

浅谈微波通信系统发射机技术

冯月婷 王露 余重阳 屈毅 李佳炜

上海航天电子技术研究所

DOI:10.12238/etd.v5i4.8546

[摘要] 微波通信作为一种重要的通信方式,近年来得到了长足的发展与应用,相比其他现代通信手段,微波通信具有大容量、建设速度快、稳定性高等优点。在微波通信系统中,发射机是微波通信系统中的关键组成部分,它的性能直接影响到整个通信系统的质量和效率,本文主要对微波通信和微波通信系统发射机结构和性能进行研究。

[关键词] 微波通信系统; 发射机技术; 性能

中图分类号: TN914 **文献标识码:** A

Discussion on transmitter technology in microwave communication systems

Yueting Feng Lu Wang Chongyang Yu Yi Qu Jiawei Li

Shanghai Institute of Aerospace Electronics Technology

[Abstract] Microwave communication, as an essential communication mode, has experienced significant development and application in recent years. Compared to other modern communication methods, microwave communication boasts advantages such as high capacity, rapid construction speed, and superior stability. In a microwave communication system, the transmitter plays a crucial role, and its performance directly impacts the quality and efficiency of the entire communication system. This article primarily investigates the structure and performance of microwave communication systems and transmitters.

[Key words] microwave communication system; Transmitter technology; performance

引言

在现代通信技术中,微波通信占据着举足轻重的地位。近年来,微波通信技术在卫星、移动通信等领域中得到了十分广泛的发展和应用。微波通信系统可根据采用传输频率不同划分为卫星、地面微波、本地多点分配等形式。在微波通信系统中,发射机的结构直接影响整个微波通信系统的通信质量,而发射机的结构大体相同,通常都是采用中频调制发射机结构。本文将微波通信系统发射机技术的关键内容进行研究。

1 微波通信系统概述

微波通信,是一种使用微波作为载波的无线通信技术。微波是指频率在300MHz至300GHz之间的电磁波,其波长范围在1米到1毫米之间,无需固体介质,是伴随无线通信技术的兴起而发展起来的一种通信方式。微波通信系统包含发信机、收信机、天馈线系统、多路复用设备及用户终端设备等几部分。依据通信方式和传输媒质的不同,微波通信可分为大气层视距地面微波通信、对流层超视距散射通信、通过电离层和外层自由空间的卫星通信,以及在自由空间中传播的空间通信。

微波通信作为一种重要的通信方式,相比较于其他通信方式,微波通信主要有以下几个特性。

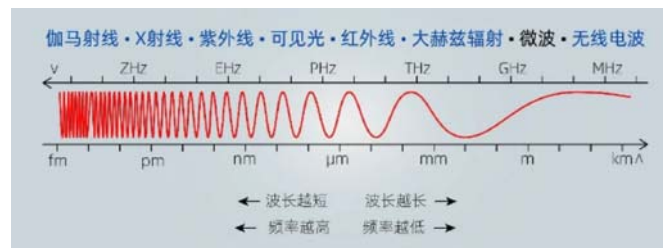


图1 空间电磁波谱

(1) 稳定性及可靠性强、通信质量高,具有良好的抗干扰能力^[1]。由于微波频段频率较高,工业干扰及太阳黑子的活动等干扰对微波通信所产生的影响很小。此外,还可抵抗风灾、水灾以及地震等自然灾害,不易受到自然天气气候或其他环境因素的影响;

(2) 带宽容量大。传统频段的微波产品(在6GHz至42GHz频段范围内),借助MIMO、XPIC等无线技术,能够实现传输容量的倍增。通过简单的射频单元叠加以及空口物理链路或链路层的汇聚技术,这些产品能够实现高达10Gbit/s的传输速率,充分满足当前5G移动通信的回传需求。这一带宽能力足以支撑高速的数据传输,为5G网络的稳定运行提供坚实保障。

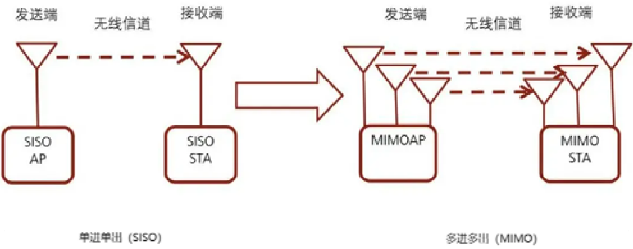


图2 SISO及MIMO系统模型

(3) 灵活性高。微波中继通信因其采用中继方式, 具有高度的通信灵活性, 可以实现地面上的远距离通信。在实际应用中, 微波中继站的标准间距通常约为5km, 这使得微波通信能够跨越多种特殊地理环境, 如沼泽、江河、湖泊和高山等, 相较于有线通信具有更大的灵活性和适应性。这种灵活性不仅提升了通信的可靠性, 也为应对突发情况提供了有效的通信手段。



图3 中继通信系统模型

尽管微波通信有很多优点, 但是面对当前光纤通信带来的挑战, 未来微波通信将向高速大容量、面向更高频段以及高集成度、微小型化等方向发展。

2 发射机技术

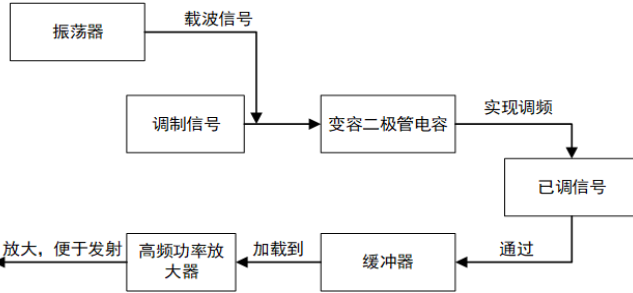


图4 发射机原理

发射机是一种将信号按照一定频率发射出去的装置。发射机的技术原理主要包括调制、放大和滤波等过程, 通过调制器加载到射频载波上, 然后通过射频放大器放大, 最后通过发射天线发射出去。调制器的作用是将信息信号与射频载波进行合成, 形成调制后的射频信号。射频放大器的作用是增强调制后的射频信号的功率, 使其能够传输到较远的距离。发射天线的作用是将射频信号发射到空中, 形成无线电波。在微波通信系统中, 信号发送是最重要的一环, 所以发射机的性能将决定整个通信的质量。通常, 微波通信系统中使用的发射机有两种, 直接调制发射机和中频调制发射机。

直接调制发射机也称零中频发射机, 直接在发射频率上进行调制, 不需要借助转码器进行二次转码处理, 其调制器和混频器合并为一个整体。当信号经终端处理后, 便可由调制器进行调制, 最后经微波放大器放大。直接调制发射机有模拟正交调制、数字正交调制等多种形式。与外差式发射机相比, 具有结构简单、通信流程较短的优点, 缺点也很突出, 第一通用性差, 第二当发射频率较高时, 其设备中的微波功放制作困难。而且整个微波通信系统中包含大量的发射部件, 当部件出现故障时, 很难对部件进行维修和调换, 故影响工作效率。

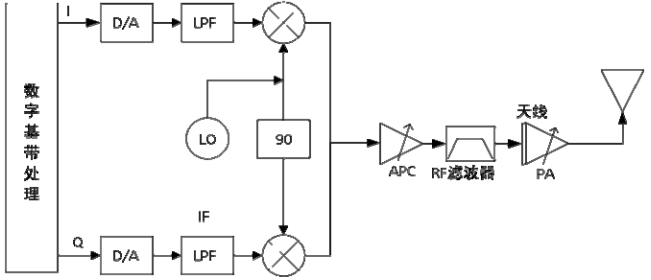


图5 零中频发射机结构图

中频调制发射机^[2]由中频振荡器、中频调制器、转码器、变频器等关键组件构成。接收信号后, 中频调制发射机通过微波转码器进行编码转换, 随后利用微波调制器获取中频调制信号, 并通过微波放大器放大微波信号, 将信号功率调整至可接受的频段范围。一般而言, 中频调制发射机能够在多频段信号传输中扩展信号传输通道的容量, 使信号传输更加顺畅。

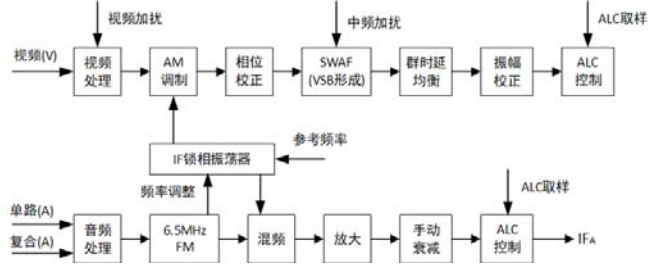


图6 MMDS用中频调制器

发射机的性能指标主要包括输出功率、增益、带宽、线性度、稳定性等。输出功率是指发射机输出的射频信号的功率, 它直接影响到传输过程中的损耗和覆盖范围。增益是指发射机中放大器的放大倍数, 它决定了信号的放大程度和信噪比。带宽是指发射机能够传输的信号频率范围, 它决定了信号的传输质量和容量。线性和稳定性是指发射机输出的射频信号的波形质量和稳定性, 它们对信号的传输质量和可靠性有重要影响。

发射机的参数设计对通信质量至关重要^[3]。发射机的工作频率和频带宽度直接影响通信容量, 频率越高, 频带越宽, 所需的通信容量也越大。同时, 发射机的安装工艺和方向性也与信号获取的信号频段有关, 安装工艺越高, 方向性越好, 获取的信号频段也越多。但值得注意的是, 工作于多种信号频率的发射机使用寿命通常较低。因此, 在设计发射机参数时, 应确保通信质量, 同时拓展频带宽度, 减少发射机数量, 并选用合适的发射机材料,

防止损坏老化。站址选择和多径衰落等因素也会影响通信质量。

发射机技术是一种关键的电子技术,它在多个领域中扮演着至关重要的角色。首先,它被广泛应用于通信领域。通过发射机技术,我们可以传输和接收各种信号,如语音、数据和视频信号。这使得人们能够进行远程通信,无论他们身处何地。其次,发射机技术在广播领域也有着重要的应用,广播电台和电视台使用发射机技术来传输广播信号,使得人们能够在各自的设备上接收广播节目。此外,发射机技术在雷达领域也发挥着重要作用,雷达系统通过发射机技术发送电磁波,并接收反射回来的信号,以检测和追踪物体,如飞机、船只和车辆。最后,发射机技术在导航领域也有着广泛的应用,全球定位系统(GPS)就是其中之一,它使用发射机技术来发送信号,使接收器能够确定自己的精确位置。总之,发射机技术在通信、广播、雷达和导航等领域中起着至关重要的作用,它我们的生活带来了许多便利。

发射机技术的发展趋势主要体现在以下几个方面:一是高频化,随着通信和雷达技术的发展,发射机的工作频率将越来越高;二是数字化,随着数字通信技术的发展,发射机将逐渐采用数字调制方式;三是集成化,随着微电子技术的发展,发射机将被集成到芯片上,实现便携式和小型化;四是智能化,随着人工智能技术的发展,发射机将实现自动化控制和智能调优,提高性能和可靠性。

未来,发射机技术的发展还可能朝着多功能和绿色环保的

方向发展。多功能方面,发射机可能会融合更多通信技术,如集成卫星通信、无线通信等功能,以满足不同应用场景的需求。绿色环保方面,随着全球对节能减排的关注,发射机技术可能会更加注重能效比和减少电磁污染,以降低对环境的影响。

3 总结

微波通信技术作为一种重要的无线通信技术,具有传输速率高、传输距离远、传输质量好等特点,而发射机技术是微波通信系统的关键与基础,直接影响通信的质量,选择合适的发射机结构能改善微波通信系统的通用性,在实际测试之中,需要严格监控发射机的各项指标,确保不出问题,才能提高微波通信的工作效率,进而促进微波通信的发展。

【参考文献】

[1]孙杰.广播电视微波通信技术及其运用分析[J].中国宽带,2023,19(05):39-41.

[2]蒋开朗.微波通信系统发射机技术的发展与应用研究[J].无线互联科技,2020,17(04):1-2.

[3]张瞳.微波通信系统发射机技术论述[J].中国新通信,2019,21(13):67.

作者简介:

冯月婷(1990--),女,汉族,山西太原人,硕士研究生,工程师,从事宇航产品调试测试工作。