

## 中国西部降水资源的稳定性研究

李栋梁 彭素琴

(兰州干旱气象研究所, 兰州, 730020)

### 提 要

选用中国西部(110°E以西)132个测站、1958—1989年历年各月总降水量资料,通过有关统计量的计算,分析了月总降水量的时空分布及稳定性特征。分析表明,月降水量在东南多、西北少(新疆北多南少),降水量多的地区和季节,降水稳定,干旱区及干季降水少而不稳。

### 一、引 言

中国西部有青藏高原,多冰峰雪岭,有全国海拔最低、极度干旱的沙漠盆地,也有天府之国的四川盆地。地域辽阔,地形复杂,气候差异很大。开发西部,合理利用气候资源,系统、全面地研究中国西部的气候背景与变化规律是十分必要的。在气候资源的许多要素中,降水尤为重要。由于西部大部分地区灌溉条件差,农牧业主要依靠自然降水。为此,本文分析了月降水量的有关统计特性,作为长期天气预报的气候背景进行研究。

### 二、资料和方法

本文所选132个测站(图1)均为各省(区)气象台长期天气预报代表站。月降水量资料由各省(区)气象台及中央气象台长期预报科提供。资料年代为1958—1989(少数几个站年代较短一些)。有关统计量的计算为:

(1)累年平均月降水量  $\bar{R}$  及均方差  $S$

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i, \quad S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (R_i - \bar{R})^2}$$

式中,  $R_i (i=1, 2, \dots, N)$  为历年降水量序列,  $N$  为年代总数。

(2)月降水量的累年距平百分率绝对值的平均  $K_1$

$$K_1 = \sum_{i=1}^N |R_i - \bar{R}| / N\bar{R}$$

(3) 平均年际变化百分率  $K_2$

$$K_2 = \sum_{i=2}^N |R_i - \bar{R}_{i-1}| / (N-1)\bar{R}$$

(4) 月降水量的平均偏态系数  $r_1$

$$r_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (R_i - \bar{R})^3 / S^3$$

(5) 月降水量的平均变差系数  $C_v$

$$C_v = S / \bar{R}$$

通过对各站以上统计量的计算,分析得出月降水量的时空分布特征及稳定性。

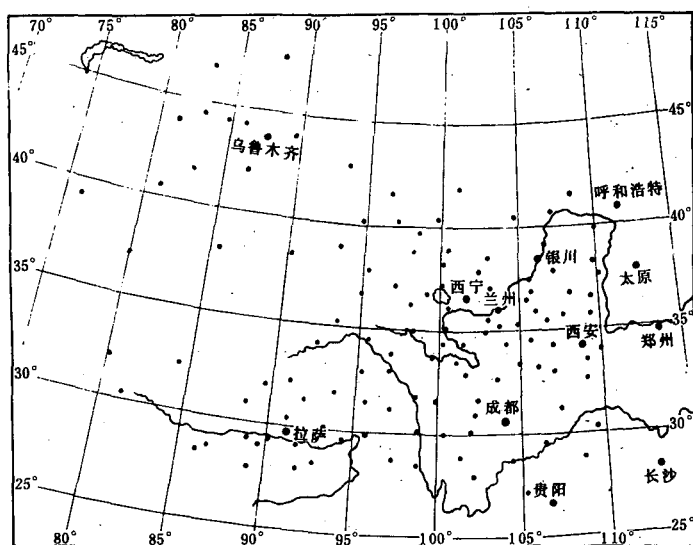


图1 测站分布图

### 三、结果分析

#### 1. 累年平均月总降水量及距平百分率

图2给出了中国西部累年平均月总降水量  $\bar{R}$  及月降水量的累年距平百分率绝对值的平均  $K_1$  的分布。可以看出,冬季(1月,图2a)中国西部大部分地区月降水量在5mm以下,只有东南部月降水量大于20mm。青藏高原及西北大部地区不足1mm,特别是川藏交界的巴塘、高原东北侧——内蒙西部的巴彦毛道等地,多年平均月降水量为0.0mm,属极度干旱地区。这两个地区恰好又是冬季地面加热场强度最小的地区<sup>[1]</sup>,不仅空气干燥,而且地面温度也低。1mm等雨量线清楚地勾画出中国西部三条干舌。第一条干舌是青藏高原东北侧干舌,它的位置及强度的变化影响着西北东部及华北大部的干旱程度。在干舌控制区的河西走廊、内蒙中西部、甘肃中部、宁夏及陕北,降水少而不稳。 $K_1$  大于100%,中心(巴彦毛道)大于180%;第二条干舌由柴达木盆地向东南伸展,可影响到我国西南地区,使川

藏交界地带冬季降水少而不稳;第三条即喜马拉雅山北麓沿雅鲁藏布江向东伸展的干舌,造成藏南冬季干旱。以上三条干舌的形成均与高原地形有关。干舌影响区降水少而不稳。这就是说,多数年份极度干旱,但在少数年份容易出现降水异常偏多或造成雪灾( $K_1 > 160\%$ )。新疆由南向北降水量渐增,稳定性北疆大于南疆。青藏高原东部是冬季降水量最稳定( $K_1$  最小)地区,中心区清水河  $K_1$  为 50%。

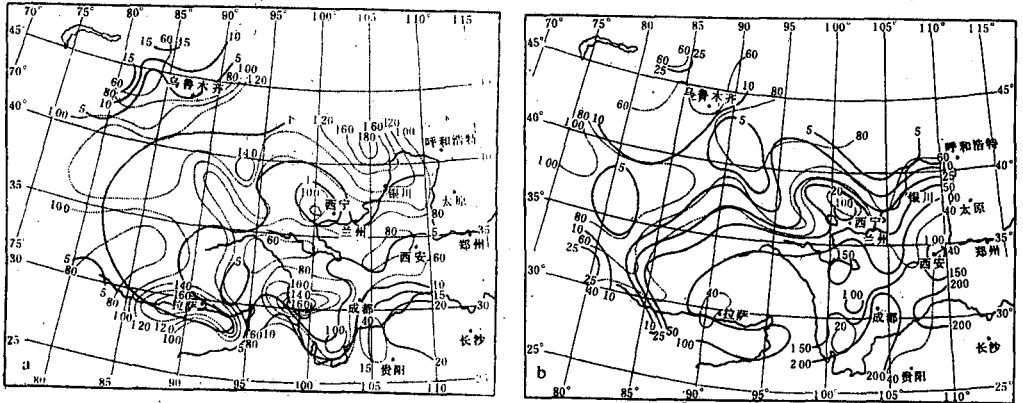


图 2 中国西部累年平均月总降水量  $\bar{R}$ (实线) 及距平百分率绝对值的平均  $K_1$ (虚线) (a)1月 (b)7月

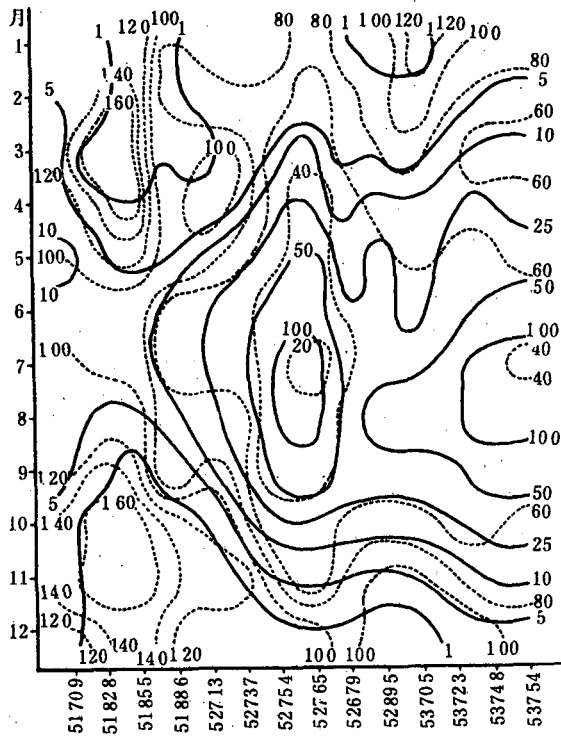


图 3  $\bar{R}$ (实线)及  $K_1$ (虚线)时间—经向剖面图

夏季(7月,图 2b)进入雨季,是全年雨水最多的月份。西北东部、西南大部月降水量在



(203%—206%)。也就是说沙漠盆地月降水量年际变化一年之中最大值不在冬季(12—2月),而是出现在春、秋季。这就造成沙漠盆地月降水量年际变化为双峰型:最大值(206%)在秋季(10月),次大值(203%)在春季(4月),最小值(90%)在初夏(6月),次小值(160%)在初冬(12月)。东部黄土高原地区变化与山区型相似,夏季最小59%,冬季最大平均119%。总的来说,中国西部月降水量的平均年际变化特点为:雨季小干季(特别是春、秋季)大,东部小西部大,山区小盆地大。

### 3. 月降水量的偏态

月总降水量是该月内逐日降水量的总和。在雨季,月降水量包括多次独立降水过程,因此较易接近正态分布, $r_1$ 较小(正态分布的 $r_1=0$ )。在冬季或某一相对干季,可能整月无降水日(次)数,如冬季沙漠盆地,或者仅有1—2次降水。它总是由相对单一的大陆性气候起主导作用,或是由造成某一次降水过程的一个或几个因素起主导作用。干季降水(包括无降水)过程是由某一个单一因素作用的结果,而不是许多随机因素的综合作用。这就是干季(或干旱地区)月降水量远离正态分布的原因。图5实线是月降水量的平均偏态系数( $r_1$ ),与中国东部相比较<sup>[2]</sup>,中国西部雨季 $r_1$ 小于东部,干季大于东部。这是由于中国西部大部分地区受青藏高原的影响,降水量集中,三个月降水量可占年降水量的70%以上,越往西部,其雨季变短,降水量愈集中(图5虚线)。相反,在干冷的冬季,降水量很少,部分地区如柴达木盆地的刚察,多年平均冬季三个月降水量不足年降水量的1%,甘肃中部地区

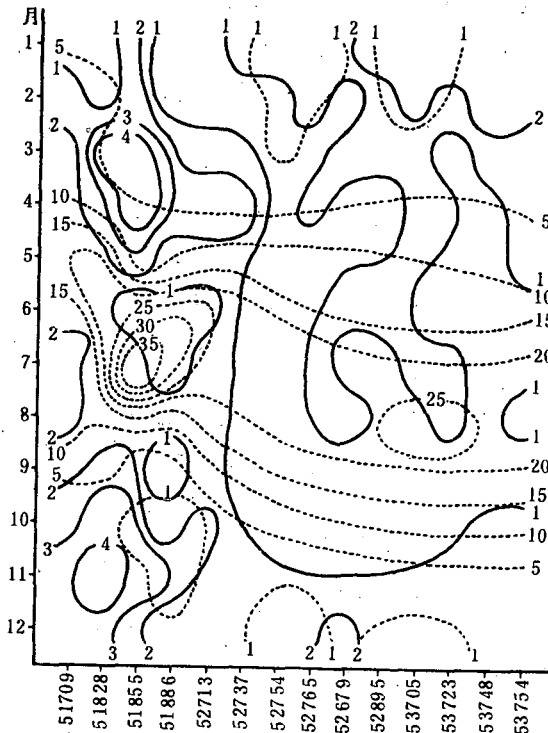


图5 月降水量的平均偏态系数 $r_1$ (实线)和各月降水量占年总降水量的百分比(虚线)时间(月)—经向剖面图

也有类似情况。这里是单一的大陆性气候,与东部沿海具有明显的差异。尽管如此,中国西部大部分地区仍属季风气候区,月降水量的偏度雨季小于干季,而且东部(特别是青藏高原东部)小于西部。干旱盆地的偏度最大值出现在春、秋两季,反映了春、秋季冷空气活动频繁,多大风少降水的气候特点。另外,青海东部—甘肃、宁夏中部从冬至夏连续保持偏度较大,特别是甘肃中部地区的春末初夏和西北东部的伏期,其偏态系数明显偏大。这说明上述地区的春末初夏旱及伏旱确实受某一起主导作用的因素所控制。春末初夏旱的影响因素可能是西北气流的强弱或者是青藏高原的热力作用<sup>[4]</sup>,而伏旱主要受西太平洋副热带高压的影响。中国西部月降水量的频率分布形式多属正偏,月降水量出现负距平的次数高于正距平的次数,而正距平值一旦出现往往很大。如河西走廊的酒泉站,在春末初夏和秋末初冬的降水量序列中负距平出现频率远远大于正距平出现频率。以11月为例,1934—1989年的56年中有41年为负距平,占总年数的73%,仅有15年为正距平,占27%。在少雨的41年中有33年为特旱(距平百分率小于-60%)年份,占少雨年的80%,而偏旱以上(距平分率<-20%)年份共40年,占少雨年的98%,其中无降水量(-100%)的年份20年,占少雨年的49%。降水特多(距平百分率>60%)年份有13年,占多雨年的87%,其中1947年和1967年降水距平百分率高达895%和464%,其它属干旱地区的非雨季月份也有类似情况。这一事实还说明了对于干旱地区一旦少雨,发生干旱的可能性很大(80%以上);一旦多雨,发生洪涝的可能性也同样较大。即在干旱地区80%以上的年份将发生旱涝灾害,降水资源极不稳定。

中国西部雨季显著地区降水量的频率分布比中国东部还要接近于正态,甚至出现负偏形式。如5月帕里 $r_1 = -0.006$ ,6月甘孜 $r_1 = 0.005$ ,7月察隅 $r_1 = -0.012$ ,祁连 $r_1 = -0.089$ ,8月改则 $r_1 = 0.000$ ,9月德格 $r_1 = 0.026$ ,都非常接近于正态分布。高原东南部和祁连山区雨季降水呈负偏态分布。

#### 4. 变率分布

图6给出中国西部各代表月 $C_r$ 分布,中国西部各月降水量相对变率 $C_r$ 最小的地区是青藏高原东部,这里也是全国年降水量 $C_r$ 最小的地区<sup>[3]</sup>。特别是雨季基本保持在0.5以下,但在干季部分地区的 $C_r$ 值可以很大。如川西高原的九龙和藏南的日喀则1月 $C_r$ 值分别为3.41和3.12。祁连山区雨季的降水也是非常稳定的。各月降水量相对变率最大的地区在南疆—柴达木盆地。另外,巴丹吉林沙漠—腾格里沙漠区、喜马拉雅山北坡,其 $C_r$ 也是较大的。从季节看,大值主要出现在春、秋两季。如图6d高值中心的冷湖4.9,比冬季(1月2.08)还大1倍。这是因为那里春、秋冷空气活动非常频繁,一般伴随大风、降温,无降水。若有降水虽绝对量不很大,但其相对比却非常大。如南疆盆地的且末站,4月降水距平百分率历史最大值曾出现1831%(1987年),11月1882%(1954年)。然而无降水量年份分别占74%和85%<sup>[5]</sup>。比较中国西部和东部月降水量变率可以看出,西部最大出现在秋季(4.9,冷湖,10月),最小值在夏季(0.22,九龙,7月);东部最大出现在冬季(239,承德,1月),最小在春季(0.31,长沙,4月)<sup>[2]</sup>。中国西部月降水变率的时空分布差异比东部大,最大(小)值出现的季节也不一样。反映了中国东、西部明显的气候差异。

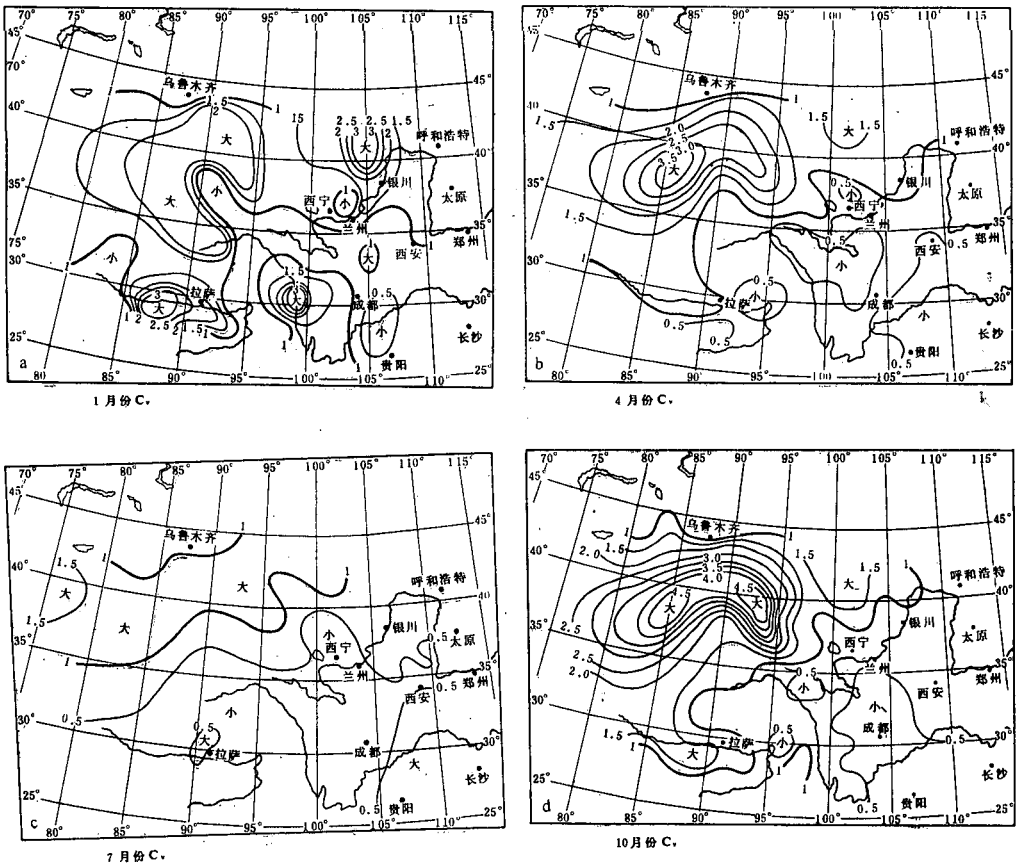


图6 中国西部月降水量C<sub>t</sub>分布图  
 (a)1月 (b)4月 (c)7月 (d)10月

### 四、小 结

- (1)中国西部月降水量由东南向西北很快递减,沙漠盆地沿河西走廊、高原西部沿喜马拉雅山北麓向下游伸展的三条干舌,影响半干旱地区降水资源的稳定性。
- (2)干季和干旱地区降水少而不稳,雨季和高原东部(包括祁连山区)降水较多且非常稳定。
- (3)干季、干旱地区月降水量远离正态分布呈正偏,高原东部及祁连山区雨季降水比中国东部更接近正态,甚至呈负偏态分布。

## 参 考 文 献

- [1] 徐国晶、李栋梁、陈丽萍,青藏高原地面加热场强度的气候特征,高原气象,9,1,32—43,1990。
- [2] 汤燕冰,中国东部月降水量分布的统计特征,大气科学,13,3,322—328,1989。
- [3] 徐国晶、李梅芳,青藏高原的雨季,北方天气文集(5),北京大学出版社,54—63,1984年。
- [4] 李栋梁、陈丽萍,青藏高原地面加热场强度与东亚环流及西北初夏旱的关系,应用气象学报,1,4,383—391,1990。
- [5] 北京气象中心资料室,1951—1980中国降水量变率资料,气象出版社,p. 215,1983年。

## STABILITY OF PRECIPITATION RESOURCES IN WESTERN CHINA

Li Dongliang                  Peng Suqin

(Lanzhou Institute of Arid Meteorology, Lanzhou, 730020)

## Abstract

Annual and monthly precipitation data from 132 stations of western China during 1958 to 1989 are used to do some statistical calculation. The characters of spatial and temporal distributions and stabilities for monthly precipitation are estimated. It is found that there is an abundance of monthly precipitation in southeast of western China and few in northwest. In the abundant precipitation areas and seasons, the precipitation is stable, but in the drought areas and seasons, the precipitation is short and unstable.