

配电工程施工技术与安全解析

吴程燕

浙江中新电力工程建设有限公司 浙江 杭州 311200

摘要:随着城市化建设的不断推进,人们对电力资源的要求越来越高。在这样的新环境下,配电施工技术的提高和安全管理成为保证电力市场健康、快速发展的必要条件。电力系统的稳定运行是人们工作与生活的必要条件。配电施工作为电力系统的重要组成部分,它的技术与安全问题也备受关注。可确保配电工程施工质量与安全性,同时提升工程效率。

关键词:配电工程;施工技术;施工安全

配电工程的施工工作的安全进行,是对电力系统稳定发展的基础保障。工作人员要严格把控配电施工技术要求,实行对整体工程的安全管理,在施工前、施工中及施工后的各个阶段都严格把控,以此保障配电施工的稳定进行。

1 配电工程施工技术要点

1.1 配电线路敷设技术。10kV配电线路施工。施工需遵循安全、质量、效率三原则,重点规划线路走向,科学计算档距与线距,确保架空线路弧垂与地面保持安全垂直距离($\geq 4\text{m}$)。跨越既有线路时需编制专项方案,采用张力放线技术控制导线展放精度,并实施专人监控。电缆敷设优先采用埋地或架空方式,直埋电缆埋深 $\geq 0.7\text{m}$,周围填充细沙保护层,穿越道路时加装内径 $\geq$ 电缆外径1.5倍的防护套管。线路防护与优化。老城区或复杂地形施工需加强外力破坏防护,优化环网供电结构,减少临时接线^[1]。

1.2 设备安装与调试技术。配电设备安装。变压器、开关设备安装需严格校准参数,配电箱内隔开关、漏电保护器等配置应符合“一机一闸一漏一箱”要求。配电箱基础型钢安装需预制并防腐,顶部高出地面10mm,接地线与基础型钢焊接面积 $\geq$ 扁钢宽度的两倍。线缆穿管与连接。导管穿线前需清理管内积水及杂物,不同回路、不同电压等级的导线不得穿入同一管内,导线严禁有接头。避雷带安装需镀锌处理,支架水平度/垂直度符合要求,沉降缝处预留余量并采用半圆形弯曲。

1.3 电缆敷设技术。直埋电缆敷设。直埋电缆路径需避开腐蚀区域,埋深 $\geq 0.7\text{m}$,电缆沟底部平整无碎石,回填时分层夯实并设置警示标识。排管与沟槽敷设。排管敷设需预埋内径 $\geq$ 电缆外径1.5倍的套管,弯曲半径 $\geq$ 电缆允许值的1.5倍,管口做喇叭形处理。电缆沟内支架间距 $\leq 1\text{m}$,电缆分层敷设时高压电缆居上层,隧道内

需设置防火隔板及通风设施。桥架敷设。桥架安装需保持水平,直线段支撑间距 $\leq 2\text{m}$,转弯处增设支架,电缆固定绑扎间距 $\leq 1.5\text{m}$ 。

1.4 防护与安全优化。二级配电箱防护。防护棚采用定型化工具式结构,高度 $\geq 2400\text{mm}$,顶部双层硬质防护(上层防砸钢板+下层防雨瓦楞板),配电箱门开启侧预留 $\geq 500\text{mm}$ 操作空间。接地与防雷。采用TN-S接零保护系统,设备外壳与零线可靠连接,接地电阻值 $\leq 4\Omega$ 。避雷带与接地母线需同步预埋,接地连接板与土建主体结构同步施工。施工环境管理。暗管敷设需在土建绑筋阶段同步完成,埋入墙体的线管离表面净距 $\geq 15\text{mm}$,进入配电箱的线管管口高出基础面 $\geq 50\text{mm}$ 。

1.5 技术优化与创新。BIM技术应用:利用BIM模型模拟施工流程,提前识别管线碰撞及风险点。自动化工具:推广液压煨管器、套丝机等设备,减少人工操作误差。标准化施工:采用预制基础型钢架、定型化防护棚等工具,提升施工效率。

2 配电工程施工安全管理措施

2.1 安全责任体系与风险预控。落实安全方针:坚持“安全第一、预防为主、综合治理”方针,强化全员安全责任意识,通过警示教育、事故案例分析提升防范能力。风险双勘查机制:施工前联合设备运维单位开展“静态图纸分析+动态现场模拟”,识别带电体安全距离、机械禁区等风险点,编制《近电作业风险图谱》实现“一图控风险”。危险点预控清单:按电压等级、作业类型分类制定风险管控清单,确保预控无死角。

2.2 临时用电系统规范。三级配电与两级保护:总配电箱、分配电箱、开关箱逐级设置,配电箱内配置“一机一闸一漏一箱”,总配电室配备防雨防火设施及应急照明。用电方案编制:开工前由电气技术人员编制临时用电方案,明确线路布置、设备选型及保护措施,履行

“编制-审核-批准”程序并联合验收。定期检查维护：每周检测电缆绝缘电阻、漏电保护器功能，建立用电档案记录安装、维护及操作信息。

2.3 专项防护措施。防触电措施。施工用电设备金属外壳可靠接地（接地电阻 $\leq 4\Omega$ ），导线接头采用铜芯绝缘材料并做好防水处理。邻近架空线路搭设绝缘防护架（1kV线路安全距离 $\geq 4\text{m}$ ），并悬挂警示标志。防高坠与机械伤害。高处作业人员佩戴双钩安全带，临边设置防护栏杆及防坠网，严禁使用人字梯等非标工具。起重机械作业半径内增设小彩旗、声光警示装置，限制吊车越限操作。防火与防爆。配电箱周围2m内禁止堆放易燃物，隧道内电缆分层敷设并配置防火隔板及通风设施。动火作业前清理可燃物，配备灭火器材并设专人监护。

2.4 智能化技防手段。实时监测预警：部署近电感应装置、智能接地监测仪，实时感知设备状态及人员定位，触发异常告警并联动处置。自动化管控：应用液压煨管器、套丝机等工具减少人工操作误差，推广BIM技术模拟施工流程以识别管线碰撞风险。

2.5 人员管理与培训。持证上岗与培训：电工需持特种作业证，定期接受安全培训，掌握触电急救及灭火技能。安全监督机制：设立青年安全监督示范岗，开展“隐患随手拍”活动，实施班前会案例剖析及“一对一”帮扶机制。

2.6 应急管理机制。预案与演练：制定触电、电气火灾等专项应急预案，明确30分钟应急响应流程，每季度组织实战演练。救援物资配置：配电室配备绝缘手套、灭火器、急救箱等设备，确保应急通道畅通。

3 配电工程施工安全培训与技术交底

3.1 安全培训核心内容。人员资质与规范。电工需持特种作业操作证上岗，定期接受安全培训，掌握触电急救、灭火技能及电气设备操作规范。高处作业人员需通过专业培训，熟悉配电房结构及紧急救援措施，无高血压、心脏病等禁忌症^[2]。个人防护与作业安全。作业时穿戴绝缘手套、绝缘鞋、安全帽等防护装备，高空作业佩戴双钩安全带，禁止使用人字梯等非标工具。配电设备操作遵循“一人一机、一票一操作”原则，严禁私拉乱接电线或带电作业。用电安全知识。掌握临时用电三级配电（总箱、分箱、开关箱）与两级漏电保护要求，熟悉电缆敷设规范（如埋深 $\geq 0.7\text{m}$ 、套管防护等）。了解外电防护距离要求（如1kV线路与施工区域 $\geq 4\text{m}$ ），不足时需搭设绝缘防护架并悬挂警示标志。应急处理与演练。培训触电、电气火灾等事故应急流程，包括30分钟内响应机制、断电操作及急救措施。每季度

组织应急演练，确保施工人员熟悉灭火器、绝缘杆等救援设备使用方法。

3.2 技术交底重点内容。临时用电系统设计。由电气工程师编制用电方案，明确总配电箱位置、线路走向及设备选型，履行“编制-审核-批准”程序后实施。配电箱需符合“一机一闸一漏一箱”标准，接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，总配电室设置防雨防火设施及应急照明。设备安装与线路敷设。电缆直埋时需避开腐蚀区域，回填细沙保护层，穿越道路加装防护套管（内径 $\geq$ 电缆外径1.5倍）。配电箱基础型钢安装需防腐处理，顶部高出地面10mm，接地扁钢焊接面积 $\geq$ 宽度的两倍。配电室施工规范。配电室净高 $\geq 3\text{m}$ ，裸母线与地面距离 $\geq 2.5\text{m}$ 时需加装遮栏，维护通道宽度单列布置 $\geq 0.8\text{m}$ ，双列背对背 $\geq 1.5\text{m}$ 。配电柜需配置隔离开关、短路/过载/漏电保护装置，停送电操作悬挂“禁止合闸”标识并专人负责。高风险作业管控。跨越既有线路需编制专项方案，采用张力放线技术，并安排专人监控导地线展放精度。隧道内电缆敷设需分层布置，配置防火隔板及强制通风设施，动火作业前清理可燃物并设专人监护。

3.3 档案管理与监督要求。技术档案：包含临时用电方案、验收记录、接地电阻检测报告及电工维修日志，每月检查存档。过程监督：设置青年安全监督岗，开展“隐患随手拍”活动，班前会剖析典型案例并落实整改。

4 配电工程施工规范与资质要求

4.1 施工规范，线路敷设标准。直埋电缆埋深 $\geq 0.7\text{m}$ ，周围需填充细沙保护层，穿越道路时加装内径 $\geq$ 电缆外径1.5倍的防护套管，并设置警示标识。电缆沟内支架间距 $\leq 1\text{m}$ ，高压电缆应分层敷设于上层，隧道内需配置防火隔板及强制通风设施。设备安装要求。配电箱安装遵循“一机一闸一漏一箱”原则，接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，总配电室需设置防雨防火设施及应急照明。变压器、开关设备安装前需校准参数，配电柜基础型钢顶部高出地面10mm，接地扁钢焊接面积 $\geq$ 宽度的两倍。安全防护措施。二级配电箱防护棚采用定型化结构，高度 $\geq 2400\text{mm}$ ，顶部双层防护（防砸钢板+防雨瓦楞板），操作侧预留 $\geq 500\text{mm}$ 空间。邻近架空线路（1kV以下）需保持 $\geq 4\text{m}$ 安全距离，不足时搭设绝缘防护架并悬挂警示标志。

4.2 资质要求。总承包资质分级。一级资质：净资产 ≥ 1 亿元，机电工程专业一级建造师 ≥ 15 人，近5年累计承建电站装机容量 ≥ 180 万千瓦或220kV变电站 ≥ 8 座。二级资质：净资产 ≥ 4000 万元，机电工程专业注册建造师 ≥ 10 人，可承接220kV以下电压等级的送变电工

程。三级资质：净资产 ≥ 800 万元，可承担110kV以下送电线路及变电站施工，需配备中级工 ≥ 75 人。专业资质分类。低压配电施工资质：需持有《低压成套设备安装施工资质》，分为A类（大型特种设备）、B类（普通设备）、C类（小型弱电工程）。输变电专业承包资质：根据电压等级分为不同级别，需配套承装（修、试）电力设施许可证。人员配置要求。技术负责人需具备电力工程相关专业高级职称（一级资质要求10年以上经验，二级资质8年以上）。施工现场管理人员需持证上岗，包含施工员、安全员、质量员等，一级资质要求 ≥ 50 人。

4.3 合规管理。材料审核：申报资质需提供中标通知书、合同协议书、竣工验收报告等闭环验证材料，境外工程需驻外使领馆认证。动态监管：建造师年龄 ≤ 60 周岁，社保缴纳需覆盖申请前三个月，且不得重复注册。

5 配电工程施工安全事故案例分析

5.1 触电事故。安全距离不足引发触电。案例1：事故中，施工人员移动脚手架时触碰到10kV高压线（垂直距离不足），导致4人死亡。直接原因为未测量线路安全距离且违规操作。案例2：某施工队新建10kV线路时，因与110kV线路间距仅3米引发放电，造成1死1重伤。暴露了施工前未评估交叉线路安全距离的漏洞。带电作业违规操作。案例3：某电力工人在变压器接电时触电被困，另一人施救时坠落身亡。事故反映带电作业未严格执行断电验电流程，且缺乏应急监护。案例4：某厂变电站检修时，值班长未拆除接地线违规合闸，导致电弧短路灼伤2人。核心问题为违反“停电-验电-接地”操作规范。设备防护缺陷。案例5：某工人因配电箱防护门拆除且作业空间狭窄（距金属管仅62cm），触碰带电端子身亡。暴露出临时用电设备防护缺失及环境风险评估不足。

5.2 火灾与短路事故。违规用电引发火灾。案例6：

某煤业公司因超限安装电动吊篮、违规敷设供电线路，并违规存放助燃物，引发火灾致26人死亡。根源为安全管理混乱与主体责任缺失。案例7：某商贸公司因电焊引燃仓库易燃物，造成42人死亡。直接原因为未制定消防制度且违规动火作业。线路老化与短路。案例8：某商场配电室因电线老化短路引发火灾，损失严重。暴露日常巡检缺失及设备维护滞后问题。

5.3 机械伤害与高坠事故。设备操作不当。案例9：某工厂工人未断电维修带电设备，触电昏迷。原因为违反“一人一机一闸”操作原则且缺乏安全培训。高处作业防护失效。案例10：某工地因未设置防坠网且使用非标人字梯，导致工人坠落死亡。反映高处作业防护装备及工具管理缺失。

5.4 事故共性教训。管理漏洞。超60%事故因未履行“编制-审核-批准”程序，如临时用电方案缺失或未验收即投入使用。人员违规与技能不足。未持证上岗、带电作业未验电、安全交底流于形式等问题频发，需强化培训与动态监管。技防手段缺失。仅12%案例采用近电感应预警或BIM模拟技术，智能化风险管控覆盖率亟待提升。

5.5 监管建议。强化责任落实：推行“安全双勘查”机制，针对交叉线路、带电设备等高风险点制定预控清单。智能化升级：推广智能接地监测、液压工具等减少人为操作失误，提升本质安全水平。

总之，配电工程事故多源于管理失序与操作违规，需通过技术升级、制度完善与人员培训构建全流程防控体系。

参考文献

- [1] 刘晓. 浅析配电工程施工技术与安全解析. 2023.
- [2] 李建玉. 10kV 配电工程施工安全及技术管理研究. 2022.