

甘肃大——暴雨分析

兰州中心气象台预报科

兰州大学地理系气象专业

为了做好我省大——暴雨的预报，我们在现有预报经验基础上，普查了历年大——暴雨天气的高空环流形势，分析了典型个例，初步探讨了我省常见的大——暴雨天气的空间结构，以及受青藏高原（以下简称高原）的影响等问题，并由此找出预报指标，在实际工作中试用。

一、500毫巴环流形势

普查 1959—1973 年 5—9 月共 230 个大——暴雨日的 500 毫巴环流形势，统计分析了产生大——暴雨的基本环流特征，发现大——暴雨过程前 2—3 天内的副热带长波形势演变，主要有三种类型：

（1）副高稳定类 此类占总数的 67%，常因西方槽东移与副热带高压（以下简称副高）西侧的西南风汇合产生大——暴雨（见图 1）。

（2）长波调整类 此类占 8%，降水多发生在高原高压减弱，我国东部副高建立，高原东部由偏北风转为偏南风， 40°N 附近气流平直，河西北部有锋区南压时（见图 2）。

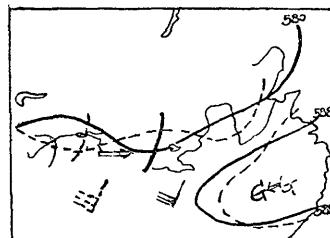


图 1 副高稳定类示意图

实线表示当天
断线表示前 1—3 天
双矢线表示移动方向（下同）

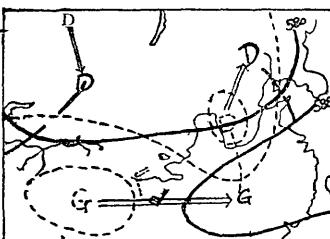


图 2 长波调整类示意图

（3）长波西退类 此类占 8%，降水发生在河套长波槽后有新的冷槽南下，高原高压西退和东部副高西进，我省东部由西北风转为西南风时（见图 3）。

以上三类占大——暴雨总次数

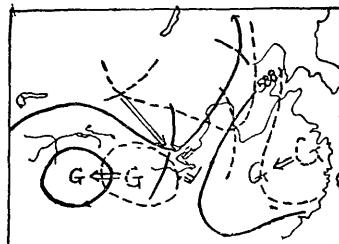


图 3 长波西退类示意图

的 83%。另有 14% 的大——暴雨过程出现在春季和初夏，在长波形势演变方面和上述相同，不同点是我国东部为西风带长波槽脊，副高脊线还在 25°N 以南。以上占总数 97% 的大——暴雨过程的近期共同点是，我省处于副高西侧，有利于高原东部西南风的维持和加强。另有 3% 的大——暴雨出现在长波槽后西北气流控制下的雷雨、冰雹天气中，或是盛夏副高南侧东风带里。

大——暴雨天气主要由副高位置决定。在 230 个大——暴雨过程中，副高位于 25°N 以南的占 32 个，副高位于 25°N 以北的有 198 个。从东西位置比较，“西低东高”的形势大——暴雨占 97%。

北支气流的长波形势与大——暴雨的关系不如南支明显。长波位置差异主要反映季节特色，例如 9 月份的大——暴雨，长波脊大都出现在乌拉尔山，7、8 月长波脊位于巴尔喀什湖到新疆一带。在大——暴雨的当天，高原北侧都有偏西风或偏北风，它们大多是随冷槽东

移出现的。这些冷槽的大小、强弱差异很大，有时分析不出槽线过境，而仅有一片负变高。冷槽东移过程促使河西地区西风或西北风加强或维持，与高原东侧的偏南风形成西北风与西南风、西风与西南风、西南风与南风的气流辐合，大——暴雨产生在辐合最大的地方。至于北支气流是低涡、切变线或是槽等系统，对降水的强度影响不大。

大——暴雨过程前，700毫巴环流形势的主要特点是， 105°E 以西地区有显著增暖现象，随着暖区东移，使高原东侧边缘地区形成一支明显的东南风和低压环流。

二、100、200毫巴环流形势

我省夏季大——暴雨和100、200毫巴环流之间存在着一定的对应关系。由于它们位于无辐散层以上，常常能反映出对无辐散层以下补偿作用的特点。同时高层环流较稳定，对下层系统发展有一定的指示意义。普查1969—1973年7—8月共83个大——暴雨过程，其环流特点如下：

1. 大——暴雨带，大体上活动在副热带急流轴以南到100毫巴高压脊线之间，并以高压脊线为雨带的南界。所以当100毫巴高压脊线位于 30° — 36°N 之间时，我省河东产生大——暴雨的机率较大。脊线位于 36° — 40°N 之间时，较大降水主要出现在河西走廊。

2. 500毫巴上影响我省的降水系统（如低槽等），一般是沿100毫巴副高北侧西风气流的方向移动。高原低涡大都产生在高层青藏高压中心的北侧。当高压成东西带状，脊线伸向西北、华北地区时，低涡常沿脊线方向东移。

3. 100毫巴流型和降水分布的关系，大致可分为两类。

第一类 100毫巴青藏高压偏离高原，它整体或分裂一个中心在兰州以东，高压呈带状并多小反气旋中心，脊线呈东北——西南向（图4）。在这类形势下，500毫巴低槽

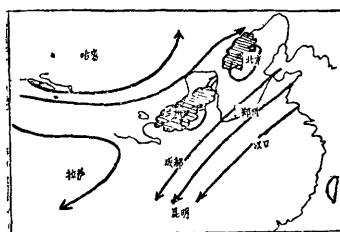


图4 第一类 100毫巴流型与降水分布 阴影是降水区(下同)

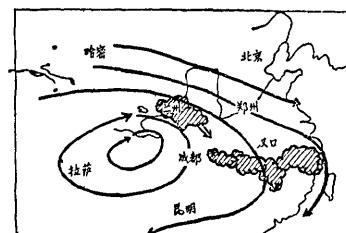


图5 第二类 100毫巴流型与降水分布

从上游移到兰州后，移速减慢并转向东北。这时除河西外，其他地区均可产生降水。雨带呈西南——东北走向，移动缓慢，为持续降水型。据统计有70%的大——暴雨中心发生在小高压的西北象限。对应卫星云图，大体是冷槽云区与高原积云区结合的过程。

第二类 100毫巴青藏高压中心在 105°N 以南，高压呈椭圆状，脊线北侧气流平直（图5）。在这类形势下，500毫巴槽自上游移来后，槽的北段向东偏北方向移去，南段向东南方滑下。雨带由北向南移，很快出省或减弱消失。对应卫星云图上，大体上是冷槽云区与云团结的过程。

若上述形势的高压中心出现在 36°N 以北， 105°E 以西时，较大降水就出现在河西。

三、大——暴雨的空间结构

1. 各层流场

我省大——暴雨时期各层流场如图6所示。在500毫巴上，高原东侧出现一支较强的西南风带，并和从上游移到我省的辐合系统（如低槽、负变高区）结合、加强，形成一幅合带。

在100毫巴或200毫巴上，降水区均处于副热带急流以南到副高脊线之间。对应200毫

巴上，大都处于副热带急流南侧的辐散气流中。

在700毫巴附近，降水区及其周围为气旋性环流，沿高原东侧并有一支东南气流加强现象。

综合上述特点，大——暴雨大体出现在100、200毫巴上副热带急流以南和500毫巴上较强的西南风带以北的地区。

2. 高空急流

分析1973年夏季降水的一些个例，均表明在我省大——暴雨的上空经常有三支强风带。1973年8月25日降水区附近的高空风分布是有代表性的一例（图略）。大——暴

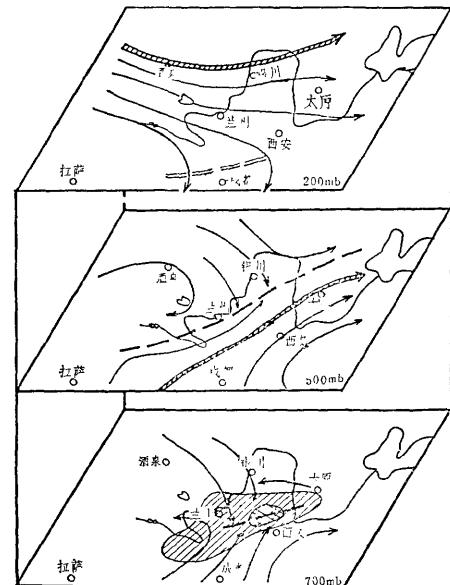


图6 各层流场
矢线是流线和急流，断线是辐合线，双断线是脊线，阴影是降水区和降水中心

雨区的北侧，在200毫巴上有一支副热带西风急流，最大风速达40米/秒以上。雨区南侧，在400—500毫巴上有一支较强的西南风带，风速为12—14米/秒。在西南气流的下方，700毫巴附近又有一支较强的东南风，风速为8—10米/秒。

多年实践证明，500毫巴西南风加强，是我省产生大——暴雨的必要条件，而且这支西南风带总是对应有一高湿区。卫星云图上亦反映出，高原云团是沿急流向东北方推进的。以上事实说明，西南风带既起了加强我省上空辐合流场的作用，又带来大量暖湿空气，为大——暴雨的产生提供条件。

大——暴雨产生前，700毫巴附近常有东南风加强现象。这是由于高原热力作用的影响。夏季，高原东侧距地面2,000米内气层，常为一热低压，盛行东南风，这支东南风既促使低层水平辐合，又有沿地形的抬升作用。当东南风加大时，其作用更明显。但是仅有强东南风，并不能造成大的降水，因这时高湿区只集中在下层。只有当500毫巴上也出现较强的西南风带，两者叠置在一起，使对流层中、下部的辐合区结合起来，也才能使上下层的高湿区连在一起。由此可见，700毫巴附近的东南风的作用，是在适当的条件下加强辐合强度，促使低空水汽的垂直输送。

从1973年8月25日大——暴雨个例中发现，500毫巴较强的西南风带的北上和大陆东部副高加强北进是紧密相联系的。

3. 散度分布

我们计算了1973年8月17、24、25、29日四次大——暴雨过程的散度分布。分别制作这四次过程中强降水区（500毫巴槽前）平均散度的垂直分布，其共同点是：无辐散层在8公里；8公里以上为辐散，最大辐散值在200毫巴附近；8公里以下的为辐合，500毫巴附近辐合值最大；辐合和辐散层次都是深厚的，而且辐散大于辐合。由

于特殊地形和降水结构的影响，无辐散层和最大辐合层的高度比一般情况下要高些。这种现象在高原地区普遍存在，无辐散层有随地区海拔增高而增高的现象。

此外，最大辐散、辐合层恰好与两支急流的高度相当。500毫巴强辐合发生在较强的西南风带到槽线之间（图7 b）。200毫巴上副热带急流以南的反气旋环流部份对应强辐散区（图7 a）。这强大的高层辐散补偿和500毫巴辐合区叠置的地区正是强降水区。

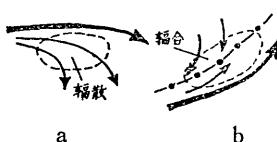


图7 流场和辐散、辐合对应关系示意图

4. 大——暴雨空间结构

综上所述，从天气图尺度看，我省大——暴雨的空间结构如图8 a、b所示。

图8a表示第一阶段，大——暴雨产生前，首先是高原南部的西南气流加强，卫星云图上有一个个积云云团组成的密实白亮的云区与之对应。另外，在高原北部边缘哈密附近，有高空低槽东移，卫星云图上亦有一云区对应，两者东移过程中逐渐结合。

图8b表示第二阶段，大——暴雨过程中的空间结构。前一阶段的南北两支系统结合以后，200毫巴西风急流南侧的辐散区与500毫巴较强的西南风带及其北侧的辐合区叠置的区域，有一向北倾斜的辐合带，在这种形势下大气低层的东南风，起着加强辐合的作用，它促使降水强度加大。

四、小结

1. 我省夏季大——暴雨天气主要由副热带流型决定，与西风带形势直接关系不明显。大——暴雨天气前期500毫巴副热带流型主要有三类，其结果都是使高原东部有一支偏西南风与北支气流之间形成气流辐合。

2. 大——暴雨天气区与200毫巴急流以南的辐散流场对应。主要雨带也常位于急流轴以南到100毫巴脊线之间。100毫巴流型对暴雨的持续性、路径有一定的指示作用。

3. 大——暴雨空间结构因高原影响而具有的主要特点是：无辐散层较高；存在着西、西南和东南三支急流或强风带，起主要作用的是西和西南两支急流，它分别对应着最大辐散和辐合层，构成大——暴雨区的铅直环流；中层的西南风常来自高原南部，东移过程中逐渐与高层急流靠近。

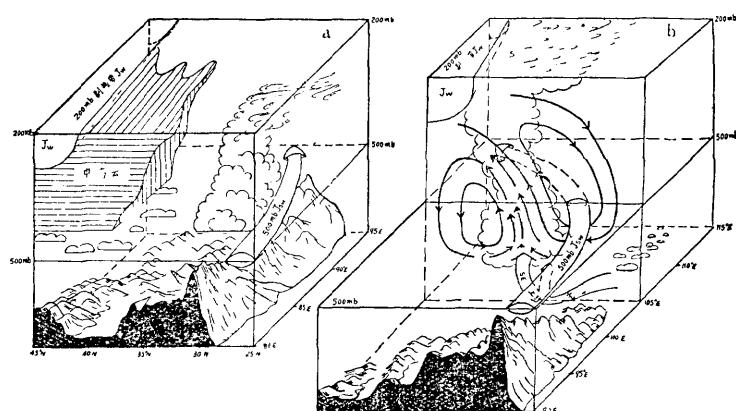


图8 大——暴雨空间结构示意图
a. 大——暴雨前期 b. 大——暴雨期间