

张小雯,孙军. 2013. 2013 年 4 月大气环流和天气分析. 气象, 39(7):938-944.

2013 年 4 月大气环流和天气分析^{* 1}

张小雯 孙 军

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2013 年 4 月大气环流特征为: 北半球极涡呈绕极分布, 强度接近常年; 中高纬度呈 4 波型, 东亚大槽较常年明显偏强; 中低纬度地区南支槽和副热带高压强度都稍偏弱, 不利于西南地区旱情的缓解。4 月全国平均气温为 11.0℃, 与常年同期持平, 东北地区气温异常偏低。全国平均降水量为 43.2 mm, 较常年同期偏少 1.5 mm。月内我国共出现了 2 次冷空气过程, 并伴有扬沙、浮尘甚至沙尘暴天气; 南方地区共有 3 次大到暴雨过程, 以 4 月 29—30 日过程强降雨范围最广、强度最强, 其中江南、华南地区还伴随有明显的强对流活动。

关键词: 大气环流, 冷空气, 沙尘, 暴雨, 干旱, 强对流

中图分类号: P456

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2013.07.015

Analysis of the April 2013 Atmosphere Circulation and Weather

ZHANG Xiaowen SUN Jun

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The following are the main characteristics of the general circulation of atmosphere in April 2013. There is one polar vortex center in the Northern Hemisphere, and the strength is similar to normal years. The circulation presents a four-wave pattern in middle-high latitudes. Both of the south branch trough and the Northwestern Pacific subtropical high (NPSH) are slightly weaker, unfavourable for the drought relief in southwestern China. The monthly mean temperature is 11.0℃, equal to the value in the normal years except the unusual low temperature in northeast. The average precipitation of China is 43.2 mm, 1.5 mm less than the normal. There are 2 cold surge processes accompanied by sand-dust events in April. The southern part of China has 3 severe precipitation events, of which the process in 29—30 April covers the largest area and has the strongest intensity, especially in South China and Jiangnan region, severe convections happen at the same time.

Key words: atmosphere circulation, cold air, sand-dust event, torrential rain, drought, severe convective weather

1 天气概况

1.1 降水

2013 年 4 月全国降水量平均为 43.2 mm, 较常年同期 (44.7 mm) 偏少 3.4% (国家气候中心,

2013)。月降水量, 新疆中南部和内蒙古大部、青海北部、华北东北部、黑龙江西部、西藏中西部不足 10 mm, 长江中下游及其以南大部地区及西南中东部等地降水量一般有 50~100 mm, 其中江西、湖南、浙江、广东、广西等省(区)部分地区超过 200 mm, 我国其余地区一般在 10~30 mm 之间(图 1)。

从月降水量距平百分率来看(图 2), 内蒙古东

* 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306076)资助

2013 年 5 月 22 日收稿; 2013 年 6 月 3 日收修定稿

第一作者: 张小雯, 主要从事强对流天气研究. Email: zhangxw@cma.gov.cn

部、东北中部、华北中部、西北地区东南部、四川盆地东南部、江南西南部以及华南南部较常年偏多 3~5 成,其中内蒙古东部、吉林东北部、黑龙江东南部、新疆中北部、青海南部较常年偏多一倍以上;全国其余大部地区偏少 3~8 成,其中新疆南疆盆地、青海北部、内蒙古中部等地降水偏少 8 成以上。与去年同期相比,月降水量明显偏少。



图 1 2013 年 4 月全国降水量分布(单位:mm)

Fig. 1 Distribution of precipitation over China in April 2013 (unit: mm)

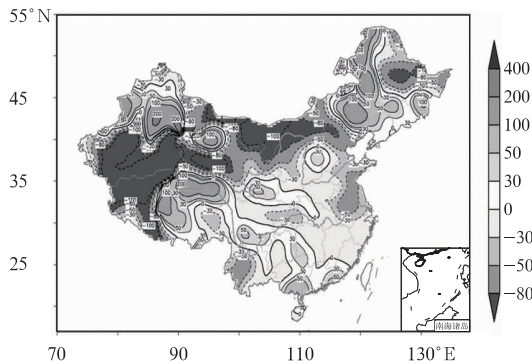


图 2 2013 年 4 月全国降水量距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in April 2013 (unit: %)

1.2 气温

2013 年 4 月全国平均气温为 11.0℃,与常年同期(11.0℃)持平(国家气候中心,2013)。东北地区 and 北方冬麦区气温持续偏低,内蒙古中东部、东北大部、华北和黄淮东部等地温度较常年同期偏低 2~4℃,局地偏低 4℃ 以上。东北三省平均气温仅为 4.5℃,其中辽宁省平均气温达到了历史同期次低值;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;全国其他地区温度略偏高或者接近常年同期(图 3)(张亚妮,2011;盛杰,2012)。

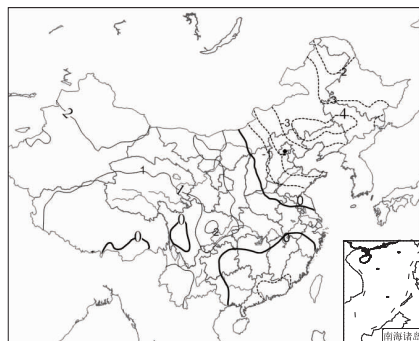


图 3 2013 年 4 月全国平均气温距平分布(单位:℃)

Fig. 3 Distribution of monthly mean temperature anomaly in April 2013 (unit: °C)

2 环流特征与演变

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

2.1 极涡

极涡呈椭圆形绕极分布,极涡强度主体位于 80°N 以北,中心偏向格陵兰岛东北部一侧,极涡中心强度为 520 dagpm,接近气候平均。

2.2 中高纬度环流呈 4 波型

500 hPa 月平均位势高度场上,中高纬度环流呈 4 波型分布,长波槽分别位于欧洲西部、亚洲东海岸、美国阿拉斯加地区和北美西海岸。亚洲中高纬为一槽一脊形势,脊区位于乌拉尔山至巴尔喀什湖附近地区,东亚大槽位于 130°E 附近,较常年偏强 4~8 dagpm,东亚北部环流经向度较大。我国北方中东部地区受槽后脊前西北气流控制,不断有小股冷空气南下,造成了东北地区和北方冬麦区气温偏低并出现低温冷害。

2.3 副热带高压和南支槽强度均偏弱

西北太平洋副热带高压(以下简称副高)主体断裂为两部分,分别位于菲律宾群岛和马里亚纳群岛

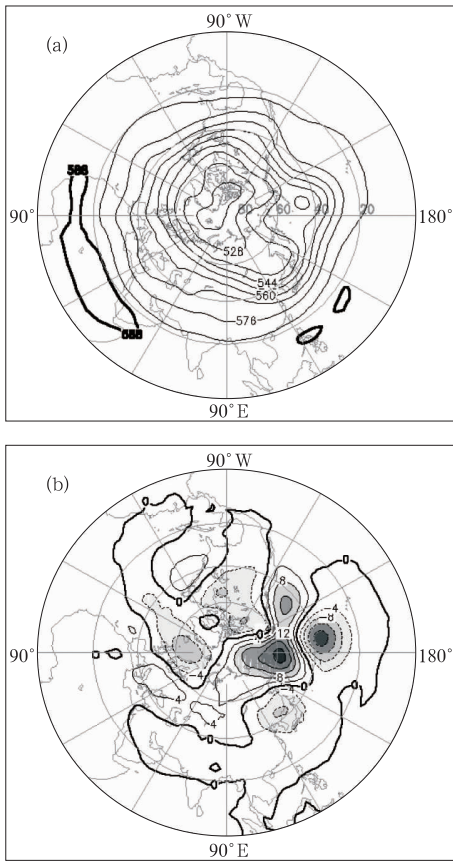


图 4 2013 年 4 月北半球 500 hPa 平均高度(a)和距平(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 Monthly mean 500 hPa geopotential height (a) and anomaly (b) in the Northern Hemisphere in April 2013 (unit: dagpm)

附近,强度较常年偏低 2 dagpm。副高西脊点位于 118°E ,较常年位置略偏东,不利于西北太平洋的西南暖湿气流水汽向我国输送。南支槽位于 90°E 附近,环流较为平直,表现为较弱的正距平,强度较常年略偏弱,不利于水汽向西藏南部和云贵高原输送,西藏南部、云南等地降水较少,不利于缓解云南持续的气象干旱。

2.4 环流演变与我国天气

图 5 给出了 4 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 旬平均位势高度场。上旬(图 5a),乌拉尔山和鄂霍次克海有暖性高压脊存在,我国西部地区受高压脊控制,温度较高,降水偏少;日本海到我国中东部沿海地区为低槽区,槽后贝加尔湖到我国东北地区为西北气流控制,其上多波动,我国北方地区雨雪天气频繁,旬内西北地区东部、华北、东北等地先后出现

3 次雨雪天气过程。南支槽位于 60°E 附近,较常年位置偏西,强度偏弱,西南旱区持续少雨天气。旬内共有 3 次较明显的天气过程:1—2 日,乌拉尔山阻塞高压建立,其东侧不断有冷空气南下,西北气流中有分裂小槽东移。东北到黄淮地区出现一狭长的低压带,并形成闭合低涡,造成东北地区出现强降雪,4 月 1 日辽宁中部有 5 站日降雪量超过 20 mm,最大降雪量达到了 26 mm。同时,中路冷空气与东移的南支槽前的暖湿气流交汇,造成了江南华南地区的大到暴雨过程。4—6 日,乌拉尔山阻高崩溃,冷空气沿蒙古高原分裂南下,位于东北至河套地区的北支低槽与位于西南地区东部的南支波动出现同位相叠加,槽前西南气流异常强盛,同时副高脊线位于 10°N ,西脊点稳定在 110°E 附近,有利于我国中东部地区持续的水汽输送。受其影响,东北地区中南部出现大到暴雪,江南大部、华南东部、西南地区东

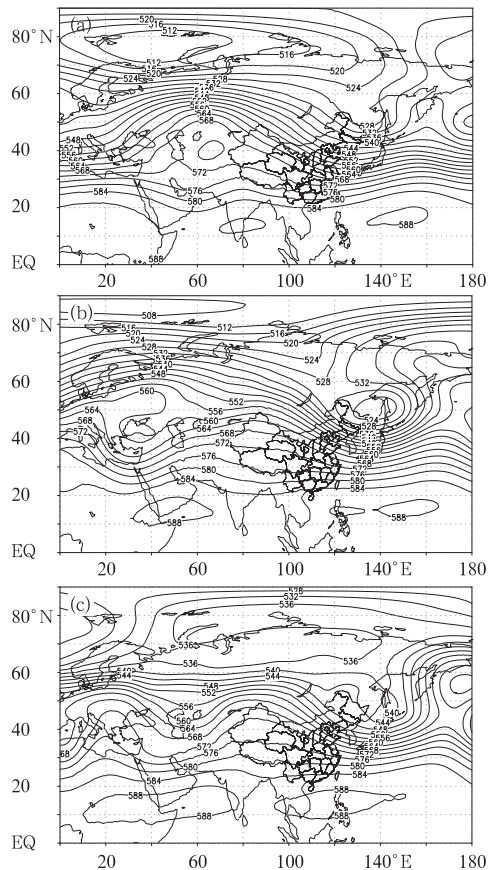


图 5 2013 年 4 月上(a)、中(b)、下旬(c)平均的 500 hPa 位势高度(单位: dagpm)
Fig. 5 The mean 500 hPa geopotential heights for (a) the first, (b) middle and (c) last dekad in April 2013 (unit: dagpm)

南部普降大到暴雨,江西中部、广东东部部分地区出现了大暴雨,贵州东南部、湖南东部、广东东部局地出现了超过 $50 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的短时强降水。8—10日,我国中低纬度多波动,副高明显西伸北抬,江南、华南东部再度遭受连阴雨天气,日降水量在 $20 \sim 60 \text{ mm}$ 左右。

中旬(图5b),欧亚中高纬维持两槽一脊的环流形势。位于乌拉尔山的高压脊东移至新疆附近,强度减弱;鄂霍次克海高压强度有所加强,形成阻塞形势;我国东北地区位于两高之间的低压带,为倒“ Ω ”流型。黑龙江东北部附近有闭合低涡形成,低涡中心强度达到了 520 dagpm 。17日,横槽迅速转竖,寒潮爆发,我国中东部大部地区有 $5 \sim 10^\circ\text{C}$ 的降温,华北西部、黄淮、江淮、江汉、江南中西部和北部以及陕西中部、贵州中东部等地降温幅度达 $12 \sim 20^\circ\text{C}$ 。新疆天山附近、甘肃以及河套地区部分站点伴有 $6 \sim 8$ 级的大风;西北地区由于前期温度较高,降水偏少,土壤湿度较小,17日部分地区出现沙尘暴天气,其中新疆民丰出现强沙尘暴。低纬度地区,南支槽东移至 90°E 附近,有利于水汽向我国南方地区的输送。南支锋区上多短波波动,西南地区 and 青藏高原南部出现降水天气,旱情有所缓解;在南支槽和地面冷锋的共同作用下,17—19日江南、华南大部 and 西南地区东南部出现大到暴雨,贵州、重庆、湖南局地还伴有雷雨大风或冰雹等强对流天气,广西观测有龙卷发生。

下旬(图5c),中高纬的环流形势与中旬较为相似,东亚大槽东移至鄂霍次克海附近,强度减弱;而位于新疆附近的高压脊与青藏高原的高压脊合并加强,高压脊前的西北气流引导冷空气沿中路南下影

响我国中东部地区。低纬度地区,南支锋区东移至青藏高原南部,强度略有增强;副热带高压明显西进,西脊点位于 95°E 附近,较大的气压梯度导致我国南方地区中低层西南暖湿气流强盛,与北方南下冷空气交汇于长江中下游及以南地区,导致了24—26日以及29—30日江汉、江南、华南以及西南地区东部的强降水天气,多地出现大暴雨,广西东南部局地出现大暴雨(日降水量达 252.2 mm),部分地区并伴有短时雷雨大风、冰雹等强对流天气。

3 冷空气活动和沙尘天气

3.1 概况

4月主要有两次冷空气过程,较常年同期偏少。3—9日的冷空气过程为低槽东移型,我国中东部大部地区遭受了中等强度冷空气影响,西北地区出现了扬沙和浮尘天气。17—21日的过程为横槽转竖型,华北、黄淮、江淮、江汉和江南大部普遍有 $10 \sim 20^\circ\text{C}$ 的降温,北疆地区、甘肃河西走廊、陕西中部、黄淮、江南大部分地区出现了8级以上的大风,此过程达到了寒潮标准。西北地区东南部、华北等地出现霜冻并造成低温冷害,导致土壤化冻迟,春播期明显推迟。南疆、甘肃、宁夏和内蒙古西部局地出现沙尘暴,局地还出现了强沙尘暴。主要冷空气过程见表1。

3.2 4月17—21日冷空气和沙尘天气过程分析

前期受高压脊前西北气流控制,我国大部地区升温明显,随着横槽南摆引导冷空气南下,我国大部

表1 2013年4月主要冷空气过程

Table 1 Main cold surge processes in April 2013

过程时段	影响区域 冷空气强度	降温幅度	大风	沙尘天气
3—9日	我国中东部大部地区中等强度冷空气	我国中东部大部地区出现 $5 \sim 10^\circ\text{C}$ 降温	西北地区大部出现8级以上大风,渤海东部、东海出现 $8 \sim 10$ 级大风	新疆盆地北部、甘肃西北部、内蒙古西部、宁夏北部、陕西西北部以及山西西北部出现了扬沙或浮尘天气
17—21日	我国中东部大部地区寒潮	我国中东部大部地区出现寒潮天气,普遍降温 $5 \sim 10^\circ\text{C}$,华北西部、黄淮、江淮、江汉、江南中西部和北部以及陕西中部、贵州中东部等地降温幅度达 $12 \sim 20^\circ\text{C}$	西北大部、黄淮、江南大部地区出现了8级以上的大风,渤海中部、黄海北部、东海北部出现 $8 \sim 9$ 级大风	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

地区降温幅度在 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$, 其中华北西部、黄淮、江淮、江汉、江南中西部和北部以及陕西中部、贵州中东部等地降温幅度达 $12\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。此外, 西北地区还出现了浮尘和扬沙天气。

4月16日08时, 500 hPa 新疆北部有高压脊存在, 贝加尔湖至东北地区北部为广阔的低压带, 贝加尔湖附近有闭合低涡存在, 冷中心强度为 -40°C , 冷涡向西伸出一个横槽(图6a)大量冷空气在此聚合, 地面冷高压达到 1020 hPa。纬向锋区位于贝加尔湖东南部至内蒙古中东部, 锋区中有一系列短波槽向东传播。17日白天, 西北地区东部至华北一带地面有倒槽发展(图6b), 出现大幅度的回温现象, 日最大增温超过 10°C , 强烈的回暖天气常是春季寒潮的前兆。17日20时, 横槽转竖, 冷空气大举南下。槽后环流趋向度加大, 锋区加强, 500 hPa 温度梯度由原来 $16^{\circ}\text{C}/10$ 纬距增加到 $18^{\circ}\text{C}/5$ 纬距, 锋生明显。锋生导致力管项加强, 500 hPa 以下各层风速普遍增大, 槽后冷平流加强导致蒙古中部的冷空气(冷高压中心强度为 1030 hPa)加速南下。位于地

面冷锋顶部的蒙古气旋(中心位于甘肃陇东附近, 中心气压小于 995 hPa)快速发展, 其北侧气压梯度较大, 地面偏东风达到 $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 沙尘天气开始出现(图6阴影区)。18—19日, 由于有东移的高原槽和南支槽相相应, 冷空气一路南下至江南华南地区, 使该地区温度骤降 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$, 造成了全国性的寒潮天气。

4 主要降水过程和强对流天气

4.1 概况

2013年4月我国降水的主要特点是:(1)南方地区降水主要位于江南中东部、华南, 而云南、四川部分地区气象干旱持续发展。(2)4月18日夜开始至20日, 北方冬麦区出现今年以来最强的一次降水天气过程, 局地出现暴雪, 河北中南部、山西部分地区突破历史最晚终雪日期, 使冬麦区大部地区气象干旱缓和。(3)东北三省持续低温且多雨雪天气, 2012年11月至4月30日全区平均降水量达 120.7 mm, 较常年同期偏多 66.5%, 为1961年以来历史同期最多, 导致部分地区土壤过湿。低温和春涝“双碰头”对东北农区春耕备耕和适时春播造成不利影响(国家气候中心, 2013)。

4月主要出现了3次较为明显的降水过程, 表2给出了主要降水过程的起止时间、影响系统和主要落区。3次降水过程以29—30日降水过程范围最广, 对流性最强, 造成了6人死亡, 直接经济损失达数亿元, 以下将对这次过程做简要分析。

4.2 4月29—30日强对流过程分析

4月29—30日, 我国南方地区出现了大范围的强对流天气。大雨倾泻而下, 湖北中东部、安徽南部、江西中北部、湖南东部、贵州北部和南部、重庆南部、广东北部以及广西大部出现小时雨量大于 50 mm 的强降水, 其中广西东南部出现 $102\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 的短时强降水。此次过程最大雨量达到了 309.5 mm(广东海丰), 造成了多地区的城市内涝。此外, 强降水还伴有狂风冰雹的袭击, 江南北部、华南以及西南地区东南部多地出现雷暴大风, 四川、云南等省部分地区遭受冰雹天气, 局地冰雹颗粒最大直径达 3 cm, 公路路面冰雹厚度达 14 cm, 造成部分房屋受损和人员伤亡。

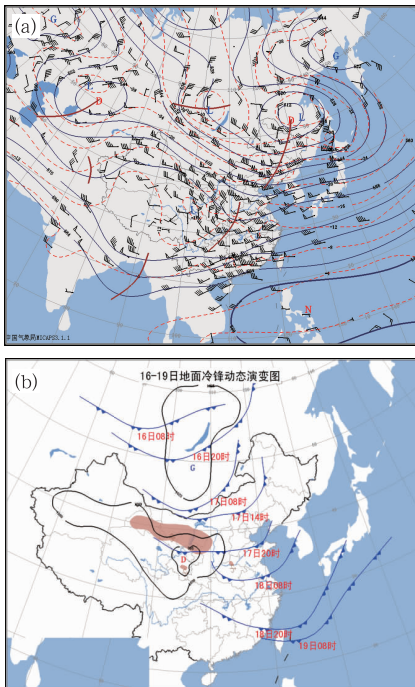


图6 4月16日08时(a)500 hPa 环流形势和(b)16—19日沙尘实况和地面冷锋动态演变图(阴影区, 单位: $^{\circ}\text{C}$)
Fig. 6 (a) The 500 hPa circulation at 8:00 BT 16 April, (b) the observation area of dust event and evolution of surface cold front in 16—19 April (shaded, unit: $^{\circ}\text{C}$)

表 2 2013 年 4 月主要降水过程

Table 2 Main precipitation processes during April 2013

降水时段	主要影响系统	降水区域及降水强度
4—5 日	短波槽、低涡切变线、地面冷锋	江南中东部、华南东部出现大到暴雨,其中广东东部沿海出现大暴雨
24—26 日	西风槽、低涡切变线、地面冷锋	湖南西南部、华南东北部和南部出现大到暴雨;广东西南部、广西南部局地出现大暴雨
29—30 日	西风槽、低涡切变线、地面冷锋、低空急流	江汉大部、江淮南部、江南北部、重庆西南部、广东西部以及广东西南部等地区出现了大到暴雨

4 月 29 日 08 时,副高主体位于南海附近,其西脊点稳定在 107°E。高原槽与南支槽东移过程中出现同位相叠加,深槽位于江汉中部至西南东南部一带。随着低槽东移接近副高,500 hPa 锋区加强,高空急流加强,江南中部、华南局地风速超过了 20 m · s⁻¹,强垂直风切变为对流活动的加强提供了条件。高空锋区的加强也促使了中低层系统的发展,四川盆地东南部 700 hPa 有西南涡生成发展,江南北部至西南地区东南部 850 hPa 有人字形切变,为该地区提供了较好的动力辐合条件。850 hPa 切变线南部有低空急流核存在,局地风速达到了 14 m · s⁻¹,而此时风速大值区前端正好位于水汽通量大值区(江西北部至湖南中部部分地区 850 hPa 水汽通量达到了 16 g · cm⁻¹ · hPa⁻¹ · s⁻¹),为江南中北部提供了丰富的水汽和辐合(图 7)。该地区上空 500 hPa 对应的温度露点差大于 40℃,为明显的干区(图 8b),这种上干下湿的层结有利于对流系统的加强。从湖北武汉站的 08 时探空也可以看到(图 8a)非常清晰的下湿上干的结构,CAPE 值达到 1223 J · kg⁻¹,具有很强的不稳定能量,非常有利于雷暴大风天气的形成。



图 7 2013 年 4 月 29 日 08 时强对流天气发生条件综合分析图

Fig. 7 The synthetical analysis on the conditions for severe convection weather at 08:00 BT 29 April 2013

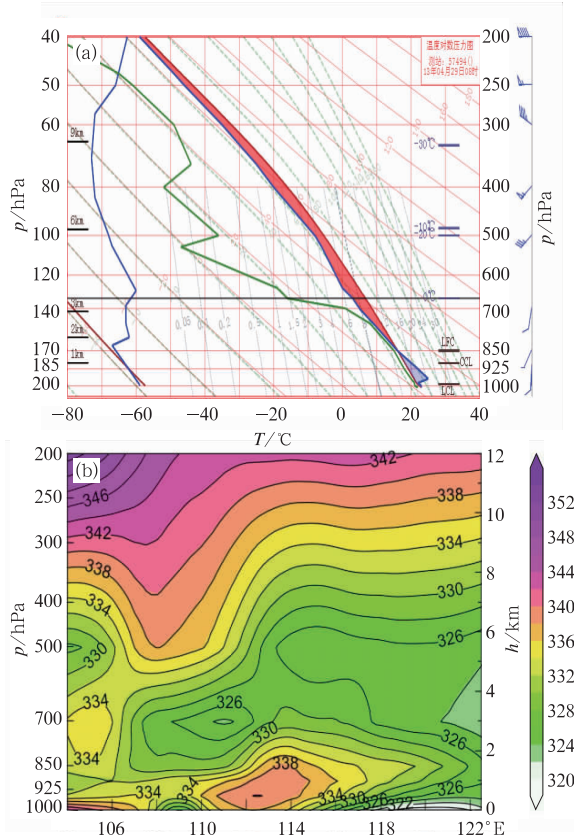


图 8 (a)2013 年 4 月 29 日 08 时湖北武汉站 T-lnp 图以及(b)沿 28°N 的假相当位温分布
Fig. 8 (a) The T-lnp diagram for Wuhan Sounding Station and (b) the distribution of equivalent potential temperature along 28°N at 08:00 BT 29 April 2013

本次过程是典型的南方春季强对流过程,低层急流极强,水汽条件好,中层相对较干,并伴有中空急流,这种情况下常常会同时出现短时强降水、雷暴大风等强对流天气。由于系统移速较快,此次过程列车效应不明显,所以没有出现局地持续的强降水天气。

致谢:感谢国家气象中心张永恒、王莉萍提供的降水量、降水距平和温度距平资料。

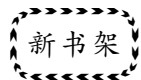
参考文献

国家气候中心. 2013. 2013 年 4 月中国气候影响评价.

盛杰. 2012. 2012 年 4 月大气环流和天气分析. 气象, 38(7): 890-

896.

张亚妮. 2011. 2011 年 4 月大气环流和天气分析. 气象, 37(7): 906-912.



《基层台站气象业务系列培训教材 台站气象装备保障》

胡雯 主编

该书介绍了基层气象台站常用气象装备的基本结构和工作原理, 台站气象装备保障技术人员开展气象装备安装、维护、运行监控、故障维修、现场校准和数据质量控制等所需的专业知识和业务技能。

全书分 8 章。第 1 章介绍了气象装备保障的概念、业务范围、发展特点和趋势, 台站气象装备保障的主要任务和新要求; 第 2 章介绍了气压、空气温度和湿度、风向风速、降水、蒸发、日照、地温、雪深、雪压、冻土、电线结冰等地面人工观测仪器的原理、结构、日常维护和维修知识; 第 3 章介绍了新型自动气象站及其他自动气象站的基本原理、结构、设备安装、日常维护和故障维修知识, 以及场室建设、软件管理、备件管理、仪器检定知识; 第 4 章介绍了 L 波段雷达结构、原理、安装、维护和维修知识; 第 5 章介绍了新一代天气雷达结构、原理、维护和常见故障维修知识; 第 6 章介绍了雷电观测系统、自动土壤水分观测系统、GPS/MET、酸雨观测系统的结构、原理、日常维护和常用维修知识; 第 7 章介绍了通信网络、新一代气象数据卫星广播系统、视频会议系统、Notes 邮件系统的日常维护和常见故障处理知识, 以用信息安全知识; 第 8 章介绍了计算机、打印机、供电系统和防雷等公用装备保障知识。

16 开 定价: 92.00 元

《“轻松知气象”科普丛书 最有趣的天气》

金传达 编著

天气变化多端、奥妙无限。该书以翔实的资料与生动的语言, 介绍了云、雾、雨、雪等天气和大气中的声、光、电现象的成因、性质、类型、作用, 及对灾害性天气的预测预防措施。书中穿插了与人民生活, 生产活动联系紧密的事件和故事以及现代气象科学技术的部分新貌, 谈古论今, 其趣无穷。该书适合广大读者, 尤其是青少年朋友阅读。愿本书能激发你探索奥妙天气的浓厚兴趣。

16 开 定价: 19.80 元

《中国区域暴雨扰动环流图集》

钱维宏 著

《中国区域暴雨扰动环流图集》绘制了 30 年(1981—2010 年)中区域性暴雨共 603 日次。本图集是一种从事暴雨分析与暴雨预报的手册, 也是从事降水预报研究的参考书。大气科学的业务和研究人员可以从本图集中选择有代表性的区域性暴雨, 开展更加深入的个例分析。气象预报人员经常查阅本图集可以加深对暴雨形成的认识。各地气象台若能能为气象预报员提供常规天气图的同时也能提供扰动天气图, 相信天气预报员的暴雨预报技巧和准确率会有所提高。

16 开 定价: 98.00 元

《华南区域气候变化评估报告决策者摘要及执行摘要 2012》

《华南区域气候变化评估报告》编写委员会 编著

华北、东北、华东、华中、华南、西南以及新疆八个区域气候变化评估报告由中国气象局组织八个区域气象中心实施, 共有 43 个单位的 169 位专家参与了评估报告的编写。

《华南区域气候变化评估报告》共分两篇 12 章。第一篇科学基础分 7 章, 主要描述华南区域气候变化的基本事实、主要特征和可能原因, 并对未来华南区域气候变化趋势做出预估; 第二篇气候变化的影响与适应分 5 章, 从不同领域、不同省(区)进行气候变化影响评估。《华南区域气候变化评估报告》以满足华南区域各省(区)应对气候变化的需求为目标, 全面综合、归纳国内外有关华南区域气候变化科学研究最新成果, 凝练出了重要的区域气候变化科学结论。

该书以《华南区域气候变化评估报告》为基础, 凝练出华南区域气候变化评估报告决策者摘要和执行摘要, 供华南区域内的各级决策部门, 以及气候、气象、经济、水文、海洋、农林牧、地质和地理等领域的科研与教学人员参考使用。

16 开 定价: 40.00 元