

刘凑华. 2011 年 11 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 2012, 38(2): 244-249.

2011 年 11 月大气环流和天气分析^{*}

刘凑华

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2011 年 11 月大气环流主要特征是: 北半球极涡呈单极性分布, 主体位于北极圈内, 强度和常年同期接近。中高纬呈 4 波型, 其中欧洲大槽强度较常年偏强, 位置偏东; 东亚大槽强度偏弱, 且位置偏东, 这不利于引导冷空气影响我国, 月内我国出现了 5 次主要的冷空气过程, 11 月全国平均气温为 3.9℃, 比常年同期(2.1℃)偏高 1.8℃。南支槽位于 100°E 附近, 强度接近常年, 副高的位置偏西, 有利西南暖湿空气向我国的输送。11 月, 我国出现 6 次主要的降水过程, 全国平均降水量为 28.3 mm, 较常年同期(18.0 mm)偏多 57.3%, 为近 20 年来的最大值。北方大部地区降水较常年偏多, 其中西北地区东部、内蒙古南部、华北西部、江南东南部和华南中东部较常年同期偏多 2 倍以上。

关键词: 大气环流, 暴雨, 暴雪, 冷空气

Analysis of the November 2011 Atmospheric Circulation and Weather

LIU Couhua

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The following are the main characteristics of the general circulation of atmosphere in November 2011: there is one polar vortex center in the Northern Hemisphere with the same strength as normal years. The circulation presents a four-wave pattern in middle-high latitudes. The European trough is stronger and further east than the same period of normal years. The East Asian major trough is weaker and further east than the same period. This kind of circulation is not favorable for the outbreak of cold air southward. There are five cold surge processes affecting China, and the monthly mean temperature is 3.9℃, which is 1.8℃ higher than the same period of normal years. In this month, the southern branch trough is strong and the subtropical high is to west, which is favorable for transportation of the southwest warm-moist air to China. There are 6 main precipitation processes, and the mean precipitation (28.3 mm) is 57.3% above normal, which is the most in the past 20 years. The precipitation over most parts of the northern China is more than the same period of normal years, among them the precipitation over east of Northwest China, south of Inner Mongolia, west of North China, southeast of the Jiangnan region, central-eastern of South China is over three times more than the same period of normal years.

Key words: atmospheric circulation, rain storm, severe snow, cold air

1 天气概况

1.1 降水

11 月, 全国平均降水量为 28.3 mm, 较常年同期(18.0 mm)偏多 57.3%, 为近 20 年来的最大值^[1]。月降水量, 除新疆南部、西藏大部、四川西部、

云南西北部、甘肃西部和内蒙古西部降水量不足 10 mm 外, 全国大部分地区在 10 mm 以上, 其中西南地区东北部、西北地区东南部、华北南部、江汉、江淮、黄淮、江南南部及东部和华南东部降水量为 50~150 mm(图 1)。

从地区分布看, 全国大部分地区降水偏多, 其中东北南部、内蒙古东部、华北东部、黄淮南部、江淮北

* 2011 年 12 月 22 日收稿; 2011 年 12 月 28 日收修定稿

作者: 刘凑华, 主要从事短期天气预报工作. Email: liucouhua@163.com

部、江汉北部、西北中部和南部、西藏中部和新疆北部等地降水量较常年偏多 5 成至 2 倍,内蒙古中部、宁夏、甘肃南部和东部、陕西北部、河南北部、山西大部、河北南部、山东西部、福建东南部和广东东北部偏多 2 倍以上;江淮南部、江南北部和西部及贵州南部、广西大部、云南、四川西南部、西藏西北部、新疆西南部、内蒙古西北部等地降水量偏少 3 成以上。全国其余大部分地区接近常年同期(图 2)。

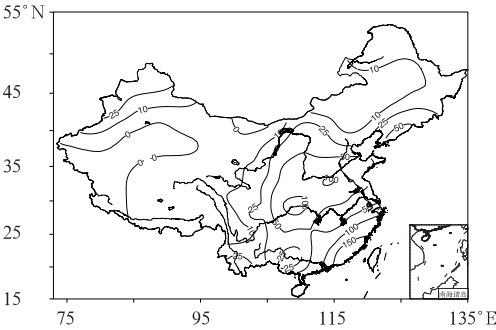


图 1 2011 年 11 月全国降水量分布(单位:mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation in China in November 2011 (unit: mm)

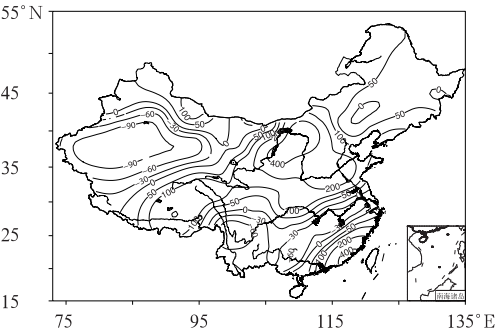


图 2 2011 年 11 月全国降水量距平百分率分布(%)
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage in China in November 2011 (unit: %)

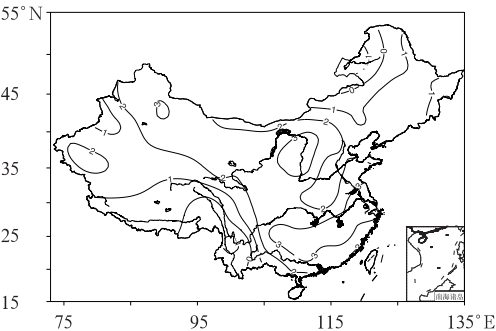


图 3 11 月全国平均气温距平分布(单位:℃)
Fig. 3 Distribution of temperature anomaly in China in November 2011 (unit: °C)

1.2 气温

11 月,全国平均气温为 3.9℃,较常年同期(2.1℃)偏高 1.8℃,为 1951 年以来历史同期第 3 高^[1]。全国大部地区气温偏高 1℃以上,其中西北中部、华北大部、黄淮、江汉、华南大部、西南东部、新疆东部和内蒙古中西部等地偏高 1~3℃;内蒙古中南部、陕西北部、山西西部、江南大部、贵州东部和广西东北部等地偏高 3℃以上;云南西部、西藏东南部和内蒙古北部局地偏低 1℃以上(图 3)。

2 环流特征和演变

图 4 给出了 2011 年 11 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,11 月北半球的环流形势有以下主要特点。

2.1 环流特征

北半球极涡呈单极性分布,主体位于北极圈内^[3],极涡中心位置较常年同期偏西并且略偏北,由此表明冷空气较常年同期略偏弱。中高纬度环流呈 4 波型,欧亚大陆有两个大槽,其中一个位于东欧附近,在对应的 500 hPa 位势高度距平场(图 4b)上,槽的附近及东侧为-120~-40 gpm 的负距平区,槽的西侧为较大的正距平区,由此说明该槽较常年同期明显偏东偏强。该槽下游为纬向型环流,东亚地区附近则为较大的正距平,表明东亚大槽偏弱偏东,不利于引导冷空气向南爆发。11 月影响我国的冷空气主要以偏东路径为主,强度偏弱,由此导致我国大部分地区气温较常年同期偏高。南支槽位于 100°E 附近,强度接近常年,有利于暖湿空气向我国输送。西太平洋副热带高压强度和常年接近,脊线位于 19°N 附近,西脊点位于 120°E,较常年同期明显偏西。副热带高压的位置偏西,进一步加强暖湿气流向我国的输送,对应我国江南东南部和华南中东部降水较常年同期明显偏多。

2.2 环流演变与我国天气

图 5 给出 11 月份上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 大气环流发展演变的三个时段的平均高度场。上旬(图 5a)欧洲中西部为阻塞高压,欧洲东部为很深的低槽。贝加尔湖附近为弱的高压脊,东亚大槽的位置偏东,且强度偏弱,这不利于引导西伯利亚的冷空气影响我国,因此在这一旬影响我国的冷空气路径

都为偏东路径,且冷空气强度较弱。副热带高压位置偏西,584 线压在江南至华南一带,南支槽偏强,槽前的西南气流有利于暖湿空气向我国输送。槽前西南暖湿气流与北方下来的较弱冷空气相互作用,在华西地区、江南东部和华南一带产生了两次暴雨过程。我国北方处于平直的西风环流中,期间多短波槽活动,西南暖湿气流和北方冷空气在此交汇,形成锋面气旋,由此为西北地区东部和内蒙古南部带来明显的降水过程,内蒙古南部的月降水总量也因此超过常年同期 3 倍以上。东北地区处于气流汇合区,不利于槽的发展,短波槽从内蒙古移到东北地区后强度迅速减弱,由此造成东北地区在 11 月上旬降水较少。

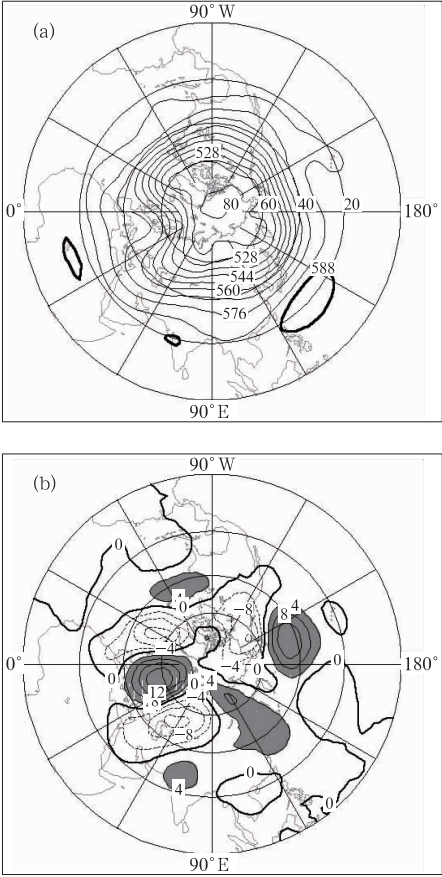


图 4 2011 年 11 月北半球 500 hPa 平均高度(a)和距平(b) (单位:10 gpm)
Fig. 4 The 500 hPa geopotential height (a) and its anomaly (b) in the Northern Hemisphere in November 2011 (unit: dagpm)

中旬(图 5b),贝加尔湖附近高压脊的位置西移,东亚大槽位置也西移,我国北方地区处于比较平直的纬向环流,但是环流的偏北风分量较上旬有所加大,冷空气活动的强度也较上旬有所增大。副热带高压明显西伸,但南支槽较上旬偏弱,我国南方仍

处于明显的西南气流中。西南暖湿气流和北方来的较强冷空气交汇,在江南东部和华南一带产生了 1 次暴雨过程。

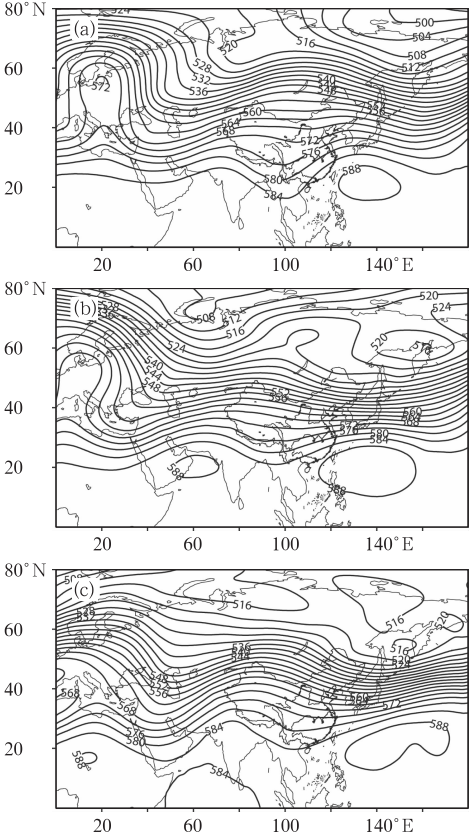


图 5 2011 年 11 月欧亚 500 hPa 上(a)、中(b)、下(c)旬平均位势高度(单位:10 gpm)
Fig. 5 The 500 hPa Eurasia geopotential heights of the 1st (a), 2nd (b) and last (c) dekad average in November 2011 (unit: dagpm)

下旬(图 5c),贝加尔湖附近的高压脊有所加强,东亚大槽也有所加深,由于环流经向度加大,我国北方大部环流的偏北风分量明显,这有利于引导冷空气影响我国,期间出现一次全国性的中等强度冷空气过程。由于副热带高压东退,南支槽位置东移到 105°E 附近,孟加拉湾处于南支槽后的西北气流中,因此不利从海上获得水汽,同时我国也只有较少的区域处于偏南气流中,这不利于水汽向我国输送,因此下旬全国的平均降水量明显不及上旬和中旬。

11 月份,新疆地区处于大槽的前侧西南气流中,具有一定的水汽条件,由于不断地有短波槽东移经过,结合新疆的地形作用,在新疆北部形成多次的降水过程,虽然每次降水量不大,但月降水总量还是较常年同期偏多。另外我国西藏西部、四川南部和云南西部一直处于南支槽槽后,不利降水发生,因此

降水量明显偏少。

3 冷空气活动

3.1 概况

11 月主要有 5 次冷空气过程,冷空气活动次数较常年同期略偏多,强度总体偏弱^[2]。18—20 日,

较强冷空气过程主要影响我国北方和中东部大部地区,东北大部、内蒙古中东部、华北北部、黄淮东部以及江淮东部部分地区过程降温幅度达 8℃ 以上,其中东北东部、内蒙古中东部的大部地区降温超过 10℃。11 月 27 日至 12 月 2 日,冷空气侵袭我国中东部大部地区,西北大部、东北大部、华北、黄淮、江淮、江汉、江南和西南地区东部降温幅度达 6~14℃。主要冷空气过程见表 1。

表 1 2011 年 11 月主要冷空气过程
Table 1 Main cold air processes in November 2011

降水时段	影响区域	降温幅度	大风、沙尘天气
11 月 7—9 日	新疆北部、江南南部、西南东南部、华南	气温下降 4~8℃,新疆北部局地、广西南部 and 广东南部降温达 8~10℃	4~6 级偏北风,我国东部和南部沿海部分地区以及新疆山口出现 8 级以上大风
11 月 11—14 日	东北、河北北部、内蒙古东部、山东东部	气温下降 4~12℃,内蒙古东北部和黑龙江北部降温超过 12℃	4~6 级偏北风,内蒙古中部和辽宁西部部分地区风力达 7~8 级,内蒙古中西部局地出现沙尘暴天气
11 月 18—20 日	内蒙古东部、东北、华北、黄淮、江淮、江南中东部、华南东部	气温下降 4~10℃,东北东部、山东东部和江南东部部分地区降温超过 10℃	4~6 级偏北风,山东半岛以及我国东部和南部沿海部分地区出现 8 级以上大风
11 月 22—24 日	内蒙古中西部、西北东北部、华北、黄淮、东北南部	气温下降 4~6℃,辽宁东部和吉林南部降温达 6~8℃	4~6 级偏北风,山东半岛北部风力达 7~8 级
11 月 27 日至 12 月 2 日	全国大部地区	气温下降 4~12℃,辽宁东部、吉林东部、安徽南部、江西北部、湖南东部和广西东北部和浙江北部降温超过 12℃	4~6 级偏北风,山东半岛北部和浙江沿海风力达 7~8 级

3.2 11 月 18—20 日冷空气过程

此次冷空气是一次中等强度的冷空气,我国中东部大部气温下降 4~8℃,部分地区降温幅度超过 10℃。冷空气过程结束时,内蒙古中东部、华北北部、东北地区大部气温降至-10℃ 以下;黄淮、江淮、江南东部气温下降到 10℃ 以下。冷空气过程中,上述地区普遍出现 4~6 级偏北风,山东半岛以及我国东部和南部沿海部分地区出现 8 级以上大风。

此次强冷空气过程为小槽发展型^[3]。在 11 月 15 日,我国北方仍处于纬向型环流中,巴尔喀什湖附近有一个较浅的短波槽正在东移,槽后是-36℃ 的冷中心,由于温度槽的位置落后于高度槽,槽在东移过程中逐渐加强。此时贝加尔湖附近为-40℃ 的冷涡,由于西伯利亚地区的高空等高线非常稀疏,贝加尔湖附近的冷涡稳定少动。17 日,贝加尔湖附近的冷中心强度达到-48℃,而巴尔喀什湖的槽移至 110°E 的位置,和贝加尔湖附近冷涡南侧的槽合并成一个,槽后的脊经向度加大,并向东北方向发展,使得贝加尔湖的冷涡处于槽后脊前的偏北气流中。18 日,贝加尔湖附近的冷涡开始东移南下,但冷涡的中心落后于环流的中心,温度槽也落后于高度槽,

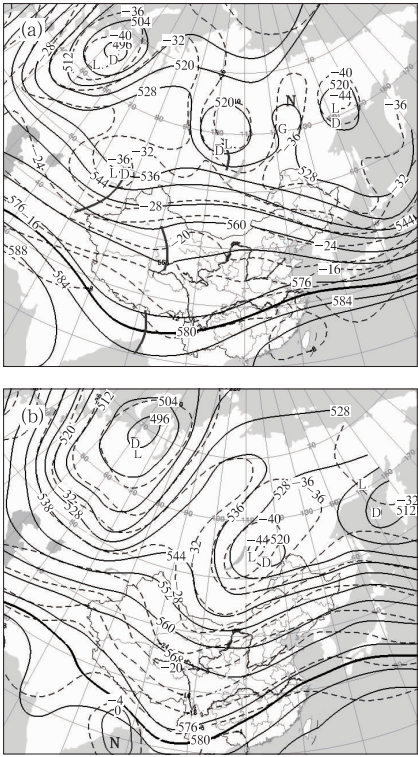


图 6 2011 年 11 月 15 日 20 时(a)和 18 日 08 时(b)的 500 hPa 位势高度场(实线,dagpm)及温度场(虚线,℃)
Fig. 6 The 500 hPa geopotential heights (bold lines, dagpm) and temperature (dashed lines, °C) at (a) 20:00 BT 15 November 2011 and (b) 08:00 BT 18 November 2011

这有利于槽向南不断加深^[4]。此时,地面天气图表明冷空气已经在中西伯利亚和蒙古国堆积,地面高压中心的强度达 1045 hPa,并开始侵入我国。18—20 日,槽在东移过程中不断向南加深加强,并引导冷空气向我国中东部爆发。20 日,冷空气前沿已经到达我国华南以南的海上,此后冷空气影响的区域由于辐射条件较好,开始逐渐回温。

4 主要降水过程

4.1 概况

11 月陕西、甘肃、青海和宁夏等地区降水量普

遍比常年同期偏多,其中宁夏为 1951 年以来同期最多,其他三省为次多;福建全省平均月降水量达 168.3 mm,比常年同期偏多 3.1 倍,为 1951 年以来同期最多。11 月有 6 次主要降水过程(见表 2),其中 11 月 2—5 日华西出现一次强降水天气,8—10 日和 17—19 日江南东南部和华南东部出现 2 次暴雨过程,强降水造成湖北、重庆、云南、福建等地局部遭受暴雨洪涝和泥石流等灾害。22—23 日和 25—26 日东北地区出现 2 次强降雪过程。

4.2 22—23 日降水天气过程分析

11 月 22—23 日东北地区中南部出现明显降雪,吉林东部、辽宁中东部降水量有 5~10 mm,吉

表 2 2011 年 11 月主要降水过程
Table 2 Main precipitation processes in November 2011

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
2—5 日	南支槽、高空槽、地面倒槽、锋面气旋、地面冷锋	内蒙古南部、西北东部、西南东部、山西、黄淮、江淮、江南东部和华南东部出现小到中雨,其中四川东部、重庆、陕西南部、湖北西部、湖南西南部、江南东部和江淮东部出现大到暴雨
6—10 日	南支槽、高原槽、低涡切变线、地面低压	中东部大部出现小到中雨,其中重庆、湖北、河南南部、江南东部、华南东部和南部出现暴雨
12—14 日	南支槽、高空槽	西南中部和东部出现小到中雨、东北地区中部和北部、内蒙古东北部出现小到中雪
15—19 日	南支槽、短波槽、冷锋、锋面气旋、低涡切变线	内蒙古北部,东北中部和北部出现小到中雪,东北南部、华北、西北东部、西南东部、黄淮、江淮、江南中部和东部、华南东部出现小到中雨,其中江南东部和广东东部出现大到暴雨
22—23 日	高空槽、锋面气旋	内蒙古东南部、河北北部、山东东部、吉林南部和辽宁出现小到中雪,其中辽宁东部和吉林南部部分地区出现大到暴雪
28—30 日	高空槽、低涡切变线、地面低压、冷锋	西北东部、西南东部、华北南部、江淮、黄淮、江汉、江南北部出现小到中雨,其中河南东部、山东南部、安徽北部和江苏北部出现大雨,甘肃北部、宁夏、山西北部、山西、河北南部出现小到中雪,山西局地出现大雪

林东南部、辽宁中北部部分地区有 12~17 mm,辽宁开原达 21 mm;期间,吉林中东部和辽宁东北部最大积雪深度有 5~15 cm,辽宁清原和吉林梅河口最大积雪深度分别达 22 和 21 cm。

这次降雪过程中,欧亚中高纬为两槽一脊的环流形势,其中东侧的高空槽位于我国东北至华北区域。由于温度槽落后于高度槽,高空槽在东移的过程中在不断加强,槽后西北气流引导西伯利亚的冷空气南下影响我国北方地区。地面天气图中,冷锋从内蒙古中部进入我国,22 日在渤海湾附近形成锋面气旋。由于中低层的偏南气流从渤海和黄海获得水汽,为暴雪提供了有利的水汽条件。图 7 显示 500 hPa 高空槽和 850 hPa 槽的位置接近,并且和锋面气旋也接近,所以系统向西倾斜不明显,这种情况下槽前的上升运动比较强。从 T639 模式的 22 日

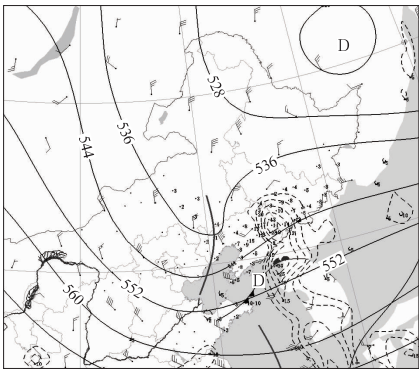


图 7 2011 年 11 月 22 日 20 时 500 hPa 高度场(实线)、T639 模式零场中的 850 hPa 水汽通量散度负值区(虚线)、850 hPa 风场、锋面气旋和 24 小时累计降水量
Fig. 7 The 500 hPa geopotential height (bold lines, dagpm), the minus region of 850 hPa moisture flux divergence in the initial field of T639 model (dash lines), 850 hPa wind, frontal cyclone and 24h accumulated precipitation at 20:00 BT 22 November 2010

20 时零场的垂直速度诊断场中也可以看到在 850 hPa 高度上黄海至辽宁有强烈上升区域,T639 模式 22 日 20 时的 850 hPa 水汽通量散度诊断场(图 7)也显示辽宁、吉林有很强水汽辐合,最强水汽辐合达 $-2.5\times 10^{-7}\text{ g}\cdot(\text{hPa}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^2)^{-1}$ 。此次冷空气过程虽然不强,但由于前期经历了较强的冷空气过程,东北地区 850 hPa 以下都已经处于 -4°C 以下,所以降水相态为雪。

5 大雾天气^[1]

11 月,我国中东部出现大范围大雾天气。其中,黄淮中西部、江淮、江南北部和西部、云南南部、福建大部等地的雾日数有 3~7 天。与常年同期相

比,江苏东南部、安徽北部、湖南西南部、广西西部等地的雾日数偏多 1~3 天。11 月全国平均雾日数为 1.4 天,是近 10 年历史同期的最大值^[1]。自 10 月以来,我国中东部地区大雾日数持续偏多^[5]。

参考文献

[1] 国家气候中心. 2011 年 11 月中国气候影响评价.
[2] 于超. 2010 年 11 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 2011. 37 (2):242-248.
[3] 代刊. 2010 年 10 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 2011. 37 (1):122-128.
[4] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法(第四版) [M]. 北京:气象出版社,2000: 649.
[5] 蒋星. 2011 年 10 月大气环流和天气分析[J]. 气象,2012,38 (1):118-122.



太阳能光伏发电预报技术原理及其业务系统

陈正洪等 编著

该书重点介绍了我国气象部门自主研发的第一代太阳能光伏发电预报系统的基本原理、使用方法,主要内容包括:太阳能发电技术的分类与发展、世界及中国光伏发展前景、太阳能资源评估、太阳能光伏发电预报的技术原理与方法、预报系统的结构、预报制作流程、误差分析以及系统安装和操作方法等,该书的出版为气象、电力、新能源、光伏系统集成部门的科研、业务人员提供实用参考,可满足气象能源保障服务、光伏电站、电网公司等软件使用单位的实用需求。

16 开 定价: 38.00 元

新一代天气雷达产品应用技术论文集

柴秀梅 主编

该书主要从近年来雷达气象学委员会征集的论文中,筛选出具有业务使用或科学研究价值的优秀文章。这些文章的作者大多来自基层气象台站,文章内容涵盖了新一代天气雷达在近几年发生的灾害性天气发生发展成因、预报难点、预报技术等方面的应用情况,提出了可供预报业务借鉴的预报着眼点和结论,基本上反映了自 1998 年开始建站以来我国新一代天气雷达的应用情况和技术发展水平。

该书可作为气象台站预报人员进行业务经验交流使用,也可作为雷达台站机务人员、科研人员的参考用书。

16 开 定价: 70.00 元

气象台站信息技术应用

李集明 主编

该书是根据现代气象业务体系培训总体要求,面向市县基层气象业务人员而编纂的一本培训教材。全书分“基础篇”和“应用篇”两部分,共 14 章。“基础篇”较全面地介绍了计算机软硬件、通信网络、数据库、多媒体和软件开发语言等知识,并结合基层台站实际列举了一些应用实例;“应用篇”从业务流程和业务规范出发,分类讲解了基层台站通用的通信、网络、信息发布等业务系统的构成、应用与维护,并介绍了气象资料与 3S 技术在气象业务服务中的应用。

16 开 定价: 75.00 元

强对流天气分析与预报

章国材 编著

该书介绍了中国强对流天气的气候特征、天气形势、常用的中短期客观预报方法和自动临近预报系统,讨论了龙卷风、冰雹、对流性大风、短历时强降水和雷电等的环境条件和预报指标以及如何利用天气雷达等资料分类识别这些强对流天气,还讨论了如何应用以上的知识和方法做强对流天气预报,并通过若干个例进行具体阐述。

该书可供从事强对流天气分析和预报业务、研究及管理 人员参考。

16 开 定价: 78.00 元