

# 辽宁省水资源利用 边际效益的估算与时空差异分析

孙才志，杨新岩，王雪妮，于振亮

(辽宁师范大学 海洋经济与可持续发展研究中心, 辽宁 大连 116029)

**摘要：**将水资源作为生产要素之一，利用生产函数模型对辽宁省14个城市1998—2008年11年间的用水边际效益进行了估算。采用fuzzy isodata方法根据用水边际效益对14个城市进行聚类，通过聚类中心分析了辽宁省用水边际效益的时间差异，结果表明，辽宁省各城市用水边际效益是在不断的增长，显示出随着经济的发展，水资源的稀缺性在加大，其资源价值在不断提高；借助锡尔指数和基尼系数对辽宁省1998—2008年11年间东中西三大地带用水边际效益的空间差异进行分解，结果表明，区域内差异是造成总差异主要原因，区域间及区域内的差异都呈缩小态势，并逐渐收敛趋同。该结果对辽宁省的水资源可持续利用具有一定的指导作用。

**关键词：**生产函数；用水边际效益；锡尔指数；时空差异；辽宁省  
**中图分类号：**TV213.4      **文献标志码：**A      **文章编号：**1003-2363(2011)01-0155-06

生产力的发展和社会的进步需要大量的水资源来支撑<sup>[1]</sup>，长期存在的水资源价格低于边际价格的现实造成了水资源的严重浪费，水正由“可再生资源”逐步转变为“不可再生资源”<sup>[2]</sup>，水资源的稀缺性呈现加剧趋势，其价格也呈上升趋势<sup>[3]</sup>，人们将面临着利用有限水资源实现最大经济利益的艰难抉择，因此，对水资源经济学的研究就显得尤为重要。水资源经济学的本质就是运用经济学理论等来研究人类在水资源利用中的选择行为，其目的是实现水资源在时间和空间上的合理配置与利用。基于水资源的社会和经济属性，笔者采用经济学中的Cobb-Douglas生产函数模型，将用水量纳入生产函数作为投入要素之一，估算辽宁省14个城市的用水边际效益，借助锡尔指数对用水边际效益的空间差异进行分解，并分析差异原因。其结果对辽宁省水资源的可持续开发利用具有一定的指导作用。

## 1 研究方法

### 1.1 水资源 Cobb-Douglas 生产函数

Cobb-Douglas生产函数是反映投入与产出之间平衡关系的生产函数，它由美国数学家Cobb和经济学家Douglas于20世纪30年代共同提出的<sup>[4]</sup>，该函数能够准确描述生产过程中投入的生产要素或某种组合其

产出量之间的依存关系，因而在资源经济领域得到了广泛的应用，其函数形式为

$$P = AK^{\alpha}L^{\beta} \tag{1}$$

式中： $P$ 表示产出； $K$ 表示资本投入； $L$ 表示劳动投入； $\alpha$ 表示资本产出弹性； $\beta$ 为劳动力弹性； $A$ 是常数，被称为技术进步系数，是广义技术进步水平的反映。

水资源是国民经济可持续发展的重要资源基础，也是重要的生产要素，所以，在生产函数中不仅要考虑劳动力和资本，也有必要将产品中的“水量投入”列为生产函数的自变量之一，由此可分析供水对经济发展的贡献<sup>[5]</sup>。此种情况下的C-D生产函数可表示为

$$Q = A_0(1 + \lambda)^t k^{\alpha}L^{\beta}W^{\gamma} \tag{2}$$

将上式对数线性化，即

$$\ln Q = \ln A_0 + t \ln(1 + \lambda) + \alpha \ln K + \beta \ln L + \gamma \ln W \tag{3}$$

式(3)中： $Q$ 为国内生产总值； $A_0$ 为常数； $\lambda$ 为技术进步系数； $t$ 为年份序列( $t = 1, 2, 3, \dots, n$ )； $k$ 为固定资产投资； $L$ 为劳动力投入； $W$ 为国民经济用水量； $\alpha$ 为固定资产投资弹性； $\beta$ 为劳动力弹性； $\gamma$ 为用水弹性系数<sup>[6]</sup>。

利用GDP产值对GDP用水量求偏导数就可以确定用水边际效益，即

$$X_w = \frac{\partial Q}{\partial W} = \gamma \frac{Q}{W} \tag{4}$$

式中： $X_w$ 为用水边际效益(元/ $m^3$ )； $Q$ 为GDP总产值(元)； $\gamma$ 为用水弹性系数； $W$ 为总用水量( $m^3$ )。

### 1.2 锡尔(Theil)指数

锡尔指数由Theil and Henri于1967年提出，适用于空间差异的地区分解，具有将区域总体差异分解成组内差异和组间差异的优点，从而考察和揭示区域组间差异和组内差异的变动方向和幅度，以及各自在区域总体差

收稿日期：2010-01-09；修回日期：2011-01-03  
基金项目：辽宁省教育厅创新团队项目(2008T100)；教育部人文社科规划基金项目(10YTA790163)  
作者简介：孙才志(1970-)，男，山东烟台人，教授，博士生导师，博士(后)，主要从事水资源评价与管理研究，(E-mail) suncaizhi@sohu.com。

异中的重要性<sup>[7]</sup>,其公式为<sup>[8]</sup>

$$I_{\text{theil}} = I_{\text{BR}} + I_{\text{WR}} \circ \tag{5}$$

式中:  $I_{\text{theil}}$  为锡尔指数;  $I_{\text{BR}}$  为地区间差异;  $I_{\text{WR}}$  为地区间内部差异。 $I_{\text{theil}}$  值越大,表示各区域总体用水边际效益差异越大。若以用水边际效益的比重加权,则地区间的差异指标  $I_{\text{BR}}$  的计算公式为

$$I_{\text{BR}} = \sum_{i=1}^N (V_i/V) [\log(V_i/V)/(d_i/d)] \circ \tag{6}$$

式中:  $N$  为区域个数;  $V_i$  为  $i$  地区的用水边际效益;  $V$  为各城市用水边际效益之和;  $d_i$  和  $d$  分别为  $i$  地区和全省的人口数。若以用水边际效益的比重加权,则全省总体差异的 Theil 系数计算公式为

$$I_{\text{theil}} = \sum_i \sum_j (V_{ij}/V_i) \cdot \log[(V_{ij}/V)/(d_{ij}/d)] \circ \tag{7}$$

式中:  $V_{ij}$  代表第  $i$  地带  $j$  市的用水边际效益;其他变量同(6)式。地带内部各城市间的差异指标  $I_{\text{WR}}$  等于地带内部各城市间的非均衡性指标的加权和,则第  $i$  地带内部的城市间差异公式为

$$I_i = (V_i/V) \sum_j (V_{ij}/V_i) \cdot \log(V_{ij}d_i/V_id_{ij}); \tag{8}$$

全省内部整体差异指标  $I_{\text{WR}}$  公式为

$$I_{\text{WR}} = \sum_{i=1}^n I_i \circ \tag{9}$$

1.3 基尼系数

基尼系数是由意大利经济学家 C. 基尼在其 1912 年首次提出的一种不均等指数演化而来的,该指数能非常方便地反映出总体收入差距状况,因此,成为国际上非常流行的指标<sup>[9]</sup>,基尼系数公式为

$$G = \frac{1}{2n(n-1)\mu} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n |y_j - y_i| \circ \tag{10}$$

式中:  $n$  代表所统计的地区个数;  $\mu = 1/n \sum_{i=1}^n y_i$  是全省水资源人均边际效益;  $y_i$  是  $i$  市的水资源人均边际效益。

按照国际惯例,以基尼系数 0.4 作为分配贫富差距的“警戒线”,在这里也采用该划分方法,即基尼系数在 0.2 以下,表示水资源边际效益社会分配“高度平均”或“绝对平均”;0.2~0.3 之间表示“相对平均”;0.3~0.4 之间为“比较合理”;0.4~0.5 为“差距偏大”;0.5 以上为“高度不平均”<sup>[10]</sup>。

2 水资源利用边际效益的估算

2.1 辽宁省水资源状况

辽宁省是我国严重缺水地区,人均水资源量约为 618 m<sup>3</sup>,不到全国平均水平的 1/3。受季风气候和地理自然条件的影响,除东部丹东市外,辽宁省其他地区属于严重贫水区;随着辽宁老工业基地振兴步伐的加快,工农业生产以及生活用水需求快速增加,水资源短缺问题已经成为制约区域社会可持续发展与辽宁老工业基地振兴的重要瓶颈。

2.2 各城市用水边际效益的估算

根据 1998—2008 年《辽宁省城市统计年鉴》和《辽宁省水资源公报》基础数据,应用生产函数模型(2),计算出辽宁省 14 个城市的用水边际效益,具体计算结果见表 1。

表 1 1998—2008 年辽宁省各城市用水弹性系数与用水边际效益												元/m <sup>3</sup>
Tab. 1	Elasticity coefficient and water utilization margin benefit in Liaoning Province from 1998 to 2008											yuan/m <sup>3</sup>
地区	γ	用水边际效益										
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
鞍山	0.32	11.41	12.67	14.45	16.21	21.05	23.08	29.59	29.45	31.59	35.56	42.88
大连	0.14	10.60	11.53	13.90	17.99	20.41	25.22	29.56	25.64	30.75	34.45	41.20
沈阳	0.31	10.35	10.93	12.86	16.72	16.60	18.95	22.42	22.83	27.47	33.85	42.68
本溪	0.28	5.32	5.67	8.10	9.54	10.63	14.44	16.55	20.20	22.75	26.65	35.05
抚顺	0.28	6.01	6.80	5.96	10.16	11.55	13.96	15.17	16.19	17.58	19.88	25.48
盘锦	0.42	7.84	8.79	10.48	11.46	14.82	13.89	13.29	15.13	17.22	17.38	20.68
辽阳	0.42	5.34	5.86	6.55	7.12	7.68	9.05	11.50	13.12	14.86	17.67	20.84
锦州	0.20	4.30	4.53	5.76	5.57	5.80	6.45	8.20	10.89	11.96	14.57	16.88
丹东	0.33	5.42	5.12	5.75	5.67	6.02	7.41	9.35	11.12	12.39	14.24	17.62
营口	0.16	3.33	3.71	5.04	6.01	6.97	8.20	9.91	11.01	11.29	14.66	14.14
葫芦岛	0.17	5.98	5.39	5.83	5.51	6.95	9.06	10.30	11.26	11.69	13.32	14.63
朝阳	0.21	3.99	3.95	4.63	5.00	6.09	6.57	8.40	12.11	11.34	13.83	17.27
阜新	0.25	4.74	4.96	5.37	5.42	5.67	6.48	8.36	8.23	8.52	10.37	11.91
铁岭	0.22	2.01	1.91	2.19	2.42	2.76	2.95	3.64	4.58	6.21	8.16	11.82

说明:表中  $\gamma$  值为无量纲。

3 用水边际效益的时间差异

由表 1 可以看出:辽宁省各城市用水边际效益从总体上看是在不断增长,显示出随着经济的发展,水资源

的稀缺性在加大,其资源价值在不断提高。为了避免对每个城市的用水边际效益在时间上的变化规律一一进行繁琐的分析,根据表 1 中的数据,采用 Fuzzy Isodata 聚类方法(具体计算方法见文献[11])将辽宁省 14 个城市

分为 3 类(表 2),只需对每一类的聚类中心分析即可(图 1、图 2)。由表 2 中数据可以看出,鞍山、大连、沈阳为用水边际效益高的一类,这 3 个城市的经济发展水平居于辽宁省前列,产业结构合理,科学技术发达,它们的用水边际效益要远好于其他城市。本溪、抚顺、盘锦为用水边际效益中的一类,本溪是全国重要的钢铁基地之一,抚顺的重工业也在全国占有重要地位,盘锦一直是全国重要的石化工业基地;2008 年,其工业产值占 GDP 的比重分别为 58.61%、51.05% 和 67.83%;水资源利用效率都比较高,如本溪 2008 年的万元 GDP 用水量为 79.9 m<sup>3</sup>,稍高于沈阳和鞍山,因此,它们的用水边际效

益也都比较好。其他城市为用水边际效益低的一类,在这类城市中,辽阳、锦州、丹东、营口等城市生产设备和 技术水平相对落后,水资源浪费严重;葫芦岛、朝阳、阜新、铁岭的经济结构相对单一,农业比重大,因此,它们的水资源边际效益低于其他城市。但随着振兴东北老工业基地及辽宁省“五点一线”发展战略的出台,辽阳、营口等经济基础比较好的城市用水边际效益增长较快,例如,营口近 6 年的 GDP 总产值一直以大于 20% 的速度增长,水资源利用率提高,用水边际效益增长速度是全省最快的。

元/m<sup>3</sup>  
yuan/m<sup>3</sup>

Tab.2 Water utilization margin benefit clueter result in Liaoning Province from 1998 to 2008											
类别	聚类中心值										
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
第一类	10.80	11.74	13.78	16.97	19.51	22.63	27.47	26.14	30.07	34.63	42.17
第二类	6.28	6.97	7.87	10.14	11.95	13.72	14.74	16.75	18.69	20.87	26.25
第三类	4.40	4.41	5.15	5.32	5.99	7.01	8.67	10.30	10.92	13.22	15.38

说明:第一类城市包括鞍山、大连、沈阳,第二类城市包括本溪、抚顺、盘锦,其他城市被归为第三类。

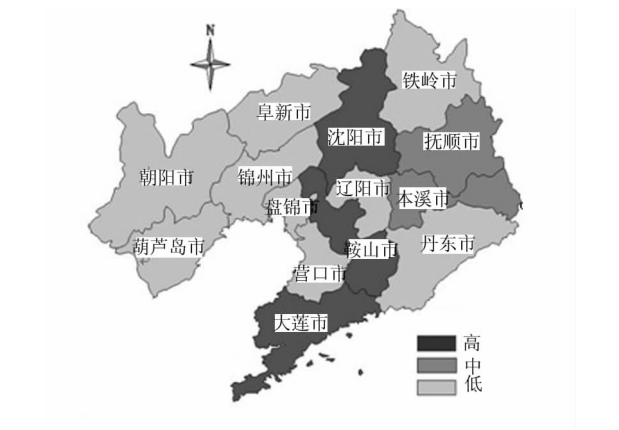


图 1 辽宁省用水边际效益分类图

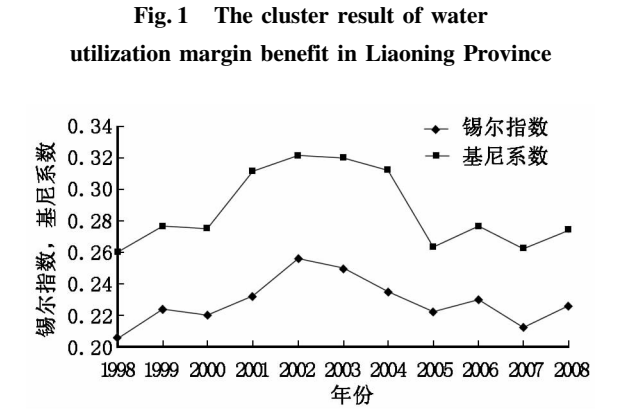


图 2 1998—2008 年辽宁省用水边际效益区域总差异演变趋势

Fig.2 The general difference of water utilization margin benefit in Liaoning Province in 1998—2008

4 用水边际效益的空间差异

由于锡尔指数可通过识别不同空间尺度的区域差

异,进而分解区域的整体发展差异。因此,按照传统的分类方法,将辽宁省 14 个城市以辽河平原为界线分为辽东、辽中与辽西三大地带(表 3),分解辽宁省用水边际效益的空间差异。

表 3 辽宁东、中、西三大地带划分

Tab.3 Regional partition of Liaoning Province

三大地带	城市
辽东	大连、丹东、抚顺、本溪
辽中	沈阳、鞍山、辽阳、营口、盘锦、铁岭
辽西	锦州、葫芦岛、朝阳、阜新

表 4 辽宁省用水边际效益区域差异演变及分解

Tab. 4 The evolution and decomposition of water utilization margin benefit regional difference in Liaoning Province

年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
锡尔指数	0.205	0.224	0.220	0.232	0.256	0.250	0.235	0.222	0.230	0.212	0.226
区域 $I_{BR}$	0.040	0.052	0.053	0.077	0.077	0.078	0.074	0.056	0.068	0.063	0.069
贡献率/%	19.610	22.960	24.250	33.060	30.020	31.400	31.460	25.060	29.520	29.750	30.530
区域 $I_{WR}$	0.165	0.173	0.167	0.155	0.179	0.171	0.161	0.166	0.162	0.149	0.156
贡献率/%	80.390	77.040	75.750	66.940	69.980	68.600	68.540	74.940	70.480	70.250	69.030
东部内部差异	0.024	0.029	0.033	0.041	0.040	0.048	0.042	0.059	0.057	0.058	0.068
贡献率/%	11.900	12.800	14.990	17.460	15.690	19.100	17.860	26.500	24.640	27.490	30.090
中部内部差异	0.112	0.120	0.116	0.101	0.125	0.105	0.101	0.100	0.098	0.085	0.084
贡献率/%	54.830	53.590	52.770	43.530	48.630	41.890	42.970	45.280	42.700	39.840	37.170
西部内部差异	0.028	0.024	0.018	0.014	0.014	0.019	0.018	0.007	0.007	0.006	0.004
贡献率/%	13.660	10.610	8.040	5.950	5.620	7.570	7.670	3.160	3.130	2.920	1.770

对于大连、沈阳、鞍山等经济相对发达地区来说,较高的经济发展水平伴随着较高的城镇化率,工业和第三产业比例大,耗水大户农业用水比重小,产业集聚效应和较高的管理技术水平使得供用水的规模效益较大,因而可以在总体上降低万元 GDP 用水量,提高用水效率,单位水资源的经济产出较高;而对于经济欠发达地区来说,城镇化率较低,农业比重高,第三产业发展水平低,技术和管理水平相对落后,缺少资金投入,水资源利用方式粗放,导致用水效率较低,使水资源的产出价值远低于它的真正价值。从而导致用水边际效益的差异在逐渐扩大。但是,随着社会经济进一步发展,城镇规模的扩大,使城市生活用水不断增加,一些发达城市的生活用水占总用水量的 20%~30% 多,影响了水资源的边际产出效益;与此同时,由于国家政策的支持,欠发达地区得到大量的人力物力,加快了产业结构的提升和转变,使水资源边际效益的增长率有了大幅提高。在水资源边际效益的差距于 2002 年达到最大值后,用水边际效益的地区总差异呈缩小态势,并逐渐收敛趋同,而且 2008 年锡尔指数和基尼系数分别为 0.226 和 0.274,均接近 11 年间的最小值,同时,基尼系数历年在 0.40 以下,均小于 0.4 基尼系数的“警戒线”,体现出地区之间具有很大程度上的一致性,二者之间呈现明显的正相关关系。

4.1 用水边际效益空间差异分解

根据锡尔指数公式(5)计算得出 1998—2008 年辽宁省用水边际效益的锡尔指数(表 4),同时计算水资源边际效益基尼系数。发现锡尔指数和基尼系数 2 种差异测度方法所得的辽宁省用水边际效益区域空间总差异变化趋势基本一致(图 2)。11 年间总锡尔指数和基尼系数均呈现出先稳定上升,后明显下降,最后趋于平缓的趋势,近似于倒 U 型曲线。社会经济发展水平是用水边际效益区域差异的重要影响因素,而社会经济发展过程则是倒 U 型曲线形成的重要原因。

4.2 用水边际效益区域间及内部空间差异演变特征

根据锡尔指数公式(5)进一步将辽宁省 1998—2008 年用水边际效益的区域总体差异分解为东、中、西三大区域间的差异和各区域内的差异(表 4)。

从表 4 可以看出,区域总体差异和区域间差异、区域内差异的变化趋势大体一致,都经历了平缓上升—平缓下降的过程,2008 年区域间差异和区域内差异的贡献率分别为 30.53% 和 69.03%(表 4),这表明辽宁省用水边际效益的区域总差异主要来自区域内部差异,区域间差异的贡献率相对较小。

由于辽东和辽中城市群的经济发展和产业结构类型相似,区域总体的水资源边际效益接近,因此,东中西三大区域间的差异主要体现在辽东辽中与辽西间的差异上。辽东辽中等经济相对发达地区用水边际效益的增长率随着经济发展而相对放缓,科学技术的进步降低了经济增长对水的依赖性,使水资源在投入产出的比重中逐步减少,像大连、沈阳、鞍山 3 个市 2008 年万元 GDP 用水量分别为 34.0、72.6、74.6 m<sup>3</sup>,仅相当于 1998 年万元 GDP 用水量的 26.67%、24.47% 和 26.60%,远远低于辽宁省的平均值 106.1 m<sup>3</sup>;而辽西地区用水边际效益则经历了从落后到发展的过程,当地粗放的经营模式对水资源的依赖性比较大,技术的落后造成了水资源的严重浪费,平均年耗水率达到 70% 以上,导致水资源

的实际边际产出远远低于它的本身价值,进而拉大了与辽东辽西之间的差距,比如,阜新是我国第一批能源枯竭城市,正处于经济转型时期,资金缺乏技术落后,水资源利用效率低,边际产出仅相当于鞍山大连的1/3。但自2003年后辽宁省制定了一系列支援辽西北的计划,对辽西等地投入了大量的人力物力,加快了经济由粗放型到集约型的转变速度,由单一的灌溉农业转变为林牧渔高效农业,大大地提高了水资源的利用效率,使水资源的边际产出增大,虽然仍无法与辽中辽东等经济相对发达地区相比,但与它们之间的差异度却在减小并趋于稳定。

辽东辽中的区域内差异比较大,对区域总差异的贡献率分别为30.09%,37.17%(表4)。辽中内部区域差异大的原因主要是因为铁岭、营口与鞍山和沈阳的两极分化严重,用水边际效益差距过大。铁岭农业用水比例占总用水量的80%以上,由于灌溉技术差和地表水灌区渠系利用系数偏低,使水资源利用强度非常高,水资源浪费严重,用水边际效益全省最低,仅为11.8元/m<sup>3</sup>,而沈阳鞍山的经济基础雄厚、工业发达,广泛引进先进节水技术、设备与管理经验,大幅度提高用水效率,因此,它们的效益值较高。但辽中内部差异变化呈平缓下降的趋势(2002年差异增大,主要原因在于鞍山、铁岭、辽阳、盘锦等城市在2002年都出现了较为严重的干旱,降水量较少,土壤含水情况较差,农业灌溉需水量增多,实际用水量加大,用水效率下降,而区域内各城市的农业比重差距比较大,所以导致内部差异变大),主要是由于铁岭等地区用水边际效应增长速度快于沈阳等市的增长速度,从而导致各城市用水边际效益的相对比率在减少。辽东地区由于丹东的水资源丰富,经济技术又相对落后,水资源的利用效率非常低,用水边际效益仅为17.6元/m<sup>3</sup>,抚顺、本溪的工业比重大,近几年借振兴东北老工业基地的契机,淘汰旧设备引进新的生产工艺,在提高经济效益的同时,水资源的边际效益也有了很大的提高;大连市的经济发达,产业结构合理,生产设备改进、技术创新等方面一直都走在全省的前列,水资源的效率得到充分利用,用水边际效益为本区最高,因此,辽东内部的用水边际效益差距明显。辽西4个城市经济基础薄弱,经济模式大都以劳动密集型为主,农业用水比重大,技术更新缓慢,总体差异很小,平均贡献率为1.77%。

5 结论

(1)本研究从经济学的角度,利用生产函数模型,将水资源视为生产要素,导出水资源及其他生产要素的需求函数,计算用水边际效益,为定量分析水资源的边际效益提供了一个简单易行的方法。

(2)用水边际效益主要是通过水资源的社会经济价

值反映的,从结果来看,辽宁省用水边际效益基本上逐年升高,体现出了经济发展与资源利用逐渐走向协调的良好态势,并不断地向可持续发展迈进。

(3)从锡尔指数的空间差异分解发现,辽宁省的区域总差异及区域间和区域内的差异都呈平缓下降的趋势,区域间差异及辽中辽东内部差异是区域总差异形成的主要原因;辽西地区的用水边际效益远远低于辽东辽中等发达地区,但它们之间的差异度在近几年却逐渐收敛趋同,说明经济技术发展水平对水资源的边际产出有着重要的影响。

(4)本研究虽然只计算了GDP的用水边际效益,没有细分各产业的水资源边际产出,但是通过对结果的分析我们依然可以看到工业用水的边际产出明显高于农业,因此,应该对落后地区的产业结构进行合理的升级改造,各地区根据自身的社会经济水平、资源禀赋状况来制定经济发展路线,对水资源的社会经济价值研究不仅要重视经济效益,还要将社会价值、经济价值、环境价值相结合,实现社会经济条件下的水资源可持续利用。

参考文献:

[1] 张教平,杨延哲,姚天祥,等. 水安全与河南经济可持续发展[J]. 地域研究与开发,2005,24(1): 110-114.

[2] 李浩,夏军. 水资源经济学的几点讨论[J]. 资源科学,2007,29(5): 37-43.

[3] 孙才志,杨俊,王会. 面向小康社会的水资源安全保障体系研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版),2007,7(1): 52-57.

[4] Wei T. Impact of Energy Efficiency Gains on Output and Energy Use with Cobb-Douglas Production Function [J]. Energy Policy,2007,35(4):2023-2030.

[5] 王韶华,孟令刚,李智. 北京市工业用水投入产出模型[J]. 水利水电科技进展,2006,26(4): 34-36.

[6] 沈大军,王浩,杨小柳,等. 工业用水的数量经济分析[J]. 水利学报,2000,31(8): 27-31.

[7] 陈培阳,朱喜刚. 福建省区域经济差异及其空间格局演化[J]. 地域研究与开发,2009,28(1): 53-57.

[8] 徐建华,鲁凤,苏方林,等. 中国区域经济差异的时空尺度分析[J]. 地理研究,2005,24(1): 57-68.

[9] 刘慧. 区域差异测度方法与评价[J]. 地理研究,2006,25(4): 710-717.

[10] 任群罗. 基尼系数及其计算[ED/OL]. (2004-10-26)[2009-06-03]. <http://oldblog.blogchina.com>.

[11] 孙才志,林学钰. 模糊划分有效性函数的构建与应用[J]. 系统工程理论与实践,2004,24(2): 106-110.

[12] 陈兴茹,刘树坤. 论经济合理的生态用水量及其计算模型(Ⅱ)——应用[J]. 水利水电科技进展,2006,26(6): 1-5.

## The Calculation and Temporal-spatial Difference Analysis of Water Utilization Margin Benefit of Liaoning Province

Sun Caizhi , Yang Xinyan , Wang Xueni , YU Zhenliang

( Center for Studies of Marine Economy and

*Sustainable Development of Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)*

**Abstract:** Water resources is the fundamental base for the sustainable development of national economy, which is also an important product factor, the production function was applied to calculate the water utilization margin benefit of 14 cities in Liaoning Province from 1998 to 2008 in this paper. The fuzzy ISODATA method was adopted to cluster the 14 cities into three categories according to the water utilization margin benefit, and the temporal difference was analyzed by the cluster center, the result showed that the water utilization margin benefit was continuously increasing, which reveals the fact that with the development of economy, the scarcity of water resources was enhanced, and the resource value of water resources was increased. The Theil index and Gini coefficient were adopted to decompose the difference of water utilization margin benefit among the west, middle and east regions of Liaoning Province. The result showed that the total difference fits the inversed U shape curve (Kuznets Curve), and the difference in region was the main cause of total difference, both the difference in region and the difference among regions were decreased. The results have some significance for water resources sustainable development and utilization in Liaoning Province.

**Key words:** production function; water utilization margin benefit; Theil index; temporal-spatial difference; Liaoning Province

(上接第 150 页)

- [10] 杨载田,刘沛林.南岭山区传统聚落景观资源及其旅游开发研究[J].长江流域与黄河流域,2004,13(1): 35-39.

- [11] 谭元亨. 客家民居:文化记忆的一次历史性定格 [C]//陆元鼎. 中国客家民居与文化. 广州:华南理工大学出版社,2001.
- [12] 彭小中. 茶陵文苑 [M]. 长沙:湖南人民出版社,2007.

## Primary Exploration about Origin and Traditional Settlement Landscape of Hakka in Hunan Province

Liu Tianzhao<sup>1</sup>, Yang Zaitian<sup>1,2</sup>

(1. *Department of Resource Environment and Tourism Management of Hengyang Normal University, Hengyang 421008, China*; 2. *Department of Economics and Management of Hunan Technology and Trade Vocational College, Hengyang 421009, China*)

**Abstract:** In mountain area of eastern Hunan Province and south Hunan Province and hills of north Nanling Mountains, where is in deep mountains, its natural environment similar to that of the Hakka central area. The research of Luo Xianglin, Lin Hao, Huang Chunbin and other scholars showed the band concentrated more than 10 non-pure Hakka counties (cities, districts), where accordingly distributes in traditional Hakka settlement landscape. Recently further on-the-spot investigation and survey show previous research has been verified, and find the range of migration and diffusion is wider, the types of traditional Hakka settlement are many and varied. However, not many residents live together, and more variation.

**Key words:** Hakka; Hakka culture; traditional settlement landscape; Hunan Province.