

# 基于多边形包络法的苏州市区域 经济社会发展水平实例研究

李翠梅<sup>1,2</sup>, 王建华<sup>1</sup>, 王浩<sup>1</sup>, 张绍广<sup>3</sup>

(1. 中国水利水电科学研究院 水资源所, 北京 100044; 2. 苏州科技学院 环境科学与工程学院,  
江苏 苏州 215011; 3. 苏州三清环境科技有限公司, 江苏 苏州 215011)

**摘要:**为了科学评价苏州市近期经济、社会发展可持续性与水平,运用苏州市统计局发布的 1998—2003 年该区域经济、社会、环境与资源利用等各项指标数据,采用多边形包络法计算了该区域 6 a 来社会协调发展与科学发展指数(SGI 值),其中 2003 年 SGI 值为 71.737 1,经济发展、社会进步、环境改善、资源利用、协调发展系数分别为 74.022 2, 77.416 7, 71.560 0, 71.587 4, 0.94, 与前几年相比表明苏州市经济社会发展处于一个良好的态势,发展速度、质量与协调性都较好。基于实例研究,提出采用多边形包络法计算 SGI 值并以 SGI 值作为衡量一定区域经济社会科学发展水平指标的建议,为区域经济社会可持续和谐发展提供了一个新的计算方法。

**关键词:**区域经济社会;可持续发展;多边形包络法;评价;苏州市

中图分类号:F291

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)05-0253-04

## Case Studies on Evaluation of Regional Economic and Social Development Based on Polygon Envelope Method

LI Cui-mei<sup>1,2</sup>, WANG Jian-hua<sup>1</sup>, WANG Hao<sup>1</sup>, ZHANG Shao-guang<sup>3</sup>

(1. *China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, China*;  
2. *Department of Environmental Science and Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou, Jiangsu 215011, China*; 3. *Suzhou Santsing Environmental Science and Technology Co., Ltd, Suzhou, Jiangsu 215011, China*)

**Abstract:** In order to scientifically evaluate recent economic and social development and level of sustainability of Suzhou City, the Polygon envelope method was applied to calculate the coordinated development of the scientific development index coefficient. The SGI value is 71.737 1 by using the data of the economic, social, environmental and resource utilization indicators which is provided by the Suzhou Statistics, comprehensively measured the level of development of social and economic science, economic development, social progress, environmental improvement and resources usage in Suzhou from 1998 to 2003. SGI is proposed to measure a certain level of regional economic and social indicators of scientific development, which provides a new calculating method for the harmonious development of regional economic and social sustainability.

**Key words:** regional economy society; sustainable development; polygon envelope method; evaluation; Suzhou City

在 21 世纪世界绿色文明兴起的大趋势中,可持续发展已经成为世界各国的共识,如何评价区域经济社会是否可持续发展,并以此作为参考,指导今后一

定时期发展的方向与方式,是可持续发展量化评价长期研究的一个重点<sup>[1-3]</sup>。为了实现地区的可持续发展,促进区域发展的生态化转型,自 20 世纪 80 年代

收稿日期:2011-03-18

修回日期:2011-04-18

资助项目:国家自然科学基金项目(51109153);国家自然科学基金重点项目(40830637);住房和城乡建设部科技项目(2010-K7-3);江苏省住房和城乡建设厅科技示范项目(201006100005);江苏省高校自然科学基金项目(08KJD610008);苏州科技学院科研基金项目;江苏省高校“青蓝工程”资助项目阶段性成果

作者简介:李翠梅:(1974—),女,安徽滁州人,博士(后),副教授,硕士研究生导师,主要从事城市水资源可持续发展研究。E-mail:cuimeili@163.com

以来,国内外学者和组织对生态城市及可持续发展指标体系进行了大量的研究和实践,取得了很大的突破和成效,在实践应用过程中也存在不少问题,例如缺乏充足的统计数据、现有数据的准确性低、指标间的关联性研究不够、难以从整体、系统上进行完善的分析等。因此,需要对评价指标体系建立相应的数学模型,分析、研究指标体系之间内在的关联性,并从整体上进行深入完善的分析与评价。本研究针对这一不足,依据可持续发展的内涵,从社会、经济、环境、资源四大系统,采用多边形包络法建立数学评价模型,评价一定时期某区域经济社会发展水平<sup>[4-6]</sup>。

根据可持续发展的内涵,评价一个区域社会经济的发展应从两个方面来体现:发展的数量增长,即绝对水平的体现;发展质量的飞跃,即系统间的协调程度。数量增长是一个社会人工生态系统本身从低级到高级、从简单到复杂的不断深入的过程;质量飞跃则反映了在这个深化过程中各个系统间的相互协调<sup>[7-8]</sup>。因此,对社会经济发展水平的评价,要从这两个方面来考虑,将两方面的因素都综合到评价结果中。基于多边形包络法设计区域经济社会发展的评价方法。

## 1 多边形包络评价法设计

多边形包络法评价设计是用一个正四边形来表示理想的区域经济社会发展状态,其每一条中心线代表社会经济发展指标体系的每一个子系统评价分指数,每一中心线长度设为 100,代表每一子系统评价的基准值,具体到指标来说,就是如果该子系统内所有指标达到了标准,则该子系统的评价分指数即为 100。

对任一个区域发展来说,其指标水平会构成不同形态的四边形,四条发展轴所包络的四边形面积大小可以反映对应的每种发展形态的各子系统的发展水平,其中每一条中心线连线的长度代表了每一系统的评价分指数,用  $A_i$  表示,具体见公式(1)。被包络而成的四边形面积越大,越接近综合评价标准值,表明发展的水平越高。但是面积的大小不能反映各个系统之间是否协调的概念,因此不能只单纯地追求四边形的面积越大越好,和谐社会的发展应是在保证四条发展轴相互协调的基础上追求四边形面积的最大化。所以,我们定义一个协调发展系数来修正这方面的影响,将每一发展形态下组成的实际四边形修正为一个等效的正方形,该正方形面积等于实际四边形面积与协调发展系数的乘积。这样,可以非常直观地用于不同地区综合评价结果的对比。该等效正方形的中心

线连线即为该种发展形态下区域的综合评价指数,其中协调发展系数用四边形的四条中心线连线两两之间较小值与较大值之比的几何平均值来表示。

$$SGI = \frac{1}{2} \sqrt{\beta(A_1 A_2 + A_2 A_3 + A_3 A_4 + A_1 A_4)} \quad (1)$$

$$\beta = \left( \prod_{i=1}^4 \frac{\min(A_i, A_j)}{\max(A_i, A_j)} \right)^{\frac{1}{6}} \quad (2)$$

式中:SGI——区域科学发展指数; $\beta$ ——协调发展系数; $A_i$ ——第  $i$  项分指数; $A_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m I_i$ ,  $I_i = \frac{X_i}{X} \times 100$ ,

当  $X$  为正向指标时,  $I_i = \frac{X_0}{X_i} \times 100$ ; 当  $X$  为逆向指标时,  $X_0$  为对应的评价标准,当  $X$  满足评价标准时,  $I_i = 100$ ;  $m$ ——每一准则层中的指标数目; $A_1$ ——经济系统评价分指数; $A_2$ ——社会系统评价分指数; $A_3$ ——环境系统评价分指数; $A_4$ ——资源系统评价分指数。

良性循环的经济发展、公平和谐的生态社会、循序渐进的环境改善和高效永续的资源利用是实现资源节约、环境友好“两型社会”四个方面,这四个方面既涵盖了社会、经济发展,也指出了发展过程中应充分考虑环境改善和资源利用。同时,这四个方面体现了以人为本、前瞻性和动态性、整体性和相关性、普遍性和特色性及可操作性等五个原则,所涉及的 31 项指标数据易获得,因此,这四个准则层能够有机地组成反映区域经济社会发展的“四边形”。

## 2 实例研究

苏州市地处长江下游的太湖流域,是我国首批公布的国家文化名城和风景旅游历史古城。位于长江三角洲太湖平原的东部,东邻上海,濒临东海,南连浙江,西傍无锡,北枕长江。行政区划苏州、常熟、太仓、昆山、吴江、张家港等市(县),南北、东西之间的距离都在 142 km 左右。全市总面积 8 488.42 km<sup>2</sup>,其中平原约 4 660 km<sup>2</sup>,水面约 3 607 km<sup>2</sup>,丘陵约 221 km<sup>2</sup>,分别占总面积的 54.9%, 42.5%, 2.6%。2007 年末,全市总人口达 624.43 万人,进出口总额、地方财政一般预算收入、地区生产总值分别居全国第 3, 4, 5 位,且各项指标逐年稳步递增,是全国第五位有持久发展潜能的城市,也是我国长三角经济带上经济、文化发达的城市之一。该地区 1998—2003 年社会经济科学发展水平及标准见表 1,由表 1 中的数据采用多边形包络法进行计算,可以得出该地区各年社会经济科学发展评价结果,分别见表 2 和图 1。

表 1 1998—2003 年苏州市社会经济科学发展水平及标准

序号	系统层	准则层	指标	1998	1999	2000	2001	2002	2003	标准
1	良性循环的经济发展	发展水平	人均 GDP(美元/人)	3238	3649	4201	4248	4842	5635	4000
2			第三产业占 GDP 比重/%	35.01	37.11	37.83	37.73	36.31	37.1	58
3			城镇居民年人均可支配收入(元/人)	9003	9578	11006	12114	13334	16080	29000
4			农民年人均收入(元/人)	5171	5284	5466	5783	6192	6689	13600
5		发展潜力	工业用水重复利用率/%	20.02	18.58	29.08	32	35	37.6	70
6			全社会劳动生产率(元/人)	47456	55429	66799	68687	84414	95387	80000
7			R&D 经费支出占 GDP 比例/%	0.45	0.53	0.59	0.97	1.03	1.21	1.36
8			规模化企业通过 ISO14000 认证比例/%	0	0	0.5	1	1.5	2	20
9	公平和谐生态社会	生活质量	人类发展指数	0.8228	0.8489	0.8744	0.8781	0.9024	0.9261	0.8
10			恩格尔系数/%	42	40	39	40	38	35	<40
11			城市化水平/%	27	34	38	40	41	50	60
12			千人拥有国际互联网用户/户	10	10	10	20	72	46	100
13		社会安全	城市人均居住面积(m <sup>2</sup> /人)	17.75	18.45	18.89	18.1	24	24	30
14			城市人均公共绿地面积(m <sup>2</sup> /人)	5.73	6.16	7.05	7.78	9.27	10.36	12
15			基尼系数	0.22	0.24	0.22	0.26	0.3	0.35	0.3~0.4
16			犯罪率/‰	4	5	5	5	4	4	2
17		与公平	失业率/%	30	28	25	22	18	15	10
18		循序渐进的环境改善	环境压力	单位工业废水排放的工业增加值/(元·t <sup>-1</sup> )	430	369	388	459	483	406
19	单位工业废气排放的工业增加值(元/万标 m <sup>3</sup> )			13192	12590	11484	3921	4274	4363	4200
20	单位工业固废排放的工业增加值/(元·t <sup>-1</sup> )			35039	42136	35062	19409	22362	28891	18700
21	化肥施用强度/(kg·hm <sup>-2</sup> )			500	460	301	288	277	271	<150
22	环境状态		水体常规监测断面 COD 平均值/(mg·L <sup>-1</sup> )	3.068	5.302	4.314	4.8	4.6	3.8	3
23			大气污染综合指数	1.67	1.91	1.19	1.77	1.72		<1
24			噪声达标面积百分数/%	80	90	95	100	100	100	100
25			城市生活污水集中处理率/%	20.56	45.1	52.16	51.14	60.92	66.04	70
26	环境响应		应实施清洁生产企业的比例/%	2	5	5	8	12	15	100
27	高效永续的资源利用		资源	人均耕地面积/hm <sup>2</sup>	0.1	0.09	0.087	0.083	0.083	0.083
28		水平	森林覆盖率/%	8	9	10	10.8	11.8	12.8	45,15 <sup>①</sup>
29			受保护地区占国土面积比例/%	7.66	7.66	7.66	7.66	9.23	9.72	20,15 <sup>②</sup>
30		利用	单位 GDP 能耗(t 标煤/万美元 GDP)	3.64	3.79	6.79	9.36	8.94	12.09	6.2
31		效率	单位 GDP 水耗(m <sup>3</sup> /万美元 GDP)	491	506	538	1476	1414	1414	1100

注:①表示丘陵 45,平原 15;②表示丘陵 20,平原 15。

表 2 苏州市 1998—2003 年科学发展指数评价结果

系统层评价分指数	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
经济发展	46.4700	50.8527	58.4915	64.9844	69.3866	74.0222
社会进步	54.1300	55.6726	56.7304	60.9428	73.3436	77.4167
环境改善	57.6400	61.7143	69.0193	66.8483	69.8488	71.5600
资源利用	82.5900	83.5111	82.2647	70.3690	74.6343	71.5874
协调发展系数	0.7080	0.7352	0.7804	0.9146	0.9500	0.9400
科学发展指数	50.1924	53.6649	58.8000	62.9138	69.9291	71.7371

由图 1 可见,苏州市的科学发展指数自 1998 年以来总体上处于一种上升的趋势,说明该地区可持续发展具有良好的基础。科学发展指数随时间的发展一直持续上升,而协调发展系数略有下降,说明该地区最近几年的发展过程中各系统是比较均衡和协调的。从单个子系统的发展来看,经济、社会、环境子系统发展的评价分指标都是在提高的,而资源子系统的评价分指标在逐步下降,根据资源子系统所包含的指

标分析,导致这个分指标下降的原因除了与本身固有的工艺和技术水平,与资源的集约化利用水平有关外,还与该地区的产业结构密切相关,该区域的经济发展在一定程度上还是以资源的大量消耗为代价的,未来需要进一步提高资源利用效率,通过循环经济的实施,减少单位 GDP 的资源消耗,使得经济、社会、环境与资源 4 个系统的评价分指标与该地区科学发展之间呈现一种正相关的相互促进协调的关系。

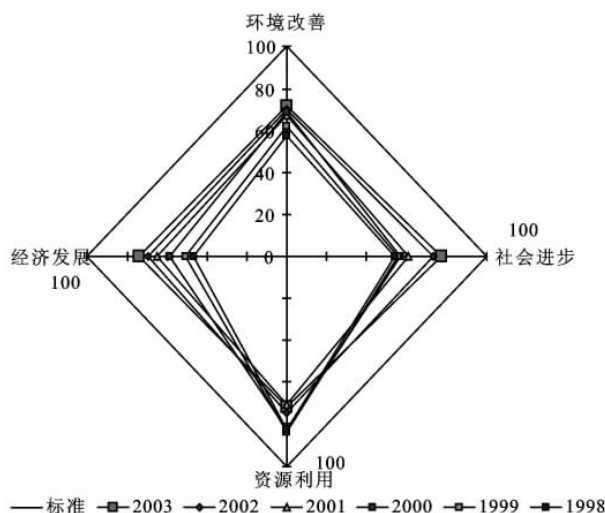


图 1 1998—2003 年苏州市社会经济发展多边形包络评价

### 3 结论

采用多边形包络法,从社会进步、经济发展、资源利用、环境改善 4 个方面评价了一定时期区域科学发展水平,并以苏州为例进行了实例研究。实例研究表明,苏州市科学发展指数自 1998 年以来总体上处于上升的趋势,经济、社会、环境 3 个子系统发展指标也在提高,资源子系统评价指标在下降,表明该地区经济发展过程中资源消耗较大。

通过实例研究与实际情况比较,可以得出多边形

包络法计算结果比较准确,能够客观、科学反映研究区的协调发展状况,并根据评价分指标变化趋势,反映社会、经济、资源、环境 4 个系统在发展过程中可能存在的问题,为地区科学发展提供科学参考。

参考文献:

- [1] 夏军,苏人琼,何希吾,等.中国水资源问题与对策建议[J].中国科学院院刊,2008,23(2):116-120.
- [2] 夏军.现代水资源环境保护理论与实践丛书:可持续水资源管理:理论方法应用[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [3] 钱正英,张光斗.中国可持续发展水资源战略研究综合报告及各专题报告[R].北京:中国水利水电出版社,2001.
- [4] 方子云,包放.世界水资源的新发展[J].水利水电科技进展,2008,28(4):80-84.
- [5] 刘道明,苏玉云,译.全球水资源管理面临的挑战[J].水利水电快报,2007,28(2):1-5.
- [6] 王浩,王建华,秦大庸,等.基于二元水循环模式的水资源评价理论方法[J].水利学报,2006,37(12):1496-1502.
- [7] 王浩,游进军.水资源合理配置研究历程与进展[J].水利学报,2008,39(10):1168-1175.
- [8] 王浩,王建华,贾仰文,等.现代环境下的流域水资源评价方法研究[J].水文,2006,26(3):18-21,92.

## 欢迎订阅 2012 年《水土保持研究》

《水土保持研究》创刊于 1985 年,双月刊,中文版,属地球科学类期刊,主管单位为中国科学院,由中国科学院水利部水土保持研究所主办。由《中国科技论文统计源期刊》、《中国科学引文数据库统计源期刊》、《中文核心期刊要目总览》等收编。本刊为 A4 开本,272 页/期。刊号为 ISSN1005-3409,CN61-1272/P。国内邮发代号:52-211,定价 25.0 元/册。

办刊宗旨:紧密跟踪水土保持学科的发展动向,及时报道本学科前沿领域科学理论、技术创新及其实践应用研究最新成果,积极引导和推动水土保持学科和水土保持实践的发展与繁荣。

报道内容:土壤侵蚀、旱涝、滑坡、泥石流、风蚀等水土流失灾害的现状与发展动态;水土流失规律研究、监测预报技术研发成就与监测预报结果;水土流失治理措施与效益分析;水土流失地区生态环境建设与社会经济可持续发展研究;计算机、遥感工程、生物工程等边缘学科新技术、新理论、新方法在水土保持科研及其实践中的应用;国外水土流失现状及水土保持研究新动态等。

读者对象:从事水保科技研究、教学与推广的科教工作者及有关行政管理人员;国内外环境科学、地学、农业、林业、水利等相关学科科教人员及大专院校师生。

地址:陕西省杨凌区西农路 26 号《水土保持研究》编辑部

邮编:712100

电话:(029)87012705

E-mail:research@ms.iswc.ac.cn

http://www.iswc.ac.cn