

南疆沙尘暴气候特征分析

王旭¹, 马禹¹, 陈洪武¹, 陶祖钰²

(1. 新疆环境气象中心, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2. 北京大学 地球物理系 暴雨监测和预测国家重点实验室, 北京 100871)

摘要: 根据新疆地面气象记录月报表, 整理出 1961—1999 年 39 a 南疆 42 个气象观测站的沙尘暴天气现象资料并进行统计分析, 给出南疆地区沙尘暴的时空分布特征。结果表明: ①南疆沙尘暴的高发区在塔克拉玛干沙漠, 沙漠南缘高于其它周边地区; ②沙尘暴的多发年代在 20 世纪 70 年代, 90 年代沙尘暴的发生明显减少; ③沙尘暴主要出现在 3~8 月, 最活跃的是 4~6 月; ④塔里木盆地全天都有沙尘暴发生, 主要在 2~6 时、11~15 时、19~24 时三个时段, 其它地区在 15~22 时; ⑤塔里木盆地周边地区多数沙尘暴持续时间在 2.5 h 以内, 其它地区大多数沙尘暴持续在 30 min 以内。沙尘暴的最长持续时间盆地周边超过 20 h, 其它地区在 10 h 之内。

关键词: 南疆; 沙尘暴; 时空分布

中图分类号: P445.4

文献标识码: A

沙尘暴是干旱和半干旱地区常出现的灾害性天气, 是指强风将地面大量尘沙吹起, 使水平能见度小于 1 km 的天气现象^[1]。沙尘暴最严重的危害是导致荒漠化的加剧, 这是全球性环境问题之一, 近年来已引起国内外学者的广泛关注^[2~5]。

我国西北地区沙漠、戈壁广布, 整个地区年降水量多在 150 mm 以下, 植被稀少, 沙尘物质极其丰富, 风蚀强烈, 成为亚洲沙暴尘暴的多发区之一。Goudie^[6]认为尘暴次数最多的地区是年降水量为 100~200 mm 的地区, 中国的沙尘暴发源于干旱的黄土高原北部, 塔里木盆地是中国大陆沙尘暴活动最频繁的地方。徐启运^[7]等认为我国西北地区沙尘暴天气主要分布在七大沙漠及其边缘地区。赵性存^[8]的统计结果表明塔里木盆地周围地区是西北地区沙尘暴多发区之一。

南疆以塔里木盆地为中心, 三面环山, 地势西高东低。盆地中央的塔克拉玛干沙漠广袤无垠, 沙尘暴扬起的沙尘可随高空西风急流远距离输送数千公里, 影响范围极其广阔。尤其是近年来塔里木盆地及周边地区已成为重要的石油天然气基地和棉花生产业基地, 预防沙尘暴灾害对其环境和生产建设的影响已显得尤为重要。

由于资料及技术条件的限制, 对南疆沙尘暴天气的分析研究远少于西北其它地区, 并且多局限于塔里木盆地^[9]。陈勇航等^[10]曾对 1996 年 7 月发生

在塔克拉玛干沙漠腹地塔中地区的 10 场沙尘暴进行天气学分析, 对其大气环流背景、天气系统的发生、演变和移动、高低空气象要素的变化情况进行研究, 揭示成因并探讨预报着眼点。何清^[11]等利用塔克拉玛干沙漠周边 17 个站 1961—1990 年及腹地两个站两年的气候资料, 分析了沙漠地区沙尘暴的地理分布和季节变化, 这是对塔克拉玛干沙漠沙尘暴天气较全面、可信的气候分析, 只是没有涉及日变化及沙尘暴天气的持续时间。

本文应用新疆气象业务中心整编的南疆各站有气象记录以来所有的地面气象记录月报表(气表-1), 它包含每天 24 h、起止时间精确到分钟的天气现象资料, 据此给出南疆沙尘暴的时空分布特征。

1 资料和方法

本文选取 1961—1999 年 39 a 南疆 6 个地区(吐鲁番、巴州、阿克苏、喀什、克州、和田)资料完整的 42 个气象观测站的气表-1 资料, 对南疆发生的沙尘暴天气现象进行统计分析, 给出南疆地区沙尘暴的时空分布特征。所选 42 站中有 26 站为基本站和基准站, 全天 24 h 记录天气现象及起止时间, 其余 16 站是气候站, 白天(08~20 时)记录天气现象及起止时间, 夜间(20~08 时)只记录天气现象而无起止时间。本文统计了 42 个站 39 a 沙尘暴的出现日数, 只对 26 个基本站和基准站进行沙尘暴日变化、持续时间的统计分析。

依据《地面气象观测规范》,气象日界为 20:00 时。在统计沙尘暴出现日数时,若某一次沙尘暴跨越 20:00 时,按两个出现日计算;当某一天沙尘暴过程出现两次或以上时,按一个出现日计算。在做日变化及持续时间统计时,将跨越 20:00 时出现的沙尘暴作为一次连续的过程处理。

2 南疆沙尘暴的时空分布特征

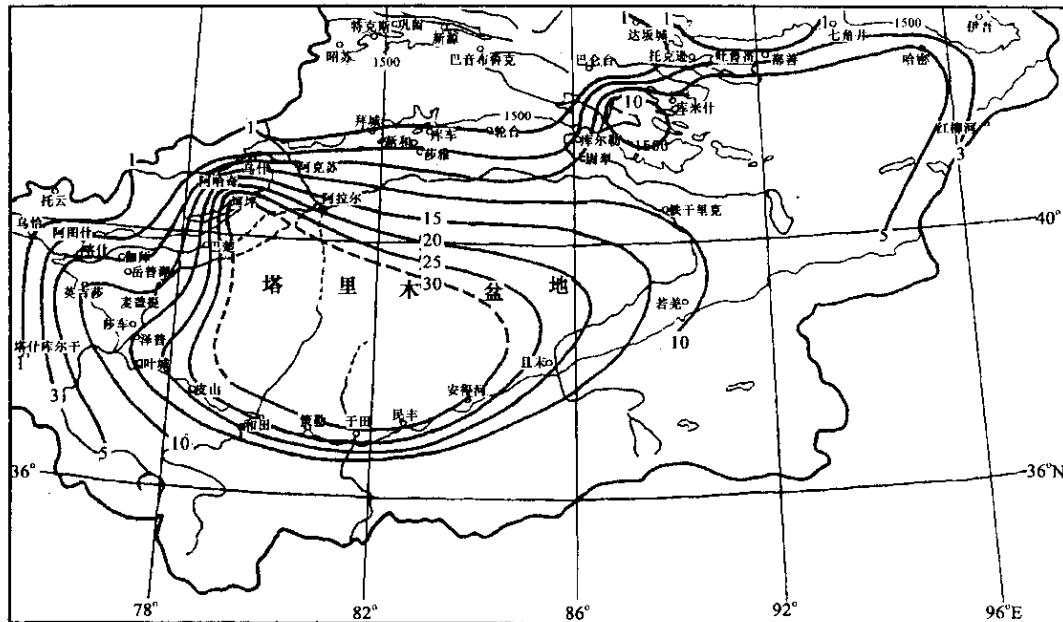


图 1 南疆沙尘暴年平均日数分布

Fig. 1 The annual number of days with sandstorm in South Xinjiang

河流域,南到昆仑山,西起叶尔羌河,东到车尔臣河。盆地南缘沙尘暴的年平均日数 13~35 d,北部 7~11 d,西部 10~31 d,东部 8~13 d。其中和田地区的民丰年平均日数高达 35.2 d,是南疆最高的站,其次是阿克苏地区的柯坪,年平均日数 31.5 d,比沙漠南缘某些站还要高。巴州北部的焉耆盆地虽有博斯腾湖,但紧邻沙漠,地势开阔,下垫面植被稀少,形成一个年平均日数高于 10 d 的次高发区。西部的喀什绿洲,虽地势平坦,但植被较密,年平均日数只有 4~8 d,少于盆地西部。吐鲁番地区地势低洼,虽气候干燥、植被稀少,但沙尘暴发生的并不多,除南部的托克逊年平均 9.2 d 外,其它站只有 4 d 左右。

天山南坡的轮台、拜城、库尔勒、天山深处的巴音布鲁克,地势开阔平坦,沙尘暴发生的年平均日数 1.2~1.7 d。吐鲁番盆地南部山区库米什年平均日数 4.4 d。昆仑山深处的塔什库尔干年平均日数 2.5 d。西部山区站乌恰年平均日数 1.2 d,乌什 3.0 d,

2.1 地理分布

图 1 给出南疆 39 a 沙尘暴年平均日数分布图。年平均高于 15 d 的高发区呈扇形覆盖整个塔里木盆地,扇柄指向阿克苏地区的柯坪,扇面北至塔里木

靠近柯坪的阿合奇 10.3 d。高山站托云 39 a 内仅有 2 d 出现沙尘暴,在下述讨论中不再考虑托云站。沙尘暴年平均日数随着海拔高度的增加而明显减少。

2.2 年际及年代际变化

图 2 给出南疆 39 a 来沙尘暴出现日数的年际

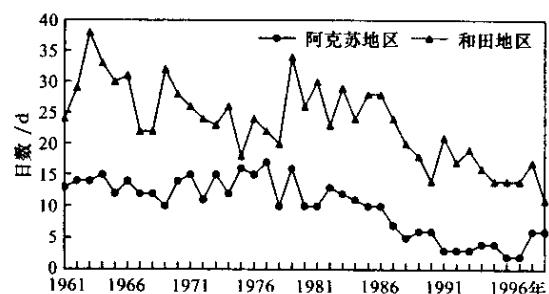


图 2 南疆沙尘暴日数的年际变化

Fig. 2 Inter-annual variation of number of days with sandstorm in South Xinjiang

变化。从 1961—1980 年东部和北部地区有上升趋势,1980 年后沙尘暴日数下降趋势明显。南疆西部

和南部地区自 1961 年起沙尘暴出现日数在波动中减少, 喀什地区在 1994 年后有回升的趋势。

年际变化(表 1)的情况是:吐鲁番、巴州、阿克苏、克州地区 20 世纪 70 年代沙尘暴出现最多, 其次是 60 和 80 年代。喀什、和田地区 60 年代沙尘暴天气发生最多, 其次是 70 和 80 年代, 90 年代最少。南疆 90 年代沙尘暴天气的出现明显减少。

表 1 1960—1990s 南疆沙尘暴年平均日数

Tab. 1 The annual number of days with sandstorm in four decades in South Xinjiang

地区名	年代年平均日数				年平均日数	总日数
	60	70	80	90		
吐鲁番	5.9	7.1	5.6	2.9	5.3	208.0
巴州	8.6	9.2	6.6	3.6	7.0	272.1
阿克苏	11.9	13.5	9.4	3.8	9.9	366.6
喀什	14.0	12.6	7.5	4.4	9.6	372.2
克州	6.8	8.2	6.1	1.5	5.6	219.3
和田	29.1	24.4	25.0	15.8	23.5	912.5

2.3 年变化

塔里木盆地南缘沙尘暴的年变化有 2 种类型(图 3a), 皮山、民丰和安得河 4~7 月是沙尘暴的高发期, 峰值在 6 月; 且末、于田、策勒、和田、叶城、泽普、莎车、英吉沙沙尘暴集中在 4~6 月出现, 峰值在 5 月。盆地北部的沙尘暴高发期在 4~6 月, 北缘的阿克苏、库车、尉犁的峰值在 4 月, 阿拉尔、莎雅在 5 月, 新和在 6 月, 阿克苏在 9 月还有一个弱峰值。盆地东部若羌、铁干里克的沙尘暴高发期在 3~5 月(图 3b), 峰值在 4 月。西部沙尘暴的高发期在 4~6 月, 巴楚、麦盖提峰值在 5 月, 柯坪是个特例, 高发期在 4~7 月, 峰值在 6 月。

喀什绿洲沙尘暴集中出现在 4~6 月(图 3b), 岳普湖、伽师峰值在 4 月, 喀什、阿图什在 5 月。焉耆盆地(图 3c)的焉耆、和静在 4 月出现的沙尘暴最多, 和硕在 4 月和 6 月。吐鲁番盆地沙尘暴活动的高峰, 吐鲁番、鄯善在 4 月, 托克逊在 3~4 月, 11 月有一个弱小的峰值。南疆山区沙尘暴除阿合奇、乌什出现在 5 月, 其它主要出现在 4 月。

2.4 日变化

塔里木盆地南缘的西段沙尘暴的出现集中在 3 个时段(图 4a), 分别是 2~6 时、11~15 时、19~24 时, 莎车、皮山、于田是在 20~23 时最多, 和田是在 12~14 时最多。东段集中在中午 12 时到午夜 4

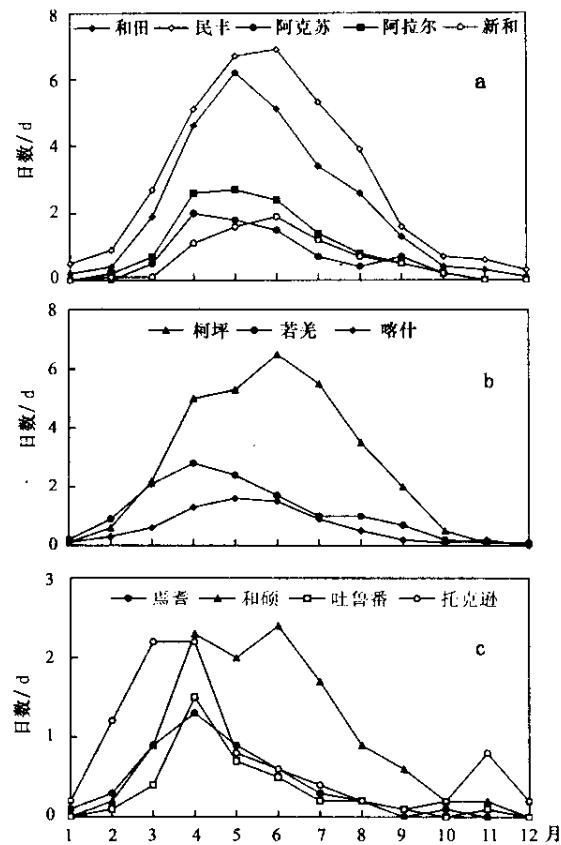


图 3 南疆沙尘暴月平均日数年分布图

Fig. 3 The annual variation of number of days with sandstorms in South Xinjiang

时 20~22 时最多; 民丰全天都有沙尘暴发生, 最多是 9~14 时, 其次是 20~23 时。盆地北缘(图 4b)主要集中在 17~23 时, 阿克苏、库车是 18~20 时最多, 阿拉尔是 20~22 时最多。盆地的东缘和西缘(图 4c)主要集中在 10~24 时, 在此时段内发生的机率相近, 东缘在 12~14 时、西缘在 19~21 时相对多一些。

喀什绿洲沙尘暴主要发生在 17~23 时, 20~21 时最多。焉耆盆地主要发生在 15~21 时, 16~17 时最多。吐鲁番盆地主要发生在 15~22 时, 19~20 时最多(图 4d)。山区沙尘暴均集中在 14~21 时发生。

2.5 持续时间的频率分布

根据每次沙尘暴发生时的起止时间计算持续时间, 对跨 20 时(气象日界定时)出现的沙尘暴做连续处理, 以 0.5 h 为单位统计出 39 a 来南疆 25 个基本站和基准站沙尘暴在各持续时间段内的次数, 与总次数相比计算出现的频数, 同时给出最长持续时间(表 2)。

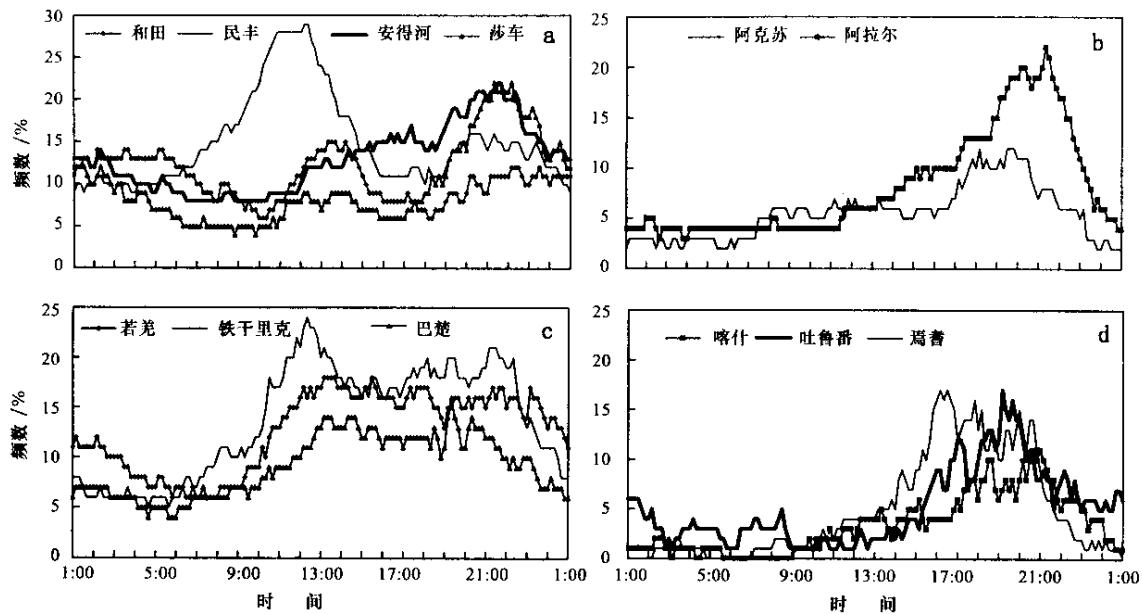


Fig.4 Daily variations of sandstorm frequency in South Xinjiang

表 2 南疆沙尘暴持续最长时间统计表

Tab.2 The longest persistent time of sandstorm in South Xinjiang

站名	最长持续时间/min	出现时间		站名	最长持续时间/min	出现时间	
		日期	时段			日期	时段
吐鲁番	580	1961-05-31	19 56 ~ 05 35	柯坪	979	1977-04-23	13 14 ~ 05 32
库米什	530	1971-02-14	13 01 ~ 21 50	喀什	465	1969-09-14	15 51 ~ 23 35
焉耆	715	1979-04-11	11 30 ~ 23 24	莎车	1418	1997-05-08	23 34 ~ 23 11
若羌	1486	1999-04-23	15 21 ~ 16 06	塔什库尔干	77	1964-04-02	17 30 ~ 18 46
库尔勒	396	1983-04-27	11 50 ~ 18 25	巴楚	1473	1970-04-10	07 40 ~ 08 12
轮台	646	1984-04-25	12 00 ~ 22 45	阿合奇	624	1983-06-25	07 02 ~ 17 25
巴音布鲁克	138	1998-04-18	14 18 ~ 16 35	乌恰	166	1981-12-23	15 32 ~ 18 17
铁干里克	1423	1993-03-14	11 15 ~ 10 57	和田	1301	1964-04-25	22 25 ~ 20 05
且末	1386	1967-04-02	00 25 ~ 23 30	民丰	1699	1989-05-25	01 20 ~ 05 38
阿克苏	689	1963-04-16	01 02 ~ 12 30	于田	555	1984-04-19	16 01 ~ 01 15
库车	827	1979-04-10	16 02 ~ 05 48	皮山	941	1961-06-10	21 40 ~ 13 20
阿拉尔	1267	1977-04-23	08 10 ~ 05 16	安得河	1545	1963-04-04	20 03 ~ 21 47
拜城	635	1979-04-10	19 16 ~ 05 50				

塔里木盆地周边地区沙尘暴多数持续时间在0.5 h之内(图5),占总数的15%~37%,还有25%~37%的沙尘暴持续0.5~1.5 h(不含0.5 h)。南缘持续1.5~2.5 h(不含1.5 h)的沙尘暴仍占总数的15%~17%,其它边缘占9%~15%。可见盆地南缘沙尘暴的持续时间较长。

喀什绿洲、焉耆盆地、吐鲁番盆地(图5)超过半数的沙尘暴持续时间不超过0.5 h,还有20%左右的沙尘暴持续时间在0.5~1 h(不含0.5 h)。山区有70%以上的沙尘暴持续时间在0.5 h之内。

最长持续时间,盆地南缘除皮山9.3 h、于田15.7 h外,其它在21~28 h。北缘阿拉尔21.1 h,阿克苏11.5 h;东、西缘在24 h左右,柯坪是16.3 h。

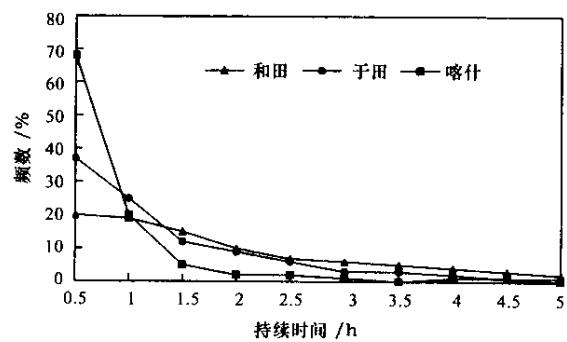


图 5 南疆沙尘暴持续时间频数分布图

Fig.5 Frequency distribution of persistent time of sandstorm in South Xinjiang

喀什绿洲7.8 h,焉耆盆地11.9 h,吐鲁番盆地9.7 h,北部山区6~10 h,西部和南部山区1~2 h。

3 结论

(1) 南疆沙尘暴的地理分布特点是以塔里木盆地为中心,沙尘暴出现的机率向四周递减,高发区在塔克拉玛干沙漠、沙漠南缘、昆仑山北麓出现的沙尘暴多于其它周边地区。焉耆盆地为次高发区,出现在山区的沙尘暴明显少于平原。沙尘暴的频繁发生与地势、地貌、下垫面条件密切相关。

(2) 南疆沙尘暴的多发年代在 70 年代,其次是 60 年代和 80 年代增加,90 年代沙尘暴的发生明显减少。

(3) 南疆沙尘暴集中出现在 3~8 月,最活跃的是 4~6 月,其它月份少有发生。一般而言,北部早于南部,东部早于西部。

(4) 塔里木盆地全天都有沙尘暴发生,南缘有三个时段,分别是 2~6 时、11~15 时、19~24 时,北缘主要发生在 17~23 时,东缘和西缘主要发生在 10~24 时。喀什绿洲、焉耆盆地、吐鲁番盆地及山区在 15~22 时。

(5) 塔里木盆地周边地区有半数以上的沙尘暴持续时间在 2.5 h 以内,其中持续 30 min 以内的沙尘暴最多,盆地南缘出现的沙尘暴持续时间最长。其它地区大多数沙尘暴持续在 30 min 以内,80% 以上的沙尘暴持续时间在 1 h 之内。沙尘暴的最长持

续时间盆地周边超过 20 h,平原在 10 h 左右,北部山区 6~10 h,西部和南部山区 1~2 h。

参考文献(References):

- [1] 中央气象局.地面气象观测规范[M].北京:气象出版社,1979. 21~27.
- [2] 方宗义,朱福康,江吉喜,等.中国沙尘暴研究[C].北京:气象出版社,1997.1~158.
- [3] 陈生态,孙继明,桑建人.贺兰山地区沙尘暴发生次数的变化趋势[J].中国沙漠,2000,20(1):55~58.
- [4] 王式功,董光荣,陈惠忠,等.沙尘暴研究的进展[J].中国沙漠,2000,20(4):349~356.
- [5] 王涛,陈广庭,钱正安,等.中国北方沙尘暴现状及对策[J].中国沙漠,2001,21(4):322~327.
- [6] Goudie A S. Dust storm in space and time[J]. *Process in Physical Geography*,1983,7(4):502~508.
- [7] 徐启运,胡敬松.我国西北地区沙尘暴天气时空分布特征[J].应用气象学报,1996,7(4):479~482.
- [8] 赵性存.西北地区是我国沙尘暴的多发区[A].方宗义,朱福康,汪吉喜,等.中国沙尘暴研究[C].北京:气象出版社,1997.27~30.
- [9] 邵新江,徐建芬,罗敬宁,等.利用风云-1C 气象卫星监测南疆沙尘暴研究[J].中国沙漠,2000,20(3):286~292.
- [10] 陈勇航,向鸣,吕新生,等.塔克拉玛干沙漠腹地盛夏十场沙尘暴综合分析与预报探讨[J].新疆气象,1999,22(1):9~12.
- [11] Qing He, Zhao Jingfeng, Hideki Nagashima. The distribution of sandstorms in Taklimakan Desert[J]. *Journal of Arid Land Studies*, 1996, 5(1):185~193.

Analysis on the Climatic Characteristics of Sandstorms in South Xinjiang

WANG Xu¹, MA Yu¹, CHEN Hong-wu¹, TAO Zu-yu²

(1. Xinjiang Center of Environmental Meteorology, Urumqi 830002, China; 2. National Laboratory for Severe Storm Research, Dept. of Geophysics, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: In this paper, the spatial and temporal distribution characteristics of sandstorm were analyzed based on the 39 years sandstorm data from 1961 to 1999 at 42 weather stations in South Xinjiang. The results are as follows: ① Sandstorm occurs most frequently in Taklimakan desert, and more in the southern periphery than in the others of the desert. ② Sandstorm occurs more frequently in 1970s, and has been decreasing since 1990. ③ Sandstorm occurs mainly from March to August, and more frequently from April to June. ④ There are occurrences of sandstorms all-day in Tarim Basin, more frequently during 2:00~6:00, 11:00~15:00 and 19:00~24:00 o'clock, while during 15:00~22:00 o'clock in the other regions. ⑤ The persistence time of sandstorm is within 30 minutes in most regions, but within 2.5 hours in the periphery of Tarim Basin. The longest persistence time of sandstorm is over 20 hours in the periphery of Tarim Basin, and within 10 hours in the others.

Key words: South Xinjiang; sandstorm; spatial and temporal distribution of sandstorm