

# 川西滇北年径流初步分析\*

李 秀 云    汤 奇 成

(中国科学院地理研究所)

川西滇北地区位于我国的西南部,东经  $96^{\circ}$ — $105^{\circ}$  与北纬  $25^{\circ}$ — $36^{\circ}$  之间。范围包括四川省西部的甘孜、阿坝藏族自治州、西昌专区、凉山彝族自治州以及四川盆地的西缘山地、云南省北部的丽江专区、迪庆藏族自治州、怒江傈僳族自治州、大理白族自治州、楚雄彝族自治州以及东川区等地,全区总面积约 50 万平方公里。

## 一、影响本区径流形成的自然条件

地表径流的形成是各种自然地理因素,包括气候和流域内下垫面因素相互作用的产物。

本区河川径流的补给来源主要是雨水。因此,降雨和下垫面的特性,包括水文地质条件和地表物质、植被等诸因素影响地表径流的数量和分布。

川西滇北的北部高原,广泛地分布有冰川堆积物,所以雨水降落到地表后,下渗较强烈,起到了增强地下径流的作用。此外,岩性在局部地区对径流影响也很显著,如盐源盆地,因岩溶较发育而减少了地表径流。还有裸露的岩石峡谷、高山陡坡等地形均会增大地表径流,如青衣江暴雨区就是其中的一例。植被对径流的影响,主要表现在植被覆盖度的差异上,如覆盖密度大的地区径流年内分配比较均匀。

### (一) 气候因素

在气候因素中降水是影响本区径流情势的主要条件。

**1. 多年平均降水** 本区处于东南季风与西南季风交绥的地区。一般认为大雪山——大相岭——大凉山一线以西属主要受西南季风影响的地区,以东主要受东南季风影响的地区。西南季风影响地区降水特点是:雨季比东南季风影响的地区来得迟,降水特别集中,干湿季节明显。东南季风影响的地区,雨季比西南季风影响地区来得早,降水量四季分配相对较均匀。

**2. 多年平均年降水的地区分布** 从图 1 可看出,区内多年平均年降水分布的总趋势是南多北少,山地多河谷地区少。

1. 主要受东南季风影响地区的降水分布特点:

a. 多雨区(东部边缘山地):包括昭化、北川、夹金山、小相岭、大凉山以东地区。其间分布有全国著名的青衣江暴雨中心,多年平均年降水量达 2,000 毫米以上。降水量主要

\* 本文承郭敬辉教授指导谨此致谢。

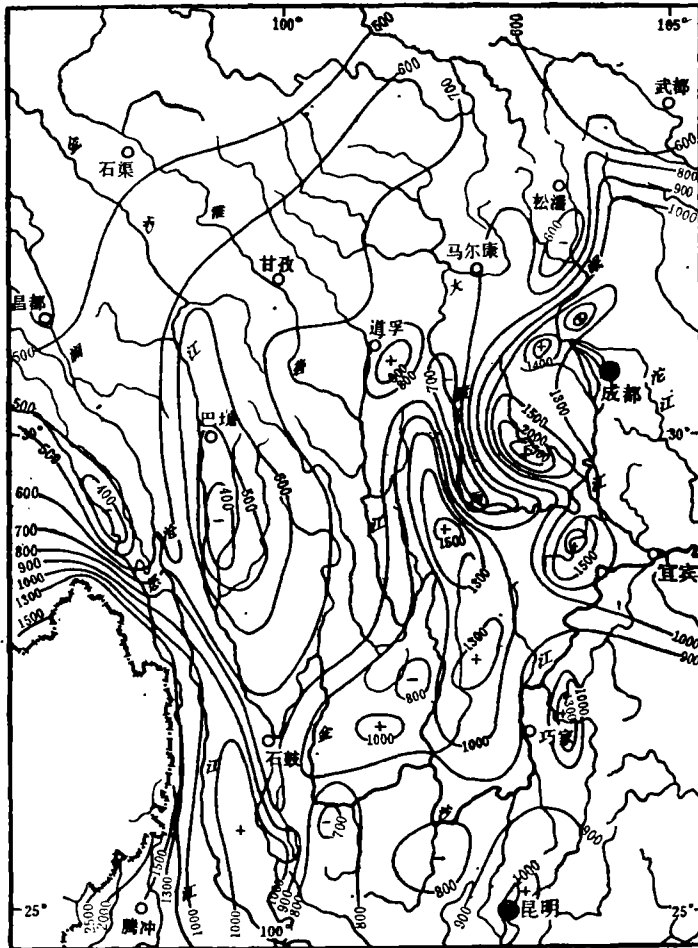


图1 川西滇北地区多年平均年降水量示意图(毫米)

注: 本图川西部分参考了1979年四川省水文总站编写的《四川水文手册》一书。

集中在夏季,但春季受昆明准静止锋的影响,雨水也较多,干湿季节不明显。因此径流主要集中在夏季。但年内变化比较均匀。

b. 少雨区: 包括丹巴至汉源段的大渡河河谷和岷江的较场口至汶川段。前者多年平均年降水量小于800毫米,后者约为500毫米。这两个少雨区也相应地出现径流的低区。

#### II. 主要受西南季风影响地区的降水分布特点:

a. 多雨区(贡嘎山、怒山、高黎贡山以西地区): 多年平均年降水量在1,000—2,000毫米以上,形成了径流的高区。

b. 少雨区: 金沙江上游段的河谷,多年平均年降水量不足400毫米。滇北高原盆地是另一个少雨区,多年平均年降水量在700毫米以下。它们都对应有一个径流低区。

这里我们选择区内的典型站进行了降水年内各月和四季分配的分析(表1),从表中可看出,各地区降水量的分配是不相同的。

表 1 川西滇北地区降水的年内分配

雨区	地区	站名	多年平均 年降水量 (毫米)	各月降水量占年总降水量的百分比(%)												四季降水量占年总 降水量百分比(%)				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	春	夏	秋	冬	
多雨区	东部边缘 山地	峨眉	1561.6	1.0	1.7	2.5	5.6	8.3	12.4	22.8	27.5	9.3	5.1	0.5	1.3	16.4	62.7	16.9	4.0	
		雅安	1790.6	1.2	1.5	2.9	4.7	7.0	10.3	21.3	28.0	12.9	6.0	3.0	1.2	14.6	59.6	21.9	3.9	
	高黎贡山 以西	保山	961.7	1.6	3.0	3.4	4.0	6.9	12.0	19.1	20.0	12.4	11.6	4.5	1.5	14.3	51.1	28.5	6.1	
		腾冲	1467.1	1.5	2.3	2.7	5.1	8.9	17.2	19.5	17.9	9.9	10.0	3.6	1.4	16.7	54.6	23.5	5.2	
少雨区	滇北高原	会泽	822.1	0.8	1.4	1.9	4.1	8.5	18.3	20.9	20.8	11.6	7.9	2.9	0.9	14.5	60.0	22.4	3.1	
		宾川	633.3	0.7	0.7	0.7	1.2	4.7	17.1	22.7	24.8	14.0	9.5	3.0	0.9	6.6	64.6	26.5	2.3	
	大渡河河 谷	小金	612.3	0.4	1.0	3.2	7.0	15.1	21.8	15.2	11.0	15.9	7.7	1.3	0.4	25.3	48.0	24.9	1.8	
		汉源	719.5	0.0	0.8	2.5	7.1	9.4	14.9	22.8	20.3	14.2	5.6	2.2	0.2	19.0	58.0	22.0	1.0	
	金沙江河 谷	巴塘	485.7	0.0	0.2	0.9	2.8	7.3	19.6	26.6	21.6	16.2	4.0	0.5	0.3	11.0	62.8	20.7	0.5	
		川西北高 原	阿坝	719.1	1.0	1.1	2.4	4.7	12.1	16.1	18.9	15.7	18.0	8.3	1.3	0.4	19.2	50.7	27.6	2.5
			甘孜	628.5	1.6	1.1	2.1	4.7	11.5	21.9	16.9	15.3	18.0	5.9	1.2	0.8	18.3	54.1	25.1	2.5

## (二) 地貌对径流形成的影响

区内地势分布北高南低,江河平行南流,高山深谷相间排列,这些构成了不同的地貌单元<sup>[1]</sup>,而各地貌单元的径流分布有着明显的差异:

**1. 辽阔的大高原** 位于北纬 29° 和横断山脉以北地区,海拔在 3,500 米以上,地形起伏平缓,河谷宽坦。由于地势高亢,气候严寒,无暴雨,径流涨落都很缓慢。

**2. 高山峡谷** 介于北纬 29° 以南,云南高原以北,海拔 3,500—2,000 米,河流下切强烈。由于气候温和,有暴雨,径流过程呈齿状。径流变化过程较辽阔的大高原大。因此,径流分布具有由高原向浅山丘陵过渡的特征。

**3. 浅山丘陵** 在邛崃山、夹金山、大相岭以东的地区,海拔大部分在 2,000—3,000 米左右。由于这些山地阻碍了东南季风气流的伸入,因而形成了有名的暴雨区,也是全国有名的径流高区之一。因此,径流过程呈梳状分布。

全区多山地,相对高差悬殊,尤其是在横断山脉地区,有着显著的垂直分布特点。由高原边缘向高原内部随地势升高由亚热带变为亚寒带。

## (三) 植被和土壤垂直地带分布对径流的作用

地形和气候条件的垂直变化也深刻地制约着植被和土壤等要素的垂直分布。在不同的垂直带中<sup>[2]</sup>,降水和径流也有着明显的差异。

**1. 亚热带** 分布着红壤、黄壤,常绿阔叶、针叶林,海拔 1,000—3,000 米。该带降水丰富,在一定高程范围内,降水同径流都是随高程增加而增加的。

**2. 暖温带-温带** 分布着针叶林、落叶阔叶林和褐色土壤、典型棕壤,海拔 2,000—3,500 米。带内降水较多。

**3. 寒温带** 酸性棕壤、针叶林带,主要分布在海拔 2,800—4,000 米之间。此带少暴

雨。

**4. 亚寒带** 海拔 3,800—4,200 米, 分布有草甸土壤和灌丛草甸。该带内无暴雨, 径流过程缓涨缓落。

**5. 永久冰雪带** 在海拔 4,500—4,700 米以上的高山地区, 降水多以飘雪形式出现。

综合上述分析, 本区降水分布是不均匀的, 但降水的垂直地带性分布十分显著。这对径流的垂直地带性分布起着决定性的影响。

## 二、年径流特征分析及其变化规律

### (一) 年径流资料的统计分析

本区从 1936 年开始, 在一些大河上设有少数水文站, 至今已有 30—40 年的资料。解放后, 随着水文事业的迅速发展, 特别是 1956 年以来测验精度大大提高。为年径流的计算提供了有利条件。

**1. 采用资料系列及其代表性分析** 年径流计算, 要求各测站资料系列长短一致, 便于作面上的分析和比较。同时, 还要选择有代表性的中小河流测站。至于作为地区水文资料系列的长短多少为宜, 要经过年径流多年变化差积曲线分析和对长短系列统计参数的对比计算, 并考虑本地区水文资料的具体情况才能决定。我们认为, 在现有条件下本区采用 1957 年至 1977 年的系列是比较适宜的。

(1) 年径流长、短系列多年平均值及  $C_v$  值的比较: 我们选择了系列最长的 5 个站进行了对比: 如金沙江屏山站 1940—1977 年长系列, 其  $C_v$  值为 0.16, 而短系列 1957—1977 年的  $C_v$  值为 0.18。短系列的多年平均流量与长系列多年平均流量之比为 0.98, 即短系列略偏小。其他如澜沧江的旧州站、岷江的紫坪铺站、青衣江的千佛岩站以及大渡河的铜街子站等的多年平均流量和年径流  $C_v$  值与屏山站类似。从表 2 可看出本区采用 1957—1977 年的短系列作为全区统一计算年限, 其结果与长系列的年平均值及年径流  $C_v$  值非常接近。一般情况下, 短系列多年平均流量偏小, 不过最多偏小 3.5%。因此, 我们认为采用

表 2 年径流长短系列比较

河 名	站 名	资料年限	年 数	多年平均流量 $Q_0$ 米 <sup>3</sup> /秒	年径流 $C_v$	$C_{v短}/C_{v长}$	$Q_{0短}/Q_{0长}$
澜 沧 江	旧 州	1954—1977	24	926	0.19	1.05	0.99
		1957—1977	21	920	0.20		
大 渡 河	铜街子	1946—1978	33	1460	0.09	1.00	0.99
		1957—1978	22	1440	0.09		
岷 江	紫坪铺	1937—1978	42	471	0.10	1.00	0.98
		1957—1978	22	462	0.10		
青 衣 江	千佛岩	1952—1978	27	529	0.13	1.08	1.00
		1957—1978	22	530	0.14		
金 沙 江	屏 山	1940—1977	38	4580	0.16	1.12	0.98
		1957—1977	21	4470	0.18		

1957—1977 年的系列资料进行本区年径流分析与计算是完全可行的。

(2) 年径流累积平均曲线：用年径流量逐年累积平均值点绘曲线得累积平均过程线(图 2)。该过程线反映了年径流量丰、枯水变化段的长短和丰、枯变幅的大小。累积平均过程线随时间(以年为单位)的变化逐趋稳定，而达到稳定时间的长短与丰、枯变化和丰、枯变幅有关。这在一定程度上反映了不同年限资料系列的代表性。如金沙江屏山站，1977—1954 年系列的年径流累积平均过程线即 24 年就趋于稳定。岷江高场站，1977—1954 年系列的年径流累积平均过程线，24 年也趋于稳定。马边河清水溪站和横江牛街站，1977—1959 年，即 19 年年径流累积平均过程线可趋于基本稳定。以上说明本区各河测站年径流量累积平均值达到稳定的历时不完全相同，但均在 24 年以内。因而在进行年径流计算时选用实测 1957—1977 年系列，对本区具有一定的代表性。

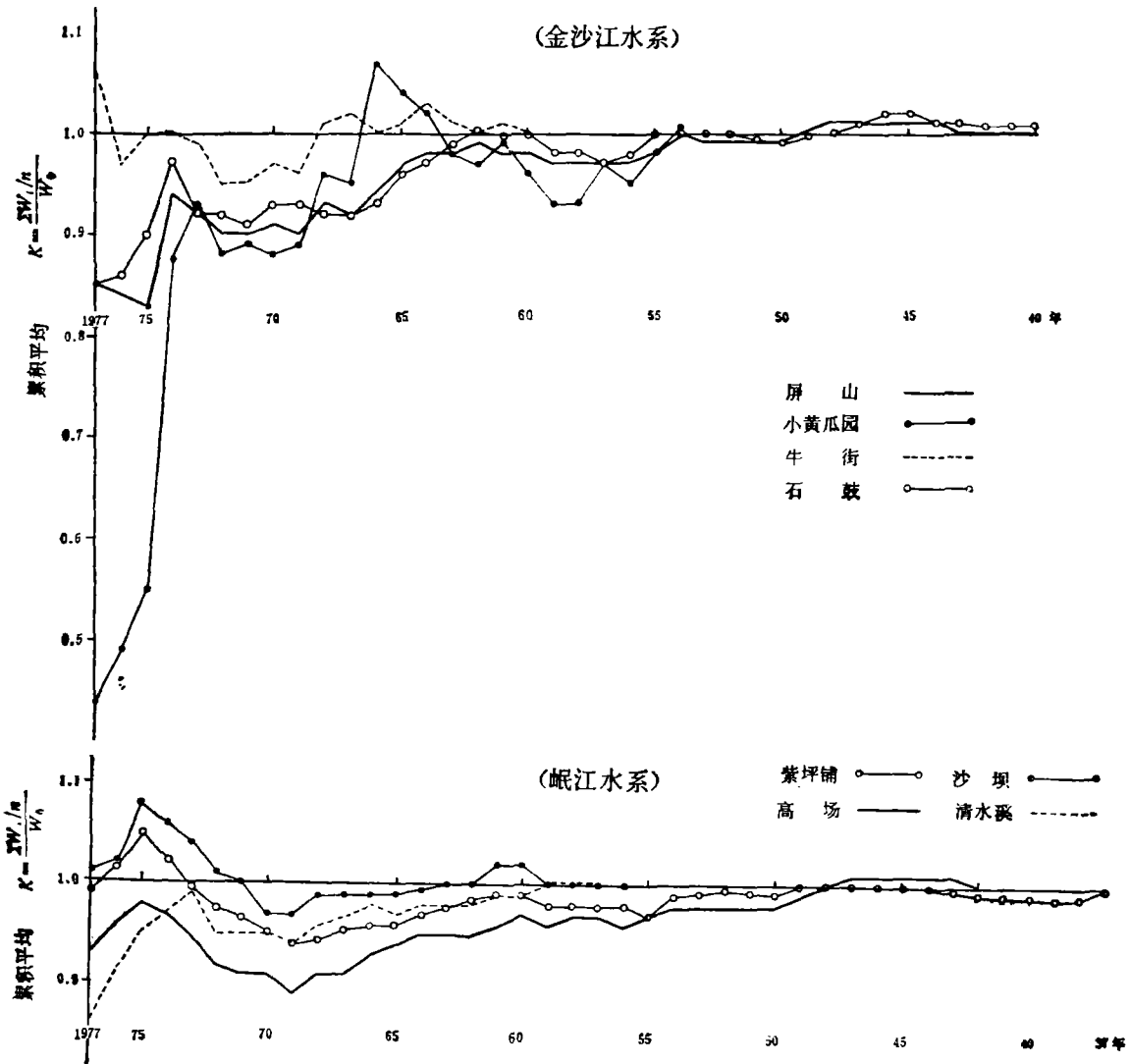


图 2 金沙江、岷江水系年径流累积平均过程线

**2. 年径流差积曲线分析** 大多数测站采用 1957—1977 年径流实测系列分析计算差积曲线,从差积曲线分析得出 1960—1972 年或 1959—1973 年为丰、枯水循环变化周期。本区采用 1957—1977 年年径流系列,基本上能反映区内的多年变化。但这一变化没有完全包括历史上的特丰、特枯年径流,即短系列随时间变化尚未完全达到稳定。反映不同年限的资料有不同的代表性,而本区采用 1957—1977 年系列的年径流资料,它基本上能反映本区径流的多年变化。

**3. 日历年与水文年的对比分析** 从分析水文变化规律看,用水文年比用日历年为好。我们对本区水文年、日历年年径流系列进行对比分析,结果表明,采用 1957—1977 年(或 1959—1977 年)日历年同水文年系列的多年平均流量值几乎相差无几,最大相差为  $\pm 4.0\%$ (见表 3),说明本区在计算年径流系列时可直接用日历年,不必用水文年另做统计计算。

表 3 日历年、水文年年径流量多年平均值的比较

水系	河名	站名	集水面积 平方公里	采用实测 年限	年数	日历年 $Q_0$	水文年 $Q_0$	$\frac{Q_{0日}-Q_{0水}}{Q_{0日}}(\%)$	注
伊洛瓦底江	槟榔江	盏西	1548	1959—77	19	90.2	89.6	+0.7	$Q_0$ : 多年平均流量(米 <sup>3</sup> /秒)。 水文年: 四川境内从 5 月开始至次年 4 月。
怒江	怒江	道街坝	118760	1959—77	19	1655	1644	+0.7	
澜沧江	黑惠江	羊庄坪	4330	1959—77	19	66.6	69.4	-4.2	
红河	扎江	大东勇	2513	1959—77	19	16.9	16.3	+3.6	
金沙江	五郎河	总管田	2083	1959—77	19	28.4	28.7	-0.4	
金沙江	牛栏江	河湾子	7567	1957—77	21	102	103	-1.0	云南境内从 6 月开始至次年 5 月。
金沙江	酒渔河	箐口塘	2109	1957—77	21	20.7	20.7	0	
雅鲁江	安宁河	漫水湾	3817	1957—77	21	108	109	-0.9	
青衣江	青衣江	多营坪	8777	1957—77	21	388	379	+2.3	
大渡河	大渡河	马尔康	2536	1959—77	19	48.4	48.1	+0.6	
岷江	马边河	清水溪	3330	1957—77	21	129	129	0	
沱江	沱江	三皇庙	6590	1957—77	21	232	232	0	

## (二) 年径流及其特征

**1. 年径流分布规律** 本区年径流分布规律大体上与年降水量规律一致。径流分布的大小与地区降水多少的变化趋势基本一致。本区径流最大的特点是与降水一样,垂直地带性变化明显。据云南北部、青衣江流域各测站年平均径流深与流域平均高程的相关分析可以看出,各地区年径流随高程变化的规律不完全相同,大致有下列几种情况:

(1) 主要受西南季风影响的云南地区,年径流量随高程增加而增加。但各地年径流深随高程加大的增率是不同的。变化的规律大致由西而东逐渐变小。本区内年径流深随流域平均高度递增最大的地方是高黎贡山以西的地区,大致每增高 100 米年径流深增加 450 毫米左右,这个径流高区同降水分布高区相吻合。增加最少的地方是少雨区的龙川江,每增高 100 米年径流深增加 20 毫米。除了上述原因外还受周围高山环绕等局部自然

条件的影响。

(2) 受东南季风影响的青衣江暴雨中心。多年平均径流深与流域平均高程的关系与年降水量一样,在一定高程范围内,年径流量随着流域平均高程的增加而增加,但超过某一定高程后,年径流深反而随高程的增加而减少。即年降水量在一定的高程范围内所存在的最大降水带,其年径流也相应地出现最大径流深带。

总之,从分析本区径流量与高程的关系可以得出:在不同地区有着不同的变化规律,因此各地区应采用不同的经验公式来绘制年径流深等值线图。

**2. 年径流的变化特征** 本区多年平均径流深变化总的趋势是由东向西和向南递减。由东往西递减的,如荣经站 1,700 毫米,康定站 904 毫米,雅江站 261 毫米,甘孜站 229 毫米。由东向南递减的,如荣经站 1,700 毫米,岩润站 965 毫米,德昌站 752 毫米,湾滩站 656 毫米,小黄瓜园站 148 毫米。从多年平均径流深度图(图 3),可明显地看出,本区分布有径流高区和径流低区。径流高区分布在东部边缘山地和横断山脉以西。在东部边缘山地的青衣江暴雨中心地区年径流深可高达 1,800 毫米以上。马边河地区可达 1,400 毫米

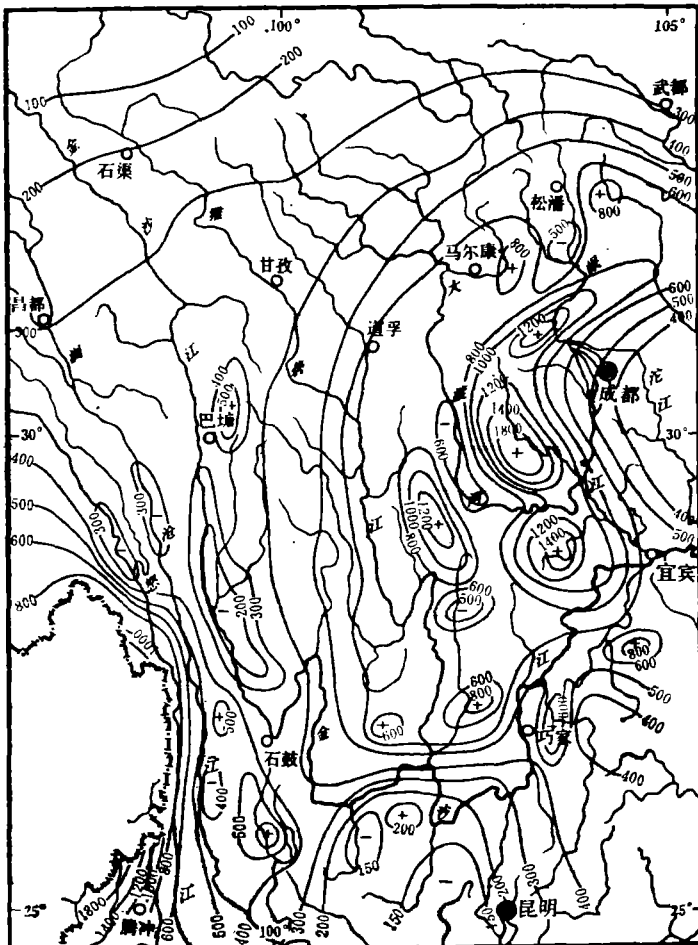


图 3 川西滇北地区多年平均年径流深度示意图(毫米)

注: 本图川西部分参考了 1979 年四川省水文总站编写的《四川水文手册》一书。

以上。高黎贡山以西径流深也可高达 1,800 毫米以上。径流低区分布在金沙江(上段)河谷,多年平均径流深在 300 毫米以下。大渡河河谷等地多年平均径流深 700 毫米以下。金沙江的龙川江多年平均径流深更少,不足 150 毫米。

总之,本区多年平均径流深分布总的趋势与年降水量分布相吻合。区内多山,地势起伏大,年径流的垂直地带性规律十分显著。多年平均径流深随着流域平均高程的变化有着显著的变化。

### (三) 年径流的多年变化

年径流的多年变化是气候及其他自然地理因素相互作用的反映。尤其是与年降水的年际变化较为密切。

**1. 年径流的多年变化大小可由变差系数  $C_v$  值来表示** 本区年径流的多年变化与年降水的多年变化基本一致,两者与我国东部地区相比都是较小的。区内年径流多年变化也同降水一样,反映出不同的水汽来源。本区年径流的变化,受西南季风影响的地区比受东南季风影响地区大。如云南北部高原年径流  $C_v$  值因受西南季风影响是全区最大的,其值为 0.31—0.64,而降水量多年变化也较大,它的  $C_v$  值在 0.24 左右。又如川北高原及岷江上游等地区,年径流  $C_v$  值因受东南季风影响较小,其值为 0.10—0.24,而降水量  $C_v$  值也仅是 0.13 左右。再如多雨的东部边缘山地,因受东南季风影响,年径流  $C_v$  值(0.10—0.20)为全区最小的地区。

**2.  $C_v$  值在流域内的变化** 区内各大河从上游向下游随着集水面积的增加,年径流量也不断增加,而  $C_v$  值从上游至下游一般逐渐减小,如金沙江在上游巴塘站  $C_v$  值为 0.21,到石鼓站  $C_v$  值 0.17,屏山站仅 0.16。

**3. 年径流的丰、枯水循环** 据区内各河诸站差积曲线和岷江紫坪铺站拟合误差的分析得出,本区内年径流循环周期年限大致为 9—18 年。如按相同年系列统计,各测站最大水年和最小水年一般都是不同期的。在循环周期内各条河最大水年和最小水年的出现基本上也是不同步的。

通过上述分析可得出,本区径流比较丰富,年径流多年变化不大,调节径流需要的多年调节库容较小,有利于兴建各种类型的引水工程,特别是跨流域的引水工程。

### (四) 径流的年内变化

本区径流的年内变化主要受降水的年内变化所制约。区内降水量的年内分配不很均匀,主要集中在夏季,秋季次之,冬季最小。因此径流年内分配也不均匀。年内径流洪水期、枯水期相间出现,年径流集中分布于夏秋两季,约占全年径流量的 70—80%,其中夏季为主,秋季次之。一般情况下,区内年降水丰沛的地区,其降水、径流的年内分配都相对比较均匀。但在东南季风控制的地区春季雨水较多,因而春季径流也较大。这些都是本区径流年内变化的主要特点。

**1. 本区河流最小流量** 在北部多出现在 2 月份或 1 月份,南部多出现在西南季风雨到来前的 4 月或 5 月。汛期多出现在 6—10 月间或 5—10 月,最大流量多出现在 7 月或 8 月。

**2. 年径流四季分配(见表 4)** 按径流年内分配的差异可把本区分为下列几种类型<sup>[4]</sup>。



(1) 川西北高原类型,其特点是径流集中,丰水期短,枯水期长,冬季径流量小。

表 4 川西滇北地区年径流年内分配

地区	站名	集水面 积平方 公里	多年平 均流量 米 <sup>3</sup> /秒	各月径流量占年径流量的百分比(%)												四季径流量占年径流的百分比(%)				不均 匀系 数 <i>C<sub>r</sub></i>
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	春	夏	秋	冬	
川西北 高原	马尔康	2,536	48.4	2.5	2.2	2.5	4.2	10.4	18.4	17.2	10.3	12.9	10.7	5.4	3.3	17.1	45.9	29.0	8.0	0.30
	甘孜	37,472	276	2.0	1.9	2.4	4.0	6.5	14.2	19.7	15.4	16.0	10.5	5.1	2.3	12.9	49.3	31.6	6.2	0.34
横断山 脉	塔 城	724	16.5	3.4	3.5	5.4	10.4	7.2	8.1	11.5	17.9	13.8	9.0	5.6	4.2	23.0	37.5	28.4	11.1	0.22
滇北高 原	小黄瓜 园	5,560	27.1	1.7	0.9	0.6	0.8	1.4	7.6	14.5	31.1	20.3	12.8	5.8	2.5	2.8	53.7	38.9	5.1	0.45
滇西山 地	盘 西	1,548	90.2	3.3	2.9	2.8	2.8	4.2	13.7	20.7	17.7	11.6	9.5	6.5	4.3	9.8	52.1	27.6	10.5	0.32
川西东 部边缘 山地	清水溪	3,330	129	2.4	2.8	4.4	5.7	7.0	9.5	15.8	18.5	12.1	8.6	5.6	7.6	17.1	43.8	26.3	12.8	0.23
	马 边	1,831	81.3	2.9	3.3	5.3	6.2	7.8	10.6	14.8	17.5	12.7	9.4	6.0	3.5	19.3	42.9	28.1	9.7	0.23
	宝 兴	2,794	94.3	2.8	2.4	2.7	4.8	8.8	12.5	16.2	15.8	14.3	10.1	5.9	3.7	16.3	44.5	30.3	8.9	0.28

(2) 横断山脉高山峡谷类型,它的特点是春季径流量大,占全年径流量的 23%,但夏季水量集中程度是本区最小的,仅占年径流的 37.5%,秋季占 28.4%,冬季占 11.1%。年内变化比较均匀。

(3) 滇北高原类型,因受西南季风的影响,枯水期长,丰水期来得迟而短,径流集中于夏季,水量可占年径流量的 50% 以上。秋季占 38.9%;春季和冬季共占 7.9%,为全区之最小的。本类型是全区年内变化最大的地区。

(4) 滇西山地类型,亦属西南季风雨区,它与滇北高原类型相比春雨较多,春季水量占年径流 10% 左右。最小流量多出现在西南季风来临以前的 4 月,冬季水量占年径流 10% 以上,较滇北高原类型丰富。

(5) 川西东部边缘山地类型,属受东南季风控制的地区。特点是丰水期较长,其年内分配比较均匀。

**3. 径流年内分配不均匀系数** (用  $C_r$  值表示它是反映径流年内分配均匀程度的一种指标) 即超过年平均径流量的径流总量同年径流总量相比所得的比值 (用小数值表示)。小数值越大,说明径流年内分配越不均匀,即为达到完全年调节所需之库容越大。区内各河的测站不均匀系数一般在 0.17—0.47 范围内。而不均匀系数的分布趋势是由滇北高原向东、向西、向北减小。从各河流上、下游不均匀系数的变化来看,可概括为下列几种情况:

(1)  $C_r$  值从上游到下游逐渐减小。如金沙江巴塘站  $C_r$  值 0.36, 巧家站  $C_r$  值 0.34, 屏山站  $C_r$  0.33。

(2) 上、下游站的  $C_r$  值相差无几。如雅砻江甘孜站  $C_r$  值 0.342, 雅江站  $C_r$  0.343, 小得石站  $C_r$  0.345。(3) 从上游至下游  $C_r$  逐渐增加。如岷江镇江关站  $C_r$  0.25, 胜利坝站  $C_r$  值 0.28, 高场站  $C_r$  0.33。由上述分析可以得出,区内三条大河(金沙江、雅砻江、岷江)

的  $C_r$  值变化不大, 各河自上游到下游  $C_r$  不同的变化反映了影响各河径流年内分配的降水分布是不同的。如雅砻江无大的暴雨中心, 而岷江的中、下游有暴雨区的分布。在一般情况下,  $C_r$  与年径流  $C_v$  值一样是随流域面积增加而逐渐减小的。

### 三、结 语

本区地处中纬度暖温带, 属于中亚热带季风气候。自然资源较为丰富。因区内多山, 河流众多, 且多峡谷, 有利于水利资源的开发利用。通过上述降水和径流的分析, 全区降水丰沛, 多年平均降水量 883 毫米, 与此相应的多年平均径流深亦高达 481 毫米。径流系数 0.58, 全区年产水量 2,400 亿立方米。径流年内虽有丰、枯季节变化, 但多年变化不大。河流纵比降大, 落差集中, 水能资源丰富。如仅金沙江的水能蕴藏量就占整个长江的三分之一。但目前尚未大规模地开发利用, 今后随着工、农业的发展, 对需水、供水以及电力资源的利用等都将是重要的开发地区。

### 参 考 文 献

- [1] 郭敬辉、邓暖临, 地理学报, 31(3), 1965, p.111.
- [2] 姜恕, 中国地理学会 1962 年自然区划讨论会论文集, 科学出版社, 1964, p.212.
- [3] 罗来兴、杨逸畴, 地理集刊, 1963, 第 5 号, p.1.

## AN ANALYSIS ON ANNUAL RUNOFF OF WEST SICHUAN AND NORTH YUNNAN

Li Xiu-yun Tang Qicheng

(*Institute of Geography, Academia Sinica*)

### Abstract

The region of west Sichuan and North Yunnan with an total area about 500, 000 km<sup>2</sup> is located in South-west of China (96°—105°E, 25°—36°N).

The river runoff of this district is mainly fed by the precipitation, which is closely related to the monsoon climate. The Daxueshan Mountain-Daliangshan Mountain line is a demarcation line. In the west of this line, it is mainly influenced by the South-west monsoon, as rainy season comes later and the precipitation is more concentrated in the summer, the seasons of dry and humid are very distinct, so the unevenness of the coefficient value of the annual runoff ( $C_v$ ) is high. While in the east of the line, it is influenced by the South-east monsoon, the distribution of annual rainfall is relatively even.

This area is a mountainous region, with many high mountains and plateaus. Their elevation differences are very great. Especially in the region of the Hengtonanchan Mountain. Under the influence of climate and other natural factors, for example, relief, vegetation, soil etc, its vertical zonation is very evident.

Below 3000 meters is the subtropical region of this area, the runoff increases as the elevation increases, and mostly in the form of storm runoff.

Above 3000 meters, the storm runoff decreases and the runoff hydrograph presents feeble variation.

The amount of annual runoff has the tendency of reducing from east toward west and south. But at the west of Gaoligong Shan Mountain, the amount of rain fall might reach 1,000 mm.

The annual mean precipitation of this region is 883 mm, runoff depth is 481 mm, annual water yield is about 240 billion m<sup>3</sup>. The variation of river runoff in many years is not considerable. In general, the coefficient of skew ( $C_s$ ) except in north Yunnan which is above 0.3, is from 0.1 to 0.25, as compared with eastern part of China, it is rather small.

The runoff flow and water resources of this region are very abundant. Therefore it is an excellent region for the fully development and utilization of water resources.