



大会 — 第 42 届会议  
技术委员会

议程项目 24：航空安全和空中航行优先举措

应对较高空域运行（HAO）相关空间碎片挑战的前瞻性措施

（由阿拉伯联合酋长国提交）

执行摘要

在较高空域运行（HAO）中出现越来越多的活动，包括空间碎片和天球体再入大气层等，均为民用航空、国家安保和公共安全带来了越来越大的挑战。阿联酋一直在积极跟踪再入大气层的物体，为行星防御做出贡献。这些努力已表明，亟需制定全球框架和协调一致的应对战略，以减缓航空和公众面临的风险。本文件呼吁国际民航组织进一步制定在空中航行系统中结合空间态势感知（SSA）的指南，支持成员国建立早期预警能力，并启动结构化路线图，以处理较高空域运行背景下的空域安全问题。

认识到在空间事务方面的国际参与日益增加，包括国际民航组织与联合国外层空间事务厅（UNOOSA）之间现有的谅解备忘录（MoU），本文件鼓励国际民航组织在现有合作的基础上，探索扩大协调机制和实际交付成果，以支持全球航空安全。

本文件还强调需要考虑空间碎片再入大气层的法律、体制和技术层面，包括国家责任、通知义务和临时空域管理程序。

行动：请大会：

- 敦促国际民航组织加快工作建立框架，以便将空间态势感知纳入空中航行系统，包括就数据使用、通知和短期空域协调制定标准化的规程。
- 请国际民航组织在其与外空厅现有谅解备忘录的基础上，确定具体可交付成果，如联合指导材料、数据共享框架以及影响民用航空的再入大气层情景协调响应模型。
- 强调将空间运行与现有空中交通管理系统相结合的重要性，并认识到新进入者的独特性能特征，包括轨迹不可预测性、再入大气层的不确定性和快速通知要求等。
- 请成员国在类似的论坛或国际会议上分享与空间碎片再入大气层事件和相关空域协调有关的经验和最佳实践，以支持编制未来的指导材料、运行概念和提高更广泛的认识。

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 战略目标: | 本工作文件涉及“每次飞行都安全和安保”。                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 财务影响: | 本文件预计没有财务影响。                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 参考文件: | 附件 11 —《空中交通服务》<br>Doc 10209 号文件:《第十四次空中航行会议报告》(建议 2.2/1 和 2.5/1)<br>Doc 10162 号文件:《地区和国家航空安全计划实施监测手册》<br>Doc 10160 号文件:《COVID-19 高级别会议报告》<br>Doc 10084 号文件:《冲突区上空或附近民用航空器运行风险评估手册》<br>Doc 10100 号文件:《支持国际空中航行的空间天气情报手册》<br>Doc 9971 号文件:《协作性空中交通流量管理手册》<br>Doc 9854 号文件:《全球空中交通管理运行概念》 |

## 1. 引言

1.1 较高空域运行(HAO)在迅速发展的同时,新技术的出现和在轨物体数量都在不断增加。截至 2025 年 5 月,约有 11 700 颗现役卫星围绕地球运行,其中大部分位于低地球轨道(LEO)。包括非活动卫星和在“弃星轨道”上的卫星在内,总数可能在 14 900 颗左右。特别是自 2010 年代以来,由于私营太空运营商的崛起,卫星数量激增。专家预测,卫星数量可能达到 10 万颗,然后才会稳定下来。然而,这种快速增长也带来了巨大的风险,其中最主要的风险之一就是空间碎片的增加。

1.2 阿拉伯联合酋长国一直积极参与监测这些事态发展。通过国家和私营部门的设施,阿拉伯联合酋长国为空间碎片再入大气层和流星事件的预警、公共教育和科学调查做出了贡献。这些国家能力揭露了全球航空系统在准备应对此类事件方面存在缺漏。

## 2. 讨论

2.1 对空间碎片再入大气层期间的空域安全担忧并非假设。一个值得注意的例子是,在 2015 年 WT1190F 号物体再入大气层<sup>1</sup>期间,阿拉伯联合酋长国协助当局确定了关闭空域的最佳窗口。对斯里兰卡南部印度洋上空的特定部分空域实施了短期关闭,以便在预计的再入大气层窗口期间确保安全。虽然没有造成负面影响,但这一事件凸显了拥有预测工具和程序协调的重要性。

2.2 政府天文台和私人天文台都在进行空间碎片观测。虽然它们的轨道和再入大气层计算通常都很精确,但也曾多次出现过预测偏差导致大幅误差的情况。这些偏差会使界定潜在风险区域有很高的不确定性,从而对民航运行造成威胁,尤其是在交通量繁重的地区。

2.3 尽管跟踪和预测再入大气层轨迹的运行能力不断增强,但在应对高度不确定性的再入大气层事件方面,全球航空系统目前仍缺乏统一的预警、风险评估和临时空域管理程序。在这种短时间通知情景下的机构间协调和空域用户通信缺乏明确的规程,继续是一大关键缺漏。

2.4 其他全球事件对此影响进一步彰显无遗。2025 年 5 月，苏联时代的 Kosmos 482 号航天器在轨道上运行了几十年后重新进入地球大气层，并被证实影响了印度洋<sup>1</sup>。在 2007 年的另一起事件中，据报道，空间碎片在太平洋上空距离一架商用航空器 5 海里的范围内飞过<sup>2</sup>。这些事件表明了对航空的潜在危害以及加强监测和协调的必要性。

2.5 关于可能再入大气层的区域建模揭示了可能需要空域限制的影响范围。例如，在先前规划演习期间描绘的一条走廊涵盖的长度约为 200 海里、宽度约为 40 海里，代表了预计碎片路径周围的一个概念风险区。这凸显了国际民航组织有必要领导各国统一指导和协调实践，特别是在再入大气层的窗口涵盖多个小型飞行情报区（FIR）的情况下。

2.6 虽然本文件具体着眼于空间碎片的影响，但这一主题可做为一个具有高度影响力和时间敏感性的切入点，藉此围绕较高空域运行进行更广泛的政策讨论。空间碎片再入大气层是对民用航空造成直接、即时风险的少数较高空域运行现象之一，因此是国际民航组织发挥领导作用制定安全框架、跨境协调规程和通知程序的理想起点。

2.7 阿拉伯联合酋长国赞同各国在第十四次空中航行会议（AN-Conf/14）期间发出的呼吁，强调必须将空间运行与现有空中交通管理系统相结合，并认识到新进入者的独特性能特点。阿拉伯联合酋长国提供将其运行经验作为前瞻性合作的案例研究。国家方案表明，预测准确性和响应能力在很大程度上取决于数据共享和地区协调。然而，目前还没有标准化的机制在出现有潜在危险的再入大气层情况时通知各国，或与航空利益相关方协调短期空域关闭。

2.8 此外，重要的法律和监管问题在很大程度上仍未得到处理。需要进一步研究在空间碎片情景中的主权领空、管辖权、损害赔偿责任和机构责任等相关问题。由国际民航组织与法律和空间政策机构协调，参与编制指导材料，将确保有一个全面和国际公认的框架。

2.9 在较高空域运行活动不断扩增的同时，为保障航空安全和提高复原力，国际民航组织应发挥领导作用，整合现有努力，制定指导方针，并为成员国发展相关能力提供路线图。

### 3. 结论

3.1 向更活跃、风险更高的较高空域环境过渡需要国际民航组织采取战略态势。鉴于空间碎片再入大气层对民用航空安全、可预测性和协调带来的直接运行影响，本文件主张将空间碎片再入大气层作为国际民航组织行动的一个优先子领域。

3.2 阿拉伯联合酋长国敦促国际民航组织为各国管理空间碎片再入大气层和天体撞击物对民用航空的影响提供明确指导，包括安全使用空域、机构间协调和公共传播。

---

<sup>1</sup> <https://www.livescience.com/space/space-exploration/soviet-spacecraft-kosmos-482-crashes-back-to-earth-disappearing-into-indian-ocean-after-53-years-in-orbit>

<sup>2</sup> <https://en.mercopress.com/2007/03/28/lan-chile-airbus-has-near-miss-from-russian-space-junk>  
<https://en.mercopress.com/2007/03/28/lan-chile-airbus-has-near-miss-from-russian-space-junk>

3.3 国际民航组织未来在这一领域的举措还应结合法律、体制和跨部门层面，确保空域管理以全面风险评估、责任透明和高效国际合作机制为基础。

3.4 阿拉伯联合酋长国随时准备与成员国和国际伙伴合作，从加强空间碎片再入大气层风险应对措施入手，为较高空域运行制定一个协调一致和安全的全球框架。

— 完 —