# 地 形 涡 旋 与 降 水

梁慧平　陈志东

大尺度山地对天气的影响早在十八世纪就引起人们的重视。起初仅限于现象描述，随着探测手段的增多，开展了地形对大气环流和天气系统影响的研究。关于喇叭口地形，气流汇合对暴雨的贡献已有过一些分析。近年来我们通过对1968—1977年和1980年6—7月大别山区地形与暴雨的分析，发现小尺度地形对天气的影响也不可忽视，得出边界层山地存在着另一种准定常的波长量级为35—50公里的小尺度系统。这些小尺度系统多数是涡旋，有个别是辐合线。涡旋厚度一般为300米，其生消、发展扰动与降水甚至暴雨都有着密切的关系。本文着重对这种地形涡旋产生的区域、特性以及天气系统配合情况与暴雨关系等方面进行了分析。

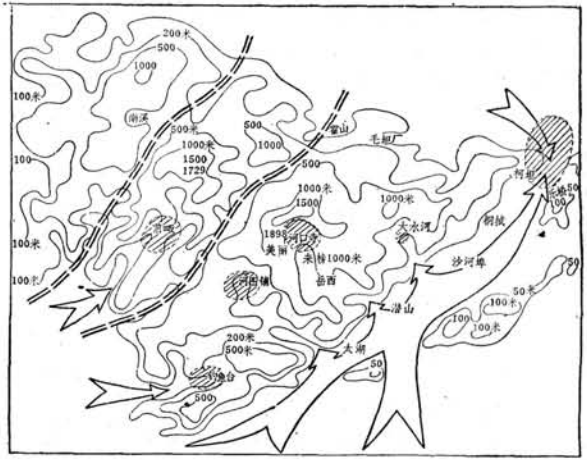



图1　大别山地形图

## 一、涡旋产生地区

大别山位于江淮流域之间，山脉呈西北—东南走向。在安徽省境内大别山的形状类似三角形。三角形底边在西南，顶端伸到庐江县的柯坦（如图1），与庐江东北面高度为50—100米的栖凤岭相对峙。当气流沿山的东端下滑时，产生下沉运动，同时由于庐江东侧到怀宁一带是高度为50—200米连绵不断的丘陵地带，西南气流沿着丘陵抬升与北面的偏北气流相遇，在庐江、桐城、舒城之间形成涡旋环流（以下简称1号涡旋区）。此外，大别山区南坡有三个向南开口的喇叭形谷区，分别在沙河埠至大水河，潜山至岳西，太湖至河图铺三地。由图1、2、3可见，西南气流进入谷区，风向转为东南，呈气旋式环流。其中，由岳西至潜山、怀宁、太湖、高河埠和许岭一带简称为2号涡

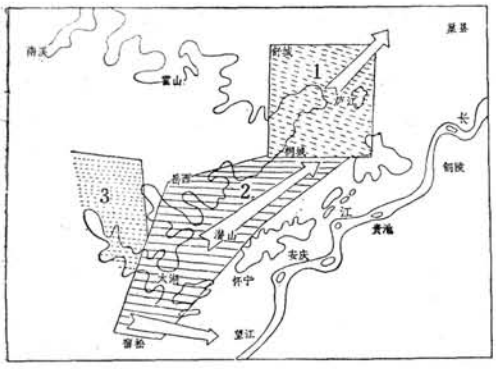



图 2　涡源区示意图

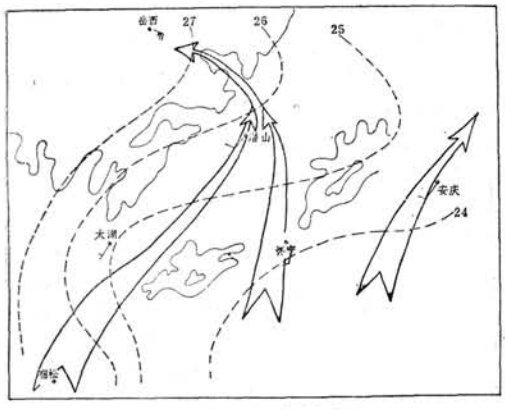



图 3　潜山谷区的放大图

旋区。岳西以西为 3 号涡旋区。山北坡的南溪与霍山是向东北开口的谷区，当东北风贯入时，有利于涡旋形成。但这类涡旋出现机率很少，不重点分析。同时，发现小尺度地形边界层流场，一方面具有类似大尺度流场的特点，即在大别山北坡多小高压活动。而山南坡和东侧经常产生涡旋，这与我国西部高原环流分析的结果相似。另一方面，我们也发现在大别山北坡的南溪一带，亦常有地形涡旋产生，并能使降水增强。

## 二、涡旋出现频数、移动路径及速度

涡旋形成与特殊地形有关。大别山地边界层流场产生涡旋最多的是 2 号区。其次是 1 号区。根据1968—1977年 6 小时流场图，在 6 次降水过程中出现 42 次涡旋，产生暴雨的机率达 90%。1980 年 6 月 16—26 日 11 天 264 个时次中，涡旋出现机率较多(见附表)。由表可见，涡旋出现并不是都伴有降水（而是在有切变、低涡等系统移来时才有降水)，但在地形的增幅作用下，暴雨出现的机率就较高。这是形成江淮梅雨锋

附表　1980 年地形涡旋出现与降水机率表

| 涡旋区号 | 出现频数（个） | 降水机率（%） | 产生暴雨机率（%） |
|---|---|---|---|
| 1 号 | 22 | 30 | 85 |
| 2 号 | 29 | 50 | 90 |
| 3 号 | 22 | 30 | 85 |

上降水强度不均匀分布的原因之一。

从涡旋路径图看到：1 号、2 号的涡旋主要沿山谷向东北方向移动，常与 850 毫巴西南气流走向一致。移速为 30—40 公里/小时，最快达 50 公里/小时、最慢为 5 公里/小时，我们称它为山谷涡旋。1、2 号的涡旋东移时对江淮中部影响较大。3 号涡旋移动范围在 30 公里之内，不离开山地的我们称为山地涡旋。

## 三、涡旋尺度、强度、厚度及生命史

通过对涡旋最长轴统计，发现山区边界层涡旋范围多数为 35—50 公里，最大达 70 公里，最小为 20 公里。涡旋初形成时，势力较弱，四周风速为 1—3 米/秒。当有天气尺度系统叠加时，地形涡旋四周风速可增至 4米/秒，有时达 8米/秒。从每小时流线图中得出，涡旋生命周期一般为 3—4 小时，最短为 1 小时，最长可达 13 小时。产生降水的涡旋生命史大都在 3—4 个小时。

我们从安庆、独山（六安县)、庐江、霍山等地 300 米、600 米和 900 米高度上风的记录中看出，地形涡旋出现在地面层至 300 米之间。图 4 是庐江地形性涡旋在 300 米还可看到气旋式弯曲，在 600 米以上

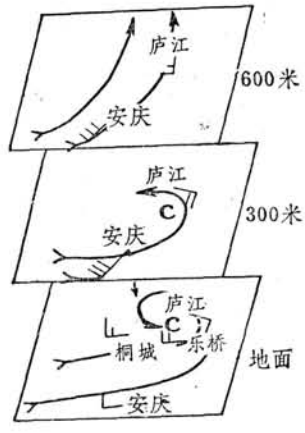



图 4　地形涡旋厚度图

便是一致的西南气流，看不到涡旋迹象。所以说地形涡旋都在600米以下，是浅薄的。目前还尚未发现厚度等于或高于600米的涡旋。

## 四、天气系统与地形涡旋的关系

通过48次降水过程分析，发现地形涡旋形成时，850毫巴等压面上绝大多数有切变线存在，而有低涡的则较少。在这些系统叠置的形势下，由于山地作用，边界层内可形成一些小涡旋，从而影响降水过程，形成切变线或低涡内的强雨中心，这在做降水预报时需要注意。

下面我们归纳出850毫巴几种形势下涡旋的特征（见图5）。

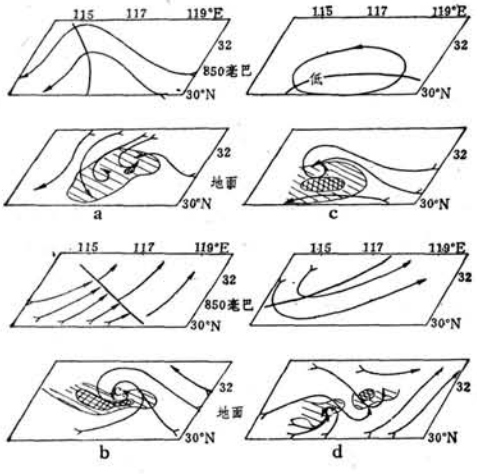



图5　涡旋三维空间图

（1）暖式切变形势：地形涡旋上空850毫巴图上为暖切变，安徽西部有低槽，大别山处于槽前暖区内，山区有涡旋形成（图5b），48次例子中出现了23次。

（2）冷式切变：地形涡旋上空有东北一西南向切变，地面图上有静止锋而没有低压环流，但山区有涡旋形成（图5d），48次中出现18次。

（3）低涡：850毫巴图上有低涡，边界层山地有涡旋形成，48次中出现6次（图5c）。

（4）南北向切变：850—700毫巴为南北向辐合线，东南气流盛行，受庐江附近山地阻挡可形成地形涡旋，涡旋产生在1号区（图5a），仅出现1次。

## 五、涡旋与暴雨

大别山区暴雨与涡旋配合有两种类型：第一种是与山地涡旋配合的山地暴雨，属非移动性，这种多发生在大别山南坡的岳西及北坡的南溪。第二种是移动性的，这种与山谷涡旋配合，多发生在山的南侧及东侧。由图6看出，雨量增加幅度主要在庐江附近表现明显。通过1号涡旋区所作的南溪、金寨、霍山、舒城、庐江、巢县雨团演变图（略），雨团到大别山东侧舒城、庐江、巢县地区显著增强，这可能即由于南北气流汇合于山的东侧有涡旋形成的缘故。此外，通过11年6小时及1小时降水、风制作的山区剖面图（略）也可看出，山地降水或暴雨有9/10与涡旋结合在一起，有1/10与辐合线相结合。在其他图表中还分析出，涡旋使降水增幅或使雨区新生也有不少次反映。冷空气由于大别山阻挡，在山的北坡作短暂停滞，然后一部分沿北坡东移，另一部分从山的西部绕流南下再东移，南东两支气流最后在山的南侧狭谷区汇合。这些现象也都得到雷达回波证实。

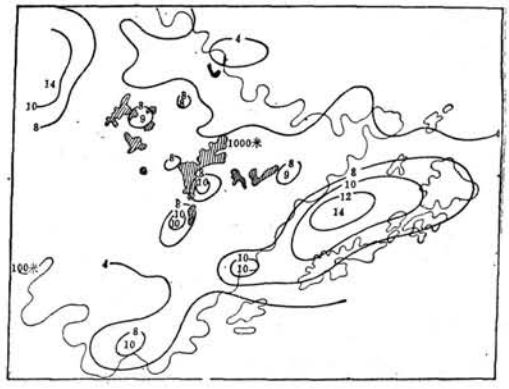



图6　24小时降水量大于100毫米频数分布图

由上可见，地形涡旋是生命史短、厚度薄、移速快的小尺度系统。它可使雨量增幅约3—5倍。这种系统由于尺度小，在大尺度天气图上反映不出而被忽视。我们认为增加观测时次、分析流线图并结合雷达回波，追踪地形涡旋的形成、发展和演变，对暴雨的预报是有益的。

## 封面征稿启事

本刊征求1982年《气象》杂志封面设计，凡形式新颖，色彩明快，严肃大方，富有科技特色的美术作品均可。版面设计要求刊名醒目，附有英文刊名或汉语拼音。应征稿件一经采用，即付稿酬，未被采用，退还作者。

投稿者请于今年10月底以前将作品寄到本刊编辑部。

本刊编辑部