

# 黔江机场降水特征及其对飞行影响

刘玉龙 甘淼

重庆机场集团有限公司黔江机场分公司

DOI:10.12238/eep.v8i1.2424

**[摘要]** 黔江机场受海拔和复杂地形影响,降水特征显著影响飞行安全和航班运行。本文基于长期气象数据,分析了黔江机场降水的季节性、年际性和月际性变化,并探讨其对飞行能见度、跑道性能、航空器积冰、雷暴风切变及动力系统的影响。研究发现,降水在夏季集中,冬季易形成低云和雾,极端降水事件对航班运行影响较大。基于分析结果,提出优化气象监测、改进跑道管理、提升航班运行灵活性及增强应急响应能力的建议,以提高机场在降水条件下的安全性。该研究为黔江机场的安全运行和气象保障提供支持。

**[关键词]** 黔江机场; 降水特征; 飞行安全; 航空气象; 机场运行

中图分类号: P4 文献标识码: A

## Precipitation characteristics and their impact on flight at Qianjiang Airport

Yulong Liu Miao Gan

Chongqing Airport Group Co., Ltd. Qianjiang Airport Branch

**[Abstract]** Due to its elevation and complex terrain, precipitation at Qianjiang Airport significantly impacts flight safety and operations. Based on long-term meteorological data, this study analyzes seasonal, interannual, and monthly variations in precipitation and its effects on visibility, runway performance, aircraft icing, thunderstorms, and power systems. Results show concentrated rainfall in summer, with low clouds and fog common in winter. Extreme precipitation events notably affect flight scheduling. Recommendations include optimizing weather monitoring, runway management, flight scheduling flexibility, and emergency response to enhance safety. This study supports Qianjiang Airport's operational safety and meteorological services.

**[Key words]** Qianjiang Airport; Precipitation characteristics; Flight safety; Aviation meteorology; Airport operations

### 引言

黔江机场位于渝东南武陵山区,受海拔和复杂地形影响,降水对飞行安全和航班运行有显著影响。本研究基于2015—2024年气象数据,分析了降水的时空分布及其对航空运行的影响。研究发现,降水呈现显著季节性、年际性和月际性波动,夏季降水集中,冬季易出现低云、雾和降雪,影响航班运行。极端降水事件增加了跑道湿滑、航空器积冰、雷暴风切变等风险,威胁飞行安全。为应对挑战,提出优化气象监测、改进跑道管理、提升航班运行灵活性及增强应急响应能力的建议,以提升机场在复杂气象条件下的安全性。本研究为黔江机场气象保障体系提供了科学依据,支持航空运行安全性和稳定性。

### 1 研究方法与数据来源

本研究基于黔江机场2015—2024年的气象数据,包括逐日降水量、月降水量、年降水量及极端天气记录,所有数据由机场气象站监测并经过质量控制。为了提升数据代表性,结合民航气象

服务中心的历史数据,评估降水特征对航空运行的影响。采用时间序列分析、极端事件分析和回归分析等方法,研究降水的季节性、年际波动及长期趋势,并探讨降水对航班延误、能见度变化及航班取消的影响<sup>[1]</sup>。研究还构建了降水影响指数,量化降水对航班运行的风险,为机场气象预报和航班运行提供科学依据。

### 2 黔江机场降水特征分析

#### 2.1 降水的季节变化特征

黔江机场受亚热带湿润季风气候影响,降水季节性变化显著。如图1所示,夏季(6—8月)为主要降水期,占全年降水量的近55%,其中6月降水最大,月均209.19mm,5月和7月分别为143.69mm和125.64mm。此时,西南季风带来暖湿气流,常引发强对流天气,增加航班不确定性,导致跑道积水、低云增多和能见度下降。相比之下,冬季(12—2月)降水量减少,占全年不到10%,12月降水量最低,仅16.52mm。冬季天气干冷,降水少,但辐射冷却作用强,夜间易形成低云和低能见度,依然影响航班运行。

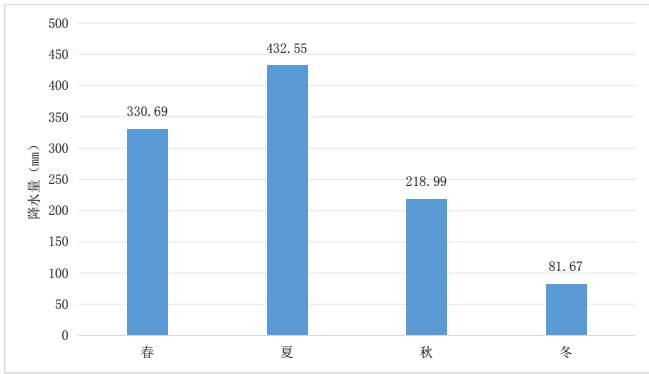


图1 黔江机场降水季节变化特征

## 2.2 降水的年际变化特征

黔江机场的多年降水数据表明,年际降水量波动显著,反映气候系统对区域降水的调控作用。受厄尔尼诺、西太平洋副热带高压变化及局地地形气流影响,降水量在不同年份间呈周期性波动。如图2所示,2023年降水量为1298.7mm,降水天数156天,较多年均值高出10%以上,特别是夏季降水剧烈,极端天气频发,影响航班。2015年降水量最低,仅620mm,降水天数为102天,降水显著偏少,航班受降水影响较小。总体来看,年际降水变化影响机场运行,特别是航班运行和飞行安全。结合长期趋势和气候预测模型,有助于提升机场对年际降水变化的适应能力,为航班运行提供更加精准的气象保障<sup>[2]</sup>。

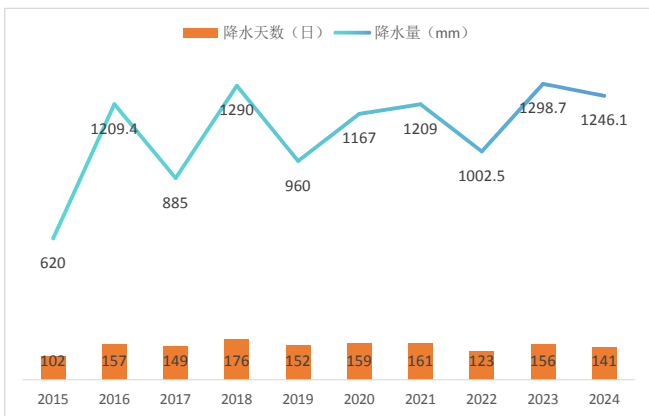


图2 黔江机场降水年际变化特征

## 2.3 降水的月际变化特征

黔江机场降水量呈显著的月际变化,6月降水量最高,月均209.19mm,其次为5月(143.69mm)和7月(125.64mm),这一时期降水集中,极端降水频繁,威胁飞行安全。4月降水量为116.55mm,暖湿气流活跃,易形成强降水、雷暴及阵性大风等复杂气象现象,影响航班起降。与此对比,冬季降水较少,1月和2月月均降水量为32.45mm和32.7mm,航班运行较为平稳。但12月至次年2月,低云和雾霾影响航班的进近和着陆。气象台需密切监测降水变化及时发布或修订气象预报和机场警报,为航班运行和航空器安全运行提供科学决策支持。

## 3 降水对飞行的影响

### 3.1 降水对能见度的影响

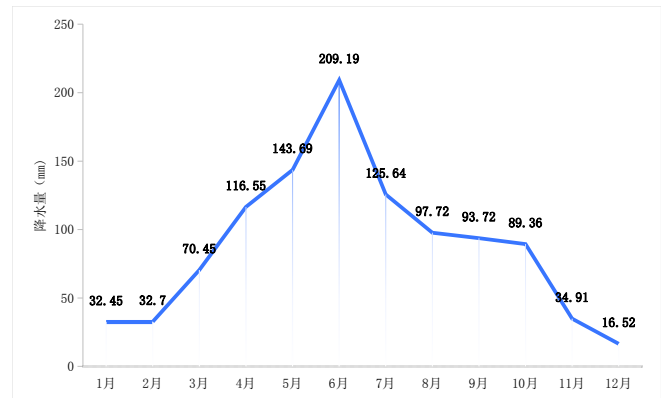


图3 黔江机场降水月际变化特征

降水对飞行能见度的影响主要表现在低云、降雨、降雪和雾等天气条件下的视程恶化,直接影响航空器进近着陆,尤其是在进近和着陆阶段。研究数据显示,中到大雨时,能见度通常降至1500米以下,部分强降水过程甚至导致能见度低于本场能见度最低运行标准1100米,对进近和着陆阶段构成较大挑战。冬季降雪或冻雨导致冰晶附着,干扰导航设备,增加操纵难度<sup>[3]</sup>。降水后辐射冷却易形成浓雾,进一步降低能见度,影响机场运行<sup>[4]</sup>。因此,气象台需实时监测降水及能见度变化,及时发布预警,为航班运行和航空器安全运行提供科学决策支持。

### 3.2 降水对跑道性能的影响

降水降低跑道摩擦系数,影响起降安全。研究表明,当日降水量超过10mm时,摩擦系数显著下降,增加滑行阻力,延长刹车距离。积水过多可导致“水膜漂移”,削弱制动效果,增加偏离跑道风险。冬季降水形成冰层,降低制动效能,可能导致跑道关闭<sup>[5]</sup>。气象台应实时监测降水和温度,协助优化排水和除冰作业,并根据实时气象信息调整起降计划,确保航空器在湿滑跑道上的安全运行。

### 3.3 降水对航空器积冰的影响

低温环境下,降水可导致航空器关键部位积冰,影响飞行安全。分析黔江机场的气象数据,当地面气温低于3℃且含过冷水滴时,机翼、尾翼和发动机进气道易积冰,导致空气动力学性能恶化。积冰会降低升力、增加阻力,影响飞机的操纵稳定性,严重时可能引发失速。此外,地面停放航空器也可能结冰,影响起飞性能并增加除冰时间。为降低积冰风险,气象台应提供精确的监测与预警数据,协助机场优化除冰体系,并在航行前加强积冰风险评估,确保航空器安全运行。

### 3.4 降水伴随的强气流与雷暴风险

降水过程中的雷暴和强对流天气对飞行安全构成严重威胁。雷暴通常伴随强风切变、下击暴流和湍流,影响飞机的进近、爬升和巡航。下击暴流是雷暴云团底部向地面的强下降气流,对低空飞行的航空器构成极大威胁,尤其在进近阶段可能导致飞机突发高度损失,影响飞行员的操纵响应。此外,雷击可能影响航空电子设备的正常运行,虽然现代航空器普遍具备防雷设计,但强雷电仍可能对导航和通讯系统造成短暂干扰。因此,气

象台需加强雷暴监测,提供精准预警,机场应根据气象信息优化航班调整,确保航空器能够规避极端天气,降低飞行风险。

### 3.5 降水对航空器动力性能的影响

降水对航空器动力系统主要影响为空气动力学性能下降及发动机进气效率降低。强降水时,机翼表面易形成水膜,改变气流附着特性,导致升力减小和阻力增大。此外,降水增加了空气湿度,降低发动机燃烧效率,部分情况下可能导致发动机推力下降,影响航空器的加速和爬升能力。在大雨或冰晶环境中,涡扇发动机的进气道可能积水或积冰,增加喘振或熄火风险。因此,气象台应加强降水监测和预警,确保机场各运行部门能够有效应对能见度下降和跑道湿滑等问题,支持航班运行和应急响应。同时,采用数值天气预报模型和人工智能和机器学习技术提升降水预测精度,为机场和航空公司提供更有效的决策支持。

## 4 结论与展望

本研究基于黔江机场2015—2024年气象数据,分析了降水特征及其对航空运行的影响。研究表明,降水具有显著的季节性和年际波动,夏季降水集中,冬季低云、雾和降雪影响能见度。降水主要影响飞行安全,包括能见度降低、跑道湿滑、航空器积冰等。为提高安全性,建议加强气象监测与预警,优化低能见度飞

行程序,提升飞行员应对能力,完善跑道排水与防滑措施。未来研究可结合数字天气预报和人工智能技术,提升降水预测精度,进一步探讨气候变化对航空运行的影响。

### [参考文献]

- [1]黄颖华.湖北襄阳机场降水特征分析及其对飞行的影响[J].科学技术创新,2021,(20):25-27.
- [2]杨庭潇,王楷博.重庆江北机场2012~2021年降水特征分析[J].绿色科技,2022,24(16):32-34+38.
- [3]徐海,杨栋楠,傅文伶,等.成都双流国际机场霜、雪天气特征及其对运行的影响[J].陕西气象,2022,(03):42-47.
- [4]陈旭,张寅,汪刘冉.茅台机场2018-2021年大雾气候特征和气象要素分析[J].绿色科技,2023,25(24):58-64+68.
- [5]梁新.低能见度天气成因及飞行安全对策研究——以乌鲁木齐机场冬季冻雾天气为例[J].长沙航空职业技术学院学报,2021,21(02):27-32.

### 作者简介:

刘玉龙(1988--),男,汉族,天津人,本科,助理工程师,研究方向:航空气象。