

建筑电气工程供配电技术的探究

程琪

航天规划设计集团有限公司江西分公司

摘要：在建筑工程施工过程中，加强电气供配电安装施工质量控制，可以显著提升用户用电的安全性与稳定性。本文分析了供配电系统组成结构，阐述了现场施工难点和技术未来发展方向，重点阐述了供配电技术在建筑电气工程中的用用路径，详细阐述诸多关键工序环节的操作要点与注意事项。旨在建立一套标准化的供配电施工体系，深挖技术应用价值，保证建筑供配电系统安全平稳运行。

关键词：建筑电气工程；供配电技术；实践应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.065

引言：近年来，建筑供配电技术长足发展，对于丰富建筑使用功能、改善建筑使用体验有重要的意义，也标志着建筑电气工程迈入全新发展阶段。与此同时，建筑供配电系统结构复杂，设备数量增多，提高了施工难度与电气故障率。对此，应科学合理地运用供配电技术，提高施工人员对于供配电安装施工的重视程度，减少后期电气设备出现故障的概率。

一、建筑电气工程供配电技术概述

（一）系统组成

建筑电气工程供配电系统以供应、分配电力能源作为功能定位，也是维持建筑电气系统与所有用电负荷平稳运行的重要前提，系统由供电侧、用电侧两部分组成。供电侧接入外部公共电网，持续从电网向建筑内部引入电能，由变电站、配电室以及配电线路组成。用电侧是把电力经由变配电室输送到照明灯具、空调风机等末端用电设备，遵循按需分配原则，根据建筑用电设备运行负载状况动态调节电流电压等电气参数^[1]。

（二）施工难点

现代建筑电气工程供配电系统复杂，施工难度较大，安装工艺繁琐，安装精度要求严格，其中存在诸多技术细节，现场具体施工期间质量问题频发，现场环境复杂、设备种类繁多，具体表现为：第一，质量问题频发。电气设备本身制造质量不合格，或是现场施工期间出现错误操作、违规操作行为，致使供配电系统存在质量隐患，后续引发电气故障出现。例如，在避雷装置安装环节，典型质量问题包括重复接地、支架间弯角和引下角未达标、支架脱落、避雷带焊接口腐蚀。系统安装完毕后，必须全面开展调试检查作业，识别和处理全部质量隐患。第二，现场环境复杂。配电线路与电气设备长期置于复杂环境中，老化速度加快，随着时间推移，电气故障率不断升高。现场施工期间，必须重点考虑外

部环境对供配电系统运行工况造成的现实影响，额外采取相应技术措施，如电缆防火处理，支吊架防火防腐处理。第三，设备种类繁多。供配电系统接入大量用电设备，分为照明设备、动力设备两大类，各类设备的安装要求、运行特性存在显著差异。必须着手制定专项施工方案，对工艺流程、做法与操作要点进行明确规定，才能从根源上预防错误操作问题发生，设备种类越多，施工复杂程度越高。

（三）技术发展趋势

现阶段，节能环保是建筑电气工程发展的主要方向，传统供配电系统并未充分体现节能环保理念，亟须改进。应以智能化、绿色化作为未来发展方向，同步改进施工做法。智能化是在系统内部署传感器与执行机构，采取远程遥控与智能决策控制方式，精准感知末端负荷用电需求，动态调整供配电系统运行状态，在满足建筑电气需求的前提下，尽量避免产生不必要的电能浪费，提供良好建筑使用体验。绿色化则是选用新型绿色材料，施工期间尽量减少资源消耗与减轻生态环境受影响程度，要求一线施工人员掌握新型材料和新设备的正确施工做法。

二、建筑电气工程供配电技术的实践应用要点

（一）电缆施放

供配电电缆施放环节，重点掌握电缆搬运、存放、电缆盘置入三方面的工艺操作要点，禁止中途出现电缆破损问题，具体如下。

第一，电缆搬运。电缆转运入场后，核对确认电缆规格、种类与外观质量是否合格，固定电缆两端与平稳放置电缆盘，要求线圈不得处于松弛状态。随后，采取吊运方式来搬运电缆，电缆盘轴心内穿入钢管，利用钢索卡来固定钢管，平稳起吊电缆盘，运输期间始终保持电缆盘两端平衡状态。直至电缆盘起吊至存放场地上空后，悬停电缆盘，下方地面进行垫高、平整和防潮处理，再把电缆盘下放就位，表面覆盖防雨布。第二，电缆存放。考虑到现场环境复杂，直接露天存放电缆材料，容易出现绝缘老化、破损等问题，必须搭设电缆防护棚。一般情况下，电缆防护棚高度控制在2m以上，棚顶长宽比值控制为3:2，选用方钢或是圆钢当作棚体立柱材料。第三，电缆盘置入。以放线架作为电缆盘置入位置，施工人员清理现场道路，必须保持道路平整状态，禁止存在石块、砖头等障碍物，必要时在路面上铺设木板或是撒布细沙^[2]。随后，核对检查护板完好情况，道路上滚动电缆盘，电缆外层和地面间距值不得

小于10cm,按照盘体所标记箭头方向来确定滚动方向,滚动方向有误则会出现电缆松脱、混绞现象。直至电缆盘滚动就位后,电缆盘轴内穿入钢轴进行固定,按照电缆盘宽度、重量来选用特定强度、长度的钢轴,最终把电缆盘施放到支架上,盘体底部离地高度保持在10cm以上。

(二) 导线敷设

导线敷设环节,施工人员重点掌握敷设方式选择、穿越结构敷设、竖井内部敷设三方面的实操要点,具体如下。

第一,敷设方式选择。以导线种类作为选择依据,供配电系统布设母线、低压绝缘导线与电力电缆。对于母线,建筑电气工程主要选用铜排、铝排材质的矩形母线,起到汇聚分配电能的作用,推荐采取不同间隔中立放的敷设方式,同时具备平放、立放两种敷设方式的优点,散热效果好,机械强度高。对于低压绝缘导线,主要使用到塑料绝缘材质的V型导线,根据现场情况来选择敷设方式,一般情况下,除建筑物顶棚位置外,其他位置推荐采取直敷布线方式,顶棚内部则采取金属导管或是金属槽盒布线方式。对于电力电缆,用于传输、分配大功率电能,主要部署在建筑主干供电系统当中,推荐采取直埋敷设方式,地下埋设电缆线路,相同路径内的电缆根数控制在8根以内,实际数量大于8根时,切换到电缆沟敷设方式。在建筑室内空间,则采取电缆桥架敷设方式,室内安装桥架来承载电缆,对桥架进行防腐防火处理,桥架上分列布放各类电缆,从上到下依次敷设弱电缆、控制电缆、低压电缆与高压电缆^[3]。第二,穿越结构敷设。建筑室内空间分隔形成若干防火分区,起到抑制火势蔓延速度的作用,导线穿越墙体、楼板敷设时,面临着跨越多个防火分区的问题,致使分区防护效果大打折扣。必须在穿越结构部位额外进行防火封堵处理,套管与电缆间隔部位嵌填不燃材料,洞口部位封堵泡沫石棉、矿棉等A级防火材料,外部设置1.5mm厚度钢板进行保护。第三,竖井内部敷设。核对检查电缆竖井质量是否合格,要求竖井垂直度偏差不超过2/1000高度,电缆支架横撑水平偏差不超过2/1000宽度,对角线偏差不超过5/1000对角线长度。确定无误后,方可在井内敷设电缆,最上层电缆和竖井顶部距离不小于20cm,楼板间距不小于12cm,支架下端离地高度控制在50-10cm以上。最后,通过孔道把导线平稳牵引至竖井内部,锯掉钢铠和剔除线芯绝缘纸,拉杆、铅色封和线芯焊接连接制成牵引头,采取机械牵引方式,牵引头、钢丝网间设置防捻器,牵引速度控制在15m/min以内。

(三) 制作电缆中间接头

电缆中间接头制作环节,要求施工人员重点掌握钢铠接地线、电缆应力管安装、压接铜管、接入屏蔽层四

方面的实操要点。

第一,钢铠接地线。确认引线尺寸,一端割断电缆外护层,并在电缆头3m位置再次割断外护层,使用砂纸打磨表面,利用铜丝牢固绑扎接地扁铜线和电缆。禁止使用具备腐蚀性的助焊剂,制作完毕后擦除表面残留助焊剂。第二,电缆应力管安装。保持引线分开弯曲状态,引线靠近端部位置标设记号,擦除铜带表面灰尘污渍,使用焊锡固定铜带与捆绑多圈铜丝,铜带上划出痕迹,去掉胶带与撕下铜带。随后,铜带断口周边5cm位置继续缠绕2圈胶带,外沿处割除半导电层,剥离半导电层与清理主绝缘表面,断口位置均匀涂抹应力疏散胶。第三,压接铜管。以引线头周边6-9cm处作为电缆切削位置,经过切削加工后形成锥形,保留5mm范围内半导电层,剥离芯线与涂抹导电膏,芯线穿入铜接管内部进行压紧处理。随后,把2支外护套套设到对应电缆上,形成过分叉,再把半导电管连同绝缘管套入电缆长引线,确定全部应力控制管热缩就位、套管套设完毕后,对准芯线相位,完全穿入铜接管内部进行二次压紧^[4]。第四,接入屏蔽层。完全清除铜接管残留毛刺,把多根引线并在一起,半导电管外侧包紧钢丝网,焊锡焊住接头,按照图纸要求独立设置钢铠接地和屏蔽层接地,对接外护套,对接长度不小于10cm,在电缆外护层和外护套连接位置进行打毛密封处理,即可顺利制成电缆中间接头。

(四) 配电设备安装

在建筑供配电系统,同时部署多种类配电设备,包括配电柜、变压器、开关箱、控制箱、断路器等,各类配电设备的运行方式、安装要求不尽相同,不得混为一套。施工人员必须熟练掌握所有种类配电设备的正确安装方法,制定专项施工方案。以配电柜安装方法为例,可采取明装、暗装两种方式,重点掌握开箱检查、基础型钢安装、接线、试验调整四方面的实操要点。

第一,开箱检查。配电柜转运入场和抵达安装位置后,重复对配电柜进行开箱检查,以设备清单、技术资料 and 施工图纸为依据,细致检查附件备件齐全与否、配电柜本体外观质量、内部元件是否存在损伤裂纹等质量缺陷,禁止暗装质量不合格的配电柜。第二,基础型钢暗装。按照施工图纸在现场标记基础结构边线,基础结构尺寸略大于柜体底面尺寸,地面预留铁件上固定安装预制基础型钢架,使用水准仪进行找平找正处理,不平整位置垫设垫片,要求基础顶面标高略大于周边地面高程。随后,把配电柜平稳起吊安装在基础结构上部,要求配电柜、型钢基础的中心点完全重合,精细调整柜体垂直度、水平位置和顶面平整度,二者进行可靠连接。还需要对型钢基础进行接地处理,基础两端焊接固定室外地线扁钢,要求焊接面不小于2倍扁钢宽度。第三,柜内接线。率先布置母线,按照施工图纸来确定母线布

设位置与走向,核对检查母线垂直度偏差是否超标,要求规定上部母线每米垂直度误差不超过1.5mm,相邻两盘顶部与边部垂直度偏差分别不超过2mm与1mm。随后,柜内连接二次小线,核对确认柜内所有元器件是否准确无误,保持额定电压、控制电源电压一致状态,逐一连接各根电缆导线,要求端子板一侧单个端子接线数量不超过2根^[5]。第四,试验调整。柜体安装完毕后,立即进行调试检查,找出质量隐患,调试项目包括机械调试与电气调试,电气调试内容细分为电气操作试验、联锁功能试验和绝缘电阻测量。以绝缘电阻测量为例,对同极进线出线间隔位置、带电元件和柜体金属框架间隔位置等处进行测试,单点测试时间不得短于1min,判断实际绝缘电阻值是否达到设计要求。

(五) 防火处理

现代建筑以大型化作为发展趋势,随着建筑体量增大,更容易出现火灾事故,火灾成因复杂,火势蔓延速度快,对供配电系统防火能力提出严格要求。根据同类工程投运使用情况来看,防火处理措施欠缺,火灾持续期间,极易出现电气设备烧毁、线缆短路漏电等电气故障,或是因线路本体老化严重而引发电气火灾事故。对此,必须对供配电系统内的所有配电设备、电缆导线连同桥架等配件进行防火处理,合理选择防火措施,掌握正确操作方法。以电力电缆防火处理为例,一方面,把电缆敷设在密闭空间当中,电缆连同中间接头部署在防护阻燃槽盒内部,对盒口进行封闭处理,减轻外部环境对电缆的影响程度,如果电缆着火,利用有限氧气来熄灭火苗。另一方面,标记穿越建筑主体结构的电缆敷设位置,使用防火材料堵塞电缆孔洞与盘面间隔部位,所使用防火材料的耐火极限不得低于建筑构件耐火等级。

(六) 防雷接地

防雷接地环节,为取得理想防雷效果,推荐采取联合共同接地方式,建筑物中心为起始点,利用主体结构内部钢筋形成环形网格状接地系统,焊接连接建筑物接地钢筋和子系统节点,保持建筑整体地电位、子系统地电位一致状态,新型联合共同接地系统有着接地电阻值低、向设备提供基准电位、强化雷电感应屏蔽效果、热稳定性充足的显著优势。现场施工期间,要求施工人员重点掌握防雷引下线、避雷支架、避雷网的安装方法。

第一,防雷引下线。布设不少于2根的防雷引下线,采取对称布置方式,相邻引下线间距值控制在18.5m以内,可以使用柱体内部主筋作为引下线,要求钢筋直径大于16mm。第二,避雷支架。推荐采取侧位打眼方式来安装避雷支架,按照施工图纸在现场标记打眼位置,和外墙保持10cm以上间隔距离,清理孔内沉渣,孔内垂直插入避雷支架,测量调整支架位置与垂直度,最终在孔内灌入水泥浆。静置一段时间后,水泥浆固结硬化,永久固定避雷支架位置。第三,避雷网。以镀锌

圆钢作为防雷材料,核对检查镀锌圆钢规格尺寸与外观质量,在建筑屋面部位铺设镀锌圆钢,采取焊接方式,避雷带、屋面金属部分进行可靠连接,必须连接所有金属部分,不得遗漏。同时,严格控制焊接宽度,实际焊接宽度不得小于2.5倍镀锌圆钢宽度,后续在镀锌圆钢表面均匀喷涂防锈漆料,用于延长防雷体系实际使用寿命。

(七) 调试检查

建筑供电系统有着结构复杂、元器件精密的特征,如果设备线路本身制造质量不合格,出现错误操作行为,或是施工成品受到外力碰撞,都会形成质量安全隐患,系统故障频发,还有可能引发电气火灾事故。对此,在单体设备安装完毕、供电系统整体安装完毕后,必须开展调试检查作业,调试项目包括低压电缆绝缘电阻测试、耐压测试、相序测试、接地电阻测试、配电柜回路动作测试、系统送电调试等。系统调试检查期间,把全部低压配电柜和控制归箱内部开关保持在切断状态,按次序分区向设备机房、配电柜送电,使用到钳形万用表等工具来测定相间电压、相序电流等电气量,确定无误后合上配电柜总开关,逐一闭合所需测试回路,检查进线侧电压电流等参数是否满足设计要求,最终启动动力设备,检查是否保持相间平衡状态。同时,为增强供电系统防护效果,尽量预防继电保护误动、拒动事件发生,还需要把继电保护装置整定纳入调试检查范畴当中。

结语

综上所述,供电系统是建筑电气系统的核心部分,供电施工效果理想与否,直接决定电气系统使用效果与可靠程度。建筑企业必须进一步加强对供电技术的应用研究力度,认识到施工难点,改进现有供电施工体系,重点掌握电缆施放、导线敷设、制作电缆中间接头等环节步骤的正确工艺做法,有力把控全部技术细节,为建筑电气工程建设质量提供有力技术支撑。

参考文献

- [1] 马永辉. 建筑电气工程供配电技术的探究[J]. 大众标准化, 2024(08): 55-57.
- [2] 孔德娟, 高杨. 建筑工程供配电施工技术研究[J]. 电器工业, 2024(01): 66-70.
- [3] 李子涵. 大型公共建筑供配电电气设计与施工研究[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(04): 157-159.
- [4] 涂力, 聂金桥. 自动化智能化技术在建筑电气工程中的应用[J]. 设备管理与维修, 2020, (16): 140-141.
- [5] 韩晓辉. 住宅小区建筑电气工程的设计与实践[D]. 长春工业大学, 2019.
- [6] 张臻. 建筑电气工程施工技术难点分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(05): 153-155.