

文章编号: 1006-4354 (2004) 01-0008-03

秦岭山地暴雨与地形关系分析研究

殷志有, 王 俊, 孙军鹏

(商洛市气象局, 陕西商州 726000)

摘 要: 利用商洛市 1954—2002 年共 49 a 各县(区)降水资料, 对本区域内历年 5—10 月暴雨与秦岭山地地形分析, 得出暴雨一般产生在南北向河谷和海拔较高山脉迎风坡的喇叭口地域内, 高频区在 1.8 km 以下的山区, 在 0.6~1.8 km 的山地之间暴雨频次有随高度增加的趋势, 1.0 km 以下低山丘陵地带, 暴雨出现的机率较小。特殊的地形会产生正涡源, 是小范围中小尺度辐合系统生成和维持的动力原因。地形梯度与暴雨关系密切, 暴雨的高频区与梯度大值区相对应, 是山区局地暴雨形成、发生和发展的动力因素之一。对于商洛山区强对流性天气降水及暴雨的落区、落点预报有一定参考价值。

关键词: 山地暴雨; 特征; 地形梯度

中图分类号: P463.1

文献标识码: B

强对流性局地暴雨由于骤发性强, 落区与落点离散, 多出现在山地, 迄今为止仍是天气预报难点之一。暴雨天气的出现, 除与大的天气尺度系统有关外, 还具有明显的地方性特点。目前很多强对流天气预报工作大多数是从天气因素观测和分析上进行了大量的研究, 而对不同的地域、不同的地形探讨较少。本文针对商洛市独特的山地特点, 利用 1954—2002 年共 49 a 有关气象、水文雨量观测记录, 分析了本区域内历年 5—10 月 24 h 降水量大于 50 mm 的强降水特征, 以及地形梯度与暴雨的关系。

1 暴雨分布特征

1.1 地貌特征

商洛市位于陕西省的东南部, 地处秦岭南麓。秦岭支脉在商洛市内, 形如手掌(图 1), 其东北有蟒岭盘垣; 中部有流岭、鹞岭自西北向东南绵

延; 西有黄花岭、南梁由西北向南曲伸; 南有鄢西大梁、新开岭由西向东南婉转环绕, 地形错综复杂。地形总体走势为, 西北高, 东南低, 最高的是牛背梁与最低的梳洗楼, 相对高差为 2.6 km。

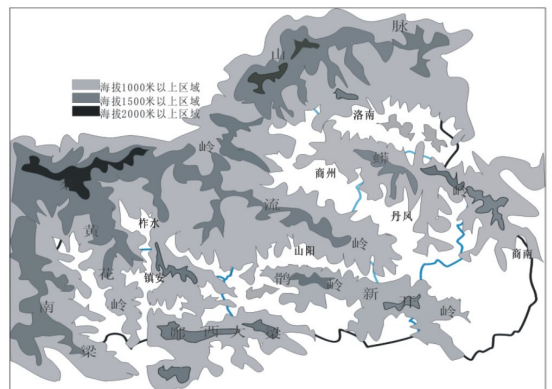


图 1 商洛市地形图

收稿日期: 2002-05-09

作者简介: 殷志有 (1955-), 男, 陕西洛南人, 工程师, 主要从事天气预报工作。

- [2] Gilmore M S and L J Wicker. The Influence of Midtropospheric Dryness on Supercell Morphology and Evolution [J]. Mon Wea rev, 1998, 126: 943-958.
- [3] 赵秀英, 段 旭, 孟遂珍, 等. 中层干燥度对超级

- 单体雷暴形态和演变的影响 [A]. 国外强对流天气的应用研究 [C]. 北京: 气象出版社, 2001.
- [4] 彭治班, 李辉东, 沈建国, 等. Misumi 等对长寿对流单体形成过程的模拟结果 [A]. 国外强对流天气的应用研究 [C]. 北京: 气象出版社, 2001.

境内沟壑交织, 河流密布, 在 1.9 万 km² 的地域内, 分布流长在 10 km 以上的河流 240 多条, 其中洛河、丹江、金钱河、旬河、乾佑河像 5 个手指, 从秦岭主脊开始分别向东、东南和南注入黄河、汉江等流域。这些河流对商洛市气候调节、水汽供应以及强对流天气的形成影响较大。

1.2 山地强降水频次分布特征

从强降水的频次分布图(图 2)上可以明显看出, 低频区主要出现在鹞岭以北和流岭、蟒岭中段山脉以及较平坦的低山、河谷一带, 即丹凤西部、商州东南部和洛南的东部, 呈东北—西南带状分布, 这一区域年平均暴雨次数在 0.6~0.9 次/a。高频区主要分布在西南与东南和北部的河谷盆地以及秦岭南坡海拔大于 1.0 km 以上的山地林区附近。这一带暴雨出现的频次大多为 1.5~1.8 次/a, 少数高山附近达 2.4 次/a, 约为低山、丘陵地带的 4 倍, 南北向比东西向的河谷暴雨出现的频次明显偏高。高频区的分布与秦岭几个主要支脉走向基本一致。在水汽相当充沛的南北向河谷盆地自 0.6 km 到 1.8 km 的山区暴雨出现的频次随高度有向上增加的趋势。另外, 本区域内的几个高频区, 主要出现在海拔 1.0~1.7 km 区域内, 如柞水北部的牛背梁南侧老林附近和镇安鹰咀山附近。

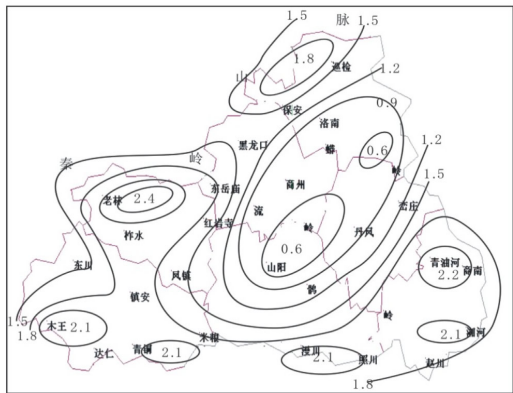


图 2 商洛市暴雨频次分布图(单位: 次/a)

2 秦岭山地暴雨的几种类型

2.1 喇叭口型

该类型指三面环山, 一面临河谷, 中间海拔高度相对较低的空旷平坦地域。喇叭口朝向主要

有东、西南和南 3 种, 它主要取决于山体的走向。位于东—西向山脉主体的迎风坡和南北向山脉背风坡。49 a 的资料统计表明, 商洛市 80% 的暴雨和大暴雨落区属该类型。其分布主要位于秦岭主脊南坡沿线, 如营盘、红岩寺、驾鹿和保安, 商州西部的东岳庙、黑龙口, 镇安县的木王、达仁及东南部的富水、曹营、腰庄、双槽、鹞岭以南石柱河的照川、漫川等地。这些地域年频次在 1.5~2.2 次/a 之间。

2.2 南北向河谷型

主要分布在乾佑河、镇安西部旬河、与商南的清油河和武关河谷中。由于河谷呈经向分布, 在特定天气形势下有利于西南暖湿气流的输送, 若遇大的山脉阻挡, 造成水汽堆积, 是暴雨与大暴雨多发区。例如镇安县的木王、柞水县的老林和商南县清油河、峦庄, 这些高频区年频次为 1.5~2.4 次/a。

2.3 低山、丘陵型

该型主要指海拔高度小于等于 1.0 km 的较开阔的地域。主要分布在商洛市中部、鹞岭以北、流岭至蟒岭中段的北部和商州、洛南、丹凤部分区域, 暴雨出现的年频次为 0.6~0.9 次/a。

3 暴雨与地形梯度的关系

3.1 梯度概念

暴雨是一种中尺度天气现象, 除与高层天气系统有关外, 与低层系统关系密切, 而低层系统常会受到下垫面地形因素的制约, 因此有必要对地形梯度综合分析。考虑到地形动力因素, 在计算地形梯度时, 必须把水平方向上的东西与南北方向的梯度统筹考虑, 即:

$$\nabla h = \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial y} \quad (1)$$

∇h 地形梯度虽然是固定的地形动力因子, 但是它的物理意义十分明确, 其中 $\frac{\partial h}{\partial x}$ 和 $\frac{\partial h}{\partial y}$ 分别表示由地形引起东西和南北方向上的切变。由(1)式可知, 在地面边界层内, 山脉的长度愈长, 坡度愈大, 南北方向上高度愈高, 地形梯度形体作用愈强, 影响的范围愈广。反之, 山脉在水平方向延伸较短, 徒度小, 而在南北方向上高度较低则地形梯度就愈小, 形变作用就愈小。

3.2 地形梯度计算

要计算地形梯度关键是读取各网格点上的地形高度 h_{ij} 值, 利用商洛市地形图, 取 $108^{\circ}30' \sim 111^{\circ}04'E$, $33^{\circ} \sim 34^{\circ}30'N$, 经纬格距按 $(0.03^{\circ} \times 0.03^{\circ})$, 共计 1 361 个网格点, 读出 h_{ij} 值, 用下列公式计算各网格点 x 方向 (向东为正) 和 y 方向 (向北为正) 的地形梯度。

$$(\nabla h_x)_{ij} = \left(\frac{\partial h}{\partial x} \right)_{ij} = \frac{h_{(i+1,j)} - h_{i-1,j}}{2d},$$
$$(\nabla h_y)_{ij} = \left(\frac{\partial h}{\partial y} \right)_{ij} = \frac{h_{(i,j+1)} - h_{i,j-1}}{2d},$$

以上 2 式中的 d 为网格距, d 取 2.5 km, 下标 i 、 j 分别表示 x 方向和 y 方向的格点坐标, 再用下式计算出各格点上的地形梯度:

$$\nabla h = \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial y} = \frac{h_{(i+1,j)} - h_{i-1,j}}{2 \times 250} + \frac{h_{(i,j+1)} - h_{i,j-1}}{2 \times 250}.$$

(2)

3.3 地形梯度场分析

通过对商洛市地形梯度场分析, 发现地形梯度正值区与暴雨高频区有密切的关系 (图 3), 从商洛市的地形切变梯度图上, 可以看出梯度正值区与大的山脉走向基本一致, 较大的正值 (大于等于 15×10^{-1}) 位于秦岭主脊沿线以及鹞岭以南和商南县北部与丹凤县交汇处部分区域内, 与暴雨频次分布图中的高值区相吻合。

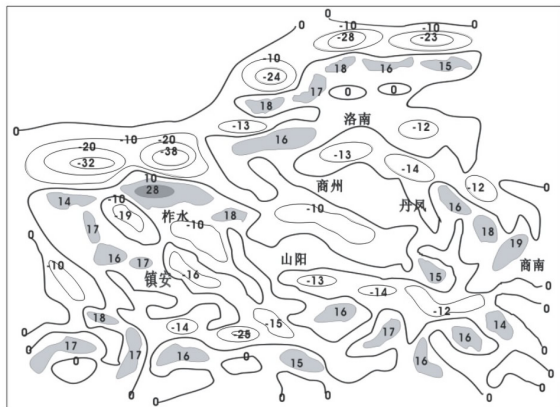


图 3 商洛市地形梯度图

是喇叭口地域往往是梯度值较大的地方, 同时也是暴雨高频区所在地。由于地形梯度大值区的固定存在, 导致地面受热和水汽分布不均, 上述地区经常处于正涡源状态, 有利于地面流场气旋性切变辐合线的产生。只要有天气尺度系统影响, 就有利于中小尺度气压扰动的发生、发展。这就是山区中小尺度暴雨多于平原, 高山暴雨高频区多于低山丘陵地带的一个重要原因。而山地特殊地域对暴雨的形成和发展的作用, 往往不为人们注意。例如 1998-07-09 丹凤与商南县交汇处, 清油河的特大暴雨, 曾创世界内陆最大暴雨记录; 又如赵川、柴坪、漫川和青铜关等梯度高值区, 多为特大暴雨的高频地域。由于地形梯度分布不均, 从而使山区不同区域得到辐合与辐散。梯度大值区易产生上升运动, 降水就会加强。梯度较小的地域, 上升运动相对较小, 降水就会减弱。

4 结论

4.1 陕南东部秦岭山地 5—10 月份区域性、地方性暴雨, 一般产生在南北向河谷和海拔较高山脉迎风坡的喇叭口地域内, 并且暴雨高频区主要集中在 1.8 km 以下的山区, 在 0.6~1.8 km 山地之间暴雨频次有随高度增加的趋势, 1.0 km 以下低山丘陵地带暴雨出现的机率较小。

4.2 暴雨除与天气形势有关外, 特殊的地形会产生正涡源, 是小范围中小尺度辐合系统生成和维持的动力原因。这是地方性暴雨和中尺度以上系统性暴雨的不同。

4.3 地形梯度与暴雨关系密切, 暴雨的高频区与梯度大值区相对应, 是山区局地暴雨形成、发生和发展的动力因素之一。在暴雨灾害性天气预报中, 对于山区暴雨落区、落点的预报有一定的参考价值。

参考文献:

[1] 湘中小尺度系统试验基地暴雨组. 中小尺度暴雨分析和预报 [M]. 北京: 气象出版社, 1988: 397-401.

计算表明, 大的山峰南坡、河谷盆地, 特别