创新和进步, 推动城市建设向着更加安全、高效和可持续发展的方向发展。

## 参考文献:

- [1] 杨东红. 高层建筑超大深基坑土方开挖与支护技术的应用 [J]. 建材发展导向, 2023, 21(20): 148-150.
- [2] 陈利勇. 高层建筑土方开挖及深基坑支护技术研究 [J]. 科学技术创新, 2023(09): 133-137.
- [3] 彭峰. 高层建筑超大深基坑土方开挖与支护技术研究 [J]. 住宅与房地产, 2018(31): 153.
- [4] 黄普. 高层建筑超大深基坑土方开挖与支护技术研究 [J]. 建材与装饰, 2018(39): 22-23.
- [5] 周蕾. 高层建筑超大深基坑土方开挖与支护技术研究 [J]. 现代物业 (中旬刊), 2018(05): 221.

# 关于桥梁工程中钻孔灌注桩基础施工技术的探讨

赵云强

(中铁十二局集团有限公司, 山西 太原 030000)

**摘要** 桥梁工程是交通运输系统的重要组成部分,在推动社会经济发展过程中发挥着重要的作用。桥梁工程结构体量大、施工难度复杂,专业技术要求高。钻孔灌注桩作为桥梁工程的重要施工技术,技术要点多,施工范围广,整体施工难度大,是业界探讨的重要课题。基于此,本文详细分析了桥梁工程中的钻孔灌注桩基础施工技术,以期为提高桥梁工程的施工质量和安全性提供有益参考。

**关键词** 桥梁工程; 钻孔灌注桩; 基础施工技术

中图分类号: U445

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0040-03

桥梁工程跨度、荷载不断增加,提升单桩的承载力已成为一种必然的发展趋势,因此逐渐增大了钻孔灌注桩桩长和桩径。在桥梁工程施工中,最常用的就是钻孔灌注桩,钻孔灌注桩的质量直接关系到桥梁上部结构和桥梁整体安全。但在桩基工程施工过程中不确定因素较多,施工质量难以把握。因此,如何加强桩基的施工质量管理,是保证桥梁工程安全的重要环节。

## 1 钻孔灌注桩基础施工技术概述

### 1.1 技术概念

在工程建设工地的深基坑中,钻孔灌注桩施工技术通过钻孔、放置钢筋笼、混凝土浇筑等方法,对桥梁结构进行加固。在进行钻孔灌注桩的基础施工前,必须先对施工场地进行清理,以保证其平整,满足施工需求之后,再进行钻孔及浇筑工作。另外,在施工过程中,需要维持灌注桩和基坑的垂直关系,从而防止出现工程问题<sup>[1]</sup>。在进行桩基基础的建设中,施工单位还要全面勘察施工现场,掌握现场的土质情况、干湿程度、周边环境等情况,同时根据桥梁工程的具体要求,确定钻孔的深度,从而提高整体施工质量。

### 1.2 技术优势

1. 在利用钻孔灌注桩基础施工技术的过程中,施工单位致力于提高施工基层的平整度,对于其它方面的要求并不严格。另外,由于钻孔灌注桩基础施工技术适用范围比较广,适用于各种复杂的工程条件,因此这项技术的应用率比较高。在工程施工中,钻孔灌注桩基础施工技术具有很强的性价比。

2. 采用钻孔灌注桩基础施工工艺与深基坑支护施

工工艺相结合,能够极大地增强基坑和桥梁的负荷能力和承载力,从而达到更好的减震效果。此外,在采用钻孔灌注桩的基础施工工艺中,采用调整锚杆长度,在桥墩地层中设置钻孔灌注桩,同时将上部的载荷由地基来分摊,从而使整个工程的承载力得以提高,保障整体工程结构的抗震能力。

3. 在钻孔灌注桩施工过程中,需要利用钢筋笼和混凝土灌注方式等,有效加固整体工程基础结构,使工程结构的承载力因此提高。此外,采用钻孔灌注桩的施工工艺,能够对桥梁主体结构进行加固,使其承受的荷载得以均匀地分布,还可以采用加固灌注、加宽钻孔口径等手段,并视具体条件而适当增加灌注截面,从而使整个工程的承载力得到提高,从而保证了整个工程的稳定与安全。因此,采用这种方法进行地基承载力分析是可行的<sup>[2]</sup>。

## 2 桥梁工程中钻孔灌注桩基础施工技术

### 2.1 施工准备工作

施工单位要结合桥梁工程中钻孔灌注桩基础施工技术使用要求做好施工准备工作,有序开展后期各项施工工序,提高整体施工的便利性。在施工准备阶段,施工单位尤其需要做好以下方面的准备工作:

1. 在施工前,要认真审查施工方案中的各项细节、施工流程、施工参数等,同时还要进行现场勘察,依据勘察的结论,对施工工艺做出相应的调整,从而提高桩基施工的质量,为优化施工工艺在桥梁施工中的使用效果奠定基础<sup>[3]</sup>。

2. 针对桥梁项目建设的具体条件,制定相应的紧

急预案,以应对可能出现的意外事件。在此过程中,需要在施工现场采取安全防护措施,以保证工地的安全,防止发生安全事件。此外,要建立完善的施工质量监管体系,严格把控钻孔灌注桩施基础施工环节,及时解决发现的问题,保障整体工程质量。

3. 对于在建设过程中使用的建材,施工单位要进行抽样检测,检测结果通过后方可进入工地。另外,在检验施工材料质量之后,要按照其规格、类型和性质等进行分类储存,以免施工材料在进入工地之后,对工程质量造成二次伤害。

4. 审核钻孔灌注桩施工方案。对钻孔灌注桩的工程设计进行审查。根据设计图纸、地质报告、现行规范和勘察成果,对编制的依据、施工工艺流程、技术指标、安全措施等进行审核。同时对建设项目中的紧急情况处理计划也要进行审核。审核施工方案要有超前意识,善于发现问题,防止项目执行陷入被动。检测钻孔灌注桩的供水水质,泥浆循环系统应配置沉淀池、泥浆池<sup>[4]</sup>;对管道进行出厂检验,并进行水压压力测试;浇筑混凝土时,其漏斗大小要满足设计图纸中的初次灌水量;严格控制原材料的质量标准,禁止将不合格品用于施工;督促施工单位严格执行一次、二次验收的放样工作,保证桩位偏离标准;在钻机安装之前,应先确认套管的埋设高度和位置是否符合设计的需要;当钻机安装到位后,应检查其水平和稳定性;在钻进的时候,要对钻进和出泥浆指标进行适当的检查,如果出现不合格的情况,要立即进行调节。在成孔的时候,要有专业的记录员,对成孔的各种参数进行记录,要做到真实准确。

## 2.2 护筒埋设

通常护筒的直径要大于桩径 20cm~40cm,并且要在护筒的上中下三个部位各增加一层加强筋,在护筒上端还要设置一个溢流孔。在埋设护筒时,埋深深度需要超过 1.5m,上部要高于地表 1.0m~2.0m,并且高于建筑地表 0.3m。注意在埋设护筒的时候,要确保护筒竖直,并且护筒的中心和设计的桩基中心之间的距离要控制在 F50mm 以内,倾角的误差在 1% 以内。在对护筒进行适当的调节后,再将其进行固定,通过回填和夯实周边的黏土,以避免在钻孔期间发生护筒下沉、漏浆等情况,如果发生下沉和跑浆问题,施工单位需要立即处理。

## 2.3 施工泥浆制备和处理

在实际施工阶段,所需的泥浆数量非常多,为了确保整个桩基础的质量,需要合理配制泥浆,保障整体桩基结构质量。通常在进行泥浆配制的时候,可以

选择前面土层,也可以利用膨润土粘结泥浆。另外,在完成泥浆制备之后,需要立即制作泥浆护壁<sup>[5]</sup>。在进行泥浆护壁工作的过程中,需要特别关注以下方面:首先,在进行水下钻孔桩基施工过程中,泥浆表面要高于地下水 1m,若水位有波动,则要高于 1.5m。其次,在钻孔冲洗的同时,需要及时更换泥浆,并且在混凝土浇筑过程中贯穿清理工作。当地层发生较大渗透时,应及时采取相应的处理方法,以确保井壁的稳定和安全。

## 2.4 钻孔施工

在工程建设中,钻孔施工是确保工程质量的关键。在进行钻孔的时候,一定要保证钻机使用状态的稳定,并且要保持钻头竖直,如果需要的话,还可以使用钢丝绳来进行控制,这样才能保证在施工阶段钻孔的深度和垂直度符合标准。在钻孔施工中,施工单位需要及时灌浆,以维持地层稳定。在完成了钻孔工作以后,施工单位需要立即利用清水清理孔底,并将钢筋笼放入其中。在钻孔成型以后,要用清水彻底清除孔底,给钢筋笼的安装留下足够的空间,在安装钢筋笼的时候要小心,要事先将砂浆垫块捆好,在吊装过程中要对准孔位,慢慢地下沉,在将钢筋笼放置在指定的地方时,要及时地将其固定住,以免发生浮起情况。

## 2.5 钢筋笼施工

钢筋笼的制订要符合有关的设计要求,如果是长骨架型的钢筋笼,则可以采用分段的方式,按照搬运、吊装的情况来分段制作长度,这样才能防止钢筋笼在搬运、提升过程中出现的变形。为了对保护层的厚度进行有效的控制,需要在它的外面布置垫块,设置的垫块要超过四处,并且主要布置在钢筋笼的横向,在竖向需要预留 2m 空间。同时在钢筋笼的框架上安装一个吊环<sup>[6]</sup>。当钢筋笼制造出来以后,要把它偏差控制在允许的限度内,保证保护层的厚度、中央位置和顶端的偏差小于  $\pm 20\text{mm}$ ,底部偏差小于  $\pm 50\text{mm}$ ,而对钢筋笼来说,它主筋间距偏差是  $\pm 10\text{mm}$ ,箍筋间距为  $\pm 20\text{mm}$ ,倾斜度误差为  $\pm 0.5\%$ 。

## 2.6 混凝土灌注

1. 灌注准备。在浇筑混凝土之前,要对所配备的水泵、空压机、高压水枪等各种设施进行检测,并将所需的原料进行适当的配备,以确保在需要的时候能够对灌注施工中出现的阻碍进行及时的处置。

2. 预制混凝土。选用的粗骨料为卵石和优良级配的碎石,选用的细骨料为优良级配的中粗砂,控制粒径在 40mm 以内;选用 350kg/m 用量的 325 号水泥,并按现场条件及监理工程师的建议,合理掺入缓凝剂,

使其水灰比为0.5~0.6,坍落度为18cm~22cm。

3. 水下灌注。完成导管安装和混凝土预制之后,对钻孔中的沉渣进行检查,发现超过设计或规范规定的应重新进行清孔,以保证钻孔内的沉渣达到设计标准。其次,检查钢筋笼的安装稳固性,再开展水下灌注工作<sup>[7]</sup>。

在钻孔施工过程中,为了防止在导管抽出过程中出现断裂,必须利用测锤测绳法对钻孔内部的砼表面标高进行测量,有利于及时确定埋管深度。用吊机将导管抽提,安排工作人员拆卸导管和清洗导管,然后将导管放入指定的位置,提高使用的便利性。

在水下进行混凝土浇筑,必须有规律地进行,并尽可能缩短拆除的间隔。在混凝土未填满的情况下,应慢慢地进行灌浆,以免出现气体压力造成的渗漏,并维持孔内的水位,防止出现坍缩等现象。在施工过程中,对灌注替换的砼进行实时监测,以保证每次浇筑的砼满足施工规范。

在施工过程中,为确保灌注桩与上部的砼结合良好,砼浇筑深度要比桩顶高0.5m~1.0m。如果钻孔灌注桩超过了设计桩顶,施工单位要凿除承台或者墩柱等上部结构,注意不能在桩头部位出现松散层。

### 3 灌注桩常见问题和控制措施

#### 3.1 护筒外壁冒浆

在灌注桩施工阶段很容易出现护筒外壁冒浆问题,同时也会引起护筒的倾斜和位移,造成钻孔的偏差。出现冒浆问题是因为在埋设护筒之后,没有夯实四周的填土。在灌注过程中,如果发现护筒外壁发生漏浆现象,施工单位应及时钻孔,并清除护筒周围的填料,进行再次回填和压实,如有需要,可在灌注一定数量的水泥后进行浇筑。

#### 3.2 孔壁坍塌

在钻孔灌注桩的施工中,孔壁坍塌也是一种较为普遍的现象,其产生的因素很多,例如钻具上、下运动太多、泥浆浓度太低、钻杆偏斜;在下钻前未对土壤进行现场调查,发现松软的泥沙等疏松层,或钻具空转太久、旋转速度太快,均易造成井壁塌陷。因此,在施工过程中,要适当地加入一定数量的石子,注意填筑夯实护筒周围<sup>[8]</sup>。施工中如遇有流沙层,则应加大泥浆浓度,并对钻具的旋转速度和停钻时间进行控制。若发生严重坍塌事故,应及时停止施工,及时补平塌孔,并且降低钻进的速度。

#### 3.3 钻孔偏斜

在钻井过程中,往往会碰到非均匀的地质,并且

有些土层中包含了较大的孤石或者其它特殊的硬质材料,因此在钻进过程中,由于受到的应力不均匀,造成了钻孔偏斜。在出现钻孔偏斜问题的时候,要悬起钻杆,对进尺速度进行严格控制,通常要用慢速钻进,如果发现有问題,要检查钻杆和接头,将已经弯曲的钻杆换掉。

#### 3.4 断桩

断桩的原因一般为施工人员用力拔出管子,或重复浇灌。所以,在进行砼灌注阶段,要尽可能地一次性完工,在选择护壁时,应选择高密度、高粘性的泥浆。通过对进尺速度进行控制,确保空比的稳定,并且密封处理导管接头。在进行钢筋笼吊装过程中,施工单位要保持钢筋笼垂直度,防止其前后摆动而触及损坏孔壁。在工程建设中,偶尔也会出现降雨的情况,此时不能一味地追求进度,有序完成灌注施工任务。由于钻孔桩坍塌、钻孔抽不出来造成的断桩,可在一边补桩,若不是很深,也可将其挖出,经相应的处理重新浇筑。

### 4 结语

在进行钻孔灌注桩基础施工的时候,除了要准确掌握护筒的埋设深度外,还需要依据钻探中所遭遇的地层以及钻孔的孔径尺寸来决定合理的钻进速率以及泥浆的比例,在大口径的钻孔中,要放慢钻进的速率,同时要结合现场的具体条件对泥浆的比例进行适当的调整。因此,在进行桩基施工时,施工单位要对每一个关键步骤认真对待,高质量地如期完成整体施工任务。

### 参考文献:

- [1] 宋安庆.关于桥梁工程中钻孔灌注桩基础施工技术的探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023(29):134-136.
- [2] 马辉.公路桥梁桩基础钻孔灌注桩施工的关键技术研究[J].工程建设与设计,2023(17):174-177.
- [3] 严涛,陈章,曾婷,等.岩溶地质冲击钻孔灌注桩施工技术研究[J].工程质量,2023,41(08):92-94,103.
- [4] 巨常伟.房屋建筑的钻孔灌注桩基础施工技术[J].大众标准化,2023(11):37-39.
- [5] 沙浩.住宅工程中钻孔灌注桩施工及常见问题的防与治[J].居舍,2023(17):53-56.
- [6] 马洪金.桥梁桩基钻孔灌注桩施工技术研究[J].交通科技与管理,2023,4(10):120-122.
- [7] 龙起耀,潘盛晟.钻孔灌注桩施工流程优化措施研究[J].价值工程,2023,42(14):21-24.
- [8] 龙开国.桥梁钻孔灌注桩施工技术及其质量控制分析[J].运输经理世界,2023(07):67-69.

# 市政工程桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁施工工艺探析

施连义

(中铁十二局集团有限公司, 山西 太原 030000)

**摘要** 在市政工程建设中应用桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁施工工艺, 能满足市政工程的建設需求, 使得市政工程的服务能力作用得到改善。基于此, 本文结合市政工程的详细情况, 展开桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁施工工艺的研究, 以某一具体的工程为研究对象, 分析具体工艺, 再对预应力混凝土现浇连续箱梁的质量控制进行研究, 旨在为提高市政工程桥梁的服务作用提供参考。

**关键词** 市政工程; 桥梁; 预应力混凝土; 现浇连续箱梁; 施工工艺

中图分类号: U445

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0043-03

## 1 工程概况

本工程建设期间, 箱宽为 4.5m, 梁高为 2.5m, 工程对梁宽展开了控制, 使之满足本工程的施工需求。两箱体之间通过顶板翼缘部分实现合理连接, 再对顶板宽度进行了管理, 顶板宽度为 18.7m, 梁高管理时, 要求梁高控制为 175cm, 再对桥梁宽度展开管理, 其中 1-3 号桥为 25.6m+33m+25.6m。再对 4-8 号桥进行控制, 使其为 10.2m+33m+10.2m, 按照本工程的基本参数展开施工, 后续施工时, 本工程对市政工程桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁的施工工艺及逆行应用, 让桥梁能满足使用需求。

## 2 市政工程桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁施工工艺

### 2.1 准备工作

先进行基础的处理, 再进行支架的搭设, 实现支架静载预压, 再进行支架的预拱度设置, 完成模板的制作, 促使梁体钢筋的制作效果得到保障, 混凝土施工也要参考相应标准进行, 施工后再进行混凝土的养护工作, 经过养护工作可降低混凝土的裂缝问题。再进行预应力的施加, 完成后开展压浆、养护和支架的拆除等工作。通过准备工作的顺利落实, 可保证市政工程桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁施工的顺利进行<sup>[1]</sup>。

### 2.2 满堂支架搭设及地基处理

为了满足施工需求, 对满堂支架进行搭设, 再对地基展开处治, 推动地基承载力提升。这期间先进行压实度的管控, 要求压实度 $\geq 90\%$ , 再对 C20 混凝土展开硬化, 使混凝土强度可以达到一定标准。再进行满

堂支架的施工, 还要对梁底面的标高进行分析, 让不同长度的立杆可以实现配置, 使 U 托的可调高度控制在 30cm 左右的范围之内, 进而满足具体工作的需求。在支架搭设好之后, 还要进行高程控制点的分析, 然后对顶丝杠进行调整, 确保其可以满足实际工作要求。之后还要对纵向方木进行调整, 使横梁能满足施工要求, 再对横梁间距进行控制, 间距要控制在 0.3m 左右。

### 2.3 支架的布置

先进行立杆的设置, 具体设置立杆时, 间距可控制在 90cm, 且横杆需要分为 2 个部分, 翼缘板的范围要得到管理, 可设置为 90cm, 立杆的步距应控制在 120cm 左右。要对倒角处的纵横进行加密, 使其被加密到 30cm 左右。对三排横向立杆和三排纵向立杆, 配合一道剪刀撑, 使得支架能符合作业要求。

### 2.4 支架的预压

为了实现市政工程桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁施工的作用发挥, 要对支架预压的目的展开研究, 使预压工作能符合作业标准, 预压的目的要得到明确, 再对支架的安全性进行检查。消除地基的非弹性变形, 让地基的弹性变形得到控制, 保障支架的功能与作用。工作期间控制地基非弹性变形, 预应力混凝土连续梁施工线形控制时, 要确保支架调整的合理性。要对预压重量展开研究, 实现预压重量的合理分析, 重量可为箱梁的自重。沉降也要得到观测, 因为支架的沉降问题可能引起严重的质量问题, 需要预先进行测量控制点的分析, 可以设置 2 个支点。其中 2 个为 1/4 跨、跨中, 每个断面 3 个点。再对测量控制点的标高展开管控, 在加载 50% 和 100% 以后, 对控制点标高进行控制,

加载100%预压荷载后每24h实现一次复测,预拱度要得到调整。在预压完成后,结合可调顶托的调整支架标高的基本情况,对预拱度进行调整,满足作业需求<sup>[2]</sup>。

### 2.5 模板工程

可选择竹胶板进行作业,注意对厚度的控制,厚度可控制为15mm左右,还要对表面展开控制,使之达到光整、光洁的效果,让实际工作能符合作业需求。还要对竹胶下铺设纵向10cm×10cm的方木,注意对规定和设计展开分析,确保其满足工作标准。在工作时,要先进行内模的施工,确保模板施工可以满足工作标准,降低干扰因素带来的不良影响。

### 2.6 梁体施工

梁体浇筑时要参考相应规范,使混凝土的浇筑效果可以提升,还要对无层间冷缝展开控制,让振捣棒可以满足作业标准,并避免出现振捣不合理的情况。在开展工作期前要对振捣棒进行选择,可选择直径30型的插入式振捣棒,其能符合作业要求。振捣时要使钢筋实现平拖,再对管道、模板、钢筋等内容进行合理控制,注意对混凝土的坍落度及和易性的控制,使之满足施工标准。混凝土施工后需要做好养护工作,减少因混凝土养护水平不佳而导致混凝土出现裂缝的问题。对模板进行控制,主要对模板本身结构的稳固性展开控制,再对模板作业流程进行管理。

### 2.7 预应力管道的布设和穿束

在进行预应力管道的布设及穿束工作时应注意对金属波纹管的利用,发挥波纹管变形的功能,还要对开裂问题展开控制,对管道的安放进行控制,让管道保持平顺、无折角,使得波纹管能够满足预应力管道的布设和穿束需求。

### 2.8 预应力的施工

市政工程桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁施工时要对预应力进行管控,作业时先做好张拉设备的准备,再进行预应力的张拉,在张拉前应先进行的张拉设备的校订,要求张拉能符合需求。再对油泵线性的回归方程展开测定,主要以千斤顶为基础,实现对张拉力的计算,获取压力表的读数。在施工时,还要展开双控工作,将油表读数作为基础,伸长值为辅助,满足张拉工作的顺利开展。

另外,进行预应力筋的张拉,可选用张拉力与伸长量的双控,要将张拉力作为关键,要控制实际伸长量与计算伸长量的差值,可控制为±6%左右,张拉时还要对混凝土的强度进行控制,只有在混凝土强度达到100%后,才能保证混凝土符合张拉需求。

此外,进行压降作业。这部分作业需要先将孔道

里压满水,再对孔道进行检查,判断其是否符合满足压浆的需求,如果管道不通畅,要对管道进行处理,使其保持通畅。孔道压浆可选择纯水泥浆完成压浆。注意本工程水泥型号为52.5#,在使用前水泥浆液经过预先筛选,使其满足压浆的需求,还可以在水泥浆液中添加适当的膨胀剂,使得水泥不会出现收缩膨胀的问题。

压浆完成后,可进行割束工作,这步工作要在压浆达到相应强度后进行,割束可选用砂轮机锯割。任何预应力钢筋都不能使用电弧烧割。封锚前需要注意,将锚具的周围清洗干净,再进行凿毛处理,然后按照图纸对钢筋网完成布置,再进行封锚混凝土工作。经过上述预应力施工,可保证混凝土现浇连续梁施工的预应力施工的顺利进行,促使箱梁混凝土能按照2次浇筑,实现浇筑成型。如此,能保证箱梁的施工质量和外观,能极大地提高箱梁的施工效率,让箱梁的施工品质实现提升。经过预应力施工,能提高施工的效率和质量,确保箱梁混凝土的施工效果<sup>[3]</sup>。

## 3 市政工程桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁的质量控制

针对市政工程桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁的质量控制措施分析如下。

### 3.1 地基的处理

地基是影响市政工程桥梁质量的关键,质量控制可先展开前期勘察工作,通过勘察工作,能保证在设计前选择适宜的施工位置,再明确地基的详细情况,还要针对地基采取适当的控制措施。可在清理地基表面后进行地基的加固作业,在支架搭设的范围内展开地基的掺灰处理,再进行压实作业,要保证压实度≥90%,对于桥墩处,因为系梁、承台的施工开挖的基坑可选用3%的水泥混凝土展开回填作业,再进行人工夯实作业,所以压实后可使用10cm厚度的25号混凝土。经过上述作业方式,能提高地基的承载力。最后,要求经过处理的地面,能做好排水系统的设置,要让雨水能顺利排走,减少地基的不合格的问题。

### 3.2 支架搭设的质量控制

在搭设支架时容易出现质量问题,会给支架的服务作用带来影响。控制时,可在施工前展开箱梁支架的放样,要对平面的位置展开分析,确定平面的位置,竖向钢管平面可设置为80cm×80cm,腹板可设置间距,其密度设置为40cm×40cm,墩的四周的纵横间距要进行加密,同样可按照40cm×40cm展开设置。工作时,还可对水平钢管的竖向间距展开控制,可控制为120cm,支架顶部的水平钢管纵向间距可控制为40cm。分析满堂支架的整体强度、刚度和稳定性能符合需求,

纵向每隔 3m 在桥墩处的 1/8 跨和 3/8 跨, 中间再设置 9 道钢管剪刀撑, 每跨再设立 5 道剪刀撑<sup>[4]</sup>。

### 3.3 模板的质量控制

想要保证市政工程桥梁预应力混凝土连续箱梁的施工质量, 可通过模板的质量控制, 提高施工质量。具体模板控制时, 可在钢管支架的顶纵向钢管上对尺寸为 50mm×80mm×2.5m 的方楞木进行布置, 可按照交错布置的方式, 保证钢管支架的支撑效果。底模竹胶板要直接铺钉在方楞上竹胶板上, 在拼缝处要按照 45° 斜面实现拼接, 再在拼缝下增设方楞木, 让拼缝位于方楞木的中间, 再使用石蜡实现拼缝的密封。在铺设底模时, 可进行盆式支座的施工, 要在底模上开孔, 满足砌块的施工需求。预埋钢板和砌块的底模可选用高强砂浆, 实现密封工作, 提高模板的施工质量。在底模铺设完成后, 可对桥梁中心轴线进行控制, 再对箱梁展开放样, 在底模上对侧模、内腹模、翼板边线进行施工, 至于侧模可选用高强度的胶合板, 并间隔 25cm 设置立方木、背杆木。后续还要让模板支架的强度和刚度符合施工标准, 让箱梁侧模可以与翼板底模实现连接, 促使二者能顺利连接到一起。对内腹板的施工可使用竹胶板, 让侧模可稳固在箱梁主筋和腹箍筋之上, 再设置一定数量的定位钢筋。其中箱梁腹板上可设  $\phi 14$  的圆钢对拉钢筋, 其中内模板肋条的间距可控制为 25cm, 顶板和底板的肋条间距可控制为 40cm, 再进行横支撑和竖支撑的组合, 使之形成“井”字形支架。

### 3.4 钢筋的制作和安装

纵向的通过长钢筋可选用闪光对焊焊接, 并对接头展开控制, 可按照相应标准, 实现钢筋的合理施工。还要安装侧板外和翼板的底模, 绑扎腹板钢筋, 最后完成对顶板和翼板的钢筋, 可对钢筋保护层进行控制, 再设置三角砂浆垫块, 用预埋的铁丝使其与钢筋之间实现扎牢固, 完成错开布置。

### 3.5 预应力管道和预埋件的质量控制

施工作业期间对设计图纸展开分析, 要求图纸能符合作业需求, 平面和立面位置的控制, 选用  $\phi 12$  的钢筋, 再将其焊接成为“井”字形支架, 让管道点焊固定在箍筋或是架立筋之上, 再通过灌水法展开密封性试验, 通过密封性试验, 能检测管道的质量, 可减少管道的质量问题。再对预埋件进行检测, 可选用无损检测的方式, 确认预埋件能符合作业标准。

### 3.6 混凝土浇筑的质量控制

混凝土浇筑之前, 应对混凝土的质量进行控制, 可通过实验室配置的方式, 对混凝土的配合比展开研究, 再结合现场情况, 实现现场配合比的管控, 经过

控制后, 能保证混凝土的质量。浇筑作业可分三批次进行: 第一批浇筑时, 要让底板保持 1.5cm 的长度, 并对“井”字架合理组合; 第二批浇筑可展开腹板的施工, 其长度要控制为 1.5m; 第三批浇筑要保持 1.5m 以上平行作业。混凝土浇筑期间, 还要对振捣棒进行合理选择, 要求振捣棒能发挥相应作用, 要求振捣棒能插入混凝土 5cm~10cm 之中, 振捣时还应注意振捣不要给模板、钢筋带来影响。混凝土浇筑时, 可对施工工序展开分析, 要求按照底板、腹板、顶板和翼板的施工要求, 让混凝土施工作业符合作业标准。

浇筑之前, 还应对混凝土本身的质量进行控制, 可借助试验研究的方式对混凝土进行管理。通过试验的方式, 能获取混凝土的试验结果, 再对施工现场展开分析, 让混凝土能符合作业标准。之后再对每跨的控制, 可在每跨的 1/4 处, 预留 1.2m×0.5m 的人孔, 还要对搅拌机作业进行管理, 要将混凝土泵入模板当中, 浇筑时可选用对称平衡浇筑的方式。混凝土的质量控制, 可注意对原材料的控制, 可通过采购的方式提高控制水平<sup>[5]</sup>。

在混凝土浇筑完成后, 要进行混凝土的养护工作, 应在混凝土达到初凝后再进行养护作业。为了减少混凝土的裂缝问题, 可通过稻草或是麻袋等对混凝土进行覆盖, 让混凝土能保证内外温差合理。养护时, 可通过洒水养护的方式, 提升混凝土的质量。在混凝土养护过程中, 需让其始终保持湿润的状态, 从而提高混凝土的质量。

## 4 结语

文章结合市政工程, 展开市政工程桥梁预应力混凝土现浇连续箱梁施工工艺的分析, 主要阐述施工工艺的详细情况, 包括准备、满堂支架的施工、预应力管道的施工等内容, 最后对市政工程桥梁预应力混凝土连续箱梁的质量控制展开研究, 以期充分发挥市政工程桥梁的服务作用提供参考。

## 参考文献:

- [1] 李阳, 邢威. 桥梁箱梁预应力张拉及压浆施工技术分析——以市政道路桥梁工程为例 [J]. 科技创新与应用, 2022, 12(24): 189-192.
- [2] 董立学. 预应力技术在市政桥梁工程施工中的应用研究 [J]. 决策探索 (中), 2020(06): 34.
- [3] 冯保军. 市政桥梁工程中现浇箱梁施工技术 [J]. 交通世界, 2022(18): 22-24.
- [4] 王凡奇. 市政桥梁工程中后张法预应力施工技术分析 [J]. 居舍, 2021(28): 63-64.
- [5] 范振军. 现浇混凝土连续箱梁后张法预应力张拉施工技术 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49(04): 89-92.

# 34米船闸全钢板护面闸室墙模板台车法一体化施工技术的应用

柴昶昶<sup>1</sup>, 魏文江<sup>2</sup>

(1. 安徽省中兴工程监理有限公司, 安徽 合肥 230011;

2. 安徽省交通工程质量安全管理服务中心, 安徽 合肥 230051)

**摘要** 船闸闸室墙作为通航建筑物的主要水工结构物, 其施工质量对船闸充泄水、过闸船舶靠泊等起到至关重要的作用。随着船闸施工建造技术的高速发展, 闸室墙施工逐渐由传统的翻模、爬模工艺等向定型模板整体浇筑工艺发展。本文主要介绍了34米宽船闸施工建造中对于全钢护面闸室墙采用模板台车法一体化施工技术的应用, 旨在为相关人员提供借鉴。

**关键词** 34米船闸; 全钢护面闸室墙; 模板台车; 一体化施工

**中图分类号**: U66

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)01-0046-03

## 1 依托工程概况

引江济淮东淝河一线船闸改造工程是引江济淮东淝河枢纽的重要组成部分, 与完建的东淝河船闸(280×23×5.2米)形成双线船闸。船闸按Ⅱ级建设, 设计最大船舶吨级为2000t级, 船闸闸室有效尺度280×34×5.6米(长×宽×门槛水深), 年单向过闸货运量为3031.9万吨, 完建的东淝河船闸过闸货运量为2751万吨, 双线船闸合计过闸货运量为5782.9万吨。

闸室采用整体式钢筋砼坞式结构, 闸室墙口宽34米, 顺水流方向长290米, 分成15节, 首尾两节非标准节长度15米, 底板为消力池+空箱型结构; 2~14#节段为标准节段, 每节长度20米; 闸室墙顶高程+27.9米, 顶宽1.2米, 底宽3.8米。闸室墙高15.66米, 闸室墙两侧墙面+27.9~+16.0米布置1厘米厚的钢板护面; 闸室墙采用C25混凝土, 其中单侧墙身混凝土量最大为886.54立方米。

## 2 模板台车法一体化施工技术方案的比选

传统的船闸闸室设计中, 闸室墙多采用混凝土护面、钢护木+混凝土护面等形式, 船闸运营期船舶经常性撞击, 使得船闸混凝土表面破损、钢筋外露等, 影响了船闸耐久性, 带来了安全隐患。随着以往船闸在运营、检修等暴露出的弊端, 全钢护面闸室墙已在近年船闸设计与施工中开始广泛应用。

按照以往船闸施工经验, 闸室墙一般采用翻模工艺或悬臂模板浇筑工艺, 两侧同步浇筑, 每次浇筑前在本节混凝土中预埋爬升锥, 每次浇筑高度3~6米,

分多个节段浇筑完成, 浇筑一节需要5~7天, 每段闸室墙需要25~35天完成; 模板需要重复安装及拆除、转运及吊装等工序, 重复工作量大、设备依赖性强、高空起重吊装作业安全风险大, 在已完建的安徽省沙颍河船闸、蜀山船闸等及在建裕溪河船闸扩容改造(34米宽全钢护面闸室墙)施工中, 应用翻模工艺分层浇筑, 该工艺存在施工功效低、高空作业安全风险系数高、墙身垂直度与精度难以控制、层间施工缝及钢护面板焊接多、钢护面分块分段整体质量控制难、接缝处渗水风险大等诸多局限性与不足之处, 闸室墙身整体性及外观质量有待提高。<sup>[1]</sup>考虑以上缺点及不足之处, 针对东淝河一线船闸34米断面尺寸大、安全风险系数大、全钢护面安装精度高、大面平整度控制严等特点, 主要借鉴公路工程中隧道二衬模板台车施工工艺, 并结合全钢护面与模板体系整体拼装工艺, 通过施工现场条件核查、空间环境调查、装配式结构设计等开展方案比选。

1. 参考省内类似23米宽船闸采用的单支腿移动模架, 因一线船闸相比23米船闸闸室更宽、更深, 单支腿移动模架结构稳定性及左右侧平衡性差。

2. 采用分离式移动台车。船闸左侧为放坡开挖空间较大, 台车拟采用简支形式, 右侧由于闸室支护桩限制, 只能采用悬臂形式。由于悬臂端过长, 结构稳定性计算不满足要求。同时, 由于模板分块数量多, 两侧液压千斤顶数量多, 模板调整时易出现不同步的情况, 安装精度控制难度大。故此方案不适用限制条件下的使用。

3. 推选方案。借鉴隧道施工衬砌台车多液压控制系统,采用整体式移动台车,模板采用大块模板与全面护面板预拼装,减少模板分块数量,提高模板定位精度;立柱采用双支腿,装配式结构更加安全及稳定。

### 3 模板台车法一体化施工技术的应用

34 米宽全钢护面闸室移动模板台车主要由门架系统、悬吊系统、行走系统、液压控制系统等部分组成。机架为电动自行车式,行走速度:0~3 米/分钟,主起重量 32t,起升高度 17.5 米,总功率 165kW。尺寸:长 46.75 米,宽 18.65 米,高 24.221 米。<sup>[2]</sup>

#### 3.1 门架结构

门架结构主要由主梁、支腿、横向连接梁、纵向连接梁、拉杆组、斜撑及其他连接杆件组成。

主梁共有 3 列,每列 3 段,两个边段采用方钢制作成箱型梁结构,中间段采用方钢制作成花架结构,段与段之间通过螺栓群连接。两边段尺寸 15.5×0.75×1.5 米(长×宽×高),中间段尺寸 15.75×0.81×1.65 米。两排主梁之间由方钢制作的花架结构纵梁连接。主梁之上采用拉杆组用以稳定悬臂端,拉杆组共 6 组,每根支腿上 1 组,每组 3 根。

支腿为方钢焊接成箱型结构,采用四列三排设计。行车两侧支腿共计 12 条,左右两侧对称布置,每条支腿分为 3 段。单幅两列支腿之间通过连接杆和斜杆相连,单幅每排支腿之间采用纵向连接梁相连,左右幅支腿之间采用横向连接梁相连。纵横向连接梁均为方钢制作的花架结构。支腿与横梁、支腿与主梁采用利用斜撑加强,共设斜撑 24 根。

#### 3.2 行走系统

行走系统由移动模架下横梁及行走轮组组成。架下横梁及行走轮组保持为双排轮组,有利于提高设备整机稳定性,选用 8 台 BL220 型减速机,使双排轮同轴度达到最优,配合前后端电机,使设备首尾都得到驱动力,可以杜绝在以往的施工中经常遇到钢轮旋转但不行走的打滑现象。<sup>[3]</sup>

行走系统使用电机 8×2.2kW 八驱动,电动机通过减速器及 3 级齿轮减速,行走速度控制在 0~3 米/分钟左右。门架的单侧双轨道上分别安装夹轨器,使其在门机不运行时安全固定。在轮组的外侧分别安装锚定装置,以便在吊运台车时减少侧向力引起的误差。<sup>[4]</sup>

#### 3.3 悬吊系统

悬吊系统主要包括固定单梁吊、滑动单梁吊、电动葫芦、型钢吊具。

台车顶部横梁设有 8 个单梁吊,均采用 32T,其中外侧 4 个为滑动式单梁吊,内侧 4 个为固定式单梁吊,每个内侧单梁吊下方设型钢吊具,吊具尺寸 5.22×0.43×0.36 米(长×宽×高)。每个内侧固定式单梁吊两侧设 2 个 2t 电动葫芦,共 8 个,满足护面钢板吊装需要。

#### 3.4 液压系统

液压系统由 8 个液压泵站、16 个平移千斤顶和 16 个顶升千斤顶及油路管组成,每个液压泵站控制 4 个液压千斤顶。如 1 号液压泵站在 1 号千斤顶附近,同时控制 1 号、2 号、3 号和 4 号共 4 台液压千斤顶同时平移,5 号泵站在 1 号千斤顶附近同时控制 17 号、18 号、19 号和 20 号共 4 个液压千斤顶同时顶升,这样保证模板运行方向的同步性。

#### 3.5 模板体系施工

##### 3.5.1 模板体系设计

台车的模板体系主要包括墙身迎水侧、迎土侧整体钢模,面板采用厚度 8 毫米钢板,横肋为 [10# 槽钢,间距为 300 毫米,模板竖向背肋为双 [16b# 槽钢组焊结构,间距为 900 毫米。迎水侧模板支撑横梁为双 [32b# 槽钢组焊结构,间距为 6000 毫米。模板穿膛拉杆采用  $\phi 20$  精轧螺纹钢(PSB785),纵向间距为 1000 毫米,横向间距为 1500 毫米。迎水侧模板可调支撑采用  $\phi 40$  调节丝杆及  $\phi 76$  无缝钢管组焊结构,可调支撑与支撑横梁之间采用  $\phi 25$  销轴铰接。<sup>[5]</sup>

##### 3.5.2 模板体系安装

台车安装完成后,采用台车自身的起重系统进行模板体系的安装。先安装迎水侧模板体系,再安装迎土侧模板体系。

迎水侧、迎土侧模板分别放置在搁置平台和墙后回填土上,并临时倚靠在钢筋骨架上。模板拼装前先将拼装节段的闸室墙钢筋绑扎完成,并将迎土侧进行墙后回填,回填高度至无护面钢板段侧墙顶以下 30 厘米处。迎水侧倒角处安放临时搁置平台,搁置平台采用工 28 工字钢和脚手管焊接而成。台车移动至对应位置,利用自身梁吊分块吊装模板,为方便吊装,梁吊下方安装型钢吊具。

##### 3.5.3 护面钢板安装

护面钢板按 9×2 米分块加工,竖向共 6 层。每层护面钢板上缘按间距 2000 毫米设置 4 个吊耳,吊耳在两层钢板间也起限位作用。最下层护面钢板按纵向间距 1000 毫米,横向间距 1600 毫米打孔,焊接固定螺帽。其余 5 层只在距钢板上缘 500 毫米处按横向间距 1600 毫米打孔,焊接固定螺帽。护面钢板提前放于搁置平

台上,采用台车卷扬机与电动葫芦配合起吊,自下层钢护面逐块安装至上层。

台车模板系统底边焊接移动式限位装置,底层护面钢板吊装至设计标高,先临时卡在移动限位装置上,从台车模板侧拧入固定螺栓,将护面钢板固定在台车模板系统上;然后再依次吊装其余5层护面钢板,下缘通过下层吊耳限位,并通过点焊与下层护面钢板固定,上部通过固定螺栓与台车模板系统固定。

台车模板定位。启动液压系统,利用内模调位油缸带动内模靠向混凝土,使内侧模贴紧混凝土表面,同时利用顶部固定梁吊进行内侧模高程调节,两侧内侧模合模对称进行;利用外模滑动吊梁调整外模靠向混凝土,使外侧模贴紧混凝土表面,同时进行外侧模高程调节。模板调整到位后安装模板对拉杆及角拉杆,进行模板系统加固。<sup>[6]</sup>

#### 3.5.4 模板拆除

主要脱模顺序为:端模拆除→移动模机脱模→浮式系船柱模板拆除。在混凝土强度达到2.5Mpa时脱模,脱模顺序遵循“先支后拆,后支先拆,先非承重后承重、自上而下”的原则,严禁硬碰硬撬。

移动模机脱模时迎水面模板先拆除护面钢板与模板体系的固定螺栓,在由下往上分层拆除拉杆,操作模机液压千斤顶收支撑丝杠,使迎水面模板脱离浇筑好的混凝土墙体。迎水面模板拆除拉杆后,然后操作模机滑动梁吊先向外侧滑动,使迎水面钢模板上部慢慢脱离混凝土面,再垂直起吊,从而实现脱模。

#### 3.6 移动模机行走

1.行走前检查确保迎水侧模板是由悬挂系统受力,且迎水侧、迎土侧模板与闸室墙完全脱离,无接触。行走前轨道提前铺设,并保证轨道线型顺直,固定牢靠。

2.行走过程中速度控制在0~3米/分钟;模机两侧同步行走,同步控制,严禁出现两侧不平衡移动;遇到突发情况,紧急制动,停止行走,待查明原因恢复正常后,方可继续行走。

3.行走到位后,将行走系统进行制动锁死,并在轨道上安装夹轨器,使模机不行走时安全固定。

#### 3.7 模板台车安拆

1.现场拼装。在地面将主梁、支腿、连接梁等部分部件进行拼装,采用汽车吊为主要安装设备,将主梁、支腿、连接梁等构件吊装至预定位置进行安装。

2.试运行。试运行主要分为以下几步:

(1)空载沿轨道来回走3次,此时,车轮不应有

明显打滑,起动和制动应正常可靠,限位开关的动作应准确。

(2)开动悬吊系统,使空钩上升、下降3次,此时悬吊系统限位开关的动作应准确可靠。

(3)悬吊系统提升额定起重重量作反复起升和下降制动试车,然后开动模机沿其轨道来回行走3~5次,并作反复起动和制动,此时,各机构的制动器、限位开关及电气控制应可靠、准确和灵活,车轮不打滑;模机的振动正常,机构运转平稳,卸载后机构无残余变形。

3.模板台车拆除。在最后一段闸室侧墙混凝土施工结束后,模架系统进行拆除,拆除顺序如下:100T吊车配合拆除上纵梁→中纵梁→拆除主梁→拆除支腿→吊运到指定地点。

## 4 结论

通过34米宽全钢护面闸室墙模板台车一体化施工技术的应用,包括台车桁架设计与安装、悬吊系统及安拆工艺、大模板拉杆体系、全钢护面匹配设计与安装等,通过结构、工艺的优化创新,大大提高了整体浇筑大模板施工的安全性,解决了超高大闸室墙施工功效、大型船闸高大模板安拆、闸室墙全钢护面精细控制、超深混凝土浇筑等施工难题,取得了良好的工期效益与经济效益,最终形成施工功效高、成本低、安全质量风险可控并切实可行的一套34米宽全钢护面闸室墙一次成型施工技术,高效地保证了船闸闸室墙施工的顺利进行,并为今后类似大型船闸施工的建设积累经验。

## 参考文献:

- [1] 刘金豪,刘奇泉,赵廷.全钢板护面闸室墙施工技术研究及应用[J].中国港湾建设,2023(07):95-99.
- [2] 刘春梅,苏颖,杨欢,等.大型船闸闸室墙移动模机云检测技术研究[J].工程与建设,2023(02):627-634.
- [3] 官宝军,郭学太.船闸闸室大型移动模架施工技术在涡河蒙城枢纽建设工程中的应用[J].治淮,2021(11):55-58.
- [4] 高斌,薛克非.机电一体化技术的发展与应用[J].你好成都(中英文),2023(24):79-81.
- [5] 刘太乾,刘创业,杨腾飞,等.装配式建筑工程中铝模爬架一体化施工技术的应用[J].新疆有色金属,2023,46(06):109-110.
- [6] 同[4].

# 环境工程大气污染防治策略探析

尹 航

(泰州市靖江生态环境局, 江苏 靖江 214500)

**摘 要** 社会经济的快速发展, 生产规模的不断扩大, 人民生活水平的不断提高, 给环境治理带来了巨大的挑战, 大气污染问题已经不再是一个可以忽视的问题, 在环境工程中如何做好大气污染防治管理工作, 对提高环境工程的整体治理效果有着重要的帮助。因此, 本文在分析大气污染主要来源的基础上, 对大气污染防治工作中存在的问题进行探讨, 同时对大气污染防治管理方案进行分析, 以期能够给相关人员提供有益参考。

**关键词** 环境工程; 大气污染; 防治管理

中图分类号: X51

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0049-03

我国经济不断发展, 人们的生产生活方式加大了污染物的排放量, 对环境造成了严重的污染。因此, 在社会经济不断发展过程中, 应加大对环境气候保护的建设的, 在保证社会经济的可持续发展的同时也要综合治理大气污染和环境破坏的问题, 否则将会对人类的身心健康造成伤害。因此, 加强大气污染防治管理方法的研究, 对解决大气污染问题有着重要的帮助, 能够提高环境工程治理水平。

## 1 大气污染的主要来源

### 1.1 汽车尾气

对于汽车尾气而言, 它是大气污染的主要来源之一, 主要指的是汽车在燃烧时排放产生的废气以及颗粒物。当前, 随着我国机动车辆数量不断增加, 汽车尾气排放已经成为一个严重的环境影响问题, 对人类的健康与其大气的质量造成了很大的影响, 汽车尾气中主要包含氮氧化物( $\text{NO}_x$ )、一氧化碳( $\text{CO}$ )、挥发性有机化合物(VOCs)和颗粒物, 它们都对空气质量产生负面影响。氮氧化物和一氧化碳是燃烧过程中产生的废气, 它们与大气中的氧气反应形成臭氧, 产生光化学烟雾, 对呼吸系统和视力造成损害。挥发性有机化合物会参与光化学反应, 形成臭氧和挥发性有机物二次污染物, 对空气质量和人体健康造成威胁。对于颗粒物来说, 它是悬浮在空气中的固体以及液体微颗粒, 分别包含细颗粒以及可吸入颗粒, 很容易引起呼吸疾病<sup>[1]</sup>。

### 1.2 工业污染

工业污染作为大气污染的主要来源之一, 对于工业污染而言, 它主要指的是在工业生产的阶段中排放

出来的废气以及颗粒物。当前随着社会的不断发展, 工业进程在不断加大, 工业污染给大气环境造成的影响越来越大, 一般而言, 工业污染主要包含二氧化硫( $\text{SO}_2$ )、氮氧化物( $\text{NO}_x$ )、颗粒物、挥发性有机化合物(VOCs)和重金属等。对于二氧化硫以及氮氧化物而言, 其是在燃烧阶段中所产生的废气, 对空气造成的威胁很大, 容易形成酸性沉降以及光化学烟雾, 对环境污染产生的影响很大。颗粒物主要是固体以及液体微颗粒混合物, 包含可吸入颗粒物, 它们的存在也会给环境造成一定的影响。

### 1.3 煤烟型污染

从大气污染层面分析, 煤烟污染类型也是大气污染的主要来源, 煤烟型污染主要指的是在燃烧煤以及其他石料生产中引起的一种废气和颗粒物。由于煤炭是我国以及其他国家的燃烧能源, 在煤烟型污染的阶段中, 它是一个非常严重的环境污染问题。相对而言, 在燃烧的阶段, 煤炭所产生的大量废气以及颗粒物也会释放到大气环境当中, 会给空气造成很大的影响, 如果没有得到及时的解决, 就会给植被以及水体造成伤害, 同时也会危害到人体的健康系统<sup>[2]</sup>。

## 2 大气污染防治中存在的问题

### 2.1 产业结构不合理, 工业排放污染突出

在大气污染治理的阶段中, 还有很多问题需要解决, 其中产业结构不合理以及工业排放污染是比较突出的问题。当前一些地区还存在着工业结构单一, 工业排放污染比较严重的问题, 对环境以及公众的健康造成了很大的影响。第一, 一些地区的产业结构过于单一化, 主要以重工业为主, 大量的高污染、高能耗

的企业存在排放出诸多的废气以及颗粒物。企业主要是采用传统的管理模式以及老旧的生产工艺,在工艺流程的阶段还存在着诸多的废气以及废水排放,对环境产生的影响很大,虽然一些企业采取了相关的排放处理措施,但是由于这些技术处理措施比较落后,在相关设备更新的时候,需要投入大量的资金进行更新,这就使得更新设备的速度缓慢,导致治理效果比较差,存在着诸多排放依然严重的情况。第二,一些地区存在着工业集中排放的问题,大量的高污染高能耗企业比较靠近,在排污的时候都是同时间排放,这就会导致环境的消耗能力下降,久而久之就形成重污染的天气。第三,在管理阶段,企业的监管以及执法还比较落后,一些企业存在违法排放占用公共资源的情况,对环境及人体的健康产生的危害还是很大的,加上一些地方管理部门监督力度深入不足,管理工作以及处罚力度没有能够及时地落实到位,对企业产生的影响不大,这就导致污染问题迟迟得不到解决<sup>[3]</sup>。

## 2.2 缺乏完善的污染控制制度体系

第一,环保排污设备质量的检验。多数的排污设备的质量检验尚未满足国家相关的标准要求就投入使用,导致设备在实际的运用过程中经常出现各种各样的故障而影响废弃物的有效处理。第二,环保意识不强。多数企业在生产过程中,由于过度地重视企业的生产成本的控制,而忽视了环保问题,导致企业生产过程中产生的废气物以及一些污染气体的处理不恰当。此外,企业对污染物的排放缺乏完善的管理控制体系,导致部分污染物无法得到正确、科学的处理,处理设备也无法正常有效地运行,无法贯彻落实保护环境措施的实施。第三,我国环保质量的法律法规缺乏完善性和健全性,尽管有相关的法律法规出台约束,但是在实际的工作中,相关部门的执法权力无法得到保障,不利于保护政策的落实与实施。

## 2.3 煤炭燃烧污染

煤炭在燃烧过程中,如果没有充分燃烧时,其会产生大量对大气环境造成严重污染的一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、硫化氢等气体。就目前而言,在我国北部地区,在冬季时,都是采用烧煤炭的方式进行生活的取暖、烧饭菜以及工业生产的供暖等。由于烧煤炭的锅炉经过长时间的使用,其对煤炭的燃烧率降低,无法实现煤炭的完全燃烧,从而容易导致煤炭在燃烧过程中产生大量的一氧化碳以及二氧化硫等气体,这些气体对人体的健康以及空气的污染造成严重

的危害,此外,在使用煤炭供暖过程中,由于炉窑的使用缺乏除尘装置,因此其容易产生大量的粉尘,从而造成粉尘污染。此外,在工业生产中,由于生产工艺技术以及设备装置缺乏创新性,导致其在生产中出现高消耗低生产,并且在生产过程中,由于生产设备和生产工艺无法与时俱进,导致部分有害气体无法得到有效的处理便排放于空气当中,从而污染大气层和生态环境<sup>[4]</sup>。

## 3 环境工程中大气污染防治管理措施

在环境工程中如何提高大气污染防治管理水平,对保证社会的发展有着重要的帮助。以下从大气污染防治管理角度对环境工程大气污染防治控制要点进行深入探讨。

### 3.1 加强汽车尾气排放治理

如今人们的生活水平逐渐提高,汽车已经成为人们日常出行必不可少的重要交通工具,从而也促进了我国交通行业的稳定发展,但是同时也增加了汽车尾气的排放量,从而对我国大气层造成严重的污染。因此,为了降低大气的污染,加强对汽车尾气排放的治理措施尤为重要。针对这方面的解决方案,我国相关部门也提出相应的有效治理方案与措施,具体体现在汽车限购、鼓励新能源汽车的生产和使用。如今也有越来越多的新能源汽车在马路上穿行,新能源汽车的生产与使用,不仅可以实现能源的节约,同时还减少了有害气体的排放,实现了环境的保护。此外,应加强车辆排放标准的制定和执行力度,不断提高对新车和在用车辆排放限值的要求。同时,要加强尾气监测,建立和完善车辆排放监管体系,实施定期的尾气检测和违规车辆的处罚措施,倡导车辆定期保养和排放控制设备的维护维修。最后,要加强交通管理,优化路网设计和交通组织,减少交通堵塞和怠速现象,避免汽车尾气的集中排放。

### 3.2 创新大气污染防治技术

现阶段,我国信息技术的发展突飞猛进,先进技术已在各大行业领域中得到了广泛的应用,并且取得了良好的反响。大气污染是我们面临的重要环境问题之一,加强大气污染防治技术是保障人民健康、促进环境可持续发展的必要措施。作为环境工程领域的从业者,要创新大气污染防治技术,就需要在技术研发、治理工艺和设备等方面进行探索和创新。技术研发是大气污染防治技术创新的根本,需要加强科技创新和应用基础研究,提高技术创新自主能力。在技术研发

方面,可以研发高效的污染物测量和监测技术,不断提高大气污染物的准确监测水平;研发新型高效除尘设备,可使用先进的除尘材料和结构设计,提高除尘效率,减少废气排放;研发新型氮氧化物治理技术,采用 SNCR、SCR 等先进的氮氧化物治理技术,以减少 NO<sub>x</sub> 的排放,降低形成光化学烟雾的概率;研发新型 VOCs 治理技术,采用沸点温度控制技术、活性炭吸附、等离子体等技术方法进行治理,实现 VOCs 的高效治理。治理工艺和设备也是创新大气污染治理技术的重要方面,需要研制和推广智能型自主控制系统和柔性的物联网技术,针对不同污染源和治理需求,设计各种不同的治理工艺和设备,搭建稳定高效的大气污染治理体系。工艺和设备的改进可以利用低功耗的传感器和智能控制系统,实现无人值守运行,提高治理效率,减少人力运营成本,更好地解决工业企业废气治理的难题。同时,在大气环境中,空气检测技术也被积极地引进并应用,不断地优化创新检测技术,在实际的应用过程中也加大了资金的投入,满足了现阶段对新型设备的操作需求。在新型检测技术的基础上,还需要借鉴 GIS 技术将检测数据传送到计算机系统当中,同时计算机系统对大气污染指数进行评估,实现大气污染现状检测的智能化、自动化和系统化,实现大气污染治理工作的有效性<sup>[5]</sup>。此外,还需要推动多方联合合作,共同来推动治理技术的创新,倡导工业与学术交流以及跨行业联合拓展等方式,让各方充分共享技术创新和治理实践成果,提升治理能力和创新能力,为治理大气污染提供更为有力的技术支持。

### 3.3 提高公众环保意识

在治理空气污染工作中:第一,需要提高人们的环保意识和生态环境保护意识,做到人人参与才能实现环保工作的实施。现阶段,信息技术的发展突飞猛进,在宣传和呼吁人们提高环保意识和爱护环境知识过程中,应积极地应用信息技术,让人们深刻地认识到爱护环境的重要性。第二,随着人们生活质量的提升,生活环境和污染物的排放量也逐渐增加,尤其是生活垃圾排放、农业有害垃圾的排放、工业生产废弃物的排放以及汽车尾气的排放等,这些废弃物和垃圾的产生都危及人们的生活和身体健康。针对这一系列的问题也引起了我国相关政府部门的高度重视,也积极地采取各种处理措施以及建立各类法律法规的管理体系,加大对工业生产的废水及废弃物的处理力度,出台了相关的环境保护法律法规。

### 3.4 加大对大气污染的监测和控制力度

环境建设工程是一项长期性、专业性和复杂性的工作,其涉及面较广,国家治理部门是该项工程建设的重要主体。第一,国家环境治理部门应充分地认识到环境保护、大气污染对社会经济发展、人们生活环境影响的重要性,应贯彻落实每项环境的保护措施以及相关法律法规的实施。第二,应加强源头控制,通过改变生产工艺和原料使用等方面进行控制,减少废气和污染物的产生,可以倡导企业采用清洁生产技术,并给予相应的政策支持和经济激励,鼓励其实施绿色生产。此外,加强环保监管,强制执行相关环保法规和标准,对不达标企业进行处罚,形成强制性的源头控制机制。应提倡绿色出行和低碳生活方式,减少交通尾气排放。推广电动汽车、组织共享出行和建设便捷的公共交通系统,减少机动车辆的使用。同时,倡导低碳生活,鼓励居民节能减排,选择环保清洁的能源和消费方式,减少对大气污染的负面影响。第三,要加强信息化技术在大气污染治理中的应用,利用大数据、人工智能等先进技术,建立智能的大气监测和预警系统。通过实时监测,快速掌握大气污染的动态变化,及时采取相应的治理措施。同时,还可以借助信息化技术提高治理效率,实现更精准、智能的治理。

## 4 结语

综上所述,在环境工程建设中,大气污染处理已经成为全球化的重要难题,为了快速、有效地解决大气污染问题,保证空气质量,为人类的生活质量提供保障,国家相关部门应高度重视并建立健全环境保护的相关法律法规,维护生态环境的平衡。大气污染是影响社会经济发展的重要阻碍,想要推动我国各大行业领域的可持续发展,就需要重视环境治理措施,提升大气污染和环境治理的综合效能。

## 参考文献:

- [1] 时若松.环境工程中大气污染防治管理措施探究[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2021(06):25-26.
- [2] 张鹏.基于环境工程中的大气污染防治管理措施探析[J].资源节约与环保,2020(08):7,9.
- [3] 王洪.大气污染防治存在的问题及管理对策[J].环境与发展,2021,33(02):122-124.
- [4] 曲训帅,冯静,李大伟.探讨环境工程中的大气污染防治管理措施[J].资源再生,2021(04):26-28.
- [5] 曾艾伦.环保大数据在环境污染防治管理中的应用[J].黑龙江环境通报,2020,33(04):70-71.

# 环保概念下的港口航道疏浚工程分析

蒋 斌

(广西壮族自治区桂林航道养护中心, 广西 桂林 541001)

**摘要** 对于港口航道疏浚工程来讲, 该工程本身环保性差, 很容易对周围环境造成危害。为了充分贯彻环保理念, 工作人员需要进一步加强技术研究, 以此提高环境质量, 为人们提供更加舒适的生活环境。本文据此对环保理念下的港口航道疏浚工程建设进行了一系列分析, 旨在为后续建设提供参考。

**关键词** 环保理念; 港口航道; 疏浚工程

中图分类号: U655

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0052-03

在全球化经济发展下, 港口是进行海外经济建设的重要枢纽, 加强港口航道疏浚工程建设, 是我国经济持续发展的重要途径。不过该工程建设中依然存在较多问题, 尤其是环保问题较为突出, 如果不将环保理念落实到工程的各个环节中, 很容易导致更多环境问题, 不利于我国社会经济的可持续发展。

## 1 环保理念下港口航道疏浚工程的特点

随着社会的进步和经济的快速发展, 环保问题逐渐受到广泛关注。环保理念下港口航道疏浚工程作为一项重要的基础设施建设工程, 不仅关系到国家经济的发展, 而且对环境保护具有重要作用。环保理念下港口航道疏浚工程有以下四个主要特点。

### 1.1 环保设计

环保理念下港口航道疏浚工程的设计, 要求在满足航道等级和运输能力的前提下, 充分考虑生态环境的保护。这包括对疏浚过程中产生的泥沙进行合理处理, 以及对周边生态环境的影响进行评估。因此, 在实际建设中需要通过优化设计方案, 降低工程对环境的影响, 实现经济与环境的双重效益。

### 1.2 环保施工

环保理念下港口航道疏浚工程的施工, 需要保证设备以及技术的先进性以及环保性, 以此减少施工过程中的环境污染。例如采用环保型疏浚船, 降低船舶尾气排放。也要对疏浚产生的泥沙进行实时处理, 避免泥沙泄漏对水质的影响。同时施工过程中还需要加强对噪声、振动等环境因素的控制, 降低对周边居民和生态环境的影响。

### 1.3 环保管理

环保理念下港口航道疏浚工程的管理, 要求相关企业建立完善的环境保护管理制度, 确保施工过程中

各项环保措施的落实。这包括对施工过程中的环境监测、对环保设施的维护保养、对环保数据的统计分析等工作。通过加强环保管理, 提高工程环保水平, 能够进一步实现可持续发展的目标。

### 1.4 生态恢复与补偿

环保理念下港口航道疏浚工程在施工过程中, 会对周边生态环境造成一定影响。为了减轻这种影响, 工程需要采取生态恢复与补偿措施。例如对施工范围内的植被进行恢复, 对受影响的野生动物栖息地进行生态补偿。通过这些措施, 保护生物多样性, 维护生态平衡。总体来讲, 环保理念下港口航道疏浚工程的特点主要表现在环保设计、环保施工、环保管理和生态恢复与补偿等方面。通过这些特点, 我们可以看出, 环保理念下港口航道疏浚工程在保证经济发展的同时, 充分考虑了环境保护的重要性, 实现了经济与环境的双重效益。在未来港口航道疏浚工程应继续加强环保理念的实践, 为建设美好家园做出贡献。

## 2 港口航道疏浚工程对环境的影响

港口航道疏浚工程是指通过挖掘和运输水下泥沙, 以改善港口航道的水深和水质, 提高航道的通航能力。该工程可以有效保证港口建设的合理性及科学性, 也可以推动我国社会经济的顺利发展。但是要注意的是, 港口航道疏浚工程建设中很容易对周围环境造成不良影响, 一旦该工程建设下环境受到严重危害, 将会直接危及生态平衡, 难以保证该工程可以长久可持续发展下去<sup>[1]</sup>。

### 2.1 破坏水生生态体系

首先, 港口航道疏浚工程会对水流产生影响, 尤其是在疏浚过程中, 疏浚会改变水流的流速和流向, 影响水体的生态环境。这一状况下水下生态平衡容易

受到不良影响。其次,港口航道疏浚这一工程需要对水下泥沙进行挖掘与运输,该工作中很容易导致底泥中所存在的有害物质进入水体,进而导致水质受到污染。且该过程中同样会产生废油等污染物,容易对水环境产生影响。最后,港口航道疏浚工程会破坏水生生物的栖息地,对水生生物的生存和繁衍产生影响<sup>[2]</sup>。

## 2.2 土壤污染

一般来讲,港口航道疏浚工程需要占用一定的土地,这一基础下会导致土地利用变化。例如,疏浚土需要进行处理和处置,可能会占用农田或湿地等生态环境。此外,疏浚过程中很容易产生含有有害物质的底泥,如果处理不当,可能会对土壤造成污染。

## 2.3 对空气的影响

港口航道疏浚工程对空气环境的影响主要来自疏浚船舶的尾气排放。疏浚船舶在作业过程中会排放废气,包括二氧化碳、氮氧化物、硫氧化物等,如果不对其及时处理,很容易导致大气环境受到不良影响。

## 2.4 噪声污染

港口航道疏浚工程中需要用到挖泥船等一系列设备,这些设备在施工中会发出较多噪声,很容易对周围生态环境造成影响。且长时间下去,周围工作人员也会受到噪声的不良影响,进而导致身体状况不佳。总体来讲,港口航道疏浚工程对环境的影响是多方面的,为了减少这些影响,需要在疏浚工程的设计、施工和运行过程中采取有效的环境保护措施,以此及时发现和处理环境问题。

# 3 环保技术在港口航道疏浚工程中的具体应用分析

## 3.1 做好输沙工作,避免二次污染

一般来讲,普通河道疏浚并不需要考虑到泥沙再悬浮等问题,因此港口航道疏浚工程人员很容易忽视港口输沙工作中的泄露问题。基于此,还需做好二次污染预防工作。首先,工作人员在疏浚工程开始之前,需要对水域进行精确测量和定位,了解底质和环境条件。这有助于选择合适的疏浚工具和设备,以及确定疏浚的范围和深度。基于此,可以选取更加合理的疏浚方法,不过该方法选择中要根据水域底质和环境条件选择相应的挖泥船和其他疏浚工具。例如对于软质底泥,可以使用绞吸式挖泥船。对于硬质底泥,可以使用斗轮式挖泥船。其次,在疏浚过程中,应尽量减少污染底泥的挖掘量,以保证挖掘范围的准确性。可以通过采用环保型疏浚技术和设备,以及优化疏浚作业参数来实现。再者,要对排泥场的尾水排放浓度进

行合理控制,使用专业设备来监测泥浆扩散范围及悬浮污染物的含量、泥浆浓度等,以防止污染物对环境造成影响。最后,在疏浚施工过程中,要考虑到沉积物泥沙的再悬浮情况,采取措施降低颗粒泥沙的产生。比如可以使用环保型疏浚剂,减少疏浚过程中悬浮物的产生。在疏浚施工完成后,还需对挖掘范围进行合理处理,避免过度挖掘使航道的底层自然泥受到影响。同时,要对挖掘出的污染底泥进行妥善处理,避免二次污染<sup>[3]</sup>。

## 3.2 合理处置疏浚弃土,将其循环利用

疏浚过程中所使用到的不少弃土都可以再次用于工程建设中,该方式可以提高资源利用率,同时可以减少浪费,提高环保性。对于已经使用过的疏浚弃土,可以再次将其循环利用。首先,可以通过吹填的方式,填充到附近的低洼地或人工岛,进行造地。这种方式不仅可以解决疏浚废土的处理问题,还可以提高土地利用率,为港口周边地区提供新的土地资源。其次,通常来讲疏浚废土中含有大量的泥沙和岩石碎屑,可以经过处理后用作建筑材料,如制作砖、混凝土等。这样既可以减少对自然资源的开采,又可以降低建筑成本。再者,可以将疏浚废土用于改良农田土壤,提高土壤肥力。该方式下,农田产量会得到提升,也可以减少化肥的使用,有利于环境保护。此外,在沿海地区,可以将疏浚废土用于填海造陆工程,扩大陆地面积,为城市发展和基础设施建设提供土地资源。最后,可以将疏浚废土用于生态修复工程,如河流整治、湿地恢复等。不过要注意的是,为了实现疏浚废土的循环利用,需要在施工过程中对废土进行分类和处理。其中会对环境造成较多不良影响的弃土可以进行单独管理,防止其对周围环境或者人体造成危害<sup>[4]</sup>。

## 3.3 强化疏浚工程现场水质监测

实际施工过程中,要尽量避免非工作人员进入施工场地内,以此降低对水质的影响。一般来讲,良好的水质检测可以有效降低环境污染,施工单位可以在施工现场强化水质监测工作。首先,可以在疏浚工程现场设立专门的水质监测站,配备专业的监测人员和设备,对疏浚过程中的水质变化进行实时监测。同时要根据疏浚工程的实际情况,选择适合的水质监测设备,如在线监测仪器、便携式监测仪器等,对水质进行实时监测。其次,要根据疏浚工程的进度和水质变化情况,制定合理的监测计划,确保监测工作的有序进行。最后,还需对监测数据进行定期分析,一旦发现水质异常情况,就要及时发出预警,工作人员可以据此采取相应的处理措施。此外,针对可能出现的水质污染事件要建立应急预案,确保在发生突发情况时,

能够迅速采取措施,避免或减轻污染事故的影响。对于监测人员来讲,要与相关部门和单位保持密切沟通和协调,确保疏浚工程现场水质监测工作的顺利开展。总体来讲,通过水质监测这一方式可以有效地强化疏浚工程现场水质控制,及时发现和处理水质污染问题,保护水环境<sup>[5]</sup>。

### 3.4 选择合适的时间与时令

在港口航道疏浚工程中,选择合适的时间与时令对于保证工程质量和效率至关重要。对于底栖生物来讲,选择冬季作为疏浚时间会降低对底栖生物的影响,也会降低工程建设风险。另外,如果在退潮状况下进行疏浚,很容易导致悬浮物沉淀困难,会使得工程建设更加困难。因此,还需选择合理的时间节点,做好疏浚工作。在实际工作中,首先,要尽量避免在恶劣天气条件下进行施工,如大风、暴雨、大浪等。恶劣天气不仅影响施工进度,还可能对施工船舶和人员安全造成威胁。并且要根据工程所在地的气候特点,选择适合疏浚施工的时段。例如,在我国南方地区,雨季和台风季节应避免进行疏浚工程,而在旱季和冬季则相对适合。其次,在进行疏浚工程时,应充分利用潮汐变化,选择在低潮期进行施工。低潮期施工有利于挖泥船作业,同时可以减少疏浚土的流失。最后,要确保施工期间航道畅通,避免对其他船舶航行造成影响。必要时,可以与其他船舶航行计划进行协调。此外,在选择施工时间时,应尽量避开周边渔业活动高峰期,以免对渔业资源造成影响。总体来讲,这一方式可以在保证疏浚工程质量和效率的同时,降低对周边环境的影响。

## 4 环保理念下的港口航道疏浚工程建设要点

### 4.1 提高工作人员环保理念

在环保理念下开展港口航道疏浚工程,需提高工作人员环保理念,只有这样才能真正将环保工作落实到实际疏浚工程中,以提高疏浚质量。首先,施工方要加强环保知识培训,组织工作人员参加环保专业培训,学习环保法律法规、疏浚工程对环境的影响以及如何减少这些影响等方面的知识。通过培训,增强员工的环保意识和法律意识。同时,可以在疏浚工程中制定详细的环保规定,如挖泥船的操作规程、泥浆处理要求等,并确保这些规定得到严格执行。其次,企业可以通过各种形式宣传环保理念,增强员工的环保意识。例如,在施工现场设置环保宣传牌,举办环保知识讲座等。也要鼓励员工积极参与环保工作,提出环保建议和措施,让他们充分认识到自己在环保工作中的责任和作用。在此基础上,施工人员对环保的认

识会有所加深,也会约束好自身行为,在今后工程中确保环保理念的融合。

### 4.2 采用环保技术和设备

在疏浚工程中要推广使用环保技术和设备,以此真正遵循环保理念进行疏浚,如可以选择低噪声、低振动、低排放的疏浚设备,以及能有效减少泥浆泄漏和溢流的环保疏浚技术。一般来讲,低噪声的设备在运行过程中对环境的影响较小,可以有效降低工程对周边环境和居民的影响。而环保疏浚技术可以采用泵吸式疏浚技术,它可以有效减少泥浆泄漏和溢流,降低对水环境的污染。对于疏浚工作中容易出现的泥浆等,可以利用高效能泥浆处理设备,使用泥浆分离器和固化设备,将泥浆中的污染物分离出来,进行资源化利用或妥善处理。再者,环保疏浚要求在不同的定位点有不同的挖深,对一个非常不规则的断面,以可控的方式有效地清除污染沉积物。因此具有高定位精度和挖掘精度的挖泥船是环保疏浚的关键设备。此外,在疏浚工程中可以尽量使用清洁能源,如太阳能、风能等,减少化石燃料的使用,降低温室气体排放。最后,在疏浚工程中要定期做好监测工作,并对周边环境进行定期评估,以此可以及时发现风险事故并进行处理。总体来讲,将环保理念融入港口航道疏浚工程中,可以真正保证环保技术的合理使用,也可以促进港口的可持续发展。

## 5 结语

综上所述,环保理念是当下我国各行各业中都需要遵循的基础理念,为了保证生态平衡,促进人类与环境的可持续发展,应对环保理念加以重视。而港口航道疏浚工作很容易对周边环境造成不良影响,为了充分落实环保理念,施工单位还需对施工人员、施工技术、施工设备等进行全面分析,将环保措施真正应用到疏浚工程建设中,为后续港口可持续发展奠定基础。

## 参考文献:

- [1] 龙桂惠.港口航道工程中的护岸及疏浚工程施工工艺[J].珠江水运,2023(21):40-42.
- [2] 钟士祥.港口航道疏浚工程施工技术要点剖析[J].珠江水运,2023(19):111-113.
- [3] 宋昊通.港口航道的疏浚工程施工技术研究[J].中国水运,2023(08):120-122.
- [4] 徐青云.环保理念下的港口航道疏浚工程分析[J].中国航务周刊,2022(31):43-45.
- [5] 池大勇.港口航道疏浚工程施工技术研究[J].珠江水运,2021(20):44-45.

# 高密度电法在城市工程地质勘察中的应用

吕 瑞

(山西华冶勘测工程技术有限公司, 山西 太原 030000)

**摘 要** 本文主要探讨了高密度电法在城市工程地质勘察中的应用。首先, 介绍了高密度电法的基本原理和技术特点, 然后分析了其在地质灾害预测与评估、地下水资源调查与管理、土地污染调查与修复等方面的应用。其次, 探讨了高密度电法在城市工程地质勘察中的优势和局限性, 并提出了相应的应用策略和方法。最后, 总结了高密度电法在城市工程地质勘察中的重要性和应用前景。

**关键词** 高密度电法; 城市工程; 地质勘察

**中图分类号**: TU99

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)01-0055-03

城市工程地质勘察是城市规划、建设和管理的关键环节之一, 对于保障城市安全和可持续发展具有重要意义。高密度电法作为一种先进的地球物理勘探方法, 具有高效率、高精度和高分辨率等特点, 因此在城市工程地质勘察中得到了广泛应用。本文将重点探讨高密度电法在城市工程地质勘察中的应用, 以期对相关领域的研究和实践提供参考和借鉴。

## 1 高密度电法原理与技术特点

### 1.1 高密度电法的基本原理

高密度电法是一种常用的地球物理勘探方法, 其基本原理是利用不同岩土体之间的电性差异, 通过测量电位差来确定岩土体的分布情况和地质构造。在实际应用中, 高密度电法通过布置多组电极, 形成多个不同极距的供电电极和测量电极, 从而获取多个电阻率数据。通过对这些数据的分析处理, 可以获得地下岩土体的电阻率分布情况, 进而推断出岩土体的性质、埋深和分布范围等信息<sup>[1]</sup>。

### 1.2 高密度电法在城市工程地质勘察中的技术特点

高密度电法在城市工程地质勘察中具有以下技术特点:

1. **高效率**: 高密度电法采用多电极同时布置的方式进行数据采集, 能够快速、高效地获取大量数据, 大大缩短了测量时间和工作量。这一特点使得高密度电法在城市工程地质勘察中具有显著的优势, 能够提高工作效率, 减少人力物力的投入。

2. **高精度**: 高密度电法采用自动化数据采集技术, 减少了人为干扰因素, 提高了数据精度。这种自动化数据采集方式能够降低误差, 提高数据的准确性, 为后续的地质解释提供可靠的基础。

3. **高分辨率**: 高密度电法可以获取较密集的电阻率数据, 能够更准确地反映地下岩土体的细微变化, 为地质解释提供更丰富的信息。高密度电法能够获取大量的电阻率数据, 从而更好地揭示地下岩土体的细节特征, 为城市工程地质勘察提供更准确的地质信息。

4. **适用范围广**: 高密度电法适用于各种地形和地质条件, 特别适用于城市工程地质勘察中复杂地形和构筑物附近的地质勘探。无论是在平原、山区, 还是城市复杂地形条件下, 高密度电法都能够提供准确的地质信息, 为城市工程建设提供可靠的依据。

5. **无损检测**: 高密度电法采用非接触式测量方式, 对地表无损毁, 特别适用于城市工程地质勘察中对构筑物的无损检测。这种非接触式测量方式能够避免对地表造成破坏, 保护构筑物的完整性, 同时也为后续的城市工程建设提供了安全可靠的基础。

## 2 高密度电法在城市工程地质勘察中的应用分析

高密度电法在城市工程地质勘察中发挥着重要的作用, 广泛应用于地质灾害预测与评估、地下水资源调查与管理、土地污染调查与修复等多个方面。下面分别就这三个方面的应用进行分析。

### 2.1 高密度电法在地质灾害预测与评估中的应用

城市工程地质勘察中, 地质灾害的预测与评估是至关重要的环节。高密度电法能够快速、准确地获取地下岩土体的电阻率信息, 通过对电阻率数据的分析处理, 可以识别出岩土体中的不均匀体和软弱结构面等不良地质体, 为地质灾害的预测和评估提供可靠的依据。在地质灾害预测方面, 高密度电法可以通过对地电阻率的测量和分析, 探测出地下的隐伏断层、溶洞、

地下暗河等不良地质体。这些地质体可能对工程建设和运营安全造成潜在威胁,因此及时的探测和预警有助于防止事故的发生。例如,在某城市地铁建设中,通过高密度电法勘测发现某一地段存在一条规模较大的隐伏断层,并有可能发生岩溶塌陷等地质灾害。针对这一情况,设计部门及时调整了施工方案,避免了潜在的安全隐患。在地质灾害评估方面,高密度电法可以通过对地电阻率的成像技术,揭示出地质体的空间分布特征和形态。通过对电阻率数据的分析和解释,可以评估地质体的稳定性、危险程度和可能引发的地质灾害类型。例如,在某山区公路建设中,通过高密度电法勘测发现某一地段存在较高的滑坡风险。通过对该地段的地电阻率数据进行成像分析,确定了滑坡的范围和可能发生的滑移方向。根据评估结果,设计部门及时采取了相应的防护措施,保障了公路建设的安全进行<sup>[2]</sup>。

## 2.2 高密度电法在地下水资源调查与管理中的应用

地下水资源是城市可持续发展的重要保障之一。高密度电法能够通过含含水层电阻率的测量和分析,判断出地下水资源的分布、埋藏深度和富水性等信息。此外,高密度电法还可以应用于地下水污染状况的调查中,通过电阻率成像技术揭示地下水污染物的分布和扩散范围。在地下水资源调查方面,高密度电法可以通过对地电阻率的测量和分析,确定地下水的埋藏深度和富水区域。这种方法适用于多种地形和地质条件,具有快速、高效的特点。例如,在某干旱地区水资源调查中,通过高密度电法勘测发现了多个具有开采价值的地下水水源地。这些水源地的位置和水量等信息为该地区的水资源开发利用提供了科学依据。在水资源管理方面,高密度电法可以应用于地下水污染状况的监测和预警中。通过定期对地下水进行电阻率测量,可以实时监控水中污染物的种类和浓度。当发现异常情况时,及时采取应对措施以防止污染的扩散和恶化。例如,在某工业园区水资源管理中,采用高密度电法对地下水进行实时监测。当监测数据显示水中污染物浓度超标时,及时采取了相应的净化处理措施,保障了园区内用水安全<sup>[3]</sup>。

## 2.3 高密度电法在土地污染调查与修复中的应用

随着城市化进程的加速,土地污染问题日益严重。高密度电法在土地污染调查与修复中具有广泛的应用前景。通过高密度电法测量不同土地利用类型(如建设用地、农用地等)的电阻率值,可以揭示土地污染

物的分布状况和污染程度。同时,高密度电法还可以用于土地修复工程的监测与评估,为土地污染治理提供科学依据。在土地污染调查方面,高密度电法可以通过对地电阻率的测量和分析,判断出土地的污染程度和污染物种类。这种方法适用于对工业废弃地、采矿业等区域的土地污染调查。例如,在某钢铁厂搬迁后的废弃地调查中,通过高密度电法勘测发现该区域土壤中重金属含量超标,存在严重的环境污染问题。这些信息为该区域的土地治理和生态恢复提供了科学依据。在土地修复工程方面,高密度电法可以用于监测土地修复的效果和评估治理措施的可行性。通过对比修复前后的地电阻率数据,可以定量评估土壤中污染物的去除效果以及生态恢复的程度。例如,在某农药厂污染土地的修复工程中,采用高密度电法对修复前后的土壤进行测量和分析。根据数据分析结果,及时调整了修复方案和技术参数以优化治理效果。经过修复工程实施后,该区域土壤中的重金属等有害物质含量明显降低,为土地资源的可持续利用提供了有力保障<sup>[4]</sup>。

## 3 高密度电法在城市工程地质勘察中的优势与局限性

高密度电法在城市工程地质勘察中具有广泛的应用前景,能够快速、准确地获取地下岩土体的电阻率信息,为地质灾害预测与评估、地下水资源调查与管理、土地污染调查与修复等提供科学依据。然而,作为一种地球物理勘探方法,高密度电法也存在一定的优势和局限性。

### 3.1 高密度电法在勘察过程中的优势

1. 高效率:高密度电法采用多电极同时布置的方式,能够快速、高效地获取大量数据,缩短了测量时间和工作量。同时,数据采集过程中自动化程度较高,减少了人为干扰因素,提高了数据精度。

2. 高分辨率:高密度电法可以获取较密集的电阻率数据,能够更准确地反映地下岩土体的细微变化,为地质解释提供更丰富的信息。此外,通过电阻率成像技术,可以实现地下岩土体的三维可视化,提高了地质解释的精度和直观性。

3. 适用范围广:高密度电法适用于各种地形和地质条件,特别适用于城市工程地质勘察中复杂地形和构筑物附近的地质勘探。同时,对于不同岩土体类型和不同工程问题,可以通过调整电极间距、极距大小和测量方式等参数,实现定制化的勘察方案。

4. 无损检测:高密度电法采用非接触式测量方式,对地表无损毁,特别适用于城市工程地质勘察中对构

筑物的无损检测。相比传统的钻探方法,高密度电法具有更高的安全性和可靠性。

### 3.2 高密度电法在勘察过程中的局限性

1. 对地形条件要求较高:高密度电法对于地形条件要求较高,对于复杂地形和建筑物下方的地质勘探存在一定的限制。在城市工程地质勘察中,由于建筑物密集、地下管线等因素的影响,高密度电法的应用可能会受到一定限制。

2. 对数据处理要求较高:高密度电法获取的数据量较大,对数据处理要求较高。需要借助计算机技术和专门的软件进行数据处理和分析,对于数据处理人员的专业素质和技术水平要求较高。同时,在数据处理过程中需要进行数据筛选和校正等处理环节,增加了数据处理的工作量和复杂性。

3. 对电极排列方式要求较高:高密度电法的电极排列方式对于勘察结果的质量和精度具有重要影响。在布置电极时需要遵循一定的排列规则和要求,否则会影响勘察结果的准确性和可靠性。同时,对于不同的工程问题和地形条件,需要选择合适的电极排列方式以满足特定的勘察需求。

4. 受地下水条件影响:地下水条件对于高密度电法的应用效果具有一定影响。在含水层或地下水位较浅的区域,电阻率值会受到地下水的影响而发生变化,从而影响勘察结果的准确性。因此,在应用高密度电法进行城市工程地质勘察时需要考虑地下水条件的影响因素。

## 4 高密度电法在城市工程地质勘察中的应用策略与方法

高密度电法在城市工程地质勘察中具有广泛的应用前景,但也存在一定的局限性。为了充分发挥高密度电法的优势和潜力,提高勘察结果的准确性和可靠性,需要采取合理的策略与方法。以下是几个方面的应用策略与方法。

### 4.1 合理的电极布置和参数选择

电极布置和参数选择是高密度电法应用中的关键环节,直接影响到勘察结果的准确性和可靠性。在电极布置方面,需要充分考虑地形条件、工程问题和勘察要求等因素,选择合适的电极排列方式和布置方案。同时,需要遵循一定的电极布置规则和要求,如电极间距、极距大小等参数的选择应合理、规范。在参数选择方面,需要根据实际情况选择合适的供电电压、测量电流等参数,以保证数据的准确性和可靠性<sup>[5]</sup>。

### 4.2 数据采集与处理方法的改进与优化

数据采集与处理是高密度电法应用中的重要环节,

需要采取合理的策略与方法进行改进和优化。首先,需要选择合适的测量仪器和设备,并对其进行定期检查和维护,以保证测量数据的准确性和稳定性。其次,在数据采集过程中,需要采取有效措施减少干扰因素和误差,如选择合适的测量位置、避开干扰源等。在数据处理方面,需要借助计算机技术和专门的软件进行数据处理和分析,如数据筛选、校正、成像等处理环节。同时,需要针对不同的工程问题和地形条件,选择合适的数据处理方法和算法,以提高数据的准确性和可靠性。

### 4.3 综合使用其他地球物理方法进行验证和补充

高密度电法作为一种地球物理勘探方法,也存在一定的局限性。为了提高勘察结果的准确性和可靠性,可以综合使用其他地球物理方法进行验证和补充。例如,可以结合使用地震勘探、地磁勘探等方法,以获取更全面、丰富的地下岩土体信息。此外,还可以结合钻探、原位测试等其他勘察方法,以相互印证和补充高密度电法获取的数据信息。综合使用多种方法可以更好地揭示地质体的空间分布特征和形态,提高解释的精度和可靠性。

## 5 结语

高密度电法在城市工程地质勘察中具有广泛的应用前景,可以为城市规划、建设和管理工作提供重要的地球物理数据支持和科学依据。然而,高密度电法也存在一定的局限性,如对地形条件的要求较高、数据解释的复杂性等。因此,在实际应用中需要结合具体情况,选择合适的电极布置和参数,优化数据采集与处理方法,并综合使用其他地球物理方法进行验证和补充。未来,随着高密度电法的不断发展和技术进步,相信其在城市工程地质勘察中的应用将更加广泛和深入。

## 参考文献:

- [1] 姜利. 高密度电法在城市地基勘察中的应用 [J]. 能源技术与管理, 2021, 46(05): 151-152, 176.
- [2] 钱定柱. 高密度电法在公路工程地质勘察中的应用 [J]. 交通世界(中旬刊), 2022(08): 75-77.
- [3] 刘萌, 周有禄. 超高密度电法在工程病害治理勘察中的应用 [J]. 铁道勘察, 2021(01): 37-41.
- [4] 宋澍. 高密度电法在公路工程地质勘察中的应用 [J]. 绿色环保建材, 2021(08): 98-99.
- [5] 董耀, 肖娟, 刘岩, 等. 高密度电法在隧洞工程勘察中的应用 [J]. 岩土工程技术, 2022, 36(01): 70-73.

# 城市水环境治理的点源控制及截污技术探讨

杨锐

(中铁市政环境建设有限公司, 上海 200331)

**摘要** 城市水环境治理面临着复杂的挑战,包括污水处理能力不足、河流污染严重以及监测和管理机制的缺陷。本文深入探讨点源控制和截污技术在城市水环境治理中的应用,分析源头控制技术、污水处理设施的优化以及综合整治中存在的问题和改进策略。文中还特别强调系统治理的重要性,包括精细化的管理和监控措施,以及长远和短期目标的结合。通过这些措施,可以有效地提高城市水环境治理的效率和效果。本文旨在为城市水环境的持续改善和可持续管理提供实用的见解和建议。

**关键词** 城市水环境治理; 点源控制; 截污技术

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0058-03

城市水环境的健康对于维持城市生态系统的平衡、保障公共健康安全以及促进可持续发展具有重要意义。随着城市化进程的加速,水环境面临着日益严峻的挑战,如污染物排放增加和自然水循环的破坏。有效的水环境治理策略需要综合考虑技术、环境和社会经济因素,实现污染的有效控制和水资源的合理利用。

## 1 城市水环境治理的意义

### 1.1 提升城市生态质量

城市水环境治理对提升城市生态质量具有重要意义。高质量的水环境是城市生态系统的核心,对于保持生物多样性和生态平衡至关重要。水体的清洁不仅有助于维持城市生态系统中的动植物种群,还对人类的生活质量产生直接影响。例如,干净的湖泊和河流可以提供休闲和娱乐空间,增强城市的美感和居民的幸福。此外,有效的水环境治理还能减少城市中的水体污染,降低有害化学物质和重金属在水生态系统中的积累,进而保护水中生物的健康。清洁的水环境还能促进自然净化过程,有助于恢复和保持水体的自然状态,为城市带来更多的绿色空间和生态服务。

### 1.2 促进城市可持续发展

水环境的健康直接关系到城市的可持续发展。城市水环境治理不仅关乎生态和环境保护,也是城市可持续发展的关键。干净且稳定的水资源是城市发展的基础,它支持工业生产、农业灌溉以及日常生活用水。良好的水环境治理有助于确保水资源的可持续使用,减少水资源浪费和污染,保障水资源的长期可用性。同时,有效的水环境治理还能减轻城市洪水和干旱的风险,保护城市基础设施,减少因水灾引发的经济损失。此外,优化水环境还能吸引投资和促进旅游业的发展,

增强城市的经济活力和竞争力<sup>[1]</sup>。

### 1.3 保障公共健康和安

城市水环境治理对于保障公共健康和安至关重要。污染的水源会导致各种疾病和健康问题,如肠道疾病、皮肤病和重金属中毒等。因此,通过净化城市的水环境,可以大大降低这些健康风险。此外,清洁的水环境也是饮用水安全的基础。优良的水质不仅能保障饮用水的安全,也能减少对水处理化学品的依赖,降低水处理成本。同时,有效的水环境治理还能预防由于水体污染造成的蚊虫繁殖和疾病传播,如登革热和疟疾等。此外,良好的水环境治理还能降低洪水和水灾的风险,减少因此引发的物质损失和人员伤亡。

## 2 水环境治理技术

### 2.1 源头控制技术

1. 采取污水截流井和雨水溢流井相结合的模式。污水截流井和雨水溢流井相结合的模式是源头控制技术的一个重要组成部分。这一技术主要用于城市雨污水管理,特别是在雨污合流系统中。在此模式中,污水截流井主要用于拦截常规日常污水流向河流或其他水体,而雨水溢流井则在雨水量大时起作用,控制由于暴雨引起的污水溢流。这种结合使用的方法能有效减少由于极端天气造成的城市水体污染,特别是在遇到强降雨时。雨水溢流井的设计旨在暴雨期间控制水流,减轻下游水处理系统的压力,并防止污染物直接进入河流。此外,该技术还包括对污水截流井和雨水溢流井的实时监控和管理,确保其在关键时刻能够有效运作,从而最大程度地减少城市雨污水对环境的影响。

2. 雨污合流管道分流制改造。雨污合流管道分流制改造是城市水环境治理中的一项关键技术,旨在改

善城市排水系统,减少由于暴雨引起的溢流事件。在传统的雨污合流系统中,生活污水和雨水通过同一管道排放,导致在强降雨时污水处理设施超负荷运作,引发污水直接排入河流或湖泊。分流制改造的核心在于将雨水和污水的排放系统分离,通过建设独立的管道收集和运输雨水和污水。这种改造不仅可以减少污水处理厂的处理负担,还能有效减少由于暴雨导致的城市内涝和水体污染。此外,分流制改造还包括对既有管道系统的升级和优化,如增加管道容量,改善管道布局,以及安装必要的调节和控制设施<sup>[2]</sup>。

3. 雨污管道混接、错接改造。实施雨污合流管道分流制改造时,技术选择和设计考虑至关重要。首先,需要对现有的排水系统进行详细的评估,包括管网的容量、布局以及现有设施的运行状况。基于这些信息,可以设计出更高效、更可持续的分流排水系统。此外,分流改造还应考虑到未来的城市发展和气候变化,确保新系统具有足够的灵活性和适应性。在设计过程中,还需采用先进的模拟技术预测不同天气条件下的水流动态,以确保新系统能够应对极端天气事件。此外,分流制改造还应考虑环境影响,如减少施工对周围环境和社区的干扰,确保施工过程中的环保措施。

## 2.2 末端截污技术

1. 高效污水处理设施的建设和应用。高效污水处理设施的建设和应用是城市水环境治理中的关键组成部分,其目的在于最大限度地减少污水对环境的影响。这些设施采用先进的技术来处理生活和工业污水,确保排放水质符合环保标准。高效污水处理包括多个阶段,如初级处理、二级处理和高级处理。初级处理主要去除污水中的固体颗粒和可沉淀物质,而二级处理则利用生物处理方法,如活性污泥法,降解污水中的有机物。高级处理包括营养物质的去除、消毒,以及在某些情况下的重金属去除,目的是为进一步提升水质。在设计和建设这些高效污水处理设施时,考虑因素包括处理能力、运行成本、能源效率和环境影响。例如,采用能源回收技术,如厌氧消化,可以从污泥中回收能源,减少整体能源消耗。此外,通过集成智能控制系统和实时监测技术,可以优化处理过程,提高运行效率和处理效果。

2. 尾水处理和回用技术。尾水处理和回用技术是提高水资源利用效率和实现可持续水管理的关键手段。尾水,即污水处理厂的出水,通常已经去除大部分污染物,但仍需要进一步处理以满足特定用途的水质标准。尾水处理技术包括微滤、反渗透、紫外线消毒等,这些方法能进一步提升水质,使其达到再利用的标准。尤其是在水资源紧张的地区,尾水回用提供了一种有

效的解决方案,能够缓解自然资源的压力。尾水回用的应用领域广泛,包括农业灌溉、工业用水、城市景观用水和补充地下水等。例如,在农业中,使用经过适当处理的尾水进行灌溉,不仅可以节约淡水资源,还能提供一定程度的肥料价值。在工业领域,尾水可以作为冷却水或工艺水使用,减少对原水的需求。同时,尾水回用也有助于减少对生态环境的影响,如减少排放到河流或湖泊中的污染负荷<sup>[3]</sup>。

## 3 城市水环境现存的问题

### 3.1 污水处理厂和配套管网的不足

城市水环境治理面临的一个主要问题是污水处理厂及其配套管网的不足。许多城市的污水处理设施建设滞后于城市发展的速度,导致处理能力无法满足不断增长的需求。污水处理厂的处理能力不足或技术落后会直接导致未经充分处理的污水排放到自然水体中,引起水体污染和生态破坏。此外,老化的污水管网常常存在泄漏和堵塞问题,导致污水溢流和地下水污染。这些问题不仅影响水质,还会引发公共卫生问题。城市污水管网的不足也反映在管网覆盖面不全和设计不合理上,特别是在快速城市化的区域,新兴的住宅和商业区域常常缺乏充分的污水处理设施和管网支持。

### 3.2 河流综合整治差

河流综合整治的不足是影响城市水环境质量的另一个重要问题。河流是城市生态系统的重要组成部分,但由于缺乏有效的管理和整治,很多城市河流遭受严重污染和生态退化。河流的综合整治不仅包括水质的改善,也涉及河岸生态的恢复和维护。然而,由于规划不当、资金不足或管理不善,许多城市的河流整治项目无法达到预期效果。河流污染不仅限于工业和生活污水排放,还包括地表径流中农药和化肥的残留,以及城市垃圾和建筑废弃物的直接排放。这些问题导致河流生态系统受损,水生生物多样性降低,河流的自然净化功能减弱。

### 3.3 水环境监测和管理不足

水环境监测和管理的不足是城市水环境面临的另一大问题。有效的水环境监测对于识别污染源、评估水质状况和制定治理策略至关重要。然而,很多城市的水环境监测体系不健全,缺乏足够的监测点位和先进的监测设备,导致无法及时发现和应对水污染事件,使得污染问题长期积累,难以根治。此外,水环境监测数据的收集、处理和分析能力也常常不足,无法提供准确的数据支持水环境治理的决策。

管理方面的不足主要体现在水环境治理的综合策略、多部门协作和资源配置上。由于策略规划不全面

和执行不力,水环境保护面临重大挑战。此外,城市水环境治理的不同部门之间缺乏有效的协作和沟通,资源分配也常常显得不合理,导致治理效率低下,难以有效应对水环境的各种问题。

#### 4 截流设计优化措施

##### 4.1 衔接厂网,提高工程效益

在城市水环境治理项目中,将污水处理厂与配套管网的衔接优化是提高整体工程效益的重要措施。这一优化措施的关键在于确保污水处理设施与城市排水系统的无缝对接,以实现污水处理的最大效率。有效的衔接不仅涉及物理连接的完善,还包括流量和负荷的合理分配,以及信息和数据的实时共享。通过高效的信息管理系统,可以实现污水处理厂与管网之间的数据同步,及时响应各类变化,如降雨量的变化和污水流量的波动。此外,适当的工程设计和技术更新也是关键,如采用先进的管网监测技术和自动控制系统,确保污水的顺畅流动和有效处理。

##### 4.2 清淤泥沙,强化管控设计

清淤泥沙和强化管控设计是提高城市水环境治理效果的重要措施。沉积在管道中的泥沙和杂物不仅会减少管道的有效流量,还会导致堵塞和溢流事件,增加维护成本和环境风险。因此,定期清淤管网中的泥沙是维持管道畅通和效率的关键。这一过程需要采用高效的清淤设备和方法,如机械疏浚和水力清洗,以确保管网的畅通无阻。同时,强化管控设计包括对管网的布局 and 结构进行优化,提高其抵抗极端天气和环境变化的能力。例如,增加管网的冗余和弹性,采用更耐腐蚀和更强韧的材料,以及设计有效的溢流和紧急排放系统。此外,通过实施智能化管网监测,可以及时发现和处理问题,防止事故的发生<sup>[4]</sup>。

##### 4.3 清污分离,提升处理效能

清污分离技术在提升城市水环境治理的处理效能方面发挥着重要作用。该技术旨在区分和独立处理生活污水和工业污水,以便针对不同类型的污水采取最合适的处理方法。生活污水和工业污水在成分和污染物质上有显著差异,因此,将它们分开处理可以提高处理的针对性和效率。例如,对于富含有机物的生活污水,可以采用生物处理技术,如活性污泥法;而对于含有重金属或有毒化学物质的工业污水,则需要采用更为专门的物理或化学处理方法。此外,清污分离还有助于优化资源的回收和再利用,例如,从工业污水中回收重金属和其他有价值的物质,或将经过适当处理的生活污水用于农业灌溉。

#### 5 水环境提升对策

##### 5.1 坚持“系统治理,远近结合”原则

实施“系统治理,远近结合”的原则是水环境提升的核心对策之一。这一原则强调对水环境问题的全面考虑,从整体水系和流域管理的角度出发,同时关注局部的具体问题。系统治理意味着要考虑到水环境的所有方面,包括水质、水量、生态及社会经济影响等,确保治理措施的协调性和连贯性。例如,流域管理计划应该综合考虑上游的土地利用、中游的城市排水系统和下游的生态恢复需求。远近结合则指的是在关注长远战略的同时,也重视眼前的具体问题。这涉及及时解决现有的污染和破坏问题,同时制定长期的规划和策略,以实现水环境的持续改善<sup>[5]</sup>。

##### 5.2 加强精细管护,提高环境治理效率

加强精细管护是提高水环境治理效率的关键策略。这一策略的核心在于对水环境管理活动进行细致的规划、执行和监督,以确保治理措施的有效实施和最佳性能。精细管护涉及对水环境监测数据的精确分析,以及基于这些数据的实时调整管理策略。例如,通过安装先进的水质监测设备,可以及时获取水体污染状况的详细信息,从而迅速采取针对性措施。此外,精细管护还要求对水环境治理设施进行定期维护和升级,确保其始终保持最佳运行状态。例如,定期清理河道,维护污水处理设施,以及更新老化的管网系统。

#### 6 结语

总而言之,在城市水环境治理的实践中,点源控制和截污技术的应用显得尤为关键。这些技术的有效实施有助于系统性地减少水体污染,提升城市水环境的整体质量。从源头控制到末端处理,每一环节的精细化管理都对维护健康的水生态系统至关重要。随着技术的不断进步和管理策略的优化,期待未来城市水环境的持续改善,为城市居民提供更加清洁、安全的水资源。

#### 参考文献:

- [1] 常月.城市水环境治理的点源控制及截污技术探讨[J]. 居业,2021(12):134-135.
- [2] 蒲雄,李彪.城市水环境治理项目顶管施工过程管控要点[J]. 云南水力发电,2023,39(09):336-338.
- [3] 李成花.浅谈城市河道水环境特点及治理措施[J]. 治淮,2023(08):60-61.
- [4] 孔凡霞,周靖茹,郭亮.试论城市水环境治理与污染控制[J]. 清洗世界,2023,39(08):82-84.
- [5] 李庆.城市水环境系统化治理思路与对策[J]. 水利规划与设计,2023(07):5-9,43.

# 我国挥发性有机污染场地修复中存在的技术问题及对策建议

包科科

(浙江卓锦环保科技股份有限公司, 浙江 杭州 310014)

**摘要** 本文深入研究了我国挥发性有机污染场地修复领域所面临的技术问题, 并提出了针对这些问题的具体对策建议; 通过详细的实例分析和充分的数据支持, 揭示了挥发性有机污染修复的核心挑战, 强调了解决这些问题的紧迫性和重要性, 这不仅有助于改善我国的环境质量, 还为可持续发展提供了关键支持; 深入探讨了挥发性有机污染物在地下水和土壤中的迁移和扩散问题, 分析了监测和评估技术的不足之处, 研究了不同场地修复技术的选择和效果评价, 探讨了法律法规和政策体系的不完善, 以及公众参与和沟通的重要性。

**关键词** 挥发性有机污染物; 场地修复; 有效监测; 评估技术; 公众参与

中图分类号: X53

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0061-03

挥发性有机污染物对我国环境和人民健康构成了严重威胁。为了解决这一问题, 我国已经采取了一系列的场地修复措施。然而, 在挥发性有机污染场地修复过程中, 仍然存在着一些关键的技术问题。本文旨在深入分析这些问题, 并提出相应的对策建议, 以促进我国挥发性有机污染场地修复工作的进展。

## 1 挥发性有机污染物的迁移和扩散问题

### 1.1 地下水中的挥发性有机污染物迁移

地下水中的挥发性有机污染物迁移是挥发性有机污染场地修复中的一个关键问题。挥发性有机污染物, 如溶解的有机溶剂和燃料成分, 可以在土壤中释放并渗入地下水。这种迁移不仅对地下水质量构成威胁, 还可能导致远距离的污染扩散, 进一步加剧环境问题。地下水中的挥发性有机污染物迁移受多种因素的影响。首先, 土壤类型和渗透性将直接影响挥发性有机污染物的迁移速率。砂质土壤通常具有更高的渗透性, 可能导致挥发性有机污染物更快地进入地下水。其次, 地下水流动速度和方向对于污染物迁移至关重要<sup>[1]</sup>。如果地下水流动速度较慢或流向与污染源相反, 那么污染物可能会在局部区域内积累, 而不是快速迁移到更远的地方。挥发性有机污染物的物化特性, 如挥发性程度和水溶性, 也将影响其在地下水中的行为。为解决地下水中的挥发性有机污染物迁移问题, 需要采取综合的修复措施。这包括污染源的隔离, 以防止进一步的污染物释放; 地下水抽取和处理系统, 以去除污染物, 以及土壤修复技术, 以减少土壤中的污染浓

度<sup>[2]</sup>。此外, 监测和建模工具可以用来跟踪地下水中污染物的迁移路径, 帮助修复人员更好地了解问题的严重性和变化趋势。

### 1.2 挥发性有机污染物在土壤中的扩散

挥发性有机污染物在土壤中的扩散是另一个重要的技术问题, 需要在挥发性有机污染场地修复中加以解决。土壤中的污染物扩散会导致土壤污染区域的扩大, 增加修复的难度和成本。污染物在土壤中的扩散取决于多个因素, 其中之一是土壤类型。不同类型的土壤具有不同的吸附和保持挥发性有机污染物的能力。例如, 粘土土壤通常具有更高的吸附能力, 可以减缓污染物的扩散, 而沙质土壤可能会导致更迅速地扩散。此外, 土壤湿度也会影响挥发性有机污染物的扩散速率, 因为湿土壤中的污染物会更容易移动<sup>[3]</sup>。

为了应对挥发性有机污染物在土壤中的扩散问题, 修复工程师可以采取多种措施。一种方法是在受影响区域内建立污染物隔离区, 以阻止污染物进一步扩散。另一种方法是使用吸附剂或生物修复技术来减少土壤中污染物的浓度, 从而减缓扩散速率。定期监测土壤中的污染物浓度和扩散情况也是解决问题的关键步骤, 以便及时采取必要的修复措施。在挥发性有机污染场地修复中, 地下水中的迁移和土壤中的扩散问题是两个紧密相关的挑战。有效的监测、建模和修复措施是解决这些问题的关键。通过综合考虑土壤类型、水文地质条件和污染物特性, 可以更好地理解和应对这些问题, 从而实现挥发性有机污染场地的有效修复。

## 2 有效监测和评估技术的不足

### 2.1 现有监测和评估方法的局限性

现有的挥发性有机污染物监测和评估方法在挥发性有机污染场地修复中存在一些显著的局限性。首先,传统的监测方法通常依赖于点样本采集,这意味着只能获得有限的信息,无法全面了解挥发性有机污染物的分布情况。这种方法可能会导致监测结果的不准确性,限制了对场地修复进展的准确评估。现有监测方法往往需要大量时间和资源,包括采样、分析和数据处理等方面。这增加了修复工作的成本和周期,降低了修复效率<sup>[4]</sup>。在实际工程中,时间和资源往往是宝贵的,因此需要更加高效和经济的监测方法来提高修复过程的可行性。另外,传统监测方法可能无法捕捉到挥发性有机污染物的长期行为和动态变化。挥发性有机污染物的迁移和扩散是一个复杂的过程,受到多种因素的影响,包括土壤性质、气候条件和地下水流动等。因此,需要更精确的监测方法来跟踪这些复杂的动态变化,以便及时调整修复策略。

### 2.2 新技术在监测和评估中的应用

为了克服现有监测方法的局限性,新技术在挥发性有机污染场地修复中得到了广泛的应用。其中之一是遥感技术,通过卫星和无人机等工具,可以获取大范围的场地信息,包括地表温度、土壤湿度和植被指数等。这些信息可以用于监测挥发性有机污染物的分布和迁移,提供了全面的数据支持,有助于更好地理解修复进展。

另外,传感器技术的发展也为监测提供了新的途径。现代传感器可以实时监测土壤和地下水中的挥发性有机污染物浓度,将数据传输到远程服务器,使监测变得更加方便和高效<sup>[5]</sup>。这种实时监测可以帮助修复人员更快速地做出决策,采取适当的措施来应对挥发性有机污染物的变化。此外,模型和仿真技术也被广泛用于挥发性有机污染场地的评估。通过建立数值模型,可以模拟不同修复策略的效果,预测挥发性有机污染物的行为,并优化修复计划。这种方法可以节省时间和资源,并提高修复的准确性。

综上所述,新技术的应用为挥发性有机污染场地的监测和评估提供了更多的选择和可能性。通过充分利用这些新技术,我们可以更好地应对现有监测方法的局限性,提高场地修复的效率和可行性。未来,随着技术的不断进步,我们可以期待更多创新的方法和工具来解决挥发性有机污染场地修复中的监测和评估问题。

## 3 场地修复技术的选择和效果评价

### 3.1 不同修复技术的适用性

在挥发性有机污染场地修复中,选择合适的修复技术至关重要。不同场地的特点和污染程度需要针对性的修复方法。首先,我们需要考虑地下水和土壤的污染程度以及受影响的区域大小。例如,在较小的受污染区域,可以考虑采用物理方法,如土壤蒸汽抽取,以去除挥发性有机污染物。这种方法适用于局部且浅层的污染区域。另一方面,对于污染较严重、面积较大的场地,可能需要采用生物修复技术,例如植物修复或微生物降解。这些生物修复方法可以通过生物活性的根系或微生物降解挥发性有机污染物,逐步净化土壤和地下水。此外,化学修复方法也是一种选择,例如化学氧化或还原。这些方法可以通过引入化学物质来改变挥发性有机污染物的化学性质,使其不再具有毒性。然而,不同修复技术之间存在一定的局限性和适用性,因此需要综合考虑多种因素,包括成本、效率、环境影响等,来选择最合适的修复方法<sup>[6]</sup>。此外,还需要定期监测修复效果,以确保所选技术的有效性。

### 3.2 修复效果的可持续评估

挥发性有机污染场地修复并非一劳永逸的过程,其可持续性评估至关重要。首先,我们需要建立长期的监测计划,以跟踪修复效果的演变。这包括对地下水和土壤中挥发性有机污染物浓度的定期监测,以及对生态系统恢复情况的观察。可持续评估还需要考虑修复过程中可能出现的不良效应。例如,一些化学修复方法可能会引入新的污染物或对周围环境产生不利影响。因此,需要对修复过程进行风险评估,以确保修复工作不会导致更严重的环境问题。此外,公众参与也是可持续评估的重要组成部分。公众应该被纳入修复过程的决策和监测中,以确保透明度和公平性。他们的反馈和关注可以提供有关修复效果的重要信息。根据可持续评估的结果,需要灵活地调整修复策略。如果修复效果不如预期,就需要重新评估和调整修复计划,以确保长期的环境健康和安全。总之,不同修复技术的选择和修复效果的可持续评估是挥发性有机污染场地修复过程中的关键步骤。通过综合考虑各种因素,并采取透明和响应性的方法,我们可以更有效地解决挥发性有机污染问题,保护环境和公众健康。

## 4 法律法规和政策体系的不完善

### 4.1 挥发性有机污染场地修复法律法规的不足

我国在挥发性有机污染场地修复法律法规方面存在明显的不足之处。现行法律法规尚未明确规定

挥发性有机污染物的种类和浓度阈值,这导致了不同地区和案件中的标准不一致,缺乏明确的操作指导。法规缺乏对修复过程中的监管机制和责任分配的明确规定,导致一些修复项目的执行不力或不符合要求。此外,对于挥发性有机污染场地修复中的风险评估和风险管理方面的法规也需要进一步完善,以确保修复工作的可行性和安全性。为了解决这些问题,我们建议政府部门应加强对挥发性有机污染场地修复法规的修订和完善工作。首先,需要明确挥发性有机污染物的种类和浓度阈值,以便在实际修复项目中能够有明确的依据。另一方面,应建立健全的监管机制,明确各方责任,确保修复工作按照规定进行,并对违规行为进行惩处。需要建立全面的风险评估和管理体系,确保修复过程中的风险得以有效控制。需要加强对法规的宣传和培训,以提高相关从业人员的法律法规意识,促进法规的贯彻执行。

#### 4.2 政策体系的改进与完善

我国的挥发性有机污染场地修复政策体系也存在一些需要改进和完善的方面。首先,政策体系中缺乏针对不同类型污染场地的差异化政策支持,导致了一刀切的情况,不同场地的特点和需求未能得到充分考虑。其次,政策体系中需要更多的激励措施,以吸引更多的投资和技术力量参与挥发性有机污染场地修复工作。政策体系也应更加注重生态修复和可持续发展的要求,促使修复工作不仅仅关注短期效果,还要考虑长期环境健康和可持续性。为了改进和完善政策体系,政府部门可以考虑制定不同类型场地的差异化政策,根据污染程度和修复难度的不同制定不同的政策措施。同时,可以引入税收优惠、财政补贴等激励措施,吸引更多的社会资本和技术力量参与修复工作。政策体系应更加注重生态修复和可持续发展,鼓励采用生态友好的修复方法,推动修复工作与生态保护和可持续发展目标相一致。

### 5 公众参与和沟通的重要性

#### 5.1 公众在场地修复中的作用

公众在挥发性有机污染场地修复中担任着重要的角色。他们是当地社区的一部分,其健康和安全的直接受到修复工作的影响。因此,了解公众的关切和需求至关重要。公众可以提供宝贵的信息,如他们对污染场地的历史了解,以及周边环境和健康问题的观察,这些信息可以帮助决策者更好地了解问题的本质。此外,公众还可以提出问题和建议,参与修复计划的制定和实施过程。通过这种方式,可以确保其利益得到

充分考虑,并对决策结果负有一定的责任。因此,公众的参与不仅有助于改善修复决策的质量,还增强了公众对整个过程的信任感。

#### 5.2 有效沟通策略的制定

要实现公众参与,必须制定有效的沟通策略。首先,需要建立透明度。公众需要了解修复工作的目标、方法和时间表。因此,决策者应该积极向公众提供信息,并回应他们的疑虑和问题。此外,沟通应该是双向的。决策者不仅要传达信息,还要聆听公众的意见和反馈,可以通过公众听证会、问卷调查、社区会议等方式来实现。另外,沟通应该多样化。不同人群有不同的信息获取渠道和偏好,因此需要采取多种途径,如社交媒体、传统媒体、宣传册等,以确保信息传递的全面性和多样性。最后,沟通策略应该包括教育和培训。公众可能对有机污染和修复技术知之甚少,因此需要提供相关信息和培训,帮助他们更好地理解问题和参与决策。

总之,公众参与和有效沟通是挥发性有机污染场地修复中不可或缺的一部分。通过充分发挥公众的作用,制定有效的沟通策略,可以提高修复工作的质量,增强公众的信任感,最终实现更加可持续和成功的修复过程。因此,决策者和专业人员应该重视公众参与,并致力于建立开放、透明和互动的修复过程。

### 6 结语

本文对我国挥发性有机污染场地修复中存在的技术问题进行了深入分析,并提出了一系列对策建议。解决这些问题对于我国环境保护和可持续发展至关重要。通过这些建议,旨在能够为更有效地处理挥发性有机污染场地修复工作提供参考,保护环境和维护公众健康。

#### 参考文献:

- [1] 马杰.我国挥发性有机污染场地修复中存在的问题及对策建议[J].环境工程学报,2023,17(08):2444-2448.
- [2] 同[1].
- [3] 殷俊.有机污染场地修复中二次污染特征及风险分析[J].上海建设科技,2023(02):81-83,110.
- [4] 王培,莫小雨.有机污染场地蒸汽入侵表征与评估方法研究进展[J].中国资源综合利用,2022,40(05):140-143.
- [5] 毛柏杨.挥发性有机污染场地气相抽提(SVE)修复技术机理与分析方法研究[D].南京:东南大学,2021.
- [6] 李华,张笑,洪卫,等.酚类有机物污染场地调查和修复方法研究[J].中国资源综合利用,2021,39(02):113-115.

# 基于 EPC 总承包模式的全过程成本管控

魏宇辉

(中铁二十三局集团第三工程有限公司, 四川 成都 611137)

**摘要** 近些年, EPC 总承包模式被广泛应用到建筑企业, 有效整合设计和施工作用, 实现设计和施工一体化, 全面增强了工程项目建设的经济性和合理性。但由于我国 EPC 总承包模式发展时间较短, 很多方面并未完善, 在管理和应用方面仍然存在各种问题, 严重降低了成本控制效果。基于此, 本文以阐述 EPC 总承包模式概述为基础, 分析 EPC 总承包模式下的工程成本风险, 主要包括招标文件合同条款风险、合同工程量风险、资料不同步风险等, 根据工程风险要素提出针对性解决措施, 以期对实现建筑施工成本全过程控制有所裨益。

**关键词** EPC 总承包模式; 全过程成本管控; 招标文件合同条款风险; 合同工程量风险; 资料不同步风险

中图分类号: TU723

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0064-03

社会经济快速发展, 使建设项目管理成本控制和效率提升问题受到越来越多的关注, 特别是在大型工程项目中, 成本控制和管控是项目成功的关键因素。然而, 传统的项目管理方法往往存在着许多问题, 如信息不对称、沟通不畅、责任不清等, 导致项目成本无法有效控制。同时, 传统方法往往只注重项目的某个环节, 如工程设计或施工过程的控制, 忽视了整个项目的生命周期。然而, 项目各环节相互关联, 如果某个环节出现问题, 很可能会影响到其他环节的进展。因此, 有必要研究一种新的项目管理模式, 以实现全过程的成本管控。基于 EPC 总承包模式的全过程成本管控是一种新的项目管理模式, 其将整个项目的生命周期纳入考虑, 从工程设计、采购到施工等各个环节进行全面控制。该模式是以集成管理为核心理念, 通过整合项目各方的资源和力量, 实现全过程的协同工作, 从而提高项目的效率和质量<sup>[1]</sup>。

## 1 EPC 总承包模式概述

EPC 总承包模式是指工程设计、采购和施工三个环节由同一家公司负责完成的一种工程承包模式。在 EPC 总承包模式中, 承包商负责整个工程项目的全过程, 从项目的初步规划到最终交付使用, 包括设计、采购设备、材料、施工、项目管理和监督等环节。该模式主要优势在于能实现工程项目的统一管理, 从而提高项目的质量和效率。同时, 由于设计、采购和施工三个环节由同一家公司负责, 不同环节之间能紧密配合, 避免出现信息传递的延误和误解, 有效提高工程项目的执行效率, 减少不必要的沟通环节和中间费用, 降

低项目成本。另外, EPC 总承包模式对承包商的要求较高, 要求承包商具备全面的工程能力, 包括工程设计、采购、施工等方面的专业知识, 良好的项目管理和协调能力, 能统筹安排各个环节的工作, 确保项目按时、按质完成<sup>[2]</sup>。

## 2 EPC 模式下工程成本风险

### 2.1 招标文件合同条款风险

在基于 EPC 总承包模式下的工程项目中, 招标文件合同条款是重要的法律文书, 对确保项目顺利进行和工程成本控制起着至关重要的作用。然而, 在招标文件合同条款中存在各种风险, 可能会给项目带来额外的成本风险。目前, 招标文件合同条款中的风险主要体现在合同约定过于模糊, 可能导致双方在履行合同过程中产生争议, 进而造成项目进展的延迟和额外费用的增加。例如: 如果合同规定的工程量计算方式有歧义, 施工方和业主之间可能就工程量的计算结果产生分歧, 导致额外的工程量确认和计价纠纷, 从而增加工程成本。同时, 工作人员要重视招标文件合同条款中的变更管理风险, 在工程项目实施中由于各种原因, 如设计变更、技术问题等, 要对原合同进行修改和调整。如果合同中对于变更管理的流程和程序没有明确约定, 双方在变更管理过程中容易发生争议, 导致项目进度延误和成本增加。因此, 在招标文件合同条款中, 应该明确规定变更管理的流程、程序和责任, 以便双方能够有效地处理变更请求和变更造成的影响。此外, 要注意招标文件合同条款中的索赔和争议解决条款风险, 如果合同中对于索赔和争议解决没有明确

约定,当双方在工程项目中产生争议时,可能无法及时解决,从而导致项目进展停滞和额外费用的增加<sup>[3]</sup>。

## 2.2 合同工程量风险

合同工程量风险是指在 EPC 总承包模式下,由于工程项目的复杂性和不确定性,导致工程量的变化和偏差,从而对工程成本造成影响的风险。在合同签订时,通常会明确约定工程项目的工程量,但在实际施工过程中,由于设计、采购和施工等环节的各种因素,工程量可能会发生变化,给工程成本带来不确定性。合同工程量风险主要表现在如下方面:

(1) 工程量增加风险。工程项目在实施过程中,由于设计变更、技术要求提高、需求增加等原因,可能会导致工程量增加,使得项目成本超出原定预算,无形中增加合同方的风险;(2) 工程量减少风险。与工程量增加相反,工程项目在施工过程中有可能发生工程量减少的情况,如设计优化、材料替代、工序改进等因素,可能导致工程量减少,使得总承包商的收入减少,影响其利润率和盈利能力;(3) 工程量误差风险。在工程项目中,由于设计、测量等环节存在误差,很可能导致工程量和实际情况存在一定偏差,影响到工程项目成本计算的准确性,降低合同方的风险评估效果<sup>[4]</sup>。

## 2.3 资料不同步风险

资料不同步风险是指在工程项目不同阶段,由于设计、采购和施工之间信息传递不畅,导致出现项目进度延误和成本超支问题。首先,设计阶段是工程项目的基础,设计图纸和规格书对后期施工具有至关重要的作用。然而,设计方与采购方和施工方之间的信息传递不同步可能会导致问题的发生,如设计图纸错误,可能造成采购方无法准确地购买所需的材料和设备,从而导致成本超支。如果设计方未能及时传达设计变更给采购方和施工方,也可能导致材料和设备的浪费以及重新施工的需要;其次,供应商和设计方之间的信息不同步。如果供应商无法及时了解设计变更或规格要求的调整,他们可能会向采购方交付错误的材料或设备,从而导致成本超支。此外,如果供应商无法及时提供所需的材料或设备,将会导致项目进度延误,进而增加项目的成本;最后,施工方与设计方和采购方之间的信息不同步。例如:如果施工方无法准确理解设计图纸或规格书中的要求,他们可能会出现错误的施工操作,导致成本增加以及重新施工的需要<sup>[5]</sup>。

## 3 EPC 总承包模式下的全过程成本管控策略

EPC (Engineering, Procurement, Construction) 总承包模式是一种将工程设计、采购和施工等环节整合起来的综合性项目管理模式。在这种模式下,项目承包商负责整个项目的设计、采购和施工等全过程,从而减少各环节之间的沟通成本,提高项目执行效率。全过程成本管控策略是在 EPC 总承包模式下保证项目顺利进行和降低成本必不可少的一项重要工作。

### 3.1 构建健全的分包分供招标制度

在 EPC 总承包模式下,全过程成本管控策略的制定和实施对于保障项目的顺利进行和成本控制至关重要,构建健全的分包分供招标制度则是实施全过程成本管控的重要手段。首先,明确招标方式和标书要求。招标方式可以选择公开招标、邀请招标、限制性招标等,但无论选择哪种方式,都应遵循公平、公正、公开的原则,确保参与竞标的供应商具备相应的资质和能力。同时,在编制招标文件时,应明确技术规范、工程量清单、施工进度、质量要求等具体要求,以便供应商准确理解项目需求,提供合理报价;其次,要加强对分包商和供应商的评审和监督。在评审环节,应从技术能力、施工经验、财务状况等方面对分包商和供应商进行综合评估,以确保其能够胜任相应的工作。在监督过程中,应建立完善的合同管理制度,明确双方的权责和义务,加强对施工质量、进度和成本的监控,及时发现和解决问题,避免项目风险的扩大;再次,加强对分包分供的合理控制和协调。在招标环节,应根据项目的实际情况确定分包比例和范围,避免过度分包导致管理混乱和成本的不可控。在合同签订后,要对分包商和供应商的协调和配合,确保各分包单位之间的工作衔接和信息共享,避免因为分包不当而引发的沟通和协调问题;最后,对变更和索赔的管理和控制。在工程项目中,变更和索赔是难以避免的,因此,应建立完善的变更管理和索赔管理制度,明确变更和索赔的申请和审批程序,确保变更和索赔的合理性和合法性,避免因变更和索赔而造成项目成本的不可控<sup>[6]</sup>。

### 3.2 控制项目责任目标成本

由于项目规模庞大、复杂性高,涉及多个参与方,全过程成本管控成为确保项目成功的关键因素。为了控制项目责任目标成本,在项目启动阶段,要明确确定项目的目标成本,对工程、采购和施工等各环节进行详细分析和评估。通过合理的成本估算方法和技术手段,可以预测项目的成本,并设定一个合理的目标

范围,综合考虑到项目所处的市场环境和竞争情况,以确保目标成本具有可行性和可实现性。同时,要全面优化设计阶段的成本,在设计过程中充分考虑工程的可行性、经济性和可持续性,通过合理设计和选择合适的材料设备,可以降低成本并提高效率。还要注重工程的可操作性和养护性,以便在后期运营和维护中减少成本支出。另外,在采购环节,控制项目责任目标成本具有重要作用。在选择供应商和合同谈判过程中,要对供应商的信誉度、质量保证、报价等方面进行全面评估,与供应商建立长期稳定的合作关系,并采取竞争性招标方式,能有效地降低采购成本并提高效率,以确保项目按计划进行。在施工阶段,要加强监督项目责任目标成本管控,通过建立有效的项目管理制度和流程,确保施工进度和质量符合要求。同时,要加强人员培训和技术支持,提高施工工人的技能和专业水平,引进先进的施工技术和设备,提高施工效率和质量,从而降低施工成本<sup>[7]</sup>。

### 3.3 加强全过程成本管控意识

在EPC总承包模式下,承包商负责项目从设计、采购到施工的全过程管理,为了保证项目的成功实施,加强全过程成本管控意识至关重要。一是确立全过程成本管控的意识。全过程成本管控是指在整个项目生命周期中,通过有效的计划和执行,以最小成本完成项目目标。各方参与者应该意识到,成本是项目成功与否的重要因素,只有通过精确的成本预测和合理的成本控制,才能确保项目顺利进行;二是建立完善的成本管理体系。成本管理体系应包括成本估算、成本控制和成本分析三个主要环节。在项目开始前,应通过对类似项目的经验数据和市场调研,进行准确的成本估算;在项目执行过程中,要根据实际情况及时调整成本计划,并严格控制项目进度和质量,以避免成本超支。项目结束后,还需要对项目的成本进行分析,总结经验教训,为未来的项目提供参考;三是加强供应链管理。在EPC总承包模式下,供应链是项目成功的关键因素,合理选择供应商,建立长期的合作关系,可以降低采购成本,并确保供应品质和交货期。同时,通过优化物流管理和仓储管理,减少库存和物流成本,提高项目的运作效率;四是加强风险管理。在EPC总承包模式下,项目面临着各种风险,如技术风险、市场风险和法律风险等。为了降低这些风险对项目成本的影响,应制定相应的风险管理计划,并在项目实施过程中及时调整和执行。还要建立相应的风险应对机

制,以应对可能出现的风险事件,减少对项目造成的损失<sup>[8]</sup>。

## 4 总结

综上所述,EPC总承包模式通过集中管理,实现项目的高效执行和成本控制。本文将对基于EPC总承包模式的全过程成本管控进行总结。

1. 在项目招标阶段,要选择合适的EPC总承包商。要求总承包商应具备丰富的工程经验、专业的技术能力和良好的信誉,以保证项目顺利推进和成本控制。在选择总承包商时,应综合考虑其过往工程项目的质量、安全记录和成本控制情况,确保能够提供优质的工程服务;在项目实施阶段,从设计、采购和施工三个环节入手;在设计阶段,确保设计方案符合项目要求和预算限制,避免后期的额外修改和费用增加;在采购阶段,应制定明确的采购计划,选择具有良好信誉和竞争力的供应商,以确保材料和设备的质量和价格符合预期;在施工阶段,需严格执行施工计划,控制施工进度和质量,避免工期延误和质量问题导致的额外费用。

2. 全过程成本管控还需要加强项目管理和监督。建立健全的项目管理体系,明确责任分工和 workflows,确保各个环节的有效协同和沟通。同时,要设置专门的成本管控团队,对项目的成本进行跟踪和分析,及时发现并解决成本异常和风险。此外,要定期进行成本评估和风险评估,及时调整项目计划和预算,以应对市场变化和不确定因素。

## 参考文献:

- [1] 周家武.论EPC模式下工程总承包企业的造价和成本管控[J].中国科技投资,2020(02):174-175.
- [2] 梁馨文.浅谈EPC模式下工程总承包企业的造价和成本管控[J].房地产导刊,2023(08):158-159,162.
- [3] 黄子钧.EPC模式下棚户区改造安置房项目全过程成本管控研究[D].江西:南昌大学,2020.
- [4] 刘志强.浅谈建设项目EPC设计施工总承包模式在实践中的应用[J].建筑工程技术与设计,2020(14):4104.
- [5] 周友迪.EPC模式下工程总承包企业的造价和成本管控[J].电脑爱好者(电子刊),2021(07):3152-3153.
- [6] 姜艾敏.EPC模式下工程总承包企业的造价和成本管控[J].电脑爱好者(电子刊),2021(07):2896-2897.
- [7] 彭爱军.以冶金设计为龙头的EPC总承包项目财务价值创造力探析[J].工程建设,2023,55(02):66-71,78.
- [8] 郭子琪.BIM技术下EPC建设工程项目成本管理的应用与研究[D].山西:太原理工大学,2021.

# 建筑工程造价预算影响因素及解决对策

张 婧

(十一冶建设集团有限责任公司, 广西 柳州 545001)

**摘 要** 建筑工程施工具有建设周期长、资金投入多等特征, 新时期, 建筑物建设逐步朝着智能化与高层化的方向发展, 建筑项目整体结构与施工的复杂性持续增加, 在工程设计方案、工程预算控制方案的制定和实施过程中, 如果与项目建设实际情况之间存在较大差异, 则会诱发工程造价预算超标的情况。对此, 在工程建设管理过程中, 需做好预算管理工作, 实施针对性控制方式, 对有可能出现的超预算情况进行精准预估, 在此基础上, 采取有效的控制措施, 以保证企业的经济收益。

**关键词** 建筑工程; 造价超预算; 编制预算; 计划变更; 工程量计算

中图分类号: TU723

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0067-03

在建筑工程的管理工作中, 经常会出现超预算的情况, 造成整体建筑工程的预算不足, 提升了工程建设风险。一般情况下都会出现工程超预算的情况, 但如果超出预算范围太多的情况, 就很难保证工程造价的合理性, 将会影响企业效益的提升。因此, 针对建筑工程而言, 要想有效避免造价超预算的情况出现, 就要构建较为完善的造价管理机制, 并且要将工程中的各项成本支出进一步明确, 如此一来, 才能为建筑工程项目的顺利开展提供充足的保障。

## 1 建筑工程造价与预算控制概述

建筑工程是指设计、施工、监理和验收等一系列环节组成的复杂过程, 涉及多个专业、多个工种、多个环节的协调与配合。建筑工程的质量、工期和成本是衡量其成功与否的重要标准, 而建筑工程的成本控制则是保证工程顺利实施的关键环节。建筑工程的成本是指建筑材料、设备、劳动力等直接费用以及管理费用、税费等间接费用的总和。而建筑工程的预算控制是在工程实施前对成本进行估算, 并在工程实施过程中对成本进行监督、管理和调整的过程。通过对建筑工程的成本进行科学估算和控制, 可以使工程实施顺利, 减少工程的风险和损失, 提高工程的质量和效益。建筑工程的预算控制应当从工程实施的各个环节进行考虑, 包括工程设计、施工过程、管理过程、验收和维护等环节。在工程设计阶段, 应当根据建筑规划和实际需要进行科学合理的设计, 并对设计方案进行综合评估和成本估算。在施工过程中, 应当严格按照设计方案进行施工, 对各个施工环节进行严格的管

理和监督。在管理过程中, 应当对材料和设备的采购、劳动力的使用和管理、质量和安全的控制等进行科学的管理。在验收和维护阶段, 应当对工程的质量和功能进行全面的检查和维护, 确保工程的使用寿命和效益<sup>[1]</sup>。

## 2 建筑工程造价超预算的原因

### 2.1 建材、设备价格涨幅过大

在通常情况下, 原材料与设备的价格会随着供求关系的变化而发生变化。同时, 建筑工程的建设周期普遍较长, 建材和设备的价格可能会受到多种客观因素的影响而出现大幅波动。例如, 钢筋、水泥、砂石等建材价格上涨幅度一旦超出建设单位的预期, 就有可能造成造价超出预算。此外, 造价部门无法提供所有建材和设备的市场价格信息, 建设单位只能自行通过市场调研获取。如果建设单位的市场调研不够充分, 存在价格信息差, 就会导致部分建材或设备的定价虚高。市场询价人员必须货比三家才能做出选择, 但非标产品市场询价难度大。在市场询价过程中, 如果建设单位和监理单位选择了大品牌的优质建材和设备, 导致采购价格大幅度增加, 结算造价也会随之增加。在后续施工建设过程中, 管理人员对建材、设备的市场价格波动关注不及时, 未能采取有效措施应对建材市场价格的波动, 也会导致超支<sup>[2]</sup>。

### 2.2 计划变更

现阶段社会的发展过程中, 建筑工程流程很多, 而且实际的施工环节还需要相关人员在发展过程中结合实际进行计划性调整, 所以设计的变更也是造成超预算的重要因素。实际的施工环节, 作业开始之前一

般是由设计方在经过专业调查之后确定施工方案，再由专业的施工团队按照设计图进行施工。但是实际的计划设计阶段，部分人员还存在不够专业、重视程度不足以及责任心较弱等状况，很大程度上影响设计的质量，所以设计人员在进行作业之时往往遇到诸多难点，制约施工顺利进行。在此背景下，设计人员就需要对现有的施工方案进行调整，这种变更势必会对原有的施工产生影响，一些已经施工完毕的设施也需要拆除，施工方案也需要重新设计，额外增加了建筑原材料、设备的成本支出以及人力劳动成本的支出，导致建筑预算超出计划。设计变更意味着总作业量的增加，这就和原有的合同产生冲突，如果相关人员没有在事前确定好该条文，就可能出现违约的状况，导致单位需要进行赔偿，一定程度上增加施工的成本支出，造成超预算<sup>[3]</sup>。

### 2.3 工程量计算

在开展预算编制工作时，工程量计算是最为关键的内容之一。工程量计算结果可作为项目结算的重要依据，在具体的计算分析中，各项数据的合理性与可行性会对项目预算结果的精准性产生较大影响，并且还会影响工程造价的成本控制效果。在对工程量进行计算时，需全面了解计算流程，根据整个工程实际状况，合理应用定额进行套算，按照工程量的计算程序和要求进行规范化计算，充分确保工程量的精准性，改善预算编制工作质量，有效控制造价成本，提高企业经济效益<sup>[4]</sup>。

## 3 建筑工程造价预算影响因素的解决对策

### 3.1 提高对设计图纸的专业审核力度

施工图纸是将宏大建筑蓝图投入现实的基础，如果图纸在设计层面出现了瑕疵或错误，将直接导致工程质量和规格出现问题，尤其是施工承包方不能一味地相信招标单位提供设计图纸的准确性，在开工建设之前，要通过己方专业工程技术人员的现场校对，复盘整个工程概况，再结合现场发现的问题与原设计图纸进行比对，只有在二者数据参数准确无误的情况下，才能进行工程交接。施工管理人员要对造价预算实施整体把关和过程管控，认真研判图纸的每个细节，把握建筑标准和目标要求，敏锐掌握影响建筑预算的所有相关因素，并对涉及工程建设的人力物力信息、现场资料信息、图纸设计信息等进行收集、分析、整理、研判，从而明确建筑工程所需的真实人力、材料等物资。

对于现场比对的过程中发现的图纸设计问题及时向招标方提出交涉，对于存疑的问题双方要尽量达成一致，可以通过修改图纸实现与现场条件的匹配，更加利于施工单位准确落实；也可以按照原设计图纸修订招标文件，增加修改预算资金具体数额，以满足工程建设的实际需要。总之，设计图纸的审核要作为工程建设开工之前的第一步审核步骤，将直接影响到后续建设施工，避免因返工或后期协商造成进度减缓或工期受阻<sup>[5]</sup>。

### 3.2 合理设计

合理设计是建筑工程项目成功的重要因素之一，它可以降低项目成本，提高工程质量和效益。在设计过程中，需要考虑各种因素，如材料成本、施工难度、施工工期等，以确保设计方案的可行性和经济性。在设计过程中，需要考虑材料成本、施工难度和效率等因素。如果设计方案合理，可以通过优化材料使用和施工工艺，降低项目的成本。例如，采用现代化的材料和技术，可以减少材料的使用量和成本，同时提高工程质量和效益。合理设计可以提高项目的质量和效益。在设计过程中，需要考虑工程的可行性和实用性，充分考虑项目的实际需求和应用场景。如果设计方案合理，可以提高工程的质量和效益，降低后期的维护和运营成本，同时提高客户的满意度和口碑。除此之外，需要充分考虑工程的安全性和环保性，如选择安全可靠的材料和设备、优化施工工艺和流程，确保工程的安全和环保符合相关法律和规定。这不仅可以提高工程的质量和效益，还可以保障施工人员和使用者的安全与健康。综上所述，合理设计是降低项目成本、提高工程质量和效益的重要手段。在设计过程中，需要充分考虑各种因素，如材料成本、施工难度、施工工期、安全性和环保性等，以确保设计方案的可行性和经济性。通过合理设计，可以提高工程的质量和效益，降低项目的成本，提高客户的满意度和口碑，推动建筑工程行业的发展和进步<sup>[6]</sup>。

### 3.3 提高造价人员的综合素质

在控制建筑工程超预算的问题过程中，造价人员的综合素质对超预算控制质量起到了决定性作用，因此，应提高造价人员的综合素质，使超预算控制水平进一步提高，要加强工程造价的预算控制，就必须提高工作人员的预算控制意识。首先，分析建筑公司的经营现状，有效预测其未来发展趋势，并在此基础上

引进一些高素质的专业人才。其次,对公司现有项目的成本管理人员进行培训,掌握系统的内部施工理论知识和成本预算控制工作流程。造价人员还应提高自身的职业道德素养,坚持职业操守,严禁出现徇私舞弊的情况,保障预算编制的合理性。最后,项目成本管理人员应更加关注国内外施工质量评估的新标准,不断丰富自己的预算控制经验,提高自己的预算控制能力。

### 3.4 物资材料采购

基于工程建设成本的视角,物资材料的采购费用占有很大的比重,正常来说会超过整个工程总费用的一半还多。所以,在物资材料采购阶段做好造价控制,对整个工程项目的成本预算管理意义重大。一般来说,采购阶段是最易发生问题的,稍有不慎就会有采购人员和供货商违规操作、勾结,以次充好,这样将无法保障建筑材料的质量,给工程建设带来一定的安全问题;返工重建会拖延进度,增加成本,致使建筑企业的预期建设效益受损。因此,为了杜绝这些问题的产生,在工程项目实施过程中,要对物资材料采购的成本预算进行详细的控制,首先,要根据建设要求,对原材料的采购进行市场调查。这样既能提高工程材料的使用质量,又能使工程造价得到合理的控制,还能有效地降低由于材料和预算的超支而导致的成本控制失败。其次,还要做好供货商审核,严格调研其经营信誉、货品质量,再签署合同,明确双方包括运输方式、供货时间、货物价格、结算方式等在内的权利和义务,避免以后出现经济纠纷,同时,在施工期间市场价格变化幅度较大时,仍然按照合同价格提供材料,或者双方协调解决,尽可能地避免物资材料出现质量问题并做好市场风险防控,由此确保建筑工程造价预算可以得到有效的控制。

### 3.5 严格控制施工进度

在建筑工程项目中,任何一个环节的延误都会对整个项目产生负面影响,从而导致工程造价增加和工期延长等问题。为了严格控制施工进度,应从以下七个方面入手:

第一,制定合理的施工计划。在施工前,应制定详细的施工计划,包括施工的时间节点、工作量、人员配置、材料和设备配备等,并考虑不可抗力等因素的影响。施工计划应充分考虑实际情况,确保其可行性。

第二,加强施工现场管理。施工现场管理是保证

施工进度的关键,应建立明确的责任体系和管理制度,加强现场监督和管控。同时,应增强施工人员的意识,加强安全教育和培训,确保施工流程的规范和顺畅。

第三,优化资源配置。合理的资源配置可以提高施工效率,缩短工期。实际施工中,相关工作人员应根据施工计划和工程特点,合理配置人员、材料和设备,确保资源的充分利用和高效管理。

第四,加强监理。监理人员是施工进度控制的重要保障。监理应对施工现场进行全面监督,及时发现问题并协助解决,防止工程出现滞后或质量问题。

第五,进行风险管理。施工单位应制定相应的风险管理方案,提前预测和妥善处理风险,以减少对施工进度影响。

第六,优化信息共享。通过加强信息共享与沟通,可以提高工程项目的整体协调性和效率。应建立科学的信息管理系统,实现信息的及时传递和共享,以便于各方快速反应和处理问题。

第七,引入新技术和新方法。新技术和新方法的引入可以提高施工效率,缩短工期。例如,采用 BIM 技术可以提高精度和效率,减少误差和重复工作;使用模块化施工方式可以提高施工速度和质量。

综上所述,在建筑工程项目中,造价预算控制具有重要意义,要求实施针对性措施,并综合分析有可能出现的超支原因,同时还需采取严格的管控策略,以此来控制超出的施工成本,通过制定完善突发事件管控预案与风险防范预案,能够有效控制工程预算超标,为建筑行业稳定发展提供可靠保障。

### 参考文献:

- [1] 邹涛. 建筑工程造价超预算成因与控制探讨 [J]. 房地产世界, 2020(24):56-58.
- [2] 唐远之. 建筑工程造价超预算控制措施探析 [J]. 营销界, 2020(52):176-177.
- [3] 王改玲. 建筑工程造价超预算的原因和控制措施分析 [J]. 中国建筑金属结构, 2020(11):46-47.
- [4] 丁浙鸣. 论营改增对装配式建筑工程造价的影响 [J]. 中国招标, 2022(12):137-139.
- [5] 武宏超. 建筑工程造价超预算的原因和管理对策 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(02):26-28.
- [6] 熊庆华. 建筑工程造价超预算的原因分析及控制措施 [J]. 房地产世界, 2022(01):116-118.

# 逆变器制造企业质量管理的优化对策分析

李晓天

(中国科学技术大学研究生院科学岛分院, 安徽 合肥 230031)

**摘要** 在土地资源紧张、减碳考核、工商业电价大涨等因素影响下,以屋顶为主的分布式光伏逆变器市场需求不断增长。许多家用电器企业也加入光伏行业的竞争中,由于竞争的加剧,也将推动整个行业产品竞争向型谱全覆盖、竞争同质化演变,多数厂商都在加速产品型谱的拓展。其中,由于企业的快速发展,产品种类的拓展与迭代加速,这必然引入许多质量方面的问题。众所周知,产品质量是企业核心竞争力,对于制造企业尤为关键。本文通过分析制造企业研发质量管理的背景与意义,针对逆变器企业架构关系与组织特点,提出一套适用于企业,同时有利于拓展产品业务的质量管理策略。

**关键词** 制造业;质量管理;逆变器

中图分类号:F406

文献标识码:A

文章编号:2097-3365(2024)01-0070-03

党的二十大报告提出“推动能源清洁低碳高效利用,推进工业、建筑、交通等领域清洁低碳转型”。随着中国大基地规划、整县推进、光伏建筑一体化相关政策推出,中国光伏市场持续向好发展。同时,海外市场,欧洲能源紧张,未来几年欧洲都是光伏装机的重点市场。随着新能源在全球受到全面推广,分布式逆变器市场也因此有着无限的发展空间。

## 1 研究背景

当今分布式逆变器市场的迅猛增长,引起了众多企业加入光伏赛道。其中有大型家用电器公司,还有大型集中式逆变器生产厂商,甚至有跨界而来的电池储能厂家等。面对日趋加剧的竞争,已在光伏赛道多年,且一直聚焦于地面大组串逆变器的制造企业需要加速拓宽自身产品型谱,布局分布式逆变器的研发生产,以获得长久可持续发展。区别于大型工业集成产品的研发生产,分布式光伏逆变器多数建设在工商或公共建筑楼顶,故具有功率小、占地面积小、高度集成化的特点,订单需求更是以千或万为单位。其表现形式更贴近家用电器,与大型工业集成产品的开发与生产有着明显的差异。这样的差异对于那些之前以地面大组串集成逆变器为主导的制造企业来说,想要研发生产出技术全新、品质卓越、用户场景为工商业或公共建筑并满足庞大订单需求的分布式光伏逆变器是个全新的挑战,质量体系管理的升级和提升更显得尤为重要。

“十二五”对国内高端制造业水平能力进行剖析,我国制造业产品之所以缺乏竞争力,根本原因在于产品质量。产品质量的好坏是一个企业能否在激烈的市

场竞争中站稳脚跟、健康发展并持续壮大的重要因素;为了赢得市场份额和客户的认可,从而获得源源不断的订单,企业就需要不断地改进自身的质量管理方法和质量管理要求,以满足快速的市场变化和多变客户的需求。目前,质量管理方法和理论已较为成熟,但如何将已有的理论与企业实际的发展运营情况结合起来,帮助企业在快速转型与拓宽赛道的情况下,提升产品质量,提高竞争力,这仍然是一个不断探索的话题。

如今多数制造企业采用矩阵式组织架构,组织目标单一,决策简洁、快速,利于项目实现。但由于业务方向的变化,产品型谱的拓展,研发制造过程中,并没有制定出一套适用于分布式逆变器,类似于家用电器的开发过程质量管理方法,因此质量管理过程存在多处质量雷区,进而对项目进度、成本产生影响。本文基于全面质量管理理论与方法,结合制造企业普遍质量管理现状分析,讨论研究类似于家电产品、生产数量大、开发周期短的研发项目质量管控提升方案,从而提升企业开发效率与成本控制能力。与此同时,有效的质量管理方法和改进策略,也为国内其他大型集成产品制造企业拓宽产品型谱、开发家电产品中的质量管理提供理论与实践参考。

## 2 研究意义

### 2.1 理论意义

#### 2.1.1 帮助拓宽质量管理的涉及范围

之前开发过程中提到的质量管理方法改善的应用场景多数是涉及工程类、基建类项目,尤其是大型工程、大功率集成产品的开发。近几年,由于市场竞争加剧,

制造企业逐步拓宽型谱,涉足分布式逆变器这种类似于家用电器的产品赛道中,以获得可持续发展;小功率等级的电器开发中,把控住质量与价格,尤为关键。因此大型集成产品制造企业的质量管理体系为了适应拓展产品型谱时,因新类型产品研发、生产所带来的不同,质量管理体系的改善与提升迫在眉睫,质量管理痛点,急需解决。本文基于全面质量管理理论,制定方案及对策,拓展质量管理在制造企业中的应用。

### 2.1.2 帮助充实质量管理理论内容

当前国外的质量管理相关理论与实践已相当成熟,但我国质量管理理论相较于西方起步较晚;同时,虽有海外大量可参考的理论依据,但是适合国内企业的质量管理诊断方案和提升措施仍需不断探索与实践。在实际的应用过程中,不同企业运用精益生产、六西格玛方法及质量管理体系对企业绩效产生的效果存在的差异显著<sup>[1]</sup>。本文基于我国制造业企业实际情况和当前现状,梳理质量管理范围,提出有指导性和建设性的建议与方案。这样不仅有充分的理论研究,也有实际的实践案例,这对国内制造企业质量管理体系的建立完善有重大帮助,提升企业产品质量水平,增强全球竞争力。

## 2.2 现实意义

首先,光伏发电能够有效降低化石能源的消耗,保护全球生态环境;同时抑制石油、天然气价格的上涨,降低发电企业高成本低收益风险,因此这种绿色且低价的新型能源逐步受到全世界关注。随着国内外更多的企业加入光伏这一赛道,其中也有一些大型集成电器产品生产厂商,这些公司在全球地面光伏电站的研发建设中发挥重要作用,因此在全球电力转换行业中具有领先地位。但在分布式逆变器赛道中,与加入的家电企业和其他制造企业相比,没有占据绝对领先地位,主要还是因为产品型谱拓展相对较晚,质量管理理念与方法要适应大批量生产,开发周期短的产品项目,仍有一定问题。现在也急切希望采用全面质量管理思路对产品开发制造过程进行改进,优化质量管理策略,提高生产与研发质量把控,促进公司不断追求创新与拓展,实现可持续性发展。

## 3 质量管理中存在的问题

运用科学质量管理方法,提高产品质量管理水平,虽已被国内多数企业重点关注,但是建立适应自身企业质量管理体系,结合进度、成本综合考虑,我国企业质量管理过程仍存在不少问题,主要表现在以下几个方面。

### 3.1 分布式逆变器产品在开发、生产过程中质量管理意识淡薄

当今多数企业为了抢占市场份额,在追求生产效率的同时,只在乎产量数据的提升,而在产品开发阶段没有足够地重视质量端风险规避,同时又没有在生产中把问题闭环<sup>[2]</sup>,这就造成逆变器产品生产为成品后才检测出批量、重大问题,返工带来的效率损失和成本增加,也给企业背上沉重的负担。与此同时,质量管理不是只存在于量产阶段,许多企业忽略开发过程质量管控,造成产品上市后品质不过关,从而产品市场接受度低,产品收益未达预期,企业售后承担巨大压力。

### 3.2 企业管理层质量意识薄弱,管理者没有绝对的重视,很多表现存在明显的形式作风

制造企业一旦没有形成以高质量为目标的优良传统,那么质量管理仅仅是个口号,内部质量活动明显缺乏推动力;即使有意培养质量文件的建设,但由于未制定有效引导方法,员工仍存在“质量与我无关”的想法,各部门人员存在质量问题相互推诿,推卸责任的现象。企业的质量管理缺乏创新,配套设施跟不上,员工缺乏系统的技能知识培训,每个人未意识到看似普通的工作对产品质量都发挥着较大作用,因此严格遵守标准成为空话、套话。

### 3.3 关键元器件的供应商质量管控方法措施未紧跟企业公司发展的脚步

供应商质量管理是为了确保供应商提供的产品满足企业使用需求或者提供的服务符合企业需要。这个管理过程不是简单的来料检查关系,而是要求企业深入供应商的产品开发、生产的过程中。对供应商的产品从开发过程满足企业性能要求开始,到供应商资源的投入调配,再到出厂前的质量检验,最后企业对来料的标准抽样检查,整个过程的连贯和闭环来确保关键物料的质量水平。当前众多企业的供应商质量管控措施仅维持在来料抽检阶段,更多时候只有产品在出现批量问题时才能及时发现供应商来料的缺陷;这样被动的发现,不仅给企业的出货效率带来严重的影响,同时质量问题的返工也给产品带来了未知的风险。

### 3.4 质量管理未使用科学的方法进行统计、归纳与闭环

许多企业对待突发的质量问题,紧急处理后并没有一套质量管理规则对问题进行统计、归纳;经验反馈只能小范围传播,其他业务系统未能及时收到反馈,

同样的问题反复发生。且前方的售后问题也是仅停留在处理即关闭的阶段；没有清晰的传递给开发部门，同时开发部门也没有一套完整质量管理体系对缺陷进行追踪、举一反三，导致问题并未有效的闭环，隐患仍然存在。

#### 4 质量管理建议

质量管理是项目成败的关键，因此提出以下四条建议：

1. 紧抓开发过程质量管理。分布式逆变器的开发过程涉及研发、采购、品管、工艺等多部门协同合作，充斥着多方面、多维度的质量风险，任意环节的出错，落实到成千上万台产品上，造成的后果将无法估量。现要求公司要严控开发过程质量，使用全面质量管理方法，强化监督管理。遇到质量问题，深究根因，从根本去解决闭环。这也要求公司建立完善的质量管控体系，当生产、发货与质量相遇时，重品质轻发货，从长远的角度来审核公司的利益；同时公司也要选用具有职业化的项目经理，拥有大局意识，提升产品开发过程质量，不仅是对项目开发进度的保障，也对开发成本起着良好的管控作用。

2. 积极培养全员质量管理意识。首先质量管理理念的建立，质量体系的形成都应该从领导开始。领导的作风直接影响到组织成员的处事风格，对公司的质量管理起到关键因素。领导要以身作则，主动学习质量管理理论知识，并运行至平常的工作中，在部门中建立起质量为重的风气。与此同时，领导可以定期召开部门质量会议，听取员工问题汇报，一起讨论并建立一套有效、可执行的质量管理方法，以实现全面质量管理目标。

企业也应该大力宣传质量管理的重要性，需要每一名员工参与其中。企业应弘扬团体合作精神，开展公司质量月活动，让每一个部门和员工都参与在内，协同合作，打造一支全员具有质量管理意识的队伍。企业还应结合自己的运营管理架构，制定相应的质量奖惩体系，依靠规章制度，有序推进企业生产。

3. 供应商的质量管理就是要求供应商按规格要求提供质量合格或者服务满足企业要求的一个过程<sup>[3]</sup>。供应商的质量管理相关活动包含了对供应商资质的审查、准入和认证审核、样品的测试及验证、供应商内部质量管理体系的审核、来料的检验等。从逆变器的开发角度看，内部的关键器件比如电抗器、功率转换模块等对逆变器产品质量起着决定性作用，质量的好

坏还影响着产品的开发进度与整体成本控制；市场端，这些器件质量的高低也直接影响着逆制造业公司的交付与产品在市场端的表现，甚至还影响企业的品牌影响力和市场占有率。

供应商的质量管理也需要将质量管理理论与供应商管理理论相结合，帮助企业高效、准确地找到最合适的供应商，促进双方合作。其中运用PDCA法则，在众多候选供应商中做出审核计划，按照既定规则来进行选取；根据综合评分，选出最适宜的供应商。再根据全面质量管理方法审核供应商产品生产中的每个阶段，若发现问题，应协助供应商分析原因，持续改进；通过FMEA，提前识别潜在风险，制定相关解决措施与预案<sup>[4]</sup>。待供应商按照计划完成样品开发后，对样品开展测试及验证，确保产品符合企业的规格要求。最后的量产阶段，需要对供应商进行定期的审核，这需要直接到供应商内部考察生产过程，审核是否按既定的质量管理要求来进行生产；这一系列的活动保证了供应商质量管理过程的完整，以确保企业产品的合格。

4. 结合企业自身情况，创建一套适用且高效的质量管控工具与制度，对项目开发过程、量产、收尾进行全生命周期的监控，推动数字化质量管理技术、零缺陷质量管理技术、现代供应链质量管理技术、先进产业质量基础设施的创新和应用<sup>[5]</sup>。这里更要提到极容易被忽视的环节，售后环节。客户端反馈的问题和需求能更好地体现市场需求，是指引产品发展方向的明灯。建立专职售后团队，制定定期客户沟通计划，梳理月度售后服务工作，及时满足客户需求，处理客户抱怨，建立服务质量管理体系，提升客户满意度。同时前方的问题也要及时反馈给研发团队，以在后续的开发过程中规避类似问题。

#### 参考文献：

- [1] 张博,牛占文,王小秋.精益知识管理能力的维度划分与检验——基于扎根理论[J].科技管理研究,2020,40(08):200-209.
- [2] 曹九英.浅谈生产过程如何加强质量管理[J].内燃机与配件,2020(11):195-196.
- [3] 严运涛,曾定文.基于过程审核的铸造供应商质量管理[J].铸造,2021,70(06):727-730.
- [4] 赵强.机械加工过程中质量控制研究[J].企业科技与发展,2020(03):80-81.
- [5] 蔡昉.生产率、新动能与制造业——中国经济如何提高资源重新配置效率[J].中国工业经济,2021(05):5-18.

# 从专利角度分析家用吸尘器 旋风分离技术发展

胡文强

(莱克电气股份有限公司, 江苏 苏州 215163)

**摘要** 家用吸尘器根据尘气分离手段可以分为水过滤器和干式过滤器, 而干式过滤器又可以分为袋式过滤器、尘杯式过滤器、尘杯滤材式过滤器和旋风式过滤器四种, 其中旋风分离器是技术发展的重要方向, 本文从专利申请的时间、申请人、申请区域和技术分部等领域分析了旋风分离装置的技术发展脉络和未来的发展趋势, 同时指出目前国外公司在相关旋风分离器领域存在多件专利诉讼, 中国公司是主要的被告, 因为中国企业的专利风险较高, 本文探讨了如何去规避专利风险, 如何指导目前的研发方向, 并如何指导未来的突破方向。

**关键词** 吸尘器; 旋风分离; 专利; 诉讼

中图分类号: G306; TM925.3

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0073-03

## 1 概述

吸尘器的工作原理一般为: 吸尘器内部的电机产生高速旋转, 并通过扇叶使得内部产生负压, 产生的负压会使周围的空气被吸入吸尘器中, 包括灰尘、污垢等小颗粒物, 吸入的空气通过过滤器进行过滤, 将大颗粒物和灰尘等物质过滤掉, 只有干净的空气通过, 通过过滤器过滤后的空气被排出吸尘器, 灰尘等物质则被收集在集尘袋或集尘桶内, 达到清洁地面或其他物体的目的<sup>[1]</sup>。

按照目前吸尘器采用的过滤手段, 可以将吸尘器内的过滤器分为水过滤器和干式过滤器, 而根据所采用的过滤器的材料和结构不同, 干式过滤器可以分为袋式过滤器、尘杯式过滤器、尘杯滤材式过滤器和旋风式过滤器四种<sup>[2]</sup>, 其中旋风分离是一种通过涡流分离从气体流或液体流中去除颗粒的方法, 而无需使用传统筛状过滤器, 空气以螺旋模式流动, 从旋风分离器的顶部(大口径端)开始, 在底部(小口径端)结束, 然后以直线流离开旋风分离器, 干净的空气穿过旋风分离器的中心并从顶部流出。旋转流中较大(密度较大)的颗粒有太大的惯性, 无法跟随流的紧密曲线, 因此撞击外壁, 然后落到旋风分离器的底部, 底部就是集尘器的尘仓。

旋风式过滤器的发明大大提高了吸尘器的吸尘效果, 本文通过专利的角度展现家用吸尘器中的旋风分离技术的发展。

## 2 旋风分离器全球专利申请趋势

专利制度的实质是用对世界公开创新技术, 换取在一定时间和地域内法律保护的制度(Aoki 和 Spiegel, 1999)<sup>[3]</sup>, 专利制度通过保护发明创造专利权, 调整发明人、专利权人和社会公众之间的利益关系, 调动发明者的积极性, 推动技术进步, 维护技术市场、信息市场, 以及科技劳动力市场公平、有序的竞争, 专利制度巧妙地解决了发明人占有发明和社会利用发明之间的矛盾。基于专利制度的设计特点, 目前全球企业的创新活动基本上都可基于其专利申请情况去做分析, 特别是市场竞争充分的行业, 例如家电、医药和通信等行业。

### 2.1 家用吸尘器旋风分离装置专利申请趋势

前文已论述家用吸尘的尘气分离装置的分类和发展, 这其中有技术发展的推动, 也有消费需求变化的促进。最早在 1920 年即有关于家用吸尘器旋风分离装置的专利申请, 申请人 BENNETT. ASHLEY. C 申请了一种车式的家用吸尘器(US1507271A), 该吸尘器具有旋风分离装置, 同时专利申请数据(来源智慧芽全球专利数据库)统计, 虽然早在 100 年前就有关于旋风分离装置的专利申请, 但是真正迎来技术的爆发是在 1996 以后, 这可能是因为经济发展, 人们对居家环境的要求不断提高, 自然促进吸尘器技术的发展, 更好的尘气的分离设备是主要的技术发展方向, 自然专利申请量逐年递增, 但是 2017 年以后申请量快速下降, 可能

因为洗地机的发展,导致吸尘器的市场占有率逐步下滑,根据资料显示,2020-2022年中国线上零售统计中,吸尘器在清洁电器细分领域的销售额占比逐年下滑,销售额份额从三成多逐渐降至不到两成,销量份额从33.9%降至26.4%,下降了接近十个点,而洗地机这三年的销售额份额从不到一层增长至将近三层,销量份额分别为1.8%、7.2%、12.9%<sup>[4]</sup>,正是市场的变化导致众多厂家将研发精力侧重于洗地机,而洗地机因为涉水通过水汽分离就有很好的空气分离效果,对旋风分离装置的需求并不强烈。

在1996-2021年期间,中国受理了大部分的专利申请,反映了中国在吸尘器行业的强研发地位;在1996-2021年全球主要申请人的专利申请累计数据中,既有国内的主要玩家莱克美的和小狗等,也有戴森、三星、创科和LG等重要的国际巨头企业,从数量看,国外巨头,特别是戴森等企业在申请数量方面占据优势,这里除了国外巨头企业早期的技术和专利积累有显著优势以外,中国市场也逐渐成为全球主要的单一消费市场,国际巨头纷纷在中国布局专利,以求巩固自身的市场地位。

## 2.2 旋风分离装置的结构专利布局分布

根据CPC分类号区分不同的结构,大致可以了解旋风分离器的主要结构的专利申请分布,例如关于其核心的旋风器结构形状的改进的A47L9/1608分类号占比最多,占据14.3%,例如著名的戴森公司关于其多锥旋风器布局多篇专利,全面地保护其先进的多锥旋风器,主要的特点是在尘杯内沿着气流流路布置多层和多个小旋风锥体,构成多级的旋风结构,戴森在旋风分离器的主要专利布局分布和市场主流分布类似,都是集中于旋风本体的结构的改进,以期获得更好的空气分离效果。

## 3 中国企业的专利风险和应对

### 3.1 全球相关专利诉讼

目前随着中国等企业的研发实力增强,越来越多的中小玩家加入了吸尘器的制造领域,不断地蚕食国际巨头企业的市场份额,许多企业基于商业和技术考虑发起了众多专利诉讼,目前涉及吸尘器旋风分离器的诉讼的专利总计92件,其中专利权人大部分是国外企业,例如吸尘器领域的知名品牌戴森等企业,其中典型的案例如戴森的专利CN102711574B,其公开了一种具有旋风分离器的真空吸尘器,该旋风分离装置包

括多个旋风器和尘杯,平行地设置多个旋风器,每个旋风器都具有气流进入进口和气流流出的出口,旋风分离器具有间隔开的第一平面和第二平面,多个旋风器可分为两组旋风器,其中一组旋风器的气流进入进口位于第一平面中,另外一组旋风器的气流进入进口位于第二平面中。该专利的独立权利要求1主要保护的是两组旋风器的气流入口位于不同的平面中,其中两个平面是轴线间隔开的<sup>[5]</sup>,即主要保护的就是一种双层的多锥双层过滤器,戴森用这个专利已经起诉了国内企业,目前诉讼仍在进行中,同时最近戴森和追觅达成了全球和解,其中多项诉讼中涉及吸尘器等多个产品和多篇专利。当然国际巨头公司之间也有多起诉讼,shark在美国对戴森发起多项专利诉讼,其中涉及多项关于吸尘器的旋风分离器的专利,例如专利US9301666B2,其记载了手持式真空吸尘器设有供具有灰尘和垃圾的脏空气流入的杆,改杆安装在手持真空吸尘器上,其具有安装在表面清洁头上的远端入口,手持式真空吸尘器具有旋风分离装置,杆上的脏流体入口具有带有通道轴线的通道并且旋风分离器具有纵向轴线,吸尘器电机设置在平行于纵向轴线的方向上的通道上,其独立权利1记载的内容为:“1.手持吸尘器包括脏空气过滤部分和主体,脏空气过滤部分包括第一旋风分离器、第二旋风分离器和放置在电机气流入口的过滤器,手持式真空吸尘器包括:

a) 从脏空气入口延伸至清洁空气出口的流体流动路径,并且脏流体入口限定沿通道轴线延伸的通道;

b) 第一旋风分离器位于流体流动路径中并且包括具有污物收集区域的第一旋风器,其中污物收集区域具有可打开的底部;

c) 第二旋风分离器位于第一旋风分离器下游的流体流动路径中并且包括中心纵向轴线,第二旋风分离器包括围绕中心部分布置的多个平行旋风器,并且在离开第二级旋风器,空气进入中心部分的上部,并在空气进入中心部分的上部下方的位置离开中心部分;

d) 电机前过滤器位于第二旋风分离器下游的流体流动路径中,并包括上游侧和下游侧,其中中心纵向轴线延伸穿过电机前过滤器占据的体积;

e) 主体包括流体流动马达壳体,流体流动马达设置在前置马达过滤器下游的流体流动路径中,其中流体流动马达具有旋转轴线并且旋转轴线的投影与所述旋转轴线相交,中央纵向轴线和流体流动马达外壳仅固定到空气处理部分的侧壁的一部分,其中:

(i) 手持式真空吸尘器的流体流动马达和手柄位于第二旋风分离器的后方;

(ii) 污物收集区域位于旋风分离器和电机前过滤器下方并垂直对齐;

(iii) 当手持吸尘器位于水平表面上时, 手柄包括向上延伸部分, 向上延伸部分远离流体流动马达壳体延伸, 脏流体入口的通道轴线与手柄的向上延伸部分相交处理。”<sup>[6]</sup>

### 3.2 中国企业的应对策略

在企业的新产品研发过程中, 善于合理有效地利用已有专利的技术知识, 实施基于专利知识的规避设计, 是竞争处于劣势企业提高自主创新能力的有效手段<sup>[7]</sup>。成功的规避设计主要包含两个要求: 一是在专利侵权案中不会被判定为侵权; 二是在市场竞争中不会因成本过高而失去竞争力。目前, 常用的规避策略主要是基于元件设计的删除法、替代法和禁止反悔法。下面将对这几种常见的规避设计策略做一个简单的介绍: (1) 删除法, 是指在已有的有效专利上减去一个或多个必要技术特征, 将其功能转移到其它系统组件上, 删除某些组件或辅助功能; (2) 替代法, 是指采用不同的手段 (技术、方式、原理), 使系统具有相同的功能, 达到相同的效果; (3) 禁止反悔法, 即利用专利权人在申请专利过程中或后续程序过程中放弃的原来权利要求中的部分内容<sup>[8]</sup>。例如莱克公司针对规避戴森公司的多锥旋风系统, 开发独特的旋风罩, 在莱克公司的专利 CN108125618B 中很详细地记载了该技术, 该专利公开了一种真空吸尘器, 该吸尘器的尘杯内设置旋风分离器, 为了提高整机性能, 将传统的旋风器的单个旋风套气流出口改为多个旋风套气流出口, 增大旋风套的气流出口的排风面积, 将本专利设计的改进旋风套应用在直径较小的尘杯上后, 脏空气的分离处理的效果相较于直径较大的尘杯效果更好, 且通过优化设计多个旋风套气流出口的排风方向, 使多个气流出口的排风方向一致, 同意出风方向的多股气流合理形成风力较强的旋风气流, 多股旋风流体在尘杯一起分离灰尘和垃圾, 放大了尘杯内旋风分离作用, 同时有效地避免了风力的衰减和尘杯内的气流乱流的产生。通过这类新颖的设计, 在达到很好的尘气分离的效果的同时, 有效地规避了戴森的专利限制, 降低了自身风险, 同时很有效地提高了自身的研发实力。

目前随着应用场景的丰富和用户需求的增长, 吸尘器的市场份额逐渐被洗地机和扫地机器人侵蚀, 而

这两者对物联网和智能化的要求普遍高于吸尘器, 这些功能是国际巨头的专利布局盲区, 也是中国家电企业的擅长领域, 且对旋风分离器的要求较低, 众多的中国企业规避吸尘器旋风分离器的专利, 切入洗地机和扫地机器人的领域, 规避相应的专利风险 2017-2022 年, 家用洗地机的专利申请人已经主要变成了中国企业, 这些中国企业已具有很好的专利意识, 已在洗地机领域布局了大量专利, 以形成有效的专利护城河, 差异化竞争, 强化自身优势, 突破品牌、技术和专利的限制, 完成后进者的弯道超车。

### 4 结论

本文通过专利视角分析家用吸尘器的旋风分离装置的技术发展演进路线和未来的技术创新趋势, 从专利申请的时间、申请人、申请区域和技术分部等领域分析了旋风分离装置的技术发展脉络和未来的发展趋势, 同时通过分析有关的专利诉讼数据, 列举戴森和 shark 等公司的专利诉讼情况, 指出目前吸尘器的旋风分离器领域哪些结构是主要研发的专利布局方向, 为了破除目前中国企业在该领域的被动挨打局面, 中国公司可以通过开发规避技术, 或是通过技术和市场的发展, 开辟新的洗地机和扫地机器人赛道, 以规避自身在旋风分离器等领域的专利弱势。

### 参考文献:

- [1] 言小艾. 吸尘器的原理及选购注意事项 [J]. 大众用电, 2011(07):43-43.
- [2] 徐晓梅, 余俊荣. 从专利角度看吸尘器过滤技术 [J]. 中国新通信, 2017, 19(12):52-53.
- [3] 叶静怡, 李晨乐, 雷震, 等. 专利申请提前公开制度、专利质量与技术知识传播 [J]. 世界经济, 2012(08):115-133.
- [4] 邓雅静. 吸尘器: 打造个性化优势, 借到市场东风 [J]. 电器, 2023(04):18-20.
- [5] T. 弗罗斯, S. 考特尼, P.D. 甘马克. 表面处理器具: 英国, CN102711574B[P]. 2015-12-16.
- [6] Conrad E W. Surface cleaning apparatus: US9301666[P]. 2016-04-05.
- [7] 李森, 明新国, 宋文燕, 等. 基于专利规避的创新设计研究 [C]//《中国的设计与创新》2011 年学术会议论文集. 上海: 上海交通大学, 2011.
- [8] 鲁玉军, 沈佳锋, 王春青. 基于 TRIZ 的专利群规避方法研究与应用 [J]. 工程设计学报, 2020, 27(01):27-35, 66.

# 营销大数据在多元用户综合能源服务中的应用与价值分析

郭露方, 马茗婕, 张航

(国网河南营销服务中心, 河南 郑州 450000)

**摘要** 多元用户综合能源服务是指将各类能源资源进行整合和优化, 为用户提供多方面的能源需求满足和增值服务。随着能源消费的不断增长和能源结构转型的需要, 多元用户综合能源服务在能源领域扮演着至关重要的角色。营销大数据作为一种强大的工具和技术手段, 为多元用户综合能源服务的应用和发展提供了巨大的潜力。通过利用大数据分析和处理的方式, 可以更准确地了解用户的用能特征和行为习惯, 从而为用户提供个性化、精细化的能源服务。本文针对营销大数据在多元用户综合能源服务中的应用与价值相关内容进行探讨, 以供相关人员参考。

**关键词** 营销大数据; 多元用户; 综合能源服务; 价值分析

**基金项目:** 基于营销大数据的多元用户综合能源服务需求及潜力分析技术研究, 项目编号: 5217X0220002。

**中图分类号:** F274

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)01-0076-03

在当今信息爆炸的时代, 大数据已经成为企业获取洞察、优化决策、提升服务的重要手段之一。在能源领域, 多元用户综合能源服务不仅仅是简单地提供能源产品和服务, 更需要深入了解用户需求、预测市场趋势, 以及实现精准营销和个性化服务。而营销大数据的运用能够有效支持多元用户综合能源服务的发展与创新。通过对用户消费行为、能源利用情况、环境偏好等数据的收集和分析, 能够帮助提供商更好地理解客户需求, 制定更为精准的营销策略, 并优化产品设计、提升服务品质, 从而更好地满足用户的个性化需求。此外, 这一举措不仅可以有效降低能源服务的运营成本, 还可以提高能源利用效率, 实现可持续发展。因此, 充分发挥营销大数据在多元用户综合能源服务中的作用, 不仅对企业自身发展具有重要意义, 也是对整个能源行业发展具有深远影响的战略选择。

## 1 综合能源服务存在的问题

随着能源供需形势日益紧张和环境污染问题的日益突出, 多元用户综合能源服务作为一种灵活高效的能源管理模式, 正逐渐受到广泛关注。然而, 在实施多元用户综合能源服务过程中, 仍存在一些问题亟待解决。首先, 用户用能特征不明确, 用户需求不清晰<sup>[1]</sup>。当前, 用户对于自身能源需求往往缺乏准确的认知, 无法有效规划和管理能源使用。由于缺少用户用能数据的支持, 能源服务提供商难以针对不同用户提供个

性化的能源服务方案, 导致能源资源的浪费和效益的降低。其次, 现有综合能源服务功能单一, 市场潜力不佳。目前综合能源服务主要集中在能源供应链的某个环节上, 如供电、供热等, 功能单一, 无法满足用户对于全方位、个性化能源服务的需求, 不仅限制了综合能源服务的市场开拓和发展, 也未能充分发挥能源系统的整体优势, 造成资源的浪费和经济效益的低下。最后, 现有综合能源服务盈利不清晰。由于缺乏完善的盈利模式和商业运营机制, 综合能源服务面临着盈利困难的问题。目前, 综合能源服务主要依托政府资金补贴或公共资金支持, 缺乏市场竞争力, 且难以形成可持续盈利模式。这不仅给能源服务提供商带来了经济压力, 也削弱了能源服务的长期可持续发展<sup>[2]</sup>。为解决上述问题, 营销大数据技术的应用将发挥重要作用。

## 2 营销大数据在多元用户综合能源服务中的应用

### 2.1 构建用户用能行为画像

用户用能行为的精准洞察是实现多元用户综合能源服务的关键, 而营销大数据的应用可以通过构建用户用能行为画像来实现对用户需求的更好理解和预测。首先, 信号处理方法的应用是构建用户用能行为画像的基础。营销大数据可以收集和分析涉及用户能源使用的各种信号, 如电力、燃气、水和温度等。通过采

集多种信号并将其进行处理,可以获得关于用户用能行为的详尽信息。例如,通过分析用户的电力使用模式,可以了解客户的用电偏好、用电强度以及峰谷消耗模式等<sup>[3]</sup>。其次,时频域特征提取是用户用能行为画像的重要手段。营销大数据可以应用信号处理技术来提取用户能源使用行为的时频域特征。这些特征可以包括用户用能的时间、频率、持续时间、峰值等信息。通过对这些特征进行分析和比较,可以揭示出用户能源使用行为的规律和特点,从而更好地了解用户的用能需求。最后,用户用能行为精细画像的可视化是营销大数据应用的重要展示方式。通过对收集到的用户用能数据进行可视化处理,可以将用户用能行为呈现出来,并对其进行深入分析。这样能够直观地展示用户的用能习惯、能源消耗情况以及节能潜力等<sup>[4]</sup>。同时,可视化的用户用能画像也有助于能源服务提供商针对用户的特定需求进行个性化推荐和定制化服务。

## 2.2 构建综合能源服务效用量化模型

在多元用户综合能源服务中,营销大数据的应用也逐渐显现出其独特的优势。通过对用户用能情况进行分析,并结合经济因素,构建综合能源服务效用量化模型,可以帮助企业更好地为用户提供个性化的能源服务,从而提高用户的满意度和参与度。首先,基于用户用能情况进行模式和习惯分析是营销大数据在多元用户综合能源服务中的重要应用之一。借助大数据技术,企业可以收集并分析用户的用能数据,包括用电、用水、用气等方面的数据。通过对这些数据进行深入挖掘和分析,可以了解用户的用能模式和用能习惯,从而为用户提供更加符合用户需求的综合能源服务<sup>[5]</sup>。例如,用户用电量峰谷时段的分布情况、用水量在不同季节和天气条件下的变化等,都可以通过大数据技术得到详细的分析和预测,从而为用户提供更加智能化的用能建议和优惠政策。其次,综合考虑经济因素也是基于用户用能情况的综合能源服务效用量化模型中的一项重要内容。通过分析用户的用能情况和经济状况,企业可以根据用户的实际需求和承受能力,为用户提供具有良好性价比的能源服务。例如,对于电力消费较大的用户,可以针对不同用电峰谷时段进行差异化的电价制定,以鼓励用户在用电高峰时段避免用电,从而有效平衡电力系统的负荷;对于经济状况相对较低的用户,可以推出适用于用户的优惠政策和用能建议,促使他们更加节约用能。最后,构建用户综合能源服务效用价值评估方法是营销大数据在多元用户综合能源服务中的关键环节。通过建立完善的评估方法,企业可以客观地对综合能源服务的效

果进行评估和分析,并根据评估结果及时调整服务策略。在构建评估方法时,可以考虑用户对于能源服务的满意度、使用便利程度、节约用能效果等多个方面的因素,并结合大数据技术,进行全面而准确的评估。这样一来,企业可以更加精确地了解用户的需求和反馈,进而在综合能源服务中提供更具价值和针对性的服务<sup>[6]</sup>。

## 2.3 构建综合能源服务需求量化模型

在多元用户综合能源服务中,营销大数据的应用具有重要的价值。通过对用户用能本质需求进行量化分析,可以更好地满足用户的个性化需求,提高能源服务的质量和效率。以下是构建综合能源服务需求量化模型的几个主要方面:首先,明确用户用能本质需求的内涵与外延是构建综合能源服务需求量化模型的基础。用户的用能需求是多样化且复杂的,包括用电、用气、用热等不同能源的需求。通过分析用户的能源消费行为和需求特点,可以深入理解用户的用能需求,并将其转化为可量化的指标。其次,考虑外部不确定性因素和内部本质特性因素也是构建综合能源服务需求量化模型的重要步骤。外部不确定性因素包括经济环境、政策法规、用户偏好等因素,这些因素对用户的能源消费行为和需求具有重要影响。内部本质特性因素包括用户的生活习惯、用能设备效率等因素,需要通过数据分析和建模来量化这些因素对用户需求的影响。此外,多变性和季节气候的影响因素也需要纳入综合能源服务需求量化模型中。用户的能源消费行为和需求在不同的时间尺度上都存在较大的变化,例如日常生活用电与工作用电的差异,夏季制冷与冬季供暖的需求差异。因此,在构建量化模型时需要考虑这些多变性因素,以更准确地预测用户的能源需求<sup>[7]</sup>。最后,提出综合能源服务潜力评估方法是构建综合能源服务需求量化模型的关键环节。通过对用户的历史能源消费数据、行为数据和外部环境数据进行分析,可以识别出用户的潜在需求和发展空间。基于这些数据,可以建立评估模型,量化用户对综合能源服务的需求潜力,并为能源服务提供商提供决策依据。

## 2.4 市场趋势预测以及营销策略的优化

随着科技的不断发展,营销大数据在多元用户综合能源服务中的应用日益重要。通过利用大数据分析,能够更好地了解用户需求的变化以及市场动态,从而预测未来的能源消费趋势,并提前调整供给计划。同时,基于大数据分析,还能够优化能源产品定价与推广策略,实现精准目标营销,提高市场份额和用户满意度。首先,通过分析营销大数据,能够识别用户需求的变化和市场动态。在多元用户综合能源服务中,

用户需求是具有时效性和个性化特点的。传统的市场调研方法往往耗时耗力,无法及时获取用户反馈信息。而依靠大数据分析,可以收集并整合用户的行为数据、偏好数据等信息,从而较为准确地识别出用户需求的变化和市场动态。例如,通过分析用户在使用能源产品过程中的消费行为,可以了解到用户对不同能源产品的偏好,从而针对性地开发新产品或优化现有产品,满足用户的需求。其次,营销大数据在预测未来的能源消费趋势方面起到了重要作用。能源消费是一个复杂而庞大的系统,受到多种因素的影响。通过分析大数据,可以收集和整理各种关键的数据指标,如经济发展水平、人口变化、环境保护政策等,从而建立相应的数学模型,预测未来能源消费的趋势。这不仅可以帮助相关部门提前进行供给计划的调整,确保能够满足未来的能源需求,还可以为企业做出战略规划,提前布局市场,以便更好地应对激烈的竞争环境。此外,基于大数据分析,还能够优化能源产品定价与推广策略。在市场经济条件下,正确的定价和推广策略对于企业的营销活动至关重要。通过分析大数据,可以了解到各类用户对不同能源产品的购买力和购买行为,以及市场上的竞争格局等信息。基于这些数据,企业可以更加合理地制定能源产品的定价策略,以达到最佳的市场定位。同时,在推广策略方面,大数据分析可以帮助企业找到目标客户群体,准确把握用户的需求,从而设计出更具吸引力的宣传和推广活动。最后,通过精准目标营销,可以提高市场份额和用户满意度<sup>[8]</sup>。大数据分析能够帮助企业识别出潜在的目标客户群体,确定各类用户的需求特点和购买习惯,进而开展针对性的市场营销活动。这种精准目标营销可以帮助企业获取更多的市场份额,增加销量和收入。

### 3 多元用户综合能源服务中营销大数据的价值分析

营销大数据作为一种强大的工具和资源,在多元用户综合能源服务中发挥着重要的作用。营销大数据不仅可以优化能源供应链和资源配置,提高能源利用效率和可持续发展,还可以实现个性化营销和提升市场竞争力,同时促进能源消费者参与和能源管理意识的培养。首先,营销大数据可以加强对能源供需情况的预测和管理,从而优化能源供应链和资源配置。通过对大量的能源消费数据进行分析和挖掘,可以更准确地了解能源消费的趋势和模式,从而预测未来的能源需求。这样,能源供应商就可以根据这些预测结果,合理安排能源生产和供应,并且及时调整能源的分配,以满足用户的需求,提高能源的利用效率和可持

续发展。其次,营销大数据可以实现个性化营销和提升市场竞争力。通过对用户需求和偏好的精准分析,能够为每个用户提供个性化的能源产品和服务。这不仅可以增加用户的满意度,还可以提高企业的品牌影响力和市场份额。通过营销大数据的应用,能够更好地理解用户的需求,精确定位目标市场,选择适合的营销渠道和方式,从而提高市场竞争力。最后,营销大数据还可以促进能源消费者参与和能源管理意识的培养。通过提供实时数据和反馈,营销大数据可以激励用户参与节能减排活动。用户可以通过查看实时的能源消费数据、了解用户的能源使用情况,并根据反馈的数据优化用户的能源使用行为。这样,不仅促进了用户对能源的节约和减排意识,同时也能够推动可持续能源发展,实现可持续发展目标。

### 4 结语

综上所述,营销大数据在多元用户综合能源服务中发挥着重要的应用价值。通过构建用户用能行为画像,可以深入了解用户的能源使用习惯和需求,从而提供个性化的能源服务,实现优化能源供应链和资源配置,提高能源利用效率和可持续发展。同时,利用大数据分析市场趋势,优化营销策略,可以精准地满足用户需求,增强企业品牌影响力和市场竞争力。此外,通过提供实时数据和反馈,激励用户参与节能减排活动,培养绿色消费理念,也有助于促进能源消费者参与和能源管理意识的培养,推动可持续能源发展。

### 参考文献:

- [1] 陈人杰,李华取,彭晓涛,等.基于改进TOPSIS的新能源大数据服务项目评价研究[J].电力建设,2021,42(03):126-134.
- [2] 程晓磊,吕海霞,李晔,等.面向大数据时代实现综合能源服务的展望[J].电子测试,2021(05):65-69.
- [3] 马国真.基于用电大数据分析的用户终端综合能源服务新模式[J].能源研究与管理,2021(03):9-12,17.
- [4] 徐悦为,丁博,夏志鹏,等.营销大数据在综合能源智慧服务中的应用分析[J].低碳世界,2021,11(08):220-221.
- [5] 刘敦楠,唐天琦,赵佳伟,等.能源大数据信息服务定价及其在电力市场中的应用[J].电力建设,2017,38(02):52-59.
- [6] 储备,孔德轩.大数据在综合能源服务领域精准定位中的应用[J].机电信息,2020(32):143-144.
- [7] 任勇.基于大数据的综合能源智慧服务应用[J].集成电路应用,2019,36(07):84-85.
- [8] 杨子杰.大数据视角下综合能源服务体系构建研究[J].通讯世界,2019,26(09):311-312.

# 建筑施工中高大模板的安全控制措施

林 鷗

(广西建工第五建筑工程集团有限公司, 广西 柳州 545005)

**摘要** 本文主要通过对影响建筑施工中高大模板安全的因素进行分析, 探讨建筑施工中高大模板安全控制的有效措施, 以某建筑工程施工为案例来研究加强高大模板安全控制的要点, 旨在明确建筑施工中高大模板安全控制工作的重要性, 相关人员应当根据建筑工程的实际情况和施工需求来设计适宜的方案并予以确定, 做好计算工作, 灵活应用施工技术, 从各方面保障建筑高大模板施工质量, 减少安全事故的发生。

**关键词** 建筑施工; 高大模板; 安全控制

中图分类号: TU74

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0079-03

高大模板支撑系统具有安装便捷、拆卸便利的优势, 而且能够重复循环利用, 在一定程度上节约了材料, 有着较高的施工效率。在建筑施工中实施高大模板施工的时候, 一定要做好安全控制工作, 以免在处理高大模板的时候引发安全事故, 给建筑工程施工带来不利影响, 损伤建筑工程施工效益。基于此, 实际施工过程中必须从各方面来实施有效的安全控制措施, 制定科学的高大模板施工方案, 加强质量安全管理, 从而保障高大模板施工的顺利开展。

## 1 影响建筑施工中高大模板安全的因素

### 1.1 高大模板支撑体系设计问题

设计因素对建筑施工中高大模板的安全产生了一定的影响, 需要进一步优化设计方案。如若高大模板支撑体系的设计方案未能达到规定的设计标准要求, 或是在某些技术参数的选择上并不合理, 那么便会导致高大模板支撑力度不够, 存在着一定的安全隐患。就目前而言, 在高大模板支撑体系设计过程中, 最容易出现的问题是所选计算模型、方法与实际不相符, 部分项目中相关人员并未严格按照规定要求来进行设计, 荷载取值不科学, 这就导致最终的计算出现错误, 不利于保障高大模板的施工质量<sup>[1]</sup>。

### 1.2 高大模板支撑体系搭设不规范

在建筑施工高大模板支撑体系搭设过程中, 还存在着部分不规范现象, 主要体现在以下几个方面: 一是搭设高大模板支撑体系的时候, 部分施工人员并未根据施工要求来设置纵横向水平杆。水平杆的作用在于给立杆提供侧向约束力, 对立杆与立杆之间建立连接关系, 提供支撑结构的整体性和水平稳定性。一旦

水平立杆的搭设出现问题或是设置数量不合理, 那么便会影响整个高大模板支撑体系的稳定性; 二是施工人员在搭设立杆的时候, 参数设计不科学。立杆和立杆之间的距离太大, 顶层水平杆超出的悬臂端长度过长, 一定程度上影响了高大模板支撑体系的承载能力; 三是施工人员在搭设高大模板支撑体系的时候, 未按照要求来设置扫地杆、垫板, 忽视了地基承载的影响, 容易引发不均匀沉降问题; 四是施工人员在处理节点连接部分的时候还存在着问题, 未能做好立杆搭接工作, 影响了整个体系的稳定性, 容易产生偏心受压情况。

### 1.3 高大模板支撑体系建材问题

在进行高大模板支撑体系搭设的过程中, 施工人员必须严格按照现行的建设规范来确定高大模板结构配件的截面尺寸, 不可低于这一尺寸, 否则容易引发安全事故。部分施工过程中, 施工人员并未按照规定来选择建材, 建材进入施工现场之前也没有进行全面的质量检测, 这难以保证建材质量达标, 建材质量一旦不合格, 必然会影响整个高大模板支撑体系的搭设效果。

### 1.4 管理不到位

高大模板支撑体系施工过程中, 管理因素是影响其施工可靠性的主要因素之一。首先, 部分施工过程中忽视了安全管理工作的开展, 相关单位并没有制定完善的安全生产责任制度, 忽视了高大模板支撑体系搭设方案的设计工作, 并未督促设计人员根据实际情况来进行调整, 整个工作流于形式化; 其次, 监理单位没有在完成方案设计后进行审查, 未能保证设计方案的合理性、可靠性。监理单位未能按照要求来开展

全面的监测工作,对施工人员的监督力度不够,以至于实际施工过程中存在着一定的安全隐患,不利于保证施工质量;最后,部分施工人员在实际施工中未能做好安全技术交底工作,对方案的设计理念理解有偏差,安全事项没能贯彻落实。

## 2 建筑施工中高大模板安全控制的有效措施

### 2.1 强化计算和方案论证

在建筑施工中实施高大模板支撑体系构建工作的时候,一定要注重安全问题,需要进一步强化计算和方案论证,优化设计高大模板施工方案,采取科学的构造措施来保障施工质量。相关人员在编制高大模板支撑体系的搭设方案时,不可脱离施工现场的实际情况,还必须满足技术标准要求,施工方面不可违背相关规定,应当将安全施工放在第一位。以国家相关规范为施工设计依据,及时发现实际施工中的问题。投入使用设计方案前需要做好二次验算工作,旨在发现方案中的问题,做好修正工作,确保设计方案的可行性。设计人员应当选择适合的计算模型和方法,确定好整个模板支撑体系的受力路径,为后续施工作业地开展奠定扎实的基础。

### 2.2 加强搭设安全管理

在进行高大模板支撑体系搭设施工时,施工人员必须加强安全管理工作。该施工属于特种作业施工,因此所有参与该施工作业的人员都应当有相应的证件,做到全员持证上岗,必须掌握相关施工技能。施工人员进场之前,技术人员、管理人员需要与之做好技术交底工作。同时,为了维护高大模板支撑体系搭设施工质量,还要重视施工材料质量检查工作,只有质检合格的施工材料才能投入使用,以免影响整个施工安全。钢管材料不可被腐蚀或是出现弯曲、裂缝,其表面要保持平整<sup>[2]</sup>。另外,还要注重以下几点:一是要提高立杆结构的稳固性,可选择尺寸、强度达标的垫板,将其设置在立杆底部,施工人员要根据规定来设置水平剪刀撑、纵向剪刀撑。将高大模板支撑体系看作是独立整体,搭设过程中要进行全面防护;二是完成高大模板支撑体系搭设工作之后,要做好质量检查工作,需现有施工单位进行自我检查,编制好自检合格单之后,申请监理单位验收。监理单位验收的时候要查看支架搭设是否规范,检查立杆步距是否符合要求,还要检查底座设置情况、剪刀撑布设情况以及构件的牢固性。所有检查均合格之后,才能再继续施工。

### 2.3 强化混凝土浇筑振捣安全管理

在搭设高大模板支撑体系的时候,施工人员还要注重混凝土浇筑振捣工作,需保证施工安全。这是因为高大模板支撑体系搭设并不是一项简单的工作,其存在着一定的风险,一旦混凝土浇筑施工失去稳定,就很容易引发安全问题。施工人员在实际浇筑中,一定要实时观察高大模板支撑体系的受力情况,以免混凝土所受荷载过大而出现坍塌状况。施工人员必须按照规定顺序来进行浇筑,先进行框架柱浇筑,再浇筑墙,同时还要做好混凝土养护作业,确保混凝土强度达标,之后可进行梁板部位的浇筑作业。浇筑板面的时候,要加固布料机,以保障整体的稳定性。与此同时,施工人员还要实时监测高大模板的变形状况,一旦发现问题要立即停止混凝土浇筑振捣,需采取针对性措施来加以处理。

## 3 建筑工程高大模板安全控制案例分析

### 3.1 工程概况

某建筑工程是位于老城区的综合开发项目,综合楼的总建筑面积约为20000m<sup>2</sup>,核心筒剪力墙结构是其主体结构,转换层中存在较多的超限梁,梁截面偏大。该建筑工程项目所处环境较为复杂,周围存在永久围墙,西侧是主干道,也是项目中材料、车辆等物料唯一进场道路,高峰期段的主干道十分拥堵,会对材料运输产生一定的影响。

### 3.2 方案确定和计算

在本工程中构建高大模板支撑体系的时候,需要先确定模板方案。可采用轮扣式模板支撑架,使用钢管扣件来处理横杆不合模数位置。楼板模板可使用覆膜胶合板,其厚度为15mm,板底需要使用规格适宜的次龙骨,木枋和木枋之间要控制在200mm或250mm左右。主龙骨可使用双钢管材料,将可调托撑支撑主龙骨用于立杆顶部。

梁模板钢管立杆顶部应当设置可调节的U型托,以确保轮扣立杆顶端自由端高度在规定范围内。立柱钢管内径应当距离螺杆外径3mm,同时还要把控好立杆和立杆之间的距离,可将立杆和扣件、主架体进行连接<sup>[3]</sup>。

编制方案的时候,还需要做好模型计算工作。高大模板范围中的梁,尺寸各有所不同,高度也有所不同,因此方案的设计还需要在不同条件下进行模型计算。首先,设计人员应当根据施工需求来选择典型的梁截面类型,确定梁的宽度、高度和模板高度;其次,

要对主梁进行验算。验算内容主要包括抗弯验算、抗剪验算、挠度验算、可调托座验算、立杆验算和支座反力计算等,需要确保各项性能参数达到规定的施工标准要求,以免影响最终的施工质量,提升高大模板施工安全。综合分析和计算之后,可得出模板支撑体系的相关结论,确定模板类型,明确次背楞、主背楞的规格,确定好立杆间距和步距。

### 3.3 施工技术安全控制要点

第一,合理设置构造。首先,立杆构造必须达到规定要求。钢管立杆要保持垂直,需将其偏差控制在允许范围内,一般不可超过 50mm。每一根立柱底部都应当设置木垫板,或是设置木枋,其厚度不可超过 15mm。将可调 U 托设置在钢管立杆顶部位置的时候,需控制好螺杆和钢管顶部的间距,通常情况下间距在 400mm 以内。安装的时候立柱钢管和螺杆要同心。如若发现立杆基础高度存在差异,那么一定要做好调节工作,高处的纵向扫地杆应该向下延长,并进行固定,边坡上方的立杆轴线要和边坡保持一定的距离,该距离不可超过 500mm。其次,要控制好水平杆构造。布置纵横向水平拉杆的时候,相关人员必须严格按照土质要求来进行布置,做好拉结工作,可使用适宜规格的拉接杆。实际施工中若是发现拉杆模数同实际情况不相符,则要通过搭接的方式来处理纵向水平杆。需交错布设拉结扣件,两根相邻的纵向水平杆不应当设置于同跨内。搭接长度要在 1m 以上,可设置三个等距离旋转扣件来进行固定<sup>[4]</sup>。最后,有效处理扫地杆结构。扫地杆包括了两种类型,一种是横向扫地杆,另一种是纵向扫地杆,设置这两种扫地杆的方式大致相同,需利用轮扣将其设置在底座表皮节点上,应当注意的是立杆基础高度,如若不同则需要适当延长纵向扫地杆。

第二,加强混凝土浇筑管理。在进行柱、墙混凝土浇筑施工之前,需要先保持模板、下层接缝的湿润性,所使用的混凝土材料应当是同级配材料,以保证混凝土浇筑质量,避免出现蜂窝、麻面等问题。施工人员应当采用分层浇筑法,每层浇筑厚度不可超过 2m,上层浇筑时需插入振动棒,振动棒在下层的插入深度需达到 300mm。由于浇筑截面尺寸偏大,因此需要使用两台振动棒来进行作业;在浇筑梁、板混凝土的时候,要先确定浇筑方向,先 from 大梁中间部位开始浇筑,逐步蔓延至两端,需保证模板支架受力均衡。在浇筑框支梁的时候,应当采用两次浇筑法,第一次的浇筑高度控制在 1m 至 1.2m 之间,等到初凝之后再实施第二

次浇筑,以减轻模板的承载负荷。要注意的是,施工人员在浇筑时要避免施工冷缝的形成,同时要重视固定泵浇筑工作的开展。支架、梁上要用泵管进行支撑,使用旧轮胎支撑钢筋、泵管的接触位置,防止泵管移动,提高整个架体的稳定性。在混凝土强度未达标之前,不可踩踏。

第三,在拆除支撑体系的时候,施工人员一定要按照相关顺序来执行作业。先拆除最后安装的高大模板支撑结构,然后使用分段拆除法来拆除侧模、支撑结构、底模。施工人员需要把控好支撑体系拆除和两端模板的高度差,避免模板对混凝土的碰撞,以免影响混凝土的质量,应当做好边角保护工作<sup>[5]</sup>。

第四,施工人员要把控好各节点。一方面,可根据施工现场的实际情况来调节立杆顶部的自由长度,以确保模板支撑架立体组合模数的可靠性;另一方面,要固定好架体,保证结构的稳定性,可使用钢管、扣件来处理横杆,缩小架体周围边缘和墙体之间的距离。与此同时,还要使用钢管扣件将抱柱锁死。

第五,在进行高大模板施工的时候,施工人员还要做好安全监测工作,搭设高大模板的时候,一定要进行实时监测,以便于全面掌握每一个搭设环节的状况,及时发现其中的安全隐患。应当充分发挥安全员的主观能动性,开展班组日常安全检查工作,所有的安全检查都要进行详细记录,以书面形式呈现。

总而言之,在建筑施工中应当注重高大模板支撑体系搭设工作,施工人员应当按照规定要求来进行方案设计,然后严格按照施工要求来执行作业,把控好施工过程中的每一个环节,以保障高大模板支撑体系的整体稳固性,维护施工安全。

### 参考文献:

- [1] 丁越峰. 建筑施工中高大模板支撑体系的安全控制分析[J]. 科学技术创新, 2023(06):169-172.
- [2] 张德权. 建筑施工中高大模板支撑体系的安全控制分析[J]. 房地产世界, 2021(15):73-75.
- [3] 邹俊星. 建筑工程高大模板支撑体系安全施工工艺及控制措施探讨[J]. 建材与装饰, 2019(16):222-223.
- [4] 闻剑. 高大模板支撑体系的施工技术及安全控制探究[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(22):52-54.
- [5] 宋晓刚. 高大模板支撑体系设计与施工关键技术[J]. 建筑安全, 2023,38(02):60-63,66.

# BIM技术在建筑工程施工管理中的应用

刘文帅

(烟建集团有限公司, 山东 烟台 264000)

**摘要** BIM(建筑信息模型)技术在建筑工程施工管理中的多方面应用带来了显著的变革。从规划设计阶段的高度可视化和协同工作,到施工建设阶段的精确施工指导和进度管理,再到竣工与运维阶段的细致文档管理和高效的设施维护,BIM技术展示了其在提高效率、降低成本、优化质量管理以及加强项目控制等方面的重要作用。此外,文章还强调了BIM技术在促进建筑行业现代化和智能化方面的关键作用,它不仅使建筑项目管理更加高效和精准,也为应对未来挑战提供了坚实的基础。本文旨在深入分析BIM技术在建筑工程施工管理中的应用,突显其在推动行业创新和发展中的关键角色。

**关键词** BIM技术; 建筑工程; 施工管理

**中图分类号:** TU71

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)01-0082-03

BIM技术作为一种革新性的解决方案,正逐渐在建筑工程施工管理中扮演着至关重要的角色。它通过集成和分析建筑项目的多维数据,为设计、施工、竣工和运维各个阶段提供全面的支持和改进。BIM技术不仅能优化建筑设计和施工流程,还能大幅提升项目管理的效率和质量。

## 1 BIM技术概述

### 1.1 BIM技术含义

BIM(建筑信息模型)技术作为当前管理建筑项目的核心技术,已广泛应用于工程设计领域。这项技术主要通过整合各种数据来创建建筑信息的详细模型。在BIM的作用下,从设计到施工再到管理,每一个环节的建筑信息都被有效集成。它的关键在于将所有信息汇聚于一个三维模型数据库中,使得相关人员能够轻松访问和使用这些信息。BIM技术不仅符合现代建筑行业的发展趋势,而且在节能和移动性方面表现出色,成为建筑行业的一种流行趋势。

此外,BIM技术在提高设计质量、缩短项目周期、降低成本以及增强项目可视化方面发挥着重要作用。通过实时的数据分析和可视化,它能够在项目早期发现潜在的设计和施工问题,从而避免返工和延误。同时,BIM的应用还助力于更精确的成本估算和更高效的资源管理,能进一步提高建筑项目的整体效率。随着技术的不断进步和创新,BIM技术正在迅速成为建筑行业不可或缺的一部分,为这个领域带来前所未有的变革<sup>[1]</sup>。

### 1.2 BIM技术的特点

1. 可视化。BIM技术在建筑工程施工管理中的一

个显著特点是其高度的可视化。这种可视化不仅限于静态的图像展示,更包括动态的、多维度的项目展现。BIM技术通过三维模型生动地呈现建筑物的每一个细节,包括结构、管线、电气和装饰等各个方面。这样的可视化对于项目团队来说是极具价值的,它使得设计师、工程师和施工团队能够更加直观地理解设计意图和施工要求,有效减少误解和错误。此外,BIM的可视化功能还支持模拟建筑物的施工过程和操作,帮助团队预测和解决出现的问题。例如,通过BIM模型可以模拟日照分析,了解不同时间和季节光照对建筑内部的影响。

2. 协调性。在传统的建筑项目中,设计和施工往往是分开进行的,这容易导致信息孤岛和沟通不畅。BIM技术通过集成不同阶段的信息,打破这种隔阂,促进了项目各方的有效沟通和协作。它允许不同专业的团队成员同时访问和修改同一个模型,实现设计意图与施工实际的无缝对接。此外,BIM还能够检测设计中的冲突和矛盾,如管道和梁的空间冲突,从而在问题实际发生前提前解决。

3. 整合性。在建筑工程施工管理中,BIM技术不仅仅是一个设计工具,它更是一个综合性的项目管理平台。BIM集成设计、施工、成本和时间管理等多个方面的数据,形成一个全方位、多维度的工程管理体系,这种整合性使得项目管理更加高效和系统化。例如,BIM技术可以将施工进度与模型相结合,实现施工进度的可视化管理。同时,它还能够整合成本数据,辅助项目经理进行更精确的成本控制和预算管理。此外,BIM技术还支持与其他软件的集成,如GIS(地理信息

系统)和 ERP (企业资源规划)系统,进一步扩展其应用范围和效能<sup>[2]</sup>。

## 2 建筑工程施工管理问题

### 2.1 进度管理

在建筑工程施工管理中,进度管理是一个复杂且充满挑战的领域,面临着多方面的问题。首先,项目进度的不确定性是一个主要问题。建筑项目通常涉及众多复杂的环节,包括设计、材料采购、施工等,每个环节都会受到各种外部和内部因素的影响。例如,供应链的波动会导致材料延迟到场,恶劣天气会影响施工进度,设计更改需要额外的时间进行调整。这些不确定因素往往难以预测,给进度管理带来极大的挑战。此外,项目进度的管理还受限于传统的工具和方法。

另一个问题是项目进度管理中的沟通和协调障碍。建筑工程项目通常涉及多个团队和部门,每个团队有不同的工作流程和优先级,这会导致信息传递不畅和工作协调困难。例如,设计团队的更改没有及时通知到施工团队,或者不同承包商之间的工作安排冲突。这些沟通和协调上的问题会导致进度管理混乱,增加项目延误的风险。此外,缺乏有效的监督和控制机制也是进度管理中的一个关键问题。在没有实时监控和适当的进度跟踪系统的情况下,项目经理难以准确评估项目进度,从而无法及时采取措施纠正偏离计划的情况。

### 2.2 质量管理问题

在建筑工程施工的质量管理领域,项目面临着多种复杂和棘手的问题。首先,质量控制的一大难点在于标准的不一致性和执行力的不足。建筑项目涉及多个环节和多个参与方,每个环节的质量标准存在差异,且执行标准的严格程度也各不相同。例如,使用的材料未能达到预定的质量标准,或者施工过程中的某些步骤未能严格遵循设计规范。这种标准的不一致性和执行的松懈,最终会导致工程质量的整体下降。另外,质量管理中还存在着监督和检验的不足。有效的质量控制需要持续的监督和定期的检验,但在实际操作中,这些活动往往受限于资源和时间的制约。例如,由于人力和财力的限制,某些关键的质量检验无法及时或彻底地进行,从而导致质量问题在项目后期才被发现。

质量管理的另一个主要问题是技术和技能的不足。建筑工程是一个技术密集型行业,高质量的成果依赖于先进的技术和熟练的工人。然而,在许多项目中,由于技术更新的滞后或工人技能的不足,质量管理面临严峻挑战。例如,新材料或新技术的使用因为缺乏相应的技术支持和经验积累而无法达到最佳效果。此

外,工程项目中的沟通问题也是影响质量管理的一个关键因素。设计意图和施工要求的传递过程中出现误解或信息丢失,导致实际施工与设计图纸存在偏差。这种沟通不畅不仅会增加返工的风险,也会降低工程的最终质量。

### 2.3 成本管理

在建筑工程的成本管理中,诸多问题显著影响着项目的经济效益。首先,预算超支是一个常见且棘手的问题。建筑项目的成本管理需要精确的预算规划和严格的成本控制,但实际情况往往是预算编制时的不确定性高,加上市场价格波动、设计变更、意外事件等因素的影响,使得最终成本容易超出预算。例如,原材料价格的突然上涨或者施工过程中发现的未预见问题,都会导致额外的支出。此外,成本管理的精确性和透明性不足也是一个主要问题。

第二个主要问题是成本管理中的风险评估和管理不足。建筑项目通常涉及多方面的风险,包括施工风险、市场风险、财务风险等,这些风险如果没有得到充分的识别和管理,都会导致成本的增加。例如,项目在施工过程中遭遇自然灾害、劳动力短缺或法规变更等问题,都会带来额外的成本压力。同时,项目在成本管理上缺乏灵活性和应对突发事件的能力也是一个问题。建筑项目的环境和条件是不断变化的,但成本管理往往缺乏相应的灵活性来适应这些变化,这使得项目难以有效应对突发事件,增加成本超支的风险<sup>[3]</sup>。

## 3 BIM 技术在建筑项目管理中的应用

### 3.1 在规划设计阶段的应用

在建筑项目的规划设计阶段,BIM (建筑信息模型)技术发挥着至关重要的作用。首先,BIM 技术通过其高级的可视化功能,为设计团队提供了一个直观且详细的三维设计平台。这不仅使设计师能够以更加直观的方式展现其设计构想,而且还能促进与客户和其他利益相关者之间更有效的沟通。例如,BIM 模型可以展示建筑物的具体外观、内部布局及其与周围环境的关系,使得项目各方能够清晰地理解设计意图,并在早期阶段提出反馈和建议。此外,BIM 技术在设计阶段还支持多方面的分析,如日照分析、能源效率评估等,这有助于优化设计方案,确保建筑的功能性和可持续性。

在规划设计阶段,BIM 技术还能提供强大的协作平台。通过 BIM,设计团队可以在一个共享的模型上进行协同工作,这样不仅能提高工作效率,还有助于减少错误和遗漏。BIM 模型能够实时更新,确保所有团队成员都能够访问最新的设计信息。此外,BIM 技术还能够

集成各种设计数据,包括材料属性、成本估算和施工方法等,从而使得设计决策更加全面和精确。这种综合的设计方法不仅能提高设计质量,也为后续的施工和管理阶段打下坚实的基础<sup>[4]</sup>。

### 3.2 施工建设阶段应用

在建筑项目的施工建设阶段,BIM技术的应用能极大地提升施工效率和质量。首先,BIM技术通过其详细的三维模型为施工团队提供一个准确的施工蓝图。这个蓝图不仅包括建筑物的结构细节,还细化到管道、电气和其他安装的具体布局。这种精确的指导有助于施工团队更快、更准确地完成工作,减少因误解设计图纸而造成的错误和返工。例如,BIM模型能够提供管道安装的精确位置和尺寸,避免现场的重新测量和调整。此外,BIM技术还支持施工模拟,施工团队可以在模型中模拟各种施工场景,预测并解决出现的问题,比如材料的运输和储存问题。

在施工建设阶段,BIM技术还能大大增强项目管理的效率。BIM模型能够实时更新施工进度和变更,为项目管理者提供实时的项目信息,使项目管理者能够迅速做出调整和决策,确保项目按计划推进。例如,如果发现某一施工环节延误,项目管理者可以立即采取措施,重新安排工作计划,以避免整个项目的延误。此外,BIM技术还为成本管理提供支持,通过跟踪实际施工与预算之间的差异,帮助管理者更好地控制成本。

### 3.3 竣工阶段应用

在建筑项目的竣工阶段,BIM技术的应用同样发挥着关键作用。这一阶段的一个主要特点是对建筑项目进行最终的审核和评估,确保所有工作符合设计要求和规范标准。BIM技术在这里扮演着重要角色,提供一个详细和准确的三维模型,作为实际建筑与设计之间对比的基础。利用BIM模型,项目团队可以对照设计图纸和规范,进行详细的检查,确保每个部分都按照预定的标准完成。例如,BIM模型可以用来验证建筑物的尺寸、布局、材料使用等是否与设计图纸一致。此外,BIM技术还支持完成项目的文档和资料收集,包括施工过程中的变更记录、材料使用情况等,为项目交付和后续维护提供全面的信息支持。

在竣工阶段,BIM技术还极大地促进了建筑项目的交付和移交过程。通过BIM模型,项目团队能够生成详细的建筑物操作和维护手册,为业主或运营团队提供必要的信息,包括维护指南、设备手册和保修信息等。这种信息的传递不仅提高了交付的效率,也确保了建筑物在后续运营阶段的高效管理。例如,BIM模型可以提供详细的设备位置和规格信息,便于未来的维护和

维修工作。此外,BIM模型的数据可以被用于建筑物的能效管理和空间规划,支持业主在运营阶段做出基于数据的决策。

### 3.4 运维阶段的应用

在建筑项目的运维阶段,BIM技术能提供强大的支持和优势。首先,BIM模型为建筑物的维护和管理提供详尽的信息和数据。这些数据包括建筑物的详细结构、材料属性、设备信息以及历史维护记录等,为运维团队提供宝贵的参考和指导。这些信息的可用性使得日常维护工作更为高效,减少对于建筑物的长期损害和潜在故障的风险。例如,BIM模型可以帮助运维人员快速定位设备故障位置,理解其安装和操作方式,从而提高维修效率。

在运维阶段,BIM技术还支持空间和资产管理。BIM模型能提供建筑物内部空间的详细布局,包括房间的尺寸、布局和用途,为空间规划和优化提供有效的工具。这使得运维团队能够更好地管理和利用空间资源,提高建筑物的使用效率。例如,通过BIM模型,可以对建筑内部的空间分布进行优化,调整办公室布局或重新规划公共区域。此外,BIM模型还可以用于追踪和管理建筑物内的资产,如家具、设备等,为资产维护和更换提供准确的记录和参考<sup>[5]</sup>。

## 4 结语

总而言之,BIM技术在建筑工程施工管理中的应用标志着行业向高效、精确和可持续发展的重要转变。从规划设计阶段的详细可视化、协作增效,到施工建设阶段的精准施工蓝图和进度控制,再到竣工和运维阶段的全面文档管理和高效设施维护,BIM技术贯穿于整个建筑项目的生命周期。BIM技术为应对未来建筑领域的挑战提供强大的工具和支持。因此,BIM技术在建筑工程施工管理中的应用对于推动行业的持续创新和发展具有深远的意义。

## 参考文献:

- [1] 杨晶,衣兆林.BIM在住宅建筑装修工程管理中的应用[J].大众科技,2022,24(03):30-33.
- [2] 陶红星,王少非,史亚彬,等.基于BIM技术的装配式钢结构建筑工程管理[J].建筑技术,2022,53(03):347-349.
- [3] 曹桐瑀.BIM技术在建筑施工中的应用[J].住宅与房地产,2021(31):196-197.
- [4] 兰云龙.浅谈建筑工程施工管理中进度管理应用[J].中国建筑金属结构,2021(10):14-15.
- [5] 孙秋荣.基于BIM技术的某超高层钢结构项目施工可视化仿真研究[J].钢结构,2019(02):116-120.

# 医疗器械质量管理体系检查方法探析

雷王啸, 王 鹏

(东阿阿华医疗科技有限公司, 山东 聊城 252200)

**摘要** 医疗器械的质量管理直接关系到患者的生命安全和健康, 因此建立健全的质量管理体系显得尤为重要。在不断发展的医疗领域, 质量管理体系的检查方法成为确保医疗器械安全性和有效性的的重要手段。本文深入探讨医疗器械质量管理体系的检查方法, 从法规遵从、产品验证、过程控制等多个维度入手, 分析其实施过程中的挑战和优化路径, 旨在为提升医疗器械行业的质量水平提供理论支持和实践参考, 有望为医疗器械企业和监管机构提供更全面、系统的质量管理体系检查方法, 以推动医疗器械行业的可持续发展。

**关键词** 医疗器械; 管理体系; 检查方法

中图分类号: TH77

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0085-03

医疗器械指的是能够直接或者间接影响人体健康的仪器设备等, 包含的仪器种类数量众多, 所能够应用到的范围也较为广泛, 除此之外, 还包括所能够使用到的计算机软件。由于医疗器械在使用的时候主要是通过物理方法达成治疗目标, 而非依赖于药理学、免疫学等理念。所以, 医疗器械很多时候只能起到辅助作用。相关工作人员需要根据风险等级的不同实施有针对性的医疗器械管理模式。第一类是风险程度较低的医疗器械, 这类器械的安全性和有效性通常情况下能够依赖严谨的常规管理方式得到保障。第二类器械具有中等风险, 应该实施更加严格的管理措施。第三类则是具有较高风险的器械, 需要工作人员采取特殊严格的措施进行管理, 确保器械的安全使用。

## 1 医疗器械质量管理体系的概念

医疗器械质量管理体系是指为确保医疗器械制造和使用过程中的质量安全而建立的一套组织结构、政策、程序、流程和资源的框架。该体系的目标是保障医疗器械产品的质量、有效性和安全性, 以满足患者和医疗专业人员的需求, 并符合法规和标准的要求。医疗器械质量管理体系的建立基于质量管理的核心原则, 包括全员参与、过程方法、系统方法、持续改进、事实决策等。该体系通过明确质量目标、制定相应的质量策略和程序, 确保医疗器械的生产、设计、采购、销售和服务等环节都遵循一致的质量标准<sup>[1]</sup>。

## 2 医疗器械质量管理体系的问题

### 2.1 监管权与责任无法契合

医疗器械质量管理体系的问题在于监管权与责任之间存在明显的契合不足, 这一不匹配导致了一系列

潜在的风险和挑战。监管机构在法规制定和执行方面的权责划分并不明确, 可能存在监管权的不足以及责任分散的问题。这种情况可能导致监管体系的漏洞, 使一些医疗器械企业得以规避监管, 从而增加了患者和公众的风险。不同监管部门之间的信息共享和协调机制不够完善, 容易出现信息滞后、监管措施交叉或错漏等问题, 使得一些医疗器械企业能够逃避全面监管, 加剧了市场混乱和不规范。此外, 监管体系对新技术和新型医疗器械的适应性不足也是一个问题。随着科技的发展, 新型医疗器械层出不穷, 但监管体系的更新速度较慢, 可能导致对新技术的监管滞后, 使一些创新性的医疗器械未能得到及时监管, 增加了患者使用这些器械的风险。监管权与责任不契合还可能引发监管部门和企业之间的矛盾。如果责任不明确, 企业可能会在质量管理上存在漏洞, 监管机构则难以对企业履行责任进行有效监督, 使得医疗器械市场缺乏有效的监管机制, 损害了患者和公众的利益。

### 2.2 监管能力需要不断提升

医疗器械质量管理体系的有效性直接关系到患者的安全和医疗质量。然而, 在不断发展的医疗领域中, 监管机构的能力需要不断提升, 以更好地应对新兴技术和市场变化带来的挑战。监管机构应关注医疗器械技术的不断创新。随着科技的飞速发展, 新型医疗器械层出不穷, 监管机构需要不断更新知识体系, 了解最新的医疗技术和产品。只有深入了解这些技术, 监管机构才能更全面、有效地评估医疗器械的质量和安全性。监管机构应关注全球化背景下的供应链管理。医疗器械产业的全球化导致了供应链的复杂性增加, 监管机构需要更强大的能力来监督跨国企业和供应商。

对于原材料的采购、生产环节的质量控制以及跨国分销过程中的监管,都需要监管机构具备更强的协调和执行力。

此外,监管机构应更加强调数据安全和隐私保护。随着医疗器械中的信息技术应用日益广泛,监管机构需要更深入地了解医疗器械中的数据流动和处理过程,确保患者数据的安全性和隐私保护。加强对数据采集、存储和传输环节的监管,是监管机构应对新挑战的必要举措<sup>[2]</sup>。

### 2.3 医疗器械发展不够成熟

由于医疗器械技术和标准的快速更新,质量管理体系相对滞后,难以迅速适应新技术和新产品的出现,导致质量管理体系不完善,无法全面覆盖新兴医疗器械领域,增加了潜在的质量风险。不同类型的医疗器械涉及不同的技术、制造流程和使用环境,因此,制定一个适用于所有医疗器械的通用质量管理标准变得十分困难。这种复杂性可能导致质量管理体系在特定领域的适用性不足,影响医疗器械整体的质量水平。医疗器械领域的监管体系也存在一定的滞后性,导致质量管理体系的监管和执行力度不够。监管部门需要更加主动地了解和跟踪医疗器械的发展,及时更新监管政策和标准,以确保质量管理体系能够有效地适应行业的变化。医疗器械行业的快速发展也带来了市场竞争的加剧,一些企业为了迎合市场需求可能忽视了质量管理体系的建设。这种以速度为导向的发展方式可能导致医疗器械的设计、生产和销售环节存在隐患,使得质量管理体系在实际应用中难以发挥其应有的作用。

## 3 医疗器械质量管理体系检查方法

### 3.1 重视完善文件管理制度

文件管理制度是医疗器械企业质量管理的核心,直接关系到产品的生命周期全过程。建立规范性文件管理制度有助于确保医疗器械生产、检验和销售过程的规范性。检查方法应强调对相关文件的合规性和及时性审查,以确保质量管理体系的实施符合法规和标准要求。文件管理制度的完善对于产品质量的稳定性和可追溯性至关重要。检查方法应包括对文件版本控制、修订记录和变更管理的审核,以确保所有关键信息的准确记录和及时更新。这有助于在产品发生问题时,能够快速追溯到相关文件,加速问题的解决过程,提高事件应对的效率。

此外,检查方法还应注重培养员工的文件管理意

识。定期培训和考核可以确保员工了解并遵守文件管理制度,从而减少人为因素对医疗器械质量的潜在影响。这方面的检查方法可以包括对员工培训档案和考核记录的审查,以评估员工对文件管理制度的理解程度和执行情况<sup>[3]</sup>。

### 3.2 清晰划分器械管理责任

医疗器械质量管理体系的检查方法是确保医疗器械安全性和性能可靠性的关键环节之一,而在这一过程中,清晰划分器械管理责任显得尤为重要。有效的器械管理责任划分可以确保各个环节都有明确的职责,从而更好地保障患者的生命和健康。检查方法应该重点关注医疗器械的研发和设计阶段。在这个阶段,科研人员和设计师需要承担起管理责任,确保器械的设计符合标准和患者需求。检查方法可以包括对设计文档的详尽审查,以及对设计过程的监控,以防止潜在的质量风险。生产制造环节也是医疗器械质量管理的重要一环。制造商需要建立健全的管理体系,确保生产过程的各个步骤都符合质量标准。检查方法可以通过对生产线的定期检查、对原材料的质量把控以及对工艺流程的监控来实现。同时,设立生产过程中的质量控制点,及时发现并纠正潜在的问题。另外,分销和使用环节也需要明确的管理责任。分销商要确保医疗器械的运输、储存和销售过程中符合相关规定,以防止器械在流通过程中遭受损坏或污染。医疗机构则需要建立健全的质量管理体系,包括设立培训计划、制定使用规范等,确保医务人员正确、安全地使用医疗器械。售后服务也是医疗器械质量管理的重要组成部分。制定明确的售后服务政策,建立完善的用户反馈机制,及时处理和反馈用户的投诉和意见,以提升医疗器械的整体服务质量。

### 3.3 做好关键过程控制工作

医疗器械质量管理体系的检查方法对于确保产品质量、提高患者安全水平至关重要。在这个过程中,做好关键过程控制工作是确保医疗器械质量的重要环节,必须对制造流程中的关键节点进行精准定位,明确关键过程,建立完善的监控体系。通过实施先进的监测技术和设备,对关键过程进行全面、持续地监测,实现全程可控。在关键过程控制中,强调标准化操作程序的制定和执行,确保每一步骤都按照规定进行。通过培训和考核人员,提高其操作技能,确保每个环节的准确性和稳定性。同时,建立健全的记录体系,

详细记录关键过程的各项数据,为后续质量分析提供有力支持。对于原材料的控制也是关键过程控制的重要环节。确保原材料的质量符合规定标准,通过供应链管理 and 严格的采购程序,减少原材料带来的潜在风险。建立供应商合作机制,与优质供应商建立长期稳定的合作关系,共同维护产品质量。在关键过程控制的基础上,建议实施全员参与的质量管理文化。通过培训,使所有员工都具备质量意识,激发其对产品质量的责任心。建立沟通渠道,鼓励员工提出改进建议,形成持续改进的良性循环。定期进行内部审核和外部认证,验证关键过程控制的有效性。及时发现潜在问题,采取纠正措施,不断提高医疗器械质量水平。通过站在做好关键过程控制的角度,医疗器械企业能够更好地应对市场挑战,为患者提供更为安全、可靠的产品。

### 3.4 完善医疗器械设备管理

医疗器械质量管理体系必须建立全面而系统的检查框架,以确保所有关键环节均受到覆盖。这包括生产、采购、运输、储存、使用等各个阶段,通过对这些环节的精细监管,可有效减少潜在风险。再加上现代科技如物联网、大数据、人工智能等在医疗器械质量管理中发挥着越来越重要的作用。通过引入智能感知技术,实现对医疗器械的实时监控,能够及时捕捉设备异常,提前预警,降低因设备故障导致的风险。

此外,要重视数据的收集与分析。建立健全的数据管理系统,对医疗器械使用过程中的关键数据进行采集和分析,有助于深入了解设备的运行状况、维护需求以及潜在风险。基于数据的决策将更加科学合理,为医疗器械的科学管理提供可靠支持。

同时,注重培养专业人才的重要性也不可忽视。医疗器械质量管理需要专业的技术团队,能够深入了解医疗器械的特性,熟悉最新的技术标准和法规,从而更好地制定和实施检查方法。

医疗器械质量管理不是某个环节的事务,而是一个全过程的系统工程,各个环节之间的紧密协作和信息的畅通,能够更好地发现和解决问题,促进医院内部各个部门之间的密切合作,形成一个良好的管理生态圈。

### 3.5 着重做好供应商的管理

供应商作为生产链中至关重要的一环,其产品和服务的质量直接关系到医疗器械的安全性和性能。因此,在检查医疗器械质量管理体系时,着重从供应链

管理的角度进行审查是至关重要的。医疗器械企业应确保建立科学、全面的供应商选择程序,包括对供应商资质、生产能力、质量管理体系等方面的综合评估。通过建立合理的评价标准,确保与供应商的合作符合医疗器械质量管理的要求。检查供应商是否建立了完善的质量管理体系,包括质量控制、过程监控、异常处理等环节,有助于确保供应商生产的医疗器械符合相关标准和法规,降低质量风险。供应商应当具备持续改进的意识和能力,能够根据市场和技术的变化不断提升产品和服务的质量水平。医疗器械企业可通过审查供应商的改进记录、技术创新能力等方面来评估其持续改进的能力<sup>[4-5]</sup>。还要建立健全的供应商沟通机制,确保在生产过程中及时获取关键信息。透明的供应链有助于降低信息不对称带来的风险,提高医疗器械企业对供应链的控制力。

## 4 结语

综上所述,在医疗器械领域,质量管理体系检查是确保产品安全性和性能的关键环节。工作人员需要深入探讨医疗器械质量管理体系检查的方法,强调标准化、合规性和不断优化的重要性。通过深入了解各个检查环节,工作人员可以更好地识别和解决潜在的质量问题,从而提高医疗器械的整体质量水平。检查方法的不断创新和完善是推动医疗器械行业可持续发展的动力,这些方法的应用能够在未来为患者提供更安全、更可靠的医疗器械产品,为医疗健康事业贡献更大的力量。

## 参考文献:

- [1] 潘辛梅,谢林利,马攀,等.新版《医疗器械临床试验质量管理体系规范》要点解读与思考[J].中国医疗设备,2023,38(04):119-123,135.
- [2] 何婷.体外诊断试剂生产企业质量管理体系的关键控制点梳理[J].中国医疗器械信息,2021,27(19):5-8,11.
- [3] 张晓燕,朱丹丹,高关心,等.医疗器械临床试验中的人类遗传资源质量管理体系构建的探讨[J].中国医药生物技术,2021,16(02):161-165.
- [4] 刘毅,王浩,李澍,等.人工智能医疗器械企业质量管理现状调研[J].中国医疗器械杂志,2021,45(02):194-199.
- [5] 朱静,周冬,张弦.医疗器械质量管理体系检查方法浅析[J].中国医疗器械信息,2023,29(03):7-9,23.

# 工程项目管理中实施工期控制策略探析

程家云

(德希尼布化学工程(天津)有限公司上海分公司, 上海 200030)

**摘要** 工程项目管理是一个复杂而关键的过程,它涉及项目的规划、组织、协调、控制和评估。在这些环节中,工期控制是至关重要的。工期控制不仅关系到项目的进度,还与项目的成本、质量、风险控制密切相关。因此,如何在工程项目管理中实施工期控制,是工程项目管理研究的重要课题。

**关键词** 工程项目管理; 工期控制; 工程管理制度; 人员素质教育; 合同管理

中图分类号: TU712

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0088-03

在实际的建筑工程管理中,工期控制无疑是最为重要的内容之一。合理的控制工期不仅可以保障项目的有序进行,还能有效地提高建筑企业的经济效益,同时确保建筑工程在原定的计划内投入运营。这不仅关系到建筑企业的信誉和形象,更关系到整个工程项目的质量和效益。建筑工程的施工期间是一个复杂而多变的过程,各种因素都可能影响工期的进展。从天气变化到材料供应,从设计变更到施工人员的技能水平,这些因素都可能对工期产生影响。因此,有效的工期控制不仅需要准确预测和评估各种风险因素,更需要采取积极的措施进行管理和应对。

## 1 工程项目管理中工期控制的重要性

在工程项目管理中,工期控制是至关重要的环节。工期控制不仅关系到项目的进度,还与项目的成本、质量、风险控制密切相关。首先,工期控制是项目成本控制的重点。在工程项目中,时间成本占据了很大的比例。如果项目不能按时完成,可能需要增加人力、物力等资源投入,从而增加项目成本。因此,有效的工期控制可以降低项目成本。其次,工期控制可以保证项目质量。在工程项目中,时间与质量存在一定的关系。合理的工期安排可以保证项目团队有足够的时间进行质量检查和验收,从而确保项目质量。最后,工期控制可以降低项目风险。在工程项目中,时间风险是一个不容忽视的问题。如果项目不能按时完成,可能会引发合同违约、客户投诉等风险。因此,有效的工期控制可以降低项目风险,保障企业的声誉和利益。

## 2 工程项目管理中工期控制存在的问题

在工程项目管理中,工期控制是至关重要的一环。然而,当前许多工程项目在工期控制方面存在一些问题,

这些问题给工程项目的顺利实施带来了不利影响。

### 2.1 工期控制意识不强

许多工程项目管理人员并没有充分认识到工期控制的重要性,缺乏强烈的工期控制意识,导致在项目实施过程中,经常出现工期延误、赶工过度等问题,给工程项目的质量、成本和安全等方面带来了不良影响。

### 2.2 工期计划不够科学

工期计划是工期控制的基础,但当前许多工程项目在制定工期计划时缺乏科学性和严谨性,导致工期计划存在不合理、不完整、不细致等问题,无法满足工程项目的实际需求。在实际施工过程中,经常出现工期计划与实际施工进度脱节的情况,给工期控制带来了很大的困难。

### 2.3 工期控制手段落后

许多工程项目在工期控制方面仍然采用传统的手工管理方式,缺乏现代化的工期控制手段,导致工期控制效率低下,无法实现实时监控和调整,也无法对工期数据进行深入分析和挖掘,给工程项目的决策和管理带来了很大的不确定性。

### 2.4 工期风险管理不足

工期风险管理是工期控制的重要环节,但当前许多工程项目在工期风险管理方面存在不足,导致在工程项目实施过程中,经常出现无法预料的风险因素,给工程项目的顺利实施带来了很大的影响。

## 3 工程项目管理中实施工期控制的策略

### 3.1 完善工程管理制度

对于相关工程的管理者而言,制定合理的工程管理制度是至关重要的。在工程项目中,管理者应结合

实际情况,充分考虑项目的规模、复杂性、资源、环境等因素,制定科学、合理、可行的工程管理制度。该制度应涵盖项目的规划、组织、协调、控制和评估等方面,明确各岗位的职责和权力,为项目的顺利实施提供制度保障。同时,管理者应监督制度的执行情况,及时发现问题并采取措施予以解决。在工程项目中,项目经理是关键人物之一。项目经理应具备管理能力和组织能力,能够有效地组织和管理项目团队,协调各方面资源和工作,确保项目的顺利实施。因此,在选择项目经理时,应充分考虑其管理经验、知识、技能和素质,确保其能够胜任这一重要职位。建立监督小组是实现工期控制的有效手段。监督小组应由经验丰富的专业人员组成,对整个工程项目进行监督工作,包括进度、质量、成本等方面。监督小组应及时发现问题并督促整改,确保项目的顺利进行。同时,监督小组还应建立有效的沟通机制,加强与项目团队、承包商、供应商等的沟通协调,确保项目进度和质量可控。完善奖罚制度是激励员工积极参与工作并提高工作效率的重要手段。在工程项目中,应建立科学的奖罚制度,明确奖励和惩罚的标准和程序。对于表现优秀的员工,应给予适当的奖励,如晋升、加薪、奖金等;对于表现不佳的员工,应进行适当的惩罚,如扣减工资、调岗等<sup>[1]</sup>。通过这种方式,可以激励员工积极投入工作,提高工作效率和质量。

### 3.2 强化人员素质教育

工程管理时期,项目经理以及各个项目部门的管理人员的组织能力对于项目的成功实施至关重要。对于项目经理而言,其组织能力是非常关键的。项目经理是整个项目的核心人物,负责整个项目的策划、组织、协调和控制。在选择项目经理时,建筑企业应注重其管理经验、知识、技能和素质等方面。一个优秀的项目经理应具备全局观念,能够有效地组织和协调各个部门和团队,确保项目的顺利实施。在项目实施阶段,项目经理应定期组织整个施工团队开展项目工程管理大会。通过这种形式,各个部门的管理人员可以相互了解、沟通交流,共同解决项目中遇到的问题。同时,每个项目施工小组也要保证定期开展工作交流会,及时反馈施工进度情况,共同探讨解决遇到的问题。通过这种形式,可以增强团队的凝聚力和合作精神,提高项目实施效率和质量。

除了以上措施外,建筑企业还可以采取以下几种方式来提高项目经理及各项目部门管理人员的组织能

力:(1)提供培训机会:建筑企业可以定期为项目经理及各项目部门管理人员提供培训机会,提高他们的专业知识和技能水平,使其更好地应对项目实施中遇到的问题。(2)建立激励机制:建筑企业可以建立激励机制,鼓励项目经理及各项目部门管理人员发挥自己的创造性和团队合作精神,共同推动项目的顺利实施。(3)加强团队合作:建筑企业应加强团队合作,鼓励项目经理及各项目部门管理人员之间的沟通与合作,形成相互支持、相互配合的工作氛围,提高项目实施效率和质量。(4)建立信息共享平台:建筑企业可以建立信息共享平台,使项目经理及各项目部门管理人员能够及时获取项目相关信息和数据,以便更好地进行决策和调整工作计划。(5)培养创新意识:建筑企业应鼓励项目经理及各项目部门管理人员培养创新意识,不断探索新的管理方法和手段,以提高项目实施效率和质量<sup>[2]</sup>。

### 3.3 优化施工计划和技术手段

在工程项目管理中,最重要的是不断优化和调整工程管理的技术手段。企业应加强对项目经理及各项目部门管理人员的培训,使其掌握最新的工程管理和方法。同时,企业还应引进先进的施工技术和设备,如新型建筑材料、智能化的施工设备等,以提高施工效率和质量。企业应增派监督人员对项目中的每一个环节进行动态监督。通过对施工进度的监督,企业能及时发现并采取措施予以解决,确保施工计划的有效落实。同时,监督人员还可以对施工质量进行严格把关。例如,将BIM技术与建筑工程相互结合,通过BIM技术的可视化、模拟性和协调性等特点,提高施工质量和效率。BIM技术可以实现对建筑工程的数字化管理和操作,从设计、施工到运营等各个环节都能够得到有效的管理和控制。通过BIM技术的应用,企业可以更好地协调各个部门之间的工作,优化施工流程和管理流程,提高项目实施的协同效应和整体效益<sup>[3]</sup>。企业还可以采用其他先进的技术手段来优化工程管理。例如,引入云计算、大数据等新兴技术,实现工程管理的智能化和精细化。这些技术可以帮助企业更好地分析数据、预测风险、优化流程等,提高项目实施的效率和效益。企业应积极探索新的管理模式和方法。例如,引入项目式管理、全面质量管理等先进的管理模式和方法,提高工程管理的科学性和有效性。这些管理模式和方法可以帮助企业更好地组织和管理团队、优化工作流程、提高工作效率等。

### 3.4 重视合同管理

在工程推进的过程中,合同是单位之间各项工作开展的法律凭据,合同明确了合同双方的义务以及权利,同时也能够有效保障工程项目的开展,为了能够加强工期控制,建筑企业以及施工单位一定要加强对合同的重视程度。在制定合同时,建筑企业和施工单位应充分沟通和协商,明确整个工程的施工工期、质量标准、付款方式等关键要素。同时,为了确保合同的有效性和可执行性,以下要点需要特别注意。

1. 合同内容应由双方共同制定:合同的相关内容一定要由建筑企业和施工单位双方一起制定完成。这可以确保双方对合同条款的理解和认同,避免后续的争议和矛盾。

2. 明确施工工期:在合同中应明确整个工程的施工工期,包括开工日期和竣工日期。这样可以确保建筑企业能够按时交付项目,施工单位能够按照规定时间完成施工任务。

3. 支出项目的规定:合同中还要明确各种支出项目的规定,包括材料费、人工费、设备费等<sup>[4]</sup>,可以确保双方对工程费用的认同,避免因费用问题而产生纠纷。

4. 质量标准和验收方式:合同中应明确质量标准和验收方式,包括施工材料的质量要求、施工工艺的规范、验收流程等。这样可以确保建筑质量和安全,同时也可以避免因质量问题和验收方式而产生的争议。

5. 付款方式和结算方式:合同中应明确付款方式和结算方式,包括工程款项的支付时间、支付比例、支付方式等。这样可以确保双方的权益得到保障,避免因资金问题而影响工程的进展。

6. 违约责任和处理方式:合同中应明确违约责任和支付方式,包括对违约行为的认定和支付方式等。这样可以确保在出现违约情况时,双方能够按照合同约定进行处理,保障项目的顺利进行。

7. 其他补充条款:根据实际情况,双方还可以协商制定其他补充条款,如安全施工要求、环境保护措施、知识产权保护等。这些条款可以进一步明确双方的权利和义务,保障项目的顺利实施。

### 3.5 加强施工管理的监督

在工程项目管理推动的过程中应当加强监督,建筑企业应当提高监督人员的技能水平,确保在工期控制工作推进的过程中能够充分发挥工作人员的监督作

用,仔细把控项目每一个环节的动态监测,使得工作面面俱到,对于工程项目推进过程中涉及的问题和环节应当保障监管以及控制质量。在具体的实施过程中,企业可以采取以下措施:

1. 提供专业培训:企业可以定期为监督人员提供专业培训,包括建筑工程管理、工期控制、质量监管等方面的知识和技能。通过系统的培训,可以提高监督人员的专业素养和管控能力,使其更好地应对项目实施中遇到的问题<sup>[5]</sup>。

2. 强化经验交流:企业可以组织监督人员开展经验交流活动,分享各自在工作中积累的经验 and 心得。通过交流,可以促进监督人员之间的互动和学习,提高整个团队的管控水平。

3. 实施定期评估:企业可以定期对监督人员的工作进行评估,了解其在工期控制、质量监管等方面的表现和存在的问题。通过评估,可以及时发现和纠正监督人员工作中出现的问题,提高其工作效率和质量。

4. 加强团队协作:企业应加强监督人员之间的团队协作,形成相互支持、相互配合的工作氛围。通过团队协作,可以充分发挥每个人的优势和特长,共同应对项目实施中遇到的问题,提高整个团队的管控效果。

## 4 结语

综上所述,实施工期控制是工程项目管理的核心环节。通过制定合理的工期计划、加强项目监督、加强人才管理等策略和方法,可以有效地实施工期控制,确保项目的成功实施。未来,我们将继续关注工期控制在工程项目管理中的应用和发展趋势,为工程项目管理的进步做出更大的贡献。

## 参考文献:

- [1] 刘靓. 浅析工程项目材料供应管理与工期控制[J]. 建筑与预算, 2020(06):58-60.
- [2] 蔡礼波. 市政工程施工工期的控制探讨[J]. 住宅与房地产, 2020(03):158.
- [3] 李金凤. 高速公路机电工程项目工期的保障措施分析——以临沧机场高速公路为例[J]. 交通企业管理, 2018, 33(03):78-80.
- [4] 崔文俊, 何冠恒, 余勇. 电力工程项目建设期与施工工期优化分析[J]. 中国高新区, 2018(10):138-139.
- [5] 崔文文, 胡栋森, 李凯, 等. 基于系统动力学的建设工程项目工期控制研究[J]. 现代装饰(理论), 2016(07):250-251.

# 土木工程施工管理中存在的问题与对策分析

席迎东

(河南国泰建筑安装有限公司, 河南 济源 459000)

**摘要** 土木工程施工关系重大, 受到多种因素的影响, 会对施工的质量、安全、工期和造价等产生一定的影响, 因此土木工程施工的管理在整个项目进行中之至关重要。在具体施工当中必须重视存在的问题, 采取对应的解决方法, 不断提高施工管理水平, 确保施工质量。本文主要分析土木工程施工管理在项目进展中存在的问题, 并针对问题采取相应的对策, 旨在为推动项目开展提供参考依据。

**关键词** 土木工程; 施工管理; 人为因素; 环境气候因素; 现场管理

中图分类号: TU71

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0091-03

近些年, 土木工程建设数量日益增多, 在施工过程中如果出现问题, 将严重影响工程质量。为此, 高度重视土木工程建设中的施工管理, 是避免出现工程事故、提升工程质量的前提。在具体施工过程中, 应针对常见的问题, 制定科学有效的管理办法, 确保工程项目顺利推进, 质量不断得到提升。

## 1 土木工程施工管理的重要意义

在土木工程项目施工建设过程中, 高质量的施工管理工作直接决定了项目建设效果和后期使用安全。

首先, 由于土木施工需要充足的资金和各类先进的工程技术作为保障, 具有多样性和复杂性特征, 在具体施工过程中会受到众多不确定因素的影响, 造成了质量控制问题的出现。因此就需要从质量控制工作入手, 对不利因素进行控制, 尽量降低工程损失, 推动施工建设的顺利进行。

其次, 由于土木施工多为露天环境下操作, 一旦遇到了恶劣天气或者复杂的地质条件, 就会加大施工和质量控制难度, 而在施工中积极落实质量管控体系, 不仅能够对不良因素的影响进行有效控制, 同时还能土木施工的安全奠定基础。

最后, 土木工程施工无法复原, 在一项施工结束后需要进行其他工序的施工。具体施工过程中, 如果出现某部分质量不合格, 整体处理难度较大, 需要进行返工或者重新建设处理, 无形中加大了人力、物力、财力和时间的消耗。

所以, 土木工程施工企业需要对质量控制问题高度重视, 降低施工过程中质量问题出现的可能性, 不仅能够节约成本投入和资源的使用, 同时还能为项目建设的顺利进行奠定处理。

## 2 土木工程施工管理影响因素及存在问题

### 2.1 土木工程施工管理影响因素

#### 2.1.1 管理因素

管理因素可以视为土木工程施工管理效能的重要因素表现。在施工前期规划阶段, 需要由业主方牵头与其他参建单位进行沟通协调, 对项目施工建设方案以及图纸内容进行健全完善, 以保障项目施工的可行性。然而, 在实际管理中, 会受到多方因素的影响, 导致协调沟通过程出现差错, 导致项目协同施工管理效果并不是很好, 容易影响后续现场施工管理效率。除此之外, 施工单位对于自身的岗位责任缺乏清晰划分, 并未完全承担起自身的施工管理责任, 会导致现场施工管理效率以及质量控制水平未能达到预期<sup>[1]</sup>。

#### 2.1.2 人为因素

人为因素作为土木工程施工管理因素体系中的重要内容, 如果存在管理人员管理责任意识不强、规范施工意识不强的问题, 就会严重削弱管理效果。部分管理人员未意识到岗位责任的重要性, 在管理过程中并未将质量创优、安全文明施工等重要理念贯穿于工程项目施工建设全周期当中, 在施工建设过程中容易出现控制不当或者其他风险问题。除此之外, 部分施工人员岗位责任意识缺失, 在施工建设过程中可能会存在违章操作行为, 不利于保证现场建设进度安全以及质量管控安全。

#### 2.1.3 环境气候因素

部分土木工程项目所面临的环境条件相对复杂, 如软土地基等恶劣地质条件问题, 一旦出现此类问题且不加以妥善处理, 就很容易产生基础结构不均匀沉降等质量通病问题。与此同时, 某些施工区域气候条

件相对恶劣,可能存在狂风暴雨等恶劣气候问题,容易对施工进度以及建设质量造成不利影响。因此,参建单位应该提前深入施工场地勘察工程地质条件,并做好天气预测工作,规避恶劣天气带来的不利影响。

## 2.2 土木工程施工管理中存在的问题

### 2.2.1 制度问题

现阶段土木工程质量管理工作管理中管理制度不规范问题的存在尤为关键,会直接影响管理工作的有序推进。相关质量管理人员管理能力水平与工程建设要求不匹配,缺乏前瞻性和全面性,没能从大局出发,对管理制度的落实造成了影响。另外,由于缺少管理制度的约束,造成部分操作人员工作存在随意性,经验主义问题严重,无法按照具体标准展开相关工作,人为失误情况屡见不鲜。

### 2.2.2 施工问题

土木工程项目建设规模较大,涉及范围较广,不同施工环节之间相互衔接,任何一个环节出现问题都会对整体质量产生影响。由于土木施工过程中会用到众多工程材料,而部分施工企业过度关注经济效益,出现了材料质量不合格的情况,虽然节省了施工企业的成本投入,但是对工程质量安全产生了极大威胁<sup>[2]</sup>。另外,在细节处理方面落实不到位,比如钢筋尺寸不合理、砂浆配置不科学、施工方案临时修改等情况都会影响到工程建设周期,严重的还会造成缺陷和安全问题的出现。

### 2.2.3 监理问题

在开展土木工程项目建设的进程中,施工阶段尤为关键,一旦缺少对施工阶段的严格把控,就可能造成工程项目工期延误或质量不合格等问题。在施工控制过程中,由于监理工作落实不到位,造成在质量监理以及施工计划执行等方面都出现了错误情况,没能将监理作用充分发挥出来,不仅影响工程质量,而且还会威胁到使用人员的生命财产安全。

### 2.2.4 人员问题

通常情况下,土木工程项目施工规模较大,为此就需要有众多人员作为保障,一旦施工技术操作水平不达标,就会对工程质量产生影响。现阶段,在部分施工企业中,人员操作水平有限,没能对专业知识和管理要求进行充分掌握,造成管理落实不到位。另外,由于人员安全意识不达标,没能按要求佩戴相关安全设施,加大了施工安全隐患问题。并且企业缺少对人员综合素质培训工作的重视,最终造成整体人员工作水平偏低。

## 3 土木工程施工管理优化对策及建议

### 3.1 明确施工技术应用要求

土木工程建筑的每项施工技术都有对应的规范化要求,严格按照要求施工,可以最大限度地规避相关影响。因此,为了应对相关问题,建议在施工前明确所有施工技术的标准要求,以配合现场管理保障施工技术符合要求。

#### 3.1.1 明确施工技术准备阶段的要求

首先,应按设计要求进行混凝土拌和,控制混凝土原材料投放比例与顺序、拌和时间要达标、拌和方向不能混乱;若要加入外加剂,则按要求控制剂量;所有尚未投入使用的混凝土原材料要全部存放在干燥的室内环境中(如果条件有限,要搭建临时防护),并且与地面相隔至少1m。其次,应按要求检查钢筋规格,并判断钢筋是否存在锈蚀迹象,以免钢筋本身出现质量问题。按要求进行现场钢筋制作,成果必须与要求相符,误差不能超过最大允许区间<sup>[3]</sup>。最后,应积极开展地质勘察工作,确认地基整体情况,找出不良地基,然后画好勘察图,再因地制宜地选择地基处理技术。例如,勘察结果显示地基周边存在水体,那么应根据技术特点,不能选择夯击法,否则一段时间后土壤内部含水量还会增加,反之应选择换填法,以保障地基质量。

#### 3.1.2 明确建筑基础施工技术实施要求

1. 以混凝土灌注桩技术为例,应事先在现场做好钻孔标点工作,并进行钻机设备选型、护筒埋设等工作;然后将钻机安装到位,开始钻孔。钻孔过程中要注意按照规范要求推进护筒,以免钻孔塌陷。钻孔深度达到要求后要立即停止操作,迅速进行清孔。按混凝土灌注桩技术一般要求,清孔要使用高压水枪对孔壁进行冲刷,剥离表面松动土块,露出内部缝隙,同时去除内部杂物。清孔后要使用泵入设备,按标准参数将配置好的混凝土浆液灌入空中,灌入时间、方向要符合要求,促使浆液充分渗入孔壁内部缝隙,凝固后能起到地基固结作用,同步形成灌注桩。待混凝土浆液灌入达到孔口后,先抹平表面,再迅速封孔进行养护,时间通常为7d~10d。

2. 以钢筋绑扎技术为例,应当先区分梁筋、柱筋,然后先临时固定柱筋,完成竖向骨架搭建,再在竖向骨架上绑扎梁筋,绑扎时四周两行钢筋交叉点应每点绑扎牢,相邻绑扎应采用八字扣,单向板绑扎采取梅花扎,梁边两侧钢筋必须满扎,剪力墙必须满扎。

3. 以混凝土浇筑技术为例,除了要求混凝土浇筑期间不可中断,还应在结构承受剪力较小的位置设置

施工缝,便于浇筑施工推进。完成一阶段浇筑后,需要及时地进行振捣。无论选择何种振捣方式,振捣时都要严格控制振捣频率与深度、时长,以免振捣不充分或触及内部钢筋,导致钢筋位移变形。振捣结束后要及时进行混凝土养护。通常情况下要求在混凝土表面铺盖草席、薄膜等,用于保持混凝土表面温度,以免内外温差过大。养护周期通常为 14d 左右,如果期间存在恶劣天气,要采取特殊措施进行养护。

### 3.1.3 明确建筑基础上部结构施工技术实施要求

要遵从由下至上逐层进行的原则搭建脚手架,以便施工人员进入施工区域进行施工。在施工过程中,针对未稳固结构进行临时支撑,这不仅关系到施工现场安全,也关系到后续施工是否能顺利进行。按照要求设置好建筑表面设施,如外墙排水设施,以免外墙渗水等问题发生。

## 3.2 做好现场管理

### 3.2.1 在施工技术规范管理方面采用过程化管理方法

施工方应委派专人定期对施工现场进行巡检,若发现不规范施工行为,需要第一时间制止并返工。如发现钢筋骨架上一处绑扎点所使用的绑扎扣不正确,应找到责任人要求重新绑扎。同时,如果在巡检中发现了某些已经发生的施工问题,如钻孔已经歪斜,也应当要求返工并在返工后进行检查,确认问题被解决后才允许继续施工。最终当某一阶段施工全部完成后,应安排专人进行全面检查,保障所有施工成果达标。建议施工方加强日常思想工作,推行全员监督机制,提高现场管理力度,最大限度地避免问题发生。

### 3.2.2 在施工过程安全管理方面进行过程管理

管理人员要对现场所有可能存在的安全隐患进行分析,充分考虑现场施工人员、设备安全需求,提前做好安全防护方案过程管理<sup>[4]</sup>。安全防护方案的主要要点有:

1. 施工中所有大型设备必须在施工之前达到指定位置。

2. 施工期间所有人不得外出,同时要在施工之前做好边界划分,确立安全区域。

3. 针对高空作业等具有较高危险性的施工环节,要求施工人员佩戴齐全安全保护装备,否则不允许进入作业环境。同时要在现场安装安全保护措施,如安全网等。高空作业过程中下方不允许有其他施工人员。

4. 所有施工人员在现场不能随意丢弃垃圾,以免发生消防事故。

5. 所有施工设备在使用前都应当进行检测,确认状态正常后才能使用,并在使用后要将设备放回指定

位置,禁止随意放置。

### 3.3 加强对施工安全性的监督

工程项目的安全性是至关重要的一个问题,一旦在施工过程中发现安全隐患,应及时进行解决。重点是筑牢施工人员的责任意识,出台严格的规章制度,督促相关人员切实履行职责,严格按程序规范操作,避免其产生侥幸心理,确保每一个施工环节质量达标。同时还要经常性地进行检查,避免出现违规操作的问题,一旦发现问题,应对相关责任人员严厉惩处并及时进行改进完善。

### 3.4 积极开展人员培训

由于土木工程项目施工规模较大,涉及人员较多,为此,在施工队伍中就可能出现问题素质参差不齐的情况。另外,受到薪金待遇的影响,工作人员整体工作积极性和情绪存在不稳定情况,加大了施工队伍的流动性。为此,施工企业就需要针对不同人员展开相关的培训考核工作,不断提升其工作积极性和主动性,确保能够严格要求自己按照相关规章制度展开安全施工<sup>[5]</sup>。此外,还要注重培养施工人员的安全意识,根据具体情况设定奖惩制度,对于日常表现优异、贡献突出的人员进行相应的奖励,对于一些工作敷衍或者出现重大失误的员工进行惩处。利用相关机制提高施工人员的归属感和荣誉感,将自身工作情况与企业发展相挂钩。

## 4 结语

总而言之,土木工程施工管理是一项系统繁杂的工作,为确保管理科学高效,相关人员应坚持与时俱进,不断创新管理理念和方法,全面提升管理水平,坚决落实岗位管理责任制度。需要注意的是,在严格执行施工管理措施过程中,管理人员应该结合土木工程项目施工特点以及工艺技术要求,对相关组织机构以及管理内容进行适当调整与健全完善,进一步巩固提升土木项目施工管理效能。

## 参考文献:

- [1] 张松石.土木工程施工管理中存在的问题分析[J].全面腐蚀控制,2021,35(11):84-85,101.
- [2] 陈星.浅析土木工程施工管理问题及对策[J].建材发展导向,2021,19(08):87-88.
- [3] 靳静.土木工程施工管理和质量控制举措研究[J].居舍,2021(04):132-133.
- [4] 孙介夫.土木工程施工管理中存在的问题与应对措施[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2019(10):26-27.
- [5] 许大明.土木工程施工管理的影响因素与对策分析[J].中国住宅设施,2023(06):77-79.

# 中小型水利水电工程施工风险管理研究及应用

祝婷婷

(济南市济阳区汇泽水务工程有限公司, 山东 济南 251400)

**摘要** 中小型水利水电工程施工风险管理是一项复杂的系统工程, 中小型水利水电工程施工风险管理要以水利水电工程施工特点和实际为基础, 研究风险识别、评价及控制, 并加强管理信息系统建设, 提高风险管理效率。中小型水利水电工程具有建设周期短、投资规模小等特点, 且中小型水利水电工程建设在我国国民经济发展中占有重要地位。本文认为加强对中小型水利水电工程施工风险的研究与应用, 有助于提高企业和国家的经济竞争力。中小型水利水电工程施工风险管理对企业和国家的可持续发展具有重要意义。

**关键词** 中小型水利水电工程; 施工风险管理; 信息系统建设; 施工工艺流程; 材料管理

**中图分类号**: TV5

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)01-0094-03

水利水电工程是国家基础设施建设的重要组成部分, 对于国民经济的发展和社会的稳定具有重要意义。然而, 由于水利水电工程的特殊性和复杂性, 施工过程中存在着各种风险和挑战, 如地质条件复杂、气候变化、人力资源不足、工程管理不善等。中小型水利水电工程作为水利水电工程的重要组成部分, 其施工风险管理更加具有挑战性。相对于大型水利水电工程, 中小型水利水电工程往往面临着资金有限、技术力量薄弱、管理经验不足等问题, 这些因素都增加了施工过程中的风险。对中小型水利水电工程施工风险进行科学研究和有效管理, 具有重要的理论和实践意义。通过深入研究中小型水利水电工程施工风险的特点、原因和影响, 可以为工程管理者提供科学的决策依据和有效的风险控制措施, 从而提高工程的质量和安全性, 降低工程施工过程中的损失和风险<sup>[1]</sup>。

## 1 中小型水利水电工程的施工特点

### 1.1 工程量大, 工期短

中小型水利水电工程施工需要投入大量人力、物力, 同时需要投入大量的资金。例如, 大型水利工程的施工时间一般为1~2年, 而中小型水利水电工程的施工时间则在几个月到几年之间。因此, 中小型水利水电工程在施工过程中面临着工程量大、工期短等特点。

### 1.2 技术难度大, 风险高

中小型水利水电工程施工过程中涉及复杂的技术问题, 例如水文地质、地质构造、地下工程、生物工程等。其中, 水文地质问题和生物工程问题具有复杂性和风险性, 需要进行全面分析研究, 从而制定有效的风险控制措施。

### 1.3 受自然条件影响大

中小型水利水电工程受自然条件的影响较大, 例如地震、滑坡、泥石流等自然灾害均会影响其施工安全和质量。因此, 在中小型水利水电工程施工过程中, 必须加强对自然条件的控制。中小型水利水电工程建设过程中需要投入大量人力、物力和资金, 同时需要进行复杂的技术研究和设计工作, 这些工作都是水利水电工程施工的难点。

### 1.4 中小型水利水电工程施工具有风险性

由于中小型水利水电工程属于基础设施建设项目, 与其他领域相比具有一定的特殊性, 在开展中小型水利水电工程建设时不可避免地会面临一些风险问题。在我国经济发展过程中, 中小型水利水电项目需要经过政府审批才能进行建设工作。由于项目规模小、技术难度低、资金投入少等原因, 中小型水利水电项目在实施过程中可能会出现分散性问题。由于我国地域辽阔、地形地貌复杂, 不同地区之间的地理条件、自然环境和经济条件存在一定差异。因此, 在中小型水利水电工程建设过程中需要根据不同地区的实际情况制定相应的施工方案和措施<sup>[2]</sup>。

## 2 中小型水利水电工程施工风险分析

### 2.1 水文气候条件

中小型水利水电工程受水文气候条件影响较大, 比如暴雨、洪水、干旱等会直接影响工程进度与成本, 甚至造成施工中断。尤其在汛期, 容易发生洪水、泥石流等灾害, 造成巨大损失。另外, 部分地区地形复杂, 地势落差大, 造成水流流速较快, 这就对施工组织设计和施工技术提出了更高要求。

## 2.2 地质条件

中小型水利水电工程施工中,地质条件是一个重要的风险因素。对地质条件的不充分分析可能导致工程延误、成本增加甚至工程失败。地质条件包括土壤性质、地质构造、地下水位等方面的因素,对工程的稳定性和施工过程有着直接的影响。

如果未能准确评估土壤性质,如土质的稳定性、承载能力等,可能会导致基础工程设计不合理,增加施工风险。其次,对地质构造的不充分了解可能导致在施工过程中遇到困难,如地层变化、断层等,增加了施工风险和成本。此外,地下水位的不准确评估可能会导致施工中的水土保持问题,如渗水、涌水等,将进一步影响工程的稳定性和进度。

## 2.3 工程进度计划及资源配置安排不合理

这种不合理可能源于缺乏合理的工期安排、资源配置不均衡、缺乏风险管理措施、缺乏沟通和协调以及技术和经验不足等问题。工期安排不合理会导致工程难以按时完成,资源配置不均衡则可能造成资源浪费和瓶颈环节的延误。缺乏风险管理措施可能使工程面临无法预测的问题,而缺乏沟通和协调则会影响各方的合作和信息流通。另外,技术和经验不足也会影响进度计划和资源配置的合理性。因此,为了确保工程的顺利进行和按时完成,需要对工程进行全面的分析和评估,制定合理的进度计划和资源配置方案,并加强沟通和协调,提高技术水平和经验积累。

## 2.4 社会环境因素

中小型水利水电工程往往是多个单位共同合作完成的项目,因此相关利益方之间存在矛盾和冲突也是正常现象。如果相关利益方之间缺乏良好沟通或沟通不到位就会导致矛盾冲突的出现,进而影响工程的进度和质量。

# 3 中小型水利水电工程施工风险管理的应用

## 3.1 加强信息系统建设

中小型水利水电工程施工风险管理要以风险识别、评价及控制为基础,同时还要加强信息系统建设,提高风险管理效率。中小型水利水电工程施工风险管理信息系统建设要以中小型水利水电工程施工特点和实际为基础,综合考虑中小型水利水电工程施工环境、施工人员素质和管理水平等因素,并充分考虑中小型水利水电工程施工特点,充分利用计算机技术、网络技术现代信息技术,建立完善的中小型水利水电工程施工风险管理信息系统。

中小型水利水电工程施工风险管理信息系统建设

要综合考虑中小型水利水电工程施工特点和实际,包括数据采集、整理、分析和处理等内容。在系统建设过程中,要加强数据的采集与分析处理,并将采集到的数据通过计算机系统进行分析处理,为风险识别、评价及控制提供科学依据。同时要建立完善的数据库,对风险管理过程中采集到的数据进行记录和保存。在系统运行过程中,要不断完善风险管理信息系统功能,并对数据进行整理、分析和处理<sup>[3]</sup>。

## 3.2 规范施工工艺流程

在中小型水利水电工程施工中,规范施工工艺流程,可有效降低中小型水利水电工程施工风险。根据中小型水利水电工程建设特点,中小型水利水电工程施工工艺流程应包含:土方开挖、坡面防护、土方填筑、基础处理、混凝土养护和安全质量控制等内容。在施工过程中,应严格按照施工工艺流程开展施工,做好各环节的风险管理。土方开挖是中小型水利水电工程基础处理的关键环节,根据中小型水利水电工程基础处理的目标,应规范土方开挖的流程,制定科学合理的施工方案。在土方开挖前应进行现场踏勘,根据现场踏勘结果制定合理的土方开挖方案。在基坑开挖过程中,应对基坑排水、基坑支护进行及时完善和改进。在土方开挖过程中应对基坑开挖质量进行控制,减少工程安全隐患。在土方填筑过程中应严格控制填筑材料的质量,禁止使用不符合要求的材料填筑工程。在土方填筑过程中应加强对基坑边坡和排水系统的管理和维护,避免因施工不当引起的边坡塌方和积水现象。基础处理是中小型水利水电工程建设中的重要环节之一,也是中小型水利水电工程施工风险管理工作的重点内容。

在基础处理中,应从土石方开挖、基坑支护、混凝土浇筑、基础处理四个方面进行风险管理工作。土石方开挖主要是指通过机械设备将土或岩石破碎并运至指定地点进行回填的过程。在中小型水利水电工程施工中,应加强对土石方开挖施工过程的质量控制,并制定完善的土石方开挖施工方案。在土石方填筑过程中应严格按照设计方案开展工作,确保施工质量符合相关标准。在中小型水利水电工程基础处理中,主要包括对基坑进行排水处理、基础处理、混凝土浇筑等环节。在中小型水利水电工程基础处理中,应严格按照相关规定进行施工,做好工程安全质量控制工作。中小型水利水电工程施工风险管理是一项复杂的系统工程,要结合中小型水利水电工程建设特点和实际情况开展风险管理工作,建立健全管理制度和管理体系,提高风险管理水平。风险管理是一个长期且持续的过

程,管理者应加强对中小型水利水电工程施工风险管理工作的重视程度和投入力度。

### 3.3 对于施工风险进行系统化管理

中小型水利水电工程施工风险管理是一项复杂的系统工程,需要通过系统化的方式对其进行管理。首先,需要对中小型水利水电工程施工风险管理理论进行研究,总结出施工风险管理的一般流程,并且根据工程实际情况以及不同时期的发展状况,建立不同时期的施工风险管理制度,对具体的施工风险进行具体分析和研究。其次,加强中小型水利水电工程施工风险管理信息系统建设。中小型水利水电工程施工风险管理信息系统是进行施工风险管理的重要工具和手段,可以通过现代化的信息技术对其进行有效集成、应用与开发,实现工程建设项目风险管理的信息化。该信息系统具有多种功能,能够实现中小型水利水电工程建设项目中不同部门和人员之间的有效沟通和交流。在中小型水利水电工程施工风险管理实践中运用系统化方法进行系统分析和系统管理<sup>[4]</sup>。

### 3.4 加强中小型水利水电工程的材料管理工作

中小型水利水电工程的材料管理工作是水利水电工程建设过程中重要的组成部分,因此,在中小型水利水电工程施工中要加强对材料的管理工作,以保证中小型水利水电工程施工质量。在中小型水利水电工程施工中,应建立完善材料管理制度,将材料的采购、储存、发放以及回收等方面进行有效规范和制约。在采购过程中应加强对供应商的审查,对材料供应商进行实地考察,并签订相关合同。在施工现场应设置仓库,对各种材料进行集中管理,同时应建立完善的领料制度和领料登记制度。在中小型水利水电工程施工中,应采取多种措施对原材料进行严格控制和监督,确保原材料的质量符合要求。在采购过程中应加强对供应商资质、信誉等方面进行严格审查,同时还应建立相应的质量检验制度和责任追究制度。

### 3.5 加强工程施工环境管理

水利水电工程建设周期长、技术难度高,施工环境较为复杂,且受到当地气候、地质条件的影响较大,在建设过程中存在诸多不确定因素。水利水电工程施工环境主要包括自然环境和社会环境,其中社会环境主要包括人与人之间的关系、社会组织结构等。由于水利水电工程施工环境的复杂性,施工单位需要从多个角度加强管理工作,以提高施工风险管理效率。

在中小型水利水电工程施工过程中,由于社会环境因素对工程施工的影响较大,因此,加强工程施工环境管理十分重要。在中小型水利水电工程建设过程

中,要加强与当地居民之间的交流与沟通,提高群众对中小型水利水电工程建设的理解和支持力度。在工程建设过程中,要加强对当地社会环境的调查和分析,了解当地群众的心理需求和生活需求。根据当地群众的实际情况制定出科学合理的风险防范措施,提高风险防范效率<sup>[5]</sup>。

### 3.6 加强施工人员管理

在中小型水利水电工程施工过程中,施工人员的专业技术水平和综合素质是决定工程质量的重要因素之一。在中小型水利水电工程建设过程中,还应加强对管理人员的培训和教育工作,提高管理人员的专业技能和综合素质。施工人员是项目建设中的主要参与者,在中小型水利水电工程施工过程中,需要对施工人员进行严格管理。一方面要加强对施工人员的安全教育和培训,提高施工人员的安全意识;另一方面要加强对施工人员的日常管理,对于违章作业、不按操作规程施工等行为进行严格惩罚。此外,要做好员工的心理疏导工作,并结合实际情况制定合理的奖惩制度,对于优秀的施工人员进行适当奖励,对于不合格的施工人员进行适当惩罚。

## 4 结语

中小型水利水电工程施工风险管理的重要性不可忽视。通过科学的风险管理,可以有效降低工程施工过程中的风险,提高工程的质量和安全性,减少损失和事故发生的可能性。目前,中小型水利水电工程施工风险管理仍面临一些挑战和困难。例如,资金有限、技术力量不足、管理经验不足等问题仍然存在。因此,我们需要继续加强对中小型水利水电工程施工风险管理的研究和实践,并不断完善管理方法和技术,提高管理者的专业水平和能力。本文旨在能够为中小型水利水电工程的施工风险管理提供科学的指导和决策依据,促进工程的可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 汪海燕. 中小型水利水电工程施工风险管理研究及应用[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(15):2291.
- [2] 冯焕兰. 中小型水利水电工程施工风险管理研究及应用[J]. 绿色环保建材, 2020(03):230,232.
- [3] 张明. 中小型水利水电工程施工风险管理研究及应用浅述[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(16):3055.
- [4] 王立君,王方杰. 中小型水利水电工程施工风险管理分析[J]. 精品, 2020(05):164.
- [5] 孙彦林. 水利水电工程施工风险管理举措之研究[J]. 名城绘, 2020(06):1.

# 总体规划改革中的全域空间管控研究和思考

钟 超

(泗县自然资源和规划局, 安徽 宿州 234300)

**摘 要** 在总体规划改革相关工作推进过程中, 为了使规划工作能够取得预期效果, 需要结合“三区三线”的划定和管控来实施总体规划, 提升规划的科学性。本文立足于规划工作开展的实际, 从“三区三线”的内涵入手展开探究, 全面分析全域空间管控面临的问题, 并在此基础上提出有针对性的建议, 旨在助力相关工作的开展。

**关键词** 总体规划改革; 全域空间管控; 三区三线; 国土空间

中图分类号: TU98

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0097-03

## 1 “三区三线”的内涵

在空间规划中, “三区”是指三种主要的国土空间类型: 城镇空间、农业空间和生态空间。这三种空间各具特色, 发挥着不同的功能。首先, 城镇空间主要聚焦于支撑城市的经济、社会、政治、文化和生态等多方面的需求。它是城市发展的核心部分, 不仅需要强大的经济实力和综合服务能力, 还应具备良好的交通网络和基础设施, 以优化资源配置和促进协调发展。其次, 农业空间主要致力于农业生产和农村居民的生活需求。它包括用于农业生产的土地(如永久基本农田和一般农田)和农村居民生活用地(如村庄), 是农产品生产和农村生活功能的关键空间。最后, 生态空间专注于提供生态系统服务和生态产品。这类空间包括森林、草原、湿地、河流、湖泊、滩涂、荒地和荒漠等。在城市化进程中, 重视生态环境保护与修复, 不仅有助于强化生态系统的保护和修复, 也是提升居住环境质量和实现经济社会发展与生态文明建设良性循环的关键策略<sup>[1]</sup>。

“三线”分别对应城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

其中, 生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能, 必须强制性严格保护的陆域、水域、海域等区域。永久基本农田是指按照一定时期人口和经济社会发展对农产品的需求, 依据国土空间规划确定的不能擅自占用或改变用途的耕地。城镇开发边界是指在一定时期内因城镇发展需要, 可以集中进行城镇开发建设, 重点完善城镇功能的区域边界, 涉及城市、建制镇和各类开发区等。

## 2 总体规划改革中的全域空间管控面临的现实问题

### 2.1 土地资源的合理利用问题

土地资源的合理利用成为当前总体规划改革中全域空间管控面临的一个重要现实问题, 城市和经济发达地区, 人口密集、经济活动频繁, 土地供需矛盾突出, 大量土地被占用于住宅建设和商业开发, 导致农田减少、生态环境恶化等<sup>[2]</sup>。为了解决这一问题: 一是需要加强对土地使用权的管理和监督, 确保土地资源能够得到合理配置和有效保护; 二是需要借助制定合理的区域发展规划, 鼓励资源优势互补、协同发展, 避免过度开发和资源闲置; 三是土地利用方式单一也是影响土地资源合理利用的一个重要因素。在过去的规划中, 规划部门往往只注重经济效益而忽视了社会、环境等方面的考虑, 大量土地被用于工业园区、商业中心等单一功能区域建设, 导致城市布局不合理、资源利用效率低下, 需要推行多元; 四是土地资源合理利用过程中还存在着监管不力、违法违规现象严重等问题, 由于监管手段不够完善或执行力度不够大, 在一些地方出现了违法建设、非法占地等情况, 严重损害了公共利益和社会秩序, 并对土地资源合理利用造成了阻碍。

### 2.2 城乡发展不平衡问题

城乡发展不平衡, 也是目前城乡发展总体规划和全域空间管控面临的现实问题, 这一问题涉及资源分配、环境保护、人口流动等多个方面: 一是给资源分配带来了挑战。随着城市化进程的推进, 大量资源被吸引到了城市地区, 导致农村地区资源匮乏、基础设施滞后, 这种不平衡的资源配置使得农村地区无法充

分利用自身优势,在农业、旅游等领域中发展壮大,造成了资源浪费和环境破坏;二是对环境保护构成了威胁。由于城市建设过程中存在很多环境污染问题,如工业废水排放、大气污染等,这些问题严重影响了周边农村地区的生态环境,由于城市人口的集中和农村人口的减少,农田面积被不断压缩,导致土地资源短缺、生态系统失衡,给城乡居民带来了很大的健康风险;三是引发了大量的人口流动<sup>[3]</sup>。由于农村地区经济发展相对滞后,很多年轻人选择外出打工或者进入城市谋求更好的生活,这种人口外流现象导致了农村地区劳动力短缺、老龄化加剧,并在一定程度上加剧了城市社会资源供给压力,随着农村人口减少和老龄化趋势加剧,传统农业生产方式面临着转型困难和产业结构调整问题。

### 2.3 基础设施建设不足问题

随着信息化的迅猛发展,基础设施建设不仅涵盖了传统的交通、能源和通信等领域,还扩展到了信息技术的集成和应用。在城市地区,信息化基础设施的建设,如高速网络、智能交通系统和数字化公共服务,已成为支持全域空间管控的重要组成部分。然而,在一些发展相对滞后的农村地区,信息化水平依然较低,导致这些地区在全域空间管控方面面临更多的挑战。例如,网络覆盖不足和数据传输能力弱,不仅影响了当地居民的日常生活,也限制了科技创新的推广和应用,从而制约了全域空间管控的效率和质量。此外,信息化基础设施的不足在紧急情况下更加凸显,如自然灾害或公共卫生事件期间,信息的及时传递和处理对于保障人民安全和协调救援行动至关重要。

### 2.4 部门之间缺乏有效协作问题

在总体规划改革的过程中,信息化的应用成为促进部门间协作的关键因素之一。由于不同部门之间存在信息孤岛,信息化的推进可以通过建立统一的数据共享平台来缩减这些壁垒。例如,通过建立跨部门的信息系统,各部门可以轻松访问和共享关于规划、资源分配和进度更新的数据。这样的系统不仅提高了信息的透明度,而且促进了部门间的沟通和协调。虽然目前在总体规划改革中尚未建立起完善的信息化协作机制,但信息化的进一步发展有望改善这一状况。通过信息技术的应用,可以实现对各部门工作的实时监控和评估,从而更有效地识别和解决协作中的问题。此外,信息化还能够帮助制定更加公平和全面的评价指标体系,以更好地反映各个部门在总体规划改革中

的贡献,从而提升部门间的积极性和合作性。

## 3 总体规划改革中基于“三区三线”的全域空间管控建议

### 3.1 积极推进“三类空间”功能的互补和促进

在推进“三类空间”功能互补方面,应充分利用现有资源,并通过优化布局来实现更高效的整合。如在经济发达地区,可通过引导产业向内陆地区转移,并结合当地资源特点打造特色产业聚集区。在农村地区,可以通过发展乡村旅游等产业,实现农村经济的多元化发展,以此改善城乡空间格局,还能够提升全域经济发展水平。在实现“三类空间”功能相互促进方面,应该注重优化交通网络和基础设施建设,通过加强交通枢纽的建设和优化布局实现不同地区之间的快速连接和资源共享,加大对边远地区的基础设施投入力度,提升边远地区发展潜力和竞争力,以此打破地理壁垒,促进各地之间的资源流动。在推进全域空间管控过程中,还应该强化规划管理和政策支持,制定明确的规划目标和措施,并加强对落地执行情况的监督,确保全域空间管控工作有效推进。同时出台一系列支持政策,鼓励各地区积极参与全域空间管控工作,并给予适当的奖励和补贴,助推相关工作形成合力、形成共识,推动全域空间管控的实施<sup>[4]</sup>。

### 3.2 对各区域开发建设行为进行分类管控

基于“三区三线”的全域空间管控,需要在实施过程中充分考虑各个区域的特点和需求,并结合城市发展的整体规划进行综合施策:对于城镇空间,应该注重其规划布局和建设质量,确保其在交通便利、商业配套、公共服务等方面具备完善的条件,使之成为城市发展的重要支撑点,要加强对周边地区的规划引导,避免过度集聚人口和资源造成不可持续的压力;传统上,农业产业空间的管理主要集中于耕地和永久基本农田的界定,这种方法在考虑用地内部差异方面存在不足。结果是,农业产业的发展往往难以与适当的土地布局相匹配,导致空间管理效果不尽如人意。此外,林地和草地的管理较为薄弱,常遭到耕地的过度侵占。鉴于此,重新构思农业产业空间的管理策略至关重要。应从单一聚焦于耕地的管理转变为综合考虑山、水、林、田、湖、草等多元要素的全面管理。这不仅涉及严格控制耕地转为非农用途的情况,还包括关注农业产业空间内部不同地类之间的相互转换和协调,以实现更有效的空间利用和可持续发展;在生态环境保护与修复重点区方面,应该注重生态保护和

环境治理,加强对自然保护区、水源涵养区等特殊区域的管控,严格限制开发建设行为,并加大力度进行生态修复和环境治理工作,确保生态系统的健康运转和资源的可持续利用。

### 3.3 加强部门之间的信息化沟通

在总体规划改革的背景下,各个部门在全域空间管控中缺乏有效协作的问题日益凸显。要解决这一挑战,信息化的引入成为关键策略,为各部门提供更好的协同工作环境。首先,通过信息化系统的建设,各部门可以实现数据的共享和流通。全域空间管控需要涵盖大量的数据,包括地理信息、人口统计、资源分布等,这些数据如果能够在各个部门之间实现共享,将为全域空间管理提供更为全面和准确的信息基础。因此,建立统一的信息化平台,实现数据的集成与交互成为关键一环。其次,信息化系统可以通过标准化的数据格式和接口,实现各部门系统的无缝对接。由于不同部门可能使用不同的信息系统,导致数据孤岛的问题。通过采用统一的标准,各系统之间能够更加方便地进行数据交换和共享,避免了信息沟通的障碍,提高了工作效率。在信息化的基础上,建立起全域空间管控的协同工作机制也显得尤为重要。通过信息化系统,可以实现对各部门工作流程的监控和协同,确保各个环节的衔接和协调。这样的机制不仅提高了工作的透明度,也能够更加及时地发现和解决问题,为全域空间管理提供了更加高效和协同的工作模式。

### 3.4 完善现有动态评估和考核机制

当前的规划评估存在过于注重数量指标而忽视了质量指标的问题,因此在未来的规划工作中,应该更加注重对各项指标进行综合评估,并根据实际情况进行调整和优化,在考核机制上也应该加强对地方政府履行职责情况的监督,确保规划目标能够得到有效落实。在总体规划改革中,“三区三线”已被确定为基本框架。我们应该通过建立健全的制度机制,确保这些区域和线路的划定得到有效执行,同时,还需要加强对各个区域功能的协调与整合,避免出现重复建设和资源浪费的情况。要注重提高土地利用效率,减少土地浪费,可以通过推进城市内部空间的优化利用,加强老旧小区改造和闲置土地开发等措施来实现,同时也需要借助乡村振兴等规划引导人口向乡村回流、促进城乡统筹发展等方式来减轻城市本身的压力,在进行空间布局时,还应该根据不同城市特点和发展需求进行差异化规划,并且注重保护历史文化遗产和自

然生态环境。在规划过程中,应该广泛听取社会各界的意见和建议,并将其纳入决策过程中,加强对规划实施情况的监督与评估,确保规划目标能够得到有效落实<sup>[5]</sup>。

### 3.5 加强技术支撑和信息化建设

在全域空间管控过程中,还需要加强技术支撑和信息化建设,积极推动相关技术的研发和应用,并将其纳入总体规划改革中。例如,在土地利用方面,可以利用遥感技术进行土地分类和监测,在交通网络规划方面可以借助交通仿真模型进行交通流量预测和优化,在城市管理方面可以利用智能化系统对城市设施设备进行监控和管理,通过技术支撑和信息化建设,可以提高空间管控的精准性和效率。各地要加快实景三维中国建设,丰富时空信息数据供给,依托国土空间规划“一张图”、国土空间基础信息平台、用途管制监管系统,实施国土空间用途管制业务全周期数字化监管,为更有效地开展评估与考核提供数据支持。

## 4 结语

在党的二十大胜利召开,以中国式现代化引领中华民族伟大复兴的背景之下,为更好地助力中华民族伟大复兴中国梦的实现,总体规划改革工作推进过程中要立足于“三区三线”对目前全域空间管控工作开展过程中存在的问题进行全面分析,从问题出发积极建立空间规划体系并监督实施,推进“三类空间”功能的互补和促进,对各区域的开发建设行为进行分类管控,完善相关配套保障政策和评估与考核机制,不断加强技术支撑和信息化建设力度,以此更好地助力总体规划改革工作的开展,实现全域空间的有效管控。

## 参考文献:

- [1] 张启,杜明凯.国土空间规划背景下村庄规划编制的思考与研究[J].可持续发展,2022,12(06):1616-1621.
- [2] 周琳,孙琦,于连莉,等.统一国土空间用途管制背景下的城市设计技术改革思考[J].城市规划学刊,2021(03):90-97.
- [3] 徐家明,雷诚,耿虹,等.国土空间规划体系下详细规划编制的新需求与应对[J].规划师,2021,37(17):5-11.
- [4] 唐伟,郭晨,丁喜莲,等.国土空间规划“三区三线”相互关系及划定技术研究[J].智慧农业导刊,2023,03(02):53-58.
- [5] 杨斐.国土空间规划背景下全域土地综合整治探讨[J].智能城市,2023,09(06):69-71.

# 土地调查数据库在国土资源管理中的应用分析

余杰

(四川省地质调查研究院调查规划研究中心, 四川 成都 610036)

**摘要** 土地资源的合理管理是国土资源管理的重要议题。为解决数据更新不及时、信息共享和协同机制不健全等问题, 本文以土地调查数据库为例, 深入研究了其在国土资源管理中的应用。通过对土地利用、权属、变更等数据的收集和整理, 数据库为科学决策、资源配置、法治建设等提供了强大支持。研究成果旨在为相关决策者提供参考, 促进国土资源的可持续发展。

**关键词** 土地调查数据库; 土地利用数据库; 基本数据库; 土地权属数据库; 国土资源管理

中图分类号: TU98

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0100-03

## 1 土地调查数据库

### 1.1 土地利用数据库

土地利用数据库记录了各个区块的土地类型、用途和覆盖情况, 为城市规划提供了基础。通过时间序列数据, 可以追踪土地利用的演变, 揭示城市化、工业化等过程对土地的影响。其次, 该数据库对于农业生产、资源管理和环境保护也至关重要, 因为它展示了不同区域的土地质量、植被覆盖和土地可持续利用的潜力。在土地权属转移、土地利用政策的制定以及自然灾害风险评估等方面, 土地利用数据库的数据支持是不可或缺的。通过地理信息系统(GIS)技术, 这些数据能够被空间化、可视化, 为决策者提供更清晰、直观的信息。这进一步强调了土地利用数据库在实现可持续发展目标、维护生态平衡和提高社会福祉方面的战略性作用。

### 1.2 基本数据库

基本数据库中的地理信息为土地调查提供了空间上的参考框架。通过卫星数据、地理坐标等信息, 可以精确定位土地资源的分布情况, 为规划和管理提供坚实的地理基础。其次, 气象数据记录了气候变化、降水情况等, 对于农业生产和自然灾害风险评估至关重要。这些数据的长期积累为研究气候变化、制定应对措施提供了可靠的依据。土壤和地质数据是基本数据库中的另一要素, 它们揭示了土地的肥力、稳定性和适用性。这对于农业规划、土地开发和环境保护至关重要。通过对土壤成分、质地等的深入研究, 基本数据库为科学家提供了改良土地、减轻土地侵蚀等问题的解决途径。

### 1.3 土地权属数据库

土地权属数据库为国家和地方政府提供了有效的

土地管理工具。通过准确记录土地权属信息, 政府能够监督土地使用的合法性, 预防和解决土地纠纷, 确保土地资源的公平分配。其次, 对土地权属的详细了解有助于政府规划和实施土地政策, 促进土地资源的高效利用。此外, 土地权属数据库对于投资者和开发商而言至关重要。在土地开发项目中, 准确的权属信息能够降低投资风险, 确保土地交易的合法性和顺利进行。另外, 土地开发涉及用地规划、许可审批等流程, 权属数据库的信息对于规划和审批过程的高效进行起到了关键的支持作用<sup>[1]</sup>。

### 1.4 遥感影像数据库

遥感影像数据库为土地调查提供了大范围、高分辨率的地表信息。通过对影像进行解译和分析, 可以准确获取土地覆盖、植被状况、水体分布等信息, 为土地利用规划和资源管理提供科学依据。这对于监测城市扩张、农业变化以及自然环境的演变具有重要意义。其次, 遥感影像数据库为灾害监测和防范提供了及时的数据支持。在自然灾害如洪水、火灾等发生时, 遥感影像能够提供受灾地区的实时影像, 协助紧急救援和灾害评估工作。这种实时性和全面性是传统调查手段无法比拟的, 使得遥感在灾害管理中的应用日益重要。

### 1.5 分类面积汇总表

分类面积汇总表系统地记录了各类土地的面积数据, 为土地规划和管理提供了直观、清晰的统计依据。政府和决策者可以通过这一表格了解土地利用的分布情况, 制定更科学、可持续的土地规划政策。对农业、工业、城市化等领域的用地面积进行分类统计, 有助于发现潜在的问题和制定相应的解决方案。其次, 分

类面积汇总表为土地资源的科学管理提供了数据支持。通过统计不同类型土地的面积,可以评估土地的可持续利用性,及时发现土地资源的过度开发或浪费现象。这有助于制定合理的土地资源管理策略,保护农田、湿地、森林等重要生态系统。

### 1.6 图件成果

图件成果通过地图、图表等方式直观呈现土地调查的结果,使得信息更易于理解和应用。地图展示了土地利用结构、分布情况等空间信息,为规划师和决策者提供了可视的参考,使其更容易把握土地资源的格局和特点。这为城市规划、农业布局等领域提供了实用的参考工具。其次,图件成果为不同领域的交叉研究提供了数据可视化的平台。通过将土地调查数据与其他相关数据整合在地图或图表上,研究人员可以更清晰地发现不同因素之间的关联性,促进跨学科的合作和研究。这种综合的数据呈现有助于深入理解土地利用与环境、经济、社会等多方面的关系。

## 2 土地调查数据库在国土资源管理中存在的问题

数据更新不及时是一个显著的问题。由于土地利用状况常常发生变化,尤其是在城市化快速发展的情况下,数据的滞后性可能导致决策者基于过时信息做出的规划和决策不够准确。这对于科学的国土资源管理而言是一个不可忽视的挑战。其次,数据质量和一致性方面的问题也是需要解决的难题。由于土地调查数据涉及多个环节和多个部门,数据质量的不一致和不完整可能影响到整个管理体系的有效性。标准化、规范化的数据收集和处理流程亟待建立,以确保数据的可信度和可用性。此外,信息共享和协同机制的不健全是阻碍土地调查数据库优化的瓶颈。不同部门、单位之间存在数据壁垒和信息孤岛,导致数据无法充分流通和利用。建立更加开放、协同的数据共享机制是提高数据库效能的必要手段。最后,土地调查数据库的安全性问题也备受关切。由于土地信息的敏感性,数据库的存储和传输需要更加严格的安全保障,以防止数据泄露和滥用,保护国土资源的安全。

## 3 土地调查数据库在国土资源管理中的应用

### 3.1 推动土地利用总体规划编制

土地调查数据库在国土资源管理中的应用策略之一是推动土地利用总体规划的编制。通过数据库中的翔实数据,国土资源管理者能够深入了解土地资源的空间分布、土地利用结构及其变化趋势,这为制定科学、可持续的土地利用总体规划提供了基础。例如,数据

库显示某地区以农业为主,但在过去几年有明显的城市扩张迹象,决策者可以根据这一信息制定相应的规划,平衡农业发展和城市用地需求,确保土地资源的合理利用。数据库中的历史数据也能够帮助预测未来的土地利用趋势,为规划者提供更为可靠的决策依据。此外,利用数据库中的环境、气候等相关信息,规划者还能够确定合适的土地用途,以促进生态平衡和可持续发展。例如,如果数据库显示某区域对于农业有利而且环境条件良好,规划者可以推动该区域的农业用地规划,确保粮食产能的提升,同时保持环境的可持续性<sup>[2]</sup>。

### 3.2 支持土地开发整理复垦项目立项

支持土地开发整理复垦项目立项是土地调查数据库在国土资源管理中的战略之二。首先,数据库中的土地利用信息和土地属性数据为规划土地开发整理项目提供了翔实的基础。通过分析土地的现状和潜在问题,决策者能够更准确地确定哪些土地区域需要进行开发整理和复垦。同时,数据库中的土地权属信息也为项目立项提供了法律依据。例如,在项目规划中如果需要征用土地,准确的土地权属信息可以避免因土地纠纷导致的项目推进困难。其次,数据库中的地理信息系统(GIS)数据能够帮助规划者更好地理解土地的地形、水系等自然条件,为项目设计提供科学依据。此外,土地调查数据库中的历史数据可以用于评估土地开发整理项目的可行性。通过对过去几年土地利用变化的分析,规划者能够预测未来可能的土地需求和潜在问题,从而更好地制定项目计划,确保项目的可持续性。最后,数据库中的土地质量、土地利用效益等数据也是评估项目效益的重要依据。例如,在复垦项目中,通过对土地质量的详细了解,可以更好地选择适合复垦的土地,确保投资的经济效益<sup>[3]</sup>。

### 3.3 提供年度土地变更调查基础数据库

提供年度土地变更调查基础数据库是国土资源管理中的重要战略之三。首先,数据库通过记录土地变更的翔实信息,为国土资源管理者提供了年度变化的全面了解。这为决策者提供了及时的数据支持,使其能够识别土地利用的新趋势、问题和机遇。同时,年度土地变更调查数据库为政府决策制定提供了科学依据。通过比较年度数据,决策者可以分析土地的发展趋势,判断政策的实施效果,及时调整和优化土地利用政策。例如,如果数据表明某地区农业用地逐渐减少,政府可以考虑出台激励政策,促进农业的发展,保障粮食安全。其次,数据库中的年度土地变更数据也为公众提供了透明度。通过公开这些数据,社会各界可

以了解土地利用的动态变化, 监督土地管理的合法性和合理性。这不仅增加了政府的透明度, 也为社会各方更深入参与土地资源管理提供了平台。此外, 数据库的年度更新为应对突发事件提供了及时的数据支持。例如, 自然灾害或其他紧急情况可能导致土地利用的迅速变化, 及时的年度调查数据库可以帮助管理者快速了解并采取应对措施。

### 3.4 为土地利用动态遥感监测提供底图分析

为土地利用动态遥感监测提供底图分析是国土资源管理中的战略之四。首先, 土地调查数据库作为底图提供了详尽的土地信息, 包括土地利用类型、权属、地理坐标等。这为遥感监测提供了基础数据, 使遥感图像能够更准确地反映土地利用的真实情况。同时, 数据库中的历史数据为土地利用动态遥感监测提供了时间序列的参考。通过比对不同时间点的土地调查数据, 遥感监测可以更清晰地捕捉土地利用的变化趋势, 例如城市扩张、农田面积的变化等。这有助于管理者更准确地理解土地利用的发展动态, 及时调整管理策略。其次, 数据库中的地理信息系统(GIS)数据与遥感影像相结合, 为土地利用监测提供了更为全面的分析工具。例如, 通过在GIS中叠加遥感图像, 可以直观地显示不同地区的土地类型、变化趋势等信息。这为管理者提供了更全面的土地分布图, 支持更科学的土地规划和决策。此外, 数据库中的翔实数据也有助于验证遥感监测结果的准确性。通过对照土地调查数据和遥感图像, 管理者可以评估监测结果的可信度, 及时发现可能存在的误差或异常情况, 提高土地利用监测的精度<sup>[4]</sup>。

### 3.5 支持建设用地审批和监管

支持建设用地审批和监管是土地调查数据库在国土资源管理中的关键战略之五。首先, 数据库提供了详尽的建设用地信息, 包括土地用途、规划指标、权属等。这为审批机构提供了准确的基础数据, 使其能够更科学地评估和决策建设项目的可行性和合规性。同时, 数据库中的土地调查数据为建设用地的规划和分配提供了科学依据。例如, 如果某地区的土地已经饱和或存在环境敏感区域, 数据库的信息可以帮助规划者合理规划建设用地的范围, 确保建设项目不仅符合法规要求, 还能够与周边环境协调共存。其次, 数据库也为监管提供了强有力的工具。通过与实际建设用地的对比, 监管机构可以验证项目的合规性, 防范和纠正建设过程中可能出现的问题。例如, 如果数据库中显示某地为农业用地, 但实际上发生了违规建设,

监管部门可以及时介入, 保护土地资源的合法权益。此外, 数据库的空间信息系统(GIS)功能为建设用地审批和监管提供了地理空间分析的工具。通过GIS技术, 审批和监管人员可以直观地查看建设用地分布情况, 快速定位项目, 提高监管效率。

### 3.6 奠定农村集体土地登记发证工作基础

奠定农村集体土地登记发证工作基础是土地调查数据库在国土资源管理中的战略之六。首先, 数据库中的土地权属信息和土地利用状况为农村集体土地登记提供了翔实的数据支持。这些数据涵盖了土地的所有权、使用权等关键信息, 为登记和发证提供了法律依据。同时, 数据库中的历史数据为农村集体土地登记提供了变迁的参考。通过比对过去的土地调查数据和当前的土地状况, 农村土地管理部门可以更全面地了解土地权属的演变过程, 确保登记工作的全面性和准确性。其次, 数据库为登记发证工作提供了高效的管理工具。通过建立基于数据库的信息系统, 农村土地管理者可以更方便地查询和更新土地权属信息, 提高工作的效率。这也有助于减少信息错误和管理混乱, 确保土地登记发证工作的顺利推进。此外, 数据库中的地理信息系统(GIS)数据可以为农村土地登记提供空间分析的支持。通过GIS技术, 管理者可以直观地查看土地分布、土地类型等信息, 更全面地了解农村土地资源的格局, 为合理规划和管理提供科学依据<sup>[5]</sup>。

## 4 结语

随着土地调查数据库的推广和普及, 人们需要不断创新和优化其应用, 构建更为完善的管理体系。积极探索创新和应用土地调查数据库的措施, 加强数据更新和法治建设, 促进资源的更加合理配置, 提高土地利用的科学性。这一途径有助于实现城市化和经济发展的双赢, 为国土资源的全面发展奠定基础。

## 参考文献:

- [1] 罗华坊. 土地调查信息管理平台研究[J]. 中国新技术新产品, 2023(20):134-136.
- [2] 常超明. 土地变更调查数据库的更新及技术方法的应用[J]. 黑龙江科学, 2023, 14(14):39-41, 45.
- [3] 王桂华. 农村土地调查数据库在国土资源管理中的应用[J]. 科技创新导报, 2013(12):202.
- [4] 李伙秀. 基于地理信息系统的土地利用数据库构建分析[J]. 住宅与房地产, 2021(19):253-254.
- [5] 孔红梅. 数据库在农村土地地籍调查中的应用[J]. 华北自然资源, 2021(03):88-89.

# 基于虚实结合的数控教学创新模式探究

李润民, 刘云龙

(江西生物科技职业学院, 江西 南昌 330200)

**摘要** 数控技术迅速发展, 使虚拟教学资源的应用在数控教育领域日益受到重视。虚实结合的数控教学模式通过结合虚拟教学资源和实际操作环境, 有利于提升学生的实际应用能力。然而, 这一模式也面临着一系列挑战, 虚拟教学资源的整合以及实际操作环境的设置都需要进一步优化。本文通过探究基于虚实结合的数控教学创新模式的优化策略, 旨在为进一步提升数控教学的教学效果提供参考。

**关键词** 虚实结合; 数控教学; 创新模式

中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0103-03

数控技术作为一项关键的制造工艺, 已经深刻地改变了现代制造业的面貌。在这个快速演进的领域中, 培养具有创新精神、实际操作能力和团队协作精神的数控专业人才成为当务之急。在此背景下, 虚实结合的数控教学模式应运而生, 其通过整合虚拟教学资源和实际操作环境, 能够打破传统教学的界限, 使学生更全面地掌握数控技术。

## 1 传统数控教学模式的现状分析

### 1.1 实操机会缺乏

传统数控教学模式的实操机会不足主要源于教学的理论倾斜。在教学过程中, 过多的时间用于理论知识的传授, 如数控编程的基本原理、编程语言等, 而实操机会相对较少, 学生难以在实际机床上亲自操作, 从而导致实际操作能力的不足, 这一问题的根本原因在于教学内容的设计和安排<sup>[1]</sup>。理论知识的确是数控教学的基础, 但过分偏向理论教学而忽视实际操作, 使得学生在面对真实工作场景时无法熟练应对。因此, 需要在教学设计中找到理论和实操的平衡点, 确保学生既能掌握理论知识, 又能够在实践中运用。同时, 实操机会缺乏与机床资源的有限性密切相关。许多学校或培训机构拥有的数控机床设备有限, 而学生需要共享这有限的资源, 这种情况造成学生实际操作的时间受限, 无法在足够的机床上完成各种数控加工任务。数控机床设备的老旧和维护问题是实操机会缺乏的另一重要原因。老旧的设备技术水平滞后, 难以满足现代数控技术的教学要求, 且容易出现故障, 设备的维护和修复需要花费较多时间和金钱, 进一步加大了学校或培训机构的经济负担。此外, 传统数控教学模式往往难以模拟真实的生产环境, 学生在实际操作中未

能充分感受到工业生产中的高压、高强度的工作状态, 使得他们在毕业后需要一定时间适应工作环境, 增加了用人单位培训的时间和成本。

### 1.2 学生学习动力不强

传统数控教学模式中教学内容缺乏趣味性, 教学内容往往过于理论化, 以数学公式、编程语言为主, 难以激发学生的兴趣, 导致学生在学习过程中感到单调乏味, 缺乏主动学习的动力<sup>[2]</sup>。其次, 传统数控教学模式难以将理论知识与实际应用场景有效结合, 学生在学习过程中难以看到所学知识在实际产业中的应用, 缺乏实际操作的动力, 这样的教学方式容易使学生对所学内容感到枯燥乏味, 无法直观地理解知识的实际应用。同时, 学生在传统数控教学模式中缺乏与实际行业项目相关的实践机会, 缺乏实践的机会, 学生难以将所学的理论知识转化为实际操作能力, 降低了他们在实际工作中的竞争力, 这也使得学生对于所学知识的应用前景产生疑虑, 进而影响到他们的学习积极性。当前, 就业市场对于数控专业人才的需求逐渐由理论素质向实际操作能力倾斜, 然而, 传统教学模式下, 学生缺乏足够的实际操作经验, 使得他们在就业市场上的竞争力相对较弱, 使得学生在学习数控专业时的学习动力减弱, 因为他们可能觉得所学内容与实际工作要求脱节。

### 1.3 教学管理体系薄弱

在传统数控教学模式下, 师资水平的不足和更新不及时是一个亟待解决的问题, 数控领域的技术在不断更新, 而一些教师可能由于工作压力或其他原因无法及时了解最新的技术发展, 导致教学内容滞后, 无法满足行业的实际需求。同时, 教学资源管理体系薄

弱导致教学资源的分配和利用不够科学合理,一些学校可能因为经费限制或管理不善,导致教学设备和实验室资源的浪费,或者某些资源供不应求,影响了教学的平衡性和效率。在传统数控教学模式下,学生学习过程也难以被有效监控,由于缺乏科学的学情分析手段,教师难以全面了解每个学生的学习状态、存在的问题和进步情况,这使得教学难以有针对性地调整,无法满足学生个性化的学习需求,导致教学效果的不稳定性。此外,在传统数控教学模式下,学校与企业的合作关系相对薄弱,导致学生在校期间难以充分了解企业对数控专业人才的实际需求,缺乏对实际工作环境的深刻认识,与企业的深度合作可以为学生提供更多实际操作机会,帮助学校更好地调整教学内容,提高学生就业竞争力。

## 2 虚实结合的数控教学模式概述

### 2.1 虚拟教学资源

虚拟教学资源包括数控仿真软件和虚拟实验平台,为学生提供了更为直观、灵活、安全的学习环境<sup>[3]</sup>。数控仿真软件是虚拟教学资源的核心,选择合适的仿真软件对于数控教学至关重要,软件选择应根据教学目标、学生水平以及与实际产业的契合度进行科学合理的评估,确保所选软件既能满足教学需求,又能够培养学生的实际操作能力。虚拟实验的设计与开发是虚拟教学资源的关键环节,一个成功的虚拟实验需要模拟真实工作场景、具备足够的互动性、提供详细的反馈。通过模拟数控加工过程,学生可以在虚拟环境中体验实际的制造过程,从而更好地理解和掌握数控技术。而虚拟实验提供了一个无风险的学习环境,在虚拟环境中,学生可以进行复杂的数控加工操作,而无需担心任何安全隐患,这降低了教学过程中可能发生的安全风险,为学生提供了更安全的学习体验。同时,虚拟实验还可以记录学生的每一个操作步骤,使得教师能够对学生的每一个学习过程进行详细的分析和评估。通过数据的追溯,教师可以更好地了解学生的学习路径,帮助他们更有针对性地提升自己的技能水平。此外,虚拟实验还具有时间和空间的灵活性,学生可以在任何时间、任何地点进行学习,无需受制于实验室的时间和地点限制,这为学生提供了更大的学习自由度,有助于他们更好地安排学习时间,提高学习效率。

### 2.2 实际操作环境

数控机床实验室作为实际操作环境的核心,其硬件设施的更新和维护对于数控教学至关重要。定期检修和更新数控机床,保障设备的正常运行,是提高实

际操作环境质量的保障。此外,选择符合产业标准的数控机床,能够使学生在过程中更好地适应实际工作需求。实际操作案例的设计也是实际操作环境中的关键环节,这些案例需要贴合当前工业发展趋势,既具有一定难度,又能够锻炼学生的实际操作能力,设计过程中应考虑到不同难度层次的学生,确保案例既能够满足高水平学生的需求,又能够引导初学者逐步提升自己的技能<sup>[4]</sup>。将教学与实际生产结合起来是提高实际操作环境质量的关键,通过与企业合作,使学生有机会参与真实的制造车间实践,这样的实践能够使學生更好地理解数控技术在实际生产中的应用,培养学生解决实际问题的能力。实际操作环境不仅仅是数控专业的领域,还涉及机械、电子、自动化等多个学科。跨学科的合作可以拓展学生的知识面,提高他们的综合素养,为未来的跨领域应用打下基础,这种合作可以通过课程设置、教师团队建设等方式来实现。

## 3 虚实结合的数控教学创新模式的优化途径

### 3.1 进行线上线下教学资源的整合

在虚实结合的数控教学中,充分整合线上和线下教学资源是提高教学效果和学生学习体验的关键。线上资源包括在线课程、虚拟实验、模拟软件等,这些资源具有灵活性、便捷性、资源共享、拓展性以及实时更新与动态调整的优势<sup>[5]</sup>。学生可以根据自身的学习进度和时间安排进行学习,同时能够分享更多资源,获取实时更新的内容,提高学习的灵活性和效率。为克服线上资源的技术门槛问题,可以设计个性化学习路径,分级设置课程内容和难度,让学生根据自身水平和兴趣选择适合自己的学习路径,提高线上学习的参与度。此外,学校应提供必要的技术支持和培训,帮助学生克服设备使用和网络连接的问题,设立技术支持团队,定期举办培训课程,让学生更好地利用线上资源进行学习。为保证线上资源的时效性,学校应制定明确的更新机制,建立专门的团队负责监测技术发展、学科前沿和行业需求,定期对线上资源进行更新和优化,这样可以保持教学内容的实时性,确保学生获取到最新的知识。通过这些整合方案和优化途径,学校能够更好地利用线上线下教学资源,提高教学效果,满足学生的多样化学习需求,培养出更具实际操作能力的数控专业人才。

### 3.2 进行案例导向的教学设计

案例教学通过真实的工程案例,将学生置于实际工作场景中,具有增强实践能力、提高学习兴趣、培养团队协作精神的优点。通过解决实际案例,学生

能够更深入地理解理论知识在实际工作中的应用,培养实际操作能力,提高解决实际问题的能力。案例教学还能够使学生更好地理解抽象的理论知识,增加学习的趣味性。通过实际案例,学生能够看到知识在实际中的具体运用,激发学习兴趣。在解决案例的过程中,学生往往需要进行团队协作,模拟实际工作中的合作环境,这有助于培养学生的团队协作精神和沟通能力。为了应对学生的个体差异,教师可以设计多样化的案例,涵盖不同难度和领域,一些案例可以更注重理论分析,一些案例可以更注重实际操作,以满足不同学生的学习需求。同时,还可以引入行业实践,通过与企业深度合作,引入真实的行业实践案例,这样的案例更符合实际工作需求,能够使学生更好地适应职场,增加就业竞争力。为确保案例的时效性,学校可以制定案例更新计划,定期评估和更新案例,保证其能够反映最新的技术和行业动态,提高案例教学的实际效果,还可以将案例教学与线上资源相结合,充分利用虚拟实验平台、模拟软件等在线工具,这样可以提供更多的实操机会,同时通过线上平台进行案例讨论,促进学生之间的互动。

### 3.3 鼓励学生进行开放式设计

开放式设计要求学生一定的技术框架内,根据实际问题提出解决方案,通过实际操作进行验证和优化。学生在开放性的设计任务中需要自主思考、提出创新性解决方案,从而促使其在实际问题中锻炼创新思维,不仅需要掌握基本的理论知识,还要能够灵活运用这些知识解决实际问题,培养出富有创造力的专业人才。通过在实际问题中进行设计和实施,学生将理论知识转化为实际操作能力,更深入地了解数控领域的应用,这种实际操作不仅能够增强学生的技能,还能够使他们更好地适应职业发展中的实际需求。在教学中,教师应强调设计的灵活性,允许学生根据问题的不同特点采用不同的解决方案,这种设计方式能够更好地激发学生的创造性思维,培养他们的灵活性和适应性。为鼓励开放式设计,教师可以引入行业实际案例,让学生基于真实问题进行设计,同时提供一定的指导,帮助学生在设计过程中解决遇到的难题,确保设计的可行性和实际效果。此外,设计竞赛与评奖机制是激发学生积极性的有效途径,通过设计竞赛,学生将在竞争中不断优化设计方案,提高实际操作技能,还可以设立评奖机制,对优秀设计进行认可,激发学生的学习动力。在开放式设计中,也可以结合虚拟仿真技术,建设虚拟实验平台,让学生在模拟的环

境中进行设计和模拟实验,既能够降低实际操作的成本,又能够提供更灵活的实验场景,增加学生的设计体验。

### 3.4 提供更多的实践机会

实践是巩固理论知识、提高操作技能、增强问题解决能力的有效途径,通过更多的实践机会,学生能够更好地将理论知识转化为实际操作能力,更深入地了解数控领域的应用。为了提供更多的实践机会,可以采取多种形式和内容的实践活动。实验室操作是学生进行实际操作的关键场所,因此建设先进的数控实验室是提供实践机会的基础,实验室应该配备丰富的数控设备和工具,确保学生能够进行充分的实际操作。其次,通过组织学生参与实际项目,可以使他们将所学知识应用到真实项目中,锻炼实际应用和团队协作能力,这种实践形式既能够培养学生的实际操作技能,又能够增强他们在团队中的沟通协作能力。同时,学校可以与企业合作,为学生提供实习机会,通过在实际工作中,学生能够更深入地了解数控领域的职业要求,提前适应职场环境,实习也为学生提供了与专业人士交流的机会,使他们能够学到实际操作中的经验和技巧。另外,学校可以建立科学的实践成果评价体系,评估学生在实践中的表现,这样能够激励学生积极参与实践。

综上所述,虚实结合的数控教学模式具有整合虚拟教学资源 and 实际操作环境的独特优势,是推动学生全面发展的有效途径。通过进行线上线下教学资源的整合、案例导向的教学设计、鼓励学生进行开放式设计、为学生提供更多的实践机会等途径,有利于激发学生的创新潜力,进一步提升学生的实操技能。

### 参考文献:

- [1] 周登科. 基于虚实结合的数控教学创新模式探究 [J]. 齐齐哈尔师范高等专科学校学报, 2021(03):121-123.
- [2] 肖冬明. 虚实结合的数控类实训课程资源开发与教学实践 [J]. 教育教学论坛, 2020(22):310-311.
- [3] 蒙俊健, 兰松云, 林秀朋. 虚实结合的数控技术实训基地建设与实践教学 [J]. 广西教育, 2018(14):57-58.
- [4] 黄建明, 杜超, 赖天华. 虚实结合的数控技术实验教学平台设计与应用 [J]. 实验技术与管理, 2016, 33(07):136-139, 144.
- [5] 李金华, 姚芳萍. 虚实结合的数控机床实验教学模式探索与实践 [J]. 实验室科学, 2015, 18(04):65-67.

# 校企合作模式在高职人才培养中的应用路径研究

夏少君

(江汉艺术职业学院, 湖北 潜江 433100)

**摘要** 高职院校是高等教育院校的类型之一,也是国内职业教育的重要组成部分,同时随着职业教育深入改革,对于高职院校来讲,校企合作成为提升学生综合素质与就业质量的主要途径之一。高职院校与企业要持续提升校企合作的深度和广度,以此适应不断变化的社会发展要求,提升高职生综合能力。基于此,本文分析了高职院校开展校企合作模式的重要性,探讨了校企合作的重要模式以及现状,重点探讨了在高职人才培养中应用校企合作模式的具体策略,以期对促进高职教育工作的开展有所裨益。

**关键词** 高职院校; 校企合作; 就业质量; 综合素质

**中图分类号**: G642

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)01-0106-03

当前,技术类课程成为高等职业院校的主要教学内容,但是在教学过程中往往只局限在理论知识的传授,致使大部分学生缺乏良好的技术水平与实际操作能力,这与新时期中国教育发展的要求相违背,也难以满足社会对人才的需求。因而,如何创新校企合作改革,为社会培养综合素质较高的实战型人才成为高职院校需要关注的重点课题。

## 1 高职院校人才培养中应用校企合作模式的重要性

### 1.1 能够为高职院校人才培养指引方向

从国内校企合作教学模式应用及变革发展过程来分析,大多数高职院校对这一教学模式认知清晰,且比较热衷,因而在实践中协同企业共同制定教育培养计划、人才培养方向等,并且在此基础上完善基础教材内容编制、专业课程设置,并且积极创建人才创新创业实训基地等。此外,为了充分挖掘合作资源,促进合作教学模式实效,双方还共同合作创建了一批又一批较强实力的师资队伍,这些举措为人才培养奠定了良好基础。

### 1.2 可以有效提升学生就业能力

高职生在步入企业实习或者社会工作后,其自身对就业的岗位适应能力好坏主要表现在其能够快速融入企业发展环境中,能够适应各种工作岗位,能否以积极心态面对工作等。需要强调的是,就业岗位不同,对学生专业技能水平以及综合职业素养的要求也不同,比如有些岗位需要体力方面的实战能力,而有些技术

部门需要脑力及专业技术能力都具备。因而,需要学生在步入社会就业后,能够清楚地认识到自身的职业生涯规划以及所从事岗位发展趋势等,进而分析到就业过程中的问题,持续优化和完善自己的职业发展规划,提高学生就业能力。

### 1.3 提升高职学生综合能力

高职院校校企合作从本质上来看,就是高职院校和企业之间建立起资源共享机制,实现命运共同体模式,最终来促进双方互惠共赢。因而,从高职院校角度来讲,需要其全面履行人才培育的职能,通过高质量的专业技能培养持续为企业提供综合素质高的人才。从企业角度来看,需要企业加大对院校办学的资金、基础设施等方面的支持,做好教育实验基地,也可以通过企业技术人员联合教学方式,促进高职院校教学条件及水平的提升。通过校企合作教学模式,高职生能够全面了解现代企业管理与运营模式、工作流程、发展趋势等,也能够促使其认识到自我建设的不足,进而在实践中努力提升自我。通过企业实训、现场教学等方式能够提升团结协作能力、沟通能力、实操技术能力等。

## 2 高职院校校企合作模式分析

### 2.1 产教结合

所谓产教结合就是企业投入资本,为高职院校创建各类实用性强的实训基地、实习基地、产学研基地等,为学生就业创建实习场所,目的就是促进高职教育可以更好地开展理论和实践相结合的教学方式。此外,

有些企业还在高职院校设置专门的科研机构 and 项目中心,目的是推动科研成果的研发效率,对于双方发展都极为有利。所谓实训基地就是依靠企业实际工作场所或者高职院校的训练场地等进行人才培育,在这一过程中,学生能够提升实操能力,企业依靠职业院校的人才、场地资源降低了运营成本。所谓实习基地就是高职院校与相关企业签订合作协议,为学生创造应用理论知识,开展实战演练的实习场所,增加学生实操能力提升的机会,高职院校能够将专业型人才定期输送给企业,实现人才培养、学生实习、就业的有效衔接,为企业运营提供良好的人才保障。所谓产学研地就是高职院校凭借技术和智力优势,和企业建立起合作,将科研服务以及科研成果提供给企业发展,以此帮助企业高效接触经营问题,为企业全面发展提供技术保障<sup>[1]</sup>。此外,产教结合模式中,企业选取技术精英或者核心员工进入高职院校担任教师也是十分普遍的,他们共同参与到教学计划编制、教学方案调整等,有效弥补了高职院校实践教学缺乏、教师经验不足等缺陷,取得良好的人才培育效果。高职院校充分利用这些企业教师的丰富的教学资源和经验,能够促使学生理论知识与实践能力的提升,还能够将先进的专业技术引入教学中,拓宽学生的学习视野。

## 2.2 定向培养

定向培养的合作模式就是通过高职院校和企业签订校企合作办学的协议,在满足企业实际生产运营要求的基础上,共同参与到教学内容、课程、方案以及人才培养目标的制定。同时,学生和企业间建立起用工关系,学生通过双方考察合格后,进入定向培养班,此类学生完成理论知识学习后直接参与到企业岗位开展顶岗实习,还可以结合自身职业发展意愿选择毕业后直接到企业就职。通过这种方式,学生能够清晰认识到自身的不足之处,并及时调整纠正,科学规划职业生涯方向,还省略了四处求职的环节,提高了就业效率。此外,企业通过这种人才培养方法,降低了招聘和培育新员工的成本。

## 3 高职学校人才培养过程中校企合作运行现状及问题

### 3.1 缺乏深度的校企合作

目前,在校企合作模式运行过程中,由于高职院校和企业之间的目标、利益等存在差异,进而致使合作双方常常出现联系不密切、交流不顺畅的情况,这也是校企合作缺乏深度的体现。具体来讲,有些企业必要的资金以及技术支持等未能够按时提供,能够提

供给高职生实习的岗位和机会较少,学生得不到实践锻炼和技能提升的机会,极大地限制了高职生各种能力的提升。有些高职院校由于科研、教学任务重,将教学工作放在首要突出位置,忽略了校企合作的重要性,甚至有些学校开展校企合作模式教学的积极性较差,导致校企合作建立及应用困难重重。同时许多高职院校并没有真正意义地将企业纳入学校教育中,校企合作流于形式。

### 3.2 缺乏健全的校企合作运行机制

近些年,随着经济全球化发展,国内经济社会发展随之升级转型,且高职院校毕业生持续增加,疫情因素等影响,国内就业形势异常严峻,而企业为长期发展,对人才专业素养的要求逐渐提高,同时校企合作模式下缺乏健全的运行保障机制,很多学生进入企业实习后遭遇不公平对待、老员工刁难、薪资不合理、不支付加班费等损害自身利益的情况后,由于缺乏规范的法律法规,就导致学生无法通过正常手段进行正当维权,学校也无权对企业追责,导致学生个人利益受损,会直接影响他们的就业观和工作情绪,甚至产生离职倾向,对学生自身的长远发展极为不利<sup>[2]</sup>。

### 3.3 校企合作人才培养缺乏科学规划

从现阶段校企合作现状来分析,就业率提升成为大多数高职院校教育教学的最主要目标,未能综合考虑高职生兴趣爱好以及专业特长等为他们创造合适的就业岗位,校企合作中常常出现企业提供的岗位和学生专业不符合的情况,一定程度上影响了学生就业的积极性和良好心态。同时,校企双方在人才培养合作方面存在配合度较低的情况,部分高职院校未能从企业人才类型需求出发开展人才培育,而企业往往也消极对待校企合作,在资金和技术、人员等方面未能给予学习必要的支持,导致校企合作实效性较差,进而人才培养缺乏科学完善的规划,增加了高职学生的就业压力。

## 4 高职人才培养中应用校企合作模式的具体策略

### 4.1 高职院校管理方面全力促进校企合作落实

其一,创新学习人才培育模式,高职院校应结合社会发展背景以及企业人才需求变化,及时调整和优化人才培育模式,在校企合作之中,积极探索更加多样化的人才培养模式。具体来讲:首先,高职院校应积极转变现有的人才培养思路,在校企合作模式下,可以将企业生产运营场所作为学生锻炼实践能力的空间,引导学生在实践中提升各项技能。其次,高职院

校要结合企业实际人才需求来设置人才培养的专业课程,能够帮助学生毕业后顺利进入企业就职,促进其积累丰富的实践经验,如此一来,不仅为企业发展提供了源源不断的人才资源,也大幅提升了高职院校的就业质量。最后,校企双方应该加强密切联系,共同参与科研项目开发与管理,充分利用双方人才培养的资源,促进学生在合作过程中,提高其创新力,进而帮助企业持续进行技术提升。

其二,全面变革学校教学实践。高职院校人才培养应该以社会发展需求为根本导向,同时坚持以学生为本的教育原则,创建起科学高效的符合教育发展的实践教学模式,进而促进校企合作教学的深入开展<sup>[3]</sup>。在创新教学实践过程中,学校要重视教学质量评价标准的完善,不仅要重视学生的基础理论知识,还要掌握先进的专业技能,进而成为综合素质较高、适应社会要求的专业人才。同时校企合作模式下,需要将高职院校实践教学目标和企业人才需求相融合,提升实践教学的广度与深度。

其三,组建强大的“双师型”教师团队。教师是高职院校人才培养的重要参与者、指导者,学校要重视教师队伍建设,精心打造素质过硬的师资队伍。一方面定期对高职教师进行理论与实操技术的培训,提高教师教学专业素养。另一方面要鼓励教师参与到校企合作的顶岗锻炼提升中,使其全面了解企业运营的人才需求,进而深刻认识到教学实践模式变革的重要性<sup>[4]</sup>。此外,学校应加强与企业联系沟通,邀请企业专业技术人员、业务骨干、员工等来校任教,丰富学校教育资源和教师队伍,弥补高职教师实践能力不足的缺憾,进而引导学生真切感受到基础理论知识在企业实际生产中的应用。

#### 4.2 企业方面加大校企合作教学的支持力度

首先,高职院校要积极吸引企业参与到人才培养合作模式之中,加强双方资金与政策的交流沟通,使企业认识到校内实训基地可以帮助企业依托学校的教育、人才、科研等资源,促使企业生产技术以及生产设备等改造升级,进而帮助企业节省一定的生产成本,实现双方共赢。其次,搭建学生创业创新的实践基地。校企合作模式下,双方密切协作,共同搭建起以学生为本,以企业为主导的创业创新基地<sup>[5]</sup>。高职院校必须争取企业的支持,借助企业各项政策、资金优势,为学生实践能力锻炼做好基础保障。此外,还需要将校内教学基础设施进行完善,激发学生参与校企合作教学的积极性,进而主动参与到知识学习中。再次,

企业内部建立学生实践平台。企业要重视校企合作模式的重要性,发挥自身实践平台资源优势,为学生实践学习营造良好的氛围与真实的环境,创造实操锻炼的机会与平台。同时,企业也要积极引导企业内技术人员、生产一线骨干等参与到实习学生的现场指导教学中,促进学生全面了解企业生产运营现状、过程以及发展趋势等,进而将其教材理论知识更好地应用到企业生产过程中。在企业实践平台锻炼后,学生的综合能力得到提升,同时也有助于企业从中筛选符合企业发展的专业型人才,节约招聘以及人才培养的成本和时间。

#### 4.3 高职学生积极参与到校企合作之中

高职院校校企合作教学的主要目的就是促进高职生理论知识转化为实践技能,提升其综合素质,为学生顺利就业和后期发展奠定良好的基础。高职学生在校企合作教学模式下,学生应该积极完成各项学习任务,同时在岗位实践中注重各种专业知识和经验的积累,为自身职业发展积累宝贵财富。随着就业环境日益严峻,社会对于高职生的工作经验要求较高,因而学生也要提升职场应变能力、实践操作能力,以此增强自身就业时的竞争力。

### 5 结语

高职院校在人才培养时采用校企合作的模式,不仅能够满足企业人才的需求,也能够提升高职院校学生综合能力,因而需要校企双方共同参与人才培养目标、方案设置,合理设置专业课程,通过企业资金及资源的支持,完善高职院校各种产教结合实验基地的建设,完善学校人才培养的软硬件设施,同时学校要组建高素质教师队伍,深入开展科研攻坚,积极将研究成果用于企业生产中,在双方共同努力下实现互利共赢。

#### 参考文献:

- [1] 吴建中. 基于协同机制的高职院校学生就业质量提升策略研究[J]. 晋城职业技术学院学报, 2023, 16(05): 31-34, 38.
- [2] 孙妍, 张瑞光, 张广庆, 等. 校企协同机制在高职人才培养中的应用和效果研究[J]. 现代职业教育, 2023(26): 5-8.
- [3] 李耿. 高职院校校企合作模式及其提升学生就业质量路径[J]. 商业文化, 2022(06): 130-132.
- [4] 王超, 聿书贞. 基于校企合作的高职学生高质量就业实现路径实践研究[J]. 科技视界, 2021(26): 180-182.
- [5] 曹雅静. 高职院校校企合作提升毕业生就业质量的实践[J]. 大学, 2020(39): 97-98.

# 外方审核为航空材料检测实验室带来的机遇与挑战

刘艳稳<sup>1</sup>, 张跃飞<sup>2</sup>, 董宗戈<sup>3</sup>, 张明<sup>4</sup>

(1. 中国航发北京航空材料研究院, 北京 100095;

2. 空军指挥学院, 北京 100097;

3. 空军装备部, 北京 100036;

4. 93147 部队, 贵州 安顺 561018)

**摘要** 航空材料检测实验室在进行材料质量评估和安全性检测的过程中扮演着至关重要的角色。外方审核作为一种质量管理手段, 既为航空材料检测实验室带来了机遇, 也带来了挑战。本文通过分析外方审核对航空材料检测实验室的影响, 探讨了其带来的机遇与挑战, 并提出了相应的对策和建议。

**关键词** 航空材料; 检测实验室; 外方审核; 国际市场; 资源投入

中图分类号: V21

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0109-03

航空材料的质量和安全性直接关系到飞行器的安全运行, 为确保航空材料的质量和安全性, 航空材料检测实验室必须具备可靠的检测手段和严格的质量管理体系。外方审核作为一种重要的质量管理手段, 不仅可以促进航空材料检测实验室的技术水平和管理水平的提升, 也可能带来一定的挑战和压力。因此, 探讨外方审核为航空材料检测实验室带来的机遇与挑战, 也极具现实意义。

## 1 外方审核的内涵

从航空材料检测实验室的视角来看, 外部审核的内涵体现在如下几个方面: 第一, 质量保证和技术准确性。外部审核着重关注实验室的质量管理体系和技术准确性, 包括实验室的测试方法、设备校准、人员培训以及质量控制程序等方面。通过外部审核, 实验室可以确保其测试结果的可靠性和准确性, 提升质量保证水平。第二, 合规性和标准符合。航空材料检测实验室必须符合严格的行业标准和法规要求, 外部审核将审查实验室是否符合相关的航空领域标准和法规, 包括 ISO/IEC 17025 标准等<sup>[1]</sup>。确保实验室在测试过程中遵循标准操作程序, 并符合法规要求, 以保证测试数据的合规性和可比性。第三, 技术能力和专业知识更新。外部审核也是对实验室技术能力和专业知识的一种检验, 实验室需要展示其在航空材料检测领域的技术专长和创新能力, 同时及时了解并应用最新的航空材料检测方法和技术, 以确保实验室处于行业的

前沿位置。第四, 持续改进和客户满意度。外部审核可以帮助实验室发现存在的问题和不足, 并提出改进建议。通过外部审核的反馈意见, 实验室可以推动持续改进, 提高内部管理水平和服务质量, 以提升客户满意度。综上所述, 对于航空材料检测实验室而言, 外方审核的内涵主要包括质量保证、合规性、技术能力和持续改进等方面, 通过外部审核, 实验室可以不断提升自身的整体水平, 确保测试结果的可靠性和准确性, 满足航空行业的严格要求, 提升客户信任度和市场竞争力。

## 2 外方审核为航空材料检测实验室带来的机遇

### 2.1 提升实验室整体水平

外方审核为航空材料检测实验室带来了机遇, 可以提升实验室的整体水平。外方审核通常会揭示实验室在技术、设备和操作流程等方面存在的问题, 以及可能的改进措施。这种审核过程不仅能够发现并纠正潜在的质量问题, 还可以评估实验室的管理体系和质量控制体系是否符合国际标准。通过接受外方审核, 实验室可以获得来自专业人士的建议和指导, 从而提高工作效率、减少错误率, 并保持与国际先进实验室的接轨。此外, 外方审核的结果也可以作为实验室的参考依据, 用于改进工作流程、培训人员以及引入新技术和设备<sup>[2]</sup>。

### 2.2 拓展国际市场

通过外方审核的认证或资质, 实验室可以获得国

际认可和信任,进而增加在国际市场的竞争力和知名度。外方审核通常代表了国际认可机构或重要客户的认可,这意味着实验室的测试能力、质量管理体系和技术水平等符合国际标准和最佳实践。这将吸引更多来自全球范围内的航空企业和相关领域的客户,愿意选择实验室进行材料检测。拓展国际市场不仅可以增加实验室的客户数量和项目规模,还可以提供更广泛的合作机会。与国际客户的合作有助于实验室获得更多的行业洞察和经验,进一步提升实验室的技术水平和服务质量。同时,这也为实验室带来了与国际同行交流和学习的机会,促进实验室与其他国家和地区的科研机构、学术界以及产业界的合作与交流。通过拓展国际市场,实验室可以扩大业务范围,提高知名度和声誉,并在全球航空材料检测领域中建立起竞争优势。

### 2.3 加强交流与学习

在外方审核过程中,实验室与外方专家和评估团队进行密切的合作和沟通,这为实验室提供了与国际同行交流和学习的机会。外方专家可能分享他们的经验和知识,指导实验室改进测试方法、优化操作流程,以及引入新的技术和设备。这种交流和学习的机会可以帮助实验室不断提升自身的技术水平和质量管理能力。此外,外方审核也为实验室提供了与其他国家和地区的科研机构、学术界以及产业界进行交流和合作的机会。实验室可以通过参加国际会议、研讨会或合作项目等形式,与国际同行共享经验、探讨问题,甚至开展联合研究和合作项目。这样的交流合作有助于实验室不断拓宽视野,获取前沿信息,提高技术创新能力,并为航空材料检测领域的发展做出更大的贡献<sup>[3]</sup>。综上所述,外方审核为航空材料检测实验室带来了加强交流与学习的机遇。这种机遇可以帮助实验室与国际同行进行知识分享、技术交流合作,促进实验室不断提升自身水平,并在行业中保持竞争优势。

## 3 外方审核为航空材料检测实验室带来的挑战

### 3.1 资源投入

进行外方审核需要耗费大量的人力、物力和财力资源。首先,人力资源方面,实验室需要指派专业人员参与审核过程,包括与外方专家的合作和沟通,以及准备相关的文件和数据。这可能会对实验室的日常工作和人员安排造成一定的影响和压力。其次,物力资源方面,实验室可能需要提供符合要求的设备、仪器和实验场地等。如果实验室在设备设施方面存在不足或需要升级改造,那么就需要投入额外的资源来满

足外方审核的要求。最后,财力资源方面,实验室需要承担外方审核的费用,包括审核机构的费用、专家的差旅费用等。这些费用对实验室的财务状况和预算安排提出了一定的要求。

### 3.2 管理压力

在外方审核过程中,实验室需要确保各项工作符合国际标准和要求,这对实验室的管理体系和操作流程提出了更高的要求。首先,实验室需要进行全面的质量管理体系评估,以确保其符合国际认可机构的要求,涉及各个层面的管理,包括质量控制、标准操作程序、文件管理等。实验室需要对自身管理体系进行审查和改进,以满足审核的要求,并确保所有操作符合规范。其次,实验室需要提供充分的数据和文档来支持审核过程。这需要实验室做大量的准备工作,包括整理和归档测试结果、校准记录、设备维护记录等。同时,实验室还需要确保这些数据和文档的准确性和完整性,以便在审核中进行验证和审查。此外,外方审核还会对实验室的人员素质和培训提出要求。实验室需要确保员工具备足够的专业知识和技能,能够正确操作和解释测试结果。这需要实验室提供定期的培训 and 能力提升机会,以适应外方审核的要求和行业发展的需要。管理压力还包括对实验室过程和操作的不断改进和优化。实验室需要进行内部审查和自我评估,及时发现和解决存在的问题和风险,并采取相应的纠正措施。这需要实验室具备良好的管理意识和团队合作精神,以持续提高实验室的整体水平和质量<sup>[4]</sup>。

### 3.3 技术差距

在外方审核过程中,实验室会面临与国际标准和最佳实践的技术要求之间的差距。首先,外方审核通常会对实验室的测试方法和流程进行评估。如果实验室的测试方法不符合国际标准或存在不足之处,那么需要进行相应的改进和优化。这涉及引入新的测试方法、校准设备、实施更严格的质量控制等。实验室需要投入时间和资源来学习和适应新的技术要求,并确保测试结果的准确性和可靠性。其次,外方审核还可能揭示实验室在设备和仪器方面存在的技术差距。国际标准和要求对于设备的精度、稳定性和可靠性有着严格的要求,如果实验室的设备不符合这些要求,那么就需要考虑进行设备升级或更换,以满足外方审核的要求。这需要实验室进行充分的技术评估和投资计划,并确保新设备能够满足航空材料检测的需求。此外,外方审核还会关注实验室的技术人员的素质和能力。实验室需要拥有经验丰富、具备专业知识和技能的人

员来进行测试和解读结果。如果实验室在技术人员方面存在不足,那么就需要进行培训和能力提升,以提高实验室的技术水平。

#### 4 外方审核视角下航空材料检测实验室的发展对策

##### 4.1 加强内部管理

在外方审核视角下,航空材料检测实验室的发展必须加强内部管理,具体可以采取如下几种策略:第一,建立或优化质量管理体系。确保实验室拥有完善的质量管理体系,符合国际标准和客户要求,包括建立标准操作程序、文件管理系统、记录和文档控制等,以确保测试过程的可追溯性和结果的准确性。第二,强化培训和技能提升。进行定期的培训和技能提升计划,确保实验室员工具备最新的知识和技术,能够正确地操作设备和解读结果。培训内容可以涵盖测试方法、质量控制、安全操作等方面。第三,加强质量控制和质量保证。确保实验室测试过程中的质量控制措施完备,包括校准和验证设备、参与各类质量评估和监管活动、定期进行质量内审等,以确保测试结果的准确性和稳定性。第四,优化设备与仪器。对实验室的设备和仪器进行评估,确保其满足航空材料检测的要求。如果存在设备不足或技术差距,需要进行设备升级或更换。同时,确保设备的正常运行和维护,提高设备的可靠性和稳定性。

##### 4.2 强化技术攻关

为了充分发挥出外方审核的作用和价值,航空材料检测实验室也需要进一步强化技术攻关。具体而言,需要做好如下几方面的工作:第一,跟踪国际标准和最新技术。密切关注国际标准和行业最新技术的发展动态,保持与时俱进的技术水平。定期参加相关学术会议、研讨会,积极获取新技术、新方法和最佳实践。第二,加强科研合作与知识共享。积极与国内外相关机构、高校和科研单位合作,开展联合研究项目,进行技术交流和知识共享。分享经验和互相学习,提高实验室的技术能力和创新能力。第三,建立技术创新团队。成立专门的技术创新团队,由技术骨干和研究人员组成,负责研究和推动新技术的应用和落地。团队可以定期开展技术研究、探索新方法和工艺,以满足外方审核对技术水平的要求。第四,投入研发资源。将一定比例的资源投入研发工作,包括设备更新、技术改进和新方法的研究。通过引进先进设备、开发自主知识产权、培养高级人才等方式,提升实验室的技

术水平。第五,建立技术标准和流程。建立适应航空材料检测需求的技术标准和流程,确保测试过程的规范化和一致性。制定详细的操作规范、数据处理方法、质量控制指南等,以提高测试结果的可靠性和准确性。

##### 4.3 加强多方合作

在外方审核视角下,航空材料检测实验室可以采取加强多方合作的对策,包括与国内外相关机构、行业协会、供应商和客户建立紧密合作关系,以共同推动实验室的发展。首先,与国内外相关机构和行业协会进行合作,可以通过参与联合研究项目、技术交流和会议和工作组等方式,分享经验和最佳实践。与机构和协会的合作有助于获取行业前沿信息和技术动态,不断提高实验室的技术水平和专业能力。其次,与供应商建立良好的合作关系,可以确保实验室获得最新的设备、仪器和技术支持。供应商通常具有丰富的行业经验和专业知识,可以提供培训、技术支持和设备维护等服务,帮助实验室不断更新技术和设备<sup>[5]</sup>。此外,应与航空材料的生产商和客户密切合作,了解他们的要求和期望,针对性地开展测试方法和流程改进,提供符合客户需求的高质量测试服务。

#### 5 结语

外方审核既为航空材料检测实验室带来了机遇,也带来了挑战。实验室应充分认识到外方审核的重要性,积极应对外方审核带来的机遇和挑战,加强内部管理,强化技术攻关,拓展国际合作,不断提升自身的核心竞争力,促进实验室的持续健康发展。

#### 参考文献:

- [1] 冯辅周,朱俊臻,李志农.超声红外热像技术发展现状及其在航空材料缺陷检测中的应用[J].航空制造技术,2022,65(20):36-53.
- [2] 陶美娟.上海市航空材料检测与评价专业技术服务平台-增材制造领域的提升建设[Z].上海:上海材料研究所,2019-09-30.
- [3] 刘智涛.实验室进行NADCAP材料测试项目认证时应注意的工作要点[J].理化检测-物理分册,2015,51(03):191-193.
- [4] 胡乐晓.ISO/IEC 17025体系下内外部审核不符合项的改进措施[J].中国质量与标准导报,2023(03):27-30.
- [5] 陕西金泰通过安全生产标准化二级企业达标复审外部审核[J].中国氯碱,2023(03):63.

# 路基加宽施工技术要点研究

孙文升

(平度市交通运输局, 山东 青岛 266700)

**摘要** 公路改扩建项目中, 路基加宽施工技术可显著提升公路整体结构的稳定性。为了确保公路结构的稳定, 需改进路基加宽施工技术。由于不同的公路项目面临的问题不同, 需选择不同的施工技术。施工队需要掌握新老路基的实际情况, 明确公路各方面的施工条件, 制定合理的施工方案, 以确保路基结构的稳定, 满足交通需求。本文结合实际案例, 研究公路路基加宽施工技术。研究结果表明, 通过采用路基加宽施工控制技术, 可有效解决新旧路基拼宽面的不均匀沉降问题, 确保了路基的安全和稳定, 改善了公路通行能力。

**关键词** 路基加宽; 土工格栅加筋技术; 填筑填料; 碾压填料; 路基排水施工

中图分类号: U416

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0112-03

在公路施工中, 路基施工质量决定着公路的整体稳定性和安全性, 对路基填筑方法和工艺要求严格控制。由于公路交通量的不断增加, 早期建成的公路的通行能力已难以满足现有要求。因此, 有必要拓宽公路, 使其整体更宽。拓宽路基时, 严格控制新老路基接缝处的压实和沉降变形是很重要的。

## 1 新老公路之间的沉降差异及控制

新路基在使用过程中会发生沉降, 沉降类型可分为三种: 地基本身引起的沉降、路基本身荷载引起的沉降和行车荷载引起的下沉。新路基和旧路基的区别在于, 它没有受到长期的车辆荷载, 缺乏基础的统一性, 稳定性差, 在使用过程中可能会导致路面出现纵向裂缝。尽管人们也采用了换土和排水固结的方法来处理新路基地基的沉降, 但由于各种原因, 人们仍然认为土工格栅加固技术在公路路基拓宽施工中的应用最能满足人们的需求。这是因为在公路路基拓宽施工过程中, 最常见的纵向裂缝位置是新旧路基结合的部分, 而新路基的参数设计本身能够满足公路交通使用的需要。正是由于新旧路基不均匀沉降, 才容易产生纵向裂缝。土工格栅加固技术的应用可以带来以下技术优势: 在应用该技术时, 需要采用开挖台阶施工, 增加新旧路基的接触面积, 从而优化新旧路基的连接; 土工格栅铺设技术的应用可以平衡沉降时对路基的作用力, 从而防止裂缝的发生; 土工格栅施工本身可以提供良好的锚固空间, 可以进一步提高路基的抗剪性能。与其他施工技术的应用相比, 采用土工格栅进行施工成本低, 施工特异性强, 工艺简单, 效果好。

## 2 工程施工中的常见问题

(1) 新老路基沉降不同, 在长期自重作用下, 旧路基基本完成固结变形。路基新加宽段的土壤压缩性高, 固结时间长。新路基施工完成后, 在荷载作用下仍有明显的固结沉降, 可导致新旧路基交界处的不均匀沉降, 破坏路面结构。(2) 由于地基强度不足, 弹性模量相对较低, 新老路基的沉降值不断增加。旧路基在改造前已完成固结沉降, 而新路基刚刚发生沉降, 沉降值较大。新旧路基的施工条件、填料类型和压实度对路基的加固效果有很大影响。旧公路投入运营后已完成压缩变形和沉降, 但新公路在项目建成后仍将发生沉降和变形。新路堤的填筑过程往往需要很长时间, 在长期荷载作用下, 由于不同填料的特性, 新路堤和旧路堤的变形可能不一致<sup>[1]</sup>。(3) 路基拓宽通常在地形复杂的地区进行。当局部地基坡度过陡时, 需要在陡坡地基上填筑加宽路基。如果原基础边缘存在潜在的滑动面, 加宽的路基段将沿着该滑动面滑动, 使整个区域不稳定。由于雨水的入侵, 它还受到水分、干燥和冻融循环的影响, 导致地基土的抗剪强度降低。(4) 路基排水设施不完善, 导致地表水渗入。路基土由于浸泡在水中而变得潮湿和柔软, 导致强度急剧下降。暴雨在山区可能会造成小面积的泥石流, 导致排水设施堵塞。排水设施堵塞后, 路基上端的雨水会从路面溢出, 破坏路面, 导致雨水渗入路基, 加剧裂缝的扩展, 降低路基的强度。

## 3 工程概况

某公路改扩建工程, 拟对既有路基做加宽处理。路基边坡最大坡高为7m, 采用加筋土支护, 设钢塑土

工格栅, 铺设宽度 7m、竖向间隔为 0.4m、反包长度为 3m, 并用碎石在下剖地面线以上 40cm 范围修筑排水层。土工格栅加筋施工属于该工程的重难点。

#### 4 土工格栅加筋技术在公路路基加宽中的应用原理

在进行公路路基拓宽施工时, 人们有各种施工技术可供选择, 但土工格栅加固技术有其独特的施工优势。目前, 我国土工格栅材料已实现标准化和批量生产。它们的使用成本不高, 重量轻, 耐腐蚀性强, 不易老化, 抗拉强度能满足公路路基施工的需要。理论上, 土工格栅材料可以使用 120 年。将土工格栅加固技术应用于路基施工以提高路基弹性模量的机理是, 使用该施工技术可以增加土工格栅与土壤之间的摩擦力; 使土工格栅与基础形成一个整体, 以增加土地上的荷载; 使用土工格栅网格锁定土壤并约束土壤变形。通过应用该技术, 当在新旧路基的接触点施加压力时, 土工格栅应以几何形状约束土壤, 以防止侧向变形, 从而提高土壤的抗弯刚度和抗剪强度。土工格栅本身能够承受一定的强度荷载, 并能够分担土壤的水平和垂直作用力; 利用土工格栅的结构, 使产生的应用均匀分布, 同时避免应用集中在路基的某一点, 导致路基的某个点施加过大的荷载, 从而形成裂缝<sup>[2]</sup>。

### 5 路基加宽施工

#### 5.1 施工准备

路基拼宽施工之前, 现场人员应对所在区域的地形地势、气候条件、土壤、地下水等进行实地勘测, 并做好相应的记录, 为后续施工奠定基础。然后对施工现场进行彻底清理, 将表面杂物与垃圾及时移出场区外。另外, 正式施工前选定试验路段, 确定路基拼宽施工的各项参数, 其中, 重点对路基填料的压实度和填充方式进行严格控制, 并在适当位置完善排水设施。

#### 5.2 新旧路基衔接处理

施工过程中应开挖临时排水沟, 以利于排水通畅。清理新旧公路交叉处的旧路坎、路肩、护坡、边沟。为满足质量要求, 应将旧土路肩打开并暴露在阳光下, 或与粉煤灰混合处理并重新碾压。上述步骤是清除旧肩坡上的草、树根和腐烂的树叶等碎屑。从硬路肩开挖台阶, 解决旧路基边坡压实不足的问题, 加强新旧路基的连接, 减少旧路基连接处的不均匀沉降。为了保证新旧路堤的连接坡度有良好搭接, 必须挖掘和清理正常厚度为 30cm 以上的临时土壤, 并根据设计条件从旧路堤的底部向上挖掘台阶。两路基拼接时, 在路

面结构底部 20cm 处铺设 2 层宽度为 4m, 间距为 30cm 的三向土工格栅; 其下第一级台阶处铺设 2 层宽度为 3m, 间距为 20cm 的土工格栅; 最下一级台阶铺设 1 层宽度为 2m 三向土工格栅。低填浅挖段 ( $H < 100\text{cm}$ ) 超挖后, 在路床范围内铺设 2 层宽度为 4m 的三向土工格栅, 分别位于上、下路床底。若旧堤坝的高度低于 2m, 可以将旧堤坝的斜坡处理后直接填入新堤坝。严禁将边坡清理材料作为新堤的填料。加宽路堤填料选用与老路堤基本相同。挡墙路基回填采用砂砾透水性材料回填。路基其他段落加宽部分若采用非透水性填料时, 应在地基表面铺设砂砾或碎石垫层。

#### 5.3 填筑填料

(1) 铺设土工格栅后, 及时填筑填料。填料运至现场后, 向指定施工点位卸料, 按照从两边到中间、对称的原则进行填筑。若直接向土工格栅卸料, 厚度控制在 1cm 左右。(2) 由于砂砾土受含水量的影响相对较小, 仅需控制级配即可取得良好的压实效果, 因此, 此次公路路基加宽施工选取砂砾土作为填料, 要求填料级配均匀, 最大粒径不大于 15cm。(3) 运料车将填筑材料运至现场, 车辆与加宽路基边缘的距离需超过 1.5m, 有序卸料。若土工格栅上未铺设填料, 禁止车辆直接行驶, 以免引起土工格栅偏位、受损等问题。卸料后, 由机械设备摊铺, 人工精细修整。摊铺机不可停靠在尚未覆盖填料的筋带上, 行驶方向垂直于筋带, 保证摊铺后的横坡坡度不低于 3%。绝大部分摊铺作业由机械设备完成, 但填料摊铺至与挡土墙相距约 1.5m 时, 作业方法调整为人工摊铺<sup>[3]</sup>。(4) 推土机摊铺填料时, 铺设厚度应至少达到 20cm, 必须在碾压加筋体具有稳定性后才允许运输车辆在其上方行驶。如因特殊施工条件必须让运输车辆在碾压加筋体上临时行驶, 填料厚度应增加至 30cm, 运输车辆行驶速度稳定在 5km/h 以内, 禁止急刹车和长时间停留。根据填料性质、压实机械设备性能, 合理控制各层摊铺厚度, 通常在 30cm 以内为宜, 尽可能使各层厚度保持均匀, 逐层依次摊铺、碾压。

#### 5.4 碾压填料

填充材料填充到位后, 应尽快使用振动压路机进行压实。操作要点如下: (1) 在第一轮碾压过程中, 应严格控制压路机的速度和强度, 防止过度碾压导致钢筋错位。第一次轧制后, 适度提高轧制速度和压力, 逐层加强轧制。横向范围碾压一次后, 检查填料的压实度。如果符合标准, 则暂停滚动。压路机按计划路线平稳行驶, 不能急刹车, 也不能在尚未压实的填料

上长时间停留。(2)碾压完毕后,质检人员会立即检查压实度。在800m<sup>2</sup>范围内随机选取三个测试点,分别测量压实度。如果测量结果超过95%,则表明压实度符合标准。如果结果小于95%,则将加强压实,直到重新测试结果符合要求<sup>[4]</sup>。(3)碾压以机械为主,人工为辅。首先,使用轧辊进行大面积轧制,以提高轧制效率。然后,采用人工振动压实法对距离挡土墙1.5m的区域进行压实,以提高碾压的精度水平。(4)轧制操作是分层进行的,每层都按从外到内的顺序进行轧制。每层填料压实后,立即检测压实度,分层有序施工。碾压后,对填料进行标高检测,然后根据检测结果与设计标高的差异进行局部找平处理。

### 5.5 新旧路基结合部位的加固处理

在新旧路基结合的部位是公路加宽施工中的重难点,结合部位施工的质量会直接影响到公路改扩建施工的整体效果,考虑到该部位薄弱的特点,应该结合实际情况采取合适的加固处理技术。如果新旧路基相互分离,路基整体的完整性受到影响,路基的承载能力就会降低,为此,施工单位需要提升新旧路基结合部位的刚度与强度,防止路基连接处出现开裂的现象。针对新旧路基结合部位加固处理,可以采取以下措施。

(1)土工加固处理。根据新旧路基结合部位施工的情况合理设置土工格栅,有效提升土体的粘结力。采用土工格栅加固处理以后,路基整体的承载能力得到提高。特别是维持路基的稳定性有重要的作用。(2)补夯措施。必须保证新旧路基的填料的密实状态,为此,结合部位可以采取补夯措施,尽可能保证路基整体受力的一致性,防止出现不均匀沉降的情况。

### 5.6 路基排水施工

路基交界处的交通承载力应保持与原始路径相同。该位置的地表水容易渗透,造成新旧路基交界处的侵蚀和损坏,从而降低交界处的有效性和质量。为了改善这一问题,本项目在路基接缝处安装了一条深度为20cm的水平砾石盲沟<sup>[5]</sup>,将其连接至现有盲沟,以减少积水对路基的侵蚀影响。如有必要,应增加防水层,以提供全面保护。本工程填方段排水方式为集中排水,挖方段排水方式采用分散排水。全线排水系统主要包括截水沟、急流槽、路堑边坡、边沟、排水沟、蒸发池、桥涵、天然沟渠等组成部分,以便及时清除边坡和路面范围内的积水。主要路线为纵向排水,通过桥梁和涵洞水平排放积水。开挖段排水以暗排为主,根据设计要求在路堑侧沟下部设置砾石盲沟,在长路堑及超

高段的低侧分布深侧沟。为保证排水系统的排水效果,在开挖段每隔20m水平增加一条砾石盲沟,与侧沟底部的砾石渗透沟形成完整的排水系统。此外,在路基填挖交界处,还应在水平和垂直方向增设渗水沟。

### 5.7 沉降检测

路基顶面的压实工作应在弯曲和沉降试验后完成。弯沉轮被用来测试车辆的轮重(或轴重)。规定弯沉余量并进行频率测试,每条双车道每隔50m测量4个点(左、右点下有2个后轮间隙)。路基填筑由质控、试验人员按路基填方标高分层控制压实度,成型路基按规定取点检测,报监理工程师现场验收合格后,方可进行上一层路基填筑。由结合检测结果可知,新旧路基结合处以及边缘处随着时间的推移,沉降逐渐趋于稳定,最后得到有效控制,结合公路路基施工规范以及设计标准,选取适当的新旧路基加宽拼接技术可有效缓解路基整体沉降变形问题,同时可极大地提升公路的通行能力和稳定性。

## 6 结语

综上所述,使用路基加宽技术能改善改善提高公路整体结构的稳定性,这有利于工程的顺利开展。施工单位需要了解新老路基的差异性以及施工场的实际情况,选择合适的施工技术,并制定出完善的施工组织计划,促进公路工程项目的开展。改扩建是当前很多公路工程面临的问题,以上结合某公路改扩建工程实际情况,对其改扩建过程中的路基加宽方案确定与施工进行了初步分析与总结,提出的路基加宽方案及施工方法和要点,旨在为同类公路改扩建工程的路基加宽施工提供技术参考,保证路基加宽施工质量,达到预期的改扩建目标。

### 参考文献:

- [1] 卢玲.公路路基加宽土工格栅加筋施工技术[J].交通世界,2021(35):84-85.
- [2] 李红.公路路基加宽施工技术分析[J].交通世界,2021(21):93-94.
- [3] 朱方亮.公路路基加宽工程关键技术研究[J].黑龙江交通科技,2020,43(12):8-9.
- [4] 张弓.公路改扩建路基加宽施工技术[J].交通世界,2020(26):89-90.
- [5] 张琦.公路工程路基加宽技术分析[J].甘肃科技纵横,2020,49(06):66-68.

# 悬浇连续梁的施工方案研究

韩 标

(中铁二十四局集团安徽工程有限公司, 安徽 合肥 230011)

**摘 要** 悬挑连续梁作为一种常见的桥梁结构形式, 在现代交通基础设施建设中扮演着重要的角色。悬挑连续梁的施工方案, 对于确保结构安全、提高施工效率以及降低成本具有关键性意义。近年来, 随着科技的不断进步和工程技术的不断创新, 该施工方案也得到了相应的改进和优化。本文研究了悬挑连续梁施工方案, 以期为促进悬挑连续梁的施工提供有益的参考。

**关键词** 悬挑连续梁; 挂篮结构设计; 挂篮组装试拼; 挂篮拼装; 挂篮预压

中图分类号: U445

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0115-03

随着工程建设的不断发展, 工程规模不断增大, 对悬浇连续梁的施工方案提出了更高的要求。合理的施工方案不仅能够确保梁体的质量和安全性, 还能提高施工效率, 减少资源浪费。合理的悬浇连续梁施工方案, 能够确保工程质量和安全, 提高施工效率, 为交通基础设施的建设提供可靠的支撑。随着技术的不断发展, 相信未来悬浇连续梁的施工方案会越来越完善, 为工程建设带来更大的便利和效益。

## 1 工程概况

本项目位于宿州市埇桥区, 起点连接现状银河一路与淮海路 T 字形交叉口, 路线呈东西走向, 上跨校场路、滨河路、沱河、京沪铁路、新北沱河, 终点连接现状纬九路(银河一路东延段)与港口路 T 字形交叉口, 全长 2133m。道路等级为城市主干路, 设计速度 60km/h, 双向 8 车道。

## 2 悬浇连续梁的施工方案

### 2.1 施工准备

为了确保施工过程顺利开展, 需要进行连续梁施工技术交底, 并对相关人员进行岗前技术培训, 只有通过培训并获得合格证书后才能上岗。在现场准备方面, 连续梁桥的钢筋在钢筋厂内进行加工, 并将存料场设于右幅 12#-13# 墩跨和右幅 14#-15# 墩跨的硬化场地。同时, 在主墩旁设置挂篮拼装场地, 以方便施工人员进行挂篮拼装作业。为了满足施工所需, 临时生产区的生活用水使用当地自来水供应, 而生产用水则来源于沿线水源经过检验合格。此外, 为了确保施工进度和质量的控制, 施工团队要定期进行测量仪器的年检, 以确保其准确性和可靠性<sup>[1]</sup>。

### 2.2 悬浇段施工

#### 2.2.1 挂篮结构设计

为满足工程需求, 本项目选择使用一种拥有高刚度、承载力强、工作面开阔、走行装置简单且受风面积小的菱形挂篮。这种挂篮具备出色的技术参数, 包括每套挂篮最重悬浇梁段长度可达 3m, 梁高为 7.005m, 而每套挂篮的自重大约为 187.4 吨。对于 0# 块梁高分别为 7.5m 和 6m 的挂篮, 统一采用普通型钢材进行制造。菱形挂篮的设计与制造经过了精心考虑, 旨在提供最佳的性能和安全性。其高刚度和承载力使其能够轻松应对各种工程任务, 确保工作面始终保持开阔。同时, 走行装置的简单性, 使得挂篮在工作中可以快速移动和定位, 提高施工效率<sup>[2]</sup>。

挂篮的菱形结构设计不仅能够有效地分散荷载, 还能够减小受风面积, 提高了整体的稳定性。锚固系统确保挂篮牢固地固定在梁上, 防止其在使用过程中出现意外移动。底篮系统的设计, 使得挂篮能够稳定地支撑工作人员和设备, 并且为其提供舒适的工作平台。挂篮的吊挂系统可以根据需要进行调整, 以适应不同类型的梁段和施工要求。同时, 平台及防护系统的设置能够确保工作人员的安全, 并有效地防止材料和工具掉落。最后, 模板系统的设计使得挂篮可以方便地进行模板安装和拆卸, 提高了施工的效率 and 便捷性<sup>[3]</sup>。

#### 2.2.2 挂篮组装试拼

在主构架的加工过程中, 需要先确定所有必要的杆件都已准备齐全, 才能进行加工厂的试拼工作。一旦确认尺寸合格, 就需要紧固节点板上的螺栓以及联结销上的螺帽。需要特别注意的是, 在紧固螺栓时, 必须严格控制螺栓的扭矩, 以确保其松紧程度均匀一

致。同时,挂篮底模架与底模横梁之间的组拼试验非常重要。这个试验的目的是确保构件在组装后能够保持平整度,只有当构件的平整度符合要求时,才能保证整体结构的稳定性和安全性。此外,在进行组拼试验的过程中,还需要到底模吊耳的位置进行检查,确保其准确性。

在确保所有构件的质量合格之后,需要对其进行分组编号,并做出清晰的标记。这样做的目的,是为了方便后续运输和拼装工作。通过分组编号和清晰标记,可以确保每个构件都能够被正确识别和使用。同时,也可以提高整个拼装过程的效率和准确性<sup>[4]</sup>。

### 2.3 挂篮拼装

装配挂篮时,需要进行合格确认构件质量和探伤证明,并在梁段顶面进行拼装。先以中心线为基准进行放线来确定轨道的位置,然后铺设轨枕、放置轨道以及吊挂滚轮。在锚固轨道之后,还需要进行水平调整,并控制好轨道之间的距离。同时,还要安装吊挂组件和滑座,确保其位置适当。至于主桁系统,可以选择地面组装或直接桥面组装,然后通过销轴连接吊挂滚轮和滑座。在组装主桁架时,可以先吊装一侧,连接并固定后再安装另一侧。在挂篮前,还需要将上横梁连接到主桁节点,并进行焊接以确保牢固。在后锚点处放置扁担梁,并进行锚固后使用螺旋千斤顶,调整至滚轮不承载轨道的状态,然后锁紧螺母并释放千斤顶,以确保稳定性。

在安装另外三片挂篮主桁系统时,只需重复上述步骤。根据预先准备好的工作计划和图纸,按照相同的方式进行操作,确保每个挂篮主桁系统都能够正确地连接到桥梁结构中。这是一个烦琐而关键的过程,因为任何错误或失误都可能会对桥梁的稳定性和安全性产生严重影响。在挂篮主桁系统的安装完成后,接下来的任务是安装外模和外导梁。要将外导梁吊起,放置在相应的位置上,并通过螺栓将其牢固地连接到外模框架上<sup>[5]</sup>。同时,还需要安装滑架在翼板预留孔处。然后,将外模和外导梁一同吊起,将导梁的前段挂在挂篮前上横梁上,后端穿过滑架吊挂在梁体翼板上。这样的操作需要重复进行两次,以安装另一侧的外模和外导梁。最后是底篮系统的安装,这也是整个工程的关键步骤之一。根据吊车的承载能力,可以选择在地面上组装底篮系统,然后将其整体吊起,或者先部分组装后再将其吊至桥梁上,并继续进行其余部件的组装<sup>[6]</sup>。

### 2.4 挂篮预压

挂篮拼装后,施加梁段荷载进行预压,消除非弹性变形。预压加载按最不利梁段荷载A1节段重量373.5吨的1.2倍分级加载。测定各级荷载下挂篮挠度和最大荷载下挂篮控制杆件内力。根据挠度制作荷载-挠度曲线,提供悬臂施工线形控制依据。基于最大荷载下的内力,计算挂篮实际承载能力,确保安全。加载方法可采用钢筋、砂袋模拟,60%、100%、120%加载后测量挂篮变形。每级加载1h后测量,加载完毕后每隔6h测变形值,12h内变化不大于2mm可卸载。卸载后测回弹值,通过吊杆调整挂篮整体标高。

在挂篮拼装完成之后,还需要对其进行预压处理,以消除非弹性变形。预压加载的过程是根据最不利梁段荷载A1节段的重量来进行的,该节段的重量为373.5吨(368.5吨+5吨防护兜底),预压加载的倍率为1.2倍,采用分级加载的方式进行。需要测定每个级别荷载下挂篮的挠度,以及最大荷载下挂篮控制杆件的内力。通过测量挠度,可以制作出荷载-挠度曲线,为悬臂施工提供线形控制的依据。另外,根据最大荷载下的内力,还需要计算挂篮的实际承载能力,以确保施工的安全性。

在进行加载过程时,可以采用钢筋或者砂袋来进行模拟。加载的过程中,将按照60%、100%和120%的荷载来进行加载,并在加载完成后进行挂篮变形的测量。每级加载1小时后进行一次测量,在加载完毕后,每隔6小时进行一次变形值的测量。如果在12小时内,变化不超过2mm,则可以进行卸载操作。

### 2.5 挂篮调整及锚固

挂篮预压完成后,为了确保施工质量,需要使用测量仪器,进行中线和高程的精确测量。这样可以确定挂篮的位置是否符合设计要求,以及高度是否合适。在测量过程中,专业人员要使用合适的测量工具,如全站仪或水准仪,来获取准确的数据。一旦测量完成并确认准确无误,就可以通过千斤顶进行标高调整。千斤顶是一种常见的用于支撑和调整构件高度的工具。通过逐步调整千斤顶的高度,可以使挂篮达到设计要求的标高位置。这个过程需要谨慎且耐心,以确保调整过程平稳而准确。

经过标高调整后,需要进行最后的检查,来确认挂篮的稳定性和合格性。专业人员要仔细检查各个部件的连接情况,确保没有松动或损坏的地方。同时还要检查挂篮的整体结构和外观,确保没有明显的缺陷

或安全隐患。一旦检查确认合格,就可以进行全面锚固。锚固是将挂篮牢固固定在建筑物,或其他支撑结构上的过程。这样可以确保挂篮在使用过程中的稳定性和安全性。锚固方式多种多样,可以根据具体情况选择合适的方法,如钢筋焊接、膨胀螺栓等。

## 2.6 挂篮前移

调整挂篮位置是确保施工安全和质量的重要步骤。下面是调整挂篮位置的具体步骤:

1. 延长前段箱梁顶部轨道,并确保轨道的连接牢固。为了连接轨道,使用连接板而不要使用电焊,这样可以避免因电焊引起的安全隐患。

2. 安装外吊杆将挂篮吊起,并加设保护措施。通过用手拉葫芦悬挂在侧模导梁上,可以保护挂篮并提供额外的安全支撑。

3. 调整底托系统的高度,使底模板与已浇筑的梁面平行。这样可以确保挂篮与梁体之间有足够空隙,避免二者之间发生碰撞。

4. 拆除后部锚,并检查反扣轮是否咬住轨道。确保反扣轮受力均衡,防止轨道损坏。

5. 设置保护措施,并观察挂篮的安全脱离情况。使用手拉葫芦保护轨道,检查吊杆的安装情况,并设置备用安全绳。

6. 利用前卡式千斤顶同步顶推挂篮,移动速度控制在 5~10cm/min,并保持平稳。确保左右平衡,避免挂篮倾斜或摇晃。

7. 设置后锚固定挂篮的后部。通过安装后托梁及导梁后部吊杆,并根据箱梁截面调整底托系统标高。

8. 移动后要检查各个部位,并记录下来。如果发现任何问题,应立即通知负责人并进行处理。在问题得到解决之前,不得进行作业。

## 2.7 挂篮拆除

挂篮拆除是箱梁悬灌梁段施工完毕后的一个重要环节。在挂篮结构拆除过程中,需要按照一定的顺序进行操作。先是拆除箱内拱顶支架,采取拆零取出的方式。然后是侧模系统和底模系统的拆除,这两个系统都使用卷扬机进行整体吊放,并利用吊机进行拆零处理。为了保证施工安全,需要设置隔离区域。隔离区域满足吊机和平板车的工作空间,并用警示带进行封闭。

在吊篮拆除阶段,通过 4 台卷扬机将吊篮固定,解除吊篮的悬挂系统上的精轧螺纹钢吊杆。指挥人员会指挥 4 台卷扬机以一致的速度下放吊篮,直至放置地面。底模板拆除时,使用 4 台卷扬机将底模(带

底纵梁及前、后下横梁)吊挂固定,并启用 2 台 25 吨的吊车辅助吊住底模板。在拆除过程中,需要解除底模的悬挂系统上的精轧螺纹钢吊杆及后锚。需要注意的是,在拆除模板时不得采用猛烈敲打、强扭等方法,以免造成安全隐患。在底模板缓慢地往下落时,必须确保侧模的悬挂系统上的精轧螺纹钢吊杆及后锚不松动。

侧模板的拆除过程相对复杂一些。要先将侧模的悬挂系统上的精轧螺纹钢吊杆及后锚松开,然后下落约 5cm 左右。接着使用两台卷扬机和 10 吨的倒链将侧模板悬挂起来,并辅以吊车来支持侧模板的外侧,解除侧模的悬挂系统上的精轧螺纹钢吊杆及后锚,通过卷扬机将底模板缓慢而平衡地往下落。在底模板和侧模板的拆除过程中,一定不能解除挂篮主桁的后锚及配重,以保证安全性。最后,要进行挂篮主桁的拆除。要先解除主桁配重、防护系统和行走系统,然后拆除锚固系统。接下来依次拆除横梁桁片、主桁片和轨道,并利用一台 25 吨的吊车分批将挂篮主桁吊至地面。

## 3 结语

综上所述,悬浇连续梁的施工研究是一个涉及多个方面考虑的复杂过程。在制定施工方案时,需综合考虑质量控制、施工技术和施工组织等因素,以确保悬浇连续梁的施工质量符合规范要求。通过科学合理地制定施工方案,并根据实际情况进行调整,可以最大限度地提高施工效率和质量,确保悬浇连续梁的顺利建设,才能为项目的后续建设奠定良好的基础。

## 参考文献:

- [1] 王海峰.公路桥梁悬浇连续梁节段间接缝对挠度的影响分析[J].交通世界,2023(18):135-137,141.
- [2] 张龙飞,胡纯.特大桥梁悬浇连续梁施工技术[J].交通建设与管理,2023(02):144-146.
- [3] 王建亮,张金振.基于不同施工方法的大跨度连续梁结构受力及变形分析[J].四川水泥,2023(04):252-253,256.
- [4] 任夏超,尹光凯.大跨度连续梁悬浇施工应力监测控制技术[J].交通世界,2023(10):138-142.
- [5] 刘建国.跨高速公路 48+80+48m 连续梁挂篮悬浇施工技术分析[J].价值工程,2023,42(09):157-159.
- [6] 沈志峰.银川南特大桥悬浇连续梁合拢段施工关键技术[J].建筑机械化,2023,44(03):75-77,81.

# 电气化铁路牵引供变电技术

齐宇奇

(中铁电气化局集团第一工程有限公司, 北京 100070)

**摘要** 本文将重点探讨电气化铁路牵引供变电技术的相关内容。首先介绍电气化铁路与传统燃油机车的对比, 其次介绍电气化铁路牵引供变电技术的基本原理和关键技术, 包括电力输送、变换和分配等方面。最后分析电气化铁路牵引供变电技术的应用现状和发展趋势, 以及面临的挑战和解决方案。

**关键词** 电气化; 铁路; 牵引; 供变电技术

中图分类号: U22

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0118-03

电气化铁路是指铁路运输系统中的牵引供电系统采用电力供电的一种方式。相比传统的燃油机车, 电气化铁路具有更高的效率、更低的能耗和更环保的特点。而电气化铁路牵引供变电技术则是电气化铁路系统中的关键技术之一, 它涉及电力的输送、变换和分配, 对于保障电气化铁路的正常运行起着至关重要的作用。

## 1 电气化铁路概述

### 1.1 电气化铁路与传统燃油机车的对比

电气化铁路与传统燃油机车是现代交通运输领域的两种不同技术方案。电气化铁路采用电力作为动力源, 而传统燃油机车则使用燃油驱动, 这两种技术在效率、环保性和可持续性等方面存在显著差异。首先, 从效率角度来看, 电气化铁路具有明显优势。由于电力传输的损耗较小, 电气化铁路能够更高效地将能量转化为运动能, 提高列车的牵引力和速度。相比之下, 传统燃油机车在能量转化过程中会产生较多的热能和废气, 导致能量浪费和环境污染。其次, 电气化铁路在环保性方面表现出色。电力作为清洁能源, 使用电气化铁路可以减少大量的尾气排放, 降低空气污染和温室气体排放。而传统燃油机车则会释放出废气和有害物质, 对环境造成负面影响。最后, 可持续性是电气化铁路的另一个优势。随着可再生能源的不断发展, 电气化铁路可以更好地利用这些清洁能源, 实现零排放运输。而传统燃油机车则依赖于有限的石油资源, 存在能源供应不稳定和价格波动的风险。

### 1.2 电气化铁路的工作原理和系统组成

电气化铁路是指通过供电系统将电能传输到铁路线路上, 以驱动列车运行的一种铁路形式。其工作原理是通过接触网和集电装置之间的电流传输, 将电能转换为机械能, 驱动列车运行, 系统组成主要包括供

电系统、接触网、牵引系统和控制系统。供电系统是电气化铁路的基础设施之一, 它负责将电能从发电厂输送到铁路线路上。通常采用的是交流供电方式, 即通过变电站将高压交流电转换为适合铁路使用的低压交流电。供电系统还包括配电装置, 用于将电能分配给不同的区段和列车。接触网是电气化铁路中的重要组成部分, 它由一系列的接触线和支撑结构组成。接触线悬挂在支撑结构上, 与行进中的列车保持接触, 通过接触线将电能传输给列车。接触网一般采用双轨供电方式, 即上下两根接触线分别为正极和负极, 通过列车上的受电弓与接触线接触, 实现电能的传输。牵引系统是电气化铁路中的动力系统, 用于将电能转化为机械能, 驱动列车运行。牵引系统包括电力机车或动车组以及其相关的传动装置, 通过电机将电能转化为机械能, 并通过轮轴传递给列车车轮, 实现列车的牵引和制动。电气化铁路的控制系统包括信号系统和调度系统, 信号系统用于确保列车运行的安全性, 通过信号灯和信号设备向列车驾驶员传递相关信息<sup>[1]</sup>。

## 2 电气化铁路牵引供变电技术

### 2.1 电力输送技术

#### 2.1.1 输电线路的设计和布置

输电线路通常采用架空线路形式, 即将输电线缆架设在支柱上, 以保证电能的传输。架空线路的设计和布置需要考虑以下因素: 一是输电线路的距离和长度。根据电气化铁路的运行距离和需求, 确定输电线路的总长度和分段长度。二是支柱的布置。确定支柱的位置和间距, 以确保输电线路的稳定性和安全性。三是输电线路的材料和规格。选择适合于电力输送的导线材料和规格, 以保证电能传输的效率和质量。四是考虑地形和环境因素。根据铁路线路的地形和环境

情况,设计和布置输电线路,以确保其稳定性和可靠性。

### 2.1.2 输电线路的电压和电流参数

一般来说,电气化铁路的牵引供变电系统采用较高的电压级别,以提高输电效率和减少能量损耗。其次,输电线路的电流参数与电气化铁路的负载相关。根据铁路的牵引需求和运行条件,确定适当的电流参数,以满足牵引车辆的电力需求。此外,电压和电流参数的确定需要综合考虑输电线路的长度、负载情况、电源站的容量等因素,并遵循电力系统的安全和稳定运行要求。

## 2.2 电力变换技术

在电气化铁路中,电力变换技术起着至关重要的作用,它负责将来自供电系统的高压交流电转换为适合电力机车使用的低压直流电。电力变换技术主要包括两个方面:牵引变电所和供电变电所。首先,牵引变电所位于铁路线路上,通过接收高压交流电,并经过一系列的变压、整流和滤波处理,将其转换为适合电力机车使用的直流电。牵引变电所通常由变电设备、控制系统和保护装置组成,其中变电设备包括变压器、整流器和滤波器。变压器用于将高压交流电调整到合适的电压级别,整流器将交流电转换为直流电,而滤波器则用于消除电流中的谐波。其次,供电变电所位于电力系统中心,负责将电力从发电厂输送到牵引变电所。供电变电所主要由变电设备和开关设备组成,变电设备包括变压器和开关设备,用于调整电压和控制电流的传输;开关设备用于切换电力系统的不同区域和线路<sup>[2]</sup>。

## 2.3 电力分配技术

### 2.3.1 分区供电的原理和方法

分区供电是将电气化铁路线路划分为多个电力供应区域,每个区域通过相应的供电设备为牵引车辆提供电能。分区供电的原理是根据线路长度、负载情况、电源站容量等因素,将整个线路划分为若干个供电区域,以确保电能的稳定供应和合理分配。分区供电的方法包括串联供电和并联供电两种:串联供电是将线路分成若干个供电区段,每个区段通过一个变电所或配电站供电。电能从电源站经过变电所或配电站逐段传输,最终到达牵引车辆。并联供电则是将线路分成若干个供电区域,每个区域通过一个供电设备(如变电所)独立供电。每个供电设备可以根据需求独立调节电压和电流,以满足牵引车辆的电力需求。

### 2.3.2 分区供电的优势和应用

首先,具有灵活性和可靠性。分区供电可以根据

不同区域的负载需求和运行情况,灵活调整电能的供应。同时,每个供电区域都有独立的供电设备,一旦某个区域出现故障,其他区域仍可正常供电,提高了系统的可靠性。其次,有利于节约成本。分区供电可以根据线路的负载情况和需求,合理配置供电设备,避免过度投资。同时,分区供电还可以减少电能传输的损耗,提高能源利用效率,降低运营成本。最后,还具有适应性和扩展性。分区供电可以根据电气化铁路的发展需求进行灵活扩展和升级。随着线路长度的增加和负载的变化,可以增加或调整供电设备,以适应不同的运行情况和未来的扩展需求。

## 3 电气化铁路牵引供变电技术面临的挑战和解决方案

### 3.1 能源效率和能源管理的问题

首先,采用高效的电力变换设备和系统,如高效的变频器、变压器和电动机,以减少能量损耗,这样可以提高能源转换的效率,减少能量损失。其次,通过优化供电系统的设计和运行,减少电力传输过程中的线损和电压波动,提高能源利用效率。可以采用电力电子技术和智能化控制技术,实现对供电系统的精确调节和控制。再次,建立智能化的能源管理系统,实时监测和控制供电系统的运行状态和能耗情况。通过对能源数据的采集和分析,可以优化供电系统的调度和能源分配,提高能源利用效率。通过对列车牵引能耗的监测和分析,制定合理的列车运行策略。可以根据列车的实际运行情况和能源需求,合理安排列车的运行速度和牵引力,减少能耗。最后,增加可再生能源的应用,如太阳能和风能,结合能量存储技术,实现对电力供应系统的可持续供能<sup>[3]</sup>。

### 3.2 安全和可靠性的挑战

电气化铁路牵引供变电技术面临的安全和可靠性挑战主要包括电力系统故障、设备损坏和运行异常等问题。这些问题可能导致列车停运、能源供应中断和安全事故等严重后果。因此,应定期进行设备的维护和检修,确保设备的正常运行和安全可靠。同时,采用智能化监测系统对设备进行实时监测,及时发现并排除潜在故障,提高设备的可靠性和安全性。其次,建立完善的电力系统保护装置和控制系统,能够快速检测和隔离电力系统故障,确保电力系统的稳定运行。采用智能化保护装置和自动化控制系统,能够提高故障诊断和处理的速度和准确性。加强对电力系统操作人员的培训和管理,提高他们的技能水平和应急处理能力。同时,建立健全的安全管理体系,加强对安全

规程和操作规范的执行,确保人员操作的安全性和可靠性。在电气化铁路牵引供变电技术的设计和施工过程中,采用可靠性设计原则,选择可靠性高的设备和材料,提高系统的可靠性。

### 3.3 环境保护和减排的需求

电气化铁路牵引供变电技术面临的环境保护和减排需求主要包括减少温室气体排放和降低能源消耗。增加清洁能源的比例,如可再生能源和核能等,减少对传统化石燃料的依赖。采用太阳能、风能等可再生能源作为电力供应的补充,可以减少温室气体的排放。通过优化电力系统的设计和运行,提高能源的利用效率。采用高效的电力转换设备和系统,减少能量损耗。同时,采用智能化能源管理系统,实时监测和控制能源的使用情况,合理安排能源的分配和调度。引入节能技术和设备,如能量回收装置、高效照明和空调系统等,降低能源消耗。通过优化列车的设计和制造,减轻列车的重量,降低能源消耗。通过开展环境宣传和教育活动,提高公众对电气化铁路环境保护的认识和意识。鼓励公众选择环保出行方式,减少对传统交通方式的依赖,推动可持续交通发展<sup>[4]</sup>。

## 4 电气化铁路牵引供变电技术的应用现状及发展趋势

### 4.1 国内外电气化铁路牵引供变电技术的应用案例

#### 4.1.1 中国高铁电气化供电系统

中国是世界上高铁建设最为发达的国家之一,其高铁电气化供电系统采用了先进的电力变换技术。中国高铁的电气化供电系统采用了交流电25kV、50Hz的电压等级,通过变电所将电网中的高压交流电转换为适合牵引车辆使用的低压交流电。在牵引车辆方面,中国高铁采用了牵引变流器和交流异步电动机的组合,将变电所输出的交流电转换为直流电,并通过电动机将其转化为机械能推动列车运行。

#### 4.1.2 日本新干线电力供应系统

日本的新干线是世界上第一条商业化运营的高速铁路,其电力供应系统采用了先进的电力变换技术。日本新干线的电力供应系统采用了交流电25kV、60Hz的电压等级,通过变电所将电网中的高压交流电转换为适合牵引车辆使用的低压交流电。

在牵引车辆方面,日本新干线采用了牵引变流器和交流异步电动机的组合,将变电所输出的交流电转换为直流电,并通过电动机将其转化为机械能推动列车运行。

### 4.2 电气化铁路牵引供变电技术的发展趋势

未来,电气化铁路牵引供变电技术的发展趋势主要体现在以下几个方面:第一,高效能源利用。随着能源环境问题的日益突出,电气化铁路牵引供变电技术将趋向更加高效的能源利用。未来的发展方向包括采用更高效的电力变换设备和系统,提高能源利用效率,减少能源消耗和碳排放。第二,智能化控制:随着信息技术的快速发展,电气化铁路牵引供变电技术将趋向更加智能化的控制系统。未来的发展方向包括采用先进的自动化控制技术,实现对电力供应和牵引系统的智能化监测、调度和管理,提高系统的稳定性和可靠性。第三,高速化和大容量化:随着高速铁路的快速发展,电气化铁路牵引供变电技术将面临更高的速度和更大的负荷需求。未来的发展方向包括采用更高功率的牵引变流器和电动机,提高系统的输出能力,满足高速列车的运行需求。第四,可持续发展:随着可持续发展理念的普及,电气化铁路牵引供变电技术将趋向更加环保和可持续的方向。未来的发展方向包括采用更多的可再生能源,如太阳能和风能,结合能量存储技术,实现对电力供应系统的可持续供能。第五,国际标准化和互联互通:随着全球铁路交通的互联互通需求增加,电气化铁路牵引供变电技术将趋向更加国际化和标准化。未来的发展方向包括制定统一的技术标准和规范,促进不同国家和地区的电气化铁路系统的互联互通和互操作性<sup>[5]</sup>。

## 5 结语

综上所述,电气化铁路牵引供变电技术是电气化铁路系统中的关键技术,它对于提高铁路运输效率、降低能耗和保护环境具有重要意义。随着科技的不断进步和社会的发展需求,电气化铁路牵引供变电技术将不断创新和完善,为电气化铁路的发展提供强有力的支撑。

## 参考文献:

- [1] 刘玉宝. 电气化铁路牵引供电系统智能化技术探究分析[J]. 数字技术与应用, 2023, 41(08): 78-80.
- [2] 马雄江, 房高基. 电气化铁路牵引变电所运动装置异常问题及对策[J]. 电气化铁道, 2023, 34(S1): 105-108.
- [3] 葛骏翔. 基于大数据分析的电气化铁路牵引供变电系统设计[J]. 电子设计工程, 2021, 29(07): 16-19, 24.
- [4] 张志强. 电气化铁路牵引供变电系统的研究与仿真[D]. 天津: 河北工业大学, 2016.
- [5] 董浩. 普速铁路牵引供电系统谐波分析[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2023.

# 建筑电气节能创新设计及应用研究

廖树强<sup>1</sup>, 黄明芬<sup>2</sup>, 周寿杰<sup>3</sup>

(1. 华蓝设计(集团)有限公司, 广西 南宁 530000;

2. 南宁市勘测设计院集团有限公司, 广西 南宁 530000;

3. 中盛弘宇建设科技有限公司广西第一分公司, 广西 南宁 530000)

**摘要** 在建筑电气领域, 节能创新设计及应用的研究正在不断引领未来可持续发展的潮流。本文主要探讨建筑电气系统中的创新技术, 力求寻找更高效、智能和可持续的解决方案。随着科技的不断进步、电力需求的增加以及对环保的日益关注, 需要在电气设计中实现更为出色的节能性能。通过对新兴技术的深入研究和实际应用的验证, 有望为建筑电气系统的设计、运行和维护提供创新性的思路。

**关键词** 建筑电气节能创新设计; 高效照明; 能效设备; 可再生能源; 变压器

中图分类号: TU2

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0121-03

在当今社会, 建筑电气系统的创新设计与应用研究愈发成为一项至关重要的课题, 面对不断增长的能源需求和日益严重的环境问题, 迫切需要寻找更加高效、可持续的建筑电气节能解决方案。通过对节能设计原则的细致研究, 致力于为建筑电气系统的创新提供实用性的解决方案。这一研究的意义在于不仅为建筑业界提供前瞻性的设计理念, 同时为实现能源效益和环保双赢的目标奠定坚实的基础。

## 1 建筑电气节能创新设计的必要性

当前, 建筑电气节能创新设计的必要性愈发显著, 这不仅源于全球能源挑战的威胁, 更是为了响应日益迫切的环境可持续性需求。

首先, 考虑到全球不断增长的能源需求, 建筑电气系统的节能创新设计成为刻不容缓的任务, 传统建筑电气系统往往存在能源浪费、效率低下的问题, 这不仅对能源供应构成挑战, 也直接影响到建筑运行的经济性。通过引入创新设计, 在提供足够电力的同时最大程度地减少不必要的能源消耗, 从而为未来能源需求提供可持续的解决方案<sup>[1]</sup>。

其次, 建筑电气节能创新设计的必要性在于应对不断升级的环境可持续性标准。社会对减少碳足迹和降低温室气体排放的呼声日益高涨, 而建筑电气系统是一个潜在的巨大能效改进领域。通过引入智能控制、高效设备和可再生能源等创新设计, 有效地减少建筑运行过程中的环境影响, 推动建筑行业向更加可持续的方向发展。

最后, 建筑电气节能创新设计也与经济效益密切

相关。尽管初始投资较高, 但通过长期的能源成本节省和对环境可持续性的认可, 创新设计可以为建筑业带来长期的经济回报, 这种创新不仅有助于建筑主体节省运行成本, 还为相关产业提供了新的商机和发展动力, 形成了一个良性循环。

## 2 建筑电气设计中实现节能需遵循的原则

### 2.1 智能化与自动化

通过采用先进的传感器、监控系统和自适应控制技术, 建筑电气系统能够实时感知环境变化并做出相应调整, 最小化能源浪费。例如, 智能照明系统可以根据室内光照情况和人员活动自动调整光照水平, 降低不必要的能耗, 自动化控制系统还可以有效管理空调、供电等设备, 根据需求进行智能调节实现全面的能效提升。

### 2.2 高效照明设计

照明在建筑中占据相当大的能源消耗比例, 因此高效照明设计是实现节能的关键策略, 采用 LED 照明技术是其中的一个有效手段, 因为 LED 灯具具有更高的光效、寿命更长以及更低的能耗。此外, 采用智能照明控制系统如光感应、时序控制等, 可以根据实际需求动态调整照明强度, 进一步提高能效<sup>[2]</sup>。

### 2.3 能效设备的选择与优化

从照明设备到电器设备都应当优先选择符合能效标准的产品, 设备的能效不仅关乎电能利用率, 还直接影响整体系统的性能, 通过采用高效电机、变频器等先进技术, 在降低能耗的同时提高设备的运行效率。

## 2.4 可再生能源的整合

为了降低对非可再生能源的依赖,建筑电气设计应当考虑将可再生能源整合到系统中,太阳能、风能等可再生能源技术的应用不仅可以减少建筑的碳足迹,还有助于稳定电能供应。在设计阶段应综合考虑建筑的位置、气象条件等因素,合理规划可再生能源设备的布局和容量,确保其最大限度地满足建筑电气需求。

## 3 建筑电气节能创新设计及应用

### 3.1 建筑电气供配电系统节能

供配电系统的节能效果直接影响建筑整体的能源利用效率,通过采用创新技术和科学设计在供配电系统中实施一系列措施,从而更加高效地满足建筑用电需求,达到节能的目的。

引入先进的智能电气设备,如智能断路器、智能电表等,实现对用电设备的精细化控制和监测;结合智能系统管理,如远程监控与控制系统,实现对整个供配电网的实时调度和优化,这样的智能化手段能够使供电系统更加适应实际用电需求,避免不必要的电能浪费,从而提高能源利用效率。同时,从变压器到开关设备都应选择能效较高的产品,例如采用低能耗的变压器、电缆线路等降低能量损耗,高效率的电气设备可以减少供配电系统中的能量转化过程中的损失,提高电能传输的效率,从而降低整体电能消耗。而且合理设计电缆线路、选择合适的电缆槽道能够减小电阻、电感等电气元件对电能传输的阻碍,提高供配电系统的效能,通过精心规划和设计电气设备的布局来降低电流传输的距离,减小电能损耗,进一步优化系统的能源利用效率。此外,采用新能源和分布式能源也是供配电系统实现节能的创新途径之一,将太阳能、风能等可再生能源融入供配电系统,通过光伏发电和风力发电为建筑提供清洁电力,这样的分布式能源系统不仅可以降低对传统能源的依赖,还有助于缓解供电压力,减少对主电网的负荷<sup>[3]</sup>。

### 3.2 变压器的节能工作

传统变压器在电能传输过程中存在一定的损耗,主要包括铁损和铜损,通过选择高效率的变压器,特别是采用油浸式变压器中的能效型变压器,如涂有抗损伤涂层的高温超导变压器能有效降低传统变压器的损耗水平,提高电能的传输效率,引入具有可调节风扇和温度探头的冷却系统还能进一步提升油浸式变压器的冷却效果,降低运行温度,从而减小铁损。采用先进的材料和绝缘技术并优化变压器的设计结构也是

实现变压器节能的关键,高性能绝缘材料的应用,如纳米复合绝缘材料能够降低电流密度,减少介质损耗并提高变压器的绝缘性能,从而减小能量损耗,通过优化变压器的设计结构,采用有效的阻尼措施和降噪技术降低振动和噪声水平,从而达到提高变压器的稳定性和整体效能的效果。另外,应用数字化技术和智能监控系统对变压器进行精确的实时监测和控制也是实现变压器节能的重要手段,通过在线监测变压器的运行状态实时获取其负载、温度、湿度等参数,为运行状态的分析提供数据支持,基于数据分析制定更加科学的运行调度策略,合理分配负载避免过载运行。在智能监控系统中,采用预警机制提前发现潜在问题,并预防事故的发生,保障变压器的安全运行。

### 3.3 线路损耗的节能

电力线路作为能源传输的主要通道,其损耗直接关系到整个电力系统的效能,通过采用一系列技术措施可以在线路设计和运行中最大程度地减少能量损耗,提升整个电力系统的节能水平。

采用低电阻率的导线和高导电率的材料是降低线路损耗的基础,传统的电力线路中导线的电阻率是导致能量损耗的一个主要因素,通过采用低电阻率的导线如铜和铝等以及提高导电材料的纯度,有效降低电阻并减小线路的电能损耗,采用超导材料也是一个具有潜力的创新方向,因为超导体在低温条件下可以实现无电阻输电,从而减少线路的能量损耗。其次,通过优化线路的布局、选择合适的电缆槽道、减小电流传输的距离来降低线路的电阻、电感等阻碍电能传输的元件,提高线路的传输效率,同时采用更好的绝缘材料能够降低电线之间的电容,减小线路的损耗。在高压输电线路中合理选择导线的截面和绝缘材料,达到减小电弧放电和电击风险、降低线路的损耗的效果。除此之外,通过引入高温导线技术也能有效提高电力线路的导电能力,减小电流传输时的电阻损耗,通过采用合理的线路保护和自动化设备,及时发现线路故障并进行快速切除,能够最小化线路故障对整个电力系统的影响,避免不必要的电能损耗<sup>[4]</sup>。

### 3.4 照明设计的节能

照明系统作为建筑用电的主要组成部分,其合理设计和科学应用可以有效减少能源浪费,提高整体能效。通过采用一系列技术措施,能够在照明设计中实现更为高效的能源利用,推动建筑电气系统朝着更为可持续发展的方向。

传统白炽灯具在能源转化上效率较低,而LED照

明技术则具有更高的光效、更长的使用寿命以及更低的能耗。通过选择 LED 灯具,建筑照明系统能够显著提高光效,LED 灯具还具备调光、调色等功能,因此可根据不同环境需求实现精确控制,最大程度地减少不必要的能源浪费。通过引入智能感应器、光感应器等技术实现对照明系统的智能调控,当有人进入特定区域时,感应器可以自动开启照明设备,而在光照充足的情况下,光感应器则能够调整照明强度,减少不必要的照明功耗,这样的智能照明控制系统能够根据实际使用需求,最优化地调整照明状态,提高能源利用效率。另外,采用自适应照明设计也是节能的关键措施,通过结合周围环境和使用情况实现自动调整照明的色温和亮度,在白天系统可以利用自然光线,减少人工照明的使用;而在夜间或低光照环境下,系统则可调整亮度和色温,满足用户对照明的需求。这样的自适应设计不仅减少了人工干预,还更好地满足了不同环境下的照明要求,提高了能源利用的智能性。此外,通过合理设计照明的光学参数如光束角度、光束分布等,使光线更加集中且减少散射,提高光的利用效率,采用反光技术和镜面反射技术有效减小光的损失,将光线更精准地引导到需要照明的区域,实现高效能源利用。在建筑电气节能创新设计中,照明系统的设计还应考虑温室气体排放的减少,采用可再生能源供电,如太阳能照明、风力发电等,不仅可以减小对传统能源的依赖,还有助于降低建筑的整体碳足迹。同时,结合光伏发电技术,通过在建筑外墙、屋顶等区域设置太阳能电池板,将太阳能有效地转化为电能,为照明系统提供清洁能源。最后,通过定期检查照明设备的性能、清洁度和调整控制系统的参数及时发现并修复问题,保障照明系统的正常运行,利用智能监测系统对照明系统的能耗、亮度、寿命等参数进行实时监测,为节能优化提供数据支持。

### 3.5 建筑电气新技术的应用

随着科技的不断进步,新技术的涌现为电气系统的效能提升提供了新的机遇,通过科学合理地应用这些新技术,能够更好地实现建筑电气系统的高效、智能和可持续运行。

首先,智能电网以其高度智能化、可控性强的特点,为建筑电气系统的管理和运行提供了更多的可能性,通过在电力系统中引入智能电表、智能传感器、智能调度系统等实现对电力的实时监测、调度和优化,智能电网技术还支持电力设备之间的信息交互,促使系统更加灵活地适应不同需求和变化的电力环境。其次,

能源存储技术,如大容量电池、超级电容器等,能够有效储存电能,使其在需要时释放,提高电力系统的灵活性和响应速度,通过在建筑电气系统中引入能源存储装置平衡电力供需,应对峰谷差异,从而提高系统的效率。此外,结合可再生能源设备,如太阳能和风力发电与能源存储技术相结合,加快实现电力的自给自足和可持续利用。值得注意的是,利用人工智能技术也是推动建筑电气新技术应用的一项重要手段,人工智能在电气系统中的应用可以通过学习和优化算法实现对电力系统的自适应调控,例如通过 AI 技术分析历史用电数据预测未来用电负荷,实现精准调控照明、空调等设备,AI 技术还能应用于故障诊断与预测,提高电气系统的稳定性和可靠性<sup>[5]</sup>。电力电子技术通过半导体器件的控制可以实现对电能的高效转换和精确控制,因此,在建筑电气系统中采用先进的电力电子器件,如变频器、功率电子变压器等实现对电能的高效利用,例如通过采用变频器调速技术对电机进行精确调速,减小电机额定功率之外的能耗,提高整个系统的效能。最后可以通过对建筑内电能数据、用电行为等信息进行大数据分析,更好地理解建筑的用电特点和需求,借助大数据分析制定更为精准的用电计划,优化电气系统的设计和运行模式。

## 4 结语

综上所述,在建筑电气节能创新设计的研究为未来建筑领域提供了重要的思路,强调了高效、智能和可持续的电气解决方案的关键性。通过引入智能电网、先进能源存储、分布式发电系统以及电力电子技术,为电气设计带来了新的可能性。此外,大数据分析和人工智能的运用展现了在电力系统优化中的潜力。这项研究的成果不仅有望推动建筑电气领域的创新,还为全球可持续能源利用提供了有益启示。

## 参考文献:

- [1] 郎晓雪.建筑电气节能设计与绿色建筑电气技术创新[J].江苏建材,2023(05):73-74.
- [2] 杨强.建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术分析探讨[J].陶瓷,2023(09):178-180.
- [3] 薛伟.建筑电气设计中电气节能标准的应用路径浅述[J].绿色建造与智能建筑,2023(05):20-23.
- [4] 孙敏华.建筑电气节能创新设计及应用研究[J].工程机械与维修,2022(06):79-81.
- [5] 悠兰.以创新技术引领建筑电气革命[J].中国高新区,2016(12):71-72.

# 建筑基础工程沉降缝的施工质量控制探讨

王文涛

(中铁十二局集团有限公司, 山西 太原 030000)

**摘要** 本文结合某建筑工程的实际情况, 立足建筑基础工程沉降缝施工的重难点, 分析建筑基础工程沉降缝施工质量控制工作。分析结果表明, 在建设项目中, 地基是一个非常关键的环节, 地基的质量直接影响到整个项目的建设结果。在软弱、湿陷黄土等特殊情况下, 地基施工极易受外界因素影响, 发生差异沉降, 从而导致地基开裂。为了消除上述问题, 施工单位需要做好建筑工程沉降缝施工, 并且需要提高施工质量控制力度。而且要从长期来看问题, 防止以后再出现变形的状况, 事先做好防范, 使沉降缝的施工质量得到有效的控制, 从而达到提高地基使用年限的目的。

**关键词** 建筑基础工程; 沉降缝; 施工质量; 基层处理技术; 布孔钻孔技术

中图分类号: TU74

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0124-03

近些年, 我国建筑领域开始重视建筑地基工程沉降缝施工和质量问题, 因此建筑基础工程具有很强的专业性, 尤其沉降缝施工具有特殊性, 因此施工单位需要加强分析建筑地基工程沉降缝的特点和技术措施, 从而在实际施工中采取合理的措施, 优化建筑地基工程沉降缝施工, 提高整体施工效果。本文主要分析了建筑地基工程沉降缝施工质量控制工作, 提出针对性的控制工作建议, 以期对实际工作起到参考作用, 顺利完成建筑地基工程沉降缝施工任务, 保障整体建筑的安全性, 推动我国建筑行业可持续发展, 为人们提供更加优质的居住环境, 提高人们的满意度。

## 1 工程概述

某建筑工程主要包括办公楼和综合楼以及厂房等, 整体建筑面积 23460m<sup>2</sup>, 厂房面积达到 18460m<sup>2</sup>, 整体高度为 14.2m, 整体高度为两层。沉降水平缝总长度为 375m, 垂直缝的长度为 210m。

### 1.1 沉降缝成因

根据公司对近年来施工的工程进行调查, 结果显示, 工业厂房的沉降缝数量多, 长度大, 经常发生渗漏水现象, 出现接缝不严密, 表面不平整、安装不牢固、翘曲变形及其他质量问题, 小组共检查了 633 个点, 不合格点数达 114 个点。沉降缝处检验合格率只有 82%。综合分析可以确定, 接缝不严密和表面不平整是影响沉降缝质量的主要因素。

从要因确认表(表1)可以看出, 造成沉降缝处接缝不严密和表面不平整的主要要因有: 未严格按施工方案进行施工、使用镀锌铁皮较薄强度不足、密封胶材料不

能满足要求、缝内防水材料使用不当、施工工艺较为落后。

### 1.2 沉降缝的作用

在建筑基础工程施工中, 沉降缝属于一种结构控制措施, 可以对因为地基沉降引发的建筑变形和损害进行处理<sup>[1]</sup>。在地基服役过程中, 因土体自身性质、含水量及人类活动的影响, 均有可能产生沉降问题。设置沉降缝可以对建筑物进行合理分割, 将建筑结构划分为多个相互独立的区域, 在这些部分可以缓解和控制沉降。沉降缝可以将作用在结构上的压力分散开来。在基础沉降过程中, 通过设置伸缩缝, 减小了房屋内的应力集中, 防止因应力增加而损坏整体结构。设置沉降缝可以提高建筑物的稳定性。将建筑划分为几个区域后, 即使在局部地基产生了较大的变形, 其余部位仍保持较好的稳定性, 不会对房屋的总体安全性产生较大的影响<sup>[2]</sup>。基础沉降将导致房屋产生不一致的变形。通过对沉降缝的布置, 使结构产生了较大的位移, 保障建筑物的平衡性和整体性。因地基沉降会引发建筑物不均匀变形, 如果加以控制, 就有可能使房屋产生开裂。通过设置沉降缝, 可以减少结构的受力差别, 从而防止发生裂缝问题。

## 2 建筑基础工程沉降缝的施工技术

### 2.1 基层处理技术

要使基础的沉降变形得到较好的控制, 就必须做好基层处理工作, 保障沉降缝填埋质量。在进行填埋时, 必须选择适宜的填料, 如果填料选择不当, 不但不能有效地控制沉降, 而且还会引起混凝土的松动和坍塌, 给工程带来极大的安全风险<sup>[3]</sup>。可溶于水的聚氨酯材

表 1 要因确认表

序号	末端原因	要因确认	确认方法	确认结果
1	工人操作水平差	通过技术培训可提高施工人员水平, 可以解决	调查分析	否
2	没有严格执行施工方案	进行技术交底, 根据施工方案施工	调查分析	是
3	施工工艺落后	改用新式施工技术	调查分析	是
4	镀锌铁皮较薄, 强度较低	选择符合要求的材料	现场调查	是
5	密封胶不符合要求	材料使用不合理影响施工质量	现场调查	是
6	防水材料使用不合理	材料使用不合理影响施工质量	现场调查	是
7	设备落后	更新新式设备	现场调查	否
8	工作面交叉	组织流水施工	现场调查	否

料被广泛应用于基础建设中, 具有较好的柔韧性和抗剪力, 可以很好地适应大部分的工程要求。在固化时, 可以提高基础混凝土基面的粘结性和牢固性。选定了原料以后, 可以做好基层处理工作, 首先处理顶板, 其次处理侧墙, 最后再对底板进行处理。施工期间, 应对施工现场的沉降缝、回填物进行及时清扫, 保证不会掉落杂物, 并将松散或剥落的砼块予以清除。采用高压水冲洗表面, 可获得较好的处理效果。

## 2.2 布孔钻孔技术

当基层施工工作已基本结束, 施工成果符合预期效果后, 即可进行沉降缝布孔钻孔工作。通常情况下, 在沉降缝的两侧选择钻孔位置, 注意控制孔洞的尺寸需要控制在 500mm~800mm 之间。由于在钻孔之后需要不断地进行高压化学灌浆管的铺设, 以保证将材料从注浆管中完全灌注到基层, 因此在钻孔过程中一定要使孔口的深度满足相应的数值, 并且要穿过止水带的底面<sup>[4]</sup>。这样一来, 既可以确保止水带的完整性, 又可以向深层传输灌入的化学材料。

## 2.3 高压灌浆工艺

在基层处理、布孔钻孔等工作结束后, 接下来就是重要的高压灌浆工作, 它的目的是要确保填料能精确地到达沉降缝止水下面, 让填料填充其中, 以保证基础结构更加稳定。机械加压是一项很关键的工作, 一般要确保灌注压力不低于 2MPa, 保证灌注状态的持续性和高压性, 且每一次灌注时间不少于 10 分钟。前期筛选出的水溶性聚氨酯具有二次发泡特性, 可在一定压力下填充沉降缝, 实现力学性能的稳定。

# 3 建筑基础工程沉降缝的施工质量控制要素

## 3.1 施工材料的选择和配比

为了保证沉降缝的使用性能与使用要求, 必须选用适当的材料及配合比。(1) 沉降缝材质: 一种弹性

好、耐久性的橡胶材质, 可以有效分散应力, 并且可以承受地基变形。可以将橡胶材料作为沉降缝的填充材料, 例如常用的包括橡胶条和橡胶板等。由于聚氨酯材料高回弹模数和耐久性特点, 因此也经常用作嵌缝料<sup>[5]</sup>。该材料对各种形变的适应性强, 耐老化能力强。(2) 背填材料: 在背填材料中广泛利用拓展性聚苯板, 该材料具有轻质、高强、保温等优点, 可以发挥出支撑作用, 使沉降缝的稳定性提高。同时, 还可以采用碎石作为背填材料, 其排水能力和稳定性比较强。(3) 密封材料: 硅酮密封胶的耐气候性、耐热性及抗老化性能优良, 可起到优良的防水、封闭作用, 可以在沉降缝密封处理过程中利用硅酮密封胶。聚氨酯防水胶是一种防水性能好、耐久性能好的防水材料, 也可以在沉降缝密封处理过程中利用。在选用建材时, 施工单位应结合实际项目的需求, 结合设计规程, 选用合适的建材, 保证所用的建材达到相应的标准。在工程实践中, 应根据所配比例合理搭配、合理应用, 才能确保工程的质量及沉降缝性能。

## 3.2 施工工艺控制

在沉降缝施工中, 施工技术的控制是确保施工质量的关键, 在实际施工中, 施工单位要严格遵循设计要求, 包括施工细节、尺寸要求、连接方式等, 以保证整体施工质量。严格按照有关的技术要求施工, 满足施工标准和操作规程的要求, 有效规避各种质量问题和安全问题。熟练应用工程中常用的各种加固措施, 如精确地确定沉降缝位置及连接形式等<sup>[6]</sup>。保证生产过程中的效率与精度。选用合适的机械及机具, 以保证高质量、高效率地完成作业。在此基础上, 结合实际情况, 对不同的施工工艺进行科学的组织设计, 保证各环节的配合与顺畅。比如在做好基础后才设置沉降缝。制定项目建设规划与进度, 对项目进行不定时

的审核,对项目的进度进行及时调整,保证项目按时完工。通过对施工规范的控制,采用先进的施工技术,科学的施工程序,对施工过程进行有效的控制,从而保证工程的施工质量。加强对工程建设全过程的监控与管理,及时地找到问题并加以处理,对于确保工程技术的高品质具有重要意义。

### 3.3 质量监测和监控手段

为了保证工程的质量达到标准,必须加强对沉降缝施工的质量监测。(1)实时监测沉降缝施工,采用地基沉降仪、位移仪等仪器对地基的沉降状况进行实时监控,能及时检测出地基的不正常变形,从而采取针对性的修正对策。在施工过程中,采用一种新型的变形测量仪器,可以实时监测沉降缝的水平变形和垂直变形等<sup>[7]</sup>。(2)材料品质检验:检测沉降缝施工材料,需要对弹性模量、抗张强度及耐久性等各项指标进行检测分析,以保证其满足规格及设计之需要。通过对背填材料的密度、抗压强度和排水性等指标的检测,确定其具有较好的稳定作用。通过对密封材料的抗拉强度、延伸率和耐久性等进行检验,确定该产品具有较好的防水性和密封性,从而在施工中放心使用。

### 3.4 施工方案和流程设计

在沉降缝施工前,施工单位必须制订出一套合理的施工方案及程序。(1)制定合理的建设计划:针对特定地点的地质条件和环境约束条件,制定适宜的建设计划。依据沉降缝的设计要求和规范等,编制切实可行的工程施工计划,保证整体工程质量。通过采取低成本、高质量的建造方式,有利于保障整体施工质量和效率。(2)流程控制:依据预先拟定的工程计划,按程序执行,保证各工序符合技术标准。对施工数据、质量检测结果、施工进展情况进行实时记录,以便进行施工监督、质量评定。在工程建设中,实施工程质量监控手段,对工程中出现的问题进行检测,并提出相应的整改措施,保证工程的质量符合标准。通过制定科学的工程计划及程序,实现对整个工程的全过程进行有效的监控,从而达到提高工程进度与质量的目的。落实流程控制工作,有利于保障施工进度和施工质量的管理效果,及时纠正存在的问题,从而保证工程的正常进行,取得理想的结果。

### 3.5 施工质量改进措施

在沉降缝施工之后,为了保障整体施工质量,提出以下措施:(1)不断总结工作经验,对建设过程中出现的问题、吸取的教训进行归纳、整理,建立相应的数据库,有利于对问题产生的根源及对策进行深入

剖析,为今后同类问题的预防与处理提供了一定的参考依据,并将所学到的知识运用到以后的建设项目中,使建设项目的品质得到持续提高<sup>[8]</sup>。(2)制订纠偏措施:根据工程实际情况,对工程中发生的问题进行纠正,主要有:加大对施工人员的技术培训,改善工施工人员的技术水平,保证工程的质量。对建筑工人进行经常性的技术训练,提升其业务能力。(3)优化施工工艺:由于科学技术的发展,采用各种新型的建造方法及设备,例如自动建造机械等,能够有效提高建筑工程的进度与品质。在此基础上,结合工程实际,不断优化沉降缝施工技术,使其达到较好的效果。

## 4 施工效果检查

通过QC小组全体成员的共同努力,在沉降缝施工完毕后检查厂房的沉降缝质量情况,共检测50个点,出现4点不合格点数,其它均为合格点数。沉降缝的合格率达到92%。

## 5 结语

在建筑工程施工中,沉降缝发挥着重要的作用,但是因为沉降缝施工技术比较复杂,因此在实际施工过程中存在较多的问题,施工单位需要做好建筑基础工程沉降缝的施工质量控制工作,优化整体施工条件,提高整体建筑工程的安全性和稳固性,从而保护人们的生命财产安全,推动和谐社会的建设发展。

## 参考文献:

- [1] 王玥.建筑基础工程沉降缝的施工质量控制[J].大众标准化,2023(14):113-115.
- [2] 李松柏,宋杰,吕建兵.隧道沉降缝中埋式和可卸式防水构造试验与数值模拟对比分析[J].市政技术,2023,41(07):162-167,175.
- [3] 马志,肖丽,黄懿蕤.建筑地基工程中的沉降缝施工技术及其质量控制措施[J].中国住宅设施,2023(03):181-183.
- [4] 罗润泽.高层建筑地下室沉降缝漏水处理施工技术研究[J].工程技术研究,2023,08(06):56-58.
- [5] 涂晚霞,范穗兴.复杂环境下截污渠沉降缝变形渗漏处理[J].陕西水利,2023(03):160-162.
- [6] 薛善伦,赵庆生,刘清阳,等.地基不均匀沉降引起框架梁板裂缝的分析与处理[J].山西建筑,2023,49(01):61-65,70.
- [7] 侯江波.建筑地基工程沉降缝的施工技术研究[J].工程建设与设计,2022(19):238-240.
- [8] 杨传芳.高层建筑地下室沉降缝漏水处理施工技术研究[J].砖瓦,2020(04):125-126.