

# 我国资源型城市的可持续发展评价

秦炳涛 刘 蕾 陶 玉\*

**摘要:**随着经济的高速增长,资源消耗加速,环境污染加剧,如何实现资源型城市的可持续发展备受关注。本文以我国资源型地级市为例,通过理论分析法、文献研究法、频度统计法构建资源型城市可持续发展指标体系,基于层次分析法建立资源型城市可持续发展的评价模型。根据115个资源型地级市2005–2015年的面板数据,研究我国资源型城市的可持续发展状况。结果表明:可持续发展状况较好的城市主要分布在东北地区以及中东部地区。可持续发展水平由高到低依次为西北地区、华北地区、东北地区、华中地区、华东地区、西南地区和华南地区。再生型城市的平均可持续发展得分最高,衰退型城市可持续发展得分最低。铁矿资源城市可持续发展得分最高,其次是油气资源城市。相对于其他层次,资源层可持续发展的程度较高,环境层最低。最后根据测度结果,本文提出资源型城市应加大对环境的保护力度,适时开发资源并进行产业转型,避免陷入资源、环境与社会的恶性循环。

**关键词:**资源型城市;可持续发展;层次分析法;可持续发展指标体系

## 一、引言

中国是一个地域面积广阔,地区发展差异相对较大的国家。从整体上看,我国的资源、环境、经济与社会协同发展压力较大,要想实现经济与环境、经济与社会、资源与环境的协调统一发展更是难上加难,我国的可持续发展进程面临着较大的挑战。在当今经济全球化进程加速、国际竞争日益尖锐的形势下,转变经济增长方式、追求可持续发展已经成为推进区域健康发展不可或缺的手段。1994年,国务院通过了《中国21世纪议程——中国21世纪人口、环境

---

\*秦炳涛,上海理工大学管理学院,复旦大学区域与城市发展研究中心,邮政编码:200090,电子信箱:E-mail:qbt719@163.com;刘蕾,上海理工大学管理学院,邮政编码:200090,电子信箱:1613661315@qq.com;陶玉,上海理工大学管理学院,邮政编码:200090,电子信箱:taoyunicole@hotmail.com。

本文系教育部人文社会科学青年基金项目“中国地级市层面的能效提高与节能技术进步:基于前沿理论与空间计量方法的研究”(16YJC790083)与上海理工大学人文社科攀登计划项目“我国全要素能源生产率提高与区域协同机制研究”(SK17PB03)的阶段性成果。感谢匿名外审专家的宝贵意见,文责自负。

和发展的白皮书》，其中明确强调了我国可持续发展的重要性，并逐步研究我国各区域具体的可持续发展规划。资源型城市是我国资源存量相对较高，经济发展潜力相对较大的城市，其作为我国重要的资源能源储存基地，成为了我国国民经济可持续发展的重要保障。国务院于2013年印发了《全国资源型城市可持续发展规划(2013-2020年)》，其中明确划分了我国262个资源型城市，并提出了我国资源型城市可持续发展的可行性战略规划。在国家日益重视资源型城市可持续发展的大环境下，研究资源型城市可持续发展的指标体系、定量评价以及能力建设等，具有重要的理论与现实意义。一方面，可持续发展战略既是发展资源节约型和环境友好型社会的核心建设理念，更是实现我国经济繁荣以及社会稳定重要战略。另一方面，探究我国资源型城市可持续发展的量化评价，有利于提升我国可持续发展的综合研究能力，为我国中央及地方政府制定区域可持续发展战略规划和执行方案提供科学有力的依据。同时，从资源、经济、环境和社会四个维度对我国可持续发展体系的构建，扭转了我国依据经济增长来衡量地区发展的传统思路，促进正确的可持续发展观的树立，有利于社会的和谐与稳定，对于建设资源节约型、环境友好型、经济持续型社会具有重大的实践意义。

本文结构安排如下：第二部分对已有的研究成果进行梳理；第三部分构建可持续发展评价指标体系，介绍数据的来源以及处理；第四部分计算出中国资源型城市可持续发展得分，并对得分情况进行分析；第五部分是本文的研究结论以及政策建议。

## 二、文献评述

目前，在区域可持续发展评价指标体系的研究上，国际上具有代表性的可持续发展指标体系主要是联合国开发署(UNDP)于1990年提出的人类发展指数(Human Development Index)，其主要从人类的生活质量、预期寿命和平均教育水平三个方面建立指标，以此来衡量人类的综合发展水平。联合国可持续发展委员会(UNCSD)提出的可持续发展指标体系，其应用“驱动力-状态-响应”(DSR)的研究框架，提出了综合性强、覆盖面大的研究体系，其中包括经济、社会、环境和制度四个大系统，共142个指标(张志强等,2002)。最新提出的指标体系是全球可持续发展目标(SDGs)，共17项目标，包括清洁饮水和卫生设施、经济适用的清洁能源、体面工作和经济增长、可持续城市和社区、气候行动等方面<sup>①</sup>。首届国际可持续发展大会指出可持续城市评价标准的七大一级指标：安全经济型城市、交通与便捷性、土地利用效率、文化与自然遗产、城市抗灾与弹性、健康的生态环境与气候应对、安全与可持续

<sup>①</sup>资料来源于联合国可持续发展峰会发布的《变革我们的世界：2030议程》。

的公共空间<sup>①</sup>。

我国学者对于可持续发展指标体系的研究成果主要包括毛汉英(1996)在研究山东省可持续发展问题时,从社会进步、经济增长、资源环境支持和可持续发展能力四个方面建立评价指标体系。范德清等(1997)在研究长白山区域可持续发展情况时,从系统发展水平和系统协调调度两个大方面,构建了衡量区域资源、经济、环境和社会综合协调的可持续发展指标体系。2018年11月,《可持续发展蓝皮书:中国可持续发展评价报告(2018年)》发布,蓝皮书构建了一个包含经济发展、社会民生、资源环境、消耗排放和治理保护五个主题的可持续发展指标体系。

在区域可持续发展指标提出之后,大量研究聚焦于可持续发展水平的定量评价问题。国内外学者开始针对可持续发展水平的评价进行研究,提出了一些可借鉴的可持续发展评价模型。其中具有代表性的有Ress(1992)提出的生态足迹模型,该模型通过引入土地的概念,将可持续发展与公平联系起来,从而实现了对生态系统的统一描述,有助于检测地区可持续发展水平。但这种模型过于重视人类对环境以及生态系统的影响,而忽略了经济、社会和技术方面的可持续性。Thore(2000)提出一种名为绿色柱的方法来评价城市的可持续发展能力。牛文元(1995)将可持续发展分为生存支持、发展支持、社会支持、环境支持和智力支持这五个方面,并由此建立可持续发展评价指标体系,对我国各个区域的可持续发展水平进行了计算与评估。杨多贵等(2000)等按照该评价指标体系,用总资产量与总负债量之和对北京、上海进行了比较评价。Osti(1996)在对数据进行标准化处理的基础上,采用线性综合评价法,对农业可持续发展能力开展综合评价。

学者从不同的研究角度,选取不同的研究区域,运用多样化的研究方法来评价我国各个地区的可持续发展水平。对我国单个地级市的可持续发展水平进行分析,如张宏军和高志刚(2005)运用层次分析法对我国克拉玛依市的可持续发展水平进行了定量分析,认为产业结构的单一化是克拉玛依市可持续发展的核心问题,并提出了改善该问题的产业战略转型策略。张秦和李笑春(2013)从基础支撑、发展、持续和协调四个方面构建了区域可持续发展的评价指标体系,并以鄂尔多斯市为例,运用层次分析法对其可持续发展能力进行综合评价。对一个省的可持续发展水平进行分析,鹿晨昱等(2015)以辽宁省各地级市为研究对象,在构建区域可持续发展评价指标体系和时空综合测度模型基础上,结合AHP、GIS以及重心位移动法等对其可持续发展进行了时空综合测度研究。对一个区域可持续发展水平进行分析,如方创琳和刘彦随(2001)利用熵技术协同的层次分析法和多层次多目标模糊综合测度法来衡量我国河西地区的可持续发展水平,从而发现我国可持续发展水平存在普遍的地区差异。檀菲菲等

<sup>①</sup>资料来源于首届可持续发展大会发布的《可持续城市与社区评价标准、管理体系、实施纲要》。

(2014)利用集对分析中的同异反态势排序的协调发展评价模型研究了我国京津冀地区2000-2010年的可持续发展水平。对多个城市可持续发展进行分析,曾贤刚和段存儒(2018)选择16个煤炭资源枯竭城市为研究对象,从经济、社会以及环境三个方面构建了绿色转型评价指标体系,运用熵值法进行绿色转型绩效评价,并通过聚类分析法对每一类城市转型绩效结构进行比较分析。李雪松等(2019)在研究系统耦合协调评价体系的基础上,构建了一个兼顾经济发展、社会进步与生态环境建设的综合评价体系,并从时空两个纬度对长江经济带沿线109个地级以上城市2000-2015年经济-社会-环境耦合协调发展状况进行评估。

综上所述,目前区域可持续发展的研究主要存在两方面的问题:一方面,大多数研究仅停留在对区域可持续发展概念的诠释,以及可持续发展指标体系的建立层面上,但是关于区域可持续发展量化评价的文献相对较少。另一方面,相关区域可持续发展的实证研究多以某个特定的城市或区域为研究对象,然而某个城市或区域的成功经验并不能适用于所有城市,因此其所使用的研究方法和研究模型不具有普适性。基于此,本文将从我国资源型城市的创新视角出发,在建立适用于资源型城市的可持续发展指标体系的基础上,运用层次分析法,建立资源型城市的可持续发展评价模型,并结合我国资源型城市2005-2015年的数据,系统地分析我国区域可持续发展水平。

本文的创新点可能在于:一是研究对象创新,资源型城市是我国经济发展的重要资源后备基地,在我国经济增长中具有核心的战略地位。同时,资源型城市具有数量多和分布广等特性。与以往大多数研究关注特定的城市可持续发展现状不同的是,本文以我国115个资源型地级市为研究对象,建立的指标体系和评价模型具有符合我国资源型城市发展特征的适用性。二是数据创新,本文的定量分析基于2005-2015年的57个指标数据展开。通过搜集相关文献和数据库,研究整理出了我国各相关资源型城市可持续发展评价的庞大数据库,具有可靠性和全面性,因此能够获得具有科学性和客观性的实证结果。三是实证分析角度创新,本文在计算出各资源型地级市的可持续发展评价得分之后,从不同的角度,对实证结果进行深度分析,发现我国资源型城市的潜在问题,进而有针对性地提出对策建议。

### 三、指标体系构建、数据来源及处理

#### (一) 指标体系构建

本文主要通过理论分析法、文献研究法、频数统计法,在国内外相关研究成果的基础上,统计得出有关可持续发展的指标的频数,选取频数为10以上的指标作为本文可持续发展评价指标体系的基础指标<sup>①</sup>,保证本文指标体系的科学性以及全面性。最终确定了一套涵盖资

<sup>①</sup>限于篇幅,指标频数详情表感兴趣者可与编辑部或作者联系。

源、经济、环境、社会4个子系统,共57个资源型城市可持续发展评价指标,并建立了包含目标层、准则层I、准则层II、指标层4个层次的可持续发展评价指标体系,如表1所示。

表1 我国资源型城市可持续发展评价指标体系

目标层	准则层 I	准则层 II	指标层
资源型城市可持续发展评价(S)	经济(A)	经济规模(A <sub>1</sub> )	人均GDP(A <sub>11</sub> )、人均工业总产值(A <sub>12</sub> )、 人均FDI合同外资金额(A <sub>13</sub> )
		经济效益(A <sub>2</sub> )	GDP增长率(A <sub>21</sub> )、工业总产值增长率(A <sub>22</sub> )、 人均工业企业利税总额(A <sub>23</sub> )
		经济结构(A <sub>3</sub> )	第一产业产值占GDP比重(A <sub>31</sub> )、第三产业产值占GDP比重(A <sub>32</sub> )、 第二产业产值占GDP比重(A <sub>33</sub> )
		发展能力(A <sub>4</sub> )	财政收入占GDP比重(A <sub>41</sub> )、每万人中科技人员数(A <sub>42</sub> )、 人均固定资产投资额(A <sub>43</sub> )、地方财政人均科技支出(A <sub>44</sub> )
	资源(B)	土地资源(B <sub>1</sub> )	人均耕地面积(B <sub>11</sub> )、年耕地减少百分比(B <sub>12</sub> )、 每万人公共绿地面积(B <sub>13</sub> )
		水资源(B <sub>2</sub> )	人均供水量(B <sub>21</sub> )
		矿产资源(B <sub>3</sub> )	主要矿种人均储量(B <sub>31</sub> )、主要矿种开采量占保有储量比重(B <sub>32</sub> )
		能源资源(B <sub>4</sub> )	人均用电量(B <sub>41</sub> )、人均供气量(B <sub>42</sub> )
	环境(C)	环境污染(C <sub>1</sub> )	人均工业废水年排放量(C <sub>11</sub> )、人均工业SO <sub>2</sub> 年排放量(C <sub>12</sub> )、 人均工业烟尘年排放量(C <sub>13</sub> )
		环境治理(C <sub>2</sub> )	人均工业废水年排放达标量(C <sub>21</sub> )、人均工业SO <sub>2</sub> 年去除量(C <sub>22</sub> )、 人均工业烟尘年去除量(C <sub>23</sub> )、一般工业固体废物综合利用率(C <sub>24</sub> )、 污水处理厂集中处理率(C <sub>25</sub> )、 生活污染无害化处理率(C <sub>26</sub> )
		环境建设(C <sub>3</sub> )	人均污染源治理投资总额(C <sub>31</sub> )、 人均环境基础设施建设投资总额(C <sub>32</sub> )、 人均城市维护建设资金支出(C <sub>33</sub> )、人均三废综合利用产品产值(C <sub>34</sub> )
	社会(D)	人口指数(D <sub>1</sub> )	人口密度(D <sub>11</sub> )、人口自然增长率(D <sub>12</sub> )、 城镇人口占总人口比重(D <sub>13</sub> )
		生活质量(D <sub>2</sub> )	金融机构年末人均存款余额(D <sub>21</sub> )、职工平均工资(D <sub>22</sub> )
		教科文体事业(D <sub>3</sub> )	地方财政人均教育支出(D <sub>31</sub> )、普通高校数(D <sub>32</sub> )、 普通中学数(D <sub>33</sub> )、每万人在校大学生数(D <sub>34</sub> )
		公共设施与服务(D <sub>4</sub> )	人均城市道路面积(D <sub>41</sub> )、剧场影院数(D <sub>42</sub> )、 每百人公共图书馆藏书(D <sub>43</sub> )、每千人医院卫生院床位数(D <sub>44</sub> )、 交通客运总量(D <sub>45</sub> )、建成区绿化覆盖率(D <sub>46</sub> )、 互联网用户数(D <sub>47</sub> )、每万人拥有公共汽车(D <sub>48</sub> )
		就业与社会保障(D <sub>5</sub> )	年末城镇登记失业率(D <sub>51</sub> )、城镇职工基本养老保险参保比例(D <sub>52</sub> )、 城镇基本医疗保险参保比例(D <sub>53</sub> )、失业保险参保比例(D <sub>54</sub> )、 人均社会保障补助支出(D <sub>55</sub> )、人均抚恤和社会福利救济支出(D <sub>56</sub> )

注:该指标体系中的负向指标主要有年耕地减少百分比、主要矿种开采量占保有储量比重、人均工业废水年排放量、人均工业SO<sub>2</sub>年排放量、人均工业烟尘年排放量、人口密度、人口自然增长率及年末城镇登记失业率,其余均为正向指标。

(二)数据来源及处理

1.数据来源

本文以115个资源型地级市为研究对象,所构建的指标体系涉及的原始数据来自《中国统计年鉴》《中国地级市统计年鉴》以及相关年鉴中115个资源型地级市2005-2015年共11年的57个可持续发展评价指标的原始数据<sup>①</sup>。

2.数据标准化处理

本文所建立的资源型城市可持续发展评价指标体系涵盖资源、经济、环境、社会4个层次,57个不同种类的指标。各评价指标都有着不同的计量量纲,因此在计算可持续发展评价得分时,不能直接简单地用原始数据与权重相乘得出评价得分,需要对所建立的原始数据库进行统一的标准化处理,使各项评价指标各年的数据都能在同一基准线上进行加总和比较。

在指标性质方面,本文将上述各指标分为正向指标和负向指标两种。正向指标即对资源型城市可持续发展呈正向作用的指标,负向指标即环境污染、生态破坏等对可持续发展水平呈负向作用的指标。其中,正向指标的指标得分为正数,负向指标的指标得分为负数。对于不同的评价指标,分别确定三个指标标准值,即零分值  $ZM$ ,其指标得分为0;满意值  $SM$ ,其指标得分为  $S$ ;满分值  $PM$ ,其指标得分为1。因此,每个指标的具体指标得分可采用如下方法计分。对于正向指标,设指标值为  $M$ ,指标得分记为  $CM+$ ,则有:

$$CM+ = \begin{cases} 1 & \text{当 } M \geq PM \\ S + \frac{M - SM}{PM - SM} \times (1 - S) & \text{当 } SM \leq M < PM \\ \frac{M - ZM}{SM - ZM} \times S & \text{当 } ZM \leq M < SM \\ 0 & \text{当 } M < ZM \end{cases}$$

对于负向指标,设指标值为  $M$ ,指标得分记为  $CM-$ ,则有:

$$CM- = \begin{cases} 0 & \text{当 } M \leq PM \\ -\frac{M - PM}{SM - PM} \times S & \text{当 } PM < M \leq SM \\ -\left[ S + \frac{M - SM}{ZM - SM} \times (1 - S) \right] & \text{当 } SM < M \leq ZM \\ -1 & \text{当 } M > ZM \end{cases}$$

在指标得分方面,通过文献检索法、专家问询法及数据库统计法,确定各项指标的3个标准值,即零分值  $ZM$ 、满意值  $SM$  以及满分值  $PM$ ,详细评价指标标准值见附件1。按照上述标准化公式,本文对资源、经济、环境、社会四个层次的57个评价指标,115个资源型地级市,

<sup>①</sup>根据《全国资源型城市可持续发展规划(2013-2020年)》,共计126个资源型地级市,由于个别地级市相关变量的数据缺失严重,去除延边朝鲜族自治州、大兴安岭地区、阿坝藏族羌族自治州、凉山彝族自治州、毕节市、黔南布依族苗族自治州、黔西南布依族苗族自治州、楚雄彝族自治州、海西蒙古族藏族自治州、巴音郭楞蒙古自治州、阿勒泰地区。因此本文研究除这些地级市以外的115个资源型地级市。

2005–2015年共11年共计72105个面板数据进行了统一的标准化处理。

### 3. 指标权重的确定

(1) 层次结构模型建立。本文以资源型城市可持续发展作为目标层元素,以资源层、经济层、环境层、社会层四个层次作为准则层I,高度涵盖了城市可持续发展评价的四个方面。再将准则层I细分得准则层II,最低一层的指标层包括各相对独立的指标变量。

(2) 构造两两比较的判断矩阵。构造反映各层因素相对重要性的判断矩阵,并用适当的数值标度对其相对重要性进行量化。假设上一层次的评价指标为  $A_n$ , 则  $A_n$  对应的下一层的评价指标为  $A_{n1}, A_{n2}, \dots, A_{nm}$ , 构造出的权重判断矩阵为  $M$ , 矩阵  $M$  中的元素为  $M_{ij}$ , 则有:

$$M_{m \times m} = \left\{ M_{ij} = \frac{W(A_{ni})}{W(A_{nj})} \right\}$$

其中,  $M_{ij}$  表示同一指标层的评价指标  $A_{ni}$  相对于评价指标  $A_{nj}$  的重要程度。本文采用1~9的标度对指标层的两两比较权重进行打分,具体的标度含义如表2所示。

标度	含义
1	两个元素同样重要
3	一个元素比另一个元素微小重要
5	一个元素比另一个元素稍为重要
7	一个元素比另一个元素更为重要
9	一个元素比另一个元素明显重要
2,4,6,8	一个元素比另一个元素十分重要

在各评价指标的相对重要性量化方面,计算出通过一致性检验的权重平均值,得到最终评价指标相对重要性的判断矩阵  $M$ , 如下所示:

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & & a_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

上述的判断矩阵具有如下性质:  $a_{ij} > 0$ ;  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ;  $a_{ii} = 1$

两两比较判断矩阵  $M$  与评价指标相对重要性的权重向量  $W = [W_1, W_2, \dots, W_m]^T$ , 相乘得  $M \times W = m \times W$ 。评价指标相对重要性的权重向量  $W$  是判断矩阵  $M$  的特征向量,权重向量  $W$  的个数  $m$  是权重判断矩阵  $M$  的特征值。因此,只要求出权重判断矩阵  $M$  的特征向量,即可得到评价指标在该层相对重要性的权重值。

(3) 层次单排序及一致性检验。层次单排序是指同一层次上的各个评级指标对于其上一

层次的评价指标相对重要性的权重值排序。由于评价指标相对重要性的权重向量  $W$  是权重判断矩阵  $M$  的特征向量,所以只需要计算出权重两两判断矩阵  $M$  的特征向量。

首先计算权重判断矩阵  $M$  的每行元素乘积,  $M_i = \prod M_{ij}, i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, m$ ; 其次计算权重判断矩阵  $M_i$  的  $m$  次方根,  $\hat{W}_i = \sqrt[m]{M_i}$ ; 再次对  $\hat{W} = [\hat{W}_1, \hat{W}_2, \dots, \hat{W}_m]$  进行归一化,  $W_i = \hat{W}_i / \sum_{i=1}^m \hat{W}_i$ ; 最后计算权重判断矩阵  $M$  的最大特征值,  $\lambda_{\max} = \sum(M \times W)_i / (m \times W_i), i=1, 2, \dots, m$ 。

由于资源型城市可持续发展评价指标体系的复杂性和特殊性,使得评价指标之间的关系错综复杂,同时使得各个评价指标之间的相对重要性分析变得模糊,甚至出现偏差。因此在得出权重判断矩阵  $M$  的最大特征值之后还需要对权重判断矩阵  $M$  进行一致性检验,保证结论的可靠性和有效性。

首先,计算一致性指标 C.I.,  $C.I. = (\lambda_{\max} - m) / (m - 1)$ ; 然后,计算随机一致性比值 C.R.,  $C.R. = C.I./R.I.$ 。其中, R.I. 为一致性指标, R.I. 与权重判断矩阵  $M$  的阶数  $m$  有关, R.I. 的值可由表 3 查得。

表 3 一致性指标 R.I. 的值

$m$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

其中,当  $m \leq 2$  时,不需要检验权重判断矩阵  $M$  的一致性。当  $C.R. \leq 0.1$  时,权重判断矩阵  $M$  满足一致性要求;当  $C.R. > 0.1$  时,权重判断矩阵  $M$  不满足一致性要求,则需要对判断矩阵进行调整。在本文的资源型城市可持续发展评价指标体系中,由四个横向层次(目标层、准则层 I、准则层 II、指标层),四个纵向层次(资源层、经济层、环境层、社会层),57 个相互关联又相对独立的评价指标组成,形成了一个四层递阶层次结构。通过上述层次单排序方法,得到资源型城市可持续发展评价指标体系的各层判断矩阵及其相对应的特征值、权重向量及一致性检验结果<sup>①</sup>。

(4)层次总排序及一致性检验。层次总体排序是指每个层次中的评价指标对于目标层中资源型城市可持续发展目标的相对重要性的总排序,其过程是自上而下进行的。层次单排序完成后,就要计算同一层次所有指标相对于最高目标层的相对重要性的排序权值。若上一层次 A 包含的  $m$  个指标的层次总排序权值分别为  $a_1, a_2, \dots, a_m$ , 下一层次 B 包含的  $n$  个指标对于上一层次指标  $A_j$  的层次单排序权值分别为  $b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj}$ 。此时, B 层次的总排序权值为  $\sum a_j b_{nj}, j=1, 2, \dots, m$ 。层次总排序一致性比率为  $C.R. = (\sum a_j C.I._j) / (\sum a_j R.I._j), j=1, 2, \dots, m$ 。特别地,当  $C.R. < 0.1$  时,认为层次总排序通过了一致性检验。结合上述资源型城市

①详细结果,感兴趣者可以与作者或编辑部联系。

可持续发展评价指标的层次单排序评价结果,可得到准则层I、层次总排序的权重及其一致性检验结果(如表4所示)。

表4 层次总排序权重

指标	权重	指标	权重	指标	权重
A <sub>11</sub>	0.015	B <sub>41</sub>	0.049	D <sub>22</sub>	0.040
A <sub>12</sub>	0.004	B <sub>42</sub>	0.032	D <sub>31</sub>	0.001
A <sub>13</sub>	0.008	C <sub>11</sub>	0.040	D <sub>32</sub>	0.003
A <sub>21</sub>	0.045	C <sub>12</sub>	0.132	D <sub>33</sub>	0.006
A <sub>22</sub>	0.011	C <sub>13</sub>	0.073	D <sub>34</sub>	0.004
A <sub>23</sub>	0.022	C <sub>21</sub>	0.013	D <sub>41</sub>	0.005
A <sub>31</sub>	0.003	C <sub>22</sub>	0.030	D <sub>42</sub>	0.001
A <sub>32</sub>	0.012	C <sub>23</sub>	0.021	D <sub>43</sub>	0.002
A <sub>33</sub>	0.002	C <sub>24</sub>	0.008	D <sub>44</sub>	0.003
A <sub>41</sub>	0.007	C <sub>25</sub>	0.014	D <sub>45</sub>	0.003
A <sub>42</sub>	0.020	C <sub>26</sub>	0.007	D <sub>46</sub>	0.002
A <sub>43</sub>	0.005	C <sub>31</sub>	0.029	D <sub>47</sub>	0.002
A <sub>44</sub>	0.011	C <sub>32</sub>	0.013	D <sub>48</sub>	0.003
B <sub>11</sub>	0.026	C <sub>33</sub>	0.007	D <sub>51</sub>	0.015
B <sub>12</sub>	0.008	C <sub>34</sub>	0.004	D <sub>52</sub>	0.009
B <sub>13</sub>	0.014	D <sub>11</sub>	0.003	D <sub>53</sub>	0.009
B <sub>21</sub>	0.068	D <sub>12</sub>	0.002	D <sub>54</sub>	0.005
B <sub>31</sub>	0.041	D <sub>13</sub>	0.001	D <sub>55</sub>	0.003
B <sub>32</sub>	0.041	D <sub>21</sub>	0.040	D <sub>56</sub>	0.003

#### 四、中国资源型城市可持续发展得分及分析

##### (一)地区可持续发展水平异质性

将标准化处理后的各年指标得分与相应指标权重加权求和,可得115个资源型地级市2005-2015年的可持续发展评价总得分。并通过计算求出各资源型地级市11年的可持续发展平均得分,表明该城市2005年至2015年11年间可持续发展整体水平。考虑到区域的异质性、空间上的集聚性以及不同类型资源城市的发展状况,分别从地级市、资源型城市综合分类等角度对资源型地级市可持续发展结果进行整理和分析。

从地级市角度,根据计算得出的各资源型地级市可持续发展得分,可以将样本划分为强可持续发展( $A \geq 0.2$ )、较强可持续发展( $0.1 \leq A < 0.2$ )、基本可持续发展( $0.05 \leq A < 0.1$ )和弱可持续发展( $A < 0.05$ ),如表5所示。

表5 资源型城市可持续发展水平层次分类

层次	城市
强可持续发展( $A \geq 0.2$ )	鞍山市、包头市、本溪市、淄博市、铜陵市、大庆市、唐山市、东营市、攀枝花市、克拉玛依市、阳泉市、黄石市、乌海市、新余市、石嘴山市、大同市、盘锦市、马鞍山市、莱芜市、鄂州市、抚顺市、晋城市、吉林市、鄂尔多斯市、长治市、阜新市、湖州市、萍乡市、朔州市、金昌市、铜川市、白银市、三门峡市、晋中市、榆林市、滁州市、呼伦贝尔市、牡丹江市、宿迁市
较强可持续发展( $0.1 \leq A < 0.2$ )	七台河市、徐州市、焦作市、南充市、鹤岗市、雅安市、六盘水市、洛阳市、宝鸡市、淮南市、庆阳市、泰安市、自贡市、娄底市、景德镇市、亳州市、武威市、鸡西市、韶关市、普洱市、济宁市、泸州市、临沂市、淮北市、枣庄市、延安市、鹤壁市、宿州市、通化市、临汾市、邵阳市、松原市、郴州市、龙岩市、咸阳市、葫芦岛市、白山市、承德市、辽源市、宣城市、张家口市
基本可持续发展( $0.05 \leq A < 0.1$ )	丽江市、陇南市、双鸭山市、吕梁市、南平市、赤峰市、衡阳市、濮阳市、伊春市、贺州市、邢台市、三明市、广元市、渭南市、张掖市、池州市、安顺市、曲靖市、昭通市、邯郸市、达州市、忻州市、平顶山市、百色市
弱可持续发展( $A < 0.05$ )	黑河市、云浮市、宜春市、临沧市、广安市、保山市、平凉市、南阳市、赣州市、运城市、河池市

由表5可知,在本文选取的115个资源型地级市中,39个城市为强可持续发展城市,得分均在0.2以上。其中,可持续发展得分最高的地级市主要分布在辽宁、黑龙江、吉林等东北地区。41个城市处于较强可持续发展水平,得分在0.1到0.2之间,该可持续发展水平的地级市主要集中在我国中东部地区。24个城市处于一般可持续发展水平,得分在0.05到0.1之间,11个城市为弱可持续发展水平,得分低于0.05。其中,山西省运城市、广西省河池市可持续发展得分为负值,表明这些地区的可持续发展陷入困境,经济发展滞后,城市环境污染严重,社会福利保障等需要进一步的提高。

进一步分区域来看,本文计算了2005-2015年各行政区域<sup>①</sup>资源型地级市可持续发展的平均得分,发现我国七个行政区划的可持续发展水平由高到低依次为西北地区(0.210)、华北地区(0.169)、东北地区(0.143)、华中地区(0.124)、华东地区(0.122)、西南地区(0.063)和华南地区(0.003)。其中,西北地区由于资源开采量较小,资源储量仍然较高,地缘广袤,环境保护情况良好,经济发展水平稳定,因此可持续发展水平较高,具有持久的经济发展潜力。而华南地区资源型地级市多为衰退型地级市及成熟型地级市,资源开采力度过大,经济发展增速较慢,可持续发展步伐受阻。

## (二)资源型城市分类分资源类别得分

从资源型城市综合分类角度,根据国务院印发的《全国资源型城市可持续发展规划(2013-2020年)》,《规划》将资源型城市分为四种类型,按照资源保障能力和经济社会可持续

<sup>①</sup> 华东地区包括山东、江苏、安徽、浙江、福建、上海;华南地区包括广东、广西、海南;华中地区包括湖北、湖南、河南、江西;华北地区包括北京、天津、河北、山西、内蒙古;西北地区包括宁夏、新疆、青海、陕西、甘肃;西南地区包括四川、云南、贵州、西藏、重庆;东北地区包括辽宁、吉林、黑龙江。

发展能力对资源型城市进行科学分类,将资源型城市划分为成长型、成熟型、衰退型和再生型四种类型。本文按照上述资源型城市的综合分类,计算得出四种类型的资源型城市可持续发展的平均得分,具体如图1所示。

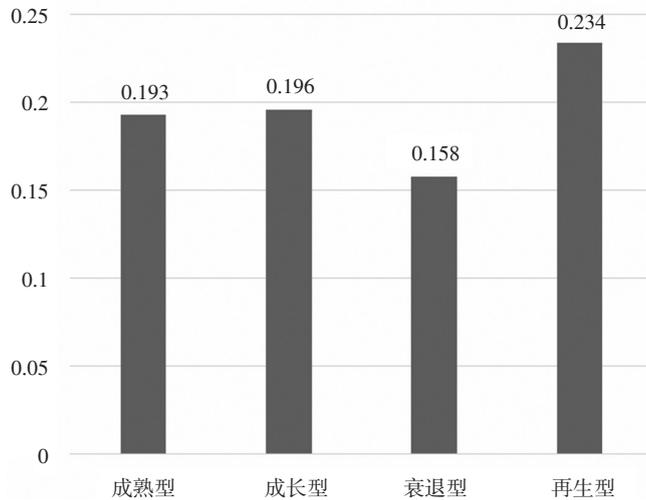


图1 资源型城市可持续发展横向综合分类得分

由图1可知,在资源型城市的综合分类中,再生型城市的平均可持续发展得分最高,为0.234,呈强可持续发展。由此可见,再生型资源城市在探寻城市经济发展新出路的过程中,基本摆脱了依靠资源的开采和利用来发展经济的手段,而是更多地发展健康型可持续性经济。成长型资源城市的平均可持续发展得分为0.196,位居第二。成长型城市的资源储量尚充足,经济与环境呈良性发展的趋势,社会安定和谐,可持续发展水平较高,进一步发展的潜力巨大。位于第三的是成熟型资源城市,可持续发展平均得分为0.193。成熟型城市的资源开发处在稳定阶段,经济社会的发展水平较高。可持续发展平均得分排在最后的是衰退型城市,其由于资源的过度开发与利用,城市资源存量较低,城市环境污染较为严重,社会矛盾突出,因此城市急需从新的绿色行业寻求突破口,实现产业转型和升级,从而促进城市长久的可持续发展。

进一步地分析四种资源型城市各个指标层的平均得分,如图2所示。整体上,我国资源型城市资源存量相对较高,而且相较于其他层次,资源层可持续发展得分也较高。值得注意的是,再生型城市在这个方面表现尤为突出。由于再生型城市的顺利经济转型,避免了过多的资源开采与浪费,实现了资源的健康可循环发展。其次为经济层,衰退型城市与再生型城市的经济发展水平都相对较高。可持续发展水平最低的为环境层,其中衰退型城市的环境层得分最低,可见衰退型城市由于工业的不良发展,导致工业废水、废气、工业烟尘的大量排放,造成城市严重的环境污染,再加上该类城市没有重视基础环境建设和工业污染的净化,城市

污染处理能力较低,因此环境层面问题较大,影响城市的整体可持续发展。

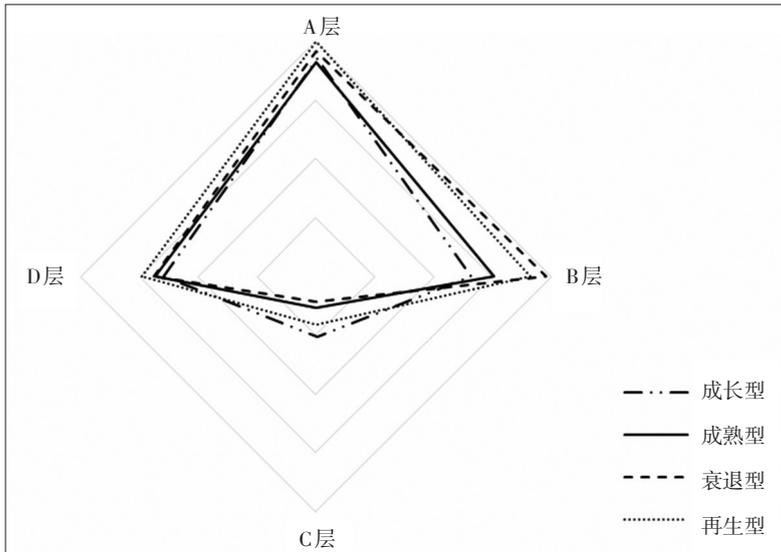


图2 资源型城市可持续发展横向指标层次划分得分

从资源型城市的资源种类划分角度,《规划》中提出利用定量和定性分析相结合的办法,首次确定了资源型城市在全国的分布,主要是包括矿业城市和森工城市两类。矿业城市的资源主要包括煤炭、油气、铁矿、有色金属、非金属矿产资源。根据城市主要的资源划分为六类,计算得出每一种资源型城市的可持续发展平均总得分以及不同种类资源城市各个指标层的平均得分(如表6所示)。

表6 不同种类资源城市各个指标层平均得分

	平均总得分	A(经济层)	B(资源层)	C(环境层)	D(社会层)
煤炭资源城市(58个)	0.106	0.085	0.056	-0.072	0.037
油气资源城市(15个)	0.134	0.089	0.066	-0.064	0.043
铁矿资源城市(10个)	0.232	0.106	0.117	-0.040	0.050
有色金属资源城市(24个)	0.087	0.082	0.049	-0.074	0.030
非金属矿产资源城市(2个)	0.126	0.098	0.043	-0.058	0.043
森工城市(6个)	0.095	0.082	0.070	-0.092	0.040

由表6可知铁矿资源的可持续发展平均得分是最高,为0.232,呈强可持续发展。主要是因为此类城市经济、资源、社会、环境四个层次的得分均高于其他五类城市,铁矿资源城市经济发展迅速,资源储量丰富,在国家分三批确定的69个资源枯竭型城市名单中没有铁矿资源枯竭的城市,可见我国铁矿资源的储量之丰富。本着“边发展边治理”的原则,环境质量明显高于其他五类城市,还有较完善的社会保障体系,使得铁矿资源城市呈现强可持续发展的状态。油气资源城市的可持续发展平均得分为0.134,位居第二。环境和社会保障方面略逊色

于铁矿资源城市,石油和天然气是我国重要的资源,油气资源的开发对土壤、水质以及空气均造成了不同程度的污染。位于第三的是非金属矿产资源城市,得分为0.126,这类资源的城市在我国较少,非金属矿产资源广泛应用于石油、化工、冶金、建筑、机械、农业、环保、医药等行业,并越来越多地被用于国防、航天、光纤通信等高科技领域,资源储量较少。可持续发展水平最低的是有色金属资源城市,得分为0.087。这类城市资源储量不高,环境污染严重,在追求经济利益的同时,对环境造成了很大的损害,严重威胁人类的生存环境,主要问题包括土地污染、水污染和大气污染。

## 五、结论与政策建议

本文以我国资源型地级市为例,利用理论分析法、文献研究法、频数统计法、层次分析法等构建资源型城市可持续发展指标体系及资源型城市可持续发展评价模型,并结合我国115个资源型地级市2005-2015年的指标面板数据,研究我国资源型地级市的可持续发展现状,得出如下结论。

首先分地区看,我国115个资源型地级市中,有39个地级市呈现出强可持续发展,主要分布在辽宁、黑龙江、吉林等东北地区,以及我国中东部地区。可持续发展水平由高到低依次为西北地区、华北地区、东北地区、华中地区、华东地区、西南地区和华南地区。其次从资源型城市综合分类角度,再生型城市的平均可持续发展得分最高,这是由于再生型城市基本摆脱了依靠资源的开采和利用发展经济的手段,开辟了经济增长新思路,而衰退型城市可持续发展得分最低。从资源类型划分角度,可持续发展水平由高到低依次为铁矿资源城市、油气资源城市、非金属矿产资源城市、煤炭资源城市、森工资源城市和有色金属资源城市。从指标层次得分来看,整体上资源层可持续发展的得分相对其他层次较高,再生型城市在该方面的表现最为突出,可持续发展水平最低的为环境层,其中衰退型城市的环境层得分最低。

通过上述资源型城市可持续发展实证结果,本文提出以下对策建议以提升我国资源型城市可持续发展水平,保障资源、经济、环境和社会的协调发展。

第一,适度开发资源,提高资源利用效率。虽然研究结果表明资源层指标得分最高,但是不同发展阶段的资源型城市的资源储量是不同的,呈现出一步步减少的动态过程,所以不能盲目地开发利用资源。资源型城市作为我国资源能源的储备基地,在我国的经济发展中占据着重要的战略地位。但是近年来随着我国经济增长的速度加快,城市尤其是资源型城市的资源遭到过度的开采和加工利用,导致部分资源型城市出现资源损耗严重、资源枯竭等问题。我国政府应要坚持资源的适度开发,鼓励采用高科技的生产方式提升资源的利用效率,鼓励资源的循环利用,实现由资源粗放型的增长模式到资源集约型的城市发展模式的转变。还需要进一步完善和落实严格的资源保护和节约制度。

第二,加大投入,保障资源型城市的社会民生。主要针对有色金属以及煤炭资源城市,这两类城市的可持续发展水平不高,主要是因为社会层的得分较低。它们拥有丰富的资源,经济发展水平良好,政府应该把一部分资金投入社会保障体系的建设上来,进一步加大财政投入,提高社会保障支出的比重。加强社保基金的筹集和管理,拓宽社会保障的覆盖面,重视农村的养老保障问题。完善社会保障制度法律法规体系,在一定程度上维护社会保障的实施,提升人们的幸福感,进一步提高城市的可持续发展水平。

第三,加强对资源型城市的环境保护。研究表明我国资源型城市在环境层面可持续发展水平较低,这极大影响了城市的整体可持续发展进程。一方面,资源型城市过度发展重工业,导致工业废水、废气以及工业烟尘的大量排放,严重污染了城市环境。既威胁到城市居民的生命健康,又影响到社会和经济的健康发展。另一方面,资源型城市的环境污染会对城市的生态系统造成威胁,使原有的可用性资源遭到破坏,进而间接影响了资源型城市资源储备的数量和质量。因此,政府应该加大环境保护力度,对于工业企业,应该严格执行废弃物排放标准,严抓严惩环境污染行为,同时鼓励企业使用环境友好型的生产方式,对于绿色生产的工业企业给予资金上的支持,充分发挥政府资金的积极引导作用。

第四,摆脱对资源的过度依赖,适时转型。研究结果表明再生型资源城市的可持续发展水平较高,其通过发展新型绿色产业,基本摆脱了依靠资源开采与利用的经济手段。因此,各地方政府应支持并鼓励资源型城市产业的转型升级,改变以往过度依靠资源开采和加工而进行经济生产的增长模式,寻求绿色创新型产业的突破口。调整和优化产业结构,有选择地发展一批高新技术产业,提高经济的整体竞争力,同时巩固农业的基础地位,推进农业技术改造,制定适当的扶持政策。加快发展服务业和绿色天然产业,既能减少资源的过度使用和浪费,又能促进新型经济的快速发展,增加城市的就业机会,使城市的发展朝着环境友好型和资源节约型的新方向前进。

附件 1:

指标标准值参照表

	ZM	SM	PM
人均 GDP(元)(A <sub>11</sub> )	5000	15000	20000
人均工业总产值(元)(A <sub>12</sub> )	5000	35000	70000
人均 FDI 合同外资金额(美元)(A <sub>13</sub> )	10	100	15
GDP 增长率(%)(A <sub>21</sub> )	7.5	12	15
工业总产值增长率(%)(A <sub>22</sub> )	5	30	45
人均工业企业利税总额(元)(A <sub>23</sub> )	50	800	1000
第一产业产值占 GDP 比重(%)(A <sub>31</sub> )	10	30	40
第二产业产值占 GDP 比重(%)(A <sub>32</sub> )	10	30	40

续表

指标标准值参照表

	ZM	SM	PM
第三产业产值占GDP比重(%)(A <sub>33</sub> )	10	30	40
财政收入占GDP比重(%)(A <sub>41</sub> )	3	7	10
每万人中科技人员数(人)(A <sub>42</sub> )	5	30	40
人均固定资产投资额(元)(A <sub>43</sub> )	3000	25000	35000
地方财政人均科技支出(元)(A <sub>44</sub> )	3	100	130
人均耕地面积(亩)(B <sub>11</sub> )	0.7	3	5
年耕地减少百分比(B <sub>12</sub> )	5	2	0
每万人公共绿地面积(公顷)(B <sub>13</sub> )	3	25	35
人均供水量(吨)(B <sub>21</sub> )	5	80	120
主要矿种人均储量(B <sub>31</sub> )	0.8	4	6
主要矿种开采量占保有量比重(B <sub>32</sub> )	10	30	40
人均用电量(千瓦时)(B <sub>41</sub> )	200	3000	5000
人均供气量(立方米)(B <sub>42</sub> )	10	55	80
人均工业废水年排放量(吨)(C <sub>11</sub> )	40	15	5
人均工业SO <sub>2</sub> 年排放量(吨)(C <sub>12</sub> )	0.1	0.03	0.01
人均工业烟尘年排放量(吨)(C <sub>13</sub> )	0.06	0.02	0.003
人均工业废水年排放达标量(吨)(C <sub>21</sub> )	0.0005	0.0015	0.0003
人均工业SO <sub>2</sub> 年去除量(吨)(C <sub>22</sub> )	0.005	0.12	0.45
人均工业烟尘年去除量(吨)(C <sub>23</sub> )	0.15	1.5	3
一般工业固体废物综合利用率(%)(C <sub>24</sub> )	10	70	90
污水处理厂集中处理率(%)(C <sub>25</sub> )	10	70	90
生活污染无害化处理率(%)(C <sub>26</sub> )	10	70	90
人均污染源治理投资总额(元)(C <sub>31</sub> )	15	450	600
人均环境基础设施建设投资总额(元)(C <sub>32</sub> )	30	500	700
人均城市维护建设资金支出(元)(C <sub>33</sub> )	15	200	400
人均三废综合利用产品产值(万元)(C <sub>34</sub> )	7000	300000	500000
人口密度(人/平方公里)(D <sub>11</sub> )	700	300	80
人口自然增长率(‰)(D <sub>12</sub> )	10	7	3
城镇人口占总人口比重(%)(D <sub>13</sub> )	15	60	80
金融机构年末人均存款余额(元)(D <sub>21</sub> )	500	3500	5000
职工平均工资(元)(D <sub>22</sub> )	10000	35000	60000
地方财政人均教育支出(元)(D <sub>31</sub> )	250	1500	2500
普通高校数(所)(D <sub>32</sub> )	1	6	8
普通中学数(所)(D <sub>33</sub> )	30	320	450
每万人在校大学生数(人)(D <sub>34</sub> )	15	100	170
人均城市道路面积(平方米)(D <sub>41</sub> )	5	20	25
剧场影院数(个)(D <sub>42</sub> )	3	18	25
每百人公共图书馆藏书(册)(D <sub>43</sub> )	10	35	55
每千人医院卫生院床位数(床)(D <sub>44</sub> )	1	5	7
交通客运总量(万人)(D <sub>45</sub> )	1000	8000	12000

续表

指标标准值参照表

	ZM	SM	PM
建成区绿化覆盖率(%)(D <sub>46</sub> )	15	40	60
互联网用户数(户)(D <sub>47</sub> )	30000	200000	300000
每万人拥有公共汽车数(辆)(D <sub>48</sub> )	3	7	10
年末城镇登记失业率(%)(D <sub>51</sub> )	8	4.5	3
城镇职工基本养老保险参保比例(%)(D <sub>52</sub> )	5	40	60
城镇基本医疗保险参保比例(%)(D <sub>53</sub> )	5	40	60
失业保险参保比例(%)(D <sub>54</sub> )	5	40	60
人均社会保障补助支出(元)(D <sub>55</sub> )	20	180	250
人均抚恤和社会福利救济支出(元)(D <sub>56</sub> )	20	80	120

### 参考文献:

- [1] 方创琳,刘彦随. 河西地区生态重建与经济可持续发展战略研究[J]. 地球科学进展, 2001, (02): 251-256.
- [2] 范德清,侯世昌,韩铁成. 重大生态战略保护区——长白山地区可持续发展研究[J]. 科技导报, 1997, (03):47-50.
- [3] 李雪松,龙湘雪,齐晓旭. 长江经济带城市经济-社会-环境耦合协调发展的动态演化与分析[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(03):505-516.
- [4] 鹿晨昱,张琳,薛冰,张子龙,李恒吉,逯承鹏. 辽宁省区域可持续发展时空综合测度研究[J]. 经济地理, 2015, 35(08): 32-39.
- [5] 毛汉英. 山东省可持续发展指标体系初步研究[J]. 地理研究, 1996, (04): 16-23.
- [6] 牛文元. 中国21世纪“可持续发展”的预测[J]. 中国科学院院刊, 1995, (02): 150-157.
- [7] 檀菲菲,张萌,李浩然,陆兆华. 基于集对分析的京津冀区域可持续发展协调能力评价[J]. 生态学报, 2014, 34(11): 3090-3098.
- [8] 杨多贵,牛文元,陈劭锋. 北京市与上海市可持续发展能力对比研究[J]. 上海经济研究, 2000, (11): 28-33.
- [9] 曾贤刚,段存儒. 煤炭资源枯竭型城市绿色转型绩效评价与区域差异研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(07): 127-135.
- [10] 张志强,程国栋,徐中民. 可持续发展评估指标、方法及应用研究[J]. 冰川冻土, 2002, (04): 344-360.
- [11] 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, (03): 409-413.
- [12] 张秦,李笑春. 区域可持续发展能力评价研究——以内蒙古鄂尔多斯市为例[J]. 内蒙古社会科学(汉文版), 2013, 34(05): 104-108.
- [13] Ress, W. E. Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out [J]. Environment and Urbanization, 1992, 4(2): 121-130.
- [14] Thore, K. H. "The Green Poster" A Method to Evaluate the Sustainability of the Urban Green Structure[J]. Environmental Impact Assessment Review, 2000, 20(3): 359-371.
- [15] Osti, G. Participation, Learning and Sustainability: Emerging Challenges for Agricultural Development[J]. Bioscience, 1996, (18): 80-82

## Evaluation of Sustainable Development of Resource-based Cities in China

Qin Bingtao<sup>ab</sup>, Liu Lei<sup>a</sup> and Tao Yu<sup>a</sup>

(a: Business School, University of Shanghai for Science and Technology;

b: School of Social Development and Public Policy, Fudan University)

**Abstract:** With the rapid growth of economy, the accelerated consumption of resources and the aggravation of environmental pollution, it has gotten a lot of attention that how to realize the sustainable development of resource-based cities. Based on the resource-based cities in China as an example, research approaches of theoretical analysis, literature survey and frequency statistics have been used to establish a sustainable development indicator system of resource-based cities. A evaluation model for the sustainable development of resource-based cities has been structured based on the analytic hierarchy process. Using the panel data of 115 resource-based cities at China's prefectural level over the period 2005–2015, this paper investigates the sustainable development of resource-based cities in China. The results show that the cities with good sustainable development status are mainly distributed in northeast regions as well as the central and eastern regions. The sustainable development level changes from high to low is the Northwest China, North China, Northeast China, Central China, East China, Southwest China and South China. The average sustainable development score of regenerative cities is the highest, while that of recessionary cities is the lowest. Iron ore resources cities have the highest sustainable development scores, followed by oil and gas resources cities. Compared with other levels, the resource level has a higher degree of sustainable development and the environmental level has the lowest level. Finally, according to the result of measure, this paper proposes that resource-based cities should enlarge protection environment dynamics, develop resources and transform industries in a timely manner, to avoid falling into a vicious circle of resources, environment and society.

**Keywords:** Resource-based Cities; Sustainable Development; Analytic Hierarchy Process; Sustainable Development Index System

**JEL Classification:** Q32

(责任编辑:朱静静)