

天线抗干扰和多径抑制技术研究

Research on Antenna Anti-Jamming and Multipath Suppression Technology

薛守彬

Shoubin Xue

中国电子科技集团公司第三十九研究所
中国·陕西 西安 710065
The 39th Research Institute of China Electronic
Science and Technology Group Co., Ltd.,
Xi'an, Shaanxi, 710065, China

【摘要】近些年,随着中国科学技术水平的整体提高,天线抗干扰技术也有了突破性的发展,在卫星、移动通信等方面都有了更为广泛的应用。论文从天线抗干扰技术方面分析,综合相关领域研究成果,对天线抗干扰和多径抑制技术的新发展进行探索。

【Abstract】In recent years, with the overall improvement of science and technology level in China, antenna anti-jamming technology has also made a breakthrough development, and has been more widely used in satellite, mobile communications and other aspects. In this paper, the new development of antenna anti-jamming and multi-path suppression technology is explored by analyzing the antenna anti-jamming technology and synthesizing the research results in related fields.

【关键词】天线抗干扰;通信系统;多径抑制

【Keywords】antenna anti-jamming; communication system; multipath suppression

【DOI】10.36012/peti.v1i1.355

1 引言

在信息技术发展突飞猛进的新时期,无线通信技术对于各项技术和产业的发展来说成了把利弊并存的双刃剑。一方面,无线电的信息传播会使得需要交流的各部门各领域进行知识、信息的共享、再创造;另一方面,如果通信技术的私密性得不到保障的话,很容易造成信息的泄露、流失,如果抗干扰技术和管控技术得不到与时代相符的发展,就容易被别有用心的人利用技术漏洞,窃取别人合法的劳动成果。天线之间的干扰及其带来的信号干扰会对覆盖区域内的移动通信造成很多问题,如通话质量差、电话连接不稳定等问题,对人们的日常生活和工作也会带来很大的影响。因此,天线的抗干扰技术的研究是非常有必要的。

2 通信系统受到干扰的原理及特点

2.1 通信系统受到干扰的原理及一般过程

一般来说,通信系统由发信设备、收信设备和传输通道构成。发信设备包括了发送终端、调制设备、基带设备、天线设备、高频功放及电源等基本设备。发信者把准备发送的信息经过发送终端和基带设备转换成电信号(这样的电信号可以是经过编码、加密过的),通过调制设备使高频无线电振荡受调制,使用高频功放经过天线设备将高频无线电信号向空间进

行传输。通信系统的传输通道即是广阔的空间,但传输的路径、传输速度会因着传输内容、传输的设备、传输方式及用途而不同。通信系统的收信设备主要是负责信息的接收和处理,多采用超外差式接收设备,其中包括了天线接收、变频、解调、接收终端、电源等设备^[1]。

2.2 通信系统受干扰的影响因素

只有透彻了解通信系统受干扰的影响因素才能更好地进行天线抗干扰的研究。为了保持良好的干扰效果,会进行对干扰参数的不断调整,抗干扰的参数和性能也会在实践中不断变化、不断得到时间和技术的检验。

干扰发射机的工作参数和发射频率对干扰系统受干扰情况有较为重大的影响。干扰发电机的功率大小关系着干扰参数的发射频率和干扰参数的变化情况,接收机输入终端干扰功率的大小直接决定着干扰效率的高低。

在实际情况中,干扰机通常会借助引导接收机进行目标信号的确定,从而增强干扰效果,因而干扰信号频率与目标信号的频率契合度对干扰效果的影响也是十分显著的。在复杂多变的信号环境中,只有干扰信号与目标信号的频率实现高度契合时,达到的干扰效果才是最好的。

3 多径抑制技术

多径抑制手段包括接收机内的信号处理手段和接收机外

的信号处理手段。

3.1 天线

3.1.1 天线增益控制

多径的来源主要来自于信号反射、折射和散射信号等多种信号通过不同途径达到天线。非直射信号带来的传播距离上的延迟,导致了多径误差的产生。由于大部分的多径信号来自于水平方向附近,通过抑制接近水平方向的天线增益,可以降低多径的干扰。然而这种方式通常需要天线阵列、大的天线孔径或者其他的工艺,在静态基站的情况下比较适用,在需要全向增益和小型天线尺寸的高动态情况下并不适用^[2]。

3.1.2 天线极化

天线的极化可能会导致额外的多径误差。接收到的 GPS 信号是右旋圆极化,理论上来说,在理想导体的反射后,右旋圆极化会变成左旋圆极化,这种信号理想 GPS 天线无法接收。实际上,右旋圆极化的天线对右旋圆极化信号和左旋圆极化的信号敏感度并不一致,这也导致了对于多径反射信号的一定程度上的衰减。

3.2 接收机基带信号处理技术

3.2.1 窄相关技术

传统 DLL 中,码片宽度为 1chip,如果是采用非相干解调,能量一致的时候接收机信号时延和导航卫星时延一致,获得匹配,从而获得伪距值。当相干间距小于 1chip 时,则成为窄相关,多径误差减小是因为窄相关的非相干 DLL 环不易受延迟的多径信号影响。相关间距 0.1chip 时,环路对延迟大于 1.05chip 和小于 0.1chip 的多径信号不敏感,对于延迟在 0.1~1.0chip 范围内的多径信号,最大误差不会超过某一个固定值。

3.2.2 MEDLL 技术

1995 年 NovAtel 公司推出了一项新技术,即 MEDLL 技术。MEDLL 技术能极大地提高测量数据的精确性,是一种能检测、消除多径的优秀技术,该技术可以用于导航信号监测,并能给出导航信号的整个采用函数。MEDLL 通过采集相关函数的值,再进行迭代运算,MEDLL 技术在迭代运算中,已经将多径信号问题考虑在内。通过并行通道的窄相关采样,估计出直接信号和多径信号的幅度、延迟和相位,分析延迟最小的信号,认为是直接信号,其他较大延迟的信号认为是多径信号分量被消除。MEDLL 技术更适用于多径变化缓慢的场合^[3]。

4 三维简化分布式矢量天线极化技术

4.1 矢量天线极化技术

矢量天线叉乘方法二维来波方向估计,在信噪比为 10dB

时,不考虑恢复出空间电磁波的场量,即不对矢量天线测量数据进行矢量天线元辐射模式的补偿,整个空间来波方向遍历,仰角、方位角估计误差低于 14°。间距为半波长的分布式矢量天线叉乘方法二维来波方向估计,信噪比为 10dB 时,在不考虑矢量天线测量数据的矢量天线元辐射模式补偿和矢量天线元间接接收相位差补偿的情况下,仰角、方位角估计误差低于 18°。矢量天线的简单叉乘方法粗略估计来波的二维方向,可应用在宽波束形成接收技术中。其估计方法简单直接、计算量小、硬件实现简单。

4.2 使用三维简化分布式矢量天线极化域抗射频干扰

首先,应用天线元摆放间距所产生的相位差估计出射频干扰信号的二维来波方向;然后,取立体阵中位于轴正半轴和轴正半轴的两个线阵构成的垂直型结构,其测量出的正交电场和数据幅度相位分离实现来波匹配,结合来波的二维方向估计结果进一步估计出射频干扰信号的极化状态;最后,简化分布式矢量天线阵元极化形式选择分集接收,抑制与卫星直达信号来波方向相同或相近的线极化方式干扰信号。

5 结语

天线抗干扰和多径抑制技术的研究具有重要意义,在未来一定会成为影响一个国家综合实力的重要因素之一。在可见的未来,这项技术的研究和应用对于国家信息安全和国民隐私信息保护都起着至关重要的作用^[4]。在顺应时代发展的大背景下,借鉴其他国家先进的技术和相关的经典案例,提高对天线抗干扰和多径抑制技术研究的认识,提高从业研究人员的研究应用水平,引进新时期的青年高素质人才,使这项重要研究更具活力、实践意义,研究的进行更容易与时代契合^[5]。

参考文献

- [1]刑军,宋铮,吴世龙.几种自适应天线阵列抗干扰性能研究[J].舰船电子工程,2003(4):65-69.
- [2]张毅,赖仪一,姚富强.抗干扰通信网的可靠性分析[C]//开创新世纪的通信技术——第七届全国青年通信学术会议论文集.北京:电子工业出版社,2001.
- [3]汪晋宽,顾德英.空间自适应信号处理[M].沈阳:东北大学出版社,2003.
- [4]洪福明.抗干扰通信的发展与展望[J].电子科技大学学报,1996(S3):293-298.
- [5]李世贵,李青.军事通信抗干扰技术进展与展望[J].重庆大学学报(自然科学版),2001(2):148-153.