

# 工业部门绿色 GDP 核算研究

——2000年上海市能源—环境—经济投入产出分析

王德发<sup>1</sup>, 阮大成<sup>2</sup>, 王海霞<sup>1</sup>

(上海财经大学 统计学系, 上海 200433; 2. 上海市统计局 国民经济核算处, 上海 200003)

**摘要:**当前, 实行经济可持续发展已成为人们的共识, 如何在发展经济的同时实施综合环境与经济核算, 以便真实地反映各国的经济总量, 已成为各国政府关注的重要课题。文章依据联合国颁布的 SEEA 中关于环境投入产出核算的基本原理, 结合我国的实践, 构造出一个适合我国实际情况的环境投入产出核算模型; 然后利用 2002 年上海市投入产出表, 在考虑能源、环境对经济增长影响的前提下, 对上海市工业部门的绿色 GDP 进行了测算, 并把测算结果同传统意义上的 GDP 进行了比较。文章的测算结果对研究上海市的资源、环境与经济的综合平衡关系, 找出上海市环境经济发展过程中各经济部门对环境所造成的损害, 为上海市进行可持续发展宏观决策和产业结构调整提供依据; 同时也为上海市开展能源—环境—经济的综合核算提供方法基础。

**关键词:**投入产出; 消耗系数; 污染物流排放系数; 绿色 GDP

**中图分类号:**F223; F222. 33 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2005)02-0066-10

## 一、上海能源—环境—经济投入产出核算基本框架

(一) 环境经济综合核算体系下的投入与产出的界定。传统的投入产出核算理论是建立在纯经济系统分析基础之上的, 没有考虑与经济活动密切联系的环境因素的影响。随着经济的增长人类对环境的破坏程度越来越大, 由此而带来的环境损失及其保护活动支出占国内生产总值的比重越来越高, 因此必须在传统的投入与产出表的基础上增加环境核算的内容, 综合考虑环境资产的损耗与环境资产质量的下降以及污染物的排放与污染物的治理等。

依据经济学中关于经济活动外部性原理, 考虑经济活动对资源的损耗、环境的破坏, 雷明(1999)提出了以边际社会成本理论作为环境投入产出核算研究的理论依据, 认为边际使用成本指经济活动中对资源的使用(资源耗竭), 边

收稿日期: 2004-11-28

基金项目: 上海市哲学社会科学“十五”中长期课题 01AJB004

作者简介: 王德发(1947—), 男, 上海人, 上海财经大学统计学系教授, 上海财经大学应用统计研究中心研究员, 博士生导师; 阮大成(1964—), 男, 上海人, 上海市统计局国民经济核算处高级统计师; 王海霞(1979—), 女, 山西运城人, 上海财经大学统计学系硕士生。

际外部成本指由于经济活动而造成的环境生态等方面的损失(环境污染)。

(二)“部门”的划分。与绿色“投入”、“产出”相对应,区域绿色投入产出模型中的部门划分除包含经济活动及其相应产业部门之外,还包含了人们过度开发资源造成生态环境破坏(第一类活动)以及人们排放各种废弃物对生态环境的污染活动(第二类活动)。对于第一类活动,可以通过加入若干独立于各生产部门的资源恢复部门来反映。据此,区域绿色投入产出模型的部门可划分为生产部门、资源恢复部门以及废物治理部门,其中各部门又可细分为多个子部门,如生产部门可细分为农业、制造业、服务业等。

根据前述“投入”和“产出”的概念,环境经济投入产出表中应反映经济活动对环境所造成的负面影响以及社会为消除这些影响而进行的各种活动,还需要在原来的纯经济投入产出表的基础上新增 4 类活动:资源恢复与使用、污染物排放与治理,它们分别对应着不同的部门,即需要增加资源恢复部门、资源使用部门、污染物排放部门和污染物治理部门。

(三)上海市工业部门能源—环境—经济投入产出表的基本框架。

1. 能源品种与环境污染物的选择。考察能源与污染的关系,一般选取可燃烧能源作为研究对象,包括原煤、液化石油气、型煤、天然气、汽油、煤油、柴油、电力、洗精煤、其他洗煤、燃料油和其他煤气。环境污染源主要表现为“三废”,即废气、废水和固体废弃物,另外还有噪音污染等。针对本文的研究对象与范围的特点,污染物仅限于硫氧化物、氮氧化物和二氧化碳三种。

2. 能源—环境—经济投入产出表的基本框架设计。首先,对每一种污染物建立一个虚拟的治理部门,其方法与美国环境经济投入产出表的方法相类似,将各个企业在经济活动中用于治理污染的部门单独分离出来,分别记录作为各种污染治理部门的治理活动。其次,根据国民经济部门与投入产出部门分类对照关系,按照产品部门分类对各能源品种和污染物的基本流量数据进行归并。最后,对于每一类自然资源(矿产资源、水资源、土地资源、海洋资源、森林资源、野生动物资源等)建立一个资源恢复部门。

根据上述对于环境经济投入产出概念的界定,“上海市工业部门资源环境经济投入产出表”的基本框架如表 1 所示。

## 二、模型设计

根据以上介绍的上海市资源环境污染投入产出表的基本框架,2002 年上海市工业部门能源和环境及投入产出模型如下:

(一)能源环境经济投入产出表实物模型。

1. 模型。资源使用平衡模型:

$$\sum_{j=1}^l R_{ij}^r + \sum_{j=1}^n R_{ij}^p + \sum_{j=1}^m R_{ij}^w + Y_i^f = X_i^f \quad i = 1, 2, \dots, l$$

表1 上海市工业部门资源环境经济投入产出表框架

		中间使用				最终使用				调入与进出口	总产出
		资源恢复部门	生产部门	污染治理部门	中间使用合计	消费合计	固定资本形成	调出与出口	最终使用合计		
中间投入	资源使用	$R_{ij}$	$R_{pj}$	$R_{wj}$				$Y_i$		$X_i$	
	生产部门	$q_{ij}$	$q_{pj}$	$q_{wj}$				$Y_p$		$X_p$	
	污染物排放	$w_{ij}^f$	$w_{pj}^f$	$w_{wj}^w$				$Y_w$		$X_w$	
	中间投入合计										
增加值	劳动者报酬	$v_j$	$v_p$	$v_w$							
	固定资产折旧	$d_j$	$d_p$	$d_w$							
	生产税净额	$t_j$	$t_p$	$t_w$							
	营业盈余	$s_j$	$s_p$	$s_w$							
	增加值合计	$N_j$	$N_p$	$N_w$							
总投入		$T_j$	$T_p$	$T_w$							

表中符号意义如下：

- $R_{ij}$  为第  $j$  个资源恢复部门恢复第  $j$  种资源所消耗的第  $i$  种资源的数量；
- $R_{pj}$  为第  $j$  个生产部门生产过程中所消耗的第  $i$  种资源的数量；
- $R_{wj}$  为第  $j$  个污染治理部门治理第  $j$  种污染物所消耗的第  $i$  种资源的数量；
- $Y_i$  为最终使用领域中对第  $i$  种资源的消耗量；
- $X_i$  为第  $i$  种资源的总消耗量；
- $q_{ij}$  为第  $j$  资源恢复部门在恢复第  $j$  种资源过程中所消耗的第  $i$  个生产部门产品的数量；
- $q_{pj}$  为第  $j$  个生产部门生产过程中所消耗第  $i$  个生产部门产品的数量；
- $q_{wj}$  为第  $j$  个污染治理部门治理第  $j$  种污染物所消耗的第  $i$  个生产部门产品的数量；
- $Y_p$  为第  $i$  个生产部门最终使用合计；
- $X_p$  为第  $i$  个生产部门总产出；
- $w_{ij}^f$  为第  $j$  个污染治理部门在治理第  $j$  种污染物的过程中所排放的第  $i$  种污染物的数量；
- $w_{pj}^f$  为第  $j$  个生产部门生产过程中所排放的第  $i$  种污染物的数量；
- $w_{wj}^w$  为第  $j$  个污染治理部门在治理第  $j$  种污染物的过程中所排放的第  $i$  种污染物的数量；
- $Y_w$  为第  $i$  种污染物在最终使用领域的排放总量；
- $X_w$  为第  $i$  种污染物排放总量；
- $T_j$  为第  $j$  种资源的恢复总量；
- $T_p$  为第  $j$  种产品的投入总量；
- $T_w$  为第  $j$  种污染物的治理总量。

产品分配平衡模型：

$$\sum_{j=1}^l q_{ij}^f + \sum_{j=1}^n q_{ij}^p + \sum_{j=1}^m q_{ij}^w + Y_i^p = X_i^p \quad i = 1, 2, \dots, n$$

污染物排放模型：

$$\sum_{j=1}^l w_{ij}^f + \sum_{j=1}^n w_{ij}^p + \sum_{j=1}^m w_{ij}^w + Y_i^w = X_i^w \quad i = 1, 2, \dots, m$$

2. 消耗系数。(1)资源使用消耗系数。资源恢复部门资源使用消耗系数： $r_{ij}^r = \frac{R_{ij}^r}{X_j^r}$ ，表示第  $j$  个资源恢复部门在恢复资源过程中消耗的第  $i$  种资源的数量与第  $j$  种资源恢复总量之比；生产部门资源使用消耗系数： $r_{ij}^p = \frac{R_{ij}^p}{X_j^p}$ ，表示第  $j$  个生产部门生产过程中所消耗的第  $i$  种资源的数量与  $j$  生产部门总产出之比；污染治理部门资源使用消耗系数： $r_{ij}^w = \frac{R_{ij}^w}{T_j^w}$ ，表示第  $j$  个污染治理部门治理污染物过程中所消耗的第  $i$  种资源的数量与第  $j$  个污染治理部门污染治理总量之比。

(2)产品消耗系数。资源恢复部门产品消耗系数： $a_{ij}^r = \frac{Q_{ij}^r}{T_j^r}$ ，表示第  $j$  个资源恢复部门在恢复资源过程中消耗的第  $i$  个生产部门产品的数量与第  $j$  种资源恢复总量之比；生产部门产品消耗系数： $a_{ij}^p = \frac{Q_{ij}^p}{X_j^p}$ ，表示第  $j$  个生产部门生产过程中消耗第  $i$  个生产部门产品的数量与第  $j$  个生产部门总产出之比；污染治理部门产品消耗系数： $a_{ij}^w = \frac{Q_{ij}^w}{T_j^w}$ ，表示第  $j$  个污染治理部门在治理污染物过程中所消耗的第  $i$  个生产部门产品的数量与第  $j$  个污染治理部门污染治理总量之比。

(3)环境资源损耗系数(产污系数)。资源恢复部门环境资源损耗系数： $f_{ij}^r = \frac{w_{ij}^r}{T_j^r}$ ，表示第  $j$  个污染治理部门在治理染污物的过程中所排放的第  $i$  种污染物的数量与第  $j$  种资源恢复总量之比；生产部门环境资源损耗系数： $f_{ij}^p = \frac{w_{ij}^p}{X_j^p}$ ，表示第  $j$  个生产部门生产过程中所排放的第  $i$  种污染物的数量与第  $j$  个生产部门总产出之比；污染治理部门环境资源损耗系数： $f_{ij}^w = \frac{w_{ij}^w}{T_j^w}$ ，表示第  $j$  个污染治理部门在治理污染物过程中所排放的第  $i$  种污染物的数量与第  $j$  个污染治理部门污染治理总量之比。

(4)资源恢复比例与污染物消除比例。资源恢复比例  $\alpha_i = \frac{T_i^r}{X_i^r}$ ；污染物消除比例  $\beta_i = \frac{T_i^w}{X_i^w}$ 。

上面的行模型可用矩阵表示如下：

$$R^r \hat{\alpha} X^r + R^p X^p + R^w \hat{\beta} X^w + Y^r = X^r$$

$$A^r \hat{\alpha} X^r + A^p X^p + A^w \hat{\beta} X^w + Y^p = X^p$$

$$F^r \hat{\alpha} X^r + F^p X^p + F^w \hat{\beta} X^w + Y^w = X^w$$

(二)能源环境经济投入产出表价值型模型。建立能源环境经济投入产出

表价值型模型,需要对投入产出表中的实物量部分进行价值计量,包括三部分内容。

1. 对于投入产出表中的传统部分即中间产品,用当年的生产者价格衡量,记单位产品价格为  $p_i^p$ 。

2. 资源使用部分。从资源的可再生利用角度来考察,即是恢复资源所需成本,只要估计每一种资源的单位恢复成本,根据前面的实物平衡模型即可建立起价值平衡模型,记单位资源恢复费用为  $p_i^r$ 。

3. 污染物排放部分。污染物治理估价以单位废气、废水、固体废弃物等达到污染物排放标准所花费的治理费用来衡量,记单位资源治理费用为  $p_i^w$ 。

依据上述三个部分内容建立下面3个价值平衡方程:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^l p_i^r R_{ij} + \sum_{i=1}^n p_i^p q_{ij} + \sum_{i=1}^m p_i^w w_{ij} + N_j^r = p_i^r T_j^r & (7) \\ \sum_{i=1}^l p_i^r R_{ij} + \sum_{i=1}^n p_i^p q_{ij} + \sum_{i=1}^m p_i^w w_{ij} + N_j^p = p_i^p T_j^p & (8) \\ \sum_{i=1}^l p_i^r R_{ij} + \sum_{i=1}^n p_i^p q_{ij} + \sum_{i=1}^m p_i^w w_{ij} + N_j^w = p_i^w T_j^w & (9) \end{cases}$$

分别用  $n_j^r = N_j^r/T_j^r$ ,  $n_j^p = N_j^p/X_j^p$ ,  $n_j^w = N_j^w/T_j^w$  表示第  $j$  个资源恢复部门、第  $j$  个产品部门、第  $j$  个污染治理部门增加值系数。用矩阵可表示为:

$$\begin{cases} p^r = R^r p^r + A^r p^p + F^r p^w + N^r \\ p^p = R^p p^r + A^p p^p + F^p p^w + N^p \\ p^w = R^w p^r + A^w p^p + F^w p^w + N^w \end{cases}$$

### 三、编制上海市工业部门能源—环境—经济投入产出表

(一)核算对象。上海市主要消耗的能源包括原煤、液化石油气、型煤、天然气、汽油、煤油、柴油、电力、洗精煤、其他洗煤、燃料油、其他煤气 12 种。至于能源的恢复和污染物的治理由于现行统计上没有分行业的能源恢复、污染物治理数据和具体的污染物排放数据。所以,本文根据煤、石油、天然气等各种能源的各种成分含量测算其燃烧后所产生的三种大气污染物,即硫氧化物、氮氧化物、碳氧化物的排放量,进行测算。

(二)数据处理。上海市工业部门能源消耗表是按行业细类编制的,在进行投入产出分析之前,还需要参照行业分类与投入产出部门对照表进行归并,所有行业共对应 131 个投入产出部门,工业对应其中 85 个投入产出部门。我们按产品的“纯部门特性”,整理编制出包含 12 个能源、3 个污染物和 42 个经济部门的“2002 年上海工业部门能源环境经济投入产出表”。

(三)上海市工业部门能源—环境—经济投入产出表。2002 年上海市工业部门能源—环境—经济投入产出表由于篇幅较大,暂不列出。

## 四、上海市工业部门能源—环境—经济投入产出模型分析

## (一)消耗系数的计算与分析。

1. 能源消耗系数。能源消耗系数表示各部门每百万元总产出消耗的能源量,反映了某部门为全社会创造价值过程中所带来的资源消耗。图 1 列示的是能源生产部门的能源消耗系数矩阵。

	煤炭开采和 洗选业	石油和天然 气开采业	石油加工、 炼焦及核燃 料加工业	电力、热力 的生产和供 应业	燃气生产和 供应业
原煤	0.0000	0.0000	86.2552	775.7850	34.0014
液化石油气	0.0000	0.0006	12.1519	0.0004	0.0607
型煤	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
天然气	0.0000	0.2172	0.0009	0.0000	3.1151
汽油	0.0000	0.0322	0.0997	0.0930	0.3765
煤油	0.0000	0.0000	0.0012	0.0004	0.0000
柴油	0.0000	1.9807	0.1605	0.6162	16.2972
电力	0.0000	0.3070	14.1931	22.0755	3.9438
洗精煤	0.0000	0.0000	99.3103	0.0000	211.1650
其他洗煤	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
燃料油	0.0000	0.0000	0.7125	4.7297	0.0595
其他煤气	0.0000	0.0000	0.0594	0.0001	3.7926

图 1 能源生产部门的能源消耗系数矩阵

2. 全部能源折合标准煤后的能源直接消耗系数及能源完全消耗系数。为了全面综合了解各部门能源消耗的情况,将各种能源折算为标准煤(折算标准略),计算全部工业部门的总折标能源直接消耗系数和完全消耗系数(见表 2)。

表 2 总折标能源消耗系数前 10 位部门 (单位:吨标准煤/百万元)

部 门	直接消耗系数	部 门	完全消耗系数
电力、热力的生产和供应业	589.07	电力、热力的生产和供应业	721.9
燃气生产和供应业	295.04	燃气生产和供应业	393
石油加工、炼焦及核燃料加工业	190.89	石油加工、炼焦及核燃料加工业	340.5
金属冶炼及压延加工业	127.49	金属冶炼及压延加工业	262.3
其他制造业	71.99	废品废料	243
非金属矿物制品业	64.96	其他制造业	133.9
造纸印刷及文教用品制造业	36.28	非金属矿物制品业	120.3
纺织业	22.33	食品制造及烟草加工业	110.5
化学工业	19.71	化学工业	104.5
木材加工及家具制造业	10.89	造纸印刷及文教用品制造业	100

## (二)污染物排放系数的计算及分析。

1. 污染物的测算过程。由于我国目前为止尚未对各部门的污染物排放进行统计,因此,本文按照一定的测算标准(污染物的测算标准略),在假定各部门都未进行污染物治理的前提条件下计算出各部门硫氧化物、氮氧化物、二氧化碳三类污染物的排放量,三种污染物均以吨为计量单位。具体计算是:首先计算每个产品部门所消耗的各种能源所排放的三类污染物数量,然后分类

汇总每个部门三种污染物的排放总量。

2. 排污系数的计算。首先,三种污染物直接排放系数中,二氧化碳相对于其他两种较高;其次,三个能源生产部门的各种污染物排放系数相对于其他非能源生产部门来说较高,是污染物排放大户,说明由一次能源向二次能源的转化过程中,污染物的排放是比较严重的;最后,通过分析不难发现,三种污染物的排放有较强的正相关关系(见表3)。

表3 三种污染物直接排放系数前10位部门 (单位:吨/百万元)

部门	CO <sub>2</sub>	部门	NO <sub>x</sub>	部门	SO <sub>x</sub>
电力、热力的生产和供应业	532.7767	电力、热力的生产和供应业	6.2444	电力、热力的生产和供应业	19.4545
燃气生产和供应业	174.3775	燃气生产和供应业	2.2433	燃气生产和供应业	6.6044
石油加工、炼焦及核燃料加工业	120.5436	石油加工、炼焦及核燃料加工业	1.4120	石油加工、炼焦及核燃料加工业	4.6499
金属冶炼及压延加工业	78.1123	金属冶炼及压延加工业	0.8981	金属冶炼及压延加工业	3.0272
非金属矿物制品业	32.8527	非金属矿物制品业	0.4110	非金属矿物制品业	1.0603
其他制造业	27.9778	其他制造业	0.3618	其他制造业	0.6159
造纸印刷及文教用品制造业	14.5163	造纸印刷及文教用品制造业	0.1851	造纸印刷及文教用品制造业	0.3526
纺织业	13.3620	纺织业	0.1577	纺织业	0.4746
化学工业	12.0774	化学工业	0.1412	化学工业	0.4333
木材加工及家具制造业	7.5494	木材加工及家具制造业	0.0895	木材加工及家具制造业	0.2614

### 五、绿色总产值与绿色增加值的测算

#### (一)计算方法。

##### 1. 计算公式和测算依据。

工业部门绿色总产值=工业部门传统总产值-工业部门生产过程中所带来的资源环境损失总价值

=工业部门传统总产值-工业部门所造成的资源耗减价值-工业部门生产过程造成的环境破坏价值

工业部门绿色增加值=工业部门传统增加值-工业部门生产过程中所带来的资源环境损失总价值

=工业部门传统增加值-工业部门所造成的资源耗减价值-工业部门生产过程造成的环境破坏价值

其中,工业部门所造成的资源耗减价值=工业部门能源消耗价值+工业部门生产过程造成的环境破坏价值

=工业部门煤炭资源补偿费+工业部门硫氧化物产生量×治理单价。

对此测算公式的简要说明:其一,对除煤炭以外的资源,尚未开征补偿费,所以不进行测算;其二,目前还未征收氮氧化物和二氧化碳的排放费,所以暂不测算这两种污染物的破坏价值;其三,由于无法获得所有污染物的实际单位治理成本,故只能采用单位收费标准来替代。

污染物治理单价(收费标准)的选择方法如下:

(1)硫氧化物的治理费用。按照中国国家矿产资源部颁发的《关于征收矿产资源使用补偿费的意见》(1993),对煤炭资源开始征收资源使用补偿费,其

征收额为当期煤价的 0.1%。2002 年全国平均煤价在 200 元/吨左右,所以采用 0.2 元/吨,这虽与上海市的煤价有所出入,但误差较小;暂行规定中对硫氧化物的治理费用征收标准为 0.2 元/千克。根据北京大学“资源核算与价格政策”课题组的有关研究,测算出理论上我国煤炭资源的使用补偿费为 5 元/吨,硫氧化物的治理费用为 0.485 元/千克。

(2)氮氧化物的治理费用。国家无氮氧化物收费标准。上海市空气污染物的排放管理收费标准是:废气排污费按排污者排放污染物的种类、数量以污染当量计算征收,每一污染当量征收标准为 0.6 元。其中,二氧化硫排污费,第一年每一污染当量征收标准为 0.2 元;第二年(2004 年 7 月 1 日起)每一污染当量征收标准为 0.4 元;第三年(2005 年 7 月 1 日)达到与其他大气污染物相同的征收标准,即每一污染当量征收标准为 0.6 元。氮氧化物在 2004 年 7 月 1 日前不收费,2004 年 7 月 1 日起按每一污染当量 0.6 元收费。

(3)二氧化碳还未列入污染物征收费用范围。

(二)测算结果。依据上面提出的方法分别测算了上海工业部门的绿色社会总产值和绿色增加值。通过测算可以得到:工业部门总产值为 9 652.90 亿元;增加值为 2 312.78 亿元;12 种能源消耗量合计为 427.14 亿元,煤炭实物消耗量为 41 849.445 吨;硫氧化物产污量为 107 517 千克。

1. 按硫氧化物治理的第一种国家收费标准测算。

工业部门绿色总产值 =  $9\ 652.90 - 427.14 - 41\ 849.445 \times 0.2 \times 10^{-8} - 1\ 075\ 157 \times 0.2 \times 10^{-5} = 9\ 652.90 - 427.14 - 0.084 - 2.15 = 9\ 225.76$ (亿元)。

绿色增加值 =  $2\ 312.78 - 427.14 - 41\ 849.445 \times 0.2 \times 10^{-8} - 1\ 075\ 157 \times 0.2 \times 10^{-5} = 1\ 883.41$ (亿元)。

2. 按硫氧化物治理的第二种收费标准测算。

工业部门绿色总产值 =  $9\ 652.90 - 427.14 - 41\ 849.445 \times 5 \times 10^{-8} - 1\ 075\ 157 \times 0.485 \times 10^{-5} = 9\ 652.90 - 427.14 - 2.09 - 5.21 = 9\ 218.46$ (亿元)。

绿色增加值 =  $2\ 312.78 - 427.14 - 41\ 849.445 \times 5 \times 10^{-8} - 1\ 075\ 157 \times 0.485 \times 10^{-5} = 1\ 878.34$ (亿元)。

3. 按上海市标准(2004 年 7 月 1 日后硫氧化物、氮氧化物的收费标准)测算。

工业部门绿色总产值 =  $9\ 652.90 - 427.14 - 41\ 849.445 \times 5 \times 10^{-8} - 1\ 075\ 157 \times 0.4 \times 10^{-5} - 345\ 058.4 \times 0.6 \times 10^{-5} = 9\ 652.90 - 427.14 - 2.09 - 4.30 - 2.07 = 9\ 217.3$ (亿元)。

绿色增加值 =  $2\ 312.78 - 427.14 - 41\ 849.445 \times 5 \times 10^{-8} - 1\ 075\ 157 \times 0.4 \times 10^{-5} - 345\ 058.4 \times 0.6 \times 10^{-5} = 1\ 877.18$ (亿元)。

(三)绿色总产值与增加值和传统对应指标的比较分析。通过计算不同收费情况下总量指标的变动率可得出三种不同的收费情况下对绿色总产值与绿色增加值的影响程度,计算公式如下:



总产值变动=(总产值-绿色总产值)/总产出×100%;

增加值变动=(增加值-绿色增加值)/增加值×100%。

以上三种计算结果差异不大,工业部门绿色总产值和绿色增加值主要是受资源耗减的影响,资源补偿费和污染物排放收费所占比重较小。第一种情况下的环境代价:资源耗减为 427.14 亿元,资源补偿费为 840 万元,环境破坏为 2.15 亿元。环境代价引起总产值降低 4.4%,增加值降低 22.8%。第二种情况下的环境代价:资源耗减为 427.14 亿元,资源补偿费为 2.09 亿元,环境破坏为 5.21 亿元。环境代价引起总产值降低 4.5%,增加值降低 23.1%。第三种情况下的环境代价:资源耗减为 427.14 亿元,资源补偿费为 2.09 亿元,环境破坏为 6.37 亿元。环境代价引起总产值降低 4.5%,增加值降低 23.2%。

(四)关于测算方法和测算结果的说明。由于我国的资源环境核算尚处在探索研究阶段,没有现成的方法可供借鉴,不同的研究可以提出不同的方法,本文提出的测算方法仅代表了作者的一家之言。并且,对于污染物所产生的环境代价的损失,目前的资料还很难进行准确估量。从企业内部的环保活动而言,为污染消除活动而产生的投入很难从企业内部的主要活动中分离出来;从外部和政府的环保活动而言,目前的资料也十分匮乏。因此,本文采用的以污染物排放收费来估量环境破坏的代价,明显存在低估,结果也说明了这一点:环境破坏的代价仅占环境代价的 0.5%~1.5%。本文的方法仅仅作为研究的一种尝试,所得结果也仅供参考。

## 六、结 论

1. 能源生产部门中,单位总产出的能耗系数较高的部门主要是电力热力的生产和供应业、燃气生产和供应业、石油加工炼焦及核燃料加工业;非能源产业部门中,单位总产出的能耗系数较高的部门则是金属冶炼及压延业、其他制造业、非金属矿物制品业、造纸印刷及文教用品制造业和纺织业。

2. 除能源生产的三个部门外,环境污染程度较高的部门主要集中在少数几个部门中,即金属冶炼及压延加工业、非金属矿物制品业、其他制造业、造纸印刷及文教用品制造业和纺织业。

3. 能源生产部门既是能源产出部门,同时也是能源的主要消耗部门,能源产品的生产过程既消耗大量的能源,又排放大量污染物,因而其内部各部门的污染物排放系数相对较高,必须引起足够的重视。

### 参考文献:

[1]高敏雪. 环保投入产出表的编制与应用(编译)[J]. 统计研究,1997,(4).

[2]雷明. 可持续发展下的绿色核算——资源、经济、环境综合核算[M]. 北京:中国地质

出版社,1999.

[3]雷明. 绿色投入产出核算[M]. 北京:北京大学出版社,2002.

[4]廖明球. 国民经济核算中绿色 GDP 测算探讨[J]. 统计研究,2000,(6).

[5]钱阔,陈绍志. 自然资源资产化管理——可持续发展的理想选择[M]. 北京:经济管理出版社,1996.

[6]王舒曼,曲福田. 水资源核算及对 GDP 的修正——以中国东部经济发达地区为例[J]. 中国人口资源与环境,2001,11,(3):68—72.

[7]许宪春. 中国国民经济核算体系改革与发展(修订版)[M]. 北京:经济科学出版社,1999.

## A Study On Green GDP Accounting: A Case For Shanghai Industrial Sector 2002

WANG De-fa<sup>1</sup>, RUAN Da-cheng<sup>2</sup>, WANG Hai-xia<sup>1</sup>

(1. Department of Statistics, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China; 2. Division of National Economy Accounting, Shanghai Statistics Bureau, Shanghai 200003, China)

**Abstract:** This paper argues that one of the most important issues for each government is to measure its economic aggregates accurately. On the basis of the environment input-output theory promulgated by SEEA and the current practice of our country, an environment input-output model is built up, using the input-output table Shanghai 2002. The green GDP of Shanghai industrial sector has been calculated and compared with the traditional GDP. This paper wishes to put forward some useful suggestions to the studies of the equilibrium relationship between energy resources, environment and economy and provides new GDP accounting methodology integrated with energy resources, environment and economy.

**Key words:** input-output table; consumption coefficient; pollutant-let coefficient; Green GDP

(责任编辑 许波)