

河南省主要河道径流年内分配规律探讨

李四海, 刘冠华

(河南省水文水资源局, 河南 郑州 450003)

摘要:基于河南省四大流域代表性河道控制站 1950~2011 年月径流序列,采用集中度 C_d 、集中期 C_p 、不均匀系数 C_v 等多指标分析方法,分析了各站径流年内分配特征和规律,并采用 M-K 趋势分析法,研究各站月径流序列变化趋势。结果表明:河南省自南向北各河流,月径流集中度和不均匀度有减小趋势,径流重心也逐次后移,且存在两个跳跃区间,黄河、伊洛河、卫河 C_d 、 C_v 处于低值区间,淮河干流及淮南支流、洪汝河、沙颍河、唐白河 C_d 、 C_v 处于高值区。1980 年以后,各站径流集中度降低、集中期延后、不均匀系数变小。北部和西北部河流月径流呈显著减小趋势;南部河流 4、5 月份径流量有显著减小趋势,其它月份增加或减小的趋势不显著;中部、西南部河流各月径流量增加或者减小的趋势不显著。汛期径流总量,北部和西北部河流有显著减小趋势,其它河流增加或减少的趋势不显著。

关键词:月径流;集中度;不均匀系数;M-K 检验

中图分类号:P333.1

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2014)05-0075-06

引言

河南地处中原,地跨长江、黄河、淮河、海河四大流域,地形地貌、气候条件、土壤植被都具有明显的过渡性特征。地势属于我国的第二阶梯和第三阶梯的过渡地带,气候上属于亚热带向暖温带过渡地区,大陆性季风气候特征明显。由于区域地形地貌和气候差异,不同区域的径流特征也有较大差异,而且随着气候变暖和人类活动加剧的影响,径流也发生着趋势性变化^[1-2]。这种水文情势直接关系到水利工程建设和水资源的开发利用,也增加了水文预报、防汛抗旱、水库调度和工农业用水的难度。因此,有必要认真探讨本区域的径流分配特征及变化规律,为河南省水资源开发利用、保护及生态修复等提供科学依据。针对省内主要流域,选择代表性河道控制站,对各站月径流系列,采用集中度 C_d 和集中期 C_p 、径流不均匀系数 C_v 以及月径流分配线,从不同角度分析径流年内分配区域变化特征^[3-5]。并采用 M-K 法对各月径流系列进行了变化趋势分析^[6-7]。

1 研究区域概况

河南省水文气象条件的过渡性特征很大程度上影响着省内主要河流的径流年内分配特征。淮南支流、淮河干流发源于河南省南部边缘地区的大别山区和桐柏山区,区内低山、丘陵起伏,降水量充沛,地表径流丰富,具有发达的河流水系,各支流呈梳齿状分布,源短流急。洪汝河、沙颍河发源于豫西伏牛山、外方山东麓,流经河南省中东部地区,降水量相对丰富,上游山区水流湍急,中下游平原坡水区,河道平缓。黄河为河南省过境河流。伊洛河发源于伏牛山北麓,为湿润半湿润地区,径流相对于伏牛山南麓偏少。卫河发源于太行山地区,为省内最北部水系,属于半干旱地区。唐河、白河流域位于河南省西南部,河流发源于伏牛山南麓迎风坡暴雨中心带,各支流呈扇形分布于南阳盆地周边,河川径流较丰沛。选取的代表性水文站点见图 1。

2 资料和方法

2.1 采用资料

选取分属长江、黄河、淮河、海河四大流域的河南

收稿日期:2014-05-05

作者简介:李四海(1968-),男,河南上蔡人,高级工程师,从事水文水资源和洪水预报工作。E-mail: Sunny.kelly@163.com

省主要河道,淮河流域选取淮河干流及淮南支流、沙颍河、洪汝河,长江流域选取唐白河,黄河流域选取黄河、伊洛河,海河流域选取卫河。各河道代表性控制站的选取原则为:一般应选取各河道在省内的干流把口站,同时兼顾上下游以及重要的支流控制站,并兼顾在不同地理位置的分布。用于分析的水文资料为各控制站月平均流量系列,年限为1950~2011年。以月为计算时段,由于各月天数不一样,采用概化处理,不分大小月,均视为一个时段长。只分析河川月径流在年内的分配规律,因此可以直接用月平均流量代替月径流量,年径流量用各月平均流量之和代替,不需要另行计算径流量。



图1 代表性水文站点分布图

Fig.1 Distribution of the representative hydrometric stations

表1 各月径流矢量角度范围和代表角度

Table 1 The vector angle range and representative angle of the monthly runoff

月份	包含角度/°	代表角度/°
1	345~15	0
2	15~45	30
3	45~75	60
4	75~105	90
5	105~135	120
6	135~165	150
7	165~195	180
8	195~225	210
9	225~255	240
10	255~285	270
11	285~315	300
12	315~345	330

2.2 多指标分析方法

2.2.1 集中度和集中期

把月径流量看作向量:月径流大小为向量的模;日期为向量的方向,用圆周方位表示,1月份径流向量所在位置定为0°,依次按30°等差角定义2~12月份径流向量位置,各月径流矢量角度范围和用于计算的各月代表角度如表1。将各月径流矢量求和,合矢量模与年径流的比值即为年径流集中度 C_d ,合矢量方向为年径流集中期 C_p 。

$$C_d = \frac{\sqrt{R_x^2 + R_y^2}}{R} \quad (1)$$

$$C_p = \tan^{-1}(R_y/R_x) \quad (2)$$

$$R_x = \sum_{i=1}^{12} r_i \cos \theta_i \quad (3)$$

$$R_y = \sum_{i=1}^{12} r_i \sin \theta_i \quad (4)$$

式中: R 为年径流量; R_x, R_y 分别为12个月径流在 x 和 y 方向上的分量之和; $r_i, \theta_i (i=1, 2, 3, \dots, 12)$ 分别为第 i 月的径流量和径流矢量角度。

2.2.2 年径流分配不均匀系数

年径流分配不均匀系数 C_v 表示各月径流在年内分配的不均匀程度:

$$C_v = \sigma / \bar{r} \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} (r_i - \bar{r})^2} \quad (6)$$

$$\bar{r} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} r_i \quad (7)$$

式中: \bar{r} 为年内各月径流均值。

2.3 Mann-Kendall 非参数统计趋势分析

Mann-Kendall 检验是世界气象组织推荐的非参数检验方法。用于时间序列趋势分析,检验的统计变量 S 为:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{Sgn}(x_j - x_k) \quad (8)$$

其中,

$$\text{Sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1, & x_j - x_k > 0 \\ 0, & x_j - x_k = 0 \\ -1, & x_j - x_k < 0 \end{cases} \quad (9)$$

式中: x_1, x_2, \dots, x_n 为月径流系列; n 为系列年限; $k, j \leq n$,且 $k < j$ 。 S 为正态分布,均值为0,方差 $\text{var}(S)$ 计算如下:

$$\text{var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (10)$$

当 $n>10$ 时,标准正态统计变量如下:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}}, & S>0 \\ 0, & S=0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}}, & S<0 \end{cases} \quad (11)$$

如果 $Z>0$, 月径流序列为增加趋势; 如果 $Z<0$, 月径流序列为减小趋势; 给定显著性水平 $\alpha=0.05$, 如果 $|Z| \geq |Z_{\alpha/2}|$, 月径流序列呈显著上升或下降趋势。

3 结果与分析

表 2 为对各站月径流系列采用集中度和集中期、径流不均匀系数的计算结果。表中除对 1950~2011 年全序列进行分析外, 进一步研究了月径流序列各指标的年代际变化。考虑到 1979 年前后是我国经济改革开始的年份, 经济活动对水资源的需求和开发利用发生了急剧变化, 因此以 1980 年为界, 分析月径流的年内分配特征。

3.1 全序列 1950~2011 年的月径流多指标分析

(1) 河南省径流集中度 C_d 的值域在 0.30~0.54 之间; 最大为沙河支流澧河上的何口站 0.54, 最小为卫河

淇门站 0.30, 最大值与最小值的比值为 1.8。 C_d 大小有两个明显的区间, 淮河干流、淮南支流、沙颍河、洪汝河、唐白河各站 C_d 值在 0.46~0.54 之间, 流域主要产流区位于河南省的南部、西南部和中西部山区; 黄河、伊洛河、卫河各站 C_d 值在 0.30~0.38 之间, 流域主要产流区偏于豫北和豫西山区。

(2) 自南向北, 径流集中度有明显的减小趋势, 与河南省主要暴雨洪水区是一致的, 径流集中度较大的淮南各支流、淮河上游、沙颍河、洪汝河、唐河、白河都是暴雨洪水多发区, 洪水发生频度和强度均高于豫北和豫西地区。

(3) 各站径流集中期的分布也呈明显的地域差异, 自南向北集中期对应日期依次推后, 很好地反映了河南省不同河流的径流重心位置差异。最早的是淮南山区各支流, 集中期在 7 月上旬。最晚的是最北部的卫河元村站, 集中期在 9 月上旬。最早和最晚日期相差两个月。淮河干流息县、淮滨站集中期在 7 月中旬, 比淮南支流延迟 10d 左右。洪汝河、沙颍河、唐白河和黄河各水文站径流集中期在 7 月底 8 月初, 伊洛河和卫河上游水文站集中期在 8 月下旬。

(4) 河南省 C_v 的值域在 0.60~1.26 之间, 最大值

表2 径流年内分配特征值

Table 2 The annual runoff distribution characteristic value

流域	水文站	集中度 C_d			集中期 C_p			不均匀系数 C_v		
		1950-1979	1980-2011	1950-2011	1950-1979	1980-2011	1950-2011	1950-1979	1980-2011	1950-2011
淮南支流	潢川	47	46	47	166	169	168	1.16	1.04	1.10
	蒋集	43	48	46	163	176	170	1.09	1.11	1.10
淮干	淮滨	48	46	47	175	180	178	1.10	1.02	1.06
	息县	47	46	47	176	179	178	1.06	1.02	1.04
洪汝河	杨庄	45	48	47	189	188	194	1.09	1.11	1.10
	新蔡	53	49	51	190	194	193	1.21	1.07	1.13
	班台	49	47	48	180	199	192	1.17	1.02	1.07
沙颍河	大陈	51	53	52	192	187	189	1.28	1.18	1.22
	何口	55	53	54	195	195	195	1.36	1.17	1.26
	周口	50	48	49	202	197	199	1.21	1.04	1.12
伊洛河	黑石关	37	38	38	218	215	216	0.88	0.77	0.82
黄河	花园口	35	26	31	221	185	203	0.66	0.55	0.60
	合河	36	34	35	209	210	218	0.78	0.77	0.78
卫河	淇门	32	29	30	215	233	225	0.67	0.64	0.65
	元村	32	39	36	224	248	237	0.68	0.81	0.75
唐河	郭滩	54	50	52	189	193	191	1.25	1.03	1.12
白河	新店铺	53	48	50	199	203	201	1.23	0.97	1.09

注:表中 、 、 分别表示月径流序列年限 1950~1979、1980~2011、1950~2011

与最小值的比值为 2.1; 最大的 C_v 值为沙澧河河口站的 1.26, 最小为黄河花园口的 0.60(卫河淇门站 0.65)。淮河干流、淮南支流、沙颍河、洪汝河、唐白河各站 C_v 值在 1.04~1.26 之间, 黄河、伊洛河、卫河各站 C_v 值在 0.60~0.82 之间。比较各站年内径流分配不均匀系数 C_v 与径流集中度 C_d , 可以看出二者具有很好的同步性变化规律, 二者相关系数达 0.98。图 2 为集中度和不均匀系数的相关图, 从中也可以清楚看出点距分布于两端的特点。

3.2 年代际月径流多指标分析

对比 1950~1979 年和 1980~2011 年月径流分配特征指标, 总体来看, 各河控制站月径流集中度变小、集中期延后, 不均匀系数变小。这和发展经济, 人类对水资源的再调节能力增强是一致的。

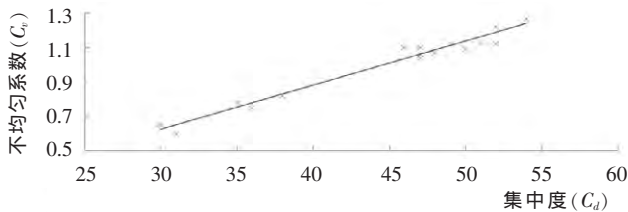


图 2 集中度和不均匀系数相关图

Fig.2 Concentration and non-uniformity coefficient correlation diagram

3.3 月径流分配过程线

河川年内月径流分配特征也可以从从年内月径流分配过程线上直观看出, 表 3 为各站月径流在年径流中的占比计算结果, 图 3 为月径流分配过程线。

从表 3 可以看出, 河南省径流主要集中在 6~9 月, 淮河干流、淮南支流连续最大 4 个月径流量 R_{max} 提前一个月, 为 5~8 月; 北部的卫河流域、黄河和伊洛河流域要推迟一个月, 为 7~10 月。 R_{max} 变动范围为 50%~71%, 最小值为卫河合河站的 50%, 最大值为唐河郭滩站的 71%, 平均值为 62%。黄河流域各站过程线明显较其它流域矮胖, 海河流域次之, 淮河流域、长江流域过程呈尖瘦型。花园口站月径流峰值最小, 为 8 月份的 15%; 唐河郭滩站峰值最大, 为 7 月份的 28%; 淮河干流、淮南支流、洪汝河各站, 以及沙颍河河口站、唐河郭滩站月径流峰值出现在 7 月份, 其它各站出现在 8 月份。

3.4 月径流 M-K 法趋势分析

从表 4 可以看出, 卫河流域各站各月径流 M-K 值均超出 0.05 显著性临界值 ($Z_{\alpha/2}=\pm 1.96$), 甚至超过 0.001 显著性水平 ($Z_{\alpha/2}=\pm 2.56$), 表明各站各月径流有显著减少趋势。黄河花园口站 6 月份径流有增加趋势, 但不显著; 2、3 月有减少趋势但不显著, 其余各月

表 3 河南省主要河流控制站各月径流分配百分比表

Table 3 Distribution of the monthly runoff percentage of the control station in Henan province

流域	水文站	月径流/%												连续最大 4 个月径流占年径流百分比/%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
淮南支流	潢川	2	4	6	8	11	12	24	14	7	5	4	2	61
	蒋集	3	4	6	7	9	10	25	15	9	5	4	3	60
淮干	淮滨	2	3	5	6	9	11	25	16	9	6	4	3	62
	息县	2	3	5	6	9	12	24	17	9	6	4	3	62
洪汝河	杨庄	3	3	3	4	7	8	24	20	12	9	5	3	65
	新蔡	2	2	3	4	5	9	26	22	11	7	4	3	68
沙颍河	班台	2	2	3	4	6	9	27	20	11	9	5	3	67
	大陈	2	2	3	5	6	6	17	25	15	10	5	3	67
伊洛河	何口	2	2	3	4	6	8	26	22	12	7	5	3	68
	周口	3	3	3	4	6	6	20	22	14	9	6	4	65
黄河	黑石关	4	4	4	5	6	5	15	17	14	12	8	5	59
	花园口	4	4	7	7	6	7	11	15	15	13	8	5	54
卫河	合河	6	6	6	5	6	6	11	18	11	9	8	6	50
	淇门	6	6	6	5	6	6	11	20	11	9	8	7	51
唐河	元村	6	5	5	4	5	4	12	21	12	10	9	7	54
	郭滩	2	2	2	4	6	10	28	23	11	7	4	2	71
白河	新店铺	3	2	3	4	5	7	22	24	13	9	5	3	68
均值		3	3	4	5	7	8	20	20	12	8	6	4	62

径流都有显著减少趋势。伊洛河黑石关站6月经流有减少趋势,但不显著,其余各月经流则有显著减少趋势。沙颍河何口、周口两站各月经流基本为减少趋势,但趋势不显著;大陈站大部分月份径流均有显著减少趋势。洪汝河新蔡、班台站大部分月份径流有减少趋势,但不显著;杨庄站5~9月及3月经流有增加趋势,但不显著,其余月份径流有减少趋势但不显著。淮干及淮南支流各站上半年各月基本为减少趋势,下半年各月经流基本为增加趋势,其中4、5月经流减少接近或突破0.05甚至0.001的显著性水平,其它月份的增加或减少趋势都不显著。唐河郭滩站大部分月份径流有增加趋势,但不显著;4、5、9三个月有减少趋势,其中4月经流显著减少。白河1、6、9、12月经流有增加趋势,其余月份有减少趋势;全年各月增加和减少的趋势均

不显著。

对汛期6~9月累计径流量的M-K分析结果表明,黄河、伊洛河、卫河各控制站以及洪汝河的大陈站,汛期径流总量的M-K值均超过0.001显著性水平,为显著减少趋势。洪汝河、沙颍河及白河汛期径流总量基本为减小趋势,淮干及淮南支流及白河汛期径流总量基本为增加趋势,但减小和增加的趋势均不明显。

4 结论

(1)河南省径流年内分配极不均匀,径流主要集中在汛期6~9月,连续最大4个月径流量占年径流量的比值平均为62%,其中长江流域占比最高,为70%左右;卫河和黄河流域占比较低,50%稍多,且汛期月径流分布较其它河流明显更为均匀。

(2)河南省径流不均匀系数和径流集中度都存在两个明显的区间。淮河干流、淮南支流、沙颍河、洪汝河、唐白河各站的 C_v 和 C_d 值在相对高值区,说明这些流域的径流年内集中度更高,月径流分配更不均匀。黄河、伊洛河、卫河各站 C_v 和 C_d 值在相对低值区,说明这些流域的径流年内集中度相对较低,月径流分配相对均匀。

从径流集中期可以明显看出径流年内分配的地域差异,自南往北,集中期从7月下旬过渡到8月下

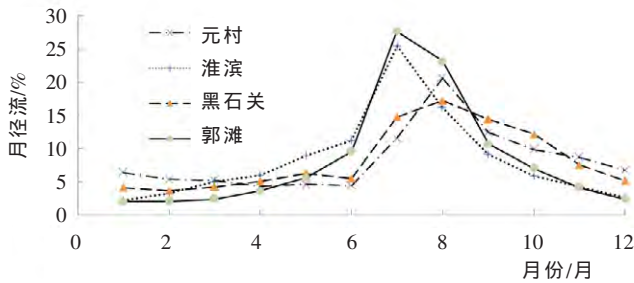


图3 多站年内月径流分配过程线

Fig.3 Monthly runoff distribution line

表4 河南省主要河道径流变化趋势分析(统计值Z)

Table 4 Analysis of the runoff trend of the main rivers in Henan province (value Z)

流域	水文站	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	6~9月
淮南支流	潢川	0.89	-0.18	-0.61	-2.01	-1.89	0.84	0.88	0.52	2.28	1.42	0.26	1.15	0.65
	蒋集	-0.55	-1.07	-1.47	-2.69	-3.49	0.00	-0.45	-0.21	0.22	0.32	-0.33	0.13	-0.50
淮干	淮滨	1.14	0.17	-0.48	-1.82	-2.09	0.48	-0.02	0.10	1.17	0.66	0.29	0.77	0.08
	息县	-0.23	-0.22	-1.19	-1.71	-1.95	0.55	-0.17	0.11	0.93	0.70	0.29	0.45	0.07
洪汝河	杨庄	-0.90	-0.52	0.56	-0.33	0.25	0.62	1.79	0.44	0.31	-1.46	-1.15	-0.23	0.77
	新蔡	-0.20	-0.69	-0.67	-1.36	-1.56	-0.92	-0.12	-0.87	-0.70	0.00	-0.41	-0.55	-0.86
	班台	0.36	-0.99	0.47	-0.95	-1.10	-0.78	-0.06	-0.32	-0.49	-1.16	-0.18	0.68	-0.38
沙颍河	大陈	-2.79	-3.01	-2.31	-2.53	-3.05	-1.48	-2.13	-1.92	-0.98	-1.94	-2.70	-2.44	-2.70
	何口	0.76	-0.02	0.21	-1.28	-1.19	-0.05	-0.69	-0.27	0.54	0.37	-0.47	0.45	-1.05
	周口	-1.33	-1.48	-1.57	-1.79	-1.55	-0.21	-0.49	-1.68	-0.87	-0.54	-0.92	-0.39	-1.84
伊洛河	黑石关	-2.73	-3.27	-2.60	-2.97	-2.03	-0.45	-3.72	-2.78	-2.14	-2.50	-3.72	-2.34	-3.67
黄河	花园口	-2.76	-1.15	-1.60	-3.14	-3.67	0.23	-5.04	-5.37	-5.06	-4.53	-5.37	-2.62	-5.42
	合河	-3.51	-4.26	-3.71	-3.95	-2.25	-3.04	-2.57	-2.97	-3.10	-4.22	-4.22	-2.85	-3.61
卫河	淇门	-3.20	-4.68	-3.89	-4.32	-3.88	-4.10	-3.47	-3.49	-3.00	-4.03	-4.09	-3.26	-3.94
	元村	-3.93	-4.44	-4.65	-4.64	-4.01	-4.85	-3.78	-3.72	-2.99	-3.74	-3.83	-3.37	-3.96
唐河	郭滩	1.90	1.28	0.43	-1.98	-1.56	0.12	0.49	0.83	-0.14	0.23	0.89	1.68	0.04
白河	新店铺	0.86	-0.50	-0.28	-1.47	-0.46	0.82	-0.32	-0.45	0.12	-0.89	-0.23	0.31	-0.94

旬,表明径流的年内分配重心从南往北逐渐后移。

从年代际变化来看,1980年以来,径流集中度降低,集中期延后,不均匀系数变小。

(3)从各站60年来各月径流变化趋势看,河南省北部、西北部的卫河、黄河、伊洛河各站及沙颍河的大陈站各月径流基本为显著减少趋势。河南南部淮干及淮南支流4、5月径流减少显著,其余各月增加和减少的趋势不显著。河南中部的沙颍河、洪汝河和西南部的唐白河各月径流增加和减少的趋势不显著。对各站6~9月汛期径流总量的分析表明,卫河、黄河、伊洛河各站及沙颍河的大陈站为显著减少趋势,其余各站增加或减少的趋势不显著。

(4)描述径流年内分配的各指标,从不同角度反映了流域径流年内分配的特征,可以互为补充。年内月径流分配线可以直观看出各月径流在年内的分配情况,但缺少一个总体上的量化指标。径流不均匀系数是以各月径流对年平均径流的离差系数来分析,可以反映径流年内总体不均匀程度,但不能识别径流的月份组成。集中度和集中期指标由于采用了矢量概念,可以克服不均匀系数的缺陷,不但可以分析月内径流的集中程度,也可以明确指出径流集中的具体日期,从这个角度可以认为,集中度和集中期指标比径流不均匀系数更灵敏,具有更高的数据分辨力。

参考文献:

[1] 刘玉梓. 河南地貌及其遥感制图应用研究 [J]. 地域研究与开发, 1989,8(5):67-68. (LIU Yuzhi. Study on Henan landform and map-

ping of remote sensing application [J]. Areal Research and Development, 1989,8(5): 67-68. (in Chinese))

- [2] 岳利军,郭周亭,李玉兰,等. 河南省水资源[M]. 郑州:黄河水利出版社, 2007. (YUE Lijun, GUO Zhouting, LI Yulan, et al. The Water Resources in Henan Province [M]. Zhengzhou: Yellow River Water Conservancy Press, 2007. (in Chinese))
- [3] 王金星,张建云,李岩,等. 近50年来中国六大流域径流年内分配变化趋势 [J]. 水科学进展, 2008,19 (5): 656-660. (WANG Jinxing, ZHANG Jianyun, LI Yan, et al. Variation trends of runoffs seasonal distribution of the six larger basins in China over the past 50 years [J]. Advances in Water Science, 2008,19(5):656-660. (in Chinese))
- [4] 郑红星,刘昌明. 黄河源区径流年内分配变化规律分析[J]. 地理科学进展, 2003,33(6):585-591. (ZHENG Hongxing, LIU Changming. Changes of annual runoff distribution in the headwater of the Yellow River basin [J]. Progress in Geography, 2003,33(6):585-591. (in Chinese))
- [5] 汤奇成,程天文,李秀云. 中国河川月径流的集中度和集中期的初步研究[J]. 地理学报, 1982,37(4):383-393. (TANG Qicheng, CHENG Tianwen, LI Xiuyun. Preliminary study on the degree and time of concentration of monthly runoff of Chinese streams [J]. Acta Geographica Sinica, 1982,37(4):383-393. (in Chinese))
- [6] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999. (WEI Fengying. The Modern Climatic Statistical Diagnosis and Prediction Technology [M]. Beijing: China Meteorological Press, 1999. (in Chinese))
- [7] 肖义,唐少华,陈华,等. 湘江流域1960~2008年降水气温变化趋势分析 [J]. 人民长江, 2013,44 (3):10-12. (XIAO Yi, TANG Shaohua, CHEN Hua, et al. Temporal and spatial trends of precipitation and temperature from 1960 to 2008 in Xiangjiang River basin. [J]. Yangtze River, 2013,44(3):10-12. (in Chinese))

Distribution of Inner-annual Runoff in Main Rivers of Henan Province

LI Sihai, LIU Guanhua

(Hydrology and Water Resources Bureau of Henan Province, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Based on the monthly runoff series from the representative control stations of the four basins from 1950 to 2011, the concentration degree (C_d), concentration period (C_p), uneven coefficient (C_v) were used to study the distribution characteristics and law. And m-k test method was used to study the monthly runoff trend. The results show that from the south to north in Henan Province, there is a decrease trend of the monthly runoff concentration degree and heterogeneity, runoff focus has successive backwards, and there are two jump interval. C_d , C_v for the rivers of Yellow, Yiluohe and Weihe are in the low value interval, and C_d , C_v for the Huaihe River and its southern tributaries, the rivers of Hongruhe, Shayinghe and Tangbaihe are in the high value interval. After 1980, the runoff concentration is low, concentration period delay, uneven coefficient become small. In the northern and northwestern rivers, monthly runoff significantly decrease; the southern river runoff in April and May has a significant decrease trend, and increase or decrease trend is not significant in other months; and there is no significant runoff increase or decrease trend in the central, southwestern rivers. The total runoff in flood seasons in the north and northwest rivers have significant decrease trend, and there is no obvious increase or decrease trend in the other rivers.

Key words: monthly runoff; concentration degree; uneven coefficient; m-k test