

建筑物防雷施工中的常见问题及安全防护

王富坤

青海省高原绿色建筑与建材工程技术研究中心 青海 西宁 810000

青海省建筑建材科学研究院有限责任公司 青海 西宁 810000

青海省高原绿色建筑与生态社区重点实验室 青海 西宁 810000

摘要: 本文围绕建筑物防雷施工展开,分析接闪装置、引下线、接地装置等方面的常见问题,以及防雷装置与其他设施配合的问题。针对这些问题,提出接闪器、引下线、接地装置等的防护措施;还阐述了安全防护保障体系及发展趋势,为提升防雷施工质量提供参考。

关键词: 建筑物防雷; 施工问题; 防护措施; 保障体系; 发展趋势

引言: 雷电作为自然现象,对建筑物及内部人员、设备构成潜在威胁。建筑物防雷施工是抵御雷电危害的关键环节,其质量直接关系到建筑的安全与稳定。当前,防雷施工中存在接闪装置安装不合理、引下线布置不当等问题,影响防雷效果。研究这些常见问题,探索有效的安全防护措施,对完善防雷系统、保障建筑物安全具有重要意义,也是建筑安全领域需持续关注的课题。

1 建筑物防雷施工中的常见问题

1.1 接闪装置施工问题

接闪器安装位置不合理体现在偏离建筑易受雷击的关键区域。部分施工中接闪器未沿屋脊、檐角等制高点布置,导致防护范围出现空隙,使建筑局部暴露在直击雷威胁下。平屋顶建筑的接闪器若仅集中在边缘位置,未覆盖屋顶中央高耸设备,会使这些设备成为雷击目标。接闪器连接不规范影响电流传导的连续性^[1]。搭接长度不足或焊接工艺粗糙,会在接口处形成电阻隐患,雷电通过时可能因接触不良产生火花。螺栓连接未采取防松措施,长期受振动影响出现松动,破坏接闪器整体的导电通路。接闪器表面未做防腐处理,在潮湿环境中易锈蚀,削弱其导电性能与结构强度。

1.2 引下线施工问题

引下线布置间距不符合要求会削弱防雷系统的泄流能力。间距过大导致雷电能量无法通过多路径快速分散,单根引下线承载电流过大,可能超过其耐受限度。部分建筑为节省材料减少引下线数量,使间距远超规范范围,增加雷电击穿空气形成侧击的风险。引下线与其他构件连接不当形成安全隐患。与金属门窗、管道等构件距离过近且未做绝缘处理,雷电通过时可能引发火花放电。连接点未进行可靠固定,受外力牵拉后出现位

移,破坏与接闪器、接地装置的连接稳定性。引下线表面涂刷普通油漆替代专用防腐漆,加速锈蚀过程,缩短使用寿命。

1.3 接地装置施工问题

接地体埋深不足降低系统的稳定性。埋深过浅使接地体受季节温度变化影响显著,冬季冻土可能导致接地电阻大幅上升。地表活动频繁区域的浅埋接地体易被机械碾压损坏,中断接地通路^[2]。接地电阻不符合标准无法满足雷电泄放需求。土壤电阻率较高区域未采取换土、添加降阻剂等措施,使接地电阻值超过规定限值,雷电电流无法快速导入大地,可能沿引线反向击穿设备。接地体连接不牢固影响散流效果。焊接接口未做防腐处理出现锈蚀断裂,或螺栓连接松动,都会增大接地系统的整体电阻,阻碍电流向土壤扩散。

1.4 防雷装置与其他设施配合问题

防雷装置与电气设备连接不合理易引发反击事故。两者间距过小时,雷电击中接闪器后产生的高电位可能通过空气间隙对电气设备放电,击穿设备绝缘层造成损坏。未在电气线路上安装适配的避雷器,雷电波沿线路传播时无法得到有效抑制,会侵入设备内部造成电路烧毁。防雷装置与建筑结构冲突影响施工质量与结构安全。引下线敷设时随意穿越建筑承重构件,破坏结构完整性。接地体施工未避开建筑基础钢筋,两者连接形成杂散电流通路,可能加速钢筋腐蚀,影响建筑耐久性。

2 建筑物防雷施工中的安全防护措施

2.1 接闪装置防护措施

科学确定接闪器安装位置需结合建筑形态与雷击概率分布。针对坡屋顶建筑,沿屋脊、檐角等制高点布置接闪器,采用明敷方式确保与屋面结构牢固连接,确保防护范围覆盖整个屋面。平屋顶建筑在边缘及中央高耸

设备周围增设接闪器,选用针式与带式组合形式,形成立体防护网络。根据建筑高度与周边环境,利用滚球法计算接闪器保护半径,避免因布置稀疏出现防护盲区。规范接闪器连接工艺注重接口处理质量。焊接时保证搭接长度不小于接闪器直径的6倍,采用双面施焊确保焊缝饱满无夹渣。螺栓连接时选用防松螺母,接触面涂抹导电膏减少接触电阻,连接后使用导通测试仪检测,确保电流传导顺畅无阻碍。

2.2 引下线防护措施

合理规划引下线布置间距需根据建筑周长与高度确定数量。周长较大的建筑均匀设置多组引下线,间距控制在规定范围内,引下线之间保持对称分布,使雷电能量通过多路径分散泄放。高层建筑增加引下线密度,在转角与立面交接处增设引下线,降低单根引下线的电流负荷。优化引下线与其他构件的连接方式需采取隔离与固定措施。引下线与金属构件保持安全距离,无法避开时采用高强度绝缘支架隔离,支架间距不超过1.5米确保稳固。穿越墙体或楼板处设置镀锌钢保护管,管内填充防火密封材料,既固定引下线又防止火灾蔓延。连接点采用机械固定与焊接结合的方式,接口处缠绕防火胶布,避免受外力影响出现松动。

2.3 接地装置防护措施

保证接地体埋深符合要求需根据土壤条件调整深度。一般区域接地体埋深不小于0.8米,冻土区需埋入冻土层以下至少0.5米,确保全年接地电阻稳定。回填土选用导电性良好的细土混合少量降阻剂,分层夯实减少空隙避免空气隔离。采取措施降低接地电阻需针对土壤特性施策。土壤电阻率较高区域采用换土法填入降阻剂,降阻剂应均匀包裹接地体,或铺设石墨接地模块扩大散流面积^[3]。通过深井接地增加接地体与土壤的接触深度,井内填充膨润土增强导电性,利用地下水降低电阻率。加强接地体连接的牢固性需强化接口防腐处理。焊接接口清除焊渣后涂刷两道防腐漆与一道面漆,螺栓连接采用热镀锌配件,连接处包裹三层防腐胶带并压实,定期检查接口状况,发现锈蚀及时用砂纸打磨后重新防腐处理。

2.4 防雷装置与其他设施配合的防护措施

规范防雷装置与电气设备的连接需控制间距与安装保护装置。两者之间保持足够安全距离,间距不足时设置绝缘隔离屏障,屏障选用耐高压绝缘材料且厚度不小于5毫米。电气线路进出建筑处安装避雷器,选用与线路电压等级匹配的型号,避雷器接地引线采用多股铜缆且长度尽可能缩短,限制雷电波侵入幅值。将电气设备金

属外壳与防雷接地系统可靠连接,连接线选用截面积不小于16平方毫米的铜导线,形成等电位体避免电位差引发反击。协调防雷装置与建筑结构的关系需兼顾安全与结构完整。引下线沿建筑外墙或柱体敷设,固定点与墙面保持30毫米距离,避免随意穿越承重结构,确需穿越时预留直径大于引下线10毫米的孔洞并做好密封处理。接地体施工避开建筑基础钢筋,若无法避开则采用绝缘套管隔离,套管长度超出钢筋连接区域300毫米以上,防止杂散电流腐蚀钢筋,保障建筑结构耐久性。

3 防雷施工安全防护的保障体系

3.1 施工人员的安全意识培养

强化防雷施工安全重要性的认知需通过系统性培训实现。结合典型防雷事故案例解析,展示违规操作可能导致的设备损坏与结构隐患,让施工人员理解每道工序的安全意义。定期组织安全知识讲座,讲解雷电特性与防护原理,使施工人员认识到规范操作对自身与建筑安全的双重价值。培训内容需结合施工场景,如高空作业时接闪器安装的安全要点,增强认知的针对性。提升应对突发安全问题的能力依赖模拟演练与技能训练。设置雷击预警、设备故障等模拟场景,训练施工人员在紧急情况下的处置流程,如快速撤离至安全区域或切断危险电源。开展应急工具使用培训,确保每人能熟练操作绝缘设备与灭火器材,在突发状况下准确采取措施。演练后进行复盘总结,分析处置过程中的不足并改进,逐步提升整体应急响应水平。培训结束后通过理论与实操考核,验证学习效果,考核未通过者需重新参与培训。

3.2 施工质量的全过程管控

明确各环节质量验收标准为施工提供明确指引。针对接闪器安装、引下线连接等关键工序,制定可量化的验收指标,如焊接接口的平整度与牢固度要求。将标准融入施工手册,发放至各作业小组,确保每个施工人员清楚质量底线^[4]。验收时采用双人复核机制,避免单一判断导致的疏漏,对不符合标准的工序要求立即整改,不允许进入下一道流程。加强隐蔽工程的检查与记录需注重细节留存。接地体埋入前需检查埋深与防腐处理状况,拍摄影像资料存档,标注具体位置与施工时间。引下线穿越墙体处的防护措施需在封闭前由专人核查,确认隔离材料铺设与密封处理符合要求,检查结果纳入工程档案。记录需保持连续性,每道隐蔽工序的检查结果与上一道工序形成衔接,便于追溯质量问题根源。档案需采用纸质与电子双备份,防止数据丢失影响后期追溯。

3.3 技术支持与创新应用

引入先进的防雷施工技术与工具可提升安全防护效

能。采用机械化设备进行接地体埋设,减少人工挖掘带来的安全风险,同时提高埋深精度。使用模块化接闪器组件,通过预制接口简化现场安装流程,降低因操作复杂导致的失误概率。新型绝缘工具的应用可增强带电作业时的防护能力,如耐高压的绝缘手套与操作杆,为施工人员提供额外安全屏障。利用检测设备实时监控施工质量能及时发现问题。在接地装置施工中,使用接地电阻测试仪实时监测电阻变化,根据数据调整降阻措施,避免后期返工。安装在线监测传感器,实时传输引下线连接点的温度与电流数据,异常波动时发出预警,便于及时排查接触不良等问题。检测数据需同步存储至管理系统,形成质量变化曲线,为后续维护提供参考依据。定期对检测设备进行校准,确保监测数据的准确性与可靠性。

4 建筑物防雷施工安全防护的发展趋势

4.1 防雷施工技术的智能化升级

新型防雷材料的研发与应用聚焦于提升防护性能与适应性。具有自修复功能的防腐涂层可在出现微小破损时自动愈合,延长接闪器与引下线的使用寿命,减少后期维护频次。柔性导电材料的应用使接闪器能更好地贴合复杂建筑曲面,避免因形态限制产生防护盲区。纳米复合材料通过优化内部结构提升导电效率,确保雷电电流快速传导的同时降低材料重量,便于高空安装。自动化施工设备在防雷工程中的运用改变传统作业模式。无人机搭载定位系统可精准测量屋面尺寸,辅助规划接闪器最优布置路径,减少人工测量的误差与安全风险。智能机械臂能完成高空接闪器的自动安装,通过预设程序保证连接精度,在恶劣天气条件下仍可稳定作业,降低人工高空作业的危险系数。

4.2 安全防护体系的规范化建设

施工标准与流程的进一步完善注重细节与场景适配。针对不同建筑类型如高层建筑、易燃易爆场所,制定差异化的防雷施工规范,明确特殊环境下的技术要求。将施工各环节的操作步骤分解为可执行的具体动作,形成标准化作业清单,确保施工人员按统一标准操作。流程优化强调各工序的衔接逻辑,如接地装置施工完成后必须经过电阻测试方可进行引下线连接,避免工序颠倒导致的质量隐患^[5]。安全评估与风险预警机制的

健全依托数据积累与分析。建立防雷施工风险数据库,汇总历史事故案例与隐患类型,形成风险评估模型,施工前可根据项目特点预判潜在风险点。引入环境监测设备,实时捕捉雷雨天气等突发状况,提前发出预警并启动相应防护预案,确保施工过程不受极端天气干扰。

4.3 全生命周期防雷安全管理的拓展

从施工阶段向运维阶段延伸防护理念打破传统管理的阶段性分割。施工过程中同步建立防雷系统数字档案,记录各组件的型号、安装位置与检测数据,为后期运维提供基础信息。将施工时的质量验收标准延伸至运维阶段,使维护工作有统一依据,如接闪器的检查频次与合格标准保持前后一致。运维人员参与施工阶段的技术交底,了解系统设计意图与薄弱环节,提升后期维护的针对性。建立防雷系统长期监测与维护体系实现动态管理。在关键节点安装传感器,实时监测接地电阻、构件温度等参数,数据异常时自动推送预警信息,便于及时排查问题。制定周期性维护计划,结合监测数据调整维护重点,如对腐蚀速率较快的区域增加检查次数,通过预防性维护降低故障概率,确保防雷系统长期处于有效工作状态。

结束语

建筑物防雷施工的安全防护需全面应对各类问题,从具体防护措施到保障体系构建都至关重要。通过规范施工、强化管理、借助技术创新,可有效提升防雷系统性能。未来,随着智能化与规范化发展,全生命周期管理的推进将进一步保障防雷安全,为建筑物长期稳定运行提供可靠防雷保障。

参考文献

- [1] 颜转娣.防雷接地施工技术在建筑电气安装中的应用探究[J].仪器仪表用户,2025,32(4):103-105.
- [2] 陈然君宇.建筑物防雷检测工作中的常见问题及处理应对[J].城市建设理论研究(电子版),2023(20):66-68.
- [3] 杨帅帅.建筑电气安装中防雷接地施工技术运用分析[J].砖瓦世界,2024(10):49-51.
- [4] 李国鹏.建筑电气施工中防雷接地保护问题探析[J].建材与装饰,2024,20(15):139-141.
- [5] 段东生.高层建筑电气施工中防雷及接地技术应用思考[J].建筑·建材·装饰,2024(18):175-177.