



第十四次空中航行会议

2024 年 8 月 26 日至 9 月 6 日，加拿大，蒙特利尔

议程项目 2： 及时和安全地使用新技术
2.3： 2026 年至 2028 年版《全球航空安全计划》（GASP）

在基于合规性的测量方法之上探索新测量方法

（由民用空中航行服务组织（CANSO）和
国际空中交通管制员协会联合会（IFATCA）提交）

执行摘要

测量安全性能时，需要把安全性能的测量方法发展成积极的风险管理，而不只是测量是否符合国际民用航空组织（ICAO）标准（如间隔标准）。

空中航行服务提供者（ANSP）通常通过测量与标准的偏差来管理风险。随着安全水平的提高，以及严重的安全事故越来越少，我们很少有机会开展回顾性学习。

本文建议在评估空中碰撞的潜在风险时，使用一种能够连续评估两架飞机间的动态交互行为和贴近系统脆弱性实际值的新方法，将新方法作为基于合规性测量方法的补充。

行动：请大会同意建议 2.3/x — 在基于合规性的测量方法之上探索新测量方法。

1. 引言

1.1 空中航行服务提供者（ANSP）负责保障飞机在指定空域的安全间隔，并需要不断了解和降低飞机事故的风险。在空中碰撞风险方面，相关标准早已制定。这些标准主要是针对飞机之间的间隔，例如但不限于飞机按照仪表飞行规则（IFR）飞行时的间隔距离。历来，一般用间隔不足事件来测量 ANSP 面临此类事故的风险。这些事件要么是人工报告的，要么是通过处理监控数据而自动检测到的。然后，根据最小水平/垂直间隔以及潜在碰撞风险评估，对每一间隔不足事故的“严重性”进行评分。

¹ 中文、阿拉伯文、英文、法文、俄文和西班牙文文本由 CANSO 提供。

1.2 间隔不足严重性测量指标是所有 ANSP 的关键指标。然而，这并不是唯一能说明空中碰撞风险真实暴露情况的指标。

1.3 目前的安全性能测量方法也无法识别飞机的运行符合运行间隔标准，但两架飞机之间的几何形状和预测的动态交互仍存在重大碰撞风险的所有情形。

1.4 由于实施了许多安全改进措施，间隔不足事件的实际数量已经降到了很低的水平。CANSO 对空中交通管理（ATM）下的仪表飞行规则（IFR）-IFR 间隔不足情况进行了分析，结果发现：2022 年，31 家 ANSP 中，平均约有 0.007%（或 7×10^{-5} ）的 IFR 航行发生了间隔不足的情况，与历史数据非常相似。2022 年，这 31 家 ANSP 累积管理了 2 440 万次 IFR 航行，其中共发生了 966 起 IFR-IFR 间隔不足事件。事件数目太少还会误导人们对系统真实复原能力以及风险暴露程度的看法。从某种程度上说，这不符合 ICAO 附件 19 —《安全管理》对安全的定义：“减少并控制与飞机运行相关或直接支持飞行运行的航空活动的风险，使其处于可接受水平的状态。”

1.5 因此，尽管高度符合机载间隔标准，但测量 IFR-IFR 间隔不足的情况并不能全面了解系统中的安全风险。附件 19 安全定义中的“控制”一词与测量结果关系不大（即“滞后指标”），而是更多地涉及“先行指标”，而先行指标描述的是空域管理的好坏程度，与事件发生的次数无关。因此，测量潜在的空中碰撞暴露风险时，用一种能持续评估两架飞机之间动态交互和贴近实际脆弱性的方法，对目前基于合规性的测量方法进行补充，能带来一些益处。

2. 讨论

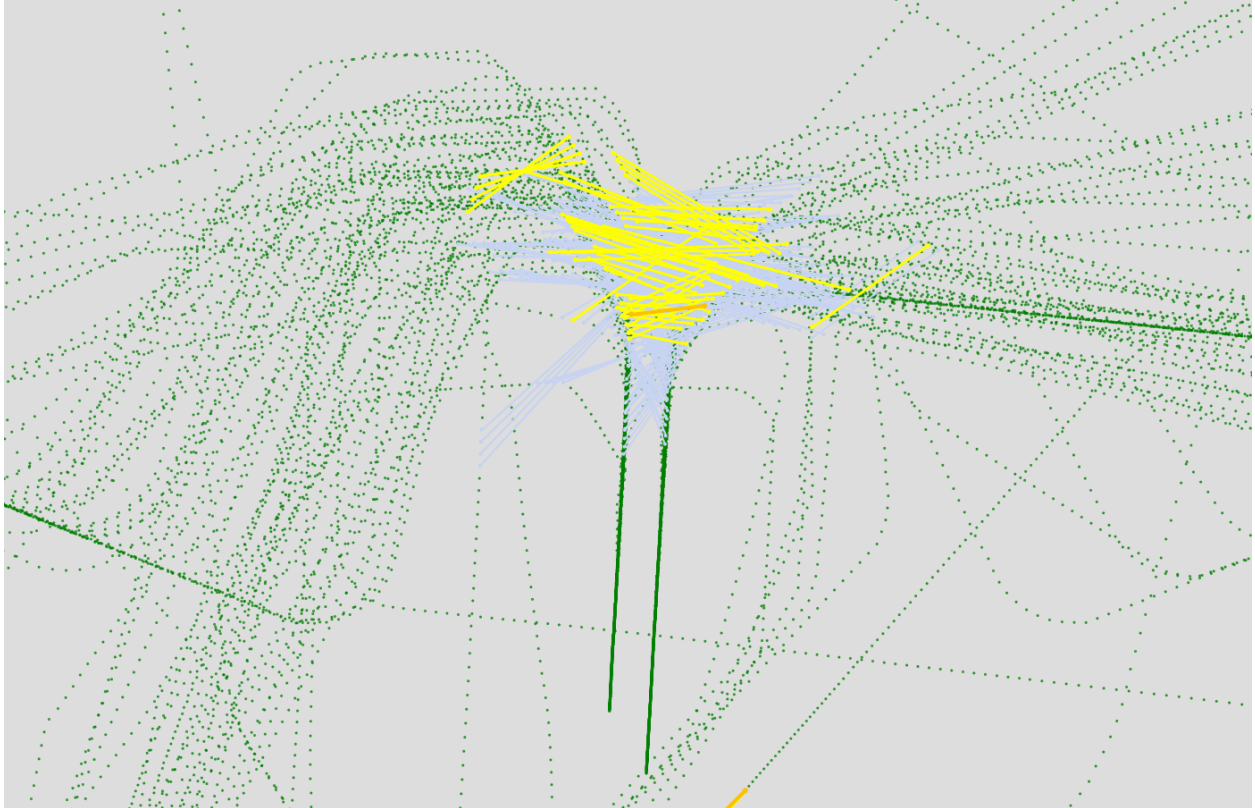
2.1 测量间隔不足事件时，能够在处理监控数据时采取特定方式，检测飞机在一定空域内出现会聚轨迹的频率，这种基于风险的测量方法能够更好地说明 ANSP 主动管理的潜在碰撞风险，作为基于合规性的测量方法的补充。这一数据可以提示，如果两架飞机不改变飞行航迹，短时间内会不会发生碰撞或非常接近彼此。

2.2 对于检测到的每次交互，这种冲突时间方法都会根据飞机几何形态和其他可调整参数（如飞行高度、距离最近接近点的时刻、军民混合交互等）计算出一个分数，用该分数表示交互的重要程度。这样就能更准确地了解潜在的风险，而不需要考虑运行程序、空域分类、空中规则、飞机计划航线，特别是运行是否符合间隔标准。

2.3 通过评估这些相互作用，可以识别出重复发生风险事件的热点空域。这并不意味着这些空域本质上不安全，而是意味着它本质上很脆弱。这种方法最起码能使组织客观地确定空域中潜在的脆弱环节，并评估是否有足够的风险缓解措施，以及是否能有效地管理风险。

2.4 应用这种方法的关键在于，由于不合规运行的频率较低，所以合规运行（即没有间隔不足）中仍然存在一些可能难以发现或检测到的固有脆弱性。

2.4.1 下图显示的是两条平行跑道一天的进近航班，两条跑道位于图片底部。图中用线条连接了存在潜在碰撞风险的两架飞机。线条颜色（浅蓝色、黄色、橙色或红色）分别代表交互的重要程度。这表明，尽管运行是合规的（没有间隔不足），但空域中仍存在固有风险。该模型并没有对计划中的情形进行评估，而是对每个监控数据点的即时风险进行评估。这种平行进近场景很好地说明了这种方法。在此示例中，来自西面和东面的飞机都计划转向南面，以便在两条跑道中的一条跑道上进行最后的进近。



2.4.2 显然，平行进近运行需要 ANSP 和飞机运行员拥有一套强大的态势感知和警报系统、程序和技巧，这样才能控制碰撞风险。风险暴露指标能够描述无违规事件下交互事件的重要程度，可以提供更全面的理解。这一视角能够促使组织反思与风险控制措施有关的问题，思考某些场景是否过度依赖飞行员遵守指令（如果飞行员不遵守指令，会迅速演变成碰撞场景），或者态势感知和警报系统以及程序设计是否能够为控制人员提供有效辅助。

3. 结论

3.1 虽然基于合规性的指标（如 IFR-IFR 间隔不足）始终是 ANSP 合规性图景中必要且有用的一部分，然而，仅凭这些指标并不能全面反映组织面临的空中碰撞风险与脆弱性。

3.2 本次提议的方法可弥合这一差距。该方法支持转向基于风险的管理，无需考虑空域间隔要求、适用的空中规则、所涉及飞机的类型和尾流湍流类别，以及运行虽已合规但仍存在风险的情形。

3.3 本次提议的方法也有助于组织了解传统上认为的正常且无故障的运行，有助于回答“在系统中存在固有风险的情况下，是什么帮助我们保持运行情景的安全？”之类的积极问题。这种方法也有助于从以错误为基础的第 I 代安全观转向以成功为基础的第 II 代安全观。

3.4 鉴于上述情况，请大会支持以下建议：

建议 2.3/x — 在基于合规性的测量方法之上探索新测量方法

各国：

- a) 和空中航行服务提供者（ANSP）考虑在现有或传统合规测量方法之外，开发新的方法和安全性能指标，以评估和监测风险；
- b) 和空中航行服务提供者根据维护流程向《全球空中航行计划》（GANP，Doc 9750 号文件）性能框架提交变更请求，共享为 ANSP 安全性能测量方法和安全风险监测确定的安全性能指标；和

国际民航组织：

- c) 考虑在下一版《全球航空安全计划》（GASP，Doc 10004 号文件）中增加各国和服务提供者确定的用于 ANSP 安全性能测量方法和安全风险监测的新安全性能指标。

— 完 —