

# 台湾岛地形对台风暴雨影响的数值研究\*

王鹏云

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

**摘 要** 用水平分辨率为 10 km 的非静力平衡中尺度模式 MM5 模拟研究了从 1996 年 7 月 31 日 08 时至 8 月 1 日 20 时 9608 号台风在台湾和福建省登陆前后过程, 重点研究台湾岛地形对这次台风在台湾形成的特大暴雨的影响, 同时也是对 MM5 模拟预报台风登陆效果的一个实例检验。结果表明, 该模式比较成功地模拟预报了这次台风登陆过程, 模拟预报的台风路径与实况接近, 预报的 8 月 1 日 08 时 (积分 24 小时) 台风中心位于 2 小时后台风登陆点福建省福清市附近的海面上, 位置与实况完全一致。台风登陆前后其中心附近的一些重要中尺度结构和演变, 如台风中心周围动力结构的不对称特征、由中尺度雨团构成的螺旋形雨带等均被成功地模拟出来。台风在经过台湾及其后在福建登陆期间, 台湾地形影响使得台风路径北偏约 30 km, 但对台风强度变化未发生明显影响。台湾山区两侧地形对台风中心东南方气旋式环流的辐合抬升使台湾暴雨增幅 6 倍多。

**关键词** 非静力平衡中尺度模式 台风 暴雨 地形影响

## 1 引言

观测和研究表明, 台湾岛地形对经过台湾或附近洋面后在福建或浙江登陆的台风路径、强度和结构具有重要影响<sup>[1~5]</sup>。近年来, 用中尺度数值模式对实例台风的数值试验, 进一步研究了由于台湾岛地形对台风影响产生的一些重要中尺度特征, 如当台风移近台湾岛东侧时, 由于纵贯台湾岛南北的山脉的阻挡, 在其西侧的台湾海峡形成次级环流诱生低压以及由此而引起的台风路径在台湾东侧洋面的偏折<sup>[6,7]</sup>。关于海岛地形对台风暴雨的增幅作用也有一些研究<sup>[8,9]</sup>, 但用的是东西方向对称的理想地形。真正对台湾岛实际地形对实例台风暴雨影响的研究还很少。郑庆林等<sup>[10]</sup>利用一个具有三重水平结构的台风模式模拟研究了 9216 号台风移过台湾后在福建省登陆过程中由于地形引起的雨量增加, 但主要着眼于登陆后大陆沿海地形对福建和浙江地区暴雨的增幅作用的研究。本文用水平分辨率 10 km 的非静力平衡中尺度模式 MM5 模拟研究台湾岛实际地形对一次实际台风暴雨的增幅影响, 同时也是对 MM5 在这样高的分辨率下模拟预报台风能力的一个实例检验。

模拟研究的对象是 1996 年第 8 号台风 (“HERB”, 编号 9608)。9608 号台风于 1996 年 7 月 26 日下午在西北太平洋上生成, 之后向西北方向移动, 于 7 月 31 日 21 时 (北京时, 下同) 在台湾北部登陆, 经过近 10 个小时后移出台湾, 于 8 月 1 日 10 时 30 分在福建省福清市登陆。台风在台湾登陆和滞留过程中, 由于强风和暴雨造成台湾近 30 年来最惨重的灾害。从 7 月 30 日至 8 月 1 日, 阿里山降雨量高达 1987 mm, 日月潭

1997-12-19 收到, 1998-04-03 收到修改稿

\* 国家自然科学基金项目 49735180 资助

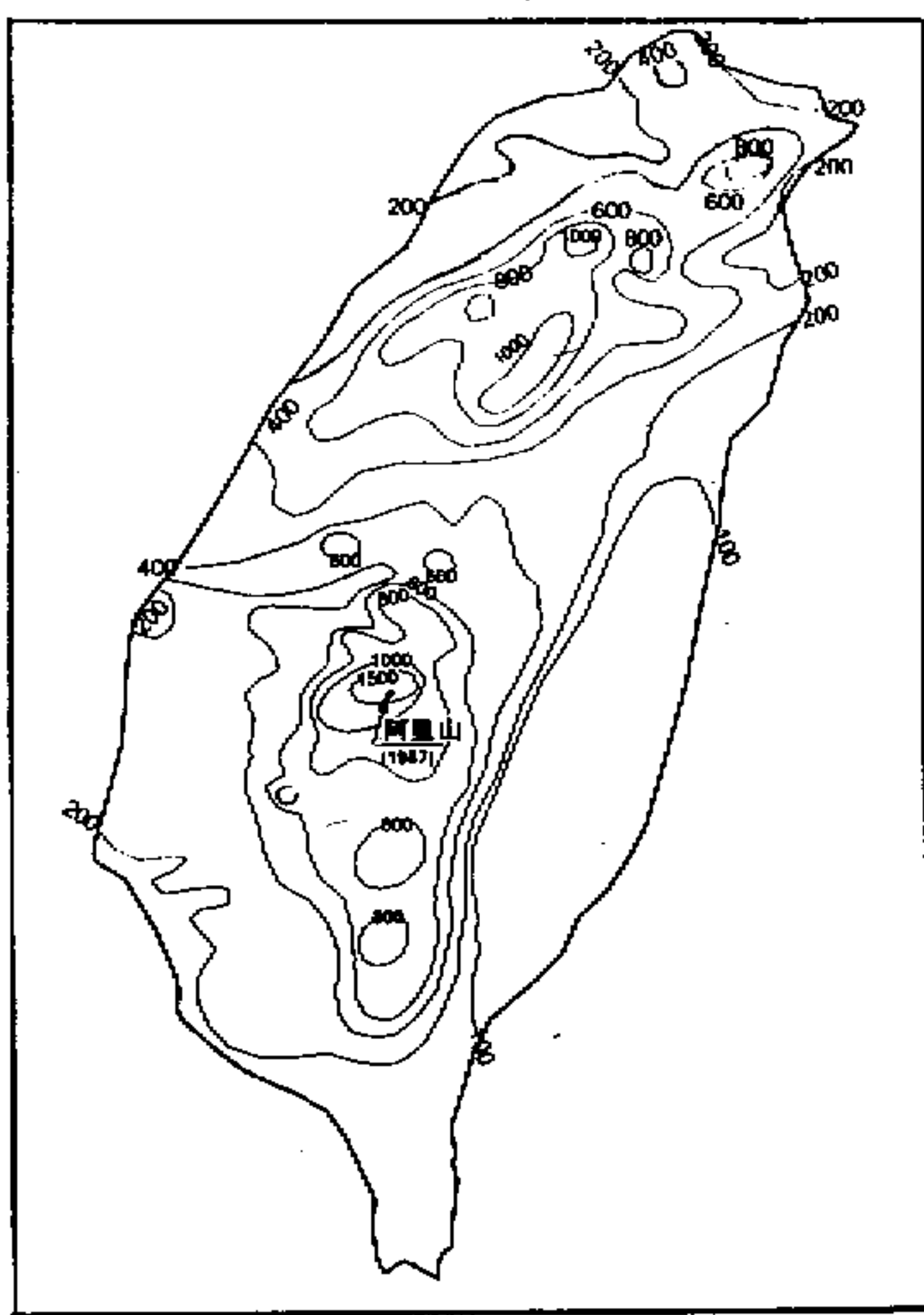


图 1 9608 号台风登陆台湾前后 (1996-07-30~1996-08-01) 过程降水量。单位: mm

653 mm, 北部的桃竹苗山地区 1000 mm 以上 (图 1)。强风和暴雨造成 20 多人死亡, 40 人失踪, 数百人受伤, 估计造成的有形和无形经济损失超过 400 亿台币。

对 9608 号台风, 我们已用 MM5 模式作过数值模拟<sup>[11]</sup>, 但该文主要着眼于对台风的中尺度结构的研究。本文则主要模拟研究台湾岛地形对台湾暴雨的影响, 模式的水平格距也由 30 km 减小为 10 km。

## 2 模式简述和数值研究方案

MM5 是美国宾州大学和 NCAR 80 年代末 90 年代初在 MM4 基础上研制发展的新一代中尺度模式<sup>[12]</sup>。MM5 中除保留了静力平衡方案外, 还增加了非静力平衡方案选择, 因而极大地提高了模式的分辨能力。对降水物理过程的处理, 除补充完善了隐式的积云参数化

方案外, 在显式方案中增加了冰相过程; 在辐射物理参数化方案中, 除了在用能量平衡方程计算地面温度时考虑辐射过程外, 在模式各层上均考虑了辐射过程的能量收支, 包括云水、云冰、雪和  $\text{CO}_2$  对辐射的吸收、散射和反射等。此外, MM5 中还设计了多重可移动套网格方案, 因而在作模拟研究中可以方便地跟踪系统。模式中还加入了四维资料同化系统, 可进一步改进模拟预报效果。

本个例研究中, 模式水平范围以  $119^\circ\text{E}$ ,  $26^\circ\text{N}$  为中心, 格距 10 km, 格点数  $121 \times 121$ ; 垂直方向自地面至 10 hPa 不等距分为 25 层。模拟预报的起始时间为 1996 年 7 月 31 日 08 时, 积分 36 小时至 1996 年 8 月 1 日 20 时。这段时间覆盖了 9608 号台风在台湾和福建登陆前后的过程。

由于水平格距 ( $\Delta x = 10 \text{ km}$ ) 已与垂直尺度 ( $H \approx 10 \text{ km}$ ) 接近, 因而已不再满足大气静力平衡近似的基本条件 ( $\Delta x \gg H$ ); 此外, 按照胡志晋等<sup>[13]</sup>给出的非静力平衡因子对静力平衡假定造成的重力波频率相对误差 ( $16/\Delta x^2$ ) 估算, 当水平格距  $\Delta x = 10 \text{ km}$  时, 其相对误差已达 16%, 因而我们选用了非流体静力平衡方案。对模式中其它物理过程参数化方案选用了 Blackadar 高分辨行星边界层方案; 云和降水物理过程采用包括冰相的显式水汽方案。

初始场用国家气象中心全球谱模式 T63 提供的地面及从 1000 hPa 到 10 hPa 共 15 层标准等压面上水平分辨率为经纬度  $2.5^\circ$  的分析场格点资料, 用 16 点复合双抛物线拟

合法插值到模式的正方形网格点上, 构成初估场, 再引入实际地面和高空观测资料, 对初估场进行订正并增加了 11 层新的气压层, 使得客观分析后的初始场垂直分辨率增加到 25 层。

侧边界条件用时变出入流方案, 用张弛逼近法将模式预报场向由间隔 12 小时的客观分析构成的大尺度场逼近。为研究台湾岛地形对这次台风在台湾造成的特大暴雨的影响, 设计了包括全物理过程和实际地形的“控制试验”和去掉台湾岛地形的“无地形试验”。在控制试验中, 将精度为经纬度  $10'$  的实测地形资料, 用 16 点复合双抛物线拟合法插值到模式的正方形网格点上, 构成模式地形 (图 2)。模式地形中山区自北向南纵贯台湾岛中部, 2 个最高值分别为 2529 m 和 2500 m, 这与实际地形资料中的最大值 2629 m 仅差 100 m, 因而插值而成的模式地形足够好地代表了实际地形。虽然在地形图上标记的位于北部的雪山峰值达 3884 m, 中部的玉山 3997 m, 但这些都是个别孤立的山峰, 不会对天气系统造成显著影响。在无地形试验中, 仅将台湾岛地形视作海拔高度 0.1 m 的平地, 其余物理过程参数化方案与控制试验完全相同。

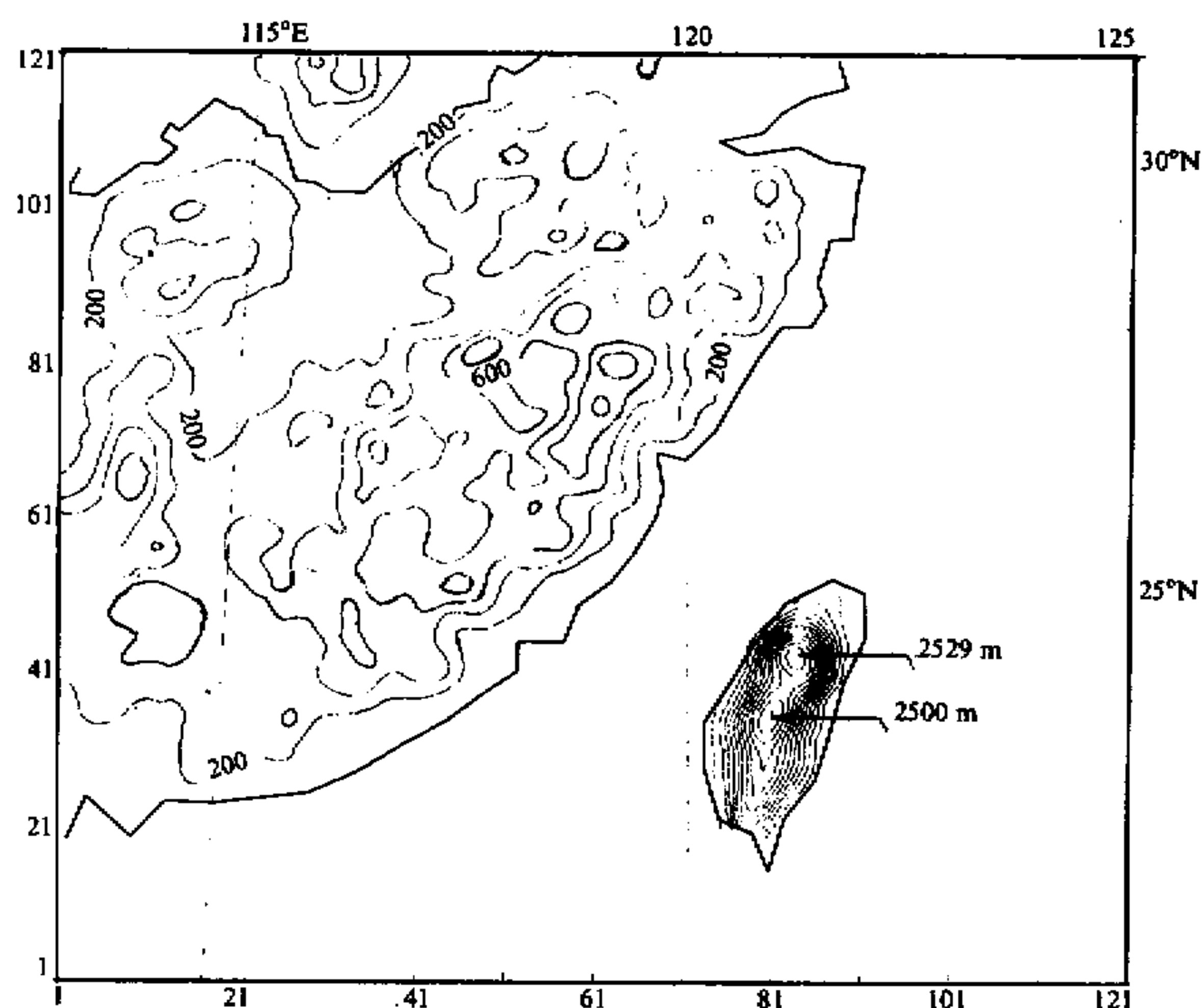


图 2 模拟预报范围和模式地形, 等值线间隔 200 m

### 3 模拟预报与实况比较

#### 3.1 台风路径、登陆时间和强度

无论控制试验还是无地形的对比试验, 模拟预报的台风路径都与实况接近 (表 1)。由于海上资料缺乏, 初始场中台风中心位置比实况报告偏西南约 130 km, 台风强度亦较弱, 中心低压 985 hPa 比实况报告 940 hPa 高出 45 hPa。因而使得在前 12 小时中预报的台风中心位置比实况偏南, 移动也比实况慢。但经过 MM5 模式自身调整, 积分 6 小时后台风中心位置已开始向实况路径逼近。虽然在积分第 18 小时预报台风仍然比实况落后, 但积分 24 小时后, 即 8 月 1 日 08 时, 模式预报的台风中心位置已与实况完全一致, 位于福建省福清市沿海附近 (控制试验: 25.6°N, 120.3°E; 无地形试验 25.4°N, 120.4°E; 实况: 25.4°N, 120.0°E), 2 小时后台风在福清登陆。由于模式初始场中台风强度偏弱, 预报的台风中心海平面气压均略高于实况, 如在登陆前 (8 月 1 日 08 时) 控制试验预报值为 992 hPa, 无地形试验预报值为 991 hPa, 而实况报告为 970 hPa, 但偏差值已由初始时的 45 hPa 分别缩小为 22 和 21 hPa。对台风强度总的减弱趋势, 预报与实况是一致的。台湾地形影响使得预报路径比无地形影响的预报路径北偏 (即右偏) 了约 30 km, 这和文献[5]的结果相似。但从预报的台风中心海平面气压来看, 地形对本次台风的强度变化未发生明显影响。

表 1 模拟台风中心位置和强度与实况比较

| 时间<br>(北京时)      | 实况与模拟方案    | 台风中心位置  |         | 中心气压 / |
|------------------|------------|---------|---------|--------|
|                  |            | 纬度 / °N | 经度 / °E | hPa    |
| 1996-07-31-08:00 | 实况报告       | 24.0    | 124.6   | 940    |
|                  | 控制试验 (初值)  | 23.4    | 123.4   | 985    |
|                  | 无地形试验 (初值) | 23.4    | 123.4   | 985    |
| 1996-07-31-20:00 | 实况报告       | 25.0    | 122.4   | 940    |
|                  | 控制试验       | 24.2    | 123.7   | 985    |
|                  | 无地形试验      | 24.2    | 123.6   | 985    |
| 1996-08-01-08:00 | 实况报告       | 25.4    | 120.0   | 970    |
|                  | 控制试验       | 25.6    | 120.3   | 992    |
|                  | 无地形试验      | 25.4    | 120.4   | 991    |
| 1996-08-01-20:00 | 实况报告       | 26.1    | 117.2   | 980    |
|                  | 控制试验       | 26.1    | 117.8   | 997    |
|                  | 无地形试验      | 25.7    | 116.8   | 997    |

因而, MM5 对这次台风登陆的模拟预报是成功的, 虽然初始位置和强度与实际有些差距, 但在台风移经台湾岛和登陆前后已与实况非常接近, 因而初始场的差异不会对本文研究的台湾地形影响造成明显影响。9608 号台风在台湾滞留期间, 原先在卫星云图上清晰可见的台风眼变得模糊不清, 因而使得预报员从卫星云图监测台风中心变得困难, 如果用高分辨中尺度模式 MM5 提供实时预报, 则可为预报员提供台风在福建登陆的十分有价值的依据。

### 3.2 降水分布

图 3 给出模拟预报的 36 小时总降水量。控制试验较好地报出了台风在台湾北部山区造成的特大暴雨, 最大降水中心达到 269 mm; 无地形试验中, 台湾的雨量为 20~40 mm, 不足控制试验的 1/6。在无地形试验中, 去掉了台湾岛山地地形影响这一因子外, 其它条件与控制试验完全相同, 这说明, 台湾岛山地地形造成雨量增幅 6 倍多。

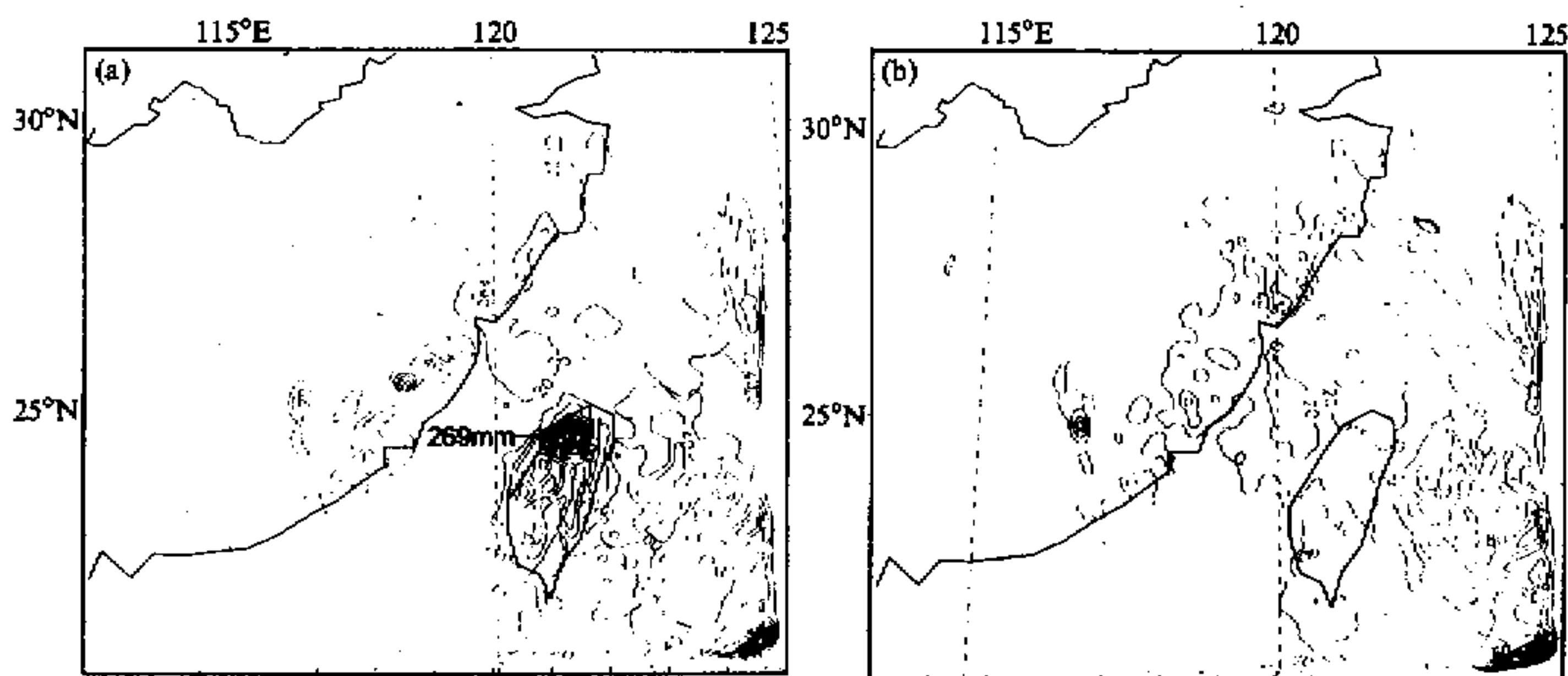


图 3 MM5 模式预报 36 小时总降水量  
(a) 控制试验; (b) 无地形试验。单位: mm, 等值线间隔: 20 mm

## 4 台湾岛山地地形对台风中尺度动力和微物理结构的影响

控制试验模拟出了 9608 号台风中心附近非对称的气旋式环流结构。自 1000 hPa 向上直到模式顶 (10 hPa) 的 25 个等压面层流场分析显示, 这次台风的气旋式结构一直延伸到 200 hPa 高度, 在 450 hPa 以下台风中心附近呈气旋式流入, 在 450 hPa 以上呈气旋式流出。等压面上的水平风场分布显示, 风速在台风中心的东北象限最大, 西南象限最小 (图略)。这种非对称分布型态的风场与本次台风登陆后继续向偏西方向快速移动的趋势和由观测总结的规律一致<sup>[14]</sup>。

无地形试验给出的流场, 总的来看与控制试验相似。但在台风移近和通过台湾时, 在台湾岛上的流场显示出很大差异, 尤其是在 800 hPa 高度以下。图 4 给出了 1996 年 8 月 1 日 02、08、14 时 (积分 18、24、30 小时) 模拟 850 hPa 流场比较。可见, 在控制试验中, 当台风中心在 8 月 1 日 02 时移到台湾东北附近时, 气流在台湾中部形成一个辐合中心; 8 月 1 日 08 时台风中心移过台湾到达福建附近海面时, 在台湾岛山脊西侧气流折向迎山坡方向, 在山脊处呈辐合状; 8 月 1 日 14 时台风已经往西北移到福建境内, 气流仍在台湾山脊辐合, 但此时以从山脊东侧气流的迎山坡折向为主。在无地形试验中, 气流则保持平滑气旋式流场型式, 无上述辐合特征。

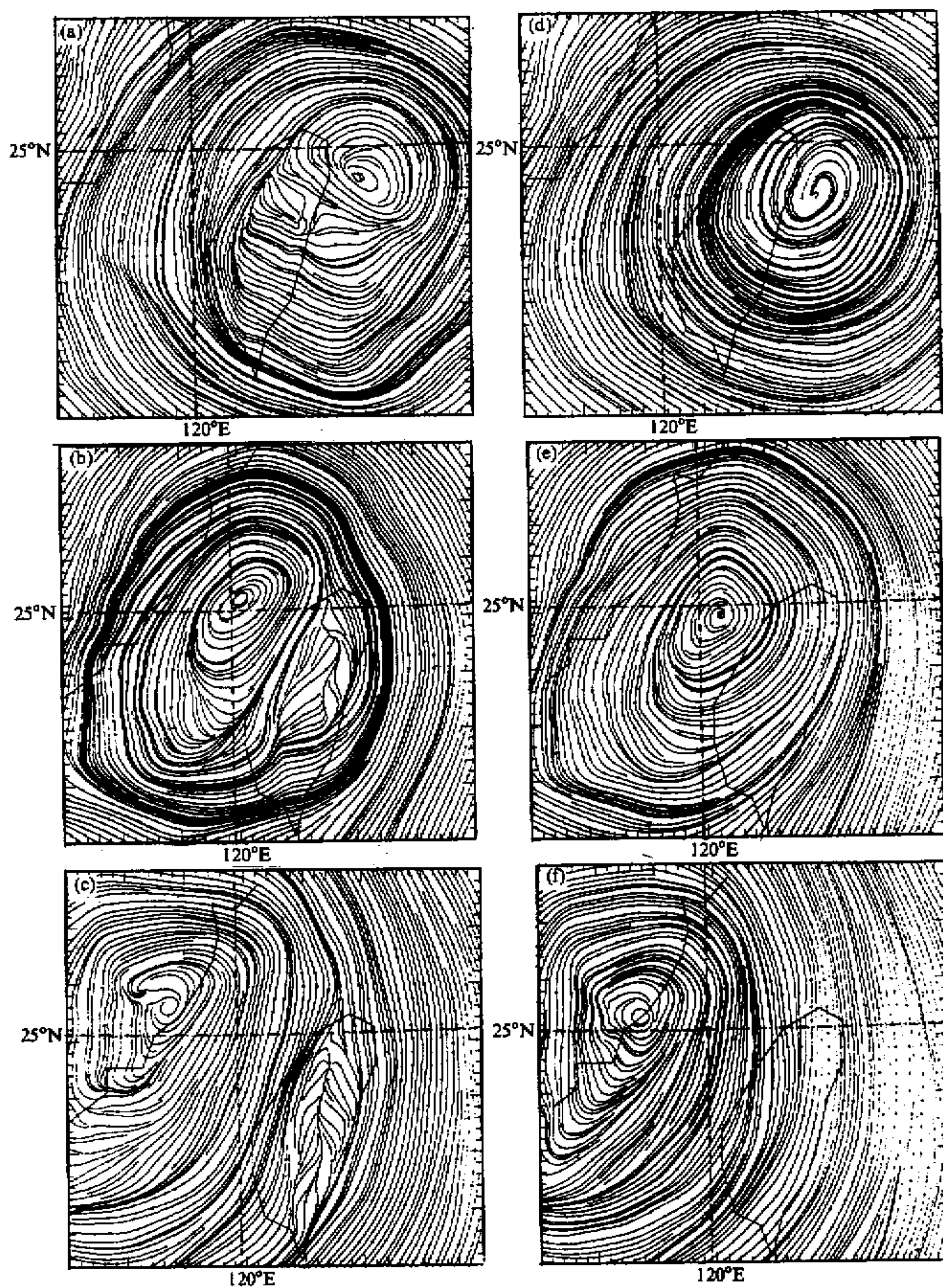


图4 1996-08-01-02:00~14:00时模拟预报850 hPa等压面上流场  
(a) 控制试验 1996-08-01-02:00; (b) 控制试验 1996-08-01-08:00; (c) 控制试验 1996-08-01-14:00;  
(d) 无地形试验 1996-08-01-02:00; (e) 无地形试验 1996-08-01-08:00;  
(f) 无地形试验 1996-08-01-14:00

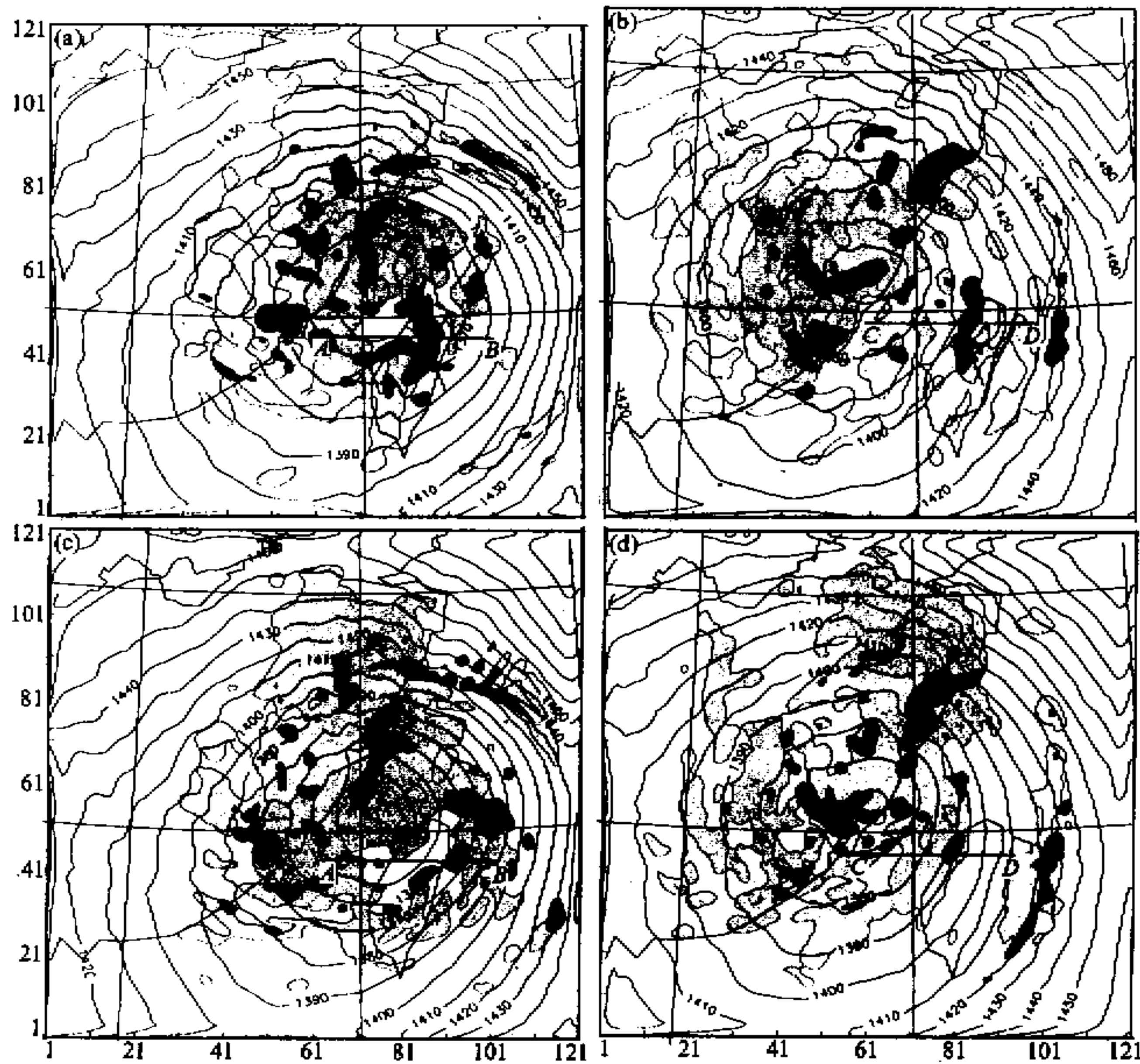


图5 1996-08-01-08:00 和 20:00 时预报 (积分 24 和 30 小时) 850 hPa

等压面上位势高度 (等值线间隔 10 gpm)、云水和雨水混合比分布

浅阴影区为云水混合比 ( $\geq 1.0 \times 10^{-4} \text{ kg/kg}$ ), 深阴影区为雨水混合比 ( $\geq 1.0 \times 10^{-4} \text{ kg/kg}$ )

(a) 控制试验 1996-08-01-08:00; (b) 控制试验 1996-08-01-20:00;

(c) 无地形试验 1996-08-01-08:00; (d) 无地形试验 1996-08-01-20:00

在模式的显式方案中, 水汽、云水和雨水 (温度  $0^\circ\text{C}$  以下为云冰和雪) 均作为显式的预报量, 因而可以反映台风中微物理过程的三维结构和变化。水汽、云水 (云冰) 和雨水 (雪) 混合比的预报方程为

$$\begin{aligned} \frac{\partial P^* q_v}{\partial t} = & -m^2 \left[ \frac{\partial(p^* u q_v / m)}{\partial x} + \frac{\partial(p^* v q_v / m)}{\partial y} \right] - \frac{\partial p^* \dot{\sigma} q_v}{\partial \sigma} + \delta_{nh} q_v K_{div} \\ & + P^* (-P_{re} - P_{con} - P_{ii} - P_{id}) + D_{qv}, \\ \frac{\partial P^* q_c}{\partial t} = & -m^2 \left[ \frac{\partial(p^* u q_c / m)}{\partial x} + \frac{\partial(p^* v q_c / m)}{\partial y} \right] - \frac{\partial p^* \dot{\sigma} q_c}{\partial \sigma} + \delta_{nh} q_c K_{div} \\ & + P^* (P_{id} + P_{ii} - P_{re} - P_{ra} - P_{con}) + D_{qc}, \end{aligned}$$

$$\frac{\partial P^* q_r}{\partial t} = -m^2 \left[ \frac{\partial(p^* u q_r / m)}{\partial x} + \frac{\partial(p^* v q_r / m)}{\partial y} \right] - \frac{\partial p^* \dot{\sigma} q_r}{\partial \sigma} + \delta_{\text{nh}} q_r K_{\text{div}} \\ - \frac{\partial v_f \rho g q_r}{\partial \sigma} + P^* (P_{\text{re}} + P_{\text{rc}} + P_{\text{ra}}) + D_{\text{qr}},$$

其中,  $P_{\text{con}}$  为水面饱和下由水汽凝结成云水(负温度时冻结成云冰)项;  $P_{\text{ra}}$  为雨水碰并云水(雪碰并冰晶)项;  $P_{\text{rc}}$  为云水(云冰)向雨水(雪)自转化项;  $P_{\text{re}}$  为雨(雪)的蒸发(升华)项;  $P_{\text{ii}}$  为由核化产生的冰晶初值;  $P_{\text{id}}$  为云冰升华/凝华项;  $v_f$  为雨或雪的落速;  $D$  代表垂直和水平扩散及边界层湍流垂直混合项;  $K_{\text{div}}$  为非静力平衡方案增加的扩散。

图 5 给出 1996 年 8 月 1 日 08 和 20 时模拟预报(积分 24 和 30 小时)的 850 hPa 等压面上位势高度、云水和雨水混合比分布。位势高度等值线在台风中心东北象限呈稠密型与西南象限呈疏散型型态和前述风场的非对称分布型态一致。从图 5 中, 我们还可以看到由中尺度雨团组成的围绕台风中心的螺旋状雨带, 以及此时由于低云在台风中心

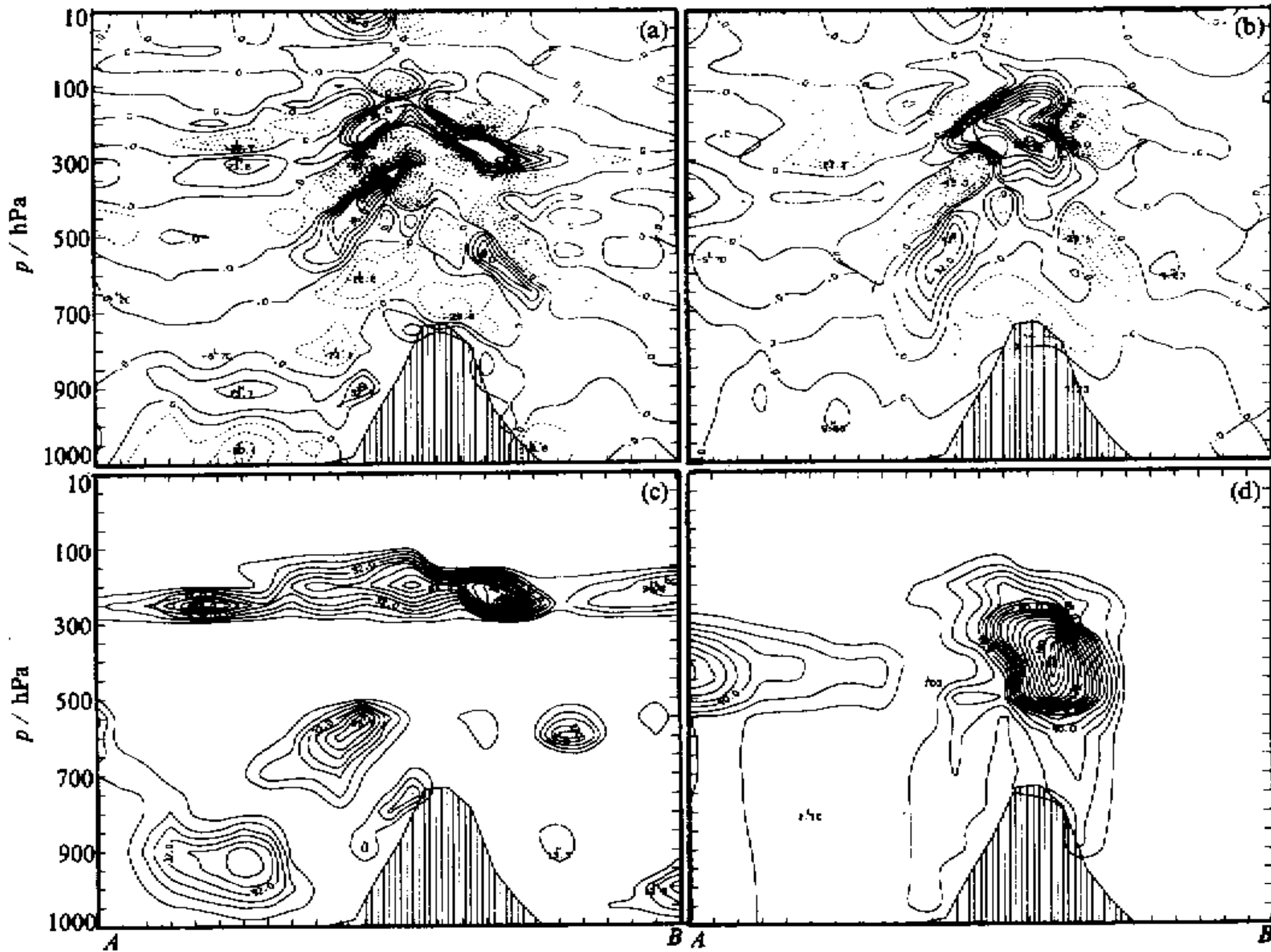


图 6 1996-08-01-08:00 时控制试验预报(积分 24 小时)沿图 5a 中线段 AB 的垂直剖面图  
(a) 水平辐散 ( $10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ), 实线为正值(辐散), 虚线为负值(辐合); (b) 垂直速度 ( $\text{cm/s}$ ),  
实线为正值(上升), 虚线为负值(下沉); (c) 云水混合比 ( $10^{-5} \text{ kg/kg}$ );  
(d) 雨水混合比 ( $10^{-5} \text{ kg/kg}$ ), 图中竖线区为地形剖面

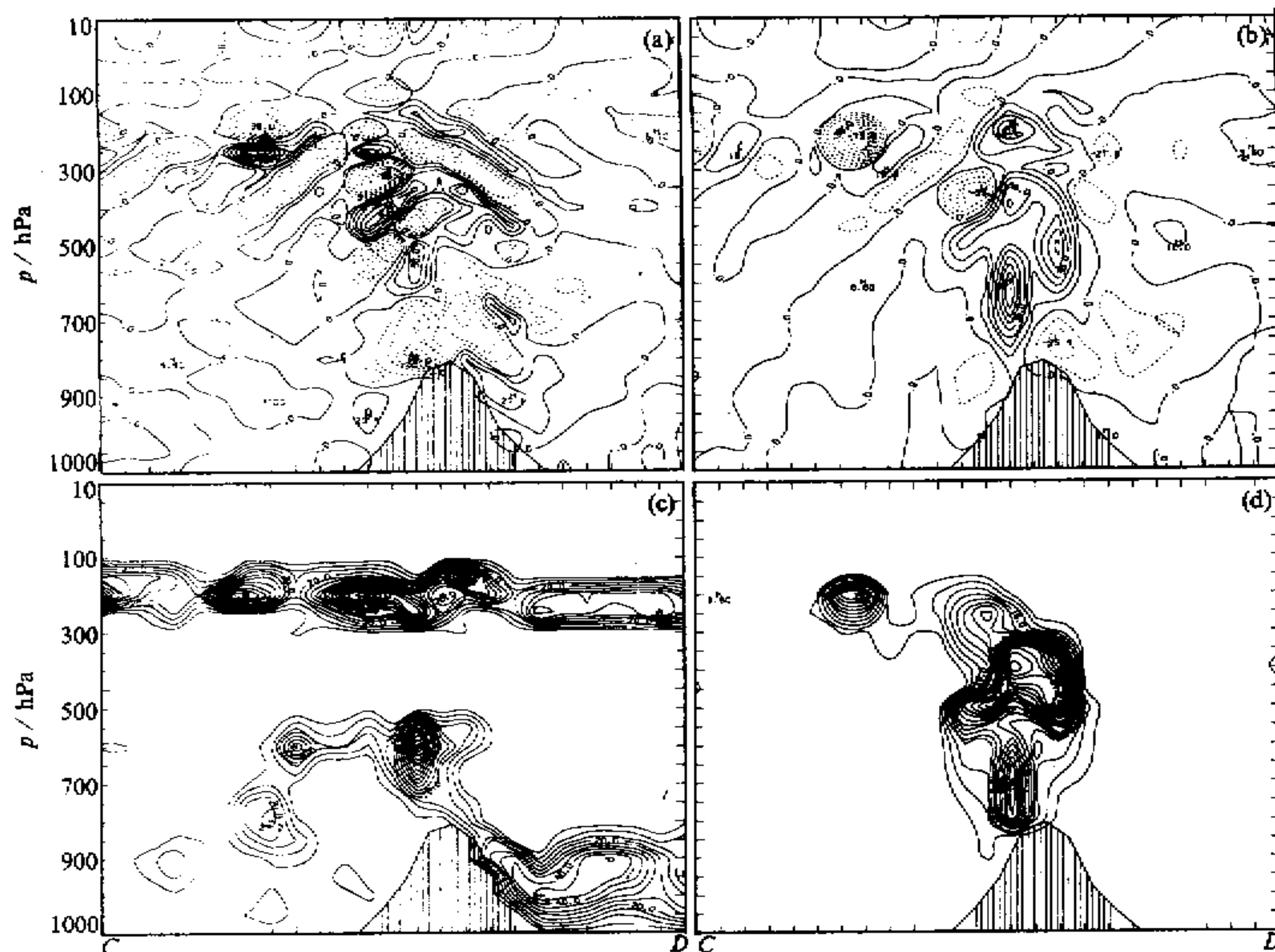


图7 1996-08-01-14:00 时控制试验预报(积分30小时)沿图5b中CD的垂直剖面图  
其它同图6

区的发展而使得卫星云图上台风眼变得模糊不清。比较图5a与c, b与d可见, 上述基本特征未明显受台湾岛地形影响。但在台湾岛上明显地表现出台湾岛地形影响: 在有地形影响(图5a、b)时, 从台湾岛北部到中部形成了一条沿台湾北部山区南北走向的雨带(图中箭头所示), 而在无地形影响(图5c、5d)时, 却没有这条雨带。

为了更清楚地看台湾岛地形的影响, 沿图5a中线段AB和图5b中线段CD(AB、CD均穿过图3中的降水中心)作出辐散场、垂直速度场、云水混合比和雨水混合比的垂直剖面图(图6、7)。

图6为沿图5a中线段AB的垂直剖面图。可见, 气流从台湾山区两侧辐合而形成山区上方的辐合中心, 最大辐合值为 $-8.7 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ (图6a); 由于前述气流折向迎台湾山脉方向(此时主要从西侧), 因而受地形抬升作用形成山脊西侧和上方的上升气流, 山顶上方最大上升速度达 $85 \text{ cm/s}$ (图6b); 由于抬升而形成的沿山区西侧和山区上方直至600 hPa高度的中低云(图6c)和山顶上方及地的高浓度雨水区(图6d)。

图7为沿图5b中线段CD的垂直剖面图。与图6相似的是, 尽管此时台风中心已移到福建境内, 但台湾地形对台风中心东南侧的气旋式环流仍然有明显的辐合抬升作

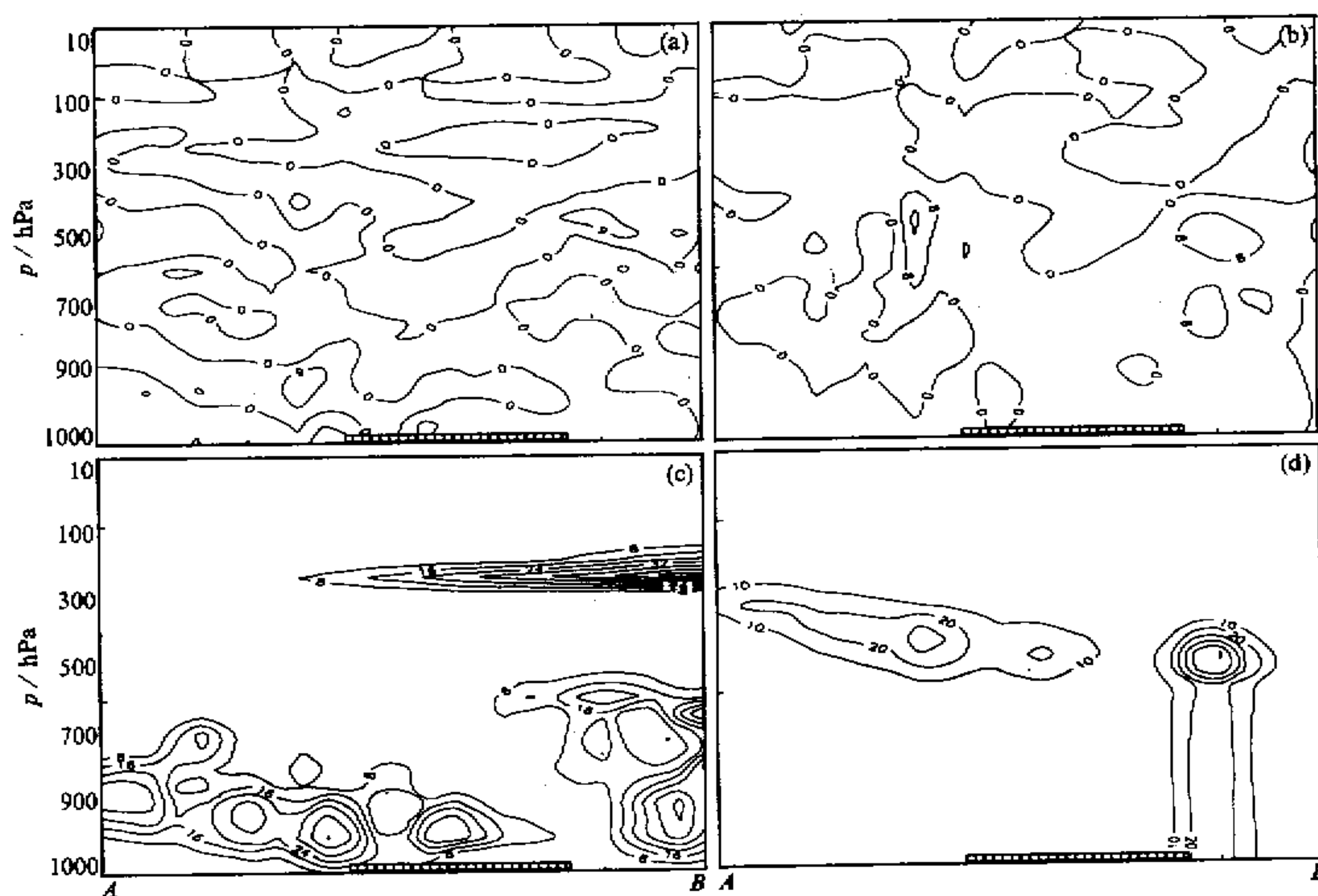


图8 1996-08-01-08:00时无地形试验预报(积分24小时)沿图5c中AB的垂直剖面图  
图中竖线区表示台湾岛,其它同图6

用,山区上方最大辐合中心值和最大上升速度分别为 $-5.5 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ 和 $72 \text{ cm/s}$ 。与图6不相同的是,由于此时气流主要从台湾山区东侧向山区辐合抬升,因而中低云形成在山区东侧和上方,但仍在山区上方形成及地的高浓度雨水区。

此后,随着台风中心继续往西移入内陆而远离台湾,台湾岛地形影响逐渐减弱。到8月1日20:00时(积分36小时),在流场图上已看不出这种由于地形造成的台湾岛上的气流辐合以及相应的雨带(图略)。

从台风移到台湾岛附近到在福建登陆的长达十几小时的时间内,由于台湾岛地形的辐合抬升在台湾山区造成的雨水积累,形成了台湾的大暴雨。

图8、9分别给出为与图6、7相比较的无地形试验下的剖面图(沿图5c、5d中AB和CD线段)。可见,在无地形影响时,上述在台湾山区上方的辐合及强上升气流中心以及由于地形抬升而形成的云水、雨水中心均不存在,因而也就没有在台湾形成降水中心。

## 5 小结

(1) 台湾岛地形影响使得9608号台风路径预报北偏了约30 km,但对台风强度变化未发生明显影响。当台风中心移过台湾时,台湾山区地形对台风中心东南方气旋式环

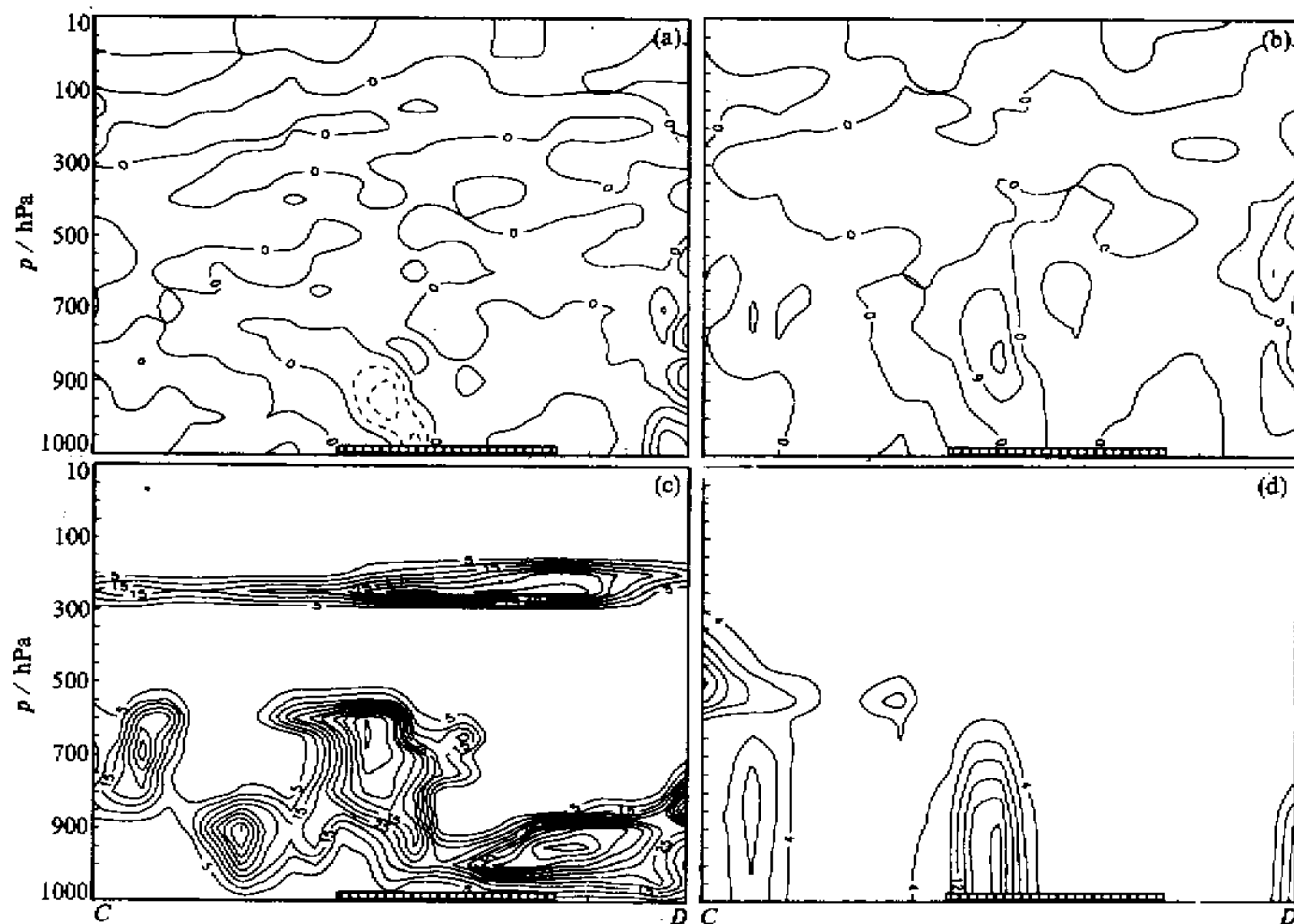


图9 1996-08-01-14:00时无地形试验预报(积分30小时)沿图5d中CD的垂直剖面图

图中竖线区表示台湾岛, 其它同图6

流的辐合抬升是形成台湾大暴雨的重要因子, 它对台湾暴雨的增幅达6倍之多。

(2) 高分辨率非静力平衡中尺度模式MM5对登陆台风具有较强的模拟预报能力。它是用来研究台风热力动力过程和云与降水物理中尺度结构的较好的工具, 也能为台风登陆预告提供有价值的依据。在本个例的模拟预报中, 由于海上资料缺乏使得初始场中台风中心定位不准和强度偏弱, 由于模式自身的调整, 在台风移到台湾附近及其后的登陆过程中, 台风中心已非常接近实际位置, 因而初始场中台风的偏差对本文所讨论的台湾地形影响的研究无太大影响, 但要进行台风路径和强度的准确模拟预报, 还需要对初始场设法加以改进, 如引入卫星观测资料四维同化或根据实际台风位置及其中心气压嵌入轴对称台风结构来调整初始场台风位置和强度, 使之接近实况。

### 参 考 文 献

- 1 Brand S. and J. W. Blueloch, 1974, Changes in the characteristics of typhoons crossing the island of Taiwan, *Mon. Wea. Rev.*, **102**, 708~713.
- 2 Chang S. W., 1982, The orographic effects induced by an island mountain range on propagating tropical cyclones, *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 1255~1270.
- 3 Bender M. A. et al., 1987, A numerical study of the effects of island terrain on tropical cyclones, *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 130~155.
- 4 Yeh T. C. and R. L. Elsberry, 1991, Upstream typhoon track deflections caused by the Taiwan orography, *Pro-*

- ceedings of Conf. on Weather Analysis and Forecasting*, April 25-27, Taipei, 342~349.
- 5 罗哲贤、陈联寿, 1995, 台湾岛地形对台风移动路径的作用, *大气科学*, 19(6), 701~706.
  - 6 Men Zhiyong, Nagata Masashi, Chen Lianshou, 1996, A numerical study on the formation and development of island-induced cyclone and its impact on typhoon structure change and motion, *Acta Meteorologica Sinica*, 10(4), 430~443.
  - 7 杨平章、万齐林、杜华武, 1996, 台湾地形对台风 Dot 运动影响的数值研究, *海洋学报*, 18(5), 24~32.
  - 8 Hamuro M. et al., 1969, Precipitation bands of typhoon Vera in 1959 (Part 1), *J. Meteor. Soc. Japan*, 47, 298~308.
  - 9 Bender M. A. et al., 1985, A numerical study of the effect of a mountain range on a landfalling tropical cyclone, *Mon. Wea. Rev.*, 113, 567~582.
  - 10 郑庆林、吴军、蒋平, 1996, 地形对 9216 号台风暴雨增幅影响的数值研究, *南京气象学院学报*, 19(1), 8~17.
  - 11 王鹏云、刘春涛, 1998, 1996 年第 8 号台风中尺度结构的数值研究, *气象学报*, 56, 296~311.
  - 12 Grell G.A., J. Dudhia and D.R. Stauffer, 1994, A Description of the fifth-generation Penn State / NCAR mesoscale model (MM5), *NCAR Technical Note*, NCAR / TN-398+STR, p138.
  - 13 胡志晋、包绍武、杨志伟, 1998, 静力平衡模式在中尺度大气模拟中的适用性问题, *气象学报*, (待发表)
  - 14 陈联寿, 1996, 非对称结构对热带气旋运动的作用, 第十届全国热带气旋科学讨论会论文摘要, 杭州, 1996 年月 11 月 16~19 日, 1~4.

## A Numerical Study on the Effects of Orography of Taiwan Island on Typhoon Induced Heavy Rainfall

Wang Pengyun

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

**Abstract** The landfall process of typhoon HERB-1996 at Taiwan and Fujian from 08:00 31 July to 20:00 1 August 1996 (Beijing Local Time) was simulated by using the non-hydrostatic mesoscale model MM5 with 10 km horizontal space resolution. The study was focused on the effects of terrain of Taiwan Island on the typhoon induced heavy rainfall on Taiwan. It is also a test of the ability of MM5 to simulate and forecast a landfall typhoon. Results show that the landfall process of typhoon HERB was successfully simulated. The simulated typhoon track was very close to the observation, especially the simulated location of the typhoon at 08:00 1 August 1996 (model integration 24 hours) was exactly same as observation, from where the typhoon was landed at Fuqin, Fujian province two hours later. Some important dynamic and microphysical features, such as unsymmetrical dynamic structure and screw-typed rainband consisting of meso-beta-scale rain cores around typhoon center, were also revealed by the simulations. During the period of typhoon passing through Taiwan and later landfalling at Fujian, the track of model typhoon deviated about 30 km northward (i.e., right-ward) because of the effects of the orography of the Taiwan Island, but the strength of the typhoon was not affected significantly. The amount of rainfall maximum on Taiwan in the 36 hours simulations was enhanced more than six times induced by the orographic lifting of Taiwan Mountains.

**Key words** MM5 typhoon heavy rainfall orographic effects