



大会 — 第 40 届会议

技术委员会

议程项目 28：航空安全和空中航行政策

分布式无人机系统操作合格证

(由中国民用航空局提交)

执行摘要

本工作文件概述了在使用分布式操作无人机系统(以下简称D-UAS)的情况下,中国民用航空局(以下简称CAAC)为组织飞行活动的运营人(非个人)以及管理体系颁发安全操作合格证的试点项目。当前世界范围内无人机系统运行场景日趋复杂,单驾驶员通过人工或远程操控方式操作单个或多个无人机系统的模式已不能满足运行环境对安全、控制精度和效率的需求。随着无人机系统自主化能力的高速迭代,分布式操作已经成为无人机系统发展的明显趋势。由于分布式操作无人机系统中飞行阶段和任务分工的维度/模式存在多样性,且系统安全对个体驾驶员能力和经历的依赖度已呈弱相关性,确定驾驶员在系统中应具备的核心胜任能力的可能性和必要性已显著降低,传统基于胜任能力对驾驶员颁发执照的模式将面临巨大的挑战。该试点项目旨在构建新型D-UAS操作资质监管模式,探索在确保同等运行安全水平的前提下取消对无人机驾驶员个人颁发执照的可行性,以适应技术发展和行业的需求。

行动:

- a) 向各缔约国介绍分布式操作无人机系统安全操作合格证(以下简称DOC)试点项目,必要时协助缔约国获取该项目的相关信息;
- b) 请求理事会关注分布式操作无人机的操作资格审定策略并分析颁发DOC的可行性;和
- c) 鼓励各缔约国建立与中国分享DOC管理经验的双边或多边机制。

战略目标: 本工作文件涉及“空中航行的能力和效率”战略目标。

财务影响: 无

参考文件:

¹ 中文和英文版本由中国提供。

1. 引言

1.1 传统执照颁发策略

传统的执照颁发模型是以基于胜任能力的培训和评估为核心，对驾驶员个人颁发执照。该模型的适用性基础在于通过系统性做法确定胜任能力及其标准，培训要在确定的胜任能力基础上进行，并进行评估以确定这些胜任能力是否已得到实现。

1.2 传统执照颁发策略的困境

无人机系统的自主化程度不断提高，已可以实现依据规划的航线完全自动飞行，驾驶员远程进行系统管理、监控和异常状态的应急处置，多家厂商提供的系统已具备运行控制各要素的分布式和模块化处理，并提供由多驾驶员协同操作的模式。随着技术的发展，未来无人机运行将以超视距运行为主，系统自主应对特定运行场景下的复杂环境以实现自主飞行，多名驾驶员分阶段分任务同时远程监控多架无人机。使用基于胜任能力的培训和评估模式对分布式操作无人机系统内的驾驶员颁证将面临以下困境：

1.2.1 无法确定驾驶员胜任能力及标准

相对于有人机运行，无人机系统的运行场景更加复杂化和多样化，驾驶员已深度融合进入 D-UAS 且人工控制介入权限逐步降低。分布式操作中各飞行阶段或监控任务的划分维度和组合方式更具多样性，如根据航行诸元、航行阶段或控制程序模块进行划分。在缺乏独立性，以及相对稳定和统一的职务和任务属性的情况下，无法确定具有普遍适用性的驾驶员所需知识、技能和态度相关要素。如果根据驾驶员在分布式操作中所有可能的角色和任务确定胜任能力及标准，将会导致执照颁发体系异常复杂，消耗巨大的行政管理资源。

1.2.2 无确定驾驶员胜任能力及标准的必要性

D-UAS 被分解为多个子业务，部署在多个站点或者终端进行协同操作，这种操作模式与有人机或传统无人机相比有显著差异。系统运行安全主要依靠基于运行场景风险控制能力的系统设计和持续改进，依赖于自动化系统的安全性、可靠性及系统处理机制(包括操作程序、应急操作预案的设计及执行等)，而不是主要通过对驾驶员进行持续训练和评估获得。D-UAS 运行安全对驾驶员胜任能力依赖度相关性已显著降低，驾驶员所需能力与系统自主化程度、系统提供商和具体运行场景等密切相关，差异巨大，所需的核心胜任能力已逐渐失去特定职业化特点，驾驶员属性被持续弱化，核心胜任能力和行为指标不断泛化，逐步失去确定核心能力及标准的现实基础。

1.2.3 传统对驾驶员颁发执照的管理模式不适用于D-UAS。

2. 讨论

2.1 分布式操作，是指把无人机系统操作分解为多个子业务，部署在单一或多个站点/终端进行协同操作的模式，不要求个人具备对无人机系统的完全操作能力。

2.2 通过颁发 DOC，可以有效解决以下分布式操作无人机系统发展过程中的问题：

2.2.1 准确定位驾驶员在 D-UAS 中的安全管理角色。在传统模式下，驾驶员是设备故障的备份；而对于 D-UAS，驾驶员作为备份的成本和技术要求反而高于正常运行，所以均采用另一设备代替驾驶员作为备份的策略，驾驶员的主要职责在于监控和进行设备切换(如系统无自动切换功能)。

2.2.2 D-UAS 中的驾驶员责任承担。颁发执照的一个重要考虑是明确安全责任。由于 D-UAS 安全对驾驶员核心能力依赖度相关性已显著降低，个体驾驶员对系统的干预能力和权限被严格限制，因此驾驶员不应对操作失误导致的系统性安全风险承担全部责任。在传统的执照颁发模型中，持有执照的驾驶员需承担操纵失误导致的全部责任，这种责任追究原则显然不适用于 D-UAS。可考虑由组织该次飞行的持有 DOC 的运营人指定的代表最终承担飞行运行安全责任。

2.3 关于颁发 DOC 的关键性问题说明

2.3.1 DOC 与 AOC 的关系

- a) DOC 适用范围/阶段：无人机起飞和落地时段内，可介入无人机操控(人工或自主)的相关系统和人员的集合。该合格证与传统运行中的签派、维修、安保等职能无关。
- b) DOC 将作为运行规范的一部分。

3. 影响评估

3.1 随着无人机自主化程度不断提升，为逐步调整对分布式无人机系统中的驾驶员颁发执照的政策提供支持。