

电气工程施工质量控制措施

李欢

中电系统建设工程有限公司，北京市丰台区，100071；

摘要：电气工程施工质量关乎工程安全与效益，当前存在材料缺陷、工艺不规范、监管验收失效等问题。本文结合实际案例，从材料、工艺、监管三方面深度分析成因，提出全流程材料管控、规范工艺技术、完善监管验收体系等策略。创新点在于构建量化评分模型、数字化平台等精细化管控机制，为解决电气施工质量问题提供实践方案，有助于提升工程质量，减少经济损失与安全隐患。

关键词：电气工程；施工质量；控制措施

DOI：10. 64216/3080-1508. 25. 06. 049

引言

电气工程作为建筑、工业、医疗等领域的核心基础设施，其施工质量直接决定着建筑功能的稳定性、工业生产的连续性以及医疗设备的可靠性。从商业综合体的电力供应到数据中心的精密配电，从医院的生命维持系统到居民楼的日常用电，电气工程如同“血管”般维系着社会运行的正常秩序。然而现实中，材料质量不达标导致线路过热、工艺操作不规范引发电弧故障、监管验收走过场造成火灾蔓延等问题屡见不鲜。

当前，国内外在质量管理领域已形成全面质量管理、六西格玛等成熟理论，电气工程质量控制研究也取得一定进展。国外侧重运用物联网技术实现施工过程的实时监测，国内则更注重建立标准化的验收流程，但在材料全链条追溯、复杂工艺动态管控等细节层面仍存在短板。基于此，本文聚焦电气工程施工中的突出质量问题，通过剖析典型案例深挖成因，进而提出针对性的控制策略，为提升行业施工质量提供可操作的实践路径。

1 电气工程施工质量问题及其成因深度分析

1.1 材料质量缺陷问题

在电气工程施工质量管理过程中，由于材料质量欠缺会导致工程的整体品质受到影响，而材料质量缺陷作为电气工程的基因缺陷常见于导体绝缘层、开关设备以及线缆等核心部件，例如导体铜铝锌纯度不足会导致电阻率超标，进而引发线路过热甚至火灾；绝缘层如 PVC 或 XLPE 材料厚度不均则会导致耐温等级不足，加速老化破裂；针对开关设备，触电材质劣化会导致接触电阻增大并频繁跳闸，而在线路保护层面，护套抗紫外线性能差、老化后易开裂会引发短路。

例如某商业综合体因使用非标低烟无卤线缆，在消防验收时发现燃烧时产生大量有毒烟雾，导致整栋楼需

返工，更换的线缆直接损失超过 500 万元且工期延误约三个月，究其原因，既包括物业所联系的供应商提供的材料不达标，又包括相关单位忽视知识审查，以至于采购环节存在较大风险；同时在检测环节，材料进场后工作人员仅对材料外观与规格进行检测，未进行抽样性破坏性测试；在仓储环节，线缆露天堆放且未加盖防雨布导致护套吸水后绝缘性能下降，再加上施工单位与供应商形成利益共同体，通过虚报材料等级套取差价、以次充好。

1.2 施工工艺不规范问题

工艺缺陷在线路敷设、连接、接地以及安装环节较为常见，在敷设环节，线缆弯曲半径小于标准值会导致绝缘层损伤；在连接过程中，导线压接未使用专用压线钳会导致接触面不足，引发局部过热；在接地环节，接地极埋深不足会导致无法有效限流；在安装环节，开关箱内线缆未规范固定会导致端子长期因震动而发生松动，引发电弧故障。

例如，某数据中心项目因配电柜母排连接螺栓未按有据标准紧固，运行半年后母排接触面烧损严重，导致全楼停电、数据丢失，究其原因，在技术层面存在执行力与约束力不足的情况，在技术交底环节未针对复杂节点进行专项交底，工人凭经验施工，而在技术层面，新入职电工未经过系统培训，对三相五线制接地系统理解模糊；在工程监督环节，监理人员未携带红外测温仪等设备进行细致检测，无法检测隐蔽工程温度异常；且为了赶进度，部分单位省去中间验收环节，如未进行电缆绝缘电阻测试。

1.3 质量监管与验收失效问题

质量监管与验收失效较为常见，在实践环节，过程监控缺失，如监理日志仅记录日程正常信息，未标注关

键工序验收数据（如接地电阻实测值）；在隐蔽验收环节未拍摄电缆穿管敷设照片，导致后期无法追溯施工路径；在检测手段层面，纸张验收仅用万用表测量电压电流，未使用局放仪检测电缆绝缘缺陷；在资料管理层面，试验报告与实际施工批次不符，以至于管理缺失。

例如，某医院因监理未审核配电箱内断路器的分断能力，在短路时无法及时切断电流，导致火灾蔓延，究其原因，在体系层面未建立起施工单位自检、专项检验与第三方抽检的等级机制，依赖于单一主体进行检测；在检验环节也存在责任模糊的情况，合同未明确建立对材料复验的责任，导致谁都不管的真空地带出现；再加上部分监理人员未持有专业电气注册证书，对于智能配电系统验收标准不熟悉，以至于监管工作流于表面形式。

2 电气工程施工质量控制策略

2.1 强化材料全流程管控

在电气工程施工质量控制中，相关单位需强化材料全流程管控，从采购到使用的闭环做好精细化把关。

2.1.1 采购环节

在采购环节，相关单位需建立起供应商分级评估机制，依据企业资质、生产地、历史供货质量等维度构建量化评分模型，优先选择通过 ISO9001 质量管理体系认证且三年无重大质量事故的供应商，同时签订包含质量保证金条款的合同，明确材料性能参数的违约赔偿标准，从合同层面约束供应商行为；紧接着，需引进数字化采购平台，实现材料规格、型号、批次等信息实时上传与共享，避免因信息传递失真导致误用材料。例如通过平台自动化对比设计图纸与采购清单中的线缆截面积、护套材质等关键参数，确保采购材料符合设计要求。

例如，某商业综合体电气工程施工中，为保障施工质量，相关单位严格强化材料全流程管控，从采购到使用的各个环节都做好了精细化把关。在采购环节，该项目针对配电箱的采购建立了完善的供应商分级评估机制，依据供应商的企业资质（是否具备电力设施承装类一级资质）、生产地（是否位于工业集中园区以保障生产稳定性）、历史供货质量（近三年配电箱开箱合格率是否达到 99% 以上）等维度构建量化评分模型，优先选择了通过 ISO9001 质量管理体系认证且三年无重大质量事故的供应商，同时签订了包含质量保证金条款的合同，明确若配电箱内断路器分断能力低于设计要求的 6kA，供应商需返还质量保证金并赔偿由此造成的返工费用；紧接着，引进数字化采购平台，将设计图纸中配电箱的额定电流 315A、防护等级 IP54 等参数与采购清单实时

上传共享，平台自动对比发现一份采购清单中防护等级误写为 IP44，及时提醒工作人员更正，避免了因信息传递失真导致误用不符合防护要求的配电箱。

2.1.2 检验环节

在材料进场后的检验环节，需突破传统外观检测加抽样送检的局限，构建多维检验体系，其中可根据 GB50303《建筑电气工程施工质量验收规范》制定详细的验收细则，明确导体、绝缘层、护套等部件的检验项目，包括导体直流电阻、绝缘电阻、老化试验，并明确其合格标准；之后再配套专业的检测设备如针式耐压测试仪进行量化检测，避免主观判断误差；还需推行批次追溯码制度，每批材料赋予唯一二维码，扫码可查询生产日期、检验报告、运输记录等信息，实现从生产到使用全链条追溯，一旦发现质量问题可快速定位责任环节。

例如，导体直流电阻需符合 $\leq 4.91 \Omega/\text{km}$ （20℃ 时）的标准，绝缘电阻在常温下应 $\geq 100 \text{M}\Omega$ ，老化试验后绝缘层抗张强度变化率需控制在 -20%~+20% 范围内；之后配套使用针式耐压测试仪对电缆进行量化检测，将测试电压设定为 10kV，持续时间 1 分钟，未出现击穿现象则判定为合格，有效避免了主观判断误差；同时推行批次追溯码制度，每批电缆都被赋予唯一二维码，扫码可查询到该批次电缆的生产日期为 2024 年 3 月 15 日、由第三方检测机构出具的检验报告编号为 JCY20240315001、从生产厂到施工现场的运输记录包括运输车辆车牌号为京 AXXXXX、运输时间及中途停靠点等信息，实现了从生产到使用全链条追溯，一旦发现质量问题能快速定位责任环节。

2.1.3 双向确认机制

相关单位需建立起检验人员与供应商的双向确认机制，检验报告需经供应商技术负责人签字确认，避免后续推诿，例如在绝缘层厚度检测中，若实测值低于标准值，则需要供应商代表现场见证并签字认可检测结果，为后续质量纠纷提供依据。

例如，例如在对某批次电缆绝缘层厚度检测中，设计要求厚度为 1.2mm，实测值为 1.0mm，低于标准值，检验人员立即通知供应商代表到现场见证检测过程，供应商代表在检测记录上签字认可该检测结果，为后续可能产生的质量纠纷提供了有力依据。

2.1.4 仓储管理

仓储管理是材料质量管控的最后一道防线，需通过精细化存储条件控制与动态库存管理防止材料性能劣化，可根据材料特性划分仓储区域，例如将铜芯线缆存放在干燥通风的库房，避免受潮导致绝缘电阻下降；同

时将开关设备放置在防尘防震的专用货架,防止触电氧化或机械损伤。

例如,可将铜芯线缆存放在通风良好、相对湿度控制在 40%~60%的库房,地面铺设防潮垫,避免受潮导致绝缘电阻下降;同时将开关设备放置在带有防震垫的专用货架上,货架周围设置防尘罩,防止触点氧化或机械损伤,且货架高度适中,便于存取时避免设备碰撞。

2.2 规范施工工艺与技术管理

2.2.1 制定规范化技术文件

规范施工工艺与技术管理也是至关重要的一部分,相关单位需通过标准化作业程序、动态化技术交底与实时化过程纠偏实现工艺质量精准管控,在此期间,相关单位需根据国家《建筑电气工程施工质量验收规范》以及行业最佳实践编制电气工程施工工艺标准手册,明确各工序的操作要点,如线缆敷设的最小弯曲半径、母排连接的扭矩值,同时明确质量标准以及检测方法,从而形成可量化、可追溯的技术文件;之后可建立起工艺标准的动态跟进机制,定期搜集施工中的质量问题反馈,对标准中未覆盖或存在缺陷的环节进行修订,例如根据新型线缆材料的特性调整敷设温度控制要求,确保标准的实效性和适用性。

2.2.2 构建分层级、多维度的交底体系

在技术交底过程中,相关单位需突破传统口头传达+纸质文件的单一模式,构建分层级、多维度的交底体系,在项目开工前由技术负责人组织全体施工人员开展集中交底,通过三维 BIM 模型直观展示管线布局、设备安装位置以及工艺流程,重点讲解关键工序的操作规范与质量风险点。在分项工程开展前,由班组长针对具体施工内容进行二次交底,结合现场实际条件如空间限制、环境温度、湿度细化操作步骤,并要求施工人员签字确认,确保技术要求传递无遗漏,之后可以引入移动端技术交底平台,将工艺标准、交底记录、操作视频等资料上传至云端,施工人员可通过手机随时查阅,解决传统交底一次性、易丢失的问题。

2.3 完善质量监管与验收体系

2.3.1 明确职责归属

在电气工程施工质量控制过程中,需要完善质量监管与验收体系,相关单位需建立起分级监管、动态记录、多方协同的立体化管控架构,其中可建立项目部、监

单位、建设单位的三级监管架构,明确各层级的监管职责与权限。其中项目部负责日常质量巡查,依据《电气工程施工质量检查表》对施工工序、材料使用、工艺执行等进行逐项检查,记录问题并跟踪整改;监理单位履行独立监督职能,通过旁站、平行检验等方式对关键工序进行重点监控,并定期出具质量评估报告;建设单位作为最终责任主体,需组建由技术专家、第三方检验机构组成的验收小组,对工程整体质量进行终验,确保监管层级清晰、责任无重叠。

2.3.2 过程质量记录

过程质量记录也需要规范推进,相关单位需针对电气工程特点制定质量记录填写规范,明确各工序的记录内容,如隐蔽工程需记录管线走向、埋深、材质,系统调试需记录电压、电流、绝缘电阻等参数,同时填写格式须统一且定义保存期限,确保记录完整性和可读性;之后将记录填报纳入施工班组绩效考核,要求每道工序完成后 24 小时内完成填写,并由班组长、质检员逐级审核签字,对未按时填报或记录不实的环节暂停后续施工直到整改完成,随后引进电子化存档系统,将记录扫描为 PDF 格式上传至区块链平台,利用区块链的不可篡改特性,确保记录的真实性。

3 结束语

总体来说,解决电气工程施工质量问题,需突破单一环节管控,构建材料、工艺、监管多维度协同体系。全流程材料管控堵住源头漏洞,规范工艺技术减少过程偏差,完善监管验收确保结果可靠。这不仅是技术层面的优化,更是管理理念的革新,为行业建立质量管控新范式,推动电气工程向更安全、高效、可持续方向发展。

参考文献

- [1] 许磊磊. 石油化工电气工程施工质量控制措施探析[J]. 石化技术, 2025, 32(04): 396-398.
- [2] 范锦瑞. 建筑电气施工技术要点及质量控制措施[J]. 建材发展导向, 2024, 22(15): 13-15
- [3] 林波阳. 厂房工程电气施工质量控制措施[J]. 江苏建材, 2022, (04): 156-158.
- [4] 王祥. 建筑电气施工技术要点及质量控制措施[J]. 居业, 2022, (06): 34-36.
- [5] 王广山. 消防电气工程施工及质量控制措施研究[J]. 中国设备工程, 2019, (22): 170-172.