

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2019.04.045

基于基尼系数的惠州市用水公平性分析

李建芳

(惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司, 广东 惠州 516003)

摘要: 城市用水的公平性问题是水量分配中的关键问题,也是城市水资源管理的核心问题。以惠州市为例,选取常住人口、粮食播种面积、地区生产总值、区域水资源总量等与用水量息息相关的指标,并借鉴评价收入公平性的指标——基尼系数的基本概念,计算了各单项指标与用水量的基尼系数,对惠州市2013年—2017年区域用水公平性进行了评价。结果表明惠州市近5年来基于人口的用水量分配绝对公平,基于粮食播种面积、地区生产总值、区域水资源总量的用水量分配较为公平。研究结果可为区域水资源合理配置提供依据。

关键词: 用水公平性;水资源分配;惠州市;基尼系数

中图分类号: TV213.9

文献标识码: A

文章编号: 1672—1144(2019)04—0260—05

Fairness Evaluation of Water Use Based on Gini Coefficient in Huizhou City

LI Jianfang

(Huizhou City Huayu Water Resources and Hydropower Engineering Survey and Design Co., Ltd., Huizhou, Guangdong 516003, China)

Abstract: The issue of fairness of urban water use is a key issue in water resources allocation and urban water management. Taking Huizhou City as an example, this paper selects the indicators related to water consumption, such as resident population, grain planting area, regional GDP, and total regional water resources. Refer to the index of evaluating income equity—the basic concept of Gini Coefficient, the Gini coefficient of each individual indicator and water consumption was calculated, and the water equity of Huizhou City from 2013 to 2017 was evaluated by Gini coefficient. The results show that in the past five years, the distribution of water based on population has been absolutely fair, and the distribution of water based on the grain planting area, regional GDP, and total regional water resources is fairly fair. The research results can provide a basis for the rational allocation of regional water resources.

Keywords: the fairness of water use; water allocation; Huizhou City; Gini coefficient

近年来,水资源短缺问题在国内外受到越来越广泛的关注^[1],如何合理分配区域有限的水资源显得尤为重要,而用水公平性是水量分配中的关键问题,也是水资源可持续利用的核心问题^[2-5]。目前,我国关于用水公平性文献大多是以全国范围或省级区域为研究区,市级区域用水公平性的研究还较少。如马海良等^[6]采用对比柱形图、加权变异系数、基尼系数、泰尔指数等多种方法,对中国各省份水资源利用的差异性进行分析,构建用水匹配指数,通过指数矩阵对各省水资源消耗的公平性进行评价。王小军等^[7]根据我国人口、用水定额、城镇生活用水、农

村生活用水数据,计算分析了1980年—2000年我国用水基尼系数变化过程。张志果等^[8]利用基尼系数评价1998年—2007年我国城镇居民用水公平程度的变化。董路等^[9]利用基尼系数、水资源消费杠杆系数和灰水承载压力系数对1997年—2011年我国用水公平性进行分析,结果表明,时间维度上我国用水处于“相对公平”阶段,空间维度上我国大部分地区属于中高度用水不公平区域,用水总量和污染水量配置低度不公平区域多位于我国西部及部分沿海省份。章恒全等^[10]从水资源禀赋、生产用水、生活用水三方面分析湖北省的用水公平性,利用基

尼系数分别测算湖北省时间维度和空间维度总用水量-水资源量、生产用水量-GDP、生活用水量-人口的基尼系数。马艳红等^[11]根据2016年山西省水资源统计数据,运用洛伦兹曲线与基尼系数的方法,绘制水资源与人口、GDP和各种用水类型的洛伦兹曲线并计算基尼系数,分析山西省水资源的匹配性。李建芳等^[12]通过计算人口、国内生产总值(GDP)、参考作物蒸发蒸腾量、降水量等指标与用水量的基尼系数,评价了石羊河流域用水公平性。

我国幅员辽阔,南北差异明显,由于气候、资源禀赋、经济发展程度等的不同,南方地区与北方地区在水资源量、用水水平、用水结构等方面也存在较大差异。本文选取珠三角中心城市之一的惠州市作为研究区,选择与用水量息息相关的人口、粮食播种面积、地区生产总值(GDP)、区域水资源总量4项指标,借鉴评价收入公平的基尼系数,分别计算不同年份各单项指标与用水量的基尼系数,并绘制洛伦兹曲线,对惠州市的用水公平性进行评价。

1 用水量的影响因素分析

影响区域用水量的主要因素包括自然因素和社会经济因素。自然因素主要包括降水、蒸发、水资源总量等;社会经济因素包括人口、经济规模、产业结构、收入水平、节水水平等。

考虑指标的可获取性和便于量化,本文选择人口、粮食播种面积、地区生产总值(GDP)、区域水资源总量四个指标评估用水公平性。人口-用水量的基尼系数反映人均用水公平性;粮食播种面积-用水量的基尼系数从自然因素和社会经济因素两方面反映单位播种面积用水公平性;GDP-用水量的基尼系数从社会经济方面反映单位增加值用水量的公平性;水资源总量-用水量的基尼系数反映本地区水资源对区域发展的支撑程度以及对其他地区水资源的依赖程度。

2 研究方法 with 资料来源

2.1 基尼系数的内涵与划分标准

基尼系数是指国际上通用的、用以衡量一个国家或地区居民收入差距的常用指标。基尼系数介于0~1之间,基尼系数越大,表示不平等程度越高。

基尼系数是赫希曼根据洛伦兹曲线(见图1)提出的判断分配平等程度的指标。设实际收入分配曲线和收入分配绝对平等曲线(图1中对角线)之间的面积为A,实际收入分配曲线右下方的面积为B。并以A除以(A+B)的商表示不平等程度。这个数

值被称为基尼系数或称洛伦茨系数。如果A为零,基尼系数为零,表示收入分配完全平等;如果B为零则系数为1,收入分配绝对不平等。收入分配越是趋向平等,洛伦茨曲线的弧度越小,基尼系数也越小,反之,收入分配越是趋向不平等,洛伦茨曲线的弧度越大,那么基尼系数也越大。

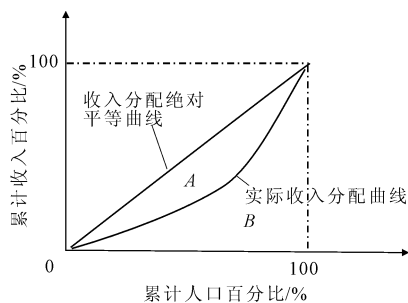


图1 洛伦兹曲线

按照国际惯例,通常把0.4作为收入分配贫富差距的“警戒线”。基尼系数在0.2以下,表示社会收入分配“高度平均”或“绝对平均”;基尼系数为0.2~0.3表示收入分配“相对平均”;基尼系数为0.3~0.4表示收入分配“比较合理”;基尼系数为0.4~0.5表示收入分配“差距偏大”;基尼系数为0.5以表示收入分配“高度不平均”^[13]。本研究按此标准评价惠州市区域用水公平性。

2.2 基尼系数的计算方法

基尼系数有多种求算方法,如不依赖于洛伦兹曲线的直接算法、面积法、拟合曲线法等,面积法又包括上梯形面积法、下梯形面积法、矩形面积法等^[14]。本研究采用下梯形面积法^[4],将洛伦兹曲线下方的面积近似为若干梯形进行计算,其公式如下:

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

式中: X_i 为人口、粮食播种面积、GDP、水资源总量等评估指标的累计百分比,%; Y_i 为用水量的累计百分比,%; i 为分配对象,且当 $i=1$ 时, (X_{i-1}, Y_{i-1}) 视为(0,0)。

2.3 资料来源

本文通过分析惠州市近年来人口、粮食播种面积、地区生产总值(GDP)、水资源总量等4项指标与用水量的基尼系数来评价惠州市的用水公平性。

惠州市位于广东省东南部、珠江三角洲的东北端,南临南海大亚湾,东接汕尾市,北与韶关、河源两市为邻,西与广州、东莞、深圳三市交界。行政区域在北纬22°24'~23°57'和东经113°51'~115°28'之间,东西宽约152 km,南北长约128 km。惠州辖惠城区、惠阳区、惠东县、博罗县、龙门县2区3县,并

设有两个国家级开发区:大亚湾经济技术开发区、仲恺高新技术产业开发区。

研究区用水量、水资源总量资料来源于 2013—2017 年的《惠州市水资源公报》^[15],人口、粮食播种面积、地区生产总值(GDP)资料来源于 2013 年—2017 年的《惠州市统计年鉴》^[16]。

3 结果与分析

3.1 各单项指标与用水量基尼系数计算分析

求出用水量与各指标的比值,并由小到大排序,

然后计算出各指标的累计值和累计百分比、用水量的累计值和累计百分比,绘制洛伦茨曲线,并按公式(1)计算 2013 年—2017 年各年的人口、粮食播种面积、GDP 以及水资源总量四项指标分别与用水量的基尼系数。其中 2017 年四项指标与用水量的基尼系数结果分别见表 1—表 4,四项指标和用水量的洛伦兹曲线分别见图 2—图 5,其他年份不一列出。

3.2 各单项指标与用水量的基尼系数分析

惠州市 2013 年—2017 年各单项指标与用水量的基尼系数见图 6。

表 1 2017 年惠州市人口 - 用水量基尼系数的计算

地区	用水量 / 亿 m ³	人口 / 万人	比值(用水量除以人口) / (10 ⁴ m ³ · 人 ⁻¹)	按比值排序后的累积用水量 / 亿 m ³	按比值排序后的累积人口数 / 万人	累积用水量百分比 Y / %	累积人口数百分比 X / %	$X_i - X_{i-1}$ / %	$Y_i + Y_{i-1}$ / %	基尼系数
惠城区	3.13	120.07	0.026	3.13	120.07	15.46	25.14	25.14	15.46	
惠阳区	1.88	59.99	0.031	5.01	180.06	24.75	37.69	12.56	40.22	
惠东县	4.51	93.37	0.048	6.90	224.45	34.09	46.99	9.29	58.84	
博罗县	6.00	106.94	0.056	7.92	245.65	39.13	51.42	4.44	73.22	0.159
龙门县	1.81	31.74	0.057	12.43	339.02	61.41	70.97	19.55	100.54	
大亚湾区	1.02	21.20	0.048	18.43	445.96	91.06	93.36	22.39	152.47	
仲恺区	1.89	44.39	0.043	20.24	477.70	100.00	100.00	6.64	191.06	

表 2 2017 年惠州市粮食播种面积 - 用水量基尼系数的计算

地区	用水量 / 亿 m ³	粮食播种面积 / (10 ⁴ 667m ²)	比值(用水量除以粮食播种面积) / (10 ⁴ m ³ · 667m ⁻²)	按比值排序后的累积用水量 / 亿 m ³	按比值排序后的累积播种面积 / 667m ²	累积用水量百分比 Y / %	累积播种面积百分比 X / %	$X_i - X_{i-1}$ / %	$Y_i + Y_{i-1}$ / %	基尼系数
惠城区	3.13	24.66	0.127	1.81	30.54	8.94	17.10	17.10	8.94	
惠阳区	1.88	11.31	0.166	6.32	89.11	31.23	49.89	32.80	40.17	
惠东县	4.51	58.57	0.077	12.32	136.47	60.87	76.41	26.52	92.09	
博罗县	6.00	47.36	0.127	15.45	161.13	76.33	90.22	13.81	137.20	0.254
龙门县	1.81	30.54	0.059	17.33	172.43	85.62	96.55	6.33	161.96	
大亚湾区	1.02	0.44	2.299	19.22	178.16	94.96	99.75	3.20	180.58	
仲恺区	1.89	5.72	0.330	20.24	178.60	100.00	100.00	0.25	194.96	

表 3 2017 年惠州市 GDP - 用水量基尼系数的计算

地区	用水量 / 亿 m ³	GDP / 亿元	比值(用水量除以 GDP) / (m ³ · 元 ⁻¹)	按比值排序后的累积用水量 / 亿 m ³	按比值排序后的累积 GDP / 亿元	累积用水量百分比 Y / %	累积 GDP 百分比 X / %	$X_i - X_{i-1}$ / %	$Y_i + Y_{i-1}$ / %	基尼系数
惠城区	3.13	738.19	0.004	1.02	564.9	5.04	14.74	14.74	5.04	
惠阳区	1.88	503.42	0.004	2.91	1166.2	14.38	30.43	15.69	19.42	
惠东县	4.51	620.38	0.007	4.79	1669.6	23.67	43.57	13.14	38.04	
博罗县	6.00	640.01	0.009	7.92	2407.8	39.13	62.83	19.26	62.80	0.292
龙门县	1.81	163.86	0.011	12.43	3028.2	61.41	79.02	16.19	100.54	
大亚湾区	1.02	564.89	0.002	18.43	3668.2	91.06	95.72	16.70	152.47	
仲恺区	1.89	601.33	0.003	20.24	3832.1	100.00	100.00	4.28	191.06	

表 4 2017 年惠州市水资源总量 - 用水量基尼系数的计算

地区	用水量 / 亿 m ³	水资源总量 / 亿 m ³	比值(用水量除以水资源总量)	按比值排序后的累积用水量 / 亿 m ³	按比值排序后的累积水资源总量 / 亿 m ³	累积用水量百分比 Y / %	累积 GDP 百分比 X / %	$X_i - X_{i-1}$ / %	$Y_i + Y_{i-1}$ / %	基尼系数
惠城区	3.13	11.00	0.285	1.81	26.7	8.94	22.34	22.34	8.94	
惠阳区	1.88	11.86	0.159	6.32	61.2	31.23	51.17	28.84	40.17	
惠东县	4.51	34.49	0.131	8.20	73.1	40.51	61.09	9.92	71.74	
博罗县	6.00	29.73	0.202	14.20	102.8	70.16	85.95	24.86	110.67	0.286
龙门县	1.81	26.72	0.068	17.33	113.8	85.62	95.14	9.20	155.78	
大亚湾区	1.02	2.86	0.357	18.35	116.7	90.66	97.53	2.39	176.28	
仲恺区	1.89	2.95	0.641	20.24	119.6	100.00	100.00	2.47	190.66	

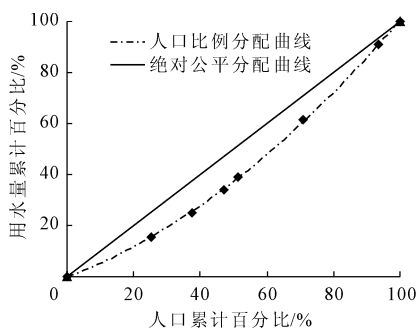


图 2 2017 年惠州市人口 - 用水量的洛伦茨曲线

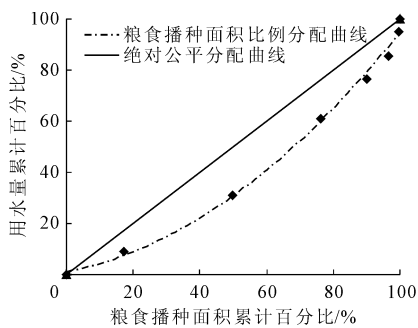


图 3 2017 年惠州市粮食播种面积 - 用水量的洛伦茨曲线

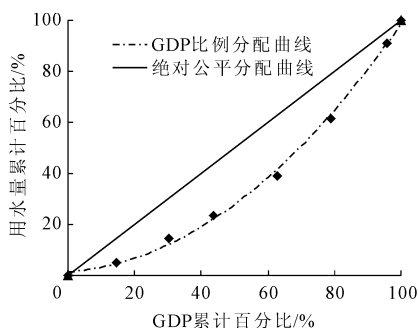


图 4 2017 年惠州市地区生产总值 - 用水量的洛伦茨曲线

度较高;不同年份粮食播种面积 - 用水量基尼系数在 0.25 左右,基尼系数处于“相对平均”范围,说明惠州市各区域用水量与粮食播种面积分布基本一致,基于粮食播种面积的用水量相对平均;不同年份的 GDP - 用水量基尼系数在 0.3 左右,基尼系数处于“比较合理”范围,说明惠州市各区域用水量与经济发展水平基本协调,基于 GDP 的用水量分配比较公平;不同年份水资源总量 - 用水量基尼系数在 0.29 左右,基尼系数处于“相对平均”范围,说明惠州水各区域用水量与水资源总量分布基本一致,基于水资源总量的用水量相对平均。

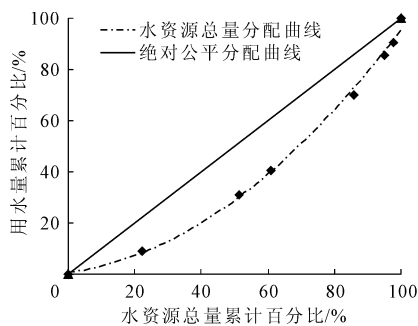


图 5 2017 年惠州市水资源总量 - 用水量的洛伦茨曲线

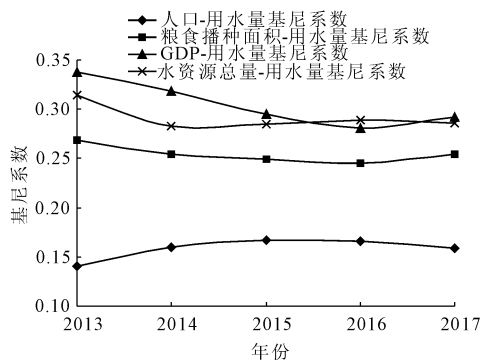


图 6 惠州市不同年份各指标与用水量的基尼系数变化曲线

从图 6 可以看出,不同年份人口 - 用水量的基尼系数均在 0.2 以下,平均值为 0.16,基尼系数处于“高度平均”或“绝对平均”范围,说明惠州市各区域人均用水量差异很小,基于人口的用水量平均程

3.3 用水公平性评价

从近 5 年四个指标与用水量的基尼系数均值比

较,可以看出惠州市基于人口的用水量分配是绝对公平的,其次是粮食播种面积、水资源总量和 GDP 三个指标的用水量分配是相对平均的。因此,总体上惠州市不同区域的用水量分配较公平。

4 结论与建议

(1) 利用经济学中的基尼系数对惠州市不同区域的用水公平性进行评价。结果表明,基尼系数可以较好地反映区域用水的公平性,对区域的水资源合理配置具有理论和实际意义。

(2) 惠州市各单项指标与用水量的基尼系数均在警戒线 0.4 以下,表明惠州市区域用水量分配较公平,这与惠州市近年来实施最严格的水资源管理制度密不可分,但可以看出 GDP - 用水量基尼系数较其他指标与用水量的基尼系数大,说明不同区域工业企业节水水平还是有差异,节水水平落后的地区还需加大力度提高用水效率。

参考文献:

- [1] 王志鹏,刘群昌,戴 玮,等. 基于水约束的种植结构优化方法综述[J]. 水利与建筑工程学报,2019,17(3):231-235.
- [2] Peter Rogers, Radhikade Silva, Ramesh Bhatia. Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability[J]. Water Policy, 2002(4):1-17.
- [3] 甘 泓,王 浩,罗尧增,等. 水定价方法对农业用水效率及公平性的影响分析[J]. 水利科技与经济,2005,11(5):257-261.
- [4] 刘德地,陈晓宏. 一种区域用水量公平性的评估方法[J]. 水科学进展,2008,19(2):268-272.

- [5] 罗 铭,刚 傲. 基于最大可支撑人口水资源承载力评价分析[J]. 水利与建筑工程学报,2016,14(5):224-228.
- [6] 马海良,王若梅,訾永成. 中国省际水资源利用的公平性研究[J]. 中国人口资源与环境,2015,25(12):70-77.
- [7] 王小军,张建云,刘九夫,等. 我国用水公平性问题研究[J]. 自然资源学报,2011,26(2):328-334.
- [8] 张志果,邵益生. 我国城镇居民用水公平性分析[J]. 给水排水,2013,39(7):131-133.
- [9] 董 路,孙才志,邹 玮,等. 水足迹视角下中国用水公平性评价及时空演变分析[J]. 资源科学,2014,36(9):1779-1809.
- [10] 章恒全,杨雅婷,张陈俊. 基于基尼系数的湖北省用水公平性研究[J]. 水利经济,2019,37(1):1-6,25,79.
- [11] 马艳红,牛 娟,刘海龙. 基于多角度的山西省水资源基尼系数分析[J]. 山西师范大学学报(自然科学版),2019,33(2):100-105.
- [12] 李建芳,粟晓玲. 基于基尼系数的内陆河流域用水公平性评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(8):217-222.
- [13] 王金南,逯元堂,周劲松,等. 基于 GDP 的中国资源环境基尼系数分析[J]. 中国环境科学,2006,26(1):111-115.
- [14] 徐万坪. 基尼系数的算法[J]. 统计与决策,2004(9):121-122.
- [15] 惠州市水务局,广东省水文局惠州分局. 惠州市水资源公报[EB/OL]. <http://bsdt.huizhou.gov.cn/>. 2013 - 2017.
- [16] 惠州市统计局,国家统计局惠州调查队. 惠州统计年鉴:2013—2017[M]. 北京:中国统计出版社,2017.

(上接第 248 页)

- [6] 郑秀梅,马震岳. 水电站地下厂房机墩结构动力特性分析中几点问题探讨[J]. 水利与建筑工程学报,2017,15(3):26-30.
- [7] 汪芳宗,陈德树,何仰赞. 大规模电力系统暂态稳定性实时仿真及快速判断[J]. 中国发电机工程学报,1993(6):13-19.
- [8] 张雷克,马震岳,宋兵伟. 水轮发电机组在不平衡磁力及密封力下振动特性分析[J]. 水电能源科学,2010,28(9):117-120.
- [9] 于 群,曹 娜. MATLAB/Simulink 电力系统建模与仿真[M]. 2 版. 北京:机械工业出版社,2017.
- [10] 薛定宇. 科学运算语言 MATLAB5.3 程序设计与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2000.
- [11] 薛定宇,陈阳泉. 基于 Matlab/Simulink 的系统仿真技术与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [12] 吴明天,谢小竹,彭 彬. MATLAB 电力系统设计与分析[M]. 北京:国防工业出版社,2003.
- [13] 王 晶,翁国庆,张有兵. 电力系统的 MATLAB/SIMULINK 仿真与应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2008.
- [14] 马震岳,董毓新. 水轮发电机组动力学[M]. 大连:大连理工大学出版社,2003.
- [15] Guo D, Chun F, Chen D. The unbalanced magnetic pull and its effects on vibration in a three-phase generator with eccentric rotor[J]. Journal of Sound and Vibration, 2002,254(2):297-312.
- [16] Adiletta G, Guido A R, Rossi C. Chaotic motions of a rigid rotor in short journal bearings[J]. Nonlinear Dynamics, 1996,10(3):251-269.