



大会 — 第 41 届会议

技术委员会

议程项目31：航空安全与空中航行标准化

自动化和驾驶员角色的转变

(由加拿大和日本提交)

执行摘要

航空自动化水平的提高和引入自主运行正在改变驾驶员的角色。这在航空业中是显而易见的，但对于遥控驾驶航空器系统（RPAS）*和有人驾驶航空器尤其如此。这种转变带来了经济效益，改善了航空的安全性和可达性，但却对既定的航空框架和定义带来影响。这包括对驾驶员能力、飞行运行责任、决策权限和发生事故时的责任提出新的考虑。虽然本文件重点针对驾驶员，但人们承认，自动化也会对其他飞行机组和航空人员产生影响，需要予以考虑。

*请注意，加拿大普遍使用遥控驾驶航空器系统的中性术语来指无人机，以代替无人航空器系统（UAS）或无人飞行器（UAV）。

行动：认识到对《国际民用航空公约》（1944年）和附件1——《人员执照的颁发》的潜在影响，请大会：

- a) 要求国际民航组织（ICAO）从提高自动化和飞行运行性质变化的角度审查驾驶员和飞行机组人员的定义；和
- b) 建议国际民航组织对负责飞行安全的人员（例如驾驶员、飞行签派员等）所需的能力和培训进行全面审查。

| | |
|-------|--|
| 战略目标： | 本工作文件涉及航空运输安全和经济发展的战略目标。 |
| 财务影响： | 本文件所述的各项活动将视经常方案预算可用资源和（或）预算外捐助资源进行。 |
| 参考文件： | 《国际民用航空公约》（1944年）和附件1 — 《人员执照的颁发》 Doc 9868号文件 — 《空中航行服务程序 — 培训》（PANS-TRG） |

1. 引言

1.1 近年来出现了一种广泛的社会趋势，即通过使用人工智能（AI）和机器学习等新的先进技术来提高自动化水平。这一趋势在航空领域尤为明显，有人驾驶航空器和遥控驾驶航空器系统（RPAS）的运行都嵌入了自动化。

1.2 对于有人驾驶航空，驾驶舱已变得越来越自动化，逐渐从基于“摇杆和方向舵”技能的驾驶转向基于系统的驾驶¹。这种演变在 1980 年代愈发明显，客机和许多现代军用航空器的驾驶舱工程师都被取消，因为随着计算机和技术的进步使该角色变得多余。

1.3 对于遥控驾驶航空器系统，正在出现新的用例和航空器设计，其中包含越来越多的自动化和与自主运行相关的能力。行业运营概念描述了这样一种环境，即驾驶员不再驾驶单一的遥控驾驶航空器系统，而是遥控或自主无缝隙地管理遥控驾驶航空器系统机队，由自动化系统完成传统的驾驶技能。

1.4 为了应对日益提高的自动化水平，已经开发了几种类型学，试图恰当地定义、分类和/或描述自动化的连续统一体。最值得注意的是国际自动机工程师学会²在汽车行业完成的工作（尤其注意到类型学在航空领域应用时存在局限性和挑战）和国际材料与试验协会³完成的工作。在这项工作的基础上，民航当局和行业利益攸关方之间也开展了国际合作工作，这项工作正处于最后阶段，为遥控驾驶航空器系统的自动化和自主性提供了标准观点。尽管不同类型学之间存在一些差异，但它们都描述了从完全手动操作到完全自主运行的自动化连续统一体。通过国际合作开发的自动化续表见附录 A。

1.5 全球范围内，飞行运行正以持续的势头沿着自动化连续体发展。公司正在规划与高度自动化程度相关的运行（某些任务或功能是自主执行的），和/或完全自主运行（无需人工参与）。例如，在加拿大，有机会通过使用虚拟飞行管理软件系统和中央运行控制中心来实现遥控驾驶航空器系统自主交付货物。在加拿大以外，人们看到公司越来越多地使用自动化和自主系统来交付商品，例如医疗用品、食品和饮料以及其他消费品。

1.6 随着飞行运行的巨大变化，驾驶员的角色发生了根本性转变。

2. 讨论

2.1 自动化为航空业带来许多好处。它能够以更准确、更有效、更具成本效益和安全的方式⁴执行某些任务，对驾驶员、乘客（如适用）以及所有参与或涉及运行的人员构成的潜在风险更小。

2.2 自动化也使航空更加方便，特别是因为它与遥控驾驶航空器系统技术的使用有关。遥控驾驶航空器系统嵌入自动化显著降低了用户的进入和运营成本，这在很大程度上是因为航空器上不再需要驾驶员并降低了相关风险。它还降低了某些驾驶员的培训要求和成本，因为自动化可以代替驾驶员将部

¹ 北达科他大学，确定适当的自动化水平，FITS SRM 自动化管理研究，Charles L. Robertson，2010 年 5 月 25 日，https://www.faa.gov/training_testing/training/fits/research/media/Det_App_Lvl_Atm.pdf.pdf

² 国际自动机工程师学会，道路机动车辆驾驶自动化系统相关术语的分类和定义，https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/

³ 国际材料与试验协会，TR1 - 航空自主设计和运营：术语和要求框架，<https://standards.globalspec.com/std/14480544/TR1>
国际材料与试验协会，TR2 - 提高航空器系统自主性的发展支柱，<https://standards.globalspec.com/std/14480549/TR2>
国际材料与试验协会，TR3：航空自治的监管障碍，<https://www.astm.org/tr3-eb.html>

⁴ 国家科学院国家研究委员会，民航自治研究：迈向新的飞行时代，<https://nap.nationalacademies.org/catalog/18815/autonomy-research-for-civil-aviation-toward-a-new-era-of>

分功能注入系统。这些影响因素有助于吸引新一代驾驶员，其中包括行动可能成为障碍或影响因素的人（例如残疾人、居住在偏远社区的人和有护理责任的人），并解决传统航空中预计未来驾驶员短缺的问题。如果日益自动化的飞行运行与较低的风险状况相关（例如，机上没有乘客），还可以调整体检要求，以进一步扩大合格的潜在驾驶员群体。

2.3 虽然不断提高的自动化水平和遥控驾驶航空器系统技术提供了巨大的机遇，但它们对现有框架带来挑战，并对航空系统产生广泛影响，因为它是在假设一名驾驶员驾驶一架航空器而开发的。因此，为了应对这种转变，有必要从概念上审视未来航空器的类型、将要执行的运营和任务，如何将其融入更广泛的航空生态系统，以及如何维护安全和安保。某些组成部分可能需要重新考虑和调整，以反映不断变化的环境。

2.4 鉴于驾驶员需要履行的角色、职责和任务发生了根本性转变，这将影响驾驶员现有的执照能力要求（按照附件1和《空中航行服务程序—培训》（PANS-TRG，Doc 9868号文件目前规定）。与复杂自动化系统的预期使用、人机组合和航空器机队运营相一致，未来的驾驶员将需要系统和运营管理（包括应急响应，例如系统故障情况）、态势感知、决策和人为因素等领域的高水平能力和培训。这些能力将比一些驾驶员的传统技能（如手眼协调）更加重要。然而，保留传统航空知识对于出现问题时确保安全，并支持社会更广泛地接受这些技术仍然至关重要。

2.5 考虑到飞行和驾驶员任务不断变化的性质，一个关键考虑因素是最终责任、决策权和责任应该落在何处。如果航空器由自主系统管理，并且驾驶员不再参与部分或全部职能（即无人参与），这是否应该改变既定的航空结构，因为它与航空器安全责任（即飞机上货物和乘客安全（如果有的话），以及地面人员和财产安全）、授权和发生故障时的责任有关？例如，如果遥控驾驶航空器系统自主运行且无需人工直接监督，是否仍会认为有一名驾驶员“指挥”并负责航空器的安全？空中交通管制（ATC）是否会与驾驶员或系统通信吗？谁负责？从法律角度来看，它还围绕管辖权提出了新的问题，包括在何处提出索赔、针对谁以及责任保险是否充分。这些都是需要深思熟虑的问题。

2.6 国际民航组织目前将自动驾驶航空器定义为：“不允许驾驶员干预飞行管理的无人航空器”⁵。然而，将这一定义应用于未来的飞行运营可能意味着无法满足当前的问责和责任要求。安全飞行的责任是通过使用安全设备、驾驶员的知识和能力以及空中交通管制来实现。这反映在《国际民用航空公约》（1944年）和附件1——《人员执照的颁发》规定的法律框架和定义中，其中假定驾驶员是人（而不是机器），并相应地分配了飞行责任⁶。适用的定义见附录 B。然而，随着航空业沿着自动化连续体进一步发展，并考虑在无人参与的情况下运行，国际民航组织成员国将需要考虑对此做出解释，以及现有的安全和安保管理结构是否能够弥补对《公约》和《附件1》所述框架的挑战。

2.7 加拿大认为，必须继续保留一名人员负责飞行运行的安全，即使在高度自动化和/或自主的情况下也是如此。这可确保有人对飞行安全负责，并符合公认的安全管理系统（SMS）原则。随着航空业走向完全自主，应结合其他术语（如飞行签派员）一起研究“驾驶员”一词，以评估其在描述负责飞行安全的人员方面的持续适用性。

3. 结论

⁵ 国际民航组织 328号通告, AN/190, 《无人驾驶航空器系统》(UAS), www.icao.int/meetings/uas/documents/circular%20328_en.pdf

⁶ 国际民航组织国际标准和建议措施, 附件1——《人员执照的颁发》, 第1.1节, 定义, 第24页。

3.1 加拿大和本文件的共同提案国认识到驾驶员角色和责任的转变、所需的能力和培训，以及继续需要指定一名人员负责确保航空器运行安全。这种指定也有助于培养社会对使用自动化技术的接受和信心。认识到正在发生的技术变革和角色的转变，国际民航组织大会有必要支持对驾驶员和机组人员的现有定义进行审查，并考虑随着技术的发展，定义/术语在概念上应如何变化。这可能包括对公约、附件和相关程序文件和指导材料进行修订，以反映不同的法律环境和不断变化的飞行运行情况。
