

0908号台风“莫拉克”路径异常及造成台南暴雨灾害的诊断分析

徐丽丽, 郑晓琴, 邓小东, 于 芸, 徐婷婷

(国家海洋局东海预报中心, 上海 200081)

摘要:利用 T213 客观分析场和预报产品、GMS 卫星水汽云图资料及常规预报资料, 分析了 0908 号台风“莫拉克”的特征, 进一步研究了其路径异常, 移动缓慢、长时间维持以及对台湾中南部造成历史罕见“八八水灾”的原因。结果表明: (1) 莫拉克移动速度缓慢主要因为副高引导气流弱以及洋面上存在三台风相互牵制效应; (2) 长时间充足的水汽输送、高层强辐散低层强辐合的高低空环流配置形势是莫拉克长时间维持, 并造成台南暴雨的主要原因; (3) 云图上的热带水汽羽对暴雨的落区和强度有很好的指示作用, 莫拉克中心东南部始终维持较强的热带水汽羽, 给台南及闽北浙南带来大暴雨。

关键词:台风“莫拉克”; 路径异常; 长时间维持; 台南暴雨; 物理量诊断分析

中图分类号:P444 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-0239(2010)03-0045-08

1 引言

2009 年第 8 号台风“莫拉克”于 8 月 4 日 02 时在琉球群岛东南部海面生成(21.1°N、135.6°E), 5 日 14 时加强为台风, 在台湾东部近海停滞约 12 小时后, 于 7 日 23 时 45 分在台湾花莲市沿海登陆, 登陆时中心附近最大风力 13 级(40 m/s), 登陆后横穿台湾中部地区, 8 日 9 时进入台湾海峡, 9 日 16 时 20 分在福建省霞浦县沿海再次登陆, 登陆时中心附近最大风力 12 级(33 m/s), 登陆后莫拉克向偏北方向移动, 强度缓慢减弱。

台风“莫拉克”台风吹袭台湾时, 恰为 1959 年台湾史上最严重水患——“八七水灾”50 周年。又因为在 8 月 8 日台风“莫拉克”在台湾中南部多处降下刷新历史纪录的大雨, 亦称“八八水灾”。台风“莫拉克”在福建霞浦县再次登陆后, 带来狂风暴雨, 一路北上, 福建、浙江、江苏及安徽共紧急疏散超过 140 万人, 超过 880 万人受灾。其中华阳降雨 800 多毫米, 属百年一遇, 苍南县城出现 50 年一遇大雨, 雨量亦超过 800 mm, 温州雨量则超过

700 mm, 出现多处山体塌方及泥石流等次生灾害, 据统计, 莫拉克带来的损失至少 34 亿美元。

各家预报机构对台风“莫拉克”移动路径预报均出现了误差。为什么台风“莫拉克”屡放鸽子? 台风“莫拉克”又为什么会给台湾带来 50 年最大水灾? 本文通过对台风“莫拉克”特征的总结和移动路径的分析, 从天气学原理高空形势、动力热力学物理量场及卫星云图分析等多角度研究其原因, 旨在找出造成台风“莫拉克”路径异常以及对台南造成重大水灾的原因和影响因素, 为以后相似路径台风预报提供参考, 进一步提高台风路径预报准确度; 同时为政府防灾减灾决策提供有效信息, 最大程度减少灾害损失。

2 台风“莫拉克”特征分析

2.1 路径移向多变、两次登陆、稳定怪异交替

台风“莫拉克”路径经历了西北-偏西-偏北-登陆后偏西-穿过台湾海峡后偏北行 5 个阶段。台风“莫拉克”从 4 日 02 时生成后向西北行; 5 日 20 时起

收稿日期: 2009-11-28

基金资助: 上海市科学技术委员会科研计划项目课题——“江海直航”航线海域综合安全保障系统应用研究 项目编号 09DZ1201201

作者简介: 徐丽丽 (1984-), 女, 助理工程师, 主要从事海洋天气预报、海浪预警报工作。E-mail: xulily_713@yahoo.com.cn

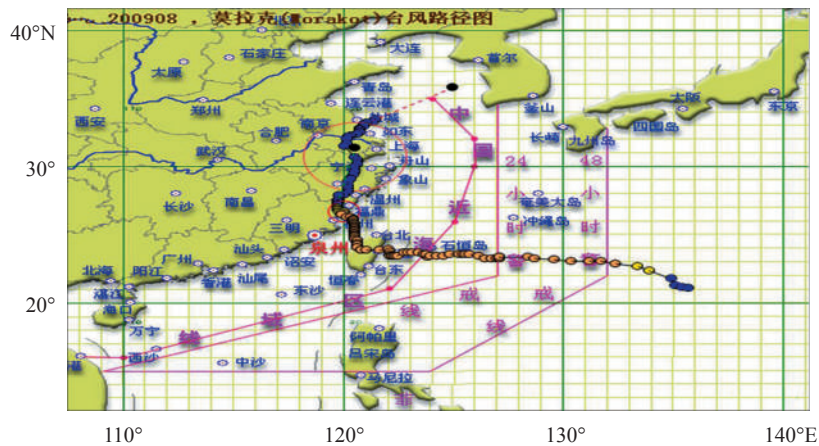


图1 “莫拉克”台风移动路径

稳定偏西行,维持了47个小时;7日20时台风“莫拉克”从偏西行直接转为偏北行,3小时后,从偏北行直接转为偏西行直至登陆台湾岛;从8日8时起台风“莫拉克”移动方向基本以北东北为主,在福建省霞浦县沿海再次登陆时的4个小时内移动方向为偏西。台风“莫拉克”移动路径怪异,二次转向持续时间不长,但都呈 $80^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 角,较为特殊。

2.2 台风“莫拉克”移速缓慢、中途停滞打转

台风“莫拉克”移速开始由慢变快,再由快减慢,从6日14时~8日8时近40多个小时内,移速

基本稳定在 $10\sim 15\text{ km/h}$ 之间;台风“莫拉克”从进入台湾海峡后,移动速度再次减慢到 5 km/h ,这种速度一直维持到台风“莫拉克”二次登陆后进入浙江北部(10日08时),移动速度又从 5 km/h 增大到 10 km/h 。直至进入黄海消失为止。

2.3 台风强度强、维持时间长

台风“莫拉克”从4日02时编报为热带风暴,5日14时发展为台风,7日23时强度达鼎盛期,中心气压 955 hPa (见图2),10级风圈半径维持在 $100\sim 120\text{ km}$;中心最大风速 40 m/s 持续了43个小时(见

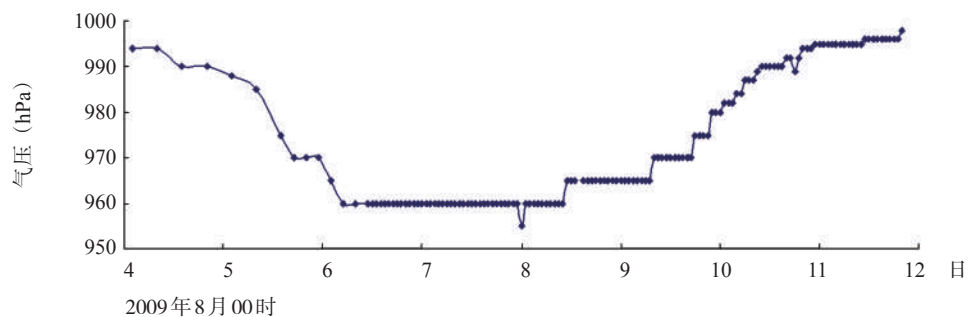


图2 台风“莫拉克”中心气压变化趋势

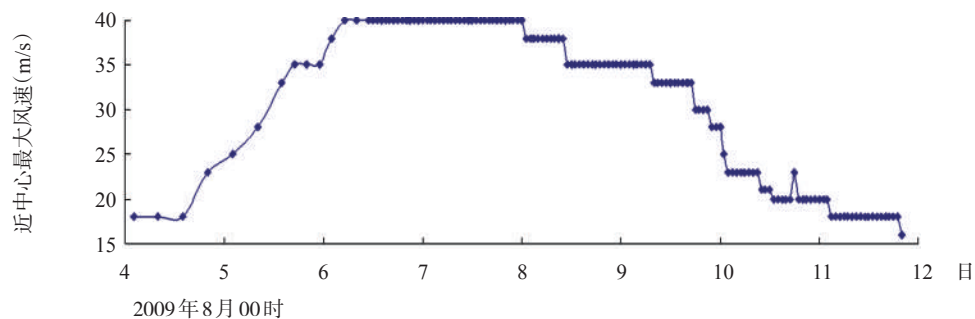


图3 台风“莫拉克”近中心最大风速变化

图3);第一次登陆台湾岛时中心最大风速略降至38 m/s,直到进入台湾海峡时中心最大风速才降至35 m/s,第二次登陆福建省霞浦县时,中心最大风速为33 m/s(见图4),登陆1个小时后,减弱为强热带风暴。两次登陆型台风一般是登陆前强度减弱,进入台湾海峡后重新发展,强度增强。台风“莫拉克”是登陆前后强度维持不变,所以给台湾岛造成重创。

2.4 云团不对称性明显,尺度范围大、雨量强、破坏力大

台风“莫拉克”生成后,随着其强度的不断加强,范围不断扩大,7级风圈半径从100 km发展至最强时的500 km。强降雨区主要出现在其移动路径的南到东南一侧,呈现出典型的非对称分布。台湾全岛年平均降雨量约为2500~2700 mm,此

次的莫拉克台风移动速度缓慢带来超乎想像的惊人雨量,据统计,8月6~10日5天之内台湾南部很多地方的雨量都超过了1000 mm,很多地方还超过2000 mm,台湾在此次风灾中的遇难人数估计已超过500人,造成台湾7000多人无家可归,财产损失逾新台币500亿元,其中农业损失超过新台币106亿元。台风“莫拉克”造成台湾50年来最重损失的台风。

3 环流背景分析

朱乾根等指出预报台风移动的着眼点要着重放在太平洋副热带高压的活动和西风带槽脊的位置和强度变化上。4日02时台风“莫拉克”编报为0908号热带风暴,500 hPa高空图上,西北太平洋

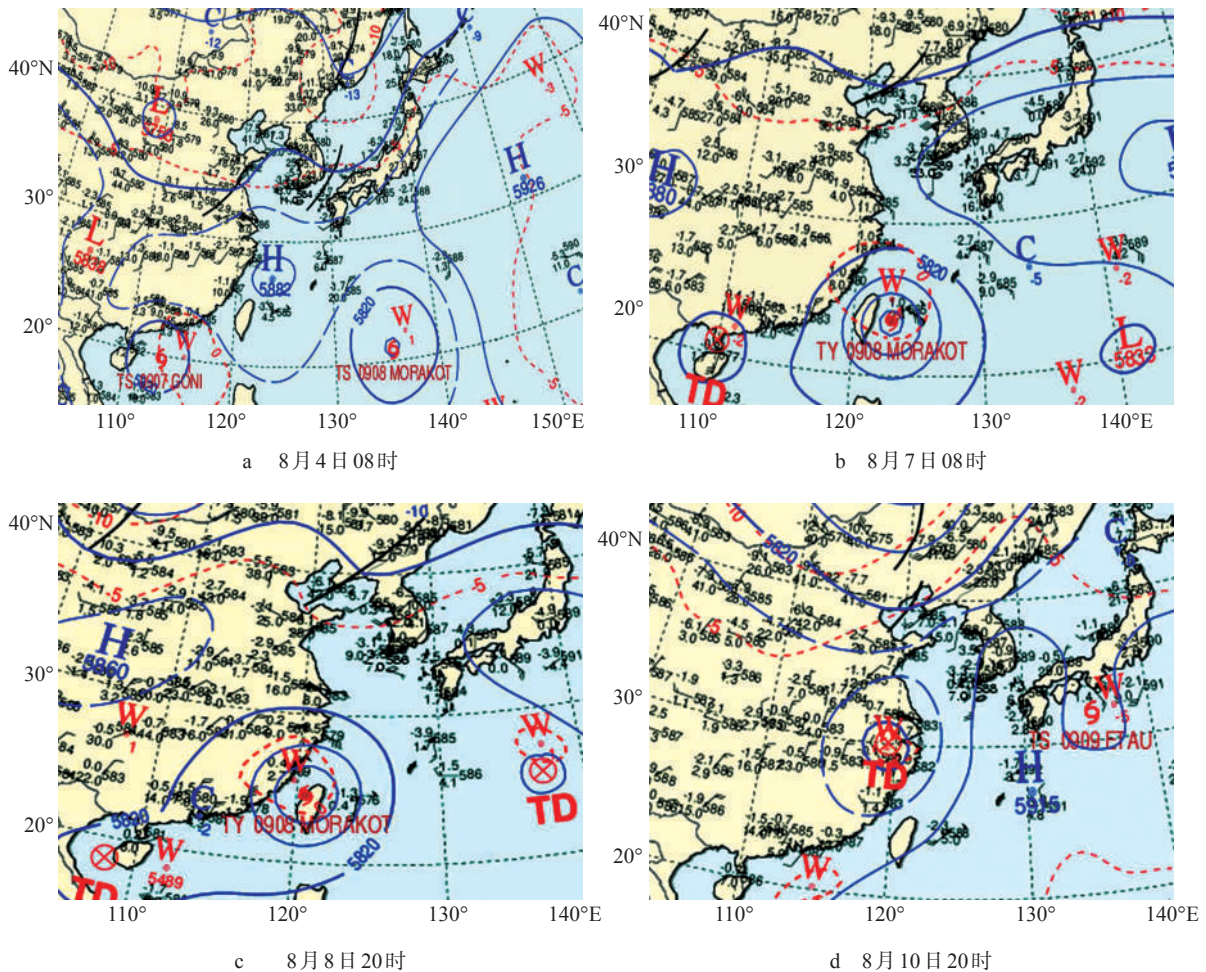


图4 500 hPa高空形势图

副高主体稳定在150°E度附近,台风“莫拉克”位于副高西侧(见图4a),受西北西方向气流引导,向西北方向移动。黄海上空弱脊东移,副高加强,从块状逐渐演变成东西向带状形势,台风“莫拉克”从副高西侧调整为副高南侧,受偏东气流引导,台风“莫拉克”转为偏西行,移动速度加快,维持在15~20 km/h左右,这种形势一直稳定地维持到7日20时。7日08时渤海上空小槽东移,副高强度开始减弱,逐渐东退(见图4b),副高引导气流偏西分量减弱,偏北分量加强(见图4c);同时台风“莫拉克”和0907热带风暴“天鹅”以及0909“艾涛”存在三台风效应;加之台湾岛地形阻挡作用越来越明显,在多种因素共同影响下,台风“莫拉克”从登陆台湾岛到再次入海的13个小时内,移动方向复杂多变,移速极其缓慢,维持在5km/h。随着0909“艾涛”向西北移动,副高东退,引导气流逐渐减弱,台风“莫拉克”主要受自身内力的作用向偏北方向移动。9日20时,河套地区浅槽东移,

10日20时(见图4d)台风“莫拉克”受槽前西南气流影响转向北东北,直至11日20时在黄海消失。

4 台南大暴雨形成的物理量条件诊断分析

4.1 水汽条件分析

水汽通量是表示水汽输送强度的物理量,充足的水汽输送是台风强度增强的一个重要原因,李英^[1]通过对台风“碧利斯”的数值实验表明:水汽输送通过影响台风的热力结构来影响台风强度,水汽凝结、潜热释放是台风获得能量维持的重要条件。南边界水汽输送对台风维持影响最为明显,其次是东边界,北边界和西边界影响微弱。

登陆前,在水平方向上台风“莫拉克”的南部一直维持着水汽通量的大值中心,西南季风为其提供源源不断的潜热能源,同时副高南侧的偏东气流从海洋上输送大量水汽,使得台风强度维持,移速缓慢;在垂直方向上,暖洋面为水汽向

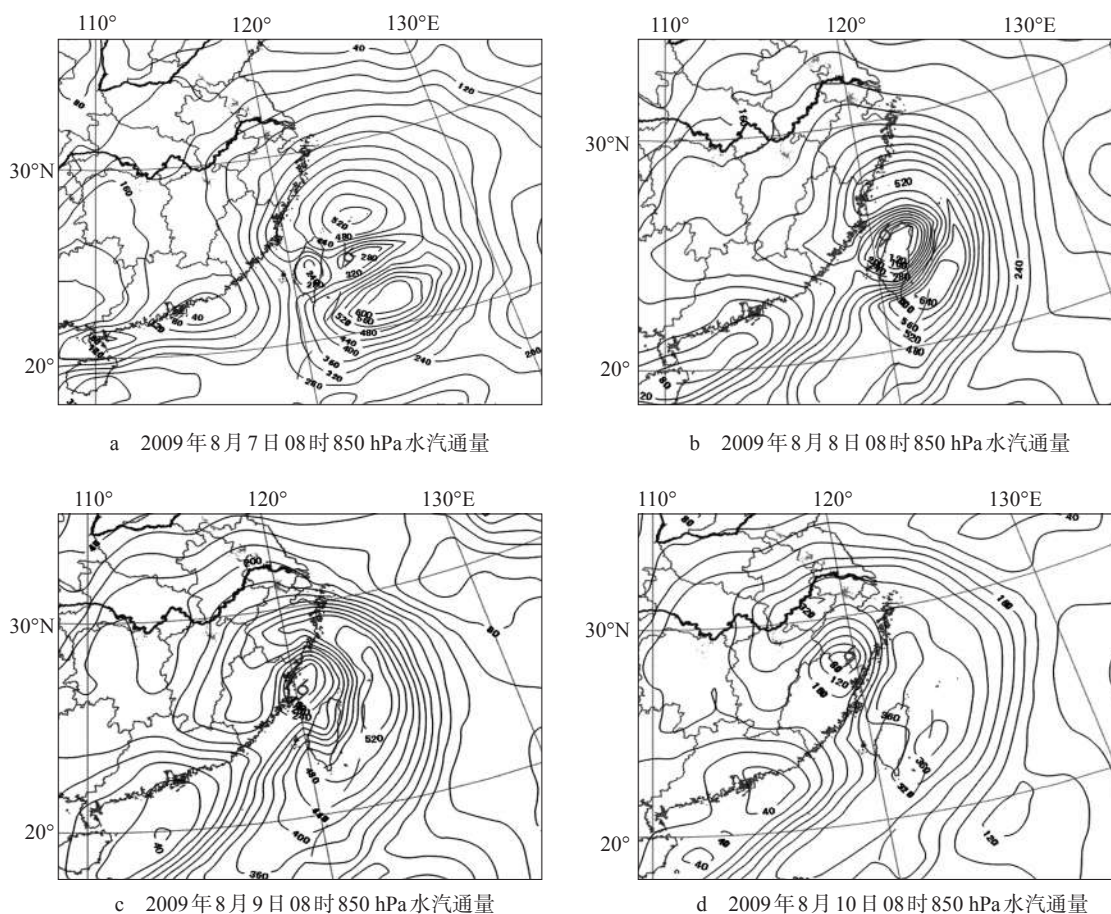


图5 850 hPa水汽通量变化图 (单位 $10^{-4} \text{ g} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)

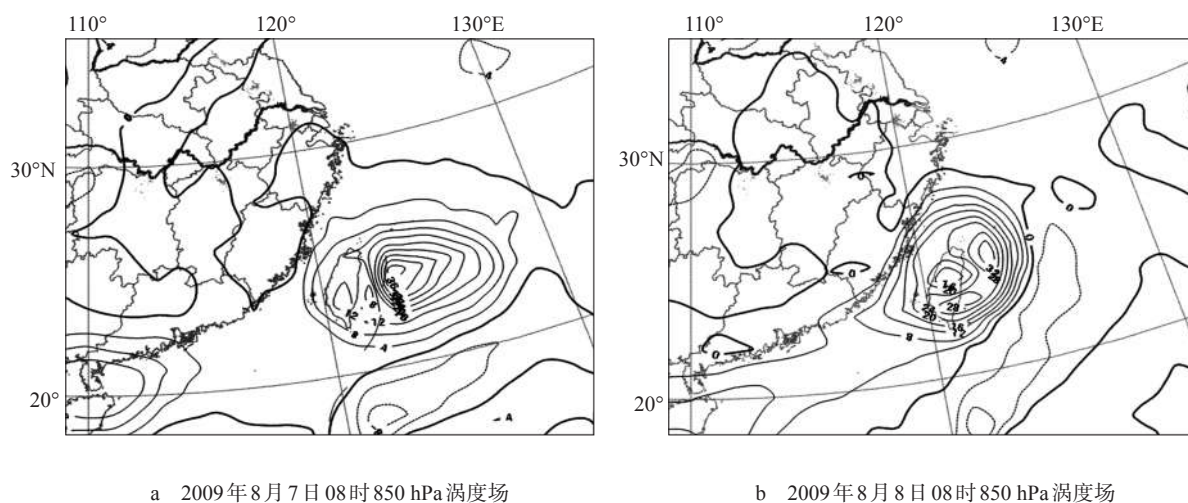


图6 850 hPa 涡度场分析图 (单位 $10^{-6} \cdot s^{-1}$)

上输送提供了非常有利的条件,积云对流释放出大量的潜热形成台风暖心,为台风提供主要能量来源。登陆后,虽然台风“莫拉克”在垂直方向上的水汽来源消失,但在对流层低层850 hPa上水汽通量极值虽然有所减小,但仍保持较大值,大值中心位于台风东部,不断从海洋湿空气中获得水汽补充,这部分水汽替代和补充了台风登陆后被切断垂直方向的水汽来源。

水汽的输送和辐合主要集中在850 hPa等海面,从8月6日开始台风“莫拉克”中心的东部和南部维持着一条弧状强水汽通量辐合带,长轴呈西南-东北向,两个极值中心,一个位于台湾岛东北部,另一个位于台湾岛东南部。台风“莫拉克”在移动过程中,其南部一直维持着水汽通量场的高值中心。7日08时中心极值达到 $600 \times 10^{-4} g \cdot hPa \cdot s^{-1} \cdot cm^{-1}$ (见图5a),8日08时增强到 $640 \times 10^{-4} g \cdot hPa \cdot s^{-1} \cdot cm^{-1}$ (见图5b),此时台湾南部地区正好位于水汽通量场两极值中心之间梯度最大处。9日08时极值中心从台风中心的南部转为偏东位置,量值从 $640 \times 10^{-4} g \cdot hPa \cdot s^{-1} \cdot cm^{-1}$ 减小到 $580 \times 10^{-4} g \cdot hPa \cdot s^{-1} \cdot cm^{-1}$,再次登陆后略有减小,10日08时减小到 $360 \times 10^{-4} g \cdot hPa \cdot s^{-1} \cdot cm^{-1}$ 。相比较0505号超强台风“海棠”影响期间,水汽通量中心最大值仅为 $480 \times 10^{-4} g \cdot hPa \cdot s^{-1} \cdot cm^{-1}$,台风“莫拉克”期间水汽通量极值之大,维持时间之长,实属历史之最。同时台风中心的东南部对应着大范围的强水汽辐

合区,而中心的西-西南侧则是水汽通量散度辐散区,整层水汽通量的这种非对称分布,使得水汽辐合系统深厚和发展,这种非对称分布恰好对应台湾中南部的强暴雨区。

4.2 涡度场分析

正涡度表示气流辐合上升,正涡度越大说明辐合上升越强烈,越有利于降水。850 hPa正涡度中心位于 $24^{\circ}N$, $123^{\circ}E$ 附近,中心量值高达 $360 \times 10^{-6} \cdot s^{-1}$ 。8月8日08时(见图6),随着台风登陆台湾岛,涡度中心极值仍然维持在较高值 $320 \times 10^{-6} \cdot s^{-1}$,正涡度强度维持,范围也未缩小,说明有气旋性环流的生成和发展。同时正涡度中心位置和台风中心位置基本相同,刚刚好位于台湾中南部。垂直流场中(图略),台风中心附近自下而上为深厚的正涡度区,最大正涡度中心位于850 hPa附近,中心西侧为大范围的深厚下沉运动区而东侧为宽广的深厚上升运动区,东南侧强烈的垂直上升运动,加之上文分析提到的充沛水汽输送,使得云系在这一侧强烈发展,并产生暴雨,这也是台湾南部发生“八八水灾”的主要原因。

4.3 散度场分析

台风“莫拉克”登陆前1000~200 hPa散度场垂直诊断分析发现,台风“莫拉克”500 hPa以下层为辐合区,以上为辐散区,辐合最强在近地层1000 hPa,之后越往高层,辐合趋于减弱,到500 hPa辐合辐

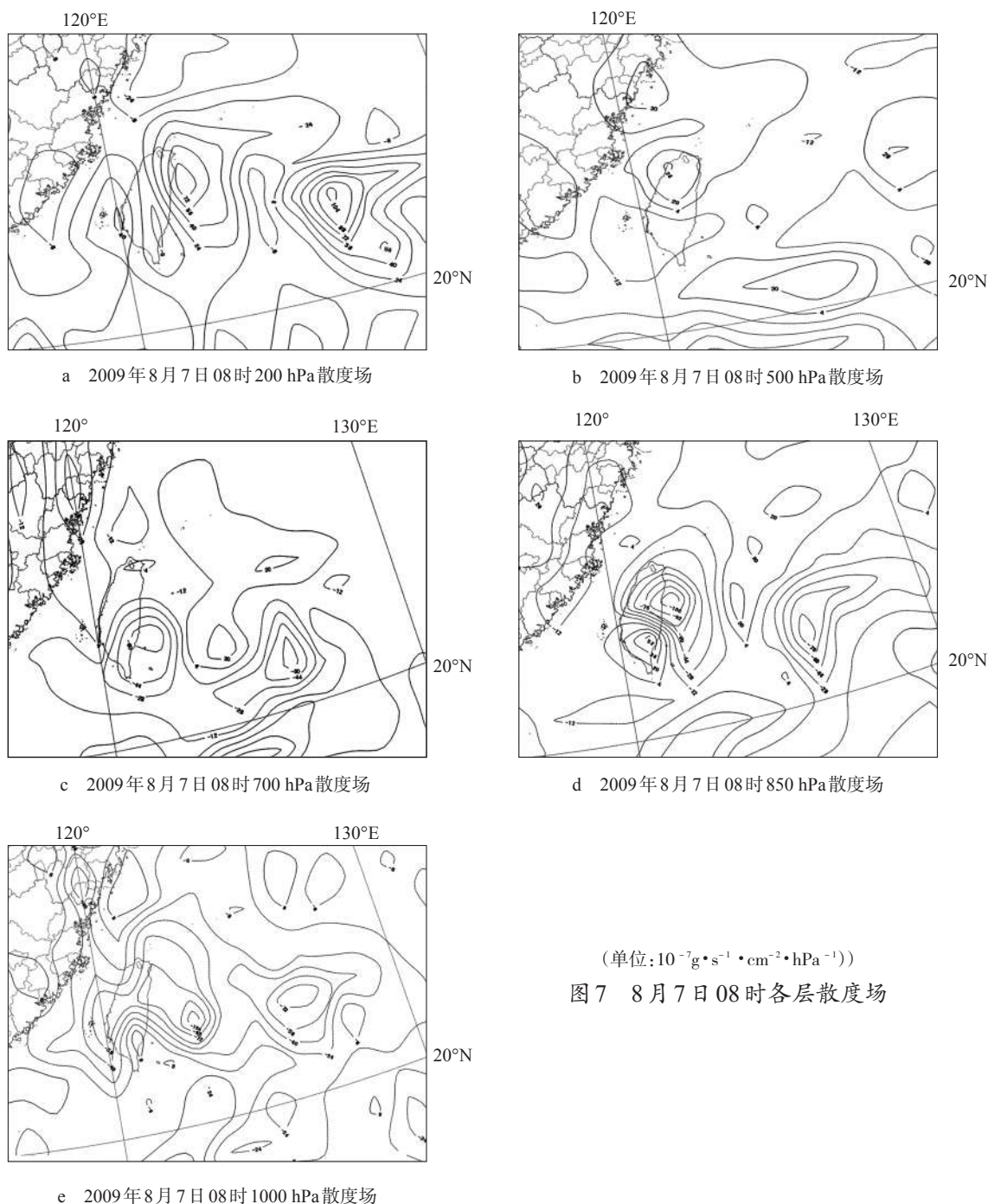
散基本处于平衡,再往上是辐散层。这种低层辐合、高层辐散的配置有利于上升运动的强烈发展,对台风“莫拉克”的加强和维持及台湾南部的强降水提供了不稳定能量(见图7)。

与台风中心对应的涡度场、散度场在台风发展过程中不断增强,在7~8日其所对应的涡度和散度达到最强,涡度的增加使得气压系统得以发

展;辐合辐散的强度,又促进了涡度的增加和上升运动的发展,这是台风在移动过程中,移速缓慢,强度维持的重要原因,也是台湾和闽折沿海出现强对流天气的主要影响因素。

5 卫星云图分析

研究表明,中尺度对流系统常伴随热带水汽



羽的出现,热带水汽羽能够显示热带天气系统和西风带天气系统的相互关系^[2]。同时水汽还是大气运动的被动示踪物,能很好地反映大尺度环流及垂直运动^[3]。因此研究水汽云图的变化,能够揭示台风“莫拉克”登陆前后非对称结构的演变及其降雨强度和落区非对称分布的成因。8月6日08时(见图8a)台风“莫拉克”中心位于台湾省东北部,台风中心东南部有条宽广的热带水汽羽,伸入台风环流中。8月7日08时(见图8b)台风靠近台湾岛,热带辐合带云系十分活跃,强盛的热带水汽

羽依然从台风东南侧输入到台风中心,此现象一直维持到8月8日(见图8c)。8月9日(见图8d),台风再次登陆北上,南部的水汽羽范围和强度有所减弱,但仍然维持。台风“莫拉克”在移动过程中,其强对流云系在台风中心南侧维持,而其西侧和北侧对流云相对较弱。强对流云系分布与强降水区一致,可见降水强度和落区的非对称分布是由云系的非对称结构直接导致的,这也是台湾南部发生罕见水灾的原因。

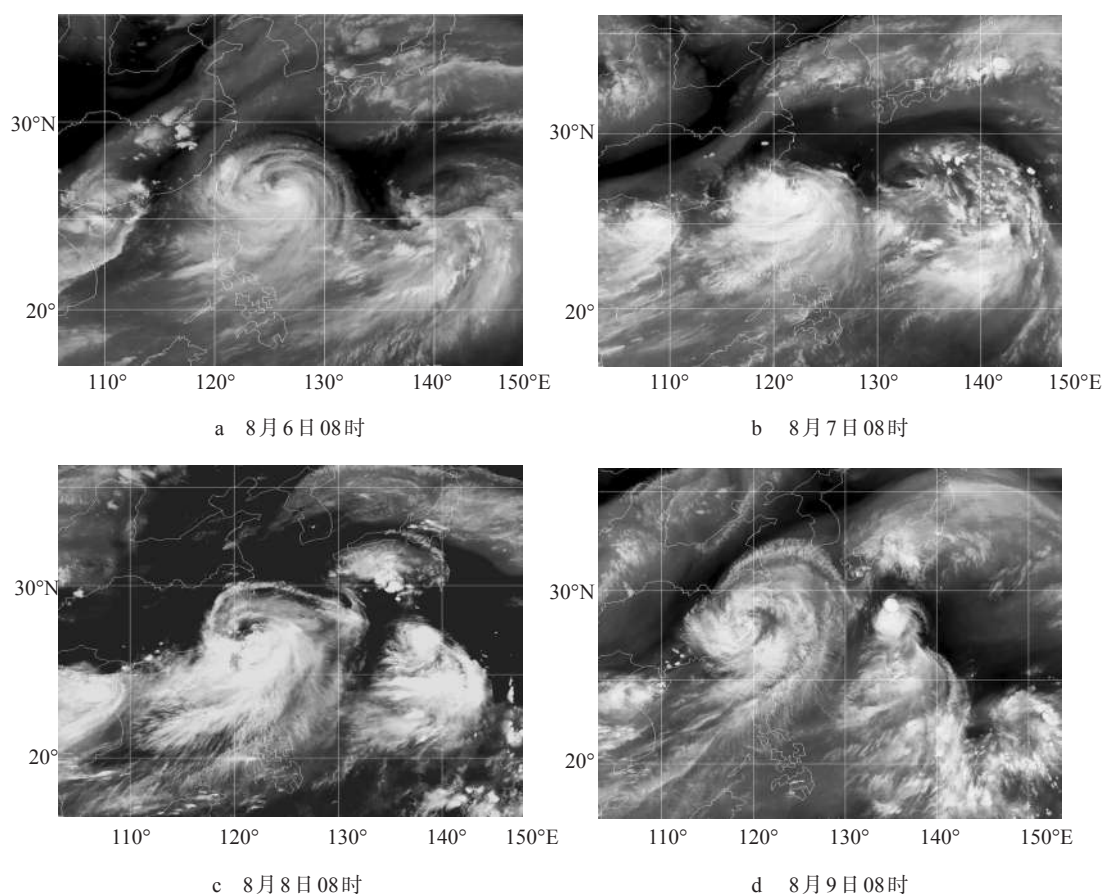


图8 卫星水汽云图

6 山脉地形对台风暴雨的作用

下垫面环境对台风暴雨有重要的作用,山脉地形在一定条件下形成的地形辐合往往是台风低

压内部制造中尺度对流系统的源^[4]。山脉对台风“莫拉克”的暴雨增幅作用非常明显,台风“莫拉克”登陆前,台湾中央山脉以西地区,普遍有偏西强风,这样已经在暴风圈内的台湾,再加上迎风坡的效应形成的地形雨,雨量更为猛烈。登陆后

进入台湾海峡,台风“莫拉克”强度有所减弱,风力减弱到12级,但是此时台湾的地形雨和暴风雨的叠加更为猛烈。据统计,8月6~10日5天之内台湾南部很多地方的雨量都超过了1000 mm,很多地方还超过2000 mm,在阿里山降下了3004.5 mm、屏东县三地门乡2908.5 mm、高雄县桃源乡2820 mm的雨量,相当于台湾一年多的降雨量,广州近两年,上海近3年,北京近6年的降雨量,使台湾遭遇了250年一遇的洪灾。

7 结论

(1) 台风“莫拉克”台风具有移速缓慢,影响范围广,强度强,维持时间长,移动路径复杂多变,两次登陆的特点。

(2) 台风“莫拉克”移动速度缓慢主要因为副高引导气流弱以及洋面上存在三台风相互牵制效应。

(3) 长时间充足的水汽输送、高层强辐撒低层强辐合的高低空环流配置形势是台风“莫拉克”

长时间维持,并造成台南暴雨的主要原因。

(4) 云图上的热带水汽羽对暴雨的落区和强度有很好的指示作用,台风“莫拉克”中心东南部始终维持较强的热带水汽羽,给台南及闽北浙南带来大暴雨。

(5) 台湾中央山脉地形也是造成台南暴雨的主要外在条件。

参考文献:

- [1] 李英,陈联寿,徐祥德.水汽输送对登陆热带气旋维持机制的数值试验[C].第十三届全国热带气旋科学讨论会会议文集,2004.
- [2] SCOFIELD R, VINCENTE G, HODGES M. The use of water vapor for detecting environments that lead to convectively produced heavy precipitation and flash floods[R]. NOAA Technical Report NESDIS 99, 2000: 66.
- [3] WELDONRB, HOLMESSJ.水汽图像在天气分析和天气预报中的解释与应用[M].郑新江,陆文杰,等译.北京:气象出版社,1994: 218.
- [4] 钮学新,朱持则.热带气旋大风圈的预报[J].热带气象学报,1997,13(4): 78 - 80.