

电气工程检测技术在工程质量评估中的应用分析

徐美玲

江西建通工程检测技术有限公司

摘 要：电气工程作为建筑工程的核心配套体系，其施工质量直接决定建筑整体运行安全性、稳定性与耐久性。检测技术作为工程质量评估的核心手段，可通过精准采集电气系统参数、识别隐蔽缺陷、核验施工合规性，为质量评估提供量化依据。本文结合电气工程施工实操与质量评估需求，梳理核心检测技术类型及应用逻辑，重点分析检测技术在施工全过程质量评估中的具体应用场景，剖析当前应用中的现存问题，提出针对性优化策略，其中融入部分行业通用技术标准与实操案例，为检测技术规范应用及质量评估效能提升提供参考。

关键词：电气工程；检测技术；质量评估；施工全过程；缺陷识别

1 电气工程检测技术核心类型与质量评估关联逻辑

电气工程检测技术涵盖电气系统本体、施工工艺、设备性能等多维度，核心技术类型按检测对象可分为四大类，各类技术依托专属原理实现精准检测，为质量评估提供差异化数据支撑。绝缘性能检测技术聚焦电缆、设备绝缘层的防护能力，核心采用绝缘电阻测试、耐压试验等方式，其中绝缘电阻测试通过施加规定电压，测量绝缘层对电流的阻碍能力，行业通用标准明确数值 $\geq 0.5\text{M}\Omega$ 为合格，可有效排查漏电、短路隐患；耐压试验则针对高压电缆等设备，通过施加高于额定工作电压的负荷，检验绝缘层是否被击穿，保障设备高压工况下的运行安全。接地系统检测技术主要评估防雷接地、保护接地的可靠性，核心指标为接地电阻值，根据应用场景不同，一般要求接地电阻 $\leq 1\Omega$ 或 $\leq 4\Omega$ ，符合设计标准才算合格，否则易在雷雨、漏电工况下引发安全事故。

设备性能检测技术涵盖高压开关、变压器、继电保护装置等核心设备，采用局部放电检测、回路电阻检测等手段，其中脉冲电流法局部放电检测作为国际上唯一有定量标准的局部放电检测方法，可精确测量电力设备的放电严重程度，弥补超声、特高频等间接检测技术的缺陷敏感性局限。线路及回路检测技术包括回路通断测试、电缆导体检测等，宽频阻抗谱、近红外光谱检测等智能技术可通过分析阻抗特性、光谱吸收峰变化，量化评估电缆绝缘老化程度与导体缺陷，为线路质量评估提供精准数据支撑。这些技术凭借精准化、量化性、全覆盖的特性，推动质量评估从传统“定性判断”向科学“定量分析”转型，成为保障电气工程质量的核心支撑。

电气工程质量评估的核心目标是核查施工成果是

否符合设计要求、行业标准及使用需求，涵盖安全性、使用性能、耐久性三大维度，而检测技术通过全流程参数采集与缺陷识别，构建“检测数据-指标比对-质量判定-问题溯源”的评估闭环。从评估逻辑来看，检测技术为质量评估提供量化依据，避免主观经验判断的偏差，例如通过接地电阻检测数据，可直接判定接地系统是否满足防雷、防漏电要求，为安全性能评估提供核心支撑；通过局部放电检测数据，可精准定位高压设备绝缘缺陷等级，指导质量评估中的风险分级。从应用场景来看，检测技术贯穿质量评估全流程，施工前通过材料进场检测评估原材料质量，施工中通过工序检测排查过程性缺陷，竣工后通过系统联调检测完成整体质量核验，形成全周期质量评估体系，其应用效能直接决定质量评估的准确性与严谨性。

2 检测技术在电气工程质量评估中的全流程应用

施工前期的质量评估核心聚焦于原材料与核心设备的质量符合性，旨在通过系统性的技术检测手段，从源头上规避因材料或设备固有缺陷可能引发的潜在质量隐患。在原材料检测方面，针对电缆、导线、绝缘子等电力核心材料，建立了一套涵盖外观检查与实验室性能抽检的双重验证流程。对于电缆，除核查型号规格外，必须依据国家标准进行导体直流电阻、绝缘层平均厚度与最薄点厚度、绝缘电阻以及工频交流耐压性能等关键项目测试。导线检测则侧重于核验其实际截面面积、导电率（或电阻率）是否符合设计文件与材料标准的要求。绝缘子则需重点检验其电气绝缘强度、机械拉伸与弯曲负荷性能。其中，电缆导体电阻的精确测量尤为重要，可采用高精度压接电阻紧凑型检测装置，该装置集成了高稳定性微电阻测量模块与智能化分析软件，不仅能够快速获取导体电阻值，

作者简介：徐美玲（1987—），女，本科，工程师，研究方向为电气工程及其自动化。

更能通过电阻值的细微变化与趋势分析,有效判断导体压接工艺中可能存在的接触不紧密、压接压力不足或接触面氧化等隐蔽性缺陷。此项检测能够预先排除因接头电阻异常升高而导致的运行过热与能量损耗问题,从根本上保障了电力线路的长期运行稳定性与能源传输效率。

设备进场检测方面,针对变压器、高压开关柜、漏电保护器等设备,开展单机试运转、性能参数检测及外观完整性检查。变压器需检测空载损耗、负载损耗及绝缘性能,高压开关柜需核验断路器开合性能、仪表显示精度,漏电保护器需测试在规定漏电电流下的动作灵敏度,确保设备性能与设计参数一致。按照行业通用要求,漏电保护器作为防止触电的关键部件,其动作响应时间、跳闸电流需严格符合《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2015),检测不合格的设备严禁进场使用,这一环节的检测结果直接作为设备进场质量评估的核心依据^[1]。

施工过程的质量评估以工序为单位,通过动态检测实现过程性质量管控,及时排查隐蔽工程缺陷,避免后续返工整改。线路敷设工序检测方面,电缆敷设完成后需开展绝缘电阻测试、回路通断测试,回路通断测试重点核查每个配电回路接线准确性,确保开关启停与电路通断精准匹配,避免接错线导致插座、灯具无法正常使用;针对高层建筑、大型综合体等复杂场景的电缆敷设,还需通过近红外光谱检测技术,排查电缆绝缘层因拉伸、磨损产生的隐性缺陷,评估敷设工艺质量^[2]。接地与防雷系统施工检测方面,接地装置安装完成后需及时检测接地电阻值,采用接地电阻测试仪精准测量,若电阻值超标,需通过增加接地极、优化接地体布置等方式整改;防雷装置检测涵盖屋顶接闪器、墙体引下线、等电位连接及浪涌保护器(SPD)安装,需核查引下线连接可靠性、SPD性能参数,确保防雷系统符合《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》(GB 50601)。

高压设备安装工序检测方面,126千伏及以上六氟化硫气体绝缘金属封闭开关设备(GIS),可采用脉冲电流法局部放电试验,通过在试验回路增加隔离变压器减小外部干扰,精准评估设备绝缘状态,这一技术已在西安330千伏朱雀变电站等项目中成功应用,实现高压设备现场检测技术突破。竣工阶段的质量评估为整体验收提供核心依据,检测技术通过系统联调、全面检测,综合评估电气工程整体性能与质量符合性。照明系统需开展全负荷通电试运行,公共建筑所有灯具连续亮24小时,住宅亮8小时,检测灯具、开关运

行稳定性及线路发热情况;配电系统需测试主电源与备用电源切换流畅性,核查各回路电压、电流稳定性。同时,需形成完整检测台账,涵盖各工序检测数据、设备性能参数、缺陷整改记录等,高压电缆、高压开关等关键设备需由具备CMA/CNAS资质的第三方机构开展专项检测,出具正式报告,结合BIM技术实现检测数据与实体工程的一一对应,提升评估精准度与效率。

3 检测技术应用现存问题及优化策略

当前电气工程检测技术应用及质量评估工作仍存在诸多短板,制约整体效能提升。检测流程不规范导致数据可信度不足,部分施工单位为加快进度,简化绝缘电阻测试、接地电阻测试等关键步骤,未按规定控制检测环境、施加电压,导致数据失真;部分隐蔽工程检测滞后于土建施工,接地装置被混凝土覆盖后才开展检测,发现问题无法整改,只能依赖经验推测评估,降低评估准确性。同时,不同厂家检测设备的数据接口不统一,形成“信息孤岛”,难以构建整体质量评估数据体系,复杂场景适配性不足,老旧建筑改造、高压设备现场检测中,受空间、电磁干扰影响,检测精度难以保障。

人员专业能力短板与管控体系缺位进一步加剧问题,部分检测人员仅掌握基础操作,缺乏对宽频阻抗谱、近红外光谱等智能检测技术的原理解与设备操作能力,无法精准解读数据、识别隐性缺陷;质量评估人员对检测技术认知不足,难以结合数据深挖问题根源,检测与评估衔接不畅。行业缺乏统一的检测应用标准,不同机构检测流程、判定标准存在差异,监理单位缺乏专项监管能力,对违规检测、数据造假行为难以管控,且监管多聚焦竣工阶段,施工过程动态监管不足,形成“重竣工、轻过程”的乱象^[3]。

针对上述问题,需制定针对性优化策略,规范检测与评估全流程。建立标准化检测体系,制定《电气工程检测操作细则》,明确各类技术的操作步骤、环境要求,如绝缘电阻测试需在温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $\leq 75\%$ 条件下开展,施加电压保持1分钟后读取数据;严格落实检测台账制度,确保数据实时记录、全程追溯,仅允许具备CMA/CNAS资质的机构开展专项检测。推动技术与设备升级,研发小型化、便携式智能检测设备,优化高压设备检测设备的抗干扰性能,统一数据接口标准,搭建一体化检测数据平台,实现数据互联互通。

构建“培训+考核+协同”的人才体系,聚焦智能检测技术与质量评估能力双提升,定期组织专项培训,邀请设备厂家技术专家、行业资深学者授课,内

容涵盖智能检测设备操作、检测数据精准解读、质量评估逻辑梳理等核心模块,同步增设智能设备实操演练、模拟场景数据研判等环节,让人员在实战中掌握技能。建立分层分类考核机制,将技术掌握程度、数据解读准确性、实操达标率全面纳入绩效考核,与薪资调整、岗位晋升直接挂钩,设立技能提升专项奖励,倒逼人员主动钻研技术、补齐能力短板^[4]。同时建立检测与评估协同机制,搭建三方常态化沟通平台,每月召开进度对接会,推动第三方机构、施工单位、监理单位实时共享检测数据、同步问题台账,确保检测结果24小时内反馈,异常问题及时会商制定整改方案。完善管控与监管体系,行业主管部门牵头制定统一的检测操作标准、质量评估指标体系,细化各工序检测阈值与判定规则,确保全行业执行口径一致。将施工过程关键工序检测纳入监理核心职责,要求监理人员全程旁站监督、签字确认,依托数字化监管平台实现检测数据实时上传、全程可追溯,同步开通异常数据自动预警功能。定期开展季度专项督查与年度综合核查,对虚假检测、数据造假、违规简化流程等行为,采取通报批评、信用扣分、限制市场准入等严厉措施,倒逼各方严格落实质量责任,筑牢电气工程质量防线。

4 结论

电气工程检测技术是质量评估的核心支撑,其规范化应用直接决定质量评估的准确性、公正性与全面性,对保障电气工程安全稳定运行、推动建筑行业高质量发展具有重要意义。无论是住宅、商业综合体还是工业厂房,电气系统的质量隐患都可能引发安全事故、造成经济损失,而标准化的检测技术能提前排查隐蔽缺陷、量化质量指标,为工程验收、运维升级提供科学依据,有效衔接施工与运维环节,降低全生命周期管控成本。当前检测技术应用仍面临流程不规范、

技术适配不足、人员能力短板、管控缺位等问题,通过规范检测流程、优化技术适配性、强化人才培养、完善管控体系,可有效提升检测技术应用质量,构建“全流程检测—精准化评估—闭环式整改”的质量管控体系,推动电气工程质量评估从被动核验向主动防控转型。

未来,随着智能检测技术的持续发展,宽频阻抗谱、AI辅助检测、物联网等技术将进一步普及落地,其中AI算法可实现检测数据的深度分析与缺陷提前预警,物联网则能搭建电气系统实时监测网络,推动检测与质量评估向智能化、数字化、一体化方向升级。行业需主动适配技术变革,加强跨领域协同研发,推动检测设备与智能系统的深度融合,完善覆盖设计、施工、验收、运维全环节的标准体系。同时,企业应加大技术投入与人才储备,鼓励一线检测人员掌握智能设备操作与数据解读能力,形成“技术研发—场景应用—人才支撑”的良性循环。通过多方发力,推动检测技术与质量评估深度融合,充分发挥检测技术的核心价值,为电气工程全生命周期质量管控提供有力支撑,助力建筑电气行业实现高效、安全、可持续发展。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑电气工程施工质量验收规范(GB 50303-2015)[S]. 北京:中国工业出版社,2015.
- [2] 国网陕西省电力有限公司电力科学研究院. 高压开关设备脉冲电流法局部放电检测技术应用研究[R]. 西安:国网陕西电科院,2024.
- [3] 李娟,张磊. 电缆智能检测技术在工程质量评估中的实践[J]. 电工技术,2025(07):172-174.
- [4] 王浩. 建筑电气工程接地系统检测与质量评估要点[J]. 建筑电气,2024,43(09):81-85.