

# 基于 DEA 的企业减排投入与产出绩效评价研究

徐光华,赵雯蔚,黄亚楠

(南京理工大学 经济管理学院,江苏 南京 210094)

**[摘要]**针对当前工业企业减排绩效评价体系普遍忽视减排投资效率的现象,基于投入与产出视角构建企业减排绩效评价指标体系,从指标可用性出发,建立 DEA 模型,计算出工业企业重点治理的 42 个行业废水、废气减排投资效率。研究表明:污染物排放程度较高的企业减排投资效率较高;一些不具代表性的重污染行业和大多数非重污染行业由于污染物的排放量不太突出,其减排活动开展情况容易被忽视,因而减排投资效率较低。节能减排关注具有代表性的重污染行业的同时,也要关注其他行业,特别是一些容易被忽视的非重污染企业,这些行业在节能减排投资效率上的问题往往比重污染行业更为严重。

**[关键词]**企业减排;环境绩效评价;环境经济;环境污染;能源消耗;节能减排;DEA 模型

**[中图分类号]**F272.5 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1004-4833(2014)01-0103-08

## 一、引言

随着环境污染问题的日益加剧,减排已成为了民众普遍关心的问题。企业作为污染物排放的主要来源,是完成减排指标的主力军,在减少污染物排放方面具有不可推卸的责任。但是,企业减排不可避免地要增加生产成本,甚至降低其经济效益。许多企业不愿意采取减排的措施,而更倾向于通过不达标排放,将这部分成本外部化。由于我国现在还没有一套系统、科学的企业减排绩效评价指标体系,也没有出台相应的法律法规强制企业公开其开展减排工作的状况,因此很多企业不愿公开其减排的有关信息,使得企业减排的数据变成了企业的“保密资料”。这对企业外部人员了解企业减排情况造成了巨大的障碍,也为企业的不达标排放提供了便利。为此,构建一套科学、可行的企业减排效率评价体系对于引导企业减排投资行为、评价企业工作成效、了解存在的问题以及时作出调整具有非常重要的作用。

## 二、文献回顾与述评

近二十年来,西方学者或研究部门发布了一系列环境绩效评价体系用以指导企业减排工作<sup>[1]</sup>。联合国贸易与发展会议从八个方面(节能减排影响最终指标、潜在节能减排影响的风险指标、投入指标、顾客指标、效率指标、财务指标、资源耗费指标、排放物和废弃物指标)提出了一套节能减排绩效评价体系<sup>[2]</sup>。国际标准化组织也完成了环境绩效评价体系的正式公告,该体系把环境业绩评价指标分为组织内的环境业绩指标和组织外的环境业绩指标,它为处于不同环境中的企业搭建了环境业绩评价的综合框架,也为此后企业减排指标体系的设计提供了借鉴<sup>[3]</sup>。世界企业可持续发展委员会提

**[收稿日期]**2013-07-04

**[基金项目]**国家自然科学基金项目(71172104);国家自然科学基金项目(71173108);国家自然科学基金项目(71302036);江苏省哲学社会科学基金项目(09CSJ005);南京理工大学自主科研项目(2012ZDJH011)

**[作者简介]**徐光华(1963—),男,江苏常州人,南京理工大学经济管理学院教授,博士生导师,会计学系主任,兼任国家自然科学基金、国家社会科学基金、霍英东教育基金等同行评审专家,从事财务战略、环境会计、绩效评价研究;赵雯蔚(1989—),女,江苏无锡人,南京理工大学经济管理学院硕士研究生,从事环境会计、绩效评价;黄亚楠(1990—),男,江苏南通人,南京理工大学经济管理学院硕士研究生,从事环境会计、绩效评价研究。

出了评价指标,即生态效益 = 产品与服务的价值/环境影响的第一套生态效益评价标准值<sup>[4]</sup>。其中,产品与服务的价值被描述为产品生产总量、产品总营业额和产品获利率等指标;而环境影响则可以用原材料总耗量、能源总耗量、水总耗量以及废气总排放量等指标衡量。生态效益指标将环境业绩指标与财务业绩指标结合起来考量可持续发展水平,它要求企业尽量以最低的环境代价换取最大的产品和服务价值,从而实现环境保护与企业价值最大化协调发展。全球报告倡议组织从环境、经济、社会三个方面出发,修改了新一版的《可持续发展报告指南》,其中环境指标体系涵盖了 9 个一级指标与 30 个二级指标<sup>[5-6]</sup>。一级指标主要涉及物料、能源、水资源、废气、污水及废弃物等方面,二级指标主要包括能源消耗总量、消耗循环及再利用水百分比及总量、直接和间接废气排放总量、污水排放总量、环保开支及投资量等方面。

近年来国内学者也发表了一些相关研究成果,涉及的指标体系大致可划分为行业、地域、通用指标体系三类。按行业分类的企业节能减排绩效评价体系基本包含了我国重污染行业。舒元等根据化工行业的特征从节能效果、减排效果、节能减排经济效益和节能减排社会效益四方面出发,构建了一套化工企业节能减排投资绩效评价指标体系,为化工企业减排评价提供了参考<sup>[7-12]</sup>。骆毓燕、张霞、韩伟以钢铁企业为研究对象,设计了包括经济运行、资源消耗、循环再使用、废弃物排放、建设保障、发展潜力 5 个层面的 25 种指标,以期实现经济、社会、生态效应共赢的局面<sup>[13]</sup>。由于经济发展水平、环境、国家政策等各方面不同使得地区之间也存在巨大的差异。我国学者对分地域的企业节能减排评价指标体系的研究相对较少。牛晨、周涛通过对山东省淄博市制造企业进行分析,构建了基于节能减排的制造企业竞争力评价指标体系,并采用因子分析法对该市规模以上纺织企业近十三年的节能减排数据进行实证研究,结果显示节能减排活动促进纺织企业竞争力的提高<sup>[14]</sup>。也有不少学者并没有考虑行业和地区的因素,而是从企业整体的层面构建了一套企业节能减排通用指标体系<sup>[15-16]</sup>。杨华峰、姜维军在探讨了评价指标体系设计原则的基础上从企业资源消耗、污染物排放、综合利用、无害化和支撑能力 5 个方面构建企业节能减排的通用指标体系<sup>[17]</sup>。何波、郭嗣琮运用模糊数学评价模型,结合模糊层次分析方法与模糊综合评价方法构建出能源消耗、资源循环、污染物排放、环境综合治理、科技管理支撑 5 个一级指标、24 个二级指标的企业节能减排绩效评价体系<sup>[18]</sup>。

虽然相关研究文献已经取得令人瞩目的成果,但在当前新的环保形势下,仍然存在一些不足之处。首先,无论是国外还是国内研究文献,工业企业减排绩效评价的研究在设置减排评价指标时大都以综合收益为基础,未能全面考虑工业企业减排中的投入和产出,忽略对企业减排活动投资效率的评价,较难发现工业企业在减排活动中存在的问题。其次,节能和减排是企业两个方面的工作,性质和操作方式上都有很大的不同,现有文献大多把其笼统地捆绑在一起构建指标体系,导致多数指标数据无法测量或难以汇总。最后,多数文献只构建了工业企业减排的指标体系而没有对其构建的指标体系加以验证,且规范性研究多,案例、实证的文献少,这使得企业无法从中做出选择。

有鉴于此,本文基于投入产出的视角,设置工业企业减排投入与产出评价指标体系,根据国家统计局公布的相关数据,应用 DEA 方法构建模型并展开深入解析,从而评价企业减排投资的成效,引导企业减排工作。

### 三、企业减排投入与产出指标体系的优化设计

针对文献梳理以及现状分析中发现的不足和存在的问题,本文依据投入与产出理论和必要的指标设计原则,采用专家调研法选取了各项评价指标。

#### (一) 指标设计的理论、原则与方法

投入是社会生产过程中对于各种生产要素的消耗和使用,包括物质和非物质产品消耗、有形和无形产品消耗;产出包括中间产出和最终产出。随着投入、产出技术与数量经济方法等经济分析方法日益融合,投入与产出理论应用领域不断扩大,投入与产出法可以为企业绩效评价提供参考。

指标的选取主要依据三大原则:重要性原则、可操作性原则和可比性原则。重要性原则是指指标选取必须体现主次,否则不利于问题的凸显和解决;可操作性原则是指设计的指标体系需要搜集到可用的数据信息以及指标是直接获取还是通过处理而间接获得;可比性原则是指入选指标体系的每一个指标,其计算口径、核算内容、计算时间、计量单位等都应尽量保持一致,从而便于指标进行横向或纵向比较以及确保比较的可比性和科学性。

本文评价指标选取的方法采用了专家调研法,即根据评价目标和评价对象的特征,在所涉及的调查表中列出一系列的评价指标,分别征询专家对所设计评价指标的意见,然后进行统计处理,并反馈征询结果,经过几轮征询后,确定具体的评价指标。

依据投入与产出理论,在专家调研的基础上,本文设计和构建了新的企业减排投入与产出绩效评价指标体系(表1)。该指标体系从企业视角选取企业自身可以获取的指标来反映减排情况<sup>[16]</sup>。其中,投入指标分为资金、人员、设施、管理四个维度。产出指标则包含三废减排效果,即废水减排效果、废气减排效果、固体废物减排效果。

### (二) 投入指标的优化设计

工业企业开展减排工作需要投入大量的人力、物力、财力、精力等才能获得成效,相关投入具体可以分为4个方面,即资金、人员、设施、管理。

(1) 资金。企业减排工作开展初期必然会投入大量的资金,主要有减排研发费用、设施运行成本等。所以企业减排的资金投入指标可由减排研发费用、减排设施年运行费用组成。其中减排设施年运行费用是指报告期内企业维持减排设施运行所发生的费用,包括能源消耗、设备维修、人员工资、管理费及与设备运行有关的其他费用。

(2) 人员。人员配备对企业的减排工作来说是关键的一环,减排工作计划无人制定、实施,减排设备无人操作、监控,减排专项培训无人组织、开展,企业减排工作便无法顺利进行。企业减排对人员的投入可以用企业负责减排工作开展的员工数量来描述。

(3) 设施。企业减排设施主要是企业为开展减排工作而购置建造的机构、组织、建筑、设备等,企业开展减排工作必须从购置建造减排设施开始,所以企业减排投入中设施的投入是至关重要的。企业减排设施数量是指报告期内企业用于减排的实物设施,它主要包括设备、建筑物的数量。

(4) 管理。企业减排工作必然会融入企业日常管理的方方面面,企业要真正获得减排的成效,就必须将其灌注于企业文化中,在企业经营管理的每一个环节都要体现减排的理念。所以企业减排在管理中的投入是不可或缺的。考虑到企业减排在管理中的投入难以量化,本文特选用企业减排披露状况来描述。企业减排披露状况是指企业是否在其财务报告、社会责任报告、可持续发展报告或企业网站上披露其减排工作的开展状况。

### (三) 产出指标的优化设计

工业企业减排工作主要围绕三废减排展开,工业企业减排产出指标也由三废减排效果来描述,由于三废之间的性质有较大差异,不好汇总计量,所以把工业企业减排产出指标细分为废水减排效果、废气减排效果、固体废物减排效果。

(1) 废水减排效果。企业废水减排效果可以用废水治理设施处理能力、废水处理量来描述。废水治理设施处理能力是指报告期内所有废水治理设施实际具有的废水处理能力。废水处理量是指报告期内企业所处理废水的总量。

表1 企业减排投入与产出评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
投入指标	资金	减排研发费用
		减排设施年度运行费用
	人员	减排员工数量
		减排设施投入数量
设施	减排情况披露状况	
	管理	
产出指标	废水减排效果	废水治理设施处理能力 废水处理量
	废气减排效果	废气治理设施处理能力 废气处理量
	固体废物减排效果	固体废物综合利用量
		固体废物处置量 固体废物贮存量

(2) 废气减排效果。企业废气减排效果可以用废气治理设施处理能力、废气处理量来描述。废气治理设施处理能力是指报告期内所有废气治理设施实际具有废气处理能力。废气处理量是指报告期内企业所处理废气的总量。

(3) 固体废物减排效果。企业固体废物减排效果可以用固体废物综合利用率、固体废物处置量、固体废物贮存量来描述。固体废物综合利用率是指报告期内企业通过回收、加工、循环、交换等方式,从固体废物中提取或把其转化为可以利用的资源、能源和其他原材料的固体废物量。固体废物处置量是指报告期内企业将固体废物焚烧和用其他改变工业固体的物理、化学、生物特性的方法消耗固体废物的量。固体废物贮存量是指报告期内企业以回收利用或处置为目的,将固体废物暂时贮存或堆放在专设的贮存设施或专设的集中堆放场所内的量。

#### 四、企业减排投资效率评价应用研究

##### (一) 数据来源

根据国家统计局网站的公开数据(见表2),2011年,在我国工业企业污染源污染治理投资中,废水治理资金157.7亿元,比上年增长21.2%;废气治理资金211.7亿元,比上年增长12.1%。其中工业废气脱硫治理项目投资112.7亿元,工业废气脱硝治理项目投资12.7亿元。工业固体废物治理资金31.4亿元,比上年增长120.0%。噪声治理资金2.2亿元,比上年增长42.3%。废水、废气、固废、噪声以及其他污染要素治理投资,分别占工业源治理总投资的35.5%、47.6%、7.1%、0.5%和9.3%。废水和废气仍是工业企业污染治理的重点。

本文从废水与废气减排的角度出发,基于我们可获得的中国统计年鉴、中国环境统计年鉴相关指标数据,选取工业企业废水治理设施本年运行费用、工业企业废水治理设施数作为投入指标,企业废水治理设施处理能力、工业企业废水处理量作为产出指标,结果如表3所示。

表2 全国近年工业源污染治理投资构成 单位:万元

年度	废水	废气	固废	噪声	其他
2001	729214.3	657940.4	186967.2	6424.2	164733.7
2005	1337146.9	2129571.3	274181.3	30613.3	810395.9
2010	1301148.7	1888456.5	142692.2	15193.2	621777.6
2011	1577471.1	2116810.6	313875.3	21622.5	413830.7

注:国家统计局网站公报。

##### (二) 模型选择

数据包络分析(DEA)方法及其模型是1978年由美国著名运筹学家Charnes和Cooper等提出的<sup>①</sup>。他们是根据多项投入指标和多项产出指标,利用线性规划的方法,对具有可比性的同类型单位进行相对有效性评价。该方法已经广泛应用于不同行业及部门,并且在处理多指标投入和多指标产出方面,体现了其得天独厚的优势。把数据包络分析方法纳入企业减排投入与产出评价体系对考量企业减排投资效率意义重大。所以本文拟采用DEA经典模型(C2R和BCC模型)对工业企业减排投资效率进行评价。

表3 工业废水、废气减排财务投入与减排产出指标

	投入		产出	
	废水	废水治理设施数 废水治理设施本年运行费用	废水治理设施处理能力 废水处理量	
废气	废气治理设施数 废气治理设施本年运行费用	废气治理设施处理能力 废气处理量		

##### (三) 数据处理

本文数据全部来源于中国年鉴、中国环境统计年鉴2012和中国统计局数据库。根据中国环境统计年鉴,我们分废水和废气两部分对42个行业数据进行了处理。本文选用的软件为matlab 7.0,处理结果如下页表4所示。

<sup>①</sup>1978年,著名运筹学家、美国德克萨斯大学教授Charnes、Cooper和Rhodes发表了一篇重要论文:“Measuring the efficiency of decision making units”,刊登在权威的“欧洲运筹学杂志”上,正式提出了运筹学的一个新领域,即数据包络分析。

表4 2011年各行业废水和废气减排投入与产出 DEA 评价结果

行业	废水 总技术 效率	废水 纯技术 效率	废水 规模 效率	废气 总技术 效率	废气 纯技术 效率	废气 规模 效率	平均 综合 评价 指标值
煤炭开采和洗选业	0.596	1.000	0.596 drs	0.152	0.153	0.997 -	0.374
石油和天然气开采业	0.221	0.222	0.996 irs	0.100	0.122	0.818 irs	0.161
黑色金属矿采选业	1.000	1.000	1.000 -	0.123	0.126	0.969 irs	0.562
有色金属矿采选业	0.288	0.293	0.982 irs	0.131	0.136	0.965 irs	0.210
非金属矿采选业	0.471	0.479	0.984 irs	0.831	0.843	0.986 irs	0.651
开采辅助活动	0.224	0.274	0.818 irs	0.236	0.290	0.811 irs	0.230
其他采矿业	0.519	1.000	0.519 irs	0.015	1.000	0.015 irs	0.267
农副食品加工业	1.000	1.000	1.000 -	0.365	0.365	1.000 -	0.683
食品制造业	0.212	0.213	0.994 irs	0.160	0.161	0.992irs	0.186
酒、饮料和精制茶制造业	0.157	0.157	0.995irs	1.000	1.000	1.000 -	0.579
烟草制品业	0.359	0.384	0.937 irs	0.167	0.172	0.972 irs	0.263
纺织业	0.447	0.452	0.990 irs	0.146	0.146	0.999 -	0.297
纺织服装、服饰业	0.117	0.118	0.989 irs	0.157	0.160	0.979 irs	0.137
皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	0.167	0.170	0.983 irs	0.233	0.237	0.984 irs	0.200
木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业	0.206	0.227	0.904 irs	0.203	0.204	0.997 irs	0.205
家具制造业	0.156	0.238	0.654 irs	0.835	0.842	0.991 irs	0.496
造纸及纸制品业	1.000	1.000	1.000 -	0.242	0.242	0.998 -	0.621
印刷和记录媒介复制业	1.000	1.000	1.000 -	0.149	0.157	0.950 irs	0.575
文教、工美、体育和娱乐用品制造业	0.164	0.193	0.853 irs	0.237	0.246	0.966 irs	0.201
石油加工、炼焦和核燃料加工业	0.366	0.376	0.972 irs	0.419	0.420	0.998 irs	0.393
化学原料和化学制品制造业	0.401	0.404	0.993 irs	0.217	0.368	0.590drs	0.309
医药制造业	0.141	0.142	0.993 irs	0.262	0.263	0.998 -	0.202
化学纤维制造业	0.212	0.250	0.849 irs	0.321	0.325	0.988 irs	0.267
橡胶制品业	0.216	0.222	0.974 irs	0.138	0.139	0.992 irs	0.177
非金属矿物制品业	0.229	0.230	0.997 irs	0.259	1.000	0.259drs	0.244
黑色金属冶炼及压延加工业	1.000	1.000	1.000 -	1.000	1.000	1.000 -	1.000
有色金属冶炼及压延加工业	0.566	0.566	0.999 -	0.424	0.424	1.000 -	0.495
金属制品业	0.105	0.106	0.996 -	0.128	0.129	0.996 -	0.117
通用设备制造业	0.022	0.032	0.684 irs	0.303	0.304	0.995 irs	0.163
专用设备制造业	0.193	0.206	0.935 irs	0.213	0.216	0.988 irs	0.203
汽车制造业	0.160	0.168	0.952 irs	0.520	0.521	0.998 irs	0.340
铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业	0.235	0.242	0.970 irs	0.271	0.272	0.998 irs	0.253
电气机械及器材制造业	0.111	0.115	0.966 irs	0.086	0.087	0.988 irs	0.099
计算机、通信和其他电子设备制造业	0.108	0.108	0.995 irs	0.145	0.146	0.996 irs	0.127
仪器仪表制造业	0.161	0.180	0.896 irs	0.258	0.272	0.949 irs	0.210
其他制造业	0.174	0.188	0.926 irs	0.217	0.221	0.983 irs	0.196
废弃资源综合利用业	0.085	0.150	0.571 irs	0.060	0.072	0.829 irs	0.073
金属制品、机械和设备修理业	0.139	0.205	0.679 irs	0.496	0.508	0.976 irs	0.318
电力、热力生产和供应业	1.000	1.000	1.000 -	1.000	1.000	1.000 -	1.000
燃气生产和供应业	0.136	0.845	0.162 irs	0.272	0.297	0.913 irs	0.204
水的生产和供应业	0.682	1.000	0.682 irs	0.277	1.000	0.277 irs	0.480
其它行业	0.585	0.813	0.720 irs	0.152	0.735	0.154 irs	0.374

(四) 结果解析

1. 废水减排 DEA 结果解析

从废水减排的投资效率率数据来看(见下页表5),黑色金属矿采选业、农副食品加工业、造纸及纸制品业、印刷和记录媒介复制业、黑色金属冶炼及压延加工业、电力及热力生产与供应业这6个行业的废水减排总技术效率全为DEA有效。不难发现,这些行业也为历年废水年排放总量最多的几个行业,是国家重点监控对象,其减排纯技术效率和规模效率均为1,表明这些行业减排工作的开展在技术和规模上都达到了最优状态,占行业比例为14.3%。剩下的36个行业的废水减排全为DEA无效,其中有5个

行业为中轻度 DEA 无效,31 个行业为重度 DEA 无效,占行业比例为 85.7%。通过效率分解发现,这些 DEA 无效的行业规模效率普遍较高且呈上升趋势,纯技术效率整体偏低,表明其减排处于管理与技术不经济的状态,而这种状态大多来自对减排技术、管理的过度投资。计算机电子设备制造业和电气机械及器材制造业等成为废水减排投资效率最低的行业,虽然它们并不是历年废水排放量最多的行业,但技术效率却最低,这些行业内人员对减排投资效率缺乏关注造成了减排效率偏低的后果。

表 5 2011 年各行业废水和废气减排投入松弛变量值

行业	废水冗余值		废水不足值		废气冗余值		废气不足值	
煤炭开采和洗选业	0.00	0.00	0.00	0.00	-4338.07	-37527.73	-290.80	0.00
石油和天然气开采业	-3581.10	-178404.71	0.00	0.00	-164.17	-10775.53	0.00	-3581.10
黑色金属矿采选业	0.00	0.00	0.00	0.00	-1063.94	-23273.07	0.00	0.00
有色金属矿采选业	-1593.20	-290856.57	0.00	0.00	-461.38	-4659.56	-12.75	-1593.20
非金属矿采选业	-2447.45	-6896.04	-893.89	0.00	-60.94	-900.51	0.00	-2447.45
开采辅助活动	-323.87	-2989.61	0.00	0.00	-61.73	-1827.09	0.00	-323.87
其他采矿业	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
农副食品加工业	0.00	0.00	0.00	0.00	-4332.98	-49549.72	-447.17	0.00
食品制造业	-4291.55	-98211.48	0.00	0.00	-2796.43	-71429.86	0.00	-4291.55
酒、饮料和精制茶制造业	-2114.76	-163341.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2114.76
烟草制品业	-1242.15	-3119.87	-56.22	0.00	-832.43	-14615.19	0.00	-1242.15
纺织业	-68.56	-300548.31	0.00	0.00	-7565.14	-79651.77	-311.56	-68.56
纺织服装、服饰业	-8150.14	-194231.58	0.00	0.00	-982.08	-6323.42	-93.43	-8150.14
皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	-940.80	-47574.13	0.00	0.00	-1161.87	-4949.56	-243.70	-940.80
木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业	-1029.05	-4813.80	-45.97	0.00	-2286.43	-26480.99	-93.18	-1029.05
家具制造业	-439.75	-1313.16	-80.20	0.00	-113.90	-510.59	-406.43	-439.75
造纸及纸制品业	0.00	0.00	0.00	0.00	-4586.95	-187088.61	0.00	0.00
印刷和记录媒介复制业	0.00	0.00	0.00	0.00	-249.46	-2730.54	-2.69	0.00
文教、工美、体育和娱乐用品制造业	-177.63	-4053.15	-11.50	0.00	-402.99	-2297.14	-70.00	-177.63
石油加工、炼焦和核燃料加工业	-258.93	-317201.12	0.00	0.00	-1907.94	-405962.31	0.00	-258.93
化学原料和化学制品制造业	-916.98	-594886.56	0.00	0.00	-13171.77	-412136.15	0.00	-916.98
医药制造业	-2189.78	-126101.69	0.00	0.00	-330.50	-29658.48	-762.37	-2189.78
化学纤维制造业	-306.75	-67554.89	0.00	0.00	-713.79	-22722.61	0.00	-306.75
橡胶制品业	-707.44	-18146.84	-24.31	0.00	-3483.42	-48470.08	0.00	-707.44
非金属矿物制品业	-3977.14	-101248.41	-123.79	0.00	0.00	0.00	0.00	-3977.14
黑色金属冶炼及压延加工业	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
有色金属冶炼及压延加工业	-1403.27	-60254.79	-801.92	0.00	-5063.11	-396507.36	0.00	-1403.27
金属制品业	-5101.93	-205638.86	-8.05	0.00	-6376.00	-105969.85	0.00	-5101.93
通用设备制造业	-1209.05	-17390.27	0.00	0.00	-1853.59	-11163.95	-454.53	-1209.05
专用设备制造业	-492.02	-8240.48	-59.07	0.00	-1368.09	-19633.31	0.00	-492.02
汽车制造业	-1047.97	-49425.80	0.00	0.00	-1186.30	-24786.73	0.00	-1047.97
铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业	-677.26	-14076.22	-116.92	0.00	-3428.59	-22985.17	-659.17	-677.26
电气机械及器材制造业	-1200.45	-31338.10	-47.46	0.00	-3593.66	-131628.21	0.00	-1200.45
计算机、通信和其他电子设备制造业	-5583.88	-183515.46	-204.38	0.00	-4921.04	-80441.35	0.00	-5583.88
仪器仪表制造业	-264.80	-6144.43	-0.85	0.00	-222.15	-1351.08	-39.40	-264.80
其他制造业	-360.40	-8169.76	-33.60	0.00	-695.09	-5250.57	-83.12	-360.40
废弃资源综合利用业	-159.83	-7125.10	0.00	0.00	-371.01	-147330.89	0.00	-159.83
金属制品、机械和设备修理业	-103.35	-3560.65	0.00	0.00	-142.63	-1038.26	-63.23	-103.35
电力、热力生产和供应业	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
燃气生产和供应业	-4.66	-694.18	0.00	0.00	-131.37	-3042.63	0.00	-4.66
水的生产和供应业	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
其它行业	-17.39	-116.84	-41.13	0.00	-3.71	-13.00	-0.29	-17.39

## 2. 废气减排 DEA 结果解析

从废气减排的投资效率数据来看(见下页表 6),酒、饮料和精制茶叶制造业、黑色金属冶炼及压延加工业、电力及热力生产与供应业为 DEA 有效,占行业比例为 7.1%。从调查资料来看,这些行业仍是年废气排放总量最多的行业。这些行业由于其行业特征产生的废气总量多于其他行业,因此社会给予的关注度更高,在社会各界的压力下,这些行业无论是在减排工作开展的技术还是规模效率方面都做出了努力,在 42 个行业中,这些行业的节能减排投资效率较高。非金属矿采选业、家具制造业、汽车制造业为中轻度 DEA 无效行业,占行业比例为 7.1%。而其余的行业全为重度 DEA 无效行

业,占行业比例高达85%,这一结果主要是由纯技术效率偏低引起的,因此需要业内人员注意提高减排技术、管理等的投入资源利用效率,尽量避免废气减排过度投资、减排投入与产出不配比的情况发生。石油和天然气开采业、废弃资源综合利用业、橡胶制品业等行业废气减排投资效率最低。从大多数行业的结果来看,废气的减排投资效率普遍较低,废气减排的形势非常严峻,大多数行业的废气减排的投入大于产出。

### 3. 综合评价结果解析

从42个行业的数据来看,黑色金属冶炼及压延加工业、电力及热力生产与供应业的废水、废气减排为DEA有效,由此可以看出黑色金属冶炼及压延加工业、电力及热力生产与供应业是节能减排工作开展最有效果的行业。从以往的资料来看,黑色金属冶炼及压延加工业、电力及热力生产与供应业这两个行业属于重污染行业,是业内外重点关注对象。其减排投入与产出的效率为1,表明黑色金属冶炼及压延加工业、电力及热力生产与供应业对减排的投资效率给予了足够的关注,减排技术投入和规模都达到了最优状态。其他行业废水和废气减排投资效率较低,仍有80.9%的行业有效性系数小于0.5,特别是橡胶制品业、金属制品业、废弃资源综合利用业这些重污染的化工行业的效率值不到0.3。废水、废气投入冗余现象严重,说明这些行业为企业减排所投入的大部分资源未起到应有的效果,资源没有得到充分地利用,有部分投入甚至白白流失了,出现过度投资现象。

表6 2011年各行业废水、废气  
减排投入与产出DEA评价效率描述

废水减排投入与产出评价效率描述			
DEA效率值	$\theta = 1$	$0.5 \leq \theta < 1$	$\theta < 0.5$
总技术效率行业数(个)	6	5	31
比例(%)	14.3%	11.9%	73.8%
纯技术效率行业数(个)	9	3	30
比例(%)	21.4%	7.1%	71.5%
规模效率行业比例(个)	6	35	1
比例(%)	14.3%	83.3%	2.4%
废气减排投入与产出评价效率描述			
DEA效率值	$\theta = 1$	$0.5 \leq \theta < 1$	$\theta < 0.5$
总技术效率行业数(个)	3	3	36
比例(%)	7.1%	7.1%	85.8%
纯技术效率行业数(个)	6	4	32
比例(%)	14.3%	9.5%	76.2%
规模效率行业数(个)	5	33	4
比例(%)	11.9%	78.6%	9.5%
废气、废水综合减排评价效率描述			
DEA效率值	$\theta = 1$	$0.5 \leq \theta < 1$	$\theta < 0.5$
平均综合效率行业数(个)	2	6	34
比例(%)	4.8%	14.3%	80.9%

## 五、结语

从研究结果可以看出,一些具有代表性的重污染行业,由于其行业特征,废气、废水的排放量要高于其他行业,因此它们成为减排活动开展效率的重点监测对象。例如造纸及纸制品业、农副产品加工业、黑色金属冶炼及压延加工业、电力及热力生产与供应业等在社会各界和业内人员的共同努力之下,其减排投资效率比较高。特别是黑色金属冶炼及压延加工业、电力及热力生产与供应业,其废水、废气的减排纯技术效率和规模效率都为1,充分表明这些重污染企业的减排工作取得了重大的进展。然而,一些不具代表性的重污染行业和大多数非重污染行业由于污染物的排放量没有那么突出,其减排活动开展效率情况往往被忽视,再由于这些行业缺乏减排技术投入或减排管理不善,最终导致其减排投资效率较低。所以,我们不能只把节能减排目光放在具有代表性的重污染行业上,同时也要关注其他行业,特别是一些容易被忽视的非重污染行业,这些行业在节能减排投资效率上的问题可能比重污染行业更严重。

工业企业作为污染物排放的主要来源,是完成减排指标的主力军,在减少污染物排放方面具有不可推卸的责任。构建一套企业减排评价指标体系对评价企业减排的投资效率以及引导企业减排行为有至关重要的意义。然而,在我国还并没有一套真正系统、科学、统一的企业减排绩效评价指标体系,现有的评价企业减排绩效的指标体系庞杂、笼统,大多缺乏可用性,难以为企业所借鉴。本文从投入与产出视角构建的工业企业减排绩效评价指标体系,在考虑了数据可得的情况下,运用DEA模型分行业对工业企业污染治理重点的废水、废气减排效率进行了评价并论证了其指标体系的有效性。测算结果表明重污染企业的减排投资效率优于非重污染企业,但工业企业减排的投资效率整体偏低,

特别是非重污染企业更应提高减排工作开展的效率。

参考文献:

- [1] Cascio J. International environmental standardization [R]. Proceedings of Electronics and the Environment IEEE International Symposium, 1993:11 - 16.
- [2] He Jicheng, Xu Yuqing. Energy saving and emission reduction estimations of electrified railways in China[J]. Advances in Climate Change Research,2011,11(4):211 - 217.
- [3] Weber T A, Neuhoﬀ K. Carbon markets and technological innovation[J]. Journal of Environmental Economics and Management,2010,21(2):115 - 132.
- [4] West G R. Comparing econometric Input output models[J]. Journal of Regional Analysis and Policy,1998,32(7):33 - 48.
- [5] Wu Jiang, Li Yuan. Technical and economic index system for CO<sub>2</sub> emission reduction in China's power industry[J]. Electricity,2012,3(2):49 - 53.
- [6] Young W, Rikhardsson P M, Starkey R. ISO14031 environmental performance evaluation added value to business and the environment [R]. Proceedings of the Business Strategy and the Environment,1999:86 - 117.
- [7] 舒元,黄亮雄. 我国省区环境污染资源损失及其外溢效应研究[J]. 审计与经济研究,2012(3):86 - 96.
- [8] 张传国,许姣. 国外环境税问题研究进展[J]. 审计与经济研究,2012(3):105 - 112.
- [9] 蔡昉,都阳,王美艳. 经济发展方式转变与节能减排内在动力[J]. 经济研究,2008(6):4 - 11.
- [10] 仲伟周,孙耀华,庆东瑞. 经济增长、能源消耗与二氧化碳脱钩关系研究[J]. 审计与经济研究,2012(6):99 - 105.
- [11] 李松森,李英伟. 对我国能源税费体制改革的新思考[J]. 南京审计学院学报,2012(5):1 - 8.
- [12] 李永友,沈坤荣. 我国污染控制政策减排效果. [J]. 管理世界,2008(7):7 - 17.
- [13] 骆毓燕,张霞,韩伟. 循环经济下企业绩效评价研究[J]. 财会通讯,2009(2):43 - 44.
- [14] 牛晨,周涛. 基于节能减排的制造企业竞争力研究[J]. 工业技术经济,2012(1):44 - 48.
- [15] 谢东明,林翰文. 排放权交易运行机制下我国企业排放成本的优化战略管理研究,[J]. 会计研究,2012. (6):81 - 88.
- [16] 徐光华,沈弋. 企业共生财务战略及其实现路径[J]. 会计研究,2011(2):52 - 58.
- [17] 杨华峰,姜维军. 企业节能减排效果综合评价指标体系研究[J]. 工业技术经济,2008(10):55 - 58.
- [18] 何波,郭嗣琼. 企业节能减排绩效的模糊数学评价模型[J]. 能源技术经济,2012(5):51 - 55.

[责任编辑:杨志辉]

## A Study on the Index System of Input and Output Performance Evaluation on Corporate Emission Reduction

XU Guanghua, ZHAO Guanghua, HUANG Yanan

(School of Economics and Management, Nanjing 210094, China)

**Abstract:** Today the environmental pollution is becoming increasingly serious. Industrial emission reduction investment has been given more and more attention and how to evaluate the efficiency of emission reduction investment is the concern of the society. We try to analyze the defect of today's industrial enterprise performance evaluation system that ignores the efficiency of emission reduction investment, By using the evaluation index system of industrial enterprises emission reduction from the point of input and output, we make a careful study of the usefulness of these indicators, and through the establishment of DEA model to calculate the 42 sectors of industrial wastewater, waste gas reduction investment efficiency, we come to a conclusion that the efficiency of emission reduction will be higher for the enterprises which invested more in the reduction and those invested less are not apparent in the efficiency. Considering the above, we should pay more attention to those serious polluting enterprises but at the same time take these less serious polluting enterprises into account.

**Key Words:** enterprise emission reduction; environment input and output; performance evaluation; DEA model