

文章编号 1000-5013(2004)02-0215-05

长江流域区域可持续发展评价及类型划分

贾若祥^① 刘毅^②

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 中国科学院人事教育局, 北京 100864)

摘要 长江流域在我国实施可持续发展战略中具有典型代表性, 其经济发展和资源禀赋互补性强. 从长江下游到上游, 经济发展基本呈递减趋势, 而资源禀赋则基本呈递增趋势. 可持续发展是人口、资源与环境之间的协调发展. 根据长江流域各省(市、区)的经济发展水平、社会发展水平、资源环境状况和可持续发展能力, 建立了区域可持续发展评价指标体系, 对其可持续发展现状进行综合加权评价, 采用聚类分析法划分不同类型. 差异主要体现在经济发展水平、可持续发展能力和资源环境状况上, 社会发展水平方面的差异并不大. 从长江流域省级区域可持续发展的空间分布看, 可持续发展状况呈现沿长江下游到上游南北条带状递减的趋势.

关键词 长江流域, 可持续发展, 评价指标体系, 类型划分

中图分类号 X 22: F 129.9(5): N 945.15

文献标识码 A

长江流域系指长江干支流的集水范围(集水面积). 该集水面积为 1 800 Gm², 占中国陆地面积的 18.8%. 它包括 15 个省(青海、云南、贵州、四川、甘肃、陕西、河南、湖北、湖南、江西、安徽、江苏、浙江、广东、福建)、2 个自治区(西藏、广西)和 2 个直辖市(上海、重庆)的全部或部分地区^[1]. 考虑到我国省级行政单元的完整性, 本文在评价长江流域可持续发展现状时, 将所涉及到的上述 19 个省(市、区)全部纳入长江流域范围之内. 它的资源供给, 经济往来既有东西向区域间的交流, 也有与南北方区域外的交流, 具有东靠西移、南北展开的枢纽作用^[2, 3]. 因此, 本文研究长江流域的区域可持续发展问题, 这在全国具有典型代表性^[4].

1 区域可持续发展评价方法

对于区域可持续发展状态进行评价和分类, 一般按如下步骤进行, 即建立区域可持续发展评价指标体系 → 确定各指标权重 → 建立综合评价模型 → 对综合评价结果进行聚类 → 结果分析.

1.1 建立指标体系

指标体系是从系统角度对研究对象进行抽象和刻化的概念模型. 指标体系最上为目标层, 反映研究对象的总体目标. 以下依次为二级子系统、三级子系统、四级子系统层, 分别表示分目标、复合指标、具体指标. 一般的指标体系分 2~4 层, 实际运用中超过 4 层的很少, 也不便于使用. 基于以上分析, 结合影响可持续发展的关键因素, 本文设计了如下可持续发展评价指标体系, 如表 1 所示^[5].

表 1 区域可持续发展总体水平总目标评价指标体系

分目标	复合指标	具体指标
经济发展水平(ED)	人均 GDP(ED ₁)	GDP/总人口
	经济增长速度(ED ₂)	按统计口径
	资金利税率(ED ₃)	利税总额/资产总额
	非农产业比重(ED ₄)	第二、三产业 GDP 之和/GDP
	人均财政收入(ED ₅)	财政收入/总人口

收稿日期 2003-12-18

作者简介 贾若祥(1975), 男, 博士研究生, 主要从事区域可持续发展的研究. E-mail: jiarx@igsrr.ac.cn

基金项目 国家自然科学基金资助项目(40171028)

续表

分目标	复合指标	具体指标
社会发展水平(SD)	城镇化水平(SD ₁)	非农产业人口/总人口
	教育水平(SD ₂)	万人拥有大专以上学历人数和文盲率等权平均
	社会水平(SD ₃)	居民食物支出占总消费支出比重
	医疗水平(SD ₄)	百人拥有医生数和床位数等权平均
	就业水平(SD ₅)	从业人员总数/16~64岁人口总数
	居住水平(SD ₆)	人均居住面积
资源环境状况(RE)	人均土地资源(RE ₁)	耕地面积/总人口
	人均发电量(RE ₂)	发电量/总人口
	人均水资源(RE ₃)	水资源总量/总人口
	森林覆盖率(RE ₄)	按统计口径
	大气环境质量(RE ₅)	废气排放量/GDP
	水环境质量(RE ₆)	废水排放量/GDP
	固体废物密度(RE ₇)	固体废物排放量/GDP
可持续发展能力(SC)	经济外向度(SC ₁)	进出口总额/GDP
	外资利用能力(SC ₂)	外商直接投资/投资总额
	人均能源保障能力(SC ₃)	原煤、原油、天然气、水电生产折标准煤 ^①
	固定资产投资能力(SC ₄)	人均固定资产投资额
	环保投资能力(SC ₅)	环保项目投资额/投资总额
	三废处理能力(SC ₆)	废气、废水和固体废物处理率平均
	教育投资能力(SC ₇)	人均教育经费支出
	科研投资能力(SC ₈)	人均科研经费支出

① 煤当量折算比率为煤炭 $0.714 \text{ t} \cdot \text{t}^{-1}$, 石油 $1.43 \text{ t} \cdot \text{t}^{-1}$, 天然气 $1.33 \text{ t} \cdot \text{dm}^{-3}$, 水力发电按火电煤耗 $350 \text{ g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$ ^[6]

1.2 确定指标权重

指标体系是对区域发展系统的合理抽象和模拟,但各个指标对系统的贡献是不同的,这可以用一组归一化的权重 w_1, w_2, \dots 来刻画.传统的权重分配常用 Delphi 专家咨询法和层次分析法(AHP).其中 Delphi 法不仅对咨询专家要求较高,而且多轮咨询的工作量较大.AHP 采用九标度刻划比较判断结果,使专家感到操作困难,而且计算复杂,还需要进行一致性检验.在保证科学性的前提下,为了计算的简便,本文采用改进的三标度层次分析法 IAHP,其计算步骤为^[7]. (1) 构造主观比较矩阵为

$$c = [c_{ij}]_{n \times n},$$

其中

$$c_{ij} = \begin{cases} 1 & (\text{指标 } i \text{ 比指标 } j \text{ 重要}), \\ 0 & (\text{指标 } i \text{ 与指标 } j \text{ 同等重要}), \\ -1 & (\text{指标 } i \text{ 不如指标 } j \text{ 重要}). \end{cases}$$

(2) 建立感觉判断矩阵为

$$s = [s_{ij}]_{n \times n},$$

其中

$$s_{ij} = d_i - d_j, \quad d_i = \sum_j c_{ij}.$$

(3) 计算客观判断矩阵为

$$R = [r_{ij}]_{n \times n},$$

其中

$$r_{ij} = p^{s_{ij}/s_m},$$

$$s_m = \max_{i,j} s_{ij} = \max_i (d_i) - \min_i (d_j).$$

p 为使用者定义的标度扩展值范围,如 $p = 3$ 或 7 ,本文取 3 .对矩阵 R 的任意一行进行归一化处理,就可得出权重向量 $[w_1, w_2, \dots, w_n]^T$.

1.3 综合评价模型

区域可持续发展评价计算是在无量纲化基础上进行的加权综合评价, 所以评价模型分为无量纲化计算和综合评价两部分。(1) 无量纲化计算模型。无量纲化计算是为了消除不同量纲之间的差别, 使不同的指标之间可以相互加和。这里采用最大值无量纲化处理, 并有公式: $f(x_i) = x_i / Max_i$ 。(若 x_i 为正作用指标)。若 x_i 为负作用指标, 则

$$f(x_i) = Min_i / x_i.$$

其中 Max_i , Min_i 分别为指标 x_i 的最小值和最大值。(2) 综合评价计算模型。综合评价模型一般采用加权求和的计算方法。设第 i 个指标的无量纲化指标值为 y_i , 对应的权重为 w_i , 则综合评价计算模型为

$$S = \sum_i^n (w_i \times f(x_i)).$$

该模型强调指标的群体性, 即个别指标的落后对系统整体功能不会造成太大影响。

1.4 聚类分析

聚类分析(Cluster Analysis)是直接比较各事物之间的性质, 将性质相近的归为一类, 将性质差别较大的归为不同的类。本文采用 SPSS 中的 K -Means 分类法, 对可持续发展的四个观测量进行聚类。其原理如下, 如果选择了 n 个数值参与聚类分析, 最后要求聚类数为 k 。那么可以由系统首先选择 k 个观测量作为聚类的种子, n 个变量组成 n 维空间, 每个观测量在 n 维空间是个点, K 个事先指定的观测量就是 k 个聚类中心点, 也称为初始类中心。按照距离这几个类中心的距离最小原则, 把观测量分派到各类中心所在的类中, 形成第一次迭代形成的 k 类。根据组成第一类的观测量计算各变量的均值, 每一类中的 n 个均值在 n 维空间中又形成 k 个点, 这就是第二次迭代的类中心。按照这种方法依次迭代下去, 直到达到指定的迭代次数或终止迭代的判断要求时, 迭代停止, 聚类结束^[8]。

2 数据和结果

2.1 数据来源

长江流域各省市有关可持续发展的指标数据, 主要来源于《中国统计年鉴(2002)》、《中国水利年鉴(2002)》、《中国人口统计年鉴(2002)》、《中国环境年鉴(2002)》、《中国工业经济统计年鉴(2002)》、《全国水利建设基本情况(1999)》, 以及长江流域 19 个省、市、自治区 2002 年统计年鉴。

2.2 计算结果

(1) 权重计算结果。对于第 2 层次的 4 项指标, 经过专家咨询和计算, 得出它们的权重, 其中 ED 为 0.276 5, SD 为 0.191 7, RE 为 0.132 9, SC 为 0.398 8。然后对指标体系中下 1 层次的各项指标进行打分计算, 用其结果和它们上一级的权重相乘, 得出指标体系中最后 1 层各指标因素的权重, 如表 2 所示。

表 2 指标权重

指标	ED ₁	ED ₂	ED ₃	ED ₄	ED ₅	SD ₁	SD ₂	SD ₃	SD ₄
权重	0.088 9	0.051 3	0.067 6	0.029 6	0.039 0	0.051 6	0.033 3	0.026 7	0.021 4
指标	SD ₅	SD ₆	RE ₁	RE ₂	RE ₃	RE ₄	RE ₅	RE ₆	RE ₇
权重	0.041 4	0.017 2	0.021 3	0.025 6	0.030 8	0.017 8	0.012 3	0.014 8	0.010 3
指标	SC ₁	SC ₂	SC ₃	SC ₄	SC ₅	SC ₆	SC ₇	SC ₈	
权重	0.031 6	0.027 0	0.037 0	0.043 2	0.050 6	0.059 2	0.081 0	0.069 2	

(2) 长江流域各省市可持续发展水平评价结果。根据可持续发展综合评价计算模型, 经计算, 长江流域各省市可持续发展评价得分, 如表 3 所示。(3) 聚类分析结果。根据长江流域各省市可持续发展评价得分, 采用 SPSS 中的 K -Means 聚类方法, 将长江流域各省市可持续发展状态分为 4 类, 如表 4, 5 所示。并绘制出相应的空间分布图如图 1 所示。很高发展组, 包括上海市。上海处于长江流域的入海口, 具有便利的海运、河运、公路、铁路和航空运输条件, 区位优势十分优越。从评价结果看, 上海的经济水平、社会发展水平都特别高。它的环境治理能力和可持续发展能力也比较高, 同时这里的资源环境总体状况也在全国具有很大优势。高发展组, 包括广东、江苏、福建、浙江。这些省份位于我国东南沿海地区, 经济基础雄厚, 发展迅速, 外向度高。从评价结果看, 这 4 个省份的经济水平、社会发展水平都很高。虽然从资源环境状况上看, 这 4 个省份均低于上海, 但是在可持续发展能力方面, 除了浙江省外, 其它 3 个省份

都比上海高. 中等发展组, 包括陕西、湖南和湖北 3 个省份. 这 3 个省份位于长江中游地区, 交通相对便利. 建国后我国在这些地方布局了不少的大型工业项目, 是我国的老工业基地, 有一定的工业基础. 但是

表 3 长江流域各省市可持续发展评价得分

地区	经济发展水平	社会发展水平	资源环境状况	可持续发展能力	综合得分	地区	经济发展水平	社会发展水平	资源环境状况	可持续发展能力	综合得分
上海	0.229 8	0.159 7	0.049 5	0.234 7	0.673 7	重庆	0.112 2	0.113 4	0.023 7	0.184 4	0.433 7
广东	0.165 0	0.123 0	0.044 6	0.269 5	0.602 0	河南	0.112 3	0.105 6	0.025 2	0.185 8	0.428 9
江苏	0.158 8	0.112 5	0.021 6	0.253 2	0.546 1	四川	0.110 0	0.102 3	0.027 7	0.182 6	0.422 6
福建	0.149 6	0.105 5	0.036 1	0.250 7	0.542 0	安徽	0.108 7	0.101 4	0.026 5	0.184 8	0.421 3
浙江	0.167 1	0.111 8	0.035 3	0.225 1	0.539 3	青海	0.107 5	0.107 8	0.032 0	0.167 3	0.414 5
陕西	0.104 0	0.104 9	0.036 9	0.230 4	0.476 1	江西	0.104 6	0.106 3	0.034 7	0.158 3	0.404 0
湖南	0.124 2	0.108 2	0.033 6	0.204 2	0.470 2	西藏	0.116 4	0.114 1	0.084 3	0.069 4	0.384 2
湖北	0.123 6	0.104 7	0.025 3	0.214 3	0.467 9	甘肃	0.097 7	0.095 4	0.011 6	0.174 4	0.379 1
云南	0.145 0	0.100 5	0.043 9	0.155 8	0.445 2	贵州	0.100 0	0.098 4	0.017 6	0.146 6	0.362 5
广西	0.118 0	0.108 3	0.026 8	0.186 6	0.439 6						

表 4 初始聚类中心

指标	很高	高	中等	低	很低
经济发展水平(ED)	0.229 8	0.165 0	0.104 0	0.100 0	0.116 4
社会发展水平(SD)	0.159 7	0.123 0	0.104 9	0.098 4	0.114 1
资源环境状况(RE)	0.049 5	0.044 6	0.036 9	0.017 6	0.084 3
可持续发展能力(SC)	0.234 7	0.269 5	0.230 4	0.146 6	0.069 4

表 5 聚类结果

类型	省、市、自治区
很高	上海
高	广东、江苏、福建、浙江
中等	陕西、湖南、湖北
低	云南、广西、重庆、河南、四川、安徽、青海、江西、甘肃、贵州
很低	西藏

在社会主义市场经济体制下, 这些地区的经济发展速度不是很高, 经济发展水平和社会发展水平处在全国中等位置. 资源环境条件和可持续发展能力也处于中等水平. 低发展组, 包括云南、广西、重庆、河南、四川、安徽、青海、江西、甘肃、贵州 10 个省(市、自治区). 这些省(市、自治区)贯穿长江流域的上、中、下游, 但是交通相对不便, 自然条件比较差. 主要以农业为主, 工业比较落后. 从评价结果看, 这些省(市、自治区)的经济发展水平和可持续发展能力都较低, 虽然这些省(市、自治区)具有一定的自然资源优势,

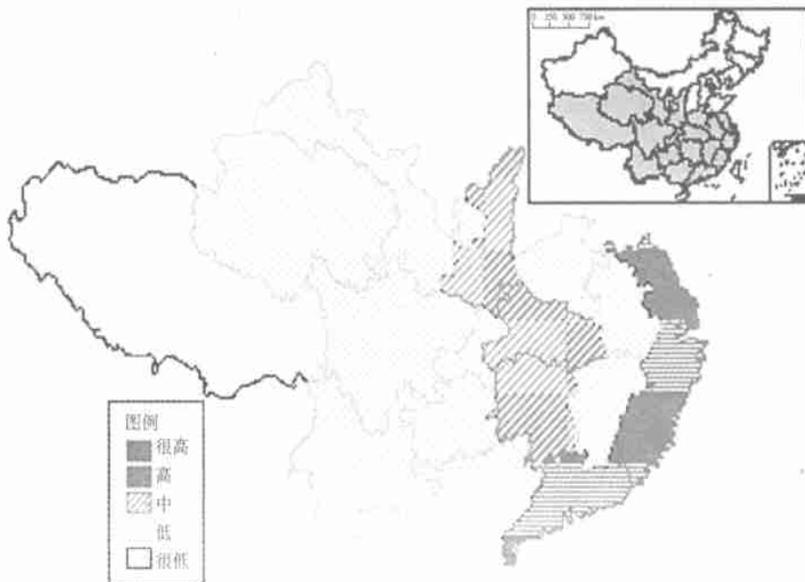


图 1 长江流域不同可持续发展类别空间分布

但由于这些省份污染治理能力较低, 导致其资源环境状况也比较低. 很低发展组, 包括西藏. 西藏位于长江流域的上游, 由于其特殊的地理位置, 致使其经济发展长期以来都很落后. 这里工业基础十分薄弱, 可持续发展能力很差. 由于经济活动落后, 对环境造成的负面影响也比较小, 所以这里的环境状况很好. 西

藏是我国重点扶持的地区, 这里的社会发展水平和其它地区差距不是太大.

3 结束语

通过计算长江流域各省(市、自治区)的可持续发展水平, 可以看出各省(市、自治区)的社会发展水平没有很大区别. 这与我国社会主义国家性质具有很大关系, 国家对于落后地区进行了大力扶持. 但是, 从计算结果可以看出, 各省(市、自治区)的经济发展水平相差很大, 并且大体呈从长江下游向上游南北条带状递减的趋势. 贵州、安徽和江西处于东部沿海快速发展和西部陕西、湖北湖南较快发展的低谷区. 从资源禀赋看, 经济发展较快的东部沿海地区资源相对匮乏, 而西部经济发展较慢的地区资源禀赋丰富, 两者具有很大的互补性. 为促进长江流域可持续发展, 缩小流域内各省间的发展差距, 应鼓励流域内各省区间进行积极的经济、文化交流和合作. 充分利用中上游地区的自然资源以及下游地区的技术、资金、信息资源, 加强合作, 共同发展. 加强流域内的生态环境保护, 明确长江水系的生态保护、环境净化、航运、水电等多种功能及其在长江流域可持续发展中的重要地位和作用. 严格控制长江沿岸的污水排放, 完善排污收费制度, 确保长江水质. 针对流域上中下游之间的生态环境依赖性, 制定合理的生态补偿制度, 将各地区的经济发展和资源开发、环境保护、人口增长等多种因素结合起来, 不断提高整个流域的可持续发展能力.

参 考 文 献

- 1 陈利顶, 傅伯杰. 长江流域可持续发展基本政策研究[J]. 长江流域资源与环境, 2000, 9(2): 148~ 153
- 2 Walter S. Cultural districts, property rights and sustainable economic growth [J]. International journal of urban and regional research, 2002, 26(1): 9~ 24
- 3 刘 健. 长江流域可持续发展的环境支持系统研究[J]. 长江流域资源与环境, 1999, 8(2): 116~ 121
- 4 王保畚. 可持续发展战略与长江流域经济开发[J]. 长江流域资源与环境, 1998, 7(4): 291~ 296
- 5 中国科学院可持续发展研究组. 2003 中国可持续发展战略报告[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 45~ 60
- 6 中国能源战略研究课题组. 中国能源战略研究(2000~ 2050年)[M]. 北京: 中国电力出版社, 1997. 78~ 84
- 7 贾若祥, 刘 毅. 产业竞争力比较研究[J]. 地理科学进展, 2003, 22(2): 195~ 202
- 8 郭志刚. 社会统计方法与 SPSS 应用[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2002. 20~ 45

Evaluation and Type Devision of Sustainable Development in Yangtze Valley

Jia Ruoxiang^① Liu Yi^②

(^① Inst. of Geographic Sci. & Natural Resource Res., CAS, 100101, Beijing, China;

^② Personnel and Education Beureau, CAS, 100864, Beijing, China)

Abstract Yangtze Valley has typical representativeness for implementing the strategy of sustainable development in our country. Its economic development and resource endowment display a strong complementarity. From the lower reaches of Yangtze River to its upper reaches, economic development presents basically a trend of gradually decrease while resource endowment presents basically a trend of gradually increase. Sustainable development is a coordinated development of population, resources and environment. Based on the level of economic development, the level of social development, the state of resource environment and the capacity of sustainable development of various provinces (cities, regions) in Yangtze Valley, the authors built an index system for evaluating regional sustainable development; and divided the regions into different types by adopting the method of cluster analysis. The difference of sustainable development in Yangtze Valley principally reflect on the level of economic development, the capacity of sustainable development and the level of resource environment but not on the level of social development. As seen from the spatial distribution of sustainable development in provincial regions of Yangtze Valley, the state of sustainable development presents a trend of gradually zonal decrease from south to north along lower reaches of Yangtze River to its upper reaches.

Keywords Yangtze Valley, sustainable development, evaluation index system, type devision