

空管技术在低空空域管理中的应用

韩迎超

民航宁夏空管分局 宁夏 银川 750001

摘要：空管技术是空中交通系统不可或缺的一部分。它通过提供实时的空中交通信息、情报和流量管理等服务，为空中交通的安全、有序、高效运行提供了有力保障。随着科技的不断进步和航空业的快速发展，空管技术也将不断更新和完善，为未来的空中交通系统提供更加安全、高效的服务。

关键词：空管技术；低空空域管理；应用

引言：随着航空工业的快速发展，低空空域的开发和利用日益受到重视。低空空域作为空中交通的重要组成部分，其安全性和有序性对于整个空中交通系统的运行具有至关重要的影响。因此，如何有效地管理低空空域，确保其安全、有序、高效运行，成为当前航空领域面临的重要问题。空管技术作为空中交通管理的重要手段，其在低空空域管理中的应用具有重要意义。本文将从空管技术的概念、特点出发，探讨其在低空空域管理中的应用及效果。

1 空管技术概述

空管技术，即空中交通管制技术，是确保空中交通安全、有序、高效运行的关键所在。在现代航空领域中，空管技术扮演着举足轻重的角色，它涵盖了从空中交通管制服务（ATCS）、飞行情报服务（FIS）到空中交通流量管理（ATFM）等多个方面，为整个空中交通系统提供了坚实的基础。空中交通管制服务（ATCS）是空管技术的核心。它主要负责为飞行器提供空中交通指引和监控，确保飞行器在飞行过程中能够遵循规定的航线、速度和高度，避免与其他飞行器发生冲突。ATCS通过先进的雷达系统、卫星导航系统等高科技手段，实时获取飞行器的位置、速度等信息，并通过无线电通信与飞行员进行实时交流，提供必要的飞行指令和建议。空中交通流量管理（ATFM）则是针对空中交通流量进行管理和优化。随着航空业的快速发展，空中交通流量日益增加，如何有效管理和优化空中交通流量成为了空管技术的重要课题。ATFM通过收集和分析空中交通数据，预测未来的交通流量变化趋势，并制定相应的流量管理策略，以确保空中交通的顺畅和高效^[1]。空管技术具有实时性、准确性、高效性等特点。它能够实现对空中交通的全面监控和管理，确保飞行器在飞行过程中的安全。同时，空管技术还能够提高空中交通的运行效率，降低飞行成本，为航空业的发展提供有力支持。

2 低空空域管理现状与挑战

2.1 低空空域管理现状

随着通航产业的逐步兴起和无人机技术的快速发展，低空空域的管理变得愈发重要。当前，我国低空空域管理的现状主要体现在管理体制和基础设施建设两大方面。从管理体制的角度来看，目前我国低空空域管理主要由民航部门牵头负责，同时涉及多个部门的协同管理。这种管理体制在一定程度上确保了低空空域的安全和有序。民航部门凭借其专业的技术和管理经验，为低空空域的安全运行提供了有力保障。同时，多个部门的协同管理也促进了资源共享和信息互通，为低空空域的高效利用提供了可能。然而，这种管理体制也暴露出一些问题。首先，职责不明确是一个较为突出的问题。由于低空空域管理涉及多个部门，各部门之间的职责划分不够清晰，导致在某些情况下出现管理重叠或管理空白的现象。其次，协调不畅也是一个亟待解决的问题。各部门之间的协调机制不够完善，导致在应对突发事件或处理复杂问题时，无法迅速有效地进行协作和应对^[2]。在基础设施建设方面，我国近年来取得了显著进展。一批通用航空机场、空管中心等基础设施的建设，为低空空域管理提供了有力支持。这些基础设施的完善，不仅提高了低空空域的管理效率，也为通航产业的发展提供了良好的基础设施保障。然而，这些基础设施的建设仍需进一步完善和优化。例如，部分通用航空机场的设施配备不够齐全，空管中心的覆盖范围和服务能力也有待提高。

2.2 低空空域管理面临的挑战

(1) 飞行活动复杂多样，管理难度大。随着低空经济的快速发展，低空空域内的飞行活动日益复杂多样。这些飞行活动不仅包括传统的通用航空作业，还包括无人机等新兴飞行器的使用。这些飞行活动在带来经济效益的同时，也给低空空域管理带来了极大的挑战。一方面，这些飞行活动具有不同的特点和需求，需要采用不

同的管理策略和方法；另一方面，这些飞行活动之间的相互影响和冲突也增加了管理的难度。（2）空中交通流量不断增加，安全风险加大。随着低空经济的发展和飞行活动的增加，低空空域内的空中交通流量也在不断增加。这导致低空空域内的安全风险逐渐加大。一方面，飞行活动的增加使得空中交通更加繁忙，增加了飞行冲突和事故的风险；另一方面，一些飞行活动可能涉及到敏感区域或重要设施，一旦发生事故将会造成严重后果。（3）空中交通管制设施和技术手段相对滞后。与快速发展的低空经济相比，我国低空空域管理的空中交通管制设施和技术手段相对滞后。这主要表现在以下几个方面：一是空中交通管制设施不完善，难以满足低空空域管理的需求；二是技术手段落后，难以有效应对复杂的飞行环境和多样化的飞行需求；三是信息化水平不高，难以实现低空空域管理的智能化和自动化。

3 空管技术在低空空域管理中的应用

3.1 实时监控与预警

空管技术，作为现代航空交通管理的核心，在低空空域管理中实时监控与预警技术为低空飞行提供了坚实的安全保障。在低空空域中，由于飞行器的种类繁多、飞行活动频繁，实时监控显得尤为重要。雷达作为传统的监控手段，其高精度、高可靠性的特点使其在低空监控中占据了重要位置。通过雷达扫描，空管人员可以实时掌握低空空域内飞行器的位置、速度、高度等关键信息，为飞行管理提供有力支持。然而，随着科技的不断进步，单一的雷达监控已经无法满足现代低空管理的需求。卫星技术的引入，为空管技术带来了新的突破。卫星监控具有覆盖范围广、信息更新快等优势，可以实现对低空空域的全方位、无死角监控。结合雷达和卫星的监控数据，可以形成更加全面、准确的低空空域飞行态势图，为空管人员提供更加精准的决策支持。除了实时监控外，预警技术也是空管技术在低空管理中不可或缺的一环。在低空空域中，飞行活动受到多种因素的影响，如气象条件、地形地貌、航空管制等。为了确保飞行安全，空管系统必须能够对这些影响因素进行实时分析，并提前发布预警信息。以气象预警为例，低空飞行往往面临着更加复杂多变的气象条件。空管系统通过收集和分析气象数据，可以预测出未来一段时间内的天气变化趋势，并及时发布预警信息。这些预警信息可以帮助飞行员了解飞行路线的气象状况，选择合适的飞行高度和速度，从而避免遭遇恶劣天气导致的安全事故。此外，导航预警也是空管预警技术的重要组成部分。在低空空域中，飞行器可能会遇到各种障碍物和限制区^[1]。

空管系统通过实时更新导航数据库，并结合飞行器的位置信息，可以及时发现飞行器可能接近的障碍物或限制区，并提前发出预警。这些预警信息可以帮助飞行员及时调整飞行路线，确保飞行安全。

3.2 飞行计划管理

在现代航空管理中，低空空域的管理尤为关键，它直接关系到通用航空、无人机等新兴航空业态的安全与效率。空管技术作为航空管理的重要支撑，其在低空空域管理中的飞行计划管理应用显得尤为突出。第一，飞行计划管理是空管技术体系中不可或缺的一环。在低空空域中，由于飞行器的种类多、飞行活动频繁，飞行计划的管理显得尤为重要。飞行计划管理系统作为空管技术的核心应用之一，它集成了先进的信息技术、通信技术以及数据处理技术，能够对低空空域内的飞行计划进行精细化、智能化的管理。第二，飞行计划管理系统具备强大的接收和处理能力。它能够接收来自不同渠道、不同格式的飞行计划数据，通过高效的算法和数据处理技术，对这些数据进行快速解析、验证和整合。系统还具备强大的审批功能，能够根据预设的规则和流程，对飞行计划进行自动审批或人工审批，确保飞行计划的合规性和安全性。第三，在飞行计划的分发环节，飞行计划管理系统同样发挥着重要作用。它能够将经过审批的飞行计划数据分发给相关的空管部门、航空公司以及机场等单位，确保飞行计划的及时、准确传达。系统还能够根据飞行计划的执行情况，实时更新飞行计划数据，为相关部门提供最新的飞行信息。第四，在飞行计划的执行过程中，飞行计划管理系统还具备实时监控和评估功能。它能够通过雷达、ADS-B等技术手段，对低空空域内的飞行器进行实时监控，确保飞行活动的有序进行。系统还能够对飞行计划的执行情况进行评估，包括飞行速度、飞行高度、航线等参数的监测和分析，及时发现并处理飞行冲突和安全隐患。当两个飞行计划存在冲突时，飞行计划管理系统能够迅速作出反应。它可以根据飞行计划的优先级、飞行器的性能以及空域状况等因素，自动调整其中一个或两个飞行计划的航线和时间，避免发生碰撞事故。这种智能化的冲突解决能力，大大提高了低空空域管理的安全性和效率。

3.3 空中交通流量管理

随着航空业的快速发展，低空空域内的飞行活动日益频繁，如何确保这些活动的安全、有序进行，成为了空管领域的重要课题。空管技术的应用，特别是流量预测和流量分配技术，为低空空域内的空中交通流量管理提供了有力的支持。首先，流量预测是空中交通流量管

理的基础。通过收集和分析历史数据、实时数据以及天气等外部因素,空管系统能够较为准确地预测未来一段时间内的交通流量。这种预测不仅可以帮助航空公司制定更为合理的飞行计划,还可以为空管部门提供决策支持,以便在流量高峰时段采取相应的措施,确保飞行安全。其次,流量分配是空中交通流量管理的核心。在飞行计划制定后,空管系统需要根据飞行计划的优先级、紧急程度以及空域资源等因素,对交通流量进行合理分配。这种分配不仅要考虑飞行任务的重要性和紧迫性,还要考虑空域资源的利用效率。通过科学、合理的流量分配,可以确保重要和紧急的飞行任务得到优先处理,同时避免空域资源的浪费。在交通流量接近或达到饱和状态时,空管系统需要采取相应的措施进行流量控制和疏导。这包括调整飞行计划、改变飞行高度或航向、实施空中等待等。通过这些措施,可以有效地缓解交通拥堵,降低飞行冲突的风险,确保飞行安全。此外,空管技术还在不断发展和完善中。随着大数据、人工智能等技术的应用,空中交通流量管理将更加智能化、自动化。例如,通过大数据分析,可以更准确地预测交通流量;通过人工智能算法,可以自动制定飞行计划和流量分配方案。这些技术的应用将大大提高空中交通流量管理的效率和准确性。

3.4 飞行安全保障

空管技术在低空空域管理飞行安全保障中扮演着至关重要的角色。随着通用航空和低空空域飞行的快速发展,确保这些区域的飞行安全成为了一个亟待解决的问题。空管技术以其高效、精准和全面的特点,为低空空域管理提供了强有力的支持。第一,空管技术通过提供实时的气象信息服务,极大地提高了低空空域飞行的安全性。低空飞行容易受到地面气象条件的影响,如风向、风速、云高、能见度等。空管系统能够实时收集、分析和传递这些气象信息,为飞行员提供准确的飞行建议,帮助他们规避潜在的气象风险。第二,空管技术为

低空飞行提供了精确的导航信息服务。在低空空域,由于地形复杂、建筑物众多,飞行员往往难以依靠传统的地标导航方式进行飞行。而空管系统能够通过雷达、卫星定位等技术手段,为飞行员提供精确的导航信息,帮助他们准确掌握飞行轨迹,确保飞行的稳定和准确。第三,在紧急情况下,空管系统能够提供快速、有效的救援支援。当低空飞行器发生故障或遇到危险时,空管系统能够迅速启动应急响应机制,调度附近的救援力量进行支援。通过与飞行员、救援人员和其他相关部门的实时通信和协作,空管系统能够最大限度地减少事故损失,保障飞行安全。空管系统还能够与其他航空管理系统进行信息共享和协同工作。例如,与空中交通管理系统、机场管理系统等进行数据交换和协同决策,共同提升低空空域管理的安全性和效率。这种协同工作的模式能够实现对低空飞行活动的全面监控和管理,及时发现和解决潜在的安全隐患。

结语

综上所述,空管技术在低空空域管理中的应用具有重要意义,通过实时监控与预警、飞行计划管理、空中交通流量管理和飞行安全保障等方面的应用,可以有效地提高低空空域管理的效率和安全性。目前空管技术在低空空域管理中的应用还存在一些问题和挑战,如技术手段相对滞后、信息共享不畅等。因此,未来还需要进一步加强空管技术的研究和创新,推动其在低空空域管理中的应用和发展。还需要加强与其他相关领域的合作和协同,共同推动低空空域管理的科学化和规范化进程。

参考文献

- [1]张伟,刘晓明.空管技术在低空空域管理中的应用分析[J].空中交通管理,2021,(4):25-28.
- [2]李华,王刚.低空空域管理中空管技术的创新与发展[J].航空科学技术,2021,32(6):1-6.
- [3]刘洋,王磊.无人机在低空空域管理中的挑战与空管技术应对[J].无人系统技术,2021,(2):39-43.