

主管：云南省科学技术协会  
主办：云南奥秘画报社有限公司  
社长、总编：万江心  
编辑部主任：张琳玲  
编辑：周墨 官慧琪 赵天  
美术编辑：王敏  
运营：秦强 李瑞鹏  
外联：吴彩云 张娅玲

编辑出版：《科海故事博览》编辑部

地址：云南省昆明市坤盛路 66 号

邮编：650228

编辑部电话：0871-64113353 64102865

电子邮箱：khgsblzz@163.com

网址：http://www.khbl.net

国际标准连续出版物号：ISSN 2097-3365

国内统一连续出版物号：CN 53-1103/N

广告经营许可证：5300004000063

运营总代理：云南华泽文化传播有限公司

印刷单位：昆明滇印彩印有限责任公司

出版日期：2023 年 11 月 15 日

定价：15 元

## 版权声明：

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

## 科技博览

- 001 超声波透射法基桩无损检测技术的应用 ..... 王 龙
- 004 船舶机舱能效自动化控制优化策略研究 ..... 王忠明
- 007 风力发电机组机械故障诊断方法与技术研究 ..... 马孙祺 陈康生 宋海良 廖元文 杜成荣
- 010 高铁预制箱梁外观通病产生原因及预防措施 ..... 冯梦龙
- 013 地铁牵引供电系统双向变流装置直流短路研究 ..... 孙仁盛 侯欣延 吕潇涵

## 智能科技

- 016 风力发电并网系统的控制和优化策略 ..... 潘文幸
- 019 煤矿安全生产管理体系智能化研究 ..... 谢兰新
- 022 智能电网技术在电力调度自动化中的应用 ..... 陈东升 张建红
- 025 直线电机在自动化生产线中的应用与选用研究 ..... 陈 锵
- 028 新时期 5G 移动通信在电力通信中的运用与关键技术 ..... 张 晗

## 工业技术

- 031 桥钢主梁合龙段施工关键技术 ..... 刘 磊
- 034 装配式混凝土建筑施工技术要点与运用 ..... 李廷忠
- 037 建筑基础底板大体积混凝土施工技术探讨 ..... 徐石磊 孙 鹏
- 040 市政土木工程项目中的施工技术及创新路径分析 ..... 李展宇
- 043 复杂地质下的煤矿采煤掘进支护技术及实践探析 ..... 孙建立
- 046 沥青混凝土路面施工技术在公路工程施工中的运用研究 ..... 海文瑞

# 目录 *Contents*

## 环境科学

- 049 异麦芽酮糖醇的功能与应用研究 ..... 丘春洪  
052 某闸水文站水位流量关系单值化分析 ..... 张定凯  
055 土壤污染状况调查工作开展的要点探讨 ..... 吕淑敏  
058 电位滴定法在循环水水质检测中的应用 ..... 周柳 阎振兴 严嘉理 张涛

## 科创产业

- 061 喷漆系统电控设计应用 ..... 胡鑫淼 冯承华 储利武  
064 井口电缆刮油装置的研制与应用 ..... 李永清  
067 油田油气集输智能化站库发展模式探讨 ..... 张琳  
070 建筑新材料及新技术在住宅建设工程中的应用 ..... 徐福高  
073 以大数据平台为基础的电力营销信息化建设探讨 ..... 王扬波 王京华  
076 创新与功能性：全自动便携咖啡机的设计方法研究 ..... 杨永杰

## 管理科学

- 079 供电所管理中有效降低线损的方法 ..... 王小兵  
082 信息化技术在电力项目管理中的应用 ..... 陈媛 邓兵华  
085 城市轨道交通项目施工安全风险评估策略 ..... 郭毅  
088 建筑施工安全管理的风险评估与预防措施 ..... 王洪磊 李安科  
091 法定计量检定机构考核中的质量管理体系构建 ..... 范小飞  
094 电力企业预算管理 with 绩效评价的优化路径分析 ..... 韦慧玲

## 科教文化

- 097 采油井场数据采集常见通讯故障分析 ..... 赵瑞娟  
100 常用可燃气体灾害事故处置应对措施 ..... 宋靖康  
103 装配式建筑给排水设计与施工技术探讨 ..... 崔山 吕梦茵  
106 水电厂防水淹厂房保护系统的设计与实现 ..... 李冬阳 胡智宇 毛琦  
109 基于大数据技术的高校档案工作发展对策 ..... 任飞

## 科学论坛

- 112 机电设备电气线路故障问题与优化措施分析 ..... 张丽 张双国  
115 电力输配电线路的运行维护及故障排除研究 ..... 周骥  
118 火电厂中速磨节能降耗综合治理及增大出力研究 ..... 刘新成  
121 变电站 500kV SF6 电流互感器故障常见原因与应对探讨 ..... 王一帆  
124 “四堵两通一兜”解决 C 轴防水问题——一种五轴抛光机 C 轴的主动防护和被动防护 ..... 彭革辉 郭克文

# 超声波透射法基桩无损检测技术的应用

王 龙

(华设检测科技有限公司宁夏分公司, 宁夏 银川 750000)

**摘 要** 超声波透射法基桩无损检测技术是目前公路桥梁基桩质量检测中应用最广泛的一种工程检测技术, 通过利用超声波在材料中传播的特性, 对桥梁基桩进行非破坏性检测。通过超声波基桩无损检测技术, 可以及时发现基桩桩身存在的问题, 有助于提前预防和及时修复, 避免基桩失效引发交通事故。基于此, 本文介绍了超声波透射法基桩无损检测的原理, 对其数据判据进行分析, 并对超声波技术在基桩检测中的应用进行研究, 希望能给一线检测人员提供有益的参考。

**关键词** 超声波透射技术; 无损检测; 基桩检测

中图分类号: U446

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0001-03

传统的基桩检测方法往往需要对基桩进行破坏性检测或者局部开挖, 不仅费时费力, 而且检测周期较长, 对桥梁的每根基桩都进行检测将会直接影响项目施工进度。超声波技术利用超声波在不同材料中传播速度不同的特性, 通过对声波的绕射、反射和折射等现象进行分析, 可以得到基桩内部混凝土浇筑的详细信息, 而无需对基桩进行破坏性检测。该技术具备非破坏性的特点, 不会对基桩造成任何损伤, 同时避免了额外的修复工作。同时, 该技术具有高效性和准确性, 能够快速获取基桩缺陷分布范围。

## 1 超声波透射法基桩检测原理

在混凝土内部通过超声波脉冲发射源激发高频率弹性脉冲波, 并利用高精度的信号采集系统其在混凝土内部传播的波形进行测量, 如果混凝土中有异常界面, 则会产生波阻抗界, 超声波在此界面上将发生衍射、反射、折射等现象, 导致接收机接收到的信号强度显著下降。以波的初至到达时间和波的能量衰减特征、频率变化及波形畸变程度等特征为基础, 可以获得测区范围内的密实度参数<sup>[1]</sup>。图 1 展示了超声波检测中几种常见的波形。

## 2 超声波法检测数据判据

### 2.1 声速判据

声速是声波在介质中传播的速度, 是超声波基桩无损检测中的一个关键参数。在基桩中传播的超声波会受到材料和结构的影响, 不同的材料和结构会有不同的声速。因此, 通过测量声速的变化可以推断出基桩内部的质量状况和结构特征。基于声速判据进行无损检测时, 首先需要发射探头以一定频率和脉宽发送

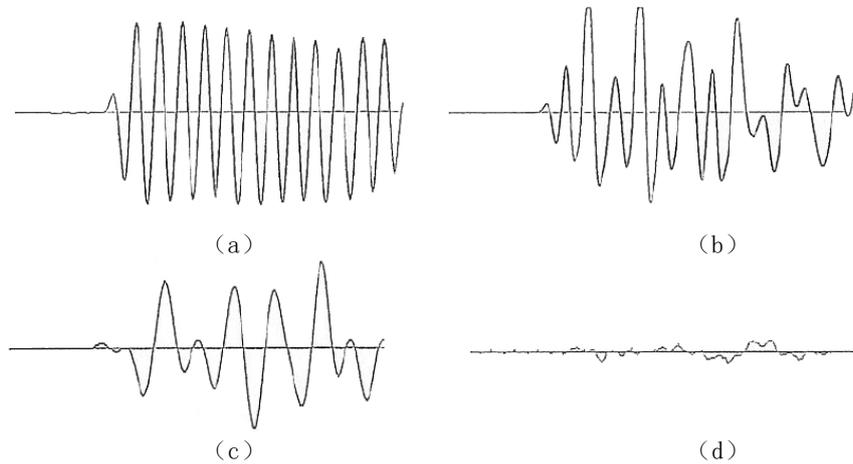
超声波信号, 通过另外一个探头接收透射的超声波信号。接收到的信号经过放大、滤波等处理后, 可以得到声波在基桩内部传播的时间信息<sup>[2]</sup>。根据声速判据可以计算超声波在基桩内部的传播速度。如果基桩质量良好、结构完整, 声速应该与经验参考值相符合; 而如果基桩存在质量问题或结构损坏, 声速将会变化。然而, 声速判据并不能直接判定基桩的具体缺陷类型, 它只是提供了一种初步的评估手段。针对不同的结构和材料, 还需要其他检测方法综合考虑, 如钻孔取芯法、低应变发射波法、高应变法、声波层析成像(CT)技术等, 以获得更准确的评估结果。

### 2.2 波幅判据

波幅判据是根据超声波信号的幅值变化来评估基桩的质量和损伤程度的一种方法。波幅对混凝土内部缺陷的反应往往比声速时更具敏感性。它通过分析超声波信号的能量传播情况来确定基桩是否存在质量问题。当超声波传播到基桩中时, 它会受到基桩内部结构的影响而发生反射、折射和散射等现象, 从而导致超声波能量衰减<sup>[3]</sup>。这些现象会导致超声波信号的幅值发生变化。通过对幅值进行分析可以辅助判断基桩内部的结构情况, 例如混凝土是否均匀密实等。对于正常的基桩, 超声波信号的幅值应该相对稳定。而对于存在质量问题的基桩, 波幅的变化趋势可能会明显异常, 如出现突变或剧烈波动。

### 2.3 PSD 判据法

PSD 是相邻两个检测剖面上声时-深度曲线的斜率与声时差的乘积 ( $us^2/m$ ), 若基桩内部混凝土出现缺陷, 必然会引起声时的波动, 使得声时-深度曲线斜率显著增加, 同时, 相邻两个检测断面的声时差值变



(a) 正常的接收波形; (b) 轻微畸变波形; (c) 明显畸变波形; (d) 严重畸变波形

图1 检测中几种常见的波形

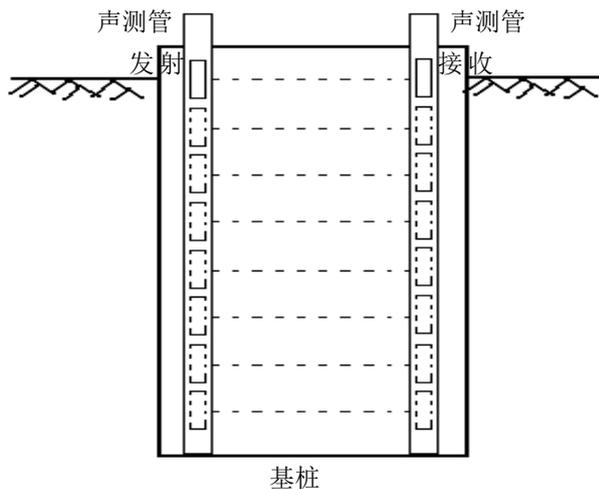


图2 平测法检测示意图

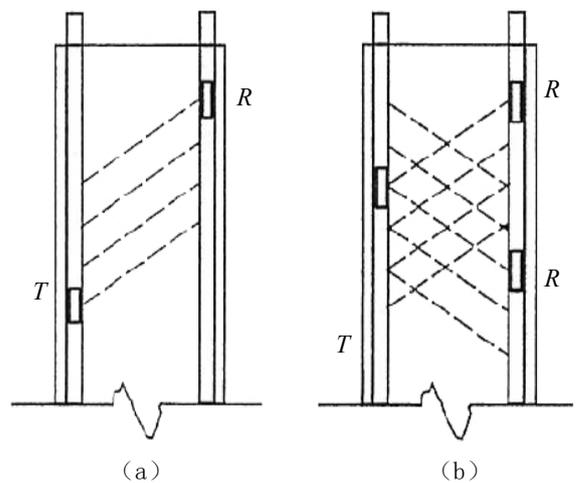


图3 斜测法检测示意图

化与缺陷的严重性紧密相关,二者之积,可以更好地反映出缺陷的部位及其上、下界面。利用 PSD 进行判定,也可以降低因声测管埋设不平行而引起的声时改变对缺陷判定的不利影响<sup>[4]</sup>。

在实际应用中,PSD 判据通常与其他参数相结合,例如超声波的传播速度、波幅等,来综合评估基桩的质量。然而,需要注意的是,由于缺乏对 PSD 变化和缺陷之间对应关系的定量分析,至今仍未能对 PSD 进行定量规定。

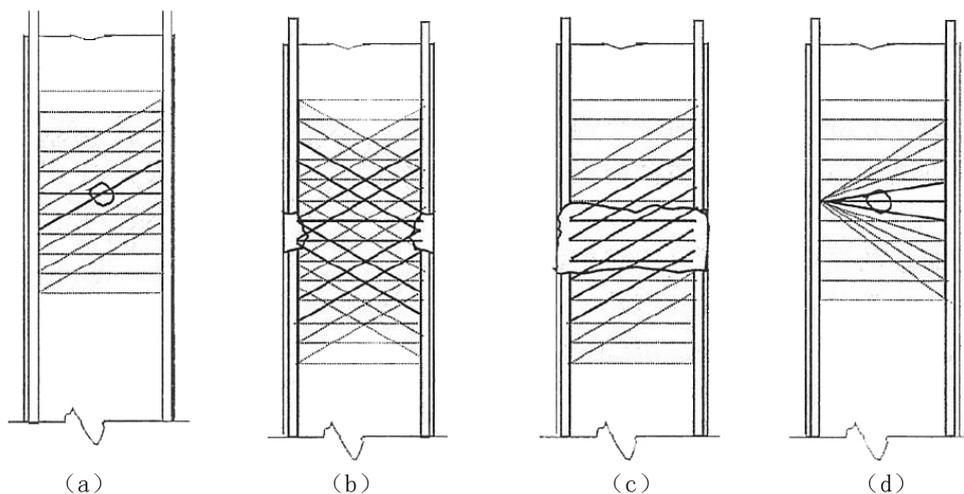
### 3 超声波检测法在基桩检测中的应用

#### 3.1 超声波平测法判断病害缺陷的位置和范围

平测法是目前采用最多的检测方法,将发射、接收换能器分别放置于提前预埋于基桩混凝土内部的声

测管内,从桩底到桩顶由下往上缓慢提升,按照一定间距(公路桥梁一般不应大于 250mm)逐点进行检测,提升过程中应时刻校核换能器的深度和高差,如图 2 所示。对声测线的声波信号进行实时显示和记录,读取声时、首波和波幅,并随时关注测量波形的变化。多根声测管按照两根为一个检测剖面,2 根声测管组合为一个检测剖面,预埋 3 根声测管有 3 个检测剖面,预埋 4 根声测管有 6 个检测剖面,预埋 5 根声测管有 10 个检测剖面<sup>[5]</sup>。

按照基桩检测规范对现场采集到的数据进行数理统计分析,获得两声测管间的声时、波幅值。在平测时若出现可疑缺陷区,可以减小测点间距对可疑缺陷区进行加密复测,更加准确地判断缺陷纵向起终点位置。



(a) 局部缺陷; (b) 声测管附着泥团; (c) 层状缺陷 (断桩); (d) 扇形扫测

图 4 超声波交叉斜测和扇形扫测示意图

### 3.2 超声波斜测法判断病害缺陷位置和范围

对桩身混凝土有可疑部位的, 首先进行加密平测 (减小平测间距, 公路桥梁基桩一般不大于 100mm), 以此确定混凝土缺陷区的纵向起终点范围, 然后再用斜侧法对缺陷区进行检测。斜侧法就是将收发换能器保持一定的高程差, 以相同步长同步升降, 斜侧法又可以分为单向斜测和双向交叉斜测, 如图 3、图 4 所示。

图 4-(b) 为判断声测管附着泥团情况。平测加密检测时, 如果发现某条声测线的测量值有异常, 再进行双向斜测发现只有收发换能器经过的声测管的测量值有异常, 而两条声测管连线的中间部分的声波时域和波幅值都是正常的, 就可以判定该试验断面的桩身中心部位的混凝土是正常浇筑, 缺陷的区域应该是桩身边缘或者靠近声测管的位置, 也就是缩颈或声测管附着泥团。

断桩的判断 (如图 4-(c)), 在平测加密检测过程中, 发现某些声测线测值异常, 然后进行双向斜测, 如果在斜测时, 通过两条测管连线中部的声测线测量值都出现了异常, 那么就可以确定, 在这一区域中, 声测管间存在着相连的缺陷。若同一高度下, 同一基桩上各检测段的检测情况一致, 则可判定为全断面存在缺陷, 如夹泥、松散等, 称为断桩。

在基桩横截面上, 通过对单个检测剖面平测和斜测结果的分析, 仅能得到这一类缺陷在检测剖面上的投影范围。而桩身缺陷在空间上的分布属于不规则的几何体, 要想进一步确定缺陷的范围 (桩身横截面的分布范围), 就应该对各个检测剖面在同一高程或者临近高程上平测和斜测的声测线的测试结果进行综合

分析, 确定每个检测剖面上的投影范围, 大致推断桩身缺陷在桩身横截面上的分布情况。

### 4 结语

超声波透射法检测技术是一种高效、准确的检测方法, 用于评估道路基桩的质量与稳定性。其非侵入式的特点使得检测过程更为安全方便, 同时避免了对桥梁基桩的二次破坏。道路超声波透射法基桩无损检测技术的应用能够及时发现道路基桩存在的隐患和缺陷, 如夹泥、混凝土离析、断桩等问题, 从而及时采取处理措施, 保障桥梁基桩的正常使用和桥梁后期的安全运营。此外, 该技术还可以节省维护成本, 实现资源的最大化利用。目前, 超声波基桩无损检测技术的应用已具有较高的自动化和智能化水平, 通过数据采集与分析, 可以快速生成详尽的检测报告, 为决策者提供科学依据, 推动道路建设与维护工作的精细化管理。

### 参考文献:

- [1] 张忠磊. 超声波中端点反射法在桥梁桩基检测中的应用 [J]. 交通世界 (上旬刊), 2019(09):21-24.
- [2] 陈继岳. 超声波法在基桩无损检测中的应用 [J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(07):247-248.
- [3] 周志国. 超声波透射法在基桩检测中的应用 [J]. 门窗, 2019(23):234, 237.
- [4] 景胜. 超声波透射法用于工程基桩检测中的效果分析 [J]. 四川水泥, 2020(03):267.
- [5] 宋会川. 超声波透射法在基桩检测中的应用与研究 [J]. 科技经济市场, 2019(09):3-4.

# 船舶机舱能效自动化控制优化策略研究

王忠明

(长江南京航道工程局, 江苏 南京 210000)

**摘要** 本文基于优化船舶机舱能效的自动化控制的意义, 针对当前船舶机舱能效自动化控制面临的技术更新与整合难度大、数据的准确性与完整性有待提升、人员培训和接受度较差以及资金投入和回报的不确定性问题, 提出了统一技术标准和接口协议、提高数据采集和处理准确性、增强船员培训及改变传统观念, 以及实施实时监控与远程诊断技术等策略, 以期为促进船舶机舱能效的系统优化提供参考。

**关键词** 船舶机舱; 自动化控制; 数据采集; 船员培训

**中图分类号**: U675

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0004-03

随着全球化的推进和国际贸易的持续增长, 船舶作为重要的交通工具扮演着至关重要的角色。然而, 船舶业的迅速发展同时伴随着巨大的能源消耗和环境压力<sup>[1]</sup>。据统计, 船舶的碳排放量占全球总排放量的近3%, 而且在不采取有效措施的情况下, 这一比例预计将在未来几十年内持续上升<sup>[2]</sup>。在全球气候变化和绿色低碳发展的大背景下, 如何提高船舶能效、减少能源消耗和环境污染成为船舶业和全社会共同面临的重要挑战。船舶机舱作为船舶的“心脏”, 其能效直接影响到船舶的运营成本和环境性能。而通过实现船舶机舱能效的自动化控制, 不仅可以显著降低船舶的运营成本, 提高能源效率, 而且还有助于满足日益严格的国际和国内环保法规要求<sup>[3]</sup>。因此深入探讨船舶机舱能效的自动化控制策略, 分析其在实际应用中的效益和可能面临的挑战, 对船舶企业和相关政策的制定具有重要的现实意义。

## 1 实现船舶机舱能效自动化控制的意义

### 1.1 减少能源消耗, 节约燃料成本

船舶机舱是船舶动力和能源系统的核心, 其运行效率直接影响到船舶的能源消耗和运营成本。在传统的机舱管理模式中, 往往依赖于人工操作和经验判断, 很难实现精细化和智能化的能源管理。而自动化控制技术的引入, 则可以通过实时监控和精确控制, 有效提高能源利用效率, 从而实现节能减排和成本降低。

船舶机舱能效自动化控制可以实现机舱系统运行参数的实时监控和分析, 确保机舱系统在最优状态下运行。通过实时数据的分析, 能够及时发现系统的异常情况和潜在问题, 避免不必要的能源浪费。自动化

控制还能够实现船舶机舱系统的精确控制和调节, 确保机舱系统在最佳的工作状态下运行。传统的机舱管理往往存在一定的误差和滞后性, 而自动化控制技术可以通过快速和精确的控制, 减小这种误差和滞后性, 从而提高能源利用效率<sup>[4]</sup>。另外, 船舶机舱能效自动化控制可以实现能源的优化配置和分配, 确保船舶的能源系统在最佳的效率下运行。通过对机舱系统的综合分析和优化, 可以实现能源的合理分配和利用, 避免能源的浪费。

### 1.2 提高船舶运营效率 and 安全性

实现船舶机舱能效的自动化控制不仅关乎能源消耗和经济效益, 更是对提高船舶运营效率和安全性的保障。船舶机舱是船舶的动力和能源中心, 其运行状态和效率对船舶的整体运营十分重要, 如果对船舶机舱能效进行自动化控制, 就能有效提高船舶运营效率 and 安全性。

一方面, 实现船舶机舱能效的自动化控制, 可通过精准的数据监测和分析, 对机舱的能源消耗进行实时监控和优化, 确保船舶机舱系统在最佳的运行状态下充分发挥其能源效率, 从而为船舶的正常运营提供强有力的动力支持。同时, 自动化控制技术能够实现对船舶机舱的精细化管理, 提高船舶运营的灵活性和响应速度, 为船舶企业提供更高效、更可靠的运营保障, 有助于提升船舶的运营效率 and 市场竞争力。另一方面, 船舶机舱能效的自动化控制能够提供有效的系统监控和异常预警, 对于预防和识别潜在的安全风险具有重要的意义。通过实时监控机舱的运行参数和状态, 自动化控制系统能够及时发现异常情况, 为船舶的安全运营提供有力的技术支持<sup>[5]</sup>。

### 1.3 提高船舶经济效益和市场竞争能力

实现船舶机舱能效的自动化控制是船舶企业追求高效运营和市场优势的关键步骤。船舶经济效益和市场竞争能力是船舶企业持续发展的重要指标,而船舶机舱的能效管理作为船舶运营成本的重要组成部分,对于船舶企业的经济效益和市场竞争能力具有直接且显著的影响<sup>[6]</sup>。

在船舶运营过程中,燃料消耗占据了大部分的运营成本,而船舶机舱能效的自动化控制能够确保船舶在最佳的运行状态下航行,避免不必要的能源浪费。通过精准的数据监测和分析,自动化控制系统可以实时优化船舶机舱的运行参数,确保船舶动力系统的高效运行,从而在降低燃料消耗和减少运营成本的同时,提高船舶的经济效益。随着全球航运业的快速发展,船舶企业面临着日益激烈的市场竞争和严格的环保要求。船舶机舱能效的自动化控制不仅能为船舶企业提供节能减排的有效手段,同时也能提升船舶的运营效率和服务质量,进而提高船舶企业的市场竞争力。

## 2 当前船舶机舱能效自动化控制面临的问题

船舶作为国际贸易的主要运输工具,其运营效率和安全性受到了广泛的关注。船舶机舱能效的自动化控制成为船舶行业追求的重要目标,但当前船舶机舱能效自动化控制仍然面临着一系列的问题和挑战。

### 2.1 技术更新与整合难度大

船舶机舱各种设备和系统来源于不同的制造商,每种设备和系统都有其特定的工作原理和操作界面。这为船舶机舱能效自动化控制系统的整合带来了巨大的挑战。另外,随着技术的不断更新,新的设备和系统不断问世,这就要求船舶企业定期对船舶机舱能效自动化控制系统进行更新和升级,但这样的更新和升级往往需要投入大量的时间和成本。

### 2.2 数据的准确性与完整性问题

船舶机舱能效自动化控制依赖于大量的数据输入,这些数据包括但不限于船舶运行状态、天气情况、设备性能等。任何数据的不准确或缺失都可能导致自动化控制系统做出错误的决策,从而影响船舶的运行效率和安全性。而目前市场上的大多数传感器和数据采集设备仍存在一定的误差范围,这对船舶机舱能效自动化控制系统的准确性和稳定性构成了威胁。

### 2.3 人员培训和接受度

船舶机舱能效自动化控制系统的引入和应用要求船员具备一定的技术知识和操作能力。然而,由于长

期习惯于传统的手工操作,许多船员对新技术的接受度不高,甚至出现排斥情绪。这不仅影响了船舶机舱能效自动化控制系统的正常运行,而且增加了船舶事故的风险。

### 2.4 资金投入和回报的不确定性

船舶机舱能效自动化控制系统的引入和应用需要大量的资金投入,包括系统的购置、安装、调试以及后期的维护和更新。由于船舶行业的特殊性,市场需求和油价的波动都可能影响船舶的运营效益,这使得船舶企业在决策时面临巨大的经济风险。

## 3 优化船舶机舱能效的自动化控制策略

### 3.1 统一技术标准和接口协议

船舶机舱中的系统和设备通常来自不同的供应商,各自拥有独立的技术标准和接口协议。这种多元化的技术和协议环境往往会导致系统间的交互和集成变得异常困难,不仅增加了技术实施的难度,也为船舶的运营安全带来隐患。因此,统一技术标准和接口协议成为优化船舶机舱能效自动化控制的基础。通过制定统一的技术标准,可以实现船舶机舱系统和设备的标准化,为进一步的系统集成提供了可能。统一的技术标准能确保所有参与者在同一技术规范的指导下,按照统一的规则 and 标准进行设计、生产和测试,从而确保不同系统和设备之间能够无缝对接、高效协同。通过统一的技术标准,能够将分布在不同系统和设备中的数据和功能集成在一起,为船舶机舱能效自动化控制提供数据和功能的支持。

通过制定和实施统一的接口协议,也可以减少这种额外的适配和转换的需要,降低系统的复杂度,提高系统的稳定性和安全性。同时,统一的接口协议也能为船舶机舱能效自动化控制的实施提供方便,通过统一的接口协议,可以实现船舶机舱内部不同系统和设备之间的高效通信和协同,为船舶机舱能效自动化控制提供技术支持。

### 3.2 提高数据采集和处理准确性

在船舶机舱能效自动化控制的优化策略中,提高数据采集和处理的准确性是关键的一环。正确、准确的数据采集和处理能为能效自动化控制提供强有力的数据支持,进而确保控制策略的准确性和实时性。

一方面,应使用高精度、高可靠性的传感器和测量设备进行数据采集。传感器的选择应符合国际标准、经过严格校准的传感器和测量设备,以确保数据采集的准确性和可靠性。通过高精度的数据采集,能够为

后续的数据处理和分析提供准确、可靠的数据基础,从而确保船舶机舱能效自动化控制的精确性。另一方面,应采用先进的数据处理和分析技术,如数据挖掘、机器学习和深度学习等,对采集到的数据进行准确的处理和分析。先进的数据处理和分析技术能够从大量的数据中提取有价值的信息,为能效自动化控制提供有力的数据支持。此外,应考虑实时数据处理和分析的需求,采用高效的数据处理算法和高性能的计算平台,确保数据处理的实时性和准确性。

### 3.3 增强船员培训和改变传统观念

船舶机舱能效自动化控制的优化策略的成功实施,不仅依赖于先进的技术和系统,更与船员的知识、技能和观念紧密相关。

在船员培训方面,应构建系统而全面的培训体系,涵盖能效自动化控制相关的基础知识、操作技能、应急处理、及相关法律法规等内容。培训形式可以多样化,包括线上课程、线下培训、模拟演练、实船操作实践等,以确保船员能全面理解和掌握能效自动化控制的知识和技能。同时,应实时更新培训内容和方法,以反映能效自动化控制技术和系统的最新进展和应用。通过培训和宣传,使船员明白能效自动化控制带来的益处,包括降低能耗、提高运营效率、减少环境污染等,以增强他们对新技术的认可和接受。其次,应引导船员转变观念,从传统的以经验为主的操作方式,向依赖数据和自动化系统的现代化运营方式转变。同时,还应倡导开放、共享和协作的文化,鼓励船员之间的交流和合作,以共同解决能效自动化控制面临的问题和挑战。

### 3.4 实时监控与远程诊断技术

在现代船舶机舱能效自动化控制的优化策略中,实时监控与远程诊断技术的应用具有不可忽视的重要性。这些技术的引入能够为船舶运营提供更高效、更准确的决策依据,以及在早期发现与解决问题时提供支持,从而为提升船舶经济效益与安全运营保驾护航。

实时监控技术的核心在于通过装载在船舶上的各类传感器实时采集船舶机舱的运行数据,包括但不限于发动机的运行参数、能源消耗、排放数据等。通过实时的数据采集,运营者能够及时获知船舶机舱的运行状况和能效表现。进一步地,通过将这些数据上传至云端或者其他数据处理中心,可以实现对数据的实时分析与处理,为船舶运营决策提供精准的数据支持。远程诊断技术则是基于实时监控数据的基础上,利用

先进的数据分析与处理技术,如大数据分析和机器学习等,对船舶机舱的运行状况进行分析和评估。通过对大量运行数据的分析,可以实时地发现船舶机舱可能存在的问题和异常,从而及时提醒船舶运营和维护人员,以便于采取相应的措施以避免或者减轻可能出现的问题。

实时监控与远程诊断技术的应用不仅能够实现船舶机舱能效的实时评估和优化,还能够实现对船舶机舱的预测性维护,这意味着能在问题发生前采取预防措施,从而降低维修成本和停船时间,进而提高船舶的运营效率。另外,实时监控与远程诊断技术还能够为船舶运营提供大量的数据支持,为船舶的运营管理、能效优化和环保合规等提供数据基础,推动船舶运营的数字化与智能化。

## 4 结论

船舶机舱能效的自动化控制是现代船舶工业技术进步的重要体现,它的推广与应用对于提升船舶的经济、环境和安全性表现具有深远的意义。随着现代信息技术,特别是大数据、云计算和人工智能技术的快速发展,船舶机舱能效的自动化控制将进一步深化,其优化策略也将更为多元和高效。未来,随着全球船舶工业的绿色、智能转型趋势日益明显,船舶机舱能效的自动化控制策略的优化将不仅局限于技术层面的创新,还将与船舶运营管理、船员培训体系以及国际航运政策和法规等多方面紧密结合,形成一个全方位、多层次的船舶能效优化生态体系,为实现航运业的可持续发展提供坚实而持久的支撑。

## 参考文献:

- [1] 陈明. 船舶自动化设备中的信息化保障探讨[J]. 珠江水运, 2020(17):22-23.
- [2] 黄光辉. 船舶自动化技术应用及发展趋势研讨[J]. 现代信息科技, 2019,03(19):179-180.
- [3] 汪业术, 贾起浪. 光纤通信技术在船舶自动化系统中的应用研究[J]. 电子元器件与信息技术, 2020,04(05):74-75.
- [4] 马壮壮, 张玉乾, 姜冰, 等. 船舶自动化设备故障处置研究[J]. 电子元器件与信息技术, 2020,04(05):124-125.
- [5] 胡钟月. 基于云计算虚拟化技术的智慧船舶自动化信息服务平台设计[J]. 舰船科学技术, 2021,43(22):151-153.
- [6] 陈洪科. 分布式网络船舶自动化监测系统可靠性预计[J]. 机电技术, 2022(04):40-43.

# 风力发电机组机械故障诊断方法与技术研究

马孙祺<sup>1, 2</sup>, 陈康生<sup>1, 2</sup>, 宋海良<sup>1, 2</sup>, 廖元文<sup>1, 2</sup>, 杜成荣<sup>1, 2</sup>

(1. 浙江运达风电股份有限公司, 浙江 杭州 311107;

2. 浙江省风力发电技术重点实验室, 浙江 杭州 311107)

**摘要** 能源需求的增加和环境保护的重要性日益凸显, 风力发电作为清洁能源中的一种具有广泛的应用前景。然而, 风力发电机组在长期运行过程中不可避免地会面临各类机械故障问题, 这些问题不仅影响了发电效率, 还导致了维护成本的增加。因此, 深入研究风力发电机组的机械故障诊断方法与技术势在必行。本研究的目的在于探索创新的技术手段, 以提高风力发电机组的运行可靠性和效率。通过对机械故障的分类和特征进行深入分析, 探讨多种故障诊断方法。

**关键词** 风力发电; 机组机械; 故障诊断

中图分类号: TM31

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0007-03

在当今社会, 能源需求与环境保护之间的平衡问题日益引起广泛关注。风能作为可再生能源的重要组成部分, 作为一种清洁、无污染的能源形式, 备受瞩目。然而, 风力发电作为风能的主要转化方式之一, 在其发展过程中仍面临着诸多挑战。风力发电机组作为风能的核心转化设备, 其性能和可靠性直接影响了风能的利用效率。然而, 长期运行中, 机械故障成为制约风力发电机组可靠运行的重要因素之一。机械故障不仅导致发电效率降低, 还加大了运维成本, 甚至可能引发严重事故。因此, 如何及早发现、诊断和解决机械故障问题, 成为风力发电行业急需解决的课题。在这一背景下, 风力发电机组机械故障诊断方法与技术的研究显得尤为迫切和重要。通过深入探索和应用先进的故障诊断技术, 有望实现风力发电机组故障的精准识别和预测, 提高其运行可靠性和经济性。同时, 这项研究也有望为清洁能源领域的可持续发展提供有力支撑, 为实现能源供应与环境保护的双重目标做出积极贡献。

## 1 风力发电机组机械故障诊断的作用

### 1.1 提高发电效率和可靠性

风力发电机组作为风能转换的核心设备, 其性能直接影响发电效率。通过及时、准确地诊断机械故障, 可以避免故障在运行中扩大, 进而减少发电损失, 提高发电效率。同时, 有效的机械故障诊断还有助于提高机组的可靠性, 降低运行风险, 确保风能系统的稳定供电。

### 1.2 降低维护成本

机械故障诊断技术能够帮助及时发现设备异常,

预测故障发生的可能性, 使维护人员能够在故障严重之前采取相应维修措施, 从而降低维护成本。通过合理规划维护计划, 可以避免不必要的停机维护, 提高风力发电机组的利用率。

### 1.3 延长设备寿命

机械故障往往是设备损耗和寿命缩短的主要原因之一。通过及时发现故障并进行有效修复, 可以减缓设备的损耗过程, 延长设备的使用寿命。这对于风能产业而言尤为重要, 能够最大限度地发挥投资回报, 降低更新换代频率。

### 1.4 促进行业技术创新

机械故障诊断的研究不仅在风力发电领域具有重要价值, 还在工程领域的其他领域具有借鉴意义。这项研究要求结合多种技术手段, 如振动分析、声学信号处理、人工智能等, 推动了相关领域的技术创新。同时, 随着新的诊断技术不断涌现, 风能产业将得到更加全面和深入的技术支持, 推动行业的可持续发展。

## 2 风力发电机组机械故障诊断面临的问题

### 2.1 多因素干扰的复杂性

风力发电机组运行环境复杂, 涉及多个机械部件, 因此可能存在多种不同类型的故障。然而, 这些故障往往同时受到多种因素的影响, 如气象条件、运行状态、负荷变化等。这使得机械故障诊断变得复杂, 需要在复杂背景下准确判断故障类型和原因。

### 2.2 数据采集与处理困难

有效的机械故障诊断依赖于大量的数据采集和处理。然而, 风力发电机组通常位于偏远地区, 数据传

输存在困难,导致实时监测和数据获取受到限制。另外,大量数据的处理也对算法和计算能力提出了挑战。

### 2.3 故障样本稀缺问题

风力发电机组机械故障多样且复杂,但实际发生的特定故障样本相对稀缺。这导致在机械故障诊断算法的训练过程中,获取足够数量的有代表性的故障样本变得困难,可能影响诊断模型的准确性和泛化能力<sup>[1]</sup>。

### 2.4 诊断结果可信度与误报率

机械故障诊断的准确性和可靠性是关键问题。一方面,诊断结果的准确性直接影响到维护决策的合理性。另一方面,由于机械系统的复杂性和故障多样性,误报率(将正常情况误诊断为故障)也需要得到有效控制,以免造成不必要的维护成本和停机时间。

## 3 风力发电机组机械故障诊断方法与技术应用策略

### 3.1 多技术手段融合应用

多技术手段融合应用是有效提升风力发电机组机械故障诊断准确性和可靠性的策略。第一,不同技术手段的互补性。每种技术手段都有其特定的故障敏感性,通过结合多种技术,能够从不同角度捕捉故障特征,形成全面的故障判断。例如,振动分析能够探测早期的轴承磨损,而油液分析则能捕捉齿轮箱异常振动引起的润滑油变化。第二,提高诊断准确性。多技术融合可以降低误报率,因为一种技术可能会因环境干扰而产生虚假故障信号,而另一种技术可以帮助排除这些误报。第三,提供更多信息。多技术融合可以获取更多的信息,有助于对故障类型和严重程度的更全面理解,从而为维护决策提供更有价值的依据。第四,应对复杂多变的故障情况<sup>[2]</sup>。风力发电机组在不同运行状态下可能出现多种故障类型,这些故障往往相互影响,难以用单一技术解决。多技术融合可以应对这种复杂多变的情况,提高诊断的灵活性。

为实现多技术手段融合应用,需充分考虑数据整合和特征提取。第一,数据整合。不同技术手段采集的数据可能形式和单位不同,需要进行数据标准化和同步,以便于后续分析。这涉及数据采集系统的统一设计和数据格式的统一规范。第二,特征提取。从多个技术手段中提取的特征可能有很大差异,需要选择合适的特征集,或者进行特征融合,以便于综合判断。第三,特征融合与模型集成。将不同技术手段提取的特征融合,可以采用加权平均、决策融合等方法。在进行融合时,应考虑不同技术在不同故障类型上的权

重分配,以及不同技术之间的相互补充关系。第四,维护模型集成。针对不同故障类型,可以建立不同的诊断模型,如神经网络、支持向量机等。在实际应用中,通过模型集成,根据不同情况选择合适的模型,以提高维护的准确性。

### 3.2 人工智能与大数据分析

人工智能与大数据分析在风力发电机组机械故障诊断中的应用是一项关键策略。第一,人工智能算法的强大能力。人工智能可以通过训练学习,从大量数据中发现潜在的模式和规律,从而实现对复杂机械故障的准确诊断。例如,深度学习算法可以自动提取数据中的高级特征,为故障识别提供更有力的依据。第二,大数据分析的全面信息。风力发电机组产生的海量数据蕴含着丰富的信息,大数据分析可以从中提取有关机械状态、运行特性等方面的信息,为故障诊断提供全面的信息支持。第三,实现故障预测。基于历史数据的分析,人工智能和大数据分析可以建立预测模型,预测故障的发生时间和类型,从而实现更精准的维护计划制定<sup>[3]</sup>。第四,持续学习与改进。人工智能和大数据分析是动态的过程,随着时间的推移,模型可以不断进行学习和改进,逐渐提高故障诊断的准确性和效率。

实际应用人工智能与大数据分析时,需要解决数据获取、算法选择等问题。第一,数据获取与预处理。风力发电机组产生的数据可能分布在不同的位置,不同的数据源可能有不同的格式和精度。因此,需要建立完善的数据采集系统,对数据进行预处理,保证数据的一致性和可靠性。第二,算法选择与优化。人工智能涉及多种算法,如神经网络、支持向量机等,选择合适的算法对于故障诊断的效果至关重要。同时,算法的参数设置和优化也需要经验和实验的积累。第三,模型训练和更新。人工智能和大数据分析模型需要进行训练,训练过程需要大量的样本数据。模型的更新也是一个长期的过程,需要不断收集和加入新的数据,保持模型的时效性和准确性。

人工智能与大数据分析的应用策略需注意数据隐私保护和模型解释性。第一,数据隐私保护。风力发电机组的数据涉及故障、运行状态等敏感信息,需要采取相应的隐私保护措施,确保数据的安全性。第二,模型解释性。人工智能算法的复杂性可能导致模型的不可解释性,难以理解模型的决策依据。因此,在应用人工智能时,需考虑提高模型的解释性,以便维护人员能够理解模型的诊断结果,做出合理的维护决策。

### 3.3 预测性维护策略

预测性维护策略是风力发电机组机械故障诊断中的重要手段。第一,故障趋势分析。通过对历史数据的分析,可以了解机械故障的发展趋势,判断故障是否逐渐加剧,从而预测故障的可能发生时间。例如,通过分析轴承的振动数据,可以预测轴承的寿命,提前进行维护。第二,特征提取与模式识别。预测性维护依赖于从大量数据中提取有关机械状态和故障特征的信息。这需要结合机械工程知识和数据分析技术,将数据转化为可用于故障预测的特征,并识别出特定故障模式。第三,模型建立与优化。基于特征数据,可以建立预测模型,如时间序列模型、机器学习模型等。模型的选择和参数的优化需要综合考虑模型的准确性和计算效率。第四,决策制定与优化。基于预测的故障信息,维护人员可以制定相应的维护计划,包括维护时间、维护方式等。这需要综合考虑设备运行状况、维护成本、停机损失等因素,进行最优决策。

实际应用预测性维护策略时,需注意数据收集、模型评估等问题。第一,数据收集。预测性维护依赖于历史数据的积累,需要建立稳定的数据采集系统,确保数据的完整性和可靠性。第二,模型评估。建立预测模型后,需要进行模型的验证和评估。这需要将模型应用到新的数据中,检验其预测准确性和稳定性。如果模型的表现不佳,需要及时进行调整和优化。第三,模型更新。风力发电机组的工作状态可能会随时间发生变化,故障模式可能也会改变。因此,模型需要定期进行更新,以适应新的数据和新的工作环境。

### 3.4 远程监测与维护

远程监测与维护是风力发电机组机械故障诊断的关键策略之一。第一,实时监测。通过传感器网络和数据传输技术,可以实现对风力发电机组运行状态的实时监测。这使得维护人员能够随时了解机械状态、振动情况、温度变化等信息,及早发现异常情况。第二,故障诊断。远程监测系统可以将采集到的数据传输至维护中心,利用人工智能和大数据分析技术进行故障诊断。维护人员可以通过远程终端查看诊断结果,了解机械故障的类型和严重程度<sup>[4]</sup>。第三,预警通知。一旦监测系统检测到异常情况,可以通过短信、邮件等方式发送预警通知给维护人员,使其能够及时采取应对措施,防止故障进一步扩大。第四,远程维护。在诊断出机械故障后,维护人员可以通过远程控制系统实施维护操作,如远程关闭设备、调整参数等,降低人员上门维护的需求。

实施远程监测与维护策略需要解决通信技术、数据隐私等问题。第一,通信技术。远程监测与维护依赖于稳定的通信网络,确保数据能够及时、稳定地传输。可以采用无线通信技术、互联网技术等,选择合适的通信方式。第二,数据隐私。风力发电机组的数据涉及故障信息、运行状态等敏感信息,需要进行数据加密和隐私保护,确保数据的安全性和保密性。第三,系统稳定性。远程监测与维护系统需要具备稳定性,避免因系统崩溃或网络中断而影响实时监测和维护操作。

实际应用远程监测与维护策略时,需考虑成本和效益的平衡。第一,设备成本。实施远程监测与维护需要投入一定的设备和技术支持,如传感器、通信设备等。需要综合考虑设备成本与效益,确保投资的合理性<sup>[5]</sup>。第二,人员培训。维护人员需要掌握远程监测与维护的技术和操作方法,需要进行培训和技能提升,这需要一定的时间和资源投入。第三,维护效益。实施远程监测与维护可以降低人员上门维护的频率,减少维护成本和停机损失。因此,需要对维护效益进行综合评估,确定实施策略的可行性。

## 4 结语

综上所述,风力发电机组机械故障诊断方法与技术的研究在提升风能产业的可靠性、效率和可持续性方面具有重要意义。多技术手段融合应用为故障诊断提供了更全面、更准确的依据,人工智能与大数据分析则为数据挖掘和模式识别带来了前所未有的机会。预测性维护策略的应用将维护策略由被动转为主动,降低了维护成本,提高了系统的可靠性。而远程监测与维护则在时空上为故障诊断和维护带来了更大的灵活性,实现了实时监控和远程操作。

## 参考文献:

- [1] 刘勇峰. 风力发电机组旋转机械运行维护故障分析及解决办法 [J]. 中国设备工程, 2016(11):43-44.
- [2] 邓彦杰. 风力发电机组旋转机械的故障诊断技术分析 [J]. 工程技术研究, 2022,04(11):34-36.
- [3] 王加阳. 风力发电机组旋转机械的故障诊断技术研究 [J]. 汽车博览, 2022(21):19-21.
- [4] 郝永清. 风力发电机组旋转机械的故障诊断技术研究 [J]. 石油石化物资采购, 2022(22):159-161.
- [5] 金晓航, 王宇, ZHANG BIN. 工业大数据驱动的故障预测与健康诊断 [J]. 计算机集成制造系统, 2022,28(05):1314-1336.

# 高铁预制箱梁外观通病产生原因及预防措施

冯梦龙

(中铁十二局集团第一工程有限公司, 陕西 西安 710000)

**摘要** 预制箱梁是我国高铁工程中的一种重要结构形式, 其施工中需对其模板的加工、制作与安装、钢筋的安装与使用、混凝土的配制与搅拌等环节进行有效的控制, 同时还要注意施工场地的清洁。如何在规范的前提下保证预制箱梁高效率、高质量地施工, 将对高铁工程的建设起到积极的促进作用。本文对高铁预制箱梁在外观上出现的一些常见质量问题进行了介绍, 对其成因进行了分析, 并对如何防止其发生进行了简单的论述, 旨在为相关人员提供参考。

**关键词** 高铁预制箱梁; 外观通病; 冷缝现象; 蜂窝现象; 气泡

**中图分类号**: U238

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0010-03

在高铁建设中, 预制箱梁因具有整体刚度高、施工组织简单、工期短等特点, 被大量采用。在我国高速铁路建设中, 既要满足高速铁路的使用要求, 更要满足对混凝土外观的要求。因此, 对预制箱梁的施工过程进行严格的控制, 以改善预制箱梁的外观质量, 这是一个新的机会, 也是一个新的挑战。

## 1 相关概要

预制箱梁的外观质量通常表现在外表, 而真正的问题却往往表现在内部。外观表面的平整度和色差是混凝土施工质量的重要指标。首先, 模板必须有足够的强度、硬度和稳定性, 以保证各个部件的尺寸精度、预埋件的定位精度, 并保证在使用时的稳定性。模板应该用高质量的钢制, 然后把它们做成模板的组合物。按照各部件的要求, 分别对其进行粗、精、抛三道工序。喷模时, 要用隔离剂。在喷涂之前, 工作人员要根据温度和气候等条件, 根据生产厂家提供的配方, 在技术人员的指导下, 将其稀释, 使其均匀, 无流挂现象。不允许使用油、柴油等物质作脱模剂, 以免使箱梁外观变得暗淡无光。模板拼装时, 必须保证尺寸准确, 接缝紧密、稳定, 防止漏浆、蜂窝、麻面、胀模等常见的质量问题<sup>[1]</sup>。喷完后, 需由质量检验人员进行检验, 并根据实际情况适当调整喷淋时间, 方可投入生产。喷完后要做好保护工作, 以避免尘土和其他杂物沾染到模板表面。在拆模过程中, 要注意控制好预制箱梁和周边环境之间的温度差, 并且要避免进行激烈的工作, 以免对箱梁产生硬性破坏和破坏模板。在预制箱梁的施工过程中, 为了便于后续的施工, 需要大量的预埋件。预制箱梁的精确位置, 不但对后续的施工起

到了保障作用, 而且对预制箱梁的外形控制起着至关重要的作用。

## 2 高铁预制箱梁混凝土外观质量存在的问题及原因

某高铁区段为19跨、30m的预制箱梁桥, 长576m。本工程采用双跨桥, 共152个箱梁。预制箱梁采用C50级混凝土, 在其跨径中, 在预制梁的两端加设板件, 方便在简单的支架安装后进行现浇。在预制梁不连续的端部设置隔板, 并在同一时间进行预制梁的预制; 在箱形主梁的中间位置处设有一块中间隔墙。在预应力筋中, 腹板、底板分别为正、负弯矩筋, 而顶板则为负弯矩筋。

### 2.1 预制箱梁平整度不足

个别梁体顶板的平整度、顶板厚度和标高没有得到很好的控制。原因分析: 造成顶板平面不够平整的根本原因是由于在检测泥浆矫正器下的刮尺时产生了偏差所致。提浆整平机下面的刮板刚性不够, 模板上面的轨道顶面高度得不到很好的控制, 梁面的人工修整也不能很好地完成。

### 2.2 冷缝现象

梁体表面存在冷缝, 腹板下沿外缘出现沙纹、点迹, 梁端处的内倒角出现蜂窝、麻点, 腹板上沿外缘出现云和鳞片。在梁体表面存在冷缝的普遍原因是: 原材料、混凝土配合比、混凝土搅拌、混凝土浇筑层厚度、振动技术、内外环境温差等。形成冷缝产生的主要原因有以下几点: (1) 在浇筑混凝土的过程中, 每一层与每一段的间隔过长。在浇筑上一层时, 下一层已硬化, 上一层的振捣器不能穿透下一层的混凝土, 造成上下

两层的界面色差。(2)在浇筑混凝土时,在底层表面形成了一层水泥浆,导致了骨料的离析。在浇筑上部混凝土时,由于振动杆的埋入深度不够,造成了上下两层的界面颜色差异。(3)由于温度较高,没有时间进行浇筑。底层固化后,在上下两层的交界处产生了颜色差异<sup>[2]</sup>。

### 2.3 混凝土表面存在气泡、麻面和黏膜

由于混凝土表面粗糙,出现气泡、坑洞、黏膜等现象。产生这种现象的原因主要有:一是由于混凝土自身的流动性能和工作性能较差,在其表面产生了大量的气泡;二是由于未及时清除模架上的残渣,模架不够平整,浇筑时缺乏连续性,造成了混凝土表面的坑洼;三是脱模剂的涂布方式不合理、不均匀、引起气泡、黏膜等问题。另外,脱模剂的种类不合理也是一个重要因素;四是由于初期脱模强度达不到标准,脱模太早,使混凝土黏结在模板上。

### 2.4 箱梁底部及端头出现蜂窝现象

在预制箱梁中,混凝土在底端都会产生大量的孔洞。造成这一现象的原因有以下几个方面:一是混凝土的流动性较差,振动时不能很好地充填模板;二是操作者没有对混凝土进行适当的浇筑和振捣,导致混凝土出现分层,振捣不够等现象;三是在端部设置了更多的钢条,包括更多的突出钢条、锚板和波纹管。在端板围护结构中,由于端板围护结构复杂,极易出现漏浆、空洞等问题,严重影响了混凝土的整体质量。

## 3 高铁预制箱梁外观通病预防措施

### 3.1 冷缝的预防措施

(1)必须保证砂石料的洁净,并对砂石料的含泥指数进行严格的控制。要精确地测定混合料的数量,并且要根据前面的混凝土浇筑速率来决定后面的物料供给。在前场应有混凝土浇筑车,它已经被及时地拌好并存放起来。(2)提前对各类机器的运转情况进行检测,对搅拌量和浇筑时间进行控制,尽量减少浇筑时间,对混凝土的分段浇筑长度进行严格控制,保证上面一层的混凝土在下面一层的初凝之前进行连续浇筑<sup>[3]</sup>。(3)在浇筑混凝土时,将振动杆按 5~10cm 深埋入混凝土底层,并做好记号。(4)在酷热的季节里,为了使混凝土的初凝固时间更长,必须向混凝土中掺入缓凝剂,并对模板外部进行喷水冷却。(5)尽可能减少浇筑时间,浇筑时应做到密实连续。

### 3.2 预制箱梁平整度的预防措施

预制箱梁的平整度有三个问题。一是增强了泥浆

整平器自身的刚性,使测量组能够准确地对刮板的高程及坡面进行准确的测量;二是要对上翼轨顶面左右两端的高程进行精确的调节,使之达到统一;三是要仔细地做好人为的面层,特别是临近收尾的时候,要加大责任心。只有这三点都做好了,梁面的平整程度才能得到改善。

### 3.3 气泡的预防措施

(1)进一步强化对现场施工配合比设计的控制,提前对砂石进行含水率指标的检测,对已进场的砂石料源按照先后顺序进行区分,明确了现场先装原则。在设计中,应尽可能保证混凝土的水分含量,并在施工现场以及施工技术人员、检测人员、调度人员等方面做好及时的交流。在浇筑混凝土前,实验室应该对测量系统的工作性能和精度进行再次检验,根据需要准确地输入每种材料用量的测量指数,并对其进行区分。对于不同位置的混凝土,要选用不同的混凝土配合比。在保证工程可实施性的条件下,应尽可能地选择小试样,并根据工程实际情况,选择相应的小试样。在混凝土收缩过程中,采用了底板比腹板稍大,腹板比顶板稍大的原则。(2)对模板进行锈蚀处理时,必须细心,不能有盲区。在使用脱模剂前,模板必须保持干净。应选用不会引起色差的分散剂,切勿频繁更换分散剂。某些隔离剂一旦被确定,就不应该被改变。(3)把振动杆的振动距控制好,要保证振动杆的振动半径,并要有合适的插入深度和振动杆的振动时间。(4)摇动侧模底部时,要轻拍边模,将黏附在边模上的气泡排出,起到除气泡的作用<sup>[4]</sup>。

### 3.4 蜂窝、麻面的预防措施

在安装模板之前,必须彻底除锈,打磨,涂上脱模剂。要保证模板的支承可靠、接缝严密、尺寸精确,防止因漏浆而引起的孔洞、坑洞。为防止污染,在施工过程中,模板的浇筑过程不能拖得太久;在施工过程中,要精确把握好施工时机,以免出现混凝土黏膜现象。在使用过程中,必须有专门的人员操作,并对振条之间的间隔进行严格的控制,以防止出现欠振、漏振现象。理论配合比合理化设计。对于较为致密的钢筋,可适当增大其坍落度,并可适当加大振捣强度。

## 4 高铁预制箱梁外观质量精细化施工控制要点分析

### 4.1 模板安装施工控制

首先,在高铁建设中,采用预制箱梁,其施工过程中,模板的设置及施工过程的控制是非常重要的。首先,在对模板进行加工和制造时,全部采用固定拼

装的方式,以降低在模板安装时出现的误差;其次,对将要使用的模架进行表面检查,保证模架的平面平整、无刮花、无裂缝,以保证模架的施工质量;在模架安装时,为了保证模架不会出现错位现象,还应特别注意边架和底架的接缝处。采用高强海绵带对裂缝进行全面封闭,保证两个模板之间的接合牢靠,保证后期注浆时不发生渗漏。

#### 4.2 钢筋施工控制分析

在预制箱梁的施工过程中,钢筋的施工控制是预制箱梁质量控制的一个重要环节,其中钢筋的合理布置与施工对预制箱梁承载力、承载力有很大影响。在钢筋的施工、安装、控制等环节,必须保证与钢筋相连的主筋是平直的,没有弯曲的;其次,在设置箍筋时,要对主筋的排布间距进行合理的控制,并将其捆扎好;最后,在做好钢筋的前期准备工作之后,工程人员利用高强砂浆垫块为绑扎好的钢筋设置保护层,并将钢筋固定在指定的位置,做好定位工作。

#### 4.3 混凝土施工控制

混凝土浇筑质量的好坏直接影响到整体预制箱梁的外观品质。在混凝土施工的过程中,首先,要对原材料进行合理的选择,比如要保证砂石材料的干净、无杂物,还要确定混凝土配合比,并进行初步配合比试验,确保配合比能够满足浇筑要求;其次,对于混凝土的混合,宜采用动力式混合器,混合时间以100秒为宜。在任何时候都要注意,以保证原材料的混合和充分<sup>[5]</sup>。为保证混凝土浇筑的均匀、稳定,在施工中采取了分阶段、分阶段浇筑的施工方法。浇筑完毕后,再进行振捣。在已浇筑的混凝土中,波纹管比较密集的区域和齿板处,采用30型振锤对齿板处进行了强化处理。在振捣时,采用平板式振捣装置,以消除因收缩而产生的裂纹,保证振捣后的混凝土表面平整;最后,楼顶混凝土应采用两种方式浇筑:一是抹平,二是收面。要做好混凝土的浇筑、设置和凿毛工作,并按施工要求控制凹槽的深度,防止过大的波动,否则在浇筑工作中可能会造成二次浇筑。

#### 4.4 模板拆除和养护工作

模板拆除工作在浇筑混凝土的最终凝固时间后开始。在经过试验,混凝土强度满足要求后,可以拆下整个模板。在拆除时,要特别小心,以免造成混凝土表面的划伤。在拆模后,混凝土大部分是裸露在室外,室外的温湿度变化很大,需要对其进行后期养护。首先对顶面混凝土进行浇灌,防止出现开裂。在拆下箱体内模后,对其两侧进行喷灌,并对其进行喷灌。然而,

在冬季进行施工时,因为施工温度较低,因此,施工人员在养护工作中,一定要对温度进行严格的控制,保证温度与混凝土养护的要求相一致,防止混凝土发生冻裂。

#### 4.5 施工现场清理工作

在上述全部工作结束之后,施工人员要做好对施工现场进行的清理工作,尤其是要对施工现场因模板拆除而产生的建筑垃圾进行及时清理,对排水沟进行清理,确保施工现场的正常供水,营造一个良好的施工现场环境。

#### 4.6 成品保护工作

在预制箱梁张拉、注浆完毕后,应将梁和板放置在仓库中,并注意混凝土的强度,以保证成品的质量。在存放过程中,要确保箱梁端的支撑点靠近梁端,每个支撑点都是垂直的。应在梁板的两侧进行方木支撑工作,以避免坍塌。

另外,在对成品进行防护时,要对梁体进行防护,以免受到外力的破坏。在运输时,梁板的角部应加橡皮垫,以防止外来的硬物对梁板造成损伤。此外,梁和板不得存放三个月以上,若超过三个月,梁和板就会因潮湿而产生变形。

### 5 结语

预制箱梁混凝土外观质量的控制过程涉及多个方面。施工人员必须一丝不苟,严格按照相关标准进行作业,强化对混凝土的各项数据的控制,在模板的制作、安装、材料、运输等过程中要有严格的要求。除此之外,还要强化对每个预制箱梁的评价与管理,找到问题,并催促其改善,这样才能有效地控制高铁项目的成本与投资,从而提升高铁项目的建设质量。

#### 参考文献:

- [1] 赵健,朱桂君,辛文青.浅谈预制箱梁质量通病防治及管理品质提升[J].江苏建筑,2022(S1):82-85.
- [2] 王中华,姜霁.40m/1000t级预制箱梁外观色差成因与对策[J].江苏建材,2022(02):29-31.
- [3] 杨宝良.提高预制箱梁外观质量的措施——以云南召泸高速公路为例[J].交通世界,2021(15):25-26,47.
- [4] 杨加兵,杨勇.浅谈后张法预制箱梁外观缺陷的防治[J].技术与市场,2012,19(08):116.
- [5] 袁玉峰,许永勇.浅谈如何提高预制箱梁混凝土外观质量[J].中国石油和化工标准与质量,2011,31(05):72.

# 地铁牵引供电系统双向变流装置直流短路研究

孙仁盛, 侯欣延, 吕潇涵

(中车大连电力牵引研发中心有限公司, 辽宁 大连 116000)

**摘要** 地铁系统的电力供应必须具备高度的稳定性, 以确保列车的安全运行和准时到站。双向变流装置是地铁系统中用于将交流电源转换为直流电源并将能量回馈到电网的关键组件。然而, 在实际运行中, 双向变流装置可能会面临直流短路问题, 这可能导致系统故障和列车运行中断。因此, 本文深入研究地铁牵引供电系统中双向变流装置的直流短路问题, 以期为同行业人员提供借鉴。

**关键词** 地铁牵引供电系统; 双向变流装置; 直流短路; 保护配置

中图分类号: U231

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0013-03

地铁系统作为一种重要的城市交通工具, 其可靠性和安全性至关重要。地铁牵引供电系统中的双向变流装置起着关键作用, 它将交流电源转换为直流以供牵引系统使用。然而, 在地铁系统运行中, 直流短路事件难免会发生, 严重威胁系统的稳定性和设备的安全。

## 1 地铁牵引供电系统

### 1.1 电源接入点

电源接入点是地铁牵引供电系统的起始关键环节, 通常是通过连接到城市的电力网络来获取电能。电力网络通常提供来自电站的高压交流电源, 以确保足够的电能供应地铁系统。为适应地铁系统的要求, 电源必须经过变压器降压处理, 将高压电源转换为适用于地铁牵引系统的低压电能。这个降压过程不仅确保了电压的安全性, 还有助于满足列车牵引系统所需的电能规格, 从而为地铁列车的安全、高效运行提供了可靠的电源基础。

### 1.2 整流器

整流器在地铁牵引供电系统中扮演着关键的角色。它是电力系统的第二步, 负责将来自电力网络的交流电源转换为列车驱动系统所需的直流电源。这一转换过程通常依赖于半导体二极管或可控整流器等电子元件, 以确保电能以可控、可靠的方式被转化。在整流器中, 交流电源经过二极管或可控整流器, 其负责将电流方向从正负交替的交流状态转换为单一方向的直流电流。这个过程涉及将电流波形的负半周或正半周去掉, 得到了稳定的直流电源。这个直流电源将在后

续的阶段中继续被平滑、稳压和分配, 以供应地铁列车的牵引系统。整流器通常使用半导体器件, 如硅控整流器 (SCR) 或可控整流桥 (IGBT), 来将交流电源转换为直流电源。这些器件可以控制电流参数, 确保直流电的稳定性。此外, 整流器包括电流传感器、保护电路和冷却系统等, 以维护其正常运行并确保安全性<sup>[1]</sup>。

### 1.3 电容器和滤波器

电容器在地铁牵引供电系统中具有关键的功能。它们主要用于电能的储存和电压的平滑, 具体表现如下。

#### 1.3.1 电压平滑

电容器能够有效吸收电源中的电压波动, 如来自电网的瞬时电压变化, 这使得它们能够输出更为稳定的电压给列车驱动系统。这种稳定性对于列车驾驶和设备运行至关重要, 因为它防止了电压波动对系统产生不利影响, 有助于确保列车平稳运行。

#### 1.3.2 峰值电流吸收

地铁列车在运行中需要瞬间大量电能, 尤其是在加速和制动等操作中。电容器具备储存电能并快速释放的能力, 以满足这些瞬间的功率需求。这有助于确保列车在需要时获得足够的电流, 以支持运行操作的顺利执行<sup>[2-3]</sup>。

滤波器在地铁牵引供电系统中扮演着至关重要的角色。它们的主要任务是减少电磁干扰 (EMI) 和谐波, 以确保电能的质量和稳定性。

综上所述, 电容器和滤波器的设计需要考虑电流、电压、频率和谐波的特性, 以满足地铁牵引供电系统的需求。它们的合理配置和维护对于确保供电系统的

高效稳定运行至关重要,有助于提高地铁列车的牵引性能和乘客的出行舒适性。

#### 1.4 逆变器

逆变器是地铁牵引供电系统中的重要组件,其任务是将直流电源再次转换为可控的交流电源,以满足地铁列车的牵引需求。通常,地铁列车的电动机需要交流电源才能运行,而地铁系统的电源是以直流形式提供的,因此逆变器在中间起到了桥梁的作用。逆变器通过使用半导体开关器件来控制电流的方向和大小,将直流电源转换为可调节的交流电源。这可以实现对电流的频率和电压进行精确调整,以适应列车在不同速度和牵引需求下的变化。逆变器的控制系统可以根据列车的操作指令动态调整输出电流的参数,确保列车在加速、减速和保持稳定速度等情况下都能够得到适当的电力供应。逆变器的设计和性能对地铁系统的牵引效率和响应速度至关重要。它们不仅允许列车以可控的方式运行,还有助于提高能源利用效率,减少能源浪费。

因此,逆变器在地铁牵引供电系统中扮演着至关重要的角色,确保列车能够以安全、高效的方式在轨道上运行。

### 2 地铁牵引供电系统双向变流装置

双向变流装置是地铁牵引供电系统中的核心组件,它担负着关键的任务,即实现交流电源到直流电源和直流电源到交流电源的双向转换。这一功能使地铁牵引供电系统更加灵活多样,能够适应不同的操作模式和电力需求。在地铁系统中,列车需要直流电源来驱动牵引电动机以推动列车行驶。然而,来自电力网络的供电通常是交流电源。这就需要双向变流装置发挥作用,将交流电源转换为直流电源,以供应列车的牵引系统。同时,在列车制动时,电动机产生的电能可以通过反馈系统回馈到电网中,这就需要将直流电能转换为交流电能,以实现能源的回馈和再利用。双向变流装置通过半导体开关器件和控制系统实现这一双向转换过程。它能够确保电能在不同形式之间高效地转换,以满足列车系统的动力需求,并实现能源的回馈和再分配。这种灵活性使地铁系统能够更好地适应不同操作情景和电力网络的变化,从而提高了系统的可靠性和效率。

总的来说,双向变流装置是地铁牵引供电系统中的关键组件,其双向转换功能使地铁系统更加灵活,能够适应不同的电能需求和运行模式。它为地铁系统的

可靠性、效率和可持续性提供了关键支持。

### 3 双向变流装置直流短路特性

#### 3.1 直流电容放电阶段

在直流电容放电阶段,当发生直流短路事件时,地铁牵引供电系统中的电容开始释放储存的电能,导致电容器电压急剧下降。这一过程的发生是由于电容器内储存了一定数量的电荷,当直流电路突然短路时,电容器迅速释放其中的电荷以满足电路的需求,这导致了电压迅速下降的现象。直流电容放电阶段的时间非常短暂,通常只有几毫秒到数十毫秒,但在这短暂的时间内,电容器释放的电能是相当巨大的。这种短时高能量释放可能对系统内的电子元件和设备造成严重的电压和电流冲击,因此需要采取措施来保护系统,防止损坏或故障的发生。为此,通常需要在电路中设计一些保护装置,以限制电容器放电引起的电压峰值,确保系统的稳定性和安全性<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 反并联二极管放电阶段

在反并联二极管放电阶段,当直流短路事件发生时,系统中的反并联二极管迅速导通,允许电流继续流动,以有效地防止过大的电流冲击。这一过程的关键在于反并联二极管的作用,它们被设计成具有低电压降的特性,以确保在直流电容放电导致电压急剧下降时,电流仍能够顺利流动而不受阻碍。反并联二极管的导通实际上提供了一条“绕道”路径,使电流能够绕过直流电容器,从而减轻了电容放电引起的电压下降。这种二极管导通的速度非常快,通常在微秒级别内完成,因此迅速地响应了直流短路事件。通过这一机制,系统能够有效地限制电流的上升速度,防止电流冲击对电子元件和设备产生损害,同时保持系统的稳定性。反并联二极管在地铁牵引供电系统中扮演着非常重要的保护角色,确保了系统在直流短路事件发生时的安全和可靠运行。这个阶段的操作是系统中电路保护的关键组成部分,有助于维护系统的稳定性和设备的完整性。

#### 3.3 不控整流阶段

在不控整流阶段,当电容放电完成后,电流继续由不控整流器流动。这个阶段的关键任务是采取措施来限制电流,确保它在可控范围内,以防止电流超过系统和设备的额定值而引发潜在的损害。不控整流器通常是半导体电子元件,其导电性质受到电压和电流的影响,因此需要对其进行控制以维持稳定的电流输

出。在这个阶段,可能会采用一些电流限制器或电流调节器来确保电流保持在合适的水平。这可以通过监测电流并在需要时调整不控整流器的导通状态来实现。这种控制可以帮助防止电流过大,从而保护系统免受潜在的损害。不控整流阶段的目标是在电容放电后维持电流的稳定性,以确保系统的正常运行并防止不必要的压力和电流冲击。通过这种方式,地铁牵引供电系统可以更好地管理电能的流动,确保电流在可控范围内,并维护系统的安全性和稳定性。

## 4 仿真分析

### 4.1 不同工况下的直流短路仿真

通过进行不同工况下的直流短路仿真分析,我们可以深入了解地铁牵引供电系统在各种情况下对直流短路事件的响应以及可能发生的损坏程度。这种仿真分析是至关重要的,因为它可以为我们提供关于系统行为的宝贵见解,帮助我们识别潜在的问题,并为改进系统的设计和保护措施提供基础。在仿真中,我们可以模拟不同的工况,如系统负载变化、电压波动、设备故障等,然后观察直流短路事件的发生和演化。我们可以分析系统中各个关键组件的响应,包括电容器、反并联二极管、不控整流器等,以了解它们在直流短路情况下的工作状态和性能。此外,仿真还可以帮助我们量化电流、电压和功率等参数的变化,从而评估系统中可能发生的电压陡升、电流超额等问题,以及它们对设备和电子元件的潜在损害。这种仿真分析可以为我们提供有关如何改进系统保护措施、优化电容容量、增加反并联二极管数量等方面的建议,以增强系统的抗干扰性和安全性。总的来说,不同工况下的直流短路仿真分析是一种有力的工具,有助于深入理解系统的行为和性能,并为系统的设计和维护提供宝贵的指导和建议,以确保地铁牵引供电系统的可靠性和安全性。

### 4.2 双向变流装置直流短路保护配置方案

为了有效保护双向变流装置免受直流短路的潜在损害,我们提出以下配置方案,即增加桥臂二极管和增大直流侧电抗。这两项措施旨在提高系统的稳定性和安全性,减轻直流短路事件可能对设备和电子元件造成的不利影响。

首先,增加桥臂二极管的数量或容量可以显著改善系统的电流路径。这些二极管在直流短路事件发生时迅速导通,为电流提供了可控的通道,降低了电容放电引起的电压下降速率。通过增加二极管的数量或

容量,我们可以更有效地分散电流负载,减轻二极管的负担,从而提高了系统的抗电流冲击能力。这可以减少设备受损的可能性,同时维护系统的运行稳定性。

其次,增大直流侧电抗有助于限制直流电流的增长。电抗器在直流电路中的作用类似于电阻,它们通过提供电阻性反抗,限制了电流的快速增加。通过增大电抗器的大小,我们可以有效地减少电流在直流短路事件期间的剧烈波动,防止电流超过设备的承受能力。这个配置方案可以降低系统的潜在风险,保护设备免受电流过载的威胁<sup>[5]</sup>。

综上所述,增加桥臂二极管和增大直流侧电抗是有效地保护双向变流装置免受直流短路事件损害的配置方案。它们协同作用,提高了系统的抗干扰性和稳定性,确保了地铁牵引供电系统在各种工况下的可靠运行,从而维护城市交通的安全和效率。

## 5 结语

通过对地铁牵引供电系统中双向变流装置直流短路问题的研究和分析,我们不仅深入了解了直流短路事件的特性,还提出了有效的保护配置方案,包括增加桥臂二极管和增大直流侧电抗。这些方案有助于提高系统的稳定性、可靠性,保障地铁系统的安全运行。地铁系统作为现代城市交通的支柱,其可靠性和安全性对城市居民的出行至关重要。通过我们的研究和工程改进,可以进一步提高地铁牵引供电系统的性能,减少直流短路事件对系统的影响。这将有助于确保城市交通的可持续性,为乘客提供更安全、更高效的出行体验。未来,我们将继续努力,不断优化系统设计和保护机制,以适应不断变化的城市交通需求,为城市的可持续发展和乘客的出行提供更好的支持。

## 参考文献:

- [1] 王公伟.城市轨道交通供电系统中双向变流器功能验证[J].交通世界,2023(03):33-35.
- [2] 西安许继电力电子有限公司,许继集团有限公司,许继电气股份有限公司.一种地铁牵引供电系统及双向变流装置:CN201910008955.4[P].2020-07-31.
- [3] 刘陆洲,张国红,刘伟,等.城轨交通地面超级电容储能系统容量配置[J].智慧轨道交通,2023,60(01):44-49.
- [4] 张戢,刘炜,周瑞兵,等.基于双向变流装置的城市轨道交通牵引供电系统潮流计算[J].中国铁道科学,2020,41(01):92-98.
- [5] 李波.新时期下地铁牵引供电系统可靠性和安全性分析[J].运输经理世界,2021(05):137-138.

# 风力发电并网系统的控制和优化策略

潘文幸

(润建股份有限公司, 广西 南宁 530000)

**摘要** 在并网过程中, 由风力发电所产生的电能将带来宽频波动性等一系列问题, 严重威胁着电网的安全, 如何提高风力发电并网系统的连通状况, 使风力发电能够在整个电网中起到积极的作用, 是风力发电并网系统亟待解决的问题。本文结合我国风力发电行业的实际需求, 就如何在风力发电并网过程中对电力系统进行有效控制进行了论述, 并给出了具体的优化方法。

**关键词** 风力发电; 并网系统; 系统控制

**中图分类号:** TM61

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2023)11-0016-03

风力发电并网发电技术是世界各国最为普遍的风力发电模式, 通过电力网络进行补偿与支撑, 其设计及有关系统的控制必须按照风电的基本要求及操作原理进行有针对性的工作, 并制订出相应的控制及优化方案, 以使现有风力资源得到更大程度的开发与利用。但是, 风力发电并网系统技术在实际应用和操作中仍存在诸多问题, 尤其是风电具有随机、间歇等特性, 其在吸纳风电功率后, 可能会引起端网电压波动, 从而影响电网的稳定运行, 一旦发生配线故障, 极易引起电压跌落、失稳, 甚至不能恢复到稳定状态。此外, 在检修完毕后, 由于无功供应不足, 需对其它问题进行妥善处理。因此, 必须对风力发电并网系统进行有效控制和优化。

## 1 风力发电并网系统的基本结构

风力发电并网系统的中心思想是在市政发电的基础上, 将风电与市政电网有效结合起来, 以风电为城市供电。风力发电并网系统的应用对降低环境污染、推动新能源开发、节省常规能源、提高资源利用率、降低非再生能源消耗具有重要意义。风力发电并网系统优点明显, 但易受风力资源制约。当风速发生变化时, 在没有提前响应的情况下, 将会给人们的生产、生活带来很大的影响。同时, 风力发电并网系统公司目前的技术水平尚不足以实现高效的风能存储, 这也会严重影响公司的风力发电效率。

风力发电并网系统采用的是微网系统结构, 该系统由微力载荷结构、能量转化装置、能量储存装置等构成。在实际应用中, 通过相互协作, 可以实现对电力系统的充分、公平的利用, 有效地分布并最大限度地使用能量, 能够改善电网联接的效率。当网络系统

出现故障时甚至在故障发生之前, 实现对故障的预警和处理。在电气联接系统的可靠工作方面, 单片机可以根据实际情况, 灵活地调节负荷等级, 以保证整个联接系统的稳定。此外, 在工程实践中, 该系统不仅能够保证电网的稳定供电, 而且还能够在本地供电之后, 将宏电网中继系统的剩余电能直接并网。

## 2 风力发电并网系统存在的问题

### 2.1 存在孤岛效应

所谓“孤岛效应”, 就是在某一区域内形成了一条电流通路, 但却没有一条电流流过, 这是由电网故障造成的电能损耗以及由用户侧供电系统脱离城市电网造成的风电场与城市电网断开联系, 从而造成“孤岛效应”效应。当风电出力超出预期时, 会造成终端供电短缺, 并在隔离区产生强压、冲击等现象, 对配电网的安全运行造成严重威胁。为此, 需要在联接时, 通过对电网的电压、频率变化进行探测, 并对电网的频率变化、相位跳变、失稳电流等进行监控。随着风电、光伏发电规模的不断扩大, 其所带来的“孤岛效应”将加剧, 因此必须对其进行有效治理, 才能保证其安全稳定运行。

### 2.2 稳定性不足

风力发电过程中, 风速对系统的稳定性起着关键作用, 由于不能实现人工调控, 造成了机组的频率、功率波动较大, 同时也造成了系统的电压波动、闪变等问题。风电机组在运行过程中会引起电网电压波动, 造成机组运行不稳定。风电机组的运转主要由起动、停机、开关三部分组成, 其中, 电源偏差只适合多个机组或多个绕组的风电机组, 且易引起风电机组的功率波动、电压波动, 且在风电机组终端及邻近节点间

不稳定。风力发电与电网融合后,将对电网的电压、频率稳定与安全产生影响。在风电并网的初始阶段,电网中极易产生电压谐波,当风力发生较大波动时,风电机组及风场周围会产生电压闪变,从而影响电网的安全稳定运行。

### 2.3 发电机技术的先进性不足

目前,我国风电行业主要是从国外引进的先进技术,在实际应用过程中还存在着很多问题,比如风电机组的运行机理还不完善等,在新技术的运用上也有一定的盲目性和不确定性,在发电能力逐步提高的同时,也会对风力发电的稳定性产生负面影响<sup>[1]</sup>。目前,虽然对风力发电并网系统机组的操作有相似的规范,但是在有关规范中缺乏对机组的可靠度的评价,导致对机组操作的可靠度评价并未得到有效的实施。究其原因,主要是由于机组厂商只注重经济效益,对机组投产后的经营控制存在着某种程度的疏忽。由于缺乏对机组运行安全性和可靠性的深入研究,将直接影响到风机的正常工作,从而使电网在并网电网后经常发生的安全事故。因此,应从我国实际情况出发,加强对风力涡轮机和光伏系统的技术研究,提高风力涡轮机和光电系统的运行效率,并采用新技术降低风力发电并网系统后的不稳定性。

### 2.4 给企业带来更大的经济压力

风电将会成为未来最大的一种能源,但从经济效益上讲,风力发电并网系统会对传统的发电方式产生冲击,造成火力发电厂和装备的限制,从而使电力企业面临更大的经济损失。与此同时,风力发电并网系统以后仍然存在着故障的危险,设备的维修耗费了大量的金钱和人力,而且后期的维修和研发,还会对电站的运行成本产生影响,所以,必须要强化对经济效益的研究。

## 3 风力发电并网系统的控制策略

### 3.1 能源控制

能源控制既是风力发电系统节能、环保的根本要求,又是风力发电并网系统公司在并网模式下的核心控制内容,因此,需要针对电力系统的实际运行状况,制订出符合电力系统特点的电力系统控制方案。尤其是对于分散式装置,采用点对点的控制方式,能够达到较好的节能效果;通过对负载水平的柔性调节,使系统能够更好地发挥供能功能,实现多种能量的高效利用。同时,利用风力发电并网系统的能源控制与调度技术,能够在发生故障时对关键负荷区进行灵活的

调节,保证对外界指令的快速响应,保证电网负荷的稳定。

### 3.2 微网系统控制

在对风力发电并网系统微网系统的基础架构进行控制时,要针对不同的微电源种类,根据具体情况采用相似的控制方式,有目标地进行控制。在实际操作中,为了保证系统的正常工作,需要对各部件的工作状况进行分析;对每台机组进行调频、调速,并对相关参数进行适当调节,可取得较好的控制效果;在进行控制工作时,工作人员要与各种设备以及电网对电源的总体需求相结合,强化对核心技术以及关键设备的工作状况的监控并及时发现设备工作状况的异常与问题,以保证风力发电并网系统在微卡的支撑下能够稳定地工作,保证系统架构的稳定性与功能的高效性。

### 3.3 故障控制

风力发电并网系统的应用范围与需求日趋复杂,如何对其进行诊断与排除,是风电网络系统全面、稳定运行的前提<sup>[2]</sup>。当前,DER 防护体系的应用主要是对风力发电并网系统进行检测、维护和维修。该控制与保护系统能有效地避免过压、欠压等不正常现象,并能有效地对分布式电源进行监控与保护。同时,考虑到风力发电并网系统所涉及的装置数目不一样,需要针对装置数目进行相应的装置配置,以保证装置动作的准确性和可靠性,进而提高继电保护的效率。即便是在设备发生了硬件失效或发生了紧急情况下,风力发电并网系统公司的自动保护功能仍可用于将系统失效对电网的操作所造成的冲击降到最低。

## 4 风力发电并网系统的优化策略

### 4.1 研发新型配电系统

为解决风力发电并网系统问题,有必要进行新型配电网设计。在进行初期设计时,应对建设场地进行实地考察,对风电发电的环境进行分析,制定切实可行的风电并网方案,从而保证配电网的平稳运行,并达到节能降耗的目的。如风电系统应集中建设,风电系统需设于风电资源较多的区域,当距离用电负荷中心较远、传输线路较长、通道断面受限时,需对电网进行重新规划,以降低亚同步振动问题。

### 4.2 确定关键性数据

在电网并网运行的大环境中,关键参数主要指的是最大投入量指数和潮汐流量指数。以风能发电为背景,研究了风能的分布状况。为使技术人员更好地了解风电运行过程,需在风电场设计阶段确定最大输入

功率及相应的数据水平,从而提升风电运行可靠性,而只有提高了可靠性,才能提高风电的总体效率。在确定某一指数的具体数值范围时,必须综合考虑各种影响因素,其中既有区域性的,也有特殊性的,技术人员需与风力发电并网系统所操作的特定环境相结合,对关键数据进行验证。

#### 4.3 保证电网的稳定性

要保证电压系统的稳定性,就必须从整体系统的设计环节着手,增强其技术性,同时保证在设计环节中硬件设备的选择具有正确性和适用性,以保证整个电压系统的整体结构和使用技术在设计阶段都能满足要求<sup>[3]</sup>。当运用智能化、自动化控制设备时,需要重视设备的适当设置,以避免新能源发电方式(如风力发电)中可能出现的干扰因素对系统造成不利影响,提升应用效果和智能化水平。同时,为使风电电站的应用更加安全、可靠,有关人员应该对异步发电机的使用给予足够的关注和认识,并在风电大规模发展的背景下,尽量避免多台电机设备并网时出现的电压系统异常现象。同时,有关部门应根据实际情况,采取相应的对策,确保电网的总体稳定,确保电网的安全稳定。

#### 4.4 提高对“孤岛效应”的检测

主动频率偏移检测法是一种基于逆变电源输出频率的有源故障诊断方法。在电力系统中,由于逆变负荷的作用,当发生停电时,其输出电压将发生翻转。当逆变电源并网电网后,其输出频率将有不同程度的偏差,如果偏差持续时间太长,将产生“孤岛效应”。正确使用检测仪可以发现此异常,检测仪会将检测仪的结果传送至监管人员,让监管人员及时处理。而被动相位偏移检测法一般都是基于电网的正常工作参数。在风力发电并网时,逆变器起到了主动的作用,使得电力系统和公网在同一频率上运行,一旦公网发生故障,将会造成全网的瘫痪。在并网时,逆变电源的电流输出和公网的电流有很大的相位差,可以通过这个相位差来了解电压和电流的变化情况,并对其进行分析。

#### 4.5 对保护设备的改进

在风力发电机的实际工作中,为了减小其对发电机的不利影响,必须采取相应的保护措施。目前,较为普遍的是无功补偿型动态保护,它可以有效地提高供电站的安全能力。在具体的设计工作中,设计者应当掌握无功补偿装置的容量指标,电网结构的特点以及风电场的容量指标,并将其与相应的设计工作的参考指标结构联系起来,从而对电网的结构进行优化和

改善。在调节系统出现故障时,可以通过低压模式对风机进行自动切断,从而保证整个调节系统的稳定性及总体运行状况的稳定性<sup>[4]</sup>。在实际操作过程中,需要对电力系统的控制和负荷的运行情况进行准确的掌握。在一些特定的条件下,为保证电网的平稳运行,可以选择直流电源的运行模式,使电网以恒定的电流并网。

#### 4.6 加强系统的后期维护

系统的后期维护工作对风力发电并网系统正常运作及对其进行有效控制具有十分重要的意义。

后期维护工作的内容主要包括两个方面:一是安全控制;二是维修控制。

从安全控制角度来看:一是要持续改进和完善有关的安全生产控制制度,明确各项安全需求;二是要强化风电建设的全过程控制,实现风电建设的先期控制,确保风电建设的安全、可控;三是要对风电设备的制造流程进行规范化的控制。

在维修控制上,要对风机设备做好日常的维修,并对其进行定期的检查,以确保风电设备的正常运转;同时,要强化对有关附件的控制,保证在发生故障时及时发现并进行替换,避免影响到全网的正常运转,进而提升风力发电系统的效能。

## 5 结语

总之,风能发电是新能源的一种重要形式,推进风力发电并网电网仍是我国能源结构调整的必然选择,也是提升电力传输品质与效率的一项重要举措。在风电并网运行中,要根据风电的特性和风电的运行方式,对系统的关键部分进行有效的控制,使其在并网条件下能够更好地发挥风电对电网的作用,保证电网的安全稳定。同时,在并网电力系统运行过程中,技术人员必须对各种系统的工作状态及装置的工作原理进行更为准确、高效的分析,以保证新型、智能化、绿色环保的电网系统运行模式的推广应用。

#### 参考文献:

- [1] 罗庆欣,曹睿博,李思涵,等.风力发电并网系统的控制和优化策略[J].光源与照明,2022(01):198-200.
- [2] 李杨杨.影响风力发电机组并网系统稳定性的因素分析[J].节能与环保,2020(04):20-21.
- [3] 彭亮.影响风力发电机组并网系统稳定性的因素分析[J].电子设计工程,2017,25(15):85-89.
- [4] 卫云凤.我国小型风力发电并网系统发展瓶颈的浅析[J].科技风,2013(18):246.

# 煤矿安全生产管理体系智能化研究

谢兰新

(乌苏四棵树煤炭有限责任公司, 新疆 乌苏 833000)

**摘要** 煤矿安全生产一直是煤矿行业的重要任务, 煤矿安全生产管理体系的智能化研究对于提高煤矿安全生产管理效率和安全性具有重要意义。随着科技的不断发展和智能化技术的应用, 煤矿行业面临着新的机遇和挑战, 如何运用智能化技术提升煤矿安全生产管理体系成为关键的课题。智能化技术可以通过传感器、监控系统、数据分析等手段, 实现煤矿环境和作业过程的全面监测和实时预警, 提高安全管理效率和应急响应能力。

**关键词** 煤矿; 安全生产; 管理体系; 智能化

中图分类号: TD7

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0019-03

## 1 实现煤矿安全生产管理体系智能化的重要性

首先, 实现煤矿安全生产管理体系智能化可以全面监测煤矿环境和作业过程。煤矿作业环境复杂, 存在一系列安全隐患, 而传统的安全监测手段受限于人力和时间, 无法全面监测煤矿环境和作业过程, 往往容易造成安全事故。而智能化技术可以通过传感器、监控系统等手段, 对煤矿环境和作业过程进行全面监测, 及时发现和预警潜在安全隐患, 提高安全管理效率。

其次, 实现煤矿安全生产管理体系智能化可以提高事故管理和灾害防范能力。煤矿事故发生后, 及时的事故管理和灾害防范措施是保障安全的关键。而智能化技术可以通过实时数据分析和预测模型, 提供科学的事事故预测和灾害防范措施, 让煤矿企业能够更加快速、准确地做出应对措施, 提高应急响应能力。

此外, 实现煤矿安全生产管理体系智能化还可以提高安全管理的效率。传统的煤矿安全管理存在许多问题, 如信息不畅通、决策不科学等, 而智能化技术可以提供全面的、实时的数据支持, 帮助管理者更好地进行决策<sup>[1]</sup>。智能化技术可以自动化、智能化地分析和处理大量的数据, 帮助管理者更好地识别和解决安全管理过程中的问题, 提高管理效率。

## 2 煤矿安全生产管理体系智能化路径

### 2.1 作业风险监控

首先, 通过网络化管理可以实时监测井下作业人员的位置, 提高安全管理的效率。在井下作业中, 人员的位置信息对于安全管理非常重要。通过智能化设备和定位技术, 可以实时追踪井下作业人员的位置, 确保他们在规定的作业区域内进行工作, 做到事前授权、事中监控、事后追溯。当外来人员进入作业区域时,

可以通过定位系统及时发现并记录其位置信息, 从而提醒工作人员, 确保作业区域的安全。

其次, 根据设置的权限, 可以通过短信通知系统对未经培训的工作人员进入未经许可的位置进行提醒。在煤矿作业中, 未经培训的人员进入禁止区域是一个常见的违规行为, 而这种行为往往会带来安全隐患。通过设置权限和短信通知系统, 可以实时监测工作人员进入的位置, 当工作人员进入禁止区域时, 系统会自动发送短信通知他们并提醒其返回安全区域, 从而及时消除潜在的安全隐患。此外, 通过移动拍照的形式对现场存在的违规作业进行记录与惩罚, 可以有效提高作业人员的安全意识和遵守规定的意识。利用智能手机等移动设备, 可以随时随地对现场作业进行拍照, 并将图片上传到管理系统中进行记录。当发现违规行为时, 可以根据相应的规定进行处罚或警告, 以起到示范和警示的作用, 使作业人员充分认识到违规行为的严重性, 提高其安全意识。

最后, 为了确保井下作业人员安全, 还可以与安全风险抵押金等形式结合起来进行结算, 从而有效约束井下作业人员的安全行为。安全风险抵押金是指作业人员在进入作业区域之前需要交纳一定金额的保证金, 以防止其违规行为引发安全事故。通过智能化技术, 可以实时监测作业人员的安全行为情况, 当发现安全行为不符合规定时, 可以扣除一定金额的抵押金作为惩罚, 强化对作业人员的约束和管理, 从而有效提高井下作业人员的安全意识与作业规范。

### 2.2 培训管理智能化

在煤矿安全生产管理体系中, 对员工进行培训是非常重要的环节。不同类型的人员, 包括新员工、转岗员工和承包工程的外来人员, 都需要接受相应的培

训<sup>[2]</sup>。这样可以提高他们的安全意识和技能,增强他们在矿山作业中应对紧急情况的能力。通过借助电脑系统和移动端APP,可以更加便捷和高效地进行教育培训和考试。针对新员工,煤矿企业可以通过电脑系统和移动端APP进行安全教育培训。培训内容可以包括矿山安全规章制度、矿山作业流程和操作规范等<sup>[3]</sup>。新员工通过电脑系统和移动端APP可以随时随地进行培训,学习并掌握相关的安全知识和操作技能。同时,电脑系统可以进行视频教育,以直观形式展示煤矿事故和事故处理过程,提高新员工的安全意识。对于转岗员工,煤矿企业可以根据其不同的转岗需求提供相应的培训课程。通过电脑系统和移动端APP,转岗员工可以随时查阅相关培训资料,进行线上学习,并可以进行自测和模拟考试。这样可以使转岗员工及时了解并适应新的工作岗位要求,有效减少转岗引发的安全隐患。此外,对于承包工程的外来人员,煤矿企业可以通过电脑系统和移动端APP为他们提供培训和考试。承包工程的外来人员需要了解煤矿企业的安全规章制度和作业要求,掌握煤矿现场安全操作技能。煤矿企业可以通过电脑系统和移动端APP向承包工程的外来人员提供在线培训课程,比如安全操作规范、应急处理方法等。培训后,外来人员可以通过电脑系统和移动端APP进行考试,评估其安全知识和操作能力。通过电脑系统和移动端APP进行教育培训和考试,可以提高培训的灵活性和效率。员工可以根据自己的时间和地点选择学习和参加考试,不再受限于传统的培训方式。同时,电脑系统和移动端APP还可以记录员工的学习和考试成绩,进行绩效评估和奖惩激励,促进员工的学习积极性和主动性。

### 2.3 加强设备安全管理

在设备采购阶段,煤矿企业应该根据实际需求和技术要求选择合适的设备供应商,着重考虑设备的质量和可靠性。采购合同应明确设备的规格、性能和质量要求,并与供应商签署质量保证协议。在运输和到货过程中,应及时检查设备是否完好,并对损坏的设备提出索赔要求,以确保设备的可靠性。在设备安装阶段,煤矿企业应严格按照设备使用说明书和相关标准进行安装和调试<sup>[4]</sup>。在安装过程中,应认真检查设备的各个部件和连接方式,确保设备安装牢固、连接可靠。同时,应注意设备的安全操作规程,进行设备的保养和维护,确保设备的正常运行。在设备运行阶段,煤矿企业应定期对设备进行状态性评估,包括设备的运行参数、状态指标、故障记录等。通过数据分析和监测,及时发现设备运行异常和潜在故障,进行

预警和预防性检修。煤矿企业可以利用现代化的传感器和监测系统,实时监测设备的工作状态和健康状况,以提前预防和排除故障。设备的检修也是保障设备可靠性的重要环节。煤矿企业应建立完善的设备维护计划和检修标准,定期对设备进行例行检修和大修,修复设备的故障和磨损部件,保持设备的正常工作状态。检修过程中,要做好故障分析和记录,以提高设备故障处理的效率和准确性。在设备报废阶段,煤矿企业应依据设备的经济寿命周期和技术状态进行判断和决策。对于老旧设备和故障频繁的设备,应及时进行淘汰和替换,以确保设备的可靠性和生产效率。

### 2.4 建立安全风险报警系统

首先,安全风险报警系统的原理是借助物联网技术,将PLC采集到的信息传输给控制系统,并根据设定的工艺参数进行判断,一旦超过设定参数,系统就会自发地触发报警。通过与其他子系统的集成,可以实现对各个环节的监控和数据采集,以及对监测参数进行实时分析和预警处理<sup>[5]</sup>。这种基于数据采集和分析的报警机制,可以提高故障和隐患的发现及时性,降低事故发生的风险。

其次,安全风险报警系统的功能设计包括预警和信息公示两个方面。预警功能主要包括监测参数设定、异常报警和应急预案等。煤矿企业可以根据自身实际情况,设定各项监测参数,比如温度、湿度、氧气浓度等,一旦这些参数超过设定值,系统会自动触发报警,并通知相关责任人或巡检人员进行处理和确认。同时,系统还可以根据实际情况制定相应的应急预案,以提高应对突发事件的能力<sup>[6]</sup>。信息公示功能主要包括实时数据展示、报警信息公示和隐患记录等。系统可以在监控室或相关部门的控制屏幕上实时展示各个作业区域的运行情况,包括温度、湿度、氧气浓度等参数的监测结果。同时,系统还可以将报警信息公示于公告栏或大屏幕上,以便工作人员和管理人员及时了解到相关情况。此外,系统还可以记录和归档各类隐患和事故信息,供后续的安全分析和事故调查使用。

最后,安全风险报警系统的应用效果主要体现在安全预警和隐患排查的效果提升。通过实时监测和预警功能,煤矿企业可以及时发现设备故障、环境异常和作业风险,减少事故发生的可能性。隐患排查方面,通过系统的信息公示和隐患记录功能,可以促进对隐患排查的全面性和准确性。巡检人员可以根据系统展示的作业区域和报警信息,有针对性地巡查潜在隐患点,及时采取措施进行整改<sup>[7]</sup>。同时,通过系统提供的数据和报警记录,还可以对隐患排查和整改工作进

行监督和评估,进一步提高煤矿企业的安全管理水平。

### 2.5 安全数据动态管理

安全趋势分析对于企业的安全管理至关重要,可以帮助企业识别和预测可能存在的安全风险,并针对性地优化安全管理措施。安全风险报警系统可以基于公司在安全生产要素权重和优化形式的设定,制定出切合企业发展的安全生产预警预测趋势分析曲线图,进一步优化企业的安全管理。安全趋势分析可以帮助企业识别安全生产中的薄弱环节和潜在风险。通过对历史数据和趋势分析,系统可以分析不同安全要素的权重,并结合企业的实际情况,确定哪些环节存在较大的风险隐患。通过分析各个环节的统计数据,可以识别出具有异常趋势的指标,及时发现并处理潜在的安全风险<sup>[8]</sup>。安全趋势分析可以优化企业的安全管理措施。通过对历史数据和趋势分析,系统可以预测未来可能发生的安全风险,并根据预测结果做出相应的安排和调整。企业可以根据安全趋势分析的结果,制定相应的安全措施和预警机制,提高对安全风险的防范和应对能力。同时,安全趋势分析还可以为企业的安全管理提供参考和决策依据,优化工作流程和资源分配,提高安全管理的效率和效果。此外,安全风险报警系统还可以辅助 HAZOP 分析,帮助员工进行精确的新工艺安全风险分析。HAZOP 分析是一种常用的风险评估方法,可以通过细致的过程分析,识别可能存在的安全隐患。系统可以基于化工新技术与技改等业务子系统,对 HAZOP 分析流程进行整合,提供相关工具和资源,帮助员工开展全面的风险分析工作<sup>[9]</sup>。系统还可以自动汇总和分析信息,提供更准确的风险评估结果,便于企业制定相应的安全管理策略和措施。

### 2.6 隐患排查管理

首先,借助移动技术进行隐患排查可以提高工作效率。传统的隐患排查往往需要人工记录和整理,然后再回到办公室进行整理和统计。而通过移动设备,在现场可以直接拍照或录像,并进行文字记录和分类,实时上传至系统。这样一来,可以大大节省时间和精力,同时也减少了信息传输中的错误和遗漏。

其次,移动技术的应用可以实现隐患管理的闭环管控。通过将隐患信息及时上传至系统,可以使得责任人能够迅速接收并处理信息。同时,系统还能够自动发出隐患处理的提醒和通知,保证责任人及时处理并反馈。通过系统的监控和追踪,可以确保隐患得到有效排查和处理,并及时跟进整改进展,从而实现隐患管理的闭环管控。此外,借助移动技术进行现场拍

照和验收可以提供更加准确和可靠的证据。现场拍照作为隐患发现和和处理的一项重要工作,可以直观地展示隐患的具体情况,对后续的整改和验收起到指导和依据的作用。而且,通过移动设备拍摄的照片可以自动记录时间、地点和拍摄者等信息,为现场验收提供了可靠的证据。

最后,移动技术在隐患排查和管理中还可以实现信息的统计和分析。通过将移动设备和系统进行连接,可以将现场采集的数据实时传输到后台管理系统,实现对隐患数据的统计和分析。通过对数据进行挖掘和分析,可以发现隐患发生的规律和趋势,进一步指导和优化安全管理措施。

## 3 结语

通过智能化技术的应用,煤矿企业可以实现对煤矿环境和作业过程的全面监测,及时发现和预警潜在安全隐患,提高事故管理和灾害防范能力。然而,煤矿安全生产管理体系智能化研究也面临一些挑战,如智能化设备的稳定性和可靠性、数据安全和隐私保护等问题。未来,随着技术的不断发展,煤矿企业应积极应用智能化技术,改进安全生产管理体系,提高煤矿安全水平,实现可持续发展。

## 参考文献:

- [1] 刘占宇.基于安全生产的煤矿标准化管理体系建设[J].内蒙古煤炭经济,2023(08):79-81.
- [2] 马小辉,牛晓鹏,王冰.NOSA+ 标准化管理体系在煤矿防冲管理中的应用[J].陕西煤炭,2023,42(02):192-196.
- [3] 连会青,李启兴,杨艺,等.新阶段煤矿安全生产标准化管理体系建设与效果研究[J].煤,2023,32(03):18-21,57.
- [4] 周勇良,高锦平,梁明,等.煤矿安全生产标准化管理体系达标创建模式与成果应用[J].大众标准化,2022(19):152-154.
- [5] 张福新,郑大伟,苗悦.加强煤矿企业安全生产标准化管理体系建设研究探讨[J].中国煤炭,2022,48(06):112-118.
- [6] 赵文娟.煤矿安全生产标准管理体系智能化分析[J].当代化工研究,2021(15):57-58.
- [7] 王飞,李耀,刘轶群.煤矿安全生产标准化管理体系新增要素运行效果分析[J].煤炭工程,2021,53(05):187-192.
- [8] 吕沁军.煤矿安全生产标准管理体系智能化研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(24):3-5.
- [9] 何宁,杨昆.煤矿安全生产管理体系智能化研究[J].中国矿业,2020,29(08):82-85,116.

# 智能电网技术在电力调度自动化中的应用

陈东升, 张建红

(国网上海市崇明供电公司, 上海 202150)

**摘要** 智能电网技术作为开展电力调度自动化工作的核心技术之一,能够在电力调度自动化中发挥出至关重要的作用。本文对智能电网技术与电力调度进行分析,并对电力调度自动化中的智能电网技术的应用提出看法,希望能为关注智能电网技术在电力调度自动化中应用的人群带来参考。

**关键词** 智能电网技术; 电力调度自动化; 电力系统

**中图分类号**: TM76

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0022-03

在城市化进程不断加快的今天,为了满足城市发展的切实需求,就必须以电力系统为核心,在保障供电质量的同时提高电网运行安全性,高质量的电网系统将会大幅提高电力调度质量。在智能电网技术的支持下,可以在满足电力调度需求的同时有效避免供电风险问题的出现。因此,本文有必要对智能电网技术在电力调度自动化中的应用提出看法,以此为智能电网技术在电力调度自动化中真正发挥出应有的价值提供参考。

## 1 智能电网与电力调度自动化技术分析

以智能电网技术为核心的电力调度自动化,在运行期间需要通过智能技术、自动化技术等多种技术来实现对系统运行状态的优化。通过利用较为先进的传感器来动态监测电力系统的运行情况,能够有效完成对电网系统的集成化、数字化管理。在计算机技术高速发展的时代背景下,还可以通过信息资源共享来进一步提高电网运行安全性与稳定性。社会经济的发展将会导致各个行业的用电量大幅增加,此时就需要结合实际情况来加强对智能电网技术与电力调度自动化的管理,只有不断完善电网系统的调度方式,才能真正让电力调度自动化技术发挥出应有的价值。

在智能电网技术的支持下,电力调度自动化可以实现数据传输信息化,通过专用数据端口,可以完成电网生产信息与运行数据的快速管理,并为电网运行时的安全性与稳定性提供更多保障。通过智能电网技术,还可以从时间、空间等多个维度来完成对电力系统的预警与动态监管,通过加强系统可视化监管,能够最大限度地深入了解电网的运行状态。与此同时,借助智能电网技术还可以通过深入分析电网的运行情况,以此来完成对安全性的评估与总结,并完成对高

压电网的预警与协调管理。通过整合设备检修计划与方法,还能够通过业务联合来加强电力调度的规范化管理,以此来让电力调度自动化发挥出应有的价值。

智能电网技术是电力调度自动化中不可忽视的关键性技术,我国智能电网技术的发展起步相对较晚,我国的电网整体发展水平虽然处在转型阶段,但是智能电网技术依然能够为电力调度提供非常多的帮助。需要注意的是,随着市场化的不断发展,更多经济实体将会进入电力市场中,这将会让电力调度工作的开展变得更加顺利。除此之外,随着社会经济的发展,各行各业对于电力能源的需求将会逐渐增加,电网的构建也将变得愈发庞大,只有结合实际需求,以智能电网技术为基础,主动加强电网自动化调度,才能让我国电网系统的发展变得更加顺利。

## 2 智能电网技术的运行特征

### 2.1 安全性强

电网的运行环境往往非常复杂,野外环境下的电网在运行阶段非常容易受到各种外界因素所带来的干扰,电网一旦在运行阶段受到严重影响,就容易导致安全事故问题的发生。而在智能电网技术的支持下,则可以在电网运行过程中完成对电网供电状态的监管,结合所反馈的数据信息及时进行故障定位与异常排查,可以将电网运行中的安全风险降至最低,而且通过自动绕过故障点的方式运行,还可以有效提高电网系统的运行稳定性,降低因为电网运行中止所造成的损失<sup>[1]</sup>。对于电网系统而言,越是复杂的电网运行环境,越能够在智能电网技术的监管下提高运行质量,因此在智能电网技术的帮助下,电网运行能力将会得到进一步提高。电网在运行期间,如果在供电阶段出现运行异常,就可以在智能电网技术的支持下完成对故障信息的判

断与检测,只要能够结合实际情况来完成故障处理,就可以在最短时间内彻底排除潜在故障问题,进而让电网运行质量得到应有的保障。

## 2.2 兼容性与交互性良好

在智能电网技术的支持下,可以有效提高电力调度自动化系统的运行稳定性,而且因为智能电网技术的特殊性,还可以进一步增强电网兼容性。在电力生产与应用中,兼容性良好意味着能够最大程度满足社会用电的基础性需求,即便用户对于供电系统的需求不同,同样可以借助智能电网技术来满足用户的实际需要。

智能电网在用户服务期间,可以通过技术交互的方式来为用户提供足够优质的服务体验,通过加强智能电表的应用,可以帮助用户及时了解用电情况,此时用户就可以结合需求来为用户提供针对性服务。与此同时,在智能电网技术的支持下,还可以完成对电费账单以及电价信息的自动化存储,并结合信息网络来实现对各项数据的高效传输,以智能电网技术为核心的电网系统,不仅能够让用户获得更好的服务体验,还能让用户在选择服务时变得更加具有选择性与灵活性。

## 2.3 信息化

在信息化社会背景下,信息化技术将会在很多行业发挥非常重要的作用。在电网领域,电网信息化可以实现对电力生产的控制。智能电网技术是以信息化技术为基础,辅助电网工程开展工作的重要一环。在信息技术的支持下,信息采集、整理等工作将会成为智能电网工作开展的基础。为了让智能电网技术发挥出应有的价值,就需要结合信息化发展的实际情况,主动统一信息化标准,并在完善电力信息平台的同时,充分发挥采集数据信息应有的价值。与此同时,还可以借助大数据技术来完成对电网数据信息的深度挖掘,以此来让智能电网技术在自动化电力调度中实现对资源的合理化分配。

## 3 智能电网技术下的电力调度自动化系统框架分析

在智能电网技术下,电力调度自动化系统主要分为数据层、通信层、网络层等,具体如下。

### 3.1 数据层

在电力调度系统中,数据层的主要功能就是针对系统运行数据进行收集与整理,因此数据层能够为系统正常运行提供足够的数据保障。从数据内容的角度出发,数据层不仅需要完成对 SCADA 系统中数据的采集,还需要将供电故障后的数据信息以及广域测量系统动

态数据信息纳入数据系统中。数据层所涉及的数据信息非常全面,只有结合实际需求来加强数据信息的针对性管理,才能为整个电力调度系统的运行带来足够的帮助。

### 3.2 通信层

通信层由通信系统与指挥系统组成,通信层在运行期间能够完成对数据层与网络层的连接,通过加强系统内部的连通,可以基于供电系统的运行情况来完成对智能化模块的高效触发,通过将复杂任务分解并协调分配至各个智能模块,可以通过合作运行的方式来解决各种复杂任务<sup>[2]</sup>。

### 3.3 网络层

网络层作为智能电网调度系统的重要组成部分,在运行阶段能够将数据层提供的各种数据信息视为开展工作的基础条件,并在供电系统的运行阶段实现动态化实时监测。在系统监测期间如果发现异常情况,就需要结合实际需求来开展合理化调节,以此来确保供电系统能够安全稳定地运行下去。

### 3.4 接口层

接口层将会加强电力系统与调度员等工作人员的联系,系统以人性化的方式能够将网络层提出的决策方案,以及电网运行中的数据信息全部呈现给调度人员。在面对能够威胁系统安全性的数据信息时,系统还能够借助灯光、声音等方式来向工作人员发出实景信号。因此只要能够结合接口层电力调度系统的当前运行情况,就可以结合实际需求来进一步完善调度方案。

## 4 智能电网技术在电力调度自动化中的运用策略

电力调度自动化系统在运行过程中,必须结合实际情况来不断优化运行方式,通过引入智能电网技术,能够在智能电网技术的支持下,显著提高电力系统的调度效率与质量,并避免在电力调度期间出现严重安全风险。

### 4.1 电网预警与防御技术的应用

智能电网技术已经在我国绝大多数地区得到了普及,智能电网技术的出现让我国各个地区相互之间的电网联系变得愈发紧密。在电网系统不断发展的今天,为了让电网在运行过程中实现价值最大化,就必须重点加强电网系统的运行管理,智能调度中心作为开展智能电网技术的关键,能够为电网系统的运行提供非常大的帮助。例如在电网预警与防御技术中,电网面对各种紧急事件的应急处理非常关键,只有结合实际情况来提前作出应急预案,才能在面对各种风险问题

时顺利解决问题。智能电网技术在应用期间,需要针对电网系统中的潜在风险进行针对性监管,必要时还可以结合实际情况来完成动态化风险评估,一旦在风险管理过程中发现潜在风险问题,就需要第一时间进行应对。对于电网调度系统而言,以智能电网技术为核心的电网预警与防御技术,其核心价值就是保持电压与电网频率的稳定性<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 实时动态监测与辅助决策技术的应用

在智能电网技术的支持下,需要在电网运行过程中加强对电网系统的动态监测,智能电网技术作为以信息技术为核心的电网系统,能够通过动态监测来分析电网在运行阶段所需要的动态数据信息。在此期间,还可以将GPS作为基础数据时标,并在自动监测期间保持电网系统的运行稳定性。因为智能电网技术可以完成实时监测,因此能够以动态数据信息为核心来获取系统机组的关键性数据,必要时还可以结合数据信息来完成对机组调频性能参数的评估。所有采集到的监测数据,都可以在电网系统的运行过程中发挥出非常重要的作用,通过以数据为基础来实现辅助决策,能够从系统运行状态、系统稳定性等多个维度来加强电网调度效率与质量。在智能电网技术的帮助下,不仅调度人员对于智能电网的控制能力将会有所提高,还将在一定程度上增强电网在运行阶段的电能输送能力。

#### 4.3 智能仿真平台技术的应用

电网系统的整体结构往往具有较高的复杂性,以直流与交流线路混合为主的连接方式将会导致电网运行质量受到影响,电网运行期间的稳定性也将因此而降低。如果采用离线仿真进行计算,就容易因为计算机结果的精度不足而导致电网系统的运行质量受到影响。即便采用在线仿真,同样有可能因为校核功能、预警功能等性能无法满足实际需求而影响到系统的正常运行。在智能电网技术的支持下,通过智能在线仿真技术,可以结合仿真计算结果来进一步制定出更加适合电网调度的决策方案,进而让电网调度在智能化技术的支持下真正发挥出应有的价值。在此期间,还应该积极开展计算机技术调研工作,通过不断对仿真算法进行探索与分析,能够从软件与硬件两个维度来实现对仿真算法的优化。通过主动建设智能化仿真平台,还可以在了解技术不足之处的同时,进一步发挥出智能电网技术的作用。除此之外,还可以结合网格计算、云计算等技术来进一步完善建模、预警等工作,以此来让智能电网技术背景下的电力调度自动化变得更加顺利。

#### 4.4 自动电压控制技术中的应用

在电力调度系统中,网络分析软件能够借助网络拓扑等功能性模块来实现对运行系统的深度分析。电网调度系统网络分析软件可以在运行阶段保持规划态、研究态与实时态三种状态。其中规划态可以分析电网调度系统的运行情况,并科学预测电网调度系统在未来一段时间的运行状态。研究态则能够针对电网调度系统过去以及当前的运行情况,为系统后续运行提供帮助。实时态能够分析实时运行数据,以动态化的数据信息来为电力调度系统的运行带来帮助。对于电网调度系统而言,网络分析功能可以有效提升系统运行质量<sup>[4]</sup>。自动电压控制可以结合电网调度系统的运行状态来完成对电压需求的实时分析,并在电压分析过程中自动完成电压控制。只要电网调度系统能够保障电压在运行期间的稳定性,就可以让电网调度系统的供电质量得到进一步提高,而且自动化电压控制还能在一定程度上降低电网在运行阶段的损耗。智能电网技术下的电网调度自动化是智能电网发展的必然趋势,只有结合电网运行需求来主动加强对智能化技术的应用,才能为电网调度提供更多帮助。通过将电网运行管理、资源调度等功能融为一体,可以让智能电网技术下的电网自动化调度质量变得更好<sup>[5]</sup>。

### 5 结论

总而言之,智能电网技术是电力调度自动化系统中不可或缺的重要组成部分,通过对智能电网技术在电力调度自动化中的应用进行分析,可以让智能电网技术真正实现价值最大化。相信随着更多人意识到电力调度自动化的价值,智能电网技术与电力调度自动化技术将会更加完善。

#### 参考文献:

- [1] 饶巨为. 电力调度自动化中智能电网技术运用分析[J]. 科技创新与应用, 2022,12(33):181-184.
- [2] 范凯迪. 电力调度自动化中智能电网技术的应用[J]. 新型工业化, 2022,12(03):202-204,211.
- [3] 周宇泽. 智能电网技术在电力调度自动化中的发展分析[J]. 电子世界, 2021(15):43-44.
- [4] 高翔, 顾杰, 王东. 智能电网技术在电力调度自动化的应用[J]. 集成电路应用, 2020,37(08):144-145.
- [5] 彭磊. 智能电网技术在电力调度自动化中的发展研究探究[J]. 科技创新导报, 2019,16(19):2-3.

# 直线电机在自动化生产线中的应用与选用研究

陈 铨

(广东利元亨智能装备股份有限公司, 广东 惠州 516057)

**摘 要** 直线电机是一种将电能转换成直线运动的方式, 并具有噪声小、零接触、速度快、精度高、方便维护、可靠性高等多种优点, 被广泛应用于自动化生产线、自动包装线、自动化检测设备中, 能够使生产质量和生产效率得到大幅度的提升。基于此, 本文首先简单介绍自动化生产线的工艺流程, 然后就直线电机在自动化生产线中的应用和选用进行研究分析, 以期后续直线电机自动化生产的选型问题提供有益的参考。

**关键词** 直线电机; 自动化生产线; 选型; 技术参数

**中图分类号**: TM3

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0025-03

随着社会的快速发展、生产力的提升, 使得各行业在生产中不仅要求较高的产品质量, 同时也要求较快的生产速度。为此, 自动化生产线应运而生, 利用自动化生产线, 可以实现对产品的快速生产, 但是不同的自动化生产线在选择应用时, 对直线电机的要求各不相同, 所以, 想要确保自动化生产线的质量和效率, 则应该根据实际情况选择对应的直线电机应用方式。

## 1 自动化生产线的工艺流程

自动化生产线的工艺流程可以根据具体的产品和生产线设置而有所不同, 但大多数情况下, 自动化生产线的工艺流程由原材料供应→加工→组装→质检→包装→运输→数据分析→故障维护→过程改进等步骤组成<sup>[1]</sup>。这些工艺流程可以根据具体行业和产品类型进行调整和扩展, 并结合自动化设备、机器人、传感器和控制系统等技术, 从而能够实现高度自动化和智能化的生产过程。

## 2 直线电机的系统构成

直线电机是一种直接将电能转化为线性机械运动的电动机, 其系统构成可以分为以下六个主要部分。

一是定子 (Stator)。直线电机的定子通常由一组线圈组成, 这些线圈被放置在机械结构内部, 并通过定子槽固定, 定子中的线圈通常采用绕制在导体上的绝缘电线。

二是转子 (Rotor)。直线电机的转子是与定子相对运动的部分, 通常是由永磁体组成, 例如磁铁, 转子既可以是一个单独的磁体, 也可以是多个磁体分布在整个运动区域内。

三是导向系统。为了确保直线电机的精确控制和运动, 系统通常配备了一个导向系统, 包括导轨、滑块等, 导向系统在直线电机的动子上提供导向力和控制运动的方向<sup>[2]</sup>。

四是传感器。为实现闭环控制和位置反馈, 直线电机系统通常会配备一些传感器, 如位置传感器、速度传感器或加速度传感器, 用于实时监测和反馈电机的位置和运动状态。

五是控制系统。直线电机的控制系统负责控制电机的运动, 通常由一个控制器和驱动器组成, 控制器接收来自传感器的反馈信号, 并根据设定的控制算法生成控制信号, 驱动器则将控制信号转化为电流或电压信号, 供给定子线圈, 从而实现电机的精确运动。

六是电源系统。直线电机的工作需要供应电源, 电源系统可以提供适当的电压和电流, 并根据需要对电源进行调节, 以满足电机的工作要求。

综上所述, 直线电机的系统构成分析包含了定子、转子、导向系统、传感器、控制系统和电源系统, 这些组件相互配合, 共同实现直线电机的线性运动和精确控制。

## 3 直线电机的选型及技术参数

选择适合的直线电机并确定其技术参数通常需要考虑以下几个方面: 第一, 对负载的要求中, 需要确定直线电机需要承载的负载类型和重量, 这将影响到所需的力和加速度能力, 以及直线电机驱动系统的功率和性能。第二, 对行程和速度的要求中, 确定直线电机的行程 (即线性位移范围) 和速度要求, 行程决

定了直线电机的尺寸大小,速度要求影响到电机的加速和减速能力。第三,对精度的要求中,确定直线电机所需的位置和姿态精度,会影响到直线电机控制系统的闭环反馈能力以及传感器的精度要求。第四,对环境条件的要求中,考虑直线电机将运行的环境条件,如温度范围、湿度、腐蚀性等,这些因素会对直线电机的材料选择和密封性能提出要求。

基于以上四点的考虑,对于直线电机的技术参数要求如下,在对力和加速度的参数要求中,电机所能提供的最大持续力和最大加速度,通常以牛顿(N)为单位。在对最大速度的要求中,电机的最大运行速度通常以米每秒(m/s)为单位。在对位置精度的要求中,电机的位置控制精度通常以微米或纳米为单位。在对可调节行程的要求中,电机的调节范围,即线性位移的最大范围通常以毫米(mm)或米(m)为单位<sup>[3]</sup>。在对功率和电流的要求中,电机的额定功率和额定电流以瓦(W)和安培(A)为单位。在对工作温度范围的要求中,电机能够正常工作环境温度范围。在对保护等级的要求中,电机的防护等级,表示其对固体颗粒和液体的防护能力。在对寿命和可靠性的要求中,提供的寿命和可靠性数据,如平均无故障时间(MTBF)。需要注意的是,具体的直线电机型号和制造商会提供更详细的技术参数,根据具体应用需求和系统要求,可以选择适合的直线电机。此外,与电机供应商或专业工程师合作,可以帮助做出更准确的选型和确定技术参数的决策。

#### 4 直线电机在自动化生产线中的应用效果

直线电机是一种特殊的电机,其转换的旋转运动被转化为直线运动,具有高速度、高精度、高刚性和高加速度等优势,在自动化生产线中,直线电机的应用效果非常显著。首先,具有高速度和高精度的应用效果,直线电机通过直接驱动负载,无需传统的转动机械传动装置,可以实现高速度和高精度的直线运动,这对于一些对速度和定位要求较高的自动化生产线非常关键,可以提高生产效率和产品质量。其次,具有高刚性和高加速度的应用效果,直线电机结构简单、刚性强,使得其可以承受更大的负载和更高的加速度,适合于对动态性能要求严格的生产线,它可以快速响应指令,并实现快速加减速,从而提高生产线的响应速度和工作效率。然后,具有省空间和布局灵活的应用效果,相比传统的旋转电机和传动机构,直线电机具有较小的体积和重量,能够节省生产线所需要的空间,此外,直线电机的布局也更加灵活,可以根据生

产线的需求进行定制和安装。再次,具有低噪声和低能耗的应用效果,直线电机没有机械传动装置,减少了噪声和震动的产生;同时由于直接驱动负载,功耗较低,节能效果显著,这对于要求生产环境安静、节能的自动化生产线非常有利。最后,具有可编程控制的应用效果,直线电机可以通过编程进行精确的位置控制和速度调整,与自动化控制系统紧密结合,可以根据生产线的需要,进行多种运动模式和轨迹的实现,提高自动化生产线的灵活性和适应性。总之,直线电机在自动化生产线中的应用效果非常显著,可以提高生产效率、产品质量和工作灵活性,同时降低噪声和能耗,是现代自动化生产线不可或缺的重要组成部分。

#### 5 直线电机在自动化生产线中的选用研究

直线电机是一种能够将电能转化为线性运动的装置,广泛应用于自动化生产线中。因此,在选择和研究直线电机在自动化生产线中的应用时,需要根据自动化生产线的实际情况,选择对应的直线机电,而在对直线电机的选用时,通常选用的标准有以下几个方面。

##### 5.1 功能需求

直线电机是一种能够将电能转换为机械直线运动的装置,在自动化生产线中得到广泛应用。在功能需求的选用研究时,需要明确所需的功能要求,例如加速度、速度、力量、精度等,根据不同的应用场景确定所需性能参数<sup>[4]</sup>。考虑工作环境的因素,包括温度、湿度、尘埃、振动等,选择适合该环境的直线电机,如防护等级高的直线电机。了解待驱动负载的性质,包括负载的惯性、摩擦、阻力等,并结合负载的重量和尺寸选择合适的直线电机。直线电机通常需要配备相应的控制系统,包括位置传感器、驱动器等,根据实际需求选用适配的控制系统,以保证直线电机的稳定性和精度。另外,还要考虑直线电机的可靠性和维护性,选择具有良好品质和售后服务的供应商。需要注意的是,以上仅为直线电机一般性的选用原则,具体的研究需要结合实际需求和应用场景进行,此外,在选用过程中还可以参考相关的技术文献、咨询专业人士等,以获取更为详尽和准确的信息。

##### 5.2 空间限制

对于自动化生产线而言,通常使用的空间较为有限,因此,在选用直线电机时要考虑其尺寸和安装方式,并确保适合现有的工作空间,对于不同的生产工作空间,要尽可能地选择合适尺寸的直线电机,否则过大或者过小的直线电机很难带动自动化生产线的运作。

### 5.3 可靠性和稳定性

对于直线电机在自动化生产线中的选用研究,可靠性和稳定性是非常重要的考虑因素。选择具有较高品质和良好可靠性的直线电机产品,可以通过查阅产品规格、性能测试数据、产品实际应用案例等来评估不同品牌和型号的直线电机的可靠性。了解直线电机的维护需求和可靠性指标,例如,了解厂家提供的平均无故障时间(MTBF)和平均维修时间(MTTR),以及是否提供维护手册和技术支持。考虑直线电机在工作环境中的温度、湿度和其他环境条件,选择适合工作环境的直线电机,例如具有防尘、防潮等特性的产品。评估直线电机的运行稳定性,包括起动、制动、减速等过程中的性能稳定性,可以参考厂商提供的加速度、速度和振动等参数。考虑直线电机与其他自动化设备或系统的接口和兼容性,确保直线电机可以与控制系统、传感器等无缝配合,以实现整体自动化生产线的稳定运行。对于安全要求较高的应用场景,例如高速运动、重负载等,应选择具有安全设计和保护功能的直线电机产品。在实际应用中,还需结合具体需求和工作环境来进行深入的研究和评估,以选择最适合的直线电机。

### 5.4 控制系统集成

在根据控制系统集成选用直线电机时,需考虑控制系统的需求,根据生产线的具体需求确定控制系统的功能要求,包括位置精度、速度范围、加速度和减速度要求等,基于这些要求,选择适合的直线电机类型,例如直线同步电机、直线伺服电机或线性步进电机等<sup>[5]</sup>。在选择动力系统时,直线电机的动力系统通常由电源、驱动器和控制器组成,电源提供电能供给,驱动器将电能转化为适合直线电机的控制信号,控制器则负责发送指令和监控电机运动状态,根据实际需求选用合适的动力系统,确保其与直线电机的型号和参数相匹配。在机械结构的设计中,直线电机通常需要与机械结构进行配合,如导轨、气垫等,机械结构的设计应考虑直线电机的安装方式、载荷能力、刚度要求等因素,以确保电机能够稳定运行并满足生产线的需求。

### 5.5 维护成本

直线电机是一种特殊类型的电机,它的转动运动被转换成直线运动,在自动化生产线中,直线电机因其高速、高精度、高可靠性等特点而得到广泛应用。因此,在选择直线电机时,维护成本是一个需要考虑的重要因素。首先,维护成本包括设备的维修和保养费用。在选择直线电机时,应考虑其设计结构是否易于维修和保养,是否存在易损件以及易损件的更换和

维修难易程度,此外,还应考虑设备的寿命和维护周期,以及维护工作的难度和时间成本。其次,维护成本还包括故障排除和故障诊断的费用,直线电机可能因为各种原因出现故障,例如电路故障、传感器故障、机械部件损坏等,在选择直线电机时,应考虑其故障排除和故障诊断的复杂性,以及维修人员对设备进行维修和诊断所需的专业知识和技能水平。此外,维护成本还包括备件的采购和库存成本,直线电机可能需要更换的部件包括传动带、轴承、连杆等,在选择直线电机时,应考虑备件的供应渠道和价格,并合理规划备件库存,以降低维护成本。最后,维护成本还包括设备停机损失的费用,在生产线上,设备停机将导致生产中断和产能损失,所以,在选择直线电机时,应考虑其可靠性和稳定性,以减少设备故障和停机时间,降低维护成本和停机损失。由此可见,维护成本是选择直线电机时需要考虑的重要因素,在进行选型研究时,应综合考虑设备的维修和保养费用、故障排除和诊断费用、备件采购和库存成本,以及设备停机损失的费用,从而选择具有较低维护成本的直线电机。

## 6 结语

传统流水线或装配线一般常采用钢丝绳或链传动,这些传动方式往往噪声大、速度慢、控制不方便,而直流电机因其优点已在我国的自动化生产线中得到了广泛的应用,如电子、机械、化工、医药等领域。随着电机技术水平和现代化控制技术的不断发展,直线电机在制造工程中的应用将会越来越广泛。根据不同的自动化生产线情况,选择不同的直线电机能够最大限度地满足自动化生产所需,同时直线电机在自动化生产线中的应用能够持续为其提供直线运动能量,这对推动工业生产有着非常好的提升效果。

## 参考文献:

- [1] 张玉芝. 四足差动作动压电直线电机的研究[D]. 泉州: 华侨大学, 2018.
- [2] 王健. 直线电机驱动在动态加载中的应用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2018.
- [3] 周丽娜, 康俊峰. 信息化教学方法在自动化生产线安装与调试实训中的应用研究[J]. 中国农村教育, 2019(27):34,37.
- [4] 乌海东. 智能制造背景下工业机器人在冲压自动化生产线中的应用研究[J]. 电子乐园, 2019(25):46.
- [5] 王奕. 试论工业机器人在冲压自动化生产线中的应用[J]. 智慧中国, 2022(02):94-95.

# 新时期 5G 移动通信在电力通信中的运用与关键技术

张 晗

( 国电南瑞南京控制系统有限公司, 江苏 南京 211106 )

**摘 要** 全球信息技术快速发展, 5G 移动通信逐渐站在技术和应用的前沿, 其高速、大容量、低延迟的特点使其成为现代通信技术的领头羊。基于此, 本文对新时期 5G 移动通信在电力通信中的运用与关键技术进行研究, 分析新时期 5G 移动通信在电力通信中的关键技术, 阐述新时期 5G 移动通信在电力通信中的运用问题, 并给出新时期 5G 移动通信在电力通信中的运用策略, 以期为促进电力行业在新的技术背景下找到合适的方向和策略提供借鉴。

**关键词** 5G; 电力通信; DSS; eMBB; mMTC

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0028-03

随着科技的快速发展, 移动通信技术已成为现代社会不可或缺的一部分。5G 作为第五代移动通信技术, 凭借其超高速、低延迟、大连接数等特点, 正在为全球各行各业带来翻天覆地的变革。电力行业作为现代社会的基础设施, 更是与移动通信技术结合得越来越紧密。在新的技术背景下, 5G 如何与电力通信相结合, 充分发挥其优势, 提高电力系统的效率和可靠性, 是电力行业和通信行业都十分关心的问题。

## 1 新时期 5G 移动通信在电力通信中的关键技术

### 1.1 DSS

DSS 主要允许运营商在同一频带上同时部署 4G LTE 和 5G NR, 而无需进行单独的、静态的频率分配。在电力通信中, 随着新技术的引入和传统技术的淘汰, 频谱资源变得极为宝贵。DSS 的引入, 使得电力通信系统能够充分、高效地利用已有的频谱资源, 同时在引进 5G 技术时, 无需大规模地更换或升级现有设备。首先, 通过 DSS, 电力通信系统可以根据实际的通信需求, 动态地分配频谱资源给 4G 或 5G, 这不仅能提高频谱使用的效率, 还为大数据、云计算等电力应用带来了更加流畅的通信体验。其次, DSS 技术的引入极大地降低了 5G 在电力通信中的部署门槛, 电力公司可以在现有的 4G 网络基础上逐步、灵活地进行 5G 技术的部署和扩张。最后, DSS 还能确保电力通信的连续性和稳定性, 即使在进行技术升级或更换时, 也不会出现通信中断或数据丢失的情况。

### 1.2 eMBB

eMBB 旨在提供比 4G 更高的数据速率、更大的网络

容量和更好的用户体验。在电力通信领域, 其在数据传输、远程控制及设备间通信中都扮演着至关重要的角色。其一, 与传统的宽带技术相比, eMBB 可以支持高达 10Gbps 的峰值数据速率, 这意味着对于电力系统中的大量数据传输, 如智能电表读数、故障数据、设备状态等, 都可以实现实时的高速传输。这对电力系统中的实时监控和控制操作至关重要, 为电力工作人员提供前所未有的便捷。其二, 随着智能电网的不断发展, 大量的传感器、控制器和其他终端设备都需要高速、稳定的网络连接。eMBB 技术可以确保这些设备得到连续且高质量的网络服务, 从而提高整个电力系统的运行效率和稳定性。其三, eMBB 还为电力通信带来了更高的网络容量, 即使在多用户、多设备的环境下, 也能确保每个终端得到足够的网络资源, 从而避免网络拥塞和延迟的问题。

### 1.3 mMTC

mMTC 旨在为大量的低功耗、小数据传输设备提供有效的连接, 其核心是满足海量设备间的通信需求。在电力通信中, mMTC 的引入代表对未来智能电网无比巨大的期待。随着电力系统向数字化、网络化、智能化方向发展, 大量的传感器、智能计量设备、分布式能源资源等设备被广泛部署, 它们不断地产生、传输数据, 对通信网络提出更为严苛的要求。首先, mMTC 技术能够处理极大的连接密度, 理论上可以支持每平方公里上百万个设备的连接, 这为电力系统中海量的设备连接提供可能。在此基础上, 由于这些设备往往是低功耗、小数据传输的, mMTC 技术还为其提供极低

的能耗解决方案,从而大大延长设备的使用寿命。此外,mMTC在网络架构上也要进行优化,通过短数据包传输、简化的信号流程等技术手段,确保低延迟和高可靠性的数据传输,这对于电力系统中的故障检测、状态监控、实时控制等场景至关重要。

## 2 新时期 5G 移动通信在电力通信中的运用问题

### 2.1 设备兼容性不统一

电力行业中的通信网络往往由不同供应商、不同生产年代的设备构成,这些设备在技术标准、协议和性能上存在差异,因此在整合 5G 技术时,面临着多种设备间的兼容性问题。首先,“设备兼容性不统一”最直接的表现是在不同设备间的数据传输过程中,可能由于协议不匹配或传输格式的差异导致数据丢失或错误。在电力通信中,实时、准确的数据传输是至关重要的,任何的数据延迟或误差都可能影响到电网的稳定运行。其次,由于设备间的技术标准和协议差异,电力企业在采购新设备或升级旧设备时,往往需要进行大量的定制化开发和调试工作,这不仅增加了投资成本,也延长了项目的实施周期。此外,设备之间的不统一也给后期的维护和管理带来了挑战,需要更多的人力和物力投入。最后,随着 5G 技术的引入,电力通信网络的更新换代速度加快,但由于设备兼容性问题,很多先进的技术和功能无法完全应用,导致通信网络的性能没有得到充分的发挥。这也意味着,电力企业在引入 5G 技术时,无法完全享受到其带来的技术红利。

### 2.2 延时优化的不完善

5G 技术承诺超低时延的通信体验,这对于电力行业,尤其是在复杂的电网调度和实时控制中,是至关重要的。然而,当前的延时优化尚未达到电力行业的严格要求,这在多个方面都有所体现,并对电力通信的稳定性和效率产生影响。首先,尽管 5G 技术具有低延时的天然优势,但在真实的网络环境中,由于频谱拥塞、硬件设备的限制或信号干扰等问题,实际的通信延时可能远高于理论值。在电力系统中,对于某些关键操作,如断路器的快速切换或故障的实时检测,即使是毫秒级的延时也可能导致严重的后果。其次,电力通信网络往往覆盖范围广泛,涉及多个网络层次和协议,这增加了数据传输的复杂性。尽管 5G 技术提供了多种延时优化的手段,如网络切片、边缘计算等,但在真实应用中,如何根据电力系统的特点进行精细化的延时优化仍是一个巨大的挑战。最后,随着电力设备和系统的智能化,对通信延时的要求也越来越高。

如,未来的智能电网需要实现大规模的分布式能源资源的协同调度,这对通信网络的实时性提出了更高的要求。而当前的 5G 技术在这方面的优化还不足以满足这些需求。

### 2.3 网络安全保障不足

随着电力系统越来越依赖于先进的通信技术,任何通信网络的安全漏洞都可能对电力供应链产生深远的影响。其一,5G 技术采用开放的网络架构,虽然提升了电力通信的灵活性和效率,但也给攻击者提供了更多的攻击入口。尤其是在电力通信中,一旦某些关键节点受到攻击,可能会导致电力系统的整体失效,进一步引发大规模的电力中断。其二,随着电力设备日益智能化,越来越多的设备与通信网络相连接。这意味着,一旦通信网络的安全遭到威胁,不仅会使传输的数据受到泄露的风险,还可能导致设备的远程控制权限被非法篡夺。如,智能变电站如果被恶意攻击,可能会导致输电过程中的电压、电流等参数失控,给用户带来安全隐患。其三,5G 通信技术的快速迭代和更新,使得网络安全策略和措施经常需要更新,而电力系统作为一个庞大而复杂的体系,其网络安全更新和维护的周期相对较长,这种不同步也增加了电力通信网络的安全风险。电力通信中数据量巨大,涉及多个环节,如电量采集、远程控制、故障预警等,一旦这些数据在传输过程中被篡改或伪造,可能会对电力调度、运行、维护等环节造成混乱,甚至引发安全事故<sup>[1]</sup>。

## 3 新时期 5G 移动通信在电力通信中的运用策略

### 3.1 推进设备标准统一

电力行业中的通信网络往往涵盖多种设备,来自不同供应商,不同生产年代,因此设备间的技术标准、协议和性能存在巨大差异<sup>[2]</sup>。这种差异不仅增加了电力企业的运营成本,还可能对电力通信的效率和稳定性产生负面影响。为实现设备标准的统一,电力企业和通信技术供应商需要联合制定一套统一的设备标准和协议。这需要双方深入探讨当前的技术趋势、市场需求和技术挑战,以确保所制定的标准能够满足电力行业的实际需求,同时也能够适应未来的技术发展。同时,在推进标准统一的过程中,也需要注重实际应用的验证。电力企业可以选择一些具有代表性的项目进行标准的试点应用,通过这些项目收集反馈,不断完善和修订标准。在这个过程中,还需要加强与国际标准组织的沟通和合作,确保所制定的标准与国际标准保持一致,从而提高我国电力通信技术的国际竞争力。此外,培训和教育也是推进设备标准统一的重要

环节<sup>[3]</sup>。电力企业和通信技术供应商需要联合开展一系列的培训活动,向业内人员普及新的标准和协议,提高业内人员的认知度和应用能力。同时,也需要加强与高校和研究机构的合作,将新的标准和协议纳入教学和研究内容,为电力行业培养更多的高素质人才<sup>[4]</sup>。

### 3.2 完善延迟优化技术

电力行业中,时延问题对于系统的稳定性、效率及安全操作有着直接的影响。5G技术的出现为电力通信提供了低延迟的可能,但要真正满足电力行业的实际需求,仍需进一步完善延迟优化技术。电力通信场景多种多样,从电厂的数据传输到智能电网的控制指令,都有不同的时延要求。为满足这些要求,电力企业需要深入研究各种场景的通信特点,结合5G技术的优势,制定出针对性的延迟优化方案<sup>[5]</sup>。例如,电力企业可以通过网络切片技术,为不同的电力通信场景分配专属的网络资源,确保数据传输的高效和稳定。同时,边缘计算技术的应用也为延迟优化提供了新的思路。通过将数据处理和分析任务从中心服务器移到网络边缘,可以有效减少数据在网络中的传输距离和时间,进而实现更低的时延。电力企业可以结合自身的业务特点,部署合适的边缘计算设备和系统,以满足实时性的要求。

除此之外,对现有的网络设备和协议进行优化也是完善延迟技术的重要手段。电力企业可以与通信技术供应商紧密合作,对现有的设备进行升级或更换,确保其支持低延迟的通信。同时,电力企业也可以引入新的通信协议,如QUIC协议,进一步提高数据传输的效率。电力企业和通信技术供应商还需加强研发力度,持续关注延迟优化技术的最新进展,探索更多的优化方法和技术。例如,电力企业可以通过引入机器学习和人工智能技术,对电力通信的数据流进行智能分析和调度,实现更加精细化的延迟优化。

### 3.3 强化网络安全防护

随着电力通信越来越依赖于现代网络技术,尤其是5G技术的广泛应用,电力系统的安全性面临着前所未有的挑战。任何一次网络攻击都可能导致电力系统的运行异常,甚至可能引发大规模的停电事件,给社会经济带来巨大的损失。为强化电力通信网络的网络安全防护,电力行业需要建立一个完善的网络安全管理体系。这个体系应该涵盖网络安全的各个方面,从基础的物理安全到高级的网络入侵检测和响应。例如,电力企业可以设置多层的防火墙系统,对所有进出电力通信网络的数据流进行严格的监控和过滤,确保只有合法和安全的数据能够进入网络。同时,电力企业也

需要加强与通信技术供应商的合作,共同研发更加先进和可靠的网络安全技术。例如,电力企业可以引入区块链技术,确保电力通信数据的完整性和不可篡改性;或者采用深度学习算法,对网络流量进行智能分析,实时发现并预防潜在的网络攻击。除技术层面的防护,人为因素也是网络安全的重要环节。电力企业应该定期对员工进行网络安全培训,提高其安全意识,确保其在日常工作中不会造成网络安全的漏洞。

此外,电力企业还可以建立专业的网络安全团队,对网络进行24小时的监控,及时发现并处理任何安全问题。电力行业还需要与国家的网络安全机构进行紧密合作,共同应对更大规模的网络攻击。在面对跨国的网络安全事件时,电力企业和国家机构之间的合作是关键,只有通过共同努力,才能确保电力通信网络的安全。综合考虑,强化网络安全防护不仅是电力通信网络的基础工作,也是确保电力系统稳定运行的关键。在5G技术广泛应用的新时期,电力行业必须重视网络安全问题,采取有力措施,确保电力通信网络的安全和稳定。

## 4 结语

随着5G移动通信技术在全球范围内的迅速发展和广泛应用,其在电力通信领域的融入和利用已逐渐成为一个不可或缺的技术革新方向。这种新兴通信技术不仅显著提高了数据传输的效率和速度,更为电力通信带来了一系列前所未有的技术革新和应用解决策略。然而,这种技术融合的过程中同样伴随着一系列技术和应用上的挑战,这些问题需要电力和通信行业的科研人员和工程师深入探讨和持续攻关。幸运的是,随着各领域的紧密合作和技术创新不断深入,笔者坚信,在不远的将来,电力通信将迎来一个更加智能化、高效率和安全稳定的发展新时代。

## 参考文献:

- [1] 江依纯.5G移动通信技术和光纤通信技术在电力通信中的实践研究[J].通信电源技术,2023,40(10):135-137.
- [2] 蒙有翔.关于5G移动通信技术的电力系统通信分析[J].通信电源技术,2023,40(03):159-161.
- [3] 郭亚平,李媛媛.5G移动通信技术和光纤通信技术在电力通信中的应用[J].通信电源技术,2022,39(05):70-72.
- [4] 崔颖强,王拓.5G移动通信技术在新一代电力通信支撑网中的应用分析[J].通信电源技术,2022,39(23):140-142.
- [5] 刘媛媛.5G移动通信技术在电力通信系统的应用前瞻[J].科技创新与生产力,2021(08):80-82.

# 桥钢主梁合龙段施工关键技术

刘 磊

(中电建路桥集团有限公司, 北京 100160)

**摘 要** 当前桥梁建设中, 斜拉桥施工环节主梁合龙段施工成为关键, 如果合龙段施工质量优质, 那么可以使主梁由最不利的最大悬臂状态转变为稳定可靠状态, 确保了整个大桥的安全性。桥钢主梁合龙段施工中对于工序的要求更为严格, 技术要求也相对较高, 稍微不谨慎, 极易使梁产生附加应力, 不仅影响大桥安全性, 而且会大幅度缩短使用寿命。本文以银洲湖特大桥中山至开平高速公路工程江门段主梁合龙段为例, 主要从边跨合龙段以及中跨合龙段两个层面分析了施工关键技术, 进一步明确各个环节施工要点, 以供相关人员参考。

**关键词** 桥钢主梁; 合龙段; 施工关键技术

中图分类号: U445

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0031-03

在桥梁施工中, 主梁合龙段技术尤为关键, 这直接关系到桥梁的整体结构承受力情况, 同时也影响着其使用性能。基于此, 本文重点针对银洲湖特大桥中山至开平高速公路工程江门段主梁合龙段施工关键技术进行了详细分析, 旨在为桥梁建设提供一些新思路、新方法, 充分掌握技术要点, 促进桥钢主梁合龙段高质量施工。

## 1 工程简况

本次选取的案例工程主梁使用的是双荷索面混合模式梁斜拉桥, 半漂浮体系, 跨径组合为 56.8+131.2+530+131.2+56.8m, 边中跨比约为 0.355, 整个桥的长度达到了 906m。主梁采用的是中跨及边跨形式, 其中中跨梁结构为组合式, 边跨梁则使用的是混凝土浇筑, 在中跨与主塔 8.74m 位置采用的是钢混结合结构。主梁以半封闭箱梁断面模式为主, 其中中心梁的高度达到了 3.5m。在 A 型索塔斜拉桥中使用了 4×24m 斜拉索, 中跨索距 10.5m, 边跨索距 7.2/7.0m, 以锌铝合金材质高强度的钢丝斜拉索为主。主梁纵向采用半漂浮体系, 将粘滞限位阻尼约束装置安装于索塔和主梁之间纵向位置。同时还将双向球钢支座安装于主塔、过渡墩、索塔、辅助墩、过渡墩顶等不同部位。

## 2 合龙段施工方案及重点

### 2.1 施工方案

边跨、挂篮悬臂二者的浇筑位置设计有 2.00m 的合龙段, 其中边跨合龙段使用了 55.9m<sup>3</sup> 的混凝土, 当主梁对称悬浇到合龙位置的时候根据“边跨先浇筑、中跨后浇筑的”形式进行施工, 温度、标高、轴线等

都要与设计规范及要求相符。

在主梁施工环节, 中跨合龙段极其关键, 重点在于主梁线形、斜拉桥体系转换的有效控制。此段施工时使用的是温度配合自然合龙的形式, 中跨合龙段编号为 Z25, 长度为 6m, 重约 328.53 吨; 重点控制合拢口宽度、东西岸 Z24 组合梁中钢梁端口相对高程、相对轴线, 提前根据实际测量的数据, 在进行深入分析以后完成施工现场配切操作, 在运抵桥位合龙口正下方后利用单侧桥面吊机吊装, 当时间、温度均处于合适条件下完成龙口嵌入操作, 结合预定温度完成自然合龙施工<sup>[1]</sup>。

### 2.2 施工重点

在边跨混凝土主梁现浇过程中和组合梁吊装施工过程中, 受施工荷载、风荷载、不平衡荷载等外部作用影响, 安全风险高。主桥跨度大, 梁段悬浇或吊装悬臂长, 施工精度要求高, 大跨径斜拉桥主梁施工, 线形控制是施工的重点, 也是难点, 在施工过程中要采取有效的措施进行控制。主梁采用双悬臂施工工法进行施工, 边跨混凝土主梁节段重 598t, 中跨标准节段重 427t, 最大悬臂长度 265m。主梁悬臂两端的节段不平衡重量的差异对索塔塔柱偏位、主梁结构、塔梁临时锚固等影响极大, 施工控制难度较大。斜拉索施工塔内工作空间有限, 斜拉索除第一对索锚固在塔柱内壁锚固齿块上, 其余塔段均采用钢锚梁的锚固方式。受钢锚梁结构的影响, 塔内作业空间有限, 钢锚梁影响张拉设备安装。同时工地起重设备不能满足斜拉索吊装要求, 本桥斜拉索最大索重 27.34t, 3#塔、4#塔各布置两台塔吊, 塔吊型号分别为 TC7035 和 TC8039, 塔吊不能满足所有斜拉索吊装上桥需要<sup>[2]</sup>。

### 3 施工关键技术

#### 3.1 合龙时间及温度确定

边跨合龙之前需要48h监测主梁温度、挠度是否发生变化,主要是为了更好地选择最佳的合龙时间。通常情况下合龙时间在凌晨2时,气温较低,但是由于综合考虑到梁体温度滞后性明显,要比环境温度更低,所以合龙时间需要推迟一些,可结合梁体温度测量实际情况合理地选择具体时间。根据合龙日期的安排,查阅、收集近10年及最近3年详细的气象资料,确定合龙期间每天的气温变化情况以及温差,从而确定合龙温度(设计合龙温度 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ )。

中跨合龙施工的时候要对12天左右温度变化、合龙间隙变化规律全面掌握,合龙之前还要连续测量24h的温度,通常情况下观测频率在20:00~8:00为1小时一次,其余时段为2小时一次。主桥技术员需根据要求采集以下数据:采用温度计测量大气温度(23#段完成安装后即可开始进行,温度计需要提前购买);采用点温计测量钢梁温度(23#段完成安装后即可开始进行,点温计需要提前购买)。

#### 3.2 合龙段压重施工

压重采用铁砂混凝土预制块,共计 $142.2\text{m}^3$ 。在进行桥面附属工程施工桥进行压重混凝土施工。永久压重铁砂砼采用预制安装形式,压重块安装需避开人孔位置,以方便箱内纵向通行。为节省压重混凝土预制块安装时间,采用25t汽车吊配合,直接将预制块吊入边箱内进行安装和放置。在临时墩压重施工中根据施工辅助墩施工图纸,需在施工辅助墩承台上布置4000KN的配重荷载,为减少承台顶部配重施工荷载加载量,控制预制砼块的数量,项目采用钢管内部填砂+预制砼块进行配重施工。

#### 3.3 边跨合龙施工

##### 3.3.1 吊架及模板安装

合龙段两侧边跨及悬臂浇筑施工的时候,需要将劲性骨架、钢板提前埋好,同时还要做好挂篮锚固预留孔。合龙之前观测温度变化,明确温度和合龙段标高长度间存在的关联性,进而确定每日最低温度段,通常情况下观测周期为7天。边跨合拢段施工采用吊架进行施工,吊架两端均采用精轧螺纹钢 $\phi 32\text{mm}$ 锚固于B24节段和边跨现浇段梁面上。

在安装底模时的具体流程如下:(1)挂篮底篮整体放到1.5m以上的高度,主要是为了使合龙段吊篮安装空间更大,同时作为吊篮安装的作业平台。(2)在预留孔内穿入精轧螺纹,安装横桥向型钢,在型钢上分别安装纵桥向型钢以及横桥向I25a工字钢,钢模板,

组成吊架、底模系统。(3)调整精轧螺纹受力,保证底篮系统与箱梁混凝土保持紧贴状态。

##### 3.3.2 合龙锁定

主梁合龙时临时锁定使用的是劲性骨架,具体流程如下:(1)为保证合龙以后梁底线形达到预期效果以及高程、轴线误差在合理范围之内,需要联测3~4个块件挠度、高程,高差在20mm之内,轴线偏差则在10mm之内。(2)合龙之前48h观测主梁温度、挠度变化情况,确保合龙时间的合理性。(3)劲性骨架安装、焊接时间要想缩短,需要分为两步进行,待劲性骨架安装结束以后先对一端进行焊接固定,等到合龙的时候再对另一端焊接固定。(4)安装劲性骨架之前要先放样,将预埋板顶面杂物清除,保证准确获取刚接杆安装具体位置,焊接时和预埋板紧紧相贴。(5)焊接时使用的是点焊工艺,焊接时采取降温操作,以免对混凝土造成损坏。(6)锁定焊接劲性骨架之前,将压重设置于大里程悬臂端。

待边跨合拢段钢筋绑扎完成后,先将劲性骨架一端焊接,根据观测记录选择在一天中平均温度较低、气温变化幅度较小时锁定合拢段,锁定后应尽快浇筑合拢段砼,确保低温合拢。合拢段骨架预埋钢板采用不小于16mm钢板,并设置锚固钢筋,在箱梁倒角位置设置调平块,保证骨架平顺。

##### 3.3.3 钢筋施工

现浇段施工模板主要包含:底模、侧模、端头模板及人洞模板组成,模板结构形式基本一致,面板采用6mm钢板、分配梁为[8(间距不超过40cm),大背带采用2[14(间距不超过1.2m),模板之间连接采用 $\Phi 16$ 螺栓连接。现浇段主要有 $\Phi 25$ 、 $\Phi 22$ 、 $\Phi 22$ 、 $\Phi 16$ 及 $\Phi 12$ 规格的三级钢筋,共10.895t。钢筋安装施工顺序为:底板底层横向钢筋→底板底层纵向钢筋→纵向横隔板主筋、水平筋及拉钩筋→底板顶层纵向钢筋→底板顶层横向钢筋→底板倒角钢筋及拉钩→风嘴主筋安装及纵向钢筋→顶板底倒角横向及纵向钢筋→顶板底层横向及纵向→顶板顶层纵向及横向钢筋→顶板拉钩钢筋。

##### 3.3.4 混凝土施工

边跨合拢段混凝土约 $55.9\text{m}^3$ ,浇筑合拢段混凝土时,根据新浇筑混凝土重量分级将平均重卸去。合拢段混凝土浇筑时间为每日气温较低的时候,确保新浇筑的混凝土始终处在气温缓慢上升状态下,受压时便可以达到较好的终凝效果,避免有裂缝。浇筑时首先是安装底板,然后分层浇筑纵向横隔板、斜腹板,直至顶板,最后是浇筑顶板,由中间开始浇筑,最后浇筑两侧。

### 3.3.5 预应力施工

预应力分为横梁预应力束和边跨合拢段通长钢束,其中合拢段通长钢束采用单端张拉合拢段锚固形式,砼浇筑前需将钢绞线安装到位。

合拢段混凝土凝固 7 天以后,强度与设计要求的强度相符,并且大于 90% 的时候可以进行后续预应力钢束的安装与张拉施工。要按照设计要求规定的顺序进行烘拉。预应力钢束使用的工艺为逐根穿束、整体张拉,在混凝土强度高达 90% 的时候才能进行预应力张拉施工,龄期至少保证 7 天方可进行,张拉过程实行双控,钢绞线锚下张拉控制应力 1395MPa,计算弹性模量  $E_p=1.95 \times 105 \text{MPa}$ ,管道均采用塑料波纹管。所有粗钢筋标准强度  $f_{pk}=930 \text{MPa}$ ,张拉控制应力 744MPa,计算弹性模量  $E_p=2.0 \times 105$ ,管道均采用内径 50mm 的镀锌波纹管<sup>[3]</sup>。

## 3.4 中跨合拢段施工

### 3.4.1 施工准备

1. 中跨合拢段组合梁在工厂制作时两侧各留有 100 mm 加工余量,运输前根据监控单位和设计提供的配切数据对合拢段进行配切。

2. 余量配切后,根据要求在合拢段上安装吊装装置。

3. 合拢段运输至桥位后,吊装前将环口焊接位置进行打磨。Z25 梁段环口内部焊接位置进行打磨。

4. 吊装到合拢口,待温度合适的情况下准确嵌入至合拢口内,通过桥面吊机对钢梁高程、轴线、平面位置进行合理调整,然后快速地安装连接板、合拢段耳板,再将销轴插入合拢段上劲性骨架的耳板孔,然后将合拢段耳板与钢梁焊接。精确调整焊缝间隙,达到施工控制要求。

5. 安装完劲性骨架以后,焊接合拢段焊缝,在温度变化的影响,劲性骨架承载主要力量,合拢口出现的焊缝大多是无应力状态下的。合拢段焊缝采用单面焊顶板对接焊缝,施焊时顶板环口同时从中间向两边对称施焊(4 个作业面同时进行,每个作业面配 2 个焊工,共 8 名,预计 6 小时完成)。(注:6 点半前至少完成顶板焊接)。

6. 最后采用箱外贴陶瓷衬垫箱内单面焊双面成型工艺施焊腹板焊缝(两条环口四个作业面同时进行,每个作业面配 1 个焊工,共 4 名,预计 5 小时完成)。

7. 根据实际量配切并组焊劲板嵌补段。

8. 设备:共配备 4 台打磨机,8 台  $\text{CO}_2$  气体保护焊机。(注:需要各增加 2 台备用设备。)

### 3.4.2 标高轴线初步调整

中跨合拢之前,需要对已经干的梁段线形、索力、桥塔偏位及应力进行监测,如果与要求不相符需要第

一时间调整。为保证合拢梁段、两侧悬臂端头梁段处于平顺连接状态,要对中跨合拢口两侧梁段轴线、高程偏差重点控制;主梁两个悬臂端变形同步和协调性可能存在一定差异,这样在整个合拢过程中需要对龙口宽度、轴线和高程进行全面关注。应该在 Z24# 梁段的时候就开始进行钢梁数据的采集工作,温度、轴线、高程、平面位置等<sup>[4]</sup>。

### 3.4.3 合拢梁段起吊

合拢口单侧吊机将中跨合拢梁段起吊的时候,如果与合拢口距离较近,利用吊机的调位装置和手拉葫芦,保证合拢梁段能够准确无误地嵌入合拢口内。起吊至合拢口底部位置这一操作可以在白天完成,待晚上实测合拢口宽度比钢梁宽度宽 2cm~3cm 时,可将合拢段慢慢吊入合拢口。

### 3.4.4 合拢梁段调位及焊接

待合拢段与两侧缝宽符合要求以后,立即用劲性骨架锁定 Z25 梁段和其两端的 Z24 梁段,完成锁定后在同一温度时间段内快速解除塔梁纵向限位(纵向阻尼器,竖向支座锁定,横向抗风支座纵向锁定,拉压杆割除),割除过程中对东西岸两侧进行同时焊接。日出之前至少完成腹板焊接。(注:两侧不同时焊接根本无法完成腹板焊接工作,监控意见需进一步沟通)。

## 4 结语

我国经济增长速度日益加快,交通基础设施建设工程涌现,桥梁作为重要的基础设施建设,由于其施工难度较大,施工环境恶劣,所以对于各个层面的施工要求也会更高一些,除了要美观舒适以外,更重要的是安全问题。而本文通过对银洲湖特大桥中山至开平高速公路工程江门段边跨及中跨合拢段两个关键技术节点的技术要点进行分析,详细阐述了每一个重要环节,旨在为其他类似工程的实施提供可以借鉴的思路<sup>[5]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 余竹,王海伟,陈杨,等.池州长江公路大桥钢主梁合拢段施工关键技术[J].施工技术(中英文),2022,51(24):25-27,119.
- [2] 魏家乐,舒涛,王旭.禹门口大桥边跨大节段合拢施工控制技术[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2022,41(06):73-78.
- [3] 魏亚洲.晋蒙黄河大桥主梁施工关键技术研究[J].建筑技术开发,2022,49(21):43-46.
- [4] 张盼.某桥梁工程项目主桥合拢段力学性能分析[J].交通世界,2023(18):145-147.
- [5] 潘晓飞,耿志华,张康荣,等.大跨度连续梁桥合拢段施工技术应用[J].科学技术创新,2022(21):100-103.

# 装配式混凝土建筑施工技术要点与运用

李廷忠

(甘肃第二建设集团有限责任公司, 甘肃 兰州 730050)

**摘要** 装配式建筑施工技术是指在建筑中不采用现浇结构, 而使用预制构件装配的一种新型建筑施工技术, 其主要的施工流程是将预制的部分构件通过运输、吊装等方法, 与主体结构相结合, 进而形成一种新型的建筑结构, 并实现现场组装、使用和拆除。与传统建筑施工技术相比, 装配式混凝土建筑具有多种优势, 如施工效率高、缩短工期、减少污染等, 因此, 研究其在装配式混凝土建筑中的应用具有重要意义。

**关键词** 装配式混凝土建筑; 施工技术; 建筑行业

中图分类号: TU755

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0034-03

传统建筑施工技术会造成环境污染, 且存在施工效率低下、施工周期长、劳动力资源浪费等问题, 严重影响了施工质量。而装配式混凝土建筑施工技术, 由于其具有高质量、高效率的特点, 能够有效解决上述问题。其主要的施工流程包括: 预制构件的生产与运输、现场的装配安装等, 是一种新型的建筑施工技术, 其应用具有非常好的经济效益和社会效益。装配式混凝土建筑作为一种新型建筑施工技术, 在国内应用时间较短, 并且其发展过程中还存在一定的问题。因此, 本文通过对装配式混凝土建筑施工技术的概述, 分析其优势, 并提出相关建议, 以期为我国装配式混凝土建筑施工技术的发展提供参考。

## 1 装配式混凝土建筑结构特点

### 1.1 质量水平高

在建筑行业的发展过程中, 装配式混凝土建筑作为一种新型的建筑结构形式, 已逐渐被广泛应用于我国建筑业的发展中。装配式混凝土建筑具有十分明显的优势, 比如: 在提高工作效率、降低施工成本方面, 装配式混凝土建筑结构具有较强的优势; 在保证工程质量方面, 装配式混凝土建筑结构具有较强的优势; 在提高施工安全性方面, 装配式混凝土建筑具有较高的安全系数<sup>[1]</sup>。

传统的建筑施工技术主要是将建筑物中的主要承重构件进行浇筑, 但随着社会经济的发展和科学技术的进步, 这一模式已逐渐无法满足建筑行业发展的需要。而装配式混凝土建筑施工技术的出现, 弥补了这一缺陷, 使混凝土建筑在质量水平上得到了极大的提升。首先, 装配式混凝土建筑结构采用预制件, 这就保证了其整体质量水平的一致性, 在一定程度上避免了质量问题的发生; 其次, 装配式混凝土建筑采用标准化设计方

式, 实现了装配构件的标准化生产, 极大程度上降低了施工成本; 最后, 装配式混凝土建筑通过采用三维建模设计、信息交互等方式, 进一步提升了其设计水平。

### 1.2 施工速度快

在传统的现浇建筑中, 由于要在施工现场进行浇筑, 因此对施工周期有着严格的要求, 通常需要3~4个月的工期。而装配式混凝土建筑由于采用预制的方式进行构件生产和施工, 因此工程的施工周期只有传统现浇建筑的1/3左右。装配式混凝土建筑中, 对构件生产和施工周期都有了非常严格的要求, 而这这就要求施工方要具备相当高的管理水平和专业素质。如果不能满足这一要求, 那么就无法确保工程能够在规定期限内完成。此外, 装配式混凝土建筑也能在较短时间内完成工程建设, 这是由于预制件生产与现场施工是分离的, 通过这种方式可以有效缩短工程工期。图1为装配式建筑的施工步骤。

装配式混凝土建筑中的构件都是提前在工厂加工好的, 这就大大缩短了施工周期, 使工程能够在较短时间内完成。在实际施工中, 预制柱和预制梁通常由专业的生产完成, 构件运至现场后, 由吊装工人将构件吊装到相应的位置, 通过专业安装设备将构件与主体结构连接固定, 然后再进行内部的装饰装修。相对于传统的现浇建筑来说, 装配式混凝土建筑施工速度更快。在工厂进行预制构件生产时, 由于其自动化程度更高, 施工人员操作起来更为简单便捷。同时, 由于其不需要进行现场浇筑, 因此在运输、吊装等方面的费用也更低<sup>[2]</sup>。

### 1.3 环保节能

装配式混凝土建筑施工技术可实现节能、环保的目的。在现场施工中, 装配式混凝土建筑较传统现浇

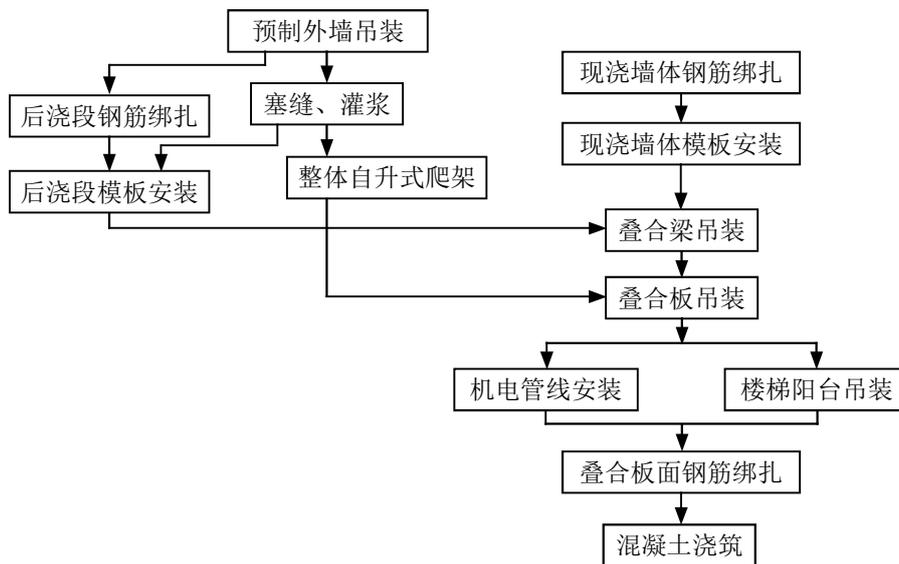


图 1 装配式建筑的施工步骤

表 1 装配式和传统现浇式的资源节约效益比较

资源	单位价格 (元 /-)	单位面积资源消耗量 (-/㎡)		节约量 (-/㎡)	节约率(%)	节约资源成本 (元 /㎡)
		装配式	传统			
木材 (m <sup>2</sup> )	55	0.21	0.72	0.51	70.81	28.01
水泥砂浆 (m <sup>3</sup> )	480	0.02	0.11	0.09	80.82	43.2

建筑的环境污染更小，所用材料可回收利用。而且，装配式混凝土建筑是一种绿色环保的建筑，在施工过程中不会产生有害气体和粉尘，也不会对周边环境造成污染，利于施工人员身体健康。同时，装配式混凝土建筑可利用一些废弃材料进行拼装组合，实现废物利用，进而减少建筑垃圾和污染排放，改善生态环境。表 1 为装配式和传统现浇式的资源节约效益比较。

#### 1.4 建筑立面简单

目前，传统的施工方法已经不能满足新时期建筑行业的发展需求，传统建筑施工方法主要是通过人工进行操作，对施工人员的专业技能要求较高，并且在施工过程中需要对混凝土进行浇筑，这在一定程度上提高了施工成本。另外，传统施工方法需要进行现场搭建，这在一定程度上降低了建筑工程的施工效率。装配式混凝土建筑的应用可以有效避免传统建筑施工方法存在的缺点，并且可以有效提高建筑工程施工效率。装配式混凝土建筑在立面设计时，需要对外立面进行合理设计，使其具有一定的美观效果。

与传统建筑相比，装配式混凝土建筑在立面设计上较为简单，可以满足人们对建筑立面的要求，并且在设计时不受传统施工的影响，这对于提高建筑

外立面设计效果具有重要意义。装配式混凝土建筑采用的是预制板技术，构件和预制板之间由连接件进行连接，因此在装配式混凝土建筑中构件不会发生变形。此外，预制构件和预制板之间具有较强的力学性能和物理性能，因此在使用过程中不会发生裂缝、变形等现象。装配式混凝土建筑通过对预制板技术的应用，在提高工程质量方面具有重要意义，可以有效避免由于施工工艺不完善而造成的质量问题。

### 2 装配式混凝土建筑的缺点

#### 2.1 装配式构件加工难度较大

在实际应用中，装配式混凝土建筑构件的加工难度较大，这主要是因为装配式混凝土建筑结构中，构件的体积较大，而建筑结构的整体质量相对较小，如果在运输、存放和施工的过程中出现问题，会严重影响整体工程的质量<sup>[3]</sup>。

首先是构件自身存在缺陷，构件的尺寸与设计要求不符，或者是施工时出现偏差等问题，会导致施工不符合要求，进而影响整体工程建设；其次是由于预制构件与设计要求不同，现场制作过程中需要进行多次修改设计图，从而会影响生产效率。另外，一些预制构件本身存在质量问题，或者是由于预制构件在运输、存

放和施工的过程中出现问题,会严重影响工程质量。

## 2.2 成本高于现浇混凝土结构

装配式混凝土建筑在施工中对材料、人工等成本的控制较高,同时,由于预制构件具有较大的重量,在运输过程中,运输成本也较高。因此,在建筑施工过程中,需要对施工技术进行严格控制,以保证预制构件的质量。

总的来说,装配式混凝土建筑比传统建筑更有优势。而随着国家对建筑行业的发展越来越重视,国家对于装配式混凝土建筑的支持力度也越来越大。因此,未来装配式混凝土建筑的应用范围会越来越广泛,发展前景也会越来越好,研究装配式混凝土建筑施工技术有助于提高我国建筑工程质量和经济效益。

## 3 装配式混凝土建筑结构施工技术要求

### 3.1 做好施工前期准备工作

在装配式混凝土建筑结构施工中,施工人员必须做好准备工作,这也是保证工程质量的重要前提。在具体施工过程中,为了保证装配式混凝土建筑结构的施工质量,应注重做好以下两个方面的准备工作:首先,施工前做好充分准备。一是要做好技术交底工作,在施工前对相关技术人员进行详细的技术交底,确保技术交底内容能够有效落实;二是要做好材料的准备工作,确保施工所需材料能够及时到位;三是要做好相关管理人员的培训工作,保证管理人员对施工工艺和施工要求有全面的了解。其次,认真做好现场勘测。在装配式混凝土建筑工程中,施工人员需要结合工程实际情况,对现场进行勘测,根据工程实际情况对建筑材料进行合理采购。在此基础上,可以利用三维激光扫描仪对建筑工程的场地进行测量和设计。通过这些数据,可以帮助施工人员制定科学的施工方案<sup>[4]</sup>。

### 3.2 加强管理构件的运输和存放

预制构件的运输和存放是整个装配式混凝土建筑施工的重要环节。由于装配式混凝土建筑施工规模相对较大,施工面积较广,需要运输和存放大量的预制构件。因此,必须要加强管理工作,做好构件的防护措施,避免其受到腐蚀,避免构件在运输过程中损坏。

首先,要做好构件的运输工作。在运输之前,需要对运输工具进行全面的检查,确保其质量和性能符合规定,然后在运输前做好构件的处理工作,包括对构件进行清洗和消毒等,确保构件表面干净、整洁。同时,也要做好构件的防护工作,避免构件受到损伤。其次,在运输过程中需要对运输路线进行设计。要按照施工要求,做好施工现场的道路设计和清理工作。在运输过程中,需要确定好运输路线和速度等,确保运输途中不会受到影响。构件的存放是装配式混凝土

建筑结构施工的重要环节之一。在存放之前,需要制定详细的堆放方案和防护措施,保证其能安全存放。

### 3.3 科学、合理地进行构件安装

在进行装配式混凝土建筑工程中,构件的安装是施工过程中的关键环节,对装配式建筑的整体质量具有重要影响。只有科学、合理地对构件进行安装,才能使整个建筑工程的施工质量得到保障。在进行构件安装时,应严格按照施工技术要求进行安装。首先,需要根据设计图纸来确定构件的尺寸,然后将其运输到施工现场,并按照规定进行堆放,确保其符合要求。其次,根据构件的实际尺寸对运输工具和运输路线进行选择。最后,在对构件进行吊装时,应采取合理的方法来确保构件的垂直度满足要求。同时,在进行吊装时要做好安全措施和防护工作,并对吊装人员的素质和技能进行综合考虑。此外,为了避免构件在施工过程中产生裂缝等问题,需要根据施工实际情况科学、合理地设计安装方法和工艺<sup>[5]</sup>。

### 3.4 加强混凝土浇筑施工质量控制

在装配式建筑工程中,混凝土浇筑施工质量控制是十分重要的。在混凝土浇筑施工中,应加强对钢筋位置、预埋件位置及数量以及灌浆浆液等质量的控制,保证混凝土质量符合设计要求。此外,还要加强对预制构件安装连接部位的钢筋保护层厚度、预埋件的安装位置和数量以及灌浆浆液等质量控制,确保混凝土浇筑施工质量。

## 4 结语

装配式混凝土建筑施工技术的应用,有效提高了装配式混凝土建筑的施工效率和工程质量,避免了传统现浇混凝土施工过程中可能出现的各种问题。随着我国经济水平的不断提高,对建筑行业提出了更高的要求,传统的建筑模式已经无法满足人们的需求。因此,要不断加强装配式混凝土建筑施工技术的研究,创新建筑施工技术,从而促进我国建筑行业实现快速发展。

## 参考文献:

- [1] 庄春平.装配式混凝土建筑结构施工控制要点[J].四川水泥,2022(07):163-164,186.
- [2] 陈贺.装配式混凝土建筑结构施工技术要求分析[J].低温建筑技术,2022,44(04):151-154.
- [3] 李向梅.装配式混凝土建筑施工技术要求及实践应用探究[J].中国建筑金属结构,2022(02):93-94,97.
- [4] 杨惠芬,王丽梅.装配式混凝土建筑结构施工技术要求分析[J].居舍,2020(33):24-25.
- [5] 张作为.装配式混凝土建筑结构施工技术要求分析[J].工程建设与设计,2020(17):177-179.

# 建筑基础底板大体积混凝土施工技术探讨

徐石磊, 孙 鹏

(青岛动车小镇锐安建设有限公司, 山东 青岛 266111)

**摘 要** 建筑基础底板是建筑物的重要组成部分, 承载着整个建筑的重量并将其传递至地基。在现代建筑工程中, 混凝土已成为最常用的建筑材料之一, 其强度和耐久性使其成为理想的选择, 尤其在基础底板的施工中, 随着建筑物规模的增大和结构设计的复杂化, 基础底板的施工也面临着一系列挑战。其中之一是底板施工所需的大体积混凝土的浇筑和养护过程, 这个过程不仅耗费大量时间和人力资源, 还需要高度的施工技术和经验, 以确保底板的质量和稳定性。本文探讨建筑基础底板大体积混凝土施工技术, 并提出一种有效的施工方法, 旨在为解决底板施工过程中的问题提供参考。

**关键词** 建筑基础; 底板; 大体积混凝土

中图分类号: TU755

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0037-03

在建筑施工中, 基础底板是其承重结构的重要组成部分, 大体积混凝土是一种常用的材料, 其施工技术对于基础底板的质量和安全性具有重要影响, 在实际工程中, 由于施工条件、地质条件等因素的限制, 大体积混凝土的施工技术并不容易掌握和实施, 本文旨在对建筑基础底板大体积混凝土施工技术进行探讨和研究。

## 1 大体积混凝土施工技术的应用领域

### 1.1 水坝建设

水坝建设是一个重要的工程项目, 其设计和施工需要考虑许多因素, 承载能力和抗冲刷能力是非常重要的要求。大体积混凝土施工技术因其独特的特点被广泛应用于水坝建设中。大体积混凝土具有出色的承载能力。在水坝建设中, 为了确保水坝能够稳定地承受来自水压力和冲刷力的巨大作用, 需要使用具有较高强度和抗压性能的材料, 大体积混凝土正好满足了这一要求, 其高密度结构和良好的抗压性能使得水坝能够承载大量水压力, 确保水坝的稳定性和安全性, 大体积混凝土施工技术能够提供出色的抗冲刷能力。水坝在面对河流流水的冲刷时, 需要具备良好的抗冲刷能力, 以防止水坝的表面被侵蚀和削弱。大体积混凝土施工技术通过采用特殊的混凝土配比和施工工艺, 使得混凝土表面能够更好地抵抗水流的冲刷, 提高水坝的耐久性和稳定性, 大体积混凝土施工技术在水坝建设中发挥着重要作用。其出色的承载能力和抗冲刷能力使得水坝能够应对复杂的水压力和冲刷力, 保证

了水坝的稳定性和安全性。随着技术的不断发展和创新, 相信大体积混凝土施工技术将在未来水坝建设中发挥更大的作用, 为我们创造更安全可靠的水坝工程<sup>[1]</sup>。

### 1.2 高速公路和铁路基础设施

随着高速公路和铁路基础设施建设的快速发展, 大体积混凝土施工也逐渐成为这些项目中不可或缺的一部分, 这些项目往往需要建造大规模的混凝土结构, 比如桥梁、隧道和地下通道等。在桥梁建设方面, 大体积混凝土施工可以为其提供强大的支撑力和耐久性, 大型混凝土梁和桩的建设是常见的工程, 它们能够承受重大的荷载并保持结构的稳定, 通过使用高强度的混凝土材料, 可以减少桥梁的体积和自重, 提高整体工程效益。在隧道和地下通道的建设中, 大体积混凝土施工可以为其提供坚固的结构保障。通过使用特殊的混凝土技术和施工工艺, 可以确保隧道的稳定性和耐久性, 大体积混凝土施工还可以提高隧道的防水性能, 减少水下渗漏的可能性, 大体积混凝土施工在高速公路和铁路基础设施建设中扮演着重要的角色。它不仅能够提供强大的支撑力和耐久性, 还可以减少工程的自重和提高防水性能。随着建筑技术的不断进步, 大体积混凝土施工将继续为这些项目的发展做出贡献。

### 1.3 商业和工业建筑

大型商业和工业建筑项目, 诸如高层建筑、购物中心和工厂等, 涉及使用大体积混凝土施工技术的需求, 这种技术在保证建筑物的结构安全性和稳定性方面起着关键作用, 大体积混凝土施工技术能够确保建

筑物的强度。混凝土是一种坚硬、耐用的建筑材料，通过调整混凝土的配比和控制施工过程，可以确保混凝土达到设计要求的强度，以承担建筑物所受的荷载和外力，大体积混凝土施工技术还能够提供良好的抗震性能。混凝土结构具有很好的抗震能力，可以有效地缓冲和分散地震荷载，保护建筑物免受地震的破坏。通过使用大体积混凝土，在特定结构部位增加钢筋等加固措施，可以进一步提高建筑物的抗震性能，大体积混凝土施工技术还有助于提高建筑物的耐久性。由于混凝土具有优良的耐久性和抗腐蚀性，适合在恶劣环境中使用。通过使用大体积混凝土，可以减少接缝和连接部位，从而减少了水分渗透和物理损坏的风险，延长了建筑物的使用寿命，大体积混凝土施工技术在保证大型商业和工业建筑物结构安全性和稳定性方面起着关键作用。它不仅能够提供强度、抗震性和耐久性，还能够降低维护成本和延长建筑物的使用寿命。因此，在设计和施工阶段充分考虑大体积混凝土的应用，对于建筑物的可持续发展至关重要<sup>[2]</sup>。

#### 1.4 能源设施建设

能源设施建设，如核电站、水电站等，需要大体积混凝土施工技术，这些设施的运行要求非常严格，因此建筑材料必须具备高强度和耐久性。大体积混凝土是满足这些要求的理想选择，在核电站建设中，大体积混凝土被用于建造反应堆厂房、壳体和防护层等重要结构，这些结构承受巨大的重量和压力，需要具备卓越的强度和抗压能力，以确保设施的稳定运行和安全性。水电站的建设同样需要大量的体积混凝土，用于建造水库坝、发电厂房等关键部件，这些结构需要能够承受水压和水力冲击，同时还需要抵御时间和气候的侵蚀，因此必须具备优异的耐久性和抗腐蚀能力。大体积混凝土的施工技术也在不断发展，以满足更高的要求，通过使用新型混凝土材料、添加剂和设备，可以进一步提高混凝土的强度、耐久性和施工效率，大体积混凝土施工技术在能源设施建设中扮演着重要的角色，它不仅提供了高强度和耐久性，同时也为设施的可靠运行和长期稳定性打下了坚实的基础<sup>[3]</sup>。

#### 1.5 港口和码头建设

港口和码头是连接陆地与海洋的重要交通枢纽，因此在它们的建设过程中使用大体积混凝土施工技术非常常见，这些结构承受着巨大的重载，如船只的停泊和装卸货物的运输，因此需要具备强大的承载能力，

由于处于水下环境，这些结构还必须能够抵御水流和波浪的侵蚀。

大体积混凝土施工技术的应用使得港口和码头的建筑物具备了卓越的稳定性和耐久性，混凝土材料本身具有强大的压缩强度，能够承受大量的重载压力，采用大规模混凝土工程可以形成坚实的结构，增强港口和码头的整体稳定性，混凝土可以抗水侵蚀，有效防止水下环境对结构的破坏，这些优势使得大体积混凝土施工技术成为港口和码头建设中不可或缺的重要工艺，大体积混凝土施工技术在港口和码头建设中发挥着至关重要的作用。它们能够提供强大的承载能力，抵御水下环境的侵蚀，使得港口和码头的结构更加牢固和可靠，这为海洋运输和贸易的发展提供了坚实的基础，并为人们的日常生活和经济活动带来了便利和安全。

### 2 建筑基础底板大体积混凝土施工技术要点

#### 2.1 地面准备

在进行任何建筑工程之前，挖掘和平整地基是至关重要的步骤，挖掘和平整地基的目的是为了确保建筑物的稳定性和可持续性，必须确定建筑物的地基深度，这取决于许多因素，包括建筑物的类型、土壤的类型和特性以及地下水位，通过考虑这些因素，可以选择适当的地基深度以支撑建筑物的重量，挖掘地基需要注意防止地基的凹凸和杂物，凹凸不均的地基可能导致建筑物的不稳定，并可能导致地基在未来发生沉降，在挖掘地基时，应确保底部平整，没有凹凸和杂物，土壤的类型和特性也需要考虑。不同类型的土壤在承载建筑物重量方面具有不同的能力，进行地基工作之前，需要进行土壤测试和分析，以确定所使用的土壤类型和处理土壤的方法，为了确保地基的稳定性，还需要采取一些措施。例如，可以使用合适的材料填充地基，以提高其稳定性，还可以考虑使用基础工程技术，如地下排水系统和地基加固，来增强地基的承载能力，挖掘和平整地基是确保建筑物稳定性和可持续性的重要步骤。通过正确选择地基深度，避免凹凸和杂物，考虑土壤特性以及采取适当的加固措施，我们可以确保地基的质量和建筑物的稳定性<sup>[4]</sup>。

#### 2.2 编织钢筋网

在建筑设计中，地基是非常重要的组成部分，为了确保建筑物的稳定性和承载能力，必须在地基上铺设和连接钢筋网格，钢筋网格是由钢筋交织而成的一

种结构,其主要功能是提供混凝土的强度和承载能力。通过在地基上铺设钢筋网格,可以有效地增加混凝土的强度。钢筋具有良好的抗拉强度和抗弯能力,能够承受外部荷载和地基的变形,钢筋网格还可以防止混凝土在干燥和收缩过程中出现裂缝和破坏,保持结构的持久性和稳定性。除了提供强度,连接钢筋网格还可以增加混凝土的承载能力,钢筋网格通过与混凝土相互锚定,形成一体化的结构,共同承担外部荷载的作用,这种连接方式可以提高整体的稳定性和抗震能力,确保建筑物能够安全地承载各种荷载,在地基上铺设和连接钢筋网格是一项重要的工程措施,它能够提供混凝土的强度和承载能力,确保建筑物的稳定和安全,这一步骤在建筑设计和施工中必不可少,能够为建筑物的长期使用提供坚固可靠的基础。

### 2.3 建立边界脚手架

为了确保混凝土浇筑时的边界线条清晰,可以在地基周围安装边界脚手架,边界脚手架是一种支撑结构,可以固定在地面附近,用于定义混凝土浇筑的边界和保持其形状。安装边界脚手架可以有效地控制混凝土的流动,并确保其在浇筑过程中不溢出所需范围。边界脚手架可以制定出一个具体的边界线,使得混凝土的分布更加均匀,避免出现过度或不足的浇筑情况,边界脚手架还可以提供必要的支撑和稳定性,确保混凝土浇筑时的边缘不会下沉或坍塌。它们通过支持周围的土壤,并防止其失去垂直性和水平性。边界脚手架的安装还能为施工人员提供安全工作平台,并便于混凝土浇筑过程中的监测和质量控制。有了清晰的边界线,施工人员可以更好地控制混凝土的流动速度和浇筑厚度,从而确保最终的浇筑结果符合设计要求,地基周围安装边界脚手架是一项有效而必要的措施,能够保证混凝土浇筑时的边界线条清晰、均匀,并确保施工过程的安全和质量<sup>[5]</sup>。

### 2.4 安装工程布置管道

根据设计要求,管线布置是一个关键且必不可少的步骤,在建筑、工业设备、交通系统等领域,各种管线如水管、电缆管、通风管道的正确布置能够保障设施的正常运行和安全性,对于水管的布置,需要考虑供水和排水的需求。合理布置水管可以确保供水到达各个需要的位置,并保证排水通畅,避免水流受阻或漏水的情况发生,电缆管道的布置也非常重要,这涉及电力设备的连接和电力传输。电缆管道应遵循安

全距离和负荷要求,以确保电缆的正常运行和防止电击等安全隐患,通风管道布置用于室内空气流通和排除有害气体。合理布置通风管道可以提供良好的室内空气质量,保证人员健康和设备正常运行,在进行管线布置时,需要综合考虑建筑结构、功能需求、安全性和操作便利性等因素,还需要遵循相关的法规标准和技术规范,以确保布置的管线达到设计要求,并经过验收合格,管线布置是确保设施正常运行的关键步骤,需要综合考虑各种因素,并遵循相关规范。合理布置各种管线可以提高设备的效率,优化空间利用,并保障人员的安全和舒适度。

### 3 结语

基础底板的大体积混凝土施工技术是基础工程施工中非常重要的一环,它直接关系到基础的稳定性和承载能力,因此必须高度重视施工工艺和质量控制,选择适当的混凝土配合比和施工方法对于保证基础底板的质量至关重要,必须进行详细的材料试验和施工试验,确定最佳的配合比和施工工艺,以确保混凝土的强度和耐久性,针对大体积混凝土施工中常见的问题和难点,我们需要采取相应的解决措施。例如,在施工过程中要注意控制混凝土的温度和湿度,避免裂缝和收缩等问题的发生。同时,应合理安排施工进度和施工人员,确保施工质量和安全,建筑基础底板大体积混凝土施工技术涉及多个方面,需要注意施工工艺、质量控制和问题解决等诸多因素,我们相信,在不断的研究和实践中,这一领域的技术将不断完善和发展,为建筑基础工程的安全稳定奠定坚实的基础。

### 参考文献:

- [1] 谭名燕,何海波,邓云彬,等.高层建筑基础底板大体积混凝土施工技术探讨[J].城市建筑,2022,19(S01):51-53.
- [2] 李江滔,张小庆.高层建筑基础底板大体积混凝土施工技术探讨[J].工程建设(2630-5283),2020,03(09):112-114.
- [3] 吕均乾.高层建筑基础底板大体积混凝土施工技术探讨[J].房地产导刊,2013(03):50.
- [4] 崔红宇,项雪璞.高层建筑基础底板大体积混凝土施工的温度控制[J].科学技术创新,2013,38(35):216.
- [5] 周令钦.基础底板大体积混凝土施工技术探讨[J].科技致富向导,2010(10X):223-224.

# 市政土木工程项目中的施工技术 及创新路径分析

李展宇

(济南市市政工程建设集团有限公司, 山东 济南 250100)

**摘要** 城市化建设工作的逐步落实使我国各地区市政土木工程项目的总量实现了更进一步的增长, 其也能够根据城市发展的需求演变为多种多样的类型。在新的时代背景下, 我国市政土木工程项目的施工技术更是需要实现创新, 以此满足人民群众对美好生活的需求。全方位创新市政土木工程项目的施工技术, 不仅可以提升市政土木工程项目的建设质量, 还可以推动我国建筑行业的可持续发展。本文将依据相关工作经验以及研究成果, 从多个角度分别探讨市政土木工程项目中常见的施工技术类型、应用过程中存在的问题以及具体的创新路径建议, 希望能够为更多的建筑企业带来启发。

**关键词** 市政; 土木工程; 施工技术; 创新路径

**中图分类号**: TU99

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0040-03

新时期的市政土木工程项目有着更高的建设难度以及更大的建设规模, 为当下的建筑企业带来了一系列艰巨的挑战。对于建筑企业来说, 先进的施工技术能够直接提升市政土木工程项目的建设效率, 也可以及时排除内部存在的一系列隐患。当前, 尽管越来越多的建筑企业已经能够意识到增强市政土木工程项目施工技术创新力度的必要性以及重要性, 但是其没有明确各施工技术的要点以及原理, 这就使其在实际的建设工作中极易陷入误区。基于此, 市政土木工程项目的建筑企业就需要明确不同施工技术的应用方向, 立足于市政土木工程项目的实际状况制定正确的技术应用方法, 以此提升全部建设项目的综合效益。

## 1 市政土木工程项目中常见的施工技术

### 1.1 基础施工技术

基础施工技术是市政土木工程项目中最常见的施工技术, 其应用效果与市政土木工程项目的整体建设质量有着密不可分的关系。近年来, 我国多地区的市政土木工程项目总体呈现出规模扩大化的发展趋势, 这就更进一步地增强了基础施工技术的必要性以及重要性。例如, 桩基础技术就是使用频次较高的施工技术, 其能够保障市政土木工程项目地基上层全部构造物的稳定性<sup>[1]</sup>。在利用这一施工技术时, 建筑企业应根据市政土木工程项目的地基承载形态、实际的施工需求以及差异化理念来确定采用摩擦型或是端承型。选择桩体时, 能够选择的主要桩体类型有挤土桩以及非挤

土桩两种类型。应在市政土木工程项目的阶段就增强与各参建单位之间的合作, 保障桩基的基础承载力符合市政土木工程项目的应用方向。

### 1.2 混凝土施工技术

市政土木工程项目中常见的混凝土施工技术主要可以被分为两种类型: 一是现浇法; 二是预制法。具体地说, 现浇法需要在市政土木工程项目的施工现场内完成浇筑作业, 且建筑企业会为负责这一工程项目作业的班组制定专门的浇筑流程以及技术标准, 能够让混凝土施工技术的使用不会受到场地层面上的限制, 并保障混凝土材料的稳定性, 使其可以随时为市政土木工程项目的工程作业提供足够的混凝土材料<sup>[2]</sup>。预制法为立足于市政土木工程项目实际施工需求来预先制作所需要的混凝土, 其能够更大限度地体现出建筑施工工业化的作用, 并能够提升施工效率。建筑企业应明确两种方式的优点, 根据实际的需求选择对应的技术方案。

### 1.3 钢结构施工技术

市政土木工程项目的建设还需要采用钢结构施工技术, 其能够作用于全工程项目中最关键的部分。应用钢结构施工技术时, 建筑企业应要求施工人员在前期阶段对全部的工程作业构件进行充分的检查, 构件的质量达到标准时方可开展市政土木工程项目的吊装作业。同时, 需要指派一定数量的施工人员进行场地清理工作、设备器材的性能检验以及材料的运输工

作。当钢结构通过质量检测并进入施工现场时,施工人员应设置足够数量的木枕来作为钢结构材料的支撑,做到在提升施工效率的同时避免二次运输对材料的损耗。以焊接钢结构为例,应依据技术标准完成作业,保障焊接的位置,并做好消防措施。

## 2 市政土木工程项目中施工技术的应用问题

### 2.1 施工人员的技术操作能力不足

根据实际的工作状况以及调查发现,市政土木工程项目的部分施工人员没有具备相应的技术操作能力,这直接对施工技术的应用效果造成了负面影响。出现这一问题的原因在于这部分市政土木工程项目的建筑企业没有根据实际的设计方案以及施工项目作业的类型来建立专门的施工技术综合作业体系,这就会使施工人员无法在实际的作业项目中获得有效的指导。由于市政土木工程项目涉及不同的类型,其必然会对参建单位的全体人员提出更高的要求。同时,该类市政土木工程项目的建筑企业也没有在前期准备阶段为施工人员群体组织并开展以施工技术应用为主题的岗前培训工作,导致这一类群体不理解各类施工技术的原理,且会在应用施工技术的过程中忽视施工要求以及施工特点,最终影响到了市政土木工程项目的建设效率<sup>[3]</sup>。

### 2.2 施工技术标准不统一

从施工技术标准制定以及落实相关的环节来看,部分市政土木工程项目没有具备统一的施工技术标准,这也会使市政土木工程项目施工技术的应用效果不尽如人意。在出现这一问题的市政土木工程项目内部,建筑企业没有根据施工区域内的自然环境特点以及工程项目的特性来优化现有的施工技术标准,多是直接照搬照抄其他地区同类型市政土木工程项目的施工技术标准,这虽然能够在一定程度上规范施工技术的使用,但是其必然会因为针对性不足而导致施工过程中出现相当数量的随机性工程问题,或是使施工人员以及技术人员只能按照自身的工作经验来使用一系列施工技术。另外,部分市政土木工程项目的建筑企业过于片面地追求经济效益,导致施工技术标准落实不到位,最终引发严重的施工事故。

### 2.3 缺乏健全的施工技术管理机制

通过实地考察部分地区的市政土木工程项目,并对其使用的施工技术管理机制进行深层次的分析以及整理,可以发现一定数量的市政土木工程项目缺乏健全的施工技术管理机制,这同样会造成市政土木工程项目施工技术的应用成效大打折扣。这一问题的具体

表现形式为施工技术使用说明不够清晰完整、忽略了施工技术应用过程中的安全管理以及各施工作业区域内部全体参与人员的管理条例等,均造成这部分市政土木工程项目的施工人员在应用施工技术的过程中无法得到更为有效的监管。另外,监理单位的工作人员以及建筑企业的管理小组也无法将责任落实到具体的个人或是班组,使其不能够全面开展相关的管理工作。长此以往,该类市政土木工程项目的进度就会被严重拖缓,更是造成建筑企业需要投入额外的成本。

## 3 市政土木工程项目施工技术的创新路径

### 3.1 深基坑施工技术

深基坑施工技术是新时期市政土木工程项目主要使用的创新性施工技术之一,其能够以多种方式保障市政土木工程项目的稳定性。常见的市政土木工程项目深基坑施工技术主要有锚桩支护、支重与支挡结构以及旋挖三种类型,建筑企业应根据实际的建设规模以及参建单位的建议来确定具体的施工技术搭配方案。例如,在使用锚桩支护技术时,建筑企业应将此类技术应用于基坑整体深度较大的市政土木工程项目,该技术也可以有效应对较为恶劣的地质环境,多以采用套管水冲的方式来确保市政土木工程项目深基坑的成锚效果。再以旋挖技术为例,其更适用于市政土木工程项目深基坑中的钻孔灌注桩施工作业,且外部的施工作业不会对应用该技术的施工区域造成影响,有着极高的应用价值<sup>[4]</sup>。

### 3.2 预应力混凝土施工技术

预应力混凝土施工技术在新时期的市政土木工程项目中取得了一系列优质的成效,并获得了广大建筑企业的认可。在使用此类施工技术时,市政土木工程项目的施工单位应要求施工人员必须严格依据设计图纸以及既定的技术应用规范,以先张法施工技术以及后张法施工技术来稳步推进市政土木工程项目的施工作业。使用先张法施工技术时,建筑企业应为施工单位提供高质量的预应力钢筋,使其能够搭建更为稳定的钢混结构,并通过张拉的技术手段来保障施工区域内各个结构的应力。可以采用专门的钢模作为辅助的施工材料,使结构能够在混凝土固化的过程中增强应力效果。使用后张法施工技术时,应该完成钢混结构的浇筑后进行张拉,使其应力数据能够达到标准规定,之后再开展灌浆作业。

### 3.3 体外新型预应力技术

尽管多数的市政土木工程项目仍对传统的施工技

术有较高的依赖性,且部分传统施工技术会继续采用的施工工艺,但是其中的局限性会直接阻碍市政土木工程项目的差异化开展。为解决这一问题,建筑行业出现了体外新型预应力技术,能够直接满足市政土木工程项目的差异化工程需求。这一先进的技术的被广泛应用于特殊性较强的市政土木工程项目,并具备较为完善的技术应用体系。体外新型预应力技术的主要内容黏结技术以及无黏结结束,黏结技术能够全面控制市政土木工程项目的施工过程中出现的摩擦性损失,也可以对管道系统的安装做好相应的保障,但是操作难度较大。而后黏结技术就有着更为简便的操作方式,可以进一步优化市政土木工程项目的体外预应力施工作业成本<sup>[5]</sup>。

## 4 相关思考与建议

### 4.1 进一步完善施工技术管理制度

建筑企业应进一步完善施工技术的管理制度,为市政土木工程项目的施工技术的应用提供制度层面的保障。首先,建筑企业的相关工作人员应根据本次市政土木工程项目的特点以及具体的工程作业分布来确定所需要使用的施工技术,立足于具体的工程作业环节来制定针对全市政土木工程项目的施工技术管理制度以及不同类型的工程作业的管理制度,做到充分保障工程项目的质量。其次,全新的市政土木工程项目的施工技术管理制度应涉及技术使用、安全管理、在岗人员管理、交叉施工管理等,并能够对高难度的施工项目落实严格的管理机制。一旦某一区域出现问题,就可以采用新的制度开展问责工作。最后,落实综合性的管理工作以及监督工作,并做好工程文件的编写工作,为之后的施工技术应用提供参考。

### 4.2 提升施工人员的综合能力

建筑企业也需要与施工单位进行相应的合作,通过提升施工人员的综合能力来增强市政土木工程项目的施工技术的应用实效性。在开展这一方面的工作时,建筑企业与施工单位应总结本次市政土木工程项目中所采用的施工技术,既需要包含传统的施工技术,也需要加入新时期出现的施工技术,确保施工人员能够在岗前培训的环节中明确本次市政土木工程项目中所使用的全部的施工技术。实施培训教学工作时,也需要为施工人员群体提供相当程度的实践操作练习机会,使其能够在技术人员的指导下明确新时期市政土木工程项目的施工技术的原理以及内涵价值。开始施工作业后,建筑企业与施工单位的工作人员需要到一线作业

区域进行相应的指导,从而提升市政土木工程项目的建设质量。

### 4.3 结合绿色发展理念

建筑企业还可以结合绿色发展理念,使市政土木工程项目的施工技术的应用效果更上一层楼。绿色发展理念是党和国家在新时期提出的重要发展理念之一,也是“绿色中国”战略的重要构成部分,对我国的多个行业产生了深远的影响。在建筑行业中,绿色发展理念主要体现在施工材料、施工技术、施工环境等多个方面,旨在降低建筑工程在建设过程中可能对自然环境造成的破坏。在施工材料方面,可以采用专门的施工材料节约技术,采用更多的节能型材料以及技术,使市政土木工程项目的破坏降至最低。在施工技术方面,可以采用能源节约技术,利用可再生的光能作为市政土木工程项目的施工照明系统。在施工环境方面,则可以采用节地技术,采用小坡型屋顶以及开发地下空间的方式提升土地资源的利用率,一举多得。

## 5 结语

综上所述,新时期的市政土木工程项目的需要采用更多先进的施工技术以及工艺,这是符合我国社会的发展规律的。建筑企业只有切实把握市政土木工程项目的施工技术创新与城市化建设工作之间的关系,才能够加大对施工技术的创新力度以及研发力度,为市政土木工程项目的新型施工技术的应用构建优质的环境。因此,建筑企业需要从多个方面入手,以完善的制度以及专业的施工人员队伍保障新型施工技术的应用效果。同时,也需要评估市政土木工程项目的施工技术的发展趋势,融入更多的新型理念,从而让市政土木工程项目的创造更多的价值。

## 参考文献:

- [1] 赵楠. 土木工程施工技术中常见问题分析与创新[J]. 全面腐蚀控制, 2020, 34(09): 120-122.
- [2] 武靖博. 论述市政土木工程项目的施工技术及其创新路径[J]. 低碳世界, 2020, 10(12): 135-136.
- [3] 胡国辉. 土木工程施工技术中存在的问题与创新[J]. 住宅与房地产, 2020(09): 186.
- [4] 陈光伸. 新时期市政土木工程项目的施工技术及其创新路径研究[J]. 散装水泥, 2020(01): 27-28.
- [5] 李文凯. 土木工程建筑施工技术的创新模式探析[J]. 中国建筑装饰装修, 2021(09): 168-169.

# 复杂地质下的煤矿采煤掘进支护技术及实践探析

孙建立

(开滦(集团)有限责任公司设备管理中心, 河北 唐山 063000)

**摘要** 煤炭是我国重要的工业资源, 随着经济发展, 需求不断增加。煤矿开采受多种因素影响, 尤其是在复杂地质条件下, 需要应用技术确保安全和效果。本文分析了当前煤矿开采现状, 探讨了巷道围岩遇水膨胀因素和机理, 分析了在复杂地质条件下掘进支护方案和临时支护技术的效果, 认为可通过提升技术水平和实践中的效果, 促进煤炭资源的开采与利用。

**关键词** 复杂地质; 煤矿采煤; 掘进支护技术

中图分类号: TD82

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0043-03

现代社会环境下, 煤矿企业在煤矿开采工作中面临着两个重要的考虑因素: 工作效率和整体成本。煤矿开采的安全作业不仅影响着工作效率, 也直接关系到开采成本。其中, 井下掘进是至关重要的工作内容。由于地质条件复杂, 煤矿数量相对较多, 为整体开采工作带来了很大的难度, 煤矿企业更应该重视掘进支护技术, 并认识到复杂地质条件下煤矿开采的困难, 合理应用这些技术于实际工作中, 最大限度地保障作业的安全性。

## 1 复杂地质环境下的煤矿采煤环境

在煤矿开采掘进的过程中, 随着长度和深度增加可能会面临如断层、褶皱等导致煤层走向不稳定、煤层错断; 岩石力学性质不均一出现软弱带、围岩崩落; 地下水涌出、渗漏, 影响采煤作业等问题<sup>[1]</sup>。因此, 在面对复杂地质环境的煤矿采煤过程中, 需要进行详细的地质勘察和分析, 制定相应的采煤与支护方案, 合理选择采煤设备和技术, 确保煤矿的安全生产。

## 2 复杂地质环境下影响煤矿采煤掘进支护的因素

### 2.1 挖掘矿井道路的影响

一方面, 巷道的形状和结构受到外力的影响发生变形, 导致巷道呈现出不规则的形态。在复杂地质环境下, 变形带来的不规则形态将导致支护材料的选择和应用变得困难, 而巷道宽度的变化也可能影响支护设备的选择和适应性, 使其难以完全充填巷道空间, 保持长久的支撑力。另一方面, 如果巷道变形过大或支护不当, 可能发生坍塌或者破裂, 对工作人员和设备的安全构成威胁。因此, 在巷道设计和建设过程中,

必须充分考虑地质环境以及巷道本身的特征, 确保巷道的稳定性和安全性。<sup>[2]</sup>

### 2.2 设备产生的影响

在复杂地质环境中, 仅仅依靠过时的设备或者未经充分考虑地选用设备, 将无法真正发挥掘进支护技术的效果, 甚至可能因设备故障而严重限制其正常运行。正如船工需选择合适的船桨来应对大浪, 选择掘进支护技术时也需要谨慎挑选适合的工具, 因此技术人员需要全面了解地质条件、巷道特点、需求和可行性, 确保设备将能够适应变化莫测的地质条件, 稳健地支持掘进工作, 助推施工流程的顺畅进行。<sup>[3]</sup>

## 3 复杂地质条件下煤矿开采现状研究

### 3.1 地质基础条件

我国的煤矿多数分布在老矿区, 这些地方的地质环境因为长时间的开采而逐渐复杂, 大地压力和断层等问题的存在, 严重影响了煤矿的开采作业。<sup>[4]</sup>

首先, 煤矿开采所形成的巨大空洞会使地下岩层发生塌陷和变形, 产生大地压力, 导致岩层的断裂和错动, 使得开采作业更加复杂和危险。同时, 断层的存在会导致矿井地质体的不连续性, 增加了开采过程中的不确定性和风险。其次, 老矿区的煤矿常常伴随着地下水系统的存在, 而地下水的流动和存储情况受到地质构造和岩石性质的影响, 给矿井内的排水工作带来更大的挑战。最后, 水文地质的复杂性也产生煤矿封闭和排放废水等环保问题, 亟需更加精细的处理手段和严格的监管措施。

### 3.2 掘进技术条件

随着开采深度的增加, 顶板岩性从坚固稳定转变

为脆弱易碎。岩层断裂的发生频率增加,给支护工作增添了更高的困难,对支护技术的要求愈发严苛,开采深度的增加还导致起拱围岩应力增大;起拱围岩应力的增加使得煤层和岩层之间的接触压力增大,容易导致岩层起拱;复杂的地质条件常常导致巷道的断裂,对巷道的稳定性和安全性构成威胁,亟须采取支护措施来确保巷道的稳定。<sup>[5]</sup>

## 4 案例分析

### 4.1 某一矿区矿井巷道底鼓支护

根据矿井中1号井东运输中巷断层间接底板岩石施工出现的问题,可以采用以下解决方案。

1. 隔水层铺设:采用隔水层铺设的方案,可以根本解决底板由膨胀性矿物遇水膨胀而产生的问题。隔水层的使用能够有效隔离水分与膨胀性矿物的接触,消除膨胀的可能性。

2. 底角锚杆:底角锚杆可以有效增强巷道结构的稳定性,提高地质体的整体强度,其为巷道提供额外的支撑力,能够有效预防底鼓问题的发生。

3. 加固巷道帮角:采用钢筋和混凝土等材料,为巷道帮角提供更牢固的支撑,能够提高巷道结构的稳定性,预防底鼓问题的发生。(如图1)

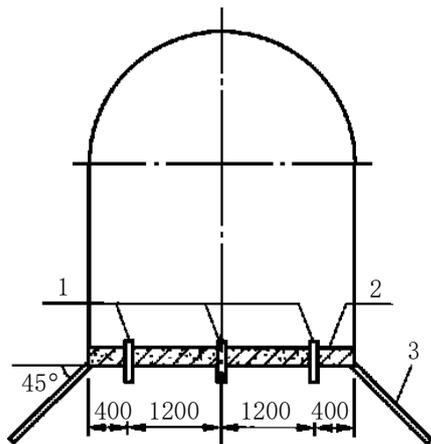


图1 巷道底鼓支护(单位:mm)

### 4.2 巷道围岩遇水膨胀原因

1. 巷道底板膨胀的原因,可追溯于其中所含的特殊矿物质,诸如高岭石和蒙脱石。在干燥的环境中,这些矿物质保持稳定,不会发生变化,当水分渗透到地下,与这些矿物质相互作用时,它们开始逐渐转变。水分子进入了矿物质间的微观空隙,由于分子之间的相互作用,这个过程会扩散到周围的区域,逐渐引发了巷道底板的膨胀现象。

2. 在高应力环境下,巷道底板鼓起问题的本质是由软弱岩层或破碎带岩石流动性破坏引起的。巷道底

板通常由软弱碎泥岩组成,而顶部岩体的强度较高。当岩柱承受着来自岩体和地应力的挤压力时,底板岩体会持续遭受挤压,最终导致底鼓现象的出现。高应力环境使岩石的物理特性和力学行为发生了显著变化。应力的集中会使软弱岩层受到更大的压力,随后逐渐变形。底板岩体受到长时间持续的挤压,使得原本松散的碎泥岩发生变形,并且渗透水分,削弱其结构,导致了巷道底板岩体的强度下降和破碎带的形成。当底板岩体逐渐变得脆化和疏松,其抗挤压能力显著降低。岩体中存在的微细裂隙和破碎带会被挤压进一步扩展,导致岩石流动性增加。在巨大的应力作用下,底板岩体不能承受外部压力,随之产生底鼓现象。

3. 过去普遍采用树脂螺纹钢锚杆作为开放式底板支护方法,并在其上铺设钢筋网,最后喷涂150mm厚度的C30混凝土。这种方法在一定程度上能够控制变形问题,然而,由于底板的支护能力有限,难免会发生一定程度的变形,而缺乏有效的支护措施,其在变形过程中难以得到有效的控制。

## 5 煤矿采煤掘进支护技术的实际运用

### 5.1 直接破顶技术

直接破顶技术旨在通过破碎岩层和使用稳定性材料来实现最大程度的破碎效果,并确保有效地应用锚网索支护技术。为此,须借助先进的岩石力学模型和地质探测技术,对岩层的稳定性进行精确评估,深入了解岩石的物理性质和组成结构,采用最合适的冲击能量和频率,最大程度地降低岩层的脆弱性,确保掘进过程的稳定性。优化直接破顶技术的工艺流程须运用先进的机械设备和自动化控制系统,精确地控制冲击力度和方向,避免破碎过度,影响岩层的稳定。

与传统的方法相比,直接破顶技术在施工过程中减少了风险和延误,通过科学的评估和策略,作业人员能够根据实际情况进行适应性调整,确保掘进过程的安全和效率。

### 5.2 后退卧底技术

首先,后退卧底技术最为显著的优势是确保施工的牢固性和整体性,具有应对复杂多变的地质条件的能力。后退卧底技术能够针对不同地质特征,指导作业人员应对各种挑战,如地层错动、高岩压及岩爆等,确保矿井开采过程的顺利进行。

其次,后退卧底技术为管理人员提供了更大的决策空间。借助这种高级技术,管理人员在施工过程中可以对支护方案进行精细调整,并及时应对地质条件的变化,以提高施工质量,减少对环境的影响,提高工程效率,优化资源利用效率。

### 5.3 U 钢法

在煤矿资源开采过程中,如何有效地应对断层落差增大所引发的煤层坍塌问题直接关系到作业人员的安全。为此,技术人员采用被称为“U 钢法”的临时支护技术,提前构建坚固的支护结构,确保矿井的稳定性。

具体而言,“U 钢法”临时支护技术指的是在煤矿开采过程中,技术人员根据地质条件和预测的断层落差,提前布置和安装 U 形钢材,构建起可靠的支撑结构。这种支护结构具有强大的抗压能力,可以有效地分散地压力,减轻煤层坍塌的风险。

“U 钢法”临时支护技术具有快速部署、调整的优势,因其结构设计合理,安装便捷,技术人员进行支撑结构的布置和调整相对容易,具有灵活性。这种灵活性使得在煤矿开采过程中能够及时应对地质条件的变化,有效保障作业人员的安全和矿井的稳定性。

相较于其他支护方法,“U 钢法”临时支护技术还具有经济效益,该技术所需的材料和设备成本相对较低,且施工过程相对简便,能够以更低的成本、更大的力度保证矿井安全。

## 6 复杂地质条件下如何提高煤矿掘进支护效果

### 6.1 掘进支护方案的优化

在复杂的地质条件下,传统的刚性支护方案逐渐显现出不足,为应对这一挑战,煤矿企业提出了“先让后抗”的策略。在处理深度巷道时,一种常见的做法是结合运用 U 型钢闭合环和锚网索支护技术。通过在初期支护阶段采用锚网索支护的方式,给予围岩变形一定的时间和空间。随后,引入 U 型钢闭合圈并通过卡缆连接固定。这种设计的优势在于,当围岩发生变形时,闭合圈也能相应变动,需因地制宜地选择不同的掘进支护方案。

### 6.2 应用临时支护技术

综掘机倚仗着其锋利而坚固的工作能力,依靠稳定的液压系统以实现充满挑战的任务,液压锁作为关键技术被广泛采用于临时支撑,确保着掘进工作的安全稳定。现代液压锁通过高强度材料和精密的工艺制造,具备了更高的承载能力和抗冲击性,为煤矿掘进提供了更加可靠的临时支撑措施。液压锁巧妙地利用了液体的性质,通过准确的液压调节和精确的控制,针对不同的工作情况提供稳定而灵活的支撑,使得工作在恶劣环境中也能够顺利进行。同时,精确的控制系统和智能化的监测装置也为液压锁的操作和维护提供了更大的便利,保障了煤矿作业的安全与稳定。

### 6.3 掘进机选择

施工人员需要充分了解开采地区的地质情况,以

进行准确监测和评估。根据地质条件、输送机液压和支架等因素,选择最适合的掘进机能够提高施工效率并确保安全性。

在薄煤层的情况下,其厚度介于 0.8m~1.3m 之间,并且截高不高于 0.9m。在这种情况下,骑槽式掘进机成为理想的选择。骑槽式掘进机能够通过其精确的切割和挤压技术,以确保开采的稳定性和高效性。

对于中厚煤层,其厚度范围在 1.3m~3.5m 之间。这种情况下,大功率采煤机能够满足开采的需求。大功率采煤机以其强大的动力和广泛适应性,能够有效地开采中厚煤层,提高开采效率和产量。

当面对厚煤层,其厚度超过 3.5m 时,采取大采高综采方式才能进行掘进施工。大采高综采方式结合了多种工程机械和技术手段,能够应对极具挑战性的厚煤层开采任务。

## 7 采煤掘进支护技术的发展前景

在煤矿采煤掘进支护技术领域,企业要以监测井下巷道围岩地质力学环境为基础,确保工作面的安全开采。首先,深入研发适应不同地质条件的支护材料和构件。这些材料和构件必须能够承受极高的地压,确保巷道的稳定性和持久性,不断提高支护技术的水平。其次,创新和研发高精度的设备,使得采煤掘进工作能够更高效地进行。以巷道的特殊类型为切入点,积极探索和创新支护技术,解决各种巷道所带来的挑战,无论是面对曲线巷道、斜井还是涌水巷道,相关企业都需要持续推动技术的进步,确保煤矿的安全开采。

## 8 结语

我国的矿区大多是老矿区,随着开采的深入,开发工作变得更加困难。可见,在复杂的地质条件下,合理应用煤矿掘进支护技术至关重要。基于此,本文针对复杂地质环境下煤矿采煤掘进支护技术进行深入研究,并分析其存在的问题,给出相关建议,以期提升煤炭开采技术人员水平,确保煤矿开采的安全和有效性。

## 参考文献:

- [1] 丁兆文.论复杂条件下掘进工作面支护技术[J].建筑工程技术与设计,2021(03):326.
- [2] 王虹,王步康,张小峰,等.煤矿智能快掘关键技术与工程实践[J].煤炭学报,2021,46(07):2068-2083.
- [3] 武文浩.大断面巷道支护技术在矿井工程中的应用研究[J].中国化工贸易,2021(30):163-165.
- [4] 张勇.浅析煤矿采煤掘进工作中高强支护技术的应用[J].电脑采购,2021(14):68-69.
- [5] 路贤.复杂地质条件下的掘进支护技术分析[J].建筑工程技术与设计,2019(36):529.

# 沥青混凝土路面施工技术在公路工程施工中的运用研究

海文瑞

(张家川县交通运输局, 甘肃 天水 741500)

**摘要** 公路工程是国家基础设施建设的重要组成部分,对国民经济和社会发展起着至关重要的作用。在公路工程中,路面的质量和性能直接关系到交通安全、道路寿命以及用户体验。因此,选择适当的路面施工技术对于保障公路工程质量至关重要。沥青混凝土路面作为一种常用的路面材料,在公路工程中得到了广泛应用。本文将探讨沥青混凝土路面施工技术在公路工程中的优势、挑战以及运用情况,并提出相关建议。

**关键词** 沥青混凝土; 路面施工; 公路工程; 性能提升; 可持续性

中图分类号: U416

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0046-03

当今现代社会,公路交通不仅扮演着城市发展的引擎,更是人们日常生活不可或缺的重要组成部分。城市化进程不断加快,交通需求亦与日俱增,因此,公路工程施工技术的不断创新和进化变得至关重要。在这个领域中,沥青混凝土路面施工技术因其卓越的性能和可持续性而备受瞩目。

## 1 沥青混凝土路面施工技术的优势

### 1.1 提高路面性能

沥青混凝土路面的卓越性能是其在公路工程中的首要优势之一。其独特的抗水性和耐久性使其能够在各种气候条件下表现出色。在降雨多的地区,沥青混凝土路面能够有效排水,防止积水和路面损坏,提高了道路的可通行性。同时,它的抗变形性能使路面更加耐久,能够承受重型车辆的交通负荷,减少路面的坑洼和裂缝,进一步提高了道路的承载能力。沥青混凝土路面的光滑平整表面也对驾驶体验产生了积极影响。相较于不平整的路面,光滑的路面减少了车辆的颠簸和震动,降低了驾驶者的疲劳感,提高了行车的舒适性。此外,路面的平整性还有助于减少燃油消耗,因为车辆在平整路面上更容易行驶,减小了发动机的负担,从而降低了燃油消耗和排放<sup>[1]</sup>。

### 1.2 增加道路寿命

良好的施工质量和适当的养护是延长沥青混凝土路面寿命的关键因素。当施工过程受到严格控制,确保沥青混凝土的均匀铺设并达到规定的密实度要求时,路面的质量会得到保障。同时,定期的养护工作,如及时修复裂缝和损坏,以及重新铺设表层,能够有效

延长路面的使用寿命。增加道路寿命不仅有助于减少维护和修复成本,还有助于减轻政府的财政负担。长寿命的路面意味着更少的维修次数和更长时间的使用,从而为国家和地方政府节省了大量的预算资金,可以用于其他基础设施项目或公共服务。

### 1.3 提高交通安全性

交通安全是公路工程的首要考虑因素之一,而沥青混凝土路面的特性有助于提高道路的安全性。它的抗滑性能能够降低车辆在湿滑路面上的打滑风险,减少交通事故的发生概率。尤其是在降雨或雪天气条件下,驾驶员更容易掌握车辆,避免失控。此外,沥青混凝土路面的黑色表面在夜间行车时能够更好地反射车辆的灯光,提高了夜间行车的可见性。这对于减少夜间交通事故尤为重要<sup>[2]</sup>。因此,采用沥青混凝土路面有助于提高道路的整体安全性,保护了驾驶者和行人的生命财产安全。

### 1.4 环保与可持续性

沥青混凝土的生产和施工过程相对环保,有助于减少对环境的不良影响。在沥青混凝土的生产中,可以使用再生沥青,减少新原料的消耗。这种再生沥青可以从旧路面或其他资源中回收,有助于降低资源浪费,减少对石油等有限资源的依赖。另外,沥青混凝土路面的可持续性也体现在其较长的使用寿命和较低的维护需求上。长寿命的路面意味着更少的维修和更少的建筑垃圾,有助于减少建筑和拆除对环境的干扰。因此,选择沥青混凝土路面是一种符合可持续发展理念的选择,有助于降低碳足迹,保护自然环境<sup>[3]</sup>。

## 2 沥青混凝土路面施工面临的挑战

### 2.1 施工成本与资源需求

沥青混凝土路面施工的高成本是公路工程中的一项目重要挑战。相对于其他路面材料,沥青混凝土的初建成本较高,这包括原材料采购、设备投资和劳动力成本。沥青混凝土中所需的主要原材料包括石油沥青、骨料和沥青混凝土搅拌站所需的能源,这些原材料的价格波动和供应不稳定性会直接影响施工成本。此外,沥青混凝土施工需要大型机械设备和高度熟练的劳动力,这增加了资源需求和管理的复杂性。

### 2.2 质量控制与技术标准

在沥青混凝土路面施工中,质量控制和符合技术标准至关重要。质量控制问题可能涉及原材料的质量、施工过程的操作、设备性能以及施工工艺的合规性。不同地区和工程项目可能采用不同的技术标准和规范,这导致了施工质量的不稳定性。低质量的施工会导致沥青混凝土路面的性能下降,降低其承载能力和抗损耗能力,增加后期维护和修复的成本。

### 2.3 技术培训与人才需求

沥青混凝土施工需要高度熟练的操作技术和质量控制人员,但当前存在人才短缺和培训不足的问题。许多地区面临着缺乏经验丰富的施工人员的挑战,这可能导致施工质量的参差不齐。此外,沥青混凝土施工技术不断发展,需要不断更新和提升工人的技能和知识,以适应新材料、新设备和新工艺的引入。

## 3 沥青混凝土路面施工技术在公路工程施工中的运用

### 3.1 材料选择与配比

材料选择与配比是确保沥青混凝土路面施工成功的关键步骤。不同的道路工程要求不同类型的混凝土材料,例如,高交通量的主干道需要具有卓越耐久性和承载能力的混凝土,以应对频繁的车辆负荷和磨损。在这种情况下,通常会选择高强度骨料和抗龟裂沥青作为材料。相反,低交通量的次要道路可以考虑使用成本较低的混凝土,前提是其仍能够满足道路的性能要求。气候条件也是材料选择的关键因素。在寒冷地区,必须选择具有良好抗冻性能的混凝土,以避免在冰雪季节发生冻融损坏。而在高温地区,需使用耐高温的混凝土,以防止路面软化或龟裂。这种根据气候特点选择材料的方法有助于提高路面的长期性能和寿命。在材料配比方面,必须确保粘结剂、骨料和添加剂的比例精确。合理的配比可以保证混凝土具有所需的强度、耐久性和抗滑性。通过精心设计的配比,可以降低路面开裂、变形和损坏的风险,从而延长路面的使

用寿命,减少修复和维护成本<sup>[4]</sup>。

### 3.2 路面准备和基础处理

在进行沥青混凝土路面铺设之前,路面准备和基础处理是确保路面性能的关键步骤。路面准备包括对现有路面的清理和维护工作。彻底清理路面上的积水、污物和杂物是确保新路面与底层牢固粘合的前提,这有助于预防未来的剥离或开裂问题,并确保路面的平整度。损坏部分的修复也是路面准备的一部分。坑洼和裂缝需要得到填充和修复,以恢复路面的平滑度和结构完整性。这些修复工作不仅可以提高道路的驾驶舒适性,还可以减少损坏的扩散,延长路面的使用寿命。在路面准备中,排水问题也至关重要。确保路面具备良好的排水系统可以有效防止水分渗透和冻融损坏。为了实现良好的排水,通常需要设计适当的坡度,以确保水流能够顺利流向排水设施,如排水沟或下水道。良好的排水系统有助于保持路面的干燥和稳定,减少了水分引起的损害风险。

### 3.3 沥青混凝土铺设

在进行沥青混凝土铺设时,需要高度的专业技能和关注多个关键因素,以确保施工质量和路面的性能。首先,沥青混凝土的温度至关重要。沥青混凝土的性质在不同温度下会有所变化,因此必须确保混凝土的温度在适当的范围内。过高或过低的温度都可能导致问题,如热裂缝或附着性不佳。因此,使用恰当的设备来保持混凝土在所需的温度范围内至关重要。此外,均匀性也是施工中的关键因素。施工人员必须具备高度的技术技能,以确保沥青混凝土均匀地铺设在路面上。不均匀的铺设可能导致路面高低不平,这不仅影响了行车的安全性,还可能引起驾驶员的不适。为了确保均匀性,施工人员需要密切关注施工速度、混凝土的流动性,以及振实或滚压的方法。这些技术措施有助于获得平滑、均匀的路面表面,提高路面的质量和外观。

### 3.4 密实化和养护

密实化是确保沥青混凝土路面致密性和耐久性的关键步骤之一。在密实化过程中,通常使用重型辊筒或振动平板,将沥青混凝土均匀地压实。这个过程有助于消除混凝土中的空隙和气泡,提高路面的强度和耐久性。如果不充分密实,路面可能会在较短的时间内出现损坏和裂缝。另外,定期的养护工作对于路面的维持和寿命延长至关重要。这包括定期巡检路面,及时发现并修复任何裂缝或损坏。对于沥青混凝土路面,重新涂覆也是一项常规的养护工作。重新涂覆可以修复路面的表面磨损,提供额外的保护,并延长路面的寿命。养护工作的频率和质量对于路面的性能和可维护性具有重要影响,能够减少后期维护和修复的

成本,同时保持路面的平整性和美观性。

#### 4 沥青混凝土路面施工技术应用的优化策略

##### 4.1 施工设备技术升级

沥青混凝土路面施工的质量和效率在很大程度上受到施工设备的性能和精度影响。为了在这个竞争激烈的行业中保持竞争力,引入先进的施工设备和技术是至关重要的策略。如GPS辅助定位系统。这一系统可以在施工过程中精确地确定施工位置和坡度,使施工人员能够更好地掌握工作进展,从而确保沥青混凝土的均匀性和平整度,这不仅提高了施工的质量,还大幅提高了效率。另一个关键的技术升级是自动平整机的应用。这些自动化设备能够高效地完成路面的整平工作,减少了人为误差的可能性。施工过程中的一致性和精度显著提高,从而确保了路面的质量。此外,设备的升级还减少了人为因素对施工质量的不利影响,如操作错误或疲劳。

##### 4.2 施工质量控制

保证沥青混凝土路面质量的关键在于严格的质量控制程序和检测。建立全面的质量控制体系是确保道路工程成功完成的必要条件。这一体系应覆盖原材料的检测和施工过程的监控,以减少潜在的质量问题。质量控制的核心是对混凝土原材料的检测,只有确保原材料符合技术标准和规范,才能保证最终路面的质量。同时,施工过程中的每个环节都应受到严格监控。混合、铺设和密实化等步骤都需要定期的检测和测试,以确保质量符合要求。强化质量控制不仅有助于降低施工中的缺陷率,还能减少后期维护和修复的成本。此外,它提高了工程的可靠性和可维护性,延长了路面的使用寿命。质量控制体系的建立也有助于提高项目的声誉,吸引更多客户和合作伙伴,为道路建设行业的可持续发展创造了更好的条件。

##### 4.3 人才技能培训提升

在沥青混凝土路面施工领域,拥有高素质的施工人员至关重要。为了克服人才需求和技能培训方面的挑战,必须实施全面的培训计划。这些计划应该广泛涵盖施工工艺、设备操作、质量控制和安全标准等多个关键领域。技能培训计划的核心是确保施工人员既具备理论知识,又具备实际操作的技能。理论知识包括了解混凝土材料的特性、掌握施工流程、熟悉质量标准 and 规范等方面。而实际操作的培训涵盖了设备的安全操作、施工现场的管理、问题诊断和解决等技能。这些培训计划必须保持与行业技术发展和最佳实践的同步。因此,培训计划应该定期更新,以确保施工人员的技能始终保持在行业的前沿。此外,培训机构和行业协

会可以共同合作,提供多样化的培训课程,以吸引更多年轻人加入公路工程领域。为年轻人提供职业发展机会将有助于培养未来的施工领袖,确保行业的可持续性<sup>[5]</sup>。

##### 4.4 环境保护与可持续性考虑

在沥青混凝土路面施工中,环境保护和可持续性考虑应成为优化策略的一部分。施工过程中产生的噪声、尘埃和废弃物可能对周围环境和居民造成负面影响。因此,采取措施减少这些影响至关重要。在施工现场,可以采用各种措施来降低噪声和尘埃的产生。使用降噪设备可以减少噪声水平,从而减轻对附近居民的干扰。喷雾器和尘埃控制措施可以有效减少施工现场产生的尘埃,改善空气质量并降低环境污染风险。废弃物处理也应遵循环保法规,确保废弃物的处理和处置不会对环境造成损害。这可能包括废弃材料的分类、回收和安全处置,以最大程度地减少对自然环境的不良影响。再生沥青的使用是提高可持续性的关键一步。再生沥青可以降低新材料的需求,减少开采和生产的环境影响,同时降低碳足迹。这种可持续性的做法有助于减少资源浪费,并促进循环经济的发展。此外,开发绿色施工技术和利用可再生能源也可以减少环境负担。例如,使用太阳能或风能供电施工设备可以减少对化石燃料的依赖,降低碳排放。

## 5 结语

沥青混凝土路面施工技术在公路工程中具有重要地位,它不仅提高了路面性能、增加了道路寿命,还提高了交通安全性,符合环保和可持续性要求。然而,其依然面临着施工成本、质量控制、技术标准和人才需求等挑战。通过合理的材料选择、施工设备技术升级、路面准备和基础处理、沥青混凝土铺设、密实化和养护等步骤,可以提高施工质量,并考虑环境保护和可持续性因素。未来,需要不断改进技术和管理,以确保沥青混凝土路面施工技术在公路工程中的应用发挥最大的效益。

## 参考文献:

- [1] 罗晓生. 公路工程施工中沥青混凝土路面施工技术研讨[J]. 工程建设与设计,2023(11):161-163.
- [2] 吕小艳,周刚. 公路工程施工中沥青混凝土路面施工技术[J]. 城市建设理论研究(电子版),2023(12):98-100.
- [3] 曹炜. 沥青混凝土施工技术在公路工程施工中的应用研究[J]. 工程建设与设计,2023(06):186-188.
- [4] 辛旭亮. 沥青混凝土施工技术在公路工程路面施工中的应用[J]. 运输经理世界,2022(22):38-40.
- [5] 武晓玲. 沥青混凝土施工技术在公路工程施工中的应用[J]. 火炮科技与市场,2020(02):270-271.

# 异麦芽酮糖醇的功能与应用研究

丘春洪

(肇庆焕发生物科技有限公司, 广东 肇庆 526000)

**摘要** 目前, 功能性食品已经成为众多保健食品中的佼佼者, 预示着食品工业新的发展方向。糖果行业当然不会错过这样的发展机遇, 投入大量科研力量开发符合市场需求的功能性糖果, 为现代人提供“甜蜜而又健康”的产品。异麦芽酮糖醇(Isomalt), 国外称之为帕拉金糖醇, 被人们誉为“益寿糖”, 是目前全球最新的功能性糖醇, 其功能和应用价值能够取代传统的蔗糖、淀粉糖及其他糖醇。本文介绍了异麦芽酮糖醇的生产工艺、功能特性以及其应用, 以期为相关人员提供参考。

**关键词** 异麦芽酮糖醇; 生产工艺; 功能特性

**中图分类号**: TS202

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0046-03

异麦芽酮糖醇是一种食品原料, 它的原材料是异麦芽酮糖。异麦芽酮糖醇是食品原料中的新资源。由于异麦芽酮糖醇是不会升高血糖、不会引发胰岛素波动的糖果类食品, 加之具备高耐受性特点, 其功能性和食用安全性都得到实验验证, 并获得“GRAS(公认安全)”的食品安全最高等级, 由美国 FDA 授予, 同时, 2008 年, 国家卫生部也将异麦芽酮糖醇批准为新资源食品, 除了婴幼儿食品外, 该产品可在其他各类食品加工中应用, 建议每天食用量不要超过 100 克。本文将对其的功能和应用价值进行多层次的研究, 作者研究的《由异麦芽酮糖通过催化加氢制备异麦芽酮糖醇的方法》曾获国家发明专利(ZL201510361774.1)。

## 1 异麦芽酮糖醇概述

异麦芽酮糖醇(Isomalt)也称为拉金糖醇, 在国际上被誉为益寿糖, 该物体为无臭结晶的白色性状, 味甜, 约为蔗糖甜度的 60%, 轻度吸湿, 表现为 145℃~150℃的熔点; 可溶于水, 在水温 25℃时溶解度为 37.8%, 水温 40℃时溶解度为 77.6%, 水温 60℃时溶解度为 134.1%, 表现为 -39.4kJ/g 的溶解热, 极小的负溶解热性, 在代糖产品中冷效应最低, 难以相溶乙醇, 与蔗糖的味道接近, 甜味清爽且能长时间延续, 在功能上可以遮蔽苦味、平衡口感和风味, 热值 2Kcal/g (8.4KJ/g), 大约为蔗糖的一半, 具备良好的热稳定性和酸碱稳定性, 难以水解, 在 100℃加热 60min 情况下仍然不分解, 而蔗糖在该环境下可完全水解<sup>[1]</sup>。

当前, 异麦芽酮糖醇已经在饮料和各类食品生产中广泛应用, 并且西方无糖食品使用的甜味剂市场, 有 50% 的市场份额被异麦芽酮糖醇占据。具体来说,

包括饮料、食品、压片糖、冰激凌、糖果、果酱、餐桌甜品、果冻、口香糖、烘烤食品、乳制品、巧克力、豆奶制品、中药凉茶等方面。异麦芽酮糖醇的结构为:  $\alpha$ -D-吡喃葡萄糖基-1, 6-山梨糖醇(GPS)和  $\alpha$ -D-吡喃葡萄糖基-1, 1-甘露醇(GPM), 其原理是按照等摩尔的比例实施混合, 其结构见图 1。其中有 2 个摩尔的结晶水包含在 GPM 中, 所以, 异麦芽酮糖醇成品的混合物中, 含有 5% 的结晶水白色结晶物<sup>[2]</sup>。

## 2 异麦芽酮糖醇的生产工艺

### 2.1 生产流程

异麦芽酮糖醇→溶解→加氢→镍过滤→脱色→过滤→降温→离子交换→浓缩→喷雾造粒(结晶)→流化床降温→粉碎→筛分→磁棒→包装→金检→码垛入库

### 2.2 生产工序

异麦芽酮糖醇的生产工序包括两个步骤。第一步, 利用  $\alpha$ -葡基转移酶反应生成功能, 将蔗糖原料生成异麦芽酮糖; 第二步, 将异麦芽酮糖利用催化剂氢化为异麦芽酮糖醇, 在该过程中有两个同分异构体产生, 即  $\alpha$ -D-吡喃葡萄糖基-1, 1-D-甘露醇(GPM)和  $\alpha$ -D-吡喃葡萄糖基-1, 6-D-山梨醇(GPS), 有两种糖醇通过等摩尔混合反应形成, 最后通过脱色、离交、浓缩、固化、粉碎、筛分后形成, 可以视为蔗糖衍生的二元功能性糖醇。

## 3 异麦芽酮糖醇的功能特性

### 3.1 低糖、低热量

1. 低糖。因为异麦芽酮糖醇不超过 0.3% 的还原糖, 糖尿病患者食用异麦芽酮糖醇, 不会升高胰岛素和血糖, 因此糖尿病的患者可适当地食用。在此功能下, 很多

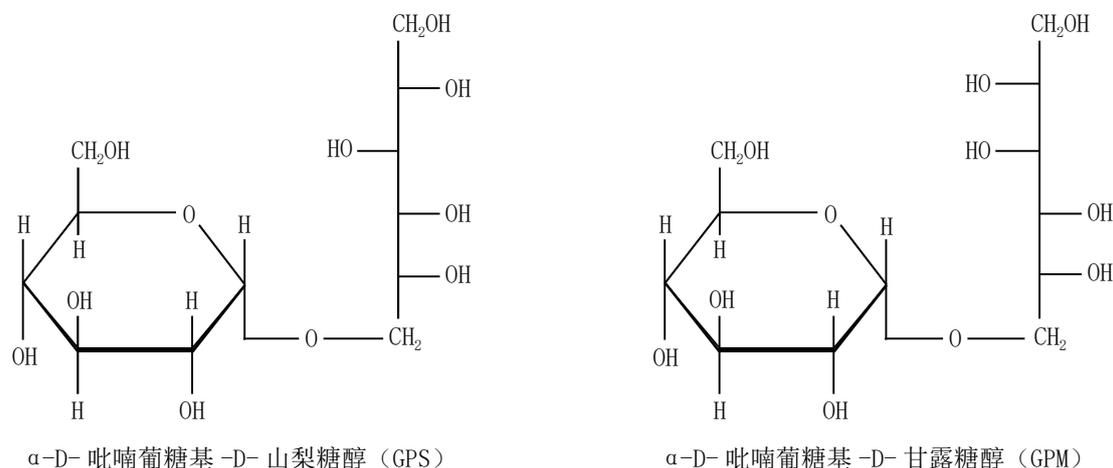


图1 异麦芽酮糖醇结构图

糖果食品中可以应用异麦芽酮糖醇,例如,以其作为原料或者辅料,制作硬糖、巧克力、口香糖等一些食物,这些食物比较适合糖尿病以及害怕长胖的人群使用。

2. 低热量。异麦芽酮糖醇的热值只有2Kcal/g(8.4K/g),是高血糖、高血压、高血脂患者最安全的糖类食品,并可以辅助减肥。

### 3.2 促进良性菌群增值

对于体内双歧杆菌的繁殖来说,异麦芽酮糖醇是重要的因子。尽管人体的微生物酶系统不能直接吸收异麦芽酮糖醇,但人体肠道中的双歧杆菌却能够分解异麦芽酮糖醇,然后将其充分利用,加快该良性菌群的生长繁殖,更好地平衡肠道的微生物,形成保护健康的屏障<sup>[3]</sup>。

### 3.3 具备高耐受性

很多甜味剂使用过多会导致腹胀、腹泻等不适症状,如低聚糖、山梨醇、氢化淀粉水解物、木糖醇等食物,所以,FAO/WHO都做了食用量的限制规定,但人体针对异麦芽酮糖醇的耐受量很大,所以,FAO/WHO联合食品添加剂专家委员会审查通过,同类食品中没有做每日摄入量限制的就是异麦芽酮糖醇,但我国新资源食品做出每日低于100g摄入量的规定。

### 3.4 高稳定性、非吸湿性

1. 高稳定性。作为多元糖醇的异麦芽酮糖醇,因为无需还原而非常稳定,哪怕是在超强的酸、碱环境里也不会水解,高温下不会生成色素,其稳定性比蔗糖大10倍的数值,也不易与食品中的其他成分产生化学反应。因为异麦芽酮糖醇难以被大部分微生物利用,所以,在产品中添加异麦芽酮糖醇,会有效延长货架期。

2. 非吸湿性。异麦芽酮糖醇比起蔗糖、某些低聚糖、

葡萄糖,吸湿性极低。在温度25℃下70%的相对湿度时,几乎没有吸湿现象,更有利于包装和运输。

### 3.5 代谢功能

异麦芽酮糖醇和其他水溶性糖类有极大的区别,该糖醇的双糖键裂解速率极低,因此在人体内被吸收的成分极小,多糖类糖醇在人体内要先分解为单糖,方可以被小肠吸收。试验结果显示,口服异麦芽酮糖醇后,表现为低龋齿性;在小鼠的龋齿率方面,蔗糖为58%,异麦芽糖醇为15%,山梨醇为18%,木糖醇为11%。在摄入50g~100g异麦芽酮糖醇时,血糖和胰岛素都没有变化;因为热值低,它主要部分进入大肠,降解成CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>,还有挥发性脂肪酸。胰岛素无变化表明利用异麦芽酮糖醇进行脂肪合成的可能性<sup>[4]</sup>。

### 3.6 其他功能特征

1. 非致龋齿性。异麦芽酮糖醇不会导致口腔内的变形链球菌的分解利用,因为不能生成酸和葡聚糖,不会发生蛀牙现象,儿童食用很安全。

2. 负溶解热具备合理性。异麦芽酮糖醇产生的负溶解热只有-39.4KJ/kg,因此,品尝时不易出现口感的冰凉不适。

3. 甜味纯正天然。异麦芽酮糖醇能够与其他强力甜味剂搭配使用,比如三氯蔗糖、甜菊糖、甜蜜素等,以覆盖其他强力甜味剂不好的味道。

## 4 异麦芽酮糖醇的应用研究

### 4.1 在各类饮品中的应用

异麦芽酮糖醇完全可以应用在饮料、凉茶、果汁、豆制品、乳制品等饮品中,其应用价值表现在两个方面。第一,因为其无糖、零蛋白、低甜、零脂肪、低卡路里,

同时具备益生元素和双歧杆菌增生因子,显著增加了饮品的特性和保健功能;第二,可以遮蔽异味、平衡口感和风味。异麦芽酮糖醇针对果汁、豆制品、中药存在的异味,能够有效遮蔽,改善口感的同时,突出饮品原有的风味。在各类饮品中应用异麦芽酮糖醇,通常占比 4%~6% 即可,如果甜度不够,可以适量复配甜菊糖或者麦芽糖醇。

#### 4.2 在无糖硬糖中的应用

目前市场上无糖硬糖的主要原料包括异麦芽酮糖醇、木糖醇、麦芽糖醇以及相关混合物。比起其他类型的糖醇,异麦芽酮糖醇的吸湿性极低,在温度 25℃,湿度 70% 条件下几乎没有吸湿性,这有利于产品储存更加稳定,让硬糖的表面更光洁。异麦芽酮糖醇与蔗糖的风味类似,更有利于硬糖中其他香味物质释放其风味。目前比较流行的清咽润喉型的硬糖,例如荷氏出品的冰球无糖薄荷糖,主要原料就是异麦芽酮糖醇和香精。该类硬糖中应用异麦芽酮糖醇应该注重两方面的问题。第一,甜度。异麦芽酮糖醇本身不具备很高的甜度,大约只有蔗糖的 50%,因此,制作无糖糖果一般需要加入其他甜度高的糖醇或者高倍的甜味剂。第二,结晶的问题。因为硬糖制作成型后没有固定的形态,一旦吸收水分极易发生重新结晶的问题,最佳措施是将适量的氢化淀粉水解物添加其中,可以有效地抗结晶。

#### 4.3 在烘焙食品中的应用

异麦芽酮糖醇具备蔗糖的风味,又吸湿性极低,已经普遍应用在烘焙产品中,同时,该产品的理化性能良好,不但味道得以改善,更让货架期延长。例如,在青苹果烘焙食品的制备中加入异麦芽酮糖醇,产品不仅理化性能极佳,也提升了产品储存的稳定性;同时,因为苹果组织在高温烘焙环节中得以有效保护,不仅产品品质良好,而且,即使在水分活度极低的情况下,该产品也可以抗吸湿。研究实践显示,将异麦芽酮糖醇应用在烘焙食品中,具备一定的抗坏血酸功能。在松饼制作中使用不同糖醇显现的差异性表明,含有异麦芽酮糖醇的样品,差不多具备与蔗糖相同的质地参数,但会升高淀粉的糊化温度。异麦芽酮糖醇在烘焙产品中的使用,不能忽略产品颜色的相关要求,因为梅拉德反应不会在异麦芽酮糖醇中产生,如果食品有颜色的必须要求,可以根据合理的配比添加木糖、葡萄糖等物质,促进其梅拉德反应产生。

#### 4.4 在无糖巧克力中的应用

巧克力作为致密性的悬浮固体颗粒,除了少部分

非脂可可固体外,糖分占据 60%~70%,开发无糖巧克力具有极大的挑战性,需要用其他物质替代糖。异麦芽酮糖醇是最好的替代品,具备专用生产巧克力的细粉 200 目以上,无需切削、粉碎和再加工,能够直接与可可块、全脂奶粉、可可油等充分混合后精磨。异麦芽酮糖醇不超过 2% 的水分,完全符合巧克力的生产要求。

#### 4.5 在其他休闲食品中的应用

德国曼海姆/奥克森富特的发明专利《谷物产品中的异麦芽酮糖醇》,是德国曼海姆/奥克森富特的发明专利,该技术以麦片棒、膨化大米、玉米片、膨化玉米等谷物产品为芯体,利用异麦芽酮糖醇作为涂层或者粘结剂,进行休闲食品的开发,在降低产品糖分的同时,也大幅度降低了因为使用山梨糖醇、木糖醇等导致的腹泻风险。

#### 4.6 在制药领域的应用

研究显示,异麦芽酮糖醇在美国药典、欧洲药典、英国药典等多国药典中都有记载和相关的描述,但制药行业在对异麦芽酮糖醇的应用中,异麦芽酮糖醇发挥着粘结剂和填充剂的作用,并且在压片工序中作用比较明显<sup>[5]</sup>。但因为规格不同、粒度不同、状态不同的异麦芽酮糖醇的压片性能及片剂的性能会存在一定的差异性,需要根据实际情况合理应用。

### 5 结语

综上所述,在新的健康理念下,人们更加青睐低热量和无糖食品,由此功能糖醇在食品和饮料行业的应用得到快速的发展,其中最具有发展前景的就是异麦芽酮糖醇产品。异麦芽酮糖醇具备极佳的理化性质、功能特征以及特殊的口感,并且在应用过程中比其他糖醇的耐受性更强,因此,异麦芽酮糖醇产品注定会在饮料、糖果食品行业得到更广阔范围的应用,同时会增加功能性食品和饮料在市场上的竞争力。

### 参考文献:

- [1] 尤新. 异麦芽酮糖的功能与应用 [J]. 添加剂与营养, 2013(12):62-64.
- [2] 毛宝兴,詹国平,郑毅,等. 异麦芽酮糖醇的应用研究进展 [J]. 学术论坛, 2019(07):45-47.
- [3] 张坚. 异麦芽酮糖醇在慢性疾病预防中的作用 [J]. 中国食物与营养, 2016(10):12-15.
- [4] 高学秀,李宁,袁卫涛,等. 异麦芽酮糖研究进展 [J]. 中国食品添加剂, 2022,33(01):26-31.
- [5] 耿梦华,陈晟,吴敬,等. 吸附交联法固定化蔗糖异构酶及其在异麦芽酮糖制备中的应用 [J]. 食品与生物技术学报, 2019,38(04):104-110.

# 某闸水文站水位流量关系单值化分析

张定凯

(广东省水文局梅州水文分局, 广东 梅州 514000)

**摘要** 本文通过对某闸水文站的水位流量关系进行单值化分析, 深入研究水文站的水文特性, 旨在为水文数据的应用提供更准确的参考。研究采用了水位流量数据, 并通过单值化方法将水位数据与对应的流量值相匹配, 以建立水位流量关系曲线。结果表明, 通过单值化分析可以得到可靠的水位流量关系曲线, 有助于更好地理解水文站的水文情况, 为水资源管理和水文模拟提供了重要数据基础。

**关键词** 水文站; 水位流量关系; 单值化分析

**中图分类号**: TV66

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0052-03

水文站是监测和记录河流或水域水文数据的关键设施, 其中水位和流量数据是了解水文特性和水资源管理的重要组成部分。水位与流量之间的关系对于预测洪水、管理水库和评估水资源的利用具有重要意义。为了更好地应用水文数据, 需要建立水位流量关系曲线, 以便将水位数据转化为流量值。本研究旨在通过对某闸水文站的水位流量关系进行单值化分析, 探索水文站的水文特性, 为相关应用提供准确的数据支持。

## 1 数据和方法

### 1.1 数据

在该河流域中, 某水文站进行多项观测项目, 包括水位、流量、悬移质输沙率、水温、降水、水面蒸发、气温和水质监测等。这些丰富的观测数据为相关人员提供了深入了解该地区水文情况的机会。通过对这些数据的详细分析, 能够更好地把握河流的特征和行为。

此外, 某水库位于某渠首上游约400米处, 这是一个关键的位置, 因为该区域没有支流的汇入或引蓄水工程。因此, 可以直接依赖某渠首断面的实测径流资料来计算坝址处的径流情况。这种数据的可靠性对于水库设计和管理至关重要, 确保了有准确的依据来预测水库的水量和水位。

另外, 考虑到1958年至1963年是丰水年, 还将某站的数据作为参证站, 用以插补和延长某河的径流资料。这种数据插补的方法能够填补历史数据的空白, 从而更好地了解某河的径流情况, 包括干旱期和湿润期的变化趋势。这对于未来的水资源规划和管理至关重要, 因为它提供了更准确的基础数据, 有助于更好地应对水资源管理的挑战。

综合而言, 这些水文观测数据不仅有助于了解河

流的水文特征, 还为水资源管理提供了宝贵的信息。通过数据的收集、分析和插补延长, 能够更好地应对未来的水资源管理挑战, 确保水资源的可持续利用。

### 1.2 实测值修正法

实测值修正法是一种通过对已有测量数据进行调整和校正的方法, 以减小测量误差并还原真实情况。对于洪水期的情况, 可以采用适当的修正方法, 考虑引水渠首的规模限制和干渠断面的冲淤变化, 对测量数据进行修正, 以还原实际的流量情况。这样可以提高测量数据的准确性, 为水资源管理和工程规划提供可靠的基础数据。

在某水管站的测流断面位于引水干渠中, 该断面内部采用了衬砌结构, 利用水位和流量之间的关系来推算河道的来水情况。在平水期和枯水期, 河道的流量较小, 干渠断面相对稳定, 因此测量数据的精度较高。然而, 在洪水期, 由于引水渠首的规模限制, 无法测量到全部流量, 并且干渠断面会频繁发生冲淤变化, 导致测量数据的精度受到限制。因此, 在这种情况下, 需要进行实测值的修正和还原计算, 以得到更准确的结果。

在选取参证站时, 考虑到某站位于河流出口处。因此, 某站被选定为径流修正的参证站。通过与某水文站连续实测径流系列的年内平均分配情况对某河洪水期的径流进行修正。这里采用水文比拟法来进行修正计算, 公式(1)用于计算修正后的径流量。

$$Q_{corrected} = Q_{ardlungur} \times C \quad (1)$$

其中,  $Q_{corrected}$ 表示修正后的径流量,  $Q_{ardlungur}$ 表示某水文站洪水期实测径流量,  $C$ 表示某河洪水期实测径流量的年内平均分配比或修正系数。

修正系数  $C$  可以根据某水文站连续实测径流系列

的数据计算得出, 它表示某河洪水期径流相对于某水文站洪水期径流的比例或分配关系。通过比较和匹配洪水期径流数据, 确定修正系数  $C$ , 可以准确地修正某河洪水期径流量, 提高数据的准确性和可靠性。

具体的修正系数  $C$  的计算方法会根据实际数据和研究对象的特点而有所不同, 需要根据具体情况进行计算和分析, 以得到准确的径流修正结果。

对于某水管站而言, 其平枯水期流量的测验精度较高, 满足水文观测规范的要求, 因此可以利用平枯水期的径流资料来计算修正系数  $n$  的值, 此处  $n$  的值为 1.19。参照某水文站多年实测径流资料, 通过进行还原计算, 得到某水管站处多年平均径流量为 411 万  $\text{m}^3$ 。这样修正后的径流数据更准确, 可为水资源管理和工程规划提供可靠的依据。

### 1.3 径流深等值线法

根据平均径流深等值线图, 可以获取某河所在流域的年平均径流深度信息。根据该信息, 结合某水库坝址断面以上的集水面积为 21.1  $\text{km}^2$ , 可以利用径流深等值线法来计算坝址处的多年平均径流量。

径流深等值线法是一种常用的方法, 用于根据径流深度的分布情况来估算流域的径流量。根据式 (2), 可以计算坝址断面处的多年平均径流量, 公式如下:

$$Q_{avg} = A \times P \quad (2)$$

其中,  $Q_{avg}$  表示多年平均径流量,  $A$  表示坝址断面以上的集水面积,  $P$  表示年平均径流深度。根据给定的数据, 代入相应数值进行计算, 即可得到坝址处的多年平均径流量。

径流深等值线法可以在缺乏直接径流观测数据的情况下, 通过对流域径流深度分布的分析和推算, 提供对流域径流量的估计。它在水资源研究和水文模拟中具有一定的应用价值, 可以为水库规划和水资源管理提供参考依据<sup>[1]</sup>。

### 1.4 径流模数法

根据流域相似原则, 采用径流模数法来计算某水库坝址断面处的多年平均径流量。

径流模数法是一种常用的水文计算方法, 通过建立流域的径流模数, 即单位面积的径流量与有效降雨量之间的关系, 来估算流域的径流量。根据式 (3), 可以计算坝址断面处的多年平均径流量, 公式如下:

$$Q_{avg} = M \times P \quad (3)$$

其中,  $Q_{avg}$  表示多年平均径流量,  $M$  表示径流模数,  $P$  表示年平均降雨量。通过选取某站作为参证站, 可以获取相应的径流模数  $M$ , 然后结合年平均降雨量数据, 代入公式进行计算, 即可得到坝址处的多年平均径流量。

径流模数法是一种基于统计和模型的方法, 适用于缺乏直接径流观测数据的情况。通过考虑流域特征和参证站数据, 它可以提供对流域径流量的估计。在水文研究和工程规划中具有一定的应用价值, 可用于水资源评估和水文模拟等方面。

通过综合运用这些方法, 并进行比选论述分析, 研究人员最终得到了某河的水文成果, 为修建某水库提供了重要的水文数据和设计依据。这些成果对于确保工程的安全性和可靠性至关重要, 为水库的规划和管理提供了科学依据。此外, 本研究还强调了对实测水文数据的重要性, 并提出了在缺乏实测数据的情况下, 采用参证站选定论证的方法来进行水文计算的可行性<sup>[2]</sup>。

### 1.5 水库蓄水量估算

这项研究根据年度和季节性初级洪水轮廓以及 DEM 作为测深参考, 估计了每个水库的海岸线高程。首先, 将无云年淹没范围与 DEM 相结合, 得到海岸线高程和坡度的一般分布 (获得  $STD_a$  如下所述)。然后利用该信息基于假设去除干扰海岸线 DEM: 对于每个单独的水库, 海岸线像素之间的季节性高程 (以及坡度) 偏差在整个研究期间应该是均匀的, 而干扰 (不是海岸线或特殊部分, 如大坝) 像素会增加偏差。删除的阈值设置为:

$$T_{ai} = AVE_{a(i-1)} \pm 3 \times STD_{a(i-1)}$$

$$T_{aj} = AVE_{a(j-1)} \pm 2 \times STD_a$$

$$T_{sj} = AVE_{s(j-1)} \pm 2 \times STD_a$$

其中,  $T_{ai}$  和  $AVE_{a(i-1)}$  是  $i$  去除年度范围修正, ( $i-1$ ) 是分别删除平均值和标准差之后的值。

对于每个储层, DEM 优化包含一个干扰消除步骤和一个漏件修补步骤。基于 DEM 的干扰消除包括四个步骤

(1) 擦除高程或坡度过高或过低的区域 (根据  $T_{ai}$ ) 在年度盘区中, 然后使用擦除的盘区干扰最小的某一年的结果来获得  $STD_a$ ; (2) 擦除高程或坡度过高的区域 (根据  $T_{aj}$ ) 在年度范围内, 得到无阴影的年度水域范围;

(3) 擦除高程或坡度过高的区域 (根据  $T_{sj}$ ), 生成的无阴影季节性水域范围, 其中包括更多缺失范围, 由云、ETM+ 影像中的未扫描像素以及过度移除导致;

(4) 移除高程过低的像素 (根据  $T_{sj}$ ) 在年度和季节性海岸线 DEM 中, 以移除海岸线 DEM 中缺失范围的轮廓, 从而产生干扰去除的海岸线 DEM。通常, 对于整个研究区域的储层, 考虑出现的干扰像素的正态分布, 受限于  $T_{aj}$  和  $T_{aj}$  ( $AVE \pm 2 \times STD$ ), 每次去除的海岸线像素部分约为残余物的 5%, 然后季节性去除通常执行 5 次, 每年执行 1 次, 因此约 23% ( $1 - 0.95^5$ ), 季节性约 5% ( $1 -$

0.95<sup>-1</sup>)。水位的估计基于去除干扰的DEM的平均高程。单独去除过高或过低值的干扰(高值优先)的目的是避免过度消除低值干扰。具体而言,由于NDWI提取阈值低,导致原淹没区结果包含高海拔和坡度较高的非水域,可能导致去除误认为干扰像素的海岸线像素。

估算水位后,需要对蓄水面积进行完整的DEM估算。通过计算水库DEM以上和估计水位平面以下的体积来估计储水量,以估计完整水域的储水量,同时排除海拔高于水位的区域(负深度区域),例如陆地面积和一些冻结区域。水淹没面积估算基于水库DEM相交的水位面面积<sup>[3]</sup>。

在应用上述程序后,估计在某些季节失败或结果为零,因为成功率受到可用Landsat图像的数量和质量的限制,以及水位低于DEM表面的可能性。为了获得体积变化的完整时间序列,需要重建这些缺失季节的储水量数据。对于每个水库,根据储水量与其面积之间相当强大的关系,估计的淹没面积和储水量用于生成面积-体积曲线,可以表示为:

$$V=a \times Area^b$$

其中 $V$ 代表水库水量, $Area$ 是它的小河流域,并且 $a$ 和 $b$ 要确定的参数。确定后 $a$ 和 $b$ 通过曲线拟合,通过淹没区重建缺失体积。具体而言,缺失的淹没面积数据用相应季节的多年平均估计面积填充,然后使用成功估计的数据确定的面积-体积曲线填充缺失的体积数据。

在执行曲线拟合时,决定系数显示了每个储层关系的拟合效应,该关系受以下几方面因素影响:(1)关系对局部地形的适用性,因为该关系对地形类似于对角线切成两半的方形金字塔的储层具有更高的适用性;(2)在水位较高时是否更有可能获得DEM,从而不提供水面下地形,这可能导致关系的适用性较低,并且无法估计多个季节<sup>[4]</sup>。

如果储层的决定系数较低( $r^2 < 0.8$ ),使用备用DEM(ASTER)来重新计算季节性储水量。对于新蓄水的储层,除非备份DEM计算的结果显示出显著更高的决定系数,因为当获得DEM时,更多的地形暴露在水面以上并导致关系对局部地形的适用性,否则默认将DEM计算的结果作为估计结果;对于现有储层,选择决定系数较高的计算结果作为估算结果。

## 2 结果和分析

流域的总储水量变化以新建的水库为主。自2014年第3季度以来,新建水库的总储水量突然增加。这一结果和分析揭示了流域水文情况的重要变化趋势。

首先,新建水库的总容量为 $7.33 \times 108 \text{m}^3$ ,其中蓄水量约为 $2.83 \times 108 \text{m}^3$ 。这意味着新建水库的储水能力相当大,为整个流域的储水增加提供了强有力的支持。2014年第3季度后的突然上升主要归因于新水库的投入使用,其蓄水量显著贡献了流域总储水的增加。

其次,需要关注库间体积变化,这是流域水文系统的重要组成部分。在集水区B中,总容量为 $2.47 \times 108 \text{m}^3$ ,而另外两区的总容量分别为 $0.94 \times 108 \text{m}^3$ 和 $3.89 \times 108 \text{m}^3$ 。这些数字揭示了不同区域之间的库间体积变化,这在流域水资源管理中具有关键作用。特别值得一提的是,水库容量的变化也需要纳入考虑,因为不同水库的容量变化对总储水量的贡献各不相同。

综合分析结果表明,新建水库对流域总储水量的增加产生了显著影响。这一变化趋势对于水资源管理和流域规划具有重要意义。首先,它提供了更多的水资源可供利用,可能对供水、农业和工业等方面产生积极影响。其次,这种变化需要引起对水资源管理策略的重新审视,以更好地适应变化的情况<sup>[5]</sup>。最重要的是,这一分析为未来的水资源规划提供了有力的数据支持,帮助更好地理解 and 应对水资源变化的挑战,确保流域的可持续发展。

## 3 结语

通过对某闸水文站水位流量关系的单值化分析,本研究得出了可靠的水位流量关系曲线,为水文数据的有效应用提供了重要参考。水位流量关系的建立对于水资源管理、洪水预测和水文模拟等方面具有重要作用。本研究的结果为深入理解水文站的水文情况以及更精确地利用水文数据提供了有益的指导,对于维护水资源的可持续利用具有积极意义。

## 参考文献:

- [1] 王国海.漫水河水文站历年水位-流量关系单值化分析[J].内蒙古水利,2023(08):14-15.
- [2] 徐根宝.临涣闸水文站水位流量关系单值化分析[J].陕西水利,2023(08):44-45,49.
- [3] 孙学军.柴坪水文站水位流量关系单值化分析初探[J].陕西水利,2021(08):44-45,48.
- [4] 张丽娟,王松浩.裴沟水文站测流槽水位流量关系曲线率定[J].山西水利,2020,36(06):22-23.
- [5] 曹世文.岫岩水文站水位流量关系曲线分析[J].东北水利水电,2019,37(11):41-42,60.

# 土壤污染状况调查工作开展的要点探讨

吕淑敏

(江苏港峰环境科技有限公司, 江苏 镇江 212400)

**摘要** 土壤是生态系统的重要组成部分, 在全球气候变化、粮食安全、生态环境保护等方面具有重要意义。随着社会、经济的发展, 土地的使用方式也在发生着变化, 而土壤污染状况调查就是一项必须完成的程序。本文以土壤污染状况调查工作的内容为基础, 重点对第一阶段进行了探讨, 并以现有的工作经验为基础提出相关建议, 旨在对促进土壤污染状况调查工作的开展有着积极的实践意义。

**关键词** 土壤污染; 状况调查; 第一阶段; 现场踏勘

**中图分类号**: X53

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0055-03

土壤是地球地表上由矿物、有机物、水、空气和生物构成的松散的土层。对全国范围内的土壤污染现状进行调查, 了解其现状和污染现状, 是制定相应的治理措施, 进行有效治理的一个重要前提。《全国土壤污染状况调查公报》的数据表明, 我国的土壤环境现状并不乐观, 一些区域出现了严重的污染, 农用地的土壤环境质量令人担忧, 而工业用地的土壤环境问题则较为严重。根据国家有关部门的规定, 任何单位和个人都有保护土壤环境的义务和责任。《土壤污染防治法》的颁布, 使土壤污染治理进入了一个新的阶段, 而在体制改革之后, 上至中央、下至省级、市级各部门均设立了相应的内部组织, 标志着土壤污染防治工作已经全面展开。

## 1 土壤污染状况调查的工作内容与程序

按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》中的规定, 土壤污染状况调查就是对某一土地的污染情况, 以及该土地的污染程度、范围等进行的一项系统性研究。土壤污染调查可以划分为三个阶段, 一、二、三阶段土壤污染现状调查。其中, 若经初步调查确认, 该地块及其周围目前或历史上均无潜在污染源, 则认定该地块的环境状态为可接受, 调查可终止。第一阶段的土壤污染情况调查, 主要是通过收集数据、实地踏勘、人员访谈等方式, 对土壤污染情况进行定性, 并在此基础上, 对土壤污染情况进行定性以及对土壤进行采样分析<sup>[1]</sup>。

## 2 土壤污染状况调查的原则与方法

### 2.1 点位布设原则

(1) 针对性原则: 根据样地特点及可能存在的污染特点, 有针对性地进行设置监测点, 以保证对样地土壤质量情况的整体把握。(2) 规范化原则: 以程序、系

统的方法对站点布局过程进行规范化, 确保站点布局的科学、客观。(3) 可操作性原则: 综合考虑时间、经费等因素, 结合当前的科技发展和专业技术水平, 使点位布设在实际施工中具有实用性。

### 2.2 点位布设方法

1. 系统布点法。“系统布点法”是指根据污染程度和区域的大小, 通过对污染场地进行网格划分, 并调整网格密度, 从而达到对污染场地进行监测的一种方法。当研究对象为某一区域的土壤污染特性不明且有较大的区域时, 可以利用系统布点的方法来布设监测点。在实际应用中, 将监测区划分为几个等面积的工作单位, 在每个工作单位中布置一个监测点。采样点通常以格子中央为准, 格子太大时仍需进行细化, 细化后格子间的采样仍需混匀。

2. 分区布点法。对具有不同用地功能和显著差别的各地块, 可以采取分区布置的方法。所谓分区布点法, 就是把整个区域分成若干个区域, 然后按区域大小和污染特点来决定区域内的位置。对用地功能相近, 但单位面积不大的地区, 可以将若干单位合并为一个单位进行监测<sup>[2]</sup>。

3. 专业判断布点法。此方法适合于有明显可能被污染的地区。通过对前期人员的面谈和现场踏勘, 确定有可能受到污染的地区, 例如: 有过泄漏或环境污染的地区; 各种地下储油槽、管道、集水井、检查井等处所; 用于堆存或填埋物的地区; 生产、储存、处理、使用、处置原辅材料、产品、化学制品、有毒有害物质、有害废物等的场所; 对其它有明显污染迹象或有臭味的地方要有针对性地布置<sup>[3]</sup>。这种方法将资源有针对性地投入可能受污染的地区, 确保监测的高效性与准确性。透过前期的面谈与踏勘, 可以明确潜在风险, 包括泄漏、储油、化学品处理等。对于敏感区域, 例如化

工厂、废物堆填区,更应精细布点,以确保早期预警。借助专业判断布点法,可以最大程度地捕捉污染迹象,实现及早发现、预防与响应,以保护环境与人类健康。

### 3 第一阶段土壤污染状况调查的要点探讨

土壤是人类赖以生存和发展的物质基础,也是构建“美丽中国”的关键所在,对其进行有效的保护,对于推动生态文明建设、保障国家生态安全具有十分重要的意义。在我国工业化的快速发展过程中,由于矿产资源的不合理开发与冶炼排放、长期的废水灌溉与污泥利用、人类活动导致的大气沉降、化肥与农药的大量使用以及企业使用有毒有害化学物质与污染物等,导致我国土壤受到严重的污染,从而对人体健康构成威胁。因此,相关的工作人员要加强对土壤污染状况的调查,从而及时发现土壤利用中所出现的问题,找到科学合理的方式去解决,从而提升土壤资源的利用率。应对土壤污染问题需要全社会共同努力,通过深入调查,及时揭示污染状况,对源头控制、治理技术进行研发与实施,是确保土壤健康的关键。科学合理的土壤修复方案,包括生物修复、物理修复等,将有助于减轻污染影响,保护人体健康和生态平衡。政府应加强监管政策,促使企业采取环保措施,限制有毒有害物质使用,推动可持续发展。同时,提倡绿色农业,减少农药化肥使用,倡导循环经济,为建设生态文明、实现美丽中国贡献力量。对于土壤污染状况的调查可以从以下几方面进行。

#### 3.1 资料收集与分析

资料收集是土壤污染现状调查中最基本的工作,它直接关系到现场调查结果的准确性和真实性。在进行资料搜集和分析工作时,可能会遇到一些问题和困难。收集资料的内容主要涵盖以下几个方面:地块利用历史变迁资料、地块环境相关资料、地块相关记录,以及地块所在地区的自然和社会信息等方面的内容。

1. 资料收集的全面性。一是由于历史与客观因素造成的历史数据的缺损,一些地块因为没有建立相关的档案,因此,没有形成与之相适应的档案数据。所以,相关的工作人员应加强与相关机构的联系,争取其支持和合作,并在实地采集时,到多个档案室走访,以保证数据的完整性;二是资料收集不够完备。例如,在该地块的各个历史时期,有关企业的资料不完整;如果只收集该基地现存企业的一项数据,而没有将其历史状况或所有与之有关的资料纳入考虑;在收集资料之前,应先进行一次全面的调查,制定一份详尽的资料收集表,然后再逐一对照<sup>[4]</sup>。

2. 资料收集的规范性。一是没有根据相关的标准规定编制相应格式;二是资料缺乏特定的来源。例如,项目所处地区的自然、社会等方面的资料,可通过网

络检索,然后转录或其它技术报道。建议在收集信息时,应依据权威信息,并将特定信息的来源做好记录。

3. 资料分析的准确性。一是未对收集到的资料进行核对与筛选。在资料收集过程中,由于缺乏对资料的对比和筛选,导致了资料的不一致性或者资料的表述不符合实际。同时,还应对现有资料进行适时的整理和对比分析;二是对搜集到的资料缺乏系统性的分析;对于所搜集的资料,有的编撰人员只是简单地运用,并未进行系统性的论述,有时还会出现言不达意的现象,难以体现所用资料的用途,难以发挥其应有的功能。因此,建议对所收集到的资料进行整理、分析,有目的地利用资料,并得出一定的分析结论,以便评审者能够在阅读报告时更加直观、明确地做出判断。

#### 3.2 现场踏勘

1. 现场踏勘前准备。一是对现有的地质调查资料进行充分的了解,并在此基础上制定出详尽、切实可行的地质调查计划;二是要配备踏勘设备,比如地块红线图、照相机、定位仪、无人机、测距仪等。

2. 现场踏勘的范围。一是对土地红线内的土地进行调查,包括土地红线的划界范围和土地红线以内的土地面积;二是对土地红线周围进行调查,调查的内容主要包括土地四至调查和土地周围的敏感地带调查,这里土地四至调查以土地边界50m为准;周边敏感区域通常是以地块中心点为圆心、半径1km的圆形区域,如果涉及特别敏感区域,则可以适当扩大调查范围<sup>[5]</sup>。

3. 现场踏勘的主要内容。深入了解该地区的现状及历史状况、周围地区的现状及历史状况,以及详细了解该地区的地质、水文地质和地形地貌情况。在对地块、相邻地块以及周边区域进行实地踏勘时,重点在于准确记录当前状态,运用相片和无人机等拍摄技术,详细捕捉图像资料,并特别关注是否存在异常痕迹或可能导致环境污染的设施设备。必须以真实、客观的态度对现况进行记录。

针对历史状况,踏勘过程中主要关注边界情况,同时结合历史档案和历史卫星图片,进行比对和确认,以确保准确性。

在考察区域的地质、水文地质和地形特征时,需要特别重视影像资料的记录。水文地质方面,对于地块内水体的水力联系和关联情况要有明确了解。

#### 3.3 人员访谈

##### 3.3.1 访谈内容

访谈内容的广度和深度对于收集准确信息至关重要。以下是主要访谈内容的详细探讨:(1)土壤使用历史:通过了解土地的去利用情况,我们可以洞察可能存在的污染源。是否曾用于工业、农业或其他潜在的污染活动,都有助于揭示潜在的土壤污染来源。(2)

可能污染源:探讨导致土壤污染的因素,包括但不限于废水排放、化学品使用等。这有助于识别可能的污染途径和关键源头。(3) 污染物种类:询问关于可能存在的污染物种类,如重金属、有机化合物等。对污染物种类的明确了解有助于评估污染的类型和严重程度。(4) 地下水关系:调查地下水与土壤污染之间的联系,是否存在潜在的地下水污染风险。这有助于了解污染物是否可能通过地下水扩散,进而威胁到饮用水源等。(5) 环境影响:了解土壤污染可能对周边环境、生态系统和人体健康造成的影响。这涉及污染的潜在风险和长期影响,需要特别重视。

### 3.3.2 访谈对象

选择适当的访谈对象对调查的质量和深度至关重要。以下是主要访谈对象的详细探讨:(1) 土地使用者:地方农民、居民等是重要的信息提供者,能够提供关于土壤利用情况和潜在土壤污染的实际情况。(2) 企业代表:工业企业的代表能够提供关于生产过程、废水排放和环保措施的具体信息。他们的见解有助于确定污染源和可能的影响范围。(3) 环保部门:地方环保部门的专业人员具备已有的污染监测数据和历史记录。他们的数据和见解能够为调查提供基础数据支持。

(4) 专家学者:土壤污染领域的专家学者能够提供科学建议和技术支持,确保调查方法和分析得以科学合理地进行。

### 3.3.3 访谈的要点

为了确保访谈的有效性和信息的准确性,以下是在访谈过程中需要注意的要点:(1) 明确目的:在访谈开始之前,向受访者清楚地说明调查的目的和意义,以建立信任和获得配合,确保信息提供的真实性和全面性。(2) 开放性问题:确保设计开放性问题,鼓励受访者详细描述情况,避免引导性问题,以保持信息的客观性。(3) 逐步深入:从整体情况开始,逐步深入细节,确保信息的层次性和完整性,避免遗漏关键信息。(4) 交流技巧:使用适当的交流技巧,倾听受访者的意见和看法,避免产生冲突和争议,以促进有效信息交流。(5) 保密与隐私:确保受访者提供的信息得到保密,特别是涉及企业商业机密等敏感信息,以建立合作关系的信任。(6) 多样性考虑:在选择访谈对象时,考虑到不同层面、不同角色的人员,以确保获得更全面的信息,避免信息片面性。

### 3.4 结果分析

在土壤污染的第一阶段调查中,根据相关的规定,对土地及其周边地区是否存在潜在污染源进行了详细的调查,并对土地的历史和现状进行了详细的对比分析。(1) 工业和矿产品的使用,大型养殖,有毒和有害物质的存储和运输。(2) 有无环境污染事故,危险废

物的堆存,固体废物的堆存和倾倒,固体废物的填埋等。

(3) 有无工业污水排放的历史记录。(4) 过去的监控资料是否显示存在污染。(5) 历史上有没有其他可能会引起土壤污染的情况。以上的调研可以通过查阅历史资料,采访知情人士,使用相关的网站资料进行收集。

(6) 有无受到污染的征兆。(7) 有没有被污染风险<sup>[6]</sup>。

在对结果进行分析的同时,还应当提供相应的具体证据,以及对有关情况的描述,例如:政府机构的文件、照片记录等。

与此同时,在第一阶段的土壤污染状况调查的结论部分,一般需要进行不确定分析,主要是针对调查过程中遇到的限制条件和欠缺信息及其处理情况和对调查工作和结果的影响,同时,还可以针对这些问题给出一些具体的要求和建设。当对该土地进行再开发的时候,再开发利用企业应该对该土地的开挖等施工过程进行密切关注,如果发现了土壤、地下水等不正常的现象,就应该立刻停止相关的工作,并采取切实的、行之有效的措施来保证该地区的环境安全,并将相关情况报告给生态环境主管部门。

## 4 结语

综上所述,对土壤污染状况进行调查和研究有着重要的意义,可以在一定程度上提高我国的土地利用效率,促进我国经济的可持续发展。土壤环境的保护是每个人的责任,也是一个艰巨的任务。这就需要在土地资源开发中,必须严格按照相关的法律、法规、制度、规范进行土地资源的合理利用。在地块开发利用过程中,落实土壤环境质量保护的重要措施之一就是土壤污染状况进行调查。因此,土壤责任人应该对土壤污染状况更加重视,并对其进行科学合理的调查,从而有效地履行对土壤环境的保护责任和义务,保护我国的生态环境建设,从而进一步推动我国朝着可持续发展的方向迈进,提升我国的综合实力。

## 参考文献:

- [1] 马瑞.首次全国土壤污染状况调查进展[J].环境保护,2006(9A):21-24.
- [2] 陈何潇,李杨,杨子杰,等.建设用地土壤污染状况调查资料收集方法研究[J].环境与发展,2020,32(05):67-69.
- [3] 建设用地土壤污染状况调查技术导则 HJ25.1-2019[S].2019.
- [4] 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则 HJ25.2-2019[S].2019.
- [5] 王媛.场地土壤污染状况调查监测点位布设方法研究[J].资源节约与环保,2020(01):43,76.
- [6] 张启,余雁翎,付丽洋,等.污染场地环境调查土壤监测点位布设方法研究[J].资源节约与环保,2018(07):16.

# 电位滴定法在循环水水质检测中的应用

周柳, 阎振兴, 严嘉理, 张涛\*

(珠海醋酸纤维有限公司, 广东 珠海 519000)

**摘要** 电位滴定法较传统的手工滴定具有灵敏度高、精确度高、自动化程度高等优点, 本文利用卡氏万通 905 型自动电位滴定仪, 开发了一种循环水水质 pH 值、总碱度、氯离子含量、总硬度四大检测项目一站式检测方法, 可自动测量被测体系电位的变化突越, 更快速和精确地找到滴定终点, 测试结果准确性及稳定性均更好, 实现同一杯样品中自动快速测量多个检测项目, 测量时间由半小时以上缩短为十分钟以内, 极大地提高了测量效率。

**关键词** 电位滴定法; 工业循环水; 水质检测

中图分类号: X82

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0058-03

随着我国工业的蓬勃发展, 工业用水量不断攀升, 其中工业循环水约占工业用水量的 70%~80%<sup>[1]</sup>, 循环水节约了大量的水资源, 但也伴随着管道的腐蚀、结垢等问题, 工业上常通过加入阻垢缓蚀的药剂来缓解此问题, 补充的药剂含量一般由循环水水质及运行时的药剂浓度确定, 掌握循环水的水质是确保其正常运行的基础。循环水水质常见检测指标包括 pH 值、总碱度、氯离子含量、总硬度及浊度等。

随着时代的快速发展, 实验室需满足循环水各类指标快速准确的检测需求。以往各类指标逐项检测、传统的手工滴定方法难以满足水质快速的检测需要, 而电位滴定法较传统的手工滴定具有灵敏度高、精确度高、自动化程度高等优点, 其原理是依据能斯特方程, 滴定过程中指示电极电位会随被测物质浓度变化而变化, 而参比电极的电位始终恒定, 可根据达到滴定终点前指示电极电位的急剧变化自动判断滴定终点。采用电位滴定法进行循环水水质分析, 可以实现同一杯样品中连续测定循环水不同的检测项目, 还可以全自动完成滴定过程, 自动报告检测结果, 使整个实验过程具有可追溯性。

本文利用卡氏万通 905 型自动电位滴定仪, 开发了一种循环水水质 pH 值、总碱度、氯离子含量、总硬度四大检测项目一站式检测方法, 可自动测量被测体系电位的变化突越, 更快速和精确地找到滴定终点, 并自动计算和统计结果, 便于及时、准确地了解水质状况, 提高循环水水质检测的质量和效率, 确保生产稳定运行。

## 1 检测项目

### 1.1 pH 值及总碱度的测定

酸碱度描述的是水溶液的酸碱性强弱程度, 用符号 pH 来表示, 其定义为  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ , pH 值是常规且最重要的水质参数之一, pH=7 的水溶液呈中性, pH<7 则显酸性, pH>7 则显碱性。实际生产过程中, 需准确测量循环水水样的 pH 值, 便于及时调整与控制加药量。pH 值常用 pH 电极测得, 玻璃电极是目前 pH 电极中使用最为广泛的电极, 其原理是电极上的敏感膜与  $\text{H}^+$  进行离子交换形成电位差, 通过电位差算出其对应的 pH 值, 具有操作简单, 响应快速, 测试准确等优点。

循环水水样中通常含有一定量的碱性阴离子, 如碳酸根和氢氧根, 将水质控制在一定的碱度范围, 可以抑制水中的硅酸盐水解。当 pH 过低时, 呈现酸性, 金属表面的保护膜破坏, 高温下水对金属的腐蚀加剧; 当 pH 过高, 容易引起碱性腐蚀和应力腐蚀, 故循环水的 pH 值有特定的控制要求。用盐酸滴定样品 pH 值至 4.3, 可计算出循环水的总碱度。

利用卡氏万通 905 型自动电位滴定仪, 选择复合 pH 玻璃电极指示体系中的 pH 值, 仪器自动加入盐酸滴定剂, 滴定至 pH 值 4.3, 计算出循环水的 pH 及总碱度。

### 1.2 氯离子含量的测定

在循环水系统中, 氯离子的存在可能源自多个方面, 包括水源中的氯化物、水处理剂的使用以及循环水中的回收和循环过程。氯离子具有腐蚀性, 氯离子的高浓度可能对循环水系统的稳定性和运行效果产生负面影响。当其浓度持续高于 1000mg/L 时, 氯离子

\*本文通讯作者, E-mail: zhangt@zcfcc.com。

会穿透管道表面的膜层,加速腐蚀而损坏管道,增加装置的维护费用,甚至影响循环水系统的安全稳定生产<sup>[2]</sup>,准确检测循环水中的氯离子含量对循环水系统的稳定性和运行效果具有重要意义。

氯离子的含量通常采用硝酸银滴定法进行检测,采用传统的硝酸银滴定法时,白色的氯化银沉淀对肉眼判断滴定终点造成很大干扰,实验结果依赖于操作人员的程度较大,测定结果不稳定。相比之下,电位滴定法有明显优势,测试过程中无需添加具有一定毒性的铬酸钾类指示剂,而是直接利用其电位突跃的最大值判定其滴定终点<sup>[3]</sup>,该方法不受水质本身颜色、浊度的影响,同时可避免人为因素判断滴定终点时造成的误差,检测过程的准确性和精密度均很高。

利用卡氏万通 905 型自动电位滴定仪,选择复合银环电极指示电位突跃的最大值判定其滴定终点,硝酸调节体系的 pH 值至 3-5,用  $\text{AgNO}_3$  滴定至终点,计算出循环水的氯离子含量。

### 1.3 总硬度的测定

总硬度是否符合标准是水质检测的一个重要参考数据,它主要反映的是水中钙镁离子的含量。水质总硬度超标是形成水垢的主要因素,钙镁离子会与水中的阴离子结合生成水垢,不仅会降低管道的换热效率,而且会造成管道腐蚀<sup>[4]</sup>。通过准确地测定水质总硬度,及时采取合适的水质调整措施,可有效避免水垢的形成,从而减少设备的维修和清洗次数,降低能耗和运行成本。

总硬度通常采用 EDTA 络合法进行检测,EDTA 络合法具有检测范围广、操作方便、成本低等优点,可满足实际生产过程中大量、快速检测水质总硬度的检测需求。在 pH=10 的条件下,使用乙二胺四乙酸二钠盐 ( $\text{Na}_2\text{EDTA}$ ) 作为滴定剂,根据达到滴定终点时所消耗的标准溶液用量,从而计算出所测水质的总硬度。

利用卡氏万通 905 型自动电位滴定仪,选择 Ca 离子选择性电极和  $\text{Ag}/\text{AgCl}$  参比电极指示电位突跃的最大值判定其滴定终点 (Ca 离子选择性电极指示的第二个突跃点作为滴定终点,第一个滴定突跃点对应钙离子,第二个滴定突跃点对应钙镁离子的总和),计算出循环水的总硬度。<sup>[5]</sup>

## 2 自动电位滴定仪多步骤滴定方法

取一定量的水样于烧杯中,将烧杯置于卡氏万通 905 型自动电位滴定仪样品盘上,首先测定起始水质 pH 值,然后自动加入 HCl 溶液滴定至 pH4.3,消耗体积

计算水质的总碱度;接着自动加入  $\text{AgNO}_3$  溶液滴定至第一个滴定突跃点,根据消耗体积计算水质的氯离子含量;再自动加入氨水缓冲液,用 EDTA 溶液滴定至最后一个终点,根据消耗体积计算水质的硬度,将以上循环水水质 pH 值、总碱度、氯离子含量、总硬度四大检测对应电极、试剂等及编辑好的检测程序集成同一测试项目,可实现在同一样品中连续测定循环水中的四个检测项目,可自动测量被测体系电位的变化突越,更快速和精确地找到滴定终点,并自动计算和统计结果。利用自动电位滴定仪连续测定循环水水质同一样品中 pH 值、总碱度、氯离子含量、总硬度四大检测项目的原理如图 1。

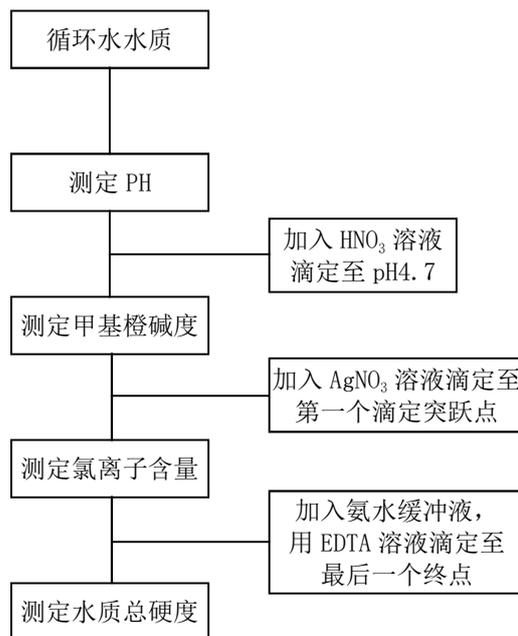


图 1 自动电位滴定仪连续测定循环水水质原理

## 3 结果对比

原方法为准备 4 个水样,分别利用 EDTA 溶液对水样手工滴定测试硬度、盐酸对水样手工滴定测试总碱度、 $\text{AgNO}_3$  溶液对水样手工滴定测试氯离子含量、pH 计测试水样 pH,手工滴定步骤繁琐且耗时,人为判定滴定终点误差较大,本文利用卡氏万通 905 型自动电位滴定仪建立连续测定循环水水样的检测方法,分别利用自动电位滴定仪和传统的手工滴定法对配置的标准溶液的 pH 值、总碱度、氯离子含量、总硬度进行准确性分析和效率对比,结果如表 1。

由此对比可以看出,使用自动电位滴定仪后较之前的手工滴定测试结果准确性及稳定性均更好,同时

表1 自动电位滴定仪和传统手工滴定法的准确性分析

pH				总碱度 (mg/L)			
序号	标液值	手工测试	电位滴定仪	序号	标液值	手工测试	电位滴定仪
1	6.86	6.89	6.86	1	50.00	50.40	50.67
2	6.86	6.88	6.86	2	50.00	53.50	51.66
3	6.86	6.90	6.86	3	50.00	50.50	50.58
4	6.86	6.84	6.87	4	50.00	52.04	51.94
5	6.86	6.88	6.86	5	50.00	50.50	49.97
6	6.86	6.85	6.86	6	50.00	52.04	48.63
7	6.86	6.86	6.85	7	50.00	53.04	50.66
8	6.86	6.86	6.85	8	50.00	48.40	48.82
	平均值	6.87	6.86		平均值	51.30	50.37
	SD	0.02	0.01		SD	1.67	1.19
	RSD	0.30	0.09		RSD	3.25	2.37
CL 离子 (mg/L)				硬度 (mg/L)			
序号	标液值	手工测试	电位滴定仪	序号	标液值	手工测试	电位滴定仪
1	40.00	38.99	41.02	1	80.00	82.07	80.30
2	40.00	43.99	40.88	2	80.00	82.07	81.48
3	40.00	41.20	40.39	3	80.00	78.06	80.46
4	40.00	38.99	39.86	4	80.00	80.06	81.31
5	40.00	42.99	40.15	5	80.00	80.60	80.74
6	40.00	41.20	41.23	6	80.00	86.07	79.33
7	40.00	41.66	40.26	7	80.00	80.60	80.69
8	40.00	39.14	40.01	8	80.00	80.60	83.10
	平均值	41.02	40.48		平均值	81.27	80.93
	SD	1.89	0.50		SD	2.31	1.10
	RSD	4.60	1.25		RSD	2.85	1.36

将以往各类指标逐项检测,费时费力的传统手工滴定方法优化为同一杯样品中自动快速测量多个检测项目,测量时间由半小时以上缩短为十分钟以内,检测时间减少70%左右,极大地提高了测量效率。

#### 4 结论

本文利用卡氏万通905型自动电位滴定仪,开发了一种循环水水质pH值、总碱度、氯离子含量、总硬度四大检测项目一站式检测方法,测试结果准确性及稳定性均更好,将传统手工滴定方法优化为同一杯样品中自动快速测量多个检测项目,缩短了测量时间,提高了测量效率。

#### 参考文献:

- [1] 赵洪涛. 工业循环冷却水系统的节水措施分析[J]. 山东化工, 2015(06):101-102,105.
- [2] 陈林海. 奥氏体不锈钢管道水压试验中氯离子腐蚀的原因分析[J]. 低碳世界, 2017(24):25-26.
- [3] 王静, 柳爱华, 程清, 等. 自动电位滴定仪在硫化物含量测定中的应用[J]. 分析仪器, 2014(04):26-28.
- [4] 孙亚玲. 工业循环水水质快速检测方法的建立与优化研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2020.
- [5] 谭建忠. 电位滴定法测定过氧化氢溶液中游离酸含量[J]. 合成纤维工业, 2021, 44(03):94-97.

# 喷漆系统电控设计应用

胡鑫淼, 冯承华, 储利武

(中国联合工程有限公司, 浙江 杭州 310052)

**摘要** 在喷涂产业快速发展的过程当中, 喷涂设备种类和功能越来越多, 促进了喷涂技术不断发展, 为喷涂行业自动化发展提供了有力支持。基于不同材料、工艺和方法产生的喷涂工艺各不相同。本研究探讨轮廓喷漆系统的电控设计思路和应用策略, 期待对充分发挥电控系统在轮拖涂装生产线当中的应用优势有所裨益, 从而提高喷漆系统的应用效率。

**关键词** 喷漆系统; 电控设计; 控制面板; 中央控制室; PLC 控制器

**中图分类号**: TQ63

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0061-03

当前, 经济的发展加剧了市场竞争激烈程度, 汽车行业对于产品外观、功能性和装饰性等提出了更高的要求。所以, 如何通过表面处理工艺的运用, 提高产品质量为企业核心竞争力的重要体现。喷漆系统运行, 运用自动控制技术, 能够满足涂装自动化生产需求。因此, 研究喷漆系统的电控自动化设计思路十分必要。

## 1 喷漆系统电控设计要点

喷漆系统的电控设计主要是根据涂装生产线的生产要求, 设计自动化控制系统, 达到喷涂自动化管理目标。在系统设计阶段要考虑如下几个方面的内容: 第一, 电控系统工艺动作, 明确各用电设备动作顺序, 了解设备运行条件、运行及停止时间, 基于以上要求展开设计。第二, 安全控制设计, 将喷漆系统设备运行条件考虑在其中, 针对特殊部位, 如耐高温、防水和防爆等位置可以设置高温报警、高压报警、气体超限报警等装置。第三, 电气控制设计, 在系统电气控制的设计方面, 要按照喷漆工艺流程和自动控制需求, 选择手动、自动、分散、远程、就近、集中等控制方式。第四, 信息显示设计, 在信息显示的设计过程, 要考虑设备状态显示需求, 生产过程故障和报警设备显示需求, 结合设备运行工艺参数, 保证喷漆系统管理过程负载电流、供电电压、室体温度、室体压力、生产保护等信息参数可以顺利显示出来。第五, 消防设备设计, 考虑火灾报警、自动灭火等控制装置, 选择消防设备。第六, 设备连锁设计, 在设备和机械化系统运行阶段, 应该考虑连锁设计, 喷漆设备控制阶段, 要保证报警信号、正常信号能够向输送系统当中传递, 同样, 输送系统也可以向喷漆系统传递故障信号, 对喷漆系统的设备采取连锁控制。第七, 控制柜的设计,

在系统控制柜设计过程中, 要考虑内部元件设置、现场安装、柜体大小、元器件冷却等需求, 综合设计控制方案。

## 2 喷漆电控系统设计和应用

### 2.1 电控系统概述

某企业轮拖涂装生产线的生产能力每年可达到 8 万台, 生产设备分布相对分散, 对设备管理要求相对较高。生产线设备要运行可靠, 开动率高, 对自控系统的智能化要求也相对较高。对此, 电控系统设计选择现场设备总线网络 (PROFIBUS-DP) 作为控制系统, 控制模式选择集中控制和分散控制结合方式进行, 选择西门子品牌人机界面、PLC、控制模块等收集生产线数据, 在中央监控室完成数据记录。中控系统与现场控制系统之间建立 PROFINET 进行连接, 借助中央控制显示整线的运行情况<sup>[1]</sup>。总控室计算机与参观通道液晶显示器相连, 能够直观呈现喷涂作业过程, 便于管理者了解整个生产线设备的具体运行情况。

### 2.2 系统控制特点分析

本喷漆系统自控设计遵循“集中管理”和“分散控制”等原则, 严格按照现场设备的分布情况, 设置控制箱 3 组, 负责就近控制所有设备。控制方法的选择方面, 利用手动控制、自动控制等功能, 其中, 手动控制方式的运用可以启停单台设备, 对设备进行维护和调试, 而自动功能的应用, 可以根据工艺顺序完成设备启动、停止控制。自控系统设计阶段, 将触摸屏安装在控制面板上方, 通过屏幕显示与控制功能, 完成各类手动操作控制, 将操作面板设计简化, 利用操作按钮即可下单运行命令, 同时, 利用触摸屏还能随时查看报警信息, 使得电控系统的报警和指示功能

日益完善。电控系统的应用还能实现对上位机的监控和设备控制等多种功能。控制面板上方可以安装人机界面一台,尺寸为12英寸,界面具备手动调试按键,能够将设备状态显示出来,还拥有故障提示功能。电箱上设置三个颜色指示灯,其中红色灯代表“报警信号”,黄色灯代表“待机状态”,绿色灯代表“正在运行”。除此之外,面板上还安装了报警蜂鸣器。

### 2.3 系统功能设计

自控系统的功能设计如下:第一,温控功能,将温度传感器设置在喷漆室、出风管道等位置上,利用温度仪表呈现温度信息,控制室内部温度可借助蒸汽比例电磁阀进行控制,以达到生产工艺要求,将温度信号向PLC当中输送,有利于中控室监控工作进行。第二,湿度控制功能,将湿度传感器、蒸汽加湿器等设置在空调的送风机组,对喷漆操作室湿度进行检测,并对加湿器的送风湿度进行自动调整,保证喷漆室内部的湿度控制在40%~75%之间。第三,风机和水泵的控制,喷漆室当中安装排风电机、空调机组以及循环水泵等设备,安装变频器对设备采取变频控制,既能节约能源,又能够根据喷漆需求对于喷漆室当中的送风量和排风量等进行控制。当喷漆室内无工件的时候,空调风机以节能状态运行。第四,压力检测功能,在自控系统设计过程当中,可以将报警装置设置在送风管道、喷漆室等位置,利用PLC接入信号,控制压差开关发出警报。当过滤器出现堵塞情况,压力差也随之增加,系统即可自动发出报警信号,由工作人员对过滤器进行及时更换或者清理<sup>[2-3]</sup>。

### 2.4 控制面板布局与操作

电控柜的面板拥有喷漆室温度、湿度、送风温度、排风温度等显示功能,电控面板控制按钮包括电源指示、自动指示、手动指示、备用、报警消音、电源开关、手动/自动选择、自动启动、自动停止、加热开关、紧急停止等按键。依托该控制面板,可根据喷漆室生产需求,对室内温度与湿度进行设定和监测,让管理者及时了解到喷漆室内部的送风和排风温度。利用触摸屏,实时监测喷漆室当中风机和水泵等设备实际运行状态,一旦温度或者湿度超出限制,系统就会自动发出警报,并对过滤网存在的压力差进行报警。

在控制按键使用过程当中,开关电源主要负责对整个控制面板的控制按键打开与关闭控制,在控制过程中,控制人员只需要对开关电源进行旋转,电源指示灯即可变亮,能够对回路通电状态进行控制。将电

源开关的按钮回拨,此时电源的指示灯处于熄灭状态,控制回路也会断电。控制面板的手动旋钮、自动旋钮可以作为工作方式选择控制功能,在系统应用阶段,打开手动开关,允许设备通过手动方式启动或者停止运行,将自控开关打开,设备按照系统所设定的程序进行依次启动或者停止运行,此时触摸屏上方手动操作这一功能就会失效。

而“自动启动”和“自动停止”等按钮可以作为喷漆室的设备处于停止和运行的状态下控制按钮。将“自动启动”按键按下之后,所有的生产设备可以根据喷漆工艺生产要求按照一定顺序进行自动启动。若将“自动停止”按钮按下,喷漆设备则可按照设定程序自动停止运行。控制面板中的“加热开关”可以作为送风机的工作状态选择按钮,若喷漆室内温度高,则无须空调送风机,此时可以将其置于“关”位置,如果喷漆室内温度低,则需要空调送风机工作,此时可以将加热开关置于“开”位置。如果喷漆系统运行出现故障,利用“报警消音”这一按钮就能发出声音报警,提示操作人员及时处理,待故障重新恢复以后,可以将按钮按下,将声音报警停止。利用“紧急停止”按钮作为设备处于紧急状态下的控制按钮。如果喷漆设备在运行时出现了紧急情况,管理人员可以按下“紧急停止”按钮,此时,喷漆室内部设备可以完全停止运行,紧急停止指示灯随之亮起。利用自控系统的电控柜面板,满足自控系统的控制和操作需求。

### 2.5 中央控制室设计

在中控室的设置方面,选择集中控制方案,将其设定于上位机系统,系统选择工控机负责数据采集、数据操作数据存储、设备监控、状态显示、报表打印以及数据报警等多种功能,使用工业以太网连接上位机,使其和PLC端口连接,主站PLC与Ethernet之间可以建立起通信链接,随时接受来源于主站PLC数据。中控室设计过程中,功能和配置如下:第一,监控功能,选择西门子系列WINCC6.2作为监控组态软件,将工控机开启以后,再将WINCC软件打开,进入原始画面,随后点击“进入”按钮,即可进入整体监控画面,同样,点击“退出”按钮,就能将WINCC运行停止。第二,显示设备的运行状态,在设备当中各用电装置、控制系统当中的元器件无论是处于运行状态,还是处于停止状态都会显示出来。比如:如果喷漆室的风机处于手动工作模式或者自动工作模式的时候,其运行状态、停止状态、紧停状态信息会全部显示出来;在喷漆室

内工作压力、室内温度等参数也会直观呈现,借助压力和温度等变化,主管显示设备运行曲线图。第三,显示设备的故障状态,在生产设备运行过程当中,用电装置、控制系统当中各元器件故障的状态信息可以随时显示。比如:在喷漆室当中,重要的用电设备有排风设备、送风设备、蒸汽调节阀、变频器、水泵和 PLC 等,以上设备和装置故障状态可以在自控系统应用阶段随时显示。当喷气室内部温度参数、压力参数、湿度参数以及循环水池的液位信息一旦超出设定范围,系统即可发出超限报警。第四,参数修改与设备控制,自控系统设计阶段,利用上位机组态软件和 PLC 编程软件即可完成控制程序编制,还能对程序加以修改,保证设备运行状态可控,针对超限参数进行完善和修改<sup>[4]</sup>。

### 2.6 PLC 控制器设计 and 应用

在喷漆室的控制系统,可选择 PLC 控制器展开集中控制,本研究使用型号 CPU315-2PN/DP 西门子品牌 PLC 控制器,存在 PN 和 DP 两个接口,接口利用 PROFINET 连接,并利用以太网辅助通信,在 DP 总线的应用之下,满足不同子系统、设备直接传递信息参数和通信信息的需求。选择主 CPU、通信模块、输入输出模块、模拟量模块等共同组成自控系统的硬件设备,其中通信模块选择型号 IM151 的西门子设备,输入和输出模块同样选择该品牌 SM323 型号设备,模拟量模块选择型号 SM343 模块,完成信息输入与输出。PLC 编程选择 STEP7 软件,该软件是运用梯形的逻辑语言编程,能够根据喷漆现场工艺流程、设备动作顺序等编写程序,在程序编写结束以后,对于现场设备进行调试,辅助生产过程顺利进行,确认最终程序。

同时,PLC 的应用赋予系统静电喷涂的控制功能。喷涂主电路设计包含三个部分:一是三相四线电路;二是继电器;三是变频器的驱动电机,利用中频器来驱动电机,对喷涂传送带进行控制,主传送带、喷枪等控制由其他电机完成。在喷涂系统的启停电路设计方面,电路组成部分包括路由开关、指示灯,选择手动、自动等控制模式,一旦某一开关的状态发生改变的时候,指示灯也随之转换状态。处于手动控制模式之下,指示灯亮起,喷涂操作员可通过手工喷涂方式完成工艺流程。自动模式开启以后,喷涂机械设备则按照系统设计流程展开喷涂作业,全程无需手动介入。在设计工件固定检测的控制电路之时,选择电磁阀、限位开关等共同组成电路,用以判断喷漆工艺流程电磁阀动作状态,利用电磁阀对气缸固定工件情况进行控制。

限位开关用于检测定位气缸,限位开关可在气缸两侧安装,作为气缸状态的监测装置。在举升气缸两侧分别设置限位开关,检测举升气缸状态,所有气缸利用双向电磁阀进行控制。

喷涂控制电路主要负责起停喷枪控制,依托 PLC 打造静电喷涂控制管理系统,喷枪启动要经过两个过程:一是将喷涂控制阀打开;二是将涂料的输送电机启动,工件喷涂准备就绪以后,PLC 即可启动和控制喷枪。利用驱动气缸对于喷涂控制阀的开关和断开进行控制,限位开关主要负责对气缸工作状态的检测。在电磁阀的控制下,喷涂气缸处于伸缩状态的时候,限位开关则会实时传送气缸检测信息,PLC 接收信息,待喷枪到达对应喷涂位置以后,在 PLC 的控制之下,喷涂阀门随之开启,喷涂电机启动,喷枪就能将喷涂涂料喷向工件表面,涂料经过电机传送,喷涂工艺流程结束以后,PLC 会先将喷涂电机关闭,喷枪归位至原始位置,重新将喷涂控制阀关闭。喷枪上方存在指示灯,便于管理者对其状态进行观察。将 PLC 应用于静电喷涂自控系统的硬件设计当中,利用传感器采集信息,经过 IO 向 PLC 内部输送,展开数据处理,根据处理结果,判断喷涂条件是否达标,实现喷漆系统电控功能<sup>[5]</sup>。

### 3 结语

综上所述,在涂装生产线的电控系统设计过程中,要考虑工艺动作、控制方式、安全控制、设备连锁等方面的问题,结合车辆生产线涂装需求,分析控制系统的应用特征,设计系统功能,应用系统辅助生产。在系统设计过程当中,还可以引入 PLC 控制技术,设置静电喷涂系统,节约涂料,提高喷涂效率,优化喷涂质量。将喷涂系统应用于实践生产过程当中,为涂装工艺的自动化发展提供支持。

### 参考文献:

- [1] 刘健旺. 钢管桩自动喷漆系统设计 [J]. 现代制造技术与装备, 2022(05):58.
- [2] 胡国栋, 徐金文. 远程操纵喷涂臂作业系统设计 [J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58(04):58-61.
- [3] 魏士博. 工艺品自动喷漆电气控制系统设计 [J]. 中国科技纵横, 2015(10):66.
- [4] 张迎春, 王彩凤, 田庆敏, 等. 基于单片机控制的自动喷涂生产线系统设计 [J]. 镇江高专学报, 2022(03):35.
- [5] 吴哲, 张炳凯, 孙国玉, 等. 木质家具自动喷漆机械臂的设计及动力学仿真 [J]. 林业机械与木工设备, 2023, 51(01):20-23.

# 井口电缆刮油装置的研制与应用

李永清

(中石化胜利石油工程有限公司井下作业公司, 山东 东营 257000)

**摘要** 井口电缆刮油装置的设计思路是采用特殊材料制成的刮板, 通过其刮油的特性将井内的原油完全清除。装置安装在井口, 当电缆起下井时, 刮板会紧贴在电缆表面, 将油污彻底刮去。同时, 装置还配备了吸油器和油污储存器, 可以将刮下的油污有效收集和处理, 以便后续的清理和处理。这种井口电缆刮油装置具备高效且可靠的功能, 可以有效减少油污对设备和环境的污染, 提高作业的效率 and 安全性。它不仅适用于油田油井传输射孔作业和电缆测试, 也可以推广到其他需要处理油污问题的领域。

**关键词** 电缆; 井口; 污染; 刮油

中图分类号: TM75

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0064-03

井口电缆刮油装置的研制对于解决传输射孔作业和电缆测试中的油污问题至关重要。该装置可以有效地避免每次起电缆时带出大量油污的情况发生, 从而防止天滑轮、地滑轮以及仪器车受到污染, 并阻止油污飞溅到采油树和井场上。如此一来, 不仅可以减少环境的污染, 还能显著降低清理工作的难度和工作量。在环境保护意识日益增强的今天, 井口电缆刮油装置的研发和应用必将在提高工作效率、实现清洁生产的同时, 为保护环境做出积极贡献。

## 1 井口电缆刮油装置概述

经过多次研发和试验, 我们成功研制出一种先进的井口电缆刮油装置, 该装置能够有效解决井口电缆刮油问题, 降低环境污染, 同时减少清理工作量。

该井口电缆刮油装置采用方便安装和拆卸的设计, 使用简单方便。装置由刮油盘、盘轴、传动装置等组成, 可以确保刮油沉积在刮油盘上, 从而防止原油污染天滑轮、地滑轮以及仪器车。而且, 该装置还能有效地防止油污飞溅到采油树以及井场上。装置的表面采用特殊材料处理, 可以有效抵御油污的附着, 使得清理工作更加方便快捷。

值得注意的是, 为了确保施工过程的安全, 我们在设计中加入了多重安全保护机制。装置配备有安全防喷装置, 在井口四通、丝扣连接、密封部位等位置, 均设有阀门和密封装置, 以防止高压水或松动部件冲出伤人。同时, 在吊装或拆卸密闭测井井口装置的过程中, 我们为装置配备了固定钩和安全绳, 防止配合不当或个人操作不当引起人身伤害或设备损坏。而且,

我们还为测井仪器下井后的操作提供了详细的操作指导和安全提示, 以避免仪器落井造成不必要的损失。

本发明的刮油设备采用了一种创新的设计, 能够对电缆表面进行全面均匀的刮油处理。在设备中, 支撑架、第一壳体和第二壳体等组件协同工作, 以实现对电缆表面的刮油操作。具体而言, 电缆被放置在第二壳体与L型半圆导板之间, 并通过滴油组件来与电缆接触。滴油组件不会阻挡油料, 并将油料滴在电缆上进行上油。然后, 通过拉动电缆向右移动来驱动抹匀组件进行刮油操作, 将电缆上多余的油料刮除, 使得电缆表面的油料更加均匀。这样就能够避免电缆表面存在多余的油料, 从而不会影响后续的使用<sup>[1]</sup>。

在本发明的刮油设备中, 支撑架起到了承载和固定设备各个组件的作用。支撑架的设计合理, 能够确保设备的稳定性和可靠性。同时, 在支撑架的顶部固接有第二壳体, 通过这种连接方式, 能够确保第二壳体与支撑架之间的刚性连接, 从而提高设备的刮油效果。

第一壳体与第二壳体通过合页转动式的连接, 这种连接方式的设计巧妙, 能够实现第一壳体在第二壳体上的旋转运动。通过这种旋转运动, 能够方便地调整第一壳体与电缆的接触角度, 以适应不同电缆的刮油需求, 提高设备的适应性和灵活性。

在实际使用中, 操作人员将电缆放置在第二壳体与L型半圆导板之间, 确保电缆可以充分接触到滴油组件。滴油组件的设计合理, 能够使油料顺利地滴落到电缆表面, 实现对电缆的均匀上油。同时, 滴油组件

不会挡住油料的滴落, 确保了油料的充分利用, 并减少了浪费。

然后, 操作人员通过拉动电缆向右移动, 带动抹匀组件的运作。抹匀组件的设计精巧, 能够将电缆表面多余的油料刮除, 使得电缆表面的油料更加均匀。这样一来, 就能够避免电缆表面存在多余的油料, 不会对后续的使用造成影响<sup>[2]</sup>。

通过这种井口电缆刮油装置的使用, 不仅能够有效解决井口电缆带出大量油污的问题, 减少污染和清理工作量, 而且还能够提高工作效率, 增加施工安全性。装置的使用不仅适用于传输射孔作业、电缆测试等工作, 同时还可以在其他类似的工作中广泛应用, 提升整体工作质量<sup>[3]</sup>。

尽管该井口电缆刮油装置的研发和制造过程充满了艰辛和挑战, 但我们始终坚持在环境保护和工作安全方面的原则, 通过不断的研究和改进, 最终取得了可喜的成果。我们相信, 随着该装置的广泛使用, 将为油田行业的发展和环境保护做出重要贡献。

## 2 设计内容

### 2.1 设计部件

该井口电缆刮油装置的设计初衷是为了解决在测试和补层电缆入井过程中可能出现的油污问题。通过分析实际情况, 我们可以推测井口电缆在油气井中的运行很容易被附着的油污影响其性能和寿命。因此, 设计一个有效的刮油装置是非常必要的。

盘根压盖盒是整个刮油装置的关键部分, 它通过封口和紧密固定的方式, 确保刮油装置能够紧密贴合在井口的边缘, 避免油污溢出。垫片的作用是填补井口和盘根压盖盒之间的空隙, 以确保刮油装置能够完全贴合在井口上。同时, 垫片还承担一部分的密封功能, 防止油污从井底溢出。盘根是刮油装置的核心组件, 它可以旋转, 以刮除附着在电缆表面的油污。盘根的设计需要考虑到与电缆的匹配度, 确保充分接触, 同时还需要考虑到结构的坚固性和耐用性。刮油筒套是将盘根与盘根压盖盒紧密连接的部分, 它起到连接的作用, 同时也有辅助密封的功能<sup>[4]</sup>。

综上所述, 井口电缆刮油装置的设计旨在解决测试和补层电缆入井过程中可能出现的油污问题。通过合理设计盘根压盖盒、垫片、盘根和刮油筒套四个部分, 可以实现刮油装置与井口紧密贴合, 确保电缆表面的清洁和可靠运行, 提高电缆的使用寿命和性能稳定性。根据实际测试和经验总结, 我们将不断改进和完善该装置, 以满足更广泛的应用需求。

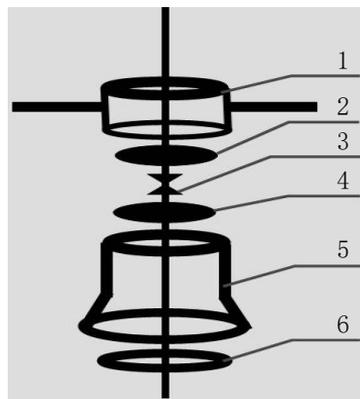


图 1 电缆刮油装置示意图

(注: 1. 盘根压盖盒; 2. 上垫片; 3. 盘根; 4. 下垫片; 5. 刮油筒套; 6. 钢圈。)

### 2.2 使用方法

在电缆投入井内的过程中, 使用井口夹具将卡箍头与井口小四通连接起来, 使得测试电缆和设备或射孔枪能够穿过压盖密封盒, 进入井筒内。在电缆取出之前, 我们需要将电缆依次装入下压盖、密封刮油盘根和上压盖之间, 以确保压盖密封盒和卡箍头之间的电缆得到有效的保护。在装入之后, 我们需要将压盖密封盒和卡箍头螺纹拧紧并压实, 方可将电缆取出。当我们完成取出所有电缆的工作后, 需要松开压盖密封盒, 并取下下压盖、密封刮油盘根和上压盖, 最后拆下整套装置, 再取出测试设备或射孔枪。这样的操作流程, 不仅能够确保电缆的安全稳定运输和使用, 同时也能够便于更换电缆或进行其他维修工作。我们要高度重视这些操作细节, 以确保井筒的正常运行<sup>[5]</sup>。

## 3 现场应用与效果分析

2022-2023 年, 该装置在某采油厂取得了显著的成效。施工过程中, 该装置充分发挥了其独特的优势和先进的技术, 为采油厂的生产提供了有力的支持。

首先, 在施工过程中, 该装置凭借其高效的作业能力, 能够迅速完成作业任务, 提高了整体的施工效率。其精密的测量和定位系统, 使得施工过程更加准确, 避免了不必要的错误和磕碰。同时, 该装置还配备了先进的自动化控制系统, 能够精确地控制施工参数和作业过程, 在保证作业质量的同时, 最大限度地减少了人为因素的干预。

其次, 该装置还具备强大的应对困难环境的能力。在天气条件恶劣的地区, 该装置能够通过自动调节和稳定的装备设计, 确保施工过程的稳定性和安全性。同时, 该装置还具备抗压能力强的特点, 能够在高温高压的环境下正常运行, 保证施工的顺利进行。

最后,该装置还注重与采油厂的沟通合作,积极参与施工计划的制定和优化。通过与采油厂的合作,该装置不断优化施工流程和作业策略,提高了施工的效率和质量。积极的沟通和合作也增强了双方的互信和合作意识,为今后的合作奠定了基础。

### 3.1 装置优点

该装置的使用不仅方便,而且安装操作简单,只需将油水污染物刮至井内即可,避免了井口设施和仪器车被污染的情况发生。与此同时,该装置轻巧便携,十分方便携带,而且价格也非常实惠。

除了以上提到的使用方便、安装简单、轻便便携、价格实惠等优点之外,该刮油器在实际应用中的其他功能也得到了验证。虽然在测试过程中电缆缠绕油管的情况时有发生,但这一问题通过切断电缆并利用刮油器作为测试口的堵塞器得到了解决。这个周到的设计不仅保证了刮油器的多功能性,在作业人员离开井口后也能有效防止井内液体的溢出和污染。这充分体现了该刮油器设计的巧妙性和安全性,无论是解决污染问题还是应对其他意外情况,该刮油器都能实现全方位的保障,确保现场的安全与清洁。因此,该刮油器在环保领域具有广泛的应用前景,尤其对于需要经常处理油水污染物的行业来说,该装置的出现必将大大提高工作效率,减少环境污染对人们生活的影响。值得期待的是,未来随着技术的不断进步和创新,该刮油器的性能将会得到进一步完善,并在更多领域中发挥重要作用。

综上所述,该装置不仅具有方便、简单、易操作的特点,同时也具备了多种功能,可以应对不同的场合需要。它的轻巧性和低廉造价使得它成为一种理想的清洁设备。无论是在油田现场作业还是其他加油站等地方,该装置无疑都能发挥出重要的作用,为保护环境和维护工作现场提供可靠的保障。

### 3.2 应用条件

为了保证该套装置的适应性,在使用时需要注意一些细节。首先,对于出砂较多的井,该装置的适应性较差,因此不建议使用。在选择使用该装置时,需要进行现场试验来确定其适应性。另外,通过多井次应用观察得知,防止电缆偏磨是保证装置实施效果的关键。为了减轻电缆的磨损,可以采取多组盘根叠加使用的方式,这样可以有效地消减偏磨。此外,当室外气温较低时,需要特别注意盘根的物理变差问题。为了避免因低温导致物理变差而对装置的使用造成影响,可以在使用前将盘根在室温下进行“预热”。在冷天气中,盘根不宜长时间放置室外,而应在室内预热后再使用。

基于以上发明的显著进步,电缆润滑装置的使用效果得到了有效提升。首先,通过将电缆放置在第二壳体与L型半圆导板之间,滴油组件与电缆接触进行运作,能够确保油料不会被挡住,并且掉落至电缆上进行上油。同时,拉动电缆向右移动可以带动抹匀组件运作,将电缆上多余的油料刮除,使得电缆上的油料更加均匀,避免影响后续使用。其次,通过操作人员拉动放置组件运作,使得电缆向右移动穿过第一连接套,可以避免电缆难以穿过毛刷而对后续过油产生影响。此外,在提示组件的作用下,当储油框内没有油料时,电缆向右移动更加缓慢,及时提醒人们储油框内需要添加油料。因此,通过这些改进,电缆润滑装置的操作更加便捷和高效,能够确保电缆的润滑效果和稳定性。

综上所述,在使用该套装置时,需要考虑井的出砂情况、多组盘根叠加的使用以及室温下的预热等因素。通过合理的操作和注意事项,可以更好地保证装置的适应性和使用效果。

## 4 应用前景

通过广泛推广与应用新方法、新工艺,保护油层免受伤害已成为必要。而要实现这些方法、工艺的成功,必须配备完善的电缆防喷系统。该系统可在射孔和测试油井中应用,显著降低了材料费、清污费和工时费,每年的经济效益可达12万元,投入产出比高达1:7。此外,该系统还在电缆起出过程中起到了堵塞器的作用,有效防止原油泄漏到地面,保护环境。更重要的是,该系统还降低了员工的劳动强度,提高了工作效率。因此,建议各油田公司在生产作业中推广使用这一刮油装置。通过推广应用,不仅可进一步提升生产效率和保护环境的能力,同时也为相关公司带来了巨大经济效益。因此,该设备具有广阔的应用前景,并可在其他采油厂推广使用。

### 参考文献:

- [1] 吴才彪,房权生,徐中.低压柔性电缆的研发与应用[J].机械制造,2023(05):32-36.
- [2] 李凌宇,魏舒,柳海啸,等.潜油电泵井下电缆击穿原因分析[J].化工管理,2021(35):116-117.
- [3] 潘方冬,历超,伊静.海上平台电缆铺设新方法[J].设备管理与维修,2022(02):124-126.
- [4] 王朝阳,刘玉坤,王鹏,等.潜油电缆绝缘电阻的主要因素影响因素分析[J].设备管理与维修,2022(08):122-123.
- [5] 彭昕,王军.影响电缆粘滞阻力的因素分析[J].中国石油石化,2017(05):155-156.

# 油田油气集输智能化站库发展模式探讨

张琳

(中国石化胜利油田分公司东辛采油厂油气集输管理中心, 山东 东营 257000)

**摘要** 油田油气资源后期开发过程中, 劳动生产率及管理运行优化成为油气田发展的重要影响因素。油气田加快信息化建设, 大中型集输站库借助数据采集及视频监控难以提升劳动生产力。近些年, 智能化油气田技术发展水平提高, 智能化站库的建立利于有效提高油气站库劳动生产率, 加强管理运行模式的优化。基于此, 本文针对油田油气集输智能化站库发展模式展开论述, 以期对降低安全生产隐患, 提升油气田资源开发效益有所助益。

**关键词** 油田油气集输; 智能化站库; 发展模式

中图分类号: TE8

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0067-03

油气田资源开发中, 不确定影响因素很多, 如开发难度大、员工综合素养不高及机械运行维护不到位等, 使得企业发展遇到很多问题。近些年, 现代科技水平日益提高, 油气田信息化开发水平逐步提高, 应用大数据与远程监控等技术可全面监控油气田发展, 打好坚实基础, 提高生产效率。油气田开发中劳动率改善不够明显, 如某油气田原油库、天然气处理站及中间输油站等, 借助信息化建设全面监控油气田, 因集输站库有复杂的操作工艺, 一旦发生紧急情况, 员工要动手操作设备, 此环节多而且外操人员数量控制难度大。所以, 建设智能化站库保障管理效率与劳动生产率, 是油气田发展面临的首要任务。

## 1 油田油气集输站发展及安全管理意义

油气资源开发中, 集输站库环节非常重要, 其功能在于集中石油与天然气资源。完成石油与天然气资源开采后集中管理这些资源, 包含初加工、集中储存并输送质量达标的油气资源<sup>[1]</sup>。因而, 油气资源的合理应用环节中, 集输站库至关重要, 其工作中涉及的管理模块比较多, 如油气分离工作、油气计量、天然气及原油稳定管理等模块。应用各环节保障后期安全处理油气资源, 为安全应用油气资源提供保障。

油气田企业发展中, 集输站库安全管理也是不容忽视的问题, 综合分析其安全隐患对站库生产管理具有非常重要的意义。

首先, 此项安全管理工作符合国家安全生产工作要求。社会发展中安全生产是首要任务, 集输站库负责石油与天然气资源的集中管理, 自身安全隐患比较大, 因而要加强安全管理, 有效开展安全管理工作,

严格管控安全生产, 保障实际管理工作效果。

其次, 油气田集输站库安全管理是符合现实要求的。众所周知, 站库存在很多安全隐患, 而且油气资源自身具有易燃易爆性, 因而必须要加强安全管理。日常工作如果发生安全危险行为, 将会造成无法估量的损失。因而, 油气田集输站库生产管理中要增强安全管理意识, 利用安全管理工作保障整个站库持续运行, 高效应用油气资源。

## 2 油田集输站库主要架构

油气集输行业领域中, 企业处于复杂运行环境中, 集输站库不用通过无线传输方式干预, 内控工作中可深入发掘并研究海量数据。同时, 为了保障其它企业有效沟通信息, 应与其它企业建立信息交换安全保障, 以此有效设计站库。基于物联网应用特点, 将其划分层不同层次, 包含应用、传输及感控等三个架构层。实际工作中, 在集输站库建站时, 其功能主要包含自动化监控油田生产环境、自动化搜集相关生产数据, 以此全面监控管理现场生产设备。管控层所需设备包含毒害气体监控装置、分散控制装置、远程控制、传感器、变电装置及摄像头等<sup>[2]</sup>。一是借助监控装置与摄像头有效搜集现场环境数据。二是利用静电阻抗装置自动化处理现场数据。三是通过传感器, 全面监控各工作环境中及所在位置设备像素信息。对于油气田集输站库而言, 传输层是核心结构, 具体包含传递应用与管控层信息, 根据其实际情况选择四种不同的传输模式, 涉及有线与无线专网、公网及异构传输等。日常运行过程中, 根据参数信息实际传输需求合理选择传输模式, 实时传输集输站库建设信息。基于组态

化程序,应用层完成自动化数据采集,并对生产环境做好实时检测,保障其稳定运行。

### 3 油田油气集输智能化站库发展模式

智能化油气集输要秉承分步实施与层层推进的理念,结合智能化站库1.0+、站库2.0、站库3.0及站库4.0等不同发展模式,加快智能化站库建设形成智能化站库管理平台,从根本上提升集输业务生产效率,加强集输业务管理运行工作的优化。

#### 3.1 智能化1.0+站库发展模式

智能化站库1.0模式在初始模式,以从繁重工作中将员工解放出来为主。借助先进信息化技术智能化监控油气田并完成远程操作,全面保护异常车辆。同时,减少站库值班人员数量,实现不到现场就可直接操作,从技术层面为站库安全提供保障,促使智能化集输站库保持4名工作人员,以此降低员工数量的同时劳动生产力得以全面解放,油气集输站库有更高的智能化水平。智能化站库1.0发展模式,以往利用自动化技术进行改造,分析油气站库SLL并自动优化油气田工艺生产流程,全面控制参数采集警报<sup>[3]</sup>。实际工作中,还要结合具体情况设计仪表系统,保障油气田开发工艺的安全,确保各项设备保持最佳安全状态。实际工作中一旦发生特殊情况,如温度异常或振动等,可利用自动化技术自动发出警报增强保护效果。有的工作人员无需到达现场就可远程控制设备,解决遇到的相关问题,提高产品质量与效率。

可视化改造层面,站库设置更多视频监控点增强可视化效果,油气田集输工作中保障塔类与储罐达到一对一可视化,全方位实时监控整个集输过程,提高网络可靠性,保障办公、工控与视频等三网间的独立性,有效控制站内运行。该模式是智能化站库的初始模式,其建设质量直接影响智能化站库后期升级效果。

#### 3.2 智能化2.0站库发展模式

油气集输站库2.0智能化模式很大程度上是1.0模式的信息化成果体现,基于1.0模式积累的经验持续建设智能化站库。此环节,集输站库生产中在岗员工只有2人,负责厂级调度中心到网络通信站库系统建设,全面调度操作调度中心信息,2.0模式中构建良好的管理模式,为智能化水平的提高奠定了良好的基础。

本模式中,智能化调度中心的要求比较严格,系统建设及完善过程中,利用相关技术实时采集油气站库数据并做好全面监控,加强安全保护,增强统一调

度管理工作具体效果<sup>[4]</sup>。调动中心还可结合实际情况发出相应的指令,站控系统负责完成相关工作,以此确保油气田中产生相关层级控制模式。(1)中心控制级为第一级,其界别可全面远程监控区域内所有站库同时保障调度管理的统一性。通常情况下,该级别控制系统中达到了没有人工干预的目标,基于各自工作站库自身站控系统完成相应工作任务。(2)站场控制级位第二级系统。本控制级别系统中,调动中心直接规定相关操作指令,获得一级系统授权许可后才能继续完成相关业务操作。如果通信系统出现故障,就可实时监控并有效控制站库具体运行情况。(3)就地控制级位第三级别控制系统。相较之前两级别系统,本控制系统特殊性比较明显,实际生产活动中如果出现故障,就可通过局域控制系统实现就地控制目标,自动化检修抑或是紧急处理故障设备。在进行视频联动控制改造过程中,因视频监控数量非常大,使得工作人员无法全面、实时跟踪海量视频信息,因此要在站库安排更多值班人数。此种情况下,部分外来人员进入禁闯区域,通过改造视频联动控制系统后,如果发现外来人员私自闯入,系统就会自动发出警报信号并进行动态化跟踪,一旦生产区域出现禁闯问题,就可具体呈现相关画面,利用人脸识别技术综合分析禁闯人员信息并实时跟踪其具体位置。

智能化油气集输站库2.0模式中,配置安全性高的通信系统是非常重要的,要充分保障站库安全并集中监控整个调度中心,实现安全可靠的运营。因而,安全且可靠的通信系统至关重要,各油气站库到厂级别调度中心要结合具体情况加快建设网络系统,增强网络安全性,为通信系统稳定运行夯实基础。

#### 3.3 智能化3.0站库发展模式

上述两类站库模式建设过程中,可远程监控油气站库与厂级别调度中心,同时在统一调度的基础上进入3.0模式建设阶段,以此细分化管理各区域,整个站库区域实现无人值守且区域化管理的目标,构建零员工在岗管理模式。日常工作中,其主要包含总厂调度中心与作业区域两个级别,与作业区域相比,总厂调度中心主要发挥总指挥的功能,全面指挥厂区各项生产活动,进一步优化生产工艺,及时、有效地处理各类设备故障,同时发出并监督执行相关调度命令。在特殊情况下,作业区才开始进入生产操作,因而特殊性非常明显。

此模式环节,要优化自动控制系统的可靠性,工

艺设计要实现完全自动切换且余量设计要保持充分。一旦出现故障后,要实事求是地采取有效措施快速处理事故,争取充足时间保障公众人员抵达现场后快速处理问题。站控系统自身可靠性的提高,离不开其它设备的辅助作用<sup>[5]</sup>。现场仪表具备远程诊断功能,依靠高级别管理系统有效优化处理部分警报信息,降低错误报警问题发生概率,提高报警实效性。智能化站库 3.0 发展模式,自动切换通信链路状态诊断情况。构建智能化巡检系统时,要重视视频联动功能的优化完善,保障整个站库达到自我监控,促进视频与安防系统间的联动性,为智能视频根本目标的实现创造良好条件。在社会经济快速发展的背景下,各行业领域广泛应用现代图像识别技术,借助该技术进一步完成智能化超标工作,借助视频巡检功能分类储存巡检线路相关信息数据,分类储存基础上方便快速查询并使用搜集到的信息。智能化站库 3.0 发展模式中,借助视频、红外线热成像及激光扫描技术等手段快速识别站库设备故障,如对设备微小泄露情况等实现快速而准确的识别,有效识别各类潜在风险,降低发生严重隐患事故的概率。

视频巡检过程中,巡检人员要配置相应的操作设备,实际工作中可利用智能化终端设备完成巡检工作。此类智能化终端设备利于实现一体化通讯、定位与签到等工作,保障巡检人员工资效率大大提高。各行业生产发展中,应用智能化机器人产生了很大的影响,人工得到了充分解放,可定期检测待检测站库设备,缓解工作人员工资压力,打好坚实基础,增强巡检工作效率与质量。

### 3.4 智能化 4.0 站库发展模式

智能化油气集输站库 4.0 发展模式是以前三种模式融入各类现代智能化技术后逐步发展而来的。此发展模式中,要结合具体情况加快智能化管控平台建设。实际工作中,建设此类管控平台利于油气田企业有效开展油气集输业务工作。

众所周知,前三种模式已经实现实时监控整个生产过程、达到自动化生产及可视化生产现场等效果,其基于市场导向原则,坚持高效质量目标,全面控制智能化 4.0 油气集输站库。

首先,实际生产运行工作中要逐步优化该发展模式,具体问题具体分析,有效构建数学模型,准确预测分析并对比集输站库运行情况,增强器运行安全性<sup>[6]</sup>。仿真模拟研究生产工艺流程时,可借助大数据分析

虚拟现实等相关技术,动态化模拟整个生产工艺流程,充分发挥其实时监控预警功能。设备管理工作中,不同故障诊断、在线运行分析及业务等相关模块的建立也是非常必要的。此环节打造智能化工地也是不容忽视的问题,应用相关技术综合分析关键数据信息,构建全生命周期的信息数据库。

其次,QHSE 智能化管理工作中,应积极借助物联网与大数据等现代信息技术加强各类风险隐患的分析与识别,通过生产实践增强安全管理效率,达到综合预警效果,基于智能化管理降低并杜绝发生各类安全事故的概率,以防给企业带来严重的经济损失。现阶段,智能化信息技术呈现高速发展趋势,利用智能化信息技术开展智能化培训势在必行,具体可通过虚拟现实技术辅助可穿戴型 VR 设备开展沉浸式学习活动,为员工组织智能化培训学习,弥补传统培训方式缺陷,保障培训工作效率。如应用智能化培训手段为员工模拟培训设备大修场景或进行应急演练,全面增强培训质量,还可反复参加,节省企业培训资源。

## 4 结语

综上所述,信息化时代油气田企业运营管理中,建设智能化集输站库,可从整体上有效提升站库运行效率,对站库系统管理运行优化具有非常重要的意义。但实际工作中,智能化站库建设是一项长期而艰巨的任务,要循序渐进地持续推进,层层递进,合理地选择智能化站库发展模式,实事求是,优化各阶段功能,确保各环节实现安全运行,尽可能降低安全生产隐患,创造良好的环境,从整体上提升油气田资源开发效益。

## 参考文献:

- [1] 华正荣. 油田油气集输与处理工艺 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023(15):152-154.
- [2] 李博. 油气田油气集输智能化站库发展模式探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023(05):61-63.
- [3] 邵彬, 郭华, 赵秋玲. 油气集输工艺流程优化措施探讨 [J]. 全面腐蚀控制, 2022(10):39-40.
- [4] 耿向帅. 油气集输站场的安全隐患及策略分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022(17):89-91.
- [5] 王越. 基于物联网的油气集输站库建设分析 [J]. 全面腐蚀控制, 2022(06):87-88,121.
- [6] 窦强, 范振业. 油气田油气集输智能化站库发展模式探讨 [J]. 仪器仪表用户, 2020(02):102-104.

# 建筑新材料及新技术在住宅建设工程中的应用

徐福高

(青岛恩地建设工程咨询有限公司枣庄分公司, 山东 枣庄 277100)

**摘要** 建筑技术与材料工程发展迅速, 并不断更新, 在住宅建筑工程中取得了良好的应用效果。新材料新技术与建筑两者之间是相辅相成的关系, 只有两者的完美结合才能实现创新应用, 才能创造出更加符合人们居住的、绿色环保的新住宅建筑。本文对住宅工程建设中使用的新材料、新技术进行了详细探讨, 以期对工程建设应用起到借鉴作用。

**关键词** 建筑施工; 新型建筑材料; 建筑新技术

中图分类号: TU7

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0070-03

## 1 建筑新材料及新技术的种类及应用优势

目前, 随着材料技术的发展, 新材料、新工艺层出不穷, 在建筑界掀起了一股与材料技术相结合、进行革新的热潮。新材料、新技术与建筑是一种相辅相成的关系, 只有将它们完美地融合在一起, 才能实现创新, 在全球可持续发展的大背景下, 才能创造出更适合人类居住的、绿色环保的新建筑。目前建筑新材料与新技术种类繁多, 各具有不同的建筑用途及应用优势, 常见的新材料及新技术分类如表1、表2所示。

## 2 建筑新材料与新技术在住宅施工中的应用价值与意义

建筑新材料与新技术在住宅施工中的应用具有重要的价值与意义, 它们在保证施工效率、降低能耗、节约成本、保护环境、提高建筑质量等方面都发挥着重要作用。其主要应用价值与意义主要体现在以下几个方面:

1. 降低能耗: 新材料的节能性能优越, 如使用太阳能电池板、保温隔热材料等, 能够有效地降低建筑能耗, 缓解能源危机。同时, 通过引入先进的节能技术, 例如LED灯具、变频空调等, 可以进一步提高能源利用效率<sup>[1]</sup>。

2. 提高生态环境质量: 采用可再生能源材料、低挥发性有机物(VOC)等绿色建材, 可降低建筑对环境的污染, 改善建筑工地及周边环境。

3. 提升施工质量: 新材料和新技术的采用, 往往意味着更高的施工精度和更好的耐用性。例如, 3D打印技术的应用, 可以精确地制造出复杂的建筑模型, 而数字化技术的应用可以帮助提高施工过程的精度和效率。

4. 缩短施工周期: 一些新材料和新技术, 如预制装配式建筑技术和智能建筑技术, 能够显著缩短施工周期, 提高施工效率。这对于缩短项目的时间成本, 提高投资回报率具有显著价值。

5. 降低成本: 通过引入新材料、新技术, 可以提高施工效率, 减少不必要的浪费, 从而降低施工成本。例如, 数字化技术的应用可以帮助优化设计, 减少后期的变更和返工现象。

6. 创新和发展: 新材料和新技术的出现促进了建筑设计技术的创新和发展。以3D打印为例, 可以使用3D打印技术制造一系列建筑模型和结构。

## 3 住宅建设工程中建筑新材料的具体应用

随着科技的不断发展, 越来越多的新型建筑材料在住宅建设工程中得到应用。这些建筑新材料不仅有助于提高住宅的性能和品质, 还能满足人们对绿色、健康、环保的需求。在应用这些材料时, 应结合实际情况和具体需求进行选择, 并严格遵循施工工艺, 以确保住宅的性能和品质。同时, 还需要关注材料的环保和节能性能, 推动绿色建筑的发展, 为人们创造更加健康、舒适、安全的居住环境。本文将详细介绍建筑新材料在住宅建设工程中的应用。

### 3.1 保温隔热材料

常见的保温隔热材料包括挤塑板、聚苯板、聚氨酯板等。这些材料具有优良的保温性能和耐久性, 能够有效地减少能源消耗, 提高住宅的能效。施工工艺主要包括粘贴、锚固、浇注等, 可根据具体需要进行选择。

### 3.2 防水密封材料

防水密封材料在住宅建设中至关重要, 常见的防

表 1 建筑新材料的种类及应用优势

种类	应用优势
免蒸泡沫混凝土砌块砖	质轻、抗压抗震性良好、不开裂、使用寿命长
水泥发泡外墙保温装饰一体板	缩短 60% 的工期、提高施工效率 1 倍、低碳节能、防水、防霉等美观效果
水泥发泡轻质复合隔墙板	隔音、防火、新型隔墙材料、降低工程造价、提高建筑使用面积
太空板 (屋面、墙体)	具有保温、质轻、隔热、耐火等优良性能于一身的绿色、环保型建筑材料
水泥发泡防火门芯板	防火、隔热、耐水、环保、轻质, 燃烧性能达 a1 级, 不腐蚀各种材质的门板, 优于传统防火材料

表 2 建筑新技术的种类及应用优势

种类	应用优势
数字化技术	可视化施工、精度高、缩短工期、节省人力成本、降低废品率、减少安全隐患、优化项目决策等
3D 打印技术	提高生产效率、降低材料浪费、提高建筑质量、缩短施工周期、降低环境污染等
装配式建筑技术	提高生产效率、降低材料浪费、提高建筑质量、缩短施工周期、降低环境污染等
智能建筑技术	提高建筑质量、降低能耗和成本、提高居住体验和舒适度、增强建筑安全性等
绿色建筑技术	提高建筑可持续性、降低环境负荷、节约能源资源、提高室内环境品质等
混凝土新技术及防水混凝土结构	包括泵送混凝土及清水混凝土两种, 泵送混凝土具有成本低、效率高、工程周期短等优势; 清水混凝土具体施工简单、抗折强度高、稳定性好、不易发生裂缝、内部结构稳固等优势

水密封材料包括防水涂料、防水卷材、防水胶带等。这些材料具有出色的防水性能和耐久性, 能够有效地防止水分渗透, 提高住宅的防水性能<sup>[2]</sup>。施工工艺主要包括涂刷、粘贴、铺贴等, 可根据具体需要进行选择。

### 3.3 隔音吸音材料

隔音吸音材料在住宅中也很重要, 常见的隔音吸音材料包括隔音毡、隔音板、吸音棉等。这些材料具有优秀的隔音和吸音性能, 能够有效地减少噪声对住户的影响。施工工艺主要包括粘贴、固定、填充等, 可根据具体需要进行选择。

### 3.4 耐火抗灾材料

耐火抗灾材料对于保障住宅安全具有重要意义, 常见的耐火抗灾材料包括耐火砖、防水涂料、耐火纤维等。这些材料具有出色的耐火性能, 能够有效地防止火灾蔓延, 保护住户的生命财产安全。施工工艺主要包括砌筑、喷涂、铺设等, 可根据具体需要进行选择。

### 3.5 节能环保材料

节能环保材料在住宅建设中越来越受到重视, 常见的节能环保材料包括太阳能热水器、节能灯具、空气源热泵等。这些材料具有显著的节能和环保性能, 能够有效地降低能源消耗和环境污染。施工工艺主要包括安装、调试、使用等, 可根据具体需要进行选择。

### 3.6 轻质高强材料

轻质高强材料在住宅建设中能够显著提高结构性能和施工效率, 常见的轻质高强材料包括铝合金模板、高性能混凝土、高强度钢材等。这些材料具有轻质、高强、耐久等特点, 能够有效地提高住宅的承载能力和使用寿命<sup>[3]</sup>。施工工艺主要包括浇筑、振捣、养护等, 可根据具体需要进行选择。

### 3.7 装饰装修材料

装饰装修材料能够显著提升住宅的品质和舒适度, 常见的装饰装修材料包括墙纸、瓷砖、木地板等。这些材料具有多样的款式和色彩, 能够满足不同住户的个性化需求。施工工艺主要包括粘贴、镶嵌、吊顶等, 可根据具体需要进行选择。

### 3.8 高性能混凝土

高性能混凝土具有高韧性、高强度、耐久性等特点, 减少了混凝土开裂, 延长了建筑物使用寿命, 减少了维修与更换带来的经济损失, 并节约了成本。在住宅建设中, 高性能混凝土的应用有利于提高住宅的使用寿命及降低建设成本。例如, 采用高性能混凝土可减少构件的截面尺寸, 减小配筋率, 提高结构抗震能力, 降低结构自重, 节约材料用量, 具有良好的经济效益和社会效益。

#### 4 住宅建设工程中建筑新技术的具体应用

随着科技的迅速发展和人们生活水平的提高,住宅建设工程正在不断引入和创新各种建筑新技术。这些技术的应用不仅可以提高住宅的性能和品质,还能满足人们对绿色、健康、环保的需求。下文将详细探讨住宅建设工程中建筑新技术的具体应用,主要分为以下几个方面。

##### 4.1 可持续能源技术

可持续能源技术是指太阳能、风能、水能等可再生能源的应用。在住宅建设中,可以通过合理的设计和规划,有效地利用这些能源,实现能源的可持续利用,并减少对环境的影响。例如,可以利用太阳能进行热水供应、供暖和发电;利用风能进行发电和制冷;利用水能进行发电和灌溉等。另外,还可以采用可再生能源利用技术和先进的通风、除臭、排污等环境友好型建筑设计方案,综合运用自然通风、采光蓄热等策略,营造舒适健康的居住环境,提高住宅的适宜居住性和舒适度。随着可持续发展理念的不断发展,人们越来越重视建筑对环境的影响,充分利用可再生能源及节能技术与设备,是未来住宅建设的重要方向之一,也是世界建筑发展的必然趋势<sup>[4]</sup>。

##### 4.2 高效节能建筑

高效节能建筑是指在设计、施工和运营等全生命周期内,通过采用先进的节能技术和设备,实现降低能源消耗和减少环境污染的目标。在住宅建设中,可以通过优化建筑结构、选用高性能建筑材料、采用先进的节能设备等方式,提高建筑的节能性能。同时,还可以结合实际案例进行分析,探讨不同节能技术的优缺点和应用前景。

##### 4.3 智能建筑系统

智能建筑系统是指将信息技术与建筑相结合,实现智能化控制和管理的一种新型建筑体系。在住宅建设中,可以通过智能化系统实现自动化控制、智能安防、智能照明、智能空调等功能,提高居住的舒适度和安全性。同时,还可以采用云计算平台对智能建筑系统进行集中管理和监控,实现更高效的管理和更低的运营成本。

##### 4.4 绿色建筑材料

绿色建筑材料是指既环保、健康又节能的建筑材料。在住宅建设过程中,使用绿色建筑材料可以有效减少环境污染,改善生活的舒适度环境。例如,可以采用环保涂料、生态木地板、节能玻璃等绿色建筑材料,以满足不同住户的需求。同时,还可以探讨绿色建筑

材料的来源和再生利用问题,以促进可持续发展。

##### 4.5 先进施工工艺

先进施工工艺是指数字化技术、机器人技术、智能家居技术等新兴技术在住宅建设中的应用。这些技术的应用可以显著提高施工效率、降低劳动成本、减少资源浪费等方面的问题。例如,采用数字化技术可以实现精准施工、自动化监控和提高施工质量;机器人技术可以代替传统的人工操作,提高施工安全性和效率;智能家居技术可以提高居住的舒适度和便捷性。

##### 4.6 BIM和数字化技术

BIM(建筑信息模型)和数字化技术是指利用计算机技术对建筑进行模型化、仿真化和数字化管理的一种新型技术。在住宅建设中,BIM和数字化技术的应用可以实现从设计到施工再到运营的全过程数字化管理和监控,提高设计效率、降低施工成本和提高运营效益。同时,还可以利用数字化技术对住宅进行仿真和优化设计,提高设计质量和居住体验<sup>[5]</sup>。采用BIM技术,可以在建筑设计方案阶段将参与各方的意见和建议,集合起来在后期实施中减少变更及调整,所以要在BIM建筑信息模型创建初期制定项目标准,并将其贯穿在整个BIM过程中,以保证BIM技术的准确性和高效性。

#### 5 结语

总之,使用新型建筑材料和技术不仅可以强化住宅建设,还可以减少住房建设中的各种质量和安全隐患,促进住房建设行业的健康发展。因此,为了促进住房工程的跨越式发展,提高建筑的整体质量和技术水平,施工单位应充分了解3D技术及智慧施工等新型建筑技术的应用,增加新材料的应用,深入研究和实践新材料、新技术,确保房屋工程质量,满足现代房屋工程的施工要求。

#### 参考文献:

- [1] 杨炎.节能新材料新技术在建筑工程中的应用研究[J].产业创新研究,2022(20):136-138.
- [2] 修方大.建筑新材料及新技术在住宅建设工程中的应用[J].居舍,2022(27):60-63.
- [3] 宋林波,万承真.建筑设计中新技术以及新材料的实施策略[J].居舍,2022(09):48-50.
- [4] 李天鹏,曹飞.建筑工程施工的新技术与新材料的应用及措施分析[J].房地产世界,2021(23):58-60.
- [5] 王晶.新技术和新材料在建筑设计中的运用探微[J].陶瓷,2021(11):87-88.

# 以大数据平台为基础的电力营销信息化建设探讨

王扬波<sup>1</sup>, 王京华<sup>2</sup>

(1. 国网湖北省电力有限公司黄石供电公司, 湖北 黄石 435000;

2. 黄石市第一技工学校, 湖北 黄石 435200)

**摘要** 我国经济的发展和人民生活水平的提高, 使电力需求日益增长, 电力营销面临着越来越大的挑战。为了提高电力营销的效率和质量, 需要加强电力营销信息化建设, 特别是利用大数据平台来推进电力营销的数字化转型。本文首先介绍了电力营销信息化建设的重要性和现状, 然后阐述了大数据平台在电力营销信息化建设中的应用及其优势, 接着分析了大数据平台在电力营销信息化建设中面临的挑战和问题, 最后提出了推进电力营销数字化转型的建议和措施。

**关键词** 电力营销; 大数据平台; 信息化建设; 数字化转型; 精准营销

中图分类号: F426

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0073-03

## 1 电力营销信息化建设的重要性

电力营销信息化建设是指通过运用信息技术手段, 对电力营销工作进行数字化改造和信息化建设, 以提高电力营销工作的效率和质量、提升客户满意度、促进电力企业数字化转型、实现精细化营销管理和促进电力企业可持续发展为目标。在这个过程中, 电力营销信息化建设的核心是利用先进的信息技术手段, 对电力营销业务进行数字化改造和信息化建设, 以提高电力营销工作的效率和质量, 为客户提供更优质的服务, 同时实现电力企业的可持续发展。具体而言, 电力营销信息化建设包括电力营销数据的自动化采集和处理、客户服务中心和移动终端等多种渠道的建设、资源的优化配置和效益的最大化等多个方面。通过电力营销信息化建设, 可以使电力企业更好地适应数字化时代的要求, 提高企业的市场竞争力, 推动企业的技术创新和产业升级, 促进电力企业的可持续发展。

## 2 电力营销信息化建设的现状和需求

电力行业作为国民经济的基础、支柱和战略产业, 其发展对于我国能源生产、消费、技术和体制革命具有重要意义。电力信息化、智能电网和电力物联网等产业的发展也受到各级政府主管部门的高度重视并得到政策支持。

我国智能电网建设已进入全面建设阶段, 并逐步向引领提升阶段过渡。在这个过程中, 智能电网建设需要大量投入, 其中通信信息平台建设占比约为 15%,

这也为电力信息化领域带来了更大的市场发展机遇。

在“十四五”规划中, 我国提出了“碳达峰、碳中和”的目标, 要求到 2030 年非化石能源占一次能源消费比重达到 25%, 到 2060 年实现碳中和。这对电力行业提出了更高的要求, 同时也为电力信息化行业带来了更多的机遇。通过加强电力信息化建设, 可以提高电力系统的调度效率、安全性和灵活性, 促进新能源接入和消纳, 降低碳排放强度。因此, 电力营销信息化建设也需要加快步伐, 以适应市场需求和国家政策的要求。

电力营销信息化建设中, 硬件投入较多但软件投入相对不足。许多电力企业注重硬件设备投入, 但软件系统的支持不足, 导致硬件系统无法充分发挥效用。此外, 业务系统过多且缺乏系统管理软件, 导致各系统间的数据和信息共享困难, 信息化系统孤立, 各环节信息无法集中成为可共享使用的资源。同时, 由于行业垄断性质, 生产自动化系统的应用仍然是电力行业软件应用的主体, 导致系统对企业的管理决策支持能力严重不足。因此, 需要加强软件系统的支持和投入, 整合各业务系统并建立统一的信息化管理系统, 以提高电力营销信息化建设的整体水平。

## 3 大数据在电力营销中的潜力和应用价值

大数据在电力营销中具有巨大的潜力和应用价值。在电力企业市场营销中, 大数据能够充分解决传统模式下相对粗放化和被动式的常见问题, 从而提高电力营销的效率和质量。

首先,大数据的信息自动汇集与分析功能可以实现对用户用电数据的实时了解和掌握,包括不同时段、不同设备的用电情况,从而帮助电力企业更好地了解 and 预测用户的用电需求,制定更加精准的供电方案。

其次,大数据的信息自动汇集与分析功能还可以帮助电力企业实现更加自动化的干预式管理。例如,通过监测用电量趋近最高限值时,可以采取适当调整耗电大户的用电量等措施,实现对整体电量的调控,避免给用户带来停电等不便。

此外,大数据在电力营销中还可以帮助电力企业优化资源配置,提高服务质量。例如,通过对用户用电数据进行分析,可以更加准确地掌握用户的用电需求和习惯,从而更好地调配电力资源,满足用户的需求。同时,通过大数据的分析结果,也可以对电力设备的运行状态进行实时监测和预警,及时发现和解决潜在问题,提高电力设备的使用效率和寿命<sup>[1]</sup>。

#### 4 大数据平台在电力营销信息化建设中的应用

##### 4.1 大数据平台在电力营销信息化建设中的具体应用

1. 用电负荷预测分析。大数据平台可以利用信息集成技术,从气候、地域、基础设施等多维度对用电负荷进行线性分析,提高用电负荷预测的准确性。通过应用大数据平台,可以从历史用电信息中预测未来的用电需求,为电力企业的供电计划和调度提供更加准确的数据支持。

2. 客户服务分析。大数据平台可以整合客户档案、客户服务记录以及客户投诉记录等信息,通过对这些数据分析,深入了解客户需求、行为和观点,以便更好地改善服务方式和客户体验。同时,大数据平台可以针对不同客户群体进行分类管理和服务,提高电力企业的客户满意度。

3. 电力营销策略制定。大数据平台可以分析客户的用电行为和特点,帮助电力企业制定更加精准的电力营销策略。例如,通过对客户的用电量、用电时间等数据的分析,可以制定出更加个性化的电价方案和供电方案,提高电力企业的营销效果和用户满意度。

4. 电力市场分析。大数据平台可以收集和分析市场上的电力供需信息、政策法规以及行业竞争情况等多方面的数据,帮助电力企业把握市场动态和趋势,以便更好地制定市场策略和调整业务方向。

5. 智能巡检与监控。大数据平台可以利用物联网、传感器等技术,实现电力设备的智能巡检和监控。通过实时采集设备的运行数据,可以及时发现和解决潜在问

题,提高电力设备的使用效率和寿命,降低运维成本。

##### 4.2 大数据平台提高电力营销的效率和质量

1. 精准定位客户。利用数据挖掘技术,在海量的电力营销数据中分析客户的消费行为,进而找到精准的客户,实现精准化营销。通过对用户用电数据进行分析,可以更加准确地了解用户需求和用电习惯,为电力企业的供电计划和调度提供更加准确的数据支持,避免给用户带来不便<sup>[2]</sup>。

2. 制定营销策略。大数据平台可以分析客户的用电行为和特点,制定出更加精准的电力营销策略。例如,通过对客户的用电量、用电时间等数据的分析,可以制定出更加个性化的电价方案和供电方案,提高电力企业的营销效果和用户满意度。

3. 提升客户服务质量。大数据平台可以整合客户档案、客户服务记录以及客户投诉记录等信息,深入了解客户需求、行为和观点,以便更好地改善服务方式和客户体验。同时,大数据平台可以针对不同客户群体进行分类管理和服务,提高电力企业的客户满意度。

4. 加强风险管理。大数据平台可以分析历史数据,预测未来趋势,帮助电力企业提前预警和防范风险。例如,通过分析用电数据的变化趋势,可以预测未来的用电需求和电力供应情况,为电力企业的供电计划和调度提供更加准确的数据支持,避免给用户带来不便。同时,大数据平台还可以针对潜在的电力安全风险进行分析和预测,提前采取相应的安全措施<sup>[3]</sup>。

##### 4.3 大数据平台对电力营销的个性化服务和精准营销的支持

1. 用户行为分析。大数据平台可以收集并分析用户的用电数据和其他相关数据,例如用户设备信息、用电时间、用电量等,通过这些数据的分析,电力企业可以更加准确地了解用户的需求和用电行为,从而制定出更加个性化的服务策略。

2. 客户分群。通过对用户用电行为等数据的分析,大数据平台可以将用户分为不同的群体,例如高能耗用户、低能耗用户、重要客户等。针对不同群体,电力企业可以制定不同的服务策略,提供个性化的服务和产品。

3. 精准营销。大数据平台可以通过数据挖掘技术,分析用户的消费行为和喜好,从而帮助电力企业制定更加精准的营销策略。例如,通过分析用户的用电数据和消费行为,可以制定出针对不同用户的个性化电价方案和供电方案,提高电力企业的营销效果和用户满意度。

4. 实时监控和预测。大数据平台可以实时监控用户的用电情况,通过数据分析和预测技术,对用户的用电量和用电趋势进行预测。根据预测结果,电力企业可以提前制定相应的供电计划和调度方案,以满足用户的需求<sup>[4]</sup>。

### 5 大数据平台在电力营销信息化建设中有待解决的问题

第一,大数据平台在电力营销信息化建设中发挥着关键作用,但面临数据安全风险。随着数据量增加,数据泄露、篡改或破坏的风险也相应升高,特别是电力行业数据涉及国家能源安全和民生问题,因此如何在保证大数据平台高效运行的同时确保数据的安全性和隐私性是电力营销信息化建设面临的重要挑战之一。电力营销信息化建设需整合不同部门、系统、时间的数据并标准化处理这些数据,以便进行数据分析和挖掘,但由于数据来源广泛、格式各异、质量不同,数据整合和标准化难度较大,同时因电力行业的特殊性,有些数据可能涉及机密和国家安全等问题,因此如何在保证数据安全的同时实现数据的整合和标准化是另一项重要的挑战<sup>[5]</sup>。

第二,大数据平台虽然可以深度分析和挖掘电力营销数据,但需要专业的数据分析和挖掘技术同时电力营销数据的分析还需要考虑市场变化用户需求等因素,因此如何在保证数据分析准确性和可靠性的同时提高数据挖掘的效率和质量是电力营销信息化建设中面临的又一项重要挑战。

第三,大数据平台的建设和运营需要大量资金和技术支持,由于电力营销信息化建设涉及多个领域和部门,因此需要建设跨部门、跨领域的数据中心和数据分析中心,并不断更新和维护相关设备和系统,因此建设和运营成本较高,如何在保证大数据平台高效运行的同时降低建设和运营成本是电力营销信息化建设中面临的又一项重要挑战。

第四,大数据平台的建设和运营需要专业的技术和管理人才,由于电力行业的技术和管理水平相对较低,人才和技术支持不足也是电力营销信息化建设中面临的重要挑战之一,因此如何加强人才培养和技术支持提高电力行业的技术和管理水平是电力营销信息化建设中需要解决的重要问题。

### 6 保障大数据的质量和准确性

首先,根据业务需求和数据特点,需要建立明确的数据质量标准和约束条件,如数据的完整性、准确性、一致性和及时性等,并在数据采集、存储、处理

和输出过程中始终遵循这些标准和约束条件。其次,对于数据采集过程中可能出现的重复数据、缺失值、异常值等问题,需要进行数据清洗和去重处理,通过制定数据清洗规则和去重策略,消除重复和无效数据,减少数据的不一致性和误差。再次,为了保证数据的准确性,需要对数据进行验证和校验,采用多种方式如业务规则验证、逻辑验证、范围验证等来检查和修正数据的不准确性和误差。此外,在数据采集、存储、处理和输出的全过程中,需要引入数据质量监控机制,及时发现和解决数据质量问题,避免数据的不一致性和误差。同时,为了保护数据的安全性和隐私性,需要建立完善的数据安全机制,对重要数据和敏感信息进行加密处理。另外,需要建立专门的数据管理部门来负责数据的规划、设计、采集、存储、处理、分析和输出等全流程管理,通过强化数据管理提高数据的质量和准确性,避免数据的冗余和误差。最后,针对数据管理和数据分析人员的技能水平,需要定期开展培训和提升工作,通过不断学习和实践提高他们的技能水平,从而更好地保障大数据的质量和准确性。

### 7 结语

在电力营销信息化建设中,大数据平台可以提高电力营销的效率和质量,支持电力营销的个性化服务和精准营销,同时也可以提高电力企业的竞争力和收益。但是,在应用大数据平台时,也需要注意数据的安全性和隐私保护问题,以及大数据处理的技术挑战和优化等问题。未来,随着大数据技术的不断发展和完善,我们可以预见到电力营销的大数据应用将更加广泛和深入。

总之,大数据平台是电力营销信息化建设的重要支撑和推动力量,对于电力企业来说,加强大数据平台的建设和应用,是提高电力营销效率和质量的必要举措,也是实现电力营销现代化的必由之路。

### 参考文献:

- [1] 臧依琛,翟雨茜,高嘉伟,等.电力营销智能化信息普查平台设计[J].自动化应用,2022(10):145-147,151.
- [2] 省级数字化电力营销平台的建设[J].电力信息化,2005,03(11):54-55.
- [3] 姜娜,张敏,许乐.基于大数据电力营销管理[J].商品与质量,2019(38):25.
- [4] 徐宇辉.新能源时代下的电力营销市场开拓分析[J].电力系统装备,2021(11):145-146.
- [5] 霍爽,王鹏.大数据时代电力营销信息化建设研究[J].产业科技创新,2023,05(04):34-36.

# 创新与功能性：全自动便携咖啡机的设计方法研究

杨永杰

(广州维博产品设计有限公司, 广东 广州 510145)

**摘要** 全自动便携咖啡机是一种创新性产品, 它将便捷性、高品质咖啡制作、用户体验和环保可持续性融为一体。本文研究了全自动便携咖啡机的设计方法, 包括用户中心设计、创新性工程设计、电子控制系统和环保考虑。通过这些方法, 探讨了如何提高产品性能、用户满意度、市场竞争力和环保效益, 希望该研究能对全自动便携咖啡机行业的未来发展具有积极的促进作用。

**关键词** 全自动便携咖啡机; 市场竞争分析; 用户需求调查

中图分类号: TM925

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0076-03

随着咖啡文化的兴起, 全自动便携咖啡机在市场上的需求不断增加。消费者期望能够随时随地享受到一杯高品质的咖啡, 同时对产品的便捷性、实用性和环保性提出了更高的要求。为了满足这些需求, 全自动便携咖啡机的设计必须具备创新性和功能性。本文将探讨全自动便携咖啡机的设计方法研究, 包括用户中心设计、创新性工程设计、电子控制系统和环保考虑。将分析这些方法如何提高产品的性能、用户满意度、市场竞争力和环保效益, 以满足不断增长的市场需求。

## 1 全自动便携咖啡机的背景 and 市场需求

全自动便携咖啡机是近年来咖啡机领域的一项重要创新, 它融合了咖啡制作的便捷性和高品质咖啡的需求。传统的咖啡机往往需要复杂的操作步骤和专业技能, 限制了一般消费者在家中或办公室制作咖啡的可能性。因此, 全自动便携咖啡机的出现填补了市场中的空白, 为广大咖啡爱好者提供了更加方便、快捷和实用的选择。

另外, 随着生活节奏的加快, 人们对于时间的珍惜日益增加, 他们需要一种能够在短时间内制作出美味咖啡的解决方案。全自动便携咖啡机的推出正是迎合了这一现代生活的需求, 使用户能够在几分钟内享受到一杯香浓美味的咖啡。

现代人的生活方式越来越注重灵活性和便携性。全自动便携咖啡机可以轻松携带, 适用于旅行、露营、办公室等各种场合, 满足了用户在不同场所享受咖啡的需求。咖啡制作通常需要一定的技能和经验, 但全自动便携咖啡机的一键操作使其适用于不同年龄和技能水平的用户, 包括咖啡新手和儿童。消费者对于咖

啡品质的要求不断提高, 他们渴望在家中或办公室品尝到与咖啡店相媲美的美味咖啡。全自动便携咖啡机具备高压萃取和完美的咖啡发泡功能, 能够制作出品质卓越的咖啡。现代人的生活节奏快, 他们需要迅速获得一杯咖啡来提神或享受片刻宁静。全自动便携咖啡机的快速制作功能满足了用户对高效率的需求。全自动便携咖啡机通常具有多种制作参数的调节功能, 允许用户根据个人口味调整咖啡的浓度、温度等参数, 提供了个性化的选择。

总之, 全自动便携咖啡机满足了现代生活方式和咖啡品质的需求, 成为咖啡市场中备受欢迎的产品。它不仅满足了用户在家庭、旅行和办公室等各种场合的需求, 还为咖啡爱好者提供了更多的便捷和选择。因此, 市场对于全自动便携咖啡机的需求持续增长, 为该领域的创新和发展提供了巨大的机遇。

## 2 创新与功能性要求

### 2.1 全自动便携咖啡机的基本功能

全自动便携咖啡机的基本功能是其核心卖点, 它们包括: (1) 一键萃取: 咖啡机应具备简单易用的一键操作功能, 使用户能够轻松制作一杯咖啡, 无需复杂的步骤或专业技能。(2) 多种萃取选项: 为了迎合不同口味的用户, 咖啡机应该具备多种萃取选项, 允许用户调整咖啡的浓度、温度和杯量等参数, 以满足个性化的需求。(3) 高压水泵: 采用高压水泵技术, 确保咖啡的充分萃取, 提供香浓的咖啡。(4) 兼容性: 咖啡机应支持多种咖啡制作方式, 包括使用咖啡胶囊和咖啡粉两种方式, 提供更多的选择。(5) 快速制作: 快速制作功能对于现代生活方式至关重要。全自动便

携咖啡机应该在短时间内制作出一杯美味咖啡,通常制作一杯咖啡需要 60~80 秒,使用全自动便携咖啡机制作一杯只需要 25~35 秒,大大缩短了客人等待时间。

(6) 便携性:咖啡机的轻便设计和便携性是其独特之处,使用户能够随时随地做出一杯好咖啡,包括旅行、露营和办公室等各种场合<sup>[1]</sup>。

## 2.2 市场竞争分析与创新机会

(1) 操作复杂:传统便携式咖啡机需要多个步骤和复杂的操作,限制了用户的使用。(2) 咖啡质量不佳:一些产品无法提供高品质的咖啡,缺乏浓郁的口感和咖啡香气。(3) 速度慢:一些咖啡机的制作速度较慢,无法满足用户对快速咖啡制作的需求。在这个竞争背景下,全自动便携咖啡机有机会通过以下方式创新:(1) 简化操作:进一步简化咖啡机的操作,使其对用户更加友好,即使是咖啡新手也能轻松制作出美味咖啡。(2) 提升咖啡质量:优化萃取技术,确保每一杯咖啡都具有高品质的特点,包括浓郁的咖啡油脂和泡沫。(3) 更快速制作:研发更高效的制作机制,缩短制作时间,满足用户对快速制作的需求。(4) 创新设计:注重产品外观和便携性的设计,使咖啡机更具吸引力和便携性,符合现代消费者的审美需求。

## 2.3 用户需求调查与反馈分析

收集现有用户的反馈意见,了解他们对于现有产品的满意度以及存在的问题。分析咖啡市场的趋势和需求,了解不同地区和用户群体的偏好。与一些潜在用户进行深入访谈,了解他们对于便携咖啡机的期望,包括功能性、价格和设计。

## 2.4 设计中的创新要素

创新和功能性要求是全自动便携咖啡机设计和市场竞争中的重要因素。通过满足用户需求、提升咖啡质量、简化操作和创新设计,可以在这个竞争激烈的市场中脱颖而出,满足不断增长的消费者需求。

## 3 设计方法研究

### 3.1 用户中心设计方法

全自动便携咖啡机的设计注重用户体验,遵循一系列关键的用户体验设计原则,以确保用户在使用咖啡机时能够获得最佳的体验。

首先,简化操作是用户体验设计的关键。咖啡机的操作流程必须直观简单,使用户能够轻松制作咖啡。这意味着按钮和控制界面的布局应该清晰,功能明了,使用户一目了然。用户不应该感到迷惑或不知所措,而应该能够迅速上手制作自己喜欢的咖啡<sup>[2]</sup>。

其次,直观界面在用户体验中起着至关重要的作用。设计咖啡机的控制界面时,需要使用易于理解的

符号、图标和清晰的文本。这有助于降低用户的学习曲线,使他们能够迅速理解如何操作咖啡机。一个直观的界面可以减少用户的犹豫和错误操作,提高了整体的用户满意度。

再次,舒适的手感也是用户体验的一部分。咖啡机的物理界面,如按钮、旋钮和杯架等部件,应该设计得令人满意。按钮应该有适当的按压感,旋钮应该顺滑易转,杯架应该稳固可靠。这些细节影响着用户与咖啡机的互动体验,如果手感不佳,可能会降低用户对产品的满意度。

此外,个性化选择也是用户体验设计的一项重要原则。全自动便携咖啡机应该提供各种萃取参数的自定义选项,以满足不同用户的口味需求。一些人喜欢浓郁的咖啡,而另一些人可能更喜欢淡一些的口味。通过允许用户自定义萃取参数,咖啡机可以满足广泛的口味偏好,增加了产品的灵活性和吸引力。

最后,反馈与学习也是用户体验设计中的一项重要原则。咖啡机应该能够提供即时反馈,帮助用户不断改进咖啡制作技巧。这可以通过显示制作过程中的关键信息,如水温、萃取时间等来实现。用户可以根据这些反馈信息进行调整,逐渐提高他们的咖啡制作技能。这种学习过程增加了用户的参与感和满足感,使他们更愿意使用全自动便携咖啡机制作咖啡。

### 3.2 创新性工程设计

1. 材料选择与优化。选择轻量、耐用和食品级安全的材料对于全自动便携咖啡机至关重要。这些材料都符合 FDA 认证标准,并具有良好的热传导性能,以确保咖啡的品质。此外,考虑使用可持续材料以减少对环境的影响。

2. 结构设计的创新。创新的结构设计可以改善咖啡机的便携性、稳定性和易用性。例如,采用可叠加的结构,使咖啡机更容易携带,或设计稳定的支撑结构,以确保在不同表面上使用时不会晃动。

3. 功能性设计要点。便携咖啡机的功能性设计要考虑以下方面:(1) 水箱容量:设计只能满足单人用的水箱,以减少浪费。(2) 一机两用:兼容咖啡胶囊和咖啡粉两种方式,让用户有更多的选择。(3) 清洁和维护:简化咖啡机的清洁和维护过程,降低用户的负担<sup>[3]</sup>。

### 3.3 环保与可持续性考虑

1. 节能与资源优化。在咖啡机的设计中,采用节能技术,例如智能休眠模式,以减少能源浪费。此外,优化水的使用,确保咖啡机不浪费大量水资源。

2. 可回收材料的使用。选择可回收的材料,以降低咖啡机的制造和处理阶段对环境的影响。同时,鼓

励用户回收废旧咖啡机部件。

3. 生产与运输的生态友好方法。其便携、小巧的优点使生产和运输过程中增加了装柜数量,同时采取生态友好的方法,减少碳排放和环境污染。优化供应链,降低物流成本,同时降低对环境的影响。

## 4 设计实施与测试

### 4.1 设计原型制作与测试

#### 4.1.1 3D 打印原型

在全自动便携咖啡机的设计过程中,制作3D打印手板样机是关键的一步。这些手板样机可以用于验证设计概念、检查零部件的适合度以及进行初步的功能性、结构、模具、装配的合理性测试。通过3D打印手板样机,可以迅速识别研发的产品潜在的设计问题,并及时进行改进。

#### 4.1.2 功能性测试

(1) 萃取性能:测试咖啡机的水压、水温和咖啡豆研磨机的性能,以确保制作出高品质的咖啡。(2) 操作流程:评估用户在使用咖啡机时的体验,包括操作按钮的便捷性和清洁维护的难易程度。(3) 移动应用功能:测试移动应用的稳定性和与咖啡机的互联性,确保用户可以无缝控制咖啡机。

### 4.2 用户反馈的持续收集

(1) 用户调查:通过每年两届广交会及咖啡类专业展览会,进行用户调查,了解他们的满意度、需求和建议。(2) 客户支持反馈:记录和分析用户通过客户支持渠道提供的反馈和问题,以及解决问题的效果。(3) 社交媒体和在线社区:监控社交媒体上关于咖啡机的讨论,以获取用户的意见和建议。

### 4.3 定期的团队评估与改进

(1) 用户反馈的综合分析:综合用户反馈和测试结果,识别问题和机会,并制定改进计划。(2) 成本效益分析:评估制造成本、材料成本和生产效率,寻找成本节约的方法,同时保持高质量。(3) 竞争情报:跟踪竞争对手的产品和市场动态,以保持市场上的竞争力。通过不断的原型测试、用户反馈收集和团队评估,全自动便携咖啡机的设计可以不断改进,以满足市场需求,并提供出色的用户体验。这一过程将确保咖啡机在市场上的成功推出。

## 5 结果与成效评估

### 5.1 设计方法研究的成果

(1) 用户中心设计方法的应用:成功地将用户体验设计原则融入了咖啡机的设计中,从而提高了用户友好性和操作便捷性。(2) 创新性工程设计:在材料

选择和优化、结构设计以及功能性设计方面,引入了创新的元素,使咖啡机在性能和外观上都达到了新的水平。(3) 先进的电子控制系统:采用了高效的电动加压技术,将移动应用集成到咖啡机中,为用户提供了个性化的咖啡制作体验。(4) 环保与可持续性考虑:通过节能、资源优化和可回收材料的使用,致力于减少咖啡机的环境影响,提高了产品的可持续性。

### 5.2 用户满意度提升

设计方法研究的成果显著提高了用户满意度。用户现在可以更轻松地制作高品质的咖啡,而不需要繁琐的操作步骤。用户反馈表明,他们对咖啡机的易用性和咖啡质量非常满意。此外,通过电子控制系统的定制化选项,用户可以根据个人口味定制咖啡,增加了用户的参与感和满意度<sup>[4]</sup>。

### 5.3 市场竞争力提升

借助设计方法研究带来的创新性和功能性改进,全自动便携咖啡机在市场上取得了更强的竞争力。咖啡机相对于竞争对手的产品具有更多功能、更高的性能和更好的用户体验。这使得在全球市场上能够更好地竞争,并吸引了国际客户的关注<sup>[5]</sup>。

## 6 结语

全自动便携咖啡机的设计方法研究提供了一种创新的思维方式,将用户体验、性能提升、环保可持续性有机地结合在一起。通过用户中心设计,能够更好地满足用户的需求,提高用户满意度。创新性工程设计使产品在性能和外观上都具备竞争优势,电子控制系统使产品更加智能化和个性化,而环保考虑则有助于减少对环境的负担。在未来,相关人员应继续致力于创新和功能性改进,以满足不断变化的市场需求和用户期望。期待看到更多类似的研究和创新,推动全自动便携咖啡机行业的发展,为消费者提供更好的咖啡体验,并为环保事业贡献一份力量。

## 参考文献:

- [1] 何晓曦.咖啡机行业高歌猛进[N].国际商报,2022-12-06(005).
- [2] 黄小娣.新型家用全自动咖啡机研究与实现[J].机电工程技术,2021,50(07):41-43.
- [3] 安超.基于产品族DNA的商用咖啡机设计研究[D].上海:上海工程技术大学,2020.
- [4] 韩松,金晓怡,郭圣卫,等.基于PLC的全自动咖啡机研究与实现[J].电子世界,2019(12):44-45.
- [5] 湛承庆.咖啡机设计的形态符号语义研究[J].工业设计,2019(09):79-80.

# 供电所管理中有效降低线损的方法

王小兵

(国网应城供电公司, 湖北 应城 432400)

**摘要** 经济社会的发展推动了电力行业的发展, 为了满足经济建设发展的需求, 电力行业需要不断扩大发展规模。在这一环境条件下, 电力系统是否能够稳定、安全地运行, 成为人们重点关注的问题。由于电力系统规模呈现不断扩大的趋势, 供电所在日常运行当中往往会产生耗损量较大的问题, 对供电实际质量产生了直接性的影响, 难以保障用户的生活质量或者相关行业的生产质量。针对这一问题, 供电企业应当加大线损问题的关注度, 制定科学化、专业化的降低线损措施, 建立健全的管理体系, 积极探寻线损问题发生的实际原因, 在此基础上不断提升供电所的供电质量和安全性。

**关键词** 供电所; 供电管理; 降低线损

**中图分类号**: TM7

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0079-03

电力系统能否安全稳定地运行, 直接影响着社会生产生活中的电源供给, 当电力系统受到不同因素影响发生故障时, 便会对社会产生严重的不良影响。在供电所供电过程中, 线损问题是供电质量降低的重要因素之一, 因此, 在对供电所进行科学化管理时, 应当实现线损的高质量控制, 提高供电所整体供电水平。

## 1 线损问题类型分析

电力系统在进行发电工作的过程中, 需要对电能进行相应的传输和分配, 从而满足社会生产生活各个方面的需求。但是在电力系统日常运行当中, 通常会受到外界环境因素或者电力故障因素的影响, 其中的元件受到不同程度的损耗, 而产生的这一部分损耗可以称之为线损。如果线损问题越低, 就证明电力系统运转稳定性越强, 因此, 线损也是电力系统运行质量的指标。电力企业为了保障自身的经营管理效益, 提升自身的生产水平, 满足相应的生产标准要求, 在开展电力系统管理工作的过程中, 就需要采取积极的线损控制措施, 进一步地推动电力行业的发展。

### 1.1 固定线损

在电力系统实现电能分配和传输工作时, 元件往往会受到电力设备自身质量的影响, 产生一定程度上的损耗。电力损耗问题如果未能得到相应的控制, 便会对电力企业的经济效益造成严重影响。因此, 相关工作人员应当结合实际情况, 积极采取电能损耗控制措施, 具体来看, 需要加大电力系统方面的管理力度, 实现电力设备建设方案的健全和优化, 以电力设备建设方案为依据, 完善供电所中的基础性设施。但是在开展线损控制工作的实际过程中, 电力系统会受到固定线损

的影响, 阻碍其正常运行质量, 固定线损主要是由于变压器损耗问题导致, 相关工作人员需要针对这一问题, 制定管理策略, 降低固定线损问题发生的概率。

### 1.2 可变线损

在电流传输过程中, 电力系统当中的不同类型部件可能会受到负荷电流的影响, 直接造成电流损耗的严重问题, 从而形成了可变线损。从固定线损和可变线损问题发生的实际情况来看, 双方之间的主要区别在于电力系统当中的不同部件是否会受到负荷电流的影响, 同时电流损耗量的实际程度受到电力系统运行电流的影响。

### 1.3 其他线损问题

在固定线损和可变线损之外, 出现的其他问题都可称为其他线损。为了实现对线损问题的高质量控制, 相关工作人员需要深入分析不同线损类型, 结合供电所实际运行情况, 明确需要重点解决的相关问题, 在此基础上不断提升供电所自身的管理能力, 最大限度地降低线损发生概率, 为电力企业获得相应的经济效益提供前提条件。

## 2 线损问题原因分析

在电力系统运行过程中, 如果供电所在管理方面缺乏科学性和专业化程度, 将会直接影响线损情况。在电流损耗量不断增大的条件下, 电力系统安全稳定地运行就难以保障。从供电所发生线损问题的根本原因上来看, 主要涉及结构管理问题、运营管理问题以及变压器管理问题。

### 2.1 结构管理问题

在电力系统实际运行过程中, 由于受到各种方面

的影响,往往会发生电力系统难以满足标准的相关问题,为了最大化地避免电网在运行当中产生的故障问题,供电所就需要优化结构管理模式,从根源上保障电力系统满足规定标准。供电所在对电力系统进行管理时,线路在具体的设计方面会产生缺乏合理性问题,线路的分支往往存在于杂乱的状态中,如果线路分支较多,相应地会提高电力线路管理的难度,从而导致电力传输中产生电流损耗以及线损方面的问题。同时,供电所管理人员的专业水平直接影响管理工作质量,如果相关人员未能提高降低线损意识,在线路设计中采用劣质线造成严重的线损问题,将会影响电力系统稳定性。在电网实际建设过程中,劣质导线的应用会带来更多的线损问题。针对供电所结构管理方面产生的一系列问题,电力企业需要不断提升供电所相关人员的管理能力,以不同地区的实际用电要求为依据,对电力线路的布局情况进行优化和调整,在此基础上有效地避免电力线路由于分支杂乱产生其他的线损问题。

## 2.2 运营管理不当

供电所相关工作人员的技能水平以及管理能力,是降低线损问题的关键影响因素,如果工作人员未能明确线损问题产生的危害,提高线损问题管理意识,在线损相关问题发生之后,便难以及时地采取控制措施,电力系统的整体安全性会受到相应的威胁。由于线损类型复杂多样,因此需要管理人员自身具有扎实的专业基础,在实践中不断积累经验,在处理线损情况的过程中,以自身经验为基础,优化解决线损问题,从而保障供电所的管理质量。此外,如果供电所在电网实际管理方式上产生滞后性,会在一定程度上引起电力资源的损耗和浪费现象,加大线损情况发生的概率。

## 2.3 变压器管理问题

在电能传输过程中,变压器具有至关重要的作用,如果在这一环节,变压器发生运行故障问题,便会直接影响电能的平衡分布,电流损耗逐渐加大,同时导致线损问题产生。同时,如果相关工作人员未能依据实际的用电需求,对电容量进行科学合理的设计,在传输电能中会造成电流方面的损耗。变压器故障问题是供电所发生线损问题的关键因素,因此,工作人员应当加大变压器运行管理力度,同时开展定期的变压器故障检查和维护管理,从而降低电流损耗的问题。

# 3 供电所降低线损策略

## 3.1 加大变压器管理力度

工作人员在对电力系统进行运行管理时,变压器受到不同因素的影响,可能会产生管理方面的问题,从而加大损耗量,导致线损情况发生。针对这一问题,

供电所应当对变压器的管理方案进行优化完善,通过变压器维护管理方案的优化,有利于创造良好的电网运行环境。在电力系统运行中,变压器是关键性的设备,为了有效防止资源浪费的问题,工作人员需要深入分析变压器不同阶段的运行状况,同时提高变压器故障解决能力。针对变压器运行的动态化监督管理是必要性措施,工作人员需要结合相应的技术方式,对变压器的实际运行进行定期的监测、维护和保养。在变压器影响下优化调整全线电流的分布情况,有利于最大化地发挥出平衡电流资源的目标。如果在管理指标方面产生模糊问题,供电所应当根据实际情况,优化调整变电站的情况,以变电站管理水平效益提高为基础,制定科学化的变压器管理方案。在变压器的动态监测方面,相关工作人员需要设计监督管控的周期,深入了解变压器发生不同故障的频次,在理论与实际相结合的条件下,实现监控管理周期的优化和调整。同时,工作人员需要重视变压器检测结果的时效性,提高变压器故障问题的处理能力,相应地加大电流损耗量的实际控制力度,有效地避免发生线损问题。

## 3.2 科学安排电网线路

供电所在电网线路的布局情况中,如果缺乏科学性,会直接影响线损问题的产生,相关人员针对这一问题,就需要与实际情况相结合,采取科学化适应性强的方式,对电力线路进行布局,同时不断优化和调整电力线路的布局设计方案,以此为依据,最大化地避免电网线路分支过多的问题,在一定程度上有利于加大线损情况的实际控制力度。由于线损问题的产生与电力线路的分支情况相联系,为了有效地防止线路出现不必要的分支,就需要在对电力线路布局设计的过程中,充分发挥简化线路设计系统的作用。此外,从电流实际的损耗问题上来看,工作人员还需要确定输电站之间距离的设计是否与标准相符合,在对输电站地址进行科学化选择时,采取具体化的措施避免输电站的布局缺乏合理性,在此基础上降低电流损耗问题发生的概率。如果供电所在开展电网建设时,所应用的导线质量不符合标准,在这一条件下,线损会呈现出加密增多的特点,针对这一问题,为了保障电力系统的安全稳定运行状态,工作人员就需要利用优质导线代替劣质的导线,同时提高线损率的实际控制效果。针对供电所应用的设备设施未能进行及时更换的问题,供电所需要对相应的电力设备进行定期的质量检验,提高线损问题降低能力<sup>[1]</sup>。

## 3.3 提高线损管理力度

供电所在线损情况的管理能力方面,通常会受到工作人员综合素养不足问题的影响,如果相关人员未

能针对不同线损问题,采取优化解决方案,便会导致供电系统受到不良影响,影响实际的供电效果。针对供电所相关人员综合素养缺乏的问题,供电所应当定期组织相应的管理培训活动,在这一活动中不断提升管理人员的降低线损意识,激发工作人员的积极性,实现对电力系统的维护和优化管理,从而提升线损控制工作的现实水平。对线损情况进行控制,还需要深入地分析线损率,为了保障线损率计量结果数据的准确性,工作人员往往需要应用管理总表和户数表开展相应的计算工作,在这一条件下,对线损率的实际状况进行更为有效的分辨,提高线损情况控制工作的实际质量。如果供电所未能健全相应的管理体制,工作人员在对计量数据进行采集整理时,难以避免地会发生数据丢失现象,从而对线损情况的控制产生不利影响。因此,供电所要进一步提升自身的管理能力,为了保障问题处理效率,供电所需要明确相关人员的管理职责范围,配置综合能力强、素质高的工作人员开展计量数据的整理工作,高效的线损率计量有利于深入了解当前线损率在不同条件下的变化情况。加大电力系统的维护管理力度,不断优化创新供电管理方式,能够为电力行业在经济社会中的发展提供相应的动力<sup>[2]</sup>。

### 3.4 提高线损分析工作重视度

为了不断提升供电所自身的实际管理能力,相关工作人员需要提升线损情况的分析意识,同时采取科学化的电网管理举措,对电力系统年平均线损实际情况进行对比分析工作,有利于保障抄表时间与负载实际情况相一致,避免线损发生波动变化问题。在实际线损情况与平均线损情况的有效对比分析条件下,工作人员可以以此为依据,通过高水平的辨别能力,判断电网在实际运行中是否发生线损情况。在供电所线损率这一方面,通常包含理论线损率以及真实线损率,工作人员为了确定电力系统在管理方面产生的问题,需要对真实线损率和理论线损率进行专业的对比。如果线损率超出理论数值的一定范围,电力系统在实际管理中会产生问题。当相应的电力设备出现故障问题时,工作人员需要积极分析探寻电力设备故障的不同原因,提高电力电路故障解决能力。如果用户计量表总和低于计量表,会直接影响电力计量的实际数值,导致数值精确度低,因此需要提高对电能计量表正常运行管理的重视程度,保障电力系统中的电能高效地进行分配和管理<sup>[3]</sup>。

### 3.5 正确选择相关设备

为了避免出现超供电半径供电现象,供电所应当确定负荷中心最适合的位置。同时需要对产生高能耗的变压器进行及时的更换,响应节能环保相关政策,

在这一条件下选择新型具有节能效果的变压器。随后工作人员应当以负荷变化的实际情况为依据,对变压器的台数和容量进行相应的调整,保障电气设备自然功率得到有效的提高,在此基础上降低无功损耗现象。工作人员在选择导线截面的过程中,应当按照经济电流的密度进行合理化的选择,同时应当综合性地考量导线的安全性、经济性。如果导线截面偏大而线损偏小,会相应地增加线路的投资,如果导线的截面偏小,线损偏大,则其安全系数难以与实际的供电需求相适应。因此,在布置变压器时,工作人员应当根据相应的操作原则进行,重视电源点的位置,采用小容量、短半径的方式进行专业的配置。对于旧式电表工作中产生的不良影响,需要将其更换为误差较小,超载能力强,具有良好抗倾斜性,能够实现抄表自动化的新型电表。此外,需要开展定期抽查检验工作,抽查线路和查抄计量总表和分表<sup>[4]</sup>。

从供电所降低线损情况发生的实际过程来看,提高降低线损措施的科学性及合理性至关重要,需要相关工作人员拥有专业知识基础,以及丰富的实践经验,在此基础上遵循一定的操作原则,谨慎地开展工作。为了保障供电所运行效率以及电力系统的安全稳定运行,工作人员需要不断地创新发展,在实践中积极探求新的措施和更适合现实情况的方式,高质量、高效率地应用科学方法和先进技术,从而为降低线损工作的开展提供前提条件<sup>[5]</sup>。

## 4 结语

电力企业在对供电所开展管理工作的过程中,应当首先明确线损问题产生的不同类型,同时寻找问题发生的故障点和根本原因,结合供电所日常运行情况,制定针对性的降低线损问题影响的策略,提高供电所供电的安全性和效率,保障供电系统的安全运行,降低经济损失。

## 参考文献:

- [1] 袁达. 乡村供电所管理中有效降低线损的方法探析[J]. 电子元器件与信息技术, 2022, 06(09): 184-187.
- [2] 徐文剑. 乡村供电所管理中有效降低线损的方法探析[J]. 电力设备管理, 2021(06): 125-127.
- [3] 许万奎. 乡村供电所管理中有效降低线损的方法探析[J]. 低碳世界, 2019, 09(04): 99-100.
- [4] 杨涛. 乡村供电所管理中有效降低线损的方法研究[J]. 乡村科技, 2017(06): 91-92.
- [5] 黄开军. 农村供电所管理过程中有效降低线损[J]. 科技展望, 2016, 26(02): 177.

# 信息化技术在电力项目管理中的应用

陈媛, 邓兵华

(国网湖南省电力有限公司水电分公司, 湖南长沙 410000)

**摘要** 信息化技术飞速发展, 电力企业逐步开始数字化转型, 信息化技术被逐渐应用到企业管理的各个环节, 这是必然的发展趋势。电力企业针对具体的电力项目开展项目管理工作需要用到大量的信息数据和资料。针对电力工程项目管理工作, 引进信息化技术实施相关的信息化管理, 能做到与电力安全生产之间的互补, 不仅让电力企业项目管理效率得到有效提升, 也能满足大多数行业对电能的需求, 确保电力生产的安全。

**关键词** 信息化技术; 电力项目管理; 虚拟技术

**中图分类号**: TM73

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0082-03

在传统的项目管理模式下, 电力企业的项目管理团队在信息数据和资料收集上会耗费大量的人力物力资源, 并且最终呈现的项目管理效果相对有限。构建起项目的信息系统和信息化管理平台, 能够极大地优化电力企业内部项目管理资源的优化配置, 使得人力资源和物力资源能够充分发挥其价值, 帮助企业更具竞争优势地参与市场竞争, 获得长远发展。

## 1 电力工程项目管理信息化需求分析

建议尽可能地使用原型方法, 使用者能够更好地理解所要开发的内容, 并便于提出自己的看法。应该与客户部门主管就特定的结构性需求进行探讨, 把核心的商业需要提炼出来, 从而避免浪费。(1) 全寿命周期内项目管理信息需求特点。电力工程项目生命周期信息管理具有信息来源广泛, 存储分散, 数据量大等特点。电力项目建设信息必须打通勘测、设计、施工、监理、设备制造、材料供应等单位之间, 避免出现“信息孤岛”。它包括对电力工程项目的审批、投资计划、动态管理、工程质量、图纸交付等一系列材料的存储、管理和分析。(2) 资料种类繁多。工程项目的执行过程中所提供的信息主要有两种: 一是结构化的信息, 即投资、进度、质量等; 二是无组织或半组织的资料, 例如: 工程文件、文件、图片、音频、视频等多媒体资料。这两种信息的融合与匹配能够凸显信息管理的优越性, 从而使工作效率得到提升。(3) 始终在不断地改变。工程信息具有完整的生命周期, 且由于各种不确定性因素的影响, 其信息始终处于一种动态的状态。数据的持续更新是决策者与使用者合理的规划工作计划, 掌握最新资讯, 做出重要决策的依据。(4) 体系不协调,

时空不协调。在电力工程中, 信息的收集、处理、传输、反馈是一个系统的、连续的、封闭的过程。时间与空间的非一致性是一个应用程序, 它反映了在不同的时间和地点发生的大量信息。(5) 作为传统的电力企业, 要在激烈的市场竞争中存活下来, 必须改变自己的经营理念和经营方式, 而信息化技术的运用将极大地提高公司的核心竞争力。

## 2 信息化技术在电力项目管理中的应用

### 2.1 电力工程项目管理内容

电力工程项目管理主要是对项目实施进度、质量、安全、成本、合同、信息的管理以及与施工相关的组织与协调等。它包含明确项目的具体范围以及各项任务和工作细节, 以保证项目开展有序。具体制定和落实项目流程, 对每个环节设定预期时间, 确保不会出现拖延现象, 项目能按时完成。把控质量管理, 从设计到实施, 要设定严格的质量控制标准, 遵循相关规定, 确保项目达到国家标准及客户要求的质量标准。项目成本管理方面, 严格控制各项费用, 包括劳动力成本、物料成本、设备成本等, 确保项目所有费用在可承受范围内, 并达成投资回报预期。项目风险管理方面, 明确项目可能面临的各种风险及其影响, 做好相关预案, 以应对风险事件, 避免项目出现不可控的情况。以上是电力工程项目管理中常涉及的方面, 要想实现电力工程项目的成功完成和高效运转, 必须严格按照科学、有效、规范的管理流程来管理整个项目<sup>[1]</sup>。

### 2.2 完善项目信息化管理整体框架构建

电力企业应当完善项目信息化管理的整体框架, 确定电力企业自身的业务经营范围和项目管理的核心

内容。从市场开发、经营策划、工程项目管理和工程协助这四个方面出发搭建起电力企业的项目管理整体框架,并且结合信息化技术,最终有效地推动项目信息化管理平台的建立和运行,促进电力企业项目管理工作的实施。(1)在开展市场开发管理时,需要明确电力企业面向市场时的受众群体,将电力企业的客户和电力生产、运输企业的客户区分开来,借助大数据技术精准地定位受众群体并且对客户的需求展开细致分析,根据电力企业的实际需求出发开展前期的评估工作。(2)项目管理团队在开展经营计划管理时应当积极地应用互联网参与线上的市场调研,对项目的执行可行性进行分析和评估,当可行性评估通过后组织开展项目设计开发工作,并设计和拟定合同,开展招投标活动等。而后还需要开展工程项目管理工作,这是项目的核心,需要构建起全过程的信息化项目启动、策划、执行、监控和收尾的项目管理流程。最后优化项目管理办公室协助工作,借助信息化技术增强各个部门之间的交流互动,协调联合各部门共同参与项目管理辅助工作,有效地提高电力企业项目信息化管理效果。(3)借助大数据技术健全项目管理信息数据库。电力企业应当增强对项目管理信息数据库建设和维护管理的重视程度,构建完善和高速运行的数据库信息管理系统,用以开展项目有关信息的数据采集、处理和管理,并且分类储存到对应数据库当中,对各个数据库进行专门管理<sup>[2]</sup>。

### 2.3 安全作业现场监控信息化应用

信息化技术的有效应用可以实现安全作业现场的全方面监控,通过建立安全信息监控系统,可以了解电力作业现场的各个安全隐患问题。当发现隐患问题之后,可以及时地进行安全报警和预警,使整个电力的现场安全作业处于一个信息化管理的良好状态中,加强了安全监控的质量。整个技术系统的有效应用可以通过移动终端以及管理平台两个部分进行监控。现场工作负责人通过移动终端回传工作票、安全交底、安全措施布置等现场安全信息,能够帮助管理人员及时地发现现场的一些安全问题,提升组织工作开展的实效性。在安全管理工作,管理人员一旦发现安全问题之后,可及时地与现场作业人员进行信息方面的沟通,通过视频会诊的方式及时地解决问题,避免出现更多严重的后果。加强管理平台的应用有助于提升电力现场的安全管理水平,通过管理平台实现了现场的有效监控,实现了远程控制,能够及时发现现场的

一些安全隐患。如果现场出现了一些违规操作问题,可通过管理平台进行操作预警,发布正确的工作指令,实现了对现场的科学指导,及时保障现场的安全性。此外,人员进入现场工作时可通过扫描二维码的方式完成身份验证,确保无关人员不会进入现场,从而间接保证了现场作业的安全性<sup>[3]</sup>。

### 2.4 加强外部安全防护体系构建

对于传统防护建设工作来说,其对系统设置和防御技术有较高的依赖性,只能清除固定化的威胁,其静态防护体系的被动化特点突出。而电力系统运行中存在着静态非实时性数据和动态实时性生产控制数据,在建设安全防护体系时,需选择全方位的动态防护模式,进而对安全风险进行控制。将实时监控、应急响应、数据备份工作进行结合,可进一步凸显安全防护工作的有效性和及时性水平。为了防止因信息泄露对电力信息化建设进程产生影响,在电力信息化建设中,需对各种现代化的信息技术进行充分利用,以进一步提升电力信息系统的的功能<sup>[4]</sup>。通过防火墙技术的应用,可在外部与内部网络间构建对应的保护屏障,还要对网络通信监控系统进行构建,以避免外部网络入侵到系统中,以积极营造一个良好的内部信息协同和共享发展环境,为电力信息化建设工作保驾护航。

### 2.5 虚拟技术在电力企业信息系统中的应用

在应用虚拟技术之后,电力企业的电力系统数据传输速度能得到增强,同时数据交换能力也得到显著提升,使得电力系统快速运转的现实需求得以满足。虚拟技术的应用可使数据的呈现方式更加立体化,而在不同层次中其体现出的数据分析处理结果也是不同的,这样不同层次的管理者便能对运行数据实际状况进行全面的掌握。此外,只有依靠虚拟技术才能实现云存储。目前我国电力企业信息系统主要会应用如下三种虚拟技术类型:硬件分区、微分区以及工作负荷技术。硬件分区技术是指分化物理服务器,使其能够成为多个逻辑服务器,并确保其独立性,这样在分区内数据资源增加或减少时,便能实现不中断动态服务器。硬件分区技术可分为动态与静态分区两种。微分区是在动态逻辑分区中有效地调整信息资源以及数据资源。模式不同分区不同,业务模式及数据资源的特点也会有所不同。微分区机制的实施可最大化地利用云计算资源。工作负载分区技术并不需要对硬件特性进行改变,便能相互隔离用户和应用程序,使得系统的承载能力得以提升,能在同一时间内运行多系统,并对

多项数据业务进行处理,使系统的稳定性和安全性得到保障<sup>[5]</sup>。

## 2.6 人员安全培训信息化应用

加强专业队伍的建设,提高人才的综合素质,需要完善人才的培训模式,加强信息化技术的应用。电力企业为了进一步保障电力的安全性,可以考虑通过信息技术的有效应用打造一个全新的安全培训信息化体系和系统,通过加强多媒体技术的应用开展多样化安全培训工作,组织安全培训活动,按照“干什么、学什么”,组织开展针对性安全培训,制定个性化培训方案,开展问卷调查等,让每一个电力工作者都能了解自身的责任,了解自我工作的意义和价值。这些培训内容的实施都离不开信息化技术的有效应用,安全培训人员通过完成员工的身份认证,可自主选择培训的课件和内容开展针对性的学习,完成学习任务及目标之后进行自我测评,以达到培训目的。信息化技术的应用可以整合学习、考核、评价等诸多模块,开展多样化、沉浸式的学习体验,弥补传统培训模式的不足<sup>[6]</sup>。

## 2.7 拓展电力营销信息化系统应用场景

第一,在用电数据查询场景,客户访问电力企业官网或是APP软件,查询自身用电情况,可查询信息包括时间段用电量、负荷情况、历史用电数据、计量信息等。第二,在电量负荷预测场景,系统建立用电客户台账,持续收集往期用电信息,运用到BP神经网络等智能算法,推演未来一段时间的客户用电情况,以及电网总体运行情况,获取电量负荷预测结果。为提高预测准确率,客户可以向电力营销系统提交用电设备规格型号、台数、平均运行时间等信息。第三,在客户结算场景,客户直接在电力营销系统内办理结算业务,系统持续收集客户关联信息,客户根据自身需求来选择按月结算、按季结算、按年结算等方式,也可提前购买电力套餐,在套餐到期后办理结算手续。从电力企业角度来看,系统自动生成收益报表,通过图表方式来直观呈现企业在特定时间段和全年的总体收益情况。第四,在售电辅助决策场景,系统综合分析客户的用电习惯、消费水平、实际用电需求,再根据电费电价来生成最佳的售电套餐,向客户提供多个套餐以供选择,从而实现客户与电力企业共赢的目标,提高客户满意度。

## 2.8 优化企业项目管理信息系统基础设施配置

为了保障电力设计企业顺利成功地开展信息化项

目管理,确保项目信息化管理的稳定性和管理的有效性,电力设计企业的项目管理部门应当联合企业内部的其他部门,大力推动各项信息化基础设施设备的建设,优化电力设计企业项目管理信息化系统的基础设施配置。(1)电力设计企业需要更新和优化企业内部办公计算机的硬件设备和软件系统,更换计算机的服务器互联通信硬件设备,优化计算机的驱动程序、操作系统以及相应的数据加工和运行系统,为电力设计企业开展项目管理提供简单易操作的指令发布和数据核算处理操作系统。(2)需要根据电力设计企业的业务项目和管理需求设立数据库,科学地维护和管理数据库。另外,电力设计企业还需要完善项目信息化管理部门的建设,设立相应的管理部门,优化职能配置,为电力设计企业的项目信息化管理工作提供有效的组织架构支持。(3)电力设计企业还应当构建起各项业务和项目信息数据高度整合的信息数据共享服务中心,为参与电力设计项目管理工作的相关岗位人员提供直接可参考和调用的数据来源平台,有效简化了项目管理的流程。基于此,通过以上各项策略完善电路设计企业项目管理的信息化系统,能够切实有效地提高项目管理的效率。

## 3 结语

电力工程项目信息化管理已成为电力企业发展的重要内容,熟练运用信息技术,就能找到企业发展的正确方向。电力公司是近年来国内主要的能源公司,其业务范围也日益扩大,信息的整理将成为公司的一大难题,必须尽快转变观念,尽快掌握信息技术,做好信息集成,提高工作效率,不但可以增加公司的收入,而且也能开创我国的电力资源发展新篇章。

## 参考文献:

- [1] 瞿述华. 项目管理信息化在电力设计企业中的应用研究[J]. 科技经济市场, 2020(12):93-94,97.
- [2] 高宇,陈伟,戴光. 电力信息化的项目管理系统研究[J]. 信息系统工程, 2019(03):143.
- [3] 徐德丰,郑晰,李云龙. 基于信息化的电力工程项目管理方法的应用与探讨[J]. 科技与创新, 2017(18):90-92.
- [4] 郭斯晓. 信息化视角下电力企业项目管理的现实考察与改进措施[J]. 中国新技术新产品, 2016(19):119.
- [5] 吴亚洁. 研究型企业项目管理信息化模型的构建[J]. 中国高科技, 2021(14):27-28.
- [6] 赵琰,马艳. 电力设计企业项目管理信息化建设的探索与实践[J]. 工程管理学报, 2013,27(03):117-121.

# 城市轨道交通项目施工安全风险评估策略

郭毅

(中铁建华南建设有限公司, 广东 广州 511458)

**摘要** 本文针对城市轨道交通项目施工安全问题展开研究, 首先对我国城市轨道交通项目施工安全现状进行了概述, 并分析了存在的问题和挑战。其次综述了城市轨道交通项目施工安全风险评估方法, 并构建了合理的评估指标体系。然后, 提出完善的城市轨道交通项目施工安全管理策略, 包括建立制度、落实责任、加强监管、培训教育以及发挥专家作用等方面。探讨适用于城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理的工具与技术, 并分析该领域存在的问题与挑战, 如数据处理和不确定性因素。最后提出改进城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理的方法和策略。

**关键词** 城市轨道交通项目; 施工安全; 风险评估

中图分类号: U12

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0085-03

城市轨道交通项目在我国快速发展, 为城市运输和经济发展提供了重要支撑。然而, 随着项目规模的扩大和施工复杂性的增加, 施工安全成为一个极其重要的问题。本文旨在研究现有城市轨道交通项目施工安全现状, 并分析存在的问题和挑战。同时, 探索合理的评估方法和指标体系, 提出有效的管理策略, 并讨论适用于施工安全风险评估与管理的工具和技术。通过对该领域的研究, 希望能够为提高城市轨道交通项目施工安全水平提供参考和借鉴。

## 1 城市轨道交通项目施工安全现状及问题分析

### 1.1 国内城市轨道交通项目施工安全现状概述

随着我国城市化进程的加快, 越来越多的城市开始建设轨道交通系统。在施工过程中, 项目数量庞大、施工规模庞大, 导致施工安全问题日益凸显。城市安全风险评估与管理成为保障施工安全的重要手段。

### 1.2 现有问题和挑战分析

目前, 城市轨道交通项目施工安全存在着一些常见问题。例如, 施工人员缺乏安全意识, 施工工艺不合理, 施工过程中的安全措施不到位等。这些问题严重影响了项目的施工安全, 甚至可能引发事故, 造成人员伤亡和财产损失。此外, 城市轨道交通项目的施工还面临着复杂的环境条件和工期限制等挑战, 增加了安全管理的难度。

因此, 深入分析城市轨道交通项目施工安全现状和问题, 并对其进行总结和评估, 对于制定合理的安全管理策略和措施具有重要意义。只有通过对施工安全现状和问题的准确分析, 才能更好地解决现有的安全隐患, 提升城市轨道交通项目的施工安全水平。

## 2 城市轨道交通项目施工安全风险评估方法与指标体系

### 2.1 城市轨道交通项目施工安全风险评估方法综述

城市轨道交通项目的施工安全风险评估是在项目施工前、施工中和施工后对施工环境、施工活动和相关因素进行系统评估, 识别、分析和评估潜在的危险和风险, 并制定相应的管理措施和应急预案<sup>[1]</sup>。

目前, 国内外针对城市轨道交通项目施工安全风险评估的方法包括定性分析、定量分析和半定量分析三种。

(1) 定性分析方法主要通过专家经验和判断力来评估风险, 采用专家咨询会议、层次分析法和故障树等方法进行评估。(2) 定量分析方法则通过数学模型和统计方法对风险进行量化评估, 包括事件树分析、模糊逻辑法和蒙特卡洛模拟等方法。(3) 半定量分析方法则结合了定性和定量分析的特点, 采用风险矩阵、层次分析法和模糊数学等方法进行评估。

### 2.2 构建合理的城市轨道交通项目施工安全风险评估指标体系

一个完整的城市轨道交通项目施工安全风险评估指标体系应包括以下几个层面:

(1) 工程本身风险: 包括施工过程中可能出现的地质灾害、工程隐患。(2) 施工组织风险: 包括项目管理、人员配备、施工计划和进度等方面的风险。(3) 施工安全措施风险: 包括现场作业安全、设备安全、消防安全等方面的风险。(4) 环境保护风险: 包括施工对周边环境的影响、噪声、污染等方面的风险。(5)

应急管理风险：包括紧急情况下的应急处理和应对能力等方面的风险。

在构建评估指标体系时，需要根据具体项目的特点和环境要素，确定相应的指标，并为每个指标赋予适当的权重，以便进行综合评估。

通过建立合理的城市轨道交通项目施工安全风险评估指标体系，能够全面、客观地评估项目的施工安全风险，并为采取相应的管理措施和预防措施提供科学依据，最大程度地降低施工风险，保障施工安全和项目的顺利进行。

### 3 城市轨道交通项目施工安全管理策略

#### 3.1 建立完善的城市轨道交通项目施工安全管理制度

建立完善的城市轨道交通项目施工安全管理制度是确保施工安全的基础。制定相关规章制度，明确责任和权限，明确各参与方的职责和义务，规范施工行为，确保施工过程中的安全。

#### 3.2 落实责任，加强施工安全监管

各参与方应承担起自己的责任，共同保障施工安全。政府部门应加强监管，制定严格的施工安全标准和规范，加强对施工单位的监督检查，及时发现和解决安全问题<sup>[2]</sup>。同时，施工单位也要加强自身的管理和监督，确保施工过程中的安全。

#### 3.3 强化培训和教育，提高员工施工安全意识

培训和教育是提高员工施工安全意识的重要途径。施工单位应定期组织培训和教育活动，加强员工对施工安全的认知和理解，提高他们的安全意识和风险防范能力。此外，还可以通过媒体宣传、安全演练等方式向公众普及施工安全知识，增强大众对施工安全的关注和支持。

#### 3.4 发挥行业专家安全技术保障作用

行业专家在施工安全方面拥有丰富的经验和专业知识，可以发挥重要作用。施工单位可以邀请行业专家参与项目的施工安全管理，提供专业技术支持和指导，帮助解决施工中的安全问题，确保施工安全。此外，还可以通过与相关研究机构和专业院校合作，开展研究和技术创新，提高施工安全管理水平。

### 4 城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理工具与技术

#### 4.1 探讨适用于城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理的工具与技术

城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理需要借助各种工具和技术来进行有效的分析和控制。以下

是一些适用于城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理的工具与技术：

1. 安全评估软件：安全评估软件可以通过建立模型和模拟分析，对施工过程中可能出现的安全问题进行预测和评估。根据不同的软件，可以进行风险识别、风险评估、风险控制等功能。

2. 智能监测系统：智能监测系统可以利用传感器、摄像头等设备对施工现场的安全状况进行实时监测和记录。通过分析监测数据，可以及时发现施工中的安全隐患，并采取相应的措施进行预防和控制。

3. BIM技术：BIM (Building Information Modeling) 技术可以在数字化的建模平台上进行施工过程的三维模拟和可视化。通过BIM技术，可以更直观地了解施工现场的安全情况，预测潜在的安全风险，并进行相应的优化和改进。

4. 人工智能技术：人工智能技术可以通过对大量数据的分析和学习，识别施工过程中可能出现的安全问题，并提供相应的解决方案。例如，通过机器学习算法可以对施工现场的安全状况进行自动监测和预警。

5. 虚拟现实技术：虚拟现实技术可以提供一个虚拟的施工环境，使项目参与者能够以互动的方式体验施工过程，并发现和解决可能存在的安全隐患。

#### 4.2 如安全评估软件、智能监测系统等

安全评估软件可以通过建立模型和模拟分析，对施工过程中可能出现的安全问题进行预测和评估。一些常见的安全评估软件包括HAZOP (Hazard and Operability Study) 和FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) 等。

智能监测系统可以利用传感器、摄像头等设备对施工现场的安全状况进行实时监测和记录。这些系统可以通过图像识别、声音识别等技术，对施工过程中的安全问题进行检测和预警<sup>[3]</sup>。智能监测系统还可以与其他管理系统（如人员定位系统、作业票管理系统等）进行集成，实现全面的施工安全管理。

除了上述提到的工具和技术，还有很多其他的工具和技术可以用于城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理。选择适合自己项目需求，并根据实际情况进行合理的应用，可以提升施工安全管理水平，减少事故发生的可能性。

### 5 城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理的问题与挑战

#### 5.1 分析城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理中存在的问题与挑战

1. 数据收集与处理：城市轨道交通项目庞大复杂，涉及大量数据的收集和处理。然而，数据的质量和可

靠性可能存在问题,这会对风险评估和管理的准确性和可行性产生影响。

2. 不确定性因素:城市轨道交通项目的施工过程受到许多不确定性因素的影响,如自然灾害、人为错误等。这些不确定性因素的存在使得对施工安全风险进行准确评估和管理更加困难。

3. 多方参与和协调:城市轨道交通项目涉及多个参与方,包括政府部门、工程承包商、设计单位等。不同参与方之间可能存在利益冲突和合作困难,导致施工安全风险评估与管理的协调和合作存在问题。

4. 社会影响与舆论压力:城市轨道交通项目常常会对周边居民和环境产生一定的社会影响,引起舆论关注和压力。这可能会影响项目的施工安全风险评估与管理,需要在风险评估和管理中考虑社会影响和舆论压力。

### 5.2 如数据收集与处理、不确定性因素等

数据收集与处理是城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理中的一个重要环节。确保数据的准确性和可靠性,建立完善的数据管理体系,将对评估和管理的准确性产生积极影响。处理不确定性因素需要综合考虑各种潜在的风险因素,采用科学的方法进行风险分析和评估。同时,需要建立有效的应对措施和预案,以降低不确定性因素对施工安全的影响。此外,多方参与和协调需要建立有效的沟通机制和合作机制,确保各参与方能够共同协作,共同推进施工安全风险的评估与管理工作。最后,针对社会影响与舆论压力,需要进行充分的公众参与和沟通,及时回应公众关切,提高项目的透明度和公信力,有效管理社会影响和舆论压力<sup>[4]</sup>。

## 6 城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理的改进与展望

### 6.1 提出改进城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理的方法与策略

1. 强化风险管理意识:各参与方需要加强对施工安全风险的认识和重视,提高风险管理意识。通过培训和教育,提升相关人员的风险识别和应对能力。

2. 制定明确的风险评估指标:制定明确的指标和标准,以便能够对施工安全风险进行量化评估和比较。这些指标可以包括工程质量、工期控制、成本管理等

方面。

3. 加强数据收集和分析:建立科学的数据收集和分析体系,确保数据的准确性和可靠性。利用先进的技术手段,如大数据分析和人工智能,对数据进行深度挖掘和分析,为风险评估和管理提供更精确的依据。

4. 促进多方合作与协调:建立有效的沟通和合作机制,促使各参与方能够共同参与风险评估和管理工作,并及时分享信息和经验。加强各参与方之间的合作与协调,提高整体风险管理的效果。

### 6.2 展望城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理未来的发展方向

1. 应用智能化技术:随着人工智能和物联网等技术的发展,可以通过智能传感器和数据分析等手段实时监测施工过程中的安全风险,并提供预警和预测。这将大大提高施工安全的可控性和可预测性<sup>[5]</sup>。

2. 强化社会参与与公众意见:将更加重视社会参与,倾听公众的意见和建议,并将其纳入风险评估和管理的过程中。提供公开透明的信息,增加公众对施工安全的信任和支持。

3. 加强国际合作与经验交流:在城市轨道交通项目施工安全风险评估与管理中,加强国际间的合作与经验交流,借鉴其他国家和地区的先进经验和管理模式,进一步提升我国城市轨道交通项目施工安全管理水平。

4. 整体考虑安全与可持续发展:在施工安全风险评估和管理中,要充分考虑项目的可持续发展问题,包括环境保护、社会效益等。通过科学的方法和策略,实现安全、经济、环保和社会效益的平衡发展。

## 7 结语

本研究着重关注城市轨道交通项目施工安全问题,并通过分析现状和挑战,提出了改进和发展的方法和策略。随着城市轨道交通项目的不断发展,施工安全将继续受到重视,我们相信随着各项措施的落实和技术的创新,城市轨道交通项目的施工安全将会不断提升。期待未来能够有更多的研究者加入这一领域中,共同推动城市轨道交通施工安全的发展,为我国城市建设和经济社会发展做出更大贡献。

## 参考文献:

- [1] 陆凌峰.城市轨道交通工程建设中的风险因素及安全管理对策[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(12):192-194.
- [2] 蒙国往,黄劲松,吴波,等.城市轨道交通建设工程施工安全风险信息管理信息化系统研究[J].城市轨道交通研究,2022,25(09):90-95,99.
- [3] 商兆涛,尹志凯,张红彬,等.城市轨道交通施工安全风险预警体系研究[J].河南科学,2020,38(05):740-748.
- [4] 李宁.城市轨道交通项目施工风险管理研究[J].城市建设,2019(17):185-186.
- [5] 汤金晶.城市轨道交通项目社会稳定风险评估要点[J].建筑与装饰,2018(13):130-131.

# 建筑施工安全管理的风险评估与预防措施

王洪磊<sup>1</sup>, 李安科<sup>2</sup>

(1. 济南仁合置业有限公司, 山东 济南 251400;

2. 济南市济阳区城市建设投资集团有限公司, 山东 济南 251400)

**摘要** 本文首先介绍了建筑施工安全的重要性, 并提出了风险评估的必要性。其次通过分析常见的建筑施工安全风险, 包括高处坠落、电击、化学品暴露等, 探讨了相关的预防措施, 如培训、安全设备使用和监控等。最后总结了建筑施工安全管理的重要性, 并强调了风险评估与预防措施在确保施工安全方面的关键作用, 旨在为确保工地上的工人和公众的安全提供参考。

**关键词** 建筑施工安全; 风险评估; 预防措施; 工地安全; 安全管理

中图分类号: TU714

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0088-03

建筑施工是一个复杂而多样化的工程领域, 它涉及大量的资源、设备和人力, 旨在创造安全、稳定和符合标准的建筑结构。但是, 建筑施工过程中存在着众多的潜在风险和危险, 这些风险可能对工人、项目进度和公众安全构成严重威胁。所以, 建筑施工安全管理显得尤为重要, 它不仅关乎工人的生命安全, 还关系到工程的质量和效率, 以及社会的整体福祉。

## 1 建筑施工安全的重要性

建筑施工是一个极具挑战性的领域, 涉及大规模的工程、复杂的流程和多样化的参与者。但是, 正是这种多样性和复杂性使得建筑施工安全变得至关重要。建筑施工的本质决定了它存在着各种潜在的危険和风险, 这些危険和风险可能对工人、项目进度和周围环境造成严重威胁。所以, 建筑施工安全不仅仅是一项法定要求, 更是确保工程成功完成和维护社会稳定的关键因素。

第一, 建筑施工涉及大量的人员和资源, 工地上存在着许多不同的活动, 如挖掘、搬运、焊接、钻孔等。这种活动的多样性带来了各种潜在的危険, 如高处坠落、机械伤害、电击等。如果不加以妥善管理, 这些危険可能导致严重的事故和伤害, 甚至危及人的生命。所以, 建筑施工现场必须严格遵守安全规定和标准, 以最大程度地减少潜在风险。

第二, 建筑施工的进度通常是严格限定的, 任何延误都可能导致额外的成本和资源浪费。安全问题的发生往往会导致工程的暂停或延期, 这不仅会对建筑公司造成经济损失, 还会影响到业主和投资者的利益。

所以, 建筑施工安全不仅仅关乎工人的健康和生命, 还涉及项目的经济可行性和成功完成。

## 2 风险评估在建筑施工中的作用

在建筑施工行业, 风险评估是确保工程成功完成和保障安全的关键工具。风险评估是一项系统性的过程, 旨在识别、分析和评估潜在的危険和风险, 以便采取适当的措施来减轻或消除这些风险。

### 2.1 风险评估的重要性

风险评估是建筑施工安全管理的基础<sup>[1]</sup>。它有助于建筑团队全面了解工程中存在的潜在风险和危険因素。通过系统性的风险评估, 工程团队能够确定哪些活动、过程或区域可能存在潜在的风险, 从而能够采取适当的预防措施。这种提前的风险识别有助于避免事故的发生, 降低了施工过程中的不确定性。风险评估的重要性体现在以下几个方面: 一是避免事故风险: 风险评估可帮助识别潜在风险, 从而采取相应措施来降低或消除这些风险。通过了解各种可能的风险因素, 工程团队能够及时采取预防措施, 从而避免事故的发生, 保障工人的安全。

二是提高工作效率: 通过风险评估, 团队能够识别出造成工程进展缓慢或影响工作效率的潜在风险。通过采取相应的预防措施, 团队可以提前解决问题和障碍, 确保工程按时完成, 提高工作效率。

### 2.2 风险识别和分析

风险评估过程包括风险的识别和分析<sup>[2]</sup>。在风险识别阶段, 建筑团队会仔细检查工程的各个方面, 包括工作环境、工程设计、材料选择等, 以确定潜在的

风险因素。这些因素可以包括高处作业、电气危险、化学品暴露、重物搬运等。在风险分析阶段,团队会评估每个识别出的风险的严重性和可能性。这有助于确定哪些风险需要先处理,以及应该采取哪些措施来减轻这些风险。

### 2.3 风险评估的方法

风险评估可以采用多种方法,包括定性和定量方法。定性方法通常涉及专家判断和经验,用于识别和分析潜在风险。而定量方法则涉及使用数据和统计工具来量化风险的严重性和可能性。无论使用哪种方法,风险评估都需要综合考虑多个因素,包括工程设计、施工方法、工人培训等。

### 2.4 预防措施的制作

风险评估的一个重要输出是确定和制定预防措施。根据风险的严重性和可能性,工程团队可以制定相应的控制措施,以减轻或消除风险。这些措施可能包括培训工人、提供安全设备、修改工程设计、实施监测和检查等。风险评估确保措施的针对性和有效性,有助于最大程度地降低风险。

## 3 常见建筑施工安全风险及其预防措施

在建筑施工过程中,存在着各种潜在的危险和风险,这些风险可能对工人、项目进度和公众安全构成威胁。

### 3.1 高处坠落风险

高处坠落是建筑施工中最常见的事故之一<sup>[3]</sup>。工人在搭建和维护建筑结构时,经常需要在高处工作,如果不采取适当的预防措施,就可能发生坠落事故。为预防高处坠落,应采取以下措施:

1. 提供安全扶手和护栏,确保工人在高处有足够的支撑。
2. 配备工人必要的个人防护装备,如安全带和头盔。
3. 提供培训,确保工人了解高处工作的危险,并知道如何正确使用安全设备。

### 3.2 电击风险

电气工作是建筑施工中的另一个潜在风险源。使用电动工具和设备时,工人可能会受到电击。为减轻电击风险,可以采取以下措施:

1. 确保所有电气设备和线路都经过定期维护和检查。
2. 工人应接受电气安全培训,了解如何正确使用电气设备。
3. 在湿润环境中,使用绝缘的工具和设备,以减

少电击的可能性。

### 3.3 化学品暴露风险

在建筑施工中,常常需要使用化学品,如油漆、溶剂和腐蚀性物质。不正确的使用和储存化学品可能导致工人受到化学品暴露<sup>[4]</sup>。为预防化学品暴露风险,可以采取以下措施:

1. 存储化学品在专门设计的储存区域,远离高温和火源。
2. 工人应佩戴适当的个人防护装备,如护目镜和化学防护服。
3. 提供工人必要的化学品安全培训,包括急救措施。

### 3.4 机械伤害风险

机械设备在建筑施工中起着关键作用,但不正确的使用或维护机械设备可能导致工人受伤。为减轻机械伤害风险,可以采取以下措施:

1. 确保机械设备定期接受维护和检查,以确保其正常运行。
2. 工人应受过培训,了解如何正确操作和维护机械设备。
3. 在机械设备周围设置明确的安全区域,以防止工人进入危险区域。

## 4 建筑施工安全管理的实施

建筑施工安全管理是确保工程顺利进行并最大程度地减少潜在风险的关键要素之一。在实际施工中,成功的安全管理需要综合考虑各个方面,包括计划、培训、监督和反馈。以下将结合一个现实实际案例,探讨建筑施工安全管理的实际实施过程。

案例背景:考虑一家大型建筑公司,该公司正在进行一项高层住宅大楼的施工项目。这个案例将帮助相关人员了解如何在建筑施工现场实施安全管理。

### 4.1 制定安全计划

在施工项目开始之前,建筑公司先制定了详细的安全计划。这个计划包括对潜在危险的风险评估,识别可能存在的高处坠落、电击、机械伤害等风险。根据这些评估,安全团队制定了相应的控制措施,例如建立护栏、提供个人防护装备、定期检查电气设备等。

### 4.2 培训和教育

在项目启动之前,公司为所有员工提供了安全培训。培训内容包括工地规则、使用安全设备的方法、识别危险的能力等。让工人认识到如何在高处工作、如何操作机械设备、如何处理化学品等。另外,工人

还接受了紧急情况下的急救培训,以便能够快速应对意外事件。

#### 4.3 建立监督和反馈机制

在施工现场,安全监督团队负责确保安全措施的实施。他们进行定期巡视,检查护栏、个人防护装备的使用情况,以及电气设备的状态。如果发现违规行为或潜在风险,监督团队会立即采取措施,例如责令停工,要求工人遵守安全规定。另外,工人被鼓励主动报告安全问题,公司建立了匿名举报机制,以确保安全问题得到及时处理。

#### 4.4 持续改进

安全管理不仅仅是一次性的工作,而是一个持续改进的过程。公司在项目进行期间定期召开安全会议,回顾之前的安全记录,分享经验教训,并提出改进建议。这种反馈机制有助于不断提高安全标准,减少事故发生的可能性。

通过以上案例,可以看到建筑施工安全管理的实际实施需要全面考虑安全计划、培训、监督和持续改进。在这个案例中,公司通过制定安全计划,提供全面的培训,建立监督机制,并持续改进安全标准,成功地确保了项目的安全进行。

建筑施工安全管理的实际实施在每个项目中都至关重要,无论项目规模大小。只有通过全员参与和严格遵守安全标准,才能有效降低潜在风险,保障工人和公众的安全,最终实现工程的成功完成。这个案例展示了如何在建筑施工中将安全管理融入项目的方方面面,以确保工程的顺利进行。

### 5 未来展望

建筑施工安全管理在过去几十年取得了显著的进展,但仍然面临着不断变化的挑战和机遇。随着技术、法规和社会需求的不断演变,建筑施工安全管理将在未来经历新的发展和变革。

#### 5.1 技术的应用

未来,建筑施工安全管理将更多地依赖于先进技术的应用。无人机、传感器技术、虚拟现实和增强现实等新技术将用于监测施工现场、培训工人和模拟危险情境。这些技术将提供更全面的数据和分析,帮助预测和预防事故。

#### 5.2 自动化和机器人技术

自动化和机器人技术将在建筑施工中扮演越来越重要的角色。自动化设备和机器人可以用于执行危险

任务,如高处作业和危险化学品处理,从而减少工人的风险暴露。另外,机器人也可以用于施工过程的监督和质量控制,提高工程的效率和精度。

#### 5.3 智能安全管理系统

未来的建筑施工安全管理系统将更加智能化和自适应。这些系统将能够实时监测施工现场的安全状况,自动识别潜在风险,并提供实时警报和建议。这种智能系统将有助于迅速应对突发情况,减少事故的发生。

#### 5.4 绿色和可持续安全管理

随着可持续建筑和环保意识的增强,建筑施工安全管理也将更加注重环保和可持续性。安全措施将与环保措施相结合,以确保施工对环境的影响最小化。另外,安全培训也将包括可持续性的内容,培养工人的环保意识<sup>[5]</sup>。

#### 5.5 法规和标准的演进

建筑施工安全管理将受到不断演进的法规和标准的影响。政府和国际组织将继续更新和改进安全法规,以适应新的技术和挑战。建筑公司需要密切关注这些法规的变化,并不断调整安全管理实践以符合要求。

### 6 结论

建筑施工安全管理是确保工程成功完成和工人、公众安全的关键要素。通过风险评估和预防措施,可以降低高处坠落、电击、化学品暴露、机械伤害和坍塌等常见风险的潜在危害。但是,未来的挑战将要求采用先进技术、自动化和智能系统,并遵守不断演进的法规和可持续性标准。建筑行业需要继续努力,以确保施工安全成为行业的核心价值,并为可持续和安全的建筑环境做出贡献。

### 参考文献:

- [1] 时银萍. 浅析建筑工程施工安全风险策略[J]. 房地产世界,2022(12):146-148.
- [2] 杜世焯. 装配式建筑施工安全管理要点分析[J]. 砖瓦,2022(01):64-65.
- [3] 赵金娜. 建筑施工危险源安全管理机制研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2010.
- [4] 任庆显. 风险控制建筑施工安全管理中的应用研究[D]. 济南:山东大学,2009.
- [5] 卢建东. 提高建筑施工安全管理水平的策略分析[J]. 企业技术开发,2015,34(30):161-162.

# 法定计量检定机构考核中的质量管理体系构建

范小飞

(湖北省襄阳市公共检验检测中心, 湖北 襄阳 441000)

**摘要** 法定计量检定机构作为质量控制的重要一环, 其质量管理体系的构建对于保障检定结果的准确性和可靠性具有重要意义。本文从被考核者角度出发, 结合 JJF 1069-2012《法定计量检定机构考核规范》的要求和实践经验, 提出了一个质量管理体系构建的大纲。通过明确目标和方针、落实职责与授权、规范工作流程和程序、遵循标准与规范、有效的资源配置、检定、校准和检测的实施并持续改进, 旨在对促进法定计量检定机构构建科学合理的质量管理体系有所裨益, 从而提升其质量水平, 保证计量检定工作的精确性与权威性, 以满足社会对计量准确性的需求。

**关键词** 法定计量检定机构考核; 质量管理体系; 资源配置

**中图分类号**: F203

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0091-03

法定计量检定机构的质量管理体系构建对于保障计量检定的准确性、可靠性和权威性具有重要意义。通过建立科学有效的质量管理体系, 可以提高检定机构的管理水平和服务质量, 增强竞争力。同时, 质量管理体系的构建也有助于规范计量检定、校准和检测过程, 确保公正、公平、可追溯的检定、校准和检测结果。另外, 质量管理体系的构建还可以提高法定计量检定机构的内部管理效率和工作效能。通过明确职责和授权, 规范工作流程和程序, 确保各项工作按照标准和规范进行, 可以降低错误和失误的发生, 提高工作的准确性和效率。同时, 合理管理设备和测量仪器, 保证其精度和可靠性, 对于保障检定结果的准确性非常重要, 为社会经济发展提供可靠的技术支持和保障。

## 1 质量管理体系规划和组织

为了确保法定计量检定机构的质量管理体系在考核中取得好的成绩, 可以从以下三个方面进行规划和组织。

首先, 明确质量管理体系的目标和方针。作为被考核者, 需要深入理解国家政策和法律法规, 结合自身实际情况, 确立符合机构整体目标的质量管理体系目标和方针。在确定目标和方针的过程中, 需要充分考虑机构业务特点、服务领域、技术水平及客户需求等因素, 确保目标和方针能够真正反映机构的发展需求, 同时具有可操作性和可衡量性。

其次, 制定质量管理体系文件。为确保各项工作具有明确的责任和流程, 实现质量管理体系的有效运行, 在制定质量管理体系文件时应遵循标准化、规范

化和可持续化的原则, 并依据考核标准和实际情况, 向审核员提供清晰、精简、易懂的文档<sup>[1]</sup>。质量手册、程序文件、作业指导书等文档中应包含具体而详细的内容和要求, 确保所有工作过程可追溯、可控制。此外, 需要建立文件编写、审核、批准和发布等流程, 确保质量管理体系文件的准确、全面和及时。

最后, 组织质量管理体系的宣传和培训。质量管理体系构建需要各层次员工的支持和参与, 因此必须通过有效的宣传和培训, 提高员工对质量管理体系的意识和认识, 并使其具有实施质量管理体系的能力。同时, 还应针对不同岗位和级别的人员, 制定相应的培训计划和培训内容, 确保每位员工都能够理解和掌握质量管理体系的要求和操作。

## 2 职责与授权

在职责与授权方面的思考应包括明确各级管理和技术人员的职责, 确保相关人员了解其职责并提供必要的资源和支持, 以及授权合适的人员参与质量管理体系的运行和改进。通过合理的分工和授权, 可以实现质量管理体系的有效运行, 提升机构的整体质量水平。

首先, 明确各级管理和技术人员职责。作为被考核者, 需要明确各级人员在质量管理体系中的具体职责, 这些职责应与机构的整体目标相一致, 并在质量管理体系文件中得到明确记录和说明。职责的明确性能够让相关人员清楚地知道自己在质量管理体系中所扮演的角色, 并能够更好地履行职责。

其次, 确保相关人员了解其职责, 并提供必要的资源和支持。被审核者应采取措施, 确保每位相关人

员充分了解自己在质量管理体系中的职责,并能够正确理解和应用相关的政策、规程和工作指引。此外,被审核者还需提供必要的资源和支持,包括人力、物力、技术支持等,使相关人员能够有效地履行职责,并推动质量管理体系的持续改进。

最后,授权合适的人员参与质量管理体系的运行和改进。质量管理体系的有效运行需要各个层级的员工共同参与,机构应根据职责和能力,合理授权适当的人员参与质量管理体系的相关工作。在授权过程中,要确保被授权人具备相应的培训和资质,能够胜任所承担的任务。同时,机构还需建立明确的授权程序和流程,确保授权的合法性和有效性。

### 3 工作流程和程序

在工作流程和程序方面的思考应包括制定相应的程序文件、督促员工按照程序要求履行工作职责,以及进行定期的内部审核。通过规范的工作流程和程序,可以确保工作的准确性和一致性,提高工作效率和质量。同时,积极进行内部审核,可以及时发现问题和风险,推动工作的持续改进<sup>[2]</sup>。

首先,制定程序文件。被审核者需要根据工作流程和程序的要求,制定相应的程序文件。这些文件应包括详细的操作步骤、时间要求、责任人和相应的工作要求等内容。程序文件的制定应依据机构的质量手册,参考相关标准和规范,结合机构自身运行情况,力求各部门协调一致,确保工作流程的统一性和有效性。

其次,督促员工按照程序文件的要求履行工作职责。机构需要确保所有员工了解并理解程序文件中的要求,以及自己在工作流程中扮演的角色。通过培训和沟通,让员工清楚工作的目标和标准,明确自己的职责和义务。同时,建立有效的监督机制,对员工的工作执行进行监控和评估,确保工作按照程序要求进行。

最后,进行定期的内部审核。受审人必须按照计划时间表及书面流程,对自己的工作进行定期的内审,以确定自己的工作是否与管理系统及评估准则一致。通过内审,能够及时识别出问题、风险,并对其进行修正。内审方案应当涵盖整个管理系统,包括检验、校准、测试等内容。

### 4 标准与规范

作为被考核者,在标准与规范方面的思考应包括确保质量管理体系符合适用的国家和行业标准与规范要求,对关键的技术依据文件进行评审和控制,以及制定标准和规范的宣传和培训计划。通过遵守相关标准和规范,可以提高工作质量和效率,满足客户需求,

并推动组织的持续发展。

首先,确保质量管理体系符合适用的国家和行业标准要求。作为被考核者,需要对质量管理体系中的各项要求进行全面了解,并确保其与适用的国家和行业标准与规范保持一致。应该积极参与标准制定和修订的过程,关注相关行业的发展动态和最新要求,及时将其反映到质量管理体系中。同时,定期检查和评估质量管理体系的符合性,发现问题并及时进行修订和改进。

其次,机构使用的技术依据,包括对检定规程、校准规范、检验规则依据文件等技术文件进行评审和控制。需要认识到关键的技术依据文件对于工作的影响和重要性。应该定期对关键的技术依据文件进行评审,确保其准确性和有效性。通过与相关专家和部门的合作,可以更新和修订技术标准,以适应新的技术和市场要求。在工作中,要严格遵守技术标准的要求,确保产品和服务的质量达到预期目标<sup>[3]</sup>。

最后,制定标准和规范的宣传和培训计划,需要确保员工理解并遵守相关标准和规范的要求。应制定宣传和培训计划,将标准和规范的内容传达给所有员工,并提供必要的培训和指导。通过培训,可以帮助员工了解标准和规范的重要性,掌握其具体要求,并将其应用到实际工作中。同时,应该建立反馈机制,让员工能够及时反馈标准和规范的执行情况,以便进行修订和改进。

### 5 有效的资源配置和管理

机构为了保证所配置的资源满足所开展的工作的要求,必须提供所开展的检定、校准和检测服务项目的一览表。

首先,合理配置人员。机构应当按照工作要求,配备适当的管理、技术、监督、检验、校准、检验人员。每个检定和校准项目至少要有两名相应的人员。与本工工程有直接关系的人员,须经培训,具有相应的技术及知识,并经过考核获得批准后,方可取得资格证书。

其次,必要的设施和环境条件。机构应保证其所处的环境条件不会导致测试结果失效,也不会对测试质量造成不利影响,并加强对环境条件的控制,特别是生物消毒、粉尘、电磁干扰等。在实验室设备的管理上,当邻近地区的各种活动相互干扰时,应当采取有效的隔离措施。控制影响检定、校准及测试品质区域的出入及使用,采取行动以保证实验室环境整洁。

最后,建立合理的设备制度。机构必须配备正确进行检定、校准和检测所要求的所有抽样、测量和检测设备。围绕设备配置、设备性能、设备使用、设备

记录和设备管理等建立一套制度。需要建立设备档案,记录设备的基本信息、使用情况以及维护和校准记录,以便日后查询和追溯。加强对设备的购置、验收、维护和报废等方面的管理。在购置设备时,应根据实际需求和技术要求进行选择,并确保设备的质量和性能符合标准和规范要求。在设备验收时,应严格按照相关程序进行检查和测试,确保设备满足使用要求。同时,还需要建立设备维护和报废的制度,及时对设备进行保养和维修,记录相关信息和数据,并对老化或无法修复的设备进行及时报废<sup>[4]</sup>。

## 6 检定、校准和检测的实施

首先,科学地进行检定、校准和检测方法的确认。实施计量检定时,机构应采用国家计量检定规范,在没有规范的情况下,可以采用部门或地方的计量检定规范,同时,计量检定规范必须为当前有效的版本。实施校验时,机构应当采用适合的国家所制订的校验标准,并且要有评估自身校验与测量能力以及测量不确定度的程序。

其次,加强服务和供应品的采购管理。从采购过程、采购信息、服务和供应品的验证等三个方面入手,机构要具备选择和购买影响检定、校准、检测质量的服务以及供应品政策和形成文件的程序,此外,也要有购买、验收和存储与之相关的试剂、耗材的程序。

最后,加强对原始记录 and 数据处理管理。从记录内容、记录时机、记录改动等三个方面入手加强控制。机构应按规定的要求设计和确定各项检定、校准和检测记录的格式和内容,并按体系文件的管理程序确定记录的标识和编号。同时对各类记录规定合适的保存期限,对记录的所有改动应有改动人的签名或签名缩写,对电子记录应采取同等措施。

## 7 持续改进和客户满意度

持续改进和客户满意度是每个组织都应该重视和关注的方面。如何建立持续改进的机制和提升客户满意度是值得关注的。

首先,建立内部审查和管理评审机制是必要的。内部审查可以对组织的运行情况进行全面检查和评估,发现问题和不足之处,并提出改进的建议和措施。同时,管理评审可以定期对质量管理体系进行评估,确保其持续有效运行。机构应制定程序文件,编制内部审核计划,实施结果要有记录<sup>[5]</sup>。

其次,收集和分析客户反馈信息至关重要。客户的满意度直接关系到组织的形象和业务发展。通过各种渠道,如电话、邮件、在线调查等,主动收集客户

的反馈意见和建议。同时,对于客户的投诉,应及时处理,解决问题,并采取适当的补救措施。通过充分了解客户需求和关注客户反馈,不断改进产品和服务,提高客户满意度。

另外,纠正措施和预防措施也是持续改进的重要环节。机构要制定纠正措施的政策并形成有关文件,委派适当人员在发现不合格作业或与管理系统或技术操作方针及流程背离时采取措施。纠正措施要从查明问题的根源开始,而对问题根源进行分析正是其中最难的一环,由于根本原因不具备显性,因此需要相关人员分析问题产生的潜在因素。此外,在执行了纠正措施之后,还要监测纠正措施的结果,确保措施的有效性。

最后,定期进行质量管理体系的审核和评估是确保持续改进和客户满意度的重要环节。组织内外部审核团队对质量管理体系进行审核和评估,发现问题和机会,并制定改进计划。通过这些评估活动,不断提升质量标准和管理水平,为客户提供更好的产品和服务。

## 8 结语

综上所述,本文针对法定计量检定机构考核中的质量管理体系构建进行了探讨和分析。通过明确目标和方针、落实职责与授权、规范工作流程和程序、遵循标准与规范、有效的资源配置、检定、校准和检测的实施并持续改进等方面的努力,可以帮助法定计量检定机构构建科学合理的质量管理体系,提升质量水平,保证计量检定工作的精确性与权威性,以满足社会对计量准确性的需求。同时,持续改进和客户满意度也是重要的,需要建立内部审查和管理评审机制,收集和分析客户反馈信息,并采取纠正措施和预防措施,定期进行质量管理体系的审核和评估,以不断提高工作质量和客户满意度。通过这些努力,可以推动法定计量检定机构的发展和进步。

## 参考文献:

- [1] 黄智渊. 法定计量检定机构质量管理体系有效性评价的改进及其应用 [D]. 南昌: 南昌大学, 2016.
- [2] 丁保中, 赵冰旭. 《法定计量检定机构考核规范》在国家轨道衡计量站哈尔滨分站的应用 [J]. 衡器, 2021, 50(11): 27-30.
- [3] 刘娜, 冯锦博. 关于法定计量检定机构的管理体系有效性探究 [J]. 计量与测试技术, 2017, 44(10): 117-119.
- [4] 龙华. 法定计量检定机构质量管理体系的构建与完善研究 [J]. 科学中国人, 2017(23): 145.
- [5] 肖舒雅. 省级法定计量检定机构检测服务中的问题研究 [D]. 郑州: 河南大学, 2021.

# 电力企业预算管理与绩效评价的优化路径分析

韦慧玲

(国网安徽省电力有限公司马鞍山供电公司, 安徽 马鞍山 243000)

**摘要** 电力企业作为关系国家能源安全和社会经济发展的关键行业,其预算管理与绩效评价的优化具有重要意义。本文首先对预算管理与绩效评价进行了简述,为本文建立坚实的理论基础,之后通过深入分析电力企业预算管理与绩效评价的现状,提出一系列优化路径,包括更新预算管理观念、健全企业预算管理制度、提高企业财务人员的综合素质以及优化企业绩效评价结构,旨在能够为促进电力企业更好地适应市场竞争、提高资源利用效率、激励员工创新和提高绩效提供借鉴,最终实现企业战略目标。

**关键词** 电力企业; 预算管理; 绩效评价

中图分类号: F275

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0094-03

电力企业在供应清洁能源、维护电网稳定、满足社会需求等方面发挥着不可或缺的作用。然而,随着市场竞争加剧和技术进步,电力企业也面临着日益复杂的挑战。在这种背景下,预算管理与绩效评价成为管理电力企业的重要工具,有助于实现有效资源分配、财务稳健和员工激励。然而,传统的管理方法和观念可能已经不再适用于现代电力企业的需求。因此,本文将深入探讨电力企业预算管理与绩效评价的现状和问题,并提出一系列优化路径。

## 1 预算管理与绩效评价的简述

预算管理与绩效评价是组织管理中两个关键的管理工具,有助于确保组织的有效运营、资源的合理分配和持续改进。

预算管理是一种管理方法,通过计划、监控和控制组织的财务和非财务资源,以确保达到预定目标和目标,包括制定和执行预算,这是在一定时期内列出的资金支出和收入的计划。预算管理有助于组织管理支出、提高资源利用率、确保资金可用性,以及评估绩效并进行决策。

绩效评价是一种评估组织、部门、项目或个人绩效的过程,以确定它们是否达到了预定的目标和标准。绩效评价是一种重要的管理工具,有助于识别问题、表扬卓越,提供反馈,并支持决策制定<sup>[1]</sup>。

预算管理和绩效评价是组织管理的两个核心方面,它们协助组织设定目标、规划资源、监控绩效、提供反馈和支持决策制定,从而实现可持续的成功,预算管理和绩效评价通常相互关联,协同工作以实现组织的战略目标。

## 2 电力企业预算管理与绩效评价的问题

### 2.1 电力企业预算管理存在的问题

#### 2.1.1 预算管理缺乏企业战略目标指导

电力企业预算管理中的一个常见问题是缺乏明确的企业战略目标指导,在制定和执行预算时,企业未能充分考虑到战略方向和目标,从而可能导致以下问题:第一,在缺乏战略指导的情况下,企业难以确定哪些项目、部门或活动应该获得优先资源支持,导致资源的分配不均衡,一些重要的战略项目可能被忽视,而其他不太重要的项目可能获得过多资源。第二,缺乏战略目标的指导可能导致不同部门或团队之间的预算计划不一致<sup>[2]</sup>。不同部门可能会制定自己的预算,但这些预算可能不一定符合整体战略方向,缺乏协调。第三,缺乏明确的战略目标和指导使得绩效评价变得困难,因为没有明确的预期结果,评估实际绩效是否与战略目标一致就变得模糊不清。

#### 2.1.2 预算管理体系有待完善

在电力企业预算管理体系中,存在管理不透明、低效、难以控制和难以适应变化的问题。其中,预算管理体系缺乏明确的制度和流程,导致各个部门和团队对预算制定和执行的理解存在差异。如果预算管理体系未能充分整合数据收集和处理过程,那么数据的获取和分析可能会变得繁琐和耗时,则导致信息滞后,使得管理人员无法做出实时决策。同时,在电力企业预算管理中,预算管理体系缺乏现代化的技术支持,如预算编制软件、绩效管理系统和数据分析工具,手工处理和人为错误的增加,同时降低效率。预算管理体系也没有明确定义和传达预算的目标和指标,使得难以评估是否实现了预算计划中的目标,并为员工提

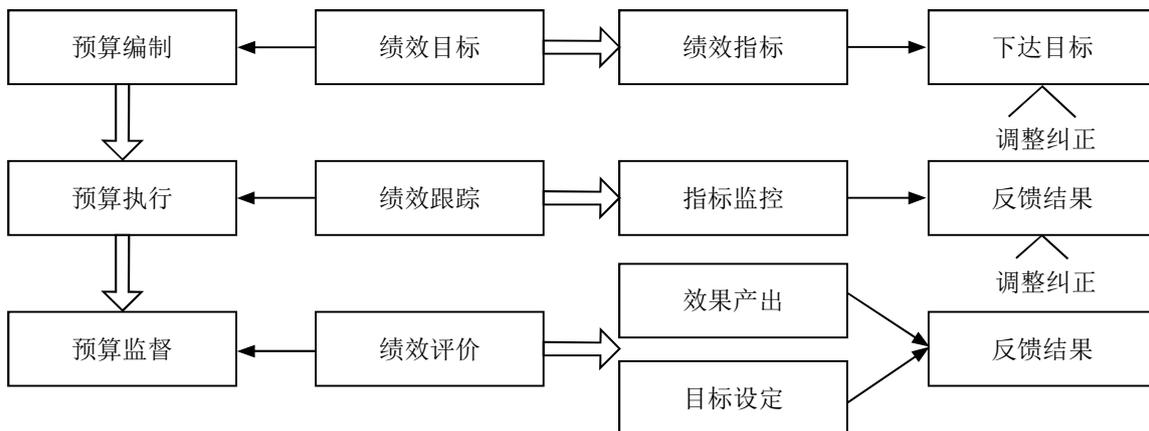


图 1 预算管理与绩效评价

供明确的方向。同时，在电力企业预算管理中，预算管理体系缺乏灵活性，无法适应市场、技术和法规等方面的变化，导致预算过时，无法应对新的挑战。

## 2.2 电力企业绩效评价存在的问题

### 2.2.1 电力企业绩效评价的激励性有待加强

电力企业绩效评价的激励性问题在国有企业中尤为突出，因为这些企业受到国家控制，其管理模式相对传统，绩效评价方式相对温和，员工之间的差异并不明显，主要以职称、年龄等相对客观稳定的因素作为绩效评价的标准，激励性有待增强。在市场调节为主的情况下，企业需要更加灵活和激励性的绩效评价来激发员工的积极性和创造力，提高企业的竞争力。在电力企业绩效评价中，以职称、年龄等传统标准作为绩效评价的主要依据，限制了员工的积极性和创造力，无法反映员工在工作中的实际贡献，从而导致一种平庸文化，员工缺乏动力去超越最基本的要求<sup>[3]</sup>。同时，电力企业在市场竞争中需要不断创新和提高效率，传统的绩效评价方式无法激发员工积极参与改进和创新，导致企业在市场上的竞争力相对较弱。

### 2.2.2 电力企业绩效评价结构有待完善

电力企业绩效评价结构的完善问题与建立一套更全面的、多角度考核员工业务能力和综合素质的绩效评价体系密切相关。当前，许多电力企业的绩效评价结构仍然不够完善，主要以传统的考核标准，如以职称和工龄为主，而不足以全面反映员工的实际价值和贡献。目前的绩效评价结构可能缺乏多维度的考量，不足以综合评估员工的综合素质，员工只专注于满足最基本的要求，而不愿意付出额外努力来提高业务能力和综合素质。由于电力企业员工大多是编制内的，工资和绩效标准相对固定，员工感到没有动力去追求更高的工作绩效，降低了员工的工作热情和积极性。

同时，绩效评价结构缺乏灵活性，无法根据不同岗位的特性和员工的个人发展需求进行调整，限制了员工的发展和提升机会。

## 3 电力企业预算管理与绩效评价的优化路径

### 3.1 更新预算管理观念

电力企业在优化预算管理和绩效评价方面，迎来了一项重要的改革路径，那就是更新预算管理观念。传统的预算管理方式逐渐显得过时，无法有效因应如今电力市场和业务环境的快速变化<sup>[4]</sup>。因此，电力企业积极探索新的管理观念，以更好地适应当代经济所带来的各种挑战，并在预算管理领域实现更高的效率和效果。

如表 1 所示，更新预算管理观念主要包含从固定预算到灵活预算、重视长期规划、促进跨部门协作、引入技术和数据分析四个方面。通过更新预算管理观念，电力企业可以更好地适应现代经济环境，提高预算管理的适应性和效率，实现更好的绩效评价和业务成果，有助于电力企业更好地实现其战略目标和服务社会的使命。

### 3.2 健全企业预算管理制度

一个完善的预算管理制度可以帮助企业更好地规划、执行和监控预算，确保资源的有效分配和绩效的持续改进。因此，要制定明确的预算管理目标，例如提高财务稳健性、支持战略目标、提高资源利用效率等。同时，明确遵循的原则，如透明度、公平性、可比性和灵活性。以及制定详细的预算编制流程，包括责任部门、时间表、数据来源和审核程序等，确保每个步骤都清晰可行，有明确的审核和批准程序。还需要确定各个部门和员工在预算编制和执行中的责任和权限，建立负责制，确保每个人都了解其在预算管理中的角色，以及制定预算编制的详细指南，包括指标的定义、

表1 更新预算管理观念

观念	描述	数据
1. 从固定预算到灵活预算	采用更灵活的预算方法,如滚动预算或活动基础预算,以适应市场波动和需求变化。	①滚动预算:每季度调整一次预算。 ②活动基础预算:根据特定项目或活动制定临时预算。
2. 重视长期规划	考虑长期可持续性、创新和投资,支持电力企业的战略目标。	①制定5年和10年的长期规划。 ②设立长期可持续性目标。
3. 促进跨部门协作	鼓励各部门之间协作,确保预算与整体战略一致,提高资源分配和利用效率。	①定期跨部门会议和协作项目。 ②共享数据和信息资源。
4. 引入技术和数据分析	利用现代技术和数据分析工具,提高预算制定和执行的精确性和效率。	①购置预算编制软件。 ②实施绩效管理系统。 ③数据分析工具用于市场分析和需求预测。

计算方法、数据来源和公式等,确保标准化和一致性。预算管理制度还应该强调长期和短期规划的结合,除了年度预算外,还应考虑中期和长期规划,以支持企业的战略目标<sup>[5]</sup>。通过健全企业预算管理制度,电力企业可以更好地规划和执行预算,实现资源的有效分配,提高绩效评价的准确性和可操作性,从而实现业务目标并提高长期竞争力。

### 3.3 提高企业财务人员的综合素质

财务人员在预算管理和绩效评价中扮演着关键角色,他们需要具备广泛的知识和技能,以更好地支持企业的财务健康和绩效改进。财务人员应定期更新财务知识,包括会计原则、财务报告标准、税法和金融管理等方面,他们需要紧跟国际和国内的财务法规和标准的变化,以及提供绩效管理培训,帮助财务人员了解如何设置和跟踪绩效指标,如何与其他部门协作,确保绩效目标的实现。财务人员需要具备数据分析技能,以能够更好地理解财务数据,并从中提取有用的见解,有助于更好地支持预算编制和绩效评价。同时,财务人员需要具备战略思维,了解企业的长期目标和战略,以确保预算和绩效评价与战略一致。通过提高企业财务人员的综合素质,电力企业可以更好地支持预算管理和绩效评价,提高财务决策的质量和效率,从而实现长期的财务健康和绩效改进。

### 3.4 优化企业绩效评价结构

科学合理的绩效评价结构旨在帮助企业更好地评估员工的贡献,激励员工提高绩效,对企业整体目标产生积极影响。第一,要明确关键业务指标(KPIs),并为每个KPI分配适当的权重,以确保对企业目标的贡献被合理评估。第二,确保评价指标与企业战略目标直接相关,员工应该能够理解他们的工作如何支持组织的长期愿景。第三,考虑多维度的绩效指标,包

括财务、客户、内部流程、学习与发展等,以更全面地评估员工的绩效。第四,设定具有挑战性的目标,鼓励员工不断超越自我,实现更高水平的绩效,评价结构应考虑员工个人发展,鼓励员工不断学习、成长和提高综合素质。第五,引入360度评价机制,让多方面的评价者(领导、同事、下属、客户等)参与评价,以获得更全面、客观的评估结果。

## 4 结语

总之,在不断发展和变化的电力行业中,预算管理与绩效评价的优化路径具有至关重要的意义。通过更新管理观念、健全管理制度、提高员工素质以及优化绩效评价结构,电力企业将能够更好地应对市场竞争、提高资源利用效率和激励员工创新,不仅有助于企业实现财务稳健和长期战略目标,还能够推动整个行业的可持续发展。在未来,电力企业将面临更多挑战和机遇,包括新能源技术的发展、能源政策的变化和客户需求的不断演变。因此,持续优化预算管理与绩效评价的方法和机制将成为电力企业在这个竞争激烈的领域中取得成功的关键。

## 参考文献:

- [1] 王鹭. 电力企业预算管理与绩效评价的优化策略[J]. 财讯, 2023(10):86-88.
- [2] 陈婧. 电力企业预算管理与绩效评价的优化策略研究[J]. 财富生活, 2021(24):109-111.
- [3] 白晓燕. 企业预算绩效管理的实施对策[J]. 商讯, 2021(09):104-105.
- [4] 陈颖之. 电力企业预算管理及预算绩效管理的深度融合[J]. 现代经济信息, 2019(22):233.
- [5] 陈重源. 电力企业预算管理中存在的缺陷及完善措施[J]. 大众投资指南, 2019(22):117-118.

# 采油井场数据采集常见通讯故障分析

赵瑞娟

(胜利油田党校(培训中心), 山东 东营 257000)

**摘要** 胜利油田油气生产信息化以来,大量的无线仪表在采油井场安装使用,采油井场实现了温度、压力、电参等生产数据的实时采集和远程启停井、远程调节参数等功能。为了保障网络快速、稳定地传输数据,在遇到网络通讯故障时必须快速消除故障。本文主要介绍了采油井场数据实时传输过程中常见的网络故障现象、产生故障的原因以及故障排查方法,以期为相关人员提供参考。

**关键词** 采油井场; 数据采集; 通讯故障

**中图分类号:** TE3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2023)11-0097-03

胜利油田油气生产信息化建设以来,大量的仪器仪表在生产现场安装使用,采油井场实现了温度、压力、电参等生产数据的实时采集和远程启停井、远程调节参数等功能<sup>[1]</sup>。各井场、站场采集的数据最终通过网络传送到采油厂管理区油气生产运行指挥平台的 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, 数据采集与监视控制系统) 系统,操作员站利用 SCADA 系统监视各井场、站场的生产数据,对井场、站场的生产设备进行远程启停或远程调参<sup>[2]</sup>。

## 1 网络概况

胜利油田油气生产信息化网络系统以有线网络为主,无线网络为辅,采用了无线和有线混合组网技术<sup>[3]</sup>。大多数油井井场采用无线网络进行生产数据传输,生产数据经 RTU (Remote Terminal Unit, 数据采集远程终端单元) 以及井场交换机发送到附近的通讯基站,基站之间采用光缆连接或是采用无线中继方式级联。站场内生产数据传输优先选用有线网络。

站场内使用的汇聚交换机采用的是工业以太网交换机,井场、站场使用的终端接入网络设备采用工业以太网交换机或者工业光纤收发器,重要节点设备支持远程网管功能。采油井场安装的无线仪表设备制定统一的通信协议<sup>[4]</sup>。

## 2 常见网络故障

在油气生产指挥中心系统中网络故障的表现比较简单,主要为通讯故障,一般会弹出通讯故障的报警信息。生产管控岗人员只需确认一下,是停电造成的通讯故障还是真正的通讯故障,或者根据通讯故障报的井数和故障点来区分具体的故障原因。但对于生产

管控岗人员处置来说确认不是停电或开关井造成的通讯故障,就只需选择自控仪表故障/网络故障即可。网络故障表现形式为通讯中断,通讯中断类型一般分为两种:通讯一直中断和频繁通讯中断。

### 2.1 通讯一直中断

通讯一直中断常见的原因有以下几个方面。

#### 2.1.1 断电

这也是通讯一直中断最直接的原因。生产现场未按标准化操作流程进行操作,没有等待关井信号传送到生产指挥中心或直接断电,或者其他原因导致采油井场通讯箱内电源被切断,造成采油井场通讯中断。

#### 2.1.2 电源线或网线断线

这是目前采油井场造成网络故障最多的情况之一。井场使用最多的网络传输方式就是网桥传输,单井的生产采集数据通过 RTU 采集后再通过网线连接到无线网桥将数据传输到油气生产指挥中心,部分井场采用的是 DTU (Data Transfer unit, 无线终端模块) 传输。如果电源线或者网线断线数据就无法传出去造成通讯中断。

#### 2.1.3 设备死机

RTU、交换机在井场电压不稳或者过热时就会造成死机。井场通讯杆上的无线网桥也会因雷击、电压不稳或者电流过大造成死机。在设备死机又没有重启之前网络会一直处于通讯中断状态。

#### 2.1.4 设备损坏

设备损坏包括 RTU 损坏、无线网桥供电设备 POE 损坏、开关电源损坏、无线网桥损坏、网桥网口生锈或者网线水晶头松动等<sup>[5]</sup>。

#### 2.1.5 服务器故障、大线停电

生产指挥中心服务器故障、采油井场大线停电等

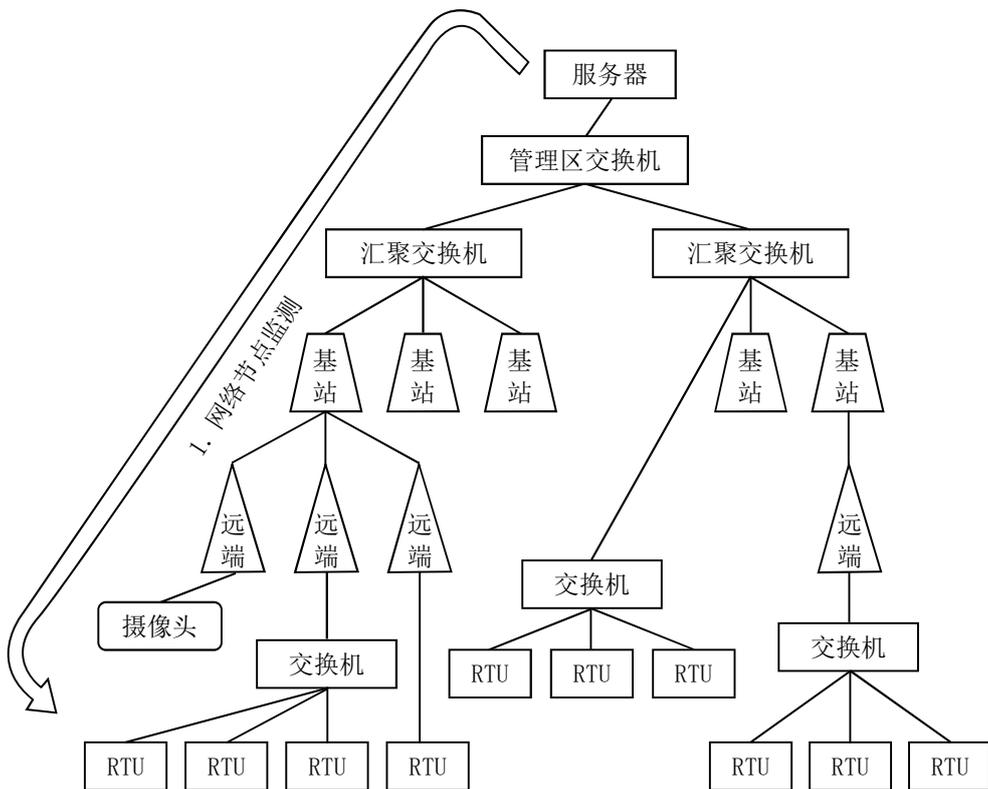


图1 网络节点分布

原因也会造成大面积通讯中断。

### 2.2 频繁通讯中断

在井场采集数据传输过程中使用的无论是无线网桥设备还是DTU设备，出现频繁通讯中断的主要原因是信号差，造成信号差的原因有以下四种：

1. 大风、大雨或其它恶劣天气造成的信号干扰。
2. 无线网桥与基站之间距离过远，造成信号较弱或信号盲区。
3. 网桥与基站之间存在明显遮挡物或周围村庄的天线信号干扰。
4. 设备老化、网口水晶头之间氧化、网线受伤或网线曾经断过导致接触不良等。

### 3 网络故障排查方法

在进行网络故障排查之前要进行以下准备信息，对全网设备信息及时记录并建立了台账，分批建设的及时进行了更新，尤其是RTU、无线网桥等设备分配的IP地址记录全面正确。网络节点分布如图1所示。

#### 3.1 区域网络通讯故障

区域网络通讯故障的表现形式是大面积通讯中断，引起这种情况的原因如下。

##### 3.1.1 供电大线停电

确认生产现场供电大线是否停电。

##### 3.1.2 管理区服务器故障

远程进入区域服务器判断转储工具是否正常运行。如果正常运行，说明服务器没有问题。

##### 3.1.3 管理区交换机故障

查看交换机各指示灯是否正常，如果各指示灯正常，说明交换机没有问题。

##### 3.1.4 基站故障

信息化运维人员确认基站是否出现了故障。

#### 3.2 部分网络通讯故障

引起这种情况的常见原因如下。

##### 3.2.1 汇聚交换机至管理区交换机网络不通

联系通信公司落实判断光纤是否出现了故障。

##### 3.2.2 汇聚交换机故障

查看汇聚交换机各指示灯是否正常。若指示灯异常，说明交换机出现了问题。

##### 3.2.3 ping 基站 IP 不通

在用 ping 命令 ping 基站 IP 时，一般有三种常见故障。一是发现基站至汇聚交换机网路不通，这种情

表 1 DTU 中断

故障现象	故障原因	解决办法
频繁中断	村庄信号干扰	根据现场情况处理
	信号差	
	电源不稳定	
一直中断	电源不稳定	更改设置或更换设备
	网线松动	
	天线坏	
一直恒值	设置不在同一网络内	检查服务器或现场仪表
	DTU 死机	
	服务器死机 仪表没信号	

况一般是网线水晶头损坏或生锈导致网络不通,需要更换网线水晶头。二是 POE 指示灯异常需要更换 POE。三是基站网桥故障,需要利用备件检查基站网桥并更换。

在生产现场最常见的部分网络通讯故障表现为光纤故障、POE 故障、水晶头故障。

### 3.3 单井网络通讯故障(多井场)

当单井通讯出现中断时,首先联系注采人员,排查井场是否施工或者作业,排除因电源断开或施工挖断网线、挖断电源线导致通讯中断。之后,用 ping 命令 ping 油井 RTU IP 地址。一般会有如下两种情况。

#### 3.3.1 远程 ping RTU IP 不通

如果在生产指挥中心无法 ping 通井场 RTU IP,一是派信息化设备运维人员到井场检查供电模块,若指示灯灭,说明供电模块损坏。二是检查井场 RTU 指示灯并判断异常后,现场重启或更换 RTU。三是检查 RTU 至井场交换机网路是否畅通,若不通,一般是网线水晶头或是交换机接口损坏,现场重新制作网线水晶头或是更换交换机接口。

#### 3.3.2 远程 ping RTU IP 通

第一,可能是 RTU 故障,需要远程重启 RTU。第二,可能是网络堵塞,需要利用服务管理器重启 IOMonitor.exe 进程。

## 4 实例分析

### 4.1 大面积通讯中断

2021 年 8 月 5 日 11:40-12:00,胜利油田某管理区生产指挥平台陆续报出 50 口井通讯故障,12:00-14:00 又陆续出现 21 口井通讯中断。下午 14:30 分左右发现现场有停井现象,通知注采站人员统计共发现

17 口井停井。经过分析发现:11:40 分左右所有单井同时通讯中断,原因是汇聚交换机断电导致。随后在交换机重启过程中,所有单井同时进行通讯连接,通讯通道堵塞导致大面积通讯中断,随后对服务器进行重启,通讯恢复。

### 4.2 DTU 中断

在胜利油田的偏远井场或者无法立通讯杆装无线网桥的井场,会采用 DTU 进行数据传输。井场数据传输 DTU 中断常见故障判断及解决方法见表 1。

## 5 结论

在油气生产数据采集过程中,难免会遇到各种各样的网络故障,信息化设备运维人员只要通过故障现象认真分析,在网络运维实践中经常总结,相信故障会很快得到排除,从而保证采油井场数据的实时采集。

## 参考文献:

- [1] 郭念田,孙卫娟.油气(水)井场生产数据采集与监控设备[M].北京:石油工业出版社,2017.
- [2] 于洪庆.油气田 SCADA 和生产信息管理系统[M].北京:石油工业出版社,2017.
- [3] 杭州华三通信技术有限公司.新一代网络建设理论与实践(下)[M].北京:电子工业出版社,2013.
- [4] 陈宪德,王吉坡.油气田生产数据通信与网络传输[M].北京:石油工业出版社,2017.
- [5] 王达.网管员必读——网络组建[M].北京:电子工业出版社,2007.

# 常用可燃气体灾害事故处置应对措施

宋靖康

(山西省晋中市消防救援支队, 山西 晋中 030600)

**摘要** 液化石油气、液化天然气在生活中的应用非常广泛, 其安全性问题也得到了社会各界的广泛关注。这些可燃气体一旦发生事故, 往往会带来非常严重的后果。为了能够有效应对这些可燃气体灾害事故, 本文通过分析液化石油气(LPG)和液化天然气(LNG)这两种常用可燃气体的理化性质, 以及近些年来发生过的燃气爆炸事故, 提出了一系列的应对措施和注意事项, 旨在为提高事故处置的效率和安全性、减少人员伤亡提供参考。

**关键词** 液化石油气; 液化天然气; 灾害事故

中图分类号: X93

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0100-03

随着科技的进步、社会的发展, 液化石油气(LPG)和液化天然气(LNG)在生活中的应用也开始越来越多, 同样伴随着其在生活中的广泛应用, 相对应的安全性问题也呈现上升的趋势<sup>[1]</sup>。因此, 了解和掌握这些可燃气体的基本性质, 以及如何有效、安全地预防和处置相关情况成为一项重要的任务。

## 1 常用可燃气体及其应用

### 1.1 液化石油气

液化石油气(LPG)是一种通过石油进行提炼所产生的一种物品, 其主要成分是丙烷、丙烯、丁烷、丁烯中的一种或者两种, 它在常温常压的状态下呈现气态, 但是在适当的压力下可以轻易地液化, 从而使其更便于存储和运输, 主要通过瓶装供应、管道供应、分配槽车供应这三种模式进行。液化石油气充分燃烧后主要产物是水和二氧化碳, 污染程度较小, 是一种环保的燃料, 不充分燃烧后会产生一氧化碳。

液化石油气的主要用途是家庭烹饪和商业热能供应, 也被广泛用于汽车燃料、工业用途、农业和电力生产等。然而, 随着液化天然气的普及和环保要求的提高, 液化石油气的使用在逐渐减少。尽管在一些偏远地区和特定应用中, 液化石油气仍然是重要的能源, 但是从社会发展的整体而言, 由于液化天然气的优势更为明显, 液化石油气的市场份额正在逐步被液化天然气所取代。

### 1.2 液化天然气

液化天然气(LNG)是天然气在极低温度(约 $-162^{\circ}\text{C}$ )下液化的产物, 主要成分是甲烷, 含有少量的乙烷、丙烷和丁烷等。液化天然气的体积是其气态体积的 $1/625$ , 这使得它在存储和运输方面具有极大的优势。液化天然气的燃烧产物纯净, 几乎没有硫和颗粒物排放, 是一种高效、清洁的能源, 由于它的燃烧产物相

比较液化石油气更加环保, 因此也被认为是目前地球上发现的最干净的能源之一。

液化天然气的主要用途是电力生产和家庭热能供应, 也被用于工业、运输和城市燃气供应等。近年来, 随着环保要求的提高和技术的进步, 液化天然气的应用正在迅速扩大。特别是在电力生产和运输领域, 液化天然气已经成为主要的能源。预计未来, 随着液化天然气基础设施的建设和政策的推动, 液化天然气的使用将更加广泛。

## 2 常用可燃气体的理化性质

### 2.1 液化石油气(LPG)的理化性质

1. 液化石油气的物理性质。液化石油气是一种无色气体或黄棕色油状液体有特殊臭味, 其主要成分为丙烷和丁烷。在常温常压下, 液化石油气呈气态, 但在一定压力下可以被压缩成液态, 体积大大缩小, 方便储存和运输。其液态密度为 $580\text{kg}/\text{m}^3$ , 气态密度为 $2.35\text{kg}/\text{m}^3$ , 气态相对密度为1.686, 相对比空气重, 引燃温度为 $426^{\circ}\text{C} \sim 537^{\circ}\text{C}$ , 燃烧值为 $45.22 \sim 50.23\text{MJ}/\text{kg}$ 。

2. 液化石油气的化学性质。液化石油气在空气中可形成易燃、易爆混合物。其爆炸下限为1.5%, 爆炸上限为9.5%。这就意味着, 当液化石油气与空气的体积比在这个范围内时, 遇到足够的能量源即可引发爆炸。因此, 在使用和储存液化石油气时, 必须时刻谨防泄漏事故。

### 2.2 液化天然气(LNG)的理化性质

1. 液化天然气的物理性质。液化天然气无色、无味、无毒且无腐蚀性, 主要成分为甲烷, 也含有少量的乙烷、丙烷等。在常温常压下, 液化天然气呈气态, 但在 $-162^{\circ}\text{C}$ 的低温和一定压力下, 其可以被冷却成液态, 体积缩小约625倍, 便于储存和运输。液化天然气的气体相对密度(相对于空气)为 $0.58 \sim 0.62$ , 液体相对密度

为 0.42~0.46。

2. 液化天然气的化学性质。液化天然气在空气中也可以形成易燃、易爆混合物。其爆炸下限为 5%，爆炸上限为 15%。这意味着，当液化天然气与空气的体积比在这个范围内时，遇到足够的能量源即可引发爆炸。因此，同理在对液化天然气的使用和储存上，也应严格谨防泄漏事故。

### 3 近些年常用可燃气体灾害事故分析

#### 3.1 擅自更换减压阀致液化气泄漏爆炸

2023 年 6 月 21 日，宁夏银川市兴庆区富洋烧烤店发生燃气爆炸事故，事后经调查发现，该起事故系烧烤店内人员违反有关安全管理规定，擅自操作，导致液化气罐中液化气快速泄漏，引发爆炸，造成 31 人死亡、7 人受伤。

#### 3.2 压钢管严重锈蚀破裂泄漏致爆炸

2021 年 6 月 13 日，湖北省十堰市张湾区艳湖社区的集贸市场发生燃气爆炸事故，事后调查发现，该起事故系天然气中压钢管早已发生严重锈蚀破裂，最终天然气从破裂处泄漏以后聚集在建筑物下方密闭空间内，后来遇到商铺用户排油烟的管道内的着火源发生爆炸，造成 26 人死亡，138 人受伤。

#### 3.3 违规操作致液化气瓶泄漏爆炸

2021 年 1 月 7 日，浙江省绍兴市上虞区曹娥街道小吃店发生燃气爆炸事故，事后调查发现，该起事故系店主在没有关闭液化石油气气瓶阀的状态下就违规操作更换液化石油气瓶，并且该气瓶没有自闭阀，最终违规操作导致液化石油气泄漏。店主当即迅速逃离现场，泄漏气体遇到距离大约 1 米处的着火源后发生爆炸，造成 3 人死亡。

#### 3.4 使用不合规液化气瓶致泄漏爆炸

2019 年 10 月 13 日，江苏省无锡市锡山区鹅湖双乐小吃店发生燃气爆炸事故，事后调查发现，该起事故系小吃店内其中一个液化石油气罐使用不符合规定的中压调压阀，出口压力过大，同时短缺软管与集气包连接的卡箍，造成连接脱落，大量气体泄漏，最终遇到电冰箱继电器引起爆炸，造成 9 人死亡、10 人受伤。

#### 3.5 燃气管路超压泄漏爆炸

2022 年 10 月 29 日，江西赣州经济技术开发区的香溢华小区 4 号楼商铺内发生爆炸事故，事后调查发现，该起事故系早餐店内液化石油气气瓶及管道各阀门在停止营业后仍处于开启状态，气化炉缺少防止液相流出的安全保护装置，导致液相流出进入低压燃气管道系统，并在封闭管道内逐渐气化，压力不断升高，燃气管路在超压状态下发生泄漏。泄漏的燃气浓度达

到爆炸临界点，遇店内收银台区域设置的电气设备产生的电火花发生燃气爆炸，造成 4 人死亡、18 人受伤。

根据近些年爆炸事故分析，我们不难发现造成事故的主要原因绝大部分系人为因素所致，均在不同程度上存在安全意识淡薄、不落实相关安全生产责任制、液化石油气钢瓶操作随心所欲、粗心大意满不在乎、不按相关操作程序违规进行操作、使用已经超过期限但并没有按时检验、检验不合格或者已经明令报废的钢瓶等一系列的原因。

### 4 常见可燃气体灾害事故应对措施

#### 4.1 普通民众预防及处置措施

1. 使用瓶装液化石油气或者是管道液化石油气、液化天然气以前，应当认证检查钢瓶的角阀、调压阀、软管、灶具等是否完整好用并且无泄漏；在使用的过程中应当保持房间内的通风，软管要远离灶头火源，但是软管长度不得大于 2 米；在使用的过程中应当全程不离人，谨防火焰被其他外界因素干扰导致熄灭，造成燃气泄漏事故；使用完毕后要及时关上燃气供应阀门，并认真检查；有条件的应当在屋内安装可燃气体泄漏报警器，一旦发生燃气泄漏，能够在第一时间得到警醒提示，从而快速做出处置<sup>[2]</sup>。

2. 如果发现有燃气泄漏，应当保持冷静，不要慌张，快速疏散附近人群，同时第一时间关闭燃气阀门，并手动打开所有的门窗，加大室内空气流动，不让泄漏的燃气在相对密闭的空间内产生聚集，切记打开门窗通风后，不要急于返回现场观察情况，要待充分通风以后再返回现场进行处置，如遇相对专业性问题，必须要请专业人士进行处置，切不可自己贸然违规操作进行处置；坚决杜绝在燃气泄漏现场打电话求助或使用任何电器设备，因为这些电器设备所产生的能量源，在燃气爆炸极限内，足以引发爆炸燃烧事故。

#### 4.2 消防救援人员处置措施

1. 纵观液化石油气和液化天然气发生的灾害事故，我们基本上可以总结出几个较为一致的状态，那就是均有稳定燃烧状态、持续泄漏状态、泄漏气体爆燃状态、常见可燃气体储罐物理爆炸状态等，其中持续泄漏状态的危险性和处置难度最大，它可以是其余几个其他状态的初始点或者是诱因点，而稳定燃烧状态危险性和处置难度最小，相对于消防救援人员来说，也是最想遇到的一种状态。

2. 当遇到持续泄漏状态的时候，消防救援人员必须第一时间判别该气体是液化石油气还是液化天然气，并且信息必须准确；因为液化石油气相对密度比空气大，发生泄漏后会向下方进行扩散，极易在地表面和低洼、暗沟等地带形成聚集，扩散稀释难度大，危险

性大;而液化天然气相对密度比空气小,发生泄漏后会向上方扩散,不容易聚集,扩散稀释难度小,危险性小;泄漏气体浓度从泄漏中心开始向外逐渐降低,气体浓度高于爆炸上限或低于爆炸下限,均不会发生爆炸事故,因此距离泄漏中心点较远处的危险性较大,也更容易发生爆炸事故。

3. 消防救援人员抵达现场后,因根据现场风向,选择泄漏点上风、侧上风位置,也可以根据泄漏气体的理化性质选择地势较高或地势相对平坦的位置,但均要注意与泄漏点保持一定的安全距离,并划定警戒区域,警戒区域内必须隔绝一切点火能量,同时要不间断地对泄漏气体浓度进行测试,在测试过程中要根据泄漏气体的理化性质进行适当调整,比如液化石油气测试应更贴近于地表面;如果装载泄漏气体的装置(储罐)完整好用,要迅速选派精干力量,在相关技术工作人员的配合指导下进行关闭切断泄漏源;如果无法进行关闭操作,要在相关技术工作人员的配合指导下进行堵漏,同时注意做好防冻、防静电、不间断出水稀释等措施。

4. 尽量减少一线作业消防救援人员数量,多使用带架水枪和移动水炮(遥控水炮)等设置进行替代,利用喷出的雾状水流对泄漏的气体进行不间断的稀释,降低其在空气中的含量,从而达到降低爆炸风险的目的,坚决杜绝使用直流水进行操作,因为在稀释过程中直流水与储存介质碰撞有产生静电的可能性;坚决杜绝运输槽罐车的安全阀进行射水,防止低温冻结结冰,使安全阀失去作用引起罐内压力上升;如果经现场相关技术人员断定无法关闭操作、无法堵漏操作,可以进行输转倒罐操作,倘若此方法也无法实施,就要在保证现场供水不间断的情况下,持续出水稀释抑爆,直至泄漏气体完全排空。

5. 当遇到公路上用于运输的液化石油气或液化天然气槽车发生交通事故,该槽罐车出现碰撞、追尾等情况,而罐体肉眼观察未受损,没有发生泄漏,但有霜冻情况出现,这就说明槽罐车内罐已经出现渗漏,绝热层遭受到了破坏,槽罐车罐体已经失去真空效果,应实时从气相管路进行排放<sup>[3]</sup>,用以降低罐体内部压力,如果有蒸气云的情况出现,那说明槽罐车罐体内罐漏点正在被一步步蚕食,而随着真空层的损伤,槽罐车外罐强度也在逐渐下降,整个罐体随时都有可能发生破裂,指挥员应当提醒参战指战员做好紧急避险准备<sup>[4]</sup>;该槽罐车出现整体侧翻的情况,没有发生泄漏,长时间的状态下,槽罐车安全附件将失去作用,同样罐体内压力无法向外界释放,就会导致罐体内压力持续上升,如果罐体内压力超过储罐设计的安全压力系数,就有可能造成罐体的变形甚至是解体,必须在现

场相关技术工作人员的指导配合下进行排压处理,消除平衡储罐内外压力风险(内罐或外罐)<sup>[5]</sup>;2020年6月13日16时46分许,G15沈海高速浙江省台州市温岭市大溪镇良山村附近高速公路上,由驾驶员谢志高驾驶的牵引车牌号浙CM9535、挂车牌号浙CF138挂的液化石油气槽罐车,从限速60公里/小时路段行驶至限速30公里/小时的弯道路段时,未及时采取减速措施导致车辆发生侧翻,罐体前封头与跨线桥混凝土护栏端头猛烈撞击,形成破口,在冲击力和罐内压力的作用下快速撕裂、解体,形成的第一次爆炸事故就是典型的储罐物理爆炸现象。

6. 当遇到液化石油气或液化天然气储罐、管道等处于稳定燃烧状态的时候,切不可盲目将火灭掉,如果火被突然熄灭,将会导致气体泄漏,危险性无限上升;我们首先要做的是出水冷却保护,与此同时进行关闭处理,从而切断燃料供应,破坏燃烧三要素,这个方法是最稳妥、最行之有效的,在进行燃气管道关闭的时候,要先慢慢将管道阀门关至最小的状态,等燃烧处的火焰由大变小,并开始继续维持稳定燃烧状态以后,再彻底将阀门关闭,这样做的目的就是为了防止发生回火的现象,因为假如一瞬间就将管道的阀门关闭,那么从关闭阀门处到泄漏口之前管道内的气体就会在一瞬间与外界压力失衡;如果阀门损坏无法进行关闭切断燃料供应,并且经现场专家和相关技术人员断定,没有更好的处理方式方法,那就需要保证现场供水不间断,持续进行冷却,直至其燃烧完毕自行熄灭。

## 5 结语

总体来说,通过对液化石油气(LPG)和液化天然气(LNG)的理化性质的深入学习了解,以及近几年灾害事故的分析,我们可以更好地制定出有效、安全的应对措施,以防止类似事故的发生,或在事故发生时,能够迅速、准确地进行处置,最大限度地减少伤亡。

## 参考文献:

- [1] 周详.提升化工灾害事故防范及处置效能的思考[J].消防科学与技术,2016,35(10):1454-1458.
- [2] 张西亮,劳景水,李雪梅.液化气球罐泄露隐患控制方案研究与实施[J].当代化工,2016,45(12):2828-2830,2833.
- [3] 邓全龙,邓钦.易燃可燃介质的压力容器火灾事故处置对策探讨[J].武警学院学报,2014,30(12):33-35.
- [4] 张庆.危险化学品装卸、运输事故的反思和对策措施[J].化工安全与环境,2022,35(38):12-13,16.
- [5] 宋凯,吴祯祯,樊永吉,等.事故多发,燃气安全形势严峻[J].中国消防,2022(08):8-9.

# 装配式建筑给排水设计与施工技术探讨

崔山<sup>1</sup>, 吕梦茵<sup>2</sup>

(1. 济南市人防建筑设计研究院有限责任公司, 山东 济南 250013;

2. 同圆设计集团股份有限公司, 山东 济南 250000)

**摘要** 近些年, 装配式建筑逐渐成为建筑业的新趋势, 为该行业开辟了全新的发展方向。随着建筑项目数量的增长, 人们对建筑给排水建设的品质规范与需求也更为严格。装配式建筑推动了建筑业的工业化和标准化, 也简化了整体的给排水建设流程, 显著缩短了建设周期, 并且展现出比传统工艺更加明显的优势。为更深入了解这一现象, 本文探讨了装配式建筑与建筑给排水体系的定义和意义, 分析了给排水规划的核心考虑因素, 梳理了装配式建筑中给排水装置的工艺流程, 并总结了该体系的关键技术要点, 旨在为装配式建筑的给排水建设提供一个全面而深入的视角。

**关键词** 装配式建筑; 给排水设计; 施工技术

**中图分类号:** TU2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2023)11-0103-03

在当前的建筑发展趋势中, 装配式建筑得到广泛应用。这种方法采用工业化方式构建房屋, 将必要的建筑组件及时送达施工现场, 并采用高效稳固的手段确保每个部分的连接稳定性。装配式建筑不仅代表着建筑学的进步, 还在科学和合理的框架下进行建筑规划和设计。同时, 对施工质量和建筑各个环节进行严格控制, 确保供水与排水体系的顺畅, 进而保障整体建筑的高品质完成<sup>[1]</sup>。

## 1 装配式建筑与给排水体系的相关概述

### 1.1 装配式建筑的定义

装配式建筑是一种混凝土结构建筑, 其主要特色在于以预制构件作为主要部分。这些预制构件在工厂中按照特定规格和需求制造完成, 随后在建筑现场进行装配和连接。对于关键的部分, 如框架梁柱的连接点和楼板的叠合层, 则需要通过现浇处理来确保其稳定性和安全性。与传统的现浇结构相比, 装配式建筑将大部分工作转移到工厂生产环节, 而现场则主要负责组装和加固。

### 1.2 高层装配式建筑给排水工程地主要特点

在高层装配式建筑中, 消防系统的静水压往往较大。为了确保给排水系统的安全性和稳定性, 通常会采用纵向分区措施来控制这一静水压。因为高层装配式建筑在火灾发生时, 火势有可能急速蔓延, 如果不能及时控制, 可能会导致严重的安全事故, 进一步威胁到人们的生命安全。因此, 给排水系统的建设需要不断地进行改进和完善, 尤其是对消防系统要给予高

度重视, 确保其能够在关键时刻发挥作用。

由于高层装配式建筑通常具有较大的体积和多楼层的结构特点, 其排水量也相应较大, 同时管道长度增加, 要承受的水压力也随之增大。这就要求在给排水系统中, 无论是过气管系统还是新型的单立管系统, 都必须采用性能良好的管材。此外, 为了保障装配式建筑的质量和长期稳定运行, 选择合适的接口方法也是非常关键的。

## 2 装配式建筑给排水设计关键点

装配式建筑的给排水系统设计旨在实现部件的标准化。这种设计模式主张通过标准化设计、工厂化生产、通用化部件供应和装配化施工来构建一个特定的集成技术体系。它倡导将单元模块与空间模块结合, 创造标准化的户型模块, 并通过模数调整来生成多样的建筑平面组合体系。这样的体系通过吸收众多的实际工程设计经验, 旨在提炼装配式建筑给排水系统的关键设计要点。

首先, 给水管道应采用干式施工方式, 可配置在架空地板、绝热层或专用的管道沟槽内, 并尽量避免交叉敷设。

其次, 为确保流量均衡, 每个用水点应由单根管道独立敷设。给水管线不应在结构层内布置, 而应在吊顶或管道内, 并采用同层排水技术。排水立管应位于公共区域, 户内仅设有水平排水管, 并通过集水器与立管连接。任何管线穿越预制部分时, 都应预留孔洞或套管, 并确保这些部分采用阻燃、隔声、防火和防水材料处理。

最后,为保证管道的稳固性,应采用支吊架进行加固,保证支吊架的高度统一,并确保其安装在实体结构上<sup>[2]</sup>。

### 3 装配式建筑给排水装置安装工艺程序

#### 3.1 管线装置

给排水管线的安装排布在建设过程中扮演着关键角色,因此,在进行装置前,专业的建筑工人必须对预定的管线空间进行仔细的检查。确保管线的布局与预设的项目规范相匹配是至关重要的。如果管线的位置安排不当,可能会导致后期的给排水系统出现各种问题,从而影响整个建筑项目的质量和运营效率。此外,考虑到某些建筑项目中管线布局可能相对密集,工人需要更为严格地检查每一条管线,确保其正确性和合理性。

在一些建筑项目中,管井内可能需要同时铺设如给水管、排水管、消防栓管等多种类型的管线。由于这些不同的管线类型和数量,管井内的可用空间可能会受到限制。为了最大化这些有限空间的效益,工人在进行管线安装时必须充分考虑各类管线的实际使用性能、维修的便捷性、各管线之间的相对距离以及它们的直径大小等关键因素。通过精心地规划和综合考虑,可以确保每条管线都能在有限的空间中稳定运作,同时也确保了维护和维修的便利性。

#### 3.2 居住建筑卫生间给排水装置

卫生间是建筑物中管线较为密集的区域,尤其在装配式建筑中,其排水设计和施工面临着特殊的挑战。这主要是因为在这类建筑中,大部分楼板为现浇的混凝土钢筋楼板,而排水多采用隔层方式。在建筑过程中,这就需要在楼板上预留大量洞口以便于后续的管线布置,从而增加了施工的难度。为了满足这种构造方式,技术人员和工人面临的任务是如何在维持建筑结构完整性的同时,实现高效和稳定的给排水系统。

面对上述的挑战,同层排水方法呈现出它的价值和优势。这种排水方法建议在降板层中安装排水支管,从而避免了在主要构造楼板中预留复杂的洞口和套管。这不仅简化了施工过程,还减少了潜在的结构安全风险。另一个明显的优势是,为建筑的最终用户提供了更大的自由度。在装修和使用过程中,居民可以根据个人的需求和偏好,更加灵活地布置和调整卫生间内的设备和配件。这样,同层排水不仅在施工阶段为建筑工人提供了便利,还在日后的使用中为居民提供了更大的舒适性和灵活性。

#### 3.3 预留厨房给水管道

在传统的厨房给水管道路规划中,设计师和工程师

面临着特定的局限和挑战。通常,为了适应施工和楼板留洞的需求,厨房的热水和冷水管道路往往需要预留较大的空间,这导致它们与墙体之间的距离通常被设定在250mm~400mm之间。这样的设计,虽然便于施工操作,却使得管道与窗户的空间关系受到限制,往往很难确保它们之间有足够的距离。为了解决这些问题,设计者在规划时需要综合考虑各种因素,并在施工中采取相应的避让策略。

与传统建筑相比,装配式建筑为厨房给水管道路的规划提供了更为灵活的解决方案。由于装配式建筑中,管道位置的预留孔洞可以在构件加工厂直接完成,因此不再需要在现场再进行预留,这大大简化了施工流程。更为重要的是,装配式建筑允许工程师直接根据墙体的参数为热水和冷水管线预制合适的孔洞,从而使管道所需的空間更加紧凑,释放更多的空间给开窗和其他设施。为了实现这样的设计效果,规划阶段需要充分利用装配式建筑的特点,加强跨部门之间的沟通和协作,确保设计的准确性和施工的高效性。

#### 3.4 科学安排雨水管与废水管地点

装配式建筑采用的预制构件,意味着许多设计决策需要在建筑元件生产之前做出,这特别适用于给排水体系。这种系统对混凝土构件,如外墙板、空调板和阳台板,都有深远的影响。为此,当确定预留孔的确切位置时,需要考虑到给排水管线的实际材质和特性,并在相应的排水接头上选择最佳位置。阳台外部的雨水排放尤为重要,需要精心设计雨水沟,并合理地分配洗衣机和阳台雨水的排放位置。此外,管线预留空间的设置也是关键,确保管道在管井内得到妥善的安装和保护。

装配式建筑中的外露给排水管线容易遭受各种环境因素的侵袭,长时间下来可能导致其老化和性能下降。为了确保管线的长期稳定运作,采取预埋方式是一个有效的策略,它可以有效地保护管线,防止直接的外部侵袭。然而,仅仅预埋并不足够,为了进一步确保管线的功能性和安全性,还需要进行额外的保护措施。这包括在管线外部增设保温管道和套管,以隔离外部环境对管道的影响,同时还可以起到保温的作用,确保管道在各种气候条件下都能正常工作<sup>[3]</sup>。

### 4 装配式建筑给排水系统的应用

#### 4.1 生活排水系统应用

装配式建筑的特点是其大部分组件都是预制的,这为给排水系统设计带来了独特的挑战。尤其在卫生间,由于排水支管数量众多,如果采用传统的异层排

水方式,可能会导致大量的管线预留孔洞。任何预留孔洞尺寸和位置的不准确都可能导致后期需要重新开槽或开洞,大大增加了施工难度。因此,同层排水技术作为一种创新解决方案,在装配式建筑中得到了广泛应用。这种技术要求在同一楼层的排水支管内与排水立管连接,避免了管线穿越多个楼层。目前,这种技术在国内已经接近成熟,并被广大建筑者所采纳。

同层排水技术主要有两种形式:降板式和墙排式。降板式是通过对结构进行降板处理来预留排水支管的位置,通常,降板的高度应该达到或超过 250mm。这种方式的优点是大大减少了支管直接穿越楼板的需要,但它也有潜在的风险,即如果排水管道出现漏水,整个降板空间可能变成污水积存区。另外,墙排式则通过在排水区域设立一面假墙来预留排水管道位置。在这种方式下,排水支管在同一楼层内连接到排水立管,避免了穿越楼层。然而,墙排式的一个挑战是,卫生间的地漏位置可能受到限制,尤其是当地漏与排水立管的距离较远时。

#### 4.2 BIM 技术的应用

装配式建筑是一种高度预制化的建筑方式,其中预留孔洞的位置和尺寸在生产过程中已经固定,这为后续施工提出了严格的要求。任何初期设计中的误差,如管线孔洞位置和尺寸的不准确预留,都可能导致后期施工中管线无法安装,造成严重的后果。为了确保每一个设计细节都是精确的,设计人员在初期必须对预留孔洞的尺寸和位置进行精确定位,同时,他们还需要与建筑结构专家进行沟通,确保所有的设计细节都被准确地实现。这种对精确性的追求,以及与其他专业部门之间的协调工作,使得 BIM (建筑信息模型) 技术在装配式建筑中的应用变得至关重要。

运用 BIM 技术,设计人员可以为装配式建筑的预制构件进行细致的设计,准确地模拟各个部分如何组合在一起。这不仅有助于减少设计错误和施工中的装配偏差,而且还可以显著减少材料浪费和后期返工的风险。在设计初期,BIM 技术通过提供一个三维模型,允许团队在真正开始施工之前检测任何可能的设计冲突或不匹配,例如管线的碰撞或预留孔洞的不准确。这种前期地检测和验证可以极大地减少后期设计更改所带来的麻烦,并优化整个施工流程。通过 BIM 技术与装配式建筑的有效融合,可以提高整个建筑流程的效率,确保每一个细节都得到妥善处理<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 模块化厨房

模块化厨房为现代建筑设计提供了新的解决方案,

特别是在解决操作空间和储存空间的有效配置方面。这种厨房主要由围护结构、橱柜、厨房设备以及管道综合组成,被视为模块化组件的一部分。在装配式建筑的背景下,考虑到预制楼板可能会被排水立管破坏,设计师们经常将排水立管布置在室外的设备板上或选择将模块化厨房的地板进行架空处理。尽管如此,由于排水支管需要一定的坡度,而架空层的高度不能过高,因此在设计过程中仍然存在许多挑战,尤其是如何实现厨房的同层排水。

以某超高层装配式保障房为例,其厨房给排水设计采取了一系列独特的策略。首先,给水管路通过吊顶入户,进入厨房后,被安置在操作台内部,确保整洁并避免占用额外空间。而排水立管则被巧妙地设置在室外设备板上,与主建筑结构相隔离,支管则穿过墙体连接到立管。在这种设计中,关键的挑战在于确保各种管道、套管的精确位置和尺寸,以避免损坏或妨碍其他建筑元素如窗户。这要求设计师在初期设计阶段就具有高度的前瞻性和精确性,以确保最终的建筑结构安全和功能完善。

#### 5 结语

装配式技术的崛起为中国建筑领域带来了创新和转型的机遇,深化了设计模块化的趋势。其中,给排水专业在装配式建筑中占据了至关重要的地位。正确的给排水系统不仅直接影响施工效率,还决定了建筑后期的使用体验。设计师面临的挑战在于如何灵活应变,依据建筑的特性采纳合适的给排水方案,实现因地制宜、个性化的设计。利用尖端科技,如 BIM 技术,可以进一步弥补技术短板,确保给排水设计的全面性和完整性<sup>[5]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 苏奎然. 关于高层建筑给排水工程的设计分析 [J]. 山东工业技术, 2018(07):115.
- [2] 党潇音. 装配式建筑给排水系统的设计及应用 [J]. 科技创新与应用, 2020(18):88-89.
- [3] 曹淑雯. 高层建筑给排水施工技术管理的要点分析 [J]. 住宅与房地产, 2018(12):54.
- [4] 王朋. 建筑给排水管道的安装施工技术与管理措施 [J]. 建材与装饰, 2018(16):33.
- [5] 窦琳, 黄楠. 装配式建筑给排水安装施工技术探讨 [J]. 居业, 2021(08):57-58.

# 水电厂防水淹厂房保护系统的设计与实现

李冬阳<sup>1</sup>, 胡智宇<sup>2</sup>, 毛琦<sup>2</sup>

(1. 北京华电水电有限公司, 北京 101512;  
2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038)

**摘要** 水淹厂房事故是指在水电厂中因引水、蜗壳、蝶阀和尾水等部位大量漏水, 造成机组停机或设备、人员财产损失的事故。因此, 防止此类事故发生尤为重要。文章从硬件和软件两个方面提出了水电厂防水淹厂房保护系统改造方法, 结合密云白河水电厂不同机组高程的实际情况, 对防水淹厂房保护系统进行增加浮子、浸水传感器、声光报警装置和一键紧急停机控制系统等完善工作, 保证防水淹厂房保护系统关键回路为独立设计, 以满足水电厂安全运行需求, 并为今后类似水电厂的防水淹厂房保护系统改造工作提供借鉴。

**关键词** 水淹厂房事故; 水电厂; 信号器装置; 报警装置

中图分类号: TV7

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0106-03

密云白河水电厂位于北京市东北部的密云水库白河大坝下, 距北京市约100km, 是一座以防洪、供水、发电和灌溉为目的的综合性水利枢纽工程, 厂房为典型的坝后式厂房, 白河水电站装有4台15MW常规水轮发电机组和2台11MW抽水蓄能机组, 1960年11月17日首台机组正式投入运行, 1975年2月6日六台机组全部投产运行, 为全国第一座国产抽水蓄能电站。

## 1 水源分析

密云白河水电厂发电用水取自密云水库, 上游侧厂房后山处设一口调压井, 由调压井引出2条钢管, 到厂房前每条钢管各分3路, 1号、2号和3号机组对应一个钢管, 4号、5号和6号机组对应一个钢管。为了对发电机组进行防飞逸保护及引水隧洞发生事故和机组检修时进行挡水处理, 从调压井引出的两条钢管进水口处各设有一道闸门, 并且每台机组蜗壳前钢管处设有蝴蝶阀, 对机组的蜗壳前的进水进行启闭操作, 平时正常发电状态下机组的蝴蝶阀一直处于开启状态<sup>[1]</sup>。

密云白河水电厂机组投运时间较长, 机组的导水叶漏水量偏大, 这些因素给厂房机组设备的安全稳定运行带来了一定的安全风险及隐患。另外, 调压井进口闸门虽然能够通过直流电源进行急降操作, 但对于出现水淹厂房事故时, 需要运行值班人员能够在很短的时间内进行相关事故处理, 同时在没有水淹厂房事故报警的情况下, 这些事故操作对于运行值班人员有着很高的要求, 因此, 为应对上游侧来水导致水淹厂房事故的突发情况, 本文针对防止水淹厂房保护的设计显得尤为重要。

## 2 设计依据及配置策略

密云白河水电厂在建设初期, 未配置防水淹厂房保护系统, 这为水电厂的安全生产带来了严重的安全风险和隐患<sup>[2]</sup>。防水淹厂房系统的功能是在机组蜗壳取水管路破裂、顶盖破裂、蜗壳进出口、尾水进出口大量漏水等情况造成水淹厂房事故时, 自动或手动启动进水闸门紧急落门及全厂机组事故停机流程。此次系统改造以浮子、浸水传感器为水淹厂房信号感知单元, 由于电厂内安装2种机型即常规机组和蓄能机组, 不同机组的高程存在差异, 因此, 浮子、浸水传感器分别安装于蓄能机、常规机的最底层-排水泵层, 每处安装2套水位信号器装置, 并在公用系统及机组现地控制单元的PLC中设置报警和事故停机及关闭蝶阀逻辑, 在中控室公用系统盘柜内设置了紧急停机按钮, 并在厂房内不同层级区域搭配安装了3套声光报警装置, 以满足水电厂日常安全运行要求。

根据《水力发电厂自动化设计技术规范》(NB/T 35004-2013)中“厂房最底层(含操作廊道)设置不少于3套水位信号器, 每套水位信号器至少包括2对触头输出。当水位达到水位信号器第一上限时报警, 当同时有2套水位信号器的第二上限信号动作时, 作用于紧急事故停机并发水淹厂房报警信号, 启动厂房事故广播系统。”<sup>[3]</sup>

## 3 结构配置

### 3.1 硬件配置情况

在厂房最底层-排水泵层设置2套的水位信号器装置, 常规机组和蓄能机组各一套, 常规机组安装在

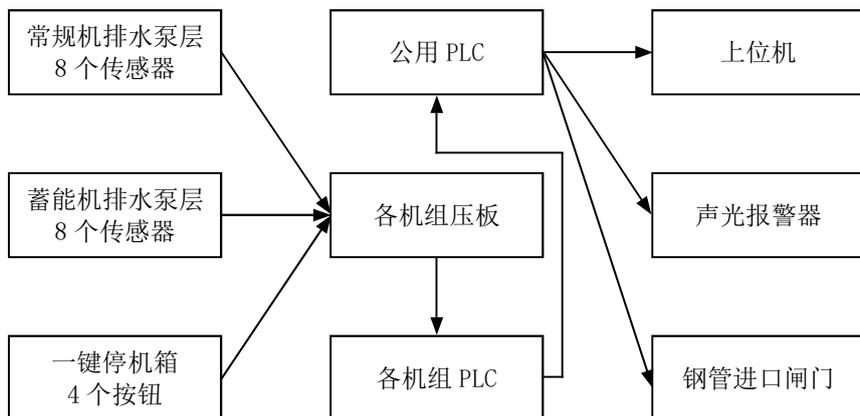


图 1 信息传输框图方案一

常规机排水泵层，蓄能机组安装在蓄能机排水泵层，每套装置含 4 个浮子传感器，按照一个低位（报警），三个高位（事故停机）的位置要求来安装，并用 2 套不同原理的传感器组合进行使用。

在厂房安装 3 台带语音播报功能的一体化声光报警装置，分别位于常规机组水轮机层、常规机组发电机层、蓄能机组水轮机层，当遇水淹厂房事故时，报警装置发出报警，可闪烁灯光并发出定置语音报警，用于提醒，通过不同方式告知厂内生产人员，便于事故逃生<sup>[4]</sup>。

在中控室公用开关站 LCU 柜内安装机组一键停机按钮，方便紧急情况下用于各机组水淹厂房事故运行人员下手动停机，避免事故扩大化。

每台机组加装 1 个“水淹厂房事故停机”压板，由运行人员进行投退操作，当压板退出时，机组接收到水淹厂房停机信号时将不再启动事故停机流程及关蝶阀流程，但仍可作用于发出声光进行告警。

### 3.2 动作逻辑设计

方案一（如图 1）：2 套共 16 个浮子传感器信号发送至监控系统各机组 PLC 中并经该单元进行逻辑处理即启动告警。

各机组 LCU 经过“水淹厂房事故”压板接收到浮子信号后，在各自的机组 PLC 中进行信号逻辑分析，每套 3 个高位浮子传感器报警信号进行 3 选 2 处理，即有任意 2 个高位浮子传感器报警信号即认为该处有水淹厂房事故已经发生，并将立即启动机组事故停机流程、关闭蝶阀，以防止水淹厂房事故扩大，并将事故信号发送给公用系统。

当公用系统 PLC 接到机组发来的事故信号后，发送给上位机监控系统，上位机监控系统报警包括事件

记录、光字牌弹出和语音报警播报；同时公用系统 PLC 开出执行关闭钢管进口快速闸门命令，并同时启动声光报警器，运行人员可根据实际情况，使用公用系统盘柜内机组一键紧急停机按钮，手动启动机组事故停机流程。

方案二（如图 2）：2 套共 16 个浮子传感器信号发送至计算机监控公用系统 PLC 并经该单元进行逻辑处理即启动告警。

公用 PLC 接收到浮子信号后，在公用系统 PLC 中进行信号逻辑分析，每套 3 个高位浮子传感器报警信号进行 3 选 2 处理，即有任意 2 个高位浮子传感器报警信号即认为该处有水淹厂房事故已经发生，处理后发送至上位机监控系统报警，上位机监控系统报警包括事件记录、光字牌弹出和语音报警播报。当公用系统 PLC 判断水淹厂房事故发生后，其立即向各机组发送事故停机开入信号，关闭钢管进口快速闸门，同时启动声光报警器，运行人员可根据实际情况，使用机组一键紧急停机按钮，手动启动各机组紧急停机流程。

各机组收到公用系统 PLC 水淹厂房停机信号后且在机组 LCU 中“水淹厂房事故”压板投入情况下，将立即启动机组事故停机流程，同时启动关闭蝶阀流程，以防止水淹厂房事故扩大。

根据现场实际勘察，方案二更加便于施工、能够更加合理地利用现有电缆，节省了施工成本；从信号源和信号传递路径上分析，方案二的自动化元器件的工作电源更加统一，排除了因工作电源不同带来的信号干扰，信息传输集中在公用控制系统中，减少了信号传递过程中的分散及干扰。因此，选择方案二更为优化。

### 3.3 公用系统 PLC 逻辑实现

公用系统 PLC 采用的通用公司 GE9030 PLC，工程

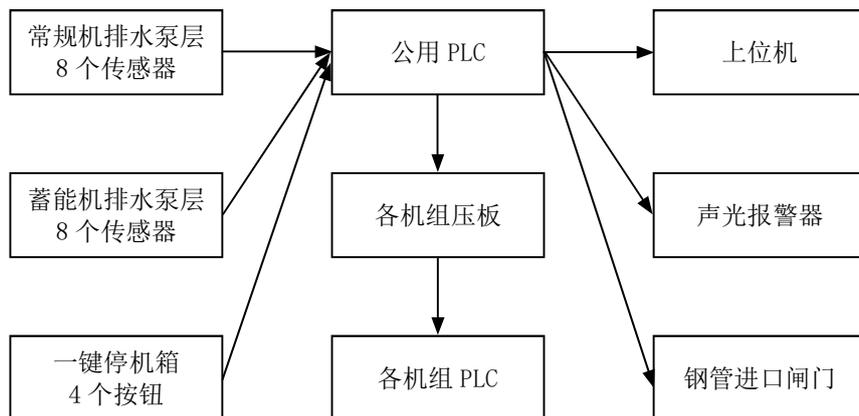


图2 信息传输框图方案二

中使用 GE 公司的 PME 软件进行梯形编程图逻辑编程，从而实现方案二中的逻辑设计，蓄能机侧“3选2”功能实现；为了第一时间提醒运行人员水淹厂房事故的发生，在厂房安装了3台带有语音播报功能的一体化声光报警装置，并由公用系统 PLC 自动控制；水位信号器装置安装在全厂最低的一层，排水泵层（常规机和蓄能机）。

### 3.4 机组 PLC 逻辑实现

机组 LCU 系统 PLC 采用的施耐德公司 M580 系列 PLC，工程中使用施耐德公司的 Unity 软件进行梯形编程图逻辑编程，在方案二中各机组收到公用系统 PLC 水淹厂房事故停机信号后且在“水淹厂房事故”压板投入情况下，将立即启动事故停机流程及关闭蝶阀流程的功能实现，为防止机组蝶阀在动水中关闭及各机组蝶阀同时关闭对于钢管产生冲击影响，对于机组蝶阀关闭时间设在导叶关闭之后，并且每台机组关闭蝶阀时间依次进行延时关闭<sup>[5]</sup>。

## 4 设备安装

### 4.1 水位信号器安装高程确定

经过现场多次勘察，蓄能机排水泵层高程为 85m，常规机排水泵层高程为 90m，两个高程上方各安装 8 个两种不同原理的水位信号器，保证蓄能机排水泵层在水位达到 85.2m 发出水淹厂房报警信号，85.5m 启动事故停机流程及关闭蝶阀流程。保证常规机排水泵层在水位达到 90.2m 发出水淹厂房报警信号，90.5m 启动事故停机流程及关闭蝶阀流程。

### 4.2 水位信号器的接线

根据水淹厂房水位信号器工作时环境的特殊性，要求装置能够在浸水过程中稳定运行及电源可靠，因

此，水位信号器电源选择直流 24V 电源，并且实行双路供电，保证设备电源可靠，同时要求信号器设备密封性完整严密，安装过程中完全保证做好防水处理工作。

## 5 结语

水电厂水淹厂房事故的发生不仅会损害厂房内设备，迫使机组停机造成重大的经济损失，也会威胁厂房内部及下游人民群众的生命财产安全。本次防水淹厂房保护系统改造配置了水位信号器装置、声光报警装置等硬件设备，优化了公用系统 PLC 及机组 LCU 中 PLC 关于水淹厂房保护的逻辑判断条件，经过多次现场试验满足了设计标准要求，提升了水淹厂房事故发生时的应急处置能力。使用这种设计提高了电厂防水淹厂房事故的报警信息发布准确性和事故应急处理及时性，更加全面地反映水电厂的实际情况，从而保障了电厂的安全生产，同时也是避免经济损失、保证人身财产安全、提升水电厂经济效益的重要举措。

## 参考文献：

- [1] 梁国辉,李赫明.潘家口抽水蓄能电厂水淹厂房设计逻辑剖析[J].水电站机电技术,2017,40(s1):66-67.
- [2] 蒙渭文.浅谈水淹厂房事故的原因及防范措施[J].红水河,2021(01):125-127.
- [3] 於文汇.AETS水利枢纽工程防水淹厂房控制设计[J].水电站机电技术,2021(06):25-27.
- [4] 张旭,陈鑫,陈昕.基于水力机械设计的抽水蓄能电站防水淹厂房研究与探讨[J].水电与抽水蓄能,2019(06):75-77.
- [5] 朱传芳,林礼清.抽水蓄能电站防水淹厂房专项复核及防范[J].福建水力发电,2019(01):74-76.

# 基于大数据技术的高校档案工作发展对策

任 飞

(乌兰察布医学高等专科学校, 内蒙古 乌兰察布 012000)

**摘 要** 高校档案是学校在各项活动中形成的具有保存价值、权威性与可靠性的信息资源, 衡量着高校现代化发展的程度与综合实力标志。而档案工作作为高校工作中的重要环节, 记录着高校科研、管理、教学等方面的内容, 具有至关重要的作用。但是互联网时代的到来, 传统的档案工作已经无法满足时代发展的要求, 亟须对已有的档案工作进行创新。鉴于此, 本文探讨大数据技术的高校档案工作发展对策, 旨在能为促进高校档案工作的有效开展提供有益借鉴。

**关键词** 大数据技术; 高校; 档案工作; 信息化管理

**中图分类号**: G275

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0109-03

我国信息技术迅速发展, 大数据技术已成为众多领域的重要支撑。在这个背景下, 高校档案工作也应与时俱进, 充分利用大数据技术以提高工作效率和质量, 并能助推高校综合实力的提高, 成为当下高校档案工作的首要重点。本文通过探讨基于大数据技术的高校档案工作存在的问题, 旨在能结合高校实际, 提出对应的大数据技术高校档案发展对策, 从而促进高校档案工作的持续发展。

## 1 高校档案工作应用大数据技术的意义

高校档案具有育人、资政、存史等功能, 对档案实施搜集、保存及管理的本质是存史。高校在档案工作中应用大数据:

首先, 能提高档案管理的效率。大数据技术能帮助高校档案实现高效收集、整理和存储档案信息, 减少人工操作的错误率, 节省大量的时间和人力。

其次, 能提高档案的利用价值<sup>[1]</sup>。利用大数据技术能将档案信息从以往的纸质档案转变成电子文件形式, 在实现长期保存与利用的同时, 也能让用户实现便捷检索与利用, 提高档案的利用效率, 促进档案数字化转型发展。

再次, 能提高档案的准确性。大数据技术能助力高校档案馆对数据进行实时监控与更新, 对档案中可能出现的错误、遗漏的信息进行补充与修正, 为档案的准确性与完整性奠基。

最后, 能为领导与各部门辅助决策。大数据技术应用于档案工作中, 通过对档案数据的分析, 能提炼出其中具有价值的信息, 利用此类信息为高校领导和各部门工作提供良好的决策支撑, 让高校档案工作的

功能与优势性全面发挥出来。

## 2 大数据技术下高校档案工作存在的问题

### 2.1 信息化管理理念欠缺

当前, 随着信息化时代的到来, 大数据技术得到了广泛应用。然而, 在多数高校档案工作信息化建设中, 却缺乏对大数据技术应用理念的掌控, 并且诸多高校领导也未充分认识到大数据技术应用于档案工作的重要性, 这种现状亟待改变。传统档案工作方式多为人工操作, 不仅效率低下, 而且检索过程耗时、耗力。在信息化时代背景下, 这种传统方式已经无法满足时代发展的需求。因此, 将大数据技术应用于高校档案工作, 是提升档案工作效率、减少人力成本、适应时代发展的必然选择, 也是推进高校信息化建设、提升高校整体管理水平的必由之路。

### 2.2 基础设施建设不完善

现阶段, 高校档案工作中缺乏了相关配套设备的投入, 尤其是高校在建设档案工作上缺乏了经费, 难以确保档案工作信息化建设中资金的充足与完善, 加之配套的设施更新较为缓慢等问题的出现, 致使档案工作效率与质量堪忧。如, 教师档案信息管理中, 多数高校只会保留教师的业务与照片资料, 有关档案资料收集与整理并不规范, 在档案管理上缺乏了经验与标准要求, 类别保管上也出现模糊不清的现象, 无法辨识其所具有的保存价值, 只会按照统一标准进行装订成册, 难以发挥档案工作的作用。

### 2.3 信息安全问题堪忧

随着信息科技的迅速发展, 高校档案工作已基本完成数字化变革, 积累了大量的数字档案。然而, 数

字化带来的不仅有便利,同时也带来了诸多信息安全挑战。例如,教师和学生对于网络安全风险的防控意识和能力相对较弱,网络中非法获取和倒卖个人信息、侵犯知识产权等行为严重损害了师生的权益<sup>[2]</sup>。另外,现有的信息安全基础保障工作力度不够,无法有效抵御来自外部的网络攻击,导致档案信息数据泄露的事件时有发生。此外,档案管理人员在信息安全意识和网络安全保护方面的能力也较为欠缺,使得档案安全问题的解决变得困难重重。

#### 2.4 缺乏专业档案人才

新时代高校档案工作还面临着专业人才缺乏的挑战。大数据技术应用于高校档案工作中,对档案工作人员的要求逐渐提高,要求档案人员具备复合与专业的知识,将用户档案需求与现有条件结合,确保能提供优质的档案服务。但是在实际上,由于档案工作在高校中一直处于辅助性地位,导致很多高校缺乏对档案工作的重视,也缺乏对档案管理专业人才的引进和培养。同时,人才培养不足。高校中档案管理相关专业较少,而且缺乏实践机会,导致市场上档案管理专业人才供不应求,而诸多高校对于档案管理工作人员的激励机制不够完善,无法吸引更多的专业人才投身于档案管理中<sup>[3]</sup>。

### 3 大数据技术下高校档案工作的发展对策

#### 3.1 正确认识大数据技术,改变管理理念

要想做好高校档案工作,高校领导层与相关部门需要正确认识大数据技术应用于档案工作中的重要性,才能更好、更快地完成档案归档的工作。

首先,要制定档案管理标准,让档案管理朝着规范化与标准化发展。在具体实施环节中,需要利用信息化标准规范档案管理工作的基础,以此提升档案工作人员的能力,提高储存卷宗质量,实现不同档案的兼容保存。例如,在数据格式标准上,处理与存储档案数据时确定数据格式的标准,包括数据的类型、结构、表示方式等,以统一的数据格式减少数据转换与处理难度,提高数据处理的准确性与效率;制定相应的存储管理标准,明确存储设备、存储方式、存储位置等方面的规定,以确保数据存储的安全、可靠和高效;查询服务标准,规定查询方式、查询流程、查询结果,提高服务质量与效率,满足用户对档案数据查询的需求。利用此种档案管理标准模式,进一步提高大数据技术在高校档案工作中的标准,形成完善与统一的标准体系,确保工作能朝着科学化方向发展。

其次,大力宣传大数据技术在档案管理中的作用。高校领导层需大力宣传大数据应用于档案工作的重要性,提升档案管理人员对大数据技术应用档案管理的认识,创新档案工作理念,提高档案管理人员的大数据技术管理意识与技能水平,为高质量档案管理工作的开展奠基。例如,档案管理人员要积极地配合其他部门工作的开展,将档案工作中的服务性充分地发挥出来,认识到自身工作的重要性,并将大数据技术应用于档案管理中,利用大数据技术开展档案分析、归纳及整理工作,将纸质档案转变成电子档案,上传到学校数据库中,提升档案管理规范性,为其他人员提供便捷化服务<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 加大资金的扶持力度,完善基础设施

高校在开展档案信息化建设中,需要强有力的软件支持与硬件设施支持,方能更好地推动大数据技术在档案工作中的应用。

首先,要投入大量的资金。大数据技术在高校档案工作中的应用需要得到学校管理层的高度重视和大力支持,以便提供足够的资金保障。这些资金可以用于购买和维护数据中心、服务器、存储设备、软件工具等基础设施,以及开发和应用新的数据分析技术和算法。同时,学校可以积极申请政府资助和行业基金的支持,以获取更多的资金资源,让高校档案工作得以发展。例如,高校可以积极争取政府对档案工作的大力支持和投入,以推动大数据技术的应用和发展;与企业合作,通过技术转让和合作开发等方式,引入社会资源,共同推动大数据技术在档案工作中的应用;还可以利用档案数据开展服务创收,通过向社会提供有偿的档案信息服务等方式,筹措资金支持档案工作的发展。

其次,夯实基础设施建设。大数据技术在高校档案工作中的应用正逐渐成为趋势,为了满足这一需求,要建设一整套完善的基础设施。高性能的网络设施是保证大数据技术顺利实施的关键,能为大量数据的传输和处理提供稳定和可靠的网络支持。而庞大安全的数据存储和备份设施是必不可少的,能确保数据的存储和管理既快速又安全,防止数据丢失或损坏。此外,高效的数据处理和分析设施也是大数据技术的核心,能帮助高校档案工作人员更快速、准确地处理和分析大量数据,为决策提供科学依据。这些基础设施的质量直接决定了大数据技术的实际应用效果,因此必须给予高度重视。在选择设备和服务商时,学校必须严谨挑选高品质的设备和服务商,确保能满足大数据技术

的长期稳定运行,避免后期出现问题影响工作效率<sup>[5]</sup>。因此,高校要夯实基础设施的建设。例如,在政府、企业的资金支持下,购买与更新档案基础设施建设的相关设备,包含网络设施、数据储备、备份设施、数据处理与分析设施,并建立相对应的安全设施,应用大数据技术时需要严格保护个人隐私,如数据加密、权限控制等,以防止个人隐私的泄露和侵犯,保障档案数据的安全性与可靠性,进一步推动大数据技术在高校档案工作中的广泛应用。

### 3.3 重视对档案安全管理,提升管理力度

大数据技术的应用,为高校档案工作带来机遇的同时,也带来了严重的安全问题。因此,需要重视对高校档案的安全管理力度。

首先,要制定安全的管理制度。为了能保障档案数据的安全性,高校需要制定严格与安全管理制度。包括对档案数据的备份、恢复、加密、权限控制等方面的规定,以确保档案数据的安全性和完整性,还要制定档案泄露应急预案,防范档案泄露事件的发生,并严格执行。例如,针对因特网、政务网、局域网的属性与信息系统功能要求,对防火墙、入侵防御系统、日志审计等安全设置与网络安全软件进行排查,并对系统漏洞扫描、反病毒库更新、系统补丁修补等展开安全防护,确保信息系统的正常运行,保护档案安全。

其次,明确责任,强化网络安全工作的领导。通过成立有关网络安全领导小组、网络安全紧急联络小组,在小组中明确分工,确保日常工作顺利开展。例如,对网络办公、信息上传审批、办公电脑防护、存储设备等提出明确要求,并强化日常防控管理,查漏补缺,完善已有的安全管理制度<sup>[6]</sup>。而在此项工作中,以明确档案管理人员责任的形式,能有效提高档案管理人员的责任感,使其能全身心地参与到档案保护与管理工作中。同时,还要展开培训与管理工作,对档案人员采取培训,使其能应对各种安全风险问题。例如,对全体档案人员开展网络安全教育、专题安全教育、网络安全防范技术教育等,并要定期开展安全检查和演练,提高档案人员的防范能力与应急响应能力。

最后,提升技术防范手段。在保障档案数据的安全性方面,技术防范手段发挥着极其重要的作用。高校可以采取一系列先进的技术手段,例如数据加密技术,确保档案数据的机密性,使其在传输和存储过程中不被泄露;访问控制技术,对档案数据的访问进行精细化管理,防止未经授权的人员获取数据;以及身份认证技术,对访问者的身份进行严格核实,确保只有

授权人员才能访问档案数据。这些技术手段相互配合,为档案数据的安全性和完整性保驾护航。

### 3.4 加强档案队伍的建设,促进行业发展

大数据技术应用于高校档案工作中,涉及诸多方面的环节与技术性问题,如互联网、计算机硬件、信息发布与规范、数据处理与安全问题等。因此,大数据技术应用于高校档案工作中,需要专业的人才支持。

首先,要加强对人才的培训与教育工作。例如,定期对档案工作人员展开培训工作,培训内容包括大数据技术基本原理、数据处理和分析方法、相关职业道德等,提高人员的专业技能与知识,更好地投入档案管理工作中。

其次,引进专业人才<sup>[7]</sup>。引进高水平的计算机人才与档案管理人员,助推档案管理质量与效率的提升。例如,高校可以积极引进具有大数据分析技术与具备充足经验的人才,为大数据技术应用于档案管理中提供良好支撑,并能发挥专业技术人才的引领作用,提高高校档案管理队伍的整体水平,更好地助推高校档案工作的持续发展。

## 4 结语

综上所述,高校档案工作是高校教育教学活动、管理、教科研、教育督导评估的重要环节与参考资料,对高校的持续发展具有重要作用。因此,要发挥大数据技术的作用,将其应用于高校档案工作中,有效地推动高校档案工作中大数据技术的应用和发展,促进档案行业的进步,推动高校教育教学水平的提高,加快可持续发展的步伐。

## 参考文献:

- [1] 丰科军.大数据背景下高校档案管理的应对方式[J].经济与社会发展研究,2022(03):221-223.
- [2] 杨雯,张北建.大数据时代高校电子档案信息化建设现状及发展策略[J].机电兵船档案,2020(02):77-80.
- [3] 王丽勇.大数据环境下的高校档案信息化管理探讨[J].赤峰学院学报(自然科学版),2020,36(04):52-53.
- [4] 黄维静.大数据背景下高校档案管理[J].数字化用户,2023,29(09):52-54.
- [5] 坎卓.大数据时代背景下高校档案管理工作研究[J].文渊(高中版),2023(01):417-419.
- [6] 周光林.大数据下高职院校档案数字化管理创新策略[J].数字化用户,2023,29(06):40-42.
- [7] 宋丽.浅谈大数据环境下高校数字档案资源管理[J].电脑校园,2020(08):6220-6221.

# 机电设备电气线路故障问题与优化措施分析

张丽, 张双国

(青岛宜安建设有限公司, 山东 青岛 266000)

**摘要** 机电设备自动化水平不断提高, 电气线路的设计也随之逐渐复杂化, 电气线路一旦发生故障问题, 会直接影响机电设备运行的安全性。因此, 要想保障机电设备在生产活动中稳定运行, 重视电气线路故障问题、提升故障检修处理水平是关键。基于此, 文章首先对电气设备安装施工进行综述, 其次探讨机电设备电气线路故障表现, 然后研究机电设备电气线路故障排查方法, 最后就机电设备电气线路故障解决措施进行研究, 旨在为推动我国机电设备电气线路安全、稳定地运行提供借鉴。

**关键词** 机电设备电气线路; 故障问题; 检修方法; 强化措施

中图分类号: TU85

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0112-03

电气控制作为自动化控制的重要组成部分, 越来越受到人们的关注, 电气控制线路具有环节多样、线路复杂、故障点隐蔽等特点, 因此, 如何有效地对电气控制线路进行故障诊断及维修尤为重要。

## 1 电气设备安装施工综述

电气设备安装对建筑或者设施的用电质量影响显著, 通过分析电气设备安装施工, 找出施工优化方案, 能够很大程度上保证电气设备施工质量达标, 避免在施工或者后期使用中出现用电安全问题<sup>[1]</sup>。当前, 电气设备主要包括弱电、照明以及供配电等多种类型, 从细节入手消除施工中可能存在的盲点, 排除存在的隐患, 是保障电气设备安装施工效果的重要前提。

此外, 根据用途不同, 电气设备需求及其安装施工方式也会有一定差异, 施工单位需要结合建筑工程实际情况, 选择最为适宜的安装施工方案。这就要求技术人员在施工之前明确施工阶段需要考虑的问题, 结合建筑或者设施施工环境、使用特点, 对电气设备安装施工方式进行优化, 为电气设备使用价值的充分发挥提供保障。

## 2 机电设备电气线路故障表现

### 2.1 短路

机电设备电气线路出现短路故障, 首先要考虑绝缘层是否遭到了破坏, 若机电设备电气线路中导体的绝缘性较差, 则极易发生短路故障<sup>[2]</sup>。机电设备在日常使用中, 温度会逐步上升, 产生的污染物增多, 会使绝缘体的效果降低, 使电气线路发生短路故障。其次, 考虑导线连接问题。在导线架空期间, 由于弛度过大,

受外界因素影响, 会出现电线摆动情况, 导线相接会造成短路故障。不等点位两条导线短接也是机电设备电气线路短路的重要原因; 受外界因素和人为操作因素的影响, 在机电设备电气线路铺设安装过程中, 没有按照施工标准开展施工作业、电气线路头包裹施工质量不达标、临时短接线拆除不彻底等都是短路故障的关键诱因。

### 2.2 设备安装的尺寸问题

比如底座和变压器底座之间的基础尺寸过大或者过短, 安装起来都要经过精密的测量, 否则根本无法安装, 经常会出现基础钢上没有明显的接地或者变压器盘安装无法垂直的情况。此外, 电线的敷设也有很大的问题, 由于施工上的失误, 工作人员容易忽视管道的可燃性, 这一点, 规范手册中有明文规定, 防护导线的外层应具有良好的阻燃性, 阻燃间距控制在1m以内, 能起到很好的预防作用, 通常根据管道的燃烧情况来判定外层的防火性能。其他情况下, 有时候架设不能满足需要; 穿线管时长出现问题, 会发生干缩或弯曲; 金属管道没有经过平滑处理, 在装配过程中会刮伤外部的绝缘层。

### 2.3 接地故障

带电导体与大地之间发生的短路被称为接地故障。间接接触电击事故是日常中最容易出现的接地故障事故, 接地故障比短路故障更具有危险性, 我们应做好相应措施去避免和防止其发生<sup>[3]</sup>。电气工程中通常会采用保护接地方式来保障人身安全防止间接接触, 保护接地是将电气设备可导电的金属外壳进行接地, 从而降低故障时电气设备外露可导电部分的对地电压。

### 3 机电设备电气线路故障排查方法

#### 3.1 电压法

运用电压法进行机电设备电气线路故障检测,使用万用表测量机电设备电气线路中的电压数值,收集测量的电压数值,再次测量故障四周部位;随后,相关维修技术人员需根据机电设备电气线路图验证检修结果数据,进而明确故障的具体位置及其涉及范围<sup>[4]</sup>。电压检测法分为两种形式,即分阶检测和分段检测。第一,分阶检测法更适用于机电设备电气线路短路故障检测,操作简单,技术人员容易上手,深受广大检修技术人员喜爱,成为实用性最强的技术之一。技术人员以万用表为主要检测设备,通过表笔完成与设备的连接,使用另一支表笔对机电设备进行检测,确定故障类型及其发生的位置。在机电设备电气线路运行相对平稳的情况下,万用表测量出的电压数值为电源电压,若机电设备电气线路存在故障,则万用表检测的电压数据为 0,技术人员要及时进行两点定位,找出故障位置。第二,分段检测法的应用原理与分阶检测法基本相同,区别在于技术人员需要对机电设备的电气线路进行逐一排查。如果机电设备出现电气线路故障,并且故障范围较大,那么采用分段检测法会更便利。因此,分段检测法更适用于大型机电设备电气线路的故障检测。

#### 3.2 电阻法

电阻法是检修中最常用的一种测量方法,使用该方法进行测量时,第一步就是要断开电源,然后将万用表调节至合适的电阻档,再依次测量不同点之间的电阻,若测出的电阻值为 0,则表示此段线路正常,若测出的电阻值为无穷大,则此段线路必出现断路或接触不良。由于该方法是在断电情况下测量的,具有安全、简单的优点,但也存在电阻值测量不准确的缺点。

#### 3.3 传感技术

电气设备在线监测技术在应用中的关键是传感技术,工作人员调整传感设备精确度,可以增强传感技术以及实际获取数据的精准度,从而改善在线监测技术的应用效果<sup>[5]</sup>。由于传感技术数据精准性非常重要,所以数据也成为监测设备规范运行的关键衡量标准,一旦数据产生变化,代表设备在运行中产生变化,若是数据为正常值,即代表设备处于正常状态。传感技术不断更新的当下,在电气设备的在线监测中得到广泛应用,使数据分析准确性更高,也可以在采集数据基础上,分析发现电气设备的潜在隐患。要想充分体现出传感技术的灵敏度,往往需要投入较高的成本,一般传感器灵敏度高,造价也相对较高。这就需要在

技术研究方面增加投入,既可以加速技术创新,又能够节约造价成本,达到加强传感技术灵敏性的效果,也可以因此完善电气设备监测标准,在传感设备的作用下保证电气设备能够处于常规运行状态,降低电气设备故障发生率。

#### 3.4 短接法

当线路中怀疑存在断路故障时,除采用上述提到的电阻法和电压法以外,还可以采用一种更快捷有效的方法,即短接法,通过用一段具有良好绝缘的导线将被怀疑的部位进行短接,若电路接通,则说明此处出现断路问题。但该方法具有局限性,只适用于触头类或压降非常小的导线类的断路故障,且检查完必须马上拆除。

### 4 机电设备电气线路故障解决措施

#### 4.1 选择适当的检修方法

随着机电设备行业的深入发展,线路故障逐渐凸显了出来,为了保证该行业的稳定发展,制定针对性检修处理方案十分关键。现阶段,我国机电设备电气线路的检修方法呈现出了多样化发展态势,如电压法、电阻测试法、短接法等,因此为了提升故障检修工作的效果,需积极研发新型检修方法,将其与网络信息技术结合,打造智能化故障检修方法。在机电设备电气线路故障方法得到发展后,技术人员的选择增多,要想提升故障检修工作质量,技术人员在检修过程中就要积极结合项目的实际情况,选择适当的检修方法,不能盲目追求方法的创新性,更应当重视其适用性。以电压法为例,在实际检测过程中,通过检测机电设备电气线路任意两点间的电压数值,分析电气线路电压是否稳定。在实际操作电压法时,需保证机电设备电气线路处于闭合状态,该方法比较适用于大型机电设备电气线路的检修。

#### 4.2 电气绝缘监督

电气装置的绝缘检测是确保电气装置是否正常使用的关键,根据下列三个测试项,可以对电气装置的绝缘和各项性能进行测试,从而对内部的故障进行判定。一是隔热阻值和吸热系数:本测试是对样品的绝缘进行初步检测,以确定其是否有受潮和局部缺陷;二是绝缘材料损耗角正切值:绝缘材料的绝缘损耗测试是衡量电气系统绝缘状态的一种重要手段。通过敏感度分析,能发现绝缘老化、受潮、绝缘中含有气体、油液不匀或污垢等问题;三是交流耐压测试:对超过工作中所遇到的过电压值的交流电压进行测试,以检测装置的绝缘等级。

### 4.3 防范质量事故

保证施工安全,有效防范质量事故,是电气设备安装施工的优化的重要内容,技术人员要系统化研究电气工程施工过程,尽可能多地了解工程质量与施工安全的影响因素。一方面,技术人员要对施工过程中可能遇到的问题进行梳理和预测,针对性设计应对方案,或者通过专业的会审过程对施工设计方案进行调整,更大程度上消除工程系统质量事故隐患。另一方面,要做好相应的审核与把控工作,注意检查工程所使用的设备和材料,避免其自身存在不足。在安装施工过程中,要充分保证施工材料规格与性能指标符合设计要求,并严格监管好进场、订货以及采购等流程,确保整个材料保管、运输过程万无一失,避免因各种意外造成纰漏。

### 4.4 评估与预测电气设备使用寿命

因为电气设备在线监测技术主要负责设备健康与运行状态的实时监控,所以检测装置必然储存了大量历史数据。得出电气设备基本情况的变化趋势,可直接通过诊断系统预测电气设备健康情况,并且评价电气设备的在线寿命以及残余寿命。例如电气设备常规运行时间为5~10年,此为电气设备稳定期,在此期间定期保养与检查电气设备,可以达到延长电气设备在线控制设备使用期限的目的。如果电气设备已经运行了10~20年,此时进入设备劣化期,需要工作人员分析电气设备监测数据,安排定期检测,观察设备在运行中的特性,定期评价电气设备生命周期。如果电气设备的运行时间已经超过20年,必须安排实时连续检测,并评估其剩余生命周期,总结适合此工作状态电气设备的方法。

### 4.5 提升机电设备电气线路施工技术水平

机电设备电气线路的施工质量与机电设备运行的稳定性息息相关,要想实现机电设备安全稳定地运行,做好机电设备电气线路的施工是关键。因此,要积极提升电气线路施工技术水平,结合工程项目的实际情况,选择恰当的电气线路施工技术,保证施工技术与项目实际情况相吻合,提升技术与项目的适配度。首先,技术人员需要对机电设备电气线路的安装要求有清楚的了解,基于要求制订施工方案。其次,在技术选择中,遵循经济性、适用性、针对性原则,优化技术配合度,展现出高质量施工技术的效果。另外,做好对关键部位的施工处理,例如,机电设备长期处于运行状态,发生零件磨损现象是十分常见的,一旦磨损严重,将会直接诱发电气线路故障。因此,施工期间,施工技术人员应安装好电缆保护处理装置,减缓其磨损速度,延长机电设备的使用年限。

### 4.6 严格管控材料

建筑原材料质量决定了工程质量,是建筑类企业的生命线,如若材料质量不合格,那么电气设备安装施工质量则无从谈起。这是因为劣质原材料会导致建筑使用性能与安全性降低,严重威胁施工人员、使用主体的人身安全,以及建筑内的财产安全。施工单位要针对性地加强对设备和材料的控制与管理,保证其达到设计要求,更大程度上避免由材料、设备问题引起的安全隐患。同时,在施工过程中也要注意对材料与设备进行检查,将相应的监督标准落实到实践上。在此过程中,技术人员需要明确检查工作内容、步骤以及标准,按照一定的要求和流程开展系统化的核查,确保检查工作无盲点。具体而言,技术人员需要检查开关等电器元件本身整体绝缘性能是否符合相关标准;要对各类电气设备所造成的污染、能耗、安全隐患进行指数分析,优化设备使用方案。尤其在高层建筑中要根据具体使用需求选择电气设备,充分考虑设备本身所造成的能耗和污染,并采用节能开关、节能插座、节能电箱、节能灶、节能灯等环保节能设备降低能耗。在核查过程中一旦发现个别材料或者设备在某些方面不达标,要按照相应的追责制度对采购人员进行追责,将材料与设备问题对工程质量造成的影响降到最低。

## 5 结语

机电设备对我国工业发展起到了关键的作用,而机电设备长期处于运行状态,电气元件出现磨损是正常现象,技术人员后期做好养护管理才是关键。然而,当前,我国机电设备电气线路问题较为严重,严重影响了机电设备的稳定运行,降低了生产质量及生产效率。为解决上述问题,技术人员要提升对检修工作的重视程度,结合机电设备的实际情况,选用合适的检修方式,精准定位故障位置及类型,制订后期维修方案,保证机电设备电气线路故障的处理质量,为促进我国机电设备的稳定发展奠定基础。

## 参考文献:

- [1] 许庆忠,蔡桥洪,马耀辉.基于PLC技术的电气机械控制策略研究[J].中国机械,2023(05):38-41.
- [2] 李贵恒.机电设备的电气线路故障及改进措施分析[J].当代化工研究,2022(08):180-182.
- [3] 汪军.关于机电设备电气线路故障问题的探析[J].中国设备工程,2020(20):35-36.
- [4] 吴钦峰,屠学林.机电设备电气线路故障问题与优化措施分析[J].上海轻工业,2023(05):165-167.
- [5] 王博.机电安装电气设备预埋常见的问题及对策[J].现代工业经济和信息化,2022,12(07):213-214,310.

# 电力输配电线路的运行维护及故障排除研究

周 骥

(国网湖北省电力有限公司通城县供电公司, 湖北 咸宁 437000)

**摘 要** 在电力输送的过程中, 要实现电力的稳定输送, 输配电线路的运行维护及故障排除是保证电力稳定、持续输送的关键。但是在具体的维护工作开展中, 维护的技术手段还需要进一步改进。因此, 不断加大电力输配电线路的运行维护及故障排除的研究工作, 是目前电力企业工作的重点。本文从电力输配电线路应用的要求和常见的故障问题展开分析, 尝试提出线路运行维护和故障排除的策略。

**关键词** 电力输配电线路; 运行维护; 故障排除

中图分类号: TM72

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0115-03

在电力设备搭建完成投入具体的运行阶段, 以科学的管理方式对电力输配电线路的运行进行维护, 及时排除各类故障问题, 对于保证电力的稳定输送和电力使用安全是非常关键的。但是在对电力输配电线路运行进行维护时, 如何高效、科学地排除各类故障问题, 对于大部分的电力企业而言还具有一定的挑战性。为了提升电力企业对电力输配电线路管理的质量, 需要电力企业相关人员不断总结经验, 进行技术研发, 才能确保管理效率和质量的提升。因此, 电力输配电线路的运行维护及故障排除的研究对于电力企业的发展具有非常重要的意义。

## 1 电力输配电线路应用要求

### 1.1 完成电能稳定输送

在电力系统中, 电力输配电线路主要功能是完成电能资源的输送。在电力的具体输送过程中, 电能资源需要经过降压变电站, 确保电力能够稳定地输入配电变压器中。此外, 在电能输送中配电变压器的使用, 能够达到对电力资源的优化应用。在具体的输电中, 根据输电线路经过电压差异, 也会被划分为不同的类型, 一般分为高压线路和低压线路。在电能输送的过程中, 无论是处于哪一种类型的线路, 都需要确保电能的高效和稳定输送, 才能保证电能资源的持续和安全供应。为社会发展提供稳定的电力资源, 且降低电能输送过程中出现的耗损问题, 保证电力企业的经济效益<sup>[1]</sup>。

### 1.2 维护工作适应行业发展

在我国电网系统建设中, 做好配电线路的运行管理和维护工作是确保电力系统稳定运行的基础。但是随着我国电力系统结构设计的复杂性提升, 导致相关工作人员在进行电力系统维护时需要面临的作业情况

更加复杂, 提升了作业难度。尤其是在配电线路跨度持续增大的状况下, 施工作业需要处理的气候环境和自然环境更加复杂。在外部条件持续恶劣的背景下, 做好电力输配电线路的运行和维护工作, 需要相关人员进一步提升技术手段, 进行工作经验的总结, 才能达到维护的目的<sup>[2]</sup>。

### 1.3 提升维护管理人员的技术能力

在新时代, 电力输送朝着远距离、高压电、大容量的趋势发展, 已经成为电力企业所面临的基本现象。为了满足电力需求的持续扩大, 在配电线路的建设中, 也需要走向大型化的方向。具体的表现有塔架和杆塔的高度持续增加, 线路的绝缘子串增长, 这些现象的出现必然导致配电线路占地面积和空间的扩大, 这些问题的存在为相关工作人员日常线路运行管理和维护等作业的开展增加了难度。在电力企业不断改革发展的状况下, 各类新技术和新材料在电力运行维护中的使用, 对于提升日常维护管理提供了众多的技术支撑。但是新技术和新材料的使用也对相关工作人员的具体工作内容提出了更高的要求, 需要相关工作人员不断提升自身能力, 才能适应新技术和新材料的使用所带来的工作内容变化<sup>[3]</sup>。

## 2 电力输配电线路的运行维护的影响因素

### 2.1 自然因素

电力输配电线路作业的区域一般处于自然环境之中, 容易受到外界自然环境的干扰。尤其是处于比较恶劣的自然环境状况下时, 维护工作开展的难度更大。比如常见的雨雪天气, 会对电力输配电线路造成严重的影响, 严重的状况下可能出现停电的问题。为了确保电能的高效和稳定输送, 需要不断加大电力输配电线路运

行维护的力度和技术研究,降低自然环境对电力输配电线路造成的影响<sup>[4]</sup>。

## 2.2 人为因素

在电力系统运行中,人为因素也是导致电力输配电线路出现故障的主要原因之一。通过相关分析发现,人为因素对电力输配电线路的影响主要分为两个方面。分别是电力企业内部工作人员和企业外部工作人员对线路稳定运行造成的影响。

内部工作人员的主要影响体现在对输配电线路的线路设计方面。在社会发展中,实现远距离的电能输送已经成为社会发展的趋势。在远距离电力输送中,对于输配电线路的线路设计方面的要求更高,否则就容易出现各类故障。而且在长距离输送中,线路输送中出现的故障还容易被放大。尤其是在设计方案中存在的各类问题,都会对线路的运行产生严重的影响。因此,为了确保电能实现的稳定持续的状态,需要在电力系统的施工方案设计时,综合考虑各类影响电力运行的影响因素。在设计方案中提前对各类可能出现的故障问题和影响因素进行限制,以及做好紧急预案,才能降低故障发生对电力企业造成的损失<sup>[5]</sup>。

外部其他人员的影响一般状况下比自然因素造成的后果更加严重。尤其是最近几年以来,人为盗窃的案件数量持续上涨,给电力输配电线路运行维护工作的开展造成了较大的压力。人为偷盗问题的存在,不仅会对电力输配电线路的运行和维护造成严重的影响,也会对其他人员的生命财产安全造成严重的威胁。为了确保人们日常用电和维护电力企业的经济利益,需要电力企业在进行电力维护工作中,做好电路的维护和宣传工作,减少人为偷盗现象的发生。

## 3 电力输配电线路运行维护策略分析

### 3.1 结合施工进度,做好施工准备工作

电力输配电线路施工作业的内容非常复杂,涵盖的范围也非常广阔,工程项目施工难度大,这些因素的存在也导致施工作业中各类故障出现的概率增加。另外,在前期施工作业中出现的各类问题,也会给后期的线路运行维护造成影响,提升运行维护作业开展的难度。因此,为了确保电力输配电线路工程后期运行维护工作的顺利开展,做好线路施工前期的准备工作是非常必要的。

首先,在施工前期对施工环境进行充分的调查。在确保掌握施工现场相关的各类地理信息之后,制定符合施工企业实际施工能力的施工方案。在线路工程项目施工中,线路的铺设会受到自然因素和地理因素

的影响,对输配电线路施工周围的地形和气候展开详细的调查。在具体的调查作业开展中,必须确保委派的人员具备专业的素养,使用现代化的设备,以便获得更加精确的数据信息,以此为基础制定的施工作业方案才能保证科学性。在结合施工作业区域地理环境因素和气候因素时,需要对可能发生的各类问题,及时做好解决的预案,防止在事故发生时不能及时进行处理,造成更加严重的后果。

其次,在作业中除了考虑自然和地理环境因素之外,如果施工作业的区域是城市环境,设计人员对于城市中建筑物的各类参数也应该进行准确掌握。在城市发展中,各类社会活动的开展都需要建立在电力支持的基础上。城市发展对于电力需求更大,需要不断提升城市中电力输配电线路运行维护的技术。因此,在电力输配电线路施工作业中,需要对施工区域中的各类建筑物进行调查和统计,预防因为对城市建筑物各项参数掌握不准确造成的线路施工作业问题。比如,在极端天气状况下,只有提前做好应对措施,才能确保线路承受极端天气影响的能力提升,进而降低极端天气对线路造成损坏,影响城市电力的稳定供应。

### 3.2 制定维护方案,开展定期检测和维护

在对电力系统中的电力输配电线路进行维护时,开展定期的检测和维护作业是非常必要的。只有定期开展检测和维护作业,才能在第一时间发现线路存在的问题,采取及时、科学的措施进行维修,有效避免因电路损坏造成的大面积安全事故,降低线路损坏对人们日常生活造成的影响和降低电力企业的经济损失。

首先,需要从电力系统整体的角度展开分析,研究制定检测的方案。在对输配电线路进行检测和维护时,开展定时定期的检测作业,能够在较高程度上降低线路安全问题的出现,有效提升线路运行安全性和稳定性。在开展检测作业时,还需要相关的检测人员具备极高的责任和意识,才能在检测作业开展时认真履行自己的职责,防止检测漏洞的存在。

其次,在检测作业开展之前,对于各类可能出现的安全故障设置紧急预案,是提升检测效果,相抵损失的重要举措。比如,在检测时如果出现自然灾害和极端恶劣的气候情况,需要相关工作人员根据气象局的天气预警,提前做好应对的准备工作。提前预防恶劣气候对输配电线路的影响,开展及时的预防检测维护工作,能够将极端天气对输配电线路的影响降到最低。此外,在完成检测维护工作之后,相关工作人员开展及时、全面的复盘工作也是提升检测维护效果的重要措施。

#### 4 输配电线路故障排除技术分析

在对输配电线路故障排除中所采用的技术分析中,需要对引起故障的原因进行具体分析。只有在全面把握引起故障的原因的基础上,才能制定故障排除方案,确保故障排除采取措施的科学性和合理性,进而降低故障排除时可能发生的问题,确保电力故障排除人员的生命安全。

##### 4.1 风雨引起故障排除

输配电线路的主体一般都置于自然环境中,长期受到风雨的影响。一旦出现风雨天气,容易造成泥石流和山体滑坡等自然灾害。此类自然灾害的出现,必然会对输配电线路造成影响。比如,在风力较强的天气,会对电塔和电线杆造成损坏,最终会对输配电线路造成不利影响,影响电能的稳定输送。自然灾害造成的电力损坏,一般维修的难度较大,且需要相关技术人员花费较多的时间进行线路的重新搭建和维修,才能确保电力的输送。因此,提前预防此类故障的发生,做好紧急处理预案是非常必要的。在具体的故障排除作业中,电力企业施工的相关技术人员需联合相关部门进行完整全面的调查,对当地的气候条件和地理条件进行分析,然后结合具体的故障信息对电塔和电线杆进行提前的加固作业,以达到提升电力设备抵御强风和暴雨天气的能力,实现电力的稳定输送。

另外,由于强风暴雨天气的出现不是短暂的,需要相关技术人员做好长期应对的准备工作。因此,维护人员需要对线路进行定期的维护和检查,在出现问题时能够及时进行解决。比如,在电线杆倾斜或线路断裂的状况下,需要维护人员展开及时的维修处理,防止造成更加严重的后果。

##### 4.2 雷击引起故障排除

在输配电线路故障发生的原因分析中,发现雷击是引起输配电线路故障较多的因素。一般状况下,雷击会造成输配电线路的跳闸现象出现。但是如果雷击比较严重,还可能造成线路的整体损坏,整个电路系统都会出现瘫痪的问题。如果出现整个线路系统的瘫痪问题,不仅维修处理的时间较长,还会对人们的日常生活和工作造成严重的影响。在雷击引起的故障排除中,通常采取的措施是预防为主。在电塔施工时,经常采用抗雷击能力较强的材料和技术。此外,线路维护人员应时刻关注天气状况,在雷雨天气即将要出现之前,及时对电塔和电线杆进行固定,并且做好防雷和避雷工作,也能有效提升输配电线路整体的可靠性和安全性。

##### 4.3 盗窃引起故障排除

在对输配电线路进行维护时,发现人为盗窃行为也是造成线路故障的主要原因之一。在对盗窃行为分析中,发现盗窃行为发生频率较高的主要是窃电和盗窃设备。但是无论是哪一类行为,都要严厉打击,才能确保电力设备的稳定运行。为了防止此类问题的发生,需要电力企业的相关管理人员不断优化管理机制,对各类盗窃行为采取多样化的防范措施,才能达到预防的效果。

首先,电力企业应该定期安排相关人员对关键设备进行巡视,优化和完善各类监控设备,以便相关工作人员能够及时发现偷盗问题。各类监控设备的安装,能够降低巡视人员的投入。而且高质量监控设备的安装,能够在盗窃事件发生之后,为警察提供相关线索,快速开展追查工作,及时将违法犯罪人员缉拿归案。

其次,加大反盗窃技术研发工作。在落实巡查工作的同时加大电量监控,以便在出现异常用电的状况下,电力企业的相关人员能够及时发现,并采取适当的措施对偷盗行为进行打击。因此,电力企业应该鼓励企业相关人员在经验总结的基础上进行技术创新,以降低盗窃事故发生对电力企业造成的损失。

最后,电力企业可以借助自媒体平台,对盗窃电力和电力设备的危害和后果进行宣传,提升民众的电力安全意识,且对电力盗窃人员进行警示,防止电力盗窃事故的发生。

#### 5 结语

输配电线路作为电力系统运行的重要环节,需要不断加强线路维护和故障排除的技术研究工作,才能达到有效预防电能输送故障的发生。因此,不断加大电力输配电线路的运行维护及故障排除的研究工作是非常必要的。

#### 参考文献:

- [1] 冀宇. 电力输配电线路的运行维护及故障排除研究[J]. 电力设备管理, 2022(15):46-48.
- [2] 李艳明. 电力输配电线路的运行维护及故障排除研究[J]. 区域治理, 2018(49):185.
- [3] 孙宏. 电力输配电线路的运行维护及故障排除研究[J]. 科技风, 2019(03):176.
- [4] 李镇成. 电力输配电线路的运行维护及故障排除研究[J]. 电力系统装备, 2019(22):96-97.
- [5] 贾海军, 雷涛. 电力输配电线路的运行维护及故障排除研究[J]. 黑龙江科学, 2018,09(20):70-71.

# 火电厂中速磨节能降耗综合治理及增大出力研究

刘新成

(大唐陕西发电有限公司西安热电厂, 陕西 西安 710302)

**摘要** 在火电厂的发电过程中, 磨煤机作为重要的辅助设备, 其良好的性能能够有效提高火电厂的发电效率并降低生产成本。但由于设备随着使用时间的推移, 设备中的零部件会逐渐因为磨损而导致设备性能降低, 以致于磨煤机在长时间的使用后, 设备自身的能耗严重增加。基于此, 本文就火电厂中速磨煤机节能降耗以及综合治理进行研究分析, 并提出相应的解决措施, 旨在为最大限度地提高火电厂中速磨煤机的使用效率提供有益参考, 并以此降低能耗, 达到可持续发展的节能目的。

**关键词** 火电厂; 中速磨; 节能降耗; 技术改造

中图分类号: TM62

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0118-03

在电力行业中, 煤炭是一种重要的能源资源, 而磨煤机作为电厂制粉系统中的关键设备, 对原煤的制备过程起着至关重要的作用。因此, 深入研究磨煤机的工作原理和结构分析是提高燃烧效率的关键一步。通过对 ZGM95K 磨煤机的工作原理和结构进行分析, 可以了解磨煤机的工作过程, 深入了解其内部结构与工作机制, 可为进一步改进和优化磨煤机的性能提供理论依据。

在某火电厂中使用的中速磨煤机型号为 ZGM95K, 总共有 5 台设备正常运行。该火电厂中速磨煤机从使用至今, 已经有 4 年的使用时间, 在这个过程中, 磨煤机内部相关零部件由于磨损, 使得磨煤机的能耗逐渐增加, 为此, 做好对该火电厂磨煤机的节能降耗综合治理, 技术升级改造势在必行。

## 1 ZGM95K 磨煤机的工作原理及结构分析

ZGM95K 磨煤机是一种高效率、节能型的中速磨煤设备。磨煤机主要由电机、减速器、磨盘、风机等部件组成。其工作原理是利用磨盘和煤炭之间的相互摩擦和挤压作用, 将煤炭破碎成细小的煤粉。ZGM95K 磨煤机具有紧凑的结构和高效的破碎能力。关键部件包括磨盘、磨辊、减速机、液压加载装置等。磨辊、磨盘是磨煤机的碾磨核心部件, 其设计和制造质量直接影响到磨煤机的工作效率和能耗。辊套的工作面也是影响破碎效果的重要因素。

磨煤机的主要部件功能与作用: (1) 碾磨装置。磨盘磨辊通过碾压摩擦将煤块进行破碎, 使其达到所

需的细度, 并确保破碎的均匀性。(2) 液压加载装置。磨盘是通过减速机的带动运转, 磨辊是通过上方的液压加载力, 通过辊架在磨煤过程中提供所需的下压力和摩擦力, 使煤粉的细度逐渐提高。

该火电厂所使用的磨煤机型号为 ZGM95K, 磨煤机的出力参数为 35t/h, 磨煤机轴功率为 293kW, 石子煤排放量为 0.028t/h, 喷咀环形式为旋转式, 磨机额定空气量为 17.83g/s, 磨煤机磨盘转速为 26.4r/min, 磨煤机出口气体温度为 75℃, 通风阻力小于 5825Pa, 电损耗为 8kW/t·h。ZGM95K 磨煤机是一种中速辊盘式磨煤机, 其碾磨部分是由三个沿磨盘滚动的固定且可自转的磨辊组成, 需要粉磨的原煤从磨煤机的中央落煤管落到磨盘上, 旋转磨盘借助于离心力将原煤运动至碾磨滚道上, 通过磨辊进行碾磨<sup>[1]</sup>。三个磨辊沿圆周方向均布于磨盘滚道上, 倾斜角度约为 15°, 碾磨力则由液压加载系统产生, 通过圆周均布的三点, 碾磨力均匀作用至三个磨辊上, 原煤的碾磨和干燥同时进行, 一次风通过喷嘴环均匀进入磨盘周围, 将经过碾磨后从磨盘上切向甩出的煤粉混合物烘干并输送至磨煤机上部的分离器, 从而实现粗细煤粉的分离。

## 2 基于 ZGM95K 磨煤机节能降耗综合治理的措施

### 2.1 影响因素分析

#### 2.1.1 机械设计方面的因素

磨盘形状、磨辊数量和直径、一次风量及风温都会直接影响到磨煤机的破碎效率和能耗。优化这些机械设计能够降低能耗、提高磨煤效率。

### 2.1.2 运行参数方面的因素

运行参数如进料粒度、磨煤机转速、煤粉内部粗细分离等,也会对磨煤机的破碎效率和能耗产生重要影响。合理的运行参数能够使磨煤机更加高效地工作,并降低能耗。

### 2.1.3 煤粉特性的影响因素

煤炭的可磨性、含水量、灰份等特性会对磨煤机的破碎效果和能耗产生一定的影响。合理地处理煤粉的特性,可以提高磨煤机的破碎效率并降低能耗。

## 2.2 火电厂中 ZGM95K 磨煤机节能降耗综合治理的具体措施

为了有效提高 ZGM95K 磨煤机的使用寿命和降低能耗,应在规定时间内对该火电厂的 ZGM95K 磨煤机进行检修。而在对 ZGM95K 磨煤机进行修建时,需要基于以下方面展开,才能确保 ZGM95K 磨煤机在修理后满足使用需求。首先,在进行修理工作之前,要确保磨煤机已经断电并放置到安全位置,同时,穿戴必要的个人防护设备,如安全帽、安全眼镜、手套等,以免发生意外伤害。其次,在磨煤机检修时,要仔细观察每个零部件的摆放位置和连接方式,并记录下来,这样可以方便在后期组装时避免出现错误<sup>[2]</sup>。然后,在修理过程中,要及时清洁磨煤机内部的积灰和杂物,保持清洁干净的工作环境,此外,还要定期检查和更换磨煤机的润滑油,确保其正常运转。随后,选择合适的工具进行修理是非常重要的,不同的零部件可能需要不同的工具来拆卸和安装,使用适当的工具可以提高工作效率,并避免对零部件造成损坏。在重新组装磨煤机时,要按照正确的顺序进行装配,如果组装不当,可能会导致机器无法正常运转或产生其他问题。因此,要仔细阅读相关的检修作业指导书。最后,进行测试和调试时,当磨煤机检修完成后,必须进行必要的试运行和调试工作,检查各个部件是否紧固、连接是否牢固以及磨煤机是否能够正常启动和运行,如发现异常情况,要及时停机进行修理。

## 3 ZGM95K 磨煤机运行方式调节对能耗的影响

磨煤机的运行方式调节是指通过调整磨煤机的工作参数和操作模式,以适应不同工况和负荷要求,同时实现节能和提高磨煤机效率的目的。通过合理优化磨煤机的运行方式,可以降低能耗、提高磨煤机的工作效率,进而减少能源消耗和环境污染。不同运行方式的调节参数变化会导致磨煤机运行状况的不同,从而影响磨煤机的能耗。例如,增加磨盘转速可以提高

磨煤机的产能,但也会增加电能的消耗。调整磨盘倾斜角度可以改变煤粉的产量和质量,从而影响到锅炉的燃烧效果和锅炉效率。

在该火电厂运行过程中,ZGM95K 磨煤机作为锅炉的重要辅机,电机功率较大,额定功率为 355kW,磨煤机设计单耗为 8.0kW/t·h (100%磨煤机出力),碾磨件设计寿命 8000~10000 小时。磨煤机在运行一段时间后,磨煤机磨辊辊套和磨盘衬板及旋转喷口等各部磨损严重,各部间隙偏离设计值,另一方面由于入炉煤煤质较差以及运行方式等因素,导致磨煤机单耗最大的达到 11kW/t·h 以上<sup>[3]</sup>。为了提高磨煤机运行的安全经济性,根据磨煤机的运行小时数、出力、和研磨部件的磨损情况,对磨煤机进行及时的维护检修,使磨煤机出力达到理想的状态,以确保其经济性。在火电厂锅炉燃烧系统中,一次风系统是保证煤粉输送和锅炉燃烧的重要系统,该火电厂制粉系统采用正压直吹式一次风方式,磨机风煤比例为 1:2,采用自动/手动调节。在运行中根据炉膛燃烧及负荷变化需要,及时增减磨机一次风量,一次风量调节时,注意风量不能过高或过低,一次风量过低,会导致磨内回粉增加,煤粉过细,增加电耗,还有可能引起堵煤。一次风量过高,会使煤粉颗粒度变粗,导致炉膛出口温度升高,对炉内产生影响,还会增大一次风机的能耗,并会加大相关部件的磨损。根据每一批来煤情况,及时调整煤粉细度,我厂磨煤机煤粉细度在 R90=18%~24% 之间。入炉煤应尽可能采用挥发份较高的煤,以减少电耗及金属磨损。磨机运行中尽量带满负荷,在保证炉膛稳定燃烧的前提下,尽量减少磨机运行台数。

## 4 针对 ZGM95K 磨煤机检修前后的参数对比分析

该火电厂运行的 ZGM95K 磨煤机有 5 台,在检修 ZGM95K 磨煤机时,为了确保检修后的 ZGM95K 磨煤机能够达到节能降耗所需,则需要对相同的 ZGM95K 磨煤机检修前后数据进行记录。本文以 1 号 ZGM95K 磨煤机检修前后数据对比为例,在经过两次大修后,对 ZGM95K 磨煤机采用辊套与衬板采用成型铸件的单耗统计以及辊套与衬板采用修复堆焊铸件的单耗统计。两次大修的时间分别是 2009 年 3 月和 9 月,检修的统计数据如表 1 和表 2 所示。

通过两次对 ZGM95K 磨煤机的检修后,更换碾磨件后磨机单耗值分别为 6.74kW/t·h、7.48kW/t·h,均低于磨机指导电耗值<sup>[4]</sup>。

在经济对比中,ZGM95K 磨煤机的磨盘与静环修复

表1 辊套与衬板采用成型铸件的单耗统计

时间	03:20	03:29	03:31	04:14	04:30	05:15	05:31
单耗	10.15	6.74	7.58	8.6	8.58	8.49	8.74
时间	06:15	06:30	07:15	07:31	08:15	08:31	09:12
单耗	10.19	10.22	10.1	10.1	10.33	10.87	10.92
备注	检修前	检修后					

表2 辊套与衬板采用修复堆焊铸件的单耗统计

时间	09:11	09:30	10:15	10:31	11:15	11:30	12:15	12:31
单耗	10.92	7.48	7.55	7.16	7	7	7.15	7.51
备注	检修前	检修后						

采用挖补堆焊耐磨低合金锰钢板,再进行车削加工,以保证各部尺寸。一套价格约4.7万元。磨盘与静环原厂购买需要17万元。节省费用12.3元,且可以重复修复多次。磨辊辊套与衬板堆焊为79元/kg;单个辊套堆焊重量为450kg,约3.55万元;一台磨3个辊套,堆焊共需11万元;可保证反复堆焊3次。衬板堆焊为79元/kg;一台磨12块衬板,堆焊重量为650kg,堆焊共需5.1万元;可保证反复堆焊3次以上。磨辊辊套原厂购买需要9万元/个,一台磨3个辊套,共需27万元;衬板一套原厂购买需要12.1万元/套。按一台磨计算,堆焊修复一套辊套+衬板的费用约16万元;从原厂购买新备件计算费用约40万元;一台磨可节省费用备件费用23万元。按一年8-9台磨机大修计算,节省费用近200万元。

### 5 技术升级改造措施

火电厂中速磨的综合治理技术升级改造主要包括磨煤机运行参数优化、磨煤机系统集成优化、磨煤机运行监测与诊断等方面。火电厂中速磨节能降耗综合治理技术的升级改造对于提高火电厂的能效和环保水平具有重要意义。通过技术升级改造方案的实施,可以有效提高火电厂中速磨的能效和运行稳定性,降低能耗和排放,实现清洁高效发电的目标。

该火电厂经过反复论证,与设计院、厂家经过详细计算,提出了对磨煤机进行升级改造。具体改造内容为更换碾磨部件磨辊与磨盘衬板、动静环、辊架防护板材质,对易磨损的部件局部采用耐磨复合陶瓷制品。同时对磨辊辊套及磨盘衬板碾磨面曲线进行设计改良,增大碾磨面积,提高磨煤机碾磨出力。

上述举措不但使磨煤机碾磨部件使用寿命大幅延长,既节省了设备大修费用,也减少了人工成本支出;而且提高了设备出力,设备安全性经济型明显,可以

持续满负荷经济运行。

### 6 结论

通过ZGM95K磨煤机4000h的运行表明,改造后的1BZGM95K磨煤机出力达到了38~40t/h及以上,ZGM95K磨煤机整体增幅达到20%以上,电机电流38~42A水平范围,磨煤单位电耗7.45kW/t·h,电耗值降幅约1kW/t·h,辊套磨损量约15mm,衬板10mm。通过两周的运行表明,改造后的2C磨煤机出力稳定达到了40.5t/h,出力提高幅度达到20%以上,电机电流28~34A水平范围(电机功率355kW),预计出力可达43~45t/h,磨煤单位电耗降至6.4~7.0kW/t·h,电耗值降幅大于1.0~1.5kW/t·h。各种数据表明本厂2台磨煤机提高出力改造效果优良。若将每台锅炉配备的5台磨煤机进行3台磨煤机技术改造升级,出力将达到 $42 \times 3 + 30 \times 2 = 186$ t/h,4台磨煤机完全能够实现单台发电机组的满负荷运行需要,实现备用磨机的设计初衷<sup>[5]</sup>。停运1台磨煤机可大幅降低制粉系统的厂用电率,按5年周期统计,节约相关生产费用超过1千万元,经济效益显著。

### 参考文献:

- [1] 赵华,孙少鹏,宁玉琴.火电厂中速磨煤机石子煤排放方式研究与应用[J].节能与环保,2019(08):92-93.
- [2] 仇成孝.火电厂汽轮机组节能降耗及经济运行研究[J].数码设计(上),2021,10(04):93-94.
- [3] 陈伟堂.关于火电厂汽轮机运行节能降耗措施的分析[J].城市建设理论研究(电子版),2016(14):3957.
- [4] 郭庆杰.关于火电厂集控运行节能降耗技术的研究[J].内蒙古煤炭经济,2020(20):1-3.
- [5] 王荔玮.关于火电厂集控运行节能降耗技术的研究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2021(06):3153-3154.

# 变电站 500kV SF6 电流互感器故障常见原因与应对探讨

王一帆

(国网河南超高压公司, 河南 郑州 450000)

**摘要** 电网系统中 500kV 变电站广泛使用 SF6 电流互感器, 其稳定运行直接决定着电力系统是否能够正常运行。本文重点分析一起 SF6 电流互感器出现故障的具体详情, 并对产生故障的原因进行介绍, 分析诊断出主要原因是 SF6 电流互感器本身所承担的负荷以及内部接触状态, 并给出一定的故障解决策略, 以期减少电流互感器故障发生的概率, 保障电网运行的安全性和稳定性有所助益, 为相关生产及监管工作提供有益参考。

**关键词** 变电站; 500kV SF6 电流互感器; 故障诊断

**中图分类号**: TM63

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0121-03

SF6 电流互感器因其具有防爆、绝缘和安装维护等方面的优势, 在 500kV 系统中被广泛使用。然而, 近年来存在一些与 500kV SF6 电流互感器相关的安全事故, 严重影响电网运行的安全和整体质量, 电网系统必须客观认识到 SF6 电流互感器所面临的问题和挑战, 采取相应的措施提高 SF6 电流互感器的运行质量和安全性能。电力行业的相关部门和设备生产厂家应该共同努力, 提高 SF6 电流互感器的质量和安全性能, 保障电网稳定可靠地运行。

## 1 500kV SF6 电流互感器故障剖析

以某市的变电站作为研究对象, 该变电站 500kV 系统采用 3/2 接线方式, 在 500kV SF6 电流互感器发生故障前, 所有路线和 500kV 开关均正常运行。

该 500kV 变电站 II 回线发生故障后, 监控后台机报出事故告警信息、保护装置动作和开关变位信息。变电站运维人员立即赶到现场, 检查站内一次设备动作情况、二次设备保护装置、故障录波器动作情况。运维人员检查设备外观无异常, 未发现故障点, 在对打印的保护动作报告和录波器波形进行分析, 发现故障测距显示近区故障, II 回线电流波形异常, 初步判断开关、刀闸设备无异常, 边开关电流互感器内部有问题。运维人员和检修人员研究后递交送电申请, 经调度人员许可, 将边开关隔离后对 II 回线进行试送一次, 试送成功, 把 II 回线边开关电流互感器运行方式转检修。对故障电流互感器进行全面的检查和试验, 发现 II 回线边开关 SF6 电流互感器的 B 相和 C 相的参

数不符合稳定运行标准, 其内部参数远高于现场实际量程, 导致 C 相绝缘值不断下降。因而, 需要对互感器故障进行分析, 主要分析对象为 SF6 电流互感器内部的 B 相和 C 相, 对故障进行录波波形分析<sup>[1]</sup>。而电流互感器内部的 C 相出现问题和 B 相类似, 在此仅对 B 相进行分析。

## 2 500kV SF6 电流互感器出现故障的原因分析

以 B 相故障电流互感器进行分析, 将电流互感器从支柱拆卸之后, 观察电流互感器的外观, 发现电流互感器器身有灼烧痕迹, 甚至顶部绝缘部分烧毁程度不小, 仅剩下一些残片, 对互感器进行进一步解体诊断, 发现一次导体铝管变形严重, 并出现明显的灼烧痕迹。对器身检查后, 三角区域未出现挤压痕迹, 通过对故障电流互感器进行解体检查操作, 分析得出此次出现故障的原因。因此, 电流互感器存在生产工艺质量不足的缺陷, 电流互感器头部组件包扎工艺不过关, 存在损伤现象, 长期运行导致绝缘击穿引起故障, 造成电流互感器故障事件的发生, 影响 SF6 电流互感器的性能和可靠性。

另外, B 相电流互感器内部电容均压屏和镀锡铜带之间呈现紧压问题, 在这些环境下, 电流互感器和电容屏形成绝缘, 并且内部的绝缘铝环仅是接触状态, 并没压实, 导致无效压实问题的发生, 这些无效压实问题很容易演变为接触不良问题, 最终影响到 SF6 电流互感器的正常运行<sup>[2]</sup>。在电流互感器运行过程中, 极易受到电波冲击的影响, 造成内部电位分析出现异

常,导致放电不稳定现象发生,使得SF6电流互感器内部出现问题。

### 3 500kV SF6 电流互感器故障处理方式

为解决上述SF6电流互感器出现的问题,需要制定行之有效的策略,并有效应用这些方案,降低故障发生的概率,维护电网系统的正常运行。在实际工作中,为降低SF6电流互感器的故障风险,应结合设备的实际状况,准确记录电流互感器的测距数据和录波信息,可以提供故障分析和排查的重要参考依据,并结合现场实际环境,对可能导致电流互感器故障的因素进行分析。还需定期对电流互感器进行巡视、检测和維護工作,发现潜在问题和异常情况,采用红外热像仪、超声波检测等技术手段进行检测,及时发现并处理隐患,并严格按照厂家和行业规范的要求,对电流互感器进行定期维护和保养,例如清洗绝缘子、紧固连接、检查仪表指示等操作。与此同时,可以结合录波显示屏对录波波形进行分析。对录波数据进行记录和分析,识别故障电流的特征和变化趋势,确定是否存在异常情况和故障点,对于出现故障的电流,设置自动化处理和报警装置,当装置分析到录波波形出现较大异常变化时,自动触发相应的处理措施并发出报警信号,保障线路的稳定运行<sup>[3]</sup>。同时,工作人员还需对关键的故障电流数据进行记录和归档,为以后的分析和对比提供依据,帮助发现潜在的故障和异常变化。

在对SF6电流互感器的维护、例试和检修的过程中,需要保证运维人员和检修人员的人身安全。运维人员和检修人员在开展各自工作之前,使用合适的个人防护用品、经检验合格的安全工器具,并需要做好相应的安全措施。需要对SF6电流互感器进行停电缺陷处理时,应提交检修工作计划,调度人员根据电网运行情况进行运行方式安排,确定检修计划时间。运维人员停电后,要保证电流互感器作业现场的安全措施正确完善,检修人员方能进入现场工作。检修人员根据缺陷情况和故障现象进行处理,设备缺陷处理完成后,需要对电流互感器二次接线检查、绝缘检测试验,记录各项参数,数据正常,确定合格后,才能进行送电运行。

### 4 500kV SF6 电流互感器故障解决与预防措施

#### 4.1 防止电流互感器二次短路的发生

二次短路的发生会直接影响到SF6电流互感器在实际使用时的设备性能,可以采用合理的电气保护系

统设计,例如保护装置、调整系统参数、电器网络规划等手段,控制电流的大小和持续时间,减少二次短路对电流互感器的冲击作用。同时,在选购SF6电流互感器时,尽量选择具有足够的强度和耐受能力的产品,使得SF6电流互感器可以承受二次短路带来的压力和瞬态电压,减少电流互感器暴露在高瞬态电压和电流的风险。

另外,运检人员需要定期检查SF6电流互感器的状态和性能,排查电流互感器二次回路的运行状态,识别潜在的故障和损坏,及时采取检修和更换策略,保障SF6电流互感器连接线的良好工作状态。可以定期检查SF6电流互感器的外观、接线、绝缘状况等,保证电流互感器的良好外观,发现较明显的损坏或破损要及时处理,定期通过绝缘电阻测试、局部放电测试、介电强度测试等方式评估电流互感器性能和评估其是否可以正常工作。

此外,运检人员需要对检测的信息和结果做出记录,建立维护文档,制定维护计划,包括定期检查和维护的时间、频率,避免潜在故障的发生,使SF6电流互感器可以长期稳定运行。

#### 4.2 将SF6电流互感器作为试验项目

由于SF6电流互感器并没有在预试规程中设定实际使用时的整体效果以及使用项目,为了能够在早期及时发现SF6电流互感器存在的故障,可以考虑将SF6电流互感器定义为试验项目,这样可以更加有效、科学地发现SF6电流互感器内部存在的故障,降低其在使用时故障发生的概率。在进行试验操作时,仅使用传统的绝缘电阻介损和电容量进行测试工作,难以满足SF6电流互感器在实际使用时的整体效果,为此电网系统可以将定期开展红外测温操作进行SF6电流互感器作为试验内容,使得试验项目更加具有科学性、有效性和针对性<sup>[4]</sup>。

此外,在进行试验时,可以开展AIS局部测试操作,在设备使用过程中、设备更换之前和之后以及不同温度下,对设备自身的绝缘性进行检测工作,以便提高设备在实际使用时的使用寿命和效果。电网系统可以采用介电强度测试、绝缘电阻测量等方式,定期对AIS设备的绝缘状况进行检测和评估。并且在安装新设备之前和更换设备之后进行终端测试,采用对绝缘电阻、局部放电和电气耐久性的检测等操作,验证设备的绝缘性能是否满足设计要求。

另外,为了提高SF6电流互感器的寿命,还需要

对其进行温度试验,通过模拟不同环境下的温度变化,评估设备的绝缘材料和结构对温度变化的适应性,保证 SF6 电流互感器在复杂环境下能够可靠稳定地工作。

#### 4.3 要求设备厂家强化产品质量

对设备厂家的同一批次的 SF6 电流互感器进行巡视检查,包括产品的外形、产品异常的声音、电流互感器的绝缘材料、磁芯材料等关键材料的状况检查以及质量检测,并考虑引进自动化设备和智能化技术,采用人工智能和数字化技术进行巡检和管理工作,对设备进行周期性跟踪监测,从根本上提高设备的整体质量,确保电力系统的正常运行。

此外,还应该要求厂家提高产品制作流程的工艺改进工作,完善电流互感器的设计和规划工作,选择合适的绝缘材料、导线材料和磁芯材料等,采用先进的绝缘材料、高效的线圈绕制技术和先进的 SF6 气体充填和处理技术,保证 SF6 气体电流互感器的质量和性能,维护电流互感器的稳定性。在完成 SF6 电流互感器的制作工序后,厂家需要对电流互感器进行质量检查,可考虑引入先进的检测设备和方法,例如在线检测和自动化检验技术等,检查其外观、尺寸以及绝缘性能是否达标,完成验收工作,并保证对出厂的 SF6 电流互感器进行相应的标识和记录,保证产品交付的可追踪性。

厂家在完成 SF6 电流互感器的检查工作后,需要针对产品自身出现的问题,组织专题讨论会,邀请技术人员和相关专家,对常见问题进行深入讨论,对现有工艺进行评估和分析,找出存在的瓶颈和问题,共同研究解决方案,发现共性问题提出切实可行的解决策略。基于讨论结果,厂家需制定改进策略,变更产品材料、改进产品设计、优化生产工艺、提升质量控制等<sup>[5]</sup>。

#### 4.4 检查不同批次的电流互感器

不同批次的 SF6 电流互感器在实际设计中的设计参数很难保持一致,最终会对电流互感器的工作效果产生影响,可以尽量选择同一厂家、同一型号、同一批次的 SF6 电流互感器,保证设计参数的一致性,减少由于设备差异引起的潜在问题,提供一致的工作性能。在做好验收工作时,需要对所选设备的型号、原件和软件版本进行横向比较,了解设备之间的差异,及时发现和解决问题,维护产品的一致性原则,在进行设备验收工作时,根据厂家提供的相关参数进行验

收试验,使设备在实际使用过程中发挥有效作用,满足实际使用需求。另外,还需要进行纵向比较,将不同批次的 SF6 电流互感器的试验结果进行比较,发现参数差异性和性能差异,及时采取相应措施进行调整和改进。

建设单位也需要进一步强化竣工验收管理工作、对 SF6 电流互感器的各个组件的检查和验收工作,制定明确的验收流程,做好所有组件的验收工作,按照专业要求进行每一个工作流程的运行,减少质量问题发生的频率。并对同一批次的 SF6 电流互感器的各个组件的质量进行详细的检查和验收,降低潜在故障和损失的风险。

同时,建设单位需要和厂家建立良好的合作关系,严格遵守供应链管理措施,使得所有的 SF6 电流互感器具有可追溯性,保障 SF6 电流互感器的质量,提高电流互感器的品控和最终表现成果,杜绝相关的低质量产品进入电网系统。

## 5 结语

电力系统的正常运行直接影响着我国经济和人民的整体生活水平,需要我们高度重视电网系统的安全运行。电流互感器的质量和运行状态直接关系到电网系统的安全运行,厂家的制作工艺和制造水平的好坏直接影响到 SF6 电流互感器的质量,设计厂家需要完善制作流程以保障电流互感器的质量,电网系统也需要对电流互感器进行试验工作,确保进入电网系统中的设备的质量和安全性,杜绝问题设备进入电网系统,保障电网设备的安全运行。

## 参考文献:

- [1] 郑晓琼,严太山,熊泽群,等.一起 500kV 电流互感器故障原因诊断分析[J].农村电气化,2021(06):28-30.
- [2] 苏方伟,孙国强,李星旺,等.两起 500kV SF6 绝缘电流互感器故障分析及处理[J].河南电力,2022(S1):120-123.
- [3] 毕长生,刘利斌,李双胜,等.电流互感器故障分析及诊断[J].电力安全技术,2021,23(10):26-27.
- [4] 郑晓琼,严太山,熊泽群,等.一起 500 kV 电流互感器故障原因诊断分析[J].农村电气化,2021(06):28-30.
- [5] 李佳琪,咸日常,张宁,等.一起电流互感器绝缘故障引发停电事故的分析与处理[J].变压器,2022,59(02):51-55.

# “四堵两通一兜”解决C轴防水问题

## ——一种五轴抛光机C轴的主动防护和被动防护

彭革辉, 郭克文

(湖南宇环精密制造有限公司, 湖南 长沙 410100)

**摘要** 数控五轴抛光机的C轴, 由于其是工件旋转轴, 尽管设计了迷宫等防水隔离措施, 但在抛光工作和清洗机台过程中仍需要经受抛光液和冲洗水的冲刷, 水一旦进入C轴的内部, 那么设置于下面的导轨、丝杆、减速机、伺服电机都将承受严峻的考验。本文研究了一种C轴主动防护和被动防护相结合的技术, 针对C轴设计了四道主动防线, 两道疏通排水通道, 一道被动防护, 即接水盘兜底。总的技术概括就是“四堵、两通、一兜”方案, 完美解决了C轴的防水问题, 经过几百台设备的实际应用案例, 证明延长了几倍以上的C轴维护保养周期时间, 降低了维修费用, 提高了设备的可靠性。

**关键词** 主动防护; 被动防护; C轴防水; 五轴抛光机

**中图分类号**: TH13

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2023)11-0124-03

### 1 前言

数控五轴抛光机是3C产品研磨抛光的主力设备。其C轴是绕Z轴方向旋转的伺服联动轴, 由于是工件旋转轴, 其密封属于动密封的范畴。尽管设计了迷宫密封和唇形油封等防水密封措施, 但是在抛光工作和清洗机台过程中, 需要经受抛光液和冲洗水的冲刷。由于抛光液种类有酸性和碱性, 并且酸碱性强度比较强时, 对于抛光的辅助作用更好, 效率更高, 因此, 在抛光作业中, 在安全可控的情况下, 很多工艺倾向采用添加强酸强碱作为抛光液的辅助剂。这样的液体一旦进入C轴的内部, 那么安装在C轴下面的导轨、丝杆、精密减速机、伺服电机等零部件必将承受严峻的腐蚀考验, 上述零部件一旦被腐蚀, 那么C轴精度必然丧失, 机床轻则需要大修, 重则需要再制造或者报废, 因此在五轴抛光领域, C轴防护是一项很重要的课题<sup>[1]</sup>。

C轴难防护是由其工作特点决定的, C轴既要承担装夹工件的任务, 还是旋转联动轴, 涉及动密封, C轴又与V轴补偿轴相连, 必须参与实时力控补偿, C轴不能受无关外力影响, 因此, 不可能将C轴动密封封死, 只能采用缝隙较大的迷宫密封, 那么, 液体在喷射情况下, 肯定会从迷宫间隙飞溅到C轴内部, 尽管可以将内部零件尽可能采用不锈钢防锈材质制造, 但是, 一系列需要精确运动 and 良好润滑的零件, 仍然是防不胜防。

综上, 经过全面考察和研究, 我们发明了一种C轴主动防护和被动防护相结合的技术, 简称为“四堵、两通、一兜”方案, 解决了C轴防水的难题。

### 2 结构及工作原理分析

#### 2.1 设计原型

图1是五轴抛光机C轴的中心拉杆结构。零件1是治具连接板, 需要加工的产品和治具就是安装在其上, 零件2是安装在治具连接板里面的上油封, 零件3是安装在治具连接板里的下油封, 零件4是拉杆, 下部有气缸拉动, 可以通过拉杆将产品紧固定在治具连接板和治具上, 零件6是支撑柱, 下部安装在零件13精密减速机上, 伺服电机驱动精密减速机, 带动支撑柱和治具以及产品旋转, 实现产品数控仿形加工。整个减速机和伺服电机又安装在零件12测力传感器的上平面。零件12测力传感器的组件, 又受零件10伺服电机和零件11丝杆精确推动, 实现力控补偿<sup>[2]</sup>。

零件4拉杆下部在支撑柱里面, 并且穿过治具连接板, 是上下运动的零件, 上部暴露在外面, 所以会经受抛光液的冲刷, 并且抛光液会顺着拉杆向下流动。因此在拉杆通过治具连接板的位置设计了上油封, 既防尘防杂质, 又起到一定的密封防水作用, 为了保证密封效果, 还设计了下油封, 起到双重保险作用。为了运动顺畅设计了零件5自润轴承。零件7迷宫罩和零件8工作台护罩形成60mm高的迷宫结构, 使得零件8工作台护罩下面的零件都得到了保护<sup>[3]</sup>。

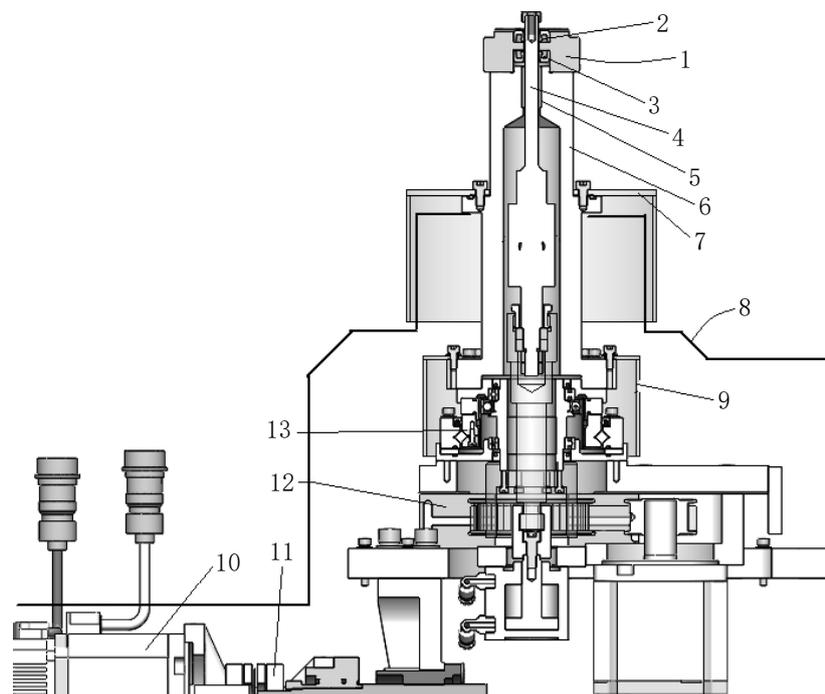


图 1

(注: 1. 治具连接板; 2. 上油封; 3. 下油封; 4. 拉杆; 5. 自润轴承; 6. 支撑柱; 7. 迷宫罩;  
8. 工作台护罩; 9. 减速机防护; 10. 伺服电机; 11. 丝杆; 12. 测力传感器; 13. 精密减速机。)

纵观上述设计,初看没有不妥,但是经过时间的洗礼,就出现了两个致命的问题。第一,迷宫这里有隐患,因为在工作中,操作工人经常需要清洁机台,会使用气枪和水枪冲洗工作台,高压水流和压缩空气吹得飞溅的水花都会透过迷宫窜到C轴内部,从而使内部生锈腐蚀;第二,随着时间的流逝,上油封和下油封都会损坏,当损坏的时候,腐蚀液体就会顺着拉杆进入C轴中心,从而腐蚀下部的精密减速机等关键零部件。尽管可以要求定期更换油封,但是油封损坏带有不确定性<sup>[4]</sup>。

## 2.2 改进后的设计

图2是改进后的设计结构,增加了防护措施,组合成多道组合密封,完美地解决了相关问题。

从图2中可以看到:新的结构比原设计好了很多。

首先,密封作用得到了增强,在原来的下油封中,增加了零件10拉杆封和零件11塑料王压盖,因为唇形油封一般运用于旋转场合效果比较好,这里拉杆既要进行旋转,又要上下动作,因此,唇形油封不能很好地完成使命。因此,设计了拉杆封和塑料王压盖,起到第三次密封作用。前述一共对漏水的可能性进行了三次防范。同时,在零件治具连接板上,在上下油

封的中间设计了一个朝下的排水通道100,这是第一次疏通。如果最上面的油封出现泄漏,那么渗漏进来的水首先大部分会从排水孔排出,减小下面油封的压力。就算泄露,下面还有一个拉杆封<sup>[5]</sup>。

其次,增设了零件17挡水帽和零件6兜水帽,这两个零件组合是一组非常重要的零件,这两个零件互相成就,挡水帽和拉杆通过O型圈形成静密封,达到稳定的密封效果。兜水帽和支撑柱也通过O型圈形成静密封,达到良好的密封效果。这对交错的挡水帽和兜水帽形成一个零件罩住另一个零件,就像兜水帽带了一个帽子,这里又形成了一次对渗漏水堵截,属于第四次“堵”。其中挡水帽和拉杆上下移动,上面一旦有水渗漏下来,首先流到挡水帽上,不会渗漏到中央内部去,至多在此聚集。同时,在这对零件交错的位置,零件5支撑柱侧壁上,即标示200的位置,又开了一个中心通往外部的排水孔,这是第二次疏通。当突破层层阻挡而来的水流到这里时,大部分将被从这个排水孔流出,顺着零件5支撑柱外壁往下流。当流到零件3支柱密封环上,被该零件阻挡,由于支柱密封环和支撑柱中间有O型圈形成静密封,密封效果好,水也不能渗透到下部的减速机内部,只能往支柱密封

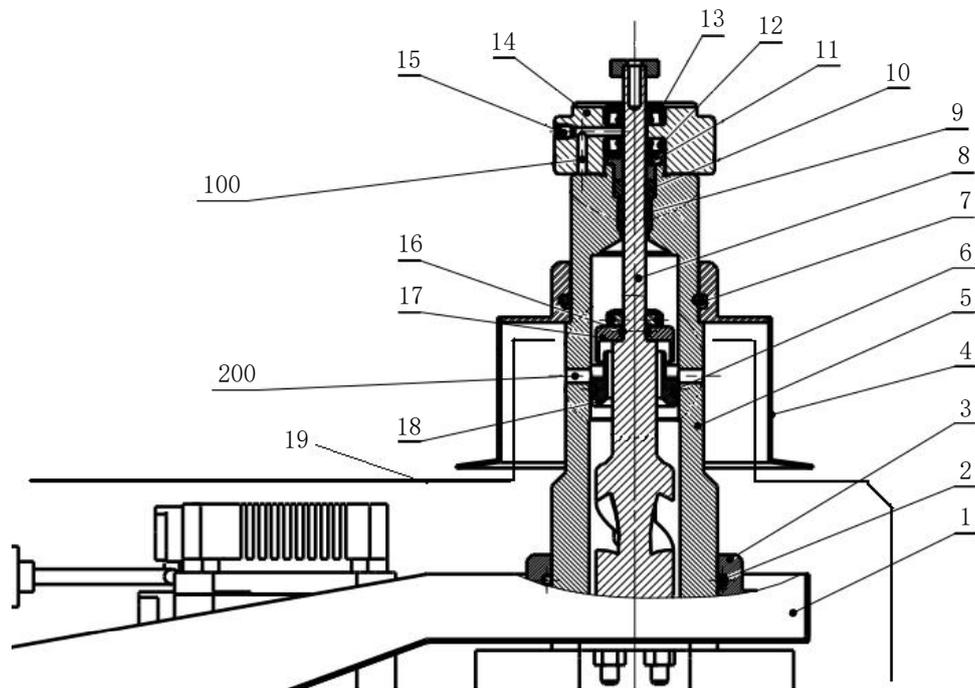


图 2

(注: 1. 接水盘; 2. O型圈; 3. 支柱密封环; 4. 迷宫罩; 5. 支撑柱; 6. 兜水帽; 7. 迷宫O型圈; 8. 拉杆; 9. 自润滑轴承; 10. 拉杆封; 11. 塑料王压盖; 12. 下油封; 13. 上油封; 14. 夹具连接板; 15. 堵头; 16. O型圈; 17. 挡水帽; 18. O型圈; 19. 工作台护罩; 100. 夹具连接板漏水口; 200. 兜水帽漏水口。)

环外表面散开流, 而再往下流, 尽头就是零件1接水盘了, 接水盘在这里起到了一个被动防护的作用, 我们称之为“一兜了之”的作用。至此, 这些“漏网之鱼”的水, 经过重重险阻, 冲破道道光卡, 最终却是到了零件1接水盘里, 接水盘收集来的水, 最终经过导水管排到机舱水道, 和水的大部队汇合进入冷却水箱。

另外, 在零件4迷宫罩零件19工作台护罩之间的迷宫缝隙, 在前面有叙述, 清洗机台时, 会有操作工人使用气枪和水枪冲洗工作台, 水汽会透过迷宫窜到C轴内部, 但是, 当从这个迷宫进去之后, 由于迷宫狭缝构造, 并且有一定的高度, 不会到处飞散, 最后的归宿也是零件1接水盘里, 也是被“一兜了之”。

从上述可以看出, 这个新的设计, 既增加了2道围追堵截, 形成“四道堵截”功能, 又增加了“两道疏导”引导, 形成两道疏通, 最后来个乾坤大兜底——“一兜了之”, 形成多道主动防护和被动防护相结合, 彻底解决了密封问题, 就算出现密封件老化, 突破层层关卡的水, 最终也很难对关键零部件进行侵蚀, 对内部零件进行了很好的保护。

### 3 结语

这种五轴抛光机C轴主动防护和被动防护相结合的技术, 即“四堵、两通、一兜”的方案, 完美地解决了C轴的防水问题, 经过几百台设备的实际应用案例, 证明延长了几倍以上的C轴维护保养周期时间, 降低了维修费用, 提高了设备的可靠性, 最终为客户创造了不菲的经济价值。

### 参考文献:

- [1] 余成. 大米柔性抛光机内米粒运动轨迹分析与仿真试验[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2022.
- [2] 舒龙飞. 机械臂式磁流变抛光机设计及抛光液制备与性能研究[D]. 绵阳: 西南科技大学, 2022.
- [3] 徐嘉慧. 金刚石刀具前刀面抛光机结构设计及开发[D]. 大连: 大连理工大学, 2022.
- [4] 李阳, 肖博, 王春阳. 线性自抗扰控制在大口径双面抛光机速度伺服系统中的应用[J]. 长春理工大学学报(自然科学版), 2022, 45(02): 58-64.
- [5] 刘世豪, 黄鹏飞, 王菲, 等. 螺旋桨数控抛光机结构设计及功能分析[J]. 制造技术与机床, 2022(04): 38-42.