文章编号：1006-4354（2005）02-0001-04

2004年陕西春季沙尘天气环流特征分析

侯明全[1]，王旭仙[2]

（1. 陕西省气象台，陕西西安 710015；2. 渭南市气象局，陕西渭南 714000）

摘 要：对2004年陕西春季沙尘天气进行统计，并对发生的5次沙尘天气过程，从气候背景、天气成因等方面分析。结果表明：2004年春季沙尘天气与历年同期比较仍属偏少年份，沙尘天气过程主要集中在3月，多发期较常年提前了1个月。2004年冬、春季降水偏少，温度异常偏高为沙尘天气的发生提供了有利条件。3月500 hPa异常的环流特征，导致冷空气活动频繁，是造成2004年春季沙尘天气集中发生的主要原因。

关键词：沙尘天气；环流特征；天气成因

中图分类号：P445.4 文献标识码：A

2004年春季陕西的沙尘天气较2003年明显增加，5次沙尘天气过程全部集中在3月份，多发期较历年提前了1个月。本文对2004年春季沙尘天气的气候背景、环流特征等进行分析研究。

1 2004年春季沙尘天气概况

1.1 沙尘日数较2003年明显偏多

2004年陕西春季沙尘天气仍属偏少年份，较2003年春季有所增加（见表1）。由表1可以看出，2004年春季沙尘天气较2003年春季共增加了134个站次，其中沙尘暴日数增加了7站次，扬沙日数增加了19站次，浮尘天气增加的较多，达108站次，但较历史同期仍属偏少的年份。

表1 陕西2004年春季（3—5月）沙尘天气站次

天气类型	沙尘暴	扬沙	浮尘	沙尘
历史平均	75.1	369.6	489.3	934.0
2003年	1	136	82	219
2004年	8	155	190	353

1.2 沙尘天气出现时段集中

由表2可以看出2004年春季沙尘天气主要出现在3月，4月和5月沙尘日数较少，3月沙尘日数占2004年春季沙尘日数的80%，较历年平均多发期提早1个月。2004年沙尘暴天气共出现了8个站次，分别出现在3月和5月，主要在陕北榆林市。3月出现在定边（3月4日、3月9日）、米脂（3月9—10日）和榆林城区（3月29日），5月出现在定边（5月17—18日、24日）。都属于局地性的沙尘暴天气，未出现区域性的沙尘暴天气过程。由此可以看出2004年沙尘暴主要出现在陕西定边县，有5个沙尘暴日，占春季沙尘暴发生站次的60%以上。另据统计2004年春季定边沙尘日数高达34 d，平均每3 d就有1次沙尘天气，是陕西沙尘天气发生频率最高的测站。定边、榆林和米脂三县均位于榆林地区的西北部，近邻毛乌素沙漠，出现局地性的沙尘暴天气，与当地的生态环境和地理位置有密切关系。

表2 陕西2004年春季各月沙尘天气站次

月 份	3	4	5
沙尘暴	5	0	3
扬沙	119	29	7
浮尘	160	27	3

1.3 影响陕西的沙尘天气过程

依照国家关于沙尘天气过程的定义，统计分析陕西95个测站资料（除黄陵、三原、华山），由表3可以看出，2004年春季共出现了5次沙尘天

收稿日期：2004-12-02

作者简介：侯明全（1955-），男，陕西凤翔人，高级工程师，主要从事天气预报与研究。

气过程。3 月 3—5 日，3 月 9—10 日、3 月 16—17 日和 3 月 31—4 月 1 日 4 次过程是全省性的，3 月 27—29 日是区域性的，仅影响陕北。其中 3 月 9—10 日的沙尘天气过程是今年影响范围最大、强度最强的一次过程，全省沙尘天气达到 109 站次，其中沙尘暴 3 站次，扬沙 38 站次，浮尘 68 站次。从区域分布来看，5 次过程陕北以扬沙天气为主，伴有局地沙尘暴或浮尘，关中、陕南以浮尘天气为主，伴有局地扬沙。

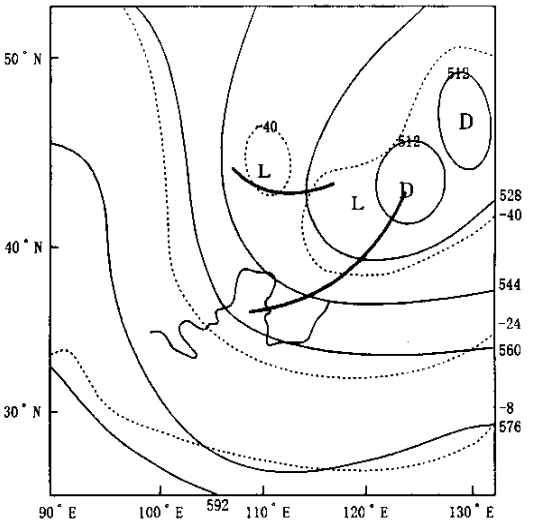
表 3 陕西 2004 年春季沙尘天气过程统计

时间	过程类型	沙尘天气影响范围		
3 月 3—5 日	扬沙 浮尘	陕北 关中 陕南	扬沙 15 站 浮尘 29 站 浮尘 25 站	沙尘暴 1 站 扬沙 9 站 扬沙 2 站
3 月 9—10 日	扬沙 浮尘	陕北 关中 陕南	扬沙 33 站 沙尘暴 3 站 浮尘 35 站 浮尘 30 站	浮尘 3 站 扬沙 4 站 扬沙 1 站
3 月 16—17 日	扬沙 浮尘	陕北 关中 陕南	扬沙 12 站 扬沙 14 站 浮尘 5 站	浮尘 3 站 浮尘 9 站
3 月 27—29 日	扬沙	陕北	扬沙 12 站 沙尘暴 1 站	浮尘 2 站
3 月 31—4 月 1 日	扬沙 浮尘	陕北 关中 陕南	扬沙 8 站 浮尘 13 站 浮尘 5 站	扬沙 7 站

2 环流形势演变分析

经过对 5 次沙尘天气过程的天气图分析发现：500 hPa 引导系统的位置源于 3 个不同地区，第 1 次源于内蒙古东部到东北北部；第 2、3、4 次源于中西伯利亚附近；最后一次源于新疆北部，但均经贝湖附近或蒙古向东南压进入我国，引导地面冷空气从内蒙或新疆东南下，经西北地区东部及河套，造成大范围的沙尘天气。

第 1 次天气过程出现在 3 月 3—5 日，其 500 hPa 引导系统生成于内蒙东部到东北北部，到 4 日 20 时（图 1），冷低压轴向已转为东北—西南向，且轴线已南压到 40～50°N 之间，因贝湖北部冷空气沿低压后部的偏北气流下滑，使冷低压不断加强且西南压。地面图上，4 日 08 时蒙古中部及内蒙西部有冷锋生成，14 时锋后出现了大范围的沙尘天气，20 时锋面已移过关中东部、陕南西部，沙尘区也随之发展到陕北、关中和甘肃的东南部，因此造成了陕西 2004 年春季第一次全省性的沙尘天气过程。



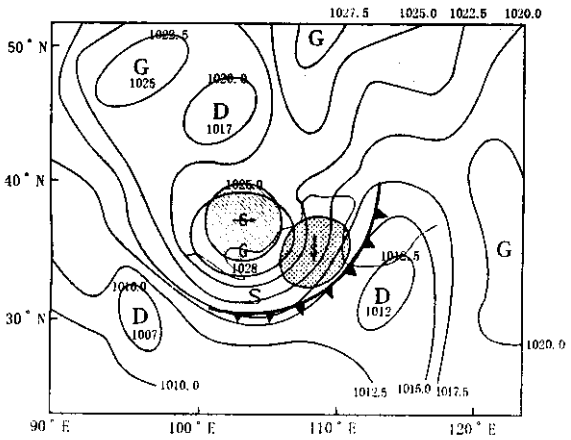
细实线为等高线；细虚线为等温线；粗实线为槽线

图 1 2004-03-04-20 500 hPa 形势图

第 2、3、4 次高空引导系统都源于中西伯利亚附近。如第 2 次过程发生在经向环流向纬向环流转换中，影响这次过程的冷低压，3 月 8 日位于中西伯利亚的中部—贝湖的西部，有—40 ℃ 的冷中心配合，到 9 日 20 时，50°N 以北、120°E 以西整个为低槽区，冷温度中心东南移到贝湖附近，中心值为—43 ℃。9 日 08 时地面图上，贝湖南部—蒙古中东部有一气旋，中心气压为 985 hPa，气旋后部有冷锋生成，锋面附近出现了成片的沙尘暴。20 时气旋加强东移，中心气压为 983 hPa，锋面移到陕西关中和甘肃南部，沙尘暴区也随之南压到陕西中北部—甘肃东南部，陕北的定边、米脂出现沙尘暴，这也是全国最大、最强的一次沙尘天气过程。

最后一次过程 500 hPa 引导系统生成于新疆北部，3 月 30 日在北塔山口形成一小槽，其后有温度槽配合；31 日 08 时小槽移至河套西部，到 20 时低槽加深移过河套北段的东胜、延安至西安一带，温度槽仍落后于高度槽，河套以东及黄淮流域为大片的西南气流。地面图上 30 日在蒙古西部

形成的低压发展东移，由于新疆冷高压东移南压，31日低压突然东南压，发展成为河套低压。新疆南部的冷空气沿河西走廊东南下，08时在河套低压后部有冷锋生成，14时锋面北段移过河套，南部过关中西部—四川北部，从30日20时（图2）到31日夜间，锋面过后的内蒙、宁夏、甘肃和陕西出现了大范围的沙尘天气过程。



实线为等压线；锯齿线为冷锋；斜线区为沙尘暴区；网线区为扬沙区；S所标处为浮尘区

图2　2004-03-31-20地面综合图

可见造成2004年陕西春季沙尘天气过程的地面影响系统是：蒙古气旋、东北气旋和冷锋，5次过程中均有冷锋过境，沙尘天气就产生在冷锋附近或冷锋过后。

3　冷空气移动路径

分析发现2004年陕西春季沙尘天气的冷空气路径分别为西北路和西路。前4次过程都属于西北路路径。第1、2、3次过程冷空气的源地来自西西伯利亚附近，经新疆北部、蒙古—内蒙影响河套及陕西，所以冷空气路径属于西北路（图3）。第4次过程冷空气的源地虽然是来自西西伯利亚的东部，但由于蒙古低压东南移时发展为东北气旋，其西部的冷高压仍然是经蒙古西部—内蒙东南压到河套，依次影响到陕西，故仍属于西北路经的冷空气。

最后一次是出现在3月底—4月初，这次冷空气是在新疆北部生成，南压过天山，再沿河西走廊东移过河套，使西北大部出现了沙尘天气，冷空气路径属于西路。从5次沙尘天气过程的冷空气路径可看出：2004年春季冷空气出现最多的是西北路径，占80%；只有一次是西路路径，占20%。

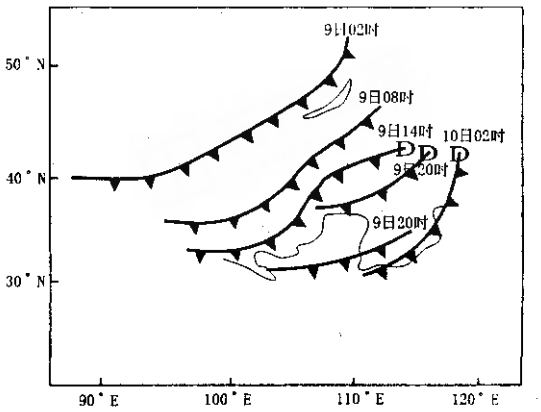


图3　2004-03-09-02—10-02锋面移动路径

4　2004年春季沙尘天气成因背景分析

4.1　冬、春季降水和气温分析

沙尘天气的发生主要取决于两方面的因素。一是地表丰富的松散干燥的沙尘；二是足够强劲持久的风力。前者多与地表特征和前期降水等条件有关，而后者取决于冷空气的活动。2003年冬到2004年春陕西降水明显偏少，气温持续偏高（表4）。分析逐月降水情况发现，陕北从2003年12月到2004年4月，持续5个月降水偏少，月降水量大多不足5 mm，春季降水主要集中在5月。由于冬、春季陕北降水异常偏少，气温持续偏高，造成土壤解冻早，水分蒸发快，加上冷空气活动频繁，使得2004年春季沙尘天气过程多发期提前，过程次数比去年同期明显偏多。

4.2　高空环流背景分析

在2004年3月北半球500 hPa平均图（图略）上，极涡为偶极型，中心分别位于北美和泰米尔半岛以南地区，两个高脊分别位于白令海和冰岛以东地区。中纬度地区呈4波型，欧亚地区为两槽一脊型，新疆为一高脊，长波槽分别位于30°E和130°E，东亚大槽较深，陕西处在新疆脊前西北气流的控制下，有利于极地冷空气不断南下。2004年3月500 hPa距平图（图略）上，在东半球欧亚地区，我国东部到欧亚地区北部为大片的

表 4 陕西 2004 年春季（3—5 月）降水距平和冬春季气温距平

站 名	榆林	延安	铜川	宝鸡	咸阳	西安	渭南	汉中	安康	商洛
降水距平/%	32	−67	−20	−41	−39	−38	−57	−46	−13	−22
冬季气温/℃	2.1	1.4	1.0	1.2	0.9	2.1	1.6	1.2	0.8	0.4
春季气温/℃	2.0	2.6	2.0	2.8	1.6	3.3	2.6	1.4	1.1	1.2

负距平区，在西伯利亚地区有−4 dagpm 的负距平中心配合。在里海以南在欧亚地区西南部有 8 dagpm 的正距平中心存在。3 月 500 hPa 这种特殊的环流形势配置，是造成陕西冷空气活动频繁的主要原因之一。

4.3 东亚大气环流演变特征

从 500 hPa 沿 110°E 逐日高度时间演变图（图 4）可看出，从 3 月 1 日到 4 月 1 日期间东亚地区的槽脊的移动情况，先后共有 5 个低槽东移影响陕西，前 3 次过程冷空气势力都比较强，造成了全省性的沙尘天气过程，后两次冷空气势力相对较弱，一次仅造成陕北北部的扬沙天气，未影响到延安以南地区，月底的过程也是今年影响全省范围较小、强度较轻的一次过程。

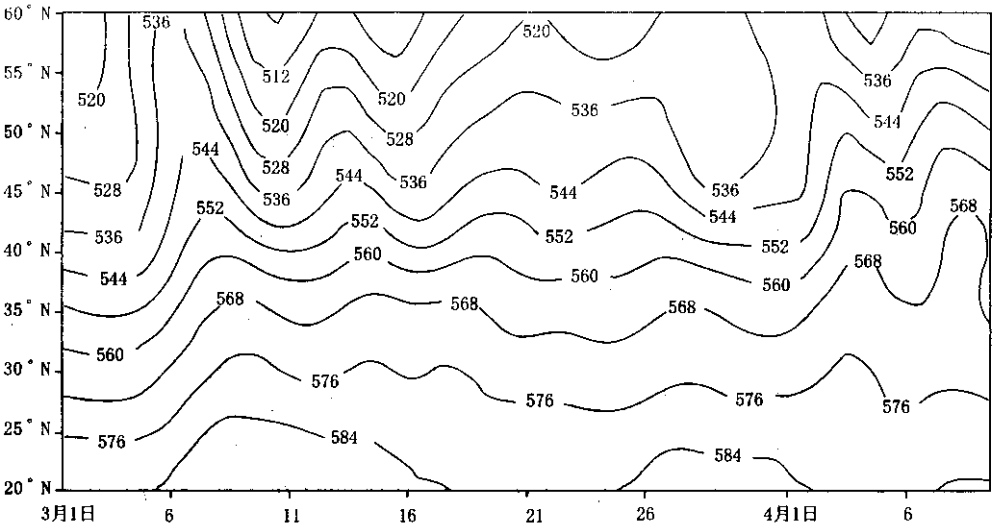


图 4 2004 年 3—4 月 500 hPa 沿 110°E 逐日高度时间演变

5 小结

5.1 2004 年陕西沙尘天气与历年同期比较仍属偏少的年份，但比 2003 年有所增加，沙尘天气过程主要集中在 3 月份，多发期较常年提前了 1 个月。

5.2 造成沙尘天气过程的影响系统是贝湖低压（低槽）、蒙古气旋或东北气旋。冷空气移动路径 80%为西北路。

5.3 2004 年冬、春季降水偏少，温度异常偏高。造成春季土壤解冻早，为沙尘天气多发提供了必须的沙源条件。

5.4 2004 年 3 月 500 hPa 异常的环流背景，导致了 3 月冷空气活动频繁，是造成 2004 年沙尘天气过程集中的主要原因。

参考文献：

[1] 李平，侯明全，周丽峰，等．近 40 a 陕西沙尘暴天气分析［J］．气象科学，2004，24（3）：319-323.

[2] 侯明全，李平，周丽峰，等．对 2003 年春季陕西沙尘暴、扬沙天气的分析［J］．灾害学，2004，19（3）：68-71.