

天气预报技术文集 (2009)

中国气象局预报与网络司 编

天气预报技术文集

(2009)

中国气象局预报与网络司 编



气象出版社

China Meteorological Press

内容简介

本书收录了 2009 年在湖北武汉召开的“2009 年全国重大天气过程总结和预报经验交流会”上交流的 80 余篇文章,受篇幅的限制部分文章以摘要的形式收录,内容涉及暴雪(雨)、热带气旋、低温阴雨、强对流等天气的分析总结。另外,还涉及预报方法及其他灾害性天气的分析总结。

本书可供气象、水文、地质灾害气象、航空气象等部门从事天气预报的科技人员和相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

天气预报技术文集(2009)/中国气象局预报与网络司编.

北京:气象出版社,2010.1

ISBN 978-7-5029-4929-7

I. ①天… II. ①中… III. ①天气预报-文集 IV. ①P45-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 010829 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:张锐锐

封面设计:王 伟

责任校对:石 仁

印 刷:北京奥鑫印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:600 千字

版 次:2010 年 1 月第 1 版

定 价:70.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终 审:黄润恒

责任技编:吴庭芳

印 张:23.5

印 次:2010 年 1 月第 1 次印刷

编者的话

2009年4月中国气象局预测减灾司和国家气象中心在湖北武汉共同组织召开了“2009年全国重大天气过程总结和预报经验交流会”。

此次会议上交流的文章在各基层单位进行了严格的组织筛选,最终收到来自全国各省(区、市)气象局、民航及军队等气象部门50余家单位的220余篇论文和天气总结,并经国家气象中心的有关专家进行了审定,最终筛选了80余篇文章参加会议,内容涵盖了暴雪(雨)、热带气旋、低温阴雨、强对流天气的分析总结及预报方法和其他灾害性天气等内容,受篇幅限制,部分文章以摘要的形式收录在文集中。

由于水平有限,难免疏漏,请读者提出宝贵意见。

编者

2009年11月

目 录

第一部分 低温雨雪天气

内蒙古暴风雪天气成因分析	孟雪峰 孙永刚 孙 鑫(1)
2008 年我国南方持续低温雨雪冰冻灾害的卫星天气分析	覃丹宇(8)
镇江市强降雪天气影响分析及预报	沈兴建 田永飞 张宜平(13)
2008 年初南方罕见低温冻雨过程的成因	黎惠金 李江南 林文实(18)
2008 年 1 月 11—29 日持续降雪低温天气成因分析	赵立斌 唐 晶 王建英等(23)
2008 年陕西冬季持续低温阴雪天气的诊断分析	方建刚 肖科丽 侯建忠(24)
湖南省冰冻分布特征及强冰冻成因分析	叶成志 吴贤云 黄小玉(29)
江西省冬季大雪气候概况和环流特征分析	郑 婧 许爱华 刘 波等(34)
2008 年初中国南方低温雨雪冰冻灾害天气过程中降水相态分布特征分析	孙虎林 罗亚丽(40)
2008 年中国南方暴雪、凝冻天气成灾分析	王新平 李 燚 陈九龄等(44)
低层温度平流在冬季高影响天气预报中的“补漏”作用	蒋晓薇(49)
山东半岛 12 月冷流暴雪的典型特征——以 2008 年 12 月 4—6 日暴雪过程为例	杨成芳(52)

第二部分 热带气旋、强对流

一次远距离台风活动影响吉林省暴雨过程成因分析	胡中明 杨贵名 冯 旭(57)
长江中下游地区汛期极端降水量的异常特征分析	张 文 刘 剑(58)
四川盆地暴雨过程形成机制初步分析	罗可生 康 岚 陈朝平等(63)
青岛奥帆赛期间一次局地大暴雨的中尺度环流特征分析	李 斌 杨晓霞 杨 凡等(67)
两次西行热带气旋影响云南降水的对比分析	郭荣芬 肖子牛 陈小华(71)
一次远距离台风暴雨过程分析	孙兴池 陈金敏 刁秀广等(76)
台风“风神”暴雨过程的诊断分析	李彩玲(82)
“浣熊”(0801)登陆后粤东强降水分析	程正泉 刘 燕 蔡安安(87)
0808 号台风“凤凰”前部龙卷的环流场和多普勒雷达分析	蒋义芳 吴海英 刘安宁等(92)
一次超级单体风暴中龙卷的天气过程分析及龙卷强度判定	方丽娟 姬菊枝 王开宇等(98)
华北冷涡连续降雹的特征与预报	李江波 王宗敏 王福侠等(103)
长生命史冷涡影响下持续强对流天气的环境条件分析	易笑园 李 云 朱磊磊等(104)

高原低涡东移引发四川盆地暴雨的机制分析·····	黄楚惠 顾清源 李国平等(110)
2008 年青岛两次江淮气旋暴雨特征对比分析 ·····	李 斌 孙桂平 杨 帆等(116)
两个不同降水量级的 MCC 对比分析 ·····	井 喜 高青云 刘志刚等(117)
一次热带低压外围偏东气流引发的异常强降水过程分析 ·····	····· 赵付竹 吴春娃 杨昌贤等(122)
台风登陆背景下宁夏北部两次暴雨天气对比分析·····	丁永红 赵 蔚 马筛艳(128)
东北冷涡及其引发的局地暴雨的数值模拟研究·····	刘 伟 李 丹 田 丰(132)
“080825”上海大暴雨过程中尺度系统分析 ·····	张 吉 曹晓岗 王 慧(137)
2008 年 7 月 4 日首都机场大暴雨的中小尺度分析 ·····	杨红玲 王 科 丁叶风等(143)
天津夏季一次暴雨过程特征分析·····	何群英 王亚男 朱男男(147)
“0881”安徽特大暴雨天气过程特征分析·····	姚叶青 邱学兴 郝 莹等(152)
南海夏季风强弱对福建省降水的影响·····	夏丽花 陈雪钦 陈德花(153)
2008 年 6 月广西多雨环流和 V 分量特征 ·····	钟利华 覃志年 曾 鹏等(158)
河套一次低涡强暴雨的新一代天气雷达回波特征研究·····	王位泰 徐启运 张天锋等(164)
高纬度地区涡系统下产生冰雹的多普勒雷达气候学特征 ·····	····· 石慕真 邵美容 吴迎旭等(169)
华北一次超级单体风暴引发龙卷风涡旋特征和中气旋分析 ·····	····· 刘 平 冯 杉 王树文等(173)
“8.2”甘肃罕见区域性冰雹成因诊断 ·····	樊晓春 曾继荣 吴颖娟(179)
“080822”强对流天气过程分析·····	····· 马晓星(184)
雷暴天气生成的物理机制研究·····	陈连友 张宝贵 李宗涛(189)
2008 年残奥会期间北京地区三次短时雷雨过程的分析 ·····	张琳娜 郭金兰 尹晓惠(193)
2008 年热带气旋“蔷薇”影响福建分析 ·····	刘爱鸣 林 毅 黄志刚等(196)
灾害性暴雨雷达回波特征观测研究·····	张家国 王 珏 邓 红(201)
南岭和罗霄山脉对西行台风降水的影响·····	李细生 张 华 周 伟等(205)
2008 年 8 月 1 日苏皖特大暴雨分析研究 ·····	谢义明 胡玉玲 沙维茹等(208)
“5.12”汶川地震灾区 5—6 月降水分析预报 ·····	梅 娜 刘善亮(213)
2008 年柴达木盆地秋季连阴雨天气特征分析 ·····	····· 罗显发(217)

第三部分 预报技术、其他灾害性天气预报

快速更新循环预报业务系统在 2008 年奥运气象保障中的应用·····	····· 陈 敏 范水勇 仲跻芹(221)
离岸型背景风和海陆风对珠江三角洲地区灰霾天气的影响 ·····	····· 陈训来 彭勇刚 陈元昭等(225)
单多普勒雷达反演热带气旋近中心风场的 VAP 扩展应用方法 ·····	····· 罗昌荣 孙照渤 魏 鸣等(230)
四种客观定量表征阻塞高压方法的对比分析·····	金荣花 李 艳 王式功(236)
新一代天气雷达三维数字组网系统及其应用·····	王红艳 刘黎平 庄 薇等(237)

精细化格点资料对 GRAPES 预报效果的检验	熊秋芬(242)
强天气自动临近预报系统在奥运气象保障中的应用	陈明轩 王迎春 高峰等(243)
多种资料综合分析技术及应用	尤凤春 赵玉广 郭丽霞等(245)
大气静电场仪组网在天津雷电预警中的初步应用	朱男男 易笑国 宫全胜(249)
雷达“三体散射长钉”特征在预报大冰雹中的应用	郭 艳(254)
基于 ECMWF 海平面气压场的热带气旋(TC)中期路径预报方法检验	涂小萍 许映龙(260)
暴雨预报因子的选取方法及其应用	刘 勇 朱红芳(266)
基于定量监测的沙尘暴定量预报方法研究	孙永刚 孟雪峰 宋桂英等(272)
夏季风强度与梅雨异常的对应关系	王 慧 姚建群 施春红(277)
四川隆冬冷暖年环流及天气特征的对比分析	汪 丽 陈伟斌 潘建华等(281)
一次四川盆地暴雨天气过程的诊断分析	周春花 顾清源 何光碧(288)
冬季地面结冰和雨雪的预报方法	尹东屏 刘 梅 张 备等(293)
郑州雷电的有利环境场特征分析	张 霞 王新敏 王全周等(294)
神七任务远望二号随船气象保障	张利军 马卫民 孙 涛等(301)
择优法降水集合预报试验研究	郝世峰 潘劲松 崔晓鹏等(306)
一次强对流天气的地闪特征	蒋大凯 才奎志 曲荣强(307)
宁夏两次秋季连阴雨天气对比分析	沈跃琴 邵 建 马筛艳等(312)
一次东风波的垂直螺旋度分析	陈 红 吴春娃 黄耀怀(318)
基于数值预报模式降水产品的集成应用方法试验	冯汉中 肖红茹 徐琳娜等(323)
辽东半岛地形重力波冰雹云的精细化预报初步研究	孙连强(328)
中英天气预报用语探究	马小梅(332)
2008 年冬季上海持续大雾过程的成因分析及分类	傅 洁 黄宁立(338)
新疆天山北坡带中部“2008. 04. 18”强寒潮天气成因分析	赵俊荣(343)
夏季对流性强沙尘暴的多普勒雷达回波特征	王伏村 付有智 张德玉(348)
2008 年广西两次寒潮过程对比分析	李向红 唐 熠 郑传新等(353)
TOPMODEL 模型在重庆市开县温泉小流域径流模拟中的应用研究	张亚萍 周国兵 胡春梅等(354)
BP 神经网络和支持向量机在紫外线预报中的应用	胡春梅 陈道劲 于润玲(359)
三峡库首区霾天气特征初步分析	付晓辉 陈少平 肖 刚等(364)

第一部分 低温雨雪天气

内蒙古暴风雪天气成因分析

孟雪峰 孙永刚 孙 鑫

(内蒙古自治区气象台,呼和浩特市 010051)

摘 要

应用常规观测资料、灾情资料、NCAR/NCEP 再分析资料(2.5 经度 $\times$ 2.5 纬度),对近 40 年发生在内蒙古地区(草原牧区为主)的 21 次较强暴风雪天气过程,就暴风雪天气进行了天气学分型和成因分析。

关键词:暴风雪 蒙古气旋 NCEP 诊断分析

1 所用资料

本文采用了基本气象观测资料和有关内蒙古暴风雪灾害的相关信息和文献,参考了现有的研究结果,选择并确定了 1951 年至 2000 年近 50 年的内蒙古暴风雪天气过程个例 21 次。暴风雪天气个例的灾害分析资料主要选自《中国气象灾害大典——内蒙古卷》和相关文献资料及已有的研究成果。基本观测资料:1958 年 1 月 1 日—1999 年 12 月 31 日近 50 年的高空、地面观测资料。应用地面观测站记录确定暴风雪发生的时间、强度、范围。分析内蒙古暴风雪发生的大尺度天气形势和环流背景。NCEP 再分析资料选用 1958 年 1 月 1 日—2001 年 12 月 31 日 40 多年的 NCEP 再分析资料,逐日 00、12 时(世界时),2.5 经度 $\times$ 2.5 纬度的全球格点资料。

2 内蒙古暴风雪统计特征

2.1 内蒙古暴风雪分区

为了分析上的方便,将地面气象观测中的雪暴和吹雪日均视为暴风雪日进行统计,对内蒙古暴风雪进行了分区(图 1)。在内蒙古沿大兴安岭西麓到锡林郭勒盟南部,以及呼伦贝尔市西部牧区,是暴风雪多发区,年暴风雪日数为 5~10 天,锡林郭勒盟南部年暴风雪日数出现最多,可达 10 天以上;在内蒙古西部的阴山以北的广大牧区(包括乌兰查布市后山地区和北部牧区、巴彦淖尔市北部牧区),是暴风雪的常发区,年暴风雪日数一般为 3~5 天;呼伦贝尔市岭东地区、兴安盟、通辽市、赤峰市地区、乌兰查布市前山地区、呼和浩特和包头二市和鄂尔多斯市的大部,属暴风雪偶发区,年暴风雪日数为 1~3 天;内蒙古其他地区(包括大兴安岭林区,巴彦淖尔市河套地区、阿拉善盟)是基本无暴风雪区。内蒙古地区的暴风雪一半以上出现在暴风雪

的多发区;20%~30%的暴风雪出现在暴风雪的偶发区和常发区。在暴风雪多发区,大的过程性的暴风雪约3~4年发生一次;在暴风雪常发区约5~6年发生一次;在暴风雪偶发区则约10年才发生一次。出现暴风雪的年份占统计的总年数的44%。

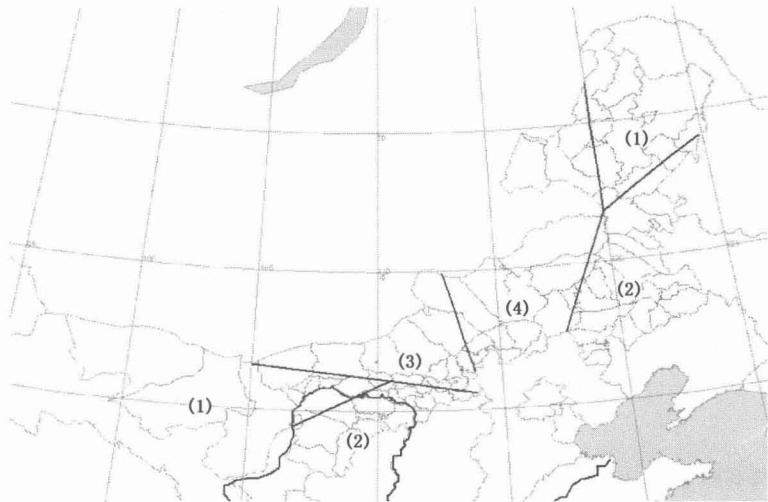


图1 内蒙古自治区暴风雪分区示意图

(1)无暴风雪区;(2)暴风雪偶发区;(3)暴风雪常发区;(4)暴风雪多发区

2.2 内蒙古暴风雪的年际变化

根据暴风雪出现的影响范围和灾情强度、受灾情况,表1给出了1951—2000年暴风雪年际分布概况。表中所示,在所统计的50年资料中,内蒙古地区一般暴风雪年为16年、严重暴风雪年为5年。也就是说,在约3年有1年属于一般性暴风雪年;在约10年中才出现1年影响范围广、强度大、受灾严重的严重暴风雪年,其暴风雪日数可超出平均日数的3~5倍,甚至10倍。约占总年数的一半年份,在全区范围内无暴风雪或基本无暴风雪。

表1 暴风雪年际分布概况(1951—2000年)

项目 \ 类型	严重暴风雪年(两个或两个以上盟市范围内出现暴风雪)	一般暴风雪年(盟市范围内出现暴风雪)	基本无暴风雪年(只在个别旗县范围内出现暴风雪)	无暴风雪年
年 份	1958,1966,1976,1981,2000	1951,1952,1956,1957,1959,1962,1964,1971,1972,1979,1980,1982,1983,1993,1994,1998,1999	1953,1960,1965,1968,1975,1977,1978,1984,1986,1990,1992,1996	1954,1955,1961,1963,1967,1969,1970,1973,1974,1985,1987,1988,1989,1991,1995,1997
年 数	5	17	12	16
频率(%)	10	34	24	32

2.3 内蒙古暴风雪的季节变化

内蒙古地区暴风雪主要出现在10月至次年5月的冬春季节,其中以春季的4—5月出现

的次数最多,出现频率约占60%左右(图2略)。

3 暴风雪大尺度环流特征分型

暴风雪天气的大尺度环流形势比较特殊,不像寒潮天气环流形势那么多样,相对较单一。本文根据西来系统的不同,将暴风雪大尺度环流特征分为:小槽发展型、西槽东移型、横槽转竖型三种类型。

小槽发展型:在21次暴风雪天气中小槽发展型(11次)占52.4%(图3略)。小槽发展型的演变特征是:欧亚大陆为一槽一脊型,西高东低,西北气流控制,在西北气流中有斜压小槽东移发展加深,到达贝加尔湖以南,进入蒙古国境内,形成深槽或蒙古冷涡,蒙古冷涡通常是切断低压,其上下游配合高压脊,西部的高压脊发展旺盛。地面配合有蒙古气旋生成,蒙古气旋强烈发展东移,影响内蒙古地区,形成内蒙古的暴风雪天气。

西槽东移型:在21次暴风雪天气中西槽东移型(6次)占28.6%(图4略)。西槽东移型的演变特征是:欧亚大陆为一槽二脊型,西部的高压脊较东部高压脊更为强盛。西风槽东移发展加深,到达贝加尔湖以南,进入蒙古国境内,形成深槽或蒙古冷涡,蒙古冷涡通常是切断低压,其上下游配合高压脊。地面配合有蒙古气旋生成,蒙古气旋东移强烈发展,影响内蒙古地区,形成内蒙古的暴风雪天气。

横槽转竖型:在21次暴风雪天气中横槽转竖型(4次)占19.0%(图5略)。横槽转竖型的演变特征是:欧亚大陆为一槽一脊型,西高东低,西部的高压脊异常强盛。贝加尔湖一带为一横槽发展加深南下,到达贝加尔湖以南,进入蒙古国境内,横槽转竖形成蒙古冷涡,蒙古冷涡通常是切断低压,其上下游配合高压脊。地面配合蒙古气旋东移南下强烈发展,影响内蒙古地区,形成内蒙古的暴风雪天气。

4 内蒙古暴风雪成因分析

4.1 动力条件分析

4.1.1 高空急流

内蒙古暴风雪天气的发生是强冷空气的爆发南下造成的,在暴风雪天气发生时,强冷空气南下使南北温度梯度加大,锋区加强,高空急流发展强盛。为大风的形成提供了动力条件。另外,高空急流左侧辐散强迫对冷涡以及较强降雪的形成和发展有积极作用。在分析中,所有暴风雪天气过程都有高空急流配合,高空急流与蒙古冷涡相伴共存(图6略),正是高空急流与蒙古冷涡系统的合理配置为暴风雪天气的发生提供了有利条件。

4.1.2 850 hPa 温度平流

暴风雪发生时,强冷空气南下,同时南支暖湿气流也很旺盛,大气斜压特性明显,在1980年4月19日08时内蒙古暴风雪天气过程中,配合蒙古冷涡发展,温度平流呈现出冷、暖平流中心对偶形式,冷、暖平流势力相当(图7),锡林郭勒盟大部地区出现了暴风雪天气。暴风雪天气常常发生在冷、暖平流中心之间区域(冷、暖平流间梯度最大的区域),这一区域既有较强的地面大风条件,又有冷暖气流交汇形成较强降雪的条件。这与大风、沙尘暴天气中强冷平流占主导地位有所不同。从时间演变来看,暴风雪天气出现的时段是冷、暖平流最强,冷涡发展最旺盛的时期。

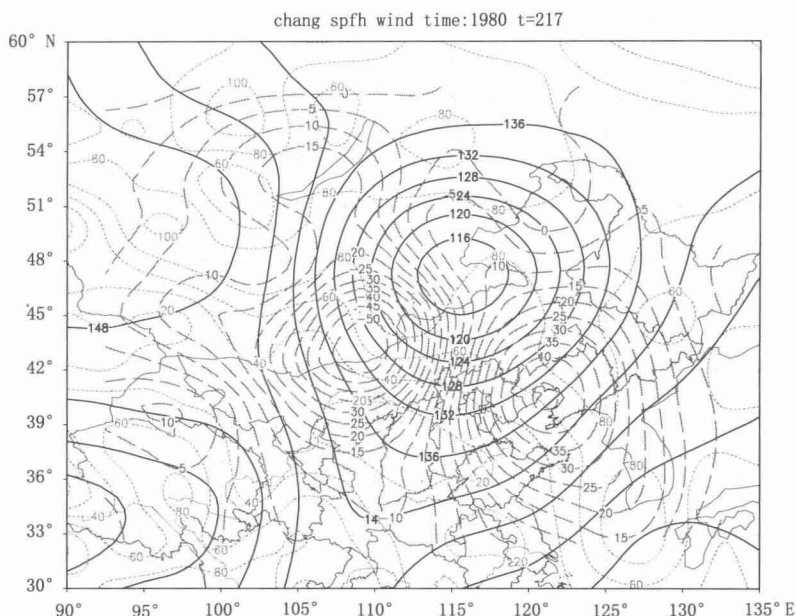


图7 1980年4月19日08时内蒙古暴风雪天气过程的温度平流图

4.1.3 强迫抬升运动

暴风雪天气发生的重要条件之一是较强的降雪,较强降雪取决于在一定的水汽条件下抬升运动是否旺盛。在蒙古气旋与高空急流的配置下,存在着明显的低层辐合高层辐散的强迫抬升运动区域,有利于较强降雪的形成。在2001年1月1日08时内蒙古暴风雪天气过程中,锡林郭勒盟大部、呼伦贝尔市西部地区出现了暴风雪天气,其正是处在低层辐合高层辐散的相对辐散正值区,是强迫抬升运动区域(图略)。可见强迫抬升运动对暴风雪的形成很重要。

4.1.4 涡度

暴风雪天气的发生与对流层中、低层蒙古冷涡强烈发展密切相关。在斜压大气和对流层中层涡度平流的作用下,蒙古冷涡得到强烈发展,有利于地面大风的形成和上升运动的加强,对暴风雪天气的形成非常重要。从1980年4月18日20时和19日20时850 hPa涡度场、流场(图略)来看,正涡度中心较低压中心偏西、偏南。从18日20时到19日20时暴风雪天气发生的主要时段,正涡度中心值由 $60 \times 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$ 增长到 $95 \times 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$,蒙古冷涡迅速发展,锡林郭勒盟、呼伦贝尔盟西部出现了暴风雪天气。可见蒙古冷涡的迅速发展,位置偏南,对暴风雪天气的形成非常关键。

4.1.5 低空急流

在温度平流和涡度平流的强迫作用下,蒙古气旋强烈发展,对流层中低层低涡形成并迅速发展,其对内蒙古暴风雪天气的形成至关重要。与低涡中心涡度值迅速增大对应的低空西风急流进一步加强,这一配置是内蒙古暴风雪天气形成的重要特征。从2000年12月31日20时、2001年1月1日08时850 hPa涡度场和全风速场(图略)可以看出:850 hPa低涡中心值从2000年12月31日20时的 $120 \times 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$ 迅速增大到2001年1月1日08时的 $180 \times 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$,低空西风急流中心由 $24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 增大到 $28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。另外,1日08时,在 113°E , 35°N 到 118°E , 42°N 出现一支偏南低空急流,急流中心达到 $28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,与低空西风急流交汇

于内蒙古锡林郭勒盟中东部地区,锡林郭勒盟大部地区出现了暴风雪天气。暖湿、干冷两支不同属性的低空急流的交汇对这一地区暴风雨天气的形成提供了非常有利的水汽和动力条件。

4.2 水汽条件

暴风雪天气中较强降雪形成的另一重要条件是好的水汽和输送条件,由于暴风雪多发生在冬、春季节,北方正是干旱时节,长距离好的水汽输送条件对形成暴风雪天气非常关键。内蒙古暴风雪的水汽通道主要是南路和西南路,湿舌与偏南低空急流配合将南方的水汽输送至蒙古高原。从1980年4月19日08时地面降水量和850 hPa风场分布(图11略),可以分析出其水汽输送和辐合情况。在冷涡系统中心和暖区一侧有较好的水汽输送和辐合条件,降雪就发生在这一区域。另外,在暴风雪发生时常常伴有偏南低空急流的加强过程(图10b略)。对于发展旺盛的冷涡系统而言,在没有水汽输送条件和较干燥的环境中,冷涡系统往往只形成大风沙尘暴天气而不会形成暴风雪天气。可见在暴风雪天气的分析预报中对水汽条件的分析非常关键。

4.3 高空锋区与次级环流动力特征

蒙古气旋的发展是由强冷空气的活动造成的。在蒙古气旋的发展过程中,较强的斜压性是其特点,斜压能(势能)向动能转化是斜压系统发展的根本原因。

为了分析高空锋区与次级环流,给出了2001年1月1日08时沿44°N 850 hPa低涡南边低空西风急流轴线(强暴风雪发生区域)的东-西剖面图(图12)。图中风矢量场做了去掉平均西风和垂直放大了100倍的处理。强冷空气南下时产生的温度、高度密集区(锋区)有高空急流相配合,高空急流强度较强,范围大,高空急流锋区前方为倾斜分布的垂直运动上升区,后下方具有倾斜分布的较强垂直运动下沉区。高空急流下沉支将动量从对流层高层向对流层中下层输送,这与蒙古气旋的爆发性发展相对应。深厚的混合层的形成使得这一动量能够继续下传达到地面^[1]。相关研究表明,深厚的混合层的形成需要地面的长时间加热、对流和湍流运

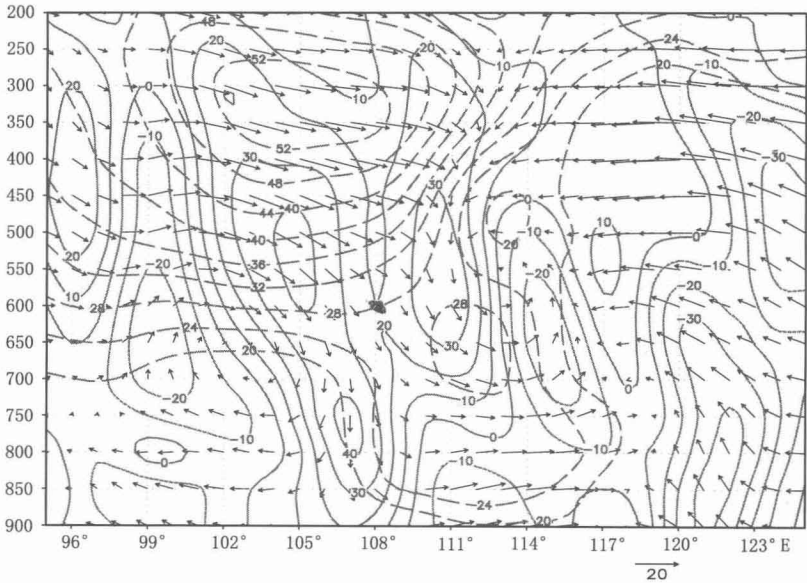


图12 2001年1月1日08时沿44°N的东-西剖面图
(虚线为全风速 m/s;实线为垂直速度)

动,对流和湍流运动使对流层低层充分混合。

低层(700 hPa、850 hPa)蒙古低涡(冷涡)的强烈发展及其锋面次级环流的动量下传作用也是引发内蒙古地面大风的重要原因。在 $108^{\circ}\sim 118^{\circ}\text{E}$, 850~400 hPa 存在一逆时针的锋面次级环流(图 12)。其下沉支对应着冷空气和高空急流区域,在其作用下动量下传效果非常明显,在暴风雪发生区域中($108^{\circ}\sim 118^{\circ}\text{E}$)24 m/s 全风速线已经到达 850 hPa 以下。其上升支对应着暖湿空气,上升支最高达到 450 hPa,强中心在对流层中低层 750~550 hPa 之间,达到 $-20\times 10^{-2}\text{ Pa/s}$,正是这支抬升气流与下沉的冷空气交汇产生了强降雪,同时,在其下方 800~850 hPa 是强劲的西风急流,在这种高低层配置下,降雪卷入到西风急流中形成了暴风雪天气。

5 小结

(1)内蒙古暴风雪天气是强冷空气活动造成的灾害性天气,是强冷空气南下造成的大风降温与较强降雪同时发生形成的复杂性天气。

(2)内蒙古暴风雪天气的发生频率远少于寒潮、沙尘暴等灾害性天气(大约 3 年有 1 年属于一般性暴风雪年;在约 10 年中才出现 1 年影响范围广、强度大、受灾严重的严重暴风雪年)。但暴风雪天气灾害影响的确非常严重,给农牧业生产和人民生活造成的损失较寒潮、沙尘暴要严重得多。

(3)暴风雪灾害多发生在春季,集中在 4 月中旬至 5 月中旬,4、5 月份发生的暴风雪灾害占到总数的 60%以上。

(4)暴风雪天气的大尺度环流形势是:欧亚大陆西高东低,西北气流控制,有利于冷空气的爆发南下。在西北气流中有槽区滑下发展加强,多数情况会形成冷涡,且冷涡的位置比较偏南,通常在蒙古国发展加强,地面配合蒙古气旋强烈发展影响内蒙古地区出现暴风雪天气。作者根据西来系统的不同,将暴风雪大尺度环流特征分为:小槽发展型、西槽东移型、横槽转型型三种类型。

(5)内蒙古暴风雪天气发生时物理量特征:①温度平流:配合蒙古冷涡发展,形成了冷、暖平流中心对偶,冷、暖平流势力相当。暴风雪天气常常发生在冷、暖平流中心之间区域(冷、暖平流间梯度最大的区域),这一区域既有较强的地面大风条件,又有冷暖气流交汇形成较强降雪的条件。②强迫抬升:暴风雪发生时,冷涡系统与高空急流配置形成低层辐合高层辐散的强迫抬升,有利于形成较强的降雪,是形成暴风雪天气的重要条件。③涡度:暴风雪天气的发生与蒙古冷涡强烈发展密切相关。冷空气卷入使蒙古冷涡强烈发展,蒙古冷涡中心涡度的迅速加强,一方面使冷涡周围风速加大,产生大风;另一方面使冷涡中心上升运动加强,产生降雪。是暴风雪天气的重要特征。④水汽条件:暴风雪天气中较强降雪形成的另一重要条件是好的水汽和输送条件,由于暴风雪多发生在冬、春季节,北方正是干旱时节,长距离好的水汽输送条件对形成暴风雪天气非常关键。暴风雪天气发生时,常伴随着偏南低空急流的加强。

(6)高空急流和高空的辐散强迫对暴风雪天气的形成非常重要,强烈的高空辐散强迫,是蒙古气旋发展的主要原因。同时,也有利于加强低层强风带和气旋性涡度切变,高空急流在锋面次级环流的作用下提高了动量下传的效率,对地面强风的发生起了重要作用。

(7)对流层中低层 750~500 hPa 之间,旺盛的上升运动有利于产生强降雪,在其下方

800~850 hPa 是强劲的西风急流,这种高低层配置,是暴风雪天气的重要特征。

(8)在暴风雪天气中存在两支非常重要的低空急流:低空西风急流和低空偏南风急流。低空西风急流是由高空急流动量下传、对流层中低层低涡发展、地面气压梯度风等因素形成的,常配合冷平流;低空偏南风急流是由对流层中低层槽前偏南气流受下游高压脊阻挡形成的,常配合暖平流,是水汽输送的主要路径。两支低空急流的交汇区域有强暴风雪发生。

参考文献

- [1] 张小玲,程麟生.“96. 1”暴雪期中尺度切变线发生发展的动力诊断. I 涡度和涡度变率诊断[J]. 高原气象, 2000, 19 (3) :285-294.

2008 年我国南方持续低温雨雪冰冻灾害 的卫星天气分析

覃丹宇

(国家卫星气象中心, 北京 100081)

摘 要

本文从卫星天气的角度回顾了 2008 年初我国南方持续低温雨雪冰冻灾害天气过程。分析表明:(1)这次低温雨雪冰冻灾害是大范围的天气事件,由大尺度的天气系统(活动)异常造成,对应的卫星云图能直观、完整地监测到这次事件。如南方地区持续长时间的中低暖云覆盖,其上空频繁有中纬度扰动云系经过,以及来自热带海洋的深厚水汽输送和南支槽云系的影响,副高边缘云系反映的副高位置异常等。(2)云图上显示的云系特征反映了天气系统活动的异常情况,归纳起来,影响天气系统主要为阻塞高压、副高、南支槽的位相锁定,以及期间的冷暖空气活动及其相互作用;从冻雨的形成机制上看,大面积稳定的逆温层维持有利于大范围冻雨的产生。

1 云图概况

根据中央气象台的分析,2008 年 1 月 10 日—2 月 2 日的天气过程可以划分为 4 个阶段,时段分别为:1 月 10—15 日,1 月 18—22 日,1 月 25—28 日和 1 月 31 日—2 月 2 日。4 个阶段造成的天气特点有所不同,其中,1 月 10—15 日为第一阶段,是强冷空气南下过程;1 月 18—22 日雨雪范围最大;1 月 25—28 日暴雪和冻雨最强;1 月 31 日—2 月 2 日浙江北部、江西北部暴雪最强(杨贵名等,2008)。与此对应,在 FY-2C 云图上,云系特征各有特点,反映了当时的大气动力和热力状况也不尽相同。以下分别阐述各阶段云图特征。

1.1 1 月 10—15 日过程

这是 2008 年初我国南方持续低温雨雪冰冻灾害天气的初始阶段,从 FY-2C 卫星红外全圆盘图上可以看到,阿拉伯海到印度洋上的热带辐合带(ITCZ)很弱,对流发展不旺盛。而西太平洋的 ITCZ 却很活跃,对流旺盛,从这片对流区分离出来的热带气旋外围云系在 15 日影响到华南地区。与此同时,中纬度主要的扰动云系出现在 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$,随西风带气流快速东移(图略),从逐日 04 UTC 可见光云图还可以看出,1 月 10—15 日,随着冷空气逐渐南下,厚实的中低云逐日南下,并形成稳定的华南静止锋云系(图 1)。

1.2 1 月 18—22 日过程

受前期冷空气南下的影响,到 18 日,长江流域、江南和华南地区上空仍覆盖着大片低云系,尤其是贵州、广西、湖南和江西几省(区)上空都是密实低云,在可见光云图上表现为高反照率,而在红外云图上色调灰暗,温度较高。中纬度 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 区域多西风带扰动活动,几乎每天有高空槽云系从高原东部东移,由此造成多次降雨,同时 500 hPa 扰动也有利于弱冷空气补充南下,使得华南静止锋维持(图略)。图 2 是 1 月 18—22 日沿 $110^{\circ}\text{E}(20^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N})$ 的 FY-2C 随时间演变红外图像,时间从 17 日 1600 UTC 到 22 日 1600 UTC。可以看到,在 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$

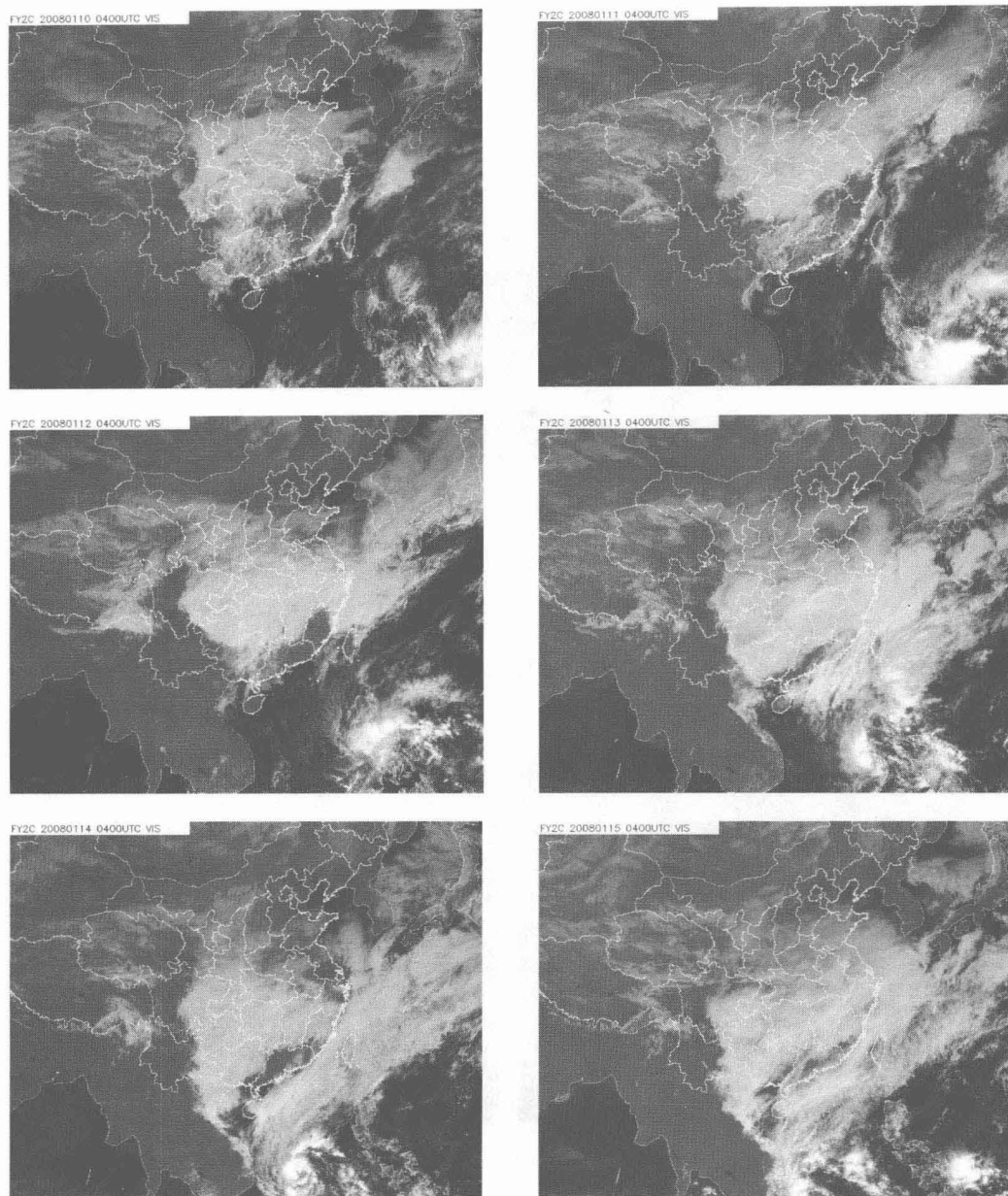


图1 FY-2C可见光云图, 1月10—15日逐日0400 UTC

之间图像色调为暗灰色,表明南方地区持续维持暖云,而 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 之间频繁出现白亮的冷云,与 500 hPa 扰动相对应,反映了中纬度西风带扰动较频繁,有利于造成大范围降水。

1.3 1月25—28日过程

1月25—28日,我国南方地区的低云区仍维持,范围及密实程度都变化不大。此阶段,中纬度地区也仍然有扰动云系东移,但更应注意的是:低纬南支槽云系影响、还有热带水汽通道建立、热带云系与中纬度西风带云系合并的影响。从图3可以看到,一条云带从孟加拉湾经中南半岛向东北延伸,与南方密实云区连在一起(图3a)。而在红外云图上,这条来自热带的云

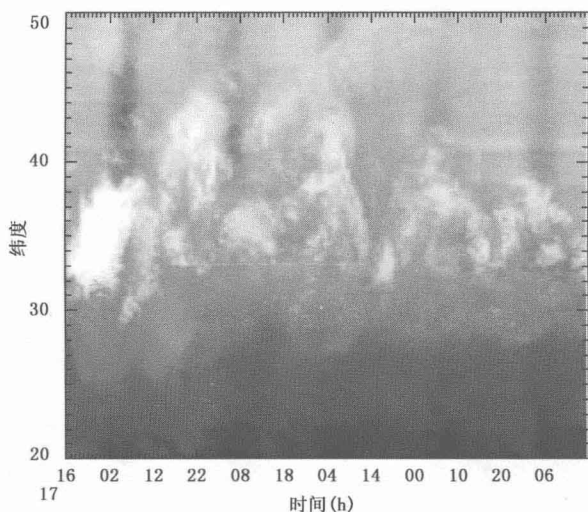


图2 1月18—22日沿110°E的FY-2C随时间演变红外图像

带色调比较灰白,覆盖在南方灰暗色调的暖云之上,一直向东北到达黄海(图3b)。

由于有来自热带地区的充沛水汽和能量输送,在原本密实的低云上叠加了中高云系,在南方影响区形成了深厚水汽带,使得这一阶段的降水(暴雪和冻雨)强度更强。

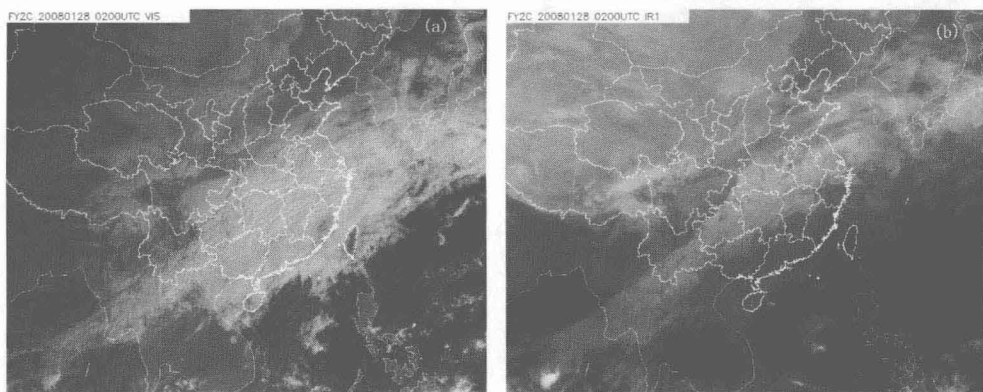


图3 2008年1月28日0200 UTC FY-2C可见光云图(a)和红外云图(b)

1.4 1月31日—2月2日过程

进入1月底,虽然华南地区仍受到降水云系的影响,但中纬度已明显没有了扰动云系的活动,前期南方地区密实的低云已逐渐减弱,江南北部的云甚至短时间消散。通过对比分析红外云图和可见光云图可以知道,贵州、湖南到江西一带的低云结构已开始发生变化,云层变稀薄,高云为主,而且出现缝隙(图4a)。1月31日—2月2日,尽管华南地区仍受锋面云系影响,静止锋云系在2月1日甚至有所北抬,但随着北方冷空气势力逐渐强大并南下,锋面云系逐渐南移并减弱消散(图4b)。