

基于水资源的陕西生态安全基尼系数分析

史兴民,温文娟

(1. 咸阳师范学院资源环境与城市科学系, 陕西 咸阳 712000; 2. 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 采用量化的方法来衡量陕西省的水资源与耕地资源、GDP和人口布局等的匹配程度,进而对未来区域经济发展中如何确保生态安全提出对策。参照洛伦兹曲线原理及基尼系数计算方法,通过计算得到水资源与耕地资源、GDP、人口匹配的基尼系数分别是0.6015、0.6573、0.5687,都远超出了国际公认的0.4的警戒线,得出了陕西水资源与耕地资源、GDP和人口分布极不平衡的结论。因此今后必须统筹安排陕西的水资源,提高水资源的利用率。

关键词: 水资源;生态安全;基尼系数;陕西省

中图分类号: TV211 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)04-0233-04

水资源空间分布与区域经济、人类生活布局不一致,已成为困扰区域经济可持续发展的重要制约因素。水资源在空间上的优化配置是人类追求的长期目标,而对水资源供需地在空间上的匹配情况进行较准确地评价与把握,是区域水资源空间优化配置的前提和基础^[1]。把陕西建成西部生态省,是陕西经济社会可持续发展的战略需要,也将对广大东部地区的生态环境、水源补充、江河安全等产生极为重要的作用和深远的影响^[2-6]。因此,对陕西水资源空间匹配的系统分析与定量研究十分必要。

洛伦兹曲线及基尼系数作为重要的经济学分析方法已经在非经济领域得到一定的应用,如刘景辉等^[7]运用该法研究我国粮食空间分配与粮食安全问题,刘洋等^[1]建立了优化水资源空间匹配的模型,徐颂等^[8]对珠江三角洲各区县经济发展水平以及城市化水平进行的对比分析,黄裕峰等^[9]应用该法分析了江西省土地利用结构,吴宇哲等^[10]运用该法在区域水土资源匹配分析中的应用。在以上应用中,该方法都正确地解释了现状规律,效果很好。本文结合陕西省水资源的现状,应用洛伦兹曲线及基尼系数的基本原理,对2004年水资源与耕地资源、GDP和人口布局等的匹配程度进行分析,该分析结论可以对未来区域经济发展中如何确保生态安全提出对策^[11,12]。

1 基于水资源的陕西生态安全基尼系数的计算方法

依据陕西水资源的地域空间分布特征,研究区

域水资源匹配问题时,其生态安全基尼系数可以如下构建:

1) 以陕西省的水资源行政分区为基本单位,选取水资源总量作为基本匹配原象,选取耕地面积、GDP和人口作为匹配对象。

2) 根据人均水资源量从低到高对全省11个市、区排序,分别计算出各项指标的累积百分比。

3) 分别绘制出耕地面积-水资源、GDP-水资源和人口-水资源的洛伦兹曲线。

4) 选取基尼系数计算公式,分别计算出水资源与耕地面积、GDP、人口的3项基尼系数。目前,基尼(Gini)系数的计算有多种求解方法,如不依赖洛伦兹曲线的直接算法、近似洛伦兹曲线的回归曲线法、利用洛伦兹曲线分组求和的人口等分法,以及当城市和乡村的收入分布完全不重叠时使用的城乡分解法等^[13]。在此采用梯形面积法^[14]求取基尼系数,其公式为:

$$\text{Gini 系数} = 1 - \sum_{i=1}^n (X_i - X_{i-1})(Y_i + Y_{i-1}) \quad (1)$$

式中, X_i 为耕地等指标的累积百分比; Y_i 为水资源的累积百分比;当 $i=1$ 时, (X_{i-1}, Y_{i-1}) 视为 $(0,0)$ 。

2 基尼系数的求取及洛伦兹曲线的绘制

根据表1中陕西11个市、区的水资源、耕地资源、国内生产总值和人均水资源量,按人均水资源量从低到高对全省11个市区排序,分别计算出各项指标的累积百分比,从而得到表2。

收稿日期:2009-08-22

基金项目:国家社会科学基金资助项目(07XSH017);咸阳师范学院自然地理重点学科资助

作者简介:史兴民(1975-),男,山西襄汾人,博士,副教授,主要从事环境变迁等方面研究。E-mail: realsimon@163.com。

表 1 陕西省水资源、人均水资源量、耕地面积、国内生产总值和人口数据

Table 1 Water resources, water quantity per capita, farmland area, GDP and population date of Shaanxi Province in 2004

地区 Region	水资源总量 Total volume of water resources ($\times 10^6 \text{m}^3$)	人均水资源量 Water resources per capita (m^3)	年末耕地面积 Cultivated land resource at year-end ($\times 10^3 \text{hm}^2$)	国内生产总值 Gross domestic product (GDP) ($\times 10^8 \text{yuan}$)	年底总人口 Total population at year-end ($\times 10^4$ 人)
全省 Whole province	307.00	836	2795.52	2883.51	3674.4
西安市 Xi'an	17.40	240	269.91	1095.87	725.0
铜川市 Tongchuan	1.72	204	63.96	58.90	84.3
宝鸡市 Baoji	17.18	465	307.51	320.30	369.2
咸阳市 Xianyang	5.15	105	369.79	338.56	489.8
渭南市 Weinan	9.63	179	514.72	247.70	536.8
延安市 Yan'an	9.77	468	228.89	191.76	208.8
汉中市 Hanzhong	106.62	2851	202.79	192.53	374.0
榆林市 Yulin	19.47	578	501.22	185.04	336.8
安康市 Ankang	82.81	2807	194.44	119.55	295.0
商洛市 Shangluo	37.14	1544	128.00	87.15	240.6
杨凌示范区 Yangling	0.11	77	5.00	11.55	14.2

数据来源:水资源总量和人均水资源量来源于《2004年陕西省水资源公报》^[15];其他数据来源于《2005年陕西统计年鉴》^[16]。

Data source: The data of total water resources and water resources per capita are from 《Bulletin of Water Resources of Shaanxi of 2004》^[15]; and the other data are from 《Statistic Yearbook of Shaanxi of 2005》^[16].

表 2 水资源分配资料 (%)

Table 2 Water resources allocation data

地区 Region	水资源占全省累积 Cumulative percentage of total water resource of the whole province	耕地面积占全省累积 Cumulative percentage of total cultivated land resources of the whole province	国内生产总值(GDP) 占全省累积 Cumulative percentage of total GDP of the whole province	人口占全省累积 Cumulative percentage of total population of the whole province
杨凌示范区 Yangling	0.04	0.18	0.41	0.39
咸阳市 Xianyang	1.71	13.45	12.29	13.72
渭南市 Weinan	4.85	31.93	20.98	28.32
铜川市 Tongchuan	5.41	34.22	23.05	30.62
西安市 Xi'an	11.08	43.91	61.52	50.35
宝鸡市 Baoji	16.67	54.94	72.76	60.40
延安市 Yan'an	19.86	63.16	79.49	66.08
榆林市 Yulin	26.20	81.15	85.99	75.25
商洛市 Shangluo	38.30	85.74	89.05	81.79
安康市 Ankang	65.27	92.72	93.24	89.82
汉中市 Hanzhong	100.00	100.00	100.00	100.00

洛伦兹曲线是以人口累计百分比和收入累计百分比的对应关系描绘在图形上得到的,以此为例,来研究水资源在地域空间的分布情况,选取 2004 年陕西省 11 个市区的耕地面积、国内生产总值、人口作为评价水资源优化配置指标。

首先以累计的耕地面积作为横坐标,累计的水资源作为纵坐标,绘制耕地面积—水资源量的洛伦兹曲线。根据公式(1),以及图 1 耕地面积—水资源量绘制的洛伦兹曲线,可以计算出水资源与耕地匹配基尼系数 $G_1 = 0.6015$,极不平衡。从图 1 中可以看到,曲线弯曲程度比较大,也说明水资源与耕地资

源匹配不平衡。如杨凌示范区和咸阳市的水资源量占总量的 1.71%,而两地耕地面积却占全省耕地总面积的 13.45%;铜川市水资源占总量的 0.56%,耕地面积占全省面积的 2.29%,曲线趋于平缓;商洛市、安康市、汉中市的水资源占总量比重越来越大,耕地面积占全省面积也越来越多,所以曲线在拐点处有明显上升趋势,形成如图 1 的耕地面积—水资源量的洛伦兹曲线。

根据同样的方法,得到 GDP—水资源量的洛伦兹曲线(图 2),并计算得到水资源与 GDP 匹配基尼系数 $G_2 = 0.6573$ 。可见水资源与 GDP 匹配不平衡。

例如西安市水资源占全省的 5.67%,而 GDP 占全省的 38.47%,而汉中市水资源占 35.73%,GDP 占 6.76%,因此,从经济公平性的角度出发,部分地区要调整经济结构。

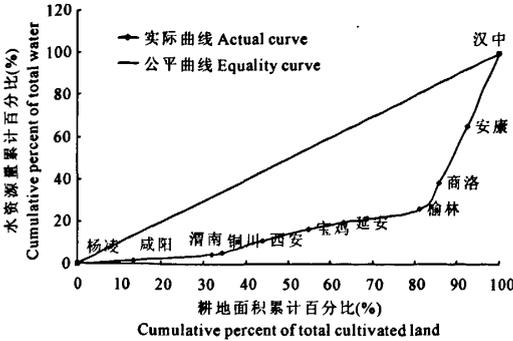


图 1 耕地面积—水资源量的洛伦兹曲线

Fig.1 Lorenz curve for cultivated land resources and water resources

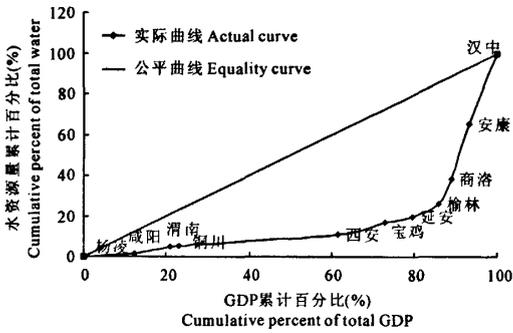


图 2 GDP—水资源量的洛伦兹曲线

Fig.2 Lorenz curve for GDP and water resources

人口—水资源量的洛伦兹曲线如图 3,并计算得到水资源与人口匹配基尼系数 $G_3 = 0.5687$,极不平衡。铜川市人口占全省的 2.32%,西安市人口占全省的 19.73%,比铜川市多 17.41%,而水资源所占比例却只比铜川市多 5.11%,说明水资源与人口分布不平衡;商洛市、安康市、汉中市三市水资源占

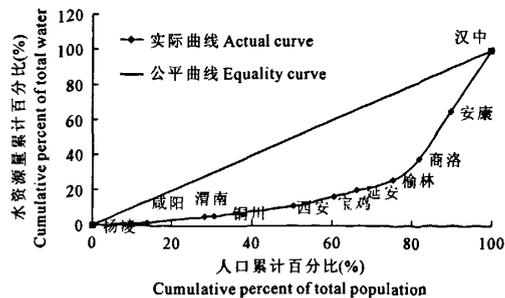


图 3 人口—水资源量的洛伦兹曲线

Fig.3 Lorenz curve for population and water resources

全省比例逐渐递增,人口占全省人口也呈现递增的趋势,匹配较有优势,但从陕西省各市整体来看,还需要进一步调整水资源与人口分布的匹配程度。

3 结论与建议

1) 水资源与人口分布、产业配置极不平衡。通过对陕西生态安全基尼系数的计算可以看出,陕西水资源与耕地匹配基尼系数、水资源与 GDP 匹配基尼系数以及水资源与人口匹配基尼系数均超出 0.55,也都远超出了国际公认的 0.4 的警戒线,说明水资源分配高度不平衡。如 2004 年西安市仅拥有全省 5.67%的水资源量,却负担着全省 9.66%的耕地、38%的 GDP 产出和 19.7%的人口。按绘制的洛伦兹曲线图可以看到绘制的曲线离 45°绝对平均曲线较远,弯曲程度比较大,也说明水资源在各个市区的耕地面积、GDP 和人口分布较不平衡,而且水资源严重不足。可见,陕西生态安全基尼系数反映了水资源和人口分布产业配置是极不平衡的,并且生态安全面临着严峻挑战。因此,需要适当地加以调整,优化水资源的空间分布。

2) 目前陕西省用水量已接近合理用水量的上限,水资源进一步开发的潜力已经有限。所以发展未来陕西经济,必须统筹安排陕西的水资源,优化产业结构,提高水资源的开采率、回采率、有效利用率、重复利用率等,通过充分利用有限的水资源来发展关中、陕北的产业,加快陕南富水地区经济腾飞的步伐,促进水资源的可持续开发与良性利用。

3) 基于水资源的陕西生态安全基尼系数为区域生态安全提供了一个量化的指标,为合理利用水资源提供一定的依据,能够反映水资源与耕地分布、产业分布和人口分布匹配的合理性。以生态安全的角度看陕西,把陕西建成西部生态省,是陕西经济社会可持续发展的战略需要,须从全国和全流域的战略高度审视其重要性,以实现陕西经济、资源和生态环境的协调发展。

参考文献:

- [1] 刘洋,金凤君,甘红.区域水资源空间匹配分析[J].辽宁工程技术大学学报,2005,24(5):657—660.
- [2] 员学锋,汪有科,吴普特,等.陕西省水资源态势及可持续利用策略[J].干旱区研究,2005,22(4):448—453.
- [3] 张新和,冯伟,姜娜.陕西省水土环境现状与问题及对策建议[J].干旱区资源与环境,2003,17(3):80—84.
- [4] 贾步云.陕西省水资源管理体制改革的启示[J].山西农业大学学报,2008,7(6):599—602.
- [5] 朱运海,张百平,曹银璐,等.基于动态因子的区域生态安全评

- 价[J].地理科学进展,2006,25(4):34—39.
- [6] 任志远,黄青,李晶.陕西省生态安全及空间差异定量分析[J].地理学报,2005,60(4):597—606.
- [7] 刘景辉,李立军,王志敏.中国粮食安全指标的探讨[J].中国农业科技导报,2004,6(4):10—16.
- [8] 徐頌,黄伟雄.珠江三角洲城乡一体化区域差异的定量分析[J].热带地理,2002,22(4):294—298.
- [9] 黄裕峰,徐昌明,黄裕婕,等.洛伦茨曲线在江西省土地利用分析中的应用[J].江西师范大学学报(自然科学版),2003,(4):177—180.
- [10] 吴宇哲,鲍海君.区域基尼系数及其在区域水土资源匹配分析中的应用[J].水土保持学报,2003,17(5):123—125.
- [11] 陈军伟,孔祥斌,张凤荣,等.基于空间洛伦茨曲线的北京山区土地利用结构变化[J].中国农业大学学报,2006,11(4):71—74.
- [12] 王丽琼.基于公平性的水污染物总量分配基尼系数分析[J].生态环境,2008,17(5):1796—1801.
- [13] 鲍文,陈国阶.基于水资源的四川生态安全基尼系数分析[J].中国人口·资源与环境,2008,18(4):35—37.
- [14] 王康,钟歆玥,李玉文.甘肃省水资源空间匹配分析[J].中国农村水利水电,2008,(10):21—23.
- [15] 陕西省水文局.2004年陕西省水资源公报[EB/OL].[2006-09-15].<http://www.SHXSW.com.cn>.
- [16] 陕西省统计局.2005年陕西省统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2006.

Gini coefficient of ecological security of Shaanxi based on water resources

SHI Xing-min, WEN Wen-juan

(1. Department of Resource Environment and Urban Sciences, Xianyang Normal College, Xianyang, Shaanxi 712000, China;

2. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: The good condition of water resources is the basic factor to guarantee regional ecological security, and is also the controlling factor to construct ecological environment. This paper firstly introduces how to measure the match level between water resources and cultivated land resources, as well as GDP and population layout by the quantification method. And then it comes up with strategies to ensure the ecological security in regional economic development in the future. Referring to the Lorenz curve principle and the Gini coefficient computational method, the Gini coefficients of the water resources with the cultivated land resources, GDP and the population in Shaanxi Province are 0.6015, 0.6573 and 0.5687 respectively, which are far beyond the internationally recognized warning line of 0.4. The results show that the water resources and cultivated land resources, GDP and population distribution are extremely unbalanced in the province.

Keywords: water resources; ecological security; Gini coefficient; Shaanxi Province