

朱文剑,何立富. 2013. 2013 年 5 月大气环流和天气分析. 气象, 39(8):1083-1088.

2013 年 5 月大气环流和天气分析^{* 1}

朱文剑 何立富

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2013 年 5 月环流特征如下: 北半球极涡呈单极型分布, 中心强度较常年偏强 2~4 dagpm, 东亚高纬环流呈 4 波型分布, 其中新西伯利亚地区有一切断低涡, 造成了新疆北部的降温天气; 南支波动较常年同期活跃, 南海季风爆发较常年同期偏早, 副热带高压逐步西伸北抬。5 月, 全国平均气温为 16.9℃, 较常年同期(16.2℃)偏高 0.7℃; 全国平均降水量为 85.5 mm, 较常年同期(69.5 mm)偏多 23.0%, 为 1961 年以来历史同期第二多。月内, 我国主要天气特点是: 南方暴雨频发, 20 个省市遭受风雹袭击, 北方地区出现一次沙尘天气。

关键词: 大气环流, 季风, 副热带高压, 暴雨, 强对流

中图分类号: P448, P458

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2013.08.016

Analysis of Atmosphere Circulation and Weather in May 2013

ZHU Wenjian HE Lifu

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The following are the main characteristics of the general circulation of atmosphere in May 2013. There is one polar vortex center in the Northern Hemisphere, and the strength is 2—4 dagpm lower than normal years. The circulation presents a four-wave pattern in high latitudes, of which there is a cut-off low vortex in Novosibirsk, bringing cold air mass to Northern Xinjiang. The south branch trough is more active than normal years. Monsoon starts earlier than normal years over South China Sea, and the subtropical high moves towards west and north gradually. The monthly mean temperature is 16.9℃, which is 0.7℃ warmer than normal years. The national average precipitation is 85.5 mm, which is 23% more than the normal and recorded as the 2nd largest amount for the corresponding period since 1961. The main weather characteristics in this month is as follows: heavy rainfalls occur in Southern China frequently, high winds and hails hit more than 20 provinces and cities, and one sand-dust event is seen in the Northern China.

Key words: atmosphere circulation, monsoon, subtropical high, rainstorm, severe convection

1 天气概况

1.1 降水

5 月中国气候影响评价(国家气候中心, 2013)显示, 全国平均降水量为 85.5 mm, 较常年同期(69.5 mm)偏多 23.0%(图略), 为 1961 年以来历

史同期第二多。黄淮地区平均降水量为 124.1 mm, 较常年同期(66.5 mm)偏多 86.6%, 为 1961 年以来历史同期第四多。5 月全国降水量空间分布显示, 黄河下游、渭河流域及其以南地区普遍在 100 mm 以上, 其中华南大部、江南大部及贵州东南部、重庆中部、四川东北部、湖北中部、安徽西南部等地有 200~300 mm, 部分地区超过 300 mm; 西北大部、华北北部及辽宁、吉林西部、黑龙江西南部、内蒙

* 2013 年 6 月 27 日收稿; 2013 年 7 月 1 日收修定稿

第一作者: 朱文剑, 主要从事强对流天气预报和研究. Email: zhuwj@cma.gov.cn

古大部、西藏中部和西部在 50 mm 以下;全国其余大部地区一般在 50~100 mm 之间(图 1)。与常年同期相比,内蒙古东北部、东北北部、西北南部、四川盆地、黄淮、华北西南部、江汉大部、江淮大部、华南东部及江西南部、贵州中部、云南东部、西藏东部和北部等地降水量偏多 2 成至 1 倍,部分地区偏多 1 倍以上;华北中部和北部、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、西藏西南部、浙江中部等地降水量偏少 2~8 成,局部偏少 8 成以上;全国其余大部地区降水量接近常年(图 2)。

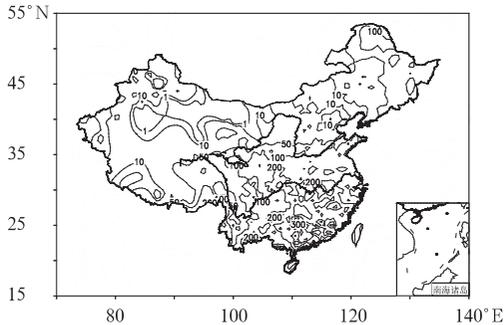


图 1 2013 年 5 月全国降水量分布(单位:mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation over China in May 2013 (unit: mm)

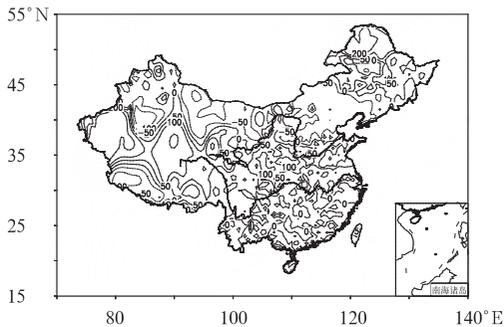


图 2 2013 年 5 月全国降水量距平百分比分布(单位:%)
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in May 2013 (unit: %)

1.2 气温

5 月,全国平均气温为 16.9℃,较常年同期(16.2℃)偏高 0.7℃(图略)。从空间分布上看,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、华北大部、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 3)。

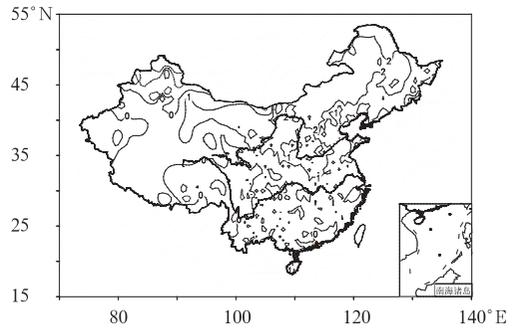


图 3 2013 年 5 月全国平均气温距平分布(单位:℃)
Fig. 3 Distribution of monthly mean temperature anomaly in May 2013 (unit: ℃)

2 环流特征与演变

2013 年 5 月 500 hPa 平均高度及距平的水平分布(图 4)表明,本月北半球的环流形势有以下几个特点。

2.1 极涡

北半球极涡呈椭圆形绕极分布,中心强度为 520 dagpm,极涡总体较气候平均的强度偏强 2~4 dagpm,主体位于北极圈内。

2.2 高纬环流呈 4 波型

2013 年 5 月,北半球高纬 500 hPa 位势高度呈 4 波型分布特征。其中,欧洲大陆西端沿海槽区较常年偏强,负距平为 -4~-8 dagpm。新西伯利亚地区有一切断低涡活动,较历史同期偏强 6~8 dagpm,给我国新疆北部部分地区带来了降温天气。我国中高纬大部分地区受平直西风气流控制,其中,华北和东北等地正距平为 2~4 dagpm,西北、华北和东北地区南部的气象干旱与此关系密切。

2.3 副热带高压逐步增强,南支短波活动频繁

5 月副热带高压(以下简称副高)表现为逐步增强的态势。上旬,副高平均西脊点位于 110°E 附近,北界约在 18°N 附近;中旬,副高有所西伸略有北抬,向西移动约 5°,向北扩展 2°;下旬,副高明显北抬,其北界平均位置位于 23.5°N 附近。中下旬,副高多阶段性南北跳跃。此外,南支槽位于 90°E 附近,强

度接近常年同期。我国西南地区、西北地区西部和
 华南西部等地位势高度场为弱负距平,在流场上的
 表现是南支波动的活动,槽前西南暖湿气流给我国
 西南和华南等地带来了充沛的水汽,结合高原槽的
 东移,给我国南方地区造成了多次风雹灾害。

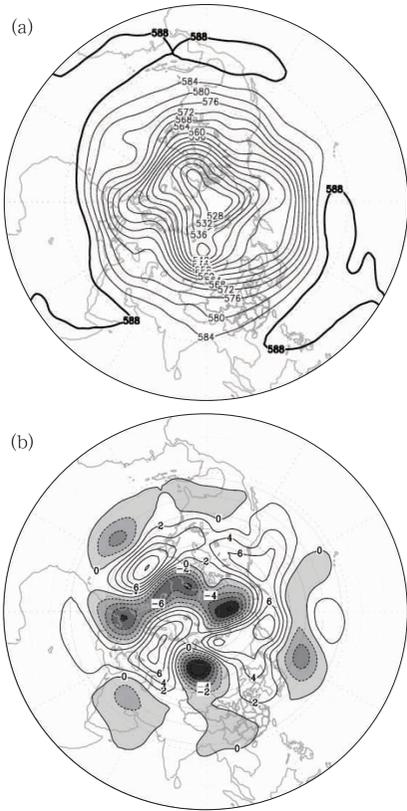


图 4 2013 年 5 月北半球 500 hPa 平均高度(a)
 和距平(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 Monthly mean 500 hPa geopotential
 heights (a) and anomalies (b) in the Northern
 Hemisphere in May 2013 (unit: dagpm)

2.4 南海季风爆发较早,强降水出现较早

南海季风爆发时间较早,约在 5 月 12 日开始在
 南海稳定建立(图略),给华南地区带来了较频繁的
 降水,局地雨强较大。此外,大范围的暴雨过程出现
 时间较早,5 月 6 日开始,西南地区东部、江南、江淮
 和华南的局部地区出现了暴雨。

2.5 环流演变与我国天气

图 5 是 2013 年 5 月上、中、下旬 500 hPa 旬平
 均位势高度场。从图 5a 可以看出,5 月上旬亚洲地
 区为一槽一脊的形势,平均槽脊都偏弱,实况观测表

明这是由于中高纬上旬多短波槽脊活动造成的。青
 藏高原及其以南地区为槽区,表明高原涡频繁东移,
 同时南支波动活动频繁,将西南暖湿气流向我国中
 东部地区输送。1—2 日,南支槽东移造成了西南地
 区南部的局地短时强降水和风雹天气。5—7 日,高
 原涡携带冷空气东移,与南支槽同位相叠加,在西南
 地区东部诱发气旋发展,气旋在形成之后于在西南地
 区东部盘踞了两天,给贵州、重庆和四川东部带来了
 大到暴雨天气;同时,副热带高压 588 线西脊点位于
 110°E 附近,北界位于 18.4°N 附近,在副高和南支槽
 的共同作用下,西南暖湿气流异常强盛,引导气旋自
 西南地区东部向黄淮方向较快速移动,造成了江汉、
 江南大部、江淮和黄淮西部等地的大到暴雨,局地大
 暴雨天气。8—10 日,位于贝加尔湖南侧的高空槽快
 速南压,引导冷空气从河套地区快速南下,配合前期
 一直维持的西南暖湿气流,给四川盆地、江南和华南
 大部带来了大到暴雨,局地大暴雨和风雹天气。

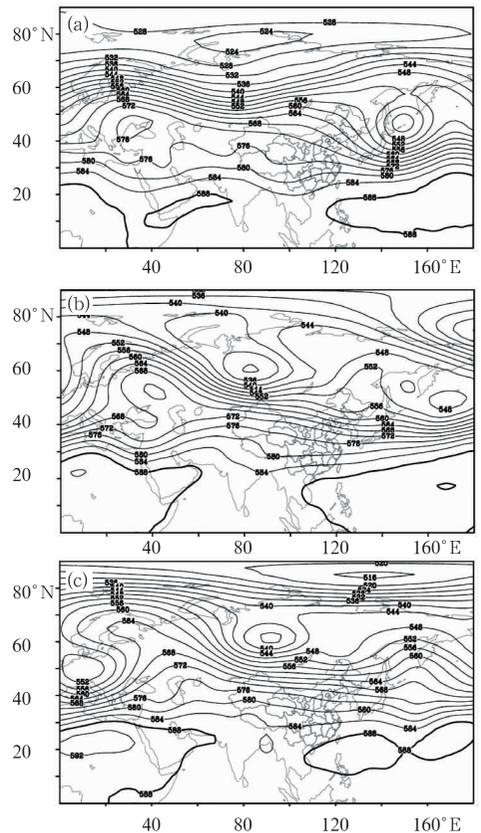


图 5 2013 年 5 月上(a)、中(b)、下旬(c)
 的 500 hPa 平均位势高度(单位: dagpm)

Fig. 5 The mean 500 hPa geopotential heights
 for (a) the first, (b) middle and (c) last decad
 in May 2013 (unit: dagpm)

从5月中旬的500 hPa平均位势高度场(图5b)可看出,欧亚中高纬地区呈两脊一槽的形势,其中位于新西伯利亚地区的切断低涡维持时间较长,给新疆北部部分地区带来了降温天气;西北地区东部和华北地区受弱高压脊控制,降水少,东北地区平均场表现为弱的低槽,从实况观测来看,东北地区冷涡开始活动,给黑龙江、吉林和辽宁的部分地区带来了中到大雨量级的降水;中低纬南支波动依然维持,副高较上旬有所西伸和北抬,西脊点位于 105°E 附近,较上旬向西移动了 5° ,北界位于 20.4°N 附近,较上旬向北移动了 2° ,暖湿气流基本位于长江及以南地区。10—12日,东北地区受冷涡影响,黑龙江中部和吉林中部出现了中到大雨。14—16日,受冷涡回流冷空气影响,江淮和黄淮大部分地区受偏东风控制,气团较干,同时,江南南部和华南地区西南暖湿急流非常强盛,冷暖空气在江南大部分地区强烈交汇,给江汉东部、江南大部和华南北部的部分地区带来了大到暴雨,局部大暴雨天气;同时,由于大气不稳定层结较为明显,在江南中部的局部地区出现了风雹天气。17—19日,500 hPa西风槽自西北地区东部向东移动,在盆地东部及两淮之间诱发了气旋锋生,同时,地面冷空气向东向南向西扩散,在盆地东部、江淮东部、黄淮、江南中东部和华南等地的部分地区造成了大到暴雨,局部大暴雨天气,局地伴有风雹灾害。

从5月下旬的500 hPa平均位势高度场(图5c)可看出,欧亚地区依然是两脊一槽的形势,中低纬南支波动依然存在,位置有所北抬,这与副高向北发展有一定关系,下旬副高588线北界位于 23.5°N 附近,较中旬向北跳跃了 3° 。21—23日,有短波槽影响西北地区东部和华北西部、黄淮西部等地,低层暖湿、高层干冷的大气层结使得强对流天气得到发展,甘肃、陕西、山西和河南的局部地区出现了风雹天气,局地伴有短时强降水(雨强大于 $20\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$),同时,华南沿海受冷锋和西南气流影响,局地出现了大暴雨。25—27日,高原涡东移并不断加强,环流的经向度逐渐增大,冷槽自西北向东南横扫我国大部分地区,同时,由于副热带高压的存在,冷槽前部的西南暖湿急流也异常强盛,正是这种大尺度的冷暖交汇,造成了我国大面积的降水天气,其中,陕西南部、河南大部、河北南部、山东南部、苏皖北部、湖北中东部和重庆北部和贵州中东部的部分地区出现了大到暴雨,局部大暴雨的天气,本次降水过程由

于槽前对流不稳定能量较小,没有产生明显的风雹灾害,主要以短时强降水为主。28—30日,高原槽的影响刚刚结束,东北冷涡尾部的冷槽又一次袭来,这次主要影响了西北地区东南部和西南地区东部,并造成了局地大到暴雨天气;同时,江南和华南大部分地区受副高控制,天气状况良好,午后地面升温较快,导致热力不稳定能量剧增,出现了分散性的雷阵雨天气,局地伴有短时强降水。

3 主要降水过程和强对流过程

3.1 概况

强降水过程开始的较早,5—10日,出现了两次较大范围的强降水过程。西北地区东部出现了三次较强的降水过程;黄淮地区由于受到江淮气旋降水影响,降水较常年同期明显偏多;西南地区东部多次出现强降水和风雹天气;江南和华南地区由于西南暖湿气流异常强盛,且北方不断有西风槽东移,地面冷锋逐步南压,遇上南海季风,在华南沿海地区出现了几次暴雨过程。从强对流天气实况监测来看(图略),西南、西北、华北、东北等地的局部地区出现了冰雹、短时强降水和雷暴大风天气。由于对流性降水所占比重较大,且相对分散,因此没有出现区域性洪涝,以局地洪涝为主。表1列出了本月8次主要降水过程。

3.2 5月25—27日江淮和黄淮等地的暴雨过程分析

25日08时至27日08时,我国四川盆地东部、贵州中东部、陕西南部、湖北大部、河南大部、河北南部、山西南部、安徽西南部和苏皖北部等地的部分地区出现了大到暴雨,其中贵州中部、重庆北部、河南中东部和山西南部等地的局部地区出现了大暴雨,最大过程累积降水量为155 mm,出现在河南平顶山市郟县,郟县位于河南省中部偏西、伏牛山北部余脉向豫东平原过渡地带。

24日20时,青藏高原中部有低涡开始形成并不断发展东移,850 hPa出现人字型切变线(图6)。25日08时,低涡中心明显加强,12小时之内向东移动了约 8° ,到达甘肃南部,之后减速继续向东移动,低涡中低层受到盆地地形阻挡,移动缓慢,25日20时低涡中心位于重庆北部(图6),重庆北部的局部

表 1 2013 年 5 月主要降水过程和强对流过程

Table 1 Main precipitation and convective weather processes during May 2013

降水时段	主要影响系统	降水区域及降水强度
1—2 日	南支槽、地面冷锋	西南地区南部的局地短时强降水和风雹天气
5—7 日	高原涡、南支槽、低涡切变线	贵州、重庆和四川东部大到暴雨,江汉、江南大部、江淮和黄淮西部等地的大到暴雨,局地大暴雨
8—10 日	西风槽、地面冷锋、低空急流	四川盆地、江南和华南大部大到暴雨,局地大暴雨和风雹
14—16 日	高原涡、切变线、大陆高压	江汉东部、江南大部和华南北部的部分地区大到暴雨,局部大暴雨天气
17—19 日	冷涡、西风槽、副热带高压、切变线、地面冷锋	四川盆地东部、江淮东部、黄淮、江南中东部和华南等地的部分地区大到暴雨,局部大暴雨广东中部局地出现了雷暴大风;黑龙江西部、吉林中部、辽宁西部和山东北部局地出现冰雹天气
21—23 日	短波槽	甘肃南部、陕西东部、山西南部 and 河南西部的局部地区出现了短时强降水、冰雹和雷暴大风天气
25—27 日	高原涡、西风槽、江淮气旋	陕西南部、河南大部、河北南部、山东南部、苏皖北部、湖北中东部和、重庆北部和贵州中东部的部分地区出现了大到暴雨,局部大暴雨
28—30 日	冷涡、西风槽、地面冷锋、副热带高压	甘肃南部、陕西南部、四川盆地东部、贵州等地大到暴雨;湖北东南部、湖南北部、江西中北部、广西和广东等地的局地出现了短时强降水天气

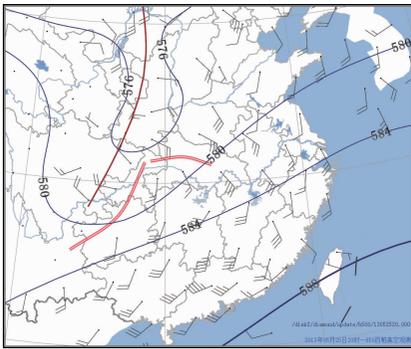


图 6 2013 年 5 月 25 日 20 时 500 hPa 位势高度场和 850 hPa 风场

(实线,单位: dagpm, 双实线代表 850 hPa 切变线)

Fig. 6 Distribution of geopotential heights

(solid line, unit: dagpm), at 500 hPa and

winds bar at 850 hPa at 20:00 BT 25 May 2013

(Double solid line stands for 850 hPa shear line)

强并长时间维持的西南低空急流给江淮和黄淮地区输送了大量水汽。此外,江淮、黄淮地区虽然出现了大暴雨,但是几乎没有闪电伴随(图略),从图 6 可以清楚地看到,500 hPa 槽线位于 850 hPa 槽线西侧,所以热力不稳定条件并不明显,主要以稳定性降水为主。

3.3 5 月 22 日陕西中部、山西南部强对流过程分析

5 月 22 日 14—20 时,山西南部和陕西中南部出现了冰雹、雷暴大风和短时强降水天气,其中冰雹主要出现在陕西境内,雷暴大风和短时强降水主要出现在山西南部,至少 7 个观测站观测到了大于 50 mm · h⁻¹ 的短时强降水,至少 16 个站观测到了大于 8 级的大风,至少 10 个站观测到了冰雹或冰粒,其中 7 个站观测到了大于 5 mm 的冰雹。从历史同期来看(图略),5 月西北地区东部多次出现冰雹和大风天气,但同时出现 50 mm · h⁻¹ 以上的短时强降水的过程则相对较少。

本次强对流过程是由于青藏高原东部一次短波槽东移配合低层辐合造成的。22 日 08 时,500 hPa 冷槽位于甘肃东部到宁夏西部一带并向东移动(图 7a),相对干区位于陕西中南部,随着西风槽向山西南部移动。陕西中部和山西南部低层 850 hPa 流场表现为辐合,具备了强对流天气的触发抬升条件,同时陕西中南部有暖脊存在且部分地区 850 hPa 露点温度超过了 10℃,水汽条件较好。这种中高层的干冷平流配合低层较好的暖湿条件有利于热

地区出现了大暴雨。26 日 08 时,低涡中心位于湖北中部偏北一带,随后转向北上经过河南中东部,于 26 日 20 时到达山东菏泽和河南商丘一带(图略)。26 日 08 时实况分析场显示(图略),925 hPa 湖北中部到河南中部一带局部地区水汽通量散度超过了一 $20 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,郟县位于辐合中心内,且低涡低层的偏东南气流与地形的相互作用进一步加剧了水汽辐合强度,使得该地区出现过程累计雨量极值。值得注意的是,低涡东南象限的西南低空急流从 25 日 20 时开始持续增强,从江西、湖南中部到苏皖北部一带 850 hPa 急流强度超过了 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,急流带附近比湿在 $14 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 左右,超

力不稳定能量的增加。从实况 08 时 500 hPa 涡度平流和温度平流来看(图略),陕西中部和山西南部正涡度平流强度在 $20 \times 10^{-10} \text{ s}^{-2}$ 左右,冷平流强度在 $-4 \text{ }^\circ\text{C} \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 以上,高空正涡度平流有利于槽

前地面气旋的发展,高空冷平流有利于槽前热力不稳定能量的增加。陕西泾河站的探空曲线显示(图 7b),零度层高度约为 4500 m, -20°C 层高度约为 6900 m,由于该站海拔高度较低,在其南部和北部山区海拔都在 1000 m 左右,因此,对于海拔相对较高的地区 0°C 层和 -20°C 层距离地面的高度分别为 3500 和 5900 m 左右,这是有利于冰雹形成的高度。从短时强降水分布来看(图略),大于 $50 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的短时强降水几乎都分布在山西西南部地形迎风坡,可见,地形对于降水可能存在增强作用。从图 7b 中还可发现,中高层有较厚的干层,并随着短波槽向山西南部移动,对午后该地区出现的局地雷暴大风天气起了重要的作用。

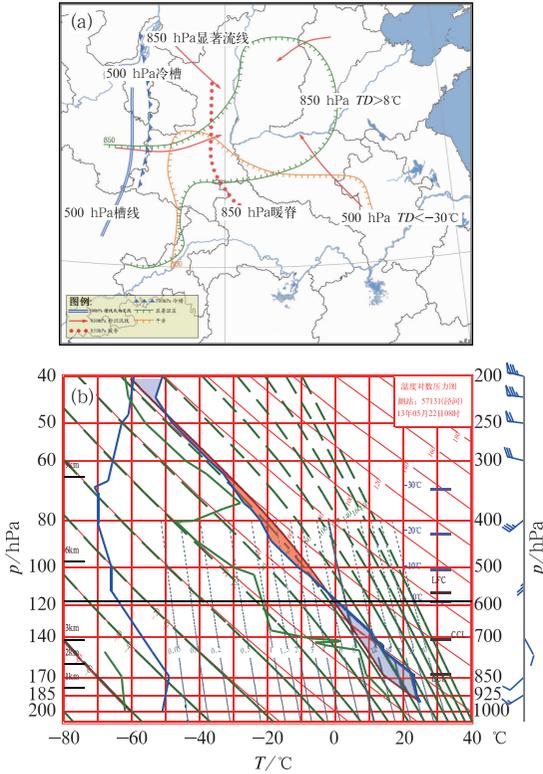


图 7 2013 年 5 月 22 日 08 时强对流天气发生条件综合分析图(a)和 57131(陕西泾河)站探空曲线(b)

Fig. 7 The synthetical analysis on severe convection weather at 08:00 BT 22 May 2013 (a) and T-lnp diagram for 57131 (Jinghe, Shaanxi Province) Sounding Station (b)

4 北方地区出现 1 次大风沙尘天气

5 月 18 日,内蒙古西部、宁夏北部出现沙尘天气,其中拐子胡、吉兰太和阿拉善左旗出现沙尘暴。与近几年相比,沙尘出现的次数偏少,强度偏弱(关月,2012;唐文苑,2011;蒋星等,2010)。

致谢:感谢国家气象中心张永恒提供的降水量、降水距平和温度距平资料。

参考文献

国家气候中心. 2013. 2013 年 5 月中国气候影响评价.
 关月. 2012. 2012 年 5 月大气环流和天气分析. 气象, 38(8):1023-1028.
 唐文苑. 2011. 2011 年 5 月大气环流和天气分析. 气象, 37(8):1031-1037.
 蒋星, 李勇. 2010. 2010 年 5 月大气环流和天气分析. 气象, 36(8): 111-115.