

盆地中部干旱成因初步分析

——《盆地丘陵区干旱的规律、成因和
解决途径》材料之二

(讨论稿)

四川省气象局

四川省气象学会 盆地干旱调查组

四川省气象科学研究所

一九八〇年八月

目 录

一、大气环流的影响	2
1. 大气环流异常, 影响自然降水多少, 是发生干旱的主要原因	2
2. 各年代环流形势与干旱的关系	4
(1)、盛行环流型与干旱	5
(2)、太平洋高压强弱与干旱	6
a. 太平洋高压七十年代比六十年代强	7
b. 太平洋高压位置七十年代比六十年代偏西	7
3. 盆地 1979 年严重夏旱的成因分析	8
(1) 经向环流强, 西北气流控制本区	9
(2) 高原季风很微弱	9
(3) 地形的作用	11
二、地形的影响	11
1. 青艾高原大地形的作用	11
2. 四川盆地地形的作用	13
三、人为因素, 破坏生态平衡, 加剧了旱情	18
1. 大量砍伐森林, 破坏植被的因素	18
2. 复种指数提高, <u>人畜</u> 增多、需水量增加的因素	21
四、小结	23

盆地中部干旱成因初步分析 (讨论稿)

《盆地中丘陵区干旱的规律、成因和 解决途径》材料之二

盆地干旱调查组*

干旱是危害我省农业生产最大的自然灾害。在当前农业生产条件下,它对农业的丰欠有着重大的影响。盆地中丘陵地区(以下简称盆地)处于季风气候区,一般说来雨热不少、气候湿润,适宜农作物生长。但是,它与同纬度的长江中下游和盆地四周相比,为雨热相对偏少中心。冬春雨水稀少,夏初干旱频繁,八至九月有时还受付热带高压下沉气流控制,酷热少雨。是一年四季都可能发生干旱的“老旱区”。

进入七十年代以来,干旱发展趋势立不断增多加剧。特别是1976年以后又连续发生严重夏旱或伏旱。盐亭、遂宁、南充、阆中、乐至、绵阳等县,年雨量均在平均值以下。1978年盐亭县年雨量仅506毫米,比多年平均833.0毫米偏少40%,是有资料以来的最低值,阆中县为630毫米,比多年平均993.6毫米偏少37%。而且伏旱频数增加,范围也由东南向西北扩展造成不少地区水库干枯、河溪断流、地下水位下降,群众反映说,“丙字年(1936年)大旱井水未枯,这些年干旱打深井不见水来”。不少地区人畜饮水困难。

干旱是大范围的灾害性天气,从农业生产的角度来讲,盆地地区干旱形成的原因是多方面的。其主要因素大体上可以归纳为两个方面。1、大气环流的影响;2、地形的影响。此外,大量砍伐森林、破坏生态平衡、复种指数提高,人畜增多、用水量增加等原因也使旱象加剧。

——* 执笔者:魏淑华、汪文义。参加人员:房华宝、王原柏、
芮良生帮助统计重量速度。

一、大气环流的影响

大气环流是大气中各种气流的综合，通常是指大范围的大气运动情况，它影响着大范围的天气变化。当大范围气流状况出现异常，就会引起冷暖空气和降雨出现的地带发生改变，从而引起一些地区该降雨的季节不降雨，发生酷热或严寒。当然它也同样影响到盆中的天气变化。盆中是一个多干旱的地区，尤以初夏5、6月的干旱最为突出。为此，我们首先以平均环流特征来分析它的成因。

1、大气环流异常，影响自然降水多少，是发生干旱的主要原因。

在东亚地区，由于海陆热力差异的季节变化，形成东亚大陆与太平洋上四个大气环流的活动中心：暖季为太平洋高压与印度低压，冷季为蒙古冷高压与阿留申低压。它们的生消，强弱和位置改变，直接控制我国大范围地区盛行风随季节而改变。随着盛行风的转变，盆中的天气也跟着发生变化。冬季盆中和其它地区一样，都受蒙古冷高压控制之下，盛行从北方吹来的冬季风，空气性质寒冷、干燥，因而降水也少，常有冬干、春旱发生。夏季盆中在太平洋高压和印度低压的影响下，盛行由南方海上吹来的夏季风，空气暖而湿润，水汽丰沛。

事实上夏季风的活动并不是常年不变的，它北上的早晚和强弱不仅存在着年际的差异，更存在着跳跃式北进，也还会出现长时间的维持和短暂的中断。

从气候状况来说，四川盆地的夏旱与夏季季风，来得早晚，关系很密切。初夏北方冷空气较强，夏季风来得迟，印度低压弱的年份、盆地西卜大雨来得迟，夏旱严重。

下面我们通过盆中严重夏旱和无(轻)夏旱期间的平均环流*(参1a、b)来分析夏季风的状况。

(图1a、b)见下页

—————* 资料来自川东五地市局气象局伏旱研究组

由图1a、b看出，严重夏旱期间和无(轻)夏旱期间平均高度距平场的分布几乎完全相反。严重夏旱期间 45°N 以南的付热带地区东亚槽和伊朗槽非常明显，从高瓦到我国大陆是高压脊控制。由於东亚大槽的加深，并促进了高瓦脊的加强，使青藏高原到我国大陆高度场上长期维持“西高东低”的形势，盆中常受高瓦高压东移影响，多晴少雨。同时东半球极地付极地地区，为大片的负距平区，负距平中心40位势米在北美洋上，极涡中心在东半球 80°N 附近，其槽南伸到新西伯利亚，极涡的这种平均状态，按环极西风急流带和锋区位置南移，抑制了付热带系统的季节性北移夏季风北上时间相应推迟，对盆中降水不利。而无(轻)旱期间的环流形势恰好相反，极涡在极圈内很弱，我国大陆东部及沿海和伊朗地区都是正距平，这对付热带系统的季节性北移是十分有利的，因此，夏季风来得适时盆中降水较多，夏旱较轻或无夏旱。可见，大气环流异常是影响自然降水多少的主要原因。

上面我们分析了盆中夏旱形成的环流因素，至于伏旱的成因，基本上与川东伏旱的成因一致，主要是西太平洋高压，其次是西藏高压的影响。当西太平洋高压脊位置偏北，西伸程度较大时，或者西藏高压东移与太平洋高压合併控制盆中，盆中就有伏旱发生。

2. 各年代环流形势与干旱的关系

据资料分析和调查反映，解放以来盆中农业生产的气候条件五十年代较好，六十年代次之七十年代较差。五十年代多雨，干旱的年份相对稀少；六十、七十年代少雨，六十年代严重夏旱和严重伏旱出现四年，七十年代干旱频繁，特别是77-79年大部份地区降雨800-900毫米，少则500-600毫米，仅及常年降雨量的6-8成。甚至夏旱接伏旱、伏旱接秋旱长期持续。为什么三十年来各年代之间的气候差异这么大？我们认为这与大范围的大气运动有关。现就各年代平均环流的特征比较如下。

(1) 盛行环流型与干旱

我们用中央气象台 51—79 年各月环流型日数资料，並以 (51—59 年为五十年代，60—69 为六十年代，70—79 年为七十年代。以下同)，统计 5 月和 7—8 月各类环流型平均出现日数 (表 1) 由上表看出各

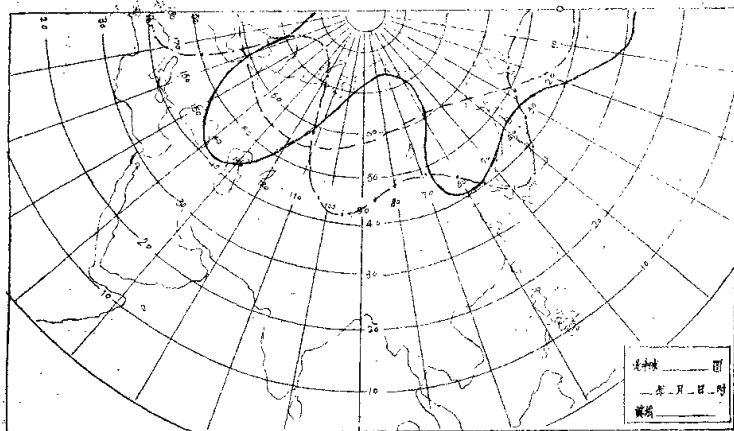
年代出现的盛行平均环流有着显著的特征。其主要特点是：五十年代 5 月份盛行环流型为东亚高脊型，7—8 月为欧洲高脊型，(图 2) 由初夏到盛夏环流型虽作了明显的调查，但在

表 1. 环流型平均日数

(51—79 年)

日数 年代	型	五 月			七、八月		
		平流 气型	东亚 高型	欧洲 高型	平流 气型	东亚 高型	欧洲 高型
五十 (51—59)		6.9	14.2	9.9	9.4	7.6	13.6
六十 (60—69)		13.0	6.5	11.5	16.3	5.5	9.4
七十 (70—79)		11.8	6.3	12.9	12.6	6.2	11.4

图 2
平均环流型



我国东下沿海的东亚大槽的位置和强度都没有多大变化。五月份，由於东亚北维持长波高脊，堆积在威海地区的干冷空气在高空西南气流引导下，越过贝湖地区到达我国东北和沿海一带，因而，这里锋面天气很活跃，而我省盆中及其以东地区，主要受乌拉尔山长波槽中分裂的西风带扰动影响，因此，降水天气较多，夏旱相对减少。7—8月东亚长波高脊西退至欧洲，但巴湖和朝鲜仍各有一低槽。由於整个夏季东亚沿海地区低槽维持，不利于西太平洋高压的加强和西伸，因此，盆中7—8月仍受经高瓦东移的槽脊影响，对降水比较有利，因而少有伏旱。六十年代的盛行环流型和七十年代基本趋势接近，夏季主要是平直气流型，其次是欧洲高脊型，这二类盛行环流出现天数几乎占了全月的 $4/5$ ，与五十年代的环流型恰好相反。在平直气流型下，北半球为强西风，急流带位置偏北，由於槽脊不明显，因此，冷暖空气的南北交换不甚激烈。而在中纬地区，主要受付热带天气系统控制，付热带系统中的太平洋高压和西藏高压活动频繁，在这种盛行环流下，一旦高原上或沿海一带有槽道立，或在近大陆太平洋地区有台风转向北上，可促使太平洋高压单体或西藏高压在大陆稳定。这样，高压中的下沉气流影响我省和我国大陆，造成炎热晴朗天气，发生干旱。高压持续愈久，夏伏旱甚至秋旱都很严重。可见，盆中六、七十年代与五十年代天气气候的差异与大范围环流的异常是一致的，而盛行环流的不同，直接影响到各年代的气候。

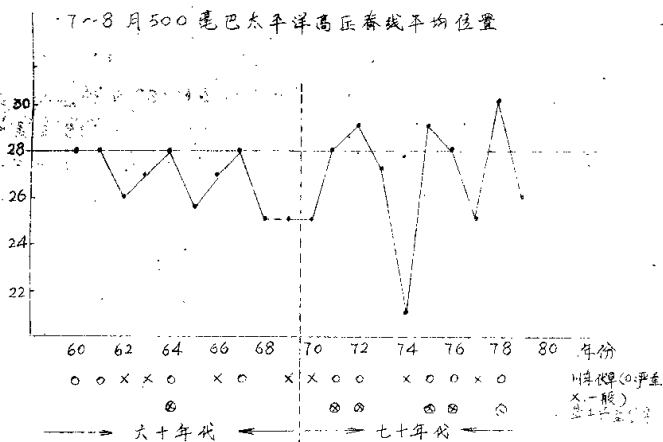
(2)、太平洋高压强弱与干旱

众所周知，我省伏旱大多数是由西太平洋高压强；伸入盆东造成的。西太平洋高压的强弱年际变化很大，有的年太平洋高压北上早，脊线位置偏北，则长江流域及我省伏旱严重，如61、72、78年；有的年弱，长江流域及我省伏旱不明显，如79年。总之伏旱与太平洋高压的脊线位置关系十分密切。一般说来，太平洋高压强（弱）的年份它所达到的脊线位置也偏北（南）。

根据 60—79 年逐年 7—8 月 $110^{\circ}-120^{\circ}$ E 太平洋高压脊线位置 * (图 3) 得知

图 3.

东经 $110^{\circ}-120^{\circ}$ 度



a. 太平洋高压七十年代比六十年代强

太平洋高压 7—8 月平均脊线位置等於 (或大於) 28° N; 六十年代有四年 (60、61、64、67 年), 对应川东有严重伏旱, 七十年代有五年 (71、72、75、76、78 年), 川东同样有严重伏旱, 从脊线偏北的年份来看, 七十年代比六十年代多一年。另外, 从严重伏旱年的平均脊线位置来看, 六十年代平均脊线位置在 28° N, 而七十年代则达 28.7° N 比六十年代还要偏北 0.7 个纬距, 因此, 七十年代严重伏旱不仅多, 而且范围也比六十年代南北扩展。

b. 太平洋高压位置七十年代比六十年代偏西。

盒中位于我国西部, 离太平洋高压中心位置较远, 一统说来,

* 资料来自成都中心台长期组

受太平洋高压控制发生严重伏旱的机率要小于川东；时间也长达半个月或以上，而且受旱范围主要在本区的东南部。只有当太平洋高压位置偏北、偏西时，才能影响盆中全区。为了便于说明问题，我们指定盆中的三个地区（即内江地区、绵阳地区南部和南充地区西部）之一有严重伏旱，作为盆中发生严重伏旱计录（下同）：六十年代，太平洋高压脊线位置到达 $23^{\circ}N$ 的四年中，盆中有严重伏旱的只有一年（64年南充）；而七十年代脊线达到 $28^{\circ}N$ 的五年，盆中皆出现了严重伏旱，其中，72年是全区性的，76、78年是内江、南充二个地区，71和75年仅一个地区。由此说明，七十年代太平洋高压不仅增强，脊线偏北，而且比六十年代更向西伸入我国内陆。

从上述分析可以看出，七十年代干旱频繁的主要原因是大气环流的异常造成的。尤其是付热带环流的异常，代表大范围下沉气流的西太平洋高压脊线比常年偏北西伸，因而，盆中七十年代，不仅夏旱频繁，伏旱或严重伏旱的频数也增多。

3. 盆中1979年严重夏旱的成因分析

上面，我们分析了盆中夏季干旱的平均环流，现在通过典型年代的分析来进一步加以阐述。因为常年日平均环流滤掉了造成典型年代的天气气候异常的一些稍小的环流系统，而不能反映出具体年代的环流特征。为此，我们选择了1979年，对严重夏旱、形成的环流形势进行分析。

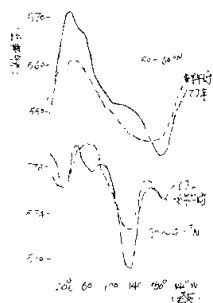
盆中连78年伏旱、秋旱之后，79年又发生了春旱和严重夏旱。5—6月降雨量比常年同期偏少4—7成，夏旱天数达40天以上，降水偏少中心仍遂宁、乐至、安岳三县，夏旱天数竟达65—75天。是59年以来夏旱持续天数最长的年份。乐至县5月中旬到7月上旬这61天的总降雨量37毫米，比常年同期降雨量263毫米偏少86%。现分析干旱的原因：

(1) 经向环流强，西北气流控制本区；

79年5月500毫巴月平均高度及距平特点(图略)与夏旱期间平均环流图1a非常相似。值得注意的79年5月东亚高压特强、东亚槽和伊朗槽也很明显。我们绘到了79年5月东半球50°-60°N 30°-40°N 500毫巴高度廓线(图4)由图看出，该年5月高低纬槽脊北移多年平均明显偏强，

图4 1979.5 30°-40°N 50°-60°N 500毫巴高度廓线

尤其是低纬，79年东亚大槽偏强槽区高度值比常年要偏低30位势米；再以90°-140°范围的高度差看79年高度值比常年强30位势米。可见，无论从槽的强度及槽后等高线的陡消程度，都反映了79年东亚上空经向气流强。6月的环流也具有相似的特点。值得指出的是79年5、6月低纬80°-100°E(即青藏高原上)都有一个高压脊；常年平均形势上是不存在的，这个高压脊是由伊朗地区低槽发展而促进加强的是盆中干旱主要的天气系统。



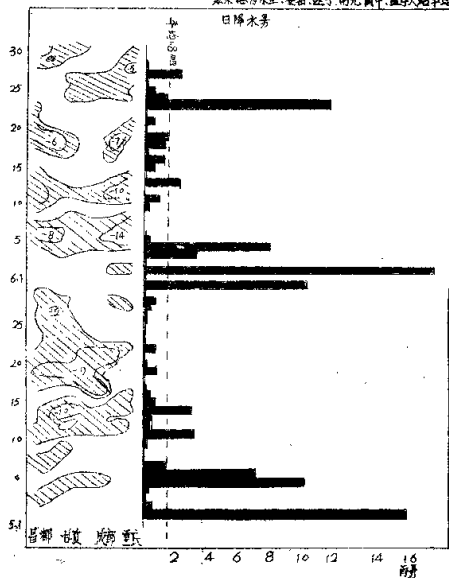
综上所述，在这种环流形势下，北方冷空气和锋区长驱直入我国南方，削弱和抑制了副热带系统的力量，夏季风弱，且迟迟难于北上，我区在高压控制之下，进入盆中的冷空气也由于地形的作用而云消雨散，所以少雨干旱。

(2) 高原季风低压弱

刘文明 等指出：“至夏季随着高亢加热在甘孜和羌塘产生低压，这些低压是高原夏季风的组成部份，称之为高原季风低压”，前者对四川甚至我国南方地区的天气和气候有着重要意义。”“高原季

风低压活跃年份川西多雨，反之，则少雨”。我们采用了4000米（相当于高原地巴县）的高空风制作了南北风分界时间剖面图（图5），图内阴影区为北风分界，横条格为盆中乐至、安岳、遂宁、南充、阆中、盐亭六站平均日降水量。由图5看出，79年5-6月4000米高空，图5 1979.5~6月4000米南北分界及六站平均日雨两系

高原东部到四川东部主要受北风分界控制，北风分界的最大值5月达10米/秒，6月14米/秒。对应北风控制的5月10-29日、6月5-21日和23-月底共44天里，六站平均日降水量只有4天在2.6~3.5毫米，超过了5~6月六站平均值1.8毫米，其余40天均在平均值1.8毫米



以下。而南风控制的5月上旬、6月初和6月21日前后，对应盆中各有一段明显的天气过程，六站平均日降雨两系最小7毫米，最大17毫米。由此可知，当高原盛行南风时，高原季风低压活跃盆中多雨，盛行北风时，高原季风低压弱或者中断，盆中降雨两系小甚至无降水。79年5-6月高原北气流强而持久，抑制了高原季风低压的发展、高原季风低压弱，因此，自五月上旬开始少雨，持续到

七月下旬，出现了异常的严重夏旱。

(3)、地形的作用

由于青藏高原大地形的动力和热力作用，使高原东侧的盆地地区，正处于高原边界层的散响之下，5—6月，从低层到5000米高空为一支下沉气流控制，带来了少雨干旱的天气。79年的地形作用将在第二部份地形作用中详述。

据以上分析，79年初夏少雨干旱的根本原因是。1、由春到夏的转变过程中，冬季环流形势持续过长，北方冷空气势力强而活跃，导致全国五月份出现低温。全国大部份地区降水偏少发生干旱。2、夏季风北上时间推迟，常年我省从五月份开始逐渐受海洋夏季风影响，空气暖湿，多易降雨，而这一年五、六月由于北方冷空气势力强，致使海洋暖湿气流到达盆地西部的时间推迟，因此夏旱到七月中、下旬才结束。常年在七月能造成盆地伏旱的付热带高压，这一年七月下旬后期才开始北上，控制长江流域，这样就使得一系列的季节随之推迟。因而夏旱严重，伏旱不明显。

二、地形的影响

图6是四川盆地常年平均降雨量图。由图看出，盆地丘陵区（粗断线环包的范围）降雨量比周围少是一个少雨中心，盐亭、三台县平均年雨量只有800多毫米是四川盆地年雨量最少的县份。初夏季节，盆地与盆地西部一样，在蒙古冷高压强的年份常受700毫巴川西北小高压影响而出现夏旱，盛夏在西太平洋高压较强的年份又与川东少雨区一样受西太平洋高压影响而产生伏旱。所以，盆地丘陵地区是一个即可能有夏旱又可能有伏旱的地区，甚至还会发生夏伏连旱。分析盆地夏旱伏旱的成因，我们认为，局部地区的天气气候异常，除受大气环流的影响外，无疑与西藏高原大地形以及盆地地形有着密切的关系。

1、青藏高原大地形的作用

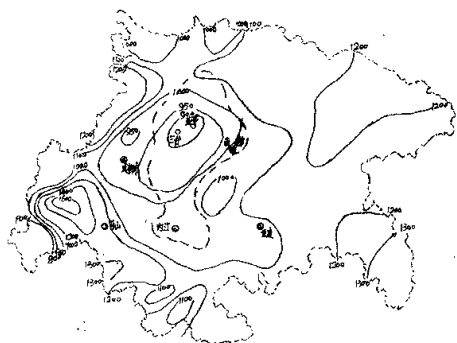


图6 四川盆地年平均降雨量(毫米)

注:断线为盆中范围

我省盆地,正位于西藏高原东麓,天气气候直接受到高原大地形的动力和热力影响。高由德生研究青藏高原地区大气边界层作用之后指出,在3000米高度上,高原东侧侧向影响层水平范围可达 $105^{\circ}-110^{\circ}\text{E}$ 。说明四川盆地正是受青藏高原大气边界层影响的范畴之列。因此,我们试用3000米多年月平均流场(取自兰州高原大气野合成风资料),分析了盆地初夏环流特点与降水分布。(图7-a、b)其特点:

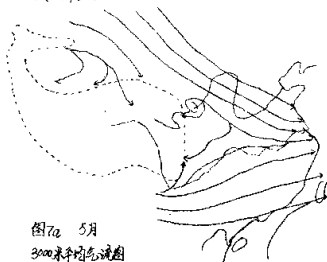


图7a 5月
3000米平均气流图

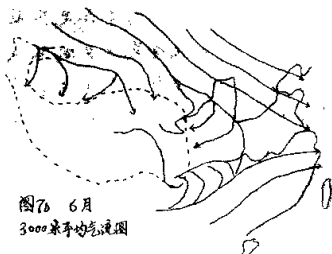


图7b 6月
3000米平均气流图

5月份在陕甘南部到四川盆地西北部是一个中尺度的反气旋，在这个反气旋的南侧，从川东大巴山区到川西南的宜宾地区有一条切变线。到了六月陕甘反气旋象向南推进，盆地北部仍然在反气旋流场控制下，切变线的位置也相应地南推到川南。3000米月平均流场的这种分布，同四川盆地多年月平均降雨量5月东多西少，6月分南多北少的分布十分吻合。

3000米高反东侧的这种流场，是青藏高原边界层摩擦作用的结果。罗四维对3000米切变线和小高压成因的实验分析认为，陕甘小高压和切变线的形成基本上是正压过程，以动力原因为主。气流通过侧向摩擦和曲率摩擦形成特殊的涡度和涡度平流分布而引起动力小高压。这个小高压是初夏盆地中部少雨多旱的一个基本原因。由此推论，青藏高原边界层作用无疑是盆地中部初夏干旱形成的基本原因之一。

2、四川盆地地形的作用

盆地处于四川盆地腹心地带，海拔300—500米，北有秦岭，南是贵州高原，西接青藏高原，东为大巴山、华蓥山。相对高度差明显。由于存在着这样特殊的地形条件，因此，当冬季风盛行时，气流翻越青藏高原或秦岭，在盆地中产生下沉，不利于成云致雨。到了盛夏夏季风盛行时，盆地受西太平洋高压影响，低层东南气流沿山地下滑到盆地中，同时又迭置着西太平洋高压的下沉作用，致使盆地中少雨。这支偏南气流经过盆地后在川西沿高原东坡上爬，并在盆地边缘的北川、绵竹、汉源雅安一带形成一个多暴雨带。

为了探索青藏高原对盆地天气气候影响的范围和程度，我们选取初夏多雨的1974年和有严重夏旱的79年，用我省实测风资料，组成6个三角形区（见图8）。按地形影响，根据：

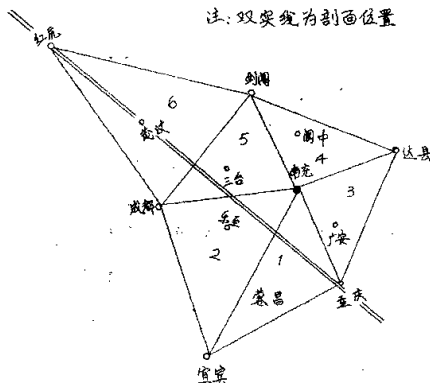
$$W_{z_0} = -\nabla \int_{z_0}^{z_1} \vec{v} dz = -\vec{v} \cdot \vec{v} \times$$

求得 W_z 之后，再按照一般常用求垂直速度公式 $W_z = W_{z_0} - \int_{z_0}^z \vec{v} \cdot \vec{v} dz$

求得盆地上空 7 KM 以下各层的月平均垂直速度分布图(9)。由计算结果得到：

图 8. 垂直速度计算区域

注：双实线为剖面位置



(图 9 续下页)。

(1) 74 年和 79 年 5-6 月，在盆地西部低层都有一片不同程度的下沉区。不过，5 月份其下沉气流的层次在 3000 米或以下，而 6 月较厚，约到 4000 米。两次的 74 年下沉区范围较小，主要在川北；而有严重且更早的 79 年则下沉气流遍及盆地中、西部，范围较广。

(2). 5000 米以上都是上升气流。

以上中低层月平均垂直速度分布，与月雨量的分布情况基本一致。例如 74 年 5-6 月盆地中部基本上是上升气流，仅仅在川北有小片下沉气流，而且层次较低，因而雨量丰沛。只有绵阳、南充两地区北部雨量偏少。79 年盆地中部下沉气流在 5000 米以上，6 月甚至达到 5000 米以上，所以这年盆地严重缺雨而干旱。可是在宜宾地区东部和川东，是明显的上升区，因此雨水偏多，说明计算所得平均垂直运动场，能较好地反映盆地降水气候分布。

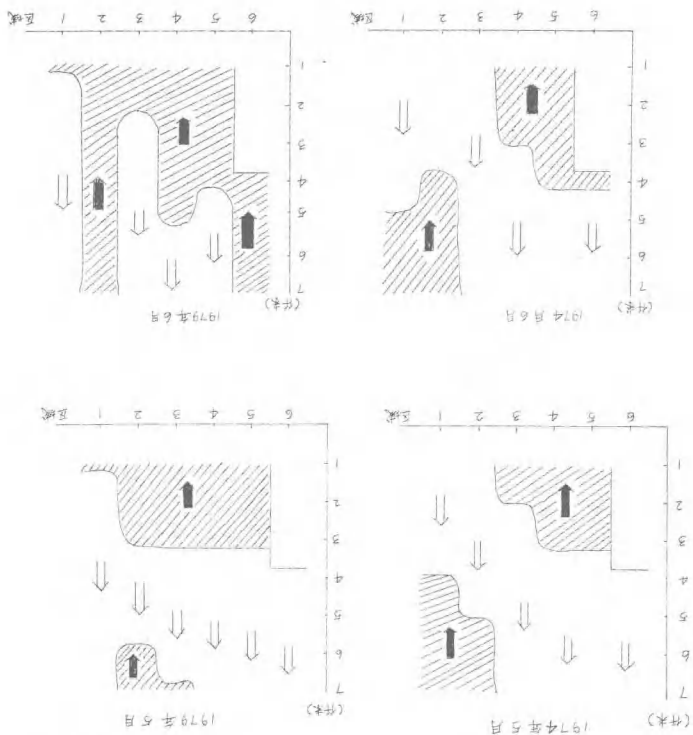


图9. 垂直剖面示意图