

文章编号:1000-694X(2003)05-0533-06

塔里木盆地局地性和区域性强沙尘暴 天气过程研究

陈洪武^{1,2}, 王旭², 马禹²

(1. 中国气象局 乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2. 新疆环境气象中心, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要: 利用1961—2001年塔里木盆地周边地区43站沙尘暴资料, 给出了塔里木盆地局地、区域性强沙尘暴天气过程的定义, 得到局地和区域性强沙尘暴天气过程1 423次和385次, 分析了沙尘暴天气过程的时空分布特征和变化原因, 并根据地面冷高压和沙尘暴天气的移动路径对385次区域性强沙尘暴天气过程进行普查分析。结果表明: 塔里木盆地局地沙尘暴天气过程的高发中心位于柯坪和民丰, 区域性强沙尘暴天气过程集中在塔里木盆地南缘的莎车至且末一线和柯坪, 柯坪和民丰是盆地沙尘暴的多发中心; 区域性大风天气过程的减少、年平均降水量的增加和年平均气温的升高是塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程趋于减少的重要原因; 局地沙尘暴天气过程主要出现在3~9月; 区域性强沙尘暴天气过程, 集中在4~6月, 春季4~5月是连续性多暴发时段, 造成区域性强沙尘暴天气过程的冷空气以西进、东灌和西进加东灌为主要路径, 盆地热低压的作用不可忽视。

关键词: 塔里木盆地; 沙尘暴; 天气过程; 时空分布; 冷空气

中图分类号: P445.4

文献标识码: A

沙尘暴是指强风(6级以上风)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], 是我国西北及华北干旱和半干旱地区常出现的灾害性天气。国外早在1925年Sutton就报道了北非苏丹喀土穆地区的黑风(当地称haboob)的若干特征^[2], 后来Idso又报道了美国亚利桑那州西南部强沙尘暴的特征^[3]。国内从20世纪70年代才开始对沙尘暴天气个例进行研究, 徐国昌等最早报道了1977年4月22日甘肃河西特强沙尘暴过境的现象^[4], 随后各方面研究纷纷展开, 1993年召开了首次全国沙尘暴天气研讨会, 2001年召开了全国沙尘暴气象服务工作研讨会, 至今已从沙尘暴的气候特征、划分标准、成因分析、预报、遥感监测、数值模拟等方面开展了大量研究工作, 得到了很多有意义的成果和结论^[5]。

国内对沙尘暴天气过程的个例分析较多^[6-12], 但系统性研究沙尘暴天气过程较少。徐启运等^[13]利用1952—1994年13例西北区域性强沙尘暴天气个例, 分析了地面冷高压的移动路径与沙尘暴天气分布的关系, 但这13例中仅有1例为塔里木盆地沙尘暴天气。考虑到塔里木盆地是中国沙尘暴出现的高频中心^[14], 笔者对塔里木盆地沙尘暴天气过程进

行普查, 系统地研究其分布规律和变化特征, 同时对沙尘暴天气过程进行分类研究, 揭示出20世纪60年代至90年代塔里木盆地局地沙尘暴天气过程趋于减少、区域性强沙尘暴天气过程明显减少的事实, 发现形成塔里木盆地沙尘暴的地面高压移动路径, 不仅有西方路径还有东方路径, 东方路径(在新疆简称为东灌)是塔里木盆地沙尘暴天气的主要路径之一。

1 资料与方法

选取1961—2001年中有较完整气象记录的塔里木盆地周边地区(包括和田地区、喀什地区、克州、阿克苏地区、巴州和吐鲁番地区)43个气象站AO(指经过计算机信息化后的地面观测气表-1资料)文件, 从AO文件中读取每站有沙尘暴发生时的年月日数据, 建立塔里木盆地43站沙尘暴出现日序列, 作为塔里木盆地沙尘暴天气过程数界定的基本数据。在沙尘暴出现日序列中把日期连续的视为一次天气过程(表1), 它表明了塔里木盆地沙尘暴所有个例按站、时间排列得到个例过程谱。塔里木盆地周边43个站中41a沙尘暴年平均日数<2 d的站有7个, ≥2 d的有36个, 这36个站年平均日数为

收稿日期: 2002-09-15; 改回日期: 2002-10-20

基金项目: 新疆维吾尔自治区科委项目(980103009); 国家气象中心项目(ZK2002B-20); 西北沙尘暴子项目——新疆沙尘暴预警服务体系(200311)联合资助

作者简介: 陈洪武(1961—), 男(汉族), 浙江温州人, 高级工程师, 主要从事天气气候业务工作。E-mail: chenhwu@xj.cninfo.net

11.8 d,与表 1 中的 13.3 d 较接近,因而我们选择某次沙尘暴天气过程各日有 ≥ 8 站出现沙尘暴视为一次区域性强沙尘暴天气过程。这样的个例谱基本能够反映出塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程的气候概况,其对应的沙尘暴天气过程共有 385 次,累计日数 545 d,区域性强沙尘暴天气过程基本上出现在塔里木盆地周边相邻的两个地区以上。若某日只有

1 站出现沙尘暴天气定义为局地沙尘暴,将日期连续的视为一次过程,得到局地沙尘暴天气过程。41 a 塔里木盆地局地沙尘暴累计日数 1 785 d,对应天气过程 1 423 次。笔者对塔里木盆地沙尘暴天气过程的地理分布特征、年代际、年际和年变化进行对比分析,普查了 385 次区域性强沙尘暴天气过程的地面形势,对沙尘暴天气过程的移动路径和类型进行了讨论。

表 1 塔里木盆地沙尘暴平均日数、累计天气过程数和站数之间的关系

Tab. 1 Relationship between the regional average daily number of sandstorm, the accumulative total number of weather process and the number of stations in Tarim Basin

站数(N) \geq	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
平均日数/d	116.3	74.8	52.0	36.9	27.4	20.9	16.2	12.7	10.3	7.9	6.5	5.3	4.2	3.3	2.8	2.3
累计过程数/次	1786	1451	1149	924	733	589	479	385	316	253	217	186	150	121	108	90
站数(N) \geq	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
平均日数/d	1.9	1.6	1.3	1.0	0.8	0.7	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
累计过程数/次	74	63	51	42	34	27	21	13	11	8	5	5	2	2	2	1

依据《地面气象观测规范》,气象日界为 20:00 时。在表 1 中,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。

2 沙尘暴天气过程的时空分布

2.1 沙尘暴天气过程的分布

根据塔里木盆地局地沙尘暴天气过程和区域性强沙尘暴天气过程的定义,得到局地沙尘暴天气过程 1 423 次,区域性强沙尘暴天气过程 385 次,后者只占前者的 27%。塔里木盆地局地沙尘暴天气过程有两个明显的高发中心,分别位于塔里木盆地西北边的柯坪和塔里木盆地南缘的民丰,柯坪、民丰年平均次数分别为 5.7 次和 5.2 次,另外在皮山至和田为年平均值大于 2.0 次的次高中心。局地沙尘暴天气过程的高发中心与沙尘暴天气日数的高值中心吻合^[14]。

塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程主要集中在塔里木盆地南沿的莎车至且末一线和柯坪,其年平均数在 5 次以上。其中,民丰最多为 7.3 次,和田为 6.8 次。连续 2 d 和 3 d 的区域性强沙尘暴中心也在民丰、和田和柯坪出现。值得注意的是,柯坪的高值中心与塔里木盆地南缘的高值中心相互断裂,这与文献[14]给出的塔里木盆地沙尘暴年平均日分布图是不同的,表明引起两个高值区的天气系统是不同的,柯坪的高值可能与局地天气系统有关。

从 J/Q (局地沙尘暴天气过程累计日数/沙尘暴年平均日数)和 G/Q (区域性强沙尘暴天气过程累计日数/沙尘暴年平均日数)值进一步说明,柯坪和民丰为塔里木盆地局地沙尘暴的中心,且占总沙尘暴发生数的 20% 和 17%。喀什地区和阿克苏—巴州北部地区区域性强沙尘暴发生数占总沙尘暴数的 44%~62%,和田—巴州南部占 33%~42%。区域性强沙尘暴 G/Q 高值带的分布形势,表明引发塔里木盆地南部和北部沙尘暴的天气系统之间存在区别。盆地周边的高山站局地沙尘暴和区域性强沙尘暴发生机率相当。

2.2 年内、年际变化和年代际变化

表 2、表 3 给出塔里木盆地局地和区域性强沙尘暴天气过程 41 a 累计次数年内变化。塔里木盆地局地沙尘暴天气过程全年都会出现,主要出现在 3~9 月,7 月最多,以 1 d 为主占 81%(表 2)。区域性强沙尘暴天气过程集中在 4~6 月出现,占总次数的 71%,5 月最多,4 月次之,以连续 1~2 d 为主,占 94%。春季 4~5 月不仅是塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程集中出现时段,也是连续性多暴发时段(表 3)。

从图 1 中 a 可以看出,塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程总的变化趋势是减少的。其中,1961—1976 年区域性强沙尘暴天气过程较多,变化也较大,主要在 7~19 次之间,1977—1986 年区域性强沙尘暴天气过程在 8~13 次之间变化,特别是

表 2 塔里木盆地局地沙尘暴天气过程各月累计次数
Tab.2 The monthly number of local sandstorm process in Tarim Basin

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
1d	32	59	114	115	129	136	166	152	110	64	44	27	1148
连续 2 d	1	6	16	20	25	27	42	32	24	10	2	3	208
连续 3 d	1	0	5	4	5	6	9	11	4	1	0	2	48
连续 4 d	0	1	4	2	3	5	0	3	0	0	0	0	18
连续 5 d	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
合计	34	66	139	141	162	174	217	199	138	75	46	32	1423

表 3 塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程各月累计次数
Tab.3 The monthly number of regional sandstorm process in Tarim Basin

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
1 d	1	7	20	49	75	43	25	14	7	6	7	0	254
连续 2d	0	2	13	34	28	22	5	1	1	1	0	0	107
连续 3d	0	0	0	11	8	2	0	0	0	0	0	0	21
连续 4d	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
连续 5d	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
合计	1	9	33	97	111	67	30	15	8	7	7	0	385

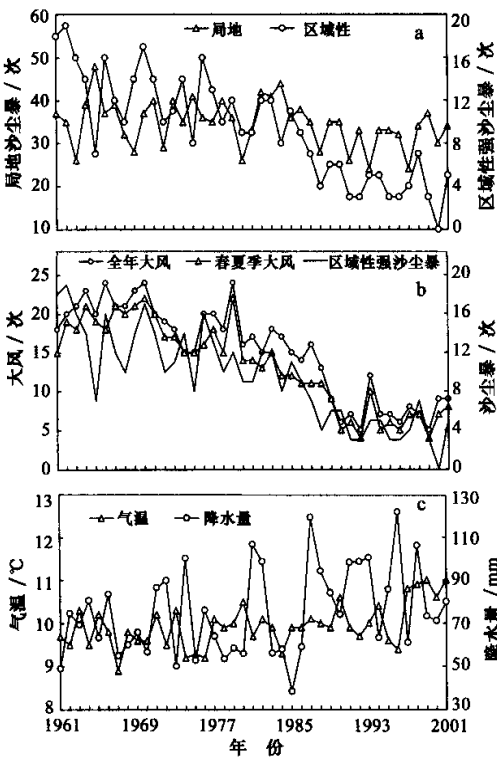


图 1 沙尘暴、大风天气过程、年平均气温、年平均降水量年际变化曲线

Fig.1 The annual fluctuating curves of sandstorm, strong wind process, annual average temperature and annual average precipitation

1986 年之后明显减少,均不超过 7 次,围绕 4 次波动。局地沙尘暴天气过程 20 世纪 60 年代到 80

代前期变化不大,年出现次数围绕 35 次波动,80 年代后期到 90 年代有所减少,围绕 30 次波动,这两个时期年减少 5 次。区域性大风天气过程指盆地 43 站 ≥ 8 站出现大风(图 1 中 b)。无论是全年还是春夏季,区域性大风的变化趋势与区域性强沙尘暴的变化趋势基本一致。这说明盆地大范围的区域性大风是区域性强沙尘暴产生不可少的动力条件。而盆地年平均气温和年平均降水量的变化情况与区域性强沙尘暴呈相反的趋势(图 1 中 c),即沙尘暴呈减少趋势时,年降水量增多、年平均气温升高。

从表 4 中看出,塔里木盆地局地沙尘暴天气过程,20 世纪 60 年代与 80 年代相当,90 年代最少,比前 80 年代偏少 13%;塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程,60~90 年代呈明显的减少趋势,90 年代最少,是 60 年代的 30%。而 60~90 年代的年降水量增多了 32%,平均气温升高 0.5℃。其中 90 年代降水增多和气温升高特别明显。塔里木盆地区域性大风也呈明显的减少趋势,90 年代全年、春夏季区域性大风天气过程分别为 60 年代的 33% 和 31%。因而塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程与气温、降水和风的关系密切。温度的升高,地表蒸发加大,土壤进一步变干,有利于沙尘暴天气的发生;尽管南疆干旱区的降水量增加了几成,其雨量并不显眼,但微湿的地表面也会提高地面起沙的临界风速,从而减少沙尘暴的机会;随着全球气温的升高,中纬度地区天气系统的强度减弱,翻越天山侵入南疆的强风天气过程出现的频数减少,风速又是吹起沙尘不可缺少的动力条件。因而南疆区域性沙尘暴天气

过程趋于减少。

表 4 1960—1990 年沙尘暴天气过程、气温、降水、大风
Tab.4 The number of sandstorm process, annual average temperature, annual precipitation and the number of strong wind process from 1960's to 1990's

日期/年代(20 世纪)	60	70	80	90
局地沙尘暴天气过程/次	35.7	36.9	35.8	31.1
区域性沙尘暴天气过程/次	14.0	12.5	8.7	4.2
全年区域性大风天气过程/次	21.2	19.3	15.0	7.0
春夏季区域性大风天气过程/次	19.1	17.7	12.2	5.9
年平均气温/℃	9.7	9.7	9.9	10.2
年平均降水量/mm	66.8	68.9	77.1	88.2

3 区域性强沙尘暴天气过程活动规律

3.1 冷空气的移动路径分类定义

塔里木盆地 385 次区域性强沙尘暴天气过程累计日数 545 d。从 545 d 沙尘暴中普查地面高压和沙尘暴移动路径。首先,根据地面冷高压的影响源地,分为北支路径和南支路径。北支路径:在乌拉尔山南端形成高压,高压沿西北路径进入新疆;南支路径:高压位于里海、咸海或以南地区,自西进入新疆。根据冷空气和地面冷高压进入塔里木盆地的不同情况,分为以下路径(图 2):

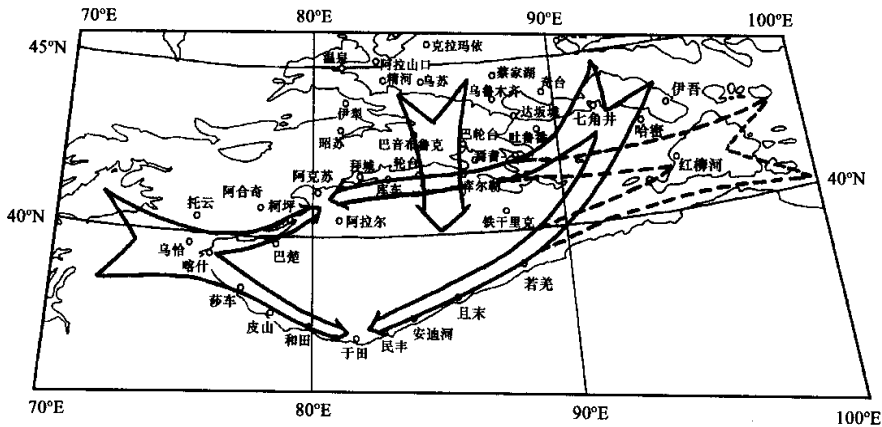


图 2 冷空气路径

Fig.2 The path distribution of cold air entered Tarim Basin

(1) 西进:冷空气翻越南疆西部山区进入塔里木盆地后,沿天山南麓向阿克苏地区移动,或者沿昆仑山北麓经和田向于田移动。

(2) 中翻:冷空气从北疆经巴音布鲁克翻越天山进入塔里木盆地北侧的阿克苏和巴州北部。

(3) 东灌:北疆冷空气从七角井进入南疆后,沿天山南麓经库尔勒向阿克苏移动,或者经若羌沿昆仑山北麓向于田移动;冷高压位于贝加尔湖西南部,冷空气从高压底部由河西走廊进入东疆南部后,沿天山南麓经库尔勒向阿克苏移动,或者经若羌沿昆仑山北麓向于田移动。

(4) 热低压:塔里木热低压在和田以北发展成热(常伴有弱冷锋),缓慢东移中减弱。

3.2 移动路径的统计分析

根据塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程逐个地面高压和沙尘暴路径的普查数据,经过统计分析,

得出塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程路径分布(表 5)。由表 5 可以得出:

(1) 塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程日数,4~6 月合计占全年的 76%,其中,4 月份最多,占 30.3%,5、6 月份次之,分别占 28.8%和 16.9%。说明塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程主要出现在春季。这与前一年 9 月至次年 3 月塔里木盆地降水量稀少,地表干燥,开春后,气温回升,地面沙土松动,冷空气活动频繁等有关。

(2) 影响塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程的南支冷空气路径日数为 267 d,占 49%为最多,北支冷空气为 198 d,占 36.3%为次多,热低压 80 d,占 14.7%。

(3) 在北支冷空气路径中,东灌路径最多,占总路径的 13.9%,西进东灌共同路径次多,占总路径的 8.4%,主要集中在 4~5 月,4 月最多,特别是东灌路径 4 月比 5 月多一倍。说明北支冷空气在 4 月

表 5 塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程路径分布

Tab. 5 The path distribution of regional strong sandstorm process in Tarim Basin

路径		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计	%
北支	西进	0	1	3	4	4	8	2	2	0	0	0	0	24	4.4
	中翻	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0.4
	东灌	1	3	12	36	18	3	1	1	1	0	0	0	76	13.9
	西进中翻	0	0	1	6	7	7	0	1	0	0	0	0	22	4.0
	西进东灌	0	0	3	21	16	3	2	1	0	0	0	0	46	8.4
	中翻东灌	0	0	0	1	3	3	1	0	0	0	0	0	8	1.5
	西进中翻东灌	0	2	2	8	4	4	0	0	0	0	0	0	20	3.7
	北支合计	1	6	21	77	52	28	7	5	1	0	0	0	198	36.3
南支	西进	0	1	2	17	21	18	13	3	1	4	5	0	85	15.6
	中翻	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.4
	东灌	0	0	5	14	11	2	1	2	2	0	0	0	37	6.8
	西进中翻	0	2	3	11	14	6	2	0	0	1	2	0	41	7.5
	西进东灌	0	1	7	18	21	12	5	1	1	1	0	0	67	12.3
	中翻东灌	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.2
	西进中翻东灌	0	1	3	12	7	4	2	1	2	2	0	0	34	6.2
	南支合计	0	5	20	72	77	42	23	7	6	8	7	0	267	49.0
	热低压	0	0	2	16	28	22	6	4	2	0	0	0	80	14.7
	总合计	1	11	43	165	157	92	36	16	9	8	7	0	545	100
%		0.2	2.0	7.9	30.3	28.8	16.9	6.6	2.9	1.7	1.5	1.3	0		

以东灌路径易造成盆地区域性强沙尘暴天气过程。

(4) 在南支冷空气路径中,西进路径最多,占总路径的 15.6%,西进东灌共同进入盆地路径次多,占总路径的 12.3%,主要集中在 4~7 月,5 月最多。

(5) 热低压所产生的塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程,主要出现在 4~6 月,5 月最多。

(6) 南北支冷空气总的来看,西进占 20%,东灌占 20.7%,西进加东灌占 20.7%,3 条路径是塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程冷空气的主要路径,另外热低压位于第 3 位。4 个路径的合计达到 76.1%。

地天气系统和下垫面有关。从南疆西部翻山进入盆地的天气系统沿盆地南部自西向东移动,而东灌进入盆地的天气系统沿盆地南部自东向西移动,民丰常常位于它们的交汇点。

塔里木盆地局地沙尘暴天气过程,20 世纪 60~80 年代变化不大,90 年代最少。区域性强沙尘暴天气过程 60~90 年代呈明显的减少趋势,90 年代最少,是 60 年代的 30%。盆地区域性大风天气过程的减少、年平均降水量的增加和年平均气温的升高是区域性强沙尘暴天气过程趋于减少的重要原因。

4 结论

1961—2001 年,塔里木盆地出现局地沙尘暴天气过程 1423 次,区域性强沙尘暴天气过程 385 次。局地沙尘暴天气过程以 1 d 为主,全年都会出现,集中出现在 3~9 月,7 月最多。区域性强沙尘暴天气过程以 1~2 d 为主,占总数的 94%,持续 3 d 的仅出现 21 次。区域性强沙尘暴天气过程集中出现在 4~6 月,5 月最多,春季 4~5 月不仅是多发时段,也是持续时间较长的爆发时段。

局地沙尘暴天气过程在盆地约占总沙尘暴的 5%~10%,两个明显的高发中心分别位于盆地西北边的柯坪和盆地南边的民丰。区域性强沙尘暴天气过程分布在塔里木盆地的周边地区,占总沙尘暴的 30%~50%,主要出现在盆地南缘的沙车、皮山、和田、策勒、民丰、且末一线和柯坪。可以推断出塔里木盆地还有 40%~65% 的沙尘暴为一般性的沙尘暴天气过程(2~7 站发生沙尘暴)。柯坪和民丰是塔里木盆地沙尘暴的多发中心,柯坪的沙尘暴与局

影响塔里木盆地区域性强沙尘暴天气过程的北支冷空气以东灌为主,南支冷空气以西进为主。盆地中的热低压和以西进、东灌、西进加东灌 3 种方式进入盆地的冷空气,是主要引发盆地区域性强沙尘暴天气过程的气流。

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] Sutton I J. Haboob[J]. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 1925, 51 (1): 25~30.

[3] Idso S B, Ingram R S, Pritchard J M. 'An American Haboob'[J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 1972, 53 (10): 930~935.

[4] 徐国昌, 陈敏连, 吴国雄. 甘肃省“4. 22”特大沙尘暴分析[J]. 气象学报, 1979, 37(4): 26~35.

[5] 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.

[6] 钱正安, 胡德樵, 龚乃虎, 等. “93. 5. 5”特强沙尘暴的调查报告及其分析[A]. 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. 37~43.

- [7] 马元仓. 1992 年 4 月 28 日青海沙尘暴分析[A]. 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. 59-61.
- [8] 韦克范. 南疆盆地南缘黑风暴分析[J]. 新疆气象, 1983, 6(6): 17-20.
- [9] 杨东贞, 纪湘明, 徐晓斌, 等. 一次黄沙天气过程的分析[J]. 气象学报, 1991, 49(3): 334-342.
- [10] 杨东贞, 王超, 温玉璞, 等. 1990 年春季两次沙尘暴特征分析[J]. 应用气象学报, 1995, 6(1): 18-26.
- [11] 张玉林, 赵光平, 杨淑萍. 宁夏强沙尘暴形成机制的探索和研究[J]. 中国沙漠, 1996, 16(4): 351-355.
- [12] 杨先荣, 李正明, 黄成秀, 等. 临夏州“010408”强沙尘暴、寒潮天气过程分析[J]. 中国沙漠, 2003, 23(2): 191-194.
- [13] 徐启运, 胡敬松. 我国西北地区沙尘暴天气时空分布特征分析[A]. 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. 11-15.
- [14] 王旭, 马禹, 陈洪武, 等. 新疆沙尘暴气候特征分析[J]. 中国沙漠, 2003, 23(2): 147-151.

A Study on the Local and Regional Strong Sandstorm Process in Tarim Basin

CHEN Hong-wu^{1,2}, WANG Xu², MA Yu²

(1. Institute of Desert and Meteorology, China Meteorological Administration, Urumqi 830002, China; 2. Xinjiang Center of Environmental Meteorology, Urumqi 830002, China)

Abstract: By using the sandstorm data observed at 43 weather stations from 1961 to 2001 around the edges of Tarim Basin, the climatic character of local sandstorm process and regional strong sandstorm process happened within 41 years in the basin is analyzed. The regions around Tarim Basin include Hotan Administrative Offices, Kashi Administrative Offices, Kizilsu Kirgiz Autonomous Prefecture, Aksu Administrative Offices, Bayangol Mongol Autonomous Prefecture and Turpan Administrative Offices. If sandstorm appears at one station in every day during a sandstorm process, it is defined as a local sandstorm process (LSP); if sandstorm appears at eight or more stations in every day, it is defined as a regional strong sandstorm process (RSSP).

The accumulative total days of local sandstorm in the basin from 1961 to 2001 are 1785, the accumulative total times of LSP are 1423. The accumulative total days of regional strong sandstorm in the basin are 545, the accumulative total times of RSSP are 385.

LSP happened all the year round, concentrated in the months from Mar. to Sept. with the largest frequency in July, and mainly lasted within one day. The LSP in the basin accounted for 5% to 10% of the total sandstorms, two notable centers located in Kalping to the north-west part of the basin and Minfeng to the south part of the basin. The number of LSP in 1960s was the same as that in 1980s, was the least in 1990s.

The RSSP lasted chiefly one or two days, concentrated from Apr. to June with a largest frequency in May. In Apr. to May of spring, the RSSP was not only frequently happened but also lasted a longer time. The RSSP appeared around the edges of Tarim Basin, accounted for 30% to 50% of the total sandstorm in the basin, mainly happened in Shache, Pishan, Hotan, Qira, Minfeng and Qiemo to the south part of the basin and Kalping to the north-west part of the basin. It can be deduced that 40% to 60% of the sandstorm in the basin are ordinary sandstorm processes (sandstorm happened within 2 to 7 stations).

Kalping and Minfeng are the centers where sandstorm happened frequently in Tarim Basin. The sandstorm in Kalping is related with the local weather system and underlying surface; the weather systems from east and west often meet at Minfeng, which makes Minfeng become the center of sandstorm at the south edge of the basin.

The number of RSSP in the basin reduced obviously from 1960s to 1990s, it was the least in 1990s, the number in 1990s was less than 30% of that in 1960s. The important causes for the reduction of the number of RSSP in the basin were the reduction of regional strong wind process, the increase of annual average precipitation and the rising of annual average temperature.

The north cold air mainly came from the east, the south cold air chiefly entered from the west, both of them caused the RSSP in Tarim Basin. The RSSP in the basin was chiefly caused by thermal depression and the cold air which entered the basin from west, or east, or both west and east.

Key words: Tarim Basin; sandstorm; weather process; spatial and temporal distribution; cold air