

我国大型资源型企业经济转型的发展效果评价

——基于平煤神马集团的实证研究

杨鸿杰 丁长青*

【摘要】 对大型资源型企业经济转型发展的效果进行评价,对于发展循环经济,促进矿区实现可持续发展至关重要。在对几种典型的评价方法进行比较和改进的基础上,根据典型案例的具体情况,运用适应于对大型资源型企业经济转型发展进行综合评价的方法评价了其经济转型发展的效果,以期同类企业经济转型发展的效果进行科学评价提供一个范例与思路的同时,也能为政府对大型资源型企业的经济转型发展进行科学考核提供可靠的依据以及为企业找出经济转型发展过程中存在的不足与偏失、改进今后的工作提供有益的参考。

【关键词】 资源型企业;经济转型;效果评价

我国的各个产业中,资源产业对于资源与环境所造成的负面影响最大、问题最多。如果说我们过去在资源和环保两方面还有较大的回旋余地,那么随着经济的快速发展,今天我们不得不面对一个严酷的现实,即不少地区由于资源与环境的承载负担过重已经到了难以为继的地步。由于我国的人口基数大,看似较多的资源总量若以“人均拥有量”来衡量就少得可怜了。因此,经济发展与资源、环境之间的矛盾日趋尖锐,使广大人民群众的幸福指数并没有随着 GDP 的增长而得到同步增长。而上述问题的主要源头之一是在大型资源型企业。因此,建立符合大型资源型企业可持续发展要求的评价体系,采用科学、可行、有效的方法对大型资源型企业经济转型发展的效果进行评价,对于规范、促进大型资源型企业发展循环经济,从源头上解决资源与环境问题,实现大型资源型企业乃至整个国民经济的健康、可持续发展都是非常重要的。

一、相关研究的概况、综合评价方法的选择与应用步骤

(一) 相关研究的概况

根据对发表的文献所进行梳理,笔者发现针对经济发展转型的研究文章多数集中在宏观层面,以企业经营经济转型发展的效果评价为研究目的的相关文献却不多见,更缺少对循环经济背景下的

* 杨鸿杰,河海大学商学院技术经济及管理专业博士生;丁长青,河海大学公共管理学院教授、博士生导师,210098。

大型资源型企业的经济转型发展的效果所进行的定性与定量相结合的评价研究成果。尽管如此,笔者还是可以从梳理出一条研究的线索。

所谓大型资源型企业经济转型就是指由过去的单向线性的经济发展模式转向双向循环经济的发展模式,由不可持续的发展模式转向可持续的发展模式。因此,经济转型发展评价也就是对发展循环经济、实现可持续发展的效果所进行的综合评价。国外对资源型企业(矿区)的经济转型进行评价研究肇始于 Peter M. Senge 等人对德国的鲁尔矿区、法国的罗林和加洛矿区等所面临的相关问题的探讨。随着矿产资源的枯竭和主导产业的衰退,这些资源型矿区及企业一度曾经陷入了经济衰退的泥潭。奥地利学者 Knut Koschatzky 对欧洲中东部矿区及企业的经济转型的相关情况进行了较为详细的描述与探讨。随着经济转型发展研究的深入,用指标来评价经济转型的研究已经广泛见于各种学术期刊。国外评价研究的对象多以国家、区域和特定的系统为主,国内评价研究的对象则多是从区域和系统的角度来进行的。

20 世纪 90 年代以来,我国多位学者陆续将相关评价理论引入到资源型矿区及企业这样特定对象的经济转型评价方面。由于大型资源型企业经济转型发展系统既是一个不断演化的、开放的动态系统,同时也是一个“要素众多、结构复杂、功能综合”的复杂巨系统。因此,对这类复杂巨系统进行评价的研究已经逐渐成了理论创新与理论应用的热点。评价研究的内容包括:1. 指标体系的构建原则及其核算范围。在这个方面,周德群(2001)提出了“系统性、功能性和操作性”三个基本原则;李堂军(2000)提出了从“科学性到可比性”的九项具体原则。2. 具体指标体系的设计。3. 评价方法的选择。在评价方法方面,魏同、陈玉和、宋绍峰等(1997, 2000)建议使用模糊综合评价法;金式容(1998)使用了层次分析法;汤万金等(1999)应用了集结法;刘文奇等(1998)提出了变权方法。这些评价方法各有其特点,各有其适应的前提条件。本文将结合主要的几种评价方法的特点与大型

资源型企业的具体情况,选择出适合于大型资源型企业经济转型发展的评价方法。

(二) 各种综合评价方法的比较与选择

学术界对经济转型发展进行综合评价的方法主要有系统动力学方法、人工神经网络方法、主成分分析法、模糊(灰色)聚类分析法与层次分析法(AHP)等几种。几种主要评价方法的特点与适应性如下:

系统动力学方法与人工神经网络方法有两个相同点:一是将研究对象视为一个内部存在的具有严格作用关系的系统,通过分析其结构和功能,可以建立仿真模型进行描述。二是通过反复试验,使模型设计、内部参数及相关信息最贴近于研究对象。系统动力学方法利用的是反复的正负反馈调节,人工神经网络利用的是“学习规则”,两种建模思路是相通的。反复工作并且邀请专家会诊这两种方法从理论上讲是最严格、准确的。这两种评价方法对于那些偏爱数学模型的学者来说是非常有用的。而大型煤炭资源型企业通常是涉及多层次、多目标、复杂的巨系统,其中的任意一个子系统已经足够复杂。因此,其内部要素之间的关系也难以严格、准确地表述,也很难设计出一个贴近实际的模型,因此难以应用系统动力学方法与人工神经网络方法对其进行有效的综合评价。

主成分分析法的优点有两个:一是对各评价指标进行排序,直观地分析出决定性的、对综合评价结果影响较大的评价指标,并剔除适合度较小的因子。二是分析因子的相关性,尽可能地利用原始数据,以避免评价结果失真。但只考虑 85% 以上的因子不免会使该方法的计算结果影响研究对象的整体性,进而导致评价结论的片面性。同时主成分分析法对主要指标依赖过大,对选取指标体系的要求是一个考验。很明显,这种方法对于大型煤炭资源型企业经济转型发展进行评价有一定的可行性,但也在一定程度上存在前两种方法的问题。

灰色聚类法是建立在灰数——白化函数生成基础上的一种评价方法,它的实质是合理、充

分地利用已知信息来替代非确知的信息,对灰色系统的本质属性进行分类识别,并得出客观、可靠的量化分析结果,但其运算项目较多,步骤相对繁琐,不太适应于对大型煤炭资源型企业这样复杂系统的经济转型发展进行评价。

层次分析法(AHP)是通过对复杂问题的层次化分析,简化了问题判断的难度,解决了研究对象包含因素的不确定性和无法量化的问题,使分析评价更加简便而不失其准确性。因此,该方法将定性与定量有机结合,克服了多指标体系评价、计算的困难。但由于某些指标值是由专家打分而定,致使其说服力以及计算的准确性有限。然而,我们可以采取一些措施克服该方法的不足。

由于对大型资源型企业经济转型发展的评价涉及了经济、社会、资源与环境等多方面的不确定因素,因此我们难以采用确定的数学方法。由美国控制论专家扎德(Zadeh)教授提出的层次分析(AHP)——模糊综合评价法能够有效地解决信息不完全、决策目标具有模糊性且难以量化的问题,较为符合“科学性、定性与定量相结合、全面性与重要性相结合以及可行性”等原则要求,比较适应于对大型资源型企业的经济转型发展进行评价。正如著名学者李怀祖所

说,如果将某个变量的归类和层次正确地定位,改变人们以往的看法,尽管数学运用不多,也很有价值。正因为如此,笔者才选用层次分析—模糊综合评价法,对大型资源型企业经济转型发展进行评价。

(三) 层次分析—模糊综合评价法的具体步骤

- 1. 确定评价因素集: $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$
- 2. 建立评价矩阵:即评价指标的隶属度矩阵,用矩阵 $R = (R_1, R_2, \dots, R_n)^T$ 表示。其中, R_i 为指标 U_i 所对应的隶属度。
- 3. 用层次分析法确定权重系数矩阵: $C = (C_1, C_2, \dots, C_n)$ 。其中, C_i 为指标 U_i 所对应的权重, $\sum C_i = 1, (i = 1, 2, \dots, n)$
- 4. 计算综合评价值: $D = C \times R = (C_1, C_2, \dots, C_n) \times (R_1, R_2, \dots, R_n)^T$ 。其中, D 为综合评价值; C 为权重系数矩阵; R 为指标评价矩阵。
- 5. 根据综合评价值进行综合评价

根据计算出经济转型发展程度的综合评价值(其范围为 0 - 1),对其经济转型发展(发展循环经济,实现可持续发展)的效果(程度)进行判断,最后得出评价对象所处的经济转型发展的阶段。其判断依据如表 1 所示:

表 1 经济转型发展阶段与评价值的对应情况表

发展阶段	未转型阶段	开始转型阶段	初步转型阶段	已经转型阶段
评价值	$0.00 < D \leq 0.50$	$0.50 < D \leq 0.70$	$0.70 < D \leq 0.85$	$0.85 < D \leq 1.00$

二、层次分析—模糊综合评价法的局限性与改进措施

(一) 层次分析法的应用特点及局限性

美国学者 Saaty 于 1973 年提出的层次分析法(AHP)是一种将定性与定量结合在一起的系统分析方法。它是针对多目标问题进行决策的一种新颖而又简易的方法,特别适应于难以准确定量分析的复杂问题,是用主观理性判断对

复杂问题进行客观描述的一种有效方法。

我们利用层次分析法首先要对大型资源型企业经济转型发展系统所包含的因素以及相互关系进行分析,将系统问题层次化、条理化,构造出一个层次分析的结构模型。再依据标度理论(见表 2),将各个层次的要素指标进行两两相互对比,得到相对重要程度的比较标度,并构建相应的判断矩阵,计算判断矩阵的最大特征值及特征向量,得出各层次要素指标对上一层次某要素的重要性排序,从而建立起权重向量。

表 2 指标的相对重要性标度

指标比较关系	极重要	很重要	重要	略重要	相等	略不重要	不重要	很不重要	极不重要
评价值	9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9
中间值	8		6	4	2	1/2	1/4	1/6	1/8

在我们使用层次分析(AHP)——模糊综合评价法对大型资源型企业经济转型发展进行评价的过程中,通常也存在一些局限性:其一是所构造的评价指标体系的合理性与代表性问题;其二是评价指标统计值的准确性问题;其三是多级评价指标定性(重要性排序)与定量(根据指标重要程度进行两两对比构造判断矩阵求出的各个指标权重)问题等。但这些问题我们可以通过对该种方法进行适当地改进得到解决。

(二) 对层次分析—模糊综合评价法的改进

针对上述问题,笔者对层次分析—模糊综合评价法进行了如下改进:

第一,在构建评价指标体系的过程中,尽量调动相关方面专家的主动性、积极性,在争论、参同的基础上,构造出合理的指标体系。使指标体系既能够反映出问题的全局,又能够突出重点。在确定指标值时,根据调研的情况对一些明显不切合实际的统计数据进行调整。

第二,尽量邀请相关方面的专家参与评价。首先,对同级的评价指标的重要程度进行排序,并以简表的形式说明其排序的理由,然后再根据同级评价指标的重要程度对其进行两两对比,从而将定性分析与量化对比有机地结合起来。这样就能提高判断矩阵的质量,保证计算出的指标权数具有满意的准确性。

第三,在计算各级指标权数的过程中,利用构造出的评价矩阵表一体化进行,这样可以使整个计算过程简单明了。

三、典型案例研究对象的选择

本文涉及的资源产业主要是指煤炭资源产

业。由于不同时期对企业生产经营规模的界定是变动的,因此笔者设定在国内生产经营规模排名 100 之内的煤炭资源型企业为大型煤炭资源型企业。在 2012 年,我国煤炭资源型企业 100 强的营业收入总额达到了 3.2 万亿元,较上年增长 43.8%,资产总额增至 4.07 万亿元,较上年增长 29.34%。完成原煤产量 26.1 亿吨,占全国原煤产量的 74.15%,较上年增长 3 个百分点。由上面的数据可见,100 个大型煤炭资源型企业足以在很大程度上代表了整个煤炭资源产业。因此,通过对典型的大型煤炭资源型企业的经济转型效果进行综合评价就能大致了解我国资源与环境问题的现状。

本文之所以选择中国平煤神马能源化工集团有限责任公司作为案例研究的对象,乃是因为该集团长期以来在煤炭资源大型企业中具有典型性与代表性。该集团前身的一个重要部分就是我国著名的煤炭企业——河南平顶山煤业集团有限责任公司。经过了 50 多年的发展,平煤集团业已成为以煤为本,煤、电、焦、化、建材等较为协调发展,跨区域、跨行业、跨所有制的特大型企业。而中国平煤神马能源化工集团有限责任公司是由原平煤集团和原神马集团于 2008 年 12 月 5 日重组整合而成的特大型能源化工企业。在 20 世纪 80—90 年代,该集团的平煤部分(原平顶山矿务局)在煤炭产业长期处于产量第二(大同矿务局第一)、利润第一的地位。在经济转型发展方面,平煤神马集团也走在煤炭资源产业同类企业的前列。在煤炭产业中,该集团属于第一批发展循环经济,实施经济转型发展的大型资源型企业试点,并且由于该集团在发展循环经济、实现可持续发展方面成绩显著,被中国煤炭工业协会、中国煤炭加工利用协会联合评为 2010—2011 年度煤炭工业节能减排先进企业(单位)。鉴于平煤神马集团在煤炭

产业中的典型性,如果能用科学的方法对其经济转型发展的效果进行综合评价,得出切合实际的结论,就能为同类企业的经济转型发展的效果进行科学评价提供一个范例与思路。

四、平煤神马集团经济
转型发展效果评价案例

由于中国平煤神马能源化工集团的经济转型发展系统涉及了所在矿区社会、经济、资源和环境等多方面的不确定因素,难以用确定的数学方法进行描述,根据对几种评价方法进行比较分析,我们采用“层次分析(AHP)—模糊综合评价法”对其进行定性与定量相结合的评价。评价过程中所使用的指标数据主要取自中国平煤神马能源化工集团的原平顶山煤业集团有限责任公司部分。

(一) 评价指标体系的选择、构建与隶属度的确定

1. 指导思想

我们为平煤神马集团所构建经济转型发展评价指标体系,一要体现出由“线性单程经济”向循环经济转变的思想;二要体现资源节约开发与综合利用的效果;三要体现企业所在矿区保护自然生态环境的理念。总之,评价指标体系不但要反映所在企业及矿区经济发展、社会发展、环境保护和资源增效等几个重要方面,而且还要反映企业及矿区经济发展与社会、环境与资源的协调程度。

2. 构建评价指标体系的方法与步骤

首先是收集原始资料,学习借鉴与资源型产业企业及矿区经济转型发展相关的专著、论文与研究报告并进行频度统计与分析,选择使用那些频度较高的指标,同时对矿区经济转型的内涵、特征进行分析综合,选择那些能够反映经济转型发展重要特征的指标。然后,通过相关领导与专家之间的互动沟通,先由领导提出目标与方向,专家提供相关的意见或建议,最后由领导与专家共同对评价指标进行调整与确定。(见表3)

表 3 平煤神马集团经济转型发展评价指标体系

目标层次		准则层	指标层	物理定量	指标性质
平煤神马集团经济转型发展 D	发展水平 D ₁	经济发展 P ₁	01 企业资金利润率 U ₁	%	正
			02 职工人均收入 U ₂	万元/人年	正
			03 煤炭下游产品产值比重 U ₃	%	适度
			04 煤炭百万吨死亡率 U ₄	人/百万吨	逆
		社会发展 P ₂	05 职工平均受教育程度 U ₅	年	正
			06 职工子女入学率 U ₆	%	正
			07 科技人员比例 U ₇	%	正
			08 人均住宅面积 U ₈	平方米/人	正
			09 人均生活用电量 U ₉	度/年	正
		环境保护 P ₃	10 塌陷土地复垦率 U ₁₀	%	正
			11 排放 SO ₂ 及烟尘达标率 U ₁₁	%	正
			12 排放废水达标率 U ₁₂	%	正
		资源增效 P ₄	13 煤炭回采率 U ₁₃	%	正
			14 煤炭储采比 U ₁₄	无量纲	正
	协调水平 D ₂		15 经济社会协调系数 U ₁₅	无量纲	正
			16 经济环境协调系数 U ₁₆	无量纲	正
			17 经济资源协调系数 U ₁₇	无量纲	正
			18 环保投入占 GDP 比重 U ₁₈	%	正

3. 各项评价指标及隶属度确定

值得提出的是,表中的指标统计值主要取自中国平煤神马能源化工集团的《“十二五”发

展规划》(2010 年)中的“平煤部分”以及近两年来的相关内部资料。考虑到个别指标统计值

(如百万吨死亡率、排放 SO₂ 及烟尘达标率等)可能偏离实际的情况,笔者根据实际调研对其进行了适当调整。即便如此,笔者仍认为所得到的指标统计值从整体来说仍然是偏高的。

(1) 确定各指标的实际值

根据表 3 给出的各指标项目,通过该企业的有关部门获取相关的指标数据,计算、调整并确定出具体的每个指标的实际值。

(2) 确定各指标体系的边界值

边界值分最低极限值与最高极限值两种。最低限度值(min)是一个下限标准,代表同行业或同类企业相关指标的最低水平。最高限度值(max)是一个上限标准,是最高理想值。一般取同行业或同类企业先进水平作为最高理想值。

(3) 计算各指标的隶属度

由于大型资源型企业经济转型发展评价的影响因素较多,在满足精度要求的情况下,为了计算方便,我们将指标层中指标的隶属函数近似认为呈半梯形。采用半梯形隶属函数来计算隶属度, $R(i,j) = [X(i,j) - X_{\min}(i)]/[X_{\max}(i) - X_{\min}(i)]$ 。查阅同行业相关的统计资料并由相关领域的专家判断出各项指标的最差值(水平) $X_{\min}(i)$ 和理想值(水平) $X_{\max}(i)$,最后利用隶属函数计算出各个指标的隶属度(见表 4)。

(二) 评价指标分层判断矩阵与权重计算

1. 经济转型发展(D)的判断矩阵及指标权重计算

(1) 经济转型发展指标重要程度排序(根据表 5,下同)

表 4 平煤神马集团各项相关评价指标实际值、赋值对应情况及隶属度

序号	实际值 $x(i,j)$	赋值对应情况		A $x(i,j) - x_{\min}(i)$	B $x_{\max}(i) - x_{\min}(i)$	R = A/B 隶属度
		理想值(x_{\max})	最差值(x_{\min})			
01	14.9%	1(20%)	0(0)	14.9%	20%	0.7450
02	45000	1(61400)	0(5928)	39072	55472	0.7044
03	53%	1(60%)	0(0)	53%	60%	0.8833
04	0.315	1(0.3/百万吨)	0(2/百万吨)	-16.85	-17	0.9912
05	10	1(12 年)	0(6 年)	4	6	0.6667
06	100%	1(100%)	0(90%)	10%	10%	1
07	25%	1(30%)	0(5%)	20%	25%	0.8
08	20	1(25m ²)	0(8m ²)	12	17	0.7059
09	360	1(600 度/年)	0(100 度/年)	260	500	0.52
10	85%	1(90%)	0(10%)	75%	80%	0.9375
11	0.06mg/m ³	1(0.05mg/m ³)	0(0.325mg/m ³)	-0.265	-0.275	0.9636
12	98%	1(100%)	0(0)	98%	100%	0.98
13	75%	1(90%)	0(40%)	35%	50%	0.7
14	80	1(100)	0(10)	70	90	0.7778
15	1.1	1(1.5)	0(0.5)	0.6	1	0.6
16	1.2	1(1.5)	0(0.5)	0.7	1	0.7
17	1.0	1(1.5)	0(0.5)	0.5	1	0.5
18	2%	1(2%)	0(0.5%)	1.5	1.5	1

表 5 经济转型发展指标重要程度排序的依据

排序	指标	重要程度排序依据
1	发展水平 D ₁	发展是协调的前提,只有经济发展了,才可能造成不协调问题,才需要协调。
2	协调水平 D ₂	通过协调才能更好地发展,有效的协调关系着经济发展的质量与能否实现可持续发展。

(2) 经济转型发展指标判断矩阵及权重计算

	D ₁	D ₂	行连乘	开 2 次方	权重 ω_i
D ₁	1	3	3	1.7321	0.7500
D ₂	1/3	1	0.3333	0.5773	0.2500
求列和 S _i	1.3333	4		2.3094	

$\lambda_{\max} = \sum S_i \omega_i = 1.3333 \times 0.75 + 4 \times 0.25 = 1 + 1 = 2$ 时, $RI = 0$, 通过一致性判断。
 2. 发展水平 (D_1) 判断矩阵及指标权重计算
 设 λ 为判断矩阵的特征向量, $(\lambda - 1)^2 - 1 = 0$, 解得, $\lambda_{\max} = 2$ 。
 $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = 0$, 查表 7, $n = 2$ 下同)

表 6 发展水平指标重要程度排序的依据

排序	指标	重要程度排序依据
1	资源增效 P4	可利用的煤炭资源非常有限, 此项指标对于实现可持续发展最为重要。
2	经济发展 P1	在资源增效的前提下实现经济发展才可能符合可持续发展的要求。
3	环境保护 P3	我们最终追求的是所在矿区人民福利水平的提高, 没有环境保护的经济发展是与我们发展的根本目标相悖的, 因此, 在经济发展的前提下搞好环境保护也是十分重要的。
4	社会发展 P2	只有以上三个方面都得到满足才能谈得上社会发展, 因此, 此项指标重要性排序最后。

(2) 发展水平指标判断矩阵及权重计算

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	行连乘	连乘开 4 次方	权重 ω_i
P ₁	1	3	2	1/2	3	1.3161	0.2776
P ₂	1/3	1	1/2	1/4	0.0417	0.4519	0.0953
P ₃	1/2	2	1	1/3	0.3333	0.7598	0.1603
P ₄	2	4	3	1	24	2.2134	0.4668
列求和 S _i	3.8333	10	6.5	2.0833		4.7412	

表中所用公式:
 a. 矩阵 A 中的每行元素连乘并开 n 次方, 求出几何平均数:
 $\omega_i^* = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}$, (行连乘开 n 次方)
 b. 求权重: $\omega_i = \omega_i^* / \sum_{i=1}^n \omega_i^*$,
 c. 矩阵中的每列求和: $S_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$,
 (3) 求判断矩阵的最大特征值, 并对判断矩阵的一致性进行检验
 $\lambda_{\max} = \sum S_i \omega_i = 3.8333 \times 0.2776 + 10 \times 0.0953 + 6.5 \times 0.1603 + 2.0833 \times 0.4668 = 1.0641 + 0.9530 + 1.0420 + 0.9725 = 4.0316$
 查表 7, $n = 4$ 时, $RI = 0.9$ 。 $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (4.0316 - 4) / (4 - 1)$ 。
 $CR = CI / RI = 0.0105 / 0.9 = 0.0117 < 0.1$, 通过检验, 求得的权重有效。
 CI 与给定的同阶矩阵的随机性指标 RI (Random Index) 之比称为一致性比率 CR (Consistence Rate), $CR = CI / RI$, RI 为数理统计学中随矩阵阶数变化的常数, 通常以层次分析法提出者 Saaty 给出的值 (见表 7) 为标准。在层次分析法中, 当 $CR > 0.10$ 时不能通过一致性检验, 应该重新估计矩阵, 直到 $CR < 0.10$ 通过一致性检验时, 求得的 ω_i 才被视为有效。

表 7 平均随机一致性指标

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

其他指标权数的计算, 同样是先排出某个方面指标的重要程度顺序并说明排序的依据, (以下略去), 然后分别构造判断矩阵, 计算出各层次指标的权数, 然后进行一致性检验 (以下的判断矩阵都经过了一致性检验, 限于篇幅故而略去), 最后, 再计算出各项具体指标的权重。
 3. 协调水平 (D_2) 判断矩阵及指标权重计算

	U ₁₅	U ₁₆	U ₁₇	U ₁₈	行连乘	开 4 次方	权重 ω _i
U ₁₅	1	1/2	1/5	1/4	0.025	0.3976	0.0809
U ₁₆	2	1	1/3	1/2	0.3333	0.7598	0.1547
U ₁₇	5	3	1	2	30	2.3403	0.4765
U ₁₈	4	2	1/2	1	4	1.4142	0.2879
求列和 S _i	12	6.5	2.0333	3.75		4.9119	

4. 经济发展(P₁)判断矩阵及指标权重计算

	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	行连乘	开 4 次方	权重 ω _i
U ₁	1	1/2	1/6	1/4	0.0208	0.3798	0.0740
U ₂	2	1	1/4	1/2	0.25	0.7071	0.1376
U ₃	6	4	1	2	48	2.6321	0.5128
U ₄	4	2	1/2	1	4	1.4142	0.2755
求列和 S _i	13	7.5	1.9167	3.75		5.1332	

5. 社会发展(P₂)判断矩阵及指标权重计算

	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	行连乘	开 5 次方	权重 ω _i
U ₅	1	2	1/2	1/3	3	1	1	0.1543
U ₆	1/2	1	1/3	1/4	2	0.0833	0.8473	0.1308
U ₇	2	3	1	1/2	4	12	1.6438	0.2537
U ₈	3	4	2	1	5	120	2.6052	0.4020
U ₉	1/3	1/2	1/4	1/5	1	1/120	0.3839	0.0592
求列和 S _i	6.8333	10.5	4.0833	2.2833	15		6.4802	

6. 环境保护(P₃)判断矩阵及指标权重计算

	U ₁₀	U ₁₁	U ₁₂	行连乘	开 3 次方	权重 ω _i
U ₁₀	1	1/3	1/2	0.1667	0.5504	0.1634
U ₁₁	3	1	2	6	1.8171	0.5396
U ₁₂	2	1/2	1	1	1	0.2970
求列和 S _i	6	1.8333	3.5		3.3675	

7. 资源增效(P₄)判断矩阵及指标权重计算

	U ₁₃	U ₁₄	行连乘	开 2 次方	权重 ω _i
U ₁₃	1	2	2	1.4142	0.6666
U ₁₄	1/2	1	0.5	0.7071	0.3333
求列和 S _i	1.5	3		2.1213	

8. 最终各项指标权重计算(具体见表 8)

表 8 最终各项指标权重(Ci)计算汇总表

<table><tr><td>P_{i=1-4}</td><td>D₁</td><td>P_i□D₁</td></tr><tr><td>0.2776</td><td rowspan="4">0.75</td><td>0.2082</td></tr><tr><td>0.0953</td><td>0.0715</td></tr><tr><td>0.1603</td><td>0.1202</td></tr><tr><td>0.4668</td><td>0.3501</td></tr></table>	P _{i=1-4}	D ₁	P _i □D ₁	0.2776	0.75	0.2082	0.0953	0.0715	0.1603	0.1202	0.4668	0.3501	<table><tr><td>U_{i=1-4}</td><td>P₁□D₁</td><td>U_i□P₁□D₁</td></tr><tr><td>0.0740</td><td rowspan="4">0.2082</td><td>0.0154</td></tr><tr><td>0.1376</td><td>0.0286</td></tr><tr><td>0.5128</td><td>0.1067</td></tr><tr><td>0.2755</td><td>0.0574</td></tr></table>	U _{i=1-4}	P ₁ □D ₁	U _i □P ₁ □D ₁	0.0740	0.2082	0.0154	0.1376	0.0286	0.5128	0.1067	0.2755	0.0574	<table><tr><td>U_{i=5-9}</td><td>P₂□D₁</td><td>U_i□P₂□D₁</td></tr><tr><td>0.1543</td><td rowspan="4">0.0715</td><td>0.0110</td></tr><tr><td>0.1308</td><td>0.0094</td></tr><tr><td>0.2537</td><td>0.0181</td></tr><tr><td>0.4020</td><td>0.0287</td></tr><tr><td>0.0592</td><td></td><td>0.0042</td></tr></table>	U _{i=5-9}	P ₂ □D ₁	U _i □P ₂ □D ₁	0.1543	0.0715	0.0110	0.1308	0.0094	0.2537	0.0181	0.4020	0.0287	0.0592		0.0042
P _{i=1-4}	D ₁	P _i □D ₁																																							
0.2776	0.75	0.2082																																							
0.0953		0.0715																																							
0.1603		0.1202																																							
0.4668		0.3501																																							
U _{i=1-4}	P ₁ □D ₁	U _i □P ₁ □D ₁																																							
0.0740	0.2082	0.0154																																							
0.1376		0.0286																																							
0.5128		0.1067																																							
0.2755		0.0574																																							
U _{i=5-9}	P ₂ □D ₁	U _i □P ₂ □D ₁																																							
0.1543	0.0715	0.0110																																							
0.1308		0.0094																																							
0.2537		0.0181																																							
0.4020		0.0287																																							
0.0592		0.0042																																							
<table><tr><td>U_{i=10-12}</td><td>P₃□D₁</td><td>U_i□P₃□D₁</td></tr><tr><td>0.1634</td><td rowspan="3">0.1202</td><td>0.0196</td></tr><tr><td>0.5396</td><td>0.0649</td></tr><tr><td>0.2970</td><td>0.0357</td></tr></table>	U _{i=10-12}	P ₃ □D ₁	U _i □P ₃ □D ₁	0.1634	0.1202	0.0196	0.5396	0.0649	0.2970	0.0357	<table><tr><td>U_{i=13-14}</td><td>P₄□D₁</td><td>U_i□P₄□D₁</td></tr><tr><td>0.6666</td><td rowspan="2">0.3501</td><td>0.2334</td></tr><tr><td>0.3333</td><td>0.1167</td></tr></table>	U _{i=13-14}	P ₄ □D ₁	U _i □P ₄ □D ₁	0.6666	0.3501	0.2334	0.3333	0.1167	<table><tr><td>U_{i=15-18}</td><td>D₂</td><td>U_i□D₂</td></tr><tr><td>0.0809</td><td rowspan="4">0.25</td><td>0.0202</td></tr><tr><td>0.1547</td><td>0.0387</td></tr><tr><td>0.4765</td><td>0.1191</td></tr><tr><td>0.2879</td><td>0.0720</td></tr></table>	U _{i=15-18}	D ₂	U _i □D ₂	0.0809	0.25	0.0202	0.1547	0.0387	0.4765	0.1191	0.2879	0.0720									
U _{i=10-12}	P ₃ □D ₁	U _i □P ₃ □D ₁																																							
0.1634	0.1202	0.0196																																							
0.5396		0.0649																																							
0.2970		0.0357																																							
U _{i=13-14}	P ₄ □D ₁	U _i □P ₄ □D ₁																																							
0.6666	0.3501	0.2334																																							
0.3333		0.1167																																							
U _{i=15-18}	D ₂	U _i □D ₂																																							
0.0809	0.25	0.0202																																							
0.1547		0.0387																																							
0.4765		0.1191																																							
0.2879		0.0720																																							

- (1) 亚准则层权重计算 $(P_i \times D_1)$, 其中, $i = 1 - 4, D_1 = 0.75$;
- (2) 指标层权重计算 $C_i(U_i \times P_1 \times D_1)$, 其中, $i = 1 - 4, P_1 = 0.2082$;
- (3) 指标层权重计算 $C_i(U_i \times P_2 \times D_1)$, 其中, $i = 5 - 9, P_2 = 0.0715$;
- (4) 指标层权重计算 $C_i(U_i \times P_3 \times D_1)$, 其中, $i = 10 - 12, P_3 = 0.1202$;

- (5) 指标层权重计算 $C_i(U_i \times P_4 \times D_1)$, 其中, $i = 13 - 14, P_4 = 0.3501$;
- (6) 指标层权重计算 $C_i(U_i \times D_2)$, 其中, $i = 15 - 18, D_2 = 0.25$ 。

(三) 平煤神马集团经济转型评价值的计算(见表9)

表9 平煤神马集团经济转型发展的评价值计算表

准则层 权重	亚准则 层权重	各项具体指标	指标权重 C_i	隶属度 R_i	评价值 $C_i \times R_i$
平煤神马集团经济转型发展 D 1.0	发展水平 D_1 0.75	经济发展 P_1 0.2082	企业资金利税率 U_1	0.0154	0.7450
			职工人均收入 U_2	0.0286	0.7044
			煤炭下游产品产值比重 U_3	0.1067	0.8833
			煤炭百万吨死亡率 U_4	0.0574	0.9912
		社会发展 P_2 0.0715	职工平均受教育程度 U_5	0.0110	0.6667
			职工子女入学率 U_6	0.0094	1
			科技人员比例 U_7	0.0181	0.8
			人均住宅面积 U_8	0.0287	0.7059
			人均生活用电量 U_9	0.0042	0.52
		环境保护 P_3 0.1202	塌陷土地复垦率 U_{10}	0.0196	0.9375
			排放 SO_2 及烟尘达标率 U_{11}	0.0649	0.9636
			排放废水达标率 U_{12}	0.0357	0.98
		资源增效 P_4 0.3501	煤炭回采率 U_{13}	0.2334	0.7
			煤炭储采比 U_{14}	0.1167	0.7778
	协调水平 D_2 0.25		经济社会协调系数 U_{15}	0.0202	0.6
			经济环境协调系数 U_{16}	0.0387	0.7
			经济资源协调系数 U_{17}	0.1191	0.5
			环保投入占 GNP 比重 U_{18}	0.0720	1
求和	1	1		0.9998 \approx 1	0.7773

五、结论

上文,我们在对层次分析(AHP)——模糊综合评价法进行改进的基础上,根据平煤神马集团较高的指标值计算得出该集团经济转型发展的综合评价值为 $D = \sum C_i R_i \approx 0.7773$ 。依据综合评价值与所处的经济转型发展阶段的对应情况(见表1),说明该集团通过多年来的努力,已经进入了初步经济转型发展阶段的后期,正在向循环型企业与可持续发展的方向迈进。

作为我国发展循环经济的首批试点单位,平煤神马集团(平煤部分)在全国范围内进入成熟期之后的大型、特大型资源型企业中处于经

济转型发展的前列,这种评价结论是比较符合实际情况的。因此,可以说,利用层次分析(AHP)——模糊综合评价法对该集团的经济转型发展效果所进行评价是有效的、可信的。如果平煤神马集团要想进一步提升自身的经济转型发展的效果,可以将指标权重从大到小进行排序,对指标权重排序靠前的指标所涉及的工作进行进一步的改善与提升,就能有效地提升自身的经济转型发展的总体水平。

如果我们利用层次分析——模糊综合评价法对其他大型资源型企业经济转型发展进行评价,只要能够准确地掌握相关指标数据,严格按照本文中已经改进的层次分析——模糊综合评价法的具体要求与步骤,就能够得出切合实际的结论,从而较为准确地判断出其所处的经济转

型发展效果以及发展阶段,了解对象企业所面临的资源与环境等方面问题的总体状况。

参考文献:

- 陈汝栋、于延荣,2009:《数学模型与数学建模》,北京:国防工业出版社。
- 陈文晖、马胜杰、姚晓艳,2009:《中国循环经济综合评价研究》,北京:中国经济出版社。
- 金式容,1998:《层次分析法在评估区域可持续发展中的应用》,《系统工程与可持续发展战略——中国系统工程学会第十届年会论文集》。
- 李怀祖,2004:《管理研究方法》,西安:西安交通大学出版社。
- 李堂军,2000:《矿区可持续发展动态分析与适应性对策》,中国矿业大学(北京)博士论文。
- 尚红云、周生军,2008:《循环经济发展评价与政策设计》,北京:中国财政经济出版社。
- 汤建光,2009:《循环经济的制度安排与制度创新》,《经济问题探索》第4期。
- 吴殿廷、李东方,2004:《层次分析法的不足及其改进的途径》,《北京师范大学学报》(自然科学版)第2期。
- 周德群等,2001:《能源工业可持续发展的概念、指标体系与测度》,《煤炭学报》第10期。
- 赵国浩、阎世春等,2008:《煤炭产业可持续发展研究》,北京:经济管理出版社。
- 中国煤炭工业协会、中国煤炭加工利用协会,2012:《关于表彰2010—2011年度煤炭工业节能减排先进企业(单位)和先进个人的决定》,中煤协会综合[2012]174号。
- Barrera-Roldán, A. & A. Saldívar-Valdés, 2002, "Proposal and application of a sustainable development index", *Ecol. Indic.*, vol. 2, no. 3, pp. 251 – 256.
- Federal Minister for the Environment, 1997, "Towards Sustainable development in Germany", Government of the Federal Republic of Germany.
- Nilsson, J. & S. Bergstrum, 1995, "Indicators for the assessment of ecological and economic consequences of municipal policies for resource use", *Ecological Economics*, vol. 14, no. 3, pp. 175 – 180.

(责任编辑:杨嵘均)

Assessing the Economic Transformation of China's Large-Sized Resources Enterprises: A Case Study of *Pingmei Shenma* Group

YANG Hong-jie, DING Chang-qing

Abstract: To assess the effect of economic transformation of large-sized resources enterprises is crucial to developing cyclic economy and promoting sustainable development in mining areas. On the basis of comparing several typical assessment methods, we selected an appropriate method according to the conditions of the typical case of *Pingmei Shenma* Group under our observation and made an assessment of the effect of its economic transformation. Through this case study, we hope to set an example for making scientific assessment of the economic transformation of enterprises of the same type. We also hope to provide our government with a feasible way to scientifically assess the effect of the economic transformation of large-sized resources enterprises and to give the enterprises concerned helpful suggestions to fix the defects and deviations in their economic transformations.

Key words: resources enterprises; economic transformation; effect assessment