

房建电气安装中防雷接地施工方法研究

丁鑫

青岛东捷建设集团有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i10.5078

[摘要] 防雷接地系统是建筑电气工程的重要组成部分,其施工质量直接关系到建筑防雷安全与设备运行可靠性。本文系统阐述了防雷接地系统的基本组成和工作原理,从传统施工方法、现代施工方法、特殊环境施工方法三个维度对防雷接地施工技术进行分类研究,深入分析了接地装置安装、引下线敷设、接闪器调试及智能监测等关键技术要点,并提出了施工质量控制与安全管理措施。研究表明,严格遵循规范标准、优化施工工艺、加强过程管控是保障防雷接地工程质量的关键。本文可为房建电气安装中防雷接地施工提供技术参考。

[关键词] 房建电气安装; 防雷接地; 施工方法; 质量控制

中图分类号: TU85 **文献标识码:** A

Research on Construction Methods for Lightning Protection and Grounding in Building Electrical Installation

Xin Ding

Qingdao Dongjie Construction Group Co., Ltd.

[Abstract] The lightning protection and grounding system is a vital component of building electrical engineering, and its construction quality directly affects building lightning safety and the reliability of electrical equipment operation. This paper systematically describes the basic composition and working principles of lightning protection and grounding systems. It classifies construction technologies into three categories—traditional methods, modern methods, and special-environment methods—and conducts an in-depth analysis of key technical points, including grounding device installation, down conductor laying, air-termination system commissioning, and intelligent monitoring. In addition, quality control and safety management measures during construction are proposed. The study shows that strictly following standards, optimizing construction techniques, and strengthening process control are essential to ensuring the quality of lightning protection and grounding works. This paper provides technical reference for lightning protection and grounding construction in building electrical installation projects.

[Key words] Building Electrical Installation; Lightning Protection and Grounding; Construction Methods; Quality Control.

引言

雷电灾害是威胁建筑安全的重要自然因素之一,每年因雷击造成的建筑损毁、设备损坏及人员伤亡事件屡见不鲜。随着城市建设快速发展,高层建筑、智能建筑大量涌现,建筑内电子设备密集,对防雷接地系统提出了更高要求。防雷接地系统作为建筑电气安全的重要防线,其施工质量直接决定防雷效果。因此,系统研究防雷接地施工方法,梳理关键技术要点,提出质量控制措施,具有重要的工程实践意义。本文将从基础理论、施工方法分类、关键技术和质量控制等方面展开论述。

1 防雷接地系统基础理论

1.1 防雷接地系统组成

防雷接地系统主要由接闪器、引下线和接地装置三部分构成。接闪器是直接接收雷电的部件,常见的有避雷针、避雷带和避雷网等,其作用是将雷电引向自身,避免雷电直接击中建筑物其他部位。引下线则负责将接闪器接收到的雷电电流安全地传导至接地装置,它通常采用圆钢或扁钢等导电材料制作,需保证良好的电气连续性。接地装置是防雷接地系统的关键部分,由接地极和接地线组成,其作用是将雷电电流引入大地,使电流能够迅速扩散,降低建筑物附近的电位差,从而保护建筑物和人员安全。

1.2 防雷接地原理

防雷接地的基本原理是通过构建一个低阻抗的导电通路,将雷电产生的强大电流引入大地,避免电流在建筑物内部积聚,从而减少雷电对建筑物及人员的危害。当雷电击中接闪器时,电流通过引下线迅速传导至接地装置,接地装置将电流分散到大地中。在此过程中,接地电阻的大小至关重要,接地电阻越小,电流分散越快,防雷效果越好^[1]。此外,防雷接地系统还需考虑感应雷和雷电波侵入的防护,通过合理的布线和屏蔽措施,减少雷电对建筑物内电气设备的干扰和破坏。

2 房建电气安装中防雷接地施工方法分类

2.1 传统施工方法

传统防雷接地以热镀锌钢材为主材,采用焊接工艺。接闪器施工中,避雷带明敷于女儿墙,支架间距直线段1.0米、转角0.5米,转角处圆弧过渡。引下线施工中,明敷时支架间距不大于1.5米,距地1.8米以下设保护管;利用柱内主筋作引下线时,需选定至少两根直径不小于16毫米的钢筋,上下贯通焊接,搭接长度满足圆钢双面焊6倍直径、单面焊12倍直径。接地装置施工中,人工接地体埋深不小于0.8米,垂直接地极间距不小于5米,水平接地体侧立敷设。焊接后需清除焊渣并涂刷沥青防腐。接地电阻测试采用三极法,不达标时增加接地极或使用降阻剂。

2.2 现代施工方法

现代施工在材料、工艺和检测方面均有改进。放热焊接替代传统电弧焊,接头分子级结合,导电性能优于母材,避免虚焊、夹渣。铜包钢和柔性石墨接地体耐腐蚀、导电稳定,柔性石墨可任意弯曲,贴合沟槽敷设,降阻效果显著。离子接地极通过填充吸湿盐溶液改善土壤电阻率,适用于狭窄场地。高层建筑利用桩基和底板钢筋形成自然接地体。螺栓连接、压接等机械连接在等电位连接中大量使用,避免焊接质量波动。钳形接地电阻仪实现在线测量,提高检测效率。BIM技术用于深化设计,提前发现管线碰撞和预埋冲突。

2.3 特殊环境下的施工方法

高土壤电阻率地区可采用外引接地法,将接地装置延伸至低电阻率区域;场地受限时采用深井接地法,钻孔填充膨润土降阻剂,将接地极置于深层低阻土层。腐蚀性土壤应选用铜材、铜包钢或不锈钢接地材料,配合阴极保护。岩石地基可采用离子接地极,利用电解质渗入岩缝改善导电条件。冻土地区应将接地体埋设于冻土层以下,避免冻胀断裂;季节性冻土区可采用深埋或设置防冻环措施^[2]。

3 防雷接地施工关键技术

3.1 接地装置安装技术

接地装置安装直接决定接地电阻能否满足设计要求。自然接地体利用时应确保桩基钢筋、承台钢筋、底板钢筋相互电气贯通,形成闭合接地网。每根桩基至少选中两根主筋与承台钢筋焊接,底板钢筋网按不超过20米×20米间距进行跨接焊接。人工接地体敷设时,水平接地体沟槽深度不小于0.8米,槽底平整夯实,接地体侧立放入后回填素土并分层夯实,严禁回填碎石。垂

直接地极采用打入法施工,应保持垂直,顶端距地面不小于0.6米,相邻间距不小于5米。接地体焊接必须饱满密实,扁钢与扁钢搭接为宽度2倍、不少于三面施焊;圆钢与圆钢搭接为直径6倍、双面施焊。降阻剂使用时按说明书配比搅拌均匀成糊状,均匀包裹接地体,回填后保湿养护。安装完毕后,在土壤含水率适宜条件下测试接地电阻,测试值应符合设计要求。

3.2 引下线施工与敷设技术

引下线施工核心在于保证电气通路的连续可靠。利用柱内主筋作引下线时,施工前应在平面图上标注选定钢筋位置,过程中明显标识。上下层柱主筋连接需采用同规格钢筋跨接焊接,搭接长度满足规范。梁柱节点处引下线钢筋应避免受力钢筋集中区域。每次混凝土浇筑前,引下线钢筋连接须经监理验收合格方可隐蔽。明敷引下线沿外墙安装,支架间距严格设置,转角处增设支架。敷设路径应力求短直,必须弯曲时弯曲角度不小于90度,圆弧半径不小于线径10倍。不同金属连接时采取防电化学腐蚀措施。引下线距地0.3米至1.8米之间设保护管,每根引下线距地0.5米处设接地测试点。施工完毕后测量每根引下线导通电阻,确保与接地装置连接良好,断点或高阻节点须整改^[3]。

3.3 接闪器安装与调试技术

接闪器是防雷系统的“第一道防线”,其安装质量直接影响雷击捕获效率。避雷针安装时,针体垂直度偏差不应大于3%,底座与预埋件焊接牢固,焊缝饱满。独立避雷针应单独设置接地装置,与建筑接地网间距不小于3米,防止反击。航空障碍灯安装在避雷针上时,需采取等电位连接措施,避免雷击时因电位差损坏灯具。避雷带明敷时,支持件高度宜为100至150毫米,使避雷带与屋面保持间隙,利于排水和通风。避雷带应平直敷设,直线段允许偏差5毫米,全长允许偏差10毫米。屋面金属管道、金属爬梯、风机、冷却塔等突出物,必须与避雷带可靠连接,连接点不少于两处,连接线截面不小于25平方毫米。避雷网施工时,网格尺寸应符合防雷类别要求(一类防雷不大于5米×5米,二类不大于10米×10米,三类不大于20米×20米),网格交点处均应焊接连接。幕墙金属框架、金属栏杆等大面积金属体,应利用顶部圈梁内钢筋与避雷带形成多点连接,连接间距不大于18米。接闪器安装完成后,应进行整体导通测试,确保与引下线、接地装置形成完整通路。同时对外观进行检查,焊接处防腐处理到位,镀锌层无破损。

3.4 智能监测与维护技术

随着物联网技术的发展,防雷接地系统开始引入智能监测手段,实现运行状态的实时感知和预警。接地电阻在线监测系统通过在接地装置关键节点埋设长效监测电极,利用无线传输模块将接地电阻值、土壤温湿度等参数实时上传至监控平台,管理人员可远程查看历史数据和趋势曲线。当接地电阻超过设定阈值时,系统自动发送报警信息,提示现场复测和整改。雷电流监测装置安装在引下线或接闪器上,可记录雷击发生的时间、次数、峰值电流及波形极性,为雷击风险评估和防雷设施检修提供依据。等电位连接监测主要通过监测连接点的导通电阻,判断等

电位带是否发生断线或连接松动。智能监测数据可接入建筑设备监控系统或智慧运维平台,实现防雷接地设施的预防性维护。在具体施工中,监测设备应预留安装接口和取电条件,传感器与接地导体的连接应采用螺栓压接或放热焊接,保证长期接触可靠。智能监测系统本身也需做好防雷保护,其电源线和信号线应加装浪涌保护器。运维阶段,应每年至少进行一次系统巡检,核对监测数据与现场实测数据的偏差,校准传感器。

4 防雷接地施工质量控制与安全管理

4.1 施工质量控制要点

防雷接地工程质量控制应贯穿施工全过程,建立“事前预控、事中监控、事后验收”的三级管控体系。事前预控阶段,重点审查施工方案,明确搭接长度、焊接工艺、防腐要求、测试方法等技术参数。材料进场应严格检验,核对质保书、合格证,镀锌层厚度采用涂层测厚仪抽检,不合格材料一律退场。施工前组织技术交底,使操作人员明确工艺标准和验收要求。事中监控阶段,实行“停检点”验收制度:接地装置隐蔽前、引下线钢筋合模前、屋面接闪器安装后均需报验。焊接过程应监督焊工持证上岗,焊缝外观检查无气孔、夹渣、裂纹,搭接长度用钢尺实测。防腐处理应在焊接当天完成,不得过夜。等电位连接应逐点核对,确保无遗漏。事后验收阶段,接地电阻测试应在晴朗天气进行,测试电极布置符合三极法要求,测试结果应满足设计及规范要求^[4]。各项验收记录应填写规范,签字齐全,归档保存。质量控制资料包括材料报验单、隐蔽验收记录、接地电阻测试报告、工序交接记录等,应随工程进度同步形成,不得后补。

4.2 常见问题与解决方案

防雷接地施工中常见问题主要包括焊接质量缺陷、接地电阻超标、等电位遗漏及防腐处理不到位等。焊接质量缺陷表现为搭接长度不足、单面焊、焊缝夹渣或咬边。解决方案:严格执行双面焊工艺,搭接长度用模具定位控制,焊后清除焊渣并检查,不合格立即补焊。接地电阻超标常见于高土壤电阻率场地或施工不规范,解决方案:首先检查接地体埋设深度和间距是否满足要求,其次确认土壤含水率是否适宜测试,若不满足则采用换土法、降阻剂法或增加外引接地体。等电位遗漏多发于浴室、机房、幕墙等部位,解决方案:编制详细的等电位接地平面图,施工时逐一核对图上的连接点,完成后用导通测试仪逐点测量,确保导通电阻不大于0.05欧姆。防腐处理不到位表现为焊接处漏刷、涂刷厚度不足,解决方案:建立防腐工序专项检查记录,双人复核,涂刷前除锈达到St2级,涂层干膜厚度不小于80微米。

另外,引下线错位、标识缺失等问题需在土建钢筋作业时加强旁站,选用不同颜色扎丝或挂牌标识选定钢筋。

4.3 安全管理措施

防雷接地施工涉及高处作业、焊接作业、临时用电等危险源,必须落实针对性安全管理措施。高处作业方面,屋面接闪器安装、女儿墙上避雷带敷设均属临边作业,作业人员必须佩戴安全带并系挂在可靠锚固点,作业面下方应设置安全平网。移动脚手架或升降平台使用前应检查稳定性,严禁超载。遇雷雨、大风天气应立即停止露天高处作业。焊接作业安全管理:电焊机应单独设置开关箱,外壳接PE线,一次线长度不超过5米,二次线长度不超过30米。焊把线不得有破损裸露,焊工应穿戴绝缘鞋、防护面罩和防护手套。作业现场应清理易燃物,配备消防器材,动火前办理动火审批手续。临时用电管理:现场用电采用TN-S系统,实行三级配电两级保护。手持电动工具应选用II类或III类工具,其电源线长度不超过5米。夜间施工应保证充足照明。此外,接地电阻测试时测试线可能带有冲击电压,测试人员应保持安全距离,非操作人员不得触碰测试夹。施工过程中对已完成防雷成品采取保护措施,防止后续工序破坏,如利用结构钢筋作引下线时,严禁在选定钢筋上焊接其他管线支架或作为吊装锚点。

5 结束语

防雷接地系统是建筑电气安全的重要保障,其施工质量直接关系到建筑及人员安全。研究表明,传统施工方法以热镀锌钢材和焊接工艺为核心,技术成熟可靠;现代施工方法引入放热焊接、新型接地材料及智能监测技术,显著提升了施工质量和运维效率;特殊环境下需因地制宜采用深井接地、离子接地极等措施。施工中应重点把控接地装置安装、引下线敷设、接闪器调试等关键工序,严格落实焊接质量、防腐处理和等电位连接要求。通过全过程质量控制和安全防护,可有效保障防雷接地工程质量,为建筑防雷安全提供可靠保障。

[参考文献]

- [1] 桑海亮. 房建电气安装中防雷接地施工方法研究[J]. 智能建筑与工程机械, 2023, 5(7): 1-3.
- [2] 宋月宝. 房建过程中电气安装中常见问题及预防分析[J]. 建筑·建材·装饰, 2025(1): 160-162.
- [3] 张勇. 房建工程中电气安装的质量控制措施研究[J]. 工程与建设, 2023, 37(6): 1874-1875, 1896.
- [4] 张志双, 李瑞昕. 分析房建电气工程及其自动化发展趋势[J]. 工程技术发展, 2023, 4(3): 31-33.