

建筑电气工程中低压配电系统施工技术

文 / 邵家华 广东至恒建筑劳务有限公司

摘要：随着建筑功能的日趋复杂，现代建筑对电力供应可靠度、稳定度的要求正日益提高，建筑电气工程中低压配电系统施工面临更为严峻的挑战。为高效解决目前普遍存在的设备安装精度差、智慧化建筑需求自适应性差等问题。本文将建筑低压配电系统施工项目为例，对系统具体构成以及工作原理进行分析，并聚焦全流程施工所存在的不足之处，提出针对性解决措施，包括强化施工前技术准备与选型把控技术、强化施工中各关键细节工艺标准技术、完善施工后调试验收技术等。

关键词：建筑电气；民生工程；低压配电系统；质量把控

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.20.069

引言

作为能源传输与转换的关键枢纽，低压配电系统直接决定着电气系统的可靠性。在新型建筑形态飞速发展的今天，低压配电系统已由初期的传统电能分配载体逐渐演变为高度集合能源管控、安全防护等多功能为一体的复合技术系统。此种思路转变对系统自身性能提出了更为严苛的要求，但不容忽视的是，在日益多元的复杂建筑项目中，低压配电系统线路布局、设备安装等施工环节操作失误等问题却时常发生，一旦存在疏漏，轻者会引发供电中断，严重则会发生安全事故。鉴于此，为更切实地实现问题解决，加强对系统施工技术的研究就显得尤为重要。

一、低压配电系统的具体构成

作为建筑电气能源传输的“中枢神经”，低压配电系统构成具有较为严密的层级性，各组成部分相互独立，但亦会通过有机配合，顺利达到电能高效传输目标^[1]。图1为低压配电系统的具体构成。

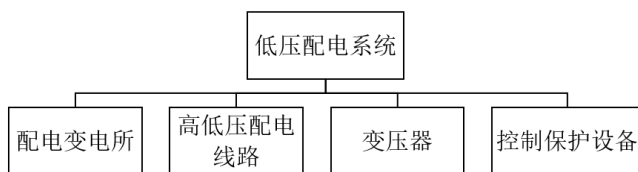


图1 低压配电系统的具体构成

其中，配电变电所属于整个系统的重要大脑，主要肩负着将电网输电电压平稳降低为与用户使用需求相匹配的配电电压重任。在此过程中，需精准实现电压等级调控，确保不同用户电力需求均能够得到高效满足。高低压配电线路则属于连接配电变电所及独立用户的关键桥梁，常规情况下，为更有效地减少输电期间电能消耗，优化输电效率，高压配电线路常会采用较高的电压等级，而低压配电线路则重点负责将高压配电线路所输送的电能实现进一步减压，在切实保障后续能更为平稳地将电能分配至用户端方面发挥着至关重要的作用。变压器在系统之中则主要负责电压转换，可顺利将高压电能转换

与用户需求相匹配的低压电能，从而完成理想的电能优化分配目标。控制保护设备作为维持系统平稳运行的关键组成因子，其主要是通过通过对系统内电压电流等细节参数的在线动态监控及控制，确保在异常状况发生时，能够立即采取措施，通过线路切断等操作，最大程度避免事故影响范围进一步扩大，真正做到防患于未然。

二、低压配电系统工作原理透视

基于工作原理透视角来看，建筑电气工程低压配电系统，主要是一个涵盖电能转换、层级分配及在线安全防护的闭环式工作过程，首先，在电网侧的10kV高压电能会借助指定媒介，如电缆线路或加工线路传输至建筑项目专用的配电变电所中。随后，在全部进入后，再利用其内置变压器以电磁感应定律为支撑，完成理想的电能转化，直至转化完毕后，低压电能会顺利进入配电干线系统依据拓扑机构完成科学分配，从而顺利实现系统可靠性以及经济性的全面平衡，科学分配详情见下表1所示。

表1 基于不同负荷区域的低压配电系统匹配供电模式

负荷区域类别	典型区域	匹配的供电模式
重要负荷	数据机房	双回路供电
较低负荷	办公区的照明系统	单回路放射式供电
中等负荷	商铺、门市	树干式、放射式供电

最后一道防线，系统安全防护体系主要是由多级保护装置构成，一旦顺利监测到电流与额定值存在密性不匹配，甚至超过额定值1.2倍或监测到电压波动，超出既定范围保护装置，便会立即反应，在毫秒级内完成分段动作，触发通过故障回路的有效切断，快速实现安全隔离目标^[2]。

三、建筑电气工程低压配电系统全流程施工的关键技术措施

（一）施工前准备技术

1. 图纸审核技术

作为系统施工关键基准文件，施工图纸审核质量与低压配电系统施工精度息息相关，为此，在审核推进环

节需严格基于多阶管控逻辑,通过多维度技术措施,切实保障设计文件可实施性更强。一方面,充分采用复合密度法等措施,进一步对选址合理性进行明确,如在变配电室选址设计环节,切实保障其与最大负荷点电气距离时刻 $\leq 250\text{m}$,最大程度减少自身后续受电磁干扰的现实影响。另一方面细节审查环节,为保障审查效率更高,可积极采用BIM可视化校验技术,以碰撞检测功能为支撑,进一步对电极符号是否存在标志错误,线路编号是否存在重复等问题进行核验,一旦发现问题,立即实现调整,确保后续系统运行更为高效^[3]。

2. 设备与材料选型技术

作为低压配电系统不可或缺的物质基础,电气设备以及电气材料性能会对系统运行安全性,汽车决定性影响,因而,在选型期间,需大力构建参数匹配,性能适配的技术评价体系,优化具体的选型逻辑。其中,在实现电线电缆选型期间,可积极采用三维参数选型法,电气性能维度严格参照计算出来的具体电流数值,选择匹配导体截面,确保能够高度满足额定载流值。配电柜选型则要充分参照系统功能要求以及操作便利性需要在柜体材料选择期间,择优在不锈钢以及冷轧钢板之中选择匹配材料,内部电气元件则择优选取质量加性能可靠的产品,如继电器、断路器等,确保后续整体的配电柜控制以及保护功能呈现更为全面,变压器选型则要充分对细节参数,如容量、电压等级、连接组别等进行考虑,并充分参照工程负荷预测,选择容量匹配的变压器,从根本上规避空载或过载运行等尴尬问题发生。

(二) 施工中的关键技术

1. 配电柜安装

作为低压配电系统中心控制单元配电箱,安装质量直接影响着系统运行稳定度,因而,需加强对安装技术要点的把控。首先,在安装前,精准对基础型钢实现精确处理,在除锈处理完毕后,再依据设计图纸实现下料、钻孔。其次,在配电柜顺利就位后,便可借助液压叉车实现吊装,同时,在柜体顺利就位后,采用型号为M10×30mm镀锌螺栓,将其紧密与基础型钢固定,随后便可执行柜内母线安装环节,择优选取TMY-3×(80×8)+1×(60×6)的铜排,以切实提升其导电性为工作主线,对表面实现全方位无死角搪锡处理。处理完毕后,便可借助砂纸实现接触面打磨,直至顺利露出金属光泽后,再实现电力复合胶涂抹,为后续安装一次成型奠定扎实基础。最后一步,在安装完毕后便可对配电柜实现全方位清理,快速将柜内灰尘以及杂物进行清除,全部清除完毕后,积极实现通电前绝缘测试,充分借助500v兆欧表测量柜内回路绝缘电阻(常规情况下,此

电阻普遍 $\geq 0.5\text{M}\Omega$),进一步核验明确是否存在短路或接地等故障^[4]。

2. 变压器安装

作为高压电能向低压电能转换的重要媒介,变压器安装质量会直接决定系统供电效率,不同变压器所适配的安装工艺存在一定差距。为保障安装效果更为理想,需具有针对意识,针对不同的变压器类型,采取差异化安装措施,目前较为常见的变压器主要包括干式变压器以及油浸式变压器两种,其中,以最为典型的干式变压器安装技术实践为例,在具体安装前,工作人员需详细对设备进行检查,进一步核验设备型号以及设备规格是否与设计标准一致,附件是否存在不齐全,器身是否存在损坏等状况。一旦发现附件不齐全,器身有损坏,立即进行换新处置,同时还要随机开展铁芯接地电阻测试,充分借助成熟的ZC-8接地电阻测试仪,以此为媒完成测量,进一步核验接地电阻是否有效。介于标准数值100-500 Ω 区间,严防受电阻值过大过小的影响而致使接地故障等问题发生频率大幅度增强,直至顺利就位后,便可采用由槽钢制作的基础轨道,快速助推变压器就位。并在顺利就位后,落实变比测试,有效核验变比误差是否 $\leq \pm 0.5\%$,从而真正后续电气连接工序更安全落实奠定保障。

3. 线路敷设

线路敷设属于低压配电系统电能传输的必要环节及施工质量也至关重要为呈现最佳施工效果,在电缆敷设前要做好准备工作,强化工作前瞻性。一方面,充分借助肉眼观测法,全面对电缆实现外观观察,进一步核验电缆外皮是否存在破损等状况,电缆标识电缆型号是否清晰完整。另一方面,便可落实绝缘电阻测试,充分借助1000v兆欧表实现测试,进一步核验绝缘电阻与10M Ω 之间的相对关系,此时如若 $\geq 10\text{M}\Omega$,则表示合格,可按照顺序推进其他工作。反之,则表示不合格,要重新开展预处理措施。

至于具体敷设环节,则要具体问题具体分析,严格基于不同敷设方式,如桥架、穿管、直埋敷设,采取行之有效的技术措施。其中,桥架内电缆敷设期间,要严格依据由下至上的实践原则,按顺序完成敷设,并在工作落实期间做好细节保障工作,每隔1.8m左右用电缆扎带实现单次固定,此时,需特别注意,扎带松紧度要适中,既要避免过松导致电缆晃动移位,又要防止过紧损伤电缆绝缘层。既有效保障不会受绑扎过松的影响,而致使电缆移位等问题发生,又有效保障不会受绑扎过紧的影响,而使得电缆绝缘层遭到不可逆破坏。

穿管敷设也十分普遍,多在建筑物内分支线路之中发生。在实现穿管导线敷设前,首先需要在管内穿入一

根细度约在 $\phi 1.0 \sim 1.2\text{mm}$ 左右的钢丝将其当作引线,通过将绑线与其紧密捆绑等手段,迅速将其全部拉入管内,直至穿孔顺利完成,便可借助绝缘电阻表,实现各独立回路。绝缘电阻测试,严格保障各回路电阻时刻 $\geq 0.5\text{M}\Omega$ ^[5]。

直埋电缆敷设在室外开阔区域十分常见,在具体敷设前需开挖配合相匹配的电缆沟。并在完全挖完后,在其底部均匀铺设厚度约为 $80 \sim 100\text{mm}$ 的细砂,全面敷设完毕之后,实现电缆敷设。全部铺设完毕后,再在上面一层铺设厚度与底部厚度一致的细砂,并覆盖单层砼保护板,通过分层夯实,形成全方位防护措施,筑牢安全使用防线。

4. 接地系统施工

接地系统在防止触电事故、设备损坏等方面有着举足轻重的作用,在具体施工实践期间,第一步,要优化接地体的选用,择优选取具有优质机械强度的角钢如 $\angle 50 \times 5 \times 2500\text{mm}$,确保接地要求能够得到更为充分的满足。第二步,还要重视接地体连接,通过焊接等措施,快速将镀锌扁钢与接地体之间实现连接,确保连接更为牢固。第三步,执行接地电阻测试,统一采用四级法,将四根独立的电极依据一定间距按顺序打入地下,随后介绍仪器说明书完成接地电阻读取操作,如若发现接地电阻值与要求不符合,立即反映,及时通过接地体数量增加或接地体材质更换等措施进行针对性处理。第四步,实施全维度验收检查。施工完逐一核查接地体规格、埋深等,确保与图纸要求高度相符。除此之外,还要重点检查焊接质量,明确是否存在虚焊、咬边、防腐涂层是否存在漏刷、起皱,保障施工整体成效更佳。

(三) 施工后调试与验收技术

1. 系统调试技术

基于价值分析视角,系统调试工作可凭借针对式调试快速帮助人们发现系统存在的故障以及隐患问题,确保后续运行时刻安全。在具体调试工作落实期间,可严格基于分系统调试+在线联动调试等多个流程,确保能够形成溯源性较强的调试记录。其中,分系统调试阶段首先要针对配电柜实现专项测试,充分借助三相调压器快速对不同负载工况进行模拟,从而精准明确各独立回路断路器的动作特性,针对变压器调试则要广泛覆盖电气性能以及安全指标,充分利用变比电桥完成各档位变化测量,确保误差能够时刻小于等于5%。线路系统调试则严格对于导通性进行核查,充分接触导通测试仪逐相完成测试,进一步核验电缆连续性,确保线缆不会存在断裂等问题,后续严重影响设备的正常运行。在线联动调试则详细对现实运行工况进行模拟,充分借助PLC集中控制系统完成配电柜、发电机联动测试,进一步核验

各独立子系统在动态工况下响应是否一致,逻辑操作是否正确,后续不会在投入使用之后出现并网条件不佳等问题,严重影响现实使用效果,给建筑电气工程效能的发挥带来不利。

2. 竣工验收技术

作为建筑电气低压配电系统投入正常使用的最后关卡,竣工验收也至关重要。在具体实践期间,首先要落实资料审查全面对施工推进环节所形成的各品类技术资料进行核查,确保资料可溯源完整性更强,例如针对隐蔽工程详细对隐蔽部位施工状况,如电缆敷设、接地体埋设进行记录,切实保障隐蔽工程过程和结果均可被记录。其次,现场核验也尤为重要,可着重将重点放在系统外观以及安装状况,质量检查之上。如针对变压器安装,进一步核验表层是否存在损伤、附件是否齐全、运行是否存在明显异常。又如针对配电柜进一步核验柜体排列是否一致,柜门开关是否灵活。最后,功能测试也是竣工验收核心环节,需严格基于现实操作,进一步对系统各项功能是否正常进行核验。如在落实线路传输测试时,重点检查电能传输是否稳定,各用电点电压是否正常,能否高度与用电设备需求相匹配。一旦上述某一个环节发现与要求不合的地方,要立即针对问题提出行之有效的整改意见,后续由施工单位领头完成整改,直至系统顺利符合理想标准,再将其投入使用。

结语

综上所述,文章从建筑电气工程视角出发,对低压配电系统全流程施工技术进行分析,广泛覆盖了从施工前的图纸审核以及设备材料优化选型,施工中配电柜、变压器安装,到施工后调试及验收等重要关键环节。可切实通过事前准备,事中管控、事后验证等全流程闭环式施工方案建立,为低压配电系统更高效落实提供技术支撑,确保系统在后续投入使用后,拥有更为理想的实践价值,值得同行广泛的借鉴参考。

参考文献

- [1] 朱磊,董国庆.建筑电气工程中低压配电系统安装与调试技术[J].科学技术创新,2025,(11):180-183.
- [2] 萧若霓.基于BIM技术的地铁车站低压配电系统施工重点及措施[J].中华建设,2024,(07):124-125.
- [3] 杨振尧.施工现场用电低压配电系统接地型式的选择[J].建筑电气,2024,36(10):46-52.
- [4] 刘晓挺.低压配电房配电系统安装施工技术的应用[J].黑龙江科技信息,2023,(14):35.
- [5] 董斌.建筑电气设计中低压配电系统安全性分析与阐述[J].智能城市,2023,3(01):245.