

浅谈广电C频段卫星接收抗5G干扰的措施

陈朝明

江西广播电视台

摘要：数字通信技术的飞速发展，特别是第五代移动通信技术（5G）的广泛应用，为人们提供了更快速、更高效的通信体验。然而，这种技术的兴起也带来了一系列新的挑战，其中之一便是其与传统广电C频段卫星接收之间的干扰问题。广电C频段卫星接收在信息传输、广播电视等领域发挥着不可替代的作用，因此，如何有效应对5G干扰，保障卫星接收系统的正常运行成为亟待解决的问题。

关键词：广电C频段；卫星接收；抗5G干扰；方法措施

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.06.241

引言

广电C频段卫星接收系统作为一种重要的信息传输工具，广泛应用于广播、电视、互联网等领域，为人们提供了多样化、高质量的信息服务。然而，随着5G技术的逐渐普及，其频段与广电C频段发生交叠，引发了一系列的干扰问题。5G的高频、高速、高密度的特点使其信号与广电卫星接收系统之间产生共频干扰、串扰干扰等问题，严重威胁到卫星接收的正常运行。在这一背景下，研究广电C频段卫星接收抗5G干扰的措施，不仅对维护传统广电业务的稳定运行至关重要，同时也是在数字时代背景下推动广电卫星接收技术创新的必然选择。

一、广电C频段卫星接收技术概述

1. 广电C频段卫星接收系统架构

卫星接收系统是广电C频段卫星通信的核心组成部分，其复杂的系统架构确保了对卫星信号的高效接收和处理。该系统通常由接收天线、中频部分以及解调与解码等模块组成，每个模块在保障卫星信号质量的同时，承担着特定的功能。

接收天线是卫星接收系统的第一环节，负责捕捉来自卫星的信号。广电C频段的卫星信号通常采用较高的频率，因此接收天线需要具备较高的定向性和灵敏度。天线的设计不仅要考虑到对信号的高效捕获，还需兼顾抗外界干扰的能力。在实际应用中，常见的接收天线包括抛物面天线和馈源天线，其结构和性能直接关系到卫星信号的接收效果。

中频部分承担着将接收到的射频信号进行初步处理的任。接收天线捕捉到的高频卫星信号会通过下变频等处理，转变为相对较低的中频信号。这一步的处理有助于降低信号的传输损耗，同时为后续的解调和解码提供更为稳定的信号源。中频部分包括了放大器、混频器等模块，它们的协同工作对于系统整体性能至关重要。

解调与解码是广电C频段卫星接收系统中的核心环节，负责将经过中频处理的信号解调还原为原始的数字

信号，并进行解码还原为可读的数据。解调过程包括信号解调和时钟同步等步骤，而解码则依赖于卫星信号采用的调制方式和编码方案。这一部分的高效性直接影响着系统的整体性能，对于保证传输数据的完整性和准确性至关重要^[1]。

2. 广电C频段卫星信号特点

广电C频段卫星信号的频谱分布是理解和抗5G干扰的关键因素之一。广电C频段通常指的是频率在3.7GHz至4.2GHz之间的频段，而卫星信号往往采用较宽带的传输方式。这一频谱范围内的信号往往以窄带宽的多路复用方式传输，使得广电卫星能够在有限的频谱资源内同时传递多个信道的信息。这种频谱利用的方式在传统广播电视等应用中表现出色，但同时也使得卫星信号更容易受到5G信号的干扰。由于5G频段与广电C频段存在一定的频谱交叠，频谱分布的重叠区域容易引发共频干扰，即两者在同一频谱范围内传输信号，可能导致互相的干扰影响。因此，理解广电C频段卫星信号的频谱分布，有助于提出相应的技术手段来抵御5G干扰。

广电C频段卫星信号的调制方式对于系统性能和抗干扰能力有着深远的影响。传统的广电卫星通常采用调频（FM）或者调幅（AM）等模拟调制方式，这在一定程度上能够抵御一些干扰，但是对于数字化、宽频带的5G信号，这种模拟调制方式显得相对脆弱。在数字化的环境中，广电C频段卫星信号逐渐采用更复杂的数字调制方式，如QPSK或者QAM。这些数字调制方式具有更高的抗干扰性，能够在有限的频谱资源内传输更多的信息，并且对于干扰信号的影响相对较小。因此，调制方式的选择在设计卫星接收系统时显得尤为重要，有助于提高系统的抗5G干扰能力^[2]。

二、5G对广电C频段卫星接收的干扰机制

1. 频谱交叠导致的共频干扰

随着5G技术的广泛应用，5G频段与广电C频段之间发生频谱交叠，成为广电卫星接收系统面临的一项重

要干扰。广电C频段通常涵盖3.7GHz至4.2GHz的频谱范围，而部分5G频段也在这一范围内运行。这种频谱交叠导致了5G信号与广电C频段卫星信号在同一频谱范围内传输，可能导致共频干扰。这种交叠带来了共享频谱资源的挑战，需要深入分析两者之间的交叠情况，以更好地理解共频干扰的机制。

产生共频干扰的原因主要包括频段规划不当和频谱利用冲突。在5G网络规划中，由于频谱资源有限，一些频段可能被多个服务共享，包括卫星通信和广电传输。当5G网络与广电C频段在同一频段进行通信时，容易发生共频干扰。此外，由于5G网络的高密度和高速度，频谱的有效利用变得更加挑战，导致频谱资源的争夺增加，可能引发与广电卫星信号的频谱冲突，进而产生共频干扰。

2. 5G信号功率引起的串扰干扰

5G信号的功率分布是导致串扰干扰的重要因素之一。由于5G通信系统采用了更高的频率和更大的带宽，其信号在空间中的功率分布较为不均匀。在传输过程中，5G信号可能经过不同的传播路径，受到建筑、地形等环境的影响，导致信号功率的空间分布不均匀。这种功率分布不均匀性可能引起不同路径上的信号相互干扰，产生串扰干扰，尤其是在5G基站与广电C频段卫星接收站距离较近的情况下^[3]。

串扰干扰的主要影响机制包括信号传播路径的交叉和互相干扰。由于5G信号在传播过程中可能经历反射、折射等多个路径，这些不同路径上的信号在某些区域可能会交叉，导致串扰。特别是在城市等高密度建筑区域，5G信号容易在建筑物之间反射、衍射，形成多径传播，增加了串扰的可能性。此外，5G信号在传输过程中可能遇到广电C频段卫星接收系统的天线和中频部分，与广电信号交叉，引发串扰。5G信号的高功率和宽带特性使得它在遭遇障碍物时更容易产生辐射和传播，增加了与卫星信号相互干扰的风险。因此，了解串扰干扰的影响机制对于制定相应的抗5G干扰措施至关重要。

三、抗5G干扰的技术措施

（一）频率规划与频谱监测

1. 合理的频率规划

合理的频率规划是抗5G干扰的关键步骤之一。通过深入分析5G信号和广电C频段卫星信号的频谱分布，可以制定有效的频率规划方案，避免或减小频谱交叠区域，降低共频干扰的发生概率。在规划中，需要考虑到广电卫星的业务需求、5G网络的部署情况以及其他无线通信系统的存在，以实现频谱资源的协调利用。合理的频率规划能够最大限度地减缓5G与广电C频段卫星接收

系统之间的频谱冲突，提高系统的抗干扰能力。

2. 实时监测5G信号频谱变化

实时监测5G信号频谱的变化是及时应对干扰的关键措施。由于5G网络的动态性，信号功率、频谱分布等参数可能随时发生变化。因此，建立高效的频谱监测系统，能够实时感知5G信号在周边环境中的变化，有助于及时调整卫星接收系统的工作频率或采取其他干扰应对策略。通过利用先进的频谱监测设备，卫星接收系统能够快速响应5G信号的变化，提高系统的灵活性和实时性，从而更好地保障广电卫星接收的稳定性。

通过合理的频率规划和实时监测5G信号频谱的变化，卫星接收系统可以更有效地规避共频干扰的问题，提高系统的鲁棒性。这两项技术措施在实践中的应用有望有效减缓5G对广电C频段卫星接收的干扰，确保卫星系统的正常运行^[4]。

（二）滤波器与天线设计优化

1. 高效的射频滤波器

在抗5G干扰的技术措施中，使用高效的射频滤波器是一项关键步骤。射频滤波器能够通过接收系统中引入特定的频率选择性元件，有效地抑制非目标频段的信号。为了抵挡5G频段的干扰，设计和采用高效的射频滤波器可以限制系统接收频谱范围，使其更集中在广电C频段的有效信号上，减小对外部5G信号的敏感度。这样的优化可有效提高系统的信噪比，降低5G信号对广电卫星接收的影响。

2. 天线方向性设计

天线的方向性设计是另一个关键的技术措施，旨在优化系统的接收方向，降低来自非目标方向的5G信号的捕获。通过合理设计天线的指向性和增益特性，使其对广电C频段信号的接收更为敏感，同时对于来自5G频段的信号具有一定的屏蔽效果。天线方向性设计可以通过改变天线的形状、尺寸、和架构等参数来实现，从而在空间中形成特定的接收模式，提高系统的抗5G干扰能力。

通过采用高效的射频滤波器和优化的天线方向性设计，广电C频段卫星接收系统可以更为精准地选择和接收目标信号，降低对于5G信号的敏感度。这样的技术优化有助于保障广电卫星接收系统的正常运行，使其更具有适应性和鲁棒性，面对5G干扰时能够更为稳健地工作。

（三）信号处理算法优化

1. 抗干扰算法的研究与应用

在广电C频段卫星接收系统中，对抗5G干扰的技术措施之一是研究和应用抗干扰算法。这些算法旨在识

别和抑制干扰信号，从而提高系统对广电C频段信号的接收质量。抗干扰算法可以基于信号的时频特性进行设计，通过时域滤波、频域滤波等方法，抑制来自5G频段的干扰。利用自适应滤波、陷波器等算法，系统能够更精确地识别并削弱5G信号的影响，提高广电卫星接收系统的抗5G干扰能力。

2. 数字信号处理的优化方法

数字信号处理在广电C频段卫星接收系统中扮演着至关重要的角色，其优化对于提高系统的抗5G干扰性能至关重要。通过采用先进的数字信号处理技术，可以在接收到的信号中提取有用信息，并同时抑制干扰。采用自适应均衡技术、盲源分离等数字信号处理方法，系统可以更好地抵御5G信号引起的串扰和其他非理想因素。此外，针对5G信号特点的数字预处理、干扰估计和消除等技术也可以在数字信号处理阶段得到应用，从而提高系统的整体性能^[5]。

通过不断优化信号处理算法，广电C频段卫星接收系统可以更加灵活地应对不同场景下的5G干扰。这一优化不仅提高了系统对广电信号的灵敏度，同时在复杂的干扰环境中表现出更强的鲁棒性，确保了广电卫星接收系统的稳定性和可靠性。

（四）联合干扰抑制技术

1. 多信号处理技术

在应对5G干扰的挑战时，采用多信号处理技术是一种有效的手段。该技术通过同时处理多个信号，包括来自广电C频段的目标信号和来自5G频段的干扰信号。通过综合考虑多个信号的时频特性，系统可以利用差分处理、并行处理等方法，更有效地区分和抑制干扰。这种多信号处理技术不仅有助于提高系统的抗5G干扰性能，还能够在复杂的电磁环境中提供更为可靠的卫星信号接收。

2. 集成5G干扰抑制模块

为了增强系统的整体抗干扰能力，可以设计和集成专门的5G干扰抑制模块。这种模块可以通过实时监测5G信号的特征、功率分布等信息，采用先进的信号处理算法，有针对性地抑制5G干扰。集成的抑制模块可以在数字信号处理阶段或者射频前端阶段实施，根据具体系统的需求进行调整。这样的模块设计可以灵活应对不同的5G干扰场景，提供更精准的抑制效果，从而确保广电卫星接收系统的稳定性和性能。

通过采用多信号处理技术和集成5G干扰抑制模块，卫星接收系统能够更全面、更主动地对抗5G干扰。这一联合干扰抑制技术的综合运用有望提高系统的抗干扰水平，确保广电C频段卫星信号的稳定接收，为用户提供

更加可靠的服务。

四、未来展望

（一）新一代广电C频段卫星接收技术的研究方向

未来的广电C频段卫星接收技术将面临更大的挑战和机遇。为了有效抵御5G干扰并满足日益增长的用户需求，新一代技术的研究方向将聚焦于多方面的创新。频率选择性和高效滤波技术将得到更深入的研究，以提高系统的频谱利用效率，减小5G与广电C频段的频谱交叠。先进的数字信号处理算法将更广泛地应用于广电卫星接收系统，通过深度学习、机器学习等技术，实现对多种干扰信号的准确识别和抑制。此外，全球导航卫星系统的引入和融合，可以提高接收系统的定位精度，进一步拓展广电卫星在定位服务方面的应用。

（二）跨界合作与技术创新的可能性

为了更好地应对5G干扰，广电C频段卫星接收技术将寻求跨界合作，与其他领域的技术进行融合。与通信领域、射频工程、信息技术等相关领域的合作，有望为广电卫星接收系统带来新的思路和解决方案。特别是与5G通信行业的紧密合作，可以促使技术创新，推动共同标准的建立，实现更好的频谱协同共享。跨界合作不仅能够加速技术的演进，也有望为广电卫星接收系统带来更为灵活和高效的解决方案。

总结

综上所述，通过深入分析5G与广电C频段卫星接收系统之间的干扰机制，本文提出了一系列的抗干扰技术措施，包括频率规划与频谱监测、滤波器与天线设计优化、信号处理算法优化、以及联合干扰抑制技术等方面。这些措施的研究与实践不仅对传统广电业务的稳定发展起到关键性的作用，也为卫星接收技术的未来发展提供了新的思路。

参考文献

- [1] 周崢. 5G信号对广电卫星地球站的干扰分析和研究[J]. 中国新通信, 2022, 24(17): 13-15.
- [2] 周星星. 5G干扰C波段卫星信号接收的成因分析及应对措施探究[J]. 无线互联科技, 2022, 19(12): 4-6.
- [3] 李仁杰, 彭璐, 许柳竣熙. 浅谈5G信号干扰C波段卫星信号接收的监测与处理[J]. 数字通信世界, 2022, (04): 47-50+53.
- [4] 邓运鹏. 5G信号干扰卫星电视信号的影响及解决措施[J]. 电视技术, 2022, 46(04): 153-155.
- [5] 钟发松, 杨沪辉. 浅谈广电C频段卫星接收抗5G干扰的措施[J]. 中国有线电视, 2021, (05): 471-473.