

段海霞,李耀辉. 2013年春季沙尘天气特征及其成因[J]. 干旱气象, 2014, 32(3): 359–365, [ DUAN Haixia, LI Yaohui. Characteristics and Its Causes of Dust Events in Spring of 2013 over Northern China [J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(3):359 – 365 ], doi:10.11755/j. issn. 1006 – 7639(2014) – 03 – 0359

## 2013年春季沙尘天气特征及其成因

段海霞, 李耀辉

(中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室,  
中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020)

**摘要:**2013年春季, 我国共出现了7次沙尘天气过程, 其中沙尘暴2次, 扬沙5次, 是沙尘天气频次总体偏少, 但发生时间偏早、影响范围较广的一年。通过对2012/2013年冬季及2013年春季天气气候特征的分析表明:(1)2012/2013年冬季, 西伯利亚高压脊较常年平均明显偏弱, 影响我国北方地区的西北气流及冷空气偏弱, 我国大部地区气温偏高, 不利于冬季土壤冻结, 土质较为疏松, 加之蒙古国及内蒙古大部地区纬向风为偏西风的正距平区, 有利于起沙及沙尘粒子向偏东方向输送, 这是造成2013年沙尘天气早发的主要原因;(2)2013年春季, 我国北方大部地区处于该弱脊前西北气流, 我国北方除东北地区气温较常年偏低外, 其他大部地区气温均偏高, 土壤解冻较早, 加之3~4月降水偏少, 植被状况偏差, 土质疏松, 是形成沙尘天气的主要原因;(3)气温偏高、降水偏少、土壤湿度降低, 但2013年春季沙尘暴反而减少了, 说明这些因素并不是沙尘暴发生的直接因素, 而是造成沙尘暴发生的短期天气气候变化的间接原因。

**关键词:**春季沙尘暴; 特征; 天气气候成因

文章编号:1006-7639(2014)-03-0359-07 doi:10.11755/j. issn. 1006-7639(2014)-03-0359

中图分类号:P425

文献标识码:A

### 引言

沙尘天气是一种严重破坏生态环境的灾害性天气, 频繁的沙尘天气不但会造成沙尘源区土壤和养分的过度流失, 加剧土地沙漠化, 而且会对广大下游地区造成严重的环境污染, 给工农业生产以及人民日常生活带来极大危害<sup>[1-2]</sup>。中国的沙尘天气主要分布在西北、华北和南疆盆地地区, 北方广大地区均是其主要影响区。近年来, 我国北方地区沙尘天气有减少的趋势, 但强沙尘暴却频繁发生, 且其影响范围大、影响程度剧烈<sup>[3-5]</sup>。如2011年4月28日, 甘肃河西走廊酒泉、张掖等地发生强沙尘暴, 能见度低于500 m; 2010年4月24日甘肃河西5市、宁夏、内蒙古中西部出现大范围扬沙及强沙尘暴天气, 对人民生活造成很大影响。近年来, 一些学者对沙尘天气个例进行了分析<sup>[6-8]</sup>, 还有学者分析了甘肃民勤和敦煌地区沙尘特征<sup>[9-11]</sup>, 另外许多学者对2000年以来不同年份沙尘天气特点及成因进行了诊断分

析, 了解欧亚中高纬大气环流形势变化在中国沙尘天气的强弱、多寡振荡中的作用<sup>[12-16]</sup>, 这些分析研究均取得了有意义的结论。本文利用地面天气资料和NCEP/NCAR再分析资料对2013年春季我国沙尘天气特点及其成因进行了归纳总结。

### 1 2013年春季沙尘暴过程特点

2013年春夏季沙尘暴天气过程分类资料主要来自常规地面天气要素观测资料。

#### 1.1 沙尘过程数较常年同期偏少

2013年春季我国北方地区共发生7次沙尘过程, 其中3次沙尘暴过程、4次扬沙过程, 分别比2000~2012年平均的5.4次、6.5次偏少, 说明2013年春季沙尘天气过程总体较近13 a平均偏少(图1)。

#### 1.2 阶段性集中多发, 前春多后春少

2013年春季的7次沙尘天气过程, 有3次出现在3月, 3次出现在4月, 1次出现在5月(表1)。

收稿日期:2013-08-09; 改回日期:2013-12-18

基金项目: 干旱气象基金项目(IAM201112)和沙漠气象科学基金(Sqj2012003)共同资助

作者简介: 段海霞(1980-), 女, 甘肃金昌人, 副研究员, 研究方向为天气动力学及中尺度数值模拟. E-mail: dhx8199@hotmail.com

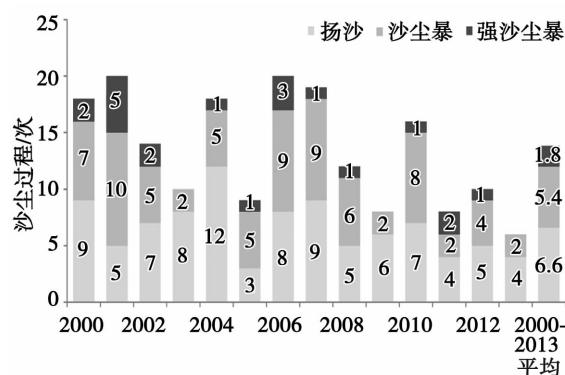


图1 2000~2013年春季全国沙尘天气过程次数逐年变化

Fig. 1 The frequency of the dust weather processes in spring from 2000 to 2013

与近11 a(2000~2010年)同期相比,3月偏少2.9次,4月和5月分别偏少2.2和1.9次,具有前期多,后期少的特点。

表1 2000~2013年3~5月沙尘过程数(单位:次)

Tab. 1 The number of dust weather processes from March to May during 2000~2013

年份	3月	4月	5月	过程总计
2000	5	8	5	18
2001	10	8	2	20
2002	8	6	0	14
2003	3	4	3	10
2004	10	4	4	18
2005	2	6	1	9
2006	7	7	6	20
2007	9	4	6	19
2008	6	2	4	12
2009	4	3	1	8
2010	8	5	3	16
2011	3	4	1	8
2012	2	6	2	10
2013	3	3	1	7
2000~2012年平均	5.9	5.2	2.9	14.0

### 1.3 沙尘日数总体偏少,但发生时间偏早,影响范围广

2013年3月我国北方地区共发生3次沙尘天气过程,较2000~2012年同期平均次数偏少1.2次。其中,有2次扬沙过程,接近2000~2012年同期(1.7次),1次沙尘暴过程,较2000~2012年同期偏少1.5次。

2013年2月27~28日,南疆盆地、甘肃西部、内蒙古中西部、宁夏北部、陕西北部、华北北部发生沙尘天气,甘肃西部、河北北部局地发生沙尘暴,这是北方地区2013年遭受的第一次沙尘天气过程。3月8~9日,受强冷空气影响,西北大部、华北、黄淮北部和西部以及辽宁西部等地出现扬沙或浮尘天气,内蒙古中西部、甘肃西部和陇东地区、陕西北部等地部分地区出现沙尘暴,新疆阿克苏、阿拉尔、塔中、淖毛湖和宁夏平罗出现强沙尘暴。

4月,北方地区出现3次沙尘天气过程,较2000~2012年同期(5.2次)明显偏少,其中2次扬沙、1次沙尘暴过程。4月17~18日,新疆南疆盆地、内蒙古中西部、甘肃中西部、宁夏、陕西中北部、山西中部及河南西部等地陆续出现沙尘天气,其中南疆、甘肃、宁夏、内蒙古西部局地出现沙尘暴,新疆民丰出现强沙尘暴。

5月,我国北方地区出现了1次沙尘天气过程,较2000~2010年同期(3.2次)偏少,且强度偏弱,此次沙尘过程为扬沙天气。5月18日,内蒙古西部、宁夏北部出现沙尘天气,其中拐子湖、吉兰太和阿拉善左旗出现沙尘暴。

## 2 沙尘天气气候成因

本节使用的资料为全国160站降水距平百分率、气温资料,以及NCEP/NCAR全球 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 网格点的再分析资料,资料时段从1948年1月至2013年6月,资料种类分别为逐月平均的位势高度、地表温度、风场、表层土壤湿度( $0\sim10\text{ cm}$ ),多年平均是指1981~2010年30 a的平均。

### 2.1 气温和降水特征

2012/2013年冬季(图2a),我国除新疆北部、华北及东北大部地区气温较常年平均偏低外,其他大部地区气温均偏高,其中西北大部地区及内蒙古中西部气温偏高1℃以上,说明冬季气温偏高,不利于土壤冻结。进入2013年3月(图2b),全国大部地区气温较常年同期偏高2~4℃,其中新疆北部和东部、甘肃大部、内蒙古西部、陕西亚部、四川东部、贵州中部等地偏高4~6℃,北疆北部偏高达6℃以上;东北大部以及内蒙古东北部、西藏西南部部分地区气温较常年同期偏低1~4℃,局部偏低4℃以上。较高的气温有利于土壤解冻,土质变疏松,则有利于沙尘天气的发生,造成3月我国北方地区发生3次沙尘天气过程;4月(图2c),东北及内蒙古东部、河北大部、山东北部、广东中东部等地气温较常年同期偏低1~4℃,部分地区偏低4℃以上;西北

大部、四川盆地及云南中西部、西藏西北部等地气温较常年同期偏高1~2℃,部分地区偏高2℃以上,较高的气温仍有利于沙尘天气的发生。5月,除新疆北部气温偏低1℃左右外,全国大部分地区气温

接近常年同期或偏高,其中东北大部、华北北部、西北中东部偏北地区、黄淮西部及浙江等地偏高1~2℃,内蒙古大部、黑龙江大部、吉林西北部、山西北部偏高2℃以上。

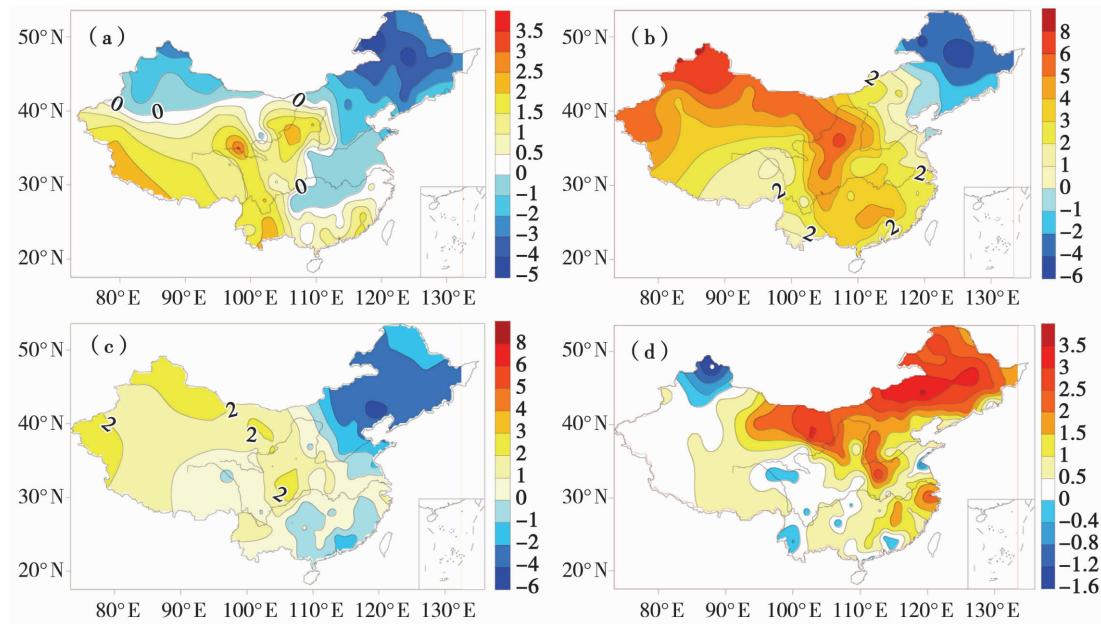


图2 全国气温距平场(单位:℃)

(a)2012/2013年冬季;(b)2013年3月;(c)2013年4月;(d)2013年5月

Fig. 2 The temprature anomaly in winter of 2012/2013 (a),  
March(b),April(c) and May (d) of 2013 (Unit:℃)

2012/2013年冬季(图3a),我国新疆东北部、西北地区西部、华北北部、东北大部降水较常年平均偏多,而内蒙古中西部及西北地区中东部地区降水较常年平均偏少,加之冬季这些地区气温偏高,造成冬季土壤不易冻结,土质疏松,有利于来年春季沙尘天气的发生。进入2013年3月,从月总降水量来看(图略),我国降水主要发生在江南及华南地区,而西北大部、华北北部、黄淮北部以及内蒙古大部、黑龙江西北部、吉林西部、辽宁西部、西藏中部和西部、云南中北部等地降水则不足10 mm,部分地区甚至无降水。从降水距平百分率分布来看(图3b),除东北部分地区降水较常年平均偏多外,我国北方大部地区降水均偏少,其中华北西部和南部、西北大部及内蒙古西部等地偏少8成以上,由于偏少的降水加之偏高的气温,这些地区地表植被状况没有多大改善,裸土外露且土质疏松,当遇到有利的环流形势时容易形成沙尘天气,因此造成3月发生了3次沙尘天气过程,其中还有1次沙尘暴过程。4月(图3c),我国降水主要发生在华南地区,而北方大部地区降水仍不足10 mm,其中东北地区北

部、西北大部、华北北部及内蒙古中部和西部等地偏少2~8成,这些地区均为沙尘多发区,加之这些地区气温偏高,有利于沙尘天气的发生。5月(图3d),我国降水主要发生在黄河下游、渭河流域及其以南地区,而华北中北部、东北南部及内蒙古中部和西部、陕西北部、甘肃西部、新疆东部和中部等地降水量偏少2~8成,局部偏少8成以上,造成5月内蒙古中西部地区发生1次沙尘天气过程,而北方其他地区降水增加,地表植被状况改善,不易起沙,则无沙尘天气发生。

前期冬季我国北方大部地区特别是沙尘多发区降水偏少,使得前期地面植被状况偏差,沙尘天气早发,进入2013年春季以后,北方大部地区降水仍偏少,地面植被状况无法得到改善,加之气温偏高,利于土壤解冻,土质变得疏松,使得2013年沙尘暴发生时间较常年偏早,前期沙尘天气过程较多,后期降水增加后,植被状况改善,沙尘天气过程减少。由此可见相较往年,2013年气温偏高、降水偏少、土壤湿度降低,但沙尘暴反而减少了,说明这些因素并不是沙尘暴发生的直接因素,而是造成沙尘暴发生的短期天气气候变化的间接原因。

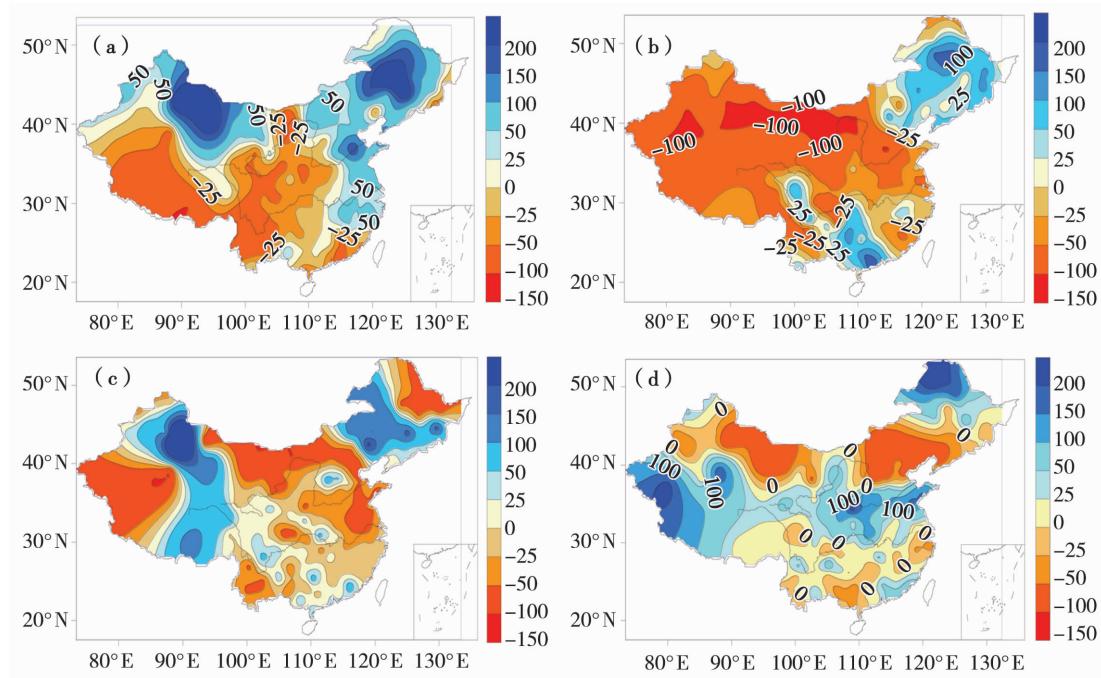


图3 全国降水距平百分率分布(单位:%)

(a)2012/2013年冬季;(b)2013年3月;(c)2013年4月;(d)2013年5月

Fig. 3 The precipitation anomaly percentage in winter of 2012/2013 (a),  
March (b), April (c) and May (d) of 2013 (Unit: %)

## 2.2 环流形势特征

2012/2013年冬季,冷空气指数为2(图略,资料来源于国家气候中心发布的74项环流指数),较常年平均的2.6偏弱,欧亚大陆中高纬上空500 hPa环流形势基本为2槽1脊型(图4a),我国大部地区受东亚大槽槽后脊前西北气流影响,但西伯利亚高压脊较常年平均明显偏弱,因此影响我国北方地区的西北气流及冷空气明显偏弱,造成冬季我国大部地区气温偏高,土壤不易冻结,土质疏松,有利于来年春季沙尘天

气早发;进入2013年春季,冷空气指数为3.7,较常年平均的2.7异常偏强,另外欧亚大陆中高纬500 hPa基本为一槽一脊的环流形势(图4b),新疆北部为弱脊,我国北方大部地区受该弱脊脊前西北气流控制,距平场上除东北地区为位势高度负距平外,其他大部地区处于位势高度正距平区,因此2013年春季我国北方除东北地区气温较常年偏低外,其他大部地区气温均偏高,降水偏少,土壤解冻较早,土质疏松,为春季沙尘天气发生创造了有利的条件。

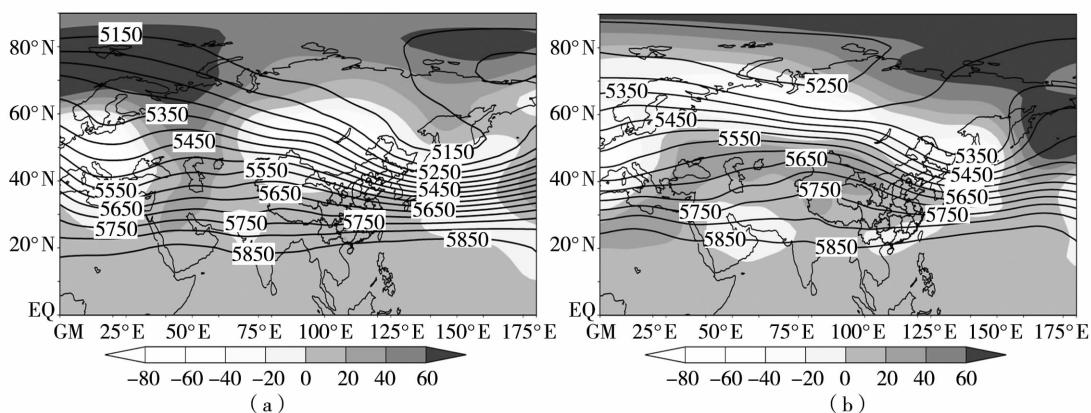


图4 500 hPa平均环流形势(等值线,单位:gpm)及其距平场(阴影)

(a)2012/2013年冬季;(b)2013年春季

Fig. 4 The 500 hPa geopotential height field (isolines, Unit:gpm) and its anomaly field (shaded)  
(a) for the winter of 2012/2013; (b) for the spring of 2013

### 2.3 表层土壤湿度特征

2012/2013年冬季,我国华北北部、东北大部表层土壤湿度与常年平均基本持平,华中及华东大部地区表层土壤湿度较常年平均偏高,而南疆盆地、内蒙古中西部、甘肃河西走廊西部以及甘肃中部地区表层土壤湿度则较常年平均偏低,其中南疆盆地北部、甘肃河西走廊西部、内蒙古中部较常年平均偏低0.02%以上,加之冬季这些地区气温偏高,因此不利于冬季土壤冻结,土质较为疏松,容易形成沙尘天气,因此造成2013年沙尘天气发生时间偏早(图5a)。2013年3月(图5b),除塔里木盆地西部、西北地区东部及江淮部分地区表层土壤湿度较常年平均偏低外,我国北方大部地区均与常年平均相当或

略偏高,土壤状况较前期冬季有所改善,其中西北地区东部表层土壤湿度偏低,可能是造成3月这里出现1次沙尘暴2次扬沙过程的原因之一。由于前期3月及同期4月我国西北地区降水偏少,造成4月表层土壤湿度较前期有所降低(图5c),新疆大部、西北、江淮及华东大部地区表层土壤湿度较常年平均偏低,加之同期气温偏高,土质较为疏松,是造成4月发生1次沙尘暴的可能原因之一。5月(图5d),我国北方大部地区由于降水增多,表层土壤湿度状况较4月有所改善,南疆盆地、青海大部、西北东部表层土壤湿度与常年同期基本持平或略偏高,土壤和植被状况有所改善,不利于沙尘天气的发生,因此5月我国北方仅发生1次扬沙过程。

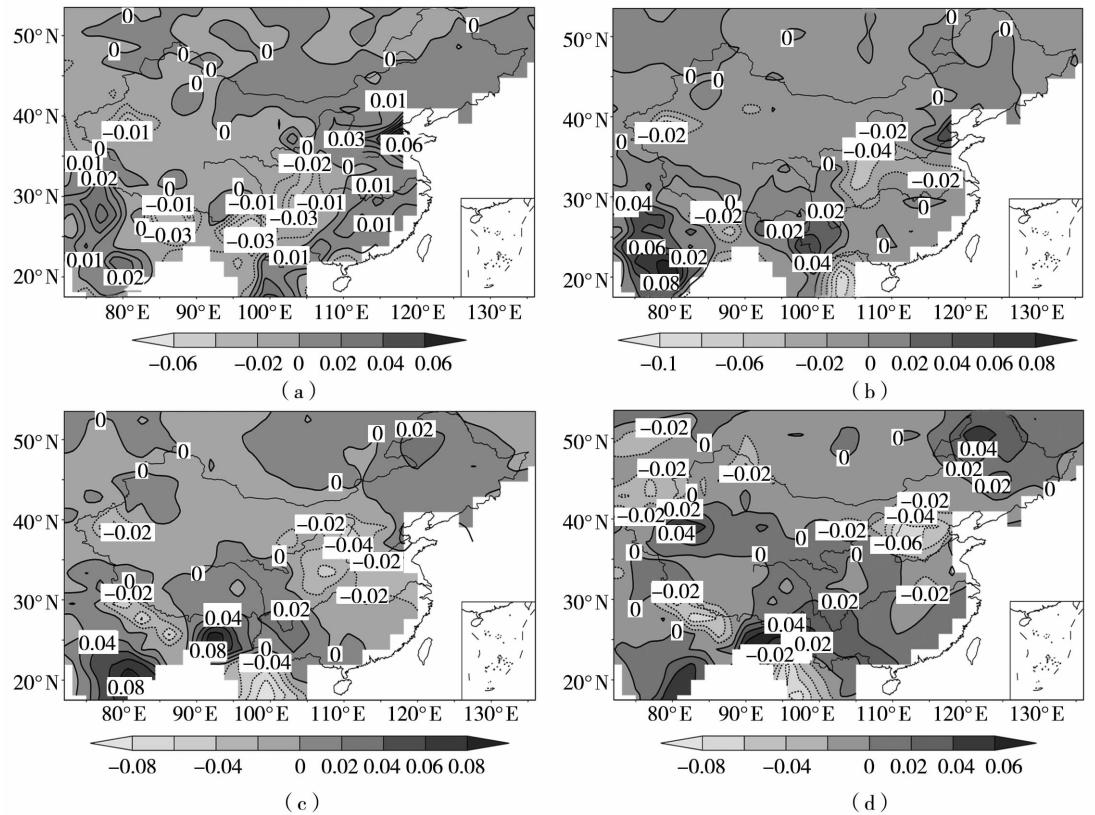


图5 表层土壤湿度距平场  
(a)2012/2013年冬季,(b)2013年3月,(c)2013年4月,(d)2013年5月

Fig. 5 Surface soil moisture anomaly in winter of  
2012/2013 (a), March (b), April (c) and May (d) of 2013

### 2.4 对流层中层纬向风距平特征

2012/2013年冬季(图6a),巴尔喀什湖—蒙古国南部—我国西北、华北—日本海一带纬向风为偏西风正距平,我国北方除内蒙古东北部及东北北部地区纬向风为偏西风负距平外,其他大部地区均为纬向偏西风正距平,偏强的偏西纬向风有利于西西伯利亚冷空气向我国北方地区输送,另外,由于东北

亚地区的主要沙源地位于蒙古国和内蒙古高原地区,若这些地区纬向风为偏西风距平,则有利于起沙及沙尘粒子向偏东方向输送,因此造成2013年2月我国北方发生1次沙尘暴过程。进入2013年3月(图6b),西西伯利亚—蒙古国—我国内蒙古—华北—东北大部地区为纬向偏西风正距平,其中中西伯利亚地区为强正距平中心,说明来自这里的西北

风易将西西伯利亚地区的冷空气带入我国北方地区,造成3月我国内蒙古东部及东北地区气温偏低,加之这些地区上游的蒙古国也为纬向偏西风正距平,有利于蒙古国起沙并将沙尘粒子向偏东南方向输送,造成2013年3月我国内蒙古中东部、华北及东北地区易发生沙尘天气,其中3月8~9日,受强冷空气影响,西北大部、华北、黄淮北部和西部以及辽宁西部等地出现扬沙或浮尘天气,内蒙古中西部、甘肃西部和陇东地区、陕西北部等地部分地区出现沙尘暴。4月(图6c),西伯利亚—蒙古国中南部—内蒙古中部—西北地区东北部—华北地区为偏西纬向风正距平,因此当蒙古国中南部沙源地

有沙尘发生时,偏强的纬向偏西风易将上游沙尘粒子由中高层输送至我国北方地区,因此4月我国北方发生3次沙尘天气过程。5月(图6d),西西伯利亚—蒙古国为较强的偏西纬向风正距平,有利于这些地区起沙并将沙尘粒子向偏东方向输送,但由于500 hPa中西伯利亚一带存在一阻塞低压,我国北方大部地区基本处于西伯利亚阻塞低压底部、里海高压脊前西北偏西气流控制(图略),且我国北方除新疆外,其他大部地区均为纬向偏西风负距平,不利于蒙古国沙源地沙尘粒子向我国北方地区输送,因此不利于5月我国北方沙尘天气的发生。

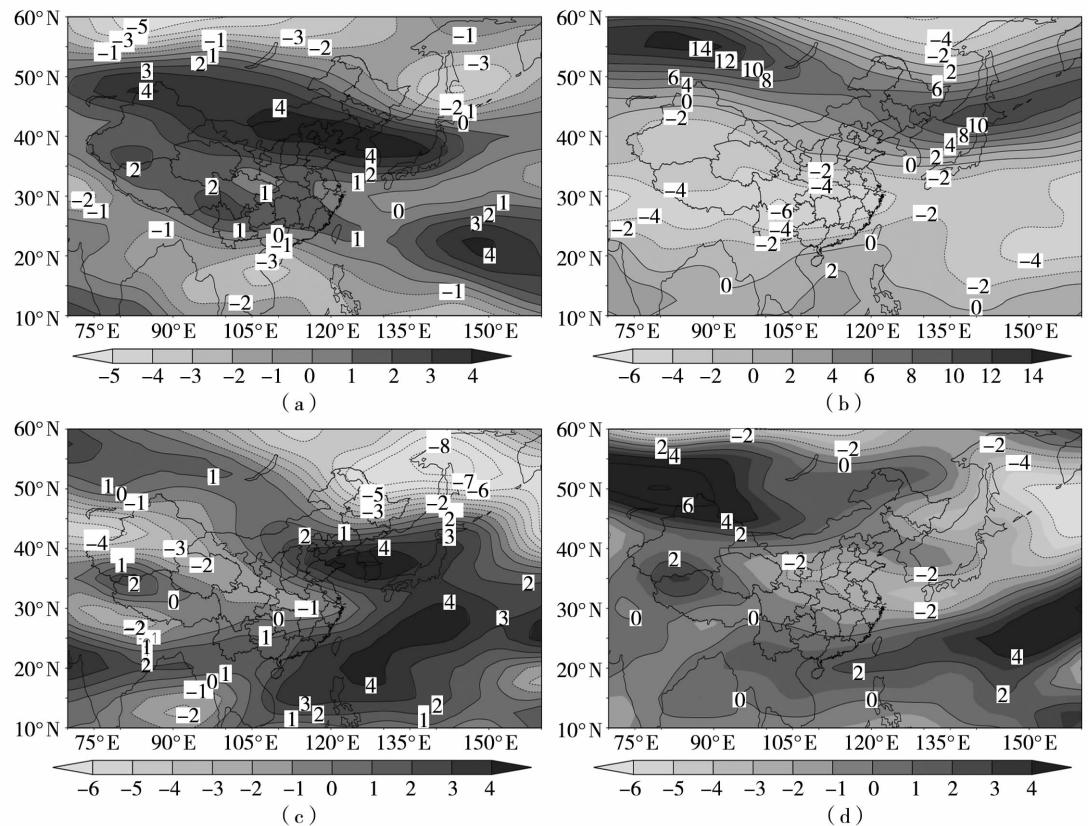


图6 500 hPa 纬向风距平图

(a)2012/2013年冬季;(b)2013年3月;(c)2013年4月;(d)2013年5月

Fig. 6 The 500 hPa zonal wind anomaly in winter of 2012/2013 (a),  
March (b), April (c) and May (d) of 2013

### 3 结 论

(1)2012/2013年冬季,西伯利亚高压脊较常年平均明显偏弱,影响我国北方地区的西北气流及冷空气偏弱,我国大部地区气温偏高,不利于冬季土壤冻结,土质较为疏松,加之蒙古国及内蒙古大部地区纬向风为偏西风的正距平区,有利于起沙及沙尘粒子向偏东方向输送,是造成2013年沙尘天气早发的主要原因。

(2)2013年春季,我国北方大部地区处于该弱脊前西北气流,我国北方除东北地区气温较常年偏低外,其他大部地区气温均偏高,土壤解冻较早,加之3~4月降水偏少,植被状况偏差,土质疏松,是3~4月形成沙尘天气的主要原因。

(3)气温偏高、降水偏少、土壤湿度降低,这些因素有利于沙尘天气发生,但2013年春季沙尘暴反而减少了,说明这些因素并不是沙尘暴发生的直接

因素,而是造成沙尘暴发生的短期天气气候变化的间接原因,因此还有待于细致分析沙尘暴发生的天气气候因素,并对相同天气气候异常状况下,沙尘暴发生多寡的年份进行比较,发现异同并查找原因,为沙尘暴短期气候预报提供理论依据。

#### 参考文献:

- [1] 叶笃正,丑纪范,刘纪远,等.关于我国华北地区沙尘天气的成因与治理对策[J].地理学报,2000,55(5):513-521.
- [2] 王世功,杨民,齐斌,等.甘肃河西走廊沙尘暴对兰州市空气污染的影响[J].中国沙漠,1999,19(4):354-358.
- [3] 康杜娟,王会军.中国北方沙尘暴气候形势的年代际变化[J].中国科学(D辑,地球科学),2005,35(11):1096-1102.
- [4] 刘国梁,郝丽珍.中国沙尘暴的下降趋势与气候变迁的对比[J].中国环境科学,2003,23(4):341-343.
- [5] 王可丽,江灏,吴虹.2001年春季中国北方沙尘暴的环流动力结构分析[J].高原气象,2002,21(3):303-308.
- [6] 程鹏,王宝鉴,孔祥伟,等.河西走廊一次强沙尘暴天气的螺旋度诊断[J].干旱气象,2013,31(1):144-149.
- [7] 陈静,许彦慧,蔡文玮.内蒙古中西部地区一次沙尘暴天气的动力诊断[J].干旱气象,2011,29(3):330-335.
- [8] 赵俊荣,刘振新.准噶尔盆地南缘一次强沙尘暴成因分析[J].干旱气象,2009,27(4):362-366.
- [9] 李小岚,张宏升.我国沙尘天气微气象学和湍流输送特征研究进展[J].干旱气象,2010,28(3):256-254.
- [10] 赵明瑞,杨晓玲,滕水昌.甘肃民勤地区沙尘暴变化趋势及影响因素[J].干旱气象,2012,30(3):421-425.
- [11] 高振荣,邵亮,李光林.敦煌地区沙尘天气特征分析[J].干旱气象,2010,28(1):59-64.
- [12] 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.
- [13] 牛若芸,周自江,刘月巍,等.2003年春季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.
- [14] 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.
- [15] 牛若芸,蔡梦宁,邹旭恺.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.
- [16] 段海霞,赵建华,李耀辉.2011年春季中国北方沙尘天气过程及其成因[J].中国沙漠,2013,33(1):179-186.

## Characteristics and Its Causes of Dust Events in Spring of 2013 over Northern China

DUAN Haixia, LI Yaohui

(Institute of Arid Meteorology, CMA; Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province; Key Open Laboratory of Climatic Change and Disaster Reduction of CMA, Lanzhou 730020, China)

**Abstract:** In spring of 2013, there were seven times sand and dust weather processes including two sandstorm processes over North China, the frequency of sand and dust weathers was obviously few, but the occurrence time of dust storms was earlier and the influencing area was larger, so the synoptics and climatological characteristics in winter of 2012 and spring of 2013 were analyzed in this paper. Some results are obtained as follows: (1) In 2012/2013 winter, weaker cold air and higher temperature were not conducive to soil freezing, and at the same time, as a result of less precipitation in Xinjiang, west of Inner Mongolia, the ground surface vegetation condition was bad there. In addition, the zonal wind was the positive anomaly of westerly wind over Mongolia and the most region of Inner Mongolia, which was conductive to dust emission and dust particles conveying to east region, so that's why the occurrence time of dust storms was earlier in 2013. (2) In March and April of 2013, there was still fewer precipitation, lower soil humidity and higher temperature in most parts of northern China, so the soil thawed early and ground vegetation conditions couldn't be improved, which were important factors why the dust weathers occurred during this period. (3) Although it was higher temperature, fewer precipitation and lower soil moisture in spring of 2013, sandstorm weathers actually decreased, which showed these factors were not direct factors of dust storm occurrence, they were only indirect reasons for short-term climate change resulted in sandstorm occurring.

**Key words:** spring of 2013; sandstorm; characteristic; cause