

张金艳,李勇,蔡芎宁,等. 2006 年春季我国沙尘天气特征及成因分析[J]. 气象,2010,36(1):59-65.

2006 年春季我国沙尘天气特征及成因分析^{*1}

张金艳¹ 李 勇¹ 蔡芎宁¹ 邹旭恺² 乔 林¹

1 国家气象中心,北京 100081

2 国家气候中心,北京 100081

提 要: 利用全国 673 个站每日 8 个时次的地面天气报告资料和 T213 模式产品,分析了 2006 年春季我国沙尘天气的主要特征及其成因。结果表明:2006 年沙尘暴、强沙尘暴范围偏大、沙尘天气强度偏强;2006 年春季我国北方沙尘天气过程(17 次)偏多、强沙尘暴过程(5 次)是 2000 年以来最多的一年,其中 2006 年 4 月 9—11 日强沙尘暴天气过程的影响范围和强度为 20 世纪 90 年代以来第三位;沙尘多发期长、结束晚。2006 年春季北方大部地区气温偏高,致使地表层解冻快,土质疏松;降水偏少,地表干土层增厚,为沙尘天气的发生提供了有利的条件。2006 年春季东亚大槽偏强,影响我国的冷空气活动较频繁且势力较强,蒙古气旋活动频繁。前期偏暖少雨与冷空气和蒙古气旋的共同作用,是造成 2006 年春季我国沙尘强度明显偏强且多发期结束晚的主要原因。

关键词: 沙尘天气,时空分布,环流特征

Characteristics of Sand and Dust Weather in China and Cause Analysis in the Spring of 2006

ZHANG Jinyan¹ LI Yong¹ CAI Xiangning¹ ZOU Xukai² QIAO Lin¹

1 National Meteorological Center, Beijing 100081

2 National Climate Center, Beijing 100081

Abstract: The temporal and spatial distribution characteristics of sand and dust weather in China in the spring of 2006 are analyzed on the basis of the data from surface synoptic maps (8 times daily) and T213 model products. The results show that the intensity of sand and dust weather is strong in 2006. There are 17 major sand and dust weather processes, among them there are 5 severe sand and dust storm processes, and the number of severe sand and dust storm processes in the spring of 2006 is the most since 2000. The severe sand and dust storm process from 9 to 11, April of 2006 ranks the third in influence area and intensity since 1990. The high frequency period tends to be longer and ends later. Further research shows; the temperature is higher and the precipitation is less in most parts of northern China in the spring of 2006, which causes the rapidly thawing of soil and much dry soil, respectively. They are favorable to the formation of sand and dust weather. The East Asia major trough is strong in the spring of 2006 which causes the cold air to influence China more frequently and the intensity of cold air is strong; at the same time there are more Mongolian cyclones. The cooperation of cold air and Mongolian cyclone is the main reason for the strong sand and dust weather intensity in the spring of 2006.

Key words: sand and dust weather, temporal and spatial distributions, circulation characteristics

* 国家气象中心预报团队课题

2008 年 11 月 5 日收稿; 2009 年 7 月 17 日收修定稿

第一作者:张金艳,主要从事灾害天气预测和研究方向. Email:zhangjy@ema.gov.cn

引言

沙尘暴不仅严重影响国民经济活动,而且危害到居民的身体健康^[1],是当今社会最为关心的气象与环境问题之一,许多学者对沙尘暴的时空分布特征^[2]、源地^[3]、中尺度特征^[4]及预报^[5]等方面开展了大量的研究。周自江等^[2]研究了 1954—2000 年我国沙尘暴的变化特征,发现除青海、内蒙古和新疆的小部分地区的沙尘暴呈增长趋势外,我国北方大部分地区的沙尘暴在减少。中国气象局于 2001 年 3 月开展了国家级沙尘暴监测预警业务^[6],实现了对沙尘天气的实时监测、诊断分析及预警服务,并对 2001—2005 年中国沙尘天气的观测事实和形成进行了诊断分析^[7-11],从中可以看出,2001 年、2002 年沙尘天气站日数出现了短暂的峰值后,2003—2005 年沙尘天气日数继续呈减少趋势。进入 2006 年,北方沙尘天气频繁,风沙肆虐^[12-14],呈现出与过去三年不同的天气特点。本文利用每日 8 个时次的地面天气报告资料和 T213 500 hPa 高度资料,就 2006 年我国沙尘天气的主要特点及其成因进行探讨,旨在为未来沙尘天气的监测预警和防灾减灾服务提供参考。

1 资料

根据气象观测规范^[15],沙尘天气包括浮尘、扬沙和沙尘暴,其中水平能见度小于 500 m 的沙尘暴又称为强沙尘暴。2000—2006 年沙尘天气资料取

自每日 8 个时次地面天气报告资料,并从中选取了来报较稳定的 673 个站作为代表站。沙尘天气站数和站日数的统计方法参见文献^[8],沙尘天气过程的划分及其强度的认定参见中国气象局的业务规定^①。500 hPa 高度场资料取自 T213 客观分析格点资料。

2 2006 年春季我国沙尘天气偏强的特点分析

2006 年春季我国沙尘天气的主要特点是:沙尘天气范围偏小、但沙尘天气强度偏强,沙尘天气过程偏多且沙尘暴、强沙尘暴天气过程多,沙尘多发期长、结束晚。下面从沙尘天气的地理分布、频次、沙尘天气过程及影响、沙尘多发期等几个方面加以阐述。

2.1 沙尘天气的地理分布概况

2006 年春季,我国秦岭、淮河以北的大部地区都出现了沙尘天气。扬沙天气(图 1a)主要出现在西北地区大部、华北大部、东北地区西部等地,一般为 1~9 d,其中南疆盆地、内蒙古中西部、宁夏东北部的部分地区及辽宁西部局地扬沙日数在 10~24 d,内蒙古海力素达 30 d。

沙尘暴主要分布在新疆南部、西北地区中东部的偏北地区、内蒙古大部(图 1b),有两个多发区:分别位于南疆盆地和内蒙古中西部。多发区内沙尘暴日数一般为 5~9 d,超过 10 d 的有:内蒙古苏尼特左旗 19 d、朱日和 12 d、拐子湖 10 d。

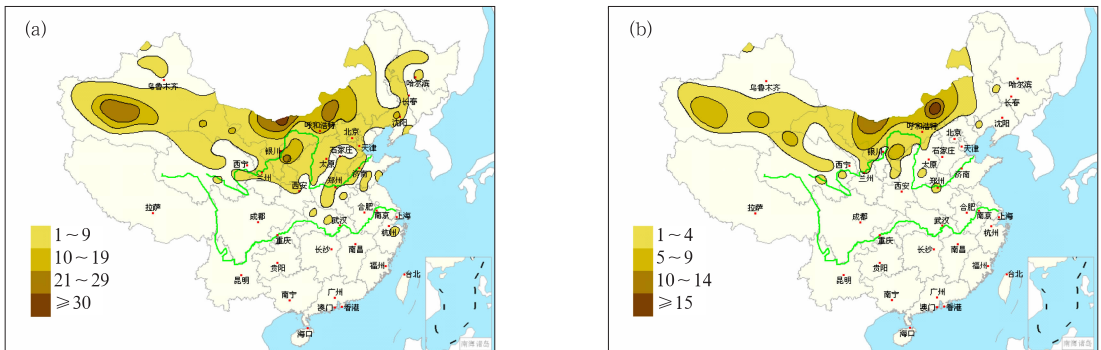


图 1 2006 年全国沙尘天气的空间分布:(a)扬沙日数;(b)沙尘暴日数

Fig. 1 Spatial distribution of sand and dust weather in China in 2006

(a) days for blowing dust weather, (b) days for sand and dust storm

①中国气象局,沙尘天气预警业务服务暂行规定,2002.

强沙尘暴主要集中出现在南疆盆地、青海西北部、甘肃河西地区中部、内蒙古中西部等地(图略),日数一般为 1~3 d,以浑善达克沙地及其邻近地区强沙尘暴日数最多;强沙尘暴的中心主要位于苏尼特左旗和朱日和,两地分别高达 10 d 和 7 d,强沙尘暴的另一个中心是新疆若羌,达 5 d。

2.2 与历年沙尘天气的范围、频次和强度相比较

2000—2006 年春季全国沙尘天气出现站数(表

表 1 2000—2006 年春季全国沙尘天气出现站数和站日数
Table 1 Station-days of all levels of sand and dust weather in China in spring seasons 2000—2006

年份	站数:个				站日数:站日			
	沙尘	扬沙	沙尘暴	强沙尘暴	沙尘	扬沙	沙尘暴	强沙尘暴
2000	307	211	84	27	1883	976	205	46
2001	358	262	123	69	2977	1489	389	130
2002	341	230	102	42	2462	1180	316	97
2003	207	157	58	16	1161	614	127	25
2004	277	207	65	26	1410	768	140	38
2005	215	150	45	13	948	497	74	15
2006	270	186	82	33	1936	911	259	75
平均	282	200	80	32	1825	919	216	61

2006 年春季,我国沙尘暴、强沙尘暴发生站日数都高于近 7 年平均值而少于 2001 年和 2002 年,两者均列 2000 年以来第三位。

图 2 给出了 1961—2006 年我国北方地区春季沙尘(扬沙、沙尘暴、强沙尘暴)日数和沙尘暴(沙尘暴、强沙尘暴)日数历年变化,从中可以看出,20 世纪 70 年代中期至世纪末,北方地区春季沙尘日数和沙尘暴日数的总体趋势是减少的,这与文献[9]中全国春季沙尘天气变化趋势的结论是吻合的。新世纪初的几年沙尘天气的日数出现了短暂的峰值,随后又呈减少趋势,2006 年春季沙尘日数为 1961 年以

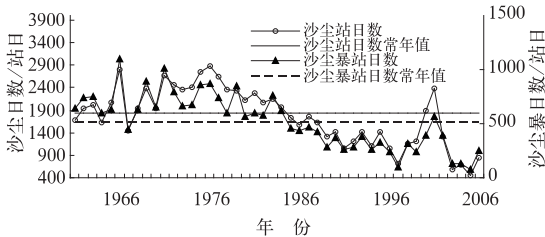


图 2 1961—2006 年春季我国北方地区沙尘站日数和沙尘暴站日数历年变化左轴为沙尘站日数,右轴为沙尘暴站日数

Fig. 2 Station-days for the sand and dust weather (thin line) and the sand and dust storm weather (thick line) in northern China in spring from 1961 to 2006

1)从另一个方面反映沙尘天气的范围。从表 1 中可以看出,2006 年春季,我国发生沙尘和扬沙天气的范围偏小,出现站数低于近 7 年平均值,但沙尘暴、强沙尘暴出现站数略高于近 7 年平均值,其中强沙尘暴出现站数列 2000 年以来第三位,仅少于 2001 年和 2002 年同期,这说明 2006 年春季我国沙尘天气范围偏小,但沙尘天气强度偏强。

从表 1 中 2000—2006 年春季全国沙尘天气站日数变化也可以看出 2006 年沙尘天气强度偏强。

来第五少,但沙尘暴日数占沙尘日数的比率较高。从计算的 1961—2006 年北方地区沙尘暴占沙尘日数的比率看,2006 年春季该比率为 1985 年以来最高值(30.0%),高于沙尘较强的 2002 年(29.7%)。上述分析进一步说明 2006 年春季我国沙尘天气范围小、沙尘天气强度偏强。

2.3 沙尘天气过程偏多、强沙尘暴天气过程多且影响严重

2006 年,我国共出现了 17 次沙尘天气过程,均出现在春季。沙尘天气过程以西北路径为主,有 11 次,偏西路径出现 3 次。2006 年春季沙尘天气过程次数偏多,高于近 7 年的平均值(13.3 次),为 2000 年以来春季沙尘天气过程次多年,较 2005 年同期偏多 9 次。

2006 年春季的沙尘天气过程中沙尘暴和强沙尘暴天气过程偏多,在这 17 次沙尘天气过程中,有 6 次扬沙天气过程,6 次沙尘暴,5 次强沙尘暴(图 3)。沙尘暴和强沙尘暴天气过程次数之和为 11 次,高于近 7 年平均值 7.9 次,低于 2001 年的 13 次,和 2002 年并列第二;强沙尘暴天气过程出现 5 次,是 2000 年以来强沙尘暴天气过程最多的一年。

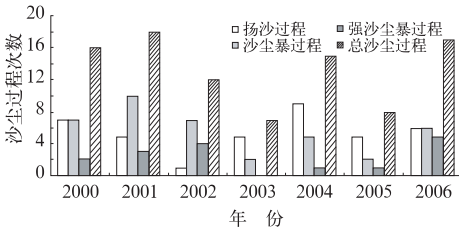


图 3 2000—2006 年春季我国各类沙尘天气过程次数及总次数

Fig. 3 Numbers for all levels of sand and dust weather process and for the total sand and dust weather process in spring from 2000 to 2006

2006 年 4 月 9—11 日的过程是年度强度最强、影响最严重的强沙尘暴天气过程, 沙尘影响范围包括西北地区大部、华北大部、辽宁南部和河南西北部等 11 个省(市、区), 其中, 南疆盆地、青海北部、甘肃

河西地区和陇中、内蒙古中西部、宁夏北部和陕西北部等地的部分地区出现了能见度低于 500 m 的强沙尘暴(图 4a), 新疆民丰语录塔曾出现能见度不足 30 m 的情况。新疆吐鲁番地区遭遇了 22 年来最强的沙尘暴, 3.4 万户、13.9 万人受灾, 因灾死亡 1 人, 直接经济损失 1.39 亿元; 兰新铁路吐鲁番段有 36 列客运列车被迫临时停车避风; 9 日晚从乌鲁木齐发往北京的 T70 次列车遭遇强沙尘暴袭击, 致使 200 多块车窗玻璃损坏, 列车晚点 33 个小时。9 日, 甘肃酒泉地区正在铁路施工的 6 名工人因躲藏不及被大风吹散迷失方向, 2 人死亡。10 日, 内蒙古包头境内丹拉高速公路包头段, 由于能见度低发生 11 起交通事故, 6 人死亡。北京 8—10 日出现浮尘天气, 造成空气质量连续 3 天达到重度污染, 是有空气质量观测资料以来极为少见的。

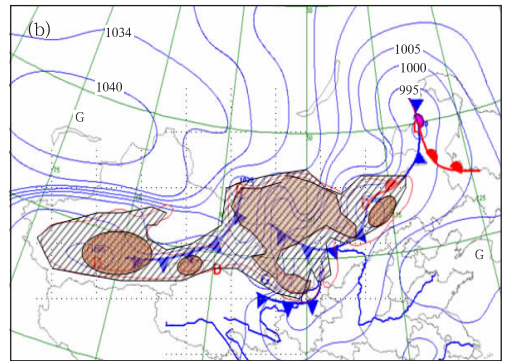
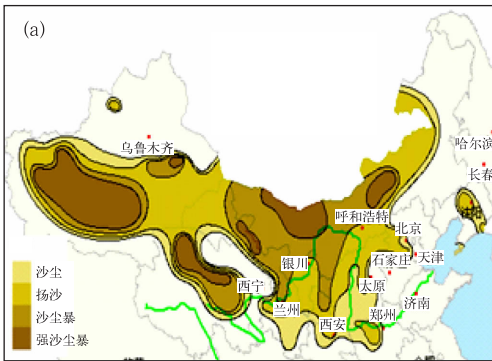


图 4 2006 年 4 月 9—11 日强沙尘暴天气过程范围图(a)和 4 月 10 日 14 时地面形势 (b, 浅色阴影区为该时刻沙尘范围, 深色阴影区为该时刻沙尘暴范围)

Fig. 4 Influence range of the severe sand and dust storm process from 9 to 11, April in 2006 (a) and surface situation at 14:00 BT 10 April 2006 (b)

为了与以往的沙尘暴天气过程相比, 计算了沙尘暴过程的面积指数和强度指数^[16], 将同一次沙尘暴过程中我国境内出现的沙尘暴和强沙尘暴的区域勾划出来, 按 1°×1°经纬网格得出该过程中沙尘暴区域的网格点数 A, 其中强沙尘暴区域网格点数为 B, A 定义为该沙尘暴过程的面积指数, A+B 定义为该沙尘暴过程的强度指数, 这样便可定量地描述和比较各次沙尘暴天气过程的影响范围和强度, 数值越大代表沙尘暴过程的影响范围越广、强度越强。依此统计了自 20 世纪 90 年代以来我国出现的 63 次强沙尘暴过程^[17-20]的面积指数和强度指数, 对比得出(表 2): 2006 年 4 月 9—11 日的强沙尘暴天气过程, 其影响范围和强度仅次于 2001 年 4 月 7—10 日、2001 年 4 月 5—8 日的强沙尘暴过程, 强于 2002 年 3 月 18—22 日的强沙尘暴过程, 居 20 世纪 90 年

代以来第三位。

表 2 20 世纪 90 年代以来我国最强的 4 次强沙尘暴天气过程面积指数和强度指数

Table 2 Area index and intensity index of top four severe sand and dust storm processes in China since 1990

序号	时间(年-月-日—年-月-日)	面积指数	强度指数
1	2001-04-07—2001-04-10	203	272
2	2001-04-05—2001-04-08	140	215
3	2002-03-18—2002-03-22	127	161
4	2006-04-09—2006-04-11	128	181

这次强沙尘暴天气过程的发生发展主要是由强冷空气和蒙古气旋共同影响造成的。

4 月上旬末, 随着乌拉尔山阻高形势崩溃, 一股强冷空气开始爆发, 并引发年度强度最强、影响最严重的强沙尘暴天气过程。从 500 hPa 形势场上看,

贝加尔湖附近的高空槽由纬向型转变为经向型,当它接近蒙古西部山地时,在迎风坡减弱,背风坡加深,等高线成疏散形势;同期,贝加尔湖以南的蒙古地区地面出现了一个相对暖的低压区。高空疏散槽前的正涡度平流区叠加在暖低压上,暖低压即获得动力性发展;高空槽后的冷平流加压作用使得地面气压梯度加大,有利于冷锋锋生。从地面温度场的情况看,锋区附近及后部由于强冷平流以及沙尘天气造成的天空状况差、日照弱,气温偏低;冷锋前部区域由于处于暖区,气温较高,天空状况相对较好,在白天尤其是午后受太阳辐射日变化影响易产生不稳定层结,斜压性增强,锋生作用有利于锋区加强,锋区前后温度差距很大,强温度梯度也促进了地面风力的加大。10 日 14 时(图 4b),乌拉尔山阻塞高压和蒙古气旋的中心强度分别为 1044 hPa 和 988 hPa,二者之间的气压差高达 50 hPa 以上,气压梯度达 12.5 hPa/5 纬距。地面等压线密集、锋区附近气压梯度大使得地面平均风力达 5~7 级、局地 8~9 级,北疆风口和三十里风区出现 10~11 级大风天气,百里风区的风力超过 12 级,十三间房的最大风速达 $51 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,气旋南部的偏西大风和冷锋后部的西北大风卷夹着地面的尘土造成了这次强沙尘暴天气过程。

2.4 多发期长、结束晚

定义扬沙站日数超过 100 天的旬为多发期。2006 年春季沙尘多发期有两个特点:

(1) 沙尘天气多发期长 2006 年春季沙尘有两个多发期,分别为 3 月下旬到 4 月下旬、5 月中旬。2000 年以来多发期最长的为 2001 年,达 8 旬,2006 年与 2002 年并列第二,多发期均为 5 旬。

(2) 多发期结束晚 2006 年 5 月中旬沙尘天气仍处于多发期,与近 7 年沙尘最强的 2001 年相同,为 2000 年以来沙尘多发期结束最晚的两年之一。

2006 年春季各月发生沙尘天气过程次数相当,分别为 5 次、7 次和 5 次,其中 5 月沙尘天气过程次数较多,与 2000 年并列达近 7 年来同期最高值,这也从另一个角度说明 2006 年沙尘多发期结束晚。

3 沙尘天气气候背景及成因分析

3.1 2005 年夏秋季西北地区东部、华北、内蒙古等地降水偏少

2005 年夏秋季,西北地区东部、华北中北部、内蒙古大部、东北地区北部等地降水偏少,其中西北地区东部部和内蒙古中西部偏北地区等地降水量偏少达 5 成以上(图略),导致 2005 年西北地区东部、华北、内蒙古等地发生夏秋连旱,土壤墒情下降,地表植被长势差,为 2006 年春季出现较频繁的沙尘天气提供了有利条件。

3.2 2006 年春季北方大部气温偏高降水偏少

2006 年春季,除内蒙古东北部和黑龙江北部外,我国北方大部地区平均气温比常年同期偏高,其中新疆北部和东部、西北地区东部、内蒙古中西部、华北西部及黄淮等地气温比常年同期偏高 $1 \sim 2^\circ\text{C}$ (图略)。由于气温偏高,致使地表层解冻快,土壤水分蒸发大,土质疏松,一遇大风天气极易产生沙尘。

3—4 月,北方大部地区降水量普遍偏少 20% 以上,其中内蒙古中西部、西北地区大部、华北北部和东部降水量偏少 5 至 8 成,局部地区偏少达 8 成以上,北方地区区域平均降水量为 1951 年以来同期的第五少(图 5);5 月上旬,西北地区大部及内蒙古中西部等地降水仍不足 10 mm。由于持续少雨,加之气温回升,使地表干土层增厚,为沙尘天气的发生提供了有利的条件。

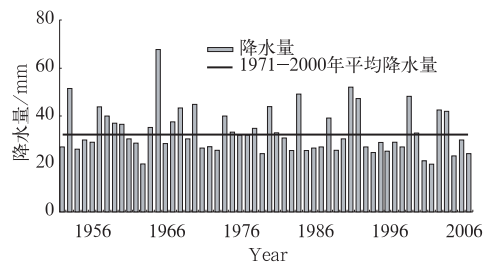


图 5 1951—2006 年北方地区 3—4 月区域平均月降水量变化

Fig. 5 Regional average precipitation change in northern China in March—April from 1951 to 2006

3.3 春季冷空气活动较频繁

常年春季 500 hPa 平均高度场上,我国北方受高空西北气流的控制。2006 年春季,500 hPa 高度场(图 6)乌拉尔山高压脊较常年明显偏强,在距平场上对应 40 gpm 的正距平中心,受脊前偏西北气流的影响,冷空气不断东移南下影响我国;东亚沿岸地区的负位势高度距平表明,东亚大槽偏强,影响我国的冷空气势力较强,尤其是 3 月 9—12 日的寒潮天气过程属历史同期少见。同时,贝加尔湖地区为

持续的负距平区控制,其负距平中心绝对值大于 30 gpm,地面上蒙古气旋活动频繁。冷空气和蒙古气旋的共同作用,造成我国北方出现了大范围的强风,使得 2006 年沙尘强度明显偏强,沙尘暴和强沙尘暴天气过程偏多,且影响严重。

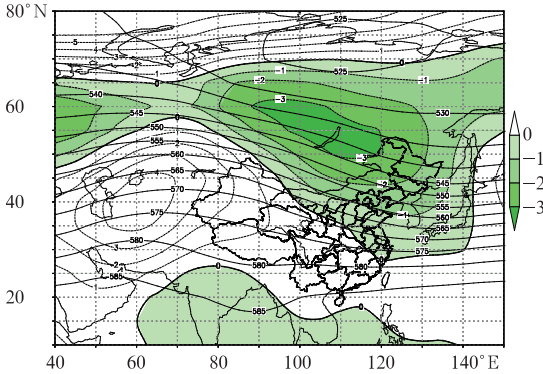


图 6 2006 年春季北半球 500 hPa 平均高度(实线)和距平(虚线,阴影区距平<0)(单位: dagpm)

Fig. 6 The Northern Hemisphere 500 hPa mean heights (solid line) and anomalies (dashed line, shaded area represents negative anomalies) in spring of 2006 (units: dagpm)

2006 年春季,影响我国北方地区的冷空气活动异常频繁,从 2006 年春季 500 hPa 高度场沿 110°E 逐日时间剖面(图 7)可以看出,有 17 次高空槽东移影响我国北方 40°N 附近地区,在西风槽的一次次东移过程中,地面经常伴随锋面气旋活动,在冷空气和气旋的共同作用下,我国北方出现了 17 次沙尘天气过程。沙尘多发期结束晚,到了 5 月 29—30 日内蒙古中西部和东北部的部分地区以及南疆盆地的局部地区还受冷空气影响发生了一次沙尘暴过程,是 2000 年以来春季发生最晚的一次沙尘暴过程。

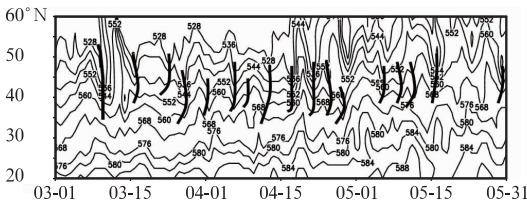


图 7 2006 年春季 500 hPa 高度场沿 110°E 逐日时间演变(单位: dagpm)

Fig. 7 Daily evolution of 500 hPa height along 110°E in spring of 2006 (units: dagpm)

4 结论

(1) 2006 年,我国发生沙尘和扬沙天气的范围

偏小,但沙尘暴、强沙尘暴发生的范围和频次均高于近 7 年平均值。沙尘天气主要出现在秦岭、淮河以北的大部地区;沙尘暴主要分布在新疆南部、西北地区中东部的偏北地区、内蒙古大部。沙尘多发期集中在 3 月下旬到 4 月下旬以及 5 月中旬,多发期长且结束晚。

(2) 2006 年春季沙尘天气过程较多,共出现 17 次,为近 7 年第二多的年份,其中扬沙和沙尘暴天气过程各为 6 次,强沙尘暴天气过程出现了 5 次,是 2000 年以来强沙尘暴天气过程最多的一年。其中,2006 年 4 月 9—11 日的过程是年度强度最强、影响最严重的强沙尘暴天气过程,其影响范围和强度为 20 世纪 90 年代以来第三位。

(3) 2005 年夏秋季西北地区东部、华北、内蒙古等地降水偏少,土壤墒情下降,地表植被长势差;2006 年春季北方大部气温偏高,表层解冻快,土壤水分蒸发大,土质疏松,降水偏少,地表干土层增厚,为 2006 年我国沙尘强度偏强提供了有利的天气气候背景。

(4) 2006 年春季东亚环流异常,500 hPa 高度场乌拉尔山脊异常偏强,东亚大槽偏强,贝加尔湖地区为持续的负距平区控制,影响我国的冷空气活动势力强,且多蒙古气旋活动。冷空气和蒙古气旋的共同作用,是造成 2006 年我国沙尘强度偏强、沙尘暴和强沙尘暴天气过程偏多且沙尘多发期结束晚的主要原因。

参考文献

- [1] 王式功,杨民,祁斌,等. 甘肃河西沙尘暴对兰州市空气污染的影响[J]. 中国沙漠,1999,19(4): 354-358.
- [2] 周自江,王锡稳,牛若芸. 近 47 年中国沙尘暴气候特征研究[J]. 应用气象学报,2002,13(2): 193-200.
- [3] 李令军,高庆生. 2000 年北京沙尘暴源地解析[J]. 环境科学研究,2001,14(2): 1-4.
- [4] 钱正安,焦彦军. 中、美和苏丹强沙尘暴的对比分析[J]. 甘肃气象,1997,15(1): 1-5.
- [5] 孙军,李泽椿. 西北地区沙尘暴预报方法的初步研究[J]. 气象,2001,27(1): 19-24.
- [6] 矫梅燕,周自江. 中国沙尘暴及其监测预警[J]. 中国工程科学,2003,5(9): 126.
- [7] 李延香,高拴柱,周自江,等. 2001 年沙尘暴天气气候特征[J]. 大气科学研究与应用,2002,23(2): 35-43.
- [8] 牛若芸,薛建军. 2002 年春季我国沙尘天气特征及成因分析[J]. 气象,2003,29(7): 43-48.
- [9] 牛若芸,周自江,刘月巍,等. 2003 年春季我国沙尘天气异常偏少成因分析[J]. 气候与环境研究,2004,9(1): 24-33.

- [10] 牛若芸. 2004 年春季沙尘天气显著偏少成因分析[J]. 气象科技, 2007, 35(1): 92-95.
- [11] 牛若芸, 蔡芴宁, 邹旭恺, 等. 2005 年我国沙尘天气的若干特征分析[J]. 气候与环境研究, 2007, 12(3): 358-364.
- [12] 郭文华. 寒潮影响全国沙尘天气频繁 南方连续阴雨局地暴雨成灾(2006 年 3 月)[J]. 气象, 2006, 32(6): 121-125.
- [13] 蔡芴宁. 北方风沙肆虐 南方雨水丰沛(2006 年 4 月)[J]. 气象, 2006, 32(7): 121-125.
- [14] 陈涛. 江南华南暴雨频繁, 北方连遇沙尘天气(2006 年 5 月)[J]. 气象, 2006, 32(8): 121-125.
- [15] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003.
- [16] 牛若芸, 薛建军, 周自江. 2002 年我国沙尘暴天气特征分析[J]. 南京气象学院学报, 2004, 27(2): 178-184.
- [17] 周自江, 章国材. 中国北方的典型强沙尘暴事件(1954—2002 年)[J]. 科学通报, 2003, 48(11): 1224-1228.
- [18] 矫梅燕. 沙尘天气年鉴(2003 年)[G]. 北京: 气象出版社, 2004.
- [19] 矫梅燕. 沙尘天气年鉴(2004 年)[G]. 北京: 气象出版社, 2005.
- [20] 矫梅燕. 沙尘天气年鉴(2005 年)[G]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [21] 王存忠, 牛生杰, 周悦. 中国风蚀起沙观测研究进展[J]. 气象, 2009, 35(11): 107-116.

征稿简则

- 1 《气象》主要刊登气象科学技术领域的综合评述及研究论文;天气、气候诊断分析与预报技术;气象业务技术及业务现代化建设经验;气象灾害的规律及防灾减灾决策;公共气象服务和专业气象服务技术方法;气象科技信息动态等。
- 2 来稿注意事项
 - 2.1 来稿务必论点明确,数据可靠,文字精炼。文章的书写顺序为:中文题目(不超过 20 个汉字)、作者姓名、单位名称、邮政编码、中文提要(200~300 字)、关键词(3~8 个);英文题目、作者姓名、单位名称、邮政编码、英文提要及英文关键词;引言;正文;结论和讨论;致谢;参考文献。文章首页页脚处附作者信息,即姓名、从事专业工作和研究方向、Email 等。
 - 2.2 正文标题用阿拉伯数字连续编号,不同层次数字间用圆点间隔,如“1”,“1.2”,“2.1.3”等。标题左顶格,在数字编号后空一格再写标题,末尾不加标点符号。
 - 2.3 基金资助的研究项目,请注明省部级以上基金名称和项目编号。
 - 2.4 文稿的单位制采用《中华人民共和国法定计量单位》。图、表中量和单位间用“/”隔开,表示物理量的符号用斜体表示,并注意文种、大小写、正斜体、上下角码等。
 - 2.5 科技术语和名词应使用全国自然科学名词审定委员会公布的名词。
 - 2.6 文稿只附必要的图表。图、表要求准确,清晰,美观。在文中相应的位置插入图、表。图、表附相应的中英文图题、表题。附表请使用三线表。
 - 2.7 参考文献按在文内出现顺序连续编码。在期刊上发表的文献书写格式为:[序号] 作者姓名(列出前 3 位). 题名[J]. 期刊名, 年, 卷(期): 页码. 在专著、教科书上发表的文献书写次序为:[序号] 作者姓名. 译者姓名. 文题名. 书名[M]. 出版地: 出版社, 出版年: 页码.
- 3 请勿一稿两投。本刊一般不退稿,若 6 个月内未见刊用通知,可自行处理。
- 4 本刊收取发表费,并付稿酬,所付稿酬包含纸质版、数字版稿酬和刊物内容网络服务报酬等。凡不同意将其稿件纳入此两种版本进行交流者,请书面说明。
- 5 通讯地址:北京市中关村南大街 46 号《气象》编辑部 邮政编码:100081
网上投稿地址: <http://219.234.83.5>
电话:(010)68407936 58993789 68407336 Email: qixiang@cams.cma.gov.cn