

# 阿克苏河流域径流补给及径流变化特征分析

蒋艳,周成虎,程维明

(中国科学院地理科学与资源研究所,资源与环境信息系统国家重点实验室,北京 100101)

**摘要:** 选取阿克苏河流域内代表站的径流实测资料,分析流域范围内不同径流补给来源的径流年内分配规律和多年变化特征。阿克苏河流域径流补给具有垂直地带性和多样化特点,径流时序特征与径流的补给来源有密切关系;径流年内分配极不均匀,集中程度高;而径流的多年变化变差系数小,径流量多年变化比较稳定;运用小波分析方法,对年径流时间序列进行多尺度变换,结果表明山区河流自1990年后进入丰水期。近年来,流域内降水和气温均呈上升趋势,冰川融雪量增加,以冰雪融水补给阿克苏河流域山区径流量显著增加,气温升高对径流量的影响高于降水量增加的影响。

**关键词:** 水资源;径流补给来源;集中度;集中期;峰型度;年丰枯率;小波分析

中图分类号:TV211

文献标识码:A

文章编号:1000-3037(2005)01-0027-08

河川径流的影响因素可分为自然地理因素和水文地理因素,自然地理要素主要是气候,即降水和蒸发,此外地形、土壤、植被、湖泊和沼泽等对年平均径流量起间接影响作用。水文地理要素也是间接影响年平均径流量,其中研究较多的是流域大小和河槽下切深度的影响。径流量的多年变化过程表现出确定性的规律,同时也呈现一定的随机性规律<sup>[1-3]</sup>,研究径流变化规律有助于深入了解地表水资源的变化趋势,对于水资源的合理开发和高效、可持续利用具有重要的实践意义。阿克苏河是天山南坡水量最大的河流,是塔里木河水系中惟一能长期供给塔里木河水源的支流,阿克苏河流域水资源的开发利用与塔里木河流域的经济可持续发展有着密切的关系。

阿克苏流域地处西北内陆干旱区,根据干旱区水文水资源的特点,选取集中度、集中期、峰型度、年丰枯率反映径流补给来源和径流时序变化特征之间的关系,运用小波分析方法分析年径流时间序列的多年变化趋势。

## 1 流域概况

阿克苏河流域位于天山中段西部南麓地区,塔里木河盆地北缘,范围介于东经 $75^{\circ}35'$ ~ $80^{\circ}59'$ ,北纬 $40^{\circ}17'$ ~ $42^{\circ}27'$ 之间,流域面积约 $5.0 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,其中境内面积 $3.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,境外面积 $1.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ (图1)。阿克苏河上游有发源于吉尔吉斯斯坦境内的两大干流,北干流为昆马力克河,发源于汗腾格里峰,全长260km;西干流为托什干河,发源于阿特巴什山脉,全长457km。两大支流在喀拉都维汇合后称为阿克苏河,自汇合口后干流长132km,阿克苏河流至艾里西处又分为东西两支,东为新大河,西为老大河。新、老大河在阿瓦提以下又重新汇合,在肖峡克处汇入塔里木河。台兰河发源于天山最高峰托木尔峰南坡,自北向南注入塔里木河<sup>[4]</sup>。

阿克苏河流域地势西北高、东南低,其中有亚洲中部著名的托木尔峰,海拔7435m,汗腾格里峰6995m。雪线高度约4100m,海拔5000m以上普遍发育有现代冰川和永久积雪,丰富的高山冰雪融水是河川径流的重要补给来源。流域自然景观的垂直地带性规律明显,

收稿日期:2004-08-23;修订日期:2004-09-23。

基金项目:世界银行合作项目“新疆塔里木河流域水量调度管理系统”(THSD-7)。

第一作者简介:蒋艳(1974~),女,江苏盐城人,在读博士,主要从事地理信息系统和水文水资源的研究。

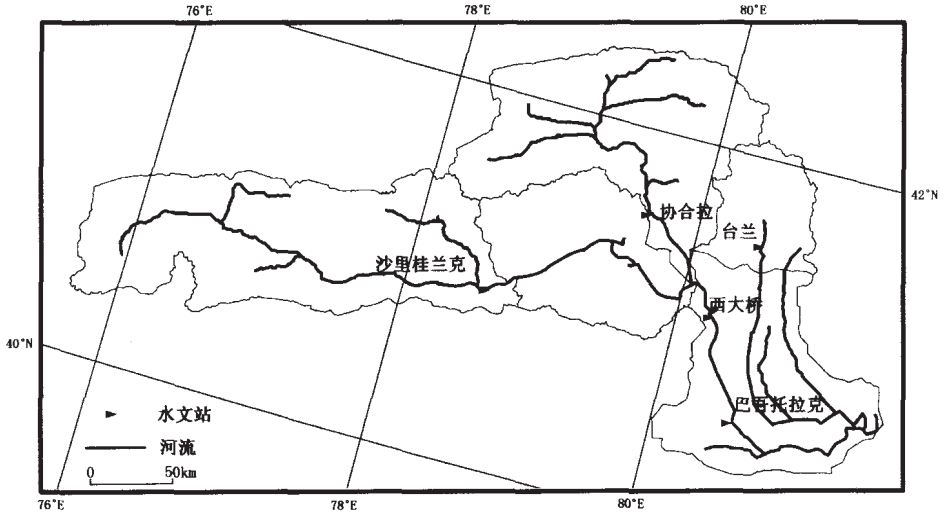


图1 阿克苏河流域水系图

Fig.1 Stream system of the Akesu Basin

2 400~3 000m 的阴坡有小片雪岭云杉和亚高山草甸, 海拔 2 000~2 500m 处有山地草原分布, 低山带为典型的荒漠区。山麓平原区分布着阿克苏绿洲和荒漠草场、灌丛, 水渠湖泊纵横, 地下水蕴藏量非常丰富。

阿克苏河流域地处欧亚大陆腹地, 水汽主要来源于西风环流, 降水主要集中在山区, 且东部多、西部少, 垂直地带性规律非常显著, 托木尔峰和汗腾格里峰附近高山区的年降水量为 900mm 以上, 海拔 1 000m 左右的地区年降水量仅 50mm 左右。年降水量随高程的递增率约  $16.8\text{mm}/100\text{m}^{[5]}$ 。

## 2 径流的补给来源和年内分配特征

### 2.1 径流补给来源

阿克苏河流域地处中国西北干旱区, 具有干旱区河川径流补给的垂直地带性和多样化的典型特征<sup>[6]</sup>。河川径流的补给随流域高程、自然条件和降水方式的不同分为: 高山冰雪融水(包括冰川融水及永久积雪融水、夏季冰面降雪融水)、季节积雪融水、雨水和地下水四种补给来源。高山地带以高山冰雪融水补给为主, 中低山地带除了有雨水和高山冰雪融水的补给外, 还有少量季节积雪融水的补给, 在河谷和平原区有雨水和融水及地下水的多种混合补给来源。

阿克苏流域径流分布垂直地带性表现为: 山区是径流的形成区, 平原和盆地是径流的散失区, 在平原和盆地基本不产生径流, 因此, 径流的分布实际上是山区径流的分布。在山区, 年径流量东部大于西部, 昆马力克河流域平均年径流深 357mm, 而托什干河流域只有 144mm。

研究中选取了流域内从高山到平原 5 个具有代表性的水文测站: 沙里桂兰克、协合拉、西大桥、巴吾托拉克、台兰(图 1)和各站截止 2002 年(巴吾托拉克截止到 1991 年)实测径流资料研究阿克苏河流域内各条河流的径流变化特征。

阿克苏河流域径流补给来源的多样性是决定径流多年变化稳定的主要原因, 年径流变化系数( $C_v$  值)小于 0.3(表 1), 而中国东部同纬度的大部分河流  $C_v$  值均在 0.40 以上, 最高可达 0.80 左右。以高山冰雪融水和雨水混合补给的托什干河, 由于降水与气温的耦合关系, 使得  $C_v$  值较小, 即在气温偏高的干旱少雨年份, 冰雪融水量增加而雨水补给量减少; 而在降水偏多的湿润年份, 雨水补给量增加, 而温度较低, 使融水量减少。

表 1 阿克苏河流域年径流量均值和变差系数

Table 1 Annual mean and variation coefficient of runoff in Aksu drainage basin

河流名称	站名	集水面积(km <sup>2</sup> )	年径流均值 Q(m <sup>3</sup> /s)	年径流变差系数	统计年限
托什干河	沙里桂兰克	19 166	86.86	0.20	1957~2002
昆马力克河	协合拉	12 816	153.55	0.16	1957~2002
阿克苏河新大河	西大桥	-	114	0.23	1952~2002
阿克苏河老大河	巴吾托拉克	-	29.97	0.14	1973~1991
台兰河	台兰	1 324	23.73	0.13	1957~2002

## 2.2 径流年内分配的不均匀性

阿克苏河流域高山区降水量大而气温又低,发育了大面积的现代冰川和永久积雪,而且数量不断更新,丰富的高山冰雪融水是河川径流的主要补给来源之一(表 2)。

表 2 阿克苏河流域山区冰川融水径流补给量

Table 2 The supplement of glacier melt water in mountain area of Aksu basin

河流名称	站名	流域面积(km <sup>2</sup> )	海拔高度(m)	冰川面积(km <sup>2</sup> )	冰川覆盖率(%)	冰川储量(10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	河川径流量(10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	冰川融水径流量(10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	冰川融水补给比重(%)
昆马力克河	协合拉	12 816	1 427	947.0	7.39	268.0	45.4	23.80	52.43
台兰河	台兰	1 324	1 575	416.8	31.48	69.8	7.19	4.57	63.60
托什干河	沙里桂兰克	19 166	1 909	724.7	3.78	554.9	28.92	7.66	26.50

径流的年内分配比例因径流补给来源的不同而不同(表 3),除季节积雪融水补给主要分布在新疆的阿尔泰山区和准噶尔西部山区,阿克苏河流域内径流补给分布趋势是山区河流以高山冰雪融水补给,平原区以雨水补给,在蕴藏地下水的湖泊区以地下水补给。

表 3 阿克苏河流域径流年内季节分配

Table 3 Seasonal distribution of annual runoff in Aksu basin

径流补给来源	站名	河流名称	四季分配(%)			
			春(3~5月)	夏(6~8月)	秋(9~11月)	冬(12~2月)
高山冰雪融水和雨水混合补给为主,少量积雪融雪补给	沙里桂兰克	托什干河	17.6	60.1	17.5	4.8
高山冰雪融水为主	协合拉	昆马力克河	8.7	67.8	18.6	4.9
雨水补给为主	西大桥	阿克苏河新大河	4.2	69.4	17.3	9.1
地下水补给	巴吾托拉克	阿克苏河老大河	11.5	30.6	31.5	26.3
高山冰雪融水为主	台兰	台兰河	11.2	66.7	17.0	5.1

各种补给来源的径流年内分配特点是:以高山冰雪融水补给为主的昆马力克河和台兰河,汛期集中在夏季(6~8月);以高山冰雪融水和雨水混合补给的托什干河,还有少量季节积雪融水补给,春汛连着夏洪,汛期(5~9月)历时长;以雨水补给为主阿克苏新大河,汛期与年最多降水期一致;以地下水补给的巴吾托拉克,径流年内分配较均匀。

## 2.3 径流年内分配的集中程度

阿克苏河流域降水主要集中在夏季,4~9月的降水量占全年降水量的90%左右。高山冰雪融水也集中于辐射强烈、高山气温由负转正的夏季,二者共同作用使径流高度集中,年内分配极不均匀。

集中度和集中期(汤奇成 1982,杨远东 1984)<sup>[6]</sup>是用逐月实测径流数据反映年径流量的集中程度和最大径流量出现的时段,将月径流看作向量,径流量大小为向量的长度,向量的方向确定是把一年365天近似看成是一个圆周(360°),每天近似于0.986°,以1月份月径流向量所在位置作为零度,后继各月概化成按30°等差角度递增表示向量的方向,如2月份为

30°, 3月份为 60°, 12月份为 330°。12个月的月径流向量合成新向量, 以合成向量的大小和方向来表示各月径流分矢量和的总效应, 集中度( $C_n$ )是合成向量的大小与年平均径流量的比值, 集中期( $D$ )是合成向量的方向与零度向量(1月份向量)的夹角, 近似表示了一年中最大径流量出现的时间(表4)。

$$R_x = \sum_{i=1}^{12} r_{xi} = \sum r_i \sin \theta_i ; R_y = \sum_{i=1}^{12} r_{yi} = \sum r_i \cos \theta_i ; R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (1)$$

$$C_n = \frac{R}{Q} \times 100\% ; D = \tan^{-1} \left( \frac{R_x}{R_y} \right) \quad (2)$$

式中,  $r_i$  和  $\theta_i$  为月径流向量的大小和方向;  $R_x, R_y, R$  为 X、Y 方向合成向量和合成总向量;  $\bar{Q}$  表示年平均径流量。

表4 阿克苏河流域径流年内集中分配

Table 4 Concentration distribution of annual runoff in Aksu basin

河流名称	站名	集中度(%)	集中期		峰型度 $\alpha$	年丰枯率 $\beta$
			合成向量 的方向(°)	最大径流近 似出现时间		
托什干河	沙里桂兰克	58.8	182.6	7月3日	0.64	6.14
昆马力克河	协合拉	65.7	194.3	7月14日	0.33	6.57
阿克苏河新大河	西大桥	64.7	202.3	7月22日	0.18	7.31
阿克苏河老大河	巴吾托拉克	19.5	214.5	8月4日	0.52	0.86
台兰河	台兰	63.8	188.7	7月9日	0.43	6.55

集中度因径流补给来源的不同而不同, 高山冰雪融水和雨水主要在夏季补给, 集中度相应也高, 昆马力克河和台兰河集中度最高, 分别为 65.7% 和 63.8%, 阿克苏新大河为 64.7%, 托什干河为 58.8%, 以地下水补给的巴吾托拉克集中度较低, 为 19.5%。

峰型度  $\alpha$  值与年丰枯率  $\beta$  值从另一角度反映不同径流补给来源的径流年内分配情况。

$$\alpha = \frac{W_{4-6}}{W_{7-9}} ; \beta = \frac{W_{4-9}}{W_{10-3}} \quad (3)$$

式中,  $W_{4-6}$  为 4 月至 6 月经流总量,  $W_{7-9}$  为 7 月至 9 月经流总量,  $W_{4-9}$  为 4 月至 9 月经流总量,  $W_{10-3}$  为 10 月至翌年 3 月经流总量。

$\alpha$  值实质上反映了河川径流总量中季节积雪融水量与高山冰雪融水量和雨水量的比值。它反映了融水补给量占年径流总量的比例, 以高山冰雪融水和雨水补给量占年径流总量比重越大,  $\alpha$  值越小, 从表 4 中可以看出, 阿克苏河流域各站的  $\alpha$  值均较小 ( $< 1.0$ ), 远远小于新疆其它地区, 如阿尔泰和准噶尔盆地西部山区的  $\alpha$  值可达 2.0~4.0。

$\beta$  值实质上是汛期与非汛期径流总量的比值, 反映地下水补给量占年径流总量比重大小。径流补给来源不同,  $\beta$  值相差较大, 以高山冰雪融水和雨水补给的台兰河、昆马力克河、托什干河、阿克苏新大河  $\beta$  值大, 以地下水补给的巴吾托拉克  $\beta$  值较小(表 4)。

### 3 径流多年变化趋势分析

对年径流变化趋势的研究, 采用时间序列分析法作为定性标准, 运用小波分析理论<sup>[7]</sup>, 配合年径流量系列的差积曲线和多年滑动平均曲线, 共同参与分析年径流序列的变化趋势。

在做出趋势分析后, 采用斯波曼秩次相关法进行趋势成分检验, 秩次相关系数为:

$$r=1-\frac{\sum_{t=1}^n d_t^2}{n^3-n} \quad (4)$$

分析序列  $X_t$  与时序  $t$  的相关关系,在运算时  $X_t$  用秩次  $R_t$  (把序列从大至小排列时,  $X_t$  所对应的序号) 表示。式中,  $n$  为序列长度;  $d_t=R_t-t$ 。当  $R_t$  与时序  $t$  相近时  $d$  值小, 秩次相关系数大, 趋势显著。相关系数是否趋近于零, 可采用  $t$  检验法。检验统计量为:

$$T=r\left(\frac{n-4}{1-r^2}\right)^{1/2} \quad (5)$$

服从自由度为  $(n-2)$  的  $t$  分布。

原假设序列无趋势, 检验时, 先计算  $T$ , 然后选择显著水平  $\alpha$  为 0.05, 从  $t$  分布分位数表出临界值  $t_{\alpha/2}$ , 当  $|T| > t_{\alpha/2}$  时, 拒绝原假设, 说明序列与时间有相关关系, 趋势显著; 相反, 接受原假设, 表明趋势不显著。

除西大桥站外, 其它各站统计检验值  $T$  的绝对值均高于  $t$  分布的临界值(表 5), 通过斯波曼检验, 表明径流变化趋势明显。其中, 巴吾托拉克地处平原区, 径流过程受人类活动影响, 其径流过程已不是天然径流过程, 本文主要分析山区河流控制站沙里桂兰克、协合拉和台兰站的径流变化过程。

表 5 阿克苏河年径流变化趋势检验

Table 5 Test of discharge changing tendency in Aksu basin

河流名称	站名	统计年限	秩次 $r$	统计量 $T$	临界值 $t_{\alpha/2}$	趋势是否显著
托什干河	沙里桂兰克	46	0.50	3.69	2.015	显著
昆马力克河	协合拉	46	-0.57	-4.57	2.015	显著
阿克苏河新大河	西大桥	51	-0.08	-0.57	2.010	不显著
阿克苏河老大河	巴吾托拉克	19	-0.83	-5.79	2.093	显著
台兰河	台兰	46	-0.49	-3.67	2.015	显著

小波分析是一种时、频多分辨分析方法, 小波函数  $\Psi(t)$  指具有震荡性、能迅速衰减到零的一类函数, 若其 Fourier 变换  $\Psi(\omega)$  满足条件:

$$\int_R \frac{|\Psi(\omega)|^2}{|\omega|} d\omega < \infty \quad (6)$$

则称  $\Psi(t)$  为基本小波或母小波。通过  $\Psi(t)$  伸缩和平移后派生出一组函数:

$$\Psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \varphi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (7)$$

其中  $a, b \in R, a \neq 0, \Psi_{a,b}(t)$  称连续小波,  $a$  为尺度因子,  $b$  为时间因子。

在实际应用时, 常将连续小波变换离散化,  $a=a_0^j, b=kb_0 a_0^j > 1, b_0 \in R, k, j$  为整数, 则  $f(t)$  的离散小波变换为:

$$W_{\psi} f(j, k) = a_0^{-j/2} \int_R f(t) \Psi(a_0^{-j} t - kb_0) dt \quad (8)$$

称  $W_{\psi}(j, k)$  为小波系数<sup>[7,8]</sup>。

径流时间序列中隐含有随机成分、周期成分和趋势成分, 从小波变换的角度出发, 认为它们分别对应于不同的小波系数, 随机项对应于小尺度的高频成分, 趋势项对应于大尺度的低频成分。当选取的小波函数具有一定的平滑作用, 只要进行有限尺度的多分辨率分析, 就可以将径流时间序列的随机项、周期项和趋势项很好地分离。现选用 db3 小波函数对沙里桂

兰克、协合拉和台兰年径流实测资料进行三层尺度分析(图2)。

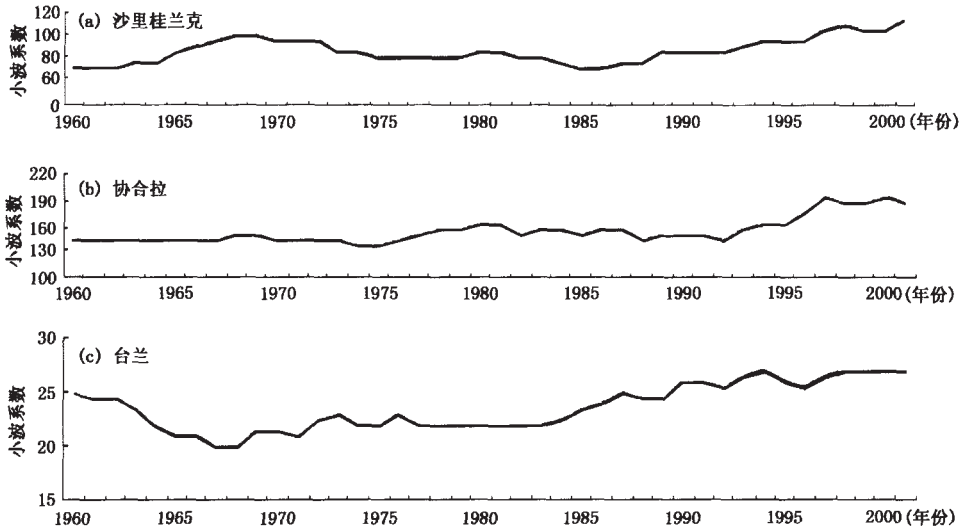


图2 年径流序列的小波系数图

Fig.2 Wavelet coefficients of annual runoff

分析结果表明,沙里桂兰克和协合拉从1994年、台兰从1987年相继进入丰水期,这是由于近年来流域内降水及气温呈上升趋势,导致高山冰川退缩,冰川融雪量增加,以融雪水补给的河川径流量相应增加。

#### 4 径流影响因素分析

由于大气中 $\text{CO}_2$ 浓度的增加,气候变暖对西北干旱地区径流的影响可总结为三方面:冰川积雪消融量增加,流域总蒸发量增加,高山区降水形态变化<sup>[9]</sup>。气温对径流的影响是干旱区径流不同于其它地区的显著特点。由于气温变化对降水的形态、冰雪消融、蒸发能力起重要的作用,随着年均气温的增加,年径流量增加显著。以沙里桂兰克的月径流实测资料为基础,可以看出年径流随年均气温的升高呈现指数递增的变化规律(图3),两者相关系数达0.9。自1990年后,与多年平均量相比,托什干河、昆马力克河、台兰河径流量分别增加16.6%、14.9%和12.2%,而各河流出口控制站的降水量与多年平均相比分别增加23%、12%和

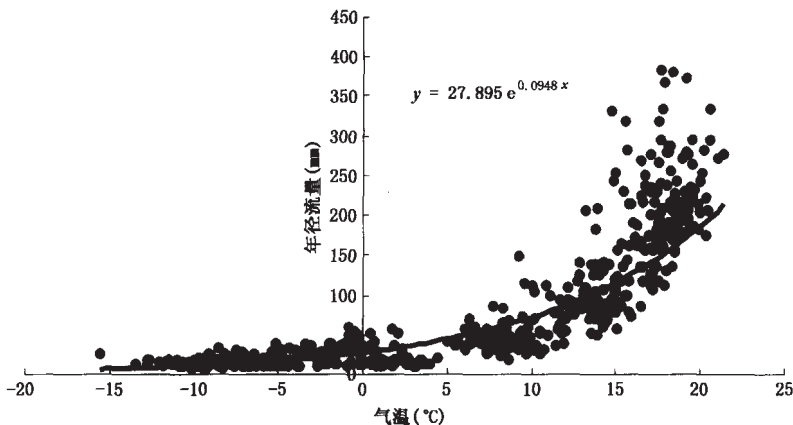


图3 沙里桂兰克月径流量与月均气温相关关系

Fig.3 The correlation of monthly runoff and mean monthly temperature at Shaliguilanke

26%(图 4)。

以融雪水补给为主的山区河流径流量主要集中在夏季,春季径流量均高于冬季,流域内的枯水时间出现在冬季。就 1990 年以来的气温和降水变化而言,气温变化对阿克苏河流域山区河流径流的影响高于降水变化的影响,而不同径流补给类型的山区河流响应气温变化的各季节径流增加量也有所不同,以高山冰雪融雪径流补给的昆马力克河和台兰河,夏季径流增加量高于春季,而托什干河的春季径流增加量高于夏季径流量,这是由于托什干河以高山冰雪融雪径流和雨水混合补给外,还有少量的季节积雪融水补给(表 6)。

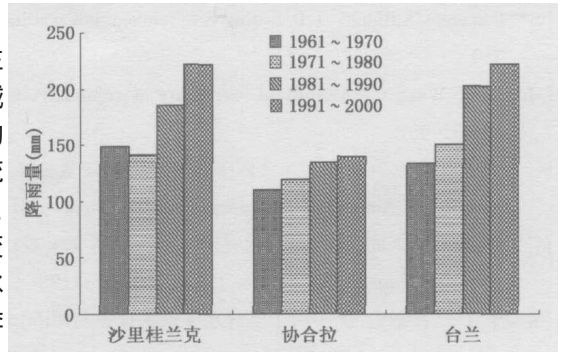


图 4 阿克苏流域降水量多年变化

Fig.4 The change of precipitation over years in Aksu basin

表 6 阿克苏河流域山区径流多年变化量(%)

Table 6 The change of annual runoff in mountain area of Aksu basin

站名	年代	冬季(12~2月)	春季(3~5月)	夏季(6~8月)	秋季(9~11月)	年流量变化
托什干河	1957~1960	-8.8	-36.9	-17.7	-8.4	-19.1
	1961~1970	-2.3	-3.9	4.9	0.5	2.5
	1971~1980	-4.4	-11.5	-6.2	-8.4	-7.6
	1981~1990	-11.6	-0.4	-8.2	-9.7	-7.2
	1991~2002	18.2	25.4	13.9	17.5	16.6
昆马力克河	1957~1960	-5.5	-24.2	-20.2	33.8	-14.8
	1961~1970	-6.1	-1.4	-7.1	-7.4	-5.9
	1971~1980	-6.8	7.4	-5.0	-7.6	-4.0
	1981~1990	3.7	-3.4	-0.5	-11.1	-2.1
	1991~2002	9.5	5.9	17.2	10.5	14.9
台兰河	1957~1960	-0.9	-14.8	3.7	5.9	1.8
	1961~1970	0.6	1.6	-11.1	-4.7	-8.2
	1971~1980	-1.4	-4.1	-5.7	-13.0	-6.6
	1981~1990	-8.0	1.5	2.7	-13.2	-0.5
	1991~2002	7.7	5.7	10.6	23.8	12.2

### 5 结论

本文以阿克苏河流域内代表站的年径流实测资料为依据,分析流域范围内不同径流补给来源的径流年内分配规律和多年变化特征。分析结果表明:

(1)阿克苏河流域径流补给具有垂直地带性和多样化特点,径流特征与径流的补给来源有密切关系。

(2)径流年内分配极不均匀,集中程度高;径流的多年变化变差系数小,径流年际变化较稳定。

(3)近年来流域内降水和气温呈上升趋势,冰川融雪量增加,以冰雪融水补给的河川径流量增加,气温升高对山区径流量的影响高于降水增加的影响,径流响应气候变暖的方式与径流补给来源有关。

### 参考文献(References):

[1] Hodgkins R. Seasonal evolution of meltwater generation, storage and discharge at a non-temperate glacier in Svalbard [J]. *Hydrol. Processes*, 2001, 15(3): 441~460.

- [2] Porporato A,Ridolfi L.Detecting determinism and nonlinearity in riverflow time series [J].*Hydrolog Sci.J.*,2003,48(5):763~780.
- [3] Yue S,Wang CY.A study of variability of annual river flow of the southern African region[J].*Hydrolog Sci.J.*,2002,47(6):983~987.
- [4] 周聿超.新疆河流水文水资源[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1999.389~400.[ZHOU Yu-chao.Hydrology and Water Resource of Xinjiang River.Urumqi:Xinjiang Science and Sanitation Press,1999.389~400.]
- [5] 何大明,汤奇成,等.中国国际河流[M].北京:科学出版社,2000.107~119.[HE Da-ming,TANG Qi-cheng,*et al.*International Rivers in China.Beijing:Science Press,2000.107~119.]
- [6] 汤奇成,曲耀光,等.中国干旱区水文及水资源利用[M].北京:科学出版社,1992.44~80.[TANG Qi-cheng,QU Yao-guang,*et al.*Hydrology and Water Resource Utilization in Arid Area of China.Beijing:Science Press,1992.44~80.]
- [7] 秦前清,杨宗凯.实用小波分析[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002.124~166.[QIN Qian-qing,YANG Zong-kai. Applied Wavelet Analysis.Xi'an:Xi'an Electron and Technology University Press,2002.124~166.]
- [8] 蒋晓辉,刘昌明,黄强.黄河上中游天然径流多时间尺度变化及动因分析 [J].自然资源学报,2003,18(2):142~147.[JIANG Xiao-hui,LIU Chang-ming,HUANG Qiang.Multiple time scales analysis and cause of runoff changes of the upper and middle reaches of the Yellow River.*Journal of Natural Resources*,2003,18(2):142~147.]
- [9] 秦大河,丁一汇.中国西部环境演变评估(第二卷)中国西部环境变化的预测[M].北京:科学出版社,2002.57~73.[QIN Da-he,DING Yi-hui.The Assessment of the Change of West Environment in China (Vol.2).The Predication of the Change of West Environment in China. Beijing:Science Press,2002.57~73.]

## Analysis on Runoff Supply and Variation Characteristics of Aksu Drainage Basin

JIANG Yan, ZHOU Cheng-hu, CHENG Wei-ming

(State Key Laboratory of Resource and Environment Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** Aksu River is the main tributary of the Tarim River, and its upper reaches are in the territory of Kirghizstan. According to gauging discharge of five representative hydrologic stations, this paper uses several statistical parameters to analyze both intra-annual distribution law and variation characteristics over years of different supply sources runoff. The result shows that the runoff supply of Aksu basin has the characteristics of zonal perpendicularity and diversification. The characteristics of annual discharge have close relationship with different runoff supply sources. On the one hand, intra-annual distribution of runoff is extremely uneven with high concentration degree, while on the other, the variation coefficient over years change little with relative stable runoff volume changes. This paper applies the theory and method of wavelet analysis to perform multi-scale transformation of the annual runoff time sequence. The result reveals the annual discharge increase since 1990 in mountain area. The analysis of the influencing factors of precipitation and temperature indicated that the rise of temperature has greater influence on runoff increase than that of precipitation.

**Key words:** water resources; source of runoff; concentration degree; concentration period; peak style value; annual wet-dry rate; wavelet analysis; Aksu