

# 科海故事博览

KEHAI GUSHI BOLAN

(旬刊·1993年创刊)

2024年11月第32期(总第585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11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 免容器轻质固化基质生态种植屋面智能管养施工技术  
..... 吴思文
- 004 全自动萃取装置与红外分光测油仪组合分析结果探讨  
..... 吕艳芳
- 007 基于弹性波法的堤防混凝土面板脱空检测方法数值模拟研究  
..... 吕守航
- 010 基于BIM+GIS+IOT技术的智慧工地平台在快速路中的应用研究  
..... 兰光明, 徐朋静, 陈少林, 孙文淮
- 013 110 kV变电站与T接线路在渔光互补集中式光伏电站中的并网施工技术研究  
..... 卞宁宁

## 智能科技

- 016 配网自动化技术应用分析  
..... 李鹏翔
- 019 配电工程中的自动化技术应用  
..... 杨波, 余渊, 郭勇
- 022 智能电网输电线路在线监测技术分析  
..... 牛晋春
- 025 电网输变电设备智能化及状态检修体系的构建  
..... 周春雷
- 028 变电站智能化改造对电力系统效率与安全性的提升探讨  
..... 杨晓光, 季昕雨
- 031 变电站开关柜“在线监测+带电检测”双模式应用研究  
..... 杨志慧

## 工业技术

- 034 市政污水管道顶管施工技术研究  
..... 刘振华
- 037 绿色理念下水利水电施工技术研究  
..... 赖锦祥

# 目录 Contents

040	建筑工程桩基施工技术应用要点分析	梁泽柱
043	10 kV 配网电缆故障的原因与防范措施研究	蒋林梅
046	火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术分析	席丝笛
049	基坑工程监测技术在深基坑实践中的应用分析	于小龙
052	高压输电线路运检工作技术难点与应对措施研究	尉永升

## 科创产业

055	工程造价全过程管控方法及价值探讨	姜洁
058	工业企业质量管理的数字智能化发展研究	吴延涛
061	国产 PLC 用于苏北运河船闸控制系统的研究	张殿余, 颜廷雪
064	绿色低碳理念下化学建筑材料的选择与应用	何裕发
067	EPC 总承包模式下的建筑工程建设项目管理研究	冯征宇
070	脱硫系统中石灰石石膏浆液密度计的选型与应用研究	孔思维

## 管理科学

073	废气处理工程项目管理探讨	庞艳明
076	建筑工程土建施工现场管理的优化路径	孟科学
079	市政道路施工管理存在的问题及解决措施	黄斌成
082	市政给排水工程管道施工管理方法及价值	邱济鹏
085	钢结构建筑工程管理存在的问题与解决方案	赵中伟
088	绿色理念指导下高速公路建设管理策略研究	徐立保
091	建筑装饰装修施工质量管理要点及优化策略探究	高建刚

## 科教文化

094	二次供水智慧标准化泵房建设分析	李堽贤
097	基于风险评估的水库大坝设计优化方法	郑温刚
100	建筑电气接地系统的类别及其发展趋势	韦秀生
103	10 kV 及以下配电网工程管理系统设计与实现	贾庆森, 秦晨
106	运用 QC 小组活动降低增城燃气电厂接触电势幅值比	刘曦, 李宇强, 唐俊, 刘洋

## 科学论坛

109	继电保护运行可靠性提升策略	胡阳, 李显伟, 刘志辉
112	地铁机电安装动力照明工程施工工艺研究	梅舒杰
115	电力系统中配电线路运行故障检修技术研究	赵明伟
118	建筑工程节能施工技术及管理现场施工管理探究	王晓东
121	智慧水利建设下水利管理的创新与发展对策研究	吴思
124	广播电视发射台站中光伏能源利用的可行性研究	齐迈图

# 免容器轻质固化基质生态种植 屋面智能管养施工技术

吴思文

(深圳市东深工程有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 本文以免容器屋面种植及智能管养施工技术在具体工程中的应用为实例, 阐述该施工技术在屋面绿化施工中的技术特点和优势, 提出采用一种生态环保、保水吸水能力强的轻质固化基质作为屋面绿化种植基层, 为植物提供良好的生长空间, 并对防水层结构进行优化, 提升种植屋面防水性能, 降低屋面漏水隐患; 结合智能养护控制系统, 实现远程控制灌溉施肥, 种植屋面施工效率及质量得到显著提升, 并通过实践运用分析, 阐述该技术在生态种植屋面绿化中的可行性和优势, 旨在能为促进该技术的广泛推广提供有益的参考。

**关键词** 屋面绿化; 固化基质; 智能管养; 免容器

中图分类号: TU765

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0001-03

随着时代及建筑行业的不断发展, 对环境保护的重视程度也不断提升, 越来越多的建筑在设计之初就要求体现出节能、环保的发展理念, 且由于屋顶绿化可提高屋面绿色覆盖率、有效缓解城市热效应, 还具有改善居住生态环境等多种功能<sup>[1]</sup>, 被逐渐推广应用, 但目前种植屋面技术仍在发展阶段, 在现有施工中, 大多是在完成屋顶的防水处理、保温层铺设及保护层之后, 增设一层过滤介质并回填适宜的植物生长土壤, 最后进行绿植的栽种, 且屋顶绿化的养护也是多采用人工浇灌方式处理。这种施工工艺施工流程较为复杂, 人工管养的成本高, 费时, 且屋顶由于回填土原理受到的荷载大, 屋顶容易出现开裂渗漏<sup>[2]</sup>, 同时后期也需要人工养护屋面植物, 整体过程费时费力, 且难以达到设计初衷。本文将红岭教育集团(大鹏校区)建设项目施工总承包项目为例, 对免容器轻质固化基质生态种植屋面智能管养施工技术进行探索研究。

## 1 红岭教育集团大鹏校区建设

红岭教育集团(大鹏校区)建设项目施工总承包项目位于深圳市大鹏新区迎宾南路 8 号, 该项目的占地面积达到 54 745.3 m<sup>2</sup>, 计划建设 5 栋建筑, 包括一栋初中部教学楼, 一栋高中部教学楼, 一栋资源中心, 一栋运动中心以及一栋宿舍楼(含两座塔楼)。总建筑面积总规模约 116 813 m<sup>2</sup>, 地下 1 层, 地上最高建筑为 16 层。其中初中部教学楼、高中部教学楼屋顶为种植屋面。

## 2 创新技术特点: 免容器轻质固化基质的应用

1. 免容器种植技术允许基质加工成任意形状, 适应各种屋面设计。其稳定的空隙结构优化了固、气、液的比例, 防止基质板结或流失, 提供理想的植物生长环境。这种方法省去了传统种植容器, 节省空间, 提高植物存活率, 简化绿化结构, 减轻屋顶负荷, 为植物创造更自然的生长条件。

2. 该技术采用非固化沥青防水涂料与 SBS 改性沥青防水卷材的复合系统。非固化涂料始终保持黏性, 与基层紧密结合, 形成连续防水层, 即使基层裂开, 涂料也能变形而不断裂, 有效保护防水卷材。SBS 卷材增强防水与防根穿刺能力。这种系统提高了防水性能, 延长了使用寿命, 降低了维护成本。

3. 生态环保且绿化效果佳, 主要原料包括秸秆和棉花秆等农业废弃物, 实现资源再利用并减少环境污染。加入环保材料制成高强度、轻质复合材料, 具优异吸水性, 可吸收 1.5 ~ 5 倍自身重量的水, 改善屋面绿化水分管理。此基质能提供稳定的生长环境, 减少养护工作量和成本, 对环境变化反应小, 长期维持良好植物生长条件。

4. 模块安装和施工便捷, 轻质固化基质干燥时重约 15 kg/m<sup>2</sup>, 饱水后约 45 kg/m<sup>2</sup>, 大幅减轻建筑荷载。基质可预制成模块, 简化现场安装, 提高施工效率与绿化质量控制, 显著降低人力与材料成本。这种模块化方法扩展了屋面绿化应用, 保证了质量的一致性。

5. 节能减排与智能化养护通过埋设滴灌管与局部喷灌装置实现。整体由智能系统控制，自动调整灌溉量和频率以适应植物和环境需求，减少水资源浪费。远程控制功能允许监控与调整灌溉参数，提升效率与降低成本，同时优化植物生长与节约水资源，达到节能减排效果。

### 3 防水与生态绿化屋面一体化施工技术工艺流程

1. 防水、疏水、保湿层：考虑到植物根系具有较强的穿刺能力，为保证屋面结构防水层的稳定，采用非固化沥青防水涂料和SBS改性沥青防水卷材作为复合防水层，利用非固化沥青防水涂料不固化的特性，使其始终与基层保持粘连状态，如果基层出现裂痕，那么裂痕表面的非固化橡胶沥青防水涂层会变得更薄，但并不会被拉断。使用非固化沥青防水涂料的目的是防止混凝土的开裂引发表面卷材防水层的断裂，以确保防水层的完好，防止水分的渗透。之后浇筑保护层并铺设凸型排水板、土工布作为蓄、排水层，种植屋面结构良好稳定，防水效果也得到显著提升。

2. 植物基层：采用一种由秸秆、棉花秆等废弃资源为原料结合植物根系生长所需营养基制成的高强轻质屋面绿化固化基质作为基层，屋面绿化固化基质具有生态环保、不板结、不流失、蓄排水性能好、结构稳定等优点，可为植物生长提供良好稳定基层。固化基质可在现场外预设和调整尺寸及外型，对建筑物要求低，采用模块化安装方式施工更便捷，减少了材料和人力。

3. 喷淋养护系统：采用滴灌管埋入屋面绿化固化基质内并局部布置喷淋养护装置，养护装置采用智能控制系统，可有效维护屋顶装饰效果，且智能控制系统能够实现绿化环境数据的实时监测，通过集合植物长势数据计算分析出植物的碳汇量数据，实时通过土壤、空气环境数据精准对植物远程实时自动灌溉、施肥，实现科学灌溉、高效节水的同时，提高植物存活率，助力建筑外立面、屋顶等降温降噪节能减排，降低扬尘污染等。

## 4 防水与生态种植屋面施工的详细工艺流程

### 4.1 施工团队执行防根穿刺层铺设

基层处理是防水系统的关键，首先要清理基层表面，均匀涂刷处理剂，遵循“先高后低”原则确保无遗漏。处理剂干燥后，施工非固化沥青防水涂料，可逐道或并行涂刷以提高效率，并检查涂层厚度符合设计要求。防水卷材与涂料涂刷同步进行，注意排气确保黏结饱满，防止层间空气影响防水效果<sup>[3]</sup>。

### 4.2 技术团队进行防水保护层施工

在防水体系施工完成后，需要进行全面细致的检查。重点检查项目包括卷材搭接边的封边质量和搭接长度是否符合设计要求。同时，还要仔细检查整个防水体系是否存在破损或缺陷。检查合格后，进行24小时蓄水试验，蓄水高度要超过防水层最高点30 mm。只有在蓄水试验通过后，才能进行下一步的防水保护层施工。

防水保护层采用C20细石混凝土，并添加适量防水剂以增强其防水性能。施工时，按照预先设计的排水坡度铺设混凝土，然后用专业工具将表面平整。混凝土初步硬化后，需进行为期14天的湿润养护，确保混凝土充分凝固并达到设计强度。

养护完成后，将整个刚性防水层划分为6 000×6 000 mm的规则区块。在区块之间设置20 mm宽的分隔缝，这些缝隙起到防止混凝土开裂的作用。分隔缝内填充改性沥青密封材料，具有良好的弹性和防水性。最后，用聚合物水泥砂浆对缝隙进行封面处理。

### 4.3 施工队布置疏水层与保湿层

1. 待刚性防水层施工完毕且验收合格后，在刚性防水层上铺设塑料排水板作为上方种植基层疏水层，塑料排水板选用带凸起材质，铺设过程中将塑料排水板凸点向上，并由排水最低处向高处铺设，铺设过程采用上层压下层，铺设应平整、和基层贴合紧密，塑料排水板采用专用黏结剂进行点粘，相邻的排水板之间的链接采用焊接方式处理，搭接宽度不小于60 mm，其中有效焊缝宽度不小于25 mm<sup>[4]</sup>。

2. 疏水层塑料排水板铺设完成后，在上方铺设一层聚酯无纺布增强蓄排水系统的稳定性。无纺布间接缝相互搭接200 mm，之后采用砂浆压边确保土工布后期稳定性，在屋顶收头细部部分，采用聚酯无纺布上翻，混凝土、砂浆或高分子密封材料密封处理。（见图1）

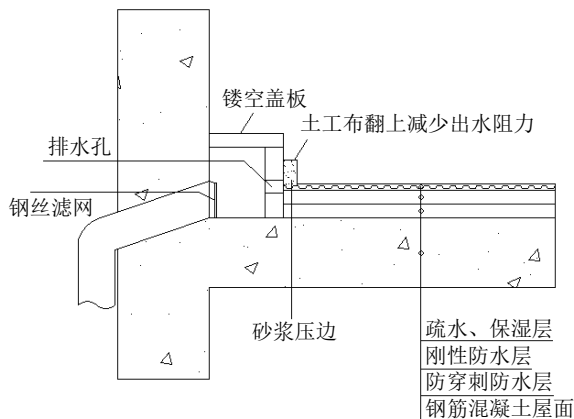


图1 排水沟部位收头处理

#### 4.4 工程师布局灌溉管道系统

1. 根据种植屋面大小,选择合适的灌溉方式,大面积采用喷灌、小面积采用滴灌,本工程中选用滴灌,喷灌与滴灌管道埋入方式相同,喷灌需要额外考虑喷灌布局,确保每个位置均匀喷洒,滴灌管仅需按深化图纸布局即可,管线布局采用压力补偿式滴灌管,平屋面每 0.5 m 布置 1 根,斜屋面每 1 m 布置 1 根。

2. 智能灌溉设备由自动启停控制阀、主给水管材、压力补偿滴灌管、智能控制系统、排水阀组成,与无线模块、雨水感应器、湿度传感器等传感器相配合,可实现定时定量的智能远距离灌溉。智能系统还可在现场制定灌溉程序,实行监控灌溉状态,实时开关机,定时、定比例自动施肥,保证植株更好地生长,无需到现场,不受时间、地点的限制。

3. 种植屋面给水布置间距一般根据固化基质的尺寸大小设置,滴灌管间距按照 500 mm 设置,若碰到非

线性屋面造型,滴灌管可以按设计效果布置,安装轻质固化基层层时,可针对性开孔,以满足滴灌管安装。

#### 4.5 项目团队铺设轻质固化基层

轻质固化基层、灌溉管道可同步施工,施工过程中仅需在轻质固化基层背部涂刷专用黏结剂,之后从四角逐渐向中心、由低处向高处铺设即可,待全部基层铺设完成后,无需进行碾压或压实,完成种植屋面基层施工<sup>[5]</sup>。

#### 4.6 绿化团队安装植物层

根据设计及装饰效果选择合适的植物,之后将植物在苗圃预培好后,直接塞入轻质固化基层层预留的洞穴内,后续采用灌溉系统提供植物根系生长所需水分及营养即可。(见图 2)

### 5 结束语

本次研究针对红岭教育集团(大鹏校区)建设项

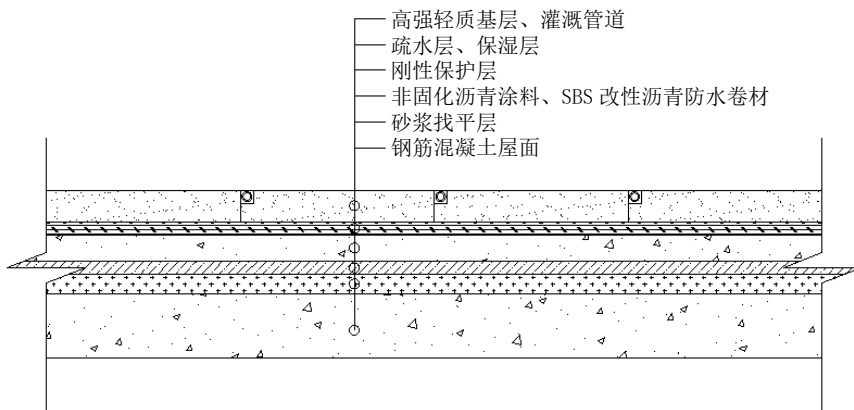


图 2 种植屋面系统示意图

目施工总承包项目的屋面绿化施工,通过优化屋面防水结构,采用非固化橡胶沥青和 SBS 改性沥青防水卷材<sup>[6]</sup>,不仅提高了防水层的施工质量,还显著增强了防水效果。这有效避免了后期可能出现的返工维修费用,降低了维护成本。同时,轻质固化基层的施工便捷性减少了与其他工序的交叉影响,加快了屋顶绿化的速度,进一步降低了人工成本。此外,轻质固化基层的吸水保水能力强,结合智能养护系统,后期养护成本也得到了显著降低。通过技术创新,进一步提高了种植屋面的施工效率和质量,使得种植屋面能够更好地发挥其生态功能。同时,本技术中的轻质固化基层材料可稳定固定于屋面上,降低了对屋面的荷载,减少了因荷载过大导致的屋顶开裂渗漏等问题。此外,智能养护控制系统的应用,实现了远程控制灌溉施肥,减少了人工养护的需求,使得种植屋面的管理更加便

捷高效。这种技术创新不仅有助于推动相关行业的发展,还与其他类似工程提供了可借鉴的经验和参考。

#### 参考文献:

[1] 王岗. 屋顶绿化施工技术概要[J]. 草原与草坪, 2004(03): 67-69.  
 [2] 李守文, 赵祝祥, 刘玉龙. 基于海绵城市设计理念的模块式屋顶绿化施工技术[J]. 绿色建筑, 2023, 15(05): 98-101.  
 [3] 负建锋, 陈龙, 李磊, 等. 非固化橡胶沥青防水涂料的施工技术[J]. 大众标准化, 2022(16): 163-165.  
 [4] 龙安宝. 塑料排水板结合聚酯无纺布种植屋面施工技术研究[J]. 施工技术, 2019, 48(02): 138-141.  
 [5] 李骑兵. 大坡度屋面垒土绿化施工方法[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(10): 131-134.  
 [6] 刘欢佳, 王春澎, 沈龙, 等. 一种种植屋面非固化复合防水系统[J]. 建筑施工, 2022, 44(06): 1289-1292, 1297.

# 全自动萃取装置与红外分光测油仪 组合分析结果探讨

吕艳芳

(国能包头煤化工有限责任公司, 内蒙古 包头 014010)

**摘要** 本方法采用全自动萃取装置与红外分光测油仪组合进行工业污水及生活污水中油含量的测定, 可以实现进样、萃取、分离、测量、排液及清洗等过程全自动化操作, 并且实现全程无人值守。相较于手工分析方法, 全自动萃取极大地提高了分析效率, 并通过改善样品分析环境, 实现了对环境及操作人员健康的进一步保护。该全自动萃取装置与红外分光测油仪组合从检出限、精密度以及准确度等方面与标准规定方法进行了比较和验证, 获得了比较理想的结果, 并有效地解决了手工萃取操作程序复杂繁琐、批量分析用时较长、分析过程四氯乙烯挥发影响环境及操作人员身体健康等问题。

**关键词** 水中油含量; 全自动萃取装置; 红外分光测油仪; 工业废水; 生活污水

中图分类号: TH7

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0004-03

## 1 研究背景

水中油含量是生态环境部实施的污染物达标排放控制的指标之一, 它的指标可以直观地反映水质的质量, 对于排放水质的评价以及污水处理效果的控制都具有指导作用<sup>[1]</sup>。水中油含量对污水处理的影响非常显著, 具体表现为油类物质会导致处理效率下降、设备堵塞、微生物活性抑制、膜污染等一系列问题, 最终影响出水的质量。因此, 准确测定水中油含量并采取有效的预处理措施, 对于提高污水处理效果和确保排放水质达标至关重要。

水中油含量作为生活污水和工业废水中的重要监测指标, 在化工企业中的运行过程中具有极其重要的环保和安全意义。

首先, 它可以确保废水排放符合国家和地方的环保法规标准, 避免因超标排放而受到处罚。

其次, 测定水中油含量有助于及时发现和控制污染源, 减少水体污染, 保护水生生态系统。此外, 通过准确的数据监测, 企业可以优化生产工艺, 提高污水、回用水装置处理效率, 减少不必要的资源浪费, 降低运行成本。

最后, 水中油含量对化工企业中的设备和装置有多种不利影响, 包括设备腐蚀、热交换效率降低、冷却系统故障、设备故障、仪表失灵、生产效率下降、安全隐患增加以及经济成本增加等。因此, 准确测定水中油含量并采取有效的控制措施, 对于保障设备正

常运行、提高生产效率和确保生产安全至关重要。

目前, 红外分光光度法是我国生态环境部颁布的测定水中油含量最快速、最有效的分析方法。红外分光光度法因具有灵敏度高, 检出限低, 不受油品影响的优点, 在我国测定水中石油类广泛使用<sup>[2]</sup>。国内最新测定工业废水和生活污水中油类含量标准为HJ637—2018, 标准于2018年10月10日发布, 2019年1月1日实施, 但日常检测过程中由于本方法对于样品要求前处理为纯物质, 其前处理过程繁琐且四氯乙烯为有毒有害危险化学品而存在不足之处:

一是试样前处理操作程序复杂繁琐。需要将样品手工转移至分液漏斗中, 以四氯乙烯为萃取剂充分振荡、静置分层后, 将下层四氯乙烯的萃取液通过装有无水硫酸钠的玻璃砂芯漏斗放至50 mL比色管中, 用适量四氯乙烯润洗玻璃漏斗, 所有润洗液均应合并到萃取液中, 用四氯乙烯定容稀释至刻度。把上层水相全部转移到量筒中, 准确测量样品的体积并进行记录<sup>[3]</sup>。

二是批量分析用时较长。如果分析的样品数量较多, 就需要多次重复以上繁琐的操作程序, 而且操作人员需要对实验过程全程进行操作, 增加了人力成本, 降低了分析效率。

三是此标准的萃取剂是用四氯乙烯替代毒性较大的四氯化碳。虽然四氯乙烯毒性比较低, 但四氯乙烯作为地下水污染检测中检出率最高的氯代烯烃污染物<sup>[4]</sup>, 已经被列入有毒有害水污染名录<sup>[5]</sup>。在水中油标准方

法中，整个萃取过程四氯乙烯都是暴露在开放的环境下，它的挥发对环境及操作人员的身体健康都有相当的影响。

首先，四氯乙烯易挥发，可以通过吸入、皮肤接触或口服途径进入人体，可能引起急性毒性，对中枢神经系统产生抑制：高浓度的四氯乙烯会导致头晕、头痛、嗜睡、恶心、呕吐等症状，严重时可导致昏迷甚至死亡；也可对呼吸道产生刺激：吸入高浓度的四氯乙烯会引起呼吸道刺激，导致咳嗽、呼吸困难等症状。

其次，长时间接触四氯乙烯还会引起对肝脏、肾脏、神经系统以及免疫系统的慢性损害。

总之，四氯乙烯对人体健康有多方面的潜在危害，特别是在长期和高浓度暴露的情况下。因此，采取有效的措施以减少操作人员与四氯乙烯的接触非常重要，以保障操作人员的健康和安全。

现针对标准方法样品前处理手工萃取方法的不足进行改进，使用全自动萃取装置与红外分光测定相结合的方式，对全自动萃取方式结果的检测限、准确度和精密度进行了验证。

## 2 实验部分

### 2.1 实验原理

在  $\text{pH} \leq 2$  的条件下，把所测水样用四氯乙烯萃取，之后测定水中油含量；用硅酸镁吸附去除萃取液中动植物油类等极性物质后，即测定石油类。植物油类的含量可以用油类减去石油类含量计算得出。

该试验由全自动萃取装置、红外分光测油仪和操作软件三部分组成。全自动萃取装置自动取样，使用萃取溶剂按设定萃取比例，以气流扰动湍流萃取技术将水体中的油类萃取出来，再将萃取溶液通过油水分离膜过滤装置除水除杂质后导入比色皿中，由红外分光测油仪对萃取溶液中的油类含量进行分析检测。

### 2.2 主要仪器和设备

#### 2.2.1 主要仪器

OIL-460型红外测油仪；萃取装置；石英比色皿(4 cm)。

#### 2.2.2 试剂

红外用四氯乙烯中石油类溶液标准物质(1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，GBW(E)136755)；四氯乙烯中石油类标准物质(54.6

$\mu\text{g}/\text{mL}$ )，BW 021001S)；无水硫酸钠；四氯乙烯；盐酸(1+1)。

### 2.3 实验步骤

#### 2.3.1 标准曲线的制作

准确移取 10.00 mL 红外用四氯乙烯石油类溶液标准物(1 000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )于 100 mL 容量瓶中以四氯乙烯定容，摇匀作为标准使用液备用，有效期为 24 h。

分别准确移取 0.00 mL，2.50 mL，5.00 mL，7.50 mL，10.00 mL，15.00 mL，20.00 mL，上述标准使用液于 7 个 25 mL 容量瓶中，以四氯乙烯定容，摇匀备用。标准系列质量浓度分别为 0.00 mg/L，10.00 mg/L，20.00 mg/L，30.00 mg/L，40.00 mg/L，60.00 mg/L 和 80.00 mg/L。用全自动萃取装置与红外测油仪组合建立标准曲线。(见表 1)

#### 2.3.2 方法检出限、测定下限

按照样品分析的步骤，使用全自动萃取装置与红外测油仪组合对空白样品进行 7 次平行测定。根据 HJ 168—2010《环境监测分析方法标准制修订技术导则》的方法，统计 7 次空白平行测定，其数值分别是 0.027 mg/L、0.029 mg/L、0.025 mg/L、0.031 mg/L、0.032 mg/L、0.028 mg/L 和 0.026 mg/L，其标准偏差为 0.0026，经计算得出：空白样品体积为 500 mL，四氯乙烯体积为 50.0 mL 时，使用全自动萃取装置组合测油仪测定的检出限为 0.008 mg/L，测定下限为 0.026 mg/L。

#### 2.3.3 方法准确度

向 500 mL 空白水样中分别加入 0.50 mL，1.00 mL，5.00 mL 和 10.00 mL 石油类标准使用液(GBW(E)136755)，配制成质量浓度分别为 1.00 mg/L，2.00 mg/L，9.90 mg/L 和 19.61 mg/L 的样品。使用全自动萃取装置与红外测油仪组合进行 6 次平行测定。统计每个浓度测定结果的相对误差，结果见表 2。

使用全自动萃取装置组合测油仪测试 4 种不同浓度配制样品的相对误差范围为 -7.90% ~ 5.95%，测定结果相对误差均在  $\pm 10\%$  以内，符合要求。

#### 2.3.4 方法精密度

向 500 mL 空白水样中分别加入 0.50 mL，1.00 mL，5.00 mL 和 10.00 mL 石油类标准使用液(GBW(E)136755)，配制成质量分数分别为 1.00 mg/L，2.00 mg/L，9.90 mg/L

表 1 标准曲线绘制结果

$\rho$ 石油类 / (mg/L)	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	60.00	80.00
吸光度	0.000	9.663	20.369	29.368	39.670	60.986	79.569
标准曲线	$y=1.002x-0.12214$ ( $r=0.9998$ )						

表2 全自动萃取装置组合测油仪测试配制样品准确度数据 (mg/L)

实验次数	配制样品质量浓度 (mg/L)							
	1.00		2.00		9.90		19.61	
	$\rho / (\text{mg/L})$	相对误差 / %	$\rho / (\text{mg/L})$	相对误差 / %	$\rho / (\text{mg/L})$	相对误差 / %	$\rho / (\text{mg/L})$	相对误差 / %
1	0.921	-7.90	1.942	-2.90	9.977	0.78	19.751	0.72
2	0.927	-7.30	2.119	5.95	9.637	-2.66	19.376	-1.19
3	0.958	-4.20	1.993	-0.35	9.735	-1.67	19.570	0.20
4	1.031	3.10	1.974	-1.30	9.813	-0.88	19.251	-1.83
5	0.976	-2.40	1.928	-3.60	9.561	-3.42	19.302	-1.57
6	0.988	-1.20	2.104	5.20	9.704	-1.98	19.023	-2.99

和 19.61 mg/L 的样品。使用全自动萃取装置红外测油仪组合进行 6 次平行测定。统计每个浓度测定结果的平均值、标准偏差以及相对标准偏差,结果见表 3。

表3 全自动萃取装置组合测油仪测试配制样品精密度数据 (mg/L)

实验次数	配制样品质量浓度 (mg/L)			
	1.00	2.00	9.90	19.61
1	0.921	1.942	9.977	19.751
2	0.927	2.119	9.637	19.376
3	0.958	1.993	9.735	19.570
4	1.031	1.974	9.813	19.251
5	0.976	1.928	9.561	19.302
6	0.988	2.104	9.704	19.023
平均值	0.967	2.010	9.739	19.379
标准偏差	0.041	0.082	0.145	0.255
相对标准偏差 / %	4.24	4.08	1.49	1.32

使用全自动萃取装置组合测油仪测定 4 种不同浓度范围配制样品的相对标准偏差范围为 1.32%~4.24%。

### 2.3.5 定值测试

使用全自动萃取装置与红外测油仪组合对标准样 BW 021001S 进行定值平行测试,定值结果分别是 52.26 mg/L 和 53.58 mg/L,平均值为 52.92 mg/L,定值的测定结果均在相应参考浓度 (54.6±2.73) mg/L 范围内。

## 3 结论

1. 采用全自动萃取装置建立的全自动萃取与红外测油仪组合的分析方法对工业废水和生活污水中的油

类含量的测定有很好的适用性。检出限为 0.008 mg/L,测定下限为 0.026 mg/L,检出限和测定下限测定值远远低于 HJ 637—2018 标准中的规定手工萃取与红外测油仪组合的方法中 0.06 mg/L 和 0.24 mg/L;油类质量浓度在 0.00~80.0 mg/L 范围内线性相关系数符合要求;准确度、精密度都满足相关质控要求;标样定值测试结果符合范围要求。

2. 相比 HJ 637—2018 中手工法萃取分析,采用自动萃取装置自动萃取分析工业废水和生活污水中的油类,萃取过程全自动化,自动完成进样、萃取、除水、分离、测量、排液以及清洗等操作,无需人员值守,一次运行可以连续分析 10 个样品,单次分析大约 7 min 左右可以完成,分析效率得到大幅的提高。自动萃取分析过程密闭运行,分析人员无需接触试剂,废气采用活性炭吸附处理,在避免产生环境污染的同时也有效地降低了四氯乙烯给操作人员带来的职业性危害。

## 参考文献:

- [1] 仇英伟,董亚玲.红外分光光度法测定水中油常见问题探讨及方法改进[J].技术研究,2023(07):73-75.
- [2] 戴巧玉,周恒,谷川.红外分光光度法测定水中石油类和动植物油类的方法验证[J].化工设计通讯,2020,46(12):162-163.
- [3] 生态环境部.水质石油类和动植物油类的测定红外分光光度法:HJ637-2018[S].北京:中国环境科学出版社,2018.
- [4] 杨钦明.四氯乙烯污染地下水厌氧—好氧型生物反应格栅修复技术研究[D].天津:天津大学,2016.
- [5] 本刊编辑部.首批有毒有害大气污染物名录发布[J].低温与特气,2019,37(01):33.



# 基于弹性波法的堤防混凝土面板脱空检测方法数值模拟研究

吕守航

(吉林省水利水电勘测设计研究院, 吉林 长春 130012)

**摘要** 堤防作为水利工程的一个重要组成部分, 水利工程能否正常运转离不开对堤防安全的保障。当雨季降水较多时, 面板底层的土体受流水的冲刷, 细小颗粒被带走, 下部介质体出现疏松, 逐渐形成脱空。脱空导致土体物理力学性质减弱, 增加溃坝风险。脱空早期难以被发现, 一般选择用物理探查的方法进行脱空检测。为验证弹性波探测方法结果的准确性, 本文基于弹性波法对混凝土面板脱空区检测进行数值模拟研究, 通过研究弹性波的传播规律, 得到脱空区数值模型的检测结果。

**关键词** 面板脱空; 弹性波场; 弹性波; 时频分析; 数值模拟

中图分类号: TP31

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0007-03

## 1 研究背景

堤防混凝土面板脱空多是受降水影响, 面板下的土颗粒受到冲刷, 细小土颗粒被流水带走所引起的。随着夏季汛期雨水的逐年增多, 洪水暴发的概率增大, 溃堤的事故多有发生, 严重威胁着人民群众的生命和财产安全, 只有及时地探测脱空区的存在, 尽早地对脱空区进行治理, 将脱空区域进行加固, 才能有效避免灾难的发生。

土体的缺失致使堤防工程存在无法预知的安全隐患<sup>[1-2]</sup>。堤防工程混凝土面板多数采用钢筋混凝土, 在进行面板脱空检测时, 利用电磁类检测方法, 钢筋对检测结果影响较大。本文所提弹性波法是一种探测混凝土面板脱空的无损检测方法, 具备快速检测、数据可快速处理等优点。检测时通过敲击震源产生弹性波, 弹性波被传感器接收, 形成波形曲线, 通过识别波形曲线的变化特征判断是否有脱空区存在<sup>[3]</sup>。

## 2 弹性波场数值模拟原理

### 2.1 弹性波场理论

弹性波属于应力波, 当介质受到外力干扰而打破自身平衡状态时, 介质在应力作用下发生形变, 形变将应力传递给相邻介质, 从而使振动在弹性介质中传播<sup>[4]</sup>。

波阻抗是指地震波在介质中的传播速度与介质的密度的乘积, 当地震波在均匀的介质中传播时, 地震波的振幅、速度及其方向均与原始状态相同。但是在各向异性层状介质中传播时, 由于介质的速度与密度改变, 层状介质的波阻抗不同, 地震波自震源向外传播,

地震波将逐层地发生反射、透射、折射, 透射波继续向下传播, 直到最底层的底面<sup>[5]</sup>。

### 2.2 正演模拟理论

正演模拟是通过数值模型模拟地质体的形状、产状和物性数据来观测模型所产生的地球物理效应的数值计算方法(数值模拟)。

弹性波正演方法主要有射线法和波动方程法<sup>[6]</sup>, 射线法可以准确地计算弹性波的传播路径和旅行时间等运动学特征, 波动方程模拟法主要考虑弹性波动力学特征, 能够更真实地模拟地层的弹性波场特征<sup>[7]</sup>。

本次数值模拟研究采用基于有限差分法的二维全波场数值方法进行模拟。有限差分法首先将模型网格化, 将模型划分为若干网格节点的集合体。基于差商和微商的相关性, 将弹性波方程中的微分形式转化为差分形式进行运算<sup>[8]</sup>。

### 2.3 弹性波法检测堤防混凝土面板脱空原理

堤防混凝土面板脱空实质是层状介质中包含了低速异常体, 由弹性波的传播规律可知, 在利用弹性波进行脱空检测时, 波传至层间时将产生反射、折射和透射波, 由于脱空的存在, 弹性波在脱空区域发生多次反射现象, 从而形成高频振荡, 并且脱空较浅时, 会导致弹性波返回地面的时间变化, 从而导致弹性波的接收时间变化, 弹性波的同相轴有断开、下沉的现象。

当弹性波传至低速异常体角点处时, 弹性波将产生绕射, 随着探测点与脱空的相对位置由远及近, 绕射波同相轴发育为双曲线型, 弹性波、绕射波将在脱

空叠加使波场复杂化,波形记录出现异常震荡,并且对应位置记录能量有所增强。堤防混凝土面板发生脱空的状态对振动信号的特征会有相关影响,当面板下部出现脱空时,采集到的振动信息最大振速变大,主频降低,振动持续时间增加。

### 3 构建模型

#### 3.1 数值模拟软件的操作

Tesseral 是一款基于有限差分理论进行数值模拟的全波场模拟建模程序,允许用户构建二维的密度—速度地质剖面模型,输入地球物理参数,定义纵波和横波的速度及介质密度值。它可以模拟物理参数复杂的模型,包括介质速度、密度呈梯度变化,薄互层各向异性介质等。软件可自定义地震观测系统,包括偏移距、采样率、采样长度及道间距等。

Tesseral 同时支持利用其他软件生成的网格数据建立数值模型。计算模块计算合成波形和波场快照,计算模块支持计算多种波动方程,主要包括声波方程模型、弹性波动方程模型,各向异性弹性波动方程模型等。

#### 3.2 数值模型的构建

利用建模器创建模型,定义模型边界、大小,对不同介质进行分区,设置介质横波速度、纵波速度以及介质密度,其中介质波速可设置为梯度变化。

在炮点页设置震源激发类型、炮点排列,设定炮集数与炮间距,定义震源主频和子波类型,在观测系统页输入观测系统参数,设置检波器个数与道间距,同时定义首道位置,定义采样间隔和采样长度。

模型设置完毕后,进入全波场设置界面,设置所需波动方程,点击运行,进行数值模拟运算,运算结束后将波场快照数据及模拟数据进行保存,进行进一步数据处理。

在进行堤防混凝土面板脱空弹性波检测模拟时,由于建立的数值模型存在边界,当弹性波传播到边界时将会产生反射,对接收到的地震信号产生干扰,因此,在数值模拟的过程中用吸收边界的方法对边界进行处理。

为研究检测过程中有脱空所体现的检测结果,构建数值模型进行模拟。本次数值模型长 200 m,深度 50 m。模型分三层,第一层模拟混凝土面板,第二层土体,第三层高速体。为进行对比,首先建立无异常体模型,后建立有异常体模型,低速异常体模拟脱空,异常体长 1 m,高 1 m。数值模型如图 1 所示。

#### 3.3 弹性波场数值模拟分析

为有针对性地了解弹性波的传播规律,建立正确的试验方向,利用数值模拟软件对数值模型进行弹性波场数值模拟,数值模拟以主频 200 Hz 雷克子波为震源,采样率设置为 0.2 ms,将震源放置于异常体的正上方。

通过波场快照分析可知,当混凝土面板下无脱空时,弹性波以激发点为起点,均匀向四周传播,由于介质在竖直方向速度渐变,因此波形呈椭圆弧状向周围扩散,纵波、横波能够较清晰地分辨。

当混凝土面板下有脱空时,波处于较长时间的高频震荡状态,在空洞的作用下能量出现衰减,传播的过程中弧顶消失,波传至低速异常体位置时将产生绕射,弹性波和低速异常体产生的绕射波将在脱空位置叠加,产生复杂的波场。波振幅衰减较大,能量削弱较快,可作为判定脱空的一项参数。

#### 3.4 弹性波数值模拟波形记录分析

波形记录数值模拟采样率 0.2 ms,采样总时长为 0.2 s,偏移距为 2,主频为 200 Hz 的雷克子波做震源。为研究有脱空时波形记录的特征和无脱空时波形记录的区别,对有脱空和无脱空波形记录进行对比分析,利用软件抽取共偏移距得到共偏移距波形记录。处理后的波形记录如图 2 和图 3 所示。

通过对脱空波形记录进行分析可知,第一次弹性波理论到达时间 25.5 ms,与数值模拟中同相轴位置相符合,提取共偏移距所得的弹性波记录剖面在走时上未发生变化,因此可确定建立的数值模型是可靠的。

通过对脱空波形记录进行分析可知,脱空的存在导致弹性波传播路径受到干扰,以脱空为中心在弹性波记录中形成弧状,在脱空弹性波发生多次震荡。因此,

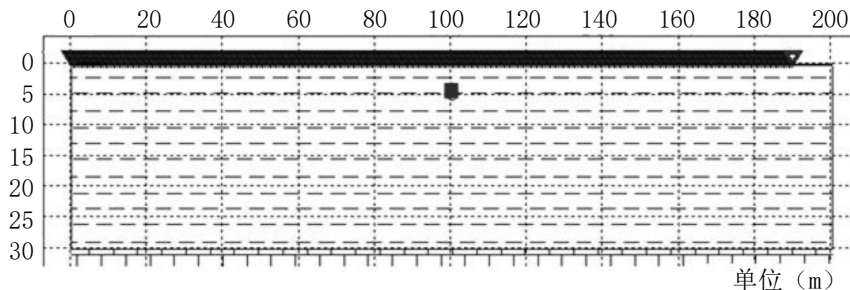


图 1 水平层状模型示意图

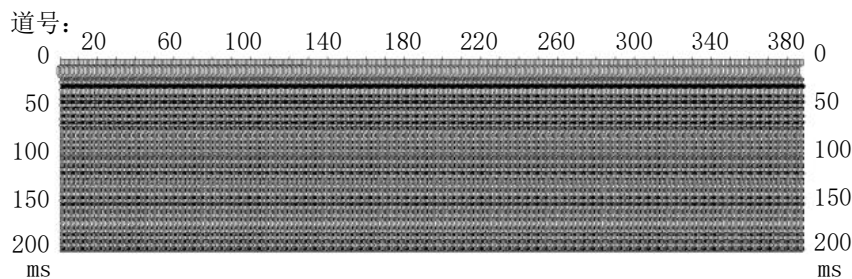


图 2 无脱空的数值模拟波形记录

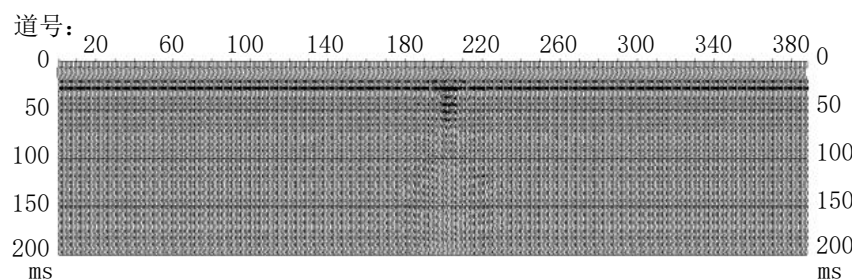


图 3 有脱空的数值模拟波形记录

通过分析弹性波记录波形的震荡以及绕射弧也可以判断脱空的存在。

### 3.5 弹性波数值模拟波形时频分析

将有脱空区域和无脱空区域单道波形记录进行提取,将波形记录导出为文本,利用基于 matlab 的 AOK 时频变换工具进行时频分析,分析弹性波在波形记录中不同时段波的分布规律。

将无脱空地地震波形记录进行时频分析可知,地震波形记录在 0.01 s 处有一能量团,主频率集中在 60 Hz,时间持续到 0.05 s。同时伴随短暂的高频成分,持续时间为 0.01 s 左右,说明在无脱空的介质中,弹性波高频持续时间较短。

将有脱空地地震波形记录时频分析可知,波形出现长时间的高频震荡现象,主频振幅增大,瞬时能量较强。波场是多种频率弹性波叠加状态,波场较复杂。

## 4 结论

1. 通过对弹性波场的数值模拟分析可知,弹性波在层状均匀介质传播过程中,纵波和横波以及弹性波能够很好地识别,弹性波同相轴连续,各个波的能量由中心点出发向外逐渐减弱。在脱空区域弹性波产生高频振荡,弹性波能量衰减,传播的过程中弧顶消失,波传至低速异常体位置时将产生绕射,局部产生多次反射并产生绕射弧,并出现多种频率叠加的现象,产生复杂的波场。

2. 通过数值模型波形记录研究可知,以脱空为中

心,在弹性波记录中产生绕射弧,同相轴发生错动,在脱空区弹性波发生多次震荡,与无脱空相比,波形衰减较慢。

3. 通过数值模拟单道波形记录时频对比分析可知,无脱空时,波的成分单一,且持续时间较短,而脱空区域出现较长时间的高频振荡,且能量比较强,波场由多种波叠加。

4. 弹性波法通过波场分析、波形记录和单道记录时频分析确定了弹性波法对堤防混凝土面板脱空检测的可行性,可利用单道波形记录的变化特征和弹性波时频分析中弹性波频率的变化特征判定脱空的存在。

### 参考文献:

- [1] 魏孟茜.浅析强化堤防管理确保水利工程安全[J].工程建设与设计,2017(20):166-167.
- [2] 吕宇航.基于弹性波法的道路下方脱空区探测方法研究[D].长春:吉林大学,2018.
- [3] 吕宇航.基于弹性波法的输水隧洞衬砌脱空检测方法试验研究[J].科学技术创新,2020(09):137-138.
- [4] 同[2].
- [5] 孙茂锐,丁昕,等.近地表隐伏断层地震波场响应特征与初至波成像应用研究[J].地质与勘探,2023(59):1043-1053.
- [6] 黄蔚森.时域地震波有限差分正演与自由表面边界的研究[D].南昌:东华理工大学,2023.
- [7] 梁展源.非均匀介质弹性参数地震波形反演方法研究[D].青岛:中国石油大学(华东),2020.
- [8] 同[2].

# 基于 BIM+GIS+IOT 技术的智慧工地平台在快速路中的应用研究

兰光明<sup>1, 2</sup>, 徐朋静<sup>1</sup>, 陈陟林<sup>1</sup>, 孙文淮<sup>1</sup>

(1. 赣州建工集团有限公司, 江西 赣州 341000;  
2. 江西中煤建设集团有限公司, 江西 南昌 330000)

**摘要** 为全面贯彻落实建筑业高质量发展要求, 相关单位应以提升工程质量安全水平、构建和谐文明工地为主线, 坚持问题导向和目标导向, 构建数字化、精细化、智慧化的现代化管理理念。本文以在建项目为试点, 研究开发了一种适合中心城区快速路建设并具有显著推广意义的 BIM+GIS+IOT 技术的智慧工地平台, 突破智慧工地尤其是安全管理领域应用的关键技术, 旨在对进一步深化应用智慧工地, 最大限度地通过信息化、数字化、智能化手段推进工程建设降本增效具有积极的借鉴意义。

**关键词** BIM+GIS+IOT; 智慧工地; 中心城区; 数字化

**中图分类号**: TU17

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0010-03

近些年, 为适应时代发展的新要求, 建筑行业逐步向工业化、智能化、数字化发展转型已迫在眉睫。2020年7月, 住建部、国家发改委等13部门联合下发《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》<sup>[1]</sup>, 从加快建筑工业化升级、加强技术创新、提升信息化水平、培育产业体系等7个方面<sup>[2]</sup>明确提出了推动智能建造与建筑工业化协同发展的工作任务。为此, 建筑行业中各种智慧工地系统应运而生。智慧工地系统是一种信息化的工地管理模式<sup>[3]</sup>, 通过综合运用各种信息化技术实现高效、实时、科学的管理。然而, 当前智慧工地还存在信息“孤岛”、应用碎片化等问题, 应用产生的各类数据之间并无联系, 无法深层次挖掘更大价值, 管理部门无法及时、真实、全面地掌握现场情况。本文针对目前智慧工地建设存在的问题, 介绍一种适合中心城区快速路建设的 BIM+GIS+IOT 的智慧工地平台, 该智慧工地平台系统的应用, 实现了项目 BIM 模型与 GIS 地图信息精准融合、全过程 IOT 技术的数据支持, 对于推广智慧工地系统具有一定的指导价值。

## 1 现有智慧工地平台主要存在的问题

### 1.1 从技术角度看, 以单技术应用为主, 多技术融合应用不够

在 BIM、GIS 或者 IOT 的单点技术应用上, 目前已经有大量研究成果和成功应用案例, 如基于 IOT 的大型施工设备安全监测、人员车辆违章识别, 基于 BIM 技术的安全技术交底、现场布置等。但对多种技术的

融合应用远远不够, 如精细 BIM 三维模型与二维数字地图和定期更新的三维倾斜影像 GIS 信息融合可以为路桥工程施工提供更精准及时的现场把控, BIM 三维模型与实时物联传感数据和特定大数据分析算法结合可以在精准感知的基础上提供更有有效的施工安全辅助分析和决策功能等。

### 1.2 从使用角度看, 场景复杂、重复建设、使用繁琐等弊端明显

施工现场都是临时场地, 由于现场作业面大, 极易造成管理沟通不畅, 光纤被挖断导致数据无法传输甚至设备损坏, 或者监控的位移造成现场画面丢失或监控位置错位等各类问题。因此, 施工现场各种不确定因素和复杂的应用场景是造成当前智慧工地应用难的主要挑战之一。除此之外, 目前在智慧工地系统建设领域, 相关监管部门建设有各自的平台, 数据也未实现打通, 造成项目部数据重复录入, 增加项目现场人员工作量。同时, 由于参与智慧工地建设的单位众多, 很容易造成后期出现问题在运维上相互推诿扯皮的现象。

### 1.3 从应用成效角度看, 大部分功能点不够深入, 未形成有效管控闭环

无论是进度管理, 还是质量管理、安全管理等施工过程中主要管控环节, 均应该基于先进信息技术构成有效的闭环管控。而现有智慧工地系统普遍具有物联现场感知分析与数字化业务过程脱节的不足, 更多的是将传统的工地管理信息化应用系统与当前基于物联网的感知监测系统两者简单拼接, 而不能为以安

全管理等关键应用场景提供一个完整彻底的闭环管理解决方案。

## 2 基于 BIM+GIS+IOT 技术的智慧工地平台主要研究内容

### 2.1 基于 BIM+GIS 数据底盘的工程主数据管理技术研究

通过梳理工程施工过程中各物联网设备设施、各相关信息系统中的数据资源，建设主数据管理平台，实现各种来源数据的数据采集、数据治理、数据存储、数据管理及数据共享，在此基础上以 BIM+GIS 为数据底盘，建立覆盖工程全生命周期的物联数据库<sup>[4]</sup>、企业基础数据库、智慧建造主数据库和各业务数据库，并根据业务应用需求，建立面向高层领导、中层管理人员、基层业务人员的问题模型，为企业各个工程项目提供一致的数据存储、管理和应用服务。

### 2.2 开放和可扩展的丰富物联网设备支持能力建设

从数据安全、数据资产等角度考虑，各类公有 IOT 云服务平台不能满足公司信息化建设要求。课题将针对道路桥梁工程项目特点，面向当前及未来的各类具备物联能力的设备设施接入和管控需求，建设一致、开放、可扩展且具智能分析能力的私有 IOT 云平台，实现物联网设备的接入、分析、管控和可视化呈现。

### 2.3 基于大数据和 AI 的施工安全异常诊断和风险预警方法研究

基于智慧建造平台接入的大量物联监测设备数据，应用人工智能和大数据分析手段，研究物联时序数据的异常检测和风险预警关键技术，突破传统固定阈值判定异常的限制，为施工安全、质量管控等提供更有效的风险预警。

### 2.4 BIM+GIS+IOT 智慧工地综合服务平台架构

平台设计兼顾数据存储与数据计算功能，以满足不同用户单位在数据存储与服务计算方面的需求；平台并行处理技术，以适应平台处理海量数据的需求，同时采用分布式缓存技术，以有效降低后台服务器的压力<sup>[5]</sup>，加快系统的响应速度。

平台架构兼顾公司层面和项目层面的各自需求，定制响应的计算与服务，满足工程管理、质量监管和智能数据应用等各种高级应用。

## 3 基于 BIM+GIS+IOT 技术的智慧工地平台的应用

### 3.1 应用项目概况

某快速化改造工程项目为赣州市中心城区“四横六纵一环”快速路网重要组成部分，是赣州市目前首次采用预制装配式盖梁、预制装配式墩柱的项目，全

长约 7.1 km，辅路长 6.65 km，全线包含高架主路、地面辅路、4 对出入口匝道、1 处“T”型互通立交与 1 对定向匝道等。

该项目为改造项目，其专业繁多、工作面广、协同效率低、品质要求高。项目位于城市中心城区，沿线交通流量大，人员密集，社会影响及安全压力大。周边多条干道正在施工，车辆绕行困难，在施工路段必须保证双向四车道通行。

公司为加快企业建设项目信息化、精细化、智能化管控等硬件技术的开发，获得自主知识产权和自主品牌，助推公司全面实现信息化、精细化、智能化管理，提升公司建筑业信息化技术水平，改变公司目前智慧工地存在的独立、局部和分散的现状，以该项目为试点建设项目级 BIM+GIS+IOT 的智慧工地平台，利用 GIS 信息数据，将完整的 BIM 模型与 GIS 信息数据融合，完成一体化管理与分析，以实现高效率、高品质智慧建造。

### 3.2 BIM 技术应用

#### 3.2.1 三维场地布置

在施工前，通过 BIM 技术进行三维场地布置，对场地功能分区在可视化场景下进行合理规划。本项目主要包含临建宿舍及办公区、桥梁上部结构及下部结构预制场。

#### 3.2.2 全线道路桥梁模型创建

将桥梁内部结构、外部结构以三维模型的形式进行表达，并将与桥梁道路相关的设计信息、施工信息、运维信息都附着在模型上进行管理。在此基础上，通过碰撞检测、减少设计中的错漏缺碰，提高设计精确度和效率，进行工程量统计<sup>[6]</sup>、物料管理，避免施工过程中的资源浪费。

#### 3.2.3 BIM 技术交底

基于项目的三维 BIM 模型，可以对重难点施工节点、施工关键环节进行三维可视化交底。利用 BIM 技术呈现技术方案的诸多细节以及技术复杂点，使施工重难点部位均能够直观、清晰、多角度地交底，降低设计意图传递的门槛，有效消除沟通隔阂，同时，在可视化施工技术交底的基础上，提前预见问题，确保施工过程中的质量和安全。

#### 3.2.4 交通导改

利用 BIM+GIS 三维可视化模型进行交通模拟，在三维模型上进行施工过程中交通导改的多方案模拟对比，确定最佳交通导改方案。可视化展现立交设施布设、车辆分流、机械设备布设，对降低交通事故率、优化立交设施布设、合理规划施工点等具有重要作用。

### 3.3 智慧决策应用

基于精细BIM三维模型与二维数字底图、三维倾斜影像GIS信息的精准融合,集成项目建造过程中质量、安全、进度、成本等业务数据,并通过数据统计、数据分析等功能,向领导、管理决策者提供可视化的数据统计结果,辅助管理决策者掌握项目总体情况,进行项目决策。

### 3.4 智慧管理应用

基于IOT技术提供的实时监测数据和BIM模型提供的场景精准位置,可以获取更精准的监测信息,更好地保障施工现场安全;采用WebGL、3DTiles等先进的二三维一体化数据可视化技术,平台具备出色的多端支持能力。

质量管理便捷化。融合主流传统项目管理系统的核心内容,将分项工程BIM模型作为载体,通过平台完成基础数据录入及流程上报审核,依靠数据融合、数据分析<sup>[7]</sup>、智能算法形成全新的基于BIM技术的项目管理平台,以处理项目的质量控制管理。在施工期间及时发现的质量问题,平台同步挂接对应位置模型信息,落实检查整改位置,整改过程具有强归纳性、强阅读性、可追溯性。

进度管理可视化。基于BIM模型,形成基于BIM模型的项目二维、三维形象进度展示以及全线工程进度的跟踪、预警;通过建立BIM模型和管理流程的联系和规则,进行进度计划模拟、建设进度跟踪、形象进度分析、4D施工进度管理、三维可视化应用<sup>[8]</sup>,最终实现对施工进度、资源调配、场地布置有效科学动态优化配置,全面掌握项目建设施工进度情况。

安全管理数据化。通过IoT设备信息与BIM模型定位关联,实时运行状态数据可视化面板,历史数据、累计数据可视化及查询,AI监测识别结果融合显示,增强IoT数据可视化,快速定位到项目具体点位,将实时信息和预警信息与项目智慧工地管理平台互联互通<sup>[9]</sup>,并实现一个平台多端口查看监控视频,网页+手机APP实时查看。

流程管理无纸化。流程管理以表格引擎、CA集中式认证等技术为支撑,实现业务表单及流程的自定义快速配置和CA认证融合,满足各级管理部门要求,实现项目数字化管理,全过程业务流程管理的线上化、无纸化、协同化。

实现“数字孪生+工程管理”的融合应用。以工程分解结构为核心,以BIM模型为信息载体,关联施工过程中的各项业务数据,实现“数字孪生+工程管理”的融合应用。

## 4 结束语

本项目研究开发及应用的基于BIM+GIS+IOT技术的智慧工地平台和现有的智慧工地系统相比,具有如下显著优势或特色:

1. 实现精细BIM三维模型与二维数字底图、三维倾斜影像GIS信息的精准融合,可以为本工程施工提供更精准及时的现场把控。

2. 基于IOT设备提供的实时监控数据和BIM模型提供的场景精准位置,通过时序数据和时空多维度数据智能分析技术,可以实现比传统的阈值检测更有效的大型施工设备异常状态侦测,更好地保障施工现场安全。

3. 采用WebGL、3DTiles等先进的二三维一体化数据可视化技术,系统具备出色的多端支持能力,无论是大屏、台式机,还是手机、Pad或者VR设备,一套代码提供无缝一致的操作使用体验,且具备良好的三维BIM+GIS展示能力。

4. 以BIM+GIS为数字底座统一规划数据,并实现开放可扩展的私有物联网设备管理云平台,系统整体具有更好的兼容性和可扩展性,除结合工程外,可平滑迁移至其他工程项目,具有良好的推广复制性。

总体而言,本项目针对中心城区快速化改造工程研究及应用的BIM+GIS+IOT技术的智慧工地平台是对新发展理念、新管理模式、新业务流程、新治理环境的重要实践,对促进工程施工组织管理转型,增强企业综合竞争力具有十分重要的意义。

## 参考文献:

- [1] 吴景山,孙起.新时期我国建筑节能与绿色建筑立法需求分析与对策研究[J].建筑科技,2021(19):12-16.
- [2] 杨泰.智慧工地的应用与评价:以医疗储罐建设项目为例[D].绵阳:西南科技大学,2023.
- [3] 李禾.提升“中国建造”核心竞争力这份文件圈出七大重点任务[N].科技日报,2020-08-11(05).
- [4] 项晓薇.基于大数据的钦州市规划管理信息系统应用研究[D].黑龙江:哈尔滨工业大学,2019.
- [5] 游侠.基于云会计的新三板信息平台构建研究:以Blue公司云会计应用为[D].浙江:杭州电子科技大学,2017.
- [6] 王海滨.BIM技术在三峡库区深水靠船墩锚地设计中的应用[J].中国水运:上半月,2023(01):104-106.
- [7] 淡孟麟,席望平,谢尚乐,等.浅谈BIM技术对土建类学生的影响[J].砖瓦世界,2022(15):220-222.
- [8] 智鹏.基于BIM的铁路建设管理平台及关键技术研究[D].北京:中国铁道科学研究院,2018.
- [9] 王立,黄印.“互联网+”智慧工地建设方案[J].四川水力发电,2019,38(06):10-13,17.

# 110 kV 变电站与 T 接线路在渔光互补集中式光伏电站中的并网施工技术研究

卞宁宁

(苏州阿特斯新能源发展股份有限公司, 江苏 苏州 215000)

**摘要** 渔光互补集中式光伏电站将光伏发电与水产养殖相结合, T 接线路作为连接光伏电站与电网的主干线路, 设计与施工技术至关重要。本文介绍了渔光互补集中式光伏电站的特点与应用场景, 以及集中式光伏电站的系统架构与电力输出方式; 阐述了 110 kV 变电站的设计与施工要点, 深入探讨了 T 接线路的设计与施工技术, 介绍了渔光互补光伏电站的并网技术, 并给出了并网技术测试结果, 显示各项指标均达到或超过规定标准。

**关键词** 110 kV 变电站; T 接线路; 渔光互补集中式光伏电站; 并网施工技术

中图分类号: TM7

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0013-03

在渔光互补光伏电站的建设中, 110 kV 变电站作为电能汇集与转换的核心, 承担着将光伏电站产生的大量直流电能转换为交流电能, 并安全、稳定地输送到电网的重任。而 T 接线路作为变电站与光伏阵列之间的连接纽带, 其设计、施工与运维质量直接关系到整个光伏电站的并网效率。因此, 研究 110 kV 变电站与 T 接线路在渔光互补集中式光伏电站中的并网施工技术具有重要的理论意义和实践价值。

## 1 渔光互补集中式光伏电站概述

### 1.1 渔光互补模式的特点与应用场景

渔光互补模式最显著的特点是资源互补。通过在水面上架设太阳能电池板, 既使原本闲置的水面空间得到了利用, 又减少了土地资源的占用。渔光互补也有助于通过水质的改善来提高养殖的产出<sup>[1]</sup>。这种渔光互补的模式, 让当地经济获得了“双丰收”。一方面, 可以源源不断地产生清洁电力, 为当地提供稳定的能源供给。另一方面, 渔业养殖也给养殖户增加收入提供了一个新的渠道。

在淡水养殖区, 通过渔光互补模式, 可以充分利用池塘、湖泊等水面资源, 实现太阳能发电和水产养殖的双重目标。沿海海域海水资源丰富, 光照条件好, 是理想的渔光互补模式应用区域。通过将光伏电站建在海面或沿海滩涂上, 既能为当地提供清洁电能, 又可使海水养殖业得到发展。

### 1.2 集中式光伏电站的系统架构与电力输出

集中式光伏电站电池板的系统架构中, 逆变器负责将光伏电池组产生的直流电转换为交流电。变频器具有智能控制功能, 可以根据电网负载自动调整输出

功率。变压器将电能通过输电线路输送到用户端, 用于将变频器输出的交流电升压到电网所需电压等级。开关柜对光伏电站包括断路器、隔离开关、熔断器等各部分设备集中控制和保护, 确保电站运行安全可靠。监控系统是电站的大脑, 实现对电站运行情况的精确监控和管理, 实时监控和计算光伏电站的各种数据。

## 2 110 kV 变电站的设计与施工要点

### 2.1 变电站选址与环境影响分析

变电站选址在亘古屯镇, 该区域为鱼塘, 地形相对平坦, 海拔较低, 有利于变电站的建设和运行。然而, 由于鱼塘的存在, 地质条件相对复杂, 需要进行详细的地质勘探, 确保地基稳定, 避免后期运行中出现安全隐患<sup>[2]</sup>。地质勘探深度不小于 20 m, 地基承载力不小于 200 kPa, 与居民区距离不小于 300 m, 电磁辐射标准符合国家《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014), 噪声控制标准不超过 55 dB(A)。

### 2.2 主变压器的选型与容量设计

有载调压变压器具有电压调节范围大、调节平滑、无需停电等优点, 适用于负荷变化较大的场合。本项目中, 由于光伏发电的波动性较大, 选用有载调压变压器。

主变压器的容量需根据负荷需求进行确定。本项目中, 光伏区容量为 50 MW/60 MWp, 考虑到一定的负荷增长和备用容量, 选用 55 MVA 的变压器可以满足需求。该容量能够在光伏发电效率较低的情况下让电网保持稳定。

### 2.3 高压开关设备的配置与布置

武清亘古屯渔光互补项目中的 110 kV 变电站需配



置高压开关设备,并进行设备布置。根据变电站的规模和需求,本项目配置了一套完整的高压开关设备,包括断路器、隔离开关、接地开关、避雷器等。这些设备具有高性能、高可靠性、易维护等特点,可以满足变电站的运行需求。项目中,高压开关设备布置在变电站的南侧,远离居民区,断路器型号户外高压真空断路器,额定电压110 kV,额定电流不小于2 000 A,开断电流不小于31.5 kA,避雷器型号金属氧化物避雷器,残压不大于250 kV。

### 3 T 接线路的设计与施工技术

#### 3.1 T 接点的结构设计与施工要点

在T形接合部中,柱主筋定着部的设计应符合特定的规范,例如柱梁接合部的横补强筋和间隙筋的配置<sup>[3]</sup>。T形接合部的耐力余裕度应大于等于1.0,并且其设计应满足特定的公式。抗剪强度计算公式:

$$V_u = \phi \times (V_c + V_s) \quad (1)$$

式(1)中, $V_u$ 为设计抗剪力; $\phi$ 为强度折减系数; $V_c$ 为混凝土提供的抗剪力; $V_s$ 为钢筋提供的抗剪力。

T接点处具有较高的绝缘强度,以防止在正常及异常工况下发生击穿或闪络。通常,绝缘子串的选择需考虑系统最高工作电压、操作过电压及雷电过电压等因素,确保在最大操作过电压下,绝缘子串的闪络电压裕度不低于15%。横补强筋的布置旨在提高节点区的横向约束,减少裂缝开展,其直径一般选用与梁主筋相同或稍小的规格,间距则根据节点受力分析及设计规范确定,常见间距为100 mm至200 mm之间。这些补强筋沿梁宽均匀分布,且应穿过柱截面,形成封闭的箍筋框架,以增强节点核心区的整体性。

间隙筋(或称拉筋)的设置则用于连接横向补强筋,形成网格状构造,其直径通常为6 mm至8 mm,间距与补强筋相同,让节点区钢筋骨架更加稳定。强度折减系数则考虑了材料性能的不确定性、施工误差等因素,一般取0.8至0.9之间,以确保设计的安全性。混凝土提供的抗剪力部分,通过混凝土的抗压强度和有效剪压区高度计算得出,通常这部分贡献约占设计抗剪力的30%至50%,钢筋提供的抗剪力则由节点内所有参与抗剪的钢筋(包括梁纵筋、箍筋、补强筋等)的截面面积、屈服强度及有效应力状态共同决定。

#### 3.2 线路走廊的选址与规划

线路走廊应避免地震断裂带、滑坡、泥石流等地质灾害易发区域,选址时需考虑对生态环境的影响,尽量避开自然保护区、风景名胜区等敏感区域,减少对环境的破坏。线路走廊规划需与当地城乡发展规划相协调,避免与城市扩张、交通建设等产生冲突。根

据选址原则,结合地形地貌、气象条件、交通状况等因素,初步确定几条可行的线路走廊方案。通过技术经济比较,选出最优方案。根据导线风偏、安全距离等因素,确定线路走廊的宽度。走廊宽度应满足施工、检修及未来扩建的需要。

#### 3.3 导线、杆塔与绝缘子的选型

导线应具有良好的导电性能和耐热性能,以减小电能损耗和提高线路传输能力。导线需承受自重、风压、覆冰重量及短路电流产生的电动力等机械负荷。选用JL/G1A-300/40型钢芯铝绞线。其中,“JL”表示铝绞线,“G1A”表示普通强度钢芯,“300”表示铝线部分截面积为300 mm<sup>2</sup>,“40”表示钢芯截面积为40 mm<sup>2</sup>。导线在20℃时的直流电阻不大于0.077 Ω/km,最大载流量(环境温度30℃,风速0.5 m/s)可达约800 A,满足光伏电站的大电流传输需求。抗拉强度不低于360 MPa,弹性模量约为200 GPa,能够承受较大的风压和覆冰荷载。

导线表面采用铝锌合金镀层,耐腐蚀性能优异,预期使用寿命可达40年以上。以Z1型直线塔为例,塔高约为30 m,根开(塔脚间距)约为8 m,主材采用Q345B低合金高强度结构钢,规格为∠125×125×10(等边角钢)。设计风速取30 m/s,覆冰厚度取10 mm,垂直档距按400 m考虑,水平档距按350 m考虑,确保杆塔在各种恶劣天气条件下均能保持稳定。

绝缘子选用XP-160型盘形悬式玻璃绝缘子。工频干闪络电压不低于450 kV,工频湿闪络电压不低于380 kV,满足110 kV电压等级的光伏电站绝缘要求。机械破坏负荷不小于100 kN,抗拉强度满足长期运行需求。玻璃绝缘子表面光滑,不易积污,自洁能力强,可长期保持较高的绝缘水平。每串绝缘子数量根据塔型、档距及导线分裂数确定,一般每相配置7至9片,确保足够的电气间隙和机械强度。

### 4 渔光互补光伏电站的并网技术

#### 4.1 并网点的选择与技术要求

在渔光互补光伏电站的建设中,并网点的电压等级应与光伏电站的输出电压等级相匹配,以确保电能传输效率。对于本项目中的110 kV变电站,通常选择直接并入同电压等级的电网主干线。并网点应选择电网结构稳定、负荷较轻的区域,以减轻光伏电站接入对电网的冲击,确保电网稳定运行<sup>[4]</sup>。尽量缩短光伏电站与并网点的电气距离,减少线路损耗和电压降。并网点电压波动应在允许范围内,通常不超过额定电压的±10%。电网频率应与光伏电站输出频率保持一致,偏差不得超过±0.2 Hz。光伏电站并网应满足电网对谐



波的限制要求，确保不对电网造成谐波污染。光伏电站应具备无功补偿能力，确保并网运行时的功率因数不低于 0.95（滞后）。

#### 4.2 光伏发电系统与电网的同步技术

实现稳定并网的关键在于光伏发电系统与电网的同步。同步技术主要有频率同步三种技术。光伏电站与电网频率同步，是通过逆变器内置的锁相环（PLL）电路实现的。PLL 可以对电网频率的变化进行实时跟踪，并对逆变器的输出频率进行调整，使之与电网频率相吻合。在并网前，逆变器需要对电网相位进行检测，并对光伏电站输出的电流相位进行调整，使之同步于电网电压相位，从而实现并网<sup>[5]</sup>。这一般通过 PLL 电路来实现，以保证在并网的瞬间不会产生冲击电流。逆变器会对电网电压的幅值、相位等进行检测后再并网，光伏电站的输出电压也会根据这一点进行调整，以保证与电网电压的输出一致。频率同步精度应在 ±0.01 Hz 以下，相位同步精度应在并网瞬间冲击

电流额定电流 10% 以下。检测到电网参数变化后，逆变器应能迅速调节输出，响应时间不大于 10 ms。

#### 4.3 并网逆变器的选择与配置

并网逆变器是光伏电站与电网之间的接口设备，其性能直接影响光伏电站的并网稳定性。逆变器应具有较高的转换效率，以减少能量损失。目前市场上主流逆变器转换效率可达 98% 以上。逆变器应具备快速、准确的 MPPT 能力，以充分利用光伏电池的输出功率。逆变器应具备过压、欠压、过流、孤岛保护等功能，确保电网和光伏电站的安全运行。逆变器应具备远程监控、故障诊断、自动重启等智能化功能，提高运维效率。

对于本项目中的 50 MW/60 MWp 光伏区，可选用多台大容量并网逆变器并联运行。每台逆变器容量可为数兆瓦级，具备上述所有功能。逆变器应均匀分布在光伏区内，以减少电缆长度和损耗。渔光互补光伏电站的并网技术测试结果见表 1。

渔光互补光伏电站的并网技术测试结果表现优异，

表 1 渔光互补光伏电站的并网技术测试结果

测试项目	测试指标	测试结果	单位
并网点电压等级	与光伏电站输出电压等级匹配	是	-
并网点电压波动	不超过额定电压的 ±10%	±5%	%
电网频率偏差	不超过 ±0.2 Hz	±0.1 Hz	Hz
谐波限制	满足电网要求	是	-
功率因数	不低于 0.95（滞后）	0.98	-
频率同步精度	小于 ±0.01 Hz	±0.005 Hz	Hz
相位同步精度	小于 1°	0.5°	°
并网瞬间冲击电流	小于额定电流的 10%	5%	%
逆变器响应时间	不超过 10 ms	5 ms	ms
逆变器转换效率	主流市场可达 98% 以上	98.5%	%
MPPT 能力	快速、准确	是	-
保护功能	过压、欠压、过流、孤岛保护	是	-
智能化功能	远程监控、故障诊断、自动重启	是	-

各项指标均达到或超过规定标准，显示光伏电站与电网的并网稳定性高，电能传输效率高，且具备较高的安全性和智能化水平。

#### 5 结束语

变电站选址于白古屯镇鱼塘区域，地形平坦，有利于建设和运行。选用有载调压变压器，适应光伏发电的波动性，电压调节范围大、调节平滑、无需停电。主变压器容量为 55 MVA，满足光伏发电效率较低时电网的稳定需求。线路走廊选址避开地质灾害易发区域和敏感生态区域，与当地城乡发展规划相协调。该光伏电站与电网的并网稳定性高，电能传输效率高，且具备较高的安全性和智能化水平。

#### 参考文献：

- [1] 毛洪山. 盐城滨海润电“渔光互补”光伏发电项目接入系统设计探讨[J]. 能源研究与利用, 2023(03):53-55.
- [2] 赵爽, 薄鑫, 姚志鹏, 等. 基于无人技术与 GIS 在渔光互补光伏发电项目中的应用[J]. 科学与信息化, 2023(06):75-77.
- [3] 赵靡, 沈红峰, 吴伟江. 屋顶光伏发电并网系统在 110 kV 变电站的应用[J]. 华电技术, 2011(04):70-74,78.
- [4] 祝燕萍, 张治乾, 蒋兴新, 等. 110kV 变电站屋顶光伏接入站用电系统方案研究[J]. 电力与能源, 2022(02):43.
- [5] 高艳娜, 吴国玥, 陈丽萍, 等. 110kV 分布式电源接入模式探索研究[J]. 电力系统装备, 2022(11):19-21.

# 配网自动化技术应用分析

李鹏翔

(国网运城供电公司, 山西 运城 044000)

**摘要** 配网自动化及自愈功能建设对于整个电力系统的稳定运行有重要影响, 需要从优化主站架构、完善通信网络以及配置远程终端设备等方面着手进行建设。基于此, 本文对智能化时代配网自动化及其配网规划的应用展开研究, 阐述智能化时代配网规划的意义, 分析智能化时代配网自动化发展现状, 并提出智能化时代配网规划的策略, 以期为电力系统的未来发展提供有益的启示。

**关键词** 配网自动化技术; 配电网技术; 配电系统集中化; 配网安全管理; 变电站自动化技术

**中图分类号:** TM76

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)11-0016-03

随着人们生活水平的提高, 电力负荷开始迅速增加。为保障电力系统的稳定运行, 运用配网自动化技术并加强其自愈功能建设十分必要。传统的配电网往往依赖于人工操作和静态规划, 这在面对日益复杂的电力环境和新能源接入时显得力不从心, 而智能化时代的配电网自动化技术的应用, 为配电网的实时监测、控制和管理提供全新的机会。在信息时代背景下, 对供电质量提出了更为严格的要求。只有加强配网自动化技术的应用, 才能大幅度提升供电质量, 为社会发展提供源源不断的电力支持。

## 1 配网自动化技术概述

配网自动化技术的工作原理是将现代硬件技术和网络计算机技术应用于国内配电系统, 并利用现代化改造手段将两者结合起来。

配网自动化的一大优点是具有分区绝缘性, 当配电网出现故障后, 能够在最短的时间内将故障区域进行隔离, 从而使得配网的供电不会影响到其他地区的正常供电。配电系统主要构成部分包含配电网和通信控制设备两部分内容, 其中配电网包含了馈线、配电设备以及断路器等多项内容, 按照既定的规则平稳运行, 为社会各个领域用电客户提供高质量电力。通过匹配于供电区域的情况的配网自动化操作计划, 可以监测到配网的真实运行情况, 提高了配网的管理效率, 增强了配网的稳定运行, 从而更好地适应日益增长的社会对用电的需要。配网自动化就是涵盖配电网以及用电客户整体在内的自动化。革新配网运维模式, 利用计算机实时监控配电网运行状态, 自动处理数据和报送异常, 辅助运维人员排除故障, 从而大幅提升配网运维效率。

## 2 配网自动化技术特点

配网自动化技术主要应用于配电网发生停电时, 在使用过程中应主动监测运行参数, 并对存在的问题进行科学分析, 进一步研究其工作机理。配网自动化技术主要包括馈线自动化、用户自动化、配电管理自动化等, 通过发展和推广配网自动化技术, 能够突破传统人工管理的局限, 推动配网运维工作向智能化、现代化转型。利用计算机实时监控配电网运行状态, 自动处理数据和报送异常, 辅助运维人员排除故障, 从而大幅提升配网运维效率。配网系统本身结构复杂、功能繁多, 涉及大量供电设备、供电线路等, 每时每刻都会产生大量的信息数据。这些信息数据正是工作人员开展配网运维工作的重要依据。在配网自动化技术应用下, 系统会自动收集配网线路电压、电流、电压偏差、无功功率等数据, 经计算机分析整理, 传输至后台控制中心, 以可视化的形式展示给运维人员。在配网自动化技术中, 仿真技术、故障诊断技术和自动调度技术为促进配电网的运行和发展做出了贡献, 能够精准地解决配电网建设以及运营中出现的关键性问题, 保障配电网运行的可靠性, 对促进社会经济发展以及维护社会稳定发挥了重要的作用<sup>[1]</sup>。

## 3 配网自动化技术现状

尽管配网自动化技术的出现和应用为我国电力系统注入了新的元素, 但仍有必要加强技术研究和分析。对配网自动化相关技术进行不断的优化和完善, 保障电力系统功能性得以充分发挥。根据调查显示, 目前我国配网自动化技术方面的人才数量相对较少, 对配网自动化技术应用领域以及实际需要缺少足够的认识, 导致配网自动化技术研究与电力系统显示需求存在脱节现象, 不仅造成了资金浪费, 也影响了电力

运输的稳定性和安全性。配电网建设和运营是一项长期的工程,需要消耗大量的人力、物力、财力,因此需要立足于实际情况找到关键性部分,保障配电网设计的合理性和科学性。同时,在配电网运行过程中不仅要管理重点放在电力故障处理与维修方面,还要将保持电网正常运行等关键性内容融入设计方案当中。另外,还要将供电用户的切身利益放在配电网自动化建设工作中,进一步促进配电网自动化的稳步发展。配网自动化依赖于先进的分析算法来处理大量数据,实现高效的电网监控、故障诊断和能源管理。然而,现有的分析算法更新速度缓慢,难以跟上快速发展的技术和不断变化的市场需求,这一问题的核心在于算法开发的复杂性,以及与实际应用环境的融合程度<sup>[2]</sup>。

## 4 配网自动化技术分析

### 4.1 配电网技术

在配电网自动化技术中,仿真技术、故障诊断技术和自动调度技术为促进配电网的运行和发展做出了贡献,能够精准地解决配电网建设以及运营中出现的关键性问题,保障配电网运行的可靠性,对促进社会经济发展以及维护社会稳定发挥了重要的作用。针对电网自动化系统中的各项电力设备,一定要控制好质量监管环节,确保各项设备质量符合配电网运行要求。除此之外,在通信技术中应当尽可能地选择相对成熟的技术,如此才能保障通信技术的稳定性。在配电网中涉及多个部分,采用数据获取方法可以同步获取各节点的电能参数,在其实践中,除了要解决其工作状况外,还应该将各个参数组成和监控功能相结合,对各种电能参数进行分类,从而提高整个系统的整体工作品质。另外,在自动系统工作时,获取和利用数据的目的是通过对各种参数进行调节,把它们传送到已构建好的数据模型上,因此,必须让数据获取系统对各个节点开放,从而保证参数的有效性。在对信息进行整理与分析的过程中,将系统中的参数进行记录并上传,并将其运用到配网自动化系统的信息分析模型中,再将其与分析的结论相联系,对故障部位进行详细的分析,并要求现场的维修工作人员能够将其快速地获得,以便能够在最短的时间内隔离和抢修,从而确保电力的稳定供应。

### 4.2 配电系统集中化

配电系统自动化的核心在于配电系统的集中化建设和控制,这依赖于分布式网络的高效运用,以应对配电用户信息和服务系统的不稳定性,确保管理的集中化和系统的稳定性。配电系统的集中化管理要求从

主站到变电站,再到每台自动化电气设备,所有环节的数据均必须进行实时采集、精确分析、及时反馈。通过这种集中采集和分析,可确保配电系统运行的连续性和稳定性。集中化管理的实现使得系统能快速地监测和告警发生的任何异常或故障,进而实现迅速处理和系统的全面修复。这不仅提高了配电系统的可靠性和安全性,还大大提升了运维效率和服务质量。此外,配网自动化技术能集中分析整个系统收集的大量数据,根据不同用户的用电需求和行为模式,实现个性化服务和优化配电策略,从而进一步提高配网系统的智能化和自动化水平<sup>[3]</sup>。

### 4.3 配网安全管理

目前,大多数供电企业都基于配电网自动化技术对配电网安全管理系统进行了改造,完善了配电网运维系统的功能,有效地减少了因配电网运行安全问题造成的损失,具体表现为自动化故障处理。基于配网自动化技术的自动化故障处理模式主要分为故障定位系统、就地型馈线自动化故障处理、集中型馈线自动化故障处理、选择配网馈线自动化处理等。当故障发生时,故障定位系统会自动分析故障电流路径,电流会流向源侧故障寻址器,随之提示故障发生,帮助运维人员快速掌握配网运行状况和故障点位置。在故障定位系统运行基础上,集中型馈线自动化技术依托配网自动化系统设备,充分发挥故障寻址器功能,收集故障电流路径相关数据信息,将其传输至配网主站系统,完成更加精准的故障情况判定,最终制定有效的解决方案。在处理完故障后,经人工和计算机系统共同判定无故障后,才可发送恢复供电指令,避免反复合闸给设备造成更大的损伤。除自动化故障处理外,配网自动化技术还常用于监控架空线路。配电网架空线路数量多、路径繁杂,运维巡查难度较大。

### 4.4 变电站自动化技术

变电站自动化技术的应用可以优化变电站的工作流程,将工作人员从繁忙的工作任务中解放出来,对保障变电站安全稳定运行,减少故障发生概率具有十分重要的意义。通常情况下,变电站自动化技术主要包括以下几种类型:一是变电站设备的状态监测。对变电站的电力设备运行进行全方位的监测能够及时发现潜藏的安全隐患,一旦出现故障问题能够及时定位并分析制定有效的解决措施,减少故障影响范围,保障变电站运行稳定性;二是故障自动保护和隔离。在二次设备自动控制系统的帮助下,对继电保护器进行逻辑编程,大幅度提升了变电站保护力度,并自动隔

离出现安全故障的电力设备；三是数据传输。

#### 4.5 配网自愈运行

为了将配电网自动化主站系统提升到先进水平，保证关键数据能够通过接口传输并在测量后快速做出反应，需要采用先进的技术对配电网运行监控系统进行改进，重视高级功能开发与应用，还要扩容系统的 Web 存储，并在 Java 消息服务 (java message service, JMS) 接口位置部署交互软件，实现对终端设备的远程控制和维护以及对高级功能的智能化调试，进一步提高与计量系统间交互的数据信息质量；利用智能技术设计 OCS 的自动统计实用指标功能，确保 OCS 可自动统计和整理实用指标中 90% 的数据信息，并实时监测部分关键指标的变化，确保 OCS 处于稳定运行状态；搭建纵深防御的网络安全机制，确保配网自愈过程的安全，可以在终端位置增设高新安全芯片，配合配网自动化主站应用层的安装认证装置以及加密网关一起使用，用户只有认证通过后才能使用配网资源，进一步提高配网资源系统运行的安全水平，后续运行时也可持续推进网络安全机制的评估与改进工作<sup>[4]</sup>。

#### 4.6 配网运维信息共享互通

在配电网运维领域，配电网自动化的核心在于实时数据的准确传输和处理，需要建立一个高效、安全的信息共享平台。光纤通信以其高速率和低延迟的特性，成为连接各配网节点的主要手段。但考虑到不同地域和环境下的网络覆盖和稳定性，辅以 GPRS 等无线通信技术作为补充，以保障复杂环境下的通信需求。引入切片分组网络 (SPN) 技术，为配网运维信息共享提供了新的可能，SPN 技术通过网络切片技术，实现了业务的差异化处理和网络资源的高效利用，为不同级别和类型的运维信息提供了专属的通信资源。这种方式不仅加强了数据传输的安全性，还能根据实际需求动态调整网络资源，有效提升信息处理的灵活性和响应速度。结合智能化运维算法，能深入分析和处理采集的数据，实现故障预测、定位和自动化处理。利用大数据和人工智能技术，配网运维平台能根据历史数据和实时监控信息，精确预测配网系统的潜在风险和故障点，为运维决策提供科学依据。同时，通过智能算法优化运维资源的分配和调度，实现资源的最优化利用。建立统一的数据接口和标准化的信息交换格式，是确保信息共享互通的基础<sup>[5]</sup>。

#### 4.7 配网调度管理

配电的合理性是评价配电网功能的主要措施，在日常管理中，运维人员需要关注配电网的运行状况，

分析系统对电力资源调度的合理性，采取合理的运维手段进行调整，实现更加合理的电力资源调度和更高质量的电能供应。随着电力系统结构复杂化和区域用电需求的增加，各类突发事件和系统故障屡见不鲜，电力资源调度的合理性受到了诸多的挑战。此时，应用配网自动化技术，通过故障智能排查、远程遥控、转供等方式，可以高效准确地应对一系列的风险问题，保证电力资源调度的合理性<sup>[6]</sup>。

#### 4.8 配网故障快速响应

在现代电力系统运维领域，强化配网故障快速响应机制成为提升系统稳定性与供电可靠性的关键。故障快速定位是配网故障快速响应机制的核心，通过部署高精度的传感器与故障指示器，结合地理信息系统 (GIS) 和配网管理系统，实现对故障点的精准快速定位。此过程要求传感器具备高速数据传输能力以及对故障特征的快速识别，从而减少故障检测与缩短定位的时间。自动化配网系统应具备故障隔离与供电恢复的能力，确定故障点后，系统通过远程控制配网自动化开关，快速隔离故障区域，同时自动搜寻并切换到备用线路，实现对非故障区域的快速供电恢复。

### 5 结束语

配电网自动化技术的出现和应用，使我国的配电网系统发生了革命性的变化，可以有效地减少线路维护和维修所消耗的人力和资金支出，确保供电运行的安全稳定。相关人员应该继续加强对配电网自动化技术的关注，让自动化水平和智能化水平持续提升，真正地聚焦于实际情况和实际问题，实现更加完美的发展结果；不断创新和优化配网规划和管理模式，以更好地适应快速变化的市场需求和技术发展趋势，为实现更高效、更可靠的电力供应做出重要贡献。

#### 参考文献：

- [1] 高鹏飞. 基于配网自动化的故障处理技术要点分析[J]. 中国高新科技, 2023(13):89-91.
- [2] 陈伟皓. 配网自动化技术在配电线路故障处理中的应用分析[J]. 光源与照明, 2023(06):219-221.
- [3] 郑瑞. 配网自动化对配电网供电的可靠性影响研究[J]. 中国设备工程, 2023(10):254-256.
- [4] 倪一峰. 配网自动化技术在配网运维中的应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2022,12(12):113-114.
- [5] 崔阳杨. 电力系统配电网自动化技术的应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2022,12(12):149-150.
- [6] 李文浩. 配网自动化技术对配网带电作业安全的影响探讨[J]. 现代工业经济和信息化, 2022,12(10):123-124.

# 配电工程中的自动化技术应用

杨波, 余渊, 郭勇

(国网四川省电力公司达州供电公司, 四川 达州 635000)

**摘要** 随着科技的飞速发展, 自动化技术已发展成为促进各行各业转型升级的重要力量。在电力领域, 配电工程是电网运行的关键环节, 其智能化水平直接影响电力供应的可靠性、安全性与经济性。近些年, 自动化技术在配电工程中的应用逐渐广泛, 不仅明显提高了电网的管理效率与运维水平, 还有效降低了运营成本, 增强了供电可靠性。因此, 本文认为研究自动化技术在配电工程中的应用具有积极的意义。

**关键词** 配电工程; 自动化技术; 配电自动化系统

**中图分类号**: TM76

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0019-03

深入研究自动化技术在配电工程中的应用, 对促进我国电力事业的可持续发展有重要意义。本文将从自动化技术在配电工程中应用的意义、优势、具体应用实践以及面临的挑战与对策等方面展开论述, 希望为相关领域的从业人员与研究人员提供参考。

## 1 自动化技术在配电工程中应用的意义

在深入讨论自动化技术在配电工程中应用的意义时, 能够得知这一技术革新对整个电力行业乃至社会经济发展的深远影响。具体意义如下: (1) 促进智能电网的全面发展。智能电网是日后电力系统的发展方向, 而自动化技术是构建智能电网的核心技术之一。自动化技术通过集成先进的传感器、通信技术与数据处理能力, 使配电系统能够实时感知电网状态、预测负荷变化、优化资源配置, 从而实现电网的智能化运行与管理。这种智能化不仅提高了电网的可靠性与安全性, 还促进了清洁能源的接入与分布式能源的发展, 为构建绿色、低碳的能源体系奠定基础。(2) 提高运维管理效率与质量。传统配电工程的运维管理高度依赖人工, 存在效率低、响应慢、易出错等问题。而自动化技术的应用通过实时监测、自动控制与智能分析, 实现了对电网运行状态的全面掌控与精准管理。这不仅减少人工巡检与干预的需求, 降低了运维成本, 还提高了运维管理的效率与准确性。同时, 自动化系统能够及时发现并处理潜在问题, 避免了故障扩大与停电事故的发生, 提高了供电的可靠性与用户的满意度。

## 2 自动化技术在配电工程中的应用优势

### 2.1 提高管理效率与减少人工干预

自动化技术在配电工程中的应用, 明显提高了管理效率并减少了人工干预。具体体现在如下几个方面:

(1) 实时监控与数据分析。自动化系统能够实时收集电网运行数据, 并通过高级数据分析算法进行处理与挖掘。上述数据不仅为运维人员提供了全面的电网状态信息, 还能帮助其发现潜在的问题与优化空间。运维人员能够根据上述信息进行针对性的维护与优化工作, 提高管理效率。(2) 自动化控制与调节。自动化系统能够根据预设的规则与算法自动调整电网的运行参数与状态。举例来说, 在负荷高峰时段自动调整变压器档位、在电压异常时自动投切电容器等。上述自动化操作不仅减少了人工干预的需求与错误率, 还提高了电网运行的稳定性与安全性。(3) 智能决策与预警。自动化系统通过集成智能算法与机器学习技术, 能够实现电网运行状态的智能分析与预测。当系统检测到异常情况或潜在风险时, 能够自动触发预警机制并给出针对性的处理建议。这不仅提高了故障响应速度与处理效率, 还降低了故障对电网运行的影响与损失。

### 2.2 增强供电可靠性与安全性

自动化技术在配电工程中的应用还明显增强了供电的可靠性与安全性。具体体现在如下几个方面: (1) 快速故障定位与隔离。自动化系统能够实时监测电网的运行状态并快速发现故障点。一旦检测到故障发生, 系统能够自动启动故障定位程序并隔离故障区域以防止故障扩大。这大大降低了故障对电网运行的影响与停电时间, 提高了供电的可靠性。(2) 预防性维护与检修。自动化系统通过实时监测电网的运行状态与数据分析结果能够提前发现潜在的安全隐患与故障风险。运维人员能够根据上述信息进行预防性维护与检修工作, 从而避免故障的发生或降低故障的影响。这提高了电网的安全性与稳定性, 并延长了设备的使用寿命。

(3) 提高应对突发事件的能力。在自然灾害、极端天

气等突发事件发生时，自动化系统能够迅速响应，并调整电网的运行状态，从而保障电力供应的稳定性与连续性。与此同时，自动化系统还能够为应急抢修提供实时数据与指导支持，提高应急响应速度与抢修效率。

### 2.3 优化能源利用与降低损耗

自动化技术在配电工程中的应用还能够优化能源利用并降低损耗。具体体现在如下几个方面：（1）精准负荷预测与调度。自动化系统通过集成大数据分析技术与机器学习技术，能够实现对电网负荷的精准预测。根据预测结果系统能够自动调整电网的调度方案与优化资源配置，从而保障电力供应的充足与稳定。这能够减少因负荷波动而导致的能源浪费与损失，提高能源利用效率。（2）无功补偿与电压优化。自动化系统能够实时监测电网中的无功功率与电压情况，并自动进行无功补偿与电压优化调节。通过合理的无功补偿与电压调节能够降低电网的损耗与提高供电质量。同时，也能够延长设备的使用寿命，并降低维护成本。（3）促进清洁能源的接入与利用。随着清洁能源的快速发展与普及，自动化技术在配电工程中的应用也促进了清洁能源的接入与利用。自动化系统能够实现对清洁能源发电设备的实时监测与调度优化，保障清洁能源的稳定输出与高效利用。这能够促进清洁能源的快速发展与普及，为构建绿色、低碳的能源体系做出贡献。

## 3 自动化技术在配电工程中的具体应用

### 3.1 配电自动化系统建设

配电自动化系统建设是自动化技术在配电工程中应用的核心。系统通过集成先进的传感器、通信技术与数据处理能力构建全面、实时、智能的电网监控与管理平台。在建设期间，首先需要对配电网进行全面的梳理与评估，确定自动化系统的覆盖范围与功能需求，并根据实际需求设计系统架构、选择硬件设备、配置软件平台，进行系统集成与调试。配电自动化系统建设的关键是实现信息的全面感知、快速传输与智能处理。系统通过安装各类传感器与监测设备，能够实时采集电网运行数据，包括电压、电流、功率、负荷等关键参数。上述数据通过高速通信网络传输至数据中心，由专业的软件平台进行处理与分析。处理结果不仅用于实时监控电网状态，还用于预测负荷变化、优化资源配置以及制定调度策略等。

除此之外，配电自动化系统还具备自我学习与优化的能力。通过不断积累运行数据与经验知识，系统能够自动调整与优化控制策略，提高电网的运行效率与稳定性。这种智能化与自适应的特性使配电自动化

系统能够应对复杂多变的电网运行环境，保障电力供应的可靠性与安全性。

### 3.2 智能监测与控制系统

智能监测与控制系统是自动化技术在配电工程中的主要应用之一。系统通过集成高清摄像头、红外热像仪以及振动传感器等多种监测设备实现对电网设备状态的全面监测与实时控制。在监测方面，智能监测系统能够实时捕捉电网设备的运行状态与外部环境变化。通过高清摄像头与红外热像仪，系统能够清晰直观地显示设备的外观与温度分布情况，帮助运维人员及时发现设备故障或异常情况。与此同时，振动传感器等设备能够实时监测设备的振动状态，评估设备的健康程度与潜在故障风险。在控制方面，智能控制系统能够根据监测结果自动调整电网设备的运行参数与状态。举例来说，系统在发现设备温度过高时，能够自动启动冷却设备或调整负荷分配以降低设备温度。系统在发现设备振动异常时，能够自动触发预警机制并通知运维人员进行处理。这种智能化的控制方式不仅提高了电网的运行效率与稳定性，还降低了运维成本与风险。

### 3.3 故障诊断与快速恢复

故障诊断与快速恢复是自动化技术在配电工程中保障电网可靠性的主要手段。自动化系统通过集成先进的故障诊断算法与快速恢复机制，能够在电网发生故障时迅速定位故障点并采取针对性的恢复措施。在故障诊断方面，自动化系统利用实时监测数据与历史运行数据进行分析与比对。通过先进的算法模型与技术手段，系统能够准确判断故障类型、位置与原因，并给出针对性的处理建议。这种智能化的故障诊断方式不仅提高了故障诊断的准确性与效率，还降低了误判与漏判的风险。在快速恢复方面，自动化系统具备自动隔离故障区域与恢复非故障区域供电的能力。如果检测到故障发生，系统会立即启动故障隔离程序并切断故障区域的电源供应以防止故障扩大。同时，系统还会自动调整电网的调度方案与优化资源配置以恢复非故障区域的正常供电。这种快速响应与恢复机制能够最大限度地减少停电时间与损失，提高电网的可靠性与用户满意度。

### 3.4 用户侧管理与服务

用户侧管理与服务是自动化技术在配电工程中提高用户体验与满意度的重要途径。通过集成用户侧监测设备与服务平台，自动化系统能够实现对用户用电行为的全面监测与个性化服务。在用户侧监测方面，

自动化系统通过安装智能电表与智能终端等设备实时监测用户的用电情况。上述设备能够准确记录用户的用电量、用电时间以及用电负荷等关键参数并将数据传输至数据中心进行分析与处理。通过数据分析结果系统能够评估用户的用电习惯及需求,为用户提供个性化的用电建议与节能方案。在服务方面,自动化系统还能够为用户提供便捷的在线服务与支持。举例来说,用户能够通过手机 APP 或网页平台查询自己的用电情况、缴纳电费以及报修故障等。同时,系统还能够根据用户的用电需求与反馈意见不断优化服务流程与提高服务质量,提高用户的满意度与忠诚度。除此之外,自动化系统还能够为政府与企业等大客户提供定制化的能源管理解决方案,帮助其实现节能减排与降低运营成本的目标<sup>[1]</sup>。

## 4 自动化技术在配电工程中应用的挑战与对策

### 4.1 自动化技术在配电工程中的应用的挑战

自动化技术在配电工程中的应用虽然带来了诸多优势,但同时也伴随着一系列技术挑战。

首先,系统集成与兼容性问题为首要难题。不同厂商生产的设备通常采用各自的通信协议与数据格式,导致在系统集成时面临巨大的兼容性问题,这不仅增加了系统集成的复杂性与成本,还可能影响系统的稳定性与可靠性。

其次,随着智能电网的发展,配电系统产生的数据量呈指数级增长,举例来说,高效地处理、存储与分析上述海量数据,提取有价值的信息用于电网优化与决策支持,是当前面临的另一大技术挑战。传统的数据处理方法已很难满足需求,需要引入先进的大数据处理与人工智能技术。

再次,网络安全与隐私保护问题逐渐凸显。配电自动化系统通过网络进行数据传输与交换,使系统容易受到网络攻击与数据泄露的威胁。如果系统被黑客入侵或数据被窃取,将对电网的安全稳定运行造成严重影响,甚至可能引发大规模停电事故。正因如此,加强网络安全防护与用户隐私保护发展为迫切需求。

最后,配电系统覆盖范围广、运行环境复杂多变,对自动化设备的适应性及可靠性提出了更高要求。如何在高温、高湿、电磁干扰等恶劣环境下保障设备的正常运行,提高设备的稳定性与可靠性,是配电自动化技术面临的又一重要挑战<sup>[2]</sup>。

### 4.2 自动化技术在配电工程中应用的建议

加强标准化与兼容性建设,促进制定统一的通信协议与数据格式标准,加强设备间的互操作性测试,

保障不同厂商生产的设备能够无缝集成。同时,建立兼容性认证体系,对符合标准的设备进行认证与推广。引入先进数据处理技术,利用云计算、边缘计算等先进技术构建高效的数据处理平台,实现对海量数据的实时处理与分析<sup>[3]</sup>。另外,引入机器学习、人工智能等算法对数据进行深度挖掘与分析,提取有价值的信息用于电网优化与决策支持。加强网络安全防护,建立完善的网络安全防护体系,采用加密技术、防火墙以及入侵监测系统等手段加强网络安全防护<sup>[4]</sup>。此外,建立完善的网络安全管理制度与应急预案体系,保障在发生网络安全事件时能够迅速响应与处理。提高设备适应性及可靠性,优化设备设计与生产工艺提高设备的适应性及可靠性。采用先进的材料与工艺制造设备关键部件提高设备的耐高温、耐湿及抗电磁干扰等性能。同时,加强设备的维护与保养工作保障设备始终处于良好状态。加强技术研发与人才培养,加大对配电自动化技术的研发投入力度促进新技术、新设备的研发与应用。同时,加强人才培养与引进工作培养一支高素质的技术研发与管理团队。通过技术培训与知识更新等方式提高技术人员的专业素质与创新能力。促进行业合作与标准制定,加强行业内外的合作与交流,共同促进配电自动化技术的发展与进步。积极参与国际标准与国内标准的制定工作,建立符合我国国情的配电自动化技术标准与规范体系<sup>[5]</sup>。

## 5 结束语

在配电工程中,自动化技术的应用不仅能极大地提高电力系统的运行效率与安全性,还为实现智能电网的宏伟蓝图奠定了坚实的基础。自动化技术通过智能监控、远程操控、故障预警与快速恢复等功能,使配电网络更加灵活、智能且可靠。展望未来,随着技术的不断进步与创新,自动化将在配电工程中扮演更加核心的角色,促进电网向绿色、低碳、高效方向迈进。

## 参考文献:

- [1] 苟攀. 自动化技术在输配电与用电工程中的应用[J]. 自动化应用, 2024,65(S1):276-278.
- [2] 罗程程. 输配电工程存在的问题及自动化运行维护分析[J]. 通讯世界, 2024,31(05):118-120.
- [3] 白莹洁. 输配电工程中的自动化系统应用[J]. 电子技术, 2023,52(12):242-243.
- [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] 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.



# 智能电网输电线路在线监测技术分析

牛晋春

(国网山西省电力公司阳高县供电公司, 山西 大同 037000)

**摘要** 近些年, 各行各业用电需求迅速增长, 智能电网建设刻不容缓。在智能电网施工中应重视对线路的定期检修, 为了确保智能电网的安全稳定、可靠地输送电能, 在线监测技术成为一项重要的研究课题。通过在线监测, 可以获得智能电网各个环节的实时数据, 并将有关的数据传送到技术人员那里, 让技术人员可以对智能电网的真实状况进行远距离的判断, 并对发生的问题进行及时的处理, 从而保证智能电网的正常运转。本文主要研究智能电网输电线路在线监测技术, 以期为相关人员提供借鉴。

**关键词** 智能电网; 输电线路; 在线监测技术

**中图分类号**: TM75

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0022-03

智能电网中的输电线监测越来越受到人们的重视, 包括导线微风振动监测、输电线雷电流监测、电缆覆冰监测、在线绝缘子监控、杆塔倾斜监测以及在线视频监控等多个方面, 每个项目都是为特殊的运行难题而提出的高效的解决方法。通过即时资料的搜集与分析, 通过上述措施, 既能保证电力系统的安全可靠运行, 又能使电网的运行效率得到最大限度的发挥。在电力系统运行过程中, 其发挥着极其重要的作用, 尤其是应对极端气候, 能防止电网事故。

## 1 智能电网输电线路在线监测技术概述

智能在线监测系统对于现代输电线路的管理至关重要, 结合先进技术可以提高电网的可靠性和效率<sup>[1]</sup>。该系统一般都是固定的, 利用太阳能作为能源, 既可以保护环境, 又可以节约能源, 尤其是在边远地区。将视频图像、气象条件、垂度等重要资料通过网络传送到监测中心。该系统主要包括后台管理系统、通信网络以及监测系统三个部分。其中, 通信网络保障了高速、准确的传输, 而监测系统则完成了对高清晰度图像及各种传感数据的采集; 移动信息业务(MMS)的使用, 可使监控中心在距离远或近的情况下快速向有关人员的移动终端传递重要信息, 保证快速响应, 提高电力系统的安全可靠性。

## 2 常见的输电线路在线监测技术

### 2.1 导线微风振动监测技术

在高压输电线路中, 微风振动是导致高压输电线路疲劳断裂的重要因素, 虽然对输电线路表面的损害不大, 但却具有很大的危险性。输电线路的微震监测装置, 其主要作用是对线路中除线夹触点以外的线路

进行监测, 特别是对相关的气象参数进行监测。对导线受微风影响时的振动进行监测, 既能减小导线的振动危害, 又能为杆塔的抗震设计提供依据<sup>[2]</sup>。

### 2.2 输电线雷电流监测技术

输电线雷电流监测技术是针对雷击对输电线路的危害进行探测与分析而提出的一项新方法。为了防止和减少雷击的破坏, 监测是必不可少的。雷电流监测技术对高灵敏电流传感器的研究, 传感器被安置在输电线的重要结点上, 实时捕获由闪电引发的脉冲电流。这种传感器可以准确地测量出电流的幅值, 持续时间, 以及电流的改变, 为雷电强度和特征提供了重要的信息。除了使用电流传感器外, 该方法还经常与雷达、闪电定位等天气监控装置相结合, 以预报雷击的可能性及可能的影响范围。雷电流监测是保证电网安全运行的关键。雷电是一种普遍存在的自然灾害, 它不但会对输电设备造成直接损害, 而且还会对电网造成严重的危害。精确的雷电流监测结果可为运维人员提供避雷针、电涌保护等有效保护措施, 也可根据实际情况对电网操作方式及时调整, 以及对故障快速反应。

### 2.3 电缆覆冰监测技术

电缆覆冰监测技术是电力系统中一项重要的研究内容, 其主要目的是对电缆表面积冰进行监测与分析。这种方法主要是利用各种传感器对电缆表面的温度、湿度和覆冰量进行测量<sup>[3]</sup>。其中, 温、湿两种传感器被用来对周围的环境状况进行评价, 并对结冰的可能性进行预测。覆冰厚度传感器可直接测出缆线上覆冰的厚度, 以达到即时反应的目的。在此基础上, 结合气象观测资料, 大气温度、风速、降水等参量, 实现对覆冰的预报。电缆覆冰监测技术的重点是实时、准确,



因此需要实时地进行在线监控。该技术对电网的正常运作具有重大意义，因为在线路上积冰会造成电缆断线或断电，进而影响到整个电网的正常运转。

#### 2.4 杆塔倾斜监测技术

位于煤矿采空区上方的铁塔，在自然环境和重力等多种因素的综合影响下，极易出现错层、地表开裂、滑坡等地质灾害，造成杆塔倾斜，甚至地基变形，对电网的安全运行构成了极大的威胁。采用全球移动通信系统(GSM)技术，可以对铁塔倾斜装置进行在线监测，并进行实时预警。铁塔倾角监控技术在 220 kV 输电线路得到了广泛应用，它可以精确地检测输电铁塔的位移和倾斜度，对保障输电线路的安全运行至关重要。

#### 2.5 在线视频监控技术

在线视频监控技术是电力系统运行过程中的一个重要环节。该技术通过架设在传输线上的摄像机，对传输设备进行实时拍摄，从而为电力系统的运行提供可视化的保障。这些高清晰度的摄像机可以提供详尽的图像，显示线路的物理状况、周边环境，以及可能发生的各种异常状况。部分高级监测系统还整合了图像识别与分析等技术，能对线路中的设备损坏、线路倾斜、异物靠近等异常状况进行监测。在线视频监控技术中，除了常规的监控外，还包含了对故障的处理、维修等工作。当设备出现故障或突发事件时，可以通过可视化的方式，为操作人员及时掌握现场状况，做出正确的决策。另外，该技术还能有效地防止偷盗、破坏等行为。通过对电力系统进行实时监测，保证电力系统的安全运行。在线视频监控也可以为电力系统的长远规划及改善提供有价值的资料，例如借由影像资料的分析，评估装置的老化程度或最佳维修计划。因此，该方法可以有效地提高电力系统的在线监控能力，为电力系统的安全管理与优化提供重要的支撑。

#### 2.6 在线绝缘子监控

在线绝缘子监测技术是电力系统中又一项重要的检测手段，它主要应用于对绝缘子的健康状态进行检测。绝缘子是传输线的关键部件，它起着支撑电线和阻止漏电的作用。该技术主要是利用高频电流、红外热像仪、电场、磁场等多种手段对绝缘子进行检测。利用高频电流监测技术，可以在很大程度上探测到绝缘子微弧放电现象。利用红外热像仪对绝缘子壁面进行温度场测量，发现有可能发生故障的“热点”。同时，通过对绝缘子电场、磁场等参数的测量，可以反映出绝缘子附近电磁场的变化，进而了解绝缘子的绝缘特性。为了防止输电线路发生故障，维持电力系统的稳

定运行，在线监测是十分必要的。绝缘子失效将引发电弧、雷电等重大安全问题，严重时可能造成大范围停电。

### 3 智能电网输电线路在线监测技术发展中存在的问题

#### 3.1 技术标准化问题

尽管输电线路在线监测技术还处在起步阶段，但是各种新技术、新思想层出不穷。这一多元化既促进了技术的发展，又对标准提出了挑战。要正确地判定被监测装置的工作状态，就必须对其进行采集与分析。由于各制造企业使用的制造技术与装备有很大的差别，因此，对装备性能的解释与评价十分复杂<sup>[4]</sup>。比如，不同的装置对于环境的改变有不同的响应，这就很难为它们设置一个一致的警报门槛。这些问题的存在，不但影响了监测数据的精度与可靠性，而且使得系统的维护与更新变得更加复杂，制约了该技术的推广与长期发展。

#### 3.2 技术稳定性问题

在线监测技术在输电线路运维中也存在着技术稳定问题，其核心是在长时间连续运行时，监测系统的性能一致性与可靠性。在实际应用中，由于受气候变化、地理位置、电磁干扰等多种外界环境因素的影响，导致监控装置的性能发生变化甚至失效。比如，在极端天气情况下，仪器的测量精度、反应速度都会受到影响，从而造成测量结果的不准确性或滞后。另外，在长时间的使用过程中，由于磨损、老化等原因，如果不进行及时的维修或更换，就会使监测失效。技术上的稳定也涉及软件和数据的处理，由于监测系统日益完善，系统的稳定性、数据的处理能力已成为制约系统性能的瓶颈。由于软件故障或数据处理不当，可能造成判断失误或告警，从而危及电力系统的安全运行。另外，由于数据规模的增大，其数据的存储与管理问题也日益突出。

### 4 智能电网输电线路在线监测技术的优化策略

#### 4.1 质量优化技术

在城市智能电网项目前期投入和施工管理过程中，质量优化是一个重要环节。该方法通过对电力系统的合理配置实现对电力系统的质量评价，尤其注重对电力系统功率等级的区别，其核心目的是为电力系统的各个功能提供辅助，保证电力系统的安全稳定运行<sup>[5]</sup>。从施工的实际条件出发，采取更加科学合理的分配方式，可以使供电线路的质量与性能得到明显的改善。这对于保证电力系统的有序、长时间的稳定运行，以

及构建一套更加完善、节能、高效的供电线路体系具有重要意义。

#### 4.2 重视优化光伏电站电气系统

光伏发电系统由直流电源与交流电源组成,如何对其进行优化设计显得尤为重要。就直流电力系统的结构而言,太阳能电池组件、逆变器、汇流箱、控制箱,都需要科学的安装。而在AC输出系统的结构上,要合理地设置开关柜、电缆及逆变器,并且要选用合适的变压器来调节输出电压到35 kV,并且保证电流能够顺畅地流入开关站的汇流排。经过专业化的设计,使其能够更好地发挥电力系统的作用,从而保证其高效稳定地运行。

#### 4.3 强化电力调度人员业务素质培训

在智能电网中,输电线路的监测与调度是保证其正常工作的重要一环。调度员的业务素质与业务水平是决定整个智能电网运行质量与效率的关键因素。因此,电力公司要重视保障调度员的专业能力素质,通过拓展专业知识、训练业务技巧等途径,提升其综合素质,以解决复杂调度问题,保证调度工作的高质量。同时,引入前沿的调度技术理念和方法,规范操作流程,能够提高数据反馈和处理的科学性,将在线监测技术的应用效果最大化,从而有效地解决复杂的排程问题,确保排程工作的高品质。

#### 4.4 优化电能质量

在智能电网中,输电线路在线监测技术的发展,需要对其进行优化。提高电能质量是保障电网安全可靠、稳定运行的关键。

首先,合理应用电力质量最优技术,必须构建一套科学合理的基本控制与管理模型。其中包含采用自适应网络的无功功率补偿技术,以实现电力系统的精确采集、集成、分析与处理。该技术能够为电力系统的运行管理工作提供强有力的支撑。另外,还要根据供电和需求端的情况,适时地进行计划的调整,保证新能源供给和负荷中心的供电需要都能够得到很好的满足,提升智能电网的使用效率。

其次,直流有源滤波器技术在电力系统优化供电质量方面起到关键作用。智能电网与有源滤波相结合,是提升电能质量、优化电网运行效率的重要手段,对提升能源利用品质、减少冗余、抑制噪声、提升其应用效能具有重要意义。

最后,需要将现代电力工程的新技术方案融入其中,使其能够更好地推动智能电网的健康发展。通过对特高压关键部件的研究与配置,形成更加完备的能

量匹配变换机制,实现电力品质的持续优化。这一综合性做法有利于帮助建立一个有效的应用程序控制平台,提高在智能电网构建中运用电力工程技术的成效。

总之,在智能电网中,为了提高在线监测技术的可靠性与稳定性,必须对电能质量进行优化。通过恰当地利用电能质量最优技术,构建一种科学的基本控制和管理模型,充分利用现有的直流有源滤波器技术,与现代电力工程技术相结合,持续提升供电品质,保障电网安全稳定运行,促进智能电网建设。同时,这些措施不但提高了电网的运行效率,也推动了可再生能源的推广,为可持续发展的洁净能源创造了条件。

#### 4.5 提高技术稳定性

在智能电网中,为了促进输电线路的在线监测技术,必须解决其可靠性问题。通过对大量现场实测资料的分析,发现在实际运行过程中,输电线路的在线监测系统将受到多方因素的影响。由于工作电源、传感器、通信等诸多因素的影响,会使系统出现失稳现象。根据统计,功率方面的原因大约占60%,而传感器方面的问题占20%,通讯方面的问题占15%。上述问题的存在,将给智能电网带来一系列的技术难题。在这种情况下,为进一步完善电力系统在线监测技术,首先要做的就是确保技术的稳定。技术稳定性是由传感器技术、电路设计、无线通信等多个技术领域共同决定的。

### 5 结束语

随着我国经济的快速发展,对电力系统提出了更高的要求,电力企业必须坚持高水平、严要求,不断地进行科技创新,才能在其他方面不落下风,保证自身的持续、稳定、高速度发展。同时,电力企业必须不断地更新和优化电网在线监测系统,以保证一个可持续发展的智能电网,从而保证电力企业在日趋激烈的市场竞争中处于有利地位。

#### 参考文献:

- [1] 舒山.基于物联网技术的智能电网高压输电线路在线监测系统设计[D].宜昌:三峡大学,2019.
- [2] 李振兴.基于NFC的智能电网输电线路在线监测系统设计[J].通信电源技术,2024,41(14):31-33.
- [3] 蒋超德.基于有线通信的智能电网输电线路在线监测系统设计[J].通信电源技术,2024,41(16):19-21.
- [4] 王壮壮.智能电网输电线路在线监测系统设计与应用[J].电气技术与经济,2024(02):390-392,395.
- [5] 高锋.智能电网输电线路在线监测技术进展[J].商品与质量,2021(03):108.

# 电网输变电设备智能化及状态检修体系的构建

周春雷

( 阜阳电力规划设计院有限公司, 安徽 阜阳 236000 )

**摘要** 本文主要探讨电网输变电设备智能化及状态检修体系的构建策略。首先分析了电网输变电设备智能化技术要点, 包括变电设备在线监测技术、输电设备在线监测技术、电力电缆在线监测技术、直升机智能巡检技术、地理信息系统等; 其次分析了电网输变电设备状态检修技术要点, 包括状态监测、故障诊断、状态预测、输电线路的状态检修等; 最后对电网输变电设备智能化及状态检修体系的构建进行了详细的分析和介绍。结果表明: 该体系的构建优化了检修结构, 提高了检修效率, 促进了电网企业的进一步发展。电网输变电设备智能化及状态检修体系的构建具有时代价值。

**关键词** 电网输变电设备; 智能化; 状态检修体系

中图分类号: TM72

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0025-03

当前, 电网设备的数量已然持续增多, 相关用户对供电的要求也明显提高, 这会在一定程度上加大电网运作管控的困难程度, 而为了促进我国电力领域的进一步发展, 就应该关注到电网输变电设备智能化和状态检修体系的构建作用, 其不但可以提高输变电设备的实际应用率, 还有助于构建出可靠性较好、清洁性较强的能源供应体系, 有利于满足用户对供电的要求, 最终推动我国供电领域获得长效发展。

## 1 电网输变电设备智能化技术要点

### 1.1 变电设备在线监测技术

供电设备的类型非常丰富, 不同设备的内部结构之间会表现出差异性, 在此情况下和其相对应的监测技术的功能作用也会表现出差异性。在当前电力体系的不断运作中, 对变电设备在线监测技术的应用非常关注, 也有着较高的应用率, 其中往往会涉及变压器油色谱在线监测、和避雷针泄漏电流在线监测等相关的技术, 特别是对前者的运用更是较为普遍<sup>[1]</sup>。然而不可否认的是, 现阶段, 所应用的在线监测技术还表现出了一定的薄弱问题, 这主要是指其未具有较好的稳定性, 会致使在电力体系的运作中不能快速明确到所隐藏的风险问题, 从而很难保证电力供应期间的可靠性与安全性。所以, 针对该种情况, 还应该引起充分的关注, 并尽可能地规避风险, 提高对技术的应用效果。

### 1.2 输电设备在线监测技术

采用输电设备在线监测技术, 不但可以实现充分

监督和明确输电线路的具体情况, 也可以保证在输变电设备的应用中更体现出智能化的特点。通过应用该项技术, 可以发挥出监测平台的作用, 实现快速的信息传输, 及时发现设备中的一些不足, 从而对其实施快速的处理和解决, 这种方式可以控制在物力和人力方面的成本消耗。现如今, 输电设备在线监测技术已经得到了积极的应用, 但因我国的智能化技术还有待完善, 因而导致在技术应用的阶段中还不能在最大程度上确保其稳定性, 在此情况下, 也很难控制故障问题的发生, 往往强调人员耗费较多的精力来促进输电设备在线监测技术的稳定运转, 而这也容易限制输电设备智能化水平的提升。

### 1.3 电力电缆在线监测技术

在应用电力电缆在线监测技术时, 重点是明确温度场的实际分布状况, 并且这也是电力电缆在线监测技术应用时的一项重要根据, 在应用该项技术时, 可以清楚展现电缆运作的真实状况, 特别是在光纤光栅技术等的普遍应用后, 已然成为我国电网中较常用的一种在线监测技术<sup>[2]</sup>。在强化应用该项技术后, 能够及时获知电缆过热等状况, 从而及时处理好具体的问题, 然而, 需注意的是, 在技术应用的整个阶段中, 不排除会产生故障漏报的可能性。

### 1.4 直升机智能巡检技术

在电网输变电设备智能化技术中, 直升机智能巡检技术占据关键位置, 在应用该项技术后, 可以为输电线路巡线作业带来一定的保障。具体而言, 应用该

项技术能够推动输电线路巡线作业表现出精细化的特点,也能够强化其的智能化水平,通过采取直升机智能巡线技术,可以对输电线路巡线的故障处进行自动化的识别,也可以发挥出智能化诊断系统的作用,针对故障处及时发现相应的故障零部件,如此在处理故障问题时就会具有较高的效率。相关人员在合理定位巡线地点后,该项技术也能够针对目标位置来实现较好的追踪记录,可以将追踪结果向后台中进行传入,从而便于工作人员掌握具体的情况,做到针对性开展实际工作,在彰显出直升机智能巡线技术的作用后,还可以对巡线整个阶段的所有信息进行储存,并通过智能视频这一形式来进行展现,这样可以下降数据分析及解读的困难程度,能够提升相关人员的工作成效,相较于以往应用的巡线直升机来看,在采用该项智能化的巡线技术后,可以进一步保证巡线的效果,同时所获得的数据也会更加准确和有效。

### 1.5 地理信息系统

在电网输变电设备智能化建设中,需关注到地理信息系统的作用,以进一步提升智能化建设的效用,由于输变电路往往覆盖省市的各个网络,因而所涉及的地形环境会有所差异,会对输变电设备产生很大的影响。对此,有效利用地理信息系统就显得很关键了,其可以做到实时监督和管控输变电路,及时发现问题,并迅速地处理问题。地理信息系统属于输变电智能化的一个信息平台,切实联系设备状态检修决策系统等,可以为电力电网的智能化运作带来所需的重要信息,根据PMS系统构建的根本需求,提高对地理信息系统模块的应用效果,有助于构建出彼此进行共享的信息化平台,还能够发挥出PMS平台的作用,实现大力研发和利用输电GIS平台,保障在线路交跨管理以及输电线路台账等方面均能够有着智能化的体现。

## 2 电网输变电设备状态检修技术要点

### 2.1 状态监测

在电网输变电设备状态检修技术的要点中,状态监测为其中的主要内容之一。该种状态监测主要包括离线及在线监测这两项内容,在监测过程中,主要是借助监测仪器等自动化监测设备运作的各项参数,同时也能够应用监测设备,及时获知设备的真实运作状况,这样利于及时解决设备运作中的薄弱问题,提高设备的运作效果,防范在此方面可能造成的不必要的问题。

### 2.2 故障诊断

在电网输变电设备状态检修中,进行故障诊断至关重要,在开展该项工作后,可以尽快发现故障问题,做到针对性处理和解决问题。在应用故障诊断技术的过程中,一般会采取综合法来开展工作,一方面,在开展诊断工作前,需要先及时收集各项监测数据,随后还应该收集变压器绝缘等方面的重要信息,获知不同开关设备的真实运作情况,在完成上述工作后,就需要归纳和整理所获得的全部数据,之后再和系统知识库之间加以准确的匹配,从而获得精准性的故障诊断结果,这样在进行故障处理时就会具有一定的便利性,可以加快故障处理的效率,提升对故障问题的处理效果,最终有利于保障设备的稳定高效运作。另一方面,在日常的电网输变电设备状态检修工作中,也应该强化观察设备的运作情况,要衡量诸多方面的要素,判断设备是否产生了故障问题,以及是否存在发生故障问题的可能性,以便利用有效的措施进行提前防范,以进一步保障对设备的应用效果,也可以推动我国电力供应领域的长远持续发展。

### 2.3 状态预测

设备的状态预测同样为必不可少的环节之一,在电网输变电设备的运作中,为确保对其进行实时性监测,以及较好地分析和判断设备的真实运作状态,就应该对设备的运作状态进行报警阈值的有效设置。利用BP神经网络进行状态预测,属于实现电网输变电设备智能化状态预估的一个重要模型,其具备的实用作用非常突出,如具备容错及泛化等诸多的作用,也能够快速、高效地处理大量的数据信息<sup>[3]</sup>。除此之外,基于灰色系统所进行的状态预测,虽说也具有一定的优势,但在应用的过程中却容易受到限制,如对于一些短期的状态预测通常更利于产生效果,而针对长期的状态预测,所能够产生的作用就比较薄弱了,一般来说,其在对断路器等相关设备进行状态监测的过程中有着较好的作用,所以在进行该种状态预测时,非常有必要提前进行判断和衡量,这样才能够真正彰显出状态预测的作用,最终实现保障设备的运作效果。

### 2.4 输电线路的状态检修

输电线路的状态检修为电网输变电设备状态检修中的一项要点,其主要是由线路环境、电气以及机械力学监测这三者所构成的。举例来说,在监测大气环境因素对输电线路造成的影响时,可以借助监测系统来准确监测导线覆冰状况,有利于及时分析和判断粉

尘等状况的出现率,做到对输变电路雷击及绝缘等许多层面进行在线监测,在结束该项在线监测工作后,还应该及时评估关键零件的实际运作情况,判断其产生故障问题的具体时间段和系统自身的运作状态等,在全面性分析评估结果的前提下,再去制定出科学的故障维修方案,这样就可以根据方案内容,提高对故障问题的维修效率和质量,能够防范故障问题对设备运作产生更消极的影响。在采取该种方式后,可以提升电网输变电设备在运作阶段的稳定性和安全性,从而有利于满足相关用户对电力供应的根本需求,如此也可以提升相关用户对电力企业的总体认可和满意程度,最终促进我国电力领域获得进一步的发展。

### 3 电网输变电设备状态检修体系的构建

电网输变电设备状态检修体系的构建策略主要体现在如下:

其一,严格确定和标准化在线监测的技术要求,在利用在线监测技术时,针对电网输变电设备状态检修体系的建设有着突出的作用,所以应该关注到其的作用,确保制定出标准化的在线监测的技术要求,确保在此方面予以严格的规范,还应该保障生产厂家所提供的各项设备均具备较好的拓展性,这样能够提升设备的利用效果,也不失为提升电网输变电设备状态检修体系建设成效的一项可行策略。

其二,强化管控在线监测装置,在完成对在线监测系统的设置后,也有必要构建出完善的管控要求及细则,以便做到强化管控设备的利用以及数据搜集等相关的环节,在总体上提高对设备的管控效果<sup>[4]</sup>。对此,在新时期的发展中,应该认识到信息化技术的作用,进而突显出该项技术的作用,构建信息化数据平台,也应该构建可行的管控维护机制,以此来持续性地提升在线监测装置的应用成效,保障其更具智能化的体现。

其三,大力健全和优化设备的状态检修体系,在促进该体系获得智能化运作及发展的阶段中,要重视对重点环节的优化,这主要是由于若缺失对上述方面的管控,就很容易因管控环节有所缺失致使产生风险问题,所造成的后果极为严重和消极,所以应该提高对重点环节的关注和优化程度,也必须要对设备质量等方面进行及时的评估,以便获得关键的数据信息,从而以上述方面作为保障,促进电网输变电路获得智能化的运作,与此同时,也有利于提升对电网输变电设备状态检修体系的建设效果,促进该体系获得进一步的发展<sup>[5]</sup>。

其四,应该构建统一化的电网输变电监测装置,针对装置的数据库构建以及线路的实际分布等方面,进行一致的规范和要求,如此有利于实现在总体方面上提高对电网输变电监测装置的应用效果。除此之外,也应该强化对规章制度的构建,如此在电网管理中就能够根据规章制度,提高管理的有序性和有效性,在完成制度的构建后,务必提高对制度的执行效果,应该将其归入电网管理的具体流程中,强化对相关设备的管理和维护,并强化落实数据的有效分析以及存储工作,从而利用上述方式提高对电网输变电设备状态检修体系的实际建设效果。

上述方式和策略均能够为电网输变电设备状态检修体系的有效建设提供必要的保障,所以,应该大力探索相关的策略和方式,以强化实现设备状态检修体系的构建,这样有利于展现出该种状态检修体系的重要作用,促进我国电力领域获得更为高效的发展。

### 4 结束语

随着电力需求的不断增长和电网规模的持续扩大,传统检修方式已难以满足现代电网的高效稳定运行要求。智能化及状态检修体系能够实时监测输变电设备的运行状态,及时发现潜在故障隐患,有效预防设备故障的发生。总而言之,在新形势下,电网输变电设备智能化和状态检修体系的大力建设,已然彰显出了极大的价值,其在保障电网输变电设备获得稳定性和安全性运作等方面有着显著的作用。所以,相关人员应该及时探索电网输变电设备智能化技术要点及设备状态维修技术要点,还应该强化构建电网输变电设备状态检修体系,以此来满足人们对电力方面的需求。

### 参考文献:

- [1] 郝宇,刘磊,林松,等.超高压输变电设备的智能化网络运维管理分析[J].集成电路应用,2024,41(03):230-231.
- [2] 金洪涛.输变电设备智能化关键技术及发展趋势分析[J].电工材料,2023(05):77-79.
- [3] 邓博文.电网输变电设备智能化及状态检修体系的构建[J].电子技术与软件工程,2019(08):223.
- [4] 陈本毅.输变电设备智能化关键技术及发展趋势分析[J].城市建设理论研究:电子版,2018(24):6.
- [5] 李炜,马莹.输变电设备智能化关键技术及发展趋势分析[J].科技风,2018(24):118.

# 变电站智能化改造对电力系统效率与安全性的提升探讨

杨晓光, 季昕雨

(上海久隆电力(集团)有限公司, 上海 200023)

**摘要** 随着全球能源结构的转型和电力需求的不断增长, 电力系统的稳定运行和高效管理变得尤为重要。变电站作为电力系统中的关键节点, 其智能化改造对于提升整个电力系统的效率与安全性具有决定性作用。智能化变电站通过集成先进的信息通信技术、自动化控制技术以及大数据分析技术, 实现了对电力系统运行状态的实时监控、故障预测和智能决策, 从而极大地提高了电力系统的运行效率和可靠性。

**关键词** 变电站; 智能化改造; 电力系统; 效率; 安全性

中图分类号: TM63

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0028-03

在传统变电站中, 信息孤岛现象普遍存在, 数据共享和处理效率低下, 不仅影响了电力系统的运行效率, 也增加了系统故障的风险。智能化改造通过建立统一的信息平台, 实现了数据的集中管理和分析, 使得运行人员能够及时准确地掌握变电站的运行状态, 对潜在的故障进行预警和处理, 从而有效避免了大规模停电事故的发生。随着风能、太阳能等可再生能源的广泛应用, 电力系统面临着更加复杂的调度和控制挑战。智能化变电站能够通过智能调度系统, 优化各种能源的分配和使用, 确保电力供应的稳定性和经济性。

## 1 变电站智能化改造原则

### 1.1 一体化设计管理原则

构建一体化监控管理体系是变电站智能化改造的重要方向。传统变电站的应用运行模式较为分散, 难以实现高效的管理与控制。通过积极构建一体化监控管理体系, 能够对传统模式进行集中升级, 从而有力地推动智能化改造目标的实现。站控层在变电站中起着至关重要的作用, 需建立标准化应用优化模式。标准化的应用优化模式能够实现对站控层的统筹管理, 提高管理效率和精度。在具体实施过程中, 应注重对各类设备和系统的整合与协调, 确保信息的流畅传递和共享<sup>[1]</sup>。

### 1.2 通用性原则

在变电站智能化改造中, 继电保护和测控装置的选用至关重要。严格落实通用型管理机制, 能够确保装置的兼容性和可扩展性。依据常规采样、常规跳闸等处理方式, 能够维持装置的实时性交互管理, 保证

在各种情况下都能快速、准确地响应。合理的电缆接线方式能够提高系统的可靠性和稳定性, 减少故障发生的概率。在选择电缆接线方式时, 应充分考虑系统的实际需求和未来发展趋势, 确保接线方式的灵活性和可扩展性。为了实现通用性原则, 还需加强对装置的标准化化管理。制定统一的技术标准和规范, 确保不同厂家生产的装置能够相互兼容和配合。

## 2 变电站智能化改造对电力系统效率与安全性的提升的意义

智能化改造通过引入先进的自动化设备和信息化管理系统, 可以实现对变电站运行状态的实时监控和智能控制。例如, 通过智能化监控设施, 可以实时监控配电柜、变压器等关键设备的关键参数及运行状态, 从而实现对故障的有效预防。此外, 智能化设备具备强大的数据采集、处理及智能分析能力, 能够实时洞察潜在风险, 并在异常情况下迅速启动应急响应机制, 确保供电系统的稳定与安全。这些技术的应用显著提高了变电站的运行效率和供电可靠性。智能化改造还能够增强电力系统的安全性。智能化变电站的集成化系统设计作为现代电力技术的重要里程碑, 深刻诠释了“智慧”二字的内涵。通过全面感知设备状态, 实现从物理世界到数字孪生的精准映射, 确保了信息的实时互联共享, 为电力系统编织了一张高效、透明的信息网。北元集团与深圳供电局的案例, 正是这一理念的成功实践。北元集团变电站的智能化升级, 不仅优化了电力传输效率, 更构筑了安全屏障, 彰显了智能化在提升系统稳定性和可靠性方面的巨大潜力。而

深圳供电局的 500 kV 鹏城变电站改造，则进一步将智能化推向极致，一键操作、一体决策，极大地提升了运维的便捷性与决策的精准度，为电力行业树立了智能化运维的新标杆。

### 3 变电站智能化改造提高电力系统效率与安全性的要点

#### 3.1 新老直流系统过渡割接方案

在智能变电站中，一体化直流系统是确保电力设备稳定运行的关键。它不仅为保护、控制、信号和自动化设备提供动力，还是通信系统和紧急照明等设施的能源保障。随着技术的发展，新一代直流系统在效率、可靠性和智能化方面都有显著提升。然而，新老系统的过渡割接是一个技术上复杂的过程，需要确保在割接期间电力供应的连续性和系统的安全性，同时还要最小化对电网运行的影响<sup>[2]</sup>。

在 A 变电站直流系统改造的复杂场景中，核心挑战在于实现新旧系统间的无缝衔接与平稳过渡，针对旧蓄电池组的移位控制，我们采取了精细化操作策略，通过精密规划每一步骤，包括安装临时并列闸刀作为关键缓冲，确保在蓄电池迁移的每一个瞬间，系统供电的连续性与稳定性均得到严格保障。这一创新举措不仅维护了蓄电池组的独立供电能力，还显著降低了直流系统失电的风险，体现了我们在应对技术挑战时的深思熟虑与前瞻视野。新直流总屏与分屏的安装，以及新蓄电池组的部署，均遵循了高标准的建设流程，确保新系统从硬件到软件的全面优化与集成。在负荷逐步转接至新直流分屏的过程中，我们严格遵循间隔

设备停电改造的规范要求，通过精细化管理与实时监控，确保了割接过程的平滑与安全。这一系列精心设计的步骤，不仅提升了变电站的运行效率，还显著增强了其安全性能，为电力系统的稳定运行提供了坚实的保障<sup>[3]</sup>。具体移位方案如图 1 所示。

#### 3.2 新老监控过渡接口

在电力系统智能化升级的背景下，A 变电站的监控系统需要进行不停电改造，这一过程不仅要求高精度和安全性，还必须确保改造期间电力供应的连续性。新老监控系统的过渡，尤其是“三遥”（遥测、遥信、遥控）功能的应用，是这一过程中的一大挑战。若处理不当，可能会导致设备误操作或信息丢失，影响系统稳定性和安全性。在不停电改造方案中，通过“三遥”功能的核对与应用，可以确保新旧系统间的平稳过渡。然而，这一过程涉及的核对与切换工作复杂，需要运维人员具备高度的专业知识和经验。任何操作上的疏忽都可能导致设备误跳，尤其是在新旧系统并行工作时，信息的准确传输和处理变得至关重要。改造周期的预估为 2 到 3 个月，此期间需持续监控与调整，确保改造的顺利进行。在改造过程中，新旧系统的闭锁逻辑完整性是另一大挑战<sup>[4]</sup>。由于改造系统与未改造系统采用不同的通信规约，二者之间的通信兼容性问题导致信息传输不畅，严重时甚至影响到系统的闭锁逻辑。这不仅增加了系统运维的复杂度，还可能引发安全风险，解决这一问题的关键在于建立有效的通信桥梁，确保数据的无缝传输。

通过在新监控系统中安装虚拟测控单元，可以模拟实体测控设备的功能，对改造后的设备进行实时监

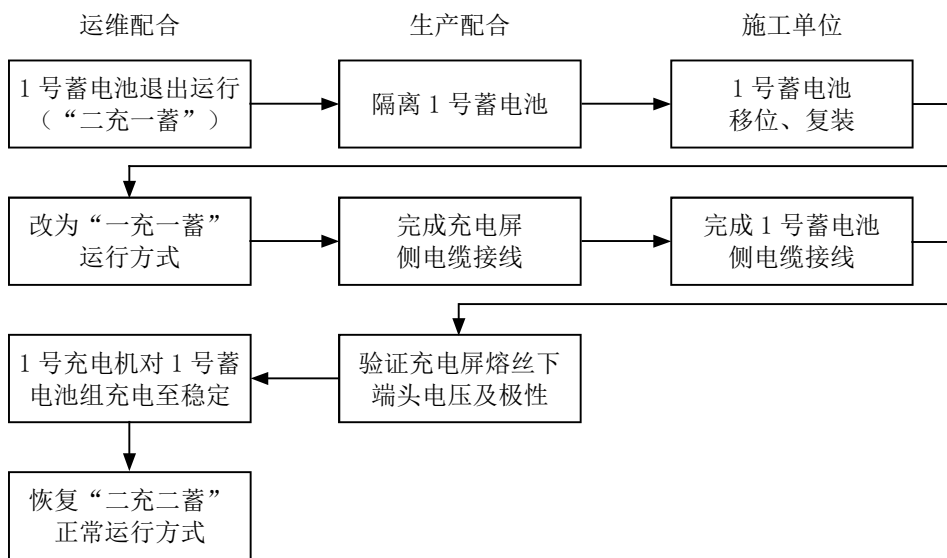


图 1 移位方案



控,而不影响未改造设备的正常运行。虚拟测控平台通过网线连接,能准确捕捉并解析运动机发送的遥测和遥信报文,实时监控间隔开关、闸刀以及地刀的位置状态,保障了数据的连续性和准确性。改造实施前,对所有操作进行细致规划,包括设备的核对、切换、闭锁逻辑的调整等,同时进行风险评估,确保每一步操作都在可控范围内。

### 3.3 母差保护改造方案

在变电站智能化改造的进程中,母差保护系统的升级是一项关键任务。面对变电站内复杂的接线结构和运行需求,母差保护的改造方案需精心设计,以确保系统的稳定性和安全性。在主变500 kV母差保护改造中,采用母线停电的方式进行改造<sup>[5]</sup>。该方式一次性完成改造,最大程度地减少了因停电造成的不良影响,确保了改造过程的高效性。通过详细的前期规划和精确的施工操作,该方案在确保电力供应连续性的前提下,实现了母差保护系统性能的提升。轮停改造方案在双母分段结构的母差保护改造中应用广泛。以本工程项目为例,变电站母差保护的双重化改造是提升系统可靠性的关键举措。改造前,单一REB103装置承载的母差保护存在单点故障风险。通过实施双重化控制机制,我们有效分散了风险点。两轮停电策略精心布局,首轮聚焦于间隔保护升级,强化回路监管,确保改造精准高效,并增设临时判别装置,为母差保护平稳过渡保驾护航。次轮停电则致力于新母差保护系统的全面优化,彻底清除老旧保护回路与过渡装置,确保第二套保护装置的无缝接入与稳定运行。这一系列改造不仅增强了母差保护的冗余性,还大幅提升了变电站应对突发状况的能力,为电网安全稳定运行筑起了更加坚固的防线<sup>[6]</sup>。

在改造过程中,精细化施工是保证改造质量的关键,需对每一环节进行详细规划和操作,确保改造方案的实施效果。同时,风险控制贯穿改造全过程,通过风险评估和应急措施,有效预防和处理可能的意外情况。在母差保护改造过程中,确保新旧系统之间的兼容性是至关重要的。通过增设临时判别装置和过渡装置,实现新旧系统之间的平稳过渡,确保改造后系统的稳定运行。在改造过程中,安全始终是首要原则。同时,通过合理安排停电时间,确保电力供应的连续性,减少对用户的影响。

### 3.4 改造警告系统

在当前的常规变电站中,警告方式存在着明显的局限性。其采用的是一种静态警告模式,未能对设备

故障进行深入分析,无法迅速呈现有效信息,且警告方式单一。为了实现智能化警告,必须针对不同设备的不同故障采取相应的警告方式,因为不同故障之间的关联性决定了所采用的警告方式存在差异<sup>[7]</sup>。从监控功能方面来看,在监控系统上搭载警告系统和分析系统具有重要意义。这样的组合可以对不同故障及其关联性进行分类整理。当接收到各种信号时,能够根据信号的差异作出相应的报警,进而推理出变电站的运行情况,并对其中的异常问题进行分析。一旦发现异常,就会发出警告,此时主站负责提供解决方案。而且,根据故障程度的不同,所采用的警告程度也应有所区别。对于智能变电站而言,信号的重要程度通过故障的重要程度来体现。同时,对警告信息的重要程度进行分级,通过辅助分析和推理来深入分析警告事件及其原因,并给出相应的解决方案。例如,对于一些轻微的故障,可以发出较低级别的警告,提醒工作人员进行关注和检查;而对于严重的故障,则发出高级别的警告,要求工作人员立即采取紧急措施进行处理<sup>[8]</sup>。

## 4 结束语

变电站的智能化改造是电力系统现代化发展的必然趋势。通过智能化技术的应用,变电站不仅能够提高自身的运行效率和可靠性,还能为整个电力系统的稳定和安全提供有力支撑。

## 参考文献:

- [1] 宋强强.基于深度学习的变电站高压开关设备智能化改造研究[J].电气技术与经济,2024(07):7-9.
- [2] 何坤龙,朱榜超.220kV变电站SF<sub>6</sub>密度监测智能化改造施工方案[J].电工技术,2024(10):96-99,104.
- [3] 周泽文,李世龙,姚军伟,等.代县矿业110kV老式变电站智能化改造及实践[J].现代矿业,2024,40(05):204-207,212.
- [4] 符大利,齐延辉,潘博.AR智慧运维对黄陵矿区变电站的智能化改造[J].智能矿山,2024,05(04):67-72.
- [5] 施心源,叶晖,成冰洁.提升110kV智能化变电站改造可靠性的技术措施[J].电气技术与经济,2023(05):213-215.
- [6] 陶可鹏,倪惠浩,何雄辉.变电站高压室断路器智能化改造研究与应用[J].机电信息,2020(06):51-52.
- [7] 杜锐君.中韩石化智能化改造深化应用研究:智能机器人巡检技术在炼油公用工程总变电站的应用[J].中国信息化,2023(01):77-78.
- [8] 张培新,黄璐璐,吕月亮,等.常规变电站智能化技术改造方案分析[J].造纸装备及材料,2022,51(10):97-99.



# 变电站开关柜“在线监测 + 带电检测”双模式应用研究

杨志慧

(国网咸宁供电公司检修分公司, 湖北 咸宁 437100)

**摘要** 开关柜作为变电站的一种极为重要的电气设备, 主要担负着用电设备开合、控制、保护责任, 在电力系统发电及输配电过程中, 受到外界环境、温度、湿度、震动等多重因素的影响, 变电站极易丧失发电与变电功能, 以至于无法满足终端用户的基本用电需求。而开关柜“在线监测 + 带电检测”的双模式安全保护措施能够对变电站开关柜的运行状态进行实时监测, 这就大大降低了开关柜出现故障的概率, 同时能够消除一些潜在的安全风险。基于此, 本文将重点围绕变电站开关柜“在线监测 + 带电检测”的技术原理予以全面阐述, 旨在强调这种双模式的安全保障措施在电力系统安全稳定运行方面发挥的关键性作用。

**关键词** 变电站; 开关柜; “在线监测 + 带电检测”; 技术原理

**中图分类号**: TM63

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0031-03

变电站开关柜直接关系到电力系统的安全稳定运行, 但是, 由于多数开关柜暴露于室外, 环境、温度、湿气等因素将直接增加开关柜发生故障的风险, 进而出现设备过热、绝缘性能下降、接线短路等故障, 严重的还会引发火灾等安全事故。针对这一问题, 近年来, “在线监测 + 带电检测”这种新型的安全保护技术在变电站开关柜运行当中得到普遍推广和应用, 与单一的监测模式相比, 这种“双模式”监测与检测技术的出现不仅弥补了监测数据不足、监测过程不稳定、监测效果不明显的缺陷, 并且为电力系统的高效检测与维修提供了有力的参考依据。

## 1 变电站开关柜“在线监测”技术要点

顾名思义, 所谓“在线监测”即是对设备的运行状态进行实时监测, 以随时查找出设备运行过程中存在的故障隐患。过去, 在变电站开关柜运行状态监测领域, 技术人员常常借助于温度、湿度等监测仪表对开关柜的运行情况进行观察与监测, 这种方法不能及时发现开关柜内部存在的触头过热、湿度过大等缺陷, 导致检修工作不及时, 这就使开关柜的使用寿命大打折扣, 而通过在线监测的方法, 能够准确地监测出故障类型、故障部位, 然后通过发送预警信息来加快电力设备的抢修速度, 进而使电力系统能够安全稳定地运行。

### 1.1 温度在线监测技术

变电站开关柜在运行过程中, 由于工作负荷大、磨损度高, 使得内部元器件出现过热的概率明显增加,

如果不及时予以处理, 则很容易损坏各部件, 比如动静触头属于一种精密型装置, 该装置存在较大的过热风险, 而运用温度在线监测技术可以对该装置的运行状态及温度变化情况进行实时监控。该技术融合了物联网、智能感应、无线传输等多种先进的科学技术, 在对开关柜温度变化情况进行监测时, 首先借助于传感器对实时温度数据进行采集, 然后利用无线传输技术将采集的数据传送终端操作系统, 一旦开关柜运行温度达到阈值, 智能系统就会自动发出预警信号, 设备管理人员可以直接登录智能手机操作端向检修人员发送检修指令, 这就大大节省了开关柜的检修时间与成本。以光纤光栅在线测温系统为例, 该系统由温度传感器、单模光缆、光纤温度在线监测仪、计算机终端等设备构成, 在进入工作状态以后, 监测装置直接发出连续宽带光, 经过光缆传输到温度传感器, 再将其反射回与其相对应的一个窄带光, 然后根据光源波长来判定每一个监测点的温度值, 该测温系统的主要技术参数如表 1 所示。

### 1.2 湿度在线监测技术

如果变电站开关柜受潮, 极有可能出现接线短路的问题, 严重的还会引发触电等安全事故, 因此, 技术人员需要在开关柜的电缆室与母线桥箱内安装防凝露湿度在线监测系统, 以随时获取开关柜内部的湿度情况, 如果开关柜内部的湿度值达到 70% 以上, 内置除湿器将自动进入除湿状态, 当开关柜内部湿度值下降到 50%

以后,除湿器自动终止运行。除湿器的工作原理是水分子与冷凝板接触以后,将很快凝结成液体,随后可以直接排出机体外部。以某型号的湿度监测系统为例,该系统主要由测控装置、环境湿度传感器、无线测湿传感器、终端管理中心构成,安装位置通常在开关柜的面板上,测得的湿度数值可以直接显示在外置的液晶屏上。终端管理中心将对开关柜工作过程中的湿度数据进行自动存储、整理与分析,当湿度数据超过上限,系统会自动发出声光预警。该湿度监测系统的测量范围是0%RH~100%RH,测量误差是:±3%RH。由于该系统可以进行远距离遥测,因此,终端管理人员可以直接通过操作终端界面来获取开关柜的实时监测数据,这不仅给开关柜等电力设备的状态检修提供了有力数据,也给电力设备的安全稳定运行提供了可靠的保障<sup>[1]</sup>。

表1 光纤光栅在线测温系统主要技术参数

系统参数	技术指标	系统参数	技术指标
测温范围	-40 ~ +200 °C	抗振动性能	5 ~ 50 Hz (5 min 往复)
监测点测量时间	< 1 s	抗冲击性能	20 kg 11 ms 3 方向进行
测温精度	±0.5 °C	抗干扰性能	1 kV 1 μS 脉冲
测温分辨率	0.1 °C	测温主机电源	180 ~ 270 V, 50 ± 5 Hz
光纤传输距离	20 km		

### 1.3 风机在线监测技术

风机是变电站开关柜的重要部件,在开关柜运行过程中主要发挥着降温、除湿的作用。过去,新出厂的开关柜往往会自带三个小风机,当测温系统启动后,风机也直接进入运转状态,但是,这种自带风机不仅功率小、易损坏、降温除湿效果差,并且测量精度也普遍偏低,如果开关柜处于长时间高负荷运转状态,利用系统自带风机进行降温,其内外最大温差值能够达到15 °C以上,这就给开关柜的正常运行带来诸多不利影响。基于对这一方面的考虑,技术人员可以在开关柜泄压通道上方柜顶的位置以及断路器手车下方的隔板位置增设大功率风机,为了能够获取温度在线监测装置的实时数据,开关柜二次电缆室需要同时增设在线监测系统,在温度与风机在线监测系统同时进入工作状态以后,温度监测系统所收集和监测的数据能够及时传送给风机在线监测系统,如果开关柜温度过高,达到上限值,风机将自动开启。正常情况下,当

开关柜运行温度达到55 °C时,风机自启动,当开关柜运行温度下降到45 °C时,风机将自动停止运转,这期间,开关柜内部的热量与湿气将直接排到室外,因此,风机在线监测系统的有效运行使得开关柜出现过热故障的概率大幅下降<sup>[2]</sup>。

## 2 变电站开关柜“带电检测”技术要点

带电检测主要是指变电站开关柜处于正常运行状态时而实施的一种故障检测技术,这种检测模式的特点是能够及时发现开关柜等电气设备的故障发展趋势,以及存在的潜在风险,检修人员可以根据检测结果来编制故障排除方案,这对变电站开关柜的安全稳定运行将起到积极促进作用。

### 2.1 超声波带电检测技术

超声波带电检测作为一种非接触式检测技术,可以监测到电气设备内部存在的裂纹、氧化、孔洞等缺陷,技术人员根据检测结果可以迅速作出反应,并采取科学有效的方法予以补救,以确保电气设备能够安全稳定运行。这种检测方法需要的设备与仪器包括超声波探头、检测仪器、高压绝缘手套等。比如在变电站开关柜出现局部放电现象以后,放电区域内的分子将发生剧烈运动,彼此不断发生碰撞,导致开关柜内部温度急剧上升,当介质中产生的声波分量频率超过20 kHz时,这部分声波分量被称之为超声波。运用这种方法对开关柜运行状态进行检测时,既可以提前发现开关柜内部存在的缺陷与安全隐患,也能够有效避免大面积停电现象的发生。运用超声波带电检测技术时需要注意以下几个问题:第一,操作人员不得将手直接探入检测区域,这样极易影响检测结果的精确度。第二,如果使用的检测仪器与电缆等耗材出现较为严重的磨损情况,需要及时予以更换,以防止发生触电事故。第三,带电检测之前需要检验仪器、设备是否能够正常工作,并将设备表面的污垢、杂物清除干净,以提高检测精度。第四,在检测开关柜等电气设备时,应当确保被检测对象的稳定性,避免出现剧烈振动的情况,否则将会影响检测精度<sup>[3]</sup>。

### 2.2 TEV 带电检测技术

TEV即暂态低电压检测技术,该技术抗干扰能力强、检测灵敏度高,即使变电站周边出现大量的干扰源,检测结果也不会出现较大的波动,因此,在变电站开关柜运行状态检测领域得到普遍推广和应用。TEV带电检测技术的基本原理是:被检测的电气设备在局部放电时,电量会集中在与接地点相邻的接地金属区域,这时会形成对地电流,电流可以在导电金属表面传播<sup>[4]</sup>。当局部放电产生的电磁波被传出以后,将直接在导电

金属表面产生传播路径,与此同时,电磁波对地会产生暂态电压脉冲信号。运用这种方法对开关柜的运行状态进行检测时,首先将 TEV 测试仪探头紧贴开关柜,通常情况下,TEV 检测主要包括单个模式与连续模式,如果检测过程中发现数据波动范围较大,检测人员可以灵活变通,通过两种模式相互切换的方法来提高检测精度。如果选用连续模式检测开关柜的运行情况,一旦数据出现连续跳动的情况,则需要检查和校验探头与开关柜面板贴合是否紧密,直到检测数据的跳动幅度稳定为止。

### 3 变电站开关柜“在线监测+带电检测”双模式应用案例

#### 3.1 变电站开关柜在线温度异常监测

国内某变电站 305 开关柜的在线温度出现异常情况,开关柜运行维护人员在日常巡检中发现 305 开关柜测温系统显示的温度已经超过了上限值,其中 B 相上口温度达到 68 °C, B 相下口温度达到 67 °C,此时,开关柜中的风机处于开启状态。为了验证开关柜内部温度是否过高,运维人员需要利用红外测温仪对柜内温度进行二次监测,监测结果与测温系统的监测结果无异,这说明变电站开关柜内部已经出现了过热现象。为了防止开关柜内部元器件烧损,运维人员可以选择在用电量小的夜间进行故障排除作业。首先,针对开关动触头与静触头盒的工作状态进行检测,检测结果显示,动触头出现轻微烧损现象,而静触头完好无损。在确定过热部位以后,检修人员利用兆欧表对动静触头盒进行绝缘试验,结果发现动静触头盒的绝缘强度不能满足标准要求,通过现场分析确定,产生这一问题的根本原因是由于 305 开关柜底盘车出现轻微回退,随着回退程度的加剧,动静触头之间的接触电阻出现异常情况,经过长时间运行,使得开关柜内部温度持续升高,如果不及时予以检修,则很容易烧毁断路器的动静触头,继而引发火灾事故。在查明过热原因之后,检修人员及时更换了底盘车,开关柜再次开启时,过热现象消失,开关柜内部温度也回归正常。从上面的应用案例可以看出,运用变电站开关柜温度在线监测系统能够第一时间发现开关柜内的温度变化情况,这不仅给电气设备抢修争取了大量时间,并且也大幅降低了由停电事故而产生的运行成本<sup>[5]</sup>。

#### 3.2 超声波与 TEV 带电检测技术的具体应用

通过对国内某变电站 217 开关柜运行状态的带电检测发现,该开关柜超声异常,前柜门右侧下部的超声值达到了 18 dB,而背景值达到 -6 dB,并且 TEV 电压也存在异常现象,实地监测值达到 59 dB,背景值

达到 8 dB,这就说明 217 开关柜的超声波监测数值与 TEV 监测数值均处于异常状态。尤其是暂态低电压与背景值之间的差值已经达到了 51 dB,由于超声监测值与 TEV 监测值同时超过了规程值,据此可以判断出该开关柜内部极有可能出现受潮现象,或者螺栓松动现象,这两种情况都会使绝缘部位出现局部放电的问题,如果不及时予以处理,则极易引发触电或者断电事故。在确定超声波、TEV 监测数据异常原因之后,检修人员第一时间赶到现场,并对 217 开关柜进行停电检修,现场检测发现小车拉出后,A 相避雷器断线导致悬浮电位放电,通过对故障原因的排查与分析判定复合外套氧化锌避雷器的制造工艺存在缺陷,在避雷器投入使用之后,很容易出现压片断裂或者松动等问题,因此,检修人员第一时间更换了已经受损的避雷器,故障排除以后,超声波与 TEV 监测数据均恢复正常。从上面的应用案例可以看出,超声波与 TEV 带电检测技术的有效应用,一方面可以将故障损失降到最低点,另一方面能够给开关柜的运行与检修提供更加确凿的参考依据,这对电力系统的安全稳定运行具有重要的现实意义。

### 4 结束语

“在线监测+带电检测”双模式相当于给变电站开关柜安装了“双保险”,在开关柜进入正常的运行状态以后,借助于“在线监测+带电检测”技术可以对开关柜内部的温度、湿度、元器件运行状态等参数指标进行实时监测,尤其在计算机技术、传感技术迅猛发展的今天,在线监测与带电检测技术的先进性也逐步显现出来,并且监测数据的精确度不断提升。因此,变电站运维人员在熟练掌握和运用“在线监测+带电检测”技术的同时,需要积极地借鉴和汲取成功经验,进而将电力系统运行故障的发生概率降到最低点。

### 参考文献:

- [1] 白明,张悦.智能变电站智能化中压开关柜应用研究与分析[J].电工技术,2020(07):84-85.
- [2] 冯亦佳,张治忠.10kV 高压开关柜电气设备在线测温系统应用研究[J].现代信息科技,2019,03(15):179-180,182.
- [3] 王晓辉,赵雨,柏小辉,等.变电站开关柜“在线监测+带电检测”双模式研究与应用[J].农村电气化,2024(06):21-24.
- [4] 周之松,杨露,马晴,等.基于泛在物联网的 10 kV 开关柜局放在线监测系统设计[J].智能物联技术,2024,56(02):81-84.
- [5] 任书燕,董海庆,郁嘉毅.基于案例的变电站开关柜带电检测技术探索[J].机电信息,2024(14):85-88.

# 市政污水管道顶管施工技术研究

刘振华

(深圳市深水水务咨询有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 市政污水管作为城市重要基础设施, 关系到人们的日常生活以及城市环境改善, 所以必须落实施工技术措施, 才能保证运行效果合格, 对城市建设和发展产生积极作用。市政污水管道施工过程中顶管施工技术应用广泛, 需落实各项施工措施, 保证顶管施工效果合格, 为市政污水管道运行效果提升奠定基础。基于此, 本文选择实际工程案例深入分析市政污水管道顶管施工技术, 落实各项施工措施, 保证市政污水管道顶管施工效果达到工程标准, 以期为促进现代市政污水管道建设和运行提供参考。

**关键词** 市政工程; 污水管道; 顶管技术

中图分类号: TU990.3

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0034-03

市政污水管道顶管施工过程中使用先进顶管设备, 将管道从工作井顶入土层内直到达到接收井, 降低对市政道路、建筑产生的影响, 使施工作业顺利完成, 保证施工效果达到工程标准。虽然顶管施工技术优势明显, 但在施工过程中依然存在较多问题影响施工作业效果。因此, 施工单位应根据顶管施工要求深入研究分析其技术机理、施工工艺、设备等, 并且制定合理的优化改进措施, 发挥先进技术、材料、工艺的优势。

## 1 工程概况

某市政污水工程项目施工过程中, 其管道建设长度达到 5 031 m, 且周边分布大量的工业区, 需要配套泵站、压力管道等, 所以现场施工难度相对较高, 施工工程量比较大。该项目新建设的污水压力管道使用专用球墨铸铁管, 包含 161 m 顶管, 设置 10 座阀井、6 座排气阀井、7 座排泥阀井。施工单位根据设计方案和技术标准要求, 最终选择使用顶管施工技术进行污水管道施工, 确保施工作业效果合格且尽可能避免对周围建筑以及人们的日常生活产生影响, 从而提高项目建设速度。

## 2 市政污水管道顶管施工技术应用

### 2.1 引入测量轴线及水准点

结合本项目施工要求, 在施工作业阶段设置临时水准点, 直接引入井底并进行顶管高程检测, 使各点位施工效果合格。管道中心桩直接引入工作井侧壁, 并且进行基线测量, 为顶管中心线的精度控制提供支持。

### 2.2 顶管机后靠背及洞口施工

根据本项目顶管施工作业要求, 在后背墙设计阶

段尺寸为宽 4 048 mm、高 3 500 mm、厚 1 200 mm, 在另一方向顶进施工时凿出洞口位置、护壁以及后靠背。按照顶进施工工艺方案要求, 在雨水管位置安装千斤顶, 并使用柔性垫片设置在千斤顶和管道之间, 防止顶进作业力过大造成管道损坏。根据设计方案要求精准确定测量洞口, 并按要求进行预留孔洞设置并布置堵水设施, 以免出现水分侵蚀导致管道损坏。如果检测发现局部位置渗透力比较差, 顶管机进出洞口不需要设置止水装置。工具管外部和洞口之间存在空隙, 该位置水经过时进入工作井内容易受到水分侵扰影响。为防止该问题出现且提高施工效果, 在施工作业过程中工作井洞口位置安装止水圈, 使各位置密封性合格, 达到良好的止水效果<sup>[1]</sup>。

### 2.3 千斤顶和顶铁的安裝

千斤顶作为掘进顶管施工设备, 需按照现场施工作业要求进行设备配置。本项目经过现场综合性分析, 最终确定 2 台 200 t 液压千斤顶联合作业, 采用并排布置方案使其顶进作业力达到技术标准。安装要点如下:

1. 现场应用 2 台 200 t 千斤顶安装到支架上, 有完善的固定设施, 确保顶进作业的环节达到稳定的要求, 且安装之后采取对称的方式, 千斤顶顶进作业点位置具备稳固性, 并随时进行现场的检测, 及时进行安装精度的调整。

2. 适配 zB.50 型高压油泵, 给系统顶进作业提供充足的动力支撑, 各个千斤顶作业的环节利用油管连接, 保证顶进作业力达到要求, 且油管具备平顺性, 防止顶进作业阻力过大而影响施工效果。

3. 千斤顶与管道端部位置设置顶铁, 使得千斤顶

的作用力均匀地传输到管道上, 保证管道顶进作业顺利完成, 管道进尺达到要求。

4. 顶铁的安装要点。将安装顶铁的位置全面清理干净, 没有任何杂物, 达到洁净性的要求, 否则将会造成贴合度不达标容易发生滑动的风险。执行设计方案进行顶铁的安装, 保证顶铁、千斤顶、管道的轴线处于平行的状态, 且避免发生顶进作业环节偏心的问题。根据现场要求进行轴线的调整, 精度合格之后开展顶进作业, 并保证顶进力在合理的范围内。

#### 2.4 顶管机始发

顶进作业开始前落实设备准备工作, 当准备完成后即可进入试顶阶段。根据施工作业要求先进行设备的水平、垂直、标高检测, 如果达到设计方案要求即可顶进工具头, 将管节安装到规定位置, 标高检测达到技术标准要求后即可进行试顶。如果该环节顶力以及其他技术参数符合技术标准, 即可正式顶进作业。顶进作业过程中按照如下流程完成: (1) 将顶铁安装到作业位置, 精度合格再开启油泵, 千斤顶进油并且活塞伸出一个工作流程推动管节运动。(2) 油泵进入最大行程后停止运行, 千斤顶回油, 回缩活塞。(3) 增加顶铁数量并重复上述操作, 安装下一管节进行顶进。(4) 拆除顶铁结构进行混凝土管连接, 使其连接的紧密度达到技术标准<sup>[2]</sup>。

#### 2.5 顶管期间关键工序的作业要点

1. 测量。观测台中安装经纬仪进行现场监测, 射出激光束作为顶管导向基准线。如果顶进作业阶段发现顶管机头位置出现偏差, 对偏差尺寸展开检测, 和设计方案保持一致, 使得顶进作业效果达到工程要求。在现场施工过程中根据千斤顶伸缩量进行偏差纠正, 使其精度符合要求, 防止影响施工作业效果。顶管作业阶段进行全面性监测, 保证管线中线、高程、方向、坡度等满足技术标准。现场测量过程中按照如下要求完成: (1) 根据测量作业要求现场设置四等水准线路, 并落实测量放样工作, 每个管道设置临时水准点进行控制。(2) 按照项目导线点、水准点作为基准, 明确测量井的平面位置、深度等, 并按照技术标准要求进行开挖施工。执行设计方案要求对管道中心线展开检测, 并做好现场标记工作, 指导后续施工作业顺利进行。(3) 顶进作业阶段随时进行工作井、接收井的导线检测, 使其精度符合标准后再继续开展施工作业。(4) 顶管作业阶段观测中, 通常在工作井中安装观测台并配置监测设备, 随时根据监测结果做改进调整, 使其顶进作业精度达到技术标准<sup>[3]</sup>。

2. 顶进纠偏。顶进作业阶段随时监测现场施工情

况, 根据地质条件、施工作业偏差等情况做出调整, 使其顶进作业精度达到要求。在现场顶进作业过程中如果出现偏差超出规定的情况, 如轴线偏差在 20 mm 以上或者高程偏差超出要求需及时进行纠偏处理。在现场测量过程中选用激光经纬仪、水准仪作为检测设备, 随时进行管道安装位置测量检测并与设计轴线对比分析, 使其精度符合技术要求。偏差纠正过程中需根据偏差方向、偏差尺寸等制定偏差纠正方案, 使得偏差纠正效果达到要求。在本项目的偏差纠正过程中, 如果偏差量比较小, 可使用千斤顶微调的方式进行纠偏, 每次纠偏在 1° 左右, 防止调整过大对管道产生较大压力而造成结构损坏。纠偏过程中随时进行检测, 及时掌握纠偏作业情况, 保证不会存在过度纠偏的现象。如果偏差尺寸比较大, 除了采取上述微调纠偏方式之外, 还要采用挖土矫正的措施进行处理。在该方式使用过程中, 在偏差一侧适当地减少挖土量, 另外一侧则增加挖土量, 使得管道方向调整到最佳状态。除此之外, 现场当增大监测频率, 通常间隔 1 m 进行一次测量, 使得管道的位置精度达标<sup>[4]</sup>。

3. 两节管接口的处理。顶管施工作业阶段, 管材选用 A 形方式, 并确保顶管的安装位置达到要求, 防止出现渗漏现象。在该项目施工过程中配置水泥砂浆材料配比为膨胀水泥: 砂: 水 = 1:1:0.3 (质量比) 取用材料, 并按要求进行充分搅拌, 使其混合均匀, 性能达到工程标准。水泥砂浆制作结束后检验检测达到标准要求即可涂抹到施工位置, 并确保各位置涂抹密封性合格。

#### 2.6 管道压浆

1. 注浆减磨。市政污水管道顶管施工阶段受到泥土的阻力影响导致顶管无法顺利进行, 或者速度减慢。结合实际情况采用注浆减磨方式降低土壤产生的阻力影响, 保证顶管作业顺利进行。根据顶管施工作业标准, 使用触变泥浆减小阻力, 调整其稠度、触变性等方面使顶管作业效果达到工程标准。(1) 通过现场取样分析, 对触变泥浆性能参数展开检测, 使其满足现场施工作业要求。(2) 管道位置预压成孔并且制作浆套, 使其各项性能达到技术标准。(3) 根据施工作业要求进行试验检测, 并明确触变泥浆制作方法以及技术参数, 进而保证各项性能指标达到工程要求。(4) 泥浆制作结束后且性能参数合格, 选用同步注浆方法开展压浆施工。该阶段随时监测注浆效果并选择适当时机进行补浆处理, 使其施工作业效果达到要求。注浆孔设置时采用单向阀布置方式, 避免土进入内部造成堵塞而影响注浆效果<sup>[5]</sup>。

2. 管道背后注浆。顶进作业阶段设置检查井设施, 随时监测施工效果并使用管道背后注浆方式保证注浆效果合格。该阶段施工过程中选用高压注浆机作为施工设备, 将其注入管道外壁周边位置, 满足现场施工作业标准。

3. 回填灌浆孔的布置。回填灌浆在布置过程中, 结合本项目施工要求各管节 1/2 横截面位置预留 4 个孔径 30 mm 的灌浆孔。按照规定要求进行施工, 为保证施工效果合格灌浆孔设置时满足灌浆技术标准, 并与生产厂家保持良好沟通, 预留好灌浆孔, 进而确保施工效果合格。

4. 回填灌浆材料的取用。灌浆施工过程中选用防腐水泥砂浆, 水灰比 1:1, 使用 42.5 普通硅酸盐水泥制作。为确保灌浆材料性能达到要求加入化学外加剂, 但不能给钢筋材料造成腐蚀性影响。

#### 5. 回填灌浆施工。

(1) 灌浆压力执行设计标准, 本项目将压力设定为 200 kPa, 初期减小压力, 随着工程推进适当地增大压力。

(2) 灌浆作业按照规定顺序进行, 先下游、后上游逐步完成整个结构部分的灌浆作业。现场施工阶段, 灌浆孔分为三个次序, 按照规定流程顺利完成各项施工作业, 且不能随意更改施工顺序, 否则将会对灌浆效果产生影响。灌浆作业阶段随时监测灌浆施工效果, 预防因为灌浆操作不当或者控制不合理而对最终施工效果产生负面影响。

(3) 施工作业阶段, 当灌浆压力达到设计标准后, 并且吸浆量在 0.12 L/min 以内, 保持 30 min 灌浆再结束灌浆作业。

(4) 灌浆施工全部结束后进行配套木塞塞紧, 避免浆液出现外流现象而对施工效果产生影响。水泥砂浆达到终凝状态之后即可将木塞取出, 并且使用 M10 水泥砂浆进行表面处理, 使其平整度、严密性达到技术标准。

### 3 市政污水管道顶管施工质量检测

#### 3.1 管道周边浅层土体压缩量分析

本工程现场施工作业阶段, 经过对管道周边浅层土压缩量进行精密检测, 使用钻孔取样方法联合位移计、静力触探、沉降观测、雷达监测等方式使得监测数据精度合格, 结果见表 1 所示。

由表 1 分析发现, 位置 A、位置 B、位置 C 各项参数都达到技术标准, 压缩量并未超出设计要求, 顶管施工效果合格, 土体压缩性能达标, 管道运行具备稳定性、可靠性。

表 1 管道周边浅层土体压缩量检测方法及数据

检测位置	检测方法	压缩量 (mm)	设计标准限值 (mm)
位置 A	钻孔取样结合位移计	4.5	≤ 5.0
位置 B	静力触探与沉降观测	4.2	≤ 5.0
位置 C	高精度雷达监测	4.8	≤ 5.0

#### 3.2 管道周边土孔隙水压力分析

该工程施工完成后, 选择位置 A、位置 B、位置 C 三个检测点, 采用孔隙水压力计、渗透试验以及综合物探技术开展管道周边土孔隙水压力检测, 具体结果见表 2 所示。

表 2 管道周边土孔隙水压力检测

检测位置	检测方法	孔隙水压力 (kPa)	设计标准限值 (kPa)
位置 A	孔隙水压力计直接测量	23.5	≤ 25.0
位置 B	渗透试验结合计算	24.0	≤ 25.0
位置 C	综合物探技术评估	24.3	≤ 25.0

分析表 2 发现, 本工程检测结束后发现孔隙水压力并未超出设计标准, 土体稳定性合格, 使整个顶管施工效果满足工程标准, 为市政污水管道的正常运行提供支持。

### 4 结束语

市政污水管道项目开展阶段, 采用顶管施工技术能提升污水管道工程的施工效率与作业质量。上述针对顶管施工技术的基本施工方法开展研究, 且于工后进行污水管道相关工程的检测, 通过检测结果数据发现各方面施工参数均达标, 由此表明, 采用顶管施工技术能为市政污水管道项目建设提供技术帮助。

#### 参考文献:

- [1] 曾广识. 城区污水管道顶管工作井施工工艺及稳定性分析[J]. 广东土木与建筑, 2023,30(11):90-93.
- [2] 韦武军. 城市市政雨污管道分布改造中的顶管施工应用[J]. 山西建筑, 2023,49(14):179-182.
- [3] 邹建, 戚双星, 杨成海, 等. 某污水管网改造工程穿越不良地层顶管施工技术[J]. 人民黄河, 2023,45(S1):116-117, 122.
- [4] 陈剑峰. 顶管施工技术在污水管道工程中的应用研究[J]. 建筑监督检测与造价, 2022,15(06):43-46.
- [5] 史纪申, 唐丁. 顶管施工在雨污水管道中的应用[J]. 建筑技术开发, 2022,49(18):36-38.

# 绿色理念下水利水电施工技术研究

赖锦祥

(龙门县龙城街道综合服务中心, 广东 惠州 516800)

**摘要** 在全球可持续发展大背景下, 水利水电建设正经历着重要的变革。本研究探讨绿色水利水电建设技术现状与发展趋势, 分析其在促进可持续发展方面的重要性, 并提出切实可行的技术解决方案。通过对国内外成功案例的研究, 希望为今后水利水电工程的绿色建设提供理论支持和实践指导, 从而助力实现经济、社会和生态的协调发展, 推动我国绿色低碳发展进程。

**关键词** 绿色理念; 水利水电施工技术; 材料选择; 节水技术; 能源管理

**中图分类号**: TV5

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0037-03

在当今全球面临日益严峻的气候变化与环境退化背景下, 推动可再生能源的开发与利用已成为各国发展的重要目标。水电作为一种安全、稳定的可再生能源, 对优化能源结构、降低温室气体排放具有显著作用, 尤其在我国, 水电不仅满足日益增长的能源需求, 还在减缓气候变化、促进可持续发展方面发挥着关键作用。

## 1 绿色水利水电施工的重要性

绿色水利水电建设的意义不仅仅是促进能源组合, 它也在促进环境可持续性和应对气候变化带来的挑战方面发挥着至关重要的作用。水电以其低环境足迹而闻名, 仍然是最清洁的能源之一。它在运行过程中发电而不排放二氧化碳 (CO<sub>2</sub>), 因此在对抗导致全球变暖的温室气体方面发挥着至关重要的作用。根据国际水电协会 (IHA) 的数据, 水电约占世界发电量的 16%, 占可再生能源发电量的 30%。通过注重绿色建设实践, 我们不仅保持了水电项目的效率, 而且提高了基础设施抵御气候变化事件的弹性, 极端气候事件日益普遍。这种适应性是至关重要的。研究表明, 到 2050 年, 气候变化可能会使包括洪水和干旱在内的极端水文现象发生的频率和严重程度增加约 20% ~ 30%<sup>[1]</sup>。

实施绿色建筑技术, 如利用可持续材料, 改善水管理, 减少生态破坏, 也可以提供显著的长期效益。例如, 包含绿色实践的项目可以减少多达 40% 的资源消耗。此外, 这些举措还提供了相当大的社会优势, 包括创造当地的就业机会。美国能源部估计, 每产生一兆瓦的水电, 每年在当地社区创造约 1.5 个就业机会, 促进了社会 and 经济发展。社区参与是绿色水电项目的另一个重要组成部分, 吸引当地的利益相关者, 培养所有权感, 并赋予社区权力, 确保项目与当地的需求和价值观相一致。当社区参与这些倡议的规划和执行

时, 它会促进可持续的社会经济发展, 并在利益相关者之间建立信任, 在水利水电建设中强调绿色技术不仅能带来更可持续的能源未来, 还会促进更健康的生态系统。绿色水电项目的协同效应可以为生态平衡、经济弹性和社区整体福祉创造一条途径, 为能源生产和环境管理和谐共存的可持续未来铺平道路。

## 2 绿色施工技术的基本原则

绿色施工技术的基本原则植根于可持续性, 旨在在整个施工过程中尽量减少对环境的影响。这种方法强调了资源的有效利用, 显著减少了水泥等建筑材料的消耗, 而水泥是全球碳排放的一个显著贡献者。事实上, 水泥的生产约占全球 CO<sub>2</sub> 排放总量的 8%, 这突显了对替代品的迫切需求。先进的绿色建筑技术通常提倡使用低碳或替代水泥材料, 可以减少高达 30% 的排放。环境保护是绿色建筑原则的一个核心方面, 包括在施工活动期间控制噪声、灰尘和废水的排放, 以保护周围社区和生态系统的健康。例如, 实施防尘措施, 如喷水和使用防尘添加剂, 可以减少空气中的颗粒物高达 50%。此外, 管理建筑废物的战略, 包括废物回收和再利用材料, 可以从垃圾填埋场转移大量的废物, 一些项目的废物转移率超过 90%。

生态恢复是绿色建筑不可缺少的组成部分。它努力尽量减少对原有生态环境的危害, 积极参与受干扰生境的恢复, 以促进生物多样性。利用诸如创建绿地、种植原生植被和加强当地野生动物栖息地等战略, 确保建设项目对生态平衡做出积极贡献, 并有助于恢复当地的生态系统。研究表明, 以生态恢复为中心设计的项目可以增加 40%。绿色建设的另一个关键原则是鼓励使用可再生能源, 如太阳能和风能, 来进行电力建设活动。通过纳入可再生能源, 建设项目可以减少其



对化石燃料的依赖，从而大幅减少温室气体的排放。研究表明，在建筑工地利用太阳能可以减少约20%的总能源消耗，从而导致一个项目的碳足迹显著减少。通过坚持这些绿色建筑原则，不仅能促进可持续的建筑实践，而且能为建设一个更健康的地球做出贡献。这种整体的方法提高了人们的生活质量，确保建设与生态保护和可持续性目标相一致。最终，这些原则的整合促进了对气候变化的适应力，并鼓励向更可持续的建筑环境过渡。

### 3 绿色施工技术在水利水电工程中的应用

#### 3.1 材料选择

在水利水电工程领域，选择环保材料对于确保可持续发展和减少生态影响至关重要。《绿色建筑材料评价标准》强调利用替代材料，同时保持结构完整性和性能，以减少环境危害的重要性。表1概述了关键材料类型、特点、建议替代品以及在资源效率和排放方面的预期节省百分比<sup>[2]</sup>。

1. 水泥：传统硅酸盐水泥生产约占全球CO<sub>2</sub>排放的8%，因为其高能源需求和在石灰石转化为石灰过程中煅烧过程排放二氧化碳，改用低碳水泥可减少高达30%的CO<sub>2</sub>排放量。该类型水泥通常含有粉煤灰、矿渣或硅粉等废料，不仅减少了排放，而且提高了混凝土结构的耐久性和寿命。例如，使用矿渣作为替代品提高混凝土对硫酸盐攻击抵抗力，延长其使用寿命<sup>[3]</sup>。

2. 钢铁产品：钢铁工业生产方法通常涉及高能源消耗，占工业排放的很大一部分，通过使用主要由再生废金属生产再生钢，与传统钢铁制造相比，估计能减少40%的能源消耗，再生钢促进闭环系统，显著降低原始铁矿石提取，并减少结构应用的碳足迹。例如，回收1吨钢材可节省约1.5吨CO<sub>2</sub>排放，这显示出在大规模建筑中使用回收材料的切实好处。

3. Dinas（天然骨料）：基于建筑目的天然开采砂和砾石导致严重的环境退化，包括栖息地的破坏、土壤侵蚀和河流系统的改变。过渡到人工砂和砾石，由回收混凝土、工业副产品，甚至碎石制造，导致不可再生资源使用显著减少70%，在混凝土中使用再生骨料不仅能减轻生态影响，而且能提高混凝土的力学性能，在某些应用中将其抗压强度提高20%。

#### 3.2 节水技术

在水利工程中实施节水技术是促进资源可持续性和优化资源利用的关键，例如在大坝建设项目中引入循环水系统。该系统旨在大幅减少用水量，确保水资源得到有效和可持续的利用，在某典型的大坝建设项目中，一些过程需要大量水，包括混凝土搅拌、除尘和设备清洗。传统的方法会导致严重水浪费，有时每年可达数十万m<sup>3</sup>，大型大坝项目在整个建设阶段消耗超过100万m<sup>3</sup>水，循环水系统的实施不仅能减少浪费，而且有助于显著地节约用水<sup>[4]</sup>。

通过循环水系统，一旦水被用于各种施工活动中，它就会被收集、处理和再利用，该系统每年可有效节省约50万m<sup>3</sup>水，相当于每年约2500户（平均每户200m<sup>3</sup>），该方法能减少对当地淡水来源的需求，从而有助于维持该区域内生态平衡。水的循环过程通常包括沉淀、过滤和消毒。先进技术，如膜过滤和紫外线(UV)处理，可确保再生水安全和质量符合在施工过程中重复使用的标准，实时监测系统用来跟踪水的使用情况和效率，优化操作，并确保任何泄漏或效率低下得到快速解决。

#### 3.3 能源管理

建筑工地有效能源管理，特别是水利水电项目，对于降低运营成本和减少环境影响至关重要，突出的举措是整合太阳能发电系统，能大幅度抵消传统能源消耗。如在水电站建筑工地安装200千瓦太阳能电池板产生巨大的效益。此太阳能电池板被设计用来利用太阳光并将其转化为电能，根据当地太阳辐照度数据和季节变化，该装置预计每年将产生约30万千瓦时的电力，这一产出满足建筑活动所需大部分能源，从而减少对传统化石燃料能源的依赖。

通过利用太阳能，该建筑工地显著降低了其碳足迹，30万千瓦时清洁能源生产预计每年将减少约240吨的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排放量。这个数字来源于传统发电平均排放因子约为每千瓦时0.8kgCO<sub>2</sub>，不仅减少了温室气体排放，而且有助于当地的能源组合，促进绿色能源战略，采用太阳能也能实现长期的经济节约。通过自己发电，该站点降低了公用事业成本，将其再投资于进一步可持续实践或提高项目效率。该能源管

表1 材料选择表

材料类型	特点	替代材料	预期节省（节省百分比）	环境影响
水泥	生产过程中CO <sub>2</sub> 排放量高	低碳水泥	30	显著减少温室气体排放
钢铁产品	回收率低，能耗高	再生钢	40	减少资源消耗和能源使用
Dinas（天然骨料）	不可再生能源；采矿会破坏环境	人工砂砾	70	尽量减少生态破坏和栖息地退化



理方法符合可持续建设的原则，在减少对化石燃料依赖的同时提高能源效率势在必行，在日照高峰期产生剩余能量储存在电池中或反馈到电网中，从而提供进一步的经济优势。

### 3.4 噪声与废气控制

管理施工期间的噪声和废气排放对于保护环境质量和确保工人和周边社区的福祉至关重要。高水平噪声和灰尘会对公众健康、通讯，甚至是建筑工地周围的生态系统产生不利影响。

1. 噪声和防尘的重要性。根据从各种建筑项目收集的数据，超过噪声水平的 85 分贝 (dB) 会导致听力受损、压力水平增加和附近居民睡眠模式中斷。另一方面，灰尘会导致呼吸系统问题、过敏症和空气质量的普遍下降。因此，应将其作为综合环境管理计划的一部分，采取各种技术措施减轻此问题<sup>[5]</sup>。

2. 噪声尘技术措施。表 2 概述了具体的技术措施，以及它们在减少噪声和灰尘方面的估计效果。

表 2 噪声尘技术

技术措施	降噪 (dB)	降尘 (%)
静音设备	20	30
防尘喷雾系统	5	50
运输管理	3	20

(1) 静音设备：使用静音或低噪声机械，如电动挖掘机、液压设备，可有效降低施工噪声 20 dB，传统的建筑机械通常在 90 dB 到 110 dB 噪声水平下运行，而无声设备降低到 70 dB 到 90 dB，不仅使其对周围社区的干扰最小化，而且还为工作人员创造了更安全的工作环境。(2) 防尘喷雾系统：利用喷雾系统、喷水器等防尘技术，可将粉尘浓度降低 50% 以上，此系统的工作原理是将细水滴释放到空气中，此细水滴附着在灰尘颗粒上，使它们更快地沉降，防止它们通过空气传播，实施防尘系统可在活动工作区域减少约 50% 的粉尘。(3) 运输管理：有效运输管理策略包括在卡车运输材料和指定运输路线上使用盖子，可使噪声水平降低 3 dB，减少 20% 粉尘排放。通过最小化车辆移动的频率和影响，显著减少总体排放。

### 3.5 绿色施工管理

绿色施工管理是确保建筑项目在全生命周期内实现环境可持续性的关键。通过采用一系列环保措施和策略，可以显著减少施工活动对环境的影响。以下是一些绿色施工管理的实践方法：

1. 绿色供应链管理。在供应链中实施绿色采购政策，优先选择环保材料和产品，如使用低挥发性有机化合物 (VOC) 的涂料和黏合剂，以及可持续来源的木

材。此外，与供应商合作，确保他们也遵循环保标准，从而在整个供应链中推广绿色实践。

2. 现场废物管理。通过实施严格的现场废物分类和回收计划，减少建筑垃圾的产生。例如，将可回收材料如金属、纸张和塑料进行分类，以便回收利用。对于不可回收的材料，如混凝土和砖块，可以考虑将其破碎后作为再生骨料使用。

3. 绿色施工设备。使用低排放、高效率的施工设备，如电动或混合动力机械，以减少现场的空气污染和噪声污染。此外，定期维护和保养设备，确保其运行在最佳状态，从而减少燃料消耗和排放。

4. 绿色施工培训。对施工人员进行绿色施工理念和实践的培训，提高他们对环境保护的意识。通过培训，施工人员可以更好地了解如何在日常工作中采取环保措施，如节约用水、减少浪费和正确处理有害材料。

5. 绿色施工认证。积极申请绿色建筑认证，例如 LEED (能源与环境设计领导力) 或 BREEAM (英国建筑研究院环境评估方法)，以证明项目在环保方面的成就。通过认证过程，项目团队可以系统地评估和改进建筑项目的环保性能。

通过这些绿色施工管理措施，建筑项目不仅能够减少对环境的影响，还能提高资源利用效率，降低长期运营成本，并为社会创造更健康、更宜居的环境。

## 4 结束语

绿色水利水电施工技术不仅有助于降低项目对环境的负面影响，还能促进资源的高效利用和生态保护。这一理念的实施能有效提高工程的经济和社会效益，为可持续发展的目标贡献力量。随着技术的不断创新，未来水利水电工程必将更加注重环境友好和资源节约，形成良性生态循环，通过将绿色施工技术贯穿于项目的各个阶段，能够为子孙后代留下更美好的自然环境，同时为应对全球气候变化和实现能源转型做出更大的贡献。

### 参考文献：

[1] 胡耀谱, 刘玲. 基于绿色理念的水利水电施工技术和管理措施 [J]. 灌溉排水学报, 2023(04):I0002.  
 [2] 陈玉昌. 基于绿色理念的水利水电工程施工技术研究 [J]. 现代工程科技, 2023,02(20):41-43.  
 [3] 方丽琼. 基于绿色理念的水利水电施工技术研究 [J]. 前卫, 2023(26):204-206.  
 [4] 陈勇华. 基于绿色理念的水利水电施工技术研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2022(07):92-94.  
 [5] 刘琳. 基于绿色发展理念的水利工程施工技术分析 [J]. 水电水利, 2023,07(04):28-30.

# 建筑工程桩基施工技术应用要点分析

梁泽柱

(广东茂同建设有限公司信宜分公司, 广东 茂名 525000)

**摘要** 在现代建筑施工中, 桩基技术应用的主要功能是强化建筑物地基的承载力以及控制地基的变形, 确保整体建筑工程的施工质量和结构稳定性。因此, 在桩基施工过程中, 施工队伍必须严格控制桩基施工技术, 以提升施工质量并保证桩基的稳固性。基于此, 本文主要分析当前主要的建筑工程桩基施工技术, 对施工要点进行分析, 以期能为相关行业人员提供有价值的参考。

**关键词** 建筑工程; 桩基施工技术; 预应力混凝土管桩; 泥浆护壁成孔灌注桩; 干作业成孔灌注桩

**中图分类号**: TU753

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0040-03

我国社会经济的快速发展带动了建筑业的快速发展, 在此背景下建筑工程数量不断增加, 我国多样化的地质地貌条件对建筑工程施工提出了更高的要求。桩基技术作为建筑工程施工中的重要部分, 对保证建筑工程的稳定性和承重能力起到重要的支持作用。因此, 施工人员必须根据实际工况对桩基技术的应用给予高度关注, 以确保桩基施工技术应用的科学性与合理性。

## 1 建筑工程桩基施工技术应用的重要性

### 1.1 有利于解决地基承载问题

在建筑工程施工中, 地基的任何缺陷, 无论是施工期间还是建筑投入使用后出现的下沉或倾斜问题, 都会对人民的生命财产安全造成极大的威胁, 施工单位必须强化对地基施工的关注并严格实施桩基工程实践, 从根本上防止建筑基础结构问题产生, 提升建筑工程的整体质量, 为建筑行业的持续发展创造有利条件。在高层建筑施工中应根据工程的具体需求, 选择合理的桩基施工技术, 充分发挥桩基施工技术的实际应用效能。由于高层建筑的结构特点复杂, 对桩基施工技术的适应性和灵活性提出了更高标准, 因此, 施工过程中需运用多种桩基础支撑结构, 以增强地基承载力并实现建筑重量的均衡分布, 从而有效避免未来工程投入使用时发生沉降超出规范规定允许值, 影响建筑物正常使用。

### 1.2 有利于减少或避免因地基质量欠佳而带来的不利影响

在建筑工程施工中, 如果桩基问题处理不当, 容易导致公众对我国建筑行业的信任度下降, 甚至激发社会的恐慌情绪, 对建筑业的长期稳定发展产生不利

影响。因此, 全面推行桩基技术的有效应用既能从根本上解决地基问题, 保证建筑自身的稳定性, 又能防止地基变形或沉降超出规范允许值; 通过科学经济合理地应用施工技术, 为桩基施工质量安全增值, 并确保桩基的满足设计要求的承载力和桩身完整性, 从而增强整个建筑结构的抗倾覆能力, 使建筑物能被正常有效地使用, 使享用建筑物居住生活的人们的生命财产安全得到有效保障。

### 1.3 与我国地形地质施工需求相符

我国地理地势具有复杂多样性特点, 进一步提高了建筑工程施工的难度, 建筑施工活动在启动之前, 都需要对施工现场的地理和地质条件进行勘探与评估, 研究结果是决定采用桩基施工技术的基础, 由于地形的复杂性对桩基技术的适应性提出了严格的要求, 因此, 施工人员必须根据实际的施工条件选择最合适的桩基技术, 以此充分发挥桩基技术的应用作用, 确保与地形地质的融合, 从而满足建筑的设计极限承载能力, 提高结构的稳定性和延长工程使用寿命, 更好地满足我国土木工程施工的特定需求。

## 2 建筑工程施工中桩基技术类型分析

### 2.1 预应力混凝土管桩

预应力钢筋混凝土管桩在承载能力上优于相同直径的钻探桩和沉管灌注桩, 其采用的钢筋材料坚固, 在防止桩身开裂和抵抗弯曲方面的性能更佳, 能够确保施工过程中结构的完整性<sup>[1]</sup>。此外, 管桩的长度可灵活调整, 可以根据地质条件和施工需求进行调整; 另外, 预应力混凝土管桩施工技术对周围环境的影响较小, 能够将噪声污染控制在可接受范围内, 并且此技术适用于广泛的地质条件, 包括淤泥土、黏土、粉

土等各种类型的软基，如果施工区域地处硬层隔层、石灰石地带，或者土壤层结构上下层硬度差异显著，不建议采用预应力混凝土管桩施工技术。

## 2.2 泥浆护壁成孔灌注桩

首先，进行钻探施工时采用钻孔设备，并确保全程监控以确保孔的位置、形态和深度符合预定标准。在钻探完成之后，应立刻清除钻孔底部的残余物，预防孔壁崩塌或泥浆沉积，防止上述因素对后续的桩基工程造成任何质量缺损。其次，需将预先构造好的钢筋框架稳妥地安置于预定的孔内，并对其实施巩固措施，以免在浇筑混凝土时，钢筋框架发生漂浮或变形等问题。在打孔作业时，为预防孔道坍塌，需边钻边填充特定浓度的泥浆以护壁。由于泥浆的密度高于水，孔壁内的水压力会相应增强，从而有效遏制孔壁塌陷的发生。在进行黏土或粉状黏土地层的开孔作业时，通过注入清水的方法使其与原土混合形成浆体以稳固孔壁。在这个用泥浆护孔壁的过程中，常遇到多种问题。例如：如果在打护筒时水面上涌，就需要用黏土增强固定；若观察到泥浆中有气泡产生或者水位有所降低，通常意味着孔壁可能会有坍塌现象，此时应提高泥浆的浓度并及时补填以进行紧急处理。施工过程中配置膨润土泥浆护壁满足施工要求；但施工过程中可能会产生大量泥浆废弃物，如果处理不当，废弃物会对环境造成极大污染；施工现场可采用旋挖钻机施工，有效减少钻渣稀释变成泥浆；并将钻渣转运至场内划定弃土场进行晾晒后外运。

## 2.3 干作业成孔灌注桩

干作业成孔灌注桩技术适用于黏土、粉土及中等密度砂土层的地质条件，要求施工区域的地面应高于地下水位，如果地下水位在施工区域附近异常升高或者地层存在厚实的可压缩性淤泥层，应用此技术的过程中必须采取特定的安全防护措施，此技术的应用优势在于施工过程中不会引起振动或土壤挤压且噪声低。因此，即使在密集既有建筑环境中作业，也不会对周边居民的生活质量或建筑物的结构稳定性带来负面影响。

## 2.4 人工挖孔灌注桩

在规划建立多层或高层建筑的场景中，如果施工地基主要由黏土、粉黏土或含砂石量少的黏土构成且施工区域及周边地下水资源稀缺，且现场条件或空间不能满足各类桩机作业要求，可以考虑采用人工挖孔灌注桩施工技术；鉴于人工挖孔灌注桩安全技术要求，施工前应按相关规范编制专项安全技术施工方案，若现场人工挖孔灌注桩属于超过一定规模危险性较大的分部分项工程，还应组织专家论证其专项安全技术施

工方案；专项安全技术施工方案后，施工人员应严格按照方案施工；但如果施工区域的地下水位相对较高或者存在含水量大的淤土、淤泥质土层，此技术并不适用<sup>[2]</sup>。人工挖孔灌注桩技术的应用优势在于简便的施工流程且桩体承载力和结构稳定性强，但应用此技术需要大量人工地下作业，加重施工人员的劳动强度，也容易给施工安全带来挑战，因此需要在施工开始前对施工方案进行系统分析并制定相应的质量、安全、环境保护、应急救援等保证措施。

## 3 建筑工程桩基施工技术应用要点

### 3.1 预应力混凝土管桩施工技术要点

在预应力混凝土管桩施工前，首先对施工现场地面进行平整，然后根据工程的桩基图和桩机行机路线图，准确确定建筑的桩基施工顺序和桩位的坐标，并在场地地表进行测量放样标记；放线测量完成后，需提交现场监理工程师进行复核，管桩到达现场后，必须对管桩做进场复验，复验合格后根据管桩的规格、长度及施打顺序进行有序排列和堆放，同时采取适当的保护措施防止管桩受损；吊装作业时，施工人员要确保吊挂点位于管桩顶部 0.2 L 处，并在中间位置添加垫层以提供保护，然后利用起重机械的臂杆和吊钩，将管桩挂入支架夹持器，通过夹持器的液压系统确保管桩在架上稳固；工程桩施工前，应根据地质情况选择全部桩数 1% 并具有代表性的桩位进行试打（压）桩，以取得正式沉桩所需有关控制数据；沉桩时，施工人员需按放样的桩位进行桩机就位对中，使其与桩位标记线对齐再开始沉桩；桩体入土 0.5 米后要垂直度校核调整，满足设计、规范要求后再进行下一步的沉桩操作；除一体化桩尖外，在管桩第一节沉桩入土前，应立即往管桩内灌入 C30 细石混凝土封底，封底高度为 2 米；沉桩过程中钢管桩长度不足，需进行接长处理，在将待延长的钢管桩打入地面约 0.5 至 1 米深时应暂停打桩，吊起并另一节钢管桩，两节管桩端头对接完成后再次检查其直立状态无误，然后进行焊接，焊接必须包含至少三层焊缝，确保焊缝完整且连续，不允许存在裂缝、漏焊或假焊，焊接完成后通知质检人员进行检查确认，焊接接头冷却约 8 分钟后，继续压桩直至施工完成；管桩沉设完毕后，应对标高和孔内水压进行监控，确认无误后才能移动打桩机进行下一根管桩的打设；在沉桩前施工人员需要详细检查管桩的直径、长度、数量等参数，确保符合施工标准，并检查是否存在环状或纵向裂缝以及灌浆是否充足，桩顶必须保持垂直且桩身无弯曲等缺陷；沉桩作业完成后，根据桩尖的类型选择合适的检测方法验证桩尖的质

量,例如开口型桩尖采用动力检测,而封闭型桩尖则采用投光检视的方式进行质量控制<sup>[3]</sup>。

### 3.2 泥浆护壁成孔灌注桩施工技术要点

在泥浆护壁成孔灌注桩施工技术过程中,遇到桩体断裂的问题,现场施工人员必须严格遵循既定的安全预防策略,如果在初期浇筑阶段发现桩体断裂的迹象,应立即进行详细的原因分析,在确定原因是混凝土输送泵的堵塞所致后,须迅速停止灌注工作,移除钢筋笼并重新进行钻孔操作。在灌注过程中,如果施工人员观察到孔内的混凝土层过厚,可能会在拔出导管时发生断桩,工作人员应采取“复插法”处理,即利用带有阀门的底盖重新将导管下放到混凝土表面,待混凝土充满导管并提升导管时,底盖阀门自动脱落,然后可继续进行混凝土的灌注,当注浆接近完成,如果发现桩体断裂部分接近地面,建议采用机械配合人工开挖至断桩面,凿除上部断桩,然后对桩界面处理,最后连接至预定的桩顶高度;如果断裂位置与地面仅有一小段距离,也可考虑采用现场开挖模板浇筑的方法,确保混凝土桩体达到设计的规范高度。

### 3.3 干作业成孔灌注桩施工技术要点

干作业成孔灌注桩施工过程中,首先利用测量控制网对定位点和桩位进行精确确定,然后在指定的桩位设置四个方向的辅助桩并进行导管的放置,在此过程中严格校准辅助桩的交叉点与导管中心线的对准,任何偏差都需重新调整导管的位置。通常,导管的顶部应超出地面约0.3米,并需填充并压实土壤,以防止碎石或雨水进入孔内。在护筒设置完成后,钻探设备应立即就位,钻头必须与准星线精确对齐,将偏差控制在合理范围内;钻孔作业完成后,通知专业人员进行质量检查并编制相应的技术报告;钢材到达现场后,进行原材料的质量复检以及焊接部位的检测,如有必要还需进行矫直和除锈处理,严禁使用锈蚀的钢材制造钢筋笼,制作完成的钢筋笼需被安全搬运到工作位置,运输过程中需采取措施防止钢筋笼的主筋变形,在施工区域内,需在钢筋笼外部固定混凝土支撑块并将箍筋牢固焊接在主筋上,确保钢筋框架的中心线与桩芯线的对齐,以防止出现较大偏移。在浇筑混凝土前,需制作试块以验证混凝土的质量,只有在确认质量合格后,才能连续注入混凝土,直至达到设计要求的深度,完成浇筑后拔出围护套管并使其在无干扰的环境中进行养护,直至强度达到设计标准。

### 3.4 人工挖孔灌注桩

在人工挖孔灌注桩施工前,应专项方案配备空气检测仪器和送风设备;施工人员需要严格依据桩基图

进行现场测量放样,确立桩号的布局网格以及高层建筑的定位基准点。在挖孔作业中,为确保施工安全,相邻孔位的间距需经过精密计算,如果相邻孔的中心距离不超过2.5米,应采取交错挖孔的方法,确保在相邻桩阵的跳格施工时,保持至少4.5米的清洁距离。在挖孔阶段,需适当扩大挖孔直径,其扩大范围应保持在护壁厚度的两倍以内,允许的偏差不应超过50毫米;完成挖孔后,应迅速安装配备钢筋的混凝土护圈,在安装或拆卸护圈的过程中,如发现蜂窝状空洞或渗水现象,应立即采取补救措施,严格按照设计图纸要求制作钢筋笼,并通过焊接增强筋以保持结构稳定性;再将钢筋笼放入孔洞前对孔洞进行检查,确保无过多沉积物,如有过多沉积,应禁止放入;在放置钢筋笼的过程中,应避免与孔壁碰撞同时防止钢筋笼发生倾斜或扭曲<sup>[4]</sup>。

在浇筑混凝土前,施工人员需要重新清理孔洞,确保孔壁清洁且坚固,洞底无浮渣,如果在浇筑过程中发现轻微渗水,需清除积水后继续浇筑;如果渗水量大,需采用水下混凝土浇筑技术。在人工挖孔灌注桩施工中,容易遇到护壁周围土壤的脱落,如果土壤脱落较小且无大量涌水,应用止土板支撑并使用圆形钢材加固护壁;如果土壤脱落较大,需在现有护壁上开孔,注入初凝型水泥浆体以填充土壤空隙,以增强护壁周边土壤的稳定性,防止进一步塌陷<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

桩基施工技术作为建筑工程的重要组成部分,对保证建筑物的整体质量和使用安全具有决定性作用。本文通过分析阐述建筑工程桩基施工技术应用的重要性,介绍目前主要应用的预应力混凝土管桩、泥浆护壁成孔灌注桩、干作业成孔灌注桩和人工挖孔灌注桩等几种桩基施工技术,并针对各类桩基施工技术的特点总结了相应的施工要点,以为建筑施工领域的从业人员提供参考。

### 参考文献:

- [1] 辛磊,孙道福.建筑工程中桩基施工技术研究[J].房地产世界,2024(05):140-142.
- [2] 赵双成.建筑施工中桩基施工技术探讨:以某建筑工程为例[J].房地产世界,2024(01):149-151.
- [3] 严良辉.建筑工程中桩基施工技术应用研究[J].房地产世界,2023(19):151-153.
- [4] 李波.建筑工程桩基施工技术要点探析[J].中国住宅设施,2023(01):142-144.
- [5] 王付户.建筑工程桩基施工技术要点分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(03):1-4.

# 10 kV 配网电缆故障的原因与防范措施研究

蒋林梅

(四川明星电力股份有限公司, 四川 遂宁 629000)

**摘要** 10 kV 配网是电力系统中的一个关键环节, 是连接电网和用户的桥梁, 对社会生产生活具有重要作用。10 kV 配网电缆故障会对供电安全性与居民正常用电需求产生巨大威胁, 为了更好地防范 10 kV 配网电缆故障, 有必要对其产生原因予以分析。本文探讨 10 kV 配网电缆故障的原因, 重点对故障分析方法展开论述, 并提出有效的防范对策, 以期为促进 10 kV 配网的安全稳定运行提供参考。

**关键词** 10 kV 配网电缆故障; 配电电缆行波; 电压功率波动; 脉冲反射法

**中图分类号**: TM75

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0043-03

随着产业结构的不断变化, 电力需求持续增长, 10 kV 配网作为连接电力用户和输电网的桥梁, 具有十分重要的作用, 但由于设备老化、自然灾害以及外力破坏等因素, 严重影响了供电的可靠性和安全性<sup>[1]</sup>。为此, 深入分析 10 kV 配网电缆故障的原因, 并采取有效的防范措施, 对于提高供电可靠性、保障电网安全具有重要意义。

## 1 10 kV 配网电缆故障的原因

### 1.1 绝缘故障分析

10 kV 配网电缆在经过一定的使用年限以后, 极易产生绝缘失效, 而且随着使用年限的增加, 其发生的概率也在不断增加。10 kV 配网电缆对电气设备起到了保护和防止触电的作用, 然而, 由于外界环境的作用, 这些绝缘物质会发生断裂、老化等现象, 从而使其绝缘特性迅速丧失, 并且发生一些物理上的改变, 最终造成配网电缆的绝缘材料和装置的损伤。目前, 10 kV 配网电缆的绝缘失效故障最为普遍, 导致其防护能力降低, 无法保证其安全。

### 1.2 附件故障分析

配网电源电缆的附件故障是由附件设备产生的故障, 如附件击穿、放电等故障。附件故障主要体现在附件构造上, 由于在拆卸半导体时, 电缆附件被破坏, 附件表面有大量的杂质与粉尘, 使得附件在投入使用以后, 由于其所形成的强烈电能使得杂质与粉尘等都是游离的, 从而加快了附件故障的出现。除此之外, 附件制造过程中, 连接部位存在问题, 附件工作时由于有效连接控制不完善, 使其在接口处的电阻值偏高, 产生明显的热量, 严重时甚至会引附件起火。与此同时, 附件装配技术不够标准也会导致故障发生, 如

连接和密封不够标准, 致使附件使用完毕后, 极易受湿气侵蚀, 从而降低附件的性能。

### 1.3 设备故障分析

一方面, 可能由于配电变压器故障, 比如烧毁、跌落等情况, 从而导致 10 kV 配网电缆也发生故障, 无法正常供电。另一方面, 在避雷器发生故障后, 雷击电流将不能很好地传导到地面, 反而会对 10 kV 配网电缆造成严重的危害。在此过程中, 由于过电压的存在, 会对设备及电气设备产生严重的电磁干扰, 从而引起损坏、失效甚至烧毁。另外, 长期存在的过压也会加快电缆老化, 降低电缆使用寿命<sup>[2]</sup>。

## 2 10 kV 配网电缆故障的分析方法

### 2.1 配电电缆行波

电缆自身既可视作电容元件, 又可视作电感元件, 因为 10 kV 配电电缆中有分布电感及电容, 所以当将脉冲测试电压加到被测电缆一端时, 分布电感内的电流要经过一定的时间才能到达电缆另一端, 同样地, 电压也要经过一定的时间才能到达分布电容<sup>[3]</sup>。因此, 当施加脉冲测试电压时, 所生成的电磁波能够在电缆媒介中具有特定的传输速率, 将电磁波通过线缆的传输速率设为  $V$ , 并以如下的表达式来计算:

$$V = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \mu_r \beta_0 \beta_r}} = \frac{1}{\sqrt{\mu_r \beta_r}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \beta_0}} = \frac{C}{\sqrt{\mu_r \beta_r}} \quad (1)$$

其中,  $C$  为光速;  $\beta_0$  为真空下介电常数;  $\beta_r$  为相对介电常数;  $\mu_0$  为真空下磁导率;  $\mu_r$  为相对磁导率。

不难看出, 10 kV 配电电缆内的电磁波传输速率不受结构类型、材料以及长度等因素的影响, 只涉及相对介电常数与相对磁导率, 并且, 如果 10 kV 配电电缆绝缘材料的种类不一样, 那么介电系数也会有

很大的差别。因此，可以得出，如果10 kV 配电电缆的绝缘材料不一样，那么电磁波在电缆中的传输速率也是不一样的。而且，在同样的材料下，电磁波的传输速度也是恒定的。为此，可以通过脉冲反射法测定初始端头到故障点的距离，一般10 kV 配电电缆电磁波传输速度 $V$ 的参考取值如表1所示。

表1 常见10 kV 配电电缆脉冲波速度参考值

序号	介质	速度
1	高分子聚合物	168 ~ 186 m/μs
2	聚四氟乙烯	213 m/μs
3	泡沫聚乙烯	246 m/μs
4	填充聚乙烯	192 m/μs
5	交联聚乙烯	155 ~ 174 m/μs
6	油浸纸	160 m/μs
7	填充聚乙烯	192 m/μs
8	聚乙烯	201 m/μs
9	空气绝缘	294 m/μs

将10 kV 配电电缆等效为长线，其特征参量即为特征阻抗，也称为波阻抗。在10 kV 配电电缆中，电压与电流是相伴而行的，公式表达如下：

$$Z = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}} \quad (2)$$

其中，10 kV 配电电缆的绝缘材料和内部芯线、电缆剖面构成、绝缘层厚度、介电系数值以及磁导率值等相关，为此，不同的电缆，波阻抗 $Z$ 也不尽相同<sup>[4]</sup>。

为此，波阻抗值 $Z$ 主要与电缆的内芯导体材质、绝缘层介质以及自身架构的变革有关，说明波阻抗值 $Z$ 与电缆的长度无关，不论电缆的长度如何，其各点的波阻抗都是恒定的。因此可以假定，10 kV 配电电缆可以被分割成若干个部分，或者是许多个点，在这些点上电压和电流的瞬时值，均是无数个电流行波、正电压叠加而成的。

## 2.2 电压功率波动

在配网系统中，电缆传输过程中会出现一些不正常的信号，这种情况下，电压波浪是一种非常关键的信息反馈，通常在0.01 ~ 0.6秒之间。若出现这种常态的波动周期，说明配网电缆出现了故障，而且，由于电压的起伏部位通常就是线缆的故障部位，所以能够通过电压的凹凸状况予以分析与辨识，从而确定电缆的故障点。特别是电压降压，通常是由10 kV 配网电缆短路引起的，也有可能是因为闪电因素引起的。因此，在识别电压拨冗的时候，和分段开关的信息识

别是一个道理，也要把其他的原因也纳入其中。

当出现电压暂降时，标称电压与剩余电压方均根的比值，比如0.75p.u，则代表电压暂下降了25%，而剩余电压为额定电压的75%，即可以采用平方根的方法来计算电压暂降。连续周期电压信号方均根值表达式如下：

$$U = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t_0}^{t_0+T} \int U^2(t) dt} \quad (3)$$

根据式(3)，拟定 $T$ 为信号周期，若 $T < 1/2$ ，意味着信号周期不存在，需要重新定义电压信号，如下：

$$U = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} u^2(n)} \quad (4)$$

## 2.3 脉冲反射法波形分析

1. 低压脉冲反射法。低电压脉冲反射仪主要是用来检测低开路故障与低阻电路，该方法也适用于电缆长度测量，还可以区分电缆的终端头、T型接头以及中间接头等。（见图1）

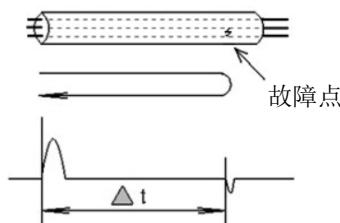


图1 低压脉冲反射法原理图

如图1所示，利用低电压脉冲反射法进行电缆故障点间距的测量，其基本原理在于，在进行测量时将一个较低电压的脉冲信号作用于被测电缆的一头，当该信号在传输途中碰到了阻抗发生显著改变的部位，例如电缆与电力装置的接头、故障点以及电缆之间的接头等，此时会出现行波的反射状态，即所谓的“脉冲回波”，然后在试验端探测到的脉冲回波，由仪表记录。那么，从试验终端到该节点之间的距离，就可以从下面的公式中得到。

$$L = \frac{\Delta t \times v}{2} \quad (5)$$

2. 脉冲电流法。基于脉冲电压方法而产生的脉冲电流法，主要有冲击高压闪络法与直流高压闪络法，与采用脉冲电压方法进行电缆故障探测的方法相似，当电缆发生故障时，直线耦合器会记录下测量脉冲的波形，并对测量脉冲生成的行波从试验端到故障点再到试验终端的全部时间进行分析，这样就可以根据波速率求出故障点到试验终端的距离，该方法可以参照脉冲电压方法进行，在此不再赘述。

3. 直闪法与冲闪法。在10 kV 配网电缆短路电阻

很小的情况下,由于直流漏电流很大,所以在测试装置的内阻上,电压基本上都下降到了测试装置的内阻以下,因此,在短路点处没有发生闪络,所以需要采用冲闪法<sup>[5]</sup>。其布线模式和直接闪烁方法的线路相似,在能量存储电容和电缆接部位,还添加了一套球面缝隙,其工作原理是通过调整调压提升器,对蓄能电容予以逐级充电,如果蓄能电容上的电压达到某个数值,则该球状缝隙将被释放,这时,蓄能电容将对电缆放电,因此从初始试验到此刻,当球状缝隙被放电后,相当于在第一次试验中,将电压立即加在了线缆上,而不是直线增压。

### 3 10 kV 配网电缆故障的防范措施

#### 3.1 外力因素防范措施

第一,降低意外情况。为保证 10 kV 配电电缆的安全,必须对电缆引下塔架予以喷涂,并加装对应的反射标识。此外,还为容易受到冲击的电缆导柱设置防撞墩。第二,标准化处理电缆安全标识。设置电缆警示标识、标识柱,对于电缆通道中经常开挖的电缆线路,要设置醒目的警示标识,动员公众做好保护工作,增强有关人员的安全意识。第三,选择可靠的电缆通道。电缆敷设区域如果存在酸碱性等化学成分,就会对其进行侵蚀,如果是受到了地下水的影响,也会对电缆形成侵蚀。所以,在选用电缆敷设通道时,应尽量避免这一地区。第四,电缆敷设方法的选取。在进行电缆敷设时,必须选用合适的方法,才能使电缆不受外界因素的影响,且不受邻近管道施工的影响,从而更好地防止因外部因素造成的损害。

#### 3.2 自身因素防范措施

第一,应用北斗定位系统。在 10 kV 配网中,电缆故障一般都很隐蔽,通过北斗定位系统加强对 10kV 配网电缆的巡视,有助于检测和消除故障。此外,将北斗定位系统应用于巡视工作中,能够精确地确定线路杆塔和线路位置,从而为日常巡视工作带来许多方便。第二,加大配网自动化研究。由于配网的发展相对于主干网络来说较为滞后,而且还具有一些设备的陈旧性,因此,在配网中出现的电缆故障的概率也很大,为了保证配网电缆的可靠性与安全性,必须强化高科技技术的应用。

#### 3.3 自然因素防范措施

第一,要对电缆接地状况做好周期性的检测。在使用期间,要经常检测电缆的接地电阻,以防止发生接地事故。第二,提高隔热材料的防雷击性能。通过提升电缆的绝缘耐压水平,从而改善电缆的防雷击能

力。第三,设置避雷器。目前,由于电缆铺设面积较大,而且距离较长,所以很有可能会遭受到雷电的影响,可以通过设置避雷器来加强电缆的雷电防护能力。

#### 3.4 管理和使用因素防范措施

第一,做好电缆施工、设计及验收工作。要求运行单位全程参与质量管理,做好电缆施工规范、设计规范以及验收规范,保证电缆施工的品质,禁止存在隐患和缺陷电缆接入 10 kV 配网。第二,改造与规划配网结构。通过科学的规划,对配网结构予以科学的设计,缩短电缆的长度,把电缆负载率保持在许可的限度之内,从而使电缆的失效概率大大减小。第三,完善电缆线路资料。编制并健全有关电缆的技术文件与资料,并建立相应的巡视和缺陷处置的档案,尽量使其能够被记录在案。第四,加大电缆负载监控力度。迎峰度夏时期,电力系统处于高温高负载状态,必须强化负载监控,及时调节负载,保证电缆负载在可接受的限度之内,以防止其因超载造成的过热而烧坏。第五,提高员工培训质量。在平时的工作中,要对员工展开关于电缆故障有关知识与技术的培训,提高员工的职业素养,并制定切实可行的奖惩机制,使员工能够更好地履行自己的职责,提高对 10 kV 配网电缆故障的处理效率。

### 4 结束语

相关人员在充分认识到 10 kV 配电电缆重要性的基础上,应结合电缆故障原因,展开科学的故障分析,具体的故障分析方法主要有配电电缆行波、电压功率波动、脉冲反射法波形分析,应结合实际条件选择针对性的方法,从而提高故障分析精准性;同时,从外力因素、自身因素、自然因素、管理和使用因素等方面,制订出相应的防范对策,确保 10 kV 配网的安全稳定运行,减少电力事故,保障人民群众的生命财产安全。

#### 参考文献:

- [1] 许科杰,孙宁.10kV 配电线路故障分析及解决方法研究[J].电子技术与软件工程,2021(17):227-228.
- [2] 林淑艺.10kV 配电线路电力电缆故障排查及防范措施[J].科学家,2016,04(07):87,89.
- [3] 刘同银,郭路宣,赵世磊,等.10kV 配电线路电缆故障查找方法[J].山东工业技术,2019(11):186.
- [4] 邱辛泰,陆钊.10kV 配电电缆故障探寻及原因分析[J].中国高新技术企业,2015(05):145-146.
- [5] 张润骏,陈森,李旭旻.电力工程中配电电缆的运行维护与故障分析[J].科技风,2024(13):82-84.

# 火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术分析

席丝笛

(华电湖北发电有限公司武昌热电分公司, 湖北 武汉 430062)

**摘要** 火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术主要是通过一系列技术手段, 将锅炉尾部排放的烟气中蕴含的余热进行有效回收和利用。这些烟气在排放过程中温度较高, 蕴含着大量的热能, 如果不加以利用, 不仅会造成能源的浪费, 还会加剧环境污染。因此, 对这部分余热的回收利用具有极大的价值。在火力发电厂中, 锅炉尾部烟气余热利用技术通常与脱硫、脱硝等环保技术相结合, 实现烟气在排放前的综合处理。通过安装余热回收装置, 如热管换热器、相变换热器等, 将烟气中的热能传递给其他介质, 如水或空气, 从而实现热能的回收和利用。基于此, 本文进行了相应的分析, 希望可以为同行业人员提供借鉴。

**关键词** 火力发电厂; 锅炉尾部; 烟气余热利用技术

**中图分类号**: TM62

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0046-03

## 1 研究背景

火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术是一种重要的节能减排手段, 对于提升发电厂的经济效益和环保效益具有重要意义。以下是对该技术的概述及技术优势的详细分析。(1) 提高能源利用效率: 通过回收和利用锅炉尾部烟气中的余热, 可以有效提高火力发电厂的能源利用效率。这部分余热可以转化为蒸汽或热水, 用于发电或供热, 从而降低对化石燃料的依赖, 减少能源消耗。(2) 降低环境污染: 烟气余热的回收利用有助于减少烟气排放温度, 降低烟气对环境的热污染<sup>[1]</sup>。同时, 结合脱硫、脱硝等环保技术, 可以进一步减少烟气中的有害物质排放, 改善环境质量。(3) 提升经济效益: 烟气余热利用技术可以降低火力发电厂的运行成本, 提高经济效益。通过回收利用余热, 可以减少对外部能源的需求, 降低燃料成本。此外, 余热还可以用于其他工艺过程, 如加热、干燥等, 进一步提高能源的综合利用价值。(4) 技术成熟可靠: 火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术已经相对成熟, 并在实际应用中取得了良好的效果。通过不断优化和改进技术, 可以进一步提高余热回收效率, 降低技术成本, 推动该技术的广泛应用。

## 2 火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术的制约因素

在火力发电厂中, 锅炉尾部烟气余热利用技术是一种重要的节能减排手段, 它能够有效提高能源利用效率, 降低环境污染, 进而提升发电厂的经济效益和

环保效益。然而, 在实际应用中, 该技术受到多种因素的制约, 导致余热回收效率不尽如人意。本文将重点探讨设备制约因素和低温腐蚀因素, 并深入分析其影响机制。

### 2.1 设备制约因素

#### 2.1.1 排烟温度与能量品位

排烟温度是制约锅炉尾部烟气余热利用技术的重要因素之一。通常可以采用余热锅炉进行能量回收, 并通过汽轮机发电转化为电能。这部分能量的回收和处理方法相对简单。然而, 对于低位能级的低温烟气, 由于能量品位较低, 其回收手段则相对有限, 主要依赖于省煤器、脱硫系统等设备<sup>[2]</sup>。

#### 2.1.2 省煤器的性能与限制

省煤器作为锅炉尾部烟气余热利用的关键设备之一, 其性能直接影响到余热回收的效果。省煤器布置在锅炉尾部竖井中烟气温度相对较低的区段, 通过吸收烟气中的热量来降低排烟温度, 从而提高锅炉热效率并节省燃料。然而, 省煤器的性能受到多种因素的制约。首先, 省煤器的传热效率受到其材质、结构、设计参数等因素的影响。如果材质选择不当或结构设计不合理, 将降低其传热效率, 进而影响余热回收效果。其次, 省煤器的布置位置也会对余热回收效果产生影响。如果布置位置不合理, 将导致烟气流动不畅或温度分布不均, 从而降低余热回收效率。

此外, 省煤器在实际运行中还存在一些技术难题。例如, 当烟气流速过高时, 可能导致省煤器内部结垢



或磨损加剧；而当烟气流速过低时，又可能导致传热效率下降。因此，需要对省煤器进行优化设计，提高其适应性和稳定性<sup>[3]</sup>。

### 2.1.3 其他相关设备的限制

除了省煤器外，其他相关设备如脱硫系统、除尘器等也会对锅炉尾部烟气余热利用技术产生制约。这些设备在运行过程中可能会对烟气温度和成分产生影响，从而影响余热回收的效果。例如，脱硫系统可能会降低烟气温度，使得余热回收效率下降；而除尘器则可能改变烟气的成分和流速，对余热回收过程产生干扰。

## 2.2 低温腐蚀因素

### 2.2.1 硫酸蒸汽的凝结与腐蚀

低温腐蚀是制约锅炉尾部烟气余热利用技术的另一个重要因素。当锅炉尾部烟气温度降低至酸露点以下时，烟气中的硫酸蒸汽会凝结在金属壁面上，对壁面造成腐蚀。这种腐蚀不仅会导致设备损坏和维修成本增加，还会影响余热回收设备的正常运行和传热效率。

### 2.2.2 燃料含硫量与低温腐蚀的关系

锅炉燃料中通常含有一定量的硫。在燃烧过程中，硫会转化为二氧化硫，并在一定条件下进一步氧化为三氧化硫。三氧化硫与水蒸汽结合形成硫酸蒸汽，其凝结露点温度较高。当燃料含硫量较高时，硫酸蒸汽的生成量也会增加，从而导致低温腐蚀的风险增大。因此，燃料的含硫量是决定低温腐蚀程度的关键因素之一。

### 2.2.3 低温腐蚀对余热回收设备的影响

低温腐蚀对余热回收设备的影响主要表现在两个方面。首先，腐蚀会破坏设备的金属壁面，导致设备损坏和泄漏。这不仅会影响设备的正常运行，还会增加维修和更换的成本。其次，腐蚀会导致设备传热效率下降。由于腐蚀层的存在，金属壁面的热阻增大，使得热量传递受阻，从而降低了余热回收效率<sup>[4]</sup>。

## 3 火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术的应用要点

火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术是一项重要的节能减排技术，通过有效回收和利用烟气中的余热，可以提高能源利用效率。下面将详细阐述该技术的应用要点，包括热管换热器的应用、相变换热器的应用等。

### 3.1 热管换热器的应用

热管换热器作为一种高效的传热设备，在火力发

电厂锅炉尾部烟气余热利用中发挥着重要作用。其工作原理是利用热管内部的工质在吸热段吸收热量并蒸发，然后在放热段冷凝并释放热量，从而实现热量的传递。在应用过程中，热管换热器需要注意以下几点：首先，要合理设计热管换热器的结构，确保其具有良好的导热性能和适应性；其次，要优化热管的工作参数，如工质的充装量、工作压力和温度等，以提高其传热效率；最后，要加强热管换热器的维护和保养，确保其长期稳定运行。通过应用热管换热器，可以实现对锅炉尾部烟气余热的充分回收和利用，提高能源利用效率，同时减少烟气排放对环境的影响<sup>[5]</sup>。

### 3.2 相变换热器的应用

相变换热器是另一种重要的烟气余热利用设备，其工作原理是通过相变介质在换热过程中吸热放热来实现热量的传递。相变换热器具有换热效率高、结构紧凑、维护方便等优点，因此在火力发电厂中得到了广泛应用。在应用相变换热器时，需要注意以下几点：首先，要选择合适相变介质，确保其具有良好的热稳定性和传热性能。其次，要优化相变换热器的结构设计和工作流程，减少热量损失和压降。最后，要定期对相变换热器进行清洗和维护，防止积灰和结垢影响传热效率。通过应用相变换热器，可以进一步提高锅炉尾部烟气余热的回收效率，降低能源消耗和排放，提升火力发电厂的整体效益。

### 3.3 凝结水加热

凝结水加热是火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术的重要应用之一。通过利用烟气余热对凝结水进行加热，可以提高凝结水的温度，降低回热加热器的负荷，从而提高整个热力系统的效率。在凝结水加热过程中，可以采用直接加热或间接加热的方式。直接加热是通过将烟气直接引入回热加热器与凝结水进行热交换；间接加热则是通过烟气回热加热器和水式换热器实现烟气与闭式水、闭式水与凝结水之间的热量交换。无论采用哪种方式，都需要注意控制加热过程的温度和压力，确保凝结水的质量和热力系统的稳定运行。同时，还需要优化凝结水加热系统的设计和运行参数，提高余热利用效率和能源利用效率<sup>[6]</sup>。

首先，设备选型与布置至关重要。需选择合适的余热回收装置，如低温省煤器等，确保其能够在锅炉尾部烟气的特定温度和压力条件下稳定运行。同时，要合理布置设备，使其与现有系统的连接顺畅，减少管道阻力和能量损失。在布置过程中，还要考虑设备

的维护和检修便利性,以便及时处理可能出现的问题。其次,控制凝结水的流量和温度。通过精确控制凝结水进入余热回收装置的流量,可以确保烟气余热得到充分利用,同时避免对系统其他部分造成不良影响。此外,要密切监测凝结水的温度变化,防止出现过热或过冷的情况,影响设备的安全运行和余热利用效果。最后,加强对烟气品质的监测。锅炉尾部烟气中可能含有一定的灰尘、腐蚀性物质等,这些物质会对余热回收装置造成磨损和腐蚀。因此,需要安装有效的烟气净化设备,减少灰尘和有害物质的含量。同时,定期对烟气品质进行监测,及时调整运行参数,延长设备的使用寿命。

### 3.4 干燥褐煤预热

在干燥褐煤预热过程中,需要选择合适的干燥设备和工艺流程,确保褐煤的干燥效果和预热温度达到要求。同时,还需要加强对干燥褐煤预热过程的监控和控制,防止因温度过高或时间过长导致褐煤的过度干燥或燃烧。通过干燥褐煤预热技术的应用,不仅可以实现烟气余热的充分利用,还可以改善燃煤质量,提高火力发电厂的能源利用效率和环保效益。

### 3.5 综合分析对策建议

本文针对设备制约因素和低温腐蚀因素对锅炉尾部烟气余热利用技术的影响,提出以下对策建议。

#### 3.5.1 优化设备设计与选型

针对省煤器等关键设备,应加强优化设计,提高其传热效率和适应性。同时,在选择设备时,应充分考虑其性能参数、材质、结构等因素,确保其能够满足余热回收的需求。

#### 3.5.2 加强运行管理与维护

通过加强运行管理和维护,可以确保余热回收设备的正常运行和高效利用。例如,定期对设备进行检修和保养,及时清理积灰和结垢,保持设备的清洁和传热效率。

#### 3.5.3 控制燃料含硫量

通过控制燃料的含硫量,可以降低低温腐蚀的风险。例如,选择低硫燃料或采用脱硫技术降低烟气中的硫含量。此外,还可以通过调整燃烧方式和参数,减少二氧化硫的生成量<sup>[7]</sup>。

#### 3.5.4 研发新型防腐材料和技术

针对低温腐蚀问题,可以研发新型防腐材料和技术,提高设备的抗腐蚀性性能。例如,采用耐腐蚀性能更好的材料制造设备,或在设备表面涂覆防腐涂层等。

#### 3.5.5 其他措施

强技术研发与创新,推动余热回收技术和防腐材料的升级换代,提高设备的适应性和可靠性。综合考虑设备投资、运行成本以及节能减排效果,制定合理的余热利用方案。优化火力发电厂的运行参数,降低烟气中二氧化硫的含量,减轻低温腐蚀的程度。加强政策支持,提供资金支持和税收优惠等激励措施。

火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术的应用要点包括热管换热器的应用、相变换热器的应用、凝结水加热以及干燥褐煤预热等方面。通过合理选择和应用这些技术,可以实现对锅炉尾部烟气余热的充分回收和利用,为火力发电厂的可持续发展提供有力支持。同时,为了确保这些技术的有效实施和长期稳定运行,还需要加强技术研发和创新,优化设备设计和运行参数,提高设备的适应性和可靠性。此外,还需要加强政策支持和资金投入,推动火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术的广泛应用和深入发展。

## 4 结束语

火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术是一种具有显著优势的节能减排手段。通过回收和利用烟气中的余热,可以提高能源利用效率、降低环境污染、提升经济效益。随着技术的不断发展和完善,相信这一技术将在未来得到更广泛的应用和推广。烟气余热利用技术还存在一些挑战和问题需要解决。例如,如何进一步提高余热回收效率、降低技术成本、优化热力系统等方面仍需要不断探索和研究。因此,未来还需要加强技术研发和创新,推动烟气余热利用技术的不断进步和发展。

## 参考文献:

- [1] 赵麟.分析火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术[J].中国设备工程,2023(05):108-110.
- [2] 赵冠雄.火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术研究[J].现代工业经济和信息化,2022,12(07):252-253,335.
- [3] 王鸿飞.火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术探索[J].应用能源技术,2021(09):51-54.
- [4] 罗如生.燃煤电厂尾部烟气热能梯级利用技术研究[J].节能,2020,39(07):76-79.
- [5] 夏跃林.D电厂锅炉尾部烟气节能优化分析[J].内蒙古科技与经济,2019(20):84-85.
- [6] 徐大朋.电厂锅炉烟气余热应用系统的热力学研究及优化方案[J].科技传播,2016,08(15):192-193.
- [7] 王代刚.火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术[J].中国新技术新产品,2016(12):79-80.

# 基坑工程监测技术在深基坑实践中的应用分析

于小龙

(华设计集团股份有限公司, 江苏 南京 210014)

**摘要** 深基坑工程建设质量会对整体工程建设效果造成一定的影响, 为了提高深基坑施工建设的稳定安全性, 需及时监测并解决深基坑存在的问题, 还需要加强重视深基坑施工环节, 能够有效应用基坑工程监测技术, 对深基坑施工建设过程进行实时监测, 以更好地保障深基坑施工质量。本文就基坑工程监测技术在深基坑实践中的应用进行分析, 提出相应的建议, 以供同行业人员参考。

**关键词** 基坑工程监测技术; 深基坑; 施工现场勘查; 报警机制; 监测点位

**中图分类号**: TU47

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0049-03

深基坑是现代建筑工程中十分重要的施工环节, 保证深基坑施工质量, 可增强建筑工程结构稳定性, 若无法保障深基坑施工质量, 导致其存在隐患风险, 则会直接影响建筑工程整体质量水平, 以及后续使用的安全性<sup>[1]</sup>。因此, 为更好地推动建筑行业可持续发展, 提高工程建设水平, 还需要加大对深基坑施工质量的把控力度, 能够有效开展深基坑监测工作, 合理运用基坑工程监测技术, 这样才能为深基坑施工质量提供更多保障, 促进工程全面发展。

## 1 深基坑监测中基坑工程监测技术的应用优势

本文所研究分析的基坑工程监测技术主要为自动化监测技术, 相比较传统监测技术来说, 其在深基坑监测中的应用优势主要体现在以下几个方面<sup>[2]</sup>。

### 1.1 安全性

深基坑施工环境相对复杂, 存在一定的风险性, 且施工过程中涉及交叉施工作业, 若采取传统监测技术, 需要人工进行操作监测, 不仅难度大, 还较为危险。在此情况下运用自动化监测技术, 如三维激光扫描仪、自动测量机器人、自动数据采集传感器等, 这些技术设备用于监测工作中, 不仅可提高监测效率, 还可大幅度减少人工操作量, 更好地保证人员的安全<sup>[3]</sup>。

### 1.2 精准性

传统监测工作开展过程中需要人工进行测量查看, 但人工操作会产生一定的误差, 这不仅导致数据结果不准确, 还会对后续各项施工环节造成一定的影响。而自动化监测技术的应用不受人工操作影响, 且适应力较强, 局限性较少, 所获取的数据信息更为精准可靠, 可有效避免监测误差, 这种情况下工作人员通过准确

的数据结果可及时了解深基坑施工情况, 进而采取对应的处理措施和管控方案。

### 1.3 动态实时性

传统人工监测工作开展过程中会表现出较为明显的阶段性、周期性特点, 获取的数据信息不全面<sup>[4]</sup>。而自动化监测技术的应用, 能够 24 小时对深基坑施工过程进行动态实时监测, 可快速监测到异常数据信息, 且可实现自动报警和预处理, 更能减少质量及安全问题发生, 有效提高深基坑施工水平。

## 2 基坑工程监测技术在深基坑中的应用分析

本文通过案例分析的方式, 对自动化监测技术在深基坑施工中的应用进行探究分析。该工程项目包括多层地下室、裙楼等建设部分, 项目中南北长为 82.7 m, 东西处宽度可达 30 m, 深基坑施工区域处于繁华地段, 周边存在既有建筑物, 整体施工难度较大。项目一共涉及三处深基坑施工, 设计深度分别为 28.3 m、29.3 m、36.4 m。三处均采用坑边放坡、地下连续墙与环形内支撑相结合的支护方式, 安全等级为一级。为保证深基坑施工质量, 避免安全事故, 考虑传统监测技术的不足, 针对该项目运用自动化监测技术, 具体技术操作流程如下。

### 2.1 施工现场勘查

为更好地制定深基坑施工方案, 确保技术人员、管理人员等相关人员能够掌握现场实际情况, 了解存在的隐患风险, 采取有效的监测手段及措施, 还需要做好施工现场勘查工作, 以进一步确定监测范围及具体内容。首先, 针对地质条件来说, 经测量勘查, 该项目施工现场的地质条件较为复杂, 岩土结构涉及多

类土层,如砂质黏土、中粗砂、风化花岗岩、人工填土等。这种情况下深基坑施工过程中存在较大的失稳风险,易出现位移沉降。同时,在勘查过程中,根据数据结果可知,在深度6~7 m内还分布饱和细砂,呈现稍湿润、稍密状态<sup>[5]</sup>。其次,针对水文条件来说,经测量勘查该项目施工现场周围无地表水,但地下水存在波动性,根据历史资料及勘查结果综合分析可知,地下水主要为降雨、河水,由东向西径流排泄。因此,在天气、季节等因素的干预下,地下水水位会发生相应的变化,年度整体幅度为1~2 m。这种水位变化会对深基坑施工质量及安全造成一定的影响,需要加强重视,做好防控管理。最后,针对设施条件来说,经测量勘查,该项目施工现场处于建筑密集区域,且周边交通条件复杂,还有诸多商用及民用建筑。这种情况下深基坑施工过程中必然会对周边建筑造成一定的扰动和影响,需要加大监测力度,以制定有效的管理应对措施。

## 2.2 明确监测内容

根据现场勘查情况,结合自动化监测技术特点,对于深基坑施工来说,其监测内容主要涉及以下几个方面。(1)场地环境监测:主要对现场环境、地下水水位等方面进行监测。(2)结构内力监测:主要对围护墙内力、支撑立柱内力等进行监测。(3)结构位移监测:主要对顶部结构纵横向位移、深层结构纵横向位移进行监测,具体为墙顶水平位移、墙体深层水平位移等<sup>[6]</sup>。(4)周围建筑及设施监测:主要对周边既有建筑的水平位移、竖向沉降等进行监测,以及对周边地下管线沉降进行监测。

为了保证深基坑施工质量安全,根据该工程项目实际情况,在1.5 m桩中心距和13 m桩长条件下,还要采取自动化监测技术对水泥砂浆锚固等施工环节进行监测,确保2 m锚杆水平间距等指标参数满足施工要求,符合施工各项规定标准。

## 2.3 制定报警机制

深基坑施工操作较多,且涉及的监测内容也多样化,为提高监测的准确性和实时性,还要建立差异化报警机制。结合该施工项目的实际情况,针对深基坑监测所设定的报警值局部参数如表1所示。这种情况下,在深基坑实际施工期间,自动化监测技术的应用能够对各个施工环节及内容进行自动监测,一旦监测的数据信息出现异常,超过设定标准,则会自动报警,及时通知工作人员进行查看分析,以第一时间采取解决措施或治理方案。

表1 深基坑局部监测报警值

序号	监测项目	变化速率报警值	累计变化报警值	控制值
1	墙顶水平位移	3 mm/d	80% 控制值	0.2% 基坑深度 / 30 mm
2	墙顶竖向沉降	2 mm/d	80% 控制值	0.15% 基坑深度
3	墙体深层水平位移	3 mm/d	80% 控制值	0.14% 基坑深度
4	支撑立柱竖向沉降	2 mm/d	25 mm	/
5	地下水水位	0.5 mm/d	80% 控制值	2 m
6	邻近建筑水平位移	2 mm/d	20 mm	/
7	邻近建筑竖向沉降	2 mm/d	20 mm	/
8	邻近建筑倾斜	0.0001 建筑高度 / d (连续 3 d)	2 / 1 000 建筑高度	/
9	地下管线竖向沉降	1 mm/d	10 mm	/

## 2.4 布置监测点位

保证监测点位布置位置的精准性,以及点位数量设置的合理性,是自动化监测技术有效应用的基础条件,以此才能顺利开展深基坑施工自动监测工作,监测和采集各项数据信息,所以需保证基准点和监测点的数量充足、布局合理,具有可靠性和代表性,这样才能提高监测数据结果的精准性<sup>[7]</sup>。首先,布置基准点时技术人员需要对深基坑施工风险进行评估分析,确保所布置的点位不会受到各类风险问题的影响,这样才能起到基准参照作用。其次,布置监测点位时,技术人员需要对各类因素进行综合分析,如深基坑相关参数,包括深度、设计形式、尺寸等,以及施工现场条件、施工环境等。综合分析确定点位,并根据监测内容及范围合理设计点位数量,以保证监测效果,控制监测成本。如针对墙顶水平位移监测来说,根据该施工项目实际情况,监测点布设数量为32个,布置方法为按照每2面墙体测1面的比例,沿墙顶结构连续布置,相邻测点间距为15 m<sup>[8]</sup>。

## 2.5 选择监测技术

深基坑施工监测内容较多,而不同的监测内容对应不同的监测技术,因此所涉及的监测技术类型较多,

同时,监测期间还需要配备性能较好的硬件设施设备,为保证监测效果,提高监测精准性,还需要合理选择监测技术。首先,针对墙顶、桩顶等上部结构的纵横向位移、沉降检测来说,选择全站仪、水准仪,能够对纵横向数据进行采集监测。对于深基坑地表沉降、建筑设施位移沉降来说,选择自动全站仪、静力水准仪,可以实时监测数据信息。对于地下水位变化来说,工作人员需要先根据水位、施工现场情况等,确定测点位置进行设置,再利用地下水位测量仪采集水位数据。其次,为提升监测效率,保证测量数据结果的精确性,需选择应用更多自动化监测技术,如三维激光扫描仪、高清摄像机等,以实现深基坑施工过程的动态监测,保证各项数据信息监测采集全面准确。最后,还应利用计算机、互联网、传感器、通信技术等,搭建运行深基坑自动化监测系统,形成全覆盖式的监测物联网,这样可帮助相关人员及时了解监测情况,以及进行相应的远程操作,保证深基坑整体施工质量安全。另外,在深基坑施工监测期间,还可运用 BIM 技术、大数据技术等先进手段,高效处理各类监测数据,以更好地满足累计变化分析、风险告警等高层监测需求<sup>[9]</sup>。

## 2.6 分析监测数据

在深基坑施工监测期间,技术人员还需要利用相应的技术工具,对所采集的数据信息进行分析处理,依据该工程项目监测内容及要求,具体操作如下。(1)基础性风险分析工作。通过自动化监测技术的实际应用,将一定时间内采集的各项数据信息进行整理,包括水平位移、竖向沉降、水位变化等。在完成各项数据信息的采集处理后,可结合设计参数等指标进行对比,并运用相关技术手段进行计算分析,评估深基坑施工风险。(2)历史分析与趋势分析工作。首先,利用大数据等技术手段,可自动生成相关数据信息的变化曲线,便于工作人员对某一阶段内监测指标的线性发展状况进行准确了解。若线性发展平稳、规则,则可说明相关参数变化较为稳定,深基坑整体施工较为安全;若线性发展不平稳,存在明显的升降波动,工作人员可对存在问题的时段进行深入分析,以找出影响因素,及时解决控制,保证深基坑施工质量安全。其次,基于大数据技术、自动监测技术,工作人员还可通过历史数据对深基坑结构变化进行预测分析。如借助技术手段,对周期性变化速率等参数进行采集、分析、处理,之后工作人员可借助相关软件系统进行趋势预测,进而对深基坑施工相关内容的累计变化量作出估测<sup>[10]</sup>。在此情况下,工作人员可根据累计变化

量了解是否存在风险,若累计变化量大于控制值,则表示连续墙结构有位移形变风险,基于此就可第一时间采取有效处理措施,规避风险,提高深基坑整体施工质量。(3)建模分析与施工辅助工作。通过自动化监测技术及智能设备的应用,工作人员能够了解到深基坑施工中涉及的各类数据信息。之后,将这些数据信息录入相应的系统,利用 BIM 技术进行建模,形成虚拟的深基坑结构模型及相关施工场景模型,可视化的模型能够帮助工作人员进一步了解情况,对相关数据信息进行调整优化。同时,还可从不同阶段、不同条件、不同层面对深基坑结构状态等进行分析研究,进一步制定管控对策,提高施工质量安全,保证监测效果。另外,还可将沉降治理等方案信息录入模型,提前对方案的可行性进行分析,以此达到辅助施工的效果,保证深基坑施工各环节安全、有序、高效。

## 3 结束语

深基坑施工期间存在诸多隐患风险,且深基坑施工质量会直接影响工程整体建设水平,所以在此情况下应针对深基坑施工环节开展相应的监测工作,能够选择应用合适的监测技术,规划监测方案,做好各项监测内容,以切实提高监测质量,充分保证深基坑施工质量安全,及时规避解决风险问题,提升工程建设水平。

## 参考文献:

- [1] 李伟文. BIM 监测技术和 3D 激光扫描技术在深基坑监测中的应用[J]. 工程技术研究,2021,06(11):50-51.
- [2] 王璟. 自动化监测系统在城市深基坑监测工程中的应用[J]. 建筑工程技术与设计,2020(06):3695.
- [3] 张傲. 自动化监测技术在深基坑工程中的应用[J]. 广州建筑,2024,52(03):19-22.
- [4] 商和超. 建设工程深基坑变形与主体沉降监测技术研究[J]. 中国建筑金属结构,2024,23(06):14-16.
- [5] 刁玉雷,方超,卢业宁,等. 房屋建筑工程深基坑变形监测技术研究[J]. 砖瓦,2024(06):81-83.
- [6] 白全巍. 智能化监测与控制技术在深基坑施工中的应用探讨[J]. 智能建筑与智慧城市,2024(01):75-77.
- [7] 刘京,陈继东,胡志刚. 浅析深基坑工程自动化监测技术的应用[J]. 建设监理,2024(06):5-9,20.
- [8] 胡中全. 在深基坑施工中信息化监测技术的运用[J]. 科学与信息化,2024(11):143-145.
- [9] 刘家添. 岩土工程深基坑监测技术要点分析[J]. 智能建筑与工程机械,2022,04(07):89-91.
- [10] 丁卓为. 深基坑工程自动化监测技术初探[J]. 建筑与装饰,2023(13):139-141.

# 高压输电线路运检工作技术 难点与应对措施研究

尉永升

(国网山西省电力公司阳高县供电公司, 山西 大同 037000)

**摘要** 当前,我国正在加速推进工业化和城乡一体化,为了适应发展需求,我国的高压输电线路已达到前所未有的长度,规模空前,有效地推动了全国的总体发展步伐和发展品质。然而,在电力系统中,许多实际问题也越来越突出。气象、环境和人的主观认知不足都容易对高压输电线路的安全运行产生不利影响,而对高压输电线路的人为破坏也是不可忽视的。因此,文章就高压输电线路在运检过程中经常遇到的难点和应对方法进行了探讨,以期为促进高压输电线路运检工作有效开展提供借鉴。

**关键词** 高压输电线路;运检作业;高压绝缘子;输电线路运检管理

中图分类号:TM8

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)11-0052-03

国家电网供电的安全性和稳定性对于社会和经济的发展都具有重要的作用。为了更好地适应社会发展的需要,推动国家的电力工业的稳步发展,我们需要加强对线路检修的关注,特别是要做好临时的安全措施,减少线路故障给人民的生产和生活带来的冲击,保证社会的平稳发展。因此,针对目前的形势,对高压输电线路的安全措施进行深入的研究有着十分重要的现实意义。

## 1 高压输电线路特点分析

### 1.1 参数复杂

在高压输电线的实际使用中,各种参数十分复杂,其结构参数也比较繁琐,这是由于高压输电线杆塔上绝缘子串数量多、绝缘子串长,整体的高杆塔吨位大,如果出现倒塌事故,将造成巨大的经济损失,因此,其结构参数十分复杂,对各种部件的性能也有很高的要求。高压输电线在运行过程中具有额定电压,周边带电体的电场强度很高,而且沿途的地形复杂繁琐,甚至有可能经过峡谷、高山等,所以整个线路的参数比较复杂,必须要对其进行科学、合理的设计与施工,以保证结构的设计与施工质量达到相关的标准。

### 1.2 可靠性要求高

一般来说,高压输电线在使用时,需要非常高的可靠性,这主要是因为高压输电线所需的电能容量较大,在电网的供电点和负荷中心等方面起着很大的作用,一旦出现了风险隐患问题或者安全事故,不但会给企业带来很大的经济损失,而且还会威胁到供电安全,所以在整个电力系统中,对高压输电线路的可靠性要求很高。

## 2 高压输电线路运检工作技术难点

### 2.1 高压绝缘子的更换困难

高压绝缘子是高压输电线路上的关键构件,其服役过程中,由于其工作环境的复杂性,使其在恶劣的环境下24小时不停地工作,容易受到外界因素如空气污染、气温、鸟粪和雷电等因素的作用,造成绝缘子的损坏、绝缘子串或绝缘片的性能下降,严重威胁输电电网的安全性,因此必须进行定期检查或更换<sup>[1]</sup>。但是,高压绝缘子的更换比较困难,一般情况下,高压输电线路绝缘子都是按线路电压等级来划分的,采用不同数目和相同型号的绝缘子片,构成体积大、重量大的绝缘子串。例如:长爬电距防污型绝缘子、大盘径绝缘子以及串固定导线的V型绝缘子等。因为绝缘子是高耸铁塔中的一个重要组成部分,高空作业是一件非常困难的事情,在输电线路的检修中,绝缘子的更换是一个很大的问题。尤其是随着我国许多地区的高压输电线路在更换绝缘子的过程中,为降低线路停电对电网的危害,也在积极地进行着高压绝缘子的更换工作,但是这种操作的危险性更大,技术上的困难也更大,需要克服体力、心理和专业技能上的困难。

### 2.2 检修工器具作业技术的难点

由于高压输电线的分布范围广,沿线的自然环境也比较复杂,在电力不断输送的情况下,安全、稳定是保证电力系统正常运行的关键。为保证高压输电线的供电安全,线路的日常运行检查是必不可少的。由于高压输电线结构的特殊性,例如:高塔、大直径、大绝缘子的爬距和不垂直的绝缘子链结构等固有特点,

决定了线路维护和维修的困难。为此,对具有较高专业水平的线路运检技术人员来说,必须克服维修机具操作中的种种困难。

### 2.3 高压输电线路停电检修影响巨大

目前,由高压输电线路组成的电力网络,尤其是由特高压线路组成的主干网络,具有覆盖范围大、距离长、运行模式复杂等特点。当输电线建成并投入使用后,除了一些特别的原因造成高压线路断电外,很难再通过停电来对线路进行维修<sup>[2]</sup>。高压输电线的检修非同小可,需要经过有关部门的审批,并提前发布停电通告。最重要的是,如今的社会对电力的依赖很大,一旦切断高压电线的供电,首先会影响到供电区域的供电,甚至会导致大范围的停电,造成难以估量的损失。此外,高压线路断电还会给高压电网带来很大的隐患,从而影响到电力系统的安全稳定运行。

### 2.4 高压输电线的检查和故障诊断困难

由于长时间处于复杂的自然环境中,加之各种外部因素的共同作用,使得高压输电网的安全性、可靠性受到很大的影响,容易发生线路故障,因此,必须对其进行定期的检修和故障检测。但高压输电塔通常位于 30~50 m 的高度,在常规运检工作中,均采用人工目视或望远镜方式进行,因其“高高在上”,加之输电线的正常供电,使得线路检修与故障诊断非常困难,但目前尚无有效、完整的监测方法,如螺钉松动、绝缘子绝缘强度测试等问题,对输电系统的安全、可靠运行构成巨大威胁<sup>[3]</sup>。此外,高压输电线周围自然环境较为复杂,对其进行故障检测也造成了极大的困难,因此,为了保证高压输电线路的安全、稳定、持续地输送电能,运维检修技术人员需要解决好运检工作中的有关技术难题。

### 2.5 输电线路运检管理方式存在弊端

管理体制不完善。传统的输电线路运行检测管理模式是一种被动的管理方式,它仅仅是对输电线路的维修,无法对输电线路的运行安全风险进行及时的检测,而且还不能对输电线路的故障问题采取有效的对策,目前还没有一套科学、有效的操作和维修规程。目前,国内一些输电线路运行检测工作还停留在“粗放”的状态,没有形成一套科学、合理的运行管理体系,缺少一种行之有效的运行管理手段。由于输电线路运行检查工作的困难程度越来越高,一些工作人员的责任感、工作热情不足,导致工作效率越来越低;由于目前国内输电线路运行检查管理工作的困难程度越来越高,人才匮乏的情况也越来越严重,所以在没有专门的技术人员和经费的情况下,对输电线路的维修

和维修是十分不利的。

## 3 应对高压输电线路运检工作技术难点的有效措施

### 3.1 应用新型复合绝缘子

在高压输电线路中,绝缘子是一种专门用于高电压塔上的绝缘控制元件,它的作用是增大杆塔的爬电距离,在高压输电线路中,它具有支承导线、阻止回电等重要功能,对保证高压输电网的安全、稳定运行具有重要意义<sup>[4]</sup>。但是,绝缘子长时间运行,受各种因素的影响,需要对绝缘子进行定期的更换,并对体积、重量较大的绝缘子串或绝缘片进行及时的更换,这在技术上是十分困难的,因此,要想提高绝缘子的更换工作效率,就应该积极地使用新型绝缘子。当前,随着电力科学技术的发展,新型复合绝缘子的使用也越来越迅速和广泛,比如瓷复合绝缘子,尺寸小,重量轻,机械强度高,耐污染,安装和维护方便,从某种意义上来说,这种方法可以减少绝缘子更换的困难,并能提高运行和检修工作的效率。

### 3.2 优化专业检修工器具的设计

在高压输电线路的运检工作中,针对不同的检测位置、检测角度,对检测器具进行优化设计,不仅可以有效地提升检测工作的效率,而且可以增强检测操作的安全。因为高压输电线要比传统的低压输电线复杂,高压输电线路运行检查使得人工工具需要对传统的维修设备进行高效的优化设计,通过选用新技术和新材料,使维修机具的重量大大减轻。随着我国高压输电网络的不断建设与发展,其重要组成部分也在不断升级。现如今,绝缘子被广泛地用于高、特高压传输线。因此,针对线路绝缘子串的结构特征,需要对其进行专门的维修工具进行优化,以便于高空运检工作。

### 3.3 应用带电作业方式进行线路运检

随着电力科学技术的不断进步,在电网运行过程中已经形成了一种新的不停电检修与检测方法,也就是带电操作技术。高压、特高压输电线在不断电情况下,可以进行故障排除和定期运行检查,从而有效地提高电力系统的供电可靠性<sup>[5]</sup>。由于高压输电线是带电的,因此,线路运行检查的技术人员必须工作在室外的高空和高压的环境中,在施工过程中,他们将面临从高空跌落、高压电击等危险,其操作的难度和工艺也更为复杂。所以,带电作业的技术人员应该更多地关注自己的带电操作能力,可以不定期地通过学习带电作业的专业知识,通过专题培训来迅速地提升自己的技术水平和技能水平。近几年,许多地方都在大力推广应用新技术和新工具。比如:吊篮法、绝缘斗臂车、无人机+“小飞人”等值带电操作。随着高压输电线的



带电操作技术日趋成熟,在运行过程中尽可能地达到零停电、高效率、小冲击的目的。

### 3.4 人工—直升机—无人机协同运检

对高压输电线进行高效运行检测,是保证电力系统安全可靠运行的关键。近年来,高压传输线周围的自然条件会发生变化,极端天气频发,对其安全、可靠的运行构成了极大的威胁,而对其进行快速的运行检测和故障排除显得尤为重要。因此,为提高输电线路运检工作的效率,保证输电线路的安全、可靠,有必要在直升机和无人机的帮助下,与人工一起进行高压输电线路的运行检查,在进行线路运检的时候,可以利用直升机、无人机等外部安装的红外线高清摄像机,将高压输电系统的运行状况以及有关的数据传送到计算机上,从而达到热成像的目的,然后,通过对视频数据的分析,可以快速地发现线路的安全隐患。无人驾驶飞机和直升机具有高度的灵活性,不受地理限制,既能有效地检查线路中的塔架,又能“无死角”地巡视两座塔间的线路,在高压输电线路的维护与维修中具有显著的优势,能够有效地实现对高压输电线路的专业化维修与精细化管理,保证其安全、稳定地运行<sup>[6]</sup>。

### 3.5 高压输电线路温度测量

高压输电线的温度也是一个非常重要的参数,它的测量结果准确与否,将直接关系到在线监控系统能否正确地判断出故障。如今,温度测量的方法也很多,而且越来越成熟,高压输电线路直接暴露在户外,受到了自然环境的影响,如北方严寒,南方酷热,西北荒漠化相对严重等,为此,应从区域环境和气象条件出发,选择适宜的温度测量方法,以保证数据收集的精度。

温度测量的模式可以分成两种:第一种是接触式测温技术,这种方式是根据物体的热平衡原理,在测量的时候,使温度传感器和被测金属丝之间的温度一致,然后由传感器把金属丝的温度实时地传送到数据处理装置,再由网络通信系统传送到在线监测系统平台上,实现对金属丝温度的监控;第二种是非接触式测温技术,它是根据能量辐射的状况,对被测对象的温度进行推算,因此不需要与被测对象发生直接的接触,通常采用热电型或光电探测器,其工作原理和红外温枪十分相似,尽管这种方式具有较大的测温范围,使用寿命相对较长,但测温探头和导线之间需要没有任何的障碍物,并且这种测温装置在高压输电线路上也容易安装。

### 3.6 合理选择节能导线的类型

各种节能导体的特性存在着一定的差别,若选用

不当,不但会影响高压输电线的正常传输能力,而且会影响到电网的安全与稳定性,以及使工程造价上升<sup>[7]</sup>。所以,在高压输电线路的设计中,必须贯彻“低碳绿色电网”这一重要思想,积极应用新技术、新材料,在确保高压输电线路的设计上,不仅要确保它的安全性、可靠性,而且要确保它的经济、节能以及今后一段时间的发展需要。要综合考虑各种导线的特性、造价和传输时产生的噪声和无线电干扰等因素,选择合适的导线型式。

### 3.7 有效落实工作人员岗位责任制

为了保证输电线路的安全、稳定运行,有关人员的正常工作同样重要。因此,在输配网的日常运行、维修、管理中,电网企业要组织输电线路职工开展线路故障分析、研讨、学习等工作,提高职工的安全生产意识;另外,要加强对员工的岗位技能的训练,让他们主动地去学习输配电线路的专业技术,保证他们能熟练地进行各种工作。在这一过程中,线路运营商要主动总结自己的工作经验,提升自己的业务素质,使自己能够更好地融入工作中去。

## 4 结束语

高压输电线是电网的关键部件,它的运行状况对电网的正常运行有很大的影响。为了确保高压输电线路的安全、稳定和可靠运行,必须采用先进的科学方法。例如,在输电线塔上,应加强绝缘子的监测与管理,强化输电线路绝缘子测温及绝缘特性评价,采用先进、科学的方法,提高电力系统运行检测的技术水平。通过上述措施,对高压输电线的安全、稳定和可靠运行具有重要意义,为国家电网安全稳定运行提供可靠的保证。

## 参考文献:

- [1] 张刚.高压输电线路运检工作技术难点与应对措施探讨[J].电力设备管理,2022(09):35-37.
- [2] 周冬冬,顾育先.高压输电线路运检工作技术难点与应对措施[J].电力设备管理,2023(18):10-12.
- [3] 李钰,许同.高压输电线路无人机巡检技术运维管理分析[J].数字化用户,2024(26):139-140.
- [4] 刘维维,陈鸿斌.电力工程中高压输电线路施工技术 with 检修分析[C]//2024人工智能与工程管理学术交流会议论文集,2024.
- [5] 马钰,兰璐.应用于超(特)高压输电线路智能巡检无人机的技术研究[J].电气应用,2024,43(07):21-26.
- [6] 李云松,崔健,李煜稼,等.高压输电线路无人机巡检技术运维管理分析[J].农电管理,2024(01):49-50.
- [7] 冯江.220kV高压输电线路带电检修的技术分析[J].通讯世界,2022,29(02):85-87.



# 工程造价全过程管控方法及价值探讨

姜 洁

(广州七方人才服务有限公司罗湖分公司, 广东 深圳 518000)

**摘 要** 工程造价管控在建筑工程施工过程中起到了不可替代的关键作用, 贯穿于建设工程项目的全生命周期, 能够有效减少施工成本, 提高施工质量。以往建筑工程施工中业主方大多将关注点放在施工阶段的质量控制方面, 忽视了工程造价管控的重要性。为了发挥工程造价全过程管控的价值, 本文结合影响工程造价全过程管控的因素, 围绕决策设计阶段、招标投标阶段、施工阶段以及竣工结算阶段等探讨管控方法, 旨在为工程项目相关主体提供有益的借鉴。

**关键词** 工程造价; 全过程管控; 管控内容; 管控价值

**中图分类号**: TU723

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0055-03

科学合理的工程造价管控是施工项目中的基本要求, 需要采取全过程管控模式, 遵循工程造价自身固有规律, 站在业主利益角度实现主动管控与被动管控的结合、技术和经济的结合、质量和速度的结合, 从而发挥工程造价全过程管控的价值, 提升成本管理水平, 为施工单位的可持续发展拓宽道路。

## 1 工程造价全过程管控内容与价值

### 1.1 管控内容

一是前期规划阶段的造价管控, 通过前期规划分析建筑施工观点可行性, 包括项目施工建议书、工程造价预算等。施工单位需要深入分析技术经济、估算项目投资、评估项目施工风险, 为之后的顺利施工提供科学依据。

二是设计阶段的造价管控, 施工单位需要在项目设计阶段进行限额设计, 优化施工方案, 在不影响施工质量的基础上有效控制项目造价, 工作内容包括设计方案评估与优化、项目施工预算编制与审核等<sup>[1]</sup>。

三是施工阶段造价管控, 需要控制施工过程中的各项成本, 保证施工质量以及施工进度符合要求。管控内容包括人员的调配、材料的采购、工程量统计、工程变更、工程索赔等。

四是竣工结算阶段的造价管控, 需要对建筑工程项目进行决算与评估, 确保工程的顺利交付与使用。在这一过程中需要组织和协调工程项目的验收、决算与评估等各个环节, 并顺利完成工程款的结算与支付。

### 1.2 管控价值

一方面, 针对建筑工程项目实施全过程造价管控能够为施工项目的顺利完成提供保障, 降低施工成本,

提高项目的经济效益以及社会效益。如今建筑市场竞争如此激烈, 高成功率意味着企业的品牌影响力得到提升, 获得项目施工的机会也就越大, 进而形成良性循环<sup>[2]</sup>。

另一方面, 实施全过程造价管控将显著降低项目施工成本。在规划设计、施工、竣工结算等多个阶段进行全面科学的造价控制, 可以避免不必要的成本浪费, 拓展施工单位的利润空间, 提升建筑企业的市场竞争力。

此外, 通过全过程造价管控, 能够保证施工质量符合标准。全过程造价管控可以促进各项施工环节按照规范要求进行, 进而保证施工质量, 减少返工的情况。

## 2 工程造价全过程管控影响因素

### 2.1 市场因素

当前大部分建筑工程项目拥有明显的商业性质, 因此会受到市场经济以及行业结构调整的影响。随着市场供求关系以及市场竞争压力的变化, 建筑工程项目中的物料成本、人工成本也会发生相应的改变。目前, 建筑工程项目施工中的人工成本一般占据总成本的 15% ~ 20%, 浮动范围不大, 相对较为稳定。这是由于当市场人力资源发生较大变动的时候, 相关部门会采取对应的宏观调控措施进行调控, 避免对建筑行业发展产生负面影响。而施工中的材料成本和机械设备成本则占据总成本的 60% ~ 75%, 是主要成本支出项目, 而且物料设备成本受市场价格的影响较大。现代建筑工程项目施工周期普遍较长, 物料设备的采购价格会出现一定的波动, 由于该部分在成本支出中占比较大, 因此即便是小小的波动也会对工程施工成本预算造成很大的影响<sup>[3]</sup>。

## 2.2 人员因素

人是建筑工程项目施工的主要执行者，因此施工队伍的综合素质将会直接影响到建筑工程的全过程造价管控的效果。比如在项目施工设计阶段的造价管控，设计人员本身的专业素养较高，设计方案的准确性和科学性也能够得到保障，能够有效减少后续因设计方案出现的返工、修改等产生的额外成本损耗。如果设计人员专业素养不过关，那么就会产生很多额外成本。由此可见，由专业能力过硬的造价管理人员进行全过程造价管控工作，可以确保各阶段造价管控高效顺利开展。

## 2.3 施工因素

施工因素是影响全过程工程造价管控效果的主要因素，其中包含施工设备、材料、进度、质量等。在施工阶段，如果发现物料设备不符合施工标准，则需要重新采购，这不仅会增加施工成本，还会延误工期。施工设备如果不严格进行维修保养或者操作人员没有按照规范要求进行操作，会出现故障问题需要花大量时间成本和资金成本维修。此外，施工质量如果没有达到标准，在发现后还需要整修甚至返工，工程量显著增加，耗费更多成本。可见，在施工过程中如果没有把控好各个施工环节和各个施工要素，则难以提升施工效率和质量，实现降本增效的目标。

## 2.4 政策因素

政策因素主要指的是地方政策和国家政策对建筑工程项目的影 响，针对不同经济发展阶段有着不同的任务，因此相关部门会在政策层面上对其进行宏观调控，以促进经济健康发展。例如2022年12月5日央行将金融机构存款准备金率降低了0.25%，并释放长期资金近5000亿元。地方相关部门则需要结合这一调整出台一系列政策，为市场的健康持续发展进行宏观调控保障。比如重庆市发布的《关于进一步促进房地产市场平稳健康发展的通知》中就提出了加大金融支持力度、减轻企业负担、优化行业服务管理以及激活市场有效需求等几个方面的优化调整建议，促进当地房地产市场的进一步发展<sup>[4]</sup>。

# 3 工程造价全过程管控方法

## 3.1 决策设计阶段造价管控

在工程项目全过程造价管理与控制中，决策与设计阶段占据了极其重要的地位。这两个环节相辅相成，决策阶段的预算决策直接影响设计阶段的经济策略，而设计阶段的合理性又反过来优化投资决策的执行效果。

在决策阶段，需要依据项目实际需求，结合市场情况与资源分布等因素进行全面分析，从而合理规划

总投资额。管理人员需要明确项目所需达成的经济与社会目标，为决策者提供正确的决策支持。同时，在这一过程中尽可能对比多个方案，选择综合性能最优的投资计划，降低风险。

在设计阶段，需要加强对技术和经济的分析以及对方案评审，确保设计方案的经济有效性与技术适当性。同时，施工单位要强化设计人员对成本因素的认识，使其在设计工作中更加注重成本效益。

在工程项目全过程造价管控中，施工单位需要确保项目管理层与设计团队紧密配合、协商，以满足功能需求的同时实现最优成本控制。同时，要尽可能保证设计方案的完整性与可行性，尽可能避免设计过程中的变更，若变更不可避免，必须进行成本效益分析，确保变更不会导致不必要的成本支出。在决策设计阶段还需要系统性地搜集造价数据，进行分析，掌握市场价格动态，为项目提供参考依据。最后，在决策设计阶段进行造价管控时，应根据项目实际情况进行灵活调整，确保造价管理措施的实效性。

## 3.2 招投标阶段造价管控

在工程项目招投标阶段同样需要科学全面的造价管控。施工单位需要选择恰当的招标方式，在施工之前根据项目建设要求选定合适的竞标单位，采取公开招标的方式，既能保证工程质量和工期，还能够显著减少工程施工的成本。

同时，为了确保施工单位的选择以及工程合同造价制定的准确性与科学性，施工单位需要使用工程量清单招标方式精确计算工程量，并将所得到的数据运用于工程计价中。通过提供可靠的数据，能够保障工程量清单的准确性，进而实现工程成本的控制，提高工程施工质量。工程量清单应包括不同工程施工项目计价的方式，单列的费用预算界定的方法以及包干费用等。

此外，在招投标阶段造价管控时还需要采取综合单价法来计算工程标的，这样可以确保计算结果的准确性与可靠性。通过综合单价法计算可以规避工程造价管控中的风险，进一步提升工程投资效益<sup>[5]</sup>。

## 3.3 施工阶段造价管控

施工阶段的造价管控是提升施工质量，确保管控方案落实的核心内容。管理人员需要在已有施工设计方案的基础上细化和落实每一项施工任务，并结合其施工造价进度和质量等进行综合分析，在科学的管控方案下实现造价管理效果的最优化，避免出现额外追加施工造价的现象。这样可以在保证施工质量的基础上提高工程施工效益，避免不必要的成本支出。

在这一过程中，施工单位应完善各施工节点内容，合理提高施工效率。通过精细化管理以减少建筑工程

施工周期,这样可以有效降低人力资源的成本。同时,造价管理人员还需要实现对施工环节全过程的质量检测,跟进设计方案的执行进度,避免施工过程中因为质量问题出现不必要的经济损失。施工单位应严格控制审批权限,确保责任落实到个人,规避后续可能出现的纠纷和矛盾,使每个人都能够做好自己分内的事情,保障项目施工的顺利进行。这样还可以避免对其他施工项目造成衍生影响,消除不必要的安全隐患。同时要优化设计方案,在工程设计中,选择适当的设计方案对于减少建造成本和提升项目回报至关重要。在挑选设计方案时,必须全面考量技术可行性、经济合理性以及环境保护等关键因素,同时强调方案的创新与实用性。通过对比分析和充分论证确保选定的设计方案在技术和经济上均具先进性,以此提升工程品质与效率,并有效地控制建设成本。此外,还需要健全工程量清单,工程量清单作为制定造价预算的关键依据,其精确性与完整性对工程造价及利益分配产生直接影响。建立完善工程量清单制度,提升编制质量与效率至关重要。企业需要加强对工程量清单的审核与监管,确保其准确性与公正性亦不可忽视。建筑工程造价的全面管理,涵盖了预算编制、设计方案优化、工程量清单完善、合同管理、竞争机制引入、施工现场管理以及工程变更控制等多个方面,必须加强管理力度,以提升项目整体效益。在建筑工程的全面管理中,还要注重风险管理和质量控制。风险管理涉及对项目可能面临的各种风险进行识别、评估和制定应对措施,以减少风险对项目的影响。质量控制则是在施工过程中,通过严格的质量检查和控制,确保工程质量符合设计和规范要求。

最后,在施工阶段造价管控工作中还需要对材料设备进行管理。比如针对砂土等容易丢失的施工材料,在运输之前应用土工布覆盖,避免出现材料损耗。在建筑材料进入施工现场之后,需要结合施工方案进行分类储存和管理,并严格执行出入库管理方案。针对施工现场的设备,管理人员需要按照不同设备的维修保养手册严格落实相应的维修保养工作,保持机械设备最佳性能状态,以免出现故障设备隐患,影响施工阶段的成本支出。

### 3.4 竣工结算造价管控

在建筑项目交付使用前,必须严格控制成本,这一阶段主要包含三个关键点。一是整理并归档建设过程中产生的所有文件资料,对工程费用进行精确核算,确保与合同条款相吻合,逐一核对施工数据,防止成本核算上的偏差。二是若施工过程中出现额外开支,应根据合同和设计变更合理追偿,确保资金流动的合

理性。三是在工程交付给业主时,要明确后续事宜,如界定施工单位的职责范围。同时,业主在最终结算时,应严格检验工程质量,防止不必要的返修费用由建筑方承担。

例如,某施工项目占地面积 23 971.684 m<sup>2</sup>,其中包含两栋超高层塔楼建筑,两栋高层塔楼建筑以及裙楼。在应用上述工程造价管控策略之后,该工程管控后的结果与设计阶段分项造价预期进行对比,得到表 1。

表 1 管控后的结果与设计阶段分项造价预期对比

分项工程	预期分项造价 (万元)	实际分项造价 (万元)
土石方开挖与护坡降水工程	2 347.5	2 135.6
基础工程	6 896.7	6 634.7
地下室工程	5 134.7	5 000.2
室外工程	1 834.5	1 694.5
地下环廊工程	36.1	33.2
其他费用	24 372.5	22 987.7
总造价	40 622	38 485.9

在应用全过程工程造价管控方法之后,实际造价比预期造价节省了 2 136.1 万元。由此可见,在建筑工程施工过程中应用全过程造价管控可以保证项目的顺利实施并有效节省造价成本,具有较高的经济效益。

## 4 结束语

建筑工程造价全过程管控涉及多项专业内容,需要结合建筑工程施工实际情况,针对决策设计阶段、招投标阶段、施工阶段以及竣工结算阶段进行全面科学的造价管理与控制,优化细节内容,保证管控效果,这样才可以发挥全过程造价管控的价值,减少施工成本,提高施工质量与效率,为建筑企业的可持续高质量发展提供助力。

## 参考文献:

- [1] 陈玉. 建筑工程造价管理中的全过程管理控制[J]. 新城建科技, 2024,33(05):193-195.
- [2] 刘娟辉, 陈旭东. 建筑工程管理中的全过程造价控制研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(08):98-100.
- [3] 褚福强, 曹继梁. 建筑工程造价全过程管控对策[J]. 散装水泥, 2024(02):190-192.
- [4] 汪刚. 建筑工程造价全过程管控对策[J]. 工程设计与设计, 2024(04):238-240.
- [5] 谭朝霞, 王玉菲. 建筑工程造价管控的全过程控制探究[J]. 中国招标, 2023(08):102-103.

# 工业企业质量管理的数字智能化发展研究

吴延涛

(山东鲁源节能认证技术工程有限公司, 山东 济南 250000)

**摘要** 数字经济的发展推动了我国企业数字化转型的进程, 企业通过数字化转型促进产品和服务的创新, 以数字化手段精准定位客户需求, 提高客户满意度, 有效降低企业的生产成本。如今, 数字化转型已成为工业企业质量管理的重要趋势, 这不仅涉及技术的应用, 也是一种管理理念和流程的全面革新。基于此, 本文将对工业企业质量管理的数字智能化发展进行研究, 以期为促进我国企业在数字化转型战略选择、资源分配等方面的发展提供有益的参考。

**关键词** 工业企业; 质量管理; 数字化管理

**中图分类号**: F425

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0058-03

数字化转型可以帮助制造业企业提高生产效率、降低生产成本, 开发数字化产品和服务, 创造新的商业模式, 为制造业开拓新的增长机会。因此, 制造业的智能化产出已经成为制造业数字化转型的主攻方向。未来, 制造业企业还需要在智能化制造、绿色制造、高端装备制造等领域加强创新和技术研发, 不断提高数字化和智能化技术应用的能力, 实现制造业的高质量发展。因此, 制造业的智能化产出成为其数字化转型的主攻方向。

## 1 数字化转型的内涵

数字经济已经逐渐成为重塑全球竞争力格局的核心引擎。《G20 数字经济发展与合作倡议》中表明数字经济是一种新兴经济行为, 而数字化转型是当前数字经济发展的最新阶段, 不仅可以推动传统产业转型升级, 也能为经济可持续发展提供新的动力。目前对于数字经济的内涵研究已经相当细致, 但是因为学者对数字化转型过程中涉及的主体与角度存在不同理解, 导致数字化转型定义尚不统一。中国通信院将其定义为通过数字技术与产业的全面融合从而提升效率的经济转型过程。国务院发展研究中心强调数字化转型在构建新经济体制方面的重要性, 即利用新一代信息技术, 打破数据壁垒, 实现数据全过程闭环管理, 提高整体运行效率<sup>[1]</sup>。

## 2 工业企业质量管理的局限

### 2.1 现代质量管理的技术局限与数字化的必要性

当前, 许多工业企业在质量管理方面主要依赖传统的企业资源规划(ERP)系统和工业企业执行系统(MES)。

然而, 这些系统通常存在一个明显的不足: 它们无法有效集成和管理与质量相关的数据, 导致数据孤岛现象的出现, 从而无法对产品质量进行全面而持续的追踪与监控。这种基于传统系统的方法在应对复杂和不断变化的质量管理需求时显得力不从心, 长期来看, 无法满足企业日益增长的质量管理挑战。此外, 现有的质量管理流程通常无法实现一个全面的质量控制闭环, 即从质量策划到实施、监控再到改进的完整流程。这种局限性进一步凸显了向数字化质量管理体系转型的迫切性和重要性。数字化转型能够为企业带来更加高效、集成的质量管理方式, 不仅能够打破数据孤岛, 实现数据的全面整合和实时监控, 还能够通过智能分析和反馈机制, 提升整个质量管理过程的效率和效果。

因此, 对于面向未来的工业企业而言, 拥抱数字化, 实现质量管理的全面升级, 已成为提升竞争力和持续发展的关键所在<sup>[2]</sup>。

### 2.2 信息不对称理论

信息不对称理论由Joseph E. Stiglitz、George A. Akerlof 和 Andrew Michael Spence 三位美国经济学家提出。信息不对称理论认为, 在市场经济活动中, 不同的群体处于不同的市场位置, 拥有不等量的信息。掌握信息数量充分且信息质量优良的群体占据有利地位, 掌握信息数量贫乏且信息质量低劣的群体处于不利地位, 处于不利地位的群体会设法从有利地位群体那里获取信息, 而占据有利地位群体会通过向其传递可靠信息使自身获利。在现实中, 企业与政府、银行, 企业与外界投资人, 企业股东与经营者的关系中, 都有

许多不对称的信息，这些不对称的信息使不同群体做出不同的经济选择，对市场经济的运行产生不利影响。在企业生产过程中，信息的不对称将对企业发展造成消极影响。

首先，所有权与经营权的分离，使得所有者无法及时掌握企业的实时运营动态，也就无法判断管理者的行为决策是否符合公司发展需求，所有者的监督功能名存实亡。而管理者面对这种情况，可以充分发挥自身的信息优势，做出损股东权益但利自身的行为，而这些行为往往也会对企业的长期发展造成危害。

其次，由于交易市场上存在信息不对称，企业往往面临逆向选择的问题，企业外部投资者在信息方面存在劣势，难以得到充足信息对企业发展做出准确判断，无法辨别出高质量的投资对象，从而导致了无价值的投资行为，这就导致了部分具有发展潜力和高质量的企业在融资方面受到限制，无法得到足够的资金用于项目的启动，从而影响了投资效益<sup>[3]</sup>。

### 2.3 数字化转型指标构建存在局限性

本文核心解释变量是以制造业上市公司年报中相关词频加权统计构建的，同时该指标受多种因素影响，如企业信息披露意愿、企业年报文本数量、特征词选择等，这些因素可能会导致测算出的企业数字化程度不够精准，未能获取更多相关的研究数据，可以在未来研究中进一步改进企业数字化评价体系的构建方法<sup>[4]</sup>。

## 3 工业企业中质量管理数字化的转型策略

### 3.1 应对现代质量管理的技术局限与数字化的必要性

在当前快速发展的技术环境下，集成先进的数据分析工具，如人工智能（AI）和机器学习（ML），已成为优化产品质量控制的关键策略。这些工具的应用不仅仅局限于质量问题的分析和预测，更在于它们能够洞察潜在的风险和不足，进而提升产品的整体质量和性能。例如，通过深度学习算法可以有效识别生产过程中的微妙变化，预防可能的质量偏差，确保产品的一致性和可靠性。与此同时，云计算和物联网（IoT）技术的应用为实现更加高效的数据集成和实时监控提供了可能。通过这些技术，企业能够实时捕获和分析生产线上的数据，从而及时响应各种质量控制需求。云计算平台的强大计算能力和存储容量为大规模数据处理提供了支撑，而物联网设备则使得数据的实时采集和传输成为现实。这些技术的融合，为企业提供了

一个全面的视角，帮助他们更有效地管理和改善产品质量。最后，构建一个全面的质量管理系统至关重要。这一系统需涵盖质量管理的各个环节，包括质量策划、执行、监控，以及持续的改进过程。一个有效的质量管理体系不仅能够集成各种数据和分析工具，还能够提供一个统一的平台，以支持决策制定和质量措施的实施。这种系统的实施，将有助于企业在保证产品质量的同时，提高效率和降低成本，从而在激烈的市场竞争中占据优势<sup>[5]</sup>。

### 3.2 加强政策引导

制定和完善相关政策法规，为数字化转型和智能化改造提供支持和保障。比如，加大财政资金投入，支持中小企业开展数字化转型和智能化改造；加强知识产权保护，促进技术创新和产业升级；建立智能制造标准体系，引导和规范制造业数字化转型和智能化改造等<sup>[6]</sup>。

### 3.3 推动工业智能化在不同企业主体间的良性发展

异质性检验结果表明，工业智能化对企业生产率、行业竞争水平及要素市场分割存在典型的异质性影响特征，为破除要素国内外循环联动不畅的特征事实，并进一步强化企业智能化转型对实现要素国内外循环联动的驱动作用，政府应加大对相对弱势企业的资金、技术和人才投入力度；通过创新行政干预和资源配置方式，实现线上线下市场监管机制，避免恶性竞争；加强数据要素在流通、管理、确权、保护和共享等方面的工作建设，促进生产要素跨区域高效流动与要素市场均衡发展。此外，政府应重视企业的高技术进出口贸易行为并加以规范指导，鼓励企业在结合自身比较优势与外部市场条件后实现对目标市场的深度嵌入，通过进口学习与出口学习拓展国际视野并加速核心竞争力培育<sup>[7]</sup>。

### 3.4 基于制造业行业层面的异质性检验

制造业包含行业众多，各行业生产技术、生产产品、经营模式等不尽相同，制造业各行业开展数字化转型的程度与效果不同。为分析不同技术类型的制造业行业数字化转型对全要素生产率的影响，将制造业行业分为高科技行业与非高科技行业展开分样本回归。高科技行业与非高科技行业在数字化转型回归系数均显著为正，但非高科技行业的提升作用较不明显。非高科技行业多属于劳动密集型产业，产品附加值和利润普遍较低，再加之其自身组织架构和文化氛围等

客观资源条件并不支持新技术的运用。而数字化转型在短期内往往呈现高投入低回报的特点,使得致力于稳健发展的非高科技行业面临“不敢转、不想转”的困扰,即使推进数字化转型也更多地依赖于外部公司提供的技术,对自身资源的开发利用相对有限,另外,非高科技行业的回归结果仅在10%水平上显著的原因可能是部分行业数字化转型程度略低于制造业数字化转型均值,整体上对数字技术的投资与应用尚处于初级阶段,未跨越数字化水平的门槛。而高科技行业企业的核心在于科技创新,数字化技术投入比例高,有效满足数字化转型所要求的创新能力,能够高效处理海量数据为生产经营提供决策,同时高科技行业企业对数字经济的接触和认识更早,具备先发优势,最先享受到数字经济带来的发展红利,数字化转型的意愿与成功概率更大,加快企业生产效率<sup>[8]</sup>。

### 3.5 融合数字化转型策略与实际操作

构建数字化战略的关键在于确保其与企业的长期业务目标和核心业务高度一致。制定这种战略不仅涉及技术投资,更重要的是它需要与企业的整体发展战略保持同步。将数字化投资与企业的长远目标紧密结合,对于保障企业持续增长和维持竞争力极为关键。优化技术和业务流程是实现数字化转型的重要环节。企业需要系统地评估现有业务流程,识别那些可以通过数字化手段优化的部分,确保所选择的技术解决方案与实际业务需求相符合。

此外,建立定期评估和调整机制,全面审视数字化转型的进展、成效及其对运营的影响至关重要。根据业务环境的变化和实际操作中的挑战进行及时调整,确保企业在数字化转型过程中能够灵活应对各种情况,持续优化策略,从而在激烈的市场竞争中保持领先地位。

### 3.6 开展国际合作

加强国际合作,借鉴国外先进的数字化和智能化技术和经验,推动制造业智能化改造和数字化转型的进程。同时,积极参与全球数字化转型和智能化改造的竞争和合作,提高制造业的竞争力和影响力。

### 3.7 加大促进工业智能化转型的扶持力度和政策保障

生产要素在国内国际循环中的高效畅通流动作为企业智能化转型的典型特征,是实现要素国内外循环联动的根本。以往我国出口导向型的发展模式更偏重于外循环,但较低的价值链地位决定了在国际分

工体系中只能被动接受分工任务,无法实现生产要素的畅通流动以形成特有竞争优势。面对畅通生产要素大循环的新发展格局中潜在的堵点与断点,政府部门应加大智能化扶持力度,如设置专门项目,出台具有地方特色的精准高效的智能化政策;完善相应的法律体系,增加工业智能化对要素流动与价值链相融重要性的认知;由政府牵头加强与先进智能化企业的合作,加快形成人才交流互补新模式,从多渠道切实助力本土企业智能化转型以形成新型竞争优势。

### 3.8 实行数据化管理

通过有效的数据采集、分析和应用,建立完善的数据采集和分析系统,实现生产过程的精益化管理和优化,提高企业生产效率和产品质量。

## 4 结束语

工业企业的质量管理数字化不仅是应对当前市场挑战的有效手段,也是企业保持竞争力的关键。实现这一转型需要企业不仅在技术上做出投资,更需要管理理念和业务流程上进行深度整合和创新。数字化转型的成功依赖于对企业内部结构的全面改革、对业务流程的细致优化以及对策略实施的持续评估和调整。未来,随着技术的不断进步和市场的日益变化,工业企业将继续在质量管理的数字化道路上探索,不断提高其质量标准和管理效率。

### 参考文献:

- [1] 曹丽鹃.制造业质量管理数字化转型[J].现代工业经济和信  
息化,2023,13(11):55-57.
- [2] 李君妍,胡欣,刘治红,等.大数据下离散制造业产品质量分析综述[J].兵工自动化,2023,42(11):23-27.
- [3] 李洪涛,张金碑.机械自动化技术的质量控制分析[J].工程机械文摘,2023(03):32-34.
- [4] 唐易宏.数字化情境下制造业企业质量管理的转型研究[J].现代商贸工业,2023,44(17):23-25.
- [5] 潘卫杰.供应链背景下工业综合服务的质量控制研究[J].商展经济,2023(14):120-123.
- [6] 刘本琪.双碳背景下的传统制造业数字化转型研究[J].市场瞭望,2023(14):33-35.
- [7] 曾鹏,宋纯贺,夏长清,等.面向智能制造的工业互联网边缘计算技术[J].科技成果管理与研究,2021(08):57-58.
- [8] 刘军梅,王汝升,谢霓裳.中德制造业数字化转型的战略与政策比较[J].决策与信息,2022(10):52-63.

# 国产 PLC 用于苏北运河船闸控制系统研究

张殿余, 颜廷雪

(京杭运河江苏省交通运输厅苏北航务管理处, 江苏 淮安 223000)

**摘要** 本文对目前船闸电气控制系统使用的国外可编程序控制器 (PLC) 的现状进行了较为全面的分析, 以此指出国产 PLC 控制系统的优点及应用的必要性, 对国产 PLC 的品牌组成、选型比较、优劣特点及发展趋势进行了全面的介绍; 主要实现了用国产 PLC 实现船闸的自动控制, 并给出了比较详细的系统测试过程, 系统架构、应用软件及相关配置方案, 还介绍了船闸的结构与工作原理, 以期对建设自主可控国产 PLC 船闸自动控制系统的完善具有积极的意义。

**关键词** 国产 PLC; 苏北运河船闸; 控制系统

中图分类号: U66

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0061-03

## 1 研究的背景和意义

中国大运河始建于公元前 486 年, 由隋唐大运河、京杭大运河、浙东大运河三大部分组成<sup>[1]</sup>。京杭大运河江苏段全长 683 公里, 是华东地区仅次于长江的“黄金水道”, 为提升苏北段通航效率, 苏北运河正在实施智慧化船闸升级改造, 智慧船闸的安全可靠与高效运行主要依靠自动化和国产化技术创新得以实现。

2018 年 5 月, 习近平总书记在两院院士大会上表示, 要以关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新为突破口, 敢于走前人没走过的路, 努力实现关键核心技术自主可控, 把创新主动权、发展主动权牢牢掌握在自己手中<sup>[2]</sup>。随着国家政策的支持和引导, 国产芯片的行业发展迅猛, 国产 PLC 安全性稳定性得到显著提升, 为船闸 PLC 国产化替代实现提供可能。

近年来, PLC 作为船闸控制的“核心大脑”, 受以“实体清单”为代表的美国的“卡脖子”政策限制, 旧备件停产、设备采购周期长等已严重威胁船闸安全稳定运行, 船闸控制系统 PLC 国产化替代迫在眉睫。

## 2 现状分析

### 2.1 PLC 现状

PLC 控制是当今自动化控制的主流, 号称是工业大脑, PLC 在功能上已经十分强大, 其性能接近于专为工业控制设计的紧凑型计算机系统, 同时在扩展性和可靠性方面展现出显著优势。

PLC 进口品牌有: 西门子、施耐德、AB、GE 等。

1. 中型 PLC: 西门子、施耐德、欧姆龙、三菱。

2. 小型 PLC: 西门子、欧姆龙、三菱、LS、松下。

国内 PLC 品牌: 台达、汇川、合信、亿维、科威、和利时等。

1. 国产品牌 PLC: 基于进口硬件开发的 PLC, 如汇捷、汇川、海为、和利时、中控技术等。

2. 国产自主可控 PLC: 基于国产自主可控硬件开发的 PLC 产品, 如傲拓科技、电子六所等公司的产品, 也包括北京和利时、中控技术自主可控芯片为架构的 PLC 系列。

### 2.2 船闸 PLC 控制系统应用现状

据不完全统计, 我国共有 1000 余座通航船闸, 在水利和交通行业, 船闸 PLC 主要品牌为法国施耐德 MODICON 系列、日本欧姆龙 CS1D 系列、西门子 1200 系列及 S300 系列等<sup>[3]</sup>。京杭运河船闸在全国船闸最具代表性, 控制系统主流 PLC 为施耐德 M340 系列, 主要架构为: 该系统采用基于单 CPU 站点的分散控制架构, 包含一个 CPU 主站点和三个 PLC 从站点。现场电气信号通过线缆传输到各本地 PLC 从站点进行处理。系统包含两个光纤以太环网: 环网 1 由上、下游值班亭交换机与船闸监控调度中心交换机通过光纤连接而成, 负责数据传输和通信; 环网 2 则由连接四个分布于不同机房的 PLC 站点的交换机通过光纤组成, 实现站点间的数据交互和备份。

## 3 主要研究内容及关键技术

### 3.1 主要研究内容

船闸控制核心设备 PLC 国产化应用研究: 结合国家对核心设备自主安全可控要求, 借鉴电力、水利等

其他行业国产化 PLC 应用情况，针对船闸控制系统实现国产 PLC 替代方案进行研究并试点应用。

船闸控制系统国产化 PLC 应用及研究主要目的和工作任务包括：

1. 研究提出船闸集控 + 现地整体控制系统国产化替代的可行性方案。

2. 创建并形成一套完善的船闸控制系统国产化综合测试及试验软硬件平台。

3. 为船闸国产化控制系统的试验验证和实施工作提供技术支撑和准备。

### 3.1.1 控制系统设备国产化技术及应用的调研和船闸国产化替代可行性分析

收集国产控制系统设备（服务器、工作站、PLC 等）生产厂家的技术资料并进行技术交流，对船闸及其类似的工业控制应用案例进行实地调研和资料收集，完成船闸控制系统国产化设备技术水平和国产化替代可行性的比较分析。

### 3.1.2 研究并提出船闸控制系统整体国产化替代工作方案

结合船闸通航运行的安全性和实施改造工期短的要求，提出整体同时替代实施（全替代方案）和分部分期替代实施（局部替代方案）两种国产化改造方案。

1. 全替代方案：集控系统 + 现地系统国产化替代工作整体同时实施方案。

2. 局部替代方案：先期进行集控系统国产化工作，后期再进行现地控制系统国产化工作的分部分期实施方案。

### 3.1.3 船闸控制系统国产化综合测试及试验软硬件平台

在船闸控制系统国产化全替代工作方案研究成果的基础上，结合船闸控制系统的实际系统架构、控制工艺和应用需求，完成测试及试验软硬件平台的方案设计。

## 3.2 关键技术

### 3.2.1 船闸控制系统国产 PLC 实时性、可靠性、安全性研究

PLC 控制系统是实时性控制系统，与上位机组态软件通信实时性也需要验证。控制器产品的设计和开发以控制功能为核心，注重实现短信号处理时间和高通信速度。

可靠性研究主要从国产 PLC 的模块配置、硬件抗干扰能力、电源及接地、数据储存及 IO 通道的可靠性进行研究，从而评估国产 PLC 与进口品牌之间的差距、

船闸安全可靠运行等因素，为船闸的智慧化提供技术支持。

安全性研究主要从《GB/T 33008.1-2016 工业自动化和控制系统网络安全可编程序控制器（PLC）第 1 部分：系统要求》<sup>[4]</sup> 给出了系统能力等级（CL1-4 级）相关要求进行验证。依据该国家标准中的 PLC 网络安全技术要求，对其安全防御技术进行了全面的归类整理，涵盖了设备安全、安全区域、网络安全管理等多个方面。

### 3.2.2 船闸控制系统国产 PLC 硬件及工业控制网络技术研究

苏北运河船闸大多数为三线船闸并行，未来淮安要新建四线船闸。新的船闸管理模式催生新的船闸控制模式和工业控制网络架构更新，为区域集中控制提高可靠性和高效率。

### 3.2.3 船闸控制系统国产 PLC 编程软件

国产 PLC 编程软件除了影响基本功能实现之外，还体现在用户操作起来是否直观、简单、方便，初学者是否容易入门。菜单的设置合理、工具栏上的按钮和工具栏上的按钮便捷、大量使用拖放功能、强大的帮助功能、剪贴板功能、仿真器功能、程序段的划分功能、可组态的界面功能等，同时还具有防错和查错的措施。

## 3.3 总体技术路线

基于国产品牌 PLC 和自主可控 PLC 的现状、未来发展趋势，结合京杭运河船闸群的应用场景从安全性、可靠性、经济性、可扩展性上系统深入地研究国产自主可控 PLC 替代进口品牌 PLC 的可能性、优劣性。

## 3.4 分项技术路线

### 3.4.1 国产自主可控 PLC 与进口品牌 PLC 的关键技术研究技术路线

国产自主可控与进口 PLC 在硬件性能上主要针对以下指标进行应用研究分析。

1. 存储容量：用户程序存储器的容量。

2. IO 点数：PLC 能够同时处理或连接的输入信号和输出信号的总数。

3. 扫描速度：PLC 性能的重要指标，衡量 PLC 执行一定量的用户程序所需时间。

4. 指令的功能与数量：编程指令强大且丰富，提升了 PLC 处理复杂任务的潜力。编程难易还受技能、硬件配置和系统设计影响。功能强大的 PLC 能简化复杂控制逻辑的实现。

5. 内部元件种类和数量：种类和数量越多，表示



PLC 的存储和处理各种信息的能力越强。

6. 特殊功能单元：PLC 控制功能的扩展得益于特殊功能单元种类的增加及其功能的强化。

7. 可扩展能力：PLC 的可扩展能力包括 I/O 点数的扩展、存储容量的扩展、联网功能的扩展以及各种功能模块的扩展。

### 3.4.2 国产自主可控 PLC 的品牌之间的关键技术研究技术路线

自主可控 PLC 是基于国产 CPU 芯片和国产化操作系统软件，拥有自主知识产权，具有自主设计研发、制造检测以及运行维护的能力的工业控制技术，而国产自主可控品牌 PLC 之间的区别与关键技术是重点。

### 3.5 实验平台及测试演练应用

船闸控制系统的结构由集中监控系统、网络设备和现地控制系统三部分组成，其主要设备包括 PLC、计

算机设备（服务器、工作站、操作系统）、组态软件、数据库、工控交换机、工控网络信息安全和定制应用软件开发平台等几个主要部分<sup>[5]</sup>，目前上述硬件设备和软件均具备国产化替代的能力。本次研究以 PLC 为主，应用方案主要包括拟选用傲拓科技、中控技术和北京和利时三家国产自主可控 PLC 建立实验平台，针对船闸的应用场景对 PLC 的硬件和编程软件进行研究，包括高可靠性嵌入式硬件、嵌入式实时操作系统、实时控制软件、工业实时网络和现场总线、高精度时钟网络同步、高速背板总线技术、高速冗余同步技术、控制组态软件等全面自主研发。

### 3.6 测试平台演练

搭建船闸控制系统 PLC 演练平台，为京杭运河的船闸国产化研究提供长期的技术支持。测试平台 PLC 配置如表 1 所示。

表 1 测试平台 PLC 配置表

PLC (国产自主可控)		套	1
CPU 模块	双以太网 CPU, 龙芯处理器, 内置 2 个 RS232 (标准 MODBUS), 2 个以太网口 (标准 MODBUS/TCP), 程序空间 16M	台	1
数字量 DC 输入模块	32 点输入 24VDC (漏型)	台	3
数字量 DC 输出模块	32 点输出 24VDC 晶体管	台	2
模拟量输入模块	16 通道, 电流, 单端	台	1
模拟量输出模块	4 通道, 电流输出	台	2
电源模块	24VDC 输入, 功率: 50 W	台	1
底板	12 槽背板	台	1
端子	模块连接端子	台	9
适配器	总线适配器	台	2
模块	空槽模块	台	2

另外，基于工业控制系统网络安全等保二级相关要求，在该测试平台增加一台工业防火墙，以测试国产 PLC 在网络安全等保二级标准应用场景下的研究。

## 4 结束语

本文通过深入比较分析 PLC 在国内外船闸控制领域的应用现状，系统研究了船闸控制核心设备 PLC 的国产化应用技术路线，不仅成功构建了基于国产 PLC 的苏北运河船闸自动控制系统，还提出了搭建国产自主可控 PLC 实验平台的创新思路，旨在为技术验证与优化提供坚实的基础。这一系列工作不仅促进了船闸控制技术的国产化进程，更为京杭运河乃至更广泛领域的船闸国产化研究提供了长期、可靠的技术支撑与保障。

## 参考文献:

- [1] 唐仁科, 李芳. 基于国产 PLC 的水闸自动化系统设计 [J]. 河南科技大学学报: 自然科学版, 2019, 40(03): 77-82.
- [2] 王俊, 刘凯, 李彦杰. 基于国产大型 PLC 的船闸阀门控制系统设计 [J]. 河南水利水电职业技术学院学报, 2019, 24(01): 34-38.
- [3] 王苏鸣, 王晓雅. 基于国产 PLC 的水闸控制系统及其应用 [J]. 物联网技术, 2020, 04(19): 93-94.
- [4] 刘海军, 张云. 基于国产 PLC 的船闸控制系统的设计与实现 [J]. 智能计算机制造与自动化, 2018, 39(16): 38-39.
- [5] 杨朝霞, 张清东, 谢莉, 等. 基于国产 PLC 的船闸数控制动系统设计 [J]. 自动化与仪表, 2019, 40(11): 48-51.

# 绿色低碳理念下化学建筑材料的选择与应用

何裕发

(深圳市一泰检测有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 随着全球对环境保护共识的日益增强, 绿色低碳理念在建筑行业中越来越受到重视, 化学建筑材料作为现代建筑的重要组成部分, 其选择与应用直接关系到建筑的环保性能和能源消耗。本文基于绿色低碳理念下化学建筑材料的选择与应用展开探究, 分析其在实际应用中的优势与挑战, 并提出了相应的解决策略, 旨在为建筑行业实现可持续发展提供参考。

**关键词** 绿色低碳理念; 化学建筑材料; 环境污染; 市场认知度

**中图分类号:** TU53

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)11-0064-03

在全球气候变化和资源紧张背景下, 绿色低碳理念已成为社会发展的必然趋势, 建筑行业作为资源消耗和碳排放的大户, 其材料选择与应用对于实现绿色低碳目标具有重要意义。化学建筑材料以其独特的性能和广泛的应用领域, 在绿色低碳建筑中具有不可替代的作用。与此同时, 如何更好地推进绿色低碳理念下化学建筑材料的选择与应用, 已经成为诸多建筑管理人员关注的重点话题。

## 1 化学建筑材料的选择原则

### 1.1 环保性

在材料选择的关键环节, 管理人员应当秉持高度责任感与前瞻性, 将环境友好型材料作为首选。这类材料以其卓越的环保特性, 在从原材料开采、生产加工、运输使用直至最终废弃处置的整个生命周期内, 均展现出了对环境影响的最小化原则。具体来看, 环境友好型材料在生产过程中采用了更为清洁的生产工艺, 有效降低了废水、废气、废渣等污染物的排放, 显著减轻生产活动对自然环境的压力, 与此同时, 在使用过程中, 这些材料能够确保不会向周围环境释放有毒有害物质, 保障了使用场所的空气质量与安全健康。而当它们达到使用寿命, 面临废弃处置时, 由于其良好的可降解性或可回收利用性, 能够更容易地融入自然循环或经过再生处理重新获得使用价值, 减少了对环境的长期负担。尤为重要的是, 企业在施工过程中需要严格把控材料选择关, 逐步减少乃至完全避免使用可能对环境造成长期污染或对人体健康构成威胁的材料。此类材料往往含有重金属、有害化学物质等危险成分, 一旦进入环境或人体, 将带来难以估量的损害。因此, 管理人员需具备敏锐的辨识能力与坚定的环保

意识, 确保所选材料符合绿色标准, 为项目的可持续发展保驾护航<sup>[1]</sup>。

### 1.2 节能性

随着全球能源危机的加剧和环境保护意识的普遍提升, 建筑的能耗问题正日益成为社会关注的焦点。为了从根本上解决这一问题, 进一步有效降低建筑在运行过程中的能源消耗, 建筑管理人员在材料选择阶段就给予保温与隔热性能以高度的重视与关注。选用具备优异保温和隔热性能的材料, 是降低建筑能耗的关键所在。这类材料如同建筑物的“皮肤”, 能够有效地阻挡外界极端温度的侵袭, 无论外在环境如何变化, 都能以其卓越的隔热性能, 保持室内温度的相对稳定与舒适, 不仅能大幅提升居住者的生活品质与舒适度, 还能够很大程度上减少因温差变化而导致的能源浪费。此外, 具有保温和隔热性能的材料, 在减少空调、暖气等能耗设备运行时间的同时, 也显著降低了这些设备的能耗量。在它们的助力下, 建筑物能够更加高效地利用能源, 实现节能减排的宏伟目标。这不仅有助于缓解当前能源紧张的局势, 减少温室气体排放, 还能够推动建筑业向更加绿色、低碳、可持续发展的方向发展。

### 1.3 可持续性

在精心挑选建筑材料的过程中, 可持续性这一维度是管理人员需要深入考量且不可忽视的关键因素。为了促进建筑与环境的和谐共生, 管理人员应当把目光投向那些不仅满足当前建设需求, 更兼顾未来生态平衡的材料上, 即那些展现出卓越可再生性和循环利用性的材料。相应材料以其独特的生命循环模式, 展现了对环境保护的深切承诺。当它们完成既定的使用

寿命,步入生命周期的尾声时,并非简单地成为废弃物,而是可以通过先进的回收技术重新焕发新生,实现资源的再次利用,进而大幅降低垃圾填埋和焚烧所带来的环境污染,有效缓解了土地资源紧张的问题,为地球的可持续发展注入了新的活力。此外,环保型建筑材料的广泛应用,进一步减少了对矿石、森林等非可再生资源的过度依赖和开采,从而保护了自然界的生态平衡和生物多样性,发扬以节约和循环利用为核心的建设理念,正是建筑行业迈向绿色、低碳、可持续发展道路的重要一步<sup>[2]</sup>。

#### 1.4 经济性

在构建绿色、节能且可持续发展的建筑体系时,管理人员面临的决策挑战远不止于环保与节能的单一维度,经济性同样是一个不容忽视的重要考量因素,进而要求管理者在确保所选材料符合环保标准、具备高效节能特性以及展现可持续利用价值的同时,还需要深入剖析其成本效益,力求在多重目标间找到最佳平衡点。从当前的管理工作角度来看,管理人员在材料选择过程中,应秉持“性能优先,成本合理”的原则,即在不妥协材料基本性能与环保节能特性的前提下,通过市场调研、成本分析等手段,筛选出那些性价比高的优质材料。这一选择过程并非简单地追求低成本而忽视品质,而是要在满足所有必要条件的基础上,实现材料性能与成本的最优配置。此外,材料的使用寿命作为经济性的一个重要指标,同样值得管理人员给予高度重视。选择那些耐用性强、稳定性好的材料,不仅能够确保建筑结构的长期稳固与安全,还能有效减少因材料老化、损坏而引发的维修与更换成本。管理人员通过长远视角的考量,不仅有助于降低建筑的长期运营成本,更体现了对资源节约与环境保护的深刻理解与实践,为后续管理工作的开展奠定坚实的基础<sup>[3]</sup>。

## 2 绿色低碳理念下化学建筑材料的选择与应用面临的问题

### 2.1 环境污染情况严重

部分化学建筑材料在生产过程中可能产生大量的有害废弃物。例如,传统的油漆和涂料生产过程中可能会产生含有重金属、挥发性有机化合物和其他有害物质的废水、废气和废渣。据统计,某大型涂料生产企业每年产生的有害废弃物量达到数十吨,其中包括 5 吨含重金属的废渣和 20 吨高 VOCs 含量的废水(见表 1)。这些废弃物若未经妥善处理,将对周边环境造成严重的污染。此外,在使用过程中,一些化学建筑材料也可能释放有害物质,如甲醛、苯等,对室内空气质量

造成严重影响。据研究显示,在新装修的房屋中,甲醛浓度往往超标,有时甚至达到国家标准的数倍,长期暴露在这样的环境中,会对人体健康构成极大威胁(见表 2)<sup>[4]</sup>。

表 1 某大型涂料厂生产废弃物情况

废弃物类型	年产生量(吨)
含重金属废渣	5
高 VOCs 含量废水	20

表 2 化学建筑材料释放甲醛情况

房屋类型	甲醛浓度(mg/m <sup>3</sup> )	国家标准(mg/m <sup>3</sup> )
新装修房屋	0.3~0.8	≤0.1

### 2.2 建筑材料成本过高

一些高性能或具有特殊功能的化学建筑材料往往成本高昂,以高性能保温材料为例,其价格是普通保温材料的 3~4 倍,这使得许多建筑项目在面临经济压力时无法广泛采用这些高性能材料。有一半以上的中小型建筑项目因成本考虑而选择放弃使用高性能化学建筑材料,转而使用成本更低但环保性能和效率可能较差的替代材料<sup>[5]</sup>。

### 2.3 技术存在瓶颈

当前,一些化学建筑材料的性能仍有待提升,特别是在耐久性、稳定性和环保性方面。例如,新型塑料建筑材料在长时间使用后会老化、脆化等问题,影响其使用寿命和安全性。一些新型塑料材料在户外环境下使用五年后,其强度下降率高达 40%。此外,一些材料的环保性能也有待提高,如某些胶粘剂中仍含有较高的 VOCs。

### 2.4 市场认知度低

尽管绿色低碳理念逐渐普及,但市场上对于绿色化学建筑材料的认知度仍然不高。当前,超过半数的消费者对于绿色化学建筑材料的概念和优势了解甚少或完全不了解,导致绿色建筑材料的市场需求不足,制约了其推广和应用。同时,建筑行业中使用绿色化学建筑材料的比例也相对较低,仅有不到 30% 的建筑项目在选择材料时会优先考虑绿色环保因素。

## 3 绿色低碳理念下化学建筑材料的选择与应用面临的问题的解决策略

### 3.1 加强研发创新,推动绿色低碳理念

在绿色低碳理念的持续影响之下,想要更好地提升化学建筑材料领域的应用,管理人员需要大力加强研发创新,使其应用范围逐渐扩大<sup>[6]</sup>。

以某知名建筑材料公司为例,近年来该企业在研

发创新方面取得了显著成果，并且投入了大量资金、人力和技术资源，专注于开发新型环保、低成本的化学建筑材料。其中，该公司成功研发了一种可降解的建筑材料，该材料以植物纤维和生物塑料为基础，不仅具有良好的结构性能，而且在使用寿命结束后可以自然降解，从而减少对环境的污染。此外，该公司还积极探索材料的循环利用技术，研发了一种高效回收和再利用废旧建筑材料的技术，使得废旧材料能够重新变成有价值的资源，大幅提高了资源的利用效率。相应的研发创新成果不仅降低了生产成本，还为公司赢得了市场份额和消费者的认可。更重要的是，这些新型环保材料的应用有助于构建更加可持续的建筑行业，推动整个行业向绿色低碳方向发展。通过大力加强研发创新，投入更多资源进行科研工作，开发新型环保、低成本的化学建筑材料，并积极探索材料的循环利用技术，可以有效推动绿色低碳理念在化学建筑材料领域的应用，为建筑行业的可持续发展贡献力量。

### 3.2 优化生产工艺，降低生产成本

在生产工艺方面，管理人员需要对现有工艺进行持续改进，以减少废弃物和污染物的产生。通过优化生产流程、引入环保设备和采用清洁能源等措施，我们可以逐步实现清洁生产，从而降低对环境的负面影响。此外，引入先进的生产设备和技术也是关键。良好的设备和技术不仅可以提高材料生产的效率，还能进一步提升生产的环保性。例如，采用自动化和智能化设备可以减少人为操作带来的误差和浪费，同时降低能耗和排放。

### 3.3 推广绿色建筑评价体系，推动绿色低碳理念

为了让更多受众了解和接受绿色低碳建筑理念，管理人员应广泛宣传如 LEED 和 BREEAM 等绿色建筑评价体系。这些评价体系为建筑行业提供了明确的环保标准和指导方针，有助于推动绿色低碳建筑的发展。同时，管理人员还应通过政策激励和市场机制来引导建筑行业 and 消费者选择更加环保的建筑材料。例如，政府应给予采用绿色建筑的项目一定的政策扶持和优惠，从而鼓励更多企业和个人参与到绿色低碳建筑的实践中来。

### 3.4 提升市场认知和教育，落实绿色低碳理念

想要提升低碳理念的认知度与认可度，首先需要从公众角度着手，通过积极开展公众教育活动等方式，积极向公众普及绿色低碳建筑的重要性和优势。以某城市的“绿色建筑与可持续发展”系列讲座为例，该活动邀请了多位绿色建筑领域的专家，就绿色建筑的

设计理念、环保材料的应用以及节能减排技术等话题进行深入讲解。讲座吸引了大量市民参与，有效提升了公众对绿色低碳建筑的认知和兴趣。除了讲座，管理人员还可以通过展览的形式来推广绿色建筑材料。在某次国际绿色建筑材料展览会上，多家企业展示了他们的绿色建筑材料和产品，如低碳水泥、再生塑料建材等。参观者不仅可以亲眼看到这些材料的实物展示，还能与企业的技术人员进行直接交流，深入了解这些材料的性能和应用场景。同时，管理人员还应与建筑行业、设计师、开发商等紧密合作，共同推广绿色建筑材料的应用。例如，在某个绿色建筑示范项目中，建筑师和开发商共同选用了多种绿色建筑材料，如环保涂料、节能玻璃等，打造了一个低碳环保的住宅小区。该项目不仅获得了市场的广泛认可，还成为当地绿色建筑的一个标杆，有效推动了绿色建筑材料在建筑行业中的应用。在与行业内专业人士交流和合作的引导之下，管理人员可以更好地了解市场需求和行业发展趋势，为后续的管理工作指明方向。比如，在某次绿色建筑论坛上，多位建筑行业的专家和开发商就绿色建筑材料的市场需求、技术发展趋势等话题进行了深入探讨，相应的交流不仅为我们提供了宝贵的市场信息，同时也进一步明确了绿色建筑材料的研发和推广方向。

## 4 结束语

在绿色低碳理念的指导下，化学建筑材料的选择与应用是实现建筑行业可持续发展的重要环节。在实际管理工作中，管理人员要结合实际情况，制定不同的管理措施，有效降低建筑行业的能源消耗和环境污染，推动建筑行业向绿色低碳方向发展。在今后的发展过程中，随着科技的进步和环保意识的提高，化学建筑材料将在绿色低碳建筑中发挥更大的作用。

### 参考文献：

- [1] 李振璞. 绿色低碳理念下化学建筑材料的选择与应用 [J]. 热固性树脂, 2024, 39(03): 71.
- [2] 彭龙嘉. 绿色低碳建筑材料应用现状及发展前景 [J]. 佛山陶瓷, 2024, 34(05): 162-164.
- [3] 本刊编辑部. 绿色低碳建筑, 推动建筑业高质量发展 [J]. 建设科技, 2024(04): 1.
- [4] 李昶旭. 绿色低碳建筑节能关键技术的创新与实践 [J]. 佛山陶瓷, 2024, 34(02): 58-60.
- [5] 陈德星, 陈真. 绿色低碳建筑材料应用现状及发展前景研究 [J]. 建设科技, 2024(03): 89-91, 98.
- [6] 陈俊英. 绿色低碳理念下化学建筑材料的选择与应用 [J]. 热固性树脂, 2024, 39(01): 78.

# EPC 总承包模式下的建筑工程建设项目管理研究

冯征宇

(深圳市光明人才安居有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 工程总承包 (EPC) 模式是国际通行的建设工程项目管理模式, 其在我国建筑行业的应用日益广泛。本文在梳理 EPC 模式特点的基础上, 将 EPC 模式与传统模式进行对比分析, 总结 EPC 模式在建筑工程中的应用现状; 围绕设计、采购、施工、移交验收等关键环节, 探讨 EPC 模式下建筑工程项目管理的要点与难点; 提出加强参建方协同管理、健全管理制度体系、推行精细化管理、应用信息化技术等优化策略, 以期为建筑工程 EPC 项目管理实践提供参考。

**关键词** EPC 总承包; 建筑工程; 项目管理; 精细化管理; 信息化技术

**中图分类号**: TU712

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0067-03

随着建筑行业的快速发展和市场竞争的日益激烈, 建筑工程项目管理模式也在不断创新与完善。EPC 总承包模式作为一种国际通行的建设工程项目管理模式, 凭借其独特优势在我国建筑领域得到越来越多的应用。如何在 EPC 模式下实现建筑工程项目的高效管理, 已成为建筑企业面临的重要课题。本文拟在分析 EPC 模式特点的基础上, 剖析 EPC 模式下建筑工程项目管理的关键环节与优化策略, 以期为 EPC 项目管理实践提供借鉴。

## 1 EPC 总承包模式概述

### 1.1 EPC 模式的定义与特点

EPC (Engineering Procurement Construction) 是指公司受业主委托, 按照合同约定对建设工程项目的设计、采购、施工、试运行等实行全过程或若干阶段的承包。在 EPC 模式下, 总承包商负责工程项目的设计、材料设备采购、施工等全过程管理, 并对工程的质量、安全、工期、造价等全面负责<sup>[1]</sup>。

与传统模式相比, EPC 模式具有如下特点: (1) 设计、采购、施工高度集成。EPC 总承包商通过优化设计方案、细化采购计划、科学安排施工, 实现项目的一体化管理, 有利于缩短工期、控制成本。(2) 管理界面少, 责任主体明确。业主只需与总承包商对接, 不同阶段的管理职责都由总承包商负责, 责任界定清晰。

(3) 总承包商自主性强。EPC 总承包商可根据项目情况自主选择设计、施工分包商, 优化资源配置。

### 1.2 EPC 模式与传统模式的比较

传统的建筑工程管理模式一般采用设计招标、施

工招标和管理分离的模式。而在 EPC 模式下, 设计、采购、施工等环节高度集成, 能有效克服设计、采购、施工相互脱节的问题<sup>[2]</sup>。表 1 比较了 EPC 模式与传统模式在管理模式、业主风险、承包商责任等方面的主要区别。

表 1 EPC 模式与传统模式比较

比较内容	EPC 模式	传统模式
管理模式	设计、采购、施工一体化	设计、采购、施工分离
业主风险	风险基本转移给总承包商	业主承担主要风险
承包商责任	对项目全面负责	各承包商只对各自工作负责
工期控制	有利于工期缩短	工期协调难度大
成本控制	可通过优化设计控制成本	成本控制难度大

### 1.3 EPC 模式在建筑工程中的应用现状

近年来, 随着国家大力推进建筑业现代化发展, 鼓励采用工程总承包模式, EPC 模式在国内建筑工程领域得到广泛应用。2019 年我国采用 EPC 模式建设的建筑工程项目已超过 1 000 个, 项目投资额超过 1.5 万亿元, 一大批建筑企业积极探索 EPC 模式下的项目管理创新实践。

从实践案例来看, EPC 模式在大型公共建筑、高层建筑、综合体等复杂项目中应用尤为广泛。例如, 北京大兴国际机场航站楼工程采用 EPC 模式, 严格落实限额设计, 优化了方案设计和施工组织管理, 实现了

项目的提速增效。上海中心大厦项目则通过 EPC 总承包模式，加强了设计、采购、施工的统筹协调，攻克了诸多技术难题，创造了多项建造纪录。

## 2 EPC 模式下建筑工程项目管理的关键环节

### 2.1 设计阶段的项目管理

设计阶段的项目管理对于 EPC 工程的成败至关重要。EPC 总承包商需要重视设计深度、设计优化、设计交底等环节的管理。在设计深度方面，要以施工需求为导向，细化施工图设计，减少设计变更<sup>[3]</sup>。在设计优化方面，要充分平衡建设成本、工程工期、运营维护等多方面因素，在满足业主需求的基础上实现全生命周期的经济合理性。同时，EPC 总承包商要加强设计交底和技术培训，使得设计意图得以有效传递，为后续施工奠定基础。表 2 展示了设计阶段 EPC 项目管理的主要任务。

表 2 设计阶段 EPC 项目管理的主要任务

管理任务	主要内容
设计深度管理	细化施工图设计，满足施工需求
设计优化管理	平衡建设成本、工程工期、运维需求等因素
设计交底管理	组织设计交底会，传递设计意图
技术培训管理	开展图纸会审、技术交底等培训

### 2.2 采购阶段的项目管理

采购管理是 EPC 工程项目管理的重要内容，采购质量和进度直接影响到工程建设。EPC 总承包商需要根据工程项目的特点，优选供应商，严把材料、设备质量关。在供应商选择方面，既要考察其资质、业绩，也要权衡其报价、供货周期等因素。在采购过程控制方面，要严格把关进场物资的规格型号、数量、质量证明文件等，确保符合设计和合同要求。EPC 总承包商还需加强采购计划管理，及时分解采购任务，协调采购与施工的衔接，保障工程进度<sup>[4]</sup>。

### 2.3 施工阶段的项目管理

施工阶段是 EPC 工程项目管理的核心，其管理水平直接决定了工程的质量、安全、进度、成本等。EPC 总承包商需统筹做好施工组织设计、技术交底、质量控制、安全管理、进度控制、成本控制等各项工作。要编制详细的施工组织设计方案，优化施工方法，合理配置资源。加强现场管理人员和作业人员的技术交底培训，提高施工一线的技术水平。建立健全质量管理体系，落实“三检”制度，强化过程质量控制。严格执行安全技术标准，落实安全防护措施，确保施工安全。

在进度控制方面，EPC 总承包商要全面考虑工程项目的关键线路，平衡各专业分包商的工作节奏，加强进度计划的动态管控，发现偏差及时纠偏。在成本控制方面，要做好成本测算，严格成本预算，加强过程成本核算，实现事前、事中、事后全过程成本把控<sup>[5]</sup>。

### 2.4 移交验收阶段的项目管理

工程移交验收是 EPC 项目管理的最后一道关口，事关工程项目的最终交付质量。EPC 总承包商要高度重视工程资料的收集整理和移交管理，建立完善的工程资料管理制度，明确资料填写规范和流转程序，确保资料的完整性和及时性。在组织工程验收方面，EPC 总承包商要严格按照合同约定，开展自检自查，对验收发现的问题及时整改。同时，要配合业主方开展竣工验收工作，积极处理遗留问题，确保工程顺利移交。

## 3 EPC 模式下建筑工程项目管理的优化策略

### 3.1 加强各参建方的协同管理

从横向来看，EPC 总承包商要充分发挥牵头作用，与各参建方建立战略合作伙伴关系，构建互利共赢的利益共同体。积极倡导“共创共享”的理念，与分包商、供应商建立长期稳定的合作，形成风险共担、利益共享的利益格局，调动各方参与的积极性。定期召开项目联席会议，加强各方沟通，及时协调解决问题，营造团结协作的项目氛围。

从纵向来看，EPC 总承包商要打破设计、采购、施工的壁垒，加强各部门协同，实现“大总包”管理。成立跨部门的项目管理团队，明确各部门职责，建立统一高效的指挥体系。同时，还要搭建协同管理平台，利用信息化手段实现各参建方、各部门的信息共享和业务协同。例如，山东某大型石化 EPC 项目搭建了设计、采购、施工一体化管理平台，各参建方可通过平台及时掌握项目进展，相互协调设计变更等事宜，大幅提升了协同效率。

协同管理的核心在于流程再造和体系建设，EPC 总承包商要系统梳理工作流程，优化管理模式，建立全过程、多方位的协同管理体系。通过制度化、流程化的协同管理，整合各方资源，激发协同创新，形成 EPC 项目建设的强大合力，推动项目的高质量、高效益建设。

### 3.2 建立健全项目管理制度体系

EPC 总承包商要结合项目特点，制定完善的项目管理制度，明确项目部、职能部门、参建单位的职责权限和管理流程，做到责权清晰、流程顺畅。在组织架构方面，要打造扁平化的项目管理架构，减少管理层级，优化垂直管理与横向协调。在流程控制方面，要

建立设计、采购、施工、试运行等各阶段的管理流程，严格过程把控，确保每个环节有章可循、有据可依。

同时，还要建立健全以目标管理为牵引的绩效考核机制，将项目目标层层分解，落实到各参建方、各部门、各岗位，将过程管控和目标考核紧密结合，调动全员参与的积极性。例如，中建二局在承建青岛海天中心 EPC 项目中，制定了涵盖进度、质量、安全、成本等方面的考核指标，对各参建方实施全过程绩效考核，有效推动了项目管理目标的达成。

在实践中，EPC 项目管理制度体系还要着眼于持续改进，根据项目实施情况动态优化制度流程，做到与时俱进。通过构建全面系统的项目管理制度体系，形成科学规范的管理运作机制，从制度层面为 EPC 项目的高水平管理提供坚实的保障。

### 3.3 推行精细化项目管理

精细化管理理念要贯穿 EPC 项目全过程、各环节、每个细节。在设计阶段，要以施工需求为导向，提高设计深度，充分考虑设计方案的施工易建性、运维便利性，最大限度减少设计变更，为精细化施工创造条件。在采购阶段，要建立完善的供应商评价体系，从资质、业绩、信用等方面严把供应商入场关，严格过程检验，确保材料设备的规格、性能、质量符合要求，为工程品质提供坚实的保障。

施工阶段是 EPC 项目管理的重中之重，更需要将精细化管理落到实处。要编制详细的施工组织设计方案，优化施工工艺，合理配置资源，对施工过程实施精细策划、精确管控。建立施工现场“5S”管理体系，推行标准化、可视化管理，强化现场文明施工。加大新技术、新工艺、新材料、新设备的应用，提升精细化施工水平。同时，还要加强过程质量管控，落实“三检”制度，实现全面质量管理。

在开展精细化管理的过程中，EPC 总承包商要充分发挥自身的综合管理优势，发挥好总体策划、统筹协调、技术指导的作用。合理划分总包、分包的管理界面，加强对分包商的管理，实现权责对等、风险共担。既要严格考核监管，又要给予必要支持，调动分包商参与精细化管理的主动性。

### 3.4 应用信息化技术提升管理效率

近年来，BIM、大数据、云计算、物联网、人工智能等新一代信息技术在建筑领域得到广泛应用，为 EPC 项目管理变革提供了新的路径和手段。例如，上海中心大厦项目应用 BIM 技术，构建了集设计、采购、施工、运维于一体的数字化协同平台，实现了项目全生命周期管理，显著提高了工程协同效率，减少了设计变更

和返工，为工程节约成本 3.27 亿元。中建八局承建的济南市中心医院项目应用 RFID 技术，对施工现场人员、材料、设备进行智能化管理，实时掌握项目进展，提高了现场管控水平。

EPC 总承包商要高度重视信息化建设，加大信息化投入，完善信息化基础设施，建立覆盖项目全生命周期的信息化管理平台。利用信息化平台集成设计、采购、施工、试运行等业务数据，实现多专业、多部门、多参与方的协同联动，打造基于数据驱动的项目管理新模式。同时，还要加强 BIM 等数字化工具的应用，推进工程建设各环节的数字化转型，实现工程建设的数字化孪生，赋能项目精细化管理。

在信息化建设过程中，EPC 总承包商还要着眼数据价值挖掘，加强数据分析应用。通过对项目管理数据的深度分析和智能处理，及时发现管理短板，优化资源配置，提高决策水平。例如，通过对施工进度数据和影像数据的智能分析，动态预警进度风险，调整优化施工计划；通过对材料计划、采购合同、物流配送等数据的关联分析，优化供应链管理，降低采购成本和库存风险。

## 4 结束语

EPC 工程总承包模式是建筑工程项目管理的重要趋势，其应用有利于提升项目管理水平，实现工程建设的高质量发展。本文分析了 EPC 模式的特点，剖析了设计、采购、施工、移交等关键环节的管理要点，提出了加强协同管理、健全管理制度、推行精细化管理、应用信息化技术等优化策略。在实践中，EPC 总承包商要准确把握 EPC 模式的内涵，发挥自身综合管理优势，强化过程管控，注重各参建方协同，切实提高 EPC 项目管理能力。同时，还要与时俱进，积极应用新技术、新方法，不断完善 EPC 项目管理模式，为建筑工程高质量发展贡献力量。

### 参考文献：

- [1] 腾飞.EPC 模式下建筑工程施工质量控制分析[J].中华建设,2024(07):38-40.
- [2] 刘聪.EPC 总承包模式下建筑工程管理的优化对策[J].城市建设理论研究:电子版,2024(17):55-57.
- [3] 杨春亮.EPC 总承包模式下建筑工程管理的优化方法分析[J].居业,2024(05):165-167.
- [4] 张钰卿.EPC 总承包模式下的建筑工程建设项目管理分析[J].中国建筑装饰装修,2023(08):110-112.
- [5] 李明仁.建筑工程 EPC 总承包项目风险管理探讨[J].建筑与装饰,2024(02):51-53.

# 脱硫系统中石灰石石膏浆液密度计的选型与应用研究

孔思维

(华电国际电力股份有限公司邹县发电厂, 山东 邹城 273500)

**摘要** 湿法脱硫系统中, 石灰石和石膏浆液的密度控制对于保证脱硫效率和设备安全运行至关重要。本文分析了浆液密度测量在脱硫系统中的作用, 总结了当前密度计选型中需要考虑的测量范围、精度、耐腐蚀性、安装便利性等关键因素; 针对脱硫浆液测量环境的特殊性, 提出了安装位置优化、信号处理、智能诊断和与DCS系统协同等应用优化策略。研究成果旨在为电厂脱硫系统密度计选型和运行维护提供参考。

**关键词** 脱硫系统; 浆液密度; 密度计; 选型

中图分类号: TH715

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0070-03

湿法脱硫技术是燃煤电厂控制二氧化硫排放的主要手段, 在石灰石-石膏湿法脱硫系统中, 石灰石浆液和石膏浆液的制备和输送是关键工艺环节, 其中浆液密度作为重要的工艺参数, 直接影响脱硫剂的利用率和脱硫效率。准确测量和控制浆液密度, 是保证脱硫系统长周期稳定运行的关键, 但脱硫工况下浆液的高温、高压、高固含量等特性, 对密度计的选型和应用提出了严峻挑战。不合理的密度计选型和配置, 易导致测量失准、频繁堵塞等问题, 影响脱硫效率, 因此研究脱硫系统中浆液密度计的选型依据和应用优化策略, 对于提升密度测控水平、保障脱硫系统安全经济运行具有重要的意义。

## 1 脱硫系统中石灰石石膏浆液密度测量的重要性

石灰石-石膏湿法脱硫系统的核心是浆液循环和SO<sub>2</sub>吸收过程, 系统效率和稳定运行在很大程度上取决于浆液密度的准确控制。浆液密度直接影响脱硫剂的利用率, 脱硫剂通常采用石灰石制浆, 浆液密度过低, 会降低单位体积浆液的吸收剂含量, 导致Ca/S摩尔比下降, 脱硫效率降低; 密度过高, 则会加重泵和管路磨损, 增加电耗, 并易引起堵塞, 因此精确控制石灰石浆液配制浓度, 对于在满足脱硫效率的同时降低成本非常关键。浆液密度与脱硫塔内物化反应过程密切相关, 浆液密度影响浆液在塔内的雾化效果和滴液分布, 进而影响脱硫剂与烟气的混合效果和液气接触时间, 合理的密度有利于提高烟气在浆液中的扩散传质效率, 保证脱硫反应充分进行。浆液密度是湿法脱硫工艺优化控制的重要依据, 通过测量进出脱硫塔浆液

的密度变化, 可间接判断脱硫剂的消耗速率和SO<sub>2</sub>的吸收量, 为优化工艺参数、节省脱硫剂用量提供参考, 浆液密度的波动也是塔内喷淋堵塞、液位异常等故障的重要预兆, 密度测量有助于及时发现问题, 确保系统安全可靠运行。

## 2 脱硫系统中石灰石石膏浆液密度计的选型考虑因素

### 2.1 测量范围与精度要求

脱硫系统对石灰石和石膏浆液的密度测量范围和精度有明确要求, 密度计的选型必须满足工艺控制需求, 石灰石浆液配制浓度通常在10%~35%之间, 折算密度在1.05~1.25 g/cm<sup>3</sup>。较宽的测量范围对密度计的线性度提出了较高要求。脱硫工艺优化对浆液密度控制的精度要求较高, 测量偏差超过±0.5%即会对脱硫效率产生明显影响, 因此密度计的重复性和长期稳定性要达到较高水准。石膏浆液的密度测控要求更高, 浓度范围在15%~25%, 对应密度1.12~1.19 g/cm<sup>3</sup>, 测量精度要求优于±0.2%, 除了量程和精度指标外, 密度计还要具有良好的动态特性, 满足浆液配制和输送过程中快速波动的测量需求, 一般要求测量间隔优于1 s, 响应时间优于10 s, 针对脱硫工况的复杂性, 密度计要具有较强的抗干扰能力, 确保振动、气泡等因素不影响测量准确性。

### 2.2 耐腐蚀性与耐磨性

脱硫浆液呈弱酸性, pH在4.5~6, 对密度计的材质选择和结构设计提出了严苛要求, 浆液中含有的氯离子、重金属离子等杂质会加剧金属元件的电化学



腐蚀,因此密度计的接液部件宜选用高质量的 316 L、904 L 等奥氏体不锈钢或哈氏合金 C 等耐腐蚀材料制造,关键部位还需做表面钝化处理,提高耐蚀性,悬浮物含量高、颗粒粗大是脱硫浆液的显著特点。浆液中  $10 \sim 800 \mu\text{m}$  的颗粒物占比可达 20% 以上,磨损性很强,常规密度计的接液部件磨损严重,使用寿命短。针对这一特点,密度计要采用耐磨材料,在叶轮、轴承等关键部件增加耐磨涂层,并优化流道设计,减小磨损风险,对于非接触式密度计,还应考虑外壳的耐磨蚀性,必要时采取陶瓷、聚四氟乙烯等特殊材料衬里,确保长期测量性能。

### 2.3 安装与维护便利性

脱硫系统工况恶劣,现场环境复杂多变,给密度计的安装和维护带来不便,因此选型时要着重考虑安装适应性和可维护性。在安装方式上,插入式密度计适应性较好,可直接插入管路法兰中,施工方便,但其测量探头直接浸没在浆液中,易受堵塞、磨损等影响。另一种安装方式是旁通式,将密度计安装在与主管路平行的旁路管中,可有效隔离主液流的扰动,减少磨损,但增加了系统阻力,两种安装方式各有利弊,需根据现场管路条件、检修空间等因素综合考虑。在便于维护方面,应优先选择少维护密度计,对于采用射线原理的密度计,要评估其在脱硫工况下的寿命,尽量减少现场更换频次,对于振动式、科里奥利式密度计等,要具有自诊断功能,实现故障的远程诊断和预警,密度计的清洗、校准等日常维护须便捷可行,如具备自清洗功能、现场简易校准方法等。

### 2.4 温度补偿与压力影响

脱硫浆液的温度变化范围大,进塔浆液温度在  $40 \sim 80 \text{ }^\circ\text{C}$ ,温度变化会引起浆液密度的明显波动,为保证不同温度下测量准确度,温度计须具备可靠的温度补偿功能。常见的温度补偿方法有温度-密度函数补偿法、温度-体积修正系数补偿法等,补偿方法的合理性直接影响密度测量的准确性,脱硫系统中密度计安装位置的工作压力差异也较大,入塔泵前压力通常低于 0.3 MPa,塔顶喷淋管路工作压力在 0.8 MPa 以上。压力变化对密度测量有一定的影响,一般压力每增加 10 MPa,测量值将增加千分之几,因此在选型时需评估密度计的耐压性能,超过 1 MPa 的应采用耐高压型号,对于差压式等敏感元件直接感受压力的密度计,还需评估压力变化引起的零点漂移,必要时进行静压补偿,消除由于静压变化引起的测量误差。

### 2.5 数据传输与系统集成能力

脱硫 DCS 系统对密度数据的采集和处理能力要求较高,在密度计选型时需充分考虑其数据传输和系统集成能力。现场总线技术在 DCS 系统中的应用已十分普及,密度计已具备现场总线通信接口,支持 Profibus、HART、Foundation Fieldbus 主流协议,实现工艺参数与诊断数据的数字化双向通信。数字通信可有效避免模拟信号受干扰引起测量值漂移,提高控制精度,数字化密度计能根据 DCS 系统的控制策略,实现远程配置、组态和管理,极大地提高了系统集成的灵活性。在脱硫工况下,现场环境的高温、高湿、强腐蚀性也对密度计通信电缆提出较高要求,须选用屏蔽性能好、绝缘性能优异的特种电缆,如采用 PUR 护套的 Profibus-DP 总线电缆等,对于不具备数字通信功能的密度计,也应具有  $4 \sim 5 \text{ V}$  标准电压信号输出接口,配套使用 D/A 转换模块,确保与 DCS 系统的兼容性。

## 3 脱硫系统中石灰石石膏浆液密度计应用优化策略

### 3.1 安装位置与方式优化

合理选择密度计安装位置和安装方式,是确保测量可靠性和系统安全性的重要前提。针对脱硫工况,密度计宜安装在浆液搅拌稳定、气泡分离充分的管段,如在石灰石浆液箱出口、循环泵入口前的管段,浆液混合均匀,流速适中,密度计测量偏差小,应避免在离心泵出口、管路弯头等扰流严重或夹气频发的位置安装,减少气泡、漩涡等因素对测量的影响,对于插入式密度计,通常采用垂直安装于管路底部,避免悬浮物的沉积;同时插入深度不宜过大,以减小浆液对密度计的冲刷作用,对于旁通式密度计,旁通管道应尽量短小,与主管道平行布置,避免形成死角或沉积,确保与主管中浆液等密度<sup>[1]</sup>。旁通管路应设置冲洗接口,定期排渣清洗,必要时设置自动排渣装置,针对工况恶劣的脱硫系统,密度计的安装还应坚持“便于检修、易于维护”的原则,如在仪表周边预留足够的检修空间,配备必要的吊装和检修工具,做好备品备件管理等,最大限度地减少检修维护的人力物力投入。

### 3.2 信号处理与数据滤波技术

工业现场复杂的环境干扰,使得密度计输出信号中往往混入噪声或其他异常信号,影响测量结果的可靠性,因此 DCS 系统须对密度计信号进行必要的处理和滤波,提高数据质量。针对脱硫工况下密度信号的特点,可采用限幅滤波、中值滤波、一阶滞后滤波等算法对数据进行修正,如中值滤波算法通过去除一定

时间窗口内的极大值和极小值,可有效去除由于气泡夹带等原因引起的毛刺信号;一阶滞后滤波算法则可以平滑短时间的密度波动,输出相对稳定的控制量。滤波参数的整定需综合考虑信号的变化频率、系统采样周期等因素,既要充分抑制干扰,又要尽量减少信号延迟,DCS系统还应具备完善的信号诊断功能,通过分析密度值的变化率、超差等特征,及时发现仪表故障,确保系统可靠运行。如当密度测量值超出仪表量程20%以上时,系统应报警提示仪表异常;当密度值长时间波动异常时,系统应提示仪表堵塞或结垢等故障隐患,智能诊断结果应反馈至维修管理系统,形成工单任务,指导检修人员及时处置。采用合理的信号处理算法和智能诊断策略,可显著降低脱硫工况对密度计测量准确性的影响,提高系统的控制性能和运行安全性<sup>[2]</sup>。

### 3.3 智能诊断与预测性维护

密度计作为脱硫系统的关键仪表,其健康状态直接影响工艺控制的安全性和经济性,传统的定期校验和事后维修模式已难以满足日益复杂的脱硫系统对测量仪表的可靠性要求,因此需建立密度计智能诊断与预测性维护体系,实现由“事后维修”到“预防维护”的转变。加强对密度计关键部件的实时监测,采集叶轮转速、轴承温度、驱动电流等健康指标参数,并上传至DCS系统,DCS系统须嵌入智能诊断模型,综合判断密度计的健康状况,如针对阻尼振动式密度计,可基于模态叠加原理,建立叶轮振动特性与测量误差的映射模型,通过分析频谱特征变化,及时发现密度计测量精度下降等故障征兆。系统还应具备故障预测和寿命评估功能,通过分析密度计关键部件的劣化趋势,预测其失效时间,制定最佳检修策略,如可采用寿命应力模型,评估弹性元件在脱硫工况下的使用寿命,合理安排更换周期。引入机器学习算法,通过对历史运行数据的训练,建立测量误差与关键参数间的预测模型,及时预警流量计损坏风险,温度计系统的预测性维护还应与备品备件管理、检修排程等流程充分集成,形成全生命周期的智能化设备管理体系,最大限度地提高系统可靠性,降低检修成本<sup>[3]</sup>。

### 3.4 与DCS系统的协同控制策略

浆液密度作为影响脱硫效率的关键参数之一,须与DCS系统实现紧密、灵活的协同控制。DCS系统应将密度测量值作为石灰石浆液和石膏浆液配制的重要反馈参数,通过优化搅拌机转速、调节水液比例阀等手段,精确控制浆液配制浓度,DCS系统还应将密度测量值与脱硫塔运行工况相关联,综合考虑SO<sub>2</sub>浓度、烟

气量、pH值等因素,通过调整浆液循环量、雾化压力、氧化风量等,在保证脱硫效率的基础上使浆液密度维持在最佳范围,如当烟气SO<sub>2</sub>浓度升高时,系统可适当降低循环浆液密度,提高Ca/S比,保证脱硫效率,当塔压差上升时,系统则应提高循环浆液密度,减少雾滴夹带,防止堵塞<sup>[4]</sup>。密度测量还可作为优化工艺运行的判据,如在石灰石浆液仓中,密度降低往往预示Ca(OH)<sub>2</sub>浓度不足,需及时补加石灰石粉;在氧化浆液循环系统中,密度持续上升则提示结垢风险增大,需及时调整氧化风量,并加强防垢剂投加,密度与工艺参数的协同优化控制,可显著提高系统运行的安全性和灵活性。脱硫DCS系统还应具备工艺仿真和优化功能,通过建立吸收塔三维模型,分析密度、浆液流量、pH值等参数的耦合作用机理,寻求最佳工况点,指导工程师科学决策,在满足排放达标的同时,实现脱硫成本最小化,充分发挥密度计在控制系统中的作用<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

脱硫密度计作为实现系统优化控制和清洁生产的重要手段,代表了烟气治理装备的发展方向。本文通过对石灰石浆液密度计使用过程中出现的问题进行原因分析,总结经验,提出了改造方案,旨在保证火力发电厂脱硫系统石灰石浆液密度测量的准确性,为机组脱硫提供可靠的参数监视,结合石灰石供浆串级控制策略,优化脱硫供浆调节,提高机组脱硫效率。这一改进不仅提供了可靠的参数监视,为机组脱硫提供了坚实的数据支持,还通过结合石灰石供浆串级控制策略,优化了脱硫供浆的调节过程,这一系列的优化措施显著提高了机组的脱硫效率,进一步推动了火力发电厂向清洁生产的目标迈进。

## 参考文献:

- [1] 陈尼青,阮徐均,万金雄,等.FGD系统中一种吸收塔浆液密度测量方法的应用[J].环境与发展,2022,34(07):72-77.
- [2] 姜山,刘天爱,彭光锋,等.差压式密度测算法在湿法脱硫中的应用[J].黑龙江科技信息,2022(24):6-7.
- [3] 袁晓东.燃煤电厂脱硫浆液密度计的应用及常见问题分析[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2023,28(04):106-110.
- [4] 马俊峰,王宏伟,刘海军,等.智能化技术在发电厂脱硫系统中的应用[J].电气技术与经济,2024(01):97-99.
- [5] 水玉蝶,王润芳,金琳琳,等.燃煤电厂石灰石-石膏湿法脱硫系统中痕量元素的迁移分布规律[J].环境科学研究,2023,36(06):1115-1124.

# 废气处理工程项目管理探讨

庞艳明

(广东英瀚环境科技有限公司, 广东 东莞 523000)

**摘要** 在废气处理工程中, 科学的项目管理能够有效实现对整个废气处理工程的细分, 优化各个部分的管理流程, 提高对每个处理环节的监管力度, 保证废气处理效果。当前废气处理工程项目管理还存在一些问题和不足, 包括管理片面、管理制度建设问题、队伍建设问题、技术问题等, 这些问题导致项目管理效果难以得到保障。本文结合废气处理工程项目管理特点和现状, 提出针对性的建议策略, 旨在为促进废气处理工程项目管理的高质量开展提供借鉴, 从而确保废气处理效果, 保护生态环境。

**关键词** 废气处理; 项目管理; 生态保护

中图分类号: X7

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0073-03

我国社会经济发展迅速, 工业体系建设越来越完善, 但与此同时, 我国面临的生态环境污染问题也越来越严重。在“两山”理念下为了避免走上先污染后治理的老路, 我国高度重视环境保护, 并制定和实施了一系列有关环境保护的政策, 提升环保力度, 促进生态文明建设。废气处理工程项目管理则是解决环境污染的主要途径之一, 从项目决策开始进行管理计划和协调控制等, 从而使整个废气处理工程的开展始终处于可控制、可调整的范围内, 在满足生产要求的基础上保证废气得到有效处理。

## 1 废气处理工程项目管理的特点

### 1.1 技术性较高

新时代, 环保工程废气处理设施越来越先进完善, 从国家到地方的废气污染物排放标准也越来越完善, 废气收集与处理的效率越来越高。废气处理工程和其他环保工程项目有一定的不同, 废气处理设施需要与时俱进, 不断更新换代, 所采用的技术也需要不断迭代更新, 才可以满足新形势下的生态环保要求。此外, 废气处理工程项目还需要较高的投资, 保证进度和工程建设质量, 完成项目后还需要满足当地废气治理的效率和有效性要求。由此可见, 废气处理工程项目管理过程中需要以先进的技术、专业的知识作为基础, 技术性较强<sup>[1]</sup>。

### 1.2 关联性较强

在环保工程建设过程中需要在工程建设中尽量细致和灵活, 减少不必要的工程施工问题。此外, 废气处理工程本就具有较强的技术性, 在施工之前, 企业还需要进行环保申报备案, 完成工程施工后需要进行验收审查, 保证其废气处理效果满足要求。此外, 企

业还需要向当地的生态保护相关部门申请排污许可证, 进行污染物排放的季度检查或者年度检查。最重要的是, 企业还需要满足应急管理部的要求, 完成工程之后要重新进行安全评价。然而目前我国很多地区的废气处理工程设施改造工艺还不够成熟, 在施工过程中安全性得不到保障。同时, 为了保证废气处理工程效果, 需要大量的专业审查和审批环节, 而这些又进一步加大了项目管理难度<sup>[2]</sup>。

### 1.3 独特性显著

废气处理工程项目管理具有很强的独特性, 其最终目的和其他管理活动存在一定的差异, 比如和政府的部分管理活动不同, 属于独立于其他管理活动的管理模式。而且在项目管理的过程中通常要将其和各个要素融合在一起处理, 并形成集成式的管理模式<sup>[3]</sup>。废气处理工程项目的目标是处理废气, 使其达到排放标准, 同时也要考虑经济效益和稳定性、安全性、可靠性、可行性等因素。同时, 废气处理工程项目的对象包括各种废气, 而不同种类的废气需要采用不同的处理方法, 此方法在某一时刻可能处于未开发或半开发状态。项目实施过程中可能涉及设备安装、调试、运行、维护等一系列工作, 过程较为复杂。此外, 废气处理工程项目中, 对风险和事故的处理有其特殊性, 需要应对和处理排放超标、设备故障、排放物产生二次污染等特殊问题。

## 2 废气处理工程项目管理的现状

### 2.1 废气处理工程管理片面

在部分管理环节, 管理人员会因为情面问题, 没有对工程问题进行问责, 甚至会当作无事发生, 管理片面, 力度薄弱。这种管理片面、力度薄弱的状况,

不仅可能导致工程项目质量问题的出现,还会对整个项目的进度和效果产生负面影响。部分管理人员对人情往来极为重视,执行力度也不高,很容易使工程项目出现质量问题。在这种情况下,废气处理工程的各个环节都可能受到影响,难以达到预期的治理效果。这种状况不仅违背了工程管理的初衷,也给环境保护带来了潜在的威胁。

## 2.2 管理制度建设不够完善

从废气处理工程项目管理实际情况来看,大部分企业的管理制度建设都不是很完善,部分管理指标的设计缺少针对性,导致技术人员、施工人员和管理人员在实际工作时都无章可循。这种情况使得项目管理工作难以发挥应有的作用,无法保证废气处理工程的顺利进行和质量。此外,部分项目管理工作中管理者本身的专业能力不足,从而导致项目工程难以按期保质完成,废气处理效果达不到预期,而且管理过程中普遍存在过于重视人情关系、主观能动性不足的问题,管理难度较大,管理力度不够<sup>[4]</sup>。

## 2.3 负责人员水平参差不齐

在废气处理工程项目管理工作中经常会出现管理人员本身专业知识不足的情况,导致工程建设无法按期保质完成,废气处理效果也达不到应有的标准。一旦工程建设无法按期保质完成,废气处理效果也达不到应有的标准,整个项目的效果就会受到严重影响。有部分管理人员甚至通过走后门的方式进入管理团队中,只是为了获得高薪,从而使队伍内部出现了隔阂,交流问题越加严重,管理效果大打折扣<sup>[5]</sup>。这种不正当的竞争环境和管理机制,不仅影响了管理团队的凝聚力,也使得废气处理工程项目的顺利推进变得更加困难。

## 2.4 处理技术水平严重不足

部分企业受到资金、时间、资源等方面的影响,技术水平严重不足,项目管理工作仍然停留在以往的人工管理模式中,并没有充分运用先进的信息技术、大数据技术等进行智能化、自动化管控。这种传统的管理模式无法适应当前工程项目管理的需求,也制约了废气处理工程项目的顺利推进。同时,还缺少在线监控手段,信息化管控平台有待建设,发生废气处理问题无法及时响应和解决,不利于提升处理效果。

# 3 废气处理工程项目管理的策略

## 3.1 提高监管力度

每一个废气处理工程项目的竣工都需要项目管理人员的倾力付出,需要项目管理人员具有高度的责任心,提升执行力度,避免被人情往来所影响。在工程

项目管理实际中,管理人员需要对每一个管理环节都能够了如指掌,作为执行者需要转变自己的管理理念,全程介入项目的设计、验收等,确保工程建设质量满足废气处理要求。针对每一处细节需大力监督与把控,并加强对工程施工人员的监督和管理,及时纠正问题,解决问题,避免出现意外情况<sup>[6]</sup>。

地方政府应结合当地生态环境实际情况和环保要求,制定一系列关于废气处理工程项目的法律法规,明确项目的建设标准、要求和管理制度。法律法规应涵盖废气处理工程项目的立项、设计、施工、验收、运营等各个阶段,确保工程项目在法律法规的框架下进行。

在这一过程中还需要强化监管机构和队伍建设,设立专门负责废气处理工程项目监管组织,配备专业的监管人员,加强对废气处理工程项目的监管;而且还需要加大对监管人员的培训和教育力度,提高他们的业务水平和执法能力,确保他们能够严格执法、公正执法、文明执法。

此外,应充分发挥社会监管的力量,加大废气处理工程项目的监管力度,建立健全社会监督机制。政府和施工单位应加强对废气处理工程项目的信息公开,让公众了解工程项目的建设情况和环保效果。政府应鼓励公众积极参与废气处理工程项目的监督,对违法违规行为进行举报,形成全社会共同参与环保的良好氛围。

## 3.2 完善管理制度

企业可以积极借鉴一些废气处理工程建设成功的企业制度,在具体建设制度时结合其中的优点建立科学合理的奖惩制度,激励员工做好自己的本职工作。要完善招聘制度,确保人员招聘的标准为人员能力素质的高低,坚决反对走后门的行为<sup>[7]</sup>。

在完善管理制度的过程中需要发挥每一位专业技术人员的专业优势,并打造日常环保管理制度,将工程建设质量、时间进度等方面的管理工作进行细化,落实到工程项目的每一个环节中。此外,在日常开展项目管理工作时,需要积极开展人员队伍业务培训,使一线工作人员具备较强的业务能力,能够在项目出现问题之后第一时间解决问题。

最后,在项目管理期间还需要积极应用BIM系统或者ERP系统,实现对不同机构、不同单位的协调和管控,进一步提高管理水平。在废气处理工程项目的收尾阶段需要做好相应的审核分析和审计评价工作,为后续项目管理计划的制定和实施提供有力保障。

### 3.3 建立责任机制

在废气处理工程项目管理中需要每个管理人员都将自己的责任落到实处,加强对每个工程环节的管控与监督,加大管控力度。企业需要明确任务负责人,在工程建设过程中一旦出现事故问题可以保证追责到相应的负责人,解决问题。

近年来,有关生态环保的工作受到了社会大众的广泛重视,相关部门也在严抓施工质量。为了保证废气处理工程项目的顺利完成,需要积极建立质量责任机制,并组织开展人员素质培训,在提升整个队伍专业能力的基础上明确施工人员与管理人员各自的责任。项目管理者在废气处理工程项目实施中既需要扮演好自己领导者的角色,还需要承担起组织者的责任,和施工队伍充分协调和沟通,相互配合完成工程施工<sup>[8]</sup>。在此基础上,管理人员还需加大监管力度,确保废气处理工程项目的质量达标,并采取在线监控手段和信息化管控平台的建设,实现废气处理的智能化和自动化管控,提高处理效果和效率。只有这样,才能满足社会对环保工作的要求,为保护环境做出贡献。

### 3.4 提高技术水平

为了减少人力资源消耗,避免出现人工处理误差问题,需要在废气处理工程项目管理中积极运用先进的信息技术、自动化处理技术等,实现智能化项目管理,提升管理效果。企业可以基于网络技术和智能化电气系统,打造智能项目管控平台和实时监控系统,对废气处理工程项目的全过程实施监督与管控,发现问题及时解决和处理。

管理者需要在工程项目管理过程中积极开展自主学习,了解先进的管理方法和管理理论,顺应信息时代发展潮流,锻炼自己的数据收集和分析能力,能够科学合理地评估项目管理中的各项指标,实现对不同指标的考量。在项目现场,可以利用计算机技术、信息技术、监控技术等对现场人员队伍、材料物料等进行有效实时监控,控制废气处理工程的整个流程,优化设备调试。企业可以建立智能机电系统与机械设备管理系统一体化的管理平台,融合人工智能技术、大数据技术等对废气处理工程进行体系化、整体化把控,从而及时发现问题和解决问题,提升管理技术水平。

### 3.5 优化管理方式

我国环保工程的开展时间还不够长,基础设施建设还不够完善,缺少丰富的管理理论和管理方法,在法律法规建设方面也存在一定的不足之处。现阶段,有关环保工程项目管理的各项法律条款还需要进一步

完善,对工程项目的管理品质以及管理效率等造成了较为严重的影响。在生态文明建设背景下,废气处理工程项目的开展需要以标准化的管理体系和管理架构作为基础,以完善的管理制度作为保障,以严苛的法律法规提供监管控制的依据。针对项目管理过程中出现的违法违规行为,需要基于健全的责任制度追责到个人,并将相关人员或者组织关系进行调整控制,严重者可以直接剔除,避免影响到废气处理工程项目质量。

相关主管单位部门需要在整个项目管理规划过程中积极联合各方单位,结合环保部门所提出的各项制度条例以及管理规范等对现有工作内容进行精细化改进,并采取行之有效的管理控制方法,提升管控质量。此外,随着化工行业的不断发展,污染物、废弃物的种类也越来越多样化,在废气处理工程项目管理中需要针对各类管理指标以及管理要素等进行灵活设计,及时更新环保标准、环保需求等。在废气处理工程中需要革新标准、革新管理模式、丰富管理内容、优化管理方式,才能够真正提高项目管理效果。

## 4 结束语

目前,我国废气处理工程项目建设和管理仍然处于起步和发展阶段,需要从各个方面进行深入分析和研究,解决现存的管理问题,促进其健康发展。在项目建设和管理中需要完善管理制度、加大管理力度,积极提高技术水平。此外,还要鼓励和组织项目管理人员加强培训学习,增强其专业素质和环保意识,为废气处理工程项目管理工作的顺利进行提供有力保障。

## 参考文献:

- [1] 邓银银,张璐,冯琳玉.环境工程中有机废气处理技术的要点及应用探讨[J].皮革制作与环保科技,2024,05(08):123-125.
- [2] 杨昕蒙.挥发性有机废气处理系统改造工程实例分析[J].肇庆学院学报,2023,44(05):29-32.
- [3] 张艳群,李铭忠,周广健.环境工程中有机废气处理技术实践探析[J].清洗世界,2023,39(08):13-15.
- [4] 徐志霖,王雅丽.工程机械制造企业涂装废气处理工程实例[J].中国高新科技,2023(14):131-132,135.
- [5] 戴玉苗,盛礼俊,凌俊.环境工程中污水与废气处理工程研究[J].环境与生活,2023(06):78-80.
- [6] 毕道文.二氯甲烷废气处理工程实例[J].广东化工,2022,49(20):121-123.
- [7] 毕道文.某化工企业生产废气处理工程实例[J].中国环保产业,2022(09):45-50.
- [8] 石磊,樊星,龙桂林.废气处理工程项目管理分析[J].中国资源综合利用,2021,39(12):148-150.

# 建筑工程土建施工现场管理的优化路径

孟科学

(深圳市东深工程有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 建筑工程作为城市发展的重要组成部分,其土建施工现场管理的优化成为提升工程质量和安全的关键。本文从强化现场管理,合理规划施工流程,科学化、规范化和系统化管理,风险控制与应急预案以及数字化与信息化五个方面探讨了建筑工程土建施工现场管理的优化路径;通过深入分析当前施工现场管理存在的问题和挑战,提出了一系列切实可行的优化策略和方法,旨在对实现施工管理的高效、安全、经济和环保有所裨益,进而推动建筑行业的可持续发展。

**关键词** 建筑工程; 土建施工; 现场管理; 风险控制

**中图分类号**: TU71

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0076-03

建筑工程土建施工现场管理是确保工程质量、安全和进度的重要环节。随着建筑行业的蓬勃发展,工程规模不断扩大,施工技术不断更新,对施工现场管理提出了更高的要求。然而,当前土建施工现场管理仍存在诸多问题,如管理体系不完善、施工流程不规范、安全责任意识偏低等,这些问题严重影响了工程质量和施工安全。因此,探索有效的管理优化路径,对于提升施工现场的管理水平、确保工程顺利完成具有重要意义。

## 1 强化现场管理

建筑工程土建施工现场管理的优化,首先体现在对现场管理的强化上,这不仅是确保工程顺利进行的基础,也是提升工程质量和安全的关键。在实际操作中,强化现场管理需要从多个层面入手,确保管理的全面性和深入性。

首先,施工人员的安全教育和技能培训是现场管理的首要任务。通过定期和针对性的培训,可以提高工人的安全意识和操作技能,确保每位工人都能在施工过程中严格遵守安全规程,正确使用施工设备和工具。这种培训不仅限于理论知识的传授,更应包括实际操作技能的演练,如正确佩戴安全帽、安全带,以及操作起重机械、挖掘设备等。

其次,对施工设备和材料的严格把控同样重要。施工现场应建立完善的设备和材料管理体系,包括设备的定期检查、维护和更新,以及材料的质量检验和存储管理。例如,对于进场的建筑材料,应进行严格的质量验收,确保其符合设计要求和国家标准。同时,应使用现代信息技术,如二维码或RFID技术,对材料

进行追踪管理,确保材料使用的可追溯性<sup>[1]</sup>。

再次,制定详细的安全管理计划和应急预案是预防和应对安全事故的有效手段。安全管理计划应涵盖施工现场的所有方面,包括但不限于施工人员管理、设备操作规程、现场环境控制等。应急预案则应针对可能发生的各种安全事故,如火灾、坍塌、机械故障等,制定具体的应对措施和救援流程。

最后,施工现场管理的优化还需要依靠科学的方法和工具。例如,通过采用精益建造理念,对施工过程进行精细化管理,消除浪费,提高效率。利用项目管理软件,对施工进度、成本、质量等进行实时监控和管理,确保施工过程的有序进行。

## 2 合理规划施工流程

合理规划施工流程是建筑工程土建施工现场管理中的一项核心工作,它直接关系到工程的施工效率、质量和工期。有效的施工流程规划能够确保工程各阶段的工作有序进行,减少资源浪费,避免施工中的混乱和延误。

首先,施工流程规划应基于工程的具体情况,从项目启动开始,明确施工目标、范围和要求。这涉及对工程特点的深入分析,包括工程规模、结构复杂度、施工环境等因素。在这一阶段,应用BIM(建筑信息模型)技术可以有效地支持施工流程的规划,通过三维模型对施工过程进行预演,识别潜在的施工冲突和问题。

接下来,施工任务的分解是规划流程中的重要环节。通过将整个工程分解为若干个施工任务和活动,可以更清晰地定义每个阶段的工作内容和目标。这些任务和活动应按照逻辑关系和时间顺序进行合理安排,

确保施工的连续性和协调性。例如，对于土建工程，可能包括土方开挖、基础施工、主体结构施工、装修等阶段，每个阶段都有其特定的工作重点和技术要求。

施工顺序的安排是确保施工流程顺畅的关键。合理的施工顺序可以减少施工中的等待时间和资源闲置，提高施工效率。例如，在多层建筑施工中，应先完成基础和主体结构施工，再进行上层建筑的施工。同时，对于关键施工节点的控制，如混凝土浇筑、钢结构安装等，需要制定详细的施工计划和时间表，确保关键节点的施工质量和进度。

此外，施工流程规划还需要考虑施工资源的合理配置，包括人力、材料、设备等。通过优化资源配置，可以减少资源的浪费和重复使用，降低施工成本。例如，采用精益建造理念，通过减少库存、优化物流和供应链管理，可以提高材料的使用效率<sup>[2]</sup>。

在施工过程中，实时监控和调整施工流程也是必不可少的。利用现代信息技术，如物联网、大数据和云计算，可以实现对施工进度的实时监控，及时发现和解决问题。通过对施工数据的收集和分析，可以对施工流程进行动态调整，以适应施工过程中出现的变化。

最后，施工流程规划还应包括风险管理。通过识别和评估施工过程中可能遇到的风险，制定相应的风险应对措施，可以降低风险对施工进度和质量的影响。

### 3 科学化、规范化和系统化管理

科学化、规范化和系统化管理是建筑工程土建施工现场管理的核心，其目标是通过建立和运行一套完善的管理体系，确保施工现场的各项工作都按照既定的程序和标准执行。这一管理体系通常包括质量管理体系、环境管理体系和职业健康安全管理体系。

首先，质量管理体系是确保工程质量的关键。它要求施工单位从设计、材料采购、施工过程到最终验收的每一个环节，都严格按照国家和行业的质量标准进行控制。通过实施 ISO 9001 等国际质量管理标准，施工单位可以系统地管理工程质量，确保工程满足设计要求和用户需求。例如，施工单位可以通过建立质量记录和监控系统，实时监控施工过程中的关键质量指标，及时发现并解决质量问题。

其次，环境管理体系的建立和运行，有助于施工单位在施工过程中控制和减少对环境的影响。通过实施 ISO 14001 等环境管理标准，施工单位可以系统地管理施工过程中的废弃物处理、能源消耗和污染排放等问题。例如，施工单位可以通过优化施工方案，减

少施工过程中的噪声和粉尘污染，同时通过合理利用资源，减少施工废弃物的产生。

再次，职业健康安全管理体系的建立和运行，是保障施工人员安全的重要措施。通过实施 OHSAS 18001 等职业健康安全标准，施工单位可以系统地管理施工过程中的安全风险。例如，施工单位可以通过建立安全培训和教育体系，提高施工人员的安全意识和自我保护能力<sup>[3]</sup>。同时，通过制定和实施安全操作规程和应急预案，可以有效预防和应对施工过程中可能发生的安全事故。

最后，科学化、规范化和系统化管理还需要施工单位建立完善的监督和评价机制。通过定期的内部审核和外部评估，施工单位可以持续改进管理体系，提高管理水平。同时，通过建立激励和约束机制，施工单位可以激励员工积极参与管理体系的建设和运行，提高管理的有效性。

### 4 风险控制与应急预案

建筑工程土建施工现场管理的优化路径中，风险控制与应急预案是确保施工安全和减少损失的重要环节。施工现场存在多种潜在风险，如火灾、坍塌、中毒等，合理规划和科学管理是预防和应对这些风险的关键。

首先，施工单位需要识别和评估施工现场可能出现的各种风险。这包括对施工环境、设备、材料和人员进行全面的风险识别和评估。通过专家咨询、历史数据分析和会议讨论等方式进行风险识别，并采用定量和定性评估方法对风险的严重性和影响程度进行评估。例如，基础土壁或人工挖孔桩成孔塌方、井下中毒、高处坠落、物体打击、机械伤害、触电等都是施工过程中可能遇到的潜在事故。

其次，制定相应的风险控制措施是预防风险发生的关键。这些措施包括技术措施、组织措施和经济措施。技术措施可能包括选用更安全的施工方法和设备，组织措施则涉及建立合理的施工计划和进度安排，经济措施则可能涉及为风险管理预留足够的预算和资源。例如，施工现场应备有足够的消防器材，灭火装置有效率应达到 100%；消防通道、安全通道应布置合理且有明显标志。

再次，应急预案的制定和实施是应对突发事件的重要手段。施工单位应根据施工现场的实际情况，制定详细的应急预案，明确应急组织机构及其职责、预警及信息报告、应急响应、保障措施等关键环节<sup>[4]</sup>。例如，施工现场应成立由项目经理任组长的应急联动



领导小组,确定应急抢险人员名单,并确保所有人员熟悉报警求救电话和报警知识。

此外,应急预案的组织措施也至关重要。施工现场应定期召开由建设单位、监理单位参加的应急联动联系会议,相互沟通、协调,最大限度地防患于未然。例如,施工过程中可能出现的火灾、坍塌、中毒等事故,都需要有详细的应急处理程序和救援措施。

最后,应急响应和信息报告程序是确保快速、有效处置事故的关键。施工单位应制定明确的应急响应程序,一旦发现险情,应立即启动应急预案,组织人员进行救援,并及时向相关部门报告事故情况。例如,在发生火灾等紧急情况时,最先发现火情的人员要大声呼喊,喊清某地点或某部位失火,并告知义务消防队负责人,消防队长担任现场总指挥,负责组织灭火。

## 5 数字化与信息化

在建筑工程土建施工现场管理的优化路径中,数字化与信息化的深度应用是提升施工效率和质量的关键因素。BIM技术在施工现场的应用,通过三维建模直观展示施工过程和结果,已成为施工现场管理不可或缺的工具。BIM模型不仅作为数据的统一载体,实现项目多参与方多业务场景的信息共享,而且通过集成云计算、大数据、物联网等技术,构建了一个技术先进、经济实用、稳定可靠的智慧工地管理系统。

大数据技术在施工现场的应用,通过对海量施工数据的收集、存储、整理与挖掘,支持智慧型决策<sup>[5]</sup>。结合物联网技术,可以实现多元数据的实时采集、跟踪与传输,极大地扩展了BIM的信息来源,提高数据的实时性和准确性。在施工现场,大数据智能化技术的应用涉及人员管理、材料设备管理、安全管理、施工环境管理等多个方面。例如,在人员管理方面,通过使用计算机和大数据技术,可以获取和注册工人的工作信息,并通过智能卡快速获取员工的考勤、工作、安全教育和违章信息,从而实现对建筑工作人员的全面管理。此外,利用人工智能技术在危险区域安装的保护系统,能够在探测到人员接近危险区域时发出警报,确保人员安全。在材料设备管理方面,大数据技术通过构建物料采购和仓储管理系统,结合BIM技术和ISGP算法,优化材料存放方案,减少材料浪费。施工设备管理中,智能控制技术监测设备状态,减少故障发生,并通过高模量应变监测系统实时监控设备状态,及时报警或自动控制,降低对工程进度的不利影响。施工现场的安全管理也因大数据智能化技术而得

到加强。通过建立安全风险防范方案与处理方案,利用区域安全控制系统和重点区域的网络报警、烟雾感应、温湿度控制等设施设备,进一步发挥大数据智能化技术的安全保障功能。施工工艺与施工环境管理方面,大数据技术建立数据云智能平台,打破信息壁垒,整合管理数据,通过算法分析施工各因素关系,提取关联规则,为施工安排提供参考依据。施工项目成本管控方面,结合大数据智能化手段,通过大数据、云计算技术收集整理施工材料、设备、人工等的数量及单价数据,利用BIM技术构建建筑施工模型,及时调节项目实施时存在的不合理之处,控制建筑施工成本在合理范围内。

此外,智慧工地作为一种新型的施工模式,已经将BIM、云计算、大数据、物联网等信息化技术集成应用于施工现场,实现施工过程的全面感知、智能分析、协同管理以及绿色高效。智慧工地的建设不仅提升了工程项目的执行效率与质量,同时也推动了建筑行业的数字化转型与可持续发展。

## 6 结束语

通过对建筑工程土建施工现场管理的优化路径进行深入分析和探讨,本文提出了一系列针对性的优化策略和方法。这些策略和方法的实施,不仅能够提高施工现场的管理效率,确保工程质量与安全,还能够降低施工成本,缩短工期,提升施工企业的市场竞争力。在实际应用中,应根据工程项目的具体情况,灵活运用这些优化措施,不断总结经验,持续改进管理方法,以实现建筑工程土建施工现场管理的持续优化和提升。最终,通过精细化、科学化的管理,促进建筑行业的健康、可持续发展。

## 参考文献:

- [1] 高建. 建筑工程土建施工现场管理的优化路径[J]. 建筑·建材·装饰, 2022(01):7-91.
- [2] 李建光. 论建筑工程土建施工现场管理的优化路径[J]. 城市情报, 2020(13):51-52.
- [3] 尹永顺. 优化现场管理提升建筑工程施工水平的路径探索[J]. 2021(16):140.
- [4] 张勇. 建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化路径探讨[J]. 2021(18):42.
- [5] 韩雅文. 建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化路径探析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(11):248-249.



# 市政道路施工管理存在的问题及解决措施

黄斌成

(佛山市年景市政工程有限公司, 广东 佛山 528000)

**摘要** 市政道路的施工质量直接关系到城市居民的出行安全和城市形象。因此, 加强市政道路施工管理、解决管理中存在的问题具有重要意义。基于此, 本文对市政道路施工管理过程中存在的问题进行了深入分析, 包括技术管理、质量管理和进度管理等方面的不足, 同时针对这些问题提出相应的解决措施, 旨在为提高市政道路施工管理的效率和质量提供借鉴, 从而确保市政道路的安全性和稳定性。

**关键词** 市政道路工程; 施工管理; 技术管理; 质量管理; 进度管理

中图分类号: U415

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0079-03

市政道路作为城市基础设施建设的核心组成部分, 其建设质量和施工管理的重要性日益凸显。市政道路不仅承载着城市居民日常出行的重要任务, 还是体现城市形象、彰显城市品位的关键载体。但当前市政道路施工中存在诸多挑战与问题亟待解决。因此, 加强市政道路施工管理, 意味着要对标国际先进标准, 结合本地实际情况, 从规划设计、材料选用、施工工艺、质量监管等多个环节入手, 全面提升市政道路施工质量, 以确保市政道路工程的安全耐用、经济环保, 真正实现以人为本的城市建设理念, 为构建和谐宜居、安全便捷的城市生活环境提供有力保障。

## 1 市政道路施工管理内容

市政道路施工管理是一项复杂且系统的工程, 涵盖了多个关键环节, 其中:

技术管理是核心驱动力, 其不仅涉及施工方案的设计、优化, 还涵盖了新技术、新材料、新工艺的应用与推广, 以及通过技术创新来提升施工效率和质量。

质量管理则是施工管理的基石, 其核心目标是通过建立健全的质量管理体系, 确保每一道工序、每一个环节都严格遵守相关规范和标准, 从而产出高品质的市政道路工程。

进度管理则是项目成功的关键要素, 其要求制定科学合理的施工计划, 并根据实际情况动态调整, 有效控制施工周期, 避免延误, 实现进度优化。

安全管理则是在施工过程中不可或缺的一环, 强调通过完善的安全规章制度, 强化现场安全管理措施, 提高全员安全意识, 消除安全隐患, 保障施工人员的生命安全和公共财产的安全。

成本管理则是衡量项目经济效益的重要指标, 要

求对施工过程中的各项成本进行全面预算、严格监控和精细分析, 通过科学合理的成本管理策略, 有效控制成本支出, 提高项目的投资效益<sup>[1]</sup>。

## 2 市政道路施工管理存在的问题分析

《交通强国建设纲要》印发近 5 年来, 我国交通运输综合实力实现大幅跃升, 向人民满意、保障有力、世界前列的目标迈进了一大步。我国交通基础设施不断完善, 横贯东西、纵贯南北的综合运输网络更加成熟。

目前, 我国综合立体交通网总里程超过 600 万公里, “6 轴 7 廊 8 通道”主骨架已基本形成, 联通了全国超过 80% 的县(市、区), 服务全国 90% 左右的经济和人口。以北京市为例, 2023 年年末全市公路里程 22 433.2 公里, 比上年末增加 70.4 公里。其中, 高速公路里程 1211.1 公里, 增加 14.8 公里。年末城市道路里程 6 256 公里, 比上年末增加 47 公里。伴随着现代科技的进步与经济增长, 我国市政道路建成率与完善率也不断增长。但在城市公共设施的现代化要求下, 市政道路施工管理也存在一些问题。

### 2.1 技术管理问题

#### 2.1.1 技术更新缓慢, 难以适应新型材料和工艺的发展

技术更新缓慢的问题在于, 在现代建筑、制造和设计领域中, 随着科技日新月异的发展, 新型材料和工艺层出不穷, 比如碳纤维复合材料、3D 打印技术、智能焊接设备等。然而, 如果行业内的技术标准、设计理念和施工方法未能及时跟进这些变革, 仍然沿用传统的技术手段去应对新型材料和工艺时, 就容易出现技术适应性问题。

#### 2.1.2 技术应用不当, 导致施工效率低下, 质量不稳定

技术应用不当主要表现为施工效率低下和质量不

稳定。在现代建筑工程中,如果施工团队未能正确理解和掌握新型材料和工艺的使用要求,或者缺乏必要的技能培训与指导,很容易导致技术应用不当。例如,在进行复杂钢结构安装时,若没有采用先进的测量技术和自动化设备,可能造成安装精度低下、焊接质量不稳定;在利用新型复合材料制作产品时,若没有掌握相应的成型工艺和固化条件,可能导致产品质量达不到预期标准。

## 2.2 质量管理问题

针对市政道路质量管理,我国有着严格的标准规定,具体如表1所示。

表1 城市市政道路建设相关质量一般标准

类别	标准参数
路床质量标准	
外观质量要求	不得有翻浆、弹簧、起皮、波浪、积水等现象
压实度标准	1 000 m <sup>2</sup> 每层3个点,满足设计要求(快速路及主干路、次干路、支路等具体要求不同)
中线高程允许偏差	±20 mm
平整度允许偏差	20 mm
宽度允许偏差	200 mm
横坡允许偏差	±20 mm 且不大于 ±0.3%
基层质量标准	
外观质量标准	表面应坚实平整,无浮石、粗细料集中等现象
压实度	≥ 2.3 T/m <sup>3</sup>
厚度允许偏差	-20% 至 +10%
平整度允许偏差	15 mm
宽度	不小于设计规定
面层质量标准	
外观质量标准	模板必须支立牢固,不得倾斜翻浆,板面边角应整齐等
裂缝控制	不得有大于 0.3 mm 的裂缝

以某城市市政道路施工管理中相关质量管理为例,其存在的问题主要包括以下几个方面。

### 2.2.1 质量控制体系不完善

质量控制体系存在明显短板,尚未建立健全一套科学、严谨、贯穿全程的质量管理体系。在质量监控手段方面,缺乏先进有效的检测技术和仪器设备,无法做到对施工过程及结果的实时监测和精准把控。

### 2.2.2 施工材料质量参差不齐

施工材料的质量未达到国家标准和项目要求,直接影响着整个工程的结构安全、使用寿命以及外观效果,可能存在材质强度不足、性能不稳定、环保性能差等问题,这些都成为工程质量的隐患。

### 2.2.3 施工人员技术水平存在差异

施工队伍中,人员的技能水平表现出较大差异,从专业技术人员到一线施工工人都存在能力不一的现象。部分施工人员可能因技术水平有限,无法准确理解和执行施工规范,导致施工质量时好时坏,无法保持一致性和稳定性,从而增加了工程质量的<sup>[2]</sup>风险。

## 2.3 进度管理问题

施工计划不合理是导致工程进度延误的主要原因之一。在制定施工计划时,如果没有充分考虑施工环境、施工条件、施工队伍的实际情况等因素,或者没有及时预见和规避可能出现的风险与挑战,就可能导致施工计划与实际需求产生较大偏差。例如,施工进度安排过于紧凑,超出队伍的实际承载能力;关键路径上的工序安排不合理,导致资源浪费或瓶颈效应;风险预估不足,如恶劣天气、设备故障等因素未纳入计划考虑范畴等。

此外,施工现场管理不规范,同样对施工进度产生了显著的影响。现场管理涉及的内容广泛,包括物料管理、设备使用、人员调度、安全环保、质量控制等多个方面。如果现场管理制度不健全,或者执行不到位,比如材料供应不及时、设备调配不合理、人员流动性大且培训不足、安全环保问题频发等,都可能导致施工效率低下,间接或直接地影响整体施工进度<sup>[3]</sup>。

## 3 市政道路施工管理问题的解决措施

### 3.1 关注施工技术更新,实现管理标准化

在工程建设中,相关单位需积极关注国内外建筑行业的最新技术动态,主动引进那些经过实践检验、具有国际领先水平或在国内具有突破性的施工技术。同时,加大技术更新力度,持续投入研发资源,确保引进的新技术能够与企业的施工实践紧密结合,并始终保持行业技术的前沿位置,以适应不断变化的市场需求和技术发展趋势。

施工技术培训是提升团队技术能力、保持竞争优势的关键环节,为此,企业应高度重视培训工作,并为此制定完善的计划和制度。通过定期举办的专业技术讲座,邀请行业专家和内部技术骨干分享经验;组织操作实训课程,让员工亲手操作新设备、新工艺,

逐步掌握并熟练运用各项新技术。为增强培训效果，还可以安排现场观摩学习，让员工亲身感受并理解前沿技术的实际应用场景，从而全面提升施工团队的技术素养和实践能力。

倡导和鼓励员工积极参与技术创新活动，营造浓厚的创新氛围。确立“人人皆可创新”的理念，让每一位员工认识到自己在市政道路工程领域中的潜力与价值，激发其内在的创新欲望。为此，建立健全一套公正、透明且富有激励性的创新奖励机制，对在技术创新活动中取得突出成绩的个人或团队给予物质和精神上的双重奖励，以此推动施工工艺的持续改进与优化升级，进而从根本上提升施工效率和质量标准<sup>[4]</sup>。

### 3.2 完善质量控制体系，实现管理精细化

进一步完善和优化质量控制体系，这意味着要从全局出发，构建一套涵盖设计、采购、生产、施工等全流程的质量控制机制。从源头抓起，建立严格的质量检测制度，包括原材料入场检验、半成品过程抽检、成品出厂前终检等步骤，确保每一环节都达到高标准的质量要求。

在施工材料的选择与采购上，严格执行国家相关标准和行业规范，对材料的物理性能、化学性能、环保性能等进行全面细致的检测。通过正规渠道采购，确保供应商资质齐全、信誉良好，实现材料来源可追溯，从根本上杜绝不合格材料流入施工现场。

提升施工人员的专业技能水平也至关重要，需定期开展技能培训、安全知识教育以及质量意识培训，使每一位施工人员都能熟练掌握本工种的操作规程和技术标准。加强施工质量监督，通过定期巡查、专项检查、班组自检互检等多种方式，实时监控施工过程的质量状况，及时发现并纠正潜在问题，确保工程质量始终处于受控状态<sup>[5]</sup>。

### 3.3 调整进度管理方案，实现管理科学化

#### 3.3.1 制定合理的施工计划

在项目启动初期，需要详细分析项目的具体需求、技术难度、人员配置、物料供应、设备投入等因素，并结合项目实际情况，科学合理地制定施工计划。在计划制定过程中，应充分考虑工期要求、施工成本预算、人员休息和作业效率等因素，确保计划具有可执行性和实际意义<sup>[6]</sup>。

#### 3.3.2 加强施工现场管理

现场管理是保证施工进度按计划进行的关键环节。首先，要明确施工责任人，建立健全各项管理制度，

确保每一项工序都有人负责，每一项工作都有章可循。其次，实行标准化作业，规范每个工种、每道工序的操作流程，减少无效劳动和返工现象<sup>[7]</sup>。同时，密切关注物料和设备状态，及时处理可能出现的问题，如物料供应不足、设备故障等。

#### 3.3.3 建立进度反馈机制

为保证施工计划的有效执行，必须建立一套进度反馈机制，包括定期进行工程进度检查，实时收集并分析施工过程中的各项数据，如已完成工作量、剩余工作量、预计完成时间等。当实际进度与计划存在偏差时，应及时启动进度调整流程，召开进度协调会议，针对存在的问题采取针对性解决措施，并更新施工计划以确保项目整体进度不受影响<sup>[8]</sup>。

## 4 结束语

在市政道路施工管理中，技术管理、质量管理和进度管理三者之间存在着密不可分的内在联系和相互影响。但在实际操作中，三者经常会出现诸如技术难题导致的施工停滞、质量问题引发的返工修复、进度滞后影响整体工期等各类实际问题。因此，在解决问题时，需要综合考虑各种因素，采取综合性的解决措施。需要深入了解各项技术指标、施工标准以及工程进度要求，并在此基础上制定出兼顾技术可行性、质量可靠性和进度合理性的综合解决方案，只有如此，才能提高市政道路施工管理的效率和质量，确保市政道路的安全性和稳定性。

## 参考文献：

- [1] 李猛,王倩倩.市政道路施工管理存在的问题及解决措施分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2022,02(04):166-168.
- [2] 刘阳.市政道路施工管理存在问题及解决对策[J].地产,2023,10(11):148-150.
- [3] 顾锡沛.市政道路施工管理存在问题及解决对策探索[J].环球市场,2021,13(15):331-331.
- [4] 康琳芳.市政道路施工管理存在问题及解决对策[J].城市建设理论研究:电子版,2023,16(31):196-198.
- [5] 郭杰,郭琦.市政道路施工管理存在问题及解决对策[J].大众标准化,2022(08):57-59.
- [6] 赖美珍.市政道路施工管理存在问题及解决对策[J].居业,2022(05):167-169.
- [7] 吕天佳.市政道路施工管理存在问题及解决对策研究[J].运输经理世界,2022,15(29):57-59.
- [8] 肖忠用.市政道路施工管理存在问题及解决对策研究[J].建材与装饰,2021,17(23):277-278.

# 市政给排水工程管道施工管理方法及价值

邱济鹏

(深圳市东方溯源建筑工程有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 在城市化建设背景下, 市政给排水管道施工的数量不断增多, 为城市的顺畅运作及民众的日常生活提供了极大的方便。但是, 随着我国市政给排水管道的大规模施工, 很多施工管理问题也越来越突出。科学的施工管理能够帮助市政给排水管道工程达到既定的施工目标, 在保证顺利施工的基础上提升工程质量, 减少不确定因素的影响。本文基于市政给排水工程管道施工管理的价值和影响因素, 围绕多方面给出施工管理方法, 旨在为施工单位提供切实可行的参考和建议。

**关键词** 市政工程; 给排水管道; 施工管理

**中图分类号**: TU990.3

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0082-03

科学有效的市政给排水管道施工管理具有重要价值, 不仅关系到市政基础设施的正常运行和城市的发展, 更直接影响到城市居民的生活质量。良好的建筑施工管理对于确保施工过程顺利进行、保障工程质量、提升工程效率以及降低施工风险至关重要, 能最大限度地满足城市的发展需求。因此, 施工单位应该加强施工前准备阶段、施工过程、施工后的管理, 提高施工质量, 为市民提供更优质的城市基础设施服务。

## 1 市政给排水工程管道施工管理的价值

### 1.1 确保施工过程顺利进行

在施工过程中, 需要施工队伍在复杂施工现场环境中明确施工要点, 规范使用不同施工技术和施工工艺, 设备材料的质量和性能必须满足规定标准。此外, 施工队伍还面临着不同管道线路交叉施工的挑战。通过科学的施工管理方法, 可以有效解决这些困难和问题, 保障施工的顺利进行, 避免出现施工问题造成返工的情况, 使施工现场井然有序, 各项施工环节顺利衔接, 确保施工的顺利进行。

### 1.2 有效保障工程质量

在市政工程给排水管道施工中, 施工质量是整个工程的生命线, 高质量的管道施工才能够为城市居民的日常生活生产提供足够的便利, 发挥管道工程应有的作用。在施工管理中需要制定严格的质量控制标准, 确保工程顺利进行和达到预期质量标准, 确保每一个施工环节符合给排水工程的规范和需求, 提升工程施工质量。

### 1.3 提高工程效率

通过有效的施工管理, 可以对人力、物力等资源

进行合理配置, 最大限度地利用各种资源, 减少浪费, 进而提升工程效率。同时, 通过改进施工流程和方法, 能够压缩工期, 降低成本, 从而提高工程项目的盈利能力。施工管理团队、设计机构、监理公司和施工队伍以及政府部门等各方应保持密切沟通, 及时解决施工中遇到的技术难题、协调各方利益, 确保工程顺利推进。此外, 通过定期召开施工例会、进行进度检查与评估等方式, 为工程的高效完成提供有力保障。

### 1.4 减少施工风险

施工过程中的风险包括安全风险、质量风险、进度风险等。通过施工管理, 构建更加完善的风险防范制度, 制定科学合理的应对措施, 确保在风险发生时能够及时应对, 将风险的影响降到最低。在施工前, 预设各类风险应对预案, 确保一旦风险发生, 能够迅速启动应急预案, 利用对应的解决措施, 避免不必要的损失。例如, 设立专门的应急小组, 配备必要的救援设备和物资, 确保在紧急情况下能够迅速响应, 降低施工风险对工程进度、成本及人员安全的影响。

### 1.5 满足市民的生活需求

给排水工程的施工质量直接关系到城市居民的日常生产用水。通过有效的施工管理, 可以确保给排水工程在规定的时间内投入使用, 满足市民的生活需求。同时, 优质的给排水管道系统还可以提高城市的生态环境质量, 从而使城市居民生活在一个更加宜居的环境中。

## 2 市政给排水工程管道施工影响因素

### 2.1 人员因素

施工队伍的施工能力、技术水平、安全意识等都会对施工过程和工程质量产生直接影响。在施工管理

中,如果不能有效协调不同施工人员,规范他们的施工工艺使用,将会对施工质量产生严重影响。此外,管理人员的管理水平和能力也是施工管理的重要影响因素。管理人员应具有丰富的经验、良好的沟通能力和协调能力,能够应对各种施工难题和风险。同时,管理人员还需要具备良好的安全管理能力,能够提前预知安全风险,消除安全隐患,这样才能够为施工的顺利进行提供有力的管理保障。

## 2.2 材料因素

材料的质量和工程施工质量以及使用寿命等有着紧密联系,关系到城市基础设施的正常运行。如果不重视设备材料的采购,没有严格选择材料供应商,也没有按照要求进行材料的采购,将会对施工质量造成直接影响。此外,在材料存储环节,需要做好材料的保管工作,防止材料损坏和变质。在使用环节,需要按照规范和标准进行材料的配比和使用,确保材料得到充分利用。同时,还需要对材料进行定期的质量检查,及时发现和处理质量问题,防止不合格材料进入施工现场,影响市政给排水管道施工质量<sup>[1]</sup>。

## 2.3 环境因素

环境因素包括施工现场的环境、气候、地质等条件,市政给排水管道施工一般在城市地下进行,受到地质环境的影响较大,而且还需要做好基坑支护施工,提高结构强度。因此,在开展市政工程给排水管道施工管理时需要做好施工现场的环境勘察与保护工作。

# 3 市政给排水工程管道施工管理方法

## 3.1 施工准备管理

### 3.1.1 施工环境仔细勘察

在施工之前,应科学开展对周围环境的勘察工作,了解地下水环境,并结合天气预报科学调整施工策略。如果正值雨季,则需要在沟槽的四周堆砌土埂,减少雨水冲刷带来的负面影响,比如雨水因地势原因流入沟槽中,影响施工质量。此外,还需要设计集水井,引流多余的雨水,避免挖槽底部被雨水浸泡,影响到施工质量。最后,需要实时测量沟槽底部的高度,并开展人工清挖施工<sup>[2]</sup>。

### 3.1.2 施工计划科学制定

在施工准备阶段需要施工单位制定完善的市政给排水管道工程施工计划,包括各环节施工管理计划、工程施工质量监督控制计划等。在正式施工之前,施工管理人员需对施工全过程的各项程序完整性进行严格检验,认真制定和执行质量检验控制方案,规范填

写质量检验报告。此外,需要制定规范的施工事故处理章程,一旦发生事故则以章程为保障,避免场面过于混乱<sup>[3]</sup>。

### 3.1.3 施工图纸认真审核

施工图纸设计是施工准备阶段的重点工作内容,在保证设计图纸规范的基础上应落实图纸交底工作。施工管理部门应严格审核和本次工程有关的设计文件、施工图纸等,同时综合考虑现场施工环境,避免后续施工中因为图纸不合理出现一系列安全事故或者返工情况。在图纸设计中尤其要注意预留和预埋内容,管理人员需要和图纸设计人员、施工人员等进行反复确认,充分做好图纸交底工作,确保后续能够完全按照图纸进行施工。

在市政给排水管道施工准备阶段还需要调查施工范围是否会对周围其他管线造成影响,核实施工现场周围其他地下管线的规格、类型、埋深等,并和其他市政单位确认,调整施工方案,避免对其他管线造成影响。

## 3.2 施工过程管理

### 3.2.1 施工现场管理

在市政工程给排水管道施工现场,需要严格做好材料的管理与控制工作。在材料进入施工现场之后,管理队伍需要对材料的质量、性能进行检验,包括主要施工材料的耐久性、密度、抗压强度等。为了方便施工人员使用材料,管理人员需要深入分析施工方案,结合施工工序摆放施工材料,从而方便施工环节的有效衔接,提升施工效率。通过材料的合理堆放还可以有效控制施工过程的材料用量,避免出现材料浪费的情况<sup>[4]</sup>。同时,需要管理人员加强技术指导。例如,在施工过程中对施工机械以及电工工具的质量和绝缘性能进行严格的检查,减少因为设备工具漏电而引发的火灾,造成安全事故。此外,在设计和实施组织管理计划的过程中,管理人员需要加强安全管理,结合安全施工要求进行相应管理安排,尽可能减少每个施工环节的安全事故发生概率。最后,需要编制安全应急预案。一旦发生安全事故则启动相应的应急预案,确保在发生紧急事故时施工人员和管理人员可以结合应急预案内容解决事故问题。

### 3.2.2 施工质量管理

在市政工程给排水工程施工管理工作中,施工质量管理是重中之重,需要拥有完善、合理、科学、全面的质量检验审核制度作为保障。同时还需要保证质量管理贯穿于施工的全过程和各个细节中,实现全生命周期的质量管理。针对每一个施工阶段和施工环节

细节,需要进行严谨的巡查,发现问题解决问题,在解决问题之前不要继续施工<sup>[5]</sup>。质量管理人员需要在这一过程中对施工工具、人员和材料等进行安全检查。比如人员的安全意识过关后才能够允许其进行施工作业,否则继续对其进行安全教育培训,确保其掌握相应的安全施工技能。完成低下管道施工之后需要及时拉起警戒线,在适当位置设置警示物,避免行人踩踏或者车辆碾压。

### 3.3 竣工验收管理

#### 3.3.1 闭水试验

在市政给排水工程管道施工的最后,应加强质量验收,避免返工情况出现。在施工后期,施工单位、总承包单位、建设单位等多个部门单位需要对本次工程的全过程和各种细节进行全面仔细的排查与检测,确保施工质量符合要求<sup>[6]</sup>。

在竣工验收管理阶段,最重要的是针对管道进行闭水试验工作。闭水试验合格之后才能够进行污水管道以及其他排水管道的回填处理。在闭水试验材料选择方面,应确保管段具有完整性,如果试验中发现裂缝或者沙眼等情况,应及时通过细砂浆进行修复处理。如果出现漏水情况,应及时进行水泥砂浆修复填补处理。在确保工程质量和施工安全的基础上,需要尽可能提高接口与关口位置的严密程度。在开展闭水试验之前应对试验管道两头的关口和支管关口进行检查,涂抹水泥砂浆以实现管道的封死,加大其强度<sup>[7]</sup>。

闭水试验可以采取分段试验,针对不同的管道种类采取的试验方法也都不同,在施工之前检验人员可以利用分级加压的方式,控制各个层的水管压力在一定范围内进行闭水试验,确保施工质量。在施工期间需要严格按照《给排水工程施工及检验技术规范》标准进行闭水试验,并对管线的渗水状态进行严格检查,详见表1。在闭水试验过程中,如果10分钟之内压力下降到0.03 MPa,则表明该物质符合规范标准。

#### 3.3.2 做好验收人员交接

在验收管理阶段还需要做好不同班组的工作交接,如果接班人员无法及时到达岗位应要求其说明缘由,同时提前做出请假申请。而值班人员则需要坚守岗位,同时及时向领导层反映情况,做好考勤记录工作。管理部门需要确保工作交接的严格进行,人员交班时也需要逐项交接,交代清楚工作记录,比如变频给水泵、污水泵、给水箱、水位控制器等设备的运行情况<sup>[8]</sup>。接班人员应仔细核对与检查工作记录,同时为了更好地进行工作交接,还需要对给排水工程的机械、施工

材料等进行检查,及时对工程中的不合格事项进行反馈,并给出相应的解决建议。

表1 闭水试验

管道种类	工作压力(P)	试验压力(P)
钢管	P	P+0.5,且不小于0.9
球墨铸铁管	≤ 0.5	2P
	> 0.5	P+0.5
预(自)应力混凝土管、 预应力钢筒混凝土管	≤ 0.6	1.5P
	> 0.6	P+0.3
现浇钢筋混凝土管	≥ 0.1	1.5P
化学建材管	≥ 0.1	1.5P,且不小于0.8

## 4 结束语

在市政给排水工程管道施工中,需要加大管理力度,做好施工管理工作。在施工准备阶段、施工过程阶段以及竣工验收阶段进行严格管理,充分体现市政给排水工程施工管理的价值,促进我国市政给排水管道工程建设事业的发展和进步。未来,随着工程施工水平的提高,高质量的给排水系统能够有效应对城市化进程中的水资源短缺与污染问题,保障城市运行的安全与稳定。

## 参考文献:

- [1] 韦锦生. 市政给排水工程施工现场管理方式分析[J]. 城市建设理论研究:电子版,2023(17):193-195.
- [2] 林子彦. 市政给排水工程质量管理现状及优化措施分析[J]. 城市建设理论研究:电子版,2023(04):134-136.
- [3] 贺启华. 市政给排水工程施工技术探析[J]. 科技创新与应用,2022,12(24):158-161.
- [4] 曹亦婷. 市政给排水工程施工流程及质量控制措施[J]. 工程技术研究,2022,07(11):157-159.
- [5] 顿鹏扬. 市政给排水工程施工现场管理方式分析[J]. 工程建设与设计,2022(10):244-246.
- [6] 朱国艺. 市政给排水管道安装施工质量控制措施[J]. 工程技术研究,2022,07(06):100-102.
- [7] 张亮. 市政给排水工程施工技术要点分析[J]. 四川水泥,2022(02):165-166,169.
- [8] 莫喜梅. 市政工程给排水管道施工中质量控制研究[J]. 住宅与房地产,2021(33):7-8.

# 钢结构建筑工程管理存在的问题与解决方案

赵中伟

(深圳市光明区辰智人力资源管理有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 钢结构建筑由于其优越性在建筑领域中得到了广泛的应用, 不仅可以保证建筑工程的稳定性, 还有助于延长工程的使用寿命。然而, 在钢结构建筑建设的过程中, 难免会由于内外因素的影响而产生一定的安全隐患, 如果没有采取有效的处理措施, 会对钢结构建筑的正常使用产生一定的影响。基于此, 项目管理人员需要认真地分析钢结构建筑管理常见的问题, 在此背景下提出有效的管理方案, 提高钢结构建筑施工管理的效果。

**关键词** 钢结构建筑; 施工管理; 精细化

**中图分类号**: TU71

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0085-03

钢结构建筑工程的施工环节较为复杂, 难免会存在一定的隐患, 因此, 相关管理人员需要根据现场情况选择合适的钢结构、建筑施工管理方案, 落实精细化的工作思维, 强化对施工过程的有效管理, 解决实际问题, 并且密切部门人员之间的互动和交流, 规范不同的施工流程, 优化施工模式, 有效地减少各种风险问题的发生, 通过长期的实施, 使钢结构建筑施工管理能够更加成熟, 带动现代化建筑行业的良好发展。

## 1 钢结构建筑工程管理中常见的问题

### 1.1 材料管理问题

钢结构建筑管理中材料管理问题不可忽视。钢结构建筑中所用材料类型较多, 主要有钢材、焊接材料以及防腐涂料等, 每种材料均具有具体的性能要求以及使用规范, 但在项目实际执行中常常存在一系列材料管理问题, 其中, 材料采购过程存在较多问题。由于钢结构建筑需要的物资品种多、供应商多, 采购人员通常很难对各类物资的市场行情、质量状况等有一个整体的认识与把握, 造成所购物资可能出现质量问题或高价<sup>[1]</sup>。另外, 在编制材料采购计划时往往会有一些不尽合理的地方, 比如采购数量太多或者太少, 采购时间太早或者太迟等, 这都可能对工程的进行造成不应有的困扰以及损失。

材料存储与使用中存在的问题不可忽视, 钢结构建筑所用材料通常体积和重量都比较大, 对于存储条件也有着很高的需求。但在实际工程中, 经常发生物料储存不当, 管理混乱, 例如物料随意堆放, 防潮措施不力, 这就造成了物料的破坏与浪费。与此同时, 在使用物料时, 因施工人员对于物料的性能及使用规范缺乏足够的认识, 往往存在物料使用不规范、浪费

现象, 这样不但会加大工程的造价, 也会造成工程质量降低。

### 1.2 施工技术管理中存在的问题

就钢结构建筑管理而言, 施工技术管理的问题同样是不可忽视的, 钢结构建筑在建设过程中涉及环节多、专业领域知识多、施工技术管理复杂、难度大。施工图纸在设计、审核等方面往往会给施工技术管理带来一定的难度, 由于钢结构建筑构造复杂、精度要求高等特点, 施工图纸在设计过程中经常要经过反复修改与优化。但实际工程中施工图纸设计与审核常常会出现时间紧, 交流不畅, 造成施工图纸出现瑕疵与失误, 为施工增加难度与风险<sup>[2]</sup>。同时不能忽视对施工过程进行技术指导与监督, 钢结构建筑在建设时需严格遵守施工图纸及规范要求, 在建设过程中技术指导与监督对保证工程质量与安全具有十分重要的意义, 但实际工程中因施工人员技能水平及经验欠缺或技术指导人员疏忽, 往往导致施工技术落实不力、质量控制不严等, 对工程质量安全造成隐患。

### 1.3 成本管理中存在的问题

钢结构建筑管理过程中的成本管理一直以来都是一项复杂而又至关重要的难题, 成本管理不但关系到工程的经济效益, 而且还直接影响企业的生存和发展。以下将从成本控制意识、人员素质和成本控制计划三个方面深入探讨钢结构建筑管理中常见的成本管理问题:

首先, 成本控制意识不强是钢结构建筑成本管理普遍存在的问题。很多管理人员由于受到传统观念影响, 对于成本管理仍处于单纯节省开支的水平上, 没有全局观念, 没有长远战略眼光, 成本管理意识淡薄, 致使项目执行时, 常常会忽略成本的整体控制与优化,

从而使项目成本偏高,经济效益很难提高。

其次,人员素质不高也是钢结构建筑成本管理存在问题的重要因素,部分有施工管理与组织经验者,虽有丰富的实践经验,但是成本管理能力受限,专业成本管理知识与技巧欠缺。与此同时,部分大学毕业生尽管理论知识水平很高,但是实践经验不足,很难把理论知识和实际操作有机结合起来。这一人员素质上的缺陷造成项目执行中很难对成本进行有效控制与管理。

最后,没有健全的成本控制计划是造成钢结构建筑管理成本管理存在问题的主要因素,在工程实施中,若不制定出科学、合理的成本控制计划,则难以有效地进行成本控制与管理。有些工程在执行时,常常没有确定的成本控制目标与方案,致使成本控制工作很难进行,也就很难对成本进行有效的控制。

## 2 钢结构建筑工程管理的有效方法

### 2.1 前期策划

钢结构建筑前期规划是保证工程顺利实施的根本,涉及工程总体规划,目标设定和资源调配诸多方面。前期策划阶段首先要对工程进行充分的调查与分析,清楚了解工程的大小、用途以及投资预算的基本信息。与此同时,也有必要对该项目的可行性做出评价,主要是技术可行性、经济可行性和环境可行性<sup>[3]</sup>。前期规划时,明确项目目标与任务非常关键,项目目标要具体、清晰,符合企业整体战略。同时,还需要制定详细的项目计划,包括时间计划、资源计划、质量计划等。这些方案应是可操作、可调整的,以便在项目实施期间根据不同情况加以调整。从资源调配上看,前期规划需充分考虑工程需要,合理分配人力、物力和财力,其中包括挑选适当的承包商、供应商及劳务队伍,并保证工程需要的物资及装备能按时、全额提供。另外,必须建立高效的沟通机制以保证项目各参与方信息通畅、协调合作。前期规划时,风险管理同样不容忽视,要对工程中可能出现的风险做出预测与评价,并采取相应对策。其中可包括技术、市场和财务风险。通过对风险进行有效管理,能够减少项目风险与不确定性,增加成功率与收益。前期阶段规划的成败,直接关系到后一阶段工作能否顺利开展,所以,前期策划阶段需综合考虑各方面因素,编制出周密可行的规划与计划,从而为工程的成功实施打下坚实的基础。

### 2.2 施工图管理

施工图管理对钢结构建筑项目起着决定性作用,

直接影响着项目的建设质量、进度与成本。施工图管理主要是对图纸进行审查、修改、发放、归档各环节。

审查施工图纸是保证施工质量至关重要的一步,审查时,需认真核对图纸是否完整准确,合理规范。对查出的问题、差错,要及时向设计单位进行沟通、订正,保证施工图纸满足施工要求及有关标准<sup>[4]</sup>。施工图纸修改在施工中也较为关键,因现场条件改变、设计变更或者业主需求改变,图纸可能会被部分或全部修改。修订时,需与设计单位、施工单位保持密切交流,保证修订图纸能符合施工要求,同时应及时向有关单位告知修订内容。发放施工图纸是保证施工各方都能及时得到图纸信息的一个重要步骤,发放时,必须制定严格的发放制度及流程,以保证图纸能准确无误地向施工单位、监理单位及其他有关单位进行传递;还要制定图纸保密制度以防图纸信息外泄。对施工图纸进行存档是保证工程信息完整可追溯的重要环节,归档时,图纸需按规定的分类及编号方式整理、编号,并保存,同时还要制定图纸借阅与归还制度以保证其安全与完整。

通过对施工图进行有效管理,能够保证施工图纸准确、完整,从而为建设提供了可靠依据。同时也提高了施工效率与质量,减少了施工成本,为工程的顺利进行提供了强有力的保证。

### 2.3 施工招标管理

施工招标管理在钢结构建筑项目管理过程中起着重要作用,涉及工程的承包商的选择、成本控制以及质量控制。施工招标管理阶段需要本着公平、公正、公开等原则来保证招标过程合法规范<sup>[5]</sup>。

首先,编制详细招标文件及评标标准。招标文件应包括工程基本情况、技术要求和合同条款,评标标准要清晰、具体和可测。同时必须建立合理的投标保证金与履约保证金制度,以保证投标人诚信度与履约能力。

其次,投标时需严格按照有关法律法规进行,保证投标过程合法规范。其中包括招标公告的发布,组织投标人对场地进行踏勘,投标文件的受理,评标组织等环节。评标时,要求投标文件必须按评标标准公正客观地进行审查,以保证选出最适合的承包商。

最后,施工招标管理要重视成本控制与质量控制。成本控制作为保证项目经济效益至关重要的一环,要求投标时必须充分考虑多种成本因素并制定出合理的成本预算及控制措施。质量控制对保证项目质量至关重要,这就要求投标时必须明确质量要求及质量标准,以保证承包商能按要求完成任务。通过高效的施工招



标管理能够选择最适合的承包商以保证工程顺利进行。同时也降低了工程成本与风险,增加了工程经济与社会效益。所以,在钢结构建筑项目管理当中需要十分重视施工招标管理这一重要环节。

### 2.4 钢结构的检验和专项验收

钢结构建筑项目实施中,对钢结构进行检测和专项验收是保证建筑质量和安全至关重要的环节。这一环节不但关系到工程能否顺利完成,而且还直接关系到建筑结构能否长期稳定使用。因此,在现场管理的过程中,管理人员需要制定规范的钢结构验收管理模式,选择合适的检验技术,有效地解决在施工中存在的各项隐患,真正地搭建高品质的工程项目。

钢结构的检验主要涉及材料检验、构件检验、焊缝检验等诸多方面,在具体工作中,工作人员需要视情况而确定对应的检测方法,及时地应对在钢结构施工过程中所产生的问题,满足工程的建设要求,材料检测是保证钢材质量达到设计要求的根本,可采用化学分析和力学性能测试相结合的方法对钢材化学成分和机械性能进行综合测试。构件检测主要是对钢制结构部件的大小、形态和表面品质进行细致的审查,以确保其制造的准确性和安装的品质。焊缝检测主要是对钢

结构焊接部分的质量进行检查,利用如超声波和 X 射线等无损检测技术,对焊缝内部的质量进行深入的探伤和评价。专门的验收程序是在钢结构施工完毕之后,对整个钢结构系统进行全方位的检查和评价。该环节主要是按照有关技术标准及规范对钢结构安装质量、连接质量、防腐涂层等方面进行详细检验。同时还要对其承载能力、稳定性以及变形性能进行检测与评价,以保证钢结构体系能达到设计要求与使用要求。钢结构检测及专项验收时,必须制定严格的检测制度及验收标准以保证结果准确可靠。与此同时,还要加强对检测人员、验收人员等方面的培训与管理,增强其专业技能与责任心。另外,还要加强对检测设备与技术进行更新改造与提升,以提升检测效率与准确性。通过对钢结构进行有效检测及专项验收,能够及时发现并整改钢结构施工中存在的质量问题及安全隐患,保障建筑结构稳定安全。同时也能为建筑物的使用与维修提供强有力的技术支持与保证,增加建筑物的寿命与经济效益。

所以,钢结构建筑项目的钢结构检测和专项验收这一环节需要引起高度的重视。检验和专项验收流程如图 1 所示。

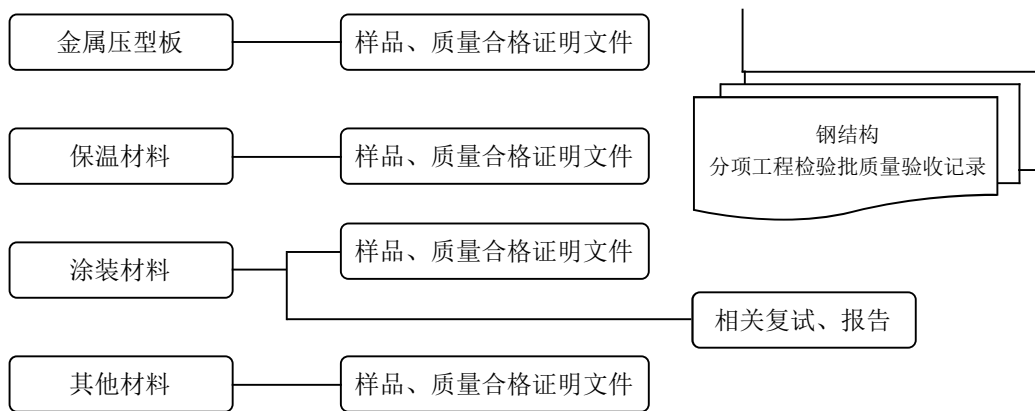


图 1 检验和专项验收流程

### 3 结束语

在钢结构建筑中实施科学有效的管理制度较为重要,因此,管理人员要明确自身的工作职责,根据钢结构建筑的特点,选择合适的管理方案,并且结合国内外丰富的工作经验,实现钢结构管理模式的不断突破,获得飞跃式的发展。然而,随着我国建筑行业的不断发展,在钢结构建筑中越来越多的新技术得到了广泛的推广,因此,相关管理人员需要善于更新当前的管理模式与实际情况,有机协调更新和补充管理中存在的空白之处,保证工程的建设品质。

### 参考文献:

- [1] 周敏. 钢结构建筑管理存在的问题及对策分析[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2023(29):64-66.
- [2] 王振刚. 钢结构工程施工过程质量问题及管理对策分析[J]. 建筑·建材·装饰, 2022(24):12-14.
- [3] 申韶飞. 钢结构建筑管理存在的问题及对策分析[J]. 工程建设与技术, 2024,02(02):42-43.
- [4] 高丽媛,董赛,孙桂军,等. 钢结构屋面防水问题及解决措施探讨[J]. 南北桥, 2023(04):193-195.
- [5] 裴志宜. 钢结构建筑施工管理的技术探讨[J]. 居业, 2024(01):149-151.

# 绿色理念指导下高速公路建设管理策略研究

徐立保

(江苏省高速公路交通运输执法总队徐盐支队第三大队, 江苏 宿迁 223700)

**摘要** 我国对环境保护和可持续发展日益重视, 将绿色理念融入高速公路建设管理中已成为必然趋势。高速公路作为交通运输的重要基础设施, 在促进经济发展、加强区域联系等方面发挥着不可替代的作用。然而, 传统的高速公路建设管理模式往往伴随着大量的资源消耗和环境污染。基于此, 本文将重点研究绿色理念指导下高速公路建设管理策略, 旨在为推动高速公路建设的绿色化、可持续化发展提供参考。

**关键词** 绿色理念; 高速公路; 建设管理; 生态保护

**中图分类号**: U415

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0088-03

在全球倡导绿色发展的背景下, 如何将绿色理念贯穿于高速公路建设管理的全过程, 实现经济效益、社会效益和环境效益的有机统一, 成为当前高速公路建设领域面临的重要课题。探索其实现途径, 不仅能降低建设其对环境的影响, 还能提高资源利用效率, 为高速公路的长远发展奠定基础, 推动交通建设与生态保护的和谐共进。

## 1 绿色理念

绿色理念代表着一种对环境友好、可持续发展的追求思维方式和行动指引。

在日常生活中, 绿色理念促使我们积极践行节能减排。比如选择低碳出行方式, 步行、骑自行车或乘坐公共交通工具, 减少汽车尾气排放对空气的污染。在家庭中, 我们注重节约水电资源, 随手关灯、关水龙头, 避免不必要的浪费。同时, 推广使用环保产品, 如可降解的购物袋、环保餐具等, 减少一次性塑料制品的使用。在社会生产领域, 绿色理念推动企业采用清洁生产技术和可再生能源<sup>[1]</sup>。工厂通过优化生产流程, 降低能源消耗和废弃物排放, 实现绿色制造。建筑行业也积极响应绿色理念, 建造节能环保的绿色建筑, 利用太阳能、地热能等可再生能源满足能源需求。绿色理念正引领着我们走向一个更加美好、可持续的未来。

## 2 绿色理念在高速公路建设管理中的重要意义

### 2.1 降低资源消耗

1. 节约土地资源。高速公路建设需要占用大量的土地, 而通过合理的规划和设计, 可以最大限度地减少土地的占用面积。例如, 采用高架桥、隧道等设计方案, 避免对大片土地的直接占用, 保护周边的耕地、林地等自然资源。

2. 减少建筑材料消耗。在高速公路建设中, 合理选用建筑材料不仅可以降低成本, 还能减少对资源的依赖。推广使用可再生材料、绿色环保材料, 如高性能混凝土、再生沥青等, 可以有效减少对传统建筑材料的需求, 降低资源开采压力。

3. 降低能源消耗。在高速公路的运营过程中, 照明、通风、监控等系统需要消耗大量的能源。采用节能技术和设备, 如太阳能路灯、智能通风系统等, 可以显著降低能源消耗, 实现节能减排的目标。

### 2.2 减少环境污染

1. 降低大气污染。高速公路建设和运营过程中会产生大量的废气、粉尘等污染物, 对空气质量造成严重影响。通过采用环保型施工设备、加强施工现场的扬尘治理、推广新能源汽车在高速公路上的应用等措施, 可以有效减少大气污染物的排放, 改善周边环境质量。

2. 减少水污染。高速公路建设过程中的施工废水、生活污水以及运营期间的路面径流等, 如果未经有效处理直接排放, 会对水体造成污染。建立完善的污水处理系统, 对各类污水进行分类处理和回收利用, 可以降低水污染风险, 保护水资源。

3. 降低噪声污染。高速公路上的车辆行驶会产生较大的噪声, 对周边居民的生活和工作造成干扰。采用降噪路面材料、设置声屏障等措施, 可以有效降低噪声污染, 营造安静的生活环境<sup>[2]</sup>。

### 2.3 促进生态保护

1. 保护生物多样性。高速公路的建设可能会破坏原有的生态环境, 影响动植物的生存和繁衍。在规划和设计阶段, 充分考虑生态保护因素, 设置生态廊道、野生动物通道等, 可以为动植物提供必要的生存空间, 保护生物多样性。

2. 促进生态修复。在高速公路建设完成后,及时进行生态修复工作,如植被恢复、土壤改良等,可以恢复被破坏的生态环境,提高生态系统的稳定性和自我修复能力。

3. 推动可持续发展。将绿色理念融入高速公路建设管理中,不仅可以满足当前的交通需求,还能为未来的发展预留空间。通过采用先进的技术和手段,提高高速公路的使用寿命和服务质量,实现可持续发展的目标。

### 3 绿色理念指导下高速公路建设管理面临的问题

#### 3.1 缺乏绿色理念的深入认识

1. 建设单位和管理人员的意识淡薄。部分建设单位和管理人员对绿色理念的重要性认识不足,只关注工程的进度和质量,忽视了环境保护和资源节约等方面的工作。在项目决策和管理过程中,缺乏对绿色建设管理的全面规划和系统考虑。

2. 施工人员的环保意识不强。施工人员是高速公路建设的直接执行者,他们的环保意识和行为直接影响到建设过程中的环境质量。然而,由于缺乏相关的培训和教育,部分施工人员在施工过程中存在随意丢弃废弃物、浪费资源等现象。

#### 3.2 技术和管理水平有待提高

1. 绿色技术的研发和应用不足。虽然目前已经有一些绿色技术应用于高速公路建设中,但总体来说,绿色技术的研发和应用还处于初级阶段。例如,可再生能源在高速公路供电系统中的应用还不够广泛,节能环保型建筑材料的性能和质量有待进一步提高。

2. 管理体制和机制不完善。高速公路建设管理涉及多个部门和环节,需要建立完善的管理体制和机制来协调各方工作。然而,目前在绿色建设管理方面,缺乏统一的标准和规范,各部门之间的职责划分不够明确,导致管理工作难以有效开展。

3. 缺乏有效的监督和评估机制。对高速公路建设管理的绿色化程度缺乏有效的监督和评估机制,无法准确衡量建设项目的环境效益和社会效益。这使得一些建设单位在实施绿色建设管理时缺乏动力和压力,难以保证工作的质量和效果。

#### 3.3 资金投入不足

1. 绿色建设成本较高。实施绿色建设管理需要采用先进的技术和设备,选用环保型建筑材料,这些都增加了建设成本。例如,建设生态廊道、污水处理系统等环保设施需要大量的资金投入,而部分建设单位由于资金有限,难以承担这些额外的费用。

2. 缺乏资金支持政策。目前,政府对高速公路绿

色建设管理的资金支持力度不足,缺乏相应的补贴和优惠政策。这使得建设单位在实施绿色建设项目时面临较大的资金压力,影响了他们的积极性和主动性。

### 4 绿色理念指导下高速公路建设管理的实现途径

#### 4.1 规划设计阶段

##### 4.1.1 生态选线

在高速公路规划设计阶段,充分考虑生态环境保护因素,进行生态选线。通过对沿线地形地貌、生态环境、土地利用等情况的详细调查和分析,选择对生态环境影响最小的线路方案,尽量避开自然保护区、水源保护区、生态脆弱区等重要生态区域,减少对生态环境的破坏<sup>[3]</sup>。

##### 4.1.2 优化设计方案

1. 采用节能环保型设计。在设计过程中,积极采用节能环保型设计方案,如优化道路线形设计,减少弯道和坡度,降低车辆行驶能耗;采用节能照明系统设计,根据不同路段和时间段的需求,合理设置照明灯具的功率和亮度,节约能源。

2. 融入生态景观设计。将生态景观设计理念融入高速公路设计中,打造与周边自然环境相融合的生态景观。例如,在道路两侧设置绿化带,种植本地适生植物,不仅可以美化环境,还能吸收空气中的污染物,降低噪声污染。

3. 考虑水资源保护。在设计过程中,充分考虑水资源的保护和利用。合理设计排水系统,将路面径流进行收集和处理,用于绿化灌溉、道路冲洗等,实现水资源的循环利用。同时,加强对施工废水和生活污水的处理,确保达标排放。

#### 4.2 施工阶段

##### 4.2.1 绿色施工技术的应用

1. 环保型施工设备的选用。选用低噪声、低排放的施工设备,减少施工过程中的噪声和大气污染。例如,采用电动或混合动力的施工机械,降低燃油消耗和废气排放。

2. 施工废弃物的回收利用。建立完善的施工废弃物回收利用体系,对施工过程中产生的建筑垃圾、废旧材料等进行分类回收和处理。例如,将废旧沥青路面材料进行再生利用,用于新路面的铺设;将建筑垃圾进行破碎和筛分,用于路基填筑等。

3. 土壤和植被保护。在施工过程中,采取有效的措施保护土壤和植被。例如,对表土进行剥离和保存,用于后期的植被恢复;设置临时排水设施,防止水土流失;采用植被移植技术,将施工区域内的珍贵植物进行移植保护。

#### 4.2.2 施工管理的绿色化

1. 建立绿色施工管理制度。制定完善的绿色施工管理制度和规范,明确各部门和人员的职责和任务。加强对施工人员的培训和教育,提高他们的环保意识和绿色施工技能。建立绿色施工考核机制,将绿色施工指标纳入绩效考核体系,激励施工人员积极参与绿色施工。

2. 加强施工现场的环境管理。加强施工现场的环境监测和管理,定期对施工现场的空气质量、噪声、水质等进行监测,及时发现和解决环境问题。采取有效的防尘、降噪、污水处理等措施,确保施工现场的环境质量符合相关标准和要求。

3. 推行绿色供应链管理。在施工材料的采购和供应过程中,推行绿色供应链管理。选择环保型建筑材料供应商,优先采购具有绿色认证标志的材料和产品。建立材料供应的可追溯体系,确保材料的质量和环保性能符合要求。

#### 4.3 运营维护阶段

##### 4.3.1 节能减排措施的实施

1. 交通管理的优化。通过优化交通管理措施,提高高速公路的通行效率,降低车辆能耗和尾气排放。例如,采用智能交通系统,实现交通流量的实时监测和调控,减少拥堵;设置合理的限速标志和车道指示标志,引导车辆安全、高效行驶。

2. 节能设备的应用。在高速公路运营过程中,积极采用节能设备和技术。例如,采用高效节能的照明灯具、通风设备、监控设备等,降低能源消耗;推广使用新能源汽车充电桩,鼓励电动汽车在高速公路上的应用<sup>[4]</sup>。

3. 废弃物的分类处理和回收利用。建立完善的废弃物分类处理和回收利用体系,对高速公路运营过程中产生的生活垃圾、废旧设备、废旧材料等进行分类回收和处理。例如,将可回收物进行回收利用,将有害垃圾进行专门处理,减少对环境的污染。

##### 4.3.2 生态维护和修复

1. 植被养护和管理。加强对高速公路沿线植被的养护和管理,定期进行浇水、施肥、修剪、病虫害防治等工作,确保植被的生长和健康。根据不同地区的气候和土壤条件,选择适宜的植物品种进行种植和补植,提高植被的覆盖率和生态功能。

2. 生态监测和评估。建立生态监测和评估体系,定期对高速公路周边的生态环境进行监测和评估。通过对生态系统的结构、功能、生物多样性等方面的监测和分析,了解生态环境的变化情况,及时发现和解决生态问题。根据评估结果,调整和优化生态维护和修复措施,提高生态保护效果。

3. 生态修复工程的实施。对高速公路建设过程中造成的生态破坏区域,及时实施生态修复工程。例如,对取土场、弃土场、边坡等进行植被恢复和土壤改良;对受损的水体进行生态修复,恢复水生生物的生存环境。通过生态修复工程的实施,提高生态系统的稳定性和自我修复能力。

##### 4.3.3 绿色服务的提供

1. 绿色服务区的建设。建设绿色服务区,提供环保、节能、便捷的服务设施。例如,采用太阳能、地热能等可再生能源为服务区提供热水和电力;设置垃圾分类回收设施,推广使用环保餐具和购物袋;建设生态停车场,增加绿化面积,改善服务区的环境质量<sup>[5]</sup>。

2. 绿色出行信息服务。提供绿色出行信息服务,引导公众选择环保、低碳的出行方式。例如,通过高速公路信息发布系统,及时发布交通流量、路况、气象等信息,引导车辆合理出行;提供公共交通换乘信息,鼓励公众乘坐公共交通工具出行。

3. 绿色文化的宣传和教育。加强绿色文化的宣传和教育,提高公众的环保意识和绿色出行意识<sup>[6]</sup>。在高速公路服务区、收费站等场所设置环保宣传标语和宣传栏,发放环保宣传资料;开展环保主题活动,如绿色出行宣传周、环保知识竞赛等,营造浓厚的绿色文化氛围。

#### 5 结束语

将绿色理念融入高速公路建设管理中是实现交通运输可持续发展的必然要求。通过在规划设计、施工、运营维护等各个阶段采取有效的措施,可以实现高速公路建设管理的绿色化、低碳化和可持续化发展。未来,随着科技的不断进步和绿色理念的不断深入,相信高速公路建设管理将在绿色发展的道路上取得更加显著的成果,为建设美丽中国、实现人与自然和谐共生做出更大的贡献。

#### 参考文献:

- [1] 秦知香. 绿色理念指导下高速公路建设管理实现的路径[J]. 运输经理世界, 2024(14):23-25.
- [2] 颜成宏. 绿色理念指导下高速公路建设管理实现途径的研究[J]. 运输经理世界, 2024(07):43-45.
- [3] 陈国瑞. 低碳绿色理念视域下的高速公路服务区建筑设计研究[J]. 工程建设与设计, 2022(24):89-91.
- [4] 牟万元. 低碳绿色理念下高速公路服务区建筑设计研究[J]. 居业, 2023(08):112-114.
- [5] 同[3].
- [6] 贾胜勇. 绿色公路理念在高速公路设计中的实践[J]. 交通世界, 2021(12):21-23.

# 建筑装饰装修施工质量管理 要点及优化策略探究

高建刚

(广州凡拓数字创意科技股份有限公司, 广东 广州 510000)

**摘要** 高质量的施工管理不仅能够确保工程的顺利进行, 还能显著提升工程质量, 保障工程施工安全, 以及提高施工企业的经济效益。然而, 当前建筑装饰装修施工质量管理面临着诸多挑战。一方面, 随着新材料、新技术的不断涌现, 施工工艺和管理方法需要不断更新和优化; 另一方面, 市场竞争的加剧导致部分施工企业为了降低成本而忽视了质量管理的重要性, 从而影响了工程的整体质量。鉴于此, 本文深入探讨建筑装饰装修施工质量管理的关键要素, 并提出切实可行的优化策略, 期望能够为建筑装饰装修行业的质量管理提供参考, 从而促进整个行业的健康发展。

**关键词** 建筑装饰装修; 施工质量管理; 材料质量控制; 施工工艺标准

**中图分类号**: TU767

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0091-03

在现代建筑领域, 建筑装饰装修工程扮演着提升建筑物使用价值与审美价值的关键角色。随着居民生活品质的增进, 对于建筑装饰装修的品质要求日益提升。确保施工质量管理, 以保证建筑装饰装修工程品质的核心地位, 自不待言。然而, 鉴于施工流程的复杂性与变动性, 质量管理面临多重挑战, 长此以往, 不仅会威胁到工程的最终品质, 更可能引发资源损耗与安全事件的出现。由此可见, 深入探讨建筑装饰装修施工质量管理的关键要素, 提出高效优化策略, 对于强化施工质量、确保工程安全以及增进用户体验至关重要, 同时, 优化施工质量管理亦能显著提升企业市场竞争力, 推动整个建筑装饰装修行业步入健康发展的轨道。

## 1 建筑装饰装修施工质量管理要点

### 1.1 材料质量控制

材料质量控制是建筑装饰装修工程质量管理中的基础和关键环节。在施工过程中, 材料的质量直接影响到工程的最终效果和使用寿命。因此, 对材料质量的控制需要贯穿于整个工程的采购、运输、存储、使用等各个环节。在材料采购阶段, 应选择信誉良好、质量稳定的供应商<sup>[1]</sup>。采购前, 需对供应商的资质进行严格审查, 包括其生产许可证、产品合格证等, 同时, 应要求供应商提供材料样品, 进行必要的检测和试验, 以验证材料是否符合工程设计要求和国家标准。在材料运输过程中, 应确保运输工具的适宜性和运输过程

的安全性, 避免因运输不当导致材料损坏或性能改变。对于易损、易变质的材料, 应采取特殊的防护措施。材料到达施工现场后, 应进行严格的验收。验收工作应由专业人员负责, 对材料的规格、型号、数量、质量等进行详细检查, 并与采购订单进行核对。对于不符合要求的材料, 应立即退换或处理, 确保不合格材料不进入施工现场。材料的存储也是控制材料质量的重要环节。应根据材料的特性选择适宜的存储条件, 如温度、湿度、通风等, 并采取防潮、防尘、防变形等措施。对于易燃、易爆、有毒有害的材料, 还应遵守相关的安全规定, 确保存储安全。在材料使用过程中, 应严格按照施工工艺要求进行操作。对于需要特殊处理的材料, 如防水材料、黏合剂等, 应按照产品说明书或技术规范进行操作, 避免因操作不当影响材料性能。此外, 还应建立材料质量追溯体系。对于每一批次的材料, 都应有详细的记录, 包括材料的来源、检验结果、使用部位等信息。一旦发现质量问题, 能够迅速追溯到具体批次和使用部位, 及时采取补救措施。

### 1.2 施工工艺标准

施工工艺标准是确保建筑装饰装修工程质量的关键因素之一, 它涉及从工程设计到施工完成的每一个环节, 包括施工准备、施工过程、施工验收等。施工工艺标准的制定和执行, 不仅关系到工程的美观、功能和耐久性, 还直接关联到施工安全和成本控制。在施工准备阶段, 工艺标准的制定应基于工程设计图纸

和相关技术规范,包括对施工图纸的详细解读,明确施工的各个步骤和要求,以及对施工中可能遇到的技术难题进行预判和解决方案的制定,同时,需要对施工人员进行专业培训,确保他们理解并能够按照工艺标准进行操作。在施工过程中,工艺标准的执行是保证工程质量的核心,这要求施工人员严格按照工艺流程进行操作,对每一道工序进行严格的质量控制<sup>[2]</sup>。例如,在墙面粉刷时,需要按照规定的比例和顺序混合涂料,确保涂层均匀、无色差;在铺设地板时,需要确保地面平整度和材料的干燥度,避免后期出现空鼓或变形。此外,施工工艺标准还应包括对施工环境的控制。例如,在进行油漆作业时,需要控制好施工环境的温度和湿度,以保证油漆的干燥和附着力;在进行防水施工时,需要确保施工环境的干燥,避免水分对防水层的影响。在施工验收阶段,工艺标准的执行情况是验收的重要依据。验收人员需要对照工艺标准,对工程的各个部分进行细致的检查,包括材料的使用、施工的精度、表面的处理等<sup>[3]</sup>。对于不符合工艺标准的部分,应要求施工方进行整改,直至达到质量要求。为了确保工艺标准的有效执行,施工企业应建立完善的质量管理体系,包括定期对施工人员进行技术培训和考核,确保他们掌握最新的施工技术和工艺标准;建立质量检查制度,对施工过程进行定期和不定期的检查;建立质量反馈机制,对施工中出现的及时进行及时的分析和处理<sup>[4]</sup>。

## 2 建筑装饰装修施工优化策略

### 2.1 强化质量管理体系

强化质量管理体系是提升建筑装饰装修工程质量管理的關鍵步骤。一个健全的质量管理体系能够确保工程从设计到施工再到验收的每一个环节都符合质量标准,从而保障最终的工程质量。以下是强化质量管理体系的详细措施:首先,企业需要建立一个全面的质量管理框架,该框架应基于国际质量管理体系标准,如ISO 9001,结合建筑装饰装修行业的特点和要求。这个框架应涵盖质量管理的各个方面,包括质量政策、组织结构、职责分配、程序文件、操作指南、质量记录和持续改进机制。其次,企业应确保质量管理框架的实施和执行。这需要从上至下地推动,即从管理层到一线施工人员,每个人都应了解并遵守质量管理规定。管理层应通过定期的会议和培训,强化质量意识,并确保质量政策和目标得到贯彻。在实施过程中,企业应建立明确的质量目标和指标,这些目标和指标应与企业的整体战略相一致,并且可量化、可追踪。通

过定期的检查和评估,企业能够监控质量目标的实现情况,并根据实际情况进行调整。此外,企业应建立一个有效的质量控制流程,包括对原材料、半成品和成品的检验和测试。这需要建立一个质量检测实验室或与第三方检测机构合作,确保所有材料和产品都符合质量标准。企业还应建立一个质量信息反馈系统,收集和分析质量数据,及时发现和解决问题。这个系统应能够记录质量事故、客户投诉、不合格品处理等信息,并通过数据分析找出质量问题的根本原因。为了持续改进质量管理体系,企业应鼓励员工提出改进建议,实施内部审核和管理评审,以识别管理体系的不足之处,并采取措施进行改进,同时,企业应关注行业内的最佳实践和新技术,不断更新和优化质量管理流程。最后,企业应建立一个质量文化,使质量管理成为企业文化的一部分。这需要通过持续的培训和教育,使员工理解质量管理的重要性,并将其内化为自己的工作习惯和行为准则。

### 2.2 创新施工技术

创新施工技术是提升建筑装饰装修工程效率和质量的重要途径。随着科技的进步和新材料、新工艺的不断涌现,施工技术的创新对于满足日益增长的建筑装饰需求、提高施工效率、降低施工成本、保障施工安全以及提升工程品质具有重要意义。首先,技术创新可以提高施工效率和质量。通过引入先进的施工设备和工具,如自动化机械、3D打印技术、激光测量和定位系统等,可以显著提高施工速度和精度<sup>[5]</sup>。例如,3D打印技术可以用于快速制作建筑模型和装饰构件,提高设计的精确度和施工的效率。其次,技术创新有助于降低施工成本。通过优化施工工艺和流程,可以减少材料浪费和人工成本。例如,采用模块化施工技术,可以将部分施工工作在工厂内完成,然后在现场进行快速组装,这样不仅提高了施工速度,还减少了现场作业的时间和成本。再次,技术创新可以提升施工安全。通过引入智能化的安全监控系统,如无人机巡查、智能安全帽、实时监控摄像头等,可以实时监控施工现场的安全状况,及时发现并处理安全隐患。此外,使用先进的个人防护装备和安全管理系統,可以有效降低施工人员的安全风险。技术创新还可以提高工程的环保性能。采用绿色施工技术,如雨水回收系统以及低挥发性有机化合物(VOC)的涂料等,可以减少施工过程对环境的影响,同时,通过使用可回收材料和节能设备,可以降低建筑的能耗,提高建筑的可持续性。为了实现施工技术的创新,企业需要建立一个鼓励创

新的环境，包括投资研发，与高校和研究机构合作，引进和培养创新人才，以及建立一个开放的创新平台，鼓励员工提出创新想法并将其转化为实际应用。

### 3 案例分析

#### 3.1 案例背景

XX 建筑公司是一家专注于高端商业和住宅建筑装饰装修的企业。近年来，随着市场竞争的加剧和客户对质量要求的提高，公司面临着提升施工质量管理挑战。

#### 3.2 存在问题

在过去的几个项目中，XX 建筑公司遇到了一些质量问题，如墙面裂缝、地板不平、油漆脱落等，这些问题导致了返工和客户投诉。为了改善这一状况，公司决定对质量管理流程进行优化。

#### 3.3 优化措施

公司采取了以下优化措施：（1）引入先进的质量管理体系，包括 ISO 9001 标准；对施工人员进行定期的质量管理和技能培训；（2）引入新的施工技术和材料，如激光水平仪和环保涂料；（3）公司建立了多渠道的质量信息反馈系统，包括在线调查、现场访问、定期回访等方式，主动收集客户和一线施工人员的意见和建议。通过数据分析，及时发现施工中存在的问题和潜在风险，快速响应并采取纠正措施。这种开放式的沟通模式，增强了客户参与感，也促进了施工团队的自我反思和进步；（4）公司实施严格的内部质量审核和管理评审制度。内部审核定期对施工过程、文件管理、资源配置等方面进行全面检查，及时发现并纠正不符合项。管理评审则由高层管理者主持，对质量管理体系的整体绩效进行评估，根据市场变化和企业战略调整质量管理目标和策略。这一机制确保了质量管理体系的动态优化，促进了企业长期稳定发展。

#### 3.4 结果

在实施优化措施后，公司对接下来一年的 10 个项目进行了质量评估，得到表 1、表 2、表 3、表 4 的数据。

表 1 实施优化措施后各指标变化率

指标	优化前平均值	优化后平均值	改善百分比
返工率	15%	5%	66.7%
客户投诉率	8%	2%	75%
项目延期率	10%	3%	70%
材料浪费率	5%	2%	60%

表 2 客户满意度调查结果

项目阶段	优化前满意度	优化后满意度	改善百分比
设计阶段	70%	85%	21.4%
施工阶段	65%	80%	23.1%
竣工阶段	75%	90%	20%

表 3 施工效率对比

项目阶段	优化前平均耗时	优化后平均耗时	节省时间百分比
地板铺设	5 天	3.5 天	30%
墙面粉刷	4 天	2.8 天	30%
电气安装	6 天	4.5 天	25%

表 4 成本优化对比

成本类别	优化前成本	优化后成本	节约成本百分比
材料成本	\$100 000	\$85 000	15%
人工成本	\$150 000	\$130 000	13.3%
返工成本	\$20 000	\$5 000	75%

通过实施上述优化措施，XX 建筑公司在施工质量管理方面取得了显著的改善。返工率、客户投诉率、项目延期率和材料浪费率都有了大幅度的下降，不仅提高了客户满意度，还降低了成本，增强了公司的市场竞争力。客户满意度调查结果表明，客户对设计、施工和竣工验收各阶段的满意度都有显著提升。施工效率对比和成本节约分析进一步证实了优化措施在提高效率 and 节约成本方面的有效性。

### 4 结束语

本研究为建筑装饰装修施工质量管理提供了理论支持和实践指导，期望能够为相关领域的专业人士和决策者提供参考，共同推动建筑装饰装修行业的健康发展。未来，随着技术的进步和管理理念的更新，建筑装饰装修施工质量管理将更加科学化、规范化，为创造更加安全、美观、舒适的建筑环境做出更大的贡献。

### 参考文献：

- [1] 李俊. 浅谈建筑装饰装修施工工程的质量管理策略[J]. 模型世界, 2022(08):88-90.
- [2] 钱之亮, 范宝, 李令鹏. 探究建筑装饰装修施工质量管理要点及优化对策[J]. 装饰装修天地, 2022(16):10-12.
- [3] 赖文杰. 探究建筑装饰装修施工质量管理要点及优化对策[J]. 中国房地产业, 2021(18):117.
- [4] 周晓. 建筑装饰装修施工质量管理要点及优化策略探析[J]. 新材料·新装饰, 2023,05(14):33-35.
- [5] 李萌. 探究建筑装饰装修施工质量管理要点及优化对策[J]. 百科论坛电子杂志, 2021(19):2202.

# 二次供水智慧标准化泵房建设分析

李堃贤

(深圳市金达建设工程有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 为了规范城市居民二次供水设施建设和管理,保障城市居民生活用水安全,国家出台了一系列法律法规及政策,这对二次供水管理体制以及相关设备管理提出了全新的要求,但面对不断增加的二次供水设施设备,企业如果还沿用传统管理模式,显然无法满足二次供水改革要求。针对此,本文提出了建立在智慧技术基础上更为专业化、信息化的智慧标准化水泵建设思路,并就二次供水智慧标准化泵房基本建设条件、二次供水智慧标准化泵房建设技术要点以及相关优化措施展开讨论和分析,以期为相关人员提供参考。

**关键词** 二次供水; 泵房; 智慧标准化; 远程监控系统; 门禁管理系统

中图分类号: TV67

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0094-03

现代城市化建设进程不断推进,对二次供水需求提升。传统的二次供水泵房存在诸多问题,如设备老化、管理不善、水质污染风险等,与此同时,现代人更加追求高质量且稳定的供水服务。为保障居民用水安全,供水稳定、优质及高效运行,提升供水服务水平,智慧化技术迅速发展,为二次供水泵房的升级改造提供了可能。在此背景下,本文展开二次供水智慧标准化泵房建设分析的研究,旨在融合先进技术与管理理念,实现泵房的智能化监控、高效运维和优质供水,满足城市发展和居民生活的需求。

## 1 二次供水智慧标准化泵房基本建设条件

### 1.1 泵房建设基本条件

1. 泵房位置要求。为保证二次供水泵房建设后可以正常运行,需要合理选择建设位置,保证与住宅主体分开,而且要尽量远离电梯机房、变配电房、通讯机房,建议优先考虑供水区域中间位置,与用水量较大的用户保持合理的距离。此外,由于选型及效率的原因,最好合理缩短泵房地面标高与不利点之间的高度差距。

2. 泵房空气要求。泵房里要配备温湿度检测仪,还需与通风管道控制系统联动。室内温度需维持在5℃至40℃之间,相对湿度不能超过80%。另外,泵房的墙面、门窗以及管线都要采取保温和隔热措施,主要目的在于保证泵房内环境适宜,设备可以正常运行,防止低温或高湿度影响设备性能,保温隔热能减少能量损耗和温度波动<sup>[1]</sup>。

3. 泵房排水要求。泵房内需要配备单独排水设施,并按时清理排水沟、集水坑,有效避免杂质影响到二

次供水水质。同时,工作人员也要定期检查集水坑内的排污泵,确保功能可以正常发挥。在检查中如果发现配件损坏、潜在安全隐患等,需要立即进行解决,保证泵房排水顺畅,运行环境良好。

4. 泵房安全要求。要严格管理好相关泵房信息资料、图样等文件,不允许非工作人员查看,而且进出泵房人员必须进行实名登记。在此基础上,设置门禁系统、实时监控系统,确保泵房安全性<sup>[2]</sup>。

### 1.2 泵房内部设计建设

针对泵房内部设计建设,其中管路的布局、供水设备、排水沟集水坑、线路桥架设计建设尤为关键。必须保证泵房不少于一个隔声门,最好在门口位置布置150毫米到200毫米高防水门槛,也可以安装450毫米到600毫米防鼠板,主要目的就是防虫、防鼠。表1所示是水泵机组布置要求,若水泵侧面有管道,计算水泵外轮廓面要算到管道外壁面。

表1 水泵机组布置要求

机组额定功率/kW	水泵机组外廓面与墙的最小距离/米	相邻水泵机组外廓面间最小间距/米
≤ 22	0.8	0.4
> 22- < 55	1.0	0.8
≥ 55- ≤ 160	1.2	1.2

需要在泵房内设置可以进行机修水泵的区域,具体尺寸需要综合考量水泵、电动机外形尺寸决定,确保设备周围预留出至少0.7米的通道。而对于泵房主要通道宽度设计,至少要达到1.2米,而且配电柜、控制柜前方的通道宽度也要达到1.5米(含)以上。水泵基础高于地面的尺寸要有利安装,至少要达到0.10米。而泵



房内的管道,其管外底与地面或管沟底面的间距有明确规定。管径 $\leq 150$ 毫米时,这个间距至少要达到0.20米;管径 $\geq 200$ 毫米时,间距至少为0.25米。例如,若管径为100毫米,管外底距底面不能小于0.20米;若管径为250毫米,间距则不能小于0.25米,这是为了保证安装和运行的安全与合理<sup>[3]</sup>。

而对于泵房管路的选择,建议优先考虑食品级不锈钢 SUS304 材质。布置时要减少弯头、缩短管路长度,这样能减少局部和沿程水头损失。比如,笔直的管路比弯曲多的管路水头损失小。另外,管路穿过墙体或楼面要预先设置套管,还要安装挠性接头。在地震时,挠性接头可减轻管道振动或位移带来的不良影响,保护管路<sup>[4]</sup>。

在泵房布设桥架时,应注意不能超过选用桥架荷载等级额定平均布载的电缆桥架的工作负荷。比如,若桥架额定荷载为一定值,实际工作荷载就不能超出这个值。电力、控制和电信电缆同铺在一个电缆桥架时,需用隔板隔开,避免强弱电相互干扰。电缆梯架、托盘选用宽度、高度均应符合填充率的规定,要预留10%~25%的裕量,以便应对未来可能的工程发展和变化。

### 1.3 安装与调试

1. 安装注意事项。二次供水智慧标准化泵房建设水平与质量,对城市整体供水质量具有重要影响。通常情况下,在二次供水智慧标准化泵房内存在较多零部件,而且整体结构非常复杂,这就要求在供水泵安装过程中,必须做好相应的保护,确保人员与建筑物安全。如果安装中需要使用电线、油漆等易燃危险物品,安装人员必须加强防火防爆工作,保证安装作业中的人身安全。除此之外,为保证泵房建设后可以有效运行,在安装时要做好内外部之间的协调,确保周围环境相互协调,进而避免破坏环境,也防止环境影响设备运行。与此同时,安装调试人员需要做好基础工作、前期准备工作,使得设备供应商与验收部门相互协作,妥善安装设备,为二次供水智慧标准化泵房建设顺利实施提供基本保障<sup>[5]</sup>。

2. 安装准备。二次供水智慧标准化泵房安装前要充分准备。比如准备好起重设备用于大型构筑物安装,给排水管道多可用起重机。钢轨焊接在横梁上要保证螺钉密实,要测量泵房并标注钢筋,考虑预埋件精度。还要备好各类计量和施工设备,包括游标卡尺、水准仪、卷尺,以及钢板、铁锤、钢管、橡皮锤等。安装时要有检查人员,规范施工工艺,排除隐患。总之,要全面保障安装的标准化,确保泵房安装质量和安全。

3. 调试和检查。完成安装后需专业人员检验,包括质量、零部件完整性,登记设备并质检。施工人员安装时要考虑环境校正设备垂直度。加固后压实连接泵、调试联轴器并排除隐患。校准联轴器后,使其对正电机主轴,用工具敲打,吊装电机,调整泵座位置与轴距,水平度和垂直度达标后加固电机底座,确保安装准确稳固。

## 2 二次供水智慧标准化泵房建设技术要点

二次供水的智慧标准化泵房旨在达成无人值守、远程监控及处理突发状况的功能。它能结合生产调度和供水系统,在二次供水公司设调度平台,统一监控调度。现在调度平台包含多个部分,相关单位借此能统一管理 and 集成应用,最终提高二次供水的信息化和智慧标准化管理水平,实现更高效、智能的供水服务。

### 2.1 远程监控系统

如图1所示,为某地区一项目的智慧泵房平面图。

在远程监控系统中,主要涵盖了故障预警、实时监测、进水启闭控制等内容,具体分析如下:(1)实时监测,主要就是借助泵房在线仪器,获取有效的压力、水量、水质等数据情况,并依据此进行故障判断,做好相应的预防,从而有效减少甚至规避突发情况。此外,与系统接入加压设备、水质在线监测仪表等,可以实现二次供水的合理调度。(2)故障预警,系统会实时观察水压变化,一旦发现水压力过低、出水压力过高等情况,系统会进行预警,并快速准确地进行故障点定位。在此功能作用下,能够有效对地面积水问题进行应急报警,在沿海城市获得广泛应用,效果较好。(3)PLC控制系统能根据水箱水位让电动阀自动开关。比如水箱悬挂阀失效能自动切换,还能在用水高峰调节水位及远程控制进水阀,发挥调蓄作用;也能控制泵站水箱进水阀,配合清洗和维护,保障系统稳定运行<sup>[6]</sup>。

### 2.2 门禁管理系统

针对二次供水智慧标准化泵房的建设,安全保证尤为关键,因此,需要布设相应的门禁系统,由调度中心发卡控制现场交换机,同时也能实现调度中心的远程交换机,使得无人值守、远程监控、突发事故等得到有效处理。但在实际运行中也会出现地下泵房无线信号不强,有线通信投入较多等问题,因此,还要进一步完善泵房远程监控与视频监控的范围。另外,调度平台在应用中也存在一些缺陷,主要体现在不能深入进行数据分析,导致信息实时监测、风险预测受到直接影响,而且现有远程监控与分析决策功能还有待进一步优化。

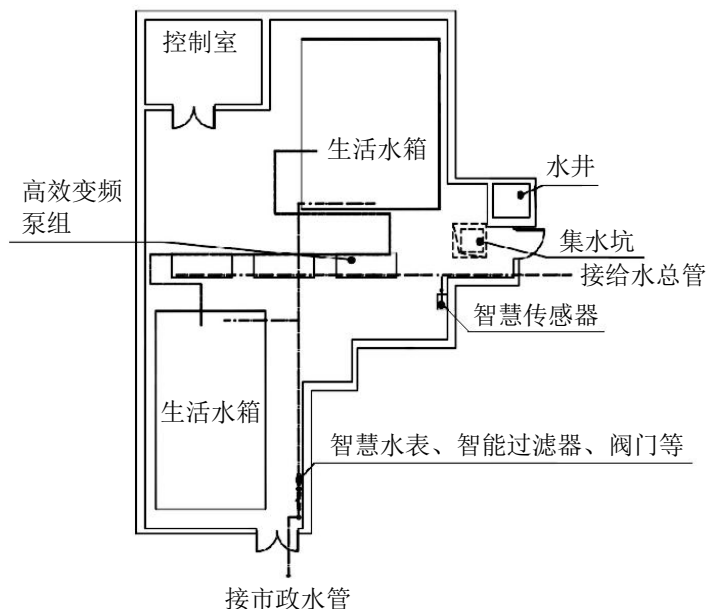


图1 某项目智慧泵房平面图

### 3 二次供水智慧标准化泵房建设优化措施

#### 3.1 注重提升远程控制能力

可以从设备预警功能入手，构建完整信息系统并更换设备关键零件，以此减少故障发生，确保水泵正常运行，同时也保证变频器、PLC运行效率。此外，需要建立完善的能耗分析体系，可以引入大数据分析技术、人工智能技术等，实时高效分析设备具体能耗、运行频率等情况，并进行数据汇总、比对分析等，保证设备可以高效运行<sup>[7]</sup>。

#### 3.2 制定完善的巡查管理制度

有关部门可以利用检验系统，记录并分析加压泵房实际运行情况，并就检验计划进行分析，严格按照该计划执行，并做好不间断的跟踪，做出科学合理的评估。比如，利用记录的运行数据及时发现泵房非正常的能耗，并利用跟踪评估数据能了解检验全面性、准确性程度，以此为依据不断优化检验工作，为泵房稳定运行提供基本保障。

#### 3.3 搭建数据分析及展示平台

可以借助数据衡量工作人员工作数量及能力。例如，创建值班人员平均故障响应的排序，更新工单处理的评价，对工作完成率、及时性、满意率做动态分析。此外，在内部管理方面，应建立能实时了解备品备件仓库中设备和材料数量的系统，确保材料能及时供应满足需求。例如通过分析能知道哪些人员工作表现出

色，仓库里哪些材料需要补充。

### 4 结束语

通过本文对二次供水智慧标准化泵房建设的分析，不难发现，在标准化泵房建设基础上，为保证其发挥智慧性、信息化、集成化作用，需要引入物联网技术、大数据分析技术等，保证泵房数据实现自动化采集、科学分析与展示，这为泵房安全稳定运行提供了基本保障，同时，智慧标准化泵房建设也可以大大降低日常维护成本，节约更多能源，有助于企业提高经济效益。

### 参考文献:

- [1] 徐忠裕.二次供水泵房设备的运行及维护探讨[J].工程建设与设计,2021(06):72-73.
- [2] 饶军.城市二次供水泵房设备的运行及维护探讨[J].建筑工程技术与设计,2020(18):1681.
- [3] 罗姝.二次供水设施运行管理存在的问题及解决措施[J].商品与质量,2020(24):221.
- [4] 郑宇祺.智慧水务云平台技术的应用与发展[J].智能建筑与智慧城市,2023(04):175-177.
- [5] 翟俊豪.城市二次供水设施的管理探析[J].智能城市,2021,07(22):99-100.
- [6] 郭晶晶,王雲子.信息技术在二次供水行业监管中的应用探析[J].城镇供水,2021(04):92-94.
- [7] 张超.海绵城市理念下的智慧水务建设研究[J].四川水泥,2023(05):43-45.

# 基于风险评估的水库大坝设计优化方法

郑温刚

(汕头市潮阳区堤防工程服务中心, 广东 汕头 515000)

**摘要** 随着全球气候变迁与水资源需求持续攀升, 水库大坝作为关键的水利支撑, 其安全与经济效益的协同优化已成为当务之急。本文探索以风险评估为基础的水库大坝设计优化策略, 通过详尽分析设计环节中潜在的风险因子, 借助尖端优化算法, 旨在实现大坝设计的精准调控与升级。该方法重在提升结构安全性, 同步削减建造成本, 从而推动水资源管理的可持续性, 具有实际借鉴意义。

**关键词** 风险评估; 水库大坝设计; 安全性能; 经济效益; 优化算法

**中图分类号**: TV62

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0097-03

## 1 研究背景

水库大坝作为水资源管理的关键设施, 其功能日益多元化, 涵盖了防洪减灾、水资源调配、电力生产、生态修复与保护等多个层面。大坝的设计与建设不仅要确保其结构稳定, 还需要考虑其对生态环境、社会经济及人类活动的深远影响。然而, 大坝设计面临的复杂性日益凸显, 从地质条件的评估到环境因素的考量, 从技术难题的攻克到资金成本的控制, 每一步都充满挑战。地质条件的复杂性往往导致设计过程中的不确定性, 如地震活动、地质滑坡、地下水流等, 这些因素可能对大坝的稳定性和耐久性构成威胁。自然环境的变化, 如气候变化带来的极端气候事件, 增加了洪水频率和强度, 对大坝设计的防洪标准提出了更高要求。此外, 技术上的突破, 如新材料的应用、新型坝型的研发, 为大坝设计提供了更多可能, 但也带来了技术难度的增加。资金限制是另一个不可忽视的因素, 尤其是在大型水利工程中, 如何在有限的预算内实现大坝设计的安全、经济与高效, 是对设计者智慧的考验。此外, 随着社会对环境可持续性的关注, 大坝设计还需要充分考虑其对生态环境的影响, 包括对生物多样性、河流生态系统及周边社区的潜在影响。在这样的背景下, 基于风险评估的水库大坝设计优化显得尤为重要。它要求在设计初期就全面识别潜在风险, 通过科学的量化分析, 量化风险发生的可能性及其后果, 以便在设计方案中充分考虑这些风险, 优化结构设计, 提高安全性能, 同时降低建设和运营成本。这种方法强调预防性风险管理, 通过综合分析, 平衡安全、经济和环境等多方面因素, 以实现大坝设计的最优化<sup>[1]</sup>。

优化过程不仅涉及技术层面的改进, 如坝型选择、材料使用、施工工艺的优化, 还涵盖了管理层面的创新, 如风险管理体系的建立、项目生命周期内的风险监控。此外, 通过引入先进的优化算法, 如遗传算法、模拟退火算法、粒子群优化等, 可以对设计方案进行高效搜索, 找到最优解。基于风险评估的水库大坝设计优化旨在构建一个全面、系统、科学的设计决策过程, 确保大坝在满足功能需求的同时, 兼顾安全、经济和环境的可持续性, 从而为全球水资源的管理提供更加稳健、高效和绿色的解决方案。

## 2 风险评估方法概述

风险评估是设计决策的核心环节, 它系统地识别、量化和评估潜在风险, 为水库大坝设计的优化提供科学依据。在这一过程中, 风险评估分为三个紧密关联的阶段: 风险识别、风险分析和风险评价。

1. 风险识别: 此阶段的目标是全面列举可能影响大坝安全、经济性和环境适应性的风险源。识别方法多元, 包括但不限于查阅历史资料, 了解地质构造和历史灾害记录; 实地考察, 评估地形地貌、水文条件和气候特征; 邀请专家参与讨论, 洞察设计和施工过程中的潜在问题。此外, 考虑人为因素, 如设计疏忽、施工失误、运营维护不足等, 也是风险识别的重要部分。

2. 风险分析: 在风险因素识别的基础上, 通过定量和定性方法深入分析风险的性质。故障树分析 (FTA) 用于描绘风险事件的因果关系, 以理解事故发生的路径和可能性; 事件树分析 (ETA) 则侧重于事件发展的序列分析, 预测不同条件下事故发展的可能性和后果; 蒙特卡洛模拟则是一种统计方法, 通过大量随机抽样, 模拟风险因素变化对项目结果的影响, 提供风险概率

分布和影响范围的估计。此外,还包括概率影响图、模糊集理论等分析工具,以综合评估风险的不确定性和复杂性<sup>[2]</sup>。

3. 风险评价: 风险评价是将风险分析结果与工程实际相结合,确定风险的优先级和可接受性。这涉及对风险发生的概率和潜在损失的综合衡量,以及对风险影响的敏感性分析。风险接受标准可能基于法规要求、行业规范、项目目标和公众接受度等多方面因素。评价结果为风险管理和设计优化提供明确的决策指导,如哪些风险需要优先规避,哪些风险可以通过设计改进或管理措施降低。

在风险评估的框架下,水库大坝的设计优化不仅是技术问题,也是一种综合平衡的过程。它需要在确保结构安全的前提下,兼顾经济效益,同时减少对环境和社区的潜在负面影响。通过风险评估,设计者可以识别出关键设计参数,如坝型、坝体材料选择、泄洪系统设计、地基处理方案等,然后运用优化算法(如遗传算法、模拟退火算法、粒子群优化算法等)在众多可能的设计方案中寻找最优解。优化过程不仅要考虑技术可行性,还要评估方案的经济成本、施工难度和环境适应性,以确保优化方案的全面性和实用性。因此,基于风险评估的水库大坝设计优化是一个深度集成的风险管理、设计创新和决策支持的过程,它为实现大坝的安全、经济和可持续性目标提供了科学的决策工具。通过这一方法,设计者可以更好地应对复杂多变的环境条件和不确定性,确保大坝项目在全生命周期内实现高效、安全和环保的目标。

### 3 基于风险评估的水库大坝设计优化框架

#### 3.1 风险评估模型构建的深化与细化

在构建风险评估模型时,必须深度考量地质稳定性、水文条件、气候变迁、工程复杂性以及施工工艺的多样性,以建立一个多层次、多因素交织的评估架构。评估模型需涵盖结构稳定性、环境保护、经济收益、运营成本以及潜在的社区影响等多重视角,以保证模型的周全性。宜采用先进的评估工具,如概率—影响链、故障与效应分析、失效模式及后果分析等,有效地量化风险概率及潜在损失,以科学地反映风险的动态特性。同时,建立在行业最佳实践、全球标准和项目特有的约束之上的评价基准,确保风险评估的准确无偏,为工程师提供坚实的决策支持。

#### 3.2 风险识别与量化的精细化

风险识别需周全涵盖自然灾害,包括地震、洪水、滑坡等,同时考虑人为因素,如施工工艺瑕疵、运维

不当,以及环境变量,如地下水动态、土壤稳定性的变化。此外,潜在次生灾害,如诱发地震和地质灾害的风险也不容忽视。通过系统性文献研究、专家研讨会、历史数据挖掘,精准定位风险源头。借助统计建模、仿真预测等技术手段,构造风险概率分布,以精确预测风险发生的可能性及其对大坝工程性能的潜在危害,为后续设计优化提供可靠数据支持<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 设计优化目标的多元化平衡

在设定设计优化目标时,大坝工程的安全性需置于首位,确保在任何情况下,结构的稳定与可靠是首要考量,这既涉及物理稳定性,如抗震性、耐久性,也包括抵抗极端气候事件的能力。经济效益的提升同样重要,但必须在不牺牲安全性的前提下,通过材料和工艺的创新,实现建设和运营成本的有效控制。环境亲和性体现在对地表生态和地下水文环境的保护,包括减缓对生物多样性的影响,以及合理利用和排放控制。耐久性要求设计出能够经受住时间考验的基础设施,适应环境变化和老化,确保长期服务寿命。社会影响层面,设计需充分考虑周边社区的和谐共处,包括噪声控制、交通和生活用水的安排,以及在紧急情况下的撤离规划,确保居民的生活质量不受负面影响。

#### 3.4 多维度参数优化策略

在设计参数的优化过程中,坝型选择应考虑地形地貌、洪水特性以及预期的水力负荷,如拱坝、重力坝或土石坝的选取需兼顾经济效益与工程适用性。坝体材料的选择和配置,需权衡材料性能、成本与耐久性。坝体尺寸的设定,既要满足蓄水和泄洪需求,又要防止不必要地侵占土地。泄流能力的优化需确保洪水安全排放,以应对各种洪水规模。此外,地基处理需精细到土壤性质、承载力与沉降预期,而防渗设计要兼顾材料与结构的防水性能,确保地下水管理的有效性。监测系统的设计则需集成先进的传感器网络,实时反馈结构状态,预防性地发现并应对潜在问题。优化算法的运用,如采用多目标遗传算法、粒子群算法或模拟退火算法,旨在解决设计中多目标冲突与非线性关系,以迭代和反馈机制,动态调整设计参数,达成整体最优,满足复杂工程需求。

在评估优化方案时,需建立一个囊括技术、经济、环境与社会影响的全面评估框架。这涉及对方案的技术可行性分析,包括结构的应力分析、施工周期与复杂性等;经济评估涵盖成本效益模型、财务预测及投资回报;环境影响评估涉及生态足迹、水文循环及生物多样性;社会影响分析则需考虑居民安置策略、社区关系及对周边土地使用的潜在变化。运用多准则决策

分析法、模糊逻辑评价等技术,比较并权衡各方案,确保所选最优解和谐统一各项考量,践行可持续设计理念。

### 3.5 动态风险管理与设计优化

在设计优化过程中,应建立动态风险管理机制,随着工程进展和环境变化,定期更新风险评估结果,及时调整优化方案。同时,利用风险预警系统,对潜在风险进行实时监控,预防和减轻潜在危害,确保大坝在整个生命周期内的安全稳定运行<sup>[4]</sup>。

### 3.6 未来研究方向

未来的研究可以进一步探索风险评估模型的动态性,以及在大数据和人工智能技术支持下的智能优化设计。此外,还可以深入研究风险管理与设计优化的集成策略,以应对日益复杂的工程环境和挑战,提升水库大坝设计的科学性和前瞻性。

## 4 案例分析

以某大型拟建水库大坝项目为例,本文所提出的基于风险评估的设计优化方法在实际操作中得到了充分验证。在项目初期,通过详尽的现场勘查和多领域专家的深入咨询,我们系统地识别并分析了该大坝设计可能面临的各种风险因素。这些因素不仅涵盖了地震、滑坡、洪水等自然环境风险,还包含了施工过程中可能出现的结构安全、材料质量、施工工艺等一系列人为风险。

在风险量化阶段,我们运用了蒙特卡洛模拟、概率统计分析等先进工具,对上述风险因素进行了精细化评估,构建了一个全面、动态的风险评估模型。模型能够动态反映风险因素间的相互作用及其对大坝设计的影响,为后续优化工作提供了坚实的理论基础。

在确定优化目标时,我们兼顾了大坝的安全性能提升与建设成本降低两个核心指标。通过设置多目标优化模型,我们对坝型选择、坝体材料的选取、坝体尺寸的设定等关键设计参数进行了深入研究。在确保大坝结构稳定性和耐久性的前提下,我们考虑了各种可能的设计组合,以期在满足安全标准的同时,尽可能降低工程的经济成本<sup>[5]</sup>。

优化过程采用了一种迭代计算策略,经过多轮次的模型调整和参数优化,逐步接近最优设计方案。每一轮迭代都伴随着风险评估模型的更新,确保了设计优化的实时性和准确性。同时,我们引入了经济性、环保性、施工可行性等多个维度的评估指标,以确保优化方案的全面性和实际可行性。

最终,经过严谨的计算和综合评估,我们成功确定了一套既能显著提高大坝安全性能,又能有效控制

建设成本的最优设计方案。实践结果显示,这套方案在实际应用中表现出了优越的性能,不仅增强了大坝抵御自然灾害的能力,而且显著降低了项目的总投资,达到了预期的优化效果,为同类工程提供了有价值的参考。

这一实践案例充分证明了本文提出的基于风险评估的设计优化方法在实际工程中的实用性和有效性。未来,我们将继续深入研究,以提升风险评估的精确度,优化设计参数的选取策略,以期在复杂工程环境中实现更高效、更精确的水库大坝设计优化。

## 5 讨论与展望

本文提出的基于风险评估的水库大坝设计优化方法,为水库大坝设计的科学决策和优化提供了一种新思路。然而,在实际应用中仍需注意以下几点:一是风险评估模型的构建需充分考虑工程实际情况和地区特点;二是优化算法的选择应根据设计参数的复杂性和优化目标的多样性进行合理搭配;三是优化方案的评估需综合考虑技术、经济、环境等多方面因素。未来研究可进一步探索更加精细化的风险评估方法和更高效的优化算法,以提高水库大坝设计优化的精度和效率。

## 6 结束语

本文围绕基于风险评估的水库大坝设计优化方法展开研究,首先阐述了风险评估的基本概念和方法,然后构建了基于风险评估的大坝设计优化框架,并通过案例分析验证了该方法的可行性和有效性。研究结果表明,该方法能够显著提高大坝的安全性能和经济效益,为水库大坝设计的科学决策和优化提供了有力的支持。未来研究应继续深化风险评估和优化算法的研究,推动水库大坝设计优化技术的不断发展。

### 参考文献:

- [1] 张伟,刘洋,赵刚.综合风险评估在水库大坝设计中的应用研究[J].水利学报,2020,34(03):45-53.
- [2] 李强,周杰,陈雷.基于概率风险评估的水库大坝设计优化策略[J].大坝技术与进展,2019,27(02):112-119.
- [3] 王超,孙涛,马力.利用人工智能进行水库大坝风险评估与设计优化[J].智能系统与应用,2021,13(04):88-94.
- [4] 吴刚,陈磊,李勇.基于GIS和多准则决策分析的水库大坝风险评估与设计优化研究[J].水利科技与经济,2018,24(06):75-82.
- [5] 刘伟,钟华,何军.结合环境影响评价的水库大坝设计优化模型探讨[J].环境工程学报,2021,35(04):39-47.

# 建筑电气接地系统的类别及其发展趋势

韦秀生

(广东信为建设有限公司, 广东 广州 510000)

**摘要** 建筑电气接地系统的类别较多, 其特性也各不相同, 在具体应用过程中需要注意安全风险。建筑电气接地系统的发展趋势对我国建筑工程项目的建设水平会产生直接影响, 特别是在众多先进技术持续涌现的时代背景之下, 不断突出建筑项目的拓展性功能, 有利于推动建筑项目的深化发展。基于此, 文章着重分析了电气接地系统的类别以及未来的发展趋势, 以期为促进电气接地系统更好地满足建筑物电气化的应用需求提供借鉴。

**关键词** 建筑电气; 接地系统; TN-C系统; TN-C-S系统; TN-S系统

中图分类号: TU85

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0100-03

在建筑电气运行发展过程中, 接地是核心组成部分, 其中低压电系统接地所采用的电机防护措施和保护装置会直接影响接地的整体效果, 如果选择不当, 不但无法实现所要求的保护效果, 反而会降低供电系统的可靠性。基于此, 需要明确建筑电器的接地系统类别, 并且结合电气工程的发展需求, 选择适合的电气接地系统, 进而在遵循电工行业规范和相关标准的基础上, 针对性地提升接地系统的安全性, 使其可以全面发挥自身的功能特点。

## 1 建筑电气接地系统的类别

### 1.1 TN-C系统

TN-C系统是一种三相四线制系统, 其中中性线(N)和保护线(PE)合二为一, 形成保护中性线(PEN)。这种设计简化了线路布局, 减少了电缆的成本和复杂性。在TN-C系统中, 四根电线分别为三根相线(通常用黄、绿、红色标识)和一根PEN线(常以黄绿色标识)。

尽管TN-C系统因其经济性和简便性在某些区域广泛使用, 但它也隐藏着一定的安全隐患, 主要风险来源于PEN线的连续性问题。当PEN线因磨损、腐蚀或其他原因断裂或接触不良时, 所有连接到该线的设备的金属外壳可能会带有危险的电压, 这一现象称为“漂移电压”。如果人体触碰了带有漂移电压的设备外壳, 就有可能遭受电击。因此, TN-C系统的安全性高度依赖于PEN线的连续性检查和维护。

为了减少TN-C系统的风险, 国际上制定了一系列标准和指南。如, 根据国际电工委员会(IEC)的建议, TN-C系统中的PEN线在进入建筑物前必须接地, 以降低漂移电压的风险。

IEC推荐的PEN线电阻应小于0.4欧姆, 以确保在

故障条件下设备外壳上的电压不会超过安全限值。这一标准可通过以下公式验证:

$$R_{PEN} = \frac{V_{safe}}{I_{fault}}$$

$R_{PEN}$  是 PEN 线的电阻。

$V_{safe}$  是安全电压限值。

$I_{fault}$  是预期的故障电流。

虽然TN-C系统在成本和布线方面具有优势, 但其潜在的安全风险不容忽视。通过遵守严格的维护和检查程序, 以及遵守相关安全标准, 可以最大限度地降低这些风险, 确保电气系统的安全运行<sup>[1]</sup>。在设计和实施TN-C系统时, 必须平衡经济效益与人员安全, 确保采取适当的安全措施, 避免可能的电击事故。

### 1.2 TN-C-S系统

TN-C-S系统是一种介于TN-C与TN-S之间的创新电气接地模式, 巧妙地平衡了成本效率与安全性能。在源头至建筑物入口阶段, 该系统采用TN-C配置, 即三相四线制供电(黄、绿、红三相与黄绿色的PEN线), 简化了布线流程, 降低了初始投资成本。然而, 一旦跨过建筑物的门槛, 系统便转型为TN-S架构, 引入了独立的工作零线(N)和保护零线(PE), 形成三相五线制(黄、绿、红三相、淡蓝色N线及黄绿色PE线), 增强了安全防护级别。

建筑物入口处的转换点是整个系统的核心, 需经过精心规划与维护, 确保TN-C到TN-S的无缝切换。转换点的选址需考量建筑的电气布局、负载特性和安全需求, 以优化系统性能与用户安全。通过这一转换, 即使外部TN-C段的PEN线遭遇断裂, 内部设备的安全性依然得到保障, 因为它们通过独立的PE线接地, 有

效规避了漂移电压的危害。

TN-C-S 系统的精髓在于其对 TN-C 与 TN-S 优势的完美融合。内部采用 TN-S 模式,意味着即便外部 TN-C 段出现故障,内部系统的安全性能也不会受影响。独立的 PE 线确保了故障电流的快速回流,促发保护机制及时响应,迅速切断故障电路,减少了设备损坏和火灾发生的可能性。

### 1.3 TN-S 系统

在电气工程领域,TN-S 系统,即三相五线制系统,以其卓越的安全性能和广泛的应用范围而著称。该系统从变压器输出端开始,即采用三相五线制(包括黄、绿、红三相线、淡蓝色 N 工作零线以及黄绿色 PE 保护零线)供电,并在规定距离内对 PE 线进行接地处理,确保在入户端也能实现就近接地,从而为用电设备提供稳定且安全的电力环境。

TN-S 系统的核心在于其独特的线路设计,即将工作零线(N)与保护零线(PE)完全分离。这种设计从根本上消除了因线路混用可能导致的安全隐患,如电流泄漏、漂移电压等问题。工作零线负责传输电流,而保护零线则专注于提供故障电流的快速回流路径,确保在发生接地故障时,故障电流能够迅速通过 PE 线返回电源,触发保护装置动作,切断故障回路。这一过程不仅迅速且可靠,有效降低了设备损坏和火灾风险。

为了量化 TN-S 系统的安全性能,我们可以引入接地电阻的概念。接地电阻是衡量接地系统性能的重要指标之一,其值越小,表示接地效果越好,系统安全性越高。根据国家标准,TN-S 系统的接地电阻通常要求小于 4 欧姆,确保在故障条件下,设备外壳上的电压能够迅速降至安全限值以下。

TN-S 系统因其卓越的安全性能,在各类对安全要求较高的场得到了广泛应用。商业建筑、住宅小区、医院、学校以及工业厂房等,均大量采用 TN-S 系统以确保电力供应的安全可靠<sup>[2]</sup>。在这些场所中,电力设备的稳定运行不仅关系到人们日常生产和生活的正常进行,更直接影响到人员的人身安全。

### 1.4 IT 系统

IT 系统,亦称为隔离电源系统,是一种特殊的供电配置,其核心特征在于电源中性点未直接接地,或通过高阻抗接地。这种设计允许在发生单相接地故障时,系统能够暂时维持运行,直至维修完成,而不会立即引起系统断电。IT 系统广泛应用于对连续供电有严格要求的场合,如医院手术室、关键工业生产设施、矿井和军事基地等,因为这些地方不能承受任何突然的电力中断。

IT 系统之所以能在单相接地故障时保持运行,是因为在正常操作条件下,电源与大地之间保持着良好的绝缘状态。当发生单相接地故障时,系统中只会出现较小的容性电流,而非危险的故障电流,在非故障相影响下,电压不会升高。

医院手术室是一个典型的 IT 系统应用场景。在手术过程中,任何突然的电力中断都可能危及患者生命,因此采用 IT 系统可以提供不间断的电力供应,同时,由于系统能够容忍单相接地故障,从而降低了因电气故障引发的手术中断风险。国际上,如 IEC 60364 系列标准对 IT 系统的应用、设计和维护提供了详细的指导和要求,确保了系统在各种环境下的安全性和可靠性。

### 1.5 TT 系统

TT 系统,即电源中性点直接接地,而设备外壳也通过独立的接地极接地的供电系统<sup>[3]</sup>。这种系统中,电源和设备的接地是彼此独立的,意味着即使发生接地故障,设备外壳上的电压也会通过低阻抗路径迅速泄放到大地上,从而保护人员免受电击伤害。

TT 系统的安全性主要依赖于快速的故障检测和断电机。当发生接地故障时,故障电流会流经设备外壳和接地极,触发断路器或熔断器的动作,迅速切断电源,避免人员接触到带电的设备外壳。为了确保这一过程的高效性,TT 系统中的接地极电阻必须保持在一个较低的水平,通常不超过 10 欧姆,保证故障电流足够大,能够激活保护设备,实现及时断电。(见表 1)

## 2 建筑电气接地系统的发展趋势

### 2.1 智能化与自动化

随着人工智能技术的不断发展,接地系统还能利用机器学习算法对监测数据进行分析 and 预测,提前发现潜在问题并及时处理,进一步提升系统的稳定性和可靠性。未来的建筑电气接地系统将更加智能化和自动化。通过采用先进的传感器和监测设备,系统能够实时监测接地电阻、接地电流等参数,自动调整接地系统的性能,适应不同环境和工作条件<sup>[4]</sup>。智能化的接地系统能够通过网络与建筑管理系统相连,实现远程监控和故障诊断,提高系统的可靠性和安全性。

### 2.2 环保与节能

随着人们环保意识的提升,未来的建筑电气接地系统将着重于绿色和节能设计。如,利用环保材质及高效接地技术,减少接地系统的能耗并减小对环境的影响。优化地基设计与布局,缩短接地线路并减少材料使用,以此削减建筑开支和能源损耗。新型的接地系统还会考虑与可再生能源的结合,例如将太阳能板

表1 建筑电气接地系统的特点与技术要求

系统类别	描述	安全性	适用场景	标准与规范
TN-C 系统	简化线路布局, 减少成本和复杂性, 但存在安全隐患	依赖 PEN 线的连续性检查和 维护, IEC 建议 PEN 线 电阻小于 0.4 欧姆	适用于对成本 敏感的项目	IEC 60364-1
TN-C-S 系统	结合 TN-C 和 TN-S 系统的 优点, 平衡成本效率与 安全性能	内部采用 TN-S 模式, 即使外部 TN-C 段出现故障, 内部系统的 安全性能不受影响	适用于商业楼宇、居 民社区和工业厂房	IEC 60364-1
TN-S 系统	将工作零线 (N) 与保护零线 (PE) 完全分离, 提高系 统的安全性和可靠性	接地电阻通常要求小于 4 欧姆, 确保设备外壳上的 电压迅速降至安全限值以下	适用于对安全 要求较高的场所	IEC 60364-1
IT 系统	电源中性点未直接接地或通过 高阻抗接地, 适用于对连续 供电有严格要求的场合	系统能够容忍单相接地 故障, 直至维修完成	适用于医院手术室、 关键工业生产设施等	IEC 60364 系列标准
TT 系统	电源中性点直接接地, 设备外 壳也通过独立的接地极接地	依赖快速的故障检测和断电 机制, 接地极电阻通常 不超过 10 欧姆	适用于住宅和 小型商业建筑	BS 7671, NEC

与接地装置相融合, 实现能量的回收利用。并且, 在接地系统的制造和安装过程中, 也将遵循严格的环保标准, 降低碳排放, 为建筑行业的可持续发展贡献力量。

### 2.3 集成化与标准化

未来的建筑电气接地系统将迈向高度集成与标准化的方向发展。一体化设计融合了各种接地功能, 如保护、工作及防雷等, 旨在提升系统整体效能与稳定性。遵循国际和国家电气安全规范, 标准化系统旨在保障其安全性能及广泛的兼容性。如, 在大型商业综合体中, 集成化的接地系统能够统一管理不同区域的接地需求, 减少复杂的布线和设备重复。标准化的制定使得不同厂家的接地产品能够相互兼容, 方便维护和升级, 降低了系统的总成本。而且, 这也有利于在全球范围内推广和应用先进的接地技术。

### 2.4 安全性与可靠性

未来的建筑电气接地系统将更着重于强化安全与可靠性。利用创新科技和优质材质提升接地系统的效能与稳定性, 减少故障发生概率及安全风险<sup>[5]</sup>。系统采用冗余设计, 内置故障自动切换机制, 一旦出现故障, 能立即启用备份系统, 确保电力供应的不间断和稳定性。除此之外, 通过大数据分析和智能预警技术, 能够提前预测可能出现的故障, 并及时进行维护和修复。加强对接地系统的定期检测和维护, 也是保障其安全性和可靠性的重要措施。

### 2.5 维护与监测

未来的建筑电气接地系统将着重强化维护与实时

监控。借助尖端的监控设备和技术, 系统能持续监控地基系统的运行效率与状态, 快速识别并解决可能的问题。系统集成自动警报与故障诊断功能, 旨在提升维护效率并增强系统稳定性。

## 3 结束语

接地是应用广泛的电气安全措施, 为了能够确保接地系统的正常运转, 需要对所出现的故障进行及时的处理。因此, 需要结合相关的设计需求, 明确电气接地系统的相关类别, 优先选择 TT 接地系统提升运行的安全性和可靠性, 另外, 还要确保操作的规范性, 减少安全事故的发生概率, 以此确保电气接地系统和相关设备的安全稳定运行。

### 参考文献:

- [1] 王涛. 建筑电气安装工程防雷接地系统施工技术要点分析[J]. 江西建材, 2023(09):264-265.
- [2] 李建明. 建筑电气低压配电接地系统探析[J]. 建材与装饰, 2022, 18(16):114-116.
- [3] 王慧. 基于建筑电气低压配电接地系统研究[J]. 数字化用户, 2024(47):59-60.
- [4] 谷志华. 建筑电气中的接地系统及其保护技术[J]. 数字化用户, 2024(05):67-68.
- [5] 王清超. 建筑电气安装接地施工技术研究[J]. 建材与装饰, 2022(02):18.



# 10 kV 及以下配电网工程管理系统设计与实现

贾庆森<sup>1</sup>, 秦晨<sup>2</sup>

(1. 国网陕西省电力有限公司城固县供电分公司, 陕西 汉中 723200;

2. 国网陕西省电力有限公司镇巴县供电分公司, 陕西 汉中 723600)

**摘要** 配电网工程建设中存在数据繁多、管理复杂、信息孤岛等问题, 这些问题直接影响到配电网的运维效率和供电可靠性。尤其是随着城市化进程的加快和居民用电需求的多样化, 配电网建设规模不断扩大, 对管理系统的自动化、智能化水平提出了更高要求, 这对工程管理系统响应速度和决策支持能力提出了新的挑战。基于此, 本文就 10 kV 及以下配电网工程管理系统设计与实现进行了分析, 以期可以为电力行业的发展提供科学的技术参考依据。

**关键词** 10 kV 及以下配电网; 工程管理系统设计; 10 kV 开闭所设备; 环网单元

**中图分类号**: TM7

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0103-03

新时期, 配电网属于电力系统的主要组成部分之一, 面向人民群众实现供电, 其安全、稳定、可靠的运行, 对于保障正常供电和提高用户用电质量具有重要意义。而 10 kV 及以下配电网的建设和管理, 成为电力系统中的关键环节。

## 1 10 kV 及以下电力配电网工程管理系统概述

10 kV 及以下电力配电网工程管理系统主要负责对电力配电网进行系统化、标准化管理与控制, 其目的在于提高电力供应的可靠性、经济性和安全性, 同时也为电力企业的运营提供了科学的数据支持和决策依据。一般来说, 这类工程在前期推进当中与居民住宅区距离较短且施工难度大, 因此在系统设计的时候, 需要技术部门落实电网的各项设备配置工作, 将自动化管理模式融合到其中, 从而优化当前系统所具备的灵活调动效果, 帮助现场施工人员更为高效地完成当前工作内容。同时, 系统需要对工程各个阶段产生的数据进行系统化的收集、存储和分析, 并生成相应的报告和统计数据。这些数据和报告不仅为工程管理提供了科学依据, 也为未来的工程规划和决策提供了重要参考。此外, 系统还需要支持多种数据格式的导入和导出, 以便与其他相关系统进行集成和信息共享<sup>[1]</sup>。总之, 通过系统的应用, 可以为电力配电网的运行速率和可靠发展提供相应助力。

## 2 10 kV 及以下电力配电网工程管理系统的设计

### 2.1 10 kV 电力配电网网架设计

10 kV 电力配电网的网架设计是确保电力配电系统高效、稳定运行的关键, 其设计方案直接影响到电力

供应的可靠性和经济性。接线方式通常有三种: 放射式、树干式和环式。每种方式都有其独特的结构特征和适用场景, 第一种是放射式接线, 特点是所有配电线路从一个中央电源点向外放射, 形成单回路或双回路的放射结构。第二种是树干式接线, 这是一种将配电线路以树干为主线, 分支线路向外延伸的结构, 包括单回路树干式、双回路树干式和串联树干式<sup>[2]</sup>。第三种是环式接线, 这是一种将配电线路连接成闭合环路的结构, 有单环式接线和双环式接线两种, 其中单环式接线的特点是所有线路形成一个闭合环路, 具有较高的供电可靠性; 双环式接线则是在单环式的基础上增加了第二个闭合环路, 从而进一步提高了系统的可靠性和灵活性; 环式接线的主要优点是可以在不影响供电的情况下进行检修和维护, 这对于提高系统的可用性和运行效率非常重要。在当前的电力配电网设计中, 城市配电网多采用环式网络结构, 其高可靠性和灵活性能更好地满足城市这种对电力供应稳定性要求较高的环境中。实践证明, 环网设计结合了树干式和环式的优点, 可以在满足高可靠性的基础上, 提供更高的供电灵活性。具体而言, 通过环网设计, 可以在发生故障时迅速切换供电回路, 从而将故障影响降到最低, 同时可以在不影响用户供电的情况下进行线路检修和维护, 且环网的开环运行方式也使得系统能够更加灵活地应对电力需求的变化, 电力系统的运行稳定性以及可靠性也大幅提升。

### 2.2 选择 10 kV 开闭所设备

开闭所负责将电力从变电站分配到各个用电点, 不仅需要具备强大的保护和自动化管理功能, 还需要

满足高可靠性、低故障率等要求,如果开闭所设备出现故障,可能会导致大范围的停电,影响正常的电力供应。因此,要求开闭所设备必须具备良好的设计和制造质量,能够在各种工作条件下稳定运行,避免由于设备故障造成的电力供应中断。目前常见的开闭所设备包括户内开闭所、户外箱式开闭所、真空绝缘开关、SF<sub>6</sub>气体绝缘开关等。其中户内开闭所通常安装在建筑物内部,适合于城市中心或电力需求较高的区域,但是建设和维护成本相对较高,而且需要专门的场地和设施来满足其运行要求;户外箱式开闭所则适合于户外环境,常见于城市外围或乡镇区域,户外箱式开闭所设备通常采用封闭的箱体结构,能够有效防护外界环境对设备的影响,包括风雨、灰尘等,且建设成本较低,维护也较为方便;真空绝缘开关是一种较为先进的开关设备,其主要优点是具备较好的绝缘性能,且体积较小,不会占据较大的空间,由于其优良的绝缘性能和较低的维护需求,真空绝缘开关在实际应用中得到了广泛的采用;SF<sub>6</sub>气体绝缘开关的主要特点是使用SF<sub>6</sub>气体作为绝缘介质。选择开闭所设备时,还需要综合考虑变电站的实际情况,包括设备的安装环境、电力负荷需求、维护便利性、预算限制等因素,比如在城市密集区或对环境要求较高的场所,可能更倾向于选择户内开闭所或真空绝缘开关,而在户外或对成本敏感的项目中,则可能选择户外箱式开闭所或SF<sub>6</sub>气体绝缘开关,选择时还需考虑设备的生命周期成本,包括初期投资、日常的运行所产生的维护费用以及环境保护成本。

### 2.3 设计环网单元

传统的电力配电系统中,故障往往会导致整个线路停电,影响范围广泛,为了避免这种情况,环网设计采用了环状结构,通过多个进出线柜和配电变压器,将配电网形成一个闭合的环路。这种结构的主要优点是,当系统中的某一段线路发生故障时,其他线路可以通过环路进行电力重新分配,从而保证了其他区域的正常供电,因此大大提高了系统的故障容错能力和供电可靠性,尤其适合对电力供应稳定性要求较高的城市环境。环网单元的组成包括配电变压器出柜线、电源进出线柜、电缆进出线柜等,其中,进出线柜的主要功能是实现电力系统的隔离和切换,当电网中的某条线路发生故障时,进出线柜能够迅速断开故障线路,并通过其他线路继续供电,这种供电方式具有较高的独立性,即使发生故障也不会对整体的电力系统造成较大的影响,而且这种隔离功能能够有效避免大面积的停电,提高系统的供电可靠性。环网单元的设

计还需考虑电缆的布置和配电变压器的配置,电缆布置需要保证环网的闭合性,同时尽量减少电缆的交叉和重复,电缆的选择应考虑其承载能力和绝缘性能,以满足长期稳定运行的要求,配电变压器的配置则需要根据负荷需求和系统可靠性进行合理布局,确保变压器的容量和数量能够满足实际用电需求,同时具备足够的冗余能力,以应对突发故障和负荷波动。

### 2.4 10 kV 自动化管理系统

自动化管理系统通过集成电子技术、信息技术和通信技术,形成一个全面、智能的管理平台,实现对电力配电网的实时监控、管理和控制。这一系统的实施,显著提升了电力配电网的可靠性和响应速度。自动化管理系统的核心是将配电网中的各种信息进行有效整合,包括运行信息、离线数据信息、地理信息以及设备信息,这些信息的整合构成了一个完善的自动化管理系统,使得系统能够实时获取电网中的各类数据。这种数据整合的能力,使得自动化管理系统能够全面掌握电力配电网的运行状态,为系统的稳定运行和故障处理提供了强有力的支持。在实际运行过程中,自动化管理系统所具备的实施监控功能可以动态地监控设备的电压、电力以及设备的开合状态,确保10 kV电力配电网主设备的运行状态符合标准的运行要求,这种实时监控功能是自动化系统的基础,在监控过程中还会对电力系统的运行数据进行不间断的采集,采集后的数据信息还会上传系统进行分析,分析结果可以更加准确地衡量设备的实施状态,而且监控系统不仅可以跟踪设备的运行参数,还能检测到设备的异常状态,比如当电流超出正常范围或电压出现波动时,系统能够迅速识别并发出警报。可见,实时监控和报警功能的实现,使得电力系统能够在故障发生的初期阶段及时发现问题,确保相关故障问题能够得到及时的解决,保障电力系统的运行质量。

### 2.5 系统功能设计

#### 2.5.1 使用界面

使用界面是用户与系统交互的窗口,用户可以借助该界面直接操作该系统,因此针对使用界面的设计应考虑到用户的操作体验感,以便可以提高系统的使用便捷性,一个优秀的使用界面应具备以下几个特征,即直观性、操作简便性和响应速度,其中直观性意味着系统界面应当清晰明了,方便用户快速地找到相关功能并获得有用的信息;操作简便性要求用户在进行操作时能够轻松完成,不需要过多的培训或学习;响应速度则关系到用户在操作时的流畅度,因此应确保该界面在使用的时候能够较为快速地响应用户的操作

指令,减少等待时间。在设计使用界面时,需要考虑不同用户角色的需求,例如系统管理员、工程师、维护人员等。系统应当提供不同权限和功能模块,以满足不同用户的工作需求。界面的布局、颜色、图标等设计元素应考虑到用户的视觉和操作习惯,力求简洁明了,避免不必要的复杂操作<sup>[3]</sup>。此外,系统应支持多种设备访问,如 PC 端和移动端,以提高系统的灵活性和适用性。

### 2.5.2 工程基本信息的管理

工程基本信息包括项目的名称、位置、规模、设备配置等基础数据。这些信息是系统进行工程管理和决策支持的基础,因此必须确保数据的准确性和完整性。系统还需要对自身的录入以及数据更新成效进行拓展,使得用户能够方便地录入和维护工程基本信息,还应具备数据验证功能,确保输入的数据符合预设的标准和规范,防止出现数据错误或不一致的情况。在实际设计中,还需要考虑数据的分类和检索功能,要求系统应支持多维度的数据查询和筛选,使得用户能够快速找到所需的信息。比如用户可以根据项目名称、设备类型、施工进度等条件进行检索,系统可在短时间内完成关键数据内容的综合检索,提升数据中心的数据收录效果,因此需要在系统功能设计中予以充分考虑。

### 2.5.3 数据库中心

数据库中心的主要作用是存储和管理配电网工程的各类数据。数据库中心需要具备高效的数据存储、处理和查询能力,以支持系统的日常运行和业务需求。数据库的设计应考虑到数据的结构化存储、数据完整性和安全性等方面。对当前存储机制进行分析时可将表格应用到其中,以便于进行高效的查询和操作;综合改良当前数据内容的一致性与综合调配效果;安全性则涉及对数据的访问控制和保护,防止未经授权的访问和数据泄露。在设计过程中还需要考虑数据备份和恢复功能,系统应落实数据内容的定期更新与备份,降低数据丢失问题的产生概率及风险,一旦发生系统故障或数据丢失,备份数据能够用于恢复系统的正常运行<sup>[4]</sup>。此外,数据库中心的设计还应具备扩展性,以适应未来的数据增长和业务需求的变化。

### 2.5.4 业务管理系统

业务管理系统涉及配电网工程的具体管理和业务流程,包括项目管理、设备管理、维护管理、故障处理、报告生成等功能模块。项目管理模块负责对配电网工程的进度、成本、人员等进行全面管理;设备管理模块负责对设备的安装、运行、维护等进行监控和管理;

维护管理模块用于记录和管理设备的维护和检修记录;故障处理模块则负责对故障的检测、定位和处理;报告生成模块则提供系统运行状态、工程进展、维护数据分析效果。在实际设计中需要考虑到业务流程的优化和自动化,以提高工作效率和管理水平,比如系统可以通过自动化流程来减少人工操作,提高处理效率;还可以利用数据分析来判断下一步工作,帮助管理人员进行科学决策。系统应具备灵活的配置功能,以适应不同工程项目的需求,并能够与其他系统进行集成,实现信息共享和协同工作<sup>[5]</sup>。

## 2.6 安全防护设计

电力配电网的运行环境复杂多变,受到自然因素和人为因素的影响,可能会导致各种电力故障。因此,在设计过程中必须充分考虑电网的运行环境,实施全面的安全防护措施。其中相对具有代表性的有引入绝缘材料,隔离地面电流,防止操作人员在触摸设备时产生触电风险;配电室应设置防鼠措施,可以在配电室门口设置防鼠板,并定期检查和清理配电室的环境,保持环境的清洁和卫生,也是防鼠措施的重要组成部分<sup>[6]</sup>;还有线路的防雷措施,应在重要的电力设施和线路上安装避雷针和接地装置,以将雷电流引导到地面,避免其对电力设备造成直接损害。

## 3 结束语

10 kV 及以下配电网工程管理系统的应用,已经成为现代电力行业实现可持续发展的重要技术。因此,相关技术人员应积极了解配电网的实际经营特点,设计符合其管理需求的工程管理系统。通过这样的管理系统,可以有效提升配电网的管理和服务水平,满足现代电网的发展需求。

## 参考文献:

- [1] 王宁. 配电网的数字化管理系统分析 [J]. 电子技术, 2024,53(06):312-313.
- [2] 蓝宇杰,黄泓澎. 智能配电网关键技术的应用研究 [J]. 光源与照明, 2024(05):222-224.
- [3] 肖庆星. 绿色施工在 10kV 配电网外电源工程中的应用 [J]. 电子元器件与信息技术, 2024,08(05):135-137.
- [4] 王天宇,时悦. 10kV 配电网外电源工程中绿色施工的科学应用 [J]. 中国高新科技, 2023(13):92-93,99.
- [5] 何俊. 新型电力系统背景下的 10 kV 及以下配电网投资分配策略研究 [J]. 电工技术, 2023(15):134-139.
- [6] 段然,胡华俊,黄龙,等. 基于非监督算法的电力用户催收管理系统设计 [J]. 微型电脑应用, 2022,38(07):168-171.

# 运用QC小组活动降低增城燃气电厂接触电势幅值比

刘曦, 李宇强, 唐俊, 刘洋

(中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司, 四川 成都 610021)

**摘要** 在进行燃气电厂主接地网设计时, 要求厂区内任意一点的接触电势均需小于对应的安全允许阈值, 接触电势值与接地导体的形状、导体直径、接地网面积、土壤电阻率等因素相关。由于华电广州增城燃气电厂占地面积较小导致地下主接地网设计面积受限, 并且土壤电阻率也较高, 厂区部分区域的接触电势不能满足安全允许阈值的要求, 影响现场运行人员的人身安全。基于此, 本文通过QC小组活动对影响接触电势的因素进行分析, 确定造成接触电势高于安全阈值的原因, 并采取针对性的措施降低广州增城燃气电厂接触电势幅值比, 使其满足接触电势要求, 从而保证现场运行人员的人身安全和电厂的安全稳定运行。

**关键词** QC小组; 燃气电厂; 主接地网; 接触电势

**中图分类号**: TM75

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0106-03

## 1 研究背景

由中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司参与设计的华电广州增城燃气电厂总投资约30亿元, 主要建设2套67万千瓦的H级燃气—蒸汽联合循环机组, 配套建设热力管网、取水工程, 通过输入天然气, 生产电力、蒸汽、空调冷源、生活热水等产品。

增城燃气电厂接地网由人工接地体和自然接地体组成。人工接地体为以水平主接地网为主加上垂直接地极组成的复合接地体, 水平主接地网采用60×8 mm热浸镀锌扁钢, 垂直接地极采用Φ70 mm、L=2 500 mm的镀锌水煤气管。

当接地故障(短路)电流流过接地网时, 大地表面形成分布电位。当人站立于地面上用手去接触电气设备外壳时, 人的手和脚将具有不同的电位。在地面上到设备距离为1 m处与设备外壳、构架或墙壁离地面的垂直距离2 m处两点间的电位差, 称为接触电势。当接触电势超过安全允许阈值时, 就会导致人体的触电事故。因此如何降低增城燃气电厂接触电势幅值比成为本工程接地网设计的重点。

## 2 概况

### 2.1 名词解释

为保证增城燃气电厂现场运行人员的人身安全以及电厂的安全稳定运行, 接触电势必须在安全允许阈值以下, 且越低越好。基于此, 定义接触电势幅值比:

$$\text{接触电势幅值比} = \frac{\text{接触电势值} - \text{安全允许阈值}}{\text{安全允许阈值}} \times 100\%$$

当接触电势大于允许值时, 幅值比为正。当接触电势小于允许值时, 幅值比为负。

### 2.2 QC小组的组建

基于上述背景, 工程项目部通过开展QC小组活动进行攻关。QC小组是一种由生产、服务及管理等工作岗位的员工自愿组成的小组, 基于组织的经营战略和方针目标, 专注于通过协作和系统的方法来识别、分析和解决现场存在的问题<sup>[1-2]</sup>。

QC小组的类型有三种, 分别是自定目标课题、指令性目标课题和创新型课题<sup>[3]</sup>。每一种类型的课题执行不同的活动程序, 但均遵循PDCA循环。本QC小组课题为指令性目标课题。

## 3 选题理由

### 3.1 保障人身安全的需求

当系统发生接地故障时, 接触电势高于允许值, 即幅值比为正时, 会使现场运维人员存在电击伤亡的危险。

### 3.2 目前幅值比情况

小组将全厂接地网按照功能类型划分为1~10个区域, 依次是: 供氢站、机力塔、升压站、A列外、汽机房、锅炉房、集控楼、厂前区、化水区、天然气调压站。小组收集了全厂接地网已施工的集控楼, 汽机房, A列外, 升压站区域接触电势幅值比情况, 如表1所示。

表 1 已施工区域接触电势幅值比统计表

项目	集控楼	汽机房	A 列外	升压站
接触电势 (V)	590	636	616	560
允许值 (V)	509	509	509	509
幅值比 (%)	16%	25%	21%	10%

由表 1 可以看出, 全厂接地网已施工区域接触电势幅值比均为正, 汽机房区域的接触电势幅值比最高为 25%, 升压站区域的接触电势幅值比最低为 10%。经计算, 已施工区域接触电势平均值为 601 V, 幅值比平均值为 18%, 对电厂投运后的安全运行造成了很大的隐患。

### 3.3 业主要求

为了保障电厂运行安全, 项目业主要求增城燃气电厂全厂接触电势幅值比不能高于 -20%。

### 3.4 确定课题

基于上述三点理由, 小组将 QC 活动课题确定为: 降低增城燃气电厂全厂接触电势幅值比。

## 4 确定目标

根据项目业主要求, 结合现场实际情况, 小组将活动目标设定为: 全厂接触电势幅值比从目前的 18% 降低到 -20%。

## 5 目标可行性分析

小组调研了已施工完成的相似工程全厂接触电势幅值比的情况, 如表 2 所示。

表 2 相似工程全厂接触电势幅值比统计表

工程名称	接触电势平均值 (V)	允许值 (V)	幅值比 (%)
达州燃气电站	235	294	-20%
华润六枝电厂	248	302	-18%
珙县电厂一期	257	321	-20%
四川福溪电厂	251	302	-17%
宁海电厂二期	326	403	-19%

由表 2 可知, 相似工程的全厂接触电势幅值比最高为 -17%, 最低为 -20%, 平均值为 -19%。

目前增城燃气发电项目全厂接地网已施工区域接触电势幅值比平均值为 18%, 而相似工程的全厂接触电势幅值比平均值为 -19%, 已接近活动目标值 -20%。结合小组成员的素质能力、业主单位的重视程度以及目前的技术水平, 小组成员一致判定目标可以达到。

## 6 原因分析及要因确认

针对增城燃气电厂接触电势幅值比偏高这一问题, 小组成员运用头脑风暴法进行了多次分析讨论, 广泛

收集现场施工技术资料, 从人员因素、机械因素、材料因素、方法因素、环境因素五个方面找到了造成接触电势幅值比偏高的七个末端因素, 分别是: 接地网的网孔数偏少、水平接地极等效直径偏差、未进行设计交底、施工质控复核范围偏少、接地网埋深不均匀、未增设离子接地体和岩土电阻率测试结果偏大。

### 6.1 未采取增大土壤导电离子浓度的措施

经过分析计算, 小组得出确认要因的标准为增设深井离子接地装置后接触电势幅值比下降幅度大于 20%。

小组成员在厂前区区域增设 1 套深井离子接地装置, 待上述区域接地网施工完成后, 统计其接触电势幅值比, 并与之前统计的已施工区域均值进行对比, 结果如表 3 所示。

表 3 接触电势幅值比对比表 (a)

区域	接触电势 (V)	允许值 (V)	幅值比 (%)	幅值比变化 (%)
已施工区域	601	509	18%	31%
厂前区	443	509	-13%	

由表 3 可知, 厂前区接触电势幅值比下降了 31%, 满足大于 20% 的要求, 因此增设深井离子装置对接触电势幅值比偏高影响较大, 确认未采取增大土壤导电离子浓度的措施为要因。

### 6.2 施工质控复核范围偏少

经过分析计算, 小组得出确认要因的标准为增加施工质控复核范围后接触电势幅值比下降幅度大于 20%。

小组选取供氢站区域作为试验区域, 要求在接地网开挖施工后的人工回填过程中增加质控复核回填土是否夹杂石块和建筑垃圾等废弃物的范围, 其中一级质检范围由 60% 增加到 100% 检查, 新增二级质检 100% 复核。待供氢站区域回填完成后, 统计其接触电势幅值比, 并与之前统计的已施工区域均值进行对比, 结果如表 4 所示。

表 4 接触电势幅值比对比表 (b)

区域	接触电势 (V)	允许值 (V)	幅值比 (%)	幅值比变化 (%)
已施工区域	601	509	18%	27%
供氢站区域	458	509	-9%	

由表 4 可知, 供氢站区域接触电势幅值比下降了 27%, 满足大于 20% 的要求, 因此增加质控复核范围对接触电势幅值比偏高影响较大, 确认施工质控复核范围偏少为要因。

综上, 小组针对原因分析中确认的七个末端因素, 采用现场调查、对比试验等方法进行逐一分析、排查,

得出导致接触电势幅值比偏高的要因是未采取增大土壤导电离子浓度的措施和施工质控复核范围偏少。

## 7 制定对策与实施

小组成员针对寻找出来的两条要因，逐一进行对策制定，并积极实施对策<sup>[4]</sup>。对策实施是QC小组活动的核心环节<sup>[5]</sup>。

### 7.1 针对“未采取增大土壤导电离子浓度的措施”

围绕要因1，小组通过头脑风暴法提出了敷设引外接地体，采用深钻式接地极，填充导电离子浓度高的降阻剂和增设新型深井离子接地装置四个对策方案。

从有效性、可实施性、经济性和时效四个方面进行综合评估，增设新型深井离子接地装置最为有效，费用合理且耗时较短，故小组选择其作为要因1的实施对策。

小组计算出需增设32套离子装置，并利用CDEGS软件得出装置增设的具体位置。实施完成后，测量升压站、A列外、汽机房、集控楼、锅炉房、厂前区区域的土壤电导率，结果表明上述区域的土壤电导率均有较大幅度的增加，最多增加了92%，最少增加了85%，平均增加88%，高于80%的目标值，因此该对策目标实现。

### 7.2 针对“施工质控复核范围偏少”

围绕要因2，小组成员提出整改措施，要求在施工现场建立两级质检制度：（1）在一级质检中，一级质检员由检查60%的回填土增加到检查所有回填土；（2）新增二级质检，二级质检员复核所有回填土。

在接地网施工过程中，小组按照对策组织现场实施，要求一级质检员由检查60%的回填土增加到检查所有回填土无石块和建筑垃圾等废弃物，若发现有废弃物，则要求施工人员重新清理后再回填。一级质检员在6个区域的接地网施工过程中，均检查出回填土夹杂有废弃物，未满足设计要求。其中机力塔区域废弃物量达到了136 m<sup>3</sup>。一级质检要求施工人员重新清理直至回填土中无废弃物。

在一级质检员完成检查且施工人员清理结束后，二级质检员复核6个区域的废弃物量，复核区域均无废弃物，表明一级质检发现的问题已得到整改。

综上，在接地网施工过程中一二级质检100%复核回填土无石块和建筑垃圾等废弃物，问题得到整改，对策目标实现。

## 8 效果检查

随着增城燃气电厂10个区域的接地网施工完成，同时经过近6个月的对策实施后，小组统计全厂接触电势幅值比如表5所示。

表5 全厂接触电势幅值比统计表

区域编号	接触电势(V)	允许值(V)	幅值比(%)
升压站	356	509	-30%
A列外	366	509	-28%
汽机房	366	509	-28%
集控楼	361	509	-29%
锅炉房	382	509	-25%
机力塔	377	509	-26%
供氢站	361	509	-29%
化水	372	509	-27%
厂前区	377	509	-26%
天然气调压站	372	509	-27%
平均值	369	509	-27.5%

由表5可知，小组活动后全厂接触电势明显降低，均低于允许阈值。同时幅值比平均值大幅由活动前的18%降低至-27.5%，实现了全厂接触电势幅值比不高于-20%的目标。同时结果还表明，未采取增大土壤导电离子浓度的措施和施工质控复核范围偏少是导致接触电势幅值比偏高的两个主要因素。

## 9 结束语

通过增设新型深井离子接地装置使得增城燃气电厂的土壤电导率有了较大提高，同时建立两级质检制度避免了因回填土质量不过关导致土壤电阻率增加。通过小组活动，增城燃气电厂全厂接触电势幅值比平均值由18%降低至-27.5%，实现了预期目标，有效降低了现场运维人员电击伤亡的风险，保障了现场运行人员的安全和电厂的稳定运行。

## 参考文献：

- [1] 石川馨.质量管理入门:3版[M].北京:机械工业出版社,2016.
- [2] 蒋永辉.浅谈QC小组活动在工程项目中的开展与应用[C]//2021年工业建筑学术交流会议论文集(上册).北京:工业建筑杂志社,2021.
- [3] 中国质量协会.质量管理小组活动准则:T/CAQ 102 01-2020[S].北京:中国标准出版社,2020.
- [4] 周洁,李海滨,聂文海,等.高土壤电阻率地区降阻措施研究[J].电气技术,2018,19(06):46-49.
- [5] 朱浩,郑斌,张钊,等.基于QC小组活动的全面质量管理创新与实践[J].水电与新能源,2019,33(10):49-51.

# 继电保护运行可靠性提升策略

胡 阳, 李显伟, 刘志辉

(国网新疆电力有限公司吐鲁番供电公司, 新疆 吐鲁番 838000)

**摘 要** 电网发展形势使得二次设备隐患不断增加, 在进行电力设备的日常管理过程中, 由于缺乏系统性的摸排治理手段, 导致积累了大量设备隐患和缺陷未能及时发现并处理。本文认为应通过规范检查标准、深度挖掘继电保护在线监视与分析系统数据查找隐性缺陷、校核智能变电站配置文件、协同工作等手段多维度、全方位地开展隐患排查治理; 对发现的隐患和缺陷登记建档, 逐月监管整改成效, 落实闭环管理要求, 有效提高继电保护运行可靠性。

**关键词** 继电保护; 运行可靠性; 数据挖掘技术

中图分类号: TM77

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0109-03

继电保护装置的核心功能在于保障电力系统的安全稳定供电, 确保社会生活的基本需求得到满足。在电力传输过程中, 一旦某个组件或设备发生故障, 若未能及时处理, 不仅会对线路造成损害, 还可能对整个电力系统造成重大损害, 影响正常用电。继电保护装置的设计宗旨在于预防此类情况的发生。当检测到设备故障时, 继电保护装置能够迅速准确地判断故障性质和位置, 并给故障设备相对应的断路器发出跳闸命令, 使故障设备及时从电力系统中隔离。这样可以最大限度地减少对电力系统元件本身的损坏, 降低对电力系统安全供电的影响。然而, 目前大部分继电保护装置都极易受到周围环境的影响, 导致基本保护功能受损。因此, 进一步完善继电保护装置显得尤为重要。

## 1 继电保护规范检查标准

在提高继电保护运行可靠性的征程中, 规范检查流程闭环尤为重要。随着电网的快速发展与智能化转型, 继电保护系统作为电网安全稳定运行的第一道防线, 其复杂性与重要性日益凸显<sup>[1]</sup>。因此, 制定并执行一套科学、全面、细致的规范检查标准, 对于及时发现并消除潜在隐患, 确保继电保护装置的正确动作, 具有不可估量的价值。以下是对规范检查流程对策的深入探讨。

### 1.1 明确检查目标与原则

首先, 需清晰界定检查目标, 即通过规范化的检查流程, 确保继电保护装置及其相关二次回路、配置文件等处于健康、可靠的工作状态, 有效预防误动、拒动等故障发生<sup>[2]</sup>。同时, 确立检查应遵循的基本原则包括: (1) 全面性, 即检查应覆盖所有关键设备和环节; (2) 系统性, 注重各组成部分之间的协调与配合; (3) 预防性, 强调事前控制, 及时消除潜在风险; (4) 可

追溯性, 确保检查记录详实, 便于问题追溯与整改验证。

### 1.2 细化检查内容与标准

(1) 装置本体检查: 明确各类型继电保护装置的外观检查标准, 如指示灯状态、接线端子紧固度、运行环境温湿度等, 确保装置物理状态良好。同时, 对装置内部软件版本、硬件配置进行核对, 确保与设计要求一致; (2) 二次回路检查: 制定详细的二次回路检查规范, 包括电缆敷设、接线正确性、绝缘电阻测试等, 确保回路无断路、接触不良等问题; (3) 配置文件管理: 针对智能变电站, 建立严格的配置文件检查机制。包括配置文件版本控制、定期备份与恢复验证、配置文件一致性校核等, 确保配置文件准确无误; (4) 在线监视与分析系统应用: 充分利用在线监视与分析系统提供的数据, 制定数据监测与分析的标准流程。通过设定合理的阈值、报警规则, 实现对保护装置运行状态的实时监测与异常预警。同时, 加强对历史数据的深度挖掘, 识别潜在的运行趋势与隐性缺陷。

### 1.3 强化检查执行与监督

(1) 培训与教育: 加强对检查人员的专业技能培训, 使其熟练掌握检查标准与流程, 提升检查工作的专业性和准确性<sup>[3]</sup>; (2) 定期检查与随机抽查: 实施定期检查计划, 确保所有设备均得到周期性检查。同时, 结合实际情况开展随机抽查, 增加检查的灵活性和针对性; (3) 问题跟踪与整改: 建立问题跟踪与整改机制, 对检查中发现的隐患和缺陷进行登记建档, 明确整改责任人与完成时限。实施闭环管理, 定期对整改成效进行监管与评估, 确保问题得到有效解决。

## 2 深度挖掘继电保护在线功能查找缺陷

在电力系统中, 继电保护在线监视与分析系统(以下简称“在线系统”)作为保障电网安全稳定运行的

关键工具，其数据深度挖掘能力对于识别并预防隐性缺陷具有不可估量的价值。隐性缺陷往往难以通过常规检查手段直接发现，但却可能在关键时刻引发保护误动或拒动，对电网安全构成严重威胁。因此，制定并实施一套有效的数据深度挖掘对策，对于提高继电保护运行可靠性至关重要。

### 2.1 构建全面的数据收集与分析框架

针对继电保护在线监视与分析系统涉及的各类数据资源，构建了全面的数据收集与分析框架。主要包括：（1）实时监测数据，包括继电保护设备的运行状态参数、故障信号、保护定值等实时监测数据；（2）历史运维数据，包括设备运维记录、检修报告、故障分析报告等；（3）外部关联数据，包括电网拓扑信息、用电负荷数据、气象数据等。

通过对上述多源异构数据的集成，建立了覆盖继电保护设备全生命周期的大数据分析平台，实现数据的集中化、标准化处理，为后续的数据挖掘工作奠定坚实的基础。

### 2.2 应用先进的数据挖掘技术

在数据收集与分析框架的基础上，应引入先进的数据挖掘技术，如机器学习、大数据分析、人工智能等，对海量数据进行深度挖掘<sup>[4]</sup>。具体而言，可以采取以下策略。（1）隐性缺陷识别：应用异常检测算法，挖掘数据中隐藏的异常模式，识别潜在的隐性缺陷；（2）设备故障预警：基于历史故障数据训练故障预测模型，结合实时监测数据对设备故障风险进行预警；（3）关联分析：分析不同数据源之间的关联性，探索保护动作、故障录波、设备运行参数等之间的内在联系。通过关联分析，可以发现一些不易察觉的隐性缺陷，如保护定值设置不当、二次回路隐性故障等；（4）趋势预测：基于历史数据，运用时间序列分析、回归分析等方法，预测保护装置的运行状态。通过趋势预测，可以提前发现设备性能下降、寿命到期等潜在问题，为预防性维护提供科学依据。

### 2.3 建立专家系统与知识库

通过对数据分析结果进行深度解读和知识总结，构建了基于继电保护领域的专家系统与知识库，主要包括以下几个方面。（1）故障模式库：归纳总结各类故障模式的特征，为快速识别故障原因提供依据；（2）解决方案库：积累各类故障的处置经验，为故障快速修复提供参考；（3）设备档案库：记录设备关键参数、运行状态、维修历史等信息，为精准诊断提供基础；（4）专家经验库：提炼专家多年积累的经验和智慧，为运维决策提供支持。

通过专家系统与知识库的协同工作，可以更加准

确地识别隐性缺陷并制定有效的处理措施<sup>[5]</sup>。

### 2.4 加强数据可视化与交互

为确保分析结果的直观呈现和高效交互，在数据分析平台中集成了丰富的可视化组件和交互功能，包括以下几个方面。（1）多维度数据展示：支持设备状态、故障事件、趋势分析等多维度数据可视化展示；（2）交互式分析：允许用户自主设置分析维度和范围，动态调整分析视角；（3）智能诊断：基于知识库提供智能化的故障诊断和原因分析建议；（4）报告生成：支持自动生成分析报告，便于管理人员掌握设备运行概况。

通过上述数据挖掘与分析技术的深度应用，大大提高了对继电保护在线监视与分析系统数据的利用效率，帮助运维人员快速识别隐性缺陷，提升了故障预防与处理的时效性，为保障电网安全稳定运行提供了有力支撑。

## 3 校核智能变电站配置文件

智能变电站配置文件，如系统配置描述（SCD）文件、控制信息数据（CID）文件等，是遵循 IEC 61850 标准构建的信息模型与通信服务的具体体现。这些文件不仅描述了变电站内各智能电子设备（IED）的数据连接、逻辑关联，还定义了保护控制策略、数据流向及安全机制。随着变电站规模的扩大和功能的复杂化，配置文件的复杂度和重要性也日益凸显。

### 3.1 引入先进的校核工具与软件

KMS9000 SCD 解析分析软件等先进工具的应用，能够将复杂的 SCD 配置文件进行图形化展示，帮助运维人员直观理解智能变电站的体系结构和配置情况。智能化监测和预警系统能够实时监测智能变电站的运行状态，及时发现潜在的问题和隐患，并通过预警机制提醒运维人员进行处理。在配置文件校核过程中，也可以引入类似的智能化监测和预警系统，对配置文件的变更进行实时监测和评估，确保配置文件的正确性和规范性。一旦发现异常或错误，系统能够自动发出预警信号，提醒运维人员进行及时处理。

### 3.2 全面梳理变电站基础资料

全面梳理变电站的基础资料是不可或缺的第一步，包括但不限于变电站的单线图、接线图、设备说明书、设计文档等关键资料<sup>[6]</sup>。通过仔细审查这些资料，我们可以清晰地了解变电站的拓扑结构、主要设备的型号、性能参数以及它们之间的连接关系。这一过程不仅有助于我们建立对变电站整体运行状况的宏观认识，还为后续深入分析提供了坚实的数据支撑。

在梳理过程中，特别要注意识别并标记出关键设备与关键节点，它们往往是继电保护系统的核心组成



部分,其配置的正确性直接影响到整个保护系统的性能。同时,我们还需要深入理解继电保护系统的功能实现和逻辑关系,确保各保护单元之间的协调性,避免保护误动或拒动的情况发生。

### 3.3 重点关注关键的配置信息

智能变电站配置文件中包含了大量的配置信息,其中保护单元的定值设置、逻辑关系、故障录波参数以及通信参数等是关键数据。这些配置信息的准确性直接关系到继电保护系统的可靠性和响应速度。

首先,我们要仔细检查保护单元的定值设置是否合理,并与实际参数进行对比验证。定值设置过高或过低都可能导致保护系统无法正确动作,因此必须严格按照设计要求和实际运行状况进行设定。

其次,细致检查各保护单元之间的逻辑关系,确保它们能够准确反映变电站的实际拓扑结构和保护需求。这包括但不限于电流差动保护、距离保护、方向保护等各种保护原理的实现方式及其之间的配合关系。

最后,检查各保护单元之间的通讯参数设置也是必不可少的步骤。通讯链路的稳定性和可靠性直接影响到保护系统之间的信息共享和协同工作。我们必须确保通信协议一致、地址分配正确、通信速率和带宽满足要求等。

## 4 全方位开展隐患排查治理

提高继电保护运行可靠性是确保电力系统安全稳定运行的核心任务之一。在这一过程中,协同工作、多维度隐患排查治理、精细化管理与闭环控制等措施的综合运用,构成了提升继电保护系统整体效能的关键路径。

### 4.1 强化多部门协同合作

继电保护系统的稳定运行依赖于多个部门的紧密协作。首先,需要建立跨部门的协同工作小组,成员应包括继电保护专业人员、自动化技术人员、信息通讯人员、运维人员以及安全管理人员等。通过定期召开联席会议,共享信息,协调资源,共同解决继电保护运行中的难题。同时,利用信息化手段,如建立协同工作平台,实现信息共享的即时性和准确性,提高工作效率。

### 4.2 多维度隐患排查治理

隐患排查治理是提高继电保护可靠性的前置条件。这要求我们从多个维度出发,进行全面细致的排查。一是技术维度,利用专业检测仪器和仿真测试系统,对保护装置进行定期的性能测试和故障模拟,以发现潜在的技术隐患。二是管理维度,审查继电保护管理制度的执行情况,包括定值管理、巡视检查、缺陷处理等流程,确保各项管理工作规范有序。三是环境维度,

关注变电站的运行环境对继电保护的影响,如温度、湿度、电磁干扰,恶劣天气等,采取相应措施进行改善。

### 4.3 隐患与缺陷的登记建档

对于排查过程中发现的隐患和缺陷,必须建立详细的登记建档制度。这包括隐患的发现时间、地点、性质、影响范围、处理措施以及责任人等关键信息。通过建立电子化档案,实现隐患信息的集中管理和快速检索。同时,根据隐患的严重程度和紧急程度进行分类管理,制定针对性的整改计划和时间表。

### 4.4 逐月监管整改成效

为确保隐患整改工作的有效推进,必须建立严格的监管机制。采取逐月监管的方式,对整改计划的执行情况进行跟踪和评估。通过现场检查、数据分析等手段,验证整改措施的有效性,及时发现并纠正整改过程中的偏差。对于未按计划完成整改的部门或个人,应依据相关规定进行问责,以形成有效的约束和激励机制。

### 4.5 落实闭环管理要求

闭环管理是确保隐患整改工作闭环的关键。在隐患整改完成后,必须组织相关人员进行复查验收,确保隐患得到彻底消除。同时,对整改过程中形成的经验教训进行总结提炼,形成可复制、可推广的整改案例。此外,还应将隐患整改情况纳入绩效考核体系,作为评价部门和个人工作成效的重要指标之一。通过闭环管理,实现隐患排查治理工作的持续改进和优化。

## 5 结束语

随着电力系统的不断发展与智能化转型,继电保护的可靠性成为保障电网安全稳定运行的关键因素。本文围绕提高继电保护运行可靠性,从规范检查标准、深度挖掘在线监视与分析系统数据、校核智能变电站配置文件以及全方位开展隐患排查治理等多个方面进行了深入研究,为提高继电保护运行可靠性提供参考。

## 参考文献:

- [1] 李时国. 继电保护装置运行可靠性提升研究[J]. 中国机械, 2024(15):62-65.
- [2] 蒋炳琦. 提高火电厂继电保护运行可靠性的措施[J]. 仪器仪表用户, 2023,30(06):110-112,109.
- [3] 朱建钢. 继电保护的常见故障处理及运行可靠性措施[J]. 技术与市场, 2021,28(10):136,138.
- [4] 赵震. 如何提高火电厂继电保护运行的可靠性[J]. 科技风, 2021(18):193-194.
- [5] 张育楠. 提高火电厂继电保护运行可靠性的对策研究[J]. 中国设备工程, 2021(12):42-43.
- [6] 谭小林. 增强火力发电厂继电保护运行可靠性路径探析[J]. 应用能源技术, 2021(05):39-41.

# 地铁机电安装动力照明工程施工工艺研究

梅舒杰

(中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司, 四川 成都 611130)

**摘要** 地铁动力照明系统是地铁供电系统的重要组成部分,其施工质量直接影响地铁运营安全与乘客舒适度。然而,由于动力照明系统具有供电对象多样、管线敷设距离长、系统控制复杂等特点,施工组织与质量控制面临诸多挑战。本文从电缆桥架安装、配电箱安装、电缆电线敷设等关键工序入手,提出优化施工工序、强化关键环节质量控制、创新施工工艺等策略,旨在对提升地铁动力照明工程施工水平有所裨益,从而确保工程如期高质量交付,更好地服务于城市轨道交通建设。

**关键词** 地铁; 动力照明; 施工工艺; 质量控制; 施工工序

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0112-03

城市轨道交通作为现代城市的“生命线”,在缓解城市交通压力、引导城市空间布局、促进经济社会发展等方面发挥着不可替代的作用。地铁作为城市轨道交通的主力军,以其运量大、速度快、准点率高、污染低等优势,已成为大中城市公共交通的骨干。动力照明系统是保障地铁运营的基础,承担着为动力设备、照明设备等提供电能,确保应急照明可靠运行,保障乘客舒适安全出行的重要职责。随着轨道交通里程的不断增加与运营压力的持续攀升,新建与改扩建地铁工程不断增多,因此深入研究动力照明工程施工工艺,对于提高工程建设质量,确保地铁运营安全具有重要意义。

## 1 地铁动力照明系统工程特点与施工原则

地铁动力照明系统作为地铁机电系统的重要组成部分,肩负着为车站、隧道、地下区间等提供照明与动力电源的重任。与一般建筑电气工程相比,地铁动力照明系统具有其独特的技术特点。首先,系统供电对象类型丰富,涵盖照明、空调、电梯、智能系统等多个专业的动力与照明负荷,不同类型设备对供电可靠性、电能质量的要求差异较大,需进行科学的负荷分级与合理配置。其次,受限于地铁隧道狭长、站厅空间复杂的建筑环境,配电线路需在竖井、线槽中穿行,长距离敷设,且管线综合程度高,施工难度大。再次,由于运营安全至关重要,因此对系统的集中监控性要求很高,这就需要在动力照明系统中融合智能化技术,对海量供电设备运行状态进行实时采集、分析与控制。面对如此复杂的系统,动力照明工程施工必须遵循一定的原则。“先复杂后简单”,即优先攻克技术难点,

如大跨度管线穿越、不同专业管线交叉等,待各专业管线走向理顺后再进行支架制作、线缆敷设等常规工序施工。“先配合后安装”,强调施工统筹协调,根据土建施工进度,提前做好预埋管线、预留洞口等配合工作,待机电安装条件具备后再进行设备就位与调试<sup>[1]</sup>。“车站和区间同步推进”,充分利用已完工区间,合理调配资源,在确保车站内施工的同时,抓紧区间隧道内管线铺设,确保工期。动力照明工程施工需严把材料质量关、成品保护关、隐蔽工程验收关等,强化对电缆桥架制安、配电设备安装、线缆头制作等关键工序的质量控制,以高标准、严要求确保工程如期优质交付。

## 2 动力照明工程关键施工技术

### 2.1 电缆桥架安装技术要点

电缆桥架作为布置电力电缆的重要载体,是动力照明系统中必不可少的基础设施。地铁建筑空间结构复杂,对桥架的布线路由、承重能力、防火性能等提出了更高要求。因此,电缆桥架安装必须严格遵循相关标准规范,把握关键工序,确保安装质量。首先,电缆桥架安装首先应做好前期准备,根据设计图纸所示的桥架类型、规格、数量等进行材料准备,同时做好与土建、暖通等专业的技术交底。安装前,应会同各专业对综合管线竣工图进行深化设计,对桥架安装位置进行测量放线并设置标识,合理确定桥架支吊架位置,避免与其他专业发生空间冲突(见图1)。其次,选择电缆桥架支吊架类型时,应考虑荷载要求、建筑结构形式等因素。对于站厅、站台等大跨度区域,可采用悬吊式综合支吊架,利用建筑主体结构进行可靠

固定。对于设备夹层、隧道等空间狭小区域，可灵活采用自制支架，支架应进行必要的防腐处理。当电缆桥架需与建筑结构固联时，应确保固定牢固，并采取减振措施。此外，由于地铁建筑普遍采用防火分区设置，因此电缆桥架穿越防火墙处应进行专门处理。可在穿墙处预先预埋防火封堵材料，待桥架安装到位后采用阻火包覆、防火泥堵填等措施进行封堵。电缆桥架盖板应完好无缺，与桥架主体间隙均匀，并设置必要的接地跨接线。

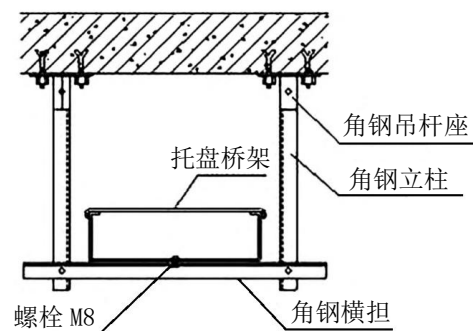


图 1 电缆桥架固定示意图

## 2.2 配电箱安装技术要点

配电箱作为动力照明系统的“心脏”，在地铁站厅、设备机房、疏散通道等场所均有广泛设置，其安装质量直接关系到配电系统的安全性、可靠性。配电箱安装施工虽然不及电缆敷设等工序复杂，但同样需要严格遵循操作规范，把握关键要点，确保安装规范。第一，配电箱安装前，应会同土建专业确定箱体安装位置和预留洞口尺寸。暗装配电箱应预先与土建专业沟通，在墙体砌筑或混凝土浇筑时预留足够尺寸的洞口，并预埋止水套管。洞口尺寸应在配电箱外径基础上适当放大，一般控制在 50 ~ 100 mm，以便于安装调整。待土建施工到位后，再将配电箱安装就位，并用水泥砂浆填实洞口周边空隙，确保箱体固定牢固。对于明装配电箱，应采用膨胀螺栓固定于墙面或地面，并严格控制固定点位置及箱体垂直度，确保牢固美观<sup>[2]</sup>。第二，配电箱与预埋导管的连接是安装时的另一个重点。暗装配电箱应在吊装就位前，将箱体的进出线口与预埋导管对接，并用金属软管连接，确保导管口与箱体间严丝合缝。连接处应采用防水胶泥填实，以提高防水性能。对于明装配电箱与明配导管的连接，应做好导管管口切割，使其与箱体孔洞尺寸匹配，并采用锁母紧固。第三，接地是配电箱安装必须重视的环节。配电箱外壳应与接地干线及等电位联结端子做好连接，确保接地电阻满足要求。同时，配电箱内安装的开关柜、母线槽等设备也应做好接地。接地线应选用铜芯绝缘

导线，与配电箱主接地排做可靠连接。禁止利用配电箱安装螺栓或建筑钢筋代替接地。

## 2.3 电缆电线敷设技术要点

与普通建筑电气工程相比，地铁工程中的电缆电线布线工艺更为复杂，对导线规格选型、穿管工艺、接头制作、线束绑扎、绝缘性能测试等都提出了更高要求。首先，电缆电线的选择至关重要，需严格按照设计图纸及相关标准，结合系统电压等级、传输功率、敷设环境等因素合理选择型号与规格。除满足载流量要求外，还应考虑机械强度、耐火性能、柔韧性等特性。导线颜色应符合行业标准，便于识别和检修。其次，电缆电线穿管是敷设过程的关键。穿管前应全面排查清理管路，确保畅通。采用穿线器引入导线，并在管口设置护口保护绝缘层。穿线过程中防止导线扭曲打结，宜采用人工慢速均匀牵引。管内导线余量应适中，通过设备时预留足够长度以便连接和维修。电缆头制作直接影响接触电阻和通流能力，应采用合格的绝缘材料，严格控制绝缘层剥除长度，确保导体压接充分均匀，做好绝缘和密封处理。线束绑扎不仅关乎美观，也影响系统安全。应选择适当的绑线材料，如尼龙扎带或 PVC 绑带，捆扎松紧适度，固定牢固但不损伤护层。成束电缆应捆扎平直，转弯处留有余量，避免急弯，且禁止不同回路、不同电压等级的电缆混束绑扎。最后，敷设完成后应及时进行绝缘电阻测试，宜采用 2 500 V 兆欧表，在敷设完成后和设备连接前分别测试，淘汰绝缘不良的导线<sup>[3]</sup>。测试时应做好安全防护，确保导线两端均不带电，以免发生触电事故。这些技术要点涵盖了电缆电线敷设的关键环节，对确保地铁电气系统的安全可靠运行至关重要。

## 3 提升动力照明工程施工质量的策略

### 3.1 优化施工工序，协调与其他专业配合

动力照明工程施工具有工期紧、任务重、协调难度大等特点，必须通过优化施工工序，加强各专业协同，方能确保工程顺利实施。首先，优化施工工序是统筹兼顾各专业施工的关键。动力照明工程负责人应全面掌握工程设计图纸和施工方案，深入了解各专业施工特点和接口关系，科学制定施工总进度计划。应本着“综合策划、合理穿插、错峰施工”的原则，对各专业工序进行统筹安排，优化施工顺序。如结合土建施工进度，合理安排管线预埋、吊架制安等工序；与装修专业协调，避免装饰面施工对电缆桥架、配电箱等造成损坏；根据机房设备就位计划，适时开展配电柜安装和调试等。其次，与相关专业的沟通协调是确保施工连续的

必要手段。动力照明工程管理人员应建立与土建、装修等专业的定期会商机制,及时了解场地资源状况、窝工计划等信息,据此优化电缆桥架安装、配电设备就位等施工策略。当存在交叉作业、二次移位等情况时,应提前与相关专业进行方案对接,制定周密的配合措施,减少窝工待料。对于土建后期需开展的装饰装修等工程,也应预留出电缆桥架安装、灯具调试的时间窗口,避免相互干扰。此外,编制翔实的施工组织设计方案是推进工程实施的重要保障。施工组织设计应全面分析工程特点,合理部署施工总体布置,细化分部分项工程的施工方案、进度计划、质量控制措施等,并落实到班组和个人。在此基础上,加强现场进度管控,及时纠偏解难,消除影响工期的不利因素。

### 3.2 加强关键工序质量控制

地铁动力照明工程涉及多个专业工序,各工序质量直接影响系统性能、安全和寿命,必须将关键工序质量控制作为工程管理重点,从技术和管理两方面强化质量把关。在技术标准方面,应根据国家行业规范和工程实际,编制关键工序的施工技术标准和操作规范。如电缆桥架安装应明确吊架选型、基础制作、支架固定、桥架连接等要求;配电箱安装应规定洞口预留、箱体固定、接地连接等;电缆敷设应制定导线选型、穿管工艺、接头制作、绝缘测试等规程。通过技术交底、培训、演示等方式,使作业人员掌握质量要求和操作要领,提高规范性和一致性。在现场管理方面,应健全质量责任制和监督机制,落实“三检制”。明确专人负责每道关键工序,坚持自检、互检、专检相结合。自检是班组和作业人员的基本要求,按规程自查自纠;互检重在实现相邻工序间的质量协同;专检由质检部门负责,以巡查和抽检为主,及时纠正违规作业。检查重点应紧扣影响系统安全和寿命的薄弱环节,如桥架安装的垂直平直度和连接牢固性,配电箱安装的密封防水性和接地可靠性,电缆敷设的绝缘性能和线头制作规范性等。发现问题要及时整改,不留隐患<sup>[4]</sup>。同时,应完善质量责任追究机制,将质量考核与绩效、评优挂钩,调动全员参与质量管控的积极性。定期开展质量分析会,总结经验教训,探讨改进措施。

### 3.3 创新施工工艺,提高工程建设水平

地铁动力照明工程建设必须紧跟信息化、智能化的技术革新趋势,不断优化施工工艺,提高科技含量和建设品质。要立足传统优势,着眼创新发展,以技术进步带动工程能力提升,以标准完善推进质量水平提高,开创高质量发展新局面。第一,信息技术的广

泛应用为施工创新提供了广阔空间。BIM技术凭借可视化、参数化、协同化等特点,正加速向地铁工程全生命周期渗透。应用BIM技术建立三维模型,可实现精细化设计,使施工方案更加直观、合理。利用BIM模型进行碰撞检查,能及时发现并解决冲突问题,优化综合排布。结合三维激光扫描、RFID定位等技术,可实现精准测量放线、实时位置跟踪,提高安装工效和精度。第二,材料与设备更新是推动性能提升的另一途径。面对复杂环境和火灾风险,需采用新型阻燃、耐火、低烟无卤电缆,提高系统安全性和可靠性。大跨度、重载荷电缆桥架要求选用高强度、轻量化材料,确保安全的同时便于安装。配电箱、终端头等设备应采用新型绝缘、防水、散热材料,提高环境适应性。照明灯具应用LED等新光源,可提升效率和寿命<sup>[5]</sup>。第三,创新发展的根本在于完善标准规范。应系统梳理和提炼先进实用的施工做法,形成规范的工艺标准体系,既要优化工艺流程、工序衔接、技术参数等内容,又要将信息化应用、新材料选用等前沿做法纳入标准,引领行业水平整体跃升。

## 4 结束语

地铁动力照明工程施工质量事关运营安全与乘客体验,必须引起高度重视。本文分析了动力照明工程电缆桥架安装、配电箱安装、电缆敷设等关键技术,提出了优化施工组织、加强质量控制、强化技术创新等质量提升策略。未来,随着新技术、新工艺、新材料的不断涌现,地铁动力照明工程建设必将实现提质增效。建议相关单位加强前沿技术跟踪,深化产学研用合作,引入信息化管理手段,优化设计施工理念,建立完善的地铁动力照明工程施工质量控制体系,推动城市轨道交通高质量发展,更好地服务经济社会发展大局。

## 参考文献:

- [1] 陈纪文.地铁机电安装动力照明工程施工技术[J].四川建材,2024,50(06):142-143,163.
- [2] 张文贺.地铁机电安装动力照明工程施工工艺研究[J].工程机械与维修,2023(02):162-164.
- [3] 邢俊.地铁机电安装工程质量控制要点分析[J].工程与建设,2022,36(06):1777-1780.
- [4] 张佳俊.地铁机电安装工程的质量控制管理[J].设备管理与维修,2022(22):18-20.
- [5] 王坤.地铁机电安装动力照明工程施工工艺与控制管理[J].低碳世界,2020,10(10):167-168.

# 电力系统中配电线路运行故障检修技术研究

赵明伟

(国网山西省电力公司朔州市平鲁区供电公司, 山西 朔州 036800)

**摘要** 配电网是保障供电稳定与安全的重要一环, 其故障诊断与维修工作对我国国民经济的健康发展具有重要意义。电力系统中配电线路运行故障的检修工作可以有效地降低停电次数, 缩短区域停电时间, 降低线路损耗, 提高配电线路的运行效率。本文以电力系统中配电线路运行故障的检修为研究对象, 采用问卷调查的方法进行了研究。在对现有资料进行梳理的基础上, 结合当前电力系统中配电线路运行故障的检修现状, 对其进行了深入的分析。对电力系统中配电线路运行故障的检修进行深入研究, 有助于实现配电网的构建, 从而能够有效提高配电线路故障检修效率, 确保配电线路的安全性。

**关键词** 电力系统; 配电线路; 运行故障; 故障检修

**中图分类号**: TM75

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0115-03

配电线路在正常运行过程中, 线路的稳定性是其主要的控制环节, 起着举足轻重的作用。配电线路运行的稳定性、可靠性和安全性是保障电力系统稳定运行的先决条件。电力公司应持续提高输电线路的运行管理水平, 保证每条线路的长时间稳定运转, 为居民提供最大限度的安全供电, 可以采取不定期的方法对线路进行预防性维护, 一旦发现了线路故障问题或风险问题, 要及时将情况反馈给检修部门, 全面检测, 并根据相关规定进行维修, 从根本上确保配电系统的安全运行, 增强现场、维修人员的安全防范意识, 保证线路的长期、稳定运行<sup>[1]</sup>。

## 1 电力系统中配电线路运行故障检修的重要性

在电力系统中, 配电线路将由降压站输送来的电能输送给变压器, 然后通过变压器输送给用户。当前, 低压、高压两种配电方式在电力系统中占有重要地位。这就要求电力公司定期组织专业人员来检修配电线路, 检查可能存在的配电线路问题, 根据检测的结果, 预测配电线路未来可能发生的运行故障, 制定科学合理的配电线路维护计划。这不仅可以降低后期的检修和维护费用, 还可以有效减少电力公司的人力和财力, 从而提高了企业的经济效益, 增强了电力资源的供应稳定性, 减少了配电线路的运行风险, 保证了输电线路和电力设备的使用安全。

## 2 电力系统中配电线路运行故障诱发因素

### 2.1 缺少合适的检修养护策略

在电力系统中, 由于缺乏对配电线路的定期检查和维修, 使得相关人员无法及时地检测出配电线路的

老化和损耗等问题, 进而影响了配电线路的传输质量。目前, 各地都在积极地修建各种类型的变电站配电线路, 它所涵盖的领域非常广泛, 在施工时, 往往更多地关注着如何将配电线路的覆盖面扩大, 而忽视了对配电线路的后期维护工作。在一些边远地区或山区, 由于地势等因素, 检修人员无法对其进行正常的检修与维护, 造成了配电线路检修难度较大, 加之缺少有效的监督, 严重影响了检修与维护工作的效率。配电线路的运行受到很多因素的影响, 其中最重要的就是外部自然环境, 相关部门没有根据外界环境的变化制定相应的检修和维护措施, 这使得在某些极端天气情况下, 无法对配电线路的运行状态进行实时、准确的把握, 进而导致配电线路发生故障<sup>[2]</sup>。在日常的检修工作中, 由于管理制度不够具体, 也比较陈旧, 无法为检修人员提供宝贵的借鉴, 而且还会对检修员工的责任意识产生影响, 导致不能及时地发现配电线路中的故障隐患。

### 2.2 配电线路运行超负荷

在电力系统运行过程中, 负载过载将导致配电线路故障。在配电线路中经过的电流应该保证与电线的规格相符, 但是在实际的工作中, 经常发生超负荷运行, 这些电压及电流参数已超过电线的额定参数。超负荷运行会导致电缆老化、发热, 降低其工作寿命, 特别是当电流过大时, 配电线路外部绝缘材料易自燃、熔融, 从而引起电力火灾, 危害更为严重。一旦发生火灾, 将造成不可弥补的损失。为此, 应引起相关部门的重视, 制定合理的供电计划, 提高供电效率与供电质量。

### 2.3 外界因素影响

在电力系统运行中,由于外部因素的作用,使得配电线路的正常运转受到很大的影响。现有的配电线路会长时间地暴露在户外,一些地方因气候原因,往往会产生各种不良天气,比如,北方冬天过冷、下雨、下雪、大风等,这些都会影响到配电线路的正常运行。雷击天气对配电线路的正常运行也是一个重要的影响因素,在雷击天气条件下,线路故障的发生率将大大提高,可能对有关人员的人身安全构成威胁。随着我国经济的快速发展,对基础设施的建设也越来越重视,各种建筑工程和交通工程在全国范围内都开始修建,在施工的时候,要进行地基的挖掘,这样就会对杆塔造成损坏,进而对配电线路的正常工作的产生不利的影响。当前,尽管我国对私接线的问题进行了严厉的监管,但是仍然有很多人为了节约电费而私自搭接电线,这不仅会影响到供电线路的正常运行,也会带来巨大的安全风险。

## 3 电力系统中配电线路运行的常见故障

### 3.1 接地故障

接地技术对于保证电力系统的稳定运行、保护配电线路施工人员的人身安全具有十分重要的意义。保护性接地是指将一种接地装置安装在电力设备的金属表面,将其内部的局部电流引入到地面,可以有效地阻止金属罩中电力设备对工作人员的直接电击,以防止安全事故的发生。在实际施工中,应根据具体情况,合理选用各种接地方式,保证配电线路与地面的有效重叠。杆塔接地是指将靠近导线的金属壳体与地面相接触,从而使导线结构变得简单。电力设备接地就是将导线中的电荷通过导线传输到地面上。工作接地主要有防雷接地、塔式接地和中性点接地三种。中性点接地既能保障系统间电压的正常稳定,又能实现电能向地表传输,对保障输电线路的安全运行起着至关重要的作用。但在实际操作中,往往忽视了某些细节,从而增加了接地故障的概率。

### 3.2 短路故障

在配电线路附近,会有很多鸟类在这里栖息,这些鸟类往往会停在电线上,这样就会产生很多的排泄物,另外,鸟类在飞行、降落过程中,翅膀可能会刮伤绝缘子,引起短路。鸟类在筑巢的时候,一般都会选用树枝、唾液等物质,这样就增加了配电线路短路的概率。因为不能对其实施故障管理,所以这个因素一直没有被有效地消除。配线不当,安装隔离开关、T型连接、角柱等,也容易引起线路短路。比如,在具体的电网建设中,各构件间距很小,且分布过于密集,

这就使得线路问题越来越严重。在电力系统中,一旦出现短路故障,在很短的时间内,就会出现很大的冲击,从而严重地影响到电力系统的正常运行。

### 3.3 超负荷故障

当配电线路负载较大时,容易发生输电线路故障。在电力系统中,当大电流通过时,会引起配电线路的电压上升,但配电线路的容量有限,当负载超过配电线路的额定负载时,就会造成配电线路超负荷故障。在实际的配电线路施工中,必须依据导线的安全负载情况,制定出相应的安全电流值,再进行配线的选型,以防止导线过热。然而,在具体的输电过程中,当用户用电量较大的时候,就会造成用电的增多,使得电线的温度升高,尤其是在夏天的时候,更是会造成线路的损坏<sup>[3]</sup>。

### 3.4 间接性故障

间接性故障是指即使不需要维护也可以自我恢复到正常状态的故障问题,虽然不需要维修,但是具有重复性,这种故障问题会反复并且持续地发生,这对配电线路的高效运行产生了很大的影响。在施工期间,若没有对配电线路和电力设备的连接工作质量进行控制,则存在着接触不良的可能性,例如,在大风天,接触状态时好时坏,特别是在配电线路上方有其他异物时,受到外界因素的影响,就会产生间接故障,间接故障会缩短配电线路的使用寿命。

## 4 电力系统中的配电线路运行故障的检修技术

### 4.1 短路故障检修技术

当线路出现故障时,导体的温度将会上升,进而引起绝缘体的损伤,导体变红直至熔化,最后使装置损坏。在高压电网中,一旦出现故障,将会造成巨大的危害,甚至会造成整个电网的瓦解,从而引起各种安全事故。因此,在此情况下,检修人员就需要找到短路故障的原因,从而对其进行有效的识别和维修。检修人员一般采用灯泡法或万用表法对其进行综合检测。当电路出现短路故障时,电路中的电阻是非常小的,这时,检修人员就能通过测量到的线路实际电阻值来进行短路故障的诊断。灯泡法的基本原理是在出现短路故障的线路中连接灯泡,然后根据灯泡的亮度变化来确定故障点,该方法更适用于准确地定位短路故障。万用表法的基本工作就是通过测量线路中的电阻,来确定线路有没有短路,这种方法对于确定某一条线路有没有出现故障非常有效。

### 4.2 接地线故障检修技术

由于线路的绝缘保护受到了破坏,因此,电力线路的绝缘将会大幅度降低,严重时,将会使得电路的

电阻变为 0, 因此, 在电力装置的金属外壳运行过程中, 会产生大量的电荷, 从而使电路的供电方式发生变化, 引起诸如短路等电路故障。在进行接地故障检修时, 可以测定线路电阻, 绝缘遥测法在电力系统的配电线路故障处理中, 也是一种较为普遍的方式, 这种方式使用 2 500 伏兆欧表, 通过对电阻的测试, 掌握其绝缘电阻的大小, 进而判断出故障的准确部位, 大大提高了故障检修的效率, 该方法操作简便, 而且可以快速实现大面积的配电线路监测, 特别是在电力系统中, 具有较多的分段、分支数。需要注意的是, 在使用该方法时, 一定要保证配电系统中没有感应电流, 也没有反向供电, 据此, 可以对比不同段左右两端的具体电阻值, 如果电阻值比较小, 则表示出现了故障, 经过有效的检测, 可以找到故障的原因及种类<sup>[4]</sup>。绝缘遥测法可侧重于检测距离的控制, 减少检修工作量, 缩小具体的检测区域, 从而使线路早日恢复正常运行。

#### 4.3 高阻故障检修技术

高阻故障检测面临的主要问题是故障电流较弱, 传统的过流保护设备难以做出精确的响应。为此, 需要采用更加灵敏、先进的故障诊断技术, 如谐波分析、高阻故障探测器等, 来识别高电阻情况下的小电流, 进而实现高电阻故障的高效检测。在故障成因分析中, 需要从电网运行数据、故障发生时的环境状况、线路的历史维护记录等方面, 对故障进行全面的分析, 从而更加精确地判定出故障的成因, 是否由于设备老化、材料缺陷、外部干扰等原因引起的, 都要根据故障的原因进行正确的检修。如果故障是由于线路或者设备老化引起, 就需要对线路的外部环境进行改进, 这样才能避免以后再出现同样的故障。在维修工作中, 必须使用有效安全的工具和装备, 以保证工人的安全和工作质量。维修完毕后, 要对修理部位进行全面的测试与验证, 包括维修部位的绝缘试验、负荷试验等, 从而确保维修方式的有效执行, 确保电网安全稳定运行。同时, 根据电网高电阻故障的特征, 结合以往的故障数据, 电网运行管理部门要对故障的防范措施及维修方案进行优化, 如加强对线路的监测, 增加检修频次, 采用先进的故障预报方法, 降低高电阻故障的发生率, 提高电力系统的整体可靠性和安全性。

#### 4.4 雷击故障检修技术

在我国, 由于雷击导致的电力系统事故占了 35%, 在电力系统中所占的比例很大, 因此对电力系统的破坏是不可忽视的。在进行雷击故障检修时, 需要了解当日的雷电气候特点, 并对雷电出现的频率及具体位置进行分析, 同时还要对雷电强度与当地自然环境的

联系进行了解, 从而找到发生故障的位置<sup>[5]</sup>。检修中应重点检查避雷线, 以确保其具有相应的阻隔功能, 并能有效地控制电压及绝缘子串电压, 避免出现电压过高现象。当防雷装置出现故障时, 必须对防雷装置进行维修或更换。在此基础上, 结合实际工程, 对变压器低压端与金属包覆导线的连接电阻进行测试, 以提高防雷效果。

#### 4.5 万用表检修技术

在电力系统中, 造成间歇性故障的因素很多。为了正确地确定故障的根源, 必须采取逐一排查的办法, 万用表的检修技术在这一领域中具有比较突出的技术性能。在万用表仪器的帮助下, 可以系统而全面地检测出配电线路及其他电力设备的重要部位。当检测到的电流、电压等数据量发生很大变化时, 就说明配电线路有接触不良。为了能迅速查明故障的起因, 检修员必须对配电线路进行全面检查, 查看上面有无异物。若发现有异物, 应立即清除, 用万用表检测线路的电流和电压, 检查它有没有恢复到正常的工作状态。利用万用表进行高电阻故障检测, 可以快速定位高电阻故障点, 并对故障线路进行快速替换。在换线之后, 还要重新检查高电阻的故障, 以保证高电阻的故障已经完全消除。故障排除后, 配线才能重新投入使用。

### 5 结束语

配电线路是整个电力系统的一个关键环节, 在整个电力系统中占有举足轻重的地位。在对配电线路的运行故障进行检测时, 要将各种设备和维修模式进行合理地运用, 迅速地对各种运行故障问题做出反应, 并制订适当的检修对策, 将故障所带来的经济损失降到最低。为了提高维修效果, 电力企业要加强对运行中的故障检修工作, 并对各种类型的故障进行预防, 保证地区电网的稳定与安全, 为我国的可持续发展提供能源支持。

#### 参考文献:

- [1] 宋晓菲. 关于电力系统中配电线路运行故障的检修[J]. 科学与财富, 2020(09):17.
- [2] 李振宇, 张焱, 冯军波, 等. 电力系统中配电线路的运行故障检测分析[J]. 模型世界, 2023(36):26-28.
- [3] 周景, 姜辉, 罗冲. 电力系统中配电线路运行故障研究[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(09):1401-1402.
- [4] 张忠明, 肖书飞, 李红, 等. 浅析电力系统中配电线路检修技术[J]. 电力系统装备, 2020(12):150-151.
- [5] 王雪斌, 刘黎明. 配电线路的运行维护与故障排除分析[J]. 集成电路应用, 2022, 39(06):196-197.



# 建筑工程节能施工技术及现场施工管理探究

王晓东

(深圳市广厦工程顾问有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 我国环保事业不断发展, 建筑工程节能施工的应用频率越来越高, 不仅有助于实现资源的科学配置, 还有助于减少对周边环境所产生的污染, 满足建筑工程的现代化发展需求。基于此, 相关建设单位要科学实施建筑工程节能施工技术, 并且配合着完善的施工现场管理模式, 及时地应对在建筑工程节能施工中存在的各项问题, 提高节能施工的效果。

**关键词** 建筑工程; 节能施工技术; 现场施工管理

**中图分类号**: TU74

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0118-03

在进行建筑工程节能施工技术和现场施工管理的过程中, 要贯彻落实因地制宜的工作原则, 结合建筑工程节能施工的要求, 科学地规划不同的施工环节, 并且制定针对性较强的现场施工管理方案, 与建筑工程节能施工需求相互协调, 起到重要的保障作用, 规范不同的施工活动, 促进工程的顺利实施。

## 1 建筑工程节能施工技术及现场施工管理的价值

### 1.1 有助于提高资源利用率

建筑工程节能施工技术与现场施工管理, 首要价值就是它可以显著提升资源利用效率。现如今, 资源越来越紧张, 如何有效地使用好每一项资源成了社会各界重点研究的问题。节能施工技术是指在设计、施工、运行等整个过程中, 利用先进材料、设备及技术来降低能源消耗, 使资源得到最佳配置<sup>[1]</sup>。比如, 在建筑设计阶段通过对建筑布局进行优化, 加强建筑围护结构保温隔热性能, 可有效减少建筑冬季取暖与夏季制冷的耗能, 施工阶段采用预制构件、模板反复使用的工艺, 降低材料的浪费及运输成本, 运营阶段通过智能化管理系统准确控制建筑用能情况, 按需分配用能并有效利用。

另外, 精细化现场施工管理对提升资源利用率具有关键作用, 通过对施工进度进行科学合理的规划, 对施工流程进行优化, 对材料进行强化管理以及对施工人员进行培训, 能够保证在施工期间各个环节尽可能降低资源消耗与浪费。比如通过精细化管理能够准确地计算出各个施工阶段对物资的需求量, 从而避免因过量采购与储存而导致的浪费; 与此同时, 对施工人员技能进行强化培训, 提升他们的操作水平与工作效率, 还能一定程度地降低材料损耗与能源消耗等。

### 1.2 有利于减少环境污染

建筑工程节能施工技术与现场施工管理还有一项重要的价值, 就是它可以显著减少对环境的污染。建筑施工中经常会产生许多噪声、粉尘、废水、废气等污染物, 给周围环境及居民生活带来了严重的影响。而节能施工技术与现场施工管理就是通过采取一系列的措施降低这些污染物的生成与排放, 以保护生态环境与居民身体健康。节能施工技术自身的环保特性, 比如用绿色建材代替传统建材就能降低有害物质的排放量, 利用太阳能、风能等可再生能源为建筑提供能源, 可降低化石能源消耗及二氧化碳等温室气体排放量, 通过对建筑通风、采光等方面的优化设计可降低室内空气污染以及能源消耗<sup>[2]</sup>。这些工艺的运用在减少建筑施工中对环境造成污染的同时, 还对建筑运营过程中环保起到强有力的保障作用, 规范现场施工管理还对减少环境污染具有重大意义。通过建立严格的施工环保标准与措施、强化施工现场环保监管与执法力度等手段, 能够保证施工单位严格按照环保法规与要求进行施工, 降低污染物生成与排放。同时, 通过强化施工现场清洁管理与废弃物处理可降低施工废弃物造成的环境污染与损害。如建立废弃物收集处理专用设施、废弃物分类回收再利用等; 加大施工现场绿化、美化力度, 提高施工环境及周围居民的生活质量。

## 2 建筑工程节能施工技术与现场施工管理方法

### 2.1 科学选用绿色节能的材料

建筑工程进行节能施工时, 绿色节能材料的科学选用是非常关键的环节, 不仅关系着建筑物自身环保性能的好坏, 而且也直接影响着建筑物使用时能耗水平以及居住者身体健康<sup>[3]</sup>。在选材时, 需要从环保性、



节能性、可再生性和经济性几个方面来考虑。

环保性是绿色节能材料选用的第一准则，例如高性能保温隔热材料，如岩棉和玻璃棉，其保温隔热性能优良，可明显降低建筑能耗。建筑外墙、屋顶及其他地方广泛使用这类材料进行施工，并采用粘贴和干挂的科学合理施工方式，形成持续保温隔热层，有效地阻隔了室内与室外热量交换。在绿色节能施工中，节能型门窗材料同样占据着重要地位。断桥铝合金窗框与中空玻璃配套使用，不但保温隔热性好，而且可有效地降低空气渗漏及冷风渗透所消耗的热量。施工中采用了精细安装工艺及密封处理技术，保证门窗气密性及水密性，进一步提高节能效果。

节能性是绿色节能材料的又一大特点，在能源危机日益加剧的今天，建筑设计与建设中如何有效地利用能源已经成为世界范围内研究的热点，所以在选用建筑材料时，要充分考虑到它的热工性能，比如保温隔热性和透光性。可在墙体保温中选用保温性能优良的外墙保温材料如聚苯板和岩棉板，就门窗系统而言，可使用双层或者三层中空玻璃窗以增强窗户保温隔热性能和降低室内外热交换。这些措施既有利于减少建筑能耗水平，又可改善居住者舒适度。

可再生性、经济性等都是绿色节能材料选用中必须考虑的问题，竹材和木材等可再生材料生长周期短，资源丰富，能在一定程度上减轻自然资源的紧张。与此同时，这类材料的处理与使用工艺比较简单，有利于建筑成本的降低，但实际使用时也应关注材料来源及加工方式与环保要求是否相符，以免追求经济性而忽略环保。

## 2.2 污水排放控制技术

建筑工程施工中污水排放不容忽视，高效的污水排放控制技术既可以保护施工现场和周围环境不受污染，又可以提高资源利用效率和减少施工成本，所以加强污水排放控制技术研发与应用，对实现建筑工程绿色施工至关重要<sup>[4]</sup>。例如建立一套完整的污水收集与处理系统，是控制污水排放的基础，施工现场应当有沉淀池和隔油池等专用污水收集设施对施工期污水实施初步处理，采用物理、化学或者生物手段除去污水中悬浮物、油脂和重金属等有害物质，以减轻污水污染程度。同时要根据污水性质、特点，选用适宜的处理工艺、设备，保证处理水质符合国家及地方排放标准。强化施工现场污水排放监管，是保证污水有效治理的重点，施工单位应当建立、健全污水排放管理制度、责任制，并对各级管理人员、操作人员进行责任、权限界定。定期检查和监控污水排放状况，发现问题及时整改。加强与环保部门的沟通配合，对污水排放及时上报，接受监管部门指导、监督。另外，大力推广先进污水排放控制技术是绿色施工的重要手段，随着科学技术的发展以及人们环保意识的增强，更多先进的污水排放控制技术在建筑工程领域中得到了应用。如利用膜处理技术深度处理污水可进一步改善水质和回收利用，采用生态浮岛及其他生物技术对水体进行净化，可达到污水自然净化与生态修复的目的。应用这些技术既有利于减少污水排放造成的环境影响，又可以提高资源利用效率和降低施工成本。污水排放控制技术如图 1 所示。

## 2.3 新能源利用技术

在建筑工程领域中，新能源利用技术得到了广泛

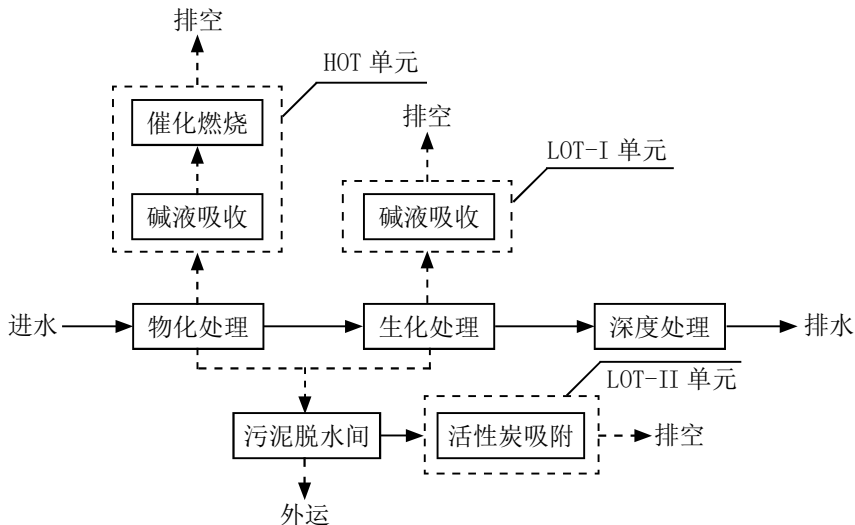


图 1 污水排放控制技术

的应用,这是促进绿色建筑和达到节能减排的重要途径,在科学技术不断进步、可再生能源日益开发的今天,更多新能源技术运用到建筑设计与建设当中,给建筑行业可持续发展带来了新的生机。

太阳能是一种洁净可再生能源,被广泛用于建筑工程,太阳能光伏技术能够把太阳能转换成电能,用于建筑或者并入电网中,太阳能热水系统是通过太阳能技术为建筑物供应热水的。这些技术的使用在减少建筑对于传统能源依赖的同时,也能减少能源消耗以及温室气体排放<sup>[5]</sup>。

风能这一重要可再生能源还被用于建筑工程,风力发电技术是利用风力发电机把风能转换为电能,用于建筑或并网供电的技术,尽管风能在建筑领域应用较少,且受地域、气候的制约,但是在某些风力资源较多的区域或者大型公共建筑仍然有着广泛的前景。

地热能 and 生物质能等新能源在建筑工程上都有不同的应用,地热能利用技术是利用地热热泵系统来达到建筑供暖、制冷以及热水供应的目的,生物质能源可以通过如生物质气化和燃烧等途径,为建筑行业提供必要的能源支持。这些新能源技术在建筑中的运用,既能丰富建筑能源结构,提高能源利用效率,又能推动可再生能源产业发展壮大,满足节能施工的要求。

值得关注的是,新能源利用技术在推广应用过程中还面临着一定的挑战与问题。例如,技术成熟度、成本效益、政策环境还需要进一步的改进与优化。为此,需政府、企业及社会各界通力合作,强化技术研发与创新,健全政策支持与激励机制,增强公众环保意识与参与度,促进新能源利用技术广泛应用于建筑工程领域并实现可持续发展。

#### 2.4 建筑垃圾处理技术

建筑工程施工中无法避免建筑垃圾,但在建筑业迅猛发展、城市化进程不断加快的今天,建筑垃圾数量激增,对环境造成极大的压力。所以,如何对建筑垃圾进行有效的处理,使资源化、减量化以及无害化已经成为建筑行业急需解决的一个课题。建筑垃圾处理技术逐渐被人们重视和广泛使用,成为了解决这一难题的重点方法。建筑垃圾处理技术由分类收集、预处理、资源化利用、最终处置四个环节组成。分类收集是建筑垃圾处理过程中的首要环节和资源化的基础,在建筑施工现场,例如应当设立专门的垃圾分类收集中心,以便对各种不同类型的建筑废弃物,如废弃的混凝土、砖瓦、木材和金属等,进行有序的分类和储存。这样既有利于后续加工,又可提高资源回收利用

率。下一步就是预处理环节,其主要目的就是为除去建筑垃圾当中的杂质以及有害物质,从而为建筑垃圾资源化利用提供条件。在预处理时,可通过破碎、筛分和磁选等物理方法对建筑垃圾有用成分进行分离,而对无用部分如泥土和石块进行清除。另外,针对那些含有有害成分的建筑废弃物,例如油漆桶和废弃电池,应当进行特殊的处理措施,以避免它们对环境造成进一步的污染。资源化利用在建筑垃圾处理过程中处于核心地位,利用先进技术手段可使建筑垃圾变成可再生资源或者制品。如废混凝土经破碎和筛分后可用作道路铺设和路基回填的再生骨料,废弃的砖瓦可以经过破碎和制砖等多种工艺手段,转化为可再生的砖块,废弃的木材可以经过一系列的加工过程,最终转化为木塑复合材料等产品。这些资源化利用方式在降低建筑垃圾造成环境污染的同时也节约自然资源,达到经济效益与环境效益共赢。处置环节是不能资源化利用建筑垃圾无害化处理,其中一般有填埋与焚烧。但由于人们的环保意识不断增强,土地资源日趋紧张,填埋方式已经逐步退出历史舞台。相比较而言,焚烧方式虽能缩小垃圾体积,产生热能供发电和其他使用,但是对大气环境造成的影响还需要严格控制。所以,在最终处置方式的选择上,要综合各方面的因素,选出最优方案。

#### 3 结束语

在建筑工程节能施工的过程中,加强现场施工管理所发挥的作用不可忽视,因此相关工作人员需要引起足够的重视,根据现场情况完善建筑工程节能施工模式,配合着施工现场管理的方法,使各个节能施工能够具备较强的科学性,配合着节能减排制度的落实,有效地提高现场资源的利用率,将环境保护理念贯穿于不同的施工环节,突出现代化的建设思路。

#### 参考文献:

- [1] 林文斌. 建筑工程施工现场管理及其优化措施[J]. 今日财富, 2021(08):68-69.
- [2] 曹成. 建筑工程施工技术管理水平有效提升策略探究[J]. 中小企业管理与科技: 上旬刊, 2021(04):14-15.
- [3] 许绪响. 基于建筑工程施工管理中绿色建筑施工管理的应用分析[J]. 工程与建设, 2020,34(05):999-1000.
- [4] 雷天文. 超高层建筑绿色施工评价研究[D]. 长春: 长春工程学院, 2024.
- [5] 王志, 刘加军. 向“智”求“新”推进建筑绿色低碳转型[N]. 中国冶金报, 2024-06-07(001).

# 智慧水利建设下水利管理的 创新与发展对策研究

吴 思

(深圳市深水水务咨询有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘 要** 在水利建设中, 越来越多的智能技术被应用到工程建设过程中, 而对于智慧水利建设而言, 如何做好水利管理工作, 能够为水利工程的开展提供帮助。因此, 为满足智慧水利管理工程的要求, 本文在分析智慧水利概念以及背景的基础上, 对水利管理的创新发展方案展开研究, 以期为促进水利行业的转型升级发展提供借鉴。

**关键词** 智慧水利; 水利管理; 物联网技术; 大数据; 云计算

中图分类号: TV5

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0121-03

当前按照以往传统的水利管理方式已经很难为水资源高效利用提供有力的支持, 加强智慧水利的建设就显得极为迫切, 基于互联网和大数据以及云计算技术应用, 推动水利工程的智能化运行, 在当前倡导高质量发展的时代所呈现出的意义是极为突出的。为此, 加强智慧水利管理的创新成为当前水利工程项目管理部门应重点关注的一项工作, 切实地推动水资源的高效利用。

## 1 智慧水利的概念与背景

### 1.1 定义智慧水利

所谓智慧水利, 即是基于现代信息技术的融合应用, 实现水利行业的智能化运行, 所涉及的技术主要有物联网和大数据以及云计算等当前精尖的技术, 是工程实现显著质效提升的重要环节。该技术重要借助于各类数字化技术推动针对水资源的精准监测, 实现整个水系统的智能调度, 更好地实现资源对经济发展和生态环境建设等的现实性需要。

### 1.2 背景分析

当前水资源总量不足、浪费污染等现象极为突出, 对经济社会的可持续发展无疑是极大的阻碍, 加之气候方面的系统性影响, 水害防控形势愈发严峻。在面对一些突发的水害时, 通过以往的管理模式已经难以达到比较稳定高效的效果, 甚至于出现了适得其反的情况。为此, 加强智慧水运的合理性应用就显得极为必要。正因为有了各类现代信息技术的合理应用, 水利工程在智能化管理上有了强有力的技术支持, 在水害防治上也有了更为灵活高效的应对措施, 为该行业的可持续健康发展提供了强有力的支持<sup>[1]</sup>。

## 2 智慧水利建设的关键技术

### 2.1 物联网技术

该技术在智慧水利建设中发挥着极为重要的作用, 例如工程现场设置的各类传感器和摄像头智能设备, 对水文和水质等多元数据的采集和传输以及后续工作的开展提供了基础性的保障。智能设备如系统性的神经网络, 为水利工程各个部件的精准动作提供了强有力的支持。其优势在于数据采集的自动化程度, 同时也为数据的高效利用提供了切实保障, 而这正是技术融合系统的显著优势。

### 2.2 大数据

物联网技术的大量应用为水利行业提供了更多可以有效利用的数据资源, 如水文和水质等方面的信息, 这些海量的数据依靠传统的管理模式显然无法承载, 更不能高效利用和精准处理。新兴的技术借助于分布式存储系统和并行处理框架的搭建, 针对海量数据的存储或是处理变得愈发便捷高效。与此同时, 大数据技术还是数据分析的重要基础前提, 对管理人员基于信息决策的意义是极为突出的, 特别是在推动水资源优化配置以及水害防治方面, 由此可见该技术的显著优势<sup>[2]</sup>。

### 2.3 云计算

该技术主要是通过各类虚拟化计算资源和存储资源池等的构建, 进而推动智慧水利系统的运行, 能够达到什么程度或效果, 关键在于基础提供者的能力保障。对于智慧水利系统来说, 其中涉及的各类复杂数据处理和分析往往是基于海量计算资源进行, 此过程中云计算技术发挥的作用是核心的, 对系统的稳定高

效运行极为重要。与此同时，该技术还构建有高效灵活的数据共享和协作机制，这就为不同地区不同部门的数据联通以及共享等提供了基础性的有利条件，运行的质量和效率都将得到显著提升。

### 3 智慧水利建设下水利管理的创新与发展对策

#### 3.1 创新水利管理模式

随着智慧水利建设的持续推进，水利管理在模式上应专注于科学管理模式的打造，摆脱以往的经验管理思维，这对提升管理效率和推进管理生态改观都是极为有利的。一般来看，以往传统的水利管理多是以管理人员的经验或主观臆断进行，显然这并不利于管理部门应对各类复杂的情况，尤其是一些突发性的水害问题。对于智慧水利来说，正是由于物联网和大数据以及云计算等技术的融合应用，水利管理有了强大的数据支持，各项处理以及决策变得越来越灵活高效。基于此，水利管理部门应加强管理上的观念转变，强化数据驱动管理决策机制的建设，通过先进的数据分析工具以及算法等主导推动，实现对水利工程运行状态以及水资源供需情况的全面精细分析，在推进超前性布置上发挥更为突出的作用。与此同时，管理方面还应加强管理方式的调整，改变以往重建设轻管理的思维定式，推动以管为主、建管协调，如此才能使工程在建成后持续性地发挥最大价值。而所构建的智慧水利即是坚持以上新兴的模式，既关注前期的工程建设，也极为注重建成后的运行管理，通过特定系统的实时监测，及时地处理系统运行过程中的各类问题和异常情况，切实保障工程的科学高效<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 构建智慧水利信息化平台

在推动平台建设的过程中，首先应明确具体的建

设目标和功能需求情况。一般来看，平台应具备针对水资源的实时监测和智能决策等各类功能特性，以为水利管理的科学化和精准化提供有利条件。而要想达到这样的效果，就应形成精细规范的执行方案，涉及系统架构的设计以及功能模块的划分等，力求精细完整。而系统架构的设计应基于智慧水利信息化平台进行，依托平台完成各类业务的质效提升或技术模式的优化。平台有多个层次，服务于采集和数据存储以及数据处理等多个方面，而各个部分有着紧密的衔接或融合，这为数据共享和业务协同提供了基础前提。就数据采集来说，其主要是基于物联网技术运行，通过在水利工程现场布置摄像头和各类传感器等智能设备，进而实时采集水文和水质以及气象等各方面信息，推动后续的传输和实施应用。由于数据采集上有着统一规范的标准，所得到的数据能够保证标准的统一，准确性和及时性也会更为突出。与此同时，借助于大数据技术的应用，针对海量数据的存储和处理能够呈现出更大的优势，例如，某水利工程开展数据监测时，利用大数据技术进行水位计、流量计、水质监测站、雨量计等数据监测时，能精确进行数据获取，具体见表1所示。同时，智能决策应关注平台融合形成的数据分析方法，常见的如机器学习和人工智能等，为水利管理的决策部署提供相应的支持。

#### 3.3 推广智能调度与优化系统

在具体的应用过程中，就智能调度与优化系统来说，其主要是依托水位计和流量计等各类监测设备，通过工程运行过程中各类数据的采集推进具体实践。数据经预处理后，由云计算平台完成对应的处理和分析。其中重点基于数据挖掘和机器学习算法进行，推动对水资源供需环节潜在风险等的精细测定和高效率

表1 大数据数据分析

序号	数据源类型	数据采集时间	数据值	数据分析结果（示例）
1	水位计（河流A）	2023-04-01 00:00:00	10.5 m	当前水位正常，未达警戒线（警戒线：12米）
2	流量计（河流A）	2023-04-01 00:00:00	300 m <sup>3</sup> /s	流量适中，未发生异常波动
3	水质监测站（湖泊B）	2023-04-01 06:00:00	pH值 7.2，溶解氧 7 mg/L	水质良好，符合饮用水标准
4	雨量计（区域C）	2023-04-01 12:00:00	20 mm/h	降雨量适中，无洪水预警必要
5	无人机巡检（水库D）	2023-04-01 15:00:00	图像数据	未发现渗漏、裂缝等安全隐患，库岸稳定
6	土壤湿度监测（农田E）	2023-04-01 18:00:00	30%	土壤湿度适中，适合作物生长
7	大数据分析（综合评估）	2023-04-01 23:59:59	总体评分：90分	区域水资源状况良好，建议维持当前管理策略，加强长期监测

别, 切实地保障了工程调控的精准性。例如, 防洪调度的处理主要是基于系统对实时雨情和水情等的分析, 以此数据自动调整水库等防洪设施, 在减轻水害影响方面发挥了突出作用。灌溉调度则是基于系统对作物需水规律等数据获取, 以完成灌溉的自动化实施。通过智能调度与优化系统的推广使用, 某地区在水资源利用上有了显著提升, 特别是在防洪灌溉方面, 切实地保障了水利系统的安全与高效<sup>[4]</sup>。

### 3.4 创新维修养护模式

在分析该项目实际维护等具体情况的基础上, 强化对象化管理, 推进系统内部深层次的维修养护质效提升, 同时增设维修业务和统计分析等功能特性, 提升系统运行的融合程度。

(1) 维养的任务布置依托于年度所定计划, 重点关注数字化模型在其中的全程性管控。在这样的环境条件下, 维修养护既能通过三维模型实时得到合同管理和业务操作各方面信息, 在功能应用上也会更为高效。(2) 绿化保洁则是基于三维数字化模型的构建进行, 基于特定系统完成对用户各类信息的服务, 在推进具体工作方面质效更高。(3) 统计分析主要是通过系统对维修养护情况实施统计分析, 涉及的任务类型和维修阶段以及维修对象等都能实现精细控制和科学配置, 为用户服务提供了更为便捷的条件。

### 3.5 工程安全监测分析

要想稳定安全地推进水库系统运行, 安全监测分析自是必不可少的一部分。为此, 应依托具体项目的精细分析, 推进对水库拦河坝和溢洪道等的全方位监测, 实现对位移和变形等情况的实时掌控。运行的过程中应加强三维模型的合理应用, 重点关注传感器布设的模拟分析, 完成对工程监测数据的精细展示, 这是实施高效管理的重要基础。在管理过程中, 该功能主要表现在以下几点: (1) 测点管理。推进对工程安全监测传感器信息的统一化和自动化管控, 实现对传感器设置等信息的精准获取。(2) 在线监测。运行过程中可实时查看传感器的运行状态, 设备整个过程运行状态等信息都能精准获取, 为后续的系统性分析提供了极为充分的资料数据。(3) 粗差剔除。对系统获取的无效或不合理信息及时剔除, 确保了数据获取的正确程度, 为价值性利用提供了有利条件。(4) 动态预警。监测区域设置有合理的阈值, 在监测超标的条件下即会自动预警, 为及时性管理和防控提供了基础性保障。(5) 数据分析。管理过程中加强监测数据的自动统计和精细分析, 基于数据列表和回归分析等处理

方式, 推动数据分析报表的自动化。(6) 安全评估。重点关注所获取到的各类监测数据, 以此推动水库各个部分的健康分析, 为精准性查漏补缺提供了信息支持<sup>[5]</sup>。

### 3.6 水质监测分析

水质监测在水利工程建设管理中发挥着重要作用, 该项工作的生态价值和社会价值以及经济价值都是极为突出的。为此, 该项目应重点关注对具体情况的深层次分析, 设置满足具体需要的水质监测站, 关注高锰酸盐、总有机碳、氨氮、总磷等数据信息, 在全面精细分析的基础上推进应用实践。在运行过程中, 该系统表现出以下功能特性: (1) 数据管理, 能够实现对监测数据的直观展示和快速查询, 不管是历史数据还是实时数据都可精准及时获取, 为管理应用各类信息提供了便捷条件。(2) 统计分析, 加强监测水质数据的统计分析, 所呈现出的功能主要有以下几点: 一是时段分析, 能够满足针对各监测数据的特征值统计和各类特异性分析。二是报表生成, 按照特定的业务需求, 加大各类资料以及数据的规范处置, 为系统性应用各类数据信息提供有力保障。三是智能分析, 强化历史性水质数据信息的统计分析, 确保各种类型数据对比分析的智能化和高效化, 为数据信息更高质量的应用提供最大支持。

## 4 结束语

智慧水利建设作为目前水利建设的重点工程, 在智慧水利建设阶段, 通过利用现代化信息技术, 能够构建水资源的精准监测以及智能调度的高效利用方法, 能够为水利工程的科学管理提供了更为全面的帮助。而对于智慧水利建设工程而言, 在管理的过程中要结合实际情况, 把智能化技术运用到实际当中。同时做好数据的分析, 才能够推动智慧水利工程的长远发展。

### 参考文献:

- [1] 张斌. 智慧水利工程建设管理实施路径研究 [J]. 治淮, 2023(06):42-43.
- [2] 平梓彦, 吴林锋, 常露. 水资源管理信息化建设探讨 [J]. 江苏水利, 2022(S2):69-71.
- [3] 王帅, 冯可晖, 张军. 基于 5G+ 的大丰智慧海堤管理平台建设 [J]. 江苏水利, 2022(06):43-46.
- [4] 毛米罗. 聚力数字河湖管理平台建设打造金华“智慧水利”新高地 [J]. 中国水利, 2021(21):12-15.
- [5] 柴慧. 浅析新形势下智慧水利建设的现状及未来发展 [J]. 陕西水利, 2022(03):195-196, 199.

# 广播电视发射台中光伏能源利用的可行性研究

齐迈图

(内蒙古自治区广播电视传输发射中心克什克腾 052 台, 内蒙古 赤峰 025350)

**摘要** 在全球能源需求不断增长、环境问题日益凸显的背景下, 寻求清洁可再生能源成为各个产业共同追求的目标。广播电视发射台站是重要的通信基础设施, 其能源消耗量较大, 对传统能源具有较强的依赖性。光伏能源是绿色环保和可持续利用能源形式之一, 发展潜力很大。基于这一背景, 讨论广播电视发射台站光伏能源使用问题, 既有利于降低台站运行费用, 又可以减少对于化石能源的依赖程度, 达到节能减排目的, 促进我国绿色发展战略落实。所以, 本研究对广播电视发射台站使用光伏能源进行可行性分析, 并对不同情景下技术可行性以及经济效益进行评价, 旨在能够为未来台站能源转型工作提供理论依据与实践指导。

**关键词** 广播电视发射台; 光伏能源; 可行性

**中图分类号**: TN93

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0124-03

光伏发电具有资源广泛、技术成熟、易于安装维护等优势, 尤其在阳光充足区域, 光伏能源可以给广播电视发射台站带来源源不断的稳定电力供应。另外, 与储能技术结合使用, 能够有效地解决台站的用电波动, 达到自给自足供电模式。同时, 应用光伏能源可降低台站运行成本和碳排放, 满足国家节能环保政策导向。所以, 对广播电视发射台站光伏能源利用途径及效益进行深入研究, 对提高台站能源利用效率、促进绿色我国发展有着十分重要的意义。

## 1 光伏能源概述

### 1.1 光伏能源的基本原理

光伏能源最基本的原理就是利用光伏效应, 把太阳能直接变成电能。光伏效应指半导体材料在吸收太阳光后, 将光子能量转移到材料内部的电子, 从而得到足够能量向导带跃迁, 产生电子与空穴对。通过半导体中电场的建立, 电子与空穴各自朝着相反的方向运动, 然后形成电流。在光伏发电中应用最为广泛的物质就是硅, 因为硅具有半导体的性质, 阳光照在硅片表面时电子会受到刺激产生直流电。该直流电经逆变器转换成交流电来满足实际用电的需要。光伏电池一般包括若干个光伏单元, 各单元间采用串联或者并联的方式进行组合以增强输出电压与电流从而构成光伏组件。整个光伏发电系统又由电缆、控制器和储能设备组成, 以保证发电过程稳定高效。光伏能源具有不需要燃料消耗, 没有噪声和污染等特点, 而发电效率主要由光照强度和材料性能决定。伴随着科技的进步,

光伏系统效率日益提升, 生产成本逐步下降, 使之在我国能源结构转型过程中扮演了日益重要的角色<sup>[1]</sup>。

### 1.2 光伏系统的构成与工作机理

光伏系统包括光伏组件、逆变器、储能装置、支架以及电缆, 每一部分都对发电起到关键作用。光伏组件构成了整个系统的核心部分, 它由多个光伏电池单元组成, 通常使用的材料是单晶硅或多晶硅。这些组件的功率输出通常在 250 W 到 400 W 之间, 其效率大约在 15% 到 22% 之间。这些元件从太阳光吸收光子来产生电流和输出直流电。逆变器的主要职责是将直流电转换为交流电, 其效率通常可以超过 95%, 确保电力供应给电网或其他电气设备。储能装置(如锂电池)则用于储存多余电能, 以应对光照不足或夜间的电力需求, 储能容量通常根据负载需求配置, 从几千瓦时到上百千瓦时不等。支架系统为光伏组件提供了一个稳固的安装环境, 常见的安装角度范围是 30° 到 40°, 这样可以确保获得最优的日照, 从而提高发电的效率。利用电缆与连接器连接各装置以保证电流传输损耗小。光伏系统整体工作机理取决于太阳能资源的利用情况, 经过合理系统设计和优化配置能够达到有效利用自然资源, 进而稳定可靠供给绿色电能的目的。

## 2 广播电视发射台站的能源需求分析

### 2.1 广播电视发射台站的运行模式

广播电视发射台站运行方式对其长时间不中断工作的特点有很高的依赖性, 一般需要全天候运行才能

确保信号稳定发射。发射台站利用特定的发射设备,将电视或广播信号传送到特定区域的接收终端,这其中包括了电视机和收音机等设备。标准的发射台站是由发射机、天线系统、电源系统和信号处理设备构成的,其中发射机的功率范围通常在几千瓦到几十千瓦之间,具体的功率取决于所需的覆盖范围和信号强度。天线系统的高度决定着信号传输有效覆盖半径的大小,一般架设于高海拔或者开阔地带来降低障碍物对于信号的扰动。电源系统为台站工作提供基础保障,电力的任何中断均可能造成信号中断而影响广播、电视等业务,所以台站为了避免电网故障所造成的不利影响,一般均配置双重供电系统及柴油发电机等备用电源。信号处理设备担负着对音视频信号进行编码,调制成适于发射的形式,以保证信号高效地传输与接收。由于台站工作时间较长、功率需求较高、供电可靠性与稳定性要求极高,所以台站工作时能源消耗与设备维护为两大费用组成,保证设备的连续运行是保持广播、电视服务正常进行的关键所在<sup>[2]</sup>。

## 2.2 现有能源供应方式

广播电视发射台站现有能源供应方式基本依靠传统电力供应,一般与国家电网相连,保证电能持续平稳供应。该类台站电力需求量大,发射设备,大功率发射机以及信号处理系统的长时间工作都需要有稳定电力支持。由于发射台站电力负荷较高,尤其是功率较高,供电容量一般为几百千瓦至几兆瓦,电网电源已成为人们使用最多的能源。但是,为了避免电网突然出现的故障或停电对广播信号产生不良影响,发射台站通常会配备一些备用电源系统,例如柴油发电机和不间断电源(UPS)设备。柴油发电机具有快速起动的特点,可在电网中断后快速切换至应急供电状态并持续供电,确保台站不停机。这批柴油发电机的功率会因台站的大小而有所不同,范围从几十千瓦扩展到数百千瓦。一些发射台站也正在探索使用风能、太阳能等可再生能源,但是因其受到天气、地理条件等因素影响比较大,目前仍未成为供电的主流。综合考虑,现有能源供应方式主要是电网电力和柴油发电机应急补充两种方式,既保证了发射台站的正常工作,又尽量减少了电力中断导致服务中断。

## 2.3 发射台站对供电稳定性的要求

广播电视发射台站对供电稳定性有着极高的要求,供电的任何波动或中断都会直接影响广播电视信号的传输,导致大范围的信号中断,进而影响公众的收视和收听体验。发射设备如发射机、天线系统、信号处

理设备等都依赖于稳定且持续的电力供应,这些设备通常工作在高功率状态,对电压、电流的波动极为敏感。如果供电不稳定,可能导致设备过热、损坏,甚至造成信号发射中断。以中波发射台站为例,发射功率往往在几十千瓦至上百千瓦之间,对电源的要求尤为苛刻。此外,信号处理系统中的调制器、编码器等设备也需要稳定电力支持,否则会引发信号失真或噪声问题。为确保台站的正常运行,大多数发射台站配备了不间断电源系统(UPS),用于在电网短暂故障时提供临时电力,确保关键设备不会因为电力瞬间中断而停机。同时,柴油发电机组被广泛应用于作为长时间断电时的备用电源,确保台站在极端情况下依然能够持续运行。随着广播电视服务的重要性日益凸显,供电稳定性不仅影响到设备的正常运行,还直接关系到广播电视信号的覆盖范围和质量,因此发射台站通常设计有多重电力保障机制,以应对各种突发情况<sup>[3]</sup>。

## 3 光伏能源在广播电视发射台站的可行性分析

### 3.1 光伏系统在台站中的应用模式

在广播电视发射台站中,光伏系统的应用模式主要有并网和离网两种方式。并网模式将光伏发电系统接入电网,光伏系统发电优先提供给发射台站设备,剩余电力传输给电网。该模式具有能与电网构成互补的优点,尤其在晴天时光伏发电量更高,可以降低台站对于电网用电的依赖性,增强节能效果。通常情况下,台站的光伏系统的容量是根据实际的电力需求来设计的,通常范围是几十千瓦到上百千瓦,以确保能够提供一定比例的能源替代。离网模式时光伏系统单独工作并与锂电池等储能装置配合存储电能以满足无电网接入区域内台站对能源的需求。离网系统特别适用于那些偏远或难以接入电网的台站,其典型的储能系统容量范围从几十千瓦时到几百千瓦时不等,以确保在夜间或阴天时,台站仍能持续获得电力供应。在上述应用模式下,光伏系统可以有效地降低台站长期运行成本并减少对传统化石能源的依赖性,特别是在电网用电紧张或者供电不稳的区域,光伏发电具有稳定性与可持续性等优势。

### 3.2 不同地区日照条件对光伏发电的影响

不同区域日照条件对光伏发电的影响非常关键,它决定着光伏系统发电效率与产能。日照强度、日照时长、季节性变化、天气状况等因素对光伏发电量有一定的影响。光伏发电效率通常通过“峰值日照时数”来衡量,即每平方米的太阳能接收到的能量达到1千瓦时所需的日照时长。在我国的南部地区,例如广



东和云南, 年均日照时间介于1 800到2 200小时, 这里的日照资源十分丰盛, 非常适宜于大型光伏发电系统的部署。与此相对照, 北方的某些区域, 例如东北和华北, 其年度日照时间稍显不足, 大约在1 500至2 000小时的范围内, 尽管日照时长相对较短, 但是因为冬天太阳辐射强度大, 仍有可能光伏发电<sup>[4]</sup>。

季节性变化对光伏发电同样具有明显的影响。以冬季为例, 由于太阳的高度角偏低和日照时间的减少为例, 这可能会使发电量减少超过30%。尽管西北地区, 例如青海和新疆, 年日照时间超过2 500小时, 但由于冬季的积雪和寒冷气候, 光伏板的表面可能会被覆盖, 可能会降低发电效率。同时, 在东部沿海地区, 虽然年均日照时数适中, 但是由于季风、云层以及降雨的作用, 光伏实际利用率将下降。针对不同区域日照情况, 在光伏系统设计中需合理地考虑各部件倾角、方位角和追踪系统等辅助设备, 使光伏发电量达到最大, 并且结合实际情况对储能设备的容量进行调节, 保证电力供应稳定可靠。

### 3.3 光伏系统安装与维护的可行性

广播电视发射台站光伏系统安装维护可行性较好, 特别兼顾台站场地条件及设备需求。多数发射台站都处在空旷地带或者高海拔区域内, 有足够的空间进行安装, 一般情况下光伏系统都能安装到建筑物上方或者周围空地。安装面积大小视发电需求而定, 一般每个千瓦光伏系统所需空间为10~15平方米。由于发射台站对电力的高需求, 光伏系统通常具有较大的规模, 通常可以配置从几十千瓦到上百千瓦的发电能力, 以满足部分或全部的电力需求。

光伏组件安装需保证最佳倾角, 通常是以本地纬度为依据调节至与太阳辐射最佳。例如, 在我国的许多地方, 电力的倾斜角度通常被设置在30°到40°之间, 这样做是为了尽可能地提高发电的效率。另外, 在光伏系统安装时还要考虑线路铺设, 逆变器及储能系统布局等问题, 以保证电力能高效地输送给台站用电设备。在保养上, 光伏系统比较简单, 重点是光伏板的表面清洁以及定期进行检查。对积雪或者灰尘较大的区域, 需经常对光伏板进行清扫以防止影响光电转换效率。通常光伏组件寿命在25年以上, 维护成本较低, 年维护费用在整个系统投资中占到了从高到低的比例。这些特性使光伏系统在发射台站的安装和维护不仅在技术上是可行的, 同时也有很好的经济效益<sup>[5]</sup>。

### 3.4 光伏系统对台站运营成本的影响

光伏系统对广播电视发射台站运营成本有显著正

向作用。在光伏发电系统的初始阶段, 所需的投资相当大, 这主要涉及光伏组件、逆变器、储能设备以及安装和调试的费用。通常情况下, 每千瓦的安装成本介于5 000至10 000元人民币之间, 这主要取决于系统的大小和当地的安装环境。但光伏系统投入运行后, 其日常运行成本很低, 表现为对设备定期进行维护与监控, 年维护费用大约占全部投资的1%, 远远小于传统发电方式运行成本。

利用光伏发电可以显著降低台站向电网购电费用。假设一个台站安装了100千瓦的光伏系统, 年发电量可达到12万至14万千瓦时, 这相当于每年节省约7万至10万元人民币的电费(按每千瓦时0.6~0.7元计)。另外, 光伏系统一般使用年限超过25年, 使用周期长意味着成本节约长。在电网电价逐年提高的情况下, 光伏发电产生的经济效益会愈加显著。光伏系统也可采用并网模式将过剩的电力反馈给电网以获得收益。从整体上看, 尽管前期投入较高, 但光伏系统长期成本效益显著, 能有效地降低广播电视发射台站运行成本, 减少传统能源依赖, 促进经济与环境效益的提高。

## 4 结束语

光伏发电是一种洁净、可再生能源, 在明显降低台站电力成本的同时, 也减少了对传统能源的依赖程度, 提高了能源利用效率, 满足国家节能减排与可持续发展战略目标要求。光伏系统虽然前期投资大, 但是长期低维护成本及连续发电能力使得光伏系统经济效益较好。另外, 该光伏系统对不同地域及气候条件适应性强, 与储能技术相结合能够有效地应对日照不足问题, 确保台站供电稳定。今后, 随着光伏技术不断进步及政策不断扶持, 广播电视发射台站光伏能源会得到更广泛的应用, 这为台站绿色能源转型发展提供了有力的保障, 可实现经济及环境效益共赢。

## 参考文献:

- [1] 唐丽丽, 李峙霖, 蒋明. 乡镇发射台站的并网光伏发电技术及发展前景[J]. 视听, 2017(05):107-108.
- [2] 司剑. 光伏发电技术在广电行业中的应用[J]. 西部广播电视, 2018(12):207-209.
- [3] 程佳宾. 广播电视发射台站智能低压配电系统的设计与实现[J]. 数字传媒研究, 2023, 40(08):73-76.
- [4] 林文爱. 广播电视发射台机房自动监控系统分析[J]. 电子技术, 2023, 52(08):130-131.
- [5] 伍凤华. 浅谈太阳能光伏发电技术[J]. 人民黄河, 2023, 45(S1):106-107.