科海故事博览
Broad Review of Scientific Stories

2023/10（下） 总第 547 期

主管：云南省科学技术协会
主办：云南奥秘画报社有限公司
社长、总编：万江心
编辑部主任：张琳玲
编辑：周曌　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 10 月 25 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。

目录 Contents

科技博览

001 潜望式透镜在电力系统巡检中的研究与应用 …… 蒋　嫔　杨连涛
004 固定式气体检测报警仪远程智能诊断技术探析 …… 王晨煜　江元媛　王俊超　李　正
007 BIM 技术在装配式建筑机电安装工程中的应用 …… 潘辰光
010 已建成数据中心的温控散热痛点分析及改造策略 …… 王柄森
013 提高落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测相关性的方法 …… 王　宁

智能科技

016 基于智能技术的低压配电系统优化设计 …… 齐瑞诚
019 基于 Java 语言的基础编程平台设计探析 …… 李雪连
022 基于 GIS 技术的河湖管理信息系统设计与实施 …… 冶世明
025 自动化技术在输配电及供电工程中的应用 …… 王庆华
028 电力系统及其自动化和继电保护的关系探析 …… 袁绍文
031 电力调控运行系统安全运行中存在的问题及解决措施 …… 江　嵩

工业技术

034 公路沥青路面平整度施工技术探析 …… 崔中扬
037 变电一次设备的全寿命周期技术分析 …… 李萌萌
040 钢结构桥梁安装顶推工艺施工关键技术 …… 王小林
043 装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的应用 …… 刘莉丽

目录 Contents

046 架空高压输电线路工程设计及施工要点分析 …… 邢 超
049 市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术分析 …… 李 薇 李长宽 刘 丹 李晶婧 张靖怡
052 主线高架桥预应力现浇混凝土箱梁纵向应力分析 …… 薛 伟 张 雷 常金思

科创产业

055 大坝监测系统智能化技术研究 …… 郑丽萍
058 油库自动计量应用的问题及改进措施 …… 王 丰
061 物联网技术在生物育种中的实施探究 …… 高 瑾
064 电子招投标在公路工程招投标中的应用 …… 王文飞
067 建筑工程造价管理在工程建设中的影响因素与对策 …… 高树磊
070 国际科技成果转移转化体系建设的思路与对策研究 …… 孔祥丽 陈学东

管理科学

073 500kV 变电站运维的风险与控制措施探讨 …… 朱 森
076 输配电线路安全运行维护工作优化分析 …… 顾耀洲 袁 淳
079 输配电及用电工程线路施工与安全运行措施 …… 袁 淳 顾耀洲
082 建筑工程管理中创新模式的应用及发展分析 …… 姜茂海
085 基于绿色理念的水利水电施工技术和管理措施 …… 王 作
088 公路工程试验检测测量设备期间核查方法探析 …… 张明磊

科教文化

091 水下摄影常见影像质量问题解析 …… 肖梦洋
094 市政给水管网设计中的要点分析 …… 刘 丹 李晶婧 李 薇 李长宽 张靖怡
097 一起主变中后备保护动作事件案例分析 …… 代希雷 张 港
100 三维 CAD 技术在水利水电工程设计中的应用探讨 …… 陈 伟
103 “联合·跨界”理念下科普人才培养路径实践与探索 …… 潘 丽
106 城市生态文明建设视域下国土空间规划问题及对策研究 …… 武明明

科学论坛

109 德建水库工程渗流安全监测研究 …… 王流亿
112 斗轮机悬臂皮带机漏煤问题治理探析 …… 胡南山
115 铁路电气化接触网工程改造施工研究 …… 曾德林
118 故障解列保护在小电源接入系统中的应用 …… 刘 春
121 低压配电线路的损耗与功率因素改善研究 …… 周嘉欣
124 分布式电源对配电网相间短路保护的影响解析 …… 周升强 唐 慧 王 伟

潜望式透镜在电力系统巡检中的研究与应用

蒋　嫔，杨连涛

（国网甘肃省电力公司超高压公司，甘肃 兰州 730070）

摘　要　随着科技的进步，智能机器人巡检已逐步替代人工传统巡视作业。在现行标准下规定智能机器人巡检表计识别准确率要达到80%。目前智能机器人巡检工作中，表计识别准确率满足规范要求的表计识别要求。但因日常运维工作量较大，且人员较少，运维人员期望能有一款配合智能机器人抄录表计的器具，使机器人识别表计读数的准确率更高，减轻人员工作负担。现有设备观察窗无法满足此要求，研发一种开关压力表计观察窗的潜望式透镜已成为热门课题，本文从该潜望式透镜的结构原理和应用范围进行分析，全面论述了该装置在电力系统中的应用情况，并为其未来发展提出了展望。

关键词　智能机器人；开关压力计；观察窗；潜望式透镜

中图分类号：TM76　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0001-03

1 研究背景

《国家电网公司企业标准变电站智能机器人巡检系统检测规范》7.1.18.5表计识别准确率规定：智能机器人巡检表计识别准确率规定要达到80%。目前智能机器人巡检工作中，表计识别准确率基本满足国网公司规范要求的表计识别要求。利用智能巡检机器人进行变电站设备智能巡视，但因设备观察窗老化，且观察窗最初的设计只满足人工巡视需求，因此机器人巡检存在观测数据不清晰，降低了智能巡检机器人巡视抄录表计的正确率[1]。

为此，本文提出一种开关压力表计观察窗的潜望式透镜装置，依托自动感应控制元件，实时对断路器SF6观察窗开启或关闭照明；通过光学折射，在满足高清晰度和密封性能的前提下，使装置代替原有设备观察窗，满足机器人智能巡检的需求。

2 潜望式透镜在电力系统巡检中的应用价值

开关压力表计观察窗的潜望式透镜在电力系统中的应用具有非常重要的价值，主要包括以下几个方面。

2.1 提高运维效率

潜望式透镜技术使得电力系统的诊断和故障排查等工作更加方便。它可以为系统管理员提供二次调试等技术支持，从而简化系统管理和故障排除的流程。

2.2 保证电力设备的安全

潜望式透镜技术可以提高电力设备的安全性，避免人工观测时因视角不佳等原因而产生的伤害，保证操作人员的安全。

2.3 增强监控功能

潜望式透镜技术可以通过对电力系统设备的监控信息进行实时记录和反馈，增强对电力设备的监控和预警功能，有效降低设备故障率，提高设备运行的可靠性。

2.4 降低维护成本

潜望式透镜技术可以实现对设备的远程监控和管理，避免了人工巡检时的大量时间和人力花费，同时可以通过合理的预测和算法模型，提前预防和预器人巡检表计识别准确率规定要达到80%。目前智能机器人巡检工作中，表计识别准确率基本满足国网公司规范要求的表计识别要求。利用智能巡检机器人进行变电站设备智能巡视，但因设备观察窗老化，且观察窗最初的设计只满足人工测设备故障，从而降低维护成本。

潜望式透镜技术在电力系统中的应用有着诸多的优势，可以提高电力系统设备的安全性和运行效率，有效降低器人巡检表计识别准确率规定要达到80%。目前智能机器人巡检工作中，表计识别准确率基本满足国网公司规范要求的表计识别要求。利用智能巡检机器人进行变电站设备智能巡视，但因设备观察窗老化，且观察窗最初的设计只满足人工维护成本，同时增强了对电力设备的监控和预警功能，具有非常重要的应用价值。

3 开关压力表计观察窗的潜望式透镜的原理和基本结构

3.1 开关压力表计观察窗的原理和结构

其原理是通过透镜的折射原理，使光线沿着一个特定的路径进入被观察的压力表内，通过透镜的聚焦

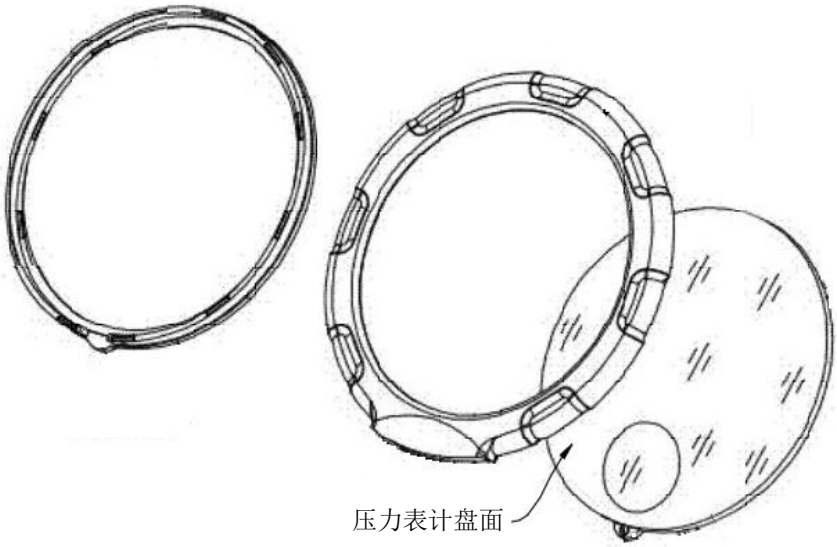

图1 压力表计观察窗的结构

调整可以得到清晰的读数。压力表内的液体或气体是通过观察窗上下两侧的槽体与观察窗相连的，当压力变化时，液体或气体的压力变化相应地会在观察窗内反映出来。

观察窗通常是用金属制作的，质地较坚硬，不易被压碎。透镜通常采用硬质玻璃材质，使得观察者可以清晰地看到压力表内的读数[2]。此外，压力表计观察窗还装有螺钉，这样就可以根据实际需要对槽体进行调节，以保证观察到的压力读数更加精准。其具体结构如下：

开关压力表计观察窗的原理是利用透镜的折射原理来获取压力表计读数，其结构包括透镜、槽体和螺钉等部分，提供了一种方便、简洁的观察压力表计读数的方法。

3.2 观察窗透镜部分的结构概述

开关压力计观察窗的潜望式透镜装置是一种用于观察压力表读数的装置，其透镜装置可以通过观察窗透过压力表的透镜来观察压力表读数[3]。它的主要结构包括进气管、观察管和槽体等三个部分。

3.2.1 进气管

进气管上作钝齿，其光圈较小，能够有效地防止太阳光干扰，保证观察窗内的光线不受影响。进气管还能通过连接管道连接压力表，通过压力表内部设备的活动轴测量出压力值。

3.2.2 观察管

观察管的作用是将透镜导入槽体中，以便从观察窗中清晰地看到压力表的读数。观察管通常由透明的材料制成，以便轻松观看压力表的读数。透镜通过观察管被安装在槽体的中心位置，以确保透镜能够准确地聚焦。

3.2.3 槽体

槽体是开关压力计观察窗的主体结构，通常由高强度的不锈钢或钢制成，可以抵御较高的压力和温度。槽体不仅要与进气管连接紧密，同时还必须与观察管对接、透镜对准，以确保透镜能够准确地聚焦。

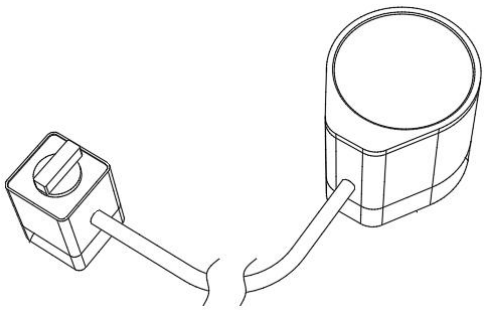

图2 开关压力计观察窗的潜望式透镜装置结构图

这种潜望式透镜结构有效地解决了观察窗容易受杂物干扰的问题，保证了用户能够更加清晰地观察压力表的读数。它还可以有效缩短操作人员在观测过程中调整仪表的时间，提高工作效率。

4 潜望式透镜在电力系统中的开发应用

4.1 应用情况说明

使用开关压力表计观察窗的潜望式透镜的优势在于，它可以实时地监测设备内部的压力情况，保证设备正常运行，减少因压力过高或过低导致的事故发生。

另外，该装置对设备的运行维护也起到了很好的作用。

在实际应用中，需要注意的是，使用开关压力表计观察窗的潜望式透镜时，要对其进行定期的检查和维护，防止因观察窗与压力表接口泄漏、观察窗透镜表面污损等原因导致的误读和错误判断。尤其在高温高压环境下使用时，还需要对潜望式透镜进行冷却和保护。

使用开关压力表计观察窗的潜望式透镜是电力系统运行监测中的一个有效方式，可以对设备的正常运行和维护起到积极的作用。在使用时，需要注意透镜的保护和维护，确保其准确性和可靠性。

4.2 电力系统中开关压力表计观察窗的潜望式透镜的作用

在电力系统运行过程中，开关压力表计观察窗的潜望式透镜是一种新型的运行监测装置。该装置通常被安装在开关柜、变压器、电缆接头等电力设备上，用来观察压力表读数，对电力系统的运行状况进行监测[4]，具体来说，开关压力表计观察窗的潜望式透镜在电力系统中的作用包括以下几个方面。

4.2.1 实时监测压力

通过观察窗，工作人员可以实时地监测设备内部的压力情况，保证设备正常工作。一旦发现压力过高或过低，可以及时采取措施，以避免设备损坏或发生安全事故。

4.2.2 判断设备状态

通过观察窗所显示的压力数据，可以对设备的状态进行判断。例如，如果压力持续上升，可能说明设备正在发生故障；如果压力突然下降，可能说明设备已经停止工作。

4.2.3 方便维护

开关压力表计观察窗的潜望式透镜可以方便地观察到设备内部的压力变化状况，让工作人员在日常维护中更快地找到设备问题所在，提高了设备的维护效率。

4.3 潜望式透镜在电力系统中的应用优势

开关压力表计观察窗的潜望式透镜已在电力系统中普遍采用，其应用优势如下。

4.3.1 提高设备安全性

开关压力表计观察窗的潜望式透镜能够监测设备内部的压力变化，一旦发生压力异常，可以通过观察窗及时发现并进行相应的处理，从而提高设备的安全性。

4.3.2 可视化监测

开关压力表计观察窗的潜望式透镜通过透镜的观察作用，让工作人员更直观地观察设备内部的压力变化情况，降低了误判的可能性。

4.3.3 经济实用性

开关压力表计观察窗的潜望式透镜安装简单，且价格相对较低，可以降低电力系统的运行成本。

5 应用前景和发展趋势

开关压力表计观察窗的潜望式透镜作为一种重要的压力监测设备，其应用前景和发展趋势如下。

5.1 智能化

未来的开关压力表计观察窗的潜望式透镜将更多地应用智能化技术，包括传感器、自动控制和自适应算法等，实现智能监控和报警，具有自学习和自适应能力。

5.2 精度的提高

随着技术的不断发展，开关压力表计观察窗的潜望式透镜将实现更高的测试精度和准确性，同时也会提高其灵敏度，更好地监测和处理测试环境的数据。

5.3 数据分析

未来的开关压力表计观察窗的潜望式透镜将会采用数据分析技术，以更好地实现数据的收集、处理和分析，让监控系统更加智能化和可视化，进一步提高其应用价值和可靠性[5]。

5.4 多功能化

在未来，开关压力表计观察窗的潜望式透镜将不仅仅单一地监测压力，而是将具有更多的功能，如温度、湿度和流量等数据的监测与处理，以提高监测系统的多功能性和全方位性。

5.5 低成本、高可靠性

未来的开关压力表计观察窗的潜望式透镜将更加注重降低成本和提高可靠性，采用新材料和制造技术，提高其耐久性和性能，从而实现有效的监测和告警功能。

综上所述，开关压力表计观察窗的潜望式透镜在未来的应用前景和发展趋势将会更多地面向智能化、低成本高可靠性、多功能化和数据分析等方面，以满足工业生产和能源领域对压力监测和控制的需求。

参考文献：

[1] 李政阳，付跃刚．直角屋脊棱镜与立方角锥棱镜的光学特性[J]．应用光学，2008,29(05):833-836.
[2] 郑列华，尹达一．K镜消像旋机构在海洋卫星水色仪中的应用[J]．红外技术，2007,29(01):17-21.
[3] 蒋世磊．别汉棱镜的旋像精度分析和装校方法[J]．光电工程，1991,18(06):50-56.
[4] 郁道银，谈恒英．工程光学[M]．北京：机械工业出版社，2006.
[5] 张凯，付跃刚．大口径像旋补偿系统的分析与设计[J]．应用光学，2009,30(03):403-406.

固定式气体检测报警仪远程智能诊断技术探析

王晨煜，江元媛，王俊超，李　正

（重庆气矿，重庆 404300）

摘　要　在石化产品生产过程中常会伴有甲烷、H_2S等危险气体产出，对生产场所周围居民及环境造成巨大的威胁，气体检测仪作为有效的环境监测手段随之被广泛应用。在石化产品生产现场，气体检测仪分为固定式及便携式两种，其中，固定式气体检测仪的应用存在点多、面广、监控与维护的时间成本和人工成本巨大等问题。随着人工智能、AI算法等技术的兴起，越来越多的自动化设备投入生产现场，对于易燃或有毒气体监控系统来说，固定式气体检测仪的远程诊断和在线校准是目前行业发展的热点。本文通过对固定式气体检测仪的安装现场及条件进行综合分析，旨在为实现石化生产场所固定式报警仪的远程诊断和在线校准提出一种理论思路。

关键词　气体检测仪；故障分析；远程诊断

中图分类号：TP27　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0004-03

1 固定式气体检测仪应用现状及工作原理

工业经济的急速发展推动着社会的高质量进步，与此同时安全事故也给社会及人民的生命、财产、环境带来严重危害。在石油化工、煤炭、冶金等多种行业中，爆炸、中毒等严重安全事故多数是因气体泄漏引发的，气体检测作为有效的环境安全监测手段，气体检测报警仪配备在高危工业行业中尤其重要，在石化产品生产现场随处可见气体检测报警仪的身影。气体检测报警仪通常分为便携式气体检测报警仪和固定式气体检测报警仪两种，其中，便携式气体检测报警仪可根据工作需求被工作人员随身携带，固定式气体检测报警仪则多用于石化产品生产现场，用于对易燃易爆或有毒有害气体的全天候监控，通过声光报警的方式提示高危场所的值班人员。

在石化生产过程中，需要进行持续监测的环境气体主要分为三类，分别是可燃气体（易燃易爆）、有毒气体及氧气。各类固定式气体检测报警仪的主要工作原理大致相同，由电化学传感器或光学传感器将环境中含有的被测气体组分转换成电信号，利用电子部件和显示屏幕以浓度单位显示出来。

以可燃气体检测仪为例，当空气中含有的可燃气体组分（如甲烷等）扩散到气体检测仪的传感器表面上，在传感器表面催化剂作用下，会很快发生无焰燃烧反应，反应产生的热量使传感器的铂丝电阻值变大，检测桥路输出一个差压信号。这个电压信号的大小与可燃气体组分浓度成正比例关系，经过电子部件放大后，通过电压电流转换并把可燃气体爆炸下限值以内的百分含量（%LEL）转换成4~20mA标准信号输出。

有毒气体检测仪是采用电化学传感器，利用控制电位电解法原理，在电解池内安装了工作电极、对电极和参比电极等三种电极，并加入一定量的极化电压。更换不同的电化学传感器并改变极化电压值，可检测出各类不同有毒气体组分。被测气体透过薄膜到达工作电极，发生氧化还原反应，此时传感器会有小股电值流输出，电流值的大小与有毒气体组分浓度成正比关系，该电流信号经电路处理转换成电压，电压信号经放大器进行电压电流转换，并将有毒气体检测范围内的含量（ppm值）转换成4~20mA标准信号输出。

氧气检测仪则是利用伽伐尼原电池原理，在原电池内装置了阳极和阴极，分别为铅和银，采用薄膜与外环境隔开，空气中的氧气组分通过薄膜到达阴极，发生氧化还原反应。传感器将有个与氧气浓度成正比关系的mV级电压输出，电压信号经放大器进行电压电流转换，并将氧气的百分比（0~30%）以内含量转换成4~20mA标准信号输出[1]。

2 固定式气体检测仪常见故障分析及处理

固定式气体检测报警仪作为检测石化生产场所中重点关注气体含量的计量仪器，需保障其检测结果的准确可靠性，以便及时发现有毒或易燃气体泄漏，有效预防人身伤害或爆炸事故的发生，因此开展气体检测报警仪的正确使用、日常维护及定期检定非常重要。

2.1 日常使用注意事项

由于大部分气体检测报警仪采用电化学传感器，

电化学反应受温度、湿度影响较大，一般气体检测报警仪在温度0℃ ~40℃、相对湿度小于等于85%的环境条件下进行气体监控较为准确可靠。尽管制造厂商在气体检测报警仪内部均会采取一些温、湿度补偿措施，在极端环境条件下，其检测结果的输出响应依然可能存在较大误差，如传感器内部进水或湿度过高，传感器表面聚集水汽，硫化氢、二氧化碳等气体易溶于水，缩小了目标气体进入的通道，可能导致无法及时提示工作人员有毒气体的泄漏[2]。

2.2 常见故障分析及处理

气体检测报警仪通常由探头、控制器（DCS）及数据传输系统组成，探头故障主要指传感器、电路组件及信号感应模块等故障，会造成检测仪探测无反应、反应慢、零点漂移和乱报警等故障现象。控制器的主要作用是给现场工作的检测仪表部分供电、对探头探测回传的数据信号进行处理和转换。数据传输故障通常是由供电电压不稳、电流及信号传输线缆故障等原因引起的，可能导致现场仪表或控制器无显示、控制器显示故障等现象[3]。最常见的故障主要有以下几种：

1. 零点漂移。固定式气体检测仪常出现显示值不为零，在零点上下正负一点点的现象。出现零点漂移时，首先应检查检测仪周围是否存在被测气体或其他干扰气体，随后排查传感器零点电压是否偏高，通入标准零点气体进行校准，使主机显示为零。若无法调整零点，可能是内部传感器故障。若气体检测报警器受过高浓度被测气体或干扰气体、高温气体或有机溶剂等侵蚀，或者传感器使用年限已超厂商给出的寿命预期，应考虑更换传感器。

2. 示值误差较大。气体检测仪传感器使用时间越久、使用环境中被测气体频繁或是传感器安装在极端环境时，会出现传感器线性衰减，示值误差增大的现象。此类故障的处理需通入标准气体按厂家说明书要求进行校准调整，如果通过标定校准，显示值仍然达不到标准气体浓度，说明传感器已失效需更换。

3. 反应慢或无响应。气体检测仪通入被测气体后无响应现象或反应较慢，应首先排查探头是否堵塞，传感器的进气通道受阻会导致气体检测仪灵敏度下降，反应变慢。若非堵塞原因导致，清理堵塞传感器组件透气孔后故障现象未消除，则可能是内部传感器老化或失效，可更换传感器判断传感器是否失效。

4. 现场检测仪显示数值和控制器显示数值不一致。现场检测仪或控制器上的显示数值主要由传感器输出的4~20mA电流值决定，若显示数值不一致，首先应检测传感器4~20mA电流输出是否正常，若电流正常，则检查现场检测仪的量程和控制器设置的量程是否一致。如果电流输出正常、设置量程一致，则故障原因为数据信号传输故障。

3 远程智能诊断技术可行性分析

各个石化生产现场随处可见固定式气体检测报警仪在运行，传统的固定式气体检测报警仪均为模拟量输出的非智能仪表，因其成本较低且运行稳定，在往年的改造项目中被大规模运用，是目前石化生产现场的主要仪表类型。但模拟量传输的数据有限，测试维护需要到现场操作，数据监控维度很小，且易发生信号漂移，传统固定式气体检测报警仪的运行维护及维修成本，每年需要耗费各石化企业大量的人力和财力。随着时代的发展，尤其是数字化转型的提出，部分石化生产现场选择智能检测仪表，但其成本较高，功能不一定能够满足所有现场所需，且需要更专业的人员对其进行维护才能使其稳定运行。国内目前仅存在传统固定式气体检测报警仪和智能固定式气体检测报警仪两类产品，没有传统固定式检测仪向智能固定式检测仪改造的中间产品，要实现石化生产场所数字仪表的转型，仅能通过更换全套设备来完成。而石化企业需要控制成本完成数字化转型，如何通过对现有设备进行低成本改造就能达到数字化的要求，从而实现人员精简，降低维护费用，节约时间成本是目前行情迫切需要考虑的问题[4]。

结合现有固定式气体仪的使用现状及安装条件，本文提出一种固定式气体检测报警仪数字化改造的思路：在不改动仪表的情况下，将固定式气体检测报警仪的输出信号进行数字化匹配，实现固定式气体检测报警仪从现场仪表到上控站位系统的全链路数据监控。根据现有的安装条件，数字信号的传输模式如图1所示。

但数字信号其实能够传递更多的数据。在不影响目前已安装设备的正常运行情况下，研究开发一种固定式气体检测报警仪远程诊断模块，运用模拟信号分离技术，实现模拟仪表到数字仪表的转变；通过模块的智能切换I/O，实现固定式气体检测报警仪的在线校准功能；开发服务器数据库应用，使其实现多维度的数据监控及智能诊断功能；整合现场仪表到上位控制系统的通讯技术，实现模电数电的高精度转化及上下位的资源匹配；重定义数组实现自动查找并纠正固定式气体检测报警仪上位各个层级组态不一的功能。通过数字化改造的方式，可以实现固定式气体检测报警仪的远程自动诊断及数据自动校准功能（如图2所示），

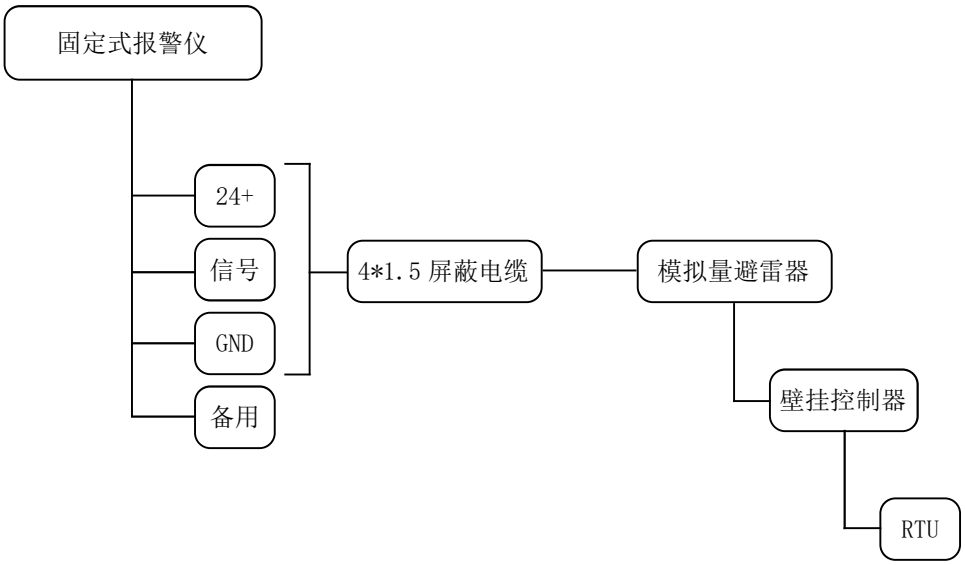

图 1 传统的数据传输模式

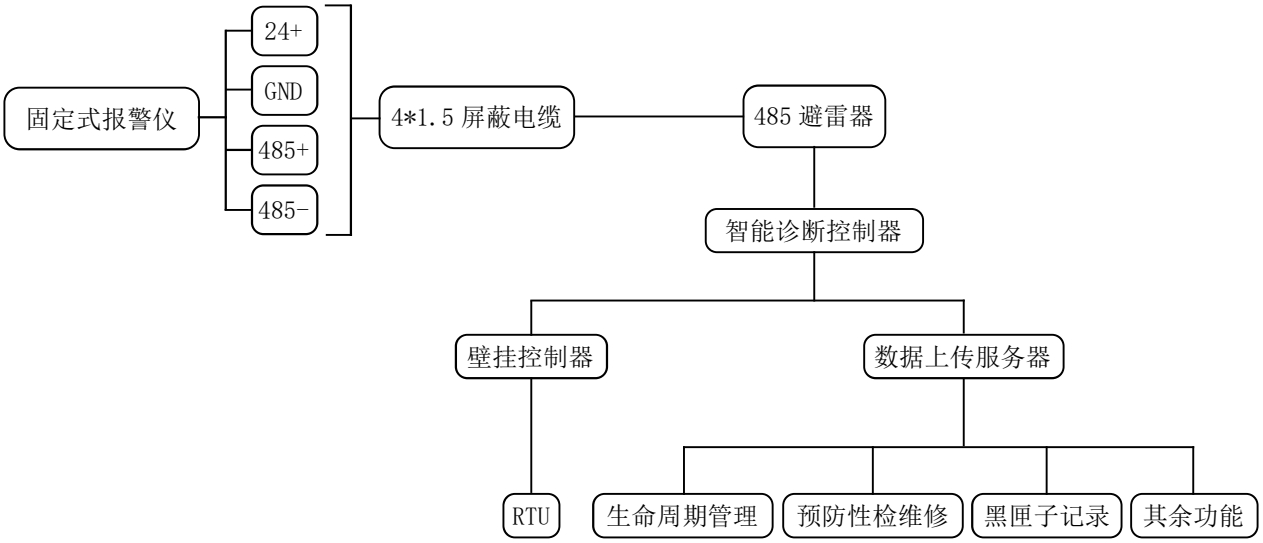

图 2 数字化改造后的数据传输模式

从而更好地匹配未来生产现场的数字化转型，并能够满足相关标准规范，实现天然气站场固定式报警仪的远程诊断和在线校准[5]。

4 结语

在固定式气体检测报警仪上应用远程智能诊断技术后，操作及管理人员无需到现场便能进行故障判断、仪表校准等操作，可以提高工作质量，节省人工成本。通过固定式气体检测报警仪在线诊断技术的应用，能够及时发现固定式气体检测报警仪存在的问题，并能通过远程及时解决部分问题，消除安全隐患，提升安防设备管理水平。

参考文献：

[1] 米尔夏提江·麦合木提，艾孜买提·艾则孜，阿依柯孜·艾热提. 浅析气体检测仪及各种传感器的工作原理 [C]// 中国标准化协会. 第十八届中国标准化论坛论文集.《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司，2021.
[2] 曲萍. 硫化氢气体检测仪检定注意事项及常见故障处理 [J]. 计量与测试技术，2020,47(01):55-56,60.
[3] 崔广伟. 可燃和有毒气体检测报警器计量培训教材 [M]. 北京：中国石化出版社，2017.
[4] 李正，王晨煜，范劲松，等. 气体检测报警仪就地声光信号智能处理控制器 [J]. 天然气工业，2023,43(03):101.
[5] 杨勇. 化工生产中气体检测报警仪的安全应用 [J]. 中国氯碱，2020(10):27-28.

BIM技术在装配式建筑机电安装工程中的应用

潘辰光

（中国水利水电第三工程局有限公司，陕西 西安 710024）

摘　要　现代建筑领域不断地发展和创新，装配式建筑机电安装工程作为一个关键环节，正逐渐引起人们的广泛关注。传统的建筑施工方法在效率、质量和可持续性方面面临着一系列挑战，而装配式建筑机电安装工程以其高效、精确和环保的特点，正成为解决这些挑战的有效手段之一。在这一背景下，建筑信息模型（Building Information Modeling，简称BIM）技术的兴起，为装配式建筑机电安装工程的规划、设计、施工和运营带来了前所未有的机遇。

关键词　装配式建筑；机电安装工程；BIM技术

中图分类号：TU17　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0007-03

装配式建筑机电安装工程的特点在于其复杂性、紧密性和精度要求。多个机电系统的集成、交互作用，以及这些系统与建筑结构的紧密结合，都使得工程团队在设计和施工过程中面临着诸多挑战。传统的设计和施工方法难以满足这些挑战，因此需要引入创新的技术手段来提高效率和质量。在这个背景下，BIM技术应运而生。BIM技术不仅仅是一种工具，更是一种思维方式和方法论，它以数字化的方式呈现建筑项目的各个方面，实现了信息的高度整合和共享[1]。

1 建筑工程机电安装的特点

1.1 复杂性

在现代建筑工程中，机电安装涉及多个不同系统的高度集成，如电气、通风、空调、给排水等。每个系统都具有独特的功能和要求，但又紧密相连，相互影响。这种复杂性要求工程团队必须对各个系统的运作原理、布局以及交互作用有深入的了解。设计师和工程师不仅需要掌握各个系统的技术细节，还需要了解它们如何协同工作，以达到整体性能的最优化。此外，系统之间可能存在的冲突和协调问题需要在设计和施工阶段加以解决。这就要求他们具备跨学科的知识和协调能力，以确保机电系统的协调运行，从而满足建筑的功能和效能要求。

1.2 紧密性

在建筑工程中，机电系统通常与建筑结构紧密结合，相互依存。例如，电缆、管道和风道等必须穿越墙壁、地板和天花板，与建筑结构紧密交织在一起。这就要求在设计阶段就必须考虑到这些系统的位置和路径，以避免在施工阶段出现冲突和需要大规模的调整。机电系统的紧密性意味着设计师和建筑师必须紧密合作，确保系统的安装不会影响到建筑的整体结构和外观。同时，机电系统的布局也需要充分考虑使用者的便利性和舒适度，以及可能的维护和保养需求。这种紧密性要求设计团队在项目的不同阶段都要保持高度的协调和沟通，以确保机电系统的成功整合和无缝运行。

1.3 精度要求

机电系统的安装精度对于其正常运行至关重要。各个系统的正确安装和准确运行直接影响着建筑的功能性和可用性。例如，电气设备的安装必须严格符合电气标准，以确保电力供应的稳定性和安全性。电线的接线、插座的安装等细节都需要精确到毫米级别，以保障用电的可靠性和安全性。给排水系统的连接和施工也必须严格遵循规范，确保水流畅通，防止泄漏和堵塞，以维护建筑的卫生环境。此外，精确的尺寸和位置对于管道、风道和电缆等系统的连接和布局至关重要。机电系统的元素必须精确地对应到建筑的实际构造，以确保各个系统之间的协调和交互正常进行。特别是在现代装配式建筑中，预制构件的精确性要求更高，因为它们在制造阶段就需要满足精确的尺寸和规格，以便在现场迅速、准确地组装[2]。

2 BIM技术的优点

2.1 全面化

在装配式建筑机电安装工程中，建筑信息模型（BIM）技术以其全面化的特性展现出了巨大的优势。BIM技术

不仅仅是一种设计工具，更是一个综合性的数字化平台，将建筑项目的各个方面整合到一个统一的模型中。这包括建筑结构、机电系统、材料和施工流程等多个要素。这种全面性的特点使得设计团队、工程师和施工人员能够在同一个平台上进行协同工作，实时共享信息，减少信息传递的失真和漏失。

BIM技术为项目参与方提供了一个统一的视图，将复杂的建筑系统和构件以可视化的方式展现出来。设计团队可以在BIM模型中详细描述每个系统的布局、尺寸和连接方式，工程师可以在其中评估系统的性能和互操作性，而施工人员可以在模型中查看每个构件的安装顺序和方法。这种全面性的信息整合有助于减少不同团队之间的误解和冲突，促进协作和沟通。

从项目的设计阶段到施工和运营阶段，BIM模型都提供了一个统一的信息来源。设计、施工、运维等各个环节的参与方都可以共享同一个模型，而不是使用独立的文档和图纸。这样一来，无论是进行设计决策、施工计划制定还是维护管理，都可以基于相同的数据进行，减少了信息不一致性和重复工作的可能性。

2.2 参数化

BIM技术的另一个显著优点是其参数化的能力。BIM模型的构建是基于参数的，这意味着模型中的每个构件都可以与特定的属性和参数相关联，如尺寸、材料、性能等。这种参数化的特性为装配式建筑机电安装工程带来了诸多便利和优势。

参数化使得在设计和施工过程中进行变更和调整变得更加容易和准确。当一个参数发生变化时，模型会自动更新，并且所有相关的信息也会相应调整。这在处理变更管理和优化设计时尤为有益。以机电系统为例，设计师可以轻松地调整管道的尺寸、电缆的路径或设备的参数，而BIM模型会自动反映出这些变化。这不仅节省了时间，还大大减少了由于变更而引起的错误和不一致性。

参数化的特性还为项目的各个阶段提供了灵活性。在设计阶段，参数化的BIM模型使得尝试不同方案和调整变得高效而精确。设计团队可以快速进行模拟和比较，评估不同参数设置对系统性能和协调性的影响。而在施工阶段，参数化的模型可以用于生成详细的施工图和工程数据，确保施工过程的精确性和高效性。

3 装配式建筑机电安装工程中BIM技术的应用

3.1 BIM技术在前期设计中的应用

在装配式建筑机电安装工程中，前期设计阶段是项目成功的基石，而BIM技术在这一阶段的应用对于项目的顺利进行和质量的保障具有至关重要的作用。通过将建筑信息模型引入前期设计，设计团队能够在虚拟环境中以更高的精度和全面性规划各个系统的布局与交互。

通过创建详细的BIM模型，包括建筑结构、机电系统、设备以及其他关键信息，设计团队能够在虚拟空间中还原实际的建筑情况。这种全面性的模型呈现使得设计师和工程师能够更加清晰地理解不同系统之间的关系，同时发现潜在的冲突和问题。例如，电气系统的走向可能与管道系统相冲突，或者设备的安装位置可能与通道不匹配。在BIM模型中，这些问题可以被快速识别，从而在设计初期就可以进行调整和优化，避免了将问题推迟到施工阶段才解决[3]。

另一个重要的优势是BIM模型能够帮助设计团队预测不同系统的协调性和性能。例如，通过模拟不同机电系统的运行，可以在前期设计中评估系统的效率、能耗和互操作性。这使得设计团队可以在项目早期就做出明智的决策，优化系统的布局和配置，以实现更高水平的性能和效益。

3.2 管线碰撞检查中的应用

在装配式建筑机电安装工程中，不同系统的管线和设备交织复杂，因此碰撞检查成为确保施工顺利的关键步骤。传统的施工中，管线碰撞可能导致施工延误、资源浪费甚至重新施工，严重影响项目进度和成本。而BIM技术在管线碰撞检查中的应用，为项目带来了显著的优势。

通过在BIM模型中精确地建立管道、电缆和设备的路径和位置，设计团队可以进行虚拟的碰撞检查。在模型中，不同系统的元素都被准确地表达，使得系统之间的交互关系一目了然。系统会自动检测各个元素之间的空间冲突，如管道重叠、设备干涉等。这使得设计师和工程师能够在施工前就发现潜在的问题，避免了将问题带到现场，造成不必要的延误和成本增加。

更重要的是，BIM技术不仅能够发现碰撞，还能够提供解决方案。一旦碰撞被检测出来，设计团队可以在BIM模型中进行调整和优化。系统会自动显示可能的调整方案，如移动管道位置、调整设备方向等，以解决冲突问题。这使得设计团队能够预先规划解决方案，提高了施工的效率和准确性。通过这种方式，BIM技术不仅在问题的早期阶段进行了干预，还为优化设计和冲突解决提供了更高效的途径。

3.3 施工信息交互以及优化设计

BIM技术在装配式建筑机电安装工程的施工阶段扮

演着关键的角色，为施工团队提供了宝贵的资源和支持。通过BIM模型，施工团队可以获得详尽的信息，了解每个构件的安装顺序、方法以及相互之间的关系。这一信息的交互性和准确性使得施工团队能够更好地规划施工流程，避免在现场出现混乱和延误。BIM模型为施工团队提供了一种实时的指南，帮助他们了解每个步骤的要求，从而确保施工的准确性和协调性。

例如，在机电安装中，施工团队可以从BIM模型中获知每个设备的尺寸、位置和连接方式，以确保设备的正确安装。这种实时的信息交互有助于减少人为错误和误解，提高施工的效率和质量。通过这种方式，BIM技术在施工阶段为装配式建筑机电安装工程提供了实质性的支持和指导。

此外，BIM技术还为实时优化设计提供了便利。在施工过程中，如果发现某个系统的安装存在问题，施工团队可以在BIM模型中进行实时调整和优化。例如，如果某个管道的路径需要更改，设计团队可以在模型中进行调整，并快速生成新的施工图。这种快速的优化设计可以避免不必要的现场问题和变更，提高项目的整体效率。通过BIM技术，施工团队能够迅速响应现场的需求，进行实时的设计调整，从而确保施工的顺利进行和高质量交付[4]。

3.4 模型控制

BIM技术在装配式建筑机电安装工程中的模型控制方面扮演着不可或缺的角色。模型的准确性和一致性对于确保系统的正常运行以及项目的成功交付至关重要。在这一方面，BIM技术通过其精确的数字表示和实时验证功能，为施工团队提供了强大的控制手段。

在装配式建筑机电安装工程中，每个构件的准确位置和尺寸对于系统的互操作性和运行效率至关重要。通过BIM技术，施工团队可以使用激光扫描仪等先进工具，将实际施工现场与BIM模型进行比对。这种比对能够精确地显示实际构件与设计模型之间的差异，从而及时发现并修正潜在的偏差。例如，如果某个管道或设备的位置与模型不一致，施工团队可以通过比对结果进行调整，以确保安装的准确性。

模型控制还能够在施工过程中进行实时的验证。施工团队可以在BIM模型中标注完成的工作，以便后续的验收和审核。这种实时的验证使得每个工程阶段的进展都能够被准确地追踪和记录，有助于项目的管理和控制。同时，模型控制还可以帮助施工团队预测潜在的问题，如构件的安装冲突或尺寸偏差，从而提前采取措施进行干预。

3.5 信息资源共享

在装配式建筑机电安装工程中，BIM技术为信息资源的共享和协同提供了强大的平台，极大地促进了团队之间的合作和沟通。这一特性在项目的各个阶段都具有重要意义，为项目的顺利进行和质量保障创造了有利条件。

BIM模型作为一个全面且准确的数字化呈现，可以在项目的不同阶段共享给不同的参与方。设计师、工程师、施工人员以及业主等各个利益相关者可以在共享的BIM平台上获得所需信息，包括设计、施工进度、设备配置和质量标准。这种共享消除了信息孤岛，避免了传统项目中信息断层和误解所带来的问题。

共享BIM模型还为项目团队提供了更高效的沟通和协作途径。不同参与方可以通过模型来进行讨论、提出建议以及解决问题，从而实现了多方的合作和知识交流。例如，施工人员可以根据BIM模型了解设备的准确位置，从而优化施工计划；业主可以在模型中查看设计进展，提前做出决策。这种实时的协作有助于减少信息传递的误差和延误，提高项目的整体效率。

此外，共享BIM模型还能够消除信息不一致性和冲突。传统项目中，不同的团队可能使用不同的数据源和信息，导致信息的不一致和冲突。而BIM模型作为统一的数据源，能够确保每个参与方使用的是相同的信息，从而减少了误解和冲突的发生[5]。

4 结语

BIM技术的成功应用需要团队合作、技术培训和标准规范的支持。随着技术的不断发展，BIM技术在装配式建筑机电安装工程中的应用还将继续深化，为项目的成功实施提供更多的支持。BIM技术的应用将推动装配式建筑机电安装工程的创新和卓越，为建筑行业的未来发展贡献更多的可能性。

参考文献：

[1] 乔兵锋，吴世明．建筑机电安装工程中BIM技术的应用[J]．地产，2019(22):115.
[2] 邹森．建筑机电安装工程中BIM技术应用探讨[J]．建材与装饰，2018(32):202-203.
[3] 李旭峰．建筑机电安装工程中BIM技术的应用探讨[J]．科学与信息化，2019(16):20.
[4] 崔海宏．建筑机电安装工程中BIM技术的应用探讨[J]．河南建材，2019(02):61-62.
[5] 吴祖勤．建筑机电安装工程中BIM技术的应用探讨[J]．名城绘，2019(12):23-24.

已建成数据中心的温控散热痛点分析及改造策略

王柄森

（维谛技术有限公司，广东 深圳 518000）

摘 要 本文从目前已经建好的计算机机房的散热难点问题进行了剖析和总结，指出了造成这些问题的最重要原因是：送风时的冷量损失、空气流动短路和计算机机房的设备布置不合理。为此，本项目拟通过优化机房布局，采用精准送风和密闭冷却等技术，实现不会对机房的持续稳定工作产生干扰，同时也不会产生过大的能耗，以期为有效地提升机房的冷量利用率提供参考，从而进一步改善机房的热环境。

关键词 已建成数据中心；温控散热；气流短路；改造原则；改造策略

中图分类号：TP3 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0010-03

在我国“双碳”目标的制定和执行过程中，迫切需要实现数据中心的能源节约和环境保护。由于受到时代发展及技术条件的限制，前期建设的数据中心出现了一些问题，如：设计不够科学，空调不能完全发挥其制冷效能。同时，由于设备容量的增大，能耗的增加，导致了空调机的功耗降低，从而使室内的热环境更加恶劣。

数据中心是一种新型基础设施，具有容量大、密度高、应用多、能耗高等特点，已成为支撑现代社会信息化的重要基础设施。随着云计算、大数据等技术的发展和应用，数据中心在运行中存在许多问题，其中最突出的是温升问题。一方面，机房设备运行时发热量较大，若散热方式不合理，会造成服务器芯片的散热性能降低或故障；另一方面，数据中心机房往往远离城区或工业园区等地区，而这些地区普遍存在电价高、用电量大等特点。数据中心在运行时必须将热量及时排出机房外，因此数据中心需要合理控制机房温度。[1]

1 现有数据中心存在的问题

我国数据中心的建设进入了快速发展阶段，但由于缺乏有效的运行管理手段，数据中心出现了诸多问题。例如，服务器、交换机、网络设备等设备散热不到位，导致机房温度过高；空调制冷系统效率低下，不能有效控制机房温度；供电及照明系统不能满足现有的供电要求等。其中，机柜内部设备运行产生的热量是最主要的问题之一，据统计，IDC机房设备正常工作时的平均温升在10℃以上。目前，我国数据中心通常采用传统风冷式制冷系统。但传统风冷式制冷系统在设计和运行方面存在很多问题：（1）风冷系统在机房内无法实现均匀散热；（2）由于风冷系统设计时考虑不周到，使得空调气流组织不合理，导致空调气流组织不能满足机房设备的散热要求；（3）风冷系统在机房内无法实现高效冷却。随着IDC建设规模的不断扩大和运营时间的增加，传统风冷式制冷系统面临着能耗高、维护困难、寿命短等诸多问题。为此，需对传统风冷式制冷系统进行升级改造。[2]

2 现有机房散热问题成因

2.1 气流短路

在计算机实验室初期的建筑设计中，没有考虑到通风通道的设计，很容易造成计算机实验室的“气流短路”现象。气流短路是指从空调出风口送出的冷空气流没有加热设备而直接抵达空调进风口的现象，可出现在采用上送风或下送风的机房中。造成这一现象的主要原因是没有明确空调系统中的空调系统，或者没有对空调系统进行有效的封闭。空气中的空气短流对计算机机房的空气质量有很大影响，是导致计算机机房空气质量下降的主要原因之一。[3]

2.2 机房布局不合理

在一些位于办公楼内部的计算机中，它的用房是由一个普通的房间经过改造而来的，由于受大厦的结构和空间的制约，大部分的空调系统都被设置在了计算机内部的边缘区域，这样就会产生了一些问题，比如：送风距离太长，空气流动的速度很快，空气流动的速度也很快。除此之外，为了保证设备布置的规整和一致性，在常规机房的布置设计中，机柜多数都是顺向

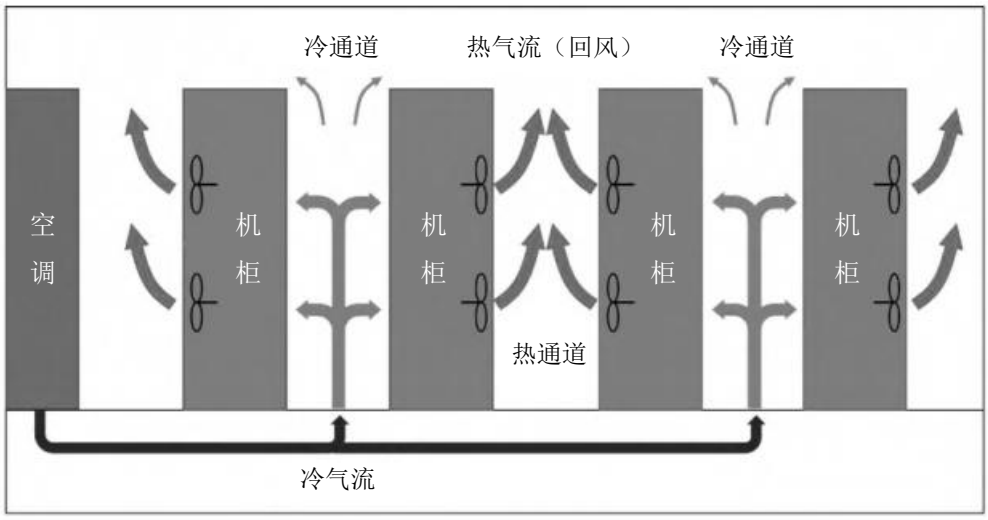

图 1 冷热通道分离

布置，也就是朝向相同。当冷空气进入到机柜内进行换热之后，所产生的高温气流，大部分都会被机柜内的散热风扇从机柜后方排出。所以，从上游机柜排出的一些高温气流，必然会被下游机柜吸收，从而造成下游机柜进风的温度上升，降低了制冷效果，从而加大了设备的工作负荷与室内温度场的不均匀度。

3 改造原则

数据中心设备发热量主要有两部分，一部分是服务器芯片本身的发热，另一部分是机房散热设备散发的热量。若要有效控制机房温度，需要从这两个方面入手。对于服务器芯片本身的发热，需要通过降低服务器功耗来解决；对于机房散热设备散发的热量，则可以通过合理设计散热设备的功率密度来解决。在实际改造过程中，需要遵循以下原则和思路：（1）优先采用自然冷源，减少机房空调制冷系统的能耗；（2）根据数据中心不同区域的温度要求，合理选择制冷设备的功率密度；（3）对于热源端的机房环境温度要求较高时，可采用风冷方式制冷；对于热源端的机房环境温度要求较低时，可采用冷媒水直冷方式制冷；通过上述原则和思路进行改造后，数据中心机房温度可以得到有效控制。改造后可以实现以下效果：（1）实现自然冷源的高效利用；（2）服务器功耗大幅降低；（3）服务器端散热设备的功率密度得到提升。

4 改造策略

4.1 优化机房布局

计算机机房的布置方法，例如：机柜的朝向和放置方向，以及空调机的位置选择，都会对室内的空气分布产生直接的影响。研究和分析计算机室内的流场形态和热点分布，并与各种动力装置的散热功率要求相结合，合理地调整装置的布置，可以在不增加制冷能耗的情况下，有效地减少制冷空气的流阻，从而提升温度控制的效率。这种调节方式简单、无需任何附加条件，但是调节结果很难预料，往往要通过计算机仿真来评价。在按照之前所描述的顺序进行的时候，如果是按照顺方向进行布置的话，那么，从上游设备排出的高温气流在与冷却气流发生相互融合之后，就会流入下游设备之中，从而造成下游设备来风的温度上升，这会不利于设备的稳定工作。所以，将相邻的两排机柜调节为相对布置，会对形成分开的冷热通道产生影响，就像在图 1 中看到的那样，这样就可以有效地防止冷热气流的掺混，从而对设备的冷却产生有利影响，还可以减少空调的能耗水平。另外，依据装置的能耗等级，将高能耗的装置设置在离出风口较近的位置，实现了对空调系统的阶梯式使用，这对于改善局部的过热和提高房间的温度均匀性也是有益的。[4]

4.2 提高自然冷源高效利用率

自然冷源是机房空调系统的最大能耗源之一，在当前气候条件下，大多数数据中心都存在着自然冷源不足的问题。根据大量数据中心调研结果显示，有接近一半的数据中心存在着自然冷源不足的问题。在实际改造过程中，可以采用以下思路来提高自然冷源的利用率：（1）充分利用机房周边的自然环境条件，如地下车库、屋顶绿化等。通过增加自然冷源的方式来提高机房制冷需求。根据笔者调研结果显示，采用自然冷源的数据中心机房 PUE 值均在 1.3 以下。（2）充

分利用自然冷源丰富的空间。部分数据中心机房空间利用率较低，如有空间位置较高且具有自然冷却条件的机房区域，可优先利用该区域作为自然冷源。（3）充分利用机房周边现有设施。对于已建成机房周边环境有条件建设制冷系统的情况下，可以通过对现有制冷系统进行改造，以达到提高自然冷源利用率的目的。[5]

4.3 服务器端散热设备的功率密度得到提升

从服务器芯片本身发热的角度出发，要降低服务器芯片的功耗，主要有两种途径：一是在设计阶段选择高效率的芯片；二是在芯片运行期间通过降低功耗来提高芯片运行效率。但这两种方法都需要较大的资金投入。而通过合理设计服务器端散热设备的功率密度，可以有效降低服务器芯片的功耗，从而有效控制机房温度。如上所述，在已建成数据中心机房中，服务器端散热设备功率密度过高的现象普遍存在。由于这些散热设备没有合理设计功率密度，从而导致机房温度无法得到有效控制。若要解决这一问题，需要从以下两个方面入手：一是要提高散热设备的功率密度；二是要合理控制散热设备功率密度。若要提高散热设备的功率密度，可以通过以下两种途径实现：一是在设计阶段选择高效率的芯片；二是通过降低散热设备功率密度来实现。通过降低散热设备功率密度的方法可以有效降低服务器功耗，从而为服务器端散热设备减轻了负担。

4.4 提高机房温度控制精度

1. 对机房温度控制系统进行优化。由于数据中心机房内设备发热量较大，机房温度控制系统主要包括冷源侧的蒸发冷却系统和散热设备侧的空气冷却系统。由于数据中心机房内的设备发热量较大，因此在冷源侧，需要对蒸发冷却系统进行优化设计，使其能够更好地控制机房环境温度。对于蒸发冷却系统，需要将其与传统空调系统进行整合。由于蒸发冷却系统在机房中的应用较为广泛，因此本文不再对其进行单独介绍。在散热设备侧，需要对其进行优化设计，使其能够更好地控制散热设备的散热量。目前市场上的风冷散热设备主要包括以下几种：一是水冷式散热设备；二是风冷干式散热设备；三是冷媒水直冷散热设备。

2. 对数据中心空调制冷系统进行改造。数据中心空调制冷系统主要由制冷主机、空调末端和空调辅助设备等组成。在数据中心制冷主机和空调末端的改造中，可以采用风冷方式制冷或冷媒水直冷方式制冷。对于风冷干式空调末端，由于其不需要进行任何改造，因此可以采用风冷式末端。对于风冷干式空调辅助设备，由于其主要安装在空调机房的角落位置，因此可以采用风冷式辅助设备。通过对机房环境温度进行优化控制，可以使机房环境温度更好地控制在机房环境要求范围内。本文以某数据中心为例，对其进行分析。在该数据中心中，服务器集中安装在机柜中，每个机柜内安装有多台服务器。由于每个机柜内的服务器数量较多，因此需要对其进行整体散热改造。改造过程中，可以将机房中的所有服务器部署在同一个机柜内。在该数据中心中，每个机柜内的服务器数量大约为 100 台左右，因此可以采用风冷方式对每个机柜进行散热改造。

3. 采用全新风换气系统代替传统空调系统。全新风换气系统具有以下优点：（1）全新风换气系统能够引入室外新鲜空气进行室内空气置换；（2）全新风换气系统的气流组织方式更合理，气流组织更加流畅；（3）全新风换气系统可以实现自然冷却与强制通风的有效结合；（4）全新风换气系统能够为机房提供更好的热湿环境；（5）全新风换气系统具有较强的抗菌能力；（6）全新风换气系统对机房内设备运行的影响较小。

5 结语

本文分析了数据中心的温升问题，指出了数据中心温控散热的痛点，并提出了相应的解决方案。此外，还可以结合数据中心的实际情况选择合适的改造方法和技术路线。在此背景下，研究数据中心温控散热问题具有十分重要的意义。本文分析了已建成数据中心温控散热的痛点及解决方案，可为新建数据中心提供参考；对于已建成数据中心，可通过对现有设备进行改造来减少温升，从而提升数据中心整体性能。

参考文献：

[1] 李荒，杨元强，朱彤 . 数据中心采用余热制冷的可行性分析 [J]. 洁净与空调技术 ,2016(04):1-5.
[2] 刘兴鑫，王霖，陈金 . 数据中心 PUE 管理体系研究与分析 [J]. 通信与信息技术 ,2020(06):39,65-66.
[3] 程涛 . 老旧核心机房整体改造实证研究 [J]. 通信电源技术 ,2020(z1):348-353,364.
[4] 胡乾普 . 探讨传统机房局部热岛解决方案 [J]. 通信电源技术 ,2016,33(01):132-134,137.
[5] 沈伟杰，王金元 . 精确送风系统在数据机房的实际应用 [C]// 通信电源新技术论坛 2011 通信电源学术研讨会论文集 ,2011.

提高落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测相关性的方法

王　宁

（华设检测科技有限公司宁夏分公司，宁夏 银川 750200）

摘　要　弯沉值是公路工程检测中的一个重要控制及评价指标，而落锤式弯沉仪和贝克曼梁检测是常用的结构变形监测方法，相关系数越大，两种方法的关联度越大，转换后的数据可信度越大，因此二者之间的相关性还需要进一步提高。基于此，本文首先探讨了落锤式弯沉仪和贝克曼梁检测之间的相关性研究现状和存在问题，其次分析了数据采集与处理方法改进，然后对相关性分析方法加以研究，最后通过实验设计与结果分析探索提高落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测相关性的方法，以期为相关研究人员提供可靠参考，同时更准确地评估结构的变形情况，提高结构安全性的监测水平。

关键词　落锤式弯沉仪；贝克曼梁检测；相关性

中图分类号：U41　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0013-03

在构造工程领域，落锤式弯沉仪和贝克曼梁检测是常用的结构变形监测方法。然而，当前存在相关性不高的问题，限制了其准确性和可靠性。为了解决这一问题，本论文旨在提出一种方法来提高落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测之间的相关性。通过优化测试方案、改进数据采集与处理方法，并进行相关性分析，探索如何获得更精确、一致的测试结果。本研究对于提高结构变形监测的准确性和可靠性具有重要的理论和实践意义。通过这些方法，可以有效提高落锤式弯沉仪和贝克曼梁检测之间的相关性，为结构变形监测提供更可靠的数据支持。

1　落锤式弯沉仪和贝克曼梁检测之间的相关性研究现状和存在问题

落锤式弯沉仪和贝克曼梁检测都是常用的结构变形监测方法，用于评估建筑物、桥梁等工程结构的变形情况。然而，在实际应用中，它们之间的相关性存在一些研究现状和问题。

首先，落锤式弯沉仪和贝克曼梁检测原理不同，导致它们采集到的数据具有不同的特点。落锤式弯沉仪通过敲击测试点来获得结构响应数据，而贝克曼梁检测则是通过测量悬臂梁的挠度来评估结构的变形。这两种方法的测试原理和采集方式不同，导致了它们所得到的数据之间的相关性相对较低。

其次，落锤式弯沉仪和贝克曼梁检测在测试点的选择和布置上存在差异。落锤式弯沉仪通常需要在结构不同位置设置测试点，而贝克曼梁则需要在悬臂梁的特定位置进行测试。这种不一致的测试点布置可能导致两种方法采集到的数据在空间分布上存在差异，从而影响它们之间的相关性。

此外，数据采集和处理方法对相关性也具有一定的影响。落锤式弯沉仪数据的采集过程中存在一定的误差，如敲击力度、频率等参数的不确定性，而贝克曼梁检测数据则需要经过滤波和处理来消除噪声。这些数据采集和处理方法可能会引入额外的误差，从而降低了两种方法之间的相关性[1]。

2　数据采集与处理方法改进

2.1　落锤式弯沉仪数据采集优化

通过合理选择频率和力度，以及采取误差校正措施，可以有效优化落锤式弯沉仪的数据采集过程。这些改进方法将有助于提高测试结果的准确性和可靠性，为结构变形监测提供更精确的数据支持。

首先，在进行数据采集时，频率和力度的合理选择对于获取准确的测试数据非常重要。频率指的是落锤冲击的频率，而力度则是冲击力的大小。合理选择频率和力度可以充分激发结构的响应，以获取更准确的测试数据。在选择频率时，需要根据被测试结构的固有频率范围进行考虑。固有频率是结构自身的振动特性，选择接近或与固有频率相当的冲击频率可以更好地激励结构的振动响应，从而得到更准确的变形信息[2]。同时，力度的选择也需要注意。过小的冲击力

可能无法充分激发结构的变形响应，导致测试数据不够敏感；而过大的冲击力可能引起结构的损伤或破坏，从而导致测试结果的失真[3]。因此，需要合理选择冲击力的大小，以保证测试数据的准确性和结构的安全性。

其次，在采集数据的过程中，误差校正是非常关键的一步。由于实际测试环境复杂多变，测试设备和传感器等都存在一定的误差，因此需要进行误差校正来提高数据的准确性。误差校正可以通过两种方式进行：一是在采集数据之前进行校正，即事先对测试设备和传感器进行标定和校准；二是在采集数据之后进行离线校正，即通过分析和处理采集到的原始数据来进行误差修正。

在事先的标定和校准中，可以使用标准校准装置来验证和调整测试设备和传感器的准确性。例如，可以使用精确度更高的测量设备对冲击力和位移进行校准，以提高数据采集的准确性。在离线校正中，可以通过比较实测数据和其他准确数据源（如激光扫描、位移传感器等）的结果来进行误差修正。通过对比和分析数据，可以得到误差模型，并将其应用于原始数据中，以纠正受到误差影响的测试数据。此外，为了进一步提高数据采集的准确性，还可以考虑使用多个落锤式弯沉仪进行同时测试，并对不同设备采集到的数据进行比对和校正。通过多设备的数据融合和一致性分析，可以减小测试误差，提高数据的可靠性和准确性[4]。

2.2 贝克曼梁检测数据处理优化

数据采集与处理在贝克曼梁检测中扮演着重要的角色，可以通过优化数据处理方法来提高检测结果的准确性和可靠性。下面将从信号滤波技术的应用和数学模型分析方法的改进两个方面详细阐述在贝克曼梁检测中数据处理的优化方法。

在实际贝克曼梁检测中，传感器采集到的数据可能会受到噪声和干扰的影响，影响数据的质量和准确性。因此，应用信号滤波技术对采集到的数据进行滤波处理，可以有效去除噪声和干扰，提高数据的可靠性。具体方法有：

1. 低通滤波：由于贝克曼梁的振动响应主要集中在低频范围内，因此可以采用低通滤波器对采集到的数据进行滤波。低通滤波器可以去除高频噪声和干扰，保留主要的低频振动信息。

2. 中值滤波：中值滤波是一种非线性滤波方法，通过计算数据中某个窗口内的中值来替代该窗口内的数据。中值滤波可以有效地去除因噪声引起的异常值，保留数据的整体趋势。

3. 小波滤波：小波变换是一种时频分析方法，可以将信号分解为不同尺度和频率的子信号。通过选择合适的小波基函数和阈值，可以对贝克曼梁的振动信号进行去噪和提取有效信息[5]。

3 相关性分析方法

3.1 建立落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测数据相关性的数学模型

为了研究落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测数据之间的相关性，可以建立数学模型来描述二者之间的关系。一种常用的方法是采用线性回归模型，假设二者之间存在线性关系。

线性回归模型可以表示为：$y=\beta 0+\beta 1x1+\beta 2x2+...+\beta nxn+\varepsilon$，其中，y表示贝克曼梁检测数据，x1、x2、...、xn表示落锤式弯沉仪的各项指标，β0、β1、β2、...βn表示回归系数，ε表示误差项。

通过收集大量的数据，可以利用最小二乘法估计回归系数，从而得到落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测数据之间的数学模型。

3.2 相关系数计算方法及解释

相关系数是用来衡量两个变量之间相关关系强度的统计指标，常用的相关系数有皮尔逊相关系数、斯皮尔曼相关系数和判定系数等。

皮尔逊相关系数(Pearson correlation coefficient)：衡量两个变量之间的线性相关程度。其取值范围为-1到1，接近1表示正相关，接近-1表示负相关，接近0表示无相关关系。

斯皮尔曼相关系数(Spearman's rank correlation coefficient)：用于衡量两个变量之间的单调相关性，即排名的相关关系。其取值范围也是-1到1，含义与皮尔逊相关系数类似。

判定系数（coefficient of determination）：用于度量因变量的变异程度能否由自变量解释。其取值范围为0到1，越接近1表示模型对数据的拟合越好。

根据具体的研究目标和数据特征，选择合适的相关系数进行计算和解释。

3.3 相关性分析结果的评估和解读

在相关性分析中，需要对相关系数进行评估和解读，以确定变量之间的相关程度和统计显著性。

首先，可以利用假设检验方法，计算相关系数的置信区间和p值，判断相关系数是否显著不为零。一般来说，如果p值小于0.05，可以认为相关系数是显著的。

其次，可以根据相关系数的大小和符号进行解读。

如果相关系数接近 1 或 -1，并且 p 值显著，表示变量之间存在强相关关系；如果相关系数接近 0，并且 p 值显著，表示变量之间不存在相关关系；如果相关系数在 0 和 1 之间或 0 和 -1 之间，并且 p 值显著，表示变量之间存在一定程度的相关关系。

此外，相关性分析还可以用图表形式展示，如散点图、相关矩阵热力图等，有助于直观地理解和解释相关程度。

4 实验设计与结果分析

4.1 实验方案设计

为了研究落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测数据之间的相关性，设计了以下实验方案：

1. 数据采集：在一座桥梁上安装贝克曼梁检测装置和落锤式弯沉仪，并同步记录两者的数据。采集的数据包括贝克曼梁的挠度和落锤式弯沉仪的各项指标，如落锤撞击次数、撞击力、变形等。

2. 数据处理：对采集到的数据进行处理，包括数据清洗、异常值处理和数据转换等。确保数据的准确性和可靠性。

3. 相关性分析：利用统计方法进行相关性分析。一是计算落锤式弯沉仪和贝克曼梁检测数据之间的相关系数；二是通过假设检验确定相关系数的显著性；三是对相关系数进行解读和评估。

4.2 数据采集与处理结果展示

在实验过程中，采集了贝克曼梁的挠度数据和落锤式弯沉仪的各项指标数据。经过数据处理，得到了清洗后的有效数据。接下来，将展示数据处理的结果。

表 1 清洗后的贝克曼梁挠度数据

日期	挠度（mm）
2023-08-01	10.5
2023-08-02	11.2
2023-08-03	9.8
2023-08-04	12.1
2023-08-05	10.9

表 2 清洗后的落锤式弯沉仪指标数据

日期	落锤撞击次数	撞击力（N）	变形（mm）
2023-08-01	100	1500	5.2
2023-08-02	105	1550	4.8
2023-08-03	98	1420	5.5
2023-08-04	110	1600	5.8
2023-08-05	115	1650	6.2

在上述展示的数据中，可以看到清洗后的贝克曼梁挠度数据和落锤式弯沉仪指标数据，这些数据将用于后续的相关性分析。

4.3 落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测数据相关性分析结果

首先，计算了落锤式弯沉仪和贝克曼梁挠度之间的皮尔逊相关系数。经过计算，得到的相关系数为0.78。这意味着落锤式弯沉仪与贝克曼梁挠度之间存在一定程度的正相关关系。然后，进行了假设检验，验证计算得到的相关系数是否显著不为零。通过检验，得到的p值为0.02，小于通常使用的显著性水平0.05。因此，可以得出结论，落锤式弯沉仪和贝克曼梁挠度之间的相关系数是显著的。进一步地，根据相关系数的大小和符号进行解读。由于相关系数为正值且接近 1，可以得出结论，落锤式弯沉仪的各项指标与贝克曼梁的挠度呈现较强的正相关关系。换句话说，落锤式弯沉仪的数据可以很好地解释贝克曼梁挠度的变化。

5 结语

综上所述，通过优化落锤式弯沉仪测试方案、改进数据采集与处理方法，以及进行相关性分析，本研究成功地提高了落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测之间的相关性。实验结果表明，采用更精确的设备、合理选择敲击频率与力度，并利用信号滤波和数学模型分析等方法，在结构变形监测中获得了更准确、可靠的数据支持。未来的研究可以进一步探索其他方法来进一步提高相关性，并将该技术应用于实际工程中，以保障结构的安全和可靠性。

参考文献：

[1] 范彦军 . 落锤式弯沉仪 (FWD) 应用于市政道路合理性分析 [J]. 安徽建筑 ,2022,29(07):138-139.
[2] 高丹 . 提高落锤式弯沉仪与贝克曼梁检测相关性的方法探讨 [J]. 福建交通科技 ,2019(04):28-30.
[3] 喻翠芳 . 落锤式弯沉仪在高速公路路基检测中的应用方法 [J]. 交通世界 ,2023(Z1):176-178.
[4] 蔡丹丹 . 基于低等级公路施工中落锤式弯沉仪检测数据的有效性分析 [J]. 交通世界 ,2022(33):71-73,110.
[5] 郭君梅 , 宋明洋 , 杨晓波 , 等 . 刚果 (布) 国家 1 号公路落锤式弯沉仪与贝克曼梁弯沉仪的对比试验研究 [J]. 工程质量 ,2022,40(03):43-46.

基于智能技术的低压配电系统优化设计

齐瑞诚

（北京市城市照明管理中心，北京 100078）

摘　要　本文探讨了基于智能技术的低压配电系统的优化设计。智能低压配电系统利用现代信息技术和通信技术，实现了低压配电网的监测、控制、保护和优化。通过物联网技术，配电设备与互联网连接，实现了数据的实时采集、传输和共享，为系统的智能化提供了关键支持。系统优化设计方法的应用案例展示了智能低压配电系统在提高能源利用效率、降低能源消耗、增强设备安全性等方面的成功应用。尽管应用前景广阔，但技术集成、数据安全和成本效益仍然是需要克服的挑战。本文通过综合分析，揭示了智能低压配电系统在工业、商业、住宅和基础设施领域的前景，同时提供了解决方案，旨在为应对可能出现的挑战提供借鉴。

关键词　智能低压配电系统；物联网技术；系统优化设计；应用前景

中图分类号：TM76　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0016-03

现代社会迅速发展，电力供应的可靠性和效率变得愈发重要。智能技术的崛起为低压配电系统带来了前所未有的机遇，通过将现代信息技术、通信技术和自动化技术应用于配电领域，智能低压配电系统成为实现电力系统安全、可靠、高效运行的关键环节。本文将深入探讨智能低压配电系统的基本组成、技术创新、应用案例以及系统优化设计方法，以期为推动智能化电力配电领域的发展提供有益的参考。

1 智能低压配电系统的技术概述

智能低压配电系统作为现代电力分配领域的创新，借助现代信息技术和通信技术，旨在实现低压配电网的监测、控制、保护和优化。随着科技的迅猛发展，这种系统在能源管理、电力分配以及供电可靠性方面的重要作用逐渐凸显出来。

1.1 特点和优势

智能低压配电系统在传统的低压配电网基础上引入了现代化的信息通信技术，具备以下特点和优势：

1. 远程监测和控制：通过通信网络，智能低压配电系统能够实现对配电设备的远程监测和控制。这意味着运维人员可以实时了解电网状态，随时进行操作和调整，从而提高了运维的灵活性和效率[1]。

2. 智能保护机制：采用智能元器件和传感技术，智能低压配电系统可以实现精确的故障检测和定位，快速切除故障分区，从而最大程度地减少停电时间和损失。

3. 数据分析与优化：智能低压配电系统能够实时采集电网中的电量、电压、电流等数据，并通过云计算和人工智能技术进行数据分析，为电网优化提供决策支持，提高电能利用率。

4. 可靠性提升：通过智能化管理和自动化控制，智能低压配电系统可以降低人为操作引起的错误，从而提高配电系统的可靠性和稳定性。

1.2 技术组成要素

智能低压配电系统的实现依赖于多种现代信息技术和通信技术的有机结合，包括但不限于：

1. 物联网技术（IoT）：通过传感器、通信模块等设备，实现配电设备与互联网的连接，实现数据的采集、传输和共享，为系统的智能化提供数据基础[2]。

2. 云计算技术：利用云服务器、云存储等资源，将智能低压配电系统的数据上传至云端进行处理和分析，实现大数据的存储和计算能力。

3. 人工智能技术（AI）：借助机器学习、深度学习、神经网络等技术，智能低压配电系统可以实现自主学习和优化，从数据中挖掘出有价值的信息，进一步提升系统性能。

4. 现场总线技术：通过现场总线，实现配电设备之间的通信与数据交换，从而实现实时监控和控制。

1.3 应用案例：西门子的优选协同低压配电系统

作为智能低压配电系统的一个成功应用案例，西门子的优选协同低压配电系统充分体现了上述技术的应用。

该系统通过通信网络将低压配电和控制设备连接到自动化和能源管理系统，实现了从电力供应到用电设备的全面配电监控和控制。该系统利用物联网技术

将配电数据集成到云平台，通过云计算和人工智能实现对电能的优化利用和电力分配的智能决策。

2 智能低压配电系统的基本组成

智能低压配电系统是一个多层次、多元件的复杂系统，其基本组成结构由多个层次的功能模块和元件组成，以实现对低压配电网络的全面监测、控制、保护和优化。以下将详细介绍智能低压配电系统的基本组成。

2.1 站控管理层

站控管理层是智能低压配电系统的最上层，提供人机交互的界面，负责与系统管理人员进行信息交流和操作。主要包括以下组成部分：

1. 人机界面设备：通常由工业级计算机、触摸屏、键盘、鼠标等组成，为管理人员提供直观的操作界面。

2. 系统软件：包括配电管理软件、监测软件等，用于实时监控电网状态、进行数据分析和决策，同时显示电网拓扑图、电力参数等信息。

3. 数据存储和处理：系统可以对历史数据进行存储，用于分析和报表生成，支持用户进行故障诊断和系统性能分析。

2.2 通讯控制层

通讯控制层是智能低压配电系统的数据传输与处理层，实现各元件之间的数据交换和通信，确保信息的及时准确传递。主要包括以下组成部分：

1. 通信服务器：负责管理通信数据的传输、处理和分发，确保系统的稳定性和实时性。

2. 通信前置机：实现与现场设备的数据采集、传输和协议转换，将不同设备的数据格式进行统一。

3. 总线网络：通常采用现场总线技术，如Modbus、Profibus、Profinet等，连接各个智能元器件和设备，实现实时数据交换。

2.3 现场设备层

现场设备层是智能低压配电系统的底层，由各种智能元器件、传感器、断路器、电力仪表等组成，实现对电网的实时监测、保护和控制。主要包括以下组成：

1. 智能断路器：配备通信接口，能够实现远程控制、保护和故障定位，支持自动开关操作。

2. 智能电力仪表：能够测量并记录电量、电流、电压、功率因数等参数，支持数据的实时采集和上传。

3. 传感器：用于监测电网的各项参数，如温度、湿度、电流、电压等，为系统提供实时数据。

4. 保护装置：通过智能化算法实现对电网的故障检测和定位，能够在故障发生时迅速切除故障分区。

5. 通信模块：实现设备与通信网络的连接，支持数据的传输和交换。

2.4 物联网技术的应用

物联网技术在智能低压配电系统中发挥着关键作用，通过各种传感器和通信模块，实现了配电设备与互联网的连接。这使得系统能够实现数据的实时采集、传输和共享，为系统的智能化提供了重要的数据支持。通过建设传感器网络，配电系统中的各类参数如电流、电压、功率因数、电能质量、温度和湿度等能够被实时采集[3]。这些传感器不仅全面感知电网状态，还将数据传输至中央服务器。与此同时，通信模块的应用使得传感器数据能够可靠地传输至云端。无论是通过无线通信如Wi-Fi、蓝牙，还是有线通信如以太网、Modbus，通信模块都连接了设备与互联网，实现了数据的远程访问和控制。

这些实时数据采集不仅为运维人员提供了准确信息，助力他们实时了解电网状态并作出相应处理，同时也通过云平台共享给相关利益相关者。而物联网技术带来的海量数据也为系统优化提供了基础。通过对数据进行分析，系统能够识别问题、趋势和模式，实现智能决策。此外，物联网技术推动了智能低压配电系统向云平台迁移，如物联网云平台MindSphere。云平台提供强大的计算和存储能力，帮助系统更好地处理和分析数据，从而实现远程监控、实时故障诊断和大数据分析等功能，为系统的可靠性、效率和智能化管理提供了全面支持[4]。

3 技术创新的应用案例：智能低压配电系统在工业领域的应用

在C大型制造工厂，智能低压配电系统的技术创新为生产流程带来了显著的优化。该工厂采用了西门子的优选协同低压配电系统，将物联网技术、智能型开关柜和多功能电力仪表融合在一起，实现了智能化的电力管理。

在C工厂的生产车间，每台生产设备都配备了智能型断路器和多功能电力仪表。例如，以一台注塑机为例，通过智能型电力仪表，系统实时监测设备的电流、电压、功率因数等电能参数。假设在生产高峰期，该注塑机的电流达到200A，电压为380V，功率因数为0.95。这些数据被传输至云平台，供运维人员随时访问。

技术创新的另一个关键点在于实时故障诊断。在某一时刻，监测系统检测到注塑机的电流突然增加到230A，电压下降到370V，功率因数变为0.85。智能低压配电系统会立即发出警报。运维人员通过远程访问云端监控系统，查看历史数据和实时曲线图。经过分析，他们发现这种异常可能是注塑机内部零部件出现问题

导致电能损耗增加。为了避免设备损坏，运维人员远程切断了注塑机的电源，并派遣维修人员进行检修。

此外，通过对历史数据的分析，智能低压配电系统能够预测设备的维护周期。根据历史记录，每经过 300 小时的运行，该注塑机的电能损耗会逐渐增加。系统会根据设备的运行状态和历史维护记录，提前通知运维人员何时需要进行保养或更换部件。假设在生产期间，系统通知运维人员，该注塑机距离下一次维护还有 30 小时。运维人员根据系统的建议，决定在生产停工时对该设备进行维护，从而避免了计划外的停机损失。

这个案例中的数据表明，智能低压配电系统的技术创新不仅提高了生产效率，还降低了运维成本。通过实时监控、故障预测和远程控制，工厂能够更好地管理电力消耗，延长设备寿命，实现可持续的高效生产。

4 系统优化设计方法

智能低压配电系统的优化设计是确保系统高效运行的关键。通过结合物联网技术、智能化元器件以及现代信息技术，可以实现更可靠、安全、经济和节能的配电系统。在本章节中，我们将介绍一些常用的系统优化设计方法，以便在实际应用中提升智能低压配电系统的性能[5]。

4.1 负载预测和动态调度

负载预测是智能低压配电系统优化设计中的重要环节。通过分析历史负载数据和生产计划，可以预测未来的负载变化趋势。例如，在某工业区域，预测到一家工厂将在次日的生产高峰期消耗更多电力。根据历史数据分析，该工厂在过去几个月的类似时段平均消耗为 300kW。因此，智能低压配电系统可以根据这一预测，提前调整供电策略，确保工厂在高负载时仍能获得稳定的电力供应，避免用电短缺。

4.2 能量管理和优化

能量管理是智能低压配电系统优化的核心。通过实时监测不同设备和回路的能量消耗，系统可以识别出能源浪费的症状。例如，在商业楼宇中，通过智能电力仪表，我们可以实时监测每个楼层的用电情况。数据显示，大厅灯光在夜间运行时间内消耗较多能源，而员工办公区域则在白天消耗更多。基于这些数据，系统可以制定计划，在夜间自动降低大厅灯光亮度，减少不必要的能源浪费。

4.3 故障检测和智能保护

故障检测和智能保护是保障系统可靠性的重要手段。系统可以通过实时监测设备的电流、电压、温度等参数，判断是否存在异常情况。例如，通过智能断路器，系统可以监测电流突然升高的情况。如果某个回路的电流超过了设定阈值，系统会立即发出警报，并自动切断电源，避免设备损坏或安全风险。

4.4 数据分析和智能决策

通过对大量历史数据的分析，智能低压配电系统可以揭示隐藏的趋势和模式。例如，在一段时间内，系统分析了工厂的能源消耗数据。结果显示，该工厂在工作日的白天消耗最多能源，而在周末和夜间消耗较少。基于这些趋势，系统可以提出建议，建议工厂在非高负载时段进行能源消耗较大的工作，以降低成本。

4.5 自适应控制和反馈调整

智能低压配电系统的自适应控制是指系统根据实时监测数据自动调整参数以适应不同工况。例如，系统可以根据负载变化自动调整变压器的输出电压，以保持稳定的供电。此外，系统还可以根据用户的反馈调整工作模式，实现个性化的能源管理。

5 总结

本文综合讨论了基于智能技术的低压配电系统的多个方面，从系统的基本组成到应用案例再到优化设计方法进行了深入剖析。智能低压配电系统的发展为工业、商业、住宅和基础设施等多个领域提供了新的机遇，可以实现能源的高效利用、设备的安全运行以及能源管理的优化。然而，技术集成、数据安全和成本效益仍然是需要解决的挑战。通过合作推动技术标准化、采用先进的安全措施以及制定合理的投资计划，可以有效应对这些挑战。随着技术的不断进步和创新，智能低压配电系统必将在未来发挥更加重要的作用，为电力供应的可靠性和效率提升做出积极贡献。

参考文献：

[1] 张铁聪，刘国锋，段志英，等．新型云配电系统在智能煤矿供配电系统的可行性应用研究 [J]. 智能矿山，2023,04(07):67-71.

[2] 陈文圣．城市轨道交通低压配电及照明系统的节能应用与研究 [J]. 自动化应用，2023,64(12):38-40.

[3] 李少君．智能低压配电系统在地铁中的应用 [J]. 智能建筑与智慧城市，2023(06):181-183.

[4] 冉金周，陈光景，周玉洁，等．低压智能配电系统在改善油气站场电能质量中的应用研究 [J]. 油气田地面工程，2023,42(03):50-54.

[5] 冉金周，刘皓，林森，等．低压智能配电系统在电气设备与运维管理层面的应用特点及展望 [C]// 中国机电一体化技术应用协会．第七届全国石油和化工电气技术大会论文集，2023.

基于Java语言的基础编程平台设计探析

李雪连

（河北省沧州中西医结合医院，河北 沧州 061000）

摘　要　本次研究将基于java语言技术设计一个面向Web的在线编程平台，文章在介绍该平台整体功能设定后，详细阐述了该平台上管理端、操作端、服务器端的设计方法，并对平台实现方案进行详细阐述。最后通过现场测试的方法，在Microsoft Windows系统下测试了上述编程平台的技术可行性，根据测试结果可以发现，该平台的测试结果良好，请求通过率超过98.0%，完全满足日常使用要求，值得推广。

关键词　java语言；编程平台设计；管理端；服务器端

中图分类号：TP313　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0019-03

提供一个功能强大的基础编程平台对于学生信息素养养成的意义重大，而从技术发展现状来看，java语言充分吸收了C++语言的技术优点，具有功能强大、操作简单等诸多优点，支持学生以更便捷的方式完成复杂编程，具有技术先进性。因此，在基础编程平台设计中，应进一步发挥java语言的技术优势，这也是本文研究的主要目的。

1 基础编程平台的需求分析与功能设计

1.1 总体分析与设计

本次研究的目的是利用java语言技术，在编程教学与测试的基础上构建基础编程平台，用以满足不同条件下的编程管理与远程监控等。该编程平台的核心功能解释如表1所示。

1.2 在线代码编辑器的设计

在线代码编辑器是政工基础编程平台的核心功能模块，该模块可根据用户不同职能设定提供权限。其中当用户的权限为“教师”时，编辑器可提供关于教师编程的所有权限，包括实验录入信息、在线编辑等。例如教师可以在编程平台上添加已经编写结束的代码文件，或者对已经上传的文件做修改等；也可以选择添加不同的代码文件，将片段分文件夹存储等[1]。而当用户的权限为“学生”时，编辑器可以提供与权限匹配的功能，如图实验代码编辑等、恢复初始代码等。同时本次研究中为解决常规OJ系统中难以充分采集学生编程过程数据的问题，选择将在线代码器作为用户输入编码的重要功能入口，通过在入口上采集用户的行为信息，可以抓取用户编程时的关键行为数据，如编程期间有无错误操作或者堆栈信息等，在每次编程操作结束后都可提供错误信息统计情况。本次最终设计的在线代码编辑器结构如图1所示。

1.3 管理（教师）端平台设计方案

在基础编程平台管理端设计中可以提供管理操作与平台设置等功能，主要内容包括：

（1）课程列表管理模块中可以展示基础编程设计中所涉及的课程首页，教师或者管理员可以查阅编程操作数据，也可以选择添加新的课程以及编程任务。（2）在实验库管理模块设计中，教师或管理员可以查看自己创建的在线编程任务以及其他成员创建的数据库信息资料，形成实验库详情页并对实验库的实验做远程编辑。（3）登录鉴权模块设计中可使用微信账号或者其他账号做二维码扫描，登录成功后即可直接跳转至课程首页，并在网络请求上添加唯一的token标识[2]。

1.4 用户（学生）端设计方案

用户端设计中，考虑到基础编程平台的用户多为学生，因此功能设计中可以根据学生的操作需求进行设定。例如在点选“实验”选项后，系统可自动跳转至对应的在线编程页面，该页面可以为学生等用户提供实验编辑操作区域。整个用户端操作区域页面分为左右两个分区，其中右侧区域为在线编程区域，可以提供在线编程的各项基础操作；而左侧则可以提供实验内容或者参考答案等。用户也可以选择在编辑区内恢复初始代码、设置编辑区字体等。

2 基于java语言的基础编程平台实现

2.1 平台基础架构实现

本次基于java语言的基础编程平台主要是面向Web浏览器使用的，其中浏览器端可以提供用户交互操作、数据展示等功能；而在服务器端，则可以提供接口调用、数据存储处理等功能。其核心代码编辑器为

表 1 基础编程平台的功能解释

功能设定	功能解释
在线编程与编译	在该平台中，在线编程功能贯穿始终，因此需选择在线代码编码器为支持，可支持远程管理、操作者在线编辑、提交编程文件等功能。
注册登录与鉴权	平台通过注册登录功能区分用户的不同类型，可在用户完成登录后向桌面发送 token（有唯一标识属性），保证安全性。
服务端接口与存储	平台服务端可利用不同接口实现业务逻辑，可支持不同接口的功能设定。本次设计中采用 MySQL 数据存放信息。

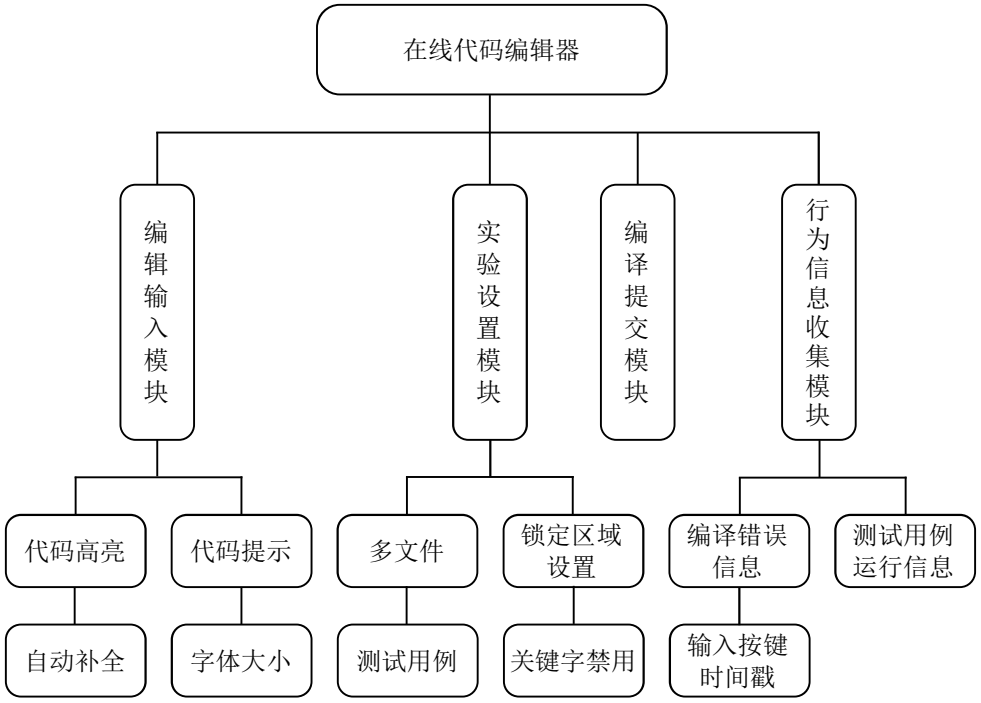

图 1 在线代码编辑器的结构图

核心可面向不同用户提供操作平台，该系统运用 java 语言前端开发技术，其组件化框架模式为 React，该结构的性能优势是可为教师、学生等用户提供复用组件，保证业务逻辑得以实现。平台利用 NginX 服务器实现静态资源分发，该服务器也可通过自身业务逻辑方案提供关于数据交换结构、登录鉴权等设定[3]。同时上述结构支持中间件功能拓展要求，上述方法可增强基础编程平台的业务逻辑拓展范围。

最后，本次基础编程平台设计中选用了具有稳定功能的 MySQL 数据库，大型文件采用了阿里云的 OSS 对象存储服务模式。并且为提升平台稳定性，在本次设计中通过 Docker 技术创建了在线编译运行环节，其目的是顺利分割不同用户提交的代码数据，并将用户运行代码进行反馈后，方便及时调整。

2.2 编码器的封装与初始化

由于 Code 编辑器本身不支持 React 常用组件化引入的方式，而需要引入脚本的方法解决问题，同时考虑到 Code 编辑器的使用量大，若单纯采用全局引入脚本的方法会显著增加代码维护难度，造成不必要的程序错误。为解决上述问题，在本次编程平台设计中决定采用编辑器封装方法实现编辑器初始化。

首先应创建 React 组件，在编辑器区域内返回一个“textarea”区域，将组件中的“rf”属性可将 DOM 元素挂载到“textarea”区域上即可。在生成 Code 实例后采用事件处理映射方法将事件处理函数直接映射到实例上。最后按照外部传入编辑器的内容、高度等设置编辑器代码以及初始化内容，上述过程即可实现 Code 编码器的组件化封装[4]。

表 2 系统测试环境

分类模块	关键参数	分类模块	关键参数
操作系统	Linux Cenr OS	资源存储数据库	阿里云 OSS
编程语言	java	操作系统	Windows 系统
数据库	MySQL	桌面浏览器	Edge

最后在引入组件时应先确定组件所需要的属性选项而不需要专门设置 COM 操作内容。并且参照 React 更新机制，在页面加载中应先形成 Code 实例，再根据上级组件传入属性调整编辑器内容，其目的是减少因为反复创建过程而引发的消耗。

3 系统测试

3.1 系统测试方案与环境

在系统平台实现后，应在规定条件下评估编程平台内容，判断其功能是否满足设计需求，最终平稳地投入使用。所以可先将系统代码部署在阿里云端服务器上，通过不同配置方案以及软硬件支持方法，可将系统域名映射至可访问的 IP 上，启动服务器后使系统可实现对外使用 [5]。本次实验中的系统测试环境如表 2 所示。

3.2 功能测试与测试结果

3.2.1 在线代码编辑器功能测试

本次项目中测试的内容较多，主要测试内容包括：

（1）检测编辑器初始化情况，现场测试内容是判断编程平台是否可以实现编辑器参数设置初始化，或者平台是否可以限制编辑器的主题。测试结果显示为通过。（2）检查代码文件加载情况，测试中检查系统是否可实现代码文件的正常链接以及下载代码文件、在编辑器上显示代码文件情况等。测试结果显示为通过。（3）实验文件与主文件检测情况评估中，测试内容是评估编程平台是否可以指定实验文件，即是否可以用于本次实验的文件；同时测试中通过指定一个实验主文件后，评估该文件是否可以用于运行与编译等。现场测试结果显示为通过。（4）检查代码高亮情况，包括对应文件类型中正确高亮代码的变量名词、函数以及关键词等，测试结果显示为通过。（5）不可编辑区域设置，通过在管理（教师）端做设置锁定指令后，学生端无法对编程平台做编辑，测试结果显示为通过。

3.2.2 管理（教师）端功能测试

本环节测试的内容包括用户操作交互以及页面展示情况，主要测试内容包括：

（1）创建实验库。测试项目为该平台是否可以顺利创建新的实验库，其测试结果显示为通过。（2）实验库列表页显示情况检测中，判断是否可以正常显示实验库列表情况，测试结果显示为通过。（3）编辑课程信息检测中，评估编程平台是否支持课程名称、封面、课堂教学资料编辑等工作，测试结果显示为通过。（4）锁定课程检测中，判断教师在将课程锁定之后，学生报名时显示为锁定状态并无法加入，测试结果显示为通过。

3.2.3 用户（学生）端功能测试

本环节测试的内容包括用户交互、页面显示等，具体如下：

（1）检查平台是否可以显示用户的个人信息情况，即系统可正常显示学生个人资料，测试结果显示通过。（2）实验筛选测试中，测试内容要评估学生点击不同课程名称后，可按照名称筛选课程；也可以在输入框中搜索关键词，按照关键词筛选显示课程。上述内容的测试结果显示为通过。（3）在线运行与提交测试中，测试内容主要是检查编辑代码在线运行和提交正常，测试结果显示为通过。

3.2.4 服务器请求响应测试

本次实验中连续对基础编程平台做连续 3000 次的请求，整个系统的请求处理时长约为 2.873~4.012，请求成功率为 98.07%（2942/3000），整体性能良好。

4 结语

本文基于 java 语言开发的基础编程平台在技术上具有可行性，根据本文的测试结果显示该系统的功能强大，运行稳定性良好，不同方向的结果显示该系统通过率高，具有技术先进性，值得做进一步推广。

参考文献：

[1] 毛天宇，王星宇，等 . 面向 Java 语言生态的软件供应链安全分析技术 [J]. 软件学报 ,2023,34(06):2628-2640.
[2] 朱金波 .Java 编程语言在计算机软件开发中的应用优势分析 [J]. 信息记录材料 ,2023,24(05):68-70.
[3] 李华 . 计算机软件开发中 Java 编程语言的应用及细节问题分析 [J]. 电子技术与软件工程 ,2023(04):49-52.
[4] 罗吉忠 .Dynamo 可视化编程平台在船闸工程设计建模中的应用 [J]. 水运工程 ,2023(z1):129-132,137.
[5] 党恩，梁瑞，张志立 . 前置性学习在高校程序设计基础课程中的实践研究 [J]. 电脑知识与技术 ,2023,19(15):66-68.

基于 GIS 技术的河湖管理信息系统设计与实施

冶世明

（湟源县河道治理中心，青海 西宁 812100）

摘 要 基于地理信息系统(GIS)技术的河湖管理信息系统可以有效整合和管理河湖相关的空间数据和属性信息，为河湖管理部门提供实时、准确和全面的信息支持和决策依据。本文围绕基于 GIS 技术的河湖管理信息系统的设计与实施，进行了综合性的研究。通过本研究，设计与实施了基于 GIS 技术的河湖管理信息系统，为河湖管理提供了一种高效、精确和全面的信息化解决方案，希望该系统的成功实施和应用能够推动河湖管理工作的科学化、规范化和智能化，为河湖资源的保护和可持续管理做出积极贡献。

关键词 GIS 技术；河道管理；信息系统

中图分类号：TP27 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0022-03

河湖是人类重要的水资源和生态环境要素，对于人类的生存和发展具有重要意义。然而，随着经济的快速发展和人口的增加，河湖面临着日益严重的污染、水资源枯竭和生态环境破坏等问题。因此，加强河湖管理和河湖保护，成为当今社会的紧迫需求。传统的河湖管理方式存在着信息不对称、数据更新困难、决策效率低等问题。而基于地理信息系统（GIS）技术的河湖管理信息系统能够有效地整合、管理和分析河湖相关的空间数据和属性信息，为决策者提供准确、实时、全面的信息支持和决策依据。具体而言，GIS 技术不仅可以实现河湖相关数据的可视化显示和查询，还可以进行空间分析和模拟，为河湖管理者提供科学决策的工具和手段。

1 GIS 技术概述

GIS（地理信息系统）是一种利用计算机和地理学原理，用来捕捉、存储、处理、分析、显示和管理地理数据的技术和工具。它综合了地理空间数据、属性数据和地理分析功能，通过空间关系和空间模型，帮助人们理解和解决与地理空间相关的问题。

GIS 技术的主要特点包括以下几个方面：（1）数据集成和管理：GIS 能够整合不同来源、不同格式的地理空间数据和属性数据，包括地图、卫星影像、遥感数据、GPS 数据等。通过地理数据库的建立和管理，GIS 能够提供方便的数据查询、更新和维护功能，确保数据的完整性和一致性；（2）空间分析和模型构建：GIS 技术通过对地理空间数据的分析和建模，可以揭示地理现象之间的空间关系和模式。通过空间分析操作，如缓冲区分析、叠加分析、网络分析等，可以提供对地理空间数据的深入挖掘和理解，以支持决策和规划；（3）可视化和地图制图：GIS 技术可以将地理数据以地图、图表、图像等形式进行可视化展示，直观地反映地理现象和空间关系。通过制作地图产品，可以有效传达地理信息和研究结果，促进信息共享和沟通[1]。

2 系统架构设计

2.1 系统功能模块划分

在系统功能模块划分方面，我们可以根据用户需求和系统的核心目标，将河湖管理系统划分为以下功能模块：（1）用户管理模块：管理用户的注册、登录、权限控制等功能，确保系统的安全性和可访问性；（2）数据管理模块：负责河湖相关数据的采集、存储和管理，包括地理数据、水质数据、水位数据等；（3）河湖信息查询模块：提供用户快速准确的河湖信息查询功能，包括基本信息查询、属性查询和空间查询等；（4）数据可视化模块：将河湖相关数据以图表、地图等形式进行可视化展示，便于用户进行数据分析和决策；（5）空间分析模块：提供一些常用的空间分析功能，如缓冲区分析、叠加分析等，支持用户进行空间分析和决策支持。报表生成模块：根据用户的需求，生成各种形式的报表，如数据统计报表、水质评估报告等；（6）用户交互界面模块：设计用户友好的界面和交互方式，方便用户浏览数据、查询信息和进行系统操作。

2.2 数据库设计和管理

在河湖管理信息系统中，数据库设计和管理是非常重要的一环。正确的数据库设计可以有效地存储和管理大量的河湖管理数据，并为系统提供快速的数据查询和分析能力。首先，根据系统的需求和规模，选择合适的数据库管理系统（DBMS），常见的选择包括关系数据库管理系统（如 MySQL、Oracle）和空间数据

库管理系统（如PostGIS、Esri Enterprise）等，根据系统的具体要求，选择适合的DBMS来存储和处理地理数据；然后根据系统的需求和功能模块，设计数据库的表结构以及表之间的关系。在设计过程中，要考虑到数据的完整性、一致性和可管理性，数据库的设计应遵循数据规范化的原则，减少数据冗余和不一致性，并确保数据库的可维护性[2]。

由于河湖管理涉及地理空间信息，因此数据库需要支持空间数据存储和分析。对于关系型数据库，可以使用扩展的空间数据类型和索引来支持空间查询和分析。对于空间数据库管理系统，已经内置了强大的地理空间处理功能，可以更方便地存储和分析空间数据。为了保障数据的安全性和合规性，数据库需要实施合适的权限管理机制。通过权限管理，可以限制用户对数据的访问和操作，确保只有合法的用户才能修改和删除数据。同时，也可以设置数据的备份和恢复机制，为系统的可靠性和可恢复性提供保障。随着数据量的增大和系统的使用，数据库的性能可能会出现瓶颈。为了提高系统的响应速度，可以进行数据库性能优化。

2.3 界面设计和交互方式

2.3.1 界面设计和交互方式需要考虑的因素

1. 用户友好性：界面设计应简洁、直观，并符合用户的使用习惯，提供简单易懂的操作方式。可以采用清晰明了的图标、菜单和按钮，使用户可以快速找到所需功能，并有效地完成任务。

2. 一致性：系统的各个界面应保持一致的布局、颜色和风格，使用户在不同界面之间切换时感到自然和顺畅。一致性的设计可以增加用户对系统的熟悉度，减少学习成本，并提升用户对系统的信任和满意度。

3. 易用性：界面设计应考虑到不同用户的技术水平和需求，尽量减少复杂的操作步骤和不必要的交互。可以采用智能化、自动化的方式，为用户提供便捷的功能和操作。

4. 可访问性：界面设计需要考虑到不同用户的特殊需求，如身体残障用户和视觉障碍用户。提供可访问性的设计可以包括支持键盘操作、提供合适的字体大小和颜色对比度等。

2.3.2 系统的可扩展性、可靠性和安全性

1. 前端技术：前端技术负责展示用户界面，一般采用HTML、CSS和JavaScript等技术。可以使用前端框架来简化开发和提高用户体验。

2. 后端技术：后端技术用于处理用户请求、数据处理和业务逻辑。常用的后端技术包括Java、Python、Node.js等。可以使用框架来简化开发和提高效率。

3. 数据存储：系统需要一个可靠的数据存储方案来存储和管理河湖管理数据。可以选择关系型数据库或者空间数据库来存储空间数据。此外，还可以使用缓存技术来提高系统的性能。

4. 服务端部署：系统需要部署在服务器上，可以选择云服务器或者本地服务器。云服务器可以提供弹性扩展和高可用性，而本地服务器可以提供更高的性能和数据安全性。为了提高系统的可靠性和容错性，可以采用负载均衡和容器化技术。

5. 数据传输和通信：系统需要支持数据的传输和通信。可以使用HTTPS协议来加密数据传输，确保数据的安全性。同时，可以使用消息队列技术来实现系统的异步和解耦。

6. 安全性和权限管理：系统的安全性至关重要。可以采用身份验证和授权机制来管理用户访问权限，确保只有合法的用户才能访问系统。此外，还可以采用防火墙、加密技术和日志监控等措施来增强系统的安全性。

7. 监控和日志管理：系统需要进行监控和日志管理，以及及时发现和解决系统的问题。可以使用监控工具来监控系统的性能指标，使用日志管理工具来集中管理系统的日志，并进行分析和统计。

通过合理的系统技术架构设计，可以确保河湖管理信息系统具有良好的可扩展性、可靠性和安全性，提供稳定高效的服务[3]。在设计过程中，需要根据实际需求和预算进行合理的技术选择，并进行系统集成和测试，确保系统的整体性能和稳定性。

3 数据采集与处理

3.1 数据采集方式和工具选择

根据系统需求和数据类型，选择合适的数据采集方式和工具。常见的数据采集方式包括现场调查、遥感影像解译、车载测量等。可以使用GPS测量仪、遥感影像解译软件、移动设备等工具进行数据采集。

3.2 数据预处理和质量控制

在采集数据之前，需要进行数据预处理和质量控制。例如，对遥感影像进行几何纠正和辐射校正，对采集的现场数据进行数据清洗和异常值处理等。可采用数据清洗算法和统计分析方法，确保数据的准确性和完整性。

3.3 数据更新和维护策略

河湖管理数据是动态变化的，因此需要制定数据更新和维护策略。可以定期进行数据更新，根据实际情况进行现场调查和更新，或者借助遥感影像进行更新。同时，需要建立数据维护机制，及时修复数据错误和缺失，并进行数据备份以应对数据丢失风险。

4 功能设计与实现

4.1 地理数据展示与查询功能

系统应具备地理数据展示的功能，能够以地图形式展示河湖的空间分布，并支持用户通过地图进行查询操作。用户可以根据需要进行空间范围查询、属性查询等，并能够将查询结果在地图上进行可视化展示。

4.2 河湖信息管理功能

系统应提供河湖信息的管理功能，包括数据录入、编辑、删除和查询等操作。用户可以添加、修改和删除河湖的基本属性信息，如名称、位置、地理坐标等。可支持多种数据类型的管理，如河流、湖泊、水库等。

4.3 报表生成和数据统计功能

系统应支持报表的生成和数据统计功能，向用户提供更直观和全面的数据分析结果[4]。用户可以生成河湖管理相关的报表，如水质评估报告、水资源利用统计报表等。同时，还可以进行数据的统计和汇总，提供对河湖管理数据的综合分析。在功能设计与实现过程中，需要充分考虑用户的需求和工作流程，确保系统能够满足用户的实际需求，并提供便捷有效的操作方式。同时，还需要注意数据的准确性和一致性，保证功能的可靠性和可重复性。

5 系统测试与评估

5.1 系统功能测试与调试

在系统开发的各个阶段，需要进行功能测试和调试，确保系统的各项功能正常运行。测试的过程中可以采用自动化测试工具和手动测试相结合的方式，对系统的各个功能模块进行测试，并记录测试结果和问题。对于发现的问题，需要进行错误修复，并重新进行测试，直到问题得到解决。

5.2 系统性能评估和优化

系统性能评估是对系统在实际使用过程中的性能进行测试和评估，如响应时间、并发处理能力、数据处理速度等。可以使用性能测试工具对系统进行压力测试，模拟大量用户同时访问系统，检测系统的性能表现。在评估的基础上，对系统进行性能优化，如优化算法、数据库索引优化、缓存机制等，提高系统的性能和响应速度[5]。

5.3 用户满意度评估和反馈

用户满意度评估是通过用户反馈、调查问卷、用户体验测试等方式，对系统的用户满意度进行评估。首先，可以邀请一些用户进行系统的体验测试，收集他们的意见和建议，并根据用户的反馈进行改进和优化。其次，可以设计一些用户满意度问卷，针对系统的易用性、功能完整性、性能等方面进行评估，以便获得用户对系统的满意度反馈。

6 系统部署与维护

6.1 系统部署环境和方案

根据系统的规模和需求，选择适合的部署环境和方案。可以选择将系统部署在云服务器上，提供高可用性和弹性扩展能力，也可以选择在本地服务器上进行部署。在选择部署环境时需考虑服务器硬件要求、网络带宽、数据安全等因素，确保系统能够正常运行。

6.2 系统安全性和权限管理

系统安全性是系统部署和维护的关键，需要采取一系列安全措施来保护系统和数据的安全。这包括对系统进行访问控制，设置用户权限，限制对系统的非授权访问。同时，还需要考虑数据的加密、备份和灾备等措施，以保障数据的完整性和可靠性。

6.3 系统维护和技术支持

系统的维护工作包括对系统进行监控、故障排除、系统更新和升级等。通过监控系统的运行状态，及时发现并解决问题，确保系统的正常运行。此外，系统的更新和升级也是维护工作的一部分，及时更新系统的补丁、安全更新和功能升级，以提供更好的系统性能和用户体验。

7 总结

该系统在河湖管理中发挥了重要的作用，提高了管理效率和决策的科学性。然而，在实施过程中也面临着一些挑战，例如数据质量控制、系统性能优化、用户满意度等方面的问题。在未来的发展中，我们可以进一步改进系统的功能和性能。总的来说，基于 GIS 技术的河湖管理信息系统在实施过程中取得了一定的成果，但仍有改进的空间。未来，我们将继续努力改进系统的功能和性能，并与相关部门密切合作，推动系统的应用和发展，为河湖管理工作提供更准确、高效的支持，促进河湖资源的保护和可持续利用。

参考文献：

[1] 高爽 . 基于 GIS 的工程建设项目信息管理系统设计与实现 [J]. 测绘技术装备 ,2022(01):111-117.
[2] 袁楠 , 闫长位 , 姚亮 . 多终端协同的河长制信息系统实现 [J]. 水利建设与管理 ,2021(09):66-70.
[3] 刘智超 . 惠州市白花河防洪排涝治理工程智慧水利系统设计 [J]. 黑龙江水利科技 ,2022(07):152-155.
[4] 欧德音 . 基于云平台的河湖管理相关子系统的设计与实现 [D]. 长沙 : 湖南大学 ,2021.
[5] 麻玉玲 .GIS 技术和数字化测绘技术的发展及其在工程测量中的应用 [J]. 西部资源 ,2022(06):99-101.

自动化技术在输配电及供电工程中的应用

王庆华

（滁州供电公司，安徽 滁州 239000）

摘　要　文章简要介绍了在输配电及供电工程自动化当中发现的问题及其解决措施，具体有对供电高峰期的应对，对电力传输稳定性的保障，对自动化运行技术的加强应用，还有对输配电工程的远程控制、统一管理等。最后通过工程自动化实践，采用创新方式引入5G+智能自动化配电方案，使配电自动化通信变得更加可靠，将配电网发生故障后的处理时间从原本的分钟级直接提升至毫秒级，使输电线路更具可靠性。

关键词　输电线路；工程自动化；远程控制

中图分类号：TM76　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0025-03

现阶段，社会各界普遍关注输配电线路及供电工程的统筹规划是否具有科学性、合理性。为了促进电力行业的规范化、持续化发展，国家电力管理部门针对输配电及供电工程的运行、管理，制定了一系列法律法规及规范化管理条例，管理人员也不再采用以往的管理模式，而是结合对日常输配电状况的分析结果，还有供电工程中遇到的各种问题，对供电工程的系统稳定性加以优化，将运行安全性切切实实地提升上去。

1 自动化技术的应用

1.1 自动化的优势

1. 可显著降低能耗。由于近年来科技水平的逐步提高，我国电力行业发展水平也随之大幅提升。通过对多种先进技术的综合应用，再加上企业管理人员对供电工程的实地考察，能得到整个供电系统所有的运行参数、性能指标等各项数据信息，经过各部门的全面分析后，对系统运行期间出现的各种缺陷作出改进。同时，利用电力系统对各类信息的自动实时收集，以确保电力资源传输阶段无能耗浪费现象，保证电网系统运行与节能要求相符[1]。

2. 实现对输配电网络运行状态的实时监控。通过向电力系统内加装相应软件的方式，能实现对电力系统的自动化监控功能，让管理人员全面了解系统运行中出现的所有情况，让电力维修人员能快速确定故障区域，进而以最快的速度消除安全隐患。多元管控措施的应用，可保证系统运行更具安全性、稳定性。另外，在先进监控软件的帮助下[2]，自动化技术的全面应用，可使管理人员对整个供电系统当中的内部架构做到一目了然，对其性能指标做到全面掌控，并对其中的各个元器件做到统筹调配。

3. 当电力系统中出现故障时，可及时解决。电力工程中一旦应用了自动化技术，即可以某种特定方式，使其组织效率得到全面大幅提升，即使是基层工作人员也可从自动化功能中，及时确认系统中的问题所在，并确定故障位置。另外，自动化技术的合理应用，能让系统实现对一些细小故障的自动消除功能，在保证输配电线路顺畅的前提下，对运行效率加以适当优化。自动化处理系统能在极短的时间内对故障所在点进行精准定位，不仅能为检修人员排除故障提供有效指导，还能让管理人员依照故障成因，对电力工程系统的日常管理与检修防护予以适当的强化[3]。

1.2 自动化的特点

1. 管理的智能化。为确保电力输配工程可以实现预设工作效果，必须全面应用智能化管理方式，以便在将电力企业以往由于人工失误带来的滞后性难题都予以解决后，还能有效杜绝意外事故的发生。

2. 随着科技水平的逐步普及、推广，持续创新供电工程系统管理方法，对所有供电区域的具体运行状态实施全面统一管理。先将自动化监控系统融入电网系统内，再借助于各种运行软件，结合突发事件成因[4]，对出现的故障及时地给予有效解决，对整个电力输配工程的系统运行情况，实行灵活管控。

3. 由于自动化管理模式的全方位运用，可以让电力企业在投入少量人力、物力资源的情况下，保证电力输配过程的稳定性与安全性，只要操作人员严格遵循规范化输配流程，实施综合管理，人为因素引发的供电风险会日益减少[5]。

2 待解决问题

2.1 技术方面

由于技术水平不足、配套资源短缺，电力系统管理人员对于自动化技术的掌握不够全面，无法充分了

解其在输配电网络及用电工程系统中应用时体现出的所有特点，这样一来，其系统开发效果难免与供电工程实际要求产生一定的差距。因此，必须对电力资源的具体应用情况实施合理的统筹规划，并全面了解整个电力网络的实际运行状态，再结合输配电技术在供电系统中的应用发展情况，制订出科学、适用、完整的管理方案。

2.2 管理方面

电力企业具体选取的能源管理模式，会对其经济收益带来不可忽视的影响，从现有统计资料来看，尽管电力企业在输配电管理中，应用的自动化技术较为先进，而且系统运行效率也确实是得到了提升，不过为了运用相关技术，其供电网络架构难免会变得更加复杂一些，需要及时对其加以梳理。

2.3 电能损耗问题

因我国现行输配电网络及供电工程中所采用的自动化管理模式并不先进，所以各地频发电力资源供应不足的问题。在电力企业日常经营中，电能损耗问题频发，会给电力输配的管理带来不利影响。有的电力企业为了减少资金投入，聘请的供电工程自动化管理岗位是刚毕业的、没有任何工作经验的新人，而且也没有经历过与电力项目建设相关的培训，根本不知道如何按规范、统一方式对输配电工作实施管理，也有不少工作人员存在着敷衍、偷懒心态，因此，电力输配电管理的整体水平不高[6]。

3 应对措施

3.1 强化电力系统的稳定性

从实践来看，夏、冬季为每年的供电高峰，若是此时未能对电力系统作出合理调整，很容易出现电力短缺问题，故而，相应的管理人员需要对高峰期供电问题做出有效应对，对多元管控措施加以灵活应用，让电力系统运行起来更加的安全、稳定。借助于自动化技术的系统性应用，向管理者提供完整、细致、动态的输配电信息，在对整个供电系统实施全面自动化管控后，进一步对其内部架构及所有的运行参数做出适当的优化调整，保证电力系统可长期稳定地提供电源，即使在供电高峰期，也能够提供满足用户需求的电能。

3.2 加强自动化运行技术应用

1. 电力企业应该及时对供电工程处理技术进行更新，管理人员必须摒弃以往的电力输配方式，让电力企业得以持续发展。

2. 对自动化技术给予充分关注，制订科学、适用、有效的管理制度，确保自动化处理方法能够被自如灵活地落实到位。

3. 确保相关人员都能积极参与技术创新工作，掌握先进技术并充分发挥其优势，对电力企业实际遇到的问题作出应对，通过逐步改进，让电力系统真正地处于智能化、高效化的运行状态。

3.3 远程输配电控制的落实与管理

1. 自动化技术应用于电力工程中时，可实现大量指令、信息的快速传输。

2. 在分析评估输配电线路数据信息时，需要把书面记录保管归档工作做好，特别是对电力系统各自的电能输送流程，一定要做全面记录，以便为接下来的输配电管理自动化奠定基础。另外，监控系统可以在电力网架构发生任何异常状况时，及时发现问题，输出相应的警示信息，有利于故障的及时排除。

3. 电力工程系统应用了自动化技术后，能实现故障的排除，在提升输配电效率后，辅以灵活组合的多元管控措施，还能大幅提升电能的综合利用率，有效地降低了能耗损失。

3.4 强化工作人员的专业能力

1. 供电企业应该定期为其工作人员组织各种与输配电管理相关的技术培训，让供配电工程建设及管理流程能够更具统一性与规范性，不断提升输配电工作人员的专业技能。

2. 应该邀请理论知识扎实、有大量工作经验的资深专家召开知识讲座，对工作中遇到的疑难问题作出专业的解答，找到最快捷有效的解决措施，对现实施工作业中遇到的问题予以解决。

3. 应该经常举办一些理论、实操比赛，对那些理论知识丰富，在工作中表现优异的员工，给出相应奖励，并额外为其提供更多的学习机会，甚至可以设置一些特殊晋级方式，让能力、水平比较高的员工体会到成就感及归属感，使其能更加投入的工作。

4 工程实践

4.1 工程概况

某增量配电网供电运营体，前期为了实现配电自动化功能，用的是有线双路光纤通信方式，使石化园区的用电获得了可靠性保障。不过，因新区增量配电网的不断发展，石化产业园供电范围内，大量用户开始投运生产，采用以往的光纤有线通信方式，已满足不了新区增量配电网的实际建设需求。迄今为止，石化产业园内已达到5G通信全覆盖，故而，新区增量配电网引入了无线5G通信方式，选择了配电自动化双路

由应用，采用智能分布式系统深化配电自动化通信所特有的“主+近、远后备”冗余方式，切实地保障了配电网系统在智能判断、故障定位、分析、故障隔离及非故障区域快速恢复供电等各项功能的有效性。

4.2 现阶段运行状况

该配电网当中，配电自动化网络架构用的是双路由有线光纤通信方式，即220kV孔桥变电站引出一条光纤，220kV深港变电站内光电一体设备（OLT）引出一条光纤，二者途经终端设备时，通过“手拉手”的方式，在配电自动化通信当中，互为主备。当终端设备主通信线路中出现光纤故障或光纤断裂，备用光纤立刻开始工作，确保了配电自动化终端能够可靠地运行于有线光纤通信模式下，对于配电网调度主站而言，是对各终端设备运行状况实施动态监控的有力保障，也是配电网在出现故障时，能够及时实现故障隔离，并让非故障区段快速恢复正常供电的技术保障，能让供电抢修率大幅提高。配电网自动化方案用的是分布式智能环网自愈方案（SHG），因配电终端（DTU）间可随时信息交互，能快速实现故障隔离，并让非故障区段快速恢复正常供电。DTU在光纤网络通道上，采取对等通信机制（P2P），对故障位置做出判定，并实现隔离功能。对故障的处理无须主站参与，但处理结果会向调度主站上报。因区域内分布着密集的供电区域基建点，光缆可能会在外力破坏下受损，且修复需要较长时间，故而，即使采用了主备模式，光纤通信也并不是万无一失的。

4.3 5G方案设计

在配电自动化光纤通信双通道主备模式下，融入5G技术当作一种“远备用”方式，当两条光纤都发生故障，或终端上行的“主备”光纤通信都建立不了连接时，调度主站可以远程切换到5G技术，以无线通信方式稳定上线继续维持供电系统运行，以这样的“远后备”通信方式，实现对现场终端设备具体运行状况的动态监控。每一个10kV环网单元里面均配有一个5GCPE，负责与站所配电自动化终端（DTU）相互连接。利用5GCPE构建的5G备用通信网络，各DTU均支持垂直、水平两种数据信息的交互通信模式[7]。

1.5G垂直通信。5G垂直数据通信路径主要是：5G CPE-基站中-承载网-SA核心网-承载网-调度主站内网。利用5GCPE的垂直数据通信网络，构建各无线终端设备（DTU）、馈线终端装置（FTU）与调度主站相互通信的数据通道，在光纤通道产生故障时，能快速完成DTU、FTU的三遥/四遥调度。

2.5G水平通信。5G水平数据通信是为了在智能终端（DTU和FTU）间建立一个对等的通信机制（P2P），以此机制作为智能分布式自动化的实现基础。每台5GCPE均可从电力专网卡或运营商SIM卡提供的信息中，获取到一个固定IP，这样就可以在5GCPE间建立网络设备（EoIP VPN）。EoIP可以利用IP网让众多局域网（LAN）实现逻辑上的桥接，使在不同网络中的设备也可像处于同一局域网内那样，相互访问。各5GCPE由EoIP隧道构建成局域网，其各智能终端（DTU和FTU）能快捷地在5G技术支持下交互信息，基于IEC 61850 GOOS Eover UDP或别的快速P2P通信规约，实现智能分布式自动化。

4.4 建设成效

为了对引入5G技术的智能分布式通信环网自愈方案加以验证，在新区增量配电网中做了一个5G智能分布式自动化试点。以5GSA组网模式，建成一个电力通信专用网，并就地将3个环网单元部署为CPE设备。将5G通信备用网络引入现有的光纤网络中，让光纤出现中断通道现象，此时配电网会自动实现与5G通信的瞬时切换。后续还可以测试在5G通信状态下的配电自动化性能，如主站下行到终端的通信时延、上行通信延时及终端间对等通信延时，或发生故障时，DTU判断故障、隔离、供电恢复所需时间。

5 结语

输配电及供电工程的自动化是电力发展的产物，现代电力企业的管理层需要积极了解、应用工程自动化技术，制订科学有效的管理控制制度、措施，对输配电及供电工程运行中遇到的一系列问题作出应对，研发出更优秀的输配电模式，改善电力输送系统的运行稳定性与安全性，以保障社会的平稳运行。

参考文献：

[1] 郭术明.电力企业中输配电及用电工程的自动化运行研究[J].科技创新与应用,2022,12(07):47-49.
[2] 同[1].
[3] 徐宗恺.电力企业中输配电及用电工程的自动化运行[J].技术与市场,2019,26(10):129,131.
[4] 同[3].
[5] 童炳璋.自动化技术在输配电及用电工程中的应用分析[J].技术与市场,2019,26(12):99-100.
[6] 杨梓峰.自动化技术在输配电及用电工程中的应用研究[J].中外企业家,2019(31):104.
[7] 魏笑然.自动化技术在输配电及用电工程中的应用研究[J].科技创新与应用,2018(02):145-146.

电力系统及其自动化和继电保护的关系探析

袁绍文

（滁州市东源电力工程有限公司，安徽 滁州 239000）

摘 要 我国电力系统的运行需要大量的系统支持，不同类型的电力设备构成了电力系统，而各个电力子系统构成了我国整个电力系统的运行。因此，电力系统的实际运行离不开电力设备的帮助。目前，大多数电气设备都实现了自动化运行，继电保护装置在电气设备自动化系统中可发挥更大的保护作用。当电力系统发生故障时，继电保护系统将及时检测并识别故障位置。自动电力系统会自动断开并发出警告，第一时间通知维修人员进行维修。此外，如果提高继电保护装置的性能，故障信号可以更灵敏，使电力系统的运行过程更安全可靠。自动化设备必须与继电保护装置紧密集成，为电力系统中所有高度集成的电子元件提供统一保护，使电力运输更稳定，更好地满足居民的电力需求。

关键词 电力系统；自动化；继电保护；关系

中图分类号：TM76 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0028-03

电力系统运行不佳无法满足使用要求，主要是由于使用的电力系统已过时，无法自动运行或手动控制供电，导致供电不稳定。仪器设备和电缆经常因电流和电压不稳定而损坏。对于容易发生故障的电子部件，电力企业应在实际开发活动中积极选择智能设备，并逐步选择智能设备和工具来解决这一问题。智能设备应用于现代电力系统，提高了传输效率，实现了各种智能设备模块，可以提高控制现代电力系统的速度，同时控制继电保护以平衡输出电压，有效提高了电力系统的稳定性和运行效率。

1 电力系统自动化的概况

当前，我国正根据实际需要不断建设和完善电力系统。电网由多个电力系统组成。在电力系统的建设过程中，工作人员需要面对多个环节和各种设备的应用，其中的环节和技术直接关系到电力系统的运行状态。如果一个环节出现问题，将影响整条线路运行质量。从这个角度来看，继电保护的重要性是显而易见的。在源源不断的新技术基础上，面对操作问题，可以实现处理自动化，并可以及时、准确地确定故障位置和采取措施。应用自动化技术后，将保护集成电路板与自动化直接集成，对加快继电保护的速度具有重要意义，自动化技术的应用也有助于提高其灵敏度和可靠性，有助于电力系统的现代化[1]。

2 电力系统自动化的主要优点

2.1 智能化

电力系统采用自动化技术，逐渐减少了运行过程中对人的依赖，运行变得越来越智能化。此外，智能化还有助于降低电力系统员工的劳动强度。同时，充分利用员工的价值，投资于更重要的工作，也降低了人为失误的可能性。

2.2 多样化

功能的多样性也是电力系统自动化的主要特点。尽管电力系统的组成不断简化，但其性能并没有下降。为了实现升级优化，功能变得更加多样化。目前，电力系统可以承担更多的功能。这使得电力系统与继电保护装置之间的关系更加密切，也使得继电保护的重要性越来越大，越来越多的员工开始关注继电保护设备的自动化。

2.3 一体化的操作

随着技术发展，电力系统自动化已基本普及，并朝着一体化方向发展。特别是，员工可以使用这项技术来提高电网检测水平，减少运行中的问题。此外，自动化技术的出现使设备运行过程更加简单，大大提高了运行效率，实现了一体化运行管理，有效地促进了电力工业发展。

2.4 简单化

自动化电力系统的一些部件的内部结构和配置越来越简单，但其功能正在不断改进。自动转换可以有效解决系统中一些电力设备的日常安装，提高设备运行质量。然而，可调节控制环节的数量逐渐增加，使得一些设备在当前情况下难以确保其有效性。相信电力设备能够有效运行，进一步提高电力系统的传输质量[2]。

3 电力系统及其自动化和继电保护之间的关系

3.1 自动化技术应用于电力系统继电保护的要求

为了实现电力系统的自动化和智能化，继电保护必须具有以下特点：首先，为电力系统中的人们服务的目的是满足他们的需求，离不开继电保护。这就要求继电设备与电力系统匹配良好、集成紧密，有效保证系统的安全可靠性。继电保护能够可靠地确保电力系统的安全运行。继电保护装置和设备应进行协调优化，以适应电力系统的结构变化。根据用户的用电需求，以安全稳定运行为目标，充分利用继电保护，有效应对和处理电力系统中的紧急情况，提高能源供应的质量和安全性。其次，继电保护能够对电力系统故障做出快速灵敏的响应。继电保护装置的优化需要注意提高灵敏度，使系统能够更快地检测故障，更快地进行保护，避免重大事故的发生。同时，如果继电保护装置的灵敏度相对较高，它还可以快速定位故障位置，发出故障信号，并通知工作人员进行处理，尽快消除电网故障，提高检修效率。最后，继电保护在电力系统发生故障时具有良好的选择性。在电力系统发生故障的情况下，采取继电保护措施，迅速断开故障区域的线路和整个电网。该区域和路径选择对于最大限度地减少故障造成的影响和损失至关重要。故障处理的选择性反映必须首先隔离故障位置和电力系统，以防止对公共线路的影响并保护电力系统[3]。

3.2 自动化技术和继电保护相互配合作用于电力系统

自动化技术在电力系统中的应用水平不断提高，对电力系统的运行管理产生了重大影响。继电保护由于其操作更简单、运行灵敏度不断优化，推动了自动化技术在电力系统中的更广泛应用。继电保护是保证自动化技术稳定运行的重要设备。面对未来电力系统的发展，这两种关系将越来越紧密。在两者的共同发展和进步中，电力系统的故障率将继续降低，系统运行和管理成本将继续降低。

3.3 继电保护的重要作用

在城市建设和发展中，电力是必不可少的基本能源，电力系统的稳定运行使能源资源的运行更加稳定。能源是社会建设和经济发展的根本需要。因此，有必要稳定电力系统的发展安全。我国人口富裕，人口稠密，在社会发展过程中，电力需求持续增长。如果中途发生电力系统故障，使电力系统变得不安全和稳定，将不可避免地影响社会稳定发展。如果故障不能及时排除，故障的影响范围将逐渐扩大，导致电力供应问题，这无疑是社会可持续发展和行业电力需求的障碍。

3.4 自动化设备控制电力系统和继电保护装置

工作人员使用智能控制设备，可以远程控制电力系统和继电保护设备。该设备更先进，在实际使用中已取代旧设备。在计算机的帮助下，可以远程控制多个设备的电源，并可以远程控制继电保护系统设备。基于保护和控制系统的自动化电力系统设备，可以通过激活智能装置来监测现代电力系统，远程控制继电保护装置，并支持电力系统中的所有运行保护装置。为了确保电力系统的稳定和安全，方便人员管理，运行过程中无需手动启动设备。根据标准化的保护装置管理程序，可以控制设备、电力系统和继电保护的正常供电。它不仅提高了效率，而且加强了电力安全，从而促进了能源部门的可持续发展。

3.5 自动化系统与继电保护装置共同保护发电机

电力企业非常重视管理，但也需要注意研究与电力系统运行、监控设备和继电保护装置之间的关系。经过深入分析，考虑三者之间的内在联系。如果在特定用途中只使用继电保护设备，而忽略了智能设备的引入，那么电力系统的智能化水平就无法提高。因此，在具体使用中应注意智能电网、继电保护设备等的集成。在供电系统中，不仅保证了所有设备稳定运行，而且保证了电力系统输出电压的稳定变化。在电力传输稳定的情况下，还可以确保居民用电质量。

3.6 继电保护对电力系统及其自动化发展的重要影响

电力系统的自动化水平可以根据消费者的个性化用电量提供电力。因此，电力管理是电力系统中一个相对重要的系统。在电力系统运行过程中，电力系统可以更科学地判断电压稳定性，有效地控制和输出电源，使电力信息系统发挥重要作用。在电力系统中，自动化系统可以使用信息管理设备来主动调节电能，从而使特定设备中的电压更加稳定。电力系统采用信息控制方式，满足用户的不同需求。继电保护设备的价值主要体现在电力规划、通信等方面，可以保证电能的稳定，合理控制电能的输出，使电能的使用更加稳定，从而为用户用电提供足够的保障。电力系统技术与自动化的一致性决定了继电保护的稳定性[4]。

4 电力系统及其自动化和继电保护融合发展面临的问题

4.1 管理人员的问题

从安全管理者的角度来看，只有清楚地了解继电保护的应用原理，才有必要改进继电保护的工作流程，

以便在电力自动化系统发生故障时准确确定故障原因并采取相应措施。然而，从目前能源安全管理人员的工作来看，许多安全管理人员缺乏明确的责任感，其安全管理能力有待提高。因此，继电保护问题往往是由管理不善引起的，而缺乏及时的控制可能会导致无法弥补的损失。

4.2 系统配置问题

系统配置也会影响电气自动化系统继电保护的安全，主要表现在以下几个方面：首先，保护范围不正确。继电器安全装置不能覆盖整个电气自动化系统，这可能导致设备故障或操作不当，无法提供保护。其次，软件设计不合理。在系统软件设计中，对继电保护装置的运行要求缺乏深入的了解，存在逻辑漏洞。保护逻辑设计考虑不足导致保护逻辑更加严格[5]。

5 电力系统及其自动化中继电保护的应用措施

5.1 全面提升工作人员的管理水平

在继电保护安全技术的应用过程中，直接操作人员的素质直接影响继电保护工作的效率和质量。因此，为了更好地规范继电保护操作，供电企业需要根据继电保护的实际操作，设置继电保护设施运行过程中的安全措施：（1）有必要调整保护值。（2）安装安全防护措施。（3）对相关人员培训。相关维护人员是保证继电保护设备本身可靠性和自动化的重要保障。分析和制定继电保护现场操作中典型危险点的预防措施，并要求电力企业对检查继电保护功能和处理故障的人员工作进行全面的分析，然后根据实际情况进行合理的培训。企业可以定期或不定期地进行培训，不断提高服务人员的技能水平，在一定程度上增强他们的责任感，这对提高服务人员整体素质有很大帮助。同时，企业可聘请专业人员授课和现场指导，帮助维修人员熟悉工作流程，提高事故处理能力。

5.2 加强自动系统和继电保护设备运行状况分析

继电保护设备及其自动化设备的运行状态控制分析也是结构应用中不可忽视的可靠性检查通道。简单地说，继电保护设备的运行状态和自动化检查主要包括两个方面：运行能力的稳定性分析和保护运行状态的分析。在分析该地区电力系统继电保护设备及其自动装置的运行情况时，重点是对设备的使用进行多维研究。分析该设备使用状况的重点主要包括：（1）区域继电器应用过程中母线和子线上保护线路的设计。（2）在继电保护结构调整过程中，采用局部线路继电保护故障定向测试方法，分析继电自动保护装置是否存在恶意短路、停电等问题，实现能量传输的安全调节。（3）将继电保护装置置于特定环境中，通过继电器升压、回流等特殊故障检查自动化装置的调节水平。对电力系统继电保护装置的调整因素和控制进行分析处理，实现了自动保护装置与处理结构之间的调整优化，凸显了自动化技术在输电系统应用中的价值，也降低了输电系统的故障率[6]。

5.3 增强对电气继电保护的重视程度

在实际工作中，继电设备的保护是电力企业发展中的一个重要问题。因此，为了让每一位员工有序地完成日常工作，企业领导需要重视电气继电器设备的保护。对继电保护有清楚的了解，并了解其对电气系统正常运行的重要性。电力是社会发展的基础，必须安全稳定地运行。因此，它可以增加继电保护装置的附加容量，使电网运行更加稳定。必须确保电力系统的自动运行和继电保护的稳定运行。要着力塑造自动化运行与继电保护的关系，提高继电保护的自动化和控制功能，推动能源系统向自动化、智能化发展。加强分析电力系统与继电保护的融合关系，使电力系统的运行更加稳定和安全，并对电力自动化操作人员提出合理的建议[7]。

6 总结

总之，为了保证电力系统的顺利运行，相关人员确定了继电自动保护设备的引进，从微观角度分析了设备的缺陷，提高了设备的稳定性，充分发挥了对电力系统发展的促进作用，以防止线路短路。如果线路和设备出现故障，可以通过继电保护和自动化来及时解决故障问题，以避免故障点影响周围设备的运行，并实现实时保护效果，实现整个电力行业的快速发展。

参考文献：

[1] 黄华颖，饶苏敏，叶锦坤．电力系统及其自动化和继电保护的关系分析 [J]. 电工材料 ,2021(01):66-67.
[2] 王俊善．试析电力系统继电保护与自动化装置的可靠性 [J]. 水电水利 ,2021,04(12):73-74.
[3] 罗律．电力系统及其自动化和继电保护的关系研究 [J]. 我国室内装饰装修天地 ,2020(05):379.
[4] 丛培贤．电力系统及其自动化和继电保护的关系分析 [J]. 科技风 ,2019(33):153.
[5] 杨杰．继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理方法研究 [J]. 企业技术开发 ,2018,37(12):72-74.
[6] 马志豪．继电保护自动化技术在电力系统中的应用分析 [J]. 电工材料 ,2021(06):68-69,72.
[7] 聂凤歧．电气系统中的自动化继电保护技术 [J]. 集成电路应用 ,2021,38(03):136-137.

电力调控运行系统安全运行中存在的问题及解决措施

江　嵩

（国网福建省电力有限公司泉州供电公司，福建 泉州 362000）

摘　要　电力调控运行系统是用于实时监测和控制电力系统运行状态的系统，包括监测、调度、控制和保护等多个方面。该系统通过采集和分析大量的实时数据，实现对电力系统的监测、分析和控制。目前电力调控运行系统存在系统安全、数据安全以及人员安全等诸多隐患，为了保障电力调控运行系统安全运行，需要从系统安全、数据安全和人员安全等方面入手，实现多层次、多方面的安全保障措施，确保电力系统的安全稳定运行。

关键词　电力调控运行系统；安全运行；实时监测

中图分类号：TM73　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0031-03

电力调控运行系统包括电力系统运行调度、事故应急处理、电力市场交易等方面。借助该系统能够实现对电力系统的实时监测和控制，提高电力系统运行的可靠性、稳定性和安全性，同时也能够提高电力系统的经济性和资源利用效率。在电力系统的运行中，电力调控运行系统扮演着至关重要的角色，是确保电力供应安全和稳定的重要保障。

1 电力调控运行系统的定义

电力调控运行系统是一个集成的电力系统管理系统，由计算机硬件和软件组成，旨在实现对电力系统的实时监测、控制、保护、计划、调度和运行等全方位的管理。它包括了监测子系统、保护子系统、调度子系统、计划子系统和运行子系统等多个子系统，用于协调电力系统的运行，确保电力系统的可靠性、安全性和经济性，保证电力的供应能够满足用户的需求[1]。通过对电力系统的实时监控和调节，电力调控运行系统能够对电力系统的运行状态进行快速响应和优化控制，从而确保电力系统的稳定性和可靠性。

2 电力调控运行系统在安全运行中发挥的重要性

2.1 保证供电的安全性

随着社会经济的快速发展，人们生活水平的提高，我国的电力需求量也在不断增长，为了能够满足人们的日常生活需求，相关部门在建设电网时也要以安全为前提。在实际的供电过程中，由于一些不可预见因素的影响，可能会导致供电中断或者是电压不足等情况发生，从而影响到人们的正常生活和工作。电力调控运行系统是保障电力系统稳定运行的重要手段之一。如果没有电力调控运行系统对电网进行调节和控制，则很容易出现电网故障。特别是在一些特殊时期，一旦电力供应不足或者是中断，将会对社会生活生产造成严重影响。从电力系统的角度来看，为了能够提高供电的安全性和稳定性，相关部门需要对电力调控运行系统进行优化和完善，提高其对电网故障的自动报警能力，这样才能够保证用电的安全性和稳定性。

2.2 对供电工作进行监督

为了能够满足社会生产生活对电能的需求，电力企业加大了对电能的供应。但是，由于一些企业在供电工作中没有按照国家规定进行操作，导致供电不安全。例如：我国对电力的电压有着严格的规定，但是有的企业在运行中为了获得更多的经济效益而不顾国家规定，擅自改变电压等级或者是电压，导致供电电压不稳定等问题发生。此时，电力调控运行系统就发挥出了作用。电力调控运行系统通过对供电工作进行监督和管理，可以保证供电的稳定性和安全性。

3 电力调控运行系统安全运行中存在的问题

电力调控运行系统的安全运行是电力系统管理的核心任务之一，但是在实际应用中，也存在一些问题和挑战。电力调控运行系统的安全运行涉及多个方面的问题，需要全面、系统地加以解决。只有在系统安全、数据安全和人员安全等多个方面都得到保障的情况下，才能确保电力调控运行系统的可靠性和安全性。

3.1 系统安全性问题

电力调控运行系统是一个涉及国家重要安全利益

的系统，因此其安全性问题尤为重要。系统安全性问题包括网络攻击、计算机病毒、黑客攻击、内部人员的错误操作等多方面的问题，这些问题可能会导致电力调控运行系统的瘫痪，甚至可能会对整个电力系统造成严重的影响。因此，电力调控运行系统的安全防护是非常重要的。

3.2 数据安全问题

电力调控运行系统需要处理大量的实时数据，这些数据包括电力系统的实时状态、电网运行参数、电力负荷、电网故障等。因此，数据的安全性问题也是电力调控运行系统安全运行中的一个重要问题[2]。如果数据被篡改、丢失或者被恶意攻击，将会对电力系统的稳定性和安全性造成严重的威胁。

3.3 人员安全问题

电力调控运行系统需要大量的专业人员来运维和管理，这些人员需要具备专业的技能和知识，同时还需要遵守严格的工作纪律和安全规范。如果人员素质不高、操作不规范或者违反规定，可能会引发电力调控运行系统的故障和安全问题。因此，加强人员培训、提高人员素质和加强管理，是保障电力调控运行系统安全运行的重要措施。

4 保障电力调控运行系统安全运行的措施

针对目前电力调控运行系统中存在的问题，为了保障电力调控运行系统的安全，需要从多个角度入手，包括系统安全、数据安全和人员安全等方面，实现多层次、多方面的安全保障措施，为了减少意外情况可能对电力系统造成的损失，还应健全应急预案，确保电力系统的安全稳定运行。

4.1 完善系统安全建设

系统安全是指电力调控运行系统在硬件、软件、网络等方面的安全保障。保障系统安全需要建立防护体系，采用各种技术手段对电力调控运行系统进行防护。比如，采用安全网关、防火墙、入侵检测、反病毒软件等技术手段，保证系统的安全运行。同时，也需要建立日志记录和分析机制，及时发现和处理安全事件和漏洞，防止数据泄露和系统崩溃。为了提高系统安全，应重点加强以下几个方面的建设：（1）网络安全建设，主要是建立防火墙和入侵检测系统，这是对网络进行防护的重要手段，同时也能防止黑客等对网络进行攻击；（2）数据安全建设，主要是对系统的数据库、系统文件等进行保护，防止黑客入侵和非法访问；（3）提高运维人员的安全意识，这需要对运维人员进行相关的培训和教育，让其认识到安全运行的重要性；（4）提高运维人员的技术水平，这需要加强运维人员对自动化设备的操作技能培训，通过操作技能考核和技术比武等方式提高运维人员对自动化设备的使用水平。

4.2 加强数据安全监督

数据安全是指电力调控运行系统中的数据受到保护和安全使用。电力调控运行系统涉及大量的敏感数据，包括用户数据、运行数据、设备数据等，这些数据的泄露和篡改都会对电力系统的稳定性和安全性造成威胁。为了保证数据安全，需要建立数据加密、备份和恢复机制，对数据进行分类管理和权限控制，加强数据备份和恢复管理，同时也要加强对数据安全的监测和管理。期间需要落实以下工作要点：（1）对电力调控运行系统中的重要数据进行分类，将其分为业务数据和技术数据，对业务数据的处理应遵循严格的权限设置和流程，建立分级授权控制机制，在技术数据处理中应设置严格的权限，防止内部人员利用权限进行越权操作；（2）建立统一的管理平台，对不同类型的数据进行统一管理，加强对敏感数据的监测和管理，防止重要数据泄露。建立统一的信息安全防护机制，实现对系统内部信息的全覆盖和实时监测，在电力调控运行系统中对不同类型的数据进行分级，通过数据加密、数据备份和数据恢复等技术，对电力调控运行系统中的重要信息进行保护，防止关键信息泄露；（3）在电力调控运行系统中引入多源异构的数据信息，可以提高系统的运行效率，但也增加了系统发生故障或者出现意外情况时数据丢失和泄露的风险。为了保证电力调控运行系统中信息安全，需要在不同平台上构建多个备份系统。

4.3 落实人员安全管理

人员安全是指电力调控运行系统中相关人员的安全问题。人员安全问题主要包括内部员工的安全和外部人员的安全。内部员工的安全问题包括管理人员的安全和操作人员的安全。对于管理人员，需要建立科学的人员考核和管理机制，确保管理人员的工作质量和安全意识。对于操作人员，需要进行专业技能培训和安全意识教育，加强对安全事故的预防和处理。外部人员的安全问题包括访客的安全和黑客的安全，需要采用门禁控制、身份认证、安全审计等技术手段进行管理。

针对外部人员，要加强对其的管理，对于非授权的访问行为应进行严格管理，可以采用门禁控制、身份认证、安全审计等技术手段进行管理，同时还应对访问权限进行控制。

在电力调控运行系统中，针对人员安全问题应采取的措施如下：

1. 加强对员工的安全意识教育和培训，提高员工的专业技能和安全意识。加强对员工的培训和教育，可以采用安全培训、安全竞赛、安全宣传等多种形式进行，要求员工熟悉和掌握相关的安全知识和操作技能，加强员工的自我保护意识和能力，培养员工的专业素质和敬业精神，促进其爱岗敬业。

2. 在电力调控运行系统中，应明确相关人员的职责和权限，在需要进行操作时应按照流程执行，严禁擅自越权操作。在进行设备检修或更换时，应严格按照相关规程执行，防止出现违规操作，避免操作失误导致电力调控运行系统出现故障。同时，在进行相关操作时，应严格按照操作规程和流程进行，在工作结束后应及时对工作现场进行清理和整理，确保电力调控运行系统的安全性[3]。

3. 做好设备运行的管理和维护工作，减少设备故障和人为失误对电力调控运行系统造成的影响。对于设备的使用要做好日常维护和管理，根据设备的运行状况进行周期性检查，发现问题及时处理，避免因为设备故障而影响电力调控运行系统的安全运行，同时还应加强对电力调控运行系统的安全检查，避免因人为失误而导致的安全事故。

4. 对于外来人员的访问要加强管理，严禁未经许可随意进入系统。对于非授权的访问行为要严格限制，同时应建立严格的访问制度，避免非法人员通过非法手段进入电力调控运行系统中，要建立严格的安全审计和访问控制机制，保证电力调控运行系统中的数据和信息不会被非法访问。

4.4 健全紧急预案

为了保障电力运行系统的安全运行，制定并健全紧急预案是必要的措施之一。建立完整的紧急预案体系是保障电力运行系统安全的前提，需要定期修订和完善预案。加强应急演练，提高人员应急处理能力，加强设备和网络的安全保护也是必要的。采用多层次的安全防护措施，包括安全隔离、数据备份、安全监测和日志记录等[4]。同时，要定期进行设备和网络的安全检查和评估，发现问题及时解决。

为了防止电力系统中的计算机病毒，需要对系统进行定期扫描和修复，确保计算机病毒的不能进入电力系统中，提高电力系统的安全稳定性。除了系统安全和设备安全，还需要重视人员的安全，加强工作人员的思想教育和业务培训，提高工作人员的业务素质。在电力运行系统的管理过程中，需要明确岗位职责，确保工作人员能够正确履行自己的职责。电力调控运行系统是保障电力供应安全和稳定的关键环节。

紧急预案需要进行全面的风险评估，包括对自然灾害、人为破坏以及技术故障等可能发生的紧急情况进行评估。通过分析各种风险的可能性和影响程度，可以制定相应的预案，明确应急措施，提前做好充分的准备。此外，紧急预案需要建立完善的预警系统，及时监测和预警可能发生的紧急情况。预警系统可以包括气象预警、设备状态监测等多个方面，通过提前发现和预警，可以迅速采取措施，减少事故带来的损失。

同时，紧急预案需要定期进行演练，让相关人员熟悉应急程序和应对方法，提高应急响应能力。通过演练可以检验预案的完备性和有效性，发现问题并及时改进，提高应急响应的效率和准确性。

在电力运行系统安全运行管理中，要建立完善的管理制度和规范，明确各部门职责，落实岗位责任，将工作进行分解到每个岗位，以提高工作效率。同时，要明确各部门职责和权限，建立健全的考核机制，将考核结果与岗位人员工资挂钩，以提高其工作积极性。此外，还应对应急处理措施进行培训和演练，提高工作人员的安全意识和应对突发事件的能力。如果发生突发事件要及时采取有效措施进行处理[5]。

5 结语

综上所述，在电力系统工作过程中，电力调控运行系统系统可以通过采集和分析大量的实时数据，实现对电力系统的监测、分析和控制。针对目前电力调控运行系统存在的系统安全、数据安全以及人员安全等隐患，可以通过完善系统安全建设、加强数据安全监督、落实人员安全管理以及健全紧急预案等方式进行有效的处置，进一步提高电力调控运行系统安全运行的稳定性、安全性，为我国电力系统的健康运转提供重要的保障。

参考文献：

[1] 赵林果. 关于加强电力调控运行系统安全运行方案的探讨 [J]. 电子元器件与信息技术 ,2020,04(12):118-119.
[2] 杨冬婷. 电力调控运行系统安全运行中存在的问题及解决措施 [J]. 电子技术与软件工程 ,2018(24):227.
[3] 尹鲁静. 浅谈电力调控运行系统安全运行中存在的问题及解决措施 [J]. 电子测试 ,2017(24):90,93.
[4] 胡晓元, 连文生, 龙连平. 电力调控运行系统安全运行中存在的问题及解决措施 [J]. 电子技术与软件工程, 2017(13):223.
[5] 唐周静. 电力调控运行系统安全运行中存在的问题及解决措施 [J]. 中国高新技术企业 ,2016(12):127-128.

公路沥青路面平整度施工技术探析

崔中扬

（营口市交通技术工程有限公司，辽宁 营口 115000）

摘 要 公路作为现代交通系统的重要组成部分，对于国民经济的发展和社会生活的便利具有至关重要的作用。而公路沥青路面作为公路建设中常见的路面形式之一，其平整度对于道路行驶的安全性和舒适性有着直接的影响。探索和研究公路沥青路面平整度施工技术对于提高公路质量、延长公路使用寿命具有重要意义。本文将对公路沥青路面平整度施工技术进行深入探析，以期为公路建设和维护提供有益的参考。

关键词 公路；沥青路面；平整度；施工技术；底基处理

中图分类号：U416 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0034-03

公路沥青路面的平整度对行车安全和舒适性有着重要的影响，而在沥青路面的施工过程中，如何有效地控制平整度，提高道路的质量，是道路施工人员关注的焦点。公路沥青路面作为一种常见的路面结构形式，其平整度的施工技术显得尤为重要。在公路沥青路面施工中，通过采用先进的技术和工艺，能够提高路面的平整度，从而满足不同车辆的行驶需求，保障行车的安全性和舒适性。

1 公路沥青路面混凝土面层结构施工

1.1 沥青混合材料配合比例合理

沥青混凝土面层的结构设计和施工技术是确保路面平整度的关键因素之一。首先，沥青混合材料的配合比例对于路面平整度至关重要。合理的配合比例可以确保混合料的稳定性和均匀性，从而减少路面变形和沉降的风险。配合比例的确定需要考虑多个因素，包括沥青的黏度、粘结剂的类型和含量、骨料的种类和粒径分布等。通过科学的实验和试验，可以确定最佳的配合比例，以获得较好的路面平整度。其次，施工过程中需要注意混凝土面层的浇筑和压实。第一，浇筑时应确保混凝土均匀地覆盖整个路面，并采取适当的厚度控制措施，以保证路面的平整度。第二，压实是提高路面平整度的重要步骤。压实机械的选择和操作对于路面质量有着直接的影响。常见的压实机械包括振动压路机和静碾压路机。在施工中，应根据路面的具体情况选择合适的压实机械，并进行适当的调整和操作，以达到理想的平整度。此外，还需要注意施工过程中的温度控制。温度对于沥青混凝土的施工和性能有着重要的影响。在浇筑和压实过程中，应根据气温和环境条件控制混凝土的温度，以确保混凝土的流动性和粘结性。同时，也需要注意温度对混凝土的固化时间和强度发展的影响，避免由于温度过高或过低导致路面平整度下降[1]。

1.2 沥青混合材料拌和处理

沥青混合材料的拌和处理是确保路面平整度的重要环节。正确的拌和处理可以保证混合料的质量和均匀性，从而影响到最终路面的平整度和耐久性。首先，沥青混合材料的拌和需要合理选择和控制原材料的质量。沥青作为主要的胶结剂，在选择时应考虑其黏度、粘结性能和抗老化性能等因素。根据路面的使用条件和预期寿命，选择合适的沥青等级。此外，骨料作为混合料的主要组成部分，其种类和质量也需要仔细选择。骨料应具有适当的粒径分布和良好的物理性能，以确保混合料的均匀性和稳定性。其次，拌和过程中需要注意控制拌和时间和拌和温度。拌和时间应根据混合料的种类和配合比例进行合理调整，以确保各组分充分混合均匀，避免出现油石分离或骨料团聚的问题。拌和温度的控制也十分重要，过高的温度会导致沥青流动性过大，难以形成均匀的混合料；过低的温度则会影响沥青的润湿性和粘结性能[2]。因此，在拌和过程中应根据沥青的特性和环境温度进行合理的温度控制。

此外，拌和过程中还需要进行适当的添加剂控制和搅拌方式选择。添加剂的选择可以改善混合料的性能，如增加抗老化能力、改善黏附性等。常见的添加剂包括增粘剂、改性剂和胶结剂等。在搅拌方式上，一般采用机械搅拌的方法，如搅拌机或搅拌车，以确保混合料的均匀性和稳定性。

2 公路沥青路面摊铺施工

正确的摊铺施工技术可以确保路面的平整度、密实度和质量，提供良好的行车环境和使用寿命。首先，

摊铺前需要对路面进行充分的准备工作。这包括清理路面上的杂物和灰尘，并修复或填补路面上的损坏部分，以保证摊铺过程中的均匀性和平整度。此外，还应确保路面的基层结构牢固和平整，以提供良好的支撑条件。其次，选择合适的摊铺机械和施工工艺。常见的摊铺机械包括摊铺机和压路机。摊铺机的选择应考虑路面宽度和坡度等因素，以保证摊铺的均匀性和一致性。在施工工艺上，一般采用连续摊铺的方法，即沥青混合料连续从摊铺机中均匀地铺设在路面上。在摊铺过程中，需要根据设计要求和施工条件，调整摊铺速度和温度等参数，以确保沥青混合料的均匀性和质量。同时，摊铺过程中需要注意均匀铺设和控制摊厚。摊铺机在行驶过程中应保持均匀的速度和摊铺宽度，以避免出现过厚或过薄的情况。摊铺宽度的选择应根据路面的设计要求和实际情况进行合理调整。此外，通过控制沥青混合料的摊厚，可以确保路面的平整度和密实度。可以采用机械调节和人工修整的方式，对摊铺的沥青混合料进行适当的加压和修整，以达到理想的平整度。除此之外，摊铺机的操作技术也很重要。操作人员应熟悉摊铺机的使用方法和控制系统，掌握调整摊铺速度、厚度和坡度的技巧。在摊铺过程中，要保持均匀的速度和厚度，避免急刹车或快速加速造成摊铺不均匀。同时，还应注意保持摊铺机与振动压路机之间的协调配合，确保沥青混合料的均匀压实。此外，压实工艺对于路面平整度的提升也至关重要。在摊铺完成后，及时进行压实作业，确保沥青混合料的密实度和平整度。采用适当的振动压路机和压路辊进行压实，可以消除摊铺时的气孔和不均匀压实，提高路面的平整度和坚实度。最后，施工质量的监控和检测是确保路面平整度的重要手段。通过采用激光平整度仪、高精度水平仪等测量设备，对摊铺施工后的路面进行检测和评估。及时发现和纠正存在的问题，进行必要的调整和修复，以保证路面平整度达到设计要求。综上，公路沥青路面的摊铺施工是影响路面平整度的关键环节。通过合理选择材料、科学控制施工工艺、运用适当的设备以及严格监控和检测施工质量，可以有效提高路面的平整度，提升公路交通的安全性和舒适性。这将为道路用户提供更加顺畅和愉悦的行车体验，促进交通运输的发展和社会经济的繁荣。

3 公路沥青路面碾压施工

通过合理的碾压施工技术，可以提高路面的密实度、平整度和耐久性，确保道路的安全性和舒适性。首先，选择合适的碾压机械是碾压施工的关键。常见的碾压机械包括振动压路机和静碾压路机。振动压路机适用于初期碾压，通过振动轮胎或滚筒产生振动力，将沥青混合料进行初步压实。静碾压路机适用于后期碾压，通过静态重压将沥青混合料进一步压实和平整。在选择碾压机械时，应根据路面的特点、设计要求和施工条件进行合理的选择。其次，控制碾压施工的工艺参数。在碾压施工过程中，需要控制碾压速度、碾压次数和碾压轮胎或滚筒的轧向重压力。碾压速度应适当控制，过快的速度会降低碾压效果，而过慢的速度则会导致过度压实和损坏路面。碾压次数的选择应根据路面的类型、厚度和设计要求进行调整，确保路面的密实度和平整度。轧向重压力的调整可通过调整振动频率、振幅和静态压力来实现，以满足不同路面的要求。此外，碾压施工中需要注意对特殊部位的处理。如转弯处、桥梁、下坡等部位，由于受力和应力分布的不同，需要采取相应的碾压方式和措施，以保证路面的平整度和稳定性。在转弯处，应适当减小碾压机械的速度，以避免因速度过快导致路面的滑移和不平整。对于桥梁等部位，碾压机械的重量应适度控制，避免对结构产生过大的荷载[3]。

4 公路沥青路面接缝施工

接缝的正确施工可以有效防止路面开裂和变形，提高路面的抗水性和耐久性。首先，接缝施工前需要进行充分的准备工作。这包括清理接缝处的杂物和灰尘，并确保接缝面的干燥和清洁。清理过程可以采用喷水、高压气体或刷洗等方式进行，以确保接缝面的充分净化和粘结性能。其次，选择合适的接缝材料。常见的接缝材料包括沥青封缝胶和聚合物封缝胶。沥青封缝胶具有良好的粘结性能和耐久性，适用于一般道路的接缝施工。聚合物封缝胶具有更好的弹性和抗老化性能，适用于高要求的道路和特殊场所的接缝施工。在选择接缝材料时，应考虑路面的使用条件、交通量和气候特点，以确保接缝的稳定性和耐久性。接着，根据设计要求和实际情况确定接缝的类型和布置方式。常见的接缝类型包括纵向接缝、横向接缝和补偿接缝。纵向接缝用于沥青路面的延伸部分，横向接缝用于连接不同路面层或解决收缩和膨胀问题，补偿接缝用于解决温度变化引起的收缩和膨胀问题。接缝的布置方式应根据路面的设计要求和实际情况进行合理安排，以确保接缝的位置和间距满足要求。在接缝施工过程中，需要控制施工温度和施工速度。温度的控制是接缝施工的关键，过高的温度会使接缝材料流动性过大，

难以形成稳定的接缝；过低的温度则会影响接缝材料的粘结性能和弹性。施工速度的控制应根据接缝材料的特性和施工条件进行合理调整，以确保接缝的质量和一致性。

5 公路沥青路面结构层施工

5.1 底基层、基层结构施工

在公路沥青路面的结构层施工中，底基层和基层的施工是至关重要的环节。这两层结构的合理施工可以提供路面的承载能力、稳定性和平整度，为上层结构的施工提供良好的基础。首先是底基层的施工。底基层通常由土石方料或砾石料组成，其主要作用是提供路基的稳定和排水功能。在施工前，需要对路基进行充分的地基处理，包括清理、平整和压实等工作。对于软弱地基，可以采用填筑加固、加铺加固或土工合成材料等措施进行加固处理，以提高底基层的稳定性。在底基层的施工中，要注意控制填筑层厚度、压实度和均匀性，确保底基层的整体稳定和平整度[4]。其次是基层结构的施工。基层通常由粗集料和石灰石或石粉料组成，其主要作用是承受车辆荷载并传递到底基层。在施工前，需要对底基层进行检查和修正，确保其满足设计要求和承载能力。在基层的施工中，需要控制拌和料的配合比和拌和质量，以确保基层的密实度和强度。施工过程中，可以采用铺摊机、压路机等机械设备进行材料的铺设和压实，以确保基层的均匀性和平整度。

此外，还应注意排水设施的设置和施工，确保基层的良好排水性能。在底基层和基层的施工过程中，需要严格按照设计要求进行施工，并密切监测施工质量。通过现场检查、取样和试验等手段，对底基层和基层的密实度、平整度和强度等关键指标进行检测和评估，确保施工质量符合规范要求。

5.2 公路路面透层沥青、下封层、粘层结构施工

在公路沥青路面的结构层施工中，透层沥青、下封层和粘层的施工是关键步骤，对于路面的平整度和耐久性具有重要影响。首先是透层沥青的施工。透层沥青是位于基层和面层之间的一层材料，其主要作用是防止水分渗透，增强结构层之间的粘结性。在施工前，需要确保基层和粘层的干燥和清洁。透层沥青的施工可以采用喷洒或刷涂的方式进行，确保沥青均匀地覆盖在基层上。在施工过程中，要注意控制透层沥青的厚度和施工质量，确保其充分渗透和粘结于基层，形成牢固的结合层。其次是下封层的施工。下封层是位于透层沥青和面层之间的一层材料，其主要作用是提供支撑和平整度，保护面层免受损坏和变形。下封层的材料可以是碎石、矿渣、沥青混凝土等，根据设计要求和路面特点进行选择。下封层的施工可以采用铺摊机进行，确保材料的均匀铺设和压实[5]。在施工过程中，要注意控制下封层的厚度和密实度，确保其满足设计要求和承载能力，为面层的施工提供稳定的基础。最后是粘层的施工。粘层位于下封层和面层之间，其主要作用是提高结构层之间的粘结性和协调变形。粘层一般采用沥青乳液或沥青胶粘剂进行施工。在施工前，需要对下封层进行清洁和湿润处理，以提高粘结效果。粘层的施工可以采用喷洒、刷涂或滚涂等方式进行，确保粘层均匀地覆盖在下封层上。在施工过程中，要注意控制粘层的厚度和施工质量，确保其与下封层和面层之间形成良好的粘结，提高路面的整体平整度和稳定性。

6 结语

通过深入理解和应用公路沥青路面平整度施工技术，我们可以有效地提高公路沥青路面的平整度，保障行车的安全和乘车的舒适。然而，技术的不断创新和发展是不可忽视的，我们需要不断关注和学习最新的施工技术和经验，以适应不断变化的交通需求和公路建设的要求。随着科技的不断进步和创新，相信公路沥青路面平整度施工技术将会得到进一步完善和提升。我们需要继续加强研究和实践，不断探索新的施工技术和方法，以满足交通运输发展的需求，为人们提供更加高效、安全和便捷的道路网络。

参考文献：

[1] 梅发淳 . 公路沥青路面平整度的施工控制探析 [J]. 建筑工程技术与设计 ,2017(21):2049-2050.
[2] 袁占军 . 公路工程沥青路面平整度施工技术要点分析 [J]. 交通世界 ,2021(19):36-37.
[3] 王妍 . 探讨提高公路沥青路面平整度的施工技术 [J]. 商品与质量 ,2016(16):140-141.
[4] 翁秀燕 . 沥青路面平整度的施工质量控制分析 [J]. 建材发展导向 ,2021(12):119-120.
[5] 张镇 . 公路工程沥青路面施工平整度控制与管理研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术 ,2022(03):155-157.

变电一次设备的全寿命周期技术分析

李萌萌

（滁州市智宏工程咨询有限责任公司，安徽 滁州 239000）

摘　要　全寿命周期技术分析是指从设备选型和设计阶段开始，通过制造和采购、运营和维护，直到废弃阶段的全过程技术分析。文章首先介绍了全寿命周期技术分析的重要性，然后探讨了设备选型和设计阶段的考虑因素和关键要点，分析制造和采购阶段的质量控制措施、供应链管理和供应商评估。在运营和维护阶段，需要注意设备的定期维护和故障处理。最后，提出废弃阶段的处理方法。本文的目的是提供一种全面的方法，帮助实现变电一次设备的可靠运行和最大程度的资源利用。

关键词　变电一次设备；全寿命周期；技术分析；设备选型；设备设计

中图分类号：TM72　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0037-03

变电一次设备在电力系统中起着至关重要的作用，它们用于将高压电力转换为低压电力，并在输电和配电过程中进行保护和控制。为了确保变电一次设备的可靠性和安全性，以及最大程度地延长其寿命周期，全寿命周期技术分析变得至关重要。全寿命周期技术分析是指从设备选型和设计阶段开始，通过制造和采购、运营和维护，直到废弃阶段的全过程技术分析。

1 全寿命周期技术分析的重要性

1.1 提高设备可靠性和安全性

全寿命周期技术分析从设备选型和设计阶段开始，考虑可靠性和安全性因素。通过选择合适的设备和设计方案，可以降低设备故障和事故的风险，确保设备在运行过程中能够持续稳定的工作。同时，通过充分考虑安全要求和标准，确保设备符合相关的安全规范，降低潜在的安全风险[1]。

1.2 优化设备性能和经济效益

全寿命周期技术分析可以帮助确定最适合的设备选型和设计方案，以满足运行需求。通过综合考虑设备的性能指标、能源效率、成本等因素，可以选择性能优越、经济实用的设备，并优化设计以提高设备的工作效率和节能性能。这将有助于降低能源消耗和运行成本，并提高设备的经济效益。

1.3 实现设备全寿命周期管理

全寿命周期技术分析将设备的全生命周期纳入考虑，从设备选型、设计、制造和采购，到运营和维护，最终到废弃阶段的处理。通过全面管理设备的整个生命周期，可以有效规划和执行设备的维护计划、定期检查和故障处理，延长设备的使用寿命，最大程度地利用设备资源，减少资源浪费和环境影响。

1.4 支持可持续发展目标

全寿命周期技术分析有助于实现可持续发展目标。通过考虑设备的环境影响，如能源消耗、废物产生和排放等，可以选择环境友好型设备和工艺，并采取相应的措施来减少环境影响。此外，通过定期维护和检修，提高设备的效能和可再生能源利用率，有助于降低碳排放和环境污染，推动可持续能源发展[2]。

2 设备选型和设计阶段

2.1 设备选型的考虑因素

首先要明确设备的运行需求，包括电压等级、额定电流、负荷类型等。这些需求将直接影响设备的选择范围和性能要求。设备的可靠性和安全性也是至关重要的考虑因素。选择具有高可靠性和安全性的设备，能够降低故障和事故的风险，确保电力系统的稳定运行。

设备的技术性能是评估其适用性的关键因素。包括设备的额定容量、绝缘水平、耐短路能力、电气性能等。需根据具体的运行环境和要求，选择性能优越、符合需求的设备。另外，经济性是设备选型的重要考虑因素之一。需要综合考虑设备的成本、寿命、维护费用、能耗等。选择经济实用的设备，能够实现长期投资回报，并降低运行成本。

设备的可维护性对于设备的全寿命周期管理至关重要。需要考虑设备的易维修性、备件可获性、维护工作的难易程度等因素。选择具有良好可维护性的设备，能够减少维修时间和成本，并确保及时维护和故障处理。在设备选型过程中，需要遵循相应的标准和规范要求，包括国家和地区的电力标准、设备认证要求等。选择符合标准和规范要求的设备，能够确保设备的质量和安全性[3]。

2.2 设备设计的关键要点

1. 功能和性能要求是设备设计的基础。在设计过程开始之前，需要明确设备的功能需求以及所需的性能指标。这包括设备的额定电压、额定电流、负荷类型、保护和控制功能等。通过全面了解运行需求，设计人员可以确保设备的设计满足实际应用的要求。

2. 结构和布局设计是设备设计的重要考虑因素。结构设计涉及设备的物理结构、组件布置和连接方式。合理的结构设计可以提高设备的可维护性和操作性，并减少潜在的故障风险。布局设计考虑设备内部元件的安排，如开关、绝缘子、连接器等。合理的布局设计可以提高设备的可靠性，并确保易于维护和检修。

3. 绝缘设计是保证设备安全可靠运行的重要方面。在绝缘设计中，需要选择合适的绝缘材料、绝缘结构和绝缘距离。这可以确保设备在额定工作电压下具有足够的绝缘强度，抵抗外部电压应力和短路电流等因素的影响。绝缘设计还需要考虑设备在各种环境条件下的工作性能，如高温、高湿度、污染等。

4. 热设计是为了保证设备在运行过程中的热稳定性和散热能力。热设计需要考虑设备在额定负荷和异常负荷情况下的工作温度，并确保设备能够有效地散热。通过合理的散热结构和冷却系统设计，可以避免设备过热引发的故障，并延长设备的使用寿命[4]。

5. 电气设计是设备设计中的核心要点之一。它包括电路设计和元器件选择。在电路设计方面，需要根据设备的功能需求和安全要求，设计合理的电路拓扑结构和连接方式。同时，要考虑电路的电流承载能力、电压稳定性、电磁兼容性等因素。元器件选择是选择合适的电气元器件，如开关、继电器、保护装置等。选择高质量、可靠性好的元器件可以提高设备的性能和可靠性。

6. 保护设计是为了保障设备和系统的安全性。在保护设计中，需要考虑设备在故障情况下的自动保护和隔离机制。通过合理选择保护装置、设置保护参数和逻辑，可以及时检测和响应故障，防止设备和系统的进一步损坏，并确保人员安全。保护设计还需要与系统的其他设备和保护装置进行协调，以实现全面的系统保护。

7. 可维护性设计是为了方便设备的维护和检修工作。在设计过程中，需要考虑设备的易拆装性、备件可获性、维护点的可达性等因素。合理的可维护性设计可以降低设备的维护成本和停机时间，并提高设备的可靠性和可用性。

3 制造和采购阶段

3.1 制造过程中的质量控制措施

1. 原材料控制：选择高质量的原材料对于保证设备的质量至关重要。制造过程中，应建立严格的原材料供应商评估和选择机制，确保所采购的原材料符合标准要求。对原材料进行全面的检验和测试，包括物理性能、化学成分、绝缘性能等，以确保其质量和适用性。

2. 工艺流程控制：制定清晰的工艺流程，并建立严格的控制措施。制造过程中，需要严格按照工艺要求进行操作，包括加工、装配、连接、焊接等。对每个工序进行详细的操作规程和作业指导书，确保每一步骤的准确性和一致性。

3. 设备校验和测试：在制造过程中，进行设备的校验和测试是至关重要的。这包括设备的功能测试、性能测试和安全测试等。通过严格的测试程序，确保设备能够按照设计要求正常工作，并满足相关的标准和规范要求。

4. 检验和质量把关：设立专门的质量检验和把关部门，对制造过程中的关键环节进行监督和检查。这包括对零部件的检查、装配过程的检验、焊接质量的评估等。采用各种检测手段和设备，如 X 射线检测、超声波检测、热成像检测等，确保制造过程中的质量合格[5]。

5. 质量记录和文档管理：制定详细的质量记录和文档管理制度，确保制造过程中的每一个环节都有完整的记录和可追溯性。包括原材料检验记录、工艺流程记录、设备测试报告等。这样可以提供后续质量溯源和问题追查的依据。

3.2 采购过程中的供应链管理

1. 供应商评估与选择：首先，需要建立供应商评估体系，对潜在供应商进行评估和筛选。评估指标可以包括供应商的资质、技术能力、质量管理体系、交货能力、售后服务等。通过评估，选择具备良好信誉和能力的供应商，以确保采购到高质量的设备。与供应商签订明确的合同是供应链管理的重要一环。合同应明确设备的规格、数量、质量要求、交货时间、价格和付款方式等关键条款。同时，合同中应包含适当的质量保证和售后服务条款，以确保供应商能够履行其责任，并为设备提供必要的支持和服务。

2. 质量控制：在采购过程中，需要建立质量控制措施，确保采购到符合质量要求的设备。这包括对供应商提供的样品进行质量检测和验证，制定明确的质量标准和验收标准，对设备进行严格的检验和测试。此外，还可以进行供应商现场审核，确保供应商具备良好的质量管理体系和生产能力。

3.3 建立供应商评估

1. 确定评估指标：首先，需要确定评估供应商的关键指标和标准。这些指标可以包括供应商的资质、技术能力、质量管理体系、交货能力、售后服务等。

根据设备采购的特点和要求，制定一套综合评估体系，以便对供应商进行全面评估。

2. 收集供应商信息：收集供应商的相关信息是评估的基础。通过多种渠道收集供应商的资料，包括公司介绍、资质证书、质量管理体系认证、技术能力证明、成功案例等。同时，可以参考行业评级、口碑和市场声誉等信息，对供应商的整体实力进行初步了解。

3. 筛选：基于收集到的供应商信息，进行初步筛选。根据设备采购的需求和评估指标，筛选出符合基本要求的供应商。这可以通过评估供应商的资质、技术能力和过往业绩等方面进行初步筛选，将供应商名单缩小到合理的范围内。

4 运营和维护阶段

4.1 运行监测

对设备的运行状态进行实时监测是确保设备性能的关键。通过安装传感器和监测装置，可以监测设备的电压、电流、温度、振动等参数。通过数据采集和分析，及时发现设备运行异常和潜在故障，并进行相应的处理。

4.2 预防性维护

预防性维护是在设备没有出现故障之前进行的计划性维护措施。通过制定定期检查和维护计划，定期对设备进行检查、清洁、润滑和调整，以确保其正常运行。预防性维护还包括设备的绝缘测试、设备的校准和调试等。预防性维护可以延长设备的使用寿命，减少突发故障和停机时间。

4.3 修复性维护

修复性维护是在设备发生故障时进行的维修和恢复工作。在设备发生故障时，需要迅速进行故障诊断和定位，找出故障原因，并采取相应的修复措施。修复性维护可以通过设备的维修、更换故障部件和重新调试来恢复设备的正常运行。

4.4 故障分析与改进

对于发生故障的设备，需要进行故障分析和原因探究，以防止类似故障再次发生。通过收集故障数据、维修记录和设备使用情况，进行故障统计和分析，找出故障的根本原因。基于故障分析的结果，可以采取相应的改进措施，如改进设计、优化工艺、提升维修技术等，以提高设备的可靠性和可用性。

5 废弃阶段

废弃阶段是变电一次设备全寿命周期技术分析的最后一个阶段，它涉及设备的退役、拆除、处理和废物管理等方面。在废弃阶段，需要采取一系列措施来确保设备的安全拆除和环境友好的废物处理。以下是在废弃阶段需要考虑的关键措施：（1）设备退役计划。在设备到达寿命末期或者不再满足需求时，需要制定设备退役计划。该计划应包括退役时间表、拆除步骤、废物处理方案和相关成本估算。退役计划的制定需要与设备拥有者、环保部门和相关监管机构进行沟通和协商。（2）安全拆除。设备的安全拆除是废弃阶段的重要环节。需要组织专业的拆除团队，按照相关安全规范和程序进行设备的拆除工作。这包括逐步拆除设备的各个部件、组件和结构，确保拆除过程中的人员安全和设备残留物的管理。（3）废物管理。废弃设备在拆除过程中会产生各种废物和残留物，包括金属、塑料、绝缘材料等。这些废物需要进行分类、收集和处理。根据相关法规和环保要求，选择合适的废物处理方式，如回收利用、再利用、再加工或者安全处置。（4）环境保护。在废弃阶段，需要特别注意环境保护。在设备拆除和废物处理过程中，防止污染物的泄漏和扩散。对可能存在的污染源，进行环境监测和评估，确保废弃设备的处理不会对周围环境造成负面影响。（5）资源回收和再利用。在废弃设备中，可能存在可以回收和再利用的资源。例如，金属部件可以通过回收再利用，减少对自然资源的需求。因此，在废弃设备处理过程中，应该重视资源的回收和再利用，最大限度地减少对环境的负荷。

6 结语

变电一次设备的全寿命周期技术分析是确保设备安全、可靠运行的重要工作。从设备选型和设计阶段到制造、采购、运营和维护阶段，再到废弃阶段，每个阶段都需要采取相应的措施来确保设备的性能、质量和环境友好。全寿命周期技术分析的实施需要多方合作，包括设备制造商、运营团队、维护团队、环保部门和监管机构等。通过共同努力，可以最大限度地提高变电一次设备的性能、可靠性和环境友好性，保障供电系统的稳定运行。

参考文献：

[1] 刘继华 . 变电设备选型与设计 [M]. 北京 : 中国电力出版社 ,2016.
[2] 杨军 . 设备维修与管理 [M]. 北京 : 中国电力出版社 , 2014.
[3] 潘骁骁 , 李海峰 . 电力设备质量控制 [M]. 北京 : 中国电力出版社 ,2016.
[4] 张华 , 王勇 , 于志磊 . 变电设备全寿命周期管理技术与应用 [J]. 变电站 ,2015(08):38-41.
[5] 朱振宇 . 电力设备废弃处理技术现状与展望 [J]. 国际电力技术与装备 ,2017,36(11):99-103.

钢结构桥梁安装顶推工艺施工关键技术

王小林

（赣州城投工程管理有限公司，江西 赣州 341000）

摘 要 桥梁工程作为社会经济建设中的重要组成部分，其施工质量对于桥梁使用性能有着极大影响，而为了实现对钢结构桥梁工程质量的有效控制，施工单位必须对其施工技术进行深入研究。顶推滑移技术作为桥梁钢结构安装中一种十分重要的施工技术，其能在有效提升桥梁建设质量的基础上降低工程成本。为促进顶推滑移技术在钢结构桥梁建设中的有效应用，文章首先对顶推滑移技术进行简要分析，明确顶推滑移技术的基本概念及发展情况，随后探究了桥梁钢结构的吊装方案，最后从顶推滑移工艺、顶推滑移方式、顶推滑移流程等方面阐述了钢结构桥梁施工中顶推滑移的技术要点。

关键词 钢结构桥梁；顶推滑移技术；吊装

中图分类号：U445 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0040-03

钢结构桥梁在我国交通事业中应用较为广泛，在改善交通环境的同时，还能有效提升道路桥梁的承载能力。在钢结构桥梁建设中，顶推滑移技术属于一种十分重要的施工技术，其主要是通过利用千斤顶系统来完成对钢结构的拼装和安装，使其通过千斤顶系统上的滑移导轨来实现桥梁结构的滑移。而为推动顶推滑移技术在钢结构桥梁建设中的有效应用，相关施工单位在施工过程中需要对顶推滑移技术进行深入研究，了解其施工工艺与流程，并掌握顶推滑移技术在钢结构桥梁建设中的应用要点，以推动钢结构桥梁建设质量提升和成本降低。

1 顶推滑移技术概述

在桥梁工程的建设中，顶推滑移技术是一种通过滑动装置来降低桥梁钢结构吊装时的摩擦的施工技术，它可以通过钢结构自身的自重来实现滑动，从而成功地达到桥梁工程的规定区域，之后，在施工人员的操纵下，将其固定在特定的位置上。滑道是顶推与滑移工艺中最主要的设备，在大桥上进行顶推与滑移时，其结构形式主要有以下 3 种。

1.1 用临时滑道满足钢结构顶推滑移的基本条件

在桥梁工程建设中，为了保障桥梁钢结构滑移时的稳定性，可在滑道上设置一定数量的临时支点，用来满足桥梁钢结构滑移时的基本条件。临时支点主要是指钢梁、临时支座、墩台等，通过临时支点，可以使桥梁钢结构在滑移过程中保持稳定。例如，建筑工人可以在其上面暂时布置墩台和墩顶，并在其上面设立临时滑动轨道，以供桥梁钢结构滑动的基本通道。在钢结构支撑完毕，降梁完毕，安装固定完毕后，立即拆掉临时的滑道[1]。

1.2 永久滑移轨道

在桥梁钢结构的安装过程中，可以选择永久滑移轨道作为辅助设备，并利用临时滑道实现桥梁钢结构的顶推滑移。在进行永久滑道的建设时，施工人员需严格遵循设计图纸来进行施工，并且需要严格遵守相关规范要求，保证桥梁钢结构施工质量。在桥梁钢结构进行顶推滑移时，施工人员需根据设计图纸，按照设计要求对桥梁钢结构的长度、高度、宽度等进行检查，并确定其是否符合设计要求。同时，施工人员还需根据实际情况对桥梁钢结构进行预拼装和预组装工作，保证桥梁钢结构在运输过程中的安全性。在进行预拼装和预组装时，需严格按照相关规定对预拼装和预组装的质量进行检查。

1.3 单点顶推滑道形式

单点顶推滑道形式是在桥梁施工过程中，将桥上的某个部分的钢箱梁作为支点，在其上面设置千斤顶、支架等设备，钢箱梁两端的支点分别与千斤顶相连，千斤顶通过与支架相连的支腿作用于桥梁钢结构上，当桥梁钢结构到达一定位置时，桥梁钢结构开始向前推移，直至桥梁钢结构全部被推移到预定的位置上。这种顶推滑移技术的主要作用就是将桥梁钢结构运送到预定的位置，然后，再在特定位置上安装桥梁钢结构[2]。由于这种顶推滑移技术不需要使用临时支墩，且工程施工也非常简单，因此，这种技术被广泛应用于大型、超长、超宽的桥梁工程建设中。

2 钢结构桥梁安装顶推工艺施工关键技术的应用

2.1 合理选择顶推滑移方法

1. 单点顶推法。在进行顶推的过程中，应使用临时的连接装置，保证各个节点之间的稳定性，及时在钢梁结构上设置临时支撑。在顶推施工过程中，将顶推梁分为4个部分，将主梁置于其中，在钢梁和临时支撑之间设置滑动支座。工作人员应注意以下问题：（1）滑动支座设置位置应选择在钢梁外侧；（2）滑动支座的纵向间距应控制在6m以内；（3）滑动支座与钢梁之间的连接应采用螺栓进行固定，避免因焊接而出现松动现象；（4）滑动支座的两端应设置反力座。通过采用临时支撑和滑动支座对钢结构进行临时支承，并利用千斤顶和临时支撑对钢结构进行顶推。在顶推过程中，应以钢梁为支点来进行移动。

2. 多点顶推法。多点顶推法主要应用于跨度较大、非直线桥梁项目中，在桥梁的前端布置千斤顶，而后在其前端设置临时墩台。当桥梁施工达到一定规模后，将千斤顶与临时墩台进行连接，用来传递摩擦力，完成顶推施工。在多点顶推法的应用过程中，要做好顶推点布置工作，在此过程中要注重将墩台表面作为顶推点，使其逐渐向两端扩散。与此同时，在进行桥梁的顶推时要注重控制好各千斤顶之间的平衡，避免出现局部倾斜现象[3]。为了保证桥梁施工质量，应采用液压同步控制系统对各千斤顶进行控制，确保其始终保持同一水平面内。在顶推时要注重检查各千斤顶的顶升量以及推力大小。

2.2 顶推滑移前准备

钢结构桥梁项目顶推滑移工作的前期，应完成布置滑道、安装千斤顶等工作。在此过程中，需要注意以下问题：

（1）通过试验确定钢箱梁最小顶推长度，通常情况下，为钢结构桥梁最小顶推长度的0.5倍，基于此，可选择0.5倍的顶推量，其误差应控制在±2%范围内。（2）在确定钢箱梁最小顶推长度后，需要在钢箱梁的底部埋设临时锚栓，其工作原理是通过临时锚栓连接顶推器与千斤顶。若设计过程中未考虑临时锚栓，则应将其设置在钢箱梁的底部。（3）应在钢箱梁的底部埋设1个或多个千斤顶，每个千斤顶均安装于钢箱梁的底部。（4）合理设置顶推器与临时滑道。顶推滑道一般采用不锈钢板，聚四氟乙烯等板材，其优点是摩擦阻力低，在0.02~0.03N间[4]。

2.3 加强桥梁钢结构吊装管理

桥梁钢结构吊装作业的安全性能较高，因此，应加强其吊装施工管理。在进行吊装作业时，应注意以下几个方面的问题：

首先，应保证桥梁钢结构的质量符合要求。在进行钢结构吊装前，应对其质量进行严格检查，以避免出现焊接问题。同时，还应做好吊装方案的制定工作，采取合理的施工方法和工艺，保证吊装施工的顺利进行。

其次，在进行吊装施工的时候，应该对吊车的位置、吊车的装置、起重重量和吊车的吊力进行检测，对所有的参数进行控制，以达到吊装工作的安全标准。在进行钢结构桥梁的现场拼装工作的时候，应该随时对节点、桥梁连接部位的紧固状况进行检查，因为在钢结构桥梁拼装环节有很多螺栓，所以在拼装完毕之后，应该重新对螺栓点进行检查，以此确保其在符合标准要求的基础上继续执行施工。在钢结构拼装工作完毕后，必须立即开始焊接，在焊接过程中，采用纵缝形式，由里向外分阶段进行焊接[5]。在水平焊缝的焊接过程中，要采取“先两侧，后中间”的焊接次序，并对焊缝的应力进行有效的控制，以免出现稳定性不够和承载性能不达标的现象。在完成拼装和焊接工作之后，钢构桥采用顶推滑移的方法完成。

最后，加强对吊装作业人员的管理。在进行吊装作业时，应对吊装作业人员进行全面的管理，对其安全意识、技术水平、操作能力等进行检查，确保吊装施工人员具备相关资质，能够胜任吊装工作。同时，还应加强对吊装施工人员的培训工作，使其具备更高的综合素质。

2.4 顶推滑移施工工艺和操作方法

1. 准备钢梁顶推设备。在施工之前，需要对钢梁进行合理的制作，以满足其在施工环节中所具备的质量要求。在进行制作的过程中，应将钢梁放置在专门的加工车间，并保障其在运输和储存的过程中避免遭受到损坏。如果钢梁有一定的质量问题，则应将其放置到专业的储存库房内进行储存。在钢结构桥梁顶推施工前，应提前检查钢梁，以确保其能够满足顶推作业环节所具备的基本要求。通过钢结构桥梁顶推滑移作业，可有效提升钢结构桥梁顶推滑移作业过程中的整体质量和安全性水平。

同时，还需要准备相关顶推的千斤顶设备。在控制系统中，千斤顶装置必须满足协调、同步的要求。并对梁体纵轴位置进行合理的调整。同时，在桥墩的临时支座上设置纠偏装置，并对因顶推作业环节引起的偏差问题进行及时修正，然后利用顶推千斤顶设备，将其与滑道的钢板连接固定。

2. 顶推位置的确定。在确定了顶推位置之后，需

要将钢梁顶推至预定位置，从而保证其能够在桥梁的两侧稳定就位。根据工程现场实际情况，对钢梁的顶推位置进行确定，其顶推位置可以采用 4 个模块来实现：第一个模块为主梁；第二个模块为边墩；第三个模块为墩柱；第四个模块为支架。在选择第一模块和第二模块时，需要充分考虑到桥梁所处的地理环境条件，如地质条件、桥梁所在位置的高程、施工现场的风力情况等因素。同时还需要充分考虑到桥体的重量，以便在安装过程当中避免因自重过大而对其造成影响。在选择第三、四模块时，需要充分考虑到桥体自重的影响以及对桥梁本身结构稳定性造成的影响。

3. 桥梁顶推施工。在进行桥梁顶推施工作业时，需要对桥梁的整体结构进行认真检查，并根据施工现场的实际情况，对临时墩位置、千斤顶、顶推点等进行确定。在钢梁顶推施工过程中，需要确保主梁的质量符合设计要求，并对临时墩和临时支墩的质量进行认真检查，确保临时墩和临时支墩具有足够的强度和刚度，同时还需要确保临时墩和永久墩之间的连接具有一定的稳定性。在进行桥梁顶推施工作业之前，需要对施工现场进行详细检查，并做好钢梁顶推施工作业准备工作。在此基础上，在主梁安装完成之后，再将临时墩拆除，并将钢梁顶推到位。根据顶推位置和节段大小确定顶推方案。在第一节钢梁组装完毕后，应立即对第一节钢梁进行检测，确认通过后才能进行下一节钢梁的顶推。在完成一次支撑后，保证钢梁的尾端是自由悬挂的。而在组装完毕后，对钢梁进行标高和偏差检测，并对与轴线上所规定标高不符的杆件进行修正，确保标高和轴线满足设计要求。

2.5 落梁施工工艺

1. 钢梁下降加工。钢梁下降的过程中，需要确保钢梁整体质量满足要求，同时在下降过程中，需要严格控制好钢梁的挠度与偏斜问题，以确保钢梁的稳定性。为了保证钢梁在下降过程中的安全性，需要对其进行整体刚性支撑，通过钢绞线和千斤顶等设备进行调整与支撑。在下降时，需要按照设计图纸要求确定好钢绞线的长度以及数量，并与现场情况进行有效结合，确定千斤顶和钢绞线的数量。然后通过千斤顶将钢梁整体提升至预定高度位置后，再将钢绞线以及钢绞线的数量进行严格计算，以确保每根钢绞线具有足够的弹性，并能满足施工需求。最后再在钢梁尾部安装千斤顶等设备，完成钢梁下降操作。

2. 落梁流程。落梁作业前，在钢梁下端设置一条滑道，以便钢梁滑移到指定位置。在落梁施工过程中，首先应确保滑道与钢梁中心线处于同一平面内，同时应将钢梁放在滑道上，并按照要求向钢梁施加一定的荷载，以确保钢梁能够顺利滑移。然后，在落梁前对千斤顶设备进行检查和测试。使用千斤顶设备将钢梁顶起，并进行测量、记录和处理，同时分析每个千斤顶的承载力。当完成千斤顶的检查后，就可以进行千斤顶的操作。使用千斤顶设备对钢梁进行第一次顶起，同时确保滑道与钢梁中心线处于同一平面内。当完成这一操作后，即可对千斤顶设备进行第二次顶起。再通过循环操作，直到钢梁下落到指定位置。

3. 钢梁就位。当钢梁的底部落至指定位置后，需要将钢梁表面与滑道表面的钢板焊接牢固，以避免钢梁出现偏移现象。同时，还需在钢梁底部的焊接位置上进行焊接工作，保证焊接牢固程度。在完成上述焊接工作后，需要将临时千斤顶安装完成，以保证钢梁下落过程中的稳定性。此时，为了能够使临时千斤顶与钢梁表面的钢板形成一定的角度，需要在钢梁表面安装垫板。当钢梁下降到指定位置时，需要对其进行固定工作，确保钢梁与滑道表面形成一定的角度。此外，还需在钢梁与滑道表面钢板之间安装支撑装置，使其能够形成一定的刚度，避免出现移动问题。

3 结语

本文主要介绍了顶推滑移技术的相关概念，并对其在钢结构桥梁建设中的应用优势进行了分析，在此基础上，以某工程为例，对顶推滑移技术在钢结构桥梁建设中的应用进行了分析与探究，主要包括对顶推滑移技术施工准备、顶推滑移技术施工流程、钢结构桥梁安装顶推工艺施工关键技术三个方面的内容。通过对这一问题的分析与研究，相信相关人员能够充分了解顶推滑移技术在钢结构桥梁建设中的应用优势，并对其在钢结构桥梁建设中的应用要点加以掌握，以推动顶推滑移技术在钢结构桥梁建设中的应用效果得到有效提升，从而提升钢结构桥梁建设质量。

参考文献：

[1] 郭元春 . 船厂跨江桥梁钢结构运输安装施工工艺分析 [J]. 工程建设与设计 ,2023(04):148-150.
[2] 梅鸿飞 . 钢结构桥梁安装顶推工艺施工探讨 [J]. 河南科技 ,2022,41(24):65-68.
[3] 张书含 , 果冰 . 钢结构桥梁施工中顶推滑移法的应用 [J]. 中国新技术新产品 ,2022(18):114-116.
[4] 黄光辉 , 石泉彬 , 方水才 . 顶推法钢结构桥梁施工质量监督管理 [J]. 泰州职业技术学院学报 ,2022,22(03):55-58.
[5] 刘凯 . 顶推滑移技术在钢结构桥梁施工中的应用研究 [J]. 工程建设与设计 ,2022(08):120-122.

装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的应用

刘莉丽

（成都建工装饰装修有限公司，四川 成都 610000）

摘　要　在建筑装饰工程中，创造出精细、完美的装饰效果是一个重要而复杂的任务。其中，装饰施工收口技术扮演着关键的角色。装饰施工收口技术是通过采用各种技术手段，将装饰材料之间的接缝、过渡部位或连接处处理得无缝、平滑、美观的一种施工技术。它在建筑装饰中的应用领域广泛，从墙面装饰到地板装饰、天花板装饰，都有其独特的应用方法。本文首先分析了装饰施工收口技术的定义与范围和装饰施工收口技术的优势，然后探讨了收口技术在建筑装饰工程中的应用，以供相关人士交流参考。

关键词　装饰施工；收口技术；建筑装饰工程

中图分类号：TU767　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0043-03

建筑装饰工程的完成离不开各种细致、精湛的技术。其中，装饰施工收口技术在实现精细、完美的装饰效果中扮演着至关重要的角色。通过采用各种技术手段，装饰施工收口技术可以将装饰材料之间的接缝、过渡部位处理得无缝、平滑、美观。它不仅可以提升建筑装饰的整体质感和美观度，还能增加装饰材料的耐久性和使用寿命。

1 装饰施工收口技术的定义与范围

装饰施工收口技术是指在建筑装饰工程中，通过采用各种技术手段，将装饰材料之间的接缝、过渡部位或连接处处理得无缝、平滑、美观的一种施工技术。收口技术在建筑装饰中的应用范围广泛，涵盖了墙面装饰、地板装饰、天花板装饰等各个方面。在建筑装饰工程中，装饰施工收口技术起着至关重要的作用。这项技术的目标是通过合理的处理方法和技术手段，使不同装饰材料之间的过渡更加自然、平滑，呈现出统一、和谐的视觉效果。其关键任务是解决装饰材料的连接、角落、过渡区域等问题，避免出现缝隙、裂缝或不协调的情况。这种技术的应用要求施工人员具备专业的技术能力和经验，同时需要选择适合不同装饰材料和设计要求的收口方法和材料。装饰施工收口技术的范围广泛，可以适用于不同装饰项目和材料。在墙面装饰中，收口技术可以解决墙面与天花板、地面以及不同材质装饰板之间的连接、角落和过渡处的问题。在地板装饰中，合理的收口技术能够处理不同材质、高度或厚度的地板之间的连接，同时解决地板与墙面、门槛等的过渡问题。在天花板装饰中，收口技术可以处理过渡区域的角落、灯具安装和不同材质天花板之间的连接。装饰施工收口技术的重点是实现装饰材料之间的完美过渡和统一效果。通过合理的技术选择和施工方法，可以有效遮盖分隔处、过渡区域和接缝处，使装饰材料的连接与整体装饰一体化。这不仅提升了装饰工程的美观性，还增加了装饰材料的稳定性和耐久性，为建筑环境营造出更加完美和令人称赞的效果[1]。

2 装饰施工收口技术的优势

2.1 美观性

装饰施工收口技术在建筑装饰工程中具有诸多优势，其中美观性是其最重要的优势之一。通过采用合适的收口技术，可以创造出无缝、流畅的视觉效果，提升整体装饰的美感。一个精细、无缝的收口可以使建筑装饰显得一体化，不会给人留下破碎、杂乱的感觉。无论是墙面装饰、地板装饰还是天花板装饰，合理的收口处理可以有效遮盖分隔处、过渡区域和接缝处，使装饰材料之间的过渡更加自然、平滑。这种无缝的过渡不仅可以增强整体视觉效果，还使空间显得统一、和谐。此外，流畅的视觉效果也为建筑创造出更加开放、宽敞的感觉。在该技术的应用下，水平和垂直表面之间的缝隙会被遮盖，呈现出一体化的空间。整体的流畅外观不仅能够增强空间的美观性，还可以有效改善空间的舒适度和可用性。美观的收口技术还可以增强建筑装饰的整体质感。通过隐藏接缝、装饰线条和过渡条等方法，可以使装饰材料之间的接缝看起来更加自然，不会出现不协调或受损的情况。这种细节处理可以提升装饰材料的品质，使整体装饰更加精致[2]。

2.2 耐久性

装饰施工收口技术在建筑装饰工程中具有的优势

之一是其出色的耐久性。通过正确的收口技术和材料选择，装饰施工可以增加装饰材料的使用寿命，提高其耐久性和持久性。合理的收口技术能够有效地防止装饰材料因为不稳定的连接而出现松动、开裂以及脱落等问题。收口技术的正确应用可以保持装饰材料之间的牢固连接，从而延长装饰材料的寿命。合适的填充和密封材料，如填缝剂和密封胶，可以防止水汽、尘埃和污垢进入装饰材料之间的缝隙，有效防止潮湿和腐蚀等问题。这些防护措施可以减少装饰材料的损坏和磨损，提高装饰材料的耐用性。此外，装饰施工收口技术还可以提高装饰材料的稳定性。在装饰施工过程中，使用合适的收口技术可以固定装饰材料的位置和形状，减少受力和变形的风险。例如，正确的地板装饰收口技术可以保持地板材料之间的稳定连接，避免因为温度变化或受压力引起的变形问题。通过提升装饰材料的耐久性，装饰施工收口技术能够减少后续维护和修复的需求，节省时间和成本。装饰材料的长期稳定性和持久性更能满足用户的需求，延长装饰的使用寿命。装饰施工收口技术在耐久性方面具有显著的优势。通过正确的收口技术和材料选择，可以增加装饰材料的使用寿命，提高其耐久性和持久性。合理的填充和密封材料可以防止水汽、尘埃和污垢的侵入，并减少装饰材料的损坏和腐蚀。此外，稳定的装饰施工收口技术还可以固定和减少装饰材料的变形风险。这些优势不仅可以提高装饰材料的使用寿命，还可以减少后续维护和修复的成本[3]。

2.3 防水防尘

装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的另一个重要优势是其出色的防水和防尘性能。通过采用适当的收口技术，可以有效减少水汽渗透和尘埃堆积的风险，为建筑物创造一个干净、健康的环境。水汽渗透是装饰材料中常见的问题之一，特别是在潮湿环境或存在大量水汽的地区。装饰施工收口技术能够通过正确的填充和密封材料来有效防止水汽的渗透。例如，在墙面装饰中，合适的填缝剂和密封胶可以填补墙面装饰材料之间的缝隙，形成一个完整的防水层。这有助于防止水汽渗透到墙面内部，从而减少水分对建筑结构和装饰材料的侵蚀，保持墙面的健康和完整性。另外，适当的收口技术也能够减少尘埃的堆积，保持装饰材料的清洁和卫生。无论是在墙面、地板还是天花板装饰中，合理的收口处理都可以减少尘埃和其他杂物在接缝处聚集的机会。通过填补接缝、使用密封材料等方法，可以有效防止尘埃的积累，减少清洁工作的频率和难度。这种防水和防尘的优势不仅可以提供更好的使用体验，还可以保护建筑物和装饰材料的长期稳定性。防水和防尘技术的应用可以减少修复和维护的需求，节省时间和成本，同时创造一个更加健康和舒适的室内环境。装饰施工收口技术在防水和防尘方面具有显著的优势。通过适当的填充和密封材料，可减少水汽渗透和尘埃堆积的风险，从而提供一个干净、健康的室内环境。防水和防尘技术的应用不仅可以保护建筑物和装饰材料的稳定性和耐久性，还可以减少维护和修复的成本。因此，装饰施工收口技术在防水和防尘方面的优势对于建筑装饰工程具有重要意义。

3 收口技术在建筑装饰工程中的应用

3.1 墙面装饰收口技术

墙面装饰是建筑装饰中的重要部分，而墙面收口技术是实现精细、完美墙面装饰的关键。在墙面装饰中，常常会出现连接处、角落、过渡区域等收口难题，这些缝隙不仅影响美观，还可能导致装饰材料的脱落和水汽渗透。因此，合理的墙面收口技术是实现无缝装饰的必要步骤。首先，墙面收口技术需要解决连接处的问题。连接处是不同装饰材料交界处的关键地方，常常难以实现无缝连接。一种常见的墙面收口技术是采用石膏线或装饰线条，将不同装饰材料之间的连接处进行遮盖和过渡，使之看起来更加统一、自然。石膏线具有可塑性强、操作灵活等特点，可以根据设计要求进行定制制作，从而实现与墙面装饰的完美结合。其次，墙面收口技术还需要解决角落的问题。角落是墙面装饰中的重要细节部分，常常出现切割、连接等困难。填缝剂是一种常用的墙面收口技术，它可以填补角落与墙面装饰材料之间的缝隙，使之呈现出平滑的效果。填缝剂具有耐用、防水、耐久性好等特点，可以有效遮盖墙面装饰材料之间的接缝，同时提高了墙面的耐用性和美观性。除此之外，还有一些创新的墙面收口技术正在逐渐兴起。例如，可调节收口系统可以根据不同装饰材料的厚度和长度进行调整，实现更加精准的收口处理。而 3D 打印装饰元件则可以根据设计要求和实际墙面形状进行定制，实现墙面装饰的个性化效果[4]。墙面收口技术的发展不仅仅只停留在传统的方法上，还包括了一些创新的技术和材料的运用。例如，现在市场上有一种名为弹性胶的材料，它具有优异的弹性和耐久性，可以用来填补墙面装饰材料之间的缝隙。这种弹性胶可以适应不同材料的收缩或膨胀，同时还可以防止水汽渗透，增强墙面的防水性能。另外，在墙面收口技术中，还出现了一种叫做无痕胶的创新材料。无痕胶是一种高强度的粘合剂，可以将不同装饰材料粘结在一起，同时不会留下明显

的接缝和痕迹。这种材料的运用不仅简化了收口的步骤，还能够提高墙面的整体美观度。

3.2 地板装饰收口技术

地板装饰是建筑装饰中重要的组成部分，而地板装饰收口技术是实现无缝、平滑地面装饰的关键。在地板装饰中，不同材料的连接、踢脚线、过渡区域等是收口的关键挑战，而合理的地板装饰收口技术可以解决这些问题，使地板装饰呈现出完美的效果。首先，地板装饰中的收口挑战主要来自不同材料之间的连接问题。比如瓷砖和木地板的连接，由于材料性质的差异，往往存在高低差、缝隙等难题。为了解决这个问题，一种常见的地板装饰收口技术是采用过渡条或装饰线条，将不同材料之间的连接处进行遮盖和过渡，使之看起来更加统一、自然。过渡条的设计具有适应不同高度、颜色、质地的需求，提供了平稳过渡和完美装饰的解决方案。其次，地板装饰中的踢脚线也是收口的关键问题之一。踢脚线是地板装饰与墙面装饰之间的过渡和连接部分，常常存在不均匀、不平滑的情况。为了解决这一问题，可以采用填缝剂等技术，将踢脚线与地板之间的缝隙填补，使之呈现出平滑的效果。填缝剂具有耐用、防水、耐久性好等特点，可以有效遮盖地板与踢脚线之间的接缝，提高了整体的装饰质感。此外，针对不同材料的地板装饰，还存在一些特殊的收口解决方案。例如，对于木地板装饰，可以采用安装木地板的专业工具，确保地板之间的连接紧密无缝。对于复合地板装饰，可以使用特殊的接缝条或锁扣系统，使地板之间紧密连接，避免出现开裂或脱离等问题。这些针对不同材料的地板装饰的收口技术解决方案，可以保证装饰材料的稳定性和耐久性，并提升地板装饰的整体美观度[5]。

3.3 天花板装饰中的收口技术

天花板装饰作为建筑装饰中不可或缺的一部分，其收口技术在实现无缝天花板装饰上起着关键作用。在天花板装饰中，常常会遇到一些收口难题，如过渡区域的处理以及灯具的安装等问题。为了解决这些难题，创新的收口技术应运而生，包括可伸缩收口装置和模块化天花板系统等。首先，天花板装饰中的一个重要收口难题是如何处理过渡区域。过渡区域是指天花板的不同部分之间的连接处，如角落、交界处等。由于天花板设计的复杂性和材料的多样性，过渡区域常常难以实现无缝的过渡。这时，可伸缩收口装置是一个创新的解决方案。可伸缩收口装置是一种可调节长度和宽度的装置，可根据不同天花板设计和安装要求进行调整，从而实现与天花板装饰的完美结合。这种装置可以在不同尺寸和角度的过渡区域中达到平滑的效果，使天花板装饰呈现出整体协调的外观。其次，天花板灯具的安装也是天花板装饰中的一大难题。在天花板装饰中，常常需要安装各种灯具，如吊灯、筒灯等。然而，灯具的安装会破坏天花板的完整性，导致不美观的缺陷。为了解决这个问题，模块化天花板系统被引入。模块化天花板系统是一种先进的技术，它将天花板分为多个模块，每个模块都预留了专门用于安装灯具和其他设备的接口。通过将灯具和其他设备直接安装在模块的接口上，可避免直接破坏天花板的完整性，保持天花板的完美外观。模块化天花板系统不仅提供了更高的安装灵活性，还方便了后期维护和灯具的更换。这些创新的收口技术为解决天花板装饰中的收口难题提供了可行的解决方案。可伸缩收口装置和模块化天花板系统的应用不仅可以解决过渡区域的处理和灯具安装的问题，还提供了更大的设计灵活性和方便的维护管理。通过这些技术的应用，天花板装饰在外观和功能上都可以实现更高的标准和要求。

4 结语

装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的应用起着关键的作用。通过使用合适的收口技术和材料，可以创造出无缝、流畅的视觉效果，提升整体装饰的美感。此外，装饰施工收口技术还具备耐久性、防水防尘等优势，能够增加装饰材料的使用寿命并减少维护成本。因此，我们呼吁在建筑装饰工程中更广泛地应用装饰施工收口技术，以提高装饰质量、实现更美观和持久的装饰效果。同时，我们也鼓励在这一领域持续创新，探索更先进的技术和方法，为建筑装饰带来更加卓越的成就。

参考文献：

[1] 陈宏兵 . 论装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的应用 [J]. 中文科技期刊数据库（全文版）工程技术 ,2023(03):166-169.
[2] 龙慧青 . 装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的运用分析 [J]. 休闲 ,2021(24):1.
[3] 胡维铭 . 建筑装饰收口技术在建筑装饰工程中的应用探究 [J]. 中国建筑金属结构 ,2021(10):136-137.
[4] 郑朝群 . 装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的应用分析 [J]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术 ,2022(10):192-194.
[5] 王亚东 . 探析装饰施工收口技术在建筑装饰工程中的运用 [J]. 中文科技期刊数据库（全文版）工程技术 ,2021(11):46-48.

架空高压输电线路工程设计及施工要点分析

邢 超

（滁州市智宏工程咨询有限责任公司，安徽 滁州 239000）

摘 要 本文首先介绍了架空高压输电线路的定义和分类，详细阐述了其基本结构和组成要素。其次对工程设计要点进行了分析，包括电力系统参数的确定、线路走向和布置规划、杆塔设计和选择、导线选型和悬挂方式、绝缘子的选取和布置、地线的设计和布设以及其他辅助设施的设计。最后对工程施工要点进行了详细阐述，包括施工准备工作、杆塔基础施工、导线和绝缘子安装、地线布设和接地处理、架空线路的电气连接与调试等，旨在为确保架空高压输电线路的安全、可靠和经济的建设与运行提供参考。

关键词 架空高压输电线路；工程设计；施工要点；导线；杆塔

中图分类号：TM72 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0046-03

随着全球能源需求的不断增长和能源结构的不断调整，架空高压输电线路工程作为电力传输的重要组成部分，扮演着至关重要的角色。架空高压输电线路不仅承担着长距离电力传输的任务，而且对电力系统的可靠运行和供电质量起着决定性的影响。架空高压输电线路工程的设计与施工是一个复杂而关键的过程。在设计阶段，需要考虑众多因素，如电力系统参数的确定、线路走向和布置规划、杆塔设计和选择、导线选型和悬挂方式、绝缘子的选取和布置、地线的设计和布设等。这些要点的合理选择和优化设计将直接影响线路的性能、安全性和经济性。而在施工阶段，需要面对各种挑战和困难。天气条件和环境因素的影响、施工期间的安全风险和难题等都需要高度重视和应对。同时，随着技术的不断发展和创新，运用先进的技术和解决方案能够提升线路的可靠性和效率。本文深入探讨架空高压输电线路工程的设计与施工要点，并针对面临的挑战提出解决方案。通过对相关要点和挑战的系统分析，旨在提供给研究者、工程师和从业人员有关架空高压输电线路工程的参考。同时，总结经验教训和改进措施，为未来的工程设计和施工提供借鉴和启示[1]。

1 架空高压输电线路工程设计概述

1.1 高压输电线路的定义

高压输电线路是指用于将电力从发电站或变电站输送到消费者的线路系统。它是电力系统中的重要组成部分，承载着高压电能的传输任务。

1.2 高压输电线路的分类

根据电力系统的需求和输电距离的远近，高压输电线路可分为以下几类：

1. 高压输电线路主要用于长距离的电力传输。通常情况下，高压输电线路的电压等级超过 110kV。这些线路通常采用较高的电压等级来减小传输损耗，并通过特殊设计的绝缘子和绝缘措施来保证安全运行。高压输电线路一般采用大跨距的铁塔或钢塔作为支撑结构[2]。

2. 中压输电线路用于中等距离的电力传输，电压等级通常在 35kV 至 110kV 之间。中压输电线路的设计和绝缘措施相对较简单，通常采用较小跨距的钢塔或混凝土塔进行支撑。

3. 低压输电线路主要用于将电能输送到终端用户，电压等级一般在 1kV 以下。低压输电线路通常采用木杆、混凝土杆或钢杆等较小型的杆塔进行支撑，同时采取适当的绝缘措施来确保安全运行。

高压输电线路的分类主要根据电压等级进行划分，但也可以根据其他因素进行分类，例如线路的结构形式（单回线、双回线、环网等）、导线的材料和型式（铝导线、钢铝复合导线等）以及地理环境（平原、山区等）等。了解高压输电线路的定义和分类对于进行线路工程设计和施工具有重要意义，因为不同类型的线路需要采取不同的设计原则和施工要点来满足安全、经济和可靠性的要求。

2 架空输电线路的基本结构和组成要素

架空输电线路是一种将电能通过导线和杆塔进行传输的电力输电系统，由以下几个基本结构和要素组成：

1. 导线。导线是架空输电线路的核心组成部分，用于携带电能传输。导线通常采用高导电性材料制成，如铝、铜等。根据需要和应用，导线可以采用不同的

类型和截面形状，如裸导线、绝缘导线、钢芯铝绞线等。导线的选择要考虑电流负荷、输电距离、环境条件和成本等因素。

2. 杆塔。杆塔是架空输电线路的支撑结构，用于承载导线和绝缘子，并提供稳定的支撑和绝缘。杆塔通常采用钢材或混凝土制成，具有足够的强度和刚度来抵抗导线张力和风荷载。根据线路的设计要求和地理条件，杆塔的类型和形式可以有所不同，如直线塔、角塔、耐张塔等。

3. 绝缘子。绝缘子用于将导线与杆塔进行绝缘，防止导线与杆塔之间的电气接触和短路。绝缘子通常采用绝缘性能良好的材料制成，如陶瓷、复合材料等。绝缘子的设计和选用要考虑导线的电压等级、线路的污秽程度以及环境的恶劣程度，以确保良好的绝缘性能和安全运行。

4. 地线。地线是架空输电线路的附属导线，通常位于导线的上方或旁边。地线主要用于保护导线和杆塔免受雷击和过电压的影响，并提供电气接地路径。地线通常由钢芯铝绞线或铜线制成，具有良好的导电性能和耐腐蚀性。

5. 辅助设施。架空输电线路还包括一系列辅助设施，如线路标志牌、附属设备安装支架、接地装置、避雷器等。这些设施的安装和配置要根据线路的特点和要求进行设计，以确保线路的安全运行和维护。

架空输电线路的基本结构和组成要素相互配合，共同构成了一个完整的电力输电系统。在设计和施工过程中，需要考虑导线的导电性能、杆塔的强度和稳定性、绝缘子的绝缘性能、地线的保护作用以及辅助设施的合理布置，以满足线路的安全、可靠和经济的要求[3]。

3 架空高压输电线路工程设计要点分析

3.1 电力系统参数的确定与线路走向

在架空高压输电线路的设计过程中，需要确定电力系统的参数，包括额定电压等级、额定电流、短路电流、功率因数等。这些参数的确定将直接影响到线路的导线截面选择、杆塔的强度设计以及绝缘子的选取等。线路走向和布置规划是架空高压输电线路设计的重要环节。需要考虑地形地貌、道路交通、土地使用、环境保护等因素，合理确定线路的走向和布置。通过进行地形测量、环境评估和风荷载计算等工作，确保线路的安全运行和对环境的最小影响。

3.2 杆塔设计和选择与导线选型

杆塔是架空高压输电线路的支撑结构，需要进行合理的设计和选择。在设计过程中，要考虑线路的张力、风荷载、地震荷载等因素，以确保杆塔具有足够的强度和稳定性。同时，根据线路的走向和特点，选择适合的杆塔类型和形式，如直线塔、角塔、耐张塔等。导线选型和悬挂方式的选择对架空高压输电线路的性能和经济性具有重要影响。需要考虑导线的导电性能、抗风振性能、导线间的电场强度等因素。同时，根据线路的特点和要求，选择适合的导线类型和截面形状，并确定合适的悬挂方式，如单回线、双回线等。

3.3 绝缘子的选取和布置与地线的设计

绝缘子在架空高压输电线路中起到绝缘支持导线的作用，需要进行合理的选取和布置。绝缘子的选取要考虑导线的电压等级、线路的污秽程度和绝缘子的电气特性。同时，根据线路的特点和杆塔的结构形式，确定绝缘子的数量、串并联方式和布置位置。地线在架空高压输电线路中用于保护线路免受雷击和过电压的影响，并提供电气接地路径。地线的设计要考虑地线的导电性能、耐腐蚀性和地面接地情况。同时，根据线路的要求和环境条件，合理布设地线，确保其与导线和杆塔的适当间距和接地质量[4]。

3.4 其他辅助设施设计考虑因素

架空高压输电线路设计还需要考虑其他辅助设施，如避雷器、防鸟设施、导线振动控制装置等。这些设施的设计要考虑线路的特点和环境条件，确保线路的安全运行和设备的保护。

通过对以上要点的分析和考虑，可以进行全面而系统的架空高压输电线路工程设计，以确保线路的安全、可靠和经济的运行。

4 架空高压输电线路施工要点

4.1 安全规范和操作要求

在架空高压输电线路施工中，严格遵守安全规范和操作要求是首要任务。

1. 遵循国家和地方的电力安全规范和标准，确保施工符合法律法规的要求。

2. 制定详细的施工方案和安全操作规程，确保工作人员了解并遵守相关规定。

3. 进行必要的施工前安全检查，包括线路设备、工具和仪器的状态和完好性。

4. 建立安全警示标志和区域，以提醒工作人员和其他人员注意安全风险。

4.2 个人防护装备的使用

（1）安全帽：工作人员应佩戴符合标准的安全帽，

以防止坠落物或碰撞造成头部伤害。（2）绝缘手套和绝缘靴：由于高压线路存在电击风险，工作人员应佩戴绝缘手套和绝缘靴，确保其身体不会与电流直接接触。（3）防护眼镜和面具：工作人员应佩戴防护眼镜和面具，以防止灰尘、颗粒物或化学物质对眼睛和面部的伤害。（4）防护服和手套：根据具体工作环境和要求，工作人员应穿戴适当的防护服和手套，以保护皮肤免受化学品、高温或其他危险物质的伤害。（5）安全带和安全绳：对于需要在高处作业的工作人员，应使用安全带和安全绳进行固定，以防止坠落事故。

同时，必须确保工作人员接受相关的安全培训，了解正确使用个人防护装备的方法和技巧。监督和检查工作人员是否正确佩戴个人防护装备，并进行必要的维护和更换，以保证其有效性和可靠性。

总之，通过遵守安全规范和操作要求，并正确佩戴个人防护装备，能够最大限度地降低架空高压输电线路施工过程中的人身伤害风险，确保工作人员的安全。

5 特殊工程要求

5.1 弯道和转角处理

弯道和转角是架空高压输电线路中常见的特殊工程要求。在处理弯道和转角时，需要考虑多个因素。首先，弯道半径应足够大，以允许导线在弯曲过程中保持足够的张力，避免过度张力和导线断裂的风险。其次，弯曲角度需要控制在安全范围内，避免导线过度弯曲，影响导线的电气性能和机械强度。在某些情况下，可以采用弯道保护套管来保护导线，减少摩擦和磨损，延长导线的使用寿命[5]。

5.2 绝缘子的安装和维护

绝缘子在架空高压输电线路中起着重要的作用，用于支撑导线并绝缘导线与支架或杆塔之间的接触。在绝缘子的安装和维护过程中，需要注意以下要点。首先，绝缘子的安装位置应符合设计要求，并能承受导线张力和气候条件等因素带来的负荷。其次，根据线路电压等级和环境条件选择适当的绝缘子类型，确保绝缘子具有足够的绝缘能力和机械强度。定期清洁绝缘子表面，确保其表面干净，并定期检查绝缘子的状态和可靠性，以及绝缘子串的紧固和固定情况。维护良好的绝缘子可以确保线路的安全运行和稳定性。

5.3 地线的布置和接地要求

地线在架空高压输电线路中用于接地和提供附加的安全保护。在地线的布置和接地要求中，需要注意以下要点。首先，地线应布置在合适的位置，以确保线路的安全运行。地线的布置应符合设计要求和相关的安全规范。其次，地线与导线应保持足够的距离，以避免相互干扰和干扰地面设施。此外，地线的接地系统应符合相关标准和规范。地线接地的目的是确保良好的接地效果，以消除潜在的电气危险和减少雷击风险。正确布置和接地的地线可以提供额外的安全保护，确保线路的可靠性和稳定性。

综上所述，处理弯道和转角、正确安装和维护绝缘子，以及合理布置和接地地线是架空高压输电线路设计和施工中的特殊工程要求。遵循这些要求可以确保线路的安全运行、稳定性和可靠性，同时提高线路的使用寿命。

6 结语

本文详细探讨了架空高压输电线路工程的设计与施工要点，以及面临的挑战和解决方案。架空高压输电线路作为电力传输的重要组成部分，对于电力系统的可靠运行和供电质量至关重要。在设计阶段，电力系统参数的确定、线路走向和布置规划、杆塔设计和选择、导线选型和悬挂方式、绝缘子的选取和布置、地线的设计和布设以及其他辅助设施的设计等都是关键要点。而在施工阶段，施工准备工作、杆塔基础施工、导线和绝缘子安装、地线布设和接地处理、架空线路的电气连接与调试、施工质量控制和安全管理等都需要精心安排和实施。希望本文能够为架空高压输电线路工程的设计与施工提供深入的了解和综合的指导，推动该领域的发展与创新。通过不断优化和完善设计与施工实践，将架空高压输电线路工程打造成更为安全、可靠和高效的关键电力设施，为社会经济发展和能源供应做出更大贡献。

参考文献：

[1] 张荣昌 . 架空高压输电线路工程设计及施工要点分析 [J]. 城市情报 ,2023(04):163-165.
[2] 韩增辉 . 浅析架空高压输电线路工程设计及施工要点 [J]. 石河子科技 ,2023(02):41-43.
[3] 王亮 . 架空高压输电线路工程设计及施工要点分析 [J]. 大众标准化 ,2023(02):108-110.
[4] 李良元 . 架空高压输电线路工程设计及施工要点分析 [J]. 低碳世界 ,2016(29):54-55.
[5] 宫敏文 . 高压输电线路工程设计施工要点分析研究 [J]. 中国新技术新产品 ,2014(23):115.

市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术分析

李　薇[1]，李长宽[2]，刘　丹[2]，李晶婧[3]，张靖怡[2]

（1. 山西众志诚工程设计有限公司，山西 太原 030000；
2. 水发规划设计有限公司沈阳分公司，辽宁 沈阳 110000；
3. 中国华西工程设计建设有限公司辽宁北方分公司，辽宁 沈阳 110000）

摘　要　在我国，市政管网建设是一项非常重要的民生建设工程，涉及领域较多，对建设项目的技术要求也高。市政给排水管网是保障城市供水、生活用水和生活污水处理的重要组成部分。在此类工程的施工中，要全面、严格地控制工程质量，确保工程的各项质量符合国家规定的要求，也要确保工程按时竣工。在实践中，非开挖顶管可以有效地减少工程的开挖量，显著减少施工用地，同时不会对周围环境造成太大影响，并且可以在提高建筑效率和质量之间取得平衡。

关键词　市政工程；给排水施工；非开挖技术；顶管施工

中图分类号：TU99　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0049-03

1 市政给排水工程的建设价值

市政给排水系统是城市规划的重要组成部分，也是城市建设的一个重要组成部分。市政雨水系统与人民生活密切相关，其便捷性特点主要体现在最大限度地利用自然资源，在保护环境的同时推进城市防洪排涝工作。当前，我国已进入城市化高速发展阶段，如何保持生态环境的可持续发展，如何保持社会经济的均衡发展，是社会建设面临的重大问题。市政给排水系统不仅可以保证人们的生活质量，还可以促进城市给排水的市场化发展。市政工程给排水管网是保证城市正常运行的重要环节。城市给排水工程建设的成功实施，将极大地促进城市居民内需，促进城市经济的发展[1]。目前，我国城市给排水工程建设仍有很大的改进空间，包括技术创新、升级和应用。当前，技术进步在各个方面取得了显著进展，城市居民的整体素质不断提高。因此，城市给排水系统的建设显得尤为重要。随着城市化进程的加快，城市人口规模不断扩大，城市用水总量也在不断增加。因此，有关部门应进行合理的规划和建设，以确保城市的健康发展。

2 非开挖顶管施工技术的应用优势

非开挖顶管技术是一种采用不开挖或少开挖的方法，采用钻孔法铺设、修复和更换管道的技术。与传统的深基坑施工方法相比，非开挖施工方法具有工期短、成本低、安全可靠的优点，适用于城市和市政建设。在城市地下管线的敷设过程中，采用非开挖方式敷设。非开挖顶管具有不开挖地表、不影响管道上部土层、不影响管线连接端面变形、延长管线使用寿命的优点。在各种工况下，非开挖法与顶管法相结合具有广阔的应用前景。不需要挖掘表面，这可以通过道路、铁路或现有建筑下方的土层来实现。非开挖顶管施工因其安全可靠而备受业界关注。

3 给排水工程中顶管技术应用特点

首先，相对而言，它对周边地块的影响并不显著。这种方法不会改变施工现场的土壤结构，在工程实践中也不需要挖沟开渠。另外，在施工期间，灰尘和噪声亦相对较低，不会影响周围建筑物和地下其他管道的正常使用。其次，施工点的空间布局独具特色。与顶管法相比，传统的埋地管道开挖方法为直线法，存在占地面积大、对周围环境影响大等缺点，社会效益较差[2]。顶管施工技术可以将施工界面由直线过渡为点状，有效克服传统埋地管道施工技术的不足，减少工程占地，对解决我国土地资源稀缺问题具有重要意义。最后，施工期间无需开挖土方。不仅可以节省项目时间，而且可以提高施工效率。实践证明，该技术不会对施工现场的交通产生影响，也不需要拆除地面建筑。这项技术可以直接通过下穿土层进行施工，大大降低了工程成本。

4 市政给排水非开挖顶管施工技术的应用

4.1 合理选择顶进管

在顶部管段，应根据地质条件情况选择顶进管。常用的顶进管有钢筋混凝土管、钢管、玻璃钢管

等，单根钢筋混凝土管长度为 2m~3m，内部水压可达 0.2MPa，在实际工程中具有较高的应用价值[3]。尽管这些管道体积相对较大，但不需要做防腐蚀处理。单管长 4m~6m，密封性能好，不渗水，但易变形，成本相对较高；玻璃纤维砂管具有良好的抗拉强度、光滑的内壁、自重轻，较大的一次性顶进长度，但由于其价格高，无法重复使用。因此，在工程施工中，应进行综合分析，最终确定最适合项目采用的顶进管道。

4.2 顶管顶进

（1）选择顶管机。根据地质结构和施工条件，选用保水性能好的顶管设备。（2）初始顶进。推入时，将孔洞口的石块清除，以防止泥浆和水的压力过大，将泥水灌入工作井。为了保证密封防水，可以在井口安装一个单法兰穿墙钢套管。从门板上拆下密封件，打开顶进冲头的刀盘，慢慢地将顶管机推入泥土中，然后将机头后部的两根混凝土管连接到机头前部的管道上。（3）常规顶进。严格按规范安装顶铁，用油泵撑出千斤顶活塞，打开回油阀，启动下管作业。（4）顶进时刻。施工过程必须持续进行，非必要不暂停，若不得不中止作业，则施工过程中的暂停时间不得超过 12 小时。（5）注浆减阻。由于灌浆阻力降低会影响顶部管道的成孔质量，因此有必要在灌浆剂中适当混合润滑剂。为了保证灌浆的可靠进行，亦有必要合理布置灌浆孔。混凝土管道连接处采用三个钻孔，出水压力可采用 1×1052.4×105Pa 的规格[4]。在顶管法施工中，必须采用多个灌浆系统进行灌浆。灌浆水泵的选择应具有一定的节流和控压能力。并在施工过程中，做好顶管、注浆、补浆等工作，确保注浆与顶进作业的良好配合。

4.3 顶进纠偏

顶管机在工作时，不可避免地会出现顶进误差，这时需要按照“缓慢、多次”的原则进行校正。管道连接校正应逐步恢复，在此期间不允许强制纠偏。在一般情况下，顶管过程中，激光光斑的中心与被测物体的靶心重合。如果顶管掘进机的头部偏移，这两个部分将不会重叠。在这种情况下，偏移图像信息将传输到监视器，在分析了具体的偏差情况后，应采取相应的纠正措施，以确保顶进倾斜度达到合理的水平。在功率校正过程中，探头总是朝着激光指定的方向前进。在起拱阶段，检测和纠正起拱过程中产生的偏差是非常重要的。以距切割头顶部 5m~10m 的距离为例，该截面的基本要求是：轴线位置的最大偏差不超过 50mm，高程的最大偏差也不超过 30mm。如果超过该限值，应立即安排纠正。刀头前面有一个校正接头，其中内置一个校正千斤顶。在施工过程中，如果有偏差则可以借助校正千斤顶进行校正。通过调整偏心校正圆柱体，圆柱体的方向发生变化，圆柱体的朝向恢复到原来的水平。为了防止偏移积累过多而难以纠正，有必要及时识别和纠偏。例如，如果钻头的方位误差大于 10mm，则需要进行校正。

4.4 操作控制系统

施工中应安排经过专门培训的人员在现场操作，仔细检查操作系统，并随时注意掘进机的油压状态。当掘进机到达接收井口时，掘进工作须短暂暂停。如果有地下水或松散的土壤，则需要在进水口的侧壁上安装止水环。掘进机进入接收井后，埋管工作也随之结束。之后，挖掘机被从施工现场移走，待留置好出口后密封接收井。（1）开挖机械进入隧道前，应适当布置接收轨道，其方位和标高应满足工程需要；用起重机将上部管道的第一段放置在井口轨道上，然后用千斤顶将管道推至井口末端。连接后，继续进行其他管道的施工。由于工程所用管道多为承插式接口，因此在施工过程中有必要用密封橡胶圈对接口进行严格密封。（2）管段稳定后，依次放置弯曲的顶部铁皮和 U 形顶部铁皮。首先放置 U 形顶部铁皮，然后放置弯曲的顶部铁皮，最后放置下一个管段。用螺钉将稳定的管段固定在前一节上，并将其连接到灌浆管道上。重复以上操作，直到完成所有管道连接。（3）使用接口灵活的钢套管，以防止管道连接点泄漏。这种管道具有高刚性和高承载能力的特点。顶管施工完成后，更换整个管道，在水泥浆中加入粉煤灰，并在留下灌浆孔的地方更换浆筒。泥浆凝固后，取下管道并密封钻孔[5]。

4.5 进洞口措施

1. 在顶进钻孔中，应预留一个直径比钻头大 20cm 的孔洞，孔周围埋有钢板和螺栓，以加固钻孔。用于连接进口管道的成品管道必须确保其质量和性能符合标准要求。运至施工现场的钢管接头应按有关规定进行检验，检验合格后方可用于顶管施工。掘进机进入隧道后，必须检查其轴向、姿态等，以免对随后的管节顶进产生不利影响。顶管作业时，掘进机的机头必须连接到 5 段导管上，并用拉杆固定，以防止机头因质量问题而下沉。为了保证管节顶进法施工的质量，顶进轴线的误差控制是重要的一步。在安装过程中，可以通过控制面板上显示的点对液压缸进行微调，使管路连接始终处于轴线位置。施工过程中，要严格遵守施工规定，校正后的倾角不应超过 1 度，避免水力

偏差过大，造成施工困难和管节坍塌。

2. 顶管法施工过程中，地层容易变形，必须采取相应的措施加以控制。根据土质、覆土深度、地表沉降等因素，通过调整注浆水量和土压力的平衡值来确保边坡的稳定性，根据管节顶进速度，监测岩层变形情况，及时适当调整注浆流量和压力，确保岩层变形在可接受的范围内。

3. 减少泥浆摩擦是顶管施工中的一项重要技术措施。顶管施工过程中，采用减摩泥浆填充管道连接处与土层之间的空隙，以减少摩擦力。为了保证管道接头的抗摩擦效果，必须在管道接头外设置一个完整的泥盖，以保证顶板结构的平滑。

4. 当掘进机前部到达接收位置时，使用挖掘机开挖土壤。当开挖距离井口约50cm时，应停止机械开挖，改为人工开挖，小心清除井口附近的泥土，使其充分暴露；在挖掘机正式入井前，必须重新检查顶部管道的位置，以确保挖掘机正常入井。

5 市政给排水施工质量控制措施

1. 在施工期间，有必要对水泥管道进行质量监督，并确保其具有相应的检测证书。施工过程中，施工单位和技术人员应对管道进行全面检查，确保其符合要求后方可投入使用。

2. 顶管施工时，应在管道上方的表面设置下沉观测点，定期观测顶管机机头通过表面的情况。顶进各阶段完成后，应进行观测，并保存详细的沉降记录。通过将实测沉降点的原始数据整理成册，可以及时调整沉降量，防止顶管对路面的影响。

3. 由于顶管施工的困难，以及建筑和施工现场周围地质条件的各种影响，有必要对其进行监测。然而，目前在工程中，由于其工作程序复杂，所以容易受到地表和地下障碍物的影响，从而影响工程进度与质量。此处障碍物多为岩石、埋藏的木材等，故此要及时解决清除这些障碍物，并加强施工环境的异常监测。

4. 防止地表异常沉降。（1）填充的砂砾或土壤。采用回填方法，快速填充土壤中的孔洞，填充土壤侵蚀引起的裂缝，并在回填过程中加入适量的水，以加速砂浆的扩散。在沉降区内进行局部灌浆，并在沉降区上方3cm处进行加固。（2）灌浆采用水泥浆和水玻璃浆。灌浆时，灌浆压力在0.25~0.6MPa之间，灌浆速率在30升/分钟之间。灌浆顺序从深到深，每次0.3m。灌浆时，先在规定深度钻孔，然后密封浆液，然后将塑料止回阀导管旋入设计深度；水泥浆固化后，将双向密封芯放入塑料阀中，完成灌浆工作。灌浆前，必须对相关材料、设备和辅助设备进行检查，以确保水电的正常运行。灌浆完成后，不得擅自停止。

5. 浇筑混凝土时，垫层内的所有混凝土均应采用C10强度等级，顶部管井底部和侧壁的混凝土应采用C30强度等级。确保商品混凝土的质量符合标准。混凝土可以使用输送泵进行运输。混凝土浇筑应分阶段进行，每层最大浇筑厚度为70cm，每段控制长度为2m~3m。在20℃~30℃的温度范围内，每层混凝土浇筑一次，允许间隔为90分钟，钢渣硅酸盐水泥浇筑一次。振捣混凝土时，振捣棒应面朝下5cm，以确保混凝土的密实度符合设计要求。

6. 非开挖法和顶管法对工人的整体技能有很高的要求。因此，施工单位必须重视考察施工人员的综合素质，并在施工前对其进行培训，确保其熟练掌握施工技能，对施工技术有清晰的认识，对施工质量和安全有足够的重视。同时，要建立科学的奖惩制度，严惩不按规定办事的劳动者，对按规定办事者给予合理奖励。

6 结语

在我国经济持续快速增长的背景下，人们对更高生活质量的要求越来越高。市政给排水管道系统建设的安全与高效建设已成为城市管网建设中的热点问题。在市政给排水工程中，采用非开挖顶管施工技术，可以有效提高工程施工质量，提高施工效率。然而，实践中仍面临着施工现场条件复杂、顶管施工和深基坑开挖导致周边建构筑物不均匀沉降等问题。在此基础上，需要施工单位及项目负责人结合实际，不断总结和改进非开挖顶管施工技术，以满足施工要求，促进我国给排水工程技术的向好发展。

参考文献：

[1] 高涵.市政给排水工程非开挖顶管施工技术分析[J].四川水泥,2022(06):177-179.
[2] 杨宇.市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术要点研究[J].工程建设与设计,2022(05):174-176.
[3] 马海东.市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术[J].中国建筑装饰装修,2022(04):184-185.
[4] 王成.市政给排水施工中的非开挖顶管施工技术[J].智能城市,2021,07(22):137-138.
[5] 邱海宇.非开挖技术在市政给排水工程中的应用[J].工程技术研究,2021,06(15):112-113.

主线高架桥预应力现浇混凝土箱梁纵向应力分析

薛　伟，张　雷，常金思

（陕西华山路桥集团有限公司，陕西 西安 710000）

摘　要　目的：研究主线高架桥预应力现浇混凝土箱梁纵向应力。方法：对一主线高架桥实际工程进行研究，对其箱梁结构施工进行设计，选取主要材料，并且对纵向应力结构进行研究，对施工阶段混凝土正应力进行统计，并且对预应力进行验算。结果：根据施工过程中混凝土应力统计发现，施工过程中的混凝土平均值正应力小于 20.41MPa，并且满足规定要求；预应力验证计算表明，在永久状态下，现浇混凝土的压应力和主压应力均满足规范要求。结论：铸造箱梁的最终承载能力，包括抗弯和抗剪能力以及在正常运行极限状态下的抗裂和变形挠度指标的计算，都符合所有通用桥梁规则规定的允许值。

关键词　主线高架桥；预应力；现浇混凝土；纵向应力

中图分类号：U445　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0052-03

高架桥现浇预应力混凝土结构通常具有体积大、跨度大、超长、强度高的特点。下面结合某高架桥箱梁的设计，对受力混凝土箱梁的设计进行具体探讨。连续式混凝土箱梁也是目前最常用的桥梁施工形式之一[1]。国内和国外的研究人员已经对浇筑预压混凝土梁进行了大量的模型试验和结构理论研究，但对箱梁、多层和扩展的全连续箱梁以及浇筑连续钢筋和平台的结构分析相对有限[2]。为了保证建筑质量和桥梁的安全稳定，现浇连续箱梁的结构受力分析已成为一个重要课题。

本文根据某市科技二路市政工程施工过程中测得的应力数据，对科技二路施工路桥进行了单元分析，研究了不同工况下特宽混凝土加筋梁施工过程中的应力状态以及长梁上下沿桥梁横向的纵向应力分布。

1 工程概况

本次研究以某市科技二路市政工程为例开展研究，该项目主要采用“主线高架桥 + 地面主干路”的形式进行构建，即立体层与绕城高速交叉设置互通式立交，与其余道路交叉设置分离式立交；地面层与相交道路交叉采用平面交叉型式完成交通转换。该项目路线总长为 2.075km，高架桥桥段长为 1.264km。该桥平均宽跨比为 0.46，横向宽跨比达到 0.98，平均纵横比为 18.6。主线桥采取抛物线的形式，两边主线中心横向间距为 31.8m；高架桥上一共安装了 37 对束条带，分别从左到右编号为 DS1-DS38。道路类别为城市快速干道，桥梁全宽防撞保护为 0.5m，Am 的机动车道，0.5m 的中央分隔保护，高架桥上机动车道和 6m 防撞保护栏。高架桥其中变化值是 A 和 B。并且根据宽度增加了双向六车道，这个车道超过标准宽度，大概每 3.5m 增加一个车道。净行程高度大于或等于 5m。桥面的横向倾斜度在两个方向上均应为 2%，纵向倾斜度在一个方向上应为 1.8%。其规定的车速为，主线高架快速路 80km/h。在体系转换过程中，重点监测的主要技术参数有路面标高、主桥散射截面纵向位移和现浇混凝土压应力[3]。以此为基础，开展研究。

2 施工方法

在主线高架桥预应力现浇混凝土箱梁的常规施工方法中，一般包括以下几个步骤。

2.1 模板安装与调整

根据设计要求和施工图纸，准备箱梁模板系统，并进行安装。确保模板的平整度和准确度，以免影响混凝土浇筑后的形状和尺寸。

2.2 钢筋布置与绑扎

按照设计要求，在模板内部铺设和绑扎预定的钢筋。钢筋应按照正确的位置、间距和覆盖层进行布置，以满足结构强度和刚度的要求。钢筋的连接应牢固可靠，采取机械连接方式，机械连接采用标准化的连接

器件，连接质量较为稳定，能够保证钢筋连接的可靠性和一致性。

2.3 混凝土浇筑

混凝土应按照设计配合比和质量要求来制备。在浇筑之前，应保证模板的清洁和涂抹刨花油或模板脱模剂，以便于脱模。在浇筑时，应遵循均匀浇注、逐层振捣和适时振动等施工要求，以确保混凝土的均匀性、密实性和充盈度。

2.4 预应力处理

进行后张法预应力施工，其步骤如下：

1. 钢筋准备：根据设计要求确定需要加固的结构部位，然后按照预应力计划进行钢筋准备工作。这包括确定预应力筋的类型、直径和长度，并对其进行清理和防锈处理。

2. 钢缆安装：在结构上设立预应力孔洞，将预应力钢缆或导轨安装在这些孔洞中。预应力钢缆的数量和布置应该按照设计要求进行安装。

3. 打座和绑扎：在每个预应力钢缆的两端安装金属垫块，称为打座。然后，用钢丝将打座的两端连接起来，形成一条连续的预应力筋。

4. 拉伸预应力筋：使用专门的拉伸设备对预应力筋进行拉伸，施加所需的张力力量。拉伸之前需要根据设计要求测算出预应力筋的初始长度。一旦达到所需的预压力，就将预应力筋的两端固定在锚具上。

5. 锚固锚具：在结构的两端设置锚具，用于固定预应力筋。锚具的类型和布置应该根据设计要求进行选择，以确保钢筋的安全锚固。

6. 灌浆充填：在预应力孔洞中注入特殊的灌浆材料，用于填充钢管内部和孔洞周围的空间。这可以加强钢筋与混凝土之间的粘结，并提高结构的整体性能[4-5]。

3 现浇箱梁结构主要材料和计算模型

3.1 箱梁结构

该项目高架桥长1.264km，共计11联，其中钢箱梁1联长度177m，预应力混凝土连续箱梁10联长度1084m，桩基直径Φ1500mm的227根，直径Φ1800mm的36根，承台38个，墩柱75个，系梁34个。高架桥的上部结构为预应力混凝土连续箱梁，跨度体系为（30+45+30）m。

3.2 主要材料

主梁混凝土的强度等级为C50，钢筋类型是HRB400及HPB300。预加载系统采用 Φ15.2高强度低松弛钢螺纹，上部结构主要材料用量指标见表1。

表1 梁上部结构主要材料指标表

指标	C50混凝土/m^3	预应力钢绞线/t	普通钢筋/t
全桥用量	26399.4	1031.694	5825.073
单位面积用量	1.5352	0.821	3.6896

波纹管采用塑料波纹管。采取真空辅助压浆工艺。

3.3 现绕箱梁设计

3.3.1 预应力钢筋

钢绞线进场后，需按相关规范对其进行严格测试，包括强度、外形尺寸、物理和力学性能等方面。测试中需要对错头进行裂纹检测，对夹片进行硬度检测，并对锚具进行铺架性能测试，还需要测量锚圈口处的预应力损耗以知晓实测值，并确定千斤顶张拉力是否需要进行调节，同时使用测量到的弹性模量和截面面积对张拉引伸量进行校正。在相同的断面中，预应力钢束的断丝率不得超过百分之一，任何条件下，每个钢绞线都不能有1根以上的断丝或滑丝情况出现。

3.3.2 预应力管道

除了针对类别、型号、规格和数量外，还应对预应力管道进行外观、尺寸、集中荷载下的径向刚度、荷载作用后的抗泄漏和抗弯曲渗漏等方面的检测。

在建设预应力管道时，按照设计图要求设置曲线处的加强钢筋和锚下的加强钢筋是必要的。这些加强钢筋的设置旨在增强管道的刚度和稳定性，在曲线处提供足够的抗弯承载能力，并在锚下区域提供足够的抗拉强度。通过设置适当的加强钢筋，可以有效地抵抗管道在曲线和锚下处产生的应力和变形，从而确保管道的安全运行和可靠性。在设置加强钢筋时，需遵循设计图的要求，确保其位置、数量和尺寸符合设计规范和结构要求。

在管道接头的连接上，建议选择同一型号的大一级管段，并保证其长度为被连接管段的5倍至7倍。在连接过程中，不应改变接头处的角度。在混凝土的浇筑过程中，若管道发生转动或移位，必须将接头卷裹严实，以防止水泥浆渗透。此外，所有管道的连接处必须确保良好的密封性，并满足真空条件。

在施工过程中，需注意防止钢筋的焊接和绑扎对预应力管的损坏。

3.3.3 预留设施

为了确保箱梁的底部安全和便利，必须安装照明灯，并且电缆线需要穿过整个箱室。此外，在横梁上

预留一条径向通道，以便维护和检修。在考虑相邻连接的两端横梁时，必须综合考虑，以确保纵向的预留孔的匹配。这样可以保持整个预留管通道的尺寸一致，从而在后续线路通过时减少可能遇到的问题。

此外，箱梁底部的照明灯的安装非常重要。这些照明灯可以提供足够的光亮，确保工作人员在箱梁内进行维护和检查时有良好的视觉环境。电缆线穿过整个箱室，不仅可以保证灯光的供电，还可以连接其他设备或系统，如监控摄像头或通信设备。在横梁上留下的径向通道可以容纳电缆线，使其布置整齐，并方便维护和管理。

总之，箱梁底部的照明灯安装、电缆线穿过箱室以及纵向预留孔的考虑都是为了确保箱梁结构的安全和功能的完善。这些措施将提供便利的维护和管理条件，并减少后续线路布置时可能遇到的问题，从而确保整个工程的顺利进行。

4 实验结果分析

在现场试验中，需要对工段的箱梁进行试验研究。而在箱梁的浇筑过程中，采用了分层浇筑作为主要方法。在主梁混凝土浇筑阶段，主梁内部预埋了埋入式混凝土钢弦应变传感器。应变计用钢丝绑扎在混凝土主梁顶板上缘及底板下缘纵向钢筋上，在混凝土浇筑完成后测试初始值。在施工过程各工况开始前后分别利用应变采集仪进行数据采集，通过计算得出该工况下主梁应力变化值。

施工阶段混凝土的应力计算结果见表 2 所示。

表 2 施工阶段混凝土正应力表（单位：MPa）

位置	应变编号	应力 /MPa
顶板	T1	6.12
	T2	7.52
	T3	7.17
	T4	6.97
底板	B1	9.13
	B2	9.90
	B3	9.87
	B4	9.26

根据表 2 的计算结果，顶板混凝土的应力低于 7.52 MPa，底板混凝土的应力低于 9.90MPa，满足设计要求，并且其应力水平较低，满足要求。

5 实验结果讨论

预应力混凝土箱梁桥是桥梁工程中广泛采用的桥型，该类桥的剪力滞现象、腹板开裂和 0# 块开裂现象是长期困扰着桥梁设计、桥梁施工和养护人员的老问题。本文结合箱梁的受力特点，着重考虑三向预应力（纵向预应力、竖向预应力和横向预应力）对箱梁应力的影响，分别计算了在纵向预应力作用下悬臂箱梁剪力滞效应；竖向预应力的预应力损失对箱梁腹板主应力的影响；横向预应力对 0# 块顶板横桥向应力的影响。经过计算和分析，得到以下结论：

由于箱梁的重量和上部的承载能力需要通过腹板传递到横梁上，因此在腹板附近会产生较大的剪应力。在接近腹板的区域，剪切力分布最为集中，而远离腹板的地方剪切力分布相对较小，并且呈现出来的剪切力滞效应更加显著。现场浇筑的箱梁的最终承载能力，包括弯曲和剪切能力，以及正常运行极限状态下的断裂阻力和变形率的计算，都符合公共桥梁法规中规定的允许值。

6 结语

为提高主线预应力混凝土梁箱高架桥施工质量，本次研究以真实项目为例，开展主线高架桥预应力现浇混凝土箱梁纵向应力分析。通过对一主线高架桥箱梁结构进行设计，选取主要材料进行施工，并对其纵向应力进行分析与研究，验证所铸造箱梁的最终承载能力，以及在正常运行极限状态下的抗裂和变形挠度指标均符合通用桥梁规定的允许值，由此可说明采用设计结构可提高主线预应力混凝土梁箱高架桥的施工质量和安全性。

参考文献：

[1] 张永强 . 高架桥现浇箱梁施工工艺以及质量控制分析 [J]. 中国住宅设施 ,2023,236(01):121-123.

[2] 王有国 , 李铃灿 , 黄东 , 等 . 城市高架桥预应力混凝土现浇连续箱梁承载能力检算分析 [J]. 智能建筑与智慧城市 ,2022,313(12):10-12.

[3] 张月超 , 吕金辉 , 李支彬 , 等 . 软土地基区域基坑开挖施工对轻轨高架桥结构的影响分析及变形监测 [J]. 天津科技 ,2022,49(10):74-78.

[4] 李嘉 , 刘伟 , 蔡伟 . 城市高架桥混凝土防撞护栏“四模块”精细化施工技术 [J]. 浙江交通职业技术学院学报 ,2022,23(03):12-15,32.

[5] 李沙 , 何俊 , 易毅 , 等 . 高层钢筋混凝土框架结构预制柱灌浆施工质量研究 [J]. 建筑科技 ,2022,06(03):112-114.

大坝监测系统智能化技术研究

郑丽萍

（华能澜沧江水电股份有限公司苗尾·功果桥水电厂，云南 大理 672708）

摘　要　如今科学技术发展迅速，各种新型的检测设备层出不穷，在大坝监测系统中，对其安全系数的要求越来越高，对其安全监测的内容范围越来越广，不仅仅局限于以往传统的大坝监测安装系统，而是要全面实现大坝监测系统技术的智能化发展。基于此，本文首先阐述了大坝安全监测自动化的发展历程，其次阐述了监测自动化的关键技术以及自动化系统智能感控的提升技术，最后解释了智能化信息采集等技术，以期为同行业人员提供参考。

关键词　大坝监测；自动化系统；智能化技术

中图分类号：TP29　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0055-03

智能水利系统利用无线终端设备来识别各种信息，并且通过互联网等多媒体技术来跟踪、定位各种信息，实现多方面信息的传播与交流。并且把水利大坝信息监测系统与云计算机等新进的技术相融合，可以对水利大坝监测系统进行智能化管理，有效地实现了大坝监测信息的资源共享[1]。大坝监测系统智能化技术是水利信息化发展的一个重要方向，利用大坝上的各类传感器以及各类数据收集设备，实现大坝的各项物性参数的实时监测，并且提供的监测数据可以对大坝安全监测系统运行进行精细化的调控，帮助管理者对大坝的安全运行做出更为科学合理的决策，与此同时，还能够使数字大坝逐步向智能大坝方向发展。

1 大坝安全监测自动化发展历程

四川省龚咀水电站于1980年建成首台大坝安全自动监控系统，为中国大坝安全监控系统的研究与应用奠定了基础，智能化技术的大坝监测系统应用而生。

20世纪90年代以来，随着现代科学技术特别是电子学技术的飞速发展，我国许多大中型水电厂对自动化改造的强烈要求，促使大坝监测系统朝着智能化方向发展。在自动控制系统体系结构上，已由集中式和混合式两种较简单的结构向更为复杂的分布结构发展；在软件上，除了实现对日常监测资料的自动收集外，还引进了多种模式的方法，对数据作了进一步的分析。在此期间，所建立的自动化系统已初步实现对数据的自动化采集与分析，但其可靠性与稳定性仍有待提高。

21世纪之前，大坝安全监测系统得到了大幅度的进步。在数据采集上，实现了自动检测和控制设备的模块化和智能化；在数据处理上，实现了离线的综合分析，测量值的异常测点检测以及监控和预警。通过对大坝监测自动化技术的改进与完善，使其具有较好的兼容性、稳定性和实用性。在此期间，已建成具有典型意义的大型自动监测系统，如小湾水电工程自动化监测系统、黄河小浪底水库自动化监测系统。

我国自2010年以来，陆续有大型水力发电厂建成投产，相应也进入了大坝安全监测自动化系统建设的高潮。尤其是“南水北调”和“三峡”等水利工程的自动化监测系统的建成，表明中国的自动监测系统已经进入了成熟和应用的阶段。

2 监测自动化关键技术

2.1 采集控制

测量控制单元（MCU）是监测系统中的核心设备，它承担着传感器信号采集、数据传输和数据存储等多方面的作用[2]。测量通道的复用性、测值稳定性、采集时间、采集方式等直接关系到自动化系统的运行状态。南瑞公司的DAU3000型数据采集装置可以与各种电测传感器进行混联，采用完整的并联体系结构，对设备状态、供电电源及工作环境进行实时监测[3]。

2.2 通讯传输

通讯传输是将测控设备与监控设备联系起来的一个重要环节，它既包括无线传输也包括有线传输。其中移动网络、卫星通讯、网桥等技术被广泛应用于无线传输；光纤等技术被广泛应用于有线传输[4]。对于一个特定的工程项目来说，往往是将各种通讯方式结合起来，形成通讯网络。苗尾电厂的表观控制系统采用以太网的星形架构，并通过无线网桥实现对基准站的通讯；机器人的测量工作是由两条电缆连接到光端机，然后由光纤传送到中央站。

2.3 管理系统

管理系统是监测自动化系统向使用者提供的一个窗口，使用者可借此完成对使用者的采集与控制、数据管理与预报预警。当前，每一个项目、每一个监测单位、每一个管理部门都有各自的监测管理体系。在大坝监测工程建设的各个阶段，其监控和管理的侧重点都是不一样的。其中，自动启动、自动生成报表、模型分析和预警预测等是本系统的主要功能。

3 自动化系统智能感控提升技术

3.1 测站环境感知与反馈

当前，影响台址长期稳定性的主要因素是测站安装点的实际工作环境。为了避免大坝智能化安全监测系统出现意外，必须在有关指标不满足安全操作要求或者有很大危险的情况下，能够立即开启智能化的自动预警模式，实现大坝监测系统自我保护功能。所以，监测站点的工作环境是进行相应的保护和预警的先决条件。

3.1.1 测站箱体密封及内部环境监控

大坝安全监测智能化、自动化系统的传感器通过了生产厂家的多项严格检测，能够适用于不同的工作环境[5]。由于受现场环境的制约，传感器电缆从引出孔插入时，往往得不到良好的密封性。在真实的使用过程中，由于温度、湿度等因素的影响，大坝监测系统保护箱内部的环境也会随之改变。在较高的温度和湿度下，会引起水汽在板面上凝结，在低于0摄氏度时，板面可能结冰。高集成度电子学芯片的针尖间距极窄，在外部粉尘和湿度的联合作用下极容易造成针尖间的短路，从而造成多种无法预测的异常复位、重启和掉电等现象。为了尽量防止上述情况的发生，一方面要对电路板进行三道防护，使用高性能硅橡胶密封环，并对机箱进线口进行密封处理；另一方面也可采用温湿度传感器来实时监测DAU箱内的微环境参数，当DAU箱内的温度最后降低到设备运行的预警标准时，就会自动地将加热装置启动，如果DAU中的湿度过高，那么就会自动地将除湿风扇打开，在DAU箱内的水分恢复到正常状态后，则自动关闭除湿装置。该方法能够有效地改善仪器的工作环境，防止数据采集模块中的部件受到不可逆的损伤，增强大坝安全监测自动化系统对环境的适应性。

3.1.2 测站箱体内部进水监测

当出现突发事件时，设置在坝体特定位置的DAU箱会因局部水位升高而被淹。所以，一方面要求有关的箱体要有一定的防水能力；另一方面还可以在这些灵敏的DAU盒中添加一个被水浸泡过的传感器监控装置。一旦机箱内部出现积水或渗水现象，维修人员就可以立即采取措施，避免机箱内部的电子设备因水而损坏。

3.1.3 测站定位及防盗监控

在实际大坝安全监测工作中，许多DAU仪器都是在露天条件下使用的。另外，大坝周围人员流动较大，其周围的真实环境较为复杂，为了避免人员的活动对设备造成不必要的破坏，可以在保护箱的门上安装一个门磁装置，监控箱门的开启和闭合情况，保证箱门一直处于关闭的状态。在较高的安全性要求下，也可设置物位监测设备，并嵌入相应的定位模组，以便定时查看或汇报自身的位置，监视DAU是否被人为移动或遭到破坏。

3.2 DAU状态感知与反馈

DAU作为大坝安全监控智能化系统的核心部分，其性能好坏将直接关系到大坝安全监控系统能否正常运行。利用电子器件对堤坝进行实时监测，能较好地了解堤坝值班工作的基本情况。

3.2.1 对无线信号强度及链路的监控

如果是无线通讯，则可以检测出信号的强度，并在值班等待或远距离报数之前发送相应的检测无线链路的状况，如果信号是正常的，则可以采取相应的措施，如果信号不够强或者是无线通讯链路是异常的，则可以采取重连的措施，也可以采取延迟措施。在具体的应用中，不影响系统的正常运行的情况下，可以使用通讯接口分路器来监视有关的通讯通道。为了避免在使用GSM、CDMA、LTE等无线公网通信时，由于SIM卡欠费而被运营商终止服务，最终导致检测数据丢失，在智能化控制系统的管理软件中，通过对通讯卡剩余电量的实时统计，使用户能够及时对通讯卡进行充值，从而保证通讯一直处于良好运行的状态。

3.2.2 对有线通信链路状况的监控

当水坝监控资料采集器采用有线通讯模式进行网络联接时，便可利用跳包进行网络状态检测，并与相应的电源监测装置一起，通过监测光收发器和RS-485通信转换器的电源，实现了对各个通讯节点装置的运行情况的实时监控。

3.3 采集模块智能化

DAU中的数据采集模块完成了对大坝安全智能化监控系统数据的采集、存储以及上传等功能，它是整个自动化系统中最为关键的一环。所以，通过对其进行智能化改造能够提升整个系统的智能化程度，从而避

免监测数据的丢失，提升数据的质量。

3.3.1 数据采集模块本身可以进行多功能通用化设计

采集模块可以对各种传感器输出的电压、电流、开关量、数字量等各种物理量进行采集。在大坝安全监测智能化控制系统中，所使用的传感器种类较多，而在过去的工作中，一般都是采用一种传感器来配合某一种测试板才能进行数据读取，这是一种很大的浪费，而且还不便于维护。一般情况下，因为一些特别的设备都会有一个专用的数据采集模组，因此模组中的其他通道都是空闲的。在完成通用化的功能后，在同一检测模块中可以实现多台设备的同步读出，实现设备的智能化访问，实现了资源的节约使用。在具体电路设计上，通过在共用信道后端分别为各种物理量的测量设计独立的分析处理电路，对不同类型的仪表进行保护，达到对各种传感器均可进行检测的目的。

3.3.2 数据采集模块内部可做智能化管控

在数据采集模块内部时刻控制着电源的输入，当不用的时候，电源就会被切断。在低功耗待机时，核心微处理器可以激发相应的端子打开，可以通过主动调低主频或切换到低频晶振来减少功耗，并在收到相应的中断信号后将其唤醒，使之恢复正常工作。在满足有关性能要求的条件下，对每个电路的功能模块都要尽量选用低功耗的芯片，以达到最大的节能效果。

3.3.3 数据采集模块可智能控制通信电路模块工作方式

当DAU的数据采集模块以无线通信的方式报道数据时，可以通过它来控制与之相对应的通信电路的工作模式，从而做到节能降耗。当要报告数据时，通讯线路就会启动或叫醒，再由网路传送资料。在传送结束后，由中央采集计算机将对应的命令发送给采集模块，以实现对通讯电路的关断或关断的控制。在睡眠状态下，中央采集器可通过遥控方式唤醒相应DAU内的通讯电路。在重大情况下，DAU必须具有多通道传输功能，能够依据特定通道的信号强度实现相应的开关，从而保证监测数据被安全、可靠地传送到相应的采集计算机。

4 智能化信息采集技术

4.1 传感器技术

如今大坝安全监测传感器不断发展，具有精度高、成本低等优势特点。采用微机电系统（MEMS）技术研制的温度、压力和角速度等传感器，能够在毫米量级的特征尺度上实现常规力学传感器无法达到的性能。

4.2 微电子技术

随着微电子技术的发展，高集成度芯片的数据处理能力得到了极大的提升，将温度、振动等传感器集成到芯片中，可实现对DAU内部微环境的实时监控。基于此，研制的大坝信息采集系统可采集多种传感信号，选择通信模式植入智能算法，并可对工程进行实时监控。

4.3 无线通信技术

未来大坝安全监测系统智能化技术的发展方向是开展低功耗的无线通信技术，该技术为大坝安全监测系统提供了便利，具有很好的发展前景。在选择无线通讯模式时，最重要的是考虑数据传送的距离以及数据传送所需的带宽。当前，业界中使用最多的是ZigBee、LoRa、Microwave等无线局域组网技术，以及GPRS、CDMA、LTE等无线广域网组网技术。在对与数据采集系统相匹配的无线网络进行设计的时候，要在充分考虑信号强度及兼容性的前提下，对供电方式和功耗需求进行重点考虑。

5 结语

在云计算、大数据收集等技术的持续推动下，无论是硬件还是软件，都有望向更加智能化的方向发展。将以上技术应用到大坝安全监测智能化、自动化系统中，可以有效地提高该系统在各个环境下的适应能力，进而有效地开展大坝监测系统的智能化技术。所以，在部分已经投入使用的大坝安全监测系统的软硬件中，可以对缺少的监测数据和质量展开全面的监测，并自动判断出故障的位置和类型，从而降低对管理者的依赖程度。在该项目的实施过程中，有些优化改进措施收到了很好的效果，值得进一步推广。

参考文献：

[1] 肖晗，周清勇．高店水库大坝监测设施运行性态评价[J]．内蒙古水利，2023(01):66-67.
[2] 张斌，史波，陈浩园，等．大坝安全监测自动化系统应用现状及发展趋势[J]．水利水电快报，2022,43(02):68-73.
[3] 杨宁，卢正超，乔雨，等．乌东德水电站施工期大坝安全监测自动化[J]．水力发电，2021,47(11):113-117.
[4] 王茁霖．某水电站大坝监测数据自动化处理系统设计[J]．水电站机电技术，2021,44(05):27-30.
[5] 黄振敏．水库大坝安全监测自动化系统的应用[J]．电子技术与软件工程，2020(17):113-114.

油库自动计量应用的问题及改进措施

王 丰

（中国石化销售股份有限公司江苏淮安石油分公司，江苏 淮安 223001）

摘 要 目的：石油库存计量在能源管理中至关重要。本研究关注油库自动计量应用中存在的问题及改进措施。现有计量系统可能存在误差、不稳定性。本研究旨在提高计量精确性。方法：通过文献综述和案例分析，发现问题源于传感器校准和数据传输。为解决此问题，可采用多传感器融合技术的办法研究。结果：实验结果表明，改进后的系统精度显著提高，误差降低至可接受范围。改进技术有效地解决了计量问题，提高了油库管理的可靠性。结论：本研究的意义在于为油库自动计量领域提供实际可行的改进方案，有助于提升能源管理水平，减少资源浪费。

关键词 油库；自动计量；传感器；数据采集；环境因素

中图分类号：TE8 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0058-03

在当今高度信息化和自动化的时代，油库自动计量应用在石油储运领域起到了至关重要的作用。然而，随着技术的不断进步和油库规模的扩大，自动计量应用也面临着一些问题和挑战。其中，传感器精度与稳定性、数据采集与处理、环境因素影响、设备维护与更新困难以及安全隐患与信息保护等方面的问题尤为突出。

1 油库自动计量技术概述

油库自动计量技术作为一种应用广泛的现代计量手段，对工业生产和能源领域的发展至关重要。传统的油库计量手段存在着精度低、效率低、易受人为因素影响等问题，而自动计量技术的出现为这些问题提供了有效的解决方案。其基本原理是利用传感器、计算机和网络通信技术，实现对油品、液体和气体等物质的自动监测、采集和处理，从而实现精确计量和数据实时传输。通过这种方式，自动计量技术不仅提高了计量精度和效率，还减少了人为操作误差，保障了工业生产和能源领域的安全与可靠性[1]。

2 油库自动计量深化应用中的问题

2.1 传感器精度与可靠性问题

传感器的精度与可靠性问题一直是影响自动计量系统性能的主要障碍。传感器的精度直接影响计量结果的准确性，而长期运行可能导致传感器老化和故障，降低了自动计量系统的可靠性。在传感器精度方面，受到环境温度、湿度、压力等因素的影响，传感器可能产生漂移或偏差。特别是在极端环境条件下，如高温或低温、高湿度等情况，传感器的性能可能更加不稳定，影响计量的精度。此外，传感器的标定和校准也可能存在问题，如果不及时进行标定和校准，可能导致计量数据的不准确。在传感器可靠性方面，长期运行可能导致传感器老化和损坏，从而降低自动计量系统的可靠性。

2.2 数据采集与处理的准确性问题

数据采集过程可能受到环境因素的影响，如电磁干扰、噪声干扰等，导致数据的漂移或失真。特别是在工业生产环境中，可能存在电气设备、机械设备等产生的电磁干扰，影响计量数据的采集。另外，数据采集系统可能存在故障或不稳定性，导致数据采集不完整或中断，影响计量数据的准确性。此外，数据传输过程中也可能存在数据丢失或传输错误，进一步影响计量数据的准确性。数据处理过程中也存在准确性问题。自动计量系统采集的原始数据需要经过处理、计算和校验，得到最终的计量结果。在数据处理过程中，可能存在算法错误、计算误差等问题，导致计量结果的不准确。

2.3 环境因素对计量结果的影响

温度、湿度和压力等环境因素可能会影响油品或液体的密度、体积等物理性质，从而影响计量结果。特别是在油库自动计量过程中，液体和气体的温度可能发生变化，导致计量数据产生误差。此外，环境中的杂质和颗粒可能会影响传感器的性能，导致传感器的精度下降，进而影响计量的准确性。另外，环境因素还可能导致计量系统的机械损伤和设备故障。例如，高温环境可能导致传感器和计量设备的老化和损坏，影响计量系统的稳定性和可靠性。而恶劣的气候条件，如强风、暴雨等，可能导致设备受损或计量数据丢失。

2.4 设备维护与更新困难问题

设备维护是保障自动计量系统正常运行的重要环

节。然而，由于油库自动计量系统通常是安装在较为隐蔽的位置，设备的检修和维护可能较为困难。特别是在大型油库中，设备的维护可能需要进行频繁的人工检查和维修，增加了维护的难度和成本。另外，设备的更新与技术升级也可能面临一些困难。油库自动计量技术处于不断发展和创新的过程中，新技术的引入和旧设备的淘汰是必然趋势。然而，设备的更新可能需要更换整套系统，包括硬件和软件，这需要投入大量的资金和时间，可能对油库的生产和运营产生一定的影响。

2.5 安全隐患及信息安全问题

油库自动计量系统中涉及大量的传感器、计算机和通信设备，这些设备可能面临物理安全威胁。例如，设备可能遭受恶意破坏或盗窃，导致计量数据丢失或篡改。特别是在一些偏远地区或安全风险较高的地区，这种威胁可能更加突出。另外，信息安全问题是油库自动计量应用中需要重视的问题。自动计量系统涉及大量的计量数据和运营信息，这些信息可能受到黑客攻击和数据泄漏的威胁。如果计量数据被篡改或泄露，可能对油库的生产和运营产生严重影响[2]。

3 油库自动计量深化应用的改进措施

3.1 提升传感器精度与稳定性

首先，传感器的品牌、性能、技术指标等要素需要仔细考虑。优质的传感器通常具有更高的精度、较低的误差率和较长的使用寿命。选择适合应用场景的传感器类型，如压力传感器、温度传感器、液位传感器等，能够提供更全面的计量数据，提高计量系统的可靠性和准确性。

其次，传感器在生产过程中可能存在一定的生产差异，标定和校准能够消除传感器的偏差，确保其输出的计量数据准确。标定是通过与标准设备对比，确定传感器的输出与实际值之间的关系，校准是根据标定结果对传感器进行调整和修正。定期进行传感器的标定与校准工作，特别是在关键时点和重要工作环节，能够及时发现和纠正传感器的误差，提高计量数据的可靠性。

再次，传感器工作的环境因素，如温度、湿度、压力等，可能会影响传感器的性能和精度。因此，安装环境传感器并实时监测工作环境的变化，能够及时发现并纠正环境因素对传感器的影响。在传感器安装位置选择上，应避免暴露在高温、高湿等恶劣环境下，以降低环境因素对传感器稳定性的影响。同时，通过控制环境温度、湿度等参数，维持适宜的工作环境，有助于提高传感器的稳定性。

最后，建立反馈机制与数据质量评估体系也是重要的改进手段。通过建立员工和用户的反馈机制，可以收集实际应用中出现的问题和异常情况，及时解决技术故障和数据异常。同时，建立数据质量评估体系，对计量数据进行定期的质量评估，及时发现数据偏差和问题，确保数据的可信度。在技术维护方面，制定科学的维护计划，包括传感器的定期检查与校准，设备的清洁与维护等，能够保证设备的稳定运行，从而提高计量数据的准确性和稳定性。另外，随着技术的发展，新一代的设备和软件往往具备更高的精度和性能，能够提供更准确和稳定的计量数据。因此，定期更新设备和软件，跟进技术的最新进展，是提升计量数据质量的重要手段之一。

3.2 进行数据采集和处理优化

首先，选择高质量的数据采集设备，如传感器、仪表等，能够提供稳定且精确的计量数据。不同类型的数据采集设备需要针对性地选择，并满足油库不同计量需求。在设备的安装和布置上，考虑到数据采集设备的稳定性和避免干扰，选择适宜的位置和环境，以保障数据采集的准确性。

其次，数据处理算法需要根据不同的计量需求和数据特点进行优化，确保数据的准确性和实时性。针对不同类型的计量数据，可以采用不同的处理算法，如滤波算法、插值算法等，以降低噪声和误差，提高数据的精确性。同时，采用先进的数据处理技术，如人工智能、大数据分析等，对数据进行深度挖掘和分析，为优化生产和管理决策提供有力支持。

最后，数据传输通信需要确保数据的及时传输和完整性，以便及时了解油库的运行状态和计量数据。采用高速、稳定的数据传输通信方式，如无线通信、云计算等，能够实现数据的实时共享和远程控制。同时，加强数据传输的安全保护措施，采用数据加密、身份认证等手段，保障计量数据的保密性和安全性[3]。

3.3 监控和控制环境因素

首先，环境传感器可以实时监测油库内外的温度、湿度、压力等环境参数。环境传感器的选型要考虑传感器的精度、稳定性和适应性，以确保其能够准确地监测环境参数的变化。传感器的布置位置也需谨慎选择，确保其能够覆盖到关键区域，如油罐、管道等，同时避免暴露在恶劣环境下，以防影响传感器的工作稳定性。

其次，数据监测可以通过数据采集系统和监控系统实现，以便及时获取环境参数的变化情况。数据分析则需要采用适当的算法和技术，对数据进行处理、

筛选和预测，以识别环境因素对计量系统的潜在影响。通过数据监测与分析，能够及时发现环境因素的异常变化，为后续的环境控制提供依据。

最后，自动化调节与校准。一旦发现环境因素的异常变化，可以通过自动化调节来控制环境参数恢复到稳定状态。例如，通过自动调节加热系统或冷却系统来控制温度，通过自动调节湿度控制系统来控制湿度，以保持环境参数的稳定。此外，当环境因素对计量系统产生较大影响时，可以进行自动校准，通过与标准设备对比，对计量系统进行调整和修正，确保计量数据的准确性和稳定性。

3.4 设备维护与更新改进

首先，建立健全的设备维护管理制度，明确设备维护的责任和流程，确保设备维护工作的规范性和及时性。在设备维护管理中，可以采用计划性维护和故障性维护相结合的方式。计划性维护是在设备正常运行状态下，按照一定的周期进行检修和保养，预防设备的故障和老化。故障性维护则是针对设备出现故障时的紧急维修和处理，以最快速度将设备恢复到正常工作状态。通过设备维护管理，能够降低设备故障率，延长设备寿命，提高设备的稳定性和可靠性。

其次，预防性维护。预防性维护是在设备正常运行状态下，通过定期检查、保养和更换易损件，提前发现和排除设备存在的潜在问题，以防止设备出现严重故障。预防性维护需要根据设备的运行特点和工作环境，制定详细的维护计划和维护方案。例如，清洗设备内部的杂质、检查设备的连接和固定等，能够有效减少设备的故障率和提高设备的稳定性。

最后，及时进行设备更新。随着科技的不断发展和设备技术的更新换代，设备的性能和功能不断提升，同时旧设备的运行效率和可靠性可能逐渐降低。因此，设备更新是必要的，能够提高设备的性能和使用寿命，保持计量系统的先进性和竞争力。设备更新策略需要结合油库的实际情况和发展需求，制定设备更新计划和预算。在设备更新时，需要选择先进的设备技术，确保新设备与原有系统的兼容性，避免因设备更换而带来的生产中断和数据丢失。

3.5 加强安全措施与信息保护

首先，在油库自动计量系统中，通过采用强大的加密算法，对传输和存储的数据进行加密处理，可以有效地防止数据在传输和存储过程中被窃取或篡改。同时，建立严格的权限管理机制，确保只有经过授权的人员可以访问特定的数据，从而降低未经授权访问造成的数据泄露风险。

其次，通过设定不同层级的访问权限，限制员工只能访问与其职责相关的数据，有效避免敏感信息的泄露。此外，建立审计机制，记录数据访问和操作的日志，能够追踪数据的使用情况，一旦发现异常操作，可以及时采取措施进行处理。

再次，员工培训与意识提升也同样重要。通过开展数据安全意识教育培训，使员工了解数据安全风险和保护措施，增强他们的信息安全意识。员工需要明白他们在数据处理中的责任和义务，以及不当操作可能带来的严重后果，从而更加谨慎地处理数据[4]。同时，选择安全性较高的硬件设备，能够有效地抵御硬件级别的攻击和恶意操作。此外，建立网络隔离，将计量系统与外部网络隔离开来，能够减少外部攻击和入侵的风险，确保数据在受限环境中流通。针对突发情况，制定紧急情况下的处理流程，包括数据泄露、攻击事件等，能够帮助企业迅速应对突发情况，降低损失。

最后，遵守相关的隐私保护法律法规是数据安全与隐私保护的基础。根据不同地区的法规要求，明确数据收集、存储、处理的权限和限制，确保数据的合法合规性。

4 结语

本文探讨了在改进油库自动计量应用的过程中，传感器精度与稳定性、数据采集与处理、环境因素影响、设备维护与更新困难以及安全隐患与信息保护等方面的问题，并提出了相应的改进措施。这些措施的实施将有助于提高自动计量系统的稳定性、可靠性和准确性，优化油库计量过程，提高生产效率和安全性。改进油库自动计量应用不仅仅是技术层面的问题，更需要各方的共同努力和持续投入。油库管理者应重视技术创新和设备更新，加强设备维护与管理，确保设备的长期稳定运行。同时，加强员工培训和安全意识教育，提高员工的安全意识和信息保护意识，减少人为因素对计量数据的影响。

参考文献：

[1] 李剑平 . 中航油油库计量管理提升的研究 [J]. 化工管理 ,2021(36):187-188.

[2] 刘北 , 田赤勇 , 王云峰 . 基于 SCADA 的成品油管输自动计量系统的开发与应用 [J]. 石油化工自动化 ,2021,57(04):26-30.

[3] 张博书 . 油品储罐自动计量系统研究与应用 [J]. 安全、健康和环境 ,2020,20(10):22-25.

[4] 欧才能 . 浅谈新型油罐自动计量系统应用过程中的问题 [J]. 工业计量 ,2020,30(05):87-89,95.

物联网技术在生物育种中的实施探究

高　瑾

（山西工程科技职业大学信息工程学院，山西 晋中 030031）

摘　要　信息技术不断发展，物联网技术在生物育种中得到了广泛运用。目前，这项新技术已经成为推动农业现代化进程、促进经济可持续增长和提高人类福祉的重要手段之一。通过使用物联网技术来监控和收集基因资源，可以帮助科学家更加有效地研究生物学问题。借助物联网技术，研究者可以更好地监测植物生长情况并及时得到相关信息，从而更好地为农民提供准确、全面的指导，因此，使用物联网技术将使农业产业获得更大的发展。

关键词　物联网技术；生物育种；田间种植实验；实验室研究；生物安全

中图分类号：Q-3；TP393.03　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0061-03

目前，物联网已经广泛应用于农业、医疗和工业等领域。这为其提供了一种新的生产方式和管理模式，有助于提高企业经济效益和竞争力，越来越多的人意识到利用物联网技术进行基因资源的管理具有巨大的潜力。此外，物联网还有助于提高生物医学研究的效率和准确性。实施物联网技术对提升农业产量有着重大意义。

1 相关概述

1.1 物联网技术

物联网是一种将传感器、智能设备和互联网连接起来的新型网络，可以通过各种方式与其他系统交互，实现信息共享。能够对大量数据进行实时处理的互联网技术，通过传感器与计算机、通讯设备相结合来感知和分析信息。不仅可以精确地监测农作物的生长状况，可以在农作物出现异常时采取及时有效措施，还可以预测未来农产品的产量和质量等指标，能够有效提高生物育种效率。传统农业生产受到人工成本高、自然风险大等因素的限制，利用物联网技术进行生物育种能大大提高农业生产率。

1.2 生物育种中实施物联网技术的优势

生物育种中实施物联网技术有诸多优势：一是可以实现远程监控。通过实时监测植物生长状况，并利用传感器和网络技术进行数据分析和处理，利用物联网技术可以更好地管理和监测农业生产环境中各种因素的变化情况，从而有效避免作物减产、农药过量使用以及环境污染等问题的发生。二是可以降低管理成本。由于物联网技术能够对农业生产过程进行全面、精准的监控，大大提升了管理人员的工作效率，使传统人工管理方式变得更加高效、便捷。三是可以提供更准确的信息报告。通过对作物各期生长数据的分析，不仅可以得到准确的产量评估结果，还能为农作物种植决策提供可靠依据。四是通过物联网技术能够帮助农民了解更多关于农作物病虫害防治知识，提高农作物抵御病虫害侵袭的能力。五是在物联网技术支持下的农业温室大棚能减少能源消耗和二氧化碳排放，实现低碳环保的目标，物联网技术还为企业提供了一个全新的市场平台，使其更加高效地为消费者服务[1]。

1.3 物联网在农业领域的应用

物联网技术在农业领域的应用包括农产品信息追溯、农产品质量安全监控和农业生产管理等方面。利用物联网技术可以实时监测农作物生长状况，分析土壤湿度变化情况，预测病虫害发生时间与强度，并根据农作物自身特点制定相应防治方案，有效地提高农作物产量和品质。

此外，通过对农产品中农药残留量进行检测和控制，还可实现农产品产品质量监督体系建设，为消费者提供更好的食品安全保障。物联网技术在农业领域的应用主要有三个方面：一是用于监控农作物生长环境，如土壤、水和空气。二是通过远程控制作物生长过程，实现对农作物生产全过程进行全面监测和管理。三是利用物联网技术开展农产品溯源体系建设。然而，由于不同行业特点、产业链条结构等因素的制约，目前物联网在农业领域还没有得到广泛应用。因此，需要进一步加强物联网产业发展规划、关键技术研发以及产业规模化实施力度，以促进物联网更好地服务于我国现代农业的健康发展[2]。

2 物联网技术在田间种植实验中的应用

2.1 实时环境监测

随着物联网技术的发展，实时环境监测也在不断进步。实时环境监测可以对生物育种过程进行实时监控和管理。通过实时环境监测能够及时地发现问题并解决问题，由于实时环境监测通常是连续24小时不间断监测，因此能够及时发现各种变化趋势，避免造成损失或浪费。此外，还能为将来生物育种的研究提供宝贵数据资源。实时环境监测还能够对生物育种过程中的各种物理、化学和生物学指标进行连续、系统的检测。这是一项非常重要且具有挑战性的工作，因为要想成功实施物联网技术在生物育种中的应用，需要确保相关数据的准确性和可靠性。目前，国际上已经有一些相关的研究机构正在开展此项工作，但是仍然有很多问题需要解决。通过建立可靠、有效的传感器网络，利用人工智能来提高测量精度，将有助于改善物联网技术在生物育种中的应用效果。

2.2 智能灌溉和施肥

在传统农业生产中，农民们需要根据作物的生长情况来进行灌溉和施肥。然而，由于一些气候条件会造成农作物减产，所以这种方式并非首选。相比之下，使用物联网技术来监控农田环境可以帮助农民更有效地种植农作物。目前，物联网技术已经被应用于许多领域，包括农业、食品加工业和其他行业。使用物联网技术能够准确监测和跟踪农作物的生长状况，从而避免因气候变化而造成损失。此外，通过利用数据来分析农作物的最佳生长时间，还能为农民提供更好的决策依据[3]。

2.3 病虫害监测和预警

病虫害监测和预警是物联网技术在生物育种中实施的一个重要方面。传统农作物防治病虫害主要依靠农药，但由于杀虫剂使用量大、毒性高、环境污染严重等原因，效果并不理想。而利用先进的信息技术手段来监控农产品质量安全，则可以大大提高防控效率和水平。物联网技术在病虫害监测和预警中的应用，可以帮助农民实时了解农作物的生长情况和病虫害的发生情况，从而及时采取相应的防治措施。物联网技术还可以实现对农作物的生长情况进行远程监控，通过图像识别技术可以判断作物的健康情况，是否存在病虫害的侵袭。

通过与数据库和算法的结合，可以实现对作物病虫害的智能分析和预警，及时提醒农民采取相应的防治措施，减少损失。同时，物联网技术还可以实现对农药的使用情况进行监控和管理，避免过度使用和环境污染。物联网技术在病虫害监测和预警中的应用，不仅可以提高农作物的产量和质量，减少农药的使用量，还可以减少人工监测的工作量，提高农民的工作效率。此外，物联网技术还可以实现对农作物生长过程中的其他因素的监测和控制，如灌溉、施肥等，从而实现农业生产的精细化管理，为农民提供更多的决策支持和技术指导，使农业生产更加科学、高效、可持续发展[4]。

3 物联网技术在实验室研究中的应用

3.1 环境模拟和调控

物联网技术在生物育种中的实施是一个复杂的过程，需要考虑很多因素。一是要选择合适的土壤类型和环境条件，不同土壤类型对物联网技术的要求也不同。例如，如果采用酸性或碱性土壤，则应避免使用高浓度化肥或农药，而如果采用中性土壤，则可以适当添加微量元素肥料。二是建立良好的农业生态系统，为了保护农作物免受病虫害的侵害，应建立一种健康、稳定的农业生态体系，还应该注重改善农民生活条件，使其能够更好地利用物联网技术进行农事活动。

3.2 实时数据采集与处理

实时数据采集与处理是物联网技术在生物育种中的实施关键。这一过程需要使用传感器、网络设备和仪器仪表来收集生物体或生态系统中的各种信息，并进行分析和解释。要实现实时数据采集与处理目标，需要建立一个完善的系统架构。为此，相关企业应选择合适的传感器产品，如压力式传感仪、温度传感器等。为了获取大量真实的环境监测数据，还应开发相应的应用软件及数据库管理系统。此外，为确保物联网技术在生物育种中得以成功运用，还需加强对技术人员的培训，使其掌握物联网技术的原理及其实际应用方法。

3.3 远程监控和追溯

物联网技术可以用于远程监控和追溯生物育种过程。这样，技术人员就能够对特定的基因或材料进行研究和评估，并选择最适合其生长、发育的方法。此外，通过对其进行自动化管理，科学家们还能够更有效地利用这些基因资源来开发新产品。使用物联网技术实施生物学中的物联网战略有一些好处。该技术能帮助人们更好地理解自己所获得的知识如何与实际应用相关联。生物遗传学家需要学会在不同领域之间取得联系，以应对不断变化的环境挑战。

4 物联网技术在生物安全方面的应用

4.1 实时监测与预警

物联网技术在生物育种中实施的实时监测与预警功能主要是为了及时了解和掌握种子的生长情况，以便及时发现问题并采取相应措施。这种实时监测包括对环境条件、温度、湿度等多个方面进行监控和调节，从而使种子能够更好地适应自然环境变化。此外，还可以通过图像传输设备将环境信息发送到远程监测站，帮助农户更加直观地了解农作物的长势和发育情况。例如，一些先进的生物技术应用程序可以检测到农作物根部土壤出现异常时发出警报，也可通过光谱分析技术来检测作物内部是否存在有害残留物等有害物质。此外，还可以利用自动化控制系统对植物健康状况进行连续监测，一旦发现异常情况就立即向专家团队汇报，及时采取措施[5]。

4.2 追溯与溯源

随着全球经济的不断发展，人们对食品安全问题日益重视，物联网技术作为一种新兴的检测手段，逐渐被广泛应用于食品安全监管领域。物联网能够自动采集并分析农产品样品数据，为监管部门提供全面而准确的信息。在实施物联网技术的生物育种中，追溯和溯源是两个重要环节。溯源可以帮助企业了解自己产品的生产过程、质量控制水平以及消费者对该产品的反馈情况等信息，而追溯则有助于发现产品质量问题，并及时进行改进。尽管追溯与溯源都十分重要，但是两者之间也存在一些差异。追溯侧重于从原材料开始追溯到最终成品，这意味着产品质量将更多依赖于原材料因素。追溯过程相对比较繁琐，因为需要对所有材料进行逐一检查、分析，并且还可能会遗漏某些成分或其他相关要素，且溯源通常涉及较少人员，成本投入较低，未来，物联网技术将发挥更加重要的作用，促进社会的进步和发展。

4.3 数据共享与协同

数据共享与协同是物联网的一个重要概念，指将大量物品和资源通过互联网连接起来，以实现资源共享、信息交互。这是传统制造业生产方式面临的挑战，也是未来工厂发展的方向之一。应用在生物育种领域中，就是把这些设备上的传感器收集到一起，形成一个网络系统，以便能够对作物生长进行实时监测和控制。这样就可以及时调整施肥、灌溉等操作来提高产量，降低成本。此外，还可以根据农作物的不同成长阶段，提供更加个性化的服务，如针对早熟品种或晚熟品种采取适当措施，对于需要干旱条件下种植的农作物，则要考虑采用水肥一体机，为保证食品安全，还要考虑引入射频识别技术检测食品是否符合安全要求等。

4.4 安全访问和权限管理

在生物育种中实施物联网技术可以通过安全访问来提高生产效率。传统的农业生产模式往往会面临很多问题，如虫害、病虫害等，这些问题都可能导致作物减产甚至死亡。而使用了物联网技术之后，这种情况发生概率将明显降低。此外，应用物联网技术还能有效地保护农作物免受自然灾害的影响。由于很多物理因素对农作物生长有害，所以如果农业灾害来临，人们很难及时发现和控制疫情，这将严重威胁到人民群众的生命安全。然而，随着物联网技术的进步发展，现在已经有一些专家开始使用云计算技术来管理农作物安全。

5 结论

随着科技的不断进步和人民生活水平的提高，物联网技术将在更多领域得到广泛应用，为人类提供更加便捷高效的生活方式。从技术的角度来看，物联网是一项非常重要的信息技术，可以更好地管理农作物生产过程中的各种数据和信息，从而提高农业生产效率。因此，在生物育种领域实施物联网技术能够有效监控农作物生长过程中的各项指标，及时发现问题并采取相应措施。不仅如此，物联网技术还能提供更准确、全面的作物品种信息，帮助农民选择合适的作物品种进行种植。此外，物联网技术也有助于改善农产品市场结构，促进农户增收。总之，物联网技术在植物育种领域具有显著优势，值得大力推广。

参考文献：

[1] 李浩琪.浅谈物联网核心技术及在农业领域的应用[J].广东蚕业,2021,55(02):74-75.
[2] 高立兵,刁鹏.基于物联网技术的湖羊育种管理信息系统的研究[J].科技创新与生产力,2021(02):60-61,65.
[3] 陈天华.物联网技术在南繁育种中的应用研究[J].宁夏农林科技,2021,62(01):67-70,F0002.
[4] 曹艳,胡亮,刘永波,等.四川农畜育种攻关云服务数据中心的设计与实现[J].四川农业科技,2020(12):71-74.
[5] 汪春燕,康莉莉.农业物联网技术应用及创新发展策略[J].数码世界,2018(02):134.

电子招投标在公路工程招投标中的应用

王文飞

（华设检测科技有限公司宁夏分公司，宁夏 银川 750200）

摘 要 科技的不断发展，使得电子招投标在公路工程招投标中的应用越来越广泛。传统的招投标方式存在着时间成本高、效率低等问题，而电子招投标的应用则能够快速、便捷地完成招标文件的发布、投标文件的提交等各项工作。此外，电子招投标还能够提高信息的透明度和可信度，减少了人为干扰和操控的可能性，为公路工程的招投标过程提供了更为公正、公平的环境。因此，本文重点研究电子招投标在公路工程招投标中的应用，以期为公路工程的建设和发展提供更好的保障。

关键词 电子招投标；公路工程招投标；数字化招标平台；招标文件；投标者

中图分类号：U41 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0064-03

电子招投标在公路工程招投标中的应用，为传统招投标方式注入了新的活力与效率。通过数字化平台，招标过程变得更加透明、公正，更容易实现信息共享和沟通，不仅提升了投标者的参与度，还减少了招标周期，缩短了决策时间，降低了成本。同时，电子招投标也促进了公路工程市场竞争，推动了服务质量和项目管理水平的提升。电子招投标的应用，必将为公路工程领域带来更多创新和进步，助力建设更安全、高效、可持续的交通网络。

1 传统招投标方式存在的问题

1.1 信息不透明，容易产生利益输送和不公正现象

在传统的招投标方式中，信息的流通和公开受到限制，往往只有少数人了解项目的具体细节和要求。这种信息不对称容易导致利益输送和不公正现象的滋生。例如，招标者可能会与特定承包商勾结，泄露招标文件以换取回扣或其他利益，从而使得其他潜在竞争者无法公平参与，导致项目合同被不恰当地分配。

1.2 招标周期长，决策时间延迟，增加成本

传统的招投标流程需要经历繁琐的步骤和审批程序，导致招标周期的延长和决策时间的延迟。例如，招标文件的传递、资格审核、标书评审等都需要耗费大量时间和人力资源。这样的延迟不仅增加了企业参与招标的成本，也影响了公路工程项目的启动时间，导致项目进展缓慢[1]。

1.3 缺乏有效的竞争，影响项目质量和管理水平

由于传统招投标方式的准入门槛较高，市场竞争程度有限。通常只有少数大型企业具备足够的资源和能力参与竞标，而中小型企业往往由于种种原因无法进入市场。缺乏有效的竞争机制导致项目选择范围狭窄，缺乏多样性，并且容易出现承包商之间的勾结和垄断。这种情况下，项目质量和管理水平受到影响，可能导致工程质量不达标或者其他不正当行为的出现。

2 电子招投标在公路工程领域的具体应用案例

2.1 数字化招标平台的建设与运营

随着信息技术的飞速发展，电子招投标成为公路工程领域中提高效率、降低成本的重要手段之一。数字化招标平台的建设与运营，为公路工程招标过程带来了许多便利和优势。下面将具体阐述数字化招标平台在公路工程领域的应用案例。

首先，数字化招标平台可以实现招标流程的全程在线化。传统的招标过程需要大量的纸质文件和人工操作，消耗大量时间和人力资源。而通过数字化招标平台，招标文件的编制、发布、提交和评审等环节都可以在线完成，大大简化了操作流程，提高了工作效率。投标人可以通过平台在线查询招标项目信息，下载招标文件，并在线提交投标文件，减少了往返递交文件的时间和成本。

其次，数字化招标平台提供了更加公正透明的招标环境。平台的数据存储和管理确保了投标文件的安全性和机密性，防止了信息泄露和篡改。同时，平台上的招标公告、招标文件、评标结果等信息都可以公开、透明地进行展示，确保了招标过程的公正性。投标人可以通过平台实时查询招标项目的进展和结果，增强了对整个招标过程的监督和参与[2]。

再次，数字化招标平台还提供了强大的数据分析和管理功能。平台上的数据可以进行统计、分析和挖掘，为招标单位提供决策支持和业务指导。通过对历史招标数据的分析，可以为后续招标项目的制定提供参考，优化招标方案和采购策略。同时，平台还可以将投标人的信用记录和绩效评价等信息进行积累和管理，为日后的招标选取合适的供应商提供依据。

最后，数字化招标平台还带来了更高的灵活性和便捷化体验。投标人可以随时随地通过网络登录平台参与招标过程，不再受限于时间和空间。这种在线化的方式不仅提高了工作效率，也降低了参与招标的门槛。同时，平台提供了多种在线交流和互动功能，投标人可以通过平台与招标单位进行实时的沟通和协商，更快速、更准确地答疑解惑，提高了信息传递的效率。

2.2 招标文件的在线发布和管理

招标文件的在线发布和管理是电子招投标平台的核心功能之一，下面将具体阐述其在公路工程领域的应用案例。

首先，招标文件的在线发布使得招标单位能够快速、准确地向广大投标人发布招标信息。传统的招标文件发布方式需要通过邮寄或者柜台领取，耗费时间和资源。而通过电子招投标平台，招标单位可以将招标文件以数字化形式上传至平台，通过在线公告的方式向全网投标人发布招标信息。这样做不仅节省了大量物力和时间成本，还能够吸引更多潜在的投标人参与竞标，提高了招标的竞争度和透明度[3]。

其次，招标文件的在线管理实现了招标过程的高效、规范管理。通过电子招投标平台，招标单位可以将招标文件进行分类、归档和版本管理，方便进行文件的查找和审核。同时，平台还支持对招标文件进行权限管理，只有具有相应权限的人员才能查看和下载相关文件，确保了招标文件的安全性和机密性。此外，平台还提供了在线修改和公告撤回等功能，方便招标单位在招标过程中对文件进行及时的调整和变更。

2.3 投标者的电子注册与资格审核

一方面，投标者的电子注册能够方便快捷地实现投标人的身份验证和信息登记。传统的注册方式通常需要投标人亲自到招标单位办公场所进行注册，耗费时间和人力资源。而通过电子招投标平台，投标人可以通过在线注册页面填写个人或企业的相关信息，并提供必要的身份证明文件的电子扫描件，如身份证、营业执照等。招标单位可以通过平台对投标人提交的信息进行核实和验证。这样做既提高了注册的便利性和效率，又确保了投标人身份的真实性和准确性。

另一方面，投标者的电子注册还可以实现对投标人资质和信誉的在线审核。在公路工程领域，为了确保投标人具备相应的资质和能力，通常需要对其进行资格审核。通过电子招投标平台，招标单位可以要求投标人在线提交相关的资质证明文件，如承包商资质证书、工程业绩证明等。同时，平台还可以根据特定的规定和标准对投标人的资质进行自动或人工审核，判断其是否符合投标要求。这样做不仅提高了审核的效率和准确性，还便于对投标人的信誉和资质进行全面评估。

2.4 电子标书的提交和评审

传统的标书提交和评审通常需要投标人亲自到招标单位办公场所递交纸质标书，并通过一系列人工操作进行评审。而通过电子招投标平台，可以实现标书的在线提交和评审，大大提高了效率和方便性。

首先，通过电子招投标平台，投标人可以在线提交标书。投标人可以将标书以电子文档的形式上传到平台上指定的投标文件上传区域。投标文件可以是以常见文件格式（如PDF、Word等）保存的电子文档，或者通过平台提供的在线编辑工具直接编写。投标人可以按照招标文件的要求，在标书中填写相应的内容，并上传相关的资质证明、技术方案、报价单等附件。这样，不仅方便了投标人的操作，还减少了纸质标书的印刷和邮寄成本，提高了标书的准确性和完整性[4]。

其次，电子招投标平台可以实现对电子标书的在线评审。招标单位可以组织评标专家通过平台对提交的电子标书进行评审。评审过程中，专家可以在线查看和标注标书的内容，进行评分和评价，并记录评审意见和建议。平台还可以提供多人协同评审的功能，使评审专家可以同时对同一份标书进行评审，加快评审进程。此外，平台还支持评审结果的汇总和生成评审报告的功能，方便招标单位对不同标书的比较和选定。

最后，电子招投标平台可以确保标书的安全性和机密性。平台通常会采用先进的数据加密技术和权限控制机制，保护标书的信息安全。只有经过招标单位授权的用户才能查看、下载和评审标书，其他非授权人员无法获取标书内容，有效防止了信息泄露和竞争不公平的问题。此外，平台还会记录用户操作的日志，以便于追溯和审核评审过程的合规性。

2.5 中标结果的公示和合同签订

传统的中标结果公示通常需要通过报纸、公告栏等方式进行，而合同签订则需要双方亲自到招标单位办公场所进行。而通过电子招投标平台，可以实现中标结果的在线公示和合同签订，提高了效率和便捷性。

首先，通过电子招投标平台，招标单位可以在规定的时间内将中标结果公示在平台上。平台会向相关承包商发送通知，告知中标结果已经公示，并提供查看中标结果的链接。承包商可以通过登录平台查看中标结果和相关信息，包括中标者的名称、中标金额、合同签订时间等。这样，不仅减少了传统公示方式的时间和成本，还提高了信息的及时性和透明度。

其次，电子招投标平台可以促进合同签订的在线进行。在中标结果公示后，招标单位与中标者可以通过平台进行合同签订的相关操作。平台提供在线合同模板和签署工具，双方可以在平台上填写和确认合同条款，并通过数字签名的方式进行合同的签署。这样，不仅简化了合同签订的流程，还提高了合同签署的安全性和可追溯性。

3 电子招投标应用面临的挑战与解决方案

3.1 安全与信息保护的问题及应对措施

电子招投标应用面临的一个重要挑战是安全与信息保护问题。在传统的纸质招投标过程中，文件相对容易控制和保护，但在电子招投标中，数据的传输和存储存在风险。为了解决这个问题，需要采取一系列应对措施。

一是建立健全的信息安全管理体系是非常关键的。招投标平台应该采用先进的技术手段来保护用户的数据安全，例如数据加密、身份验证等。同时，平台运营方还应制定合理的权限管理机制，确保只有授权人员才能访问和操作相关数据。二是进行定期的安全漏洞和风险评估是必要的。平台运营方需要与专业的安全机构合作，进行系统的安全检测和评估。通过发现和修复潜在的安全漏洞，保障招投标平台的稳定性和安全性。三是在信息保护方面，平台运营方应建立完善的数据备份和恢复机制。定期对数据进行备份，确保数据丢失时能够及时进行恢复[5]。同时，要制定灾难恢复计划，并进行相关演练，以应对可能的信息安全事件。

3.2 技术支持与培训的需求

电子招投标的广泛应用需要用户具备一定的技术能力和操作经验。然而，很多企业或个人可能缺乏相关的技术支持和培训资源，这成为电子招投标应用面临的挑战之一。

为了解决这个问题，平台运营方可以提供完善的技术支持渠道，例如在线帮助文档、常见问题解答等。此外，可以建立专业的客服团队，通过电话、邮件等方式及时回答用户的技术问题和疑问。同时，定期组织培训和推广活动也是必要的。可以开展线上或线下的培训课程，教授用户如何正确使用招投标平台，以及相关的操作技巧和注意事项。通过培训，提高用户的技术水平和应用能力，推动电子招投标的广泛普及和应用。

3.3 法规政策的制定与完善

电子招投标的应用离不开相应的法规政策支持。当前，一些地区已经出台了相关的法规和政策，但仍然存在不足之处。因此，制定和完善相关的法规政策是电子招投标应用面临的重要挑战。

一是需要进一步明确电子招投标的合法性和有效性。相关部门可以加强对电子招投标的宣传和推广，提高社会各界对电子招投标的认知和信任度。同时，还要建立健全电子招投标的法律责任制度，明确违规行为的处罚措施。二是要加强对电子招投标市场的监管和管理。相关部门应建立健全的监管机构，并明确其职责和权限。加强对电子招投标平台的审查和注册管理，确保平台的合规运营和服务质量。三是要加强与国际标准的对接。目前，国际上已经有一些关于电子招投标的标准和规范，可以借鉴和参考。相关部门可以积极参与国际标准的制定和推广，提高我国电子招投标的国际化水平。

4 结语

综上所述，电子招投标在公路工程招投标中的应用为行业带来了巨大的变革和进步。通过数字化平台，招标过程更加透明、公正，信息共享更高效。招标周期大幅缩短，决策时间大幅减少，成本得以降低。同时，市场竞争激烈，项目质量和管理水平得到提升。然而，电子招投标也面临安全保护和技术支持等挑战。未来，需要政府、企业及相关方共同努力，制定完善的法规政策，加强培训与技术支持，推动电子招投标在公路工程领域持续发展，促进建设更安全、高效、可持续的交通网络。

参考文献：

[1] 沈向秀 . 电子招投标在高速公路工程招投标中的应用分析 [J]. 运输经理世界 ,2023(12):63-65.
[2] 程泓恺 . 电子招投标在高速公路工程招投标中的实践研究 [J]. 运输经理世界 ,2023(06):62-64.
[3] 李维东 . 电子招投标系统在公路工程招标投标中的实践研究 [J]. 活力 ,2022(01):145-147.
[4] 曾智鸿 . 电子招投标系统在公路工程项目的应用 [J]. 黑龙江交通科技 ,2020,43(04):247-248.
[5] 同 [3].

建筑工程造价管理在工程建设中的影响因素与对策

高树磊

（国能黄大铁路有限责任公司，山东 东营 257029）

摘　要　本文深入探讨了建筑工程造价管理在工程建设中的关键影响因素以及应对策略。通过系统分析市场因素、设计因素、招投标因素以及施工管理因素，揭示了这些因素对工程建设的直接影响。在此基础上，提出了全面掌握市场情况、优化设计方案、完善招投标管理和加强施工阶段费用控制等一系列对策。以期为有效应对建筑工程造价管理中面对的挑战提供实际指导思路，从而确保工程项目顺利推进并取得良好的建设目标。

关键词　建筑工程；造价管理；市场因素；设计因素；招投标因素

中图分类号：TU723　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0067-03

在当今高速发展的建筑领域，造价管理作为项目成功的重要保障之一，正日益受到建筑行业的广泛重视。有效的造价管理不仅能够确保项目在预算内完成，还能够影响工程的质量、进度、安全、工期等目标。然而，建筑工程造价管理受到众多因素的影响，涵盖了市场、设计、招投标和施工等多个环节。准确把握这些影响因素，并采取相应的对策，对于实现项目目标具有至关重要的作用。因此，本文将深入剖析建筑工程造价管理的影响因素，提出应对策略，为业界提供有益的指导思路，促进工程建设的可持续发展。

1 建筑工程造价管理在工程建设中的意义

在当今建筑领域，造价管理作为项目管理的核心组成部分，具有重要的战略性地位。首先，精细的造价管理可以确保项目费用的合理分配和利用，避免因不当的资源配置而导致浪费。通过预先项目计划和控制成本，可以有效降低项目的投资风险，避免费用超支问题，从而实现建设目标。其次，造价管理直接影响着项目的质量水平。通过合理的费用控制，项目团队可以更充分地考虑材料选用、工艺流程和施工方法等因素，确保项目在技术、质量上达到预期目标。同时，透明的造价管理过程也有利于监督各环节的合规性，减少低质量材料和施工工艺的使用，提升项目的整体品质[1]。因此，合理的造价管理不仅仅是经济效益的体现，更是项目质量的保障手段。此外，精细的造价管理可以使施工单位更好地协调各方资源，合理分配时间，避免进度延误。通过有效的造价控制和资源规划，可以避免因资金周转不足、材料供应不足问题等而导致的工期延误，确保项目按时交付。因此，在工程建设的各个阶段，精细的造价管理都应被视为优先考虑的任务，以确保项目在资源有限的情况下实现最佳效益，推动建筑行业的可持续发展。

2 建筑工程造价管理在工程建设中的影响因素

2.1 市场因素

市场因素作为建筑工程造价管理中的重要影响因素，直接关系着项目的投资决策和成本控制。建筑市场的波动、供需关系的变化以及政策环境的调整，都会对工程项目的造价产生深远影响。首先，市场价格的波动性使得原材料、人工成本等造价要素难以预测，从而可能导致成本超出预期。其次，不同阶段市场需求的波动也会影响项目资源的配置，进而影响项目造价。例如，建筑材料在供应能够保障时价格可能下降，而在供应匮乏时价格上涨，将直接影响工程的建筑材料成本。此外，不稳定的市场环境还可能导致融资成本的变化，进一步影响项目资金成本。

2.2 设计因素

设计因素在建筑工程造价管理中具有重要影响，工程设计决定了项目的结构、规模、选材等，直接影响了工程的成本。首先，设计的复杂性是一个重要考虑因素。复杂的设计要求通常需要更多的工程资源、专业技术和施工工序，从而增加了工程的成本。例如，非常规形状的建筑物、复杂的结构设计或先进的工艺技术应用可能导致更高的材料和施工成本。其次，设计变更频率也会对工程造价产生直接影响[2]。频繁的

设计变更可能导致工程计划被中断，建筑材料和资源的浪费，以及施工进度的延期。设计变更不仅可能增加额外的成本，还会导致施工单位难以准确预测和控制项目的总成本。最后，创新性的设计对工程造价产生双重影响。创新性的设计可能带来新的材料、技术或施工方法，从而提高了工程效率，降低了成本。

2.3 招投标因素

招投标管理在建筑工程造价管理中具有重要影响。首先，招投标控制对建筑工程造价产生直接影响。招标文件中的技术要求、质量标准和时间节点等要素直接影响了投标方案的设计和成本预测。尤其是质量标准、工期、技术要求过于严苛可能导致项目成本过高，而过于宽松则可能影响工程目标实施。其次，投标环节市场竞争状况对工程造价产生重要影响[3]。投标时的竞争对于投标方的定价决策有直接影响。激烈的竞争可能导致投标方为了争取项目而降低报价，影响项目的成本效益。再次，施工单位在投标策略的选择也对工程造价产生直接影响。不同的投标策略，如低价中标、高质量中标或技术创新中标等，会对工程的成本、质量和进度产生不同影响。投标方在制定策略时需要综合考虑市场需求、项目特点以及自身能力，以确保投标方案能够实现，达到施工单位预期收益目标。

2.4 施工管理因素

建筑工程的施工过程管理是影响工程造价的直接因素之一。从理论到实践的过程是从设计和预算到具体施工阶段的过程。工程的施工过程涉及资源调配、进度控制、人力管理等多个方面，直接影响着项目的成本和质量。高效的施工管理能够优化资源利用、减少工期，从而降低成本、提高质量控制。合理的工程计划和施工方法能够降低变更频率，保障质量。有效的人力协调和沟通则有助于减少人为误差和生产中断，提升效率。施工管理过程中施工技术的应用和发展、施工材料和技术的创新，以及施工过程的简化，都可以在一定程度上降低工程投入。因此，科学的施工管理对于确保工程项目的成本控制和质量达标具有重要作用。

3 建筑工程造价管理在工程建设中的对策

3.1 全面掌握市场情况

在建筑工程造价管理过程中，全面掌握市场情况是确保项目建设目标实现的关键环节。市场的波动性和不确定性直接影响着材料价格、劳动力成本以及项目整体投资，因此，及时而准确地了解市场动态至关重要。首先，定期收集和分析市场材料、人工、机械信息价是掌握市场情况的基础。以建筑材料为例，全球供应链的变化、季节性影响以及地缘政治因素都可能导致价格波动。通过收集供应商报价、监测指数变化等信息，施工单位可以更好地预测建筑材料价格的趋势，为成本估算提供准确依据[4]。其次，密切关注行业趋势和政策动态也是全面掌握市场情况的重要途径。政府政策、环保标准以及技术创新等因素都会直接影响工程建设的造价。例如，新的环保法规可能导致某些传统材料价格上涨，而技术创新可能引入更高效、低成本的替代品。施工单位应按照相关的法规和政府要求，及时调整工程造价和选材方案。另外，充分利用物资供应链也有助于把握市场情况。与物资供应商建立紧密合作关系，可以了解其生产周期、库存状况以及供应能力，有助于在资源短缺时寻找替代方案，避免项目受到不必要的影响。例如，某项目所需特定钢材出现供应短缺时，通过与物资供应商沟通，发现可以采用类似性能的其他钢材，降低了钢材供应压力。因此，通过收集、分析市场数据，关注行业趋势和政策动态，以及建立良好的供应链合作关系，施工单位能够更加准确地预测成本变化，优化资源配置，实现项目建设的目标。

3.2 优化设计方案

在建筑工程造价管理中，优化设计方案是实现造价管理和质量保障的关键。合理的设计方案不仅能够满足项目实施的要求，还能够最大程度地降低材料、人力和时间等资源的浪费，从而实现工程的经济效益和可持续发展[5]。首先，材料选择是优化设计方案的关键环节。合理的材料选择可以在不影响质量的前提下降低造价。例如，选用可替代性能的材料，根据市场价格波动灵活调整材料选用，以及考虑材料的长期维护成本等，都可以在设计阶段实现造价优化。其次，设计合理的结构和布局也是优化设计方案的重要手段。精细的结构设计可以减少不必要的材料和设备的使用，提高构件的受力效率，从而降低造价。合理的布局设计可以减少不必要的施工工序，提高施工效率，提高工程建设效率，进一步降低项目造价。此外，技术创新在优化设计方案中也具有重要作用。新技术的引入可能带来新的设计思路和施工方法，从而提高施工效率，减少资源消耗。最后，设计单位各专业之间的紧密合作也是实现优化设计方案的关键。建筑师、结构工程师、机电工程师等各专业之间的协同合作，能够在早期阶段发现并解决潜在的问题，减少设计变更和

后期成本增加。例如，结构和机电设计的整合可以减少冲突和交叉工作，提高设计效率。通过合理的材料选择、设计合理的结构和布局，引入技术创新以及加强跨专业合作，从而实现工程建设的目标。

3.3 完善招投标管理

招投标阶段的造价管理直接影响了工程的成本核算、合同签订和后续施工，因此，优化招投标造价管理工作具有重要的战略意义。首先，准确的成本核算是完善招投标造价管理的关键。在编制投标报价时，充分考虑工程的各个细节和环节，包括材料、人工、机械设备、运输等费用，以及风险和利润等因素。合理的成本核算能够避免低估项目成本，确保项目在后续阶段有足够的资金支持。其次，明确的合同条款是完善招投标造价管理的保障。招投标过程中的合同条款应明确界定工程的范围、质量、进度、变更等要求，防止后期因合同模糊引发的纠纷。同时，合同中的付款方式、索赔机制等也应详细规定，确保各方权益得到保护。再次，项目的风险评估和管理在招投标阶段也不容忽视。充分分析项目可能面临的风险，如市场波动、技术风险、政策风险等，制定相应的风险应对策略。风险的合理评估和管理有助于预防项目后期因风险导致的成本增加和延误[6]。最后，建立透明的招投标过程和沟通机制是完善招投标造价管理的重要手段。通过准确的成本核算、明确的合同条款、科学的风险管理和透明的沟通机制，施工单位能够在招投标阶段确保项目的经济效益、风险控制和合同履约，从而为项目顺利实施奠定良好的基础。

3.4 加强施工阶段的费用控制

在建筑工程的施工阶段费用控制，应加强标准化造价管理，关键策略在于项目成本控制和质量保障。标准化的工程管理和执行流程有助于减少误差、提高效率，从而实现工程的建设目标。首先，建立明确的施工预算和核算标准是标准化造价管理的基础。施工阶段的预算应详细列出每个施工环节的成本，包括材料、人工、设备、机械和管理等费用，以及可能的变更和一定的风险成本。核算标准应确保施工过程中的成本实际按照预算执行，避免出现成本超支现象。其次，制定标准化的施工工序和施工方法是提高效率的关键[7]。明确的工序和方法可以减少重复工作、降低材料浪费，提高施工效率。例如，在多次相似工程中，制定统一的工序和作业规范，能够减少人员培训时间，降低成本。此外，规范施工记录和报表的生成和管理也是标准化造价管理的重要环节[8]。准确记录施工过程中的材料使用、人工投入、设备运行等数据，及时生成施工报表，有助于实时掌握工程进展和成本情况，及时发现问题，进行调整。最后，加强施工阶段的监督和检查是确保标准化造价管理的关键。建立有效的监督机制，定期对施工进展和成本情况进行检查和评估，发现问题及时采取措施，确保施工过程的标准化执行。因此，通过建立明确的预算和核算标准、制定标准化的工序和施工方法、规范记录和报表生成，以及强化日常监督和检查，施工单位能够有效地减少误差、提高效率，实现工程的经济效益和质量目标的双重保障。

4 结语

综上所述，建筑工程造价管理在工程建设中的影响因素涵盖了市场、设计、招投标和施工等多个方面。针对这些影响因素，本文提出了一系列科学合理的应对对策，为施工单位提供实际指导思想，以应对外部挑战、优化项目建设的资源配置，确保项目的经济效益和质量水平。通过全面掌握市场情况，优化设计方案，完善招投标造价管理工作以及加强施工阶段的费用控制，建筑工程项目能够更好地应对外部环境的变化，提高资源利用效率，实现可持续发展。在建筑行业的不断发展和变革中，有效的造价管理将继续扮演着关键的角色，为工程项目的成功交付和行业的繁荣发展提供有力支持。

参考文献：

[1] 高倩 . 浅析建筑工程造价管理工作中概预算编制的影响因素 [J]. 房地产世界 ,2023(13):82-84.
[2] 董青 . 建筑工程造价管理中的优化措施和创新方法研究 [J]. 科技创新与生产力 ,2023,44(04):77-79.
[3] 陈骏样 . 装配式建筑工程造价管理探讨 [J]. 陶瓷 ,2023(01):167-169.
[4] 张玉霞 . 新形势下建筑工程造价管理创新策略研究——以浙江省龙湖庄园建设项目方案为例 [J]. 中国管理信息化 ,2020,23(18):20-21.
[5] 张梦林 .BIM 技术在农村乡镇建筑工程造价管理中的应用研究 [J]. 现代农机 ,2020(03):32-33.
[6] 亓涵宇 . 论民用建筑工程造价管理与控制措施 [J]. 地产 ,2019(20):66.
[7] 杨昀杰 . 建筑工程项目建设全过程造价咨询管理的思考 [J]. 价值工程 ,2019,38(28):47-48.
[8] 段媛媛 , 王启光 . 试论新时期如何做好建筑工程造价管理工作 [J]. 居舍 ,2019(12):130.

国际科技成果转移转化体系建设的思路与对策研究

孔祥丽，陈学东

（东莞深圳清华大学研究院创新中心，广东 东莞 523000）

摘 要 本文在对国际科技成果转移转化体系的建设意义、国际科技成果转移转化体系建设的问题与原因进行探讨分析的基础上，结合本课题案例单位东莞市国际技术转移中心的实际运行经验，从明确政府职能，营造有利于科技成果转化的政策环境、提升科技成果转化服务能力、加强科技成果转化人才队伍建设、强化科技金融支撑四个方面，对国际科技成果转移转化体系建设的对策进行了探讨研究。

关键词 国际科技成果；转移转化体系建设；政策环境

中图分类号：F204 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0070-03

科技成果的转移转化对一个国家的经济、国防、科学等各个领域的发展都有着极其重大的影响。在当前这种国内面临前所未有的发展机遇和挑战，国际面临以美国为首的西方国家的科技打压和封锁的严峻形势下，我国一方面要做好国内科技成果的转移转化工作，另一方面还要做好国际科技成果的转移转化工作，使之为国家的经济发展、国防、科技腾飞做出贡献。而要做到这些，没有一个完善的国际科技成果转移转化服务体系是不可能实现的[1]。对此，本文以国际科技成果转移转化体系建设的思路与对策为研究课题，结合本课题案例平台东莞市国际技术转移中心的实际运行经验，进行如下探讨。

1 国际科技成果转移转化体系的建设意义

建设一个有利于国际科技成果转移转化的服务体系，将国际科技成果进行有效转移转化，对我国的经济发展具有重大作用。具体来讲：一是有利于搭建一个人才聚集、科技领先的国际化平台，促进国与国之间科技合作与交流，向广领域、深层次、多形式的发展；二是有利于国际科技合作方式的更加灵活，促进国际科技合作参与方的互利共赢；三是有利于国内科学技术人才团队的建设，培养国内新生力量；四是有利于对国内外科技成果资源进行整合，优化技术创新的智力要素，推动企业创新能力的发展[2]。

2 国际科技成果转移转化体系建设的问题与原因

2.1 国际科技成果转移转化体系建设的问题

我国目前的国际科技成果转移转化体系的建设存在两大问题：一是服务体系功能建设与定位存在问题；二是服务体系的管理机制存在问题。

2.1.1 在体系的功能建设与定位方面

第一，体系的服务水平和能力不能适应企业发展的要求。一是科技信息供需渠道单一，没有形成网络全覆盖；二是提供的技术支撑手段单一；三是科技成果评估手段单一；四是专家咨询系统还不够完善；五是在技术转移过程中服务跟不上，包括协调组织技术培训，协调解决各方问题等[3]。

第二，科技成果转移转化的市场开拓能力不强。企业获取科技信息需求的渠道主要有两种：一是通过专题调研获取；二是通过科技信息上报汇总获取。但前者成本高且耗时长，后者往往对企业的承担能力又了解甚少。

第三，科技成果转移转化体系的可持续发展存在困难。主要反映在经费方面，难以实现自我造血及可持续发展。

2.1.2 在服务体系的管理机制方面

第一，现行组织结构的适应能力较差。对外部环境的变化反应缓慢，不利于科技工作者创新创业主观能动性的发挥[4]。

第二，管理体制缺乏科学性。科技成果转移转化服务体系，作为一个科技成果转移转化服务平台，政策依附度比较高，项目管理制度不够健全，权责关系不够明确，市场开拓意识比较欠缺，不能对项目进行系统性、全周期的科学管理。

第三，缺乏科学优化的人力资源管理机制。对现有人员的管理缺乏激励机制和考核机制，工作积极性难以调动[5]。

2.2 国际科技成果转移转化体系建设问题的生成原因

国际科技成果转移转化体系建设问题的生成原因，就其深层次来讲主要有两个：一是科技成果转移转化服务的自身特殊性。科技成果转化服务要求从事科技成果转移转化服务的人员，不仅要具备较高的专业、综合素质，而且还要具备较强的沟通能力，这对一般人来讲是很难做到的；二是科技成果转移转化服务的薄弱环节，主要体现在知识资源网络方面[6]。

3 国际科技成果转移转化体系建设案例简介

本课题研究的应用案例是东莞市国际技术转移中心，该中心成立于2019年4月，是由东莞市科技局委托东莞深圳清华大学研究院创新中心联合其它企事业单位组建的一个独立的、市级综合科技服务平台。其使命是围绕东莞市产业发展需求，带动东莞市相关科研机构及企业开展国际技术转移工作，推动一批跨国技术转移服务机构聚集东莞，吸引一批国际先进技术、人才和项目落户东莞，为加快东莞打造大湾区科技创新、先进制造、人才聚集三大新高地，提供国际化支撑。

该中心致力提供创业孵化、股权投资、产业对接、项目申报、培育加速等全链条增值服务。其主要服务包括：

其一，专业的商业咨询辅导和丰富的投资机构对接渠道，满足不同阶段融资需求。

其二，全方位的入园优惠政策体系，帮助企业匹配和申报各级政府部门的产业、人才专项资金。

其三，建立“政、产、学、研、资、介”深度融合的国际科创生态体系，赋能高科技企业发展。其中：“政”为政府政策支持网络；“产”为产业转化加速网络；“学”为创业辅导培训网络；“研”为国际成果汇聚网络；“资”为金融资本对接网络；“介”为服务机构合作网络。

其四，来自清华等国内外高校的庞大资源网络，开拓国内外合作资源渠道和产学研科技配套服务。目前，境外合作机构主要有新加坡、日本、韩国、瑞士、德国、伊朗、俄罗斯、英国、法国、美国、加拿大、澳大利亚、西班牙等国家和地区。

该中心自成立以来，累计与近50家境外源头创新资源机构建立了联络机制，形成相对稳定、紧密的常态化合作机制；收集入库了300多个国际科技项目信息；举办了一系列高质量、具有一定影响力的科技交流活动；引进了中韩（东莞）经济技术合作服务平台、中德（东莞）工业技术咨询平台、中国（东莞）伊朗高科技中心等15个跨境技术转移合作平台；促成了20余个国际技术项目与本土资源对接；引进了加拿大斑马鱼筛药平台、美国AG膜、澳大利亚正压电动呼吸器等多个国际优质项目落地东莞，取得了较好成果。

4 国际科技成果转移转化体系建设的思路与对策

根据本课题研究存在的上述问题及产生问题的主要原因，再结合本研究课题案例单位东莞市国际技术转移中心进行国际科技成果转移转化的经验做法，本课题的研究思路与对策如下。

4.1 国际科技成果转移转化体系建设的思路

本课题国际科技成果转移转化体系建设的思路是，以科技创新为核心，以自主创新为经济社会发展的根本动力，以市场为导向，构建以科技成果服务机构为连接纽带、大专院校和科研院所为技术支撑、政府和社会创新环境为保障的科技成果服务体系，创建一个利益共享、风险共担、协同发展、合作共赢，“学”“产”“研”为一体的新型合作模式，以便提升企业的核心竞争力，服务于企业的转型升级。具体参见图1所示。

4.2 国际科技成果转移转化体系建设的对策

4.2.1 明确政府职能，营造有利于科技成果转化的政策环境

1. 抓紧做好科研成果转移转化的试点工作，制定科研成果转移转化的激励政策措施，在科技成果的使用、处置和利益分配上，政府相关部门要予以明确；在科技成果转移转化的激励措施方面，政府要对大专院校、科研院所加大业绩考核的力度，对成果显著，业绩突出的专家、教授政府要予以重奖，同时还要对出成果的科研院所、大专院校予以集体奖励；在科技成果转移转化的经费管理和使用方式上，无论是横向项目，还是纵向项目都要用统一标准进行管理。

2. 政府要对科技成果的转移转化搭建平台，创建转化条件。政府要定期召开科技成果发布会，帮助企业实现科技成果对接；对已有的科技成果，政府部门要进行梳理登记，按照不同专业进行分类，按照成果级别分出近期转化和远期转化，并建立科技成果登记台账和科技成果转化台账，实行信息化管理。

4.2.2 提升科技成果转化服务能力

1. 运用现代信息网络平台，建立线下与线上相结合的、区域性科技成果转移转化机制，进行科技成果市场化运作。要充分运用网络平台的作用，开展科技成果信息发布、咨询辅导、挂牌拍卖、融资并购等，引导科研院所、大专院校、国有企业，进行合法正当的科技成果交易转化。

2. 建设一支能力强、服务周到的科技成果服务转化机构，鼓励类似于技术研究中心、技术创新联盟等

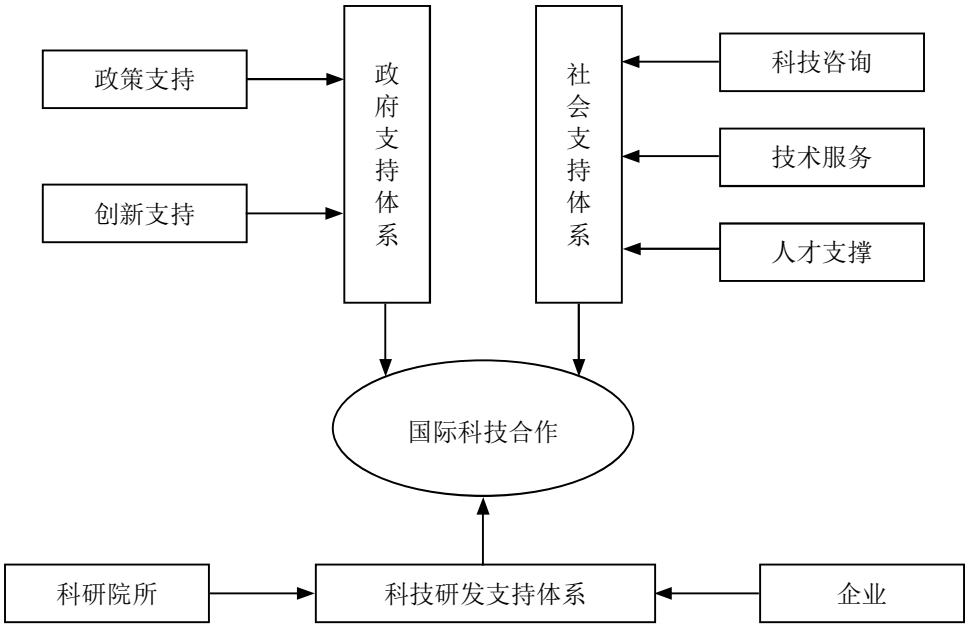

图 1 国际科技成果合作支撑体系

科技成果转化服务机构，面向市场，拓宽服务领域，进行科技成果转化服务，支持有实力的企业大胆应用科技转化成果。

3. 鼓励科技成果服务机构，主动积极地与知识产权服务机构联手，进行专利收藏、存储，开展战略布局，进行市场化营运转化。同时，为了保证科技成果市场化能够以正确的道路开展下去，还可以与第三方检验检测资格认证机构联系，构建一支能力强、技术硬、信得过的资格认证服务平台。

4.2.3 加强科技成果转化人才队伍建设

1. 从规章制度建设入手，制定科技人才培养规划，简化人才引进审批程序，畅通科技人才交流渠道。

2. 建设一支能力强、专业技术水平高的中介服务人才队伍。建议大专院校、科研院所要从战略的眼光出发，从现在起就设立科技成果转移转化的相关课程，培养科技成果转移转化的人才，为社会输送合格的专业服务人才。与此同时，还要建立科技成果转移转化服务业绩考核机制，稳定科技成果转化服务队伍。

3. 开展学术交流和创业大赛等活动，及时发现人才，培养人才，壮大科技成果转移转化的服务队伍。

4. 提高科技成果转移转化咨询的服务质量，要充分发挥专家在成果咨询服务中的权威作用，提高科技成果转化的服务质量。

4.2.4 强化科技金融支撑

具体措施：一是在信贷管理上实行差异化管理；二是在信贷政策的制定和引导上制定相应的政策举措；三是扩大财政引导基金规模，健全成果转化基金、产业投资基金等股权投资体系；四是采取降低风险投资税率、给予补助等多种措施鼓励风险投资。

5 结语

本文在对东莞市国际技术转移中心，科技成果转移转化经验进行总结的基础上，针对当前国际面临的严峻挑战，就如何做好国际科技成果的转移转化工作，探讨了本课题的研究成果，成果转移转化助力产业结构优化升级，提高自主创新能力，增强技术吸收学习能力，提高科技创新整体效益。

参考文献：

[1] 唐晓斌 . 我国国际技术转移体系现状及优化对策分析 [J]. 科技情报开发与经济 ,2007(01):184-186.

[2] 杨登霞 . 基于国际产业转移下广东科技创新战略研究 [D]. 广州 : 广东省社会科学院 ,2017.

[3] 金鹏 , 张昀 , 张继东 . 我国科技成果转化服务体系建设研究与探索 [J]. 科教文汇 (中旬刊),2019(17):1-3.

[4] 杨文君 , 肖春勇 , 路宏峰 . 科技成果转化为技术标准的“一中心、三维度”服务体系探索——记深圳在创建国家科技成果转化为技术标准试点中的先行实践 [J]. 标准科学 ,2021(02):86-89.

[5] 孙九玲 . 关于国内科技成果转化服务体系的研究与探索 [J]. 中小企业管理与科技 (上旬刊),2021(09):158-160.

[6] 杨文君 , 肖春勇 , 路宏峰 . 科技成果转化为技术标准的服务体系探索 [C]// 中国标准化协会 . 第十八届中国标准化论坛论文集 ,2021.

500kV变电站运维的风险与控制措施探讨

朱　森

（国网江苏省电力有限公司宿迁供电分公司，江苏 宿迁 223800）

摘　要　为解决500kV变电站运维的风险与控制措施问题，本文以500kV变电站为例进行研究，分析了电气设备运维和安全管理中存在的不足之处；针对高电压设备的潜在故障和人员安全管理风险，提出了预防性维护和安全培训的措施；讨论了突发事件应对与智能化技术的应用。本文旨在为相关人员提供在500kV变电站运维中的风险防范和应对措施等方面的参考，从而提高变电站运维的安全性和效能。

关键词　500kV变电站；电气设备故障风险；人员安全风险；突发事件风险；安全管理风险

中图分类号：TM63　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0073-03

随着能源需求的不断增长和电力系统的发展，500kV变电站作为电能转换和传输的重要节点，承担着至关重要的角色。然而，随之而来的是运维过程中所面临的风险与挑战。为了保障500kV变电站的安全运行和稳定供电，必须全面了解和有效控制可能存在的风险。本文通过以500kV变电站为例，对电气设备运维和安全管理风险进行研究与分析，以期为相关人员提供有关500kV变电站运维的风险防范和控制措施的参考，从而提高变电站的运行安全性和效率。

1 500kV变电站运维的风险分析

500kV变电站运维涉及多个方面的风险，对这些风险进行分类和评估是确保变电站安全运行的重要步骤。以下是对500kV变电站运维可能面临的风险进行分析和评估的概述。

1.1 电气设备故障风险

500kV变电站的电气设备是供电系统的核心组成部分，潜在的故障可能导致停电、设备损坏甚至事故。评估电气设备故障的概率和可能的后果，以确定其风险等级和应对措施的重要性。

1.2 人员安全风险

500kV变电站是高电压和高风险的工作环境，人身安全是重要关注点。人员可能面临触电、火灾、高空坠落等危险。评估人员在运维过程中的操作风险、紧急情况的处理能力以及培训和安全意识的水平，以减少潜在的人员安全风险。

1.3 突发事件风险

突发天气灾害（如风暴、洪水）、恶劣气候条件和外部因素可能对500kV变电站的运行产生严重影响。评估可能存在的天灾风险、设备受损和电力供应中断的潜在风险，制定相应的应对措施和紧急预案。

1.4 安全管理风险

不恰当的安全管理措施和规范可能导致人员操作错误、管理漏洞和安全设备缺失。评估安全管理体系的完善程度、工作程序是否合规以及安全培训的有效性，以减少安全管理方面的风险[1]。

对于以上风险，可以通过定期检查、维护和保养设备，建立严格的操作规程和安全培训，以减少风险的发生。应急响应措施包括建立紧急维修计划和应急预案，提高运维人员的应急处置能力，及时应对突发事件和设备故障。

2 电气设备运维风险与控制措施

500kV变电站的电气设备运维是确保电力系统稳定运行的关键环节，但同时也面临着各种风险。本节将重点分析电气设备运维中的风险，并提出相应的控制措施。

2.1 高电压设备潜在故障风险

高电压设备（如变压器、断路器）是500kV变电站的核心组件。然而，这些设备可能遭受绝缘击穿、接触不良、设备老化等故障，可能导致设备损坏、电力中断甚至火灾事故。为了控制这些风险，应采取以下措施：

1. 实施定期的设备检查与维护，包括检测绝缘电阻、替换老化零部件等。

2. 建立故障诊断系统，定期对设备进行故障监测和预测，及早发现潜在问题并采取措施修复。

3. 强化设备保护系统，包括过电流保护、短路保护等，以防止设备过载和故障扩散。

2.2 预防性维护措施

为减少设备故障的发生，预防性维护措施至关重要。以下措施有助于提高设备的可靠性和延长使用寿命：

表1 电气设备运维风险与控制措施

序号	高电压设备潜在故障风险的控制措施	预防性维护措施	应急响应措施
①	定期设备检查与维护	强化设备保护系统	建立紧急维修计划
②	建立故障诊断系统	进行维护记录和设备档案管理	建立应急演练和培训计划
③	强化设备保护系统	强化设备保护措施	加强与供电公司和相关部门的沟通与合作

1. 制定定期巡检计划，对设备进行全面的外观检查、状态评估和性能测试，及时发现潜在问题并进行维修或替换[2]。

2. 进行维护记录和设备档案管理，对设备的运行状况、维修历史和备件库存进行跟踪管理，以便及时获取相关信息和进行决策。

3. 强化设备保护措施，如防雷装置、绝缘监测系统等，保护设备免受外界环境的影响和损害。

2.3 应急响应措施

在设备故障和突发事件（如电力中断、火灾等）发生时，及时、有效地采取应急响应措施至关重要。以下是一些常见的措施：

1. 建立紧急维修计划，明确责任和流程，确保设备故障能够及时得到修复和恢复。

2. 建立应急备件库存，确保在紧急情况下能够迅速获取所需备件。

3. 建立应急演练和培训计划，提高运维人员的应急响应能力和操作技能。

4. 加强与供电公司、其他变电站和相关部门的沟通与合作，确保在紧急情况下能够协调共同应对。

电气设备运维风险控制的关键在于建立完善的预防性维护机制和应急响应体系。通过定期检查、维护和预测性故障诊断，可以提前发现和修复潜在问题。同时，加强设备保护措施和实施应急预案将有助于迅速应对设备故障和突发事件。

随着技术的进步，智能化技术在500kV变电站运维中的应用也越来越重要。结合物联网、大数据分析和人工智能等技术，可以建立智能化的设备监测和故障预测系统，提高变电站运维的效率和可靠性[3]。

3 安全管理风险与控制措施

安全管理是确保500kV变电站安全运行的关键要素，但存在不恰当的管理和规范可能导致风险加大。在本节中，我们将重点分析安全管理风险，并提出相应的控制措施。

3.1 不当的操作规程和安全培训

不恰当的操作规程和缺乏有效的安全培训可能导致人员操作错误、事故发生等问题。为了控制这些风险，应采取以下措施：

1. 修订和完善操作规程，确保操作流程明确、规范，并与相关标准和规范保持一致。

2. 开展全面的安全培训，包括电气设备操作、紧急情况处理、个人防护措施等，提高运维人员的安全意识和应急处理能力。

3.2 缺乏风险评估和安全审查

如果缺乏对潜在风险的评估和安全审查，可能导致重要问题被忽视，进而增加安全事故的风险。以下是一些应采取的控制措施：

1. 进行全面的安全风险评估和安全审查，识别可能的潜在风险和问题，并提出改进措施。

2. 建立定期的安全巡检和隐患整改制度，确保安全问题能够及时发现和纠正。

3.3 安全设备缺失或不合规

安全设备的缺失或不合规可能降低变电站的安全性能。以下是一些控制措施：

1. 确保安全设备的配备和维护，如消防设备、安全标识、紧急照明等。

2. 建立安全设备的检查和维护计划，以确保其正常运行并及时更换损坏的设备。

3.4 弱化安全管理控制

弱化的安全管理控制可能导致安全培训不足、缺乏安全意识、设备安全设施不完善等问题。以下是一些控制措施：

通过加强安全管理风险的控制，采取建立健全的安全管理体系、加强安全文化建设及定期进行安全检查和安全评估，可以提高500kV变电站的安全性能和运行可靠性。这些控制措施应与法律法规、标准和行业最佳实践保持一致，并通过监督和评估确保其有效实施[4]。

通过培养良好的安全文化、完善操作规程和安全培训、加强风险评估和安全审查，以及建立强有力的安全管理体系，能够有效控制500kV变电站的安全管理风险。同时，结合智能化技术的应用，可以进一步

提升安全管理水平和效能。这些控制措施将为相关人员提供参考，以确保500kV变电站的安全运行和员工的安全。

4 突发事件应对与应急预案

500kV变电站运行过程中可能面临突发事件的威胁，如自然灾害、设备故障、人为破坏等。为了保障电力系统的连续供电和安全运行，需要制定有效的应对措施和应急预案。

4.1 突发事件应对的重要性

突发事件可能导致电力中断、设备损坏甚至人员伤亡等严重后果。因此，制定有效的应对措施至关重要。以下是一些应对措施：

1. 建立应急通信系统：确保在突发事件期间，与供电公司、相关单位和部门之间能够及时、准确地交流信息和协调应对措施。

2. 制定灾害应急响应程序：明确责任、流程和工作任务，保证在紧急情况下能够迅速、高效地作出反应。

3. 对可能走向失控的情况进行应对演练，提高人员的应急响应能力和组织协调水平。

4.2 应急预案的制定和更新

应急预案是应对突发事件的指导方针，其制定和更新应基于对潜在风险的评估和分析。

1. 针对不同类型的突发事件，制定专门的应急预案。例如，自然灾害、设备故障、恶劣天气等。

2. 明确预案中的责任人和职责分工，以保证在紧急情况下能够有序、迅速地采取行动。

3. 定期审查和更新应急预案，以确保其与变电站的运行状况和最新的法律法规相一致。

4.3 合作与合作伙伴关系

在应对突发事件时，与供电公司、相关单位和社区之间的紧密合作和合作伙伴关系至关重要。以下是一些建议：

1. 建立紧急联系机制，确保与供电公司、警察、消防等相关部门之间的快速沟通和信息共享。

2. 积极参与社区的突发事件演练和培训，加强与社区居民和相关组织的合作。

通过制定和更新应急预案、加强合作伙伴关系以及积极参与突发事件的演练和培训，500kV变电站能够更好地应对可能发生的突发事件[5]。此外，应利用智能化技术的优势，建立实时监测系统，对设备状态、环境变化和潜在风险进行监控。这将有助于及早发现和处理突发事件，并采取相应的措施。

5 智能化技术在500kV变电站运维中的应用

5.1 设备状态监测与故障预测

通过物联网、传感器和大数据分析等技术，500kV变电站可以实时监测设备的运行状态、温度、振动等参数。这样可以追踪设备的工作状况，发现异常情况，并预测潜在的故障风险。这有助于进行及时维修和预防性维护，避免设备故障和停电。

5.2 智能化操作与故障诊断

在500kV变电站运维中，智能化技术可以提供实时的运行数据和操作指导，帮助运维人员更有效地进行设备操作和故障诊断。例如，智能化系统可以通过数据分析和算法，为运维人员提供故障诊断的建议和解决方案，缩短故障排除时间和提高维修效率。

5.3 预防性维护和优化计划

基于智能化技术的设备状态监测和大数据分析，运维人员可以制定更准确的预防性维护计划和优化运维计划。通过分析设备的历史运行数据、设备的维修历史和性能参数，可以确定何时更换零部件、进行维护和保养，以减少设备故障和提高设备的可靠性。

6 结语

随着智能化技术的应用，500kV变电站运维进入了一个新的阶段。智能化技术的应用可以提高设备状态监测与故障预测能力、优化维护计划，增强安全管理与风险评估，以及提供数据分析和决策支持。这些优势将有效提升变电站的运维效率和可靠性，促进电力系统的稳定运行。智能化技术的发展将为变电站的未来发展提供可持续的动力，并为电力行业的发展做出积极贡献。

参考文献：

[1] 曹方方.探析500kV变电运维的风险来源及控制措施[J].数码世界,2019(10):276.

[2] 万锴.500kV变电站“无人值守+集中监控”数字化转型运维模式分析[J].低碳世界,2022(04):12.

[3] 杨世栋,韩琳娜.变电站运行维护风险分析及其控制措施探讨[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(04):302-305.

[4] 何雁.500kV变电运维的风险来源及控制措施[J].科技创新与应用,2019(08):130-131.

[5] 卞勇亭.变电站运行维护的风险及控制对策分析[J].中国科技期刊数据库 工业A,2023(04):13-16.

输配电线路安全运行维护工作优化分析

顾耀洲，袁　淳

（国网上海市电力公司崇明供电公司，上海 202150）

摘　要　为了保证电力系统的平稳运行，电力企业都十分注重输配电线路的维护工作，如果没有为输配电线配备相应的安全运行维护工作方案就有可能会导致输配电线各类事故的发生，造成电力系统的各类损伤。基于此，本文先从输配电线路的工作特点入手，展开深入的分析和探究，并结合笔者自身工作经验和相关工作案例，围绕输配电线路安全运行维护工作的优化路径进行研究和探讨，希望可以为提升输配电线路安全运行标准，提高线路维护工作质量提供参考。

关键词　输配电线路；安全运行；安全维护

中图分类号：TM72　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0076-03

随着社会经济的平稳增长，各行各业对于电量的需求都在不断攀升，无论是工业发展还是居民日常生活，都需要为其提供足够的电能支持，因此电力企业就应当提升输电品质的工作成效，确保输配电线路的安全运行。为了满足我国人民对于电能的迫切需求，提升输配电线路安全运行维护工作质量，电力企业就应当对既往的输配电线路安全事故进行深度剖析，并结合工作实际，建立更科学、更规范的安全运行维护工作方案，确保输配电线路的平稳运行。

1 输配电线路安全运行维护的工作特点

一年之中，由输配电事故造成的电力安全隐患占据事故总数的四成，而引发输配电安全隐患的原因有很多，其中由恶劣天气导致的意外事故将近占据事故总数的一半，违规施工、偷线盗线等人为因素也占据着相当高的比例，因此对输配电线路安全运行工作加以维护势在必行。得益于科学技术的飞速发展，电力系统在作业过程中也引进了前沿科技成果，以此为完善电网工作体系提供足够的技术支撑，随着电网的规范发展，输配电线路工作也出现了明显的变革。在以往的输配电线路作业过程中，简易化和区域化是其本质特征，但是伴随着新型科学技术的不断实施，高科技的引进为输电线路安全养护工作提出了更高的要求和标准，因此为了更好地提升输配电线路安全运行维护工作质量，电力企业还应当依据输配电线路的运行状况和工作特点进行全面的分析和评价。其一，维护工作范围广。输配电线路的占地面积较大，因此覆盖面也比较广，工业规模的逐步扩大和人民生活水平的稳步增长，意味着我国的用电需求不断增加，因此为了维系城市的平稳运转，电力企业都需要在城市周边增加配电塔的数量，而输配电线路中的杆塔和塔架都占据着一定的空间，为了确保电力系统的平稳运行，工作人员都会增加输配电线路中的绝缘子片数量，因此在实施安全运行维护工作时，工作人员需要对绝缘子片进行全面排查，而这需要消耗过多的人力物力，排查时间也比较长。我国地域广阔，在不同的地域环境下，输配电线路都具有着不同的运行特点，而不同的气候条件和环境变化也会对输配电线路的平稳运行造成不同种类的影响，因此在设计维护工作方案时，工作人员还应当依据输配电线路的环境进行合理的调整和细化，这也在一定程度上加大了输配电线路安全运行维护工作难度。其二，输配电线路安全运行维护工作质量对于科技水平也有着一定的要求。伴随着科学技术的飞速发展，我国电力系统在建设过程中经常会将新型施工技术和施工材料用于输配电线路的施工中。而高科技的应用也会引来一系列的问题，比如对于不同品质的施工配件，工作人员就应当为其设置相应的维护方案，这样才可以确保配件充分发挥使用性能。而新科技、新技术的应用也对工作人员的专业水平有着一定的要求，因此，电力企业还应当注重人为因素的影响，切实提升工作人员的专业能力和综合素质。

2 输配电线路安全运行维护工作的优化路径

随着行业的稳步发展，城市电力也正致力于工作创新改革中，现阶段，建立企业已经将一部分成就的架空输电线路进行改造，入地电缆正逐渐取代着架空

输电线路的工作形式，但是在电力运行过程中，输配电线路依旧存在着一定的安全运行问题。为了提升输配电线路的安全稳定性，确保输配电线路的平稳运行，电力企业应当从行业发展、企业建设、内部诉求出发，对各类输配电事故采取相应的防范措施，重点从工作管理制度、输配电线路故障防控举措、单相向接地故障、自身团队建设等几个方面入手，对输配电线路的维护工作进行优化和改革，具体内容如下。

2.1 建立健全工作管理制度

工作管理制度的标准化转变是提升输配电线路安全运行维护工作质量的关键因素，因此面对频发的安全运行问题，工作人员还应当依据实际情况和工作要求，对现有的安全工作管理制度进行革新和改革，从而实现工作管理制度的建立健全，确保输配电线路的安全运行[1]。优异的工作管理制度不仅可以促使工作人员做好本职业务，还可以从根本上维系输配电线路的平稳运行，因此对于电力企业而言，应当从以下两个方面对工作管理制度进行完善。一方面，电力企业应当对输配电线路的安全运行维护予以高度关注。比如在输配电线路施工中，电力企业就应当组织全体工作人员进行安全培训，全面提升工作人员的工作质量和安全意识，从而让工作人员的施工操作规范符合管理制度和工作标准，以此从根本上提升输配电线路的施工质量。另一方面，电力企业还应当积极学习先进的管理思想，将创新精神与输配电线路的安全运行维护工作相结合。对此，电力企业应当对传统的工作制度进行深度剖析，并依据实际的线路安全运行维护需要，设立更精细化的工作管理条例[2]。比如在对输配电线路进行预防方案设计时，电力企业就应当结合施工地点的天气变化增加相应的防护措施，联合气象部门对当地的气象变化进行全面的分析，从而为输电线路配备相应的防护举措。除此之外，电力企业还应当对输配电线路的安全问题设置相应的应急处理方案。除了要提升工作人员的专业能力和综合素养之外，电力企业也应当根据以往的输配电线路安全事故成因，积极总结安全运行维护工作的关键点，为工作人员提供科学规范的运行维护方案，为输配电线路的安全运行问题提供有效的解决思路，确保工作人员可以在第一时间内进行汇报和修复，尽可能避免电力事故造成的经济及财产损失。

2.2 输配电线路故障精准防控

为了维系输配电线路的平稳运行，工作人员通常都会在施工时设置多种防护措施，并且也会在施工后加强输配电线路的养护及维修工作，但是值得注意的是，配有详细检修方案的输配电线路也经常会发生各类故障事件，因此工作人员还需要从根本原因出发，依据输配电线路的运转特点，实现防控方案的精细化转变。比如在不同的季节，输配电线路会发生不同种类的故障，因此工作人员就可以根据季节变化的特征和特点，促使输配电线路养护方案的精细化转变[3]。春季万物复苏，动物也逐渐开始大范围的活动，其中小鸟就需要进行筑巢产卵，而小鸟在筑巢时经常会选择杆塔等地点，树枝、铁丝又是小鸟筑巢的常见材料，一旦这些材料出现掉落或者筑巢地点选择在导线上就会容易造成输配电线路的运行故障，因此在春季，工作人员应当依据小鸟筑巢的特点，提前预防此类事件的发生。在以往的工作中，工作人员通常会增加巡查次数，一旦发现小鸟在杆塔、横杆处筑巢就会立即进行摘除，这种方式虽然也可以有效提升输配电线路的安全性，但是治标不治本，小鸟依旧会选择另一杆塔进行筑巢。对此，工作人员除了增加巡检次数之外，还应当在杆塔上方置挂镜子等反光体，通过光的折射作用惊吓小鸟，避免小鸟在此处筑巢，以此从根本上解决这一问题，经实践，加放反光镜可以有效减少小鸟在杆塔、横杆处筑巢，避免了树枝掉落造成线路短路等意外事故的发生。在设计输配电线路的施工方案时，工作人员都会尽可能地避免重冰覆盖区，但是依旧会有一部分的输配电线路处于水源地，当气温骤降进入冬季时，大量的水汽就会凝聚在绝缘子表面，低温环境促使水汽凝成一层冰膜，因此在冬季，工作人员还应当对输配电线路采取相应的防冻措施。比如工作人员可以使用电流溶解，人为增加线路的负荷电流，以此提升输配电线路的环境温度，从而除去冰膜，避免冰冻造成大面积的断线断电事故等。汛期也是影响输配电线路安全运行的关键因素，对此，工作人员还应当提前进行防洪措施的建立和实施，避免洪水导致断线、混线等。在汛期前，工作人员就应当对输配电线路周边的江河进行监控和排查，实时监控江河的水势情况，同时还要对江河周边的基础设施进行全面的检查，避免设备渗水导致输配电线路的运行问题，从而为输配电线路安全度过汛期提供完备的预防方案。

2.3 避免发生单相接地故障

单相接地故障是输配电线路安全运行维护工作的常见问题，为了避免发生单相接地故障事件，工作人

员应当从以下几个方面进行维护。其一，在对输配电线路进行检查时，工作人员应当对输配电线路的周边环境进行排查，重点对附近的树木、草丛进行全面检查，并将树木、草丛与输配电线路的距离进行衡量，确保距离可以维系输配电线路的相对安全，这样可以有效避免发生单相接地故障。在检查过程中，如果工作人员发现树木、草丛等周边环境与输配电线路的距离较小，那么应当立即联系园林绿化管理人员，并召开研讨会的形式讨论树木草丛的修剪方案，在维系输配电线路安全、确保周边环境绿化率的前提下，尽可能让输变电线路和周边绿植保持在安全距离内[4]。其二，在做好输配电线路建设工作后，工作人员需要定期对输配电线路进行全面的检查，重点要对线路中的绝缘子部分进行全面分析。由于材料及结构的特殊性，输配电线路绝缘子表面非常容易受到外界影响，在长久的使用负荷下，绝缘子表面很有可能会覆盖大量污尘或杂物，比如微尘、鸟粪、工厂废弃物等，如果没有及时清理杂物，那么就容易导致绝缘子出现故障。一旦出现大面积降雨，将导致空气湿度较高，工作人员也应当在雨后立即检查绝缘子情况，在降雨时雨水与绝缘子表面的污染物会发生反应，导致绝缘子发生漏电事件，在既往的工作案例中，铁塔绝缘子因空气湿度过高发生闪络，导致配电线路大面积运行故障事件屡见不鲜，因此加强对绝缘子的安全管理，定期进行养护及维修工作是十分有必要的。其三，质量问题也是引发输配电线路单相接地事故的原因之一，因此在选择材料时，工作人员还应当对附件的质量进行严格筛选。比如在选择绝缘子和支柱时，工作人员就应当对尺寸规格以及质量性能进行全面的分析和评价，必要时还可以提前进行耐压实验，确保绝缘子和支柱质量稳定性，并且符合工程建设需要，确保在输配电线路运行时绝缘子和支柱可以承担一定的工作负荷，避免配件质量问题造成单相接地事故的发生。

2.4 提升工作团队安全意识

人为因素也是影响输配电线路安全运营的因素之一，因此电力企业还应当严格控制人为因素的影响，比如在施工过程中会涉及较多部门的工作人员，不同种类的施工人员会对输配电线路造成不同的损伤，比如在交通施工环节，工作人员操控运输车辆时，就有可能会刮倒电杆，造成输配电线路线缆断裂问题，又比如由于工作人员安全意识疏忽，造成输配电线路布设混乱，脚手架与线缆发生过度摩擦等，都有可能会威胁到输配电线路的安全运行。除此之外，周围居民也有可能会对电线、电杆产生一定的负面影响[5]。比如燃放孔明灯、私接电线等。正因如此，电力企业还应当从意识上对输配电线路安全运行维护工作加强管理和监督，着重提升工作团队的安全意识。对内部团队而言，电力企业应当提升员工向心力和责任感，加大对工作人员的关心和爱护，以此端正全体员工的工作态度，明确员工的作业方向，同时还要激发工作人员的工作热情，为其设置科学合理的奖惩制度，对表现好、工作能力突出的员工进行物质奖励和口头表彰。另外，在施工现场，电力企业还应当增加相应的监管举措，以此规范工作人员的施工行为，避免出现线路电缆误伤等问题，在施工时，电力企业也需要对施工区域周边环境进行排查，并在竣工后增加相应的提示标语等，避免周围行人或居民燃放孔明灯。在后期养护及维修阶段，工作人员在进行定期检查时也应当对私接电线等问题进行全面的排查，及时进行清除，尽可能降低人为因素对输配电线路的影响。

3 结论

综上所述，电力行业作为我国支柱型产业之一，应当不断提升自身的工作实力和建设水平，从根本上提升输配电线路安全运行维护的工作质量。除了要对一定的工作方案进行完善和优化之外，电力企业还应当依据实际情况，灵活调整输配电线路安全运行维护方案细节，并依据季节变化实现维护方案的精细化转变，针对输配电线路运行时可能出现的各类问题，采取相应的防护措施，同时还要提升工作人员的专业水平，提升工作人员的安全意识，以此在根本上为输配电线路的安全运行提供坚实的工作支撑。

参考文献：

[1] 张淼 . 输配电线路安全运行维护工作探讨 [J]. 现代工业经济和信息化 ,2023,13(01):237-238,241.
[2] 霍娟 . 探讨如何做好输配电线路安全运行维护工作 [J]. 中国设备工程 ,2022(13):50-52.
[3] 李晓明 . 电力输配电线路中的安全运行方法探析 [C]// 中国电力设备管理协会 . 中国电力设备管理协会第二届第一次会员代表大会论文集 ,2022.
[4] 陈浩珉 . 做好输配电线路安全运行维护工作的策略分析 [J]. 数字通信世界 ,2020(12):197-198.
[5] 苏才普 , 刘茜 . 电力输配电线路中的安全运行方法探析 [J]. 光源与照明 ,2021(07):115-116.

输配电及用电工程线路施工与安全运行措施

袁　淳，顾耀洲

（国网上海市电力公司崇明供电公司，上海 202150）

摘　要　科学技术的飞速发展为电力行业带来了广阔的发展前景，而社会建设对输配电及用电工程线路的安全问题有着更高的要求和标准，因此，电力企业应当对相关问题予以高度重视。基于此，本文先对输配电及用电工程线路情况进行简要的概述，然后结合工作实例，对影响输配电及用电工程线路运行的主要因素进行深入探究，并结合笔者自身工作经验，探究线路施工与安全运行的优化策略，希望可以为提升输配电及用电工程线路施工质量，确保线路平稳安全运行提供借鉴。

关键词　输配电；用电工程；线路施工；安全运行

中图分类号：TM72　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0079-03

目前，电力系统对于输配电及用电工程线路安全运行有着更高的标准和要求，但是在线路运行过程中，气候因素、环境因素、人为因素都会对线路的运行状况产生不同的影响，如果不及时进行维护和检修，那么就容易诱发多类线路安全运行问题。针对这一现象，电力企业应当从工程实际情况出发，促使工作人员及时掌握安全运行问题的发生因素，选择合理的安全运行技术，对输配电及用电工程线路安全运行遇到的各类问题采取针对性的应对措施。

1 输配电及用电工程线路概述

1.1 输配电及用电工程线路

电力企业主要承担着城市内的电力传输工作，除了要规范进行输电及配电操作外，还要对供电工程线路的铺设情况进行全面的监管和控制。电力企业应对各个变压器的变化情况进行实时监控，依据工业建设或居民生活的用电需求，灵活调整电压流量值，为工业的顺利运转和居民的日常生活提供足够的电力支持。而为了维系电力系统的平稳运转，电力系统就应当强化输电线路的工作能力，对用电工程线路的布局情况进行全面的分析和评估，并结合工作经验进行细化设计，不断提升线路布局方案的设计理念，注重提升设计方案的合理性和科学性，以此对输配电线路的铺设情况进行全面的评估，同时，为用电工程线路的安全运行提供强有力的保障。电力系统运行质量会直接影响电力企业的运转状况，因此电力企业应从内部工作入手，对影响输配电线路运行质量、诱发用电工程线路的运行故障因素进行全面排查，不断提升内部工作标准。一个标准的输配电及用电工程线路是一个复杂的整体结构，通常由导线、绝缘子以及避雷线等构件组合，而不同的构件承担着各自的工作负荷，当变电站向配电变压设备输送电力资源时，还会通过电力线路，将电力传送到用户终端，因此，针对电力系统的每个工作环节，电力企业都应当为其设计精细化的安全运行措施，切实提升线路施工标准，从根本上提升电力线路的安全性和规范性。

1.2 影响输配电及用电工程线路运行质量的主要因素

电力运行的质量会直接影响电力企业的经营状况，也会对城市工业生产和居民生活产生直接影响，而由于行业性质特殊性，电力线路在工作过程中会遭受到各类因素影响，具体有外界环境因素、选材质量因素、运行稳固因素三个方面，具体如下：

其一，外界环境因素。在分析线路安全运行的影响因素时，电力企业应当对外界自然环境因素保持高度关注，在线路运行故障中，外界环境占据较高的比例，这是因为电力运输线路大多都处于露天环境，无论是雨水的冲刷清洗，还是阳光的暴晒，都容易导致线路质量破坏问题，加重了线路老化速度，同时也会诱发线路生锈，导致电力运行的安全性和稳定性发生了一定的偏差。此外，一些恶劣天气现象也会对线路的安全运行造成一定的负面影响，尤其是雷雨天气等，一旦雷电击中输电线路或杆塔、配电箱等，就容易造成电力系统的大面积停电、瘫痪等，因此电力企业在提升输配电及用电工程线路的运行安全性时，应当对外部自然因素加以管控。

其二，选材质量问题。如果说外界自然环境是影

响线路安全运行的主要因素，那么选材质量问题就是直接影响输配电运作效率和用电工程建设质量的主要原因，而如果选择了不恰当、不符合使用标准的施工材料，那么电线路损坏情况的发生频率就会增加，在电力系统运行过程中，短路、漏电现象也会诱发输电安全事故，而电力系统的施工成本是有限的，因此一些电力企业在选择施工材料时经常会选择一些性价比较高、价格低廉的材料，而这些材料难以承重长期的工作负荷，在后续的维护环节，电力企业需要投入过多的养护成本。对此，电力企业在选择施工材料时应当权衡经济成本与电线材料质量的矛盾问题。

其三，运行维护问题。在输配电及用电工程线路的运行环节，工作人员经常会遇到各种各样的问题，而这些问题的发生原因就是线路布局方案的不合理以及线路连接技术的不规范，因此在施工环节，电力企业应当对工作人员的专业技能和综合素养进行系统化的培训，确保工作人员具备规范的施工操作技术，同时也要紧跟时代发展，将信息技术与输配电及用电工程线路铺设相结合，尽快促使线路搭建向智能化、自动化方向转变，同时在线路的后期维护环节，工作人员还应当对线路进行定期质量检测，以此确保线路处于长期平稳运行状态。如果可以加强定期检修工作质量，那么输配电及用电工程线路问题就可以得到及时有效的解决，电力系统运行也会更加顺畅。

2 输配电及用电工程线路施工与安全运行的优化策略

若想维系输配电及用电工程线路的平稳安全运行，那么电力系统就应当依据工作的各个阶段特点，深入研究各类线路运行问题的形成因素，为其设立相应的养护及维修方案，这样才可以为输配电及用电工程线路安全运行提供强有力的技术保障，结合笔者自身工作经验和相关工程实例来看，笔者认为主要可以从加强线路日常维修管理、优化线路运行工作方案、强化安全防护应对措施以及灵活使用安全运行技术等四个方面展开深入探究，具体内容如下。

2.1 加强线路日常维修管理

加强线路日常维修管理工作，是保障输电力线路安全运行的有效策略，因此在线路维护环节，电力企业应时刻关注工作人员的线路维修技术，定期进行评价分级，并结合行业前景和工作需要，提升工作人员的专业技能。在传统的维修工作中，工作人员一般都会通过监测系统对电路损坏情况进行分析，只有当工作人员接收到电路损坏信号后，才会到相应的故障地点进行排查和修复，这种方式虽然也可以有效维护电力线路的安全运行，但是工作效率和工作质量较低，也经常会出现线路维修效果不达标等问题，严重影响了线路的运行质量。对此，企业应当从两个方面入手进行完善[1]。一方面，电力企业应当定期对工作人员进行专业技能方面的培训和考核，为工作人员的专业提升提供足够的学习空间，确保工作人员可以明确自身岗位职责，学习先进的线路维修技术。另一方面，电力企业还应当引进先进的技术和设备。比如电力企业应当在输配电及用电工程线路中增加一定数量的监控设备，促使线路监控系统的信息化转变，这样工作人员就可以在后台对线路的运行情况进行实时监控和排查，工作人员检修线路的工作效率也可以得到有效提升[2]。除了增加监控设备之外，电力企业还可以在输电线路上安装传感器，借助传感器对线路的运行状况进行监视，并将传感器与监控设备相连接。这样当某一线路出现问题时，传感器即可迅速做出反应并联系监控设备，监控设备会在第一时间内传输至后台终端，并进行断电处理，避免线路故障的大面积播散。此时工作人员在远距离环境下也可以对事故发生地点发生原因进行初步排查，并依据传感器传输的数据选择合适的维护方案。

2.2 优化线路运行工作方案

线路运行工作方案的合理性和科学性也是确保输配电及用电工程线路安全运行的主要因素，因此电力企业还应当加强线路布局设计的规范性，依据周边环境的交通情况及建筑物的布局设计与之相对应的线路布局方案。因此，在施工区域考察环节，电力企业应当对实际情况进行全面的分析和评价，并结合现代信息技术以及定位系统综合考量城市建筑物布局、交通建设等因素，并将相关数据与输配电及用电工程线路铺设方案相结合，为方案设计提供准确的数据支撑。为了进一步提升电力线路的运行效果，电力企业还应当就后期安全排查问题加以规范，同时邀请电路设计专家，对初步修订的线路运行设计方案进行权衡，从根本上提升设计方案的可行性和科学性，并及时向工作人员灌输新型安全隐患排查技术，确保工作人员可以及时发现线路运行问题。除此之外，还应当对线路设计进行强化，并在施工过程中，电力企业还应当设置相应的监督管理机制，对每一个施工环节都要进行监督，以此确保施工成果与设计方案的一致性。

2.3 强化安全防护应对措施

防护应对措施是一个比较宽泛的概念，这主要是

从分析输线路安全运行问题入手，依据不同问题成因，设置相应的防护安全措施[3]。由于工作性质的特殊性，电力线路长期暴露在室外环境中，因此电力企业除了对电力线路的施工环节加以规范之外，还需要在后期维修阶段提升养护标准，确保用电线路的平稳运行。以天气因素为例，电力企业应当安排工作人员对输配电及用电工程线路运行状况进行实时的监督和排查，并结合天气变化情况，提前采取相对应的防护举措。比如当大风天气来临时，工作人员就应当提前进行加固工作，避免线路出现刮伤、断裂等。自然灾害因素很难实现预判，对此，电力企业应当在线路设计及施工阶段，选择高质量的线路材料，不断调整施工方案。而对于设备老化因素，电力企业应当加大人工巡查的工作力度，并依据线路的老化情况，判断是否需要更换新的线路，采取加强维稳或者更换电力线路措施。电力企业也应当及时引进新型线路检修设备，确保电力线路检修和更换线材的顺利进行。

2.4 灵活使用安全运行技术

在配电线路中，绝缘子配件的质量是影响输配电线路运作成效的关键因素，但是由于绝缘子长期暴露在户外环境下，雨雪、温度等都会对绝缘子造成不同程度的损伤，而泥土、砂石、污垢也会加重绝缘子的运转负荷，如果没有及时进行养护和维修，那么在雷雨等极端降水天气下，绝缘子就容易发生电导和漏电问题，严重影响输配电线路的运转情况，对此，工作人员应当对绝缘子配件施加房屋技术，针对配电线路中容易出现问题的相应区域增加防泄漏监控装置，这样不仅仅可以对输配电线路进行实时的监测与观察，还可以在第一时间内进行维护工作，利用石蜡、硅油等对绝缘子配件表面进行擦拭和清洁，避免绝缘子的过度破坏，提升绝缘子的防水线和光滑度，这样即使是在极端降雨降雪等恶劣天气下，环境湿度也不会诱发电流泄漏问题。提升输配电及用电工程线路的防风防雷效果也是确保线路安全运行的关键因素。工作人员还应当采取防风技术和防雷技术，由于输配电及用电工程的线路布设一般都会设置在户外环境下，因此一旦出现大风天气，就会导致线路出现不同程度的损害。在施工阶段，工作人员应当增加输配电及用电工程线路铺设的牢固性，尽可能避免风力对线路平稳运行的损伤。同时还要注意杆塔部分的稳定性，在施工时，工作人员应当明确杆塔防风着力点，并通过增加杆塔数量、选用硬质材料等方式，为输配电及用电工程线路提供足够的拉线力度和拉线密度，降低单个杆塔承受的风力负荷，避免在大风天气出现杆塔的大面积倒伏[4]。而相较于房屋技术和防风技术，防雷技术的实施过程和工作要求就更复杂，因此工作人员在选择防雷技术时，还应当依据输配电及用电工程线路的铺设情况和实际环境选择与之相匹配的技术方案和实施方法。在开展防雷技术时，工作人员需要兼顾输配电及用电工程线路的耐雷性能和跳闸率，一方面在铺设输配电及用电工程线路时，工作人员应当对电线的质量和规格尺寸进行严格的把控，尽可能降低雷击对线路的过度破坏，同时还要重点对感应电压配件及电压分流进行摸查，以此提升线路的防雷实力。另一方面，工作人员还应当对塔杆接地电阻值的变化情况进行严格把控，尽可能地将其数值控制在可以承受的范围内，以此提升杆塔的防雷效果，强化输配电及用电工程线路的防雷性能，尽可能地避免雷击事故的发生。除此之外，还可以通过增加耦合电线等形式，利用耦合作用降低绝缘子电压及分流负荷，从而确保输电线路的平稳运行[5]。

3 结论

综上所述，在输配电及用电工程线路运行过程中，经常会受到外界因素影响，容易诱发各类安全运行问题，如果不加以控制，就势必会对线路的运行状况产生一定的负面影响，从而导致电力系统出现故障甚至是电力大面积瘫痪等。对此，电力企业应当予以输配电及用电工程线路安全问题高度重视，加强线路日常维修管理工作强度，并及时对线路运行工作方案进行优化和完善，同时依据实际情况灵活使用防风、防雷、防污等安全技术，为电力行业的稳步发展提供坚实的工作支撑。

参考文献：

[1] 闫志刚 . 输配电及用电工程线路安全运行问题及改善措施 [J]. 光源与照明 ,2023(03):197-199.
[2] 谢笠 . 输配电及用电工程线路的安全运行措施 [J]. 光源与照明 ,2023(02):228-230.
[3] 董威佐 . 电力施工架空输电线路的施工质量控制 [J]. 科技资讯 ,2022,20(22):25-28.
[4] 周浩 . 高层建筑电力电气线路安装和施工技术分析 [J]. 住宅与房地产 ,2021(12):212-213.
[5] 朱秀锦 . 输配电及用电工程线路安全运行的问题及其技术探讨 [J]. 科学技术创新 ,2022(25):29-32.

建筑工程管理中创新模式的应用及发展分析

姜茂海

（江西同济建设项目管理股份有限公司，江西 上饶 334000）

摘 要 我国的社会经济水平在不断地提升，建筑行业也随之发展，建筑产业是我国国民经济的重要组成部分，在新的市场环境下，建筑行业面临的竞争环境更加严峻，建筑企业要想保证自身企业的持续发展，就需开展行之有效的建筑工程管理工作，但当前传统的建筑工程管理还存在一些问题，无法满足企业发展的需要，建筑企业需要创新自身的工程管理模式，使用先进的科学技术来实现工程管理工作的创新，从而提高建筑工程的管理水平。基于此，本文首先简要分析了建筑工程管理中创新模式的必要性和工程管理中存在的问题，随后从五个方面分析了建筑工程管理中创新模式的应用及发展，以供相关人士交流参考。

关键词 建筑工程管理；创新模式；科学管理；资源优化

中图分类号：TU71 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0082-03

我国社会经济和综合国力水平不断提升，我国建筑行业的发展与世界其他发达国家之间的差距在不断缩小，具有良好的发展前景。同时，我国人民群众的生活水平也随着社会经济的发展稳步提升，这使得人民群众对建筑工程有了更高的要求。因此，建筑企业为了更好地适应社会发展的要求，满足人民群众的需求，就需改变原有建筑工程中传统的管理模式，使建筑工程管理中的模式得到创新，并符合现代化建筑工程管理的发展趋势，但在进行建筑工程管理创新的过程中，建筑企业也面临着全新的挑战，建筑企业要更好地应对挑战，就需对管理模式进行创新，并将创新模式渗透到整个建筑工程的施工过程中，确保整个建筑工程的管理质量，才能使建筑工程获得良好的经济效益，促进整个建筑行业的发展。

1 建筑工程管理中创新模式的必要性

1.1 顺应时代发展的需要

在科学技术高速发展的时代，建筑行业的发展形势不断变化，而科技的创新也给建筑行业的发展带来巨大的变化，对建筑行业的管理模式、建筑材料、建筑技术和工程施工技术有了更高的要求。建筑企业要在激烈的市场竞争中脱颖而出，就要在工程管理中创新模式，增强自身的市场竞争力，以获取更大的经济效益，使企业的建筑技术和施工技术能够满足工程施工要求，确保建筑工程的施工质量符合行业标准，从而满足社会生产发展的需要。因此，对建筑工程管理工作进行创新，是顺应时代发展的需要。

1.2 实现科学管理的需要

在建筑工程管理中创新模式，能够使建筑工程的管理更加科学、全面，有效提高建筑企业的生产效率和质量，降低企业的人力成本。建筑企业需要积极学习科学的工程管理方式和理念，将科学管理理论与建筑工程的管理模式进行有机结合，为创新工程的管理模式提供可靠的依据，在降低工程投入成本的同时还能提高施工效率，从而确保建筑企业的管理质量。在新的发展形势下，社会经济和人们的生活水平在逐步提升，建筑工程的管理水平也需随之不断提高，才能使企业的发展与时代发展同步。

1.3 实现资源的优化配置

建筑工程在施工的过程中，会受到各种因素的影响，从而影响工程的施工质量和进度，给建筑企业的工程经济效益造成较大的损失，而对工程的管理模式进行创新，并将其合理运用到整个工程管理流程中，企业的管理人员能够根据工程施工的实际需要和岗位性质，对人员进行合理的安排，同时制定相应的人力资源管理计划，以确保人力资源的优化配置。在创新的工程管理模式中，建筑企业员工之间的工作内容、岗位职责、利益分配等能够得到有效的协调，使各项施工工作能有序开展[1]。此外，创新的管理模式有利于建筑企业工程的科学管理，在一定程度上提高了建筑企业的生产率。在时代发展变化的过程中，建筑企业需要对工程进行科学的管理，优化工程的资源配置，才能建设出满足发展需求，工程项目。

2 当前建筑工程管理中存在的问题

2.1 管理体系缺乏完善

管理工作是整个建筑工程项目的核心内容，需要建立完善的管理体系，才能确保工程项目可以按照规范的流程开展。近年来，随着建筑需求的增长，我国建筑工程的规模在不断地扩大，但许多建筑企业在实际的工程建设中，企业内部缺乏完善的管理机制，无法对建筑工程的施工工作进行有效的管理，一旦建筑工程施工中出现各项问题，就会直接影响整个建筑工程的质量。通常情况下，工程的施工问题大多是由于管理队伍的管理疏忽造成的，许多建筑工程中的管理人员未能全面管理建筑工程的施工内容，导致工程项目出现管理漏洞，从而影响整个建筑工程的施工质量，降低建筑企业的经济效益。

2.2 建筑工程人员缺乏管理意识

在实际开展建筑工程施工工作的过程中，建筑企业的许多工程内部管理人员缺乏管理意识，未能意识到建筑工程中管理工作的重要性，使得建筑工程的管理工作质量受到影响。同时，在我国当前的社会环境中，各行业处于不断发展的状态，建筑企业要想适应社会发展的趋势，就需增强建筑工程人员的管理意识，学习现代化的管理方式，并将其灵活运用到工程的管理工作中。但在实际的工程管理中，部分建筑工程项目的管理人员未能重视工程的管理工作，工程管理意识较为薄弱，为了追求工程的经济效益，盲目推进施工进度，使得建筑工程的施工质量受到影响[2]。

3 建筑工程管理中创新模式的应用及发展

3.1 建筑工程施工管理理念的创新

在建筑工程建设的过程中，管理理念能够直接影响整个工程的建设效果，要确保建筑工程的建设质量和效率，需要创新建筑工程施工中的管理理念。在实际的建筑工程中，整个工程施工内容涉及的范围较广、施工主体较多，如果使用传统的工程施工管理理念，难以有效管理工程的整个施工过程，也就无法保证建筑工程的建设质量，最终使建筑工程的经济效益受到影响。因此，要全面提高建筑工程的管理水平。

首先，需要创新建筑工程的施工管理理念，促使建筑企业的所有管理人员都学习和掌握先进的工程管理理念，从而根据市场的变化趋势和市场需求来调整管理方式，最终创新建筑企业的施工管理模式，提升建筑工程的管理水平。

其次，建筑工程的施工管理本质是对人的管理，建筑工程的管理人员需要遵循以人为本的管理理念，充分考虑工程相关人员的实际情况，调整工程的管理计划，使工程各部门的人员能协调配合，从而更好地开展建筑工程的施工管理工作，为建筑企业长久稳定的发展提供基础支持。同时，由于建筑工程所涉及的内容较为复杂，需要引入精细化的管理理念，加强建筑工程的管理力度[3]。在传统的管理工作中，工程管理人员大多采用粗放化的管理模式，导致建筑工程的施工管理出现资源利用率低、资源浪费和施工工作安排不合理等问题，进而降低建筑工程的管理质量，影响工程建设的整体水平，而在建筑工程施工管理中引入精细化的管理理念，有利于促进建筑工程施工管理工作的有序开展。

最后，在绿色环保的时代背景下，建筑企业还需遵循时代的发展理念，积极引入绿色化的施工管理理念，因此，建筑工程的管理人员需要在施工管理中落实绿色理念，严格控制工程的施工过程，降低工程施工对周边环境的不良影响。此外，施工安全管理也是建筑工程管理工作的重要部分，在开展建筑工程施工管理工作时，建筑企业的管理人员需要严格落实安全管理的理念，加强建筑工程施工安全的宣传力度，确保建筑工程的施工工作能按照规范的流程开展。例如，在工程施工中，管理人员可以张贴安全警示、安全讲座等宣传方式来增强施工人员的安全意识，按照规范的技术操作开展施工工作，从而确保建筑工程的施工安全。

3.2 建筑工程管理机制的创新

创新建筑工程的管理机制体现在以下三个方面：

第一，创新建筑工程的施工制度。在开展建筑工程施工的过程中，要确保工程的施工工作能够顺利开展，需要建立完善的施工制度，通过制度的约束和规范作用，使工程的所有人员能严格按照制度执行施工管理工作。此外，建筑企业要创新施工管理制度，还需对工程施工中存在的产权关系、财产制度和部门职责等做好明确划分，为工程的顺利施工提供有效支撑[4]。

第二，创新工程施工材料和设备的管理方式。在实际的工程建设中，建筑材料和施工设备的使用质量会直接影响工程的施工质量，因此，在建筑工程施工的过程中，管理人员需要加强对建筑材料、施工设备和施工人员的管理，创新工程中材料和设备的管理模式，以更科学、有效的管理方式来控制工程的人力、

物力和财力的投入成本，从而提高建筑工程的施工效益，避免建筑工程中出现资源浪费的现象。

第三，创新建筑工程施工人员的管理方式，人员是影响整个建筑工程施工管理质量的关键因素，要保证建筑工程的建设质量，建筑企业需要加强对施工管理人员的培训力度，通过培训的方式来提高施工人员的综合素质，降低人员因素对工程施工进度的影响，从而确保建筑工程的施工工作能有序开展。因此，建筑企业需要从自身的实际情况出发，并结合行业发展的趋势，从施工制度、施工材料、施工设备和施工人员等方面调整管理机制，最终提高整个工程管理的水平。

3.3 建筑工程组织机构的创新

在传统的建筑工程组织管理体系中，存在许多的问题影响建筑工程的管理质量，难以满足我国社会发展的趋势。因此，建筑企业需要根据工程组织机构中存在的问题进行改进，以此创新和发展建筑工程的组织机构，使其更好地服务于工程施工管理工作。在传统的建筑工程管理工作中，工程的管理人员是以签订合同的方式来确定项目的管理人员，这些管理人员具有随意支配施工中的人力、物力和财力的权力。但这种管理模式会影响各部门管理工作的协调统一性，使部门职能与管理相脱离，工程项目施工各部分无法进行有效的配合，一旦建筑工程在施工的过程中出现问题，难以明确各部门的职责，给整个建筑工程的施工进度造成一定的影响。因此，建筑企业需要根据工程施工的具体情况，结合时代的发展要求进行组织机构的创新，才能更好地统筹和规划工程的管理结果，使整个建筑工程施工管理的过程更加完善，保障建筑工程的建设质量。

3.4 建筑工程管理技术的创新

在信息技术快速发展的时代，各种信息技术不断涌入各行各业中，给不同领域的发展带来推动力，建筑行业要想更进一步发展，需要改变传统的工程管理模式，尽可能使用互联网技术、计算机技术等科学技术来推动工程信息化的管理建设，全面提升建筑工程的管理质量和管理效果。例如，在整个建筑工程的管理过程中，由于工程施工环节较多、施工内容较复杂多样，给工程的管理人员带来巨大的工作量，无法对工程施工中产生的大量施工数据和施工资料等信息进行整理归纳，而在工程管理中采用创新的科学技术，可以帮助管理人员建立相应的数据库，并通过技术平台实现各部门数据信息的共享。同时，管理人员还能使用电子计算机、扫描仪等设备将工程的纸质版资料转化为电子资料，将其存储到计算机中，并对各类信息资料进行分析、整理、归纳、标注等工作，以便后续工作人员能随时提取相应的资料文件。此外，在管理建筑工程的施工现场时，管理人员还能借助电子监控、定位装置等监管系统，实现对建筑工程整个施工流程的监督和控制，一旦发现施工问题，能及时采取措施进行处理，从而有效确保建筑工程的施工质量[5]。

3.5 建筑企业文化的创新

建筑企业在实际的发展过程中，其企业文化并非是一成不变的，会随着时代的发展和企业经营理念的变化而产生变化，而企业文化是整个企业经营运行的核心内容，要创新建筑过程的管理模式，需先创新建筑企业的文化，使企业的文化理念更加符合时代发展潮流。在创新建筑企业文化的过程中，建筑企业需要从两个方面来开展。一方面是创新企业的价值观，另一方面是创新企业的文化机制。其中企业文化机制的创新又分为激励机制、传播机制和目标机制三个部分，建筑企业需要根据外部和内部的环境来进行创新，将企业的文化机制与文化理念相融合，进而更好地推广建筑企业的文化理念，树立企业形象，使企业能够持久、稳定地发展。

4 结语

建筑工程管理的质量能够直接影响整个建筑工程的施工效率和施工质量，进而影响建筑工程项目的经济效益，在建筑工程中创新管理模式，能够使建筑企业的管理工作更加科学化、合理化，有效增强建筑企业的核心竞争能力，帮助企业应对复杂的市场环境，实现企业的稳定发展。

参考文献：

[1] 龙江 . 试分析建筑工程管理中创新模式的应用及发展 [J]. 门窗 ,2020(20):20.
[2] 狄懿嘉 . 建筑工程管理中创新模式的应用及发展趋势探讨 [J]. 住宅与房地产 ,2020,568(09):155.
[3] 王峥 . 探讨建筑工程管理中创新模式的应用及发展趋势 [J]. 幸福生活指南 ,2020(23):1.
[4] 朱晓航 . 建筑工程管理中创新模式的应用及发展 [J]. 新材料 · 新装饰 ,2020(16):84-85.
[5] 赵小方 . 基于建筑工程管理中创新模式的应用及发展的分析 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A,2022(01):201-204.

基于绿色理念的水利水电施工技术和管理措施

王　作

（吉林省延边州水利局，吉林 延吉 133000）

摘　要　本文从绿色施工理念及水利水电施工的基础内容出发，分析水利水电工程增强绿色施工理念的积极作用，并重点讨论基于绿色理念的水利水电施工技术及要点，同时还对水利水电施工与绿色施工理念产生的矛盾以及管理措施进行讨论，旨在为促进水利水电行业的可持续发展拓展思路。

关键词　绿色理念；水利水电施工技术；GPS定位技术；边坡开挖施工技术；节能施工技术

中图分类号：TV5　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0085-03

我国生态文明建设进程不断加快，各行各业积极开展绿色环保活动，满足现代社会可持续发展的要求。其中，水利水电施工与绿色理念的深度融合不仅能加大生态环境保护力度，还能提高水利水电工程的经济效益和社会效益，因此水利水电企业要加快绿色施工实践，优化水利水电施工方案的同时提高水利水电工程施工技术水平。水利水电施工企业要积极转变发展观念，既要加强人才储备，加快环保绿色施工技术的学习和实践，还要完善水利水电工程项目监督管理体系，避免施工过程中存在的不合理施工行为，提高水利水电施工质量和效率的同时也实现绿色施工及环境保护工作。

水利水电工程具有复杂性和特殊性，施工规模较大，因此需要进行充足的准备工作，确保施工方案的可行性和合理性。绿色理念与水利水电施工的深度融合还存在较多的矛盾，需要水利水电施工企业加快完善施工监督管理体系，提高水利水电施工的智能性和环保性，加强对水文环境的保护，为社会大众营造更优质的水环境，为维护社会经济及社会稳定做出贡献。水利水电施工有必要应用绿色施工技术及环保材料，既能营造健康良好的施工环境，也能助力生态文明的建设。

1 绿色施工理念及水利水电工程施工概述

1.1 什么是绿色施工理念

绿色施工是指在最大限度实现节约资源目标的同时高质量地完成工程建设，通过对施工环节的科学管理与监督，减少外界环境对施工质量和施工进度的影响，也通过施工技术提高施工效率。绿色施工理念是我国可持续发展理念的具体表现，绿色施工并不是简单地封闭施工现场以及减少施工污染的施工活动，其不仅涉及环保方面的技术应用，也和社会、经济的发展紧密相关，因此绿色施工理念与水利水电施工的深度融合要充分遵循绿色施工原则，因地制宜地优化施工方案，充分提高水利水电工程品质，减少能源与资源的损耗，并减少环境污染问题，提高施工场地环境质量。

1.2 水利水电工程施工特征分析

第一，水利水电工程是便民利民的重要工程，不仅能够保障社会与经济的稳定发展，还能够满足人们多样化的需求，因此水利水电工程建设规模较大，不仅涉及水渠、水库以及输水管道的施工，还需要进行地上基础设施的建设，不仅增加了水利水电工程的资源配置难度，更增加了水利水电施工的管理压力，需要水利水电施工管理单位制定完善的施工规划，并全面掌握施工现场的地质情况以及天气情况，确保水利水电工程的施工质量和进度。第二，水利水电工程施工对安全具有较高的要求，在水利水电施工过程中不仅要维护施工现场的安全与稳定，还要保护施工人员的安全，重视自然灾害的预防，在充分进行环境监测之后制定合理预防方案，同时提高地面基础设施的稳固性，全面提升水利水电施工的稳定性和安全性。[1]

2 水利水电施工增强绿色理念的积极作用

2.1 有利于提高水利水电工程的施工质量和效率

水利水电的发展趋势朝向智慧化、绿色化以及可持续化，水利水电施工企业正在积极地学习先进的施工技术及管理技术，并完善智能化基础设施，提高水利水电工程施工的效率和质量。水利水电施工增强绿色理念不仅能够提高水利水电设施的使用质量和效率，还能够增强施工人员的自然意识和环保意识，最大限度地保护施工现场环境安全、稳定的同时实现高质量施工目标。

2.2 有利于降低水利水电工程施工成本

水利水电施工与绿色理念的融合能够实现施工资源的科学配置，减少施工材料及能源的消耗与浪费，在实际的水利水电施工过程中，施工单位要使用清洁

能源和环保材料，能够提升水利水电设施的可持续性和经济效益。同时，水利水电施工过程中还要采用循环经济的发展模式，以节约资源和循环利用为主要的施工运营模式，既能够提高资源的利用率，也能够降低水利水电工程的施工成本，绿色理念在水利水电施工中的应用符合社会可持续发展理念。

2.3 有利于保障水利水电工程施工安全

基于绿色理念的水利水电施工技术，能够为维护施工现场的生态环境做出努力，绿色理念中保护生态平衡的内容，水利水电施工过程中必须以生态环境安全为核心，保障施工现场、环境以及施工人员的安全。水利水电施工增强绿色理念还能够提升预防意识，加强对施工现场环境监测，同时制定可靠的防范方案，加强对危险要素的了解，增强水利水电施工单位的风险防范能力。

2.4 有利于充分发挥水利水电工程的重要价值

绿色化发展是水利水电行业可持续发展的必由之路，并且融入绿色施工理念的水利水电工程更能够发挥自身的经济价值和社会价值。水利水电工程运用专业的施工技术手段提升整个工程的品质，能够在了解施工现场地质条件的同时开展安全施工，减少施工安全隐患。在实际进行水利水电施工时，施工单位应重视维护当地生态系统结构的稳定性，并且严格落实绿色施工标准，保障水利水电工程发电、泄洪以及阻水等功能的发挥。

2.5 有利于提高水利水电施工企业的创新能力

水利水电施工企业应秉持着绿色理念开展施工活动，不仅要应用环保材料以及其他高科技材料，还要创新施工管理模式，推动循环经济的落实，实现资源的高效利用、能源的低消耗以及施工过程的低排放目标。水利水电施工企业应重视施工经验的积累，不断推动绿色施工技术的应用实践，提升自身施工技术水平的同时贯彻落实我国可持续发展战略，并增强创新意识，通过创新施工技术以及施工管理模式不断提升水利水电工程价值。[2]

3 基于绿色理念水利水电施工的主要特征

在融合绿色理念的基础上，水利水电施工具备特殊性，受到区域地形、地质、水文环境以及水力发电活动的影响，水利水电工程的施工标准会更高，并且要更加重视施工过程中的安全问题，最大限度地防止安全事故的发生。施工人员要通过专业能力开展施工工作，并且结合实际情况选择绿色、先进的施工技术，管理人员也要配合施工技术人员制定合理的施工策略，进而营造良好的施工现场环境。基于绿色理念的水利水电施工要重视资源的合理利用，并且具备节约意识和环保意识，及时处理施工过程中存在的浪费问题和污染问题。

4 基于绿色理念的水利水电施工技术及其要点

4.1 大体积混凝土施工技术要点

大体积混凝土施工技术是基于绿色理念的水利水电施工技术中的重要领域，该技术具备高效性，能够在短时间内完成巨大数量的混凝土浇筑作业，相对于传统混凝土浇筑作业，大体积混凝土施工技术具备了自动化和机械化的特征，施工技术人员利用机械设备以及自动控制技术等开展混凝土浇筑作业，并且通过对混凝土浇筑作业的监督管理，减少了作业过程中的浪费情况和安全问题，实现了环保性的施工。

4.2 超级真空抽水技术要点

水利水电施工中包含基坑排水重要环节，该施工环节具有重要作用，是维护水利水电工程施工秩序和施工进度的关键环节，因此必须要充分提高基坑排水作业的效率。其中，超级真空抽水技术不仅符合绿色施工的要求，而且能够增强水利水电施工基坑排水的效果，并且在应用超级真空抽水技术的过程中不会产生污染物质和有害物质，能够充分保障施工现场及施工人员的安全。

4.3 GPS定位技术应用

GPS定位技术在水利水电工程中主要发挥的作用是通过提升地面定位技术水平减少施工现场污染问题的出现，通过高精准度的技术定位，能够及时地获取周围生态环境的位置信息，因此GPS定位技术具备绿色环保价值，对于水利水电施工单位保护水环境安全具有重要作用。

4.4 边坡开挖施工技术

边坡开挖施工技术具备环保绿色特征，其能够利用遮阳、保湿以及降温等技术措施减少坡体上水土流失以及浪费的情况，加强了对生态环境的保护。同时，边坡开挖施工技术还能够节省人力资源和施工资源，并且也提升了风险防范能力。在基于绿色理念的水利水电施工技术中，边坡开挖施工技术是推动绿色环保目标实现的重要动力，能够进一步优化水利水电工程的施工质量。[3]

4.5 智能及绿色施工技术

计算机技术及数据分析技术能够对水利水电工程项目的施工方案进行评估和优化，并且能够通过智能化管理手段加强对施工活动的监测与管理，利用信息系统进行施工资源的调配和供应，智能化施工管理技术不仅减少了人为操作的失误，而且节约了水利水电工程的施工时间。同时，绿色施工技术的应用进一步提高了水利水电施工的可持续性和环保性，降低了水

利水电的施工成本，因此必须要广泛推广智能技术及绿色施工技术的应用，更好地协调水利水电施工与环境保护之间的关系。

4.6 节能施工技术

水利水电施工中应用节能设备、节能技术不仅能够进一步优化水利水电施工方法，还能够有效提高能源和资源的利用率。在应用节能施工技术之前要对施工现场的施工资源进行调查，还要对施工各个环节的时间进行合理的调整和分配，进而有效地减少水利水电施工成本及能源消耗。环保材料及节能施工技术的运用增强了水利水电设施的保湿、防潮以及隔热性能，能够更好地为社会、经济以及大众服务。

5 水利水电施工与落实绿色发展理念之间存在的矛盾

一方面，有些水利水电施工企业绿色环保意识不足，忽视了施工过程中的生态环境保护工作，出现了严重的环境污染问题。在实际的施工过程中，没有对生态系统进行及时的养护和修复是不符合绿色施工理念的，并且没有将绿色理念与施工方案有机结合起来，因此水利水电施工企业必须要重视生态环境的养护与修复工作，贯彻落实绿色施工理念。另一方面，水利水电施工队伍综合素质有待提高，水利水电施工企业中的专业技术人才数量较少，对于水利水电施工质量及效率影响较大，也会增加安全隐患问题，因此必须要加快培养专业技术人才，提高整个施工技术队伍的技术水平和专业能力。[4]

6 增强水利水电施工绿色理念的具体管理措施

6.1 扩大绿色施工理念宣传范围，增强全体人员绿色环保意识

水利水电施工企业要积极宣传绿色理念与施工融合的重要性，增强企业全体人员的绿色环保意识和节约意识，并将绿色施工理念落实到实践活动中，推动水利水电施工企业的可持续发展。同时，水利水电施工企业要定期开展培训会和交流会，针对先进的绿色施工技术进行学习，并讨论先进成功的水利水电绿色施工案例，进而推动水利水电施工技术的绿色化、智能化和自动化发展。

6.2 优化绿色施工方案，完善水利水电施工监督管理体系

在实际施工过程中，水利水电施工单位要根据生态环境的实际情况调整和优化施工方案，并完善水利水电施工监督管理体系，对施工各环节进行全面动态化的监督管理，保障水利水电工程施工的质量和安全。同时，要与专业环境保护监理机构合作，从而对施工环节中的环境保护与修复工作给予专业的指导工作。

6.3 应用先进绿色施工技术，引进先进设备与环保施工材料

水利水电施工企业要积极应用实践绿色施工技术，并将智能化控制系统、机械设备应用到施工过程中，使得水利水电施工获得更高的效率，推动水利水电工程的现代化发展。同时，不同区域的水利水电施工企业要合理地使用环保施工材料，并创新优化施工管理模式，充分发挥绿色施工技术及环保施工材料的应用价值。

6.4 培养高素质施工技术人才，增强施工队伍综合素质

水利水电施工企业要制定合理的考核评估制度和激励机制，培养企业人员的责任意识和安全意识，使得企业全员推动绿色理念与水利水电施工技术的深度融合。同时，水利水电施工企业要对施工技术队伍进行重点培养，使得其对施工技术进行不断的改进和优化，并且要培养施工技术人员的信息素养，使得其能够掌握自动化控制技术。[5]

7 结语

综上所述，绿色施工理念与水利水电施工的深度融合具有积极意义，能够助力我国可持续发展战略的实施，也能够推动我国生态环境保护政策的落实，从而实现人与自然和谐相处的目标。水利水电施工企业要重视绿色施工技术的引进和实践，并且要扩大绿色施工理念的宣传范围，增强企业全体人员的责任意识和绿色环保意识，进而使得水利水电施工标准符合绿色施工标准。同时，水利水电施工单位要建立健全完善的监督管理体系，对施工各环节进行严格的监督与管理工作，提升水利水电工程施工质量和效率，实现施工资源的科学配置，进而充分发挥水利水电工程的经济价值和社会价值，进一步推动社会经济的稳定发展。

参考文献：

[1] 王媛.混凝土施工技术在水利水电施工中的应用[J].散装水泥,2023(03):167-169.
[2] 李亨建.基于绿色理念的水利水电施工技术探究[J].城市建设理论研究（电子版）,2023(18):184-186.
[3] 孙维珍.现代水利水电施工技术的实践分析[J].中国高新科技,2023(08):156-158.
[4] 孟利利,艾大伟,王延辉.信息化时代背景下水利水电施工技术发展的机遇与挑战[C]//中国智慧城市经济专家委员会.2023智慧城市建设论坛广州分论坛论文集,2023.
[5] 胡俊.基于绿色理念的水利水电施工技术探究[J].城市建设理论研究（电子版）,2023(09):79-81.

公路工程试验检测测量设备期间核查方法探析

张明磊

（华设检测科技有限公司宁夏分公司，宁夏 银川 750000）

摘 要 文章主要针对公路工程试验检测设备期间核查步骤及工作要点进行详细的介绍，首先根据设备的自身特性、使用情况等方面分析了哪些设备需要期间核查；其次对检验检测机构设备期间核查的常用方法及需要考虑的可实施性、可靠性、经济性等因素进行了介绍；最后对设备期间核查的应用和结果处理做了说明。期间核查能够预防和发现不合格的检测设备并避免误用，持续确保试验测量设备的检定或校准状态可靠性，从而保证试验检测结果准确、有效，不受测量设备影响，检验检测机构应重视测量设备期间核查的必要性和能够正确运用。

关键词 公路工程试验检测设备；期间核查；核查步骤；工作要点

中图分类号：U412 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0088-03

公路水运工程检验检测机构使用测量设备种类繁多、部分仪器使用频率高、精密仪器关键性能量值易发生变化以及需要携带外出检测等情况，难以保证其检定或校准状态的持续可信度，因此，为保持测量设备量值准确性和可溯源性，通过测量设备在两次正式校准或检定的间隔时间内进行状态核查，从而防止试验室使用不满足技术规范要求的试验测量设备。

1 期间核查测量设备的确定

期间核查不是对测量设备一些使用功能做一般性检查，也不是缩短检定或者校准时间，目的是通过在两次检定或者校准的这段时间内，确定试验测量设备依旧能够保持原有检定或校准过的状态，防止使用的设备不符合技术规范要求。检验检测机构应根据设备自身特点、历次检定/校准情况、使用的频率、使用环境、使用反馈等情况来确定每一个设备是否需要进行期间核查，通过制定期间核查计划，列出期间核查设备的名称、方法、周期等内容[1]。

通常可以从以下几个方面来识别试验设备是否需要进行期间核查。

1. 试验测量设备检定或校准情况。多久时间检定或校准一次，每次结果如何，数据如果相差较大，说明试验测量设备稳定性较差。

2. 试验测量设备使用情况。试验测量设备使用频率、使用环境、检测人员使用反馈等。

3. 试验测量设备保养维护情况。多久时间保养一次，检定/校准期间内是否进行过维修及具体情况如何。

4. 试验测量设备使用人员是否经常更换，是否有使用不熟练导致设备过载，未按正确步骤操作等情况。

期间核查的重点测量设备有：

1. 测量设备使用频率高。

2. 常用于现场检测、远距离运输。

3. 设备精密易受干扰，不稳定。

4. 使用环境多变，设备易受影响，甚至损坏。

5. 有过载使用情况或对仪器准确性有怀疑。

6. 由于设备使用频率较低，设备检定/校准过期的。

对于没有量值要求的辅助性设备，如路面厚度取芯机、岩石切割机、试件脱模机等试验仪器设备，在确保设备可正常使用情况下，不需要对其进行期间核查。检验检测机构应以所使用的测量设备特性、频率、使用环境等情况，逐一对设备进行识别，判定设备是否进行期间核查。

2 期间核查方法

测量设备期核查有多种方法，检验检测机构常用方法如下。

2.1 标准物质法

当试验室具有被核查试验测量设备的标准物质时，可采用标准物质对试验测量设备进行核查[2]。如检验检测机构使用最多的分析天平、电子秤、电子台秤等称量设备，试验室可通过砝码对称量设备进行核查，使用国家标准样品水泥细度标准粉对负压筛析仪试验仪器进行核查等。

2.2 留样再测法

用于钢筋拉伸试验的万能材料试验机可采用此方法核查。在同一根钢筋上截取多组试验样品按核查计划进行试验，通过在设备检定后尽快测得拉伸试验数据与使用一段时间后测得数据进行对比，比较变化情况。

2.3 试验仪器间的比对

（1）传递测量法。如通过试验室精度为千分之一的

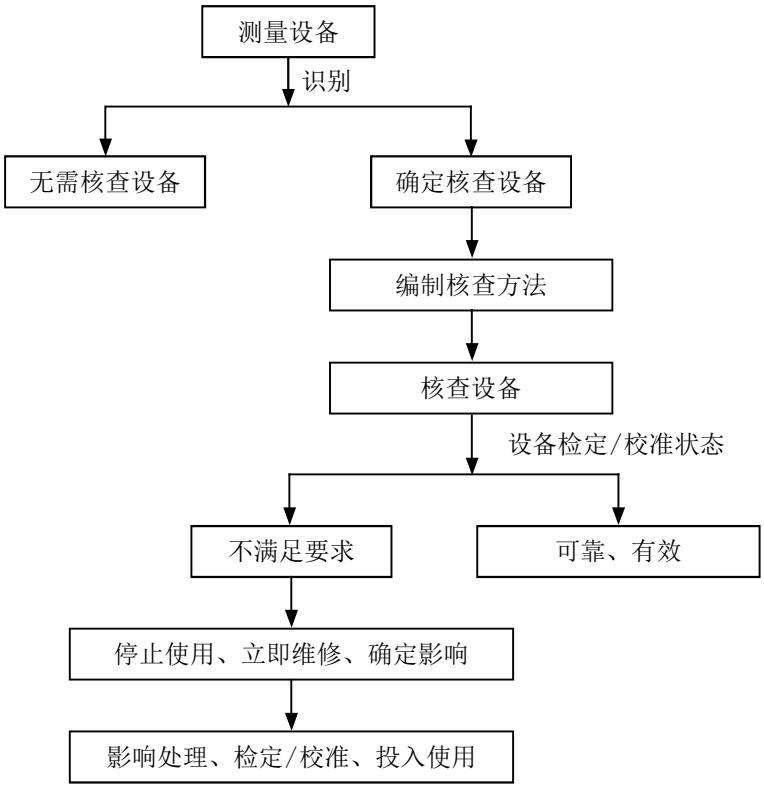

图 1 期间核查流程图

表 1 测量设备期间核查记录

设备名称型号、编号	微机液压万能试验机（WEW-1000B）		
最近检定 / 校准日期	*** 年 *** 月 *** 日	检定 / 校准周期	12 个月
本次核查日期		***	
检查内容	一、核查步骤 1、试验前准备： a、本次期间核查所用钢材全部为甘肃酒泉钢铁（集团）有限责任公司生产的钢材。 b、选用钢筋规格型号分别为：Φ20、Φ22、Φ25。 c、截取钢筋时先截去 50cm，然后依次在同一根钢筋上截取所需的 2 组钢筋。 d、每种规格钢筋分别截取 2 组（每样多截取 2 根以防止突发事件），截取长度为 50cm。 2、试验室环境条件： 进行拉伸试验时，试验室温度应保持在 10℃ ~35℃。 3、试验过程： a、在 *** 年 *** 月 *** 日进行拉伸试验，并记录试验数据，以便期间核查时备查。 b、测试结束后，将留样钢筋按照各种规格型号分别包裹、编号，将该样品放置留样室进行保管。 c、在 *** 年 *** 月 *** 日进行拉伸试验，测试数据与 *** 年 *** 月 *** 日所得数据进行比较。		

续表 1

二、结果判断

1、对于留样再测及比对试验，对两次的测试结果进行分析。

2、对分析结果按下式进行评价：

$$A=\left|\frac{\overline{X}-Xi}{\overline{X}}\right|\times 100\%$$

当 A ≤ 5% 为满意；

当 10% ＞ A ＞ 5% 为基本满意，但应查找原因；

当 A ≥ 10% 为不满意，应立即联系计量单位检定，在此期间检测人员不得使用该仪器，设备管理员应在仪器上张贴停用标示。

3、核查结果记录：

钢筋直径	试验日期	*** 年 *** 月 *** 日	*** 年 *** 月 *** 日	平均值	A	允许偏差
Φ20	屈服强度 (MPa)	460	455	460	1.1%	≤ 5%
	极限强度 (MPa)	650	640	645	0.8%	
Φ22	屈服强度 (MPa)	445	440	440	0	
	极限强度 (MPa)	645	635	640	0.8%	
Φ25	屈服强度 (MPa)	435	440	440	0	
	极限强度 (MPa)	630	625	630	0.8%	

核查结论：经核查，该微机液压万能试验机（WEW-1000B）检测结果准确、可靠，可继续使用。

电子天平测量被测样品之后，将被测样品放在精度低于千分之一电子天平上称量，看其是否符合相应电子天平精度要求 [3]。（2）多台设备比对法。检验检测机构母体试验室及多个项目工地临时试验室具有同精度设备比较常见，如 2000 型压力试验机、混凝土强度回弹仪、标线标志逆反系数测定等设备核查可以采用此方法。

2.4 自带标样核查法

通常一些试验设备出厂自带标准样品，可按照厂家指导方法进行核查。如电子天平往往自带一个标准工作砝码、金属洛氏硬度计仪器自带硬度标准块，可以采用此方法 [4]。

3 期间核查应用

期间核查的方法有多种，检验检测机构可根据自身情况、从试验测量设备的特性以及实施核查时的可行性、可靠性、实用性、经济性等方面综合考虑，针对具体测量设备确定核查方法，编制作业指导书，对核查方法、结果判定及注意事项等情况加以明确，使试验人员能够准确、顺利、高效地完成测量设备期间核查。

4 期间核查结果处理

当通过期间核查发现试验测量设备检定 / 校准状态不满足预期使用要求时，应立即停止使用并进行维修，在重新检定或校准结果表明其性能满足要求后，方可投入使用；并立即采取适当的方法或措施 [5]，查找不符合原因，对之前涉及的检测报告进行风险评估，必要时追回已发出的报告。

5 结语

综上所述，检验检测机构正确运用期间核查，保持测量设备可信度，从而确保检测结果的准确性不受测量设备影响至关重要 [6]。为确保检验检测数据、结果准确性，从业人员及检测机构应从思想上重视其重要性，从行动上认真识别出核查设备，制定方法，列明计划，正确实施，从而保持检验检测设备的可靠性，为客户提供准确、可靠的检测数据和结果。

参考文献：

[1] 郑玉玲 . 现场采样检测仪器期间核查的实施与评定 [J]. 医学动物防制 ,2010(07):630-632.

[2] 吴鸣 , 刘长军 . 盐业检测实验室电子天平期间核查的方法探讨 [J]. 中国井矿盐 ,2009(40):32-33.

[3] 阮圣梅 , 陈方华 . 电子天平期间核查作业指导书 [J]. 工业计量 ,2012(01):274-275.

[4] 胡畅 , 朱长春 , 吴亚楠 , 等 . 实验室期间核查流程与方法探讨 [J]. 计量技术 ,2019(11):73-76.

[5] 沈才忠 , 何红 , 孙世勃 . 测量设备的期间核查及判定 [J]. 中国计量 ,2007(05):41-42.

[6] 同 [5].

水下摄影常见影像质量问题解析

肖梦洋

（中国船舶集团有限公司第七一三研究所，河南 郑州 450000）

摘　要　在水下摄影领域，光线在水中传播的特性使影像质量受到限制。光线衰减、色彩偏差、对比度不足等问题经常导致水下影像失真和不清晰。此外，水流、悬浮颗粒物和水下生物的存在使影像质量进一步降低，例如快速移动物体造成影像出现模糊现象。虽然在水下摄影中会应用多种技术手段，但是仍有待创新和改进，以提高水下影像质量及还原度。现存研究成果在水下摄影影像处理技术方面依旧存在不足之处，部分处理方法在实际应用中依旧存在局限性，针对光线衰减、色彩失真等问题的处理仍缺乏全面有效的解决方案。因此，为提升水下摄影影像质量，本研究在分析水下摄影影像质量控制技术作用的基础上，对水下摄影常见影像质量问题以及相关处理技术进行深入研究，旨在为相关人士提供参考。

关键词　水下摄影；影像质量；处理技术

中图分类号：TB86　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0091-03

水下摄影包括水下照相和水下摄像，其作为海洋工程中常用的水下检测手段之一，与潜水员目视、探摸检查等其他物体表面状态检测手段相比，具有真实可靠、水上实时观察、资料可永久保存等优点。因此，在船舶、石油平台、码头、大坝等水下结构检测中，水下摄影的应用范围不断扩大。然而，由于水下环境的特殊性，水下摄影也面临着许多问题。首先，水下摄影设备需要解决密封、耐压、防腐、电绝缘等问题，以确保设备能够在水下正常工作。其次，水下环境中的光线衰减、折射、吸收以及水的浮力、水流冲击等因素也会对水下摄影的成像质量产生不利影响。从潜水员多年的实践中得知，水下摄影常见的影像质量问题主要包括影像模糊、取景不准确或画面不稳、彩色影像偏蓝。影像模糊不清晰问题源于水中光线衰减，使得远处物体清晰度降低。取景不准确或画面不稳则与水流的影响有关，水流可能导致摄影设备和拍摄对象的微小振动，进而影响画面的稳定性。彩色影像偏蓝问题则是由于不同颜色光线在水中被吸收程度不同，导致拍摄出的影像呈现偏蓝色调。因此，分析影响因素的同时提出处理技术，对保证水下摄影工作顺利开展具有积极作用。

1 水下摄影影像质量控制技术的作用

水下摄影影像质量控制技术在水下摄影领域中作用较大，它不仅影响作品的视觉呈现效果，而且影响观众的观赏体验和感受。这些技术一方面为拍摄高质量图像，另一方面为突破水下环境限制，使观众较好地理解和欣赏水下世界。水下摄影影像质量控制技术能起到以下三个方面的作用：

一是水下摄影影像质量控制技术有利于克服光线衰减带来的影响。水中光线会逐渐减弱，影响图像的亮度、对比度和色彩，通过合理的曝光控制和光线补偿技巧，摄影师可以在有限的光线条件下保持图像的清晰度和色彩还原，确保作品在视觉上更具吸引力；二是影像质量控制技术有助于应对水质问题。水中的颗粒物、浮游生物等可能会影响图像的清晰度和细节表现。使用适当的滤镜、调整白平衡等技术可以减少水质对图像的干扰，提升图像的清晰度和色彩还原度，使观众更好地观赏水下场景；三是水下摄影影像质量控制技术可以解决色彩失真问题。在水下环境中，不同颜色光线被吸收不均匀，导致图像呈现出偏蓝或偏绿情况。通过调整白平衡及后期色彩校正，摄影师可以修复图像的色彩平衡，还原真实的色彩，使作品更加引人入胜[1]。

2 水下摄影常见影像质量问题

2.1 光线衰减色彩偏差

水中光线与空气中的光线相比会衰减程度更多，导致远处物体可见度降低，图像呈现模糊和不清晰情况。同时，不同颜色光线在水中被吸收的程度不同，导致拍摄图像可能出现色彩偏差问题。光线衰减使水下拍摄的景物失去远近层次感，远处物体的细节难以捕捉，影响图像的清晰度和立体感。在深水域，由于光线强度急剧下降，摄影师需要使用大光圈或高ISO值来解决光线不足的问题，此方法会引发噪点和失真

问题。色彩偏差是另一个光线衰减所带来的影响，不同颜色光线在水中受到不同程度的吸收，导致图像呈现出偏蓝或偏绿的色调，这使得水下拍摄的图像在色彩上失真，不符合实际场景的色彩分布。

2.2 浮游生物和颗粒物干扰

浮游生物、悬浮颗粒物等物质影响画面清晰度也是水下摄影时的常见问题。这些微小生物和颗粒物会悬浮于水中，干扰光线传播路径，导致光线散射及折射。这类物质会使图像出现模糊和散射现象，影响图像清晰度和细节，尤其在水质较差的环境下，这些问题尤为显著，需要摄影师采取相应的措施来降低其影响。此外，水下摄影还会受到水流、波浪等自然因素干扰，进一步影响图像稳定性和清晰度。摄影师面临此类问题时，需综合考虑光线、水质、环境因素等，选择合适的拍摄技巧、装备及后期处理方法，最大程度地弥补此类影像质量问题[2]。

2.3 对比度不足

水中光线环境复杂多变，与陆地上光线不同，易导致图像的亮度差异不足，造成图像中明暗区域缺乏明显对比度。此情况下，难以捕捉图像暗部细节，整体画面趋于平淡，影响图像的层次感和深度。对比度不足的问题导致图像中物体轮廓和细节难以分辨，尤其是在复杂的水下环境中，例如海洋、湖泊等明暗过渡不明显环境，使图像的呈现缺乏立体感及生动性。

2.4 细节丢失

水中光线衰减和水质问题可导致难以捕捉远处物体细节。水对光线的吸收和散射会限制摄影者的拍摄距离，远处景物会呈现出模糊不清的状态，影响图像中细腻纹理和细节的呈现，使作品失去真实感和表现力。

2.5 快速移动物体模糊

水下摄影中常见的影像质量问题之一是物体快速移动产生的模糊现象。水下环境中，许多生物及物体均可高速在水中游动，如鱼群、海洋生物等，它们的快速移动会导致在摄影过程中产生模糊效果，使被摄物体的轮廓和细节难以捕捉。快速移动物体的模糊问题对水下摄影师来讲一直存在。由于水的折射、光线的散射以及水流等因素，快速移动物体在图像中往往呈现出模糊状态，无法对其进行清晰捕获。

2.6 水下震动和抖动

水下环境的特殊性使得摄影师在进行拍摄时难以完全控制摄像设备的稳定性。水流、潮汐以及摄影师自身动作等因素都会影响摄像设备的稳定性，进而影响图像清晰度。即使是微小抖动，也可使图像产生明显模糊和不稳定效果。

3 水下摄影影像处理技术

3.1 人工照明系统处理技术

由于水下光线的衰减和散射效应，导致画面出现远处物体模糊、颜色失真等问题，人工照明系统处理技术通过在水下环境中添加光源，提供足够的光线来补偿光线损失，从而改善图像的质量和可视性。人工照明系统处理技术的核心是在水下环境中布置光源，以补充水中光线不足的缺陷。常见的人工照明设备包括潜水灯、闪光灯、LED灯等，这些光源可以产生足够亮度及适当色温，使水下拍摄的图像更加真实、清晰，还原物体真实颜色。通过调整光源的亮度、角度和位置，摄影师可以实现不同照明效果，突出主体，增强画面层次感。人工照明系统处理技术的应用不仅局限于水下摄影，还可广泛应用于水下勘测、海洋科研、水下工程等领域。在水下考古、生物学研究等领域中，人工照明系统能够协助研究人员获取更清晰、准确的图像，从而更好地开展科研工作。

3.2 滤镜处理技术

滤镜处理技术是水下摄影中常用的影像处理手段之一，通过在摄像设备镜头前添加特定滤镜来调整和改善水下环境的光线和颜色，从而优化图像质量、可视性和真实性。水下环境中光线的衰减和颜色失真问题是影响水下摄影效果的主要因素之一，滤镜处理技术针对此类问题的优化，可有效提升水下拍摄图像的表现力和吸引力。滤镜处理技术的应用范围十分广泛，涵盖不同类型滤镜，如色彩校正滤镜、增透滤镜、偏振滤镜等。色彩校正滤镜可校正水下环境中颜色失真问题，使图像呈现更为真实的色彩；增透滤镜有助于解决水下环境光线衰减问题，增强远处物体清晰度；偏振滤镜可减少水下环境的光线反射和散射，提高图像对比度和细节。另外，各类滤镜在不同水下环境的水下摄影中作用有所差异，例如在蓝水环境，增透滤镜可以有效提高光线的透明度，减少光线衰减现象，使远处物体清晰可见；在绿水环境，色彩校正滤镜可以补偿水下颜色偏离问题，还原物体真实色彩。而偏振滤镜则可以削减水面和水下界面的反射，消除反光，提升图像的细节和对比度[3]。

3.3 广角镜头处理技术

广角镜头处理技术是水下摄影技术领域中一项关键的影像技术。广角镜头处理技术是通过使用广角镜头来捕捉更宽广的视野范围，以展现水下环境的广袤壮美，同时该图像经过后期处理，使水下摄影作品更具视觉冲击力和吸引力。广角镜头在水下摄影中的应用具备独特优势，由于水下环境中物体近大远小效应，

使用广角镜头能够将近景和远景融为一体，创造出丰富的空间感和层次感。另外，广角镜头在拍摄近距离的同时依旧可以保持背景的广阔，使画面更加生动、引人注目。同时，广角镜头还能够捕捉更多的细节和纹理，使得水下生物、礁石、海底景观等元素更加立体和生动。

3.4 采取稳定器和三脚架

在水下摄影中，稳定器和三脚架是影像处理技术的关键，它们的应用能够显著提高图像的稳定性和清晰度，为摄影师创造出更具吸引力和专业性的水下摄影作品。

水下环境的特殊性使得摄影设备容易受到水流、海浪等影响而产生微小抖动，抖动会影响图像的清晰度和稳定性。为解决这一问题，摄影师可采用稳定器和三脚架来提供稳定拍摄环境。稳定器作为专用设备，可通过降低振动及抖动，使摄影机在拍摄过程中持续保持稳定。三脚架是一种支撑装置，可将摄影机固定在某一位置，防止其在水下环境受到不稳定因素影响。稳定器在水下可通过机械、电子等方式来稳定摄影机，消除震动和抖动，使图像更加平稳和清晰。在水下环境中，稳定器可有效减少水流和海浪所带来的影响，保持画面的稳定性和连贯性。借助稳定器，摄影师可以更自由地移动和拍摄，获得更具创意性和视觉冲击力的摄影作品[4]。

3.5 后期处理技术

水下摄影由于其环境复杂多变，经常会受到光线衰减、颜色失真、细节模糊等问题的影响，导致拍摄的原始图像并不理想。而后期处理技术可以弥补这类不足，提高图像质量。

后期处理技术一般会从以下三点入手。一是可通过调整色彩平衡和色调来修复受光线衰减影响的图像，使色彩更加真实自然；二是调整对比度可增强图像层次感，突显重要细节；三是清晰度的提升可减少水下环境中因光线衰减引起的模糊现象，使图像更加清晰。

后期处理技术还能够改善水下摄影中其他常见问题。例如，通过去除图像中的浮游生物、悬浮物等杂质，可优化图像纯净度；通过局部调整的方式，摄影师能够对图像的不同区域进行处理，进一步强调重要元素；后期处理技术还能为图像添加特效、滤镜、修饰等，创造出更具艺术性和创意性的作品。在处理过程中，摄影师需熟练掌握图像编辑软件的操作技巧，学习不同的调整工具和选项，以及它们对图像的影响。同时，摄影师需要保持对摄影作品的审美意识和艺术追求，确保后期处理不仅能够弥补图像的问题，还能够突显摄影作品的独特风格和主题。

3.6 拍摄角度距离控制技术

合理选择拍摄角度和距离，避免过远或过近的拍摄距离，可减轻光线衰减和颜色失真问题，同时也有利于捕捉清晰的细节。水下摄影中拍摄角度和距离的选择直接影响图像的表现力和视觉效果。

首先，拍摄角度的选择决定了观众观看的主题。摄影师可以选择鱼眼透视，从上往下拍摄，或平视视角等不同角度，从而为图像带来不同的感观体验。从上往下拍摄可以强调主体的轮廓和形状，平视视角可展现主体的生态环境和行为特点。

其次，拍摄距离的控制对于图像细节和背景呈现具有重要影响。摄影师既可选择靠近主体进行特写拍摄，又可选择远离主体进行全景拍摄，每种距离都能传达不同的情感与信息。靠近拍摄可以凸显主体细节和特点，使观众更深入地掌握主体特性。远距离拍摄可将主体与周围环境融为一体，展现出广阔的水下景象。在水下摄影中，摄影师需综合考虑拍摄角度和距离，以及主体的特性和所要表达的内容，以此确定最佳拍摄方案。优秀的拍摄角度和距离可以突出重要元素，强化图像表现力，增强观众的情感体验。此外，摄影师还需灵活运用不同角度和距离，以应对不同拍摄环境和条件，确保图像的多样性和创意性[5]。

4 结语

水下摄影作为摄影领域中的重要一环，呈现出不同凡响的视觉体验，但影像质量问题却时常难以较好地解决。光线衰减、色彩失真、颗粒感等问题影像水下摄影作品的呈现效果，影响摄影师的创造力。不过，也正是因为存在此类问题，才能激发摄影师们探索新的拍摄技巧和后期处理技术，以不断提升水下摄影作品质量。通过不断地实践创新，在解决此类影像质量问题的过程中，水下摄影将更加精彩地呈现出水下世界的奇妙之美。

参考文献：

[1] 赵爽 . 水下摄影表现技法研究 [D]. 哈尔滨 : 哈尔滨师范大学 ,2019.

[2] 雷峻 , 张丽华 . 浅谈民用水下无人机摄影技术 [J]. 艺术科技 ,2017,30(03):242.

[3] 贾森 . 水下摄影攻略 [J]. 老年教育（书画艺术）,2016(06):60-61.

[4] 邹文财 . 摄影测量在珊瑚礁水下调查中的应用研究 [D]. 南宁 : 广西大学 ,2021.

[5] 刘明潇 ,Michele Guala, 孙东坡 . 基于水下摄影的床面泥沙运动特性试验研究 [J]. 水科学进展 ,2021,32(03):449-457.

市政给水管网设计中的要点分析

刘　丹[1]，李晶婧[2]，李　薇[3]，李长宽[1]，张靖怡[1]

（1. 水发规划设计有限公司沈阳分公司，辽宁 沈阳 110000；
2. 中国华西工程设计建设有限公司辽宁北方分公司，辽宁 沈阳 110000；
3. 山西众志诚工程设计有限公司，山西 太原 030000）

摘　要　我国城市化进程不断加快，市政工程给水管网的规模也在逐步扩大。在此过程中，必须对给水管网进行科学的设计，才能更好地保证给水管网的使用效果与质量。给水管网是城市给水工程中不可缺少的一部分，它对城市供水质量起着重要的作用。因此，对市政给水管网进行科学的规划是保障城市供水需求，保障城市健康发展的关键。本文旨在对市政给水管网进行科学、合理的设计，从而对现代城市化建设起到积极的推动作用。

关键词　市政工程；给水管网设计；管材选择；管径确定；抗震性设计

中图分类号：TU990.3　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0094-03

1 市政给水管网优化设计的目标

给水管网设计的主要目标是为了保证供水安全、符合城市发展需求。具体体现在以下几个方面。首先，通过对给水管网进行科学布置，对增压泵进行科学选配，减少运行费用，提高供水系统的安全、可靠程度。其次，要强化各地区管网的连接，建设大面积的供水网，以满足不同地区的应急备用需求，以提升城市给水的安全、可靠程度。再次，对给水管道的管径进行合理的选择。以城市给水管网为研究对象，研究城市给水管网的水力特性，提出给水管网设计方案，并结合城市给水工程的实际情况进行设计。最后，加强管网薄弱支出的建设，充分发挥管网潜能。运用科技手段，通过对已有管网进行数据的统计和分析，找到系统的薄弱环节，提出针对性的改造方案，实现系统的快速更新，实现系统的最优优化，达到降低漏损水量，提升管网的供水量，实现管网的节能降耗。

2 管网设计要点

2.1 管材选择

在城市建设的进程中，管材性能直接关系到供水经济性、可靠性和稳定性。因此，在选择材料时，必须对材料的用途及地质情况进行全面的分析。不论选用何种形式的管材，均应在保证满足供水要求的前提下，提高承压性、密封性，使其能够实现持续供水，达到最大限度地减小漏水量、保障输水能力、减小水头损失。另外，还要对管材的经济性进行全面的分析，以达到在保证供水条件下最大限度地降低经济投资。在特定的选择管材过程中也必须确定管材耐用性[1]。此外，静音效果亦为评价管材的重要依据。柔性铸铁管道一般都有较好的静音效果，为了有效地防止噪声传递，柔性铸铁管道在不同管道间应用柔性橡胶密封件。在这种情况下，对柔性铸铁管道进行科学的使用，能有效地实现静音效果。目前，我国最常用的给水管材类型有：复合管、塑料管、铸铁管等。有关部门在进行具体工作时，在制定工作方案时，要结合自身的实际，科学地选取工作方案，保证工作方案的合理性、可靠性。

2.2 管径确定

在确定管径时，既要使管材压力满足水压规范，又要使能量消耗减少，节约投资，提高投资效益。另外，在选择管径时，还应综合考虑输送水量。通常来说，管径的确定主要有四个方面：一是公用供水。居住区用水是城市居民日常生活用水的重要组成部分，所以，全面分析城市居民的生活用水和每日最大变化是十分必要的；二是未预见水和管道漏水。通常，有关部门应按每天用水量的最大百分比，进行水管泄漏预测值的计算，并按照工程设计的需要，进行合理的估算与决策[2]；三是用于绿化和道路的喷洒。总体而言，城市绿化与道路的耗水量要综合考虑各种因素，如土地、植被、气候等；四是工业用水。在现代城市里，工业用水以工人们的生活、生产用水为主。因此，要对这一地区的用水量进行全面的分析，并对其产业特征进行分析。

2.3 抗震性设计

由于给水管网通常铺设于地下，因此在地震时会对给水管网产生较大的破坏，从而影响到城市居民的生活用水及工业污水的排放。如果得不到及时的维修，就会造成城市生活无法运转。为此，设计者必须进行给水管网的抗震设计，根据已有的工程实践，对市政给水管网进行整体规划，并根据震害情况，加强给水管网的抗渗措施。首先，设计者必须对该地区的真实地质情况及地震效应进行全面的分析，运用现代的工程判别方法对该地区的优劣地段进行合理的划分。在可能的情况下，应该选择合适的地点进行施工。若最后认定地震震害是不可避免的，就必须以管道设计为依据，采取合理的抗震建设。另外，在满足有关规范要求的前提下，尽量使管网结构设计最优，以保证管网的建设与实际连通高度一致。因此，保证管材的质量是保证给水管道工作顺利进行的前提。在保证管材质量的前提下，应达到总体抗震设计的要求。

2.4 管线布置

在对管线进行规划和设计的时候，有关人员要对城市道路结构、自然环境以及其他管线的布置有充分的认识，以防止给水管线与其他管线发生交叉，也要避免对路面和附属设施造成破坏。在建设过程中，建设单位要尽量减少施工路程，尽量避免穿越建筑，尽量在道路外侧铺设管线，以保证工程投资的经济效益。同时，为了保证今后对受损管线的合理、有效的维修，必须结合既有道路、既有规划，科学地规划、设计管线。在工程实践中，还应注意避免发生震害的地点，充分发挥水位高低差异，采用大负荷的运输方式，同时采取近期和分期建设的方式。在进行给水管网的精细布置时，要保证给水管网的总体设计，同时要保证给水管网的布置位置与用水量都是最佳的[3]。公路中干管的合理布置，要求管网与管道的合理衔接。最后，当在消防栓与用户之间进行用水合理分配时，配水管的直径应该设定在15cm~20cm之间。

2.5 接口设计

在给水管网的设计过程中，管道接口的易用性、耐腐蚀性能以及连接件的强度，都是决定给水管网质量的关键因素。在具体的给水管网施工中，如何合理地进行接口设计，对保证给水管网的正常运转起着至关重要的作用。一般情况下，管道接口有两种：柔性和刚性。承插式管道通常为刚性接口，并需以水泥或石棉等粘性较强的材料作密封。但在此过程中，刚性接触面受弯性能一般不佳，受外力作用时极易产生开裂，造成渗漏。这就要求施工人员对柔性接口的科学运用，一般采用器型橡胶圈来实现接口的密封。柔性接口的抗震性能较为科学，可进一步加快施工速度。不论采用何种密封工艺，有关人员均应对工程中的具体情况进行充分的分析，以保证接口设计符合工程实际。

3 市政给水管网设计中存在的问题

3.1 缺少合理的设计方案

在城市给水管网的建设中，以设计图为指导，要保证设计成果的精确性。反之，就会因其结构的不合理而产生的施工问题，将直接影响到给水管网的建设质量。究其原因，一是由于设计者没有充分了解该地区的地质情况，不了解该地区的地质结构，在进行设计时没有采取适当的技术措施；二是设计者在设计之初未充分考虑到环境因素，设计方案的可操作性不高，从而造成了工程不能顺利实施，也就造成了工程中极易发生渗漏等问题。目前市政给水管网设计中存在的问题有一部分是因为设计人员的职业操守和技术水平不高，造成了供水管网设计不科学。

3.2 水资源规划不到位

若没有妥善的规划计划，地下水的开发开采就是困难的。这不但影响了整个采掘工作的效率，也阻碍了给水管网的正常运作，市政给水管网的建设，不仅使给水管网的设计变得更加复杂，也使给水管网的设计工作面临着很大的压力与挑战[4]。

3.3 供水能力欠缺

在我国，以自来水为主体的生活用水是改善人民生活质量的先决条件。但是，城市给水管网中，由于给水管网设计得不合理，常常会造成供水量的短缺，给人们的生产和生活带来很大的不便，同时也严重地影响了城市的经济发展。不但没有自来水，还缺乏水资源。在居民家里，水管连接到给水系统上，但是，因为部分楼层太高或者距离太远，所以不能终日供应水，一旦到了午后或傍晚，水供应不足，供水管线也就形同虚设，很难保证居民日常生活的需要。究其原因，主要在于给水管网在设计时出现了一些问题。

4 提升市政给水管网设计质量的策略

4.1 加强科学设计理念的推广

给水管网设计是城市规划中的一个重要组成部分，从目前我国城市建设的情况来看，给水管网在设计上都有一定的问题，这种问题不仅会对城市的正常运营

造成很大的隐患，还会对市政的整体规划与建设造成很大的影响。近40年来，中国城市化发展速度较快，效率较高，这多亏了国家的大力扶持。但是，随着我国城市化进程的加快，市政给水管网已无法与之相适应，造成当前市政给水管网被迫进行维护和改造。在市政给水管网的设计中，应该吸取国外的经验，对其进行取长补短，并进行归纳、推广，使之更符合现实需要。随着科技的不断进步，管材的种类越来越多，其性能、用途也越来越广泛。因此，在市政给水管网的规划与设计中，需要对其性能、安装工艺、承压能力、环刚度等方面进行全面的研究，选择合适的地点，选择合适的材料，从而保证给水管网的质量与使用寿命。另外，伴随着信息技术的不断进步，许多高科技技术的应用也在不断地被运用。在给水管网的设计上，应该进行持续的创新，引进智能水务和智能污水处理平台，为智慧城市的建设做出贡献[5]。

4.2 充分运用辅助设计手段

城市给水管网是一套完整的、独立的体系，它在城市规划中所占有的比重较大，与道路建设、管线布置等许多方面都有很大关系。所以，在给水系统的设计中需要对相关数据进行全面的分析，并对数据进行整理，最后得到精确的设计图纸。以往，设计图都是手工绘制出来的，一般都是根据设计好的道路来进行详细的设计。同时，道路的变化还将对市政给水管网的施工产生一定的影响。当前的设计方法是在市政给水管网的设计中引入了现代的计算机设计技术，使得市政给水管网的设计者可以实时地获得全部的数据，同时对设计图纸进行修改，这样就可以节约很多的人力和物力。

4.3 从源头解决给排水系统设计问题

在市政给水管网设计过程中，规划是给水管网设计的最终环节，规划成果对给水管网设计起到了很好的指导作用。所以，为了使设计方案更加准确，更好地为设计方案提供更多的参考依据是非常必要的。另外，在进行市政给水管网的规划时，还应将当地的气候条件、城市的纵向布局、功能分区、人口与规划、工业发展程度、城市的发展程度等因素加以考虑。对市政给水管网进行分区布置，有机结合，反复校核，使市政给水管网在设计过程中尽量减少问题与不足。

4.4 准确评估用水量

为更好地为人民群众服务，在供水管网设计之初，设计人员就应该做好充分的调研工作，对各个区域的常住人口进行详细的登记，对他们的使用习惯进行分析，并对与之对应的建筑布局进行统计，为评估城市居民生活用水情况提供了重要的数据基础。另外，根据城市用水评价结果，根据国家有关政策和当地用水指标，对给水管网进行科学、合理的设计，以保证城市中的每一个家庭和商业单位都能有足够的供水，保证他们的日常生活需要[6]。而且，它还能极大地改变人们在地下挖井的习惯，使地下水资源得到合理利用，从而推动城市的和谐、有序发展。

4.5 加强设计人员培训

通过对市政给水管网设计者进行定期的培训，能够有效地提升市政给水管网设计者的专业技术水平，从而使市政给水管网设计者的整体素质得到全面提升。在对设计者进行技术培训时，不应只关注理论性知识的传授，还应使每一位设计者都认识到自己工作的重要性，在此基础上，应采取奖励和惩罚、改进工作流程等方法来激发设计者的工作热情[7]。

5 结语

综上所述，在目前城市化进程加快的今天，城市供水系统是市政基础设施中的一个重要部分。优质的给水管网是保证城市给水质量的重要保证。因此，对市政给水管网设计中的关键问题进行探讨与研究，对于今后城市规划与城市化建设都具有重要的意义。所以，各地都要加强对市政给水管网的设计，把给水管网的规划设计与城市生活用水、工业用水、城市规划、城市发展等有机地结合起来，并严格按照相关的规范来进行，保证给水管网的科学化、合理化，使城市给水管网能够更好地发挥出其应有的价值和效益。

参考文献：

[1] 牟凤燕. 市政给水管网的现状分析和优化设计改造措施[J]. 我国设备工程,2023(06):231-234.
[2] 张敏. 市政给排水设计中常见的问题与解决对策[J]. 我国高新科技,2021(21):153-154.
[3] 钟文. 市政给水管网改造分析[J]. 住宅与房地产,2021(24):225-226.
[4] 朱小兵. 市政给水管网的建设和事故预防探究[J]. 中华建设,2020(12):36-37.
[5] 蒋赟. 浅谈城市市政给水管网优化设计[J]. 科技风,2020(19):108.
[6] 燕晓辉. 市政给排水管道布置设计及技术措施[J]. 江西建材,2019(04):81,83.
[7] 郑元格. 市政给排水管道布置设计及技术措施分析[J]. 中国战略新兴产业,2018(40):32-33.

一起主变中后备保护动作事件案例分析

代希雷[1]，张　港[2]

（1. 国网浙江省电力有限公司丽水供电公司，浙江 丽水 323000;
2. 国网江苏省电力有限公司海安市供电分公司，江苏 海安 226600）

摘　要　受雷电天气影响，某220kV变电站110kV古万1689线保护动作，开关未跳闸，造成#1主变中后备保护动作，110kV母联开关跳闸、#1主变110kV开关跳闸。相关人员进行了110kV古万1689线保护装置带开关传动试验、#1主变开展油化试验、110千伏古万1689线开关机构试验及端子箱分闸回路摇绝缘试验，重启了保护装置、并对古万1689线出口插件板进行检查，初步判定为保护装置偶发性故障。

关键词　中后备保护；偶发性故障；主变

中图分类号：TM4　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0097-03

变压器是电力系统中重要的设备之一，承担着电压转换、电能分配等重要任务。然而，在运行过程中，变压器可能会发生各种故障，如短路、过载等，这些故障会对整个电力系统产生严重影响。因此，对变压器进行有效的保护至关重要。变压器后备保护是变压器保护的重要组成部分，它能够在变压器发生故障时及时切断电源，以防止故障扩大，保障电力系统的稳定运行。变压器的后备保护既可以作为变压器瓦斯保护和本体差动保护的后备，也可以对外部故障引起变压器的过电流起到保护作用，作为变压器各侧母线以及相邻出线的远后备保护[1]。由于线路故障概率比较大，如果故障线路的保护装置或断路器拒动，将使变压器通过较大的故障电流而不能切除故障[2]。主变后备保护动作，将切除故障电流，有利于电力系统稳定[3]。

1 变压器保护要点分析

1.1 变压器后备保护概述

当变压器发生故障时，回路上的保护装置会发出瞬时信号，断开回路开断元件，这个动作的保护就是主变保护。当主保护因多因素影响而没有相应动作，并且依据各回路要求，在很短延时时间后，后备保护装置将启动，跳开故障回路，后备保护反应变压器外部故障。为确保电力变压器在相邻元件及内部故障时得到备用保护，需安装外部接地、过电流保护和中性点过电压保护等装置。这样一来，即使主保护失效，后备保护也能及时作用，以保障设备和人员的安全。

后备保护的范围包括变压器本身、供电回路以及连接在回路上的负荷设备。后备保护包括多种类型的保护装置，如阻抗保护、低电压过流保护、复合电压过流保护和过流保护。这些保护装置能够监测变压器的过流情况，但不同类型的保护装置灵敏度存在较大差异。

1.2 后备保护类型

变压器后备保护主要用于在主保护（如差动保护）未能及时动作或误动作时，能够及时切断故障电源，以减轻故障对变压器的损害。后备保护的种类较多，常见的有低电压保护、过电流保护、阻抗保护等[4]。（1）低电压保护。当变压器电源侧发生故障导致电压降低时，低电压保护能够及时切断电源，以防止变压器过负荷运行。（2）过电流保护。当变压器负荷侧发生故障导致电流过大时，过电流保护能够通过跳开断路器来切断电源，以保护变压器和其他设备的安全。（3）阻抗保护。阻抗保护是一种基于阻抗元件的保护方式，能够在变压器内部发生故障时快速切断电源。

1.3 差动保护

变压器差动保护是变压器保护的一种重要类型。基于电路的基尔霍夫电流定律，即对于一个电路，任意时刻流入节点的电流之和等于流出节点的电流之和。在变压器差动保护中，通过将变压器两侧的电流互感器接入电路，并比较两侧的电流大小和相位，来判断变压器是否发生故障。当变压器正常运行时，流入差动继电器的电流为零，即两侧的电流大小相等、相位相反。当变压器内部发生故障时，故障电流会流过差动继电器，触发差动保护动作，切断变压器电源。差动保护具有以下优点：（1）反应灵敏。差动保护能够

快速反应变压器内部故障，保证故障切除时间短，减小故障对变压器和电力系统的损害。（2）具有良好的选择性。差动保护仅在变压器内部发生故障时才会动作，不会受到其他设备故障的影响。（3）可靠性较高。差动保护的原理简单，易于实现，且不易受系统运行方式和负荷变化的影响。但是在实践过程中发现，差动保护也存在一些局限性，例如易受互感器误差和不平衡电流的影响等。因此，在实际应用中，需要结合变压器的具体情况和运行要求，选择适合的后备保护方案。

2 研究背景

在电力系统中，主变设备是承担电能传输和变换的重要设备之一。为了保证主变的正常运行，通常会安装相应的保护装置，以防止设备故障和电网故障对主变造成损坏[5]。然而，在实际运行中，偶尔会发生保护动作事件，这需要对事件进行分析和处理，以找出事件的根本原因，并采取相应的措施进行改进。

3 故障前运行方式

某变电站220千伏、110千伏为双母线接线方式，35千伏为单母分段接线方式。故障前1#主变和2#主变220千伏和110千伏侧并列运行，35千伏侧分裂运行，#1主变中性点接地。

据气象站在故障时段观测的气象数据，04时至06时期间，故障区域天气情况为：雷雨天气，气温在26℃～35℃间，东南风5级，相对湿度68%RH，降水量29mm。

4 故障过程及保护动作情况

05时46分13秒156毫秒，古万1689线相间距离I段出口，故障电阻为0.26+j0.669欧，故障测距为7.69km，零序II段出口，零序电流为28.272A。

4.1 故障时保护动作第一阶段

通过对故障录波图进行深入研究发现，在05时46分13秒134毫秒，古万1689线发生A、B相接地故障，A相故障电流为17.854A，B相故障电流为18.720A，零序电流为17.306A。但是古万1689线开关没有跳开，导致故障电流一直存在，并在05时46分13秒783毫秒，故障由A、B两相接地短路演变为三相短路。

4.2 故障时保护动作第二阶段

05时46分15秒826毫秒，1#主变110kV后备保护1时限动作，跳开110kV母联开关，05时46分16秒145毫秒，1#主变110kV后备保护2时限动作跳开#1主变110kV开关，故障切除。

5 现场检查情况及处理过程

5.1 现场检查情况

110千伏古万1689线路25#塔A、B两相均有雷电烧伤痕迹，保护测距约7.69km。

110千伏古万1689线断路器型号为3AP1-FG，生产厂家为杭州西门子开关有限公司。经现场检查，开关机构内部接线无松动，开关端子箱接线无松动，无进水情况。

5.2 原因分析

1. 对110kV古万1689线的保护装置进行了带开关传动试验，并在开关端子箱进行了对分闸回路跳闸线圈的电位监视。在前五次传动试验中，保护装置发生了两次保护动作。然而，经过对137端子的电位监视发现，跳闸线圈未收到正电位，导致110kV古万1689线路断路器未进行分闸。随后进行了六七十次试验，保护装置均能正确动作并实现开关的跳闸，同时重合闸也能正确合上开关。因此初步怀疑出现了保护装置的偶发故障。

2. 对#1主变开展油化试验，试验结果合格。

3. 对110千伏古万1689线开关机构开展试验及对端子箱分闸回路摇绝缘，结果均正常。

4. 重启保护装置、对古万1689线出口插件板进行检查，未发现异常。

5.3 事故后处理

1. 进行快速故障检测。为尽快消除隐患，保障正常供电，现场更换古万1689线路保护的跳闸出口插件，并进行10次以上传动试验，传动试验均合格后，于8月23日凌晨1点38分恢复古万1689线路运行。在保护装置发生故障时，应迅速进行故障检测。可以通过装置本身的自诊断程序或人工检查方式进行。一旦发现故障，应立即启动故障处理程序。

故障检测阶段确认有故障发生后，立即将故障装置隔离，这样可以避免故障扩大，影响其他设备的正常运行。在进行装置隔离时，应遵循安全操作规程，确保操作过程的安全性。

2. 故障诊断与修复。在装置隔离后，需要进行详细的故障诊断。这包括对故障装置进行全面的检查、分析，找出故障原因。故障诊断需要具备丰富的专业知识和实践经验，以便准确判断故障原因。在修复过程中，应确保装置的安全性和稳定性，同时尽量减少对电力系统的影响。在修复过程中，应遵循安全操作

规程，确保维修人员的安全。

3. 检验装置。修复完成后，需要对装置进行检验，以确保其正常运行。检验包括功能测试、性能测试和外观检查等。只有在确保装置各项功能正常后，才能将其重新投入电力系统。

4. 分析记录与故障汇报。在故障处理过程中，应对故障相关信息进行详细记录，包括故障发生时间、故障现象、故障诊断结果、修复过程等。通过对这些信息进行分析，可以找出故障的根本原因，从而为预防类似故障的再次发生提供依据。在故障处理完成后，应编写故障处理报告。报告应包括故障处理的整个过程、相关记录和分析结果。通过报告汇报，可以让相关部门了解故障情况，为后续工作提供参考。

6 保护装置偶发故障优化与改进措施

6.1 硬件与软件优化

6.1.1 硬件

选用经过严格筛选和测试的元器件，从源头上保证硬件的可靠性。对于关键部件，如CPU、通信接口等，应设计硬件冗余机制，确保在故障发生时能够快速切换到备用设备。合理设计电路，降低元器件之间的电磁干扰，提高硬件整体的稳定性。

6.1.2 软件

增加软件容错机制，通过设计有效的容错算法，能够在软件故障发生时及时发现和恢复，保证软件的正常运行。增加软件测试环节，对软件进行全面、细致的测试，提前发现并修复潜在的软件故障。同时，在软件系统中，加入自诊断程序，实时监测软件运行状态，发现异常立即报警并采取相应的处理措施。

6.2 变压器后备保护的注意事项

为保证变压器后备保护的有效性和可靠性，需要注意以下几点：

1. 选择合适的后备保护方式。应根据变压器的具体运行要求和负荷情况，选择适合的后备保护方式。

2. 定期检查后备保护设备。在正常运行过程中，应定期检查后备保护设备的运行状态，发现问题及时处理。

3. 定期校准后备保护设备。为了保证后备保护设备的准确性和可靠性，应定期进行校准实验。

4. 注意操作安全。在进行切断电源操作时，应严格按照操作规程进行，以保证操作安全。

5. 加强日常维护。应加强对后备保护设备的日常维护，保证其正常运行。

6. 进一步完善110千伏、220千伏开关拒动、误动处置措施，规范处置断路器异常时处置流程。

7. 加强设备检测，要求保护厂家加强设备质量把控，避免因为保护装置偶发性故障造成故障时断路器无法跳闸异常事件发生。

6.3 闭锁元件需引入跳闸位置接点

闭锁元件是一种常见的电气元件，它在电路中起到了重要的作用。它可以防止在某些情况下电路意外关闭或打开，从而保证电路的安全运行。闭锁元件的引入使得电路的控制更加灵活和可靠。闭锁元件可以确保跳闸位置接点只能在特定条件下打开或关闭，通常用于控制电路的跳闸位置接点。跳闸位置接点是一种用于控制电路的开关，通常用于断开或闭合。这样可以避免因操作失误或其他意外情况导致电路关闭或打开，从而保证电路的安全运行。闭锁元件通常包括两个部分：闭锁电磁铁和闭锁开关。闭锁电磁铁是一种具有电磁性质的设备，它可以通过电流的流动产生磁场，从而控制闭锁开关的状态。闭锁开关是一种特殊设计的开关，它只能在闭锁电磁铁产生磁场的情况下打开或关闭。当闭锁电磁铁产生磁场时，闭锁开关才能被操作，否则它将保持在原来的状态。

7 结语

综上所述，本文以后备保护动作为例，分析该变电站发生故障主要原因。研究表明，变电站主要出现保护装置偶发性故障。通过跳闸位置接点融入闭锁元件以及优化硬件与软件，从而提升变电站运行安全性与稳定性，具有较强的实用性。

参考文献：

[1] 贺家李，宋从矩. 电力系统继电保护原理增订版 [M]. 北京：中国电力出版社，2004.

[2] 张静波，王新彤，肖志国. 预防变压器外部短路冲击损坏事故的措施 [J]. 电网技术，2008,32(24):101-104.

[3] 潘贞存，王葵，杜世双，等. 中低压母线加装专用继电保护的必要性和几种方案的探讨 [J]. 电网技术，2002,26(09):75-77.

[4] 张山，陈维江，李成榕，等. 变电站10KV进线保护段研究 [J]. 电网技术，2007,31(01):71-74.

[5] 刘桂林，马静辉. 变压器后备保护拒动事故原因分析及对策 [J]. 电力系统自动化，2013,37(03):129-133.

三维CAD技术在水利水电工程设计中的应用探讨

陈 伟

（中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司，浙江 杭州 310000）

摘 要 在以往水利水电工程施工进程中，施工图纸往往需要借助人工完成。20世纪末，计算机技术在世界各国得到了广泛应用。随着计算机技术的引进，水利水电设计人员逐渐意识到数字化施工的积极作用，水利水电工程设计也逐渐向着数字化方向发展，在此阶段，相关企业的设计质量与水平都得到了一定的提升。目前，三维CAD技术不仅能够帮助设计人员绘制工程项目的三维结构，还能帮助管理人员进一步明确空间结构，确保工程设计的科学合理性，因此在水利水电工程设计中得到了广泛应用。下文就三维CAD技术的实际应用特点和优势进行分析，并就其在水利水电工程设计中的具体应用方式进行探究，旨在能够对推动三维CAD技术的应用提供参考。

关键词 三维CAD技术；工程设计；水工设计；地形地质；工程量计算

中图分类号：TV22；TP3 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0100-03

以往水利水电工程都需要依赖于工程师完成图纸绘制。自信息技术和计算机技术兴起之后，部分工程师开始尝试利用电脑进行制图，在此期间，CAD制图软件被提出，也因此受到工程设计的需要。目前，有关部门并未意识到三维CAD技术应用的价值和重要性，因此仍旧选择利用传统手工操作的方式进行绘图，与三维CAD技术相比，这种手工操作的方式存在一定的局限性，可能会对后续施工构成不利影响。这就要求相关企业和部门应当提高对三维CAD技术的正确认识。

1 三维CAD技术的实际应用特点和优势分析

1.1 应用特点

首先，三维CAD技术在施工设计阶段中具有较为明显的直观性特点，其在设计阶段中不仅能够帮助设计人员设计三维模型，还能在CAD技术支持下更加直观地体现整个工程布局。尤其是在工程设计阶段中，可借助虚拟环境，将整个水利水电工程中的基础设施和安全工程内容进行模拟。其次，借助三维CAD技术进行工程设计，能够确保图纸设计的有效性和精准性，还能检验出设计隐患问题，进而降低工程施工建设阶段的危险性问题发生概率，尤其是在水库发电工程设计中，其设计内容较为复杂，且涉及诸多专业性知识，为避免工程设计过程中出现失误问题，可借助三维可视化环境进行工程设计，进而最大限度地提高设计的专业性和规范性。由此可以看出，三维CAD技术在确保工程施工建设质量方面能够起到一定的积极作用[1]。最后，三维CAD技术在实际应用过程中能够提高工程设计效率。因此，在实际设计阶段中，要想确保工程项目具备良好的技术保障，就必须在施工准备期间对可能会发生变化的物质量进行三维设计，一般的软件无法实现三维设计，必须经由CAD技术才能实现。

1.2 应用优势

1.2.1 有利于确保设计的精准性

由于水利水电工程设计工作与其他工程设计相比存在一定的特殊性，在一定程度上会加大设计难度，因此在传统设计理念影响下，工作人员无法在具体设计中凸显出整体工程结构。若此时能够将三维CAD技术应用在具体工程设计中，就能够顺利地解决这一问题，这是因为三维CAD技术在实际应用过程中具有较强的计算能力，能够在短时间内完成对水利水电工程中大量数据的高质高效计算，从而进一步提高工程设计精度，使其更好地满足水利水电工程对设计精度方面提出的要求。

1.2.2 有益于提高设计效率

在水利水电工程设计工作实际开展过程中，设计人员会根据工程项目具体需求，来对工程项目资料进行分析，并将最终的分析结果看作基础，而后科学合理地进行工程设计。因此水利水电工程施工建设工作的有序推进离不开大量信息资料的支持，若此时不辅

以专业的制图技术，将会对后续施工作业带来许多负面影响。而三维CAD技术在实际应用过程中能够自动求解，也可在短时间内直接计算、分析并处理工程资料。由此可以看出，三维CAD技术的科学合理应用，不仅能够全面提高工程设计的整体效率，还能提高设计精准度，进而有效缩短施工建设周期。

1.2.3 有利于携带

在以往水利水电工程设计工作开展过程中，设计人员往往会采取手工操作的方式进行制图，在此前提下，设计人员通常需要携带图纸和绘图工具进行操作，这样不仅会加大其工作量，还会影响设计精准度，若此时未加以妥善保管，将会增大图纸损坏问题的发生概率，进而影响水利水电工程设计和施工建设工作的顺利开展[2]。在具体设计过程中对三维CAD技术加以科学合理应用，设计人员只需要通过计算机和远程监控系统就可完成设计工作，无需时刻携带大量工具和图纸，就能完成对施工数据的精准计算和记录，如此在降低工作人员的工作量的基础上，还能进一步提高设计效率，进而为后续施工建设工作的顺利开展打下坚实的基础。

1.2.4 有利于更加直观地呈现设计成果

将三维CAD技术与工程设计相结合，能够在精准绘制平面图纸的同时，创建系统化的三模模型。从大局观角度和局部情况来看，动态监管、描述水利水电工程建设时间与空间之间的逻辑关系，并通过三维CAD技术来进行虚拟环境制作，能够帮助施工单位更加直观地观察施工环境，预估整体工程建设成本，进而为后续施工成本控制工作的开展奠定基础；结合水利水电工程具体施工要求，加大工程监管力度，定期组织开展工程规划工作，能够切实保障工程设计质量与水平；严格按照规定流程开展施工作业，做好施工成本控制工作，能够实现安全施工和高质量施工。

2 三维CAD技术在水利水电工程设计中的具体应用方式及步骤

2.1 三维CAD技术在水工设计方面的应用

在工程设计阶段中，由于水利水电工程较为复杂，且涉及多方面的专业知识，因此需要加强其与其他领域之间的合作、协调，才能确保工程施工建设质量。为了改善设计的局限性，减少设计缺陷问题的发生概率，有必要改善制图技术，明确设计人员的职权与责任，才能确保协同并行设计效果的顺利实现。在此期间，设计单位应当进一步明确设计模板的参数，并在此基础上构建三维机构，同时结合计算机和三维CAD技术进行辅助设计，以确保设计人员在短时间内绘制出立体草图。在草图设计工作完成之后，设计人员还需按照平面图纸和施工参数进行立体建模，并对平面图纸进行反复校对，以加深施工单位对空间的认知。在设计阶段中，各部门应当加强沟通交流，以达到改善设计成效的最终目的[3]。

2.2 三维CAD技术在地形地质方面的应用

将等高资料、施工图纸与三维CAD技术相结合，能够提高三维地貌数字化模拟的真实性和准确性，并在此前提下建立原始地貌、边坡、建筑大坝等立体地貌。经由计算机进行设计，能够提高数字化模拟效果，并根据施工情况及时调整设计图纸，使实物与图纸更符合。由于三维地形在实际模拟过程中具有较高的拟真性，可在短时间内计算出不同部位的容积，为此，施工单位需要按照工艺流程进行开挖，并利用施工参数快速计算出不同部位的土方。

2.3 三维CAD技术在工程量计算方面的应用

目前，随着现代信息科技手段的不断发展，计算机技术在各行业中得到了广泛应用，并且取得了较为显著的应用效果，水利水电工程设计也是一样。通过计算机技术和基础设备的广泛应用，能够最大限度地提高整体工程设计效应。究其根源，主要是因为计算机基础设备在实际应用过程中具有较强的计算功能和制图功能，因此将其应该用到水利水电工程设计中，可为设计工作提供强有力的技术支持。在以往的水利水电工程计算阶段中，设计人员通常会事先在图纸上绘制出原始草稿图和断面，而后再进行工程量计算，但由于容易受到诸多因素的影响，因此这种计算方式并不精准，并且计算时间较为迟缓，再加上外业内容较为复杂，因此最终计算得出的信息数据可能并不理想[4]。鉴于此，在水利水电工程设计工作具体组织开展阶段中，通过三维CAD技术的科学合理应用，设计人员能够在短时间内获取精准的测量信息，并在此基础上进行图形绘制，同时根据面积查询功能，直接形成鲜明施工线路，如此一来，则能进一步提高断面计算的有效性和精准性，随后计算出与实际施工情况相符合的工程量。

2.4 三维CAD技术在水库水位、库容曲线绘制方面的应用

在水电工程设计阶段中，通过三维CAD技术的合理应用，工作人员能够实现对地形地貌、水库水位、

库容曲线的顺利设计与绘制，其与坝面曲线制图在设计方面存在较多的相似之处[5]。三维设计技术的应用流程如下所示：首先，设计人员需要将水位和库容数据输入计算机系统中，而后通过大数据技术计算出库容差值，在不同坐标点的实际水位差之后，设计人员需要在同一时间内放大不同标点的实际水位，如此一来，能够更好地确保库容曲线绘制的科学合理性、有效性。其次，借用三维CAD技术，能够实时定义不同位置的用户坐标，当坐标定位完成后即可输入指令，最后确保绘制工作得以实现高质高效完成。

2.5 三维CAD技术在细节设计方面的应用

在三维CAD技术工程设计期间，设计人员首先需要对以获取的施工数据进行分析，并在此基础上核对所需数据的精准性，而后分析坝面图绘制流程，进而为后续整体工程设计工作的顺利开展奠定基础。CAD软件中包括计算、渲染、换算等多种功能，若设计人员能够利用CAD软件功能合理处理其中的坐标系数，就能够进一步提高工程细节设计精度。以CAD软件中的计算功能为例，其能够利用表格来实现各类坐标点的计算，还能精准计算出整个水库坝段鼓面。在此期间，设计人员应当着重关注工程细节设计中的渲染工作，借助三维效果功能进行立体图片渲染，进而为后续断面面积的精准明确提供支持。

2.6 三维CAD技术在辅助工程设计方面的应用

在三维CAD技术实际应用过程中，考虑到工程设计所需的材料用量、设备投入量、工程量等，设计人员能够在短时间内获取施工主要参数，进而确保参考数据的有效性和全面性[6]。在虚拟3D电站设计基础上，设计人员能够更加直观地查看电站所处位置、基础设施采购情况以及安装工程运行过程中的主要情况，这样一来，不仅能够帮助采购部门更好地控制设备购置与应用，还能科学实施工程设计。在水利水电工程后续建设阶段中，三维CAD技术可辅助设计人员完成3D电站的模拟设计，并更加直观地观察电站运行平台和各部件运行情况，进而为后续电站运行维护工作的顺利推进奠定基础。

2.7 三维CAD技术在工程设计中的具体应用步骤分析

首先，处理施工数据。经由前期勘察、检测，施工单位能够进一步提高数据的精准性和真实性，设计人员也能将审核通过的数据输入CAD软件中，而后利用软件功能进行数据转换（将有效数据换算成坐标）[7]。其次，绘制施工图。CAD软件本身具备较强的计算功能，能够在短时间内计算出较为复杂的库容差，并将计算结果转变为坐标显示的数据，而后将坐标进行放大处理，同时重新定位坐标，根据曲线绘制命令进行操作。最后，渲染立体图。若在此设计阶段中仍旧选择利用手工绘制的方式进行操作，通常只能绘制出平面效果图，这种平面图不能反映出立体结构隐患问题。但在三维CAD技术支持下，设计人员能够绘制出立体效果图，为确保效果图的真实性，还能对其进行渲染。一方面，能够增强效果图的观赏性和立体性；另一方面，能够更好地反映设计中存在的问题，进而为后续工程设计优化奠定基础[8]。

3 结语

综上所述，在水利水电工程设计具体实施阶段中，加强对三维CAD技术的科学合理应用，能够确保设计精度和准确度，最大限度地降低误差问题发生的可能性，进而提高制图有效性。目前，三维CAD技术无论是在水工设计、地质地形，还是工程量计算等方面都得到了科学应用。在此技术的应用和支持下，设计人员不仅能够进一步提高整体工程设计质量，充分满足工程设计具体要求，还能为我国水利事业后续的健康发展、建设提供有力支持。

参考文献：

[1] 肖磊.三维动画技术在水利工程设计中的应用分析——评《水利工程计算机辅助设计》[J].人民黄河,2022,44(06):165.
[2] 罗政府.三维动画技术在水利水电工程设计中的应用——评《水利工程概论》[J].灌溉排水学报,2022,41(03):155.
[3] 徐晓晔.三维数字化移交技术在化工工程设计中的应用探究[J].工程建设与设计,2020(24):240-241.
[4] 徐燕星,江潜成.AR技术在水利工程三维可视化场景构建中的应用研究[J].科学技术创新,2020(35):127-129.
[5] 黄锌,彭嫣.三维动画技术在水利工程设计中的应用——评《水利水电工程水力机械设计技术研究》[J].人民黄河,2020,42(06):171-172.
[6] 杨庆运.三维动态可视化技术在水利工程中的应用研究[J].工程技术研究,2020,05(08):129-130.
[7] 王成明.数字化三维技术在输变电工程设计中的应用[J].中国新技术新产品,2020(06):141-142.
[8] 杨芳.三维动画技术在水利工程设计中的应用——评《水利工程制图》[J].人民黄河,2020,42(02):166.

“联合·跨界”理念下科普人才培养路径实践与探索

潘　丽

（广西科技馆，广西 南宁 530022）

摘　要　近些年，各行各业的专业人才响应政府号召，利用自身优势及知识储备积极投身科普事业，在做好本职工作之余利用业余时间开展科普。政府也相继出台各类政策通知及指导文件，多次提及政府部门的科普工作职责，如提出医院、科研机构、企业、社会组织等应结合自身工作开展形式多样的科普活动。这些不同行业开展科普工作的人群可称之为兼职科普志愿者。就广西而言，目前对这类人群的培养培育是相对缺乏的，所以为科技辅导员“提质”是迫在眉睫需要解决的问题，该论文在广西范围内提出研究和探索，以期为同行业研究者提供借鉴。

关键词　双减；科普人才；培训

中图分类号：G642　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0103-03

以往研究科普人才综合素质提升主要是以科普场馆的工作人员为主要对象，这部分人员是专职，在人才培养方面有相对成熟的机制，而且整个行业的素养能力提升培训工作也是长期开展的。但就现状看来，以广西科技馆近年来联合主办的多场科普活动（项目）为研究对象来看，很多不同行业领域的人才均加入科普宣传工作当中，主要有医护工作者、消防相关从业者、电力水利行业人员、血站工作人员等。如何培养和选拔一批高水平科普人才，壮大专职及兼职科普人才队伍，推动科普志愿者队伍建设，优化科普人才结构以及如何发挥其专业特长开展科普宣传教育活动是本文的重要议题。[1]

1 广西从事科普宣传（教育）工作人员总体情况

1.1 区内科普宣传人员分类及相关情况

科普需要采用多种形式、囊括多个领域，把科学知识传播到更广阔的空间，把科学的种子撒播到更广袤的土地，所以需要各领域人才参与其中。[2] 根据近年来的统计，广西在中国科协科技志愿服务信息平台注册科技志愿者约6万余人，服务组织约1500个；广西注册科普中国信息员约15万人。初看数据还是相对可观的，其中以6万余人科技志愿者为例，这里面绝大部分是兼职科普人员，少部分为自然科学博物类场馆、科普基地、不同行业专业科普馆、校外科学教育机构等专职工作人员。虽然专职人员从业数量较少，但是我们也可喜地看到一些职能部门、机构、高校也纷纷加入科普战线。如消防救援总队在全区多个消防大队内设置消防科普场馆，广西大学内设海洋科普馆、南宁中心血站内设血液知识科普馆等，并配备兼职人员按需在场馆内为观众进行科普讲解，这一部分人员其实也算是半专职了。

1.2 科普人才队伍建设存在短板

据统计显示，广西科普人员中科普专职人员所占的比例偏低，占科普人员总数不足百分之二十。在专职人员中，大部分从事的业务是科普教育活动策划开展、宣传讲解这两类。随着网络时代的飞速发展，科普视频、科普文学作品、科普影视作品等新形式“席卷”网络平台。在这种新形势下，由于科普专职人才普遍存在缺乏数理化专业知识背景、科普实践能力较弱、科普手段单一等问题，使得区内负责科普创作的人员占比较小，科普创作人才相对匮乏，导致我区高质量的原创科普作品数量较少，难以满足公民日益增长的文化需求。

近年来，我区科普资源建设能力不断增强，各类资源供给基本充足、配置日趋合理，科普供给能力明显进步；但在科普人才队伍建设方面存在的短板问题导致了一些科普资源能不能很好地被利用起来。除了

★基金项目：本文是2023年度广西科技界智库重点课题《“联合·跨界”理念下科普人才培养路径实践与探索》研究成果，课题编号：桂科协〔2023〕K-93。

上文提到的专职人员中缺乏搞原创的科普人员，其他偶尔兼职参与科普工作的单位或人员还存在以下一些问题，主要表现为科研人员不会做科普、不敢做科普、不会设计活动等方面。

2 传统培育培养科普人才的方式及优缺点

2.1 传统培养培育的方式

针对广西科普人才匮乏、发展不均衡的现状，近年来，广西也是多措并举拓展培养渠道，加强科普专业队伍建设。结合已经开展过的经验表明，主要是通过开展科技教育师资培训和研修工作，一般都是线上线下同步开展；大力发展以青年学生为主体的科技馆解说员志愿者队伍、以大学生为主体的重大科普活动的服务志愿者队伍、以科技专家为主体的高层辅导讲座和决策咨询的科普报告志愿者队伍。用这些兼职科普力量来充实整个队伍建设。

经常采用的培训模式有：一是线下教学培训，这一模式下主要是以讲授为主，少部分是以讲授加实操（练）相结合。二是跟班学习模式，通过参与或跟进具体工作，并且在整个过程中有老带新的安排，把整个项目（活动）工作开始到完结视为整个培训。三是外出学习，一般是参加全国性的行业培训，或是到该行业发展新进地区去参观、交流学习等。四是借调外单位学习，这种模式有长期也有短期，到上一级业务单位或者同行先进单位跟班学习。

2.2 传统培养培育方式的优缺点

以上举例的四项模式一直沿用至今的传统培养培育模式，具备明显优点且效果显著，这些模式符合传统的中国人的学习习惯，现场感强，能够较好地吸收讲师现场的培训内容。跟班学习的优势就更加明显了，学员与教师之间可以随时随地进行互动和沟通，可以第一时间解决工作中遇到的实际问题，而且参与到某项工作中，可以学以致用，为将来的相同类工作打下良好基础。虽然优点明显，但是缺点也是显而易见的，比如传统培训大多受时间、地点、经费等诸多因素约束。集中培训一般教学时间都比较短，受经费限制能参与的人员也相对较少。不过最重要的是，当下公众的审美、获取信息的方式、语言环境等都发生了巨大的变化，其难以紧跟日新月异的社会发展步伐。

3 “互联网+”时代背景下新兴的培育培养方式

3.1 相关政策大力支持科普人才培育

2023年教育部等十八部门下发关于加强新时代中小学科学教育工作的意见，其中在指导思想中提到按照中央“双减”工作部署，聚焦立德树人根本任务，完善课程体系，修订科学教材，改进教学方法，加强师资队伍建设，用好实践场所，推出优质资源，做强品牌活动等内容。从中我们可以深刻地感受到“改进教学方法，加强师资队伍建设，用好实践场所，推出优质资源”是科普工作中的重中之重，想要达到这样的目标，培育科技教师队伍是关键。

3.2 运用大数据开展针对性培训

开展培训工作的关键是要达到精准帮扶提高，那么如何达到这一目的主要还是从两点来看：一是培训的相关内容设计是否满足教师本人的培训需求；二是参考培训结束以后的考评机制，检验学习成果。就传统模式而言，主要是采取随机抽样、发放问卷、个别访谈等方式获取科技辅导员的培训需求，所获得的信息总体存在样本小、数据少等缺点，得出的结果不够全面和客观，这就会产生整体培训课程的设计与需求脱节的问题。如果通过应用大数据来获取科技教师的培训需求信息，那就能较好地实现培训内容与培训需求的无缝对接，且这个信息库可以进行长期动态的跟踪。

3.3 打造多模块的网络培训中心

上文提到过传统培训模式存在的一些缺点，受空间、时间、成本等限制。空间受限，比较明显的是邀请到一些业内科普大咖做讲座，现场无非就是能容纳两三百人，人数受限；时间受限，平时业务工作比较繁忙，即使不少人想参与培训却难以抽出充足的时间，只能遗憾错过；成本受限，每一次培训的开展都需要经费的支持，如今能举办的线下培训规模和次数较以前均有所减少，这也让能参加培训的人数受限。

针对以上这些问题，打造一个多模块的网络培训中心是最佳的解决方案之一。一名科普工作人员所需要涉及的业务无非就是讲解、活动策划、实验设计、科普视频制作、科普文字撰写等，网络培训中心可以根据这种不同的业务设置不同的板块，把不同的资源材料上传到网站，学员们就可以随时去网站上学习。特别是一些业内大咖的讲座直播，还有课件等，都可以随时在网站上查找到。

4 打造跨界、全球化视野的创新学习平台

4.1 整合多方专业资源，开展跨界培育实践

现在很多兼职做科普的人员都是来自不同行业的，都有着不同的专业背景，其实他们是科普工作者中不可或缺的重要力量。他们的优势在于具备相关学科经历和科研实践，还有不少人获得了科学相关专业的硕

士、博士学位，但难就难在其中有一些人无法将已有的科研经验灵活迁移应用到实践和科学普及之中。专职科普人员很多又缺乏了科研实践经验，所以专职人员和兼职人员是可以很好地互补的。比如开展跨行业培训班，或者跨行业跟班学习都是很好的培育模式。

现如今很多科普场馆也迎来不少外国游客或外国学生研学团，这时候英语讲解就显得尤为重要。英文讲解过程在本质上就是一种跨文化语言交际的过程，在讲解过程中，采取何种交际技巧、运用何种翻译方法，是英文讲解人员面临的重要难题。[3] 所以提高科普工作的英语水平迫在眉睫，途径有聘请高校专业英语教师，为科普工作者开展口语表达能力、英文撰写能力、快速阅读能力等方面的培训。

科普传播的形势也在不断发生变化，科普短视频是目前最受欢迎的形式之一，选取好的科普内容自然是基本，短视频制作水平也是非常重要的一个环节。但不管是拍摄、剪辑、配音、动画制作这些都不是科普人必备的技能，这个时候邀请相关影视公司、传媒专业院校给大家进行培训也是非常有必要的。

4.2 各单位之间建立跨领域协作

自治区每年均召开科普工作联席会议，众多联席会议成员单位参与其中。会议内容要求各成员单位共同参与科普工作，倡导分工合作，齐抓共管，推动科普全面融入经济、政治、文化、社会、生态文明建设，不断提升科普工作服务广西创新发展的能力和水平。自治区党委组织部、宣传部，自治区科协，自治区教育厅、卫生健康委、生态环境厅、地震局和自治区农科院等众多单位参与了会议，这些单位均积极参与到科普工作当中。

这些职能部门和单位参与到科普工作，为培养科普人才提供了坚实的后盾。科普做的是全域科普工作，需要的就是各方面的人才，在做培训的时候，我们可以考虑让科普工作者跨领域、跨单位参加“外行”的培训，通过培训了解其他部门如何开展相关工作，寻找可以开展联合科普的关键点，以及借鉴对方开展活动的一些方式。

当然，如果科普人才培养能从高校抓起，效果会更佳。如相关职能部门或单位鼓励有条件的高等院校开设科学教育专业或相关课程，从大学期间就开始培育科普人才队伍，且给其长期提供到科普场馆实习的机会，边学边实践，为其成为专业科普人才打下坚实基础。

4.3 通过区域交流合作培养人才

以广西为例，曾开展第三届“一带一路”青少年创客营与教师研讨活动。来自37个国家、地区和国际组织的300多名青少年、科技教师和文化科技官员共襄盛举。其中，针对来自各国的科学家、科技教师（含中国）开展包括科教论坛、委员会会议、教师工作坊等活动，完成了一场国际化、大范围、高规格的科技教育工作者的交流盛会。除此之外，以广西科技馆为例，连续参加了2022-2023年泰国国家科学技术展，带着优质的科技展品、科学教育活动与澳大利亚、丹麦、瑞典、法国、日本、俄罗斯等国家同台展示。共同参展，无疑就是一次良好的学习交流机会，完成工作之余，通过参观、学习、交流了解其他国家开展科学教育的不同模式以及创新方法。

4.4 通过联合开展活动促进相互学习

同样是以广西科技馆为例，历年来主要负责组织广西自然科学博物协会40余家科普成员单位定期开展相关活动，带着各自优势科普资源下基层、走边境、进乡村，为边远地区群众带去科学盛宴，积极完成落后地区的科学普及工作。在这种大联合、大协作的机制下，会员单位之间开展合作，共同开展活动期间其实就是相互学习的好时机，大家相互借鉴创新方式，零距离交流工作心得，相互促进成长。

5 结语

科普场馆作为科普事业的领头羊，在培养专职科普人才及组织策划开展科普活动上有一定的经验，通过积极搭建平台聚集优势科普人才，以及自身经验协助培养不同领域工作者开展人才培训都是目前的有效途径。在探索科普人才培育的道路上也要吸取其他行业的先进做法为己所用，本文总结出跨领域、跨行业的协同作用极具优势，以上初探结果为切实提高我区专业人才水平、发挥全民志愿力量，将科普工作转化为推动社会发展的优势动能。

参考文献：

[1] 安雯，何珮，王昕．甘肃科普人才队伍建设的分析与思考[J]．探索科学，2021(07):186-187.
[2] 解莹．科学普及也要跨界融合[N]．科学导报，2016-09-02(A01).
[3] 骆菲菲．跨文化交际视域下博物馆英文讲解探析[J]．速读，2022(16):10-12.

城市生态文明建设视域下国土空间规划问题及对策研究

武明明

（河北省国土空间规划编制研究中心，河北 石家庄 050000）

摘 要 在城市生态文明建设背景下，立足国土空间规划中存在的突出问题，融入生态文明建设理念，建构全新的国土空间体系是新时代下国家实施国土空间治理的重要方法。本文在阐述生态文明建设与国土空间规划二者之间的关系的基础上，分析了生态文明建设视域下重视国土空间规划的重要意义，继而分析了当前国土空间规划中存在的主要问题，最后从正确认识国土空间规划的重要性、加大城市绿化面积、架构绿色交通体系、建设和完善生态补偿机制以及加强先进技术方法的应用等方面探讨了解决国土空间规划问题的具体对策。

关键词 生态文明建设；城市；国土空间规划

中图分类号：F205 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0106-03

党的十七大报告首次提出“建设生态文明”。党的十八大以来，生态文明建设成为国土空间发展的基本遵循。党的十九大之后，国家将生态文明提到新的战略高度，将空间规划改革纳入生态文明体制改革总体方案。党的二十大报告中：“中国式现代化是体现‘绿色’‘可持续发展’的现代化，是将生态文明建设融入全局发展中的现代化。”2019年5月23日，《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》中明确指出：“加快形成绿色生产方式和生活方式、推进生态文明建设、建设美丽中国的关键举措”。面对当前国土空间规划中存在的问题，通过采用有效的措施予以解决，可以有效地提升国土空间治理水平，为生态文明建设的有序推进带来了保障[1]。

1 生态文明建设与国土空间规划的关系

生态文明建设与国土空间规划之间存在着紧密的联系。国土空间规划的各项工作均与生态环境有关，具备生态保护的内涵。二者的关系体现在多个方面：

第一，在对生态环境资源承载能力进行有效评估的基础上，可以为国土空间规划工作奠定基础。

第二，通过国土空间规划工作的有序开展，其最终目的在于对生态环境予以优化。

第三，国土空间规划是调节经济发展与生态环境保护之间关系的有效工具，利于提升区域内环境保护质量和经济发展质量。

第四，国土空间规划可以解决可持续发展过程中面临的实际问题，实现对土地和空间资源的合理利用。

2 生态文明建设视域下国土空间规划的重要意义

国土是生态文明建设的空间载体。生态文明新时代下，加快推进国土空间规划体系构建是顺应时代变迁、实现由工商文明向生态文明演替的重大变革。生态文明建设视域下国土空间规划的重要意义主要体现在以下几个方面。

2.1 有助于构建自然、经济、社会之间的和谐关系

在新的发展形势下，要理顺人与自然、经济与社会之间的关系，理性面对彼此之间形成的互相依存与竞争的关系，以互利的方式竞争。因此，国土空间规划要统筹兼顾多个方面，构建完善的国土空间体系。

2.2 有助于进一步优化国土空间规划体系

以往的国土空间规划中忽视对生态的关注，造成生态环境破坏等一系列问题。在生态文明建设视角下，遵循生态文明理念对国土空间布局予以调整，提升规划国土空间的能力，可以弥补前期造成的失误，促进城市可持续发展。

2.3 有助于解决城市发展面临的结构性生态问题

通过对国土空间规划体系予以优化，可以持续对生态环境进行改善，使生态环境建设方面的不足得到适时弥补，使群众最关切、反映最强烈的生态问题得到解决，为群众提供美丽宜居的家园，把更多绿色福祉带给群众，走绿色发展之路，让绿色发展惠及所有人[2]。

总之，在国土空间规划中，生态文明理念居于核心位置，要更好地服务于美丽中国建设，把这当成中华民族永续发展的起点，根据现有的生态资源合理规划国土空间，不断增强生态资源承受力，解决资源不足的问题，遏制生态环境恶化[3]。

3 现阶段国土空间规划中存在的问题

现阶段国土空间规划中面临着一些突出的问题，影响国土空间规划在生态文明建设中的作用发挥。这些问题主要体现在以下几个方面。

3.1 国土空间规划环节对生态规划重视不足

目前，国土空间规划中普遍给予经济效益以高度关注，而对生态环境建设的重视存在不足。这与生态文明建设理念相悖，形成的国土空间规划方案缺乏对生态环境的保护，忽视可持续发展。目前，一些建筑工程项目在竣工后才会对生态环境进行规划，且生态规划仅占较小比重，足以体现出在土地空间建设中生态保护成为短板，未得到应有的重视。这种情况的存在，导致在国土空间规划与项目建设中，严重破坏了生态环境。国家层面已然意识到问题的严重性，在法律法规中明确指出在国土空间规划中要做到“生态优先”，把生态环境当成关注重点，维护生态文明，规划国土空间，化解生态建设之间的矛盾，构建完善的国土空间规划体系。地方政府要对环境生态建设的紧迫性建立正确认知，在建设的同时维护生态平衡，避免国土空间规划走弯路。

3.2 国土空间规划缺乏有效的统筹安排

国土空间是资源环境存在、人类生产生活的载体和场所。在国土空间规划过程中应当遵循一定的发展规律，科学地统筹安排和管理，才能构建起符合可持续发展战略，能够为人民群众提供生态宜居的家园。目前，在规划工作中，部分规划者没有深刻地认识到国土空间规划与生态文明建设的紧密关系，忽略生态环境，没有将其当成国土规划的重点内容，后续引发一系列问题。同时，在规划建设中存在重复、照顾不周等现象，有些地区建造不久即实施改造，而有些地区则一直没有得到开发，由此浪费了资源，对国土空间规划工作的有序推进造成不良影响[4]。对任何一座城市而言，城市规划是城市建设的重要内容，会对城市的发展产生影响。如果在规划环节出现失误，不仅会造成资源浪费、破坏自然生态环境，更会对经济发展造成阻碍。

3.3 国土规划职能分工不够清晰，影响国土空间规划目标达成

在国土空间规划中，职能分工是否科学合理将会直接影响各项工作开展的效率是否可以提升以及国土空间规划目标是否能够达成。目前，在国土空间规划中存在职能分工不清晰的问题。其主要原因来自两个方面：一是国土空间规划统一标准尚未完全形成。2022年1月14日，自然资源部、国家标准化管理委员会印发《国土空间规划技术标准体系建设三年行动计划（2021-2023年）》（以下简称《行动计划》），指出要构建统一的国土空间规划标准体系。但是，当前统一的国土空间规划标准体系尚未形成，各地在开展国土空间规划时，大多还是依据地方标准进行，造成部分规划过程出现混乱，影响国家国土规划的进程。二是政府部门在国土空间规划中的主导角色发挥不充分，造成一些实际工作落实不到位，国土规划执行不彻底等。

4 城市生态文明建设视域下国土空间规划问题解决对策

新时代下，要解决国土空间规划中存在的关键问题，面向城市生态文明建设进一步优化国土空间规划体系，实现由以往以服务经济发展为导向的单一目标转向服务生态环境保护、经济高质量发展以及空间高质量发展的目标转变[5]。在城市生态文明建设视域下，国土空间规划工作可以从如下几个方面开展。

4.1 正确认识国土空间规划的重要性

生态文明建设视域下，应准确地把握新时代国土空间规划各项工作的重要性，具体而言：

第一，国土空间规划是推进生态文明建设的重要途径。在整个综合生态资源整合实践中，国土资源处于核心位置。在规划国土空间时，首先应当强化对城市的保护举措，既要能够整治生态环境，又要起到重大的改良环境的作用，对现有的城市资源做到高效利用，尽可能减少浪费，这样才能架构城市资源的循环利用体系，才能够为城市的可持续发展提供强大而有力的保障。为了推进生态文明建设、践行生态文明要求，不仅要在城市化的进程中关注生态保护，还要结合有力的保护举措，架构科学且系统的环境综合治理体系。

第二，国土空间规划有利于促进城市的可持续发展。在国土空间规划过程中，需要特别关注城市空间的地位和影响力，这是因为其本身具有极高的复杂性，所有举措的推进都应当以可持续发展为前提和指导。在当前社会中，应不断提高空间的利用效能，此时，需要改变传统的国土空间规划核心，要以环境保护、资源节约、能源循环利用等不同的维度进行重构。在公共基础设施的建设方面，不需要完全遵循高标准，而是要关注未来的发展可能性以及提升空间，有效加强对城市的保护力度。

第三，国土空间规划有助于促进城市整体社会发展利益的提升。国土空间规划过程中要关注社会、经济、文化等多个维度，全方位推进具体举措。与此同时，

这也是人类生活必不可少的重要环境载体，更是自然环境中的不可分割构成，想要使城市文明真正实现可持续发展，就需要给予自然充分的尊重。由此可见，制定的保护举措必然要以保持城市环境稳定为目的，这样才能真正落实可持续发展的目标；要以城市的整体规划为核心，更要着重关注措施的系统性、整体性以及可操作性，这样才能够在促进社会经济增长的同时，还能够实现塑造良好城市生态环境的目的，使整个社会走上高速发展之路[6]。

4.2 增加城市绿化面积，建设生态宜居城市

国土空间规划中，应高度重视增加公共绿化面积，一方面可以重塑城市自然面貌，另一方面也可以通过绿化植物分隔交通，缓解驾驶疲劳。此外，绿化植物的增加，还能够使身处其中的人们身心愉悦，使整个城市环境更宜居。例如，实施城市增绿工程，充分地结合城市的实际情况，科学地编制城市绿地系统规划，确保绿色空间的均衡布局、连接畅通。同时，要结合城区建设、修复等各项工作的要求，科学地对城市周边的生态环境予以修复，例如河道、污染地、黄山坡地等。此外，还应积极地建设滨水绿地、山体绿化空间等。又如，可以实施城市绿道绿廊建设，与城市道路建设、老城区改造等紧密结合，提升城市绿道绿廊的服务半径覆盖率。绿道绿廊与公园绿地、山体、文化遗产、河湖水系等紧密结合，为人民群众建设生态宜居的城市。总之，通过增加城市绿化面积，可以形成对国土空间规划重点领域的有效保护，也可以增强城市生态系统格局的空间整体性。

4.3 架构绿色交通体系，有效压缩城市碳排放

在城市保护体系中，架构绿色交通体系是其中的重要一环。首先需要对私人交通作出明确的出行规范，其次要提倡更多的使用公共交通工具作为主要的出行方式，特别是绿色、共享交通工具，这是对低碳出行的有力践行。伴随着城市化进程的日渐深入，在对城市空间进行规划的过程中，一方面，应当塑造强大的绿色交通体系，既要以公交车作为基础交通工具，也要更多地关注城市内部的快速通道以及地铁轨道等多元的交通方式，这样才能打造更多维、更立体的公共交通枢纽网络。另一方面，要建立等级密集化路网结构，既能够借助公交车实现客流分流，又能够提高公交的密集程度以及运行效能。这样的举措不仅可以重塑绿色交通体系，还能够最大限度地压缩城市内的碳排放量，实现有效的城市保护。

4.4 建设和完善生态补偿机制

城市生态文明建设背景下，应在明晰各机关各部门工作职责的前提下，强化部门之间的协调配合，形成国土空间规划的合作关系，确保各项工作的合理有序开展。在此基础上，应当在对生态环境予以保护的基础上构建和完善生态补偿机制。首先，应建立有效的生态补偿机制，围绕城市生态环境保护的实际情况，争取生态保护补偿政策支持；其次，设立生态保护补偿基金，并对生态补偿标准、补偿方式进行合理的优化，确保资金高效运用，尽可能地减少资源浪费。

4.5 加强先进技术方法在国土空间规划中的应用

城市生态文明建设视域下，为有效地提升国土空间规划的实际效果，应当加强先进技术方法的合理应用，具体而言：首先，搭建沟通平台，使每个部门及具体成员都能够了解自己的工作范围及职责权限，从而实现对相关问题的共同解决，另一方面也能够为优化国土空间规划提供有力的数据支撑。其次，加强地理信息系统的引进和利用。应当引入GIS系统、移动通信、无线网络，同时要建立标准化数据库，为了解土地资源的利用、为规划决策的制定提供有力的支持。最后，加强绿色材料、绿色技术的应用。应着重关注于施工材料的绿色、环保、节能特点，这样在应用于公共基础设施中时，才能够最大限度地减少环境污染，针对传统材料，应当限制其生产和利用，要扶持各种绿色新型材料的生产，可以为企业减免赋税，以促进材料的推广和应用。

5 结语

总之，在城市生态文明建设背景下，国土空间规划应综合考虑当地自然生态条件，建立良好的城市生态体系，真正地实现生态文明建设与国土空间规划相适应，发挥出国土空间规划在促进经济发展、保障社会稳定以及保护生态环境中的重要作用。通过构建国土空间规划体系，不断推进我国国土空间治理体系的现代化，推动城市生态文明建设迈上新台阶。

参考文献：

[1] 雷海丽，方波，黄哲霏，等．国土空间规划下城市群高效协同发展探索——以长株潭城市群都市区空间发展战略为例[J]. 宏观经济管理，2020(11):25-32.
[2] 梁三妹．生态文明背景下的国土空间规划体系构建[J]. 城市住宅，2021,28(04):121-122.
[3] 谢美娇．生态文明背景下的国土空间规划体系构建探析[J]. 安徽建筑，2020,27(10):185-186.
[4] 同[3].
[5] 靳利飞，孟旭光，刘天科．面向生态文明的国土空间规划关键问题研究[J]. 规划师，2021,37(19):65-71.
[6] 高广员．国土空间规划中的城市保护策略[J]. 绿色环保建材，2021(10):63-64.

德建水库工程渗流安全监测研究

王流亿

（广东连山壮族瑶族自治县德建水库工程管理所，广东 清远 513200）

摘　要　本文对德建水库工程渗流安全监测进行了深入研究。通过对渗流问题的危害进行分析，强调了渗流监测在工程安全和稳定运行中的重要性。针对不同部位的渗流监测，设计了一套完整的监测方案，并介绍了所使用的监测仪器与设备。收集的渗流监测数据被详细地分析和解读，强调了数据的实时性和准确性。2022年度的渗流监测成果分析显示了不同监测点的水头变化情况，为工程的渗流状况提供了重要线索。本研究旨在为类似工程的渗流监测提供借鉴。

关键词　德建水库工程；渗流；安全监测

中图分类号：TV22　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0109-03

水库工程在供水、灌溉、防洪等方面具有重要作用，然而，渗流问题却可能对工程的安全稳定性造成潜在威胁。渗流现象可能引发坝体稳定性问题、地基变形等不利影响，因此，对渗流的安全监测显得尤为重要[1]。本文通过对德建水库工程的渗流安全监测研究，探讨渗流监测的重要性、监测方案设计、仪器与设备、数据收集与分析等方面，旨在为类似工程的渗流安全保障提供有益的经验和建议。

1 工程概况

德建水库工程位于连山壮族瑶族自治县永丰河支流盘石水上坝址以上集雨面积94.4km²，主干流河长23.75km，河床综合坡降15.4‰。主坝坝型为碾压混凝土重力坝，最大坝高40m，坝长132.2m，坝顶高程为300m，副坝坝型为均质土坝，最大坝高34.2m，坝顶长118.4m，坝顶高程为300.2m。建设德建水库主要为解决连山县城和附近村镇饮水安全问题，设计年供水量1760万m³，供水人口5.68万人，并可改善下游5000亩农田灌溉条件，德建水库淹没影响土地1800亩，工程区占地242亩，房屋拆迁19645m，需要移民搬迁安置人口97户391人。工程概算总投资为31804.68万元。

2 渗流监测方案设计

2.1 坝基渗流监测

1. 坝基内外渗流监测：在坝基内外设置监测点，以监测坝基内部渗流和坝基周围地下水流动情况。

2. 不同深度监测：设置不同深度的监测点，以了解不同深度地层的渗流情况，确保全面的监测。

3. 监测点分布均匀：监测点应在坝基各个关键部位分布均匀，包括坝体上游、下游以及坝体中部等位置。

设置1个监测纵剖面，纵剖面每个坝段设置1根测压管，共8根测压管，每根测压管各放置1支渗压计，以实现自动化监测；设置4个坝基扬压力监测横断面，其中沿灌浆廊道横断面设置3根测压管，每根管内各放置1支渗压计，共计11根测压管。其他3个横断面采用预埋渗压计形式，每个断面布置4支渗压计，共12支渗压计[2]。

2.2 坝体渗透压力监测

1. 不同高程监测：在不同高程设置监测点，以了解坝体不同部位的渗透压力情况。

2. 防渗层与混凝土交界处监测：在防渗层与混凝土交界处设置监测点，及早发现可能的渗漏问题。

在坝横0+065.00和坝横0+080.00各设置1个监测剖面监测坝体渗透压力，每个剖面在270.00m和285.00m高程的防渗层与内部碾压混凝土的界面附近内、排水管前后各设1支渗压计，共8支渗压计。

2.3 绕坝渗流监测

1. 绕坝两岸监测：在绕坝区域的两岸分布监测点，全面监测绕坝区域的渗流情况。

2. 帷幕前后监测：在绕坝帷幕前后设置监测点，了解帷幕对渗流的影响。

在坝两岸灌浆帷幕前各布设1根测压管，帷幕后各布设3根测压管，共8根测压管，测压管内放置渗压计以实现自动化监测。

2.4 渗流量监测

1. 量水堰设置：在关键位置设置量水堰，用于监测渗流水量。

2. 不同部位监测：设置不同部位的监测点，包括

表1 2022年度主坝渗压计监测成果统计表

设计编号	测点位置	测点高程	完成日期	水头值（m）		增减量（m）	变化速率（m/d）
				2021/12/26	2022/12/25		
P1-1	坝横0+035.00 坝纵0+001.00	▽264.30	2018/7/8	39.92	38.83	-1.09	0.00
P1-2	坝横0+035.00 坝纵0+006.00	▽264.30	2018/7/8	30.56	27.60	-2.96	-0.01
P1-3	坝横0+035.00 坝纵0+014.00	▽264.30	2018/7/8	/	/	/	/
P1-4	坝横0+035.00 坝纵0+022.00	▽264.30	2018/7/8	9.25	6.97	-2.28	-0.01
P2-1	坝横0+065.00 坝纵0+001.00	▽272.00	2018/7/10	3.53	2.70	-0.83	0.00
P2-2	坝横0+065.00 坝纵0+002.30	▽272.00	2018/7/10	0.08	0.23	0.15	0.00
P2-3	坝横0+065.00 坝纵0+001.00	▽285.50	2018/10/12	/	/	/	/
P2-4	坝横0+065.00 坝纵0+002.30	▽285.50	2018/10/12	/	/	/	/

坝体、坝基和绕坝区域等，以全面了解渗流情况。

中间集水井前部两侧各设置1个量水堰进行监测，利用量水堰计进行自动化监测，共2个量水堰。量水堰共计4套，其中两套分别布置在灌浆廊道上游面排水沟主坝0+062.00和主坝0+066.00桩号上，另外两套分别布置在纵向灌浆廊道两侧排水沟纵0+006.00桩号的位置[3]。

3 监测仪器与设备

在德建水库工程的渗流监测中，采用了多种先进的仪器和设备，以确保监测的准确性和及时性。监测仪器设备包括渗压计（水头式渗压计、气压式渗压计、土压式渗压计）和量水堰。

4 渗流监测数据收集与分析

4.1 数据收集频率与方法

渗流监测数据的收集频率应根据工程的重要性和监测目的来确定。对于德建水库工程，由于渗流问题可能对工程稳定性造成影响，因此需要实时监测。数据的收集方法主要包括以下几种：

1. 实时自动监测：在关键监测点，如坝基、坝体和绕坝区域，布置渗压计等传感器，通过自动化系统实时采集数据，并将其传输到中央控制中心。

2. 定期人工监测：除了自动监测，还可以定期派遣工作人员进行人工监测。这些监测可以补充自动监测数据，确保数据的准确性和完整性[4]。

4.2 数据分析与解读

1. 趋势分析：通过比较不同时间段的数据，分析渗流的变化趋势，可以帮助监测人员了解渗流情况的演变。

2. 空间分析：将不同监测点的数据进行比较，分析不同位置的渗流情况是否存在差异。

3. 异常识别：通过设定合理的警戒值，监测人员可以识别出异常情况。一旦数据超过警戒值，需要及时采取措施进行应对[5]。

4.3 异常情况的识别与处理

在数据分析过程中，异常情况的识别至关重要。可能的异常包括渗流量突然增加、压力急剧变化等。一旦发现异常情况，监测人员需要及时采取行动，包括深入分析异常原因、评估对工程的影响，并制定相应的对策。

5 2022年度渗流监测成果分析

2022年度主坝渗压计监测成果统计见表1，根据表1以及对渗流监测数据进行分析。以下是对这些数据的分析：

在主坝渗压计监测成果统计中，涵盖了不同测点的测量结果，包括测点位置、测点高程、完成日期、水头值、增减量以及变化速率等。这些数据反映了不

续表1

设计编号	测点位置	测点高程	完成日期	水头值（m）		增减量（m）	变化速率（m/d）
				2021/12/26	2022/12/25		
P3-1	坝横 0+071.00 坝纵 0+001.00	▽257.00	2018/1/23	35.24	33.99	-1.25	0.00
P3-2	坝横 0+071.00 坝纵 0+007.00	▽257.00	2018/1/23	12.26	11.04	-1.22	0.00
P3-3	坝横 0+071.00 坝纵 0+014.00	▽257.00	2018/1/23	7.74	9.36	1.62	0.00
P3-4	坝横 0+071.00 坝纵 0+021.00	▽257.00	2018/1/23	6.53	7.63	1.10	0.00
P4-1	坝横 0+080.00 坝纵 0+002.00	▽259.50	2018/4/22	23.61	23.60	-0.01	0.00
P4-2	坝横 0+080.00 坝纵 0+007.00	▽259.50	2018/4/22	12.78	12.88	0.10	0.00
P4-3	坝横 0+080.00 坝纵 0+014.00	▽259.50	2018/4/22	7.88	7.86	-0.02	0.00
P4-4	坝横 0+080.00 坝纵 0+021.00	▽259.50	2018/4/22	6.86	6.51	-0.35	0.00
Pk4-1	坝横 0+080.00 坝纵 0+001.00	▽272.00	2018/7/9	0.13	-0.10	-0.23	0.00
Pk4-2	坝横 0+080.00 坝纵 0+002.30	▽272.00	2018/7/9	0.28	0.11	-0.17	0.00
Pk4-3	坝横 0+080.00 坝纵 0+001.00	▽285.50	2018/10/12	0.00	0.16	0.16	0.00
Pk4-4	坝横 0+080.00 坝纵 0+002.30	▽285.50	2018/10/12	0.10	0.25	0.15	0.00

（注：P1-3、P2-3、P2-4仪器电缆损坏。）

同时间段内的渗透水头变化情况。

从数据中可以看出，在2022年度内，主坝各监测点的水头值都有所变化。以P1-1测点为例，从2021年底到2022年底，水头值从39.92m降低到38.83m，减少了1.09m。这显示了在这一时间段内渗透水头有所下降。类似地，P1-2、P1-4、P2-1等测点也显示出了不同程度的水头值下降。

另外，P3-3测点在2018年1月23日时水头值为7.74m，在同一天内增加到了9.36m，增加了1.62m。这种增加可能是由于渗流的变化或其他因素引起的。

6 结语

根据这些数据，可以初步判断主坝存在一定程度的渗流现象，且不同测点的变化情况不同。这提示了可能需要对特定的监测点进行更深入的调查和分析，以确定渗流的原因和对工程的影响。总的来说，2022年度渗流监测数据为工程的安全评估提供了重要的信息。通过持续的监测和分析，可以更好地了解渗流情况，及时采取措施确保工程的稳定性和安全性。

参考文献：

[1] 王嘉星.基于BIM的土石坝渗流安全监控与预警[D].南昌：南昌工程学院,2020.
[2] 叶秀.漳泽水库大坝渗流安全监测自动化系统改造与建设设计[J].山西水利科技,2018(01):28-31.
[3] 胡晨媛.乌拉泊水库渗流监测分析及评价[D].新疆：新疆农业大学,2016.
[4] 马文波.水库大坝渗流安全监测系统的设计[J].黑龙江水利科技,2012,40(01):110-111.
[5] 范志强.横泉水库大坝渗流稳定复核[J].山西水利科技,2021(03):9-11,21.

斗轮机悬臂皮带机漏煤问题治理探析

胡南山

（河北西柏坡发电有限责任公司，河北 石家庄 050000）

摘 要 斗轮机悬臂皮带机漏煤是火力发电企业卸储煤设备中的一个常见问题，它严重影响着斗轮机悬臂皮带机的正常运行和使用寿命。本文针对斗轮机悬臂皮带机存在漏煤的问题、存在漏煤的位置以及造成漏煤的原因逐一进行了分析，并提出了改造悬臂皮带机尾部导料槽、在皮带机尾部下方安装新型清扫器、拆除主落料筒内导料板、主落料筒口封闭、驱动滚筒包胶以及在斗轮盘溜料槽出口处加装可调节挡板等措施。措施实施后有效地解决了斗轮机悬臂皮带机漏煤问题，避免了因漏煤造成的设备损坏，保证了斗轮机安全、稳定、环保运行。

关键词 斗轮机；悬臂皮带机；漏煤；治理

中图分类号：TH22 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0112-03

1 斗轮机悬臂皮带机漏煤问题概况

斗轮堆取料机（简称斗轮机）是现代化工业大宗散状物料连续装卸的高效设备，目前已经广泛应用于港口、码头、冶金、水泥、钢铁厂、焦化厂、储煤厂、发电厂等散料（矿石、煤、焦炭、砂石等）存储料场的堆取作业。河北西柏坡发电有限责任公司共有4台斗轮机，三单元#3斗轮机于2005年投产，型号为DQL1600/1600.38，设计的额定堆、取料出力均为1600t/h，其胶带宽度为1400mm。目前，斗轮机在堆取料过程中，悬臂皮带机存在严重漏煤，不符合国家环保要求，也给设备造成了极大损害。同时，大量的漏煤堆积在斗轮机两侧过道上，给清煤人员增加了大量的工作。

2 斗轮机悬臂皮带机存在的问题

斗轮机由于设计、安装问题，悬臂皮带机存在十分严重的漏煤问题，影响了悬臂皮带机的正常运行和使用寿命。

1. 从悬臂皮带机上撒落的煤掉落在悬臂下方的横梁上，长时间堆积后积煤越来越多，积煤刮蹭胶带工作面，严重磨损胶带。

2. 大量的撒煤掉落至皮带下方的横梁上，将胶带下托辊掩埋，使得托辊无法正常转动，造成托辊极易损坏。

3. 大量的撒煤掉落在皮带机回程皮带上，随着胶带的运转被带至头部及驱动滚筒上，严重破坏滚筒表面的包胶层，当包胶层脱落后，胶带容易出现打滑现象，严重影响皮带机的正常运行。

4. 大量的撒煤掉落至悬臂皮带机尾部两侧平台及斗轮机两侧过道上，给清扫人员增加了大量的工作。

3 悬臂皮带机存在漏煤的位置

1. 取料时，部分煤落在悬臂皮带机头部过道上，形成积煤。

2. 取料时，悬臂皮带机胶带跑偏，煤流进入主落料筒时需先经过悬臂尾部燕尾状导料板，偏载的煤流冲击导料板，向四周飞溅，飞溅的煤通过主落料筒口落至两侧过道。

3. 取料时，当取煤量较大时，煤流刮蹭悬臂尾部导料槽侧板，使得部分煤飞溅至皮带机两侧过道上，形成积煤。

4. 堆料时，煤流通过尾车头部落料筒落到悬臂皮带机尾部导料槽内，煤流在出悬臂尾部导料槽的瞬间向外扩散，部分煤流扩散至胶带外，形成漏煤。

5. 堆取料过程中，随着悬臂皮带机转动及悬臂机构回转摆动过程中，胶带上粘黏的煤撒落至斗轮机两侧步道上及皮带机下方钢架机构上造成积煤，磨损胶带[1]。

4 每个漏煤位置原因分析及处理方法

4.1 悬臂皮带机头部过道积煤原因

取料时，斗轮机斗轮盘斗子耳座上会积煤，当斗子旋转至最高点时，积煤会掉落到悬臂皮带机头部导料槽的防尘罩上，通过防尘罩掉落至悬臂皮带机头部过道，造成过道积煤。

处理方法：由于环保要求，斗轮机在堆取料过程中不得有扬尘，因此在斗轮机悬臂头部导料槽上加装了防尘罩，防尘罩采用钢丝网制作[2]。目前，由于环保形势日益严峻，公司准备对3号煤场采用气膜进行封闭，待3号煤场封闭后，拆除悬臂头部导料槽上的

防尘罩，这样斗子耳座带起的煤直接落到导料槽内，避免过道积煤。

4.2 悬臂皮带机胶带跑偏时漏煤的原因

1. 斗轮机取料时，所取煤流通过溜料槽落在悬臂皮带机头部导料槽内，由于煤流在皮带机胶带上的落料点不正，导致皮带机胶带跑偏。

2. 悬臂皮带机头部下方的缓冲托辊由于长时间受到冲击，容易损坏，但又不能及时发现并不易更换，导致皮带机胶带跑偏。

3. 悬臂皮带机驱动滚筒表面胶板磨损严重，导致皮带机胶带跑偏。

4. 胶带整体磨损，部分位置甚至出现胶带划透现象，目前在胶带破损较为严重位置用修补条进行修补，当修补处胶带经过下调偏托辊时，影响调偏托辊的正常工作，导致皮带机胶带跑偏。

5. 悬臂皮带机靠近尾部的下调偏托辊损坏，起不到调偏作用，无法及时对跑偏胶带进行纠偏，导致皮带机胶带跑偏。

6. 悬臂皮带机尾部燕尾状导料板开口偏小，当导料板上有较为明显的积煤时，而皮带机胶带又存在跑偏时，大量的煤流冲击导料板上的积煤，造成煤流飞溅，飞溅的煤通过主落料筒口掉落至两侧过道上[3]。

处理方法：

一是在斗轮机斗轮盘溜料槽出口处安装可调节挡板，用来调整煤流落到悬臂皮带机胶带上的落料点，同时也可以减少煤流直接冲击悬臂头部导料槽侧板，减少导料槽挡皮处漏煤。

二是及时更换悬臂皮带机头部下方损坏的缓冲托辊，同时调整悬臂皮带机头部导料槽下方的缓冲托辊两边侧辊角度，使得皮带机胶带通过头部滚筒和普通槽型托辊之间有平缓过渡。

三是悬臂皮带机驱动滚筒重新包胶，同时雕刻菱形花纹。

四是更换悬臂胶带。

五是更换靠近悬臂尾部的下调偏托辊。

六是拆除燕尾状导料板，同时在主落料筒筒口两侧加装挡皮，彻底杜绝煤流从筒口往外飞溅。

4.3 取料时，煤流刮蹭悬臂尾部导料槽侧板的原因

悬臂尾部导料槽为升降式，同时导料槽侧板上铺满厚度为10mm的衬板，侧板整体重量较大。而用来提升导料槽侧板的电动推杆的电机功率为370W，为了使电机不易损坏，电气人员将电动推杆的过力矩保护值调小，使得导料槽侧板无法提升到水平位置，当取煤量较大时，侧板会刮蹭煤流，导致漏煤[4]。

处理方法：更换电机功率为1.1kW的电动推杆，同时拆除导料槽侧板上部分衬板，减小电动推杆出力，这样可以将侧板提升到水平位置，避免刮蹭煤流。

4.4 堆料时，悬臂尾部导料槽处漏煤原因

1. 煤流从尾车皮带机通过落料筒掉落至悬臂皮带机胶带上时的落料点不正。

2. 悬臂皮带机尾部下方的缓冲托辊由于受到长时间冲击，容易损坏并不易更换，导致皮带跑偏。

3. 驱动滚筒表面胶板磨损严重导致跑偏。

4. 胶带整体磨损，目前在较为严重位置用修补条修补，当修补条经过下调偏托辊时，影响调偏托辊的正常工作，导致跑偏。

5. 靠近悬臂尾部的下调偏托辊损坏，起不到调偏作用，导致跑偏。

处理方法：

一是调整尾车皮带机头部落料筒内衬板角度。

二是及时更换损坏的缓冲托并调整缓冲托辊两边侧辊角度，使得胶带通过滚筒和普通槽型托辊之间有平缓过渡。

三是驱动滚筒重新包胶，同时雕刻菱形花纹。

四是更换悬臂皮带机胶带。

五是更换靠近悬臂皮带机尾部的下调偏托辊。

4.5 悬臂皮带机运行时，胶带表面粘黏的煤脱落造成漏煤的原因

原悬臂皮带机头部滚筒下方安装有双向清扫器，清煤效果也不够理想，后由于运行人员操作原因，悬臂头部钢梁下沿多次刮蹭煤堆，使得双向清扫器多次被撞坏，目前悬臂皮带机头尾两端均无清扫器[5]。

处理方法：在悬臂皮带机下方两端靠近滚筒处各安装一个HM-U1型清扫器（蒂普拓普）。

5 漏煤治理的工艺要求

5.1 缓冲托辊组的安装

悬臂皮带机普通槽型托辊的槽型角度为35°，悬臂皮带机头部共有6组缓冲托辊组，将靠近普通托辊组的缓冲托辊组槽型角调整为30°，然后延滚筒方向逐一调整，调整值依次为25°、20°、15°、10°和5°，这样就保证胶带在滚筒表面和普通槽型托辊组之间能够平缓过渡。

5.2 更换下调偏托辊组

目前悬臂皮带机下方的调偏托辊尺寸为Φ133*1600（mm），而其他的下平行托辊直径均为159mm，需将下调偏托辊更换为Φ159*1600（mm），并调整下调偏托

辊的中心高度，使其比其他的下平行托辊的中心高度高15mm，这样就能让下调偏托辊充分起作用。

5.3 制作安装可调节挡板

在溜料槽出口处安装可调节挡板，可调节挡板由5片活动挡板组成，每片活动挡板宽300mm，高600mm，所有的活动挡板安装在一根直径为40mm的转轴上。活动挡板主体采用12mm厚的锰板制作，并在每块活动挡板背面靠近下沿位置安装一块60*300*30（mm）的配重块。同时在5片活动挡板的背面加装一根直径为30mm的可调整丝杆（包含丝杆和调整螺杆），可调整丝杆固定在支架上，用来调整调节挡板与溜料槽出口处的距离。活动挡板安装位置距离溜料槽出口300mm，其最下沿距离皮带表面200mm，防止斗轮机堆料时活动挡板刮蹭悬臂皮带机上的煤流。

5.4 悬臂皮带机尾部导料槽改造

拆除导料槽侧板上除了煤流冲击点外的全部衬板，以减轻侧板重量，减小电动推杆出力，同时将原电动推杆更换为电机功率为1.1kW的电动推杆，并调整侧板抬起到位信号位置，使得侧板能够提升至水平位置，避免侧板刮蹭煤流。

5.5 主落料筒筒口改造

拆除悬臂尾部出口处的导料板以及主落料筒口两侧的升降挡板，在原来的升降挡板处焊接一块铁板。取一块落料筒口大小的胶板，采用螺栓和扁铁将胶板固定在焊接的铁板上，这样就将主落料筒筒口处全部封闭，避免了悬臂皮带机胶带跑偏时，有部分煤流从筒口处漏出。

5.6 悬臂皮带机胶带更换

悬臂皮带机胶带型号为1400*5（4.5+1.5），全长76m，粘接胶带时，接头采用多级阶梯全搭接的方式。阶梯形式为直角，单个台阶长度为200mm，台阶总数为4个，台阶总长度为800mm。

5.7 驱动滚筒包胶

1. 在备用的新胶板上雕刻深度为10mm的菱形花纹。

2. 将滚筒上的旧胶板清理干净，然后用专用打磨机将滚筒表面打磨出粗糙无锈蚀点的表面，最后使用纤维碟轻轻打磨一遍。

3. 用刷子将滚筒表面清理干净，然后用TIP TOP清洗剂进行清洗，确保滚筒表面无任何残留物。若滚筒表面有水，则应等其干燥后再施工。

4. 先将PR200金属处理剂薄而均匀地涂刷在滚筒打磨面上，待其完全干透。然后将按特定比例配合的SC2000/UTR固化剂搅拌均匀，在滚筒上用力而均匀地涂刷一遍，待其彻底干燥后再涂刷第二次，同时在胶板的背面也涂刷一遍。

5. 待SC2000干至略有粘性但不附着在指背时进行粘接胶板，并用压实滚轮滚压，用橡胶锤将胶板捶打结实，确保内部无气泡，最后使用T2胶枪填充接缝，并对边缘进行打磨修整。

5.8 安装新型清扫器

新型清扫器采用HM-U1型清扫器（蒂普拓普），这是一种结构新颖、抗冲击震动性强的合金刮片清扫器。安装上清扫器后，调整清扫器上旋转张紧器的张紧螺母，使胶带两侧都逐渐与合金刮片接触产生压力。

6 治理效果

漏煤治理措施实施后，经过一段时间的实际运行观察，斗轮机悬臂皮带机漏煤问题基本得到解决，有效地避免了漏煤造成的设备频繁损坏问题，同时也降低了清扫队工作人员的劳动强度，保证设备安全稳定运行，整体治理效果显著。

7 结语

斗轮机是火力发电厂卸储煤设备中的重要组成部分，其能否安全稳定运行直接影响锅炉上煤问题。同时，随着国家对环保问题的日益重视，火力发电厂所面临的环保压力也在不断增大。近年来，公司在环保方面的投资大大增加，脱硫脱硝、气膜式封闭煤场、翻车机区域封闭等环保改造项目和环保设施也在不断施工和投用，因此，原设备上的一些影响设备安全、稳定、环保运行的问题亟待解决。本文通过对斗轮机悬臂皮带机漏煤问题的分析，总结原因并制定相应措施，从根本上解决了斗轮机悬臂皮带机的漏煤问题，确保设备能够安全、稳定和环保运行。

参考文献：

[1] 何起军.MDQ1000/1200.50斗轮堆取料机尾车挡板堵煤、漏煤的原因及处理[J].广西电力,2004(01):23-45.

[2] 何艳清.取料机中心落料点导料槽的改进[J].港口装卸,2011(04):48.

[3] 林国栋,陈志钊.煤场斗轮机智能控制研究[J].自动化应用,2023,64(15):93-95,98.

[4] 周智宾,李伟伟,王凯,等.数字化煤场及智慧管理平台一体化建设方案设计[J].东北电力技术,2023,44(07):58-62.

[5] 王大楠.基于同步定位与建图算法的斗轮机定位与取料技术研究[D].长春:长春工业大学,2023.

铁路电气化接触网工程改造施工研究

曾德林

（中铁电气化局集团第一工程有限公司，北京 100070）

摘　要　社会经济快速发展，电气化铁路建设工作亦进入全新阶段，相关技术工艺逐渐成熟，各项改造工作也在持续进行。庞大的社会经济体系也对铁路运输系统提出了更高要求，部分地区的铁路运输能力已无法满足当前运输市场。因此，电气化铁路列车要不断提升其运行速度，进一步提高物资及人员的运输效率，如此方可有效应对连年增长的运输压力。本文将针对铁路电气化接触网工程改造施工进行初步分析与探讨，希望可对相关从业人员起到借鉴作用。

关键词　铁路电气化；接触网工程；接触网改造；改造施工

中图分类号：U22　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0115-03

1 铁路电气化接触网工程改造施工的特点

1.1 接触网工程改造施工作业单位众多

铁路电气化接触网工程整体作业量非常庞大，且其过程对应诸多专业，因此，改造施工作业通常会存在大量施工单位，不同单位与企业之间的很容易出现沟通及合作异常。

此外，接触网工程改造施工是在当前现有铁路线上进行的工程项目，因此，施工作业需设备管理单位及运输管理单位的密切配合，其他相关专业施工单位也要保持良好的合作秩序，如此方可实现铁路运输的安全可靠，并保证一线施工人员的人身安全及电气化铁路接触网工程改造作业的实施进度[1]。

1.2 接触网改造作业施工空间狭小

接触网改造施工作业不仅要面对不断变化的户外场景，也要考虑到当前改造施工对原有设备及设施的影响，由于空间限制，很多改造设备难以进入现场，如组立支柱作业环节，若作业现场不存在接触网的影响，相关作业车辆可一次性将接触网支柱起吊并安装作业，但既有接触网线路及设备的影响根本无法避免，进而造成作业车吊臂的活动范围受到极大限制。施工团队在将接触网立柱平行起吊后，需要将其放置在立柱基础结构之上，如此才能进行立柱起竖及安装工作。既有线边接触网基础开挖难以形成机械化作业，大部分只能人工开挖，人工成本投入较大。遇岩层地段因靠近既有线无法搭设水磨钻作业，通常改成电锤施工开挖基础。在山区路堤区域的基础，常常因刷坡较陡不具备摆放材料及搅拌混凝土条件，改成地泵浇筑，严重制约施工进度。

1.3 既有线接触网改造开工时间早，作业周期长

接触网改造施工作业执行期间，针对既有线路的改造工作需提前做好整体工序安排，但是，接触网立柱会直接影响线路预铺及拔移作业，影响线路开通或者站改开通，而立柱结构是接触网悬挂部分的支撑部分，整个处理过程将消耗大量时间，施工难度很高，因此，接触网线路改造作业开始前，相关单位应积极采取过渡方案，如重新建设接触网、调整接触悬挂等，接触网提前施工，而立柱改造则后续跟进。研究表明，虽然接触网在线路改造过程中或完成后已被拆除，但相关单位依然要对接触网悬挂结构进行调整克缺、实时监测，分析各项参数，因此，接触网的施工结束时间最晚，整体持续时间非常长。

1.4 多专业同时施工带来的交叉干扰问题

调查研究表明，我国既有电气化铁路已持续运营多年，行车密度非常高，因此，接触网改造工程需面临铁路行车对施工作业带来的不良影响。除此之外，接触网改造作业也要面对施工工期制约及施工天窗的影响，往往站前站后工程同步进行，共同占用停电天窗时间。针对站场改造项目，存在路基未成形，接触网无法进场施工的滞后因素。因此，施工天窗时间段，接触网施工作业现场将出现不同单位交叉作业，不同专业之间相互影响，同时，接触网作业与轨道施工也会相互影响、相互制约，相关施工单位的作业空间与时间十分紧张，接触网改造作业设备与轨上设备也难以保持同步，如此将进一步削减天窗的整体利用水平[2]。

1.5 停电天窗占用次数较多

接触网改造工程实施期间，铁路行车不可中断，但铁路行车又会直接干扰到接触网改造工程秩序，多数作业行为只能在停电天窗进行，只有少部分作业不需要占用，如基坑开挖、基础浇筑、支撑结构搭建等。因此，整个改造工作存在大量停电天窗，一旦管理不善，则后续工作也将出现诸多隐患，极易造成天窗顶点，送电滞后导致影响列车事故的发生。

1.6 新旧网并存，安全隐患难以杜绝

电气化铁路接触网改造期间，既有接触网已连续运营多年，大量设备存在锈蚀、过度磨损等现象，原有接触网已出现巨大安全隐患。与此同时，接触网改造工程不能影响到铁路线的正常运作，受行车影响，新接触网与既有接触网不可能一次替换完成。因此，整体改造完成前，铁路线存在新旧接触网同时使用的现象，如此行为也埋下了巨大安全隐患。

2 接触网工程改造施工期间需注意的问题

2.1 提前制定好详细的作业计划

接触网工程改造施工开始前，相关单位需依照实际作业期间的各项难点与专业事项，科学编制作业计划，并交由不同专业人员进行分析探讨，判断相关计划的可行性。不同专业及不同施工单位之间应保持密切配合，以现有铁路线路为基础，紧密围绕接触网工程改造施工的各项工作要点与作业计划，明确每一个施工环节，清楚特定时间更换哪些道岔、开通哪些线路等各项内容，进一步确定既有接触网拆除工作的先后顺序，以及相关立柱及基础结构的施工顺序，计算好实际工作量，尽早安排各项作业内容。

2.2 进一步熟悉施工现场，细化作业任务

接触网工程改造施工应做好全局规划，相关单位可将每日的施工内容细化到每一位作业班组，针对作业期间所要使用的各类机械设备、工程材料等内容进行科学规划，不能存在任何疏漏，所有技术要点均要做好对接，所有环节都要在监督下进行，关键位置需做好安全保障措施，确保施工现场每一位作业人员的人身安全，提早发现作业过程可能存在的安全问题。

2.3 做好现场作业的监督与协调

接触网工程改造施工的难点在于站改环节，研究表明，站改作业存在大量不同工序，作业点繁多且复杂，不同工序的实际任务量差异较大，加之部分施工单位缺少足够数量的专业施工人员，因此，相关部门及责任单位应做好监督管理工作[3]。现场施工作业应安排有经验、责任心强的管理人员对各个作业工序进行监督把控，既有电气化铁路站改作业涉及轨道、信号与接触网同点作业，在此期间，相关施工单位不仅要保证任务按时完成，也要与其他作业班组及施工单位进行作业时间协调，尽可能地避免同一时间集中在某个区域抢工。

2.4 严格执行分时作业计划

接触网工程改造施工作业量极其庞大，为进一步提高工程管理水平，相关单位应结合整体规划与作业方案，规定好每一个工序的具体完成时间，全面增强施工人员的时间观念，提升其责任意识与质量保障观念，只有所有工序按时保质完工，才能最终实现电气化铁路升级改造目标。

2.5 充分利用封闭点施工

接触网改造作业应充分利用封闭点施工，为无电区全天候施工创造有利条件。若实际改造期间站线或区间绕行线路施工周期较长，则线路施工完毕后，相关作业班组应依照工作要求及施工现场特点，设置无电区，部分区段可开展全天候施工，进一步确保接触网的整体作业秩序与进度。

2.6 积极开展机械化作业

既有线改造不受地域影响的机械设备更多的是轨道车、平板车、轨道吊、架线车等。在施工天窗点内，充分利用轨道车开展运料、卸料、立杆、放线作业，可节省大量在路上的时间，同时避免站线过长，既有线边施工机械过多，安全风险大的问题。

2.7 做好物资供应

兵马未动，粮草先行。物资供应，是保障现场有序推进的重要前提，也是项目推进的关键。技术部门应做好物资计划，与中标厂商约定到货时间点；做好现场运输路径调查，及时协调相关单位保障物资按时准点抵达现场，不耽误现场施工进度。

3 电气化铁路接触网工程改造施工的常见问题及解决对策

3.1 接触网磨损加剧问题

通常情况下，站改的线路普遍会变动其位置，有的是与新铺设的线路进行对接，而线路铺通之前，架线车无法进入，尤其是区间拢口附近不能存在临时道岔，架线车无法做到从既有线路进入工程线架设接触线的条件，只能是以人工架线方式。而这种施工方式将造成接触网线路张力很小，抑或是接触网无张力，导致接触线硬弯增加。对此，施工单位可在拢口附近增加新的悬挂点，抑或是投入更多人力，进一步削减接触线的硬弯幅度。

3.2 不同专业之间存在的干扰问题

针对不同专业之间的干扰问题，主管部门应对不同作业的作业时段及实际工作空间进行协调，并提前做好沟通交流，让每一位施工人员足够了解施工现场，以实际角度去优化施工方法，准备好施工器具与工程材料，尽量避免作业进度受到影响。

3.3 方案层面不同专业之间的配合问题

接触网工程改造施工存在接触网对线路运行的干扰，也存在线路运行对接触网改造作业的影响，因此，主管部门应对现场的具体情况进行全面分析了解，及时进行信息沟通，及时处理各项问题，结合过渡段施工及旧设施拆除工作特点，尽量做好不同专业之间的配合，尽量减少对封闭点的过度占用与浪费。与此同时，主管部门也要充分了解不同专业及不同工序的特点，在方案层面分析具体工序的可行性以及现场作业的冲突点，尽早做好工作安排。例如减少接触网与轨道专业同一区域交叉施工，减少接触网使用轨道车与信号调试在同一个区域。

3.4 针对成本进行管理

接触网工程改造作业需在指定时间内完成很多工作，整体任务相对繁重，主管部门需及时调动并投入足够的人力与物力，并同时在特定工序完成后及时进行其他工作。因此，主管部门应做好成本管控与监督，针对可能影响改造作业成本的各个方面进行审查，提高人力及机械设备的利用率，避免资源浪费。

4 接触网工程改造施工技术关键点

4.1 做好天窗期的安全把关

1. 优化临时措施。事实上，每一个天窗期的作业内容即便准时完成也达不到可使用条件，为避免铁路列车运行出现异常，相关部门应采取必要的临时措施。临时性保障措施不可低于正式工程的各项要求，监管人员也要对重点环节进行分析[4]。

2. 做好现场检测把关。接触悬挂尚未完全到位的情况下，主管部门应检查接触线的位置是否符合受电弓运行需求，新建软横跨无电区域带电体之间的距离是否满足最小安全距离要求，过渡线岔的安装位置是否会干扰到受电弓的正常通过等。每一个作业天窗期内都要对这些关键性内容进行跟踪。

4.2 过渡工程的施工秩序

通常情况下，过渡段施工可分为两种，一种是既有支柱对新线路铺设的影响，另一种是现有线路对新设立柱位置的干扰。若既有线路需满足列车正常使用需求而难以拆除，则主管部门应临时设置单立柱或软横跨作为过渡使用。此外，针对以上两种情况，施工主管部门应分别制定相应的过渡工程指导方案。

1. 既有立柱对新线路铺设的影响。此时，新建立柱暂时无法替代旧立柱承担起接触网悬挂任务，因此，过渡方案应依照站前施工单位的交桩进度，在现场临时设置单立柱进行过渡，若现场无法设置单立柱，则施工单位可在合适位置，设置软横跨立柱，并进行软横跨组装，满足过渡使用需求。

2. 现有线路对新设立柱位置的影响。接触网施工过渡应根据现场的不同情况，选择合适的既有立柱进行过渡，并根据过渡工程进展，将既有基础网拨移至过渡立柱，适当延长既有接触网锚段长度完成临时过渡，抑或是增加临时小锚段。

4.3 正式工程施工

过渡工程对接触网的工艺及美观未提出严格要求，但主管部门也要对正式施工过程予以足够重视，尤其是相关材料规格及零部件的安装细节与工艺，实际操纵必须达到设计规定，并符合验收标准。

4.4 既有接触网线材更换方法

针对既有接触网线材已难以满足列车运营要求，主管部门可在改造作业期间对既有线路线材进行更换，可采用新旧交替、逐段调整的方式进行，调整区内，可将既有接触网线路抬高，而新建接触网则降至工作高度，让新旧接触网相交段依照锚段关节的形式快速过渡，同步依照技术规范安装过渡锚段电连接装置，直至全部使用新建接触网，最后完成既有接触网拆除[5]。

5 结语

综上所述，接触网工程改造施工是铁路提速的必要措施，在此期间，主管部门应从实际工程特点角度着手，具体分析改造施工的各项要点与内容，优化线路拨接、站场改造等各项工序，以免出现铁路线路被长时间占用，避免改造作业对现有线路运营带来干扰，最大限度地减少改造施工与铁路线运营之间的矛盾，保证整体作业安全系数，加快工程进度，缩短工期，提升改造工程水平。

参考文献：

[1] 李晓波 . 电气化铁路改造中接触网施工工艺 [J]. 智能城市 ,2021,07(20):132-133.
[2] 赵姝 . 铁路电气化改造工程接触网支柱和基础结构选型 [J]. 四川建材 ,2021,47(09):177-178.
[3] 钟人正 . 铁路电气化接触网工程改造施工探讨 [J]. 中国设备工程 ,2021(16):16-17.
[4] 徐元成 . 铁路电气化接触网工程改造施工研究 [J]. 铁道建筑技术 ,2021(08):171-174.
[5] 同 [3].

故障解列保护在小电源接入系统中的应用

刘 春

（国网上海电力嘉定供电公司，上海 200085）

摘 要 随着新能源发电方式的逐步增多，除火电外，风电、水电、天然气及光伏等小电源发电项目也开始接入了电网。为了促进小电源科学、合理地接入电网，确保重要负荷的供电以及防止小电源的孤岛运行，需规范相关继电保护装置配置原则，以保障小电源接入系统时可以可靠运行。本文以上海嘉定35kV朱桥站朱17固体废物处理常一的工程实例来分析研究小电源发电接入配电网时故障解列保护的应用，以期为相关人员提供参考。

关键词 新能源；小电源；故障解列

中图分类号：TM77 **文献标识码**：A **文章编号**：2097-3365(2023)10-0118-03

本文以国网上海嘉定供电公司35kV朱桥站朱17固处常一发电的现场运维情况来研究小电源入网时故障解列装置在保护中的作用。在国家相关政策支持下，为最大限度地利用余热进行发电，本次工程将原有“并网不上网”的接入方式改为“并网上网”，并对有关保护装置进行调配。

1 小电源接入系统

1.1 小电源并网存在的隐患

对小电源来讲，因其本身容量不足，通常情况下不会对电网的安全稳定运行造成较大影响，但当主电网的主要供电线路因出现故障而致使瞬时跳闸发生时，小电源将由于不能承受变电站负荷而自行解列，等系统稳定后与系统重新并网。由于小电源与配网的融合度较低，当电网跳闸时间较长时，在某些情况下小电源自行解列不成功，与此同时，如果主电源不满足重合条件，则系统将把小电源无条件拉入，致使一些严重故障产生[1]。当出现这种情况时，为使小电源在入网后可以正常地解列，工作人员应该对实际运行情况排查后，对有可能发生的状况进行预测，并结合用户需求，在小电源主网终端变电站合适的位置节点安装故障解列装置。

与此同时，随着人类社会的不断发展和科技进步，既有各种企业扩大生产的需求，又有工厂不断扩建的要求。各工厂企业为稳定持续的生产效率，多数采用自备电机、自备电源等方式保证充足的生产动力。各公司的自有电源接入电网运行时，给电网的安全运行带来了负担。近几年，小电源反送电导致电网严重受损的事故已频频发生[2]。

1.2 小电源接入系统的方式

小电源接入系统电网的方式主要有三种：（1）直接接入系统电网变电站低（中）压侧母线；（2）经系统开关站接入系统电网变电站低（中）压侧母线；（3）经35kV、110kV变电站（高压侧环经环出）接入系统电网变电站低（中）压侧母线[3]。本文小电源的接入方式采用直接接入系统电网变电站低（中）压侧母线。

1.3 小电源接入继电保护配置原则

小电源入网系统的保护配置应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

1. 对于并网上网小电源（除光伏电源外），小电源高压总进线断路器（即小电源接入公共电网线路电源侧）应配置主后合一光纤电流差动保护，后备保护采用距离或方向过流、零流保护。

2. 小电源侧应安装故障解列装置，功能包括低/过压保护、低/过频率保护及零压保护功能；故障解列装置动作时间应大于其电网变电站（或开关站）的动作时间；低电压时间定值应小于用户母线上及其他系统间隔的故障跳开时间，还应考虑到系统重合闸时间的配合问题。

3. 并网线路及电源侧内部变压器、发电机等设备的二次电流、电压模拟量及保护动作、断路器变位等开关量应接入故障录波仪（除光伏电源外）。

2 故障解列保护

在多电源网络中，从网络电源及负荷的布局中可以看出，在合适的位置安装故障解列装置，可以保障重要用户的稳定安全运行，电网发生故障时电网解列成几个独立的小电源保持正常运转。故障解列装置保

图 1 朱桥站故障解列装置

护项目包括零序过压、低压、高频、低频等，作为主保护存在，通常采用阶梯保护形式，即三段式保护。本文以南瑞继保 PCS-9658D 为列分析故障解列保护的基本功能[4]：

1. 低压解列，设两段低压解列，各段电压、时间定值及控制字可独立整定。低压元件启动必须要曾经有压，即低压解列电压定值要小于上电后的最小线电压。低压元件复归后，也要曾经有压，才能再次跳闸。低压解列要通过 PT 断线闭锁，正常运行时测量到的自产零序电压和外接零序电压进行比较，有告警时发出 PT 断线报警，同时闭锁故障解列装置。低压解列的方式：三个线电压中任意一个低于低压定值，低压解列动作。为了防止低压解列动作后母线失压低压解列长期动作，低压解列动作 400ms 后即返回。

2. 低频解列，设两段低频解列，各段频率、时间定值及控制字可以单独整定。频率满足 35Hz~65Hz 范围，且必须在低频频率定值以上，低频解列才可以投入。低频解列动作 120ms 后即复归。低频解列功能经固定低电压（15V）闭锁。

3. 母线过压解列，设两段母线过压解列，各段电压、时间定值及控制字可以单独整定，两段保护可经各自的控制字投退。电压判据条件可采用相间电压，当任意一相间电压大于母线过压解列电压定值时，经延时动作。

4. 过频解列，设两段过频解列，各段频率、时间定值及控制字可以单独整定，这两段保护的控制字可各自进行投退。频率要求在 35Hz~65Hz 范围内且必须在过频频率定值以下，过频解列才可以投入。过频解列动作 120ms 后即复归。过频解列功能经固定低电压（15V）闭锁[5]。

故障解列的配置原则：

1. 变电站（开关站）有地区电源联网线时，根据需要配置独立的故障解列装置。故障解列装置动作跳地区电源联网线。

2. 本装置以变电站（开关站）单母线为单位，每段母线配置一套故障解列装置。对于双母线接线形式，要求主变及小电源线路均固定母线连接，考虑该母线配置一套故障解列装置。故障解列装置应配置低频解列、低压解列、零序过压解列、母线过压解列、过频解列。故障解列装置接入母线三相电压及开口三角电压[6]。

3 工程实例

上海固体废物处置中心由上海嘉定 35kV 朱桥站朱 17 固处常一发电线路供电。该中心设有一套余热利用装置，余热锅炉产生的过热蒸汽供汽轮发电机组发电，所发电能主要供全厂生产、生活所需，同时余电通过朱 17 线路并网上网。

在 10kV 并网线路侧朱 17 固处常一发电配置光纤电流差动保护，后备保护采用定时限过流保护。在 35kV 朱桥变电站 10kV 一段母线上配置一套故障解列保护，10kV 母线分段开关实现自切联跳。本站故障解列装置采用南瑞继保 PCS-9658D，如图 1 所示。

故障解列保护配置低频 I 段（46Hz、0.5s）、低频 II 段（48Hz、0.8s）、低压 I 段（85V、1.3s）和低压 II 段（85V、1.3s）保护。

低频解列 I 段动作（II 段与 I 段类似），低频解列软硬压板同时投入，低频解列 I、II 段功能投入，当检测到 10kV 一段母线电压频率由 35Hz~65Hz 范围内跌落至低于低频解列 I、II 段整定值，最小线电压大于 15V，低频解列 I、II 段保护动作出口，120ms 周返回[7]。

低压解列 I 段动作逻辑图如图 2 所示（II 段与 I 段类似），低压解列软硬压板同时投入，低压解列 I、

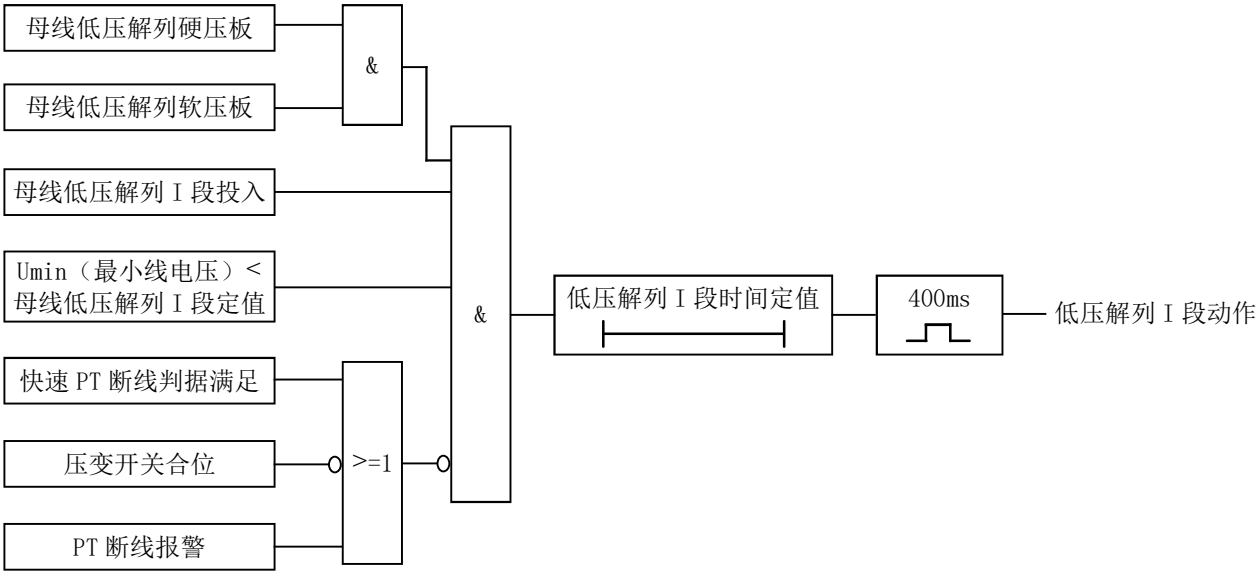

图 2 母线低压解列 I 段动作逻辑图（II 段与 I 段类似）

II 段功能投入，当检测到 10kV 一段母线电压中的三个线电压中任意一个小于低压解列 I、II 段整定值，低压解列 I、II 段保护动作出口，为了防止低压解列动作后母线失压低压解列长期动作，低压解列动作 400ms 后即返回。低压解列动作低压元件动作必须要曾经有压，即上电后最小线电压要大于低压解列电压定值。低压元件复归后，也要曾经有压，才能再次动作。检测母线电压时，压变开关必须在合位，同时无 PT 断线告警，快速 PT 断线无闭锁，否则将闭锁故障解列装置[8]。

将 10 千伏一 / 二甲段分段开关自切合闸压板合位、朱 17 开关合位、朱 17 自切联跳压板合位、自切小电源检修压板分位、模拟 I 段自切动作，此时跳 1 号主变 10 千伏开关同时自切联跳，跳朱 17 开关，分段开关合闸。

将 10 千伏一 / 二甲段分段开关自切合闸压板合位、朱 17 开关合位、朱 17 自切联跳压板分位、自切小电源检修压板分位、模拟 I 段自切动作，此时跳 1 号主变 10 千伏开关同时自切联跳，朱 17 开关不跳，分段开关不合闸。

将 10 千伏一 / 二甲段分段开关自切合闸压板合位、朱 17 自切联跳压板分位、朱 17 开关合位、自切小电源检修压板合位、模拟 I 段自切动作，此时跳 1 号主变 10 千伏开关同时自切联跳，分段开关合闸。

4 总结

综上所述，故障解列装置就是将电网的故障部分切除，确保非故障部分正常运行的装置，因此故障解列是当系统中发生故障时，为故障不影响电网安全运行而将其切除的安全自动装置。随着国家鼓励新能源发电政策的实施，越来越多的资源综合利用、风电、天然气三联供及光伏等小电源发电项目接入电网，因此，国家电网对小型发电的规范要求也越来越高，故障解列装置的使用范围也越来越广泛，已成为电网安全稳定运行不可或缺的重要组成部分。

参考文献：

[1] 李广雨 . 小电源并网对电网的安全运行风险分析 [J]. 应用技术 ,2020(05):87-88.
[2] 马杰 , 赵东森 . 由变电站全停事故探讨小电源反送电的影响 [J]. 国网技术学院学报 ,2017(21):9-12.
[3] 国网上海市电力公司关于印发《小电源接入系统继电保护和安全自动装置技术规范》的通知 (国网上电司调控〔2014〕1928 号)[S].2014.
[4] 梅宏 , 高戟 , 唐晓玲 . 浅谈故障解列装置的应用 [J]. 科技创新导报 ,2014,11(04):90.
[5] 李波 , 莫杰锋 . 带地方小水电的局部电网故障分析与仿真研究 [J]. 电气技术 ,2018(04):1-4.
[6] 袁士超 , 谭智 , 等 . 某区域 35kV 变电站故障解列方式改进的探讨 [J]. 电力安全技术 ,2020(06):55-57.
[7] 南瑞继保 .PCS-9658D_162081 故障解列装置技术和使用说明书 [Z].2014.
[8] 王古月 , 刘金奎 . 故障解列装置在吉安电网工程中的应用 [J]. 江苏科技信息 ,2016(34):60-61.

低压配电线路的损耗与功率因素改善研究

周嘉欣

（北京市城市照明管理中心，北京 100078）

摘　要　随着现代社会对电力需求的不断增长，低压配电线路的损耗与功率因素问题日益凸显。本文探讨如何有效改善低压配电线路的损耗与功率因素。通过优化线路设计、改进设备选型、提升运维管理水平和改善功率因素等途径，实现电力传输效率的提升。研究发现，合理的线路参数匹配、先进材料的应用、设备效率选择以及定期检测与预防性维护等措施，均能显著减少损耗与提高功率因素，为电网稳定运行与可持续发展提供关键支持。本研究旨在为优化电力系统运行提出思路，为能源利用和环境保护相结合的现代电力行业发展提供实质性的建议。

关键词　低压配电线路；功率因素；线路设计；设备选型；运维管理

中图分类号：TM72　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0121-03

在现代社会中，电力作为不可或缺的能源，在低压配电网络中扮演着关键角色。然而，由于电力传输过程中的损耗和不良功率因素的存在，电网效率和质量面临挑战。本论文深入研究低压配电线路的损耗与功率因素问题，并提出相应的解决方案。通过优化线路设计、改进设备选型、提升运维管理水平以及改善功率因素，旨在减少资源浪费，提高电网效率，为可持续能源传输与利用的目标迈出重要一步。

1 线路设计优化

1.1 线路参数匹配问题

低压配电线路的参数匹配是确保电力传输效率和质量的基础。线路参数的合理匹配能够减少电阻、电容和电感等因素引起的损耗，从而提高能量传输效率。然而，线路参数的不当选择可能导致电流过载、电压失真等问题，进而影响电网的稳定运行。在解决线路参数匹配问题时，首先需要充分考虑电流负载、线路长度和材料特性等因素[1]。通过精确计算和仿真分析，确定适当的导线截面积、绝缘层厚度和电缆间距等参数，以实现电流的合理分布和电压的稳定传输。此外，还需考虑未来电力需求的增长，避免过度设计或不足设计的情况发生。另外，新材料的应用也为线路参数匹配问题提供了新的解决途径。高导电性、低损耗的材料能够降低线路电阻，提高电能传输效率，同时新型绝缘材料能够减少电容和电感引起的能量损失，改善功率因素。因此，在线路设计中引入这些材料，有助于优化参数匹配，提升整体性能。

1.2 新材料在线路设计中的应用

随着材料科学的不断进步，新型材料的应用为低压配电线路设计带来了全新的可能性。这些新材料的独特性能使得其在线路设计中发挥着重要作用，从而优化电力传输效率和质量。首先，高导电性材料的应用能够有效降低电阻损耗[2]。铜、铝等传统导线材料具有较高的电导率，但随着电流密度增加，其电阻损耗逐渐增大。新型导电材料如银、铜合金等不仅具备较高的电导率，还具有更好的抗电阻损耗性能，能够减少电能的浪费。其次，绝缘材料的创新应用也对电力传输效率起到关键作用。新型绝缘材料具有更低的介电损耗和耐高温性能，有效减少了电容和电感引起的能量损失。这有助于降低无功功率，改善功率因素，提高能量的有效传输。此外，新材料的轻量化和耐腐蚀性能也有助于延长线路的使用寿命和可靠性，减少维护成本。例如，新型外护材料和绝缘层能够抵御恶劣环境条件，保护线路免受外界因素的干扰。

1.3 线路布局与损耗关系分析

线路布局在低压配电系统中起着决定性的作用，直接影响着电力传输效率和损耗水平。合理的线路布局不仅能够降低电能损耗，还能提高电网的稳定性和可靠性。首先，线路长度和拓扑结构是线路布局的重要考虑因素。过长的线路长度会导致电阻损耗的增加，影响电力传输效率。因此，应尽量缩短线路长度，减少电阻引起的损耗。此外，优化拓扑结构，避免过多的支路和节点，能够减少电流分布不均匀引起的损耗。其次，线路的截面尺寸也与损耗紧密相关。合适的导线截面能够降低电阻损耗，提高电能传输效率。根据实际负荷情况，选择适当的导线规格，避免过大或过小的截面，从而最大程度地减少损耗。此外，线路布

局还需要考虑电源点的设置和负载均衡问题。合理设置电源点，使其靠近负载中心，能够减少输电损耗。同时，通过合理调整负载分布，使各支路负荷均衡，也能够降低线路损耗。

2 设备选型改进

2.1 变压器效率对比与选择

在设备选型中，对变压器效率的比较与选择显得尤为关键。通过合理选择变压器，能够降低损耗、提高能源利用效率。首先，不同类型和规格的变压器存在着不同的效率特点。例如，油浸式变压器和干式变压器在损耗和维护方面有所差异[3]。因此，需进行详细的效率对比分析，综合考虑其整体性能、运行成本等因素，选择最适合的变压器类型。其次，变压器的负载率也对其效率产生影响。过大或过小的负载率都可能导致效率下降。因此，在选型时需考虑负载率范围，避免过度或不足选配，以保证变压器在设计工况下达到最佳效率。此外，变压器制造商的声誉和产品质量也是选型的重要考虑因素。选择有资质、有信誉的供应商，能够保证变压器的设计、制造和性能符合标准要求，从而保障长期稳定运行。

2.2 开关设备的负荷特性影响

开关设备作为低压配电系统中的关键组件，其负荷特性对电能损耗和系统性能产生深远影响。开关设备的额定电流和负荷响应能力直接影响着设备的损耗和工作稳定性。在选型时，需综合考虑设备的负荷特性，以提高能源效率和系统可靠性。开关设备的额定电流要能够满足实际负荷需求，但过大的额定电流可能会导致设备在部分负载下运行效率低下。因此，需要根据实际负载情况，合理选择额定电流，以在设备工作范围内获得最佳效率。此外，开关设备的负荷响应能力也至关重要。即使额定电流足够，但设备在瞬态负荷变化时的响应能力也决定了电能损耗的程度。选用具有较快响应时间和良好稳定性的开关设备，可以减少因负荷波动而引起的额外损耗。

2.3 导线截面尺寸对损耗的影响

导线的截面尺寸选择的合理与否，对于损耗控制和系统效率的提升具有重大意义。首先，较小的导线截面会导致电阻升高，引发电能损耗的增加。由于电流通过较小截面的导线时电阻增大，能量被转化成热能，使得电能浪费增加。这将不仅增加能源成本，也不利于环境保护[4]。同时，过小的导线截面还可能造成电压降低，影响电压稳定性，从而影响设备的正常运行。然而，过大的导线截面也存在问题。尽管它能降低电阻损耗，但会伴随着材料成本的增加以及安装难度的提高。过大的导线可能不仅增加采购成本，还可能增加线路敷设和维护成本。因此，在选择导线截面尺寸时，需要综合考虑成本和性能之间的权衡。为了实现最佳的损耗控制和系统效率，需要合理选择导线截面。这意味着在满足所需电流容量的前提下，选取最适合的截面，使得电阻损耗最小化，从而降低能量损失。这需要基于电流负荷、导线材料、成本等多个因素进行全面考虑。

3 运维管理水平提升

3.1 定期检测与预防性维护

通过定期对设备和线路进行检测，及时发现潜在问题并采取措施，能够保障系统的可靠性和安全性。首先，定期检测可以有效发现设备的运行异常和劣化情况。通过使用红外热像仪、震动监测等设备，能够对设备的温度、振动等参数进行监测，及早发现故障迹象。在检测结果发现异常时，可以采取预防性维护措施，避免故障的发生，降低停电风险。其次，定期维护能够延长设备的使用寿命[5]。例如，对变压器进行定期维护，清洁绝缘材料、检查冷却系统等，可以降低设备的电阻和热损耗，提高设备的效率和稳定性。此外，定期检查导线和连接件的紧固情况，可以减少电阻损耗，提高电能传输效率。另外，定期检测和预防性维护还能够提高系统的可靠性和安全性。在发现问题后，及时采取修复或更换措施，可以防止设备故障蔓延，保障电力供应的连续性。同时，通过维护记录和数据分析，也可以优化维护计划，减少不必要的维护成本。

3.2 数据监控在损耗控制中的应用

数据监控技术在低压配电系统中的应用为损耗控制带来了全新的视角。通过实时监测设备运行状态、电流、电压等参数，能够快速检测异常情况，有针对性地采取措施，从而降低电能损耗。首先，数据监控技术可以实时获取设备的运行数据，通过与设定的阈值进行比较，及时发现异常。一旦设备运行超出正常范围，监控系统能够发出警报，提醒运维人员进行处理。这有助于避免潜在故障扩大，降低停电风险，减少损耗。其次，数据监控技术也有助于分析历史数据，发现潜在的损耗问题。通过对设备运行数据进行趋势分析和模式识别，可以预测设备的劣化和故障情况。在实施预防性维护时，数据监控能够提供依据，优化维护计划，降低维护成本。

3.3 人员培训与技能提升

具备专业知识和技能的运维人员能够更好地分析问题、判断情况，并采取有效的措施，从而降低损耗，提高系统性能。首先，通过培训，运维人员能够了解不同设备的工作原理、特性和操作规程，从而更好地掌握设备的运行状态。他们可以准确判断设备是否正常工作，及时发现异常情况，并进行正确的处理。其次，培训还可以提高运维人员的维护技能。他们能够更熟练地操作维护设备，减少操作失误，提高维护效率。此外，对于新型设备和技术的培训，也能够使运维人员保持在行业前沿，为系统的持续改进和优化提供支持。

4 改善功率因素

4.1 功率因素的意义与影响

良好的功率因素意味着电能的高效利用。当功率因素接近1时，电流和电压保持同相，电能能够充分转化为有用功，减少了无效电流的流动，降低了电能的损耗。相反，功率因素较低会导致电流和电压之间的相位差，造成无功功率的浪费，增加电网损耗。功率因素的影响不仅仅局限于电能损耗，低功率因素也会引起电网电压波动、设备过载等问题，影响电网的稳定运行。此外，许多电力供应商对功率因素采取了奖惩机制，低功率因素可能导致能源成本的增加。改善功率因素的重要性不容忽视。通过采用无功补偿装置、优化设备工作状态等方式，能够调整电流和电压的相位关系，提高功率因素。这不仅有助于减少能源损耗，降低电费支出，还能改善电网稳定性，提高电力系统的可靠性。

4.2 无功补偿技术在低压配电网中的应用

无功补偿技术是一种重要的手段，可有效改善低压配电网中的功率因素，提高电能的传输效率和系统稳定性。该技术通过调整电流和电压之间的相位差，减少或消除无功功率，从而优化功率因素，降低电能损耗。无功补偿技术的应用在低压配电网中具有显著的优势。首先，由于低压配电网的负荷变化较为频繁，无功功率的波动也较大。采用无功补偿装置，能够迅速响应负荷变化，保持较高的功率因素，避免系统的过度无功功率流动，提高能源利用效率。其次，无功补偿技术有助于降低线路的电流损耗。当功率因素较低时，电流和电压之间的相位差增大，使得线路的电流增大。通过无功补偿，降低了相位差，能够减小线路电流，从而降低线路电阻损耗，提高电能传输效率。另外，无功补偿技术还能改善电网电压稳定性。在低功率因素下，电网电压波动较大，可能导致设备过载或电力质量问题。通过引入无功补偿装置，能够控制电压的波动，维持电网电压在合理范围内，提高系统的稳定性和可靠性。

4.3 节能措施与功率因素改善的关联

节能是现代社会可持续发展的关键目标之一，而功率因素改善作为电力系统的优化手段，与节能措施密切相关。两者的联合应用可以实现电力系统的高效运行，降低资源浪费，减少环境影响。首先，功率因素改善可以降低电能损耗，从而实现节能效果。当功率因素低于理想值时，电流和电压之间的相位差增大，导致无功功率的流动增加，电能损耗也随之上升。通过引入无功补偿技术等手段，优化功率因素，可以降低电流的大小，减少无功功率的损耗，从而降低电能损失，实现节能效果。其次，一些节能措施也能够影响功率因素的改善。例如，在电力设备的选型中，选择效率较高的变压器、电机等设备，能够降低设备的电能损耗，提高功率因素。此外，通过改善线路设计、减少电阻损耗、优化设备运行状态等方式，也能够改善功率因素。另外，功率因素的改善还能够减少电网负荷，为电力系统创造更大的容量，避免设备过载，实现资源的高效利用。在实际运行中，功率因素的提高可以使电力系统的负荷更为均衡，避免出现局部过载现象，从而提高系统的可靠性。

5 结语

综上所述，通过优化线路设计、设备选型、运维管理和功率因素调整等策略，可以减少电能损耗、提高系统可靠性。在能源紧缺和环境保护的背景下，相关人员应不断研究创新，实现损耗降低和效率提升，为可持续能源利用和电力行业的发展贡献力量。

参考文献：

[1] 荀超，肖晖，吴翔宇．基于同期线损的低压配电线路电量异常监测系统设计[J]．微型电脑应用，2023,39(06):50-53.
[2] 聂成松．基于换相法的低压配电线路负荷预平衡系统设计与实现[D]．伊犁：伊犁师范大学，2023.
[3] 柯星宇，盛轩．配网改造中低压配电线路的设计与规划分析[J]．现代工业经济和信息化，2023,13(04):139-140.
[4] 陈劼．低压配电线路电弧性短路检测方法研究[J]．光源与照明，2022(11):191-194.
[5] 周奇．农网中低压配电线路的设计及故障排除[J]．光源与照明，2022(11):201-203.

分布式电源对配电网相间短路保护的影响解析

周升强，唐　慧，王　伟

（国网山东省电力公司莒县供电公司，山东 日照 276500）

摘　要　为发挥分布式电源接入配电网运行的价值，保证二者取得更理想的融合成效，此次研究以分布式电源、配电网相间短路保护为中心，深入探讨了分布式电源对配电网相间短路保护的影响。结合分布式电源接入配电网的研究背景，对分布式电源配电网组合有更全面的认识，并且针对性地研究了DG对配电网两段保护与重合闸影响、DG接入后两段保护与重合闸后加速影响，以期为相关人员提供参考。

关键词　分布式电源；配电网；熔断器；保护灵敏度

中图分类号：TM77　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2097-3365(2023)10-0124-03

分布式电源对配电网相间短路保护的影响分析，是预防配电网运行故障，提高配电网运行稳定性的重要策略。配电网接入分布式电源，打破了传统故障电流分布规律，因此不可避免地会对继电保护装置造成影响，从而干扰到相间短路保护。基于此，相关人员应加大对分布式电源对配电网相间短路保护影响分析力度，寻找协调分布式电源接入与继电保护装置正常运行的关键点，并结合配电网容纳空间，客观应对分布式电源接入配电网条件下相间短路保护新课题。

1 研究背景

此次研究以分布式电源（DG）为主体，将其接入至规格为10kV的配电网中，并且该配电网中应用电流速断、重合闸搭配定时限过电流的模式保护主馈线。分布式电源配电网运行系统中，因为配备自动重合闸装置，配电网运行故障的发生，DG必然会遭受故障电流冲击，继而产生不利影响，所以分布式电源配电网运行设计中，对分布式电源配电网组合提出明确要求，即：

若配电网故障定位于DG接入相关馈线，则DG必须终止供电行为。DG接入馈线根据配电网自动重合闸动作变化，精准判断跳离配电网节点。

虽然DG接入配电网及系统运行严格按照规定要求设计，但是实际运行中，依然频繁出现故障，并且DG跳离配电网的节点选择与操作存在问题，不利于配电网的安全运行与DG接入作用的发挥[1]。面对这种情况，必须端正DG接入配电网研究态度，分析跳离异常原因，并梳理配电网保护装置、DG之间的运行协调思路。结合分布式电源接入配电网研究相关经验，对保护运行方式反复思考，假设以配电系统中电流速断以主馈线断路器支撑完成，并实现对电流的定时限过保护为前提条件，不仅如此，支线保护由高压熔丝完成，搭配对应的加速装置，如重合闸，针对性地对DG对配电网相间短路保护的影响展开研究。

2 DG对配电网相间短路保护影响具体研究

2.1 DG对配电网两段保护与重合闸的影响

结合上述对DG接入配电网相关条件整理，假设配电网中电流速断保护必须以配电网整条配电线路瞬时跳闸为前提完成，并且根据配电网运行线路规划与最大负荷电流，对定时限过电流进行保护，则需要配电系统中重合闸的重合方式必须采取前加速一次实现。这种情况下，若配电网运行中任意线路或者位置出现运行故障，系统均可以瞬间启动电流速断保护模式，立即将故障线路或位置切断，将故障对配电系统运行的不利影响降到最低。观察配电网故障切除后的状态与处理情况，确定风险排除后通过重合闸恢复配电网的供电运行。如果DG配电网出现永久性故障，那么电流保护会根据实况选择将故障线路永久性断开，借此保证配电网的正常运行。具体影响如下。

2.1.1 配电网相邻线路故障影响

DG对配电网相间短路保护影响中，针对相邻线路故障，配电系统运行期间，以母线为载体，DG输送反向短路电流（I）至系统故障点。

配电网系统中，虽然配备CB、CB1、CB2保护系统，但是其中只有CB具有识别故障方向功能，因此DG接入CB1、CB2馈线，因为无法对故障方向识别，所以会产生保护误动作，从而影响到配电网正常运行，甚至出现供电中断的情况。这种情况下，若在同一母线载体基础上，配电系统运行期间相邻线路出现异常，在DG输送反向短路电流的条件下，不能对CB1、CB2保护

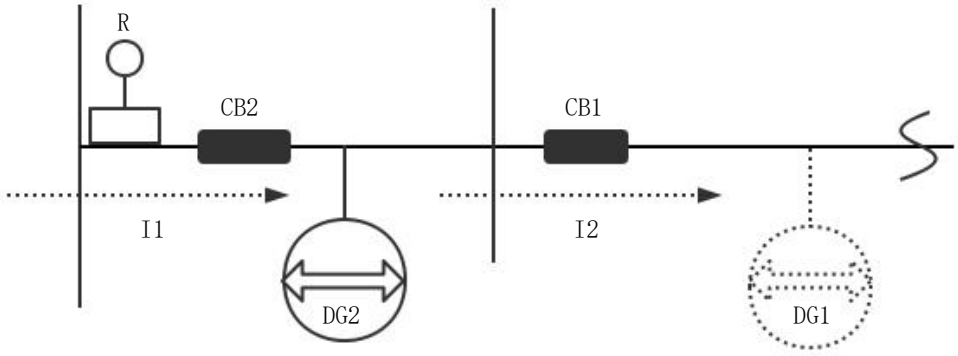

图 1 DG 对配电网线路保护灵敏度的降低影响示意图

动作有效激发。结合配电网基本设定，配电系统中相邻线路运行异常，极易出现三相短路故障，受到异常故障的影响，导致 DG 短路电流数值增大，同时 CB2 速断保护未启动。不考虑 DG 容量值前提下，必须对 DG 短路断流进行调整：$I \leqslant I_R$。调整公式包括 CB2 电流速断保护整定值，即 I_R。基于 CB1、CB2 时延特点，以时间为切入点，对 CB 速断保护有效调整。其间可忽略电流保护过程中可能出现的协调性矛盾。基于 DG 暂态电势，对并网阻抗、运行参数值等进行计算，并判断故障类型。如果属于瞬时性类型，应及时将配电网中重合闸重合，静待几分钟后重启，配电系统恢复运行。如果属于永久性类型，则需要利用电流保护，将故障点及时切除，迅速恢复系统运行。如果故障点临近母线，必须调整时间延时，即 t，并判断 t 与 CB1、CB2 动作时间大小，随后进行过电流保护操作。经过故障处理，随后保证 DG 输送反向短路电流小于 CB1/CB2 整定值最小值（I_r），即 $I \leqslant I_r$。

通过 DG 短路断流调整、DG 输送反向短路电流小于 CB1/CB2 整定值最小值（I_r）的实现，取得理想的故障处理效果[2]。结合断路器 CB 保护情况，若 DG 加入配电网后总故障电流大于未接入 DG 的配电网故障电流，并故障点定位配电系统的终端线，证明 DG 对配电网相间短路保护为积极影响，可提升配电网保护灵活性。

2.1.2 配电网本线路故障影响

结合 DG 接入配电网后，基于重合闸前加速原理，CB2 位置必须与重合闸 R 装置相邻设置。若 CB1、CB2 分别加入 DG1、DG2，并且 DG1 位于配电网终端线路，其间配电网故障发生于 CB2、DG2 位置，那么 DG 电流与配电系统电流均经过故障点，故障切除必须由 CB2 完成。故障若属于永久性类型，那么需借助 CB2 过流保护动作保障系统运行安全，具体详见图 1。

配电网接入 DG1、DG2 后，对 CB2 保护造成影响，故障电流的提供载体以配电系统为主，并且电流定值不会发生变化，正因为如此，DG1、DG2 不会影响到 CB2 保护行为。此外，故障电流不会干扰其他出线保护，故保护动作行为不会发生变化。因为同时接入 DG1、DG2，所以配电系统中 CB1 保护动作会受到 DG2 接入影响而出现保护误动。为保证 $I \leqslant I_{R1}$，其中 I_{R1} 代表 DG1 接入后 CB1 过流保护定值。CB2 发生跳闸必然会引发重合闸异常，出现非同期合闸现象，若 DG 不能及时将其解列，那么非同期合闸必然会对配电系统、DG 机组造成运行冲击，以此解列保护动作[3]。因为在重合闸前加速方式的影响下，DG 接入后与配电网保持协调性，所以 DG1、DG2 与配电网融合，如果 CB2 断开，DG2 随之断开，但是不会影响到 CB1 的运行。根据此条件与配电网整定性基本要求，判断 CB1 短路电流与过电流保护整定值大小，若整定值大于短路电流，则符合 CB1 接入配电网后整定值标准，即 I_{r1}，公式为 $I \leqslant I_{r1}$。

配电网故障如果定位于 DG2、CB1 连接位置，配电网运行故障需借助 CB2 电流速断保护动作操作完成。在此基础上，应用 CB2 衔接的重合闸，对配电网进行重合操作，保证故障迅速解决。结合分布式电源接入配电网运行原理，CB2 保护检测方面，必然会受到 DG2 接入影响，检测灵敏度下降。若干扰因素比较复杂，会增加配电网保护动作拒动风险。DG2 接入配电网，系统运行一旦发生线路短路问题，最小短路电流 I2 在 CB2 系统检测中被锁定，借此激发电流速断保护动作，从而为系统提供故障瞬时切除条件，在此基础上，保证配电网正常运行。综合对分布式电源接入配电网与短路故障分析具体情况，发现 DG 接入配电网后若发生线路末端短路故障，并且以短路电流最小值 I2 为前提，得到公式 $I_2 \leqslant I_R$。观察图 1 可发现，DG2 接入配电网系统后，不会影响到除与 DG2 连接线之外的其他母线出现电流运行，并且对保护动作不会造成威胁。此外，DG1 为 CB1 输送反向短路电流，并保护 CB1 正常运行。

如果配电网运行故障定位于 DG1、CB1 连接位置，

那么故障切断需借助CB2保护动作完成，待故障切除后由重合闸加速恢复配电网供电运行。与此同时，因为配电网接入DG2，CB2故障电流受到影响而减小，CB2保护灵敏度下降，这种情况下，必须以$I_2 \leqslant I_R$公式为基础，对保护动作做出调整。CB2不会因为DG1接入而保护动作异常，并且故障电流不会降低，所以CB1不会受到DG1的影响。但是，如果DG1下游发生短路故障，则需要通过CB2电流速断对故障采取切除保护，并迅速恢复配电网供电。

2.1.3 配电网分支线故障影响

配电网分支线故障影响，基于上述DG接入配电网实况，设计配电网支线与熔断器协调关系示意图。作为配电网常见保护系统，一旦支线出现运行故障，F未被损伤的情况下，配电网运行会通过对故障的判断立即跳闸，并对故障位置定位，以此降低F被损伤的风险，F即配电网熔断器[4]。DG接入配电网，熔断器接触电流量增加，尤其是短路断流，很大程度上增加了熔断器熔断风险。这种情况下，就需要从F保护角度出发，增加CB保护装置应用安全性与系统运行可靠性，并满足下述公式条件：

$$I_{DG}+I_{sys} \leqslant I_F$$

$$I_{sys} \geqslant I_R$$

公式中包括配电网发生速断保护动作跳闸条件下溶解电流曲线最小电流值，即I_F；CB电流速断保护整定值，即I_R。特别是配电网运行中DG容量逐渐增加，配电网熔断器接触故障电流同样增加，加快熔断速度，这种情况下，借助DG的接入，对熔断器熔断矛盾进行缓解，同时保证配电网熔断器配合关系正常发挥。

根据DG接入配电网后DG与熔断器协调关系的局部变化，对两个熔断器，即F1、F2变化特点进行观察，并得到安秒特性。保证DG容量基础上，对F1、F2熔断风险进行辨别，确保其中一个熔断器损伤情况下，另一个熔断器能够正常运行。为及时消除熔断器故障，必须对DG短路电流进行限制设定，始终保持短路电流＜I_F，这种情况下，调整F1、F2溶解参数值，保证F1＞F2，并满足以下公式条件，即$I_{DG}+I_{sys} \leqslant I_F$，F1与F2溶解曲线交叉点为IF。

2.2 DG接入后两段保护与重合闸后加速影响分析

配电网接入分布式电源后，还会对重合闸后加速产生影响，从而调整两段保护模式。配电网中CB的设置，必然搭配重合闸装置，并设定针对性运行保护系统。短路故障的定位与切除，均通过电流保护时间差实现，由此可以看出，CB与母线距离越近，电流保护时间差值越大[5]。这种情况下，一旦出现配电网相间短路现象，保护装置会第一时间启动保护模式，对短路故障精准定位与选择性阻隔处理，随后借助重合闸实现配电网供电恢复。DG接入后，配电网相邻线路故障的影响，必须遵循保护整定原则，结合重合闸后加速特点，及时切除限过电流对应的故障。判断配电网中多个保护系统整定时间，科学规避由DG接入引起的反向短路电流，造成配电网保护动作误动。结合相邻线路故障具体情况对过电流保护及时启动，借此科学控制定时限过电流保护定值。

本线、转送线路的短路故障影响，核心在于调节DG与重合闸之间的协调性。若DG接入后，配电网运行出现短路电流增加情况，保护系统受到影响而出现灵敏性下降。基于这种情况，可通过扩大DG容量，并明确短路电流限制参数，在此基础上确定过电流保护整定值，故而延长电流动作时间，形成配电网、保护动系统、DG稳定配合关系，达到故障控制的目的。

3 结论

综上所述，通过对分布式电源对配电网相间短路保护影响的分析，对分布式电源接入配电网有更全面的认识。目前DG接入配电网运行系统越来越完善，从多方面减轻配电网运行压力，帮助配电网突破供电瓶颈。DG接入后改变了供电系统中的短路电流方向，并增强配电网保护配置功能性。当然，电网实际运行中，因为DG的接入与配电网一系列调整，会引发保护动作灵敏性下降现象。面对这种情况，相关人员应深层次研究配电网相间短路，提高短路电流限制科学性，并设定配电网运行约束条件，对配电网支线与熔断器协调关系科学处理等，在此基础上更客观地应对分布式电源对配电网相间短路保护的影响。

参考文献：

[1] 梁华敏，高辉，王晨清．含分布式电源的配电网保护影响机理及故障定位[J]. 计算机系统应用，2022,31(10):346-355.

[2] 刘心瑜，郭炳延．分布式电源接入配电网对电流保护的影响及应对策略[J]. 电工技术，2021(24):47-50.

[3] 柳想，王芳禄．分布式光伏电源接入对配电网保护的影响[J]. 农业科技与装备，2020(05):37-39,43.

[4] 程杰，李昕．分布式电源的接入对配电网三段式电流保护的影响[J]. 科技创新导报，2020,17(08):16,20.

[5] 杨博文，赵志刚．不同分布式电源类型对配电网运行风险的影响研究[J]. 电子世界，2021(13):22-23.