

高耗能企业经济-科技-环境三维系统协调发展实证研究

郑季良, 周旋

(昆明理工大学 管理与经济学院, 昆明 650093)

摘要:在我国经济建设转型向科技创新驱动的形势下,高耗能企业的经济、科技(科技创新)与环境(节能减排)三维系统的协调发展成为企业可持续发展的关键。为此构建了高耗能企业经济-科技-环境系统协调发展评价模型和指标体系,实证比较分析我国三家著名钢企的经济-科技-环境系统的一维以及二维和三维系统协调度演变状况。结果表明,尽管在研究期间企业经济效益出现较大波动,但企业三维系统的协调度均呈现平稳增长的态势,科技与环境系统的协调度良好。

关键词:高耗能企业;经济-科技-环境系统;协调发展

中图分类号:F425 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2017)12-0001-07

高耗能企业是我国工业的重要基础。在我国经济建设转型向科技创新驱动的形势下,我国高耗能企业面临着正确处理好经济效益增长、加大科技创新力度、满足节能减排目标要求三者之间关系的新问题,这里简称为企业的经济、科技和环境三维系统的协调发展问题。目前,我国学者对区域科技与经济二维系统之间的协调发展研究较多,例如,对辽宁省^[1]、陕西省^[2]、吉林省^[3]、浙江省^[4]的经济发展度和科技发展度进行了综合评价和实际测度。王守宝通过构建科技进步与社会经济发展的系统动力学模型来研究科技进步与经济发展的相关性^[5]。王新长建立了基于距离协调度的科技进步与经济增长之间的协调度评价模型,并对中国各省区市的科技进步与经济增长协调度进行了实证分析^[6]。对区域经济、能源与环境之间的关系开展了一定的研究^[7-8]。而对于经济、科技与环境协调发展的研究不多,相关的有,李国友提出了对经济、科技、环境协调发展问题的思考,认为环境建设是三者协调发展的前提,合理的经济结构是促进三者协调发展的关键^[9]。刘爱文构建了县域经济-科技-社会的评价指标体系,并根据复杂系统协调度测度思想计算出了三者的协调发展度^[10]。对高耗能企业的经济-科技-环境协调发展的理论和实证研究还比较少见,本文作者曾对高耗能企业科技创新与节能减排的协调度及演变进行了初步研究^[11-12]。鉴于新

时期对于高耗能企业实现经济-科技-环境三维系统协调发展重要性的认识,本文拟设计和构建适合于高耗能企业类型的经济、科技和环境系统协调度评价模型以及评价指标体系,并以钢铁行业的三个龙头企业原宝钢、原武钢、鞍钢为例,对其2009—2014年期间经济、科技与环境系统的协调发展演变及其差异进行比较分析和实证研究,关注科技创新对经济、环境系统的影响,希望可为高耗能企业新时期的可持续发展路径实施提供理论参考。

1 高耗能企业经济-科技-环境系统评价指标体系构建

1.1 评价指标体系构建

秉着科学、适用以及数据可获得性的原则,设计和构建了高耗能企业经济、科技、环境复合系统的协调发展评价指标体系如表1所示,指标选择和含义阐述如下。

1)经济系统指标体系构建。作为以盈利为主体的企业,企业经济系统指标的选取主要考虑经济效益评价指标。在高耗能企业中,直接表现经济效益的指标有营业总收入、资产的总额、利润总额;产量指标表示企业的生产能力,间接表现企业的经济实力及企业的经营状况。

2)科技系统指标体系构建。科技进步已成为我国企业未来可持续生产运营的关键和驱动力,故科技

收稿日期:2017-08-09

基金项目:国家自然科学基金项目(71463031)。

作者简介:郑季良(1963—),男,湖南湘潭人,昆明理工大学管理与经济学院,教授,管理学博士,研究方向:工业循环经济、绿色制造等;周旋(1992—),女,陕西西安人,昆明理工大学管理与经济学院,硕士研究生,研究方向:工业循环经济、绿色制造。

系统选取能反映科技创新能力的指标。考虑到企业数据来源和易获得性,这里以高级专业技术人员比例来代表企业科技开发能力,以有关 R&D 投入指标来反映出企业科技水平,以专利获得、新产品销售率等指标反映企业科技产出水平和创新潜力。

3)环境系统指标体系构建。高耗能企业环境系统的指标选取应考虑到能代表企业的环境效益(尤其是反映企业节能减排水平)的衡量指标。在环境系统指标体系中,SO₂ 和 COD 排放指标可以反映企业的废气和废水排放水平;吨钢生产耗新水反映对资源的节约水平,吨钢综合能耗反映能源消耗水平,固体废物综合利用率反映企业对废物回收利用的水平。

1.2 指标评价参考基准设置及评价方法

第一,指标评价参考基准的设置选用国内先进企业或国家清洁生产标准的相关指标。

第二,评价方法。根据高耗能企业经济、科技、环境系统协调发展评价指标体系,以及评价指标参考基准来进行评价。设经济系统评价指标表示为{X_{ij} | i = 1,2,⋯,n;j = 1,2,⋯,p},科技系统表示为{Y_{ik} | i = 1,2,⋯,n;k = 1,2,⋯,q},环境系统表示为{Z_{il} | i = 1,2,⋯,n;l = 1,2,⋯,r},其中,i 为研究年限,j、k、l 分别为经济、科技、环境三个子系统的指标数量。指标取向可分为正向指标和负向指标。对于正向指标,以经济系统为例,其评价式为:x_{ij} = X_{ij}/λ_j;对于负向指标,评价式为:x_{ij} = λ_j/X_{ij}。x_{ij} 为获得的各指标评价值,λ_j 为评价指标的基准值。同理对科技系统和环境系统中的样本集合作归一化处理,得到 Y_{ik} 和 Z_{il}。

2 高耗能企业经济-科技-环境系统协调度评价模型

按照上述高耗能企业经济-科技-环境系统协调发展评价指标体系及其指标评价值,可以得到三个子系统的评价值分别为,F(x_i) = ∑_{j=1}^p a_jx_{ij},G(y_i) = ∑_{k=1}^q b_ky_{ik},Z(z_i) = ∑_{l=1}^r c_lz_{il} 其中 a_j、b_k、c_l 为三个子系统的权重。则两个系统、三个系统的协调度系数模型分别为:

$$C_i = \left[\frac{F(x_i) \times G(y_i)}{\left(\frac{F(x_i) + G(y_i)}{2} \right)^2} \right]^2$$
$$C_i = \left[\frac{F(x_i) \times G(y_i) \times Z(z)}{\left(\frac{F(x_i) + G(y_i) + Z(z)}{3} \right)^3} \right]^3$$
$$D = \sqrt{C \times Q}, Q = \alpha F(x) + \beta G(y), \text{ 或 } Q = \alpha F(x) + \beta G(y) + \lambda Z(z)$$

其中,i = 1,2,⋯,n 表示年度,D 表示复合系统的协调度,C 为协调系数,Q 为两个或三个系统的评价指数,α、β、λ 为组成系统的权重系数。鉴于各子系统对高耗能企业可持续发展的重要作用,为简化起见,当组成系统为 2 时,赋予组成系统的权重系数 α、β 分别为 0.5;当组成系统为 3 时,赋予组成系统的权重系数 α、β、λ 分别为 0.3、0.3、0.4。

3 案例实证研究

为对高耗能企业的经济-科技-环境三维系统的协调度发展演变状况进行更为客观的研究,本文选取了钢铁业的龙头企业:宝武集团(由于研究期间 2009—2014 年宝钢集团公司、武钢集团公司未合并,故仍分为宝钢、武钢分别进行分析),鞍山钢铁集团公司(以下简称鞍钢)。这三家企业的生产规模、制造技术、循环经济发展水平在我国钢铁业中位居前列,具有很好的代表性和可比性。

3.1 高耗能企业经济-科技-环境系统协调度计算

3.1.1 评价体系原始值收集以及评价基准值和权重设置

根据宝钢、武钢、鞍钢 2009—2014 年可持续发展报告和社会责任报告,得到三家钢铁企业六年期间的经济-科技-环境系统各个指标的实际数据(略)。比较钢铁业清洁生产标准和三家企业的先进指标值,筛选出基准值;通过层次分析法得出各指标权重,各数据如表 1 所示。

表 1 高耗能企业经济-科技-环境三维系统协调发展评价指标体系基准值和权重设置

系统	指标	基准值	权重
经济系统	营业总收入 x ₁ (亿元)	2 270.48	0.183
	资产的总额 x ₂ (亿元)	5 194.6	0.249
	利润总额 x ₃ (亿元)	242.3	0.267
	粗钢产量 x ₄ (万吨)	4 504	0.158
	钢材生产量 x ₅ (万吨)	3 967	0.143
科技系统	高级职称专业技术人员比例 y ₁ (%)	15.86	0.189
	专利申请授权数 y ₂ (件)	1 227	0.228
	R&D 投入率 y ₃ (%)	3.0	0.181
	研发投入金额 y ₄ (亿元)	70.17	0.193
	新产品销售率 y ₅ (%)	32.7	0.209
环境系统	SO ₂ 的排放 z ₁ (kg/t·s)	0.3	0.218
	COD 的排放 z ₂ (kg/t·s)	0.03	0.203
	吨钢生产耗新水 z ₃ (t/t)	3.5	0.197
	吨钢综合能耗 z ₄ (千克标准煤)	500	0.189
	固体废物综合利用率 z ₅ (%)	100	0.193

3.1.2 经济-科技-环境系统协调度计算

根据上述数据,计算出宝钢、武钢、鞍钢六年期间

经济-科技-环境协调度如表 2—表 4 所示,对应的曲线图如图 1—图 6 所示。

表 2 宝钢经济-科技-环境系统协调发展度演变

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
经济系统	0.688 6	0.874 8	0.844 0	0.736 3	0.744 0	0.740 1
科技系统	0.553 6	0.720 4	0.812 1	0.798 4	0.781 3	0.797 8
环境系统	0.746 0	0.781 5	0.837 1	0.822 2	0.865	0.891 8
经济与科技协调度	0.778 8	0.884 7	0.909 6	0.874 6	0.872 8	0.875 7
经济与环境协调度	0.845 6	0.907 1	0.916 8	0.880 1	0.891 9	0.895 5
科技与环境协调度	0.788 4	0.865 1	0.907 9	0.900 0	0.904 9	0.916 3
经济-科技-环境协调度	0.469 1	0.515 7	0.526 7	0.509 9	0.513 1	0.516 6

表 3 鞍钢经济-科技-环境系统协调发展度演变

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
经济系统	0.303 8	0.503 5	0.460 9	0.33	0.430 6	0.397 9
科技系统	0.373 1	0.467 4	0.638 3	0.724 1	0.739 7	0.773 5
环境系统	0.538 2	0.565 7	0.598 3	0.713	0.744 2	0.815 4
经济与科技协调度	0.575 7	0.695 8	0.722 0	0.624 5	0.711 6	0.686 6
经济与环境协调度	0.598 6	0.728 7	0.715 5	0.624 8	0.711 8	0.686 7
科技与环境协调度	0.652 9	0.712 2	0.785 5	0.847 6	0.861 4	0.890 7
经济-科技-环境协调度	0.357 7	0.412 2	0.428 2	0.420 3	0.446 7	0.449 3

表 4 武钢经济-科技-环境系统协调发展度演变

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
经济系统	0.602 4	0.541 2	0.618 7	0.732 1	0.722 4	0.593 3
科技系统	0.618 0	0.669 9	0.747 5	0.829 9	0.810 7	0.776 2
环境系统	0.545 0	0.566 6	0.613 4	0.611 7	0.637 1	0.651 6
经济与科技协调度	0.781 0	0.769 4	0.819 2	0.880 3	0.872 6	0.812 7
经济与环境协调度	0.755 5	0.743 9	0.784 9	0.813 1	0.821 2	0.787 2
科技与环境协调度	0.759 6	0.780 8	0.816 9	0.829 5	0.838 6	0.838 5
经济-科技-环境协调度	0.443 1	0.441 6	0.466 5	0.489 8	0.489 8	0.469 6

3.2 三家钢铁企业的经济-科技-环境系统协调度演变内部分析

3.2.1 宝钢经济-科技-环境系统协调度演变分析

在图 1(a)中,宝钢经济系统自 2010 年后呈现下降并趋稳状态,科技系统和环境系统均基本呈现增长趋势;到 2012—2014 年,环境系统效应达到最高,其次是科技系统,经济系统降到最低。

在图 1(b)中,在 2009—2011 年期间,经济-环境二维系统协调度最好,科技-环境最低;2011—2014 期间,科技-环境二维系统协调度最好,经济-科技二维系统协调度降到最低。经济-科技-环境三维系统协调度则明显低于二维系统协调度。

3.2.2 鞍钢经济-科技-环境系统协调度演变分析

在图 2(a)中,鞍钢的科技系统和环境系统效应一直处于快速上升趋势,经济系统效应与科技系统和

环境系统效应有着较大的差距。

在图 2(b)中,科技-环境系统协调度一直处于上升趋势;经济-科技系统、经济-环境系统的协调度演变状况很相近,明显滞后于科技-环境系统协调度,这显然是受到经济因素的影响。同样,经济-科技-环境三维系统协调度明显低于二维系统协调度。

3.2.3 武钢经济-科技-环境系统协调度演变分析

在图 3(a)中,2009—2014 年武钢的科技系统效应一直高于经济系统和环境系统,环境系统基本上处于低位,但基本上处于上升趋势;2013—2014 年科技系统与经济系统效应明显下滑,科技系统效应受到了经济系统效应的很大影响。

在图 3(b)中,在 2009—2014 年研究期间,武钢的二维系统之间的协调度演变状况比较相近,相对来说,经济-科技二维系统协调度较高,经济-环境二维

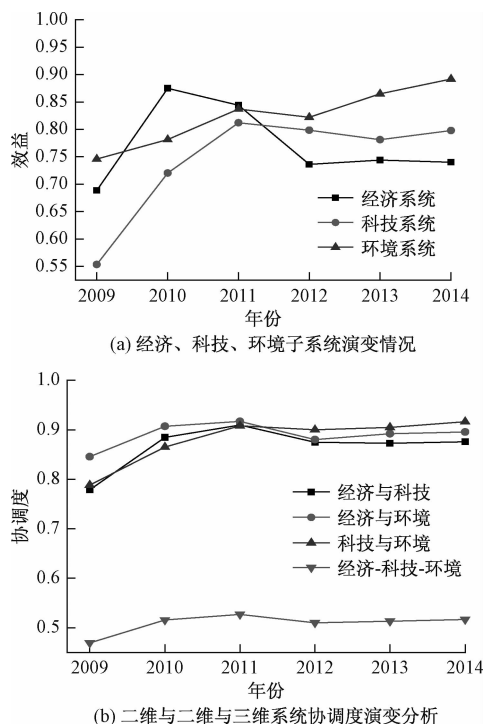


图 1 宝钢 2009—2014 年经济-科技-环境系统协调度演变分析

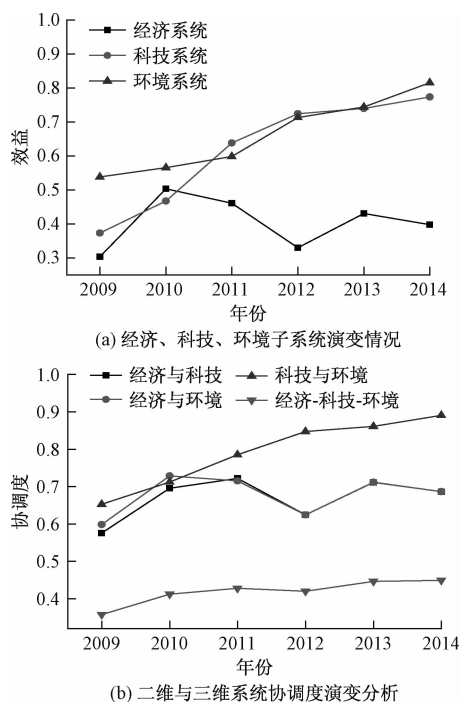


图 2 鞍钢 2009—2014 年经济-科技-环境系统协调度演变分析

系统协调度较低。不过到 2014 年,科技-环境协调度上升到最高。同样,经济-科技-环境三维系统协调度明显低于二维系统协调度。

从三家企业的内部系统协调度来看,三家企业的

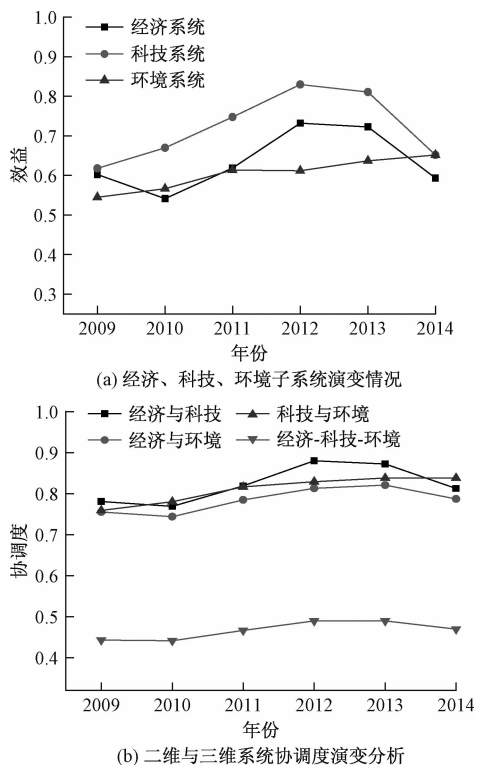


图 3 武钢 2009—2014 年经济-科技-环境系统协调度演变分析

经济系统都出现了滑坡,影响到了经济-科技、经济-环境、经济-科技-环境协调度。协调度体现了系统要素的互相作用。从科技创新的影响来考察,科技-环境协调度都呈现逐渐上升的态势,即企业科技创新与节能减排工作书相互作用的。到 2014 年,该二维协调度都上升到所有二维协调度的最大值。由于科技创新对企业经济的驱动作用,可以认为,科技系统效应对企业经济的下滑起到了一定的抑制作用。

3.3 三家钢铁企业的经济-科技-环境系统协调度演变比较分析

3.3.1 三家钢铁企业的经济、科技、环境子系统演变比较分析

三家钢铁企业的经济、科技、环境子系统即一维系统演变比较分析如图 4(a)、(b)、(c) 所示。在图 4(a)中,在研究期间,三家钢企的经济系统效应均出现大幅波动,反映了钢铁行业经济效益整体下滑的状况。但三家钢企的经济效益明显不同,其中,企业经济效益最好的是宝钢,其次是武钢、鞍钢。在图 4(b)中,三家钢企的科技系统效应基本上呈现上升的态势,其中宝钢和武钢的科技系统效应较高,鞍钢较低;不过,宝钢的科技系统效应自 2012 年后有所下滑,武钢的科技系统效应出现波动,而鞍钢科技系统效应呈

现追赶趋势。在图 4(c)中,三家钢企的环境效应都呈现不断上升的趋势,其中,宝钢环境系统效应较高,鞍钢、武钢较低,鞍钢与武钢在 2009—2011 年基本相同,但 2011 年以后,鞍钢的环境效应提升较快。总体来看,在研究期间,宝钢、鞍钢、和武钢的经济系统效应虽然波动较大,但科技和环境系统效应的改善势头基本没有受到很大影响,不过,2012—2014 年,科技系统效应受到一定影响。亦即,企业经济对科技系统效应产生影响,而对环境系统效应的影响不大。

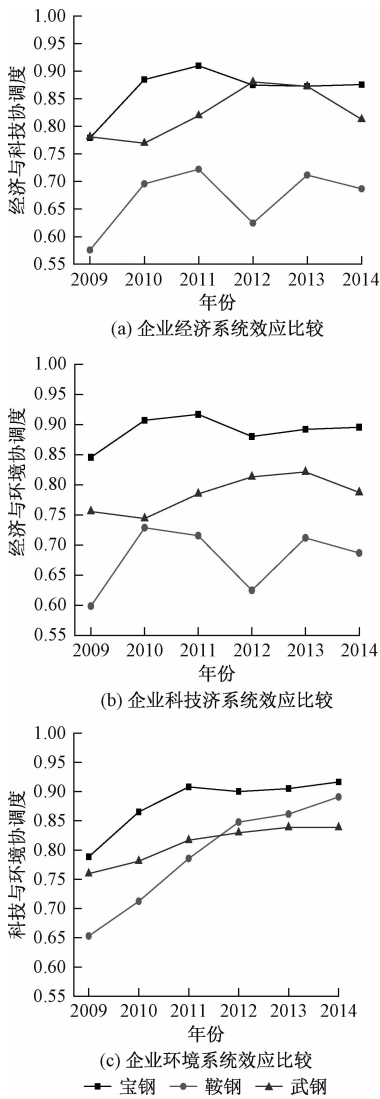


图 4 三家钢铁企业的经济、科技、环境子系统
(一维)演变比较分析

3.3.2 三家钢铁企业的经济、科技、环境二维系统协调度演变比较分析

三家钢铁企业的经济-科技、经济-环境、科技-环境二维系统协调度演变如图 5(a)、(b)、(c)所示。在图 5(a)中,在研究期间,经济-科技系统协调度最好的

是宝钢,其次是武钢、鞍钢。结合图 4(a)、4(b),可以看到,宝钢的经济系统效应和科技系统效应都处于高位状态,这也可以理解为,宝钢的经济系统效应与科技系统效应的相互促进是最好的,而鞍钢的二维系统效应最弱。虽然 2013—2014 年三家钢企的经济效益滑坡均对科技投入产生了一定的影响,但不影响二维系统协调度的排位。在图 5(b)中,经济-环境系统协调度最好的也是宝钢,其次是武钢、鞍钢。并且波动效应与图 4(a)中经济-科技协调度相似,反映了经济效应的重要影响,但二维系统协调度的排位不变。在图 5(c)中,科技-环境协调度演变都出现上升的态势,宝钢的协调度水平仍然最高,鞍钢的协调度水平赶超势头明显,2012 年后超过武钢。

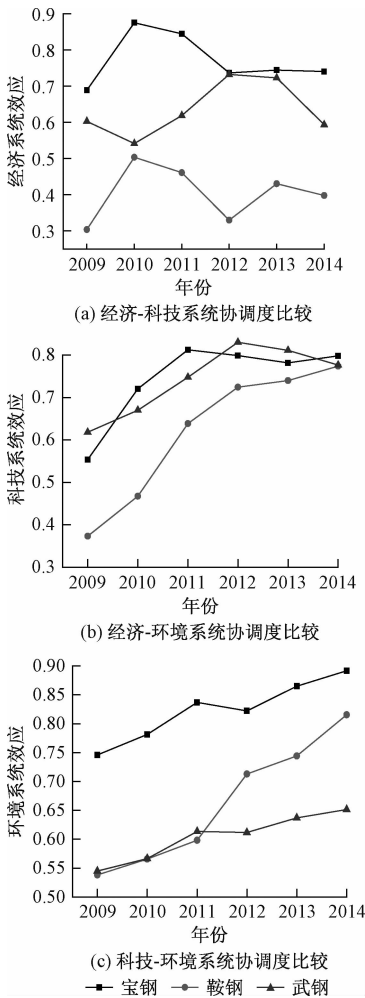


图 5 三家钢铁企业的经济、科技、环境子系统
(二维系统协调度)演变比较分析

从科技创新的视角,宝钢的科技创新水平最高,科技-经济系统的协调度最高,科技-环境系统的协调度最高。

3.3.3 三家钢铁企业的经济-科技-环境三维协调度演变比较分析

图6为三家企业经济-科技-环境系统三维协调度的比较。在2009-2014研究期间,宝钢、鞍钢和武钢的经济-科技-环境三维系统的协调度基本都处于上升趋势。其中,宝钢的三维系统协调度水平相对最高,其次是武钢、鞍钢。这一分析表明,宝钢在处理经济增长、科技创新、节能减排三者之间的关系上确实走在钢铁行业的前列、先进水平,发展前景更为明朗。如今,宝钢与武钢战略合并,成立新的企业宝武集团,实现了强强联合,综合实力将更加突出。

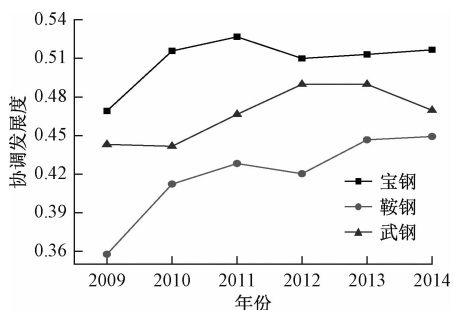


图6 企业经济-科技-环境三维系统协调度演变比较分析

4 结论

在我国经济建设转向科技创新驱动的时代,高耗能企业的经济、科技(科技创新)与环境(节能减排)三维系统的协调发展是实现企业转型和升级发展的必要路径。为此从微观的一维系统效应提升、二维和三维系统效应协调发展来剖析,构建了能够反映高耗能企业的经济、科技与环境三维系统效应的基本评价指标体系,通过钢铁行业的三大企业宝钢、武钢、鞍钢案例的系统分析和比较分析,得到如下几点有意义、体现共性的结论。

第一,宝钢无论在经济效益、科技创新和节能减排水平方面都处于行业领先地位,因此,二维系统效应、三维系统效应都处于领先状态。这一事例表明,宝钢在我国钢铁行业的标杆地位是明显的,无论从微观领域还是全方位的协同发展都有着示范性效应。

第二,二维系统效应反映要素之间的相互作用效果。通过三家企业的实证分析,可以看到,在高耗能企业运营中,经济效益影响科技投入和节能减排实践,企业经济波动对节能减排目标的实现基本没有影响;科技创新对企业经济、节能减排有着驱动效应和对经济波动的抑制效应;节能减排约束性目标也促进了科技创新水平的提高,对经济效应的影响是有限的。

进一步来看,宝钢与武钢战略合并引起广泛关注,对我国钢铁行业的转型升级作用值得期待和进一步考察研究。本论文对二维系统、三维系统协调度的研究是初步的,还需要对二维系统、三维系统之间的相互作用机制进行深入研究以探索多维系统协调度的内在机理。

参考文献

- [1] 刘凤朝. 辽宁省经济科技系统协调发展评价与分析[J]. 研究与发展管理, 2006, 18(5): 95-98.
- [2] 李霞. 陕西省科技创新与经济协调发展研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2008.
- [3] 王湃. 区域科技与经济协调发展评价理论与方法研究——兼析吉林省科技与经济的协调发展[D]. 长春: 吉林大学, 2008.
- [4] 王光华. 浙江经济科技协调发展评价体系构建与实际测度研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2010.
- [5] 王守宝. 科技进步与经济发展的相关性研究[D]. 天津: 天津大学, 2010.
- [6] 王新长. 区域科技进步与经济增长协调发展评价研究[D]. 南昌: 江西大学, 2014.
- [7] 胡绍雨. 我国能源、经济与环境协调发展分析[J]. 技术经济与管理研究, 2013(4): 78-82.
- [8] 刘倩, 周武. 广东省经济、能源与环境系统协调发展的实证研究[J]. 经济论坛, 2014(2): 19-24.
- [9] 李国友. 对经济可持续发展的思考——经济与科技、环境的协调关系[J]. 经济论坛, 2000(11): 36-37.
- [10] 刘爱文. 基于支持向量机的县域社会-经济-科技协调发展评价研究[J]. 科技管理研究, 2010(7): 53-55.
- [11] 郑季良, 周旋. 高耗能企业科技创新与节能减排协调发展评价实证研究——基于宝钢 2005-2014 年可持续发展报告[J]. 科技与经济, 2016, 29(3): 19-23.
- [12] 郑季良, 周旋. 高耗能企业科技创新与节能减排协调度演进和比较研究[J]. 科技管理研究, 2017, 37(5): 216-221.

(下转第 135 页)

与总资产的比值。该指标显示了企业的收现能力,回报率越高,收现能力越强。

参考文献

[1] 陈文伟,陈晟.从数据到决策的大数据时代[J].吉首大学学报:自然科学版,2014(3):31—36.

[2] 庄慧,饶扬胜.数据挖掘技术在上市公司财务困境预测中的应用[J].现代经济信息,2016(19):143—144.

[3] 苏鲁娜.A公司财务风险分析与防范研究[D].北京:首都经济贸易大学,2016.

[4] 罗旻婧.基于时间序列的财务风险预测研究[D].广州:广东财经大学,2016.

[5] 徐力.基于数据挖掘的上市公司财务诊断研究[D].杭州:浙江财经大学,2016.

[6] 李清.基于适度财务指标和遗传算法的财务危机预测模型研究[J].统计与信息论坛,2010(2):3—9.

[7] ALTMAN E I. Financial ratios,discriminant analysis,and the prediction of corporate bankruptcy[J]. The Journal of Finance,1968,23(4):589—609.

[8] ALTMAN E I, HALDEMAN R G, NARAYANAN P. ZETA TM analysis a new model to identify bankruptcy risk of corporations [J]. Journal of Banking & Finance,1977,1(1):29—54.

[9] 王振武,徐慧.数据挖掘算法原理与实现[M].北京:清华大学出版社,2015:35—53.

[10] 赵春.基于数据挖掘技术的财务风险分析与预警研究[D].北京:北京化工大学,2012.

Enterprise Financial Risk Analysis Based on Association Rules

LV Xuan, MO Hong-min, ZHANG Yong

(College of Mathematics and Statistics,Jishou University,Jishou Hunan 416000,China)

Abstract: It is of great significance for enterprises to manage their own financial risks, which affects the sustainable development directly. This paper is to analyze the financial risk of the company based on the financial indicators of China's listed companies under special treatment in 2015. At first, utilize the association rules and preprocess the financial data, then Dig out the rules hidden in the financial indicators, at last select a higher representative financial indicator and pre-warning the financial risk. Empirical analysis shows that: there is always some financial indicators when the listed company was in financial crisis. Their movement has a direct impact on enterprise financial risk. By analyzing these indicators, the listed companies financial risk can be early warned and prevented.

Key words: association rules; Apriori algorithm; financial risk analysis

(上接第 6 页)

A Empirical Analysis on Coordination Development of Economy-Technology-Environment System of Energy Intensive Enterprises

ZHENG Ji-liang, ZHOU Xuan

(Faculty of Management & Economics,Kunming University of Science & Technology,Kunming 650093,China)

Abstract: Under the situation of Chinese economic construction to be driven by science and technology, the coordination development of economy, technology (technology innovation), and environment system (energy conservation & emissions reduction) of an energy-intensive enterprise will be the key factor. An evaluation model and indicator system of economy-technology-environment system about an energy-intensive enterprise is been built up then. The one, two and three dimension coordination degree of economy-technology-environment system of three famous steel firms in China are analyzed empirically and comparatively. the results show that, in the research period, although the economic effect of three firms was fluctuate greatly, the coordination degree of economy-technology-environment system of three firms appeared the trend of steady growth, and the coordination degree of technology-environment system all are good.

Key words: energy-intensive enterprise;economy-technology-environment system;coordination development