

# 资源型城市可持续发展影响因素的实证分析

郭存芝 罗琳琳 叶 明

(南京财经大学经济学院, 江苏 南京 210023)

**摘要** 本文选择有代表性的 33 个资源型城市 2006—2011 年的面板数据为样本, 以生态效率反映可持续发展状况, 在借助因子分析等方法测算资源效率、环境效率进而计算生态效率的基础上, 建立面板数据模型, 通过实证检验经济发展水平、产业结构、科技进步、出口依存度、环境改善投入力度、环境资源区位竞争力、城市规模、城市类型等因素对资源型城市生态效率的影响, 以及这些因素对决定生态效率的两个重要方面——资源效率、环境效率的影响, 实证分析资源型城市可持续发展影响因素。实证结果显示, 除科技进步外, 上述因素对资源型城市可持续发展都有显著影响, 其中: 经济发展水平在 99% 的置信度下有正向影响, 出口依存度在 95% 的置信度下有负向影响, 城市规模在 99% 的置信度下有正向影响, 城市类型在 95% 的置信度下有显著影响, 与预期一致; 第三产业比重在 90% 的置信度下有负向影响, 环境改善投入力度在 95% 的置信度下有负向影响, 与预期存在较大差异; 科技进步的影响统计上不显著, 但表现为负相关, 与预期不相符。文中进一步分析了产生这一结果的原因, 有针对性地提出了对策建议。

**关键词** 资源型城市; 可持续发展; 影响因素; 面板数据; 实证分析

中图分类号 F061.3; F290 文献标识码 A 文章编号 1002-2104(2014)08-0081-09 doi:10.3969/j.issn.1002-2104.2014.08.011

2013 年 12 月份公布的《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020)》明确, 我国拥有资源型城市 262 座, 占全国城市总数的 40%。资源型城市的可持续发展, 是国民经济持续健康协调发展的重要组成部分和前提保障。长期以来, 作为基础能源和重要原材料的供应地, 资源型城市为我国经济社会发展做出了突出贡献。但由于过度强调资源产出、忽视生态环境保护、缺乏统筹规划和资源衰减等原因, 资源型城市发展过程中积累了许多矛盾和问题: 经济结构失衡、失业和贫困人口较多、接续替代产业发展乏力、生态环境破坏严重、维护社会稳定压力较大等。资源型城市可持续发展面临严峻挑战, 加快转变经济发展方式的任務十分艰巨。本文在评价资源型城市可持续发展状况的基础上, 对可持续发展影响因素进行实证分析, 为资源型城市可持续发展研究与决策提供参考。

## 1 文献综述

伴随着资源型城市发展瓶颈的出现和政府对资源型城市可持续发展问题的重视, 我国资源型城市的可持续发展引起了相关专家学者的广泛关注, 研究成果不断涌现。

大体上说, 现有研究可分为两大类: 一类是以定性分析为主, 基于特征和问题分析的资源型城市可持续发展对策研究<sup>[1-8]</sup>, 例如, 张友祥等<sup>[7]</sup>认为, 我国资源型城市转型与可持续发展是一项复杂的系统工程, 需要处理好城市转型与可持续发展所涉及的各要素之间的关系, 既包括以中央政府为主导统筹解决的诸如政府财力支持与长效机制建设的关系, 也包括以地方政府为主导协调处理的诸如资源型产业与非资源型产业的关系; 杜辉<sup>[8]</sup>从资源型城市可持续发展保障的策略转换与制度构造的视角出发, 指出了应当改变以政策为导向的传统路径, 代之以法律为主导的法制化路径, 尝试以关键性矛盾为核心建构《资源型城市可持续发展条例》。另一类是以定量分析为主, 基于评价指标体系构建的资源型城市可持续发展评价研究和少量的预警、调控研究<sup>[9-22]</sup>, 例如, 陈晨等<sup>[11]</sup>运用调整后的生态足迹模型计算西部 9 个典型资源型城市的生态足迹及其生态承载力, 对各城市资源利用程度和生态环境可持续发展状况进行评价与分析, 提出了减少生态足迹需求和增强生态承载力供给的政策建议; 朱爱琴等<sup>[22]</sup>基于生命周期理论, 构建了资源型城市优化调控潜力测评指标体系, 测评

收稿日期: 2014-04-21

作者简介: 郭存芝, 博士, 教授, 主要研究方向为资源与环境经济学。

基金项目: 国家社会科学基金项目“我国资源型城市可持续发展影响因素及其影响机制的实证分析”(编号: 13BTJ026); 江苏高校优势学科建设工程资助项目。

了大庆市的生命周期优化调控潜力,并从提升发展理念、发展基础、主导动力、核心功能与保障能力等五个方面构建了大庆市生命周期优化调控潜力提升机制。

评价资源型城市可持续发展状况,需要综合考虑资源、环境、经济等的协调发展。现有文献使用的方法包括层次分析法<sup>[9-10]</sup>、生态足迹法<sup>[11-23]</sup>、物质流分析法<sup>[12-24]</sup>、能值分析法<sup>[13-25]</sup>、支持向量法<sup>[14-15]</sup>、DEA 法<sup>[16-17]</sup>、模糊综合评价<sup>[18-19]</sup>、因子分析法<sup>[20-21]</sup>等。不同评价方法各有特色,同一方法在具体应用上也存在较大差异<sup>[26]</sup>。资源型城市普遍存在资源开发与经济社会发展、生态环境保护不平衡、不协调的矛盾,这决定了综合考虑资源效率、环境效率的生态效率指标是资源型城市可持续发展的合适度量<sup>[20-27]</sup>,使得借助因子分析、DEA 等方法测算生态效率或其它类似效率指标来评价资源型城市可持续发展的做法得到了广泛认可<sup>[17-20]</sup>。

包括资源型城市在内,任何区域的可持续发展,一方面与其地理区位、资源禀赋、气候特征、人口密度等基础性条件有关,另一方面主要取决于思想观念、资源环境制度、经济发展水平、产业结构、科技进步、对外开放等社会经济因素<sup>[28-30]</sup>。所以,相关实证研究对区域可持续发展影响因素的考虑主要集中于上述基础条件和社会经济因素,虽然不同文献使用的研究方法和样本数据各不相同,结论也存在一定的差异。例如,暴良群等<sup>[31]</sup>采用层次分析法实证确立了大庆经济可持续发展的主要影响因素:三次产业比例、石油天然气资源、工业内部产值比例、石油采出量占储量之比、石油储采比、科技进步对经济增长贡献率、高科技产业占总产业的比重、国内生产总值、草原资源等,认为经济结构、资源总量、科技进步等对科学制订大庆的可持续发展规划和战略具有重要的现实意义;张淑英等<sup>[32]</sup>以我国 31 个省市自治区 2010 年的数据为样本,采用 Tobit 模型,实证分析了工业生态效率的影响因素,研究发现,地区人均生产总值和地理位置对生态效率的改善有积极正向作用,而地区生产总值占全国 GDP 比重和对外经济不利于生态效率的提高;李海东等<sup>[33]</sup>以我国 30 个省市自治区 2006-2009 年的面板数据为样本,采用固定影响模型,实证分析了生态效率的影响因素,结果表明:产业结构、环境政策、治污力度、地区科技水平对生态效率的改善有积极、显著的影响,经济发展速度对生态效率的提高有消极影响,地区开放水平对生态效率的改善没有显著影响。

总体上看,现有研究针对性较强,指导意义较大,但尚有一些问题没有得到充分重视:定量分析的范围较窄,没有与定性分析发现的问题、提出的建议很好地相互印证;定量分析以统计方法为主,其他方法使用较少,缺少严格的计量方法的实证研究;对资源型城市可持续发展评价结

果的解读,限于定性的原因剖析,没有进一步的实证研究。参考相关文献,结合相关资源与环境经济学原理,本文以生态效率反映可持续发展状况,在借助因子分析等方法测算资源效率、环境效率进而计算生态效率的基础上,实证分析经济发展水平、产业结构、科技进步、出口依存度、环境改善投入力度、环境资源区位优势、城市规模、城市类型等因素对资源型城市可持续发展的影响。

## 2 研究设计

### 2.1 资源型城市可持续发展评价

本文通过生态效率反映资源型城市可持续发展状况,在对资源型城市可持续发展影响因素的分析中,除分析生态效率的影响因素外,分析决定生态效率的两个重要方面——资源效率、环境效率的影响因素,以求得到比较全面的分析结果。所以,先使用因子分析法评价资源效率、环境效率,然后参考张妍等<sup>[34]</sup>的研究思想与方法,对资源效率和环境效率的平方和求平方根计算得到生态效率,具体如下:

(1) 评价指标确定。结合数据的可得性,资源方面,考虑水、电、气的使用量,包括工业用水总量、生活用水总量、工业用电总量、生活用电总量、工业等非生活用气总量、生活用气总量;环境方面,按照国家“十一五”、“十二五”规划纲要明确提出的节能减排总量控制目标要求,以化学需氧量(COD)、氨氮( $\text{NH}_3 - \text{N}$ )排放量反映工业废水、生活污水排放,以二氧化硫( $\text{SO}_2$ )、氮氧化物( $\text{NO}_x$ )排放量反映工业废气、生活及其他非工业废气排放,同时引入工业固体废物排放量。

(2) 资源效率、环境效率的计算。首先计算各单项资源、环境指标的效率值,如表 1 所示。再利用因子分析法提取单项资源效率值和环境效率值的公共因子,并用式(1)所示的归一化计算办法对公共因子作标准化处理,得到资源效率、环境效率。

$$a'_i = (a_i - \min_i a_i) / (\max_i a_i - \min_i a_i) \quad (1)$$

(3) 生态效率的计算。计算资源效率和环境效率的平方和,再对计算结果求平方根,得到生态效率。

### 2.2 资源型城市可持续发展影响因素的表示

本文实证分析经济发展水平、产业结构、科技进步、出口依存度、环境改善投入力度、环境资源区位优势、城市规模、城市类型等因素对资源型城市可持续发展的影响。结合相关资源与环境经济学原理,同时考虑数据的可得性,经济发展水平用人均 GDP<sup>①</sup>表示;产业结构用第三产业产值比重<sup>②</sup>表示;科技进步用科技竞争力指数<sup>③</sup>表示;出口依存度用出口总额占 GDP 的比重<sup>④</sup>表示;环境改善投入力度用环境改善投入指数<sup>⑤</sup>表示;环境资源区位优势



表 1 单项资源、环境效率值的计算  
Tab. 1 Calculation of resource and environmental efficiency's unit values

| 项目<br>Item | 效率指标<br>Efficiency index                                                                                                           | 计算方法<br>Computing method                                                                                                                               |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 资源使用       | 水<br>工业用水效率<br>生活用水效率                                                                                                              | 工业增加值①/工业用水总量②<br>年末人口数量③/生活用水总量④                                                                                                                      |
|            | 电<br>工业用电效率<br>生活用电效率                                                                                                              | 工业增加值/工业用电总量⑤<br>年末人口数量/生活用电总量⑥                                                                                                                        |
|            | 气<br>工业等非生活用气效率<br>生活用气效率                                                                                                          | 地区生产总值⑦/工业等非生活用气总量⑧<br>年末人口数量/生活用气总量⑨                                                                                                                  |
| 环境污染       | 废水<br>工业废水 COD 排放效率<br>生活污水 COD 排放效率<br>工业废水 NH <sub>3</sub> - N 排放效率<br>生活污水 NH <sub>3</sub> - N 排放效率                             | 工业增加值/工业废水 COD 排放量⑩<br>年末人口数量/生活污水 COD 排放量⑪<br>工业增加值/工业废水 NH <sub>3</sub> - N 排放量⑫<br>年末人口数量/生活污水 NH <sub>3</sub> - N 排放量⑬                             |
|            | 废气<br>工业废气 SO <sub>2</sub> 排放效率<br>生活及其他非工业废气 SO <sub>2</sub> 排放效率<br>工业废气 NO <sub>x</sub> 排放效率<br>生活及其他非工业废气 NO <sub>x</sub> 排放效率 | 工业增加值/工业废气 SO <sub>2</sub> 排放量⑭<br>年末人口数量/生活及其他非工业废气 SO <sub>2</sub> 排放量⑮<br>工业增加值/工业废气 NO <sub>x</sub> 排放量⑯<br>年末人口数量/生活及其他非工业废气 NO <sub>x</sub> 排放量⑰ |
|            | 固体废物<br>工业固体废物排放效率                                                                                                                 | 工业增加值/工业固体废物排放量⑱                                                                                                                                       |

注:表中数字①、②等是指标序号,下同。为避免表述的烦琐,下文样本数据部分各指标用序号表示。

争力用环境资源区位竞争力指数<sup>⑭</sup>表示;城市规模用年末总人口数表示;城市类型以《全国资源型城市可持续发展规划(2013 - 2020)》中的划分为依据,包括成长型、成熟型、衰退型和再生型四种类型,用虚拟变量表示。

2.3 样本数据

本文以 2006 - 2011 年为研究期,结合数据可得性,选择有代表性的 33 个地级以上资源型城市(见表 2)为研究对象进行实证分析。

样本数据中,指标①(市辖区)、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、

⑨、⑯、⑰的数据来源于相关年份的《中国城市统计年鉴》;指标②、⑩、⑪、⑫、⑬、⑭、⑮、⑯、⑰的数据来源于相关年份的《中国环境年鉴》;指标①(全市)的数据来源于相关省市相关年份的统计年鉴或统计公报;指标②的数据来源于相关年份的《中国区域统计年鉴》;指标③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨的数据来源于相关年份的《中国城市竞争力年鉴》。其中,指标④、⑤、⑥、⑧、⑨因无法找到全市数据使用市辖区数据,并在对应单项效率值的计算中做到分子、分母统计口径的一致,其他均使用全市数据;指标⑧、⑨包括煤气(人工、天然气)和液化石油气,按照 1 kg 液化石油气折算 1.288 9 m<sup>3</sup> 天然气的折算系数将液化石油气折算为天然气进行加总(依据目前广泛使用的原国家经委、国家统计局在《1986 年重点工业、交通运输企业能源统计报表制度》中规定的各种能源的折算系数,1 kg 液化石油气可折算为 1.714 3 kg 标准煤,1 m<sup>3</sup> 天然气可折算为 1.330 0 kg 标准煤,能够算得:液化石油气折算为天然气的折算系数是 1.288 9 m<sup>3</sup>/kg)。

对于个别数据的缺失,根据相近年份的情况予以补全,例如赤峰市 2009 年的生活用煤气数据缺失,使用该市 2008、2010 年该指标的算术平均值补全。对于个别明显有误的数据,根据相近年份的情况予以矫正,例如 2010 年的《中国环境年鉴》显示:石嘴山 2009 年生活及其他非工业氮氧化物排放量为 5 987 t,是 2006 - 2011 年其他各年该污染物排放量 600 t 左右的约 10 倍,明显存在问题,

可能是数据录入过程中出现了错误, 矫正为 599 t。

#### 2.4 计量模型

面板数据模型主要包括混合模型、变截距模型、变系数模型三种类型, 其中变截距模型、变系数模型都又分为固定影响与随机影响两种情况。这里采用 33 个资源型城市 6 年的数据进行分析, 时间较短而截面单位较多, 可以认为存在个体差异, 不存在结构变化, 因此首先决定使用变截距模型。至于固定影响与随机影响的选择, 可通过 Hausman 检验进行判别, 但实际应用中往往根据研究问题的特征来决定, 如果仅对样本本身的个体差异进行分析, 应当使用固定影响模型; 如果用样本推断总体的个体差异, 则应使用随机影响模型。这里想通过样本城市把握资源型城市的一般规律, 显然选择随机影响模型更加合适。为此, 本文选用随机影响变截距模型进行实证分析。

由于本文使用生态效率反映资源型城市可持续发展状况, 生态效率是资源效率、环境效率的综合体现, 但资源效率与环境效率之间没有必然联系, 同一城市的资源效率与环境效率排名可能存在较大差异。为了取得比较全面深入的分析结果, 本文除了分析资源型城市生态效率的影响因素之外, 还分析决定资源型城市生态效率的两个重要方面——资源效率、环境效率的影响因素。本文要建立的计量模型有 3 个, 模型的一般形式如下:

$$Y_{it} = \beta X + \gamma D + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

其中:  $Y$  为因变量, 在实证分析生态效率影响因素的模型中为生态效率、在实证分析资源效率影响因素的模型中为资源效率、在实证分析环境效率影响因素的模型中为环境效率;  $X$ 、 $D$  为自变量的矩阵,  $X = [1, X_{1it}, X_{2it}, X_{3it}, X_{4it}, X_{5it}, X_{6it}, X_{7it}]^T$ ,  $D = [D_{1it}, D_{2it}, D_{3it}]^T$ ,  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 、 $X_7$ 、分别表示经济发展水平、产业结构、科技进步、出口依存度、环境改善投入力度、城市规模、环境资源区位竞争力,  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$  是区分城市类型的虚拟变量, 取值如下:

$$D_{1it} = \begin{cases} 1 & \text{第 } i \text{ 个城市是成长型城市} \\ 0 & \text{第 } i \text{ 个城市不是成长型城市} \end{cases}$$

$$D_{2it} = \begin{cases} 1 & \text{第 } i \text{ 个城市是成熟型城市} \\ 0 & \text{第 } i \text{ 个城市不是成熟型城市} \end{cases}$$

$$D_{3it} = \begin{cases} 1 & \text{第 } i \text{ 个城市是衰败型城市} \\ 0 & \text{第 } i \text{ 个城市不是衰败型城市} \end{cases}$$

$\beta$ 、 $\gamma$  为待估参数行向量  $\beta = [\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7]$ ,  $\gamma = [\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3]$ ;  $\mu_i$ 、 $\varepsilon$  为随机扰动项;  $i$ 、 $t$  分别为截面、时间下标。

### 3 实证结果

#### 3.1 资源型城市可持续发展评价结果

依据前述方法, 借助 SPSS 软件, 测算 2006 - 2011 年

33 个样本城市的资源效率、环境效率、生态效率, 限于篇幅这里只给出生态效率计算结果如表 3 所示。其中, 测算资源效率、环境效率时, 对载荷矩阵进行方差最大正交旋转, 使因子的实际意义易解释。

表 3 显示, 成长型城市的生态效率较高, 例如延安的生态效率测算结果在 2006 - 2011 年都高达 1.2 左右, 在样本城市中遥遥领先; 成熟型、衰退型城市的生态效率较低, 例如攀枝花 2011 年, 牡丹江 2007 年的生态效率测算结果仅分别为 0.034 1、0.054 7, 远低于其它样本城市各年的一般水平, 但总体上看, 研究期内成熟型、衰退型城市的生态效率有一定的上升趋势; 再生型城市的生态效率在研究期内有明显的上升趋势, 例如唐山、包头的生态效率测算结果分别由 2006 年的 0.319 4、0.080 3 上升到了 2011 年的 0.953 5、0.409 7。这一测算结果较为客观, 一方面显示了不同类型资源型城市的生态效率差异, 与相关文献的分析基本一致; 另一方面也显示了资源型城市相关转型政策的效果。

进一步查看资源效率、环境效率测算结果发现: 无论是资源效率, 还是环境效率, 在不同年份之间相关性都较强; 资源效率与环境效率之间有一定的相关性, 但不存在必然联系, 一些城市的资源效率与环境效率测算结果差异较大。以赤峰市为例, 在 2006 - 2011 年的 6 年中, 资源效率有 5 年为 1, 居全国首位, 有 1 年为 0.803 9, 居全国第二; 环境效率在 2011 年最高, 为 0.441 4, 在 2006 年最低, 为 0.133 3, 总体上位列全国中等水平。由此可见, 在实证分析生态效率的影响因素的同时, 进一步实证分析资源效率、环境效率的影响因素, 十分必要。

#### 3.2 资源型城市可持续发展影响因素的实证结果

以经济发展水平、产业结构、科技进步、出口依存度、环境改善投入力度、城市规模、环境资源区位竞争力、以及城市类型为自变量, 分别以生态效率、资源效率、环境效率为因变量, 从生态效率的影响因素、资源效率的影响因素、环境效率的影响因素三个方面, 建立随机影响变截距面板数据模型, 实证分析资源型城市可持续发展的影响因素。

实证中需要考虑变量的内生性、多重共线性问题以及随机误差项的异方差性、序列相关性问题。对于变量的内生性问题, 由于模型中没有滞后因变量做自变量, 且城市类型虚拟变量明显不与因变量存在双向因果关系, 这里需要注意的只是因变量与经济发展水平、产业结构、科技进步、出口依存度、环境改善投入力度、环境资源区位竞争力、城市规模 7 个自变量是否存在双向因果关系。本文首先在 pool 中对各因变量以及上述 7 个自变量做单位根检验, 发现均不存在单位根, 进而进行 Granger 因果关系检验, 检验结果显示, 总体上看各因变量对上述 7 个自变量

的影响较弱,即变量的内生性问题不严重。考虑到克服变量内生性问题的一般方法——广义矩估计(GMM)通常需要用滞后变量做工具变量,而本文的样本数据时间跨度较短,GMM的使用会损失相对较多的自由度,反而对实证结果产生较大影响,本文对变量的内生性问题不做处理。对于自变量的多重共线性问题,本文利用方差扩大因子(VIF)进行了检验,检验结果显示,VIF值最大为2.4784,各模型不存在严重的多重共线性问题。限于篇幅,这里不具体显示单位根检验、Granger因果关系检验、VIF检验的

结果。为减少随机误差项中可能存在的异方差性、序列相关性问题,本文使用可行的广义最小二乘法(FGLS)估计模型。实证结果如表4所示。

由表4可见,三个模型方程显著性检验的F值都较大,在99%的置信度下显著,拟合效果较好;并且,各模型中大多数自变量对因变量的影响与相关文献的实证结果一致,与资源、环境经济学的相关分析相符,或者与我国资源型城市的发展现状吻合。这说明模型对变量之间关系的描述基本正确,分析结果可靠。

表3 生态效率测算结果  
Tab.3 Results of eco-efficiency index measurement

| 年份<br>Year | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    | 2010    | 2011    |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 唐山         | 0.319 4 | 0.406 0 | 0.454 5 | 0.338 1 | 0.543 6 | 0.953 5 |
| 邯郸         | 0.240 3 | 0.341 6 | 0.524 7 | 0.620 4 | 0.521 0 | 0.378 7 |
| 大同         | 0.109 2 | 0.153 0 | 0.143 6 | 0.216 6 | 0.321 6 | 0.409 6 |
| 阳泉         | 0.126 4 | 0.142 6 | 0.108 2 | 0.260 3 | 0.217 1 | 0.612 5 |
| 长治         | 0.109 3 | 0.150 1 | 0.182 0 | 0.222 2 | 0.145 8 | 0.316 9 |
| 临汾         | 0.206 6 | 0.207 7 | 0.284 0 | 0.337 2 | 0.270 1 | 0.385 8 |
| 包头         | 0.080 3 | 0.141 0 | 0.157 5 | 0.475 2 | 0.333 3 | 0.409 7 |
| 赤峰         | 0.814 9 | 1.035 4 | 1.089 2 | 1.089 9 | 1.055 3 | 1.093 1 |
| 鞍山         | 0.204 6 | 0.206 6 | 0.269 1 | 0.436 1 | 0.495 2 | 0.441 0 |
| 抚顺         | 0.158 7 | 0.185 7 | 0.236 4 | 0.311 2 | 0.306 6 | 0.544 5 |
| 本溪         | 0.155 9 | 0.166 9 | 0.354 9 | 0.394 6 | 0.462 5 | 0.401 8 |
| 吉林         | 1.345 7 | 0.251 9 | 0.295 9 | 0.388 7 | 0.365 0 | 0.370 0 |
| 牡丹江        | 0.077 8 | 0.054 7 | 0.103 2 | 0.628 9 | 0.491 4 | 0.446 3 |
| 徐州         | 0.293 9 | 0.346 0 | 0.494 1 | 0.650 3 | 0.617 8 | 0.730 9 |
| 湖州         | 0.338 0 | 0.359 6 | 0.463 6 | 0.486 9 | 0.475 0 | 0.521 5 |
| 马鞍山        | 0.129 3 | 0.150 3 | 0.207 4 | 0.261 7 | 0.200 0 | 0.409 6 |
| 淄博         | 0.283 9 | 0.457 4 | 0.519 3 | 0.737 9 | 0.638 8 | 0.604 0 |
| 枣庄         | 0.509 9 | 0.534 1 | 0.566 1 | 0.804 9 | 0.667 2 | 0.814 1 |
| 济宁         | 0.364 7 | 0.457 5 | 0.640 9 | 0.702 7 | 0.761 6 | 0.583 9 |
| 泰安         | 0.344 2 | 0.508 2 | 0.890 2 | 1.025 8 | 0.761 9 | 0.731 3 |
| 洛阳         | 0.295 2 | 0.359 6 | 0.616 9 | 0.742 5 | 0.624 4 | 0.527 3 |
| 平顶山        | 0.201 6 | 0.350 3 | 0.525 2 | 0.557 7 | 0.396 7 | 0.490 2 |
| 焦作         | 0.133 5 | 0.200 0 | 0.353 1 | 0.425 2 | 0.375 7 | 0.552 4 |
| 韶关         | 0.774 0 | 0.789 8 | 0.967 7 | 0.986 7 | 0.487 9 | 0.105 5 |
| 攀枝花        | 0.446 1 | 0.205 0 | 0.714 5 | 0.569 9 | 0.699 9 | 0.034 1 |
| 泸州         | 0.299 6 | 0.398 1 | 0.538 3 | 0.562 9 | 0.383 9 | 0.376 5 |
| 曲靖         | 0.467 9 | 0.673 6 | 0.524 6 | 0.870 4 | 0.522 7 | 0.621 9 |
| 铜川         | 0.503 4 | 0.804 0 | 0.708 0 | 1.035 7 | 0.857 1 | 0.725 5 |
| 宝鸡         | 0.340 4 | 0.278 6 | 0.473 9 | 0.668 9 | 0.532 1 | 0.590 7 |
| 咸阳         | 0.510 8 | 0.568 5 | 0.690 7 | 0.720 8 | 0.684 7 | 0.795 6 |
| 延安         | 1.216 8 | 1.239 8 | 1.231 5 | 1.261 5 | 1.173 9 | 1.127 5 |
| 石嘴山        | 0.139 7 | 0.185 2 | 0.184 1 | 0.226 5 | 0.299 3 | 0.343 0 |
| 克拉玛依       | 0.746 5 | 0.584 3 | 0.810 2 | 0.661 8 | 0.603 3 | 0.957 8 |

实证结果显示,经济发展水平对生态效率以及决定生态效率的两个重要方面资源效率、环境效率都在 99% 的置信度下有显著的正向影响,这说明随着经济发展水平的提高,资源型城市的资源集约化利用和环境污染防治水平提高,可持续发展能力增强;产业结构对环境效率在 90% 的置信度下有显著的负向影响,对生态效率、资源效率的影响虽然统计上不显著,也表现为负相关,与预期不相符,究其原因,可能在于我国资源型城市第三产业发展相对滞后,第三产业发展对资源型城市可持续发展的促进作用有限,不足以弥补第二产业粗放经营的负面影响,而第三产业相对发达的城市也是经济增长较快、可持续发展状况相对较差的城市;科技进步对生态效率、资源效率、环境效率的影响虽然统计上不显著,但都表现为负相关,这说明商业利益驱动使得我国资源型城市在对待科技进步的问题上没有做到兴利除弊,没有把科技进步与资源持续利用、环境保护很好地结合起来;出口依存度对生态效率、资源效率分别在 95%、99% 的置信度下有显著的负向影响,对环境效率的影响虽然统计上不显著,也表现为负相关,这说明出口产品附加值低、资源环境代价大是资源型城市存在的一个问题;环境改善投入力度对生态效率、环境效率都在 95% 的置信度下有显著的负向影响,对资源效率的影响虽然统计上不显著,也表现为负相关,与预期不相符,究其原因,可能与我国资源型城市环境改善投入不足、从源头上节约资源和控制污染的力度不够有关,废弃物综合利用、污染物去除环境改善投入可以对可持续发展产生一定的正向影响,但作用有限,改善可持续发展状况的最有效途径应当是资源的集约利用和污染物产生量的减少;城市规模对生态效率、资源效率、环境效率都在 99% 的置信

度下有显著的正向影响,说明与城市规模对应的人口素质、制度建设等因素能对资源型城市可持续发展产生积极影响;资源环境区位竞争力对生态效率、资源效率的影响不显著,对环境效率在 95% 的置信度下有显著的正向影响,说明区位优势没有带来资源的集约利用但对环境保护有促进作用;城市类型对生态效率、资源效率、环境效率的影响普遍显著,体现了资源开发处于不同阶段的城市的可持续发展能力的差异。

## 4 结论与建议

### 4.1 基本结论

本文结合数据可得性选择有代表性的 33 个资源型城市 2006 - 2011 年的面板数据,以生态效率反映可持续发展状况,在借助因子分析等方法测算生态效率的基础上,建立面板数据模型,较为全面地实证分析了资源型城市可持续发展影响因素,得出基本结论如下:

(1) 经济发展水平对资源型城市可持续发展有显著的正向影响,说明随着经济发展水平的提高,资源型城市有效利用资源、保护环境的能力与意识会增强,可持续发展状况得以改善;

(2) 产业结构对资源型城市可持续发展有负向影响,与预期不相符,究其原因,可能在于我国资源型城市一定程度地存在以牺牲环境为代价换取经济增长的状况,第三产业发展相对滞后,第三产业发展对资源型城市可持续发展的促进作用有限,不足以弥补第二产业粗放经营的负面影响,而第三产业相对发育的城市也是经济增长较快、生态效率相对低下的城市,表现为环境效率与第三产业产值占比呈反方向变动关系;

表 4 资源型城市可持续发展影响因素的实证结果

Tab. 4 Results of empirical analysis of factors influencing the sustainable development of resource-based cities

| 因变量<br>Dependent variable |                 | 生态效率<br>Eco-efficiency | 资源效率<br>Resource<br>efficiency | 环境效率<br>Environmental<br>efficiency |
|---------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 自变量                       | 经济发展水平 $X_1$    | 0.077 9 ***            | 0.030 0 ***                    | 0.071 3 ***                         |
|                           | 产业结构 $X_2$      | -0.003 4               | -0.001 3                       | -0.004 6 *                          |
|                           | 科技进步 $X_3$      | -0.082 9               | -0.016 9                       | -0.053 2                            |
|                           | 出口依存度 $X_4$     | -3.587 4 **            | -3.894 2 ***                   | -0.970 6                            |
|                           | 环境改善投入力度 $X_5$  | -0.616 1 **            | -0.218 8                       | -0.484 6 **                         |
|                           | 城市规模 $X_6$      | 0.000 6 ***            | 0.000 4 ***                    | 0.000 4 ***                         |
|                           | 环境资源区位竞争力 $X_7$ | 0.098 3                | -0.083 4                       | 0.000 2 **                          |
|                           | $D_1$           | 0.654 0 ***            | 0.517 0 **                     | 0.437 6 ***                         |
|                           | 城市类型 $D_2$      | 0.192 2 **             | 0.201 4 **                     | 0.072 3                             |
|                           | $D_3$           | 0.308 4 **             | 0.297 8 **                     | 0.145 5 *                           |
| F                         |                 | 14.896 4 ***           | 12.063 8 ***                   | 12.648 8 ***                        |

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 99%、95%、90% 置信度下显著。

(3) 科技进步对资源型城市可持续发展的影响统计上不显著,但表现出了负相关关系,与预期不相符,究其原因,可能在于科技进步是一把双刃剑,商业利益驱动使得我国资源型城市在对待科技进步的问题上没有做到兴利除弊,没有把科技进步与资源持续利用、环境保护很好地结合起来;

(4) 出口依存度对资源型城市可持续发展有显著的负向影响,说明出口产品附加值低、资源环境代价大是资源型城市存在的一个问题;

(5) 环境改善投入力度对资源型城市可持续发展有显著的负向影响,与预期不相符,究其原因,可能与我国资源型城市环境改善投入不足、从源头上节约资源和控制污染的力度不够有关,而环境改善投入力度较大的城市往往也是资源消耗、污染排放较多的城市。废弃物综合利用、污染物去除环境改善投入可以对可持续发展产生一定的正向影响,但作用有限,改善可持续发展状况的最有效途径应当是资源的集约利用和污染物产生量的减少;

(6) 城市规模资源型城市可持续发展有显著的正向影响,说明与城市规模对应的人口素质、制度建设等因素能对资源型城市可持续发展产生积极影响;

(7) 资源环境区位竞争力对资源效率的影响不显著,对环境效率有显著的正向影响,说明区位优势没有带来资源的集约利用但对环境保护有促进作用;

(8) 城市类型对生态效率、资源效率、环境效率的影响普遍显著,体现了资源开发处于不同阶段的城市的可持续发展能力的差异。

#### 4.2 对策建议

针对上述实证结论,结合资源环境经济学原理和我国实际,本文提出促进我国资源型城市可持续发展的对策建议如下:

第一,大力发展第三产业,优化第二产业内部结构。解除资源型城市对资源的过分依赖,发展信息产业、旅游业、服务业等新兴产业,提高第三产业在国民经济中所占份额。在大力发展第三产业的同时,优化第二产业内部结构,改造和提升传统产业,培育新的经济增长点,有效改变资源型城市第二产业粗放经营的状况。

第二,处理好科技进步与资源持续利用、环境保护的关系,有效发挥科技进步对实现可持续发展的杠杆作用。在科技成果向生产力转化的过程中,充分考虑资源持续利用、环境保护问题。不仅要关注具有较好商业前景的科技进步,更要重视有利于生态平衡、资源集约利用和环境保护的科技进步,坚决杜绝会对可持续发展带来负面影响的科技进步,实现生产和生活方式的可持续性。

第三,合理调整出口产品结构,减轻出口贸易对资源

型城市可持续发展的影响。合理调整出口产品结构,防止国外高消耗、高污染企业向国内转移,十分必要。

第四,在提高废物综合利用率、污染物去除率的同时,提高资源的集约利用程度,减少污染物的产生量。资源型城市不仅要从事后处理的角度重视废物综合利用、污染物去除等,更要从源头控制的角度致力于改进工艺、改变产品结构、使用高新技术等,有效提高资源的集约利用程度,减少污染物产生量。

第五,完善制度建设,加大相关制度规章执行力度,为资源型城市可持续发展提供制度保障。例如,建立和完善资源使用权出让制度、资源收益分配制度、生态环境补偿制度、绿色 GDP 核算制度、绿色创新激励制度等。通过制度规章引导和规范相关责任主体行为,促进资源型城市可持续发展。

第六,强化社会公众特别是相关决策人员的可持续发展意识,落实科学发展观。加强宣传教育,使社会公众牢固树立并践行以科学发展观为指导的正确的生活消费观,使相关决策人员牢固树立并践行以科学发展观为指导的正确的政绩观,有力促进资源型城市可持续发展。

(编辑:刘照胜)

#### 参考文献(References)

- [1] 樊杰. 我国煤矿城市产业结构转换问题研究[J]. 地理学报, 1993, 48(3): 218 - 226. [Fan Jie. A Study on the Industrial Structure Transformation of Coal-mine Cities In China[J]. Journal of Geographical Sciences, 1993, 48(3): 218 - 226.]
- [2] 沈镭, 程静. 论矿业城市经济发展中的优势转换战略[J]. 经济地理, 1998, 18(2): 41 - 45. [Shen Lei, Cheng Jing. Advantage Transformation Strategy in the Economic Development of Mining Cities [J]. Economic Geography, 1998, 18(2): 41 - 45.]
- [3] 许光洪. 我国矿业城市的产业结构调整及其发展途径[J]. 中国人口·资源与环境, 1998, 18(1): 29 - 33. [Xu Guanghong. Industrial Structure Adjustment and the Road of Development for Mining Cities in China [J]. China Population, Resources and Environment, 1998, 18(1): 29 - 33.]
- [4] 张米尔, 武春友. 资源型城市产业转型障碍与对策研究[J]. 经济理论与经济管理, 2001, (2): 35 - 38. [Zhang Mier, Wu Chunyou. Study on Resource-based Cities' Obstacles in Industrial Transformation and Countermeasures [J]. Economic Theory and Business Management, 2001, (2): 35 - 38.]
- [5] 曹碛玮, 马骏. 资源型区域的创新: 从路径依赖到路径创造[J]. 中国软科学, 2007, (7): 152 - 157. [Cao Xuanwei, Ma Jun. Innovation in Resource-oriented Region: From Path Dependence to Path Creation [J]. China Soft Science, 2007, (7): 152 - 157.]
- [6] 张复明. 资源型区域面临的发展难题及其破解思路[J]. 中国软科学, 2011, (6): 1 - 9. [Zhang Fuming. Development Dilemma and Its Resource-based Regions [J]. China Soft Science, 2011, (6): 1 - 9.]
- [7] 张友祥, 支大林, 程林. 论资源型城市可持续发展应处理好的几

- 个关系[J]. 经济学动态 2012,(4):80-83. [Zhang Youxiang, Zhi Dalin, Cheng Lin. A Discuss of Several Important Relations in the Sustainable Development of the Resource-based Cities [J]. Economic Perspectives 2012,(4):80-83.]
- [8]杜辉. 资源型城市可持续发展保障的策略转换与制度构造[J]. 中国人口·资源与环境 2013 23(2):88-93. [Du Hui. On the Strategy Conversion and System Formulation on the Sustainable Development of the Resource-based Cities [J]. China Population, Resources and Environment 2013 23(2):88-93.]
- [9]汤万金,高林,李祥仪. 矿区可持续发展指标体系与评价方法研究[J]. 系统工程理论与实践,1999,(12):114-119. [Tang Wanjin, Gao Lin, Li Xiangyi. Evaluation Index System and Evaluation Method of Sustainable Development in Mining Areas [J]. Systems Engineering-theory & Practice 1999,(12):114-119.]
- [10]张宏军,高志刚. 基于可持续发展能力评价的资源性城市产业转型研究:以新疆克拉玛依市为例[J]. 干旱区地理 2005 28(3):409-413. [Zhang Hongjun, Gao Zhigang. Problems of Industry Transformation Based on Sustainable Development Ability of Resource-based City: A Case Study on Karamay City, Xinjiang [J]. Arid Land Geography 2005 28(3):409-413.]
- [11]陈晨,夏显力. 基于生态足迹模型的西部资源型城市可持续发展评价[J]. 水土保持研究,2012,19(1):197-201. [Chen Chen, Xia Xianli. Assessment on Sustainable Development Status of Western Resource-based Cities Based on the Ecological Footprint Model [J]. Research of Soil and Water Conservation 2012,19(1):197-201.]
- [12]王佰梅,吴钢. 基于物质流分析方法的煤炭资源型区域循环经济评价指标体系研究[J]. 煤炭经济研究 2008,(11):42-45. [Wang Baimei, Wu Gang. Study on Evaluation Index System of Coal-oriented Region's Circular Economy Based on Material Flow Analysis [J]. Coal Economic Research 2008,(11):42-45.]
- [13]曹志国,赵怡晴,袁峰,等. 基于能值理论的中国矿业城市发展程度分析[J]. 中国人口·资源与环境 2010 20(3):56-61. [Cao Zhiguo, Zhao Yiqing, Yuan Feng, et al. Analysis on Development Degree of Mining Cities of China Based on Emergy Theory [J]. China Population, Resources and Environment 2010, 20(3):56-61.]
- [14]朱明峰,洪天求,王儒敬. 基于支持向量机的资源型城市可持续发展指标体系研究[J]. 资源调查与环境 2005 26(1):49-53. [Zhu Mingfeng, Hong Tianqiu, Wang Rujing. On the Sustainable Development Indicator System for Resources City Based on Support Vector System [J]. Resources Survey & Environment 2005 26(1):49-53.]
- [15]李湘梅,周敬宣,罗璐琴,等. 基于支持向量机的城市生态足迹动态化评价[J]. 资源科学 2007 29(5):16-21. [Li Xiangmei, Zhou Jingxuan, Luo Luqin, et al. Applying Supporting Vector Machines to Predict Urban Total Ecological Footprint [J]. Resources Science 2007 29(5):16-21.]
- [16]穆东,杜志平. 资源型区域协同发展评价研究[J]. 中国软科学 2005,(5):106-113. [Mu Dong, Du Zhiping. Evaluation Research on Resource-based Regions' Synergetic Development [J]. China Soft Science 2005,(5):106-113.]
- [17]张晶. 基于超效率的煤炭资源型城市工业生态效率研究[J]. 经济问题 2010,(11):57-59. [Zhang Jing. Study on Industrial Eco-efficient of Coal-oriented City Based on Super-efficiency [J]. On Economic Problems 2010,(11):57-59.]
- [18]余敬,姚书振. 资源型城市可持续发展模糊综合评价模型[J]. 科技进步与对策 2001,(12):70-71. [Yu Jin, Yao Shuzhen. A Comprehensive Fuzzy Assessment Model for Sustainable Development of A Resource-rich City [J]. Science & Technology Progress and Policy 2001,(12):70-71.]
- [19]李建中,谢威,武铁梅. 模糊综合评价在绿色能源评价中的应用研究[J]. 水电能源科学 2010 28(6):165-168. [Li Jianzhong, Xie Wei, Wu Tiemei. Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation to Green Energy Assessment [J]. Water Resources and Power 2010 28(6):165-168.]
- [20]李惠娟,龙如银,兰新萍. 资源型城市的生态效率评价[J]. 资源科学 2010 32(7):1296-1300. [Li Huijuan, Long Ruyin, Lan Xinping. Assessment for Eco-efficiency of Resource-based Cities [J]. Resources Science 2010 32(7):1296-1300.]
- [21]薛忠跃. 中国大陆 31 个省区可持续发展因子分析[J]. 经济研究导刊 2013,(4):148-151. [Xue Zhongyue. The Analysis of Sustainable Development Indicators in 31 Provinces of Mainland China [J]. Economic Research Guide 2013,(4):148-151.]
- [22]朱爱琴,曾菊新,唐承财,等. 资源型城市生命周期优化调控潜力测评[J]. 人文地理 2013,(5):69-75. [Zhu Aiqin, Zeng Juxin, Tang Chengcai et al. Measuring the Potentiality of Regulation on the Lifecycle of Resource-based City [J]. Human Geography, 2013,(5):69-75.]
- [23]Muiz I, Galindo A. Urban Form and the Ecological Footprint of Commuting: The Case of Barcelona [J]. Ecological Economics, 2005,(4):499-514.
- [24]Paul H B, Helmut R. Practical Handbook of Material Flow Analysis [M]. Boca Raton London: Lewis Publishers 2004:1-318.
- [25]Chen G Q, Jiang M M et al. Energy Analysis of Chinese Agriculture [J]. Ecosystems and Environment 2006,(2):161-173.
- [26]牛菲,付允. 资源型城市可持续发展系统评价方法分析[J]. 科学与管理,2007,(6):23-26. [Niu Fei, Fu Yun. Analysis on Method of System Evaluation of Sustainable Development of the Resource-based Cities [J]. Science and Management 2007,(6):23-26.]
- [27]诸大建,邱寿丰. 生态效率是循环经济的合适测度[J]. 中国人口·资源与环境 2006,16(5):1-6. [Zhu Dajian, Qiu Shoufeng. Eco-efficiency as the Appropriate Measurement of Circular Economy [J]. China Population, Resources and Environment 2006 16(5):1-6.]
- [28]陈玉和. 影响矿区可持续发展的因素分析及评价初探[J]. 山东科技大学学报:自然科学版,2002,21(1):94-98. [Chen Yuhe. Analysis and Evaluation of Factors Affecting the Sustainable

- Development of Mining Area [J]. Journal of Shandong University of Science and Technology: Natural Science Edition, 2002, 21 (1): 94 - 98. ]
- [29] 闫波, 马新蕾. 区域循环经济的内涵及其影响因素 [J]. 重庆社会科学, 2008, (5): 31 - 35. [Yan Bo, Ma Xinlei. Connotation and Influencing Factors of Regional Recycle Economy [J]. Chongqing Social Sciences, 2008, (5): 31 - 35. ]
- [30] 万会, 沈镭. 矿业城市发展的影响因素及可持续发展对策 [J]. 资源科学, 2005, 27 (1): 20 - 25. [Wan Hui, Shen Lei. Major Determinates and Countermeasures for Sustainable Development of Mining Cities [J]. Resources Science, 2005, 27 (1): 20 - 25. ]
- [31] 暴良群, 任贵生. 区域经济可持续发展主要影响因素 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2000, 5 (1): 111 - 114. [Qi Liangqun, Ren Guisheng. Research into the Settlement of Major Factors Affecting the Continual Development of Regional Economy [J]. Journal of Harbin University of Science and Technology, 2000, 5 (1): 111 - 114. ]
- [32] 张淑英, 李德山, 刘媛媛. 区域工业生态效率评价及其影响因素研究 [J]. 统计与决策, 2013, (3): 61 - 64. [Zhang Shuying, Li Deshan, Liu Yuanyuan. Study on the Evaluation of Regional Industrial Eco-efficiency and Its Influence [J]. Statistics and Decision, 2013, (3): 61 - 64. ]
- [33] 李海东, 王善勇. “两型”社会建设中生态效率评价及影响因素实证分析 [J]. 电子科技大学学报: 社科版, 2012, 14 (6): 72 - 77. [Li Haidong, Wang Shanyong. Analysis of the Evaluation of the Eco-efficiency and Influential Factors Based on Resource-saving and Environment-friendly Society [J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China: Social Sciences Edition, 2012, 14 (6): 72 - 77. ]
- [34] 张妍, 杨志峰. 北京城市物质代谢的能值分析与生态效率评估 [J]. 环境科学学报, 2007, 27 (11): 1892 - 1899. [Zhang Yan, Yang Zhifeng. Energy Analysis of Urban Material Metabolism and Evaluation of Eco-efficiency in Beijing [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2007, 27 (11): 1892 - 1899. ]

## Empirical Analysis of Factors Influencing the Sustainable Development of Resource-based Cities

GUO Cun-zhi LUO Lin-lin YE Ming

(School of Economics, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing Jiangsu 210023, China)

**Abstract** This paper, selecting 33 representative resource-based cities' panel data in 2006 - 2011 as sample, shows the status of sustainable development by measuring eco-efficiency index. After eco-efficiency index is computed based on the measurement of resource efficiency and environmental efficiency calculated by factor analysis method, panel data model is established. The model, taking the level of economic development, industrial structure, technological progress, export dependence, investment in environmental improvement, regional competitiveness, city scale, and city type as independent variables, empirically tests independent variables' influence on resource-based cities' eco-efficiency as well as two important factors, resource and environmental efficiency. The results indicate that except for technological progress, all aforementioned independent variables have a significant effect on the sustainable development of resource-based cities. Results that the level of economic development has a positive influence under the confidence level of 99%, export dependence has a negative influence under the confidence level of 95%, city scale has a positive influence under the confidence level of 99%, and city type has a positive influence under the confidence level of 95% are consistent with the expectation. However, results that industrial structure has a negative influence under the confidence level of 90%, investment in environmental improvement has a negative influence under the confidence level of 95% are quite different from the expectation. Technological progress is not statistically significant and shows a negative correlation, this is also quite different from the expectation. Finally, reasons for the results are discussed, and some suggestions are put forward.

**Key words** resource-based cities; sustainable development; influencing factors; panel data; empirical analysis