



大会 — 第 41 届会议

执行委员会

议程项目 17：环境保护 — 国际航空与气候变化

减碳技术 — 促进飞机和发动机减碳技术开发的监管框架

(由航空工业协会国际协调理事会 (ICCAIA) 提交)

执行摘要

ICCAIA 始终致力于识别有望变革航空行业的碳减目标和相关解决方案。从中长期来看，创新的推进技术、可持续和替代能源，以及整体飞机配置和运营的变化将影响法规和运营。由制造商支持的技术路线图作为 CAEP 长期理想目标 (LTAG) 工作的一部分而开发，识别了可能在不同时间框架和细分市场中推出的技术。该路线图提供了迄今为止最完整的技术图，因此可用作全面审查新技术对标准和措施 (SARP) 影响的基础。随后，此类审查可用于制定必要的监管框架和相关的时间安排，以实现革命性技术和运营的开发、认证和交付。

行动：提请大会：

- a) 要求国际民航组织利用 CAEP LTAG 技术路线图制定综合监管框架，以促进新能源、推进和机身技术、全新的高效运营和飞机配置的开发和部署，从而实现可持续发展目标；和
- b) 要求国际民航组织审查现有的标准和措施，考虑相互依存性，并分析差距，从而识别需要进行哪些调整以启用新技术和全新的运营实践。

战略目标：	本工作文件涉及以下战略目标：环境保护、安全、空中导航能力和效率。
财务影响：	文件中提及的活动将在经常方案预算和/或预算外捐款提供的资源范围内开展。
参考文件：	LTAG 报告

¹ 中文、英文、阿拉伯文、法文、俄文和西班牙文版本由航空工业协会国际协调理事会提交。

1. 引言

1.1 在从新冠疫情的直接影响中恢复后，民用航空航天部门已将环境可持续性视为航空业最重要的中长期目标。多年来，制造业一直在开发技术解决方案，以减少民用航空航天器的碳排放。然而，对以更可持续的方式重建航空业的当前需求，则为推动更大的变革提供了独特的机会。

1.2 ICCAIA 制造商与国际民航组织航空环境保护委员会（CAEP）密切合作，以支持大会要求，探索国际民用航空二氧化碳减排长期理想目标的可行性，以响应大会 A40-18 号决议。来自发动机和机身制造商的超过 75 位技术专家提供了信息、数据和专业知识，帮助制定了广泛的技术路线图，并将其包含在最终报告中。该路线图探索了未来的推进技术、机身技术和飞机配置，同时提供了哪些技术可以在何时以及哪些细分市场中准备就绪的时间表。

1.3 其结果是，鉴于与此类预测相关的不确定性，CAEP 已尽可能完整地制定了到 2050 年的制造商技术包路线图。虽然路线图不适合立即制定 SARP，但其独特的观点增强了对未来可能性的理解，为国际民航组织提供了制定环境监管战略和流程的工具，以适应未来最可能出现的情况。

1.4 然而，环境领域之外的监管框架与这种未来愿景脱节。制造商已大力投资于研发，以交付创新和新技术，帮助航空业实现脱碳。国际民航组织必须加快步伐，在设计和运营的方方面面建立现代、可预测、全球性和基于绩效的监管框架，以确保这些投资，而不仅仅是为了制定环境 SARP。

1.5 在工作文件 A41-WP/167 中，业界呼吁国际民航组织制定专注于成果的监管框架。鉴于行业和国家已认识到该行业的脱碳将是可持续未来的关键，主要的理想结果之一是建立一个整体监管框架，以提供实现这一雄心所需的技术。

1.6 本文件呼吁大会要求国际民航组织根据需要，在适航、运营、飞机性能、机场基础设施和其他领域制定增强的 SARP 流程。结合 CAEP 的改进流程，这将支持监管成果，以促进对于加快飞机运营中的二氧化碳减排至关重要的逐步发展和革命性技术的引入。

2. 讨论

2.1 自喷气式飞机时代开始以来，发动机和机身制造商一直致力于减少其产品的燃油消耗和二氧化碳排放。如今的大型涡扇飞机比最早的涡轮喷气动力客机的燃油效率高出 80%。与涡轮螺旋桨飞机一样，这些飞机具有相似的设计特征 — 固定有机翼的管子并使用煤油驱动的涡轮发动机。然而，这些配置和动力装置的能力正逐渐达到其减少油耗的极限，因此从中长期来看，将需要革命性的推进系统、配置和/或能源。

2.2 虽然从经济角度来看，减少燃油消耗仍然是主要目标，但减少二氧化碳排放及随之而来的气候影响也已成为发动机和飞机设计的关键驱动力。机身和发动机制造商已认识到该行业减少碳排放的责任，正在推动研发计划，并审视一系列潜在的解决方案。其中一些解决方案将对飞机的设计、认证和运营产生重大影响。

2.3 关键的短期行动之一是开发与可持续航空燃料（SAF）的兼容性。这些燃料在其整个生命周期中比油基煤油更具环境可持续性，但提供几乎相同的特性，从而维持与当前飞机设计的兼容性。这些“即用型”燃料虽然有所改进，但仍将二氧化碳排放到大气中。未来，无论在燃料制造过程中捕获了多少碳，燃烧任何类型的煤油都将变得不那么可接受，因为二氧化碳仍然会在废气中排放。航空业将需要过渡到不同的能源，其中一些改变还涉及飞机整体架构的改变。

2.4 行业已在不同的发展阶段探索了许多革命性的推进系统技术，并揭示了未来使用的一系列可能性。国际民航组织的SARP需要能够在这些技术成熟时对其作出反应。三种类型的革命性推进系统被视为LTAG工作的一部分，采用三种不同的能源，广泛代表未来30年的减排可能性：

- a) 电动：需要使用全新的充电基础设施在地面充电的机载电池；
- b) 混动：在飞机上燃烧少量煤油以发电，并储存在驱动电动发动机的电池中；可能需要地面充电；和
- c) 氢气：液态或气态氢将装在飞机燃料箱中，用于燃料电池中，以便为电动发动机供电，或由全新的推进系统燃烧；这将需要全新的储罐和分配系统，以及全新的加油基础设施。

2.5 这些推进系统中的每一个都可能提高飞机性能和操作特性的复杂性。当这些推进系统被安装到具有改进的空气动力学或结构特性的革命性飞机设计中时，性能和机场兼容性会进一步复杂化。与如今的管翼设计相比，翼身融合和桁架支撑机翼配置可能具有显著增加的翼展，这对机场准入提出了新的挑战。与替代能源相关的重量增加可能会转化为更高的起落架负载，需要对跑道和滑行道路面进行结构升级。行业还可以开发革命性的运营战略，对空中交通管理产生潜在影响。

2.6 我们必须祝贺CAEP的长期理想目标工作；他们正与工业和研究机构合作，以确定革命性技术清单和引入舰队的时间表；并将所有这些整合到环境技术路线图中。该路线图将帮助CAEP预测技术何时到来，从而预测何时可能需要更新环境SARP审查。迄今为止，CAEP是国际民航组织内唯一拥有如此完整大局观的机构。

2.7 然而，未来的革命性设计所产生的影响将远远超出环境SARP。这些影响可能包括：起飞场长度和爬升性能差异（适航性）；爬升时间和巡航速度差异（ATM/兼容性评估）；翼展驱动的跑道/滑行道分离和机场登机口兼容性（地面运营）；燃料安全和物流差异（机上）；地面搬运、燃料储存、供应和基础设施差异（地面运营）；极短程飞机的飞行储备政策（适航性）。

2.8 这些问题均在CAEP之外进行管理，需要对已识别的推进和机身技术以及全新的运营实践进行更全面的审视，以理解哪些现有的SARP可能受到影响，以及革命性设计何时需要新的SARP。例如，在机场标准中，尚不存在全电动或氢气基础设施。

2.9 只有对监管的各个方面都制定了可预测的框架，制造商才能成功地投资，以从这些新设计和新运营中获得最大的环境效益，并将革命性的碳节约技术推向市场，从而确保航空业的可持续未来。监管框架必须涵盖新产品设计、认证和运营的所有方面，以消除新的或修改后的SARP要求不必要地阻碍认证或投入使用的风险。

2.10 以受行业支持的 LTAG 技术路线图的发布为起点，ICCAIA 认为现在正是开始审查国际民航组织所有领域的一整套现行 SARP 的大好时机，以理解其适当性，并分析差距，从而了解可能需要新增或修订哪些 SARP，方可引入可持续的新技术。

3 结论

3.1 CAEP 在长期理想目标流程期间制定了可行的环境技术路线图，可用作预测未来 SARP 审查需求的指南，ICCAIA 为此由衷祝贺国际民航组织。

3.2 为了显著减少碳排放，制造商已经在开发革命性的能源、动力装置、机身和运营概念，所有这些都很有可能改变航空业的面貌，但需要监管确定性，以最大限度地发挥这些设计的优势。

3.3 为了能够将这些可持续技术和运营推向市场，制造商需要一套健全、完整、跨所有监管领域并可适时提供的 SARP，以促进革命性可持续飞机技术的开发、生产和交付。

3.4 我们认为现在正是开始构建必要监管框架的大好时机。