

王 晴, 高拴柱. 2015. 2015 年 9 月大气环流和天气分析. 气象, 41(12):1562-1575.

2015 年 9 月大气环流和天气分析^{* 1}

王 晴 高拴柱

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2015 年 9 月环流特征如下: 北半球高纬地区极涡为单极型, 中高纬地区为 3 波型分布, 西北太平洋副热带高压偏西且断裂, 9 月全国平均降水量为 72.4 mm, 比常年同期(65.3 mm)偏多 14.0%; 全国 9 月平均气温为 16.9℃, 较常年同期(16.6℃)偏高 0.3℃。月内共有 6 次强降水过程, 24 站出现了极端日降水量。西北太平洋和南海有 4 个台风生成, 1517 号台风基洛从中太平洋移入, 1521 号台风杜鹃两次登陆我国并带来大范围降水。西北东部及内蒙古中部等地气象干旱缓解, 黄淮大部及辽宁等地气象干旱持续发展。全国多地遭受雷雨大风、冰雹等强对流天气袭击。

关键词: 副热带高压, 暴雨, 台风杜鹃

中图分类号: P458

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2015.12.015

Analysis of the September 2015 Atmospheric Circulation and Weather

WANG Qian GAO Shuanzhu

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The main characteristics of the general atmospheric circulation in September 2015 are as follows. There was one polar vortex center in the Northern Hemisphere. In the middle-high latitudes, the circulation presented a three-wave pattern. The subtropical high lay westwards and got broken in the middle. Meanwhile, monthly mean precipitation amount was 72.4 mm, which is 14.0% more than its climatological mean (65.3 mm). Monthly mean temperature was 16.9℃, a little bit higher than its climatological mean (16.6℃). There were 6 heavy rainfall events with extreme continuous precipitation events observed at 24 stations in China. Four typhoons were generated over the western North Pacific and the South China Sea, and one typhoon came from the Middle Pacific (No. 1517 Kilo), Typhoon Dujuan (No. 1521) landing China twice. The drought of eastern part of Northwest Region and the middle of Inner Mongolia got relieved, while in most of Huanghuai Region, Liaoning and other places, the drought developed continuously. In addition, many places were attacked by thunderstorms, hail and other severe convective weather in September 2015.

Key words: subtropical high, rainstorm, Typhoon Dujuan

1 天气概况

1.1 降水

2015 年 9 月, 全国平均降水量为 72.4 mm, 比常年同期(65.3 mm)偏多 14.0%。我国南方大部、

西北东部、华北中北部及内蒙古中东部大部、黑龙江北部等地降水量普遍有 50~200 mm, 其中华南部分地区及浙江东部、重庆西南部、四川东部、贵州西部等地降水量为 200~250 mm, 浙江、福建、台湾的局部地区超过 250 mm; 其余地区降水普遍有 10~50 mm, 局部不足 10 mm(图 1)。

从降水量距平百分率分布来看(图 2), 与常年

* 2015 年 10 月 22 日收稿; 2015 年 10 月 31 日收修定稿

第一作者: 王晴, 主要从事台风预报和研究. Email: qianwang@cma.gov.cn

同期相比,全国大部地区降水量接近常年或偏多,其中西北西部、华北北部及内蒙古大部、四川东部和西北部、重庆南部、贵州东部、湖南中部、江西中部、福建、广西大部等地降水量偏多 5 成至 2 倍,新疆南部偏多 2 倍以上,仅东北大部、华北南部、黄淮大部、江淮西部及西藏大部、云南中部等地降水量偏少 2~5 成,局部偏少 5~8 成以上(国家气候中心,2015)。

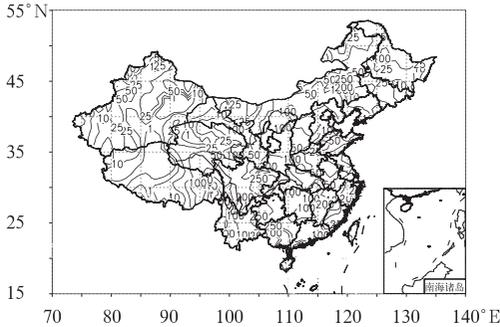


图 1 2015 年 9 月全国降水量分布(单位: mm)
Fig. 1 Total precipitation over China
in September 2015 (unit: mm)

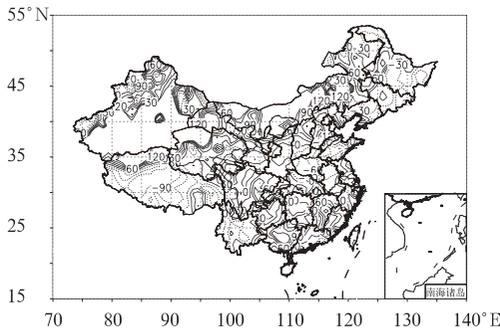


图 2 2015 年 9 月全国降水量距平百分率分布(单位: %)
Fig. 2 Spatial distribution of precipitation
anomaly percentage over China
in September 2015 (unit: %)

1.2 气温

2015 年 9 月,全国平均气温为 16.9℃,较常年同期(16.6℃)偏高 0.3℃。从空间分布看,全国大部地区接近常年同期或偏高,青藏高原大部及云南大部、海南中北部、辽宁北部等地偏高 1~2℃,西藏中部偏高 2~4℃;新疆中北部偏低 1~2℃,其中中北部部分地区偏低 2~4℃(图 3)(国家气候中心,2015)。

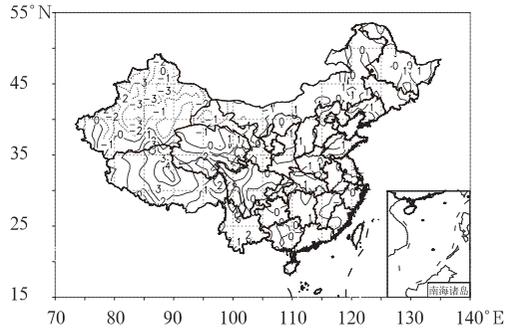


图 3 2015 年 9 月全国平均
气温距平分布(单位: °C)

Fig. 3 Spatial distribution of monthly
mean temperature anomaly
in September 2015 (unit: °C)

2 环流特征和演变

图 4 为 2015 年 9 月 500 hPa 平均位势高度及距平图,与常年同期的北半球环流形势相比,本月北半球环流形势有着以下的主要特点。

2.1 极涡呈单极型分布

9 月,北半球极涡单极型分布,极涡中心位于北极圈内北极点附近(图 4a),极涡中心强度低于 528 dagpm,并伴有一 4 dagpm 的负距平中心。加拿大西部存在一个 -6 dagpm 的负距平中心,中心偏向于西半球,强度较常年同期偏强(图 4b)。北半球中高纬西风带呈 3 波型分布,亚洲中高纬为较平直的纬向型环流(图 4a),盛行一致的偏西气流。亚洲大陆主要被槽区控制,且槽较常年平均较深,这种形势有利于冷空气南下,给我国大部地区带来降水天气。

2.2 西北太平洋副热带高压偏西

9 月西北太平洋副热带高压(以下简称副高)西脊点位于 95°E 附近,平均脊线位于 26°N 附近。西段副高偏强,且较常年同期气候平均西脊点(27°N、133°E)明显偏西(聂高臻等,2013),这种形势有利于冷空气与暖湿气流交汇于我国西南地区东部造成降水天气,不利于热带气旋登陆我国华南地区;东段副高偏弱,35°N、162°E 附近有一负距平中心,中心值达 -4 dagpm,东段副高的偏弱有利于中北太平洋、东北太平洋海域热带气旋的生成和发展。

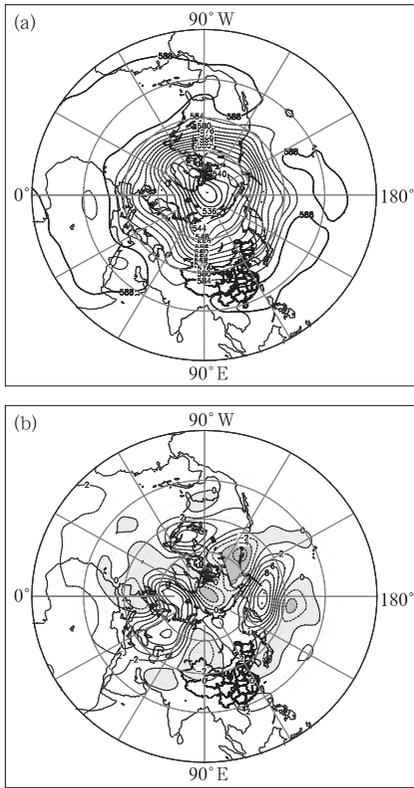


图4 2015年9月北半球500 hPa平均高度场(a)和距平场(b)(单位: dagpm)

Fig. 4 Monthly average geopotential height and monthly geopotential height anomaly at 500 hPa in the Northern Hemisphere in September 2015 (unit: dagpm)

2.3 环流演变与我国天气

从9月上、中、下旬欧亚地区500 hPa平均高度场的环流发展演变可以看出(图5),由于带状副高的减弱、断裂,欧亚地区的大气环流形势发生了较大的变化和调整,使得我国的主要雨带发生了大的变化。

9月上旬(图5a),主要的脊区位于贝加尔湖东北。主要的槽区位于东亚大陆东侧,新疆以西为弱的槽区,在两槽一脊的天气形势下,本旬4—7日我国大部地区出现一次大范围的降水天气过程,京津地区、四川盆地东部、贵州中东部、广西西部和北部、江南中南部、湖北东部出现暴雨,其中湖北东部和南部、重庆西部、四川东部、贵州西南部出现大暴雨。副高呈哑铃状,西脊点位于 26°N 、 93°E 附近,西段副高西北侧的偏南气流有利于西南低涡的活动,8—11日,四川东部、重庆西部、陕西南部出现暴雨,局

地大暴雨。

9月中旬(图5b),本旬平均状态下,大气环流的经向性较上月有明显的减弱,大气环流较为平直,因此旬内我国整体降水偏弱。由于副高带状特征明显,今年第19号台风环高在南海中部生成后,在副高南侧偏东气流的影响下,台风本体登陆越南,但其北侧环流与冷空气结合,在海南岛出现暴雨、局地大暴雨。

9月下旬(图5c),欧亚中高纬地区槽脊特征并不明显,仅新疆北部槽区加深,我国大部大气环流更为平直。带状副高断裂,块状副高控制我国西南地区,我国西南地区、江南地区西部位于副高控制之下,降水偏少,热带气旋由两高之间北上,登陆我国华东地区,气旋本体及其北侧环流与冷空气结合带来28—30日一次明显的台风降水过程,福建东部和南部、浙江东部、江苏东南部、上海、广东东北部等地出现暴雨,其中福建东部、浙江东部等地出现大暴雨。

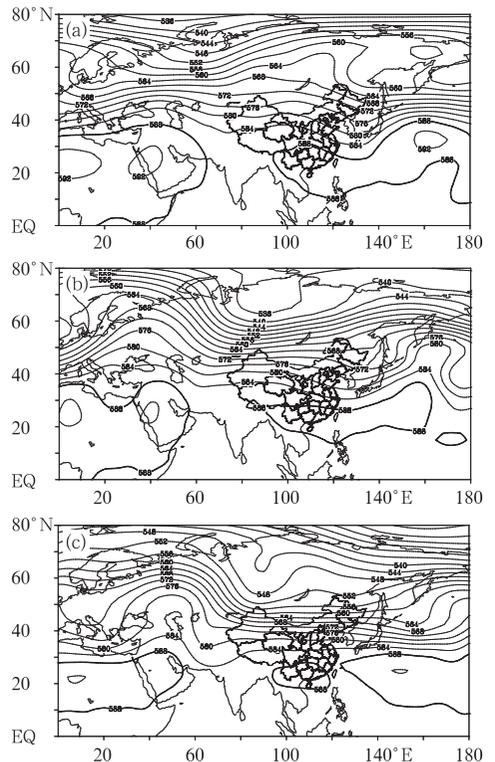


图5 2015年9月上旬(a)、中旬(b)、下旬(c)500 hPa平均位势高度场(单位: dagpm)

Fig. 5 The first (a), second (b) and third (c) dekad 500 hPa average geopotential height over Eurasia in September 2015 (unit: dagpm)

3 主要降水过程

3.1 概况

总体来说,9 月我国南方降水过程较多,局地降水强度较大,云南、湖南、广西、四川、重庆等 11 个省(市、区)的部分地区出现暴雨洪涝灾害。西南地区

东部(四川、重庆、云南、贵州)及广西月内降水天气频繁,9 月区域平均降水日数为 17.8 d,较常年同期(14.3 d)偏多 3.5 d,为 1988 年以来同期最多(国家气候中心,2015)。

受台风、低涡、季风低压、低层切变和高空槽等系统的影响,9 月主要出现了 6 次强降水过程(表 1)。

表 1 2015 年 9 月主要降水过程

Table 1 Main precipitation events in September 2015

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
8 月 29 日至 9 月 2 日	季风低压、低层切变	广西东部和南部、广东中南部、福建南部、海南岛北部和西南部出现暴雨,其中广西南部、广东南部沿海局地出现大暴雨(张芳等,2015)
4—7 日	高空槽、低层切变	京津地区、四川盆地东部、贵州中东部、广西西部和北部、江西南南部、湖北东部出现暴雨,其中湖北东部和南部、重庆西部、四川东部、贵州西南部出现大暴雨
8—11 日	低涡、低层切变	四川东部、重庆西部、陕西南部出现暴雨,局地大暴雨
13—16 日	台风环高	海南岛出现暴雨、局地大暴雨
20—21 日	低涡、低层切变	广西中东部、广东、福建中部和南部、海南岛东北部出现暴雨,其中广东南部沿海出现大暴雨
28—30 日	台风杜鹃	福建东部和南部、浙江东部、江苏东南部、上海、广东东北部等地出现暴雨,其中福建东部、浙江东部等地出现大暴雨

3.2 台风杜鹃降水过程分析

9 月 28—30 日,我国福建东部和南部、浙江东部、江苏东南部、上海、广东东北部等地出现暴雨,其中福建东部、浙江东北部和南部等地降雨 100~200 mm,浙江宁波、福建福州和莆田等局地 250~441 mm,其中浙江宁波多地日降雨量超过 200 mm,镇海县达 314 mm。

此次降水天气过程主要是台风杜鹃的本地环流造成,台风眼壁及外围螺旋雨带的移动,使得大陆地区主要的降水过程发生在台风登陆福建后(图 6),即 28 日 08 时至 30 日 08 时。台风登陆前,华北地区受弱高压脊控制,副高西伸明显,台风杜鹃位于副高西南侧,在台湾海峡中西北行登陆福建莆田。登陆时台风大风区明显偏于其移动路径的右侧(图 6a),850 hPa 台风环流的强度超过 $32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,降水集中在登陆点附近,自广东东北部至浙江北部均出现暴雨,由于台风风场的不对称性造成降水不对称分布,台风路径右侧福建东部福州—莆田一带雨势更为猛烈。随着台风中心西移至江西、福建交界,急流大值区强度迅速减弱至 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,福建东北部强度维持,台风北侧螺旋雨带自东南向西北扫过浙

江大部、上海、江苏南部,浙江东北部存在风速辐合(图 6b),螺旋雨带低层来自温暖洋面的东南暖湿气流源源不断的汇入使得上述地区降水维持。

由于台风北侧高压坝的存在,登陆后“杜鹃”持续向西偏北方向移动,进入江西省境内并减弱消散。由于我国北部受平直的纬向气流控制,台风北侧冷空气的活动很弱,台风环流无明显与冷空气结合的过程,台风降水未扩展至河北、河南、山东等地。

台风登陆前后,在台风环流的支配下,福建东北部沿海存在明显的向岸输送的水汽通道(图 7),水汽通量超过 $0.05 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,水汽在福建东部辐合,最大水汽通量散度达到 $-1.4 \times 10^{-8} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,与地面站记录到的降水大值区(福州和莆田等地)符合良好。由于台风杜鹃登陆时强度为台风级,登陆初期,此次台风降水过程对应的水汽通量散度值较大,相较 2013 年台风天兔深入内陆后的倒槽降水对应的水汽通量散度值高出约 80%(聂高臻等,2013),相较去年同时段的低层暖性切变致使的降水对应的水汽通量散度值高出 125%(周冠博等,2014),足以突显出台风本体环流降水的强辐合、强集成的特性,强烈的水汽辐合作用加之地形的抬升作用为台风登陆过程的降水产生提供了非常有利的条件。

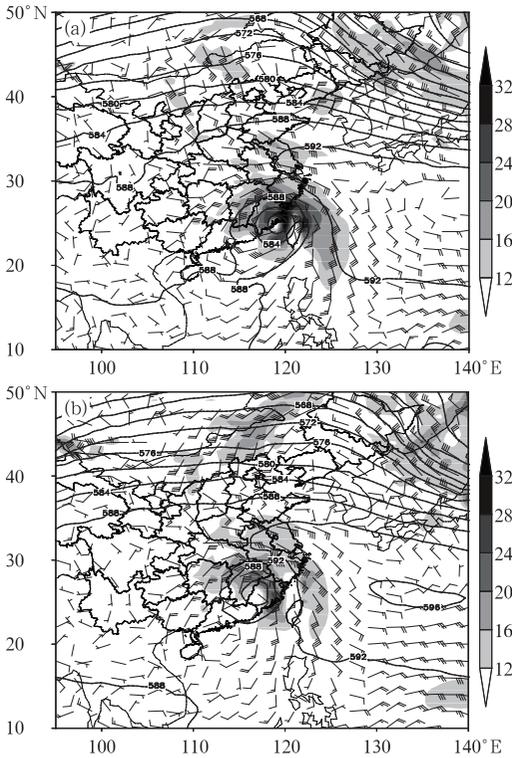


图 6 2015 年 9 月 29 日 08 时(a)和 20 时(b) 500 hPa 位势高度场(实线,单位: dagpm)、850 hPa 风场(风向标)和 850 hPa 急流(阴影,单位: $m \cdot s^{-1}$)

Fig. 6 Distribution of geopotential heights at 500 hPa (solid line, unit: dagpm) and wind vector and wind speed at 850 hPa (unit: $m \cdot s^{-1}$) at 08:00 BT (a) and 20:00 BT (b) 29 September 2015

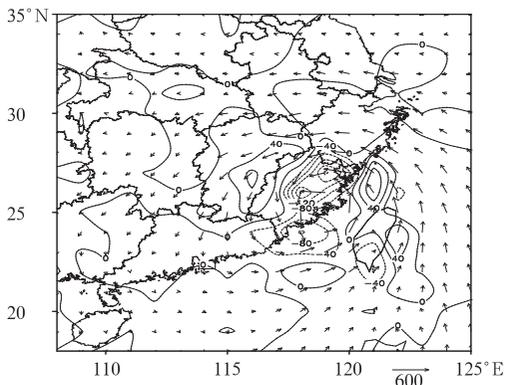


图 7 2015 年 9 月 29 日 08 时 850 hPa 水汽通量(箭头,单位: $10^{-4} g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$)和水汽通量散度(等值线,单位: $10^{-9} g \cdot cm^{-2} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$)

Fig. 7 The 850 hPa water vapor flux (vectors, unit: $10^{-4} g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$), and water vapor flux divergence (contour, unit: $10^{-9} g \cdot cm^{-2} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$) at 08:00 BT 29 September 2015

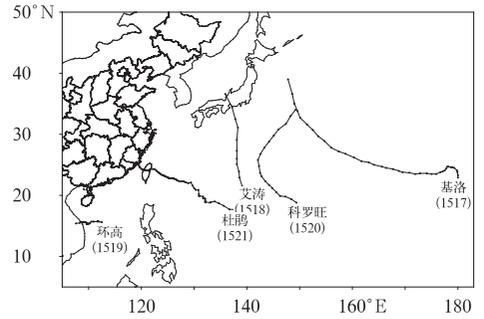


图 8 2015 年 9 月西北太平洋及南海热带气旋路径

Fig. 8 Tracks of tropical cyclones over the western North Pacific and the South China Sea in September 2015

4 热带气旋活动

2015 年 9 月,在西北太平洋及南海共有 5 个台风(热带风暴级及以上)活动(图 8),个数与常年同期(1949—2014 年年平均有 5.1 个)相当,其中包括自中太平洋移入的第 17 号台风基洛(Kilo)。9 月登陆我国的只有第 21 号台风杜鹃(Dujuan),登陆个数较常年同期(1949—2014 年年平均有 1.8 个)偏少。此外,第 19 号台风环高没有登陆我国,但是却为华南南部带来重大影响。

4.1 台风环高与冷空气结合,琼粤强降水

今年第 19 号台风环高 9 月 14 日凌晨在南海中部生成,尔后向偏西方向移动并于 14 日晚上以热带风暴级登陆越南广南省,15 日在中南半岛减弱消失。

受“环高”和冷空气共同影响,9 月 14—16 日,海南岛中东部、广东雷州半岛南部等地降雨 100~200 mm,其中,海南海口、琼山、文昌等局地有 280~497 mm,雨量较大的地点有:海南万宁新中 401 mm、广东湛江后塘 230 mm。受降雨影响,海南万泉河、南渡江等主要江河出现小幅涨水过程,海南全省 10 座大型水库共增蓄 1.68 亿 m^3 。此外,海南岛北部和东部沿海、广东雷州半岛南部沿海地区出现 8~10 级瞬时大风,局地达 11 级。

4.2 台风杜鹃两次登陆,影响范围广

今年第 21 号台风杜鹃 9 月 23 日凌晨在西北太

平洋洋面上生成,24 日晚加强为强热带风暴级,25 日下午加强为台风,26 日下午加强为强台风,夜间加强为超强台风,逐渐向台湾东部沿海靠近,并于 28 日上午在台湾东部近海减弱为强台风,17:50 登陆台湾宜兰,登陆时中心附近最大风力有 15 级($48 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),中心最低气压为 945 hPa。登陆后“杜鹃”西行穿过台湾,强度减弱,进入台湾海峡后转西北向移动,于 29 日 08:50 再次登陆福建莆田,登陆时中心附近最大风力有 12 级($33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),中心最低气压为 975 hPa。之后强度迅速减弱,29 日下午减弱为热带低压,晚上停止编号。“杜鹃”具有以下三个特点:

(1) 登陆强度强,登陆后减弱快。“杜鹃”登陆台湾时为强台风级,登陆福建时为台风级,登陆后强度快速减弱,仅用 8 h 就从台风级减弱到热带低压。

(2) 台浙闽等地局地风雨强。28—30 日,浙江宁波、福建福州和莆田等局地 250~441 mm;浙江南部、福建东部沿海地区出现 10~12 级阵风,福建福州、莆田等沿海局地达 13~14 级(福建平潭牛山岛达 $45.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)。另外,台湾中北部部分地区降雨 250~400 mm,台北、桃园、花莲等局地超过 500 mm;台湾北部局地出现 14~15 级阵风。

(3) 福建和浙江多地出现海水倒灌和严重内涝。此次台风影响正值天文大潮期,闽浙沪沿海有 36 个潮位站超警,超警幅度 0.03~1.18 m,其中福建龙海石码和长乐白岩潭 2 个潮位站超保 0.12~0.24 m,福建漳浦旧镇潮位站出现历史最高潮位,高潮位和巨浪造成厦门、莆田、福鼎、泉州、鳌江口等

多地海水倒灌,道路积水严重;浙江宁波市区和奉化等地出现了严重内涝,温州局地发生山体滑坡;福建、浙江部分地区航班和火车停运或延误。

5 月内气象灾害及影响

2015 年 9 月,全国共有 24 站出现极端连续降水日数事件,主要分布于河北、四川、云南、甘肃、山东等地,其中甘肃宕昌(15 d)和文县(14 d)等 5 站连续降水日数突破历史极值。西北东部及内蒙古中部等地气象干旱缓解,黄淮大部及辽宁等地气象干旱持续发展,其中辽宁大部、西藏中西部、河南大部、山东西部等地偏少 5~8 成,降水少、气温偏高,导致黄淮大部、华北西南部及辽宁大部、西藏中部等地出现中等程度气象干旱,局部达重旱。全国 13 个省(区、市)遭受雷雨大风、冰雹等强对流天气袭击,共造成 94 万余人受灾,直接经济损失逾 8 亿元。其中,河南、河北、新疆等省区局地受灾较重(国家气候中心,2015)

参考文献

- 国家气候中心. 2015. 2015 年 9 月中国气候影响评价.
- 聂高臻,何立富. 2013. 2013 年 9 月大气环流和天气分析. 气象, 39(12):1663-1670.
- 张芳,张芳华. 2015. 2015 年 8 日大气环流和天气分析. 气象, 41(11):1425-1432.
- 周冠博,张玲. 2014. 2013 年 9 月大气环流和天气分析. 气象, 40(12):1558-1564.



《中国寒旱区地表关键要素监测科学报告》

丁永建 主编

本书依据近 20 个野外台站长期监测资料,围绕中国寒旱区荒漠、草地、绿洲等生态类型及冰川、冻土和积雪等环境要素,通过系统整编、综合对比、集成分析,以结论性的科学论述为主,用图、表方式展示了半个世纪以来中国寒旱区生态与环境变化的特点及科学认识。内容涉及生物过程、地表水循环和冰冻圈变化三大领域,涵盖植被动态、生物多样性、土壤理化性质、蒸散发、能量与水分收支、高山降水与黄土高原水热过程、强对流天气与大气环境、冰川物质平衡、冰川变化、积雪变化、季节和多年冻土变化及寒区水文过程等寒旱区地表要素的监测结果。

16 开 定价: 158.00 元

《气候系统监测诊断年报(2014 年)》

国家气候中心 编

本书是中国气象局国家气候中心的重要业务产品之一。全书分为 5 章。第一章描述 2014 年全球气候概况;第二章分析年内大气环流变化的主要特点及亚洲季风的活动特征;第三章介绍年内热带海洋的演变特征和 ENSO 监测概况;第四章分析 2014 年土壤温度变化、北半球积雪和南、北极海冰异常情况;第五章针对 2014 年发生的重大天气气候事件进行成因诊断分析。本年报给出多种气象要素的月、季和年的特征分布图,可供从事气象、农业、水文、地质和生态等多个行业的业务、科研和教学人员使用。

16 开 定价: 75.00 元

《中国雷电监测报告(2014 年)》

中国气象局 编

本书对 2014 年国家雷电监测网监测到云地闪的位置和密度进行了时空分析统计。首先,介绍了 2014 年全国各月雷电活动情况,统计分析了 2014 年全年雷电(回击)密度、雷暴日、雷电小时数、雷电极性、雷电频数、平均强度和雷电发生规律等各项雷电气候参数。其次,详细分析了全国各省(区、市)区域的雷电活动特征。最后,本书总结了 2014 年中国气象局针对其他部门和行业开展的雷电监测公共服务和专项服务工作。本书是一部 2014 年雷电活动的资料和工具书,可供气象领域的科学研究、教学人员使用,也可供电力、农业、航天航空、交通、地理等部门进行防灾减灾决策等参考。

16 开 定价: 50.00 元

《全国地质灾害防治气象监测预警服务效益评估及案例》

孙健等 主编

本书介绍了 2012 年全国地质灾害防治气象监测预警服务效益评估工作的内容、方法和基本结论,深入分析评估了我国地质灾害防治气象监测预警服务的现状、效益、评价以及用户的需求,同时收集了全国 30 个省(区、市)开展地质灾害防治气象监测预警服务的典型案例。本书可供气象和地质灾害防治工作者参考,对提高普通读者对地质灾害防治工作的认知也有一定帮助。

16 开 定价: 60.00 元

气象出版社网址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>, E-mail: qxcsbs@cma.gov.cn

发行部电话: (010)68406961/9198/9199/8042, 传真: 62175925