

我国工业完全环境效率的测算与分析

——基于投入产出表和绿色价值核算

王连芬，何伍英

(湖南大学经济与贸易学院，湖南 长沙 410006)

[摘要]:环境效率是对经济发展所付出的环境代价程度的衡量，在经济增长和环境保护双目标约束下，通过效率持续改进的污染总量控制才是污染减排的长效机制。本文投入产出法和绿色价值核算作为基础性方法，采用 WIOD 数据库中中国 I-O 表，测算了 2001-2012 年我国 16 个工业行业废水、废气和固废的直接及间接污染治理成本，并在此基础上计算了直接环境效率及完全环境效率。研究表明：行业总体废水、固废直接污染治理成本呈下降趋势，废气直接污染治理成本呈先升后降趋势，“三废”的完全污染治理成本均呈现先升后降趋势，说明我国工业“三废”污染从整体上有所改善，且行业间投入结构逐渐趋于合理和环保；行业总体“三废”的直接环境效率和完全环境效率均呈现上升趋势，但行业总体“三废”完全环境效率相对直接环境效率的减少率均呈现下降趋势，说明还需要加强间接污染的治理，减小经济发展的环境代价。

[关键词]:投入产出法；虚拟治理成本；环境效率

[中图分类号]:F062.2

[文献标识码]

[文章编号]

改革开放以来，我国经济取得迅猛发展，特别是自 2010 年二季度起，成为了世界第二大经济体，但相伴而生的环境污染问题日益突出，成为政府及社会公众普遍关注的焦点。为了遏制污染恶化，环境保护十二五规划中明确提出了总量控制的原则。但是，作为发展中国家，我国依然面临着经济发展的重要任务。因此，在经济增长和环境保护双目标约束下，通过持续效率改进的污染总量控制才是减排环境污染物的长效机制。从世界各发达国家的经济发展史来看，不断改进环境效率也是可持续经济增长的内在要求。因此，需要科学计量环境效率，以推动环境质量的提升，成为一项富有理论和现实意义的工作。

1 工业完全环境效率测算思路与方法

本文测算环境效率的基本思路是：首先在投入产出矩阵基础上建立环境投入产出矩阵，进行环境污染物实物量核算，随后采用虚拟治理成本法，将实物量转化为价值量，即从防护的角度按现行的治理技术和水平，把为避免环境污染所支付的成本作为环境污染物的价值量。由此计算某类环境污染排放物的环境影响值，并进而根据经典的经济价值与环境影响比

[收稿日期]:

[基金项目]:国家社科基金项目“区域环境效率评价体系创新及实证研究”(13BGL110)；国家自然科学基金项目(71303076；71373037)。

[作者简介]:王连芬(1971—)，女，汉，吉林九台人，博士，副教授，E-MAIL:wanglianfen114@126.com；

值法计算某类环境污染排放物的环境效率。

1.1 建立环境型投入产出表

总结以往文献研究发现,污染物排放量数据一般是通过环境统计年鉴或排污系数计算获取。然而,无论是环境统计年鉴还是通过排污系数计算得到的污染物排放数据,他们都是基于企业生产直接排放,并没有考虑企业在生产过程中消耗其他行业产品时所造成的环境污染,即间接污染。我们知道,如果仅从一个行业本身污染物排放情况来判断行业性质,这将会忽略了行业之间的技术经济联系以及隐含在中间投入产品中的污染物排放量,从而无法实现整体减排的目标。

投入产出表能够清晰地揭示国民经济各部门、产业结构之间的内在联系,特别是能够反映国民经济中各部门、各产业之间在生产过程中的直接与间接联系,以及各部门、各产业生产与分配使用、生产与消耗之间的平衡关系。利用投入产出表分析行业污染物完全排放量和完全污染治理成本,能够有效地揭示行业间污染关联关系。现有文献中已有不少学者结合投入产出表分析工业行业的完全碳排放^[1-3],故本文也利用投入产出分析方法从生产角度测算我国工业行业的各类污染物完全排放量及完全污染治理成本并以此作为测算环境效率的基础。

环境型投入产出表主要基于投入产出表直接消耗系数表和单位产出污染治理成本计算得到。在环境型投入产出表中,某行业总产出带来的污染治理成本为该行业直接污染治理成本,某行业在生产过程中使用其他行业产品作为中间投入而应当承担的污染治理成本为该行业中间投入产品污染治理成本,即间接污染治理成本,某行业生产的产品作为中间需求产品被其他行业使用的,该部分产品中暗含的污染治理成本为该行业中间需求污染治理成本,而作为最终产品被最终需求者使用的那部分产品暗含的污染治理成本为该行业最终需求污染治理成本。因此,行业中间使用污染治理成本加最终使用污染治理成本等于行业直接污染治理成本。同时考虑到污染治理是由污染排放行业进行的,即在考虑间接污染治理成本时应采用中间投入产品行业的污染治理成本。环境型投入产出表的构建如表 1 所示:

假设 i 部门工业总产出为 X_i , 直接污染治理成本为 X_i^e , 即 i 部门生产 X_i 总产出时其本身对环境造成污染的直接污染治理成本为 X_i^e , i 部门单位产出污染治理成本为 e_i ,

$e_i = \frac{X_i^e}{X_i}$; j 部门工业总产出为 X_j , 直接污染治理成本为 X_j^e , j 部门单位产出污染治理

成本为 e_j , $e_j = \frac{X_j^e}{X_j}$ 。

那么,对于 j 部门,为生产 X_j 的总产出使用了 i 部门产品数量为 x_{ij} ,则 j 部门应当承担 i 部门为生产 x_{ij} 产品而产生的污染治理成本 $x_{ij}^e = X_j b_{ij} e_i$, b_{ij} 表示 j 行业对 i 行业的完全消耗系数。

故有， j 部门生产 X_j 的总产出所使用部门产品作为中间投入的数量为 $\sum_i^n x_{ij}$ ， j 部门中间投入产品的环境污染治理成本 $P_j^e = \sum_i^n X_j b_{ij} e_i$

表 1 环境型投入产出表

投入 产出		中间需求污染治理成本				最终需求污 染治理成本	合计
		部门 1	部门 2	• • •	部门 n		
间接 污染 治理 成本	部门 1	x_{11}^e	x_{12}^e	• • •	x_{1n}^e	Y_1^e	X_1^e
	部门 2	x_{21}^e	x_{22}^e	• • •	x_{2n}^e	Y_2^e	X_2^e
	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
	部门 n	x_{n1}^e	x_{n2}^e	• • •	x_{nn}^e	Y_n^e	X_n^e
工业增加值承担 的污染治理成本		X_1^e	X_2^e	• • •	X_n^e		
合计		EE_1	EE_2	• • •	EE_n		

同时，已知工业增加值等于工业总产出与工业中间投入的差值，结合行业直接污染排放含义可以得，行业直接污染排放即为获得该工业增加值而导致的环境污染，因此，这部分工业增加值应当承担的环境污染治理成本即为直接污染治理成本。在经济型投入产出表中，从收入法的角度看，工业增加值等于行业劳动、资本等生产要素的报酬，这体现在环境污染治理成本投入产出表中即为第三象限的污染治理成本。同时，工业总产出是工业增加值与工业中间投入的和，而工业中间投入应承担的污染治理成本为行业的间接污染治理成本，因此工业总产出对应的污染治理成本为行业的直接污染治理成本与间接污染治理成本的和，即为完全污染治理成本。因此，对第 j 部门而言，完全污染治理成本为：

$$EE_j = X_j^e + P_j^e = X_j^e + \sum_i^n X_j b_{ij} e_i$$

1.2 环境影响价值量核算

环境影响价值量核算，即进行环境污染物成本核算。环境污染成本由污染治理成本和环境退化成本组成。污染治理成本分为实际污染治理成本和虚拟污染治理成本，实际治理成本是指目前已经发生的治理成本，虚拟治理成本是指把排放到环境中的污染假设“全部”进行治理所需的成本。环境退化成本是指在目前的治理水平下，生产和消费过程中所排放的污染物对环境功能造成的实际损害。环境退化成本在环境污染价值量核算中是最关键也是最困难的部分，但是现行的环境退化成本核算方法有待完善，加之本文研究的是环境效率，故本文

采用污染治理成本方法核算污染物环境污染成本。同时，实际污染治理成本已经隐含在实际的经济产出中了，因此本文环境效率测算方法中的环境影响仅指环境污染的虚拟治理成本。

虚拟治理成本核算对象是未处理量和处理未达标量(即排放量和排放未达标量)，具体计算公式如下：

虚拟污染治理成本=污染物排放量×单位虚拟治理成本

污染物排放量和排放未达标量数据可以通过统计年鉴获取，因此虚拟治理成本核算的关键在于单位虚拟治理成本的确定。由于传统的通过调查统计得到各工业行业污染物的单位治理成本，虽然核算结果能够精确的反映环境污染成本，但是需要大量的调查和统计数据且计算烦琐，因此，本文总结参考前人的研究成果，根据不同污染物的性质和假设样本期内环境治理技术的进步不影响单位治理成本，采用方，王金南等编著的《中国环境经济核算技术指南(2009)》^[4]中各类污染物的单位实际治理成本作为本文样本期内各类污染物的单位治理成本。同时为了简化核算，本文的单位虚拟治理成本与单位实际治理成本相同。各类污染物虚拟治理成本计算方法如下：

(1) 废水

$$\text{行业虚拟治理成本} = \sum_{n=1}^K \text{污染物排放量} \times \text{污染物虚拟单位治理成本} \\ \times \text{污染物虚拟去除率}$$

式中 K 为污染物种类，废水中主要污染物包括氨氮、化学需氧量、石油类、重金属等。考虑了数据的可得性和完整性，加之废水中的主要污染排放物为氨氮和化学需氧量，故本文选择氨氮和化学需氧量作为研究对象。同时，假设各工业行业废水污染物虚拟去除率为 100%，即认为废水中的污染物将被全部去除。

(2) 废气

行业 SO_2 虚拟治理成本=燃烧过程 SO_2 排放量×燃烧过程 SO_2 单位治理成本+工艺过程 SO_2 排放量×工艺过程 SO_2 单位治理成本

行业烟尘(粉尘)虚拟治理成本=烟尘(粉尘)排放量×烟尘(粉尘)单位治理成本×烟尘(粉尘)虚拟去除率

为了简便计算过程，本文假设烟尘(粉尘)的虚拟去除率为 100%。行业废气虚拟治理成本为 SO_2 虚拟治理成本、烟尘虚拟治理成本和粉尘虚拟治理成本之和。

(3) 固废

工业固废的虚拟治理成本是指对未达到无害化处理的固废在已经处理的基础上虚拟化达到无害化处理所需要花费的治理费用，由贮存和排放废物如果被处理时需要支出的两部分虚拟治理成本构成，具体计算方法如下：

处置贮存废物的虚拟治理成本=一般工业固废贮存量×(处置一般工业固废的单位治理成本-贮存一般工业固废的单位治理成本)+危险废物贮存量×(处置危险废物的单位治理成本-贮存危险废物的单位治理成本)；

处置排放废物的虚拟治理成本=一般工业固废的排放量×处置一般工业固废的单位治理成本+危险废物排放量×处置危险废物的单位治理成本。

1.3 环境效率测算

环境效率是对经济发展所付出的环境代价程度的衡量（可持续发展世界经济理事会（WBCSD），1992）^[5]。其基本测算公式为：

$$\text{环境效率} = \frac{\text{产品或服务的价值}}{\text{环境影响}}$$

在测算指标选择上，WBCSD选择产品或服务的生产总量或销售总量(Quantity product service produced or sold) 和净销售额(Net sales) 作为一般性经济指标，增加值 (Value Added) 作为备选指标，选择能量消耗、物质消耗、水消耗、温室气体排放和破坏臭氧层物质的排放这 5 个作为一般性环境指标，酸化气体排放、废物总量作为备选环境指标。由于本文研究中不涉及自然资源、能源的消耗，因此仅选择污染物排放量和贮存量作为环境指标，选择工业总产值作为经济指标。总结邱寿丰（2009）^[6]和余幸幸等（2013）^[7]利用价值-影响比值法分析福建省的生态效率和中国 1990-2010 年生态效率趋势的经验可知，价值—影响比值法测算环境效率具有直观易懂和针对性强的优点，但由于环境指标的价格信息获取困难，导致环境系统与经济系统计量单位不一致，不同比值之间不具有可比性。因此，本文通过上述的步骤，建立环境型投入产出表和进行环境污染价值量核算，货币化环境指标，从而解决了计量单位不一致的问题。

2 工业行业环境效率测算结果分析

2.1 数据收集与整理

（1）投入产出表的选择

我国投入产出表是 5 年编制一次，因此无法保证数据在时间上的连续性；同时，我国编制的投入产出表是竞争性投入产出表，即进口产品也参与了国内中间需求环节，而进口产品在生产环节中产生的污染物并非排放在我国境内，因此，在计算间接污染排放量及间接污染治理成本时，应扣除进口产品，即采用非竞争性投入产出表。

WIOD 数据库是由欧盟 11 个机构共同编制，提供 1995—2011 年全球范围投入产出表。本文采用 WIOD 数据库中可比价格的中国 I-O 表，此表弥补了我国编制的投入产出表在时间连续性上的缺陷和满足了本文非竞争性投入产出表的需求。由于 WIOD 数据库中的投入产出表是以美元为计量单位，本文利用中国统计年鉴中各年汇率将其折算为人民币。同时，WIOD 数据库中中国 I-O 表工业部门分为 16 个行业，而国内数据统计均按照国民经济行业分类及代码（GB-2002）标准即 39 工业行业进行统计的，部门统计口径有所不同。本文结合行业性质和 WIOD 数据库中中国 I-O 表部门分类标准，将国内 39 个工业行业对比 WIOD 数据库中中国 I-O 表 16 工业行业进行整合。

由于统计口径不同,必然对研究结果产生一定的影响。但由于本文主要利用投入产出表来表征行业间的投入产出关系,而投入产出系数具有一定的稳定性,因此本文利用 WIOD 数据库中投入产出表中的直接消耗系数来分析行业间的投入产出结构所受影响将会大大降低。同时,为了研究的时效性,本文利用投入产出系数稳定性原则,将 WIOD 数据库中中国 2011 年 I-O 表的投入产出系数利用到 2012 年,并利用此系数计算 2012 年的相关数据。

(2) 数据收集与整理

本文的目的是通过构建环境污染成本投入产出表计算得到工业行业完全污染治理成本,从而利用经济-环境比值法测算各工业行业的环境效率。因此结合工业行业分类及代码(GB-2002)标准及 WIOD 数据库中中国 I-O 表编制情况,选择 2001-2012 年 16 个工业部门的数据作为研究样本。经济指标选择为分行业重点调查企业的工业总产值,数据来源《中国工业经济统计年鉴》(2001-2012),2012 年数据来源于《中国环境年鉴》(2013)。环境指标数据数据来源于《中国环境年鉴》(2002-2013)、《中国环境统计年报》(2007-2011)和《中国环境统计年鉴》(2005-2013)。为了剔除价格因素对结果的影响,本文以 2000 年为基期利用工业产品出厂价格指数对工业总产值和污染治理成本进行调整。工业产品出厂价格指数来源于《中国统计年鉴》(2002-2012)。

2.2 工业行业环境污染治理成本测算及分析^①

(1) 工业废水污染治理成本分析

通过计算工业废水中氨氮和化学需氧量直接污染治理成本和间接污染治理成本得到各工业行业废水的完全污染治理成本。由计算结果可知,2001-2012 工业废水直接污染治理成本总体呈现下降的趋势,2003-2005 年出现小幅上升,说明我国工业废水排放量总体上得到了有效控制。工业废水间接污染治理成本在 55-85 亿之间进行小幅波动,工业废水间接污染治理成本占完全治理成本的比值总体呈现上升趋势,这说明在工业废水直接污染治理成本下降的情况下,工业行业之间中间投入产品污染治理成本下降幅度有限,这与行业产品加工深度及行业间关联度有着密切的关系。因此,随着产品深加工以及行业间关联度的增强,行业间污染物的转移应当引起重视。从分行业看,化学原料及化学制品、医药、化学纤维制造业、食品、饮料和烟草制造业、纺织业及纺织服装鞋帽制造业和造纸、印刷及文体用品制造业这 4 个行业是废水直接污染治理成本最高的行业,它们废水直接污染治理成本平均占行业废水直接污染治理总成本的 91.81%,其中化学原料及化学制品、医药、化学纤维制造业平均占比高达 42.64%。然后从行业废水直接排放量看,这 4 个行业都不是主要排放行业,但由于它们废水中排放的氨氮和化学需氧量单位治理成本较高,如食品制造业的化学需氧量单位治理成本为 21.60 元/kg,氨氮单位治理成本 10.17 元/kg,远远高于行业平均水平。由此可见,控制废水排放总量的关键是控制高排放量行业,但从总体经济效益出发,控制高污染治理成本行业的排放量将更具有现实和经济意义。

(2) 工业废气污染治理成本分析

通过核算工业废气中 SO_2 、烟尘和粉尘直接污染治理成本和间接污染治理成本，得到各工业行业废气的完全污染治理成本。由计算结果可知，2001-2012 年工业废气直接污染治理成本呈先上升后下降再上升趋势，在 2006 年达到最大值 230.83 亿。工业废气间接污染治理成本和完全污染治理成本整体上也呈现先上升后下降趋势，这说明我国工业废气排放绝对量并没有得到有效控制，但相对量有所下降，工业废气治理取得的一定成效。2001-2012 年工业废气间接污染治理成本占完全治理成本的比值均超过 32%，2005 年达到 44.67%，说明工业废气主要排放行业在国民经济中处于较重要位置，一些以高污染行业产品作为中间投入的行业存在较高潜在污染治理成本。从单个污染物分析看，工业 SO_2 、烟尘和粉尘的治理成本都呈现先升后降趋势，但 SO_2 的整体趋势是上升的，而烟尘和粉尘的整体趋势是下降的，特别是 2005 年之后下降幅度较大。同时， SO_2 完全污染治理成本占工业废气完全污染治理成本的比重在样本期内均超过 90%。因此，工业 SO_2 排放是监管的重点。

(3) 工业固废污染治理成本分析

通过核算工业固废中一般工业固体废弃物排放量和贮存量以及危险固体废弃物贮存量的直接污染治理成本和间接污染治理成本，得到工业固废完全污染治理成本。由计算结果可知，2001-2012 年工业固废直接污染治理成本整体呈下降趋势，特别是 2002 年后下降幅度非常明显，但 2007 年之后有所上升，这主要与我国固废总体排放量在减少而固废贮存量相对增加有关。具体到各工业行业，工业固废平均直接污染治理成本排名前 4 的行业分别是采矿和采选业、化学原料及化学制品、医药、化学纤维制造业、基本金属及金属制品和电力热力、燃气、水的生产和供应业，它们的固废平均直接污染治理成本和占行业平均直接污染治理成本的 97.66%，其中采矿和采选业的平均占比高达 58.06%，说明固废排放或贮存主要来自于这 4 个行业。工业固废平均间接污染治理成本排名前 3 的行业分别是石油加工炼焦及核燃料加工业、化学原料及化学制品、医药、化学纤维制造业和基本金属及金属制品，这 3 个行业平均间接污染治理成本占比均超过 22%。其中，石油加工炼焦及核燃料加工业由于间接污染治理成本占比高，导致该行业完全污染治理成本是直接污染治理成本的 70 倍。从行业间投入产出角度分析，石油加工炼焦及核燃料加工业的主要中间投入产品来自采矿和采选业，而采矿和采选业的固废直接污染治理成本是最高的，这也就必然导致石油加工炼焦及核燃料加工业的高间接污染治理成本。

2.3 工业行业环境效率分析

(1) 工业行业废水环境效率分析

从行业总体看，废水直接环境效率和完全环境效率在 2001-2012 年均呈现上升趋势，特别是 2010 年后上升幅度显著，但完全环境效率相比直接环境效率要小且上升幅度要低；同时，从完全环境效率相对直接环境效率减少率的变化趋势看，2001-2010 年废水环境效率减少率都是呈现上升趋势，这说明考虑了行业间投入产出关系隐含的污染治理成本使得环境效

率呈现相对恶化趋势,同时也说明传统测算直接环境效率的方法在一定程度上高估了经济与环境的协调性。2010年后,废水环境效率减少率呈现下降趋势,这主要依赖于直接环境效率的提升,分析2010年后总产值变化趋势和废水中污染物直接污染治理成本变化趋势可以发现,总产值平均增长幅度达到36.06%,而废水直接污染治理成本平均减少幅度达到3.49%,经济产出的增加加上污染治理成本的减少使得环境效率得到较大幅度的改善。因此,要从根本上改善环境效率,不仅需要发展经济,更需要减排,特别是高污染行业,在国民经济中起基础地位的产业,以及高单位污染治理成本的行业。

分行业看,通过对2001-2012年16个工业行业废水完全环境效率的测算发现低于行业总体完全环境效率水平的行业个数均超过5个,其中有6年低于行业总体环境效率水平的行业数达到6个,即有三分之一以上的行业是低于行业总体平均水平,而这些行业主要集中在化学原料及化学制品、医药、化学纤维制造业、皮革毛皮羽毛(绒)及其制品业、造纸、印刷及文体用品制造业等6个行业,其中化学原料及化学制品、医药、化学纤维制造业的完全环境效率在2001-2006和2008-2010年间均处于行业最低水平,2010年后有了较大幅度的提升。结合行业完全污染治理成本的分析可以发现,环境效率低的行业要么是直接污染治理成本高的行业,如化学原料及化学制品、医药、化学纤维制造业,要么是间接污染治理成本高的行业,如橡胶制品业及塑料制品业行业,要么就是产业总产值低的行业,如食品、饮料和烟草制造业。因此,为提升行业环境效率而采取环境规制时应当依据行业性质有针对性的采取措施,即考虑行业间的异质性。

(2) 工业废气环境效率分析

废气平均直接污染治理成本占“三废”平均污染治理成本的45.50%,废气平均完全污染治理成本占“三废”平均完全污染治理成本的46.67%,同时,废气污染直接影响到人们的日常生活和身心健康,因此工业废气治理应该得到必要的重视。通过对行业总体废气直接环境效率和完全环境效率的测算,可以发现两者在2001-2012年也均呈现上升趋势,但行业总体完全环境效率相比直接环境效率上升幅度要小。从完全环境效率相对直接环境效率减少率的变化趋势看,2001-2005年废气环境效率减少率呈现上升趋势,说明考虑了行业间投入产出关系隐含的污染治理成本使得环境效率呈现相对恶化趋势,但2005年之后废气环境效率减少率呈现下降趋势,说明行业间隐含的间接污染治理成本是在减少的,而现实确实如此。废气直接污染治理成本最高的行业为电力热力、燃气、水的生产和供应业,近年来国家大力整治火电行业,大量关闭小型火力发电站,以及划分“两控区”使得废气污染物减排效果显著。

分行业看,通过对2001-2012年16个工业行业废气完全环境效率的测算发现,低于行业总体完全环境效率水平的行业仅2个,即电力热力、燃气、水的生产和供应业和非金属矿物制品业,结合这2个行业的性质可以发现,电力热力、燃气、水的生产和供应业的二氧化硫平均完全污染治理成本占行业总体平均完全污染治理成本的51.85%,非金属矿物制品业

的粉尘平均完全污染治理成本占行业总体平均完全污染治理成本的 64.59%，它们废气平均完全污染治理成本之和占行业总体平均完全治理成本的比值高达 58.89%，相对废水，废气主要排放行业非常集中，因此要提升行业废气总体环境效率，应当首抓电力热力、燃气、水的生产和供应业和非金属矿物制品业，而这两个行业的主要废气污染物排放量不同，则需要根据污染物的性质进一步选择合适的环境规制手段。

(3) 工业固废环境效率分析

通过对行业总体固废直接环境效率和完全环境效率的测算，可以发现工业固废直接环境效率总体呈现上升趋势，但在 2006-2011 年波动幅度比较大，最高点与最低点相差 1.20 倍，工业固废完全环境效率在 2001-2010 年呈现缓慢上升趋势，但 2010 年之后不升反降，这主要是由于一般工业固体废弃物的贮存量有关，同时也与统计数据的不完整性也有一定关系。

具体到各行业，通过对 2001-2012 年 16 个工业行业固废完全环境效率的测算发现，低于行业总体完全环境效率水平行业均超过 5 个，2005 年与 2010 年到达 6 个，这些行业主要集中在采矿和采选业、化学原料及化学制品、医药、化学纤维制造业、非金属矿物制品业、电力热力、燃气、水的生产和供应业和石油加工炼焦及核燃料加工业。结合前面的分析可知，这 5 个行业中前 4 个行业是属于固废直接污染治理成本最高的，而石油加工炼焦及核燃料加工业固废间接污染治理成本最高，因此要提升行业总体固废完全环境效率需重点治理固废直接排放量高的行业。

3 研究结论与政策建议

本文通过引入投入产出法和绿色价值核算作为基础性方法测算了我国工业行业废水、废气和固废的直接污染治理成本和间接污染治理成本，并利用经济价值与环境影响比值法测算了各工业行业的直接环境效率与完全环境效率，从而得的相关研究结论与政策建议如下：

(1) 2001-2012 年，行业总体废水和固废的直接污染治理成本整体上呈现下降趋势，废气的直接污染治理成本呈现先升后降趋势，行业总体废水、废气和固废的完全污染治理成本均呈现先升后降趋势，说明我国“三废”污染从整体上有所改善，且产业间投入结构逐渐趋于合理和环保。从分行业看，考虑了行业间中间投入产品隐含的间接污染治理成本后，多数行业的间接污染治理成本与完全污染治理成本的比值超过了 50%，即在一定程度上属于“伪清洁”性行业。“伪清洁”性行业一个主要特征是生产环节中的中间投入品来自于高污染行业，这在机械制造业、电气和光学设备业等传统认为是清洁行业中表现尤为明显。对于“伪清洁”行业，提倡绿色采购和绿色替代是减少行业污染治理成本的关键。

(2) 2001-2012 年，行业总体“三废”的直接环境效率和完全环境效率均呈现上升趋势，但行业总体“三废”完全环境效率相对直接环境效率的减少率均呈现下降趋势，说明考虑行业间投入产出关系隐含污染治理成本的完全环境效率是呈现相对恶化趋势，也说明传统基于末端排放测算的环境效率在一定程度上高估了工业行业经济与环境的协调性。

(3) 分行业看, 2001-2012 年工业行业废水完全环境效率和固废完全环境效率低于行业总体水平的行业数均超过 5 个, 这些行业具有高直接污染治理成本、高间接污染治理成本和低工业总产值中的某一个或几个特征, 因此为了提升行业环境效率而采取环境规制时应当依据行业的性质有针对性的采取措施, 考虑行业间的异质性; 工业行业废气完全环境效率低于行业总体水平的行业仅为 2 个, 即电力热力、燃气、水的生产和供应业和非金属矿物制品业, 根据行业性质可以发现, 这 2 个行业的主要排放的废气污染物不同, 因此, 在进行环境规制时应根据污染物的性质进一步选择合适的环境规制手段。

参考文献

- [1] 徐大丰. 最终需求、生产诱发与中国的碳排放[J]. 财经问题研究, 2014, (12): 30-34.
- [2] 肖皓, 杨佳衡, 蒋雪梅. 最终需求的完全碳排放强度变动及其影响因素分析[J]. 中国人口. 资源与环境, 2014, (10): 48-56.
- [3] 李新运, 吴学锰, 马俏俏. 我国行业碳排放量测算及影响因素的结构分解分析[J]. 统计研究, 2014(1): 77-83.
- [4] 於方, 王金南, 曹东等著. 中国环境经济核算技术指南[M]. 中国环境科学出版社, 2009.
- [5] World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2000, Measuring Eco-efficiency: A Guide to Reporting Company Performance[C], 2000. 2-30.
- [6] 邱寿丰. 2008年福建省生态足迹和生态承载力[J]. 发展研究, 2009, (12): 80-83.
- [7] 余幸幸, 陈东景. 中国的生态效率指标研究[J]. 经济研究导刊, 2013, (01): 15-16.

The environment efficiency calculation of Chinese industry

—based on Input output table and the green value accounting

WANG Lian-fen, HE Wu-ying

(School of Economy & Trade, Hunan University, Changsha 410006, China)

Abstract: Long-term mechanism is the pollution reduction through continuous improvement of the efficiency of the total amount of pollution control. In the dual objective constraints of economic growth and environmental protection, it is a long-term mechanism that through continuous improvement of environmental efficiency to control the total amount pollution. Input-output method and value of green accounting are introduced as a basic method to calculate the direct cost and indirect cost of pollution control about waste water, waste gas and solid waste of 16 industries in China from 2001 to 2012, and then calculate the directly environmental efficiency and the comprehensive environmental efficiency of the industrial “three wastes” using the economic value and environmental impact ratio method. It is demonstrated that the direct pollution control cost of waste water and solid waste of overall industry show a decline trend in 2001-2012, the direct pollution control cost of waste gas and the comprehensive pollution control cost of “three wastes” show a trend that first rise after falling in 2001-2012. This indicate

that the status of industrial “three wastes” has improved as a whole and the inter-industry input structure trend to be reasonable and environmental protection; Direct environmental efficiency and comprehensive environmental efficiency of overall industry showed an upward trend, but the reduction rate of comprehensive environmental efficiency relative to direct environmental efficiency showed a downward trend.

Key words: Input and Output Method; Imputed treatment cost; Environmental Efficiency

^① 由于版面限制，本文中所有表格和数据均不予呈现，如果有需要，请与作者联系。