

贵州省国民经济水资源消耗的投入产出分析

毛玉姣, 周琴慧, 张和喜, 王永涛, 黄维

(贵州省水利科学研究院, 贵州 贵阳 550002)

摘要: [目的] 研究贵州省国民经济各产业部门的用水量, 找到提高水资源用水效率的方法。[方法] 在贵州省 2012 年投入产出表的基础上, 运用水资源投入产出法将其应用范围扩展到产业耗水量领域, 对贵州省国民经济用水进行定量分析, 将传统的投入产出表与国民经济各部门的取耗水相结合, 建立了贵州省 2012 年的水资源投入产出表与产业部门用水模型, 并分析各个产业部门的直接用水系数、完全用水系数、间接用水系数与用水系数等相关参数。[结果] 目前贵州省第二产业部门与第三产业部门为主要用水需求部门; 除农业部门外, 其他部门都具有不同程度的用水隐蔽性, 部门用水乘数很高, 未来用水潜力大。[结论] 应大力发展现代农业, 提高农业节水量; 加强第二产业各个部门的协作, 着重发展绿色循环工业经济; 跟进贵州省“大数据”发展步伐, 增加高新技术产业与服务业的比例。

关键词: 贵州省; 水资源消耗; 投入产出

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2017)05-0135-05

中图分类号: F28, C812

文献参数: 毛玉姣, 周琴慧, 张和喜, 等. 贵州省国民经济水资源消耗的投入产出分析[J]. 水土保持通报, 2017, 37(5):135-139. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.05.023; Mao Yujiao, Zhou Qinhui, Zhang Hexi, et al. Input-output analysis of water consumption in national economy of Guizhou Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(5):135-139. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.05.023

Input-Output Analysis of Water Consumption in National Economy of Guizhou Province

MAO Yujiao, ZHOU Qinhui, ZHANG Hexi, WANG Yongtao, HUANG Wei

(Guizhou Academy of Hydraulic Sciences, Guiyang, Guizhou 550002, China)

Abstract: [Objective] To study the water consumption of industrial sectors of the national economy in Guizhou Province and find ways to improve the efficiency of water resources. [Methods] Based on the input-output table of Guizhou Province in 2012, this paper extended the scope of its application to the field of industrial water consumption by means of water resources input-output method, and made a quantitative analysis of the national economic water use in Guizhou Province. The traditional input-output table was combined with the consumption water phase of each department of national economy, and the water resources input-output table and the industrial water use model of Guizhou Province in 2012 was established. The direct water use coefficient, the coefficient of total water use and the coefficient of indirect water use were analyzed. [Results] The second industry department and third industry department were the main water demand departments in Guizhou Province. In addition to agriculture department, other departments also have concealment in water use to some extent. Water use multiplier of each department was high, and the potential improvement for future water use is large. [Conclusion] We should energetically develop modern agriculture and increase the water saving capacity of agriculture, and strengthen the cooperation among all sectors of the second industry, and focus on the development of green recycling industry economy. Follow up the development of “big data” in Guizhou Province and increase the proportion of high-tech industry and service industry.

Keywords: Guizhou Province; water consumption; input-output

收稿日期: 2017-02-15

修回日期: 2017-03-24

资助项目: 贵州省应用基础研究计划重大项目“贵州典型深水型湖库水环境健康风险及综合调控理论与技术”(黔科合 J 重大字[2015]2001); 贵州省科技厅项目“贵州山地现代高效节水灌溉技术集成服务企业行动计划”(黔科合平台人才[2016]5717); 贵州省科技厅课题“贵安新区水生态安全保障关键技术研究”(黔科合[2016]支撑 2811)

第一作者: 毛玉姣(1990—), 女(汉族), 贵州省毕节市金沙县人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事水文水资源及环境水利研究工作。E-mail: maoyujiao3243@qq.com。

未来是贵州省经济社会后发赶超、全面建设小康社会的关键时期,随着城镇化发展,人口会迅猛增加,规划到 2030 年,贵州省总人口达 4 278 万人,GDP 达到 1.42 万亿元,城镇化率 54.6%,经济社会发展水平会获得很大的提高,国民经济各部门的需水量增长迅速,进而导致水资源压力日益增大^[1]。为实现贵州省水资源的可持续利用和支持社会经济可持续发展,缓解用水压力,必须建立高效节水的生产模式,因此合理地分配水资源并且有效地利用水资源,必须对国民经济各部门用水情况有清晰的认识,这同时也是贵州省水资源节流管理及合理化分配的重要依据^[2]。本文拟研究贵州省及经济各产业部门的用水量,以期找到提高水资源效率的方法。

1 投入产出技术

美国经济学家 Leontief 于 20 世纪 30 年代提出了投入产出分析技术,通过编制投入产出表并建立相应数学模型,反映经济系统内部各个部门之间的互相关系。自 20 世纪 60 年代,水资源问题逐渐显现,国内外学者开始将投入产出分析方法应用在水资源的经济分析里^[3]。投入产出表是按照国民经济各部门生产投入的来源和产品分派使用的去处排列成的一张棋盘式的平衡表格,其中横向反映的是某一部门的产品在其他部门中的分配,纵向反映的是某一部门在生产消费过程中从其他部门获得的产品投入,此表充

分揭露了各部门之间互相依赖的经济联系。投入产出模型是依照此表列出平衡关系并建立方程,将系数的计算公式代入,或者与指定目标函数联立,或者与其他分析方法结合求解的模型^[4]。

2 贵州省国民经济用水投入产出分析

本研究根据《2012 年贵州省统计年鉴》、《2012 年贵州省环境年鉴》与《2012 年贵州省水资源公报》等资料所公布的统计数据,结合《2012 年贵州省投入产出表》(投入产出表是逢 2,逢 7 每 5 a 编制 1 次,目前为止 2012 年投入产出表为最新数据,可代表此类研究最新情况,此研究可代表贵州最新情况)。因为数据获取困难等原因本研究对 2012 年贵州省各部门水资源耗用及用水系数进行分析研究。

2.1 贵州省 2012 年水资源投入产出表与模型

2.1.1 水资源投入产出表 同一张投入产出表按照不同的分析目的可以创立不同的类型表与模型,根据本文的研究目的,将用水量作为一种组成部分放进投入产出表里,构成水资源经济投入产出表,计算各种用水系数,这些系数用来研究水资源各部门经济的内在联系,有效实现二者的综合平衡^[5]。在这种平衡基础上把生产部门看成一个黑箱,只思量流入和流出该部门的水量之差,不思量部门内部的循环与回水用量^[6],根据投入产出模型,将产业用水量引入到投入块,将水资源经济投入产出表简化如表 1 所示。

表 1 水资源投入产出简化表

项 目	产 出						最终使用	总产出
	中间使用					合计		
	1	2	...	n				
中间投入	1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}	t_1	F_1	X_1
	2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}	t_2	F_2	X_2

	n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nm}	t_n	F_n	X_n
合计		τ_1	τ_2	...	τ_n	τ	F	X
用水量		W_1	W_2	...	W_n	W	W_y	E
增加值合计		R_1	R_2	...	R_n	R		
总投入		X_1	X_2	...	X_n	X		

2.1.2 水资源投入产出分析模型 按照统一的单位表现水资源相关行业的用水量,建立水资源经济投入产出模型:

行模型:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + F_i = X_i \quad (i=1,2,\dots,n)$$

列模型:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} + R_j = X_j \quad (j=1,2,\dots,n)$$

对于用水量投入部门有:

$$\sum_{j=1}^n W_j + W_y = E$$

式中: $\sum_{j=1}^n x_{ij}$ —— i 部门提供的各个部门的中间产出(万元); F_i ——第 i 部门提供的最终产出(万元); X_i ——第 i 部门总产出(万元); $\sum_{i=1}^n x_{ij}$ —— j 部门中间产出所占其他部门的投入(万元); R_j —— j 部门最终产出占用投入(万元); X_j —— j 部门占用总投入(万

元); $\sum_{j=1}^n W_j$ ——各个部门中间产出用水量的总和 (m^3); W_y ——行业部门最终产出用水量 (m^3); H ——行业部门总产出用水量 (m^3)。

2.1.3 产业部门用水分析模型 用水系数是从行业用水量出发,不考虑其水资源的取用情况,从实质上描述水资源投入与行业经济发展的直接关系^[7]。

(1) 产业直接用水系数。此系数表示某个部门单位产出直接利用的水资源量,用 D_j 表示:

$$D_j = \frac{E_j}{X_j} \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

标准单位为 $\text{m}^3/\text{万元}$;所有部门直接用水系数组成向量为 $D_j(D_1, D_2, \dots, D_n)$ 。

(2) 产业完全用水系数。此系数指某产业部门每增加单位产值的最终产品,整个部门经济系统所累积增加的用水量(等于直接用水系数与间接用水系数相加)。用 C_j ($\text{m}^3/\text{万元}$)表示:

$$C_j = D_j(I - A)^{-1}$$

式中: A ——国民经济投入产出表的直接消耗系数矩阵; I ——单位矩阵; $(I - A)^{-1}$ ——列昂惕夫矩阵。

(3) 产业用水乘数,它是某一部门增加单位产值整个经济系统所增加的效应系数指标,用于反映经济行业发展用水的潜在效应,为完全用水系数与直接用水系数的比值。用 M_j 表示: $M_j = C_j/D_j$ 。

(4) 产业间接用水系数,根据夏明等^[7]、蒋桂琴等^[8]研究知道,产业全部间接用水系数等于完全用水系数减去直接用水系数。用 B_j 表示: $B_j = C_j - D_j$,标准单位为 $\text{m}^3/\text{万元}$ 。

2.2 贵州省国民经济水资源消耗投入产出分析

根据上面所介绍技术建立 2012 年贵州省水资源经济投入产出表,计算各部门的用水系数并排名,详细计算结果见表 2。

2.2.1 直接用水系数 判断部门发展用水量最直接的指标是直接用水系数。排在前 10 名的是:农林牧渔产品和服务;教育;水利、环境和公共设施管理;文化、体育和娱乐;非金属矿和其他矿采选产品;住宿和餐饮;金属矿采选产品;仪器仪表;非金属矿物;制品废品废料。其中农林畜牧业为 349.99,是排在最后一位信息传输、软件和信息技术服务部门的 700 倍。由此可见贵州省农业部门发展的直接用水量非常大,节水空间很高,应该从农业内部种植结构和农业区域分配构建方面着手,提高农业用水效率,降低农业生产用水量。

2.2.2 间接用水系数 人们习惯用直接用水系数来衡量部门的用水大小,而忽略行业发展对区域水量需

求的间接影响,间接用水系数的隐蔽性会影响决策者的判断。因此分析一个产业用水需求要考虑间接用水系数和直接用水系数。间接用水系数排在前 10 位的是:文化、体育和娱乐;造纸印刷和文教体育用品;食品和烟草居民服务、修理和其他服务;租赁和商务服务业;纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品;公共管理、社会保障和社会组织;金融;科学研究和技术服务;化学产品。部门间接用水系数曲线图与完全用水系数曲线图贴合度高,说明部门完全用水系数主要由间接用水量构成。

根据贵州省产业用水计算结果,取 3 类用水系数绘制如图 1 所示的折线图。可知贵州省国民经济部门用水系数之间有 2 种情形。

(1) 直接用水系数高、间接用水系数低的有:农林牧渔产品和服务。尽管直接用水系数高,但发展它不会引起相关产业用水的大幅增加。因此在水资源充裕时可通过优化用水技术提高直接用水率适当发展该类产业。

(2) 其余的国民经济部门都是直接用水系数低,间接用水系数高,这表示此类产业部门直观显示直接取水不高,但是其在发展过程中,会有隐蔽的间接取水,意味着实际也是属于高用水部门^[9]。例如金属制品产业部门,每产生万元产值它直接取水只有 11.46 m^3 ,但是与之相关的产业部门会从它处取水,而间接用水高达 260.68 m^3 。其中典型代表部门有:食品和烟草;纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品;造纸印刷和文教体育用品;化学产品;金属制品;通信设备、计算机和其他电子设备;废品废料;金融;租赁和商务服务业;居民服务、修理和其他服务;文化、体育和娱乐;房地产业等部门。该类型产业的用水量不易察觉,具有一定的隐蔽性,因此,在判定高耗用水产业的时候常被忽略。长远看来,高间接用水会导致与该产业相关的其他部门用水量增加,应适当限制该类产业发展。

2.2.3 完全用水系数与用水乘数 由于经济系统行业间的技术联系,某一行业增加 1 m^3 水的消耗量,其他相关行业会产生连锁反应,相应的也会增加利用水量。因此某一行业的完全用水系数指该行业的每增加 1 万元产值的最终产品,使整个经济系统所累积增加的用水量。某一行业产出乘数为该行业每增加(或减少)单位用水(耗水)量所引起的整个经济系统经济产出价值量的增加(或减少)量,用于反映经济行业用水的潜在大小。根据表 2 的整理结果,对贵州省行业用水性质进行分类,综合评价见表 3。

完全用水系数客观反映产业部门发展对水资源量

的总需求,系数越大总需求就越大,系数越小总需求就越小。排在前 10 名的是:文化、体育和娱乐;造纸印刷和文教体育用品;食品和烟草;居民服务、修理和其他服务;租赁和商务服务业;纺织服装鞋帽皮革羽绒及其

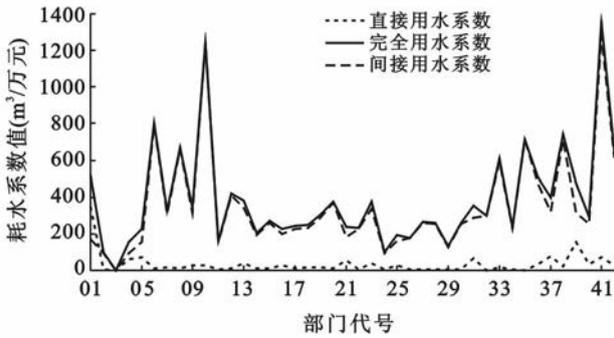
制品;公共管理、社会保障和社会组织;金融;农林牧渔产品和服务;科学研究和技术服务。主要是第二产业部门与第三产业部门,其中又以第三产业居多,可见贵州省第三产业部门发展对水资源需求量很大。

表 2 贵州省 2012 年国民经济部门各个用水系数值

部门名称	代号	直接用水系数		间接用水系数		完全用水系数		用水乘数	
		数值	排名	数值	排名	数值	排名	数值	排名
农林牧渔产品和服务	01	349.99	1	168.92	34	518.91	9	1.48	41
煤炭采选产品	02	5.35	35	91.81	41	97.15	41	18.17	25
石油和天然气开产产品	03	0.00	42	0.00	42	0.00	42	0.00	42
金属矿采选产品	04	60.62	7	96.18	39	156.80	38	2.59	40
非金属矿和其他矿采选产品	05	69.73	5	155.56	37	225.30	32	3.23	38
食品和烟草	06	10.17	27	790.18	3	800.36	3	78.67	4
纺织品	07	16.67	22	307.26	17	323.93	19	19.43	22
纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品	08	12.19	24	659.22	6	671.41	6	55.10	7
木材加工品和家具	09	27.22	16	313.40	16	340.62	18	12.51	29
造纸印刷和文教体育用品	10	29.39	14	1 237.17	2	1 240.11	2	421.93	3
石油、炼焦产品和核燃料加工品	11	6.68	31	155.88	36	162.56	37	24.33	17
化学产品	12	11.24	26	411.45	10	422.69	12	37.60	11
非金属矿物制品	13	39.36	9	340.72	12	380.08	14	9.66	31
金属冶炼和压延加工品	14	9.54	28	194.38	31	203.92	34	21.37	20
金属制品	15	11.46	25	260.68	21	272.14	23	23.74	18
通用设备	16	26.41	17	197.80	30	224.21	33	8.49	32
专用设备	17	12.70	23	228.50	28	241.20	28	19.00	23
交通运输设备	18	18.99	19	232.47	27	251.47	27	13.24	28
电气机械和器材	19	16.92	21	287.04	20	303.96	20	17.97	26
通信设备、计算机和其他电子设备	20	8.40	29	369.45	11	377.85	15	44.96	8
仪器仪表	21	55.16	8	184.26	32	239.42	29	4.34	37
其他制造产品	22	5.53	34	227.05	29	232.58	31	42.03	9
废品废料	23	38.68	10	337.18	13	375.86	16	9.72	30
金属制品、机械和设备修理服务	24	2.80	39	95.87	40	98.67	40	35.21	13
电力、热力的生产和供应	25	29.91	13	162.40	35	192.31	35	6.43	34
燃气生产和供应	26	4.86	36	174.80	33	179.65	36	36.99	12
水的生产和供应业	27	7.88	30	260.26	22	268.13	24	34.04	15
建筑	28	4.05	38	254.42	24	258.47	26	63.80	5
批发和零售	29	6.42	33	126.33	38	132.75	39	20.68	21
交通运输、仓储和邮政	30	6.57	32	254.33	25	260.89	25	39.73	10
住宿和餐饮	31	64.04	6	289.50	19	353.55	17	5.52	35
信息传输、软件和信息技术服务	32	0.50	41	299.29	18	299.79	21	599.45	2
金融	33	17.86	20	590.51	8	608.37	8	34.06	14
房地产业	34	4.23	37	234.58	26	238.81	30	56.40	6
租赁和商务服务业	35	0.93	40	714.00	5	714.93	5	768.67	1
科学研究和技术服务	36	30.94	12	475.54	9	506.48	10	16.37	27
水利、环境和公共设施管理	37	75.55	3	320.11	14	395.66	13	5.24	36
居民服务、修理和其他服务	38	22.99	18	716.53	4	739.52	4	32.17	16
教育	39	157.33	2	316.05	15	473.38	11	3.01	39
卫生和社会工作	40	34.63	11	257.15	23	291.78	22	8.43	33
文化、体育和娱乐	41	71.79	4	1 284.69	1	1 356.48	1	18.89	24
公共管理、社会保障和社会组织	42	29.02	15	616.39	7	645.41	7	22.24	19

表3 贵州省行业用水分类

用水特性	行业名称
高耗水	农林牧渔产品和服务;食品和烟草;纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品;造纸印刷和文教体育用品;金融;租赁和商务服务业;居民服务、修理和其他服务;文化、体育和娱乐;公共管理、社会保障和社会组织
潜在高耗水水	食品和烟草;纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品;造纸印刷和文教体育用品;通信设备、计算机和其他电子设备;其他制造产品;建筑;交通运输、仓储和邮政;信息传输、软件和信息技术服务;房地产业;租赁和商务服务业
高效用水	煤炭采选产品;石油和天然气开产产品;金属矿采选产品;非金属矿和其他矿采选产品;石油、炼焦产品和核燃料加工品;金属冶炼和压延加工品;通用设备;其他制造产品;金属制品、机械和设备修理服务;电力、热力的生产和供应;燃气生产和供应;批发和零售



注:部门代号同表2。

图1 贵州省产业部门用水系数变化趋势

用水乘数为某一行业增加单位产值整个经济系统所增加的用水量,用于反映经济行业发展用水的乘数效应。排在前10位的是:租赁和商务服务业;信息传输、软件和信息技术服务;造纸印刷和文教体育用品;食品和烟草;建筑;房地产业;纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品;通信设备、计算机和其他电子设备;通信设备、计算机和其他电子设备;通信设备、计算机和其他电子设备;交通运输、仓储和邮政。且耗水系数很大,表明用水潜力很大,在未来的经济发展中贵州省用水量会有一段持续增加的时间。

3 结论与建议

3.1 结论

(1) 贵州省高用水行业主要存在于以资源加工为主的工业内部。潜在高用水行业中,房地产业、建筑业、信息传输、软件和信息技术服务等直接用水系数较小,但因用水乘数大,这些行业的未来发展对整个经济系统总的用水量影响大。

(2) 农林畜牧服务业部门直接用水最多,可改善提高的部分也很大。

(3) 贵州省全部行业部门都有直接用水和间接用水,且不同部门之间有很大差距。

(4) 贵州省产业部门的用水隐蔽性很高,除了农林畜牧服务业部门,其他部门都是间接用水均大于直接用水系数以第三产业部门最为典型。

(5) 各行业所处的产业链位置不同,其间接拉动的部门用水组成也有所不同,第二产业基础工业各部

门与第三产业服务业部门未来用水潜力大。

3.2 建议

贵州省水资源量在区域上分布不均匀,所以依据用水系数的大小对地区产业部门重新配置,合理调整,这对解决贵州省缺水地区水资源供需、用耗矛盾,实现水资源的可持续发展具有重要意义。据此提出合理建议,以供决策部门参考。

(1) 大力发展现代农业;贵州省农业的直接耗水排名第一,是属于高耗水产业,应积极发展设施农业,加强节水灌溉示范区建设,大力推广滴灌技术,逐步减少高消耗大水漫灌的农业水业务,积极发展节水农业。

(2) 着重发展绿色循环工业经济;加强第二产业之间协作配合,推动水资源梯级利用和废水循环利用,降低单位产品水资源消耗。

(3) 提高高新技术产业与服务业的比例;在贵州“大数据”旗帜的引导下力发展以通信系统及设备、数字化仪器仪表,新型电子元器件,信息家电、软件与信息服务,为信息产业的重点,积极发展新材料,新能源等行业。

[参 考 文 献]

[1] 贵州省水利厅.《贵州2000年水资源综合规划报告》[R].2004.

[2] 中国投入产出学会课题组.《国民经济各部门水资源消耗及用水系数的投入产出分析:2002年投入产出表系列分析报告之五》[C].统计研究,2007.

[3] 和夏冰.基于投入产出法的我国行业用水关联分析[D].天津:天津大学,2011.

[4] 贾绍凤,姜文来,沈大军.水资源经济学[M].北京:中国水利水电出版社,2006.

[5] 田贵良.产业用水分析的水资源投入产出模型研究[J].经济问题,2009(7):18-22.

[6] 汪党献,王浩,倪红珍,等.水资源与环境经济协调发展模型及其应用研究[M].北京:中国水利水电出版社,2011.

[7] 夏明,张红霞.投入产出分析理论、方法与数据[M].北京:中国人民大学出版社,2013(4):18-21.

[8] 蒋桂芹,赵勇,于福亮.水资源与产业结构演进互动关系.[J].水电能源科学,2013(4):139-142.

[9] 和夏冰,王媛,张宏伟.我国行业水资源消耗的关联度分析[J].中国环境科学,2012,32(4):762-768.