

复杂电磁环境下无线通信系统抗干扰效能评估分析

王皓前

北京邮电大学 北京 100080

摘要: 当前开始推广利用无线通信技术,可以使整个社会的通信能力得以提升,在最大程度上满足通信需求。但是在复杂电磁环境,将会干扰无线通信,最终影响到通信质量。本文分析了复杂电磁环境下无线通信系统抗干扰技术,对复杂电磁环境的影响给予缓解,保障无线通信过程的可靠性。

关键词: 复杂电磁环境;无线通信系统;抗干扰技术

引言

在无线通信过程中逐渐增加电子设备,突出了无线通信环境的复杂性,因此突出了无线通信抗干扰技术的重要性。无线通信系统严格要求信号发射功率,为了实现远距离传输,需要提高无线通信系统的抗干扰能力,避免接收的信号较弱,同时可以高效分辨错误的信号。相关技术人员需要分析复杂电磁环境中无线通信系统抗干扰技术,拓展无线通信系统的应用范围,保障信息传输安全性和可靠性。

1. 复杂电磁环境阐述

在时代发展背景下,提出了复杂电磁环境这一概念,尤其是在军用方面,它是一个重要的研究课题。从形成的角度来看,其构成形式有:敌方与我方的电子干扰、不同类型的兵器与设备的无线交互、大规模的无线通讯、以及自然电磁的辐射等^[1]。不断升级完善无线通信技术,我国军队已经进入了信息化时代,而无线电通讯的技术支持又是其中一个关键的先决条件,所以我们需要在复杂的电磁环境下进行技术淬炼,才能在未来的无线通信中取得领先地位。

以“沙漠风暴”为代表的一场现代化战役,其关键在于大规模的无线电通讯干扰,利用强大的无线电通讯能力,彻底摧毁伊拉克军方的通讯系统,让他们失去了对军事的最根本控制,为美国赢得这场战役打下了坚实的基石。从这一点可以看出,当今的无线通信技术,已经融入到了信息化的战争之中,要掌握信息的主动权,就需要掌握电磁控制的主动权,而在这种情况下,如何有效地解决这些问题,将是一个亟待解决的问题。

2. 无线通信电磁干扰原理分析

采用无线通信技术,是通过使用无线发送/接收装置将

信息与电磁讯号进行互相转化,从而达到远距离传送资讯的目的。随着当代科技的持续发展,无线通信装置的使用范围也逐步扩大,由于对电磁信号的干扰关注不够,在各种装置的运用中会产生各种各样的干扰,从而导致信号的品质下降。所以,在无线通讯中,往往会发生站串、串接等现象,影响到无线通讯的安全。

无线通信技术原理为基础,通过无线电发射器将电磁波发送出去,然后通过天线将其发射到空间层面进行传输。该天线在接收到该电磁信号以后,将该信号发送到该接收器,对该信号进行放大、解调,从而实现该无线发送。由于电磁波的传播范围很广,所以它的频段也是有限的,在电磁环境中,当频段相近时,就极易对其产生干扰,从而给正常的通信带来不利的影响。另外,在信息传送的全过程中,存在着对电磁波的干扰,所以,随着无线通信线的延伸,干扰问题的发病率也会相应地增加,并且还会使电磁效应更加严重。

无线通讯中的干扰因子可分为两类:1.非有意干扰,即无恶意干扰,且为积极干扰。2.带有攻击性的故意干扰,这是由于隐性干扰造成了无线通信环境的不稳定^[2]。在数据传输时,必须对其进行误差分析,而误差是影响无线通信质量的一个关键因素。因此,目前要加强系统的抗干扰能力,就必须通过比较和分析系统的错误率,采用适当的方法进行优化。

3. 复杂电磁环境下无线通信系统抗干扰技术类型

3.1 跳频技术

由于跳频技术在无线通信中的广泛使用,使得其在微波和毫米波无线通信中的应用成为可能。基于频率跳跃的原理,该方法通过对高频的频率进行有规律的跳跃,难以对干

扰进行有效的干扰与跟踪,具有较强的抗干扰性能,并且具有扩展频谱的优点。这种方法的抗噪声性能主要取决于频率跳跃速率,频率越高,信号的抗干扰性就越强。与此同时,由于频率跳跃而产生的额外带宽,也会使系统的抗干扰能力得到提高,而跳频带宽的增大,说明系统的抗干扰能力增强。因此,提高跳频速率和频带宽度是实现该方法实用化的重要途径,尤其是面对日益复杂的电磁干扰,提高其性能具有重要意义。

跳频技术具有抗干扰能力,在民间无线通信中广泛利用。采用多个频移键进行编码序列的选取,实现了载频的连续跳变,从而实现了频谱的扩展。速度调节的速度能够直接反映出无线通讯跳变系统的工作效能,如果跳数越低,则表示该系统的抗干扰性能越强,相反,如果它的跳数越大,那么它的抗干扰性就越强。因此在无线通信技术抗干扰发展过程中,需要提高调频的速率,并且对其带宽进行拓展。不断完善和发展编码技术和信息化技术等推动了调频技术的发展^[3]。利用自适应调频技术,当通信条件发生变化之后,无线通信系统可以实现自动调频。当前无线通信自适应调频系统各种自适应类型较多,例如包括自适应均衡和自适应速率等,通过实时换频,可以优化无线通信系统通信线路的传播条件。

3.2 扩频技术

扩频技术指的是拓展无线电频谱,在频谱中合理隐藏有价值的信号,这样就很难被追踪和拦截,可以对于各种干扰因素发挥出防控作用。其中典型技术为CDMA通信技术。在扩频技术应用阶段,利用直接序列方式,通过对通信频谱进行扩展,有效地减小发射信号的能量谱,从而提高无线通信的抗干扰能力,提高在复杂电磁环境中的安全性能。在利用扩频技术的过程中,可以组合其他技术,例如可以建立跳频/直扩和跳时/直扩等组合。当前在卫星通信和蜂窝通信中广泛利用扩频技术。

采用直接序列扩频,在实现码多重寻址的前提下,能够有效地抵御各种干扰,凸显其隐藏性,并能实现多路寻址。所以,将其应用于卫星及数位移动通讯系统中,可以有效地提高通讯的抗干扰性。在无线通讯中,采用扩展频谱可以将无线通讯中的信息掩盖起来,并对其能量进行优化与调节,并对其产生的合成噪声进行译码,因为扩频技术可以在噪声中隐蔽无线通信信号,可以对电磁干扰发挥出组织作用。

3.3 智能天线技术

智能天线是一种采用智能的控制算法来进行天线的方向性发射,在发射时,采用主动波束的方式,将目标对准特定的目标,并将其指向的方向对准其他目标,既可以保证信号的传输品质,又可以有效地解决电磁干扰问题。采用智能天线技术能够有效地提升无线通讯系统的抗噪声性能,并通过对其物理层进行调控,从而大幅提升其信号的信噪比,有利于抑制不同方向的干扰源,使无线通信系统的抗干扰水平得以提升。当前相关技术人员不断研究智能天线技术,现阶段技术性能还不足以全面满足需求,例如,在智能天线领域,对天线的波束收缩提出了更高的要求,而要实现更小的波束窄化,就必须要有更多的天线单元来实现,这使得天线的设计更加复杂。近几年,由于智能天线的发展,以及多输入多输出多天线等多种前沿技术相结合,将OFDM与时空编码相结合,实现了双通道的传输能力,增强了对环境的抗干扰能力。

MIMO无线传输技术应用过程中,利用发射端的不同天线对信号进行输送,在接收端利用接受天线完成信号收集,利用MIMO无线传输技术,可以优化无线通信系统的使用性能,系统容量也因此被扩大,利用正交频分复用技术和时空编码技术等,可以保证通信系统适应复杂的电磁环境中,具备很强的抗干扰能力。在无线通信系统中利用MIMO技术存在较多的挑战。利用智能天线技术可以保障每个天线的干扰能力,连接所有的通信设备,构建智能天线网,使天线接收端的信号干扰比因此提升,使天线通信系统的抗干扰水平得以提升。

3.4 混合技术

为了在复杂电磁环境中使无线通信抗干扰水平得以提升,在数据工作中需要混合利用不同的抗干扰技术,保证无线通信更好地适应不同的场景。因为单一的抗干扰技术并不是适用于不同的场合,而复合传输方式因其适应性强、灵活性强等优点,能够有效地补充单个方法的缺陷,从而提高其对复杂电磁环境的适应性。比如,在直扩与跳频两种方法中,通过对信号的加工增益进行研究,可以扩大谱宽,提高跳频效应。

3.5 时间反转技术

采用多种方法进行干扰抑制,使其具有更好的抗干扰性能,但同时也会增大系统的复杂度。随着通讯科技的发展,

采用时反处理的方法可以更好地实现对空间信道的有效匹配。时域反演 (Time Reverse) 具有良好的抗干扰性,它融合了符号间的串音、多址、共路等多种功能,且操作简便,在复杂的电磁环境下,采用时域反演的方法,通过引入光的位相共轭原理,有效地增强了无线通讯的抗干扰性能,从而增强了无线通讯的抗干扰性能。根据发送端的不同,时变可以分为主动式和被动式两种,主动式可以在同一时刻发送和发送信号,被动式则仅起到接受的作用。在目前的无线通讯对抗中,被动方式的使用更加有效,确定信道相应的无线信道信息,再利用时间反转技术,获取无线通信传输函数,可以有效削弱多址和共道干扰。

3.6 无线通信抗干扰新技术

3.6.1 超带宽技术

当前在灾害搜救和军事雷达等方面广泛利用这一技术,该技术的无线通信抗干扰能力非常强,但是该技术信号持续时间比较短,拓宽了频域获得,该技术的能耗较低,同时具有安全性优势,使用过程也非常简单,可以实现精准定位,在信号传输过程中利用这项技术可以规避信息干扰问题。

3.6.2 虚拟智能天线

该技术组合利用波速智能天线和智能天线,可以广泛应用于军用和雷达探测等领域。但由于其成本高,无法在大范围内推广使用。而多根天线的交互作用可以确保高品质的地区中的信息高效、及时、精确地传递,并实施接收功能。这种方法可以实现在接受信息的同时,还可以强化对信息的处理,从而降低甚至是消除信息的差错,增强信号在传送中的抗干扰性。

3.6.3 智能组网技术

该技术有利于充分利用通信资源,在通信环境中可以精准感知信号。同时根据干扰因素,通过对通信信号的适时调节,提高了无线通讯的抗干扰性。由于这项技术自动调节的作用,所以被广泛应用。

3.6.4 实时选频技术

该技术通过选择频率,有利于提高抗干扰水平。在选择无线通信实时频率的过程中,将干扰频率避开,保证系统适用于各种环境中,优化传输信号。在技术应用过程中,高频自适应无线通信系统可以自动化切换频道,如果发生干扰,可以向干扰性较小的频道中自动切换。

4. 复杂电磁环境下无线通信系统抗干扰效能保障措施

4.1 强化宣传力度和群防意识

当今的社会发展对无线通讯技术的依赖性很强,所以对无线通讯的干扰问题也受到了全社会的关注,这就要求增加公众的参与程度,从而增加防控的范围。比如,要对无线通信的安全性进行积极的宣传,让公众对无线电干扰的机理以及安全风险有一个正确的认识,这样才能让他们在平时的工作中对无线通讯的干扰进行有效的防御,减少无线通讯的干扰问题的发生。

4.2 严格治理无线电干扰源头

在复杂的电磁环境下,对非法广播的干扰问题会更加严重,由于其工作的系统特性,耗时长,因此,有关部门要密切与有关部门及执法部门保持密切的合作关系,加强对非法广播和干扰源的治理。加强对信号干涉装置的制造标准,对干涉的危险进行了有效的控制。

4.3 注重无线电台站管理审批

在电台的监管与批准过程中,有关的通讯功能部门要对站点的布局、覆盖面积等进行全面的考量,以防止广播电台与无线通讯发生冲突,并加强审核工作的严格性,防止新的干扰源的生成,并起到净化电磁环境的效果。

5. 结束语

社会经济不断发展,突出了无线通信技术的重要性,逐渐增加无线通信规模之后,增加了通信环境的复杂性。在复杂电磁环境中,需要加强控制无线通信干扰问题。在实际工作中需要综合研究技术条件,利用多元化的干扰技术。尤其需要结合复杂电磁环境的特点,进一步完善抗干扰技术,使无线通信的可靠性进一步提高。

参考文献:

- [1] 李广昊,程洁莹.电力系统无线通信网络的抗干扰技术分析[J].中国宽带,2024,20(09):70-72.
- [2] 杨猛.复杂电磁空间下船舶无线通信系统组合抗干扰策略分析[J].电子元器件与信息技术,2024,8(09):165-168.
- [3] 李康.地铁车地无线通信信号传输抗干扰方法研究[J].交通世界,2024,(12):20-22.

作者简介:

王皓前(2001.06—),男,山西省吕梁市离石区,研究方向:通信工程-无线通信方向。