

能源、环境约束与工业增长模式转变 ——基于非参数生产前沿理论 模型的上海数据实证分析

周建, 顾柳柳

(上海财经大学 经济学院, 上海 200433)

摘要:文章以上海大中型工业企业所组成的行业面板数据为研究对象,通过运用非参数环境生产前沿方法研究能源、环境约束下的上海工业增长模式转变,研究结论表明:上海的真实GDP增长率在1997—2004年一直处于比较高的水平,但是2005年出现结构转折点,其后处于缓慢增长态势,近年来在能源、环境约束下,上海的真实工业GDP增长率水平向全国低值水平靠拢;从总体平均水平来看,上海工业效率近十余年来有所提高,尤其是对于具有高技术的行业和轻工业的效率有所提高,但是对于传统的重工业的效率在2006年都没有显著的提升;上海工业增长动力可划分为技术效率效应、技术进步效应和要素投入效应,因此在资源、环境约束下,转变工业增长方式是上海工业经济增长可持续发展的重要源泉和动力。

关键词:能源;环境约束;工业增长模式;非参数环境生产前沿;面板数据

中图分类号:F224.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2009)05-0094-10

一、引言及相关文献

“十一五”规划提出,“在优化结构、提高效益和降低消耗的基础上,实现2010年人均国内生产总值比2000年翻一番,资源利用效率显著提高,单位国内生产总值能源消耗比‘十五’期末降低20%左右”。这表明未来相当长的时期内,我国要转变经济增长方式,走可持续发展的环境友好型、资源节约型道路。改革开放以来上海经济迅猛发展,人均GDP由改革初期的不足1 000美元,到2007年接近8 500美元。党中央、国务院对上海提出了率先全面建成小康社会、率先基本实现现代化的要求。2006年,在上海市委领导下,上海市人民政府组织部门、各区县共同编制了上海市国民经济和社会发展第十一个五年规划,规划中进一步提出,在保障上海经济持续快速增长的同时要提倡循环

收稿日期:2009-02-20

基金项目:国家自然科学基金(70801040);教育部社科规划项目(05JC790104);上海市社科基金(2008BJB001);上海财经大学“211工程”三期重点学科建设项目

作者简介:周建(1976—),男,四川南充人,上海财经大学经济学院副教授,博士生导师;

顾柳柳(1983—),男,江苏南通人,上海财经大学经济学院硕士生。

经济,并要将上海建设成为资源节约型、环境友好型城市。上海一直是我国最大也是最有活力的工业基地,拥有比较完整的工业生产体系、坚实的产业技术基础和较高的管理水平,工业历来是上海经济发展的重要支柱,然而经济发展过程中的突出问题是自然资源及环境的约束,转变经济增长模式,节约能源、保护环境已成为上海“十一五”期间经济转型过程中所面临的最紧迫的任务之一。本文针对上海的现实,以大中型工业企业作为个体所构成的行业面板数据为基础,建立在环境和资源约束下的环境生产前沿模型,并对模型进行非参数估计,由此揭示上海大中型企业在环境和资源约束下的增长及其对资源和环境的依赖关系。研究上述问题所产生的结论对探讨和选择今后上海工业发展道路具有重要的理论与实践指导意义。

已有文献大多主要根据能源消耗、污染排放总量等宏观指标对经济增长方式做出判断。吴敬琏(2005)认为我国经济增长仍是典型的原材料高投入、能源高消耗、资本高积累模式。刘世锦(2006)则将我国现阶段的增长模式的特征概括为“低成本竞争模式”。吕政(2005)、蔡昉(2005)从体制根源、人口角度提出了转变增长方式是可持续发展的源泉。在实证研究方面,目前对经济增长方式的研究主要集中在通过对全要素生产率增长及其分解来做出判断。Fare(1994)在 Farrell(1957)的技术效率概念基础上首次采用非参数方法计算并分解全要素生产率,Kumar(2002)、Fare(2006)将环境约束因素融入非参数生产前沿模型研究环境管制的机会成本。邹至庄(2005)发现我国经济增长的主要动力是资本积累。郑玉歆(1992)、李京文(1998)、林毅夫(2003)、王志刚(2006)等得出了很多有价值的结论。郑京海(2004)采用非参数 DEA 方法研究发现全要素生产率对我国经济增长的贡献在 20 世纪 90 年代后越来越低。涂正革(2007)采用生产率指数增长核算法发现全要素生产率逐渐成为大中型工业迅猛增长的主要源泉。已有文献大多都集中于对我国经济增长方式的研究,很少涉及区域经济,尤其是对像上海这样的工业较为发达的城市进行深入系统的研究,并在资源环境约束下考察上海微观工业企业增长方式的特点及转变,对全面、科学、客观和准确地判断上海经济的可持续发展,正确选择适合上海的发展道路无疑将具有重要意义。

二、近年来上海工业经济发展与全国比较分析及其战略地位评价

1. 上海工业 GDP 分析。上海的名义工业 GDP 和真实工业 GDP 近十年来一直保持着增长。总的来说,真实工业 GDP 的增长比名义工业 GDP 的增长更加平缓。在 1997—2003 年,上海的真实工业 GDP 一直大于名义工业 GDP,2003 年的真实值比 1997 年增长了 88.70%,比同时期的名义值增长率高 7.34 个百分点;而 2004—2006 年,名义工业 GDP 的增长速度明显大于真实工业 GDP 的增长速度,2006 年的名义值比 2004 年增长了 33.70%,比同时

期真实值的增长率 25.21% 高 8.49 个百分点。

通过表 1 比较分析可以看出,在 1997 到 2006 年间平均来看,地区真实工业 GDP 排名前 9 位的分别是广东、江苏、山东、浙江、河北、河南、上海、辽宁和湖北,近 10 年的平均地区真实工业 GDP 分别为 5 903.79 亿元、5 598.14 亿元、5 443.60 亿元、4 069.09 亿元、2 918.61 亿元、2 913.11 亿元、2 657.29 亿元、2 545.09 亿元、2 482.35 亿元,上海位居第 7 位。从地区真实工业 GDP 来看,上海在 1997—2005 年一直保持着第 7 位的排名,但在 2006 年被辽宁省反超,位居第 8 位。上海的平均真实工业 GDP 为 2 657.29 亿元,比排名第一位的广东省少 3 246.50 亿元,比第 6 名的河南少 255.82 亿元。但是面积为 6 340.5 平方公里的上海以每平方公里生产 0.4191 亿元的真实工业 GDP 遥遥领先于上述各省,单位地理面积的工业生产水平非常可观。

表 1 上海及其他省份工业 GDP 比较

省市	1997—2006 年平均真实工业 GDP(亿元)	面积 (平方公里)	每平方公里真实工业 GDP(亿元)
广东	5 903.79	179 800	0.0328
江苏	5 598.14	102 600	0.0546
山东	5 443.60	157 100	0.0347
浙江	4 069.09	101 800	0.0400
河北	2 918.61	190 000	0.0154
河南	2 913.11	167 000	0.0174
上海	2 657.29	6 340.5	0.4191
辽宁	2 545.09	145 700	0.0175
湖北	2 482.35	211 875	0.0117

2. 上海工业 GDP 增长率分析。上海真实工业 GDP 增长率总体上跟全国真实工业 GDP 增长率呈现一致性,但是其波动程度比全国真实工业 GDP 增长率更大。1997—2000 年,上海的真实工业 GDP 增长率与全国真实工业 GDP 增长率数值几乎不相上下,但是在 2001—2004 年,上海的真实工业 GDP 增长率远远高于全国平均值,四年平均高出 3.05 个百分点。而在 2005 年和 2006 年,上海的真实工业 GDP 增长率再度向全国平均值靠拢。这说明从 2005 年开始,上海的工业发展势头不再如前几年那么迅猛。

如表 2 所示,上海的真实工业 GDP 增长率 2001 年在全国排名中较靠前,增长率高于全国 31 个省、直辖市、自治区的平均增长率,但是在其他年份中,上海的真实工业 GDP 增长率相对于全国其他省份来说都处于比较疲软的状态,排名多数处于 20 位之后,且增长率都低于全国各省、直辖市、自治区的平均增长率。2005 年和 2006 年其与各省、直辖市、自治区的平均值差距进一步拉大,两年平均低于平均值 4.22 个百分点。

以上比较分析均表明近年来相对于全国而言,虽然上海具有较强的经济实力和工业基础,但是从增长趋势来看,无论是上海整体经济增长还是工业增速都呈现出放缓态势,后继增长乏力,同时在全国经济平稳较快增长的同时,

上海在全国中的经济地位和工业重要性有所下降,因此如何保持上海在环境、资源约束下又好又快地发展,并进一步提升上海的综合竞争力则是必须面临的重大问题。本文将采用非参数环境生产前沿理论模型对上海的经济增长动力和源泉进行深入分析。

表 2 全国 31 个省、直辖市、自治区(不含港澳台地区)真实工业 GDP 增长率

年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
最大值	16.80%	16.02%	14.51%	17.60%	18.50%	34.70%	27.51%	34.88%	25.70%
最小值	6.70%	4.45%	5.72%	4.30%	8.40%	10.20%	12.57%	8.10%	10.50%
平均值	10.61%	9.55%	10.60%	10.65%	12.65%	16.30%	16.31%	15.68%	16.55%
上海值	8.20%	8.96%	9.80%	12.00%	12.10%	16.11%	14.88%	11.50%	12.30%
上海排名	25	21	24	6	18	14	22	29	29

三、非参数环境生产前沿理论模型及其效应分解

我们将用非参数的方法(数据包络方法)来构造上海工业的生产前沿和相关指数,基本的做法就是通过包络所有的样本点得出最优的生产前沿进而来进行效率分析,该方法的优点是不需要对生产函数进行识别。首先,我们定义一些概念。要素投入定义为 $x=(x_1,x_2,\cdots,x_k)\in R^k_+$,生产“好”的产品(比如:火电厂生产的电力)定义为 $y=(y_1,y_2,\cdots,y_M)\in R^M_+$ 和“坏”的或者不希望生产的产品(如:火电厂生产的二氧化硫 SO_2 等副产品,表示环境约束影响)定义为 $b=(b_1,b_2,\cdots,b_2)\in R^l_+$;定义集合 $p(x)=\{(y,b):x \text{ can produce } (y,b)\}$, $x\in R^k_+$ 为产出集合,在给定某个投入要素 x 下, $p(x)$ 表示能够用给定的要素投入生产出来的“好”的产品和“坏”的产品 (y,b) 的全部组合。显然我们这里含有一种假设就是当生产好产品时,坏的产品也一定会生产出来,也即存在一种成本,若要想减少坏的产品的生产就一定要同时减少好的产品的生产。

在 $P(x)$ 的基础上,我们定义在环境管制下的生产集合 $P(x)$ 下的生产函数,为了方便讨论且不失一般性,我们假设 y 是一维向量,定义环境生产函数:

$$F(x;b)=\max\{y:(y,b)\in P(x)\}$$
 (1)

它衡量了在给定投入 x 和污染物排放 b 条件下,能够生产好产品的最大数量。我们定义了从环境管制下的生产集合 $P(x)$ 下的生产函数 $F(x;b)$,同样可以根据生产函数 $F(x;b)$ 来定义环境管制下的生产集合 $P(x)$:

$$P(x)=\{(y,b):y\leq F(x;b)\}$$
 (2)

为了能够进行实际的分析,在前述基础上定义函数:对 N 个生产者进行观测,投入产出为 $(x_i,b_i,y_i),i=1,2,\cdots,N$,那么生产者 i 的环境生产函数为:

$$Fu(x^i;b^i)=\max\sum_{i=1}^N z_i y_i$$

$$s. t. \quad \sum_{i=1}^N z_i b_{ij} \geq b_{i,j}, j=1,2,\cdots,J$$
 (3)

$$\sum_{i=1}^N z_i x_{ik} \leq x_{i,k}, k=1,2,\cdots,K$$

$$z_i \geq 0, i=1,2,\cdots,N$$

z_i 反映生产前沿权重。目标函数表示在参考技术下,给定投入 x^i 和受约束的污染物排放量 b^i 下所能生产好产品的最大数量。定义无环境约束下的生产前沿为 $F_u(x^i; b^i | P(x))$, 上式中的第一个约束为“不小于”约束, 它表明坏产品可以任意处置而不受环保管制, 即可得到无环境约束下的生产前沿。

定义在环境管制、要素供给约束下环境距离函数 $D_0(x_i, b_i, y_i) = \frac{y_i}{F(x^i; b^i)}$, 它衡量了生产个体在环境技术下的技术效率高低和生产潜力大小,

其中: y_i 表示实际产出, $F(x^i; b^i)$ 表示在环境和要素约束下的理论产出。在环境和要素约束下, 生产者 $t+1$ 期与 t 期的生产力分解为三个部分: $y^{t+1}/y^t = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, b^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, b^t, y^t)} \times \left[\frac{F^{t+1}(x^{t+1}; b^{t+1})}{F^t(x^{t+1}; b^{t+1})} \frac{F^{t+1}(x^t; b^t)}{F^t(x^t; b^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \times \left[\frac{F^{t+1}(x^{t+1}; b^{t+1})}{F^{t+1}(x^t; b^t)} \frac{F^t(x^{t+1}; b^{t+1})}{F^t(x^t; b^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$ 。其中: $\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, b^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, b^t, y^t)}$ 表示技术效率变化对生产力的

效应, 若该值大于 1, 则说明生产者在逐渐靠近生产前沿。 $\left[\frac{F^{t+1}(x^{t+1}; b^{t+1})}{F^t(x^{t+1}; b^{t+1})} \frac{F^{t+1}(x^t; b^t)}{F^t(x^t; b^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$ 衡量的是技术进步对生产力的效应。 $\left[\frac{F^{t+1}(x^{t+1}; b^{t+1})}{F^{t+1}(x^t; b^t)} \frac{F^t(x^{t+1}; b^{t+1})}{F^t(x^t; b^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$ 衡量的是要素投入的变化对生产力的贡献, 即要素投入效应。

为分析方便且不失一般性, 同时能够说明能源供应约束和环境约束的影响, 此处只考虑劳动、资本两种要素投入和工业 GDP(好产品)、二氧化硫两种产出(坏产品), 投入向量为 $x = (x_{\text{Labor}}, x_{\text{Capital}}) \in R_+^2$ 。因此以上约束可改写为:

$$\text{s. t. } \sum_{i=1}^N z_i b_{ij} = b_{i'j}, j=1,2,\cdots,J$$

$$\sum_{i=1}^N z_i x_{ik} \leq x_{i'k}, k=\text{Labor, Capital}$$

$$z_i \geq 0, i=1,2,\cdots,N$$

上述约束条件中, 第一个等式约束表明坏产品受到环境管制约束; 第二个等式约束表明要素的投入受到限制, 即劳动与资本的投入量不能大于生产者 i 的实际投入量; 第三个约束 z_i 大于零, 表明环境生产函数假定为规模报酬不变。

四、实证分析

本文采用的数据来源于历年《中国统计年鉴》、《中国工业能源统计年鉴》、《中国环境年鉴》、《上海统计年鉴》、《上海工业能源统计年鉴》, 主要收集的数

据包括上海工业和按行业分类的资本、劳动人数、能源(万吨标准煤)、工业总产值和二氧化硫的排放量。全部样本时间区间为 1994—2006 年,行业划分按照国家标准涉及上海 32 个行业,通过以上面板数据采用非参数环境生产模型(3)式对相关行业的技术效率进行实证分析,在此基础上并进一步深入研究能源和环境约束如何影响上海的技术进步效应、要素投入效应、技术效率效应和人均工业产出,本文所用软件为 SAS8.2 和 Stata8.0。

表 3 报告并列出了 1994 年和 2006 年 32 个行业的技术效率水平,我们可以发现烟草加工业、电子及通信设备制造业、仪器仪表及文化办公用机械制造业在这两年的技术效率都是 1,所以这三个行业在 1994 年和 2006 年都达到了生产前沿。另外,仅在 1994 年达到生产前沿的有服装及其他纤维制品制造业、文教体育用品制造业、医药制造业、非金属矿物制品业、交通运输设备制造业、医药制造业、普通机械制造业,在 2006 年达到生产前沿的有食品制造业、家具制造业、塑料制品业、有色金属冶炼及压延加工业。

表 3 32 个行业在 1994 年和 2006 年的技术效率指数(生产前沿效率指数为 1)

序号	重工业	1994 年技术效率指数	2006 年技术效率指数	序号	轻工业	1994 年技术效率指数	2006 年技术效率指数
1	石油加工及炼焦业	0.330359	0.986292	1	食品加工业	0.198947	0.740408
2	化学原料及化学制品制造业	0.19946	0.436843	2	食品制造业	0.233756	1
3	医药制造业	1	0.415721	3	饮料制造业	0.405117	0.592783
4	化学纤维制造业	0.401637	0.424754	4	烟草加工业	1	1
5	橡胶制品业	0.694793	0.401987	5	纺织业	0.249097	0.463012
6	塑料制品业	0.632663	1	6	服装及其他纤维制品制造业	1	0.947276
7	非金属矿物制品业	1	0.327043	7	皮革、毛皮、羽绒及其制品业	0.780724	0.753165
8	黑色金属冶炼及压延加工业	0.395591	0.365182	8	木材加工及竹、藤、棕、草制品业	0.171799	0.610739
9	有色金属冶炼及压延加工业	0.960352	1	9	家具制造业	0.024074	1
10	金属制品业	0.79834	0.651035	10	造纸及纸制品业	0.204053	0.381306
11	普通机械制造业	1	0.624316	11	印刷业、记录媒介的复制	0.366034	0.46628
12	专用设备制造业	0.589893	0.632771	12	文教体育用品制造业	1	0.75851
13	交通运输设备制造业	1	0.8618	13	仪器仪表及文化、办公用机械制造业	1	1
14	电气机械及器材制造业	0.99714	0.90345	14	其他制造业	1	0.640406
15	电子及通信设备制造业	1	1		(轻工业)均值	0.545257	0.739563
16	电力、蒸汽、热水的生产和供应业	0.178119	0.895862				
17	煤气生产和供应业	0.101862	0.356537				
18	自来水的生产和供应业	0.06616	0.303704				
	(重工业)均值	0.630354	0.643739				

行业内技术效率从 1994 年到 2006 年有显著提高的行业有:石油加工及炼焦业、化学原料及化学制品制造业、塑料制品业、电力蒸汽热水的生产和供应业、煤气生产和供应业、自来水的生产和供应业、食品加工业、食品制造业、饮料制造业、纺织业、木材加工及竹藤棕草制品业、家具制造业、造纸及纸制品业、印刷业及记录媒介的复制。在这 10 年期间行业内技术效率显著下降的行业有:非金属矿物制品业、电气机械及器材制造业、服装及其他纤维制品制造业、文教体育用品制造业、其他制造业。技术效率基本维持不变的行业包括:化学纤维制造业、黑色金属冶炼及压延加工业、专用设备制造业、皮革毛皮羽绒及其制品业。

以上分析深刻说明,总体来看,上海工业的效率近十余年来有所提高,其原因可能是对外开放力度的加大所导致的激烈竞争的加剧,从而增加了上海工业的技术含量,使得上海工业整体的平均效率有所提高。同时从表 3 中进一步可以看出,高技术行业和轻工业的效率普遍都有所提高,而传统的重工业的效率从 1994 年到 2006 年都没有显著的提升,这说明上海工业增长效率的变化在不同类型的工业行业中存在着较大的差异。其原因可能在于对高技术 and 轻工业行业而言,外资的进入和行业进入壁垒较低,进而导致国内外相关行业内部竞争加剧,客观上促使了相关效率的提高,但是作为重工业而言,相关行业普遍都是我国保护的产业,而且我国工业又处在重化的显著发展阶段,由于缺乏充分竞争,可能导致相关行业的效率不高。

通过非参数前沿生产理论分析了上海 32 个工业行业近十余年来的技术效率后,下面我们将继续研究能源、环境约束对于相关产出变化及其各种分解效应的影响关系,以便于深入分析工业行业的增长源泉和动力。具体来讲,我们就是将分析 1994—2006 年各种要素的投入和排放的二氧化硫的改变对人均产出变化、技术效率效应、技术进步效应、要素投入效应的影响关系,从统计的角度来分析各种影响因素的显著性及其相关关系。

表 4 能源、环境因素对人均工业产出变化的影响关系

被解释变量:人均产出变化	系数	标准差	t 值	p 值	95%置信区间
解释变量:					
K(人均资本)	0.1369948	0.0604187	2.27	0.031	[0.0132326 0.2607569]
Energy(人均能源)	0.1200192	0.2139112	0.56	0.579	[-0.3181581 0.5581965]
SO ₂ (人均 SO ₂ 排放量)	-0.0967469	0.0962277	-1.01	0.323	[-0.2938604 0.1003665]
C(常数项)	2.434896	0.7247407	3.36	0.002	[0.9503317 3.91946]

表 4 是人均工业产出变化与人均资本、能源投入、人均二氧化硫排放之间的影响关系,由表可见,资本的增加对人均产出的增加有显著的影响,其系数为 0.14,这表明人均资本变化 1%将会导致人均工业产出变化 0.14%左右,这与传统的柯布一道格拉斯生产函数关于经济增长的动力机制相吻合。按照生产函数理论,常数项 C 可以看作是技术要素对人均产出变化的影响,常数项 C 值为 2.43,t 值极其显著,高达 3.36,这说明上海人均工业产出变化受到技术因素非常明显的影响;同时能源 Energy、环境 SO₂ 变量对人均工业产出的影响均不显著,说明在能源、环境约束下,上海工业增长模式需要转型,在减少相关能源投入和环境污染情况下将不会显著影响到人均工业产出。

表 5 能源、环境因素对工业技术效率效应的影响关系

被解释变量:技术效率效应	系数	标准差	t 值	p 值	95%置信区间
解释变量:					
K(人均资本)	-0.1033934	0.0335391	-3.08	0.005	[-0.1720951 -0.0346918]
Energy(人均能源)	0.0874084	0.1187443	0.74	0.468	[-0.1558283 0.3306452]
SO ₂ (人均 SO ₂ 排放量)	-0.0948984	0.053417	-1.78	0.087	[-0.2043181 0.0145214]
C(常数项)	1.390517	0.4023111	3.46	0.002	[0.5664199 2.214614]

表 5 表明行业值间的技术追赶效应(即技术效率效应)与人均资本、能源

投入和二氧化硫之间的影响关系,从计量结果来看,人均资本变量显著影响技术效率效应,系数值为-0.10,t 值为-3.08,它反映出工业行业内人均资本增加 1%将会降低技术效率差距 0.10%,因此行业内随着资本的增加,技术差距会逐渐变小,资本较高的行业人均产出也会较大,因此技术的追赶效应对资本存量较低的行业比较有优势。同时技术效率效应并不显著受到能源 Energy 和环境 SO₂ 排放量的影响。

表 6 表明在对工业增长效应进行分解后,人均资本 K、能源 Energy 与环境 SO₂ 排放对技术进步效应都不存在显著的影响关系,说明工业行业的技术进步与投入要素关系及其二氧化硫的排放没有明显的作用机制,增加要素投入不会自动使技术水平提高。

表 6 能源、环境因素对工业技术进步效应的影响关系

被解释变量:技术进步效应	系数	标准差	t 值	p 值	95%置信区间
解释变量:					
K(人均资本)	-0.0017448	0.0042306	-0.41	0.683	[-0.0104108 0.0069212]
nergy(人均能源)	0.0153052	0.0149784	1.02	0.316	[-0.0153767 0.045987]
SO ₂ (人均 SO ₂ 排放量)	-0.0058565	0.006738	-0.87	0.392	[-0.0196587 0.0079457]
C(常数项)	-0.3174255	0.0507475	-6.25	0.000	[-0.421377 -0.2134739]

表 7 能源、环境因素对工业要素投入效应的影响关系

被解释变量:要素投入效应	系数	标准差	t 值	p 值	95%置信区间
解释变量:					
K(人均资本)	0.4376704	0.0476723	9.18	0.000	[0.3400182 0.5353226]
Energy(人均能源)	0.0997091	0.1687826	0.59	0.559	[-0.2460264 0.4454446]
SO ₂ (人均 SO ₂ 排放量)	0.0160491	0.0759266	0.21	0.834	[-0.1394795 0.1715778]
C(常数项)	0.9114421	0.571843	1.59	0.122	[-0.2599252 2.082809]

表 7 中只有人均资本对要素投入效应具有显著影响关系,其 t 值高达 9.18,说明在工业行业要素投入中,资本投入比能源投入更为重要。

以上分析结果表明近年来上海工业增长的技术效率效应、技术进步效应和要素投入效应并不会显著受到能源与环境 SO₂ 排放量的影响,因此在能源、环境约束下转变上海工业增长模式,通过走“低投入、低排放、低污染”的资源节约型和环境友好型发展道路对于保证其可持续发展具有重要的理论意义和现实意义。

五、主要结论

1. 上海名义 GDP 近十年来实现了 3 倍多的增长,其真实 GDP 增长率总体来说伴随我国宏观经济波动而波动。1997—2004 年,上海的真实 GDP 增长率都高于全国的真实 GDP 增长率,但是 2005 年出现结构转折点,上海的真实 GDP 增长率疲软态势显现。上海真实工业 GDP 的增长比名义工业 GDP 的增长更加平缓,其真实工业 GDP 增长率总体上跟全国呈现一致性,但是波动程度比全国真实工业 GDP 增长率更大。1997—2000 年,上海的真实工业 GDP 增长率与全国几乎不相上下,2001 年到 2004 年,上海的真实工业 GDP

增长率远远高于全国平均值,四年平均高出 3.05 个百分点,但是 2005 年后,上海的真实工业 GDP 增长率再度向全国低值靠拢。这说明一方面从总量上来看,上海具有较强的经济实力和工业基础,但是另一方面从增长趋势来看,无论是上海整体经济增长还是工业增速都呈现出放缓趋势。

2. 通过比较 1994 年和 2006 年上海 32 个行业的技术效率水平,发现烟草加工业、电子及通信设备制造业、仪器仪表及文化办公用机械制造业在这两年都达到了生产前沿。在 1994 年达到生产前沿的有服装及其他纤维制品制造业、文教体育用品制造业、医药制造业、非金属矿物制品业、交通运输设备制造业、医药制造业、普通机械制造业,在 2006 年达到生产前沿的有食品制造业、家具制造业、塑料制品业、有色金属冶炼及压延加工业。这表明从总体平均水平来看,上海工业效率近十余年来有所提高,尤其是高技术行业和轻工业的效率都有所提高,但是传统的重工业的效率在 2006 年都没有显著提升,因此如何提高上海重工业的效率便成为上海工业增长模式转变需要解决的重大问题。

3. 基于非参数环境生产前沿模型将上海工业增长动力划分为技术效率效应、技术进步效应和要素投入效应。技术效率效应随人均资本的增加而减小,但与能源投入的变化、二氧化硫排放的变化无显著影响关系;技术进步效应与资本、能源投入以及二氧化硫的排放关系均不显著,这说明单纯增加要素投入不会促使上海工业技术含量自动提高。要素投入效应中,只有人均资本显著,这说明在要素投入中,资本的投入比能源投入更为重要。因此在资源、环境约束下,上海工业增长模式要避免走“高消耗、高污染、高排放”的粗放型经济增长道路,转变工业增长方式是上海工业经济增长可持续发展的重要源泉和动力。

参考文献:

- [1]吴敬琏. 我国经济增长模式抉择[M]. 上海:上海远东出版社,2005.
- [2]刘世锦. 关于我国增长模式转型的若干问题[J]. 管理世界,2006,(2):1—11.
- [3]蔡昉. 经济增长方式转变与可持续性源泉[J]. 宏观经济研究,2005,(12):34—37.
- [4]邹至庄. 我国经济转型[M]. 北京:中国人民大学出版社,2005.
- [5]李京文,钟学义. 我国生产率分析前沿[M]. 北京:中国社会科学文献出版社,1998.
- [6]林毅夫,刘培林. 经济发展战略对劳均资本积累和技术进步的影响[J]. 中国社会科学,2003,(4):21—28.
- [7]王志刚,龚六堂. 地区间生产效率与全要素生产率增长分解[J]. 中国社会科学,2006,(2):16—25.
- [8]郑京海. 我国改革时期省际生产率增长变化的实证分析[J]. 经济学季刊,2004,(1):14—27.
- [9]涂正革. 全要素生产率与区域经济增长的动力[J]. 南开经济研究,2007,(4):16—28.
- [10]Fare, Rolf, Shawna. Productivity growth, and efficiency change[J]. American Eco-

conomic Review, 1994,(1): 66—83.

- [11]Kumar, Subodh, Russell, Robert R. Technological change, technological catch-up, and capital deepening: relative contributions to growth [J]. American Economic Review, 2002,(3): 527—548.
- [12]Fare, Rolf, Grosskopf, Shawna. Environmental production functions and environmental directional distance functions[J]. Energy, 2006,(10):101—108.
- [13]Fare, Rolf, Grosskopf, Shawna. Shadow prices and pollution costs in USA agriculture [J]. Ecological Economics, 2006,56:89—103.

Transformation of Industrial Growth Mode under Energy and Environment Constraint: Empirical Analysis of Shanghai' Data Based on Nonparametric Production Frontier Model

ZHOU Jian, GU Liu-liu

(School of Economics, Shanghai University of Finance
and Economics, Shanghai 200433, China)

Abstract: Using industrial panel data made up of big and medium industrial enterprises in Shanghai, the paper studies the mode transformation of Shanghai's industrial growth under energy and environment constraint on the basis of nonparametric environmental production frontier method. The results show that the growth rates of real GDP in Shanghai are on high level from 1997 to 2004, but since 2005, its increasing speed has slowed down. In recent years, due to the energy and environment constraint, the growth rate of real industrial GDP in Shanghai approaches the national low level. On the whole, industry efficiency in Shanghai has been improved a little in recent 10 years, especially in high-technology and light industries, but the efficiency of traditional heavy industry has not significantly been increased since 2006. Industrial growth power in Shanghai can be classified into technology efficiency effect, technology progress effect and factors input effect, so the mode transformation of industrial growth is the important source and drive power for sustainable economic development in Shanghai under energy and environment constraint.

Key words: energy; environment constraint; industrial growth mode; nonparametric environmental production frontier; panel data

(责任编辑 许 柏)