

首都国际机场近十年风切变日数分布和变化特征

傅灵艳

中国民用航空华北地区空中交通管理局气象中心

DOI:10.32629/jsse.v3i4.17860

[摘要] 本文主要对首都国际机场2015年-2024年收集到的风切变语音方式航空器报告的年、月、日分布特征及风切变次数与大风日数的关系进行分析。结果表明: 首都国际机场平均每年有101次风切变, 风切变出现概率较高的季节在春季, 风切变出现概率较高的时间出现在白天, 尤其以14-16时为高峰时段; 风切变次数与大风日数有相关性, 但气旋大风比冷空气大风更容易出现风切变天气。

[关键词] 首都国际机场; 风切变; 变化特征; 大风日数

中图分类号: X738.2 **文献标识码:** A

Distribution and variation characteristics of wind shear days in Beijing Capital International Airport in recent ten years

Lingyan Fu

China Civil Aviation North China Regional Air Traffic Management Bureau Meteorological Center

[Abstract] This paper mainly analyzes the annual, monthly, and daily distribution characteristics of aircraft reports on wind shear via voice communication collected at Beijing Capital International Airport from 2015 to 2024, as well as the relationship between the number of wind shear occurrences and the number of gale days. The results show that: Beijing Capital International Airport has an average of 101 wind shear events per year. The season with a higher probability of wind shear occurrence is spring, and the time with a higher probability of wind shear occurrence is daytime, especially peaking from 14:00 to 16:00. There is a correlation between the number of wind shear events and the number of gale days, but cyclonic gales are more likely to cause wind shear weather than cold-air gales.

[Key words] Beijing Capital International Airport; wind shear; variation characteristics; gale days

引言

风切变是一种大气现象, 是指大气中任意两点之间风速或风向的突然变化的现象, 通常可分为垂直风切变(风速随高度的急剧变化)与水平风切变(风速沿水平方向的突变), 发生在着陆进场或起飞阶段的风切变, 它不仅能使飞机偏离航迹, 还能使飞机失去稳定性。如果驾驶员判断失误和处置不当, 则可能造成非常严重的后果。风切变作为航空气象领域中极具危害性的天气现象, 其中发生在500米以下的低空风切变对飞机起飞、着陆阶段威胁尤为显著。其形成机制复杂, 常与雷暴、锋面系统、逆温层及地形效应密切相关, 具有突发性强、持续时间短、空间尺度小等特征, 给航空运行安全带来严峻挑战。

开展航空气象风切变研究具有重要现实意义: 一方面, 精准识别与预警风切变是保障飞行安全的核心环节, 直接关系到旅客生命财产安全与民航业的可持续发展; 另一方面, 深入探究风切变的生成机理、演变规律及预报方法, 可提升气象服务对航空运行的支撑能力, 为机场选址、航班调度及飞行员培训提供科学

依据。随着近年来首都国际机场航班量的持续增长, 风切变天气所造成的潜在威胁愈发凸显。准确掌握风切变的时空分布和变化特征, 对于保障航空器飞行安全、提高航班运行效率具有至关重要的意义。李秀连、付强^[1]等利用NCEP再分析资料和AMDAR资料, 分析首都机场冷锋过境前后的风切变现象, 识别高空槽水平风切变、急流轴风切变、逆温层顶风切变等类型, 探讨不同风切变的可预报时效, 为临近预报提供技术支持。成禹慷^[2]论述风切变作为航空重要气象事故的危害性, 强调飞机遭遇风切变时处置措施的重要性, 提出航空气象分析中需重点关注风切变的影响机制与应对策略。然而目前研究中缺少对所收到的语音方式航空器报告中对于风切变的数据统计和变化特征的分析, 因此本文主要对2015年-2024年首都国际机场收集到的风切变语音方式航空器报告, 对风切变的年、月、日数分布规律和变化特征进行统计分析, 为今后风切变天气的预报服务提供历史依据。

1 资料和方法

本文所用的资料为2015年1月1日至2024年12月31日民航华北空管局气象中心收集到的风切变语音方式航空器空中报告,一共1005份。每份报告包含核心要素:发生时间(精确至分钟)、地理位置(跑道定位点)、风切变强度(机组主观描述“轻微/中度/严重”)、伴随天气现象(雷暴、降水等)及飞行阶段(起飞、爬升、进近、着陆)。

通过对1005份风切变语音方式航空器空中报告的统计,分析首都机场风切变的年变化趋势、月分布规律及日变化特征,为风切变的预报及对用户的提示提供数据支撑。

2 风切变次数的年、月、日变化特征

2.1 风切变年、月变化特征

首都国际机场2015年-2024年,年平均有101次风切变。风切变次数年际变化明显,风切变次数最多的年份出现在2015年,有194次;风切变次数最少的年份出现在2020年,有42次,年风切变次数差异非常明显。

2020年与2022年的风切变次数是近10年最低,这与当时中国处于特殊时期、航班量大幅减少有关,也有可能与发生了风切变但未被探测到有较大关系,这也导致部分潜在的风切变事件因缺乏航空器活动而未被记录或探测到,进一步加剧了该年风切变次数偏低的情况。



图1 首都国际机场风切变日数年分布

首都国际机场一年四季都可能出现风切变天气,但月分布存在较大差异。从图2可以看出,首都机场出现风切变次数较多的季节是春季到夏初,其他季节风切变次数偏少。春季到夏初,冷暖空气活动开始频繁,锋面系统活跃,容易形成强烈的垂直气流和水平风切变。首都国际机场出现风切变次数最多的月份是5月,有190次风切变;其次是4月,有177次风切变。出现风切变最少的季节是秋季,9月份风切变次数是33次。秋季随着冷空气逐渐南下,天气趋于稳定,对流活动减弱,因此风切变发生次数显著减少。



图2 首都国际机场风切变次数月统计

2.2 风切变次数与大风日数的相关性

从图3可以看出,首都机场风切变次数与大风日数的月分布存在相关性。冬季(12月-次年2月)与春季(3-5月)大风日数较多,风切变出现的频次也随之增多。虽然冬季(11-12月)大风日数在一年中出现的频次最高,但风切变发生的次数并不是最多,未呈现出明显的相关性。这是因为首都机场秋冬季多为冷空气大风,风场较为连续,风速变化相对平缓,不易形成剧烈的风速或风向突变,从而导致风切变现象减少;而春季多为气旋大风,气旋系统带来的风向多变,风场不连续,容易在短时间内产生风速和风向的剧烈变化,从而更容易引发风切变天气。由此可见,气旋大风时更容易出现伴随的风切变天气。

春季大风(3-5月)月日数较多,月风切变次数也较多,呈现出同样的变化趋势,说明风切变次数与首都国际机场“四季分明,冬季干燥、春季多风、夏季多雨、秋季晴朗”的气候特征相符。首都国际机场地处华北平原北部,受季风环流影响显著,冬季受西伯利亚冷空气控制,盛行偏北风,风力较大且持续时间长;春季则因冷暖空气活动频繁,气旋系统活跃,导致风向风速变化剧烈,加之此时地面植被覆盖较少,摩擦力小,风速易增大,这些因素共同作用使得春季不仅大风日数多,风切变发生次数也随之增加,体现了气候特征对风切变的显著影响。

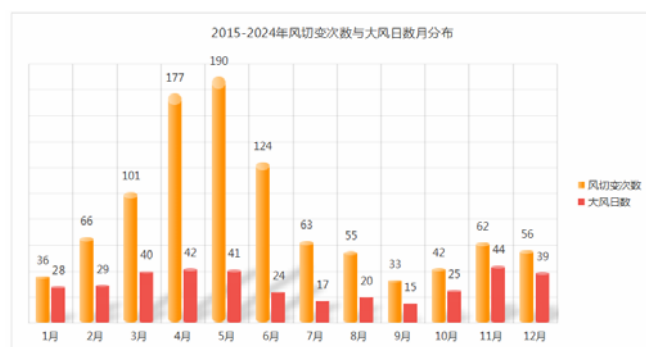


图3 首都国际机场风切变次数与大风日数月分布

2.3 风切变的日变化特征

首都国际机场全天任意时刻都会出现风切变天气,但风切变出现最多的时段是14-16时(北京时),尤其是在16时,风切变出现的次数是115次,为全天最高;17时后风切变出现的次数迅速减少,后夜风切变出现的次数为一天中最低,出现在凌晨05时,风切变出现4次,为一日中风切变出现概率最低的时间。天亮后,从09时开始,风切变出现的次数开始回升,10时后风切变发生次数增加的较为迅速。

由上分析可知,风切变基本集中在白天(10-17时),之后出现概率逐渐降低,后半夜至早晨(02时-08时)是风切变出现概率最低的时段。这是由于白天地面升温后,近地面层湍流加强,风速增大,风场不连续性增强,风切变出现的概率变大。夜间风切变概率减小,一方面是因为大气层趋于稳定,风场较为连续,另一方面也可能是后半夜航班量减少,可能有发生风切变但未被探测到的情况。



图4 首都国际机场风切变次数日变化统计

2.4 风切变高度分布

统计1005份风切变语音方式航空器报告,有60份明确记录了风切变发生的高度,从剩余航空器报告中可以看出(图5所示),风切变发生次数最多的是小于500米(含)的高度层,共出现705份,占总数的70%;其次是500米(不含)-1000米(含)的高度,共计出现风切变140次,占总数的14%;大于1000米(不含)的高度,出现风切变的概率最低,共发生99次,占总数的10%。其中,在小于500米高度层中,具体包括从地面到500米之间的各个飞行阶段,如起飞滑跑阶段、初始爬升阶段以及进近着陆阶段,这些阶段由于受到地面摩擦力、地形影响以及低空大气层结构不稳定等因素的影响,极易形成风切变现象。

从以上分析可以看出,风切变的发生仍是以低空风切变为主,随着高度升高,发生风切变的概率随之降低。这主要是因为高空大气层的垂直温度梯度较小,气流相对稳定,而低空大气层受地表热力作用和地形起伏影响较大,容易产生强烈的气流扰动和风向风速的突变,从而引发风切变。因此,在航空运行中,应特别关注低空风切变的预警和防范措施,同时完善低空风切变监测预警系统,提高风切变的探测精度和预警时效。

3 结论

(1)首都国际机场的年平均风切变日数为101次,但年际间的变化较为显著。

(2)风切变的发生主要集中在春季及夏初(3-6月),尤其在5月达到顶峰,高达190次,为全年之最。

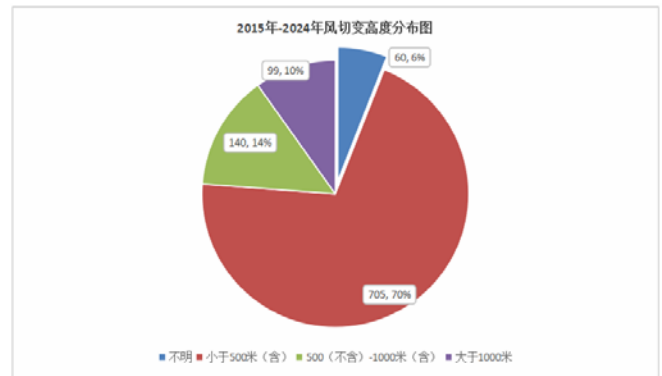


图5 风切变高度分布图

(3)首都国际机场的风切变与大风日数之间存在显著相关性:大风日数较多的时段,风切变次数也随之增加;然而,春季气旋引发的大风相较于冬季冷空气引发的大风,更容易导致风切变的出现。

(4)首都国际机场的风切变现象多集中在白天,傍晚之后风切变概率迅速降低,后半夜达到最低;一天中风切变最高概率时段集中在14-16时,而最低概率时段则集中在2-8时。

[参考文献]

- [1]李秀连,付强,王科,等.风切变对飞行的影响及其预报时效分析[J].气象科技,2010,38(2):165-170.
- [2]成禹慷.民航气象中风切变对航空的影响[J].中国航班,2019(14):45-47.

作者简介:

傅灵艳(1984--),女,汉族,江苏东海县人,硕士研究生,高级工程师,研究方向:民航气象安全。