

张恒德, 黄威. 2010 年 12 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 2011, 37(3): 363-368.

2010 年 12 月大气环流和天气分析^{* 1}

张恒德 黄 威

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 2010 年 12 月环流特征如下: 极涡强度偏弱, 但在东亚向中纬度伸展, 有利于冷空气积聚南下, 北半球中高纬呈现 4 波型, 副高位置偏东, 南支槽活动略偏强。12 月, 全国平均降水量为 18.0 mm, 比常年同期偏多 83.7%, 而华北、黄淮中西部等地偏少 8 成以上, 这些地区气象干旱发展。12 月, 全国平均气温为 -3.8°C , 比常年同期偏高 0.1°C 。月内有 4 次冷空气袭击我国大部地区, 东北部分地区及内蒙古东部、新疆北部遭受雪灾。

关键词: 冷空气, 暴雪, 干旱

Analysis of the December 2010 Atmospheric Circulation and Weather

ZHANG Hengde HUANG Wei

National Meteorological Center, Beijing 100081

Abstract: The following are the main characteristics of the general atmospheric circulation in December 2010. There was one weak polar vortex center in the Northern Hemisphere, which was extending to middle latitudes in East Asia, guided cold air going down south. The circulation presents a four-wave pattern in middle-high latitudes. The subtropical high is more easterly than normal years. The south branch trough is slightly stronger than normal years. The monthly mean precipitation (18.0 mm) is 83.7% above normal, but is 80% less than normal in North China, central-west Huang-Huai Plain etc., and increases drought in these areas. There were four cold air processes affecting most areas of China, including part of Northeast China, and Inner-Mongolia and northern Xinjiang suffered snow disasters.

Key words: cold air, severe snow, drought

引 言

2010 年 12 月, 全国平均降水量为 18.0 mm, 比常年同期偏多 83.7%, 其中, 内蒙古、新疆、黑龙江降水量为 1961 年以来最多, 而华北西南部和东北部、黄淮中部和西部及陕西东北部、青海南部等地偏少 8 成以上^[1]。全国平均气温为 -3.8°C , 比常年同期偏高 0.1°C , 除了东北大部及内蒙古东部、青海东北部部分地区气温偏低外, 全国其余大部地区气温接近常年同期或偏高, 河南平均气温为历史同期最高。月内, 4 次冷空气袭击我国; 黄淮、华北等地

气象干旱发展; 东北部分地区及内蒙古东部、新疆北部遭受雪灾; 川渝黔湘闽的部分地区多大雾天气。

1 天气概况

1.1 降水

2010 年 12 月, 全国平均降水量为 18.0 mm, 比常年同期(9.8 mm)偏多 83.7%, 为 1961 年以来第四多。月降水量, 东北大部、西南东部、江淮、江汉南部、江南、华南及内蒙古东北部、新疆北部等地有 10~50 mm, 其中, 江南大部、华南北部及云南西南部等地降水量在 50~150 mm; 全国其余大部地区降

* 国家自然科学基金青年基金项目(40805021)资助

2011 年 1 月 20 日收稿; 2011 年 1 月 30 日收修定稿

第一作者: 张恒德, 主要从事大气动力学与灾害性天气研究. Email: zhanghengde1977@163.com.

水量不足 10 mm 或无降水出现(图 1)。

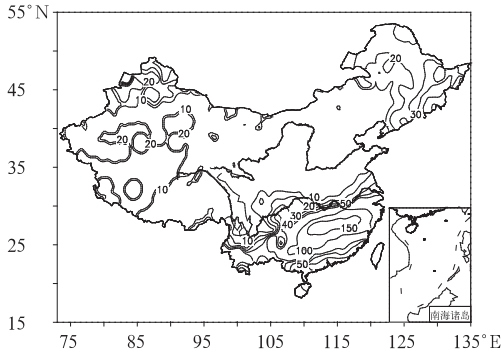


图 1 2010 年 12 月全国降水量分布(单位: mm)
Fig. 1 Distribution of precipitation
(unit: mm) in China in December 2010

从地区分布来看,东北、江南大部、华南中部和北部、西南东南部及内蒙古东部和西部、新疆北部、甘肃大部等地降水量较常年偏多 5 成至 2 倍,部分地区偏多 2 倍以上;全国其余大部地区降水量接近常年或偏少,其中华北西南部和东北部、黄淮中部和西部及陕西东北部、青海南部等地偏少 8 成以上(图 2)。

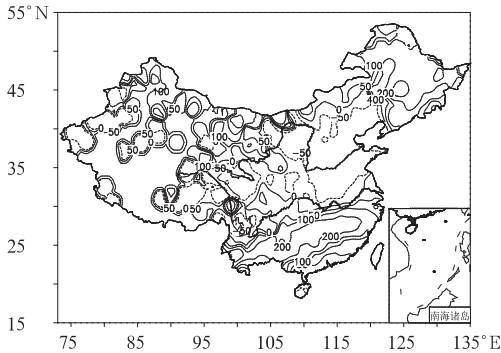


图 2 2010 年 12 月全国降水量
距平百分率分布(单位: %)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly
percentage (unit: %) in China in December 2010

12 月,内蒙古、新疆、黑龙江降水量为 1961 年以来最多,吉林、江西、湖南为次多。上月,内蒙古降水量为 1961 年以来同期次多,山东降水量为 1961 年以来同期最少;中旬,浙江、福建、江西、湖南、贵州降水量为 1961 年以来最多,广西、云南次多;下旬,内蒙古、黑龙江、新疆降水量为 1961 年以来最多,吉林、江西、湖南次多。

1.2 气温

2010 年 12 月,全国平均气温为 $-3.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,比常年

同期($-3.9\text{ }^{\circ}\text{C}$)偏高 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。除了东北大部及内蒙古东部、青海东北部部分地区气温偏低 $1\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 外,全国其余大部地区气温接近常年同期或偏高,其中,华北西部、黄淮中西部、江淮大部、江汉大部、江南东北部和西北部以及云南大部、陕西中北部、内蒙古西部、新疆西部、西藏西北部等地偏高 $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (图 3)。

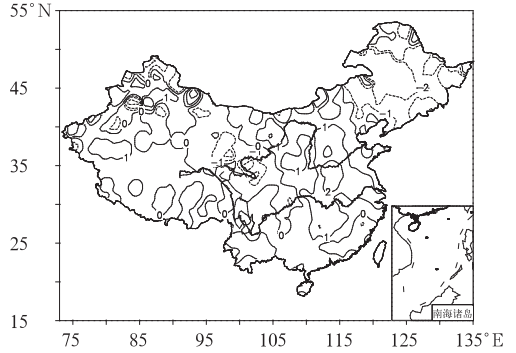


图 3 2010 年 12 月全国平均气温
距平分布(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 3 Distribution of temperature (unit: $^{\circ}\text{C}$)
anomaly in China in December 2010

12 月,河南平均气温为 1961 年以来同期最高。上月,云南平均气温为 1961 年以来同期最高,安徽、河南、湖北、湖南平均气温为 1961 年以来同期次高。

2 环流特征和演变

图 4 给出了 2010 年 12 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,12 月北半球的环流形势有以下主要特点。

2.1 极涡偏弱、副高位置偏东

北半球极涡呈单极型分布,主体位于北极圈内,在距平场上对应正距平,表明极涡强度较常年同期偏弱,但极涡在东亚、北美及欧洲分别向中纬度伸展,有利于冷空气积聚南下影响这些地区^[2],造成我国多次大范围大风降温及欧美地区罕见暴雪。副热带高压较常年同期偏弱、位置偏东,其西侧及北侧暖湿气流输送偏强,冷暖空气交汇频繁,造成我国南方大部地区降水较常年同期明显增强。

2.2 北半球中高纬呈现 4 波型

2010 年 12 月,在 500 hPa 位势高度场及距平上(图 4),中高纬环流呈现 4 波型,长波槽分别位于

西欧、亚洲东海岸、北美西海岸及北美东部,这些地区处于显著高度负距平区,中心值分别为-160、-160、-120 和-80 gpm,有利于冷空气影响这些地区;而在阿留申群岛和格陵兰岛附近处于明显高压控制,位势高度正距平中心值高达 280 gpm。

2.3 南支槽活动略偏强

从图 4 可以看到,南支槽位于 90°E 附近,强度比常年略偏强^[3],槽前的西南气流有利于将水汽向我国输送^[4],与北方南下及高原东移冷空气交汇,给我国南方地区大范围降水带来充足的水汽条件,南方降水明显偏多。

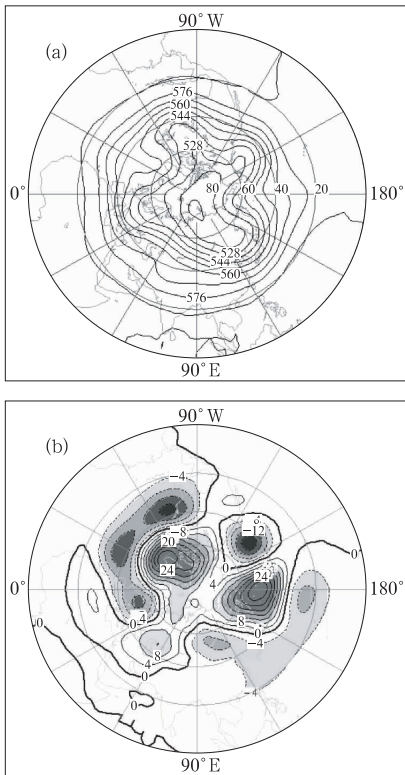


图 4 2010 年 12 月北半球 500 hPa 平均高度(a)和距平(b)(单位:10 gpm)
Fig. 4 Geopotential height at 500 hPa (a) and its anomaly (b) in the Northern Hemisphere in December 2010

2.4 环流演变与我国天气

图 5 给出了 12 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 大气环流发展演变的三个时段平均高度场,我国总体上处于西高东低的环流形势,环流的经向度较大,表明冷空气活动显著,具体分析如下。

上旬(图 5a),亚欧中高纬地区呈两槽两脊的环

流形势,长波槽分别位于西欧和东亚,中西伯利亚低涡不断分裂南下,亚洲北部受宽广低压带控制,其上有小槽不断东移南下影响我国。旬初,我国大部地区受槽后西北气流控制,天气以晴为主,到了 2 日随着乌拉尔山大槽及冷空气东移,新疆北部出现明显降雪和大风降温,其后,高空槽进一步东移南下,低层蒙古气旋快速发展东移,引起我国大部地区大风降温,大部地区降温 6~10℃,内蒙古、东北、华北北部等地的部分地区降温幅度超过 14℃。8 日,随着高空槽东移入海,东亚大槽建立,此次冷空气过程趋于减弱结束。由于南支系统偏弱,水汽输送弱,此次冷空气过程以大风降温为主,南方地区未出现大范围雨雪天气。9—10 日,贝加尔湖东部又有冷涡和高空槽东移南下,受其影响,内蒙古中东部、东北出现小到中雪,东北中东部有大到暴雪。

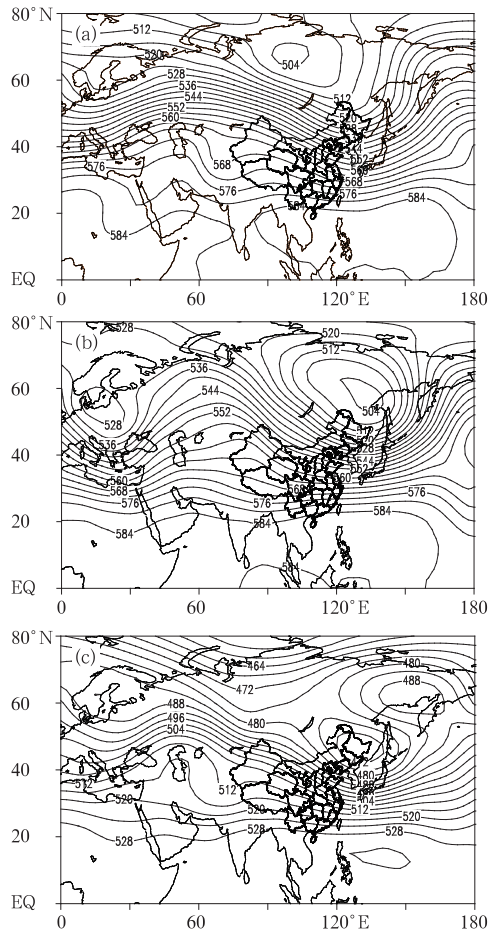


图 5 2010 年 12 月欧亚 500 hPa 上(a)、中(b)、下(c)旬平均位势高度(单位:dagpm)
Fig. 5 Eurasia geopotential height at 500 hPa (unit:dagpm) of the 1st (a), 2nd (b) and last (c) ten-day average in December 2010

中旬(图 5b),亚欧中高纬地区仍维持两槽两脊的形势,中高纬地区环流经向度更大,冷空气活动更强,长波槽位置比上旬稍偏东,分别位于欧洲中部和东亚东部,乌拉尔山以东高压脊更明显,中西伯利亚冷涡东移南压至俄罗斯远东地区;此外,中旬南支槽明显加强,给南方地区带来了充足水汽,配合南下冷空气活动,造成南方地区大范围雨雪天气。11日,贝加尔湖至巴尔喀什湖的横槽开始转竖,进入新疆北部,此后高空槽和贝加尔湖附近低涡不断东移南下,引起我国大范围大风降温,大部地区降温 6~10℃,北方部分地区降温幅度超过 14℃,内蒙古及东北局地降温幅度超过 20℃;与此同时,高原槽和南支槽不断东移,因此在南方大部地区出现明显雨雪天气。17日起,随着高空槽和南支槽东移入海,南方雨雪天气结束,我国大部地区处于槽后西北气流控制,天气转为以晴为主,气温缓慢回升。

下旬(图 5c),亚欧地区位势高度明显降低,冷空气势力强,共有两次较强冷空气过程影响我国大部地区,造成大部地区出现大风降温天气,气温持续偏低,天气寒冷。在 21—25 日冷空气活动过程中,高原槽不断东移,南支系统相对活跃,南方地区也相应出现大范围雨雪天气,25 日之后,由于南支槽东移入海,孟加拉湾及低纬度被高压控制,水汽输送被切断,雨雪天气结束。此外,本旬受鄂霍茨克海阻塞

高压稳定维持影响,东北亚低涡比前期位置更偏南,在我国东北地区迂回少动,造成内蒙古东部、东北大部持续降雪,天气阴冷。

3 冷空气活动

本月冷空气活动频繁,强度较强。主要有 4 次冷空气过程(表 1),均达到了中等强度冷空气标准,尤其 11—16 日过程达到寒潮标准,中央气象台多次发布寒潮预警,冷空气影响范围广、强度大、影响重。受冷空气持续影响,12 月以来我国大部地区气温逐步下降,降温累积效应明显,北方大部地区的极端最低气温低于 -10℃,其中东北北部及内蒙古东北部等地在 -30℃ 以下,大部分地区发生低温冻害和雪灾。本月 4 次冷空气过程均为从偏西或偏西北路径影响我国大部分地区,造成大风降温,第一、二次过程还引起北方部分地区扬沙或浮尘天气,第二、三次过程并带来大范围雨雪天气。其中第二次冷空气作为入冬以来最强的一次寒潮天气过程,给我国大部地区造成 6~12℃ 的降温,部分地区降温幅度超过 14℃,内蒙古及东北地区局部降温幅度超过 20℃,不仅仅气温急剧下降,此次寒潮还带来了大范围雨雪。在下文将对此次寒潮和降水过程作进一步分析。

表 1 2010 年 12 月主要冷空气过程
Table 1 Main Cold Air processes in December 2010

冷空气过程	影响区域	降温幅度	大风、沙尘及降水天气
4—8 日	全国大部分地区	气温下降 6~10℃,内蒙古、东北等地部分地区降温幅度超过 14℃	北方 5~6 级风,南方 4~5 级风;内蒙古西部、宁夏出现扬沙和浮尘,局地沙尘暴;新疆北部中到大雪,部分地区暴雪
11—16 日	全国大部分地区	气温下降 6~12℃,北方部分地区降温幅度超过 14℃,内蒙古及东北局地降温幅度超过 20℃	4~6 级风;甘肃西部、青海东部、中西部有扬沙和浮尘,内蒙古中部局地沙尘暴;内蒙古东部、东北有中到大雪,东北中东部有暴雪,江淮、江南中北部、江汉、西南东部有中到大雪(雨)或雨夹雪,部分地区暴雪,江南南部、华南、云南中到大雨,局地暴雨
21—25 日	全国大部分地区	气温下降 6~8℃,部分地区 10~14℃,内蒙古及东北局地降温幅度超过 20℃	北方地区 5~7 级偏北风,南方 4~6 级风;新疆北部大到暴雪,内蒙古东北部、黑龙江等地小到中雪,江南、西南东部、华南等地小到中雪(雨)或雨夹雪,部分地区大到暴雪
2010 年 12 月 27 日至 2011 年 1 月 1 日	全国大部分地区	全国大部地区气温下降 4~8℃,部分地区降温幅度超过 10℃	4~6 级偏北风;新疆北部中到大雪,部分地区暴雪,内蒙古东部、东北小到中雪

4 主要降水过程

4.1 概况

2010 年 12 月主要有 7 次降水过程(表 2),范围

较大的降水集中在 12 月 10—16 日和 22—26 日两个时段,前一次降水过程具有影响范围广、强度高、过程降水量破历史同期极值等特点。

4.2 10—16 日降水过程分析

12 月 10—16 日(图 6),我国东北及南方大部分

表 2 2010 年 12 月主要降水过程

Table 2 Main precipitation processes in December 2010

降水时段	主要影响系统	降水范围
2—3 日	高空槽、冷空气	新疆北部中到大雪,西北部及沿天山的部分地区暴雪
9—10 日	冷涡、高空槽、蒙古气旋	内蒙古中东部、东北小到中雪,东北中东部大到暴雪
10—16 日	南支槽、西风槽、低涡、切变线、地面冷锋、低空急流	江淮、江南中北部、江汉、西南地区东部等地有中到大雪(雨)或雨夹雪,部分地区暴雪,江南南部、华南、云南等地有中到大雨,局地暴雨
20—23 日	高空槽、切变线、锋面气旋	新疆北部小到中雪,西北部及沿天山的部分地区大到暴雪
23—25 日	高原槽、西风槽、低涡、切变线、地面冷锋	西北地区东南部、西南地区东部、江汉西部、江南、华南等地小到中雪(雨)或雨夹雪,江南中北部的部分地区大到暴雪
24—30 日	东北冷涡	内蒙古东部、东北小到中雪,黑龙江局部大到暴雪
25—27 日	高空槽、冷空气	新疆北部中到大雪,西北部及沿天山西部局地暴雪

地区出现了大范围雨雪天气,其中,江南大部、广西北部、广东西北部、贵州东南部、云南南部等地的累积降水量均超过了 50 mm,湖南中南部、广西东北部、江西中北部、浙江西南部、福建西北部超过 100 mm,江西中部和湖南中部的部分地区达 150~190 mm。此次降水过程分两个主要时段,11—13 日,云南南部、贵州南部、江南中北部出现了大到暴雨,最强降水发生在 12 日,12 日 08 时至 13 日 08 时,江西中北部多站降水超过 50 mm;14—16 日,江南中

南部、广西北部有大雨、局地暴雨,江淮、江汉、江南等地先后迎来 2010 年入冬以来首场降雪,部分地区大到暴雪,16 日 07 时,湖南中部、安徽南部、上海、浙江和福建西北部等地积雪深度有 3~7 cm,安徽东南部、浙江中部的部分地区达 10~18 cm。湖南、江西、浙江等 12 个省(区、市)平均降水量创 1961 年以来历史同期最大值。

此次大范围雨雪天气过程由较强南下冷空气和东移南支槽共同引起,并且在低层有低涡、切变线及急流配合。12 月 9 日 08 时蒙古气旋发展,冷锋前部进入新疆北部,尔后气旋继续加强东移南下,高空槽和冷锋锋面快速转竖,到了 10 日 02 时,气旋中心位于内蒙古中部,冷锋前部到达华北,之后气旋中心继续东移入海,冷空气快速南下,影响东部地区。11 日起,另一股较强冷空气(冷高压中心达 1060 hPa)补充南下,影响我国大部地区,夜间,该冷空气前锋进入新疆北部,此后迅速东移南下。与此同时,在中低纬度,南支槽稳定维持在 90°E 附近,西太平洋副高脊线位于 20°N 附近,南支槽前、副高西侧和北侧的西南暖湿气流携带大量水汽进入我国南方地区。如图 7 所示,11 日 20 时,副高西伸至 110°E,其西侧

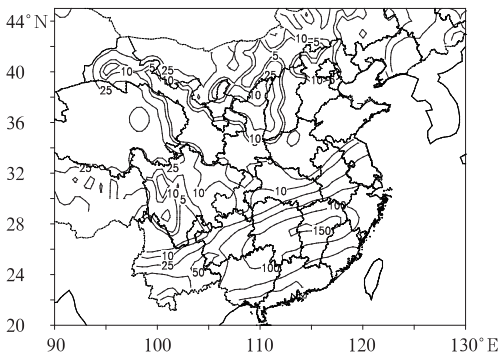


图 6 2010 年 12 月 10 日 08 时至 16 日 08 时降水量分布(单位:mm)

Fig. 6 Distribution of precipitation (unit: mm) from 08 BT, December 10 to 08 BT December 17, 2010

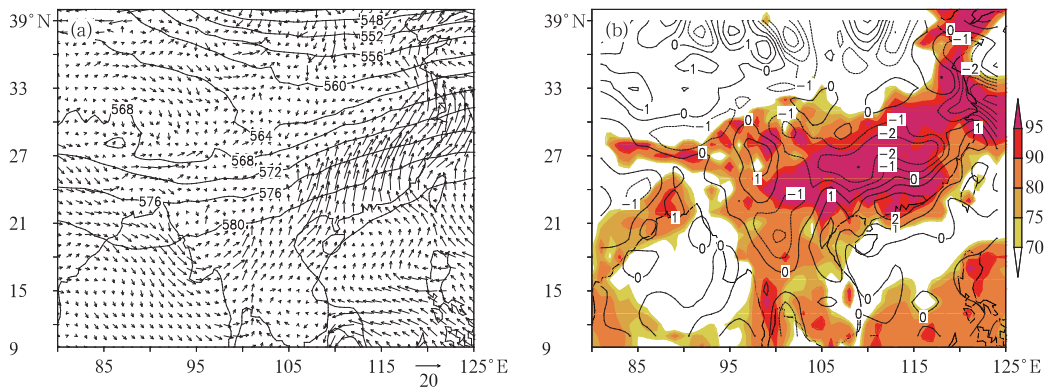


图 7 2010 年 12 月 12 日 20 时(a)850 hPa 风场(矢量)、500 hPa 高度场及 (b)850 hPa 散度(等值线)、相对湿度(填色)

Fig. 7 (a)Geopotential height over 500 hPa and wind field over 850 hPa, (b) divergence, relative humidity over 850 hPa at 20 BT December 12, 2010

和北侧的西南气流非常强盛,南方大部地区处于显著的高湿区,从 850 hPa 风场可以看出在江南及华南北部有明显辐合,这在散度场上有进一步表现,江南大部地区处在负散度区,此外,在江南南部还存在一支最大风速在 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上的低空急流,随着北方冷空气不断南下,冷暖空气交汇在江南还形成了稳定的切变线,造成大范围雨雪天气。

低层切变线和低空急流对此次强降水有显著贡献。在 11 日 20 时,降水大值落区位于暖式切变北侧,随着冷空气的东移南下,强降水逐渐东移,并位于风向切变线南侧,与风速切变线位置一致,12 日 20 时,850 hPa 风速切变十分显著,其南侧有低空急流,最大风速超过 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,之后,随着冷空气补充和南支系统东移,不断有低涡和切变线生成和维持,部分时次并有急流配合,南方地区相应出现了持续降水,在 16 日 20 时,随着冷空气东移入海,上述地区转为西北气流控制,降水过程趋于结束。在整个强降水时段,存在明显的低层切变线(风向、风速)和低空急流,而且切变线所在位置,尤其是风速切变与强降水落区十分一致,表明此次强降水与低层切变线、低空急流的关系密切相关^[5-7]。

5 其他灾害天气

除了 4 次冷空气过程及 7 次降水过程以外,12 月还发生了一些灾害性天气,包括雪灾、雾及气象干旱。

5.1 东北、新疆北部等地遭受雪灾

12 月 3 日,新疆塔城日降雪量达 26.2 mm,突破 12 月历史极值(1997 年 12 月 17 日的 25.3 mm);12 月 11 日,吉林桦甸日降雪量达 16.6 mm,突破当地 12 月历史极值(1979 年 12 月 19 日的 16.5 mm)。12 月,东北地区平均降水量为 18.1 mm,为 1961 年以来历史同期最多,部分地区遭受雪灾,

对农业、畜牧业、交通运输、城市供水供电供暖等造成不利影响。12 月 9—16 日,强降温降雪天气使得江西境内高速公路出现结冰,数条道路封闭,部分高速公路发生多起车祸。

5.2 川渝黔湘闽等地多大雾天气

12 月,江南大部、西南地区东部等地大雾天气一般有 2~6 天,其中,四川东南部、贵州东部、湖南西部、福建中北部、云南西南部等地大雾日数有 6~8 天,局地达 8 天以上。与常年同期相比,江南南部、华南中部以及贵州东部等地雾日数偏多,其中,贵州东部、湖南西部等地偏多 2~3 天。

5.3 黄淮、华北等地气象干旱发展

12 月,我国华北、黄淮、江淮以及陕西等地降水量比常年同期偏少 5~8 成,部分地区偏少 8 成以上,气象干旱持续发展。10 月 1 日至 12 月 31 日,山东省平均降水量仅 13.2 mm,较常年同期(70.0 mm)偏少 81.1%,为 1961 年以来历史同期次少。截止 12 月底,华北西南部、黄淮、江淮西北部及陕西北部、甘肃东北部等地存在中到重度气象干旱,河南中部达特旱。持续气象干旱对山东、河南、江苏、安徽等地农业生产和人民生活造成一定影响。

参考文献

- [1] 国家气候中心. 2010 年 12 月中国气候影响评价.
- [2] 北京大学地球物理系气象教研室. 天气学分析和预报[M]. 北京: 科学出版社, 1976: 299-301.
- [3] 张江涛,李勇. 强冷空气影响我国大部 全国降水分布不均匀[J]. 气象, 2010, 36(3): 136-139.
- [4] 梁必骥. 天气学教程[M]. 北京: 气象出版社, 1995.
- [5] 于超. 2010 年 11 月大气环流和天气分析[J]. 气象, 2011, 37(2): 242-248.
- [6] 郭荣芬,高安生. 低纬高原两次冬季南支槽强降水的对比分析[J]. 大气科学学报, 2010, 33(1): 82-88.
- [7] 姚晨,张雪晨,毛冬艳. 滁州地区不同类型特大暴雨过程的对比分析[J], 气象, 2010, 36(11): 18-25.