

电子通信工程中设备抗干扰技术研究

苏世虎

内蒙古阿拉善盟调查研究服务中心 内蒙古 阿拉善盟 750300

摘要: 电子通信工程在现代社会中发挥着至关重要的作用,它连接了人与人、人与物的交流,支撑着各行各业的信息传输与处理。然而,随着电子设备的普及和通信网络的快速发展,电子干扰问题日益突出,严重影响了通信系统的可靠性和性能。本文旨在探讨电子通信工程中设备抗干扰技术的现状、挑战及解决方案,通过深入分析干扰产生的原因、影响以及现有抗干扰技术的原理和应用,提出未来研究方向和策略,以期为电子通信工程的稳定发展提供理论支持和技术参考。

关键词: 电子通信; 设备; 抗干扰

1 引言

电子通信工程作为信息技术的重要组成部分,其稳定性和可靠性直接关系到社会的正常运转。然而,在复杂的电磁环境中,电子通信设备面临着来自内部和外部的多种干扰源,如电磁辐射、电源噪声、信号串扰等,这些干扰不仅影响通信质量,还可能导致设备故障,甚至引发数据安全和法律合规问题。因此,深入研究电子通信工程中设备抗干扰技术,具有重要的理论意义和实践价值。

2 电子干扰的概念及影响

2.1 电子干扰的定义

电子干扰,作为现代电子通信领域中的一个重要概念,指的是电子设备或无线信号在传输过程中,对其他电子设备或无线信号产生的非预期、不期望的干扰现象。这种干扰现象广泛存在于各种电子设备和通信系统中,其根源可归结为电磁能量的不当传播与相互作用。具体而言,电子干扰可分为两大类:电磁干扰(EMI)和射频干扰(RFI)。

电磁干扰(EMI)主要指的是电子设备内部或附近产生的电磁场对其他电子设备或系统造成的干扰。这种干扰可能源于设备内部的电路布局、元件间的电磁耦合、电源线的辐射等。当这些电磁场强度足够大时,它们会干扰到邻近设备的正常工作,导致信号失真、噪声增加等问题。

射频干扰(RFI)则是指无线电频率范围内的电磁辐射对其他电子设备或无线信号造成的干扰。这种干扰通常来源于外部环境,如无线电广播、移动通信基站、雷达系统等。RFI通过空气传播,能够穿透建筑物、墙壁等障碍物,对远处的电子设备造成干扰。

电子干扰的表现形式多种多样,包括但不限于电磁

波的辐射与反射、电压或电流的波动与噪声、信号的衰减与失真等。这些干扰现象不仅影响通信系统的性能,还可能对电子设备的稳定性和可靠性造成严重影响。

2.2 电子干扰的影响

电子干扰对电子通信工程和整个社会的影响是多方面的,其严重性不容忽视。以下从通信质量、设备故障、数据安全以及法律合规等四个方面进行详细阐述。

(1) 通信质量下降

电子干扰是导致通信质量下降的主要原因之一。在通信过程中,如果信号受到干扰,就会出现通话中断、语音噪音、数据丢失等问题。这些现象不仅影响用户的正常通信体验,还可能导致重要信息的遗漏或误传,对通信系统的可靠性和稳定性构成威胁。例如,在移动通信网络中,如果基站或手机受到电磁干扰,就可能出现通话质量下降、信号不稳定等问题,影响用户的正常使用。

(2) 设备故障

长期暴露在电子干扰环境中,通信设备可能因电磁辐射、电源噪声等原因出现过热、短路等故障。这些故障不仅会影响设备的正常运行,还可能对设备造成永久性损害。例如,在电子设备内部,如果电磁场强度过大,就可能引起元件间的电磁耦合增强,导致电路短路或损坏。此外,电源噪声也可能对设备的电源系统造成干扰,影响设备的稳定性和可靠性。

(3) 数据安全问题

电子干扰还可能对数据传输的安全性构成威胁。在数据传输过程中,如果信号受到干扰,就可能出现信号失真或干扰现象,导致数据被窃取或篡改。这种情况在涉及敏感信息传输的通信系统中尤为严重。例如,在金融、医疗等领域,如果数据传输过程中受到电子干扰,就可能导致用户信息泄露或数据被篡改,对用户的财产

安全和隐私保护构成威胁。

(4) 法律合规问题

电子干扰还可能引发法律合规问题。根据相关法律法规,任何单位和个人不得擅自占用无线电频段或干扰他人设备的正常运行。如果电子设备或无线信号对其他设备造成干扰,就可能违反相关法律法规的规定,引发法律纠纷和经济损失。例如,在无线电通信领域,如果某个设备未经许可擅自占用频段进行通信,就可能干扰到其他合法用户的正常使用,从而引发法律纠纷和处罚。

3 电子通信工程中设备抗干扰技术现状

在电子通信领域,随着技术的不断进步和应用的广泛拓展,设备间的干扰问题日益凸显。为了保障通信系统的稳定性和可靠性,抗干扰技术成为了电子通信工程中不可或缺的一部分。本节将详细探讨当前电子通信工程中几种主要的抗干扰技术现状,包括频谱管理技术、滤波技术、屏蔽技术以及接地技术。

3.1 频谱管理技术

频谱管理技术,作为现代无线通信领域不可或缺的一环,其重要性日益凸显,尤其是在频谱资源日益紧张、设备间干扰日益复杂的背景下。这项技术不仅关乎通信效率与质量的提升,更是保障国家安全、促进经济社会发展的重要基石。以下是对频谱管理技术几个关键方面的深入阐述:

(1) 频率协调

频率协调作为频谱管理的基石,其核心在于实现频谱资源的高效、有序分配。这要求管理机构具备对频谱资源的全面认知与精准规划能力,通过科学分析预测各类型无线电业务的发展需求,合理规划频段使用,避免频率冲突与资源浪费。同时,建立健全的频率分配与调整机制,确保在出现新的业务需求或现有业务变更时,能够迅速、灵活地调整频率分配方案,保障所有用户的合法权益。此外,加强国际间的频率协调与合作,也是解决跨国界频谱冲突、促进全球无线电业务发展的重要途径。

(2) 功率控制

功率控制是频谱管理中用于优化传输效率、减少干扰的关键技术。通过智能调节设备的发射功率,可以在保障通信质量的同时,有效控制干扰信号的传播范围,减少对周边环境的辐射污染及对其他无线电业务的干扰。随着技术的进步,自适应功率控制算法得以广泛应用,这些算法能够根据信道条件、用户分布等实时信息,自动调整发射功率,实现更加精细化的功率管理。此外,结合天线技术、波束赋形等先进技术,可以进一步提升功率控制的精准度与效率。

(3) 频谱监测

频谱监测是频谱管理的“眼睛”和“耳朵”,它通过对无线电频谱使用情况的全面、实时监测,为频谱资源的科学管理与高效利用提供数据支撑。现代频谱监测系统不仅具备高灵敏度、高分辨率的频谱分析能力,还能实现自动化、智能化的干扰识别与定位,快速响应并处理频谱干扰事件。同时,随着大数据、人工智能等技术的融入,频谱监测系统的智能化水平不断提升,能够实现对频谱使用情况的深度挖掘与预测分析,为频谱管理决策提供有力支持。

3.2 滤波技术

滤波技术,作为电子通信领域中不可或缺的一环,其核心作用在于精准地剔除信号中的干扰成分,确保信息传输的纯净与高效。这一技术不仅广泛应用于无线通信、有线传输、雷达探测等多个领域,还在提升系统性能、保障数据安全方面发挥着至关重要的作用。

(1) 内部滤波

内部滤波是电子设备内部减少干扰、提升性能的重要手段。在电源电路设计中,滤波电容、电感等元件的巧妙运用,能有效抑制电源噪声,减少其对信号电路的干扰,确保设备稳定运行。同时,在信号传输线路中,内部滤波器通过其独特的频率响应特性,阻止或削弱不需要的信号频率通过,从而避免信号串扰和反射,提升信号的完整性和可靠性。内部滤波器的设计需紧密结合设备的具体结构、工作频率及预期干扰源,通过精确计算和仿真优化,实现最佳滤波效果。

(2) 接收端滤波

在通信系统的接收端,接收端滤波技术扮演着至关重要的角色。接收端滤波器如同一个精细的筛子,能够精确识别并滤除接收信号中的噪声、杂散信号等干扰成分,提高信号的信噪比(SNR),使有用信号更加清晰、易于处理。这一过程对于提升语音通话质量、视频传输清晰度以及数据传输速率至关重要。接收端滤波器的设计需充分考虑信号的频率特性、带宽需求以及预期干扰信号的特征,通过精确匹配滤波器参数,实现干扰的有效抑制和有用信号的完整保留。

(3) 传输线路滤波

在信号传输过程中,传输线路滤波是确保信号质量不受环境干扰影响的关键环节。无论是同轴电缆、光纤还是无线信道,传输线路都可能受到各种外部因素的干扰,如电磁辐射、信号衰减等。通过在传输线路中适当位置添加滤波器,可以有效滤除这些干扰信号,保持信号的稳定性和可靠性。传输线路滤波器的设计需考虑传输线路的类

型、长度、工作环境以及预期干扰类型，通过合理的布局和参数设置，实现传输过程中的干扰最小化。

3.3 屏蔽技术

屏蔽技术是通过使用屏蔽材料和屏蔽结构来阻挡和吸收电磁辐射，从而减少干扰信号的传播和影响范围。屏蔽技术在电子通信工程中得到了广泛应用，特别是在对电磁环境要求较高的场合。

(1)屏蔽材料

屏蔽材料的选择对于屏蔽效果至关重要。导电材料如金属、合金等具有良好的导电性和电磁屏蔽性能，能够有效地吸收和反射电磁辐射。磁性材料则能够通过吸收或偏转磁场来减少磁场干扰。在选择屏蔽材料时，需要综合考虑材料的导电性、磁导率、机械强度、耐腐蚀性等因素。

(2)屏蔽结构

屏蔽结构的设计是确保屏蔽效果的关键。通过形成封闭的金属屏蔽环境，可以阻挡干扰信号的传播路径。屏蔽结构的设计需要综合考虑设备的尺寸、重量、散热性能以及制造工艺等因素。同时，还需要考虑屏蔽结构与其他部件之间的配合和安装问题，以确保其能够有效地实现屏蔽功能。

3.4 接地技术

接地技术是提高电子通信设备抗干扰能力的有效手段之一。设备接地能够将电荷有效地传导到大地中，避免电荷积累引起的电位差和电磁干扰。在接地系统设计中，需要注意以下几个方面：

(1)降低接地阻抗

地线的阻抗对地线中各点的电位有很大影响，对整个电路运行都有干扰作用。因此，在接地系统设计中，需要采用多点接地方式降低导线长度，选择低阻抗材料如铜片等来降低地线的阻抗。同时，还需要考虑地线的布局 and 连接方式，以确保其能够有效地将电荷传导到大地中。

(2)减少地环路干扰

多点接地虽然可以降低地线的阻抗，但可能引发地环路现象。地环路中的电流会产生电磁场并与其他电路产生耦合作用，从而引入干扰信号。为了减少地环路干扰，可以采取光电耦合器或其他方法抑制或切断电路内地环路的电流。此外，还可以优化地线布局 and 连接方式以减少地环路的形成。

(3)合理设计接地点位置和数量

对接地点位置和数量的科学、合理设计对于提高接地效果至关重要。接地点应选择在设备的关键部位和易受干扰的部位附近以确保其能够有效地将电荷传导到大地中。同时还需要考虑接地点之间的间距和连接方式以

避免相互干扰和电位差的影响。

4 抗干扰技术的挑战与未来研究方向

4.1 挑战

在当前的电子通信领域，抗干扰技术面临多重挑战。首先，复杂电磁环境日益加剧，各类电子设备与通信网络的密集部署导致干扰源激增，对通信系统的稳定性和可靠性构成严峻考验。其次，设备的小型化与集成化趋势加剧了内部电磁耦合问题，使得抗干扰设计更为复杂。最后，新兴技术如量子通信、6G通信等的快速发展，不仅带来了通信速率的飞跃，也对抗干扰技术提出了更高要求，要求其在更高频段、更宽频带内实现有效抗干扰。

4.2 未来研究方向

针对上述挑战，未来抗干扰技术的研究应聚焦于以下几个方向：一是智能化抗干扰技术，通过融合人工智能和机器学习算法，使抗干扰系统能够自动感知环境变化，智能调整抗干扰策略，实现高效、精准的抗干扰效果。二是新型抗干扰材料的研发，探索具有更高电磁屏蔽性能、更轻量化、更易于加工的新型材料，以满足未来通信设备对抗干扰性能的更高要求。三是加强跨领域融合，促进电子通信工程与材料科学、计算机科学等学科的交叉合作，共同攻克抗干扰技术中的难题，推动技术的创新与发展。此外，还应关注标准化与国际化趋势，加强国际间的交流与合作，共同制定和完善抗干扰技术的相关标准和规范。

5 结论

电子通信工程中设备抗干扰技术是保证通信系统稳定性和可靠性的关键。本文综述了电子干扰的概念及影响、现有抗干扰技术的原理和应用，并分析了抗干扰技术面临的挑战和未来研究方向。随着电子技术的不断发展和通信网络的日益复杂化，抗干扰技术将面临更多的挑战和机遇。未来，需要持续加强抗干扰技术的研究和创新，推动电子通信工程的稳定发展。

参考文献

- [1]杨帅. 电子通信工程中设备抗干扰技术研究[J]. 通信电源技术,2023,40(4):184-186.
- [2]张健. 电子通信工程中设备抗干扰接地措施研究[J]. 通信电源技术,2023,40(14):217-219.
- [3]尹建军. 电子信息通信工程中设备抗干扰研究[J]. 电子元器件与信息技术,2022,6(8):193-196,260.
- [4]兰支斌. 电子信息通信工程中设备抗干扰性能优化研究[J]. 通讯世界,2022,29(12):58-60.
- [5]白明明,王延芳,李辉. 电子信息通信工程中设备抗干扰接地设计方法研究[J]. 百科论坛电子杂志,2020(13):49-50.