

无线电干扰特点及应对方法分析

吴海滨

宁夏广播电视台传输发射中心大武口台 宁夏 银川 756400

摘要: 得益于我国无线通信技术的创新发展,无线电在诸多领域行业中实现广泛应用。而在多方面因素的影响下,无线电的应用不可避免的出现干扰问题,轻则对电器元件的可靠使用产生影响,重则威胁到民众身体健康。本文从无线电干扰特点的分析入手,在此基础上阐明无线电干扰的有效应对方法。

关键词: 无线电; 干扰; 特点; 滤波器; 频谱监测

前言: 无线通信已经成为现代社会发展中的重要组成,其涉及领域包括移动通信、卫星通信、无线局域网等。而在频谱资源有限前提下,无线通信系统需保证通信的可靠性和稳定性^[1]。但在无线电干扰的影响下,其通信系统出现信号质量下降、通信中断、系统崩溃等现象的概率增大,甚至因通信运行受阻影响到现代社会发展。鉴于此,探讨如何借助有效对策来应对无线电干扰,对促进我国通信事业的可持续发展有着重要影响。

1 无线电干扰的特点

所谓无线电干扰,是指正常通信信号在各种因素形成干扰信号的影响下,无法维持正常传输状态,其主要特点表现为:

一是干扰来源的多样性。通常情况下,无线电干扰的来源呈现出多样化特点,可划分为人为干扰和自然干扰。其中人为干扰主要囊括电磁辐射干扰、电源波动干扰、设备内部干扰等。而自然干扰则涉及雷电、大气电场变化等。而因干扰来源特点存在一定差异,需依据不同来源干扰制定针对性应对策略^[2]。

二是干扰信号的频谱分布广泛。干扰信号存在频谱分布广泛的特点,能够对广播电视、无线通信、雷达等多个频段进行覆盖。以频谱资源有限为前提,不同无线设备之间会发生频段争用和干扰现象。

三是干扰信号的传播特性复杂。在具体传播过程中,干扰信号中极易受到多种因素的影响,具体涉及到信号衰减、多径效应、多普勒效应等。若处于信号衰减状态,会导致干扰信号的强度减弱,但仍可能对通信系统产生影响。多径效应会导致信号的多个传播路径相互干扰,致使干扰复杂性增加。多而普勒效应则与干扰源或受干扰设备的相对运动存在密切关联,会引起信号频率的偏移,导致干扰信号在接收端产生频偏。

四是干扰对通信系统性能的影响。通信系统性能的稳定性,受到无线电干扰的直接影响。在信号传播期

间,干扰信号会导致信号质量下降,并且因误码率增加导致通信可靠性降低。在严重的情况下,干扰信号可能会导致通信中断甚至系统崩溃。

2 应对无线电干扰的方法

2.1 频率规划

要想有效降低无线电干扰对信号传输的影响,可从频率规划入手来减少系统干扰,通过频段分配与频率间隔设置的合理控制,有效抑制无线电干扰的出现,具体措施包括:(1) 频段分配。以频谱资源有限为前提,各种无线设备需保持共享频段的状态。鉴于此,需强调频段分配原则是避免不同系统之间的频段重叠,减少干扰的可能性。以不同无线通信系统为基准,将频谱资源划分为不同的频段,并实现对不同系统进行合理分配^[3]。例如,将移动通信系统的频段与广播电视系统的频段区分开,避免出现二者相互干扰的情况。(2) 频率间隔设置。要想实现相互干扰的抑制,离不开对频率间隔的有效设置。对此,可根据系统之间的干扰阈值和要求来优化对频率间隔的设定。通常情况下,频率间隔越大,干扰的可能性越小。需注意,频率间隔过大同样会导致频谱资源浪费,对此需以满足干扰控制要求为基准,做到对频谱资源充分利用。(3) 动态频率选择。从某种角度而言,可将动态频率选择看作是依据实际情况动态调整频率使用的一种手段。若处于无线电干扰状态时,可视情况监测和分析干扰信号的特征,并以相对干净的频率为基准进行切换处理,实现减少干扰影响,并保证通信系统的性能控制符合实际需求。(4) 频率协调和管理。为实现对无线电干扰的抑制,相关部门需制定和执行频谱管理政策和规定,对频段的分配和使用进行监督和管理。在实际管理期间,可视情况利用频谱授权、频率使用监测、频率分配调整手段来促进频谱资源的合理利用,避免无线电干扰造成严重影响。

2.2 抗干扰技术

作为常用无线电干扰应对方式,抗干扰技术的应用至关重要。鉴于此,为促进通信系统抗干扰能力的显著提升,可依据信号传输实际情况的分析,结合以下几点来提升无线电抗干扰效果。

一是信号处理技术。即借助信号处理技术来提升抗干扰效果:①信号滤波。基于对滤波器的有效应用对接收到的信号进行滤波处理,去除干扰信号的频谱成分,保留所需信号的频谱成分^[4]。通常情况下,可采用低通滤波器、带通滤波器等。②信号调制技术。依据实际传输需求的分析,采用合适的调制方式,使所传输的信号在频谱上具有较好的抗干扰性能。如借助相位调制(PSK)或频率调制(FSK)等调制方式,以提升信号在接收端对干扰信号的抵抗能力。

二是发射功率控制技术。当前无线电干扰应对中,发射功率控制技术的应用包括:①功率控制。以发射功率的合理控制为前提,在保证通信质量的同时,使通信系统尽可能减少对其他系统的干扰。在实际干扰应对过程中,可根据通信质量的反馈信息进行功率的自适应调整,以达到最佳的抗干扰效果。②功率限制。以干扰抑制为目的,对无线设备的发射功率进行限制,确保其在规定的范围内工作,避免对其他系统的干扰。

三是多天线技术。要想进一步提升无线电干扰的抑制效果,可有效采用以下天线技术:①天线选择和切换。即结合传输需求来合理选择天线和切换天线,以减少干扰信号的影响。如采用多输入多输出(MIMO)技术,通过多个天线接收和发送信号,以促进系统容错能力和抗干扰能力的显著提升。②空间分集技术。可视情况在接收端设置多个天线接收信号,并利用空间分集技术进行信号合并,以达到多径干扰减少和提高信号可靠性的目的^[5]。

四是编码和解码技术。要想降低无线电干扰造成的影响,可重视对以下技术的有效应用:①前向纠错编码。以发送端为基准对信号进行编码处理,引入冗余信息,以便在接收端进行错误检测和纠正。对于前向纠错编码的应用,则可提高系统对干扰的容忍能力,以期将误码率控制在预期范围内。②解码算法优化。即结合实际需求来优化解码算法的设计,提高解码的性能和抗干扰能力,如采用迭代解码算法,通过多次迭代来提高解码的准确性。

2.3 滤波器设计

滤波器的有效应用,可在降低无线电干扰的同时,为通信系统的可靠运行提供保障。鉴于此,可依据实际控制需求的分析,结合以下几点来优化滤波器的设计:

(1)滤波器类型。即结合无线电干扰需求的分析,合理选择滤波器类型,具体包括:①低通滤波器。基于对低通滤波器的有效应用,可通过滤除高频干扰信号,保留低频通信信号。可实现对高频干扰的有效抑制。例如在无线通信系统中,可借助低通滤波器来滤除来自不同频段的干扰信号。②带通滤波器。在无线通信传输过程中,带通滤波器可以选择特定的频带,滤除不需要的频率成分,保留所需的通信信号。有助于提升特定频段干扰信号的抑制效果,以无线电广播系统为例,可依托于带通滤波器来滤除其他频段的干扰信号^[6]。③高通滤波器。将高通滤波器应用于无线电干扰抑制中,可实现有效滤除低频干扰信号,保留高频通信信号,例如在雷达系统中,可以使用高通滤波器来滤除地面杂波等低频干扰信号。

(2)滤波器参数控制。即结合无线通信系统运行实际情况的分析,重视对滤波器参数的严控,具体包括:①截止频率。依据对干扰信号频谱分布和通信信号频率的分析,选择合适的截止频率可以有效地滤除干扰信号,保留通信信号。②通带衰减。一般情况下,通带衰减越大,滤波器对干扰信号的抑制能力越强,但也可能对通信信号造成一定的衰减。鉴于此,需通信质量和抗干扰能力之间进行权衡。

滤波器设计方法的合理应用。为保证滤波器设计符合预期要求,可结合实际需求来选择不同设计方法,具体包括:①传统滤波器设计。该方法主要涉及到基于模拟滤波器设计、基于数字滤波器设计。其中基于模拟滤波器设计方法应用,可适用于模拟信号处理,而基于数字滤波器设计方法则可在数字信号处理中有效应用。在实际设计过程中,需根据应用需求和系统特点选择合适的设计方法。②自适应滤波器设计。针对自适应滤波器设计的应用,主要是根据实时信号特征进行滤波器参数调整的方法。以信号特征检测为前提,如功率谱密度或自相关函数,可实现对滤波器参数的动态调整,以适应不同的干扰环境和通信需求。

2.4 地理位置选择

要想将无线电干扰控制在允许范围内,还需重视对地理位置的合理选择。鉴于此,需在明确认知无线电干扰危害性的基础上,结合以下几点来优化地理位置选择:

第一,距离干扰源的选择。即结合现场情况的分析,合理控制其干扰源距离。首先,需重视远离干扰源。应尽量选择远离干扰源的地理位置进行通信设备的部署。通过选择远离其他无线设备、电磁辐射源或其他干扰源的地理位置,可以减少干扰信号对通信系统的影

响,以保证通信质量控制符合预期要求。其次,重视合适距离的控制。在实际传输过程中,需根据干扰源的特性和通信系统的需求,选择合适的距离来避免干扰。同时,要求相关人员综合考虑干扰信号的衰减特性、通信系统的传输功率和接收灵敏度等因素。

第二,地理隔离。通过地理隔离的实现来提升干扰控制效果,其中地形隔离的实现,主要是利用地形特征,如山脉、建筑物等,来隔离干扰源和通信设备之间的传播路径,以期减少干扰信号的传播,提高通信系统的抗干扰能力。对于频谱隔离的实施,则可通过选择不同频段或频率,将干扰源和通信设备分配到不同频谱资源上,以期在降低干扰信号对通信系统影响的同时,以促进通信质量的显著提升^[7]。

第三,地理位置优化。要想通过地理位置控制来降低无线电干扰,需做到:(1)仿真和评估。基于对仿真工具和评估方法的有效应用,对不同地理位置的通信系统性能进行模拟和评估。并以仿真结果、评估指标为基准,选择最佳的地理位置,以提高通信质量和抗干扰能力。(2)实际测试和优化。即做到在实际环境中开展测试和优化工作,选择最佳的地理位置,以实现评估通信系统性能的准确评估,并通过调整和优化来提升通信系统运行稳定性。

2.5 频谱监测与管理

当前无线电干扰的控制效果,与频谱监测与管理的实施之间存在密切关联。鉴于此,可依据对无线电传输情况的分析,结合以下几点来优化频谱监测、管理开展,以促进通信系统抗干扰能力的提升:

(1) 频谱监测。为保证无线电干扰的实施符合预期效果,需做到:①频谱扫描。借助对频谱扫描仪的有效应用,可实现对无线电频谱进行扫描,收集频谱数据。通过分析扫描结果,可全面掌握频谱的利用情况、干扰源的位置和干扰特征等信息。②实时监测。依托于实时监测系统的构建,对频谱进行连续监测,及时发现并记录干扰信号,进而在快速识别干扰源的同时,第一时间制定相应措施进行干扰抑制。

(2) 频谱管理。要想在无线电干扰中发挥出频谱管理的作用,一方面可优化频谱规划,制定合理的频谱规划方案,将不同系统和业务分配到不同的频段或频率上。以期通过频谱规划的合理控制来减少不同系统干

扰,提高频谱资源的利用效率。另一方面则是动态频谱分配的实现,基于对动态频谱分配技术的有效应用,可依据对频谱利用情况和通信需求的分析,做到对频谱资源的动态分配。

3 案例分析

在城市中心区域,一个无线通信系统经常遭遇邻频干扰,导致通信质量下降和接收错误。对无线电干扰原因进行分析,以频谱扫描和特征分析为前提,发现附近存在一个商业广播电台,其工作频段与目标通信系统的邻频发生干扰,商业广播电台的高功率发射导致干扰信号强度较高。鉴于此,为降低邻频干扰对该无线通信系统的影响,可采取以下措施来有效解决干扰问题:(1)频率协商。在确定干扰问题出现后,与干扰源的责任单位进行协商,调整其发射频率,避免与目标通信系统的邻频发生干扰。(2)频谱分配和动态频谱分配。结合对运行实际情况的分析,合理规划和管理频谱资源,通过频谱分配和动态频谱分配的方法,减少邻频干扰的影响。

结束语

综上所述,无线电干扰的存在不仅影响到无线通信系统的可靠运行,亦对民众生活、工作的正常开展产生不利影响。鉴于此,需在明确无线电干扰特点、成因的前提下,借助科学措施来有效应对干扰问题,进而为无线通信系统的可靠、高效运行提供保障。

参考文献

- [1]李学宝,吴昊天,程璐莹,等.直流电晕放电无线电干扰随机时域计算模型研究[J].电工技术学报,2023,38(6):1531-1540,1583.
- [2]董二娃,郝新红,闫晓鹏,等.扫频式干扰对超宽带无线电引信干扰机理[J].兵工学报,2023,44(4):1006-1014.
- [3]张业茂,李妮,周翠娟,等.750kV高海拔交流输电线路无线电干扰测试数据分析[J].中国电力,2023,56(2):77-85.
- [4]工信部无线电干扰投诉受理中心首月运行状况良好[J].中国无线电,2023(4):3.
- [5]杨建丽.民航无线电干扰问题分析和应对方法[J].中国新通信,2020,22(12):45-46.
- [6]郭忠禄.民航VHF无线电干扰的特点及应对方法[J].军民两用技术与产品,2015(20):52-52,144.
- [7]帅建利.民航无线电干扰特点及应对方法探讨[J].中国无线电,2020(6):55-56.