



大会 — 第 42 届会议

技术委员会

议程项目 24：航空安全和空中航行优先举措

数字驾驶舱中的认知疲劳和信息过载： 缓解人员绩效的新兴风险

（由沙特阿拉伯提交）

执行摘要

本文件探讨了与现代驾驶舱数字化转型相关的人员绩效的新兴风险。虽然电子飞行包（EFBs）、实时数据链和先进自动化等数字系统显著提高了飞行安全和效率，但也带来了与信息过载、驾驶员任务转型以及日益增长的认知整合需求相关的新的挑战。持续监测和处理大量动态数字输入可能降低驾驶员的决策能力，削弱态势感知能力并危及飞行安全，尤其是在高负荷或异常飞行阶段。

《人员绩效手册》（Doc 10151 号文件）将这些风险概述为该手册第 1.4 节“人员绩效的原则”所述的认知局限。但是，国际民航组织的现有标准和建议措施（SARPs）或指导材料尚未全面处理这些问题。需要采取积极主动、以人为本的设计做法，以确保技术进步能够持续支助而非阻碍人员绩效。

本文件建议国际民航组织在制定全球框架以缓解这些风险方面发挥主导作用。这包括制定新的指导材料、更新培训要求以及修订国际民航组织的相关附件和大会决议，以确保数字技术安全地融入驾驶舱。

行动：请大会：

- 承认与现代数字驾驶舱中的认知局限、信息过载以及改变的任务需求相关的安全风险；
- 指示理事会启动一项关于数据密集型技术融入驾驶舱环境对人员绩效影响的全面审查；
- 支助制定新的以人为本的设计指导材料，并修订相关的 SARPs 和政策，以应对这些新兴挑战；和
- 根据本文件附篇所载，通过对大会第 A41-10 号决议附录 O 的拟议修订。

战略目标：

本工作文件涉及：每次飞行都安全和安保，以及航空实现无缝、无障碍和可靠的全民出行。

财务影响:	经常预算范围内开展的活动。
参考文件:	附件 1 — 《人员执照的颁发》 附件 6 — 《航空器的运行》 附件 19 — 《安全管理》 Doc 10151 号文件: 《监管者人员 (HP) 绩效手册》 Doc 9683 号文件: 《人的因素培训手册》

1. 引言

1.1 航空数字化转型显著提升了安全、运行效率和信息可及性。现代驾驶舱配备了一系列强大的数字工具, 包括带有绩效管理应用的电子飞行包 (EFBs)、管制员 — 驾驶员数据链通信 (CPDLC), 以及实时天气和业务量信息系统。这些进步从根本上增强了飞行机组的态势感知能力, 并实现了某些手动任务自动化, 从而促进了全球航空系统更加安全。

1.2 但是, 这种数字信息的激增也带来了新的、复杂的人的因素方面的挑战。现代驾驶舱环境要求驾驶员持续监测、处理和整合来自多个系统和平台的大量动态数字输入。一些关于驾驶舱工作负荷的研究表明, 自动化并非简单地消除任务, 而是经常转移任务, 从而产生新的监测和认知整合责任。这种持续的认知需求会带来信息过载、认知疲劳和局限性等方面的风险, 这可能损害注意力管理, 降低决策能力, 并增加出现运行失误的可能性, 尤其是在关键、高负荷的飞行阶段。

1.3 通过软件、硬件、环境、人员 (SHELL) 模型, 部分涵盖了与数字复杂性相关的人员绩效的新兴风险, 其中, 当从令人困惑、误导或过于杂乱的文件及图表中寻找重要信息时, 可能会出现代表延迟和错误的人员与软件的界面。问题也可能与信息的呈现方式以及计算机软件的设计有关。但是, 同人员与软件界面相关的认知疲劳风险也需要得到明确处理和缓解。正如《人员绩效手册》(Doc 10151 号文件) 的概述, 当前关于人的因素、认证标准和培训课程的指导应不断演进, 以纳入以人为本的设计 (HCD) 原则, 并应对数据密集型数字驾驶舱构成的独特挑战。

1.4 本文件旨在强调数字驾驶舱中的认知局限和信息过载的安全影响, 并提出一种积极主动的、以人为本的缓解策略。通过应对这些挑战, 全球航空界可以确保新技术的整合持续增强而不会损害飞行安全。

2. 讨论

2.1 数据密集型的驾驶舱

2.1.1 现代驾驶舱已从信息匮乏的环境演变为信息富集的环境。驾驶员正在与各种各样的数字系统进行互动, 包括:

- a) 先进飞行管理系统 (FMS): 提供复杂的航路选择、性能和导航数据;

- b) 电子飞行包（EFBs）：承载多种应用，从绩效计算器和电子航图，到实时天气叠加显示及航空器运营人的信息发送；
- c) 数据链通信：包括 CPDLC 和航空器通信寻址与报告系统（ACARS），这些都需要持续监测和基于文本的互动；和
- d) 自动决策辅助：虽然有益，但需要飞行机组仔细监督和理解，以确保其输出结果适合运行环境。

2.1.2 这些系统的累积效应显著增加了飞行机组的认知负荷。与传统驾驶舱呈现的静态信息不同，数字数据通常是动态、持续更新的，并在多个显示屏上显示，这要求驾驶员主动管理其注意力、筛选相关信息，并进行重要的认知整合。某些研究表明，此类环境可能会改变机组内部沟通和工作负荷分配，并进一步表明有必要将驾驶舱作为一个集成系统而非作为单独工具的集合进行分析。

2.2 人员绩效和安全风险

2.2.1 数字驾驶舱不断增长的认知需求直接影响到人员绩效，并带来可能降低安全裕度的风险。这些风险已经被 DOC 10151 号文件中概述的人员绩效原则涵盖，尤其是 HP 原则 1：人员绩效是由其能力和局限构成的。这些局限可以概括如下：

- a) 信息过载。当传入的信息量超出驾驶员的处理能力时，可能会错过关键警报，态势感知可能变得碎片化，而且决策可能会延迟或降低。在异常情况下，这种风险会加剧，因为大量的系统警报可能会让飞行机组不堪重负。
- b) 认知疲劳。管理数据富集的环境需要持续的脑力劳动，这会导致认知疲劳，其特征是警觉性降低、短期记忆受损以及解决复杂问题的能力下降。这种疲劳不同于身体劳累，并且即使在操作复杂性较高的短途飞行中也可能发生。
- c) 注意力隧道效应。为了管理高认知负荷，驾驶员可能会专注于单一的信息源或任务，而忽略其他关键数据，例如不断变化的天气状况或偏离预期飞行航径的情况。
- d) 手动飞行技能退化。过度依赖自动化和数字决策辅助，再加上复杂的人机界面，可能会导致基本的手动飞行技能及解决问题的技能丧失，而这些技能在发生意外事件或自动化故障时至关重要。

2.3 现行监管框架存在的差距

2.3.1 尽管国际民航组织已建立健全的人员绩效和安全管理框架，但仍需处理与数字驾驶舱的挑战相关的以下差距：

- a) 人的因素指导。现有的指导材料虽然非常出色，但尚未完全纳入以人为本的数据富集系统的设计细节，也未提供在数字环境中管理认知负荷以及设计集成式以人为本系统的综合策略。

- b) 认证标准。附件 8 中的航空器和航空电子设备认证过程主要侧重于系统的完整性和功能性。这些过程未能持续评估多个互联数字系统在实际运行环境中对飞行机组绩效的累积认知的影响。
- c) 培训和执照颁发。必须更新包括循证培训（EBT）在内的基于胜任能力的培训和评估框架，以纳入与数字信息管理、注意力转换和识别认知疲劳征候相关的具体胜任能力和情景。
- d) 安全管理。与信息过载和认知疲劳相关的风险是新兴的危害，必须明确纳入附件 19 下的国家安全方案（SSPs）和运营人安全管理体系（SMS），并确保它们受到正式的危害识别及安全风险管理。

3. 结论

3.1 驾驶舱的持续数字化对于空中航行的未来和现代化至关重要。但是，在技术进步的同时，对相关人员绩效风险的理解和缓解也必须同步演进。

3.2 需要在国际民航组织的领导下，开展积极主动、协调一致的全球努力，开发以人为本的解决方案，确保驾驶员能够有效管理数据富集的驾驶舱环境。这包括更新设计理念，使其符合以人为本的设计（HCD）原则，改进培训方法，并实现监管监督现代化，以便将人员绩效置于技术整合的核心位置。

3.3 通过采取行动，大会可以确保全球航空系统在持续数字化演进的同时，确保长期安全、韧性和可持续性。因此，大会可以指示理事会责成秘书处与相关技术专家组协调：

- a) 制定以人为本的驾驶舱系统及界面设计方法的综合指导材料，以缓解信息过载并支助有效的认知负荷管理；
- b) 审查附件 1、附件 6、附件 8 和附件 19 所载的现有 SARPs，并在必要时制定修订案，以确保通过认证、运行、培训和安全管理，适当管理与数字驾驶舱环境相关的风险；和
- c) 促进对监测和缓解认知疲劳以及管理飞行运行中复杂自动化的有效策略和技术的研究及运行绩效研究。

3.4 大会还可以敦促成员国将数字信息管理和缓解认知疲劳的原则纳入其国家驾驶员培训方案、认证过程以及安全监督活动。为此，附篇提供了对大会第 A41-10 号决议附录 O 的修订提案，以正式确定国际民航组织在这一关键区域的持续政策。

—————

附录

关于大会第A41-10号决议的修订提案

鉴于《芝加哥公约》阐述的国际民航组织的宗旨和目标规定，促进国际航空运输的发展，“……以便……促进国际空中航行的飞行安全”；

鉴于认识到人的行为能力大大有助于航空系统的全面安全效绩，而同时亦受到生理和认识能力及限制的影响；

鉴于认识到与新技术、系统和程序相关的安全和效率收益，只有当它们是为增强每一使用者的行为能力而设计的情况下才能实现；和

鉴于认识到未来航空系统的实施将导致航空专业人员角色的改变，需要进行跨多学科小组进行工作以支持协作决策；

大会决议如下：

1. 各成员国确保将人的行为能力的考虑结合到新系统和新技术的规划、设计和实施中去，将其作为安全管理办法的一部分；

2. 各成员国促进和便利将人的行为能力的因素结合到专业人员整个职业生涯的基于胜任能力的培训方案中去；和

3. 各成员国纳入能够促进个人和个人团队的安全、连贯、有效和高效的运行效绩的战略，以便解决安全方面的优先事项。

4. 成员国和国际民航组织应通过处理数据密集型系统的人员绩效的影响，促进日益数字化的驾驶舱环境中的安全，其中包括：

a) 培育以人为本的驾驶舱系统和界面的设计原则以缓解信息过载并防止认知疲劳；

b) 确保包括循证培训在内的驾驶员培训和胜任能力框架，纳入有效管理复杂数字信息并缓解自动化相关风险所需的技能；

c) 鼓励将人机交互及认知负荷相关的风险纳入国家安全方案和运营人安全管理体系。