

An Empirical Study of Enterprise's Comprehensive Performance Evaluation Based on Eco-Efficiency

Xiao Yan

(Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan, China. 410004;
Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi, China. 541004)
xy6332@163.com

Abstract: In the background of resource exhaustion and frequent natural disasters, people start to rethink the ecological consequence of economic activity. The sustainable development of social economy attracts people's attention. Eco-efficiency is an important indicator of enterprise's sustainable development ability. Enterprises are the micro main-part of the socialist market economy, and enhancing its Eco-efficiency will promote the sustainable development of the whole society. The Eco-efficiency was integrated into the corporation performance appraisal in this article. It will help us to appraise the value of the business scientifically from a sustainable development view.

Keywords: Eco-efficiency; corporation performance; comprehensive evaluation

基于生态效率的企业综合绩效评价实证研究¹

肖彦

(中南林业科技大学 邮编: 414004 桂林理工大学管理学院 邮编: 541004)
xy6332@163.com

摘要: 在当今资源枯竭、自然灾害频繁发生的社会背景下,人们开始越来越反思自身经济活动所造成的生态后果,越来越关注社会的可持续发展。生态效率是衡量企业可持续发展能力的重要指标,企业作为社会微观经济活动的主体,其生态效率的提高将在很大程度上促进整个社会的可持续发展。笔者将生态效率指标纳入企业的绩效评价指标体系,可以更加科学、客观地衡量可持续发展观下企业的价值。

关键词: 生态效率 绩效 综合评价

1990年,德国学者 Schaltegger 和 Sturm 首次提出“生态效率(Eco-efficiency)”的概念^[1]。1992年,世界可持续发展商业理事会(WBCSD)在著作《改变过程:一个关于发展与环境的全球商业观点》中指出,企业界应该改变长期以来作为污染制造者的形象,努力成为全球可持续发展的重要推动者,应发展一种环境和经济发展相结合的新概念——生态效率,以应对可持续发展的挑战^[2]。目前,国内外学者主要侧重于生态效率的内涵与方法体系,以及企业生态效率的研究。企业绩效评价研究多是单一层面的经济

或环境绩效评价,基于生态效率的企业综合绩效评价体系的文献较少^[3-5]。随着全球生态环境的不断恶化,可持续发展理论和低碳经济模式逐步得到各国政府和人们的认同,如何促使企业节约资源、保护环境是国内外各级政府和众多学者关注的焦点问题,落实到企业层面的途径之一就是在对企业进行的综合绩效评价时引入生态效率指标,并采用适当的评价方法,提高企业绩效评价的科学性,将资源配置的方向引向可持续发展和低碳经济方向。

一、基于生态效率的企业绩效评价指标体系构建

1、生态效率的概念

世界可持续发展商业理事会(WBCSD)认为,

¹ 基金项目: 广西哲学社会科学“十一五”规划项目“基于循环经济的广西北部湾投资项目绩效评价研究”(项目编号: 08BJY037)

生态效率是通过提供可以满足人们需求及提高生活质量的在价格上更具有竞争力的产品和服务，同时减少生态循环中的环境影响和资源耗费来实现的。

生态效率可以用公式表达为：

生态效率=产品和服务的价值/对环境的影响^[2]

式中的分子是衡量企业财务业绩的指标，可以表示成产能、产量、总营业额、获利率等；分母是衡量企业环境业绩的指标，可以表示成总耗能、总耗原料量、总耗水或温室气体排放量等。

生态效率指标是经济变量和环境变量的比率，用它来计量企业相对于财务业绩的环境业绩。要设计科学的生态效率指标就有必要对生态效率指标所涉及的经济绩效内容和环境绩效内容进行筛选。

2、经济绩效指标筛选

经济指标筛选的依据是2006年5月7日国务院国有资产监督管理委员会颁布施行的《中央企业综合绩效评价管理暂行办法》（以下简称《办法》），它集中了我国相关主流专家的意见，根据企业经济生活中的实际情况制定出来的，具有科学性、可行性和权威性的特点，是企业进行经济绩效评价的纲领性文件。《办法》中的指标体系将企业财务指标分为基本指标和修正指标，具有一定的科学性，但是不能体现指标间的层次性。因为上述指标体系中的修正指标只是对基本指标的补充，而不是对基本指标的进一步分解，如衡量企业债务风险状况的基本指标是资产负债率和已获利息倍数，但是资产负债率和已获利息倍数衡量企业债务风险状况的修正指标之间并没有对应关系。为了体现评价指标间的层次性，根据研究的需要，笔者对相关指标的层次关系进行了适当调整，构建了企业经济绩效指标体系（图1）。

2、环境绩效评价指标的筛选

环境绩效内容一般是选择最有用和最具相关性的环境绩效指标，应当反映人们需要解决的环境问题的影响程度，通常是被全球公认的、重大的、需要解决的问题。自1992年以来，指导可持续发展的《经济与社会发展问题的二十一世纪议程》、规范臭氧层损耗物质排放的《蒙特利尔议定书》；限制温室气体排放的《京都议定书》和有关跨国界的有毒废弃物的控制与处理的《巴塞尔公约》是目前全球公认的、影响力最大的环境评价

纲领性文件。联合国国际会计和报告标准（UNCTCIS）在综合各研究机构研究成果的基础上，认为企业环境绩效评价主要集中在水资源耗用、能源耗用、温室气体排放、臭氧损耗量、固体废弃物排放量五个方面^[6]。笔者参照上述文件和标准，结合我国企业生态环境保护和评价方面的实际，提出了企业环境绩效评价的指标体系（图1）。

3、企业综合绩效评价指标体系的构建

遵循科学性、实用性和可操作性的原则，通过将上面提出的经济和环境绩效指标加以耦合，构建了基于生态效率的企业绩效评价指标体系（图1）。

二、评价方法与程序

1、评价方法

对于企业综合绩效评价这类多指标集成的问题，很多的技术方法都可以对其进行评价，如主成分分析法、层次分析法、因子分析法、突变级数法等，但无论采用何种技术方法，只有减少权重赋值的主观性才能体现评价结论的客观性和科学性。笔者在下面的研究中尝试选用突变级数法对基于生态效率的企业综合绩效进行评价，该法不使用权重，只需按指标间的内在逻辑关系对指标的重要程度进行排序，很大限度地避免了人为制定权重的主观性，能够较科学地对企业绩效进行评价^[7-9]。

2、评价程序

（1）按突变评价组织指标体系

根据评价目的，对评价总指标进行多层次分解，排列成倒立树状目标层次结构，由评价总指标到下层指标，逐渐分解到下层子指标。原始数据只需要知道最下层子指标的数据就可以了。一个指标进行分解，是为了得到更具体的指标，以便进行量化，分解到一般可以计量的子指标时，分解就可以停止。因为一般突变系数某状态变量的控制参量不超过4个，相应地一般各层指标（指标的子指标）分解不要超过4个。

（2）确定突变评价指标体系的突变系统类型

突变系统类型一共有7个，最常见的有3个，即尖点突变系统、燕尾突变系统、蝴蝶突变系统，下面对这三种类型进行介绍：

尖点突变系统模型为: $f(x) = x^4 + ax^2 + bx$ (模型 1)

燕尾突变系统模型为:

$$f(x) = x^5 + ax^3 + bx^2 + cx \quad (\text{模型 2})$$

蝴蝶突变系统模型为:

$$f(x) = x^6 + ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx \quad (\text{模型 3})$$

根据上面相关概念的介绍, $f(x)$ 表示的是

一个系统的一个状态变量 x 的势函数, 状态变量 x 的系数 a, b, c, d 表示该状态变量的控制参量。系统势函数的状态变量和控制参量是矛盾的两个方面, 如果一个指标仅分解为两个子指标, 该系统可视为尖点突变系统; 如果一个指标可以分解成三个子指标, 该系统可视为燕尾突变系统; 如果一个指标能分解为四个子指标, 该系统可视为蝴蝶突变系统。

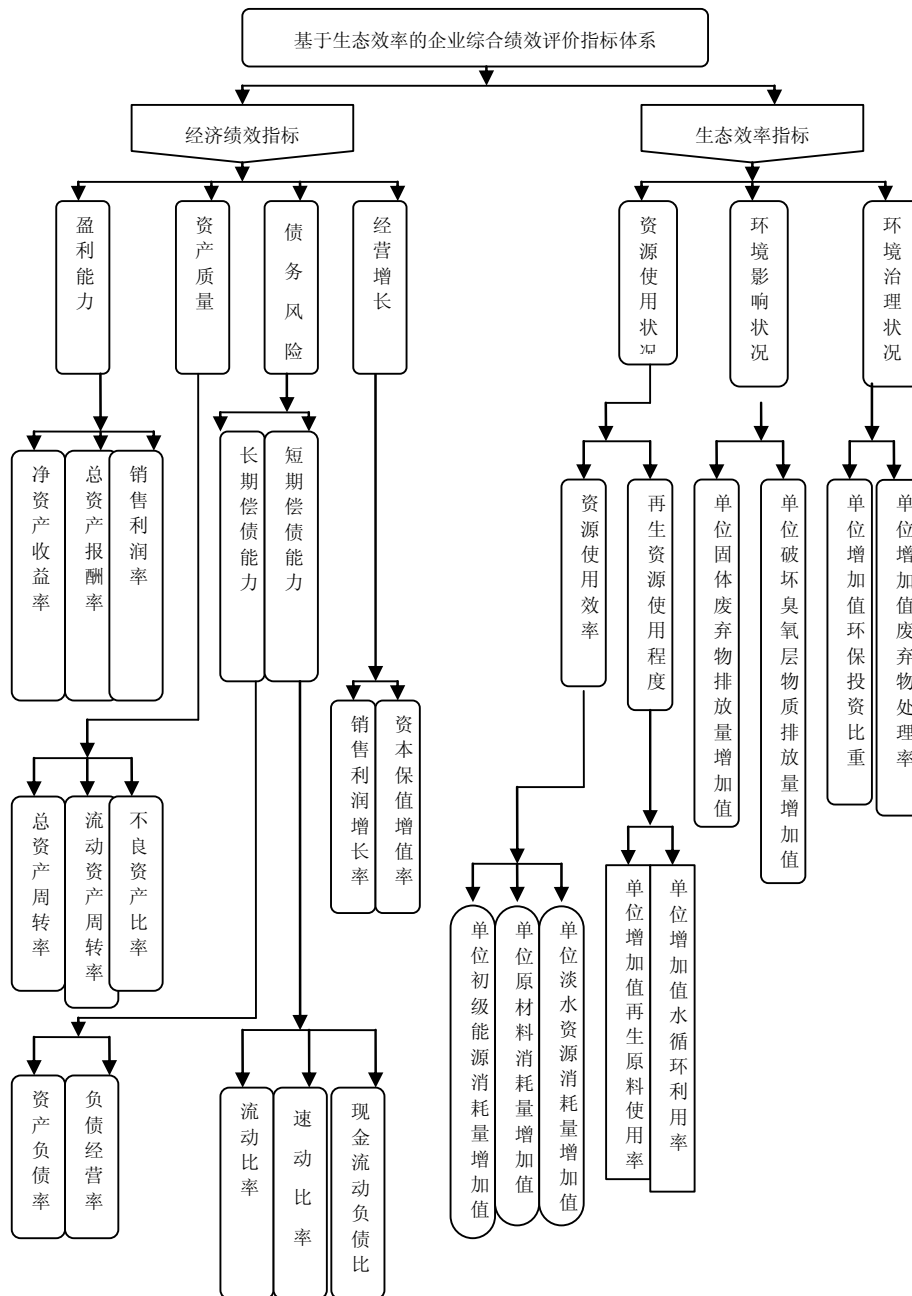


图 1 企业综合绩效评价指标体系

(3) 根据突变系统的类型导出归一模型

① 尖点突变归一模型

由模型 1 尖点突变的势函数

$$f(x) = x^4 + ax^2 + bx, \quad \text{令 } \frac{\partial f(x)}{\partial x} = 0$$

得到 $f(x)$ 的所有临界点组成的平衡曲面的方程:

$$f'(x) = 4x^3 + 2ax + b = 0 \quad (\text{方程 2.1})$$

根据平衡曲面的方程 $f'(x)=0$, 令 $\frac{\partial f'(x)}{\partial x} = 0$

得到 $f(x)$ 的所有奇点集组成的方程:

$$f''(x) = 12x^2 + 2a = 0 \quad (\text{方程 2.2})$$

由方程 2.1 和方程 2.2 联立方程组, 消去 x , 得到分歧方程:

$$a = -6x^2, \quad b = 8x^3 \quad (\text{方程 2.3})$$

根据方程 2.3, 得到:

$$x_a = \sqrt{\frac{a}{-6}}, \quad x_b = \sqrt[3]{\frac{b}{8}} \quad (\text{方程 2.4})$$

方程 2.4 中 x_a 表示对应于 a 的 x 值, x_b 表示对应于 b 的 x 值, 为了实际运算方便, 必须把突变模型中的状态变量 x 和控制参量 a 、 b 的取值范围限制在 0-1 之间。

当取 $x_a=1$ 时, $a=-6$, 如果把 a 缩小-6 倍, 范围变为 0-1 之间, 即:

$$\text{令 } a' = -\frac{a}{6}, \quad \text{则 } x_a = \sqrt{\frac{a}{-6}} = \sqrt{\frac{-6a'}{-6}} = \sqrt{a'}$$

同理, 当取 $x_b=1$ 时, $b=8$, 将 b 缩小 8 倍, 控制在 0-1 之间, 即:

$$\text{令 } b' = \frac{b}{8}, \quad \text{则 } x_b = \sqrt[3]{\frac{b}{8}} = \sqrt[3]{\frac{b \times 8}{8}} = \sqrt[3]{b'}$$

因此尖点突变的归一模型可以表示成:

$$x_a = \sqrt{a'}, \quad x_b = \sqrt[3]{b'} \quad (\text{方程 2.5})$$

方程 2.5 中 $a' = -\frac{a}{6}, \quad b' = \frac{b}{8}$

② 燕尾突变归一模型

同上理, 可以得到燕尾突变的分歧方程为:

$$a = -6x^2, \quad b = 8x^3, \quad c = -3x^4 \quad (\text{方程 2.6})$$

燕尾突变的归一模型为:

$$x_a = \sqrt{a'}, \quad x_b = \sqrt[3]{b'}, \quad x_c = \sqrt[4]{c'} \quad (\text{方程 2.7})$$

方程 2.7 中 $a' = -\frac{a}{6}, \quad b' = \frac{b}{8}, \quad c' = -\frac{c}{3}$

③ 蝴蝶突变的归一模型

同上, 可以得到蝴蝶突变的分歧方程为:

$$a = -10x^2, \quad b = 20x^3, \quad c = -15x^4, \quad d = 4x^5 \quad (\text{方程 2.8})$$

蝴蝶突变的归一模型为:

$$x_a = \sqrt{a'}, \quad x_b = \sqrt[3]{b'}, \quad x_c = \sqrt[4]{c'}, \quad x_d = \sqrt[5]{d'} \quad (\text{方程 2.9})$$

方程 2.9 中 $a' = -\frac{a}{10}, \quad b' = \frac{b}{20}, \quad c' = -\frac{c}{15},$

$$d' = \frac{d}{4}$$

(4) 利用归一模型进行综合评价

各突变系统类型的归一模型实质上是一种多维模糊隶属函数。根据多目标模糊决策理论, 对同一方案, 在多目标情况下, 若设 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$ 为模糊目标, 则要满足以上目标的策略为: $C = A_1 \cap A_2 \cap A_3 \cap \dots \cap A_m$ 。

设 $U_{A_1}(x), U_{A_2}(x), U_{A_3}(x), \dots, U_{A_m}(x)$ 分别为 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$ 的隶属函数, $U_{C(x)}$ 为 C 的隶属函数, 则:

$$\begin{aligned} U_{C(x)} &= U_{A_1}(x) \wedge U_{A_2}(x) \wedge U_{A_3}(x) \wedge \dots \wedge U_{A_m}(x) \\ &= U_{A_1}(x) \cap U_{A_2}(x) \cap U_{A_3}(x) \cap \dots \cap U_{A_m}(x) \\ &= \min[U_{A_1}(x), U_{A_2}(x), U_{A_3}(x), \dots, U_{A_m}(x)] \end{aligned}$$

对于不同的方案, 如设 A_1, A_2, \dots, A_m , 记 A_i 的隶属函数为 $U_{A_i}(x)$,

如果 $U_{A_i}(x) > U_{A_j}(x)$, 则表示方案 A_i 优于方案 A_j 。因而利用归一模型对同一对象各个控制参量(指标) 计算出的对应的 x 值应采用“大中取小”原则, 但对于存在互补性的指标, 通常用其平均数代替, 在对象的最后比较时要用“小中取大”原则, 即对评价对象按总评价指标的得分大小进行排序。

三、实证研究

1、数据的来源

笔者选取了我国建材行业两个上市公司 A 公司和 B 公司作为案例分析的对象, 运用突变级数法对两个公司的绩效进行综合评价。由于上市公司环境数据资料难以取得, 笔者在下面的分析中以 2 个与案例企业规模相当、行业相同的项目环评资料的数据来代替。A 项目为年产 120 万吨

表 1 A 项目和 B 项目年度环境数据

项目	A 公司	B 公司
净利润	3,661,950,000	136,076,000
平均净资产	27,285,550,000	1,877,600,000
利润总额	4,476,540,000	173,268,000
利息支出	356,469,000	123,754,000
平均总资产	44,840,300,000	4,845,195,000
主营业务利润	7,132,600,000	519,750,000
主营业务收入	24,998,000,000	2,865,460,000
平均流动资产	10,635,550,000	1,127,693,500
资产减值准备余额	9,442,230,000	91,635,400
负债总额	17,845,600,000	3,729,090,000
长期负债	5,772,310,000	1,181,170,000
流动资产	10,096,900,000	1,468,510,000
存货	2,172,190,000	444,066,000
速动资产	7,924,710,000	1,024,444,000
流动负债	12,073,300,000	2,547,920,000
经营现金净流量	7,029,350,000	507,531,000
本年主营业务利润	7,132,600,000	519,750,000
上年主营业务利润	6,036,600,000	374,940,000
年末资本总额	47,148,500,000	5,793,370,000
年初资本总额	42,532,100,000	3,897,020,000
年末所有者权益	29,302,900,000	2,064,290,000

表 2 A 公司和 B 公司 2009 年度财务数据（单位：元）

项目	A 公司	B 公司
初级能源消耗总量(吨/年)	498,756.00	2,500.00
初级原料消耗总量(吨/年)	2,721,520.00	41,700.00
淡水资源消耗总量(吨/年)	216,737.50	5,000.00
再生原料使用量(吨/年)	12,405.60	35,862.00
水循环利用总量(吨/年)	28195.75	4,850.00
固体和液体废弃物排放总量(吨/年)	11,154.00	30,887.00
废气排放总量(标准立方米/年)	56,009.50	116.00
环保投资比重	0.03	0.00
废弃物处理量(吨/年)	22,163.96	29,452.85
总投资(元)	48,800,000.00	23,390,000.00
环保投资(元)	1,280,000.00	0.00
增加值(元)	12,863,038.00	18406598
再生原料使用率	0.004558	0.86
水循环利用率	0.13	0.97
废弃物处理率	0.33	0.95

水泥粉磨站工程项目，B 项目为年产 50 万吨水泥粉磨站技改工程。A 公司是我国最大的水泥生产企业，考虑到规模的差异，将年产 120 万吨水泥粉磨站 A 工程项目的的环境数据作为 A 公司的环境数据。将年产 50 万吨水泥粉磨站技改工程 B 项目的环境数据作为 B 公司的环境数据。考虑到环境数据的选取会对评价结论产生一定的影响，我们按照企业的规模和地理位置等因素，进行了恰当的搭配，因此选用该环境数据会对论文的评价结论产生一定的影响，但作为该方法的研究模拟，应仍有一定的研究价值。

2、数据的处理

本文提出企业综合绩效评价指标体系由两方面组成，一方面是企业的经济绩效指标，另一方面是企业的生态效率指标，二者是尖点突变。经济绩效指标又分为以下四个方面：企业盈利能力、资产质量、债务风险、经营增长，这四者是蝴蝶突变；生态效率指标分为以下三个方面：资源使用状况、环境影响状况、环境治理状况，这三者之间是燕尾突变。经济绩效指标中：企业盈利能力和资产质量下面对应着的都是燕尾突变，债务风险和经营增长下面对应着的是尖点突变；债务风险的子指标中，长期偿债能力下面是尖点突变，而短期偿债能力下面是燕尾突变。生态效率指标中：资源使用状况、环境影响状况、环境治理状况下面对应着的都是尖点突变；资源使用状况的子指标中，资源使用效率下面对应着的是燕尾突

变，再生资源使用程度下面对应着的是尖点突变。笔者根据各评价指标的计算公式，对上述数据进行处理得到的各评价指标值如表 3 所示：

3、评价指标的计算分析

根据突变级数法的计算步骤，笔者在 EXCEL 工作表中运用 AVERAGE 函数、POWER 函数和 IF 函数对表 3 中的数据进行计算的结果如表 4 所示：

由于笔者选取的是突变级数法，根据突变级数法的相关原理，计算结果差异在 0.01 以上就可以认为是差异很大。从表 4 中我们可以看出：A 公司的综合绩效为 0.325511，B 公司的综合绩效为 0.343203，B 公司综合绩效优于 A 公司的值为 0.017692，即 B 公司的综合绩效远优于 A 公司。

从具体的评价指标来看，A 公司的经济绩效指标为 0.381239，B 公司的经济绩效指标为 0.376564，A 公司的经济绩效优于 B 公司的值为 0.004675；A 公司的生态效率指标为 0.507982，B 公司的生态效率指标为 0.662530，B 公司生态效率指标优于 A 公司的值为 0.154549，即 B 公司的生态效率指标远优于 A 公司，B 公司拥有更强的绿色竞争力。

因此，单纯从经济绩效指标考虑，A 公司的绩效略优于 B 公司，但是从综合考虑生态环境绩效后的企业绩效指标来看，B 公司的绩效远优于 A 公司，即 B 公司更具有绿色竞争力，更具有可持续发展潜力，这就为企业的相关利益关系人进行决策提供了较为完善的决策依据。

表 3 A 公司和 B 公司的相关评价指标值

评价指标	A 公司	B 公司
净资产收益率	0.134208	0.072473
总资产报酬率	0.107783	0.061302
销售利润率	0.285327	0.181384
总资产周转率	0.557490	0.591402
流动资产周转率	2.350419	2.540992
不良资产比率	0.166851	0.015571
资产负债率	0.378498	0.643682
负债经营率	0.196988	0.572192
流动比率	0.836300	0.576356
速动比率	0.656383	0.402071

现金流动负债比	0.582223	0.199194
销售利润增长率	0.181559	0.386222
资本保值增值率	1.108539	1.486615
单位初级能源消耗量增加值	25.790242	7,362.639200
单位原材料消耗量增加值	4.726417	441.405228
单位淡水资源消耗量增加值	59.348465	3,681.319600
单位增加值再生原料使用率	0.000004	0.000467
单位增加值水循环利用率	0.000101	0.000527
单位固体和液体废弃物排放量增加值	1,153.221983	595.933500
单位废气排放量增加值	229.658147	158,677.568966
单位增加值环保投资比重	0.000020	0.000000
单位增加值废弃物处理率	0.000257	0.000516

表 4 基于生态效率的企业绩效评价指标

评价指标	A 公司	B 公司
盈利能力指标	0.314282	0.267642
资产质量指标	0.485079	0.421552
长期偿债能力指标	3.709386	2.731081
短期偿债能力	0.490535	0.395531
债务风险指标	0.590303	0.520848
经营增长指标	0.345713	0.412181
资源使用效率	1.673777	14.918566
再生资源使用程度	0.012032	0.024605
资源使用状况	0.321371	0.861134
环境影响状况	8.462849	18.517620
环境治理状况	0.016807	0.020053
经济绩效指标	0.381239	0.376564
生态效率指标	0.507982	0.662530
企业综合绩效指标	0.325511	0.343203

四、结论

传统的企业绩效评价指标体系以财务绩效指标为核心，虽然平衡计分卡考虑了众多的非财务指标、绩效三棱柱也从不同的利益相关者出发，设计了一些的非财务指标，但是不管是平衡计分卡还是绩效三棱柱都没有考虑到未来的利益相关者（子孙后代）的利益和非人类利益相关者（生态环境）的利益，与当前国际社会和我国关注的可持续发展理念和低碳经济模式不相符。基于生态效率的企业绩效评价指标体系综合考虑了企业

的经济绩效和生态绩效，为企业落实可持续发展战略提供了重要的理论基础和方法指导。随着国家环保法律法规的日益完善，以及各级政府“节能减排”政策的陆续出台，企业的生态环境绩效势必与经济绩效一并成为决定企业竞争力和生命力的主导因素。基于生态效率的企业绩效评价指标体系将从理论上和方法上指导、促进企业自觉地将生态效率思想贯彻到企业的生产经营过程中去，从而提高资源的使用效率、降低企业生产经营活动对生态环境的负面影响，增强企业的绿色

竞争力, 促进经济、社会和生态的和谐发展。

突变级数法是广泛应用于生态环境风险评价和企业绩效评价的一种较为客观的评价方法, 与常用的层次分析法、因子分析法相比, 减轻了人为因素的影响, 更为科学客观。

因为精力和数据获取等方面的原因, 本文仅选用了两个公司进行实证研究, 在指标体系的横向对比和验证方面存在不足。同时, 如何科学合理确定临界值并引入一些预警因子, 对企业的综合绩效进行动态监测与评价, 并设置诸如红、橙、黄、绿等不同警级的预警机制是后续研究值得关注的內容。

References (参考文献)

- [1] SCHALTEGGER Stefan, STURM Andreas. Ökologische Rationalität: Ansatzpunkte zur Ausgestaltung Von ökologisch-orientierten Management Instrumenten, in: Die Unternehmung, Nr. 4[M]. 1990, S. 273-290
- [2] SCHMIDHEINY Stephan. The Business Council for Sustainable Development. Changing Course: A global Business Perspective on Development and the Environment [M]. MIT Press, Cambridge, Mass 1992
- [3] Lü Bin, YANG JianXin. Review of methodology and application of eco-efficiency [J]. Acta Ecologica Sinica,2006,26 (11) :3898-3906
吕彬,杨建新. 生态效率方法研究进展与应用[J].生态学报,2006,26 (11) :3898-3906
- [4] DAI Tiejun, LU Zhongwu. Analysis of Eco-Efficiency of Steel Industry [J]. Journal of Northeastern University(Natural Science,2005 ,26 (12) :1168~1173.
戴铁军,陆钟武. 钢铁企业生态效率分析. 东北大学学报(自然科学版),2005 ,26 (12) :1168~1173
- [5] SHANG Hua, WU Chunyou. Assessment of eco-industrial parks based on eco-efficiency[J]. Journal of Dalian University of Technology(Social Sciences),2007, (6):25-29
商华,武春友.基于生态效率的生态工业园评价方法研究[J].大连理工大学学报,2007, (6):25-29
- [6] United Nations. A Manual for the Preparers and Users of Eco-efficiency Indicators (vers.1.1) [M]. United Nations, New York and Geneva, 2004
- [7] ZHU Shunquan. Study on Catastrophe Theory and Application of Credit Evaluation of Listed Corporation[J]. Systems Engineering-theory and Practice, 2002, (2):90-117
朱顺泉.基于突变级数法的上市公司绩效综合评价研究[J].系统工程理论与实践,2002, (2) :90-117
- [8] LI Shaofei, SUN Shuhong, WANG Xiangyu. Application of catastrophe theory to risk assessment of groundwater environment for river basin[J]. Journal of Hydraulic Engineering2007, (7):1312-1317
李绍飞,孙书洪,王向余.突变理论在海河流域地下水环境风险评价中的应用[J].水利学报,2007, (7):1312-1317
- [9] TANG Ming, SHAO Dongguo, YAO Chenglin etc.. Improved catastrophe theory based evaluation method and its application to drought disaster risk evaluation[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2009, (7):858-869
唐明,邵东国,姚成林等.改进的突变评价法在旱灾风险评价中的应用[J].水利学报, 2009, (7):858-869