

# 科海故事博览

KEHAI GUSHI BOLAN

(旬刊·1993年创刊)

2024年6月第17期(总第570期)

主管：云南省科学技术协会

主办：云南奥秘画报社有限公司

编辑委员会：(按姓氏笔画为序)

马成勋 卢骏 刘杨 李鹏

杨璐 张乐 陈贵楚 陈洋

莫德姣 夏文龙 韩梦泽 蔡鹏

社长、总编：万江心

社长助理：秦强

编辑部主任：张琳玲

编辑：周翌 官慧琪 吴彩云

美术编辑：王敏

运营：李瑞鹏

外联：张娅玲

出版：云南奥秘画报社有限公司

地址：云南省昆明市护国路26号

邮编：650021

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6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。

# 目录 Contents

## 科技博览

- 001 无线遥感手势智能车应用技术研究  
.....白雪, 李朋举, 黄文超, 张煜焯, 王晓冬
- 004 复杂环境下深基坑设计与变形监测分析  
.....郭鹏飞, 王晓辉, 刘浩茜
- 007 基于人机工程学的车载指挥方舱设计研究  
.....霍军旗
- 010 基于熵权法分析边坡稳定性影响因素  
.....张丹, 张寅, 丁俊
- 013 非对称钢混独塔斜拉桥成桥索力优化工程应用  
.....周晨曦

## 智能科技

- 016 绿色智能建筑信息技术应用探析  
.....孙明强
- 019 智慧水务在水利水电工程中的应用与挑战  
.....杨东霞
- 022 低压电网故障抢修中智能电表的运用分析  
.....李灏, 许静, 席素永
- 025 电子信息技术在计算机工程管理中的应用探究  
.....牛化鲁
- 028 输配电及用电工程中应用自动化运行技术的研究  
.....张琰, 刘媛媛

## 工业技术

- 031 静钻根植桩施工技术的应用探讨  
.....代雪莹
- 034 港口码头疏浚吹填施工技术应用  
.....刘斌
- 037 岩土工程勘察常见问题分析及改进措施  
.....李慧文
- 040 道桥工程中土石方开挖回填施工技术的应用  
.....王涛
- 043 住宅区电力变压器的安装及调试运行技术分析  
.....梁晓颜
- 046 某电厂高速混床布水装置损坏原因分析及解决对策  
.....王磊, 石建龙, 孟维安, 贾俊

# 目录 *Contents*

## 环境科学

- 049 开发区企业环境保护管理策略研究..... 王宏奇  
052 工业园区环境保护与管理问题及对策..... 马新春  
055 冶金工业高温作业环境安全风险控制策略..... 马 伟  
058 基于“海绵城市”理念的城市公园设计关键技术研究..... 李敬浩, 王 旭

## 科创产业

- 061 油田联合站污水余热梯级利用的应用探讨..... 徐 超, 付士宾, 姜朋朋, 黎 锴  
064 预制装配式建筑在绿色建筑发展中的应用..... 杨晓琳, 耿世磊  
067 基于人工智能的电力营销稽核方法研究..... 高 翔  
070 建筑工程造价管理中的全过程控制研究..... 张建锋  
073 基于大数据技术的电力营销策略分析研究..... 陈柘铸

## 管理科学

- 076 危险化学品企业特殊作业安全管理..... 陈 硕  
079 电力输电线路的施工技术及质量控制..... 王晓宁, 盛旭阳, 郑远毓  
082 水电站水库精细化调度方案与实践研究..... 赵 林  
085 建筑工程管理中的质量控制与风险管理研究..... 宋学梅  
088 架空输电线路工程的质量控制要点与对策分析..... 卢誉中  
091 机电工程施工管理中存在的问题分析及改进措施研究..... 张锐麟

## 科教文化

- 094 智慧生态城市规划建设基本理论分析..... 周道林  
097 智慧城市中绿色建筑及暖通空调设计研究..... 房 娟  
100 太平路大桥现浇箱梁球形钢支座病害简析..... 丁志兵  
103 道路基础设施配套项目中非机动车道设计的方法研究..... 魏显鹏  
106 电气工程中基于光伏电池的分布式能源管理系统设计与优化..... 张连奎

## 科学论坛

- 109 市政道路给水管道施工技术研究..... 王文礼, 马 德  
112 FWD 技术在公路实验检测中的应用..... 韦 陆  
115 热电厂集控运行节能降耗技术措施分析..... 刘 艳  
118 工业分析监测质量水平提升策略研究..... 罗 旋  
121 复杂地质条件下水库高边坡开挖与稳定性研究..... 黄钊锦  
124 桥梁水中桩基检测现有实用技术及适用性分析..... 张 孙

# 无线遥感手势智能车应用技术研究

白雪, 李朋举, 黄文超, 张煜焯, 王晓冬

(郑州科技学院, 河南 郑州 450064)

**摘要** 本文重点研究了无线遥感手势智能车应用技术, 详细探讨了其背景、应用领域、现有技术短板、解决的技术问题、主要设备、工作原理、微观技术处理、技术基础、理论基础、系统优势、预测实施场景以及技术创新点, 并提出了一种基于无线遥感技术的手势智能车系统, 该系统通过无线遥感装置、手势识别模块和车辆控制单元的协同工作, 实现了通过手势对车辆的精确控制。此外, 本文还分析了基于无线遥感技术的手势智能车系统的多项优势, 并预测了其在智能交通、无人驾驶等领域的应用前景, 总结了系统的技术创新点和总体概要, 以期为未来的研究和实践提供有价值的参考。

**关键词** 遥感技术; 定位系统; 动态检测; 数字地图; 三维可视化

**基金项目:** 本文为河南省教育厅 2023 年大学生创新创业训练计划项目“无线遥感手势智能车”(编号: 202312746016)、郑州科技学院 2023 年大学生创新创业训练计划项目“无线遥感手势智能车”(编号: DC202316)阶段性成果。

中图分类号: TP7

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0001-03

## 1 研究背景

随着工业化和科技化的不断发展, 无线遥感手势智能车成为一个新兴的, 需要着重研发的项目, 这一项目无论是在工业上、农业上、娱乐上以及科技教学的普及与使用方面都会带来巨大突破。而对于无线遥感手势智能车来说, 智能避障无疑是其中非常关键的问题, 也是无线遥感手势智能车中重要的模块系统。面对前方可视障碍、移动式障碍以及无规则障碍等多种障碍的合理规避, 这是智能避障系统的作用, 同样也是帮助遥感小车成为智能化的模块。在多方面的调查中, 得知已存在的遥感智能车对于处理障碍规避问题还有很多不足, 比如无法准确地判断障碍物的大小和形状、无法及时灵敏的作出应答处理行为、无法正确地规避障碍等短板。所以基于遥感技术的避障系统在实际应用领域和科学研究方面有很大的价值, 也是对无线智能遥感车的一种改良和进步, 同样推动生产生活中工业化和科技化的发展<sup>[1]</sup>。

## 2 遥感技术的应用领域分析

遥感技术目前正处于完善的阶段, 现有的遥感技术已应用于多个领域。例如, 农业、林业、海洋、环保等领域。在社会治理的应用中, 遥感技术已在自然资源管理、生态环境保护、社会资源分配、农林业等政务管理领域等领域已成规模化应用, 配合有关部门

进行了宏观大尺度的违法督察、现状调查变化监测等工作; 在农业生产的应用中, 已存在配合有关部门开展了作物面积监测、作物长势监测、作物产量评估、土壤墒情监测、双碳、作物病虫害监测及预报; 在气象方面的应用中, 气象卫星长期服务于天气预报、气候变化预测、灾害天气预警; 在水文方面的应用中, 现已通过遥感进行了大量水体的面积变化、监测冰川和积雪的融化状态、以及洪水过程的动态监测工作; 在环保方面的应用中, 通过遥感技术手段, 开展了水环境监测、大气环境监测、生态环境监测等环境保护监测服务; 在违法治理方面的应用中, 遥感技术已使用在深入煤矿开采破坏草原、冶炼废渣非法填海、矿山非法开采等多种违法监控中来<sup>[2]</sup>。

## 3 无线遥感手势智能车应用技术存在的短板与不足

无线遥感手势智能车应用技术核心在于利用遥感技术, 对地面物质波谱进行高精度分析和识别, 为路面的精准分析与判断提供重要依据和参考。同时, 定位技术也扮演着至关重要的角色, 它能够精确分析并定位智能车当前所在位置, 显著提升测绘区域的真实性和精确性。然而, 我们也必须承认, 利用遥感技术与定位系统进行路面勘测, 无疑会增加一定的成本。此外, 虽然通过计算机获取的数据在多数情况下是真实有效的, 但我们也无法保证每次数据的绝对真实性。

#### 4 基于无线遥感技术的手势智能车系统解决的技术问题

1. 使图像判读、解译后获得的信息更加准确。
2. 通过云平台实现信息的实时共享和更新,提高了车辆的智能性和适应性。
3. 通过遥感技术获取车辆行驶环境的三维地形数据和实时视频数据,结合数据处理技术和避障控制技术提高了车辆在复杂环境中的避障能力和安全性。

#### 5 基于遥感技术的智能避障系统的主要设备

基于遥感技术的智能避障系统整套设备主要由遥感技术、定位系统、动态监测系统、数字地图的绘制与更新组成。

#### 6 基于无线遥感技术的手势智能车系统的技术工作原理

本技术运用遥感技术与定位系统对路面进行勘测,生成数字地图。在更新地图数据时,遥感技术的作用至关重要,它能够全面采集和整理信息数据,使数字地图的绘制更加完善、全面。此外,遥感技术还能精确绘制和更新数字图像,进一步扩大数字地图的覆盖范围<sup>[3]</sup>。

本技术主要是在车辆上安装 K210 摄像头进行获取路面实时信息,通过 GPS 定位系统将路况传输给计算机利用 MATLAB 模拟仿真软件进行 3D 建模,通过几何变换将图像的坐标轴进行变换,将三维图像转换成二维图像,为了取得可视化的三维图像需要仅展现可见面,使用 Z-Buffer 算法隐藏不可见面来显示层次结构,通过采用 LOD 技术来完成可视化的地形生成,使所生成的数字地图更贴近现实生活更加逼真<sup>[4]</sup>。

#### 7 基于无线遥感技术的手势智能车系统对微观技术的处理

##### 7.1 对数字地图的呈现

为了使遥感技术所生成的数字地图更加真实逼真,我们主要采取了 3D 建模、坐标变换与投影、隐藏面和隐藏线的消除、计算场景中可见面的颜色。

1. 建模:对现实世界进行三维表达的模型化。
2. 坐标转换与投影变换:将三维几何模型描述转化为二维视图呈现。
3. 隐藏面和隐藏线的消除:识别场景中的所有可见面,并应用相应的算法来消除那些位于视域之外或被其他物体遮挡的部分,从而优化场景的呈现效果。
4. 计算场景中可见面的颜色:为了计算场景中可

见面的颜色,需要确定每一个像素在投影到该面上的颜色值,从而最终生成图像。

##### 7.2 对图形的绘制

图形渲染管线是图形生成的基石,其核心功能在于,接受并处理包括虚拟相机参数、场景模型数据、光源属性、照明模式选择以及纹理映射等关键信息,将复杂的三维场景转换为二维图像,并最终将其展现给用户<sup>[5]</sup>。

1. 在数据库遍历阶段,主要进行场景数据的管理、遍历几何数据库、处理用户交互、执行可见性裁剪以及碰撞检测等操作。随后,将需要绘制的几何体传递至下一阶段进行处理。

2. 在几何变换阶段,主要处理多边形和定点的相关操作,包括三角形顶点的坐标变换、光照计算、投影转换以及屏幕映射等关键任务。

3. 像素生成阶段聚焦于对单个像素的处理,主要任务包括:执行深度缓冲区测试、进行反混淆计算、应用纹理映射等关键操作<sup>[6]</sup>。

#### 8 超声波传感器工作原理

自动避障识别设计主要依赖于超声波传感器,其工作原理在于将超声波信号转化为电信号。超声波传感器具备多种优势,包括高频率、短波长以及出色的绕射性能,特别是其卓越的方向性,使得超声波能够像射线一样定向传播。这些传感器通常由压电晶片构成,这种晶片不仅能够发射超声波,还能够接收超声波信号。

超声波发射器到障碍物的距离  $L_1$ , 超声波接收器到障碍物的距离  $L_2$ , 是超声波传感器的主要技术参数,可根据设定障碍物的大小选定其影响因素的值,根据图建立公式:

$$L_1 = ct_1 - V_m t_1 - V_m t_2$$

$$L_2 = ct_2 + V_m t_1 + V_m t_2$$

式中:  $L_1$  为超声波发射器到障碍物的距离 (m);  $L_2$  为超声波接收器到障碍物的距离 (m);  $c$  为超声波在媒体中的传播速度 ( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ );  $t_1$  为超声波发射器到障碍物所用的时间 (h);  $t_2$  为超声波接收器到障碍物所用的时间 (h);  $V_m$  为超声波前进速度 ( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ )。

通过特定的计算公式,我们可以确定超声波传感器的识别距离。在硬件连接方面,超声波传感器通过四个引脚与单片机相连,其中两个引脚用于连接电源的正负极,而另外两个引脚则与单片机上的信号引脚相连。当超声波传感器检测到前方存在障碍物时,会

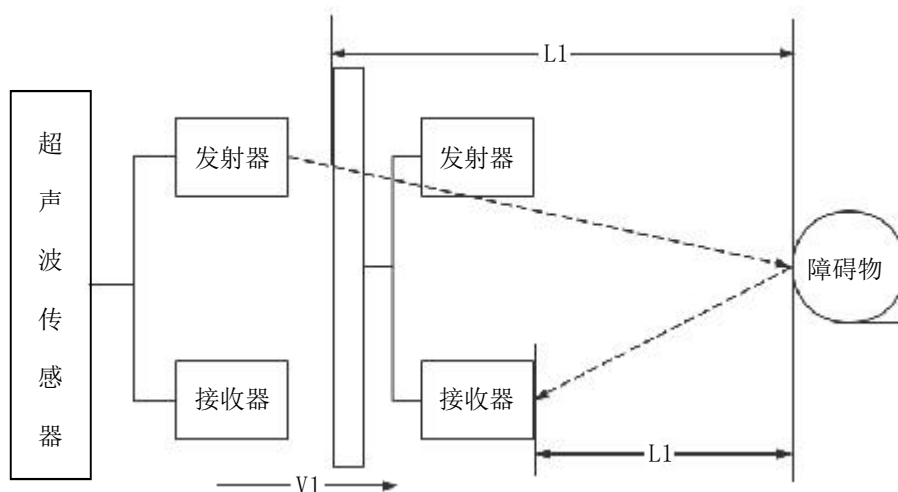


图 1 自动避障系统

产生明显的反射，形成回波。在超声波传感器的测距过程中，发射器会发出超声波信号。如果前方没有障碍物，接收器将不会接收到任何反馈信号，此时超声波传感器发出的信号将继续传播；然而，当遇到前方有障碍物时，障碍物会将超声波反射回去，此时接收器会接收到这些反射回来的超声波信号。通过测量发射与接收之间的时间差，我们可以计算出超声波传感器与障碍物之间的距离，这就是超声波识别测距的基本原理。

## 9 智能避障系统的优势

智能避障系统通过遥感技术收集周围环境信息，并利用控制系统分析出最佳的避障路径，有效提高了机器人在复杂环境中的避障能力和安全性，降低了交通事故发生的概率。同时，该系统的实施不需要对现有设备进行大规模的改造，具有较高的实用性、使用方便和广泛的应用前景。

## 10 预测实施场景

本技术采用了遥感技术与定位系统，实现了对路面勘测的精确化。技术的具体实施可以结合对数字地图的绘制与更新来进一步进行使用，在具体的操作过程中，可以对车辆的行驶轨迹进行更加准确的跟踪和预测。

## 11 无线遥感手势智能车应用技术创新点

本技术的关键点在于采用遥感技术和定位系统，实现了对路面进行精确化的勘测和分析，提高了车辆在复杂环境中的避障能力和安全性：（1）通过遥感技术获取的地面物质波普信息更加准确，提高了对路面

的分析和判断的准确性；（2）通过定位系统获取的车辆位置信息更加精确，提高了对车辆行驶轨迹的跟踪和预测的准确性；（3）通过动态监测系统和数字地图的绘制与更新，实现了对路面信息的实时共享和更新，提高了车辆的智能性和适应性。

## 12 结论

本系统采用先进的科学技术手段来弥补并解决现有技术不足，以完善的技术方法和可靠的处理方案使无线遥感手势智能车对于使用遥感技术来避障的方法更加准确，通过遥感技术与自动识别技术来绘制数字地图判读并解译出更加精确的行驶路线来躲避路障。本系统的实施不需要对现有设备进行大规模的改造，具有较高的实用性、使用方便和广泛的应用前景。

## 参考文献：

- [1] 陈向进. 遥感技术在生态环境监测中的应用[J]. 电子世界, 2021(18):146-147.
- [2] 刘成涛, 郭帅. 基于手势识别的智能小车无线控制系统设计[J]. 现代电子技术, 2023,46(16):182-186.
- [3] 吕丽英, 耿云峰. 地图测绘中现代航测遥感技术的应用分析[J]. 科技资讯, 2022,20(08):56-59.
- [4] 刘名扬, 陈敏, 吴志刚. 基于手势识别控制的两轮平衡小车研究[J]. 人工智能与机器人研究, 2023,12(03):189-198.
- [5] 李芊均, 胡立夫, 冉兴强, 等. 基于手势识别的小车运动控制系统设计[J]. 电子产品世界, 2023,30(02):54-58.
- [6] 张备伟, 曹杰, 刘金良, 等. 一种基于手势识别的粮仓巡检智能小车控制装置及手势识别方法:202110911965[P]. 2024-03-06.

# 复杂环境下深基坑设计与变形监测分析

郭鹏飞, 王晓辉, 刘浩茜

(西北综合勘察设计院, 陕西 西安 710000)

**摘要** 建设工程行业是我国城镇化过程中的一个关键环节, 地基的施工技术、方法决定着整个工程的施工质量。通常, 地基工程开挖深度达到5 m及以上的基坑称为深基坑, 要使用必要的基坑支护手段保证基坑工程安全实施。如何确保深基坑对周边环境的影响在可控范围内、如何与设计单位紧密协同落实信息化施工是基坑工程安全施工的重点。基于此, 本文结合实例针对复杂环境下深基坑设计及变形监测要点展开分析研究, 以期为解决该难题提供有益参考。

**关键词** 复杂环境; 深基坑设计; 变形监测

中图分类号: TU19

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0004-03

城市基础设施和地产建设的迅速发展涉及的基坑工程也日益增多, 因此对复杂环境下深基坑设计及变形监测要点进行深入研究具有十分重要的意义。本文采用有限元方法对深基坑的变形特征进行了研究, 研究了在偏压荷载作用下, 深基坑的变形特性。但考虑到深基坑周边环境和地质条件的复杂程度情况, 还需结合具体的工程实践开展相关研究。为此, 本文拟通过对某工程深基坑的开挖和支护过程进行研究, 并根据其所处的地层环境, 通过对其开挖过程中的土体及支护变形特征进行研究, 从而为基坑及坑内建(筑)物安全建设提供理论依据。

## 1 工程基本信息

某工程占地2 200 m<sup>2</sup>, 分为商务区和主楼区两部分, 商业区坐落在深基坑的北面, 它的深坑在7.2 m左右; 主楼区设在深基坑的南部, 挖深12.5 m, 长70 m, 宽25 m。考虑到主体建筑的基坑面积比较大, 下面以主

体建筑基坑工程为例进行研究。

就深基坑周边情况而言, 该工程的北面紧邻公路, 与商务区相邻22 m; 东面也是紧靠公路, 最短距离19.5 m。两条公路均为新建, 交通流量较小, 对深基坑的施工造成的影响较小。该工程的西部紧邻已有的小建筑物, 其最小间距为15 m, 总层数为2层, 使用自然地基, 考虑到它的尺寸不大, 对深基坑的施工影响不大。由于基坑南面与已有建筑物相邻, 且为7层高层住宅, 采用小型桩基作为地基, 桩底埋深比深小, 鉴于已有工程占地面积庞大, 且紧邻主体结构。该基坑及周围环境示意图见图1。

## 2 支护设计

根据深基坑开挖工程的特点, 结合工程实际, 对深基坑开挖工程的地下结构进行了分析, 以确保工程的安全。根据工程实践, 提出了采用“边坡+桩锚法”的基坑围护方式, 并对其进行了分析。(1)在桩顶标

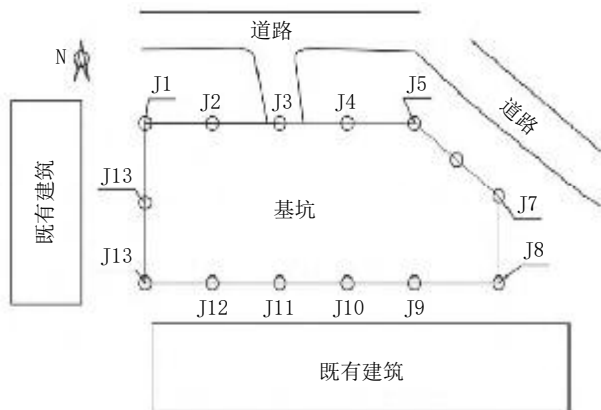


图1 基坑平面示意图

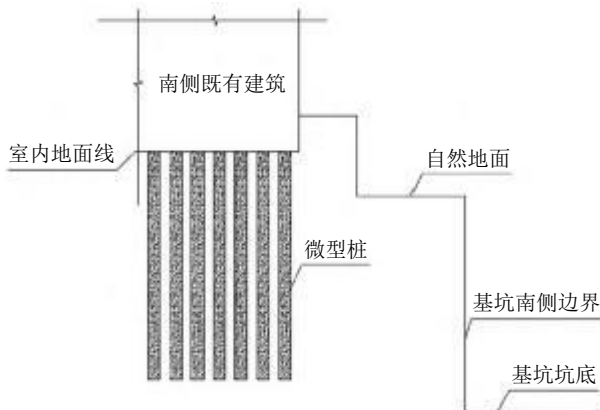


图2 基坑南侧近接示意图

高 2 m 以内,按 1:1.25 进行降坡;边坡开挖结束后,对边坡进行了加固,以土钉支护为主。(2)排桩群的优化。钻孔直径 0.8 m,间距 1.6 m,全长 18.5 m,最小嵌入深度 6.5 m,上部加设一道拱顶梁。(3)锚固件的设计。为了确保排桩的稳定性,在排桩的垂直方向上设置 3 根锚索。锚杆的直径为 150 mm,倾斜角 15°。

### 3 变形监测分析

#### 3.1 基坑安全等级

考虑到深基坑的结构特点和邻近地区的地质条件,如果在工程中发生破坏,将导致非常大的损失,因此,该工程属于一类安全评价。

#### 3.2 观测精度要求

根据工程地质条件及场地条件,采用不同的开挖方式对其进行观测。目前常用的监控手段有轴法、小角法(也称视准线小角法)、角度交会法、距离交会法以及全站仪的极坐标等。在对高层建筑物进行深基坑变形监控时,必须将各测点沿着与坑缘垂直的中心偏差作为测量精度的标志<sup>[1]</sup>。在精确的高程垂向变形测定中,仍以几何水准为主。

#### 3.3 基坑监测数据特征分析

为了保证基坑工程的顺利实施,对其进行变形监控显得尤为重要。根据本项目的具体情况,在深基坑的南部布置了 J9-J12 共 4 个测点。本次监测共采集 34 个时段的资料,其中 J9、J10、J11、J12 分别为 12.86 mm、16.73 mm、23.45 mm 和 24.70 mm。

根据以上分析,得出了深大、中、小三个断面的累积变形值,并以此为依据,计算出了各观测点的应变率的最大值、最小值、平均值;J9 最大的为 3.71 mm/d,最小的为 0.13 mm/d,平均为 1.55 mm/d;J10 的最大变形率为 3.01 mm/d,最小的为 0.09 mm/d,平均为 1.33 mm/d;J11 的最大变形率为 3.14 mm/d,最小的为 0.13 mm/d,平均为 0.95 mm/d;J120 的最大变形率为 3.43 mm/d,最小的为 0.15 mm/d,平均为 1.05 mm/d。

在此基础上,通过对 4 个观测点的位移率进行区间化的统计分析,发现随着应变率的增加,各测点的分配次数或所占据的比重呈先增大后减小的特点,在“0.5 mm/期 < s ≤ 1 mm/期”的情况下,出现 38 个,占比 27.94%。

#### 3.4 变形数据的基础分析

##### 3.4.1 预测模型构建

为了更好地把握深基坑的变形,本文将其应用于深大基坑的变形特性研究中。

基于已有研究结果,本项目拟基于极限学习机(ELM),是传统神经网络模型的改进版,具有操作便利、普适性强、精度高的一系列特点,并构建了基坑变形预测模型。根据 ELM 法的理论,得到了训练函数<sup>[2]</sup>。

$$y_j = \sum_{i=1}^L \beta_i g(w_i x_j + b_i) \quad (1)$$

式中:  $y_j$  为基坑预测结果;  $\beta_i$ 、 $w_i$  为层间连接权值;  $L$  为隐层参数;  $g(x)$  为核函数;  $b_i$  为阈值;  $x_j$  为输入样本;  $N$  为训练样本数。

在反复训练后,可认为其预测结果能实现期望值的零误差逼近,如公式(2)所示。

$$\sum_{i=1}^N \|t_i - y_i\| = 0 \quad (2)$$

式中:  $t_i$  为期望值。

因此,训练函数如公式(3)所示。

$$t_j = \sum_{i=1}^L \beta_i g(w_i x_j + b_i) \quad (3)$$

将公式(3)转变为矩阵形式如公式(4)所示。

$$T = H\beta \quad (4)$$

式中:  $H$  为隐层矩阵;  $T$  为输出矩阵;  $\beta$  为权值矩阵。

由于基坑变形速率具较强的波动特征,ELM 无法完全刻画预测过程,即公式(3)难以完全相等,会有一定误差,其误差矩阵如公式(5)所示。

$$V = T - H\beta \quad (5)$$

式中:  $V$  为误差矩阵。

##### 3.4.2 预测结果分析

利用有限差分法对深开挖面的位移进行了预报,并将预报成果的相对偏差作为评判标准,并对各参数进行了统计分析<sup>[3]</sup>。

J9 站点的测量结果表明,采样点的相对偏差在 2.01% ~ 2.26% 之间,平均偏差在 2.13% 左右。

J10 站点的测量结果表明,其测量结果的相对偏差在 2.05% ~ 2.28% 之间,平均偏差在 2.14% 左右。

J11 站点的测量结果表明,其测量结果的相对偏差在 2.05% ~ 2.33% 之间,平均偏差在 2.16% 左右。

J12 测点的相对偏差在 2.06% ~ 2.20% 之间,平均偏差在 2.12% 左右。

通过 4 个观测点的预报比较,发现预报成果的相对偏差在很小的区间内,预报的平均偏差也很低,表明了 ELM 预报的准确性。

最后,在此基础上,对 4 个观测点的变形量进行了计算,得出了相应的结论。

对 J9 观测站 33-36 期的预报速度分别为 0.59 mm/d, 0.43 mm/d, 0.35 mm/d, 0.52 mm/d。

对 J10 监测站 33-36 周期的预报速度分别为 0.59 mm/d, 0.62 mm/d, 0.41 mm/d, 0.43 mm/d。

对 J11 监测站 33-36 周期的预报速度分别为 0.59 mm/d, 0.38 mm/d, 0.65 mm/d, 0.51 mm/d。

根据 J12 观测站 33-36 周期, 预报速度分别为 0.47 mm/d, 0.58 mm/d, 0.34 mm/d, 0.66 mm/d。

总体而言, 4 个测点的后期变形率都是正的, 预示着以后的深开挖将继续增大, 但是, 由于应变率的数值比较低, 表明深大开挖量的增长速度不大, 以后将逐渐趋于平稳。

## 4 基坑变形智能化监测

### 4.1 已有建筑沉降

大规模的深基坑开挖易引起周围土体应力产生变化, 造成已有建筑物, 特别是高层建筑物出现较大沉降、裂缝和倾斜等现象<sup>[4]</sup>。本工程设定变形控制标准为 30 mm, 结合变形最大的测点数据展开分析已有建筑沉降变化规律。土体刚开挖时, 建筑物沉降变化值很小, 并出现负值, 这是重型机械作业时引起的挤土效应所造成的轻微隆起现象。而后, 基坑开挖深度加大, 建筑物开始沉降, 数据有一定波动, 但总体保持增大的趋势, 最大值为 2.9 mm, 远小于沉降变形预警值 30 mm, 表明基坑设计及施工方案具有可行性, 对周围地表和建筑物的影响控制在合理范围内。

### 4.2 坡顶及周边地表沉降

朗肯主动状态区土体被扰动, 塑性区滑动面增大, 土体产生小幅度的塑性流动, 造成建筑物下沉速度加快, 但是后期垫层和底板施工完毕之后, 支护结构稳定性有一定提高, 周围地表下沉量逐渐趋于稳定; 基坑开挖阶段, 地表沉降最大值多发生在距坡肩水平距离约一倍开挖深度处, 随着监测点与基坑边距离的增大, 除了少数监测点异常之外, 周围地表的监测点沉降位移值沿 x 轴的分布基本呈现缓慢降低, 所有曲线具有类似的规律<sup>[5]</sup>。

### 4.3 坡顶水平位移

位移随着基坑开挖逐渐增大, 但前期的增速没有明显变化, 说明此时的位移由上部土钉墙设计参数控制, 且效果较理想; 前排土钉工序完成后, 位移较快增长, 变形控制能力下降。为防止位移累计值或增长速率超过预警值, 施工中根据每日水平位移变化速率严格控制基坑的开挖速度, 并适时采取跳仓开挖; 当开挖深度临近坑底标高, 位移趋于稳定, 变幅很小。

### 4.4 深层侧向位移

侧向位移值随着开挖深度增大而增大, 在前期增速明显, 后期增速明显降低, 临近开挖结束, 所有数

据较稳定, 没有出现前期个别时间段的数据产生异常波动的现象; 不同监测点位移值随开挖深度的增加均呈现先增大后减小的趋势, 侧向变形均朝基坑内发展。受土体分布、开挖深度、周围建筑物荷载及施工荷载等因素的影响, 基坑周围土体中部区域的横向变形最大, 上部区域次之, 底部区域变形最小, 即曲线呈“鼓胀”型分布; 最大侧向位移位于基坑开挖面以上, 基坑开挖面以下 7 m 附近, 其值为 25 mm, 约为基坑深度的 45%。开挖过程虽经历连续降雨天气, 但侧向位移一直处于合理的范围内, 主要原因有两方面: 一是基坑土层弱渗透性, 无蠕变的产生; 二是变形控制效果较好, 并采用了合理降排水措施。

## 5 结论

对基坑区周围的地质条件进行了详细的研究, 得出了如下的结论: 基坑区周围的地质条件比较复杂, 因此, 根据工程的具体情况, 确定了北侧和东侧的两个支护方案, 即采用了“放坡式+土钉支护”的支护方式; 西、南两面均为“边坡加桩锚支护”。深基坑工程的位移呈逐步增大的特点, 有些位置的位移偏大, 但位移变化速率偏小; 在此基础上, 根据变形预报结果, 深基坑的后期变形率都为正数, 表明以后的深开挖变形量仍将增大, 但其变化率的数值比较低, 表明深开挖的变形速率不大。通过本项目的研究, 能够准确把握深开挖过程中的土体和支护结构变形特性, 并提出基于此的加固方案, 以便在出现超限时能够及时处理, 防止灾害的产生。

## 参考文献:

- [1] 刘俊城, 谭勇, 宋享桦, 等. 富水砂土基坑渗水对侧墙变形和周边环境的影响[J]. 浙江大学学报(工学版), 2023, 57(03): 530-541.
- [2] 朱斌. 换乘车站基坑开挖及区间暗挖下穿施工对既有地铁站的变形控制及影响分析[J]. 城市轨道交通研究, 2023, 26(03): 176-180.
- [3] 魏纲, 冯非凡, 朱家烜, 等. 应用伺服钢支撑的邻近盾构隧道车站深基坑开挖实测分析[J]. 自然灾害学报, 2023, 32(01): 93-104.
- [4] 刘腾, 李兆平, 王佳豪, 等. 复杂异形深基坑双环形内支撑体系设计及受力变形特性[J]. 都市快轨交通, 2023, 36(06): 90-98.
- [5] 罗军, 张卢明, 胡建. 紧邻建筑群双圆环内支撑深基坑设计与变形分析[J]. 重庆建筑, 2023, 22(10): 35-37.



# 基于人机工程学的车载指挥方舱设计研究

霍军旗

(中国电子科技集团公司第五十四研究所, 河北 石家庄 050081)

**摘要** 为提高车载指挥方舱设计的合理性, 本文分析了人机工程学在车载指挥方舱设计中的应用优势, 包括提高人机交互效率、降低操作错误率、增强人类认知和适应性等; 阐述了基于人机工程学的车载指挥方舱设计的有效路径, 主要包括确定用户需求、分析任务特点、设计界面布局 and 操作流程等方面。通过上述措施, 能够设计出更加符合人类认知和工作习惯的车载指挥方舱, 提高其效能和安全性, 以此为相关人员提供实践参考。

**关键词** 人机工程学; 车载指挥方舱; 用户需求

**中图分类号:** U12

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)06-0007-03

车载指挥方舱作为现代交通运输工具的重要组成部分, 在军队、警察等安全领域以及救援、交通控制等民用领域发挥着重要作用。随着科技的飞速发展和普及, 新型车载指挥方舱不断涌现, 为各行各业提供了更加便捷高效的服务。然而, 由于车载指挥方舱的复杂性和特殊性, 设计和研究工作面临着许多困难和挑战。基于人机工程学的车载指挥方舱设计研究具有重要的理论和实践价值。人机工程学是一门研究如何优化人机互动、提高人机系统效能和安全性的学科<sup>[1]</sup>。通过充分考虑用户需求、人机交互、环境因素以及智能化技术等方面的因素, 设计者可以开发出更加符合实际应用需求的车载指挥方舱, 为各行各业提供更加便捷高效的服务, 推动交通运输领域的发展和进步。

## 1 人机工程学在车载指挥方舱设计中的应用优势

### 1.1 提高人机交互效率

合理的车载指挥方舱应该能够让驾驶员、乘客和其他相关人员在最短的时间内完成任务。通过人机工程学的设计原则, 能够减少用户完成任务所需的时间和操作数量, 从而提高人机交互效率<sup>[2]</sup>。例如, 在人机界面设计中, 采用卡片式或平铺式布局来减少信息搜索时间, 使用户更快地找到需要的信息。此外, 为了减少操作时间, 可以增加可编程性、自动化、快捷键等功能, 从而减少用户需要输入的内容和点击操作的数量。以现代的车载指挥方舱通常配备语音控制系统为例, 这项技术可以使驾驶员在开车的同时完成多种复杂的操作, 例如拨打电话、调整音量和导航目的地等。语音控制系统可以大幅度减少驾驶员在使用车载指挥方舱时必须接触屏幕或按钮的次数, 达到提高人机交互效率的目的。

### 1.2 降低操作错误率

车载指挥方舱设计中, 操作错误率的降低是至关重要的, 因为这直接关系到车辆的安全性和驾驶员及乘客的生命安全。人机工程学的设计原则在这方面发挥了至关重要的作用, 通过合理的设计可以有效地降低操作错误率和驾驶员的疲劳感, 提高操作安全性<sup>[3]</sup>。

首先, 人机工程学设计可以通过优化控制按钮和触摸屏的布局来降低操作错误率。合理的布局可以使驾驶员能够更快速地找到需要的控制元素, 减少混淆和误操作的可能性。例如, 将最常用的控制元素放置在最容易到达和识别的位置, 而将不常用的控制元素放置在次要位置, 以减少驾驶员的注意力转移和错误操作。

其次, 采用凸起或深凹的按钮设计可以进一步帮助驾驶员快速识别操作位置, 从而降低误触和错误操作的风险。凸起或深凹的设计可以在触摸时提供更直观的触感反馈, 使驾驶员能够更准确地确认操作位置, 减少按错按钮的可能性。此外, 通过在按钮周围添加适当的标识和颜色区分, 也可以增强驾驶员对操作位置的识别能力, 进一步降低操作错误率。

另外, 人机工程学设计还可以考虑使用声音提示、振动反馈等辅助手段来提醒驾驶员进行正确的操作, 以防止由于驾驶员疲劳或注意力不集中而造成的错误操作。这些辅助手段可以在必要时及时提醒驾驶员, 增强其对操作的警觉性, 从而有效降低事故发生的风险。

### 1.3 增强认知和适应性

车载指挥方舱的设计需要充分考虑驾驶员和其他相关人员的认知和适应性, 以使用户能够更好地控制车辆并处理紧急情况。通过人机工程学的设计原则,

通过设计更符合人类认知特点和习惯的界面，可以提高用户的适应性，使其能够更好地控制车辆并处理紧急情况。例如，在人机界面设计中，采用明亮且易于区分的颜色来突出显示重要信息或紧急情况，同时使用统一的形状和大小来表示相似的功能，以降低用户对界面的认知负担。这种设计可以使用户更快速地获取必要信息，减少操作错误的可能性，提高驾驶员和其他相关人员的适应性。此外，在文本和提示语言的选择上也至关重要。清晰明了、简洁准确的表述能够帮助用户迅速理解其含义，从而减少操作失误。避免使用含混不清或歧义性强的表述，可以避免引起用户的困惑和误解。同时，考虑到用户的文化背景和语言习惯，选择适当的语言和词汇也是至关重要的，以确保用户能够轻松理解界面信息，提高其适应性和操作效率。

#### 1.4 提高用户满意度

提高用户满意度是车载指挥方舱设计中非常重要的目标之一。通过人机工程学的设计原则，能够提高车载指挥方舱的易用性、可靠性和安全性，从而提高用户满意度<sup>[4]</sup>。例如，在人机界面设计中，采用符合用户习惯的操作方式和交互流程，减少用户的学习难度和操作复杂性，提高用户的使用体验和满意度。此外，在控制按钮和触摸屏的布局上，也需要考虑用户的习惯和偏好，以提高易用性和用户满意度。

### 2 基于人机工程学的车载指挥方舱设计的有效路径

#### 2.1 确定用户需求

车载指挥方舱设计需要深入了解用户需求并将其融入整个设计过程中。确定用户需求是设计师在设计车载指挥方舱应用程序时的第一步，确保设计师开发出符合用户期望的应用程序。

设计师需要通过多种方式收集用户需求。一种常用的方法是面对面访谈，设计师可以邀请驾驶员和其他车辆相关人员做进一步的了解。在访谈过程中，设计师需要询问用户针对车载指挥方舱应用程序的需求、期望和痛点等问题，并记录下来以便后续分析<sup>[5]</sup>。此外，设计师还可以通过问卷调查、座舱仿真实验、焦点小组会议和交互式原型等方式获取用户反馈和意见。对所收集到的用户需求进行分析和总结。这个阶段的目标是识别出用户真正需要的功能和特点，并将它们归纳成一份清单或文档。设计师需要注意不要遗漏任何一个重要的需求或者把某些次要的需求当成高优先级的任务。再进行优先级排序，因为不同用户对不同功能和特点的需求可能会有所不同。设计师可以通过分析用户需求在实际应用中的频率、重要性和可行性

等方面来确定各个需求之间的优先级顺序。例如，驾驶员需要经常使用导航系统和音乐播放器，而对于座椅加热和空调控制这样的功能则相对次要。最后，设计师还需要将所确定的用户需求与人机交互设计原则相结合，以确保车载指挥方舱应用程序的易用性、可靠性和安全性。设计师需要考虑如何平衡用户需求、技术实现和设计限制等因素，并采取创新的设计方式来满足用户需求。例如，在车载指挥方舱应用程序中，可以增加语音识别和手势识别等多种交互方式，从而提高驾驶员的操作体验和便利性。

#### 2.2 分析任务特点

了解用户在驾驶车辆时需要完成哪些任务，以及这些任务的性质、要求和重要性等特点，从而为设计提供有针对性的方案。基于上文中确定用户需求的方法，列出用户在驾驶车辆时需要完成的任务列表，并将其按照优先级和紧急程度进行排序。例如，安全性和稳定性相关的任务应当被放在首位，而娱乐和社交等非关键任务的优先级则相对较低。针对每个任务，分析其特点，包括任务的复杂性、紧迫性、频率、重要性、反应时间等。例如，如果一个任务需要在短时间内快速响应，那么车载指挥方舱的控制按钮和触摸屏就需要被设计成易于操作、位置明显、反应灵敏的形式。

根据任务特点，确定最适合的交互方式，并考虑如何减少用户完成任务所需的时间和操作数量，在保证安全性和易用性的前提下提高人机交互效率。例如，对于一些复杂的操作，可以采用语音控制等方式，使用户可以在不分心的情况下完成任务。最后，检查设计方案是否满足任务特点并符合用户需求。通过反复测试和优化，逐步完善设计方案，确保车载指挥方舱的任务特点得到最优化的实现。

#### 2.3 设计页面布局

页面布局直接影响用户的使用体验和效率。良好的页面布局能够使得用户快速找到所需信息并完成各项任务。因此，在设计页面布局时，需要考虑以下几个方面。（1）确定最重要的功能和信息，并将其放在最显眼的位置。在车载指挥方舱中，驾驶员需要经常使用的功能包括导航、音频和通话等。因此，这些功能应该在页面布局中优先考虑，并且应该放在易于访问和操作的位置，例如屏幕中心或者靠近驾驶员手边的区域。（2）遵循直觉性原则。即通过合理的排版和标识，让用户能够快速理解各个模块之间的关系，减少阅读负担。例如，在布局上可以采用明显而简洁的图标和符号代替文字，从而使界面更加直观和易于理

解。(3) 注意页面布局的组织性和层次感。在车载指挥方舱中,不同类型的信息和功能应该被归类并分组显示。这样做使得信息呈现更加有序、清晰,也使得用户在使用时更加方便。例如,在导航功能中,将不同的操作步骤放在一个菜单或者子页面中,让用户能够一步步完成整个任务。(4) 考虑页面布局的可扩展性和自适应性。车载指挥方舱需要应对各种不同的使用场景和需求,因此页面布局需要能够自适应不同屏幕大小、分辨率和设备类型等因素。此外,设计师还要预留足够的空间,以便在之后的版本中增加新的功能或信息。(5) 注重页面布局的可视性和美观性。设计师需要考虑颜色和字体的搭配、背景图案的使用以及界面的整体风格等因素,从而创造出简洁、清晰、美观的交互界面。

设计页面布局需要根据实际的使用需求来进行,要将最重要的功能和信息优先考虑并放在易于访问和操作的位置。同时,要遵循直觉性原则,注意页面布局的组织性和层次感,并考虑页面布局的可扩展性和自适应性。

#### 2.4 设计操作流程

良好的操作流程能够使用户更容易理解和掌握车载指挥方舱的使用方法,从而提高驾驶员和乘客对该系统的满意度和信任度。在设计操作流程之前,首先需要明确车载指挥方舱的核心任务。这些任务包括但不限于导航、娱乐、通讯、环境控制等。确定这些任务后,针对每个任务设计相应的操作流程。

按照任务的执行顺序,将各项操作分为一系列步骤。在设计时,要注意将操作步骤简化、模块化,减少复杂的操作步骤和冗长的操作流程。例如,在导航功能中,设计者可以将整个操作流程分为目的地输入、路线规划和导航三个步骤,并考虑交互方式,即用户与系统进行交互的方式。常见的交互方式包括使用触摸屏、物理按钮、语音控制等。在考虑交互方式的同时,要注意用户的习惯和体验,并尽可能提高易用性。选择界面元素来帮助用户完成任务,主要的界面元素包括按钮、文本框、下拉菜单、复选框等等。这些界面元素应该被布局合理,并以一种符合用户心理模型的方式进行组织和呈现。通过界面元素的组织和呈现,可以优化操作流程,使其更加高效、快捷。最后,在设计操作流程之后,需要进行迭代测试。即将设计好的操作流程在真实环境中进行测试,以评估操作流程的有效性和易用性。根据测试结果,对操作流程进行调整,进一步优化车载指挥方舱的用户体验。

#### 2.5 评估测试

评估测试能够帮助设计者了解用户对系统使用体验和效率的真实反馈。在进行评估测试之前,需要明确测试目标,并制定相应的测试计划。测试目标包括但不限于了解用户的满意度、确认系统是否易用、检测系统性能等。测试计划应该考虑测试环境、测试设备、测试人员、测试任务等各种因素。

评估测试可以采用多种不同的测试方法,例如问卷调查、用户观察、用户访谈、认知负荷测量等。根据测试目标和测试计划,选择最适合的测试方法。可以编制一系列测试场景,以便模拟用户在真实环境下的使用情况。测试场景需要涉及车载指挥方舱的各个功能和模块,并尽可能考虑到用户的不同需求和使用习惯。在测试场景中,还需要定义任务成功的标准和测试指标。

根据收集到的数据,对测试结果进行分析。这包括对测试数据进行统计、绘图和模型等方法的应用,从而得到有关系统性能和用户满意度的结论。根据分析结果,调整系统设计,改进用户体验和提高系统性能。最后,根据测试结果,向用户反馈评估结果,并根据用户意见和建议进行迭代优化。重复以上步骤,直至达到预期的测试目标和结果。

### 3 结束语

基于人机工程学的车载指挥方舱设计研究是一个充满挑战和机遇的课题。通过应用人机工程学的理论和方法,可以设计出更加符合人类认知和工作习惯的车载指挥方舱,提高其效能和安全性,为各行各业的使用者提供更加便捷高效的服务。未来,需要继续深入研究人机工程学的理论和方法,在车载指挥方舱设计领域不断取得创新性的成果。

#### 参考文献:

- [1] 任金东.汽车人机工程学[M].北京:北京大学出版社,2010.
- [2] 章阳.指挥方舱车的易损性研究[D].西安:西安工业大学,2022.
- [3] 李美妮,邢海燕,刘静,等.智能拓展车载方舱医院灾害救援卫生防疫工作的做法与体会[J].中华灾害救援医学,2021,09(04):918-920.
- [4] 魏蓉,宋志强,苏胜.基于色彩模型的车载指挥方舱设计[J].包装工程,2020,41(06):86-93.
- [5] 王雪艳,欧阳倩,吾琳.某车载多屏中控台的结构设计与人机工程设计[J].机电工程技术,2024,53(02):299-303.

# 基于熵权法分析边坡稳定性影响因素

张丹, 张寅, 丁俊

(四川工业科技学院建筑工程学院, 四川 德阳 618000)

**摘要** 本文通过分析近年来边坡失稳情况, 整理出主要的边坡稳定影响因素, 各因素对边坡的稳定性影响程度不同, 结合专家对识别出的因素进行程度打分, 再利用熵权法分析, 进行数据的处理, 得出边坡稳定因素的影响程度排序, 结合排序情况采取边坡稳定措施, 旨在为以后类似工程提供经验积累。

**关键词** 边坡稳定影响因素; 熵权法; 边坡设计; 坡面工程防护; 边坡排水技术

中图分类号: TU7

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0010-03

随着我国经济建设的发展, 在工民建、水利、道路桥梁等工程建设中出现了大量的边坡, 而边坡的稳定性直接影响着工程质量、生命安全、工程继续使用等问题, 如果边坡稳定处理不当, 很可能造成滑坡、崩塌等灾害, 甚至还会发生二次灾害, 影响甚大。目前, 专家学者在边坡稳定方面做了大量的研究, 极限平衡理论法、有限元分析法<sup>[1]</sup>、系统工程论、突变理论<sup>[2]</sup>、分析理论、灰色理论<sup>[3]</sup>等不断运用于边坡的稳定分析中, 给出了边坡稳定的相关措施。

## 1 边坡稳定的影响因素

边坡中土体内部某个面上的剪应力增加或滑动面上土体的抗剪强度减小, 使其滑动面上的剪应力超过土体的抗剪强度, 即丧失其原有的稳定性, 导致边坡失稳, 一部分土体相对于另一部分土体滑动, 一般形成滑坡<sup>[4]</sup>。土体滑坡前征兆一般有坡顶下沉、裂缝形成、坡脚隆起。

影响边坡稳定的因素有很多, 根据地质调查数据分析情况及大量的工程案例, 现整理收集两大方面, 包括内部因素及外部因素, 内部因素主要有土质情况、地质构造及边坡几何参数等; 外部因素主要有水的作用、振动作用及其他因素等。

### 1.1 影响边坡稳定的内部因素

#### 1.1.1 土质情况

不同地区土质情况各不相同。土颗粒组成不同、排列不同、粒径组配比不同、联结方式不同等, 其抗剪强度就不同, 土的抗剪强度由两部分组成, 土的黏聚力及摩阻力, 而边坡的稳定性主要受滑动面土的抗剪强度影响。若遇钙质或石膏质胶结的土, 或遇湿陷性黄土这类特殊土, 遇水后软化, 会使其土体强度降

低。岩质边坡和土质边坡特性差异特别大<sup>[5]</sup>, 岩质边坡稳定性受结构层面产状情况、节理情况等情况而定, 而土质边坡主要受抗剪强度指标值而定。

#### 1.1.2 地质构造

工程边坡一般都是露天的, 其周围的地质构造情况复杂, 若遇地层构造应力、断层、岩层面, 或存在裂隙发育地层构造, 又或遇软弱夹层等情况, 边坡的稳定性都会受影响。如在斜坡上堆有较厚土层, 特别是当下卧土层不透水时, 也容易发生滑动。岩层倾角处于 25 ~ 55 度时稳定性也较差<sup>[6]</sup>。

#### 1.1.3 边坡几何参数

边坡几何参数包括边坡高度、边坡倾角及边坡形状。一般情况下, 边坡越高, 稳定性越差; 边坡倾角越大, 边坡稳定性越差; 边坡形状上缓下陡的在重力作用下比上陡下缓的易于滑坡, 即使是黏性土有黏聚力, 当土坡高度不大时尚可直立, 但随时间和外界的变化, 也会逐渐塌落。

## 1.2 影响边坡稳定的外部因素

### 1.2.1 水的作用

水的作用对边坡的影响主要表现在以下几个方面: 一是在持续的降雨或地下水渗入土层中, 会使得土中含水量增高, 水的润滑、软化、强结合水等物理作用使土的抗剪强度明显降低, 即使是强度较大的岩体在长期受水浸润作用下, 也会降低其强度, 影响边坡的稳定性; 二是土体在水的浸泡下会发生溶蚀、水解、氧化、离子交换等化学反应, 这一系列化学反应也会影响边坡的稳定性问题; 三是水体存在水力学作用, 静水压力、动水压力、孔隙水压力等, 使得水流具有冲刷能力, 让边坡变得不稳定。

1.2.2 振动作用

振动作用又分为天然的和人为的。地震作用会释放大量的能量，该能量会使边坡原有的结构受到破坏，从而降低土的抗剪强度，而砂土在地震作用下极易发生液化现象，若是岩石边坡在地震作用下也会出现破裂结构面、孔隙水压力上升、石块松动等不良现象，加剧滑坡的可能性。车辆撞击、施工爆破等人为振动，也可使邻近坡体变形甚至出现失稳。

1.2.3 其他因素

人为因素不合理地开挖，特别是开挖坡脚，或开挖基坑、沟渠、边坡时将弃土堆在坡顶附近，在斜坡上建房或堆放重物时，都可引起斜坡变形破坏。边坡截水构造的失效，长久作用可引起管涌，导致坡体失稳。边坡植被防护的失效，甚至可加剧边坡失稳。其他不良现象产生链式反应，加剧边坡失稳等。

2 熵权法分析理论

用熵权法确定各影响因素指标权重过程如下：

1. 原始矩阵构建<sup>[7]</sup>。假设选取 m 位相关领域的专家对各个因素的影响程度进行打分，n 为影响边坡稳定性的各个因素，形成矩阵 B。

$$B = (b_{ij})_{m \times n} \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \vdots & b_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

2. 采用极差值法对矩阵 B 进行无量纲化处理，得到矩阵 C。负向标准化<sup>[8]</sup>：

$$c_{ij} = \frac{\max(b_{1j}, \dots, b_{mj}) - b_{ij}}{\max(b_{1j}, \dots, b_{mj}) - \min(b_{1j}, \dots, b_{mj})} + 1 \quad (2)$$

3. 计算第 i 位专家关于第 j 个边坡影响因素评分指标的权重，得到矩阵 D。

$$d_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum_{i=1}^m c_{ij}} \quad (3)$$

4. 确定第 j 项指标的信息熵值。

$$e_j = -\frac{1}{\ln a} \sum_{i=1}^m d_{ij} \ln d_{ij} \quad (\ln a \text{ 为调节系数, 确保 } 0 < e_j < 1) \quad (4)$$

5. 计算第 j 个指标的效用值。

$$h_j = 1 - e_j \quad (5)$$

6. 计算第 j 个指标的权重。

$$w_j = \frac{h_j}{\sum_{j=1}^n h_j} \quad (6)$$

3 边坡稳定性影响因素的熵权法分析案例

3.1 边坡稳定性影响因素的熵权法分析

1. 原始矩阵构建。针对识别到的六种边坡稳定影响因素风险，邀请 10 位专家对四川省内边坡影响因素的不同程度进行打分，打分为 1-5 分范围，5 分代表该因素对边坡稳定性影响程度最大，4 分代表该因素对边坡稳定性影响程度较大，3 分代表该因素对其影响适中，2 分代表该因素对其影响较小，1 分代表该因素对边坡稳定性影响程度最小。从而得到打分原始矩阵如表 1 所示。

2. 采用极差值法进行无量纲化处理，由公式 (3) 计算第 i 位专家关于第 j 个边坡影响因素评分指标的权重，根据公式 (4) 计算第 j 项指标的信息熵值，根据公式 (5) 计算第 j 项指标的效用值，如表 2 所示。

3.2 分析结论

根据专家评分及熵权法分析可知，在专家的认知中，以往边坡失稳案例中，影响边坡稳定性的程度由大到小排序为：边坡几何参数 > 其他因素 > 土质情况 > 水的作用 > 地质构造 > 振动作用。

4 边坡稳定措施

根据边坡稳定因素的不同影响程度，采取以下对应稳定措施<sup>[9]</sup>。

1. 做好边坡设计工作。在设计时应避绕不利地段，针对实际工程项目情况，设计合理的边坡形式，确定合理的边坡高度、边坡倾角及边坡形状，预防出现边坡滑坡现象。

2. 边坡支挡结构防护。陡坡地段、岩石风化程度较大的路堑边坡地段、可能滑坡塌方的不良边坡地段等，可修建挡墙进行支护；土石质路堑当其滑坡推力小时、高路堤缺乏稳定的路段、路堑边坡坡体风化残积路段可采用土钉支护形式；高速公路边坡路段可采用抗滑桩支护等。

3. 坡面工程防护。利用土工格网、土工格栅、土工格室等土工合成材料进行生态边坡防护；高速公路边坡可采取柔性防护系统防治崩塌落石；坡面喷浆技术可一方面增强土体抗剪强度，另一方面可减小水压

表1 基于熵权法边坡稳定影响因素专家评分原始矩阵表

专家	因素					
	土质情况	地质构造	边坡几何参数	水的作用	振动作用	其他因素
评价1	4	5	5	4	4	3
评价2	5	4	5	4	3	3
评价3	4	4	4	5	3	2
评价4	3	5	4	5	4	4
评价5	4	4	5	4	3	3
评价6	5	4	4	4	3	3
评价7	4	5	5	4	3	4
评价8	3	4	5	3	3	3
评价9	4	4	5	4	3	4
评价10	5	5	5	4	3	4

表2 第j项指标的效用值及排序

指标	土质情况	地质构造	边坡几何参数	水的作用	振动作用	其他因素
信息熵值	0.6704	0.6396	0.7081	0.6687	0.5906	0.6929

力或水动力,起到边坡防护作用等。

4. 坡面植被防护。针对平原土质边坡地段,可采用铺草皮、植生带、液压喷播、挖沟植草、骨架格构式植物等措施进行护坡;针对丘陵区边坡地段,可采用挂网客土喷播技术、锚杆格构与骨架植草加固技术等进行防护;针对山岭重丘边坡地段,可采用骨架格构式植物并结合工程防护的综合防护。

5. 边坡排水技术。地表水的排除可利用排水设施实现,可设计合理的边沟、排水沟、跌水与急流槽等构造设施,拦截引流地表水于路基范围之外;地下水的排除可利用地下排水构造实现,可设计合理的暗沟、渗井与渗沟,疏干排引地下水,降低地下水位,起到稳定边坡作用。

## 5 结束语

通过整理边坡稳定影响各因素,结合专家打分情况,建立初始矩阵,利用熵权法进行影响程度的分析,得出影响程度的排序,并对边坡提出了相关的稳定措施,为类似工程提供了一定借鉴作用。

## 参考文献:

- [1] 胡兴光.土钉支护边坡极限平衡法与有限元法对比分析[J].浙江水利水电学院学报,2023,35(03):65-69,85.
- [2] 于勉.尖点突变理论在边坡抗震稳定分析中的应用[J].水利技术监督,2020(05):217-219,254.
- [3] 张国发,张玉广,邹启民,等.基于灰色关联法的边坡稳定影响因素敏感度分析及应用[J].交通科技,2021(06):77-81.
- [4] 陆时万.边坡稳定影响因素及稳定性分析方法[J].建材与装饰,2023,19(07):150-152.
- [5] 丁鑫品.端帮采场边坡稳定影响因素及其作用规律研究[J].煤矿安全,2023,54(06):176-183.
- [6] 辛华伟.影响水利工程边坡稳定的因素及处理措施[J].科技资讯,2022,20(16):65-67.
- [7] 林科,尹秀琴,左书畅.基于熵权TOPSIS-RSR法的城市废气排放研究[J].绿色科技,2023,25(20):117-122.
- [8] 徐延利,林广维.基于熵值法的三大城市群之间金融集聚测度横向比较研究[J].中国软科学,2021(A1):333-338.
- [9] 汪晗.公路边坡工程防治技术[M].合肥:合肥工业大学出版社,2014.

# 非对称钢混独塔斜拉桥成桥索力优化工程应用

周晨曦

(安徽省综合交通研究院股份有限公司, 安徽 合肥 230093)

**摘要** 非对称钢混独塔斜拉桥主梁由两种相差较大的材料结合而成, 钢混结合段受力复杂, 运用三种方法求解合理成桥索力。恒载平衡法简单便捷, 可用于计算索力初值; 弯曲能量最小法能较好地控制主梁与桥塔的弯矩, 成桥状态合理; 基于 MATLAB 工具箱的数学优化方法可求解复杂约束的情况, 对于该类桥型索力优化有较好的适用性。

**关键词** 斜拉桥; 索力优化; 有限元法; MATLAB 工具箱

**中图分类号**: U441

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0013-03

非对称钢混独塔斜拉桥线形优美, 常与地方自然景观结合的相得益彰, 成为标志性建筑。其结构形式为多次超静定结构, 拉索索力能直接影响主梁和桥塔的内力和变形, 因此, 确保一组合适的斜拉索张力至关重要, 以满足设计要求并实现最佳成桥状态<sup>[1-2]</sup>。

国内外学者已研究出多种合理索力计算方法: 如刚性支承连续梁法、内(应)力平衡法、零位移法和零支反力法、最小弯曲能量法以及影响矩阵法和数学优化与智能优化算法等<sup>[3-6]</sup>。非对称钢混独塔斜拉桥主梁由两种特性相差较大的材料结合而成, 边跨混凝土主梁刚度较中跨钢主梁大得多, 钢混结合段受力复杂。边跨混凝土重量较大, 主要起锚固主梁作用, 使得中跨钢主梁的内力较小, 提高了主梁的跨越能力。由于非对称独塔斜拉桥的特殊性, 本文探索比较常用的三种索力优化方法的适用性, 为相似工程提供参考。

## 1 索力优化理论

### 1.1 索力初值计算

恒载平衡法基于荷载平衡的原则, 忽略拉索对主跨主梁和桥塔抗弯刚度的影响。根据竖向力平衡条件, 每根拉索承担主梁恒载质量可以确定主跨斜拉索竖向分力, 结合拉索角度计算出主跨索力, 边跨斜拉索的索力根据主边跨斜拉索水平分力相等的原则确定, 从而快速计算出初步的成桥索力。

### 1.2 弯曲能量最小法

将斜拉桥塔梁弯曲应变能最小化作为设计目标函数, 塔梁的拉压应变能和弯曲应变能之和为<sup>[7]</sup>:

$$U = \sum_{i=1}^m \left[ \frac{L_i}{4E_i I_i} YML_i^2 + YMLR_i^2 + \frac{L_i}{(4E_i A_i YNL_i^2 + YNR_i^2)} \right] \quad (1)$$

式中,  $ML_i$ 、 $MR_i$ 、 $NL_i$ 、 $NR_i$ 、 $E_i$ 、 $A_i$ 、 $I_i$  分别表示  $i$  单元的弯矩、轴力、弹性模量、截面面积、惯性矩。

将上式写成矩阵形式为

$$U = \{M\}^T [B] \{M\} \quad (2)$$

$\{M\}$  是弯矩向量;  $[B]$  是系数矩阵

令单元初始弯矩向量为  $\{M_0\}$ , 施调向量为  $\{T\}$ , 则调整后弯矩向量为:

$$\{M\} = \{M_0\} + \{C\} \{T\} \quad (3)$$

要使索力优化后达到结构弯曲应变能最小需要:

$$\frac{\partial U}{\partial T_i} \{M\} = 0 \quad (4)$$

将式(3)代入式(2)中, 化简可得:

$$\{C\}^T [B] [C] \{T\} + \{C\}^T [B] \{M_0\} = 0 \quad (5)$$

求解可得到使结构弯曲应变能最小的一组索力。

### 1.3 基于 MATLAB 工具箱的优化算法

上述问题转化为数学模型:

$$\begin{cases} \min f(x) = \sum_{i=1}^n \varphi_i U_i(x) \\ s.t. g_j(x) \geq 0 (j=1, 2, 3, \dots, n) \end{cases}$$

式中:  $f(x)$  为目标函数,  $U(x)$  为结构弯曲应变能,  $g(x)$  为约束函数,  $n$  为约束个数。

随后选择罚函数法, 将有约束优化转换为无约束优化, 运用 MATLAB 一阶优化工具箱求解。具体流程如图 1 所示。

## 2 优化目标与约束条件

本文选取塔梁弯曲应变能之和与主梁竖向位移平方和作为目标函数。考虑到独塔斜拉桥成桥状态受力复杂, 合理的索力需确保桥梁构件在各工况下的应力

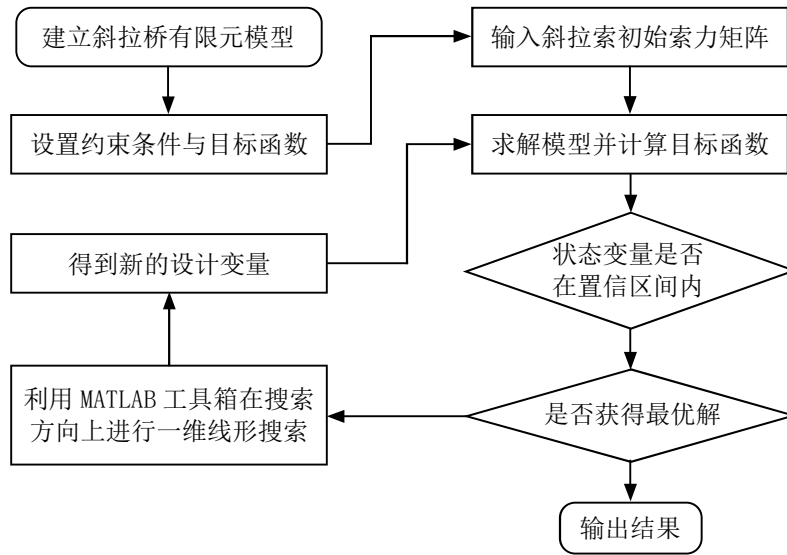


图1 优化算法流程图

满足规范要求，并具备安全富余，且成桥时尽量“梁平塔直”，确保桥梁线形平顺且无大幅波动，索力的分布均匀<sup>[8]</sup>。设置约束条件为：

塔梁位移约束： $X_{jmax} \geq X_j \geq X_{jmin}$

截面应力约束： $\delta_{jmax} \geq \delta_j \geq \delta_{jmin}$

拉索索力约束：
$$\begin{cases} T_{jmax} \geq T_j \geq T_{jmin} \\ \left| \frac{T_{j+1} - T_j}{T_{j+1}} \right| \leq \Delta \end{cases}$$

同时针对该桥型的特殊性，主梁钢混结合位置弯矩应控制较小，增加钢混段弯矩控制约束： $X_{max} \geq X_j \geq X_{min}$ 。

### 3 算例

#### 3.1 工程概述

以安徽某非对称钢混独塔双索面斜拉桥为例，该桥跨径布置为(29+30+36+185)m，边中跨比0.53，边跨及塔墩梁固结位置为混凝土结构，混凝土梁总长107m，中心线处梁高3.56m，钢梁全长173m(含钢混结合段)，主梁均为大悬臂箱梁。桥梁整幅布置，标准断面宽度52.5m，双向八车道。塔柱全高116m，采用矩形塔截面，纵向宽度7.0m，桥面以上横向宽度3.5m。主、边跨各设置14对斜拉索。

#### 3.2 优化模型建立

采用ANSYS软件建立非对称独塔斜拉桥参数化有限元模型，主梁使用Beam188单元模拟，共127个单元，桥塔用Beam4单元模拟，共268个单元，横隔板仅考虑重量荷载施加在主梁节点上；拉索采用link10单元，共48个单元。桥塔底部采用固结约束方式，拉索在锚

点处与主梁相应节点刚性连接。

本例中MATLAB和ANSYS联合求解设计变量取半桥索数28个，约束条件具体参数设置为索力 $2.5 \times 10^3 \sim 7.5 \times 10^3$  kN，相邻索索力差值小于550 kN，主梁各节点位移-4~4 cm，主塔各节点位移-3~3 cm，混凝土梁关心截面应力-17.0~2.0 MPa，钢梁关心截面应力-80.0~40.0 MPa，主梁钢混段弯矩小于 $2 \times 10^4$  kN。

#### 3.3 优化结果与分析

利用恒载平恒法计算索力初值，随后用弯曲能量最小法与基于MATLAB工具箱的数学优化算法对拉索索力进行优化，计算结果如图2~图5所示。全桥索力从长索至短索呈递减的趋势，优化后索力介于 $3.0 \times 10^3 \sim 7.3 \times 10^3$  kN之间，最大索力分别减小了15.4%和19.6%。其中数学优化法设置了索力约束条件，相邻索力最大差值为489 kN，较优化前降低了68%，索力结果整体无突变。

主梁弯矩优化结果如图4、图5所示，优化前后边跨混凝土梁的弯矩整体变化不大，主要在改善了塔梁连接位置的受力，最大负弯矩由 $1.59 \times 10^5$  kN·m减小至 $6.56 \times 10^4$  kN·m和 $4.87 \times 10^4$  kN·m，分别减小了58.7%和69.3%，大幅削减了负弯矩峰值。钢主梁部分的弯矩通过弯曲能量最小法与数学优化方法优化后也得到较大改善，其最大弯矩极值由 $3.55 \times 10^4$  kN·m分别减小至 $2.02 \times 10^4$  kN·m和 $1.24 \times 10^4$  kN·m，仅为优化前的56.9%和34.9%。除了塔梁连接位置，两种方法优化前后对钢主梁内力状态的优化明显优于混凝土主梁，钢主梁内力状况对索力的变化较为敏感。



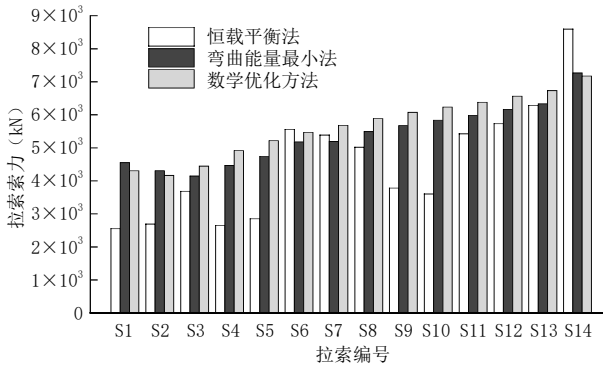


图 2 边跨侧拉索力优化结果对比

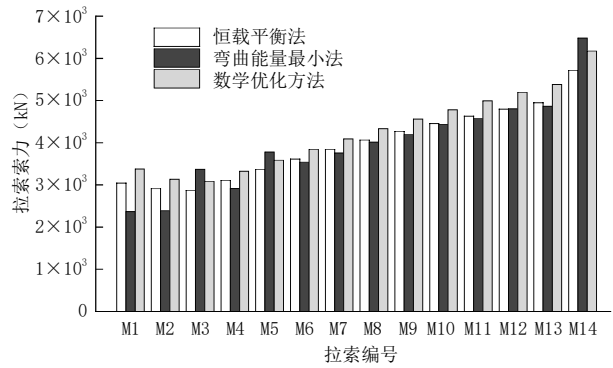


图 3 中跨侧拉索力优化结果对比图

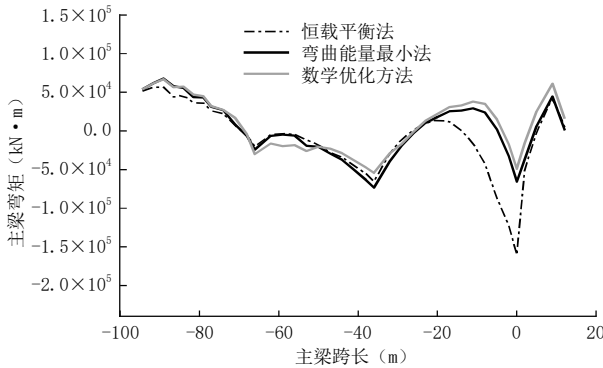


图 4 混凝土梁弯矩优化结果对比图

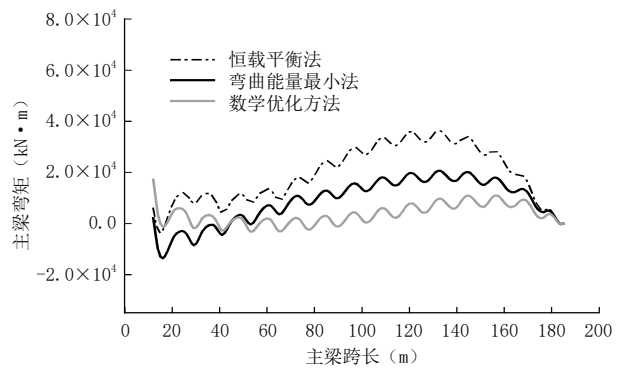


图 5 钢箱梁弯矩优化结果对比图

优化后桥塔弯矩极值由  $2.59 \times 10^4$  kN·m 分别减小至  $1.86 \times 10^4$  kN·m 和  $1.54 \times 10^4$  kN·m, 减小了 28.2% 和 40.5%, 主塔弯矩极值明显降低, 受力更为合理。

优化前主梁最大挠度为 62.3 mm, 通过弯曲能量最小法与数学优化方法优化后最大挠度减小至 30.4 mm 和 14.5 mm, 分别减小了 48.7% 和 74.5%, 挠度优化效果明显, 优化后主梁线形更为平顺。

#### 4 结论

针对非对称钢混独塔斜拉桥应用不同方法求解合理成桥索力, 得到如下结论:

1. 恒载平衡法计算便捷, 由于未兼顾桥塔的内力和变形, 所得结果仍有优化空间, 可用于拉索初张力的确定。最小弯曲能量法应用于非对称独塔斜拉桥结构上, 以弯曲应变能为优化目标函数, 主梁与桥塔的弯矩控制得较好, 成桥状态合理, 且计算速度较快。

2. 基于 MATLAB 工具箱的数学优化方法, 可以求解复杂约束的斜拉桥索力优化问题, 并根据实际工程需要灵活选取工具箱中相应的优化算法, 对于非对称钢混独塔斜拉桥索力优化有较好的适用性。

3. 非对称钢混独塔斜拉桥由于混凝土主梁截面刚度明显大于钢主梁, 优化前后除塔梁连接位置外, 混

凝土主梁受力状态的改善逊色于钢主梁, 钢主梁受力状况对拉索力变化的敏感性较强。

#### 参考文献:

[1] SONG C L, XIAO R C, SUN B. Optimization of cable pre-tension forces in long-span cable-stayed bridges considering the counterweight[J]. Engineering Structures, 2018(172):919-928.  
 [2] 肖勇刚, 张巍. 独塔混合梁斜拉桥成桥阶段索力优化研究[J]. 公路与汽运, 2023(02):87-90.  
 [3] 张玉平, 刘雪松, 李传习. 基于 MOPSO 算法的斜拉桥索力优化分析[J]. 土木与环境工程学报(中英文), 2020, 42(02):107-114.  
 [4] 戴杰, 秦凤江, 狄谨, 等. 斜拉桥成桥索力优化方法研究综述[J]. 中国公路学报, 2019, 32(05):17-37.  
 [5] 韩若愚, 苑仁安. 斜拉桥非线性索力优化的影响矩阵构建方法研究[J]. 桥梁建设, 2023, 53(S2):97-103.  
 [6] 占玉林, 侯之瑶, 邵俊虎, 等. 基于响应面法及粒子群算法的异形斜拉桥索力优化[J]. 桥梁建设, 2022, 52(03):16-23.  
 [7] 周银, 张雪松. 基于最小弯曲能的结合梁斜拉桥恒载索力优化计算方法[J]. 中外公路, 2018, 38(04):177-180.  
 [8] 苑仁安, 秦顺全, 肖海珠. 一种斜拉桥目标状态索力快速精准确定的方法[J]. 桥梁建设, 2020, 50(02):25-30.

# 绿色智能建筑信息技术应用探析

孙明强

(山东东方钢结构工程有限公司, 山东 青州 262500)

**摘要** 建筑绿色低碳转型是我国在实现“双碳战略”过程中的关键领域之一。建筑行业通过将智能建筑信息技术应用于设计阶段、建筑阶段、运营阶段等,可为管理人员提供实时的数据和智能化的管理手段,从而加强施工用料的合理性,提升施工质量监测的可靠性,完善施工成本控制的全面性。本文针对当前建筑行业使用的智能建筑信息技术进行了探究和分析,通过分析不同信息技术在绿色智能建筑中的应用情况,以期开展绿色低碳转型、带动其他行业绿色发展提供参考。

**关键词** 低碳经济; 智能建筑; 信息技术

**中图分类号**: TU17

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0016-03

《中国建筑能耗与碳排放研究报告(2022)》中指出,2020年全国建筑全过程碳排放总量占全国碳排放的50%。在碳达峰目标下,建筑转型迫在眉睫。伴随着绿色智能建筑的出现,为建筑行业进行绿色生产、绿色施工提供了新的机遇和挑战,如何满足绿色智能项目的需求,全面推进环保节能理念,达到降低能源消耗和保护环境的目的,成为建筑行业绿色转型关键考量点<sup>[1]</sup>。本文旨在将智能建筑与信息技术进行相互的融合,以对建筑各个环节中所产生的能耗进行控制和管理,从而规范设计人员和施工人员的工作行为,防范污染问题和资源过度消耗问题的产生,为推进智能建筑行业的可持续发展提供技术支持。

## 1 绿色智能建筑中信息技术的应用优势

### 1.1 增强绿色智能建筑的适应性和扩展智能建筑的管理能力

绿色智能建筑开展柔性化管理时,通过将信息技术运用到绿色智能建筑之中能够帮助设计人员、生产人员、施工人员等掌握更加全面的建筑信息,实现全过程的控制。其中这些建筑信息包括:设计信息、施工信息、材料信息(建筑材料的种类、价格、规格、供应商信息等)、设备信息(建筑设备的型号、参数、安装位置)、能源信息(建筑能源消耗、能源效率和能源监测数据)、环境信息(室内空气质量、温湿度、光照等环境参数的监测数据)、安全信息<sup>[2]</sup>。管理人员借助这些信息能够做出相对合理、高效的管理办法,进一步拓展了绿色智能建筑管理系统的功能,使得该系统能够满足新时期下国家针对建筑行业提出的降低能耗、减排、保护环境的相关需求,提升信息技术与建

筑行业融合的适应性,增强绿色智能建筑管理的效能。

### 1.2 加强数据信息的有效共享和管理

绿色智能建筑工程融入信息技术改变了传统建筑工程管理在信息方面存在的“滞后性问题、资源不共享的问题、信息储存能力低的问题”等,促使建筑管理人员能够对全过程施工情况开展实时的掌控。一是信息技术可以提供更高效、更大容量的信息存储能力。通过云计算和大数据技术,建筑工程的各类信息可以被集中存储和管理。绿色智能建筑管理人员可以通过电子设备访问这些存储在云端的信息,随时了解施工现场的实际状况。同时,通过建筑信息模型(BIM)等技术,可以将各类建筑信息集成到一个统一的平台上,方便管理和查询。二是传统的建筑工程信息传输常常依赖于传统的纸质文件或面对面的沟通方式,效率较低且容易出现误传。而信息技术的应用可以通过互联网、无线通信和移动设备等实现快速、实时的信息传输。管理人员可以通过手机、平板电脑等设备接收和发送建筑工程信息,极大地提高了信息传输的效率和准确性。三是管理人员可借助自动化数据采集和传感器技术,实时监测建筑工程的各项参数和状态,从而获取更准确的数据<sup>[3]</sup>。

### 1.3 实现绿色智能建筑的智能化和集成化管理

低碳经济背景下,绿色智能理念融入建筑行业之中,推动了智能家居、智能建筑的发展。同时电气系统的管理也实现了智能化的管理。在面对当前智能控制相对较弱、集成化程度较低的影响下,将信息技术融入智能建筑领域之中,实现了项目运转的智能化控制,例如:电气设备可借助中央控制台实现对各种电

气设备的实时监控、故障报警和故障分析。一旦系统发出预警的信息，则代表目前运行的电气设备出现了不稳定的情况<sup>[4]</sup>。这就可以看出信息技术融入与电气的管理和控制之中实现了自动化的控制、自动化的反馈和调整，从而实现了建筑工程对电气设备的集成化和自动化管理，建筑系统的智能化水平呈现了质的飞跃。

## 2 低碳经济背景下绿色智能建筑信息技术应用

### 2.1 建筑设计阶段应用三维建模设计

智能建筑设计阶段应用三维建模设计可呈现出更加精细、直观的图像，提升设计的质量和效果。低碳经济背景下，在应用三维模型技术时，设计人员可提前建立模型平台，并将建筑项目中使用的构件和相关信息上传到该平台之中。设计人员在使用智能技术于该平台之中进行结构的绘制，从而得出一个相对完整的模型，该模型之中可自动生成剖面图或者平面图，这一技术的运用为当前建筑设计工作提供了技术上的支持，可解放设计人员的双手，提高工作效率。

以设计绿色办公室为例，设计人员利用 Autodesk Revit 建筑设计软件，最终建立模型平台。并在模型平台上创建基本的几何体，如墙壁、窗户、屋顶等，来构建建筑的整体形状。然后设计人员可在该三维建模软件之中，使用智能技术进行能源的优化设计。通过输入建筑的朝向、窗户的面积、墙壁的材料等建筑的参数和属性，并进行能源的模拟分析。一是软件之中可根据这些信息计算（气候或者太阳辐射）进行模拟和计算，评估建筑能源消耗的情况；二是分析建筑自然采光情况，确定最佳的窗户位置和尺寸，最大限度地利用自然光，减少对人工照明的需求；三是智能技术还可分析建筑的热传递和热负荷，进而提供最佳的隔热材料和构件配置<sup>[5]</sup>。

### 2.2 建筑成本控制和能源消耗控制阶段应用自动化管理技术

低碳经济不仅仅强调环保、能源减排等，还注重对成本的有效控制。因此，绿色智能建筑在低碳经济的推动下，可使用自动化管理技术进行建筑成本的控制和预算控制。针对自动化管理技术支持下进行的能源消耗和运行数据监测情况进行了分析，如表 1 所示。

同时，绿色智能建筑项目在运行过程中所出现的运行困难问题，可使用自动化管理技术，实现对供应商资质的智能化审查、材料成本的预算控制和分析，通过落实协同化管理和动态化管理，以避免材料成本出现超支的情况。例如：由于不同的供应商所提供的工艺或者材料存在较大的差异性。在对其进行控制时，财务人员可以利用自动化管理技术，将各个供应商所提供的材料信息、项目信息等数据上传到统一的平台之中，财务人员在云平台之中进行访问和分析数据，并进行成本的预算和审查。当自动化管理系统出现材料超支或者成本偏差的信号时，财务人员可根据这些数据进行材料成本的控制<sup>[6]</sup>。

### 2.3 建筑电气施工质量取证阶段应用 BIM 技术

BIM 技术具有可视化、协调性、信息完整性、优化性、可出图性等特点，将其运用到实际的工程中，不仅可以提升工程的质量，还能满足低碳经济背景下绿色智能建筑项目提出的各项需求。例如：本文结合 BIM 技术建立了建筑电气管线安装质量控制系统。这一系统结构模型中主要包括 BIM 数据库、服务器端和移动端。首先，使用者利用移动设备对施工现场施工的情况进行电子取证，并获取该项目施工过程中的相关数据。如：电气线路的布置情况（线路布置图、线缆的长度和尺寸、线缆的标识和编号、线缆的辐射方法、过载和短路保

表 1 自动化管理技术在能源消耗和运行数据监测方面的应用情况

数据类型	监测设备	数据上传的平台	提出的反馈
照明系统能耗	光感应传感器、智能照明控制系统	云平台	使用 LED 照明，调整照明亮度和时间表，减少不必要的能耗
空调系统能耗	温度传感器、智能空调控制系统	云平台	优化空调温度设定，调整运行时间表，节约能耗
电器设备能耗	插座监测器、智能能源管理系统	云平台	使用高效节能的电器设备，合理使用电器设备，避免待机耗电
综合能源消耗数据	智能能源计量设备	云平台	通过能源管理系统对能耗进行综合分析，发现问题并制定节能措施
预算控制数据	成本管理软件、财务系统	云平台	发现成本超支和预算偏差，及时调整预算和采取相应控制措施

护数据、接地和接触保护数据等)、设备位置情况(设备的规格、价格、数量、安装位置)、测试和调试的数据、施工报告或者相关的记录文档等。其次,使用者将这些数据上传到系统模型之中,该模型在对其进行进一步的工程验证,以帮助施工人员了解电气管线质量问题,并形成可靠的电气管线质量验收数据。最后,建筑电气管线安装质量控制系统中的后台数据管理主要是结合BIM模型,收集建筑电气质量验收的各项数据。这一管理部分可帮助施工管理者更全面地掌握电气施工的情况,及时进行有效的控制。施工人员在获取大量的取证信息之后,可采用信息的结构化列表,将BIM模型之中的信息与前台所取证的信息进行共享。系统通过关联并捆绑前台取证信息与BIM模型构件相匹配的信息,能够使得这些信息更加精准<sup>[7]</sup>。

由此可见,对于大规模的建筑项目而言,想要得出更加精准的电气管线工程质量信息非常困难。而信息技术的运用则解决了这一难点。通过依托BIM技术搭建建筑电气管线安装质量控制系统,在管理过程中借助后台的主机构建详细的列表,将现场取证的信息与BIM模型之中的数据进行关联并捆绑,从而实现了对电气安装工程的智能化管理,挖掘出更多电气管道安装中存在的问题和风险。其能够为后续降低返工的概率提供了数据上的支持<sup>[8]</sup>。

#### 2.4 建筑装修阶段应用系统集成关键技术

绿色智能建筑装修项目的系统集成过程中,图像识别技术、自动化控制技术、数据通信技术作为关键的技术,其扮演着重要的作用。

1. 图像识别技术。绿色智能建筑装修阶段中,图像识别技术可以通过摄像头或传感器捕捉建筑内外的图像,并利用人工智能算法进行分析和识别。例如:通过图像识别技术能够帮助管理人员进行建筑内部的人员和物体识别,从而开展智能照明、安防监控和能耗管理等控制<sup>[9]</sup>。

2. 自动化的控制技术。绿色智能建筑集成系统运用自动化控制技术可将各个子系统集成到一个系统之中进行智能化控制,从而实现对建筑内部设备或者各系统的自动化调节、控制,达到降低能源消耗的目的<sup>[10]</sup>。

例1:通过自动化控制技术,可实现智能照明系统的自动开关、自动调光和自动调色温等功能。例2:装修人员可根据建筑内外的光照条件和人员活动情况,智能照明系统可以自动调整照明亮度和色温,以实现节能和舒适的照明效果。例3:自动化控制技术能够对空调系统的智能调节和能源优化。通过集成温度、湿度、

CO<sub>2</sub>浓度等传感器数据,智能控制系统可以根据建筑内部环境条件和用户需求,自动调整空调温度、风速和运行模式,以提供舒适的室内环境,最大限度地节约能源。同时,智能控制系统可以实时监测和分析建筑能耗的数据,并集合系统中的材料价格等,自动调整建筑装修方案,以达到最佳的能源利用目的。

3. 数据通信技术。智能建筑集成系统通过应用数据通信技术,可实现各个设备和系统的数据传输,借助无线传感器网络、物联网技术、云计算技术等,对建筑内部的数据进行采集和传输、共享,这些数据可包括设备的运行状况和环境的参数等,这一技术的运用为开展智能化管理提供了基础保障<sup>[11]</sup>。

### 3 结束语

建筑企业在设计、施工等阶段应该全面贯彻低碳理念,从源头控制能源的消耗,达到降低能源消耗、保护环境的目的。绿色智能建筑行业应通过将BIM技术、系统集成关键技术、自动化管理技术、三维建模等信息化技术运用到建筑领域之中,遵从绿色建筑可持续发展理念,探索应用更多可行的智能化技术,实现绿色建筑的技术创新,满足能源效率要求,为大众提供更加舒适和健康的居住环境。

#### 参考文献:

- [1] 薛阔.探析建筑业信息化现状与建筑信息技术的应用[J].居舍,2023(13):177-180.
- [2] 马维.信息技术在智能建筑工程中的应用[J].电子技术,2023,52(09):322-325.
- [3] 郭振伟,王新雨,唐觉民,等.智慧建筑研究现状与发展展望[J].绿色建造与智能建筑,2024(01):83-87.
- [4] 李明柱,谭洁莹,王军超,等.基于建筑信息技术的老旧小区绿色改造研究[J].四川水泥,2023(03):94-96.
- [5] 刘彬.智能建筑技术在工程建设中的应用研究[J].中华建设,2023(09):169-171.
- [6] 张弘.用建筑信息技术助力城乡建设高质量发展[J].建筑技术,2022,53(11):1588-1590.
- [7] 范文慧.BIM技术在绿色智能建筑设计中的应用研究[J].中国建筑装饰装修,2022(03):60-61.
- [8] 杨志雄.BIM技术在低碳智能建筑中的应用[J].居业,2024(01):137-139.
- [9] 黄婧,陈琴梅,左兴龙.建筑信息技术在装配式建筑中的应用探究[J].山西建筑,2020,46(21):189-192.
- [10] 李凯.双碳背景下智能化技术助力建筑行业高质量发展[J].四川建材,2024,50(01):244-245,248.
- [11] 肖秦琪,张鹏,廖静.电力信息通信技术在智能建筑中的应用[J].电子技术,2023,52(12):236-237.

# 智慧水务在水利水电工程中的应用与挑战

杨东霞

(易县水利局, 河北 保定 074200)

**摘要** 智慧水务作为水利水电工程领域的一股新生力量, 它以高效能和智能化的特点, 对传统水利水电工程的管理模式进行了深刻的重塑。智慧水务的有效应用不仅能提升水利水电工程的管理效率, 还使得水资源的管理更加精细化、科学化。然而, 水利水电工程实际应用智慧水务过程中面临着诸多挑战, 导致智慧水务系统作用无法有效发挥, 降低了水利水电工程的管理水平。基于此, 本文深入剖析智慧水务在水利水电工程中的应用与面临的挑战, 以期对相关领域的实践与发展提供有益参考。

**关键词** 智慧水务; 水利水电工程; 智能水资源管理; 智能水环境治理; 智能防洪抗旱

**中图分类号**: TV5

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0019-03

智慧水务是一种全方位的水务管理系统, 它利用物联网、云计算、大数据和空间地理信息集成等尖端信息技术。这个系统能够实时地监控城市水务系统的运行状况, 通过深度数据分析迅速处理水务信息, 为决策层提供有力的辅助支持。它的功能涵盖了智能感知、智能模拟、智能诊断、智能预警、智能调度、智能应对以及智能控制和服务, 从而实现了水务管理的全面智能化。智慧水务系统在水利水电工程中的有效运用, 能够实现对水资源调度与使用的精确掌控, 有效遏制水资源的无谓损耗, 进而显著提升水资源的利用效率。同时, 借助智慧水务系统的全面监测功能, 我们能够实时了解水利水电工程的水质状况, 有针对性地采取合理的治理手段, 确保水资源的安全。

## 1 水利水电工程中智慧水务的实践应用

### 1.1 智能监控与智能调度

智慧水务中安装了传感器及摄像头等监控设备, 可以实时监控与采集水利水电工程中的水库、水电站、河道等关键区域的水位、流量与水质等数据, 并将这些数据传输到云平台进行分析处理。通过这种方式, 可以及时发现和解决水利水电工程中出现的问题, 从而确保工程的安全运行。此外, 基于庞大的数据, 智慧水务系统能够运用先进的优化算法及决策支持技术, 实现对水资源的智能分配与调控。这种智能化的管理方式不仅显著提升了水资源的利用效率, 更能在确保供水稳定性的前提下, 有效降低洪涝等自然灾害的风险<sup>[1]</sup>。通过智慧水务系统对水利工程重要区域内水位进行监测, 将水位分成不同区间, 并设置相应阀门或水泵的开启指令。一旦智慧水务调度系统接收到水位

变化信息, 将自动触发调度指令, 然后借助算法模型, 确定应采用哪一个调度策略, 实现水资源均衡分配与调控, 有利于提高水利电力工程的效率和稳定性。

### 1.2 智能水资源管理

智慧水务借助智能水资源管理, 能够显著提高运行效率。人工智能技术的应用, 使得水资源的调度更为智能、配置更加优化, 同时监测管理也更加精准。以城市供水为例, 智能水资源管理系统能够实时追踪供水与用水需求的变化, 据此灵活调整供水策略, 确保水压与水量的稳定, 从而保障供水质量。此外, 利用大数据分析与预测技术, 还能够准确预估未来的用水需求, 为制定合理的供水规划和用水管理策略提供科学依据。

### 1.3 智能水环境治理

科技的日新月异使得人工智能已经无处不在, 深入影响着人们的日常生活。在水环境治理这一关键领域, 人工智能更是显现出其巨大的潜力和实用性。作为智慧水务的核心任务之一, 智能水环境治理凭借先进的人工智能技术提供了全新的思路和解决问题方案。水环境治理的关键在于运用尖端监控装置与科技手段, 对水环境实施即时持续监测。这些高端设备能够实时捕获关于水质的多项数据, 例如氨氮、总磷等核心参数的实时变动信息。经过对这些数据的深入分析与处理, 工作人员得以迅速察觉任何潜在的水质隐患, 诸如污染物排放超标等状况。这样的预警系统有助于管理人员及时制定并实施相应的应对策略, 进而有力防范水质恶化的可能危机。除了水质的实时监测, 智慧水务系统具备对水利水电工程历史数据进行深入挖掘

和分析的能力，让工作人员能够全面把握水质变化的内在规律和潜在趋势，以此为依据提前规划和制定有效的治理措施，助力水环境治理工作更加精准和科学。

#### 1.4 智能维护与故障预测

智慧水务中智能维护和故障预测的作用日益凸显，不仅有助于提高水利工程的运行效率，更是保证设施长期、平稳、高效运行的关键环节。通过紧密结合人工智能技术，工作人员可以对水利水电工程设施进行智能化监控和预防性维护。以水利枢纽为例，凭借尖端的智能监控系统，能够实时监控设备的运行状态、磨损程度及性能变动，从而获取实时数据，为故障预测打下坚实的数据基础。而借助故障预测算法，可以基于这些数据准确预测设备未来可能遇到的故障种类及其发生时间。这让我们得以在故障尚未发生时，就采取相应的维修和保养措施，有效防范设备因突发故障而停机或受损，进而大幅提升设备的工作效率，延长其使用寿命，并确保整个水利系统的稳定性和可靠性<sup>[2]</sup>。

#### 1.5 智能防洪抗旱

水利水电工程肩负着防洪抗旱的重大责任。借助智能防洪抗旱技术，我们能够更有效地监控、预警和响应洪涝、干旱等自然灾害。通过部署传感器网络和卫星遥感技术，我们能够持续追踪河流、水库的水位和流量变化，从而及早觉察到潜在的洪涝或干旱风险。此外，大数据和人工智能的融合应用，使我们能够预测灾害趋势并进行影响评估，进而为决策层提供有力的科学支撑。在灾害发生时，智慧水务系统能迅速响应，高效调配资源。例如，智能调度平台可实时优化水库和水电站的运行模式，以减轻灾害带来的冲击；而智能水资源管理网络则能确保在紧急情况下，受灾区域的水供应依然稳定可靠。

### 2 智慧水务在水利水电工程中应用所面临的挑战

#### 2.1 面临技术挑战

首先，数据安全问题。智慧水务依托网络开展各项工作，虽然能够更好地收集与传输水利水电工程各方面的数据，但是数据采集设备或传输网络容易受到黑客或不法分子的攻击，致使重要数据泄漏或被篡改，影响智慧水务对水利水电工程有效监控与管理。同时智慧水务系统需高效、妥善地存储与管理海量数据，这些数据既有实时流传的，也有长期积累的。一旦数据的存储与管理工作出现疏漏，就可能引发数据外泄、遗失或损毁等风险，这些风险将极大地威胁到水利电力工程在决策与调度方面的准确性与稳定性。其次，智慧水务实际运用中面临系统集成度不高的问题。

因为不同厂商的子系统和设备使用了各异的接口标准和通信协议，使得接口无法统一，进而加大了系统集成的复杂性和费用。另外，子系统和设备间缺乏足够的协同工作，容易造成信息隔阂和重复建设，从而妨碍了整体的优化效果。这些问题对智慧水务系统的运行表现和稳定性构成了制约，急需采取诸如统一接口标准和提升协同性等措施来加以改善。最后，智慧水务系统面临大数据处理能力不足的问题。由于其需要面对的数据不仅庞大、增长迅速，而且种类繁多，包括实时采集的数据和长期积累的历史数据，传统的数据处理手段已无法达到即时处理的需求。此外，这些手段在数据挖掘与深度分析上的能力也存在局限性，导致系统难以从中抽取对决策和资源配置有关键影响的信息。这种情况使得大量的数据资源并未得到应有的充分利用，进而制约了智慧水务系统的全面发挥。为了突破这一瓶颈，急需采纳更为先进的大数据处理技术，从而大幅提升系统的处理能力。

#### 2.2 管理体制与政策法规体系尚不健全

近年来，水利水电工程对智慧水务进行广泛应用，但在实际应用中由于管理体系和政策法规体系不健全，制约智慧水务应用水平与效果。首先，水利水电工程在智慧水务应用中采用传统管理模式显得力不从心，主要是因为传统的管理体制大多是基于旧有的技术和业务模式构建的，而智慧水务则引领了一种全新的技术思维、业务模式和操作流程。这种差异使得传统的管理体制难以满足智慧水务发展的需求，从而导致了管理效率的低下和资源的浪费。其次，政策法规体系不完善。政策法规是促进行业规范化、有序化发展的关键所在，但在智慧水务这一领域，现有的法规政策却未能与技术进步保持同步。特别是缺乏专门针对智慧水务领域的法规和政策支持，导致相关企业和机构在技术创新、应用实施以及技术推广过程中可能遭遇多重阻碍。这不仅影响了智慧水务技术的顺利推进，也对其合规性和安全性构成了挑战<sup>[3]</sup>。

#### 2.3 缺乏满足智慧水务应用需求的专业人才

智慧水务是一个集水利工程、电力技术、信息技术和自动化控制等多领域专业知识于一体的综合性系统，它要求从事该行业的人员除了具备扎实的传统水利电力知识基础外，还必须拥有熟练的智能技术能力，包括但不限于数据分析、物联网技术运用以及人工智能算法等方面的知识。不过，目前我国的教育体系及专业结构在这方面的跨学科综合培训上显然还做得不够，使得市场上同时具备水利电力和智能技术深厚功

底的复合型人才比较罕见。同时,由于智慧水务是一个新兴且快速发展的行业,它对人才的要求不仅仅停留在现有知识的掌握上,更看重其持续学习和适应新技术的能力。但遗憾的是,现有的人才培养和进修体系并未能及时对这一需求做出响应和调整,这无疑加剧了专业人才缺乏问题。

### 3 智慧水务在水利水电工程中应用挑战的应对措施

#### 3.1 加强智能技术的创新

首先,在水利水电领域,所处理的数据极具敏感性和至关重要性,这就要求我们必须实施一套统一而强有力的安全保护措施。这一策略需要涵盖数据收集、传送及储存等所有关键环节,以保障数据免受任何未获授权的第三方之侵扰或改动。为此,我们可以运用尖端的加密手段、严格的访问控制体系,并辅以定期的安全审查与漏洞侦测,从而筑起一道坚不可摧的数据安全防护屏障<sup>[4]</sup>。其次,在水利水电工程中,众多子系统和设备的协同工作至关重要。如果这些组成部分不能顺畅地配合运行,整个系统的性能将受到严重影响。为了解决这一问题,水利水电工程的管理机构应积极推动建立统一的接口规范和通信协议。通过采用标准化的设计和实施方式,可以大幅度降低各个子系统和设备在集成过程中的复杂性,从而节省不必要的开发和维护费用,提高系统的可扩展性和灵活性,为智慧水务系统升级和改造奠定坚实基础。最后,水利水电工程在持续运作的过程中,会不断生成数量庞大且类型多样的数据,同时这些数据还以惊人的速度进行更新。为了从这些纷繁复杂的数据中提取出真正具有实用价值和指导意义的信息,进而优化决策过程和运营效果,我们必须借助先进的大数据技术来强化实时数据处理的能力。此外,通过运用机器学习、数据挖掘等科学算法,可以深入探索数据背后隐藏的模式和趋势,从而为水利水电工程的智能化管理提供坚实的技术支撑和决策依据。

#### 3.2 完善管理体制与政策法规体系

为了更有效地在水利水电工程中运用智慧水务系统,管理体制的创新变得尤为关键。我们必须构建一个与智慧水务技术的思维方式、业务模式及操作流程完美契合的现代化管理体系。这需要我们采纳前沿的管理理念与手段,对组织结构进行精细化调整,清晰划定各职责范围,并建立起一套能够高效运作的管理机制。这样,我们才能确保智慧水务系统能够无障碍地投入运行,为水利水电工程带来实质性的提升。另一方面,智慧水务的稳健发展离不开完善的政策法规

体系作为支撑。因此,有必要专门制定针对智慧水务领域的法规和政策,以确保法规政策与技术进步的步伐保持一致。这些法规政策应全面覆盖智慧水务的各个环节,如数据安全、隐私保护、技术标准等,从而为智慧水务的规范化、有序化推进提供坚实的法律基础。通过此举,不仅能够确保技术的合规性和安全性,还能为水利水电工程的可持续发展注入强大的法律动力<sup>[5]</sup>。

#### 3.3 强化人才培养与技术培训

我国水利水电工程建设项目管理存在一定的问题,需要对其进行深入研究和探讨,以寻找有效的应对措施。而要解决这些问题,需要从两个方面入手:一方面是水利水电工程项目管理人员要强化自身的专业技能和综合素养,能够充分运用现代化技术手段对项目进行有效管理;另一方面是要加强对智慧水务技术的培训和学习,培养出一批掌握智慧水务技术的人才队伍。同时,还要通过人才培养来弥补智慧水务技术的不足,从而提高水利水电工程建设项目管理效率和管理水平。此外,还可以通过建立健全相关制度来加强对智慧水务技术的支持和保障,从而使其能够在水利水电工程建设项目管理中发挥更大作用。

### 4 结束语

水利水电工程项目建设是国家社会经济发展的重要基础设施,加强水利水电工程项目建设对我国社会经济发展具有重要意义。智慧水务技术是一种新型技术,需要通过不断完善和优化才能更好地发挥作用。智能化设备和系统的引入,不仅大幅提升了水利工程的运行效率和稳定性,更推动了水利工程向数字化、智能化的管理新模式迈进。在今后的发展中,要进一步加大技术研究力度,推动智慧水务技术在水利水电工程中应用。

#### 参考文献:

- [1] 韦一,王珏,张晓星,等.智慧水务信息化系统应用与分析研究[J].软件,2023,44(11):138-140.
- [2] 高誉轩,支婷,王保国,等.数字孪生在智慧水务领域的应用[J].中国自动识别技术,2023(05):44-50.
- [3] 田根生.水利工程智慧化运行方法分析[J].工程技术研究,2023,08(15):189-191.
- [4] 颜立群.智慧水务建设现状和发展方向[J].城市建设理论研究(电子版),2023(18):217-219.
- [5] 尚海龙,田苾菲,朱新民.城市智慧水务总体设计研究与分析[J].水利水电技术(中英文),2022,53(S2):474-481.

# 低压电网故障抢修中智能电表的运用分析

李 灏, 许 静, 席素永

(宿迁三新供电服务有限公司, 江苏 宿迁 223800)

**摘 要** 智能电网技术不断发展, 智能电表在低压电网故障抢修中的应用越来越受到重视。智能电表能够提供实时数据监控、故障快速定位、故障数据深度分析以及高效的故障抢修支持, 极大地提高了低压电网的运行效率和可靠性, 然而智能电表的应用也面临着技术、管理与操作等方面的挑战, 通过分析智能电表在低压电网故障抢修中的具体应用案例, 研究探讨了应对这些挑战的有效对策和建议, 以期为未来智能电网的优化管理提供参考。

**关键词** 智能电表; 低压电网; 故障抢修; 技术挑战

**中图分类号:** TM72

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)06-0022-03

低压电网作为电力系统的重要组成部分其运行安全和效率直接关系到最终用户的用电质量。传统的低压电网故障抢修过程复杂、效率低下难以满足现代社会对电力供应可靠性和效率的高标准要求。智能电表的出现为解决这一问题提供了新的技术手段。智能电表不仅能够实时监测电网状态, 还能快速准确地定位故障, 支持远程控制从而实现了对低压电网故障的快速响应和有效管理。研究通过分析智能电表技术特点和应用实例, 探讨其在低压电网故障抢修中的作用及面临的挑战, 为提高电网运维管理效率提供策略建议。

## 1 智能电表技术概述

智能电表技术作为电力系统现代化的关键组成部分, 通过通信技术与数据处理能力实现了对电能使用的精准计量与实时监控。与传统电表相比智能电表具备远程读表、实时数据传输、故障预警和负荷控制等功能, 极大提高了电网运维的效率和可靠性。在低压电网故障抢修中, 智能电表能够通过持续收集的电网运行数据, 配合数据分析算法实时监测电网状态准确地识别和定位系统中的异常点。此外, 智能电表支持远程控制功能, 可以在检测到故障时迅速切断受影响区域的电源, 防止故障扩散, 同时保证关键负载的电力供应。通过智能电表的应用, 低压电网的故障检测从被动接收报警转变为主动预警, 大幅缩短了故障响应时间, 提升了故障处理的速度和准确性。智能电表还支持详细的电能使用分析, 帮助电力公司优化电网运行实现能源的高效利用。然而, 智能电表的全面部署和有效应用需要强大的后端数据处理能力和安全的通信网络作为支撑, 确保收集到的数据能够快速、准确地处理, 为电网故障抢修提供有力的数据支持。随

着物联网技术的发展和大数据处理技术的进步, 智能电表在低压电网故障抢修中的作用将越来越显著, 成为电网智能化转型的重要推动力。

## 2 低压电网故障抢修中智能电表的应用

### 2.1 故障检测与定位

智能电表内置的传感器可以持续监测电流、电压等关键参数, 当这些参数偏离正常范围时智能电表即刻向中央管理系统报告异常情况触发故障检测机制。通过分析异常数据与历史故障数据的相关性, 利用机器学习算法系统能够预测故障类型并迅速锁定故障区域。此外, 智能电表网络的分布式特性使得故障定位更为精确, 通过比较不同电表报告的异常数据结合电网拓扑结构信息, 系统能够细化到具体的电网节点或线路实现精准定位。这种高度自动化的故障检测与定位机制大幅度提升了低压电网故障响应的速度和准确性, 显著缩短了抢修时间, 提高了电网的稳定性和可靠性。

### 2.2 故障数据分析

智能电表不仅能实时监控电网状态, 还能记录发生故障时的详细电力使用数据, 包括电压、电流、功率和功率因数等参数的变化, 这些数据为故障原因的精确分析提供了可靠的基础。通过对比故障发生前后的数据变化, 配合数据分析技术, 如时间序列分析、异常检测算法等, 可以有效识别故障特征, 推断出故障的原因。例如, 在某一时间段内电流突然增大而电压下降, 则可能表明电网发生了短路故障。通过分析智能电表提供的负载变化曲线还可以识别出电网中的非法用电行为或设备老化问题, 为未来的电网优化和设备维护提供依据。进一步地智能电表数据的长期累积分析, 可以揭示电网运行的模式和趋势, 辅助电网



规划和风险评估。例如通过分析特定区域内多个智能电表的数据，可以评估该区域的电网负荷分布，识别出负荷过高的节点，预防未来可能发生的故障。此外，智能电表数据的深度分析还可以支持更为精细化的电网管理策略，如基于实时数据的动态电价制定以及针对特定用户群体的定制化能源管理服务。尽管智能电表在故障数据分析方面具有显著优势，但其应用效果受限于数据处理和分析能力的强度。电力公司需要建立健全的数据管理系统，引入先进的数据分析工具和算法，以充分挖掘和应用智能电表数据的潜力。同时，保障数据的安全性和隐私也是智能电表数据分析中不可忽视的重要方面，需要采取有效的技术和管理措施确保数据的安全传输和存储，保护用户的隐私，通过不断优化数据分析方法和提升系统的整体能力，智能电表在低压电网故障抢修中的应用将更加高效和智能<sup>[1]</sup>。

### 2.3 故障抢修支持

智能电表的故障抢修支持功能不仅提高了抢修工作的效率，还确保了电网运行的稳定性和可靠性。智能电表能够实时监控电网的运行状态，一旦检测到故障发生即可自动将故障信息及其精准定位传输给后台管理系统，实现故障快速响应。此外，智能电表的远程控制功能允许运维人员在不到现场的情况下进行初步的故障隔离，缩短了停电时间，减轻了故障对用户的影响。通过智能电表收集的详细故障前后数据，运维人员能够进行深入的故障原因分析，不仅能够准确判断故障性质，还能预测潜在的故障风险，为制定更有效的维护策略和预防措施提供支撑。智能电表还支持与其他智能设备的数据交换，形成一个互联互通的智能电网生态，这使得故障抢修工作能够更加灵活和高效（如图 1）。例如在涉及多个智能电表和分布

式能源资源的故障抢修案例中，通过智能电表之间的协同工作，不仅迅速定位并隔离了故障，还实现了分布式能源的优化调度，保证了关键负载的供电需求，展示了智能电表在现代电网故障抢修中的巨大潜力<sup>[2]</sup>。

### 2.4 案例研究

某市的一个住宅区突然发生局部停电，影响了数百户居民，通过即时接收到的智能电表报警，数据电网运维中心能够迅速反应，启动故障诊断程序。智能电表的数据显示故障前电流突然增大，而电压降低提示可能发生了线路短路，具体数据分析表明故障发生在某一特定路段，该路段智能电表记录的电流值在短时间内异常升高，而相邻路段的智能电表则未显示相似异常，从而确定了故障的精确位置（如表 1），电网运维团队根据智能电表的实时数据分析，快速派遣抢修人员到指定地点进行故障排除，利用智能电表的远程控制功能，运维中心还能在抢修团队到达前对部分电网进行隔离，避免故障扩散，保护用户设备。故障修复后，通过智能电表的数据确认故障已经被成功解决，电网恢复正常供电，此次故障处理过程表明智能电表在故障检测、定位及抢修过程中发挥了至关重要的作用，提高了电网的运维效率和服务质量。通过对故障事件的详细分析，运维团队还能总结经验，优化故障预防措施，提高电网的可靠性。此案例充分展示了智能电表在现代电网管理中的应用价值，为提升低压电网故障处理能力提供了有力的技术支持<sup>[3]</sup>。

## 3 智能电表应用的挑战与对策

### 3.1 技术挑战

智能电表在低压电网故障抢修中的应用面临多项技术挑战，首要问题是数据的准确性和实时性，智能

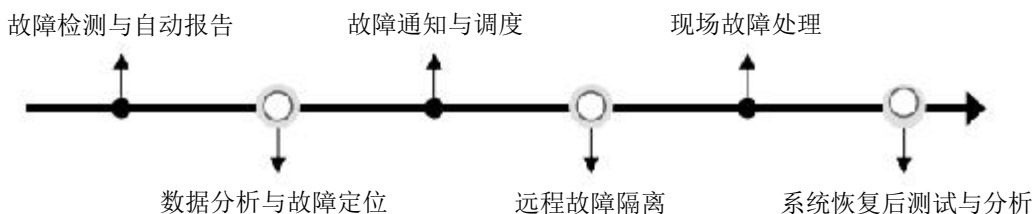


图 1 故障抢修流程图

表 1 低压电网故障事件智能电表数据记录

电表 ID	故障发生时间	记录电压 (V)	记录电流 (A)	备注
001	2023-07-15 18:00	220	10	正常
002	2023-07-15 18:02	180	50	疑似短路
003	2023-07-15 18:02	220	10	正常

电表必须能够提供实时、准确的电网运行数据，以便于及时检测和定位故障，然而数据传输延迟或错误可能导致故障响应不及时或定位不准确，增加了电网运维的难度。例如智能电表的数据上传间隔为15分钟，那么最坏情况下故障可能在发生后的14分钟59秒内才被检测到，这对于紧急故障处理显然是不可接受的。此外，智能电表的大规模部署和运维也带来了技术挑战，智能电表系统需要处理和存储大量数据，这要求有高效能的数据处理中心和足够的存储空间，同时保证系统的安全性也是一大挑战，智能电表系统面临着潜在的网络安全威胁，如数据被篡改或非法访问，这可能会对电网的安全稳定运行造成严重威胁<sup>[4]</sup>。

### 3.2 管理与操作挑战

电力公司需要培训专业的技术人员来安装、调试和维护智能电表系统，这要求对员工进行高水平的技术培训。例如运维人员需要了解智能电表的工作原理、数据通信协议、故障诊断方法等，这对电力公司的人力资源管理提出了更高要求。智能电表系统的高效运行还需要电力公司优化内部管理流程和运维策略，传统的故障抢修流程可能无法适应智能电表带来的快速故障定位和远程控制能力，需要电力公司制定新的操作规程和应急响应机制。同时，智能电表大量数据的分析和利用也需要建立相应的数据管理和分析流程以支持基于数据的决策制定。管理和操作上的另一个挑战是用户接受度，智能电表的部署和使用可能会引发用户的隐私担忧，如何平衡电网运维需求和用户隐私权利是电力公司必须面对的问题。例如智能电表的详细用电数据可以揭示用户的生活习惯，电力公司需要确保这些信息的安全，防止泄露给第三方。解决上述技术、管理和操作挑战，要求电力公司不断创新和优化管理流程，不仅要投入先进的技术，还需要完善管理制度和提升服务质量，才能充分发挥智能电表在低压电网故障抢修中的潜力<sup>[5]</sup>。

### 3.3 对策与建议

面对智能电表在低压电网故障抢修中应用所遇到的技术和管理挑战，电力行业需采取一系列对策，以提升智能电表系统的效能和可靠性。首先，针对数据准确性和实时性的挑战，电力公司应采用高效能的通信技术和算法优化，如采用5G通信技术提高数据传输速度和稳定性，同时运用边缘计算技术减少数据处理延迟，确保故障检测和响应的即时性。其次，为了应对大规模数据处理和存储的挑战，建议部署云计算平台和大数据分析工具，这不仅能有效管理海量数据，

还能提升数据处理和分析的效率。在网络安全方面电力公司需要实施严格的安全策略和措施，包括加密通信、数据访问控制和定期的安全审计，以保护智能电表系统免受外部威胁。在管理和操作方面提升员工的技术培训和专业发展是关键，电力公司应定期举办智能电表相关的技术培训和研讨会，提高员工对智能电表技术的理解和操作能力。此外，优化内部管理流程和运维策略，如建立故障快速响应机制和数据驱动的维护计划，可以提高故障处理的效率和电网的运行可靠性。关于用户接受度的问题，电力公司应加强与用户的沟通和教育，明确解释智能电表的好处和隐私保护措施，以增强用户对智能电表的信任和接受度。通过采用先进的技术解决方案、优化管理流程和提升服务质量以及加强用户沟通和教育，电力公司能够有效应对智能电表在低压电网故障抢修中应用的挑战，进一步提升电力系统的智能化水平和服务质量，为用户提供更可靠、高效的电力供应。

## 4 结论

智能电表在低压电网故障抢修中的应用，通过提供实时和精准的监测数据，极大地增强了电力系统的故障响应能力和运维效率，它们不仅使故障检测和定位更为迅速准确，还通过深入的数据分析支持故障原因诊断和未来预防措施制定。面对技术挑战和管理操作难题，通过采取先进的通信技术、数据处理工具以及优化的管理流程和用户沟通策略，可以有效提升智能电表系统的整体性能和用户满意度，这一进步标志着电网管理向智能化、数字化转型的重要一步，为确保电力供应的可靠性和高效性提供了坚实的技术支持。

## 参考文献:

- [1] 郑佳宜. 智能电表在低压电网故障抢修中的运用[J]. 光源与照明, 2022(10):152-154.
- [2] 李嘉铭. 融入低压智能电表的配网故障研判[J]. 中国新技术新产品, 2019(17):11-14.
- [3] 李继军. 智能电表在低压电网故障抢修的应用剖析[J]. 黑龙江科技信息, 2016(18):76.
- [4] 刘沙, 郭瑞, 穆美琪, 等. 基于物联网技术的智能电表设计与研究[J]. 大众标准化, 2024(03):157-159.
- [5] 龚一宽. 智能电网装表接电技术与故障处理分析[J]. 电子技术, 2023, 52(11):294-295.

# 电子信息技术在计算机工程管理中的应用探究

牛化鲁

(郓城县黄集镇卫生院, 山东 菏泽 274713)

**摘要** 随着计算机和网络技术的不断进步, 新的电子信息技术日益成熟, 为计算机工程管理提供了新的工具和方法, 这些技术的应用可以有效提升工程管理的智能化、精细化水平。计算机工程项目往往涉及大量的资源配置、团队协作、项目监控等方面, 项目管理的复杂性和挑战性显著增加。在这种背景下, 传统的工程管理方法和工具已经难以满足现代计算机工程项目的要求。在激烈的市场竞争中, 如何在保证工程质量的同时提升工程效率, 减少成本, 成为企业和项目管理者面临的重要课题, 电子信息技术的应用为解决这一问题提供了可能。

**关键词** 电子信息技术; 计算机工程管理; 项目效率

**中图分类号**: TP3

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0025-03

电子信息技术是基于电子学和信息学原理, 通过计算机、电子设备和网络实现信息的获取、处理、管理、传输和评估的技术。它不仅关注信息的电子处理和通信过程, 也涉及信息的安全、优化和高效利用。

## 1 电子信息技术概述

### 1.1 电子信息技术的定义与分类

电子信息技术广泛应用于工业生产、科学研究、医疗保健、教育、金融、交通等多个领域, 其目的是通过信息的有效管理和利用来提高效率、促进创新、保障安全和改善人们的生活质量。随着技术的发展, 电子信息技术在这些领域中的应用正在不断深化和拓展, 推动社会向信息化、智能化方向发展<sup>[1]</sup>。主要分类:

1. 计算机技术: 涉及硬件设计与制造、软件开发、系统集成等方面。包括个人计算机、服务器、嵌入式系统等。

2. 通信技术: 包括有线通信和无线通信技术。涵盖从传统的电话和电报到现代的移动通信、卫星通信和互联网技术。

3. 网络技术: 涉及网络的构建、维护和管理, 确保数据有效、安全地传输。包括局域网 (LAN)、广域网 (WAN)、互联网等技术。

4. 软件与信息处理技术: 包括操作系统、数据库管理系统、应用软件开发等。侧重于数据的处理、分析和可视化。

5. 多媒体技术: 涉及图像、音频和视频的处理、编辑和播放技术。包括数字图像处理、声音处理、视频编解码等<sup>[2]</sup>。

### 1.2 电子信息技术的发展趋势

1. 人工智能与机器学习的融合深化。人工智能 (AI) 和机器学习 (ML) 技术正在变得更加高效和智能, 它们在图像识别、自然语言处理、自动驾驶、医疗诊断等领域的应用正在成为常态。预计这些技术将更深入地融合到日常生活和工业应用中。例如, 通过增强智能家居设备的能力, 提高生产线的自动化和效率, 以及优化数据分析过程。

2. 物联网 (IoT) 的广泛应用。物联网技术使得设备、系统和服务能够通过网络互联互通, 共享信息和数据。随着 5G 通信技术的推广和物联网设备成本的降低, 预计物联网将在智能城市、智能制造、智慧农业等领域得到广泛应用, 实现更加智能和高效的管理与服务。

3. 云计算与边缘计算的结合。云计算提供了强大的数据处理能力和存储空间, 而边缘计算则通过在数据产生地 (如传感器、智能设备) 进行部分数据处理, 以减少延迟, 提高响应速度。随着数据量的持续增长和即时处理需求的提升, 云计算和边缘计算的结合将更加紧密, 为用户提供更快速、更安全、更高效的服务<sup>[3]</sup>。

## 2 计算机工程管理基础

### 2.1 计算机工程管理的定义与范围

计算机工程管理专注于应用工程和管理原则来指导计算机相关项目的发展, 包括硬件和软件的开发、系统集成、技术服务和维护等。这包括项目规划、需求分析、设计、实施、测试、部署和维护等所有阶段的管理工作。计算机工程管理的范围广泛, 涵盖了以下几个主要方面:

1. 项目规划与需求分析。包括项目目标的定义、资源需求的评估、时间和成本的预算制定，以及项目风险的识别和评估。

2. 设计与开发管理。涉及技术选择、系统架构设计、编码标准的制定，以及开发进度的监控和调整。

3. 质量保证与测试。确保项目符合预定的质量标准，包括测试计划的制定、测试执行、缺陷跟踪和管理，以及性能评估。

4. 团队与沟通管理。管理项目团队，包括人员分配、任务分配、团队沟通和冲突解决等。

5. 供应商和资源管理。包括选择和管理供应商、采购设备和服务，以及资源的分配和优化。

6. 项目监控与控制。持续跟踪项目进度，包括成本控制、时间管理、进度更新和变更管理。

7. 项目交付与维护。涉及项目的部署、用户培训、交付文档的编制，以及后期的维护和支持。

## 2.2 计算机工程项目的生命周期

1. 启动阶段 (Initiation) 目标确定：明确项目目标、范围和预期成果。可行性研究：评估项目的技术可行性、经济可行性和法律可行性。项目批准：获取项目所需的正式批准和资金。

2. 规划阶段 (Planning) 需求分析：与利益相关者沟通，明确项目需求和规格。项目计划编制：制定详细的项目管理计划，包括时间计划、资源计划、质量计划、通信计划等。风险管理计划：识别潜在风险，制定风险应对策略。

3. 执行阶段 (Execution) 设计和开发：根据需求进行系统设计，并开始编码和开发工作。项目资源管理：协调和分配项目资源，包括人员、资金和设备。项目沟通：确保项目信息在团队成员和利益相关者之间有效沟通。

4. 监控和控制阶段 (Monitoring and Controlling) 进度和性能监控：跟踪项目进度，确保项目按计划进行。质量控制：进行代码审查、测试等活动，确保项目输出符合预定的质量标准。风险和问题管理：监控风险，解决项目过程中出现的问题。

5. 结束阶段 (Closure) 项目交付：将最终产品交付给客户或市场。项目评审：总结项目经验，评估项目成果与初期目标的符合度。维护和支持：在必要时提供产品后期的维护和技术支持。

6. 维护阶段 (Maintenance) 在某些情况下，维护阶段被视为生命周期的一部分，负责处理后期的更新、改进和问题修复，确保产品的持续运行和满足用户需求。

## 2.3 计算机工程管理的关键流程与挑战

1. 关键流程：准确理解和定义项目需求是成功的基石。需求管理包括需求的收集、分析、验证和管理变更。制定详细的项目计划，包括时间线、预算、资源分配、风险评估和沟通策略。根据需求文档，进行系统设计和开发。这一阶段需要技术专家和项目管理者紧密合作，确保设计符合需求且可实现。确保开发的系统符合初期设定的质量标准。这包括编写测试计划、执行测试用例、记录测试结果和修复发现的问题。在项目执行过程中，需求变更是不可避免的。变更管理涉及对变更请求的评估、批准和实施，同时确保变更不会对项目造成不利影响。建立高效的团队，保持团队成员之间以及与其他利益相关者之间的有效沟通。成功交付项目并提供必要的维护和支持，确保系统长期稳定运行<sup>[4]</sup>。

2. 面临的挑战：需求的频繁变化可能导致项目范围膨胀，增加时间和成本。选择合适的技术栈和工具，同时保持对新技术的适应性和灵活性。跨地域、跨文化的团队合作可能导致沟通和协作障碍。严格的时间框架和预算限制对项目构成挑战，要求高效利用资源和时间。在快速发展的项目进度下，保持产品质量是一大挑战<sup>[5]</sup>。项目可能面临的风险是多样的，及早识别和管理这些风险是项目成功的关键。

## 3 电子信息技术在计算机工程管理中的关键应用

### 3.1 项目规划与设计阶段

1. 项目规划阶段：与所有利益相关者协作，明确和分析项目的需求。这是确定项目目标和范围的基础。基于需求分析的结果，明确项目的范围，包括项目将要交付的具体成果和排除的内容。将项目分解成具体的任务，为每个任务分配时间和资源。使用甘特图、关键路径方法 (CPM) 或敏捷方法等工具来规划和调度任务。确定项目需要的人力、技术和物理资源，并规划如何获取和分配这些资源。基于资源规划，估算项目成本，并据此制定预算。识别潜在的项目风险，并为每个风险制定应对策略。定义项目质量标准和质量控制方法，确保项目成果符合预期。确定项目沟通的策略和方法，确保所有利益相关者的及时沟通和信息共享<sup>[6]</sup>。

2. 设计阶段：基于项目需求，设计系统的整体结构和组件之间的交互。对系统中的每个组件进行详细设计，包括数据库设计、接口设计和数据流设计等。设计系统的用户界面，确保用户体验良好且符合需求。

考虑到系统的安全需求,设计必要的安全措施和协议。确保设计满足性能需求,例如响应时间、处理能力和并发用户数等。

### 3.2 项目实施与监控阶段

1. 项目实施阶段。正式启动项目,执行项目计划中的各项活动。根据项目计划,分配必要的资源,包括人力、设备和材料。按照计划进行,包括开发、建设、测试等所有必要活动。确保所有项目输出符合既定的质量标准 and 需求规格。管理项目团队,确保高效的沟通和合作,解决团队内的任何冲突。定期更新项目状态给所有利益相关者,包括项目进展、遇到的问题以及解决方案<sup>[7]</sup>。

2. 项目监控阶段。监控项目进度,确保任务按时完成。使用进度跟踪工具,如甘特图或敏捷看板。监控项目成本,确保项目不超预算。使用成本管理工具来跟踪实际支出与预算的对比。通过设定的性能指标(KPIs)来评估项目的整体性能,确保项目目标的实现。识别新的风险和问题,实施风险应对计划,减轻风险对项目的影响。处理需求或计划的变更,确保变更控制流程的遵循,以及所有变更的适当记录和批准。通过测试和审查来确保项目的输出符合预定的质量要求。

3. 有效的监控和控制策略。定期召开项目审查会议,讨论项目进展、遇到的问题和潜在的风险。利用项目管理软件,如 Microsoft Project、JIRA 或 Trello,以实时跟踪项目状态<sup>[8]</sup>。对于检测到的任何问题或变更,应迅速响应并做出调整。

### 3.3 项目评估与维护阶段

1. 项目评估阶段。对照项目目标和 KPIs (关键绩效指标) 评估项目的整体性能,包括成本、时间、质量等方面的表现。通过调查、访谈或会议等方式,收集利益相关者对项目结果的反馈,评估他们的满意度。组织项目复盘会议,总结项目成功的因素和遇到的挑战,记录经验教训供未来项目参考。编写项目终结报告,总结项目的执行过程、成果、经验教训和改进建议。

2. 维护阶段。如果项目涉及产品或系统的开发,将需要确保平稳过渡到日常运营和维护状态。为用户提供必要的支持服务,解答疑问,处理反馈中提到的问题。根据用户反馈和技术发展,对产品或系统进行必要的更新和升级,以保持其有效性和安全性。持续监控系统性能,确保运行稳定,并在发现问题时及时响应。

3. 有效的评估与维护策略。建立有效的反馈收集

和处理机制,确保利益相关者的意见和建议能够被及时听取和考虑。

根据项目特性和用户需求,制定详细的维护计划,包括定期检查、更新计划和应急响应机制。

确保用户和负责日常运维的团队对产品或系统有充分的理解,能够有效使用和维护。利用项目评估阶段收集的信息和反馈,持续改进产品或服务,提高用户满意度和操作效率。

## 4 结论

在探讨电子信息技术在计算机工程管理中的应用过程中,我们发现这些技术不仅极大地提高了项目管理的效率和效果,还促进了团队协作、质量控制和风险管理的改进。通过引入先进的工具和方法,如需求分析工具、项目管理软件和性能监控系统,项目团队能够更有效地规划、执行、监控和评估各阶段的工作,确保项目目标的顺利实现。同时,这一过程也带来了对项目管理实践的持续改进和创新,推动了计算机工程领域的技术进步和发展。

尽管面临需求变更、技术选型、团队协作等挑战,但通过持续的学习、适应和改进,以及有效的利益相关者沟通,这些挑战可以被克服。未来,随着新技术的不断涌现,电子信息技术在计算机工程管理中的应用将继续深化,带来更多的机遇和挑战。为了抓住这些机遇,组织和项目管理者需要不断提升技术能力、改进管理方法,并促进团队间的沟通和协作,以期达到更高的项目成功率和更大的业务价值。

## 参考文献:

- [1] 孙正凯. 信息时代电子信息工程技术的发展应用研究[J]. 数字通信界, 2024(02):135-137.
- [2] 王兴毅. 电子信息技术在安全保障管理中的应用[J]. 数字通信界, 2024(01):119-121.
- [3] 李彬. 计算机网络技术在电子信息工程中的应用探究[J]. 科技资讯, 2024,22(01):34-37.
- [4] 姜楠, 谭艳鹏, 王楚璐. 工程管理中计算机电子信息技术的应用实践[J]. 价值工程, 2024,43(01):137-139.
- [5] 杨星辰. 电子信息技术在计算机工程管理中的应用[J]. 信息记录材料, 2024,25(01):53-55.
- [6] 刘子源. 电子信息技术在物联网中的应用路径研究[J]. 产业创新研究, 2023(22):108-110.
- [7] 王玲. 计算机工程技术的应用与发展研究[J]. 信息记录材料, 2021,22(09):53-54.
- [8] 王一凡. 电子信息技术在计算机工程管理中的作用研究[J]. 价值工程, 2019,38(31):250-251.

# 输配电及用电工程中应用 自动化运行技术的研究

张 琰, 刘媛媛

(国网山西省电力公司大同供电公司营销业务管控与稽查中心, 山西 大同 037000)

**摘 要** 将自动化技术灵活应用于输配电及用电工程中, 能够依据配电网的实际运作状态, 合理安排电能资源分配, 保障电能传输的合理化, 不仅可以维护电能资源的稳定性供给, 还能减少多余的电力消耗, 提升电力传输的品质效果。基于此, 本文从输配电自动化的基本特征和运行优势出发, 简单介绍了输配电及用电工程中自动化运行的关键技术, 针对现阶段自动化运行的主要问题进行分析, 并提出相应的优化措施, 以供有关人员参考。

**关键词** 输配电及用电工程; 电力系统; 自动化技术

**中图分类号**: TM76

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0028-03

随着工业化、城镇化的快速发展, 用电需求不断增加, 电网的稳定高效运行引起社会的广泛关注。将传感器、控制器、通信及智能算法等先进技术相结合, 可以有效地监测电力系统的运行状态, 实现电网的智能化调度, 是推进电力工业迈向新世纪的核心技术。尤其是数字技术、互联网技术与智能技术的飞速发展, 电网的传输以及电力设施的自动化管理正不断地优化, 这对维护电力系统的安全与稳定至关重要。

## 1 输配电及用电工程自动化的基本特征

在输配电及用电工程中, 运行各种先进的自动化技术, 能及时侦测并应对传输环节可能发生的故障, 保障电力传输的品质, 显著增强输电项目的整体效能。主要特征如下:

1. 高效性与灵活性。在输配电及用电工程中, 电力系统的自动化控制可以按照人们的用电需要来合理地配置电力资源, 同时还可以将过去的电力资源调度工作流程简单化, 让自动化运行技术的功能得到最大程度的发挥, 大大提升电力传输的品质和效率。

2. 智能性与便捷性。在经济快速增长的推动下, 人们的生活水准显著提升, 各个行业对电力资源的需求同样日益扩大。将现代化的科学技术、计算机网络技术以及电子通信技术融合到电力输送和分配系统之中, 便能提升该系统管理的智能水平, 并降低各类故障的发生频率, 确保电力传输和用电设施的稳定与安全。

3. 综合性与稳定性。输电及分配电力的网络架构属于较为复杂的类型, 运用自动化技术能够有效进行电力网络的整体监控与维护, 确保电力系统的稳定性

并防范多种安全隐患。

## 2 输配电及用电工程中自动化技术的运行优势

### 2.1 控制电力系统运行期间的电力损耗

自动化技术能够对电网进行科学的调度, 减少输电过程中的能量损失。在实际的输配网管理工作中, 合理运用该技术, 能够实现电能的自动化输送, 为建设良好的智能电网打下坚实的基础, 从而提高整体的运行和管理水平, 并让系统的运行更为顺利。同时, 通过对系统整体状态信息的掌握, 可以对其进行自动调整, 提高电网输电调控的科学性。

### 2.2 对供电系统进行实时监控

供电系统是电力运行的核心部件, 其运行的好坏直接影响着电力系统的运行品质, 要加强对其运行状态进行监测和管理<sup>[1]</sup>。自动化技术的运用, 可以实时地监测供电系统, 通过计算机装置, 可以对供电系统的各种异常状况进行监测, 并把相关信息传送到显示屏上, 让技术人员能够深入掌握供电系统的运行状况, 进而采取相应的处理措施。输配电及用电工程中的电力供应系统在运行过程中是非常复杂的, 它所包含的数据参数非常多, 且在不断地变化。运行自动化技术, 能够预先设定各个数值参数的变动幅度, 如果超出规定的值, 则自动化控制系统会发出警报, 避免出现严重的安全故障。

### 2.3 降低各类故障问题的发生率

自动化技术的灵活运用, 实现了电网调度的标准化发展, 减少了人为因素带来的误差, 提高了输电系

统的效率。通过自动化运行技术,电力系统可以了解各个部位和节点的工作状况,在最短的时间内发现异常,并迅速地找到故障的位置,利用采集到的有关数据信息,可以正确地判断和分析故障发生的原因,以便采取相应的处理对策。

### 3 输配电及用电工程中自动化运行的关键技术

#### 3.1 智能电网集成技术

(1) 高级配电自动化<sup>[2]</sup>。系统由分布式数据接口、智能配电终端和远端终端组成。该技术可以实现对电力系统中的变压器、开关等重要设备的实时监测与控制。(2) 电力电子技术。该技术能够有效地在电力系统中进行能量的流通和转化。基于静态同步补偿(STAT-COM)、柔性交流输电(FACTS)等多种电力电子装置的接入,实现了智能电网在动态供电条件下的平稳运行<sup>[3]</sup>。(3) 能源管理系统(EMS)。该系统能够对电力系统采集的海量数据进行处理与分析,为电力公司制定最优的电力调度计划。(4) 先进的计量设备。例如,智能仪表、传感器等设备可以为智能电网的运行提供实时、精确的数据支持。

#### 3.2 自适应保护与控制技术

自适应保护控制技术的核心是根据电网的实际状况及外界的环境因素,对电力系统进行动态调节,以实现电力系统的高效稳定运行。与传统的固定参量保护方法比较,该技术更灵活,适应性更强。(1) 动态阈值设定。系统可对电网进行实时监测,并依据该状态对保护装置的工作门限及过电压、过电流等参数进行调节,以保证电网在不同工况下的安全可靠运行。(2) 基于实时数据的决策。自适应控制依赖于高速实时的数据采集与传输,通过采集各类传感器及测量装置的数据,实现对电网运行状态的准确、实时感知,进而做出快速准确的决策<sup>[4]</sup>。(3) 集成先进的算法和模型。该系统采用模糊逻辑、神经网络、深度学习等先进算法与模型,对电力系统的运行状态做出准确的预测,并根据实际情况对其进行相应的保护与控制。(4) 与其他系统的协同工作。自适应保护与控制不是单个的模块,还需要与能量管理系统、配电管理系统等其他系统密切结合,以保证电网安全稳定运行。

#### 3.3 分布式能源管理与调度

(1) 多能源集成技术。分布式能源管理系统需要对太阳能、风力发电等多种小型分散能源进行综合管理。电力系统一体化的目的是保证不同类型的能源在电网内协调运行,以避免资源的浪费问题。(2) 实时

优化与调度技术。系统可以根据当前的电力需求、电价、天气预报等各种因素,运行分布式能源管理系统,对其运行状况和产量进行动态的调节与优化<sup>[5]</sup>。(3) 高效的通信与数据交换技术。要对分布式能源进行实时的管理与调度,就必须建立一种高效可靠的通信网络,保证各能源、传感器和控制装置之间能够实时准确地进行数据交换。(4) 需求响应管理技术。分布式能源管理和调度系统包含了一个需求响应函数,即在电网用电高峰和低谷时段,通过对某一特定客户的电力消费进行激励或约束,达到对电网负荷的均衡。

#### 3.4 实时数据处理与边缘计算

(1) 数据采集与传感技术。数据的快速准确获取是实时数据处理的第一步。该技术主要是通过通过在电网的各个重要节点上设置传感器、智能电表以及其他探测装置来完成的,针对电流、电压、温度等参数进行实时的数据传输<sup>[6]</sup>。(2) 边缘计算的引入技术。边缘计算是一种有别于传统的集中式数据处理模式,它是一种将数据处理工作转移到其生成地点的方法。在配电网的每一节点上,对相关数据进行初步的处理、筛选和分析,然后将必要的信息传递给中心服务器。(3) 低延迟响应技术。边缘计算具有分布式特性,在电网故障检测、快速隔离等方面,具有很高的应用价值。(4) 带宽和存储优化技术。将数据处理任务分配到边缘,可以有效地降低网络中的数据传输量,降低中心服务器的存储要求。(5) 安全与隐私保障。通过对边缘加密并过滤数据,可以保证只传送和储存必需的安全数据。

### 4 输配电及用电工程中自动化运行的主要问题

#### 4.1 电力系统管理模式不科学

在输配电及用电工程中,电力企业的管理层对管理工作缺乏足够的关注,仍然沿用着传统的管理方式来进行工作,这与市场发展环境有很大的脱节,不能适应电力工业的现代化发展需要,极大地阻碍了自动化运行技术的推广应用。此外,电力企业管理人才的结构还不够健全,在管理岗位上的人才流动相对较大,导致专业人士的作用价值得不到很好的发挥。

#### 4.2 输配电及用电工程输电损耗过大

在电力生产与电能传递的过程当中,传输设备扮演着至关重要的角色。随着电网的长期运行,电网中的传输设备会发生老化,如果不及时维修,就会造成电能的过量消耗。当前,很多区域的电网并未实现自动化技术的普遍应用,电力系统的设备检测功能不完善,导致电网大量的电能浪费。

### 4.3 专业技术人才不足

电网自动化是产业发展的必然趋势,虽然有其独特的优点,但是在电网中的应用还处在起步阶段,在实践中还面临着很多困难,制约着电网自动化的快速发展。同时,具有自动化操作技术的管理人员相对缺乏,出现了故障后,无法对其进行及时的维护。另外,还需要聘请专门的维修人员,这样会使自动化技术的运营费用大幅提高。

### 4.4 容易受到环境因素的影响

在运作阶段,输配电及用电工程容易遭受外部环境影响,暴雨、冰霜、狂风等恶劣气象环境往往使得输电线路遭受损害,从而导致电力供应系统运作不稳定。在夏季高温季节,城市各个地区的用电资源需求不断增大,在这样的用电峰值条件下,极易发生电气设备故障,无法保证电力系统的安全、稳定运行。

## 5 输配电及用电工程中自动化技术的优化措施

### 5.1 实现对电力系统整体的科学管理

在电力工程中的输配电与用电环节,要想促进自动化技术得到合理施展,就得加大对电力系统管理的重视,结合电力行业现状及其运作特点,更新其管理模式,以提升输配电和用电过程中的管理效能。在这一进程中,必须要有一套科学、健全的管理体制,为输配电的各个环节提供保障,进而提升系统的整体运行效率。同时,要重视现代管理技术手段的使用,把各种技术的优点结合起来,充分发挥专业人才的价值,从而提高整个电网的管理水平。

### 5.2 优化输配环节,控制电能损耗

为降低输电线路中不必要的电能消耗,需要对输电线路管理的全过程进行优化,以确保输电的质量。通过运用智能化技术和计算机技术,对输电过程进行有效的控制和管理,对输电环节进行有针对性的优化,对电力资源的输送进行合理的调控,并对输电线路中所用的各种设备进行自动监测,确保老旧设备得到适时更新及修缮,从而增强电力输送与用电工程的作业效能。

### 5.3 重视专业复合型人才的培养与引进

电力系统从输电到用电的全过程中,多种因素造成自动化应用的性能无法得到确保。因此,电力企业应该加大各种先进技术的应用力度,注重对复合型人才的培养,对相关的管理人员进行技术培训,增强他们自身的专业能力,能够针对输配电及用电工程的运行需求,合理地利用各种先进的技术知识,为高效应

用自动化技术提供了重要的理论依据。

### 5.4 充分考虑到天气等环境因素

在应用自动化技术的过程中,必须将气象等环境因素对输配电和电力工程的正常运行所产生的影响都考虑进去,因此,科技人员应该事先采取有效的手段,将恶劣天气给电网带来的负面影响清除掉,让输电设备的运行状态监控朝着自动化方向发展。同时,对电网相关设备进行定期维护与管理,通过全面的维修管理,降低恶劣天气对整个电网的影响,及时解决相关的安全问题,使得各类电气设备均能正常运行。

### 5.5 遵循相关制度,做好标准化管理工作

根据电力自动化输配的特点和要求,电力企业要制定完善的管理制度,确定其在实施过程中的具体内容,做好相关的标准化管理工作。同时,应按照相关规范要求,加强对自动化技术应用的管理,使其规范化、标准化。此外,政府也要强化系统的管理,完善相应的政策,使有关政策的约束与导向功能得以充分发挥,使自动化技术能够更好地运用。

## 6 结束语

随着社会经济的发展,在输电和发电项目中采用自动化技术,极大地保障了电力系统的安全稳定运行。但在实践中,输配电工程的自动化运行仍存在着一些问题,如管理模式不科学、输电损耗过大、专业技术人才不足以及受环境因素影响大等。因此,在输配电及用电工程中,电力企业应加强对自动化技术的创新研究,通过对电力系统的科学管理,优化输配环节,控制电能损耗,而且要注重培养和引进复合型专业人才,为自动化技术的科学运用奠定坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] 王孔晓,刘阳.自动化技术在输配电及用电工程中的应用分析[J].电器工业,2023(07):66-69.
- [2] 缪益新.自动化技术在输配电及用电工程中的运用分析[J].光源与照明,2023(09):222-224.
- [3] 赵赛祥.试论自动化运行技术在输配电及用电工程中的应用[J].通讯世界,2023,30(07):85-87.
- [4] 林柳清.探究自动化技术在输配电及用电工程中的应用[J].电气技术与经济,2023(08):63-65.
- [5] 郑向荣,詹盛,吴焯.自动化运行技术在输配电及用电工程中的应用[J].造纸装备及材料,2022,51(10):91-93.
- [6] 姜俊鹏.输配电及用电工程中自动化运行技术的应用[J].模型世界,2023(16):144-146.



# 静钻根植桩施工技术的应用探讨

代雪莹

(浙江求是工程咨询监理有限公司, 浙江 杭州 310012)

**摘要** 静钻根植桩技术作为一种新型的地基处理方法, 凭借其高效率、低扰动的特性, 越来越多地应用于复杂的工程建设中。该技术在城市地基加固、桥梁与道路工程支撑、水利和防洪工程以及高层建筑地基处理与深基坑支护等多个领域展现出卓越的性能和广泛的适用性。通过精确的施工控制和对环境影响的最小化, 静钻根植桩技术不仅能提升工程的稳定性和安全性, 也能显著降低建设过程中的环境风险。本文旨在全面探讨静钻根植桩施工技术的应用, 展现其在现代工程建设中的价值和潜力。

**关键词** 静钻根植桩技术; 城市地基加固; 支撑系统; 防洪工程

中图分类号: TU47

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0031-03

在现代工程建设中, 地基处理技术的选择和应用对于确保工程质量和延长使用寿命具有决定性作用。特别是在面临复杂地质条件和高环境保护要求的项目中, 传统的地基处理方法往往难以满足工程需求。静钻根植桩技术作为一种创新的解决方案, 以其独特的施工方式和优异的性能特点, 为工程提供新的可能性。这种技术不仅能够有效应对各种工程挑战, 还能在减少环境影响和提高施工效率方面发挥重要作用。

## 1 静钻根植桩技术的原理

静钻根植桩技术融合了静力钻进与根植加固的原理, 主要通过高精度的静力钻机直接作用于钻杆和钻头, 实现无振动、低噪声的钻进过程, 以此最小化对周围土层和环境的扰动。技术核心在于利用静压力将钻具压入地下, 达到预定深度后, 通过钻杆中心输送混凝土或其他材料, 形成桩体。与此同时, 静钻技术通过实时监控钻进参数, 如钻进速度、钻压和扭矩等, 确保施工过程的精确控制, 从而提高桩体的竖直度和位置精度。此技术不仅适用于多种地质条件, 包括软土、砂土及部分硬岩地层, 还能有效控制桩体的形状和质量, 保障结构的稳定性和承载力。此外, 静钻根植桩的施工不会产生大量土屑, 能进一步减少对环境的影响, 体现出该技术在现代城市建设和基础设施项目中的应用优势和环保价值<sup>[1]</sup>。

## 2 静钻根植桩技术的优势

### 2.1 高效率与低噪声作业

静钻根植桩技术以其高效率与低噪声作业的特点, 在城市建设和基础设施工程中得到广泛应用, 尤其是在对环境噪声敏感的区域。这种技术通过采用静力钻

进方式替代传统的打击或振动桩进入地层, 能显著降低施工过程中的噪声和振动, 减少对周边建筑物和居民生活的影响。此外, 静钻根植桩技术的高效率体现在其能够快速穿透各类土层, 即使是在硬土层或含有砾石的复杂地质条件下也能保持良好的施工进度, 这是因为静力钻进能够持续施加压力, 保证桩身稳定地进入地下, 而无需频繁调整设备或更换钻头。这种技术的应用不仅能提升工程项目的施工效率, 还能优化工期和成本管理, 同时, 由于减少施工过程中的振动, 静钻根植桩在提高地基承载能力的同时, 也能减少对邻近地基的干扰, 保障工程的安全性和稳定性。

### 2.2 减少土壤扰动

静钻根植桩技术通过其独特的施工方式能显著降低土壤扰动, 保护了土体结构和周围环境的稳定性。传统的打桩方法, 如冲击打桩或振动打桩, 会在土层中产生大量的振动和扰动, 不仅会影响土壤的结构完整性, 还会导致周边建筑物的沉降或损害。与此相反, 静钻根植桩技术采用的是连续旋转钻进, 配合特制的钻头进行土壤切割, 从而实现了桩孔的形成。这种方法几乎不会产生振动, 能减少对土壤原有结构的干扰, 尤其是在黏土、淤泥层等敏感土层中的应用尤为突出。此外, 静钻技术能够精确控制钻进速度和方向, 进一步减少对周围环境的影响, 特别是在城市密集区域或靠近既有结构的地方施工时, 其优势更为明显<sup>[2]</sup>。

## 3 施工工艺

### 3.1 设备与材料

在静钻根植桩施工过程中, 选用的设备与材料对于确保工程质量和效率至关重要。首先, 核心设备为

专业的静力钻机，配备有高精度的控制系统和能够适应不同地质条件的钻头，确保了钻孔的准确性和施工的高效率。此外，钻机通常配备先进的监控系统，能够实时监测钻进过程中的各项参数，如钻进速度、扭矩和压力，从而优化施工参数，保障施工安全和桩体质量。在材料选择上，根植桩的主体材料通常包括高强度的混凝土和钢筋笼。混凝土需满足一定的强度等级和流动性要求，以保证在灌注过程中的均匀性和桩体最终的承载能力；钢筋笼的设计和制作则需要根据工程设计要求和地质条件进行优化，确保其在桩体内部能有效承受拉伸、压缩及弯曲等多种力学性能的需求。同时，为提高施工效率和桩体性能，在特定条件下还会采用预制桩或添加特种添加剂改善混凝土性能。

### 3.2 施工流程

静钻根植桩的施工流程是一项精细且复杂的作业，其关键在于精确控制与高效执行。首先，施工前的准备工作包括地质勘察、设计桩位布置以及设备的调试和准备。地质勘察为后续施工提供必要的地质数据，确保设计的合理性和安全性。之后，进行施工布点，精确标出每个桩的位置。随后，静力钻机被运至指定位置，开始钻孔作业。钻孔过程中，实时监控钻进参数，如钻进速度和扭矩，确保桩孔的质量。钻达设计深度后，根据需要进行桩底清理，以保证桩底的清洁和承载力。接下来是钢筋笼的下放和混凝土的灌注，这一步骤要求高度的精准度和速度，以避免混凝土初凝前的质量问题。特别是混凝土的灌注，需要确保连续性和避免气泡或分层，保证桩体的均匀性和整体性。在混凝土达到一定强度后，进行桩头处理，包括桩头的切割和平整，以便于后续的上部结构施工。在整个施工过程中，质量控制和安全监管是贯穿始终的重点，从钻孔、灌注到桩头处理的每一步都需要严格按照施工规范执行，确保施工质量和工程安全。

### 3.3 关键施工技术点

在静钻根植桩的施工过程中，几个关键技术点的精确掌握和应用是确保工程成功的决定性因素。首先，钻孔精度的控制是基础，包括钻孔的直径、深度及其在空间中的精确位置。采用高精度导航和定位系统，结合地质条件反馈调整钻进参数，是保证桩孔质量的前提。其次，钢筋笼的制作和下放需要特别注意。钢筋笼的直径、长度和绑扎质量直接关系到桩体的承载能力和整体稳定性，钢筋笼下放过程中保持其垂直性和防止变形是关键。再者，混凝土的灌注质量控制同样重要。需要确保混凝土的均匀性和充填性，避免分

层和孔洞的产生。这通常通过连续灌注和采用适当的混凝土流动性来实现。此外，施工过程中的质量监测不可忽视，实时监控桩体施工的各项指标，包括但不限于钻孔参数、混凝土的压力和灌注速度，以及钢筋笼的位置和状态。最后，桩头处理的精确度也是确保上部结构顺利施工的关键，包括桩头的切割、平整和接口处理<sup>[3]</sup>。

## 4 静钻根植桩施工技术的应用

### 4.1 在城市地基加固中的应用

静钻根植桩施工技术在城市地基加固项目中扮演着至关重要的角色，尤其是在现代城市复杂多变的地质环境及其密集的建筑布局中。城市地区常遇到的地基加固需求包括老旧建筑的结构加固、地下空间的开发利用以及高层建筑的地基承载力提升等。静钻根植桩技术以其最小的土壤扰动和高度的施工精确性，在这些应用场景中显示出了显著的优势。例如，在老旧建筑加固中，考虑到周围环境的保护及施工影响的最小化，静钻根植桩通过其几乎不产生振动的施工方式，能避免对邻近结构的潜在损害，同时能提高地基的承载能力，确保建筑物的安全稳定。此外，该技术允许在狭小空间进行操作，能极大地增强其在城市复杂环境中的适用性。

另外，在城市地下空间的开发和利用中，如地铁站、地下车库以及城市隧道等工程，静钻根植桩技术的应用同样显得尤为重要。在这些项目中，需要在现有城市基础设施中穿插进行施工，对施工精度和环境影响的要求极高。静钻根植桩不仅能够提供必要的地基支持，保障施工安全，还能通过其高效率的施工流程，缩短工期，减少对城市正常运行的影响。尤其在地下连续墙的构建时，静钻根植桩技术能够确保墙体的精确性和整体稳定性，为后续的地下结构建设提供了坚实的基础。这些特性使得静钻根植桩成为城市地基加固和地下空间开发不可或缺的技术手段，其在提高工程质量、保证建筑安全以及促进城市可持续发展方面的作用不容小觑。

### 4.2 用于桥梁与道路工程的支撑系统

在桥梁与道路工程的支撑系统建设中，静钻根植桩技术展现了其不可替代的优势，特别是在需要超高承载力和极端稳定性的关键工程中。桥梁工程，尤其是跨越水体或复杂地质条件地区的桥梁，对地基的稳定性和承载力要求极高。静钻根植桩技术能够深入地层，通过高精度的钻探设备准确地达到预定深度，确保桩基能够承受桥梁在长期使用中产生的各种负荷，

包括车辆负荷、环境负荷以及极端天气情况下的负荷。此外,该技术在施工过程中产生的扰动极小,对水下生态系统或附近地区的影响微乎其微,这对于跨越自然保护区或生态敏感区的桥梁工程尤为重要。

在道路工程中,静钻根植桩同样发挥着关键作用,尤其是在地形复杂或地质条件不稳定的区域。道路建设不仅要考虑即时的承载需求,还需考虑长期的地质稳定性和环境变化对道路基础的影响。静钻根植桩通过其精确的施工控制,能够在这些复杂条件下提供坚固的支撑,确保道路工程的安全和耐久性。此外,该技术在施工中的低噪声和快速执行特性,使得道路工程能够在不干扰周边社区和交通的情况下迅速完成,能极大地减少工程对公共生活的影响。特别是在城市内部或交通繁忙区域的道路更新和加固工程中,静钻根植桩技术的这些优点尤为突出<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 在水利和防洪工程中的应用

在水利和防洪工程领域,静钻根植桩技术的应用提供了一种高效且可靠的解决方案,以应对由于水文地质条件复杂带来的工程挑战。水利工程,如大坝、水闸、护岸等,其稳定性直接关系到工程安全和防洪效能,因此对地基支撑系统的要求极为严苛。静钻根植桩技术以其能够适应各种地质条件的优势,成为构建这些结构地基的首选技术。尤其是在河流、湖泊和海岸线等水体附近施工时,该技术能够有效控制施工过程中的土壤扰动,减少对水体和周边环境的影响,同时能确保地基结构的稳固性和防渗性。例如,在大坝建设中,静钻根植桩不仅用于增强大坝本体的稳定性,还可以作为防渗墙的一部分,有效防止水体下渗,保护大坝基础。

此外,在防洪工程中,静钻根植桩技术同样发挥着重要作用。防洪墙、导流渠等结构的建设往往需要在复杂多变的地质环境下进行,而静钻根植桩以其施工精度高、适应性强的特点,能够确保这些防洪设施坚固耐用,有效承受洪水压力。在施工过程中,静钻根植桩技术的高效率 and 低噪声特性也意味着可以快速完成施工任务,最小化对周围社区和生态系统的干扰。特别是在紧急防洪措施需要迅速部署时,静钻根植桩技术的快速响应能力显得尤为重要。

#### 4.4 高层建筑地基处理与深基坑支护

高层建筑地基处理是现代城市建设中的一项挑战性工作,其稳定性和安全性直接影响到建筑的使用寿命和安全。静钻根植桩技术在高层建筑地基处理中发挥着至关重要的作用,特别是在地质条件复杂或承载

力要求极高的场合。该技术通过高精度的钻探设备深入地层,准确地安装混凝土桩或钢桩,以达到加固地基、提高承载力的目的。这种方法不仅可以精确控制桩的位置和深度,还可以通过调整桩的直径和材料来适应不同的工程需求,从而确保高层建筑的地基具有足够的稳定性和安全性。此外,静钻根植桩施工过程中引起的振动极小,几乎不会对周围建筑物或地下设施造成影响,这一点对于密集的城市环境尤为重要<sup>[5]</sup>。

在深基坑支护工程中,静钻根植桩同样展现出其独特的优势。深基坑工程通常涉及大规模的土方开挖,需要有效的支护系统来确保开挖过程中的土体稳定和防止周边建筑物的位移。静钻根植桩技术能够提供强有力的支撑体系,通过构建连续墙体或桩群来阻挡土壤的滑移和水的渗透。相比于传统的支护方法,静钻根植桩能够更快地完成支护体系的构建,且施工过程中的扰动极小,能有效减少对周边环境的影响。此外,静钻根植桩的高承载能力也使其成为深基坑支护中不可或缺的技术之一,尤其是在地下水位较高或土质较差的地区,静钻根植桩提供的稳固支护为深基坑工程的安全施工提供了有力保障。

## 5 结束语

静钻根植桩施工技术在现代工程建设中显示出了其独特的价值和广泛的适用性。从城市地基加固到桥梁与道路工程的支撑,再到水利和防洪工程的关键应用,以及在高层建筑地基处理与深基坑支护方面的重要作用,这一技术通过其高效率、低扰动的特点为解决复杂工程挑战提供了有效方案。其能够在保护环境和减少对周围建筑影响的同时,确保工程的安全性和稳定性,能显著提升工程质量。

## 参考文献:

- [1] 周佳锦,马俊杰,俞建霖,等.静钻根植桩施工环境效应现场试验研究[J].土木工程学报,2024,57(03):93-101.
- [2] 周晓宇,周良,闫兴非.基于工业化建造的静钻根植桩应用研究[J].中国市政工程,2023(05):16-21,116.
- [3] 陶东新,刘洪涛,陈世锋,等.静钻根植桩的应用研究[J].中国煤炭地质,2023,35(02):57-60,66.
- [4] 凌造,王卫东,吴江斌,等.静钻根植桩中水泥土力学性能试验[J].地下空间与工程学报,2022,18(S1):106-113.
- [5] 倪张江.房屋建筑基础工程建设中静钻根植桩施工研究[J].工程建设,2022,54(02):63-68.

# 港口码头疏浚吹填施工技术应用

刘 斌

(北部湾港北海码头有限公司, 广西北海 536000)

**摘 要** 港口建设工程属于大型工程, 但是港口码头所处位置的原始地形一般都存在后方陆域位于水中、港池及航道水深不足等问题。所以, 本文依托港口码头疏浚吹填工程实例, 对疏浚吹填施工技术具体运用方法进行探讨。工程结果表明, 通过利用专门设备进行水下淤泥及沙开挖增加港池及航道水深, 可满足大型船只停靠与航行需求; 同时通过吹填施工进行填海造陆方式改变地形、提升地面标高形成后方堆场, 再通过地基处理增加了地基承载力, 使其达到设计要求。

**关键词** 港口码头; 地基工程; 疏浚吹填

中图分类号: U655

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0034-03

在港口建设过程中, 港口码头地基工程是重点工程, 而吹填是港口码头地基工程中的一项施工技术。在疏浚吹填施工技术运用过程中, 主要是利用清除底泥、淤泥等方法来改善港口水体的深度, 为港口码头的建设提供稳定地基基础。

## 1 疏浚工程和吹填工程

疏浚工程是指应用水力或机械的方法, 挖掘水下的土石方并进行输移处理的工程。吹填工程是指将挖泥船挖取的泥沙通过排泥管线输送到指定地点进行填筑的作业。港口码头疏浚吹填施工技术, 主要是用疏浚的方法, 挖深河流或海湾的浅段以提高航道的通航能力和港池停泊能力, 将开挖航道或港池的疏浚土吹填到附近的低洼地进行造地的一种经济可行的施工工艺。在港口码头施工过程中, 疏浚吹填施工通过使用挖掘机、吸泥船等机械, 把港口水域范围内的淤泥、泥沙等疏浚物挖除, 从而满足港口的水深要求, 确保满足设计船舶通行的水深。在港口码头工程开始施工前, 根据施工企业现有的疏浚吹填施工技术, 结合工况、地质情况及设计方案等要求, 选择具备针对性的施工工艺。

## 2 工程概述

某港口码头一期工程施工量比较大, 包含基槽开挖、陆域吹填、航道疏浚、防波堤建设等, 对当地的港口航道通行效果提升有着重要的作用。在疏浚吹填环节, 该项目总计建设面积达到  $298.6 \times 10^4 \text{ m}^2$ , 标高  $0.6 \sim 6.5 \text{ m}$  之间, 其施工工程量比较大。现场施工环节吹填作业的长  $490 \text{ m}$ 、宽  $410 \text{ m}$ 、吹填标高  $4.0 \text{ m}$ , 总计填方量是  $70.9 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。根据当前施工的要求,

项目疏浚吹填作业环节考虑到现场实际情况, 采用合理的方案, 进而保证港口航道工程通行达到顺畅性的标准。

## 3 港口码头疏浚吹填施工技术

### 3.1 设备选择

由于该港口码头地基施工工程量比较大, 且现场的河流、地质等方面对施工效果有着直接的影响, 所以施工单位确定合理的施工设备是保证现场施工作业的关键。根据该项目施工的要求, 选择绞吸式挖泥船作为主要的施工设备, 对设备性能进行检测, 并且完善设备管理体系, 确保设备能够正常使用。经过对现场进行调查, 了解到地质、排距、排高等方面因素, 确定该设备的综合利用率达到  $80\%$ , 时间利用率  $75\%$ , 生产效率  $500 \text{ m}^3/\text{h}$ , 日均工作  $18 \text{ h}$ 。经过工程量的统计分析, 该船型投入使用环节每月施工量  $162\,000 \text{ m}^3$  [1]。

### 3.2 施工准备

在绞吸式挖泥船进入现场之前, 由工作人员对现场进行全断面的扫描检测, 确定具体的障碍物所在位置以及大小尺寸。将现场施工环节影响施工效果的障碍物及时清除, 再将绞吸挖泥船运输到现场开展施工作业。

### 3.3 施工测量

按照设计方案要求进行现场的测量放线, 确定高程精度参数, 并保证平面布局达到施工的要求。在挖槽作业之前要在现场做好明确的标记, 保证纵横向的中心线精度合格, 并且确定施工的分界线以及弯道的位置, 平直河段间隔  $50 \sim 100 \text{ m}$ , 设置一组横向标志, 弯道位置适当地增加设置密度。另外, 设置水尺, 主

要的目的是了解水流状态，并制定合理的施工方案，防止给后续施工作业造成负面影响。

### 3.4 排泥管线布设

#### 3.4.1 水上管线

在绞吸式挖泥船后布设水上管线，即浮管，浮管采用钢管穿设浮筒形式，为使挖泥船泥浆泵体输出管和浮管有良好的活动余地，钢管间采用橡胶管柔性连接。为抵消浮管承受水流、风浪及吹填施工时的冲击力等影响，浮管敷设线路近似流线型弯曲，且管段间的卡夹必须十分牢固可靠。同时为了防止管线大幅度摆动，影响施工生产，每隔一定距离双向抛小锚定位。水上排泥管线现场施工的环节，选择合适的施工材料尤为重要。该项目施工的环节应用的是胶管和排泥标准钢管组装连接的方式，确保连接的稳定性达标，结构性能合格。在安装作业环节，通过水上浮筒进行组装，并且设置排气阀，防止船舶开动的环节造成管线突然浮起，确保现场船只运行的安全性达标。

#### 3.4.2 陆地管线

陆地管线选择使用标准排泥钢管，对连接部位进行控制，保证连接的强度达标。陆地管线由钢管和不同角度的弯头、橡胶管组成，并采用法兰加橡胶垫圈、螺栓连接，岸管铺设时采用人工和机械挑抬连接施工，铺设中尽量平坦顺直，避免死弯。在现场作业阶段，陆地线管间隔 20 m 设置一根排泥胶管，从而保证管道达到伸缩性的要求。根据现场实际情况调节管道的运行状态，管道安装结束之后，现场设置有稳定的支撑结构，保证投入使用的环节结构不会发生损坏、偏移等严重问题<sup>[2]</sup>。

#### 3.4.3 出口布置

在现场设置环节，排泥管出口应和出水口保持足够的距离，尽可能地延长退水长度，提高泥浆沉降速度，保证现场的数据作业能顺利完成。由于河流对整个围堰结构产生较大的冲击反应，所以工作人员要使用钢管桩的方式固定处理，确保围堰结构的稳定性。管口应超过设计标高 0.5 m，并且吹填位置和堤坝结构的距离在 5 m 以上，使得整体结构具备较高的安全性。使用木桩直接打入持力层结构内，上部设置方木支挡结构，间隔 1.5 m 设置一个横断面，使得结构的稳定性达标。

### 3.5 疏浚挖泥作业

在绞吸挖泥船现场作业环节，有的部位存在硬度较高的黏性土，要在施工之前进行试验确定，以确定最佳的一次切削厚度。该项目施工环节按照表 1 数据执行。

表 1 挖泥作业施工参数

序号	具体内容	施工参数
1	横移速度	0.35 km/h
2	切削厚度	1.2 m
3	迁移距离	50 m
4	主机转速	1 400 r/min
5	泥浆浓度	12%

#### 3.5.1 开挖方式

该工程项目应用的是先进的水下疏浚工艺，挖泥船应用纵向分条的方法，条和条之间有 5 m 的重叠区。设计人员在方案设计时，应用计算机进行模拟分析，并在现场使用 GPS 测量技术确定作业范围，其测量误差在 0 ~ 10 cm 之间。此外，利用 GPS 设备指导各项施工作业，确保挖泥船进入了规定位置，提高施工的质量。

#### 3.5.2 边坡开挖

按照设计方案的要求，该项目疏浚边坡为 1:3，执行工艺方案的要求，选择使用台阶开挖的方式形成边坡。在台阶开挖作业环节，分层开挖的厚度非常重要，保证分层设置达到合理性的要求。按照当前工艺标准，疏浚作业环节超宽每边为 0.5 m，确保边坡结构的质量和稳定性达到标准。结合当前分层施工的要求，根据土质条件确定合理的施工设备，确保绞吸挖泥船能够顺利进行。

#### 3.5.3 挖深

在现场开展挖泥作业阶段，要按照上层取平，中层取量，下层保质的原则开展作业，并对各结构部分施工质量进行检测。上层开挖作业应达到挖平的标准，中层适当地增大开挖力度，使得主机搅动转速以及横移速度符合工程作业标准。与此同时，在中层结构开挖作业环节，应尽量地增大进尺深度，使得开挖作业深度达到要求，保证现场的开挖作业效果达到工程标准。在底层结构开挖作业环节，应选择使用反刀挖掘和一刀挖掘的方式，使得底部尽量达到平整性的标准。除此之外，还需要考虑到回淤的问题，开挖深度超挖 0.3 m，从而达到设计标准要求<sup>[3]</sup>。

### 3.6 吹填作业

#### 3.6.1 围堰施工

在开挖作业环节，要将淤泥存放在规定位置，然后进行围堰结构的施工，保证后续施工作业顺利进行。在现场施工开展过程中，应结合现场的排渗、退水的要求在围堰外侧设置排水沟，保证排水效果合格，预防对

后续的围堰作业造成不利影响。根据该项目的施工要求,围堰填筑高度达到4 m,保证结构的强度、稳定性合格<sup>[4]</sup>。

### 3.6.2 格埂施工及优化

按照工程要求在合适位置设置格埂,采用S型水流的设计方式,有效地降低泥浆流失的问题。该结构设计环节填筑高程达到4.0 m,边坡按照1:1.5进行设置。为了消除退水方面存在的问题,对现场进行围堰和疏浚作业,并改进施工工艺方案,保证结构效果达标。格埂施工阶段应用封闭的施工方式,现场采用混凝土管道施工作业,其直径600 mm,数量为6根。而有些部位则使用PE管进行施工,并且内部填充土工布和沙袋,确保结构的稳定性。此外,要对管道两侧进行封堵处理,保证管道的正常运行。

### 3.6.3 退水口布置

在退水口现场设置环节,需保证其安装的位置合格,从而延长泥浆沉淀的路径,保证和其他水系有效的联通,形成完整的水系结构。退水口设置应按照溢流井、排水管涵、出口消能段等结构组成,实现结构运行性能的提升。对于溢流井设置而言,在进行溢流井设置时需充分考虑水流量、水位控制要求。一般来说,溢流井设置位置基于港口流域高水位线以上,如此才能防止溢流井受到冲击。同时,排水管涵的设置位置处于引导水流的地方,例如港口堤坝与自然地形中。排水管涵长度、直径根据水流量、压力、地形要求进行。最后,出口消能段一般都是通过设置水体流动通道、构筑物或其他结构进行的,设置消能段的基本作用是减缓水流速度并消除水流动能。

### 3.6.4 吹填施工

在吹填作业开始之前,工作人员需将现场存在的障碍物全面清理干净,防止对吹填作业效果造成影响。按照工艺方案的要求,每级放水和沉淀作业的间隔时间在6~12 h。在吹填作业过程中,要保证吹泥口和退水口的距离在合理的范围之内,放水的同时进行吹泥作业,以提升吹填作业效率。另外,对出泥口的含泥量进行检测,防止出现淤泥淤积量过大的情况而影响吹填作业效果。

## 4 港口码头疏浚吹填技术控制措施

### 4.1 疏浚质量控制

在绞吸式挖泥船设计环节,在船体内安装测绘施工软件,并根据工程的要求进行合理分区,采用分区、分块施工方式,分条、分段、分层挖泥,逐一完成各结构部分。为了防止施工环节出现欠挖等严重问题,一般在分区之间有5 m左右宽度的重叠区。在规定部

位安装水尺,随时关注水情条件变化,并在边坡开挖过程中进行现场检测,预防出现超挖、欠挖等严重问题。

### 4.2 吹填控制

结合当前管头口的堆积情况,及时进行管头方向的调整和改进,避免出现泥浆严重堆积的情况而影响后续施工效果。排泥管管头的埋设深度需严格监测,按执行的工艺方案要求进行调整,使得排泥效果达到工程标准。在排泥作业范围之内,对退水水位进行全面监测,及时进行控制调整,预防损坏围堰结构而影响围堰安全性<sup>[5]</sup>。在施工过程中,要保证围堰结构具备较高的安全性水平,并确保抛泥区域范围内达到流动性的标准,进而提高围堰结构稳定性。在吹填作业阶段,要对平整性进行检测,采用两个相邻区域交替施工的方式,确保现场作业顺利进行,排水效果达标,围岩结构安全性合格。

### 4.3 含泥量控制

在现场施工过程中,要对退水高程进行全面的监测,使得水流速度在合理范围内,避免对结构稳定性造成不利的影 响。随着现场施工作业逐步进行,排泥作业有序完成,其高度增加、速度加快,退水中的含泥浓度逐步增大,这时应调整挡板高度,保证现场施工作业有序进行。

## 5 结束语

港口码头工程的疏浚吹填施工技术不仅能够改善水域深度和平整度,还能为港口码头提供坚实的后方陆域堆场。但是,对于港口码头陆域地基来说,某些土质形成的地基比较特殊,容易出现地基沉降问题。因此,在设计阶段应该根据地勘报告选择既简便又节省成本的地基处理方式,如此才能为港口码头工程的建设奠定坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] 龚春发.东帝汶帝巴湾项目疏浚吹填施工技术分析[J].珠江水运,2020(10):18-19.
- [2] 陈振宏,廖友谊.刍议港口疏浚吹填施工技术与工艺[J].中华建设,2019(10):120-121.
- [3] 杨斌.探讨大型港口施工项目中疏浚吹填施工技术实际应用[J].中国设备工程,2020(18):241-242.
- [4] 桂潭龙.疏浚吹填施工质量控制策略探讨[J].科学技术创新,2021(16):110-111.
- [5] 李晓壮.港口疏浚吹填施工技术与工艺探究[J].建筑与预算,2019(06):93-96.

# 岩土工程勘察常见问题分析及改进措施

李慧文

(广西建工第五建筑工程集团有限公司, 广西 南宁 530000)

**摘要** 岩土工程勘察是工程建设的重要环节, 其质量直接影响到工程的安全性、经济性和可行性。然而, 在实际勘察过程中, 往往会遇到一些常见问题, 这些问题可能导致勘察结果不准确、工程设计不合理, 甚至引发工程事故。因此, 探讨岩土工程勘察中常见的问题及改进措施具有重要的现实意义。本文探讨了岩土工程勘察中常见的问题, 并提出了相应的改进措施。通过对勘察技术、数据分析、人员素质等方面的分析, 指出了目前岩土工程勘察中存在的不足之处; 进一步提出了加强技术创新、提高数据质量、加强人员培训等改进措施, 以期为提高岩土工程勘察的质量和效率提供借鉴。

**关键词** 岩土工程勘察; 水文地质勘探; 抽水试验; 地下水监测

中图分类号: TU41

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0037-03

岩土工程勘察是工程建设的重要环节, 其质量直接影响到工程的安全性、经济性和可行性。然而, 在实际勘察过程中, 往往会遇到各种问题, 影响勘察结果的准确性和可靠性。本文将对这些常见问题进行探讨, 并提出相应的改进措施, 以期为促进岩土工程勘察工作开展提供参考。

## 1 岩土工程勘察中常见的问题

### 1.1 岩土工程勘察中的水文地质问题

#### 1.1.1 水文地质勘探的基本内容

水文地质勘探的首要任务是调查地下水资源的分布和特征, 通过对含水层、地下水的补给、径流和排泄等方面的研究, 可以了解地下水资源的储量和可利用性。这对于水资源开发利用和地下工程的规划设计至关重要。同时, 水文地质勘探需要评估地下水对岩土工程的影响, 地下水位的变化、地下水的渗透作用以及地下水与岩土体的相互作用都会对岩土工程产生重要影响。例如, 地下水位上升可能导致土体膨胀、滑坡等问题, 而地下水的渗透可能引发地下工程的渗漏和稳定性问题。因此, 准确评估地下水对岩土工程的影响是保障工程安全的关键。另外, 水文地质勘探还包括对含水层的特性进行研究。含水层的渗透性、富水性、水质等特性对于地下水资源的开发和保护具有重要意义。了解含水层的特性可以为地下水资源的合理利用提供科学依据, 同时也有助于防止地下水污染和生态环境破坏。

#### 1.1.2 岩土工程勘探中水文地质存在的问题

在岩土工程勘察中, 水文地质问题是一个常见且

关键的问题, 因为地下水的分布、运动和性质对工程的稳定性、安全性以及施工可行性都有着重要的影响。首先, 岩土工程勘探中水文地质存在的一个问题是对地下水的准确测定。地下水的水位、流量、水质等参数的准确测量对于评估地下水资源、地下结构的稳定性以及岩土工程的施工都至关重要。然而, 在实际勘察过程中, 由于勘察技术和方法的限制, 可能会导致地下水测定结果的不准确。例如, 使用不合适的勘察工具或方法可能会造成水位测量误差, 从而影响对地下水位变化和含水层特征的准确判断。其次, 水文地质条件的复杂性也是岩土工程勘察中面临的挑战之一, 地下水流系统的不确定性、含水层的分布和渗透性的变化、地下水位的季节性波动以及含水层与周边水体的相互关系等因素都会增加水文地质问题的复杂性, 这些复杂的水文地质条件需要进行深入的研究和分析, 以准确评估地下水对工程的影响。

### 1.2 岩土工程勘察中抽水试验存在的问题

#### 1.2.1 抽水试验的基本内涵

抽水试验的基本内涵是通过在钻孔或井中抽水, 观察地下水位的变化、含水层的渗透性能以及含水层与周围地层的水力联系等, 抽水试验的目的是了解含水层的特征, 包括含水层的厚度、渗透性、给水能力等, 为地下水资源评价、地下工程设计和施工提供数据支持。然而, 在抽水试验过程中, 可能会出现一些问题, 其中一个常见问题是试验设备的选择和安装不当。例如, 抽水设备的功率不足或安装不牢固, 可能导致抽水过程中数据的误差。此外, 试验过程中的监测不规

范也可能影响试验结果的准确性，比如，地下水位的测量不及时或不准确，会使含水层的特征分析出现偏差。

### 1.2.2 抽水试验过程中存在的问题

在岩土工程勘察中，抽水试验是一项重要的技术手段，用于了解地下含水层的水文地质特性。然而，在抽水试验过程中存在一些问题可能会影响试验结果的准确性和可靠性。首先，抽水试验设备的选择和安装对试验结果有着重要影响。不合适的设备可能导致抽水不稳定、数据误差大等问题，例如，抽水泵的选型不当可能无法满足试验要求，或者抽水管道的渗漏会影响试验的精度，因此，在进行抽水试验前，需要仔细选择合适的设备，并确保其正确安装和运行。其次，试验过程中的监测和数据记录也至关重要，抽水试验需要实时监测水位、流量、水质等参数，并准确记录数据，然而，现场操作人员可能由于经验不足或疏忽大意，导致监测不及时或数据记录不准确，这可能会影响对含水层特性的分析和评价，为了解决这个问题，操作人员应接受专业培训，提高监测技能和数据记录的规范性。另外，抽水试验的设计和方案也可能存在问题，例如，试验孔的布置不合理、抽水速率和持续时间选择不当等都可能影响试验结果，在设计抽水试验方案时，需要充分考虑地质条件、含水层特征以及工程需求，合理确定试验参数和步骤<sup>[1]</sup>。

## 2 岩土工程勘察中常见问题的改进措施

### 2.1 岩土勘察工程中水文地质勘察的改进措施

#### 2.1.1 严格按照工程设计相关要求开展水文地质工作

在岩土勘察工程中，水文地质勘察是一个至关重要的环节，不仅影响到工程的安全性和稳定性，还直接关系到工程的质量和使用寿命，为了确保岩土勘察工程的顺利进行，水文地质勘察的改进应严格按照工程设计的相关要求开展。首先，严格按照工程设计要求进行水文地质勘察能够提供准确的水文地质数据，这些数据包括地下水位、含水层分布、地下水的流动情况以及水质等，准确的水文地质数据对于工程设计至关重要，它能够帮助工程师评估工程场地的地质条件，预测可能出现的地质问题，并制定相应的解决方案。其次，严格的勘察要求有助于发现潜在的水文地质问题，例如，地下水的渗流可能会导致土体滑坡、基础沉降等问题；地下水位的高低变化也可能影响工程的施工和使用，通过按照工程设计要求进行水文地质勘察，可以及时发现这些潜在问题，并采取相应的措施进行处理，从而保障工程的安全和稳定。此外，水文

地质勘察的改进还需要注重勘察方法和技术的创新与应用。随着科技的不断发展，新的勘察技术和设备不断涌现，如地球物理勘探、遥感技术等。在勘察过程中，应根据工程实际情况选择合适的勘察方法和技术，提高勘察的精度和效率<sup>[2]</sup>。

#### 2.1.2 进行长期地下水监测

在岩土工程勘察中，地下水监测是一项关键的工作。长期监测地下水可以提供关于地下水位、水质和水流等重要信息，这些信息对于工程的稳定性、安全性以及环境影响评估都具有至关重要的意义。例如，在某建筑工程项目中，勘察团队在施工前进行了短期的地下水监测。尽管初始监测结果显示地下水情况正常，但在施工过程中，地下水位突然上升，导致地基层土体湿陷，严重影响了工程的稳定性。由于没有进行长期地下水监测，工程团队无法及时发现地下水位的变化，从而未能采取适当的措施来防止问题的发生。这个案例强调了长期监测地下水的必要性，它可以帮助我们及时掌握地下水的动态变化，预测可能出现的问题，并采取相应的预防和应对措施。因此，在进行岩土工程勘察时，务必重视长期地下水监测工作，制定合理的监测方案，及时收集和分析数据，并根据监测结果做出科学的决策，才能确保工程的顺利进行，并最大程度地减少潜在风险和问题的发生。地下水监测是岩土工程勘察不可或缺的一部分。通过长期监测地下水，可以更好地了解地下水资源状况，为工程设计和施工提供准确的信息，保障工程的质量和安全性，同时，也能够保护环境，实现可持续发展的目标，在未来的岩土工程实践中，应充分认识到长期地下水监测的重要性，并将其纳入勘察工作的常规流程中<sup>[3]</sup>。

### 2.2 抽水试验常见问题的改善方法

#### 2.2.1 常见问题

(1) 试验设备故障：抽水试验设备的故障或不正常运行，如水泵损坏、管路漏水等，会导致试验数据不准确；(2) 试验设计不合理：试验孔布置、抽水速率、抽水时间等试验设计参数的不合理选择，可能影响试验结果的代表性和准确性；(3) 数据误差：由于测量仪器的精度限制或操作不当，可能引入数据误差，影响对含水层特性的准确评估；(4) 环境因素干扰：外界环境因素，如降雨、地下水位波动、附近施工等，可能对抽水试验产生干扰，影响试验的稳定性和可靠性。

#### 2.2.2 改善方法

(1) 设备维护与检测：定期对抽水试验设备进行



维护和检查,确保设备的正常运行状态。在试验前进行设备校准和调试,及时修复或更换损坏的部件;(2)科学试验设计:根据工程实际情况和勘察要求,合理设计试验方案,包括试验孔布置、抽水速率和时间的选择等。考虑含水层的特性和边界条件,确保试验结果具有代表性;(3)精确测量与数据处理:使用精度高、可靠性好的测量仪器,并严格按照操作规程进行测量。对数据进行多次校核和验证,采用合理的数据处理方法,消除或减小误差的影响;(4)环境监测与控制:在抽水试验过程中,加强对环境因素的监测,及时记录并分析环境变化对试验的影响。采取相应的控制措施,如调整抽水时间、增加监测点等,以提高试验的稳定性;(5)专业人员培训:加强勘察人员的专业培训,提高其对抽水试验技术的理解和操作能力。培养严谨的工作态度和意识,确保试验过程的规范和准确<sup>[4]</sup>。

### 2.3 土工试验中常见问题的改善方法

#### 2.3.1 将土工试验作为岩土工程勘察的环节

为了改善土工试验中的常见问题,将土工试验作为岩土工程勘察的关键环节是至关重要的。首先,土工试验应注重样品的采集和制备,样品的质量直接影响试验结果的准确性,在采集样品时,应遵循规范的采样方法,确保样品具有代表性,同时,在制备样品过程中,要严格控制操作流程,避免样品受到外界因素的干扰,例如,对于含水率测试,应确保样品在采样后及时密封,以防止水分散失。其次,试验设备和仪器的校准与维护是保证试验精度的关键,土工试验中使用的设备和仪器需要定期进行校准和检查,以确保其正常运行和准确性,此外,操作人员应熟悉设备的使用方法和注意事项,严格按照操作规程进行操作,避免人为因素对试验结果产生影响。另外,数据处理和质量控制也是土工试验中的重要环节,试验数据的准确性和可靠性需要通过严格的质量控制来保证,在数据处理过程中,应采用合适的统计方法对试验结果进行分析,剔除异常值,确保数据的合理性和一致性,同时,建立完善的质量管理体系,对试验过程进行监控和评估,及时发现并解决问题。将土工试验作为岩土工程勘察的重要环节,需要勘察单位、设计单位和施工单位之间的密切合作和沟通,勘察单位应根据工程需求和场地特点,制定合理的土工试验方案,并及时将试验结果反馈给相关单位,设计单位根据试验数据进行工程设计,施工单位则依据设计要求进行施工<sup>[5]</sup>。

#### 2.3.2 定期维修、更换试验仪器

土工试验是土木工程中非常重要的环节,它对于

工程的质量和具有至关重要的影响。然而,在土工试验中,常常会出现一些问题,这些问题可能会导致试验结果的不准确,从而影响工程的质量和具有安全,其中,试验仪器的状况是影响土工试验结果的一个重要因素,为了改善土工试验中常见的问题,定期维修和更换试验仪器是至关重要的。首先,定期维修可以确保试验仪器的正常运行,随着时间的推移,试验仪器可能会出现各种故障,例如磨损、损坏或失调,这些故障可能会导致仪器的测量精度下降,从而影响试验结果的准确性,通过定期维修,可以及时发现和解决这些问题,保证仪器的良好状态,提高试验数据的可靠性。其次,更换试验仪器也是必要的。即使进行了定期维修,仪器也可能在使用过程中逐渐老化或损坏,无法满足试验的要求,此时,及时更换新的仪器可以避免因仪器性能下降而导致的试验误差,此外,新的仪器通常具有更先进的技术和更好的性能,能够提供更准确和可靠的试验数据。除了定期维修和更换试验仪器外,还需要注意仪器的使用和保养,操作人员应严格按照仪器的使用说明书进行操作,避免不当使用造成仪器损坏,同时,定期对仪器进行校准和检查,确保其性能符合标准要求。

### 3 结束语

岩土工程勘察中存在的问题不容忽视,针对这些问题提出的改进措施,有助于提高勘察质量和效率。然而,岩土工程勘察是一个不断发展的领域,随着技术的进步和工程实践的积累,还会出现新的问题和挑战。因此,勘察人员应不断学习和创新,适应行业发展的需求,为工程建设提供更加可靠的技术支持。

### 参考文献:

- [1] 朱文凤. 岩土工程勘察、设计与施工一体化模式研究[J]. 价值工程, 2022, 41(35): 31-33.
- [2] 樊有龙. 地基设计和岩土工程勘察过程中常见问题及对策分析[J]. 工程建设与设计, 2022(23): 49-51.
- [3] 侯嘉丰. 复杂地形条件的岩土工程勘察实践措施[J]. 工程建设与设计, 2022(23): 52-54.
- [4] 雷艳. 岩土工程勘察中水文地质勘察的地位及内容分析[J]. 四川建材, 2022, 48(12): 57-58.
- [5] 张茜茜. 水文地质条件研究在岩土工程地质勘察中的应用[J]. 西部探矿工程, 2022, 34(10): 33-34, 41.

# 道桥工程中土石方开挖回填施工技术的应用

王 涛

(山东省路桥集团有限公司铁路工程公司, 山东 济南 250000)

**摘 要** 土石方开挖回填施工技术是道桥工程中至关重要的环节, 其合理应用对工程质量、工期和成本都具有重要影响。本文从土石方工程的基本概念出发, 介绍了土石方开挖回填施工技术的原理和方法, 包括开挖过程中的工艺流程、施工方法、现代化设备的应用以及质量控制等方面。同时结合实际工程案例, 分析了不同地质条件下土石方开挖回填施工技术的选择和应用, 以及常见问题的解决方法。通过本文的介绍和分析, 可以全面了解土石方开挖回填施工技术的应用, 以期为实际工程操作提供参考。

**关键词** 道桥工程; 土石方开挖施工技术; 土石方回填施工技术

中图分类号: U415

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0040-03

道路和桥梁是交通运输系统的重要组成部分, 其建设对于提高交通运输效率、促进经济发展具有重要意义。而土石方工程作为道桥工程中的基础工程之一, 其施工质量直接关系到工程的安全性、稳定性和使用寿命。土石方工程的开挖和回填是土木工程中常见的施工环节, 其施工技术的选择和应用直接影响工程的质量和进度。因此, 研究和探讨土石方开挖回填施工技术的应用具有重要意义。

## 1 土石方工程概述

土石方工程是指在道路、桥梁、水利工程等建设过程中, 对地表或地下土壤和岩石进行开挖和填筑的工程。在道桥工程中, 土石方工程通常包括路基土方、路堤填方、桥台、桥梁墩台、边坡等开挖和回填工作。土石方工程的施工质量直接影响道路和桥梁的稳定性、使用寿命以及整体工程的安全性和经济性。

## 2 土石方开挖施工技术

### 2.1 工艺流程

土石方开挖施工的工艺流程主要包括勘察设计、测量定位、挖土开挖、土方运输、质量检验、填方回填等环节。在进行土石方开挖前, 需要进行详细的地质勘察和工程设计, 确定开挖范围和深度, 制定合理的施工方案。

### 2.2 施工方法

土石方开挖施工常用的方法包括机械开挖和人工开挖两种。机械开挖通常采用挖掘机、装载机等现代化设备进行, 效率高、工期短, 适用于大面积、大深度的土石方开挖; 而人工开挖则适用于小面积、复杂地形地貌的土石方开挖, 具有灵活性强、成本较低的特点。

### 2.3 现代化设备应用

全自动挖掘机的应用极大地提高了挖土作业的效率 and 精度。通过先进的感知技术和智能控制系统, 全自动挖掘机能够实现自主作业、智能化操作, 精确控制挖土深度和坡度, 避免了人为操作误差, 大幅提升了挖土作业的精准度和稳定性。无人驾驶装载机的应用也极大地改善了土石方回填施工的效率 and 安全性。无人驾驶装载机配备了高精度的导航系统和智能控制系统, 能够自主完成填方作业, 准确控制填方材料的铲取和夯实, 避免了人为操作误差和施工风险, 提高了施工效率和质量<sup>[1]</sup>。此外, 现代化设备还包括激光测量仪、地面平整机等高精度的辅助工具, 可以帮助施工人员更加精确地测量和控制挖土深度、填方坡度等参数, 提高了施工过程的精度和稳定性。

### 2.4 质量控制

第一, 需要对挖土的深度进行精确控制。根据设计要求, 合理确定挖土的深度, 确保不超过设计要求的深度范围, 并采取适当的措施避免挖掘过度。严格控制挖土深度可以确保土体的稳定性和工程的安全性。第二, 对挖土坡度和坡面平整度也需要进行严格控制。挖土坡度应符合设计要求, 避免出现过陡或过缓的坡度, 以确保挖土过程的稳定性和安全性。同时, 需要对挖土后的坡面进行平整处理, 保证坡面平整度符合设计要求, 防止出现坡面不平整导致的安全隐患。第三, 对于挖掘过程中发现的地质问题, 如软土、岩石等, 需要及时采取相应的处理措施, 以确保施工安全和质量。对于软土地质, 可以采取加固和支护措施, 防止坍塌和滑塌事故发生; 对于岩石地质, 可以采用爆破等先进技术进行破碎处理, 提高施工效率和质量。

### 3 土石方回填施工技术

#### 3.1 填方材料选择

一般情况下,填方材料主要包括砂、石、土等,需要根据工程要求和地质条件进行合理选择和配合,以确保填方的均匀性和稳定性。选择填方材料需要考虑其物理性质和工程要求。填方材料应具有适当的粒径分布和颗粒结构,能够保证填方的密实性和稳定性。填方材料的含水量、含沙量等指标也需要符合工程要求,以保证填方工程的质量和稳定性。根据地质条件和施工环境选择合适的填方材料。不同地区的地质条件和土壤特性不同,需要根据具体情况选择适合的填方材料<sup>[2]</sup>。例如,在软土地质条件下,可以选择具有一定强度和稳定性的填方材料,以加固土体和提高填方工程的稳定性。填方材料的配合和掺和也是关键。根据实际施工需要,可以采用不同比例的砂、石、土等材料进行混合和配合,以满足工程的要求。合理的配合和掺和可以改善填方材料的性质和特性,提高填方工程的质量和稳定性。

#### 3.2 回填工艺

土石方回填施工的工艺包括填方、夯实和分层回填等环节,这些环节相互配合,确保填方工程的质量和稳定性。首先是填方环节,填方过程需要严格控制填方的厚度和坡度,以防止填方过高或过陡导致塌方和坍塌等安全问题的发生。同时,填方材料的质量和均匀性也是关键,需要确保填方材料的密实度和稳定性,以保证填方工程的安全和可靠性。其次是夯实环节,夯实是提高填方密实度和稳定性的关键步骤。夯实过程中,可以采用振动压实或机械夯实等方法,将填方材料逐层夯实,确保填方工程的密实度和稳定性。夯实过程中需要注意控制夯实力度和夯实次数,确保夯实效果达到设计要求。最后是分层回填环节,对于较厚的填方层次,需要进行分层回填。分层回填可以减少填方层次的厚度,降低填方的压力和变形,有利于填方工程的稳定性和耐久性。在分层回填过程中,需要严格按照设计要求和施工规范进行操作,确保分层回填的均匀性和稳定性。

#### 3.3 质量检验

质量检验主要涉及填方材料的成分和性质、填方的厚度和坡度、夯实效果以及填方质量等方面,以确保回填工程符合设计要求。对于填方材料的质量检验,在施工前,需要对填方材料进行成分和性质的检测,包括颗粒分布、含水率、含沙量等指标。只有符合工程要求的填方材料才能用于施工,以保证填方工程的

稳定性和耐久性。再是填方的厚度和坡度的检测。在填方过程中,需要根据设计要求控制填方的厚度和坡度,避免填方过高或过陡导致安全隐患。通过测量填方的厚度和坡度,确保填方工程的平整度和均匀性。夯实效果和填方质量也是需要检验的重点内容。在夯实过程中,需要检查夯实设备的工作状态和夯实效果,确保填方材料的密实度和稳定性。同时,需要对填方施工现场进行定期检查和监测,发现并及时处理填方质量问题,确保填方工程的质量和安<sup>[3]</sup>。

#### 3.4 环境保护

首先,需要合理选择填方材料和施工方法。选择符合环保要求的填方材料,尽量减少对自然资源的消耗,降低施工对周围环境的影响。同时,采用环保型施工方法,如机械夯实、振动压实等技术手段,减少施工过程中的扬尘和噪声污染,保护周围环境和居民的健康。其次,需要防止土壤侵蚀和水土流失。在施工现场周围设置防护措施,如建立固定的护坡、设置挡土墙等,防止土壤被雨水冲刷和侵蚀,保护土壤的肥力和质量。同时,及时清理施工现场的杂物和积水,保持施工现场的清洁和干燥,减少对周围环境的污染和破坏。最后,需要加强环境监测和管理。建立健全的环境监测系统,定期监测和评估施工过程中的环境影响,及时发现和解决环境问题,保障施工过程的环境质量和安全。加强环境管理和监督,严格执行环境保护法律法规,加强对施工企业的环保宣传和教<sup>[4]</sup>,提高施工人员的环保意识和责任感。

### 4 不同地质条件下的施工技术选择

#### 4.1 岩土地质条件

岩土地质条件下的土石方开挖施工面临着特殊的挑战和要求。岩石的硬度和坚固性使得传统的挖掘方法往往效率低下,成本高昂。因此,采用爆破技术是一种常见且有效的方法,能够快速破碎岩石,提高土石方开挖的效率和施工速度。爆破技术通过控制爆破药品的种类、量和爆破方式,将岩石炸裂成适合挖掘的碎石,然后再用挖掘机械进行清理和运输。在进行土石方回填时,也需要针对岩土地质条件选择合适的填方材料和夯实方法,以确保填方的密实度和稳定性。填方材料的选择应考虑到岩石碎石的性质,以及其对填方工程的影响。通常选择具有一定均匀性和坚固性的石料作为填方材料,以确保填方的密实度和稳定性。夯实方法应结合岩石碎石的特点和填方工程的要求,采用合适的夯实设备和技术,进行适时、适度的夯实,确保填方的紧实度和承载力。

## 4.2 水文地质条件

水文地质条件下的土石方工程施工面临着特殊的挑战,主要体现在水土流失和地基松软等方面。水文地质条件下地表水源丰富,地下水位较高,容易引发水土流失问题。特别是在施工过程中,挖土开挖和回填过程中可能会破坏地表植被覆盖和土壤结构,加剧了水土流失的风险。地基可能存在松软、湿软等情况,使得填方工程的稳定性受到威胁。为了应对水文地质条件下的挑战,需要采取一系列的防护措施和施工措施。这就需要加强防渗和防水措施,以防止地下水进入施工现场,导致地基松软和土石方的不稳定。可以采用地下排水系统、防渗屏障等技术手段,有效控制地下水位,保持施工现场的干燥和稳定。同时在土石方回填施工过程中,需要加强排水和防水措施,防止回填材料因水分影响而失稳。可以通过设置排水沟、排水管道等设施,及时将积水排除施工现场,确保填方工程的稳定性和安全性。同时,采用防水材料 and 防水屏障等技术手段,防止地下水渗透到填方区域,造成填方材料的湿软和失稳。

## 4.3 软土地质条件

在软土地质条件下进行土石方工程施工,面临着土体松软、稳定性差等特点,因此需要采取一系列的加固和支护措施来确保施工质量和安全。在土石方开挖阶段,常常需要进行软土地基的加固和支护工作,以防止土体坍塌和滑塌事故发生。这可能包括采用支撑结构、土钉墙、挡墙等支护工程,加固软土边坡和开挖面,保证施工现场的稳定性和安全性。另外,在进行土石方回填施工时,也需要针对软土地质条件选择合适的填方材料和夯实方法,以加固软土地基,提高填方的稳定性和承载力。填方材料应具有一定的均匀性和坚固性,通常选择砂、石等骨料与适量的黏土进行混合,以增加填方的密实度和承载力<sup>[4]</sup>。夯实方法则可以采用机械夯实、振动压实等技术手段,将填方材料逐层夯实,确保填方工程的稳定性和安全性。

## 4.4 特殊地质条件

在特殊地质条件下进行土石方工程施工,如高海拔地区和高寒地区,会面临更加严峻的环境挑战和施工困难。这些地区的地质环境复杂,气候条件恶劣,对土石方工程的施工提出了更高的要求。因此,需要采取特殊的技术措施和防护措施,以保证施工安全、质量和效率。如在高海拔地区进行土石方工程施工时,需要考虑高山环境的特点,如氧气稀薄、气温骤降等。施工人员需要进行高原适应训练,并携带足够的氧气

供应设备<sup>[5]</sup>。还需要特别关注高山地区的地质特征,采取合适的开挖和回填技术,防止地质灾害发生。而在高寒地区进行土石方工程施工时,则需要应对严寒天气带来的困难。保证施工设备和机械的正常运转,防止结冰和冻结现象发生,采取保温措施保护施工人员的安全和健康。此外,还需要考虑土方的冻融性能,选择合适的填方材料和夯实方法,确保填方工程的稳定性和耐久性。

## 5 案例分析与经验总结

以某高速公路项目为例,该项目位于山区,地质条件复杂,土石方工程施工难度较大。项目施工过程中,针对不同地质条件,采取了合理的土石方开挖和回填施工技术,取得了良好的效果。其中,对于岩土地质条件采用了先进的爆破技术,提高了施工效率;对于水文地质条件,采取了排水和防水措施,确保了施工安全;对于软土地质条件,采用了加固和支护措施,保证了填方的稳定性。通过对该案例的分析,可以得出以下经验总结:根据不同地质条件,选择合适的土石方开挖和回填施工技术;加强对施工过程的监控和质量检验,能确保施工质量和安全;加强与地质勘察单位和设计单位的沟通与协作,充分利用地质资料,制定出更加合理的施工方案。

## 6 结束语

土石方工程是道路和桥梁工程中重要的基础工程,其施工技术的选择和应用直接影响工程的质量和进度。通过合理的土石方开挖和回填施工技术的应用,可以有效提高施工效率,降低施工成本,保障工程质量和安全。在今后的工程实践中,需要进一步加强对土石方施工技术的研究和应用,不断提高工程施工水平,推动道路和桥梁工程的健康发展。

## 参考文献:

- [1] 徐国民,杨小珊.道桥工程中土石方开挖回填施工技术的运用思考[J].科学与财富,2020(24):57.
- [2] 王维红.道桥工程中土石方开挖回填施工技术的运用思考[J].建材与装饰,2020(11):31-32.
- [3] 刘璐.道桥工程中土石方开挖回填施工技术的应用[J].交通世界(上旬刊),2021(03):24-25.
- [4] 刘李永,许子俊.道桥工程中土石方开挖回填施工技术的运用[J].智能城市,2019,05(07):105-106.
- [5] 张凯.浅谈道桥工程中土石方开挖回填施工技术的应用[J].工程与管理科学,2023,05(02):55-57.

# 住宅区电力变压器的安装及调试运行技术分析

梁晓颜

(广西高捷建设工程有限公司, 广西 柳州 545000)

**摘要** 电力变压器在电能传输体系内扮演着至关重要的角色,是电网架构中心的关键部件。此类设备的部署有助于维持电力输送过程中地区供电的平衡稳定,而其调试运行作业则可有效识别并解决输电途中遇到的难题,从而确立变电与供电过程的安全性。在城镇化快速推进的背景下,对居民区的电力支持需求急剧上升。通过对居民区变电设施的安置及其调校操作的技术性评估,本研究旨在为提高这些设施的运作效能与安全水平提供借鉴,进而保障电力供应的连续稳定。

**关键词** 电力变压器; 安装; 调试; 住宅区

**中图分类号**: TM4

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0043-03

随着城市化进程加快,居民区的稳定电力供应成为城市基础设施建设中不可或缺的一环。电力变压器作为电网系统中至关重要的设备,其正确的安装及调试对于确保电力传输的安全、高效至关重要。本文旨在深入分析住宅区电力变压器的安装及调试运行的关键技术,探讨在现代城市化进程中如何通过科学的方法和技术手段,提升变压器的运行效率和安全性,以确保居民区电力供应的稳定性。

## 1 电力变压器安装调试运行技术优势

住宅区电力变压器的安装、调试及其运维过程中展现了其效率高、运行稳定、主动预防问题及适应性强的显著特点,为电力网络的安全、平稳及效能高运作提供了坚强后盾。首先,效率方面,采用尖端的装置技术能够在变压器启用初期即达到理想工作状态,进而促进系统的整体运作效率。在调整阶段,技术团队通过运用高端仪器与策略,确保变压器的各项指标精确,维护其效能最大化。其次,其稳定性体现在安装与调整过程中严格按照程序进行,仔细评估性能指标,保证了变压器在多样环境中的可靠运行,降低了故障率。再者,预防性措施贯穿于安装、调试及运营全过程,通过常规的检测和保养,有效避免潜在问题,延伸设备寿命。最后,适应性强指的是,面对安装、调试和运维各环节可能遇到的不同挑战,都能提出灵活的策略和解决方案,保障变压器在各种需求和环境下展现出色性能。

## 2 住宅区电力变压器选择

在挑选住宅区电力变压器时,首要任务是对住宅区电需进行全面评估,涵盖住宅区大小、峰值负荷及

日均电量,同时预测未来电需增长,保证变压器长期满足需求。电网结构分析也是关键,包括连接方式、稳定性及电压级别,确保变压器与现网兼容,充分考虑未来电网扩展和升级。环境条件,如温度和湿度,会影响变压器选择;高温潮湿环境适合油浸式变压器,而火灾风险区更适宜干式变压器以降低风险。

变压器容量计算需综合最大负荷和系统安全余量,避免容量过小引发过热或损坏,过大则造成资源浪费。油浸式变压器因散热性能优良适合多数供电需求,干式变压器则因安全性高适于密集住宅或室内。选型过程应参照国标和行业规范,考虑能效、噪声等标准,确保变压器合规、供电安全可靠。

## 3 住宅区电力变压器的安装技术分析

### 3.1 变压器主体安装

根据安装现场的具体条件,变压器的安放方法会有所不同。例如,若变压器位置设定在一楼,可以直接使用起重机将其搬入室内;若设于地下,则可能需通过提前打好的孔或创建的通道将变压器运送至指定地点并安置于预设的基座上。在确定变压器的具体放置位置时,必须遵循设计规定的方向和与墙体的最小距离,确保其侧面与墙体的距离不少于 800 毫米,与门的间距不少于 1000 毫米,并充分考虑到设备推移及开关操作的空间需求,保留不少于 1200 毫米的操作空间。对于装有轮子的变压器,应确保轮子转动自如,并在变压器放置定位后,使用可拆卸的制动装置对轮子进行固定,或者拆卸轮子并妥善保管<sup>[1]</sup>。

### 3.2 变压器型钢基础安装

在完成变压器主体的安置后,紧接着的任务是建

造其支撑结构——钢制基座。这个步骤要根据变压器主体的具体尺寸和重量来设计和构造相应的钢制框架结构，保证足够的承重能力和稳定性。在搭建框架的过程中，精确地确定框架的位置至关重要，这直接关系到整个变压器设备的安全稳固。通常情况下，为了确保通风和防水，钢制基座的顶部需要比地面高出约100毫米，同时保证基座的接触点位于较高位置，避免水滞留和腐蚀风险。施工时，选用尺寸为40×44毫米的高强度扁钢条，通过专业的焊接技术，将其固定于变压器的安装支架上，确保了整个基座的牢固度和稳定性。此外，施工完成后，还需对基座的表面进行油漆喷涂处理。选择合适的防腐材料和涂装工艺，不仅能够有效延长基座的使用寿命，还能提升整个变压器设施的外观质感。在整个安装过程中，还需注意基座与地面的连接方式，必须确保连接牢靠，同时采取适当的防水措施，避免雨水侵蚀和地下水的影响<sup>[2]</sup>。

### 3.3 安装变压器附件

安装变压器的辅助设备时，其重点在于执行精确的安装手段，特别是针对变压器配套的调校设备及其组件，如其绕组和必需的小部件等。处理二级设备时，必须正确安排其控制面板的垂直布局，保障在装置过程中，能稳定地安放二级控制面板，并通过它准确反映变压器内部的电力流动信息。此外，在安置降压设备时，也需细心处理相关安装部件，以确保部件装置的正确性，进而优化变压器辅助设备的安装质量，增强整体性能。

### 3.4 高压套管安装

安置高压绝缘套管是变压器装置工程中对电缆接点的特定附加设施安装，此环节中，必须细致考察绝缘套管的穿透技巧，确保这一技术的使用能够有效地将套管配合变压器相连的电缆传输系统集成，以增强电能传输过程的安全性。在整个高压绝缘套管的设置过程中，关键在于管理套管的输出端位置，优先选择在电能传递路径上进行安放，利用该路径进行精确的电路调控。此外，安装时还需注意绝缘材料的选择与应用，选择符合国家标准的高性能绝缘材料，以防止任何可能的电气泄漏或短路情况发生。高压套管的固定和密封也极其重要，需要采用专业的固定装置和密封技术，确保套管在长期运行中的稳定性和防水防尘性。

### 3.5 切换装置安装

安置转换开关是变压器设置工艺中至关重要的步骤，在此环节中必须确保每条线圈与其对应连线牢固地结合。在布线过程中，特别需要注意的是，触点的

配置应与变压器的控制单元安装紧密相连，借此实现控制整合，为变压器内部的电力输送网络搭建提供基础，以便在电力转换和输送过程中能够精确控制整体的电力转换效率，从而优化设备的控制功能，增强设备处理电力的能力。

## 4 住宅区电力变压器调试运行技术分析

### 4.1 变压器运行调试

核实交付测试文件的完整性，确保变压器的初级和次级导线颜色标记及其相序配置无误。变压器外需清洁，确保顶部没有残留任何异物，主体及其附件保持完整无损。确保通风系统已经安装到位，紧急排油系统功能良好，同时，消防装备一应俱全。对于浸油变压器，其油路阀门应处于开启状态，油位应保持在正常范围内，阀门指示应准确无误。充油变压器的电压调节应位于恰当的电压等级。安全保护设备的设定值需满足标准要求，确保操作和系统联动测试运行平稳。

### 4.2 变压器送电调试运行

在变压器投电启动前的核查：变压器启动前，应进行综合性的审查，确保满足启动条件后才可进行试运行。此项检查需由质量控制部门执行并确认无误。变压器首次激活时进行的空载启动冲击测试，应采取全电压启动方式，通常从高压侧开始。变压器首次接通电源后，持续运行时间不得少于10分钟，此期间应无任何异常现象。对变压器空载运行的检测主要通过听觉判断。在正常状态下，设备会发出持续的嗡嗡声。异常操作的迹象包括：当发出的声音较响且均匀时，可能是输入电压过高所致；声音大且杂音多时，可能是内部铁芯松动；出现尖锐的放电声时，可能是绝缘表面或铁心存在绝缘闪络；若听到类似爆炸的响声，则可能是铁心穿透<sup>[3]</sup>。

### 4.3 半负荷运行调试

在进行半负荷状态下的变压器调试时，重点应放在分析和处理调试阶段的关键因素，以便能够有效地提高检测和控制的成果。首先，依据空气载波冲击的测试进行，应迅速对调试场景进行评估，同时管理无负荷状态下的功率传输，确保在整个调试操作期间，变压器的无负荷工作时长被维持在24至28小时范围内。其次，根据测试需求，迅速采取措施调整无负荷时的数据反馈，利用无负荷操作的传输成果来精确调控试验过程，并在调节过程中实时更新诸如在负载运作期间变压器油的水平和温度变化等数据。最后，进行半负荷状态下的电压效果评估，详细记录各个时间段的电压波动情况。

#### 4.4 变压器满负荷试运行

(1) 完成变压器在半载条件下的试运行后, 若其操作符合安全标准, 则继续进行全载条件下的调试。

(2) 在全负荷状态下运行 48 小时后, 重新检验变压器的油位、温度上升、冷却系统运行状况及是否有油渗漏。同时, 确认一次和二次侧的电压以及满载电流显示正常, 并每两小时记录一次数据。(3) 全负荷测试通过后, 即完成移交流程, 准备投入正式运行。此外, 实地操作中, 变压器启停程序应包括以下细节: 首先, 充电时应从设有保护装置的供电侧进行; 其次, 若装有断路器, 则启停时必须使用断路器; 若无断路器, 可用隔离开关进行启停操作, 但此时变压器的空载电流不应超过 2 A。当空载电流断开电压达到 20 kV 或以上时, 应使用隔离开关, 通常采用三相同步操作的消弧隔离开关; 如需在室内安装, 为防止相间电弧闪烁, 应安装防弧隔板以实现隔离。只有在总工程师和厂长批准后, 根据运行经验, 方可对操作程序进行调整。

#### 4.5 保护装置的设置与测试

电力变压器调试过程中, 保护装置的配置与测试是确保变压器长期稳定运行的关键环节。这些保护装置的主要功能是在变压器运行过程中监测异常情况, 并在检测到故障时迅速切断电源, 以避免对变压器本身及外围设备造成损害。保护装置的设置涉及多个方面, 包括过载保护、短路保护、温度保护、气体保护等。

在调试阶段, 专业技术人员会根据变压器的具体规格和工作环境, 精细调整保护装置的触发参数, 例如设定过载保护的电流值、温度保护的阈值等。这些参数的设置需要综合考虑变压器的设计容量、实际运行条件以及安全边界等因素, 以确保既能有效保护变压器, 又不会因为过于敏感而频繁误动作。测试环节是验证保护装置设置准确性的重要步骤。通过模拟各种故障情况, 如过载、短路、过热等, 观察保护装置是否能在预定条件下正确触发, 及时切断电源<sup>[4]</sup>。此外, 还需测试保护装置的自动复位功能和手动重置操作, 确保在解除故障后能够顺利恢复变压器的正常运行。

#### 5 住宅区电力变压器的运行监控与维护措施

在住宅区电力供应系统中, 电力变压器的稳定运行是保障电力连续供应的关键。为此, 变压器的有效运行监控与维护显得尤为重要。本文将深入探讨如何通过监控温度、油位、油质以及绝缘状态等关键指标, 以及实施定期检查、故障诊断和维修, 来确保住宅区电力变压器的高效、安全运行。

第一, 温度监测是变压器运行监控中的重要环节。变压器在运行过程中产生的热量如果得不到有效控制,

会导致设备过热, 甚至损坏。因此, 通过安装温度传感器, 实时监控变压器的工作温度, 是预防过热故障的有效手段。一旦检测到温度超过正常范围, 应立即采取措施进行散热或调整负荷, 以防设备损坏。

第二, 油位和油质的检查对于油浸式变压器而言至关重要。变压器油不仅具有良好的绝缘性能, 还能有效散热。定期检查油位, 确保油位在正常范围内, 可以避免因油位过低导致的绝缘不足和散热不良问题。同时, 通过对变压器油的油质进行检测, 可以及时发现油中水分、杂质等污染情况, 以及油的老化程度, 从而及时更换或处理变压器油, 确保变压器的正常运行<sup>[5]</sup>。

绝缘状态监测也是变压器维护中不可或缺的一部分。变压器的绝缘材料在长期运行过程中可能会老化, 导致绝缘性能下降。通过定期检测绝缘电阻、吸收比和极化指数等指标, 可以评估绝缘材料的状况, 及时发现绝缘老化或损坏的问题, 避免发生绝缘击穿等严重故障。除了以上的运行监控, 定期的检查、故障诊断和维修也是保障变压器安全运行的重要措施。定期检查包括对变压器的外观检查、冷却系统检查、保护装置的功能检查等, 通过这些检查可以及时发现并解决变压器可能存在的问题。当变压器发生故障时, 应立即进行故障诊断, 确定故障的性质和位置, 以便进行针对性的维修。故障维修应由专业人员按照标准流程进行, 确保维修质量, 恢复变压器的正常运行。

#### 6 结束语

在居民区电力供应系统中, 变压器的正确设置与优化调整对于确保电网运作的稳定性扮演着关键角色。因此, 遵循精确的标准与详细的操作程序对于变压器的装置与调试是必不可少的, 目的是使变压器的性能与运作效率达到理想水平。对变压器的安装和调试过程给予充分重视, 是确保其安全、有效运作的基础, 能为整个电力网络的平稳运行提供坚实的支撑。

#### 参考文献:

- [1] 郑毓祺. 电力变压器的安装调试运行技术要点分析[J]. 现代制造技术与装备, 2023, 59(12): 118-120.
- [2] 李金朝. 住宅小区供配电设计探讨[J]. 电子元器件与信息技术, 2023, 07(11): 178-181.
- [3] 张晓伟. 电力工程中变压器安装及调试质量控制措施研究[J]. 中国设备工程, 2023(12): 104-106.
- [4] 姜世桐. 电力变压器安装与保护调试要点探究[J]. 中国设备工程, 2023(06): 134-136.
- [5] 杨帅, 范环宇, 徐晶晶. 电力变压器的安装与调试运行技术[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2018(05): 188-189.

# 某电厂高速混床布水装置损坏原因分析及解决对策

王磊, 石建龙, 孟维安, 贾俊

(深能保定发电有限公司, 河北保定 071000)

**摘要** 在一家电厂的凝结水精处理系统中, 高速混床的多孔板布水装置遭遇了分流问题, 这阻碍了系统达到预期的性能。分析指出, 这一问题是由于装置设计上的缺陷, 引起多孔板的变形或损毁。针对此问题, 西安热工研究院凝结水精处理技术研究所设计了一种新型的双层多孔板布水装置, 并利用流体力学的计算机模拟技术对设计参数进行了调整。这一改进的方案被应用于电厂的高速混床布水装置的技术改造项目中。改造完成后的结果显示, 新的双层多孔板布水装置具有较低的运行阻力和更加均匀的水流分布, 确保了高速混床水质稳定, 显著提高了周期制水量, 达到了节约用水和减少排放的效果。

**关键词** 凝结水精处理; 高速混床; 正向水锤; 布水装置; 双层多孔板

**中图分类号**: TM62

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0046-03

在传统的火力发电站中, 水作为热力系统的核心介质, 对于大多数热能设备的冷却至关重要, 水和蒸汽的质量直接影响机组的长期稳定和安全运行<sup>[1]</sup>。凝结水的精处理过程旨在从热力系统中清除腐蚀性物质、溶解性离子和其他杂质, 以提供更纯净的锅炉补给水。鉴于凝结水的输出量占锅炉补给水的90%至95%, 这个处理过程对于提高锅炉补给水和整个热力系统的蒸汽质量起着至关重要的作用。一个特定的电厂利用两个50%的前置过滤器和三个50%的高速混床, 采用高塔法再生工艺。高塔法再生系统由树脂分离塔、负离子塔、正离子塔、酸碱处理系统和压缩空气系统等组成。混床的设计为圆柱形, 直径2 264 mm, 壁厚32 mm, 设计压力为4.5 MPa, 设计温度为60 °C。这套系统存在一些问题, 如运行周期短、经济效益低和废水排放量大。如果这些问题不能及时解决, 凝结水中的杂质离子可能会渗漏到蒸汽水系统, 导致机组腐蚀、积盐、结垢等问题, 严重时甚至可能引发锅炉爆管或汽轮机叶片断裂等严重事故, 从而影响电厂的安全运行和经济效益。此外, 这些问题的修复和维护成本也将大大增加。因此, 迫切需要对凝结水精处理系统进行优化改造以解决这些问题, 对于确保机组的安全、稳定和经济运行至关重要<sup>[2]</sup>。

## 1 某电厂精处理系统运行现状描述及原因分析

### 1.1 现状描述

高速混床作为中国发电行业的常见精处理工具, 自1980年代后期引进自西方工业国家后, 一直面临着

一系列挑战。特定的电厂在其凝结水精处理系统运行中遭遇了不尽如人意的效果, 某厂的周期制水量长期维持在5万吨以下, 并且存在树脂跑漏情况, 这主要体现在以下几个问题上: (1) 精处理系统在运行结束阶段容易发生腐蚀性离子的泄漏。这种泄漏会极大地提升机组遭受腐蚀、结垢和积盐的风险, 严重时可能导致锅炉管道爆裂或者汽轮机叶片断裂。对于超临界和超超临界机组, 由于对水蒸气质量要求极高, 这一问题表现得尤为明显<sup>[3]</sup>; (2) 在运行过程中, 周期制水量不足、再生过程中消耗的酸碱和自用水量过多是突出的问题。具体来说, 由于混床内使用的多孔板拧水帽式布水装置均匀性不佳, 导致水流偏流现象严重, 直接影响了整体系统的制水效率。这不仅减少了周期制水量, 还迫使系统需要更频繁地进行再生操作。同时, 每次再生过程导致高盐废水的排放量大大增加, 对环境保护带来负面影响, 增加了处理高盐废水的难度和费用。为解决这些问题, 亟需针对混床布水装置进行技术改进, 提升其水流均匀性和整体性能; (3) 现有的多孔板拧水帽式配水系统在机组负荷波动时, 易因过大的受力而发生变形或损坏, 这会导致混床在运行中出现偏流现象。此外, 顶部的水帽无法有效拦截树脂, 容易造成堵塞, 从而加剧了混床偏流的严重性, 增加了运行阻力。

### 1.2 原因分析

#### 1.2.1 水锤效应

水锤现象是由流体流动的急剧变化引起的压力波



动,通常发生在诸如凝结水泵、高速混床等设备启动、停止时。水锤现象不仅会对配水装置造成严重的冲击,还可能导致管道出现故障,影响整个水处理系统的安全运行和设备寿命。此外,频繁的水锤现象会增加维修和维护的成本,对系统的可靠性带来不利影响。因此,必须采取有效的防护措施来减轻水锤现象的冲击,确保系统的稳定运行。

在凝结水泵的出口压力突然上升时,流体动能的急剧转化为压力能,会产生正向水锤。这种压力波动会沿管道迅速传播,导致管道内部压力急剧上升,可能远远超过系统设计压力。如果在高速混床启动前未充分灌满水,或者启动时内外压力未达到平衡,也会触发类似的水锤现象。正向水锤的冲击力可能是配水系统正常运行时的两倍甚至更高,这种巨大的冲击力对配水系统的稳定性构成严重威胁,可能会导致管道变形、螺栓拉伸松动,甚至配水装置的破裂和损坏。

在变频操作的凝结水泵切换到工频时,由于流量和压力的突然变化,同样可能发生正向水锤。频繁的正向水锤不仅会导致配水系统的即时损伤,而且会对系统造成长期损害,逐渐削弱配水系统的结构强度,最终可能导致系统的崩溃。

逆向水锤则是在凝结水泵从工频切换到变频,或者在失电等突发事件导致泵停止工作时发生的。这时,高速混床入口处会瞬间失压,形成一个局部的真空区域,导致水和树脂被突然吸入混床内。如果配水装置已经因为长期受到正向水锤的影响而损坏,它可能无法承受逆向水锤的冲击。垮塌不仅会损坏配水装置本身,还会使树脂、螺栓和金属碎屑等杂物进入系统中污染水质,影响水处理效果,甚至可能导致更严重的设备故障和系统停机。为了防止水锤现象对配水系统造成损害,必须采取一系列预防措施。这包括对系统进行合理的设计,使用适当的防水锤装置,如缓闭阀门、空气室、蓄能器等。同时,操作人员应该严格遵守操作规程,确保系统启动和停止过程中的压力和流量变化平稳。定期的系统维护和检查也是必不可少的,以便及时发现和修复可能导致水锤的潜在问题,确保系统的安全稳定运行<sup>[4]</sup>。

该厂由于凝结水泵及变频器选型不合理,工频与变频模式下泵出口压力相差较大,导致其在运行切换的过程中频繁发生水锤效应。

### 1.2.2 多孔板拧水帽式布水装置设计缺陷

配水系统中的配水帽是水处理和离子交换装备中不可或缺的组件,其主要职能是优化装备的水分布情

况,并减少流体穿越装备时的阻抗。配水帽以其结构直观、安装与维护便捷的特性而备受青睐。尽管配水帽的设计经历了多次迭代,但关于其性能优化的科研文献相对稀缺,导致设计进步与性能评估之间的研究存在断层。不合理的配水帽设计可能会引起装备的过度阻抗,未能达到预期的设计效,从而引发重复施工和资源浪费。当树脂破损时,它们会增加配水帽与树脂层间的阻抗。此外,现有研究文献通常仅限于对单一类型配水帽的探讨,尚未有文献综合分析不同配水帽在流体动力学表现及其在运行过程中对树脂流量和压力下降的影响。

就传统配水装置而言,其结构通常涵盖主管、挡板结合波纹板或多孔板的配水帽等多种形式。目前,最为常见的配置是采用穹顶形挡板与多孔板组合的配水帽,其间隙通常设置为 1 mm,超出了离子交换树脂的粒径。这样的设计在装备运行过程中可能导致树脂进入配水帽并逐渐堆积,增大系统的阻抗。同时,传统的配水装置采用多块板通过螺栓连接,并与高速混床的内壁紧密结合,占据了整个截面。当系统承受负荷波动时,配水装置面临的挑战尤为严峻。由于水流的动态压力和瞬间压力变化,配水装置发生不可逆的形变,这种形变不仅损害了水分布的均匀性,还削弱了装置本身的结构完整性和其抵抗冲击的能力。在日常的维护检查中,技术人员经常会发现,即便在水锤效应较弱或基本不存在的环境中,配水系统中的关键部件——多孔板,也会出现弯曲和变形的现象。这种变形可能导致树脂层表面倾斜,进而造成流偏和水分布不均匀,影响树脂的交换效率和混床的工作性能。在流体动力学中,流体的流动状态对阻力的影响具有显著差异。在层流状态下,流速对阻力的影响相对较小,流体之间的摩擦力主要是黏性力的作用,而在湍流状态下,流速与阻力之间呈现出二次方的关系,即随着流速的增加,阻力的增长速率会加快。因此,当水帽截面较小时,湍流状态下的流速增加将显著提升水的阻力,这将导致更大的能量消耗和可能的设备损坏;而在层流状态下,即便流速减少,对阻力的影响也不会太大。因此,为了确保配水装置能够在各种工况下稳定运行,需要对其设计和材料选择进行精心考量。合理的强度设计可以防止因负荷波动引起的结构变形,而高质量的材料可以提高装置的耐腐蚀性和耐磨性,从而延长其使用寿命。此外,通过对流体动力学的深入研究和模拟,可使水流在混床中的分布更加均匀,减少湍流带来的不利影响,提高水处理效率。这些措

施不仅能够提升配水装置的可靠性和耐久性，还能够保证水处理系统的整体性能，确保电力系统的稳定供电和高效运行。由西安热工研究院开发的双层多孔板式配水装置保持了高速混床内部的穹形挡板设计，并采用了无水帽的上下两层多孔板结构。两层板之间设置了缓冲距离，且每层由多个钢板拼接而成，使用了密封条来减少缝隙。两层板的接缝处垂直分布孔洞错位，有效地解决了原有装置中缝隙扩大的问题。

## 2 方案确定及实施效果分析

为了解决高速混床运行可靠性低的问题，西安热工研究院做了以下三方面研究：

1. 分析现有高速混床布水装置偏流的原因，确定传统的多孔板拧水帽式布水装置设计缺陷所导致的损坏问题为主要原因。

2. 提出了高速混床计算机流体力学模拟优化方法，确定评价指标和参数，解决高流速、高压等极端工况下高纯水处理难以在实验室进行动态模拟试验的技术难题。

3. 研究提出高速混床新型布水装置的技术方案，并利用仿真模拟方法对设计参数进行优化，开展工业试验，对技术方案进行验证和评价。

本文着重介绍了评估高速混床效能的基本技术，运用先进的计算流体动力学模拟技术来验证双层多孔板布水系统设计的有效性。通过模拟高速混床中的布水系统流场特征，并与现场实际运行效果进行比较，本文验证了模拟边界条件的准确性。在确认模拟条件的可靠性基础上，实现了双层多孔板布水系统的模拟。模拟结果引导了新型布水系统设计的优化，提出了评估高速混床布水效果的两个关键指标：布水均匀性指数和系统运行压差的判定标准，揭示了高速混床内流场分布的模式，并提出了一种新型的强制流体均匀分布技术，其布水均匀性指数达到了0.90以上，运行压差降至3 kPa以下，能够适应高于最大流量50%的冲击负载，克服了在高流速（100~120 m/h）条件下混床布水不均的技术挑战，实现了阳离子树脂的工作交换容量从800 mol/m<sup>3</sup>R提升至1 200 mol/m<sup>3</sup>R以上。

在比较其他布水系统时，双层多孔板式布水装置显示出其在提升高速混床处理能力方面的显著优势，实现了超过50%的周期制水量增加。该装置成功解决了由于瞬时流速超过200 m/h引起的“正向水锤”现象，从而避免了布水装置的变形和损坏，减少了因此而必须进行的开罐检修，有效延长了高速混床的维护周期。

为应对深度调峰电厂在最低负荷运行时高速混床流量显著下降的挑战，本研究提出了一种与中心母管系统配合使用的创新型双层多孔板布水装置设计，确保了在低流速（10~30 m/h）条件下仍能保持水流的均匀分布。

## 3 结论

火力发电厂作为现代工业的重要能源供应基地，各种核心设备不可避免地会出现磨损和老化现象，将严重影响发电效率和安全稳定性，进而导致停机维修的频繁发生和维护成本的增加。因此，对于这些关键设备的更新改进工作，是确保电厂长期稳定运行的必要措施<sup>[5]</sup>。本研究针对火电厂中一个常见的难题——凝结水精处理系统中高速混床装置的多孔板式布水装置偏流问题进行了深入的研究。在多数电厂的实际运行中，布水装置的偏流现象普遍存在，这通常是由于多孔板在长期使用中发生变形或损坏造成的，而这背后往往是设计上的缺陷。因此，本研究提出了一种改进的双层多孔板式布水装置。该装置通过优化设计，使布水均匀性达到了0.85以上，同时压力损失也降低到了1.65 kPa，大大增强了系统的稳定性和可靠性。双层多孔板的设计不仅延长了设备的使用寿命，还降低了对维护人员的技术要求。新开发的双层多孔板式布水装置已经在多个火电厂的高速混床中得到应用，结果显示，该装置能有效地延长水处理周期，减少化学试剂的使用量，同时还减少了废水和废液的排放量，这对于促进环境保护具有重要意义。此外，新装置的使用还能显著降低运营成本，提高了整个电厂的经济效益。

## 参考文献：

- [1] 邓丽娥,何刚.基于凝结水精处理系统周期制水量下降的分析[J].东北电力技术,2020,41(08):47-49.
- [2] 韩隶传,汪德良.热力发电厂凝结水处理[M].北京:中国电力出版社,2010.
- [3] 田文华,周莉.凝结水精处理系统节水减排降耗关键技术[J].热力发电,2019,48(01):84-89.
- [4] 张广文,李鹏,田文华,等.直接空冷机组高pH下高混长期稳定运行技术[J].水处理技术,2018,44(07):123-125.
- [5] 李鹏,徐松泉,田文华,等.超临界直接空冷机组凝结水精处理运行优化[J].水处理技术,2014,40(07):121-123.

# 开发区企业环境保护管理策略研究

王宏奇

(涡阳县经开区生态环境保护工作站, 安徽 亳州 233600)

**摘要** 本文全面分析了开发区企业在环境保护方面的现状, 包括其总体概况和存在的问题。通过借鉴国内外环境保护管理的先进策略, 提出了针对开发区企业的环保管理策略构建, 涵盖了环保意识培养、环保投入增加、环保制度完善和技术创新等多个方面。为确保这些策略的有效实施, 本文进一步探讨了政府政策支持、社会监督与公众参与以及企业自身能力建设等保障措施。通过这些措施的综合运用, 旨在对推动开发区企业实现绿色转型和可持续发展有所裨益。

**关键词** 开发区企业; 环境保护; 管理策略; 可持续发展

**中图分类号**: X3

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0049-03

## 1 研究背景

随着全球可持续经济的发展与结构产业的优化改善, 开发区作为现代工业化和城市化的重要载体, 已在全球范围内广泛兴起。开发区以其独特的政策优势、资源集聚效应和创新驱动能力, 吸引了大量企业入驻, 成为推动地区经济增长的重要引擎。然而, 在企业快速发展和经济效益显著的同时, 环境保护问题也日益凸显。工业生产中排放出的废弃固体物、废水、废气等污染, 给生态环境带来了巨大压力, 严重威胁着人类社会的可持续发展。

在当今社会, 环境保护已不再是一个国家或地区的独立议题, 而是全球性的共同挑战。随着人们环保意识的提高和国际环保合作的加强, 环境保护已成为全球治理体系中的重要组成部分。对于企业而言, 如何在追求经济效益的同时, 切实履行环保责任, 实现经济效益与环境效益的双赢, 已成为其可持续发展的关键。

开发区企业在推动地区经济增长的同时, 也承担着重要的环保责任。研究开发区企业环境保护管理策略, 不仅有助于提升企业的环保意识和环保管理水平, 减少生产中排放污染物体, 优化生态自然环境, 还有利于帮助企业完成可持续发展, 实现绿色转型。<sup>[1]</sup> 通过先进技术手段的引进, 强化环保思想, 开发区企业可以优化生产流程, 提高资源利用效率, 降低生产成本, 从而在经济竞争中获得更大的优势。

此外, 研究开发区企业环境保护管理策略对于推动区域经济与环境协调发展也具有重要意义。环境保护与经济发展是相辅相成的两个方面, 只有实现二者的协调发展, 才能确保人类社会的长期繁荣。通过构建科学合理的环保管理策略, 开发区企业可以与地方政府、社区乡镇百姓等权益形成良好配合关系, 共同

推动区域经济的绿色发展和社会环境的持续改善。

## 2 开发区企业环境保护现状分析

### 2.1 开发区企业环境保护概况

开发区企业在环境保护方面的总体情况呈现出积极与挑战并存的特点。随着我国不断提升的环境保护意识, 开发区企业在政策法规的引导下, 普遍加强了环保工作。多数企业能够按照国家 and 地方环保法规的要求, 进行环境影响评价, 并建设相应的环保设施。这些设施在一些方面有效地控制了排放污染物的数量, 改善了区域环境质量。

同时, 开发区企业在环保设施的运行和维护方面也取得了一定的成效。企业普遍改善优化管理环保机制, 组建了专业的环保监管人员, 对环保设施进行定期的检查和维护, 确保其正常运行。此外, 一些商家对于先进技术和设备态度积极, 污染物处理的效率极大提高, 所以运营成本相对较低。

### 2.2 开发区企业环境保护存在的问题

尽管开发区企业在环境保护方面取得了一定的成绩, 但也存在一些不容忽视的问题。首先, 部分企业的环保意识仍然不强。个别企业忽略环保问题, 一味追求经济效益。存在偷排、漏排等违法行为。<sup>[2]</sup> 这些行为不仅损害社会公共效益, 也破坏了生态自然环境。

其次, 环保投入不足也是一个突出问题。由于需要较大的资金才能实施环保建设及运营, 一些企业在面临资金压力时, 往往会削减环保投入。这导致环保设施老化、处理效率下降, 无法满足日益严格的环保要求。

最后, 环保管理不规范也是影响开发区企业环保工作的重要因素。一些企业在环保管理方面存在制度不健全、执行不到位等问题。例如, 环保设施运行记

录不全、污染物排放监测数据不准确等。这些问题不仅影响了环保工作的效果，也增加了企业面临环保风险的可能性。

### 3 国内外环境保护管理策略借鉴

#### 3.1 国外环境保护管理策略

在环境保护方面，国外许多国家和地区已经积累了丰富的经验和先进的理念。其中，最具有象征性的管理策略就是绿色制造和循环经济。

循环经济强调资源的最大化利用和废弃物的最小化排放。通过构建闭环的物质流动系统，实现资源的循环利用和废弃物的再生利用。这种策略不仅可以降低企业对原材料的需求和运营成本，还可以降低排放废弃物量，降低对环境的污染。德国和日本是循环经济的典型代表，它们在废弃物处理、资源回收等方面取得了显著成效。

绿色制造则是一种注重环境友好的生产方式。这就要求企业在设计产品、选择原料、工艺实施、包装运输等各个环节都考虑环境保护的要求。通过改善生产技术、原料要环保等提高产品能效等措施，实现生产过程基本绿色化，避免环境污染。绿色制造不仅可以提升企业的环保形象，还可以增强产品的市场竞争力。欧美等国家在绿色制造方面具有较高的水平，一些知名企业如苹果、特斯拉等也积极推行绿色制造。

#### 3.2 国内环境保护管理策略

近年来，中国在环境保护方面也采取了一系列积极的政策和措施。生态工业园区建设和环保税收政策是其中的两个重要方面。

生态工业园区是一种注重资源循环利用和环境保护的产业园区。改善配置整合资源、产业布局科学化、推动产业共生等措施，可实现园区内企业之间的资源共享和废弃物交换。这种策略可以降低企业的运营成本，提升原料使用频率，并排放少量污染物。国内一些知名的生态工业园区如苏州工业园区、天津经济技术开发区等，在环境保护、区域经济助推发展中发挥了有效功能。

环保税收政策是国家通过税收手段引导企业加强环境保护的重要措施。通过加收企业污染排放环保税，使其增加生产成本，从而减少排放废弃物。同时，国家还对采用环保技术的生产企业在税收方面采取优惠政策，鼓励企业加大环保投入。这种政策导向可以有效地推动企业进行绿色转型和可持续发展。

### 4 开发区企业环境保护管理策略构建

#### 4.1 提高环保意识，培养环保文化

环保意识的培养是开发区企业环保工作的基础。为提高工作人员的环保思想，养成积极的工作态度，

首先应加强环保宣传教育。通过定期举办关于环保主题的座谈、加强环保知识宣传、开展环保主题活动等方式，引导员工认识环境保护的重要性，了解企业的环保责任和义务。同时，建立环保激励机制，奖励和表彰环保工作突出的工作人员，树立环保先进典型，激发员工的环保热情和积极性。

#### 4.2 加大环保投入，提升环保设施水平

环保设施是开发区企业实现污染物减排和环境改善的重要硬件支撑。针对当前一些企业环保设施老化、处理效率不高的问题，应加大环保投入力度。一方面，要更新升级现有的环保设施，采用先进的技术和设备，提高污染物处理效率和处理能力；另一方面，要加强新建项目的环保设施建设，确保在建设主体工程时能够同步设计、实施并进行使用。通过这些措施，提升开发区企业整体的环保设施水平，为环境保护提供有力保障。

#### 4.3 规范环保管理，完善环保制度

环保管理的规范化是确保开发区企业环保工作有效开展的关键。为此，应构建完善的环保管理体系，包括明确环保管理职责、建立环保管理流程、制定环保管理制度等。同时，要加强环保制度的执行和监督力度，确保各项环保措施落到实处。此外，还应建立环保应急响应机制，对突发环境事件进行及时、有效的应对和处理，降低环境风险。

#### 4.4 创新环保技术，推动绿色发展

环保技术的创新是开发区企业实现绿色发展的重要途径。鼓励企业加大环保技术研发力度，学习国内外环保技术，引进高科技设备，推动环保技术的升级和改造。同时，要积极推广绿色生产工艺和产品，降低资源消耗和环境污染。此外，还应加强与科研机构、高校等的合作与交流，共同推动环保技术的创新与应用。通过这些措施，推动开发区企业实现绿色转型和可持续发展。

#### 4.5 强化环境监管与评估

为确保开发区企业环保工作的有效性和持续性，应强化环境监管与评估。建立健全的环境监管体系，包括定期的环境监测、排污申报、环保设施运行监管等。同时，开展企业环保绩效评估，在企业综合评价系统中纳入环保绩效，激励企业持续改进环保工作。对于影响环保的违法行为要加大惩处，形成有效的威慑和约束。

#### 4.6 推动产业绿色升级

开发区企业应积极推动产业绿色升级，使产业结构得到改善，否则污染高、耗能高的都将被淘汰。激励企业向循环经济、低碳经济发展，培育绿色产业和

绿色产品。通过政策引导和市场机制,企业在实现发展可持续化、绿色转型等方面起到助推作用。

#### 4.7 加强企业间环保合作与交流

开发区企业之间应加强环保合作与交流,共同应对环境挑战。通过建立环保合作机制,实现资源共享、经验互鉴、技术互通,降低环保成本,提升环保效益。同时,加强与国际环保的合作和沟通,引进国外先进的环保理念和技术,提升开发区企业的国际竞争力。

#### 4.8 倡导全员参与和社会监督

开发区企业应倡导全员参与环保工作,形成全员关注环保、参与环保的良好氛围。建立并改善环保制度公开,定期向社会公开环保工作情况,接受社会监督。同时,鼓励社会各界对企业环保工作进行监督和评价,提出意见和建议,共同推动开发区企业环保工作的持续改进。

### 5 开发区企业环境保护管理策略实施保障

#### 5.1 政府政策支持

政府在推动开发区企业环保管理策略的实施中起着至关重要的作用。为确保策略的顺利推进,政府应提供强有力的政策支持。首先,要制定和完善环保法规,明确企业的环保责任和义务,为环保工作提供法律保障。其次,要出台激励政策,如环保税收优惠、绿色信贷支持等,鼓励企业加大环保投入,推动绿色转型。<sup>[3]</sup>此外,政府还应加强环保监管和执法力度,确保各项环保措施落到实处。

#### 5.2 社会监督与公众参与

社会监督和公众参与是开发区企业环保管理中的重要力量。为确保环保管理策略的有效实施,应强化社会监督和公众参与机制。首先,强化企业环境保护信息制度公开的建立,确保群众对环保信息的监督权、知情权。其次,要拓宽公众参与渠道,鼓励公众参与环保决策、评估和监督过程,增强环保工作的透明度和公信力。此外,还应加强环保宣传教育,调动群众参与环保的热情。

#### 5.3 企业自身能力建设

开发区企业在实施环保管理策略过程中,需要加强自身环保管理能力建设。首先,要完善环保管理机构,配备专业的环保管理人员,确保环保工作的顺利开展。其次,要加强环保培训和教育,提高全体员工的环保意识和技能水平。此外,环保科技投入研发资金要增加,借鉴和应用国外环保科学技术及先进的设备,提升环保工作水平。同时,建立环保工作考核机制,将环保绩效纳入员工绩效考核体系,激励员工积极参与环保工作。<sup>[4]</sup>通过这些措施的实施,开发区企业将能够更

好地履行环保责任,推动可持续发展。

#### 5.4 强化环保基础设施建设与运维

开发区应重视环保基础设施的建设和运维工作,确保这些设施能够满足企业环保管理的需求。这包括污水处理厂、固废处理中心、环境监测站等设施的建设和更新。<sup>[5]</sup>同时,要加强这些设施的运维管理,确保其稳定运行和达标排放,为开发区企业的环保工作提供有力支撑。

#### 5.5 构建环保管理信息平台

利用现代信息技术手段,开发区可以构建环保管理信息平台,实现环保信息的实时采集、传输和处理。这有助于提高企业环保管理的效率和准确性,加强政府、企业和社会公众之间的信息共享和沟通。<sup>[6]</sup>通过平台的建设和应用,可以推动开发区企业环保管理的信息化、智能化水平不断提升。

#### 5.6 完善环保应急响应与处置机制

开发区应建立完善的环保应急响应与处置机制,确保在突发环境事件发生时能够及时、有效地进行应对和处置。这包括制定应急预案、建立应急队伍、配备应急设施等措施。强化有关机构、部门之间协作,形成联防联控的工作机制,共同应对环境风险和挑战。

### 6 结束语

在当前全球环境保护日益受到重视的背景下,开发区企业作为经济发展的重要力量,其环保工作不仅关乎自身形象和竞争力,更关乎区域乃至全球的生态环境质量。因此,构建并实施有效的环保管理策略,对于开发区企业来说既是责任也是机遇。通过政府、企业和社会各界的共同努力,我们相信开发区企业一定能够在环境保护与经济发展之间找到最佳的平衡点,实现经济效益和环境效益的双赢。

#### 参考文献:

- [1] 茅宏,郑柳,徐丽,等.工业园区规划建设环境准入与运营管理一体化发展对策建议[J].科技与创新,2019(07):36-37.
- [2] 赵玉婷,董林艳,李小敏,等.长三角工业园区发展存在问题及对策[J].环境影响评价,2018(05):13-17.
- [3] 金盛杨.苏北生态工业园区环境保护管理政策优化研究[J].低碳世界,2018(06):334-335.
- [4] 林保国,吴用,侯萍.关于工业园区环保管家技术服务工作探讨[J].环境与可持续发展,2018(05):61-63.
- [5] 吴克华,周飞.环保管家服务模式应用于工业园区的思考[J].环境与发展,2018(10):225,227.
- [6] 杨建虎,崔延青,高超,等.在线GC/MS在工业园区环境管理中的应用[J].分析仪器,2018(03):105-111.

# 工业园区环境保护与管理问题及对策

马新春

(涡阳县经开区生态环境保护工作站, 安徽 亳州 233600)

**摘要** 本文探讨了工业园区环境保护与管理工作中面临的问题, 提出了综合管理思想、加强执行力度等新思路, 并详细介绍了制作地图信息管理系统和开发环境应急指挥系统等具体策略。通过这些措施, 工业园区可以更好地整合和管理环境信息, 提高环境保护与管理工作的效率和质量, 减少环境事故的发生, 保障环境和人民的安全。

**关键词** 工业园区; 环境保护; 综合管理思想; 环境应急指挥系统

中图分类号: X3

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0052-03

随着全球工业化的快速推进, 工业园区作为经济发展的重要载体, 在推动地区经济增长、促进产业升级方面发挥了关键作用。然而, 伴随着工业化的进程, 环境保护与管理问题也逐渐凸显, 成为制约工业园区可持续发展的重要因素。当前, 工业园区面临着多重环境保护与管理的挑战。一方面, 工业生产过程中产生的污染物, 对园区及周边环境造成了不同程度的污染。另一方面, 传统的管理模式和监管手段已难以适应日益复杂的环保需求, 亟须创新和完善。因此, 研究工业园区环境保护与管理问题及对策, 对于推动工业园区绿色、低碳、循环发展, 实现经济、社会和环境的协调可持续发展具有重要意义。

## 1 工业园区环境保护与管理的意义

随着全球环境问题日益严重, 环境保护已经成为全人类的共同使命。工业园区作为经济发展的重要载体, 其环境保护与管理具有深远的意义。<sup>[1]</sup> 首先, 加强工业园区的环境保护与管理是实现可持续发展的必然要求。经济发展与环境保护是相辅相成的, 只有保证环境的健康与稳定, 才能实现经济的长久发展。通过有效的管理措施, 可以减少工业生产对环境的负面影响, 为经济的持续发展提供保障。其次, 工业园区的环境保护与管理有助于提升企业形象和社会责任感。企业通过积极参与环保活动, 可以树立良好的社会形象, 提升品牌价值。同时, 企业履行环保责任也是对社会和公众的负责, 能够赢得社会的认可与尊重。此外, 工业园区的环境保护与管理有助于推动产业升级和转型。在环保政策的推动下, 企业需要加大环保投入, 研发新技术、新工艺, 从而促进产业向绿色、低碳、循环方向发展。这不仅能够提高企业的市场竞争力, 也有助于整个工业园区的产业结构优化。最后, 工业园区的环境保护与管理对于保障公众健康和生态平衡

具有重要意义。工业生产过程中产生的污染物对环境和人体健康造成潜在威胁。通过有效的管理措施, 可以减少污染物的排放, 保护生态环境, 为公众创造一个健康、安全的生活环境。

## 2 工业园区环境保护与管理存在的问题

### 2.1 环境管理公共性问题

环境管理公共性问题是指在工业园区环境管理中, 由于涉及多个利益相关方, 导致管理过程中出现协调困难、信息不畅、责任不明确等问题。这些问题的存在, 使得环境管理难以形成合力, 影响了管理效果。<sup>[2]</sup> 首先, 工业园区环境管理涉及政府、企业和公众等多个利益相关方, 各方的利益诉求和目标不尽相同。例如, 政府希望推动经济发展, 同时保护环境; 企业追求经济效益, 可能忽视环保责任; 公众则期望拥有一个健康、安全的生活环境。这种利益诉求的差异导致了环境管理中的诸多公共性问题。其次, 缺乏有效的协调机制和信息共享平台。环境管理需要各利益相关方之间的密切合作和信息交流, 但目前缺乏有效的协调机制和信息共享平台, 导致信息不畅、协调困难。例如, 政府与企业之间的信息不对称, 可能影响政策的制定和执行; 公众参与渠道有限, 难以对环境管理提出意见和建议。最后, 责任不明确也是环境管理公共性问题的一个方面。在工业园区环境管理中, 各利益相关方的责任范围往往不够明确, 导致责任推诿、管理效率低下。例如, 政府可能对企业的环保监管不到位, 导致一些企业违法排污; 企业可能对环保投入不足, 将环保责任推给政府; 公众则可能对环保问题缺乏关注, 难以形成有效的社会监督。

### 2.2 规范管理思想不足

规范管理思想在工业园区的环境保护与管理中起

起着至关重要的作用。然而，当前一些企业和组织在这方面存在明显的不足，导致环保工作难以得到有效执行。首先，对环保法律法规和政策的认识不足。企业在生产经营过程中，往往只关注经济效益，而忽视对环保法律法规和政策的了解。这就导致了企业在环保方面的不规范行为，例如超标排放污染物、违法占用土地等。缺乏对法律法规的了解，使得企业无法正确评估自身行为的合法性和环境影响，从而无法采取有效的环保措施。其次，环保责任意识不强。企业往往将经济利益放在首位，而忽视对环境的保护和治理。这种不负责任的态度，不仅会导致企业自身的环保问题得不到解决，还可能对整个工业园区的环境质量造成影响。企业缺乏环保意识，就不会主动采取环保措施，或者在环保方面的投入不足，导致环境污染问题日益严重。最后，缺乏科学的环境管理体系。一些企业和组织在环境管理方面没有形成科学、系统的管理体系，导致环境管理工作混乱、效率低下。没有科学的环境管理体系，企业就无法对自身的环保工作进行全面、有效的管理，也无法及时发现和解决环保问题。

### 2.3 市场经济化差距

在工业园区的环境保护与管理中，市场经济化差距是一个不容忽视的问题。随着市场经济的不断发展，企业间的竞争日益激烈，一些企业可能为了追求短期经济效益而忽视环保投入，导致环保产业的发展滞后于经济发展的需求。首先，技术水平的不平衡是市场经济化差距的一个重要表现。在工业园区中，不同企业之间的技术水平存在差异，一些企业可能缺乏先进的生产技术和设备，导致环境污染问题严重。而先进的技术和设备是实现环保生产的重要保障，技术水平的不足直接影响了企业环保能力的提升。其次，资金投入的差异也是市场经济化差距的一个原因。环保产业的发展需要大量的资金支持，包括研发、引进先进技术、购买环保设备等。然而，由于企业间的资金实力不同，一些企业可能无法承担高额的环保投入，导致其在环保方面的发展受限。资金投入的差异使得环保产业的市场竞争力不足，难以满足工业园区的环保需求。此外，市场机制的不完善也是导致市场经济化差距的一个重要因素。在市场经济环境下，价格机制、供求关系等对资源配置起到决定性作用。然而，在环保领域，市场机制可能存在失灵的情况，例如环保产品的价格不能真实反映其社会成本，导致一些企业缺乏环保动力。市场机制的不完善制约了环保产业的发展，使得企业在环保方面的投入和产出难以得到合理的回报。

### 2.4 工业污水排放问题

工业污水排放问题是工业园区环境保护与管理中一个突出的问题。随着工业的快速发展，大量废水产生，如果处理不当，将对环境造成严重污染。<sup>[3]</sup> 以下是对工业污水排放问题的详细分析：首先，工业污水成分复杂，处理难度大。不同行业产生的废水成分各异，处理方法也不同。一些企业可能缺乏有效的污水处理设施和技术，导致污水直接排放，给环境带来严重威胁。同时，一些企业可能为了降低成本而忽视污水治理，导致处理效果不佳。

其次，监管力度不足也是工业污水排放问题的一个重要原因。政府在环保监管方面可能存在漏洞，导致一些企业违法排污。此外，一些地区可能存在地方保护主义，对本地企业的污水排放监管不严，导致环境问题加剧。最后，缺乏合理的污水处理设施规划也是工业污水排放问题的一个方面。工业园区在建设初期可能未充分考虑到污水处理的需求，导致后期处理设施建设滞后。缺乏合理的规划，使得污水处理设施建设难以满足工业发展的需求，进一步加剧了污水排放问题。

## 3 工业园区环境保护与管理工作的新思路

### 3.1 综合管理思想

综合管理思想强调在环境保护与管理工作中，采取多种手段、综合施策的方法。具体来说，就是将环境管理、政策引导、科技创新、宣传教育等多方面结合起来，形成合力，共同推进环境保护工作。<sup>[4]</sup> 首先，环境管理方面，需要制定科学的环境管理制度，明确各方的责任和义务，建立有效的监管机制。同时，加强环境监测和评估，及时发现和解决环境问题。其次，政策引导方面，政府可以通过税收优惠、财政补贴等政策手段，鼓励企业加大环保投入，推动环保产业的发展。同时，对违法排污企业进行严厉处罚，提高违法成本。此外，科技创新也是综合管理思想的重要组成部分。通过推动环保科技创新，研发新的环保技术和设备，提高环保产业的竞争力。

### 3.2 加强执行力度

加强执行力度是实现工业园区环境保护与管理目标的关键。政府、企业和公众都需要积极参与，加强协作，形成合力。首先，政府需要加强对企业的监管力度，确保环保法律法规和政策得到有效执行。同时，建立完善的环保信息共享平台，加强信息交流和协作。其次，企业需要自觉承担环保责任，加大环保投入，引进先进的环保技术和设备。此外，企业还可以通过开展环保宣传教育活动，提高员工的环保意识和参与

度。最后,公众也需要积极参与环保工作,对环境问题进行监督和举报。同时,通过参与环保志愿活动和宣传教育活动,提高自身的环保意识和能力。

## 4 工业园区环境保护与管理具体策略

### 4.1 制作地图信息管理系统

地图信息管理系统是工业园区环境保护与管理中的重要工具,它能够直观展示环境信息和提供高效的环境管理功能。以下是制作地图信息管理系统的具体步骤:

首先,收集工业园区内的环境数据,包括空气质量、水质、土壤状况、污染物排放等。这些数据可以通过在线监测设备、实验室检测和历史数据等途径获取。确保数据的准确性和实时性对于地图信息管理系统的有效性至关重要。其次,利用地理信息系统(GIS)技术,将环境数据与地理位置信息相结合。GIS技术可以提供强大的地图制作和空间分析功能,将环境数据以地图的形式展示出来,便于管理者进行可视化分析和决策。在GIS平台上,可以绘制工业园区地图,标注污染源、排放口、监测站点等信息,并关联相应的环境数据。接下来,开发地图信息管理的功能模块。这些模块可以根据工业园区的实际需求进行定制,但通常应包括地图查询、数据统计、实时监测、预警预报等功能。地图查询可以让用户方便地查找特定位置的环境信息;数据统计可以对园区内的环境数据进行汇总和分析,提供决策支持;实时监测可以展示实时监测数据,及时发现环境问题;预警预报可以根据历史数据和模型预测未来环境状况,提前采取应对措施。在系统开发过程中,需要注意确保数据的保密性和安全性。对地图信息管理系统进行权限管理,只允许授权用户访问和使用相关数据。同时,采取必要的技术手段,如数据加密、防火墙等,保护数据不被非法获取和篡改。最后,对地图信息管理系统进行测试和优化。根据测试结果,对系统进行必要的调整和优化,提高系统的稳定性和易用性。同时,定期对系统进行维护和更新,以适应环境数据的动态变化和园区发展的需求。

通过制作地图信息管理系统,工业园区可以更好地整合和管理环境信息,提高环境保护与管理工作的效率。该系统能够为管理者提供全面的环境状况视图,帮助他们做出科学决策,采取有效的环保措施。同时,地图信息管理系统还有助于加强与利益相关方的沟通和合作,促进共同参与和监督工业园区的环境保护工作。

### 4.2 开发环境应急指挥系统

环境应急指挥系统是为了应对突发的环境事故而

建立的。该系统需要整合多个部门和资源,提供快速响应和有效处置的能力。<sup>[5]</sup>系统可以包括实时监测、预警预报、应急处置等功能,确保在发生环境事故时能够迅速做出反应,减少事故对环境和人员的影响。通过环境应急指挥系统的建立,可以提高工业园区应对环境事故的能力,减少潜在的环境风险。

### 4.3 加强风险控制理念

在工业园区的环境保护与管理中,风险控制理念是至关重要的。企业需要加强自身的风险防范和控制意识,制定完善的环境风险管理制度,并定期进行风险评估和检查。政府也需要加强对企业的监管力度,对存在重大环境风险的企业进行重点监管,确保其采取有效的风险控制措施。通过加强风险控制理念,可以降低工业园区环境事故发生的概率,保障环境人民的安全。

## 5 结束语

工业园区作为经济发展的重要载体,其环境保护与管理对于园区可持续发展至关重要。面对日益严峻的环境问题,我们需要采取新的思路和策略来加强环境保护与管理。通过综合管理思想的应用,加强执行力度,以及利用先进的信息技术和系统,如地图信息管理系统和环境应急指挥系统,我们可以更好地应对环境挑战,推动工业园区的可持续发展。然而,环境保护与管理是一个长期的过程,需要各方共同努力和持续投入。我们应该不断探索和创新,完善相关策略和措施,以实现工业园区环境保护与管理的更高目标。同时,加强国际合作与交流,借鉴先进的环境保护与管理经验和先进技术,也是推动工业园区绿色发展的重要途径。让我们共同为创造一个更加美好、繁荣和可持续的未来而努力。

## 参考文献:

- [1] 陈俊良.工业园区环境管理现状及改进研究[J].经济研究导刊,2020(28):140-141.
- [2] 岳阳.工业园区环境保护与管理问题及对策[J].中外企业文化,2021(06):87-88.
- [3] 李雪丽.化工园区环境污染分析及其风险防控体系标准化的研究[J].大众标准化,2023(14):70-71,74.
- [4] 王春平.解析工业园区环境保护精细化管理模式[J].皮革制作与环保科技,2021(14):18-19.
- [5] 李东妮.化工园区环境风险控制对策措施研究[J].化工管理,2021(21):15-16.



# 冶金工业高温作业环境安全风险控制策略

马 伟

(滨州市安广安全咨询服务有限公司, 山东 滨州 256600)

**摘 要** 本文针对冶金工业高温作业环境的安全风险控制问题, 分析了高温作业环境的危害因素, 如热辐射、热传导、火灾爆炸、化学物质、噪声和振动等, 在此基础上阐述了安全风险控制在冶金工业中的重要地位, 并提出了高温作业环境安全风险控制的原则和策略, 包括设备设施的安全管理、工作场所的环境改善、个人防护装备的使用以及应急预案的制定和演练等。本文的研究旨在对保障冶金工业高温作业环境的安全具有参考作用。

**关键词** 冶金工业; 高温作业环境; 安全风险控制

**中图分类号**: TF08

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0055-03

冶金工业是我国重要的基础产业之一, 高温作业环境是冶金工业中常见的作业环境之一。在高温作业环境中, 工人面临着多种安全风险, 如热辐射和热传导、火灾和爆炸、化学物质泄漏、噪声和振动等, 这些安全风险对工人的健康和安全的严重威胁, 也制约了冶金工业的可持续发展, 因此, 研究冶金工业中高温作业环境的安全风险控制问题, 对于保障工人的健康和安全的, 提高冶金工业的生产效率和产品质量, 促进冶金工业的可持续发展具有重要意义<sup>[1]</sup>。本文将围绕冶金工业中高温作业环境的安全风险控制问题展开讨论, 希望能够为冶金工业的安全管理工作提供有益的参考。

## 1 冶金工业高温作业环境安全风险控制的重要性

### 1.1 保护工人健康

冶金工业高温作业环境对工人的身体健康构成了严重威胁, 长期暴露在高温环境下, 容易导致工人出现中暑、脱水、心血管疾病等健康问题。因此, 对高温作业环境进行安全风险控制, 是保护工人健康的重要手段, 通过对高温作业环境进行合理的设计和管理, 降低工人暴露在高温环境下的时间和工作强度, 提供充足的防暑降温设施和用品, 确保工人在高温作业环境中的身体健康和生命安全。

### 1.2 提高工作效率

冶金工业高温作业环境可能导致工人的工作效率下降, 是由于高温环境会使工人感到疲劳, 影响工人的注意力、判断力和动作协调能力, 从而降低工作效率。通过安全风险控制, 可以改善高温作业环境, 减轻工人的疲劳程度, 提高工作效率, 同时还可以减少因高温环境引发的事故, 也有助于提高生产效率和产品质量。

### 1.3 防止事故的发生

冶金工业高温作业环境存在一定的安全隐患, 如设备故障、电线短路、火灾等。这些隐患可能导致事故的发生, 对工人的人身安全和企业的稳定运营构成威胁。通过安全风险控制, 可以及时发现和消除高温作业环境中的安全隐患, 降低事故发生的概率。同时, 加强工人的安全培训和教育, 提高他们在高温作业环境中的安全意识, 也是防止事故发生的重要措施。

### 1.4 维护企业形象

冶金工业高温作业环境的安全风险控制对企业的形象具有重要意义, 若企业未能有效地控制高温作业环境的安全风险, 将会导致频发的安全事故或工人健康问题, 从而严重损害企业的声誉和形象。通过安全风险控制, 企业可以展现出对工人健康和安全的重视, 提高社会责任感, 树立企业形象, 此外合规的企业行为还有助于企业在市场竞争中脱颖而出, 赢得客户的信任和支持。

## 2 冶金工业高温作业环境常见安全风险

### 2.1 热辐射和热传导的风险

在冶金工业中, 高温作业环境所带来的主要风险之一就是热辐射和热传导。由于高温作业环境的特殊性, 使得热辐射和热传导成为工作中难以避免的问题, 热辐射是指物体由于其温度而发出的电磁波辐射, 任何物体只要其温度高于绝对零度 ( $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), 都会发生热辐射, 在冶金工业中, 高温炉窑等设备会发出强烈的热辐射, 对作业人员的身心健康造成极大威胁, 长时间暴露在高温辐射下, 作业人员会出现中暑、脱水, 严重时甚至可能引发生命危险。热传导是指物体内热量传递的过程, 通过固体、液体和气体的形

式进行。在冶金工业中,高温作业环境下的设备、物料等都会发生热传导,从而使得作业环境温度升高,这种高温环境不仅会对作业人员的身体健康造成严重影响,还可能导致设备故障、物料变形等问题,从而影响生产安全。

## 2.2 火灾和爆炸的风险

在冶金工业中,高温作业环境还伴随着火灾和爆炸的风险<sup>[2]</sup>。火灾是指由于火源接触到易燃物质,在氧气充足的情况下,迅速蔓延成的大火,在冶金工业中,易燃物质无处不在,如燃料、油脂、溶剂等,这些物质在高温环境下极易引发火灾,一旦火灾发生,不仅会对作业人员的人身安全造成严重威胁,还会导致设备损坏、生产中断,带来巨大的经济损失。爆炸是指在有限的空间内,迅速释放出大量能量,产生高温、高压等现象,在冶金工业中,爆炸的风险主要来源于可燃气体、粉尘和蒸汽等,在高温环境下,上述物质一旦遇到点火源,就会瞬间引发爆炸,不仅会对作业人员造成严重伤害,还会对设备、设施造成毁灭性打击,甚至可能引发二次事故,火灾、中毒等,后果不堪设想。

## 2.3 化学物质泄漏的风险

冶金工业高温作业环境往往伴随着各种化学物质的广泛使用,化学物质在给冶金生产带来便利的同时,也潜藏着泄漏的风险,化学物质泄漏源于设备故障、操作失误、维护不当等多种原因,一旦泄漏发生,其后果不堪设想,不仅会对作业人员的健康造成严重威胁,还可能污染周边环境,影响生态平衡。具体而言,冶金工业中常用的化学物质包括酸、碱、溶剂、染料等,这些物质大多具有腐蚀性、毒性或易燃性,在高温环境下,化学物质的分子运动加剧,增加了泄漏风险。泄漏发生后,化学物质可能迅速扩散,与空气中的氧气或其他物质发生反应,引发火灾、爆炸等事故,此外泄漏的化学物质还可能侵蚀金属设备,导致设备损坏,进一步加剧安全风险。

## 2.4 噪声和振动的风险

冶金工业高温作业环境不仅存在化学物质泄漏的风险,噪声和振动也是一大安全隐患,在冶金生产过程中,各种机械设备的高速运转、炉窑的燃烧都会产生巨大的噪声和振动,长时间暴露在噪声和振动的环境中,作业人员的身心健康将受到严重影响,容易导致作业人员听力受损,长期处于噪声环境中,还可能引发心理疾病。振动则可能对作业人员的神经系统造成损害,引发肌肉骨骼疾病。此外,噪声和振动还可能干扰通信设备,影响作业人员的交流与协调,从而增加生产事故的风险。

## 3 冶金工业高温作业环境安全风险控制的原则

### 3.1 预防为主的原则

冶金工业高温作业环境的安全风险控制需遵循预防为主的原则<sup>[3]</sup>。高温作业环境下,工作人员面临着中暑、热射病、热衰竭等健康风险,同时也可能导致设备故障,影响生产安全。预防为主,就是要在风险发生之前,通过科学的管理和严格的制度,预见潜在的风险,从而采取相应的措施避免风险的发生,需要深入理解高温作业环境下的安全风险,通过科学的数据分析和风险评估,预见到出现的问题,从而避免事故的发生。预防为主的原则是冶金工业高温作业环境安全风险控制的根本,也是保障工作人员生命安全和设备正常运行的关键。

### 3.2 以人为本的原则

冶金工业高温作业环境的安全风险控制需遵循以人为本的原则。高温作业环境下,工作人员的生命安全和身体健康是最重要的,所有的风险控制措施都应该以保护工作人员的安全和健康为根本出发点。以人为本,就是在风险控制过程中,始终将工作人员的安全和健康放在首位,所有的风险控制措施都应该以保障工作人员的安全和健康为根本出发点,需要理解高温作业环境对工作人员身体和心理的影响,充分考虑员工的需求和感受,为员工提供安全、舒适的工作环境。以人为本的原则是冶金工业高温作业环境安全风险控制的核心,也是实现安全生产的关键。

### 3.3 全员参与的原则

冶金工业高温作业环境的安全风险控制需遵循全员参与的原则,意味着不仅仅是安全管理人员,而是所有工作人员都应当参与到安全风险控制中来。高温作业环境下的安全风险控制,需要工作人员对风险有深刻的认识,需要员工对风险控制措施有充分的了解和掌握,使其在实际操作中严格遵守相关规定,只有全体工作人员的积极参与,才能确保安全风险控制的有效。全员参与的原则是冶金工业高温作业环境安全风险控制的基础,也是实现安全生产的关键。

### 3.4 持续改进的原则

冶金工业高温作业环境的安全风险控制需遵循持续改进的原则<sup>[4]</sup>。高温作业环境是一个复杂的环境,安全风险控制也是一个持续的过程,随着生产工艺的不断落后和设备的老化,再加上新安全风险的出现,安全风险控制措施也需要不断改进,持续改进的原则要求时刻保持对安全风险控制措施的审视,时刻准备对现有的措施进行调整和改进,如此一来才能确保安

全风险控制措施的有效性,才能确保高温作业环境的安全。改进的原则是冶金工业高温作业环境安全风险控制的动力,也是实现安全生产的关键。

## 4 冶金工业高温作业环境安全风险控制策略

### 4.1 设备设施的安全管理

冶金工业中的高温作业环境,对设备设施的安全管理提出了极高的要求,在冶金工业中,设备设施的安全管理不仅关乎工人的人身安全,更关乎整个生产流程的顺畅与否,因此必须采取一系列具有针对性和深度性的措施。首先,对于高温作业环境中使用的设备,需要定期进行全面的检查和维护,确保其能够在极端环境下正常运行。其次,应对所有设备进行合理布局,避免因设备间距过小而引发的安全隐患,同时最好对所有设备操作人员进行严格的安全培训,确保人员能够熟练掌握设备的操作技巧,并能够在紧急情况下迅速采取应对措施。同时,应采用先进的技术手段,对设备进行实时监控,确保设备在运行过程中的安全,以便在故障发生时能够迅速采取措施,避免事故的扩大。

### 4.2 工作场所的环境改善

对于冶金工业中的高温作业环境,工作场所的环境改善同样至关重要,对此应采取一系列具有专业性和针对性的措施<sup>[5]</sup>。第一,应改善场所的通风条件,以确保作业环境中的温度不会过高,对工作场所进行合理的隔热处理,例如采用隔热材料对墙壁、屋顶等进行装修,以减少外界高温对工作环境的影响。第二,应在工作场所设置足够数量的水源,以便作业人员在感到不适时能够及时降温,同时应定期对工作场所进行清洁和消毒,确保工作环境的卫生,对于可能存在的有害气体和粉尘,应采取有效的净化措施,以保障作业人员的身体健康。第三,还需要在工作场所设置完善的安全防护设施,例如安全网、防护栏等,以确保作业人员的人身安全。

### 4.3 个人防护装备的使用

在冶金工业的高温作业环境中,个人防护装备(PPE)是保障工人安全的关键因素,合理选用和使用个人防护装备,可以在很大程度上降低工人受到高温伤害的风险。首先,要确保工人配备适合高温环境的个人防护装备,例如隔热服、隔热手套、隔热鞋,隔热装备应选用高质量的材料,以保证在高温环境中具有较长的使用寿命和良好的隔热效果。同时,工人应被告知如何正确穿戴和使用这些个人防护装备,以确保其在工作中能够发挥最大的保护作用。此外,还需要定期对个人防护装备进行检查和维护,确保其在使

用过程中的完好性,对于在高温环境中容易损坏的装备,应特别注意检查和更换,工人也应该接受关于如何在紧急情况下使用个人防护装备的培训,以便在危险发生时能够迅速采取应对措施。

### 4.4 应急预案的制定和演练

在冶金工业的高温作业环境中,应急预案的制定和演练同样重要,应急预案可以为工人在遇到高温紧急情况时提供明确的行动指南,从而降低事故造成的损失,可以从以下三点入手:一是应制定详细的应急预案,包括高温环境中可能出现的各种危险情况,以及应对危险情况的具体措施,应急预案应由专业人员制定,以确保其专业性和针对性。二是应对所有工人进行应急预案的培训,确保员工了解应急预案的内容,并知道在紧急情况下如何采取行动。三是应定期进行应急预案的演练,以检验其在实际操作中的效果,确保应急预案中的所有措施都是可行的,并且能够在紧急情况下迅速实施,对于可能存在的风险点,应特别注意在应急预案中进行详细的说明和指导。

## 5 结论

本文通过分析冶金工业高温作业环境的危害因素,阐述了安全风险控制在冶金工业中的重要地位,并提出高温作业环境安全风险控制的原则和策略,包括设备设施的安全管理、工作场所的环境改善、个人防护装备的使用以及应急预案的制定和演练。尽管已经提出了一系列针对冶金工业中高温作业环境安全风险控制的策略,但仍然存在一些挑战和进一步研究的空间,随着科技的发展,可以探索更先进的技术手段,如物联网、大数据等,以实现了对设备更实时、更精确的监控和管理,还可以深入研究高温作业环境对工人身心健康的影响,以进一步完善个人防护装备的设计和应用。通过不断的研究和改进,可以进一步提高冶金工业高温作业环境的安全水平,保障工人的健康和安

## 参考文献:

- [1] 吴阳. 关于冶金企业安全生产风险管理体系建设研究[J]. 中国金属通报, 2023(08):13-15.
- [2] 迟永超. 冶金企业安全生产应急管理体系的构建策略[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2022(11):12-13.
- [3] 杨静. 冶金企业安全生产风险控制技术应用措施[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2022(09):3-5.
- [4] 杨亮. 冶金工业生产安全问题及其对策探析[J]. 科学与财富, 2021(06):38,112.
- [5] 戴正多. 冶金工业安全生产问题与对策研究[J]. 石油石化物资采购, 2021(33):11-13.

# 基于“海绵城市”理念的城市公园设计关键技术研究

李敬浩, 王旭

(中交一航局第四工程有限公司, 江西 南昌 330100)

**摘要** 人们的生活质量不断提高,对居住环境的要求也越来越高。城市公园建设不仅能够满足人们休闲娱乐、锻炼的需求,也可以有效改善城市的生态环境,保护生产和生活的生态化功能。城市化发展中水资源污染和乱排乱放等问题日益严重,因此提出海绵城市概念,人们开始广泛应用这一理念来改善生态环境、提高水资源利用效率。国家从国际上和国内的城市建设成功案例中借鉴经验,通过实践和交流,提出以“海绵城市”理念为核心的城市公园建设方向,确保推进绿色城市建设。本文阐述了城市公园设计中基于“海绵城市”理念的关键技术研究,探讨和研究了在“海绵城市”理念下城市公园设计的关键技术要点,并提出相应的观点,旨在为相关人员提供借鉴。

**关键词** 海绵城市; 城市公园设计; LID雨水系统; 植物设计

**中图分类号**: TU986

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0058-03

我国社会与经济迅速发展,城市化步伐加快,也意味着人们的生活水平逐渐提高。城市的快速发展为人们带来了物质和精神上的快乐,但也给环境带来了不同程度上的污染和破坏,如一把双刃剑。城市居民当前最重视的问题是对自然生态环境的破坏和资源的巨大浪费,这些问题显而易见。现在的城市居民越来越意识到环境的重要性,对城市建设和管理者提出了更高的要求。城市的规划设计在建设对于城市幸福指数有直接影响。学者们在不断探索研究的基础上,提出了“海绵城市”这一建设理念,为城市的美好建设提供了有效的方式<sup>[1]</sup>。

## 1 项目背景

本项目海河柳林地区定位为“设计之都”核心区,柳林公园区域内新建道路全部依照海绵城市标准打造,区域内大部分既有建成道路未按照海绵城市标准建设<sup>[2]</sup>,为使现状道路与新建道路连通,形成网络状的渗排水通道和海绵道路体系,以期达到增加区域雨水下渗、减少柳林区域雨水外排、减少城市内涝、补充地下水的效果。

## 2 海绵城市总体方案

### 2.1 总体目标

通过海绵城市建设示范区,助推规划区从“传统工业区”向“生态、科技、节能、环保的低影响可持续发展新城”蝶变,以LID低影响开发为理念,以水质达标为主要目标<sup>[3]</sup>。

1. 水质达标:地表径流面源污染控制在0.1千克/平方米年以下,按Ⅲ类水质控制实现清水入湖、入江。

2. 生态恢复:打造海绵功能型景观,恢复河、湖自净能力,热岛效应有缓解。

3. 雨涝安全:小降雨就地消纳,大降雨不内涝,道路、建筑场地安全和下游排放水质水量安全有保障。

4. 清水利用:营造循环水系,保障补水、用水平衡,高效利用清洁雨水资源。

5. 智慧调控:采用计算机动态模拟分析评估雨涝和水质,实现水质实时监控,治理更优化,场地洪涝预警,水量智能调控。

6. 分期目标:(1)近期目标:结合项目开发步骤以及重点发展地段,2022年末全区完成率达到30%,霞湾港生态景观带周边全部完成海绵设施布局,保证入河水体水清量稳。(2)中期目标:在近期目标达成基础上,至中期2025年末实现全区完成率达到70%,控制面源污染物增量,保证常规水质检测指标达到地表水Ⅳ类的标准;“一河两带”区域内完成海绵设施全覆盖,河湖水质“争Ⅲ保Ⅳ”。(3)远期目标:随着规范化管理的深入和城市环境的改善,到2030年末全区海绵设施完成率达到100%,地表排放水体达到Ⅲ类标准。

### 2.2 总体技术方案

根据整体技术路线“地表拦截—传输消减—边界净化”,我们可以通过收集和过滤产流路径上的地表污染物,拦截和减少管道传输中的污染物,并通过对

末端水体边界进行净化来进行系统治理。根据各个汇水区块的具体条件,包括上下游关系、管道水系排水、边界治理空间等,综合考虑治理成本和治理效果,以引导三个环节的污染消减标准,选择适当的初期雨水治理措施组合。

公园范围内设置的雨水口,采用环保型的过滤雨水口,对污染进行初步拦截;在公园内的广场、道路,结合景观绿化的设计,可以通过建设生物滞留区、植草沟、雨水花园、生物滞留池等 LID 低影响开发措施,将一部分雨水引导进来,然后通过植物的过滤、拦截、滞留、渗透,可以有效地拦截和减少初雨径流中的污染物。

生态汽车停车场可以收集机动车零件磨损产生的重金属、汽车排放物和周围积聚的污染物,从而进行初步处理以减少环境污染<sup>[4]</sup>。公园内的生态停车场停车位铺装材料采用了彩色透水砼材料,这样可以增强对雨水的收集能力,减少地表径流,并控制雨水的流量,以此达到初雨的雨水径流污染物的截留和消减,从而减少了面源污染的发生。生态停车场采用平侧石进行收边,能够迅速将一部分雨水引导至生态停车场周围的绿地或植草沟,从而避免停车场积水。

透水表面该项目的人行道全部铺成了透水性。将人行道现有地面的一部分挖除,然后将填土加入,以使填土后的地面高程比设计的车道地面低 39 cm。改造后的铺装设计结构为:4 cm 的彩色透水水泥混凝土层、15 cm 的透水水泥混凝土层和 20 cm 的级配碎石层。在面层和基层采用全透式铺装结构,利用透水性良好、空隙率较高的材料。通过具有临时蓄水能力的底层,引导至 PE 排水管道,最终排入收水井,在确保道路强度和耐久性的前提下,使雨水顺利进入道路结构内部,通过具备临时贮水能力的底层<sup>[5]</sup>。

下凹式绿地技术。下凹式绿地地面应低于周边地面或道路,下凹深度  $h$  应根据植物耐淹性能和土壤渗透系数确定,宜取 100 ~ 200 mm,  $h:b \leq 1:3$ ,绿地内应设置溢流口,溢流口顶部标高一般高出绿地 50 ~ 100 mm,溢流口周围设置防护结构;溢流口通过 DN300 管道接入市政雨水管道。绿地内还可设置生物滞留沟、档水堰、溢流堰等设施减少雨水径流对地面的冲刷。增加部分开口式路缘石,方便雨水排出。下凹式绿地纵向坡度与原地面接近,一般取 3% ~ 5%。栽植土壤厚度不应小于 250 mm,浸润系数  $\geq 1 \times 10^{-5}$  m/s 的沙质、堆肥、壤质土混合而成。

### 3 海绵城市基本设计内容

综合考虑了场地实际状况,并结合上位规划和海绵城市政策标准,统筹考虑了场地的海绵城市建设。

#### 3.1 技术指标

1. 年径流总量控制率。根据《海河柳林地区(津南区 12-02 单元)细分导则调整》,柳林公园地块属于公园用地 G1。依照《海绵城市雨水控制与利用工程设计规范》,要求公园用地的年径流总量控制率  $\geq 90\%$ ,相对应的设计雨量为 45.59 mm。

2. “渗、滞、蓄”控制指标。透水铺装率:新建、扩建城市绿地与铺装场地的硬化地面中透水铺装率大于 50%。

#### 3.2 海绵设施

本次柳林公园二期项目,新建绿地采用透水铺装、下沉式绿地及雨水花园等设施消纳自身径流雨水,实现自然降雨的下渗、调蓄、净化作用<sup>[6]</sup>。

1. “渗”,减少路面、地面硬质铺装、充分利用渗透和绿地技术,从源头减少径流路面采用透水铺装。本项目尽量采用透水性较好的铺装材料。

2. “滞”,减少集雨速度,使高峰时滞变缓,既减轻了排涝强度,又减轻了灾害隐患。利用场地内绿化形成生物滞留带。本项目设计为下沉绿地和植草沟带进行雨水的滞、蓄、净化。

3. “蓄”,本项目采用下沉绿地降低峰值流量,调节时空分布,为雨水利用创造条件。

4. “用”,利用雨水资源化,缓解水资源短缺,提高用水效率。利用蓄集的雨水进行植物灌溉等。

5. “排”,从城市公园安全的角度出发,建立公园排水防涝体系,杜绝或者降低内涝灾害等,确保城市园林运营和使用的安全。日降水量超过 45.59 mm 时,多余的雨水排入城市管网。

综上,通过以上方式,本项目年度径流总量控制率可达到 90% 以上。

#### 3.3 LID 雨水系统流程

低影响开发(Low-Impact Development)简称 LID,是指在工程建设施工过程中,在场地建设前,采用源头和分散式措施保持水文特征,又称低影响设计。其核心是保持包括径流总量、峰值流量、峰值时间等在开发前后水文特征不变<sup>[7]</sup>。

#### 3.4 LID 设计计算

根据《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建》,本项目设计所需调蓄容积为:

$$V=10 \times 45.59 \times 0.26 \times 791.041.58/10.000=10.097.80 \text{ m}^3$$

本次设计采用的 LID 设施主要为植草沟、下凹绿地以及透水铺装。

其中下凹绿地共 308.608.05  $\text{m}^2$ ,雨水花园共 15.011.40  $\text{m}^2$ ,下凹绿地蓄水深度为 0.10 m,雨水花园蓄水深度为

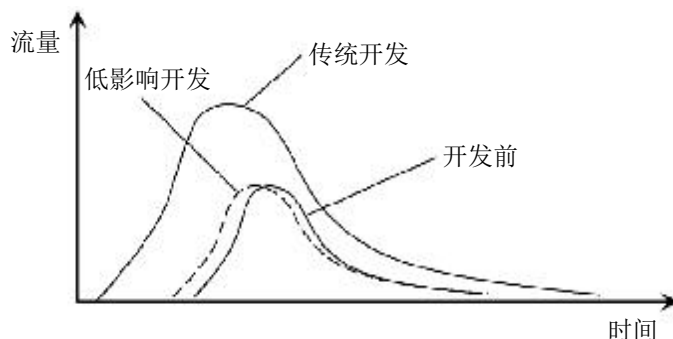


图1 流量与时间关系图示

0.30 m, 则可储存容积为:

$$V_{\text{下沉绿地}} = 308\ 608.05 \times 0.10 \times 2/3 = 20\ 573.87\ \text{m}^3$$

$$V_{\text{雨水花园}} = 15\ 011.40 \times 0.30 \times 2/3 = 3\ 002.28\ \text{m}^3$$

$$V_{\text{湖}} = (45\ 000) \times 0.2 = 9\ 000\ \text{m}^3$$

$$V_{\text{调蓄}} = V_{\text{湖}} + V_{\text{下沉绿地}} + V_{\text{雨水花园}} = 32\ 576.15 > 10\ 097.80\ \text{m}^3$$

结论: 满足调蓄要求。

### 3.5 植物设计构思及选择

利用植物园和苗圃基地, 开展试验和研究, 培育并保留与本地环境相适应、生态效益高以及在景观上有优势的水生植物, 或是具有较强抗盐性、抗涝性和抗污性的植物。

1. 植草沟需要选择一些具有抵御雨水冲刷能力的, 主要以草本植物为主的植物。如果植株太高, 会因为雨水冲刷而导致倒伏的问题。选择根系强大的植物有助于净化污染物, 增强土壤并防止水土流失。选取适应周期性雨涝和长时间干旱的植物品种。选择易于维护且覆盖能力强的本地植物品种。植物种植时, 适当增加密度可提高水流阻力, 使雨水在植被浅沟中停留的时间更长。

2. 下沉式绿地项目雨水花园是一种典型的雨水设施, 属于生物滞留设施的一种。雨水花园在无降雨时几乎没有湿气, 因此植物的选择应考虑到雨水的来源和净化水质的目标, 选用那些能够有效净化污染源, 并且既能耐受湿润环境又能耐旱的草本植物和花状灌木。降雨期间, 水流速度快, 所选植物需根深叶茂, 兼具抗逆性与抗污染、抗病虫害、抗冻、抗热等特征。植物的合理搭配可以提高水体净化能力, 可以通过将根泌氧性强和泌氧性弱的植物混合种植, 在一个复合式植物床中创造同时存在有氧和缺氧微区的环境, 以有利于总氮的降解。可以将常绿草本植物和落叶草本植物混合种植, 这样可以增强花园在冬季的净水效果。可以将草本植物和木本植物结合在一起种植, 以增强

植物群落的层次性和观赏性。本项目使用芦苇、香、狼尾草、芫荽等。

## 4 结论

城市面临自然灾害的影响, 如水资源短缺、洪涝和干旱, 对城市的健康可持续发展产生了重大负面影响。城市公园设计中的关键技术研究应用广泛, 特别适用于基于“海绵城市”理念的设计。通过应用相关技术, 可以实现雨水和地表径流的渗透、过滤、净化和储存功能, 进而创造出具有生态化特色的城市园林体系。

通过海绵设施使用新建的绿地采用了透水铺装、下沉式绿地和雨水花园等设施, 可以将自身的径流雨水进行处理, 实现雨水在自然环境中的渗透、蓄水和净化作用。

通过上述研究, 我们可以发现, 应用“海绵城市”理念城市公园设计的关键技术, 能够在保证经济效益的同时, 促进我国城市绿色生态的健康可持续发展。这些技术可以有效地减少城市公园建设所需要的经济成本, 并增强城市生态公园的运行效果。通过这种方式, 我们能够更好地平衡经济社会和生态环境之间的关系, 提高社会效益和生态效益。

## 参考文献:

- [1] 周勤劳. 海绵城市理念在城市园林设计中的应用[J]. 科技创新与应用, 2019(10):164-165.
- [2] 同[1].
- [3] 韩小晶. 基于“海绵城市”理念的城市园林设计技术要点探析[J]. 花卉, 2020(20):46-47, 50.
- [4] 同[3].
- [5] 陈伟. 海绵城市理念下的城市生态景观建设[J]. 城市建筑, 2021(17):163-165.
- [6] 邹珊, 张菲莉, 姚健. 澳洲水敏城市设计与中国海绵城市建设在未来城市中的融合: 中澳合作海绵城市建设实践[J]. 科技与金融, 2021(06):46-51.
- [7] 陈少乐. 洛阳市海绵城市规划之城市面源污染控制研究[C]. 2018(第十三届)城市发展与规划大会, 2018.

# 油田联合站污水余热梯级利用的应用探讨

徐超, 付士宾, 姜朋朋, 黎锴

(山东胜利通海集团东营天蓝节能科技有限公司, 山东 东营 257200)

**摘要** 在油田联合站运行过程中, 原油温度需要维持一定水平, 利用加热方式保证温度适宜。但是传统加热方式热效率比较低, 并且能源消耗量相对较高。再加上油田联合站每天回注和外排大量高温污水, 会导致热能浪费。油田联合站污水余热资源丰富, 具有极强的可应用价值, 应用联合站污水余热梯级利用技术, 可以提高污水余热的应用效益, 对促进油田联合站的可持续发展具有积极意义。因此, 本文基于油田联合站污水余热资源, 探讨污水余热梯级利用技术, 以期为提高油田联合站的环保效益和经济效益提供参考。

**关键词** 油田联合站; 污水余热; 热泵技术; 节能效益

**中图分类号**: X74

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0061-03

污水余热回收系统主要是对原有的工艺流程进行优化改进, 提取污水中的热量, 使热量从低温液体传递到高温液体, 实现节能目标。在油田联合站污水余热回收利用过程中, 需要根据污水的特点以及具体的处理工艺进行深入分析, 准确把握油田联合站污水余热梯级利用技术的应用要点, 保证油田联合站污水余热可以充分发挥作用, 提高油田联合站的综合效益。

## 1 油田联合站污水特点与处理现状

### 1.1 油田联合站污水的特点

油田联合站污水与其他化工生产污水的最主要差别是, 污水具有一定温度, 能够促进细菌生长, 并且含有大量有机物, 难降解物质含量高, 废水的酸碱值变化较大, pH 值变化也比较大。再加上水中有污染油、硫化物、氰化物与其他有毒物质等, 污水矿化度水平比较高。成分随着不同区域的变化出现极大变化。

此外, 联合站污水的表面张力比较大。有机化学物质、其他杂质含量也比较多。这些都会对污水的回收利用产生负面影响。含油废水内的铁细菌含量比较高, 还有大量的硫酸盐还原菌、腐生菌, 这些都会对污水处理系统的设备产生严重腐蚀, 导致设备的使用寿命下降。含油废水的抗氧化度比较高, 重金属物质含量也比较大, 铁锰含量会对污水的使用价值产生影响。二价铁氧化后形成的三价铁会沉积, 导致堵塞, 影响处理系统的整体运行效益。

油田废水的成分比较复杂, 并不单纯是有机污染物, 还包含大量的可溶性盐类污染物、固体污染物以及硫化氢等污染物, 还有一些对出水水质进行处理的化学添加剂, 包含复合碱、絮凝剂以及酸类除氧剂、

杀菌剂、防垢剂等。这些物质都会导致污水处理难度上升<sup>[1]</sup>。

### 1.2 污水处理工艺流程

现阶段, 在油田联合站污水处理过程中, 主要是以二段式治理流程为主。首先, 对污水中的杂质进行沉降, 之后进行过滤处理。其中构造物包含一次沉降、二次混凝沉降罐和过滤罐。有一部分油田联合站在污水处理过程中没有设置过滤罐, 还有一些联合站运行年限增加, 过滤罐缺乏维护资金和人力资源, 导致过滤罐停用。其次, 具体处理流程如下: 从三相分离器和油站自流放水的含油废水会先进入一次沉降罐中进行油水分离, 主要是对浮油进行有效去除; 之后废水会进入二次沉降罐, 对浮油和部分乳化油进行去除。二次沉降罐流出的废水可以通过缓冲罐进行缓冲处理, 进入压力过滤罐; 过滤处理后可以有效去除废水的悬浮杂质和残余的油珠。此时, 废水能够达到回注要求。

但是当前很多油田联合站的过滤罐因为使用年限比较长, 已经无法发挥过滤作用。因此, 需要对当前的废水处理技术进行优化和改进。目前回注水的水质无法达到排放标准, 并且联合站的污水处理后的水质中含油量、固体悬浮物含量等都有超标情况。这说明油田联合站污水处理工艺仍然存在不足, 需要进行深入分析, 发挥污水的附加价值, 提高油田联合站污水的综合利用效率。

## 2 污水余热的应用可行性

### 2.1 余热资源丰富提供了资源保障

在污水余热应用过程中, 其热能利用价值相对较高。在对已经投入使用的设备进行分析, 计算设备的

具体能耗时,对没有进行有效利用的污水余热进行计算,发现炉渣残留热量、化学反应残留热量、高温产品冷却物质余热等都属于可以再进行利用的热能资源。其中余热资源的占比较高,最低为16%,最高可达68%,而以现有的技术来说,能够进行回收利用的余热能量为总余热资源的五分之三。这说明在当前的热能资源中,污水余热资源丰富,充分发挥余热回收技术的应用优势,可以达到开源节流的目标。

油田联合站污水余热回收主要是对油田开采中后期产生的污水余热进行应用。这一类污水的余热量比较大,但是产生的污水一般需要先进行降温处理之后回灌。这一过程会导致大量余热资源被浪费。不利于油田联合站的可持续低碳发展。并且充足的污水余热资源为污水余热梯级利用技术的应用提供了坚实的资源保障,可以确保污水余热回收利用的整体效益。

### 2.2 热泵技术发展提供了技术支持

油田联合站污水后期处理的热能资源浪费比较严重,因此,需要加强污水余热利用技术研究工作。其中污水热泵技术作为污水余热应用中的关键技术,其应用效果对保证污水余热回收利用效益有至关重要的影响。对污水热泵技术进行应用可以实现污水余热的有效利用。

污水热泵本身是水源热泵的一种。水源热泵的主要优势是热容量比较大,具有极好的热设备传热性能。在尼卡诺原理的影响下,可以利用少量电高位电能输入提取周围环境中没有被应用的热能资源,温度上升后,低位热能会因为温度的影响朝高位热能变换。而热水泵的整体运行并不会出现较大波动,对热泵处理后的污水也能够进行回收利用。虽然当前无法完全回收污水余热资源,是仍然具有良好的应用价值,生态环保效益比较突出。

现阶段,对污水热泵的研发越来越多。污水热泵技术水平得到极大提升,应用最普遍的为直接式和间接式两种。直接式热泵指的是在污水池上直接安装热泵和蒸发器,利用制冷剂对污水内的热量进行吸收,之后将热量转化转移到清水。间接式需要在污水热泵的合适位置安装换热器,增加换热操作环节,一般将该装置设置在低位热源环路与热量抽取环路中间位置。通过换热器对污水池内的热量进行吸收或者直接利用油田内原油作为运输能源,直燃式热泵可以提取污水余热对其进行处理,之后转移成热量制成温热水。并利用温热水对外输原油制热器、油管运输管道进行加热,能够实现油田联合站污水余热的有效利用。

## 3 油田联合站污水余热梯级利用技术分析

### 3.1 热泵系统优化设计

在对油田联合站污水余热梯级利用技术进行分析的过程中,需要先开展热泵系统设计。污水余热需要满足油田联合站的生产工艺用热。这就需要确保油罐温度稳定在65℃。污水余热梯级利用系统的热水温度通常能够达到80℃。通过直供方式也可以实现日常生活供暖需求,供水温度50℃,回水温差约10℃。为了发挥污水余热资源的应用价值,需要对污水余热进行梯级利用。可以通过热交换的方式进行污水应用。原油水套加热炉作为备用设备。

在具体的方案设计过程中,可以发挥低温余热回收技术的价值。因为该技术相对成熟,在很多领域的应用都比较普遍。该技术主要依赖于换热技术与热泵技术。目前,比较成熟完善的余热回收装置包括吸收式热泵、压缩式热泵两种。这两种热泵的适用范围存在差异,吸收式热泵主要依靠高品位能源驱动,例如天然气,热水出口温度比较高,为90℃;而压缩式热泵依赖电能驱动,出口处的热水温度最高为60℃。

在本次设计过程中,需要完成两组换热器设置,并对污水侧进行串联,才能够实现污水的梯级利用。第1组换热器为吸收式热泵机组,可以实现生产工艺用热;第2组换热器为压缩式热泵机组,可以实现供暖用热<sup>[2]</sup>。

### 3.2 设备选型要点

#### 3.2.1 热泵设备选型

本次选择的吸收式热泵系统的设备为直燃吸收式热泵,可以实现生产工艺供热,主要借助天然气驱动,最大热负荷为生629 kW。为了确保运行效益,需要设置2 500 kW\*2 机组。机组的COP值为1.7,在标准工况下运行时,天然气的热值为12 000 kcal/Nm<sup>3</sup>。额定工况下,天然气的耗量为210.8 Nm<sup>3</sup>/h;满负荷运行工况下,24小时消耗的天然气体积为5 059 m<sup>3</sup>。在冬季运行时,不需要消耗原油。压缩式热泵供暖系统在运行过程中,可以通过热泵供热,并且能够制取50℃热水,供热量为2 000 kW,机组的COP值为5。所需电能为400 kW。在选择设备时,可以通过布置1 000 kW\*2 螺旋式热泵,保证机组的稳定性与运行效益。在实际使用过程中,可以利用R134a冷媒<sup>[3]</sup>。

#### 3.2.2 换热器选型

在此次设计过程中,换热器需要与热泵机组1对1。利用螺旋板式换热器的传热效率相对较高,并且运行过程比较稳定,在吸收式热泵机组运行过程中,对应



的换热量为 1 029 kW, 平均温差为 4.5 °C。换热器的面积为 152 m<sup>2</sup>, 需要利用 160 m<sup>2</sup> 的两台换热器, 才能保证运行效益。在压缩式热泵机组运行过程中, 其换热量为 800 kW, 平均温差为 6 °C, 换热器的面积为 89 m<sup>2</sup>, 为了保证系统运行效益, 需要利用两台 100 m<sup>2</sup> 的换热器进行设置<sup>[4]</sup>。

### 3.2.3 水泵选型

此次设计过程中, 主要利用离心水泵, 需要根据不同热泵的运行需求对离心水泵的型号进行选择。在吸热式热泵中, 水泵的密度为 994.25 kg/m<sup>3</sup>, 中介泵的流量为 64 m<sup>3</sup>/h。因此, 需要选择流量为 70 m<sup>3</sup>/h, 30 m 扬程的三台中介水泵, 其中两台可以作为主要应用设备, 其中一台作为备用选择。在压缩式热泵运行过程中, 中介水泵的密度为 998.44 kg/m<sup>3</sup>, 中介水泵的流量为 69 m<sup>3</sup>/h, 可以选择流量为 80 m<sup>3</sup>/h、扬程为 30 m 的中介水泵三台。采暖热水泵应用过程中, 热水泵的密度为 990.43 kg/m<sup>3</sup>, 全场水泵的流量达到 87 m<sup>3</sup>/h。在采暖水泵选择时, 需要选择流量为 100 m<sup>3</sup>/h, 扬程为 36 m 的采暖水泵三台。

### 3.2.4 其他设备选择

除了以上设备之外, 工艺热水泵、污水泵以及水箱、补水泵等都可以直接利用原有设备, 只需要开展管道改造即可。这样能够降低污水余热积极利用系统的改造成本。完成系统改造和升级后, 需要将污水余热梯级利用系统与原有的水套加热炉系统进行对比。螺杆式热泵主要通过二级余热能够保证热量的稳定性。采用这种方式可以保证供暖的效果, 并且不会对生产用热产生影响。全负荷供应生产用热水也可以保证供暖的热量需求, 系统安全性比较高。

针对供暖负荷变化大这一问题, 可以利用两台相同热量的螺旋式热泵, 保证机组热水流量在 60% ~ 100% 之间, 调节水温。也可以根据实际情况进行设定, 能够实现供暖系统的双向调节。利用热源自控系统可以及时反馈热量需求, 保证水力平衡和热平衡, 防止过量供热, 达到节能目标<sup>[5]</sup>。

## 4 污水余热实际应用效益

对油田联合站污水余热梯级利用系统的具体效益进行分析时, 需要从能源消耗量和经济效益出发进行分析。

### 4.1 节能效益分析

根据某油田联合站提供的相关数据, 可以确定该联合站每年的生产工艺用热为 13.24 万 GJ/a, 而采暖供热为 1.85 万 GJ/a。在供热量相同的情况下, 对热

泵系统的具体能耗进行分析, 按照每天运行 24 h, 全年生产工艺运行 360 d, 供暖运行 141 d 进行计算。

在生产工艺用热能耗计算中, 需要消耗天然气 155 万 Nm<sup>3</sup>, 对污水余热回收利用系统的额定热量与原有的加热炉系统热量相比, 电能消耗多 40 kW, 而全年增加的热量为 29.03 万 kW·h。供暖热量中压缩式热泵系统每日需要消耗的电能增加 430 kW, 全年增加 59 万 kW·h。利用污水余热梯级系统后, 每年能够节约的标准煤为 3 226.89 吨, 生产 1 吨原油能够节约 9.96 kg 标准煤, 节能率达到 53%, 具有突出的节能效益。

### 4.2 经济效益分析

在本次污水余热回收系统应用过程中, 初始投资主要是购置热泵设备、换热器以及水泵等, 此外还要对原有的管道进行改造, 这些都需要资金支持。经过计算, 污水余热回收利用系统的初始投资成本为 1 130 万元。在整个运行过程中燃气价格为每方 2.5 元, 原油价格为 3 000 元/吨, 平均电价为 0.6245 元/kW·h。根据 4.1 中的数据进行计算。每年能够节省的能源费用大约为 504 万元, 供热能耗降低大约 50%, 静态投资回收期约为 2.25 年, 具有明显的经济效益。

## 5 结束语

在油田联合站污水余热技术应用过程中, 通过热泵系统实现污水余热提取利用, 可以充分发挥能源效益。并且该技术比较成熟, 具有良好的经济效益。静态投资回收周期比较短, 仅为两年左右。还具有良好的社会效益和生态效益, 在污水余热技术应用中主要发挥污水余热的作用, 不需要使用原油, 也可以降低对天然气的依赖, 具有突出的节能环保效益, 可以降低低品位余热资源的消耗量, 减少天然气消耗, 达到环保节能的目的。

### 参考文献:

- [1] 林日亿, 李金钰, 王新伟, 等. 一种油田联合站分布式联供系统: CN202110208624.2[P]. 2021-06-18.
- [2] 马庆娟. 油田联合站利用污水余热供暖之可行性分析[J]. 工程技术: 引文版, 2017(01):259.
- [3] 高天竹. 探讨油田污水余热利用技术[J]. 化工管理, 2019(29):115.
- [4] 张江辉, 何燕, 陈鲁. 一种油田联合站能源互补及热量梯级利用系统: CN202010171241.8[P]. 2020-06-05.
- [5] 于庆. X 联合站污水余热利用的热泵选择分析[J]. 石油石化节能, 2022, 12(06):40-44.

# 预制装配式建筑在绿色建筑发展中的应用

杨晓琳<sup>1</sup>, 耿世磊<sup>2</sup>

- (1. 青岛福瀛房地产开发有限公司, 山东 青岛 266555;  
2. 青岛华鹏工程咨询集团有限公司, 山东 青岛 266000)

**摘要** 预制装配式建筑作为一种绿色建筑的重要形式,在绿色建筑发展中具有显著的重要性和广泛的应用前景。本文首先阐述了预制装配式建筑在绿色建筑发展中的关键地位,然后深入探讨了其技术优势,包括标准化设计、工厂化生产、装配化施工等,这些优势使得预制装配式建筑成为绿色建筑发展的重要推动力。其次,文章从节能减排与环保效益、施工效率与成本控制、建筑质量与性能提升以及可持续发展与循环利用四个方面详细分析了预制装配式建筑在绿色建筑发展中的应用。最后,通过具体案例分析,进一步展示了预制装配式建筑在绿色建筑实践中的优势与成效。预制装配式建筑的应用不仅有助于提升建筑行业的绿色发展水平,也为实现可持续发展目标提供了有力支持。

**关键词** 预制装配式建筑; 绿色建筑; 节能减排; 环保效益; 成本控制

**中图分类号**: TU767

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0064-03

随着全球环境问题的日益严峻,绿色建筑作为实现可持续发展的关键途径之一,正受到越来越多的关注。预制装配式建筑,以其高效、环保、可持续的特性,在绿色建筑发展中扮演着日益重要的角色。本文旨在探讨预制装配式建筑在绿色建筑发展中的重要性、技术优势以及具体应用,并通过案例分析来揭示其在实际项目中的成效。通过深入研究预制装配式建筑在绿色建筑中的应用,有望为建筑行业的绿色转型和可持续发展提供新的思路和方法。

## 1 预制装配式建筑在绿色建筑发展中的重要性

预制装配式建筑在绿色建筑发展中的重要性不可忽视,其作为一种新型的建筑生产方式,对于推动绿色建筑的发展起到了积极的促进作用。首先,预制装配式建筑有助于提高建筑效率,缩短施工周期。预制装配式建筑采用工厂化生产方式,构件在工厂内精确制作,然后运输到施工现场进行组装。这种生产方式减少了现场湿作业,降低了对天气的依赖,从而有效缩短了施工周期。这不仅提高了建筑的生产效率,还有助于减少施工过程中的环境污染和资源消耗,符合绿色建筑的发展要求。其次,预制装配式建筑有助于实现建筑节能减排。在预制构件的生产过程中,可以采用节能材料和节能技术,如使用可再生材料、低能耗设备等,从源头上减少能源消耗<sup>[1]</sup>。同时,预制装配式建筑具有良好的保温、隔热性能,可以有效降低

建筑在使用过程中的能耗。此外,通过优化建筑设计和施工方式,还可以进一步提高建筑的能源利用效率,实现节能减排的目标。再者,预制装配式建筑有助于提升建筑质量。由于预制构件在工厂内生产,可以严格控制生产过程中的质量,确保构件的精度和可靠性。同时,采用预制装配式建筑方式还可以减少施工现场的人为错误和施工质量问题,提高整体建筑质量。高质量的建筑不仅能够为人们提供舒适、安全的使用环境,还有助于延长建筑的使用寿命,减少维修和改造的成本,进一步推动绿色建筑的发展。此外,预制装配式建筑还有助于促进绿色建筑技术的创新和应用。随着预制装配式建筑技术的不断发展和完善,越来越多的新技术、新材料将被应用于绿色建筑中。这些新技术和新材料不仅可以提高建筑的性能和品质,还可以推动绿色建筑技术的创新和发展,为绿色建筑的发展注入新的动力。综上所述,预制装配式建筑在绿色建筑发展中具有重要的地位和作用。它不仅有助于提高建筑效率、节能减排、提升建筑质量,还有助于促进绿色建筑技术的创新和应用。因此,我们应该进一步推广和应用预制装配式建筑技术,推动绿色建筑的发展,为构建可持续发展的社会做出更大的贡献。

## 2 预制装配式建筑的技术优势

预制装配式建筑在绿色建筑发展中的重要性不可忽视,其作为一种新型的建筑生产方式,对于推动绿

色建筑的发展起到了积极的促进作用。首先，预制装配式建筑有助于提高建筑效率，缩短施工周期。预制装配式建筑采用工厂化生产方式，构件在工厂内精确制作，然后运输到施工现场进行组装。这种生产方式减少了现场湿作业，降低了对天气的依赖，从而有效缩短了施工周期。这不仅提高了建筑的生产效率，还有助于减少施工过程中的环境污染和资源消耗，符合绿色建筑的发展要求。其次，预制装配式建筑有助于实现建筑节能减排。在预制构件的生产过程中，可以采用节能材料和节能技术，如使用可再生材料、低能耗设备等，从源头上减少能源消耗。同时，预制装配式建筑具有良好的保温、隔热性能，可以有效降低建筑在使用过程中的能耗。此外，通过优化建筑设计和施工方式，还可以进一步提高建筑的能源利用效率，实现节能减排的目标。再者，预制装配式建筑有助于提升建筑质量。由于预制构件在工厂内生产，可以严格控制生产过程中的质量，确保构件的精度和可靠性。同时，采用预制装配式建筑方式还可以减少施工现场的人为错误和施工质量问题，提高整体建筑质量。高质量的建筑不仅能够为人们提供舒适、安全的使用环境，还有助于延长建筑的使用寿命，减少维修和改造的成本，进一步推动绿色建筑的发展。此外，预制装配式建筑还有助于促进绿色建筑技术的创新和应用。随着预制装配式建筑技术的不断发展和完善，越来越多的新技术、新材料将被应用于绿色建筑中。这些新技术和新材料不仅可以提高建筑的性能和品质，还可以推动绿色建筑技术的创新和发展，为绿色建筑的发展注入新的动力。

### 3 预制装配式建筑在绿色建筑发展中的应用

#### 3.1 节能减排与环保效益

首先，预制装配式建筑在生产过程中，通过标准化、工厂化的生产方式，实现了资源的有效利用和减少浪费。工厂化生产使得构件的制造过程更加精确和可控，避免了传统建筑方式中常见的材料损耗和浪费现象。同时，工厂化生产还可以根据实际需求进行定制化生产，减少了因设计变更而导致的材料浪费。其次，预制装配式建筑的构件精度高，使得施工现场的湿作业大幅度减少<sup>[2]</sup>。传统建筑方式中，大量的湿作业不仅消耗了大量的能源和水资源，还容易产生建筑垃圾和废水。而预制装配式建筑则通过工厂预制和现场组装的方式，减少了湿作业的比例，从而降低了能源消

耗和环境污染。此外，预制装配式建筑所使用的材料往往具有可再生、可回收的特性。这些材料在生产过程中就考虑到了环保因素，通过采用可再生资源 and 环保技术，降低了对环境的破坏。同时，这些材料的回收利用率也较高，可以实现建筑废弃物的资源化利用，减少了对环境的负面影响。

#### 3.2 施工效率与成本控制

预制装配式建筑在绿色建筑发展中，对施工效率与成本控制的提升具有显著效果。这种建筑方式采用工厂预制和现场装配的模式，从根本上改变了传统建筑业的施工模式，带来了革命性的进步。首先，预制装配式建筑大大缩短了施工周期。在工厂中，构件经过精确预制，然后运送到施工现场进行装配。这一过程减少了大量现场湿作业，使得施工速度大幅提升。这不仅降低了施工所需的时间，更减少了因施工周期长而可能带来的不确定性因素，如天气变化导致的工期延误等。其次，预制装配式建筑显著降低了施工现场的人员数量。传统的建筑方式需要大量工人在现场进行各种作业，而预制装配式建筑则减少了这一需求。预制构件的装配相对简单，所需人员数量大大减少，这不仅降低了人力成本，也提高了施工的安全性。再者，预制装配式建筑的标准化生产有助于降低材料采购成本。工厂内按照统一标准生产构件，可以实现材料的批量采购和统一管理，有效减少采购成本。同时，标准化生产还减少了材料的浪费和损耗，进一步实现了成本控制。此外，预制装配式建筑对于成本控制的贡献还体现在质量控制和减少返工率上。工厂预制的方式使得构件的质量得到严格控制，减少了因质量问题导致的返工和维修成本。同时，预制构件的精确性也减少了现场施工中可能出现的错误和偏差，进一步提升了施工效率。

#### 3.3 建筑质量与性能提升

首先，预制装配式建筑在生产过程中，对构件的质量和精度实施了严格把控。通过工厂化、标准化的生产流程，每一个构件都经过精心设计和精细制造，确保了构件的质量和精度达到预定标准。这种生产方式有效避免了传统施工中因人为因素导致的质量问题，从而提高了建筑结构的整体质量和稳定性。此外，预制装配式建筑在保温、隔热、防水等方面的性能也表现卓越<sup>[3]</sup>。在预制构件的生产过程中，可以很方便地加入保温、隔热材料，使得建筑具备良好的保温隔热

性能,有效降低能源消耗。同时,预制构件的连接方式和密封性能也得到了优化,提高了建筑的防水性能,有效防止了水患对建筑的损害。这些性能优势使得预制装配式建筑能够满足绿色建筑对节能、环保等方面的要求。通过采用预制装配式建筑,我们可以减少建筑在使用过程中对能源的消耗,降低碳排放,从而减轻对环境的压力。同时,预制装配式建筑的可回收性和可再利用性也符合绿色建筑的可持续发展理念。

### 3.4 可持续发展与循环利用

预制装配式建筑在绿色建筑发展中的应用,不仅体现在施工效率与成本控制上,更在可持续发展与循环利用方面展现了其独特的优势<sup>[4]</sup>。首先,在设计和施工过程中,预制装配式建筑始终贯彻可持续发展的理念。通过使用可再生材料,如木材、竹材等,有效减少对有限自然资源的依赖,降低了建筑对环境的影响。同时,预制装配式建筑还积极采用节能技术,如太阳能热水系统、地源热泵等,提高建筑的能源利用效率,进一步实现建筑的绿色可持续发展。其次,预制装配式建筑的构件在拆除或改造时,具有极高的可循环利用性。由于构件是在工厂中预制而成,连接方式和结构设计都考虑到了拆除和再利用的便捷性。因此,在建筑拆除或改造时,这些预制构件可以方便地拆除,并进行再利用或回收,从而大大减少了建筑垃圾的产生。这不仅节约了资源,还降低了环境污染,符合绿色建筑对循环利用的要求。此外,预制装配式建筑在推动建筑行业的可持续发展方面也起到了积极的推动作用。通过大规模应用预制装配式建筑,可以推动相关产业链的发展,促进建筑材料的研发和生产,提高整个行业的绿色发展水平<sup>[5]</sup>。同时,预制装配式建筑的推广和应用,还可以带动社会对绿色建筑和可持续发展的关注和认可,推动形成绿色消费和绿色生活的社会风尚。

## 4 案例分析

预制装配式建筑在绿色建筑发展中的应用,近年来在全球范围内得到了广泛的推广和实践。其中,位于中国上海的“世博会中国馆”便是一个典型的案例,充分展示了预制装配式建筑在绿色建筑中的卓越表现。世博会中国馆,作为2010年上海世博会的重要场馆之一,其建筑设计独特,充满了中国特色,同时又在施工过程中大量采用了预制装配式建筑技术。这一技术的应用,不仅大大缩短了施工周期,提高了施工效率,

还显著降低了建筑对环境的影响,充分体现了绿色建筑核心理念。在世博会中国馆的建设过程中,大量的预制构件在工厂中完成制作,然后运送到施工现场进行装配。这些构件包括墙体、楼板、楼梯等,都经过精确的预制和严格的质量控制,确保了建筑的整体质量和稳定性。同时,预制构件的标准化生产也降低了材料采购成本,实现了成本控制。此外,世博会中国馆在设计和施工过程中,充分考虑了建筑的可持续性和循环利用性。通过使用可再生材料和节能技术,降低了建筑对环境的影响。在保温、隔热、防水等方面,也采用了先进的材料和工艺,确保了建筑的舒适性和耐用性。世博会中国馆的建设,不仅展示了预制装配式建筑在绿色建筑发展中的应用成果,也为后续类似项目的建设提供了宝贵的经验和借鉴。它告诉我们,预制装配式建筑不仅具有施工效率高、成本控制好的优势,更能在绿色建筑的发展中发挥重要作用,推动建筑行业的绿色转型和可持续发展。

## 5 结论

预制装配式建筑在绿色建筑发展中的应用具有显著的重要性和广泛的实践价值。通过标准化设计、工厂化生产、装配化施工等技术优势,预制装配式建筑在节能减排、环保效益、施工效率、成本控制以及建筑质量与性能提升等方面展现出了显著优势。同时,其可持续发展与循环利用的特性也符合绿色建筑的发展理念。通过具体案例分析,我们可以清晰地看到预制装配式建筑在绿色建筑实践中的成效与潜力。因此,未来应进一步推广和应用预制装配式建筑技术,以促进建筑行业的绿色转型,推动可持续发展目标的实现。

### 参考文献:

- [1] 王树仁. 预制装配式建筑的绿色建筑技术研究[J]. 门窗, 2021(06):21-22.
- [2] 朱晨超, 张晓波. 绿色建筑背景下装配式建筑技术的应用[J]. 新材料·新装饰, 2023,05(11):77-79.
- [3] 胡欣荣. 绿色建筑在设计在装配式住宅建筑设计中的应用[J]. 建筑发展, 2023,07(04):16-18.
- [4] 张虎. 绿色建筑背景下装配式建筑技术的应用[J]. 佛山陶瓷, 2023(11):54-56.
- [5] 林富强. 绿色建筑在设计在装配式建筑设计中的应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(04):167-170.

# 基于人工智能的电力营销稽核方法研究

高翔

(国网山西省电力公司朔州供电公司, 山西 朔州 036000)

**摘要** 在经济高速发展的同时,对能源的需求量也在不断增长,而电能这一清洁、高效的能源受到了社会的广泛关注,推动了我国电力公司的可持续发展。电力公司要想在市场上占有更大的份额,扩大自身的发展空间,就必须重视电力营销工作的有序开展,而营销稽核是一种行之有效的工作手段。但传统的人工稽核流程繁琐、容易出错,难以满足信息时代的发展需求。本文基于人工智能的视角,与电力营销稽核工作相结合,运用人工智能对数据进行快速识别,自动化地找到营销过程中存在的问题,以期为保障营销稽核的管理质量提供借鉴。

**关键词** 电力企业; 营销管理; 稽查; 人工智能

**中图分类号**: F425

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0067-03

随着营销 2.0 系统的不断深入,在保障存量营销数据精度的前提下,电力企业迫切需要拓展多样化的数据采集和统计工作,为构建开放、友好、共赢、互信的营销生态系统打下坚实的基础<sup>[1]</sup>。为此,必须对电力市场进行全面深入的调查,以构建一个智能化的信息普查平台来为业务的发展提供有力的支持。然而,由于传统的人工稽查存在着效率低、准确性差等问题,在信息化的时代背景下,电力企业必须不断地创新稽查方法,以满足智能电网的发展需要。

## 1 营销稽查在电力营销管理中的有效性

在电力企业中,市场营销管理是一项重要的工作内容,而营销稽查<sup>[2]</sup>则是一种有效的监管手段。市场营销工作的终极目标是完成电力企业的市场销售任务,以全面提升其核心竞争力。因此,有关部门要对营销管理工作中出现的一些问题进行分析,减少电力营销管理流程中的成本损失,采取行之有效的稽查方法来提升电力市场营销管理工作的整体水平。

针对营销稽查对电力企业的影响,主要包括以下内容:(1)减少电力企业的营销风险,提升电力企业的经济效益。营销稽查就是对电力市场的经营状况进行检查,运用合适的稽查方法,保证电力市场的正常运行。高效的电力营销检查工作,可以减少电力企业的营销风险,确保其经济利益,这对促进电力企业的发展和和谐社会的建设都具有重要的意义。(2)促进电力市场的规范化运作,减少不良问题的产生。必须构建完善的电力市场营销监督体系,强化对电力营销的稽查力度,严厉打击违章行为,打造优质的电力营销氛围,确保各项事务的依法有序开展。

针对营销稽查的工作实践分析,发现其成效主要体现在:(1)在营销过程中,由于涉及的客户数量很多,会形成许多不同的营销业务,如果不进行营销稽查,就会造成营销人员工作上的失误,影响到整个营销工作的总体水平。(2)通过营销稽查,全方位地对电力企业的营销活动实施监控,并对营销过程中的问题进行即时审查,从而有效提升该企业的服务品质。(3)营销稽查可以持续提升企业的经济效益,显著增强电力企业的营销能力,对树立企业的正面形象大有裨益。

## 2 现阶段电力营销管理工作中存在的主要问题

### 2.1 营销稽查与考核体系不完善

现阶段,电力企业在营销稽查领域主要关注于电能泄露和打击偷电两大重点,对于销售业绩、客户满意度等领域的监管缺乏重视。鉴于此,电力企业迫切需要对其营销管理状况进行严格的审查,并自主发展出全方位的评估评价机制,逐渐形成一个科学合理的营销稽查考核体系。

### 2.2 营销稽查在线稽核能力不高

伴随着电力行业营销稽查技术与体系逐步提升,相关的营销稽查工作变得更加繁杂且精进。为了确保电力营销的流畅性,并尽可能地规避管理上的疏忽,电力企业必须全面地深入理解电力营销系统的运作状况。然而,现行的电力营销稽查体系的功能应用尚显不足,这在一定程度上妨碍了营销系统的应用与运作,也限制了先进稽查系统和技术效能的完全展现。

### 2.3 营销稽查工作定位不合理

在电力营销稽查工作中,稽查团队的综合能力不

足，未能准确把握其职责范围，因此在具体的操作行动上出现了一些偏差。这样的局面导致了电力营销稽查和用电检查的边界模糊不清，稽查人员往往将过多精力集中在市场规范和堵塞漏洞以增加收入等方面，严重限制了电力企业营销管理水准的提升。

### 3 基于人工智能的电力营销稽核方法分析

#### 3.1 专家系统在电力营销稽核中的应用

专家系统<sup>[3]</sup>作为一种早期的人工智能算法，它的性能并不出众，但却具有很高的实用性，是一种被广泛研究的人工智能技术。专家系统通过对已知的海量数据进行推理、计算，并按照程序的设计，模拟人的思维方式来完成具有一定逻辑性的判断决策，因而可信度较高。例如，通过运用专家系统的强大功能，电力营销部门得以依靠更优质的数据支持来优化稽查任务，显著降低了管理层的工作压力。这一系统由包括人机交互界面、推理引擎、数据仓库等多个部分组建而成。同时，专家系统是建立在信息基础上，模拟专家思想而建立起来的，其准确性取决于专家系统信息库和数据库中数据的质量。数据库中所储存的主要是电力市场的营销数据，在保证原有数据的完整性的前提下，能够方便地抽取和交换数据。为进一步提高稽查工作的精度，必须从专家系统的信息库和数据库中提取高品质的信息。此外，解释器的构建是为了对稽查结果进行更深入地分析，并保证与用户问题的相关性。

#### 3.2 群体智能算法在电力营销稽核中的应用

群体智能算法<sup>[4]</sup>是模仿自然界中的生物现象或种群繁殖习惯，模仿物种迁移或优胜劣汰的自然法则，是最具生物学重要性的智能算法之一。现行普遍采用的算法技术涉及遗传算法和粒子群算法，这些方法主要应用于寻找优化解答，它们通过采纳生物行为模式以反映现实情景，进一步构建限制因素并推导出目标函数，经过重复迭代计算终于获得最理想的答案。在进行营销稽查时，可将营销数据视为算法体系内的粒子，以合乎规定的限制条件，筛选整体数据集，提取出达到限定标准的数据，淘汰掉那些含有瑕疵的数据。在优化的全过程中，数据不会如无头苍蝇般乱窜，而是按照一定的路径在特定的范围内相互交换，而这一片地域则是用电市场的数据库，将最佳的经验与有标记的数据都记录下来，再针对下一份数据进行优化。

#### 3.3 神经网络在电力营销稽核中的应用

模仿人脑功能而开发的人工智能技术被称作人工神经网络，这一技术在数据处理的效率与精确度上有显著的提升。尽管该技术问世已久，它依旧是当前人

工智能领域内研究最为活跃的方法之一。与专家系统对照之下，人工神经网络结构更为复杂且在独立学习的能力上显得更为突出，它在分布式处理和自我适应的层面上呈现出显著的优越性，因而被更普遍地运用于数据加工、预测分析、智慧识别等众多领域<sup>[5]</sup>。在电力稽查工作中，如果运用了人工神经网络，那么当数据样本足够时，营销稽查系统就会具有自我学习的能力，调整适宜的训练参数后，系统便可自主寻找到最佳解决方案。作为构建人工神经网络的基础单元，神经元通过互联互通，赋予整个网络更高效的数据处理功能。神经细胞负责对信息加以分析和处理，在这一序列传达过程中，它将逐级传递所需信息，并筛选出未被选中的数据，使其无法顺利到达下一级别。利用神经网络分层传输的数据支撑，根据预设的门限值对电力营销数据进行分类，以提高稽查的精确性。分级信息传输的输入值会被自动地进行加权相加，并将其传送到激活函数中，激活函数会对需要保存的资料进行筛选。

### 4 基于贝叶斯网络的电力营销稽核系统设计

贝叶斯网络(Bayesian Network)是一种高效的表达因果关系的方法，作为一种图样模型，能够处理各种数据和技术，并产生相关的结果和决策<sup>[6]</sup>。将贝叶斯网络灵活运用到电力市场营销稽查工作中，可以对市场营销数据进行分类管理，不仅能让工作人员对数据进行更深入的分析，做出更科学的决策，还能给员工们提供一种更为可信的电力市场营销模式，使电力市场营销的稽查效率得到提高。

#### 4.1 电力营销稽核的特点

(1) 数据体量大。目前，我国电力市场所获得的营销数据主要来自各区域电网传感器和调度中心反馈的一手和二次信息，巨大的信息量要求市场营销人员对这些信息进行有效的甄别。(2) 数据类型多。电力市场的规模大，结构也比较复杂，这就决定了电力市场的数据种类繁多。

#### 4.2 贝叶斯网络具体应用

(1) 安全稳定性评估。依据贝叶斯网络的可靠度分析方法-割集法，将电网的运行状态划分为稳定与不稳定。(2) 调度运行。电网调度是电力市场营销工作的基础，利用贝叶斯网络可以更好地对电网进行更深层次的分析。(3) 故障分析。电网故障时，往往包含着海量的数据，利用贝叶斯网络可以对其进行有效的分析，从而为电力市场的发展提供足够的支撑。(4) 规划设计。将贝叶斯网络用于电力市场营销的规划设

计,就是要对各种可能发生的故障情况进行预测,从而制定保证电网安全可靠运行的方案。(5)用户分析。电力市场是一个开放的市场,每个用电客户可以根据自己的实际需要来选择用电供应商,利用贝叶斯网络可以对其用电趋势进行预测和分析,并据此进行有针对性的营销稽查。

### 4.3 电力营销稽核贝叶斯网络框架

贝叶斯网络模型作为主导技术支持的电力市场稽查框架,依托贝叶斯建模技术完成对电力市场的稽查任务,该过程涉及需求评估、规划策略、生产管理与销售活动等关键环节。贝叶斯网络框架是一种具有代表性的人工智能综合体系,具体包括以下内容:

#### 4.3.1 人机接口

在贝叶斯网络中,人机界面是一个非常重要的环节,它为系统、用户和稽核提供了连接的渠道,并能够以简洁的方法指导用户将所需要的信息和状态进行正确的输入。在模型建立过程中,若有专家系统的协助,则可为使用者提供一套完整的知识衍生工具。

#### 4.3.2 问题分析系统

该系统可以将员工输入的稽查问题与相应的已知条件进行关联,并将已知的条件转换成贝叶斯网络中的节点和推断证据,从而为后续的系统建模奠定基础。当系统对审计对象的稽查问题有疑问时,可以自动查询,直到满足全部条件为止。

#### 4.3.3 求解系统

求解系统的核心功能在于处理所提出的疑问并评估进入系统中的任务,采用多元化的技术手段与贝叶斯网络结合起来构建相应的模型。例如,运用机器学习技术,从数据仓库里检索所需信息,构建对应的模型。在需要帮助的情况下,用户可以通过人机界面向其提出问题,并在回答问题的过程中对其进行识别。利用实例对模型进行检验和修改,在模型构建完成后,利用已知的条件进行推断,最后得到的稽查结果可以用图表形式显示出来。

#### 4.3.4 信息采集系统

电力营销稽查工作所需的信息有历史经验、行业规律、因果关系、人员经验等多种形式,而这些信息的好坏直接影响着电力市场监管的智能化程度,因此,必须构建高质量的信息数据库,不断地对信息进行实时更新。在建立好信息库之后,首先要解决的就是如何从数据库中获得有用的信息。利用专家系统进行审计时,往往是在单机环境中进行,高质量的信息获取变得更加困难。而大数据技术的应用,突破了时空的限制,可以让电力稽查人员获取更多有用的信息。在

此基础上,将来自不同地域的专家通过大数据录入到信息库中,并将其进行集成,从而为电力营销稽查工作提供优质的信息支撑。

#### 4.3.5 存储系统

该存储系统除了能保存信息外,还能对信息进行增加、删除、修改等操作,并在随后的不断更新中,将不适合的信息剔除。根据所掌握的信息权限,将其分为全局、部门和个人三个层次,为电力市场的分级稽查提供支撑。

#### 4.3.6 分析系统

该系统的运作模式是将在线分析处理(OLAP)和数据挖掘技术相结合,在已有的数据的基础上,对营销数据进行深入分析,让工作人员对稽查工作有更层次的认识。数据分析平台能够在庞大数据集之中提炼出具有价值的信息,并通过贝叶斯模型揭示电力市场营销稽核的内在逻辑。

## 5 结束语

营销稽查是一项复杂而繁琐的工作任务,传统的人工稽查因工作量大、数据种类众多,很容易造成稽查失误,影响稽查结果的有效性。而利用人工智能技术进行营销稽查,可以有效地提高稽查的工作效率,为国家电网的安全稳定运行提供了有力的保证。本文从人工智能的角度出发,以贝叶斯网络为核心,构建一个完善的电力营销稽核管理系统,通过深入分析专家系统、群体智能算法和人工神经网络在营销稽查工作中的实际应用,针对营销稽查的特点,对该系统的组成模块,如人机接口、问题分析系统、求解系统和信息采集系统等,逐步提高电力企业的营销稽查管理水平,推动电力行业的数字化、智能化发展。

## 参考文献:

- [1] 张艾.浅谈供电企业营销稽查未来发展趋势[J].农村电工,2023,31(12):12.
- [2] 李科照.电力行业营销稽查风险管控研究[J].电力系统装备,2023(05):182-184.
- [3] 金鑫.电力营销稽查改善电力营销有效性研究[J].中国科技纵横,2023(10):102-104.
- [4] 李复宁.应用信息化智能管理技术的电力营销稽查方法探究[J].模型世界,2023(23):124-126.
- [5] 徐志春.基于业务数据分析的电力营销在线信息化稽查探讨[J].百科论坛电子杂志,2020(15):323.
- [6] 吴化委.应用信息化智能管理技术的电力营销稽查方法[J].百科论坛电子杂志,2022(07):121-123.

# 建筑工程造价管理中的全过程控制研究

张建锋

(深圳市天健园林绿化工程有限公司, 广东 深圳 518100)

**摘要** 在建筑工程项目管理中, 随着项目复杂性的增加和投资规模的扩大, 传统的造价控制方法已难以满足项目管理的需求, 因此, 全过程控制成为建筑工程造价管理的重要发展方向。本文通过对建筑工程造价管理中全过程控制的定义、组成、重要性进行分析, 探讨实施全过程控制的策略, 针对全过程控制实施过程中遇到的挑战, 提出了有效的应对策略, 以期为建筑工程项目的造价管理提供参考。

**关键词** 建筑工程; 造价管理; 全过程控制

中图分类号: TU723

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0070-03

建筑工程造价管理是工程项目管理的核心内容之一, 它直接关系到项目是否能够顺利完成以及是否能达到预期的经济效益。随着建筑项目的规模越来越大, 结构越来越复杂, 这使得造价管理的难度和复杂性不断增加, 全过程控制强调在建筑工程的整个生命周期内进行造价的控制和管理, 从项目的可行性研究阶段开始, 直至项目竣工验收, 才能确保项目的质量和进度, 提高项目的投资效益。

## 1 建筑工程造价管理的全过程控制概述

### 1.1 全过程控制的定义和组成

在建筑工程造价管理中, 全过程控制是一种涵盖项目生命周期所有阶段的综合性管理活动, 通过系统的规划、执行、监控和调整, 确保工程项目的成本在可接受范围内, 同时达到或超过预定的质量和功能要求。这种方法不仅关注项目的预算编制和成本控制, 而且还包括前期的投资决策分析、设计阶段的成本估算与优化、施工过程的成本控制以及竣工结算的成本审计与评估。全过程控制的关键要素包括成本计划、成本估算、成本控制和成本审计四个主要环节, 每个环节都采用特定的工具和技术实现对造价的有效管理。通过这种全面的控制方法, 项目管理团队能够及时发现成本超支的风险, 采取预防或纠正措施, 可以确保项目成本目标的实现。此外, 全过程控制还强调跨学科团队的合作, 通过集成项目管理团队的知识技能和优化决策过程, 从而提高项目整体的经济效益和投资回报率。

### 1.2 全过程控制的重要性

在建筑行业中, 通过实施全过程控制, 项目团队能够在项目的每个阶段进行成本预测、监控和调整,

有效避免无谓的浪费, 提升资源利用效率。全过程控制还有助于增强项目的透明度和可预测性, 为项目决策提供数据支持, 使项目管理更加科学和系统化。通过对成本的全面控制, 可以及时发现成本偏差和潜在风险, 采取预防措施, 减少了项目延期和超支的可能性。在竞争激烈的市场环境中, 全过程控制通过高效的成本管理实现成本优势, 吸引更多的客户和投资。更重要的是, 全过程控制促进了项目各方面的密切协作, 包括业主、设计师、承包商等, 通过共享信息、协调行动, 实现项目目标的统一, 这种协同作用对于复杂项目的成功完成尤为关键。全过程控制不仅为建筑工程造价管理提供一种全面、动态的管理方法, 还为实现项目全生命周期内成本、质量和时间的最优平衡, 对提升项目管理水平和实现项目成功具有重要的意义<sup>[1]</sup>。

## 2 全过程控制的实施策略

### 2.1 前期策划与预算控制

在建筑工程造价管理的全过程控制中, 前期策划与预算控制涉及对整个项目成本的预测、分析和规划, 才能确保项目从一开始就在财务可行性的路径上前进。有效的前期策划与预算控制能够为项目的后续阶段提供清晰的成本框架, 防止项目成本的无序膨胀, 从而保证项目的经济效益。通过BIM(建筑信息模型)技术进行动态造价管理和预算控制, 可以提高预算编制的准确性, 还能为成本控制提供强大的技术支持。施工团队建立起一套有效的成本控制机制和反馈系统, 也能确保项目各阶段的实际支出与预算保持一致, 及时调整和优化成本控制策略。

在实践中关键是要综合考虑市场趋势、材料成本以及劳动力费用, 确保预算的全面性和现实性。利用



风险管理工具来识别和评估可能影响成本的不确定因素，为项目设立风险准备金，进一步增强预算的稳健性。加强与项目团队内部及外部供应商和承包商的沟通，才能确保成本信息的透明和共享，有助于促进各方对成本目标的共识和协作，提高项目管理的协同效率。最后，通过定期的成本审查会议，可以有效监控成本执行情况，确保项目按照预定预算顺利推进。

深圳市某大型商业综合体项目在策划阶段，通过市场调研和成本分析，结合 BIM 技术对项目全生命周期的成本进行详细预测和规划。项目团队还建立了一套包括设计阶段、采购阶段和施工阶段在内的全面成本控制机制，通过实时数据反馈和动态成本管理，实现了对成本的精准控制，表 1 是成本控制措施。

通过这些措施，该项目最终成功控制在预算范围内完成，成本超支率控制在 3% 以内，远低于同类项目的平均水平。这个案例不仅体现出前期策划与预算控制在建筑工程造价管理中的重要性，也证明通过科技手段和系统管理可以有效控制建筑项目成本，提高项目管理效率和经济效益。

## 2.2 施工阶段的成本控制

有效的施工阶段成本控制不仅需要精确的成本预测和预算编制，还需要实时的成本监控和管理措施，可以应对施工过程中可能出现的各种变化和不确定因素。项目团队利用先进的项目管理软件进行成本跟踪，确保每一笔支出都能够及时记录和分析。这些软件能够提供实时数据，帮助项目经理快速识别成本偏差，并采取相应措施进行调整。项目团队有也要定期召开成本审查会议，团队成员就成本控制的进展进行交流，

共同探讨如何解决成本超支的问题。此外，项目团队通过谈判确保材料采购的成本效益，同时优化施工计划和方法，减少不必要的浪费，提高施工效率。

以深圳某住宅小区改造项目为例，项目团队采用动态成本管理系统，实时跟踪和监控项目成本，并及时发现和处理成本偏差。项目团队还采用了供应链管理优化、施工过程优化和价值工程等策略，有效地降低材料成本和施工成本，提高了资源利用率<sup>[2]</sup>。表 2 是一些创新成本控制措施，通过这些措施，项目管理团队不仅成功控制了成本，还提高了工程项目的整体管理水平和经济效益，为今后类似项目提供了宝贵的经验和借鉴。

## 2.3 竣工后的成本审计与评估

竣工后通过对已完成项目的成本执行情况进行全面审查，评估成本控制的效果，识别和总结项目管理的经验教训。这一阶段的重点是验证项目成本的合理性、合规性，并对项目的财务表现进行评价，为未来项目的成本控制提供参考依据。在竣工后的成本审计与评估过程中，专业的审计团队通常会深入分析项目的所有成本记录，包括直接成本、间接成本以及任何额外费用。审计的目的不仅在于确认成本的真实性和合规性，而且还在于评估成本管理过程的有效性，识别可能存在的浪费或过度支出。此外，成本审计报告将详细记录审计发现的任何问题和建设性意见，为未来类似项目的预算编制和成本控制提供宝贵的经验和指导，这种系统性的回顾和评估机制是持续改进成本管理实践、提高项目财务绩效的基础<sup>[3]</sup>。

以深圳某商业中心项目为例，项目总投资约 5 亿

表 1 成本控制措施

阶段	措施	成效
前期策划	市场调研和成本分析	确保预算的准确性和实时性
设计阶段	利用 BIM 技术进行成本预测	提高预算编制的准确性
施工阶段	实施全面成本控制机制	实时调整和优化成本控制策略

表 2 创新成本控制措施

措施	具体内容	成效
动态成本管理系统	实时监控项目成本，及时调整预算和计划	成本偏差控制在 2% 以内
供应链管理优化	优化供应商选择和采购流程，降低材料成本	成本降低 5%
施工过程优化	优化施工工艺和流程，提高施工效率	工期缩短 10%，成本节约 8%
价值工程	通过功能成本分析，优化设计方案，实现成本与功能的最佳平衡	成本节约达到 12%

元人民币,通过在竣工后实施细致的成本审计与评估,项目团队对比实际成本与预算成本,并详细分析成本偏差的原因,并对整个项目的造价管理过程进行了评价。成本审计揭示出在材料采购、人工成本和设备使用等方面存在的节约潜力和浪费现象,同时也指出了项目在预算编制、成本控制和合同管理等方面的不足。该项目竣工后,基于审计结果,项目团队建立了一套更加科学、系统的成本管理和控制机制,包括优化预算编制流程、加强施工现场的成本监控、改进合同管理策略等,以期在未来项目中实现更高效的成本控制,提升项目的财务表现。

### 3 全过程控制面临的挑战与对策

#### 3.1 面临的主要挑战

如何高效应对项目执行过程中的不可预见因素,以及如何确保项目成本控制的精确性和实时性,是全过程控制中遇到的主要挑战。通过精细化的造价管理措施,不仅能为同类项目提供宝贵的经验和参考,也可以进一步验证了全过程控制在建筑工程造价管理中的重要作用和实践价值。由于建筑工程项目的复杂性,预测成本常常需要依赖大量不确定的因素,包括但不限于政策变化、市场需求波动以及技术创新等,这些不确定因素增加会项目成本控制的难度,使得预算编制和成本控制工作变得更加复杂和挑战性。

在建筑项目的执行过程中,由于客户需求的变化、设计优化或施工条件的调整,项目变更几乎是不可避免的。然而,频繁的项目变更会导致成本的增加,进而影响项目的整体预算和进度,如何在确保项目质量和满足客户需求的同时,有效控制和管理这些变更,是项目管理团队必须面对的重要挑战。此外,在建筑工程项目中,及时获取准确的成本信息对于成本控制至关重要,由于信息传递不畅、数据更新不及时或缺乏有效的成本监控机制,项目管理团队可能无法准确掌握实时成本数据,这将直接影响到成本控制的效果和决策的准确性<sup>[4]</sup>。例如,深圳市某一个大型基础设施项目,由于其地理位置特殊和工程技术要求高,项目执行过程中遇到施工期间突遇的自然条件变化、材料价格波动以及设计变更等众多挑战,这些因素对项目造价管理提出了极大的考验。

#### 3.2 有效的应对策略

首先,项目团队需要建立一个灵活且全面的风险管理体系,这意味着在项目启动阶段就要识别潜在的风险因素,包括政策、市场、技术等方面的变化,并制定相应的应对措施。例如,深圳市的基础设施项目

通过专业的风险评估,预先规划了应对自然灾害和市场价格波动的策略,如签订固定价格合同以避免材料成本飙升。

其次,强化项目变更的管理也是解决频繁变更带来的成本增加的有效策略,施工团队应该建立严格的变更控制流程,才能确保每一次变更都经过充分的论证、评估和批准<sup>[5]</sup>。变更控制委员会也应包括项目的主要利益相关者,便于从多方面权衡变更的必要性和可能带来的影响。深圳市的项目采用了这种机制,大大地减少无谓的变更,能够保持项目成本和进度的稳定。

再次,项目团队必须提高成本信息的准确性和时效性,这要求项目团队利用现代信息技术,如实时成本监控系统,确保项目成本数据的实时更新和准确反映。通过与供应商和承包商建立电子数据交换系统(EDI),深圳市的项目能够及时获得材料价格和人工成本的最新信息,使成本控制更加精准有效。

最后,项目团队成员应具备多方面的知识和技能,能够从不同角度识别和解决问题,可以通过定期的培训和学习,不断提升自身的项目管理和成本控制能力,才能成功应对项目执行过程中的各种挑战。

### 4 结论

建筑工程造价管理中的全过程控制覆盖了从项目启动到竣工交付的每一个环节,通过前期策划与预算控制、施工阶段的成本控制以及竣工后的成本审计与评估,项目团队能够有效应对成本管理过程中的各种挑战。成功的全过程控制需要项目团队之间的紧密合作与协调,全过程控制不仅是建筑工程造价管理的一种有效方法,也是实现项目成功的关键因素。随着建筑行业的不断发展和项目管理技术的进步,全过程控制将会得到更广泛的应用,为建筑工程项目带来更高的价值和效益。

#### 参考文献:

- [1] 王富伟,易秉林.建筑工程造价管理全过程控制策略研究[J].居舍,2023(36):169-172.
- [2] 张志晖.建筑工程造价全过程控制中的问题及解决对策[J].城市建设理论研究(电子版),2023(34):55-57.
- [3] 杨涛.建筑工程造价管理全过程控制研究[J].中国招标,2023(10):164-166.
- [4] 蒋成思.建筑工程管理中的全过程造价控制[J].住宅与房地产,2023(26):76-78.
- [5] 廖雨蒙.建筑工程造价管理中的全过程控制探讨[J].中国招标,2023(09):159-161.

# 基于大数据技术的电力营销策略分析研究

陈柘锜

(国网浙江诸暨市供电公司, 浙江 绍兴 311800)

**摘要** 在大数据技术快速发展的背景下, 电力市场的营销策略面临重要转型。本文探讨了大数据技术在电力营销中的应用, 重点分析了电力市场当前面临的挑战及大数据技术在营销策略分析中的优势。通过研究随机森林算法在电力客户群体划分中的应用, 展示了如何利用大数据优化营销策略, 提升客户满意度和企业竞争力。

**关键词** 大数据技术; 电力营销策略; 随机森林算法; 客户群体划分; 个性化营销

中图分类号: F425

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0073-03

随着科技的迅猛进步和数据量的急剧增加, 大数据技术已成为当前学术和商业领域的热门话题。在众多应用领域中, 电力行业特别是电力营销领域, 正逐渐成为大数据技术创新和应用的重要前沿<sup>[1]</sup>。有效利用大数据技术对于电力企业来说, 不仅是提升竞争力的关键, 也是满足用户需求、优化资源配置的重要手段<sup>[2]</sup>。因此, 深入分析基于大数据技术的电力营销策略, 对目前加快电力行业的发展有着重要的理论和实际意义。

本研究的核心动机在于探究大数据技术在电力营销策略分析中的作用, 基于大数据挖掘技术实现电力营销策略中的客户群体划分, 并基于此进行定制化的营销策略。旨在深入研究和探索大数据技术在电力营销领域的实际应用, 以提升电力企业的竞争力和服务质量。

## 1 大数据技术概述及其在电力营销中的应用分析

### 1.1 大数据技术内涵

大数据技术, 作为信息时代的产物, 涵盖了数据捕获、存储、分析、共享等多个方面, 用于处理那些传统数据处理应用软件难以应对的大规模数据集合。其主要意义在于从大量数据中能获取有价值的信息, 为决策制定提供强有力的支持。近年来, 随着计算能力的不断提升和算法的不断进步, 大数据技术在电力行业得到了广泛应用。尤其值得注意的是, 在电力营

销领域, 大数据技术的应用正逐步改变传统营销策略。

### 1.2 电力营销现状分析

当前的电力市场正经历着快速变革, 伴随着电力行业竞争发展和消费者需求的多元化, 电力营销面临着新的挑战 and 机遇。表 1 展示了电力营销领域的现状以及大数据技术对其潜在影响。

在大数据技术应用于电力营销的研究领域, 许多学者已经做出了重要贡献。这些研究主要集中在如何利用大数据改善客户关系管理、市场分析和风险控制等方面。例如, 一些研究专注于使用数据挖掘技术来分析用户行为, 从而更好地理解 and 预测用户需求<sup>[3]</sup>。其他研究则探讨了如何通过分析大量的市场和运营数据来优化电力产品和服务<sup>[4]</sup>。

### 1.3 大数据技术在营销策略分析中的应用优势

首先, 大数据技术可以帮助电力企业精确地划分客户群体。通过深度分析大规模的客户数据, 电力行业可以更准确地知道不同客户人群的特征和需求。通过对不同客户特征的挖掘和分析, 企业也可以将客户划分为不同的细分市场, 从而实现更精准的市场定位和目标客户群体的识别。其次, 大数据技术支持个性化营销策略。根据客户的特点和需求, 企业可以为不同客户提供个性化的产品和服务, 提高客户满意度和市场竞争力。最后, 大数据技术使得企业能够实时监

表 1 电力营销现状及大数据的潜在影响

电力营销要素	当前现状	大数据技术的潜在影响
市场定位	面向广泛的消费者群体, 缺乏精准定位	通过用户行为分析实现更精准的市场定位
产品定制	产品和服务相对单一	基于用户数据, 提供个性化的产品和服务
价格策略	价格相对固定, 缺乏弹性	利用市场数据, 实施动态和差异化定价
服务优化	服务方式传统, 用户反馈延迟	实时监控用户反馈, 快速优化服务响应

测用户反馈并快速改进服务。通过分析用户反馈数据，企业能够及时发现问题并采取措施提高服务质量，增强客户忠诚度。

## 2 基于大数据挖掘技术的用电客户群体划分方法

随机森林算法是一种基于集成学习的机器学习方法，它通过构建多个决策树并将它们的结果进行组合来进行分类和回归任务<sup>[5]</sup>。在随机森林中，每个决策树都是通过随机采样数据集的一部分和特征的一部分来训练的，从而增加了模型的多样性。然后，通过对每个决策树的输出进行平均或投票来获得最终的预测结果。这种集成方法有助于减少过拟合风险，提高模型的稳定性和准确性。

电力营销策略的制定中，对于用电客户分群，随机森林算法可以将潜在的电力消费者划分为不同的群体，从而更好地理解他们的需求和行为模式。这有助于制定针对不同客户群体进行的定制化营销策略，以最大程度地提高销售效益。如下图1所示，为随机森林模型的构建过程：

首先，从原始数据集中随机抽取多个子样本。这个过程又被称为“Bootstrap 抽样”，其中每个子样本的大小通常与原始数据集相同。假设原始数据集表示为D，抽取出的子样本集为  $D_1, D_2, \dots, D_n$ 。随后基于每一个子样本集构建决策树，在构建决策树时采用 CART 进行构建，CART 分类树算法使用基尼系数选择特征，基尼系数代表了模型的纯度，基尼系数越小，纯度越低，特征越好。对于某一个数据集D，其纯度用基尼值来度量：

$$Gini(D) = \sum_{i=1}^n p(x_i) * (1 - p(x_i))$$

$$= 1 - \sum_{i=1}^n p(x_i)^2 \quad (1)$$

其中， $p(x_i)$  表示类别  $x_i$  出现的概率，n 是分类的

数目。Gini (D) 反映了从该数据集 D 中随机抽取两个样本，其类别标记不一致的概率。因此，基尼值越小，则数据集 D 的纯度越高。

随机森林中的每一棵决策树的构建过程如下所示：对于当前节点数据集 D，如果样本个数小于阈值或没有特征，则直接返回当前构建的决策子树。在计算得到各个特征（对应于不同类别用电客户的用电特点和情况）的基尼系数中，选择基尼系数最小的特征 A 作为最优的特征和划分点，并将父节点数据集划分为两部分，分别划分到对应的子节点处。对于树所产生的所有节点，重复以上决策树的构建过程，当每一个叶节点对应的数据集无法进一步划分时。完成 CART 决策树构建。

由于每一次进行决策树构建时利用的数据集都利用 Bootstrap 抽样获取的，因此可以充分利用构建的不同数据集，从海量数据中挖掘出用户用电需求和用户类型之间的潜在关系，融合不同的决策树的划分结果，随机森林模型的输出可以用于识别电力客户的关键行为特征，预测用电需求，从而实现精准营销。通过分析模型结果，电力公司可以识别出潜在的高价值客户，制定个性化的服务方案。

## 3 实验结果与电力营销策略分析

针对上述所采用的基于随机森林的大数据挖掘算法在电力营销方面的有效性和可靠性，本文通过随机森林算法对用电客户群体进行精准划分，并在此基础上探索基于该结果进行精准营销的可能性。研究对象为某电力公司的用户基本信息、历史用电记录和交易数据等。采用随机森林算法对客户数据进行分析。数据预处理包括数据清洗和归一化处理。特征选择侧重于影响客户用电行为的关键特征，包括用电量、总

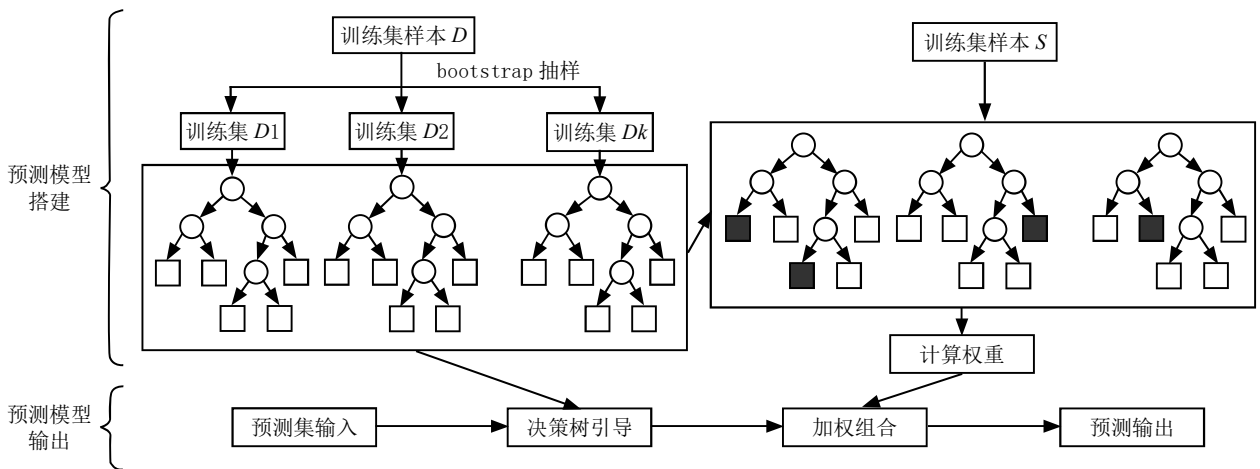


图1 随机森林模型结构

用电时间等。实验在高性能计算服务器上进行，使用 Python 语言和 Scikit-learn 库。其中为保证数据量纲对于实验结果的影响，采用 Z-score 进行标准化。

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

其中  $\mu$  表示样本该特征的均值， $\sigma$  表示样本中该特征的标准差。

首先，从电力公司数据库中提取用户的客户数据，随后进行数据清洗，去除 NAN 等污染数据并处理异常缺失值。基于表 2 中获取的特征表示，并将其中的连续值进行离散化，以适应随机森林的输入，随后进行随机森林算法的训练，训练模型，并通过网格法对参数进行优化。

表 2 用于决策树构建的客户特征类别

特征类别	特征表示
用电行为特征	用电量（连续值）
	用电峰谷分布（连续值）
	用电时间模式（白天、夜晚、工作日、周末）
	用电历史
客户基本信息特征	地理位置（经纬度，海拔）
	家庭收入
	客户职业类型
	客户反馈历史

随后针对训练的模型，采用 5 折交叉验证的方法进行模型性能评估，采用准确率，召回率和 F1-分数作为评价指标，当准确率达 95% 以上，召回率达到 90% 以上时认为所构建的电力营销用户群体划分具有高度的准确性，采用 CART 决策树算法作为本文实验的基线模型，验证随机森林大数据挖掘算法是否可以有效提高客户群体划分结果的准确性，实验结果如表 3 所示。

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

$$F1 = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (5)$$

表 3 不同数据挖掘算法的客户群体划分结果

数据挖掘算法	准确率	召回率	F1-score
CART 决策树	90.2%	89.9%	0.88
随机森林	96.3%	93.5%	0.91

上述客户群体划分中识别目标为两个主要的客户

群体，高用电量企业客户和低用电量家庭用户，因此在两种数据挖掘算法中准确率都有较为良好的表现，对于随机森林算法，经过网格法的参数调优，可以实现 95% 以上的客户群体划分准确率，以及 93.5% 的不同客户群体召回率，相对于基线模型提升效果显著，表明随机森林大数据挖掘算法可以有效提高客户群体划分结果的准确性。

对于高用电量企业客户，随机森林模型表明其通常在工作日的白天用电负载大。基于这一发现，电力公司可以为这些客户提供优惠的工作日白天电价，以及相关的能效改进咨询服务。对于低用电量家庭用户，模型显示他们的用电量在夜间和周末较高。针对这一群体，电力公司可以推出夜间和周末的优惠电价计划，以及家庭用电安全和节能的教育活动。利用随机森林模型的结果，电力公司能够更精确地了解不同客户群体的用电习惯和需求，从而制定更加个性化和有效的营销策略。有望提高客户满意度，优化电力资源的分配和利用。

#### 4 结束语

本文通过深入分析大数据技术在电力营销策略中的应用，探讨了大数据技术如何优化电力市场的客户群体划分和营销策略。研究显示，利用大数据技术，尤其是随机森林算法，能有效提高客户群体划分的准确性，从而支持电力企业制定更加个性化和有效的营销策略。这不仅可以提高企业的市场竞争力，还可以优化资源配置，增强客户满意度。

#### 参考文献:

- [1] 殷悦. 大数据在电力营销中的应用 [J]. 科学与信息化, 2023(16):13-15.
- [2] 卢平. 基于大数据技术的电力营销系统应用研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2020.
- [3] 赵娟. 基于大数据的电力营销信息化技术应用 [J]. 电力系统装备, 2023(06):170-172.
- [4] 武新娟, 薛建德, 迪里达尔·库尔班, 等. 电力大数据在供电客户精准营销中的应用 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 经济管理, 2023(07):4-6.
- [5] 钟楚彦. 基于随机森林模型的精准营销研究 [J]. 经济管理文摘, 2020(03):169-170.

# 危险化学品企业特殊作业安全管理

陈 硕

(中国石化青岛液化天然气有限责任公司, 山东 青岛 266400)

**摘 要** 本文主要探讨了危险化学品企业特殊作业的安全管理存在的问题及对策。首先, 概述了危险化学品企业的特殊性及其作业过程中存在的潜在风险。其次, 分析了特殊作业安全管理的重要性。再次, 阐述了危险化学品企业特殊作业安全管理存在的问题。在此基础上, 提出了加强特殊作业安全管理的具体措施。本文的研究结果旨在对于提高危险化学品企业特殊作业安全管理水平、降低安全风险具有理论意义和实践意义。

**关键词** 危险化学品企业; 特殊作业; 安全管理

**中图分类号:** TQ08

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)06-0076-03

随着工业化进程的加快, 危险化学品在生产、储存、运输和使用过程中的安全问题日益凸显。危险化学品企业具有鲜明的特殊性, 主要体现在其原料的多样性和危险性上。这些原料往往具有强烈的腐蚀性、毒性、易燃易爆性, 甚至可能具有放射性或易挥发性。LNG 作为近年来大力推广的清洁能源, 工艺流程相对简单, 物料变化虽只涉及物理变化, 但具有低温、高压等特点。因此, 在生产过程中, 企业需要严格遵守工艺流程, 确保操作精确无误, 以预防安全事故的发生。加强危险化学品企业特殊作业的安全管理, 对于保障员工生命安全、维护社会稳定和促进企业可持续发展具有重要意义。

## 1 危险化学品企业特殊作业安全管理的重要性分析

在危险化学品行业中, 特殊作业的安全管理至关重要。特殊作业是指在危险化学品生产、储存、使用、运输等过程中, 涉及危险化学品装卸、搬运、储存、处理、设备检修等活动的作业。这些作业往往涉及高风险, 一旦发生事故, 后果不堪设想。因此, 特殊作业的安全管理是保障企业安全生产的重要环节。首先, 特殊作业安全管理有助于降低事故风险。在危险化学品企业中, 特殊作业的种类繁多, 包括但不限于动火作业、受限空间作业、吊装作业、临时用电作业等<sup>[1]</sup>。这些作业过程存在诸多风险因素, 如操作不当、设备故障、人员疏忽等, 可能导致火灾、爆炸、中毒、泄漏等事故。通过加强特殊作业安全管理, 可以有效地降低这些风险, 保障企业的安全生产。其次, 特殊作业安全管理有助于提高企业的经济效益。安全事故不仅会造成人员伤亡和财产损失, 还会严重影响企业的声誉和经济效益。通过加强特殊作业安全管理, 可以降低事故发

生的概率, 减少企业因事故带来的经济损失和社会负面影响。再次, 安全管理的加强还可以提高员工的安全意识, 增强员工的工作积极性和工作效率, 从而提高企业的整体效益。最后, 特殊作业安全管理是企业社会责任的体现。作为社会的一员, 企业应当承担起保护环境和人民生命安全的责任。加强特殊作业安全管理, 不仅可以保障企业的安全生产, 还可以减少对环境的影响, 降低对周边居民的危害, 提高企业的社会声誉和影响力。

## 2 危险化学品企业特殊作业安全管理存在的问题

### 2.1 作业人员安全意识薄弱

首先, 部分作业人员缺乏安全意识, 作业人员对现场情况不了解, 未正确穿戴安全防护用品, 未严格执行监护制度等, 从而导致风险加大。部分人员未正确认识到特殊作业的本质风险, 不了解现场情况, 对作业存在侥幸心理。例如: 在有限空间作业过程中, 作业人员认为自己在密闭空间内不会受到空气中有毒有害气体的影响; 在动火作业过程中, 认为动火并不需要配备防毒面罩、隔离式呼吸阀等特殊防护设备。其次, 部分作业人员在作业前未认真分析、研究相关风险因素, 盲目自信, 没有制定相应的安全措施和应急预案, 一旦出现危险情况将会造成重大损失。

#### 2.1.1 未进行危险有害因素辨识

由于企业的特殊作业安全管理制度不健全或执行不到位, 人员未进行安全风险辨识, 不知道如何预防特殊作业事故发生。例如: 在动火作业过程中, 作业人员没有做好个人防护措施, 未佩戴可燃气体报警器等, 也没有制定相应的应急预案。同时, 部分企业对危险有害因素辨识不到位, 例如: 未进行有限空间安

全管理；未对动火作业的相关区域进行划分；未制定动火作业方案等。

### 2.1.2 未制定特殊作业应急预案

《危险化学品企业安全生产应急预案管理办法》规定，生产经营单位应当根据本单位实际，建立健全本单位应急预案，并采取有效措施，保证本单位应急预案的有效实施。特殊作业是指涉及有毒有害、易燃易爆物质的作业，或者其他具有危险性的作业。危险化学品企业应当根据实际情况制定特殊作业应急预案。对于涉及有毒有害、易燃易爆物质的特殊作业，还应当制定有针对性的应急预案，并配备必要的防护用品和应急救援器材。相关行业监管部门要加强对企业特殊作业应急预案的审查和监督检查，督促企业按要求制定本单位特殊作业应急预案，并按要求备案。企业不按要求制定应急预案，将会被监管部门处罚<sup>[2]</sup>。

### 2.2 作业风险管控措施不足

作业风险管控措施不足主要体现在以下方面：一是缺乏作业风险辨识和分析的能力。部分企业缺乏作业风险辨识和分析的能力，对特殊作业现场的危险因素识别不到位，对事故案例、事故后果等情况不了解。二是作业人员安全意识不强。在生产过程中，部分人员存在侥幸心理，对可能发生的危险因素缺乏足够的认识和了解，特别是在存在有毒有害介质的区域进行作业时，个别人员没有佩戴空气呼吸器或没有戴安全帽等个人防护用品。三是安全培训不足。部分企业在进行特殊作业前，没有进行相应的安全培训，致使作业人员缺乏足够的安全风险意识和应对能力；同时，对作业前的准备工作没有充分考虑到实际情况，导致在进行特殊作业时现场情况发生变化而无法及时应对。

### 2.3 承包商管理存在漏洞

承包商管理是特殊作业安全管理工作的关键。《危险化学品企业特殊作业安全规范》要求，企业应与承包商签订安全生产管理协议，明确双方安全责任义务；企业应加强对承包商的资质审查，确保其具备相应的资质、能力；企业应建立健全承包商安全管理制度，严格落实有关要求；承包商应按照规定进行作业前的现场安全确认，并严格执行作业票制度。

但在实际工作中，部分企业没有落实对承包商的相关要求，只在《危险化学品企业特殊作业安全规范》中要求承包商按照有关规定进行现场安全确认，但并没有要求其严格按照规定进行现场安全确认。部分企业虽然建立了特殊作业管理制度，但对承包商的管理并不到位，甚至没有建立相关的制度<sup>[3]</sup>。此外，部分

企业对承包商管理的责任落实不到位，在日常工作中没有认真履行对承包商的安全管理责任，导致一些事故隐患未及时消除。还有的企业缺乏对承包商的日常管理和监督检查，导致一些违规操作、违章作业现象发生。

### 2.4 监护人应急处置能力欠缺

监护人员是特殊作业安全管理的核心人员，其职责包括现场监护和应急处置。在实际工作中，监护人对安全风险认识不足，监护意识不强，应急处置能力欠缺，主要表现在以下几个方面：第一，现场监护不到位。主要表现为对特殊作业区域风险认识不足、对监护事项认知不全、监护措施不到位等。第二，应急处置能力欠缺。主要表现为在应对突发事件时不能快速反应、处置不当，严重时还会造成较大的安全事故。第三，监护记录不规范。主要表现为现场监护记录内容不全、记录格式不符合要求、现场监护人员填写的内容与实际不符等。第四，监护人配备不足。主要表现为监护人数不足，无法满足特殊作业需要。

## 3 危险化学品企业特殊作业安全管理的建议

### 3.1 提高作业人员安全意识

第一，企业应建立健全特殊作业安全管理制度，完善特殊作业审批流程，将特殊作业安全管理制度纳入员工考核体系，并组织实施。第二，企业应设置特殊作业审批专岗，配备专职的人员进行监督和管理。第三，企业应对员工进行培训教育，使其明确特殊作业安全要求及注意事项，并在现场作业过程中对员工进行监督和提醒。另外，在特殊作业过程中，应对员工进行持续的培训和教育，使其了解现场施工过程中存在的各种风险。第四，企业应制定特殊作业安全管理清单，将现场施工的各项要求、危险因素和注意事项等内容以清单的形式予以明确。此外，企业还应设置安全警示标识、操作规程、安全注意事项等内容。第五，企业应组织特殊作业人员进行安全培训和考试。培训内容主要包括：特殊作业的操作规程、安全注意事项及应急处置措施等；考试形式主要为闭卷考试、现场模拟操作等方式。同时，企业应定期对作业人员进行安全教育和培训，对不能保证安全生产的人员要及时更换<sup>[4]</sup>。第六，企业应建立特殊作业档案，对特殊作业的流程和相关要求进行详细记录。企业可在作业现场设置警示标识，如“本措施未尽事宜按 XX 规定执行”等；并在现场醒目位置设置相关的安全警示牌；同时还应将特殊作业审批流程、现场作业照片和相关资料进行存档。

### 3.2 加强作业风险管控

危险化学品企业要针对不同的作业项目,制定相应的作业风险控制措施,对特殊作业进行风险辨识,并进行风险评估,确定重大风险和关键控制点。需要注意的是,企业进行动火、受限空间等危险作业时,应同时制定相应的安全措施,并在开工前组织人员进行安全教育培训。企业应对所有参与特殊作业的人员进行培训,保证其了解本岗位的安全操作规程和应急处置措施。在特殊作业现场,应设置相关标识和警示标志,配备必要的安全防护设施。同时要确保特殊作业现场照明充足、通讯畅通。在进行高处作业时,企业应将高处作业方案、高处作业许可等资料报属地应急管理部门备案。高处作业人员必须系挂符合国家标准或者行业标准规定的安全带;在坠落高度基准面2米及以上有可能坠落的高处进行下方施工时,必须使用符合国家标准或者行业标准规定的安全防护设施;在坠落高度基准面3米及以上有可能坠落的高处进行下方施工时,应采取可靠的固定措施;在通风不良或存在有毒有害气体等危险环境中进行高处施工时,必须按规定佩戴空气呼吸器或其他呼吸器具;在有限空间内作业时,应保持空气流通;在高温、低温、潮湿或有腐蚀性介质等环境中进行高处施工时,应采取有效的隔热、降温措施<sup>[5]</sup>。

### 3.3 加强承包商安全管理

承包商是指在作业过程中需要与企业建立劳动关系的作业人员。根据有关规定,承包商必须是具备相应资质的企业,并建立有效的管理制度,加强对其资质、能力及作业过程的管控。第一,要选择有相应资质和能力的承包商。需要进行工程承包的建设项目,应当选用具有相应工程施工总承包资质的企业。第二,加强对承包商安全管理。建立健全承包商安全管理体系,落实企业安全生产主体责任,与其签订书面承包合同,明确双方安全责任、权利和义务。根据相关规定,承包单位应当按照有关规定对其承包工程进行全面管理,保证安全生产,承担工程质量、施工和工期责任。在签订工程承包合同时应当明确规定承包商应当按照国家有关规定对其进行安全培训教育并考核合格后方可上岗作业。第三,严格履行承包商准入制度。危险化学品企业特殊作业,安全责任重大。为确保作业安全,企业必须严格履行承包商准入制度,对承包商资质、人员技能及安全管理体系进行全面审核。只有通过严格筛选的承包商,方可参与特殊作业,确保企业安全生产无虞。第四,严格执行特殊作业审批制度。从事

危险化学品建设项目施工作业的企业应建立健全特殊作业审批制度和管理制度,对每项特殊作业要明确专人进行现场监督检查。应当指定专人负责对承包商人员进行管理,要求承包商人员不得从事危险化学品建设项目的施工作业活动;动火等特殊作业时应禁止无关人员进入现场;同时要督促施工单位加强对动火等特殊作业的管理。

### 3.4 提升监护人现场处置能力

监护人是特殊作业的最后一道防线,现场监护人员是否具备应急救援能力直接关系到特殊作业的安全。生产经营单位应当为从事危险作业的人员配备必要的安全防护用品,并进行现场安全教育和培训,确保其掌握所从事作业存在的危险、危害因素、防范措施以及应急措施。因此,企业要对监护人进行定期的培训和考核,通过考试后才能上岗。同时,企业还应该配备专门的应急救援物资和器材。企业可以组织开展应急预案演练活动,通过应急演练可以检验企业应急救援队伍和个体应急救援人员在实际作业中遇到突发事件时的应急处置能力。企业也可以利用微信等新媒体平台组织开展线上培训活动,加强对监护人进行现场处置能力的培训和考核。

## 4 结束语

本文围绕危险化学品企业特殊作业的安全管理进行了探讨。特殊作业安全管理对于危险化学品企业而言至关重要,它直接关系到企业的生产安全、员工的生命安全以及社会的和谐稳定。针对当前存在的问题和不足,本文提出了一系列安全管理措施,期望更多的企业和学者能够关注危险化学品企业特殊作业的安全管理问题,共同推动该领域的发展和进步。

### 参考文献:

- [1] 周美波,穆民,王贺,等.一种危险化学品企业特殊作业管理系统[J].化工管理,2023(22):96-99.
- [2] 郑银超.危险化学品企业特殊作业安全管理[J].化工管理,2023(15):94-97.
- [3] 孙志岩,周计玲.《危险化学品企业特殊作业安全规范》解读[J].劳动保护,2022(06):58-60.
- [4] 韩红玉,蔡雅良,张勇.浅谈危险化学品企业安全评价现场勘验要点[J].化工安全与环境,2024,37(03):30-33.
- [5] 王志军.某危险化学品企业GDS系统主要功能的应用[J].化肥设计,2024,62(01):22-25.



# 电力输电线路的施工技术及质量控制

王晓宁, 盛旭阳, 郑远毓

(威海海源电力工程有限公司, 山东 威海 264200)

**摘要** 电力输电线路项目的施工技术及质量控制是确保输电安全、稳定与效率的关键。本文详尽地概述了从施工准备与规划, 到塔基施工技术, 再到导线架设与张力控制技术的详细过程与方法; 同时, 深入探讨了工程设计、施工阶段以及竣工后的质量管理策略, 涵盖了质量监控和评估体系; 并对提升电力输电线路施工效能的策略进行探讨, 包括风险评估、施工人员培训、项目管理流程优化以及建立持续性质量改善体系等方面。这些措施旨在共同作用于提高整个项目的施工技术水平和质量控制标准, 从而推动该领域的可持续发展。

**关键词** 电力输电线路; 塔基施工技术; 施工效能

中图分类号: TM72

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0079-03

在现代电网建设中, 电力输电线路作为连接发电站与用户的重要渠道, 其施工技术与质量控制显得尤为重要。电力输电线路项目不仅需满足快速施工的需求, 保证施工质量和后期稳定运行也至关重要。故此, 采用高效的施工技术和严格的质量控制体系对提升输电线路的稳健性与高效性具有深远意义。

## 1 电力输电线路施工技术

### 1.1 施工准备与规划

电力输电线路的建设涉及复杂而精确的工程技术, 从构想到施工实践所蕴含的学问不容小觑。在项目启动之际, 周密的规划策略显得尤为关键, 它通常包括对线路覆盖区域的细致勘察, 涉及地形、气候、生态等各个方面的考量。经过深入分析确定最佳路径, 不仅能大幅减少未来运维成本, 更能在一定程度上保障施工人员安全和促进工期的顺畅推进。另一焦点则集中于资源的合理分配及高效利用, 调动现场与非现场资源的协同作业必须在准备阶段完成。此过程势必涉及跨领域专家的频繁沟通以汇聚各类技术智慧, 确保每个节点的施工策划都基于实地数据和专家共识。环境影响评估亦不可忽视, 尤其是在当前社会日益重视可持续发展的背景下, 它牵涉环境保护法规的遵循和公共利益的捍卫。因此, 应在起始阶段就导入环评机制, 从环保的高度去审视整个工程, 避免可能出现的环境风险。

值得一提的是, 施工前的技术论证和预案演练也具有举足轻重的地位, 理论与实际相结合能够显著提升应对突发事件的能力。

### 1.2 塔基施工技术

塔基施工技术对于整个电力输电线路项目肩负着确保线路稳定性与安全性的重任。地基承载力评估成为起始之作, 它涉及对土壤的物理及化学性质的深入检测, 包括而不仅限于抗压能力、土壤含水量等关键指标。塔基的稳固性离不开精确控制混凝土配比和加固材料的选择, 使用高质量钢筋和混凝土能抵御严峻气候对结构的考验, 从而为整体安全增添屏障。专业团队依据气候条件及地理特征, 采用相应合理的浇筑方法, 如冬期施工则需采取防冻措施、夏日高温施工则需适当遮阳和降温<sup>[1]</sup>。在详细施工中, 塔型根基的水平度和垂直度调校亦起着核心作用, 利用精密的测量工具进行重复校准, 以确保各项指标满足设计要求, 每个塔基都如同精心雕琢的石块, 毫无偏差地就位。值得关注的是, 在动态复杂的自然环境下, 施工方案需保持灵活性, 尤其在不可预计的地表或地下障碍出现时, 工程团队必须及时调整策略, 运用创新的解决方案来解决突发问题, 如岩石爆破或使用特殊地基处理技术。

### 1.3 导线架设与张力控制技术

导线架设在输电系统构建过程中占据核心地位, 涉及确保长期稳定传输电能的关键操作。牵引力的精确计算和调控依赖于多因素分析, 包括气候变化对材料性质的影响、地形起伏对牵引角度的要求等变量。张力的恰当施加, 避免导线松弛或过度拉紧, 对维持结构稳定性和使用寿命至关重要。同时, 采用可靠的张拉设备和仪器监测系统来执行和记录实时数据, 成为保障导线张力均匀、合理的关键。现场技术人员根

据控制系统反馈的信息，即时调整作业参数，确保张拉过程的安全性和高效性。在此基础上，跨越山川、水体等地貌所需的特殊架设方案和设备的应用，亦被严格考量，以适应复杂多变的施工环境。导线的每一段架设完成后，均需经过系统性的质量评估，其中拉力测试、视觉检查、电学性能测试等均是确保工程质量的重要手段<sup>[2]</sup>。在现代工程实践中，红外热像等高科技手段的引入，用于监测可能的热点区域，这些细节均展示了精益求精的工程承诺。导线架设与张力控制技术的精妙之处在于使用科学的方法和工程的艺术相结合，致力于完成一个可靠、有效且稳定的输电网络构建。

## 2 电力输电线路质量控制关键点

### 2.1 工程设计质量管理

工程设计质量管理在电力输电线路项目的成功施工中起着决定性的作用。一个优质的设计，不应仅满足当前标准，更要有充分的前瞻性，以适应未来可能的技术革新或政策调整。设计质量管理还需贯彻“预防为主、控制结合”的原则，通过科学的方法和现代化的工具，如建模软件、仿真平台等，进行综合性能的测试与评估。如此，可以预先识别潜在的结构弱点，甚至优化设计中可能过度的安全系数，避免资源浪费。重视设计阶段的变更管理同样关键，系统记录每次修改的缘由、影响及执行情况，做到变更控制既有迹可循，也有据可依。这种严密的文档管理确保了整个工程设计的连贯性和一致性，为后续施工、运维提供了清晰的指导。

### 2.2 施工阶段质量监控

施工阶段质量监控是电力输电线路建设中确保工程符合设计规范、运行安全和持久耐用的关键环节。监控的实质在于构建一个全面的监督网络，覆盖从原材料进场、施工过程到最终验收的每个环节。从一开始，留心材质的品质检查，如钢材、混凝土等重要材料必须经过严格筛选，并有相关质量证明。再者，监控人员常态化地巡查施工现场，通过目视和仪器测试，确保操作符合技术标准。施工中引入的先进技术，比如无损检测工具、智能监测系统，提升了缺陷发现的敏捷性与全面性<sup>[3]</sup>。运用这些技术，技术团队可以即时发现问题并及时纠正，减少风险和潜在的返工成本。而工程日志的完整保管，记录下气象变化、工作进度、材料消耗等数据，这些历史性文件为质量追溯和未来

改进提供宝贵信息。

### 2.3 竣工后质量评估与维护

评估工作启动于项目竣工之际，首要任务是对输电线路进行全面的检查，这包括但不限于对导线的张力、塔架的稳定性以及接地系统的完整性进行细致的检测。利用高精度仪器，如红外热像仪检测潜在的热点问题，确保电力系统无小憩损耗、连接良好。评估过程中，需采用系统分析方法，对检测到的问题进行根本原因分析，确保所有潜在风险得到彻底解决。此外，项目竣工评估报告将汇总建设过程中的关键数据和经验教训，为未来类似项目提供宝贵参考。且定期的维护与监控计划将被制定和实施，以确保输电系统持续处于最佳运行状态。维护工作涵盖例行巡检、故障排除以及必要的设备更新换代，特别是针对极端天气事件后的快速响应和恢复。而随着科技的进步，智能监控系统和远程诊断技术的应用日益普及，这些技术的引入，使得维护工作更加高效、精准，同时也极大提升了预防性维护的能力，降低了突发事件的影响。

## 3 电力输电线路施工效能提升策略

### 3.1 风险评估与防控

风险评估的进程涉及多种方法的应用，包括定性与定量分析的结合，从而形成全方位的风险图谱。通过敏锐地辨识可能威胁施工顺利进行的因素，如不利的气候条件、技术缺陷或供应链中断等，项目团队能够早做准备，防患于未然。为了细致预测各种风险发生的概率及其可能带来的影响，项目管理者需运用先进的统计软件和模拟技术<sup>[4]</sup>。这些工具让专家们可以实现风险的量化，以更科学的方式决策和分配资源。精心设计的防控策略是降低风险影响的关键。这些策略必须具备灵活性，能够迅速适应施工环境的变化，并有预设的应急计划，以减少不可预期事件对工程进度的干扰。这也意味着必须投入足够的资源来建立一支反应迅速的团队，他们在应对突发状况时，能以专业的判断减轻或消除负面影响。此外，风险防控的有效性得益于员工的培训与文化建设。只有每位成员都意识到风险管理的重要性，并在日常工作中践行预防原则，项目才能够稳健前行，最大程度地规避风险。项目完毕后，及时总结评估风险管理的成效，对未来施工过程中风险预判和防控机制的优化提供参考。

### 3.2 加强施工人员培训与管理

电力输电线路项目施工的高效率和优质成果离不

开对施工人员培训与管理的加强。在施工人员培训方面,制定科学的培训体系至关重要。这意味着须明晰各种必要的技术要领,如安全操作、专业知识、最新规范等,同时根据工种和职责设立差异化的培训内容。嵌入式的培训方法,例如模拟演练、现场指导和反馈环节,可以使学习更加深入人心。紧紧把握人员管理的重要性,通过建立极富成效的激励机制,如奖金、晋升渠道和职业规划辅导,增强员工的责任感和归属感。在此基础上,结合严格的考核标准,形成一个公平、公正且透明的管理体系,使得每位员工都能全心投入项目中。还需鼓励团队成员积极参与行业研讨会和技术交流,促进其持续学习和自我完善。借助现代化的信息系统,如在线学习平台,提供易于访问的教育资源,有助于增强个体的技术竞争力和团队的整体实力。结合数据分析,不断调优培训方案,针对施工过程中显现的问题或新技术的应用进行及时更新。此举旨在确保培训内容与施工实践紧密相连,响应施工现场日新月异的变化需求。形成以安全和质量为核心的企业文化,从而内化为员工的自觉行动,无疑是工程质量提升的内在动力。

### 3.3 优化项目管理流程

优化项目管理流程可确保项目按期完成并使综合性能达到预期目标,精细规划是项目管理的起点,将整个输电线路工程分解为若干模块,每个模块具有明确的时间节点和预期成果,利于实施高效监控与评估。此外,跨部门协作的机制必须得到强化,确保各环节紧密衔接,流程间信息传递无阻碍。针对资源配置,采用动态管理方法,根据项目进度和现场条件,灵活调配材料、设备及人力资源。借助先进的项目管理软件,实时跟踪各项资源的使用情况,及早发现瓶颈问题,从而实施针对性调整。文档管理的系统化也是流程优化不可忽视的一环,确保所有文件(无论是设计图纸还是施工记录)分类清晰,并能通过数字化平台实现即时共享与更新。云存储和移动访问技术的运用,使得项目团队在任何时间和地点都能够获取所需资料,从而促进决策的准确性和时效性。在质量控制的环节,采纳严格的标准和检测程序,全过程监管各项施工活动,保证质量符合甚至超越预设的标准<sup>[5]</sup>。引入连续改进机制,如 PDCA(计划—执行—检查—行动)循环,不断回顾并改善管理流程,以期实现质量管理的持续优化。针对沟通机制,重视有效沟通的路径建设,包括定期召开项目会议、设置沟通频道及反馈机制,保

障项目相关方能在第一时间获取信息、及时响应并提出意见建议。

### 3.4 持续性质量改善体系

为构建持续性质量改善体系,需要确立全面质量管理(TQM)的概念,该概念强调,在项目的每一环节中,无论大小,均需权衡质量影响因子,实施细致的管控措施,确保结果始终高于预期标准。而详尽记录、分析施工数据和质量反馈,成为不断优化流程的基础。通过数据分析,揭示潜在质量问题的根源,进而创设解决方案,还需保持一个开放的反馈循环,从现场操作人员到项目经理,每个人都是质量提升的重要参与者。如今,施工技术的迅猛发展催生多种新型的监测工具和方法。例如,通过引入 BIM(建筑信息模型)等数字技术,实现对项目的三维可视化,通过场景模拟等方式提前发现设计与施工中可能出现的质量风险。培育员工持续改进的心态也不可或缺,举办定期研讨会和技能交流活动,鼓励团队成员提出创新意见,这些都是促进项目质量提升的有效手段。应大力推广精益思想,引导团队以更少的资源消耗追求更高的效率和质量。借助 ISO 质量标准等国际先进框架,引入外部标准审视内部流程,对于巩固质量控制专业性有着不容忽视的作用。定期的内部审核和第三方评估,则成为保持质量水平持续提升的有效方式。

综上所述,成功的输电线路项目不仅需要先进的施工技术,还需要持续的质量管理和效能提升机制。在当前和未来的施工实践中,只有融合了科学的规划、精确的施工技术、细致的质量控制以及不断改进的施工效能,电力输电线路的建设和维护才能达到新的高度。电力输电线路项目所采取的各项策略与措施,为相关人员提供了宝贵的实践经验,并对电网建设的持续优化与创新提出了明确指向。

### 参考文献:

- [1] 万国. 电力工程输电线路施工技术 & 质量控制措施[J]. 自动化应用, 2023, 64(S2): 153-155.
- [2] 马健. 电力输电线路的施工技术及质量控制策略分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(09): 362-364.
- [3] 崔斌. 输电线路施工中的质量控制技术分析[J]. 电子技术, 2023, 52(01): 270-271.
- [4] 董明昊. 电力工程输电线路施工技术 & 质量控制的探究[J]. 新型工业化, 2022, 12(08): 29-33.
- [5] 陈宇昆. 输电线路的施工技术与质量控制分析[J]. 集成电路应用, 2021, 38(11): 92-93.

# 水电站水库精细化调度方案与实践研究

赵林

(广西国能水电开发有限公司, 广西南宁 543000)

**摘要** 水电站水库精细化调度是提高水资源利用效率、保证电力系统稳定运行的重要手段。旺村水电站作为区域内的重要水利工程, 其水库调度方案的优劣直接关系到发电效益和下游用水安全。因此, 研究旺村水电站水库的精细化调度方案与实践, 对于优化水库运行、提高发电效率具有重要意义。本文将从技术层面出发, 深入分析旺村水电站水库精细化调度的关键技术和实践效果, 以期对相关领域的从业人员提供有益的参考。

**关键词** 旺村水电站; 水库精细化调度; 技术方案

**中图分类号**: TV7

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0082-03

旺村水利枢纽位于珠江流域西江水系桂江下游, 是发电、航运等多功能水电工程<sup>[1]</sup>。枢纽包含泄水闸、重力坝、船闸等建筑物, 设计洪水标准为50年一遇。旺村水电站上游为京南水电站, 其库区流量主要受京南电站出库流量影响。由于临近西江河口, 旺村水库水位受西江水位影响较大, 存在顶托现象。工程规模庞大, 对当地水力资源开发和航运发展具有重要意义。

## 1 水库精细化调度关键技术分析

### 1.1 水库精细化调度概述

旺村电站在应对2020年7月10日至14日的洪水期间, 表现出出色的调度能力。基于历史数据和桂江流域的水文资料, 电站制定精细化调度方案。通过气象水情信息平台, 电站提前预测洪峰流量和到达时间, 为合理调度提供了有力支持。在监测期间, 洪峰流量预计约4 000 m<sup>3</sup>/s, 实际最大入库流量达到4 000 m<sup>3</sup>/s。上游水位在洪水期间最低降至16.67 m, 最高涨至18 m。机组在洪水期间因水头不足而停机, 但在水头恢复后迅速开机发电, 展示出旺村电站在洪水调度中的专业素养和决策智慧。

### 1.2 水文数据实时采集与处理技术

为获取更广泛的水文信息, 旺村水电站积极利用广西水利信息网和广西电网气象综合系统。广西水利信息网, 电站能够获取上游京南电站下游水文站以及长洲电厂下游水文站的逐小时水位和流量信息。广西电网气象综合系统则为电站提供旺村区间、京南区间、金牛坪区间以及桂江中上游、上游、桂东北流域、贺江上游和下游的实时降雨量数据。电站与上游电站之间还建立水情服务协议, 能够实时掌握上游电站的出库流量信息。

桂江流域属于亚热带季风气候区, 其气候温和且雨量丰沛。降雨在流域内的分布并不均匀, 上游的某些地区如青狮潭、砚田和华江一带是多雨中心, 年降雨量可高达3 606 mm。桂林和昭平两地由于地处河谷山脉入口处, 受地形影响降雨量也较大。而其他地区的年平均降雨量则相对较少, 在1 400~1 600 mm之间。降雨在年内也呈现不均匀分布的特点, 汛期(3月至8月)的雨量约占全年的75%, 而枯水期(9月至次年2月)的雨量仅占25%左右。桂江的雨季相对较早, 从3月份就开始进入汛期, 而5月至6月则是主汛期。

尽管旺村水电站坝址处没有直接的实测气象资料, 但可参考附近气象站数据。最近的梧州国家基准气候站以及上游126 km处的昭平国家一般气象站提供有价值的气象信息。根据梧州长期的实测资料(1981年至2010年), 可以得知该地区的气候特征。梧州地区的多年平均降雨量为1 452.9 mm, 而蒸发量则为1 009.3 mm, 表明梧州地区降雨充沛, 但同时也存在着较大的蒸发损失。

气温方面, 梧州地区的气候温和, 多年平均气温为21.1摄氏度。然而, 极端气温也在该地区出现, 最高气温可达39.7摄氏度, 而最低气温则有时可降至-1.5摄氏度, 这种气温变化的幅度较大, 对当地的农业生产和人们的生活都会产生一定的影响, 特别是在极端气温条件下需要采取一定的防护措施。此外, 梧州地区的平均相对湿度为79%, 风速平均为1.4 m/s。相对较高的湿度与降雨量相呼应, 同时也说明了梧州地区空气湿润, 对于植物生长和农业产出有一定的促进作用。而较低的平均风速可能会影响当地的空气对流和气候变化, 需要进一步研究其对当地气候系统的影响。

## 2 旺村水电站水库精细化调度方案设计

### 2.1 水库调度目标与约束条件分析

分析旺村水电站水库长期水文数据后,发现水库入库流量、出库流量、水位等参数存在规律和关联性。例如,历史洪水数据分析可预测未来洪水的发展趋势和最大洪峰流量,有助于水库提前制定防洪调度方案,保障下游地区的防洪安全。此外,结合发电机组的运行数据和天文数据,可确定发电机组在不同水文条件下的最优运行方式,提高发电机组运行效率,实现发电效益最大化<sup>[2]</sup>。

### 2.2 调度方案的实施流程与操作步骤

旺村电站是一个多功能水利枢纽,以发电为主,同时支持航运并兼顾其他综合利用。该工程被归类为 II 等,设计包含泄水闸、混凝土重力坝、土坝、电站厂房上游的挡水建筑物及船闸建筑物等关键结构,均按 3 级建筑物标准设计,次要建筑物则按 4 级标准设计。电站布局中,厂房上游挡水线是枢纽挡水系统的重要组成部分,其设计能抵御 50 年一遇的洪水(洪水频率为 2%),此时上游水位预计达 28.31 m。为更进一步保障安全,还进行了针对 500 年一遇极端洪水(洪水频率为 0.2%)的校核,预计上游水位将升至 31.26 m。副厂房的防洪设计也以 50 年一遇的洪水为标准(洪水频率为 2%),预计下游水位为 28.03 m。在更严格的 200 年一遇洪水校核情况下(洪水频率为 0.5%),下游水位预计达 30.82 m。这些精心设计和校核标准保障旺村电站在不同洪水条件下的稳定性和安全性。

旺村水电站是位于西江近河口处的一座河床式径流电站,其关键组成部分包括 16 个尺寸为 14×12.5 m 的溢流闸门,闸门与左岸重力坝段和右岸的河床式电站厂房紧密相连。考虑到多年平均最大风速为 11.5 m/s 所引起的波浪压力,旺村水电站特别设定 18.0 m 作为溢流闸门的设计挡水位。在这一条件下,闸门能够动水启闭,灵活应对各种水位变化。当上游库水位与门顶齐平时,闸门可顺利地在水中开启。即便挡水库正常高水位达到 18.0 m,且风速增至 17.25 m/s 导致浪高超过门顶产生翻水的极端情况,闸门依然能够稳定地在动水中启闭。

在洪水调节方面,由于地处西江近河口,受西江水位顶托影响显著,电站在防洪调度时考虑坝址本身的来水流量,还充分考虑西江洪水水位的影响,特别是桂江与西江洪水组合所带来的最不利因素。根据统计资料,这两种洪水遭遇的概率约占 1/3,电站在制定防洪策略时对此给予特别关注。在具体操作中,旺村水电站根据不同来水流量精细控制水库水位。当来水

量在 70 m<sup>3</sup>/s 至 4 700 m<sup>3</sup>/s 之间时,电站调节闸门开度和发电出力,将水库水位维持在特定范围内。一旦来水量超过 4 700 m<sup>3</sup>/s,机组全停,水库转为敞泄状态,以坝址水位满足最低通航要求。

在极端洪水情况下,旺村水电站也有完备的应对措施。当上游水位超过 22.92 m 时,电站提前落下船闸检修门以防止船闸过水。当坝前水位达到设计洪水水位 28.31 m 时,电站进入警戒状态并做好抗洪抢险准备。若水位继续上升至校核洪水水位 31.26 m 且有上涨趋势时,电站采取分洪措施以保障安全。

## 3 旺村水电站水库精细化调度实践效果分析

### 3.1 实践效果评价指标体系的构建

为全面、客观地评估旺村水电站水库精细化调度实践效果,可构建一套科学、合理的评价指标体系。(如表 1)

表 1 实践效果评价指标体系

一级指标	二级指标
发电效益指标	发电量
	发电效率
防洪安全指标	下游洪水峰值
	洪水持续时间
水资源利用效率指标	耗水率
	弃水量
生态环境影响指标	水质变化
	生态流量

### 3.2 实践过程中的数据监测与分析方法

在旺村水电站水库精细化调度实践过程中,采用多种数据监测与分析方法以保障评价结果的准确性和客观性。实时监测与数据收集方面,利用先进的水文监测设备和技术动态性收集水库入库流量、出库流量和水位等关键参数,并实时记录发电机组运行状态和发电量。深入挖掘和统计分析收集的大量数据,揭示数据间内在规律和关联性,深化理解水库运行特性和调度效果,为调度优化提供数据支持<sup>[3]</sup>。借助决策支持系统的模拟预测功能,对不同调度方案开展模拟预测和对比分析,比较各方案在发电效益、防洪安全等指标上的表现,从而确定最优调度方案,为实际调度操作提供指导。

### 3.3 实践效果评价结果与对比分析

以 2022 年 7 月—8 月旺村电站共 2 场主要洪水过程进行合理调控为例(预泄消落水位节水总增发电量统计表和拦蓄尾洪节水增发电量统计表如表 2 和表 3 所示)。

表2 预泄消落水位节水总增发电量统计表

场次	预泄前水位 (m)	预泄水位 (m)	消落深度 (m)	消落库容 (万 m <sup>3</sup> )	增发电量 (万 kW·h)	耗水率 (m <sup>3</sup> /kW·h)
一	18	17.24	0.76	1 186	33.9	35
二	18	17.14	0.86	1 335	31.0	43.12
合计	-	-	1.62	2 521	64.9	-

表3 拦蓄尾洪节水增发电量统计表

场次	洪峰流量 (m <sup>3</sup> /s)	洪水水量 (万 m <sup>3</sup> )	拦蓄周期 (h)	拦蓄水量 (万 m <sup>3</sup> )	增发电量 (万 kW·h)	耗水率 (m <sup>3</sup> /kW·h)
一	3 150	12 832	47	1 135	23.4	48
二	2 200	12 000	21	1 308	14.6	89.31
合计	-	24 832	68	2 616	38.0	-

第一场洪水从 18 m 预泄到 17.24 m, 本场洪水减少弃水 1 186 万 m<sup>3</sup>, 当时耗水率 35.00 m<sup>3</sup>/kW·h, 增发电量为:

$$E=1\ 186/35.00=33.9\ (\text{万 kW}\cdot\text{h})$$

电厂的上网电价为 0.4 元, 产生的经济效益为:

$$F=33.9\times 0.4=13.6\ (\text{万元})$$

洪峰后水位回蓄至 18 m, 拦蓄水量 1 135 万 m<sup>3</sup>, 当时耗水率 48.48 m<sup>3</sup>/kW·h, 增发电量为:

$$E=1\ 135/48.48=23.4\ (\text{万 kW}\cdot\text{h})$$

电厂的上网电价为 0.4 元, 产生的经济效益为:

$$F=23.4\times 0.4=9.4\ (\text{万元})$$

第二场洪水从 18 m 预泄到 17.14 m, 本场洪水减少弃水 1335 万 m<sup>3</sup>, 当时耗水率 43.12 m<sup>3</sup>/kW·h, 增发电量为:

$$E=1\ 335/43.12=31\ (\text{万 kW}\cdot\text{h})$$

该厂的上网电价为 0.4 元, 产生的经济效益为:

$$F=31\times 0.4=12.4\ (\text{万元})$$

洪峰后水位回蓄至 18 m, 拦蓄水量 1 308 万 m<sup>3</sup>, 当时耗水率 89.31 m<sup>3</sup>/kW·h, 增发电量为:

$$E=1\ 308/89.31=14.6\ (\text{万 kW}\cdot\text{h})$$

电厂的上网电价为 0.4 元, 产生的经济效益为:

$$F=14.6\times 0.4=5.9\ (\text{万元})$$

综上计算: 预泄水位和拦蓄洪尾效果明显, 其中共计增加发电量 102.9 万 kW·h, 共产生经济效益 41.3 万元。

### 3.4 实践过程中出现的问题及改进措施

在旺村水电站水库精细化调度实践中, 尽管经济效益显著, 但也存在数据监测与分析的实时性、准确性不足, 部分设备因老化而产生数据采集误差等方面

的问题。另外, 决策支持系统在处理极端情况时模拟预测能力受限, 影响调度方案最优化。为解决这些问题, 必须升级水文监测设备提升数据收集的实时性和准确性<sup>[4]</sup>。以实际情况作为依托优化决策支持系统, 强化其应对复杂和极端状况的能力<sup>[5]</sup>。高效采取有价值的举措, 将有助于完善旺村水电站水库精细化调度工作, 为发电效率和防洪安全做出更大贡献。

## 4 结束语

旺村水电站水库精细化调度实践的经济效益显著, 构建科学的评价指标体系、运用先进的数据监测与分析方法设计合理的调度方案, 能实现发电效益和防洪安全的双赢。但在实践中, 也存在数据监测实时性、准确性不足, 决策支持系统对极端情况的模拟预测能力受限等问题。为应对这些问题, 需要升级水文监测设备, 改进决策支持系统, 推进旺村水电站水库的精细化调度, 提升调度效率和发电效益, 助力当地水力资源开发与航运进步。

## 参考文献:

- [1] 吴全荣. 旺村水电站水光互补项目防洪评价分析[J]. 中国水能及电气化, 2023(09):1-5.
- [2] 郭建阳. 基于河流生态保护的水电站水库优化调度分析[J]. 长江技术经济, 2022(S01):38-40.
- [3] 杨成刚, 李圣伟, 董炳江. 三峡水库试验性蓄水以来长江上游来水来沙变化[J]. 水利水电技术(中英文), 2022, 53(S01):38-44.
- [4] 刘邓, 郑林祥, 董彦, 等. 基于不蓄电能最大化的梯级水电站优化调度研究[J]. 中国农村水利水电, 2023(12):18-19.
- [5] 同[4].

# 建筑工程管理中的质量控制与风险管理研究

宋学梅

(南宁项目策划咨询集团有限责任公司, 广西 南宁 530201)

**摘要** 建筑工程管理是一个复杂而重要的领域, 其中, 质量的控制和风险管理是工程管理中关键的环节, 其涉及项目规划、设计、施工和验收等各个阶段。有效的质量控制需要建立完善的质量管理体系, 通过严格的质量控制, 可以减少质量问题的发生, 提高工程的可靠性和安全性。然而, 建筑工程管理也面临着各种风险和挑战。风险管理旨在识别、评估和应对项目中的潜在风险, 以降低风险对项目目标的影响。本文将探讨建筑工程管理中质量控制与风险管理的重要性、挑战以及相关的解决策略。

**关键词** 建筑工程管理; 质量控制; 风险管理

中图分类号: TU712

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0085-03

建筑工程管理是确保工程项目顺利进行的关键环节。施工过程中的质量控制对工程的质量与安全起着至关重要的作用, 而对施工过程中所遇到的各类风险与不确定因素的影响也是不容忽视的。基于此, 文章深入探讨建筑工程管理中的质量控制与风险管理。

## 1 建设工程质量控制的重要性

建设工程质量控制是确保工程项目达到预期目标的关键环节, 其不仅关系到工程的安全性、可靠性和耐久性, 还直接影响着项目的经济效益和社会效益。因此, 理解和认识建设工程质量控制的重要性具有至关重要的意义。首先, 建设工程质量控制是保障人民生命财产安全的基础。建筑物或基础设施的质量问题可能导致严重的安全事故, 给人们的生命带来威胁, 造成不可挽回的损失。通过严格的质量控制, 可以有效地避免结构缺陷、施工失误和材料不合格等问题, 确保工程的稳定性和安全性。其次, 质量控制对于项目的经济效益具有重要影响。一次质量问题可能导致后续的维修和改造费用高昂, 甚至可能迫使项目停工或重建, 从而增加项目的成本和延误时间。相反, 通过严格的质量控制, 能够减少质量缺陷和故障的发生, 提高工程的使用寿命, 降低维护成本, 实现经济效益的最大化。

此外, 建设工程质量控制也是企业竞争力的关键因素。在竞争激烈的建筑市场中, 高质量的工程项目能够赢得客户的信任和口碑, 提升企业的品牌形象。质量卓越的企业更容易获得更多的市场份额和业务机会, 从而在行业中脱颖而出。

## 2 建设工程各阶段质量控制的风险成因及分析

### 2.1 施工准备阶段质量控制的风险分析

#### 2.1.1 承包单位主体资质风险

承包单位是工程建设的实施主体, 如果承包单位的资质不符合要求, 或者在施工过程中存在违规行为, 将直接影响工程质量。例如, 承包单位可能缺乏必要的技术能力、管理经验或资金实力, 无法按照设计要求和质量标准进行施工。

#### 2.1.2 工程设计风险

工程设计是工程建设的蓝图, 如果设计存在缺陷或不合理, 将给工程质量带来潜在风险。设计错误、设计不完整、设计标准不符合要求等都可能导致施工过程中的问题和质量缺陷。

#### 2.1.3 施工组织设计风险

施工组织设计是施工过程的指导性文件, 它包括施工方案、施工工艺、施工进度计划等。如果施工组织设计不合理, 可能导致施工混乱、工序不合理、资源配置不均衡等问题, 影响工程质量和进度<sup>[1]</sup>。

### 2.2 施工阶段质量控制的风险分析

建设工程项目的质量控制是项目管理的重要组成部分, 直接关系到工程的安全、适用、美观和经济效益。然而, 在建设工程的各个阶段都可能面临各种质量控制的风险, 这些风险的成因复杂多样。施工阶段质量控制的风险, 包括人员因素风险、材料质量风险、机械设备风险、方法因素风险和环境风险。

#### 2.2.1 人员因素风险

人员是施工过程中的关键因素, 人员的素质和能

力直接影响工程质量。例如,施工人员可能缺乏专业技能或经验,导致操作不当;管理人员可能缺乏质量意识,对质量控制重视不够;监理人员未能履行职责,对施工过程监督不力。此外,人员的流动性大、责任心不强等也会增加质量控制的风险<sup>[2]</sup>。

### 2.2.2 材料质量风险

材料是工程建设的物质基础,材料质量的好坏直接影响工程质量。如果使用了不合格的材料,或者材料在运输、储存过程中受到损坏,都会给工程质量带来隐患。此外,材料的选型不当、质量不稳定等也会引发质量问题。

### 2.2.3 机械设备风险

施工过程中需要使用各种机械设备,设备的性能和状况对工程质量有重要影响。例如,设备老化、维修不及时可能导致设备故障;设备选型不合理可能无法满足施工要求;操作人员对设备不熟悉也可能影响施工质量<sup>[3]</sup>。

### 2.2.4 方法因素风险

施工方法的选择和应用直接关系到工程质量。如果施工方案不合理、工艺流程不科学,或者施工过程中未能严格按照规范和标准操作,都可能引发质量问题。此外,施工组织不当、施工进度安排不合理等也会影响工程质量。

### 2.2.5 环境风险

施工环境因素如气候条件、地质情况及其他因素对工程质量的影响。恶劣的气候条件可能影响施工进度和质量;复杂的地质条件可能增加施工难度,甚至导致质量事故。此外,施工现场的安全文明施工状况也会影响工程质量<sup>[4]</sup>。

## 2.3 竣工验收阶段质量控制的风险分析

竣工验收是工程项目的最后一个关键阶段,它直接关系到工程项目能否成功交付使用。在这个阶段,质量控制至关重要,但同时也面临着各种风险。本文将竣工验收阶段质量控制的风险进行分析。首先,竣工验收阶段可能存在技术标准不明确的风险。如果验收标准模糊或不完整,可能导致施工单位和监理单位对工程质量的理解不一致,从而影响验收结果的准确性。为了避免这种风险,应在项目初期明确规定验收的技术标准,并确保所有相关方都清楚了解这些标准。其次,人员经验和能力不足也是一个潜在风险。竣工验收需要专业的技术人员进行检验和评估,如果人员缺乏相关经验或技能,可能无法发现潜在的质量

问题。因此,选择具备丰富经验和专业知识的验收人员至关重要。另外,施工单位可能会在竣工验收阶段试图掩盖质量问题。为了降低这种风险,监理单位应加强对施工过程的监督,确保施工单位按照规定的质量标准进行施工。同时,在验收过程中要严格把关,对于发现的质量问题,必须要求施工单位及时整改。此外,时间压力也是竣工验收阶段的一个常见风险因素。为了按时完成项目,可能会出现赶工现象,从而忽视质量控制。为此,项目管理团队应合理安排验收时间,确保有足够的时间进行全面的质量检查。最后,文档资料不完整或不准确也可能影响竣工验收。验收过程中需要查阅大量的文档资料,如设计图纸、施工记录等。如果这些资料不完整或存在错误,可能会导致验收结论的不准确。因此,在项目实施过程中,要注重文档资料的管理,确保其准确性和完整性<sup>[5]</sup>。

## 3 建设工程质量控制与风险管理的措施

### 3.1 要借助政府部门的力量,进一步确保工程施工的质量

建设工程质量控制与风险管理是确保工程施工质量的关键环节。在这一过程中,政府部门的力量不可或缺,能够进一步加强对工程施工质量的保障。以某建筑为例,政府部门在工程质量控制方面发挥着至关重要的作用。首先,政府能够建立并强制实施严厉的建设规范与标准,明确工程质量的要求和标准,为建筑施工提供明确的指导。这样可以确保施工过程中的各项工作都符合法规要求,从而提高工程的质量。其次,政府部门可以加强对建筑工程的监管和审查。通过定期的现场检查、质量抽检等方式,政府能够及时发现施工过程中的问题和隐患,并要求相关责任方进行整改。这种监管机制有效地防止了质量问题的出现,保障了工程的安全性和可靠性。此外,政府还可以对建筑企业和施工单位进行资质审查和管理。只有具备一定资质和技术能力的企业才能承担相应的工程项目,这有助于提高整个建筑行业的质量水平,减少不合格企业的参与,降低工程质量风险。在风险管理方面,政府部门也能够发挥积极的作用。其可以建立健全的工程质量风险评估和预警机制,及时发布相关信息,提醒施工单位注意可能出现的质量风险,并采取相应的预防措施。同时,政府可以制定应急预案,一旦发生质量事故,能够及时组织救援和处理,将损失降到最低。另外,政府部门还可以通过培训和教育活动,提高建筑从业人员的质量意识和技能水平。加强对工



人的安全培训,提高他们的施工技能和质量意识,从而减少人为因素对工程质量的影响<sup>[6]</sup>。

### 3.2 施工单位要严格监管

施工过程中的质量控制和风险管理是保证项目顺利进行,实现预期目的的重要步骤,在建设过程中,施工单位作为重要的责任主体,应承担起严格监管的责任,确保工程质量和安全。首先,加强对建设单位的监督,是确保项目质量的根本,工程质量是建设项目的生命,直接关系到项目的使用功能和安全性。建设单位要有一套科学的质量管理制度,要有详尽的施工计划,要有完善的质量控制计划,明确各环节的质量标准和验收程序。在施工过程中,要加强对材料、设备的采购和检验,确保使用合格的产品;严格执行施工工艺和操作规程,加强工序质量控制;及时发现和解决质量问题,避免质量隐患的积累和扩大。其次,施工单位严格监管有助于防范和降低风险。建设工程面临着各种风险,如技术风险、质量风险、安全风险等。通过严格监管,施工单位可以提前预测和识别风险,采取相应的预防和控制措施。例如,加强对施工现场的安全管理,落实安全防护措施,减少事故发生的可能性;对关键工序和高风险作业进行重点监控,确保施工过程的稳定性和可靠性;及时处理工程变更和索赔,避免纠纷的发生。另外,施工单位严格监管有利于提高项目管理水平。严格监管要求施工单位具备良好的组织协调能力、技术水平和管理经验。通过建立健全的管理制度和流程,加强人员培训和管理,提高施工队伍的整体素质。同时,施工单位应加强与设计单位、监理单位等相关方的沟通与协作,形成协同推进的工作机制,共同保障工程质量和进度。此外,施工单位严格监管还有助于树立良好的企业形象和信誉。在竞争激烈的建筑市场中,施工单位的品牌和声誉至关重要。通过严格监管,施工单位可以展示自身的专业能力和责任感,赢得业主和社会的认可和信任。这对于企业的长远发展和市场竞争力的提升具有积极的影响<sup>[7]</sup>。

### 3.3 借鉴国外先进工程质量管理经验

在当今全球化的时代,建设工程质量控制与风险管理已成为建筑行业关注的焦点。为了提高工程质量和降低风险,对国外项目质量控制的先进经验的学习具有重要意义。国外在工程质量控制方面有着丰富的实践经验。例如,一些发达国家强调全程质量管理,从项目规划、设计、施工到验收等各个环节都进行严

格把控。他们十分重视建立健全的品质管理系统,制订了详尽的品质标准及施工作业规范,并通过监督检查和评估确保其有效执行。此外,国外还广泛应用先进的技术和工具,如建筑信息模型(BIM)、质量检测设备等,提高质量控制的精度和效率。在风险管理方面,国外的经验也值得我们借鉴。他们注重风险的早期识别和评估,通过细致的风险分析来制定相应的应对策略。此外,国外建筑企业普遍重视团队合作和沟通,让各方利益相关者共同参与风险管理过程,形成协同效应。同时,他们还建立了健全的法律法规和保险制度,为工程质量提供保障。为了更好地借鉴国外先进经验,我们可以采取以下措施。首先,加强国际交流与合作,通过与国外建筑企业的合作项目、学术交流等方式,学习他们的质量控制和风险管理理念与方法。其次,引进先进的技术和工具,并结合我国实际情况进行本土化应用。同时,加强人才培养,提高从业人员的专业素质和管理水平。然而,在借鉴过程中,我们也应注意避免生搬硬套,要结合我国国情和市场特点进行适当调整和创新。毕竟,不同国家和地区的工程环境和需求存在差异,我们需要根据实际情况探索适合我国的质量控制和风险管理模式。

## 4 结束语

为了确保建筑工程的质量和安,降低风险,相关单位需要加强质量控制和风险管理。通过建立完善的质量管理体系、强化风险识别和评估、制定有效的应对措施等,可以提高建筑工程管理的水平,保障工程项目的顺利进行。

## 参考文献:

- [1] 张强.探究精细化管理在建筑工程管理中的应用[J].建材发展导向,2023,21(16):149-151.
- [2] 邝俊雄.BIM在建筑工程管理中的应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(23):29-31.
- [3] 徐行.提高建筑工程管理及施工质量控制的有效路径分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(23):50-52.
- [4] 朱天旭.提升建筑工程质量管理的措施[J].建材世界,2023,44(04):129-132.
- [5] 周东.装配式建筑工程管理的影响因素与对策探究[J].陶瓷,2023(08):133-135.
- [6] 龙婷.浅析建筑工程管理影响因素及优化措施[J].陶瓷,2023(08):179-181.
- [7] 王传喜,邱勇.装配式建筑工程质量管理措施研究[J].住宅与房地产,2023(23):51-52.

# 架空输电线路工程的质量控制要点与对策分析

卢誉中

(四川蜀能电力有限公司, 四川 成都 610000)

**摘要** 架空输电线路工程作为电力系统的重要组成部分, 其质量直接关系到电力供应的稳定性和安全性。从设计、施工到运维各个阶段, 工程的质量控制都面临着严峻的挑战。通过深入分析架空输电线路工程的质量问题, 本文明确了质量控制的关键要点, 包括设计阶段的精准规划、施工阶段的严格执行以及运维阶段的细致维护。同时, 本文探讨了采用新技术新材料、加强质量管理体系、建立健全的质量监督机制等多种对策, 以提高工程质量。这些措施不仅有助于提升架空输电线路的可靠性和效率, 还能够有效延长其服务寿命, 降低维护成本。本文旨在为架空输电线路工程的质量控制提供实践指导和策略建议。

**关键词** 架空输电线路工程; 质量意识; 质量管理体系

**中图分类号**: TM72

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0088-03

随着社会对电力需求的不断增长, 架空输电线路作为电力传输的主要方式, 其工程质量的好坏直接影响到电力系统的稳定运行和社会经济的可持续发展。然而, 受限于技术、材料、环境等多重因素, 架空输电线路在设计、建设和维护过程中面临着众多质量挑战。因此, 深入探讨和分析架空输电线路工程的质量控制要点与对策, 对于提高输电线路工程的可靠性和效率、保障电力供应安全具有重要意义。

## 1 架空输电线路工程概述

架空输电线路工程是电力系统中不可或缺的组成部分, 负责将发电厂产生的电能通过高压输电线路安全、高效地输送到各个配电网和终端用户。该工程涉及广泛的技术领域, 包括电气工程、土木工程、机械工程及环境科学, 其设计与施工必须考虑到电气性能、机械稳定性、环境适应性及经济效益。架空输电线路的核心组成包括输电塔、导线、绝缘子和接地系统等关键部件, 其中输电塔的设计需兼顾风载、冰载等自然条件的影响, 确保结构的稳定性和安全性; 导线材料的选择则直接关系到输电效率和损耗, 要求具有高导电性和良好的机械强度; 绝缘子的性能直接影响到输电线路的安全运行, 需具备优异的电气绝缘性能和抗污染能力。此外, 随着电网的智能化发展, 架空输电线路工程亦逐渐融合了先进的监测技术和自动化设备, 以提高系统的可靠性和调度的灵活性<sup>[1]</sup>。

## 2 架空输电线路工程质量问题的常见类型

架空输电线路工程在实施过程中, 常见的质量问题多样且具有一定的复杂性, 这些问题直接影响到电

力系统的稳定性和安全性。首先, 结构性缺陷尤为突出, 包括输电塔的不稳定或倒塌和导线的断裂, 这类问题通常源于材料强度不足、设计不当或施工质量不达标。其次, 绝缘性能故障也是架空输电线路中常见的质量问题, 如绝缘子闪络或污染严重导致的绝缘性能下降, 这不仅会增加线路的损耗, 还会引发安全事故。再者, 接地系统的缺陷亦不容忽视, 不良的接地会增大电力系统的故障电流, 影响系统的整体安全与稳定。除此之外, 由于环境因素如雷击、冰雹、风力、大雪等自然条件的影响, 架空输电线路还会遭受物理损伤, 加剧运维的难度和复杂性。有效应对这些质量问题, 不仅需要在设计阶段进行科学合理的规划, 选择合适的材料和技术, 还需要在施工和运维阶段执行严格的质量控制措施, 如定期的线路巡检、维护和技术改进, 确保输电线路的长期稳定运行。

## 3 架空输电线路工程的质量控制要点

### 3.1 设计阶段的质量控制

架空输电线路工程的设计阶段质量控制是确保其安全、稳定和经济运行的基础。首先, 设计阶段需遵循相关的国家和国际标准, 采用科学合理的设计方法。这包括对输电线路的路径选择、电气计算、机械强度分析以及环境影响评估进行细致的规划和计算。路径选择不仅要考虑地形地貌、气候条件和环境保护要求, 还需评估未来的发展空间, 以降低因扩建或维修带来的额外成本。电气计算必须确保输电效率和稳定性, 包括但不限于短路电流计算、负荷流分析和电磁场影响评估。机械强度分析则关注输电塔和导线的稳定性,

必须根据当地的风速、冰载等自然条件,采用合适的安全系数进行设计,确保结构在极端条件下的可靠性<sup>[2]</sup>。

此外,设计阶段的质量控制还应包括对材料选择和技术方案的优化。选择合适的材料不仅关系到工程的初期投资和运维成本,还直接影响到工程的耐久性和可靠性。例如,导线材料应具有高导电率和良好的抗腐蚀性能,而输电塔的材料则需要综合考虑强度、重量和成本等因素。技术方案的优化应侧重于提高系统的整体性能和经济效益,包括采用先进的绝缘技术、提高输电线路的容量和效率,以及引入智能化元素以便于未来的运维和监控。在设计过程中,还需采用多种模拟和试验方法来验证设计的可行性和安全性,如通过风洞实验评估输电塔的抗风性能,以及采用高压实验室进行绝缘性能测试。

### 3.2 施工阶段的质量控制

施工阶段的质量控制是架空输电线路工程成功的关键环节,直接决定着工程的质量和后续运营的可靠性。在施工过程中,精确的施工计划和高效的施工管理是保证质量的首要条件。这就要求工程团队必须按照设计文件要求编写施工方案并经过审批完成后,严格按照施工方案执行,对每一个施工环节进行详尽的规划和严格的监督。特别是在施工现场,必须确保所有的施工材料、设备和施工方法均符合设计要求和标准规范。例如,导线的张力控制、塔基的混凝土浇筑和固化过程以及塔身的组装和立塔等关键步骤,都需要精确控制和细致操作,以防止由于施工偏差导致的结构缺陷或性能不足。此外,施工过程中的质量检验也是不可或缺的环节,如笔者参建的白鹤滩 500 kV 配套工程,从工程开工到顺利完成达标投产,其中质量部分包括但不限于原材料的检验、施工过程的监督检查以及工程验收的质量测试,每一步骤都达到了预定的质量标准,确保工程的顺利投产。

另外,施工阶段的质量控制还涉及先进技术和工具的应用,以提高施工精度和效率。利用现代测量技术和地理信息系统(GIS)进行精确定位,可以确保输电塔的正确布局和导线的准确张拉。同时,采用无损检测技术对焊接和连接部位进行检测,可以及时发现潜在的缺陷,确保结构的完整性和稳定性。此外,信息化管理工具如项目管理软件和移动通信设备的应用,能够有效提升项目管理的效率,实时监控施工进度和质量状态,及时处理施工中出现的问题。这些技术和工具的应用不仅能加快施工进度,更重要的是能提高施工质量,确保架空输电线路工程的顺利完成和长期稳定运行。

### 3.3 运行与维护阶段的质量控制

在架空输电线路工程的运行与维护阶段,质量控制转向保障长期运行的稳定性和可靠性。这一阶段的质量控制要求采取主动和预防性的维护策略,以最小化故障率和延长设施的使用寿命。首先,定期的巡检和监测是确保输电线路正常运行的关键措施。利用先进的监测技术,如无人机巡检、红外热成像技术和在线监测系统,可以高效地识别和定位潜在的缺陷或故障点,如绝缘子损坏、导线磨损或松弛以及输电塔的结构问题。这些技术不仅能提高检测的准确性和效率,还能显著减少维护成本和停电风险。其次,对于检测到的问题,必须及时采取修复或更换措施,避免故障的扩散和恶化。在此基础上,进行根本原因分析,优化维护策略和措施,以防止同类问题的再次发生<sup>[3]</sup>。

此外,运行与维护阶段的质量控制还强调对运维人员的培训和技能提升。通过定期的培训和技能认证,确保所有运维人员都具备必要的专业知识和操作技能,以应对复杂多变的维护任务。同时,建立完善的运维管理体系和响应机制,对运维过程进行标准化和规范化,提高维护工作的效率和质量。例如,制定详细的维护计划和程序,采用信息化管理工具记录维护历史和故障数据,以便进行数据分析和决策支持。在此基础上,还需不断探索和引入新的维护技术和方法,如智能诊断技术和条件基础维护(CBM),以提高维护的预见性和针对性。

## 4 架空输电线路工程质量控制的对策分析

### 4.1 加强质量意识和质量管理体系

在提升架空输电线路工程的质量控制中,根本的起点是加强整个组织内部的质量意识和构建一个全面、高效的质量管理体系。质量意识的加强不仅是对每一个员工质量价值观的培育,更是企业文化的一部分,要求从项目策划开始,就将质量控制作为工程管理的核心。实现这一点需要领导发挥带头作用,全员积极参与,确保质量目标和质量责任贯穿于项目的每个阶段、每个环节。此外,建立一个全面的质量管理体系,涵盖从设计、采购、施工到运维的整个生命周期,是确保工程质量的关键。这样的体系需要基于国际质量管理标准如 ISO 9001 进行构建,并结合输电线路工程的特点进行定制化,设置明确的质量目标、过程控制标准和质量改进机制,以及有效的质量监控和评审程序。

另外,加强质量意识和质量管理体系的实施应依托于先进的质量管理工具和技术。例如,采用项目管

理软件进行项目进度和质量的双重监控,利用数据分析和人工智能技术对质量相关数据进行深度分析,以识别潜在的质量风险和改进机会。同时,通过建立一个开放的沟通和反馈机制,鼓励所有项目参与者,包括供应商和承包商,共享质量信息和最佳实践,共同解决质量问题。这种协作和互动的环境有助于及时发现并纠正偏差,持续提升质量管理的效果。此外,定期的质量培训和教育是增强质量意识的有效手段,通过系统的培训计划,不仅可以提升员工的质量管理技能和知识,更可以激发他们对质量改进的热情和创新思维<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 采用新技术、新材料提高工程质量

在架空输电线路工程中,采用新技术和新材料是提升工程质量、增强系统稳定性和延长服务寿命的有效途径。新技术的应用可以极大地改善设计和施工过程,提高工程的整体性能。例如,数字化设计和建模技术如BIM(建筑信息模型)的应用,可以在设计阶段进行更加精确的分析和模拟,优化设计方案,减少设计错误。

此外,智能化施工技术,如GPS定位和无人机监测,可以提高施工精度和效率,同时降低人为错误的风险。这些技术不仅能加速工程的建设进度,还能提高工程质量和安全水平。

在长期运营和维护方面,采用新技术和新材料同样能显著提升架空输电线路的质量控制水平。运用先进的监测和诊断技术,如在线监测系统和智能传感器,可以实时跟踪输电线路的运行状态,及时发现并处理潜在的问题,从而避免大规模故障的发生。这些技术能提高预防性维护的能力,减少紧急维修的需求,确保输电系统的高效和稳定运行。

同时,新型的自愈合材料和智能修复技术为输电线路提供更加灵活和高效的维护方案,这些材料和技术在检测到损伤时能够自动进行修复,能大大提高维护工作的响应速度和效率。

#### 4.3 建立健全的质量监督机制

建立健全的质量监督机制对于保障架空输电线路工程的质量至关重要,这一机制应涵盖工程的全周期,即从设计、施工到运维各个阶段。在设计阶段,质量监督机制需要确保所有设计方案都经过充分的技术评估和验证,以满足安全、环境和经济性的要求。这要求引入独立的设计审核流程,通过专业的第三方机构来审核设计方案的合理性和规范性,确保设计满足或超过现行的标准和规范。同时,利用最新的模拟技术

进行风险评估和优化设计,可以在项目初期识别潜在的设计缺陷,避免未来的质量问题。此外,设计阶段的质量监督还应包括对设计变更的严格控制和管理,确保任何变更都经过充分的技术评审,防止贸然变更带来的风险<sup>[5]</sup>。

在施工阶段,建立健全的质量监督机制意味着不仅要对施工过程进行实时监控,对施工人员进行质量方面的交底,还要对施工材料、设备的质量进行严格的控制。通过引入先进的施工管理系统,如基于云计算的项目管理软件,可以实现项目进度、质量和安全的实时监控和管理,保证工程按照设计要求和施工规范进行。同时,定期的质量审查会议和现场质量检查可以及时发现并解决施工过程中的问题,防止缺陷的产生和累积。在运维阶段,质量监督机制应着重于定期的设施检查和评估,以及对运维数据的分析和利用。引入智能化监测技术和数据分析工具,可以实现对输电线路状态的全面监控和预测性维护,及时识别和处理潜在的安全隐患,最大程度地减少故障和事故的发生。

## 5 结束语

架空输电线路工程的质量控制是一个涵盖设计、施工、运行与维护各个阶段的全面过程,它要求严格的标准执行、精细的管理策略以及持续的技术创新。通过强化质量意识、建立健全的质量管理体系,采用新技术和新材料,以及建立健全的质量监督机制,可以显著提高工程的质量与安全性,确保输电系统的稳定可靠运行。这些对策不仅能促进电力系统的高效和经济性,还为应对未来的挑战打下坚实的基础。在不断发展的电力行业中,对架空输电线路工程质量控制进行深入分析和持续优化,是保障能源安全、推动社会发展的重要保证。

## 参考文献:

- [1] 王润琪,张心语,高超,等. 架空输电线路工程的质量控制要点与对策分析[J]. 农村电气化,2023(11):1-2,64.
- [2] 黄晓松. 浅析架空输电线路建设工程质量管理的影响因素[J]. 中国新技术新产品,2020(16):114-115.
- [3] 李鹏,冯凯. 电力施工架空输电线路的施工质量控制[J]. 模型世界,2022(33):37-39.
- [4] 吴涛. 电力施工架空输电线路的施工质量控制[J]. 价值工程,2021,40(06):35-36.
- [5] 董威佐. 电力施工架空输电线路的施工质量控制[J]. 科技资讯,2022,20(22):25-28.

# 机电工程施工管理中存在的问题分析及改进措施研究

张铠麟

(秦皇岛排水有限责任公司, 河北 秦皇岛 066000)

**摘要** 机电工程在建筑施工中占据重要地位, 其质量优劣关乎各个行业的发展。机电工程施工复杂, 涉及范围广泛, 专业性很强, 需对工程施工进行管理, 对各系统的关系进行合理规划与衔接, 才能保证机电工程质量符合要求。在机电工程施工期间还存在一些问题, 基于此, 为保证施工效果, 文章对机电工程施工管理中存在的问题展开分析, 并提出相应的解决对策。

**关键词** 机电工程; 施工管理; 信息化建设

中图分类号: TU71

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0091-03

机电工程施工涉及内容较多, 与各大领域发展密切相关, 施工通常与土建施工衔接, 施工人员要严格按照要求进行机电设备安装, 安装完毕后, 需对设备进行调试, 确保设备正常运行, 提高机电工程系统运行的安全性和可靠性, 总之, 要严格把控施工安全和质量, 使施工进度符合要求。在施工期间, 还存在一些问题, 需制定合理的管理方案, 落实管理措施, 方可达到理想的效果。

## 1 机电工程施工管理主要内容

### 1.1 施工组织管理

在正式进行机电安装前, 需制定完善的施工组织方案, 加大施工组织管理力度。项目部要制定合理的决策, 明确施工组织形式, 制定项目经理责任制, 项目经理要承担起相应的职责, 结合项目规模, 对项目进行合理分工, 确定各岗位人员的职责, 使机电安装工作更加灵活, 有效保证工程质量<sup>[1]</sup>。

### 1.2 施工流程管理

为保证机电施工达到预期效果, 就要对施工流程进行针对性管理。施工人员要严格按照施工流程的要求进行机电安装, 对每一道工序进行严格把关和控制, 一旦某一环节出现问题, 就会对工程整体质量造成影响。因此, 在机电施工管理中, 需明确管理流程, 对施工程序进行科学组织与规划。

### 1.3 施工技术管理

施工技术管理包含要素较多, 比如, 对施工方案进行检查, 做好技术交底工作, 使施工人员了解施工工艺、技术和材料等内容, 明确施工注意事项。

同时, 需确保施工技术方案符合项目要求, 为施工人员提供参考依据。因此, 在施工管理中, 不仅要重视人员管理, 还要加强技术管理, 保证施工人员了解施工图纸的内容与设计意图, 及时发现问题, 避免在施工中出现更加严重的问题。在施工技术管理中, 还要加强施工工艺流程的控制, 避免出现安全隐患。进行图纸会审时, 仔细分析施工技术, 参观样板工程, 与其他单位进行技术交流, 将理论与实践相结合, 解决施工难题。

### 1.4 施工质量管理与精细化管理

在开展施工质量管理时, 要将质量管理理念贯穿施工始终, 从事前控制开始, 对施工过程进行控制, 施工结束后还要进行质量控制, 开展 PDCA 管理, 保证施工人员的能力与素质得到提升, 达到理想的施工效果。此外, 在施工管理中, 还要开展精细化管理, 重视细节控制, 保证每一个环节安装工作顺利开展。对施工方案进行仔细研究, 一旦发现问题, 需及时调整, 全面提高工程质量。

## 2 机电安装工程施工管理中存在的问题

首先, 施工人员能力有待提升。机电安装人员的能力参差不齐, 许多施工人员对设备了解有限, 对机电安装技术操作不熟练, 在日常工作中, 一旦遇到小问题或小故障, 往往无法解决问题, 导致问题进一步扩大, 耽误正常施工进度, 甚至还会影响施工质量。部分施工人员对新技术不敏感, 不善于学习新知识, 随着机电设备日益先进, 机电施工技术也正发生变化, 一旦施工人员并未掌握先进的技术, 就对施工造成不利影响。其次, 机电设计不够规范。在开展机电安装

时,需发挥出各专业的作用,确保各专业彼此紧密配合。因此,在设计时,需制定合理的设计方案,明确设计内容,如材料、设备、安装流程等。在具体设计中,部分设计方案缺乏明确标注,设计不够规范,对后续施工造成一定的影响。最后,管理能力有待提升。管理人员素质不足,缺乏先进的管理理念,管理手段比较单一,无法对全局进行有效的管理和控制,从而降低管理水平<sup>[2]</sup>。

### 3 机电安装工程施工管理改进对策

#### 3.1 提高施工管理队伍能力

在正式施工之前,需打造一支专业、有经验、有责任感的管理队伍。要从源头上保证管理水平,就要选择有能力、有经验、素质高的人员负责施工管理。施工管理人员不仅要具备优秀的职业素养、丰富的专业知识与扎实的技能,还要对工作充满责任感。一是管理人员要加大监督力度,对施工人员的安装行为进行指导,确保其各项操作符合要求。二是管理人员要全身心投入管理之中,认真对待本职工作。

#### 3.2 制定完善的管理制度

为了更好地发挥出施工管理的作用,使管理人员在管理时有据可依,需制定完善的管理制度,对制度内容进行完善,保证制度覆盖全面。一是明确管理人员的职责,确定工作目标,对工作任务合理划分,使管理人员明确目标,以循序渐进的方式进行管理,避免出现重复现象。二是制定管理制度时,需加强对管理人员的激励,制定完善的激励机制。要保证激励机制的有效性,有效激发管理人员对工作的积极性和主动性,使其更好地发挥自身优势,保证施工顺利进行。三是通过制度明确各部门的职责与工作内容,由管理人员负责协调各部门工作,确保各部门积极主动参与其中,形成合力,共同保证机电安装工程的质量。因此,制定合理的管理制度不仅可以使各项工作有据可依,对管理人员形成有效的约束,还能对管理人员形成鼓励,使其对工作充满热情。

#### 3.3 做好施工准备

##### 3.3.1 材料管理

打造健全的材料管理体系,对材料的采购、进场等工作进行严格把关控制,从源头保证材料质量,满足施工要求,对施工质量予以有效保障。一是在材料采购工作中,确定供应商的资质,对供应商背景进行调查,确定其资质符合要求,方可与其合作,购买材料,并对材料质量进行严格检查。确定材料型号、性能,满足施工要求。二是材料进场时,需加强对材料合格

证等资料的检查,开展抽样调查,确定检查结果没有问题,方可允许材料正式入场。三是对材料采购成本进行合理控制,选择供应商时,遵循就近原则,缩短运输距离,保证材料的质量<sup>[3]</sup>。

##### 3.3.2 设备管理

在对机电设备进行管理时,要结合施工要求与施工内容,对设备进行全面检查,保证其正常运行,从而更好地保证施工进度与施工质量。一是重视设备采购。采购之前,需明确施工具体内容和特点,制定合理的采购计划,确定设备类型、性能等技术参数。二是设备运行期间,需对设备定期维护与保养,减少设备出现故障的概率。三是施工结束后,对设备进行全面检查,避免设备出现故障,延长设备的使用寿命,确保其在后续工作中更好地发挥作用。

##### 3.3.3 人员管理

加强施工人员管理,不仅可以有效发挥施工人员的作用,还能保证施工质量与施工进度。在正式施工之前,需对施工人员的组织进行全面检查。机电施工专业性很强,对施工人员的要求比较高,需保证施工人员有专业的知识和技能,安装经验丰富,做到持证上岗,同时,加强对施工人员的培训,使其了解施工具体要求、施工要点、注意事项,严格按照施工流程进行安装,与其他专业人员进行配合,做好施工衔接。对施工人员进行安全教育,提高其安全防范意识,认真规范自身行为,避免出现安全事故。

#### 3.4 施工过程管理

##### 3.4.1 技术管理

施工期间,开展技术管理的目的是保证施工技术得到有效应用,确保整体施工质量得到提升,达到预期的施工效果。一是施工人员要了解每个环节的操作要点与所需技术,掌握不同技术的操作规范,明确使用要求。严格把控施工细节,确保机电安装工作顺利进行,满足机电设备的运行需求。二是管理人员要对施工进行全面的监督和管理。通过这种方式不仅可以进一步规范施工人员的行为,做到文明施工,还能更好地发挥施工技术的作用。监督期间,要制定完善的监督机制,鼓励施工人员彼此互相监督,从而更好地规范其行为,提高施工技术的应用效果。设置专门的激励手段,对施工人员进行评比,对表现优秀的施工人员进行奖励,使其成为其他人员学习的榜样,达到理想的监督效果。总之,在技术管理中可采取多种方式,对技术的使用情况进行严格把关<sup>[4]</sup>。

##### 3.4.2 质量管理

在机电工程施工中,质量管理是一项很重要的工

作, 管理人员要将这一管理贯穿施工始终, 保证施工质量符合要求。同时, 要把控施工细节, 渗透质量管理理念, 对细节进行优化, 避免产生更加严重的问题。在具体操作时, 要考虑到以下几点。一是发挥所有部门的作用, 使其全面参与到质量管理工作中。二是对每一个环节进行严格把关和控制, 避免质量出现问题, 及时发现安全隐患, 及时解决问题, 从源头上保证工程质量。三是提高管理人员的责任感, 使其时刻将质量放在首位, 确保管理工作有序进行, 有效保证工程质量。总之, 开展有效的质量管理不仅可以延长机电设备的使用寿命, 还能满足人们多元化需求。

### 3.4.3 造价管理

在施工管理体系中, 造价管理是重要的一环, 这一工作关系到工程成本, 因此, 需采取有效的措施对造价进行管控。企业要考虑到多个方面, 确保成本得到合理控制, 如施工材料、施工人员、施工设备等。企业要设置专业的造价人员, 制定明确的造价管理方案, 采取有效的措施, 对工程造价进行控制, 避免超出预算, 最大程度提高企业的效益。造价人员要从细节入手, 对每一个环节的造价进行分析, 将其纳入方案之中, 确保各项资源得到充分利用, 树立节约意识, 避免产生资源浪费。比如, 明确材料类型和数量, 对材料进行合理利用, 施工完毕后, 要及时对材料进行回收, 必要时也可进行二次利用。此外, 加强对边角料的回收, 降低材料成本, 实现绿色施工。

## 3.5 加强施工创新管理

### 3.5.1 技术与设备创新

随着科学技术的飞速发展, 机电工程施工技术不断改进, 设备功能日益完善, 设备结构愈发复杂。在这种情况下, 要随时对设备进行优化与升级, 从而降低施工成本, 保证企业的效益。因此, 在施工期间, 企业要制定合理的规划, 明确发展方向和目标, 避免短视, 运用长远眼光看待问题, 使施工质量更有保障。领导要重视技术更新, 加大资金投入力度, 购置更加先进的设备, 满足机电工程施工需求, 推动企业实现可持续发展。比如, 在施工现场中, 要采用先进的技术手段对现场进行勘察, 采集准确的信息和数据, 形成一手资料, 为施工方案的制定提供参考依据, 使施工有序进行, 保证施工人员严格按照要求操作, 有效提高施工质量。企业要引进智能化设备, 合理定位, 保证施工操作更加精准, 这样不仅可以提高工程质量, 还能提高工程效率。总之, 若要保证机电施工管理有序进行, 企业就要引进先进的技术手段, 购置现代化设备, 满足各专业施工要求, 同时, 对施工人员提出

严格的要求, 确保其熟练掌握设备操作方法, 使施工质量更有保证, 减少机电系统运行故障概率, 更好地满足人们的需求。

### 3.5.2 开展信息化建设

一是企业可引进专业的管理软件, 将工程管理与之相结合, 确保各项数据得到高效采集与处理, 提高管理智能化水平, 避免操作失误。同时, 各部门可通过这一软件随时进行沟通与交流, 提高工作协同度, 使机电安装施工顺利进行。二是对机电工程施工进行管理时, 可引进高科技监测设备, 对施工现场进行有效的监督与控制, 使施工质量更有保障。监督工作结束后, 企业要对监督进行总结, 形成总结报告, 通过这种方式可对监督过程中遇到的问题进行分析, 提出问题的解决对策, 使工作人员做到心中有数, 达到理想的监督效果。制定总结报告时, 要确保素材充足, 将其作为总结的依据, 因此, 要发挥出监督设备中信息的作用, 调取信息, 满足总结需求。由此可见, 将信息技术与监督工作相结合, 不仅可以提高监督效果, 还能保证施工质量。三是采用先进的 BIM 技术构建专业的立体模型, 对施工人员进行有效的指导。可发挥 BIM 技术中的可视化功能, 展现施工过程, 使施工人员了解施工要点与注意事项, 对施工中存在的问题和风险进行有效规避, 了解相应的应对措施, 有效保证工程质量。由此可见, 开展信息化建设, 不仅有助于机电安装施工顺利进行, 也是提高工程效益与企业竞争力的有效方式, 更是机电安装行业的发展趋势。

## 4 结束语

机电工程施工涉及不同专业, 涵盖领域广泛, 在进行施工时, 需加强施工管理, 对每一个环节工作进行优化。当前, 机电施工管理中存在的问题不容忽视, 企业要进一步完善管理体系, 提高管理意识, 保证管理落到实处, 创新管理理念和管理模式, 保证机电施工质量符合要求, 更好地满足人们的需求。

## 参考文献:

- [1] 康悦, 刘禹廷, 赵建楠, 等. 机电工程施工管理中存在的问题分析及改进措施研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(07):64-66.
- [2] 乔盼盼. 建筑机电工程安装施工管理中的问题及措施[J]. 大众标准化, 2023(16):87-89.
- [3] 叶学华. 探究当前建筑机电工程施工管理存在的问题[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(30):88-90.
- [4] 张超. 浅谈机电工程施工管理的问题及相应的处理对策[J]. 中国井矿盐, 2021, 52(05):31-33.

# 智慧生态城市规划建设基本理论分析

周道林

(桂林市中华文化促进会, 广西 桂林 541000)

**摘要** 文章主要以智慧生态城市规划建设融合基本理论为重点进行阐述, 首先对智慧生态城市规划建设必要性进行分析。其次从生态智慧理论、公共利益理论、自律理论、服务为本理论、集体智慧理论等几个方面深入说明。最后提出注重人本理念, 落实生态基础; 发挥系统化特点, 优化智慧结构; 实施多项工作, 完善建设制度; 依据智慧城市, 发展生态产业等方法, 致力于能够在智慧生态城市规划建设中取得更好的效果, 旨在为相关研究提供参考资料。

**关键词** 智慧生态; 城市规划; 城市建设; 基本理论

**中图分类号**: TU984

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0094-03

在智慧生态城市规划中, 可充分发挥云计算优势, 促使数据化分析更加精准, 为城市规划建设提供有价值信息, 满足人们提出的多元化生活需求。通过智慧生态城市规划, 完善对城市的动态化监测效果, 有效解决城市中出现的空气污染问题、高消耗行为, 为人们提供智慧出行、智慧生活新模式。

## 1 智慧生态城市规划建设必要性

智慧生态城市的含义, 就是将智慧和生态元素进行整合, 将二者形成一个大整体, 保证在满足城市建设需求的同时, 落实生态理念, 对城市实施全面规划, 充分发挥信息技术特点。但仍然有部分智慧生态城市建设中存在不足。

### 1.1 智慧生态城市非智慧性

我国城市发展中, 加大智慧生态城市规划建设力度非常有必要, 但部分智慧生态城市规划中缺乏对智慧因素的融入, 甚至凸显一定的非智慧性, 归根到底还是因为相关工作人员对智慧生态城市的认知不全面, 影响智慧生态城市规划建设效果<sup>[1]</sup>。在越来越多的智慧城市建设中, 单一关注智的创建, 反而忽视对慧的引入, 最终导致很多智慧生态城市仅仅呈现一个自动运行的系统, 并没有为城市发展带来促进作用。还有一些智慧生态城市, 在整个规划建设过程中重点关注技术发展, 全面完善硬件设施, 忽视智慧城市应该呈现的灵活性, 经调查分析, 一些智慧生态城市大多数都是与硬件技术相关的条件, 缺少凸显城市“智慧”的重点条件。另外, 一部分智慧生态城市规划中, 凸显较强的功利性, 仅仅是为了优化城镇发展, 为城市带来更多经济效益, 根本没有重点关注城市在智慧方

面的发展, 虽然这些智慧生态城市建设目标能够在短期内取得不错的效果, 但随着城市的长远发展, 会与智慧生态城市建设目标出现偏离问题, 严重的会造成更大的风险<sup>[2]</sup>。

### 1.2 智慧生态城市非生态性

在智慧城市发展中, 目前更多的是注重对新技术的运用, 将城市的经济放在重要位置, 并没有考虑生态环境因素。因此, 城市只有在自身发展中能够全面意识到城市生态在发展中占据的关键作用, 才能让城市的经济发展进入更稳的状态, 不断朝着高品质城市生活发展, 真正与智慧生态城市理念相符。但结合我国智慧生态城市规划建设实际工作, 对城市经济制定的评估指标更多, 经常把环境保护相关原则放在后面, 更没有结合城市自身发展情况, 制定相符的生态发展计划, 缺失对一些优秀智慧城市建设经验进行参考, 难以对城市原本的生态环境进行优化。

## 2 智慧生态城市规划建设基本理论

### 2.1 生态智慧理论

生态智慧理论是智慧生态城市建设中不能忽视的重要内容, 致力于在保证生态规律的前提下促使智慧城市规划取得进一步发展, 对城市原本发展遇到的一些生态问题进行解决。将智慧城市、生态城市进行整合, 尤其在开展人文工作、气候工作的时候, 充分发挥信息技术, 从人们生活需求角度出发, 创建一个更加完善的智慧城市<sup>[3]</sup>。因此, 在智慧城市规划实践中, 要落实生态智慧这一思想, 为城市朝着可持续方向发展提供支持, 促使生态、智慧二者在融合中取得新成效, 实现对资源的充分利用, 为人们提供更满意的服务。



但我国部分地区在落实生态智慧理论期间,单一地将经济发展放在重点位置,甚至为了提升经济发展,对环境造成破坏。还有部分地区只关注智慧元素,缺失提升智能软件、智能社区的运用,将智慧作为创新城市的一个名片,但忽视了对“生态”的完善,严重影响城市的可持续发展,会对智慧城市规划带来潜在风险。

## 2.2 公共利益理论

在智慧生态城市发展中,规划建设和城市需求有更高的契合性,能够促使公共利益取得更理想的效果,有利于缓解人与环境的关系,实现二者关系的协同发展,从本质上提升城市发展适应性,最终达到和谐发展目标,这也成为全面落实公共利益理论的一个根本原因。要想充分发挥公共利益理论的潜在作用,就要对传统城市规划管理手段进行创新,如引入全新管理方法,将社会、城市进行融合,整个实践过程的对社会管理中心下移,从社会角度出发创建一个专门的“三级平台、四级管理”新模式,发挥内部网格优势,实现社会组织和人事物之间的良好沟通,致力于在城市环境管理上取得更高效的质量。所以,在智慧生态城市规划中,为确保城市稳定发展,需要结合城市发展特点,科学运用不同资源,确保获取一定利益的前提下,让城市中的不同功能良性发展,充分融入信息技术,提升各区域的协同性,完成特色城市建设,促进城市可持续发展。

## 2.3 自律理论

就自律理论来说,其中一个重点内容是道德,可以将自律当作道德展现的一种方式。将自律理论全面渗透到智慧生态城市规划建设,严格监控城市的整体发展,重点凸显城市在发展中呈现的智慧特点、生态特点。例如,全面了解政策资源,搭建一个完善的公共平台,将整个城市包含的人口信息进行录入,确保数据库的完善性;也可以将市、街道等作为中心,创建一个基本的数据联动制度,确保空间地理信息提供更精准,更好地掌握城市人口信息、城市实际交通情况<sup>[4]</sup>。采用这种规划手段,进一步凸显城市全新的发展思想,将自律理论更好地融入智慧生态建设中,全面监控城市人口,确保生态环境稳定,有利于城市通过自我调节,在智慧生态城市方面取得进一步发展。

## 2.4 服务为本理论

在智慧生态城市建设实践中,最终的目的就是为人们提供更好的服务,以此更好地落实城市发展根本。城市是人们生活的主要场所,智慧生态城市建设,不仅要为人们创建一个良好的生活环境,更要强化人们

在城市中的居住舒适性。居民是城市中不能忽视的关键主体之一,智慧生态城市建设必然和人与自然有紧密关联,首先,在城市建设中,在整体建设风貌方面,尽可能和人们的审美相符,全面凸显智慧生态城市的美观特点。其次,要将城市文化与人们思想中的价值观念进行整合,一方面促使思想服务取得质提升,另一方面也全面体现智慧城市蕴含的人文特点。在智慧生态城市建设中,调动人们积极参与到建设过程,为智慧城市服务提供更多参考意见,为发展城市文明建设贡献一份力量,促使智慧生态城市建设满足为人民服务的根本需求。

## 2.5 集体智慧理论

在城市发展中,多个个体进行相互合作竞争,进而产生集体智慧。一个城市实施智慧生态规划建设,一定会面临多个个体发生交织问题,甚至带来相关联的矛盾,这也是智慧生态城市规划渗透集体智慧的一个必要原因。将集体智慧理论作为基础,全面寻找城市潜在的生态特点,为智慧生态城市注入更多动力,可以构建城市智慧网络,为各个组织搭建一个高效沟通的路径,重点关注城市经济、城市环境方面,依据“一张图”理念完成多项整合,降低体制障碍产生的不良影响,彻底改变城市中多个部门形成的独立工作现状,进一步提升资源整合效果,也发挥集体智慧优势。另外,城市融入智慧网络这一过程,也要将智慧信息渗透到各个行业,如科技、环保等,促使更多新能源智慧产业繁荣发展,一方面降低城市发展需要消耗的资源,另一方面促进智慧生态城市发展。

## 3 智慧生态城市规划建设优化路径

### 3.1 注重人本理念,落实生态基础

要实现智慧生态城市,整个过程不能忽视的一点就是人本理念,在城市建设与发展中,并非是一味地优化建筑硬件,也要关注在城市中生活的人们。智慧生态城市规划建设应注重从多个角度开展融合工作,一方面丰富历史和文化因素,另一方面优化社会和产业,促使智慧生态城市更多样化。智慧生态城市需要在原本城市建设、环境保护的基础上增加更多文化信息,创建出全新的城市生态系统,促使社会、经济和自然能够协同发展,大力节省资源使用,降低对水源、能源的消耗,全面优化循环经济<sup>[5]</sup>。其次,不管是城市生活还是生产方式上,都要注重低碳理念,致力于创建绿色发展趋势,增加智慧生态消费方式,将环保作为重点工作,全面优化城市建设,针对生态环境存在的问题进行解决。通过加大文明宣传力度,促使人

们对自己的行为负责,倡导人们能够从思想落实到实际行动上,严格要求自己的一言一行,全面落实文明理念,更好地规范言行举止,在人们的共同努力下创建一个和谐文明,有生机、有活力的新城市,为生态城市建设规划奠定基础。

### 3.2 发挥系统化特点,优化智慧结构

智慧城市建设期间,一方面要优化中层设计,另一方面也要全面落实顶层设计。在智慧城市建设中,有必要做好长远思考,从全局角度出发,进一步对城市的整体性进行规划,有利于城市形成一个全新的系统结果,不仅增加生态保护关注,还进一步凸显智慧城市形象。在智慧城市建设中要实施顶层设计,做好业务结构思考,更要对绩效构架实施统筹工作。有一个完善的体制,是促使智慧生态城市建设的重要条件,构建统一管理部門,加大管理的针对性,保证智慧生态城市管理工作得到全面落实。在完善业务构架的时候,有必要从增强公共服务角度入手,创建全新的城市管理工作业务、社会民生服务工作等。通过绩效工作,有利于对智慧生态城市的整体发展情况进行评估,重点放在企业形象塑造以及公民形象塑造上,致力于加强城市整体服务效果,更好地完成城市基础建设。

### 3.3 实施多项工作,完善建设制度

在智慧生态城市规划建设中,经常运用到项目化这一手段,发挥项目化运作优势,实现多方面工作的协同发展,不仅在生态修复方面取得了良好效果,也在生态开发、生态产品方面取得了显著成绩,全面转化智慧技术,促使城市在发展期间获取更多的社会效益、经济效益。为加强智慧生态城市规划建设有序开展,需要创建一个完善的保障机制,重点从如下几个方面入手:首先,创建绿色体系。充分发挥绿色技术,为智慧生态城市发展注入更多动力,提升对资源的充分利用,也实现环境治理效果提升,不仅加速了城市经济发展,也对城市的生态环境起到全面维护,真正实现经济、生态的协同发展。其次,制定激励制度。为缩减实现智慧生态城市需要的时间,设置相应的激励方法,落实绿色税收相关制度,完善绿色金融发展机制等,通过激励这一方式更好地带动个人收益效果。最后,城市一体化建设。注重从多个角度出发,创建全新的智慧生态城市,一方面要解决资源浪费问题,另一方面促进城市的社会、生态等多个方面共同发展。

### 3.4 依据智慧城市,发展生态产业

加大对智慧产业发展的关注,是智慧生态城市规

划建设中的重点内容,充分发挥信息技术优势,促使其与生态理念形成紧密融合,不仅是传统产业的一种创新,也是从根本上解决城市工业化发展的有效路径。在智慧生态城市建设中,有必要提升各个行业对信息技术的运用效果,为更多传统产业注入新动力,致力于创新出更多智能产品,促使制造业运用信息技术实现智能化发展,致力于形成一个完整的智慧产业链,将智慧产业创建、生态产业融合放在首要位置,为城市的可持续发展奠定基础。例如,以电子商务为例,促使城乡之间产生全新的产业结构,进一步对以往产业结构进行创新,与此同时,也要关注对清洁生态技术的广泛使用,通过深入研究有效预防城市工业发展对城市生态环境带来的不良影响。注重先进技术发展,形成完整的产业闭环,不断提升产业的附加值。另外,智慧产业链为智慧生态城市建设注入新动力,致力于形成提升生态环境保护效果的一种新生产模式、新消费模式,不断对城乡在建的生态产业结果进行优化,促使人与城市的关系更协调,共同实现和谐发展目标。

## 4 结束语

在智慧生态城市建设中,相关企业要清楚生态文明建设的真正目标,全面了解生态文明的内涵,实现对环保内容的拓展,确保在发展智慧城市阶段做好多方面的规划和建设工作,能够保障城市周围现有的生态环境平衡。与此同时,工作人员也要明确智慧生态城市要达到的智慧标准,做好智慧和生态之间的平衡工作,充分利用高新技术全面促进城市发展,为人们的生活、工作带来更大的便捷,再融合生态理念优化城市规划,确保满足经济、生活、自然生态的协同发展,促使人与自然保持和谐共处的关系,在智慧生态城市建设方面取得一举两得的效果。

## 参考文献:

- [1] 赵军.智慧生态城市规划建设的若干思考[J].智能建筑与智慧城市,2023(05):54-56.
- [2] 吴澜.智慧生态城市规划建设中存在的问题及对策分析[J].工程建设与设计,2022(17):129-131.
- [3] 陈钊锋,来刚强.杭州市智慧生态城市规划建设研究[J].智能建筑与智慧城市,2022(01):73-75.
- [4] 寇有观.统筹推进五位一体总体布局规划建设“智慧生态城市”[J].办公自动化,2019,24(19):8-18.
- [5] 李林华.智慧生态城市规划建设基本理论的思考[J].门窗,2017(12):556-557.

# 智慧城市中绿色建筑及暖通空调设计研究

房 娟

(山东事为工程设计有限公司, 山东 济南 250101)

**摘 要** 随着人工智能、物联网、大数据等技术的发展和应用, 建筑节能技术也从传统的能源节约转向了智能化、自动化和人性化方向。本研究以我国绿色建筑与暖通空调的设计作为主要研究对象, 先对智慧城市和绿色建筑的相关概念进行了论述, 然后阐述了绿色建筑与暖通空调在智慧城市建设中的设计原则, 最后对应用在实际设计环节中的各种技术进行了分析与研究, 目的是为相关技术人员与建设人员的日常工作提供有益借鉴与参考, 在增强我国绿色建筑与暖通空调功能性的同时, 促进我国智慧城市建设的平稳运行和持续健康发展。

**关键词** 智慧城市; 绿色建筑; 暖通空调

中图分类号: TU2

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0097-03

暖通空调是现代建筑工程中的重要组成部分, 其作用不容忽视。其不仅能有效地调节和控制建筑物的温度, 改善建筑物的通风, 还显著改善了室内环境。将节能减排的理念应用于建筑供暖和空调系统的设计, 可以提高供暖和空调的环境性能, 改善建筑的整体外观, 使居民的生活条件更加舒适<sup>[1]</sup>。这符合当前绿色低碳发展的趋势, 也是智慧城市建设的应有之义。因此, 建设单位必须将节能减排的理念融入绿色建筑的各个方面, 以降低建筑的能源消耗, 推动我国智慧城市建设水平的不断提升。

## 1 智慧城市与绿色建筑的概念

### 1.1 智慧城市

智慧城市是指利用新一代信息技术, 创新城市管理和公共服务方式, 向居民提供便捷丰富的信息服务、透明高效的在线政府、精细精准的城市治理、融合创新的信息经济和自主可控的安全体系, 有利于提升城市治理体系和治理能力现代化水平。新型智慧城市建设不仅仅是将城市管理的模式从线下搬迁到线上数字化的过程, 而是更多地从统一的顶层规划、统筹布局的角度来考虑。以服务人民和企业的需求作为出发点, 利用构建的新一代信息基础设施, 包括全域立体化的通信物联网、集约统筹建设的绿色数据中心等, 并结合人工智能、大数据、物联网、区块链、5G 等为代表的先进技术, 实现数据驱动城市规划、建设、管理的新机制, 从而实现政府服务职能水平和管理模式的创新, 满足人民群众对美好生活的期望, 激发整个社会的创新活力。

### 1.2 绿色建筑

绿色建筑是一种概念, 象征着低污染、低消耗,

降低对自然环境的影响, 最大程度做到人与自然和谐共生。在建筑的过程中, 要充分利用周边环境资源, 例如, 光能、风能等可利用的自然资源, 与周边环境高度融合, 在不影响周边自然结构的前提下进行施工。并且在考虑适应自然环境的同时, 也要考虑室内设计是否合理, 是否符合人的居住习惯, 尽量避免使用合成材料, 利用自然资源, 为居住者营造和谐、舒适的自然环境<sup>[2]</sup>。因此, 其内涵可以概括为: 减轻环境负荷, 降低能源负担, 人与自然和谐相处, 共同发展。

## 2 建筑暖通空调设计现状及问题

### 2.1 建筑暖通空调设计现状

在设计过程中, 许多单位的设计人员仍然沿用传统的设计思维, 缺乏对节能减排理念的认识和运用能力。在这种情况下, 设计者没有充分考虑建筑物的气候适应性、功能需求、结构特点等诸多关键因素, 而是盲目地采用大型、高能耗、低效率的暖通空调系统, 这不仅导致了系统与建筑物之间的匹配性不足, 而且会使得系统的运行效果大打折扣。具体来看, 过时的设计理念使得设计者往往未能对不同类型的建筑物进行针对性的设计, 从而忽视了建筑物所处地理环境的气候特点、建筑物使用功能的特殊需求以及建筑物自身的结构特点等重要因素。此外, 这种设计理念也未能充分发挥新型材料、技术和设备在节能减排方面的潜力, 导致暖通空调系统的技术水平和性能难以提高。在实际运行过程中, 由于暖通空调系统与建筑物之间的匹配性不足, 使得系统的能耗过高, 不仅导致资源浪费, 还会加重环境污染。此外, 高能耗的系统运行成本较高, 进一步加剧了建筑业的经济负担。

## 2.2 建筑暖通空调设计问题

供暖和空调系统的设计质量决定了整个系统的能耗,节能设计规范和标准在节能建筑施工中发挥着重要作用。然而,一些项目设计过程中过于依赖业主的个人经验或满足业主不合理的设计要求,导致能耗高、投资高,超过了国家能耗指标。此外,一些传统暖通空调系统在设备选择、设计和安装过程中存在缺陷,也会导致能源消耗的增加。比如,风机和水泵选择不合理、管道布局不合理等问题,都会增加系统的阻力和能耗。当前建筑暖通空调设计领域中,设计管理不善的现象一直存在。这主要表现在部分设计单位和设计人员缺乏规范的设计流程和方法,往往在设计过程中忽略了充分的前期调研、方案比选、优化设计等重要环节。这不仅导致设计质量低下,而且可能使得设计方案存在诸多错误和缺陷,从而影响到整个建筑暖通空调系统的性能和可靠性<sup>[3]</sup>。因此,应该在设计标准方面加强对公共建筑节能设计的指导和规范。

## 3 绿色建筑与暖通空调在智慧城市中的设计原则

### 3.1 系统效率和性能关键原则

系统效率和性能关键原则在建筑节能中至关重要。首先,优化设备选择和设计,确保系统运行在高效能区间。其次,实施智能化控制,根据实际需求调整运行参数,提高系统动态响应性。最重要的是保持设备的定期维护,以确保其在长期运行中维持高效性能。这些原则的贯彻执行,不仅能够有效减少能源浪费,提高建筑能效,还有助于降低运行成本,延长设备寿命。在建筑节能实践中,系统效率和性能关键原则是实现可持续发展目标、推动绿色建筑的核心战略。

### 3.2 一体化设计和系统协同原则

一体化设计和系统协同原则在建筑节能中具有重要地位。通过一体化设计,不同系统的规划、设计和安装能够协同工作,最大限度地提高整体能效。系统协同强调各个组成部分的协同作用,确保暖通空调系统与其他建筑系统的紧密配合。这种综合性的设计和协同原则,不仅能够避免系统之间的冲突和浪费,还有助于提高整体系统的性能和可维护性。一体化设计和系统协同原则共同构建了一个相互协调、高效运作的建筑系统,是推动建筑行业向更可持续、智能化发展的关键。

### 3.3 智能化和自适应控制原则

智能化和自适应控制原则在建筑节能中具有显著意义。通过智能化技术,系统能够实时感知环境变化,

采用自适应控制策略进行调整,以最大程度地优化能源利用效率。智能传感器、自动化控制系统和人工智能的应用,使得暖通空调系统能够根据实际需求灵活调整运行参数,提高响应速度。这一原则不仅提高了建筑的适应性和舒适性,还能减少不必要的能源浪费,实现了真正的智能化建筑管理<sup>[4]</sup>。因此,智能化和自适应控制原则是推动建筑节能技术进步、实现可持续发展的关键要素。

## 4 绿色建筑与暖通空调在智慧城市中的具体设计分析

### 4.1 太阳能节能技术的应用

为了推动绿色建筑、暖通空调与智慧城市建设的进一步融合,在实际工作中可以借助太阳能节能技术。众所周知,太阳能作为一种可再生能源,目前已被广泛应用于我国各个行业和领域中,其在建筑行业中的应用效果最为显著。在暖通空调的设计和使用方面,技术人员可以在暖通空调中安置具有较高自动化和智能化的集热器或循环控制系统,该系统既能对太阳能进行有效收集和存储,又能将这些太阳能自动转化为热能,为绿色建筑提供其运行所需的热能。若遇到该系统无法收集太阳能的阴雨天气,暖通空调就会自动切换为燃气模式,持续为目标绿色建筑提供热量。

### 4.2 地源热泵技术的应用

地源热泵技术在绿色建筑与暖通空调中的有效应用已经成为我国能源可持续发展战略的重要组成部分,并且随着国家对节能减排工作重视程度的不断提升,这也为地源热泵技术在建筑行业的推广普及提供了良好机遇。具体来说,地源热泵技术指的是通过将埋设于地下的能量转化装置所产生的热量实现建筑物供热及制冷需求的一种新型高效节能环保系统,其能够充分利用浅层地热资源。技术人员和绿色建筑施工人员可以利用地下埋管系统将热能从一处区域传输至另一区域,并利用其自身高效的换热能力实现制冷或制热功能的一种新型供暖和空调方式,其中包括地下水回灌式、空气源热泵以及土壤源热泵等多种类型。

### 4.3 冰蓄冷系统技术的应用

冰蓄冷系统技术指的是将太阳能、地热能等低品位能量转化为高品位冷能储存在蓄冰装置中,通过冷冻或蒸发方式将低温热量释放出来供空调使用;或是将建筑物中存储有大量冷量的空调水进行冷冻,并通过蓄冰装置对其储存的低温冷量进行回收利用。这种方法可以在不影响用户正常使用空调系统的情况下,

有效降低空调系统的能耗, 具有较好的节能效果和经济效益。技术人员在利用该技术对暖通空调进行设计时, 首先要分析不同建筑类型的需求特点及要求, 然后根据实际需要选择合适的空调形式以及制冷机组容量; 其次要合理确定制冷系统与设备选型, 包括压缩机型式、蒸发器型式、冷凝器型式、节流器型式及控制系统方案等; 最后要优化系统运行控制, 确保空调机组安全稳定地运行。

#### 4.4 暖通空调的低温增焓系统

就目前情况来看, 低温环境下的暖通空调在运转过程中主要会出现三个问题。第一, 空调系统的回气压力会随着所处环境温度的降低而降低, 而回气压力的降低也会进一步导致暖通空调内部的制冷剂吸气比容出现增加和提高的趋势, 系统制冷剂在这一作用的推动下会减少相应的流量, 最终导致整个空调的供热能力与制热量呈现出下降的趋势。第二, 暖通空调的系统压比与系统回气压力之间成反比关系, 即系统压比会随着系统回气压力的降低而增大, 系统压比的升高会提高空调的排气温度, 从而阻碍空调系统的润滑油发挥作用, 不仅会导致润滑油性能的下降, 严重时还会对整个暖通空调的运行产生消极影响。第三, 若暖通空调的侧换热器在室外结霜, 也会影响换热器的正常工作, 从而对暖通空调的制热与供热起到阻碍作用。因此, 为了减少或避免上述情况的发生, 使暖通空调能够迎合绿色建筑与智慧城市建设的需要, 技术人员应加强对暖通空调的设计与研究, 为其增设低温增焓系统。由于低温增焓系统原理复杂, 压缩机需要经济器或者闪蒸器辅助才能实现制冷剂运行, 制冷剂经外界降温后, 会被喷气增焓压缩机冲入压缩腔内, 由此冷却压缩腔中的原气体, 以实现暖通空调排气温度下降。为了确保喷气增焓压缩机能够正常稳定的发挥作用, 就必须做好其日常维护管理工作。采用喷气增焓压缩机, 既可以增强小型家用空调制热和供热能力, 也可在一定范围内有效地控制排气温度, 降低或者避免故障, 提升压缩机及整体空调运行的安全性和稳定性<sup>[5]</sup>。

#### 4.5 暖通空调设计的智能化应用

暖通空调设计的智能化应用主要借助以 VAV 系统和 BA 联网技术为主的各类技术手段, 这些智能化技术不仅能对暖通空调的新风量、送风静压等进行有效控制, 还能在此基础上实现对周边环境和空气质量的改善。一方面, 要想实现对暖通空调能量消耗的管理与控制, 技术人员可使用具有高度智能化特征的定量化

模拟系统, 并由此推动暖通空调、绿色建筑与自然环境的融合与协调发展; 另一方面, 技术人员还应在原有基础上想办法增强暖通空调的整体性能, 尽可能减少或避免相关能源或资源的不必要消耗或浪费。

#### 4.6 热回收应用

暖通空调热回收应用技术是指在建筑围护结构中的各个部位, 对建筑物所需的热量进行吸收、转换和存储, 以达到降低室内温度或调节室内环境温湿度的目的。具体包括: 利用空气源热泵机组将室内空气与室外新鲜空气交换后产生的冷热源(即新风)送入建筑物内; 采用热泵机组向建筑物内部供给生活热水等。通过合理选择使用各种不同类型的冷热电联产系统, 使其既能满足人们舒适宜人的居住环境要求, 又可取得可观的节能效果。而对于智慧城市与绿色建筑来说, 暖通空调的热回收应用不仅能解决传统空调带来的能源浪费问题, 而且还能够实现建筑节能减排目标。技术人员在运用热回收技术进行相关作业时, 要考虑实际工程条件和具体需求, 并结合当地气候特点、地理状况以及经济水平确定热回收方式及其运行模式。首先要了解热回收装置的工作原理, 其次要根据实际需求设计出符合当地气候条件的适宜的热回收设备。同时, 还要从多方面入手提高热回收技术的可靠性与稳定性, 并做好各项安全保障措施, 这样才可以充分发挥热回收技术的作用。

综上所述, 加强绿色建筑与暖通空调的建设是推动智慧城市建设的重要抓手, 但在实际建设与应用中还存在诸多问题。因此, 相关技术人员和施工人员应及时转变自己的传统观念和思维, 不断加强和提升对智慧城市的认识和了解, 并站在全局视角下重新审视绿色建筑与暖通空调的设计工作。这样才能提供高质量服务, 提升整个行业的经济效益、社会效益与生态效益。

#### 参考文献:

- [1] 许改云. 碳中和理念下暖通空调设计中存在的问题分析[J]. 能源与节能, 2022(12):129-131,135.
- [2] 李雅. 节能环保材料及技术在暖通空调中的应用研究[J]. 造纸装备及材料, 2022,51(10):179-181.
- [3] 王清江. 数据中心暖通空调水冷系统节能控制优化分析[J]. 节能与环保, 2022(09):41-43.
- [4] 张剑. 智慧城市中绿色建筑与暖通空调设计分析[J]. 中国新技术新产品, 2020(06):96-97.
- [5] 袁准, 朱文杰, 李罗新, 等. 机场航站楼暖通空调系统的节能施工技术应用[J]. 工程建设与设计, 2023(18):190-192.

# 太平路大桥现浇箱梁球形钢支座病害简析

丁志兵

(华新建工集团有限公司, 江苏 南通 226600)

**摘要** 现浇箱梁球形钢支座作为桥梁结构中的重要组成部分, 承载着桥梁的重量和传递荷载的关键作用。它的稳定性和耐久性直接关系到桥梁的整体安全和运营寿命。但是在实际建设、使用过程中, 难免会出现桥梁支座工作失常导致寿命缩短或存在重大安全隐患的问题。文章以球形钢支座病害为题, 列举该类支座在安装、使用、运营过程中的常见质量问题, 通过对问题溯源分析, 探讨其病害起因和防治措施以及相关注意事项。

**关键词** 简支梁; 连续梁; 球形钢支座; 病害防治

中图分类号: U445

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0100-03

随着我国经济发展水平不断提高, 人口城市化趋势加快, 城市基础设施领域建设不断持续稳定发展, 其中城市快速路、城市高架桥梁等凭借建设成本低和建设周期短的优势, 在城市建设中运用得越来越广泛。

桥梁支座作为桥梁结构传递荷载和承受变形的重要部件, 任何关于支座的质量问题都可能缩短支座使用寿命, 造成墩体、梁体局部变形或者损坏, 从而影响日常行车安全。因此, 在实际支座安装施工作业中, 对于其安装质量问题的预防和处理, 往往是该项作业的重点工作。

## 1 项目简介

太平路大桥位于南通市崇川区和通州区范围内, 项目北起现状江海大道, 向南跨越通吕运河后接现状钟秀路与太平路的交叉口, 路线全长约 960 m, 道路红线宽度为 40 m。太平路为城市主干路, 通吕运河往北为通州区界, 通吕运河往南为崇川区界<sup>[1]</sup>。

太平路大桥跨越通吕运河, 航道等级为 V 级, 通航净空为 54×5 m, 最高通航水位为 3.01 m。太平路大桥主桥中心桩位为 K0+264.0, 桥位位于直线上, 纵断面位于 R=1 600 m、T=44.159 m、E=0.609 m 的竖曲线上, 曲线顶点桩号为 K0+256.0 m,  $i_1=2.76\%$ 、 $i_2=-2.76\%$ , 全桥跨径组合为 3×30+(90+40+20)+2×20 m, 主桥采用无背索斜拉桥, 引桥采用预应力砼连续箱梁和钢筋混凝土箱梁, 桥梁全长 284.2 m。

引桥第一联 3×30 m 为预应力混凝土箱梁, 采用双箱六室截面, 中间设置 50 cm 后浇段, 箱梁梁高 1.8 m, 接主桥钢梁侧梁高加高至 2.3 m, 两侧悬臂 2 m, 顶板设置 2% 双向横坡。第三联为 2×20 m 钢筋混凝土箱梁, 采用双箱六室截面, 中间设置 50 cm 后浇段, 梁高 1.8

m, 与主桥相接侧加高至 2.3 m<sup>[2]</sup>。与主桥的顶板设置横坡底板水平不同, 引桥箱梁均采用顶底板平行设计, 均为 2% 横坡。

## 2 球型钢支座简介

### 2.1 分类

太平路大桥支座共 38 套, 按变形可能性可分为: 固定支座、横向活动支座、纵向活动支座、多向活动支座。

表 1 全桥支座一览表

序号	支座类型	数量	安装部位	备注
1	GQZ 5000SX	3	主桥 90 m+40 m+20 m	
2	GQZ 5000DX	1	主桥 90 m+40 m+20 m	
3	GQZ 7000SX	1	主桥 90 m+40 m+20 m	
4	GQZ 7000DX	1	主桥 90 m+40 m+20 m	
5	GQZ 12500SX	2	主桥 90 m+40 m+20 m	
6	GQZ 1500DX	1	主桥 90 m+40 m+20 m	
7	GQZ 1500SX	1	主桥 90 m+40 m+20 m	
8	GQZ 6000SX	4	第一联 3×30 m	
9	GQZ 8000DX	4	第一联 3×30 m	
10	GQZ 9000DX	2	第一联 3×30 m	
11	GQZ 12500SX	2	第一联 3×30 m	
12	GQZ 12500DX	2	第一联 3×30 m	
13	GQZ 12500GD	2	第一联 3×30 m	
14	GQZ 500SX	4	第三联 2×20 m	
15	GQZ 6000DX	4	第三联 2×20 m	
16	GQZ 8000DX	2	第三联 2×20 m	
17	GQZ 12500GD	2	第三联 2×20 m	

## 2.2 球型钢支座的组成

简支梁球型钢支座主要由上支座板、球冠衬板、下支座板、平面不锈钢板、平面滑板、球面不锈钢板、球面滑板、导向滑板、导向不锈钢板、封闭环、地脚螺栓及梁底预埋件等构件组成，本文以横向活动支座为例示意。

## 2.3 工作原理

### 2.3.1 水平位移

由上支座板与平面不锈钢滑板相互滑动来实现的，在上支座板上设置对称导向板，约束支座的单向或者多向位移，从而制成单向活动和固定支座<sup>[3]</sup>。

### 2.3.2 转角

由下支座板的不锈钢板和球冠衬板相互滑动来实现的，支座之所以会转动是因为支座转动中心和上部桥梁转动中心不重合，而在球冠衬板和下支座板之间形成第二滑动面，直至两个转动中心重合，转动停止，梁体和支座形成稳定状态。

## 3 常见质量问题分析及防治

### 3.1 支座功能完全失效

#### 3.1.1 产生原因

(1) 支座在出厂之前或运输过程中意外损坏，安装之前未对支座进行仔细的质量验收，直接使用后导

致基本功能失效。(2) 在浇筑灌浆料达到设计要求强度，千斤顶撤出后，由于工作人员疏忽，未能将约束支座上、下板的固定螺栓拆卸，导致支座不能活动。(3) 支座工作环境条件十分恶劣，比如温差变化大、位置靠海，空气潮湿且盐碱度大、地震频发地区，使用过程中没有定期维护，导致支座滑板锈蚀，变形；防尘罩硬化破损，灰尘、水汽、杂物污染位移滑动面。

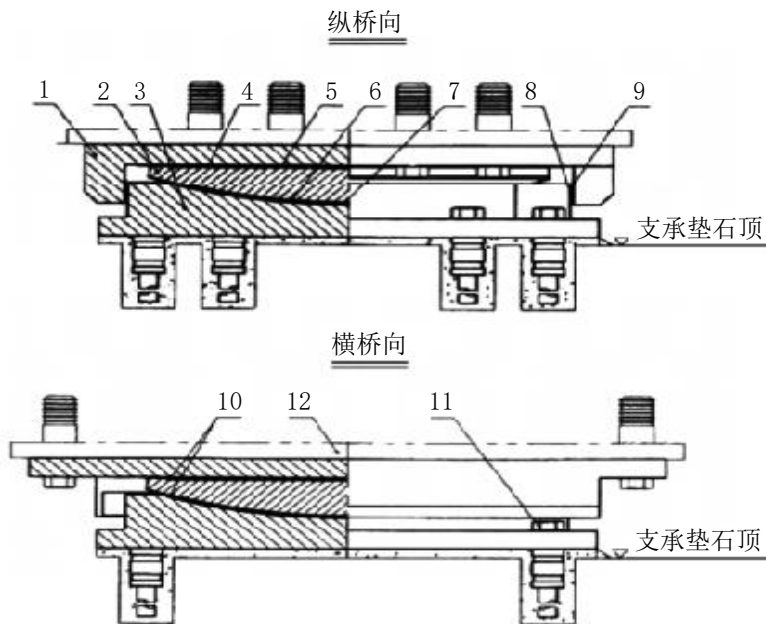
#### 3.1.2 防治措施

(1) 在支座进场时，安排专门的质检人员对其质量严格把关，进场不仅要有产品清单、产品合格证、送检的支座性能试验报告、质量证明文件、支座安装养护细则，规格等，还需要对支座的产品名称、规格型号、主要技术指标、生产厂家、出厂编号和生产日期进行检查，确保支座完好无损<sup>[4]</sup>。(2) 检查支座上、下板连接螺栓状况是否正常，但不得任意松动上、下支座连接螺栓；注意活动支座位移指针是否归零。(3) 在支座安装作业结束后，及时拆除支座连接螺栓，最好派专人检查，确保万无一失。(4) 在桥梁运营阶段，维保人员定期检查支座外观、垫石及梁体的变化，定期维护支座、更换防尘罩。

### 3.2 支座转角超限，转动功能部分失效

#### 3.2.1 造成原因

(1) 支座型号选择错误，安装坡度或者方向错误。



1. 上支座板；2. 球冠衬板；3. 下支座板；4. 平面不锈钢板；5. 平面滑板；6. 球面不锈钢板；7. 球面滑板；8. 导向滑板；9. 导向不锈钢板；10. 密封环；11. 地脚螺栓；12. 预埋钢板

图 1 球形支座的组成

(2) 安装支座之前, 支承垫石测量放样不精确, 且施工前未进行复测核对, 导致支承垫石顶面不平整, 施工完成后, 支座中心和垫石中心不在同一条竖线上, 支座偏心受力, 剪切变形过大, 造成支座损坏。(3) 安装支座之前, 未对支承垫石上预留的地脚螺栓孔进行清理或者检查预留锚栓孔尺寸及孔深, 导致地脚螺栓不能在同一水平面上, 支承垫石与支座下板之间空隙过大, 灌浆后支座倾斜。(4) 在灌注高强度的灌浆料后, 未等浆体强度达到设计要求, 提前将钢模板和千斤顶拆除; 或者灌浆后漏液严重, 未采取适当的补救措施, 导致灌浆料量不够; 又或者拆模之后马上在梁体上方进行堆载和运梁作业, 导致支座下沉或者倾斜, 致使支座另一边上下板接触、抵死。(5) 桥梁底支座预埋钢板凹进或凸出, 支座上下板咬合状态不正确, 造成支座内部钢板脱空<sup>[5]</sup>。

### 3.2.2 防治措施

(1) 在施工之前, 技术人员必须熟悉桥梁支座安装设计规范和专项施工方案, 明确各墩号及相对应支座型号, 桥梁高程及坡度变化的墩号, 要特别标记, 避免出错。预埋件先期进场阶段, 技术人员必须按照支座型号涂刷标识, 便于材料人员分类码放。预制生产阶段质检员必须按照技术交底核对预埋件型号和位置。(2) 对现场施工人员进行技术交底, 明确施工难点、质量控制要点及相关注意事项, 并在安装支座时进行现场指导, 确保将功能完好的支座安装在正确的位置上, 最好同时配备不同人员进行核检, 或者建立支座安装责任制度, 采取适当奖惩方法严格控制支座安装的质量。(3) 支承垫石最好采用二次浇筑, 更容易确保其高程和位置的正确, 垫石的混凝土强度必须满足设计要求。(4) 安装支座之前, 需要复检垫石顶标高、平整度以及桥梁的支座预埋钢板, 若不满足条件, 应及时采取措施整改。满足条件后, 对支承垫石顶表面进行凿毛处理, 并清除其和预留锚栓孔中的水和杂质, 安装灌浆用模板, 并用水将支承垫石表面浸湿。灌浆用模板可采用预制钢模。底层可置设一层 4 mm 厚防漏橡胶条, 通过膨胀螺栓固定在支承垫石顶面。(5) 在安装支座后, 应在下支座板与桥墩或盖梁支承垫石顶面之间保留 20 ~ 30 mm 的空隙。这个空隙的存在是为了方便灌注无收缩高强度材料。灌注工作应涵盖支座下部及锚栓孔处的间隙。在灌浆过程中, 应从支座中心部位开始向四周注浆, 直到从模板与支座底板周边间隙观察到灌浆材料完全充满为止。(6) 灌浆料的强

度一定要通过检测, 达到设计要求后, 才能拆除钢模板, 并检查是否有漏浆现象, 必要时对漏浆处进行补浆。拧紧下支座板锚栓, 及时拆出临时支撑的千斤顶和各支座的上、下钢板的连接螺栓<sup>[6]</sup>。(7) 对桥上的架桥机和运梁车通过时的荷载进行计算, 验算灌浆料的成长强度是否能够承载其荷载, 合理控制通过的时间。

### 3.3 支座位移超限, 滑动功能部分失效

#### 3.3.1 造成原因

(1) 汽车在高架桥上行车时的恒载、活载以及启动、制动和温差变化过大造成的梁体伸缩量过大导致了支座滑动位移超限。(2) 支承垫石预埋螺栓孔位置不正确, 导致支座滑动预偏量过小。

#### 3.3.2 防治措施

(1) 根据设计要求, 结合工程实际, 合理选择支座型号。(2) 安装支座前确认预留螺栓点位, 选择合适的时间段作业, 安装温度与设计不同, 应该通过计算设置正确的滑动预偏量, 确保支座位移指针初始阶段处于预设标尺中心。

## 4 结束语

球形钢支座的病害主要集中在位移失效和转角失效两个方面, 这两个功能失效的主要原因又归结在原材料、施工以及维保三点, 只要我们针对这三点出发, 选择合适的支座型号, 控制原材料进场的质量, 规范施工流程, 严格把关各个工序, 定期检查维护支座, 致力于研究新材料、新技术、新工艺, 就能减少支座的病害, 极大地延长支座使用寿命。

## 参考文献:

- [1] 彭海中. 地铁桥梁支座安装质量问题分析[J]. 住宅与房地产, 2021(18):187-188.
- [2] 陈家锋. 斜坡型大纵坡 T 梁球型支座破坏原因分析和处治[J]. 市政技术, 2023,41(07):48-53.
- [3] 周伟, 李灿, 于帅琦, 等. 板式橡胶支座病害对桥梁结构的影响[J]. 工程质量, 2024,42(01):72-76.
- [4] 赵汝安. 桥梁支座失效病害分析及预防对策[J]. 北京: 交通世界, 2019(22):116-117.
- [5] 郭勇. 铁路连续梁支座病害整治技术的应用[J]. 交通世界, 2021(27):53-54.
- [6] 中国建筑标准设计研究院. 17T102/ 城市轨道交通桥梁球形钢支座 (CGQZ) 选用与安装[S]. 北京: 中国计划出版社, 2017.



# 道路基础设施配套项目中非机动车道设计的方法研究

魏显鹏

(长春建工勘测规划设计有限公司甘肃分公司, 甘肃 兰州 730000)

**摘要** 本文以静宁工业园区来凤一路东段道路基础设施配套项目为案例, 针对其非机动车道设计的需求进行了深入分析, 确定了其非机动车流量及道路使用人群特征。在此基础上, 分别针对该项目非机动车道的路基与路面提出了合理的设计方法。实践表明, 合理的非机动车道设计能显著提高非机动车道的使用效率和行车安全, 以期在城市交通规划和道路设计提供参考。

**关键词** 道路基础设施; 非机动车道; 设计方法

中图分类号: U412

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0103-03

非机动车作为城市交通的重要组成部分, 其安全和效率问题日益凸显。本研究针对道路基础设施配套项目中非机动车道的设计展开深入研究, 旨在通过科学合理的设计方法, 提升非机动车道的使用效率和安全性, 减少交通事故, 优化城市交通环境, 为城市交通规划和基础设施建设提供理论依据和实践指导。

## 1 项目概况

静宁工业园区来凤一路东段道路基础设施配套项目, 设计起点K0+000, 终点K0+652.593, 全长652.593 m, 实施路段为K0+038.15至K0+633.92, 长595.77 m。本项目采用城市支路标准建设, 设计速度20 km/h, 道路红线宽度为20.0 m, 分为4.0 m人行道、6.0 m车行道、6.0 m车行道和4.0 m人行道, 路面结构选用沥青混凝土。

项目内容涵盖道路工程、给水工程、排水工程、照明工程及交通设施工程等。该项目对静宁工业园区来凤一路东段的建设, 不仅优化了区域交通网络, 促进了沿线及周边土地的开发利用, 而且有力支撑了工业园区的招商引资, 加速了城市发展步伐<sup>[1]</sup>。该项目所在地静宁县工业园区为地区经济发展的重要区域, 现有路网已不能满足增长的交通需求, 因此, 来凤一路东段的新建工程, 通过连接现有的来凤一路、静西路与梧桐东路, 有效完善了城市规划路网, 为工业园区及周边区域的发展提供了坚实的基础设施支撑。

## 2 非机动车道设计需求分析

### 2.1 非机动车流量预测

在该项目的非机动车道设计中, 考虑到区域内大量工业员工及周边居民的出行需求, 非机动车流量预

测成为设计前的关键步骤<sup>[2]</sup>。根据最近的交通调查, 静宁工业园区的日均非机动车流量为2500辆次, 考虑到未来工业园区的发展及人口增长, 预计年增长率为5%。基于此, 采用指数增长模型进行未来5年的流量预测。

$$P_t = P_0(1+r)^t$$

其中,  $P_t$  表示第  $t$  年的预测流量;  $P_0$  为基期流量;  $r$  为年增长率;  $t$  为年份。代入公式可得:  $P_0=2500$  辆次,  $r=0.05$ , 计算得出未来五年非机动车道未来五年的预测流量分别为: 2625 辆次、2756.25 辆次、2894.06 辆次、3038.77 辆次和 3190.71 辆次, 如图 1 所示。这一增长趋势指出, 非机动车道的设计需满足未来流量的增加, 保证道路安全和流畅。

在此基础上, 非机动车道宽度的确定应考虑到足够的容量以应对预测流量, 同时留有适当的余量以应对特殊情况下的流量波动。依据《城市道路设计规范》, 非机动车道最小宽度为 2.5 m, 考虑到预测流量的增长及道路两侧存在的商业和居民区, 本项目非机动车道宽度设定为 3.0 m, 以提供更好的通行能力和安全边际。

### 2.2 道路使用人群特征分析

静宁工业园区来凤一路东段作为连接工业区与居住区的重要通道, 其非机动车道的设计需充分考虑使用人群的特征。通过对周边居民和工业园区内部员工的调查, 发现工作日的非机动车使用者主要为工业园区的员工, 他们的出行高峰集中在早晨 8:00 至 9:00 和下午 5:00 至 6:00, 而周末的非机动车流量则相对平均分布, 主要为周边居民的休闲活动出行。调查显示, 非机动车使用者中约 70% 为电动自行车用户, 20% 为自

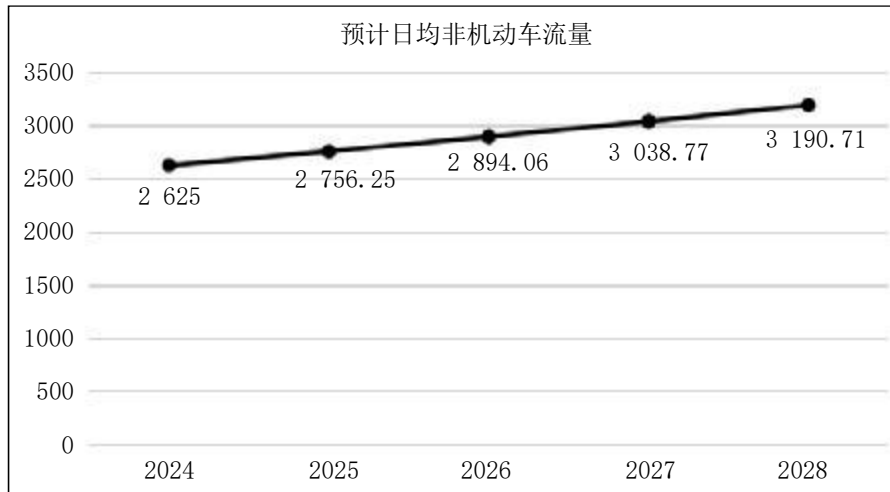


图1 未来五年预计日均非机动车流量

行车用户，剩余10%为其他非机动车辆，如电动滑板车等。电动自行车的平均速度为15 km/h，自行车为10 km/h。因此，在非机动车道设计时，除了宽度外，还需考虑路面材质、坡度和转弯半径等因素，以适应不同速度非机动车的安全通行需求。

结合人群特征和非机动车类型，本项目在非机动车道设计中引入分级管理概念，规划专用的电动自行车道和自行车道，使用不同的路面标识和色彩区分，同时设置合理的交叉口和人行横道，确保非机动车道的安全与功能分区明确，满足不同用户的出行需求，促进道路交通的顺畅与安全。

### 3 非机动车道的路基与路面设计

#### 3.1 路基设计

该项目非机动车道的路基设计遵循《城市道路路基设计规范》CJJ194-2013与《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1-2008的要求，以确保路基的稳定性和长期性能。

##### 3.1.1 路基填料及压实度

本项目非机动车道路基填料采用非湿陷性黄土状粉土，避免使用任何淤泥、有机质土等不稳定材料。在无法获取非湿陷性土源的情况下，允许使用I级和II级湿陷性黄土，但严禁使用IV级湿陷性黄土作为填料<sup>[3]</sup>。根据填料性质，路基填方采用分层填筑，最大松铺厚度不超过30 cm，以确保压实质量。填料压实度根据深度不同有明确要求，0~0.80 m深度区域压实度须达到≥92%，0.80~1.50 m深度区域要求≥91%，而超过1.50 m深度区域的压实度需达到≥90%，具体要求可见表1。

表1 非机动车道路路基填料最小强度、最大粒径和压实度

填挖类型	路面底面以下深度 (m)	填料最小强度 (CBR) (%) 压实度 (%)	
		支路	支路
填方	0~0.80	5	≥92%
	0.80~1.50	3	≥91%
	>1.50	2	≥90%
零填及挖方	0~0.30	5	≥92%
	0.30~0.80	3	-

##### 3.1.2 路基边坡

考虑到地质结构和环境稳定性，填方路基边坡设计为1:1.5，挖方边坡则为1:1。这一设计考虑了最大化利用空间与确保边坡稳定的平衡，降低了土方移动量并减少了环境影响。

##### 3.1.3 地基表层处理

针对场平后的地基条件，特别是分布杂草的区域，进行了详细的表层处理规划。首先，需清除表土至少30 cm，为路堤填筑提供稳固基底。对于地面横坡陡于1:5的区域，原地面应挖设台阶，宽度不小于2 m，且台阶需有2%~4%的向内反向坡，以增强路基的稳定性和水流管理。

##### 3.1.4 特殊路基处理

基于地质勘察结果，该项目区主要地层包括素填土、粉质黏土及圆砾。为满足路基设计强度要求，新建道路填方路段需在0.3 m深度处清除表层素填土，同时，在路基深度0.5 m范围内进行原土翻填夯实，

以保证地基强度。挖方路段则实施超挖措施，确保地基的均匀性和稳定性。

### 3.2 路面设计

依据项目区域特定的交通需求和地理环境，非机动车道路面设计采取了适应干燥类型路基的结构组合。设计路基以下 80 cm 深度内的平均稠度 B<sub>m</sub> 值为 1.28 ~ 1.40，按照《城市道路路基设计规范》(CJJ 194—2013)的综合判定，路基土干湿类别属于干燥类型。此外，项目所在区域被划分为 III 3 区，根据《中华人民共和国公路自然区划图》，路面设计使用年限定为 10 年，考虑年增长率 12.5% 的交通量预测，确保设计满足未来需求。

#### 3.2.1 面层设计

面层采用 4 cm 厚的细粒式沥青混凝土 (AC-13C) 和 6 cm 厚的中粒式沥青混凝土 (AC-16C)，分别适用于上、下面层<sup>[4]</sup>。细粒式沥青混凝土的级配类型为粗型密级配，最大粒径 16 mm，公称最大粒径 13.2 mm，确保了良好的耐磨性和防滑性能。中粒式沥青混凝土则通过关键筛孔 2.36 mm 的含量控制在 38% 以下，增强了路面的结构稳定性。

#### 3.2.2 黏层、透层设计

在沥青上、下面层之间均洒布黏层油，采用快裂性乳化沥青 PA-3 型，洒布数量控制在 0.3 ~ 0.5 L/m<sup>2</sup>，以提高层间黏结力。基层顶面前铺设透层油，采用慢裂性乳化沥青 PA-2 型，沥青用量 0.7 ~ 1.5 L/m<sup>2</sup>，以优化底层与上层的结合效果。

#### 3.2.3 路面基层、底基层设计

基层与底基层采用 5% 和 4% 水泥稳定碎石，分别构成上基层和下基层，厚度均为 15 cm，以满足路面承载与耐久性要求。垫层设计选择天然砂砾，厚度为 30 cm，以优化底部的排水性能和提供坚实的支撑。

#### 3.2.4 路面结构设计

非机动车道路面结构的设计依据了多项技术指标，包括路表回弹弯沉值、沥青混凝土层的层底拉应力，以及半刚性材料层的层底拉应力<sup>[5]</sup>。设计参数的选择和计算基于层状弹性理论，考虑了项目所在的自然区划、路基填土高度以及路基填料的特性，计算参数可见表 2 所示。例如，细粒式沥青混凝土在 20 °C 时的抗压模量为 1 400 MPa，而在 15 °C 时为 2 000 MPa；水泥稳定碎石的劈裂强度设定为 0.5 MPa。这些参数的设定保证了路面设计的科学性和合理性，满足了非机动车道在使用过程中对稳定性和耐久性的高标准要求。(见表 2)

表 2 非机动车道路面结构层设计

材料名称	20 °C 抗压模量 (MPa)	15 °C 抗压模量 (MPa)	劈裂强度 (MPa)
细粒式沥青混凝土	1 400	2 000	1.4
中粒式沥青混凝土	1 200	1 600	0.8
水泥稳定碎石	1 500	3 600	0.5
水泥稳定碎石	1 500	3 600	0.5
天然砂砾	180	1 400	/

#### 3.2.5 结构层计算确定

依据选定的结构层设计参数和预计的交通负荷，通过 HPDS—2011 路面专用计算程序，精确计算了各结构层的厚度。最终确定的路面结构包括：4 cm 厚的 AC-13 细粒式沥青混凝土作为上面层，6 cm 厚的 AC-20 中粒式沥青混凝土作为下面层。上基层和下基层均采用水泥稳定碎石，厚度 15 cm，但水泥含量分别为 5% 和 4%。垫层采用 30 cm 厚的天然砂砾。这一层次结构总厚度为 70 cm，以确保路面的稳定性和耐久性，满足中等交通等级的需求。

## 4 结束语

本文通过对静宁工业园区来凤一路东段道路基础设施配套项目非机动车道设计的深入分析，指出了其非机动车道设计的主要方法。研究强调了非机动车道在提升城市交通系统效率和安全性方面的重要性，同时也指出了在设计过程中需要考虑的关键因素，如非机动车流量、道路宽度等。在未来的道路设计和规划中，应更多地考虑非机动车道的功能性和实用性，以实现更加高效、安全的城市交通系统。

### 参考文献:

- [1] 罗森平. 市政道路非机动车道设置研究[J]. 交通世界, 2021(31):27-28,34.
- [2] 章慧洁. 共享单车背景下的城市非机动车道优化研究: 以兰州市为例[J]. 城市建筑, 2023,20(04):111-113.
- [3] 赵一成. 交通路道路改扩建工程非机动车道单侧布置方案设计[J]. 上海建设科技, 2018(05):8-11.
- [4] 丁立亚. 基于海绵城市理念的城市道路非机动车道设计[J]. 城市道桥与防洪, 2021(09):11,37-39.
- [5] 白玉. 广州非机动车道改造提升设计探讨[J]. 交通与运输, 2023,39(05):8-13.

# 电气工程中基于光伏电池的分布式能源管理系统设计与优化

张连玺

(北京京航安机场工程有限公司, 北京 100023)

**摘要** 在电气工程领域,基于光伏电池的分布式能源管理系统的设计和优化对于实现可持续能源供应至关重要。本文对分布式能源管理系统的设计和优化进行了全面的探索,深入探讨了光伏电池在提高能源系统效率和可靠性方面的关键作用,研究了复杂的系统架构,以及它们如何在分布式能源管理系统框架内相互作用。本研究旨在探索系统架构中的先进方法,包括智能能源管理、存储优化和预测分析,以期为提高系统的性能和可靠性提供参考。

**关键词** 电气工程; 光伏电池; 分布式能源管理系统

中图分类号: TM92

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0106-03

在面对环境挑战和能源需求日益增长的背景下,基于光伏电池的分布式能源管理系统(DEMS)成为可再生能源领域的关键技术。本文聚焦于该系统的设计理念与实施策略,涵盖光伏面板、逆变器、能源储存与智能管理单元等核心组成部分,深入探讨数据采集监测、控制算法、智能能源存储管理、远程监控诊断以及数据分析预测等关键技术的应用,为光伏能源高效管理提供理论与技术支持,促进能源利用效率提升和环境可持续发展。

## 1 电气工程中基于光伏电池的分布式能源管理系统设计

### 1.1 系统架构与组成部分

系统的架构设计围绕几个核心组成部分展开:光伏面板、逆变器、能源储存单元,以及智能管理单元。光伏面板是系统中的重要部分,负责捕捉太阳光并将其转换为电能。在这种转换过程中,太阳光直接转化为直流电(DC),而逆变器的角色则是将直流电转换为可以被电网和终端用户设备使用的交流电(AC)。这一转换过程不仅需要高效率,还需确保电能的质量,以满足电网的稳定性要求和消费者的用电需求。在能源管理中,存储单元发挥着至关重要的作用。这些单元在光照充足时储存过剩的电能,而在需求高峰或光照不足时释放储存的能量,确保系统能够在不同条件下维持电力供应的连续性和稳定性。这种能量存储与释放策略的优化,不仅能够平衡供需,还可以在电价高峰期减少对电网的依赖,从而实现成本效益。

智能管理单元则是系统的大脑,负责整合和分析

从光伏面板、逆变器和能源储存单元收集的实时数据。通过运用先进的软件和算法,能够预测能源需求,优化能源生产和储存策略,并在必要时调节能源分配。它还能实施先进的控制策略,如需求响应和负荷平衡,进一步提高系统的效率和响应能力。此外,系统设计还考虑了与现有电网的互操作性,确保光伏产生的能源可以安全、高效地并入电网。通过使用标准化的通信协议和接口,光伏电池的分布式能源管理系统能够与电网运营商进行数据交换,支持电网的稳定运行和管理。这种集成不仅强化了电网的能源多样性,还为应对未来能源需求增长和促进可再生能源使用提供了重要的技术支持<sup>[1]</sup>。

### 1.2 数据采集与监测系统

在电气工程领域,针对基于光伏电池的分布式能源管理系统,构建一个强大且高效的数据采集与监测系统是确保系统优化运行的关键。这个系统通过综合利用现代传感技术和高级数据处理能力,对系统的关键运行参数进行实时监控和分析,包括但不限于太阳辐射度、光伏面板的温度、系统的电力生产量以及消费模式等。

随着光伏发电技术的迅速发展和广泛应用,数据采集与监测系统的重要性愈发凸显。中国作为世界上最大的光伏市场,拥有庞大的光伏装机容量。据中国国家能源局数据显示,到2022年底,我国的光伏装机容量已超过306 GW。在这样的背景下,高效、准确的数据采集与监测系统不仅能够提升光伏系统的经济效益,还能保障电网的稳定性和可靠性。

该系统利用布置在光伏板和其他关键位置的传感器,持续收集环境和设备运行状态的数据。例如,太阳辐射度传感器可以实时监测到达光伏板的太阳能强度,而温度传感器则监测光伏板的工作温度,因为温度的变化直接影响光伏板的效率。此外,电流和电压传感器用于记录电力的生产和消费数据,为系统优化提供基础数据。这些收集到的数据通过通信网络传输到中央控制单元,进而利用先进的数据处理和分析技术,如机器学习和大数据分析,对数据进行深入分析。这样的分析不仅可以实时监控系统的运行状态,还可以基于历史数据和趋势预测,实现对未来状态的预测,从而指导系统的优化运行和维护。

### 1.3 控制算法与实现方法

在电气工程的范畴内,对于光伏电池的分布式能源管理系统而言,高效的控制算法不仅是实现系统最优化运行的关键,而且对于保证能源供应的稳定性和高效性至关重要。在我国,随着光伏技术的快速发展和应用扩展,控制算法的重要性尤为突出<sup>[2]</sup>。我国的光伏发电量在近年来呈现出爆炸式增长,据中国国家能源局数据,2022年,我国光伏发电量再创新高,这对控制算法提出了更高的要求。控制算法通过动态调整光伏电池的充放电状态、合理分配能源以及优化系统整体运行策略,有效应对能源供需的变化。在这一过程中,机器学习和人工智能技术的应用使得控制算法能够基于历史数据和实时数据进行学习和自我优化,提升决策的准确性和效率。例如,通过分析光伏发电量与消费模式的数据,算法可以预测未来的能源需求,从而提前调整能源的分配和储存,以满足高峰时段的需求,减少能源的浪费。

## 2 基于光伏电池的分布式能源管理系统优化

### 2.1 优化目标与约束条件

在优化基于光伏电池的分布式能源管理系统的过程中,我们面临着最大化能效和可靠性、最小化成本和环境影响的双重挑战。为了实现目标的优化,必须在多个方面进行权衡,并考虑约束条件。技术约束涉及光伏电池、逆变器和储能系统的物理和技术特性,如能量转换效率、存储容量和长期稳定性,这些都直接影响系统的整体性能和效率。经济约束则体现在项目的预算限制上,包括系统的安装、运营和维护成本,要求相关利益者在确保技术先进性和高性能的同时,也要关注成本效益。环境约束强调了系统对生态环境的影响,要求系统设计和运行符合旨在减少碳足迹和环境破坏的法规和标准。最后,电网集成约束要求系

统与现有电网的兼容和稳定,确保能源的可靠供应不会因为分布式能源的接入而受到影响,这需要精细的系统规划和智能化管理策略来实现。这些约束条件共同构成了优化光伏电池的分布式能源管理系统的复杂框架,这就要求在设计和实施方案时做出周全考虑和平衡<sup>[3]</sup>。

### 2.2 优化方法与算法介绍

线性规划(LP)作为一种强大的数学规划工具,常常用于在给定的约束条件下优化能源的分配和储存,从而确保能源利用的最大化效率和成本效益。遗传算法(GA),借鉴自然界的进化机制,通过模拟遗传、变异和选择过程,寻找系统组件配置和运行参数的最优解,以提高系统整体的性能和适应性。粒子群优化(PSO)算法,通过模仿鸟群或鱼群的社会行为,对一群候选解进行迭代改进,以寻找问题的全局最优解,尤其适用于处理复杂的优化问题。此外,机器学习算法通过分析大量的数据,对能源需求和供应进行精确预测,并据此动态调整系统操作,不仅提高了系统的反应速度和灵活性,也大幅度提升了能源管理的智能化水平。这些方法和算法的综合应用,为基于光伏电池的DEMS提供了强有力的优化支持,确保了系统能在满足经济、环境和技术约束的前提下,达到最佳的运行效率和可靠性。

### 2.3 智能能源存储管理

在电气工程领域,随着可再生能源,特别是光伏电池技术的不断进步和普及,分布式能源管理系统成为提高能源利用效率、实现绿色低碳发展的关键技术。其中,智能能源存储管理作为分布式能源管理系统的核心组成部分,通过先进的智能化算法对电池储能系统进行精准的充放电管理,不仅能有效平衡系统供需,确保能源供应的稳定性和可靠性,还能在面对突发负荷变化或光照不足等不可预见情况时,迅速提供备用电源,保障系统的持续运行。智能能源存储管理通过收集和分析光伏发电系统的实时数据,如光照强度、电池储能状态、负载需求等关键信息,利用人工智能和机器学习算法对数据进行深入挖掘和学习,预测短期内的能源供需变化,从而制定出最优的储能充放电策略。这一过程不仅提高了能源的利用效率,减少了对传统化石能源的依赖,还有助于延长储能电池的使用寿命,降低系统运维成本。此外,智能能源存储管理还能通过与电网的实时通信,根据电网的负载情况和市场电价变化,动态调整充放电策略。在电价较低时增加储能电池的充电量,而在高峰时段则通过放电

满足自身需求或向电网售电,实现能源的经济高效使用。这种灵活的管理模式不仅有助于降低用户的电费支出,同时也为电网的负荷调节和峰谷平衡提供了有力支撑,进一步提升了整个能源系统的经济性和环境友好性。

#### 2.4 远程监控与诊断

在电气工程领域,基于光伏电池的分布式能源管理系统的优化,是提高能源利用效率、确保系统稳定运行的关键措施之一。随着技术的不断进步和新能源利用的日益广泛,分布式能源管理系统逐渐成为电力系统重要的组成部分。在众多优化措施中,远程监控与诊断技术的应用尤为重要,它能够实现对光伏电池组件、逆变器、储能系统等各个子系统的实时监测和精准诊断,从而保障系统的高效和稳定运行<sup>[4]</sup>。

首先,建立一个高效的远程监控平台是实施远程监控与诊断的前提。这个平台需要具备高度的数据处理能力和稳定的通信功能,能够实时收集和分析光伏发电系统中各个环节的运行数据。通过对数据的实时监控,管理人员可以及时了解系统的运行状态,包括光伏电池的发电效率、逆变器的工作状态、储能系统的能量存储情况等,确保每个组成部分都能在最佳状态下运行。

其次,系统的诊断功能对于及时发现并解决问题至关重要。远程监控平台应具备智能诊断算法,能够对收集到的数据进行深入分析,准确识别出潜在的故障和性能下降的原因。一旦发现异常情况,系统可以立即通知运维人员,并提供详细的诊断报告和处理建议。这不仅大大缩短了故障响应时间,也为运维人员提供了强有力的技术支持,提高了系统的可靠性和稳定性。远程监控与诊断技术还应支持灵活的扩展和升级。随着光伏技术的发展和用户需求的变化,分布式能源管理系统需要不断地进行优化和调整。因此,监控平台应设计有灵活的架构,能够轻松集成新的监测设备和算法,以适应系统的发展需求。

#### 2.5 数据分析与预测

在电气工程领域,特别是在基于光伏电池的分布式能源管理系统中,数据分析与预测技术的应用成为系统优化不可或缺的重要环节。随着智能化技术的深入发展,利用先进的数据分析技术和预测算法对系统运行的大量数据进行综合分析和深度挖掘,能够有效预测系统潜在的问题和优化空间,从而实现更加高效和稳定的能源管理。数据分析技术在分布式能源管理系统中的应用,主要包括数据采集、数据清洗、数据

分析等多个环节。通过对系统内各类数据的全面采集和整合,包括光伏电池的发电量、逆变器的转换效率、储能设备的电量状态等,利用数据清洗技术排除数据中的异常值和无关信息,保证后续分析的准确性和可靠性。

基于准确的数据分析,预测算法的应用能够对系统的未来运行状态进行预测,包括发电量的变化趋势、设备的可能故障点等。这些预测结果对于系统运维人员来说极具价值,可以根据预测结果提前部署维护计划,优化设备运行参数,甚至调整能源的供给策略,以实现系统性能的最优化。例如,通过对历史发电数据的分析,可以预测未来一段时间内的发电趋势,结合天气预报数据,预测光伏板的发电效率,从而优化储能设备的充放电策略,提高整个系统的能效比。同时,利用机器学习等预测算法,可以及时识别出设备运行中可能出现的异常,如逆变器效率下降、电池老化等问题,从而在问题发生前采取预防措施,避免系统运行中断,确保能源供应的连续性和可靠性<sup>[5]</sup>。

### 3 结束语

电气工程领域,基于光伏电池的分布式能源管理系统的设计和优化显著提高了能源效率,这些系统的有效运作开辟了一条通往可持续发展的道路。展望未来,相关企业应重点提高系统适应能源需求波动和环境变化的能力,以及提高其智能水平,这一进步将确保能源的有效管理,并保持其前瞻性的方法。强调先进技术和数据分析的集成将使系统能够动态响应不断变化的能源需求,优化效率和可持续性。此外,通过适应新的环境挑战和能源需求,这些系统将在塑造有弹性和可持续的能源未来方面发挥关键作用。

#### 参考文献:

- [1] 蔡斯源. 分布式光伏发电系统的状态监测及故障诊断分析[J]. 集成电路应用, 2024, 41(01): 126-127.
- [2] 甄中伍. 分布式光伏电站的并网控制技术与系统设计[J]. 电站系统工程, 2024, 40(01): 78-80.
- [3] 陈茜, 周运斌, 崔涵, 等. 分布式光伏接入对配网系统的暂态特性影响研究[J]. 电瓷避雷器, 2023(06): 28-37.
- [4] 王佳懿, 张曼, 王晶. 能源控制器在分布式能源管理中的发展趋势[J]. 自动化应用, 2023, 64(S2): 59-61, 64.
- [5] 刘德胜. 分布式能源在智能配网中的集成与管理[J]. 信息系统工程, 2023(10): 67-70.

# 市政道路给水管道施工技术研究

王文礼, 马 德

(青岛晟林市政园林工程有限公司, 山东 青岛 266000)

**摘要** 在当今城市化进程不断加速的背景下, 市政道路给水管道的建设与维护显得尤为关键。本文深入探讨了市政给水管道的施工关键技术, 包括沟槽开挖、基础施工、管道安装以及检查井和阀门井的构建技巧。通过对闭水与水压试验流程的细致分析, 强调了质量控制确保供水系统稳定性中的核心地位。此外, 文章还涉及了项目管理与施工进度控制的策略, 指出高效协调和质量保证体系在提升工程效率和质量中的重要作用。本文旨在为市政给水管道的施工提供一套系统的技术参考, 以促进城市基础设施建设的进步。

**关键词** 市政道路; 给水管; 基础施工; 管道安装

中图分类号: TU990.3

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0109-03

市政给水系统作为城市基础设施的重要组成部分, 其构建与维护日益受到重视。给水管作为连接水源与城市居民、工业用水的关键纽带, 其施工技术的优化直接关系到供水系统的效率和可靠性。因此, 深入研究和改进给水管道的施工技术, 对于提高城市供水系统的稳定性和安全性具有重要意义。

## 1 市政道路给水管系统概述

市政道路给水管系统作为城市基础设施的重要组成部分, 承担着输送自然水源至城市居民和工业用水的关键任务。该系统不仅包括管道本身, 还涵盖水源地、处理厂、储水设施以及配水站等, 其设计和施工需遵循严格的标准和原则, 确保水质安全和供水连续性。系统采用的管材多样, 包括但不限于球墨铸铁管、钢管、塑料管及预应力混凝土管等, 材质的选择考虑了抗压强度、耐腐蚀性以及经济效益。设计原则强调合理的水力计算、管网布局优化与节能降耗, 同时注重应对自然灾害和人为破坏的能力, 保障系统的韧性和可靠性。标准化的施工技术和严格的质量控制措施能确保管道系统的长期稳定运行, 而最新的技术如智能化监控和泄露检测技术的应用, 能进一步提高系统的效率和安全性<sup>[1]</sup>。

## 2 市政道路给水管道的施工技术

### 2.1 沟槽的开挖与支护

在市政道路给水管道的施工过程中, 沟槽的开挖与支护是确保工程安全和效率的关键步骤。施工前, 专业人员必须依据地质报告和施工地区的土壤特性进行详细分析, 以确定沟槽开挖的最佳坡度。这一过程要

考虑到土壤的稳定性和水文条件, 避免在施工过程中发生塌方和水害。针对深沟槽, 需采用深基坑支护设计, 通过分级开挖技术减少土体移动, 保持沟槽的稳定性。支护结构的设计要根据土壤特性和沟槽深度来选择, 包括但不限于钢支撑、混凝土墙或者木质支撑系统。此外, 施工过程中的土方管理也至关重要, 合理安排土方的堆放位置不仅关乎施工现场的安全, 也影响到施工效率。开挖出的土方应按照预先设定的位置堆放, 确保堆土场地的稳定和防止二次污染。

在沟槽开挖的具体操作中, 细致规划沟槽的宽度、深度及边坡是必不可少的, 这些参数直接关系到管道安装的准确性及施工安全。考虑到雨天施工的特殊性, 应在沟槽周围设置合理的排水措施, 如建立临时排水沟和土埂, 以便在降雨时快速排除积水, 避免施工中断。对于地下水较为丰富的区域, 实施降水措施是保障施工顺利进行的关键, 通过井点降水或者槽渠排水等方式, 有效降低地下水位, 减轻施工难度。机械开挖与人工清理相结合的施工方法可以有效控制沟槽的准确度, 避免因机械挖掘引起的超挖现象。一旦发生超挖, 应采取合适的回填材料, 如砂砾石, 进行仔细压实, 以确保回填层的稳定性和防渗性能。

### 2.2 基础施工

在给水管道的施工的基础施工阶段, 沟槽的检测是保障后续施工顺利进行的关键步骤。完成沟槽开挖后, 专业团队采用先进设备进行严格的沟槽质量评估, 包括但不限于沟槽尺寸、坡度及稳定性等指标的检测, 确保所有参数满足设计要求。此环节的重要性在于, 任何偏差都会导致后续施工的质量问题, 影响整个管

道系统的安全性和稳定性。基于检测结果合格的沟槽，施工队伍随即开始砂垫层的铺设工作，这一过程要求对砂和石料进行精确的比例搅拌，以确保垫层材料具有良好的压实度和平整度，为管道提供坚实且均匀的支撑基础。特别是当施工材料为混凝土时，准确的放样工作基于工程中心线进行，能保障管道的正确布局与安装精度。

接着，基础施工的下一阶段是模板的制作与混凝土的浇筑工作。模板按照施工宽度定制，内部标注浇筑面的精确位置，这是确保基础施工质量的重要措施。在混凝土浇筑过程中，施工团队采用高效的振捣技术，以均匀的频率执行振捣工作，目的是最大程度减少混凝土内部气泡的生成，从而提高混凝土结构的密实度和强度。此外，水平面的控制对于平基混凝土浇筑同样至关重要，确保了基础施工的平整度和水平一致性。通过这些细致入微的施工措施，基础施工阶段旨在为市政道路给水管道系统提供坚固、稳定的基础，确保整个管道系统的长期运行安全和可靠性<sup>[2]</sup>。

### 2.3 管道安装

在市政给水管道施工的关键环节中，管道安装工作占据着至关重要的位置，要求工程团队依据精确的设计规划和技术标准进行操作。安装过程首先需要根据工程图纸和现场条件，制定出详细的施工计划和管道铺设顺序。此计划不仅涉及管道本身的位置和高程调整，还包括对管道坡度的精确控制，以确保供水系统的流量和压力符合设计要求。为提高施工效率，常采用分段施工策略，使得工程可以在保证质量的同时，加速内部工作的完成。对于采用承插式连接的管段，正确的承口方向设置是保证连接质量的关键，特别是在地形平坦的区域，承口的方向需要恰当地朝向水流方向，以利于管道系统的顺畅运行和后期维护。

在管道的实际安装过程中，采用专业吊装设备进行管材的搬运和定位是常见的做法。为最小化对沟槽稳定性的影响，吊装设备应合理布置在距离沟槽边缘至少2 m的位置，避免由于设备操作引起的土壤松动或坍塌。在管道下沉到预定位置后，维持管道中心线的平稳对接是确保整个供水系统正常运行的基础。此外，对于无法使用机械设备进行安装的情况，施工团队需采取人工压绳等方法来控制管材的平稳下放。基于混凝土基础的管道安装，完成后需对接口处进行特殊处理，如使用钢丝网加固的水泥砂浆封闭，不仅能增强管道连接处的密封性，还能提高整体结构的稳定性和耐久性，确保给水系统长期有效的运行。

### 2.4 检查井、阀门井施工

检查井和阀门井的施工是市政管道工程中的一个关键环节，其精确度直接关系到整个给水系统的正常运行和维护效率。施工前的技术交底是确保每个施工环节质量的基础，尤其是对井和阀门井的尺寸、高程的精确要求，这一步骤对于避免后期因偏差导致的重建或调整工作至关重要。在井壁砌砖或构筑阀门井时，必须确保砌体结构的严密性和整体稳定性，任何通缝和砂浆不饱满的情况都将直接影响到结构的密封性和耐久性。因此，施工团队必须采用合适的技术和工艺，例如在浇筑垫层时减少水分使用，以防止结构在固化过程中出现不均匀沉降或裂缝。

在砌体结构的实际施工中，保持砌块的竖直度和使用通水浸湿的方法来减少砌砖过程中的通缝现象，是提高结构稳定性和密封性的有效措施。此外，井内踏步的牢固性也是保障检修安全的一个重要方面。对于检查井中的铸铁踏步，施加一层防锈漆不仅能有效防止腐蚀，还能延长其使用寿命。这些细节的处理在整个给水管道系统的施工中占有重要位置，能确保系统的可靠性和维护的便利性。

因此，每个步骤的严格执行，从技术交底到材料选择，从施工工艺到后期的细节处理，都是确保检查井和阀门井能够满足设计要求和长期运行需求的关键。这些措施的实施，能够有效预防和减少工程质量问题，保障给水系统的稳定运行<sup>[3]</sup>。

### 2.5 闭水与水压试验

闭水与水压试验是市政给水管道工程质量控制中的重要环节，它直接关系到整个管道系统的安全运行和长期稳定性。在管道铺设完成后，进行闭水试验前，必须确保试验段的沟槽未回填，以便于观察是否有积水现象，这一措施有助于提前发现和解决潜在的渗漏问题。试验工作开始时，通过在试验段管道两端设置堵板，然后从上游井内向管道内灌水，直到水头达到设计高度。此时，细致地检查管道及井周围是否存在漏水现象，是评估管道密封性和结构完整性的关键步骤。任何检测到的渗漏点都需要立即进行修复，以确保管道系统的密封性。接下来，管道需经过至少24 h的浸泡测试，以进一步检测和确认渗水量，所有测试数据都应详细记录以便于分析和评估。

水压试验进一步验证了管道系统承压能力和密封性，该试验分为预试验和主试验两个阶段。预试验阶段主要目的是通过管道浸泡，初步评估管道的密封性和结构完整性。在主试验阶段，通过对管道系统施加



设计压力, 检验其在实际工作条件下的性能。在试验准备工作中, 对管道周边结构和堵板设置进行详细检查, 确保试验设备完善, 管道系统状态良好。此外, 为确保管道覆盖层的质量, 管道沟槽的回填高度应控制在管顶至少 0.5 cm 以上, 这有助于保护管道免受地表压力和环境因素的影响。

### 3 项目管理与质量控制

#### 3.1 施工组织设计

施工组织设计在市政给水管道项目的管理和实施中扮演着核心角色, 其主旨在于通过高效的组织架构和明确的工作流程, 确保项目的顺利进行和质量控制。这一过程要求项目团队在项目启动之初, 就综合考量工程的规模、复杂度以及环境因素, 制定出科学合理的施工方案和进度表。关键环节包括资源分配、施工方法的选择、施工进度控制及风险管理措施的制定等。资源分配要优化人力和物资的配置, 确保各施工阶段的高效运作; 在选择施工方法时, 则需基于工程特点和现场实际, 采用最适应的技术和工艺, 以提升施工效率和质量。施工进度控制不仅关注总体时间表的把控, 更细化到每个施工阶段的时间管理, 通过定期的进度评估和调整, 确保项目按计划推进。此外, 项目团队还需对出现的风险进行全面评估, 制定相应的预防和应对措施, 包括但不限于安全风险、技术风险及环境风险, 从而保障工程的顺利实施和施工安全<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 施工进度控制与协调

施工进度控制与协调在市政给水管道项目管理中至关重要, 要确保工程按预定计划顺利进行, 同时保质保量完成各项任务。高效的进度控制始于项目初期的细致规划, 包括工期的划分、关键节点的确定以及资源的分配, 旨在建立一个既实际又灵活的施工时间表。项目经理需依据施工图纸和工程量清单, 综合考虑人力、材料、机械等资源的可用性, 制定出细分的工作计划和时间节点, 以确保各施工环节能够无缝衔接。在施工过程中, 通过定期的进度回顾会议和现场监督, 项目团队能够及时发现并解决进度滞后或资源分配不均的问题, 确保工程按计划推进。此外, 高效的协调机制能够促进不同工种、不同专业团队之间的沟通与合作, 有效处理施工过程中出现的技术和管理难题, 避免工作重复或冲突。为应对不可预见的因素, 如恶劣天气或施工意外, 施工进度控制还包括制定应急计划和调整策略, 保障项目能够在复杂多变的环境中保持稳定进展。

#### 3.3 质量保证体系与控制措施

质量保证体系与控制措施构成了市政给水管道项目成功的基石, 通过确立一套全面的质量管理框架, 从项目策划阶段到施工完成阶段贯穿始终, 能保障工程质量符合甚至超出标准要求。首先, 项目质量保证体系基于 ISO 质量管理标准构建, 涵盖质量策划、控制、保证和改进四大环节, 旨在通过预防为主、检测为辅的原则, 最大限度地减少质量缺陷和提升工程质量。在施工前期, 通过精确的设计审查和材料选择, 确保所有使用材料和施工方法均达到行业标准, 同时, 施工人员需接受专业培训, 确保其技能和知识能够满足工程要求。在施工过程中, 实施分阶段的质量检查和控制, 包括但不限于原材料检验、施工过程监控以及成品检验等, 每个环节均设有严格的质量检查标准和程序。此外, 项目采用最新的技术和设备进行质量数据收集和分析, 通过实时监控, 及时发现并解决质量问题。对于检测出的不合格项, 立即采取纠正措施, 并进行根本原因分析, 避免同类问题再次发生。此外, 项目还应建立质量改进小组, 负责收集施工过程中的质量数据, 分析问题原因, 制定改进措施, 持续提升工程质量<sup>[5]</sup>。

### 4 结束语

市政道路给水管道的施工技术是一个深入且复杂的过程, 涉及从精确的工程规划到实际施工的每一个细节。这不仅要求高水平的技术知识和专业技能, 还需要对质量控制和项目管理的严格执行。通过合理的施工组织设计, 有效的进度控制与协调, 以及全面的质量保证体系, 可以确保工程项目的顺利完成。在此基础上, 持续优化施工方法和提升材料品质是提高给水管道系统性能与可靠性的关键。面对未来的挑战和需求, 不断创新和改进将是确保市政给水管道工程技术进步的重要驱动力。

#### 参考文献:

- [1] 秦李苗. 提高市政道路给排水工程施工质量的技术措施[J]. 建材发展导向, 2023, 21(20): 42-44.
- [2] 林斌. 市政道路给水管道的工程施工通病及防治措施分析[J]. 四川水泥, 2023(08): 165-167.
- [3] 赵玉生. 某供水管道顶管施工阶段对路基的扰动分析[J]. 交通科技与管理, 2023, 04(15): 72-74.
- [4] 董成武. 市政给排水施工技术管理路径探讨[J]. 大众标准化, 2023(14): 61-63.
- [5] 郝传宝, 鲍林, 陈敏. 现代市政道路给排水管道工程设计与施工研究[J]. 住宅产业, 2023(07): 66-68.

# FWD 技术在公路实验检测中的应用

韦 陆

(广西交科工程建设有限公司, 广西南宁 530003)

**摘要** 公路实验检测是保证公路质量和安全的重要环节, FWD 技术作为先进无损检测技术, 具有快速、准确、高效等优点, 在公路实验检测中得到广泛应用。本文对 FWD 技术原理及特点进行详细解析, 并强调公路试验检测的重要性, 介绍公路试验检测基本流程, 且重点分析 FWD 技术在公路检测中的实际应用。本文旨在为公路试验检测提供更为科学、高效的技术参考, 从而推动公路工程建设质量持续提升。

**关键词** 公路实验检测; FWD 技术; 公路工程建设

**中图分类号**: U415

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)06-0112-03

我国公路交通飞速发展, 公路建设质量和安全性成为社会各界关注的焦点。公路长期使用会受到各种自然和人为因素影响, 因此对公路进行定期的实验检测不可或缺。如今弯沉检测技术因其对路面结构性能精准评估能力备受青睐, FWD 作为一种成熟弯沉检测技术, 以其高效、准确特点, 逐渐在各级公路的实验检测中占据重要地位, 尤其在高等级公路交、竣工验收环节发挥关键作用<sup>[1]</sup>。近年来公路建设不断推进, 交通流量持续增长, 对公路实验检测技术的要求也越来越高。FWD 技术以其独特优势, 在公路实验检测领域得到广泛应用和推广。利用 FWD 技术, 可更加准确地评估公路路面结构性能, 及时发现潜在安全隐患, 为公路养护和维修提供科学依据。

## 1 FWD 技术原理及特点

### 1.1 原理

FWD 是一种在公路实验检测中广泛应用的高效、精准设备。其工作原理十分精妙, 充分体现现代科技与交通工程技术完美结合, 在进行实验检测时, FWD 核心部分——重锤, 在计算机控制系统精确指挥下, 由液压系统释放。重锤稳稳地落在弹簧或橡胶垫上, 承载板与路面紧密贴合, 将重锤所产生冲击力层层传递至路面结构。此刻计算机巧妙地控制着重锤, 使其向路面施加一个半正弦脉冲荷载, 这种荷载模拟实际交通中车辆对路面作用, 使路面在短时间内产生瞬时变形。

为准确捕捉这一动态过程, FWD 配备效应传感器, 实时检测路面变形情况, 并将数据迅速反馈至计算机。经过这一系列精密操作, 得以观察到动态荷载作用下路面弯沉现象, 进而分析路面结构性能和承载能力。FWD 在公路工程大规模实验检测中的作用举足轻重, 它

能提供翔实、准确的路面结构性能数据, 还有助于及时发现潜在安全隐患, 为公路养护和维修提供科学依据<sup>[2]</sup>。

### 1.2 主要特点

#### 1.2.1 高精度

高精度作为 FWD 技术的核心特点之一, 可确保其在多个关键领域中的卓越表现。FWD 技术不仅仅依赖于传统测量手段, 更结合现代科技最新成果, 形成一套高效且精确测量体系。在科学研究领域, FWD 技术的高精度特性为科学家们提供了准确可靠的数据支撑。无论是物理学中的微观粒子测量, 还是生物学中的细胞结构分析, FWD 技术都能捕捉到最微小变化。而在工程设计领域, 不论是桥梁、建筑设计, 还是机械设备精密制造, 都需要准确数据来保证设计的合理性和安全性。FWD 技术能提供精确到毫米甚至更小的测量数据, 为工程师们提供可靠的依据。

#### 1.2.2 自动化快速采集

FWD 技术可连续快速地进行测量, 显著缩短每次测量试验的时间, 每小时大约能够进行 60 次测量试验, 这样的高效率在很多领域都具有重要意义<sup>[3]</sup>。通过与自动化系统的紧密结合, FWD 技术实现了自动化的数据采集、处理和分析, 大大提高了工作效率, 减少了人为误差的可能性。自动化操作数据的准确性和一致性, 避免了人为操作带来的失误。

#### 1.2.3 非侵入性

FWD 非侵入性意味着在进行检测和分析时不需要对被检测对象做出破坏性操作或侵入性干预, 使得 FWD 技术能在不影响被检测对象正常运行的前提下获取到相关信息和数据。非侵入性的优势在于可最大程度保护被检测对象的完整性和稳定性。

#### 1.2.4 实时性

FWB 技术实时性是指 FWB 技术能够实时监测和反馈信息,及时提供关于被检测对象的状态和变化情况。这一特点使用户能在第一时间了解到关键信息,做出及时的决策和响应。FWB 技术可持续不断地对被检测对象进行监测,且能快速地捕捉到任何变化或异常情况,及时发现问题并采取相应措施,避免潜在风险和损失。

## 2 公路试验检测的重要性

公路试验检测涉及公路质量、安全、经济效益,还与技术创新、环境保护以及社会可持续发展等方面紧密相连。从公路质量角度来看,试验检测是保证公路质量的核心手段,在公路建设过程中,无论是原材料选取、混合料配比,还是施工工艺运用,都需经过严格的试验检测,及时发现潜在质量问题并采取相应措施加以解决,使公路质量达到设计标准。公路作为交通运输的重要基础设施,其质量直接关系到行车安全,试验检测可评估公路平整度、抗滑性能、排水性能等指标,为行车安全提供有力保障。

公路试验检测还有助于控制工程成本,合理的试验检测方案可提前发现潜在问题,避免不必要的返工和维修,降低工程成本。从可持续发展角度来看,公路试验检测也是保障公路建设与生态环境协调发展的关键手段,公路建设过程需充分考虑对环境的影响,采取合理的检测方案,减少对环境的破坏。同时还可评估公路耐久性、维护需求等,为公路长期运营和维护提供科学依据,实现公路建设与生态环境协调发展。

## 3 公路试验检测主要流程思考

### 3.1 样品采集

采集人员需要对公路工程的情况有深入了解,包括工程的设计、施工以及使用状况等。这样才能根据工程特点和需要,选择具有代表性的位置进行样品采集。且选择采集位置时需综合考虑多个因素,如路段的交通流量、路面结构、材料类型等,使所采集的样品能真实反映公路工程的整体情况。

采集人员也需熟练掌握采集技术,保证采集过程中不会对样品造成破坏或污染,如采集工具选择和使用、采集方法的掌握以及样品保存和运输等方面。采集人员需根据样品类型和特点,选择合适采集工具和方法,避免在采集过程中对样品造成损伤或污染。采集人员还需对采集样品详细记录,诸如采集时间、地点、样品描述等信息,有助于后续数据分析和结果追溯。

### 3.2 试验检测

在公路检测中,试验检测不仅是确保公路工程质

量的关键环节,也是推动公路技术发展的重要手段。试验检测人员需深入了解相关标准和规范,明确试验目的和要求。他们需根据样品类型和特点,制定详细的试验方案,保证试验过程具有明确目标和科学指导,提高试验结果的准确性和可靠性。试验检测人员还要使用专业仪器和设备,对样品进行物理性能测试、化学成分分析等多方面检测,全面反映样品性能和质量。测试过程中,试验人员需严格遵守操作规程,确保测试结果的准确性和可靠性。

此外,试验检测人员还需密切关注试验过程中的各种变化,及时调整试验参数,以获取更为准确的数据。同时还需对试验数据实时记录和分析,及时发现并处理异常情况,让试验过程顺利进行。试验人员还需具备丰富的经验和敏锐的洞察力,要能根据样品外观、质地等特点,初步判断其质量和性能。

### 3.3 结果分析

在完成试验后,结果分析人员将开始对数据进行详细处理和深入的分析,得到关于公路工程质量全面而准确的结论。结果分析人员会利用他们的专业知识和经验,科学解读和判断试验数据,仔细审视每一个数据点,分析数据分布情况和变化趋势。

结果分析人员要计算各种指标和参数,评估公路工程性能和质量,这些指标包括平整度、抗压强度、耐久性等方面数据,判断公路工程是否满足设计要求和相关标准。分析人员还需将分析结果与相关标准和规范进行对比,仔细研究国家和地方公路工程标准,将试验数据与标准值进行比较,判断公路工程是否达标,若发现数据不符合标准,将及时提出针对性建议和措施,改善工程质量。

### 3.4 报告编制与提交

报告编制与提交是公路检测工作收尾之作,是整个检测流程的总结,更是对公路工程质量评估不可或缺的重要依据。这一阶段要确保报告编制工作严谨、准确,并符合相关标准和要求,报告编制中对样品的详细描述至关重要,工作人员应详细记录样品来源、采集方法、保存条件等信息,展现样品完整性和可靠性,助于全面了解样品背景信息,对检测结果产生更清晰的认识。报告结论和建议部分是整个报告的核心,工作人员要基于数据分析结果,对公路工程质量进行客观、全面的评价和判断。

工作人员还需注重报告格式规范、语言准确性和逻辑清晰性,报告应使用专业术语,避免使用模糊或歧义语言,让人能准确理解报告内容。且在报告提交前要有严格的审核和修改工作,保证报告质量达到相

关标准和要求,为公路工程质量评估提供有力支持。

#### 4 FWB技术在公路检测中的实际应用

随着公路建设不断发展,对公路质量要求也日益提高。FWB作为一种高效无损检测设备,可解决梁式弯沉仪存在的不足,其自身重量轻,还能克服稳态动力弯沉仪存在静力预载问题<sup>[4]</sup>。

##### 4.1 实际应用

###### 4.1.1 路面弯沉检测

路面弯沉检测是评估道路质量和性能的重要方法之一,FWB技术作为一种先进检测手段,通过模拟车辆对路面的实际作用,能准确测量路面弯沉值,弯沉值数据直接反映路面在承载荷载时的能力和变形特性,对于评估路面质量具有关键意义。FWB技术进行路面弯沉检测可获得有关路面结构完整性和稳定性的重要信息,弯沉值大小与路面承载能力密切相关,较小弯沉值通常表示路面具有较好的承载能力,能承受更大车辆荷载和交通流量,相反,较大弯沉值暗示路面存在结构缺陷或损坏风险,需修复或维护。

路面弯沉检测还可提供关于路面变形特性的信息,变形特性包括路面在荷载作用下挠度和变形模式,与路面刚度和柔韧性有关。了解路面变形特性对于判断其适用性和耐久性有关键用处,因为过度变形有概率导致路面龟裂、车辙和其他形式损坏。

###### 4.1.2 路面结构层模量反算

路面结构层模量反算指的是一种通过FWB技术测量所得路面弯沉数据,并结合路面结构层材料参数进行分析的方法,可推导出各结构层动态弹性模量。反算法的重要性在于它能提供路面结构层力学性能和健康状况,动态弹性模量是描述路面材料受力时弹性变形能力的重要参数,反映路面结构层在荷载作用下的刚度和强度特性。

了解各结构层动态弹性模量可帮助工程师和决策者制定科学合理的养护计划,确定需要修复或补强的具体结构层。同时,路面结构层模量反算还可用于评估不同材料和设计方案效果,比较不同结构层模量值可对不同路面材料和结构设计进行优化,选择更适合特定路况和交通需求的方案。

###### 4.1.3 路面材料性能评估

FWB技术经过测量不同材料或不同配合比下路面弯沉值,可深入比较它们的承载能力和变形特性。具体而言,FWB技术可助于评估路面材料在荷载作用下的表现,不同路面材料具有不同的承载能力,直接影响到道路使用寿命和安全性。测量弯沉值可定量比较不同材料强度和刚度,筛选出更优性能的材料。而对于相

同材料,不同配合比也会导致性能差异,改变材料成分比例,可观察对弯沉值的影响,从而优化材料配合比以获得更好的性能,在保证路面质量的前提下实现成本效益最大化<sup>[5]</sup>。

路面材料变形特性也是评估的重要方面。一些材料会在荷载作用下呈现出较大变形,导致路面不平整和耐久性问题,FWB技术可比较不同材料的变形程度,选择出变形较小的材料,提高路面平整度和使用寿命。

##### 4.2 FWD技术应用中的注意事项

FWB技术以其独特的优势,在公路检测中发挥着越来越重要的作用。然而,FWB技术在实际应用中也有其需要注意的地方。首先便是设备校准与维护,设备精度和稳定性直接影响到测试结果的准确性,故而应定期校准FWB设备,使其处于最佳工作状态。其次,操作人员要经过专业培训,熟悉FWB设备操作规程,了解测试原理和方法,确保测试结果的准确性和可靠性,并且操作人员还需具备丰富的实践经验,灵活应对各种复杂的情况。

此外,正确数据处理与分析方法也至关重要。FWB技术产生的数据要专业处理和分析,结合工程实际情况,综合运用各种数据处理和分析方法,对测试结果进行深入研究和分析,得出准确结论。现场安全与管理也不可忽视,在FWB技术应用中,要严格遵守安全操作规程,保证操作人员个人安全。在此基础上设置明显安全警示标志,防止其他人员误入测试区域。

#### 5 结束语

FWD技术作为高效、精准无损检测技术,在公路检测中扮演着不可或缺的角色,该技术可提高检测准确性和效率,为公路养护和维修提供科学依据,推动公路工程建设质量提升。未来应更发展FWD技术,加强人员培训,提升检测水平,注重数据管理应用,持续优化检测流程,提高质量,为公路交通体系贡献力量。

#### 参考文献:

- [1] 梁志成. 各级公路FWD与贝克曼梁弯沉检测相关性分析[J]. 山东交通科技, 2021(01):70-73.
- [2] 李文娟, 刘亚军. 落锤式弯沉仪在公路检测中的运用研究[J]. 中国设备工程, 2022(05):172-173.
- [3] 蒋伟杰, 冯立群. 手持式落锤弯沉仪(FWD)用于路面基层的回弹弯沉检测的探讨[J]. 住宅与房地产, 2021(31):224-225.
- [4] 付彩霞. 车载落锤式弯沉仪在公路检测中的应用研究[J]. 技术与市场, 2020, 27(08):64-65.
- [5] 张剑锋, 徐向东, 唐志, 等. 不同组成材料对预制桥面板接缝混凝土性能影响研究[J]. 交通科技, 2023(01):55-60.

# 热电厂集控运行节能降耗技术措施分析

刘 艳

(山东省环能设计院股份有限公司, 山东 济南 250000)

**摘 要** 随着电力需求的不断增加和日益严格的环境政策, 热电厂面临的挑战也越发严峻。热电厂在满足能源需求的同时, 必须寻求可持续性的解决方案, 以减少资源浪费、提高效率, 并最大限度地减少对环境的负面影响。本文探讨了热电厂集控运行系统的节能降耗技术, 旨在为提高热电厂集控运行系统的性能提供参考, 从而减少能源消耗, 降低运营成本, 同时确保环境的可持续性改进, 以适应快速变化的能源市场需求和政府监管要求, 推动能源产业的健康发展。

**关键词** 热电厂; 集控运行; 节能降耗

中图分类号: TM62

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0115-03

在全球变暖、极度缺乏不可再生能源以及环境污染持续加剧的背景下, 要想实现经济的可持续发展, 节能减排成为必然选择, 迫切需要发展以低能耗、低排放为前提和标志的低碳经济。近年来, 火力发电企业在国家政策的带领下, 积极转变经济发展方式, 不断探索节能新技术, 逐步提高发电效率和能源利用率, 节能工作取得一定成效。但就当前的发展状况来看, 多数小型火力发电企业对节能减排认识不足, 企业内节能的实际效率低, 能源消耗和环境污染问题仍然是火力发电企业面临的重要挑战。

## 1 热电厂集控运行技术概述

现阶段, 火力发电仍然是我国发电的主要方式, 是电能的主要来源, 也是确保我国电能稳定供应的重要影响因素。但在实际运行中, 随着能源投入的不断增长, 容易产生大量的温室气体, 对环境造成严重影响。热电厂的运营离不开集控运行技术, 应用集控运行技术可在提升热电厂运行自动化水平的同时, 改善热电厂的管理模式, 提高热电厂管理质量和运行效率。集控运行技术的核心在于信息管理技术的有效应用, 借助信息技术实现热电厂生产过程中的信息化统计、生产优化, 进一步改善日常运营效率。为优化电力提供服务提供支持<sup>[1]</sup>。

## 2 热电厂集控运行系统的特点

### 2.1 实时监测设备状态和参数

热电厂集控系统能够实时监测热电厂各个设备的状态和参数。通过传感器和监测装置, 获取设备的运行状态、温度、压力、流量等关键参数。这些数据会传输到中央控制室的监控系统中, 使操作人员能够实

时了解设备的运行情况。

### 2.2 集中控制设备运行

集控系统还具备对热电厂设备进行集中控制的功能。操作人员通过中央控制室的操作台, 对热电厂的各个设备进行远程控制。例如, 通过集控系统对发电机、锅炉、汽轮机等关键设备进行启停、调节负荷和调整参数等操作, 以实现热电厂运行的稳定和安全。此外, 集控系统还通过改进工艺流程来实现节能降耗。通过对工艺流程的优化和改进, 降低能源消耗和排放的污染物。例如, 通过对锅炉燃烧过程的优化, 提高燃烧效率, 减少燃料的消耗。同时, 集控系统还对设备的维护管理进行强化, 定期进行设备的检修和保养, 确保设备的正常运行, 降低设备的能耗和故障率。

### 2.3 报警和故障诊断

热电厂集控系统还具备报警和故障诊断的功能。当设备发生异常或故障时, 集控系统会自动发出警报。同时, 系统也能自动诊断故障原因, 并提供相关的提示和建议, 以帮助操作人员快速定位和解决问题, 确保热电厂的安全运行。

### 2.4 数据分析和优化

热电厂集控系统还对设备运行数据进行收集、存储和分析。通过对数据的分析和比对, 发现设备的潜在问题和改进空间。基于这些数据分析结果, 制定优化措施和改进方案, 提升热电厂的运行效率和能源利用率。为了评估节能降耗措施的效果, 热电厂集控系统对设备运行数据进行收集和分析。通过对数据的统计和比对, 评估节能降耗措施的效果, 并根据评估结果进行持续改进。同时, 集控系统还提供实时的能耗

监控和分析功能,帮助操作人员及时发现能源浪费的问题,并采取相应的措施进行改进<sup>[2]</sup>。

### 3 发电机组集控运行技术应用中的现存问题

#### 3.1 温湿度控制系统问题

发电机组运行环境温度过高会造成电路板损坏,这不仅影响发电机组运行可靠性,还会对集控运行系统的运行质量产生一定影响。此外,电子室以及操作室的空气湿度也在一定程度上影响发电机组运行效果,空气湿度过大的情况下,会凝结为水滴,一旦与电器元件接触便会引发电路板短路或者烧毁等问题,而空气过于干燥则会带来静电风险,同样影响系统安全运行。虽然应用了温湿度控制系统,但实际运行中发现,系统温湿度调节动作可靠性存在一定的不足,其原因在于设备自身的控制精度不良或者参数整定存在问题。这与信号干扰存在密切的联系,要想有效解决温湿度控制系统层面的问题,应从提高集控运行系统的抗干扰水平方面入手。

#### 3.2 过热系统失灵

根据调温介质的不同,将过热系统的调节方式分为以下3种:(1)细调,是指将减温水作为传热介质进行温度调节的方式。(2)粗调,是指通过调节煤量、风力以及水分的调温方式。(3)集中调节,是指对减温水进行等级划分,并结合系统运行需求动态调温的方式。对发电机组运行温度产生影响的主要因素包括燃水比例、火焰温度和换热面的结渣情况等。虽然现阶段基于减温技术的过热系统已经相对成熟,相关功能和作用基本能够满足大部分发电机组的运行管理需求。但在实际生产中,发电机组运行还存在很多不确定因素,加上机组运行环境较为复杂,过热系统失灵现象较为常见。

#### 3.3 经济因素

经济因素在节能改造中扮演着重要的角色。实施节能改造需要投入相应的成本,包括改造设备、引进新技术、培训人员等所需费用。因此,电厂在进行节能改造之前,必须进行经济评估和成本效益分析,以确保改造措施的经济可行性。在经济评估中,电厂需要综合考虑改造所需投入和预期获得的节能效果,评估改造项目的回报周期和投资回报率。同时,不仅要考虑短期内的节能效益,还要考虑长期的运营成本节约。尽管节能改造需要一定的前期投入,但随着时间的推移,节约的能源费用和运营成本将逐步弥补这些投入。经济评估和成本效益分析的结果将决定节能改造的可行性和优先级。在资源有限的情况下,电厂需要根据实际情况和资金可用性进行优先选择。

## 4 热电厂集控运行节能降耗措施

### 4.1 加大生产管理力度

在加大生产管理力度方面主要从以下几个方面入手:(1)健全生产管理制度。通过建立统计台账、研究及分析最初数据信息的方式,保障生产管理内容能够得到有效落实。(2)强化各部门的沟通与协作。以共同分析研究的形式树立正确的节能降耗意识,组织各部门集中召开专题会议,集思广益。及时记录好的意见和建议,针对不合理的问题予以纠正,调整运行方式,确保机组运行效率。在设备运行过程中组织人员展开相关培训活动,培养员工的责任感与使命感,不断提高自身的专业能力和技术水平。(3)强调日常的燃料管理与控制。依据燃料特点合理控制煤炭投入量,展开日常的机械设备维护与检修。当发现设备存在问题时及时纠正和处理,保障机组正常、稳定运行。定期展开设备的检测与测试工作,做好系统全面检查,避免出现安全隐患,落实保护性测试方案,在生产环节形成良好的节能降耗意识。(4)提高智能化水平。运用计算机技术,实现远程化、智能化、自动化操作,降低工作人员工作强度的同时缓解工作压力。对于热电厂来说,应不断提高设备的智能化、自动化水平,解决生产过程中存在的各种问题,促进热电厂集控运行节能降耗工作有效落实<sup>[3]</sup>。

### 4.2 操作优化

优化电厂的运行管理对于降低能耗同样至关重要。

(1)负荷调整策略。电厂需通过动态调整发电负荷来应对电网需求波动,确保在经济和效率最优化的条件下运行。这要求电厂管理层综合考虑电网需求、燃料供应以及设备性能等多种因素,以实现最佳运行状态。

(2)设备维护和检修。对关键设备如锅炉、汽轮机进行定期维护和检修,不仅可以延长设备寿命,还能确保设备处于最佳工作状态,提升运行效率。这包括预防性维护和故障检修,以减少非计划性停机和运行故障。(3)运行参数的实时优化。通过先进的监控系统 and 数据分析工具,电厂可以实时监控和调整运行参数,如温度、压力等,以确保在最高效率下运行。这种优化策略可以根据实际运行情况动态调整,以达到最佳能效<sup>[4]</sup>。

### 4.3 单元组协调控制系统

单元组协调控制系统通过监测和分析各个单元的运行参数,以确保在最佳操作点运行,从而最大程度地提高能源效率。这意味着在电力、热力和化学工艺等方面实现更高的一体化协同,减少资源浪费和降低能源成本。例如,在锅炉、汽轮机和发电单元之间的

协调控制可以优化燃料供给、热能回收和电力输出，提高总体效率。单元组协调控制系统快速响应负荷变化，根据市场需求调整热电厂的运行方式，确保在不同负荷条件下也能保持高效和可靠的运行。有助于监测环境排放，确保热电厂在法规和标准的限值内运行，以减少污染物排放。

#### 4.4 环境保护和排放控制

##### 4.4.1 减少污染物排放的方法

减少污染物排放是环保和可持续发展的核心目标之一。为实现这一目标，热电厂采用多种技术削减污染物的排放，包括氮氧化物（NO<sub>x</sub>）、硫氧化物（SO<sub>x</sub>）、颗粒物和其他有害物质。其中，具体方法如下：（1）烟气脱硫：通过将烟气中的二氧化硫（SO<sub>2</sub>）与石灰石或氨水等化学物质进行反应，从而减少硫氧化物排放。这可以使用湿法脱硫或半干法脱硫技术。（2）低氮燃烧技术：采用低氮氧燃烧技术减少 NO<sub>x</sub> 的排放，包括改变燃烧过程，以减少氮氧化物的形成。（3）颗粒物控制技术：使用电除尘器、布袋过滤器或静电除尘器等设备捕获颗粒物，以减少颗粒物排放。（4）污染物监测和控制系统：安装污染物监测系统，以实时监测污染物排放，并根据监测数据调整控制系统保持排放法定限值内。（5）燃料改进：采用低硫燃料或其他清洁燃料，降低燃料燃烧过程中的污染物排放。

##### 4.4.2 温室气体减排措施

温室气体减排是一项关键任务，旨在减少二氧化碳（CO<sub>2</sub>）等温室气体的排放，从而减缓全球气候变化的趋势。这些措施包括：（1）提高燃烧效率：通过改进热电厂的燃烧技术、提高燃烧效率，减少每单位发电量所产生的 CO<sub>2</sub> 排放。（2）清洁能源使用：增加可再生能源（如太阳能、风能、水力能源）在发电中的比例，减少对化石燃料的依赖，从而减少 CO<sub>2</sub> 排放。（3）碳捕获和储存（CCS）：CCS 技术用于捕获热电厂排放的二氧化碳，并将其储存在地下或其他地方，防止其进入大气。（4）燃料切换：采用低碳燃料或气体燃料替代高碳燃料，以减少 CO<sub>2</sub> 排放。（5）能源效率改进：改善热电厂的能源效率，减少能源浪费和减少对化石燃料的需求<sup>[5]</sup>。

#### 4.5 降低电厂整体用电

（1）通过合理安排电厂的电力负荷，减少不必要的能耗。合理调度电力负荷，避免电力设备的过载或低负荷运行，以提高设备的使用效率和能源利用率。通过实施电力负荷管理系统，监测和调整电力负荷，根据实际需求进行调度，提高电厂的用电效率。（2）通过提高变压器和电缆的效率，减少电力传输过程中

的能耗损失。对于变压器，采用高效率的变压器，减少变压器的铁损和铜损。对于电缆，选择低电阻和低损耗的电缆，减少电缆传输过程中的能耗损失。此外，还通过合理布局和优化电缆的敷设方式，减少电缆的长度和电阻，提高电力传输的效率。（3）通过优化电厂的供电系统，减少电力设备的耗电量。采用先进的供电设备和技术，如高效率的电力变压器、智能电网管理系统等，提高供电系统的效率和稳定性<sup>[6]</sup>。

#### 4.6 引进先进的燃烧技术

新型燃烧技术通过改进燃烧系统和控制技术，实现更充分的燃烧，减少燃料的消耗和排放物的产生，从而减少能源浪费和环境污染。优化设计的燃烧器和燃烧控制技术提高了燃烧效率，减少了未燃尽燃料导致的能量损失，同时降低了有害气体的排放。此外，先进的燃烧技术可以改善锅炉的运行稳定性，缩短停机维护时间，提高设备的利用率，进一步提升电厂的经济效益<sup>[7]</sup>。

## 5 结束语

对于热电厂来说，在实际的生产运营过程中提高对节能降耗的重视程度尤为重要。现阶段，大多数的热电厂已经采用了集控运行技术，在提高热电厂的生产质量和生产效率方面有着突出的表现。但同时，集控运行过程中也易产生浪费、能源消耗过多等问题。因此，只有树立正确节能降耗意识，才能有效控制热电厂的成本，避免对生态环境造成严重影响。在开展节能降耗工作中，应与热电厂设备与集控运行特点相结合，最大限度降低能源的损耗量，促进热电厂的健康、可持续发展。

## 参考文献：

- [1] 何才强. 大数据技术在流域水电厂集控运行中远程诊断的应用分析[J]. 科技与创新, 2023(11):61-63.
- [2] 程晓东. 热电厂集控运行及机组协调控制策略研究[J]. 应用能源技术, 2022(05):1-3.
- [3] 李先华, 曹德勤. 基于水电远程集控模式下运行人才培养方法探索与实践[J]. 轻工科技, 2021, 37(03):141-142.
- [4] 姜胜, 赵茹男, 俞玲. 以学生为主体的教学理念在“火电机集控运行”课程中的应用[J]. 中国电力教育, 2021(01):35-37.
- [5] 王嘉琛. 智能化热电厂中的集控运行平台设计与应用[J]. 电子技术, 2023, 52(09):104-105.
- [6] 陈永生. 热电厂节能减排优化途径分析[J]. 资源节约与环保, 2020(08):6.
- [7] 李沐荣. 火力发电厂电气节能降耗的问题与技术措施[J]. 光源与照明, 2021(03):118-119.

# 工业分析监测质量水平提升策略研究

罗旋

(来宾市中小企业服务中心, 广西 来宾 546100)

**摘要** 文章以来宾市工业和信息化局的工业分析监测工作为研究对象, 站在提质增效的角度以来宾市为例, 围绕工业分析监测质量水平的提升展开研究。首先, 结合对来宾市工业振兴三年行动计划的介绍, 分析了工业分析监测质量水平提升的现实意义; 其次, 通过对来宾市工业和信息化局工业分析监测工作现状的调查, 全面梳理了工业分析监测质量影响因素; 最后, 在上述研究的基础上, 从几个不同的方面分别对工业分析监测质量水平提升策略进行了详细介绍。本文希望能够对来宾市工业和信息化局工业分析监测质量工作的有效开展起到一定的借鉴作用, 在彰显工业分析监测价值、意义的同时实现工业分析监测质量水平的全面提升。

**关键词** 工业分析监测; 来宾市; 质量水平; 监测设备; 监测队伍建设

中图分类号: F423

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0118-03

我国社会主义市场经济快速发展, 工业发展也逐渐迈入一个全新的层面。党的二十大提出开启社会主义现代化建设新征程, 提出到2035年在全国范围内要基本实现新型工业化, 以实体经济为重点全面推进新型工业化发展, 以此来助力我国建设制造强国目标的实现。在党中央的号召下, 来宾市自2021年起就开启了工业振兴三年行动计划, 重点围绕本地区工业强区战略进行综合部署。经过三年行动, 来宾市全年全市规模以上工业增加值增长19.5%、总产值增长19.4%均排全区第一, 工业投资增长15.9%排全区第二。这一成果的获得不仅是全区各级部门齐心协力、攻坚克难的结果, 更得益于工业和信息化局在工业分析监测方面效用的发挥。工业分析监测为本地区工业生产安全、生产效率以及工业化可持续发展提供了强有力的保障, 能够在技术手段的作用下实现工业生产精准性、安全性、稳定性、可持续性的提升。未来来宾市工业振兴发展将迈入一个全新的阶段, 在此背景下工业分析监测任务量、任务难度、任务要求都将发生全新的变化。工业和信息化局需要在审时度势的基础上, 不断总结经验、教训, 借鉴最新工业分析监测技术、手段, 加快工业分析监测质量水平的提升, 以此来增强工业分析监测在当地工业振兴发展中的保障、支持、服务效用。

## 1 工业分析监测的意义

工业分析监测一般由各地区工业和信息化局负责, 主要围绕当地工业生产活动中所开展的一系列活动进行调查、走访、数据收集、分析、管理工作。工业分

析监测意在通过获取当地各行业工业经济运行发展相关数据信息, 对当地工业以及企业整体发展状况做出科学评估, 进而发现在工业发展中存在的问题, 并有针对性地制定区域工业发展管理政策、意见进行优化调整<sup>[1]</sup>, 以此来对当地工业生产活动的健康、有序、可持续发展提供必要的保障、指导、支持效用。在提高区域工业生产质量的基础上, 达到降低生产成本、提高生产效率、保障安全生产等目的。工业分析监测工作主要以各方面数据、指标的观察分析为主, 如工业增加值、产能利用率、市场价格变动、工业产值、产品产量、工业投资、市场需求等。通过这些数据, 工业和信息化局能够更加准确、全面、及时地了解本地区工业经济发展情况, 并对现阶段的工业发展效益、质量、速度、风险、问题等做出科学判断。就工业分析监测手段而言, 主要以各种统计报表、专家咨询意见、实地调查数据等为主, 随着信息时代的来临, 以人工智能、大数据分析、云计算等为代表的新技术逐渐被广泛应用于工业分析监测工作当中, 成为新时期工业分析监测最得力的手段<sup>[2]</sup>。为工业分析监测准确性、全面性的提升提供了有力的支持, 使得政府部门对于工业发展态势的把握与判断也更加精准。

## 2 工业分析监测质量影响因素

工业分析监测质量情况无论是之于区域经济发展还是环境保护都显现出了重要的现实意义。近年来, 来宾市为全力推进工业振兴发展战略目标的顺利完成, 在明确重点工业分析监测行业、项目的基础上, 专门制定了工业分析监测能力强化举措, 极大地促进了工



业分析监测质量的提升。但在实际工作中,受各方面现实因素影响,在工业分析监测质量时常出现不稳定的现实问题。具体而言,工业分析监测质量影响因素一般主要包括如下几方面内容:一是监测数据全面性、精确度因素。工业分析监测的对象主要是各类工业生产样本数据,这些数据包含了企业各类年度参数数据以及年度工业增加值数据,整体数据体量较大,无论是对于工业分析监测数据的采集,还是后续分析、处理,都具有一定的难度。在数据采集、分析过程中,若遇到企业不配合、数据采集平台漏洞等问题,都将大大降低工业分析监测数据样本采集的全面性、精确度<sup>[3]</sup>,由此导致工业分析监测质量不达标情况的发生。二是工业经济运行监测方法科学性、合理性因素。工业分析监测所使用方法、手段的科学性、合理性会对工业分析监测质量造成直接的影响,导致工业分析监测结果可靠性、准确度不足,无法为有关部门提供准确、完整、及时的工业发展决策参考依据。工业分析监测方法科学性、合理性影响因素主要包括:工业监测方法标准模糊,导致监测结果存在因人而异的现实问题;工业监测人员专业程度不足,导致监测过程存在操作不规范的现实问题;工业分析监测时机选择不当,监测时间、频率欠缺计划性,导致分析监测所获数据不具备代表性<sup>[4]</sup>。三是工业经济运行监测人员素质技能因素。工业分析监测需要在专业监测人员的作用下实现,无论是监测数据信息的获取还是后续监测结果的分析,都离不开人力资源效用的发挥。监测人员素质技能因素影响工业监测质量水平提升,主要体现在工业分析监测人员个人监测知识经验欠缺以及问题解决能力、数据分析能力、沟通协调能力不足。在此种情况下,工业分析监测人员不仅无法通过对监测对象的调查分析获取到足够有用的监测数据信息,更无法在协调各部门、资源的基础上对发现的工业监测问题进行有效处理<sup>[5]</sup>。

### 3 工业分析监测质量水平提升策略

#### 3.1 强化监测设备支持

为保障工业分析监测质量水平达标,工业和信息化局作为工业分析监测责任部门需要在整合监测设备资源的基础上,通过自主更新、寻求支持等多种途径提高工业监测设备精度和稳定性。通过工业监测设备支持的强化,最大程度上降低甚至避免外部环境因素对工业分析监测质量的影响,使工业分析监测结果更具参考价值。为此可以重点从以下几点着手:一是做好工业监测设备的更新换代工作。根据目前工业产业

发展水平以及工业生产实际,对现有工业分析监测设备进行集中检查、评估工作,将其中精度不高、使用年限较长、故障率数据高的设备换下,转而采用高精度、先进的监测设备。对于其它无需替换的监测设备,则需要组织专业技术人员对这些设备进行定期的检测、维修工作,并做好检修记录,确保设备使用效能能够一直满足工业分析监测要求。在此过程中考虑到政府部门财政资源有限,而工业分析监测设备更新换代、定期检修耗资较大的现实矛盾问题,工业监测相关部门可以向相关部门申请专项设备更新基金,在专款专用的基础上确保部门内部设备更新、检修工作的顺利开展。此外,工业分析监测部门还可以联合财政部门通过税收优惠政策的推行,鼓励企业自主升级、更新生产监测设备。如,更新交换机、路由器等工业网络设备,确保工业网络数据传输的安全性、稳定性;在工业分析监测人员的办公系统中,安装最新的工业控制系统、数据采集系统等,以此来用于各种工业生产数据样本的监控与分析。二是在工业分析监测工作中引入人工智能、大数据分析、云计算等技术设备。先进技术的加持,能够大大提高工业分析监测的精准性、迅捷度,在此过程中需要充分结合工业分析监测工作特点,有选择、有计划地进行技术的引入。如,通过智能预测分析建立模型用于对工业产值、增加值发展趋势的科学预测;通过数据挖掘技术在短时间内从海量的工业生产数据中挖掘到有价值的信息,为工业产值、增加值优化决策的制定,提供数据参考;运用云计算技术提高弹性计算资源伸缩度,增强企业生产的灵活应变能力<sup>[6]</sup>,使企业方面时刻根据市场发展需求灵活调配资源。如,在步入生产高丰期阶段扩大生产,在低谷期阶段减少资源投入,以此来达到降本增效的目的。

#### 3.2 优化分析监测方式方法

工业分析监测方式方法的优化是提升工业监测质量水平的关键一步。在此过程中,工业分析监测部门需要在对以往工业分析监测成效进行审视、分析的基础上,找准工作要点,积极做好工业分析监测方式方法的优化工作。考虑到工业监测工作特点,在分析监测方式方法的优化上可以从以下几点着手:一是强化工业分析监测前期准备工作。在工业分析监测工作正式启动之前,要对所监测对象开展充分的调研工作。尤其是按照不同行业分类,结合所监测属地工业生产领域实际情况,做好工业生产需求、特点分析工作,为之后工业分析监测目标、分析监测标准、分析监测预期成果的科学设计做准备,确保所收集、处理工业

生产样本数据信息,符合工业监测规。二是要完善工业分析监测相关流程。工业分析监测部门要参照国家、自治区以及行业发展规划和方案,建立健全工业分析监测工作机制,并将相关内容以明确条文法规的形式进行体现,以此来确保法规、标准的贯彻执行。如,对工业监测工作小组进行责任划分,由相关责任人分别进行现场生产检验、质量验收评定,以及后期的工业生产数据分析、处理工作,确保工业监测效率。同时制定工业监测质量程序文件、质量手册,要求监测人员按照规定对监测项目进行定期抑或是不定期的抽查监测工作<sup>[7]</sup>。同时针对数据问题,更好地建立快速响应机制,在及时纠错的同时追溯问题的来源。三是要对工业分析监测工作流程进行定期监督、评估。尤其是要以工业生产数据信息的收集、处理、发布等相关流程为重点,进行实时监督以便于其中潜在风险、整改点的识别与判断。如,建立数据监控系统、制定监督管理机制、建立风险预警机制、开展定期审计评估等,这些举措的实施,都可以很好地实现对工业分析监测过程的全方位监管,便于其中潜在风险、问题的识别与处理。同时还要基于数据分析后形成的反馈性结果以及标准工业生产性能指标的综合考量,建立最优的工作流程,以此来实现工业产值、增加值监测整体效能的提升。

### 3.3 重视监测队伍建设

工业监测质量水平在很大程度上受到了工业分析人员业务素质影响,为保障工业监测质量水平的提升,工业监测部门要重视工业监测队伍的建设工作,具体可以从以下几点着手:一是要加强工业监测队伍思想政治教育。在做好社会主义核心价值观、社会主义现代化建设决议等进行宣教的基础上,将高效数据收集分析、提出对策建议作为工业分析工作理念建设要点。不断提高工业分析人员政治站位,使之能够在以小见大中清楚地看到自身在我国工业强国战略、社会主义现代化建设中所发挥的重要作用,以此来激发工业分析人员超强的工作责任感、使命感,使之能够在认真履职的基础上,严格按照国家、地区、行业工业监测质量标准,在自身能力范围内开展科学、有效、全面、具体的工业监测工作。二是要加强工业分析队伍专业能力建设。通过进修培训、专题讲座、实践研讨、参观访问等多重形式,不断提高工业分析人员的专业素养、专业技能,使之能够具备丰富的工业监测知识、先进的工业监测技能,能够灵活操作使用各类工业数据收集分析监测平台或软件。在此过程中,考虑到工

业化转型发展加速对工业分析工作的影响,工信部门还要对工业分析人员参加继续教育、考取资格证书等行为予以鼓励,并邀请工业生产各领域技术人员对工业分析人员的综合技能展开集中评估考核工作。对那些在考核中表现突出的分析人员要给予一定的鼓励,积极发挥榜样带头作用,在工业分析队伍中营造起一股良好的学习之风。三是要加快工业分析监测工作组的建设。从经济管理部门、统计部门以及行业企业中邀请“能人”分别负责经济形式解读、统计方法制定、行业运行状况分析、技术支持维护等工作,在分工合作中促进工业产值、增加值的分析与监测质量的提升。

### 4 结束语

工业分析监测质量水平的提升不仅是保障工业高质量发展的一项重要手段,更是区域工业转型升级过程中不可或缺的一个关键环节。在过去的工作中,来宾市政府相关部门在加快工业化发展步伐的基础上,也开展了多种形式的工业监测分析工作,为来宾市工业的质量化、可持续化发展奠定了坚实的基础保障。在未来的发展中,来宾市政府需要在做好工业振兴发展的基础上,继续着力于工业分析监测质量的提升,通过工业分析监测思想、手段、技术的不断更新,切实提高工业分析监测与工业发展之间的契合度,以此来充分发挥工业监测在助力来宾市工业振兴战略目标中所发挥的重要推动、保障作用,同时也为我国工业强国梦贡献力量。

### 参考文献:

- [1] 向洪,谭青山.公路智慧梁场混凝土质量全过程智能监测[J].湖南交通科技,2023,49(04):175-177.
- [2] 张宇.深圳市某工业场地土壤污染状况初步调查研究[J].黑龙江环境通报,2023,36(07):36-38.
- [3] 方向进,李月樵,李跃东,等.工业产品质量安全风险监测现状及产品质量安全风险监测站建设探讨[J].中国标准化,2022(23):184-187,207.
- [4] 席英伟,李贵芝,岳东,等.建设项目竣工环境保护自主验收中噪声监测典型问题解析[J].中国沼气,2022,40(05):52-54.
- [5] 郭晓觉,廖瀚峰.小区环境异味状况监测评估[J].黑龙江环境通报,2022,35(02):4-9,49.
- [6] 吴悦明,佟庆彬,刘浩然.智能建筑“绿色化”助力建筑业高质量发展[J].智能建筑,2022(01):14-15,21.
- [7] 尹煜,徐业,张予琛,等.基于模糊聚类分析的环境质量监测系统[J].轻工科技,2022,38(01):78-80,84.

# 复杂地质条件下水库高边坡开挖与稳定性研究

黄钊锦

(阳春市合水水库管护中心, 广东 阳春 529600)

**摘要** 针对复杂地质条件下水库高边坡开挖及防护的问题, 本研究基于数值模拟方法, 探讨了不同开挖方案对卸荷响应的影响, 并提出了相应的防护措施。通过 PFC2D 建立了二维数值模型, 模拟了坡体在开挖过程中的变形行为。研究发现, 不同开挖方法会导致不同的开挖卸荷应力路径, 进而影响坡体的变形行为。斜向柱状开挖被证实是最佳的开挖方法, 能够降低应变集中和裂缝数量。此外, 研究还分析了开挖速率对坡体稳定性的影响, 发现开挖速率的增加会导致裂缝数量和应变水平的增加。

**关键词** 复杂地质; 水库高边坡; 数值模拟方法

中图分类号: TV62

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0121-03

水库高边坡开挖是工程建设中常见的挑战之一, 其复杂的地质条件和挖掘过程可能会引发坡体失稳和破坏, 对工程安全造成威胁。因此, 对开挖过程中的应力分布、变形行为以及防护措施进行深入研究具有重要意义。本文旨在通过数值模拟方法, 系统分析不同开挖方案对坡体稳定性的影响, 并提出相应的防护建议, 为水库高边坡的设计和施工提供科学依据。

## 1 施工挖掘引起的应力分析

应力分布决定了坡体的变形和破坏过程。除了自重外, 有时还受构造应力、渗流、外加荷载、挖掘等影响。坡体挖掘是典型的卸荷过程, 会导致应力重新分布。在挖掘过程中, 靠近挖掘表面的土体会经历复杂的应力变化。例如, 在黏土材料中进行挖掘会导致平均应力减小和剪应力增加。挖掘响应的大小取决于初始应力和挖掘区域。此外, 应力路径对土体变形有明显影响<sup>[1]</sup>。

图 1 显示了水库高边坡开挖的示意图。在挖掘之前, 点 A 处的最大主应力 ( $\sigma_1$ ) 在垂直方向, 最小主应力 ( $\sigma_3$ ) 在水平方向。点 A 处的应力值可以描述为:  $\sigma_1 = \gamma h$ ,  $\sigma_3 = \lambda \sigma_1$ , 其中  $\gamma$  为土体的单位重量,  $\lambda$  为侧压系数,  $h$  为挖掘深度。

在挖掘过程中, 主应力的方向会发生旋转。在正常重力条件下, 最大主应力的方向大致与挖掘表面平行。而最小主应力会减小, 方向几乎垂直于挖掘表面。靠近挖掘表面的土体元素几乎处于单轴应力状态。随着挖掘表面与土体元素之间距离的增加, 应力逐渐不受挖掘干扰的影响。

## 2 数值模拟方法

### 2.1 数值模型

为了估计坡体在趾部挖掘过程中的变形行为, 利用 PFC2D 建立了一个二维数值模型。PFC2D 是一种二维

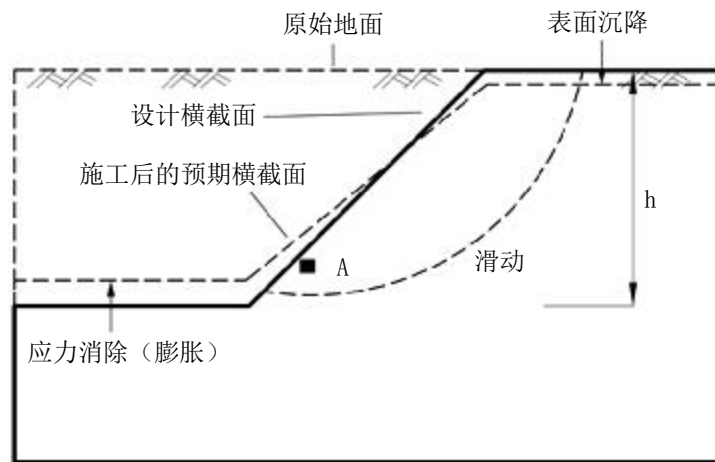


图 1 工程坡体挖掘示意图

离散元软件。颗粒被视为圆盘或团块，可以同时平移和旋转。颗粒的运动遵循牛顿运动定律。在本研究中，建模的坡体高度为15米，坡度为45°。颗粒的半径范围为80毫米至160毫米，在整个模型域内均匀分布，以实现目标孔隙率为0.15。坡体由具有内聚力的土壤组成，并采用接触键模型模拟土壤行为<sup>[2]</sup>。

## 2.2 应变测量方法

在PFC中，可以使用两种方法来测量应变。第一种方法是创建测量区域以测量特定位置的应变率。可以通过测量的应变率乘以当前时间步长来获得应变增量。第二种可用方法是基于每个周期内两个颗粒之间的相对位移的计算。在本研究中，我们采用第二种方法来测量坡体的轴向应变。假设B1、B2是坡体中的两个相邻测量颗粒，基于两个颗粒之间的相对位移计算的轴向应变可以表示为：

$$\text{Axial strain}(\epsilon) = \frac{l'-l}{l}$$

其中， $l'$ 是开挖后两个颗粒之间的距离； $l$ 是开挖前的距离。

## 2.3 挖掘方案

为了研究坡体响应中卸载路径和速率的影响，选择了两组趾部挖掘方案来模拟不同的挖掘方法。第一组包括三种不同的挖掘方法，包括垂直柱状挖掘、水平柱状挖掘和斜向挖掘，用于比较不同挖掘卸载路径下的坡体变形行为。在垂直柱状挖掘过程中，从左到右逐层垂直移除趾部附近的土体。类似地，在水平柱状挖掘过程中，从顶部到底部水平移除土体。在斜向挖掘过程中，每个阶段的挖掘体积相等，但是挖掘表面的坡度变得更陡。需要注意的是，总挖掘步数相同，均为5步。通过改变挖掘速度，进行第二组挖掘方案，以研究卸载速率对坡体变形的影响。采用垂直柱状挖掘方法，将总挖掘步数设置为1、2、5，分别进行。在许多工程实践中，在坡体挖掘期间和之后未及时采取防护措施，可能导致坡体变形或破坏的积累。为了模拟最坏的情况，假定每个挖掘阶段结束后，土体元素达到应力平衡<sup>[3]</sup>。

## 3 坡趾挖掘引起的失稳机制

### 3.1 裂缝发育

基于前述简化的地质模型，进行了坡趾挖掘以导致坡体失稳。挖掘高度为6米，总挖掘步数为1。挖掘后，执行了一些循环以使系统达到新的平衡状态。如果法向或剪切力超过了拉伸或剪切强度，那么一些先前结合的颗粒将被分离，并且裂缝将同时在土体中生成。

图2展示了不同时间步长下裂缝的分布情况。从

图中可以看出，坡趾挖掘引起的坡体失稳始于坡趾，并逐渐向坡顶扩展。在坡体挖掘后，剪切破坏首先发生在靠近坡趾的地方。同时，在坡表面附近观察到几处拉伸裂缝。随着时间推移，剪切裂缝逐渐向坡顶延伸，并在几乎与剪切破坏区域垂直的区域和剪切裂缝扩展方向形成一些拉伸裂缝。坡顶处剪切和拉伸裂缝的连接表明了失稳面的形成。在这个阶段，靠近坡表面和坡顶部的滑动带土体主要处于拉伸破坏状态，而失稳面下部的土体则处于剪切破坏状态。随着时间的推移，几乎所有滑动带土体中将逐渐发生结合破坏（剪切和张拉破坏）<sup>[4]</sup>。

为了验证模拟结果，将变形行为与通过离心机模型试验得到的结果进行比较，模型试验中的坡由黏土组成，高度为21厘米，坡度为2:1。在坡趾设计了一个高度为10厘米的挖掘区。挖掘后，一簇拉伸裂缝在距离坡面8厘米处形成，当达到深度5厘米时停止扩展。随着挖掘的进行，在靠近坡面的新一簇拉伸裂缝逐渐形成，并向下向剪切破坏区域传播。剪切和拉伸裂缝的连接表明了潜在的失稳面的形成。可以得出结论：由坡趾挖掘引起的坡体失稳始于坡趾，并逐渐向坡顶延伸。拉伸破坏主要发生在坡表面和坡顶区域附近，逐渐向剪切破坏区域传播。张拉和剪切的共同作用导致滑动带土体破裂成较小的碎片，从而导致坡体的失稳。

### 3.2 应变分布

裂缝的数量和分布可用于评估坡的稳定性。由于工程地质环境的复杂性，一些裂缝在工程实践中很难发现。在本研究中，相对容易测量的应变信息用于表示坡的变形行为。由于PFC2D无法直接输出轴向应变和应变等高线，因此采用以下步骤。通过计算两个颗粒之间的相对位移获得轴向应变。然后，根据它们的坐标顺序排列应变数据。最后，将数据读入科学绘图和分析软件OriginLab 8.5中，并获取彩色应变等高线图。当时间步长达到110000时，由于滑动区域中一些土粒子的不规则运动，随着时间步长的增加，应变集中在坡趾部分，并逐渐向坡顶发展。x轴应变的分布和变化规律与裂缝相一致<sup>[5]</sup>。

## 4 不同开挖方案对卸荷响应的影响

### 4.1 卸荷路径的影响

不同的开挖方法将导致不同的开挖卸荷应力路径，这将导致开挖区域周围的应力重新分布。在本节中，进行包含三种不同开挖方法（垂直柱状开挖、水平柱状开挖和斜向开挖）的开挖方案，以比较在不同开挖卸荷路径下坡体的变形行为。总开挖步数为5，总开挖

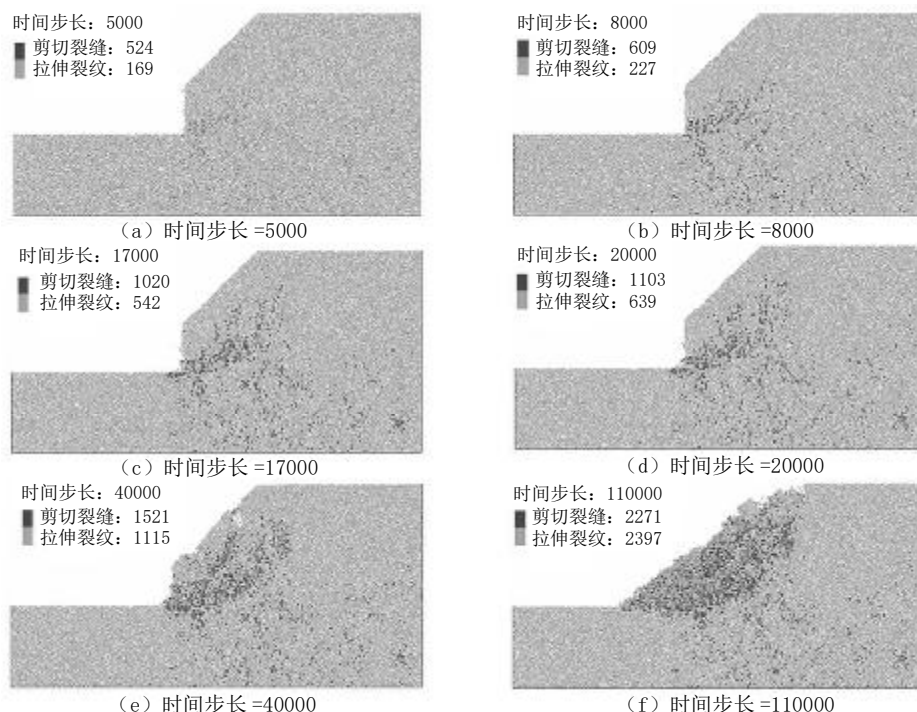


图 2 不同时间步长的裂纹分布

高度为 5 米。在水平柱状开挖期间, 开挖表面附近的土体将直接受到干扰, 并且这种扰动效应可能会降低土壤强度。为了揭示开挖扰动的影 响, 仅考虑最终开挖表面周围的裂缝。裂缝数量表明, 最终开挖表面周围形成了更多的裂缝。垂直柱状开挖和斜向开挖过程方法不会直接干扰最终开挖表面周围的土体, 水平柱状开挖引起的裂缝数量比其他两种开挖方法要高得多, 应变集中更为明显。在斜向开挖过程中, 每个阶段的开挖表面坡度比垂直开挖要缓和, 开挖表面周围的裂缝数量在三种开挖方法中最少。

#### 4.2 卸荷速率的影响

通过改变总开挖步数, 采用垂直柱状开挖方法进行开挖方案, 以研究开挖卸荷速率的影响。总开挖步数分别设置为 1、2 和 5。当总开挖步数为 1 时, 在坡面附近形成了两个近似平行的张裂缝群。此外, 失败面非常明显。裂缝传播区域的范围和应变集中区域要比其他两种开挖速率要宽得多。当总开挖步数分别为 2 和 5 时, 黏结破坏主要发生在坡趾部。坡体中尚无法找到失败面的形状和位置。假设没有及时采取加固措施, 在开挖后, 裂缝数量和应变水平均随着开挖速率的增加而增加。而且, 不同开挖速率引起的裂缝数量与应变水平是一致的。正如比较结果所示, 坡面平均应变与监测线最大应变平均值之间的差异非常微小。

#### 5 结束语

本研究通过数值模拟方法, 深入探讨了复杂地质条件下水库高边坡开挖及防护的关键问题。研究表明, 斜向柱状开挖是一种有效的开挖方法, 能够降低应变集中和裂缝数量, 提高坡体稳定性。此外, 合理控制开挖速率也对减小坡体变形和裂缝扩展具有重要意义。本研究为水库高边坡工程的设计和施工提供了重要参考, 对提高工程安全性和可靠性具有一定的指导意义。

#### 参考文献:

- [1] 范夏玲. 高边坡回填土复杂地质条件下多桩承台连梁基础设计应用研究 [J]. 能源与环境, 2024(01):38-40,176.
- [2] 陈闯, 张冰, 陈锋. 复杂地质条件下高边坡开挖及防护措施综合应用: 以密云水库第一溢洪道改建工程为例 [J]. 中国水能及电气化, 2024(02):62-66.
- [3] 史劲. 复杂地质环境下高边坡稳定项目中抗滑桩运用分析 [J]. 中国设备工程, 2023(20):256-258.
- [4] 晋良军, 张建忠, 李剑寒. 黄登水电站复杂地质条件下缆机边坡开挖支护设计 [J]. 云南水力发电, 2022,38(04):117-122.
- [5] 李冬青. 复杂地质条件下高陡边坡开挖支护稳定性研究 [J]. 云南水力发电, 2022,38(02):47-51.

# 桥梁水中桩基检测现有实用技术及适用性分析

张 孙

(深圳市交通工程试验检测中心有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘 要** 桥梁水中桩基检测是一项关键的工程技术, 用于确保桥梁结构的安全和稳定。水中桩基的检测技术需要适应复杂的水下环境, 并且要能够准确地评估桩基的完整性、承载能力和潜在的缺陷。本文主要针对桥梁水中桩基检测的关键技术和适用性进行了深入分析, 以为桥梁工程实践中水中桩基检测技术的选用提供参考。

**关键词** 水中桩基; 检测技术; 适用性分析

中图分类号: U446

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0124-03

桥梁作为交通基础设施的重要组成部分, 其安全性与稳定性直接关系到人们的出行安全和社会经济的稳定发展。水中桩基作为桥梁结构的关键支撑部分, 其质量直接关系到桥梁的整体性能和使用寿命。因此, 对桥梁水中桩基进行准确、高效的检测至关重要。目前, 已有多种实用技术被广泛应用于桥梁水中桩基检测领域, 这些技术各有特点, 适用于不同的工程场景和需求。然而, 在实际应用中, 如何选择合适的检测技术, 确保检测结果的准确性和可靠性, 仍是工程实践中需要解决的重要问题。

## 1 桥梁水中桩基检测的重要性

桩基作为桥梁的基础, 承载着桥梁的全部重量, 并通过传递到地下深处来保持稳定, 其质量的好坏直接影响桥梁运用的长久性和安全性。因此, 对桥梁水中桩基进行检测是确保桥梁质量与安全的关键环节。桥梁水中桩基检测有助于及时发现潜在的安全隐患。桩基在施工过程中可能受到不同地质条件的影响, 而在使用过程中也会受到车辆荷载、风荷载、温度荷载等外力的影响。这些因素可能导致桩基出现损伤或缺陷, 进而影响桥梁的安全性和稳定性。通过桩基检测, 可以实时监测桩基的应力变化, 了解桥梁的工作状态, 从而及时采取维修和加固措施, 避免事故的发生。

此外, 随着技术的发展, 桥梁水中桩基检测技术也在不断进步和完善, 目前常用的技术如下: 声波透射法、低应变反射法、高应变动力测试、钻探取芯法、水下摄像检测、电磁波检测法、荷载试验等, 这些新技术具有更高的精度和可靠性, 能够更全面地检测桩基的完整性和承载力, 为桥梁的安全评估和维护提供更为准确的依据。

## 2 各检测技术的适用性分析

### 2.1 声波透射法的适用条件与局限性

声波透射法是一种广泛应用于桩基完整性检测中的无损检测技术, 其基本原理是利用超声波在混凝土介质中的传播特性, 通过预埋在桩身内部的声测管发射和接收超声波, 根据波速、波幅、波形等信息来判断桩身的连续性和缺陷状况。

该适用条件为: 适用于桩径不小于0.6米的混凝土灌注桩, 确保声测管与桩壁间有足够的耦合面积, 减少测试误差。桩身需预埋至少两根声测管, 以形成有效的超声波传播路径。混凝土质量需达到一定水平, 以确保声波能在混凝土中顺利传播, 一般要求混凝土龄期超过两周。

虽然声波透射法能较好地检测出混凝土内部的宏观缺陷, 但对于非常细小的裂缝、气泡或离析等微观缺陷识别能力有限。在水中实施时, 水对超声波有显著的吸收和散射效应, 可能降低检测精度, 需要采用专门的水下声波换能器和耦合技术。若桩身混凝土浇筑质量差, 如出现严重的离析、骨料分布不均或混凝土密实度不足, 可能会影响声波在桩体内的正常传播和信号的解释。声波透射法的实施需要精密的检测设备和高度熟练的操作技术, 否则可能影响检测结果的可靠性。

### 2.2 低应变反射法在水下环境中的应用

低应变反射法(又称PIT法)是另一种常见的桩基完整性检测技术, 它通过在桩顶施加较小的冲击力或振动, 诱导桩身产生应力波并在桩身内传播, 通过接收和分析反射回来的应力波信号来判断桩身缺陷。面对的挑战如下: 水的阻尼作用会导致应力波在传播

过程中的能量损失,从而降低信号的可探测深度和检测精度。为了确保应力波能有效地从桩顶传递至桩身并反射回来,水下桩基的激振和接收端需采用特殊的耦合设备和材料,如水密性良好的传感器和耦合剂。水下环境下的低应变检测数据处理更为复杂,需要对水介质对信号衰减和失真的校正算法有深刻理解和熟练掌握。在水下实施低应变检测时,还需要考虑设备的防水性能和操作平台的安全稳定性。

### 2.3 高应变动力测试的限制因素

高应变动力测试主要用于测定桩基的承载力和确定桩身的局部或整体失效模式。其基本原理是通过重锤对桩顶施加较大的冲击力,观察和分析桩顶的受力与位移响应。然而,此种方法在水中桩基检测时存在限制,如,水的存在会显著增加桩顶受力的复杂性,水体的阻力会消耗部分锤击能量,而浮力则可能使桩体产生额外的运动。水下桩基高应变测试的设备安装和数据采集更为困难,需要确保传感器在水下工作的可靠性,并准确记录水下锤击力和桩顶响应。由于水下操作的风险性较大,对锤击设备的安全运行和操作人员的专业技能要求较高<sup>[1]</sup>。风浪、水流等自然因素可能影响锤击效果和 data 收集,需要选择适宜的天气和水文条件进行测试。

### 2.4 钻探取芯法的准确性与成本分析

钻探取芯法是通过钻取桩身内部的混凝土芯样,直接观察和实验室测试来评估桩基的混凝土质量和结构完整性。这种方法的准确性和成本涉及多个方面,表现为:钻探取芯法能直观揭示桩身内部结构,包括混凝土质量、骨料级配、钢筋配置等,是桩基检测中最直接、最可靠的方法之一。缺陷识别,能够精确判断桩身内部的裂缝、蜂窝、空洞、断桩等缺陷,且可通过对芯样的微观结构和力学性能测试,评估桩身材料性能。钻芯位置是固定的,不能反映整个桩身的质量状况,且可能存在取芯位置选择不当而导致的误判风险。

对其成本进行分析,钻探取芯设备成本较高,且操作技术要求较高,需要专门的钻探队伍和相应的配套设施<sup>[2]</sup>。钻头损耗、取芯所需化学药品、运输和保存芯样的成本,以及后续实验室测试的费用均计入总成本。钻探取芯法相比其他无损检测方法,所需时间更长,尤其是在深水环境或复杂地质条件下,可能影响工程进度。钻探取芯属半破坏性检测,对桩基有一定的损害,需要对取芯后桩身进行修复处理。

### 2.5 水下摄像检测的直观效果及其局限

水下摄像检测是利用高清水下摄像设备对水下桩基的表面状况进行实时影像记录和观察的一种方法。

通过高清晰度图像,可以直接看到桩基表面的裂缝、破损、锈蚀、生物附着等现象,便于及时发现和记录桩基表面的病害情况。水下摄像检测能够实时传输和展示水下桩基的现状,对于工程管理和维修决策具有重要意义<sup>[3]</sup>。

当然,也存在一些局限,如:只能反映表面状况,摄像检测无法深入桩基内部,仅能评估桩身表面的完整性,对桩基内部缺陷如空洞、裂纹、钢筋锈蚀等无直接检测能力。水下摄像的清晰度和有效性受到水体透明度、光线条件以及悬浮物浓度的影响,浑浊或深水环境下检测效果可能会大打折扣。水下摄像检测需配备专用设备,如水下摄像机、照明设备、遥控操作系统等,并要求操作人员具有一定的潜水技术和摄像技巧。虽然视觉信息直观,但对图像数据的定量分析和缺陷识别需要专业知识和技术支持。

### 2.6 电磁波检测法对环境的敏感性

电磁波检测法,比如地质雷达(GPR)和电磁感应(EMI)等,常用于探测地下结构和评估桩基完整性。这类方法利用电磁波在地下介质中的传播特性来判断桩基及周围地层的信息<sup>[4]</sup>。电磁波检测法对地下目标具有很高的敏感性,能够探测到地下结构的位置、形状和尺寸等信息。土壤的介电常数、导电率、湿度、温度以及存在的金属物体都会影响电磁波的传播速度和衰减,导致检测结果的不确定性增大。在水中,电磁波衰减更为明显,这极大地限制了其在深水环境下的应用深度和探测精度。电磁波检测数据通常表现为二维或三维图像,其解释和分析需要结合地质模型和专业知 识,否则容易产生误判。

### 2.7 荷载试验的直接性与实施难度

荷载试验是评估桥梁水中桩基承载能力和工作状态的重要方法。通过对桩顶施加实际或模拟的荷载,测量桩顶位移、桩身应变和土体位移等参数,荷载试验能够直接评价桩基的承载能力和工作状态。这种试验方法所得数据准确可靠,对工程设计和决策具有决定性指导意义。通过荷载试验可以明确桩基的最大承载力、极限状态和破坏模式,从而对结构安全性和使用寿命进行准确评估。此外,荷载试验还可以为桩基的优化设计和施工提供重要依据,提高工程质量和效益<sup>[5]</sup>。

这一内容在实施方面存在难度,如:需要构建临时加载平台,设置复杂的测量系统,如位移计、应变计、荷载传感器等,并且要求精确同步采集和处理大量数据。试验过程可能对周边环境 and 结构产生影响,如引起地面沉降、邻近建筑的振动等,因此需要严谨的安全防护措施。荷载试验耗费的时间较长,且成本

相对较高,不适合大规模推广用于所有桩基的常规检测。对于水下桩基,荷载试验的实施难度更大,需考虑水压平衡、设备防水、水下作业安全等一系列问题,增加了试验的复杂性和实施难度<sup>[6]</sup>。

### 3 综合比较与技术选择

#### 3.1 不同技术的优缺点对比

1. 声波透射法:声波透射法是一种无损检测方法,通过检测声波在桩身混凝土中的传播特性,评估桩身混凝土的连续性和内部缺陷。其优点在于无损检测,精度较高,能有效评估桩身混凝土的连续性和内部缺陷。然而,声波透射法对预埋声测管的要求较高,水下应用时还需考虑水介质对声波传播的影响,且对小规模缺陷的识别能力有限。

2. 低应变反射法:低应变反射法通过检测桩身表面反射的应力波信号,分析桩身的完整性。其优点在于检测速度快,无需预埋设施,适合大面积普查,对早期缺陷较为敏感。然而,在水下环境下,数据采集和处理较为复杂,对信号衰减和噪声干扰较为敏感。

3. 高应变动力测试:高应变动力测试通过检测桩身在动载作用下的应力响应,评估桩基承载力和桩身结构破坏情况。其优点在于能直接评价桩基承载力和桩身结构破坏情况<sup>[7]</sup>。然而,水下实施困难,对桩身有轻微破坏性,对环境 and 操作条件要求高。

4. 钻探取芯法:钻探取芯法通过钻取桩身混凝土样本,直观评估混凝土质量和桩身完整性。其优点在于直观准确,可获取实物样本进行进一步分析。然而,钻探取芯法属于半破坏性检测,成本较高,且仅能反映取芯位置的桩身质量。

5. 水下摄像检测:水下摄像检测通过摄像头实时观察和记录桩身表面状况。其优点在于直观反映桩身表面状况,可实时查看和记录。然而,水下摄像检测只适用于表面检查,无法检测内部缺陷,且受水体条件影响较大。

6. 电磁波检测法:电磁波检测法利用电磁波探测桩身内部结构和缺陷。其优点在于非接触式检测,适合大面积快速普查,对地下结构有良好透视效果。然而,在水下应用受限,对环境条件较为敏感,数据解释和分析复杂。

7. 荷载试验:荷载试验通过施加静载或动载,直接测定桩基的实际承载力。其优点在于能直接测定桩基实际承载力,提供最直接的性能指标。然而,荷载试验属于破坏性检测,成本较高,实施难度大,对环境和工程安全有严格要求。

#### 3.2 根据检测目的选择合适技术

不同的检测目的决定了选择哪种技术更为合适。如果是为了评估桩基整体承载力和安全性,荷载试验和高应变动力测试可能是首选。这两种方法能直接评价桩基承载力和桩身结构破坏情况,为桩基的安全评估提供重要依据。而对于快速大面积普查,低应变反射法和电磁波检测法更为适合。这两种方法检测速度快,无需预埋设施,适合大面积普查,有助于快速发现早期缺陷。若要深入探究桩身内部缺陷,则应优先考虑声波透射法和钻探取芯法。这两种方法能有效评估桩身混凝土的连续性和内部缺陷,为桩基的维修和加固提供重要依据<sup>[8]</sup>。

#### 3.3 考虑环境与经济因素的技术选型

在实际工程中,不仅要考虑技术本身的特点,还要结合项目所在环境和经济条件。例如,在复杂水文地质环境或深水条件下,声波透射法和电磁波检测法可能受到较大限制,此时可以考虑采用低应变反射法或结合其他方法进行检测。此外,在经济预算有限的情况下,需要优先选择成本较低且能满足检测需求的方法,如低应变反射法或水下摄像检测。这些方法在满足检测需求的同时,可以降低工程成本,提高经济效益。

### 4 结束语

在桥梁工程中,水中桩基的检测至关重要,直接影响到桥梁的安全性和稳定性。在选择最合适的检测技术时,我们必须综合考虑桥梁的类型、地质条件、检测目的、预期精度和效率要求,以及项目的经济预算,才能为桥梁的安全运行提供更加坚实的保障。

### 参考文献:

- [1] 张坤桥. 桥梁预制桩施工机械裂纹无损检测技术研究[J]. 自动化应用, 2024, 65(04): 5-7.
- [2] 陈强. 自平衡法静载试验在北部湾海域超长大直径桩基中的应用[J]. 铁道建筑技术, 2024(02): 89-93.
- [3] 杨莉莉. 基于桩基检测技术的建筑工程混凝土结构检测[J]. 居业, 2024(02): 123-125.
- [4] 徐连城. 高层建筑工程施工中桩基检测技术的运用策略[J]. 佛山陶瓷, 2024, 34(02): 61-63.
- [5] 程小玲. 无损检测技术在桥梁桩基检测中的应用[J]. 交通建设与管理, 2024(01): 68-70.
- [6] 陈哲. 影响建筑桩基检测工作质量的倍效因素分析与控制研究[J]. 中国住宅设施, 2024(01): 61-63.
- [7] 王凤武, 刘学冬. 无损检测技术在桥梁桩基检测中的运用分析[J]. 工程建设与设计, 2024(02): 161-163.
- [8] 黄洁. 基于声波透射法的桩基检测及有限元研究[J]. 中国新技术新产品, 2024(02): 113-115.