

# 青海省水资源利用的匹配性研究

武萍<sup>1,2</sup> 张慧<sup>1,3</sup> 邢衍<sup>1</sup>

(1. 辽宁大学人口研究所, 辽宁 沈阳 110036; 2. 青海大学财经学院, 青海 西宁 810016;  
3. 信阳师范学院商学院, 河南 信阳 464000)

**摘要** 青海省是一个水资源富省, 但却相对性缺水。系统分析与定量研究其水资源空间匹配状况, 对青海省水生态安全和经济健康发展有重要意义。本文对生态水资源基尼系数进行界定, 并结合洛伦兹曲线定量分析 2015 年青海省水资源与农业产值、工业产值、人口数量、农业用水、工业用水等的匹配情况。结果显示: ①青海省水资源与农业产值、工业产值、人口数量、农业用水、工业用水的基尼系数均高于 0.6, 空间分布高度不平均, 公平性极差, 不利于青海省水资源生态安全与经济的均衡有序发展。②洛伦兹曲线中段较平缓, 两端出现极值, 远离绝对平均线。③水资源-工业产值的洛伦兹曲线更远离绝对平均线, 意味着工业活动对水资源空间分配不平等的贡献度更大。④2015 年的洛伦兹曲线比 2005 年更靠近绝对平均线, 水资源与农业用水、工业用水、人口数量的匹配公平度上升, 水资源空间分布公平性有所改善。青海省各行政区水资源自然分配差异很大, 严重制约经济向高质量发展, 水资源的空间配置与人民对美好生活的向往不适应。基于此, 青海省应优化产业结构, 打造特色农牧业, 加快发展新兴产业, 提高服务业比例; 全面推进各行业节水, 发展节水农业, 推动循环工业, 强化城镇节水; 强化保障措施, 加快推进技术与机制创新, 创新水资源管理制度, 改善政府对用水单位的监督方法; 建设青海省水生态文明, 优化水资源用水空间, 保护青海省水资源生态安全, 实现经济与水资源环境的协调发展。

**关键词** 水资源; 洛伦兹曲线; 基尼系数; 匹配度

中图分类号 F062.2 文献标识码 A 文章编号 1002-2104(2018)07-0046-08 DOI:10.12062/cpre.20180322

水是生产之要、生命之源、生态之基, 实现水资源在空间和经济、人口分布的优化配置, 使人口、资源、环境与经济全面协调可持续发展, 是人类追求的长期目标, 这就需要准确地量化评价水资源的空间匹配情况。2015 年, 我国人均水资源量只有 2 500 m<sup>3</sup>, 而青海省人均水资源量为 10 269 亿 m<sup>3</sup>, 是我国人均水资源量的 4 倍多。青海省虽是水资源富省, 但却存在水资源相对缺水的问题, 水资源的空间自然分布与经济发展格局和人口分布不匹配, 导致水资源配置和人民群众对美好生活的向往不适应。进行青海省水资源利用匹配性的系统分析与定量研究, 为青海省的水资源生态安全、工农业结构优化、水资源保护及合理利用, 解决水资源相对性缺水问题提供科学有力的依据, 具有重要的意义。把青海省建成西部生态省, 对我国西部大开发战略实施起着举足轻重的作用, 也是青海省经济社会可持续发展的战略需要。因此, 构建生态水

资源基尼系数, 定量分析青海省水资源利用的匹配性很有必要。

## 1 文献综述

1905 年, 美国著名统计学家洛伦兹(Lorenz Curves) 提出洛伦兹曲线, 用于研究收入分配的不均等程度。1912 年, 意大利经济学家基尼将洛伦兹曲线进一步量化, 提出基尼系数, 衡量贫富差距大小。洛伦兹曲线和基尼系数作为分布均匀度的量化评价方法, 已经在很多领域得到广泛应用。如刘新有等<sup>[1]</sup> 运用基尼系数进行人居环境气候评价, 刘景辉等<sup>[2]</sup> 运用基尼系数研究我国粮食空间分配与粮食安全, 何祯祥等<sup>[3]</sup> 把洛伦兹曲线应用在植物生态研究中。在水资源利用方面, 刘洋等<sup>[4]</sup> 较早利用基尼系数建立了优化水资源空间匹配的模式, 王媛等<sup>[5]</sup> 在水污染总量区域分配中建立以基尼系数最小化为目标的规划模型。

收稿日期: 2018-03-08

作者简介: 武萍, 博士, 研究员, 博导, 主要研究方向为水资源管理。E-mail: ldwuping1969@163.com。

基金项目: 河南省软科学研究计划项目“低碳转型目标下河南省产业结构优化的机制与政策研究”(批准号: 172400410214); 河南省社科规划项目“河南省绿色发展动力机制与制度创新研究”(批准号: 2017BJJ055)。

蒋艳等<sup>[6]</sup>运用基尼系数对中国水生态分区进行研究,提出了反映水生态系统空间分布规律和特征差异的水生态分区方案。鲍超、陈国阶<sup>[7]</sup>运用基尼系数分析了四川省水资源生态安全,史兴民等<sup>[8]</sup>运用基尼系数分析了陕西省水资源空间匹配,还有一些学者运用基尼系数分析了辽宁省、黑龙江省等地区的水资源空间匹配情况。以上研究结果都说明洛伦兹曲线与基尼系数在非经济领域尤其是水资源利用的空间匹配领域有广泛的适用性。笔者结合青海省水资源利用的空间分配现状,运用洛伦兹曲线与生态水资源基尼系数对2015年青海省水资源与经济发展、人口分布等的匹配程度进行分析,进而对青海省未来经济与水资源合理利用协调发展提出建议。

## 2 生态水资源基尼系数的界定

作为描述收入分配均衡程度的客观指标,洛伦兹曲线和基尼系数的实质是分布均匀度的量化评价功能。在自然界,水资源在地域空间上的分布也是不均衡的,水资源的丰富与稀缺直接关系到区域经济发展和生态安全<sup>[9]</sup>。水资源的空间分布具有差异度很大的特征,其规律十分类似于收入分配的均衡性问题,因此,用洛伦兹曲线与基尼系数研究水资源空间分配的均衡性问题,构建并计算水资源空间匹配模型,即生态水资源基尼系数,为分析区域生态安全提供了一种新的方法。

根据2015年青海省水资源公报,2015年全省总用水量为26.78亿 $m^3$ ,其中:第一产业中的农田灌溉用水量13.45亿 $m^3$ ,林牧渔畜用水量7.39亿 $m^3$ ,分别占总用水量的50.2%、27.6%;第二产业的用水量2.86亿 $m^3$ ,占总用水量的10.7%;其他方面用水相对较少,城镇公共用水量1.07亿 $m^3$ ,占4.0%,居民生活用水量1.48亿 $m^3$ ,占5.5%,生态环境用水量0.53亿 $m^3$ ,占2.0%<sup>[10]</sup>。因此,农田灌溉、林牧渔畜、工业生产、居民生活都需要消耗大量水资源,用基尼系数分别对水资源与农业产值、工业产值、农业用水、工业用水、人口数量的匹配情况进行分析,具有重要意义。

### 2.1 匹配模型构建步骤

依据青海省水资源的地域空间分布存在差异的特征,研究青海省区域水资源利用的匹配问题,其生态水资源基尼系数的构建步骤如下:

(1) 将青海省划分为8个水资源行政分区,选取水资源总量作为基本匹配对象,选取农业产值、工业产值、农业用水、工业用水、人口数量作为匹配分级对象。

(2) 根据人均水资源量从低到高对青海省的8个行政区排序,分别计算出农业产值、工业产值、人口等分级指标的累积百分比。

(3) 定义横轴为农业产值、工业产值、农业用水、工业用水、人口数量的累积比例,纵轴为行政区的水资源量的累积比例,分别绘制相应的洛伦兹曲线。

(4) 分别计算水资源与农业产值、工业产值、农业用水、工业用水、人口数量的5项基尼系数。

### 2.2 生态水资源基尼系数的计算方法

基尼系数有不同的计算方法,各有优缺点,如基尼平均差法、协方差法、几何法和矩阵法。本文出于对计算的繁简程度与数据精确度的考虑,将采用梯形面积法求取基尼系数,其计算公式如下:

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

式中: $X_i$ 为农业产值、工业产值、农业用水、工业用水、人口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, $(X_0, Y_0)$ 视为 $(0, 0)$ 。

参照收入基尼系数的国际标准和惯例,生态水资源基尼系数小于0.2,表示水资源利用的匹配度为“高度平均”,为优;0.2~0.3(不含0.3)之间表示“相对平均”,为较优;0.3~0.4(不含0.4)之间表示“比较合理”,为一般;0.4~0.5(不含0.5)之间表示“差距过大”,为差;0.5以上表示“高度不平均”,为很差<sup>[7]</sup>。可见,0.4为警戒线,其警示意义不容忽视。

## 3 实证研究

### 3.1 匹配度计算

根据前述的做法,依据相关统计数据对2015年青海省生态水资源基尼系数进行计算,统计数据与计算结果见表1~表3,并绘制如图1与图2的洛伦兹曲线,计算水资源与各个分级匹配指标的匹配度,结果见表4。

### 3.2 结果分析

#### 3.2.1 生态水资源基尼系数分析

(1) 青海省的水资源与农业产值匹配的生态水资源基尼系数是0.6763,属于高度不平均,说明水资源与农业产值极不平衡,水资源空间分配公平度极差。由表1,西宁市与海东市不足全省5%的水资源却承载着全省近50%的农业产值,由表1和表2可知两市的农业用水量占全省的14.76%与20.1%;相反,水资源占全省总量36.59%的玉树州,其农业产值却只占全省的9.31%,农业用水占全省的1.1%;水资源占全省总量19.46%的果洛州,农业产值占全省的2.11%,农业用水占全省的0.79%。

青海省水资源分配与各行政区的农业产值如此不平衡,一是因为青海地理与气候因素。青海地处内陆腹地,属于干旱半干旱气候,干旱少雨,生态系统脆弱,水资源蒸发量大,还分布大面积戈壁,水资源分布与耕地面积分布

表1 2015年青海省水资源、人均水资源、农业产值、工业产值与人口数量  
 Tab.1 Water resource, per capita water quantity, the primary output value, the second industry output value and population data of Qinghai Province in 2015

序号	行政区	水资源			农业		工业		人口	
		总量/亿 m <sup>3</sup>	占比/%	人均/亿 m <sup>3</sup>	农业产值/亿元	占比/%	工业产值/亿元	占比/%	人口总数/万人	占比/%
1	西宁市	12.11	2.05	601.3	69.59	21.24	1904.51	50.78	201.4	35.08
2	海东市	12.05	2.04	708.8	87.02	26.56	650.06	17.33	170.0	29.62
3	海南州	30.63	5.20	6558.9	23.83	7.27	211.81	5.65	46.7	8.13
4	黄南州	19.08	3.24	7040.6	43.91	13.41	108.03	2.88	27.1	4.73
5	海北州	57.25	9.71	19276.1	24.07	7.35	99.60	2.66	29.7	5.17
6	海西州	127.90	21.71	31815.9	41.79	12.75	657.79	17.53	40.2	7.01
7	玉树州	215.60	36.59	55000.0	30.52	9.31	86.32	2.30	39.2	6.83
8	果洛州	114.70	19.46	58223.4	6.92	2.11	32.58	0.87	19.7	3.43

数据来源: 水资源总量和人均水资源量来源于《2015年青海省水资源公报》, 青海省水利厅; 其他数据来源于《2016年青海统计年鉴》, 中国统计出版社。

表2 2015年青海省水资源、农业用水、工业用水与GDP用水  
 Tab.2 Water resource, agricultural water, industrial water and GDP water data of Qinghai Province in 2015

序号	行政区	水资源用水量			农业		工业		GDP	
		总量/亿 m <sup>3</sup>	占比/%	人均/m <sup>3</sup>	用水量/亿 m <sup>3</sup>	占比/%	用水量/亿 m <sup>3</sup>	占比/%	万元 GDP 用水量 /m <sup>3</sup>	人均 GDP 产出用水量 /m <sup>3</sup>
1	西宁市	5.6776	19.34	247	3.0762	14.76	1.0768	37.69	48	235.2
2	海东市	5.1795	21.20	357	4.1899	20.10	0.3768	13.19	131	353.7
3	海南州	2.8391	2.10	614	2.6678	12.80	0.0337	1.18	202	606.0
4	黄南州	0.5615	10.60	210	0.4664	2.24	0.0130	0.46	74	199.8
5	海北州	1.6911	6.32	571	1.5361	7.37	0.0599	2.10	172	550.4
6	海西州	10.2780	0.82	2030	8.5124	40.84	1.2825	44.89	238	2070.6
7	玉树州	0.3305	38.38	82	0.2300	1.10	0.0058	0.20	53	79.5
8	果洛州	0.2205	1.23	110	0.1654	0.79	0.0084	0.29	58	104.4

数据来源: 水资源用水量、人均用水量和万元GDP用水量均来源于《2015年青海省水资源公报》, 青海省水利厅。

表3 2015年青海省水资源分配情况  
 Tab.3 Water resource allocation data of Qinghai Province in 2015

序号	行政区	水资源占全省比例累积	农业产值占全省比例累积	工业产值占全省比例累积	农业用水占全省比例累积	工业用水占全省比例累积	人口占全省比例累积
1	西宁市	2.05	21.24	50.78	14.76	37.69	35.08
2	海东市	4.09	47.80	68.11	34.86	50.88	64.70
3	海南州	9.29	55.07	73.76	47.66	52.06	72.83
4	黄南州	12.53	68.48	76.64	49.90	52.52	77.56
5	海北州	22.24	75.83	79.30	57.27	54.62	82.73
6	海西州	43.95	88.58	96.83	98.11	99.51	89.74
7	玉树州	80.54	97.89	99.13	99.21	99.71	96.57
8	果洛州	100	100	100	100	100	100

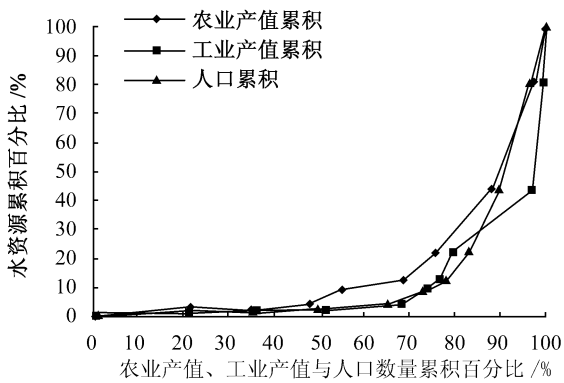


图1 2015年青海省水资源-农业产值、水资源-工业产值、水资源-人口数量洛伦兹曲线

Fig.1 Lorenz Curve of water resources with the secondary industry output value, industrial output value and population of Qinghai Province in 2015

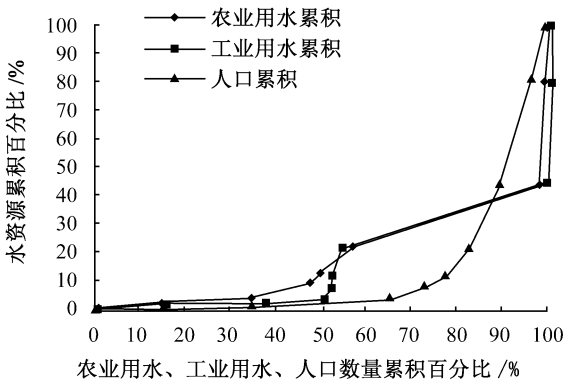


图2 2015年青海省水资源-农业用水、水资源-工业用水、水资源-人口洛伦兹曲线

Fig.2 Lorenz Curve of water resources with the secondary industry water usage, industrial water usage and population of Qinghai Province in 2015

表4 2015年青海省水资源匹配度及评价结果  
Tab.4 Matching degree of water resources in Qinghai Province and the evaluation results

匹配指标名称	生态水资源基尼系数	评价结果
水资源-农业产值	0.676 3	高度不平均
水资源-工业产值	0.795 6	高度不平均
水资源-农业用水	0.638 8	高度不平均
水资源-工业用水	0.669 5	高度不平均
水资源-人口数量	0.742 1	高度不平均

极为不均。以西宁市和海东市为主的东部农业区是全省粮油生产的主产区,山旱地面积约占全省旱地面积的49.6%,但东部农业区的水资源量仅全省水资源总量的15%。如此典型的旱作农业区的农业产值却占全省的

50%。二是农业用水浪费现象严重,效率不高。2015年青海省农业产值不到工业产值的10%,农业用水量却是工业用水量的7倍多,主要因为青海农业生产技术不高,农田大部分是大水漫灌,而高效喷、滴、渗灌等节水设施面积较小,栽培技术粗放,整体生产水平低,以致单位面积产量耗水量过高,水资源浪费严重<sup>[11]</sup>。水资源不均衡的自然空间分布与较低的水资源利用效率导致水资源的利用与耕地资源分布极不平衡,干旱缺水制约着青海农业向高质量发展。

(2) 青海省的水资源与工业产值匹配的生态水资源基尼系数是0.795 6,远高于警戒线0.4,匹配公平度极差,属于高度不平均。西宁市是青海省重要的工业城市,工业产值较高但水资源并不丰富,拥有全省工业产值的50.78%,却只有全省水资源的2.05%,工业用水占全省的37.69%。由表1和表2,西宁市与海东市以占全省只有4.09%的水资源,承载着全省近70%的工业产值,工业用水量为占全省的50.88%;而水资源共占全省56.05%的玉树州与果洛州,两州的工业产值还不到全省的5%,工业用水极少,只占全省的0.49%,水资源未得到充分运用,空间分配极不平衡。

青海省水资源与工业产值不匹配,究其原因,一是耗水量大、高污染的重化工业占比高。青海省是典型的资源型经济省份,偏重偏粗,工业在三次产业中比重最大,且主要分布在水资源占比较低的西宁市与海东市。2015年,全省规模以上工业增加值中,轻工业增加值占16.4%,重工业增加值占83.6%。青海省从资源禀赋出发,发展以能源、原材料工业为主的重化工业——石油天然气开采、电力、盐湖化工三大资源性产业和有色、冶金、水泥三大高耗能产业,以煤炭、水电为主要能源消费,对水资源需求量大,并且缺乏污水治理与水资源循环利用的先进技术,导致污染严重。二是青海省产业增值空间主要分布在东部地区低能耗的精深加工企业,水资源极不丰富的西宁市与海东市工业产值较高,水资源利用效率也较高,如西宁市单位水资源( $m^3$ )工业产值为157.27元。而海北州、玉树州与果洛州虽然水资源丰富,但地形复杂,以发展种植业、畜牧业为主,工业产值较低,如果洛州的单位水资源( $m^3$ )工业产值只有0.28元,地区经济不发达,与丰富的水资源极不匹配。青海省水资源的空间配置与工业产值的不匹配,导致水资源利用效率效益不高的问题,工业较发达的东部地区易遭水污染,影响工业发展与生态环境,不利于维护水生态平衡。三是受青海省不同地区交通条件差异的影响。青海省北部有多条铁路干线,包括青藏铁路、兰青铁路以及多条国道、高速公路。相比之下,青海省南部仅有几条铁路支线途经,交通不便。因此,青海省工业

企业多集中在水资源相对匮乏但交通条件良好的西宁市、海东市等地,果洛州、玉树州尽管水资源、矿产资源丰富,但交通条件较差,第二产业没有得到充分的发展,水资源没有得到充分利用。

(3) 青海省水资源与人口匹配的生态水资源基尼系数为0.742 1,亦极不平衡,水资源空间分配公平度极差。由表1,西宁市和海东市是青海省人口较多的行政区,人口分别占全省的35.08%与29.62%,但水资源却严重不足,不足全省水资源总量的5%。当然,也有人少水多的地方,如玉树州、海西州与果洛州。原因主要是城镇化进程中外来务工人员的涌入,使得青海省常住人口快速增加,尤其是水资源有限的西宁市与海东市,同时收入水平的不断上升也增加了对生活用水的需求,导致水污染加剧<sup>[12]</sup>。相反,水资源丰富的玉树州与果洛州,两州水资源总量是西宁市与海东市的13倍,人口却不到西宁市与海东市的1/6,随着经济发展会进一步加剧水资源分配的不均衡性。水资源的空间配置与人口分布如此不匹配,将不利于青海省的城镇化进程。

(4) 从图1可知,洛伦兹曲线比较远离绝对平均线,呈现中段较为平缓,两端出现极值的情况,且大部分点的斜率不同,说明处于中段的海南州、黄南州、海北州与海西州等地区的水资源与农业产值、工业产值、人口的匹配度较好,而两端的西宁市、海东市、玉树州与果洛州等地区的水资源与农业产值、工业产值、人口的匹配度极差。长此以往,随着社会经济的不断发展,必然会加重西宁市与海东市的水资源承载压力,恶化两市的生态环境,严重威胁西宁市和海东市的生态安全,从而影响两市的可持续发展<sup>[13-15]</sup>。而玉树州与果洛州有着丰富的水资源,却不能有效利用,导致水资源利用率较低。针对这一极端情况,应该合理配置水资源,通过政府调控及市场引导的方式,使耗水较大的工农业活动向水资源丰富的地区转移,推广节水和污水处理技术,提高水资源利用率。

### 3.2.2 农业、工业对分配不平等的贡献度比较分析

青海省各行政区的人均GDP产出用水量不同,具体为玉树州 < 果洛州 < 黄南州 < 西宁市 < 海东市 < 海北州 < 海南州 < 海西州,海西州水资源较丰富,工农业生产用水量也最多,水资源浪费较严重;西宁市与海东市水资源占比小却产出多,水资源利用效率较高。青海省的农业用水量占总用水量的77.84%,工业用水量占总用水量的10.67%,但工业产值是农业产值的十倍多。具体到各行政区,也是农业用水量远大于工业用水量。

2015年青海省单位水资源( $m^3$ )农业产值0.56元,单位水资源( $m^3$ )工业产值6.31元,差距悬殊,工业用水创造利益的空间较大。按照单位水资源( $m^3$ )农业产值排

序,为果洛州 < 玉树州 < 海西州 < 海北州 < 海南州 < 黄南州 < 西宁市 < 海东市,农业活动造成水资源的严重浪费加剧了水资源分配的不公平性;按照单位水资源( $m^3$ )工业产值排序,为果洛州 < 玉树州 < 海北州 < 海西州 < 黄南州 < 海南州 < 海东市 < 西宁市,工业活动通过提高工业产值较高地区的工业用水效率,加大了水资源空间匹配的不公平性。正如图1所示,在三条洛伦兹曲线中,青海省水资源-工业产值的洛伦兹曲线更远绝对平均线,更靠近绝对不平均线,意味着工业活动对水资源空间分配不平等的贡献度更大。

### 3.2.3 与2005年青海省水资源分配比较分析

根据《2005年青海省水资源公报》与《2006年青海统计年鉴》数据计算,2005年青海省水资源-农业用水基尼系数为0.766,水资源-工业用水基尼系数为0.705 2,水资源-人口数量基尼系数为0.788 9,对应的洛伦兹曲线如图3。

根据图2与图3对比可知,2015年青海省水资源-农业用水、水资源-工业用水、水资源-人口数量的洛伦兹曲线比2005年更靠近绝对平均线,水资源与农业用水、工业用水、人口数量的匹配公平度上升,水资源空间分布公平性有所改善。2015年青海省农业产值327.65亿元,较2005年增长2.5倍;工业产值3720.7亿元,较2005年增长3.5倍;总产出为5970.58亿元,较2005年增长3.5倍,经济活动的扩张增大了水资源与农业用水、工业用水的匹配公平性。究其原因,社会经济的持续发展扩大了水资源的需求量,从而不断增加水资源供给设施,改进水资源利用技术以提高水资源利用率。同时,近年来青海着重发挥特色资源优势、产业优势与区位优势,大力发展新能源制造、新材料、高端装备制造等新兴产业,发展绿色经济和循

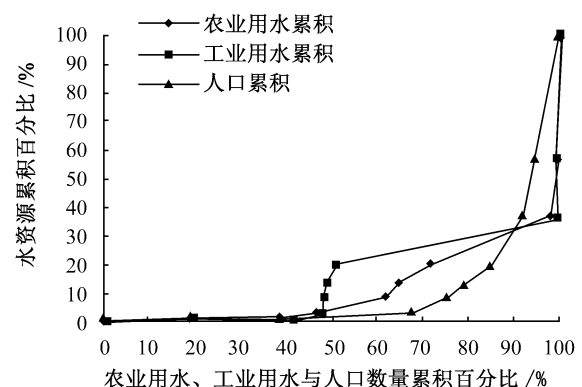


图3 2005年青海省水资源-农业用水、水资源-工业用水、水资源-人口洛伦兹曲线

Fig. 3 Lorenz Curve of water resources with the secondary industry water usage, industrial water usage and population of Qinghai Province in 2005

环经济,既节约了水资源,又提高了水资源的利用效率,一定程度上优化了青海省的用水空间。

#### 4 提升青海省水资源匹配度的对策

青海省水资源-农业产值、水资源-工业产值、水资源-农业用水、水资源-工业用水、水资源-人口数量等基尼系数均大于0.6,严重超过国际警戒线0.4,水资源分配高度不平均。青海省的水资源空间分布极不平衡,水资源未合理配置与有效利用,使青海省的生态安全面临严峻挑战。

##### 4.1 调整优化产业结构

根据青海省水资源空间分布现状,应合理调整优化产业结构,增强水资源的时空分布与经济发展的匹配度。

农业方面,坚持调整优化区域结构和产业结构,改良灌溉技术,种植小麦、杂粮、薯类与油料等作物,推动畜牧业的发展,打造特色农牧产业。在农业产值较高但水资源相对缺乏的海东市、西宁市与海北州,更应发展节水农业。此外,加快推动水资源丰富的海西州、玉树州与果洛州的工农业发展,使水资源与经济发展更加匹配。

工业方面,加快新旧动能转换,使轻工业成为拉动工业增长的主力军,紧抓“天然、富足、稀有”的轻工产品特色,以独特、民族特色和高科技高附加值的绿色品质,带动工业向高端发展,推动青海省新能源、新材料、生物医药等特色产业快速发展。同时,加快推进青海省信息化与工业化融合的步伐,从而降低“偏粗偏重”的青海工业对水资源的需求。加强南部地区的基础设施建设,进一步完善铁路、公路网络,吸引北部地区的工业企业向南部转移,带动南部地区经济发展,将资源优势转变为经济优势。

服务业水资源污染少,可循环利用率高,大力发展服务业是节能减排、合理利用水资源、增强水资源匹配度的有效手段。一是创新理念,加强资金、人才及税收等方面的政策扶持;二是大力发展生产性服务业,如物流、金融、保险、咨询等行业,这些行业能耗低,对水资源需求量小而且污染少;三是发展生态旅游业,打造高原旅游名省;四是提高省会西宁市作为中心城市的辐射能力,努力构建高海拔地区现代服务业发展的“集聚群落”,这是节约水资源、降低水污染的有效途径。

##### 4.2 全面推进行业节水

强化农业节水,因地制宜,积极引进和开发使用节水农业新技术,大力发展高效节水农业。首先,以节水新技术为先导,结合小流域综合治理建设高标准水平梯田、优化轮作制度、引进节灌技术、耐旱作物良种选育、机械深耕、地膜覆盖、抗旱保水剂技术等,建立旱作节水农业示范基地,加强节水农业技术指导培训<sup>[16]</sup>,可在水资源相对稀

缺的西宁市和海东市建立试验区;其次,加强农田点源、面源污染的调查和监控,确保农业用水的水质安全;再次,积极争取国家节水工程项目投资,认真搞好水利扶贫<sup>[17-18]</sup>。

强化工业节水,推进循环工业发展。深入开展工业、企业水量平衡测试和节水改造,降低水资源的污染程度,促进水资源循环利用,提高水资源的利用率与利用效率<sup>[19-21]</sup>,推进节水型企业、节水型工业园区建设。

强化城镇节水,积极推广运用先进适用的节水新技术和新产品,加大城镇供水管网节水改造,推广使用生活节水器具,提高城镇用水效率,加快建设节水型单位与节水型小区。结合青海省省情水情,推行居民阶梯水价和非居民用水超定额超计划累进加价制度,积极推进水价制度改革。强化公众参与,进行水资源节约保护专项教育,增强全社会水忧患意识和水资源保护意识,鼓励引导公众全民自觉参与节水、护水行动,形成节约用水、合理用水的良好氛围<sup>[22]</sup>。

##### 4.3 建设青海省水生态文明

政府有关部门应深入了解青海省水资源的分布及利用情况,根据水资源的供需情况与空间分布的基尼系数,在科学论证和总体规划的基础上制定出合理的水资源利用政策,有效利用财政、金融、税收等政策对水资源进行合理配置,建设青海省水生态文明。

首先,建设空中调水管理平台与水科技园区,合理运用空中水资源;其次,在农业产值、工业产值与人口占比最多,水资源需求量大而供给能力小的西宁市,开展水生态保护与修复工程建设,构建安全高效的水利用体系与科学严格的水管理体系,与水资源供给丰富但需求不足的玉树州建立一定的水资源交易机制,提高青海省水资源的利用率;再次,政府应高度重视与高校的合作,为合理的水资源利用与匹配政策提供有力的支持。

为加强青海省的生态安全,需要保护水资源、改善水环境、优化用水空间,提高人居环境质量,优化经济结构,促进经济增长,使水资源分配与人民对美好生活的向往相适应,从而促进青海省人口、资源、环境与经济协调发展。

(编辑:刘照胜)

##### 参考文献(References)

- [1]刘新有,史正涛,唐姣艳,等.基尼系数在人居环境气候评价中的应用[J].热带地理,2008,28(1):7-20. [LIU Xinyou, SHI Zhengtao, TANG Jiaoyan, et al. Application of Gini Coefficient on climatic evaluation of human settlement environment [J]. Tropical geography, 2008, 28(1): 7-20.]
- [2]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. [LIU Jinghui, LI Lijun, WANG Zhimin. Study on food security index of China [J]. Review of China agricultural science and technology, 2004, 6(4): 10-16.]

- [3]何祯祥, 欽佩, 阮成江, 等. Lorenz 曲线及其在植物生态研究中的应用[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2004, 28(1): 37-41. [HE Zhenxiang, QIN Pei, RUAN Chengjiang, et al. Lorenz Curve and its application in plant ecology[J]. Journal of Nanjing Forestry University (natural science edition), 2004, 28(1): 37-41.]
- [4]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. [LIU Yang, JIN Fengjun, GAN Hong. Analysis of spatial match of regional water resource[J]. Journal of Liaoning Technical University, 2005, 24(5): 657-660.]
- [5]王媛, 牛志广, 王伟. 基尼系数法在水污染物总量区域分配中的应用[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(3): 177-180. [WANG Yuan, NIU Zhiguang, WANG Wei. Application of Gini Coefficient in total waste load district allocation for surface-water[J]. China population, resources and environment, 2008, 18(3): 177-180.]
- [6]蒋艳, 曾肇京, 张建永. 基于基尼系数的中国水生态分区研究[J]. 生态学报, 2015, 35(4): 2177-2182. [JIANG Yan, ZENG Zhaojing, ZHANG Jianyong. Establishment of aquatic divisions based on the environmental Gini Coefficient in China[J]. Acta ecologica sinica, 2015, 35(4): 2177-2182.]
- [7]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. [BAO Wen, CHEN Guojie. Gini Coefficient of Sichuan ecological security based on water resource[J]. China population, resources and environment, 2008, 18(4): 35-37.]
- [8]史兴民, 温文娟. 基于水资源的陕西生态安全基尼系数分析[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(4): 233-236. [SHI Xingmin, WEN Wenjuan. Gini Coefficient of Shaanxi ecological security based on water resource[J]. Agricultural research in the arid areas, 2010, 28(4): 233-236.]
- [9]刘芳, 苗旺. 水生态文明建设系统要素的体系模型构建研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(5): 117-122. [LIU Fang, MIAO Wang. System model construction of system elements in water ecological civilization construction[J]. China population, resources and environment, 2016, 26(5): 117-122.]
- [10]青海省水利厅. 2015年青海省水资源公报[R]. 2015. [Water Resources Department of Qinghai Province. 2015 Qinghai water resources bulletin[R]. 2015.]
- [11]刘焯, 田富强. 基于社会水文耦合模型的干旱区节水农业水土政策比较[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2016, 56(4): 365-372. [LIU Ye, TIAN Fuqiang. Comparison of water and land policies for agriculture water conservation in arid areas based on a coupled socio-hydrological model[J]. Journal of Tsinghua University (science and technology edition), 2016, 56(4): 365-372.]
- [12]吴丹, 王士东, 马超. 基于需求导向的城市水资源优化配置模型[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(2): 31-36. [WU Dan, WANG Shidong, MA Chao. Modeling of urban water resource optimal allocation[J]. Journal of arid land resources and environment, 2016, 30(2): 31-36.]
- [13]马海良, 王若梅, 誉永成. 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(9): 70-77. [MA Hailiang, WANG Ruomei, ZI Yongcheng. Fairness analysis of the difference of Chinese provincial water use[J]. China population, resources and environment, 2015, 25(9): 70-77.]
- [14]俞雅玲, 刘玲燕. 中国水资源效率的区域差异及影响因素分析[J]. 经济地理, 2017, 37(7): 12-19. [YU Yaling, LIU Lingyan. Regional differences and influence factors of water resource efficiency in China: based on super efficiency DEA-Tobit[J]. Economic geography, 2017, 37(7): 12-19.]
- [15]宋国君, 何伟. 中国城市水资源利用效率标杆研究[J]. 资源科学, 2014, 36(12): 2569-2577. [SONG Guojun, HE Wei. Benchmarking of city water resources utilization efficiency in China[J]. Resources science, 2014, 36(12): 2569-2577.]
- [16]齐学斌, 黄仲东, 乔冬梅, 等. 灌区水资源合理配置研究进展[J]. 水科学进展, 2015, 26(2): 288-295. [QI Xuebin, HUANG Zhongdong, QIAO Dongmei, et al. Research advances on the reasonable water resources allocation in irrigation district[J]. Advances in water science, 2015, 26(2): 288-295.]
- [17]WANG Z G, LIU Y, LI Y Z, et al. Legislation on protection of drinking water sources and local management practices in the Pearl River Delta region of China[J]. Chinese journal of population, resources and environment, 2016, 14(2): 144-152.
- [18]WANG A M, GE Y X, GENG X Y. Connotation and principles of ecological compensation in water source reserve areas based on the theory of externality[J]. Chinese journal of population, resources and environment, 2016, 14(3): 189-196.
- [19]N·史普博, A·萨巴奇. 水资源经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 2010. [NICOLAS S, ASGHAR S. Economics of water[M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2010.]
- [20]钟水映, 简新华. 人口、资源与环境经济学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2017. [ZHONG Shuiying, JIAN Xinhua. Population, resources and environment economics[M]. Beijing: Peking University Press, 2017.]
- [21]诸大建, 朱远. 生态文明背景下循环经济理论的深化研究[J]. 中国科学院院刊, 2013, 28(2): 208-218. [ZHU Dajian, ZHU Yuan. Deepen theoretical studies of circular economy under the background of eco-civilization[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2013, 28(2): 208-218.]
- [22]温浩. 试论青海工业转型升级的路径选择[J]. 青海大学学报(自然科学版), 2012, 30(6): 62-66. [WEN Hao. Path selection of transformation and upgrading for Qinghai industry[J]. Journal of Qinghai University (natural science edition), 2012, 30(6): 62-66.]

## Study on the matching of water resources utilization in Qinghai Province

WU Ping<sup>1 2</sup> ZHANG Hui<sup>1 3</sup> XING Yan<sup>1</sup>

( 1. Institute of Population Research , Liaoning University , Shenyang Liaoning 110036 , China;

2. School of Finance and Economics , Qinghai University , Xining Qinghai 810016 , China;

3. School of Business , Xinyang Normal University , Xinyang Henan 464000 , China)

**Abstract** Qinghai Province is rich in water resources , but it is relatively short of water resources. The systematic analysis and quantitative research on spatial matching of water resources in Qinghai Province is of great significance to ecological security and economic healthy development. In this paper , the Gini Coefficient of ecological water resources is defined and the Lorenz Curve was used to quantitatively analyze the matching between water resources and agricultural output value , industrial output value , population , agricultural water , and industrial water in 2015. The results showed that: ①The Gini Coefficient of water resources and agricultural output value , industrial output value , population , agricultural water and industrial water were all above 0.6 in Qinghai Province. The spatial distribution was highly uneven and the fairness was extremely bad , which was detrimental to the water resources ecological security and the balanced development of economy in Qinghai Province. ②All the Lorenz Curves were relatively flat in the middle , with extreme values at both ends. They were away from the absolute average line. ③The Lorenz Curve of water resources with the industrial output value was farther from the absolute average line. It meant that the industrial activities contributed more to the unequal distribution of water resources. ④The Lorenz Curves in 2015 were closer to the absolute average line than the Lorenz Curves in 2005; therefore the matching of water resources with agricultural water , industrial water and population had increased. The fairness of water resource spatial distribution had been improved. The natural distribution of water resources in Qinghai Province was very different , which seriously restricted the economy's development with high quality. The spatial distribution of water resources didn't meet the people's demand for a better life. Based on this , Qinghai Province should optimize the industrial structure , develop characteristic agriculture , animal husbandry , and emerging industries , and increase the proportion of the service industry; promote water conservation in all industries , and develop water-saving agriculture and recycling industry; strengthen urban water conservation; intensify safeguard measures , and accelerate innovation in technology , mechanisms and water resources management system; improve the government's methods of supervision for enterprises; then improve the ecological civilization of water resources in Qinghai Province , optimize water resources and spaces , protect the ecological security of water resources , and achieve the coordinated development of economy and water resources environment.

**Key words** water resources; Lorenz Curve; Gini Coefficient; matching degree