

2014Nian Weixing Yaogan Yingyong
Jishu Jiaoliu Lunwenji

2014年卫星遥感应用 技术交流论文集

杨 军 / 主 编



2014年卫星遥感应用 技术交流论文集

杨 军 主编



气象出版社
China Meteorological Press

内 容 简 介

本书内容包括卫星资料在暴雨、台风和天气分析、环境与农业生态监测评估、数值天气预报、卫星产品反演等方面的应用以及检验方法研究,业务性、针对性、实用性强,较为全面地体现了卫星资料在天气分析和生态环境监测中应用的水平和最新进展。这些内容对进一步推动和提高我国卫星资料特别是风云卫星资料在气象业务中的应用有很强的指导意义。

图书在版编目(CIP)数据

2014年卫星遥感应用技术交流论文集/杨军主编.

—北京:气象出版社,2015.4

ISBN 978-7-5029-6111-4

I. ①2… II. ①杨… III. ①卫星遥感—文集

IV. ①TP72-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 067751 号



2014年卫星遥感应用技术交流论文集

杨 军 主编

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.qxcbs.com>

责任编辑:李太宇

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京京华虎彩印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:333千字

版 次:2015年5月第1版

定 价:70.00元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:黄润恒

责任技编:吴庭芳

印 张:12.75

印 次:2015年5月第1次印刷

本书编委会

主 编 杨 军

编 委 (以姓氏笔划排列)

王维和	王 瑾	方 萌	方 翔
田翠英	任素玲	刘 健	李贵才
李莹莹	谷松岩	张甲坤	张兴赢
张明伟	张洪政	陆其峰	郑 伟
蒋建莹	覃丹宇		

序

随着《气象卫星应用发展专项规划（2010—2015年）》的持续实施，依托风云卫星工程建设成果，气象卫星遥感的应用能力和水平不断提升，气象卫星资料在气象预报预测、防灾减灾、应对气候变化和生态文明建设等方面发挥着日益显著的作用。

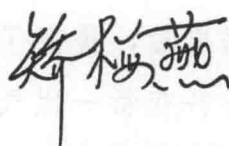
气象卫星资料在国家级气象业务中的应用深入发展。围绕气象卫星资料在数值预报及气象业务服务中应用的技术交流、技术合作更加务实有效，科研合作的机制不断完善。国家卫星气象中心、中国气象局数值预报中心与欧洲中期天气预报中心以及英国气象局建立了数据提供—应用反馈—质量改进的互动合作机制，有效地改进了风云卫星探测数据质量，提高了卫星资料在数值预报模式中同化应用水平。风云卫星资料在新一代气候模式中的同化应用取得了新进展，基于风云卫星的环境监测服务业务能力有了新的提升，风云卫星产品质量检验系统初步建立，将促进风云卫星资料的定量应用。

气象卫星资料在省级气象部门的应用取得了新进展。风云三号C星的业务运行，使第二代极轨气象卫星由试验应用型转向业务服务型。通过在省级气象业务单位部署安装极轨卫星接收站，有效地提高了资料的应用时效。国家卫星气象中心持续推进卫星天气应用平台（SWAP）和卫星监测分析与遥感应用平台（SMART）的系统研发和业务化应用，系统功能进一步完善，在省级气象部门得到了良好的推广应用，正在逐步推向地市级气象部门业务应用。

每年度一次的气象卫星遥感应用技术交流是促进气象卫星资料应用的有效手段，也是应用成果集中展示的平台。2014年的技术交流

会以“气象卫星资料在生态环境和灾害性天气监测分析中的应用”为主题，围绕当前生态文明建设气象服务的重点领域，总结交流气象卫星资料应用技术和气象服务应用效果，有针对性和实用性，展示了气象卫星资料在生态环境和灾害性天气监测分析应用中的新进展和新成效。值得高兴的是，参加本届会议交流的多为来自业务一线的青年骨干，显示了气象卫星资料应用领域年轻科技力量的成长和进步，也表明卫星遥感应用工作正在受到越来越多的关注和重视。

五年来的技术交流届会分享了气象卫星遥感应用的技术进步，推动了科研和业务的结合以及技术研发成果的业务应用，促进了卫星遥感应用业务的发展。我谨向届会的组织单位国家卫星气象中心和各承办单位以及为届会论文集出版付出辛勤劳动的同志们表示衷心的感谢。希望全国气象卫星遥感应用技术交流会能总结经验，注重成效，突出特色，形成品牌，为发挥风云气象卫星应用效益，推进卫星气象业务现代化做出积极贡献。



(中国气象局副局长)

2015年4月于北京

前 言

为促进卫星遥感用户间的技术交流，推动卫星遥感的应用水平，进一步提高卫星遥感特别是风云卫星对天气预报、环境监测的支撑能力，2014年5月，中国气象局预报与网络司、国家卫星气象中心和山东省气象局在青岛组织召开了“2014年全国卫星应用技术交流会”。本次交流会共收到来自全国各省（区、市）气象部门和中国气象局直属单位共31家单位的112篇论文，经过专家筛选，有86篇论文参加会议交流，其中12篇交流会论文获大会优秀论文奖。

本次会议交流主题为“气象卫星资料在生态环境和灾害性天气监测分析中的应用”，内容包括气象卫星资料在天气分析、环境与农业生态监测评估、数值天气预报、卫星产品反演等方面的应用以及检验方法研究，业务性、针对性、实用性强，较为全面地体现了气象卫星资料在天气分析和生态环境监测中应用的水平和最新进展，对气象卫星资料在气象业务中的应用有很强的指导意义。为进一步体现技术交流的成效，推动气象卫星遥感资料的应用，使更多遥感应用工作者受益，特从本次会议交流论文中精选部分论文编辑出版。

本次会议的成功召开和论文集的出版，得到了中国气象局有关职能司、各省（自治区、直辖市）气象局和气象出版社的大力支持与通力合作。特别是论文编审组专家给每篇入选论文提出了宝贵的修改意见，为文集顺利出版付出了辛勤的劳动。借此机会，对上述单位和个人以及所有论文作者一并表示感谢！

杨 军

2015年3月

目 录

第一部分 卫星资料在暴雨、台风和中尺度天气分析中的应用

台风潜热释放对南亚高压非对称不稳定发展和亚洲夏季风暴发的影响	任素玲 吴国雄 刘屹岷(3)
青藏高原东部暴雨云团的卫星雷达特征	朱 平 肖建设(23)
南海北部 ASCAT 风场的验证分析	郭春迺 李天然 刘春霞 等(43)
FY-3/MWHS 资料在山区一次暴雨中的应用初探	李 雪 谷小平(50)
风云气象卫星资料在暴雨监测和预报中应用	徐双柱 吴 涛 张萍萍 等(56)
2013 年两次西南涡云系和雷达回波特征分析	韦惠红 牛 奔 王继竹 等(66)
一次雹暴过程的卫星云图分析	吴迎旭 周 一 张晰莹 等(76)
利用分钟降水对中国东部 FY-3B/MWRI 反演降水精度的检验评估	徐 宾 谢平平 姜立鹏 等(85)

第二部分 卫星资料在生态环境和灾害性天气监测分析中的应用

植被与武汉市城市热岛效应关系解析	万 君 梁益同(95)
北极臭氧年际变化特征及其与极涡的关系	张 艳 王维和 张兴赢 等(102)
利用 MODIS 卫星研究近 10 年关中盆地大气气溶胶时空变化特征	王 钊(109)
SCIAMACHY 高光谱近红外的 CO ₂ 反演方法研究	王 炜(119)
多源卫星遥感草原火灾损失快速评估方法及应用	王 萌 郑 伟 闫 华 等(125)
基于遥感的蓝藻暴发气象因子探讨	荀尚培 何彬方 吴明业 等(133)
星地协同监测地面 PM _{2.5} 的敏感因子分析——以广州为例	刘显通 李 菲 谭浩波 等(142)
基于多源数据的阿勒泰地区雪深反演研究	侯小刚 张 璞 郑照军 等(149)
基于 HJ-1CCD 遥感影像的西双版纳橡胶种植区提取 ...	余凌翔 朱 勇 鲁韦坤 等(159)
基于改进的 SEBS 模型的作物需水量研究	武永利 田国珍 王云峰(167)
卫星遥感反演下垫面反射率误差分析	尹 球 徐菲菲 李 莉(175)
卫星数字产品在天津地区云分类中的应用	刘一玮 孙建元 王 颖 等(184)


~~~~~



# 台风潜热释放对南亚高压非对称不稳定发展和亚洲夏季风暴发的影响

任素玲<sup>1</sup> 吴国雄<sup>2</sup> 刘屹岷<sup>2</sup>

(1. 国家卫星气象中心, 北京 100081; 2. 中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

**摘要:** 亚洲夏季风暴发前, 西北太平洋、孟加拉湾热带气旋(风暴)和南亚高压是活跃在热带和副热带地区两个非常重要的天气尺度和行星尺度的系统。研究这两个系统活动对亚洲夏季风暴发的影响可以加深对亚洲夏季风暴发动力过程的认识, 有助于更好地预测夏季风的异常暴发。

本文通过个例分析和数值试验的方法分析了西北太平洋热带气旋强降水潜热释放对南亚高压非对称不稳定发展的影响以及南亚高压不稳定发展触发孟加拉湾风暴生成进而影响孟加拉湾夏季风暴发的动力过程。得出了以下结论:

(1) 亚洲夏季风暴发前西北太平洋热带气旋活动能够激发南亚高压不稳定发展

亚洲夏季风暴发前西北太平洋热带气旋活动带来的强降水潜热释放能够显著改变对流层高层反气旋强度和中心位置。这是由于热带气旋强降水潜热释放所产生的水平非均匀加热能够在热源区北部激发出负涡度中心, 使高层反气旋中心出现在加热区域上空偏北的位置; 还由于受负行星涡度平流的影响, 在加热区域的西部也出现位势高度增加, 该波动为强迫定常波。热带气旋消失、潜热加热停止后, 前期加热区域北部上空的高压脊随着西风带东移, 西风带内槽脊加强, 在其东部正行星涡度平流和西部负行星涡度平流的共同作用下, 南亚高压中心西移到中南半岛上空, 该波动为自由 Rossby(罗斯贝)波。

(2) 南亚高压不稳定发展对孟加拉湾风暴发展和夏季风暴发的触发作用

受西北太平洋热带气旋潜热释放以及由此引发的行星涡度平流的影响, 对流层高层反气旋出现不稳定发展。热带气旋消失、潜热加热停止后, 随着高压中心西移, 高压西南侧的高空辐散也移动到孟加拉湾东南部和中南半岛南部, 为孟加拉湾风暴的生成提供了高空抽吸条件。同时, 随着南亚高压的演变, 高压南侧形成的一条高位涡带沿着西风带不断西伸, 与之相对应的高层正涡度平流有利于其下方上升运动发展。当该高位涡带西移到达孟加拉湾东南部时对风暴的发展起加强作用。另外, 受南亚高压非对称不稳定发展的影响, 中纬度西风带内也出现一次明显的槽脊活动, 我国中东部、南海、中南半岛中部和孟加拉湾先后出现一支强东北转偏东风, 有效地增强了孟加拉湾东南部对流层低层的切变气旋涡度。在冷空气活动造成的偏东气流、前期孟加拉湾南部赤道附近维持的偏西气流、南亚高压西南侧强高空辐散和高位涡的共同作用下, 孟加拉湾夏季风暴发性涡旋或风暴逐渐生成。风暴加强北上进一步促使了副热带高压带在孟加拉湾东部断裂以及孟加拉湾夏季风的暴发。

**关键词:** 西北太平洋热带气旋; 南亚高压; 孟加拉湾热带风暴; 亚洲夏季风。

## 1 引言

亚洲夏季风作为影响夏季天气特征的重要系统, 很早就受到气象学家的关注, 对亚洲夏季

风研究的一个重要方面是夏季风暴发的研究。对亚洲夏季风的暴发研究主要包括亚洲夏季风暴发进程、暴发机制和暴发指标等多个方面。亚洲夏季风暴发进程的气候特征研究:1980年代的学者指出亚洲夏季风区分为印度季风区以及东亚季风区。1990年代后期的研究认为南海夏季风和印度夏季风暴发前期,还存在孟加拉湾夏季风的暴发阶段(Wu and Zhang,1998)。Xu等(2001)和毛江玉(2001)的研究都证实了亚洲夏季风暴发的三个阶段特征。亚洲夏季风暴发机制研究:季风环流是反 Hadley 环流,夏季风环流的建立标志着季节的转换。一般认为,随着春季太阳北移,地表接受到的太阳最大辐射值也向北移动,远离赤道地区,这样暖的地区就位于赤道以外较高的纬度,在热力作用的驱动下,形成反 Hadley 环流,这是季风环流形成的根本原因。Plumb等(1992)和 Emanuel等(1995)研究认为,在无黏、稳定近似下,只有加热强迫出的反气旋涡度抵消地转涡度时,即绝对涡度为零的时候才能产生经向环流。因此,只有加热足够强时,夏季风环流才能建立。另外,由于地表植被特征不同,对太阳的辐射加热响应特征不同,造成大气中热源分布也不同。这就形成夏季风环流不同的区域特征。除了海陆分布以及大地形的影响,亚洲夏季风的暴发还和其他很多因素有关。陶诗言等(1983)指出,南半球大气环流的变化对亚洲夏季风的暴发和推进起着触发作用,南半球寒潮的暴发可以激发亚洲夏季风暴发。同时研究还表明,夏季风的暴发还和暴发性涡旋有关,研究者(Ananthakrishnan *et al.*,1968)认为印度夏季风暴发前和季风维持期间,在孟加拉湾和阿拉伯海东部经常出现气旋性涡旋的迅速发展。

以往关于季风暴发前热带风暴的研究重点多为孟加拉湾和阿拉伯海海域,对发生在西北太平洋(包括南海)的热带气旋对孟加拉湾夏季风暴发的影响研究较少。关于亚洲夏季风和西北太平洋热带气旋活动关系研究主要集中在夏季风暴发后西北太平洋热带气旋的生成和活动特征。已有的研究表明,西北太平洋热带气旋活动与亚洲夏季风的活跃与中断或季风槽的位置和强度变化有关。针对亚洲夏季风暴发前西北太平洋热带气旋活动特征的研究较少,Mao和 Wu(2008)研究了南海热带气旋对2006年南海夏季风暴发的作用,表明当年南海夏季风暴发和热带气旋的触发有关。从多年历史资料的统计结果来看(黄菲等,2010),南海夏季风暴发前后西北太平洋(南海)热带气旋活动有明显变化,暴发后3候西北太平洋热带气旋个数和活动频率比暴发前3候明显增强,表明南海夏季风暴发有利于西北太平洋(南海)热带气旋生成,另一方面,大多数南海夏季风暴发偏早年份,南海夏季风暴发前两候和暴发后西北太平洋有热带气旋活动,大多数南海夏季风暴发偏晚年份,暴发前2候及暴发后西北太平洋没有热带气旋活动,这一结果表明,南海夏季风暴发偏早有可能和西北太平洋热带气旋活动有一定的关系。

气候平均而言,亚洲夏季风暴发前(4—5月),在海陆热力差异造成的非均匀感热加热和中南半岛对流潜热加热的作用下,北半球对流层高层反气旋(南亚高压)中心迅速在中南半岛上空生成(Liu *et al.*,2012)。南亚高压除了受感热加热的影响外,潜热加热对其短期变异也起到重要的影响。以往研究表明,盛夏季节台风强潜热释放对南亚高压的非对称不稳定发展有重要影响(Guo and Liu,2008)。理论上讲,春末夏初西北太平洋热带气旋活动释放大量潜热,应该对南亚高压的发展造成影响。2008年孟加拉湾和南海夏季风暴发均早于气候平均值,并且在孟加拉湾夏季风暴发前,南海海域有台风活动,因此,本文选取2008年作为研究个例来分析亚洲夏季风暴发前西北太平洋热带气旋活动对对流层高层反气旋的影响。并利用数值模式模拟验证所得到结论的合理性。

## 2 资料和模式介绍

### 2.1 资料

本文研究工作中所用的资料包括:(1)TRMM 3B42 数据(Huffman *et al.*, 2007);时间分辨率为 3 h 1 次,空间分辨率为  $0.25^{\circ}$  (经度)  $\times$   $0.25^{\circ}$  (纬度);(2)Global Precipitation Climatology Project (GPCP)降水数据(Huffman *et al.*, 2001);时间分辨率为 1 d 1 次,空间分辨率为  $1^{\circ}$  (经度)  $\times$   $1^{\circ}$  (纬度);(3)NCEP/NCAR 再分析资料两套(Kalnay *et al.*, 1996);(4)Joint Typhoon Warning Center (JTWC) 最佳路径数据集(Yu *et al.*, 2007);(5)风云气象卫星数据:1 h 或 30 min 一次云图;6 h 一次云导风(AMV,许健民等,2006)数据;1 h 一次 TBB 和 OLR 数据,空间分辨率为  $1^{\circ}$  (经度)  $\times$   $1^{\circ}$  (纬度)。

### 2.2 模式介绍

本文利用的模式为中国科学院大气物理研究所大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室(IAP/LASG)发展的气候系统模式 FGOALS2(Flexible Global Ocean-Atmosphere-Land System model, Bao *et al.*, 2010)。

气候模式 FGOALS2 的大气环流部分为 SMAIL(版本号为 2.4.7)。该谱模式的大气部分水平分辨率取 42 波菱形截断,即水平分辨率为  $2.8125^{\circ}$  (经度)  $\times$   $1.67^{\circ}$  (纬度),在垂直方向上,采用混合坐标,从地面到 2.19 hPa 分为 26 层。

如果关闭海洋部分的 LICOM 模式,耦合模式还提供了一种气候海表温度的积分方法,在此积分方式中,海表温度为月平均的气候数据(Hurrell *et al.*, 2008),在积分过程中,把月平均数据线性差值成日平均数据提供给大气模式。模式从 1 月 1 日 00 时开始积分,模式初始场为 NCEP 气候平均值。

## 3 2008 年 01 号热带气旋潜热释放对南亚高压非对称不稳定的影响

### 3.1 2008 年 01 号热带气旋“浣熊”

2008 年亚洲夏季风暴发前期,一个重要特征为南海海域有热带气旋活动(图 1),它是近 60 a 来登陆我国最早的热带气旋(对于“浣熊”台风,我国编号为 1, JTWC 热带气旋数据中的编号为 2, 由于 JTWC 热带气旋数据中编号为 1 的热带气旋发生在 1 月 12—17 日,最强的强度只有热带风暴等级,该热带气旋只有编号没有命名)。4 月 13 日开始,菲律宾东南沿海开始出现有组织的低压云团,低压中心登陆菲律宾的棉兰老岛后,向南海东南部海域移动并逐渐加强,于 4 月 15 日加强为热带风暴,并开始编号,热带风暴继续向西北方向移动,4 月 16 日加强为强热带风暴,随后强度迅速加强为台风,偏北移动分量增加,18 日强度达到最强。从极轨气象卫星监测图像(图 2)可以看出,17 日下午台风中心位于西沙群岛附近,中心出现明显眼区,云墙上暗影清晰可见,说明对流发展异常旺盛,台风外围的螺旋云带清晰,结构对称,东北侧的云带发展较旺盛。“浣熊”向陆地靠近的过程中强度迅速减弱,19 日 14 时左右以热带风暴强度在广东省阳江市登陆,并于 19 日停止编号。



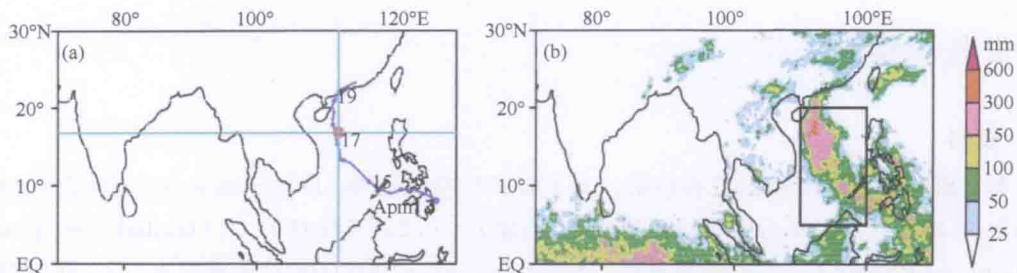


图1 (a)0801号台风“浣熊”路径图和西沙站位置;(b)2008年4月13—19日累计降水量(单位:mm)



图2 2008年4月17日极轨气象卫星热带气旋监测图像

台风“浣熊”在南海中北部活动期间,一直维持较强的强度。从移动路径和 TRMM 卫星反演的大于 25 mm 的累计降水来看(图 1b),主要影响区域为( $10^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$ ,  $110^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ )。“浣熊”影响过程中(4月13—19日),南海中北部出现大范围 150~300 mm 的总降水量,部分区域的降水量超过 300 mm。因此,在热带气旋活动期间,南海海域上空有强的潜热加热,台风对南海海域上空的热状况有明显的影

响。从过境的 NOAA-16 气象卫星微波辐射计反演的温度可以看出(图 3),4月17日21时,台风强度为台风等级时,受强降水潜热加热的影响,整个热带气旋区域 500~150 hPa 高度出现明显的正温度距平区,最强加热区出现在 300~200 hPa 左右高度的热带气旋中心附近,而 500 hPa 以下对流层出现负温度距平(图 3)。

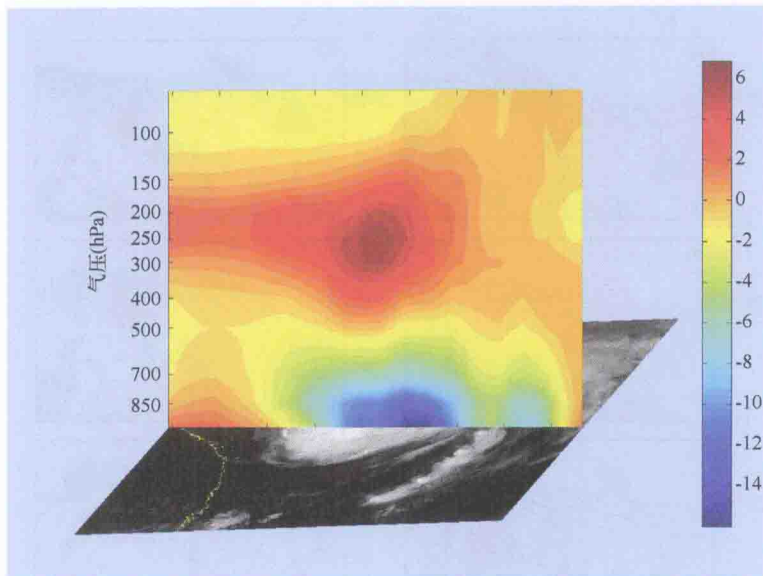


图3 2008年4月17日21:03(UTC)NOAA-16气象卫星微波温度计反演温度距平垂直分布  
(温度距平:温度减去区域平均,单位K,刘年庆提供)

### 3.2 “浣熊”活动期间降水和南亚高压的演变

为了分析加热对大气环流的影响,吴国雄等(2002)通过经典涡度方程推导出了全型垂直涡度方程,略去摩擦和大气热带结构项的其表达式为:  $\frac{d\zeta_z}{dt} + \beta v + (f + \zeta_z) \nabla \cdot \vec{V} \approx \frac{1}{\theta_z} \zeta_a \cdot \nabla Q$ 。在对流凝结潜热最大值的上方,  $\partial Q / \partial z < 0$ ,反气旋发展,同时由于水平非均匀加热,在加热区的北侧局地垂直涡度变化为负值,反气旋发展。

从前面理论分析和以往研究可知,强潜热释放可以造成加热区域附近上空反气旋增强。2008年4月13—19日台风活动期间,南海中北部海域大范围地区出现150 mm以上的累计强降水,该地区对流层中上层有明显的潜热加热和温度正距平区域。

图4给出了台风“浣熊”活动期间日降水量和200 hPa位势高度场分布。14日热带气旋进入南海东南部,降水增强,南海地区的200 hPa位势高度场也随之增强,12440 gpm等值线覆盖了南海大部分海域。随着热带气旋向西北方向移动,15—16日降水强度明显增强,16日南海中部开始出现70 mm以上日降水,15日开始12440 gpm等值线扩展到海南岛和孟加拉湾东部,12450 gpm线控制了南海大部分海域。18日热带气旋强度达到最强,降水开始减弱。19日200 hPa位势高度场达到最强,12470 gpm等值线覆盖了南海中西部、中南半岛以及孟加拉湾东部海域。20日降水减弱后,位势高度开始减弱。以上分析表明,在南海热带气旋活动期间,伴随着强降水的产生,南海、中南半岛、孟加拉湾以及我国华南沿海地区对流层高层位势高度显著增强,南亚高压发展。



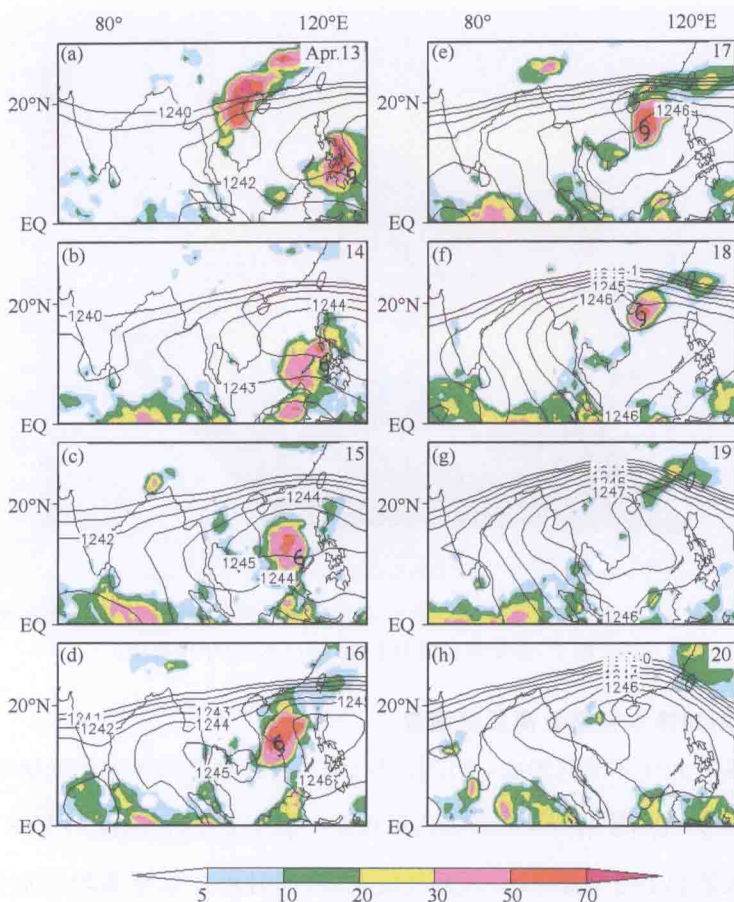


图4 2008年4月13—20日200 hPa位势高度场(黑色等值线;单位10 gpm,等值线间隔为1)和GPCP日降水量(填色;单位mm),6为热带气旋中心位置

### 3.3 “浣熊”活动前后南亚高压演变和行星涡度平流

图5给出了南海热带气旋“浣熊”活动期间以及活动过后200 hPa高度场、流场和行星涡度平流( $-\beta v$ )的演变。4月13—19日,台风向偏北方向移动的过程中,南亚高压中心区域的高度由12420 gpm增强到12470 gpm(图4),并且南亚高压的反气旋中心位置由菲律宾以东洋面逐渐向西北方向移动(图5a—d),19日中心位于中南半岛中部。南亚高压强度增加和中心西移的同时,南亚高压中心东侧偏北风发展,正行星涡度平流逐渐增强;南亚高压西侧偏南风发展,负行星涡度平流增强。因此,在对流层高层大气中形成纬向非对称涡度强迫。该涡度强迫对后期“浣熊”消亡后,南亚高压的演变起重要作用,可以触发南亚高压的不稳定发展,进而导致在南海区域台风潜热加热消亡后,南亚高压中心持续西行。

4月19日,“浣熊”在广东沿海登陆后迅速消亡,南亚高压中心和200 hPa西风带高压脊开始随着西风带向东传播(图5d—f)。21日后,我国北部副热带西风带内新的槽脊系统开始发展。当脊发展时,脊前(后)偏北(南)风增强,为正(负)的行星涡度平流,脊前(后)正(负)行星涡度平流有利于南亚高压在东(西)部减弱(增强),因此南亚高压中心再次向偏西方向移动(图

5f—h)。25 日(图 5g),西风带高压脊线位于  $90^{\circ}\text{E}$  附近,低压槽位于我国大陆东部。脊前强偏北气流伴随着强烈正行星涡度平流占据了我国中东部大部分地区。27 日(图 5h),在反气旋中心东侧  $12460\text{ gpm}$  线附近,正行星涡度平流显著发展,范围覆盖了安达曼海以及泰国湾。纬向非对称涡度强迫进一步增强,正涡度平流影响到孟加拉湾南部,有利于该地区垂直运动的发展。

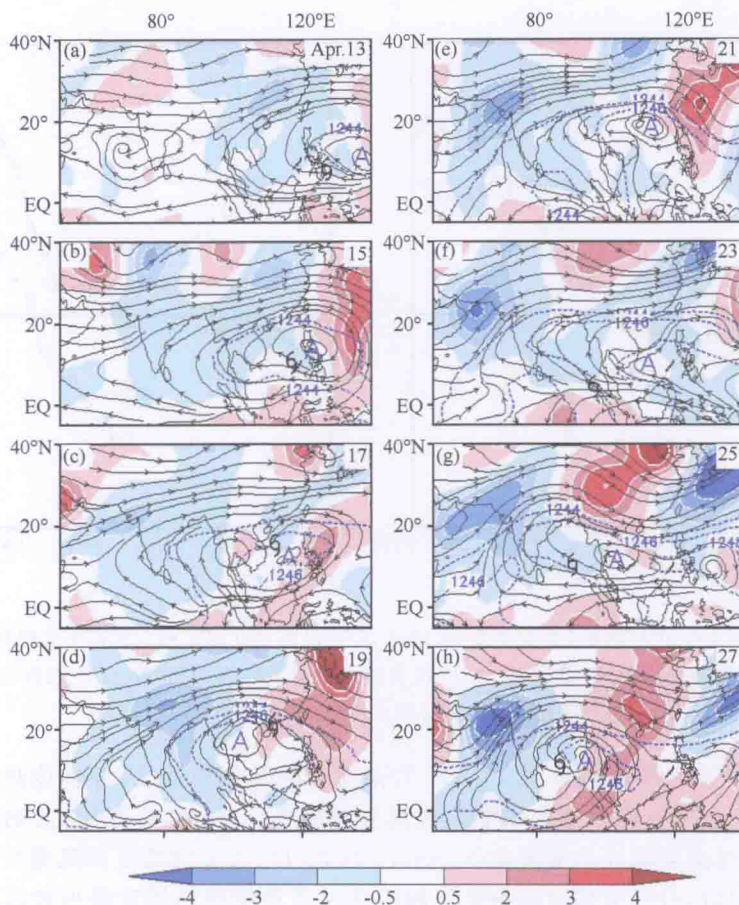


图 5 2008 年 4 月 13—27 日 200 hPa 位势高度场(蓝色虚线,单位 10 gpm)、流线以及行星涡度平流(阴影,单位  $10^{-10}\text{ s}^{-2}$ ),A 为反气旋中心位置,9 为热带气旋中心位置

#### 4 2008 年南亚高压非对称不稳定发展对孟加拉湾夏季风暴发的触发作用

2008 年,南海热带气旋“浣熊”活动过程中,对流层高层反气旋发生显著改变。并且,“浣熊”消亡后 4 日,孟加拉湾有热带风暴生成并触发了孟加拉湾夏季风暴发,本部分将分析孟加拉湾夏季风暴发前孟加拉湾风暴的生成过程,期待发现前期南海热带气旋潜热加热造成的对流层反气旋(南亚高压)的发展和孟加拉湾夏季风活动的联系。