



第十四次空中航行会议

2024 年 8 月 26 日至 9 月 6 日，加拿大蒙特利尔

- 议程项目 2: 及时和安全地使用新技术
2.2: 应对与不断演变的航空技术相关的安全风险

无人驾驶航空器系统（UAS）交通管理（UTM）与低层飞行运行

（由沙特阿拉伯提交）

执行摘要

本文件将审查无人驾驶航空器系统低空空域运行的持续发展情况。事实上，无人驾驶航空器系统（UAS）低空空域运行发展迅速，并且被越来越多地用于农业活动、交通监测、重要基础设施监视和检查、应急和火灾快速响应以及投递等各种应用。此外，商业和商务平台（如投递系统）也在不断发展，这可能极大地增进无人驾驶航空器系统的运行规模以及对低空运行和空域使用的需求。虽然限制无人驾驶航空器（UA）进入空域以及隔离不同类型空域用户进行低层飞行运行在现有交通密度下可行并且能够确保航空器的安全运行，但这些安排将无法应付可能与有人驾驶航空产生冲突的无人驾驶航空器低空空域运行日益增长的数量。虑及安全和效率目标，国际民航组织全球无人驾驶航空器系统交通管理（UTM）框架规定的终极目标，应该是纳入并向所有空域用户提供公平准入。

应探讨为低空空域设置分层结构的建议以及将目前的 G 类进行子类细分的可能性，因为可用其查明各类无人驾驶航空器系统的所需装备和功能，并允许安全管理和纳入包括有人驾驶航空器运行在内的各种用户。

行动：请会议：

- 注意到本文件提供的信息；
- 讨论并通过一项建议，请国际民航组织推进与制定涵盖所有方面、与低层飞行框架有关的活动，以确保航空器的安全运行；和
- 讨论对低空空域采用分层结构的建议，并探索将 G 类重新进行子类划分的可能性，或设置其他类别以方便和安全地纳入无人驾驶航空器系统运行。

1. 引言

1.1 2018年10月，第十三次空中航行会议（AN-Conf/13）讨论了与很低的低空空域（通常在高出地面（AGL）1000 英尺及以下）特别是在城市或郊区环境中出现的一系列航空活动相关的机会和挑战。这些活动包括无人驾驶航空器（UA）运行，其快速增长和交通密度因国家和地区而异。

1.2 该会议通过了建议 5.2/1 — 很低的低空运行，其中请国际民航组织“帮助制定运行解决方案和指导，包括无人驾驶航空器系统交通管理系统、自主运行和战术风险评估模型，以支持在极低海拔地区，特别是在城市和郊区环境，包括在机场附近和进入机场的航空活动的安全和协调发展”。

1.3 大会第 A41-9 号决议：新进入者，“指示国际民航组织审查与空中规则、空中交通服务、合格审定、执照颁发、赔偿责任和环境等有关的标准和建议措施（SARPs），以及制定具体概念和指导以便在考虑到地区框架和做法的情况下，在全球统一框架内进行必要的修订或扩大，便利新进入者的运行。”这项决议将“新进入者”定义为更高空域运行（HAO）和无人驾驶航空器系统（UAS）交通管理（UTM）运行。

1.4 作为新进入者工作方案的一部分，国际民航组织与各国、无人驾驶航空器系统行业领导者、学术机构和航空专业人员协作，制定了一个全球通用的无人驾驶航空器系统交通管理框架并发布了第四版¹，就“典型”的无人驾驶航空器系统交通管理系统的核心功能向各国提供指导，该系统必须能够在短期内与空中交通管理（ATM）系统互动，并在长期内与空中交通管理系统集成。其核心功能包括登记和识别系统、通信系统、探测和规避（DAA）功能、类似地理围栏的系统、可互用性（与其他系统和其他国家）、无人驾驶航空器系统交通管理-空中交通管理边界和信息交换、基础设施性能要求（包括对现有基础设施的依赖）、频谱（可用性、适用性、安全性等）、网络安全审议因素、无人驾驶航空器系统交通管理服务提供者的结构和批准过程、无人驾驶航空器系统交通管理风险评估、间隔、战略冲突化解和应急程序等等。预计国际民航组织全球无人驾驶航空器系统交通管理框架，将扩展到包括合格审定、与机场的一体化以及低空环境中正在出现的先进空中出行（AAM）业务等方面的要求。

2. 讨论

2.1 无人驾驶航空器系统（UAS）低空空域运行发展迅速，并且被越来越多地用于农业活动、交通监测、重要基础设施监视和检查、应急和火灾快速响应以及投递等各种应用。此外，商业和商务平台（如投递系统）也在不断发展，这可能极大地增进无人驾驶航空器系统的运行规模以及对低空运行和空域使用的需求。

2.2 在当前的空中交通管理环境下，低空运行的航空器主要是用于政府、私人和商务活动的通用航空的航空器和直升机。国际民航组织附件 2 —《空中规则》的现行规定不允许在城市、城镇或定居点上空飞行，也不允许在最高障碍物上方 1000 英尺高度以下的露天人群上空飞行，以便在发生紧急情况时，能够在不对地面人员或财产造成不当危害的情况下着陆。

¹ 无人驾驶航空器系统交通管理框架第四版载于国际民航组织无人驾驶航空公共网站：
<https://www.icao.int/safety/UA/Documents/UTM%20Framework%20Edition%204.pdf>

2.3 为了管理日益增多的进入低层管制空域或非管制空域的申请数量，各国一般根据与空中航行服务提供者（ANSPs）协调的飞行区及航路的条件和措施实施限制和隔离。虽然限制无人驾驶航空器（UA）进入空域以及隔离不同类型空域用户进行低层飞行运行在现有交通密度下可行并且能够确保航空器的安全运行，但这些安排将无法应付可能与有人驾驶航空产生冲突的无人驾驶航空器低空空域运行日益增长的数量，此外，虑及安全和效率目标，国际民航组织全球无人驾驶航空器系统交通管理框架规定的终极目标，应该是纳入并向所有空域用户提供公平准入。

2.4 在城市、郊区和乡村环境中采用新的飞行概念（如：具有新的机载技术和功能的电动和混合动力航空器）的持续研究和快速开发，得到了不断演进、可能影响整个国家经济的技术和商机的支助。新进入者的项目和运行概念正在受到具有低空空域自动化飞行功能、改变当前航空运输模式的新型航空器的制造公司追捧。在这方面，新型电动垂直起降（eVTOL）航空器的功能和运行将对当前空域的监测系统、工作安排、做法和监管框架产生影响。一些国家已经对某些机型进行了合格审定，预计电动垂直起降航空器的运行将逐渐成为低空空域飞行活动的重要部分。

2.5 地面和机载自动化以及数字数据共享网络，是无人驾驶航空器系统运营人促进其低空空域飞行、增进安全，以及无需使用不同辅助基础设施提供高效交通管理、战略冲突化解和间隔的基础，这可能影响无人驾驶航空器系统的装备水平，即：影响其性能、大小、重量、可靠性和总体成本的多种传感器和功能。

2.6 无人驾驶航空器系统在低空空域的有序增长和一体化应以战略发展计划为基础，采用分阶段和迭代的做法，涵盖开发、测试、验证和引入新功能，并让所有利益攸关方参与其中。低风险运行的使用案例可作为增进理解、积累经验和完善要求以扩展新进入者低空空域业务量的机会，从而得以制定一整套涵盖城市环境所需的先进功能要求，其中人口、障碍和交通密度的增加更为复杂。偏远区域和人口较少区域的投递、监视、检查和运输业务可被视为无人驾驶航空器系统逐步融入低空空域的起点。

2.7 考虑到目前低层飞行运行（如：直升机和通用航空飞行）与新进入者（如：城市空中出行/先进空中出行）的拟议概念之间的相似性，与航空器装备、空域、基础设施、执照颁发、培训有关的技术和运行监管要求，可以利用与国际民航组织无人驾驶航空器系统、全球无人驾驶航空器系统交通管理框架、空中交通管理运行有关的其他监管框架和发展来进行推进。

2.8 国际民航组织的作用是提供支助无人驾驶航空器系统逐步安全纳入低空空域的全球政策并制定相关规定。为实现标准化、全球协调一致、可互用性、安全高效的新进入者低层飞行运行，需要开展以下工作：

- a) 根据运行概念、服务识别以及不同利益攸关方之间的互动，更新现行规定；
- b) 查明通信、导航和监视（CNS）性能要求，包括频谱需求和保护、基于性能的导航，并使用国际移动通信（IMT）网络作为提供监视和监测能力的手段；
- c) 制定涵盖单人驾驶、遥控驾驶和/或高度自动化运行的新的适航性、合格审定和执照颁发要求；
- d) 制定地面基础设施（如垂直起降机场）的设计、合格审定和开发方面的新要求；

- e) 虑及空中交通管理与无人驾驶航空器系统交通管理系统之间实时信息更新的必要性，制定交通管理自动化和数据交换标准的新要求（国际民航组织无人驾驶航空器系统交通管理全球框架已涵盖这一概念）；和
- f) 为参与新进入者运行的人员制定新的能力、作用和责任方面的新要求。

2.9 根据国际民航组织无人驾驶航空器系统交通管理框架，沙特阿拉伯王国正在研究为无人驾驶航空器系统运行采用低空空域的分层结构，具体如下：

- a) 第 1 层，很低的低层（地面-高出地面 400 英尺）：主要是无人驾驶航空器系统交通管理支助的无人驾驶航空器系统运行。偶尔通过相同服务纳入的有人驾驶运行；
- b) 第 2 层，城市空中出行（600-1000 英尺）或（500-1000 英尺）：有人驾驶及无人驾驶航空器系统交通，包括电动垂直起降和遥控驾驶航空器系统。服务有待界定，但初步的情景可能是为点对点的运行建立走廊，从而由沙特空中航行服务提供者（ANSP）利用动态管理对走廊进行隔离；和
- c) 第 3 层，传统和常规航空飞行（1200 英尺及以上）或（1500 英尺及以上）：主要是有人驾驶交通，如果符合仪表飞行规则要求，则允许无人驾驶交通。

2.10 为支助制定低空空域的分层结构以及无人驾驶航空器系统和有人驾驶飞行的安全管理，应探索将当前的 G 类空域重新划分为子类别的选项，因为可将其用于查明各类无人驾驶航空器系统所需的装备和功能，并允许包括有人驾驶航空器运行在内的各种用户之间的安全纳入。

3. 结论

3.1 国际民航组织在低空空域无人驾驶航空器系统运行框架的制定和知识共享方面发挥着论坛及促进者的关键作用。国际民航组织正在全球和地区层面召集各国和业界利益攸关方更新标准和建议措施、制定指导材料，并共享关于无人驾驶航空器系统安全高效纳入航空生态系统的运行概念和要求的最佳做法。即使对于各国和专业化机构（如标准制定组织（SDOs））制定的无人驾驶航空器系统标准，国际民航组织也将作为一个统一机构，支助开展协调一致并确保全球一致性和可互用性。

3.2 将无人驾驶航空器系统纳入具备多种应用和用户的低空空域是一项复杂的多学科挑战。在各国、利益攸关方和业界的支助下，国际民航组织有能力、具备强有力的领导作用以及知识丰富的监管机构，使该组织能够领导制定框架、标准和指南，并支助新进入者的运行逐步演进。

3.3 为支助适当查明涵盖与安全和高效运行有关的各个方面的要求，可以对当前低层飞行运行与无人驾驶航空器系统飞行之间的相似性，以及制定国际民航组织无人驾驶航空器系统交通管理全球框架所采用的做法进行审议。

3.4 应探索为低空空域设置分层结构的建议以及将目前的 G 类划分为子类别的可能性，因为可将其用于查明各类无人驾驶航空器系统的所需装备和功能，并允许开展安全管理及纳入包括有人驾驶航空器运行在内的各种用户。