



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

关于制定旨在将人工智能整合到空中交通管制员疲劳风险管理制度之中的
全球标准和建议措施的提案

（由摩洛哥提交）

执行摘要

本工作文件建议将人工智能（AI）技术整合到空中交通管制员（ATCOs）的疲劳风险管理制度（FRMS）之中。根据国际民航组织附件 11《空中交通服务》和《疲劳管理做法监督手册》（Doc 9966 号文件）的规定，这一做法旨在利用动态和个性化的工具，加强对疲劳相关风险的检测、预测和预防。这一发展将加强运行安全，同时保障管制员的基本权利和福祉。

行动：请大会：

- 要求国际民航组织开展关于将人工智能整合到空中交通管制员疲劳风险管理制度之中的研究；
- 鼓励制定指导准则，并在必要时制定标准和建议措施，以便对这种整合进行监管；
- 敦促各国和服务提供商开展试点项目，并在国际民航组织内部分享经验教训；和
- 建议采用基于绩效、算法透明度和工作人员参与标准的监督框架。

战略目标：	本工作文件涉及每次飞行都安全和安保。
财务影响：	与试点项目、数据收集和培训相关的初始成本。
参考文件：	附件 11 — 《空中交通服务》 附件 19 — 《安全管理》 Doc 10004 号文件：《2026-2028 年全球航空安全计划》 Doc 9966 号文件：《疲劳管理做法监督手册》 Doc 9750 号文件：《全球空中航行计划》

¹ 法文版由摩洛哥提交。

1. 引言

1.1 在空中交通服务领域，疲劳是一个证据充分的风险因素。目前的疲劳风险管理制度仍然主要依靠预先设定的当班时限和自行申报。

1.2 人工智能提供了新的可能性，使这些系统更具预测性、适应性和个性化，符合安全管理体系(SMS)的原则和人的表现考虑因素。

1.3 本工作文件建议国际民航组织制定协调一致的指导或标准和建议措施，以指导各国将人工智能整合到疲劳风险管理制度中，同时确保严格遵守伦理和法律标准。

2. 讨论

2.1 现行疲劳风险管理制度的局限性

2.1.1 目前有效的大多数疲劳风险管理制度依赖于僵化的做法（时间段、监管休息期），没有整合实时数据。

2.1.2 没有系统地虑及睡眠、精神负荷或抗压能力方面的个人差异。

2.1.3 缺乏客观和连续的指标常常会延误对实际操作疲劳的识别。

2.1.4 一些国家或提供商缺乏开发先进疲劳风险管理制度的技术资源。

2.2 人工智能的潜在益处

2.2.1 人工智能将允许使用生物特征数据(心律、眼球运动、睡眠周期)、工作时间表和交通负荷来检测疲劳风险。

2.2.2 学习算法能够预测风险时段并提出个性化的员工轮班方案。

2.2.3 可建立个人疲劳档案，从而允许有针对性的且侵入性最小的建议。

2.2.4 可视化工具可以帮助主管实时做出明智的决策。

2.2.5 包括美国和日本在内的一些国家已开展人工智能在空中交通管制员疲劳管理方面的实验。

2.2.6 已在其他关键领域充分使用人工智能检测和管理疲劳。在铁路运输领域，部分企业已通过眼动传感器和预测算法，利用人工智能实时监测列车工程师的警觉状态。在医院环境中，人员排班工具已将疲劳指标纳入在内，以尽量减少因长时间工作导致的错误。

2.3 风险和考虑因素

2.3.1 个人数据保护：相关规定应具有充分的法律依据。

2.3.2 算法透明度：所使用的任何模型应可理解、可验证且可审计。

2.3.3 人类主导：人工智能应支持但不应替代专业判断。

2.3.4 社会与伦理接受度：通过培训、对话和透明度确保人员参与至关重要。

2.4 需要一种协调做法

2.4.1 由国际民航组织牵头的举措将使各国能够在受监控的试点项目中试验人工智能解决方案。

2.4.2 空中航行委员会的技术专家组可提出性能标准和监管指导准则。

2.4.3 各国、服务提供商、行业和学术界之间有必要开展密切合作，以确保一致和可接受的部署。

2.5 拟议的框架

2.5.1 在相关专家组下设立一个技术分组，由以下成员组成：

- a) 已实施先进疲劳风险管理制度的国家，或在运营环境中试验了人工智能的国家；
- b) 人工智能、行为科学和人的表现领域的专家，以及地区组织和空中航行服务提供者（ANSPs）的代表；
- c) 数据保护、数字伦理和劳动法专家，以确保建立一个平衡且尊重基本权利和良好做法的框架。

2.5.2 制定标准和建议措施或指导准则，规定将人工智能融入疲劳风险管理制度的最低性能要求，包括算法透明度、工具验证、数据治理及监督责任。

2.5.3 要求技术解决方案供应商公布关于在警觉监测设备、疲劳预测工具及运营规划推荐系统中使用人工智能方面的标准化技术和功能标准，以确保其互操作性、可审计性和与安全目标的一致性。

3. 结论

3.1 人工智能为推进空中交通服务中的疲劳管理系统提供了重大机遇。

3.2 国际民航组织在支持各国确保以负责任、安全和高效的方式采用这些技术方面发挥着主导作用。

3.3 以道德规范为指导并基于科学评估和协商的渐进做法将在安全、服务弹性和工作人员福祉方面产生积极成果。