配电工程施工质量管理探析

王青青

浙江中新电力工程建设有限公司 浙江 杭州 311200

摘要：配电工程施工质量的优劣不仅关系到工程未来的适用性，同时也在很大程度上关系到使用方的人身、财产安全。工程施工质量出现问题，就会存在很多安全隐患，甚至导致严重的后果。因此，在配电工程施工过程中必须加强质量管理，落实工程质量管理责任，严格按施工技术要求和相关规范执行，从人员、材料、机械、施工方法和施工环境等方面都必须采取有效措施从严把控。

关键词：配电工程；电网工程；配电系统；质量管理

在实际的配电工程施工质量管理过程中，必须要从施工人员、设备、材料、施工技术等多个方面入手，从整体升构建一个科学完善的质量管理体系，为配电工程施工质量管理工作的顺利开展形成一个强有力的保障。

1 配电工程质量管理的必要性分析

1.1 安全保障作用。配电工程质量管理是防范电力事故的核心屏障。预防安全隐患：通过严格管控设备选型、施工工艺及环境适配性，可规避绝缘子选型错误、防震锤配置不当等问题，避免因设备缺陷引发电气火灾或人员伤亡^[1]。设备稳定运行：强化电气设备全生命周期管理（如采购评估、运行监测、维护更新），可降低设备老化、超负荷运行导致的故障风险，保障配电系统长期稳定。应急能力提升：规范化的验收流程和闭环整改机制（如区域特巡、设计校核）能够快速响应突发问题，最大限度减少事故影响范围。

1.2 电力供应稳定性保障。质量管理直接影响电网运行的可靠性和用户用电体验。减少供电中断：通过施工过程监管（如导线架设精度、接地电阻埋深控制），可避免因施工误差导致的线路故障，确保电力输送连续稳定。环境适配优化：针对特殊区域（如高风速区、腐蚀性环境）进行精细化设计（如预绞式防震锤、双串绝缘子），增强电网对复杂条件的适应性。数据支撑运维：竣工资料的规范归档（含设备参数、施工记录）为后续运维提供精准数据支持，提升故障排查效率。

1.3 经济和社会效益提升。质量管理通过降低成本和促进可持续发展创造多重价值。减少经济损失：避免因施工质量问题导致的返工、抢修及停电损失，显著降低全生命周期成本。用户满意度提高：高质量的配电工程能够满足用户对电力稳定性、安全性的需求，增强社会信任度。资源高效利用：通过设备更新和技术升级（如低能耗变压器），推动能源节约与环境友好型电网建设。

1.4 技术规范与可持续发展支持。质量管理体系为技术创新和行业进步提供基础框架。标准化施工推进：通过动态调整施工方案（如温湿度控制、腐蚀性气体防护），确保技术规范与现场条件匹配，提升工程整体质量。智能化管理赋能：配电工程项目管理系统（如进度监控、多维度数据分析）的应用，推动管理效率与决策科学性的双重提升。行业标杆建设：通过量化评价机制和全流程责任划分，促进行业规范化发展，为未来智能电网建设奠定基础。配电工程质量管理的必要性贯穿于安全、稳定、经济、技术四大维度，其系统性实施不仅是电网可靠运行的基础，更是推动电力行业高质量发展、服务社会民生需求的核心驱动力。

2 配电工程质量对电网安全的影响分析

2.1 设备安全隐患的直接威胁。电缆材料缺陷引发火灾：不合格电缆导体截面积不足、绝缘层偷工减料，易在过载时产生高温引发电气火灾。例如某工业园区因非标电缆导致配电箱起火，3分钟内火势蔓延至整个车间。关键部件选型不当：绝缘子单串设计、防震锤配置错误等设计缺陷，易导致线路断裂或设备松动，引发连锁性故障^[2]。如某220kV线路因防震锤选型不当导致螺栓松动，需通过特巡及设备升级修复。设备老化与维护缺失：用户侧使用S7型变压器等淘汰设备，且长期缺乏预防性试验，故障率显著升高，威胁区域电网稳定性。

2.2 电网运行稳定性的连锁破坏。电能质量问题加剧系统风险：谐波、电压波动等异常导致变压器过热、电容器击穿，甚至引发谐振事故，加速设备损耗。线路参数失配引发故障扩散：接地电阻超标、导线排列不合理等施工误差，可能引发局部短路并蔓延至主网，造成大面积停电。频率与电压稳定性受损：配电工程中的电压偏差或频率波动，直接影响发电机、电动机等核心设备运行，严重时可导致系统崩溃。

2.3 用户侧与公共安全的次生危害。关键设施供电中断：医疗、交通等领域的配电工程质量缺陷可能造成生命支持设备停机、地铁停运等公共安全事件。自动化生产系统瘫痪：电压暂降或闪变导致精密生产线停机，如0.1秒的电压突降即可引发制造业产品质量异常。社会信任与经济代价：非标电缆等质量问题曝光后，不仅造成开发商信誉崩塌，还引发用户对电力可靠性的普遍质疑。

2.4 系统性防控的关键措施。全流程标准化管理：强化设计阶段反措审查，重点校核特殊区域（如风口、腐蚀环境）的绝缘子选型与防震方案。建立施工过程量化监管机制，通过导线架设精度、接地电阻埋深等关键参数动态监测控制施工误差。智能化技术赋能：应用电能质量监测系统实时捕捉谐波、电压暂降等异常，联动保护装置快速隔离故障。用户侧协同治理：强制淘汰高耗能老旧设备，推广低损耗变压器等节能技术，降低用户设备对主网的冲击。配电工程质量缺陷通过设备隐患、运行失稳、公共安全危机三重路径威胁电网安全。需通过设计标准化、施工精细化、运维智能化的全周期管理，构建电网安全屏障，降低系统性风险。

3 配电工程施工质量管理的关键要素分析

3.1 人员管理。技能培训与责任落实：建立三级培训体系（岗前考核、案例教学、VR模拟）提升施工人员技术水平，减少60%的操作缺陷；通过奖惩机制明确质量责任，强化作业规范性。安全意识强化：定期开展安全培训与应急演练，重点防范高空作业、带电操作等高风险环节的安全隐患。

3.2 材料与设备控制。材料全流程管理：供应商动态分级评估（A/B/C级）与关键材料驻厂监造，从源头保障质量；执行“双检制”进场验收（如钢筋力学性能+金相分析），杜绝不合格材料流入；采用智能仓储系统（温湿度监控、扫码追溯）确保水泥等材料性能稳定。设备效能优化：为关键设备建立健康档案，通过IoT传感器实时监测油温、振动等参数，实现预测性维护，降低70%故障率；特种设备（如智能塔吊）需匹配工程需求，确保吊装精度达毫米级。

3.3 工艺技术与标准执行。精细化工艺实施：电缆敷设前需科学分析区域用电需求，精准匹配电缆型号与载流量；防雷引线安装须按规范焊接并防腐处理，经第三方检测合格后方可隐蔽。标准化施工管理：明配线管需控制弯曲半径（ $\geq$ 电缆允许最小值）、固定间距（均匀分布）及穿墙过路盒设置；暗配线管埋深 $\geq 15\text{mm}$ ，开槽恢复后需平整度达标，避免墙面开裂。

3.4 环境与过程监控。环境适应性控制：针对高风

速区、腐蚀环境等特殊场景，采用预绞式防震锤、双串绝缘子等抗风防腐设计；施工中需动态监测温湿度，调整混凝土养护方案。全过程质量监督：实施“三检制”（自检、互检、专检）与第三方抽检，重点核查导线架设精度、接地电阻埋深等关键参数；隐蔽工程（如防雷接地）需留存影像资料，实现质量可追溯。

3.5 制度体系与验收管理。管理制度完善：建立全流程质量管控标准，涵盖设计审查、施工监理、验收评估等环节，消除责任盲区。验收程序规范：分部分项工程验收需结合功能测试（如电能计量仪表校准），确保误差 $\leq \pm 3\%$ ；终验阶段核查竣工资料完整性（含施工记录、设备参数），为运维提供数据支撑。配电工程施工质量管理需围绕人员、材料、工艺、环境、制度五大核心要素，通过标准化流程、智能化工具、动态化监控实现全周期质量管控。

4 配电工程施工质量管理常见问题

4.1 材料与设备管理问题。非标材料流入：部分工程因供应商动态评估不足，导致导体截面积不足、绝缘层厚度不达标的非标电缆流入施工现场，埋下电气火灾隐患。进场验收漏洞：未严格执行“双检制”验收（如钢筋力学性能与金相分析同步检测），造成不合格材料用于隐蔽工程。设备选型错误：防震锤、绝缘子等关键设备选型未考虑特殊环境（如高风速区），导致运行中螺栓松动或机械强度不足。

4.2 人员与操作问题。技能缺失与培训不足：施工人员对规范理解偏差（如避雷线焊接长度不足）、缺乏系统性培训，引发工艺缺陷。管理层专业能力薄弱：技术人员配备不足，导致施工方案审查不严、过程管控失效（如未及时纠正导线架设误差）。作业规范性不足：暗配线管预埋时未控制开槽深度（埋深 $< 15\text{mm}$ ）或接线盒定位错误，引发墙面开裂或穿线困难。

4.3 工艺与技术缺陷。隐蔽工程质量失控：防雷接地焊接未做防腐处理或未留存影像资料，导致验收追溯困难；电缆敷设载流量计算错误，长期过载运行加速绝缘老化。参数执行偏差：接地电阻埋深不足（如仅0.4m）、导线固定间距超标等工艺参数偏离规范，直接影响电网稳定性。

4.4 设计与环境适配问题。设计缺陷未规避风险：在人员密集区域采用单串绝缘子设计，违反反事故措施要求；未针对腐蚀性环境选用双串绝缘子或预绞式防震锤，加速设备损耗。环境适应性不足：高湿度区域施工时未动态调整混凝土养护方案，导致基础强度不达标。

4.5 管理流程与监督问题。验收程序形式化：分部分

项工程验收未结合功能测试（如电能计量表校准），遗留参数误差超标隐患。质量责任划分模糊：未落实“三检制”（自检、互检、专检）与第三方抽检，导致施工误差累积成系统性风险。智能化工具应用滞后：缺乏IoT传感器监测设备运行状态，无法实现预测性维护，故障率升高。

5 提升配电工程质量管理的方法和策略

5.1 智能化技术赋能。实时监测与异常定位。采用智能配电优化控制技术，通过设备拓扑网络实时监测负载数据，精准识别异常设备并分析其关联影响，提升故障定位效率与准确性（如专利技术中提出的网络负载柔性评估模型）。部署IoT传感器监测变压器油温、振动等参数，结合电能质量监测系统捕捉谐波、电压暂降等异常，联动保护装置实现快速故障隔离。电能质量主动治理。应用直流远供并联装置动态调节末端电压，针对谐波超标场景输出补偿电流，确保电压稳定性和设备安全运行。

5.2 全流程标准化管理。材料与设备全生命周期管控。源头严控：建立供应商动态评级机制，对电缆、绝缘子等关键材料实施驻厂监造，杜绝非标材料流入；进场验收：执行“双检制”验收（如钢筋力学性能+金相分析），结合智能仓储系统实现材料温湿度监控与扫码追溯；设备维护：为特种设备建立健康档案，通过预测性维护减少70%故障率。工艺标准化执行。规范电缆敷设载流量计算、防雷接地焊接防腐等关键工艺，隐蔽工程需留存影像资料并绑定责任人电子签名，确保可追溯性；推行“三检制”（自检、互检、专检）与第三方抽检，重点核查导线架设精度、接地电阻埋深等参数，消除施工误差累积风险。

5.3 人员能力与责任体系优化。分级培训与考核。构建三级培训体系（岗前考核+案例教学+VR模拟），强化施工人员对避雷线焊接、暗配线管理深等工艺的规范性

操作；将隐患排查率、整改时效等指标纳入绩效考核，实行质量责任“一票否决制”。专业化管理团队建设。配备专职技术人员审查施工方案，重点把控防震锤选型、双串绝缘子设计等环境适配性环节；定期开展《电力安全生产法》案例教学，提升管理层风险预判与应急响应能力。

5.4 环境适应性设计与风险防控。特殊环境适配方案。高风速区采用预绞式防震锤+双串绝缘子组合设计，腐蚀性区域使用镀锌接地极，降低设备损耗风险；动态监测施工环境温湿度，调整混凝土养护周期与配比，保障基础强度达标。预防性风险管控。结合新型电力系统建设要求，制定抗极端灾害的配网改造方案（如提升线路机械强度、优化分布式电源接入点）；针对新能源并网场景，优化储能技术配套安全规程，防范过载与谐波共振风险。

5.5 制度与验收机制完善。动态化制度更新。根据新设备、新工艺（如储能装置、直流远供技术）动态修订质量管理体系，明确各环节责任主体；建立配电网发展指标评价体系，定期评估设备健康度、运维响应时效等关键指标。量化验收标准。分部分项工程验收需结合功能测试（如电能计量表校准误差 $\leq \pm 3\%$ ），终验阶段核查竣工资料完整性与设备参数一致性。

总之。提升配电工程质量管理需融合智能化技术、标准化流程、专业化团队、环境适配设计、动态化制度五大维度。核心策略包括：利用IoT与AI技术实现实时监测与预测性维护、严控材料设备全生命周期质量、强化人员技能与责任考核、优化环境风险防控方案，以及建立量化验收机制，系统性保障电网可靠性与耐久性。

参考文献

- [1]王海英,配电工程施工质量管理分析.2023..
- [2]陈浩宇,浅谈配电工程施工质量管理措施.2022.