

高原地形对四川盆地西部突发性 暴雨影响的数值试验

郁淑华

(成都高原气象研究所, 成都 610072)

滕家谟

(四川省气象局)

何光碧

(四川省气象台)

摘 要 用 η 模式对 1995 年 8 月 24 日四川盆地西部一次突发性暴雨进行了数值模拟和地形减半、无地形数值试验。由对数值模拟与试验的结果分析得出: (1) 青藏高原地形有利于高原东麓暴雨区的扩大与强度加大。(2) 高原地形对其以北的天气系统南伸和以南的天气系统北扩有阻碍作用。(3) 高原地形可影响高原附近以东地区的物理特征场分布, 从而影响暴雨区的位置与强度。

关键词 高原地形 突发性暴雨 数值试验

1 引言

在暴雨研究中, 不少气象工作者指出地形对暴雨影响很大^[1~4]。四川盆地毗邻青藏高原, 高原地形对四川盆地暴雨的影响有过一些研究^[5~6], 但对历时较短 (12 小时内)、强度很大 (中心雨量 ≥ 300 mm) 的突发性暴雨还缺少研究。过去人们也多次使用地形坐标模式进行过许多地形试验, 但多数使用的是 σ 坐标系模式或者 $P-\sigma$ 混合坐标系模式。文献[7]利用 $P-\sigma$ 混合坐标系模式, 揭示了长波槽经过高原大地形的纯动力作用。但在陡坡地形上空, 这些地形坐标系由于未能较好地解决气压梯度力的计算及山脉阻挡作用等问题, 因而出现一定的缺陷。由于 η 坐标系模式具有比 σ 坐标系好的预报能力, 尤其是在青藏高原及其附近^[8]。为此, 本文利用成都区域气象中心的 η 坐标系模式, 对 1995 年 8 月 24 日四川盆地西部突发性暴雨进行了数值模拟与试验。

2 模式与试验设计

2.1 模式简介

成都区域气象中心的 η 模式^[9]水平网格为旋转球面经纬 E 型网格, 格距分别为经向 $15^\circ/26$, 纬向 $14^\circ/26$, 垂直方向使用 η 坐标, 至 100 hPa 高度共分 15 层。水平方向共有 95×96 个资料点。其边界基本上设在无陡坡地形处, 并且设置了一个边界过渡带。模式的物理过程与计算方案见文献[9]。

1996-11-04 收到, 1997-05-04 收到修改稿

2.2 试验设计

2.2.1 天气统计事实

对 1970~1995 年每年发生在四川盆地的最大暴雨中心位置分析得出, 最大暴雨中心一般发生在四川盆地西部, 占 22/26。1970 年以来四川最强暴雨发生在四川盆地西部峨眉县, 日雨量达 452.0 mm (1993 年 7 月 29 日)。对 1970 年以来四川盆地突发性暴雨 (指发生在 24 小时内四川盆地区域性暴雨, 并伴有日雨量 ≥ 100 mm 中心) 统计分析看出, 四川盆地突发性暴雨主要发生在四川盆地西部, 占 7/8。从上看出四川盆地西部常会出现大暴雨中心和突发性暴雨, 这可能是与四川盆地西部紧邻青藏高原, 受青藏高原地形影响所致。

2.2.2 试验设计方案

1995 年 8 月 24 日四川盆地西部产生了一次突发性暴雨, 主要是受在贝加尔湖低槽带动下青藏高原东部的切变线东扩、对流层低层巴扩低压前部偏南气流的共同影响造成的。在这次暴雨中, 青藏高原大地形对天气系统的活动和这次突发性暴雨有何影响, 值得探讨。为此以 1995 年 8 月 23 日 08 时 (北京时, 下同) 为初始时刻, 采用上述方案进行 12 小时模拟, 以此作为控制试验 (简称 CTR), 在控制试验基础上分别将地形高度减半、去掉地形高度作数值试验, 分别称为试验 1、试验 2。用试验 1、2 与控制试验比较, 以揭示地形对这次突发性暴雨的影响。

3 试验结果分析

3.1 降水实况与试验结果

从 1995 年 8 月 22 日 08 时将 η 模式积分到第 12~36 小时所得的降水量预报, 四川为无降水区; 而实况是: 22 日 20 时~23 日 20 时四川盆地西部零星暴雨。

从 1995 年 8 月 23 日 08 时将 η 模式积分到第 12~36 小时所得的降水量预报图 (见图 1b), 四川盆地西部有较大暴雨区。实况: 23 日 20 时~24 日 20 时四川盆地西部有大片暴雨区, 中心在峨眉县, 雨量为 374.3 mm (见图 1a), 其主要降水时段在 23 日 20 时~24 日 08 时。比较图 1a、1b 可见, 23 日 08 时的控制试验, 虽然整体雨量偏小, 中心区位置稍偏北, 但整体雨区与实况相似, 可见这次暴雨数值模拟是较成功的。

图 1c、d 分别为 1995 年 8 月 23 日 08 时在相同物理模式下将地形高度减半、去掉地形高度后模拟的 23 日 20 时~24 日 20 时雨量图。

比较图 1c 与 1b 可见, 试验 1 第 12~36 小时降水量预报图 ≥ 20 mm 降水区范围比 CTR 的北伸扩大了, 而 ≥ 50 mm 降水区比 CTR 的缩小且北移了 2 个纬度, 中心强度比 CTR 的减弱了 23%。

比较图 1d 与 1b 可见, 试验 2 第 12~36 小时降水量预报图 ≥ 20 mm 降水区比 CTR 的明显缩小且偏西, 并已无 ≥ 50 mm 降水区, 中心强度比 CTR 的减弱了 64%。

从上看出在这次暴雨中, 地形高度减半与无高原地形对暴雨减幅和暴雨区位置变化的影响是明显的。说明在一定条件下青藏高原地形有利于四川盆地西部产生暴雨, 并有明显增幅作用。也说明了上述天气统计事实中指出的四川盆地西部常会出现大暴雨中心和突发性暴雨是与高原地形密切相关的。

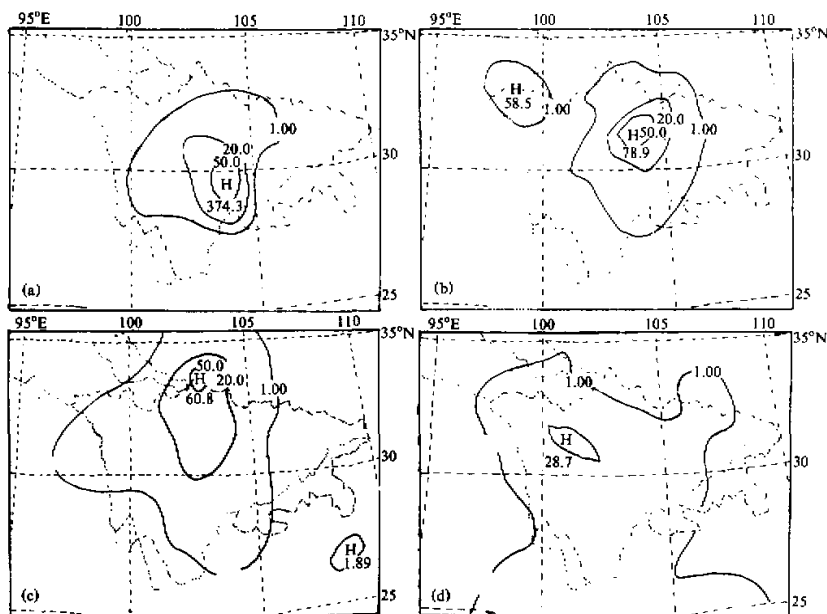


图1 1995年8月23日20时~24日20时雨量图

(a) 实况, (b) 控制试验, (c) 试验1, (d) 试验2

3.2 物理特征场的试验结果

试验1、2积分到第12小时时物理特征场与CTR的比较分析, 看出差异是明显的, 尤其是对流层低层, 现简述如下:

地形高度减半、去掉地形未来12小时500 hPa高度场上青藏高原及其附近区域等高线分别向南移、更向南移, 青藏高压分别减弱、更减弱, 印度低压分别向西北扩、更向西北扩。说明高原地形有对北面天气系统南伸、南面天气系统北扩起阻碍作用。

地形高度减半, 未来12小时物理特征场反映: 700 hPa上, 四川盆地西部的正涡度区比CTR的明显缩小, ≥ 20 mm降水区上空已有部分为负涡度控制。500、700 hPa上CTR在四川盆地西部大部分区域为辐合上升区, 而试验1已绝大部分区域转为辐散下沉区了, ≥ 20 mm降水区上空大部分为辐散下沉区, 只是 ≥ 50 mm区上空为辐合上升区, 暴雨中心与500 hPa辐合中心位置相近。700 hPa四川盆地西部大部分区域由CTR的水汽通量辐合区转为水汽通量辐散区, 只有 ≥ 50 mm区上空为水汽通量辐合区(见图2a、b)。

无地形高度, 未来12小时物理特征场反映: 700 hPa上, 四川盆地西部由CTR正涡度区转为负涡度区, ≥ 20 mm降水区上空已为负涡度区。700 hPa上四川盆地西部大部分区域由CTR的辐合上升区转为辐散下沉区。500 hPa仍为辐合上升运动区。 ≥ 20 mm降水区上空700 hPa有一半处在辐散下沉区内, 500 hPa处在辐合上升运动区。700 hPa上, 四川盆地大部分地区(除盆地东部一部分外)为水汽通量辐合区, 比CTR只在盆地西部的有明显扩大(见图2a、c)。

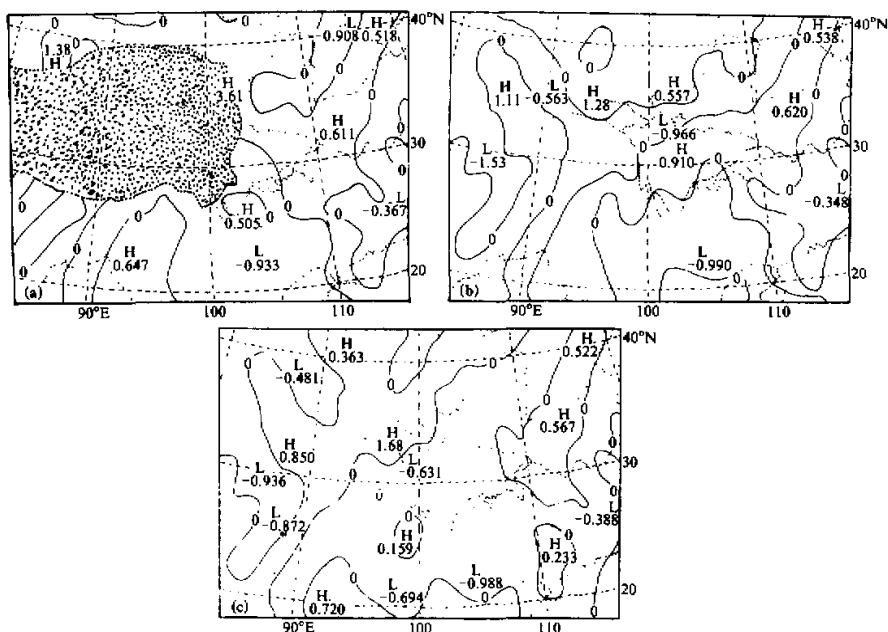


图 2 积分到第 12 小时 700 hPa 水汽通量散度图

(a) 控制试验, (b) 试验 1, (c) 试验 2; 图中密点区为地形高度在 3 000 m 以上区域

从物理特征场分析看出,在一定条件下高原地形有利于四川盆地西部上空对流层低层正涡度、辐合上升运动维持、加强。

4 结束语

通过上面分析,可以得出如下几点结论:

(1) 这次暴雨的地形数值试验表明:地形对暴雨区的范围、强度、位置影响较大。在地形高度减半情况下, ≥ 50 mm 预报降水区缩小,中心强度减弱 23%。在无地形高度情况下,预报降水区明显减弱、缩小且西移,已无 ≥ 50 mm 区,中心强度减弱了 60%以上。说明四川盆地西部突发性暴雨是与青藏高原地形密切相关的。

(2) 这次数值试验表明:青藏高原地形对 500 hPa 上高原以北的天气系统南伸、以南的天气系统北扩有阻碍作用。

(3) 这次数值试验还表明:如改变高原地形,可影响四川盆地及其附近区域物理特征场分布,特别是四川盆地西部上空对流层低层,致使有利于四川盆地西部暴雨的物理条件减弱或不存在。

参 考 文 献

- 1 彭本贤、梁必玖, 1980, 地形对华江暴雨的作用, 暴雨文集, 长春: 吉林人民出版社, 65~68.

- 2 章名立, 1980, 地形对暴雨的影响, 暴雨文集, 长春: 吉林人民出版社, 58~64.
- 3 郁淑华等, 1989, 三峡及其附近区域地形对暴雨的影响, 暴雨及其预报文集, 北京: 气象出版社, 104~110.
- 4 吴恒强, 1983, 海南岛地形造成的绕流效应对粤桂南部降雨的影响, 大气科学, 7(3), 335~340.
- 5 程麟生等, 1993, 中国暴雨中尺度系统发生与发展的诊断分析和数值模拟 (II), 应用气象学报, 4(3), 269~277.
- 6 Kuo, Y. H., L. Cheng and J. W. Bao, 1988, Numerical Simulation of the 1981 Sichuan flood. Part I: Evolution of a mesoscale southwest vortex, *Mon. Wea. Rev.*, 116, 2481~1504.
- 7 李维京、罗四维, 1986, 青藏高原及其邻近地区一次天气系统影响的数值试验, 高原气象, 5(3), 245~255.
- 8 滕家真等, 1995, σ 坐标系与有阶梯形山脉地形的 η 坐标系预报的对比试验, 高原气象, 14(3), 281~288.
- 9 滕家真主编, 1994, 成都区域气象中心业务系统技术手册, 北京: 气象出版社, 157~162.

The Numerical Experiment of Plateau Terrain Influencing for a Suddenly Arising Torrential Rain in the West of Sichuan Basin

Yu Shuhua

(Chengdu Institute of Plateau Meteorology, Chengdu 610072)

Teng Jiamo

(Meteorological Bureau of Sichuan Province)

He Guangbi

(Meteorological Observatory of Sichuan Province)

Abstract By the numerical simulation of a suddenly arising torrential rain in the west of Sichuan Basin using an η model, terrain effects on torrential rain and synoptic system have been investigated. Some results are obtained as follows: (1) The heavy rain area is expanded and heavy rain is enhanced by plateau terrain in the east of plateau. (2) The weather system activity near the plateau is damped by plateau terrain. (3) The physical feature, heavy rain area and heavy rain strength in the east of plateau are changed by changing plateau terrain.

Key words plateau terrain suddenly arising torrential rain numerical experiment