

重庆巫山机场雾的统计特征及其气象要素分布

吴胜男¹, 张雨烟¹, 王浩然²

¹中国民用航空西南地区空中交通管理局重庆分局, 重庆

²重庆机场集团巫山机场分公司, 重庆

收稿日期: 2026年6月16日; 录用日期: 2026年9月7日; 发布日期: 2026年9月15日

摘 要

本文基于重庆巫山神女峰机场自动观测采集数据(2020~2023年)对本场出现的大雾天气分成强浓雾、浓雾和一般大雾三个强度级别, 分别从年变化、月变化和季节变化以及日变化三种时间尺度下讨论其变化特征以及相对湿度和风场的分布特征。结论表明: 1、巫山机场2020~2023平均每年起雾为105.75天, 一年起雾概率将近30%, 且以能见度在50~500米区间的浓雾占比最大。2、机场春季雾日数最多, 冬季次多, 夏季雾日数最少。3、强浓雾主要发生在北京时09~17时; 浓雾出现概率在一天的分布是均匀的; 一般大雾则易发生在夜间至清晨时段。4、大雾出现时相对湿度较高, 强浓雾天气下相对湿度极大概率在95%以上, 而相对湿度在70%以上也有一定概率出现一般大雾。5、大雾天气最大概率发生在西北风和东南风背景下, 以东东南风向(90°~120°)占比最大, 而在西南风和东北风背景下出现强浓雾以及浓雾的概率极小。风速在3~8 m/s区间范围内起雾概率最大。

关键词

巫山神女峰机场, 大雾, 能见度

Statistical Characteristics of Fog and Distribution of Meteorological Elements at Chongqing Wushan Airport

Shengnan Wu¹, Yuyan Zhang¹, Haoran Wang²

¹Chongqing Sub-Bureau of Southwest China Regional Air Traffic Management Bureau of Civil Aviation Administration of China, Chongqing

²Chongqing Airport Group Wushan Airport Branch, Chongqing

Received: June 16, 2026; accepted: September 7, 2026; published: September 15, 2026

文章引用: 吴胜男, 张雨烟, 王浩然. 重庆巫山机场雾的统计特征及其气象要素分布[J]. 自然科学, 2026, 14(5): 669-675. DOI: 10.12677/ojns.2026.145070

Abstract

Using automatic observation data from Chongqing Wushan Airport (2020~2023), fog events are classified into dense fog, thick fog, and moderate fog. Their annual, monthly, seasonal, and diurnal variations, along with relative humidity and wind field characteristics, are analyzed. Results show: (1) Annual average fog days are 105.75, with a probability of nearly 30%, dominated by thick fog (visibility 50~500 m). (2) Fog days are most frequent in spring, followed by winter, and least in summer. (3) Dense fog mainly occurs from 09:00~17:00 BT; thick fog shows uniform diurnal distribution; moderate fog tends to occur from night to early morning. (4) Fog events are associated with high relative humidity; dense fog almost always occurs when $RH > 95\%$, while moderate fog may occur even when $RH > 70\%$. (5) Fog is most likely under northwest and southeast winds, especially east-southeast ($90^\circ \sim 120^\circ$), and least likely under southwest and northeast winds. The highest fog probability occurs at wind speeds of 3~8 m/s.

Keywords

Wushan Shennüfeng Airport, Fog, Visibility

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

重庆直辖市位于四川盆地东部,属于高原与平原的过渡地带,区域内群山环绕、丘陵连绵[1][2]。重庆巫山机场(ZUWS)坐落于巫山县与奉节县交界处,为海拔 1771.48 米的高原机场。机场自 2019 年夏半年通航以来,受特殊地形地貌影响,常年受大雾、低云局部雾天气频发影响。2020~2023 年机场总雾日达 423 天,最长连续雾日超过 10 天。大雾是严重影响民航运行安全的灾害性天气,易引发航班取消、延误,对飞行安全与运行效率造成显著不利影响[3][4]。

巫山机场海拔偏高,大雾演变规律与平原机场存在明显差异[5][6]。本场大雾主要分为云雾、雨雾和辐射雾三类,其中云雾与雨雾占比最高、预报难度最大。降水强度变化易造成能见度剧烈波动,云层抬升时常出现短时能见度好转,云层压低则迅速形成大范围雾区,能见度改善窗口期极难把握。当前国内针对高原山地机场此类复合型雾天气的系统性预报研究较少,高原机场低能见度天气地域性特征显著,通用预报指标适用性有限[7][8]。因此,本文基于巫山机场 2020~2023 年自动观测资料,系统统计分析本场大雾天气的气候特征与演变规律,提炼本地化大雾预报关键指标与预报要点。

2. 资料和方法

本文数据来源重庆巫山机场(图 1) 2020~2023 年总计 1461 天的逐小时自动观测采集数据(包括气温、湿度、气压、风向、风速、降水量、能见度等要素)。本文将全天超过 5 小时的能见度小于 1 km 时定义为大雾天气。考虑到能见度实际影响机场运行时的阈值,再将大雾分为强浓雾(能见度小于等于 50 米)、浓雾(能见度大于 50 米小于等于 500 米)和一般大雾(能见度大于 500 米且小于 1000 米),然后进一步讨论不同情况下大雾天气及其气象要素的分布特征。



Figure 1. Chongqing Wushan Shennüfeng Airport

图 1. 重庆巫山神女峰机场

3. 大雾统计特征

3.1. 年变化

Table 1. Annual number of fog events (days) and frequency by intensity at Wushan Airport from 2020 to 2023

表 1. 2020~2023 年逐年不同强度大雾天气发生日数(天)与频率

年份	强浓雾(天)	频率	浓雾(天)	频率	一般大雾(天)	频率	总年雾数
2020 年	5	4.55%	95	86.36%	10	9.09%	110
2021 年	13	12.15%	90	84.11%	4	3.74%	107
2022 年	14	14.14%	78	78.79%	7	7.07%	99
2023 年	9	8.41%	90	84.11%	8	7.48%	107
总计	41	9.69%	353	83.45%	29	6.86%	423
平均	10.25	9.81%	88.25	83.34%	7.25	6.85%	105.75

根据统计重庆巫山机场 2020~2023 年(1461 天)总计出现大雾天数为 423 天, 平均每年起雾为 105.75 天, 起雾概率将近 30%。表 1 给出 2020~2023 年逐年不同强度的大雾天气发生日数与频率, 其中一般大雾天占比最少 6.86%, 强浓雾天占比为 9.69%, 而浓雾天占比最高为 83.45%。结合图 2 来看, 近四年的年雾日数分布相对均匀, 而与浓雾天气发生次数高度相关, 这也间接说明了巫山机场大雾天气以能见度在 50~500 米区间的浓雾为主。巫山机场在山水环绕之间, 这种独特的地理特征造成它相比于其他高原机场的水汽条件更为充足, 且水汽往往加强后不易消散, 造成浓雾天居多。

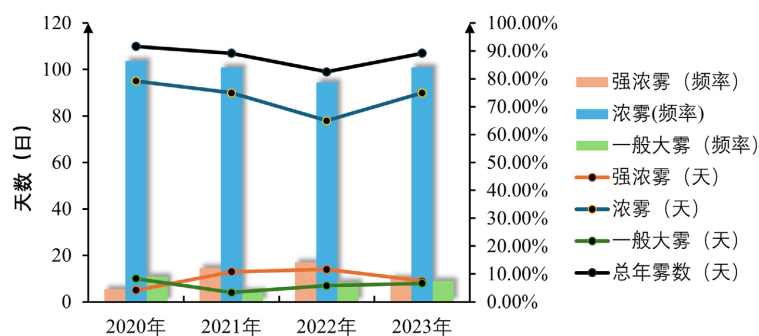


Figure 2. Interannual variation of fog days by intensity at Wushan Airport from 2020 to 2023

图 2. 2020~2023 年不同强度大雾日数的逐年变化

3.2. 月变化与季节变化

根据图3雾日数的逐月分布来看，10月总雾日数最多，1月次多，8月最少。强浓雾、浓雾的雾日数并没有明显的月变化规律。但一般大雾在进入10月后明显减少，说明进入秋冬季节后，温度开始逐渐降低，水汽更易饱和，机场大雾还是以浓雾强度及强浓雾为主。值得关注的是在进入初春时，不同强度的大雾天气所占比例差在逐渐减少(图4)。

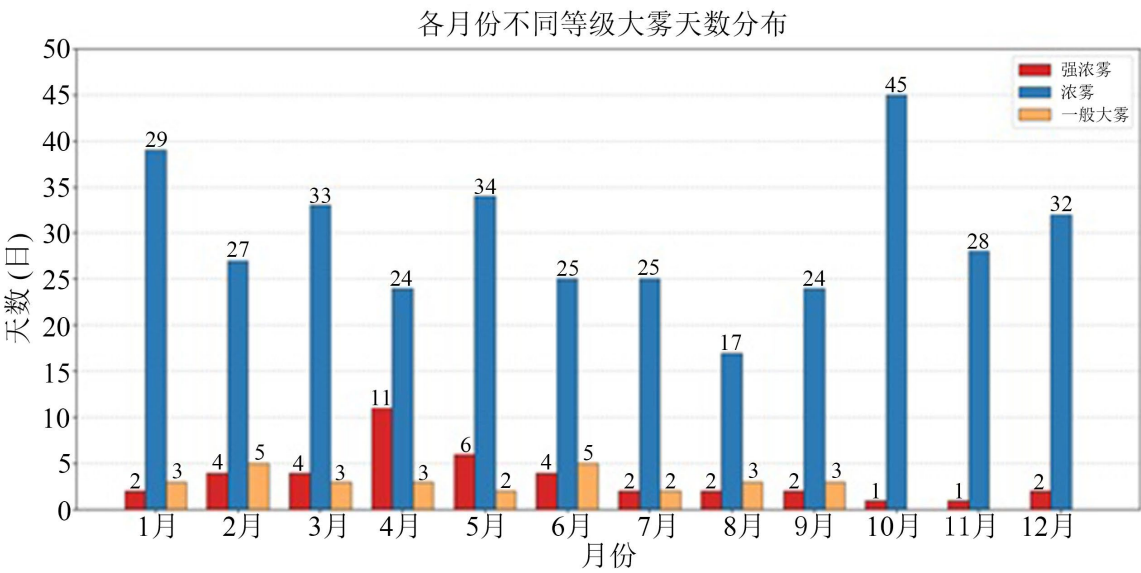


Figure 3. Monthly variation of fog days by intensity at Wushan Airport from 2020 to 2023
图3. 2020~2023 年不同强度大雾日数的逐月变化

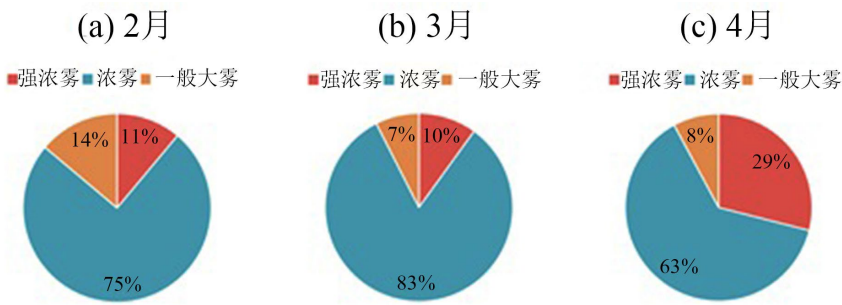


Figure 4. Proportion of fog days by intensity from February to April at Wushan Airport from 2020 to 2023
图4. 2020~2023 年2~4 月不同强度大雾日数所占比例

Table 2. Number of fog days by season and intensity at Wushan Airport from 2020 to 2023
表2. 2020~2023 年不同季节不同强度大雾天气发生日数

春(3~5 月)		夏(6~8 月)		秋(9~11 月)		冬(12 月、1~2 月)	
级别	雾日数	级别	雾日数	级别	雾日数	级别	雾日数
强浓雾	21	强浓雾	8	强浓雾	4	强浓雾	8
浓雾	91	浓雾	67	浓雾	97	浓雾	98
一般大雾	8	一般大雾	10	一般大雾	3	一般大雾	8
总计	120	总计	85	总计	104	总计	114

在平原机场往往是秋冬季大雾居多，春夏居少。但根据巫山机场 2020~2023 年不同季节不同强度大雾天气发生日数(表 2)来看，则表现为春季雾日数最多，冬季次多，夏季雾日数最少，这是本地大雾天气的特征之一。

3.3. 日变化

图 5 表示不同强度的大雾天气逐小时发生频率。如果只考虑能见度在小于 1 km 时的雾日来看，逐小时出现概率分布均匀。如果考虑实际的机场运行标准，在能见度分级的情况下，则不同强度的大雾表现出差异。强浓雾主要发生在世界时 01~09 时(北京时 09~17 时)即白天，浓雾出现概率在一天的分布是均匀的，一般大雾则易发生在夜间至清晨时段。能见度的日变化不仅与温度和水汽变化有关，还可能与夜间跑道灯光影响有关。由于机场地理位置特殊，大雾有时候会产生连续几天的大雾，在逐小时尺度下讨论大雾持续时间的变化规律意义不大，因此本文没有对此深入分析。

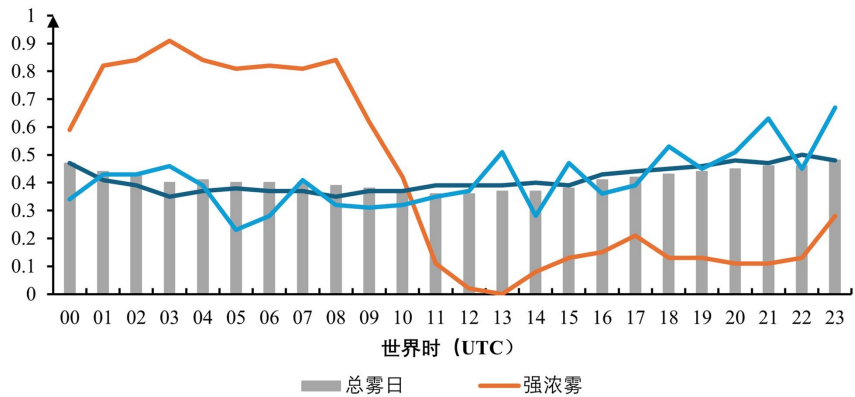


Figure 5. Hourly occurrence frequency of fog by intensity at Wushan Airport from 2020 to 2023
图 5. 2020~2023 不同强度大雾逐小时发生频率

4. 雾日要素特征

4.1. 相对湿度

将 2020~2023 年逐小时相对湿度和能见度作相关性分析，发现二者相关性达到 0.63，并呈现负相关。如图 6 所示在能见度小于 1 km 里时，相对湿度基本在 90%以上，随着能见度加大，相对湿度的跨度范围也增加。当能见度达到 10 km 时，不同高低的相对湿度值均有可能出现。因此，相对湿度作为起雾的重要影响因子，但不是唯一因子，还应结合其它要素分析。表 3 列出了各区不同相对湿度范围内雾的出现频率，可以发现大雾出现时相对湿度都比较高，其中 99%以上的雾日成雾时的相对湿度在 90%以上。强浓雾和浓雾发生时，相对湿度必须要 90%以上，而超过 98%的强浓雾天气下相对湿度在 95%以上。对于一般大雾来讲，相对湿度在 70%以上都有概率出现大雾天气。

Table 3. Probability of fog occurrence under different relative humidity ranges at Wushan Airport from 2020 to 2023
表 3. 2020~2023 年不同相对湿度范围大雾发生概率

相对湿度(%)	强浓雾	浓雾	一般大雾
(95, 100]	98.3%	97.7%	95.6%
(90, 95]	1.7%	2.3%	4.0%
(80, 90]	0	≈0	0.3%
(70, 80]	0	0	0.1%

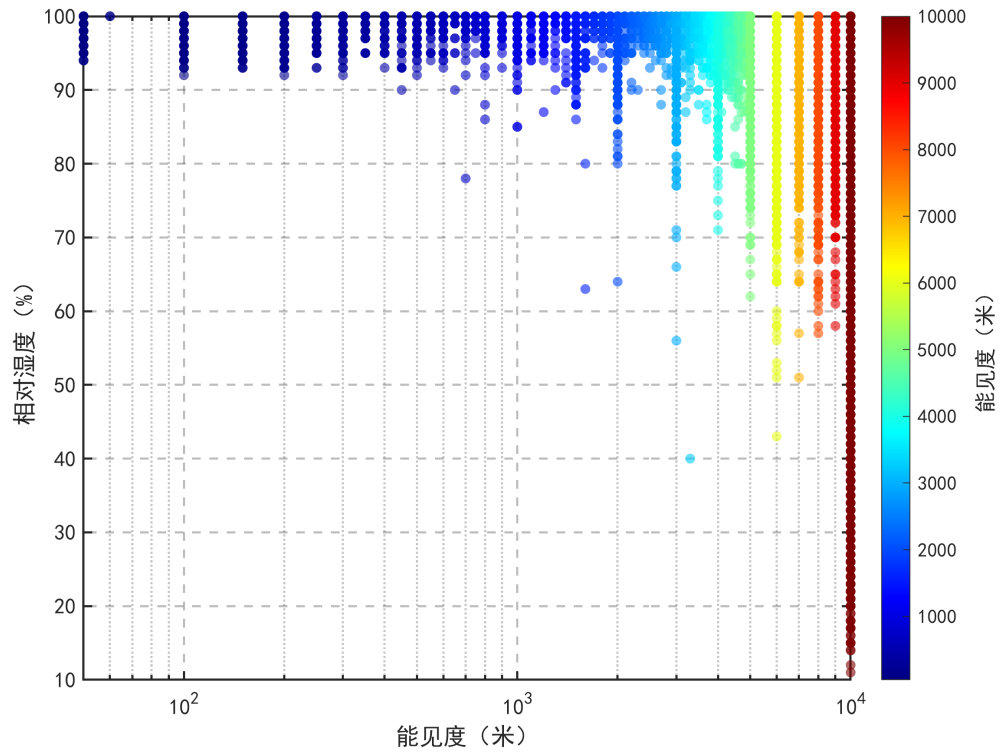


Figure 6. Scatter plot of hourly relative humidity and visibility at Wushan Airport from 2020 to 2023
图 6. 2020~2023 年相对湿度和能见度的逐小时变化散点图

4.2. 风场

图 7 和表 4 分别给出了 2020~2023 年大雾天气下风向风速分布特征。图 7 中不同强度的大雾天气风向特征都较为相似。超过 90% 以上的大雾天气均发生在西北风和东南风背景下，其中风向以东南方向 (90°~120°) 占比最大，而在西南风和东北风背景下出现强浓雾以及浓雾的概率极小。一般而言大雾应发生在近地层风速较小的逆温层下，但结合表 4 的风速来看，浓雾发生时的风速甚至有可能超过 15 m/s。一是因为海拔太高导致风速较平原偏高，二是风速偏大的情况下，周边云层移动较快，当云层完全覆盖机场后，也会形成在云中的浓雾天气。当风速在 3~8 m/s 时起雾概率是最大的。这也是巫山机场大雾天气的特征之一。

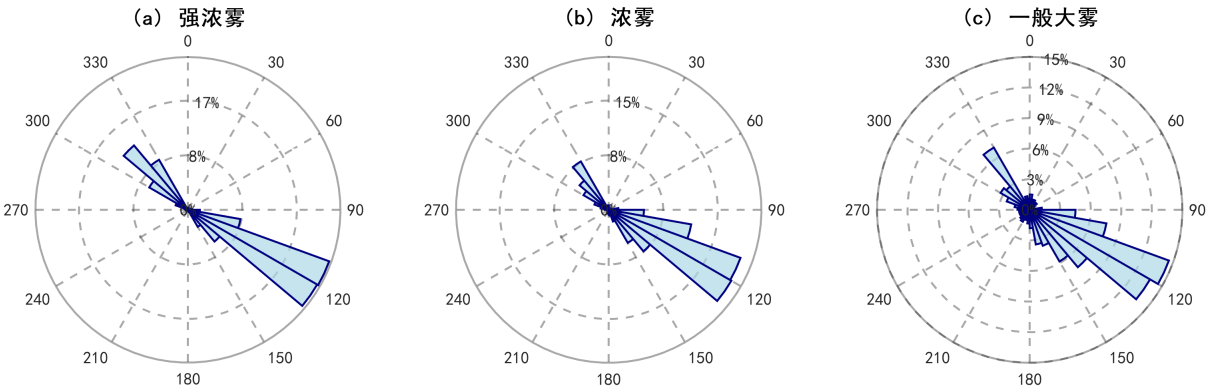


Figure 7. Wind direction distribution characteristics during fog events at Wushan Airport from 2020 to 2023
图 7. 2020~2023 年大雾天气下风向分布特征

Table 4. Probability of fog occurrence under different wind speed ranges at Wushan Airport from 2020 to 2023
表 4. 2020~2023 年不同风速大雾发生概率

风速(m/s)	强浓雾	浓雾	一般大雾
5 m/s 以下	37.8%	55.5%	74.1%
(5, 10]	51.6%	39.6%	23.8%
(10, 15]	10.6%	4.8%	2.1%
15 m/s 以上	0	0.1%	0

5. 总结

本文基于巫山机场自通航以来较为完整的自动观测采集数据(2020~2023 年),对本场出现的大雾天气进行统计分析。在考虑机场实际的运行标准下,将雾日分成强浓雾、浓雾和一般大雾三个强度级别,再分别从年变化、月变化和季节变化以及日变化三种时间尺度下讨论其变化特征,最后对大雾出现时的相对湿度以及风场的分布特征进行总结。总结如下:

- 1、巫山机场 2020~2023 年总计大雾天数为 423 天,平均每年起雾为 105.75 天,起雾概率将近 30%。巫山机场大雾天气以能见度在 50~500 米区间的浓雾为主。
- 2、巫山机场 2020~2023 年春季雾日数最多,冬季次多,夏季雾日数最少。
- 3、强浓雾主要发生在世界时 01~09 时(北京时 09~17 时);浓雾出现概率在一天的分布是均匀的;一般大雾则易发生在夜间至清晨时段。
- 4、大雾出现时相对湿度较高,强浓雾和浓雾发生时,相对湿度需在 90%以上,强浓雾天气下相对湿度极大概率在 95%以上,而相对湿度在 70%以上也有概率出现一般大雾天气。
- 5、大雾天气最大概率发生在西北风和东南风背景下,其中风向以东东南方向(90°~120°)占比最大,而在西南风和东北风背景下出现强浓雾以及浓雾的概率极小。风速在 3~8 m/s 区间范围内起雾概率最大。

基金项目

2026 年度民航重庆空管分局科技创新项目“重庆江北机场以及辖区内中小机场低能见度天气的特征分析研究”。

参考文献

- [1] 黄楚惠,王彬雁,陈朝平,等.近 10 年四川盆地低能见度时空分布特征及订正方法研究[J].高原山地气象研究,2019,39(4): 67-73.
- [2] 李慧晶,余芳,李洪梅,等.四川不同等级雾的时空分布及其生消时间[J].高原山地气象研究,2021,41(2): 88-93.
- [3] 张序,叶楠,李家南,等.昆明长水机场大雾天气特征及航班运行控制分析[J].中低纬山地气象,2019,43(1): 38-43.
- [4] 穆玉娇,孙羨.2009-2018 年新津机场低能见度和雾特征分析[J].中国民航飞行学院学报,2022,33(4): 43-47.
- [5] 顾雨亭,严小杰,许东蓓,等.山地机场一次平流雾天气演变特征及成因分析[J].高原山地气象研究,2023,43(1): 71-80.
- [6] 朱虹,侯孟娇,白庆静.昭通机场辐射雾气候特征及气象要素统计分析[J].山地气象学报,2025,49(3): 66-74.
- [7] 王琦,陈莉,代冰冰,陈高平.高原机场远程预报低云低能见度分析研究[J].气候变化研究快报,2023,12(4): 671-678. <https://doi.org/10.12677/CCRL.2023.124069>
- [8] 廖红羽,许东蓓,严小杰,等.茅台机场低能见度天气特征及主要影响因子研究[J].高原气象,2025,44(6): 1613-1629.