

文章编号:1673-8411 (2015) 02-0036-05

# 一次南方特大暴雪灾害过程诊断分析

杨青莹<sup>1, 3</sup> 杨万康<sup>1, 2</sup> 郑智佳<sup>2</sup> 许雪峰<sup>2</sup> 施伟勇<sup>2</sup>

(1.中国科学院海洋研究所 海洋环流与波动重点实验室, 山东 青岛 266071, 2.国家海洋局第二海洋研究所工程海洋学重点实验室, 浙江 杭州 310012; 3.湖州市港航管理局, 浙江 湖州 313000)

**摘要:** 采用 NCEP 逐日  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  再分析资料对 2008 年 1 月发生在中国南方地区的暴雪过程进行诊断分析, 通过对水汽分布、低空西南急流、切变线和垂直大气运动等气象要素分析表明: 副热带高压异常偏北, 低空西南急流活跃, 为南方地区输送了充沛的水汽; 中高纬度欧亚地区大气环流经向度偏大, 冬季风偏强, 导致冷空气势力较强; 强冷空气与暖湿气流汇合, 加上汇合带的强抬升作用, 共同造成了此次南方地区的大范围降雪天气过程。

**关键词:** 暴雪; 水汽输送; 低空急流; 切变线

中图分类号: P458.3

文献标识码: A

## Diagnostic analysis of a blizzard in Southern of China

Yang Qing-ying<sup>1,3</sup> Yang Wan-kang<sup>1,2</sup> Zheng Zhi-jia<sup>2</sup> Xu Xue-feng<sup>2</sup> Shi Wei-yong<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Ocean Circulation and Waves, Institute of Oceanography, Chinese Academy of Science, Qingdao 266071, China 2. Key Laboratory of Engineering Oceanography, the Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou 310012, China 3. Port Management Bureau of Hu Zhou, Huzhou, 313000, China)

**Abstract:** Based on the daily reanalysis data NCEP ( $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ), a heavy snowstorm event on January 2008 in southern of China was diagnosed. The diagnostic study on water vapor, southwest low level -jet, shear line and vertical movement indicates that the subtropical anticyclone locates at higher latitude, which strengthens the southwest jet and brings abundant water vapor to Southern China. The winter monsoon from high latitude region is strong, which transport more cold air to the south. The convergence of strong cold air and warm wet air flow induces violent ascending motion, which leads to the blizzard in Southern China.

**Key Words:** blizzard; water vapor transport; low level -jet; shear line

## 1 引言

暴雪是我国冬季常见的一种灾害性天气现象, 我国的暴雪灾害主要集中在东北地区和西北高原山区。江南地区冬季则多雨少雪, 主要是暖湿气流与冷空气在此交汇, 沿冷锋抬升冷却而使水汽凝结的结果<sup>[1]</sup>, 但有时在特定的天气背景下也会产生大雪以上的灾害性天气。2008 年 1 月 25 日至 29 日期间,

我国南方地区出现了罕见暴雪灾害。这次历史罕见的低温雨雪冰冻灾害有 8 个方面的气象指标突破了我国上世纪 50 年代有气象记录以来的极值, 包括平均降水量、长江中下游及贵州的连续冰冻日数等, 对我国南方地方造成了严重的损失<sup>[2-3]</sup>。

关于南方冰雪灾害前人做过很多研究。杨柳<sup>[4]</sup>等利用非静力中尺度数值模式 MM5 对 2003 年 2 月江淮地区暴雪过程进行了模拟研究, 结果表明: 低

收稿日期: 2015-03-15

基金项目: 中国科学院海洋环流与波动重点实验室开放基金(KLOCAW1406); 海洋二所专项科研基金(JG1408)

作者简介: 杨青莹(1985-), 女, 工程师, 从事海洋水文和气象工作, E-mail: qingying0411@163.com

空西南急流、运动场和热力场的相互配置和耦合关系非常有利于暴雪切变线的发展及暴雪形成与维持。陈丽芳<sup>[5]</sup>在南方两次相似降雪(雨)过程的对比研究中得到: 南方大雪的产生须由东北风回流产生的冷平流在华东一带形成冷中心, 冰雪集中区与降雪带的位置相对应, 含雪量最大值中心在 600~700hPa。朱红等<sup>[6]</sup>研究发现: 年降雪频数和降雪量与冬季(1、2 月份)气温呈显著反相关, 上空逆温、地面低温是降雪的有力条件, 而积雪则与地面温度关系极大。马金福等<sup>[7]</sup>研究表明, 700hPa 高空如果温度太高成了融化层, 这样的层结条件极有利于冰粒等其它固态降水的形成。马晓刚<sup>[8]</sup>分析表明, 西南暖湿气流及北方强冷空气的不断补充是造成南方连续出现冰冻雨雪天气及造成严重灾害的充分必要条件。马振升<sup>[9]</sup>研究发现暴雪天气一般发生在经向环流与纬向环流相互调整之时, 低空急流与低层切变线上气旋性曲率东扩或低涡东移是产生暴雪的重要原因。徐雅等人利用卫星数据分析了柳州典型冰冻雨雪灾害的光谱特征, 分析了海拔高度对冰雪灾害的影响<sup>[10]</sup>。此外, 许多学者也通过多种方法对南方暴雨雪异常天气过程进行了大量研究<sup>[11-13]</sup>。

以上关于我国南方暴雪的天气分析研究可见, 副高、急流、切变线、低涡等是南方暴雪过程中重要的天气系统<sup>[14-15]</sup>。受多种因子影响, 南方暴雪具有其独特性和复杂性, 降雪过程突发性强、强度大且分布不均衡。本文利用 NCEP 逐日  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  再分析资料对 2008 年 1 月发生在我国南方地区的暴雪天气过程进行天气动力学诊断分析, 为将来南方暴雪天气的预报和服务提供参考。

## 1 南方暴雪概况介绍

2008 年 1 月 25 日到 29 日, 我国南方大部分地区出现暴雪天气。根据中央气象台发布的 1 月 28 日的积雪深度(图 1, 见彩图)可以看到, 安徽中部, 江苏西部小部分地区以及河南南部小地区部分的积雪深度超过了 40 cm, 江苏中部地区, 安徽部分地区的积雪深度超过 30 cm, 江西、湖北、浙江、河南和江苏部分地区的积雪深度超过 20 cm, 武汉最大积雪深度达 27 cm。南方地区, 河南、湖北、湖南、安徽、江苏、浙江、江西部分地区和贵州部分地区都有积雪覆盖。持续低温雨雪冰冻灾害给交通运输、电力传输、通讯设施、农业及人民群众生活造成严重影响和损失。据统计, 此次低温雨雪冰冻灾害, 共造成农作物

受灾面积 1100 多万公顷, 受灾人口达 1 亿多人, 直接经济损失超过 1500 亿元。

## 2 暴雪成因分析

### 2.1 水汽分布特征

1 月 25-28 日期间, 我国南方大部分地区 850hPa 上相对湿度均  $>90\%$ , 有一条明显的湿舌由我国南部海面向内陆延伸。25 日 00 时(图 2a, 见彩图)广东、广西、贵州、湖南南部和江西南部地区上空的相对湿度都超过了 95%, 26 日 00 时(图 2b, 见彩图)湿舌向北扩展, 除去原来的地区外, 湖南和江西绝大部分地区, 以及浙江省的上空相对湿度都超过了 95%。27 日 00 时(图 2c, 见彩图), 湿舌继续向北伸展, 同时可以看到在我国西南地区有一条细长的湿舌从中南半岛西侧的印度洋面上伸入我国西南地区, 造成了四川、重庆、贵州、湖北和湖南上空的湿度加大。28 日 00 时(图 2d, 见彩图), 来自印度洋面上的湿舌加强, 使得整个高湿度区域有了明显的调整, 在东部沿海地区继续向北扩张, 江苏和安徽地区上空的湿度也达到了 95%。整个过程表明西北太平洋洋面和西南气流为这次南方暴雪输送了大量的水汽。

### 2.2 低空急流和切变线分布

低空偏南急流与暴雪关系非常密切, 较大的降雪过程几乎都有低空偏南急流伴随。低空急流不但可以为形成暴雪提供水汽, 而且还造成上升运动和不稳定条件, 所以冬季东亚地区出现的低空偏南急流对暴雪天气有很好的指示意义。在大雪之前出现的低空偏南急流, 通常都是一些天气尺度的急流, 其虽不像盛夏暴雨前出现在副热带高压西侧的低空急流那样, 空间尺度可达数千公里, 但是在冬季风盛行的季节里, 西北风控制地区出现强劲的偏南风, 这本身就是一个不寻常的事件。暴雪天气通常从低空急流形成后不久即开始出现。

在我国南方地区 700hPa 上空有明显的西南风高风速带, 风速在  $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  到  $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  之间, 从中南半岛西岸起进入东亚大陆经过我国云南、贵州、湖南、湖北、江西北部、安徽、江苏和浙江, 是一条西南急流。西太平洋上的副高呈现巨大的反气旋流场, 其西北侧也是一条急流, 这条急流与西南急流相汇共同加强了西南急流(图 3a, 见彩图)。这条极强的西南风急流贯穿我国南方地区, 持久稳定地存在, 西南急流最大盛行范围可达  $30^\circ\text{N}$ 。28 日 0 时开始有

冷空气从高纬向低纬地区运动,在  $30^{\circ}\text{N}$  附近与西南急流会合(图 3b,见彩图),西南低空急流有利于水汽的输送,而从高纬地区南下的径向环流,则利于冷空气的输送,这样的流场极有利于在江苏、浙江、安徽、湖北地区引起强降水,如果冷空气的温度很低,就会形成降雪天气。

在 850hPa 的流场图上可以看到,25 日 0 时(图 4a)南方地区主要受来自印度洋西南气流和西太平洋气流的控制,这种气流非常利于水汽的输送,为降雪天气积累了足够的水汽基础,此时切变线位置主要在  $30^{\circ}\text{N}$  附近。到了 28 日 0 时(图 4b)来自高纬地区的径向环流为我国南方地区带来大量的冷空气,高纬度地区的冷气流和来自低纬洋面的暖湿气流在  $25^{\circ}\text{N}$  左右汇合,强冷空气和暖湿气流汇合形成切变线,切变线的位置在冷空气的作用下向南偏移了 5 个纬度。

### 2.3 降雪区垂直速度分析

我们选取 500hPa 高度研究降雪区大气环流垂直速度,27 日 6 时(图 5a,见彩图)垂直环流上升中心东移到达湖北、河南和安徽的交界处,中心上升速度为  $1.2\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ ,在安徽中部和江苏南部部分地区有一个  $0.8\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$  的高值中心,正好对应了之后这些地

区的强降雪。27 日 18 时(图 5b,见彩图)在安徽中部大范围地区和江苏中部边界出现了中心速度为  $1.0\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$  的上升中心,配合当地的水汽条件,造成了该地区的强降雪,27 日 00 时到 28 日 00 时的 24 小时降雪超过了 20cm。28 日 0 时(图 5c,见彩图)在四川、贵州边境,重庆、湖北和安徽中部形成了一条垂直上升运动高值区,湖北西部上升速度达到  $1.4\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ 。6 小时后(图 5d,见彩图)在我国南方地区出现了两个上升运动中心,一个在浙江北部、安徽南部和江西北部,中心上升速度为  $1.0\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ ;另一个呈带状,跨过了湖北中部、河南南部小部分地区、安徽南部和江苏中部地区,上升速度普遍都超过了  $0.6\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ ,中心上升区在湖北中部,速度为  $1.0\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ ,也都恰好对应了这些地区的强降雪。由以上分析表明,暴雪主要产生在强上升运动区,高空大气层的抽吸作用促进了中低层环流的上升运动,强烈的上升运动使暖湿空气辐合抬升有利于强降雪的产生。

## 3 结论

(1)2008 年南方暴雪期间副热带高压异常偏北,低空西南急流活跃,为南方地区输送充沛的水汽

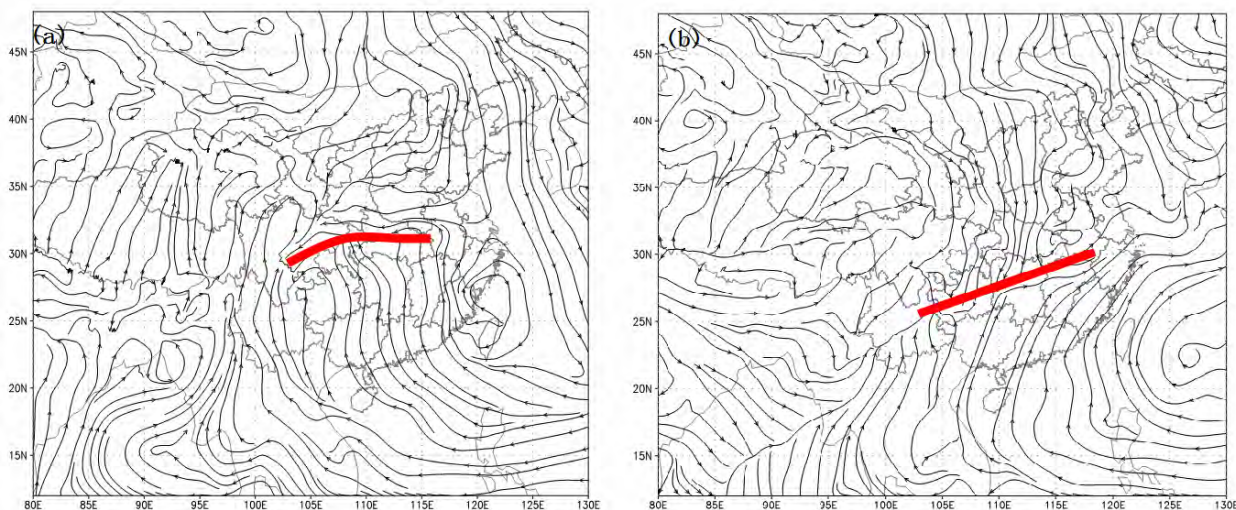


图 4 2008 年 1 月 25 日 0 时(a),1 月 28 日 0 时(b)850hPa 上空切变线位置示意图

是这次大暴雪形成的重要原因之一。

(2)中高纬度欧亚地区的大气环流经向度加大,冬季风偏强,提供大量的冷空气;强冷空气与大量暖湿空气汇合形成切变线,加上汇合带上的强抬升作

用,造成了此次南方地区大范围降雪过程。

#### 参考文献

- [1] 孙淑清,高守亭.现代天气学概论[M].北京:气象出版社,1980:120-130.
- [2] 王宏伟.南方冰雪灾害的社会影响[J].中国减灾,



- 2008, 4 (2): 11-12.
- [3] 徐新良, 苏富岩, 庄大方, 等. 2008 年南方冰雪过程对生态环境影响的遥感监测 [J]. 地球信息科学学报, 2009, 11 (2): 239-240.
- [4] 杨柳, 苗春生, 寿绍文, 等. 2003 年春季江淮一次暴雪过程的模拟研究 [J]. 南京气象学院学报, 2006, 29 (3): 382-383.
- [5] 陈丽芳. 南方两次相似降雪 (雨) 过程的对比研究 [J]. 气象, 2007, 33 (8): 69-75.
- [6] 朱红, 黄玲琳. 南方大雪预报温度条件浅析 [J]. 浙江气象, 2003, 24 (1): 26-28.
- [7] 马金福, 黄玲琳, 朱红. 一次复杂天气现象的分析 [J]. 气象, 1998, 24 (11): 56-57.
- [8] 马晓刚. 2008 年 1 月我国南方罕见冰冻雨雪灾害性天气诊断分析 [J]. 气象与环境学报, 2009, 25 (1): 23-26.
- [9] 马振升. 河南省区域暴雪的天气学分型及应用 [J]. 气象与环境科学, 2013, 36 (1): 54-60.
- [10] 基于 GIS 和 RS 的雨雪冰冻灾害分布特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (1): 21-24.
- [11] 廖玉芳, 吴贤云, 杜东升, 等. 2008 年湖南低温雨雪冰冻天气分析与数值模拟 [J]. 自然灾害学报, 2011, 20 (2): 170-175.
- [12] 叶朗明, 陈明惠, 夏冠聪. 华南一次特大暴雨诊断分析及数值模拟 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (03): 20-26.
- [13] 高辉, 陈丽娟, 贾小龙, 等. 2008 年 1 月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析: 成因分析 [J]. 气象, 2008, 34 (4): 101-106.
- [14] 赖雨薇, 黄磊, 周惠文. 多普勒雷达产品对南宁冰雹天气的应用分析 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (4): 36-39.
- [15] 席世平, 寿绍文, 范学峰. 一次区域暴雪过程中的等熵位涡分析 [J]. 气象与环境科学, 2006, (4): 17-19.
- .....

(上接第 35 页)

- [4] 何如, 黄梅丽, 李艳兰, 等. 近 50 年来广西近岸及海岛的气候特征与气候变化规律 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (2): 12-15.
- [5] 廖秋香, 尤明双, 刘旭. 涠洲岛近海近 30 年气候变化特征浅析 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (S1): 140-141.
- [6] 苏志, 余纬东, 黄理, 等. 北部湾海岸带的地理环境及其对气候的影响 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (3): 40-47.
- [7] 黄嘉宏, 李江南, 李自安, 等. 近 45a 广西降水 and 气温的气候特征 [J]. 热带地理, 2006, 26 (1): 23-28.
- [8] 孔宁谦, 邓朝亮. 广西沿海气候成因及其分析 [J]. 广西气象, 1997, 18 (4): 31-35.
- [9] 伍时华. 涠洲岛的地貌与气候 [J]. 广西气象, 2005, 26 (S2): F0003.
- [10] 李秀存, 覃维炳. 气候变化对海岸带环境的影响及防治对策 [J]. 广西气象, 1998, 19 (3): 28-30.
- [11] 白珊, 刘钦政. 渤海、北黄海海冰民气候变化的关系 [J]. 海洋学报, 2001, 23 (5): 33-41.
- [12] 秦曾灏, 李永平, 黄立文. 中国近海和西太平洋温带气旋的气候学研究 [J]. 海洋学报, 2002, 24 (1): 105-111.
- [13] 耿淑琴, 夏冬冬. 我国近海热带气旋活动的气候特征及其与大尺度环境场的关系 [J]. 海洋学报, 2006, 28 (4): 36-42.
- [14] 苏志, 范万新, 李秀存, 等. 涠洲岛旅游气候舒适度评价 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (2): 27-30.
- [15] 杜军, 翁海卿, 袁雷, 等. 近 40 年西藏怒江河谷盆地的气候特征及变化趋势 [J]. 地理学报, 2009, 64 (5): 581-591.

## 杨青莹等：一次南方特大暴雪灾害过程诊断分析

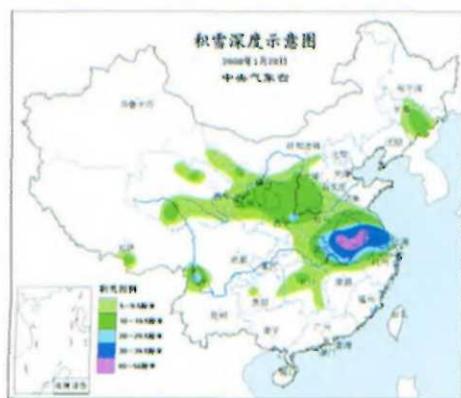


图1 积雪厚度分布示意图

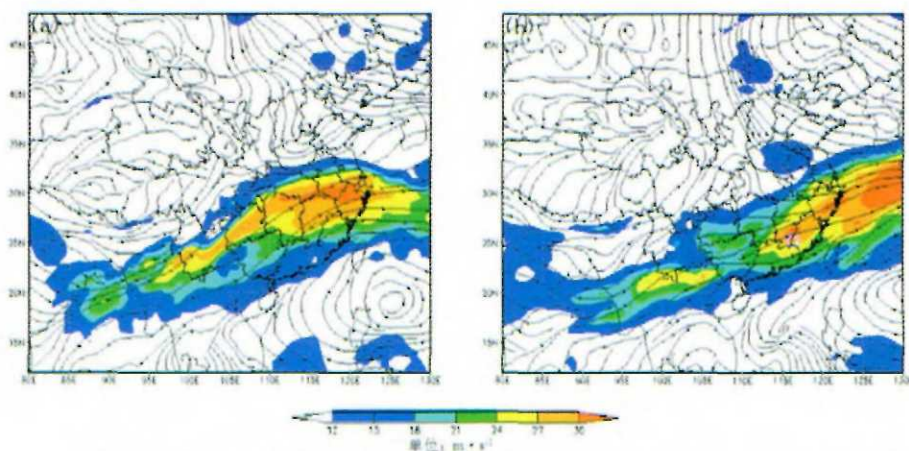


图3 2008年1月27日0时 (a) , 1月28日0时 (b) 700hPa上空流线与流速叠加示意图

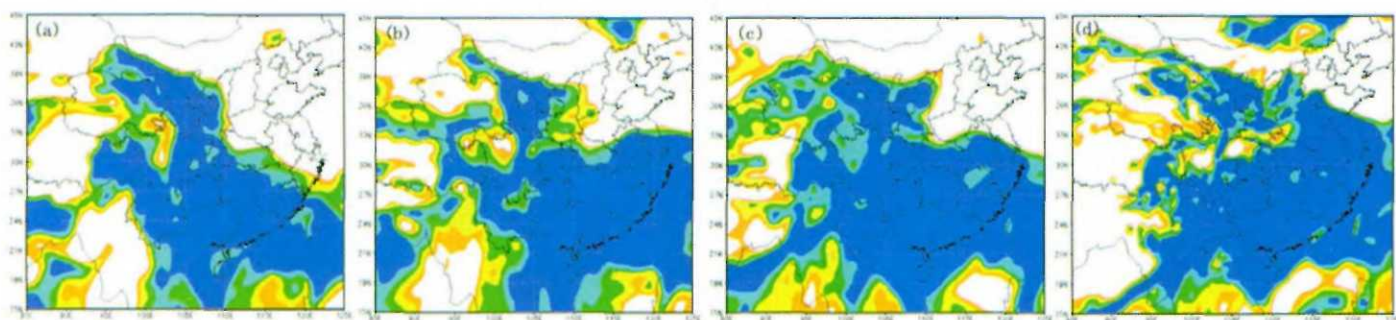


图2 2008年1月25日0时 (a) , 1月26日0时 (b) , 1月27日0时 (c) 、1月28日0时 (d) 850hPa高空相对湿度示意图

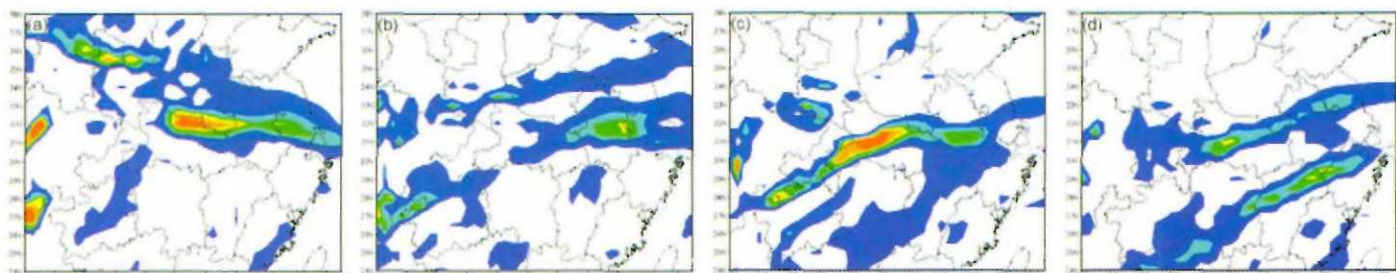


图5 2008年1月27日06时 (a) , 1月27日18时 (b) , 1月28日0时 (c) 、1月28日6时 (d) 500hPa垂直速度示意图

## 刘晓梅等：2013年7月广西一次罕见季风槽暴雨分析

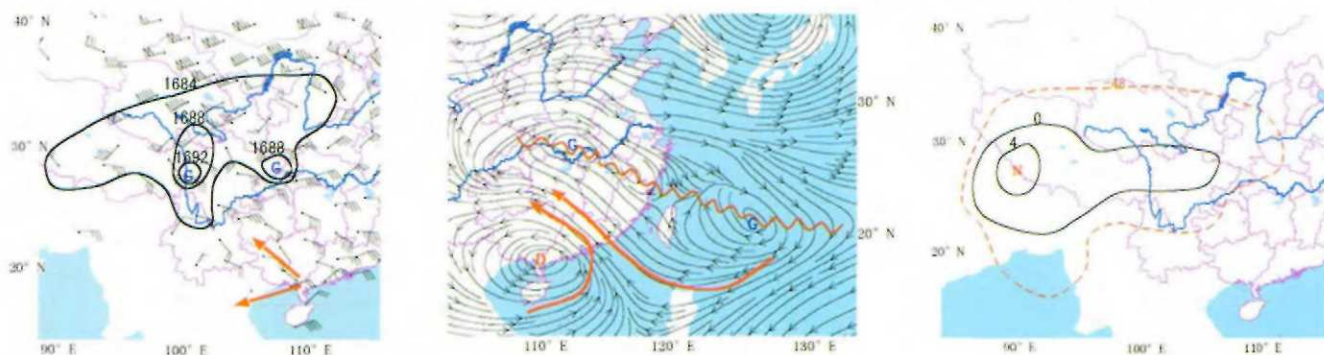


图5 2013年7月26日20时高空环流形势图

(a) : 100 hPa等高线 (单位: dagpm) +200 hPa风场; (b) : 500 hPa流场; (c) : 500 hPa (黑色实线) +200 hPa (棕色虚线) 等温线 (单位:  $^{\circ}\text{C}$ ) 。