

浅谈机场天气与航班运行相关联 安全管理能力提升

张旭

广州白云国际机场股份有限公司，广东 广州 510470

DOI:10.61369/IED.2026030012

摘 要： 本文结合笔者在国内大型枢纽机场多年飞行签派专业工作经验，分析探讨民航机场天气与航班运行关联方面安全管理的重要性。通过阐述天气对飞行运行的影响机制、机场典型天气风险特征，探讨当前安全管理存在的不足，并从制度建设、技术创新、人员培养等维度提出优化策略，旨在为民航领域机场天气与航班运行相关联安全管理水平的持续提升提供参考。

关 键 词： 民航机场；天气风险；航班运行；安全管理；优化策略

Research on Improving Safety Management Capacity of Airport Weather and Flight Operation Correlation

Zhang Xu

Guangzhou Baiyun International Airport, Guangzhou, Guangdong 510470

Abstract： Based on the author's years of professional working experience in flight dispatch at a large domestic hub airport, this paper analyzes and discusses the importance of safety management in the correlation between civil aviation airport weather and flight operation. By elaborating the influence mechanism of weather on flight operation and the characteristics of typical weather risks at airports, it explores the deficiencies existing in current safety management. From the perspectives of system construction, technological innovation and personnel training, optimization strategies are proposed, aiming to provide references for the continuous improvement of safety management level related to airport weather and flight operation in the civil aviation industry.

Keywords： civil aviation airport; weather risk; flight operation; safety management; optimization strategy

引言

民航运输是国家经济的支柱性产业，是保证人们在政治、经济、文化、军事等方面联系交往的重要手段，且作为现代交通运输网络的重要组成部分担负应急救援保障等社会责任。飞行运行安全是民航业的生命线，而天气条件作为影响飞行安全的关键外部因素，始终是民航从业者关注的重点。机场复杂天气条件下的航班运行给现场保障和管理决策带来挑战，构建科学高效的机场天气安全管理体系对保障航班正常、旅客生命财产安全以及航空公司运营效益具有重要意义。加强机场天气与航班运行关联安全管理研究，不仅是应对自然环境挑战的必然要求，也是推动民航业高质量发展的重要举措。

一、机场天气对航班运行的影响

（一）气象条件对飞行的影响

气象条件对飞机及其飞行的影响贯穿整个运行过程，覆盖航班起飞、爬升、巡航、下降、着陆各阶段，不同气象条件对不同飞行运行阶段的影响因素和程度亦有差异。

起飞阶段，风速和风向是关键影响因素。侧风对飞机产生侧向载荷，垂直于跑道方向的风分量促使飞机横向漂移，可能导致

飞机起飞滑跑偏离跑道中心线，严重的会偏出跑道，危及起飞安全。飞行员若在起飞阶段遭遇强侧风，需要采取特殊操纵动作，增加了操纵难度和安全风险。跑道视程（RVR）和能见度条件在起飞阶段也至关重要，雨、雪、雾、霾、扬沙等气象因素导致跑道视程（RVR）和能见度下降，对飞行员观察跑道标志和周围环境造成严重干扰，影响飞行操纵决策和动作的及时性。

爬升、巡航、下降阶段，颠簸、积冰和雷暴等气象因素对飞行运行影响较大。空中颠簸会使飞机产生剧烈晃动，增加飞行操

作者简介：张旭（1983.04—），汉族，辽宁省鞍山市人，单位：广州白云国际机场股份有限公司，学历：大学本科，专业：交通运输，研究方向：航空运行安全、服务和航空管理的方法理论创新。

纵难度，降低乘客舒适度，严重时可能导致飞机结构受损、人员受伤。结冰会破坏飞机的气动外形，使得飞机的气动性能变坏，稳定性和操纵性变差，甚至造成发动机工作不正常，飞行仪表失灵等，严重影响飞行运行安全。云中所含水蒸气达到饱和状态时即形成积雨云，积雨云内部时常伴随打雷、闪电、冰雹，积雨云下部多发强烈风切变，严重影响飞机操纵性，还会对飞机电子设备、机体造成损害，严重的甚至引发飞机失联、失控。

着陆阶段，与起飞阶段具有相似性，除了风速、风向和能见度外，跑道道面状况对飞机着陆操纵影响较大。降雨、降雪或结冰等气象因素会导致跑道摩擦系数降低，飞机刹车性能减弱，飞机操纵难度增大，着陆滑跑距离增加，造成着陆偏出、冲出跑道等飞行事故，严重时可能导致飞机结构受损、人员受伤。

（二）气象条件组合的叠加效应

实际飞行运行中，往往多种不利气象因素同时或接连出现，对飞行运行产生叠加效应，大大增加飞行安全风险系数。例如，暴雨气象条件下，低能见度和强侧风往往同时发生，要求飞行员在低能见度条件下完成精密进近和着陆操作，同时还要修正侧风带来的航向和姿态影响，操纵难度指数上升。此外，雷暴气象条件下，大风、冰雹、暴雨、风切变和低能见度可能同时发生，对飞行安全构成多重威胁，给飞行操纵人员和运行管理人员造成巨大的决策压力。

（三）机场天气对整体运行的影响

机场天气情况和变化规律通常与机场所处地理位置相关联，固定区域的天气变化一般呈现季节性和规律性，气温、降水、雷暴、大风等气象因素在不同季节对机场航班运行产生规律性影响。暴雨气象条件下，机场跑道使用率下降，航班起降架次减少；雷暴气象条件影响机场周围空域时，航班起降方向和数量受限，机场航班流量减少；大雾气象条件下，启用低能见度运行程序，航班起降效率降低；大风，尤其是侧风超飞机起降标准时，运行航班受到飞机机型和性能的限制，强风还可能损坏机场设施设备，影响地面运行保障；低温会引起飞机系统结冰，影响管路、活门、操纵面等部件的正常运行，还可能造成加油车、客梯车、升降平台车等地面设施设备故障，影响地面服务；

随着航空科学技术的发展进步、现代飞机飞行性能和智能化程度的不断提高，飞机自身机械故障率明显降低，而与气象因素相关的飞行不安全事件比例在持续增大。据统计，我国因不利气象条件引发的重大飞行事故约占飞行事故总数的31%。除此之外，恶劣天气也是导致航班延误、取消和备降的主要原因之一，严重影响机场的正常运行和旅客出行。据公开数据显示，天气原因连续多年成为影响航班准点率的最大因素，约占延误航班总量50%。

二、机场典型天气风险特征

（一）季节性天气风险

中国地域辽阔，气候类型复杂多样，主要包括温带季风气候、亚热带季风气候、热带季风气候、温带大陆性气候、高原山地气候等。

秦岭—淮河以北的东部大部分地区属温带季风气候，夏季气温较高、降水丰沛，冬季寒冷干燥、降雪频繁、常现大风大雾；秦岭—淮河以南的东部大部分地区属亚热带季风气候，降水充沛，降水总量从东南沿海向西北内陆递减，春夏两季降水集中，东南沿海夏季暴雨、雷暴、台风天气高发，台风带来的狂风、暴雨和风暴潮严重影响航班运行，冬季湿度大，大雾天气频发；台湾省南部、雷州半岛、海南岛和西双版纳等地属热带季风气候，终年高温，旱季雨季差别明显，降水集中在雨季，降水量大，暴雨、雷暴、台风天气高发；西北地区属温带大陆性气候，四季气温变化分明，年降雨量较少，空气较干燥，干旱环境致使地面扬尘、扬沙增多，多大风天气，山口、河谷等特殊地形区域风力强、风向多变；青藏高原地区属高原山地气候，气温随高度增高而降低，气候垂直变化显著，湿度大、雾多、降水多，越向山地上部则风力越强。

（二）局地性天气风险

除了季节性天气外，机场还面临一些局地性天气风险。如林芝米林机场、昌都邦达机场、攀枝花机场等特殊机场，机场周边地形对气流的影响，可能导致局地出现乱流和低空风切变。在特定的风向和地形条件下，气流经过周围山体或建筑物后，会产生不规则的扰动，使飞机在起飞爬升和进近着陆阶段遭遇不稳定气流，增加飞行操作难度和安全风险。

三、当前机场天气与航班运行安全管理存在的不足

（一）气象监测与预报精度不足

尽管气象监测技术不断发展，但目前的气象监测与预报仍存在一定局限性。部分气象监测设备的覆盖范围有限，对于机场周边一些复杂地形区域的气象数据采集不够全面，导致对局地性天气的监测能力不足。在气象预报方面，中长期天气预报的准确率仍有待提高，尤其是对于暴雨、雷暴等中小尺度天气系统的预报，存在提前量不足、预报精度不够等问题，难以满足飞行运行精细化安全管理的需求。

（二）单位及部门间协同机制不完善

机场天气与航班运行安全管理涉及多个单位和部门，包括气象、空管、飞行签派、地面服务等。然而，在实际工作中，各单位及部门间的协同机制尚不完善。信息共享不及时、不充分，导致各单位及部门在应对天气变化时无法形成有效合力。例如，气象部门发布的天气预警信息，有时不能快速准确地传递到空管部门和飞行签派，国际航班外站运行由于气象信息交换政策和通讯条件限制导致信息延迟和缺漏，都将直接影响航班运行决策的及时性和准确性。此外，单位及部门间的沟通协调存在障碍，在制定天气应对措施时，缺乏充分的协商和联动，降低了整体应对效率。

（三）人员训练经历和业务能力参差不齐

空管人员、飞行员、飞行签派员、机场运行人员、地面服务人员等在应对机场复杂天气航班运行全流程中均发挥着重要作用，但目前部分人员应对复杂天气的能力存在不足。一方面，新入职人员由于缺乏实际工作经验，在面对复杂天气条件下的飞行

运行决策和应急处置时，往往存在经验欠缺、判断失误等问题。另一方面，部分资深人员对新技术、新方法的学习和应用不够及时，仍然依赖传统的工作模式和经验，难以适应不断变化的天气安全管理需求。此外，针对复杂天气条件下的培训体系不够完善，培训内容和方式缺乏针对性和实战性，导致人员应对复杂天气的能力参差不齐。尤其是机场运行人员和地面服务人员，目前尚缺乏行业统一的训练标准和科目设置，导致各地区、各机场、各岗位人员复杂天气下航班运行处置能力差异明显。

四、机场天气与航班运行安全管理优化策略

（一）加强气象监测与预报能力建设

加大对气象监测设备建设和技术改进的投入，完善机场气象监测网络。在机场周边复杂地形区域增设气象监测站点，设计选用先进的气象雷达、激光雷达、微波辐射计等设备，提高对中小尺度天气系统和局地性天气的监测能力。同时，积极探索引入大数据、人工智能等新技术，助力提升气象预报的精准度和提前量。利用大数据分析历史气象数据和飞行运行数据，挖掘天气变化规律和与飞行安全相关联的气象指标参考；通过人工智能算法，建立更精确的气象预报模型，实现对暴雨、雷暴、大风、雾霾、沙尘等恶劣天气因素的精细化预报，为航班运行决策提供更提前、更可靠、更稳定的依据。

（二）完善单位部门间协同机制

建立健全跨单位跨部门协同工作机制，明确各单位及部门在机场天气与航班运行安全管理中的职责和分工。搭建统一的信息共享平台，实现气象、空管、飞行签派、机场运行、地面服务等单位及部门之间的实时信息共享，确保天气预警信息、航班运行信息、机场保障信息等能够快速准确地传递。定期组织跨单位跨部门联席会议，加强单位及部门间的沟通与协调，在制定天气应对措施、调整航班运行计划等方面形成合力。通过建立应急联动机制，明确在突发天气事件发生时各单位各部门的应急响应流程和协作方式，提高整体应对效率和处置能力。

（三）强化人员培训与能力提升

构建完善的人员培训体系，针对不同岗位人员制定个性化的培训方案。对于空管人员，注重天气与空中交通管制协同管理的培训，提高其在恶劣天气下的空中交通指挥能力；对于飞行员，

强化特殊天气条件下的飞行操作技能培训和应急处置训练，提升其应对各种复杂天气的飞行技术水平；对于飞行签派员，加强气象知识、飞行运行管理、决策分析等方面的培训，提高其在复杂天气条件下的航班运行决策能力和风险评估能力；对于机场运行和地面服务人员，建立健全训练体系，制定行业统一的训练标准和科目设置，提高其在复杂天气条件下的航班运行协调能力、响应速度和服务品质。同时，采用案例教学、模拟演练等多样化的培训方式，增强培训的针对性和实战性。定期组织人员参加行业交流和技术研讨活动，促进知识共享和经验交流，不断提升人员应对复杂天气的综合能力。

（四）优化应急预案与演练

结合机场本场的实际情况和典型天气风险特征及变化规律，制定完善的飞行运行与机场天气应急预案。明确在不同天气条件下的应急响应级别、处置流程和责任分工，确保在突发天气事件发生时能够迅速、有序地开展应急工作。定期对应急预案进行修订和完善，根据实际运行情况和新技术、新方法的引入，及时调整应急预案内容。加强应急演练工作，定期组织多部门联合应急演练，模拟暴雨、雷暴、台风、大雾等各种恶劣天气场景，检验和提升各部门在应急状态下的协同配合能力和应急处置能力。通过演练总结经验教训，查找应急预案和实际工作中存在的问题，进一步优化应急预案和 workflows。

五、结束语

机场天气与航班运行安全管理是民航安全保障体系的重要组成部分。机场天气对航班运行的复杂影响以及相关安全管理工作一直受到民航从业者的广泛关注。通过分析机场天气对飞行运行的影响机制、机场典型天气风险特征，明确当前安全管理存在的不足，并针对性地提出加强气象监测与预报能力建设、完善单位部门间协同机制、强化人员培训与能力提升、优化应急预案与演练等优化策略，有助于提升机场天气与航班运行安全管理水平，保障航班安全、高效运行，为民航业的持续健康发展奠定坚实基础。未来，随着技术的不断进步和管理理念的更新，机场天气与航班运行安全管理工作保持不断探索和创新，以更好地应对新环境下民航业发展的新挑战、新需求。

参考文献

- [1] 万炜玮. 机场应用数字化信息安全管理现状思考与改进 [J]. 现代企业, 2025(04): 140-142.
- [2] 宋建胜. 机场运行安全管理信息化建设思路 [J]. 运输经理世界, 2024(05): 124-126.
- [3] 胡旂晨, 何长剑. 航空气象对飞行安全有哪些影响 [J]. 生命与灾害, 2024(11): 34-35.
- [4] 顾战雄, 沈洪标, 王鹤饶. 不同气象条件对航班飞行的要求及影响 [J]. 科技风, 2022 (36): 82-84.
- [5] 王明辉. 极端天气下航班运行风险分析及应对建议 [J]. 民航管理, 2022(06): 34-37.
- [6] 王杰. 浅谈特殊机场的管理 [J]. 科技与创新, 2019(24): 106-107.
- [7] 鲁志江. 特殊机场的注意事项和运行建议 [J]. 科技创新与应用, 2017(24): 132-133.
- [8] 关春玲, 傅东瑜. 机场地面风特殊变化的监测与分析 [J]. 科技资讯, 2016(14): 150-152.