

建筑电气防雷接地设计要点探究

黄静文

广州市建工设计院有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/ADA.2025020036

摘要 : 文章旨在系统构建现代建筑, 尤其是高层建筑的电气防雷接地设计体系。目的是深入剖析防雷系统的核心构成与设计原则, 识别并探讨在侧击雷防护、雷电波侵入、直击雷防护及接地装置设置中的关键技术与难点问题, 进而提出一套涵盖接闪、引下、接地等电位联结及屏蔽的综合防护措施。期望能为提升建筑的整体防雷安全性与可靠性提供系统的理论指导和实践框架。

关键词 : 建筑电气; 防雷接地设计; 要点

Exploration of Key Points in the Design of Lightning Protection and Grounding for Building Electrical Systems

Huang Jingwen

Guangzhou Construction Engineering Design Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : This paper aims to systematically establish an electrical lightning protection and grounding design framework for modern buildings, particularly high-rise structures. It seeks to thoroughly analyze the core components and design principles of lightning protection systems, identify and address key technical challenges in side-flash protection, lightning wave intrusion, direct lightning strike protection, and grounding device installation. Consequently, it proposes a comprehensive protection strategy encompassing lightning arresters, down conductors, equipotential bonding, and shielding. It is hoped that this work will provide systematic theoretical guidance and a practical framework for enhancing the overall lightning protection safety and reliability of buildings.

Keywords : building electrical systems; lightning protection grounding design; key points

引言

雷电对现代建筑的威胁日益复杂, 不仅包括直接的物理摧毁, 更包括通过多种途径侵入的雷电波、感应过电压对内部精密电气电子设备的致命损害。随着建筑形态向高层化、智能化发展, 其防雷接地设计已超越简单的避雷针安装, 演变为一个涉及建筑结构、电气工程、电磁兼容等多学科的系统工程。因此, 对建筑电气防雷接地设计进行系统性的梳理与研究, 确明其设计要点、应对技术挑战、集成防护措施, 具有极其重要的现实意义和工程价值。

一、建筑电气防雷接地相关概述

(一) 雷电防护系统构成

建筑防雷体系由外部防护与内部防护两大模块共同组成。外部防护模块具体涵盖引下导体、拦截接闪装置以及大地接入装置三个核心组件, 其设计直面雷击威胁, 核心目标在于最大限度降低直击雷对建筑本体造成的物理损伤。内部防护体系则聚焦于建筑内部环境安全, 由电势均衡系统、线缆路径规划、电磁屏蔽体系及瞬态过电压保护装置四大要素构成。其中等电位连接保障了建筑内部导电位差均衡, 科学布线规避了感应雷入侵路径, 屏蔽体系抑制了电磁脉冲干扰, 而电涌保护器则有效吸收了线路中的瞬态浪涌。这些子系统协同运作, 共同守护建筑电气绝缘安全,

确保内部各类系统在雷暴环境下仍能持续稳定运行。

(二) 接闪与引下导体系统

接闪与引下导体系统需与接闪杆协同工作, 以此构筑建筑抵御直接雷击的第一道防线。其核心使命在于, 当建筑物遭遇雷击的瞬间, 能够安全地将巨大的雷电流引导至大地深处。在此关键过程中, 该系统实质上是充当了雷电流泄放的主通道, 确保能量得以快速消散。针对该系统导体的选型, 高导电性仅是基础要求。为确保其在服役期内能持续可靠地工作, 材料还必须具备优异的抗腐蚀能力与足够的机械强度, 从而应对长期自然环境侵蚀与瞬时电动力冲击, 保障导雷效能不随时间衰减^[1]。

(三) 等电位均衡联结

等电位均衡联结的核心作用, 是借助低阻抗导体构建一个统

一的电气连接网络。该网络将建筑结构内部及周边广泛分布的金属部件，诸如结构主筋、给排水管道、燃气线路、信号线缆屏蔽层以及电力系统的接地干线等进行一体化连接。通过这种广泛的互联，整个建筑物在电气特性上得以整合为一个近似同步的电位体。当强大的雷电流侵入时，此系统能迅速均衡不同金属物体之间可能产生的危险电压，将瞬态电位差抑制在安全范围内。其根本目的在于，最大限度地消除由雷击引发的火花放电、旁侧闪络等二次危害，从而为建筑物内部复杂的电气与电子系统提供基础性的安全防护。

（四）防雷系统协调配合

现代建筑防雷系统强调各子系统之间的协调配合与整体效能。接闪器、引下线、接地装置需要形成连续、通畅的雷电流泄放通道，任何环节的缺失或薄弱都会影响整体防护效果。防雷系统还需与建筑结构、设备布置、管线综合等专业密切配合，在建筑设计初期就统筹考虑防雷需求。例如，建筑结构中的钢筋网可以作为自然引下线使用，但需要确保其电气连通性；设备布置应避开可能遭受直接雷击的区域；管线布置应避免形成感应环路。通过系统化的设计与协调，才能实现经济、有效的防雷保护^[2]。

二、建筑电气防雷接地设计中的问题

（一）侧击雷防护设计策略

在高层建筑的施工过程中，通常采用钢结构或钢筋混凝土结构作为主要承重体系。因此，在进行侧击雷防护设计时，必须充分考虑这两种结构形式的特点及其对雷电效应的影响。建议在设计过程中积极引入相关领域专家的意见，确保对结构因素的评估全面且深入，从而提升整体设计的合理性与安全性。此外，作为引下线使用的钢筋材料，其选型与布置应兼顾科学性与实用性。设计人员需结合建筑结构的实际条件，合理规划引下线的走向与连接方式，确保雷电流能够被安全、高效地导入接地装置，从而有效降低雷击带来的风险。对于建筑外立面可能存在的装饰构件，如金属幕墙、玻璃饰面等，同样需纳入防雷设计的综合考量。这些外部元素可能改变建筑物的电场分布或引雷路径，因此应通过系统的电气分析与接地设计，最大限度地减少其对防雷系统的不利影响，避免因雷击导致的附加经济损失。

（二）雷电波侵入防护设计

低压线路的选型与配置需综合考虑其引入建筑的不同路径及相应的雷电波侵入防护方式。例如，若低压线路采用地下敷设方式进入建筑物，可优先选用电缆直埋入户的方案，并将电缆入户端与建筑防雷系统进行可靠连接，从而构建有效的雷电波泄放通道。建筑内部各类用电设备同样面临雷电波过电压侵袭的风险。为此，宜将重要设备布置于接闪装置所形成的保护空间内，利用其屏蔽作用减弱电磁脉冲的影响，提升设备运行的可靠性。当建筑物内部存在架空敷设或埋地安装的金属管道时，这些长导体可能成为雷电波传导的路径。应在设计阶段充分考虑其与防雷系统的电位连接要求，通过完善的等电位联结措施，防止因雷电感应产生的高电位差对人员与设备造成危害。

（三）直击雷防护系统设计

在防御直接雷击的工程实践中，避雷网与避雷针是应用最为广泛的防护装置。此外，也可根据实际情况选用其他结构相对简单的接闪设施，作为建筑防雷接地系统的组成部分。这些接闪装置若能满足建筑电气防雷接地的技术要求，均可应用于高层建筑的防雷设计中。需要指出的是，部分民用住宅中自行选用的接闪设备，在规格参数或安装方式上可能未能完全符合国家相关规范的标准要求。在民用建筑的防雷接地系统构建过程中，地下引线部分的规划设计尤为关键。通常建议将建筑内部的相关施工设备与接地导体连成环状通路，形成闭合的接地环路结构。这种布置方式有助于实现电位的均衡分布，为雷电流提供低阻抗的泄放路径，从而增强整体防雷效果^[3]。

（四）防雷感应系统设计

为提升建筑整体防雷系统对雷电感应的防护能力，需将建筑物内部各类金属构件及设备装置纳入统一的防雷接地体系。通过可靠的电气连接与接地处理，可显著降低雷电流侵入风险，同时确保防雷装置具备足够的感应灵敏度与响应能力。在工程实施阶段，还需特别关注建筑内部金属管道的防雷感应设计。无论是给排水管道、通风管道还是其他贯穿建筑结构的金属管线，均应采取适当的屏蔽与接地措施。通过建立完整的等电位连接网络，有效抑制因雷电电磁脉冲引发的感应过电压，从而保障建筑内部设备与人员安全，实现预期的防雷保护效果。

（五）接地装置设计难点

在建筑电气防雷接地系统中，接地装置的设置面临多重技术挑战。不同地质条件下的土壤电阻率存在显著差异，直接影响接地电阻的达标难度。特别是在城市密集区域，可用接地面积有限，使得传统辐射状接地极的布置受到限制。此外，地下管网错综复杂，接地装置与其他地下设施之间需要保持足够的安全间距，这在空间有限的场地中往往难以实现。接地装置还需要考虑与建筑基础接地体的有效连接，以及在腐蚀性土壤环境中的耐久性问题。这些因素共同构成了接地装置设计过程中的关键技术难点，需要在设计阶段进行充分的勘测与评估。

三、建筑电气防雷接地设计的措施

（一）接闪装置配置要点

接闪装置作为防雷体系中的首要拦截单元，其性能优劣与配置合理性直接影响整体防雷工程的效果。在具体设计中，应结合建筑造型、功能分区及周边环境等特点，充分利用建筑本体中适宜接闪的构造部位，实现接闪装置的优化布置。设计过程中需深入分析建筑的结构形式与空间特征，确保接闪装置与建筑主体之间形成稳固可靠的电气贯通。当遭遇雷击时，这一设计能够促使雷电流通过预设的引下通路快速导向接地装置，完成能量的有效耗散，从而实现防雷系统保障建筑安全的核心目标。通过对接闪装置的科学选型与精准定位，不仅可提升雷电流导泄的可靠性，还能增强建筑整体防雷系统的协调性与稳定性，为建筑物及其内部设备提供更为完善的防护^[4]。

（二）优质防雷导线的选型要求

我国现行防雷技术规范对雷暴条件下建筑物与地面之间的电气安全距离有明确限定。当建筑结构超过这一限定高度时，必须按照标准要求设置完整的电气防雷接地系统。对于多层及高层建筑，需优先构建完整的避雷网格系统，使其能够有效覆盖建筑易受雷击部位。当建筑遭遇直接雷击时，完善的接闪引流系统可将雷电流通过预设路径安全导引至接地装置。高层建筑因其竖向高度与结构特点，在防雷系统设计时应充分利用其空间优势，通过立体化的避雷网络实现更大范围的保护覆盖。在防雷导线的选型方面，必须严格遵循国家规范中对导体截面、材料导电性和耐腐蚀性等参数的要求。优质电缆及配套装置的应用，不仅能确保雷电流泄放通道的可靠性，还能显著提升建筑整体防雷系统的耐久性与稳定性，为防雷接地系统的长期有效运行提供保障。

（三）防雷接地系统的关键考量

在高层建筑的防雷接地系统设计中，雷电流的有效疏散与均衡分布是需要重点解决的技术问题。由于建筑高度带来的雷击风险增加，设计人员需特别关注电流泄放路径的合理性与可靠性。为控制高层建筑可能承受的过大雷电流，并有效降低建筑表面不同位置间的雷电电位差，工程上常采用沿建筑外围设置均压环的方案。这些环状导体与建筑内部结构构件相连，形成贯通整栋建筑的等电位连接网络。此种设计不仅增强了引下线在引导雷电流时的安全性能，还能促进电流的多路径分流。通过构建完善的等电位体系，可实现建筑各部位电势的有效均衡，显著改善雷电流在建筑结构中的分布状态。这种系统化的接地设计既提升了建筑整体的防雷保护效果，也为建筑内部人员与设备提供了更可靠的安全保障，从而增强建筑应对雷击风险的综合能力。

（四）屏蔽防护的系统设计

在高层建筑中，纵向敷设的强弱电线路应规划于具备屏蔽功能的专用竖井内。竖井在各楼层的连接部位需保持可靠的电气连通，并通过工艺控制最大限度降低接触电阻，从而确保屏蔽体系的完整性。从电磁防护角度考虑，竖井宜设置在建筑中心区域。该区域在雷击电磁脉冲作用下场强相对较弱，常见适宜位置包括

电梯井道侧边及疏散通道相邻区域。为提升高层建筑防雷及抗电涌干扰能力，还应对电子设备及其连接线路采取系统的屏蔽保护措施。高层建筑的主要电气干线通常沿竖井垂直敷设，此时应合理规划线路走向，使其尽量邻近作为引下线使用的结构主筋。敷设过程中使用的金属线槽、穿线钢管等屏蔽构件，均需与各楼层的等电位连接端子及接地干线实现有效联通，从而形成完整的立体屏蔽网络^[5]。

（五）综合防雷系统构建

现代建筑防雷应采取综合防护的理念，将接闪、引下、接地、屏蔽等电位连接等措施有机结合，形成多层次防护体系。首先需要建立完善的雷电防护区划分，根据各区划的防护要求采取相应的防护措施。重要电子设备机房应设置在建筑中心区域，并采用屏蔽机房结合电涌保护器的综合防护方案。各类金属管线在进入建筑时需做等电位连接，并通过协调配合的多级电涌保护器抑制雷电过电压。此外，还应建立定期的检测维护制度，通过测量接地电阻、检查连接点状态等措施，确保防雷系统持续有效。通过这种系统化的防护思路，可以显著提升建筑的整体防雷能力。

四、结语

综上所述，只有通过系统性思维和综合性防护措施，才能有效应对雷电多路径威胁。构建以接闪器、引下线和接地装置为核心的外部拦截系统；完善以等电位联结、屏蔽保护和电涌保护为核心的内部防护体系；采用优质导线确保泄流通道可靠性；设置均压环实现电势均衡；建立立体屏蔽网络抑制电磁干扰。这些措施共同构成了多层次、全方位的综合防护网络。未来可着眼于智能防雷系统开发，实现雷击预警与状态监测的深度融合；研发新型防雷材料以提升系统耐久性；探索特殊建筑结构的防雷新技术；加强防雷系统全生命周期效能评估研究，推动建筑防雷技术向智能化、精准化方向发展。

参考文献

- [1] 杨东. 建筑电气防雷接地设计及施工要点 [J]. 城市建筑, 2020, 17(20):92–93.
- [2] 司思. 建筑电气防雷接地系统设计要点及分析 [J]. 中国科技纵横, 2022(23):87–89.
- [3] 吴汉涛. 建筑电气防雷接地设计要点分析 [J]. 城市情报, 2024(18):224–225.
- [4] 廖召勇. 建筑电气防雷接地系统的设计和防雷措施分析 [J]. 砖瓦世界, 2025(2):133–135.
- [5] 张震寰. 关于建筑电气防雷接地设计要点解析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2020(12):3725.