

# 1010号台风“莫兰蒂”近海强度突增诊断分析

袁方超, 邓兆青, 陈德文

(国家海洋局厦门海洋预报台, 福建 厦门 361008)

**摘要:**利用常规天气图、卫星云图和雷达回波图及NCEP再分析资料,对1010号台风“莫兰蒂”近海强度突然加强的原因进行诊断分析。结果表明:充足的水汽补充和温暖的下垫面、高空槽东移和副高减弱、台风中心附近增强的正涡度平流、强的低层辐合和高层辐散及适宜的环境风垂直切变是“莫兰蒂”台风近海强度突然加强的主要原因。

**关键词:**台风;“莫兰蒂”;强度;水汽;涡度

**中图分类号:**P444 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-0239(2012)04-0035-07

## 1 引言

台风强度的突然加强,是台风预报上的难题,而近海台风强度的突然加强,还可能引发重大海洋灾害,给沿海地区带来极大威胁。在影响我国的热带气旋(以下简称TC)中,平均有16%的TC移到中国沿海强度增强<sup>[1]</sup>,因此近海台风突然加强的机理研究是当前台风研究的重点课题之一,具有重要的理论和现实意义。前人对中国近海TC强度突增的研究多集中于南海北部与华南沿海,如:胡春梅等<sup>[2]</sup>对华南沿岸TC登陆前强度突变的诊断分析表明突增的TC位于副高西侧或西南侧,低空有明显的西南气流卷入TC内部。于玉斌等<sup>[3]</sup>对近海热带气旋强度突变进行分析,认为台风强度变化与南亚高压、副热带高压的强弱有关,环境风垂直切变小于5 m/s是南海近海热带气旋突然增强的必要条件。李凡等<sup>[4]</sup>分析“巨爵”台风近海强度突增时发现台风中心附近正涡度增大和正涡度柱向对流层中上层伸展,台风中心附近高层辐散、低层辐合的范围和强度都在不断增大。而在台湾海峡和福建沿海的TC强度突增研究较少,本文试图从大气环流形势、环境流场诊断、下垫面

影响等方面对1010号台风“莫兰蒂”近海强度突增机理进行分析,找出影响其强度变化的一些因素,以期今后的台风预报积累经验。

## 2 数据和资料

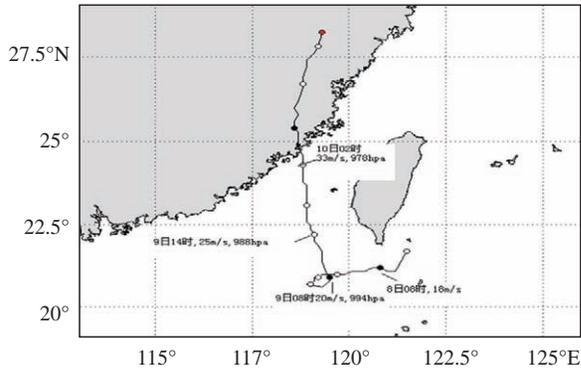
本文分析所采用的数据和资料有:中央气象台网站所公布的每6 h一次台风资料(未经校核)、韩国高空500 hPa天气图、台湾中央气象局卫星云图和雷达回波图、地面天气图及台湾海峡海温资料、美国NCEP再分析资料(水平空间分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ ,时间分辨率6 h)等。

## 3 1010号台风“莫兰蒂”概况

2010年第10号台风“莫兰蒂”于9月8日02时在台湾东南巴士海峡海面生成,先向偏西方向移动;9月9日05时在南海北部打转后转向偏北方向移动,于9月9日14时加强为强热带风暴;9月10日02时在福建省晋江市近海海面加强为台风,随后于03时30分前后在福建省石狮市沿海登陆,登陆时中心最低气压为975 hPa,中心最大风速35 m/s。“莫兰蒂”台风路径见图1。

收稿日期:2011-08-25

作者简介:袁方超(1984—),男,助理工程师,主要从事海洋预报工作。E-mail: yuanfc2712@163.com



实心黑点表示每日08时位置

图1 1010号台风“莫兰蒂”路径图

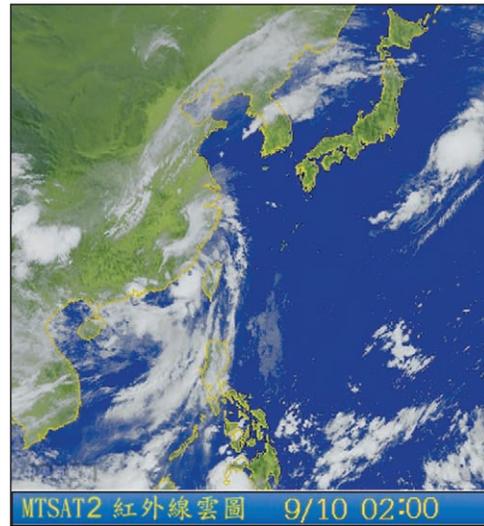
### 4 热力条件分析

#### 4.1 水汽分析

从加强卫星云图上看，在“莫兰蒂”进入台湾海峡后，由于大陆和台湾岛及菲律宾群岛地形的摩擦作用，“莫兰蒂”云团结构变得松散，但仍有源源不断的水汽从南海进入台风螺旋云带(见图2)。李英等<sup>[5]</sup>研究指出水汽输送通过影响台风的热力结构来影响台风强度。“莫兰蒂”从南海源源不断的获取水汽能量补充，水汽凝结潜热释放是“莫

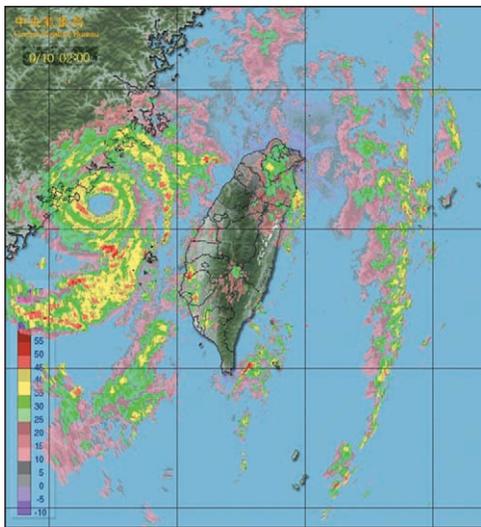


a. 9月9日20时

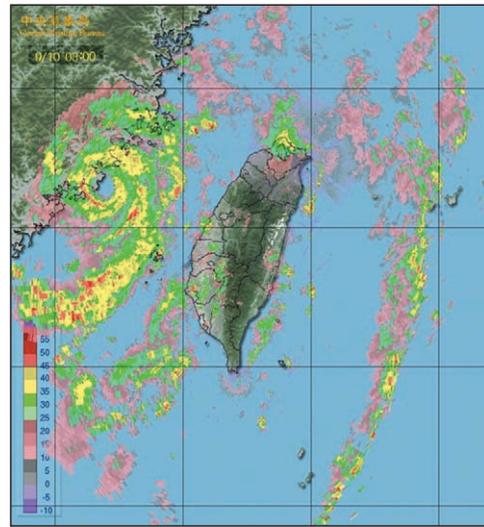


b. 10日02时

图2 “莫兰蒂”台风红外云图 (来自台湾中央气象局网站)



a. 9月10日02时



b. 10日03时

图3 台风“莫兰蒂”雷达回波图(引自台湾中央气象局网站)

兰蒂”能量维持的一个主要原因，它抵消了因地形摩擦而损耗的一部分能量，充足的水汽输送是“莫兰蒂”强度增强的一个重要原因。

从“莫兰蒂”台风雷达回波(见图3)可看出，强回波以“莫兰蒂”西南侧为主，说明强水汽对流主要发生在“莫兰蒂”中心西南侧。热带气旋中心区附近发生强对流可以驱动中低层的正涡度产生<sup>[6-7]</sup>。在“莫兰蒂”中心附近生成强的正涡度平流区，有利于“莫兰蒂”强度加强。

### 4.2 海温分析

暖湿的下垫面也是台风发生和发展的一个必要条件，暖的海面，其蒸发旺盛，通过海气间的湍流输送，使扰动层所在低层大气获得大量暖而湿的空气，加大气层间的条件不稳定性，为积云对流提供有力条件。大量研究表明，下垫面海温必须在26°—27℃以上，这是扰动形成暖心结构的

基础。分析“莫兰蒂”期间台湾海峡表层海温分布(见图4)发现，台湾海峡南部海温呈纬向分布，维持在28℃以上，较高的海温，保证了“莫兰蒂”台风能从海洋获取更多的热量，不至于因地形摩擦而能量耗散过快。“莫兰蒂”台风夜间在近海强度突增与阎俊岳的研究“台风迅速加强的频率夜间较白天为高，它与热带海洋上对流发展强烈的时间相一致”是相符的。

## 5 环流形势分析

### 5.1 500 hPa 形势特征分析

从500 hPa高空图分析，在“莫兰蒂”台风生成初期，副高分裂为东、西两环，台风在两环副高控制中间区域海面生成，并在东侧副高西南侧偏东南气流引导下向西北方向移动，9日08时起，受中纬度西风槽东移影响，副高开始减弱(见图

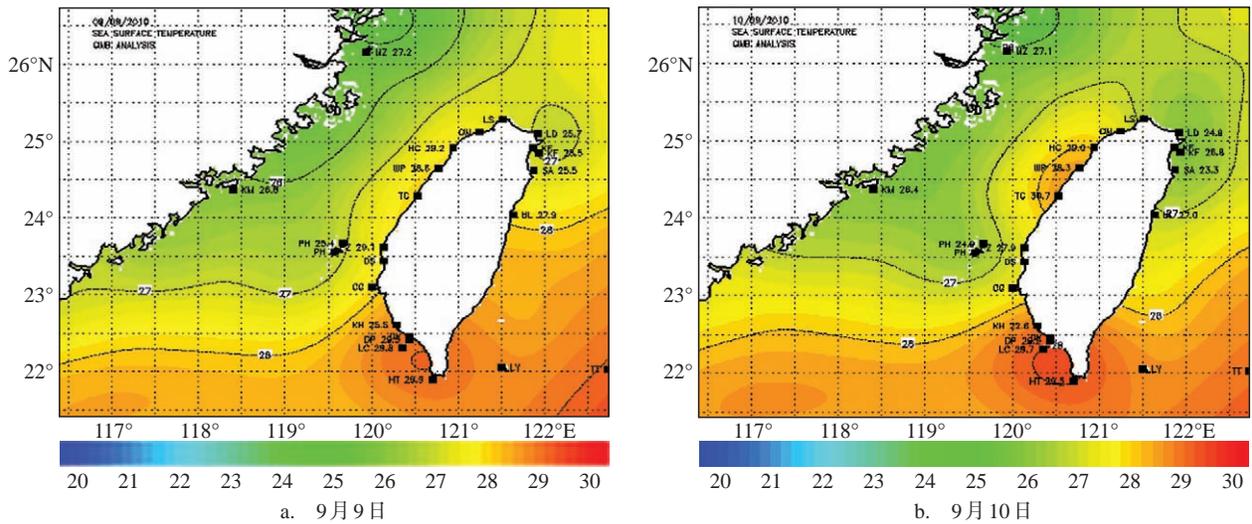


图4 台湾海峡海温分析图(引用台湾中央气象局网站)

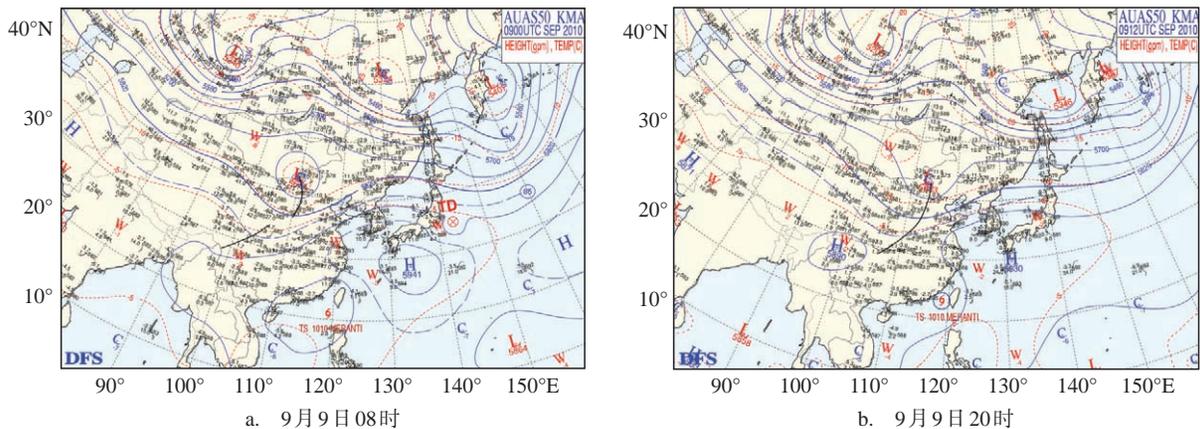
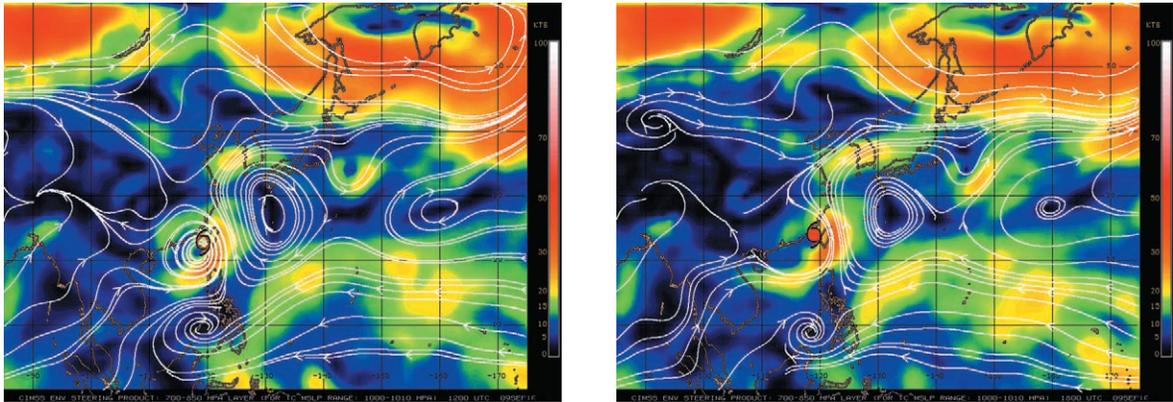


图5 500 hPa 欧亚高空图(引自韩国气象局网站)



(美国卫星反演产品)

图6 9月9日20时(左)和10日02时(右)低层流场图

5), 此时“莫兰蒂”台风转受海上副高西侧偏南气流引导向偏北方向移动。由于西风槽的东移, 加大了“莫兰蒂”台风环流北侧的气压梯度, 偏东分量增大, 有利于“莫兰蒂”台风环流气流辐合, 使得“莫兰蒂”台风在这段时间强度慢慢加强。陈联寿等<sup>[8]</sup>研究指出西风槽与TC的相对位置对TC的发展有极大的影响。20时, “莫兰蒂”台风位于东移的西风槽前, 在高空槽前正涡度平流作用下, 高空有明显的辐散, 反气旋风切变加强其高层的反气旋流出, 有利于“莫兰蒂”强度加强。

### 5.2 低层流场分析

“莫兰蒂”进入台湾海峡后, 不断有越赤道气

流和西南季风气流卷入“莫兰蒂”环流中, 增强“莫兰蒂”环流(见图6)。利用台湾地面天气图资料分析, 9日08时起, 小股弱冷空气侵入“莫兰蒂”外环流, 弱冷空气侵入台风环流北侧有利于气流抬升和潜热释放, 进一步加强“莫兰蒂”的斜压结构, 斜压能进而激发对流加强, 是导致“莫兰蒂”台风近海突然加强的一个原因。

## 6 物理量场分析

### 6.1 涡度和散度场特征分析

从850 hPa涡度场(见图7)分析, 在“莫兰蒂”进入台湾海峡后, 其最大涡度平流区受地形影响

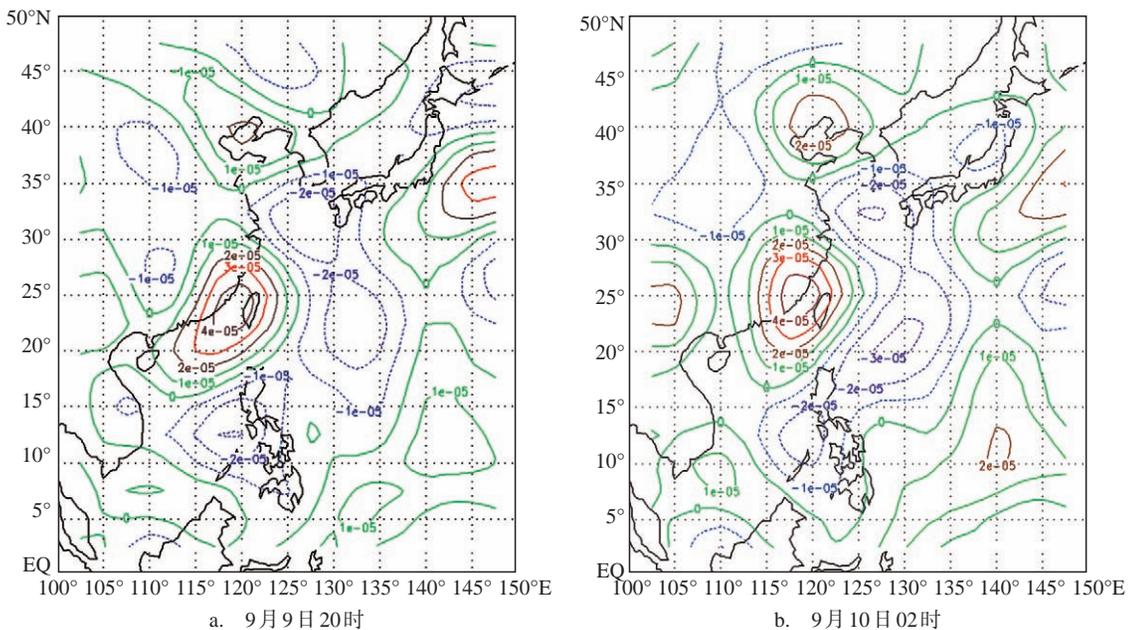


图7 “莫兰蒂”台风850 hPa涡度场图

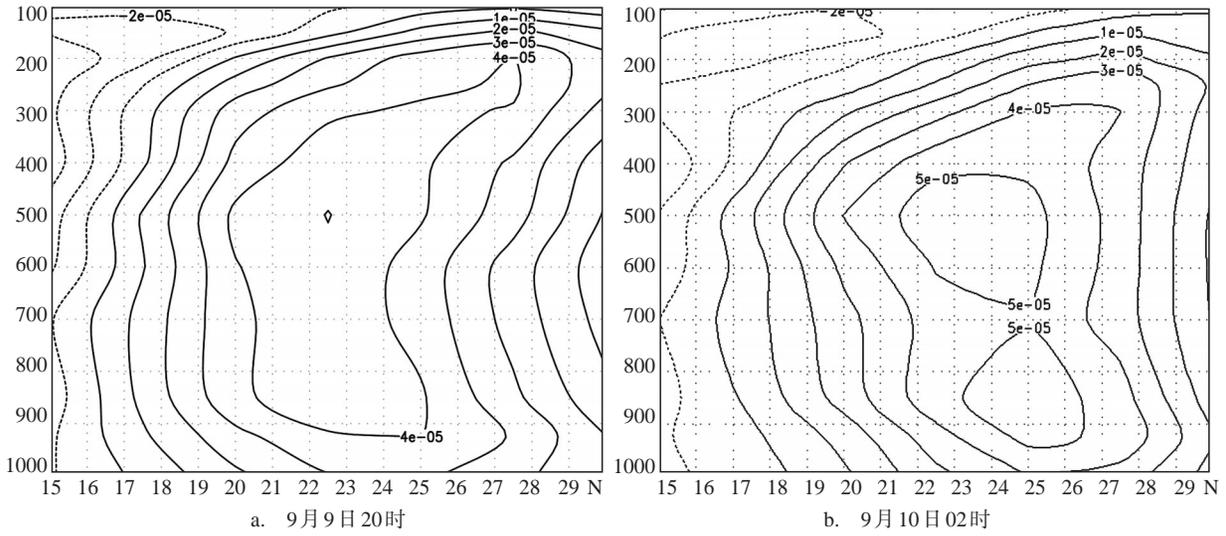


图8 台风中心涡度纬向垂直剖面图

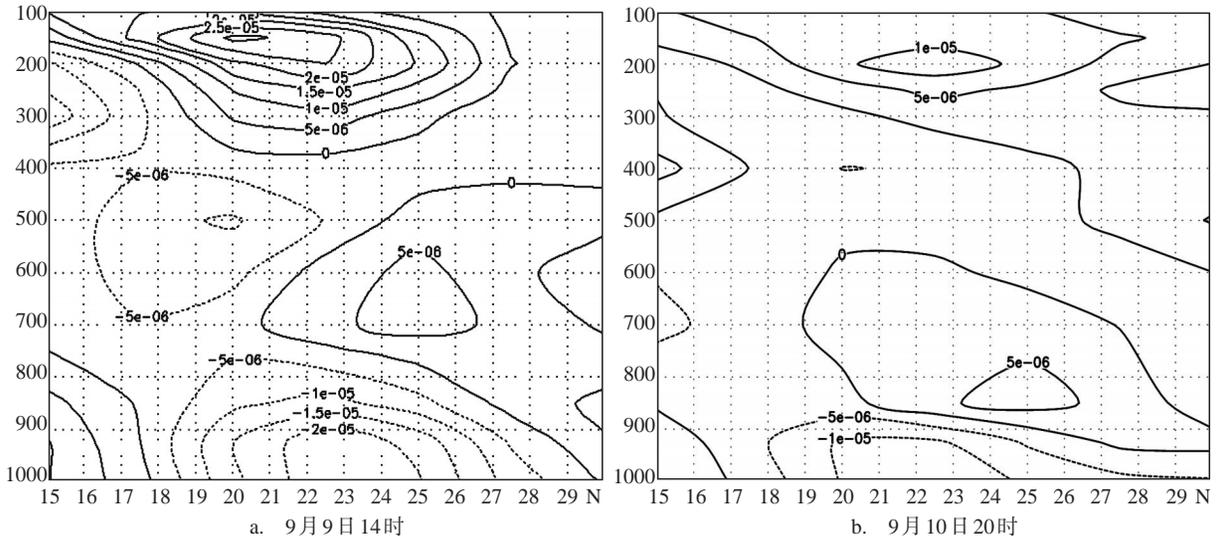


图9 台风中心散度纬向垂直剖面图

较小，最大正涡度中心位置与“莫兰蒂”台风中心位置基本一致，在其强度突增阶段，最大正涡度范围和涡度中心值迅速增大。进一步对“莫兰蒂”台风中心进行涡度纬向垂直剖面分析(见图8)，台风中心附近自下而上为深厚的正涡度平流区，在“莫兰蒂”中心附近有一个明显的正涡度柱，柱状正涡度区从底层到高层呈铅直分布，最大正涡度区位于700 hPa以下，最大正涡度中心为 $50 \times 10^{-6}/s$ 。涡度方程表明，正涡度平流越大，表明辐合上升运动越强烈，越有利于“莫兰蒂”台风强度的加强，强的正涡度平流在“莫兰蒂”台风强度加强过程中起重要作用。而“莫兰蒂”进入台湾海峡后，最大风圈半径较小，近中心环流不至于因地形摩擦而过快损耗，同时在“莫兰蒂”台风中心附近强

水汽对流活动持续，激发产生正涡度，从而在“莫兰蒂”台风中心附近始终维持强的正涡度平流区。持续的正涡度平流在“莫兰蒂”近海强度增强过程中起重要作用，是其与其他热带气旋(TC)在中国近海强度变化的作用机理的一个不同之处，其他TC在中国近海强度变化期间，正涡度平流区出现不同程度的断续。至于“莫兰蒂”台风近海强度突增期间涡度平流与其强度变化的机制还有待进一步研究。

对“莫兰蒂”台风中心散度进行纬向垂直剖面分析(见图9)，在“莫兰蒂”台风强度突增期间，低层辐合及高层辐散的强度和范围都在不断增大，低层辐合区的范围增大尤为明显，850 hPa层以下为强的辐合中心，辐合中心为 $-20 \times 10^{-6}/s$ ，而在300 hPa

层以上均为强的辐散区，辐散中心为 $25 \times 10^6/s$ 。

对“莫兰蒂”台风中心的涡度和散度垂直剖面分析表明，在“莫兰蒂”台风强度加强过程中，台风中心出现了强的正涡度平流，高空辐散和低层辐合的强度和范围不断增大，这种配置有利于上升运动，使得“莫兰蒂”中心对流发展旺盛，台风强度加强。

### 6.2 垂直速度特征场分析

垂直速度 $\omega$ 的垂直分布与散度是相配合的，在台风中心附近低层辐合、高空辐散，中心附近整层都是上升运动。台风形成的CISK理论认为整层气层的抬升有助于不稳定能量的释放，为大尺度扰动提供热能，而大尺度扰动又产生积云对流

所需的湿空气辐合，如此循环，从而导致扰动不断发展。在“莫兰蒂”强度突然增强期间，中心垂直速度迅速加强，整层上升运动范围加大，垂直上升运动柱由底层伸展至100 hPa附近(见图10)。可见垂直速度增强并从低层向上传播，使得“莫兰蒂”在近海强度发生突增。

### 6.3 垂直风切变分析

适当的垂直风切变是台风发生和发展的一个必要条件，强的垂直风切变会将对流凝结潜热迅速带离加热区，不利于台风中心的进一步增暖，而弱的垂直风切变则不足以加强扰动能量。环境风垂直切变通过计算“莫兰蒂”850 hPa和200 hPa之间距其中心5个纬距半径的全风速得到(全风速见

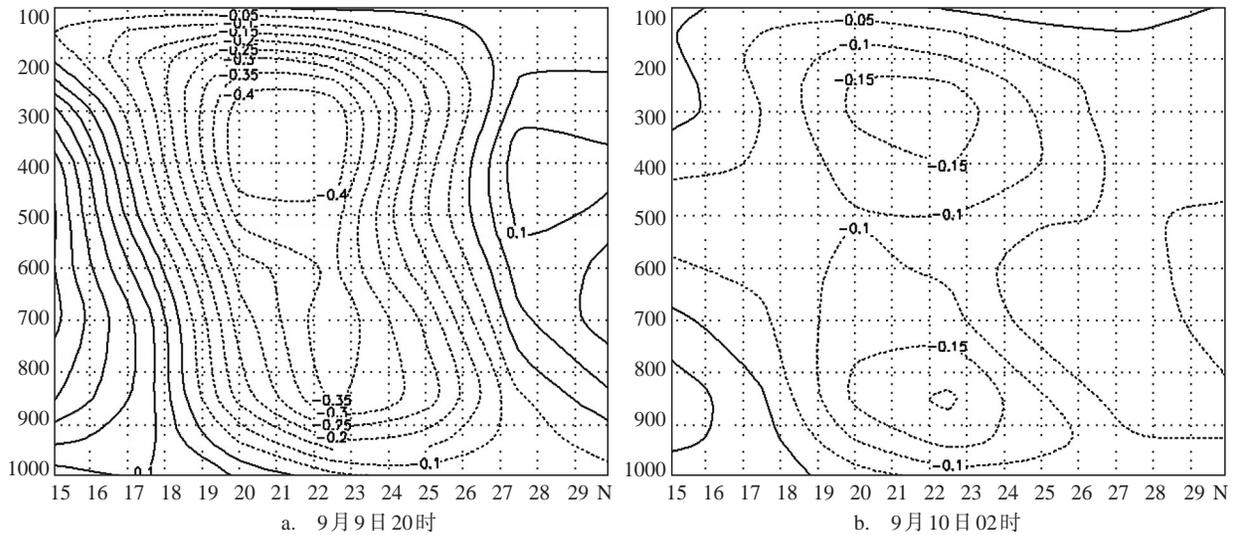


图10 台风中心垂直上升速度剖面图

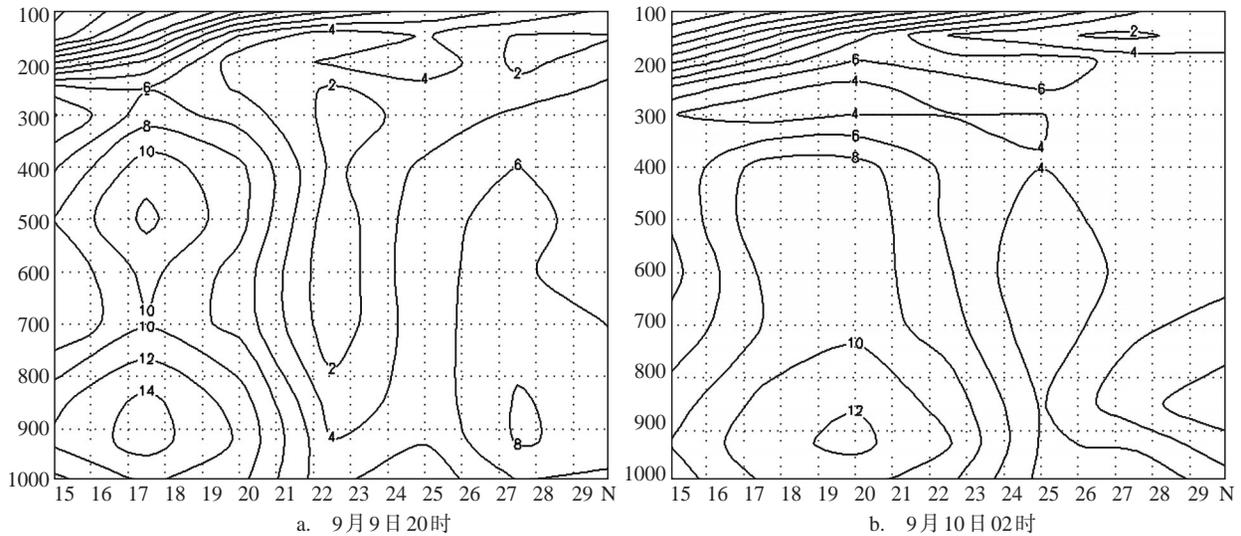


图11 台风中心垂直风切变纬向剖面图

图11)。计算分析“莫兰蒂”发展期间垂直风切变发现,在强度突增前,垂直风切变增大,在强度突增期间,垂直风切变维持在5—10 m/s,这个切变值有利于“莫兰蒂”台风强度的增强。

## 7 结论

利用常规天气图、卫星云图、雷达回波图和NCEP再分析资料,对1010号台风“莫兰蒂”近海强度突然增强进行分析,得到如下结论:

(1)“莫兰蒂”台风近海加强期间,从南海源源不断的水汽补充,台湾海峡南部表层海温呈纬向分布,且水温都在28℃以上,充足的水汽能量补充是“莫兰蒂”近海加强的一个必要条件;

(2)“莫兰蒂”台风加强时位于西风槽前,槽前正涡度平流有利于台风高层辐散,槽后弱冷空气侵入台风内部,增强台风斜压结构,有利于台风强度加强;

(3)在“莫兰蒂”近海强度突增阶段,垂直风切变维持在5—10 m/s,这个切变值有利于“莫兰蒂”台风强度的增强;

(4)在“莫兰蒂”强度突然增强阶段,台风中心出现强烈的低层辐合和高空辐散,辐合辐散范围和强度不断增大;台风中心强的正涡度平流区在台风突然增强期间受地形影响较小,台风中心

强的正涡度平流可能是“莫兰蒂”台风近海突然增强的一个重要原因,也是其区别于其他近海TC强度变化的一个作用机理,正涡度平流的维持及其如何影响“莫兰蒂”强度变化的机制还有待于进一步研究。

## 参考文献:

- [1] 阎俊岳.近海热带气旋迅速加强的气候特征[J].应用气象学报,1996,7(1):28-35.
- [2] 胡春梅,端义宏,余晖,等.华南地区热带气旋登陆前强度突变的大尺度环境诊断分析[J].热带气象学报,2005,21(4):377-382.
- [3] 于玉斌,杨昌贤,姚秀萍.近海热带气旋强度突变的垂直结构特征分析[J].大气科学,2007,31(5):876-886.
- [4] 李凡,郑艳,李勋.0915号台风“巨爵”近海强度突增的诊断分析[J].气象水文海洋仪器,2010,3:87-93.
- [5] 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.
- [6] 仲荣根.台风加(减)速运动的诊断预报方法及路径预报[J].海洋学报,1995,17:55-62.
- [7] 贺海晏.台风移动规律的研究 I—非绝热加热与水平温度分布[J].热带气象学报,1995,11:1-9.
- [8] 陈联寿,丁一汇.西太平洋台风概论[M].北京:科学出版社,1979.
- [9] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理和方法[M].北京:气象出版社,2000.

## Diagnostic analysis of sudden intensity of typhoon "Meranti "(1010) near offshore

YUAN Fang-chao DENG Zhao-qing CHEN De-wen

(Marine Forecast Station Of Xiamen, Xiamen Fujian 361008 China)

**Abstract:** Based on general weather charts, satellite cloud images, radar echo images and NCEP reanalysis data, the diagnostic analysis is done for the sudden intensify of typhoon Meranti near offshore. The results show that the following factors could cause the sudden change, including the plenty of water vapor, warm underlying surface, the eastward moving of the high level trough, the weakening of the subtropical high, the increasing of vorticity advection near the typhoon center, the extending and strengthening of convergence on lower level and divergence on upper level, and favorable vertical wind shear.

**Key words:** typhoon; meranti; intensity; water vapor; vorticity