

滇中地区产汇流分析探讨

罗丽艳¹, 马平森², 袁树堂³, 王东升³, 李芸³

(1.云南省水文水资源局玉溪分局,云南 玉溪 653100;2.云南省水利水电勘测设计研究院,云南 昆明 650021;
3.云南省水文水资源局,云南 昆明 650106)

摘要:依据云南省滇中地区 16 个水文站共 31 年(1980~2010 年)实测水文资料,应用二水源新安江模型进行降雨径流分析,用推理过程线法进行汇流分析,研究滇中地区产汇流参数地理变化规律,为无水文资料的中小河流开展水文计算和站网规划提供参考。研究结果表明:分析得出的参数具有一定的代表性,分析成果取得较好的效果。

关键词:降雨;径流;稳定下渗率 f_c ;汇流特性;地区参数综合

中图分类号:TV11

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2017)02-0083-06

1 引言

产汇流计算是解决水文预报、水文站网规划等许多水文水资源问题的重要依据。所谓产流,是指流域中各种径流成分的生成过程^[1],主要计算方法有降雨径流相关法、蓄满产流模型和超渗产流模型等;汇流是指降落在流域上的雨水,从流域各处向流域出口断面汇集的过程,推求汇流曲线的方法有推理过程线法、瞬时单位线法等^[2-3]。郭洪财等^[4]选择了 5 个水文站资料对黑龙江省呼兰河流域的产汇流特性进行了分析;孙立堂^[5]选择了 12 个水文站资料,采用 SCS 产汇流模型对山东省济南市小清河流域产汇流计算方法进行了研究;柏绍光等^[6]对昆明市城市河道产汇流特性进行了分析;潘明昌^[7]、赵晶东^[8]、刘红波^[9]、陈家伟^[10]、李华仙^[11]分别对云南省河边水文站、吉林省吉林水文站、河北省西槐树水文站、广东省赤坎水文站、云南省小河流水文站的产汇流特性进行了分析。

云南省滇中地区地处金沙江、珠江、澜沧江和红河四大水系^[12]的分水岭,地形波状起伏,受人类活动影响比较频繁,水文情势复杂。本文为了探索云南省滇中地区的产汇流参数变化规律,选择滇中地区 16 个水文站共 31 年(1980~2010 年)实测水文资料,应用二水源新安江模型进行降雨径流分析,用推理过程线法进行汇

流分析,研究其在滇中地区产汇流参数地理变化规律和适应性,为无水文资料的中小河流进行水文计算和站网规划时提供参考。

2 资料和方法

2.1 滇中地区概况

滇中地区地处云南中部腹地,位于东经 99°30′~104°14′,北纬 23°12′~26°41′之间,总面积为 10.69×10⁴km²,包括昆明市、曲靖市、玉溪市、楚雄州、大理州等 7 个州(市)的 50 个县(市、区)。横跨金沙江、珠江、澜沧江和红河四大水系,主要河流有普渡河、龙川江、曲江、南盘江上段,以及滇池、阳宗海、抚仙湖、星云湖、杞麓湖、异龙湖、洱海等高原湖泊。滇中区人口集中,经济较发达,是带动全省经济社会发展的龙头,占全省国土面积的 1/4,占全省人口的 2/5,国内生产总值占全省的 2/3,但由于地处金沙江、珠江、红河、澜沧江分水岭,资源性缺水严重,水资源量仅占全省 12%,主要经济区人均水资源量不足 700m³/人,为全省平均水平的 1/7。云南省三大干旱区集中分布于此,水资源供需矛盾突出,部分支流已过度开发,城镇和工业供水大量挤占生态用水和农灌用水,水体污染、水质恶化趋势严重,水生态环境问题突出,资源性、水质性、工程性缺水并存,已成为制约经济社会可持续发展的“瓶颈”。

收稿日期:2016-08-04

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(2013ZX07102-006-01);院士工作站建设专项(2015IC013);云南省技术创新人才资助项目(2011CI092);云南省重大水资源费资助项目(YSZY-2012-63)

作者简介:罗丽艳(1981-),女,四川荣昌人,工程师/硕士,主要从事水文情报预报、水资源评价、干旱研究等。E-mail:17007455@qq.com

2.2 基本资料

根据研究内容,在基本水文站网中选择滇中地区的区域代表站、小河站,并在上述二类站中选取不受人类活动影响或影响较小,实测资料要求具有20年以上的水文站,经过仔细的筛选,选取了其中的16站作为本次滇中地区产汇流分析的主要站点,见表1。

2.3 分析方法

滇中地区属南方湿润区,根据降雨产流的主要特点选用蓄满产流模型进行分析,根据31年(1980~2010年)实测水文资料,应用二水源新安江模型进行降雨径流分析,用推理过程线法进行汇流分析,研究滇中地区产汇流参数地理变化规律。

2.3.1 产流精度分析

产流精度分析的步骤如下:

(1)根据实测水文资料,选好次洪水,编峰号,点绘 $Q_t \sim t$ 图。

(2)采用泰森多边形法计算计算次洪流域平均降雨量 P 和次洪径流深 R ,公式如下:

$$P = \sum_{i=1}^n k_i P_i \quad (1)$$

式中: P 为流域平均降雨量; k_i 为雨量站权重; P_i 为雨量站平均降雨量。

$$R = \frac{3.6}{A} \sum_{i=1}^n Q_i \Delta t_i \quad (2)$$

式中: R 为径流深; Q_i 为时段流量; Δt_i 为计算时段; A 为集水面积。

(3)统计各次洪水峰号的 $P+P_a$ (P_a 为前期影响雨量)及 R 点据,用计算好的每次洪水的 $P+P_a$ 和 R 列出成果表,点绘 $P+P_a \sim R$ 关系图,通过点群中心定出相关线,根据图中查得的次洪径流深 $R_{\text{计}}$,与实测次洪径流深 $R_{\text{实}}$ 相比,计算出误差值 $\Delta R = R_{\text{计}} - R_{\text{实}}$,允许误差按5%计。

(4)稳定下渗率 f_c 分析:选择独立的洪峰过程,按

式(3)计算各次洪水的下渗率 f_c ,建立 $R_c / T_c \sim f_c$ 相关图,根据点群中心定线并计算斜率值入渗系数 K 。

$$f_c = \frac{R_{\text{下}} - \sum_{f_c > \alpha} R_i}{\sum_{f_c < \alpha} \Delta t} \quad (3)$$

式中: $R_{\text{下}}$ 为地下总径流量; Δt 为计算时段; R_i 为 Δt 内的总径流量; α 为 Δt 内的净雨强度。

2.3.2 汇流精度分析

汇流精度分析的步骤如下:

(1)按推理公式法求出地表净雨过程 $R_{\text{上}} \sim t$ 。

$$R_{\text{上}} = R_i - \Delta t \cdot f_c \quad (4)$$

式中: $R_{\text{上}}$ 为地表净雨总量; R_i 为 Δt 内的总径流量; Δt 为计算时段; f_c 为稳定下渗率。

(2)用推理过程线法(式5及式6)确定一次洪水的汇流参数 M ,根据优选的 M 值,建立 $Q_m / A \sim M$ 相关图,通过点群中心定出经验曲线,再根据各次洪水的洪水模数,在曲线上查得相应的汇流参数 $M_{\text{综}}$ 。

$$M = \left(\frac{Q_m t_c^{0.4}}{k R_{\text{上}}^{1.2}} \right)^{1.25} \quad (5)$$

$$k = 0.6 \frac{A^{1.2}}{(L/S^{1/3})^{0.8}} \quad (6)$$

式中: M 为汇流参数; Q_m 为洪峰流量; t_c 为净雨历时; k 为折算系数; $R_{\text{上}}$ 为地表净雨总量; A 为集水面积; L 为最大汇流长度; S 为河道平均坡降。

(3)确定 $M_{\text{稳}}$:对一个固定流域,各次洪水的 M 值虽有不同,但到高水时,洪峰模数达到一定数值后, M 值即趋于稳定而接近一常数,即为可选的 $M_{\text{稳}}$ 。

2.3.3 洪水还原计算

列出次洪 $R_{\text{上}} \sim t$,按式(7)计算各时段 Q_m 。按式(8)计算 $T_{\text{总}}$,求出 T_B ($T_B = T_{\text{总}} - T_c$),计算流量过程,叠加后得到洪峰流量和流量过程线 $Q_{m \text{ 上计}} \sim t$,点绘 $Q_{m \text{ 上计}} \sim t$ 并与

表1 滇中地区主要水文站基本情况表

Table1 The basic condition of the hydrometry stations in central Yunnan

站点名称	地理位置		资料年限	场次洪水/次	站点名称	地理位置		资料年限	场次洪水/次
	东经	北纬				东经	北纬		
干海子	102°50'	25°01'	29	52	董卢村	102°03'	25°09'	43	39
完家村	102°34'	25°13'	30	50	水沟	102°13'	24°39'	26	54
面店	103°42'	25°30'	24	29	麻木	102°00'	24°01'	36	58
汤池	103°02'	24°58'	27	47	大鱼塘	102°22'	24°12'	42	39
鸣鹭	103°39'	23°27'	30	47	甸南	99°55'	26°27'	28	48
黄坪	100°22'	26°05'	28	62	炼城	100°00'	26°06'	20	61
凤屯	101°22'	25°17'	34	54	吊草沟	100°15'	25°33'	26	88
高桥	102°10'	25°38'	32	24	黄家沟	100°15'	25°33'	10	44

Q_m 上实 $\sim t$ 进行比较,两者要吻合得较好。

$$Q_m = 0.6 \frac{A^{1.2}}{(L/S^{1/3})^{0.8}} m^{0.8} \frac{R_{\text{上}}^{1.2}}{t_c^{0.4}} \quad (7)$$

$$T_{\text{总}} = \frac{AR}{1.8Q_m} \quad (8)$$

式中: Q_m 为时段洪峰流量; $T_{\text{总}}$ 为时段三角形流量过程线底宽; T_B 为落洪历时,其余同前。

3 分析成果

3.1 产流下渗精度分析成果

根据 16 个水文站共 796 次洪水,按照产流精度分析方法分析,经 $R_{\text{计}}$ 与 $R_{\text{实}}$ 比较,合格率在 70% 以上,见表 2 和图 1(以凤电站等 3 水文站为例,其它水文站图略,下同)、图 2。

3.2 汇流精度分析成果

按照汇流精度分析方法分析,用推理过程线法分析,除汤池站、大鱼塘站、高桥站因受水利工程影响,合格率较低,其余站的合格率均达到 70% 以上,见表 2 和图 3。

3.3 滇中产汇流地区综合

根据云南省水文分区对滇中地区产汇流参数地理

综合进行分区^[13],滇中地区分属第二、三、四、五、六区。以分区为基本单元,选择主要河道长度 L 、主要河道坡降 S 等,分区建立 $P+P_a \sim R$ 、 $R_c/T_c \sim f_c$ 和 $L/S^{1/3} \sim M_{\text{稳}}$ 关系图。结果表明: $P+P_a \sim R$ 呈曲线关系(图解法,略); $R_c/T_c \sim f_c$ 呈直线关系; $L/S^{1/3} \sim M_{\text{稳}}$ 呈对数关系,其一般经验公式见表 3。

根据推理过程线法原理,将求得的各分区 I_m (包气带蓄水量)、 f_c (稳定下渗率)、 $M_{\text{稳}}$ (稳定汇流参数)等参数,对各区参加综合的各站洪水进行复核还原,计算洪峰流量 $Q_{m\text{还原}}$,并与对应的实测洪峰流量 $Q_{m\text{测}}$ 进行检验,以允许误差 $|\delta Q| \leq 20\%$,合格率 $\geq 70\%$ 为控制检查其复合程度,并统计合格率见表 4。

滇中地区产汇流地区综合,经过曲线精度检验,虽然部分测站精度合格率未能达到 70%,但中高水点据合格率多数能够满足要求。鉴于滇中地区地形复杂,高差悬殊,植物群落地区分布带状不明显,以及现有资料情况等因素,所分析的产汇流参数,已经具有一定的代表性,在实际生产过程中,可以用于参考或直接利用该成果。

3.4 成果合理性分析

从计算成果来看,参加分析的各水文站点产流汇

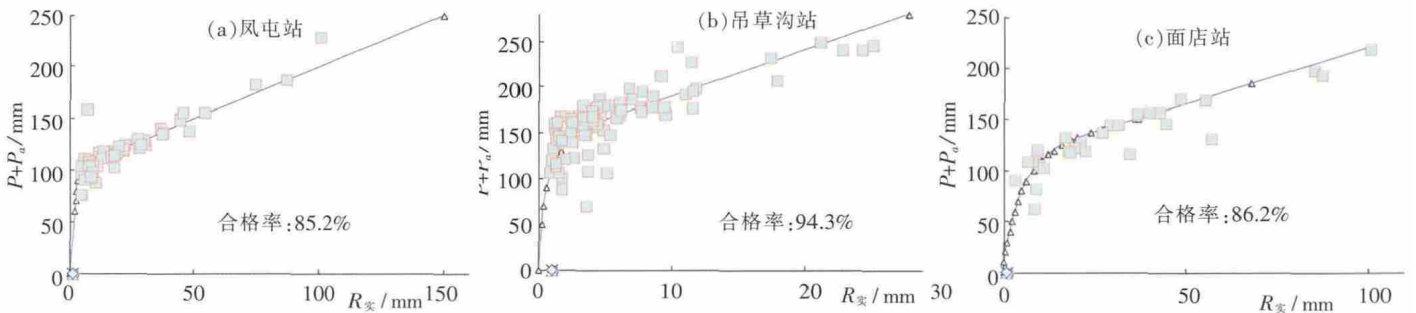


图1 滇中地区水文站 $P+P_a \sim R$ 关系示意图

Fig.1 The relationship between $P+P_a$ and R of the hydrometry stations in central Yunnan

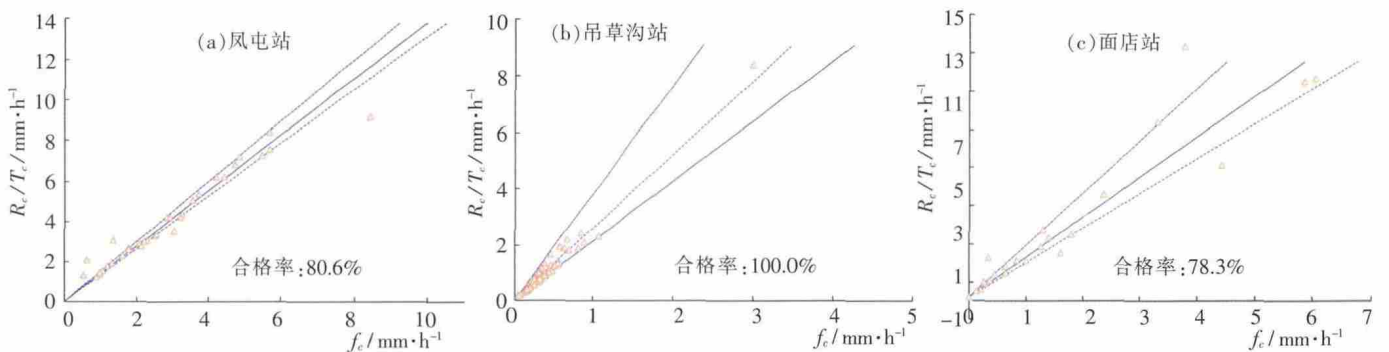


图2 滇中地区水文站 $R_c/T_c \sim f_c$ 关系示意图

Fig.2 The relationship between R_c/T_c and f_c of the hydrometry stations in central Yunnan

表2 滇中地区主要水文站产汇流精度检验成果表

Table2 Accuracy assessment of the runoff yield and flow concentrationat the hydrometry stations in central Yunnan

序号	站名	分析洪水次数	$P+P_a\sim R$ 合格率 / %	$R_c/T_c\sim f_c$ 合格率 / %	入渗系数 K	推理过程线合格率 / %	$M_{\text{稳}}$
1	面店	29	86.2	78.3	0.47	72.7	3.20
2	完家村	50	84.0	79.5	0.43	70.0	2.20
3	汤池	47	85.1	81.2	0.72	未得到	未得到
4	干海子	52	88.5	71.4	0.45	70.6	3.71
5	鸣鹭	47	74.5	77.8	0.56	75.0	1.50
6	黄坪	62	83.9	80.9	0.725	70.0	3.20
7	水沟	54	81.5	71.0	0.725	75.0	4.02
8	董户村	39	82.1	78.3	0.725	80.0	7.38
9	大鱼塘	39	84.6	70.0	0.725	18.2	未得到
10	麻木	58	96.6	76.9	0.725	71.4	6.30
11	高桥	24	70.8	73.3	0.725	20.0	未得到
12	凤屯	54	85.2	80.6	0.725	71.4	4.99
13	甸南	48	75.0	100	0.56	70.6	0.42
14	炼城	61	86.9	100	0.56	71.4	1.49
15	吊草沟	88	94.3	100	0.39	71.4	2.30
16	黄家沟	44	100	100	0.45	75.0	2.0

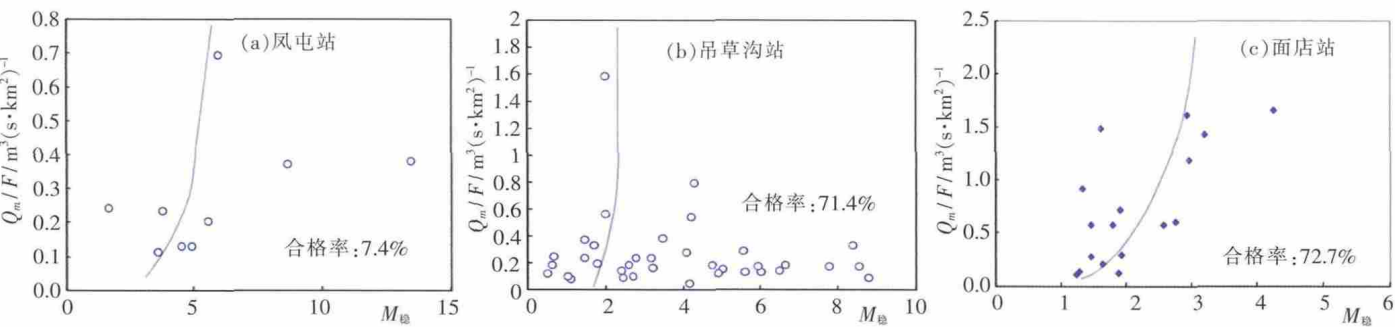


图3 滇中地区水文站 $Q_m/F\sim M$ (洪峰模数~汇流参数)关系示意图

Fig.3 The relationship between Q_m/F and M of the hydrometry stations in central Yunnan

表3 滇中地区产汇流参数地区综合成果表

Table3 The parameters of the runoff yield and flow concentrationat the hydrometry stations in central Yunnan

地区综合分区	降雨径流		下渗率 f_c				推理过程线法	
	I_m	合格率 / %	f_c	入渗系数 K	f_c 经验公式	合格率 / %	经验公式	合格率 / %
2	100	62.9	2.56	0.39	$f_c = 0.39R_c / T_c$	64.3	$M_{\text{稳}} = 2.1356(L / S^{1/3})^{0.717}$	70.0
3	100	80.0	1.79	0.56	$f_c = 0.56R_c / T_c$	80.9	$M_{\text{稳}} = 0.3031(L / S^{1/3})^{0.3529}$	72.7
4	100	78.0	1.39	0.72	$f_c = 0.72R_c / T_c$	81.8	$M_{\text{稳}} = 2.7735(L / S^{1/3})^{0.0850}$	63.6
5	100	90.0	1.56	0.64	$f_c = 0.64R_c / T_c$	80.0	$M_{\text{稳}} = 0.4960(L / S^{1/3})^{0.1263}$	66.7
6	150	86.7	1.96	0.51	$f_c = 0.51R_c / T_c$	92.0	$M_{\text{稳}} = 0.9239(L / S^{1/3})^{0.4060}$	66.7

流参数基本稳定,通过曲线精度检验,合格率基本大于等于 70%以上。降雨径流($P+P_a\sim R$)曲线精度检验最低合格率为 70.8%(高桥站),最高合格率 100%(黄家沟站)。稳定下渗率($R_c/T_c\sim f_c$)曲线精度检验合格率最低为 70.4%(大鱼塘站),合格率最高为 88.2%(鸣鹭站)。汇流参数($L/S^{1/3}\sim M_{\text{稳}}$)曲线精度检验,合格率最低为 70%(黄坪站),最高为 80%(董户村站)。滇中地区的甸南和炼城站作为本次分析的突出点,由于两站上游

表4 滇中地区主要水文站洪水还原计算成果检验表

Table4 The results of flood returning calculation for the hydrometry stations in central Yunnan

地区综合分区	河名	站名	峰号	$Q_{m测}$	R_i	Q_m/A	$M_{次}$	$Q_{m还原}$	$\Delta Q/\%$	峰量序号	是否合格
2	阳宗海	摆夷河	19830902	2.8	2.1	0.03	0.67	3.2	11.2	第四大	合格
	响水河	面店	19941001	8.3	9.5	0.57	1.47	9.9	18.9	次大	合格
	宝象河	干海子	19911023	7.7	1.2	0.04	3.07	9.2	19.9	第3大	合格
	富民大河	完家村	19850615	10.7	3.5	0.06	1.20	12.6	17.9	第三大	合格
3	杨柳河	鸣鹭	19880905	17.6	11.2	0.43	1.52	16.8	-4.5	最大	合格
	紫甸河	凤屯	19900721	68.9	10	0.37	8.66	56.9	-17.4	第3大	合格
	星宿江	董户村	19850820	139	1.6	0.1	22.08	57.1	-58.9	最大	不合格
	落漏河	黄坪	19990919	169	2.3	0.2	10.27	107	-36.7	最大	不合格
4	峨山大河	大鱼塘	19961011	42.3	1.7	0.04	4.64	34.4	-18.7	第3大	合格
	顺甸河	麻木	19900709	601	10.1	0.88	12.25	323	-46.3	最大	不合格
	扒河	水沟	19680826	72.3	6.3	0.1	2.06	133	84	最大	不合格
	猛果河	高桥	19800828	48.1	1.7	0.07	5.4	43.4	-9.8	最大	合格
6	金星河	吊草沟	19920717	2.8	2.1	0.53	4.21	2.9	1.1	第3大	合格
	金星河	黄家沟	19920717	1.2	3.1	0.58	2.98	1.2	-0.8	第4大	合格

(备注:第5综合分区甸南站、炼城站由于上游存在着较大湖泊,洪水过程失真,因此难于进行洪水还原计算。)

存在着较大湖泊,洪水过程失真,因此难于进行洪水还原计算,在汇流参数综合过程中显著偏小,不能参与水文分区分析综合。本次分析计算得出相关的产流参数与汇流参数经与1992年水利厅主稿的“云南省暴雨洪水查算手册”比较,参数基本与之相近或相同。在汇流参数分析过程中,由于分析场次中含有较多中低水场次,造成了合格率偏低的情况,但抛出中低水点据,合格率便明显增大。说明高水汇流参数趋于稳定,故分析计算得到的汇流参数具有一定的代表性。

4 结语

(1)滇中地区产汇流研究中使用二水源新安江模型进行降雨径流分析,用推理过程线法进行汇流分析,虽然由于少数水利工程对观测资料造成了影响,但基本上能够取得较好的效果,说明方法可行。

(2)分析得出的产流、汇流参数成果,具有一定的代表性。

(3)用二水源新安江模型进行产汇流分析时,在降雨径流计算中,地面地下径流分割点不够准确,且对地下水动态未能作具体分析。目前由于滇中地区地下水观测井布设较少,情况又较复杂,如何考虑地下径流这一因素,有待于进一步研究、探讨。

参考文献:

[1] 芮孝芳.产汇流理论[M].北京:水利电力出版社,1995.(RUI Xiaofang. The Theory of Runoff Yield and Flow Concentration [M]. Beijing: China WaterPower Press, 1995. (in Chinese))

[2] 詹道江,叶守泽.工程水文学[M].北京:中国水利水电出版社,2001.(ZHAN Daojiang, YE Shouze. Engineering Hydrology [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2001. (in Chinese))

[3] 赵人俊.流域水文模拟[M].北京:水利电力出版社,1984.(ZHAO Renjun. The Theory of Watershed Hydrological Modeling [M]. Beijing: China WaterPower Press, 1984. (in Chinese))

[4] 郭洪财,李日龙,李艳梅.呼兰河流域中小河流产汇流特性分析[J].东北水利水电,2004,(4):15-22.(GUO Hongcai, LI Rilong, LI Yanmei. Characteristics of runoff yield and flow concentration on small- and medium-sized rivers over Hulan River basin [J]. Water Resources & Hydropower of Northeast China, 2004,(4):15-22. (in Chinese))

[5] 孙立堂.济南小清河流域产汇流计算方法研究[D].山东大学,2005.(SUN Litang. The Study of Runoff Calculation in Xiaoqing River Basin of Jinan City [D]. Shandong University, 2005. (in Chinese))

[6] 柏绍光,黄英,方绍东,等.昆明城市河道产汇流特性分析[J].人民长江,2007,(2):64-66.(BAI Shaoguang, HUANG Ying, FANG Shaocong, et al. Characteristics of runoff yield and flow concentration in Urban River of Kunming City [J]. Yangtze River, 2007,(2):64-66. (in Chinese))

[7] 潘明昌.河边水文站产汇流特性分析[J].水资源研究,2008,(9):3-4.(PAN Mingchang. Characteristics of runoff yield and flow concentration of Hebian station [J]. Journal of water Resources Research, 2008,(9):3-4. (in Chinese))

[8] 赵晶东,徐鹏云,赵百峰,等.吉林水文站产汇流参数分析及检验[J].东

- 北水利水电, 2009, (12): 26–27. (ZHAO Jingdong, XU Pengyun, ZHAO Baifeng, et al. Analysis and assessments of parameters of runoff yield and flow concentration of Jilin station [J]. Water Resources & Hydropower of Northeast China, 2009, (12): 26–27. (in Chinese))
- [9] 刘红波, 王新海, 宋弘东. 老弯沟西槐树流域产汇流参数特性分析[J]. 水利科技与经济, 2010, (3): 322–323. (LIU Hongbo, WANG Xinhai, SONG Hongdong. Analysis on parameters of runoff yield and flow concentration of Xihuai River basin in Laowangou [J]. Water Conservancy Science and Technology and Economy, 2010, (3): 322–323. (in Chinese))
- [10] 陈家伟. 榕江赤坎水文站以上流域产汇流参数分析[J]. 广东水利水电, 2011, (11): 49–52. (CHEN Jiawei. Analysis on parameters of runoff yield and flow concentration over the river basin upper Chikan station in Rongjiang [J]. Guangdong Water Resources and Hydropower, 2011, (11): 49–52. (in Chinese))
- [11] 李华仙. 小河沟水文站产汇流特性分析[J]. 水资源研究, 2015, (4): 296–302. (LI Hua xian. Analysis of runoff characteristics of Xiaohegou hydrological Station [J]. Journal of water Resources Research, 2015, (4): 296–302. (in Chinese))
- [12] 伍立群, 潘一学, 朱远高, 等. 云南河湖[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2010. (WU Liqun, PAN Yixue, ZHU Yuangao, et al. Rivers and Lakes in Yunnan Province [M]. Kunming: Yunnan Science & Technology Press, 2010. (in Chinese))
- [13] 云南省水利电力厅. 云南省暴雨洪水查算实用手册[R]. 1992. (Water Conservancy Department of Yunnan Province. Practical Calculation Handbook of Storm Floods in Yunnan Province [R]. 1992. (in Chinese))

Analysis of Runoff Yield and Flow Concentration in Central Yunnan

LUO Liyan¹, MA Pingsen², YUAN Shutang³, WANG Dongsheng³, LI Yun³

(1. *Yuxi Hydrology and Water Resources Bureau of Yunnan Province, Yuxi 653100, China;*

2. *Yunnan Water Conservancy and Hydroelectric Survey, Design and Research Institute, Kunming 650021, China;*

3. *Hydrology and Water Resources Bureau of Yunnan Province, Kunming 650106, China)*

Abstract: According to the observed hydrological data from the 16 hydrometry stations in central Yunnan from 1980 to 2010, the Xinanjiang model was used to analyze the rainfall and runoff, reasoning process line method was used to analyze the flow concentration, and the geographic variation of runoff yield and flow concentration parameters were studied. The results show that the obtained parameters are representative. , .

Key words: rainfall; runoff; steady infiltration rate FC; flow concentration characteristics; regional parameter synthesis

(上接第 58 页)

Influences of Industrial Structure Change and Technological Progress on Water Use Efficiency in Anhui Province: Based on A Complete Decomposition Model

ZHANG Legin, FANG Yuyuan

(1. *College of Resource Environment, Chizhou University, Chizhou 247000, China)*

Abstract: The shortage of water resources is a constraint factor for sustainable economic and social development in Anhui Province, and the improvement in utilization efficiency of water resources is the key solution. The complete decomposition model was used to measure the shares of technological progress and structural change factors in per unit GDP water consumption of Anhui Province. The results show that: (1) during 2001–2014, technological progress led to per unit GDP water consumption with annual average decline of 31.91 m³ in Anhui Province, which is a key factor in increasing the utilization efficiency of water resources with the contribution rate as high as 88.69%, and those of three industrial technological progresses are 45.19%, 38.59% and 4.91% respectively; (2) the adjustment of industrial structure has a contribution rate of 11.31% in per unit GDP water utilization intensity of Anhui Province, and those of three industry changes are –4.98%, 0.62% and 15.66% respectively. The core of improving the utilization efficiency of water resources in Anhui Province is to rely on scientific and technological innovation to promote the technological levels of the primary and secondary industries, adjust and optimize industrial structure, and vigorously improve the proportion of the tertiary industry. The research results can provide decision-making references for policy formulation of water resources utilization

Key words: water resource utilization efficiency; industrial structure change; technological progress; complete decomposition model