

陕北河流月径流和月输沙集中特性初步研究

姜永清 王万中 胡光荣

(中国科学院水利部西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

提 要

比较几种集中程度的表达公式。结果表明:陕北黄河流域河流月径流和月输沙量的集中指数(Ag)、不均匀系数(CI)、集中度(Cn)和吉布斯—马丁分散指数(G. M)之间的相关性极显著($\alpha=0.001$),其中以月分量向量合成的集中度(Cn)的变异系数和极差范围最大。年总径流量和年输沙侵蚀模数与月径流、输沙量的集中度及其相应的集中时相角度之间有显著的相关性。利用集中程度指标分析河流径流和输沙侵蚀模数并规划径流泥沙的调控和流域的水土流失治理途径。

关键词: 径流 泥沙 集中度 水土流失

Primary Study on the Characteristics of Concentration of Monthly Runoff and Silt Load of Streams in North Shaaxi Province

Jiang Yongqing Wang Wanzhong Hu Guangrong

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica and
Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract

In the paper we compared several formulas on the magnitude of concentration of monthly stream runoff and silt load within a year in 33 hydrological stations of tributaries of Yellow River in North Shaanxi Province. The results show there is a remarked significance relationship ($\alpha=0.001$) between Aggregation Index (Ag), Gibbs—Martin segregation Index (G. M), Degree of concentration (Cn) and Uneven Distribution Coefficient (CI) which represent the characteristics of concentration of monthly precipitation, stream runoff and load. Among the four formulas it is the maximum that variation coefficient and the range of maximum and minimum of the Degree of concentration (Cn). There is a remarkable significance relationship between yearly load modulus or yearly runoff and monthly Degree of concentration and it's period of which calculated from vector composition of monthly runoff or load as a vector. So, we can use the indexes of monthly concentration characteristics to analysis the stream runoff and sediment yield and to plan approaches of soil and water conservation in a watershed and realignment of runoff and sediment

Key words runoff sediment degree of concentration soil and water loss

水土保持和水利工程设计中,不仅需要考虑水文特征的总量与变化,而且还必须分析它们的

月分量的分配情况。河流径流和输沙量的年内分配反映了流域内水土流失物质变化的特点,它与流域的自然环境、地理条件等有着密切的联系。高度集中的径流输沙具有严重的危害性和危险性。为了对水沙合理利用和调控,合理规划水土保持和设计水利工程的拦蓄能力,评估水土保持措施的效应,必须分析径流输沙的月分量集中或分散特点。本文在比较几种反映月集中特性的基础上,讨论分析陕北河流年内月径流和月输沙量的集中程度及其与年总径流量和总输沙量的关系,为流域治理提供参考依据。

一、月径流月输沙量集中程度的表达方式

年内月径流月输沙量集中特性的表达方式常用有表列、图示和公式法 3 种。以往用月(季)内分量占总量的百分数表示,这种方式越来越不能满足实际的需要。列表法是图示法和公式法的依据和基础,地理学上常见的图示法有:(1)月分量的曲线图和直方图;(2)月分量的累积曲线图;(3)罗伦兹曲线表示集中程度与不均匀状况;(4)向量合成图表示分量的集中程度与集中时相。图示法直观,但不如公式法在数量上容易进行比较和定量分析。地理学上较为常见的集中程度表示方法有:

集中指数(Aggregation Index),常与罗伦兹曲线结合使用

$$Ag = \frac{A - R}{M - R} \quad (1)$$

A ——按降序排列的分量百分数累积量; R ——均匀分配时分量百分数累积量;

M ——最集中分配时分量百分数累积量。

吉布斯—马丁(Gibbs—Martin)分散指数(Segregation Index)

$$G. M = 1 - \frac{\sum x_i^2}{(\sum x_i)^2} \quad (2)$$

不均匀系数(Uneven Distribution Coefficient)

$$Cl = \frac{\sum x_i - k\bar{x}}{12\bar{x}} \quad (3)$$

x_i ——大于月均值的月分量; \bar{x} ——年均值; k ——月均值超过年均值的月数。

集中度(Degree of Concentration)系由各月分量的向量合成后表示集中特性的

$$Rx = \sum x_i \sin \theta_i \quad Ry = \sum x_i \cos \theta_i \quad C_n = \sqrt{Rx^2 + Ry^2} / \sum x_i \quad (4)$$

月份 $i=1, 2, \dots, 12$; θ_i ——各月所占的角度,总计 360° ,每月近似 30° 。

集中期(Time of Concentration)与式(4)相应,向量合成后的方向(相位角)表示矢量的集中方向

$$D = \tan^{-1}(Rx/Ry) \quad (5)$$

相对集中期用两个变量的集中期差值或比值表示

$$d = D_A/D_B \quad \text{或} \quad d = D_A - D_B \quad (6)$$

此外,用变异系数(C_v)表示 $C_v = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}} / \bar{x} \quad (7)$

通常将降水、径流与输沙量进行比较,为讨论方便,它们用前缀 JS(或 S),JL(或 L),以及 NS(或 N),各项总量用 Sum 表示,加前各项集中特性公式的代表符号表示所属各项。

二、径流输沙月集中程度公式的选择

选择陕西省北部黄河支流的 33 个水文观测站,以各站止 1980 年实测各月平均测定结果计算各月量占总量的百分比作为月参数,对公式(1)~(4)表示不均匀程度或集中程度的公式进行比较。从表 1 看出,在降水、径流与输沙量各类之中,四个指标间的相关性都呈极显著($\alpha=0.001^{**}$),降水量最高($R^2=0.92-0.98$),径流次之($R^2=0.86-1.00$),输沙量稍低($R^2=0.83-0.99$)。输沙量与径流量的各项集中特性指标间,相关性极显著($\alpha=0.001, R^2=0.28-0.49$)。表 2 说明,在降水量、径流量和输沙量中,都以吉布斯-马丁分散指数(G. M)的变异系数(VAR/ \bar{x})和变差范围(Range)最小,在降水和径流中集中度(Cn)和集中指数(Ag)的变异系数和变差范围相近,且最高,在输沙量中以集中度的变异最高。图 1 进一步说明这种情况。图 2 显示输沙量月集中度的变化最大,径流次之,降水最低。

表 1 集中程度指标间的相关系数矩阵 (R^2)($N=33, \alpha=0.001^{**}, \alpha=0.05^*$)

Name	S-Cn	S-Cl	S-Ag	S-G.m	L-Cn	L-Cl	L-Ag	L-G.m	N-Cn	N-Cl	N-Ag	N-G.m
S-Cn	1.00	0.98**	0.98**	0.95**	0.00	0.04	0.04	0.11	0.00	0.02	0.00	0.07
S-Cl		1.00	0.94**	0.92**	0.01	0.06	0.06	0.14	0.01	0.03	0.01	0.10
S-Ag			1.00	0.98**	0.00	0.02	0.02	0.08	0.00	0.01	0.00	0.05
S-G.m				1.00	0.00	0.01	0.01	0.06	0.00	0.01	0.00	0.06
L-Cn					1.00	0.94**	0.94**	0.86**	0.42	0.38**	0.40**	0.36**
L-Cl						1.00	1.00**	0.90**	0.49**	0.48**	0.49**	0.47**
L-Ag							1.00	0.90**	0.49**	0.48**	0.49**	0.48**
L-G.m								1.00	0.28**	0.29**	0.29**	0.34**
N-Cn									1.00	0.96**	0.99**	0.77**
N-Cl										1.00	0.97**	0.85**
N-Ag											1.00	0.83**
N-G.m												1.00

由于这四个指标之间的相关程度极大,且变化趋势相似,而其中极差变化范围和变异系数又以集中度(Cn)最高,使之区别河流特征的离散分辨率最高,故选择 Cn 代表集中程度与集中中期(D)和相对集中中期($d \cdot A-B$)作为月分量集中特性的指标进一步讨论。

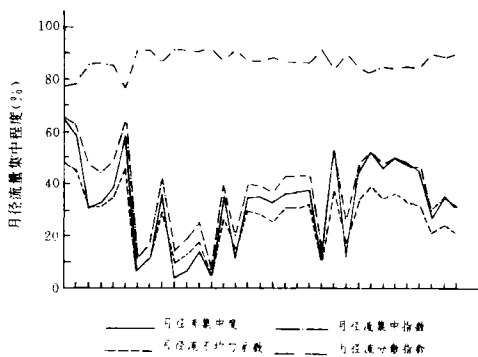


图 1-a 月径流量集中程度(%)

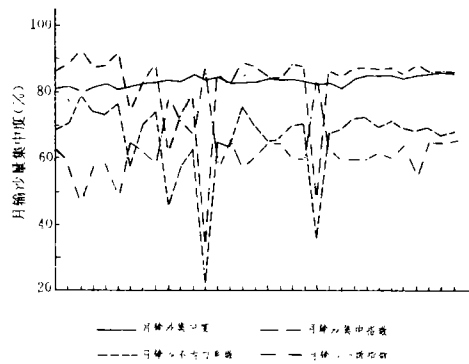


图 1-b 月输沙量集中程度(%)

表 2 集中程度指标的极差(Range)与变异系数(VAR/ \bar{x})

	Js—Cn	Js—Cl	Js—Ag	Js—G. m	Jl—Cn	Jl—Cl	Jl—Ag	Jl—G. m	Ns—Cn	Ns—Cl	Ns—Ag	Ns—G. m
MAX	69.42	46.53	64.28	85.62	59.02	45.72	64.63	91.51	95.45	78.61	92.52	86.64
MIN	55.98	35.95	51.01	79.95	3.74	4.75	7.82	76.52	27.02	22.11	33.72	46.66
Range	13.44	10.58	13.27	5.67	55.29	40.97	56.81	14.99	68.42	56.49	58.80	39.98
VAR/ \bar{x}	0.17	0.18	0.19	0.03	8.08	4.39	5.72	0.14	2.44	1.98	1.78	1.02

三、河流月输沙量和月径流量集中特性与输沙径流年总量相关分析

陕北河流 33 个水文测站止 1980 年的年均降水量 328 ~ 548mm, 年均径流深 21 ~ 163mm, 年均输沙模数 170 ~ 21 300t/(km² · a) 之间。年输沙量(以年均输沙模数计)、年径流深和年降水量与其集中特性指标之间的相关关系矩阵见表 3。

(一)年降水总量、径流量和输沙模数间的关系

从表 3 看出, 各类年总量间无显著的相关性($\alpha=0.05, R^2=0.001 \sim 0.06$)。一般认为, 这些变量间应有较密切的关系。主要原因是集水区面积大, 地垫面的变化大, 影响径流和侵蚀产沙的因素复杂, 改变了径流和土壤侵蚀产沙的速率、方式和程度。因此, 必须分区域研究, 并进一步讨论。

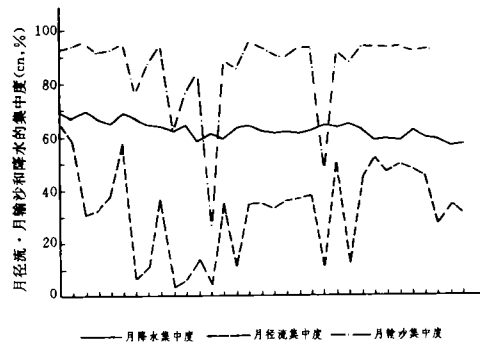


图 2 月径流月输沙和月降水的集中度(Cn, %)

表 3 集中程度指标与年总量间的相关系数矩阵(R2)(N=33, $\alpha=0.001$ * *, $\alpha=0.05$ *)

Name	S—Cn	S—D	d. s—j	S—sum	L—Cn	L—D	d. s—n	L—sum	N—Cn	N—D	d. j—n	N—sum
S—Cn	1.00	0.22*	0.00	0.17*	0.00	0.01	0.06	0.38**	0.00	0.09	0.02	0.11
S—D		1.00	0.00	0.13*	0.00	0.00	0.00	0.17*	0.01	0.04	0.01	0.03
d. s—j			1.00	0.05	0.52**	0.98**	0.63**	0.00	0.79**	0.60**	0.78**	0.40**
S—sum				1.00	0.10	0.08	0.28*	0.06	0.14*	0.30**	0.00	0.01
L—Cn					1.00	0.49**	0.25*	0.02	0.42**	0.24*	0.47**	0.53**
L—D						1.00	0.68**	0.01	0.83**	0.68**	0.73**	0.35**
d. s—n							1.00	0.05	0.74**	0.97**	0.18*	0.10
L—sum								1.00	0.00	0.08	0.01	0.04
N—Cn									1.00	0.71**	0.46**	0.27*
N—D										1.00	0.17*	0.08
d. j—n											1.00	0.48**
N—sum												1.00

(二)年降水、径流和输沙量与月径流、月输沙集中特性之间的相互关系

年总量与月集中特性之间的关系却很不相同。在总体上, 输沙量与径流量的各个特性指标之间相关性最密切, 其中 9 对变量极显著相关($\alpha=0.001$), 显著者 2 对变量($\alpha=0.05$), 不显著者 5 对变量中四对是径流总量与输沙各特性之间。输沙量之内各指标间的相关性也很好, 1 对变量无显著相关, 显著者 2 对, 极显著者 3 对。径流与降水之间, 输沙与降水之间, 不显著相关的均是 10 对变量。降水中仅 3 对变量相关显著。

图 3 显示了年输沙模数($t/km^2 \cdot a$)与各集中特性指标间相互关系,图中小方块代表实际观测值(obs),小十字代表回归分析结果的计算值(calc)。图 3a 和图 3b 表示年输沙模数与径流集中度和径流集中期的关系极显著,说明该地区径流的集中程度和特点对流域侵蚀产沙的影响远比径流总量大。图 3c、3d 和 3e 分别说明径流、输沙和降水的相对集中期中对输沙模数的显著相关特点。图 3f 表示输沙模数与其集中度间示有显著相关。因此,分散径流、滞后径流产流期,分散产沙集中度对于减少侵蚀产沙模数很有作用,促使径流分散和分散产沙以及滞后径流集中时段措施在防治水土流失中有重要的意义。

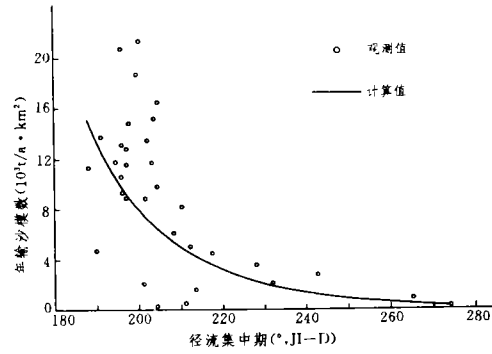
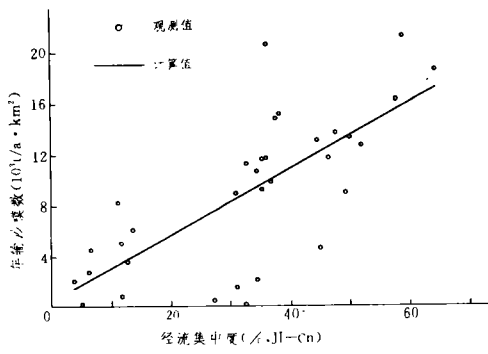


图 3-a 输沙模数与径流集中度(%) (JI-Cn)的关系

图 3-b 输沙模数与径流集中期(°) (JI-D)的关系

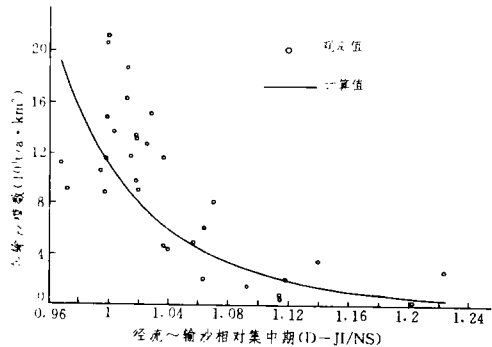
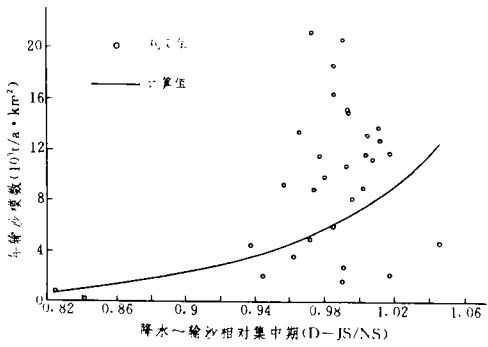


图 3-c 输沙模数与降水输沙相对集中期 (D-Js/Ns)的关系

图 3-d 输沙模数与径流输沙相对集中度 (D-JI/Ns)

图 4 说明径流的集中期和集中度与改变输沙集中度的显著相关性,径流集中特性的改变使输沙集中程度明显降低。图 5 表示输沙集中期与其集中度的相关显著关系。图 6 和图 7 分别表示径流集中度与其集中期,总径流与降水集中度的极显著相关。

由此得出,在水沙调控和水土流失治理中,径流月集中和泥沙月集中特性是极重要的指标。

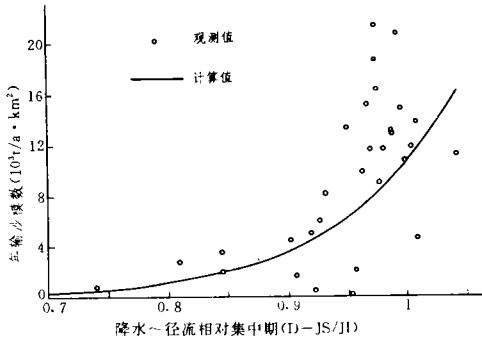


图 3-e 输沙模数与降水径流相对集中度 (D-Js/Jl) 的关系

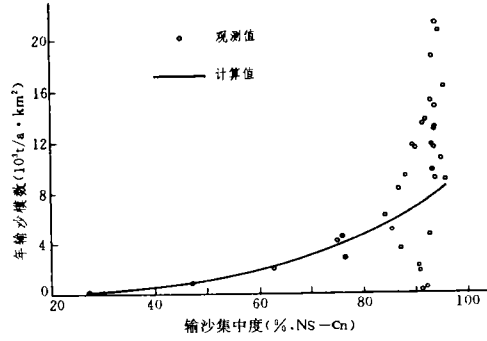


图 3-f 输沙模数与输沙集中度 (%) (Ns-Cn) 的关系

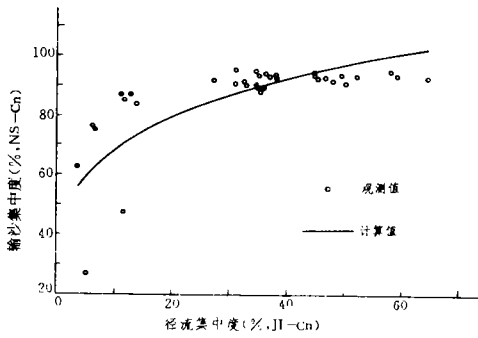


图 4-a 输沙集中度 (Ns-Cn) 与径流集中度 (Jl-Cn) 的关系

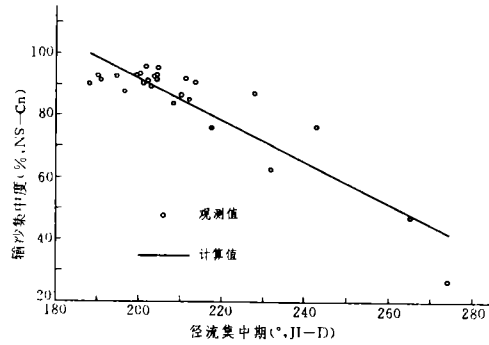


图 4-b 输沙集中度 (Ns-Cn) 与径流集中中期 (Jl-D) 的关系

(三) 月径流、月输沙集中特性与地貌条件的关系

一般说来,地貌条件,如流域面积、河流长度和比降对径流和输沙特点有很密切的关系。现用 22 个测站,流域面积 107~30 217km²,河长 24~421km,比降为 1.66~7.57 之间(均按测站以上计)。它们与输沙、径流集中特性之间的相关系数见表 4。它们与径流的集中度、总输沙模数和径流——输沙、降水——径流相对集中期间有显著相关关系。而这些条件,一般是很难改变的。

(四) 总径流、总输沙量与月集中特性指标的关联度分析

为了进一步明确集中特性对径流和输沙量的影响程度大小,采用关联度分析。先将原始数据作均值化统一处理,生成无量纲数列(x_i),再依(8)和(9)式计算关联系数和关联度,并排序比较关联序。

$$\epsilon_u(k) = \frac{\Delta_{min} + \rho \Delta_{max}}{\Delta_{oi}(k) + \rho \Delta_{max}} \quad (8)$$

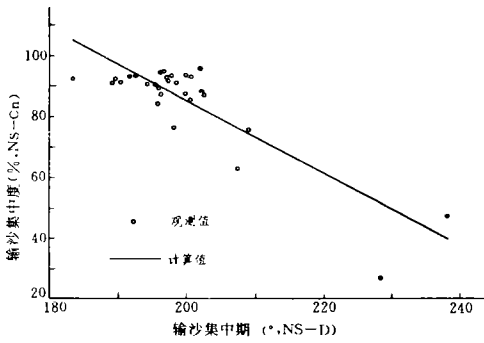


图 5 输沙集中度(Ns-Cn)与输沙集中期(Ns-D)的关系

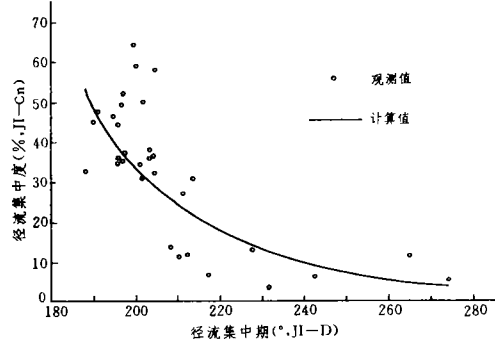


图 6 径流集中度(JI-Cn)与径流集中期(JI-D)的关系

$$r_{\alpha} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \epsilon_{\alpha}(k) \quad (9)$$

式中: $\Delta oi(k) = |x_o(k) - x_i(k)|$ $\Delta max = \max_i \max_k |x_o(k) - x_i(k)|$

$\Delta min = \min_i \min_k |x_o(k) - x_i(k)|$

$i = 1, 2, \dots$ 比较序列因子数; $k = 1, 2, \dots, N$ 样本数; ρ 取值 0.5; x_o 参比因子值。

表 4 流域面积、河长度和比降与集中程度指标间的相关系数矩阵

Name	面积	长度	比降
d. s-j	0.22 *	0.24 *	0.20 *
L-Cn	0.23 *	0.24 *	0.13 •
L-D	0.16 •	0.17 •	0.16 •
d. s-n	0.00	0.00	0.02
L-sum	0.04	0.03	0.05
N-Cn	0.03	0.04	0.07
N-D	0.01	0.01	0.01
d. j-n	0.37 *	0.40 *	0.26 *
N-sum	0.21 *	0.20 *	0.28 *
面积	1.00	0.93 **	0.41 *
长度		1.00	0.66 **
比降			1.00

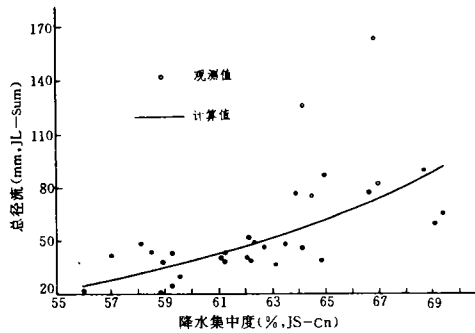


图 7 总径流(JI-Sum)与降水集中度(Js-Cn)关系

22 个测站的计算结果表明:以径流和输沙特征值作参比序列时,与河流长度和流域面积的关联度均最低,因此,不再讨论。(1)径流集中度参比序列:比降>降水(集中度、集中期、总水量)>径流(总量、集中期),即与比降的相依最大,其次是降水的集中特性。(2)径流集中期参比序列:降水(集中期、集中度、总量)>比降>径流(总量、集中度)。(3)径流总量参比序列:降水(集中度、总量、集中期)>径流集中期>比降>径流集中度。径流总量与集中度受降水的影响较大,比降对径流总量的影响较小。(4)月输沙量集中度参比序列:降水(集中度、集中期)>输沙量集中期>降水总量>径流集中期>比降>径流(总量、集中度)。(5)月输沙量集中期参比序列:降水(集中期、集中度)>径流集中期>降水总量>输沙集中度>比降>径流(总量、集中度)>总输沙量。(6)输沙总量参比序列:径流集中度>输沙集中度>比降>降水(集中期、集中度、总量)

>输沙量集中期>径流(集中期、总量)。月输沙量集中对降水集中特性相依关系最大。总输沙量除受径流和输沙集中度的影响很大外,受比降影响亦较大。因此,在本地区比降影响了径流的集中特性并且对总输沙量也有很大的影响。分散径流减少输沙集中度的措施对改变侵蚀产沙的趋势是很重要的。

(五)不同年份输沙量和径流量与月集中程度的关系

现列本区 7 个测站,计算止 1983 年的河流径流、输沙与降水的各特征值之间的年际变化。皇甫川(皇甫,HP,年均输沙模数 21 300t/(km²·a),孤山川(高石崖,GSY,18 600t/(km²·a),清涧河(延川,YC,12 700t/km²·a),延河(甘谷驿,GGY,9 010t/km²·a),云岩河(新市河站,XSH,2 060t/km²·a 和临镇,LZ,499t/km²·a)和仕望川(大村,DC,1 580t/km²·a)的各特征值间的相关系数矩阵见表 5。不同流域的各特征值间的相关关系是有区别的。南部的 3 个站(XSH、LZ 和 DC),地处黄土高原与丘陵沟壑的过渡地带,包括有山地梢林区,植被覆盖好,土壤较北部粘重,侵蚀产沙量低,总输沙模数与总径流量和总降水量的相关系数都低($R^2=0.07\sim 0.30$),与径流集中度的相关性较好($R^2=0.28\sim 0.50$)。中部的两个站(GGY 和 YC),地处黄土丘陵沟壑区,总输沙量与总径流、径流集中度相关系数很高($R^2=0.63\sim 0.90^{**}$),与输沙集中度间,亦呈相关性,表明减少径流、分散径流对于减少输沙量是很重要的。北部的两个站(GSY 和 HP),输沙侵蚀模数最大,总输沙量除与降水、径流量极显著相关外($R^2=0.47\sim 0.88$),还与径流集中度极显著相关($R^2=0.46\sim 0.62$),与径流集中期也显著相关,表明欲减少输沙模数还应考虑降水总量和径流总量,分散径流、滞后径流集中期等方面。

表 5 几个水文站集中程度指标与年总量间的相关系数矩阵($\alpha=0.01^{**}$, $\alpha=0.5^{*}$)(R^2)

Name		S—Cn	S—D	S—sum	L—Cn	L—D	L—sum	N—Cn	N—D	N—sum
GSY (30)	S—Cn		0.04	0.30*	0.29*	0.19*	0.22*	0.02	0.00	0.17*
	S—D			0.04	0.00	0.24*	0.03	0.00	0.02	0.01
	S—sum				0.41**	0.40**	0.80**	0.00	0.23*	0.64**
	L—Cn					0.22*	0.54**	0.11	0.02	0.62**
	L—D						0.25*	0.04	0.35**	0.20*
	L—sum							0.01	0.09	0.88**
	N—Cn								0.01	0.06
	N—D									0.08
	N—sum									
HP (30)	S—Cn		0.07	0.15*	0.25*	0.04	0.04	0.04	0.05	0.08
	S—D			0.02	0.01	0.27*	0.03	0.00	0.22*	0.00
	S—sum				0.26*	0.28*	0.50**	0.02	0.02	0.47**
	L—Cn					0.37**	0.28*	0.50**	0.00	0.46**
	L—D						0.15*	0.21*	0.38**	0.20*
	L—sum							0.02	0.04	0.80**
	N—Cn								0.00	0.07
	N—D									0.04
	N—sum									
YC (29)	S—Cn		0.07	0.07	0.12	0.13	0.04	0.00	0.00	0.02
	S—D			0.00	0.01	0.43**	0.03	0.10	0.07	0.06
	S—sum				0.17*	0.14*	0.34**	0.02	0.02	0.18*

续表 5

Name		S—Cn	S—D	S—sum	L—Cn	L—D	L—sum	N—Cn	N—D	N—sum
	L—Cn					0.00	0.64 * *	0.12	0.01	0.74 * *
	L—D						0.02	0.07	0.44 * *	0.00
	L—sum							0.08	0.00	0.90 * *
	N—Cn								0.01	0.17 *
	N—D									0.00
	N—sum									
GGY (32)	S—Cn	0.01	0.05		0.10	0.05	0.06	0.00	0.03	0.03
	S—D		0.00		0.06	0.26 *	0.01	0.06	0.02	0.03
	S—sum				0.07	0.11	0.28 *	0.10	0.00	0.09
	L—Cn					0.00	0.58 * *	0.15 *	0.01	0.63 * *
	L—D						0.00	0.20 *	0.50 * *	0.01
	L—sum							0.04	0.01	0.88 * *
	N—Cn								0.15 *	0.16 *
	N—sum									0.04
XSH (19)	S—Cn	0.01	0.05		0.52 * *	0.08	0.38 *	0.09	0.00	0.16
	S—D		0.02		0.00	0.70 * *	0.01	0.10	0.20	0.00
	S—sum				0.22 *	0.08	0.48 * *	0.19	0.11	0.11
	L—Cn					0.04	0.63 * *	0.02	0.03	0.42 *
	L—D						0.07	0.05	0.27 *	0.01
	L—sum							0.04	0.01	0.27 *
	N—Cn								0.05	0.01
	N—sum									0.05
LZ (26)	S—Cn	0.02	0.19 *		0.45 * *	0.09	0.01	0.09	0.00	0.11
	S—D		0.01		0.01	0.65 * *	0.02	0.03	0.18 *	0.02
	S—sum				0.46 * *	0.20 *	0.13	0.07	0.05	0.29 *
	L—Cn					0.02	0.15 *	0.01	0.02	0.50 * *
	L—D						0.00	0.01	0.25 *	0.01
	L—sum							0.19 *	0.00	0.07
	N—Cn								0.00	0.04
	N—sum									0.02
DC (28)	S—Cn	0.02	0.02		0.27 *	0.20 *	0.00	0.08	0.01	0.04
	S—D		0.06		0.01	0.35 * *	0.01	0.13	0.22 *	0.01
	S—sum				0.23 *	0.33 *	0.45 * *	0.02	0.13	0.30 *
	L—Cn					0.20 *	0.12	0.00	0.01	0.28 *
	L—D						0.14 *	0.01	0.22 *	0.03
	L—sum							0.09	0.13	0.19 *
	N—Cn								0.04	0.00
	N—sum									0.01

(下转第 54 页)

(一)农村移民安置区水土保持措施

农村移民安置区的水土保持应坚持近期生产与远期移民安置相结合的原则。一是加强坡改水平梯田为主的农田基本建设;二是恢复发展和保护林草,提高林草覆盖率与植被郁闭度。保护森林植被、涵养水源,保持水土,逐步改善生态环境;三是充分利用区域后备资源,加快发展柑桔、茶叶、板栗等多种经济树种,这样既可提高移民的经济收入,又可防止水土流失;四是加强水土保持林和防护林的建设。在长江两岸及县境内 8 条支流流域内发展防护林;在高山地带发展用材林;在低山地带发展薪炭林。同时,对稀疏林、人工幼林、飞播林采取分期封育,想尽一切办法,保护森林植被;五是适当布设一批小型蓄水、排洪、拦沙工程,以缓解目前水土流失的严重局面。

(二)城镇、工矿企业迁建的水土保持措施

城镇、工矿企业迁建的水土保持措施应坚持生物措施与工程措施相结合的原则。一是在“三通一平”及基建施工中应以挖补填,挖大于填的要将剩余部分放在指定的地段,并建拦挡坝。因施工被破坏的坡面应尽量回填表土,搞好坡面绿化。同时,严禁在滑坡地段建房、办厂,防止破坏地表植被并保护坡面完整;二是搞好城镇绿化,将水土保持和美化城区环境结合起来,争取植被覆盖率达 30% 以上。

(三)公路修建中的水土保持措施

移民安置区公路恢复重建的工程量大,对涉及区域的水土流失影响较大。因此,必须采取相应地保护措施:一是合理堆放公路修建中的废弃堆积物,在施工中挖方尽可能用作填方,多余部分就近堆放在指定的地方,堆放地带不得影响江河、水库的安全,并修筑拦挡坝,以免暴雨冲走淤塞河道;二是选择基石稳固,地质条件较好地带为采石场和取土场,并相对集中。不在有滑坡、崩塌危险的地带采石采土。公路竣工后,采石和取土场的开挖面要回填新土并及时绿化;三是加强公路两旁及边坡绿化,这样既可防止公路路基的垮塌又可美化环境,同时,还可防风、雪、沙侵害公路,以及防止洪水冲刷公路。

(上接第 27 页)

四、结 语

为合理规划水土保持和设计水利工程,调控径流泥沙,必须分析年内径流输沙量的月分配状况,研究月径流和月输沙的集中特性。本文比较了集中指数(A_g)、吉布斯-马丁分散指数($G.M$)不均匀系数(CI)和集中度(C_n)等四个反映月径流与输沙集中程度的指标。它们之间的相关关系极显著($\alpha=0.001$),其中以集中度的变异系数和变差范围最大。选择以月径流或输沙百分量而作向量合成的集中度(%)及相应的集中期($^{\circ}$),径流-输沙、降水-径流、降水-输沙相对集中期和径流、泥沙输沙总量进行相关分析。陕北地区 33 个水文测站的资料表明:年输沙模数和年径流量与降水总量的相关性不明显,年径流总量与降水的集中度相关极显著($\alpha=0.001$),与降水集中期相关显著($\alpha=0.05$),年输沙模数与径流集中度、径流集中期极显著相关,与月输沙集中度显著相关。因此,在水沙调控和水土保持措施规划中,应充分考虑降水集中度、径流的集中特性和输沙的集中度、分散径流、滞后径流集中期和输沙集中期具有积极作用。不同流域不同水文年内的月径流输沙集中特性与径流输沙量的相关程度不同表明,不同流域内水沙调控方式和水土流失防止途径是不同的。