

空中交通管制中卫星语音通信的应用

周 宇

民航西南空管局 四川 成都 610000

摘要：卫星语音通信技术在空中交通管制中发挥着关键作用。它通过卫星中继站实现全球范围内的语音通信覆盖，为飞行员与管制员提供高质量的语音通信服务。该技术不仅克服了地形和距离的限制，还确保了紧急情况下的快速响应和调度。此外，卫星语音通信系统能够实时传递空中交通信息，为管制员提供决策依据。其应用显著提升了空中交通管制的效率与安全性，成为现代空中交通管理中不可或缺的一部分。

关键词：空中交通管制；卫星语音通信；应用

引言：在现代空中交通管理中，卫星语音通信技术扮演着至关重要的角色。随着全球航空业的蓬勃发展和空中交通流量的不断增加，传统的地面无线电通信已难以满足日益增长的通信需求。而卫星语音通信技术以其独特的优势，如全球覆盖、通信稳定、信息传输质量高等特点，逐渐成为空中交通管制中不可或缺的重要通信手段。本文旨在全面探讨卫星语音通信在空空中交通管制中的应用及其所带来的诸多益处，以期为空中交通管理提供更加高效、安全的通信解决方案。

1 卫星语音通信系统的基本构成

1.1 系统总体结构

(1) 卫星作为中继站：卫星是卫星语音通信系统的核心组成部分，它位于地球轨道上，主要任务是接收来自地面站的信号，经过放大后再转发给其他地面站或用户终端。这样，即使地面站之间距离遥远，也能通过卫星实现通信。(2) 地面站负责测控与管理：地面站是与卫星进行通信的地面设施，它不仅负责发送和接收信号，还承担着对卫星的测控与管理任务。这包括跟踪卫星的位置和状态，向卫星发送必要的指令，以及监控卫星的性能和状态，确保卫星能够按照预定的参数和规格进行工作。(3) 用户终端接入接口：用户终端是用户接入卫星语音通信系统的接口，它可以是手机、卫星电话等终端设备。这些设备通过卫星网络传输语音数据，实现用户之间的语音通信。

1.2 关键技术分析

(1) 卫星通信技术：卫星通信技术是实现卫星语音通信的基础，它利用微波频段进行通信，具有覆盖范围广、通信容量大、传输质量好等优点。随着技术的不断发展，卫星通信技术也在不断更新和完善，以满足日益增长的通信需求。(2) 语音编码技术：语音编码技术是将模拟语音信号转变为数字信号以便在信道中传输的关

键技术。它旨在保持一定的算法复杂程度和通信时延的前提下，占用尽可能少的通信容量，传送尽可能高质量的语音。语音编码技术的好坏直接影响语音通信的质量和效率。(3) 信道编码技术：信道编码技术是为了增强数据在信道中传输时抵御各种干扰的能力，提高系统的可靠性。它通过在数字信号中加入冗余比特，来检出和校正接收比特流中的差错，从而保证通信的准确性和稳定性。

2 卫星语音通信在空空中交通管制中的应用

2.1 飞行员与管制员之间的通信

(1) 高质量语音通信服务。卫星语音通信系统能够为飞行员和管制员提供高质量的语音通信服务。在传统的地面无线电通信中，由于地形、距离等因素的限制，飞行员与管制员之间的通信质量往往会受到一定影响。然而，卫星语音通信技术利用地球同步卫星或低轨卫星作为中继站，实现了全球范围内的语音通信覆盖。这种技术不仅克服了地形限制，还大大提高了通信的稳定性和清晰度，确保飞行员与管制员之间能够准确、及时地传达指令和信息^[1]。在实际应用中，飞行员可以通过卫星语音通信系统向管制员报告飞行状态、位置信息以及任何可能的紧急情况。管制员则可以根据这些报告及时作出反应，为飞行员提供必要的指导和支持。这种高质量的语音通信服务不仅提高了空中交通管制的效率，还确保了飞行的安全性。(2) 紧急情况报告与调度。在航空运输中，紧急情况时有发生。例如，飞机遭遇恶劣天气、机械故障或恐怖袭击等情况时，飞行员需要迅速向管制员报告，以便获得及时的救援和调度支持。卫星语音通信系统在这种情况下显得尤为重要。通过卫星语音通信系统，飞行员可以在第一时间将紧急情况报告给管制员，管制员则可以迅速启动应急响应机制，调动相关资源进行救援。同时，管制员还可以利用卫星语音通信

系统向其他飞机发布紧急通知，避免潜在的危险。这种高效的紧急情况报告与调度机制，为航空安全提供了有力的保障。

2.2 空中交通信息的传递

(1) 实时传递航班动态与天气情况。卫星语音通信系统不仅能够实现飞行员与管制员之间的语音通信，还能够实时传递空中交通信息。这些信息包括航班的起飞、降落时间、航线规划以及天气情况等。在实际应用中，管制员可以通过卫星语音通信系统将这些信息及时传达给飞行员，以便飞行员根据最新的航班动态和天气情况作出相应的调整。这种实时的信息传递机制大大提高了空中交通管制的灵活性和准确性。同时，飞行员也可以通过卫星语音通信系统向管制员反馈实际的飞行情况，如飞行速度、高度以及遇到的任何异常情况。这些信息有助于管制员更好地掌握空中交通状况，及时作出相应的调整和调度^[2]。(2) 为管制员提供决策依据。在空中交通管制中，管制员需要根据各种信息作出决策，以确保飞行的安全和有序。卫星语音通信系统提供的实时空中交通信息为管制员提供了重要的决策依据。管制员可以通过分析这些信息，了解航班的分布情况、航线的拥挤程度以及潜在的飞行冲突等。在此基础上，管制员可以制定出更加合理、高效的管制方案，确保飞行的安全和有序。此外，卫星语音通信系统还可以为管制员提供预警信息，如恶劣天气的预警、空域限制的预警等，有助于管制员提前作出应对措施，降低飞行风险。

2.3 偏远地区的通信覆盖

(1) 实现全面覆盖。在传统的空中交通管制中，偏远地区的通信覆盖一直是一个难题。由于地形复杂、距离遥远等因素，这些地区的通信质量往往无法得到保障。然而，卫星语音通信系统利用地球同步卫星或低轨卫星作为中继站，实现了全球范围内的通信覆盖。这意味着，无论飞机位于何处，都可以通过卫星语音通信系统与地面管制站进行通信。这种全面的覆盖能力大大提高了空中交通管制的灵活性和适应性，使得管制员能够随时掌握飞机的飞行状态，并进行有效的指挥和调度^[3]。在偏远地区，由于地面通信设施有限，传统的通信手段往往无法满足空中交通管制的需求。而卫星语音通信系统则不受地形和距离的限制，能够确保飞行员与管制员之间的通信畅通无阻。这对于偏远地区的空中交通管制来说，无疑是一个巨大的福音。(2) 确保管制工作进行。在偏远地区，由于环境复杂，空中交通管制面临着更大的挑战。飞行员需要在恶劣的天气和复杂的地理环境中飞行，而管制员则需要通过有限的通信手段掌握

飞行状态，并进行及时的指挥和调度。卫星语音通信系统的应用，使得管制员能够随时与飞行员保持联系，了解飞行状态，及时作出调整。这不仅提高了空中交通管制的效率，还确保了管制工作的顺利进行。即使在偏远地区，管制员也能够通过卫星语音通信系统实现对飞机的有效监控和管理，确保飞行的安全和有序。

3 卫星语音通信的效果影响因素

3.1 语音通信质量问题

卫星语音通信的语音质量是衡量其效果的关键指标之一。然而，在实际应用中，通讯设备制造标准不足往往会给通信带来噪音问题，进而影响语音质量。(1) 通讯设备制造标准不足带来的噪音问题。通讯设备是卫星语音通信的基础，其制造标准直接决定了通信质量的优劣。如果设备在制造过程中未能达到足够的精度和稳定性，就可能在通信过程中产生噪音。这些噪音可能来源于设备的内部元件、电路设计或材料选择等方面。噪音的存在会干扰语音信号的传输，使得接收者难以清晰听到发送者的声音，从而影响通信效果。(2) 噪音频率与语音通信频率的干扰。除了设备制造标准不足带来的噪音问题外，噪音频率与语音通信频率的干扰也是影响语音质量的重要因素。当噪音环境的频率等于或接近语音通信的频率时，噪音会严重干扰语音信号的传输，使得接收者无法准确理解发送者的意思。这种情况在卫星语音通信中尤为常见，因为卫星通信信道中的干扰因素较多，如大气干扰、卫星轨道变化等，都可能引起通信频率的波动和噪音的增加^[4]。

3.2 人为因素

除了语音通信质量问题外，人为因素也是影响卫星语音通信效果的重要因素。这些因素主要包括飞行员与管制员的发音清晰度和沟通不畅导致的误解与错误。(1) 飞行员与管制员的发音清晰度。发音清晰度是影响卫星语音通信效果的关键因素之一。在通信过程中，如果飞行员或管制员的发音不清晰，就可能导致接收者无法理解其意思。特别是在噪音环境下，发音的清晰度更加重要。如果发音含糊不清，噪音就会进一步干扰语音信号的传输，使得通信效果大打折扣。(2) 沟通不畅导致的误解与错误。除了发音清晰度外，沟通不畅也是影响卫星语音通信效果的重要因素。在实际应用中，飞行员与管制员之间可能因为语言差异、文化背景或专业术语理解不同等原因而出现沟通障碍。这种沟通不畅可能导致误解和错误的产生，进而影响飞行安全和效率。为了避免这种情况的发生，飞行员和管制员需要接受专业的培训和指导，提高沟通能力和理解能力。

4 卫星语音通信技术的应用案例与效果分析

4.1 应用案例介绍

4.1.1 国内应用实例

(1) 案例一：空中交通管制中的卫星语音通信

在我国，卫星语音通信技术已被广泛应用于空中交通管制系统中。特别是在偏远地区和高空飞行中，传统的地面无线电通信往往受到地形和距离的限制，而卫星语音通信则能够克服这些障碍，提供稳定、清晰的语音通信服务。例如，在西藏、新疆等高原地区，由于地形复杂，传统的地面通信设施难以覆盖，卫星语音通信技术成为空中交通管制员与飞行员之间沟通的主要手段。这不仅提高了通信质量，还确保了飞行安全。

(2) 案例二：应急救援中的卫星语音通信

在自然灾害如地震、洪水等紧急情况下，地面通信网络往往受到严重破坏，而卫星语音通信技术则成为应急救援中的重要通信手段。例如，在2008年汶川地震中，卫星电话成为救援队伍与外界联系的关键工具，为救援行动提供了及时的通信保障。此外，在海上救援、森林火灾等场景中，卫星语音通信技术也发挥了重要作用。

4.1.2 成功案例与改进实例

(1) 成功案例：北斗卫星语音通信系统的应用

北斗卫星导航系统是中国自主研发的全球卫星导航系统，其中也包括卫星语音通信功能。在渔业生产、航海、航空等领域，北斗卫星语音通信系统得到了广泛应用。渔民可以通过北斗卫星电话与岸上控制中心实时沟通，确保海上作业的安全与高效。同时，在航海和航空中，北斗卫星语音通信系统也为飞行员和船员提供了稳定的通信服务，确保了航行安全。

(2) 改进实例：卫星语音通信技术的优化与升级

随着技术的不断发展，卫星语音通信技术也在不断优化和升级。例如，针对传统卫星通信中存在的容量限制和语音质量不佳等问题，业界研发出了超低码率语音压缩算法，并成功应用于卫星语音通信系统中。这一技术的引入，不仅提高了语音通信的质量，还降低了通信成本，使得卫星语音通信技术更加实用和高效。

4.2 效果分析

(1) 通信质量提升。卫星语音通信技术的应用，

显著提升了通信质量。相比传统的地面无线电通信，卫星语音通信具有更广泛的覆盖范围、更稳定的信号质量和更强的抗干扰能力。这使得在偏远地区、高空飞行或自然灾害等复杂环境下，仍能保持清晰、稳定的语音通信。这不仅提高了通信效率，还确保了信息的准确传递。(2) 应急响应速度提高。在应急救援场景中，卫星语音通信技术发挥了至关重要的作用。它能够迅速建立通信链路，为救援队伍提供实时的语音通信服务。这不仅使得救援指令能够迅速传达至一线救援人员，还使得救援现场的情况能够及时反馈给指挥中心。这种高效的通信方式，大大提高了应急响应速度，为救援行动赢得了宝贵的时间。(3) 管制效率与安全性增强。在空中交通管制领域，卫星语音通信技术的应用也带来了显著的效果。它使得管制员能够实时、准确地掌握飞行员的飞行状态和位置信息，从而做出更加精准的管制决策。同时，卫星语音通信还具有高度的保密性和安全性，能够防止信息泄露和非法入侵。这在一定程度上增强了空中交通管制的安全性和效率，为飞行安全提供了有力的保障。

结束语

综上所述，卫星语音通信技术在空中交通管制中展现出了卓越的性能与广泛的应用前景。它不仅大幅提升了通信质量和效率，还为飞行员与管制员之间的实时信息交流提供了强有力的保障。在未来的空中交通管理中，随着技术的不断进步和应用的持续深化，卫星语音通信技术必将在确保飞行安全、优化空中交通流量、提升应急响应速度等方面发挥更加重要的作用。我们有理由相信，卫星语音通信技术将为全球航空业的安全与发展贡献更多的力量。

参考文献

- [1]张乐.ADS-B技术在空中交通管制中的价值和实践运用分析[J].中国新通信,2019,(06):42-43.
- [2]贾刚.试论民用航空空中交通管制人为安全风险及对飞行安全的影响[J].科技经济导刊,2019,(15):131-132.
- [3]庞莉,赵勇恒.空中交通管制与飞行员通信风险评估指标体系研究[J].数字通信世界,2020,(13):140-141.
- [4]负恒.空中交通管制中卫星语音通信的应用[J].科技视界,2020,(17):156-157.