

新疆库尔勒机场近十年地面风及低能见度统计特征分析

塔吉古丽

新疆机场(集团)库尔勒机场, 新疆 库尔勒

收稿日期: 2025年12月18日; 录用日期: 2026年1月15日; 发布日期: 2026年1月26日

摘 要

为深入分析新疆库尔勒机场地面风、主导能见度特征,为机场地面风及能见度精细化预报提供科学依据,以提高在大风及低能见度天气下机场运行的应对能力,利用库尔勒机场2011~2020年自动气象观测系统资料,利用统计学方法对机场地面风与低能见度进行统计分析。结果表明库尔勒机场地面风与低能见度有明显的季节、日变化特征,机场全年主导东北偏北风(22%),春末夏初最强,5月平均风速7.9 m/s, ≥ 15 m/s大风年均16.7 d, ≥ 20 m/s极端阵风0.7 d,皆集中于3~9月。低能见度(<1000 m)年均6.0 d,呈“冬雾春沙”双峰,持续<1 h占43%,最长6~12 h仅0.3次。风向日变显著,05~06与13~14 UTC转换;风速峰值03~04、08~09 UTC。

关键词

库尔勒机场, 地面风, 能见度, 统计特征

Analysis of Statistical Characteristics of Surface Wind and Low Visibility in Xinjiang Korla Airport in Recent Ten Years

Tajiguli

Xinjiang Airport (Group) Korla Airport, Korla Xinjiang

Received: December 18, 2025; accepted: January 15, 2026; published: January 26, 2026

Abstract

In order to deeply analyze the characteristics of surface wind and dominant visibility in Korla airport in Xinjiang, provide scientific basis for the fine forecast of surface wind and visibility in the airport, and improve the response ability of airport operation under strong wind and low visibility

文章引用: 塔吉古丽. 新疆库尔勒机场近十年地面风及低能见度统计特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2026, 15(1): 197-204. DOI: 10.12677/ccr.2026.151024

weather, the data of automatic meteorological observation system in Korla airport from 2011 to 2020 were used to analyze the surface wind and low visibility of the airport by statistical method. The results show that the surface wind and low visibility of Korla airport have obvious seasonal and daily variation characteristics. The airport dominates the north-northeast wind (22%) throughout the year, and the strongest in late spring and early summer. The average wind speed in May is 7.9 m/s, the gale of ≥ 15 m/s is 16.7 d per year, and the extreme gust of ≥ 20 m/s is 0.7 d, all of which are concentrated from March to September. The annual average of low visibility (< 1000 m) was 6.0 d, showing a double peak of “winter fog and spring sand”, 43 % of which lasted < 1 h, and the longest 6~12 h was only 0.3 times. The diurnal variation of wind direction is significant, 05~06 and 13~14 UTC conversion ; the peak wind speed is 03~04 UTC and 08~09 UTC.

Keywords

Korla Airport, Ground Wind, Visibility, Statistical Characteristics

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

库尔勒机场位于新疆塔里木盆地东北缘，地处天山南支与沙漠过渡带，复杂下垫面与区域环流共同作用，使其地面风与低能见度具有显著的年际、日际及突发性变化，直接影响航班正常运行与飞行安全[1]。近年来，随着“一带一路”空中通道运量激增，对该机场气候环境精细认知的需求日益迫切，然而，相较乌鲁木齐、喀什等干线机场，针对库尔勒机场近十年高时间分辨率地面风与低能见度气候特征的系统研究仍显薄弱，难以满足航线规划、运行标准优化及数值模式验证的需要。

新疆干旱区机场普遍受 500 hPa 西风气流、低涡、低槽等天气系统影响，低空风切变、大风及沙尘频发，其中地面大风与低空风切变事件多呈“西强东弱”空间分布，且与地形强迫密切相关[2][3]。已有研究指出，库尔勒-尉犁一带是塔里木盆地强风中心之一，春季冷锋过境时瞬时风速可达 $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上，极易出现跑道侧风超标及风切变告警[4]，与此同时盆地内沙尘源分布广泛且相似天气形势下沙尘源地有所不同[5]，大风及热对流共同触发沙尘天气，使能见度在数十分钟内骤降至 600 m 以下，成为航班返航、备降的主要气象诱因[6]。

近十年，随着区域气温升高、降水格局变化，库尔勒机场风与能见度气候是否出现新的演变趋势？其低频变化与极端事件频率、强度如何响应？上述问题尚无对比研究，缺乏对运行风险关键阈值的定量刻画。因此，本文利用库尔勒机场自动气象观测系统(AWOS) 2014~2023 年逐小时地面风、能见度数据，探讨近十年库尔勒机场地面风与低能见度变化趋势及特征，为机场运行标准修订、风切变预警及航班动态调度提供科学依据。

2. 资料与方法

本文所用资料为库尔勒机场自动气象观测系统(AWOS) 2011~2020 年共计 10 年逐小时地面风向风速、能见度数据，统计平均风速与低能见度(< 1000 m)变化特征。

3. 地面风向特征

3.1. 多年平均盛行风向

库尔勒机场全年盛行风向为东北偏北风($020^{\circ}\sim 040^{\circ}$)，出现频率为 22%；其次是东北偏东风

(050°~070°)，出现频率为 14%；再次是 VRB、东南偏南风(140°~160°)和西风(260°~280°)，出现频率均为 6% (图 1)。分别以 1 月、4 月、7 月和 10 月作为冬季、春季、夏季和秋季的代表月份，说明各季盛行风向的分布规律，春季盛行风向为东北偏北风(020°~040°)，频率为 25%(图 2(a))，夏季盛行风向为东北偏北风(020°~040°)，频率为 22%(图 2(b))，秋季盛行风向为东北偏北风(020°~040°)，频率为 17%(图 2(c))，冬季盛行风向为东北偏北风(020°~040°)，频率 29% (图 2(d))。

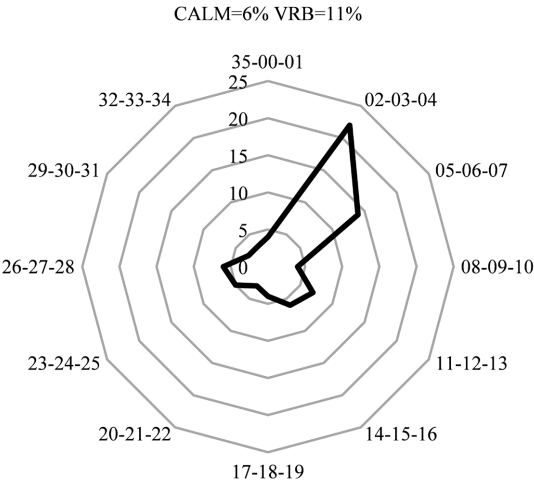


Figure 1. Frequency of occurrence of annual average wind direction (*10°) at Korla Airport (%)
图 1. 库尔勒机场年平均风向(*10°)出现频率(%)

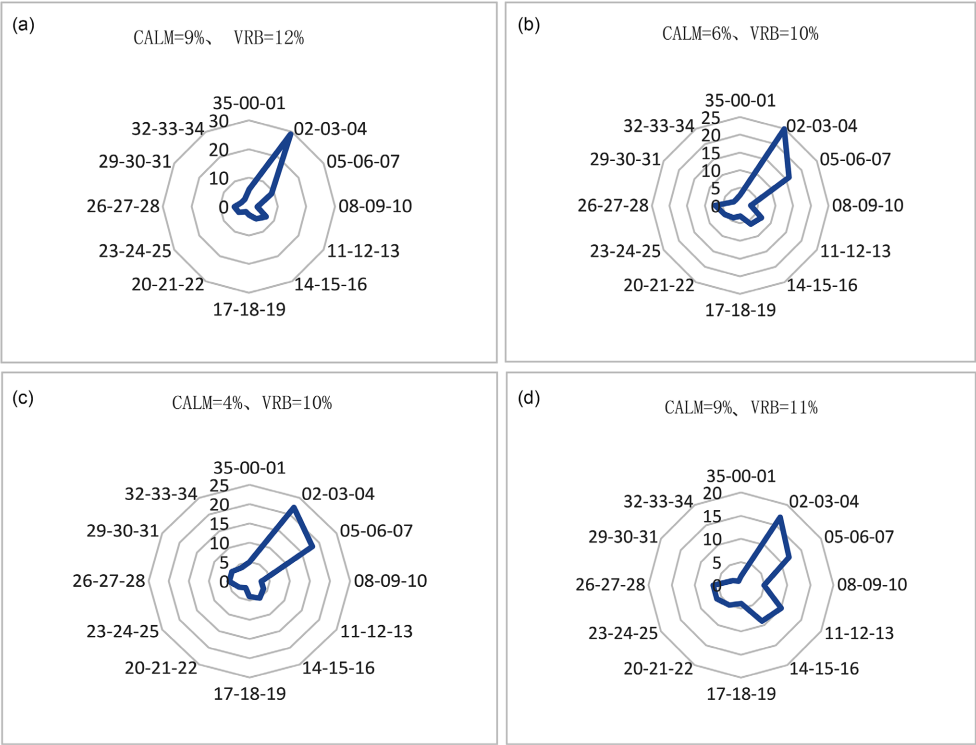


Figure 2. The frequency of prevailing wind direction (*10°) at Korla Airport in different periods (%)
(a) January; (b) April; (c) July; (d) 10 months
图 2. 库尔勒机场各时期盛行风向(*10°)出现频率(%) ((a) 1 月; (b) 4 月; (c) 7 月; (d) 10 月)

3.2. 各风向的风速变化情况

分析各风向段的累年平均风速, 结果显示东北偏北($020^{\circ}\sim040^{\circ}$)的风速最大, 平均风速为 6.3 m/s, 次之为东北偏东风($50^{\circ}\sim70^{\circ}$), 平均风速为 5.1 m/s; 再次为西风($260^{\circ}\sim280^{\circ}$), 平均风速均为 3.9 m/s; 风速最小的风向是南风($170^{\circ}\sim190^{\circ}$), 平均风速为 2.4 m/s, 其它风向的平均风速则在 2.4~3.5 m/s 之间(图 3(a))。东北偏北风 4~7 月平均风速超过 7.0 m/s, 5 月平均风速最大, 达到 7.9 m/s; 11 月和 12 月平均风速最小, 均为 4.9 m/s。东北偏东风($50^{\circ}\sim70^{\circ}$) 5~8 月平均风速超过 6.0 m/s, 5 月平均风速最大, 达到 6.3 m/s; 12 月平均风速最小, 为 3.2 m/s。西风($260^{\circ}\sim280^{\circ}$) 4~5 月和 10 月平均风速超过 4 m/s, 4 月平均风速最大, 达到 4.7 m/s (图 3(b))。

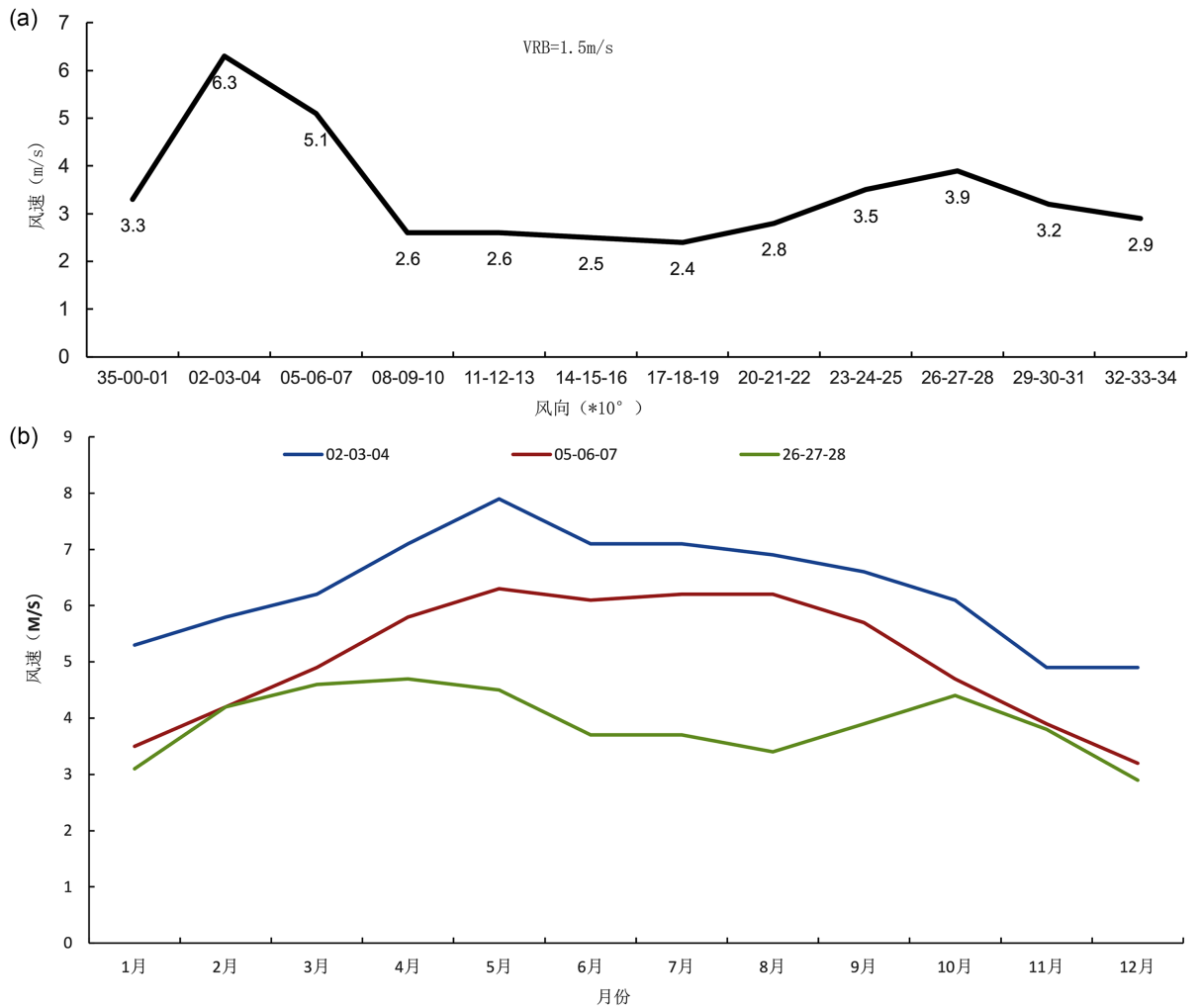


Figure 3. Korla Airport (a) Annual average wind speed of each wind direction (*10°); (b) Annual variation of mean wind speed in the main wind direction (*10°)

图 3. 库尔勒机场(a) 各风向段(*10°)累年平均风速; (b) 主要风向段(*10°)平均风速的年变化

3.3. 风向的日变化

库尔勒机场风向的逐时分布特征有显著的日变化, 即中午至傍晚为西南风, 其余时段为东北风。转风时间为 05~06 时和 13~14 时(图 4)。

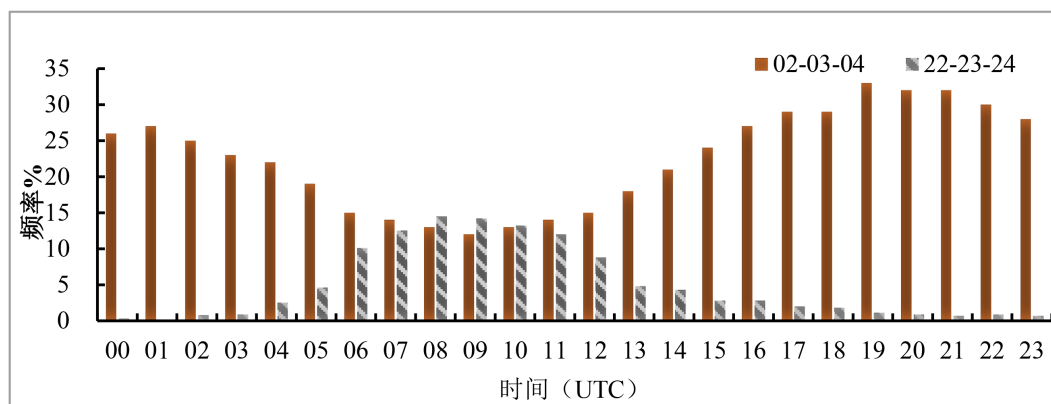


Figure 4. Diurnal variation of the frequency (%) of the main wind direction (*10°) at Korla Airport

图 4. 库尔勒机场主要风向段(*10°)出现频率(%)的日变化

4. 地面风速特征

4.1. 全年及各时期的平均风速

库尔勒机场全年平均风速为 3.8 m/s, 季节间差异显著: 春末至夏季(5~8 月)风速最高, 达 4.6 m/s; 秋季(4.5 m/s)次之, 与春末夏季接近; 冬季风速最低, 仅 3.0 m/s, 显著低于其他季节。低风速段(1~3 m/s)出现频率集中在 10%~12%, 秋、冬季出现频率略高于春季与夏季, 低风速段风向主要为不定向风(VRB)。中低风速段(4~6 m/s)频率区间为 8%~12%, 冬季(12%)最高, 秋季(8%)最低, 东北偏北风(020°~040°)为主导风向。中高风速段(7~9 m/s)频率为 5%~8%, 夏季(8%)最高, 秋季(5%)最低, 主导风向持续为东北偏北风(020°~040°), 且夏季该风速段活跃性显著高于其他季节。高风速段(10~12 m/s、13~16 m/s)两风速段均呈现春、夏季频率最高, 冬季最低的特征, 主导风向均稳定为东北偏北风(020°~040°), 体现春夏季强风事件更活跃的特点。极端风速段(17~20 m/s、>20 m/s) 17~20 m/s 风速段冬季无记录, 其余月份均有发生, 主导风向为东北偏北风(020°~040°)与东北偏东风(050°~070°); >20 m/s 风速段仅出现在 3 月、6 月、8 月、9 月、11 月, 频率极低, 主导风向仍为东北偏北风(020°~040°) (图 5)。

综上所述, 库尔勒机场风速呈现“春末夏高、冬季低”的季节规律, 除 1~3 m/s 低风速段以 VRB 为主导外, 4 m/s 以上各风速段均以东北偏北风(020°~040°)为核心主导风向, 且高能级与极端风速段的活跃性集中于春夏季, 冬季极端风速事件基本无发生。

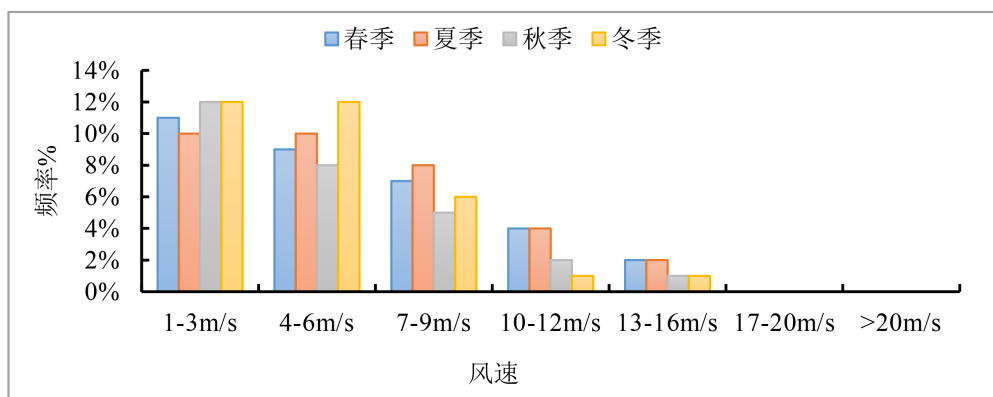


Figure 5. Annual variation of wind speed distribution in each wind direction section of Korla Airport

图 5. 库尔勒机场各风向段的风速分布年变化

4.2. 风速的日变化

库尔勒机场平均风速的日变化特征，最大风速出现在 03 时、04 时、08 时和 09 时，最小风速出现在 15 时；由 00~04 时和 08~09 时，风速逐渐上升，03~04 时和 08~09 时达到峰值，风速为 4.2 m/s，然后风速逐渐下降，到 14 时达到谷值，风速为 2.9 m/s (图 6)。

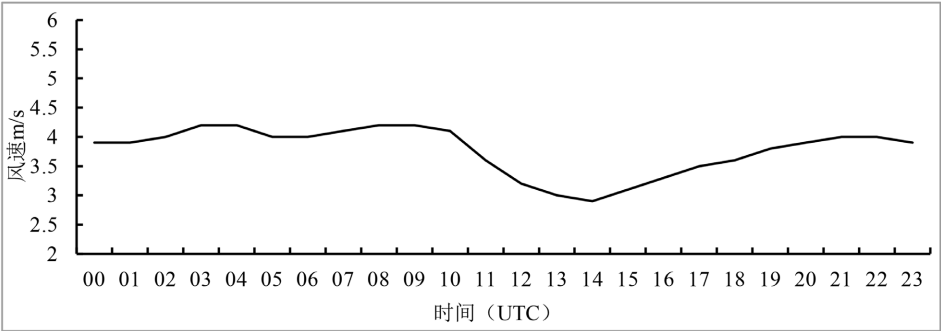


Figure 6. Diurnal variation of annual average wind speed at Korla Airport
图 6. 库尔勒机场累年平均风速日变化

4.3. 风速的年变化

库尔勒机场各风向的平均风速年变化分布特征累年年平均风速为 3.8 m/s，春末夏初(5~6 月)平均风速最大，秋季次之，冬季最小，5 月平均风速最大，该月平均风速为 4.7 m/s，12 月平均风速最小，该月平均风速为 2.6 m/s (图 7(a))。年平均大风日为 3.9 日，年最多大风日数为 8 日，出现在 2014 年。 ≥ 15 m/s 的年平均有 16.7 日， ≥ 20 m/s 的年平均有 0.7 日，春末夏初(5~6 月)大风最多，夏季次之，冬季最少(图 7(b))。

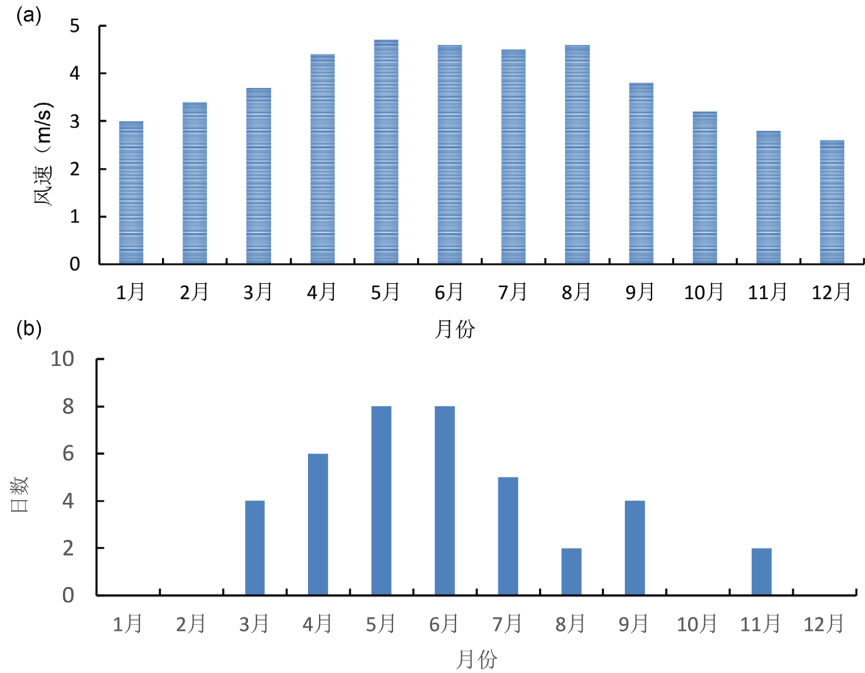


Figure 7. Korla Airport (a) Monthly variation of annual mean wind speed; (b) Yearly variation of gale days
图 7. 库尔勒机场 (a) 累年平均风速月变化; (b) 大风日数年变化

5. 主导能见度变化特征

5.1. 能见度 < 1000 m 的日数及影响天气

库尔勒机场各时期能见度 < 1000 m 的日数分布特征，库尔勒机场能见度 < 1000 m 的年平均日数为 6.0 日(图 8(a))，其中 11~2 月主要由雾和烟引起的，3~10 月由沙尘暴和浮尘影响。影响库尔勒机场能见度的主要天气现象有雾、沙尘暴、尘暴和其它天气现象(浮尘、烟、霾)等，其出现的年总日数分别为 2.6 日、1.9 日、0.7 日和 1.7 日；雨和雪造成库尔勒机场能见度 < 1000 m 的情况极少；而霾、毛毛雨、雨夹雪和吹雪 10 年间从未发生(图 8(b))。

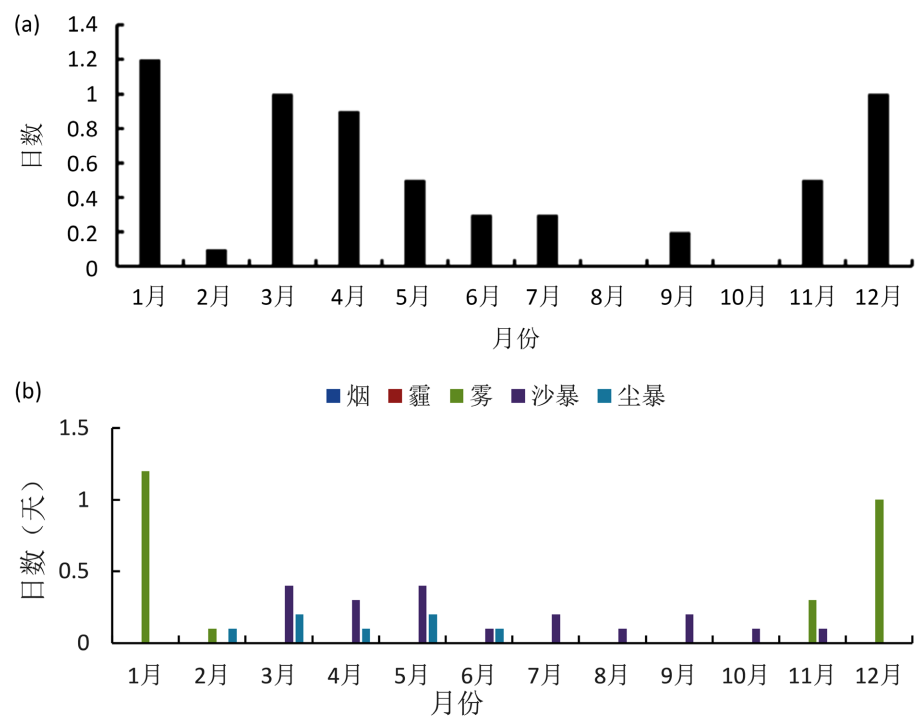


Figure 8. Korla airport (a) Monthly variation of days with visibility < 1000 m; (b) Visibility < 1000 m affects weather
图 8. 库尔勒机场(a) 能见度 < 1000 m 日数月变化; (b) 能见度 < 1000 m 影响天气

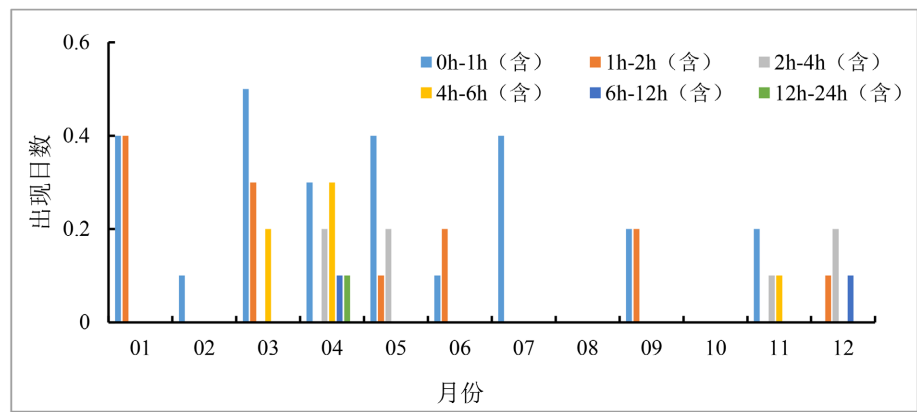


Figure 9. Annual variation of visibility < 1000 m in different durations at Korla Airport
图 9. 库尔勒机场能见度 < 1000 m 的不同持续时间出现次数年变化

5.2. 能见度 < 1000 m 持续时间

库尔勒机场能见度 < 1000 m 的情况除 8 月和 10 月未出现, 其他月份均有出现; 主要出现在 12 月~次年 4 月, 冬季最多, 春季次之。>24 h (含) 出现未出现; 12 h~24 h (含) 出现在 4 月, 累年年平均次数为 0.1 次; 6 h~12 h (含) 出现在 4 月和 12 月, 累年年平均次数为 0.3 次; 4 h~6 h (含) 出现在 3~4 月和 11 月, 主要出现在 4 月, 累年年平均次数分别均为 0.6 次; 2 h~4 h (含) 出现在 4~5 月和 11~12 月, 主要出现 4~5 月, 累年年平均次数分别为 0.7 次; 1 h~2 h (含) 出现在 1 月、3 月、5~6 月、9 月和 12 月, 主要出现 1 月和 3 月, 累年年平均次数分别均 1.3 次; 0 h~1 h (含) 全年除 8 月、10 月、12 月外其他月份均有出现, 主要出现在 3 月, 累年年平均次数为 2.6 次(图 9)。

6. 结论

本文基于库尔勒机场 2011~2020 年自动气象观测系统资料, 利用统计学方法对机场地面风与低能见度进行统计分析, 结论如下:

1、地面风主导风向稳定且时空差异显著, 东北偏北风($020^{\circ}\sim 040^{\circ}$)是全年及四季核心主导风向, 且风速最大、影响范围最广; 风速季节差异突出, 春夏季强风活跃, 冬季极端风速事件基本无发生, 可为机场跑道规划、大风预警提供明确指向。

2、风速日变化与风速段分布规律明确, 风速日峰值集中在凌晨与上午(03~04 时、08~09 时), 午后(14 时)为谷值; 4 m/s 以上各风速段均以东北偏北风为主导, 低风速段以 VRB 为主, 该特征可优化机场不同时段地面作业与航班调度安排。

3、低能见度事件季节集中且成因清晰, 能见度 < 1000 m 事件主要发生在 12 月~次年 4 月, 冬季因雾、烟, 春季因沙尘; 夏半年(4~10 月)极少, 8、10 月无记录, 可针对不同季节成因制定差异化应对预案。

4、低能见度持续时间短且极端事件罕见, 能见度 < 1000 m 事件以短持续时间(0~1 h)为主, 长持续时间(>6 h)事件极少; 极端低能见度(如<200 m)与极端风速均为小概率事件, 可通过精准监测平衡机场运行安全与效率。

参考文献

- [1] 王春红, 朱雯娜, 陈阳权. 乌鲁木齐国际机场风切变特征及其定量分析[J]. 干旱气象, 2021, 39(3): 347-354.
- [2] 赵建伟, 毕波. 2014-2018 年哈密巴里坤机场风特征分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2019, 13(3): 32-38.
- [3] 曼吾拉·卡德尔, 刘鑫华, 李云翔, 等. 西北干旱区机场低空风切变基本特征分析[J]. 干旱气象, 2024, 42(3): 347-356.
- [4] 陈阳权, 朱雯娜, 尹彩辉, 等. 库尔勒-尉犁地区春季大风过程边界层风场结构分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2022, 16(2): 1-9.
- [5] 曼吾拉·卡德尔, 张璐, 刘鑫华, 等. 塔里木盆地两次沙尘天气过程对比分析[J]. 中国沙漠, 2023, 43(4): 76-88.
- [6] 杨诗婕, 蒋纳含, 王亚戈, 等. 阿克苏机场 2010 年-2021 年低能见度沙尘天气统计分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2022(19): 78-81.