



大会 — 第 42 届会议
技术委员会

议程项目23：全球航空安全和空中航行计划

加强关键设备运行绩效指标监控促进空中航行服务韧性提升

（由中国提交）

执行摘要 国际民航组织（ICAO）已将“提升空中航行韧性”列为战略优先事项，并将其纳入《全球空中航行计划》（Doc 9750）的战略框架。然而，近年来频繁出现的异常情况，包括全球空中航行系统的关键设备或软件故障，加剧了运行容量的缩减和航班正常率的下降。这些事件引发了连锁反应，导致大规模航班延误、取消、改航和备降等问题。这种中断不仅增加了飞机的燃料消耗，还可能导致低于规定的最小间隔，进而引发安全风险。 鉴于空中航行服务韧性与关键系统和软件的运行绩效直接相关，为找到简便高效的起点，弥补韧性领域缺乏绩效指标的不足，促进空中航行服务韧性的提升，本文件从设备（软件）运行绩效的角度，呼吁在全球、区域和国家层面建立对“设备运行正常率”指标的监控机制。通过该指标指导韧性相关工作的实践、总结和经验分享，切实提升空中航行服务的韧性绩效水平。 “建立小机制，提升大效能”，这一机制层面的微小举措，将在构建空中航行服务韧性体系方面发挥显著作用。	
战略目标：	本工作文件涉及战略目标每次飞行都安全和安保；航空具有环境可持续性；航空实现无缝、无障碍和可靠的全民出行；航空运输经济发展确保实现经济繁荣和全民社会福祉；不让任何国家掉队。
财务影响：	本文件无财务影响。
参考文件：	Doc 9750号文件：《全球空中航行计划》 Doc 10209号文件：第十四届空中航行大会报告

¹ 中文和英文版本由中国提供。

1. 引言

1.1 国际民航组织（ICAO）第 41 届大会通过决议，明确将“提升航空系统韧性”列为优先行动事项。2024 年 11 月 1 日，理事会审议通过《国际民航组织战略规划 2026-2050》，确立了战略目标：确保“每一次飞行安全可靠”、推动“航空业环境可持续”、构建“无缝、可及且可靠的全球航空服务网络”，以及促进“航空运输的经济社会效益普惠化”。

1.2 空中航行服务的绩效水平与关键系统和软件的运行绩效直接相关。然而，近年来，反复出现的异常情况，包括全球空中航行系统的关键设备或软件的故障，加剧了运行容量的缩减和航班正常率的下降。这些事件引发了连锁反应，包括大规模的航班延误、取消、改航和备降等。这种中断不仅增加了飞机的燃料消耗，还可能导致低于规定的最小间隔，进而产生安全风险。这表明，空中航行服务的中断严重影响了航空活动的多个绩效领域，如安全、效率和可持续性等，阻碍了国际民航组织战略目标的实现。同时，这些事件表明，单个设备/软件的设计参数（如平均故障间隔时间，MTBF）不能代表空中航行服务的运行绩效水平。

1.3 为此，国际民航组织从空中航行的视角出发，将“通过增强韧性以保持运行绩效水平”提升至战略高度，并将其纳入第八版《全球空中航行计划》（GANP, Doc 9750 号文件）的战略框架。同时，ICAO 还制定了韧性绩效目标，即：空中航行系统应能够有效应对计划内和计划外的中断事件，确保中断事件不会导致服务中断，也不会对系统性能造成重大影响。目前，空中航行韧性涵盖空域管理（ASM）、空中流量管理（ATFM）、空中交通服务（ATS）、航空情报管理（AIM）、航空气象（MET）以及通信导航监视（CNS）等八个空管运行领域。

1.4 各成员国应构建具备抗干扰、自适应及快速恢复能力的空管运行体系。建立对关键设备运行绩效指标的实时监控机制，是一个简便而高效的起点。这一举措从设备运行的角度出发，积极预防因设备问题导致的空中航行服务中断，已成为包括中国在内的众多国家的通行做法。

2. 讨论

2.1 尽管第八版全球空中航行计划已将韧性关键领域纳入战略框架，并明确了绩效愿景及目标，然而，空中航行的绩效框架却因缺乏与韧性领域相对应的绩效指标，无法有效衡量空中航行服务的韧性水平。

2.2 对关键设备和软件实施运行绩效指标监控是提升空中航行服务韧性的突破点

2.2.1 空中航行系统的关键设备和软件，作为空中航行服务的核心基础，不仅是服务运行的物理载体，更是多边协同决策的信息枢纽。其运行绩效指标水平直接关系到空中航行服务的质量，这一理念已成为各国基于长期提供空中航行服务所形成的经验共识。因此，提升空中航行服务的韧性，可将“构建对关键设备和软件的运行绩效指标监控”作为突破点，以弥补当前在韧性领域尚未设置绩效指标的不足。

2.3 关键设备和系统的运行绩效指标及阈值

2.3.1 中国民用航空局在 2016 年印发了《民用航空通信导航监视运行保障与维护维修规程》，提出了关键设备和系统的运行绩效指标，即设备运行正常率，其定义是：在计划运行时间内，设备完成其功能的时间与计划运行时间的比值。统计周期分为月、季、年三种，计划运行时间（小时）是指设备按照计划保障正常运行的时间，不正常运行时间（小时）是指设备因故障或其他原因，丧失功能至功能恢复的时间。

2.3.2 根据设备的性能、配置，以及在运行中的作用和要求，中国的实践是将设备分为 A、B、C 三类，其运行正常率的阈值可划分为以下三个等级：

- A 类：失效后将直接导致空中交通服务运行方式改变或飞行标准提高的设备，以及虽未造成上述影响，却使运行风险显著增大的关键设备，其运行正常率标准不低于 99.97%；
- B 类：在通常情况下，失效后不会导致空中交通服务运行方式改变或飞行标准提高，且对运行风险影响较小的设备，其运行正常率标准不低于 99.5%；
- C 类：作为备份或冗余配置的设备，失效后仍不会造成备份或冗余手段的完全缺失，其运行正常率标准不低于 99.0%。

2.4 关键设备和系统的运行绩效指标的应用

2.4.1 建立针对空中航行系统关键设备和软件运行绩效指标（设备运行正常率）的监控机制，有助于各成员国在确保关键设备和软件运行绩效方面，总结积累关于采取预防、控制、化解及恢复措施的宝贵经验。这些经验能够有效促进以下工作，进而显著提升空中航行服务的韧性水平：

- 有助于设备生产商更有针对性地提升设备质量，弥补系统设计中的不足，减少因设备问题导致服务中断的概率；
- 有助于服务提供方优化规划制定与资源配置调整，包括在必要时部署备份设备、补充运行替代方案以及网络数字化解决方案等措施，提升空中航行服务的连续性和可靠性；
- 有助于地区间各服务提供方有针对性地完善应急预案的制定，建立地区间高效的应急协同决策机制等，进而提高地区层面空中航行服务的韧性水平。

2.4.2 中国通过对设备运行正常率指标的持续监控，深入掌握了各类关键设备和软件的运行绩效水平。基于此，开展了 2.4.1 所涵盖的三类工作，扎实有效地提升了空中航行服务的韧性。迄今为止，从未发生过因设备原因导致的管制扇区或管制区的空中交通服务中断事件，为本国和亚太地区跨境航班提供了稳定和可靠的空中航行服务，对强化地区空中航行服务韧性做出了有目共睹的贡献。