

周康辉,方翀,魏娜,等. 2015. 2015 年 4 月大气环流和天气分析. 气象, 41(7):915-920.

2015 年 4 月大气环流和天气分析^{*1}

周康辉 方 翀

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2015 年 4 月环流特征如下:极涡为偶极型环流,极涡主体位于格陵兰西侧与加拿大之间,另一中心位于亚洲的东北部;两个极涡中心较常年平均偏低 4~8 dagpm,乌拉尔山高压脊偏高 8~12 dagpm;副热带高压面积偏大、西脊点偏西,南支槽位置与强度接近常年平均;4 月全国平均气温 11.6℃,较常年同期(11℃)偏高 0.6℃;全国平均降水量 43 mm,接近常年同期(44.7 mm),我国中东部长江以北地区降水偏多,江南、华南降水偏少。4 月全国强对流天气过程频发,1—4、19—20 和 28—29 日出现了范围较大的强对流天气。北方地区出现 2 次沙尘天气。

关键词: 大气环流, 副热带高压, 冷空气, 强对流, 沙尘

中图分类号: P456

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2015.07.014

Analysis of the April 2015 Atmosphere Circulation and Weather

ZHOU Kanghui FANG Chong

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in April 2015 were as follows. The circulation of polar vortex in the Northern Hemisphere was in a dipole type, with one center located between the west of Greenland and Canada, and the other in the northeast of Asian. The strength of both centers was 4—8 dagpm lower than normal years, but the Ural Mountain ridge was 8—12 dagpm higher than normal. The Northwest Pacific subtropical high extended to west more than usual with larger area. The location and strength of south branch trough was close to normal annual means. The monthly mean temperature was 11.6℃, being 0.6℃ higher than normal. The monthly mean precipitation was 43 mm, which is close to the annual average (44.7 mm). While the precipitation in the region to the north of Yangtze River was more than average, the situation in South China was opposite. Severe convective weather events occurred frequently in April, with large scope of hail, thunderstorm and gust seen in 1—4, 19—20, and 28—29. Two sandstorms happened in the northern part of China.

Key words: atmosphere circulation, subtropical high, cold surge, severe convection, sand and dust

1 天气概况

1.1 降水

2015 年 4 月国家气候中心气候系统监测公报(国家气候中心, 2015)显示,全国平均降水量 43 mm,接近常年同期(44.7 mm),东北地区、西北

地区北部降水 10~30 mm,西北地区东部、华北、黄淮、西南地区、华南南部降水 20~50 mm,4 月雨带主要分布在长江中下游流域,降水量约 100~200 mm(图 1)。我国中东部长江以北地区降水偏多,江南、华南降水偏少。江南南部、华南、贵州中东部降水偏少 5~8 成,局部地区偏少 1 倍以上,西北地区东部、黄淮、西南地区南部等地降水偏多 5~8 成,西藏地区降水明显偏多,是常年 2~3 倍(图 2)。

* 2015 年 5 月 24 日收稿; 2015 年 6 月 10 日收修定稿

第一作者:周康辉,主要从事强对流天气预报. Email:zhoukh@cma.gov.cn

4月全国降水量月内变化显著。上月,北方大部降水偏多,长江中下游出现连阴雨,华南降水偏少;中旬,北方多雨区减少,而少雨区增多,华南降水持续偏少;下旬,除海南、西南南部、西藏南部降水偏多以外,全国其余大部降水明显偏少。

华南气象干旱持续发展。4月以来,广西大部、广东西南部降水量不足50 mm,华南大部较常年同期普遍偏少5~8成,局部偏少8成以上,气温较常年同期偏高1~2℃,气象干旱快速发展。

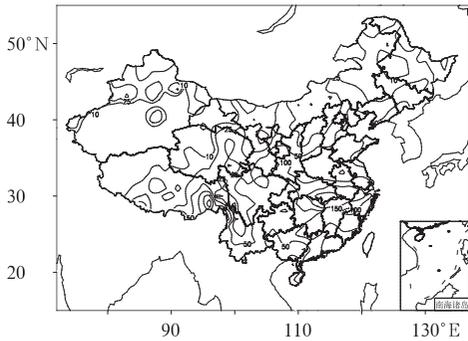


图1 2015年4月全国降水量分布(单位: mm)

Fig. 1 Distribution of precipitation over China in April 2015 (unit: mm)

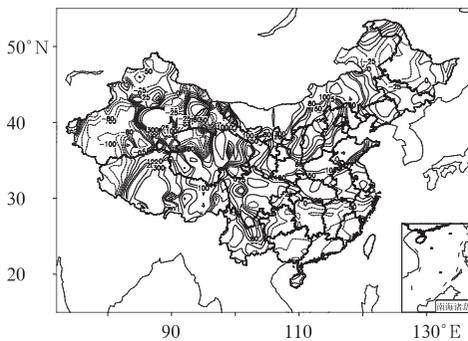


图2 2015年4月全国降水量距平百分比分布(单位: %)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in April 2015 (unit: %)

1.2 气温

2015年4月,全国平均气温11.6℃较常年同期(11℃)偏高0.6℃。从空间分布看(图3),西北地区北部、西南地区东部等地较常年平均偏高2℃;西北地区西南部和东部、东北地区、华南西部等地气温偏高约1℃。全国平均气温月内变化显著。上月,气温南高北低,内蒙古、东北、华北至长江中游等地气

温偏低,受冷空气影响多地发生极端日降温事件,华南、西南气温偏高;下旬与上月相反,江南南部至华南、西南、西藏南部气温偏低,北方大部气温偏高。

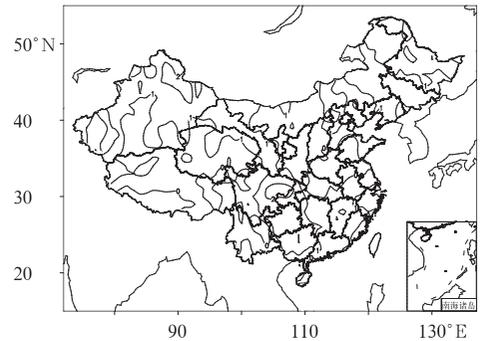


图3 2015年4月全国气温距平分布(单位: °C)

Fig. 3 Distribution of monthly mean temperature anomaly in April 2015 (unit: °C)

2 环流特征与演变

2015年4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特点。

2.1 极涡和中高纬环流

在北半球4月500 hPa平均图上,极地极涡断裂为两个闭合中心,一个在格陵兰西侧与加拿大之间,为极涡主体,中心强度达到512 dagpm;另一个在亚洲的东北部,中心强度较弱,为524 dagpm。从位势高度距平场可以看到,两个极涡中心强度均相对于常年偏强4~8 dagpm。北半球中高纬环流呈4波型,北美东部和欧洲中部长波槽较常年偏强,东亚槽和太平洋中部长波槽较弱。亚洲北部地区,乌拉尔山附近高压脊位势高度较常年平均高出8~12 dagpm,与4月上旬阻塞高压的建立与维持密切相关,导致4月上旬出现强冷空气过程。

2.2 副热带高压和南支槽

4月副热带高压(以下简称副高)月平均脊线到达14°N附近,西伸脊点到达106°E附近,较常年同期面积偏大、西脊点偏西。上月,副高尚未建立;中旬,副高逐渐建立,并加强西伸,西脊点到达94°E以西,北界到达20°N,副高阻挡江南、华南等地的水汽输送,导致降水偏少;下旬,副高减弱东退并南压,副高外围气流为我国南方地区带来较为充足的水汽。

4月500 hPa月平均场显示南支槽位于 90°E 附近,位置和强度接近常年同期。上月南支槽势力较弱;中旬,南支槽东移与北支槽基本同位相叠加,对应较强的冷空气过程;下旬,南支槽加深,为我国西南地区、华南等地带来强对流与降水过程。

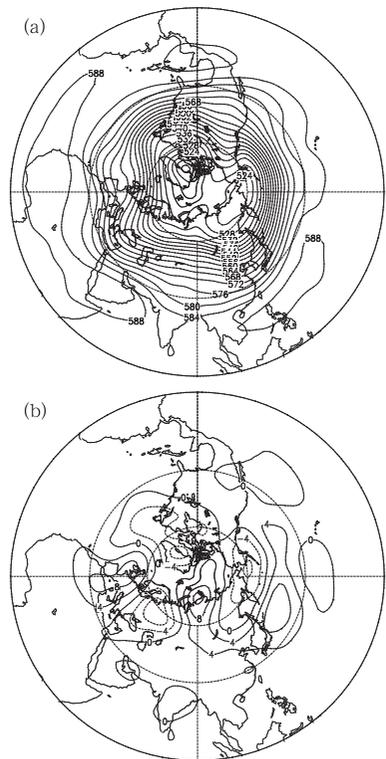


图4 2015年4月北半球500 hPa平均高度(a)和距平(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 Monthly mean geopotential height (a) and anomalies (b) at 500 hPa in the Northern Hemisphere in April 2015 (unit: dagpm)

2.3 环流演变与我国天气

4月上旬(图5a),欧亚大陆中高纬环流为两槽一脊的形势。低纬度气流平直,南支槽较弱。乌拉尔山一带阻塞高压建立,前期极涡延伸的横槽在东移转竖的过程中,部分冷空气在巴尔喀什湖以东地区堆积并形成了一个切断低压。乌拉尔山阻塞高压前部不稳定的小槽发展东移南下,因此上月冷空气活动活跃。冷暖空气交汇带来长江流域明显降水,受冷空气和降水的影响,我国中东部地区气温明显下降。由于冷空气势力强盛。1—4日,受阻塞高压前部冷空气分裂南下的影响,我国北方出现了大范围的强对流天气过程;6—9日,强冷空气影响江淮、

江汉、江南等地,出现“倒春寒”。

4月中旬(图5b),阻塞高压逐渐消失。中高纬西北气流经向分量减弱,东亚大槽强度有所减弱。受其影响,4月中旬我国冷空气活动较少。此外,副高逐渐建立,并加强西伸,西脊点到达 94°E 以西,水汽输送受副高阻挡,江南、华南等地降水偏少。4月12—13日,高空槽在东移过程中不断加深,形成高空冷涡系统,冷涡系统影响江淮、黄淮等地,带来大范围的大风天气。受副高外围暖湿气流与北方干冷空气交汇影响,4月19—20日,江南、华南出现较大范围风雹和短时强降水。

4月下旬(图5c),欧亚大陆中高纬度地区环流以纬向型环流为主。南支槽较前期略有增强,有利于南方地区降水增强。副高减弱东退,西脊点退至 107°E 附近,水汽通道建立,华南等地降水增加。22日,受南支槽影响,云南等地出现较大范围风雹天气,海南受副高外围暖湿气流影响,产生了短时强降水为主的强对流活动。23日,副高外围水汽输送,加上底层偏东风的影响,海南出现暴雨。26—28日,高空槽逐渐东移并形成冷涡系统,冷涡系统向南

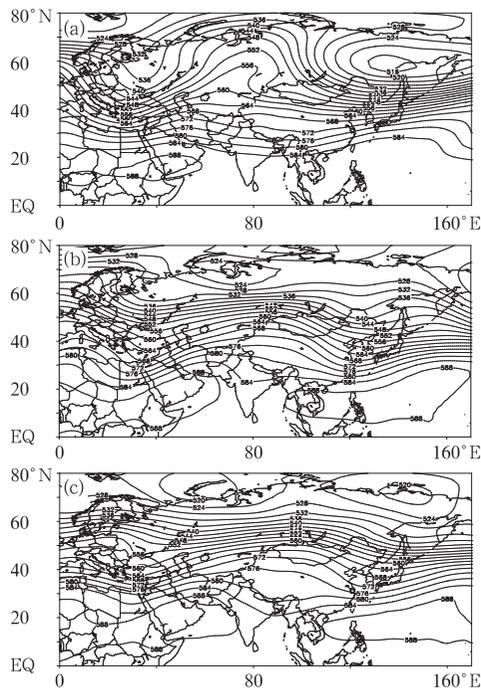


图5 2015年4月上旬(a)、中旬(b)、下旬(c)的500 hPa平均位势高度(单位: dagpm)

Fig. 5 The 500 hPa mean geopotential heights for (a) the first, (b) middle and (c) last dekads in April 2015 (unit: dagpm)

迅速移动,西南地区东部、华北、黄淮、江淮、江南北部等地迎来一次大范围的风雹天气为主的强对流天气。

3 冷空气和沙尘活动

3.1 冷空气过程

4月,全国出现2次明显的冷空气过程(表1)。受冷空气过程影响,全国共有62站发生极端日降温事件,主要分布在东北、华北、江淮西部、青海、四川和贵州等地,其中10站日降温幅度突破历史极值。

4月上旬,南方部分地区出现“倒春寒”。受强冷空气影响,江淮东部、江汉及江南等地出现大幅降温,最大过程降温普遍在14~20℃,局部地区达

20℃以上,极端最低气温普遍在9℃以下,湖北、江西北部、湖南北部和安徽等地最低气温在6℃以下,特别是4月6—9日,江淮、江汉北部和浙江北部日平均气温降至6~8℃,江汉南部和江南大部降至8~10℃,出现较大范围的倒春寒天气。

3.2 沙尘过程

4月,北方地区出现2次沙尘天气过程(14—16和27—30日),比2000—2014年同期偏少3次,也少于2014年同期(3次)(张小雯等,2013;樊利强等,2014)。北京出现了2次沙尘天气过程。2015年1—4月我国北方出现了8次沙尘天气过程,较常年(10.3次)偏少。北京1—4月出现了3次沙尘天气过程。

表1 2015年4月主要冷空气过程
Table 1 Main cold surges in April 2015

时段	冷空气强度	影响区域	过程概述
1—9日	北方强冷空气,南方寒潮	内蒙古东部、东北地区、长江流域及其以南地区	内蒙古东部、东北地区降温6~10℃,西南地区东部降温8~14℃,江南中东部、华南等地降温10~18℃;9日,江苏沿江以北部分地区出现霜冻;强冷空气带来大范围的风雹天气;北方部分地区4~6级风
16—20日	中等	全国大部分地区	内蒙古东部、东北地区降温5~8℃,西北地区东部、华北、江汉地区、西南地区东部、江南、华南降温10~15℃

表2 2015年4月沙尘天气过程
Table 2 Main sandstorms in April 2015

时段	影响系统	过程类型	影响范围
14—16日	地面冷锋	扬沙	新疆东部、内蒙古中西部、宁夏北部、陕西北部、山西中北部、河北北部、东北地区西部等地出现了扬沙天气,局地出现了沙尘暴
27—30日	地面冷锋	沙尘暴	新疆盆地大部、北疆中东部、甘肃西部、青海西北部等地出现了扬沙天气,部分地区沙尘暴;其中,新疆盆地西南部等地出现了强沙尘暴;此外,受锋面气旋影响,内蒙古中部、东北地区西南部部分地区出现扬沙

3.3 4月6—9日冷空气过程分析

此次冷空气过程与乌拉尔山的阻塞高压的建立与崩溃密切相关(朱乾根等,2007)。降温之前,我国中东部地区气温较高。4月5日14时,华北气温达到15~20℃,黄淮江淮等地10~15℃,江南东部气温超过30℃。

4月6日20时500 hPa高度场(图6a)显示,乌拉尔山阻塞高压已经建立,高压中心500 hPa的位势高度达到564 dagpm,冷中心温度-29℃。受阻塞高压影响,亚洲北部中高纬地区以经向环流为主,偏北气流整层均达到急流标准,西伯利亚地区冷空气持续向南输送。我国北方处于强大的东亚大槽控

制,槽后冷平流加强导致冷空气加速南下。此时,地面冷高压到达内蒙古一带,高压中心气压达到1042.5 hPa,地面冷中心气温达到-12℃。

7日20时,地面高压中心到达江淮、江南北部,高压中心气压减弱至1032.6 hPa,华北、黄淮、江淮、江南北部等地气温降至3~9℃。8日08时,图6b显示阻塞高压后部与脊线上转为冷平流,冷中心移到脊前,阻高逐渐减弱并崩溃。由于阻塞高压的崩溃,亚洲中高纬地区气流径向环流逐渐转变为纬向环流。东亚大槽继续稳定维持,槽前气流逐渐转为偏西风,南下冷空气强度减弱。高压中心进一步东移,中心气压减弱为1031.4 hPa。

4月9日,长江以北地区基本被偏南气流控制,

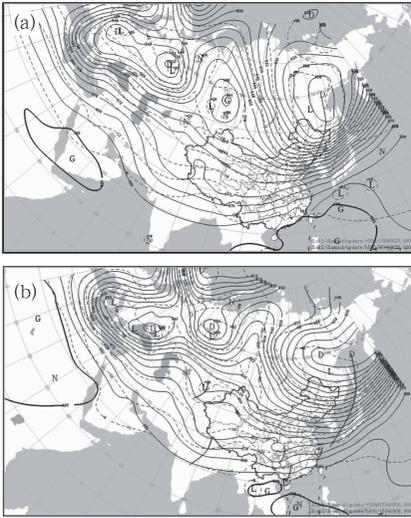


图 6 2015 年 4 月 6 日 20 时(a)和 8 日 08 时(b)500 hPa 位势高度场(实线, 单位: dagpm)和温度场(虚线, 单位: °C)
 Fig. 6 Distribution of geopotential height (solid line, unit: dagpm) and temperature (dashed line, unit: °C) at 500 hPa (a) 20:00 BT 6, (b) 08:00 BT 8 April 2015

冷空气过程结束。

4 主要降水过程和强对流过程

4.1 概况

4 月,我国发生了 3 次明显的强对流过程(表 3)。4 月上旬长江中下游等地出现较强降水过程,其中湖北东部、湖南东北部、江西北部、安徽南部、浙江西北部等地达 100~200 mm,湖南临湘(330.7 mm)、岳阳(288.6 mm),湖北金沙(290.2 mm)、通山(267.1 mm),江西庐山(256.8 mm)、九江(236.0 mm)等地超过 200 mm。长江中下游地区降水日数普遍在 6~8 d,局部地区超过 8 d,较常年同期偏多 2~4 d。

4.2 4 月 26—28 日华北、江淮、黄淮强对流过程分析

4 月下旬,亚洲地区处于两槽一脊的环流形势。

表 3 2015 年 4 月主要降水和强对流过程

Table 3 Main precipitation and convective weather processes in April 2015

时段	主要影响系统	天气概况
1—4 日	低槽、切变线、冷锋	西南地区东部、黄淮、江淮、江汉、江南等地出现大范围风雹天气;江汉、江南北部、江淮南部出现暴雨,其中湖南南部和湖北北部局地大暴雨
19—20 日	高空槽、低层气旋切变、低空急流、地面冷锋	江南、华南出现较大范围风雹和短时强降水;江南东部、广东北部、广西北部、湖南南部出现暴雨,其中广东东北部沿海大暴雨
26—28 日	高空冷涡	江淮、黄淮、江南地区东北部等地出现较大范围的雷暴大风、冰雹;江苏西部暴雨

位于亚洲东部的低压槽不断加深,向南发展,影响我国北方地区。26—28 日,受高空冷涡及西南急流共同影响,西南地区东部、华北、江淮、黄淮、江南地区东北部等地出现较大范围的雷暴大风、冰雹,苏皖等地出现短时强降水天气(图 7a)。安徽东北部最大风力达到 9 级,江苏南京六合最大冰雹直径达 50 mm,常州金坛 1 h 降雨量达 96 mm。

4 月 26 日 12 时开始,受高空槽影响,槽前的河套地区一带开始出现雷暴天气。受槽后冷空气侵入的影响,甘肃东北部、宁夏中部等地局地出现冰雹。此后,高空槽逐渐东移,移动过程中,西北气流不断增强,槽前偏南急流逐渐建立。低空急流输送暖湿空气并配合南下的冷空气,在华北地区一带产生了位势不稳定层结,最有利抬升指数<-3。

4 月 27 日,高空槽不断加深,逐渐发展为高空冷涡系统。受强冷涡影响,冷涡后部中、高层急流有所增强,中高层的干冷空气侵入和急流的存在,有利于不稳定层结的建立和维持,同时与低层形成较强的垂直风切变。在华北、黄淮、江淮一带产生大范围风雹天气。27 日 20 时,500 hPa 位势高度场显示(图 7b),500 hPa 槽线已经移至江淮、黄淮东部一带,且具备明显的前倾槽结构,槽后的干冷空气叠置于低层槽前的暖湿空气之上,增加了气柱的对流不稳定性。

4 月 28 日,高空冷涡增强,500 hPa 中心位势高度达 563 dagpm,中心最低温度达到-20°C,并迅速南下。27 日 20 时,南京站探空显示(图 8a),温湿层结曲线存在明显的“喇叭口”结构;整层风速较大,达

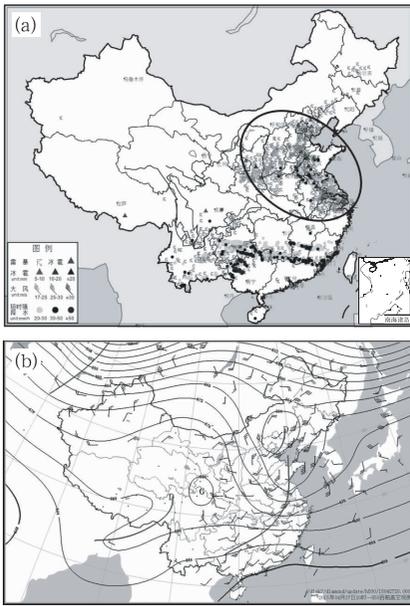


图7 2015年4月(a)26日11时至29日08时强对流天气实况,

(b)27日20时500 hPa位势高度场(单位:dagpm)和850 hPa风场

Fig. 7 (a) The severe convection weather from 11:00 BT 26 to 08:00 BT 29 April, (b) 500 hPa geopotential height (unit: dagpm) and 850 hPa wind at 20:00 BT 27 April 2015

到急流标准,0~3与0~6 km存在较大的风速与风向切变,低层风向随高度顺转,存在暖平流,有利于不稳定能量的积累;700 hPa以下的温度层结曲线接近平行于干绝热线,下沉气流在下降的过程中能保持向下的加速度,有利于较强下沉对流有效位能的形成(孙继松等,2014)。因此,南京站上空为典型的有利于雷暴大风天气的层结结构。此外,0℃层高度为3550 m,也有利于冰雹的发生。28日08时,低压中心已东移进入黄海,冷涡中心以西,干冷空气侵入,江淮、江南北部等地存在明显的干舌(图8b)。由于华北、黄淮、江淮一带受冷空气控制,水汽条件较差,江淮、江南北部等地下沉有效位能超过 $1000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$,换算得到最大下沉气流速度超过 $44 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,出现大范围冰雹与雷暴大风。冷涡北部偏东气流为苏皖北部地区带来一定的水汽,整层可降

水量超过30 mm,中尺度分析图(图8b)显示淮河流域底层相对湿度较高,K指数超过 35°C ,为安徽东部、江苏等地短时强降水创造了有利条件。

4月29日,低压系统逐渐东移入海,偏北气流逐渐减弱,强对流天气也逐渐消散。

致谢:感谢魏娜、蔡雪薇对文章制图和资料处理的帮助。

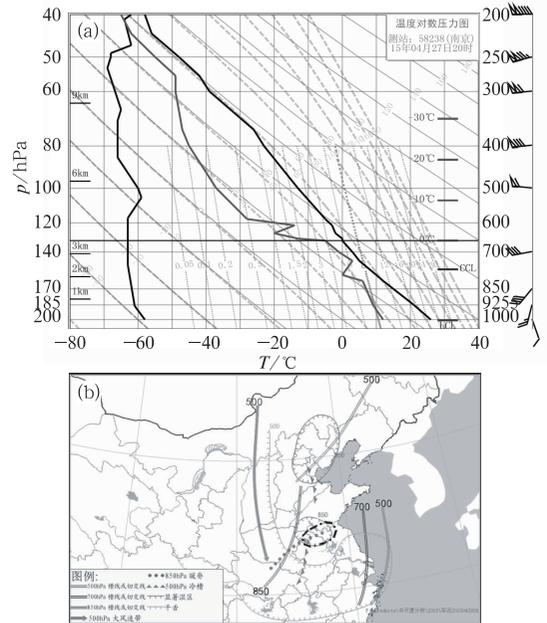


图8 2015年4月27日20时南京站探空曲线(a)和28日08时强对流天气发生条件综合分析图(b)

Fig. 8 (a) Synthetical analysis on severe convection weather at 08:00 BT 28 April 2015, (b) $T-\ln P$ diagram of Nanking Sounding Station at 20:00 BT 27 April 2015

参考文献

- 樊利强,张涛,孙瑾.2014.2014年4月大气环流和天气分析.气象,40(7):898-904.
- 国家气候中心.2015.气候系统监测公报.
- 孙继松,戴建华,何立富,等.2014.强对流天气预报的基本原理与技术方法:中国强对流天气预报手册.北京:气象出版社.
- 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.
- 朱乾根,林锦瑞,寿绍文.2007.天气学原理和方法(修订版)北京:气象出版社.