

地形的热力作用对湖北省暴雨的影响

徐文金 周 军 段永明

提 要

本文利用湖北省1977—1986年6、7月份暴雨资料及1979—1986年恩施、宜昌、武汉三个站探空资料,研究了湖北省暴雨分布特征。结果表明,湖北省西部山区及青藏高原大地形的热力作用明显。本文用这种热力作用对湖北省的暴雨分布特征,提出一种可能的解释。

一、前 言

地形对暴雨的影响,国内许多学者曾作了很多的研究。章名立^[1]曾指出地形的迎风坡对暴雨的强度有显著的增幅作用,梁慧平、陈志东^[2]指出大别山的地形涡旋能使雨量增幅约3—5倍,陈良栋等^{[3],[4]}曾研究指出大别山与皖南山区之间的长江河谷,由于峡谷效应而形成的穿谷流对其下风方的苏皖平原有加强对流活动作用。章淹^[5]曾归纳出地形对降水有13种作用。国外学者对地形与暴雨的关系也有很多类似的结论。值得指出的是,GarLson, T.N.等^[6]在研究美国俄克拉荷马州及其邻近的强对流天气时,曾指出墨西哥高原及洛基山脉的加热作用使其下游地区覆盖一暖干层,在这暖干层下面来自墨西哥湾的低层暖湿气流的不稳定能量得以维持或加强,而当这股低层的暖湿气流冲出暖干的覆盖层后,与高空槽前来自北方的干冷气流相配合时,就会产生极大的不稳定对流作用,他们称此特征为Underrunning,我们可按其特征称它为地形热力暖干覆盖层下的暖湿气流作用。

地形与暴雨关系的一般性讨论是容易的,而对某个真实地形是怎样对暴雨起作用,其物理过程是怎样的,这却是十分复杂的。

本文的重点在于分析研究湖北省6、7月份暴雨分布特征及地形的热力作用对湖北省可能产生的影响。所用资料是1977—1986年6、7月份湖北省各气象台站暴雨(日雨量 ≥ 50 毫米)纪录,并参考1951—1973年梅雨期雨量资料,以及1979—1986年湖北省恩施、宜昌、武汉三站高空探空和测风资料。

二、湖北省的地形、暴雨特点

1. 湖北省地形特点

湖北省西部有大巴山脉，西南部有武陵山脉，海拔高度一般都超过1000米，最高山峰达3053米，东北部与大别山脉接壤，东南部临近幕阜山，而在襄阳的东南方有一水平长度约一百多千米，高度在500米到1000米左右的大洪山，中部为江汉平原，海拔高度一般都在100米以下。

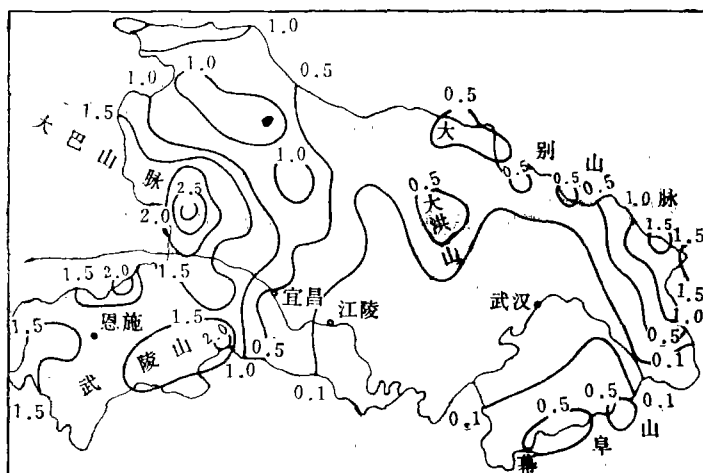


图1 湖北省地形等高线 单位：千米

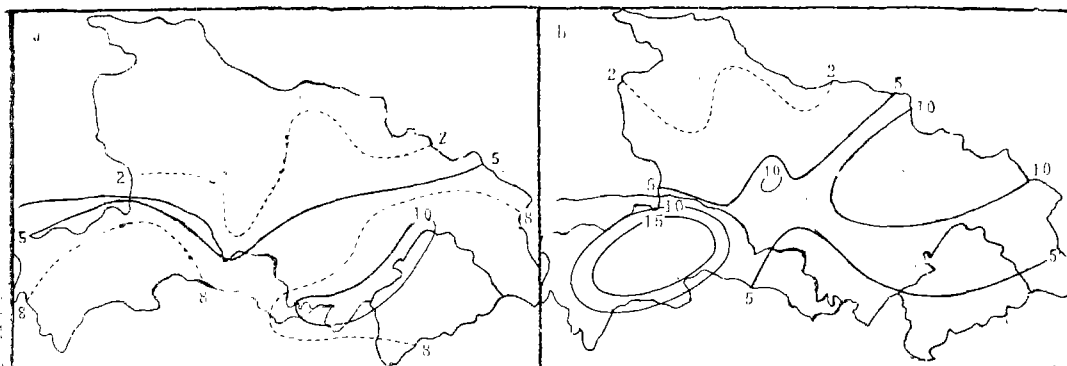


图2a 湖北省6月份暴雨日数分布图

图2b 湖北省7月份暴雨日数分布图

2. 全省暴雨特点

天气气候知识告诉我们：6、7月份为长江流域梅雨季节，在梅雨环流背景下，暴雨区多由天气尺度或次天气尺度系统(如切变线、低涡等)影响所致，所以暴雨区多呈带

状特征, 6月雨带偏南, 随着北方冷空气势力减弱及西太平洋副高势力的增强, 7月份雨带北移。图2a、2b分别是全省1977—1986年6、7月份暴雨(日雨量 ≥ 50 毫米)日数分布图。由图可见多暴雨日数区基本上呈东西带状。6月份位于武汉及其以南地区。而7月份位于武汉以北地区。这与一般的气候特征是一致的。图2a、2b中值得注意的现象是: 不论是6月份还是7月份, 在接近湖北省西部高山的平原地区如宜昌—江陵, 当阳—沙洋之间暴雨日数相对较少, 使暴雨带呈东西两个多暴雨区的特征。另一个值得注意的现象是: 鄂西北地区(襄阳以西)也是个少暴雨区。这从武汉中心气象台1974年12月所编的“湖北省重要天气过程总结汇编之一”中, 湖北省梅雨期雨量分布特征一文所用的1951—1973年梅雨期平均雨量图(图略)也能看出图2a、2b的上述分布特征。这一方面说明了1977—1986年这10年的暴雨资料是有代表性的, 另一方面也证实了上述暴雨分布特征的可靠性。

为了进一步揭示暴雨区的特征, 我们根据湖北省24小时日雨量 ≥ 50 毫米分布资料, 将暴雨区分为以下五种类型, 按月份进行统计分析。

1. 带状型。其特征是暴雨区呈近东西向带状贯穿全省。
2. 东部型。暴雨区出现在潜江、监利(113°E)以东地区。
3. 西部型。暴雨区出现在宜都、远安(111.5°E)以西地区。
4. 东、西型。暴雨区出现在省内东部和西部地区, 中部地区无暴雨。
5. 零散型。暴雨零散地出现在单站上, 这类型反映出局地强雷雨特征。

在1977—1986年的6、7两个月中全省共有暴雨次数(即天数)77次, 属于上述五种类型的共有64次。另外有13次很难划归上述那一种类型, 而未列入统计。统计结果如表1所示。由表1可见, 6月份呈带状型较多(8次), 而7月份只有两次。这可能反映出6月份暴雨多数发生在梅雨环流背景形势下, 主要由中、小尺度系统所造成的, 局地的地形热力作用较弱。而7月份以西部型、东、西部型、东部型及零散型为主, 带状型较少, 这可能反映出7月份梅雨期结束后或近于结束时, 地形及局地大气层结较不稳定对暴雨的影响较为显著的结果。

表1 湖北省1977—1986年各类型暴雨出现次数

暴雨区特征 月 份	带状型	东部型	西部型	东、西型	零散型	合 计
6 月	8(次)	5	3	4	2	22
7 月	2(次)	10	11	11	8	42
合 计	10	15	14	15	10	64

三、各站高空温度日变化特征

以上统计分析所显示的暴雨类型, 7月份与6月份有明显的不同, 这当然与大气环

流的气候变化有关,但这也使我们联想到地形的热力作用问题。为此,我们统计了1979—1986年的恩施、宜昌、武汉三个站的探空资料。从地理位置上看,恩施站可以代表西部山区特点,宜昌站可以代表与山区接近的平原特点,武汉则代表远离西部山区的平原特点。表2给出了其统计结果,在表2中值得注意的现象:①850百帕高度上的恩施站温度日变化明显。6、7月 ΔT_{12} 均为 2.5°C ($\Delta T_{12}=T_{20}-T_{08}$,即20时的多年月平均温度与08时的多年月平均温度之差),而宜昌、武汉二站的 ΔT_{12} 值均较小;②6、7月850百帕高度上多年的日平均温度 $\bar{T}$ ($\bar{T}=(T_{08}+T_{20})/2$)恩施站均高于宜昌与武汉。而这些差别在700百帕高度上都消失。这明显地证明了湖北省西部山区地形对大气低层的热力作用较为明显。其垂直影响高度可达850百帕高度以上。

表2 1979—1986年各站高空平均温度及其日变化

月份	站名	850 百 帕				700 百 帕				500 百 帕			
		08时	20时	ΔT_{12}	平均 $\bar{T}$	08时	20时	ΔT_{12}	平均 $\bar{T}$	08时	20时	ΔT_{12}	平均 $\bar{T}$
6 月 份	恩 施	17.0	19.5	2.5	18.3	9.7	9.9	0.2	9.8	-3.9	-3.5	0.4	-3.7
	宜 昌	17.8	18.3	0.5	18.1	9.7	10.0	0.3	9.8	-4.3	-3.8	0.5	-4.0
	武 汉	17.6	18.2	0.6	17.9	9.7	10.0	0.3	9.9	-4.4	-4.2	0.2	-4.3
7 月 份	恩 施	19.2	21.7	2.5	20.6	11.5	11.8	0.3	11.7	-2.4	-1.8	0.6	-2.1
	宜 昌	19.9	20.6	0.7	20.3	11.7	12.0	0.3	11.9	-2.7	-2.2	0.5	-2.4
	武 汉	20.1	20.7	0.6	20.4	11.6	12.0	0.4	11.8	-2.8	-2.5	0.3	-2.7

在表2中500百帕高度上也有值得注意的两个现象:①恩施站不论08、20时以及日平均温度均高于宜昌,而宜昌站又高于武汉;②恩施站500百帕上温度日变化 ΔT_{12} 值大于700百帕上的 ΔT_{12} 值,而且也大于武汉的 ΔT_{12} 值。这两个现象说明了什么问题呢?我们认为这是反映出我国西部青藏高原大地形加热作用,并在西风气流输送下在其下风区形成暖性覆盖层的结果,恩施站距青藏高原较近,故500百帕温度较高,受到高原上热力的日变化影响较大,而武汉离青藏高原较远,因而已看不出这种影响。

四、各站层结稳定度分析

众所周知大气层结稳定度对垂直运动的发展具有很大影响,从而也影响了降水强度。为此我们根据表2中的值计算了三个站的大气层结稳定度特征(为了简便略去水汽条件),如表3所示。表3中的值为850百帕与500百帕的温度差,即 $T_{850}-T_{500}$ (以下用 ΔT_p 表示之)。 ΔT_p 值较大表示稳定度较小。由表3可见,恩施的08时 ΔT_p 值小于宜昌及武汉的值,而20时的 ΔT_p 值则相反。其原因由表2不难追查到。是恩施站850百帕高度上08时温度较低,20时温度较高所造成的。这显然是由山地热力作用所造成的。由此

可以推论湖北省西部山区在午后到上半夜之间是较为有利于暴雨的发生。但还有些值得注意的现象:①7月份三个站的 ΔT_p 值均比6月份的大,其原因从表2中也可以追查到,主要是这三个站的850百帕高度上温度普遍升高,而且比500百帕上温度升高的更多所引起的。这反映出7月份整个下垫面较强的加热作用所引起的,这可以称为下垫面的季节热力作用。这种热力作用可以用来解释7月份零散型的暴雨次数较多的原因;②宜昌6、7两个月20时的 ΔT_p 值比恩施和武汉小。其原因由表2也不难追查到。宜昌与恩施比较,可以看到主要是宜昌站的850百帕上20时的温度比恩施低所造成的,这是湖北省西部山区热力作用的结果。宜昌与武汉作对比,可以发现主要是宜昌500百帕的20时温度比武汉高所造成的,前面已分析过500百帕上这种温差可能是青藏高原大地形加热在其下游所形成的暖性覆盖层所引起的。

表3 各站平均稳定度($\Delta T_p = T_{850} - T_{500}$)值

月 份	6 月 份			7 月 份		
站 名	恩 施	宜 昌	武 汉	恩 施	宜 昌	武 汉
08 时	20.9	22.1	22.0	21.6	22.6	22.9
20 时	23.0	22.1	22.4	23.5	22.8	23.2
平 均	22.0	22.1	22.2	22.7	22.7	23.1

宜昌站20时大气层结较稳定的现象,也许可以部分地由此来解释前面所述的宜昌附近平原地区暴雨较少的原因。

五、山谷风现象

既然上述温度场分析证明湖北省西部山地热力对大气温度作用较为明显,那末可以推论在西部山区与平原之间应有较明显的山谷风现象。为此我们统计分析了1979—1986年6、7两个月恩施、宜昌、武汉三个站高空测风的合成风的资料,结果发现只有宜昌站7月份850百帕上风向存在明显的日变化特征,如表4所示,08时多为偏西风(山风),20时多为偏东风(谷风)。而700百帕及其以上高度则不出现这种特征(表略)。这也许说明7月份湖北省西部山区与平原地区之间的山谷风环流较强,可伸展到850百帕高度以

表4 宜昌站850百帕逐年7月份合成风向(DDD), 风速(ff)

年 份	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
08 时 DDDff	21102	28001	22902	23302	24001	24303	26802	32401
20 时 DDDff	15201	7702	14402	15801	19102	14202	14301	10601

上。而 6 月份山谷风环流较弱，未伸展到 850 百帕高度上。

六、地形的热力作用对暴雨影响的一种可能图像

根据以上分析，我们可以初步看到湖北省西部地形的热力作用有两方面的结果。一方面使西部山区大气层结在午后到上半夜趋于不稳定，而下半夜到上午趋于稳定；另一方面产生山谷风环流，而山谷风环流与层结稳定度的不同配置就会对山区与平原的暴雨产生了不同的影响。此外，青藏高原的热力作用也有一定的影响作用。以下我们用示意图来说明这种影响的结构。

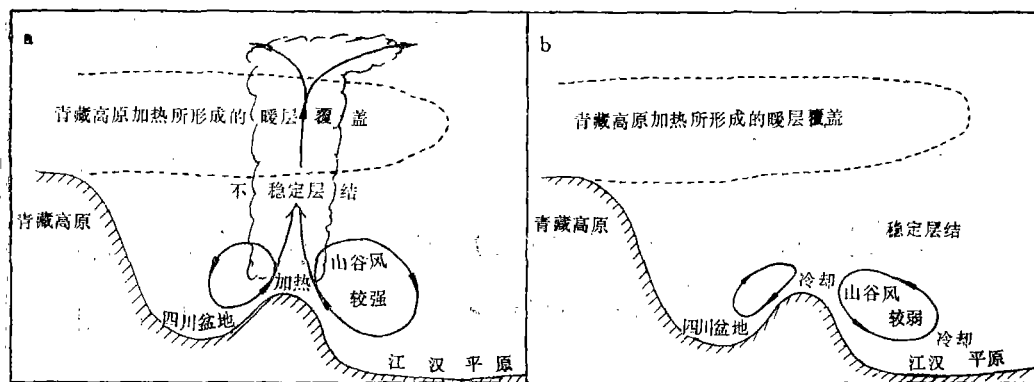


图 3a 午后一上半夜地形加热作用所形成的不稳定层结与山谷风环流

图 3b 下半夜一上午下垫面冷却作用所形成的稳定层结与山谷风环流

午后到上半夜(图3a)尽管有青藏高原大地形加热影响所形成的暖性覆盖层不利于对流发展，但是湖北省西部山区对大气低层的加热作用较强，使山区稳定度趋于不稳定(见表3中20时恩施的 ΔT_p 值)，而所产生的山谷风使山区上升运动较强，从而有利于山区对流发展，降水强度加强，而在平原地区处于山谷风环流的下沉运动区，则不利于平原地区暴雨的发生。而在下半夜到上午(图3b)山区与平原之间温差较小。由表2可见08时恩施与宜昌之间的温差较小，例如7月份08时这种温差仅为 0.7°C ，而20时这种温差为 1.1°C 。所以下半夜到上午山谷风环流较弱，而此时大气层结稳定度不仅有地面辐射冷却作用，而且500百帕高度上还有青藏高原热力作用所形成的暖性覆盖层作用。使大气层结稳定度加大。所以此时邻近的平原地区虽然处在山谷风环流的上升运动区，但也很难有强对流发展。综合以上两个时段的结果可知邻近山区的平原地区不利于对流发展和暴雨的发生。此外7月份下垫面的季节性加热作用较强，大气层结稳定度较小，这种地形的热力作用就显得更为明显。我们认为这可以部分地解释造成湖北省暴雨在近山区的平原较小的原因。

至于湖北省东部出现的多暴雨区固然有许多原因，但青藏高原大地形的热力所形成的暖性覆盖层未明显影响东部地区，从而比西部地区较为有利于对流发展可能也是原因

之一。

地形对暴雨的影响必定还有许多方面,如地形抬升作用也可以用来解释湖北省西部武陵山区多暴雨的原因。我们准备在收集更多资料后再从多方面对这种影响加以研究。

参 考 文 献

- [1] 章名立, 地形对暴雨的影响, 暴雨文集, 58—64, 吉林省人民出版社, 1978.
- [2] 梁慧平、陈志东, 地形涡旋与降水, 气象, 1981, 9, 6—8.
- [3] 陈良栋、高太长, 长江河谷穿谷流对其下风方强对流活动的影响, 气象, 1983, 9, 2—7.
- [4] 陈良栋、陈淑萍、魏志云, 弱穿谷流情况下苏皖平原强对流活动特点, 气象, 1984, 9, 6—9.
- [5] 章淹, 地形对降水的作用, 气象, 1983, 2, 9—13.
- [6] Carlson, S.G., Benjamin, S.G. and Forbes, G.S., Y.-F. LI, Elevated mixed layers in the regional severe storm environment: Conceptual model and case studies, Mon. Wea. Rev., Vol. 111(1983), 1453—1473.

THE EFFECT OF TOPOGRAPHIC HEATING ON HEAVY RAIN OVER HUBEI PROVINCE

Xu Wenjin Zhou Jun Duan Yongming

ABSTRACT

In this paper, features of heavy rain distribution over Hubei province are examined by using the heavy rain data for June and July 1977—1986 and the sounding data for 1979—1986. The result shows that the heating of the mountains in western Hubei province and the massive topography of the Qinghai-Xizang Plateau is evident. This may explain the features of heavy rain distribution over Hubei province.