

配电线路施工中常见质量问题的防控措施与实践研究

刘永峰

(临沂超越电力建设有限公司, 山东 临沂 276000)

摘要 配电线路是建筑能源供应的关键通道, 其施工质量会直接影响电气系统运行的可靠性、安全性以及耐久年限。本文针对当前建筑工程中配电线路施工实际情况, 系统归纳导线连接、管线敷设、接地装置及绝缘处理等环节常见缺陷, 分析这些缺陷的形成机理, 通过构建“精确预制、智能监控、规范施工、全程管控”综合性质量控制体系, 提出具体解决方案, 并借助实际项目案例验证该方案有效性。实践表明, 采用该优化技术体系后, 配电线路施工一次性验收合格率达到 99.2%, 系统运行故障率下降 52%, 后期维护开销降低 30%, 为提升建筑配电线路施工水平提供技术保障。

关键词 配电线路; 导线连接; 管线敷设; 接地装置; 智能监测

中图分类号: TM72

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.08.041

0 引言

在建筑业朝着工业化与智能化转型的进程中, 配电线路作为能源输送的核心关键环节, 承担着为建筑各个功能区域提供电力保障的重要任务, 其施工品质直接影响建筑的安全运行以及能源消耗效率。随着建筑体量不断增大、电力需求持续攀升以及新型用电设备广泛投入使用, 配电线路施工面临着布设环境多变、线路分布密集、技术标准严格等诸多挑战。传统施工方式由于工艺不规范、管理存在疏漏而引发的质量问题经常出现, 严重削弱了电气系统运行的稳定性。现阶段, “双碳”目标的推进以及新型电力系统的构建对配电线路施工提出了更高标准要求, 不仅要确保配电线路运行安全可靠, 还需要实现节能减排、绿色环保等多元化目标。最新行业标准的颁布实施为配电线路施工的技术参数和质量验收提供了更为细致的规范指引。本研究结合现场施工实际经验, 深入剖析配电线路施工过程中常见的质量缺陷及其产生根源, 探索创新性的质量控制技术与施工管理有效手段, 建立覆盖施工全过程的品质保障机制, 并通过实际工程案例检验其应用取得的成效, 为类似项目提供参考。

1 配电线路施工常见质量问题及成因分析

1.1 常见质量问题分类

导线接续部位常出现接触电阻偏高、接头锈蚀氧化以及压接力不足等现象, 运行时接头温度异常升高

超出环境温度 30 K, 还可能伴随局部放电或烧损情况。此类故障在配电网总故障中占比达 38%, 问题多发于铜铝过渡端子、分支连接点及导线末端, 严重时会导致系统跳闸。管线铺设存在走向偏移、支撑固定不牢、弯曲半径过小等问题, PVC 管路易产生裂缝且接合处密封不良, 金属管路存在毛刺未打磨、防腐措施未落实等情况, 管路交叉处缺乏有效防护易造成线缆绝缘层损伤, 占施工质量问题的 29%。接地装置焊接工艺不达标存在焊缝长度不足、未做防腐处理情况, 接地阻值超标一般建筑 $> 4 \Omega$ 、防雷建筑 $> 1 \Omega$, 防雷引下线与配电线路间距不足、避雷带固定间距超限, 可能造成设备雷击损坏或人员触电风险, 此类问题占比 17%。线缆选型未考虑环境适应性、高温潮湿场所未使用专用绝缘导线, 绝缘层存在机械损伤或老化现象、绝缘阻值低于 $1 M\Omega$ 经 2 500 V 兆欧表检测, 占质量问题的 16%, 易引发漏电或短路事故^[1]。

1.2 问题成因分析

首先, 从技术角度来分析, 施工人员技术水平有限, 没能充分掌握行业新标准与先进工艺, 进而导致手工操作误差较大; 其次, 在管理方面, 质量监督体系存在不少漏洞, 三级检查制度落实情况不够得力, 隐蔽工程验收环节基本就是走过场; 再次, 材料存在问题, 部分进场材料不符合既定质量要求。例如: 线缆绝缘层偏薄且连接件精度不达标, 环境因素如高温高湿及

作者简介: 刘永峰 (1975-), 男, 专科, 工程师, 研究方向: 电力工程。

作业空间狭小等条件,加剧了施工过程中的复杂程度,相应防护措施未能及时配备到位;最后,在设计层面图纸深化设计工作做得不充分,管线布局和其他专业图纸存在明显冲突,预留孔洞的位置也出现了一些偏差。

2 配电线路施工质量问题核心防控技术创新

2.1 导线连接标准化施工技术

为了解决导线连接方面的质量问题,我们实施“精准选材—规范压接—智能管控”综合技术方案。首先依据导线材质(铜或铝)以及截面积($1.5 \sim 240 \text{ mm}^2$)合理选用对应连接件,针对铜铝混接情况采用特制过渡端子防止电化学腐蚀发生,在压接作业环节采用液压式压接工具^[2],依据导线规格设定适宜压力参数(16 mm^2 导线压接压力不小于 60 MPa),通过 $2 \sim 3$ 次重复压接操作保证压接部位充分接触,同时运用红外测温技术实时追踪接头温度,借助超声波检测手段评估内部连接状况,发现不合格产品立即进行修复处理。该技术方案在某住宅工程应用之后,导线连接一次验收合格率从原来的 82% 提高到 99.5% ,并且实现接头运行故障零纪录目标。

2.2 管线敷设智能化防控技术

运用BIM技术来开展管线深化设计工作,提前识别并解决与给排水、暖通等专业交叉矛盾问题,进而形成三维形式的施工图纸。管线预制依靠数控切割设备实现精确下料操作,接口采用承插式方式并加装密封胶圈来保障密封,PVC管弯曲半径必须达到10倍管径以上的标准要求,金属管内壁经喷砂除锈处理后涂刷防腐层以防止生锈。现场安装借助激光投线仪进行精准定位,固定支架间距需符合规范要求即水平敷设不超过 1.5 m 、垂直敷设不超过 2 m ,管线交叉位置要加装绝缘保护套来避免安全隐患,利用管线探测仪实时监测安装精度状况,当偏差超出 $\pm 5 \text{ mm}$ 时就要立即进行校正处理,该技术的应用使管线返工率从 15% 下降至 3% ^[3]。

2.3 接地与防雷系统优化防控技术

把接地装置的施工方法进行改进,选用厚度不小于 4 mm 的热镀锌扁钢以及规格为 $L50 \times 5$ 的角钢当作接地材料,焊接作业的时候要采用双面施焊的方式,并且焊缝长度要达到扁钢宽度的6倍以上,焊接完成之后需马上涂刷沥青来进行防腐处理。在现场使用接地电阻测试仪开展测量工作,能够通过增加接地极数量或者添加降阻剂等措施来保证接地电阻符合相关标准,一般建筑要把接地电阻控制在 4 欧姆 以内,防雷建筑则需达到 1 欧姆 以下,防雷引下线 and 配电设施之

间要保持 1 m 以上的安全间距,避雷带的固定点间隔不能超过 1 m ,并且在转角处要适当加密到 0.5 m ,利用接地故障检测仪进行模拟试验,以此验证防雷系统与电力线路的协同保护性能^[4]。

2.4 绝缘防护精准防控技术

面对高温、潮湿或者腐蚀等特殊工况情况,就应该选用与之适配的专业线缆,像在高温环境当中推荐使用硅橡胶绝缘线缆,处于潮湿场所则需配备防水型线缆,线缆在入场之前必须完成绝缘电阻检测,其要求是检测结果不低于 $1 \text{ M}\Omega$ ^[5],同时还要进行外观质量检查。施工的过程当中需要加装线缆保护套,以此防止线缆的绝缘层受到损伤,敷设完毕之后应该再次进行绝缘性能测试,并且在分支接头、终端头等关键部位增设绝缘防护装置。通过部署在线绝缘监测系统能够实时掌握设备运行状况,当检测到绝缘性能下降的时候可以及时发出预警,该措施能够有效将绝缘故障的发生率降低 65% 。

3 工程案例分析

3.1 项目背景

智慧社区项目总的建筑面积达到了 28 万平方米 ,其中涵盖了 12 栋高层住宅、 3 栋商业建筑以及地下车库,配电线路的总长度为 18 600 m ,供电容量的设计是 35 000 kVA ,系统采用TN-S接地形式,并且严格遵循《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》(GB 50168-2024)、《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010等国家规范,由于配电线路包含室内暗敷、室外直埋及桥架安装等多种工艺,施工条件比较复杂,对质量管理提出了较高要求。

3.2 技术应用措施

施工阶段通过BIM技术来深化配电线路设计,提前处理了 32 处管线冲突,导线连接采用标准化压接工艺,配备了 8 台液压压接设备和 4 台红外测温仪,还对 12 名施工人员完成了专项培训,管线安装引入预制化加工与激光定位技术,配备了 3 台数控切割设备和 6 台激光投线仪。接地系统选用热镀锌材质配合降阻剂施工,确保防雷引下线与配电线路的安全间距,绝缘防护采用环保防水型线缆,同步安装了 20 套在线监测装置。

3.3 实施成效评估

项目配电线路施工周期从原定的 55 天压缩到 38 天,工效提高了 31% ,质量检测数据显示导线连接合格率为 99.8% 、管线安装合格率为 99.5% 、接地系统合格率达到 100% 、绝缘防护合格率为 99.2% ,整体施工质

量合格率达 99.3%。项目投运 6 个月内仅发生 2 起线路故障,故障率较同类项目降低 52%,智能监测系统成功预警绝缘异常 3 次,有效规避了重大事故,年度运维成本较传统工艺减少 30%,节能效果十分突出。

4 配电线路施工质量全流程防控管理体系

4.1 施工前防控管理

在技术筹备这个环节要系统性开展图纸会审与技术交底工作,协调设计、施工以及监理等多方单位一起核查设计文件,精准识别出技术方面的重点与难点并实施分层次技术交底,以此确保施工团队能全面理解工艺要求。材料设备入场的时候必须执行双重检验制度,先核验生产许可、合格证明以及检测报告等文件的有效性与其合规性,接着依据标准规范对主要材料和核心设备进行抽样检测,确保检测覆盖性能指标与规格参数等关键内容^[6],严禁不合格产品进入工地。施工人员必须完成系统的专业技能培训并通过考核,取得上岗资格之后才可以参与作业,其中特种作业人员需要持有效资格证书并按规定定期更新资质。在采用新技术、新工艺之前,应该组织相关人员进行模拟操作训练,验证技术可行性并优化操作流程,保障施工过程安全可控且质量达标。

4.2 施工过程防控管理

在工程质量管理工作中推行“三检制”和现场巡查相融合管控方式。操作时先让施工队伍开展自我检查以确保工序达标,接着安排技术人员实施互相检查通过交叉核查识别隐患,最终由质检部门开展专业检测从技术层面把控品质。针对导线压接和接地焊接等核心环节,配备资深技术员全程值守,实时监控作业流程及时纠正不当操作,同时建立系统质量追踪机制,为每道工序设置唯一编码,完整记录施工参数作业人员及检验数据等信息,便于质量问题发生时迅速追溯责任源头。依托信息化管理平台,施工资料与检测数据即时上传,使质量管理人员动态掌握项目动态。一旦发现异常,则通过平台发出整改指令,并指派专人跟进落实整改情况,构建“发现—处理—确认”闭环控制流程全方位确保工程质量。

4.3 验收阶段防控管理

隐蔽工程验收要严格遵循分级验收流程,需等上一阶段验收通过之后才能开展后续作业,绝对不允许出现未经合格验收就擅自施工的情况。分项工程验收需要重点检查导线连接的具体情况,要确认其紧固程度、接触电阻以及相位匹配等各项指标。接地电阻检测必须选用四极法等高精度的检测手段,以此确保接

地系统安全且有效。竣工环节要汇总完备的技术资料,这些资料要涵盖隐蔽验收记录、材料检验报告、设备调试数据以及竣工图纸等文件,从而保障资料齐全又准确。质量验收采用抽样检测和复核验证并行的方法,抽样要覆盖各个分项工程,并且样本量不能低于 30%,对于关键区域和易出问题的部位要增加检测频率,通过规范抽样确保验收结论能真实反映工程质量。

4.4 运维阶段防控管理

为了保障配电线路能够安全可靠地运行,需要构建起完整的运行监管档案,全面记载线路各项技术参数、过往维修记录以及设备当前状况,必须定期开展专业检测工作,每季度至少完成一次红外测温,以便及时发现线路异常发热问题,合理设定故障报警标准以实现异常状况自动预警;需要完善应急处理方案,清晰规定故障处置流程和人员具体职责,每半年安排一次模拟应急演练,通过还原各类故障情境增强运维人员应急反应与解决能力,进而提升供电的稳定性。

5 结束语

保证配电线路施工质量是维持建筑电气系统安全运行的关键要素。本文通过剖析施工过程常见质量缺陷及其根源,创新性引入规范化连接工艺、智能化铺设方案和精确化防护策略等关键技术,在此基础上建立覆盖施工全流程的质量监管机制。实际项目经验充分验证,这些技术与管理手段可行有效。未来,随着数字化智能化技术更多融入建筑领域,配电线路质量控制将朝着“预先预警,精准控制,智能维护”模式发展。施工单位要大力推动技术革新与人才队伍建设,完善质量保障制度,持续优化施工水平,为建筑业持续健康发展提供坚实的保障。

参考文献:

- [1] 张磊.建筑配电线路施工质量问题及防控措施研究[J].电气技术,2025(08):142-145.
- [2] 李艳秋.配电线路施工中的常见质量隐患及防治对策[J].工程建设与设计,2025(12):168-170.
- [3] 王建国.建筑电气工程配电线路施工质量控制要点[J].科学技术创新,2024(30):191-194.
- [4] 刘敏.配电线路施工质量问题防控技术的应用实践[J].房地产世界,2024(16):138-140.
- [5] 陈志强.建筑配电线路安装质量隐患及防控措施[J].全面腐蚀控制,2024,38(09):172-175.
- [6] 赵静.配电线路施工标准化与质量防控体系构建[J].电气技术与经济,2023(06):289-292.