

电子通信干扰要素以及控制策略研究

张 斌

呼和浩特市人防指挥信息保障中心 内蒙古 呼和浩特 010051

摘 要：当今时代，电子通信技术飞速发展，已深度融入人们的生活与各行业的运转之中，成为现代社会不可或缺的基础设施。本研究聚焦电子通信干扰问题，深入剖析其干扰要素及相应控制策略。从干扰源来看，自然干扰源如雷电、太阳活动等，人为干扰源包括军事对抗及各类电子设备产生的干扰，传播途径有空间和线路传导两种方式，而敏感设备特性涉及接收灵敏度、频率选择性与抗干扰能力等方面。基于此，提出干扰源抑制、传播途径阻断及敏感设备改进等控制策略，旨在增强电子通信系统抗干扰能力，保障通信质量，为电子通信领域应对干扰挑战提供理论依据和实践指导，推动通信技术稳定高效发展。

关键词：电子通信；干扰要素；控制策略；研究

引言：随着信息技术的飞速发展，电子通信在全球范围内广泛普及，其稳定性与可靠性成为各行业发展的关键支撑。然而，电子通信面临着来自多种因素的干扰挑战，严重影响通信质量与效率，甚至可能导致关键信息的丢失或错误传输，这在军事、金融、应急救援等领域可能引发严重后果。因此，深入探究电子通信干扰要素及有效控制策略具有极其重要的意义。通过对干扰源、传播途径和敏感设备特性的细致分析，能够针对性地制定措施，保障电子通信系统的正常运行，促进其在复杂电磁环境下持续、稳定地为社会各方面服务，推动信息时代的稳步前行。

1 电子通信干扰要素及控制策略的重要性

在当今高度数字化和信息化的时代，电子通信已渗透到社会的各个角落，从人们日常使用的手机通信、互联网接入，到军事领域的指挥通信、航空航天卫星通信，以及工业生产中的自动化控制系统通信等，电子通信的稳定性和可靠性至关重要。然而，电子通信干扰问题却对其构成了严重威胁。干扰要素的存在使得通信质量下降，信息传输出现错误、延迟甚至中断，这在许多场景下会引发严重后果。例如在军事行动中，通信干扰可能导致指挥系统失灵，影响作战部署，甚至危及士兵生命安全；在金融交易领域，通信故障可能造成交易数据丢失或错误，引发金融市场的混乱和巨大经济损失；在智能交通系统中，干扰会使车辆之间的通信受阻，增加交通事故的风险。深入研究电子通信干扰要素并制定有效的控制策略，能够保障通信系统的正常运行，提高通信效率和质量，减少因干扰导致的各种损失和风险，增强电子通信系统在复杂电磁环境下的适应性和生存能力，从而推动各行业的稳定发展，为社会的信息化进程

提供坚实可靠的通信基础^[1]。

2 电子通信干扰要素分析

2.1 干扰源

2.1.1 自然干扰源

自然干扰源是电子通信中不可忽视的干扰因素之一。雷电作为常见的自然干扰源，在放电过程中会产生强烈的电磁脉冲，其瞬间释放的巨大能量能够在广泛的频谱范围内形成高强度的电磁干扰，对通信线路、电子设备等造成直接冲击，甚至引发设备损坏。太阳黑子活动引发的地磁暴会使地球磁场发生变化，进而干扰短波通信等，导致信号强度减弱、传输中断或出现严重的噪声干扰，影响通信的稳定性和可靠性。此外，宇宙射线中的高能粒子也会对卫星通信等高空通信系统产生干扰，使卫星通信设备出现误码、信号衰落等问题，给依赖卫星通信的诸多领域带来不便和潜在风险。

2.1.2 人为干扰源

人为干扰源在电子通信干扰中占据重要地位，具有多样化的特点。在军事领域，敌方为获取战略优势，会蓄意使用通信干扰机发射噪声干扰、欺骗干扰等信号，旨在破坏我方通信系统的正常运行，阻碍信息传递，从而打乱军事部署和作战计划。民用领域中，工业设备如电机、电焊机、高频炉等在运行时会产生大量的电磁辐射，这些辐射会以电磁波的形式向外传播，对周边的电子通信设备造成干扰，影响其信号的接收和处理，降低通信质量。随着电子设备的广泛普及，像手机、电脑等设备之间也可能因频率冲突等问题产生相互干扰，例如多个手机在同一区域同时使用时，可能引发同频干扰或邻频干扰，导致通信受阻、通话质量下降等情况，给人们的日常生活和工作带来不便。

2.2 传播途径

2.2.1 空间传播

空间传播是电子通信信号传输的重要方式,同时也是干扰信号扩散的主要途径之一。在开放的空间环境中,通信信号和干扰信号均以电磁波的形式自由辐射传播。当没有障碍物阻挡时,干扰源发射的干扰信号能够直线传播到达通信设备的接收端,使接收到的有用信号被干扰信号叠加或淹没,导致通信质量下降。而且,空间传播中的多径效应会使信号通过不同路径到达接收端,这些路径的长度、反射情况不同,造成信号在时间、相位和幅度上的差异,进一步加剧了干扰的复杂性。例如在城市高楼林立的环境中,信号会在建筑物表面多次反射,干扰信号也随之增多,使得通信设备难以准确还原原始信号,增加了通信的误码率和信号衰落的可能性。

2.2.2 线路传导

线路传导作为干扰传播的另一关键途径,主要通过连接电子通信设备的各类线缆进行。电源线是干扰进入设备的常见渠道,若供电系统中存在其他设备产生的干扰信号,这些干扰会通过电磁耦合等方式进入通信设备的电源线路,进而影响设备内部电路的正常工作。通信线路如双绞线、同轴电缆等,若缺乏有效的屏蔽措施,外界的电磁干扰就会在线缆上感应出干扰电流或电压,沿着线路传导至通信设备的接收端,对传输的信号造成破坏。比如在工业厂房内,强电线路与弱电通信线路若未进行合理的隔离与屏蔽,强电线路产生的电磁干扰很容易耦合到弱电线路上,导致通信信号出现噪声、失真甚至中断,严重影响通信的稳定性和可靠性。

2.3 敏感设备特性

2.3.1 接收灵敏度

接收灵敏度是衡量电子通信设备对微弱信号接收能力的关键指标。具有较高接收灵敏度的设备,能够捕捉到更微弱的信号,这在远距离通信或信号衰减较大的环境中尤为重要,例如卫星通信地面站需要接收来自遥远卫星的微弱信号,高灵敏度有助于确保信号的有效接收。然而,高灵敏度也使其更容易受到干扰信号的影响。即使是相对较弱的干扰,也可能在设备接收端被放大,从而干扰正常通信信号的解调与处理。相反,低接收灵敏度的设备虽然对微弱信号的捕捉能力有限,但在一定程度上对干扰信号具有天然的抵抗力,不过这也可能导致其在正常通信时需要更强的发射信号来保证通信质量,从而增加了对其他设备的潜在干扰风险。

2.3.2 频率选择性

频率选择性体现了通信设备对不同频率信号的筛选和处理能力。设备通常被设计为只对特定频率范围的信号进行响应和处理,以保证通信的准确性和有效性。当干扰信号的频率恰好落在设备的工作频率范围内时,就会产生直接的干扰,例如工作在2.4GHz频段的无线设备,容易受到同频段其他设备如蓝牙设备、微波炉等的干扰。即使干扰信号频率与工作频率相近,若设备的频率选择性不佳,也可能出现邻频干扰,使信号在解调过程中产生误码,降低通信质量。良好的频率选择性要求设备采用高性能的滤波器等部件,精确地分离出所需频率信号,抑制其他频率的干扰信号,从而保障通信的稳定性和可靠性。

2.3.3 抗干扰能力

抗干扰能力是电子通信设备在复杂电磁环境中保持正常通信的核心特性。不同设备由于设计、制造工艺和采用的技术不同,抗干扰能力存在显著差异。先进的通信设备往往采用多种抗干扰技术,如跳频技术通过快速改变通信频率,使干扰机难以跟踪和干扰;扩频技术将信号频谱扩展,降低干扰信号对有用信号的影响比例;自适应滤波技术则能根据干扰的实时变化动态调整滤波器参数,有效滤除干扰。此外,设备的硬件设计如良好的接地和屏蔽措施也至关重要。接地能够将干扰电流引入大地,屏蔽可阻挡外界干扰信号进入设备内部,这些措施综合起来能够显著增强设备的抗干扰能力,确保通信在干扰环境下仍能稳定进行,满足不同应用场景对通信可靠性的要求^[2]。

3 电子通信干扰控制策略

3.1 干扰源抑制

3.1.1 自然干扰源防护

自然干扰源如雷电、宇宙射线、太阳黑子活动等,会对电子通信造成显著影响。对于雷电干扰,可通过安装避雷针、避雷线等装置,将雷电引入大地,避免其直接击中通信设施。同时,采用防雷击浪涌保护器,防止雷电感应产生的过电压、过电流损坏通信设备。在应对宇宙射线和太阳黑子活动干扰方面,可利用电磁屏蔽技术,对通信线路和设备进行屏蔽,阻挡射线对信号的干扰。此外,通过采用纠错编码技术,增强信号的抗干扰能力,即使在受到自然干扰导致部分信号失真的情况下,也能在接收端准确还原信息,从而保障电子通信在自然环境下的稳定性和可靠性。

3.1.2 人为干扰源消除

人为干扰源包括工业设备干扰、电磁脉冲武器干扰以及其他电子设备的无意干扰等。对于工业设备干扰,

如大型电机、电焊机等产生的电磁干扰,可通过对通信设备进行合理选址,远离这些干扰源,同时采用滤波器对通信线路进行滤波处理,去除工业设备产生的特定频率干扰信号。在应对电磁脉冲武器干扰时,加强军事设施和关键通信节点的电磁防护,建设屏蔽机房,采用抗电磁脉冲能力强的通信设备和线路,确保在遭受电磁脉冲攻击时通信系统仍能维持基本功能。对于其他电子设备的无意干扰,如手机、无线路由器等,通过规范其使用频段和功率,加强无线电频谱管理,避免其对电子通信造成频段拥挤和干扰,从而营造一个相对纯净、稳定的通信电磁环境。

3.2 传播途径阻断

3.2.1 空间传播衰减

在实际应用中,可以利用电磁波在自由空间传播时能量自然损耗的特性来降低干扰信号的强度。例如,增加通信设备与干扰源之间的距离,根据电磁波的传播规律,距离每增加一倍,信号强度大致会衰减6dB,从而使干扰信号在到达通信设备时已大幅减弱。此外,合理调整通信天线的方向和增益,使通信信号尽可能避开干扰源方向,同时利用地形、建筑物等障碍物对干扰信号进行阻挡和散射,进一步促进其在空间传播过程中的衰减。还可以采用频率选择性衰落技术,针对干扰信号所处的频率范围,通过调整通信系统参数,使干扰信号在传播过程中更容易受到衰落影响,而通信信号则能相对稳定地传输,以此保障通信质量。

3.2.2 线路传导隔离

线路传导隔离旨在切断干扰信号通过线路传导进入通信系统的路径。对于有线通信线路,如电缆等,可以采用屏蔽线缆,其外层的金属屏蔽层能够有效阻挡外界电磁干扰的侵入,将干扰信号导入大地,防止其在线路中传输并影响通信信号。同时,在通信线路的接口处安装滤波器,对线路上传输的信号进行频率筛选,只允许通信所需频率的信号通过,抑制干扰信号的传导。对于光纤通信线路,由于其本身具有良好的抗电磁干扰性能,应确保光纤的连接质量和完整性,防止因光纤破损或连接不良而导致干扰信号耦合进入光路。

3.3 敏感设备改进

3.3.1 提高接收灵敏度与选择性

在接收灵敏度方面,可通过优化接收机的前端电路设计来实现。采用低噪声放大器(LNA),降低信号在放大过程中引入的噪声,从而提高接收机对微弱信号

的捕捉能力,使设备能够在复杂电磁环境下更敏锐地接收有用信号。对于选择性的提升,运用高性能的滤波器至关重要。设计窄带滤波器,精确调谐其中心频率和带宽,使其能够精准地筛选出所需通信频率,有效抑制相邻频段的干扰信号,避免无用信号进入后续处理环节。同时,采用先进的信号处理算法,如基于数字信号处理(DSP)技术的频谱分析和信道估计方法,进一步增强对有用信号和干扰信号的区分能力,确保接收机能够从众多信号中准确、高效地提取出目标信号,提升通信质量和可靠性。

3.3.2 增强抗干扰能力

增强敏感设备的抗干扰能力可从多个方面着手。首先是采用冗余设计,在设备的关键部件和通信链路中增加备份,当受到干扰导致部分功能受损时,冗余部件能够及时接替工作,维持系统的基本运行。例如在通信芯片组中设置备用芯片,一旦主芯片受到干扰失效,备用芯片可立即启动。其次,利用跳频技术,使通信频率在多个预定频率点之间快速跳变,干扰源难以在短时间内跟踪并干扰通信频率,从而有效躲避干扰。再者,实施扩频通信,将原始信号的频谱扩展到更宽的频带范围,降低单位频带内的信号功率,使干扰信号对通信信号的影响相对减小,同时在接收端通过相应的解扩技术还原信号^[1]。

结束语

在当今数字化高度发展的时代,电子通信的稳定性和可靠性至关重要。通过对电子通信干扰要素的深入剖析以及对相应控制策略的探讨,我们明确了保障通信质量的关键路径。然而,随着技术的不断进步,干扰形式也会持续演变,这需要我们持续关注并深入研究。未来,我们应致力于进一步优化控制策略,加强技术创新,提高电子通信系统的抗干扰能力,以满足日益增长的通信需求,确保信息在复杂电磁环境下能够准确、快速、安全地传输,为各领域的发展提供坚实的通信基础。

参考文献

- [1]程贤兵,董辉,刘镕熙.电子通信中常见干扰因素及控制策略研究[J].四川水泥,2019,(4):331.
- [2]钱梦韵,孙晓英.电子通信干扰要素以及控制策略[J].电子技术与软件工程,2019,(13):49.
- [3]黄博雅.刍议电子通信中的常见干扰因素及控制策略[J].通讯世界,2019,(24):90-91.