



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)

湍流遭遇作为全球运行安全风险

(由日本和新加坡提交并由菲律宾、泰国、
国际机场理事会 (ACI) 和国际航空运输协会 (IATA) 共同提案)

执行摘要

长期以来，湍流遭遇一直是导致飞行中受伤的主要原因。湍流在全世界频繁发生，在缓解安全风险的应对措施方面仍有改进的余地。文件着重介绍了从旅客宣传活动到技术应用的一些应对措施，并支持国际民航组织、成员国和业界提出的湍流遭遇倡议。

行动：请会议同意第 3.3 段中的建议。

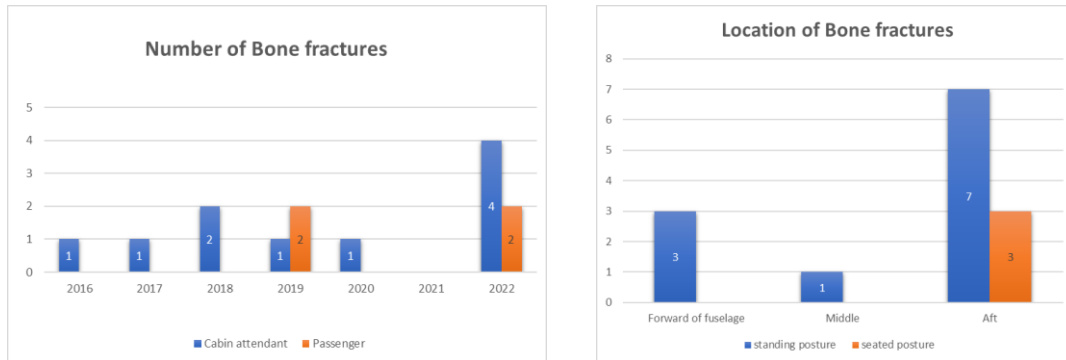
1. 引言

1.1 根据 2023 年国际民航组织安全年报，在涉及最大审定起飞重量超过 5700 千克的航空器的定期商业运行中，湍流遭遇出事类别造成的事故最多，在所有事故中的占比高达 40%。由于需要对湍流造成的事故采取应对措施，亚太地区航空安全组 (RASG-APAC/13-WP/5) 表明，全球航空安全计划研究组 (GASP-SG) 制定了一系列修改《全球航空安全计划》的提案。在 2026 年至 2028 年版的《全球航空安全计划》中，湍流遭遇将作为一个额外的全球运行安全风险出事类别，其致死风险可能不高，但在国际民航组织各地区最频繁的事故和严重事故征候中表现十分明显。

2. 讨论

2.1 长期以来，湍流遭遇一直是导致飞行中受伤的主要原因。科学证据表明，可能会有因气候变化产生的更恶劣的天气模式，并由此导致更多的湍流相关事故。2024 年 5 月，一架新加坡客机在执行从伦敦到新加坡的商业航班时遭遇严重湍流，导致一名旅客死亡，多人受伤。初步调查结论显示，航空器可能在飞经对流活动正在发展的区域时遭遇了突如其来的巨大引力和上升气流。

2.2 日本民航局（JCAB）审查了自 2016 年以来各次事故的骨折情况，并发现严重湍流可在爬升、巡航和下降的任何时候发生，使其难以预测；并认为 2022 年的骨折事件急剧增加，可能是由于 COVID-19 复苏后恢复航班带来的环境变化所致，而且绝大多数受伤情况发生在航空器尾部。



2.3 日本民航局在审查之后，于 2023 年 6 月 30 日向部分日本运营人发出告警信，其中要求飞行机组与客舱机组协调，在预计空中会出现湍流时，提前开启系好安全带的指示灯。信中还敦促空乘人员通知旅客“建议在就坐时一直将安全带在下腰部系好，不要松开”，并采取行动，防止空乘人员自己受伤（例如在预计会出现湍流时不提供机上服务）。

2.4 对新加坡运营人而言，据报告，大多数严重湍流遭遇和受伤情况发生在飞行的航路上阶段。作为其防止湍流致伤的持续努力的一部分，新加坡民航局（CAAS）发布了一份咨询通告，指导新加坡运营人制定 SOPs 和其它措施，例如将湍流相关情景纳入运营人的培训目标。新加坡民航局还与运营人一同审查其湍流管理程序，以确定这些程序与当前天气趋势的相关性。尽管如此，还可以开展更多的工作，通过分享实时湍流信息以尽量减少湍流遭遇，从而防止湍流造成受伤，并提供充分的反应时间让旅客和客舱机组系好安全带。

2.5 载有所遭遇湍流信息的特殊空中报告（ARS）是认识到存在这一现象的根本性来源。附件 3 —《国际空中航行气象服务》要求所有航空器一旦遭遇中度或严重湍流时都要进行特殊观测，并将结果作为 ARS 报告。附件 11 —《空中交通服务》建议空中交通服务（ATS）单位将 ARS 传发给其它相关航空器以及其它利害关系方，包括相关气象观测台（MWO）。气象观测台然后考虑向运营人和飞行机组成员发布重要气象（SIGMET）信息。通过鼓励运营人报告、ATS 单位传发而改进 ARS 的可提供性，将充实湍流观测信息，进而改进航路上天气服务，并促进航空安全。

2.6 附件 3 要求航空器在使用了空对地数据链时以涡旋耗散率（EDR）报告湍流。还要求这样的航空器进行例行航空器观测并提交结果作为空中报告（AIREP）。进行例行观测和以 EDR 报告湍流有以下优势：1) 与常规的飞行机组成员感官相比，可进行量化观测和报告；2) 可产生大量报告，其中涵盖较弱的湍流；3) 与人工报告相比，可记录准确的遭遇位置，因为人工报告通常是经过了湍流区域之后才进行。如果在未来的航空系统中，例行和量化湍流观测和报告能得到普及，报告能在利害关系方之间及时提供，就会有更多的航空器能在飞行中根据需要改航，从而采用更安全的飞行航迹。报告还能便利提供先进的航路上天气服务，包括改进湍流预报。考虑开展关于国际民航组织标准和建议措施（SARPs）的差距分析，以查明其中关于处理民航湍流遭遇的潜在缺口，这样做也是有益的。例如，将附件 3 关于航空器报告湍流的相关要求也纳入附件 6 —《航空器的运行》，可能有助于运营人实施。

2.7 应用先进技术，例如使用了机载多普勒光探测和测距（LIDAR）的湍流探测和咨询系统，以应对湍流遭遇。多普勒 LIDAR 通过发射激光和接收漂浮在大气中的气溶胶（水珠和尘埃等细小颗粒）所反射的散射光来探测气流。所开发的系统测量航空器前方气溶胶的后向散射光，发现并警告驾驶员前方有晴空湍流。日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）演示了多普勒 LIDAR 技术的使用，使用小型和大型航空器进行了一系列测试¹。

2.8 通过使用从探测航空器前方所获得的气流信息，计算了控制输入，使航空器得以飞入湍流而不摇晃。按照正常的自动驾驶模式，计算仅仅反映航空器的当前状态，但通过同时使用航空器前方的气流信息，就可以计算出能充分抵消湍流效应的控制输入。控制的计算结果将传送到制动装置，这将移动飞行控制面，为气流颠簸做准备，减轻航空器的摇晃。

2.9 除常规 AIREP 和天气信息服务外，根据区域、地形或季节特征识别和分析湍流趋势并及时与机组和利害攸关方分享，这样做可能也是有用的。例如，地形引起的湍流可使着陆航空器发生跑道偏冲，虽然此种偏冲的安全风险因机场而异，但航空公司飞行安全部门所积累的历史飞行数据和飞行员的报告对于支持风况分析的可靠性而言极有价值。

2.10 JAXA 正在与几家日本运营人合作，开发机场风况测定支持系统，提供给驾驶员和飞行签派员。这一系统旨在 a) 提供清晰的湍流指导，使用大型涡旋模拟机这一近年来广泛使用的风况分析方法，复制经过不规则地形的气流；和 b) 分析目的地机场不断变化的湍流，预测短时间内的状况，并以驾驶员需要的简略格式交付信息。

2.11 在驾驶员电子飞行包（EFB）设备中提供了越来越多的其它湍流和天气意识软件工具，例如国际航空运输协会（IATA）的 Turbulence Aware²。此种工具能将多种不同来源的湍流和天气信息叠加用于计划和实际飞行航路。如果连接到合适的网络，信息可以更新，以补充机载天气显示信息，并能传输 AIREPS 和 EDR 数据，这可用来更新向其他驾驶员显示的信息。增强意识是一项关键减缓措施，由于能让驾驶员采取避让行动或运用湍流管理措施，此举可降低湍流遭遇后果的严重性。

3. 结论

3.1 鉴于湍流遭遇在所有航空器事故数量中占比突出，并将在 2026 年-2028 年版的《全球航空安全计划》中作为一个额外的出事类别，国际民航组织、成员国和业界应合作开展更多的活动以降低安全风险。

3.2 虽然可能有人认为湍流是一种自然现象因此难以控制，但已有而且将继续制定一系列方法来降低其安全风险，从面向旅客的宣传活动到技术的利用等不一而足。国际民航组织可制定指导材料，举办讲习班和网络研讨会，并考虑更新全球空中航行计划（GANP）的航空系统组块升级（ASBU）要素，使国家、原始设备制造商（OEMs）、航空器制造商和运营人更容易开发和采用多普勒 LIDAR 系统这样的技术来降低相关安全风险。所有利害攸关方密切协作对于查明需要解决的技术障碍至关重要，以使机载多普勒 LIDAR 系统这样的解决办法成为可纳入未来航空器的实际应用。

¹ [Topics | R&D of onboard safety avionics technology to prevent turbulence-induced aircraft accidents \(SafeAvio\) | Sky4All | Research & Development | Aviation Technology Directorate \(jaxa.jp\)](#)

² Turbulence Aware: <https://www.iata.org/en/services/data/safety/turbulence-platform/>

3.3 鉴于以上，请会议同意以下建议：

建议 2.3/x — 湍流遭遇作为全球运行安全风险

请会议：

- a) 承认湍流遭遇在 2026 年-2028 年版《全球航空安全计划》（GASP）中仍然是一项全球运行风险；
- b) 鼓励国家和业界在利害攸关方之间分享关于湍流遭遇的经验或最佳做法；
- c) 进一步鼓励国家和运营人考虑做出必要安排，以改进包括特殊空中报告（ARS）在内的空中报告的可提供性，尤其是例行的并载有量化湍流信息的报告；
- d) 敦促科学/气象界调查研究如何加强晴空湍流（CAT）预报模型，缩减概率域；
- e) 请国际民航组织举办关于湍流遭遇的讲习班或网络研讨会，并更新《全球空中航行计划》（GANP）中的航空系统组块升级（ASBU）要素，使国家、原始设备制造商（OEMs）、航空器制造商和运营人更容易开发和采用多普勒光探测和测距（LIDAR）等技术；和
- f) 请国际民航组织审查应对哪些附件进行继发修订，以反映和改进关于航空器湍流遭遇的报告及其使用的要求。

— 完 —