

## 湖北省中尺度试验区地形对气象要素场的综合影响

周 军 徐文金 汪克富

(南京气象学院) (芜湖市气象局)

### 提 要

本文分析了试验区特殊地形的热力、动力作用,得到了与地形尺度相当的平均意义下的地形风环流系统,揭露了它的演变规律及散度场的时空特点,发现地形风辐合场与试验区降水有关。最后讨论了试验区温压距平场的时空特征和试验区地形对气象要素场的综合影响。

地形对气象要素场特别是风和降水场的影响,已受到天气工作者的广泛注意。章淹总结过湘中试验基地地形影响降水的几种基本形式<sup>[2]</sup>。我们也研究过两广沿海地形对近地层各要素场的影响<sup>[1]</sup>。最近我们发现气流上游的高大地形通过影响稳定度状况对湖北省的降水也产生某种影响<sup>[3]</sup>。据本攻关项目36课题的要求,本工作主要研究湖北省试验区的复杂地形对当地气象要素特别是风和降水的影响。因试验区外的地形对区内要素场也有影响,有时也把分析范围扩大到全省。研究内容分天气气候分析和数值试验两部分。数值试验的内容将另行讨论。该文使用1987年7月试验区内24个加密观测站每时一次的记录和区外其它测站每天四次的观测记录。

为消除过程性天气系统的影响,突出地形影响的平均状况,采用了文献[1]中使用过的方法,求取各站各时次气象要素的月平均距平值(简称平均距平),单站平均距平的逐时变化,可反映要素的平均日变化,试验区内平均距平场的逐时演变,可反映因地形差异造成的要素场区域性日变化状况。

### 一、湖北省和试验区地形概述

湖北省位于长江流域中游。境内西、东北、东南三面是山地,把江汉平原围成一个向南向东各开一豁口的不完整盆地。鄂西山区和鄂西南高原山地占全省面积的五分之二,一般在海拔1000米左右,其中大巴山东段为全省地势最高处,近1500平方千米的区域在海拔2000米以上。省境东北缘是NW-SE走向的桐柏山和大别山,一般在500米以下,少数山峰在1000米以上。鄂东南的幕阜山和九宫山成SW-NE走向,也在500米以下,少数山峰在1500米左右。大洪山在江汉平原与桐柏山之间,是个130×60平方千米左右、高度在500米以下的孤立地形。湖北中南部的江汉平原是个河网交织、湖泊密布的湖积冲积平原,边缘为50米左右的台地和200米以下的丘陵。试验区在鄂西南山地东

部和江汉平原西部, 是全省东西向地势差异最显著的地方。A区内漳河、沮河、长江、清江分别从西北和西方向枝江附近汇合, 将鄂西山区各大山系切割成高山深谷, 也使各山系主山脊向江汉平原西部边倾斜边构成汇合状态。

## 二、试验区地表平均距平风的时空变化

### (一) 单站平均距平风的日变化

图1是试验区三站平均距平风 $u$ 、 $v$ 分量的逐时演变图, 分别表示区内几类有代表性的地形特征区附近风的日变化状况。其中鹤峰站位于高原山地中心, 东西向地势差不大, 南北方向上北边是高昂的武陵山余脉, 南边是向南逐渐变矮的丘陵山地。枝江站在江汉平原西侧, 是全区东西地势差最显著的地方, 南北方向上, 北边是大巴山余脉, 南边地势在200米以下, 地势差也很明显。仙桃市在江汉平原中部, 东侧地势略高, 北有大洪山, 南为平原水网区, 地势差也较明显。比较各站平均距平风 $u$ 、 $v$ 分量的日变化, 可以看出以下几个特点:

1. 试验区各处都存在不同程度的风的日变化, 变化方式与测站四周地势差有关。就同一测站而言, 哪个方向地势差明显, 哪个方向风的日变化也就明显。如仙桃市和鹤峰站, 南北方向上地势差明显,  $v$ 分量日变化就明显于 $u$ 的日变化, 枝江站东西和南北两方向都有明显的地势差,  $u$ 、 $v$ 分量就都有明显日变化。

2. 不同测站同一时刻同一分量会出现相反的方向, 如枝江站白天出现偏东风, 而仙桃市则为偏西风, 两站夜间 $u$ 分量方向也相反, 但均遵循同一规律, 即白天两分量均指向测站四周的山区或高地, 夜间则相反。这种状况会导致试验区内出现辐合辐散系统, 同时引起系统位置的日变化。

3. 山区中央鹤峰站风的日变化明显弱于其他二站, 说明地表风日变化强度受下垫面粗糙程度的影响。

4. 据统计, 试验区该月低空850和700hPa上月平均为SSW气流。图中各站距平风 $v$ 分量日变化又普遍强于 $u$ 分量, 说明上下层动量交换的日变化对地面风日变化有一定影响。但枝江站白天仍维持较强的偏东形式的上山风, 说明鄂西山区与江汉平原交界处东西方向上巨大的地形差造成的对地表风日变化的影响, 远远超过了上下层动量交换的影响。

5. 各地上下山风相互转换时间各不相同, 维持时间也不一样, 从 $v$ 分量的变化可以看出, 东部上下山风相互转换时间早于西部。下山风的维持时间各地普遍长于上山风。 $u$ 分量的变化也有类似特点, 这种态势使江汉平原维持较长时段的平均距平风辐合区。

### (二) 试验区平均距平风场的特征及演变

单站地面风的日变化对局地天气特别是降水并无指示意义, 试验区内各地地面风的

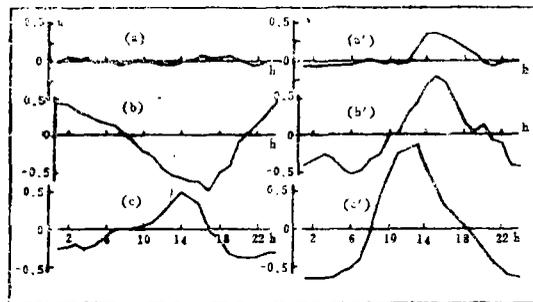


图1 单站距平风日变化 a、b、c分别代表鹤峰、枝江、仙桃站。图中使用三小时平均滑动值

差异造成的流场系统才是重要的。各地平均距平风的非同时性变化及强度方面的差异，会构成试验区内平均意义下的流场系统。图2是03时和15时平均距平风的分布。在03时有三支主要风系，第一支是鄂西山区和鄂西南高原山区的西北风和大洪山南坡的偏北风，它们在几条江河汇集处的长阳、宜都、枝江等地特别强。第二支是江汉平原南部豁口处的西南气流。第三支是江汉平原东部从大别山、幕阜山方向吹来的偏东气流。这三支气流汇集于潜江、公安、江陵三站之间，构成三条中尺度辐合线和一个气旋式中尺度涡旋。辐合线I、II具有冷式切变和暖式切变线的性质，辐合线III两侧气流成迎面辐合状，见图2a。15时情况发生重大变化，这时也有三支气流：清江以南鄂西南高原山地南坡的西南气流；江汉平原南部豁口处的另一支偏南气流，这支气流在江汉平原中部疏散，构成当时江汉平原中部的辐散流场，一部分向东南和东北方偏转，成为幕阜山和大别山西侧的上山气流，一部分继续向北延伸成为大洪山和桐柏山南坡的上山气流，余下一部分向西偏转，成为清江长江之间鄂西山区东坡的上山气流，即图中的第三支气流。第三支东风气流与第一支南风气流之间构成东西向的辐合线。

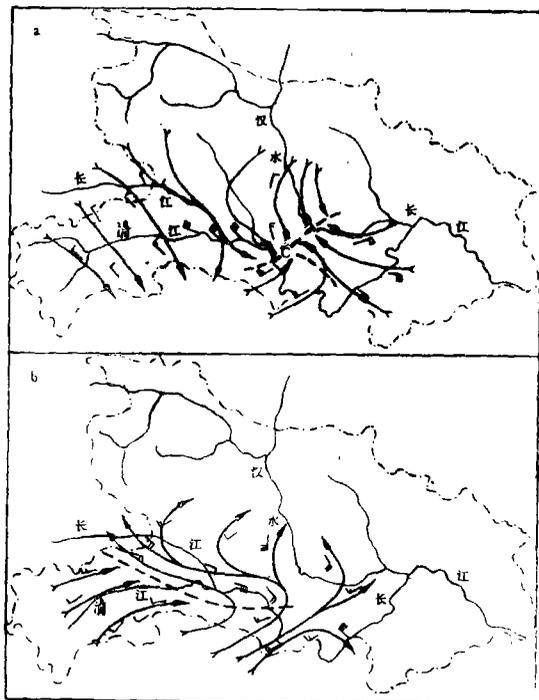


图2 03时(a) 15时(b)平均距平风场

分析每隔三小时一次的试验区平均距平风场，发现每张图(略)上都有风系间的辐合线。辐合线的位置日变化具有下述规律：上午09时位置最偏东，在平原东部监利-汉阳一线，呈东北-西南走向，之后北端向西移动较快，南端略向西移动或基本不动。整个移动方式呈一扇面，到18时辐合线移到试验区最西边并呈东西走向，与武陵山脉主山脊走向一致。18时后又以相反方式移动并于第二天上午09时返回到监利-汉阳一线。图中可见辐合线白天向西移动晚间向东移动，后半夜到第二天上午总出现在江汉平原上。

### 三、平均距平风散度场与降水距平场特征

我们使用逐步订正法计算了各时次的平均距平风散度场，与距平风场一样散度场也有明显的日变化。仍以03时和15时为例分别表示下山风盛行期和上山风盛行期散度场的特征，03时鄂西山区是辐散区，江汉平原是辐合区，辐合中心有两个，分别与枝江附近的气旋式辐合中心及冷式切变辐合线相对应，另一个与暖式切变辐合线相对应。辐散中心分别出现在长江清江河谷间的巫山主脊附近和清江南岸的武陵山主脊上。15时散度场

分布形式与03时刚好相反，鄂西山区是辐合区，巫山、武陵山主脊出现两个辐合中心。江汉平原是辐散区，最强辐散中心在枝江附近，另一个比03时的辐合中心位置略偏北。分析表明散度场日变化与图中辐合线位置日变化相对应，白天辐合区由试验区东部西移，鄂西山区辐散区范围变小、强度减弱，而在辐合区东侧的幕阜山区有一辐散区尾随西进入江汉平原。18时后该辐散区随鄂西山区的辐合区东移而逐渐退出江汉平原进入幕阜山区，此时鄂西山区又逐渐出现辐合，辐合区范围扩大，势力增强。

众所周知，降水场的分布受许多因素的影响，文献[3]中论述了降水与试验区上空大气层结的关系，其实也是降水与地形关系的一个方面。我们分析了降水距平场的时空分布特征，发现与距平风场上的辐合辐散中心的时空演变有良好的对应关系：江汉平原上距平风辐合(辐散)系统维持的时间就是该地降水正(负)距平维持的时间，鄂西山区的情况也一样。对于同一时刻，鄂西山区出现降水正(负)距平，则江汉平原必出现降水负(正)距平，两地呈跷跷板式变化。

#### 四、试验区温、压平均距平场特征

在试验区平均温度距平场上，03时都是负距平，15时都是正距平，见图3。但03时鄂西山区是距平场上的相对冷区，冷中心在长江两岸的主山脊上，江汉平原是相对暖区，暖中心在公安-江陵附近和仙桃市附近。15时则相反，江汉平原是相对冷区西部山区是相对暖区。图中可见，山区温度日振幅大于平原，而白天两地间的温度距平差绝对值比夜间大得多。平均气压距平场与温度距平场分布形式类似(图略)，只是低压区对应相对暖区，高压区对应相对冷区，高(低)压中心与相对冷(暖)中心也基本重合。平均气压距平梯度白天指向山脊、夜间指向平原，其绝对值也是白天大于晚上。平均温压距平场的上述日变化，使山区平原交界处白天的上山风强于夜间的下山风(见图1枝江站u分量的日变化)。

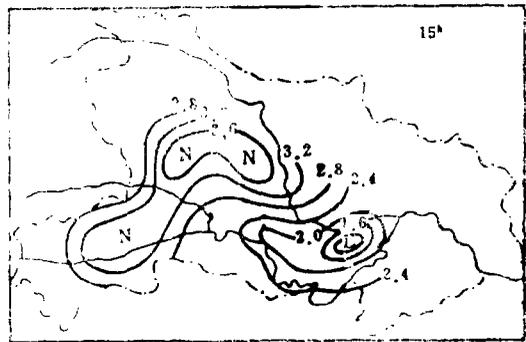


图3 试验区平均温度距平分布

#### 五、结 语

1. 湖北省试验区内各要素的月平均距平场都有明显的日变化，午后15时江汉平原是降水的负距平区，距平风场的辐散区，温度距平场的相对冷区和气压距平场的高压区，鄂西山区是降水的正距平区、距平风场的辐合区、温度距平场的相对暖区和气压距平场的低压区。夜间03时两地上述要素场的分布形式刚好相反，A、B试验区要素距平分布呈现跷跷板的结构。距平风散度场每天呈现有规律的东西进退，其它要素的正负距平区也表现出规律性的东西振荡。

2. 试验区内距平风场的明显日变化遵守同样的规律：白天吹上山风，指向温压距平

场上的暖低中心，晚上吹下山风，也指向温压距平场的暖低中心，因此距平风场具有明显的热力环流性质，是试验区内外地形热力差异综合作用的结果。地形热力差异使温压距平场出现差异并导致距平风和各地距平风在方向强度方面的差别，进而使试验区出现距平风辐散辐合系统。各地热状况的日变化最终又导致各站距平风的日变化和距平风中尺度辐散辐合系统的位置、强度的日变化，进而又导致试验区降水距平区的日变化。

3. 地形是多尺度的，对气象要素场的影响也是多尺度的，本文得到的各距平场系统，是与本次资料站点的密度对应的，鄂西山区高山深谷对要素场影响的细节需更密的站点资料才能反映。这里所得的规律是气候平均意义下的，也反映不出天气系统与地形的相互作用，用中小尺度模式进行数值试验对弄清上述遗留问题是有益的。

### 参 考 文 献(略)

## COMPREHENSIVE EFFECTS OF TOPOGRAPHY ON THE METEOROLOGICAL ELEMENT FIELD IN THE MESOSCALE EXPERIMENT AREA OF HUBEI PROVINCE

Zhou Jun Xu Wenjin Wang Kefu\*

### ABSTRACT

In this paper, analysis is performed of the thermodynamic and dynamic effects of the unusual topography in the experiment area of Hubei province, with the obtainment of the topographic wind circulation system in its average meaning, corresponding to the topographic scale. The regularities of its evolution and the temporal and spacial characteristics of the divergence field are thus revealed. It is found that the convergence field of topographic wind is related to the precipitation in the area. In the end, discussions are made of the comprehensive effects of the temporal-spacial characteristics of the temperature-pressure anomaly field and the topography in the experiment area on the meteorological element field.

\* Affiliated with the Wuhu Weather Bureau