

高原机场运行安全风险探讨及相关建议

贺涛

(中国国际航空公司西南分公司飞行二大队, 四川 成都 610225)

摘要: 我国地域广阔, 地貌形态丰富, 海拔1500米以上的高原地区占全国总面积的1/3, 青藏高原地区的平均海拔超过4000米。为解决高原地区人民的出行问题, 我国的高原机场数量及航线数量都有大幅增加。高原地区复杂的地形条件及独特的气候条件, 使得该地区成为航空运输运行环境最为恶劣的地区。如何规避高原机场运行安全风险, 成为当前我国航空领域最为关注的问题。基于此, 文章分析了高原机场运行安全风险及相关建议, 第一部分阐述了高原机场的相关特点; 第二部分分析了当前高原机场运行中存在的安全风险; 第三部分提出了解决风险的相关建议。希望通过上述研究, 为当前高原机场的运行安全提供帮助。

关键词: 高原机场; 运行; 安全风险

中图分类号: V351.11

文献标识码: A

文章编号: 1674-1064(2022)04-004-03

DOI: 10.12310/j.issn.1674-1064.2022.04.002

随着我国现代社会的进步发展及人们物质生活水平的不断提高, 人们的出行需求也显著增加。高原地区机场建设能够改善边远地区落后的交通面貌, 在促进当地社会经济发展进步的同时, 改善了人们的生活条件。但是, 高原机场的独特性也为其安全运行带来了一定的风险。为促进我国高原机场的更高水平发展, 必须重视其安全风险, 并采取相应的解决对策, 全面保障高原机场的运行安全。

1 高原机场概述

高原机场分为高原机场和高高原机场两类, 中国民航局将海拔高于1524米(5000英尺)的机场定义为高原机场。其中, 机场标高1524米(含)~2438米(8000英尺)的机场为一般高原机场, 2438米(含)以上的机场为高高原机场。由于海拔高度较高, 再加上当地地形复杂、空气密度和大气压力小, 太阳辐射和向阳、背阴地区受热不均匀等, 导致高原机场各有特点。

在高原机场运行中, 飞机的起飞距离及着陆距离比普通机场更长一些, 主要是因为高原环境下飞机的真空速度比平原环境快得多, 飞机在起飞时的发动机推力比较小。

受高原机场环境影响, 飞机在空中加速、减速所需距离增长且转弯半径增大, 主要是因为高原机场发动机推力减小, 空气动力变差, 降低了飞机的机动能力, 导致飞机的爬升和越障能力也变得更差。

高原机场经常出现大风, 风向、风速变化剧烈的情况, 导致飞机起飞的时候经常遇到乱流、颠簸和风切变。这主要是因为高原机场海拔较高, 受到高空风力的影响, 使得接近地面的空气因太阳照射导致向阳和背阴处的受热不均匀, 地形会对风产生阻挡、加速作用。

高原环境下对航班的正常性影响较大, 这主要是因为高原机场昼夜温差大, 气象复杂多变, 有明显的时间差异, 再加上地域性和局部性特征, 影响飞机航班的正常性。

高原机场可用的机动空域和机动高度很少, 飞机空中调配较为困难, 部分高原机场要编制专门的起飞一发失效应急程序, 其导航设施设置困难, 导致飞机起降、复飞操作难度大。

高原运行中, 无线电波容易受到地形的遮蔽和反射等影响, 导致地面通信不稳定^[1]。

高原航路一台发动机失效或航路释压时, 飞行人员必须严格执行飘降释压越障程序, 确保飞机满足超越地形障碍物和氧气供应的要求, 就近飞往可使用备降机场或继续飞往目的地机场。由此可见, 高原机场比较复杂, 飞行难度较高, 运行安全风险较多。

2 高原机场运行风险分析

2.1 环境因素

环境因素是影响高原机场安全运行的关键因素, 包括以下几个方面:

一是复杂的地形环境。在高原地区建设机场时, 必须因地制宜, 但是, 受到地形影响, 部分机场的跑道两端存在倾斜坡度(如攀枝花机场), 容易造成目视错觉^[2]。此外, 地面导航台工作范围也受到了一定的限制, 有限作用距离比较短, 通信信号受到地形的遮蔽, 导致飞行区的工作受到一定影响。

二是多变的气象条件。高原地区因海拔较高, 向阳、背阴方向地表受热不均匀, 地形热力效应差异显著, 大气对流强烈, 因此气象条件的变化比较剧烈, 给机场运行造成威胁。

首先是风, 高空风和地面风会影响高原机场环境, 尤其

是经常出现高空对流天气，大气环流和天气系统对于地面风的影响非常大，山区地理环境会影响风的形成，机场附近区域内顺风和侧风的强度容易超过运行标准，影响飞机起飞和着陆。

其次是云，高原地区主要的云系有卷云与波状云，云的种类主要有积雨云、层积云、碎雨云。高原机场通常水汽比较多，如果遇到降雨，气温不断升高时低云慢慢抬升，影响机场周边的能见度，影响飞机的起飞和降落。

最后是雷暴，雷暴天气受到季节的影响较大，尤其是夏季比较频繁，经常出现在下午和傍晚，危害比较大，发展十分迅速、强度大。一旦遇到雷暴天气，高原机场的运转也基本停滞。

三是飞行程序比较复杂。飞行程序主要是受到高原地区复杂的环境影响而制定的，部分程序（如RNP程序）的运行标准对能见度、云高等要求很高，如果没有按照相关要求操作，会带来较大的安全问题。

四是鸟类活动影响飞行安全。一直以来，飞行区内的草、昆虫、水源都是机场周边区域鸟类的重要食物来源。高原地区太阳辐射强烈，日照丰富，蒸发量大，降水量小且集中，风大沙多。机场周围为典型的荒漠化草原，对鸟类有较大的吸引力^[3]。

2.2 人为因素

人为因素主要包括以下几个方面：

一是飞行人员经验不足、技术欠缺。在高原机场环境下，飞行员驾驶飞机遇到的情形更为复杂，包括复杂的地形及多变的气候环境。恶劣环境往往让飞行人员产生一定的畏惧心理，在经验不足的情况下极易导致安全问题的发生。尤其是当前高原航线数量增加，飞行人员招募数量随之增加，飞行队伍更加年轻化，其飞行经验不足，在技术上也比较欠缺，甚至飞行人员每次飞行都会遇到不同情况，如果缺乏适应能力及应对突发事件的处理能力，会威胁飞行安全。

二是飞行人员在飞行中易出现感知差错。由于高原机场大多地处山谷、山腰中，净空条件比较差，机组特别容易产生感知差错，例如失去情景意识，对机场和周围地形环境、气象条件感知不足等。这些问题的存在影响机组对航空器与跑道的正确判断、障碍物之间的相对位置，还会对风、云、雨等气象要素对近着陆的影响程度估计不足，无法第一时间作出正确判断，甚至造成较为严重的后果^[4]。

三是飞行人员身心状态不佳。主要是因为高原环境下含氧量并不高，再加上气压低、温度低，使不能适应环境的飞行人员的主观感知意识、判断能力、警觉性等受到影响。高原机场的运行复杂性会增加机组的心理压力，容易导致机组情绪激动，埋下潜在隐患。

2.3 管理因素

管理因素与人为因素类似，主要是管理不当导致的，因此具有明显的可控性特征，但这一因素极易被人们忽视。在

高原机场运行中，相关管理工作关系到地面运行的流程性与飞行运行的安全性。加大管理力度是保障高原机场安全运行的重要内容，多方面原因导致高原机场管理工作存在诸多漏洞，导致高原机场运行安全风险。

3 解决高原机场安全运行风险的建议

3.1 做好高原机场选址

高原地区大多山高路险、气候恶劣、人车无法到达，高原机场比较特殊，为保证运行安全，要做好高原机场的选址工作。在选址研究中，要充分考虑建设区域的地形地质条件，采用综合技术论证选址工作。例如，采用航空测量、无人机航测和人工采点测量结合的方式，准确测绘建设区域的地形，或者在植被比较茂密的地方采用三维激光扫描方式测绘^[5]。还可以利用遥感图像和工程勘探，探测暗藏在地下的隐伏断裂、暗河、岩溶管道及一些其他的活动性断裂等地质、构造情况和灾害情况。通过上述技术的应用，能够全面且准确地完成对建设区域地形的测绘、净空测量等，并综合评估当地的地质构造对高原机场建设的影响，最终科学确定机场的选址。

机场选址要考虑两个方面。一方面，要考虑气象条件。由于高原地区本身气候变化比较剧烈，为了确保机场的安全，要评估气象条件对机场日后的安全飞行和效益产生的影响，要避免强风、对流、雷暴、冰雹等特殊气候频发区域。这时可以通过设置临时气象观测站的方式统计气象资料，确保获得准确的信息资料，为机场建设提供参考。另一方面，要考虑高海拔影响跑道长度。高原地区空气稀薄，空气密度低，飞机离地，达到相同升力需要更大速度（真空速），表现在需要更长的滑跑距离。同时，发动机的推力降低，起飞滑跑加速度减小，滑跑、起飞距离增加。制动时，空气密度降低，飞机动能大，飞机停下来需要更长的距离。这些都增加了飞机起飞距离、滑跑距离和中断起飞距离，也要相应地增加跑道长度。

据分析，通常机场标高每增加300米，跑道长度要增加7%。因此，在海拔100米、使用800米的跑道起降，同样的气象条件，到了海拔3000米的高海拔机场，跑道要延长至1400米以上。结合高原地区的环境条件，跑道长度需要更多冗余，才能保证安全运行^[6]。

3.2 加强对高原航空气象特征的研究

气象变化对高原机场的运行安全具有直接影响，当前的高原环境由于受到地形和太阳辐射的影响，一天的不同时段会出现低云、浅雾、颠簸、雷暴和大风等多种天气现象，乱流或风切变出现的频率比较高，各种天气现象的产生和强度变化较快，难以及时准确预报，给高原机场的运行带来很多不确定因素。

为确保正常、安全运行，要加强对高原航空气象特征的

研究工作。因此,要重视对特殊天气的观测、报告(侧风、低能见度、低云和雷暴等)和气象警报服务工作,可以通过手机或者小册子的形式,为航空公司及航空气象用户提供航空气候概要表。要综合利用常规的天气分析预报资料、航空气候资料、卫星气象云图分析资料和本场的气象资料,建立必要的高原天气分析预报工具,并列举各个季节不利于航空飞行和有利于航空飞行的气候规律和时间,全面提高高原机场的运行质量。

高原机场气象观测站应与国家气象部门及科研研究院加强技术合作交流,加强对高原天气的理论研究工作。在此基础上建立起适合高原机场天气预报的模型及预报工作,完善高原机场的预报准确流程,确保高原机场的飞行安全,更好地保障机场的经济效益。

迁徙季节来临前,高原机场提前做好工作计划,合理利用航前及航班运行期间做好高原机场“驱鸟”工作,做到全面开展飞行区“驱鸟”工作,加强了对飞行区草蒿和虫鸟危害的控制。同时,在飞行区跑道、滑行道、环场路周边排水沟上铺设绳网,减少鸟类食物来源,降低了鸟类进入机场区域觅食的概率。

3.3 强化飞行训练,加强机组资源管理

高原机场的客观条件对安全影响较大,但是客观因素难以改变的情况下必须重视主观因素的强化,不断强化飞行训练,确保飞行人员在遇到突发事件时以扎实的操作技术和过硬的心理素质应对。航空公司应甄选飞行作风优良、技术过硬的飞行员进行高原特殊资格训练,并建立完善的高原运行资格准入及退出机制。

在训练中,一方面,要针对高原机场的特点有侧重地进行基础技术训练;另一方面,要注重对飞行员气象感知判断能力的训练,尤其是判断大雾、雨雪对着陆安全的影响程度的能力,提高机组抗压能力。例如,模拟真实高压状况,逐步改善高压下机组的处置决策能力。

此外,要加强机组资源管理工作,派遣时要综合考虑机组成员的整体技术状况、近期运行经历、心理素质、飞行经验、身体状况和飞行作风等因素,做好机组搭配,为高原机场的运行安全提供坚实保障^[7]。

3.4 编制飞机高原维护保障规范

编制飞机高原维护保障规范,对维护高原机场的运行安全具有十分重要的作用。

一是关注飞机系统方面,做好系统维护保养工作,在飞机的检查工作中要注重轮胎磨损标准、刹车温度报告、APU滑油量、氧气系统压力值、气象雷达等各个方面的维护。

二是关注发动机方面,需对执行高原机场飞行任务的发动机建立可靠性监控档案,在日常运行中要加强对发动机的监控工作,更好地分析发动机的性能状况,保持良好的工作状态。

三是重视定期维护工作,严格按照相关的维护保养流程操作,确保飞机整机状态良好。在一般运行要求的基础上,制定高原特殊运行政策和程序,保证飞机的特殊适航要求、维修和放行的标准、性能的限制和通信要求,全面提高飞机运行的安全性。

4 结语

随着我国社会经济的高速发展,高原机场及高原航线数量越来越多,高原机场的运行风险不断升高。为保障人们的出行安全,要重视对高原机场运行安全风险的研究工作,充分掌握高原机场运行中存在的风险问题,采取针对性措施,更好地保障我国航空运输行业的安全、健康、稳定及可持续发展。

参考文献

- [1] 张秉海.高原机场运行安全保障能力评估[D].德阳:中国民用航空飞行学院,2019.
- [2] 陈康.浅谈高原机场运行[J].科技风,2012(16):258.
- [3] 王萌,方学东,陈惊宇,等.高原机场道面冻融破坏机理与对策[J].环球市场信息导报,2017(22):123-124.
- [4] 李婷.影响高高原放行气象因素分析[J].中国科技信息,2020(21):23-24.
- [5] 黎子权.高原机场的安全运行研究[J].科技风,2015(17):73.
- [6] 张雨宏.高原机场空管运行和保障探讨[J].中国航务周刊,2020(53):54-55.
- [7] 王永刚,张宇,秦怀宇,等.基于系统动力学的机场安全运行保障能力模型及发展决策研究[J].安全与环境学报,2016(4):210-215.