

兰州中川机场近地面风场特征及其对航空运行的影响分析

刘诗琦

民航甘肃空管分局

DOI:10.32629/eep.v8i10.2901

[摘要] 本文基于兰州中川机场2022至2024年的观测报文数据,采用气候统计分析方法,系统研究了该机场近地面风场的时空变化特征及其对航空运行的潜在影响。研究结果表明:兰州机场全年盛行偏北风系,其中北西北风(NNW)和西北风(NW)为主导风向,合计频率接近30%。风场具有显著的日变化与季节变化规律:昼夜交替表现为白天偏南风占优、夜间至清晨偏北风主导;季节演变则呈现“冬季稳定偏北、夏季南北对峙”的典型模态。月平均风速呈单峰型分布,年平均风速为2.8m/s。大风天气事件季节集中性极强,年平均日数为13.6天,主要高发于春末夏初。本研究结论可为兰州机场的飞行程序优化、航班时刻安排、气象风险预警及安全保障策略的制定提供科学的数据支撑与理论依据。

[关键词] 兰州中川机场; 地面风场; 盛行风向; 风场日变化; 大风

中图分类号: X738.2 文献标识码: A

Analysis of Ground-Level Wind Field Characteristics and Their Impact on Aviation Operations at Lanzhou Zhongchuan Airport

Shiyang Liu

Gansu Civil Aviation Air Traffic Management Bureau

[Abstract] This study systematically investigates the spatiotemporal variations of ground-level wind fields at Lanzhou Zhongchuan Airport from 2022 to 2024 using climatological statistical analysis methods, with a focus on their potential impacts on aviation operations. The findings reveal that the airport experiences predominantly northerly winds throughout the year, where northeasterly (NNW) and westerly (NW) winds dominate, collectively accounting for nearly 30% of wind frequency. The wind field exhibits distinct diurnal and seasonal patterns: daytime winds are predominantly southerly, while nighttime and early morning winds shift to northerly. Seasonal evolution follows a typical "stable northerly in winter, north-south confrontation in summer" pattern. Monthly average wind speeds show a unimodal distribution, with an annual average of 2.8 m/s. Strong wind events demonstrate strong seasonal concentration, occurring on an average of 13.6 days annually, primarily during late spring and early summer. These conclusions provide scientific data support and theoretical foundations for optimizing flight procedures, scheduling flight schedules, meteorological risk warnings, and safety assurance strategies at Lanzhou Airport.

[Key words] Lanzhou Zhongchuan Airport; ground wind field; prevailing wind direction; daily variation of wind field; strong wind

引言

随着我国民航运输量的持续快速增长,飞行安全保障体系日益完善。然而,气象条件依然是制约航班正点率、影响飞行安全与效率的关键因素之一。其中,风场作为核心航空气象要素,直接关系到航空器的起降性能、操纵稳定性以及机场运行标准。特别是在机场终端区,低空风场的剧烈变化,如风切变,已成为导致复飞、中止起飞等不正常事件的主要诱因,给航空公司带来巨大的运营成本与安全压力^[1-2]。

机场地面风场特征不仅是制定机场最低运行标准的关键参数,也对跑道构型设计、机坪作业安全以及机场附属设施的防风设计具有重要指导意义。兰州中川机场作为西北地区的重要航空枢纽,其地处黄土高原,地形复杂,风场受局地环流与天气系统的共同影响,特征独特。因此,深入剖析该机场地面风场的统计规律,对于提升本场的航空气象服务水平、保障飞行安全具有重要的现实意义。

1 资料选取

1.1 数据来源

本研究采用的资料为兰州中川机场2022-2024年地面自动观测数据和报文整点数据。数据要素为离地10米高度处的10分钟平均风向与风速,该高度为标准的气象观测高度,能有效代表航空器接地区域的近地面风场状况。

1.2 数据处理与分类

为便于统计分析,对风向数据进行了标准化处理:除静风(CALM)情况外,将风向划分为16个方位(每个方位对应 22.5° 扇形区)。当观测记录中出现风向不定(VRB)时,依据民航气象规范进行标识,即当风速 $\leq 2\text{m/s}$ 时风向变化范围大于 60° 且小于 180° ,或当风速 $>2\text{m/s}$ 时风向变化超过 180° ,风速分辨率为 1m/s 。

1.3 分析方法

采用气候统计学方法,计算了各风向的出现频率、平均风速及最大风速。通过绘制风玫瑰图直观展示风向风速的分布。定义瞬时风速 $\geq 17\text{m/s}$ 的日期为一个大风日,并对大风及风切变事件进行频次和时空分布的统计。

2 兰州机场地面风场特征综合分析

2.1 盛行风场基本特征

根据2022-2024年累年平均风向频率玫瑰图分析,如图1所示。兰州中川机场的年主导风向NNW风出现频率最高,达16%;NW风频率次之,为12%。此外,VRB风向不定频率达17%,N风和E风也占有一定比例,均为6%左右。综合来看,机场全年最盛行风向为北西北风,偏北风系(包括NNW、N、NW)在风场中占据主导地位,常年风向稳定。这一风场结构与机场所处的地形和区域性大气环流背景密切相关。

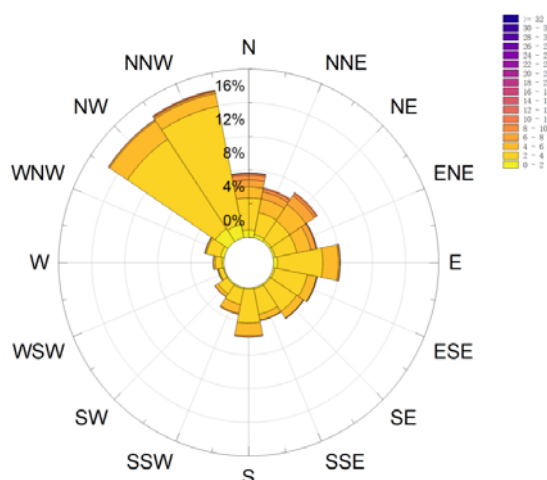


图1 2022-2024年兰州机场地面风玫瑰图

2.2 地面风场的日变化与季节变化规律

2.2.1 日变化特征

分析兰州机场平均风速的日变化如图2发现,可以清晰地看出近地面风速具有显著的日变化规律,主要为下降-上升-下降的演变过程。

从具体数值来看,日变化曲线中存在两个明显的低值区与一个高值区。风速从00时(2.8m/s)开始缓慢下降,在09时达到

第一个低值,风速为 2.1m/s 。此后,风速持续增大,并于午后至傍晚时段达到全日峰值,其中18时和19时的风速最高均为 3.8m/s ,为全天最大值。夜晚来临后,风速从20时起再度降低。

这种日变化特征与边界层内的热力、动力过程密切相关。夜间至清晨,近地面层大气结构稳定,湍流交换弱,导致风速维持在较低水平。日出后,随着太阳辐射增强,边界层湍流活动加剧,动量下传作用使得风速显著增大,并在午后至傍晚达到极值。

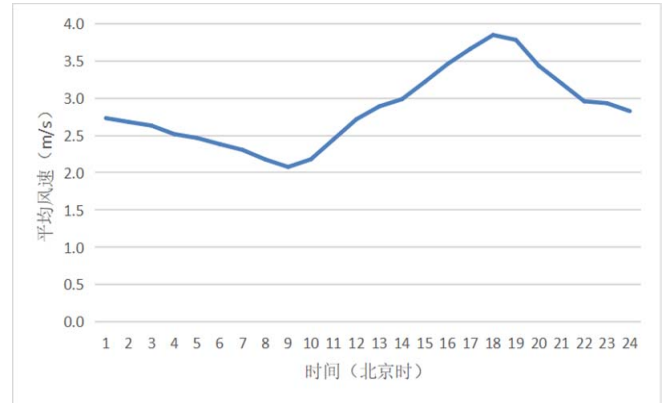
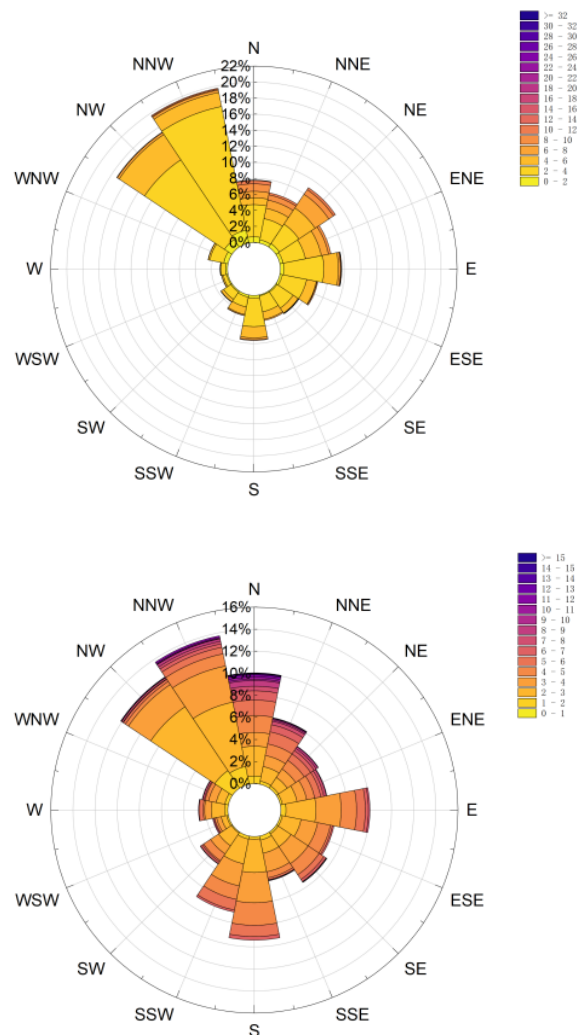


图2 2022-2024年兰州机场平均风速日变化



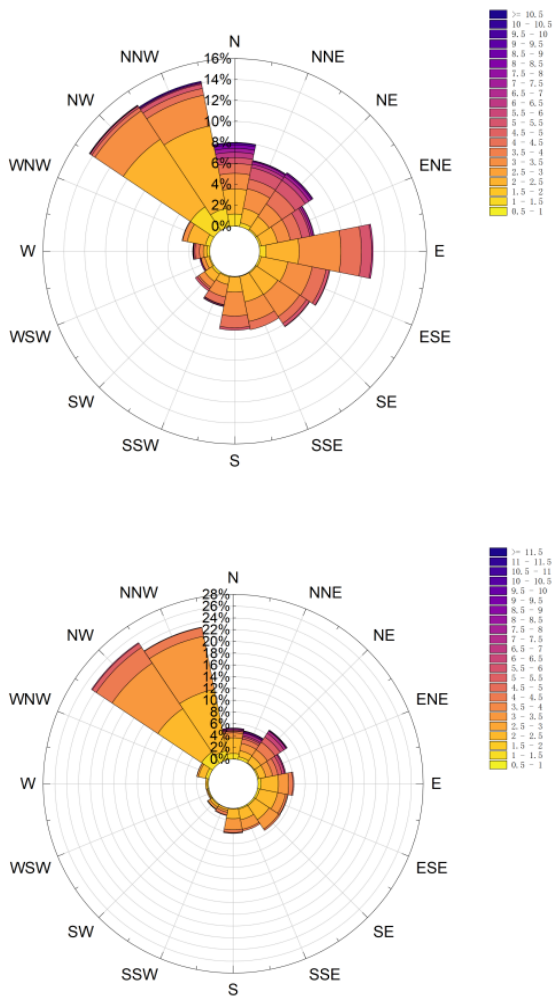


图3 2022-2024年兰州机场各季地面风玫瑰图

2.2.2 季节变化

尽管年综合风玫瑰图显示北西北风 (NNW) 是兰州机场的主导风向,但通过对比春、夏、秋、冬四个季节的风玫瑰图(图3)可以发现,其盛行风场存在明显的季节差异,反映了不同季节大气环流系统的交替影响。

春季,风玫瑰图显示主导风向仍为北西北风 (NNW),但其频率与冬季相比略有降低,其他方位的风向有所增加,风向分布略显分散。这符合春季过渡季节的特征,冷空气势力虽未完全消退,但局地热力作用开始增强。夏季,风场结构发生最显著的变化,北西北风其主导地位被削弱。偏南风增多,与冬季和春季形成鲜明对比。这主要源于夏季风环流的建立,暖湿的偏南气流北上,与当地地形相互作用,从而在风场上表现为南风分量的崛起,形成了北风与南风并存的态势。秋季,风场呈现过渡季节的特点,其分布形态开始向冬季型转变,风向的集中度提高。冬季,风场很稳定。风玫瑰图显示,北西北风 (NNW) 和西北风 (NW) 占据主导,出现频率合计达到全年最高。其他风向的出现频率低,表明该季节受稳定的冷高压系统控制,盛行干冷的偏北气流,风场结构简单稳定。

从月平均风速的年变化曲线(图4)可以清晰地看出,兰州机场的地面风速2月起逐渐增高,5月平均风速最高,之后逐渐降低,呈现出典型的“单峰型”变化趋势。统计期内,年平均风速为2.8m/s。

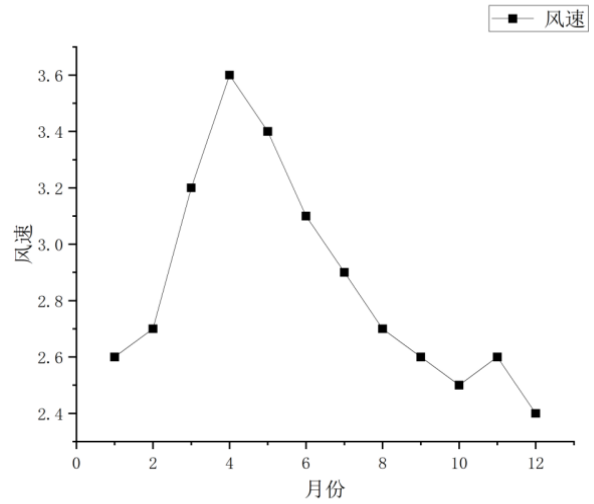


图4 2022-2024年兰州机场各月平均风速

2.3 大风天气特征分析

统计分析表明(图5),2022至2024年间,兰州机场的大风天气事件在年内分布上存在不均衡的特点,呈现出显著的单峰型月际分布。统计期内,年平均大风日数为13.6天。

从各月分布来看,5月是大风最多的月份,日数高达9次,远高于年均水平。大风活动在春季及初夏最为活跃,此期间的大风日数合计占全年总数的绝大部分。与之形成鲜明对比的是,2月、10月和12月大风日数为0,秋冬季节大风活动也显著减弱,处于全年的低发期。

春季是冷暖气团交替频仍的时期,大气层结不稳定,加之地面加热作用加强,利于动量下传和风速增大,从而导致大风天气频发。这一规律明确指示,每年的春季至初夏是兰州机场大风风险防控的关键期,气象部门需提高对大风天气现象的监测和预报能力,及时向航空公司、空管部门和机场提供准确的气象信息。

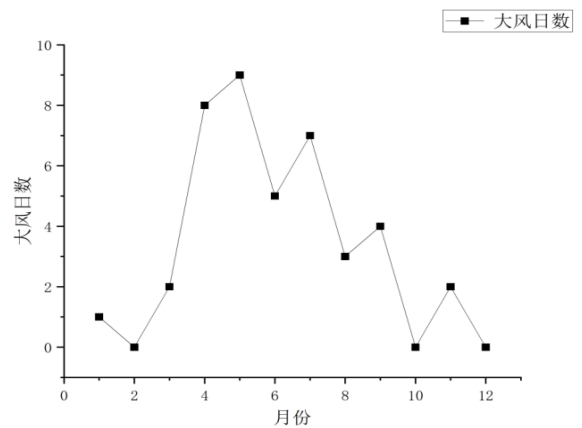


图5 兰州机场2022—2024年各月大风年变化

3 风场特征对飞行运行的影响与应对策略

3.1 风对飞行的影响

风作为一个矢量,其方向和强度对航空器,特别是在起降阶段的性能与安全具有决定性影响,主要分为逆风、顺风与侧风三种情形。

逆风是最为有利的气象条件。飞机逆风起降,缩短滑跑距离,加大着陆下滑率和下滑角。与逆风相反,顺风则对飞行操作构成显著风险。顺风将增长滑跑距离,减少上升率和下滑率,当风速超过规定时,飞机有可能冲出跑道。因此,民航运行标准对顺风分量有严格的限制,原则上应避免在顺风条件下起飞和着陆。侧风是风向与跑道方向存在较大水平夹角,飞机会顺着侧风方向移动,如不及时修正就会偏离跑道,侧风还会使地面飞机打地转等。强烈的侧风可能导致航空器操纵困难、主起落架单侧接地受力过大,甚至引发侧翻或冲出跑道的严重事故,对飞行安全构成极大威胁^{[3]-[5]}。

此外大风天气会产生很大的偏流,使操纵飞机发生困难,对下滑角的保持有较大影响,难以保持稳定的飞行姿态。

3.2 盛行风与跑道匹配性分析

兰州机场跑道构型主要为19/01和18/36。当盛行北西北风或北风时,航空器主要在36/01号跑道着陆,此时为逆风状态,有利于飞行安全。然而,当出现频率较高的东北风时,则可能在主跑道上形成较大顺风分量,容易导致着陆距离超标,需要飞行员和管制员格外警惕。

3.3 大风与风切变的运行风险管控

针对冬春季午后多发的大风,运行控制部门应加强天气预

警,提前评估对航班时刻的影响。飞行机组需熟练掌握大风及风切变下的操纵要领和决断程序。空管部门应利用风切变预警系统,及时向航空器发布警报。

4 结论

(1)兰州中川机场近地面风场特征显著,全年以北西北风和西北风为最主导风向。(2)地面风速具有明显的日变化规律,18时和19时的风速最高;盛行风场存在明显的季节差异,夏季风场结构发生显著的变化,北西北风其主导地位被削弱,冬季最稳定。(3)兰州机场地面风速较稳定,年平均风速为2.8m/s。(4)大风天气具有显著的季节性与日变化特征,高发于春季和初夏,是风切变风险防范的关键期。

【参考文献】

[1]孙翠艳,丁右文,阚波文.风切变对飞行安全的影响及应对措施[J].航空安全,2015,(3):30-3.

[2]苏艳华.民航气象服务的现状与展望[J].气象科技进展,2017,7(1):90-94.

[3]陈猛.机场地面风和大风的特征分析及其对飞行的影响[J].气象水文海洋仪器,2011,28(4):44-46+52.

[4]李宛融.哈尔滨太平国际机场地面风气候特征[J].科技风,2018(19):122.

[5]张智超,程巍.福州长乐国际机场大风天气特征分析[J].海峡科学,2021(3):11-13+31.

作者简介:

刘诗琦(1999--),女,汉族,陕西汉中,本科,助理工程师,研究方向:民航气象。