

电子通信工程设备抗干扰接地策略

代惠康 彭 钧 王 栋 卢 羿 张 琪

武汉烽火信息集成技术有限公司 湖北 武汉 430205

摘要: 电子通信工程设备运行中面临电磁、静电、浪涌等多种干扰,影响设备稳定与信号质量。接地抗干扰策略通过“泄放”与“隔离”原理,构建科学接地回路降低干扰。其设计遵循低阻性、独立性、完整性原则,涵盖信号、电源、屏蔽等接地策略。为优化接地效果,需从材料选择、接地体布置、系统维护三方面入手,选用优质材料、合理布置接地体、定期维护检测。通过这些措施,可有效提升电子通信工程设备的抗干扰能力,保障设备稳定运行,提高信号传输的准确性与完整性,满足电子通信工程领域对设备性能的严格要求。

关键词: 电子通信设备; 工程设备抗干扰; 接地策略

引言: 在电子通信工程领域,设备的高效稳定运行是保障信息准确传输与处理的关键。然而,电子通信设备在实际运行中面临着复杂多样的干扰问题,这些干扰不仅影响设备的性能,还可能导致信号失真、数据丢失等严重后果。接地抗干扰技术作为解决设备干扰问题的有效手段,通过构建合理的接地系统,能够有效疏导干扰电流,切断干扰传播路径,稳定设备电位差。深入探究电子通信设备干扰的核心类型、接地抗干扰原理、设计原则、具体策略以及优化措施,对于提升电子通信工程设备的抗干扰能力,确保设备稳定可靠运行具有重要的现实意义。

1 电子通信设备干扰的核心类型及接地抗干扰原理

在电子通信工程领域,设备所面临的干扰问题复杂多样,不同干扰类型的产生机制和传播路径各有特点,但接地抗干扰策略的核心原理具有高度的一致性。其本质在于构建科学合理的接地回路,有效疏导干扰电流,精准切断干扰的传播路径,稳定设备各点之间的电位差,进而显著降低干扰对设备正常运行的影响。

从干扰的具体类型来剖析,主要涵盖电磁干扰、静电干扰和浪涌干扰这三大类。电磁干扰的来源较为广泛,既包括设备内部电路在工作过程中产生的电磁辐射,也包含外部复杂电磁环境中的辐射叠加。它的传播途径主要有传导和辐射两种方式,会对设备的信号接收和处理模块造成严重干扰,影响信号的准确性和稳定性。静电干扰则源于电荷的积累,当设备表面或内部积累的静电达到一定强度时,就会发生静电放电现象,这种瞬间的高能量释放可能会直接损坏元器件,或者干扰电路的正常工作秩序。浪涌干扰通常是由电网波动、雷击感应等突发情况引发的,会在瞬间产生高电压和大电流,并通过电源线路或信号线路迅速侵入设备,对设备造成不可逆

的严重损坏^[1]。

接地抗干扰的核心原理可归纳为“泄放”与“隔离”。(1) 通过接地系统将设备内部的干扰电流、静电电荷以及浪涌电流等快速、安全地泄放到大地,防止这些干扰电荷在设备内部不断积累,从而避免对设备造成损害。(2) 通过合理划分接地类型,精心设计不同电路模块的接地回路,有效隔离各个接地回路,避免干扰电流通过接地回路相互耦合,进而减少干扰在设备内部的传播范围和强度。接地系统的有效性,主要取决于接地电阻的大小、接地回路的合理性以及接地方式与设备实际需求的适配性。

2 电子通信工程设备抗干扰接地的设计原则

2.1 低阻性原则

在电子通信工程设备抗干扰接地设计中,低阻性原则是保障系统稳定运行、有效抑制干扰的核心准则。接地系统的主要功能是为干扰电流构建一条低阻抗的泄放通道,使其能够迅速且毫无阻碍地流入大地。若接地电阻过大,干扰电流在泄放过程中会在接地回路里产生明显的电压降,这一电压降极有可能演变成新的干扰源,对电子通信设备的正常工作造成二次干扰。

接地电阻的合理取值需综合考量设备的干扰等级以及运行环境等多方面因素。通常,电子通信设备的接地电阻要严格控制在适宜范围,以此减少干扰电流的衰减,切实增强接地抗干扰的实际效果。为达成低阻性目标,一方面要选用导电性能卓越的接地材料,如铜等;另一方面,要精心优化接地体的布置方式,保证接地体与大地之间实现充分且良好的接触,从而确保接地系统的高效运行^[2]。

2.2 独立性原则

在电子通信工程设备抗干扰接地设计中,独立性原

则是确保设备稳定运行、有效隔离干扰的关键准则。电子通信设备内部结构复杂,包含信号处理模块、电源模块、控制模块等众多不同类型的电路模块。这些模块由于工作特性各异,产生的干扰类型和强度也大不相同。

若将不同模块共用同一接地回路,电源模块产生的大电流干扰、高频噪声等,极有可能通过接地回路耦合到信号处理模块,导致信号失真、噪声增大,严重影响信号处理的准确性和稳定性。因此,接地设计必须遵循独立性原则,为不同功能模块分别设置独立的接地回路,使各模块的干扰电流在各自的回路中泄放。最后,再通过公共接地体将这些独立接地回路汇总接地,如此既能有效避免不同模块间的干扰相互耦合,又能保证整个设备接地系统的统一性和完整性。

2.3 完整性原则

在电子通信工程设备抗干扰接地设计里,完整性原则是保障抗干扰效能得以充分发挥的核心要素。接地系统唯有保持完整,才能切实发挥其应有的作用。这就要求必须确保接地回路具备连续且密封的特性,坚决杜绝出现接地断点、虚接等状况。因为一旦存在这些问题,干扰电流便无法顺畅地通过接地回路泄放至大地,会在回路中形成电压降,进而产生新的干扰,严重影响设备的正常运行。

此外,接地体、接地线、接地端子等各部件之间的连接务必牢固可靠,且导电性能要优良。若连接松动,会致使接地电阻增大,阻碍干扰的有效泄放。同时,要全面考量设备的整体接地布局,保证设备的金属外壳、金属支架、电路零线等所有需接地的部件,都能可靠地接入接地系统,构建起一个完整无缺的接地网络,全方位满足各类干扰源的泄放需求。

3 电子通信工程设备抗干扰接地的具体策略

3.1 信号接地策略

在电子通信工程设备抗干扰接地策略中,信号接地策略占据关键地位,其核心在于稳定信号电位,有力抑制信号传输过程中的各类干扰,保障信号的准确性与完整性。(1)信号接地可细分为模拟信号接地和数字信号接地,二者必须分开设置。这是因为数字信号具有高频特性,若与模拟信号共地,其高频干扰极易影响模拟信号的稳定性,进而破坏整个系统的性能。(2)模拟信号接地适宜采用单点接地方式,也就是将所有模拟信号电路的接地端统一汇总至一个公共接地点,再与接地体相连。如此能避免多个接地点之间出现电位差,防止模拟信号因此失真。对于高频模拟信号,还需尽量缩短接地线的长度,以此减少接地线的电感和电容,防止接地线

沦为干扰传播的途径。(3)数字信号接地则可采用多点接地方式。鉴于数字信号频率较高,多点接地能有效降低接地回路的阻抗,加速干扰电流的泄放。不过,在此过程中要确保各接地点之间的电位均衡,避免产生干扰耦合,影响数字信号的质量^[3]。

3.2 电源接地策略

在电子通信工程设备抗干扰接地体系中,电源接地策略是抑制电源模块干扰、保障设备稳定供电的关键环节,涵盖交流电源接地与直流电源接地两大方面。(1)交流电源接地是把交流电源的零线与接地体相连,构建交流回路接地。这一举措能有效抑制交流电源中夹杂的干扰信号,防止这些干扰顺着电源线路潜入设备内部,干扰设备的正常运行。直流电源接地则是将直流电源的负极接地,以此稳定直流电源的电位,减少直流电路里不同部分之间的干扰耦合,确保直流信号传输的准确性。(2)实施电源接地时,要严格避免零线与接地线混用。一旦混用,零线电流会经接地线产生干扰,影响设备性能。同时,必须在电源输入端设置接地保护装置,像浪涌保护器等,以抑制浪涌干扰和电网波动带来的影响,保障电源输出稳定。另外,电源接地回路的接地线要选用截面面积合适的导线,这样能降低接地电阻,增强干扰电流的泄放能力,进一步提升电源接地的抗干扰效果。

3.3 屏蔽接地策略

在电子通信工程设备抗干扰的诸多策略中,屏蔽接地策略发挥着抑制电磁辐射干扰的关键作用。(1)其原理是将设备的屏蔽外壳、屏蔽罩等与接地体进行可靠连接,进而构建起一个完整的电磁屏蔽回路。借助这一回路,能够把来自外部的辐射干扰以及设备内部自身产生的辐射干扰都有效隔离在屏蔽体之外,避免干扰侵入设备内部影响其正常运行,同时也防止设备内部的干扰向外传播干扰其他设备。(2)屏蔽接地的核心要点在于保证屏蔽体可靠接地。屏蔽体的接地端应尽量选择靠近干扰源的位置,并且接地线要设计得短而粗,以此减少接地阻抗,提升屏蔽效果。对于封闭的屏蔽外壳而言,必须确保其具有良好的完整性,不能出现缝隙或孔洞,因为这些瑕疵会导致电磁干扰通过缝隙泄漏或侵入。而对于电缆屏蔽层,其接地方式有一端接地和两端接地之分,一端接地能有效抑制外部干扰侵入电缆,两端接地则可抑制电缆内部的干扰传播,具体采用哪种接地方式,需根据电缆的实际使用场景和所面临的干扰类型来综合确定。

4 电子通信工程设备抗干扰接地的优化措施

4.1 优化接地材料选择

在电子通信工程设备抗干扰接地的优化举措中,优

化接地材料选择是提升接地系统性能的关键一环。接地材料的性能优劣,会直接作用于接地系统的抗干扰效果以及整体使用寿命,因此必须审慎挑选具备优良特性的材料。(1)接地线方面,应优先选用铜导线。铜导线具备出色的导电性能,电阻极小,能最大程度减少电流在传输过程中的损耗,而且其耐腐蚀性强,可有效抵御外界环境的侵蚀,从而降低接地回路的阻抗,保障干扰电流能够顺畅泄放。接地体则可选用铜棒、铜板等,它们同样具有良好的导电性和稳定性。在土壤条件较为恶劣的环境中,还需对接地体进行防腐处理,比如采用镀锌、涂防腐漆等方式,防止接地体因腐蚀而损坏,进而避免接地电阻增大,影响接地效果。(2)接地线截面面积的确定也至关重要。它需依据设备的额定电流以及干扰电流的大小来精准选择,确保接地线具备足够的承载能力,避免因电流过大而出现发热、损坏等情况,为电子通信工程设备的稳定运行提供坚实的接地保障。

4.2 优化接地体布置

在电子通信工程设备抗干扰接地的优化进程中,优化接地体布置是降低接地电阻、提升干扰泄放效能的关键步骤。接地体的布置方式并非一成不变,而是要紧密结合设备的安装环境、土壤电阻率等关键因素进行科学规划。(1)当处于土壤电阻率较低的环境时,水平接地体布置是较为合适的选择。此时可将接地体埋设于地下一定深度,通过增大接地体与大地的接触面积,使接地电流能够更充分地流入大地,从而有效降低接地电阻。而在土壤电阻率较高的环境中,垂直接地体布置则更具优势。将接地体垂直插入地下,能够深入到土壤电阻率相对较低的地层,以此突破高电阻率土壤的阻碍,实现接地电阻的降低。(2)采用多根接地体并联的方式也是一种有效的优化手段。多根接地体并联可进一步减小接地电阻,显著提升干扰泄放能力。不过,在布置多根接地体时,需合理设置它们之间的间距,若间距过小,接地体之间可能会产生相互干扰,影响接地效果;若间距过大,又会浪费土地资源,增加成本。

4.3 加强接地系统维护

在电子通信工程设备抗干扰接地的优化工作中,加强接地系统维护是确保设备长期稳定具备抗干扰能力的基

石。接地系统在长期运行过程中,会受到自然环境、设备运行等多种因素的影响,其性能可能逐渐下降,因此必须定期开展维护和检测工作。(1)要定期仔细检查接地线、接地体的连接情况^[4]。由于设备运行时的振动、环境腐蚀等因素,连接部件可能会出现松动,一旦松动,会导致接触电阻增大,影响干扰电流的泄放。所以要及时紧固松动的连接部件,对于损坏的接地线和接地体,要迅速进行修复或更换,保证接地系统的完整性。(2)要定期检测接地电阻的大小。接地电阻是衡量接地系统性能的重要指标,若其超过规定范围,意味着接地系统的干扰泄放能力下降。此时需及时采取有效措施,如增加接地体数量、更换导电性能更好的接地材料等。此外,还需保持接地体周围的土壤湿润,因为干燥的土壤电阻率较大,会使接地电阻增大,进而影响干扰泄放效果,可通过适当浇水等方式维持土壤湿度。

结束语

电子通信工程设备抗干扰接地是一个系统性工程,涉及多方面因素。从干扰类型识别到接地原理运用,从设计原则遵循到具体策略实施,再到优化措施落实,每个环节都紧密相连、缺一不可。通过合理选择接地材料、科学布置接地体以及加强接地系统维护,能够显著提升接地系统的性能,增强设备抗干扰能力。在电子通信技术不断发展的当下,我们需持续深入研究接地抗干扰技术,结合实际工程需求,不断优化接地方案,以应对日益复杂的电磁环境,保障电子通信工程设备稳定运行,推动电子通信行业持续健康发展,为社会信息化进程提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]李胜伟.电子通信设备中的抗干扰接地技术分析[J].电子元器件与信息技术,2025,9(03):77-79.
- [2]卢慧.电子信息通信工程中设备抗干扰接地设计[J].通讯世界,2025,32(01):13-15.
- [3]白钰.电子通信设备中的抗干扰接地措施分析[J].电子技术,2024,53(06):44-46.
- [4]张艳.电子信息通信工程的抗干扰接地设计[J].信息记录材料,2023,24(06):185-187.