

企业环境绩效评价模型的构建及其检验

谢双玉¹,胡 静¹,许英杰¹,早赖光司^{2*} (1.华中师范大学城市与环境科学学院,湖北 武汉 430079 ;2.广岛大学大学院,综合科学研究科,日本 东广岛市 739-8521)

摘要：以企业社会绩效的“原则—过程—结果”理论为基础,借鉴已有研究成果,构建了一套包含4个过程因子、2个结果因子的具有二阶结构的企业环境绩效(CEP)评价模型,并运用验证性因子分析法,以252家日本企业的调查数据为基础,对此模型构建进行了实证检验.验证性因子分析结果表明,CEP是由6个特征明显而又相互联系的一阶因子组成的多维结构,而且CEP是能够解释这6个一阶因子相关性的二阶因子,证明本研究构建的CEP评价模型具有合理性.

关键词：企业环境绩效；评价模型；验证性因子分析；日本企业

中图分类号：X32 文献标识码：A 文章编号：1000-6923(2008)12-1138-05

The construct and examination of corporate environmental performance measurement model. XIE Shuang-yu¹, HU Jing¹, XU Ying-jie¹, HAYASE Kohji^{2*} (1. College of Urban and Environmental Science, Huazhong Normal University, Wuhan 430079, China ; 2. Graduate School of Integrated Art and Science, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima 739-8521, Japan). *China Environmental Science*, 2008,28(12): 1138~1142

Abstract : Based on the theory of “principle-process-outcome” for corporate social performance and the previous empirical studies, a corporate environmental performance (CEP) measurement model including four process factors and two outcome factors was constructed. Furthermore, according to the survey data collected from 252 Japanese companies confirmatory factor analysis was used to empirically examine the construct of this measurement model. CEP was a multi-dimensioned structure with six distinct but interconnected first-order factors, and CEP was the second-order factor could explain the correlation of the six first-order factors. These results proved the construct of this measurement model.

Key words corporate environmental performance ;measurement model ;confirmatory factor analysis ;Japanese companies

公众环境意识的普遍提高,使得企业利益相关者不仅注重企业经济绩效,而且关注企业环境绩效(CEP)的评价.欧美、日本等已有许多非政府机构评价 CEP^[1],印度尼西亚、中国也出现了企业环境行为评价^[2].但由于相关学术研究很少,致使 CEP 评价缺乏理论依据、标准化水平低、可比性不强^[3-4].我国关于 CEP 评价的研究已有报道^[5-6],但多为对国外指标体系的介绍及应用,缺乏对 CEP 评价的系统研究.鉴于此,本研究构建了一套基于企业社会绩效的“原则—过程—结果”理论的 CEP 评价模型,并运用验证性因子分析法(CFA),利用252家日本企业的调查数据,对此模型构建进行了实证检验;该研究成果对我国开展 CEP 评价研究具有借鉴意义,并能为 CEP 评价实践提供科学依据.

1 企业环境绩效评价模型的构建

从广义上讲,CEP 属于企业社会绩效范畴,因此,可以将企业社会绩效理论应用到 CEP. Wood^[7]将企业社会绩效定义为“社会责任原则、反应过程及政策和计划、以及结果的企业组织结构”,并建议从原则(Principles)、过程(Processes)和结果(Outcomes)三方面评价企业社会绩效.本研究以此理论为基础,结合日本企业环境管理实际,构建了 CEP 评价模型(图 1).

1.1 过程因子

过程因子是指企业在面临外界压力时采取

收稿日期：2008-03-10

基金项目：日本环境省废弃物处理等科学研究事业(K1604)

* 责任作者, 教授, kojihayase@hiroshima-u.ac.jp

的管理措施,包括:组织系统、利益相关者关系、操作对策和环境跟踪.过程因子是结果因子的先导,纳入评价模型^[8-9],包括如下 4 项.

组织系统(F1)是指为了应对环境问题而设计的环境管理体系,包括环境方针、目标、组织体系、环境会计等,是企业环境管理的基础支撑.

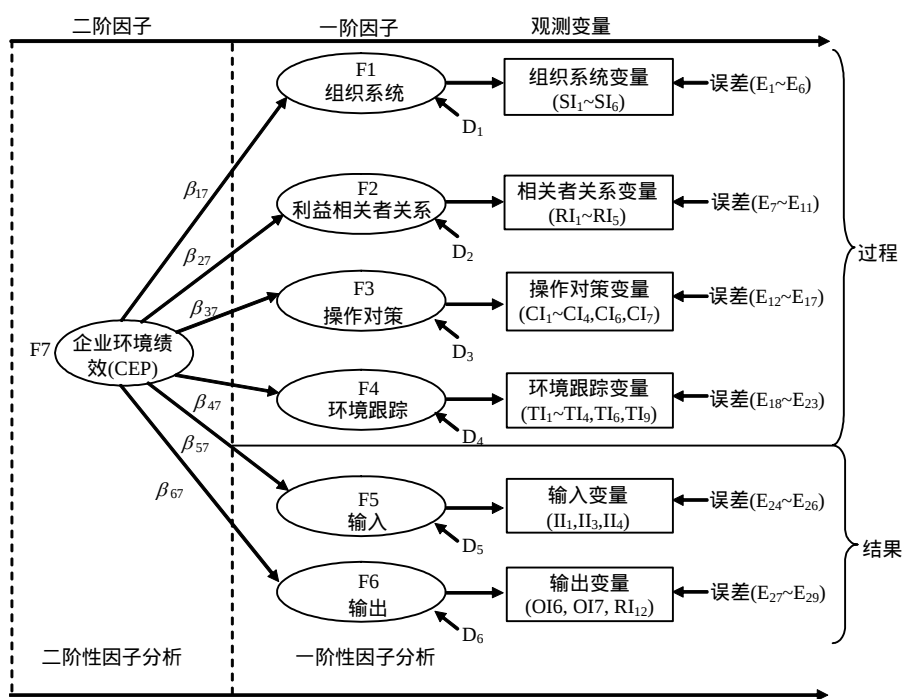


图 1 企业环境绩效评价模型

Fig.1 Corporate environmental performance measurement model

F1~F6 为一阶因子的代号;F7 为二阶因子的代号; $\beta_{17}\sim\beta_{67}$ 为二阶段验证性因子分析中各一阶因子的估计系数; $D_1\sim D_6$ 为各一阶因子随机误差项;各一阶因子的观测变量代号与表 1 相同; $E_1\sim E_{29}$ 为测量误差

利益相关者关系(F2)是指企业与利益相关者之间的相互作用^[8],反映企业与利益相关者主动进行环境信息交流的意愿.

操作对策(F3)是指企业为了减少环境负荷而采取的具体环境管理行动和措施.

环境跟踪(F4)是企业对其环境影响进行跟踪、监测的过程,是企业了解其环境影响的必要手段,更是企业向外提供环境信息的基础.

1.2 结果因子

结果因子是指企业的环境操作绩效,是 CEP 的重要组成部分.因为环境管理过程并不必然带来环境操作绩效的改善,有的企业可能环境管理态度积极,但没有真正改进其实际绩效^[9].

输入(F5)是指企业消耗的各种资源和能源.

企业消耗的资源、能源越多,产生的废物和污染物就可能越多.

输出(F6)是指企业所排放的污染物和废弃物,包括生活及工业固废、废气、废水、有毒化学物质等,它们是造成环境破坏的直接原因.

2 数据收集与处理

2.1 问卷设计

问卷包括与过程、结果因子对应的 6 部分,各因子的观测项目见表 1.对于过程项目,设计了一项多选题;并且,为了增强回答的客观性,除了 RI₅和 CI₁~CI₇ 要求调查对象自我评价外,都询问具体过程.对于结果项目,包括了所有可能的输入和输出项目,要求调查对象填入 2001~ 2003 财政年

度(每年 4 月~次年 3 月)各项目的实测值;但为了 可比,在分析时对所选项目进行了标准化.

表 1 调查问卷中包含的过程因子、结果因子及其观测项目
Table 1 The process and outcome factors and their measurement items included in the questionnaire

评价因子	观 测 项 目	
F1	SI ₁ 环境方针制定情况	SI ₄ 环境部门责任者职位
	SI ₂ 环境目标类型、性质	SI ₅ 环境教育实施对象、频率
	SI ₃ 环境管理体系导入时期	SI ₆ 环境会计实施情况
F2	RI ₁ 环境信息披露范围	RI ₄ 与环境相关的社会贡献实施状况
	RI ₂ 环境信息披露方法	RI ₅ 满足各利益相关者要求的积极性
	RI ₃ 环境信息披露内容	
F3	CI ₁ 实施温室气体减排的积极性	CI ₅ 实施绿色采购的积极性**
	CI ₂ 产品设计中降低环境负荷的积极性	CI ₆ 实施环境风险管理的积极性
	CI ₃ 产品生命周期评价实施的积极性	CI ₇ 执行环境法律法规的积极性
	CI ₄ 生产过程中降低环境负荷的积极性	
F4	TI ₁ 能源使用量的监测范围	TI ₆ 排水量的监测范围
	TI ₂ 水、纸、包装材料量的监测范围	TI ₇ 大气、水体污染物排放量的监测范围**
	TI ₃ 固废量、再资源化量和处理量的监测范围	TI ₈ PRTR 法指定化学物质的用、排、转的监测范围**
	TI ₄ 温室气体排放量的监测范围	TI ₉ 环境法律遵守情况的监测范围
	TI ₅ 臭氧层破坏物质排放量的监测范围**	
F5	II ₁ 燃料使用量(GJ)	II ₅ 用量最大的 3 种原材料量 *
	II ₂ 投入量最大的 3 种燃料量*	II ₆ 包装材料量**
	II ₃ 用电量 (kW·h)	II ₇ PRTR ^d 法指定化学物质总用量(kg)**
	II ₄ 用水量(包括生活、工业用水和地下水)(m ³)	
F6	OI ₁ 一般废物总量(t) **	OI ₉ 总排水量(m ³)**
	OI ₂ 一般废物再资源化量(t) **	OI ₁₀ 废水循环利用率(%) **
	OI ₃ 一般废物最终处理量(t) **	OI ₁₁ 污水 BOD 或 COD (kg) **
	OI ₄ 工业废物总量(t) ***	OI ₁₂ SO _x 排放量 (kg) **
	OI ₅ 工业废物再资源化量(t) ***	OI ₁₃ NO _x 排放量 (kg) **
	OI ₆ 工业废物最终处理量(t)	OI ₁₄ PRTR 法指定化学物质排出量(kg)
	OI ₇ 二氧化碳排放量 (t)	OI ₁₅ PRTR 法指定化学物质移动量(kg)**
	OI ₈ 其他温室气体排放量(t CO ₂)**	

注:PRTR为《有关掌握特定化学物质的排放量数据,促进管理改善的法律》的简称;*由于统计口径不一致等原因被排除;**由于缺失值太多(35%以上)被排除;***由于废物再资源化有利于降低环境负荷而被排除

2.2 调查结果

2004 年 7 月 15 日~12 月 3 日,以东京证券 1 部 949 家上市制造业企业为对象实施了邮寄式问卷调查.共回收问卷 282 份,有效问卷 252 份,有效回收率 26.55%.

2.3 观测项目的选择与赋值

对于过程项目,选择表 1 中无星号的 23 个缺失值较少的项目;对于结果项目,选择表 1 中无星号的 6 个项目,它们数据缺失较少,而且覆盖了企业环境影响的主要方面,满足模型构建需要.

对于 RI₅ 和 CI₁~CI₇,按照 7 分制(即:非常积

极=7、积极=6、比较积极=5、一般=4、比较不积极=3、不积极=2、非常不积极=1)赋值;对于其他过程项目,采用与 Metcalf 等^[3]相似的评分系统赋值.对于 6 个结果项目,使用标准化指标——标准环境集约度变化指数(SEICI_{2003/2002}^[10])作为基准赋值:1 ≥ SEICI_{2003/2002} > 0.8,则赋值 7;0.8 ≥ SEICI_{2003/2002} > 0.6,则赋值 6;0.6 ≥ SEICI_{2003/2002} > 0.4,则赋值 5;0.4 ≥ SEICI_{2003/2002} > 0.2,则赋值 4;0.2 ≥ SEICI_{2003/2002} ≥ 0,则赋值 3;只有 2003 年数据,则赋值 2;只有 2002 或者是 2002,2003 年数据都没有,则赋值 1.

3 企业环境绩效评价模型的检验

CFA 能检验理论模型构建的合理性,既能检验收敛效度,也能检验区别效度,更适宜于本研究评价模型构建的检验^[4].运用 LISREL8.7 软件中的针对序列数据的对最小二乘估计法检验 CEP 评价模型(图 1).

3.1 一阶 CFA 模型估计

一阶 CFA 理论模型构建的各拟合指数为: $\chi^2/df=2.11$,RMSEA=0.06,GFI=0.96,NFI=0.94,CFI=0.97,IFI=0.97,达到可接受范围,但不十分理想.因此,在遵循不改变题项和因子意义及小步渐进修

正的原则下,根据 LISREL 提供的修正信息,先去掉本身变异小且受 2 个潜在变量影响的 SI₁,然后分别去掉因子负荷 < 0.45 的 SI₄、SI₅ 和 OI₁₄、及与其他指标相关较强的 RI₅,最后分别让 CI₃ 与 CI₂、II₃ 与 OI₇ 的相关系数自由估计.这样,经过 7 次 CFA 分析,得到由 18 个过程项目、5 个结果项目共 6 个因子组成的 CEP 评价模型.修正后模型的各拟合指数为 $\chi^2/df=1.48$,RMSEA=0.04,GFI=0.99, NFI=0.96,CFI=0.99,IFI=0.99,都优于初始理论模型,且达到了理想水平.不仅拟合指数十分理想,而且观测项目的删除率仅有 20.7%,远远低于 Curkovic^[4]的 56.5%.

表 2 企业环境绩效评价模型(修正后)构建的 CFA 分析结果
Table 2 The results of CFA on the construct of CEP measurement model (revised)

评价因子	观测项目	指标			
		SFL(t 值)	R ²	CR	VE
F1	SI ₂ 环境目标类型、性质	0.49 (5.32)	0.239	0.739	0.501
	SI ₃ 环境管理体系导入时期	0.67 (9.90)	0.445		
	SI ₆ 环境会计实施情况	0.91 (16.47)	0.820		
F2	RI ₂ 环境信息披露方法	0.82 (18.95)	0.677	0.834	0.633
	RI ₃ 环境信息披露内容	0.89 (30.77)	0.799		
	RI ₄ 与环境相关的社会贡献实施状况	0.65 (13.28)	0.421		
F3	CI ₁ 实施温室气体减排对策的积极性	0.83 (26.25)	0.682	0.930	0.670
	CI ₂ 产品设计中降低环境负荷的积极性	0.75 (19.53)	0.567		
	CI ₃ 实施产品生命周期评价的积极性	0.69 (14.84)	0.469		
	CI ₄ 生产过程中降低环境负荷的积极性	0.83 (27.12)	0.682		
	CI ₅ 实施环境风险管理的积极性	0.96 (57.00)	0.916		
	CI ₆ 执行环境法律法规的积极性	0.91 (38.43)	0.823		
F4	TI ₁ 能源使用的监测范围	0.92 (36.11)	0.838	0.942	0.730
	TI ₂ 水、纸、包装材料用量的监测范围	0.81 (20.03)	0.653		
	TI ₃ 固废量、再资源化量和处理量的监测范围	0.89 (30.71)	0.797		
	TI ₄ 温室气体排放量的监测范围	0.80 (18.18)	0.644		
	TI ₅ 排水量的监测范围	0.87 (35.05)	0.763		
	TI ₆ 环境守法情况的监测范围	0.83 (24.26)	0.682		
F5	II ₁ 燃料使用量	0.87 (7.18)	0.762	0.825	0.616
	II ₃ 用电量	0.61 (5.36)	0.367		
	II ₄ 用水量	0.85 (6.83)	0.719		
F6	OI ₆ 工业废物最终处理量	0.49 (4.57)	0.235	0.493	0.332
	OI ₇ CO ₂ 排放量	0.66 (5.89)	0.429		

注:SFL代表标准化因子负荷;R²为项目信度指标,是估计所得的决定系数;CR代表构建信度,计算公式为:CR=(标准化因子负荷之和)²/[(标准化因子负荷之和)²+测量误差之和];VE代表解释的方差,计算公式为:VE=(标准化因子负荷的平方和)/(标准化因子负荷的平方和+测量误差之和);其中,测量误差=1-(标准化因子负荷)²

修正后的模型估计结果(表 2)显示:各项目的标准化因子负荷(SFL)均 > 0.45,且在 0.1%水平上显著,表明此模型具有较好的收敛效度;除 SI₂、II₂、OI₁

外,所有项目的 R² 均 > 0.40,表明信度较高;除输出因子外,各因子的构建信度(CR)均 > 0.70、解释的方差(VE)均 > 0.50,表明各因子具有较好的构建信度.

采用 Anderson 等^[11]的方法(即比较将 2 个因子间的相关系数固定为 1.00 的约束模型与无约束模型间的卡方差)评价模型的区别效力,结果除将“组织系统”和“操作对策”、“输入”和“输出”的相关系数限定为 1.00 外,所有的卡方差都在 1%水平上显著,表明该模型构建具有较好的区别效力。

修正后的模型中,除“输入”和其他因子间的相关性较低(r 为 0.11~0.30)外,其他各因子间的相关性都较强(r 为 0.35~0.94),表明各因子既能独立测量 CEP 的不同方面,也能测量 CEP 这一相同内容,说明这些因子可能存在高阶因子。

3.2 二阶 CFA 模型估计

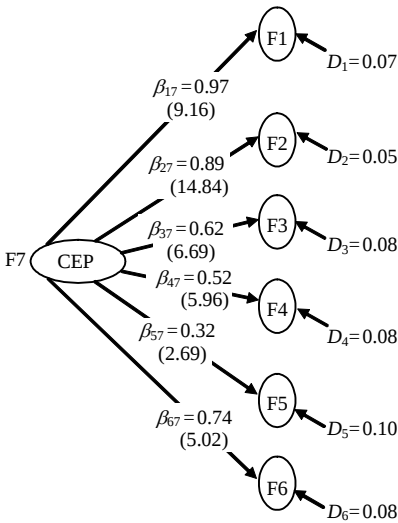


图 2 二阶 CFA 模型估计结果

Fig.2 The results of the second-order CFA
由于篇幅有限,各一阶因子到其对应观测项目的系数估计结果及其随机误差估计结果没有列出;()中表示的是 t -值; $D1\sim D6$ 为各一阶因子的随机误差项

二阶 CFA 模型的构建如图 1 所示,其中一阶因子的构建与修正后的一阶模型相同.二阶 CFA 模型的各拟合指数为: $\chi^2/df=1.54$,RMSEA=0.05,GFI=0.98,NFI=0.96,CFI=0.97,IFI=0.99,与一阶模型相差无几;观测项目的估计系数与一阶模型的估计结果差别很小;各一阶因子对二阶因子 CEP 的因子负荷都为正,且在 1%水平上显著(图 2),表明二阶模型构建合理。

4 结论

4.1 CFA 分析结果表明,CEP 是由 6 个特征明显而又相互联系的一阶因子组成的多维结构,而且 CEP 是能够解释这 6 个一阶因子的相关性的二阶因子,证明本研究构建的 CEP 评价模型具有合理性。
4.2 所构建的 CEP 评价模型明确了 CEP 评价的维度与范围,理顺了各维度间的逻辑联系,包含的维度全面而不重复,且指标具可比性,因此模型适用范围广,为进一步提炼 CEP 的维度并提高评价效率和精度提供了参考和依据。

参考文献：

[1] Xie S, Hayase K. Corporate environmental performance evaluation: a measurement model and a new concept [J]. Business Strategy and the Environment, 2007,16(2):148-168.
[2] 刘呈庆,孙 瑛,于 杰.上市公司环境信息披露制度建设研究[J]. 中国环境管理, 2003,22(1):20-23.
[3] Metcalf K R, Williamms P L, Minter J R, et al. An assessment of corporate environmental programs and their performance measurement systems [J]. Journal of Environmental Health, 1995,58(2):9-17.
[4] Curkovic S. Environmentally responsible manufacturing: the development and validation of a measurement model [J]. European Journal of Operational Research, 2003,146(1):130-155.
[5] 陈 静,林逢春,杨 凯.基于生态效益理念的企业环境绩效动态评估模型 [J]. 中国环境科学, 2007,27(5):718-720.
[6] 刘丽敏,底萌妍.企业环境绩效评价方法的拓展:模糊综合评价[J]. 统计与决策, 2007,(9):150-151.
[7] Wood J D. Corporate social performance revisited [J]. Academy of Management Review, 1991,16(4):691-718.
[8] Ilinitch A Y, Soderstrom N S, Thomas T E. Measuring corporate environmental performance [J]. Journal of Accounting Public Policy, 1998,17(4/5):383-408.
[9] Jung E J, Kim J S, Rhee S K. The measurement of corporate environmental performance and its application to the analysis of efficiency in oil industry [J]. Journal of Cleaner Production, 2001,9(6):551-563.
[10] 谢双玉,许英杰,胡 静,等.企业环境绩效评价基准—环境集约度变化指数的再检验 [J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2007,41(4):612-616.
[11] Anderson J C, Garbing D W. Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach [J]. Psychological Bulletin, 1988,103(3):411-423.

作者简介： 谢双玉(1970-),女,湖北鹤峰人,副教授,博士,主要研究方向为环境经济与环境管理.发表论文 16 篇。