

无线通信基站防雷设计与接地策略

张丹 杨可可 曹晶晶 李振宇

中国移动通信集团设计院有限公司河南分公司 河南 郑州 450000

摘要: 在数字化浪潮席卷全球的当下,无线通信基站作为信息传输的关键节点,其稳定运行关乎网络服务质量与社会正常运转。本文聚焦无线通信基站的防雷设计与接地策略研究。先深入分析了直击雷、感应雷、雷电波侵入等雷击危害,接着阐述防雷设计关键环节,包括直击雷防护、感应雷防护、等电位连接以及电磁屏蔽,还探讨了接地策略,如联合接地系统、接地网、接地引下线设计以及接地电阻测试与维护。旨在通过合理的防雷设计与接地策略,提升无线通信基站的防雷能力,保障其安全稳定运行。

关键词: 无线通信; 基站防雷设计; 接地策略

引言: 随着无线通信技术的飞速发展,无线通信基站的数量日益增多且分布广泛。然而,雷击灾害严重威胁着基站的安全稳定运行。一旦基站遭受雷击,不仅会导致设备损坏、通信中断,还可能带来巨大的经济损失和社会影响。因此,对无线通信基站进行科学合理的防雷设计与接地处理至关重要。并将详细分析无线通信基站面临的雷击危害,探讨其防雷设计的关键环节以及有效的接地策略,以期对相关工程实践提供参考和指导。

1 无线通信基站雷击危害分析

1.1 直击雷危害

直击雷是指雷电直接击中基站的天线、铁塔、建筑物等突出物体。强大的雷电流会在瞬间产生极高的电位差,对被击中的物体造成机械性破坏,如铁塔变形、天线折断等。同时,雷电流还会通过接地系统泄放入地,在接地电阻上产生高电压,形成反击电压,对基站内的设备造成损坏。

1.2 感应雷危害

感应雷是由于雷电的静电感应和电磁感应作用而产生的。当雷云放电时,在附近的金属导体会感应出与雷云极性相反的电荷,形成静电感应电压。当雷电通道中的电流急剧变化时,又会在周围空间产生迅速变化的磁场,从而在金属导体上产生感应电动势,形成电磁感应电压。感应雷电压可以通过电源线、信号线等途径侵入基站设备,造成设备的过电压损坏。

1.3 雷电波侵入危害

雷电波侵入是指雷电通过架空线路或金属管道等侵入基站。当架空线路或金属管道遭受雷击时,雷电波会沿着线路或管道迅速传播,进入基站内部,对设备造成危害。雷电波侵入的幅度和陡度都很大,容易对设备的绝缘造成击穿,导致设备损坏^[1]。

2 无线通信基站防雷设计关键环节

2.1 直击雷防护设计

2.1.1 接闪器

接闪器是无线通信基站直击雷防护的首要部件,其作用是主动吸引雷电,并将雷电流引入后续的防雷装置。在无线通信基站中,常见的接闪器有避雷针、避雷带等。对于基站铁塔,通常在塔顶安装避雷针,其高度和保护范围需经过精确计算,以确保能有效保护整个基站设备。避雷带则可沿机房顶部边缘敷设,能对建筑物顶部的设备和线路起到防护作用。接闪器应采用耐腐蚀、导电性能良好的材料,如热镀锌圆钢或铜材,且其安装位置和方式要符合相关防雷规范,以保证在雷电发生时能可靠地接闪。

2.1.2 引下线

引下线是连接接闪器和接地装置的关键导体,承担着将接闪器接收到的雷电流迅速传导至接地装置的重要任务。引下线应采用多根对称布置的方式,以均匀分散雷电流,避免局部电流过大。其材质一般选用热镀锌扁钢或圆钢,具有良好的机械强度和导电性能。引下线的敷设路径应尽量短而直,减少弯曲,以降低雷电流通过时的阻抗。同时,引下线与接闪器和接地装置的连接必须牢固可靠,采用焊接或螺栓连接等方式,确保电气通路的连续性,保障雷电流能安全顺畅地传输。

2.1.3 接地装置

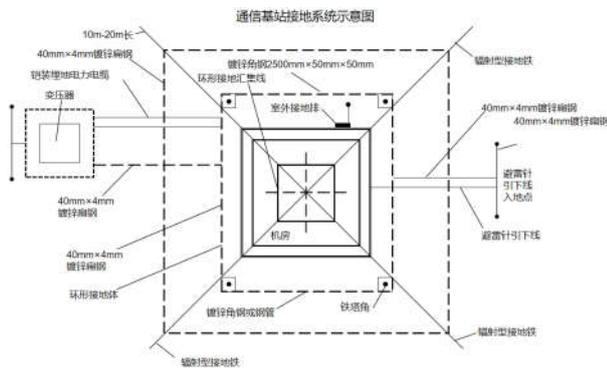
接地装置是无线通信基站直击雷防护的最终环节,它将雷电流引入大地,使基站设备与大地电位保持一致,从而避免设备遭受高电位反击。接地装置通常由水平接地体和垂直接地体组成,水平接地体一般采用热镀锌扁钢,在基站周围环形敷设,垂直接地体则采用热镀锌角钢或钢管,间隔一定距离打入地下。接地装置的接

磁耦合和干扰。

3 无线通信基站接地策略

3.1 联合接地系统

联合接地系统是将无线通信基站的工作接地、保护接地、防雷接地等各类接地装置,通过电气连接组合成一个统一的接地系统,这是基站接地的核心策略。在实际应用中,联合接地系统能够显著降低各接地系统间的电位差,避免因电位差引发的设备损坏和人员安全隐患。例如,当雷击发生时,雷电流可通过联合接地系统迅速、均匀地分散到大地中,避免局部电位过高。该系统的优势还体现在提升通信设备的抗干扰能力上。统一的接地基准能有效减少电磁干扰对通信信号的影响,保障信号传输的稳定性和准确性。建设联合接地系统时,需确保各接地部分的连接紧密、可靠,通常采用焊接或专用的接地连接件。同时,要充分考虑土壤的导电性能,对于土壤电阻率较高的地区,可通过添加降阻剂、换土等方式改善接地效果,使整个系统的接地电阻满足相关标准要求,一般控制在 1Ω 至 4Ω 之间,从而为基站设备提供稳定、安全的接地环境^[3]。



3.2 接地网设计

接地网作为联合接地系统的重要组成部分,其设计质量直接影响基站的接地效果。接地网一般由水平接地体和垂直接地体组成。水平接地体通常采用热镀锌扁钢,围绕基站机房和铁塔基础敷设成环形或网格形结构,这样的布局能够扩大接地面积,增强雷电流的扩散能力。垂直接地体多采用热镀锌角钢或钢管,按照一定的间距垂直打入地下,与水平接地体焊接相连,以增加接地网与土壤的接触面积,降低接地电阻。在设计接地网时,需综合考虑基站的规模、周边土壤条件、地质结构等因素。对于土壤电阻率不均匀的区域,要合理调整接地体的布置和深度,确保接地网的有效性。

3.3 接地引下线设计

接地引下线是连接接地网与基站设备、接闪器等的关键导体,其设计直接关系到雷电流的传输效率和安全性。接地引下线应采用多根对称布置的方式,以分散雷电流,避免单根引下线因电流过大而损坏。一般选用热镀锌扁钢或圆钢作为引下线材料,其截面尺寸需根据雷电流大小和相关规范进行计算确定,确保在雷电流通过时不发生过热、熔断等现象。引下线的敷设路径应尽量短而直,减少弯曲,以降低雷电流通过时的阻抗。在引下线的敷设过程中,要避免与其他金属管道、电缆等近距离平行或交叉,防止产生电磁感应。

3.4 接地电阻测试与维护

接地电阻是衡量无线通信基站接地系统性能的重要指标,定期进行接地电阻测试与维护是保障基站安全运行的必要措施。接地电阻测试一般采用专用的接地电阻测试仪,按照相关规范要求的测试方法进行操作。测试频率通常为每年至少一次,对于新建基站或经过改造的基站,在投入使用前应进行全面的接地电阻测试。在测试过程中,要准确选择测试点,确保测试结果能够真实反映接地系统的性能。若测试结果发现接地电阻值超标,需及时分析原因并采取相应的处理措施。可能的原因包括接地体腐蚀、连接部位松动、土壤条件变化等。针对接地体腐蚀问题,可对接地体进行修复或更换;对于连接部位松动,要重新进行牢固连接;若因土壤条件变化导致接地电阻升高,可采用添加降阻剂、扩大接地网面积等方法降低接地电阻^[4]。

结束语

无线通信基站的防雷设计与接地策略是保障通信网络稳定运行的关键防线。通过全面分析雷击危害,针对性地开展直击雷、感应雷防护设计,以及构建科学的接地系统,可有效降低基站受雷击风险。然而,防雷接地工作并非一劳永逸,需结合实际环境持续优化改进。

参考文献

- [1]韩冰,梁亚飞.无线通信基站防雷接地系统的设计研究[J].通信电源技术,2021,38(12):198-199
- [2]董璐.无线通信基站防雷设计与接地技术运用研究[J].中国新通信,2020,22(5):201-211
- [3]王曦.无线通信基站防雷接地系统的设计[J].信息通信,2022(7):221-223
- [4]赵尧松.移动通信基站与防雷接地设计研究[J].中国新通信,2023,20(16):231-235