

建筑电气接地系统现场施工关键技术研究

覃秋丽

440181*****5445

摘要: 建筑电气接地系统是保障电气设备安全运行与人员生命安全的核心设施,其现场施工质量直接影响系统可靠性与防雷、电磁兼容效果。传统施工中因工艺粗放、质量控制不到位等问题,常出现接地电阻超标、连接松动、防腐失效等缺陷。本文结合建筑电气接地系统的功能要求与施工特点,系统分析接地极、接地干线、接地支线的现场施工关键技术——包括接地极的选材与埋设、接地干线的敷设与连接、接地支线的安装与防护,探讨防腐处理与电阻测试的工艺要点;并从原材料控制、过程监管、隐蔽验收、成品保护等维度构建质量控制体系,辅以人员培训、技术保障、制度约束等实施措施,为提升接地系统现场施工质量提供理论与实践参考。

关键词: 建筑电气; 接地系统; 现场施工; 关键技术; 质量控制

DOI: 10. 64216/3104-9664. 25. 01. 010

引言

建筑电气系统作为建筑功能实现的基础支撑,其安全稳定运行直接关系到人员生命与财产安全。接地系统是建筑电气的“安全屏障”,承担着导泄雷电电流、释放设备静电、保障故障电流泄放的重要功能,是防止触电事故、设备损坏及电磁干扰的核心环节。随着建筑智能化与高层化发展,电气设备数量激增,用电负荷不断加大,对接地系统的可靠性提出更高要求——不仅需满足低接地电阻的硬性指标,更要确保连接牢固、防腐持久、系统兼容。然而,传统接地施工仍存在工艺标准化不足、质量控制滞后等问题:部分工地接地极埋深不足、焊接不牢,导致接地电阻超标;接地干线敷设不规范,与其他管线冲突引发机械损伤;防腐处理粗放,长期暴露导致接地极腐蚀失效。这些问题不仅增加了后期维护成本,更埋下安全隐患。因此,深入研究建筑电气接地系统现场施工关键技术,优化质量控制流程,成为提升建筑电气工程质量的迫切需求。

1 建筑电气接地系统的基本概念与技术要求

1.1 建筑电气接地系统的分类与功能

建筑电气接地系统依据电源中性点接地方式与设备外露可导电部分连接方式的不同,主要分为 TN、TT、IT 三大类。TN 系统中,电源中性点直接接地,设备外露可导电部分通过保护线与中性点连接,分为 TN-S (保护线与中性线分开)、TN-C (保护线与中性线合一)、TN-C-S (部分合一) 三种亚型,适用于民用建筑等对供电安全性要求较高的场景;TT 系统中,电源中性点直接

接地,设备外露可导电部分直接接地,二者接地极相互独立,适用于农村或分散式建筑,因接地极独立可避免外部接地故障的影响;IT 系统中,电源中性点不接地或通过高阻抗接地,设备外露可导电部分直接接地,该系统供电连续性极强,适用于医院手术室、数据中心等对停电敏感的场所。无论何种系统,接地装置的核心功能均在于:导泄雷电冲击电流,降低接触电压与跨步电压,保障人员安全;释放设备运行中的静电荷,防止静电积累引发的火灾或设备损坏;为故障电流提供低阻抗通路,使保护装置快速动作切断电源,减少设备烧毁风险。

1.2 接地装置的组成与技术指标

接地装置由接地极、接地干线与接地支线三部分构成。接地极是与土壤直接接触的金属导体,承担散流作用,常见类型包括角钢、圆钢、铜棒或石墨接地极;接地干线连接接地极与接地支线,实现接地电流的汇集与传输,多采用镀锌扁钢、铜排或绝缘导线;接地支线则是从接地干线引至用电设备的导体,负责将设备故障电流或静电荷导入接地系统。技术指标方面,接地电阻是最核心的参数——《建筑电气工程施工质量验收规范》规定,民用建筑接地电阻不应大于 4 欧姆,医疗建筑、数据中心等重点场所不应大于 1 欧姆。除电阻值外,连接可靠性、防腐性能与系统兼容性亦需满足要求:连接部位需牢固无松动,接触电阻小于 0.1 欧姆;接地极与干线的防腐层厚度需符合环境要求,室外接地极锌层厚度不小于 65 微米,室内不小于 30 微米;不同材质导体连接时需采用过渡接头,避免电化学反应影响系统寿命。

2 建筑电气接地系统现场施工关键技术

2.1 接地极的施工技术

接地极的施工质量直接决定接地系统的散流效果，关键在于选材、埋设与连接。选材上，需根据土壤电阻率与环境腐蚀性选择：土壤电阻率较低的区域（如黏土）可选用 $50 \times 50 \times 5$ 毫米的镀锌角钢，长度 2.5 米，兼具强度与耐腐蚀性；土壤电阻率较高的区域（如砂石土）宜选用铜棒或石墨接地极，降低接地电阻；高腐蚀环境（如沿海盐雾地区）应采用不锈钢角钢或热镀锌加涂防腐漆的复合防护。埋设时，需确保接地极垂直打入地下，埋深不小于 2.5 米——埋深增加可降低土壤接触电阻，同时避免地表温度变化与机械损伤；若遇岩石层，需采用钻孔埋设法，孔径比接地极大 10 毫米，深度超出接地极 0.5 米，填充降阻剂（如膨润土或石墨粉）后插入接地极，回填土分层夯实，确保接地极与土壤紧密接触。连接方面，多根接地极需间隔布置，间距不小于 5 米——避免接地极之间的屏蔽效应，保证每根接地极都能有效散流；连接时采用焊接或放热焊接，焊接长度需满足要求：扁钢搭接为宽度的 2 倍，三面施焊；圆钢搭接为直径的 6 倍，双面施焊；焊接处需清除焊渣，涂刷防腐漆，防止腐蚀断裂。

2.2 接地干线的敷设与连接技术

接地干线的敷设需兼顾美观性与功能性，分明敷与暗敷两种方式。明敷时，多采用镀锌扁钢或铜排，沿墙或顶板敷设，用角钢支架固定，支架间距不大于 1 米；转弯处需用与干线材质相同的弯头，弯曲半径不小于扁钢宽度的 2 倍或铜排厚度的 6 倍，避免导体受到机械应力；穿越楼板或墙体时，需穿金属导管保护，导管与接地干线可靠连接，防止机械损伤。暗敷时，接地干线需随混凝土结构施工同步敷设，采用 PVC 导管或钢管保护，导管固定在钢筋骨架上，避免移位；在楼板内敷设时，导管间距不大于 500 毫米，确保干线位置准确；在墙体敷设时，导管用水泥钉固定，间距不大于 300 毫米，避免后期装修破坏。连接方面，接地干线与接地极的连接需采用焊接或螺栓连接：焊接时，焊缝长度不小于干线截面的 2 倍，饱满无气孔；螺栓连接时，需采用镀锌螺栓与防松垫片，接触面涂导电膏，确保接触良好，接触电阻小于 0.1 欧姆。

2.3 接地支线的安装与防护技术

接地支线是从接地干线引至用电设备的最后环节，

其安装质量直接影响设备接地的可靠性。支线多采用 BV 线、BVR 线或镀锌铜芯线，穿 PVC 管或金属管暗敷。安装时，支线需从接地干线的接线端子引出，避免直接在干线上剥线连接，防止损伤干线导体；接线端子需采用铜质或镀锌端子，压接牢固，无松动；支线与设备端子的连接需采用螺栓连接或压接端子，接触面涂导电膏，确保接触电阻小且稳定。防护方面，支线穿越墙体或楼板时需穿管保护，防止鼠咬或机械损伤；在潮湿环境（如卫生间、厨房），支线的绝缘层需采用防水型，接线端子需做防水处理，避免受潮氧化；明敷支线需用线槽或导管保护，避免碰撞或日晒老化。

2.4 防腐处理技术

接地系统的防腐是确保长期可靠性的关键，需根据环境条件选择合适的防腐方法。热镀锌是最常用的方法，将角钢或扁钢浸入熔融锌液中，形成锌铁合金层与纯锌层，锌层厚度不小于 65 微米，适用于室外接地极与干线；涂沥青漆或防腐漆适用于室内环境，涂刷两遍，厚度不小于 0.1 毫米，需在镀锌层干燥后再涂刷，避免破坏锌层；阴极保护法适用于高腐蚀环境，如化工厂或沿海地区，采用牺牲阳极法，将镁合金或锌合金阳极埋在接地极旁边，通过导线连接，阳极溶解释放电子，保护接地极不被腐蚀；对于铜质接地极，可采用钝化处理，在表面形成一层钝化膜，提高耐腐蚀性^[1]。

2.5 接地电阻测试技术

接地电阻测试是验证施工质量的关键步骤，需选择合适的仪器与方法。常用仪器为 ZC-8 型接地电阻测试仪，适用于现场测试。测试前，需清理接地极周围的土壤，去除杂草与松散土块，避免影响测试结果；将电流极与电压极分别打入地下，电流极距离接地极 20 米，电压极距离接地极 10 米，形成等腰三角形布置，确保回路电阻稳定。测试时，将测试仪的 E 端连接接地极，C 端连接电流极，P 端连接电压极，摇动发电机至额定转速（约 120 转/分钟），读取指针指示的电阻值；测试需在干燥天气进行，避免雨后土壤湿度大导致电阻值偏低；测试后，需记录数据，与设计值比较，若超过允许偏差，需采取措施：增加接地极数量、填充降阻剂或更换高导电率的接地极材料。

3 建筑电气接地系统现场施工质量控制体系

3.1 原材料质量控制

原材料质量是施工质量的基础，需严格检验。接地

极进场时,需核对材质证明、力学性能报告(拉伸强度、屈服强度)与镀锌层厚度检测报告,用游标卡尺测量角钢的规格,用测厚仪测量镀锌层厚度,不符合要求的严禁入场;接地干线的扁钢或铜排需检查规格、镀锌层厚度,铜排需检查导电率;支线的导线需检查绝缘层厚度、导电率,绝缘电阻需大于 0.5 兆欧;辅助材料如焊接材料、防腐漆需检查出厂合格证,确保符合标准^[2]。

3.2 过程质量控制

过程控制是确保每道工序质量的关键。接地极埋设时,需检查埋深、间距与垂直度,用尺子测量埋深,用水平仪测量垂直度,不符合要求的重新埋设;焊接时,检查焊缝长度、饱满度与防腐处理,用焊缝检测尺测量焊缝高度,用放大镜检查有无气孔、夹渣;接地干线敷设时,检查支架间距、弯曲半径与固定牢固程度,用卷尺测量支架间距,用弯管器检查弯曲半径;接地支线安装时,检查接线端子的压接质量、接触电阻与防护措施,用万用表测量接触电阻,用摇表测量绝缘电阻。

3.3 隐蔽工程验收

隐蔽工程验收是防止质量隐患的重要环节。接地极埋设完成后,需进行隐蔽验收,检查数量、位置、埋深与焊接质量,填写隐蔽工程验收记录,由监理工程师签字确认;接地干线暗敷在混凝土楼板或墙体中时,需在覆盖前验收,检查导管的位置、固定情况与连接质量,拍照留存,确保后续维修可追溯。

3.4 成品保护

成品保护是避免施工损坏的关键。接地干线敷设后,需覆盖保护板,防止碰撞变形;防腐层破坏的地方,需及时补涂防腐漆;接地极周围的土壤需夯实,避免沉降导致接地极暴露;在后续施工中,需避免在接地系统附近进行打桩、开挖等作业,防止破坏接地极与干线^[3]。

4 建筑电气接地系统现场施工的实施保障措施

4.1 人员培训

人员素质是施工质量的保障,需开展针对性培训。技术培训方面,讲解接地系统的原理、施工工艺、质量要求,重点培训接地极的埋设、焊接工艺与防腐处理;安全培训方面,讲解用电安全、机械操作安全与高空作

业安全,避免施工事故;考核方面,培训后需进行理论与实操考核,合格后方可上岗,确保施工人员掌握关键技术与安全规程。

4.2 技术保障

技术保障是提升施工精度的关键。编制详细的施工方案,明确接地极的布置、接地干线的敷设、焊接工艺与防腐处理,确保施工有章可循;采用 BIM 技术模拟接地系统的布置,检查与其他管线(如给排水、暖通)的冲突,提前调整方案,避免施工中出现返工;引入数字化工具,如接地电阻测试仪、测厚仪、游标卡尺,提高测试与检测的准确性^[4]。

4.3 制度保障

制度保障是规范施工行为的依据。建立质量责任制,每道工序的负责人需签字确认,质量不合格的要追溯责任;制定验收标准,严格按照《建筑电气工程施工质量验收规范》执行,不符合要求的工序不得进入下一道;建立奖惩机制,对质量优秀的班组与个人给予奖励,对质量不合格的进行处罚,激发施工人员的积极性。

5 结论

建筑电气接地系统现场施工质量直接关系到电气系统的安全与可靠性,其关键技术涵盖接地极、接地干线、接地支线的施工与防腐、电阻测试等环节。通过对选材、埋设、连接、防腐等工艺的优化,结合原材料控制、过程监管、隐蔽验收与成品保护的质量控制体系,辅以人员培训、技术保障与制度约束的实施措施,可有效提升接地系统的施工质量,降低接地电阻超标、连接松动、防腐失效等问题的发生率。

参考文献

- [1]曾亮.建筑电气工程中防雷接地系统的施工技术研究[J].散装水泥,2024(4):98-100.
- [2]曹小屹.建筑电气施工中接零及接地施工技术研究[J].现代工程科技,2025(4):117-120.
- [3]陈先富.分析建筑电气安装中防雷接地施工技术[J].江西建材,2017(17):193-194.
- [4]刘惠文,张莹,邓雅琦.建筑电气工程中的防雷接地技术及其应用研究[J].自动化应用,2024(20):36-38.