



大会 — 第 42 届会议

技术委员会

议程项目 25：技术委员会需审议的其他事项

寻找哈龙替代品方面的挑战： 在消防安全、环保目标和行业就绪之间寻求平衡

（由航空航天工业协会国际协调委员会（ICCAIA）、
国际航空公司飞行员联合会（IFALPA）和国际公务航空委员会（IBAC）提交）

执行摘要

制造业正致力于替代飞机应用中的哈龙灭火剂。

目前，货舱固定式灭火系统缺乏可接受的哈龙替代品，这给行业在现有截止日期前完成哈龙替换带来了巨大挑战。通过调整截止日期、倡导容许监管豁免，并与 UNEP（联合国环境规划署）臭氧秘书处等国际机构统一立场，可为行业开拓一条更为平衡的发展路径，从而持续推进可持续灭火解决方案的研发，同时避免不当替代品带来新的不良环境和健康方面的影响。

行动：提请大会：

- 承认尽管付出了巨大努力，但由于技术、法规、安全和环保方面的要求复杂，业界仍未能在 2024 年 11 月 28 日的截止日期前成功开发出可接受且可认证的货舱灭火系统用哈龙替代品；
- 指示理事会与业界及 UNEP 臭氧秘书处协调合作，基于全面的数据（包括哈龙的可用性、替代方案的研发进展以及安全性考量），提出一个经修订、可持续的截止日期建议，以推动《附件 8》—《航空器适航性》中针对新飞机型号证书申请的哈龙替换工作，并确保最迟在第 43 届 ICAO 大会前形成决策依据；
- 请求 ICAO 成员国启动对全球哈龙储备状况的全面评估，以满足在可接受替代方案尚未问世前对航空灭火的关键需求，并探讨各种可行方案，包括根据《蒙特利尔议定书》申请“必要用途提名”，以确保航空安全；和
- 采纳第 2.11 段所述的决议文本。

¹ 英文、阿拉伯文、中文、法文、俄文和西班牙文文本由ICCAIA提供。

战略目标:	本工作文件涉及：每次飞行都安全和安保；航空具有环境可持续性；和国际民用航空公约及其他条约、法律和规章应对所有挑战。
财务影响:	本文件中提到的活动将根据 2026-2028 年常规项目预算予以开展。
参考文件:	附件 8 —《航空器适航性》 Doc 10184 号文件：《大会有效决议》（大会 A39-13 号决议） A42-WP/395-TE/158 号文件：航空器灭火 — 哈龙替代品 A41-WP/96-TE/22 号文件：航空器哈龙替代品

1. 引言

1.1 航空航天工业协会国际协调委员会（ICCAIA）此前已提醒 ICAO 大会，需寻找一种可接受的² 哈龙气体替代品，用于货舱灭火系统。这一需求的产生，是因为在全球大多数地区的监管框架下，哈龙被归类为禁用的消耗臭氧层物质（ODS）。受这些监管限制影响，业界已开始研究可接受的替代品或替代方案。

1.2 大会先前已在 A39-13 号决议《哈龙替代品》中承认了这些挑战，具体包括：

鼓励各国与发动机/APU（辅助动力装置）应用产业联盟，以及航空航天工业协会国际协调委员会下设的货舱哈龙替代工作组开展合作；

鼓励 ICAO 继续就民用航空领域的哈龙替代品议题，与国际飞机系统防火工作组、联合国环境规划署臭氧秘书处（通过其技术与经济评估小组下设的哈龙技术选择委员会）开展合作。

1.3 在第 41 届大会上，ICCAIA 提交了工作文件第 96 号《淘汰飞机哈龙灭火剂》，强调了在寻找可接受的候选哈龙替代品方面所面临的重大挑战。航空业持续面临重重阻碍，因为技术最先进、拟用于替代哈龙的灭火剂未能满足所有法规与性能标准，达到全球环境效益要求。开发能够满足复杂技术、法规、安全和环保要求的新系统，是一项极具挑战性的工程。根据以往经验，此类系统的研发预计将耗时长达十年，因此此前设定的 2024 年截止日期已无法实现。鉴于这些持续存在的挑战，以及亟需开展全面、基于事实的评估，明确的替代截止日期仍需进一步论证。

1.4 本文件敦促 ICAO 启动制定可持续哈龙替代截止日期的程序，以持续保障航空安全。此举将有助于全面评估现有哈龙储备情况及替代方案的研发进展，从而基于事实判断是否需要调整截止日期。经行业初步评估，若要修改附件 8 —《航空器适航性》中与新飞机型号证书申请、替代货舱灭火系统所用哈龙相关的生效截止日期，应将该日期从 2024 年 11 月 28 日推迟至 2035 年 12 月 31 日。

² 《蒙特利尔议定书》缔约方的一项决定对“什么构成可接受的替代品或替代方案”提供了进一步指引。其必须满足以下所有标准：商业可得、技术验证成熟、对环境友好、经济上可行且具有成本效益、使用安全、便于维护

1.5 用于货舱灭火的哈龙替代方案会增加飞机重量，进而导致更高的二氧化碳排放。开发和评估哈龙替代剂时，应将这一环境影响作为整体方法的一部分加以考虑。

1.6 鉴于上述原因，业界认为 ICAO 应发起并支持对全球哈龙储备和消耗速度进行全面评估，从而确定在可接受替代品问世之前，哈龙的预期可用量。

1.7 有关该议题的更多信息，请参阅 A42-WP/395，航空器灭火 — 哈龙替代品。

2. 讨论

2.1 ICAO 于 2016 年通过的 A39-13 号决议《哈龙替代品》已强调该行业在替代哈龙方面面临的挑战，尤其是在货舱灭火系统中的应用。该决议及后续讨论指出，自 2024 年 11 月 28 日起提交型号证书申请的新型飞机，在交付时必须配备哈龙替代品。数十年来，ICCAIA 制造商一直致力于寻找可接受的哈龙替代方案。

2.2 经过广泛评估，技术成熟度最高、可用于飞机货舱灭火系统哈龙替代的灭火剂含有 2-BTP，这是一种氟化烃。根据 2021 年 OECD（经济合作与发展组织）的定义³，2-BTP 可能将被归类为 PFAS（全氟和多氟烷基物质）。

2.3 多个国家已开始考虑对 PFAS 实施监管措施，这可能会限制其使用。在此背景下，其供应链和可用性也可能受到影响。

2.4 目前尚未找到可接受的“直接替换型”替代品，因此其他方案需进行大范围系统改造和重新设计后方可使用。

2.5 制造商已探索了其他一些潜在的货舱哈龙替代剂，但这些替代剂的开发尚不充分，无法满足 ICAO 设定的 2024 年 11 月截止日期。其中一种潜在替代剂（CF₃I）未能通过最低性能标准（MPS）测试。另一种（水雾/氮气惰化）因系统过于复杂且对机体重量影响更大，已被放弃。根据行业经验，开发一套新的货舱哈龙替代系统可能还需长达 10 年时间。

2.6 与哈龙相比，所研究的替代灭火剂在质量效率方面更低，导致系统重量和体积增加。具体而言，灭火系统的更换预计会使每架飞机的重量增加 100 至 400 公斤，具体取决于飞机的类型和配置。虽然替代哈龙有助于保护平流层臭氧层，符合《蒙特利尔议定书》规定的义务，但也会带来温室气体排放的明显增加。监管框架应系统性地考虑整体影响，并在可行范围内，依据现有数据和公认最佳实践，评估平流层臭氧保护、气候影响（包括温室气体排放）、运行安全和技术可行性等相关因素。

3 OECD (2021), *Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl Substances: Recommendations and Practical Guidance* (《协调全氟和多氟烷基物质术语体系：建议与实务指引》)，载于 OECD Series on Risk Management of Chemicals (《OECD 化学品风险管理系列报告》)，OECD 出版社，巴黎，<https://doi.org/10.1787/e458e796-en>。

2.7 潜在的货舱哈龙替代剂（2-BTP 混合物及惰性气体）存在严重健康风险，因为相较于哈龙 1301，它们具有更高的窒息和心脏致敏风险。为确保安全使用，需采取额外安全措施。目前，航空业界与适航监管机构正协作制定统一的风险缓解措施。

2.8 鉴于存在重大风险，且目前仍缺乏可行替代方案，甚至替代方案尚不明晰，ICCAIA 敦促 ICAO 启动程序，为货舱灭火系统中哈龙替代工作设定可持续的修订后截止日期。此程序应涵盖对所有相关数据的全面评估。

2.9 业界要求 ICAO 成员国与已同 UNEP 建立联系的航空环境保护委员会（CAEP）协作，依照修订后的 A39-13 号决议开展工作，支持对全球哈龙储备和消耗速率进行全面评估，从而确定在可接受替代品问世之前，哈龙的预期可用量。

2.10 此外，哈龙的全球储备量有限。根据消防安全技术选择委员会（FSTOC）2022 年评估报告⁴，哈龙储备预计将耗尽。报告指出，受全球供应、年排放量和回收率等因素影响，从 2030 年起，现有数量和质量的哈龙可能无法继续满足航空货舱灭火的使用需求。在尚无可接受替代品的情况下，必须探索通过《蒙特利尔议定书》“必要用途提名”机制来保障哈龙供应，直至找到适用于飞机货舱的可接受替代品。

3. 结论

3.1 各项行动已列于本工作文件的执行摘要中。

⁴ <https://ozone.unep.org/system/files/documents/FSTOC-2022-Assessment.pdf>

附录 A

DRAFT RESOLUTION FOR ADOPTION BY THE 42ND SESSION OF THE ASSEMBLY

~~A39-13-42/xx~~: 哈龙替代品

认识到航空器灭火系统对飞行安全的重要性；

认识到卤化碳氢化合物（哈龙）用于民用航空器灭火系统的主要灭火剂已有五十多年；

鉴于哈龙由于释放促成臭氧消耗和气候变化，根据国际协定已不再生产；

认识到有更多工作有待完成，因为哈龙的供应日益减少且不确定，环境人士对尚未为民用航空器所有灭火系统开发出哈龙替代品继续感到关切；

认识到国际航空器系统防火工作组在业界和监管机构的参与下，已经对每种哈龙的使用制定了最低效绩标准；

认识到在能够使用替代品之前，每种哈龙的使用必须符合与航空器有关的严格规定；

认识到航空器制造行业已经建立了利害攸关方参与制定共同解决办法的机制，以便在切合实际的时间框架内在货舱内应用哈龙替代品；

认识到国际协定禁止生产哈龙，目前只能完全通过回收、再生和再利用获取哈龙。因此，需要对哈龙气体的再生实行严格控制，防止将被污染的哈龙提供给航空业的可能性；和

认识到任何战略都必须依赖与其替代的哈龙相比较不会生成无法接受的环境或健康风险的替代品；

大会：

1. 敦促各国及其航空业加强开发和实施可接受的哈龙替代品，用于航空器货舱灭火系统；
2. 敦促各国确定和监测其哈龙的储备及哈龙的质量；
3. 鼓励国际民用航空组织继续就民用航空使用哈龙替代品的问题与国际航空器系统防火工作组和通过联合国环境规划署臭氧秘书处的技术和经济评估小组的哈龙技术备选办法委员会与臭氧秘书处合作；
4. 鼓励各国与发动机、辅助动力装置应用方面的行业联盟，以及航空航天工业协会国际协调理事会建立的货舱哈龙替代品工作组开展协作；
5. 鼓励各国支持采取措施以确保当未发生威胁安全的失火事件时将不必要的哈龙排放降至最低程序，并确保更好地管理和储存现有存量哈龙；

6. 鼓励各国在国际民航组织航空环境保护委员会和联合国环境规划署（UNEP）臭氧秘书处的协助下，评估全球哈龙储备，并在必要时探索相关选项，包括根据《蒙特利尔议定书》在航空器货舱应用中对哈龙进行必要用途提名，以维护航空安全；

7. 指示理事会与业界及联合国环境规划署臭氧秘书处协调制定提案，修改附件8中新航空器型号合格审定申请中的哈龙替代品可持续有效截止日期。该提案应基于全面数据，包括哈龙的供应情况、替代解决办法研发进展，并虑及安全考量因素。

86. 指示理事会对2024年时间框架的某一指定日期后提交型号合格审定申请的航空器所用的货舱灭火系统规定使用哈龙替代品；和

97. 宣布本决议取代A39-13号决议。