

现代化智能小区输变电弱电工程施工技术与质量管控分析

乔楠

昆明先行监理有限责任公司 云南昆明 650000

DOI:10.32629/ems.v8i6.20520

[摘要] 本文结合现代化智能小区输变电及弱电工程施工展开论述,全面剖析其中的施工技术和质量管控办法,着重探究高低压配电系统、架空及电缆线路、综合布线以及智能化系统的施工步骤,包含材料验收,关键工序把控、系统调试和强弱电接口管理等方面,并融合 BIM 可视化施工、UPS 供电以及接地防雷举措,达成施工全过程控制,实现质量的可追溯。

[关键词] 现代化智能小区;输变电;弱电工程;施工技术;质量管控

城市逐步走向智能化发展趋势,绿色建筑正在不断推进,在此情形下,智能小区对于输变电以及弱电系统的可靠性和稳定性有了更高要求。高低压配电系统、架空线路、电缆线路、综合布线以及楼宇智能化系统都是小区供电和信息传递的关键部分,施工质量对于后期运行的安全、管理的效率有直接性的影响。本文依照现代施工准则以及 BIM 技术,全面剖析智能小区输变电和弱电工程的施工方法以及质量控制策略,给施工单位赋予科学指引和应用参考。

1. 输变电工程施工技术

1.1 施工准备与施工组织

施工准备阶段对于输变电工程能否顺利开展起着关键作用,其中关乎材料设备的选择、施工人员资质的管理以及施工方案的改良。在材料设备选型与验收上,按照《电气装置安装工程施工及验收规范》(GB 50303 - 2015)和《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303 - 2015)的要求执行,优先考虑国内外认证的高可靠性电力设备,比如 S11、S13 系列箱式变压器;低压配电柜采用抽屉式结构,其额定电流涵盖 400A 到 1250A 这一范围;针对高压开关柜和断路器,则需核查厂检测报告,其中包含绝缘电阻试验、机械操作寿命检测以及开断能力的验证。施工现场要有专门的验收仓库,对电缆、母线和开关设备执行防潮、防尘措施,严格执行“一票验收制”,保证材料和设备入场质量符合设计要求。关于施工人员的资质与培训,施工单位应安排持有国家注册电气工程师证书、高低压作业资格证的施工队伍,还要开展专门的施工培训,培训内容覆盖高压带电作业安全规程、电气火灾

防护、接地防雷安全技术以及弱电系统接口施工要求。每个施工班组都要构建人员培训档案,让施工人员了解施工图纸和电气系统布局方案,施工方案和工序安排要依照项目的实际状况。利用施工网络计划法(即关键路径法 CPM),可以识别关键线路并控制工序节点,而且,借助 BIM 模型可以使施工可视化呈现,从而缩减交叉作业发生冲突的风险^[1]。

1.2 主干电力工程施工

在高低压配电系统施工技术方面,高压系统主要依靠 10kV 馈线供电,而低压系统则以 380/220V 三相四线制布线为基本形式。在施工期间,要严格按照电缆端子压接标准以及母线连接的要求操作,确保接触电阻不超过 $0.5\text{m}\Omega$,而且所有的电缆都要经过直流耐压试验和绝缘电阻检测,其检测结果应当达到《电力施工工艺规范》(DL/T 596 - 2017)所规定的标准。配电箱和变压器的安装要按照负荷容量、环境温度以及通风状况来进行设置,从而保证散热和通风效果好。低压配电箱内部的接线应当采用标准铜排,其截面按照电流密度 $1.2\text{A}/\text{mm}^2$ 来设计。接地与防雷措施对于保障设备安全十分关键,在施工时,应该采用 TN-S 接地系统,接地电阻控制在 4 欧姆以内,可以采用化学接地或者加强型接地网,达到智能小区内部多点接地协调的需求。避雷器要安装在主变和配电室母线对应的位置,能保证雷击电流快速泄放,减轻对低压弱电系统的干扰,在施工期间还要对接地系统实施土壤电阻率检测,并做好相关记录^[2]。

1.3 输电线路施工

架空线与电缆敷设技术属于输变电施工的关键工序,在

架空线路施工时要精准控制导线张力和跨距,最大导线挠度不可超出设计标准值的 2%,还要对拉线点和支架实施机械强度计算。在地下电缆敷设时应选用阻燃、低烟无卤电缆,并在电缆沟当中设置分层标识,电缆间距按《电力工程电缆设计规范》(DL/T 596 - 2017)的要求维持在 150 毫米以上,弯曲半径不得小于电缆外径的 15 倍。为了保障线路长久可靠,施工过程中每段电缆敷设完毕之后都要开展交流耐压试验和绝缘电阻检测,实际测量得到的平均绝缘电阻值至少达到 50 兆欧。电缆桥架与管线要综合布置,遵照“强电和弱电分开布置,平行敷设优先”的原则,桥架的安装间距依照电缆重量和跨度来计算,一般为 1.5 - 2.0 米,支撑系统用热镀锌钢管,保证机械强度、耐腐蚀性。在复杂交叉处,布置非金属隔离槽或者防火隔板,避免干扰和火灾蔓延。在线路试验与调试期间,经由高压实验、红外热成像检测以及多点电压监测,保证线路运行参数符合设计要求,构建电缆故障检查表,达成施工质量可追溯^[3]。

2. 弱电工程施工技术

2.1 综合布线施工

综合布线属于智能小区信息化构建的基本工程,其中包含光纤、网线、电话线等多种通信线路,光纤布线要选用多模或者单模光纤,其敷设需按照“最短路径,最少弯曲,规避交叉”的规则执行,弯曲半径不得低于光缆直径的 20 倍,而且要依照 ITU - T G.652 标准来开展接续和熔接操作。网线布线应当使用六类或者七类屏蔽双绞线,以保证达到 1Gbps 以上的传送速度,布线路径要远离强电干扰源至少 300 毫米,电话线采用四芯非屏蔽线,从而保障语音通话的稳定可靠。在施工期间,所有的布线活动都要在 CAD / BIM 模型的引导下分层设置管线,弱电与强电管线务必分开,水平敷设时要保留 20cm 以上的垂直距离,垂直敷设时则要用非金属隔板实施隔离。配线架、机柜以及终端设备的安装属于综合布线施工的关键环节,机房和配线架应达到散热、防尘、防潮以及防震的要求,机柜内部的电缆布线应当按照“从上到下,从左到右”的原则执行,维持走线的整洁有序,缩减弯曲带来的损耗。配线架上的端口编号要同楼宇的布线图相符合,端子接线务必依照 T568B 标准来进行,每条线路均需经过线序、回路以及链路的检测,检测的合格率应当达到百分

之百^[4]。

2.2 智能化系统施工

智能化系统施工包含视频监控、楼宇对讲、门禁安防、智能照明以及能源管理系统,视频监控系统利用 IP 网络摄像机,主干网络推荐使用千兆交换机,边缘设备具备 PoE 供电功能,其安装高度与角度要结合覆盖范围及死角情况来调整。摄像机安装时要顾及光学防护和防雨防尘性能(至少达到 IP66 标准),各个通道都要开展图像清晰度、信噪比以及帧率检测,以保证 24 小时监控数据平稳传送。楼宇对讲系统的施工应达成室内机、门口机等设备在语音、视频以及门锁控制的关联。弱电施工人员务必使每条线路终端阻抗相等,当线缆长度小于 50 米时,信号衰减不可超出 3dB;若超过 50 米,则需用屏蔽双绞线,并设置中继设备。门禁及安防系统施工要采用 TCP/IP 协议网络,加上光纤环网或者 PoE 供电,从而保障控制器、读卡器和电子锁的联动可靠。在调试期间,执行开锁响应时间、异常报警触发以及记录回溯的检测,使得误报率低于 0.5%。智能照明及能源管理系统施工应按照楼宇管理系统平台实施集中控制,照明模块采用 DALI 总线协议,该协议具备场景化调光和定时控制的能力,其节能率可达到 20%-35%。能源管理系统要随时监测空调、照明和电梯等耗能设备的数据,数据收集间隔不能大于 5 秒,经由历史数据分析来改良能源安排^[5]。

2.3 系统集成与调试

弱电与强电接口管理属于系统融合的关键部分,在智能小区施工期间,强弱电接口要按照“一体化布线,分层运作”的准则,利用屏蔽管道和隔离层来规避电磁干扰。弱电系统的供电首选 UPS 供电,还要监测电源干扰和波动情况,保证各个子系统平稳运行。系统联合调试以及功能检测应当采取分系统联合调试、全面系统综合检测的办法,每个子系统调试完毕之后执行功能核查,涵盖报警信号激发、远程控制指令反馈、数据采集准确度以及即时传送的稳定性。在调试期间,要利用链路检测仪、协议分析仪以及红外热像仪从大量角度展开验证,保证系统具备足够的多余性和容错能力。最后生成包含线路图、端口检测记录以及联合调试功能检测成果表的调试验收报告,促使该系统交付时符合国家《建筑智能化工程施工及验收规范》(GB50314 - 2015)的标准^[6]。

3. 施工质量管控

3.1 质量管理组织与制度

在现代化智能小区的输变电及弱电工程施工时,其质量管理组织体系是确保施工质量的关键所在。施工单位要设置专门的质量管理部门,该部门负责施工期间的全面监督工作,并完善相关资料的存档以及质量问题的纠正事宜。监理单位则负责监督和核查施工单位的质量执行状况,开展现场抽样检测。执行隐蔽工程的验收任务,分包单位应当明确各自的职责范围、承担具体的施工任务,保障各个工序依照标准来开展,从而创建质量责任链条的闭合回路。在质量管理标准与检查流程上,构建三级检查机制,即日常自检、施工单位内部相互检查以及监理单位定时抽查^[7]。

3.2 施工过程质量控制

施工过程的质量控制属于整个施工质量管控体系的关键部分,原材料与设备的验收要严格按照规范的要求来执行,关键设备进场时,要出示出厂合格证、性能检测报告和材质检测报告,还要经过随机抽样第二次验收,保证设备的性能指标符合设计需求。在电缆敷设期间,利用激光导线测距仪和张力控制仪来监测张力,防止因过紧或者过松而造成长期运行中的损耗。在接线期间,用端子压接的力矩控制工具,以确保接触电阻达标;系统调试时则用链路检测仪、光功率计和协议分析仪验证数据传送是否稳定,所有的检测结果都要记入《关键工序质量记录表》当中。隐蔽工程验收往往是施工阶段比较容易被忽略的部分,特别是墙内的管线、埋在地下的电缆以及弱电光纤线路等。施工单位应当事先递交隐蔽工程验收申请,由监理单位会同设计单位展开现场检查,验收合格之后才能实施封闭施工,以保证后期运行不会发生故障^[8]。

3.3 施工后期质量保障

施工后期的质量保障重点在于保证系统长时间运行时的稳定可靠,系统运行检测包含高低压配电系统的带负荷试运行、弱电系统的数据输送以及控制指令检测。每条线路都要开展负荷实验、监测母线电压波动情况、开关动作响应时间以及 UPS 电源切换时间,以确保符合设计要求。在维护与保修措施上,要有完善的施工资料档案,该档案包含施工图纸、

设备说明书、检测报告以及验收记录等。施工单位制定巡查计划和故障解决流程,利用 BMS 系统达成远程监测和警报,从而提升设备的管理效率及其可靠性,按时对接地系统、UPS 以及弱电光纤线路展开检测,相关数据记录存入数据库。

4. 结论

综上所述,现代化智能小区的输变电与弱电工程施工涵盖高低压配电、架空及电缆敷设、综合布线以及智能化系统等诸多领域的技术,经由科学的施工组织、严格的材料设备验收、关键工序的把控以及系统的调试,并结合 BIM 可视化、UPS 保障和强弱电分离等举措,可以有效地提升施工质量并增强系统运行的可靠性。构建完备的施工质量保证体系、隐蔽工程验收机制以及长效管理机制,这对于保障智能小区电力和信息系统的安全、稳定与高效运行十分关键。

[参考文献]

- [1]于磊,杨群翔,李君章,等. 山区输变电机械化施工工程土壤侵蚀与水土保持特征研究[J]. 中国农村科技, 2025, (10): 76-77.
- [2]周生壮. 基于 PLC 技术的输变电施工现场电气设备监控与故障诊断[J]. 电气技术与经济, 2025, (09): 349-351.
- [3]刘军. GIS 组合电器精益化施工技术在输变电工程安装中的应用[J]. 电气技术与经济, 2025, (09): 125-127.
- [4]康彦彬. 基于 AHP 的输变电施工现场的电气安全评估系统设计[J]. 电气技术与经济, 2025, (08): 318-320.
- [5]黄成星. 高压输变电线路工程施工监理探讨——以某站第二回线路工程为例[J]. 电气技术与经济, 2025, (06): 291-294.
- [6]关志雄. 500kV 输变电工程通信管道光缆敷设与熔接施工技术研究[J]. 电气技术与经济, 2025, (05): 370-372.
- [7]王婉君,林唐校,朱建强,等. 输变电工程机械化施工涉及高速公路的生态修复研究[J]. 科技创新与应用, 2025, 15 (14): 105-108+113.
- [8]刘栋. 基于数据分析的输变电施工机械设备故障模式识别与维修策略优化研究[J]. 黑龙江科学, 2025, 16 (04): 162-164.