

空中交通管制对民航运输的影响与挑战

任超

中国民用航空华东地区空中交通管理局江苏分局

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12298

[摘要] 空中交通管制在民航运输中发挥重要作用,涉及安全性、运输效率及环境保护等方面。通过实时监控和协调,减少飞行冲突与跑道入侵风险,提高航班运行的稳定性。合理规划航线、优化空域资源配置和机场流量管理,有助于提升航班准点率和燃油利用效率。采用 ADS-B、CPDLC 和 SATCOM 等先进通信技术,提高监视精度和信息传输能力,增强运行安全性。管制员的专业培训与心理素质建设,确保其在高压环境下保持高效决策能力。多部门协作与战略管理优化空管体系,促进民航运输的可持续发展。

[关键词] 空中交通管制; 民航运输; 安全性

一、空中交通管制对民航运输的影响

1. 安全性影响

空中交通管制通过实时监控和协调航班运行,显著降低了空中相撞和跑道入侵等事故的发生概率。管制员利用雷达系统和先进的通信技术,能够及时发现潜在冲突并采取预防措施。航空器在飞行过程中需要保持安全间隔,管制员通过精确计算和指挥,为航班提供合理的飞行高度和航向指引。这种全方位的监控和干预,有效减少了人为操作失误和机械故障带来的风险。空中交通管制还通过协调机场起降顺序,避免了跑道拥堵和航班延误可能引发的安全隐患。航空公司在管制系统的支持下,能够更好地执行飞行计划,减少突发情况对飞行安全的影响。

2. 运输效率的提高

在航空运输网络日趋繁忙的背景下,运输效率已经成为衡量一国民航运输竞争力的重要指标。空中交通管制对于提高航班正常率、缩短航班运行时间以及优化空域资源配置具有巨大作用。

其一,合乎逻辑的空域设计和航路规划需要管制部门统筹考虑航路容量、飞机类型、气象条件等要素。合理的航线部署不仅能减少飞行时间,也能有效减小飞行冲突的几率。其二,地面与空中的协同优化非常关键。管制部门会针对机场和终端区的流量特征,制定排队顺序和时隙分配方案。这样不仅能够避免在机场空域因飞机过多而导致的等待,也可改进跑道使用率,从而提升航班准点率。其三,空管部门还借助先进的排班算法与流量管理系统,根据地区繁忙程度和航空器特征动态调配空域资源。通过数据与实时信息的运用,可实现在最短时间为每架飞机选择最优航路与高度,让其在燃油消耗与飞行时间之间获得相对均衡。

3. 保护环境

空中交通管制通过优化飞行路径和减少不必要的空中等

待,有效降低了航空器的燃油消耗和碳排放。管制员协调航班使用最经济的巡航高度和直飞航线,减少了飞行距离和时间。航空器在管制系统的引导下,能够采用连续下降进近等环保程序,进一步降低了起降阶段的噪音和排放。空中交通管制还通过合理分配空域资源,减少了航空器在高空盘旋等待的情况,从而降低了燃油浪费。这些措施不仅减少了航空运输对环境的负面影响,也帮助航空公司降低了运营成本。

二、空中交通管制提升民航运输的方法

不断涌现的航空运输需求和复杂多变的飞行环境,对空中交通管制提出了更高要求。为了在保障安全与效率的同时兼顾环保,空管部门需要在技术层面、人力资源建设以及综合协调领域寻求综合性突破。

1. 使用先进的通信技术

空中交通管制最核心的技术基础是通信与监视系统。随着信息化水平的不断提升,传统的地面雷达加管制员语音指令的运作方式逐步向数字化、高精度方向转变。

(1) ADS-B (自动相关监视-广播) 技术

ADS-B 技术通过飞机自主广播自身位置、速度、高度等信息,管制部门和其他航空器均可通过地面接收站或卫星接收此类数据,实现对周边空情的高精度掌控。与传统雷达相比,这种方式在监视精度和覆盖范围方面都有显著优势。借由 ADS-B,可以更加准确地掌握飞机在远洋或偏远地区的轨迹,对提升民航运输的安全保障水平与运行效率均大有裨益。

(2) CPDLC (控制器与飞行员数据链通信) 技术

CPDLC 是基于数据链的管制指令和飞行员回传通告方式。与传统语音通信相比,数字化指令传输能够减少语言交流中的噪声干扰与误听误判。同时,它还支持在相同时间内向多架飞机同时下达信息,简化了管制员的调度流程,从而优化空域管理。特别在飞机密集、大流量的终端区或航路段,CPDLC 提供的精确通信与回执功能可以有效避免人与人之间

的沟通不畅，削减重复协调的时间浪费。

(3) SATCOM (卫星通信) 技术

对于远离陆地雷达覆盖区域或重要海洋航线，卫星通信技术是关键支撑。通过卫星网络，航空器和地面管制中心能够保持实时连接，即使在极地或海洋深处也能收发指令与数据信息。除此之外，卫星通信系统配合 GNSS (全球卫星导航系统) 还能实现更精准的定位和导航服务，有效提升航班准点运行能力。

2. 人才培养

在空中交通管制中，人始终是最活跃、最具创造力和决策性的因素。无论技术工具如何更新换代，若缺乏专业素质与心理素质兼备的高水平管制队伍，再先进的系统也难以充分发挥作用。

(1) 专业教育与培训

首先，针对新入职管制人员，系统化的基础理论与实践培训极其关键。培训中需涵盖航空法律法规、气象知识、通信原理、应急程序等多方面内容。此外，对于已有工作经验的人员，定期开展技能再培训与考核亦至关重要。通过模拟训练、战术演练、案例分析等手段，帮助管制员时刻掌握新规章和新技术，更好地适应瞬息万变的空域环境。

在国际交流日趋频繁的时代背景下，多语种能力与跨文化沟通能力也对管制工作意义非凡。如果管制员能够熟练应用英语并了解国际上常用的管制术语与运行规范，便能在国际航班流量激增的当下更从容地与外籍机组沟通，降低误解和摩擦。

(2) 心理素质培养

空中交通管制工作一直被视作高压职业，需要在繁琐而紧张的环境中迅速判断与协调。除了技术能力外，优良的心理素质有助于管制员在紧急情况或高峰流量时保持稳定发挥。为此，民航当局和管制单位应当引入现代心理学手段，例如定期进行专业心理辅导、压力测试与情绪管理培训，增强管制员的抗压能力与专注度。在人员配置上也应进行灵活安排，如为管制员定期轮岗或提供必要的身心调适时间，帮助其从长时间的高强度工作中获得休整，从而以更充沛的精力来维持管制工作的顺利开展。

3. 综合协调

空中交通管制所面对的局面极其复杂，需要与航空公司、机场管理单位、空军及其他政府机构建立系统化、长效化的协同机制。

(1) 多部门合作

现代民航运输体系不仅涉及民用航空局和空管部门，也离不开机场、气象、海关、边检以及当地政府等多个主体。

为提高运行效率和安全性，各部门之间的信息共享和资源调配显得尤为重要。例如，气象部门应及时向空管部门和航司提供精细化的天气预报，以便管制员合理制定航路与高度指令；而机场管理单位则需要根据跑道、航站楼、地面滑行道的实时使用情况，配合空管优化航班时刻分配。这种合作不仅是临时性的信息交换，还要在制度层面上建立联席会议、突发事件应急联动等机制，使各方能够在面对紧急事件时迅速反应，互相支援，形成合力。

(2) 战略管理

空中交通管制需要跳出技术与操作的层面，从更长远的视角规划体系发展方向。对于一个国家或地区而言，应制定相对成熟的空管发展战略：包含空域结构优化的远景方案、管制技术设施的建设与更新计划，以及人力资源的梯队化培养规划等。

在实施阶段，民航当局有必要与科研机构、高等院校、航空企业保持紧密联系，共同开展对新技术、新方法的探索，例如自主导航系统、人工智能辅助决策、态势感知系统等。通过持续的研究投入与实践应用，构建科学而高效的空管生态链。

战略管理也需要关注国际合作。航空运输是跨国流动，高空航路往往要跨越多个国家或地区管辖范围，倘若缺少国际性协同，很难建立通畅的全球航路网络。因此，积极参与国际民航组织 (ICAO) 或其他区域性航空运输组织的会议，参与制定国际标准与程序，对于扩大空管影响力和提升民航运输效率至关重要。

三、结语

综上所述，空中交通管制在民航运输体系中发挥着不可或缺或的纽带作用，既要防范飞行风险，又需兼顾运输效率与生态保护。现代航空业正面临需求增长与环境约束的双重压力，而空管部门需要在技术层面更加精进，在人才培养和多部门协作方面不断深化，以回应行业的多样化诉求。面对全球化背景下的航路交织和高峰流量压力，只有充分运用 ADS-B、CPDLC、SATCOM 等先进通信技术，培养高素质的专业人才，并通过多部门合作与战略管理将资源和信息加以合理配置，方能让空中交通管制在未来的民航运输中继续发挥核心支柱作用。

【参考文献】

[1] 朱金惠. 民航空中交通管理运行过程中的不安全因素探究[J]. 中国航务周刊, 2024, (21): 78-81.

[2] 朱永文, 陈志杰, 蒲钊, 等. 空中交通智能化管理的科学和技术问题研究[J]. 中国工程科学, 2023, 25 (05): 174-184.