

新疆塔什库尔干机场气候特征分析

李 晔, 曼吾拉·卡德尔, 张 正

新疆机场(集团)有限责任公司, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2022年6月18日; 录用日期: 2022年7月15日; 发布日期: 2022年7月25日

摘 要

为探究新疆塔什库尔干机场的气候特点, 本文采用一元线性趋势法、M-K检验法等方法, 对塔什库尔干县气象站1991~2020年的30 a逐时观测资料和塔什库尔干机场2020年1月至2020年12月的1 a观测资料进行分析。结果表明, 近30 a塔县气温增温速率高于新疆平均值, 尤其是最低气温均值增加趋势更明显; 降水量也随时间增加, 夏季增加速率更大; 全年相对湿度差异不明显。塔县机场多大风; 雪、雾和风沙是导致塔县低能见度出现的天气现象, 雾多出现在夜间, 风沙多出现在午后17时左右。不论是大风还是降水, 都明显地表现出地方性或局地性天气的特点, 是预报中的难点。

关键词

塔什库尔干机场, 地方性天气, 午后大风, 降水量, 线性趋势

Analysis of Climatic Characteristics in Tashikuergan Airport, Xinjiang

Ye Li, Mavlan Kader, Zheng Zhang

Xinjiang Airport Group Co, Ltd., Urumqi Xinjiang

Received: Jun. 18th, 2022; accepted: Jul. 15th, 2022; published: Jul. 25th, 2022

Abstract

Based on the hourly observation data of Tashikuergan weather station in Xinjiang for the period of 1991~2020 and 1a data of Tashikuergan airport, this paper analyzes the characteristics of weather and climatic of Kashikuergan Airport by using Unitary linear trend method and the M-K method. The results show that the temperature increase rate is above average, the minimum temperature increasing trend is more obvious, precipitation is increasing over time, it's more obvious in summer, and there is no significant difference in relative humidity in Tashikuergan Airport in Xinjiang during

the last 30a. There is a strong wind at Tashikuergan Airport. Snow, fog and sandstorms are weather phenomena that lead to low visibility. Fog often occurs at night, and sandstorms often occur around 17 PM. Whatever it occurs strong wind and heavy rain, they all show obvious local weather features, this is the most difficult for forecasting.

Keywords

Tashikuergan Airport, Local Weather, Strong Wind in Afternoon, Precipitation, Linear Trend

Copyright © 2022 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

新疆塔什库尔干县(以下简称塔县)位于新疆维吾尔自治区西南部的喀什地区,处在帕米尔高原的东南部,西昆仑褶皱带的塔什库尔干隆起地带,是中国领土的最西端,外与塔吉克斯坦、阿富汗、巴基斯坦三国接壤。属高原高寒干旱-半干旱气候,大陆型高原干冷气候区。总体气候特征表现为冬季漫长寒冷,春秋季短暂多风,无明显夏季。因其海拔高,人口稀少,多年来对塔县天气、气候研究的论文较少。

塔什库尔干机场位于塔什库尔干县内,机场海拔 3258.4 m,是新疆首个即将通航的高高原机场(图 1)。高原天气多变,天气特点同平原地区差异大,且机场周边环境复杂,易形成局地天气。对塔县机场天气和气候特点的认识必要且紧迫。本文利用塔县气象站 1991~2020 年的 30 a 逐时观测资料,通过统计当地气温、湿度、风向风速、降水量等数据,并与对气候特点比较了解的喀什机场相应气象要素做比较,以期全面认识当地的天气、气候特点。



Figure 1. Location of Tashikuergan Airport, Xinjiang, China

图 1. 新疆塔什库尔干机场地理位置

2. 资料与方法

2.1. 资料来源和数据说明

由于机场跑道选址变更和环境恶劣造成断电数据丢失的原因,塔县机场仅有 2020 年 1 月 8 日至 2021 年 1 月 31 日逐时观测资料。塔县气象站距机场约 13,000 m, 海拔 3090 m, 认为气温、降水量、相对湿度是大尺度气象要素, 用塔县气象局数据进行统计代替机场数据, 对认识塔县机场以上气象要素的气候特点是有益的, 故以上资料均用塔县气象站 1991~2020 年逐时观测资料代替机场资料, 之后将 2020 年 1 月至 2020 年 12 月塔县气象站气温、降水量、相对湿度的观测值与机场一年的相应数据进行比对, 对两地点气象要素的差距可大概明了。而风向风速、能见度受地形影响显著, 塔县气象局的数据无法代表机场的特点, 故用机场 CAWS3000 型自动气象站一年的逐时观测数据进行描述, 也可以达到初步认识塔县机场四季能见度和风向风速的目的。因为不是人工观测, 云和雷暴数据无法获取或不够准确, 在此不做探讨。定义春季为 4~5 月, 夏季为 6~8 月, 秋季为 9~11 月, 冬季为 12 至次年 3 月, 定义风速 ≥ 17 m/s 为大风。

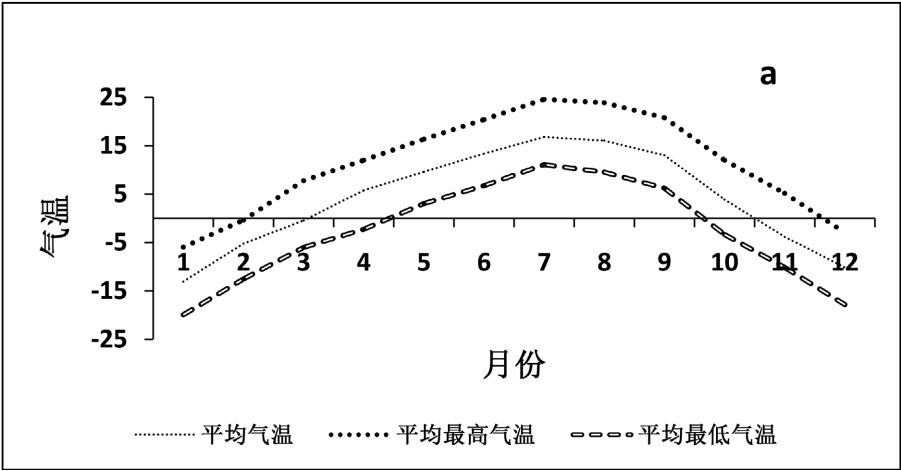
2.2. 研究方法

采用常规统计方法分析各气象要素的气候特征, 一元线性趋势法[1]分析温度、降水量和相对湿度的年际变化趋势, 采用 Mann-Kendall 非参数检验方法[2] (M-K 检验) 检验变化趋势的显著性, 当趋势系数的绝对值 $P < 0.05$, 认为气候变化显著, $P < 0.01$ 为非常显著。计算 Pearson 系数判断气温、相对湿度和降水量这三个气象要素年变化趋势之间的相关性。

3. 结果与分析

3.1. 气温的特点及年际变化

气温是反应天气特点最直接和有代表性的气象要素之一。1991~2020 年塔县 30 a 年平均、年平均最高、年平均最低气温分别为 4.2°C 、 11.5°C 、 -2.8°C , 极端最高气温 32.5°C , 极端最低气温 -39.1°C 。从累年各月气温分布图(图 2(a))可知, 年均最高气温在 7、8 月, 最低气温在 1、12 月, 月均气温最高的 7 月温度仅为 16.8°C , 一年中有 5 个月年均气温低于 0°C 。对塔县气温数据比较发现, 昼夜温差差距大, 平均日较差 14.7°C 左右, 最大日较差达 25.2°C 。平均无霜期 128 天。与同属一个地区的喀什机场相比, 塔县 30 a 年累年平均气温比喀什机场低 9.5°C 。



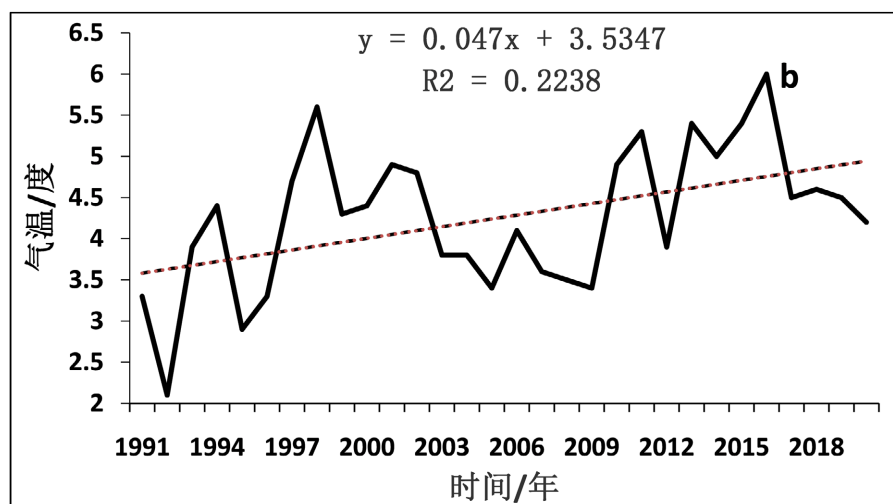


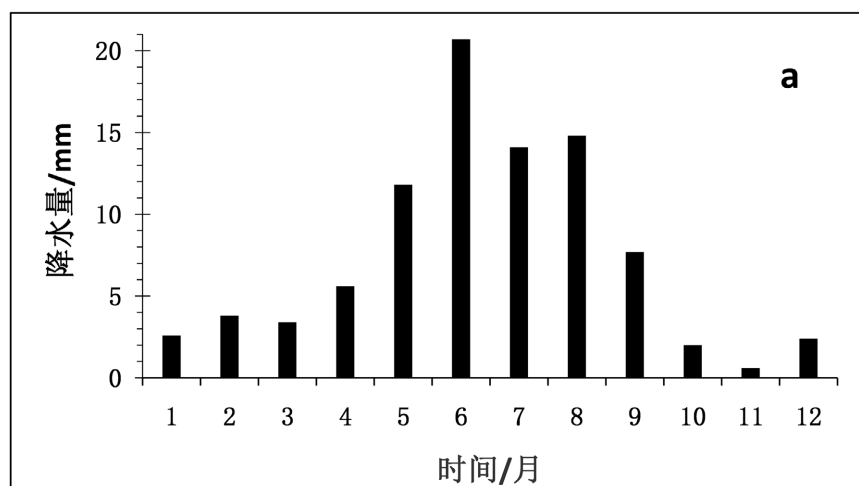
Figure 2. Distribution of monthly mean temperature, mean maximum temperature and mean minimum temperature in 30 years (a); Annual average temperature interannual variation curves in 1991~2020 (b)

图 2. 30 年月平均、月平均最高和最低气温(a) 1991~2020 年平均气温年际变化曲线(b)

对塔县近 30 a 气温变化进行气候分析, 气温以 $0.47^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率增加(图 2(b)), 高于新疆 $0.37^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ [3] 的上升速率。年均最高气温和最低气温气候趋势也均为增温(图略), 上升速率分别为 $0.32^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.67^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 最低气温的上升更明显, $P = 0.02$ 通过了显著性检验。这一结果同“西北尤其是新疆个别地区气候‘暖化’显著的论断” [4] 相一致。

3.2. 降水量的特点及年际变化

塔县 30 a 的年均降水量 89.3 mm, 与新疆年均降水量 150 mm [5] 相比, 属于降水偏少地区, 但与同时期年均降水量 64.7 mm 的喀什机场相比, 降水量明显多。分析年降水量分布(图 3(a))可知, 降水量主要集中于 5、6、7、8 月, 最多为 6 月, 最少为 11 月; 即降水主要集中在夏季, 占全年降水的 55.5%, 其次是春季, 最少为冬季, 占比全年降水的 9.8%。具体分析塔县降水可发现, 塔县的月降水分布不均匀, 尤其是夏季的表现更明显, 有时一天的降水量可占全月降水量的 40% 或以上, 即夏季易出现大雨或暴雨(新疆降水标准), 如 2010 年 6 月 5 日 12 小时降水量 15.7 mm, 达到大到暴雨级别(新疆降水量标准), 当日降水量占当月降水量的 48%。



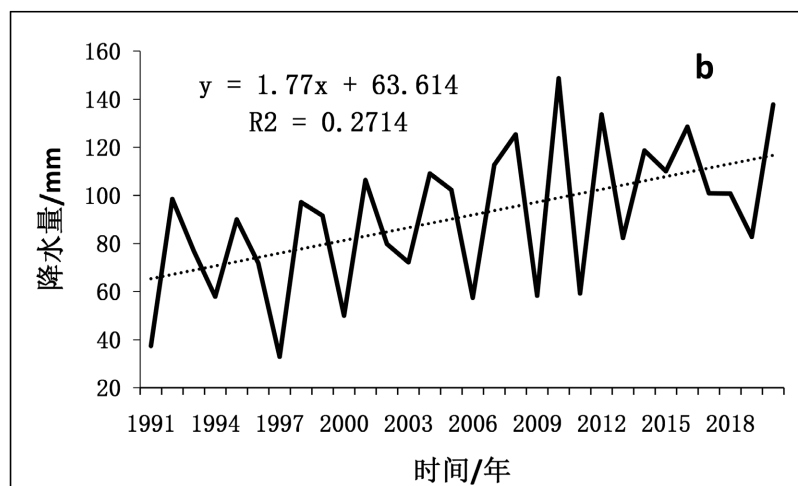


Figure 3. Distribution of annual precipitation of Tashikuergan town (a); Precipitation interannual variation curves from 1991 to 2020 (b)

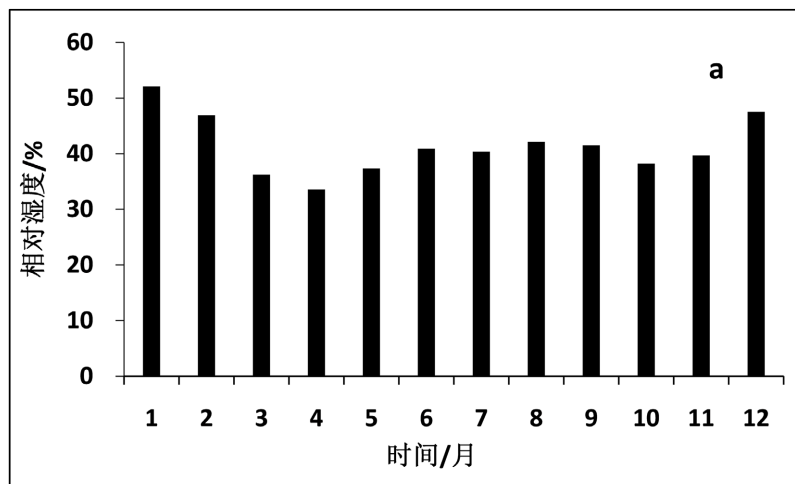
图 3. 塔县年降水量分布(a) 1991~2020 年降水量年际变化曲线(b)

塔县 30 a 降水量随时间变化呈增长趋势(图 3(b)), 增长速率 17.7 mm/10a, $P = 0.007$ 为非常显著。从图中可发现, 30 a 来年降水量年际变化差异较大, 降水量不稳定。降水量最多的 2010 年降水量达 148.7 mm, 最少的 1997 年仅 32.9 mm, 相差 115.8 mm。对塔县春、夏、秋、冬四季降水量的气候趋势分析表明, 四个季节的降水量均随时间增加, 线性倾向率分别为 3.58 mm/10a、11.71 mm/10a、3.58 mm/10a、0.77 mm/10a (图略), 年降水量增加主要是夏季的贡献, 冬季降水量年变化不大。

Pearson 相关系数适合衡量两个变量的观测值成对且每对观测值直接相互独立的两组数据之间的相关性, 计算了塔县 30 a 的气温和降水量的 Pearson 系数, 数值为-0.01, 说明气温与降水量为负相关, 但相关性并不显著。气温升高与降水量增多之间无明显关联。

3.3. 相对湿度

塔县 30 a 的年均相对湿度 41%, 高于同时期喀什机场的相对湿度均值。塔县全年相对湿度差异不明显, 冬季最高, 春季最低(图 4(a)), 夏季因降水集中且气温不高, 相对湿度相对也比较高, 这一点与新疆大部分地区尤其是南疆地区差异较大[6], 新疆大部分地区夏季干燥, 相对湿度明显低于冬季。



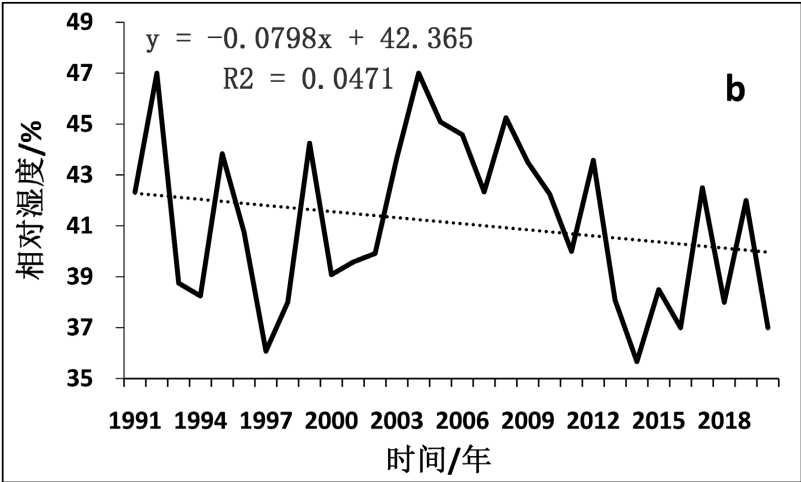


Figure 4. Distribution of annual relative humidity of Tashikuergan town (a); Variation curve of annual relative humidity from 1991 to 2020 (b)
图 4. 塔县年相对湿度分布(a) 1991~2020 年相对湿度变化曲线(b)

分析塔县近 30 a 相对湿度年变化发现(图 4(b)),相对湿度呈减少趋势,减少速率为 0.80%/10a, $P = 0.39$ 减少并不明显。但各年间相对湿度差异大,这一点同降水量各年间差异大是相一致的。计算了相对湿度与气温、相对湿度与降水量的 Pearson 相关系数,分别为-0.05、0.17,说明气温与相对湿度负相关,降水量与相对湿度正相关,但相关性差,并不是简单的表现为降水量多或气温低相对湿度就高。

综合以上分析,塔县虽属新疆的喀什地区,但气温比喀什机场明显偏低,近 30 a 气温随时间升高速率大于新疆平均值,尤其是最低气温 30 a 来上升速率明显。降水量在新疆属偏少地区,但高于喀什机场,降水主要集中在夏季,夏季出现大雨或暴雨的概率大,同时降水量年际变化也大,降水量多年和寡年的降水量差异可达数倍。降水量近 30 a 呈非常明显的增加趋势。相对湿度全年差异不大,有异于新疆相对湿度年分布特点,但年际变化大。

表 1 为 2020 年 1 月至 2020 年 12 月塔县气温、降水量和相对湿度与塔县机场一年相应数据的比较,可知月均气温相差最大 1.7℃,相对湿度相差最大 6%,差值在可接受范围,但降水量差值普遍大,降水量均值相差 4.6 mm,除其中的 3 个月无降水外,月降水量最小差 1.1 mm,最大差 36.4 mm,仅相距 13,000 M 降水量就产生较大差异,反映出塔县中小尺度降水或局地降水占比多的特点。

Table 1. Comparison table on monthly temperature (°C), precipitation (mm) and relative humidity (%) between town and airport
表 1. 塔县逐月气温、降水量、相对湿度与塔县机场对比表(气温/℃, 降水量/mm, 相对湿度/%)

站点	要素\月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
塔县	月均气温	-15.9	-7.6	0.5	6.3	10.5	13.4	14.8	17.0	11.2	4.1	-3.3	-14.8
机场	月均气温	-15.6	-7.9	-0.3	5.3	8.8	12	13.5	15.7	10.2	2.4	-4.0	-13.8
塔县	月均降水量	4.8	0	0	2.6	48.8	0.8	19.2	13.6	47.4	0.4	0.2	0
机场	月均降水量	10.3	0	0	9.4	23.8	2.6	13.6	7.7	11.0	3.1	1.3	0
塔县	月均相对湿度	55	41	30	32	32	28	40	35	36	36	32	46
机场	月均相对湿度	54	41	33	37	38	31	43	38	39	39	33	46

3.4. 风向风速

塔县近 30 a 平均风速为 3.3 m/s, 平均大风日数 41 天, 年极大风速 40 m/s。而喀什机场的大风日数为 21 天, 大风极值 35 m/s。由以上数据可知, 塔县相对喀什地区是多大风的地区。机场位于两侧高山的河川道内, 而塔县观测点位置相对平坦且海拔略低, 地理位置的不同决定了两地点风向风速的差异, 塔县风要素的数据只能作为参考。以下用 2020 年 1 月至 2020 年 12 月的 1 a 观测数据讨论塔县机场风的特点。首先分析塔县机场风向的特点: 从风玫瑰图(图 5)可知, 机场主导风向、次主导风向分别为 WNW (西北偏西风)、W (西风), 具体分析发现, 2020 年 4 月、6~9 月以 WNW 为主导风向, 其它月份主导风向均为 W。对大风风向分析, 盛行风向是 W, 其次是 N 和 WSW, N 风出现主要在夏季(图略)。大风的盛行风向与平均风的盛行风向略有不同。其次分析塔县机场风速: 全年出现静风的概率小, 出现静风最多的 1 月, 出现概率也仅为 3%; 一年中除 1 月风速偏小外, 其他月份均有大风出现(最大风速)。

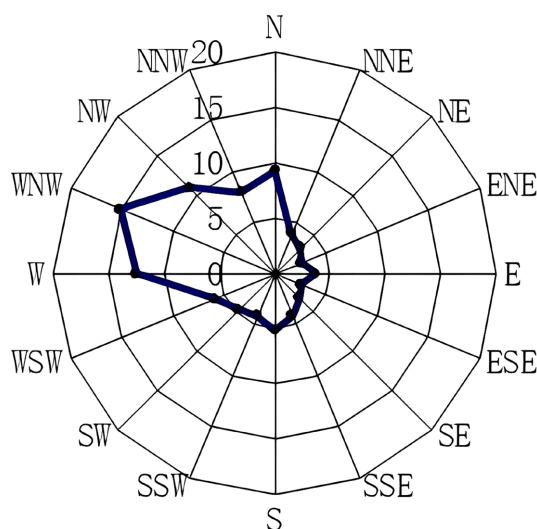


Figure 5. Wind rose diagram of Tashikuergan airport from Jan. 2020 to Dec. 2020

图 5. 2020 年 1 月~2020 年 12 月塔县机场风玫瑰图

一年间最大风速为北风 17.8 m/s, 极大风速为北风 32.8 m/s。具体分析大风的时间分布特点, 春季大风最易中午时段开始, 傍晚风速逐渐转小; 夏季和夏秋交替季节的大风出现无明显规律, 午后出现概率偏大, 上午出现的概率小, 冬季大风出现概率小, 无规律。

3.5. 能见度

因地形原因, 能见度分析和风向风速一样, 也是使用 2020 年 1 月至 2020 年 12 月 1 a 的资料。一年来, 出现能见度 ≤ 400 m 的天数有 12 天, ≤ 800 m 有 28 天。雪、雾和风沙天气是导致低能见度出现的主因, 这一点与喀什机场相同, 两机场低能见度出现的日数也大体相同, 但喀什机场风沙造成低能见度的占比高于塔县机场。从各月各级低能见度的分布可知, 低能见度多出现在春夏交替和夏季, 其次是秋冬交替季节(图 6)。

大风是导致塔县机场春夏交替和夏季低能见度的天气现象, 大风多出现在午后。秋冬交替季节的低能见度既有大风引起的, 也有雪和雾的原因。初春和冬季低能见度出现相对少, 主要因雪雾天气导致, 但因塔县机场地处南疆, 冬季降水偏少, 故由此引起的低能见度天气较少, 但相比南疆其他大部分地区, 塔县雪和雾引起的低能见度天数明显多; 一年的观测资料显示, 雾多出现在夜间。

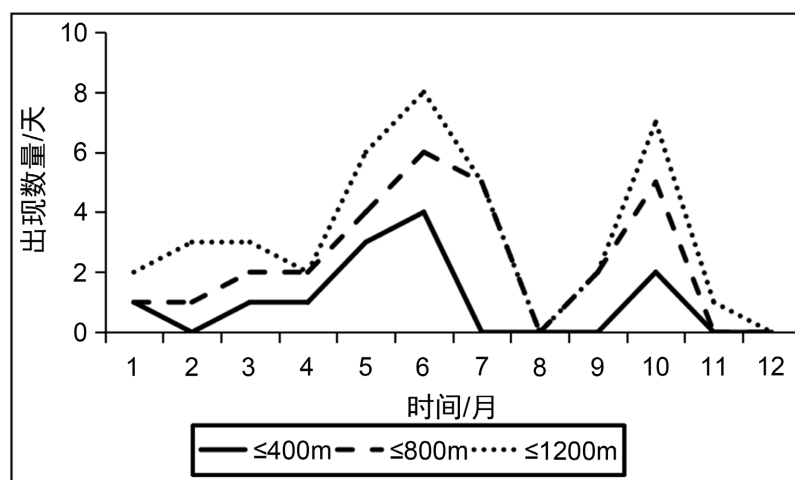


Figure 6. Days of visibility at all levels throughout the year

图 6. 全年各级能见度出现天数

将一年来导致塔县机场低能见度的大风天气与喀什机场大风天气比对,发现塔县虽与喀什同属一个地区,但塔县机场出现导致低能见度的大风时,喀什机场当天并无天气反映,或即使有反映,从逻辑推理也不属于同一天气系统影响,反之亦然。反映出塔县机场地方性大风占比多、外推法预报大风在高原参考性不强的特点。

综合以上,塔县机场多大风,除 1 月外,其他月份均有大风出现,平均风为静风天数很少;主导风向、次主导风向分别为西北偏西风、西风,午后大风是塔县机场的地方性大风特点。低能见度多由雪、雾和风沙引起,1~3 月的低能见度是降雪引起的,4~5 月雾最多,多出现在夜间,6~7 月大风引起的沙尘导致低能见度,多出现在 17 时(北京时间)左右。

4. 结论和讨论

通过对塔什库尔干县气象站 1991~2020 年的 30 a 逐时观测资料和塔什库尔干机场 2020 年 1 月至 2020 年 12 月的 1 a 观测资料分析,得到如下结论:

- 1) 塔县机场相比同一地区的喀什机场气温明显偏低、降水量偏多、相对湿度偏高、大风日数多、大风风速大、低能见度日数相当。
- 2) 近 30 a 塔县气温增温速率高于新疆平均值,尤其是最低气温均值增加趋势更明显;降水量也随时间增加,夏季增加速率更大。
- 3) 塔县全年相对湿度差异不明显,与新疆大部分地区尤其是南疆地区相对湿度表现差异较大。
- 4) 塔县机场多大风,主导风向、次主导风向分别为西北偏西风、西风,这更多是地形的作用。午后大风是塔县机场的地方性大风特点。
- 5) 雪、雾和风沙天气是导致塔县低能见度出现的主因,雾多出现在夜间,风沙多开始于午后 17 时左右,傍晚风速逐渐减小。
- 6) 不论是中风还是降水,都明显地表现出地方性或局地性天气的特点,大尺度天气系统与塔县地形相互作用后的天气表现,是预报中的难点。

参考文献

- [1] 施能,陈家其,屠其璞. 中国近 100 年来 4 个年代际的气候变化特征[J]. 气象学报, 1995, 53(4): 432-439.

- [2] 于秀林, 任雪松. 多元统计分析[M]. 北京: 中国统计出版社, 1998.
- [3] 左敏, 陈洪武, 江远安, 等. 新疆近 50a 气温变化趋势和演变特征[J]. 干旱气象, 2010, 28(2): 160-166.
- [4] 姚俊强, 李漠岩, 迪丽努尔·托列吾别克, 陈静, 毛炜峰. 不同时间尺度下新疆气候“暖湿化”特征[J]. 干旱区研究, 2022, 39(2): 333-346. <https://doi.org/10.13866/j.azr.2022.02.01>
- [5] 周雅蔓, 孙迪, 赵勇, 李桢宇, 郭玉琳. 新疆北部夏季大范围极端降水及其环流异常特征[J]. 干旱气象, 2021, 39(2): 215-224.
- [6] 卢宝宝, 孙慧兰, 姜泉泉, 曹丽君, 兰小丽, 张乐乐, 刘天弋. 近 53 a 新疆水分盈亏量时空变化特征[J]. 干旱区研究, 2021, 38(6): 1579-1589. <https://doi.org/10.13866/j.azr.2021.06.10>