



工 作 文 件

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 **4:** 空中航行系统的超联通
4.1: 联通航空器的概念和相关挑战

未来的空地联通

（匈牙利代表欧洲联盟¹及其成员国、欧洲民用航空会议²其他成员国、
欧洲航空安全组织（EUROCONTROL）和美国提交）

执行摘要

空中航行系统的发展建立在空域用户、空中交通管理（ATM）和机场运行之间及时准确共享信息的基础之上。为此，除其他外，将在使用标准化、可互操作的空中和地面通信技术和应用方面取得进展，支持航空器在缔约国和地区内以及缔约国和地区之间进行无缝连接的飞行。

目前使用的通信技术有限，有些正处于开发和标准化阶段。这些通信技术可支持空中交通服务基线 2（ATS B2）标准规定的数据链路功能和服务。从互操作性的角度来看，需要在全球范围内统一应用最少数量的可用连接技术，以最大限度地减少对航空器设备和服务提供成本的影响，并最大限度地提高数据交换的效益，通过应用多链路概念确保缔约国和地区之间的无缝运行。技术选择应主要通过基于性能的方法来确定，这种方法应考虑复原力、成本和频谱效率。

行动：请会议同意第 3 段中的建议。

¹ 奥地利、比利时、保加利亚、克罗地亚、塞浦路斯、捷克、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、马耳他、荷兰、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典

² 阿尔巴尼亚、亚美尼亚、阿塞拜疆、波斯尼亚和黑塞哥维那、格鲁吉亚、冰岛、摩尔多瓦共和国、摩纳哥、黑山、北马其顿、挪威、圣马力诺、塞尔维亚、瑞士、土耳其、乌克兰和英国

1. 引言

1.1 在充足的空地（A/G）数据链路（DL）通信普及之前，空中交通服务（ATS）将在很大程度上依赖甚高频（VHF）语音通信来实现分隔、流动和咨询信息的交换。目前的航空联通性支持各种空地服务，并越来越多地用于支持安全、可持续、可靠和高效的空中交通管理。与此同时，对数据和更大数据量（不仅是通信数据）的需求也在不断扩大，例如支持基于轨迹的运行（TBO）、气象信息和航行通告等数字化服务，以及航空公司运营领域日益增长的需求。目前，这种联通性是通过一系列依赖 VHF DL（如 VHF DL 模式 2 — VDLM2）和航空卫星通信（SATCOM）连接技术实现的。虽然这些技术几十年来为航空界提供了良好的服务，但它们的规模无法满足预期的数据量和交通容量增加所需的安保要求。卫星通信目前使用多种标准和应用，这些标准和应用各自为政，无法实现全球互操作。SATCOM 缺乏全球标准，导致希望更换 SATCOM 供应商的业务利害关系方重新装备的成本很高，不利于市场竞争。此外，目前地区实施的特点是需要安装多种航空器设备（例如航空电信网络基线 1（ATN B1）和未来空中航行系统（FANS）数据通信能力）。从这些特点来看，如果不实施几项重要的、国际协调统一的新链路技术，就不可能满足未来的服务需求。在这些需求中，有必要依靠强大的、端到端的、安全、可扩展和具有频谱效率的空地通信。本工作文件就空地互通的未来愿景提出了建议，并确定了需要国际民航组织进行干预的领域，以便实现一个全球协调的做法。

2. 讨论

2.1 拟议的空地通信基础设施和运行解决方案支持 ATM、航空情报服务（AIS）和航空运行控制（AOC），包括三层：应用层、通信网络层和（物理）链路层。

2.2 应用：长期目标是使 ATS 基线 2（ATS B2）应用成为支持 ATM 的全球标准。ATS B2 应用的设计是为了支持所有已知和可预见的 ATS 用例。这些应用的全球部署在为现有地区实施提供同等服务水平的同时，还能引入新的 ATM 服务（如全 TBO），支持高效运行。AOC 应用在很大程度上仍由航空公司控制，并将根据航空器运营人的具体优化需求继续演进。为支持航空情报服务，应制定全球标准（包括安全、性能和互操作性要求），以支持那些必须有“所需的证实性能”的服务，例如为飞行员决策提供紧急态势感知数据（与飞行员交换危险和紧急数据，以确保战术决策）。

2.3 网络：长期目标是使 ATN/互联网协议套件（IPS）成为必须达到所需证实性能的全球通信网络解决方案。ATN/IPS 是公认的最先进的协议，具有性能、安全和安保功能，采用了国际民航组织信任框架专家组（TFP）制定的指南，能够支持当前和未来具有所需证实性能的各个应用。许多航空器已经或将要配备完全基于 ATN/开放系统互连（OSI）协议的航空电子设备；因此，在向 ATN/IPS 过渡期间，国际民航组织各地区和国家将需要地面网关在两种协议之间进行转换。

2.4 物理链路：对于安全攸关的通信，目前正在评估几种技术，以补充 VDLM2 和 B 类卫星通信技术。所有新的和以前的技术都将必须在所谓多链路环境中共存，允许航空器使用不同的互补性技术。此外，从长远来看，VDLM2 需要更换为更安全、频谱效率更高的链路技术。下一个潜在链路技术的选择尚未完成，仍需进一步开发和验证。为提高 A/G 通信的整体能力，建议：

2.4.1 对于中短期：

- a) 通过将 AOC 流量卸载到其他辅助技术，延长现有 VDLM2 的使用寿命；和
- b) 推广使用卫星通信系统进行 ATS 和 AOC 通信，同时支持 VDLM2 的流量卸载。

2.4.2 制定基于性能的“多链路”框架，以支持长期发展，包括：

- a) 用于在商业通信系统上运行 ATM 和 AOC 的数据链路（“超级互联 ATM”）。这一概念假定将进行适当的安全评估，且航空保护频谱将继续存在，这是超级互联 ATM 概念的关键促成因素。还必须采取预防措施，避免对目前民航安全频谱的使用方式产生任何不利的附带影响；和
- b) 一种新的 A/G 地面通信系统。

2.4.3 一旦技术验证成熟，应承认未来需要决定采用新的 A/G 地面通信系统和/或用于商业通信系统上运行 ATM 和 AOC 的数据链路（“超级互联 ATM”）。

2.5 长期的未来联通格局包括三层、七个“长期目标”，这些旨在描述未来 A/G 联通愿景成为现实所需的重要变化：

- a) 向全面的 ATS-B2 过渡（ATM 通信、应用层面）；
- b) 通过使用多链路，确保安全链路有足够的可用性、性能、容量和灵活性（即技术中立）；
- c) 建立一个完全互操作的安全联通框架包括地面网关，实现从 OSI 到 ATN/IPS 的过渡（ATM 通信，网络层面）；
- d) 从安全链路中卸载非安全攸关的 AOC 数据，为 AOC 提供足够的非安全性互联；
- e) 制定一个基于性能的框架，以支持长期演进，包括：用于在商业通信系统上和/或新的 A/G 地面通信系统上实现 ATM 和 AOC 的数据链路；
- f) 继续开发可扩展、频谱效率高、安全可靠的地面通信、导航和监视（CNS）系统，以满足新的航空要求；
- g) 确保与生命安全相关的航空频谱划分，并鼓励各国保护其不受干扰。

3. 结论

3.1 请会议同意以下建议：

建议 4.1/x — 未来的空地联通

各国：

- a) 注意到业务利害关系方在使用目前标准化的 A/G DL 系统，特别是 VDLM2 时所面临的挑战；
- b) 认识到迫切需要一种安全、可扩展、具有成本效益和频谱效率的空地数据链路，以大幅提高容量和其他技术性能；和
- c) 利用航空卫星通信在大陆空域提供增量运行效益，并鼓励相关的行业实施；

国际民航组织：

- d) 在未来版本的《全球空中航行计划》（GANP，Doc 9750 号文件）中纳入长期联通战略，包括一旦技术验证成熟，需要采用新的 A/G 地面通信系统和/或在商业通信系统上实现 ATM 和 AOC 运行的数据链路（“超级互联 ATM”）；
- e) 确定哪些类型的 AOC 和 AIS 应用（如有）因特定性能要求而需要使用航空保护频谱（参考国际民航组织《民用航空无线电频谱要求手册，包括国际民航组织政策声明》（Doc 9718 号文件））；
- f) 制定基于性能的框架，以支持长期发展，鼓励开发新兴的、有保障的和频谱效率高的 CNS 技术；
- g) 与标准制定组织（SDOs）协调，制定适用于卫星通信系统的全球标准，以促成互操作性和市场竞争；
- h) 在不对受保护的航空安全频谱的存在和使用造成不利影响的情况下，与标准制定组织协调，确定潜在机会并制定指南和标准，以便为商业通信系统上的 ATM 和 AOC（“超级互联 ATM”）运行发送数据链路；
- i) 与标准制定组织协调，为新的 A/G 地面通信系统制定指南和标准；
- j) 确定在多链路环境中运行的最低限度机载和地面基础设施，同时保持互操作性；和
- k) 与标准制定组织协调，为 IPS/OSI 网关制定标准，以确保过渡期间的互操作性。

— 完 —