

资源约束、技术效率与地区差异^{*}

——基于中国省际数据的随机前沿模型分析

李国璋 王 双

摘要：中国东中西部地区处于不同的发展阶段，对不同要素投入的需求明显不同。东部地区发展水平较高，人力资本对经济增长的作用较大，资本的作用逐渐减低，资源约束的影响较小；而中西部地区较低的发展阶段决定了劳动力和资源要素投入对增长的推动作用较为显著，尤其是西部地区，人力资本水平较低，资本投入有限，资源投入是推动经济增长的主要力量。进一步地，对不同地区资源约束下的随机前沿模型分析表明，技术效率是造成地区差异的主导原因，而人力资本较低也在一定程度上限制了西部地区技术的发展和创新能力形成，从而阻碍了提高资源使用效率的技术发展，使得西部地区资源约束对增长的影响较大。

关键词：资源约束 技术效率 随机前沿 地区差异

一、引言

经济增长的现实表明，资源对经济增长的作用越来越突出，同时资源约束的影响也日益增大，由于资源短缺造成增长放缓的现象不断出现。资源保障着人类的生活，缺少资源人类将无法生存和发展。世界经验证明，资源已经成为经济增长不可缺少的重要因素。因此，世界各国越来越重视对资源的有效利用和保护，制定了相应的政策措施来保障资源的有效供给和使用，并进一步加大资源利用的技术投入，通过推动资源技术进步来缓解资源短缺的约束。

随着中国经济的高速增长，资源对经济增长的约束也日益突出，资源短缺与利用效率低下成为制约中国经济增长的重要问题。一直以来，高投入、高消耗的资源支撑着中国经济的高速增长。仅以石油为例，2004年，中国能源最终消费量为819.22百万吨标准油，2001-2004年中国最终能源消费量占世界能源最终消费总量的12.42%，仅次于美国（2004年美国能源最终消费量为1600.79百万吨标准油，2001-2004年占世界24.27%），成为世界第二大能源消费国。面对日益加剧的资源约束，中国政府也适时提出了建立资源节约型、环境友好型社会的发展战略，但是不同地区之间由于发展阶段和发展水平的不同，不同要素投入对经济增长的作用也不同。对于东部地区，人力资本在经济增长中的作用逐步增强，资本和资源的作用逐渐减弱。而中西部地区由于处于较低的发展阶段，劳动力和资源等要素对经济增长的推动作用依然明显，对劳动力和资源要素的需求仍然较大，因此资源约束对中西部地区比较显著。

经济学界对资源（尤其是不可再生资源）的关注兴起于20世纪60年代，当时对资源的研究集中于最优开采量的确定。随着资源短缺现象越来越严重，人们关注的焦点逐渐转向如何实现资源的可持续利用和经济增长的可持续性，力求探讨资源与经济增长之间的内在关系。Meadows、Randers和Behrens（1972）考虑了在Solow模型中不存在的自然资源、污染和其他环境问题，并研究其对长期经济增长可能性的影响。他们认为，石油和其他资源的数量是一定的，任何持续性增加产出的增长路径将耗尽这些资源，因此，这些增长的路径是不可行的，资源供给对生产能力是一种严格的约束。Baumol（1986）认为，自然资源的物质存量是有限的，将随人类经济的增长逐渐减少，但是技术进步将提高这些资源的经济贡献，因此自然资源的经济存量将不断增长。Stiglitz（1974）构造了一个基于外在技术进步的单部门最优增长模型，并将不可再生资源加入到模型

* 李国璋，兰州大学经济学院，邮政编码：730000，电子信箱：ligzh@lzu.edu.cn；王双，兰州大学经济学院，邮政编码：730000，电子信箱：qiqi6962@163.com。

中,其中,劳动、资本和自然资源可以相互替代。其模型表明,自然资源的稀缺性可以被技术进步抵消。只要保持正的技术进步速度,总产出就不会下降。他详细探讨了何种情况下持续的人均消费水平存在并可行,描述了自然资源约束下达到经济增长稳态的路径,以及经济最优增长路径。随后,Robson(1980)、Takayama(1980)、Jones 和 Manuell(1997)等都相继提出了不同的内生增长模型,对资源、技术与经济增长之间的关系进行了研究。

国内对中国不同地带之间发展差距的研究较为丰富,但是考察资源约束对地区差距如何作用的文献较少。王小鲁和樊纲(2004)对20世纪八九十年代地区经济差距的变动趋势做了较为详细的分析,重点从资本、劳动力、人力资本等要素在地区间的配置和流动角度分析其对地区差距变动的影响,并指出制度变革(即市场化进程)和结构变化(主要是城市化)也是造成地区差距的重要因素。他们发现,西部地区在各个方面都落后于东部地区,要想缩小地区差距,西部地区必须全方位深化改革,加快发展步伐,逐步提高生产率。但是他们的研究没有涉及对资源要素的考察,而西部地区丰富的资源是未来发展的比较优势之一。颜鹏飞、王兵(2004)利用曼奎斯特生产率指数法测算了中国30个省1978-2001年的全要素生产率,发现1992-2001年东中部地区出现了TFP的增长而西部地区出现下降,他们给出的解释是:东部地区的增长是由于技术进步,中部地区是由于技术效率改进,而西部地区技术进步和技术效率都出现了下降,因此技术进步及技术效率是地区差距的主要因素。但是由于他们使用DEA技术,没有考虑随机因素对经济增长的影响,而随机因素对中国经济增长的影响不能忽略(傅晓霞、吴利学,2006),因此其结论的说服力有所下降。傅晓霞、吴利学(2006)基于随机前沿生产函数提出地区增长差异的分析框架,将产出差距分解为平均资本差异、经济规模差异和全要素生产率差异,发现技术效率是地区间差异的主导因素。虽然他们的研究考虑到了改革开放以来中国制度变动对经济增长的影响,但是没有突出不同地区不同发展阶段各种要素投入对增长的不同作用,也没有考虑资源因素对地区差距的影响。

以上研究都没有将资源作为地区差距的重要因素进行考察,而我们发现,资源因素在地区发展中的作用不能忽略。因为不同地区处于不同的发展阶段,对不同要素投入的需求明显不同。东部地区发展水平较高,因此人力资本对经济增长的作用较大,而资本的作用逐渐减低,资源约束的影响也较小,但是对于中西部地区来说,较低的发展阶段决定了劳动力和资源要素投入对增长的推动作用较为显著,尤其是西部地区,人力资本水平较低,资本投入有限,因此资源投入是推动经济增长的主要力量,资源型产业成为西部地区发展的主要产业形态。本文基于随机前沿模型,提出了资源约束下地区差异的分析框架,通过对东中西部地区技术非效率的考察,发现技术效率在地区间存在显著差异,而且资源约束对东部地区较弱,对中西部地区较强。此外,还进一步分析了地区之间的相对技术进步差异,得出技术进步由高到低的顺序依次是东部、中部,西部地区最为落后。因此,我们认为技术进步和技术效率是造成地区差异的主导原因,同时人力资本较低也在一定程度上限制了西部地区技术的发展和创新能力形成,从而阻碍了提高资源使用效率的技术发展,使得西部地区资源约束对增长的影响较大。

本文的结构如下:第二部分论述了基于省际的随机前沿模型及后续分析框架;第三部分对东中西部地区进行了随机前沿模型的估计,给出估计结果并进行说明;第四部分对地区间相对技术进步差异进行分析,并进一步对地区间增长进行收敛估计;最后给出全文的结论和政策建议。

二、基于省际的随机前沿模型

(一) 随机前沿模型的选择

随机前沿模型能够反映随机冲击对经济系统的影响,并能够计算出技术非效率(technical inefficiency),是目前研究技术效率的有力工具。随机前沿模型的一般形式为:

$$Y_{it} = F(X_{it}, \beta) \exp(V_{it} - U_{it}) \quad (1)$$

其中, Y_{it} 表示第*i*个研究对象(如公司、地区或国家等)第*t*年的产出, X_{it} 表示第*i*个研究对象(如公司、地区或国家等)第*t*年的要素投入, β 是待估参数, V_{it} 表示随机误差, U_{it} 代表不同个体的技术非效率。

Battese和Coelli(1995)提出了进一步分解影响技术非效率的非平衡面板随机前沿模型,将技术非效率表示成其影响因素的函数,与之前的模型相比,对技术非效率的解释更加清晰。其模型假设衡量技术非效率的

注意区别劳动力和人力资本:劳动力侧重流量,而人力资本则强调存量(王小鲁、樊纲,2004)。
广义的资源包括:自然资源、物质资本及人力资本,本文仅讨论狭义的资源范畴,即自然资源。

变量 U_{it} 具有截尾正态分布 $N(m_{it}, \sigma^2)$, m_{it} 表示为:

$$m_{it} = z_{it} + W_{it} \quad (2)$$

其中, z_{it} 为影响技术非效率的变量,体现了个体的跨时技术非效率; β 为待估系数; W_{it} 为随机变量,并服从截尾正态分布 $W_{it} \sim N(0, \sigma^2)$ 。则技术非效率 TE(technicalinefficiency) 为: $TE = \exp(-U_{it}) = \exp(-z_{it} - W_{it})$ 。我们将基于该随机前沿模型测算中国东中西部地区的技术效率。

(二) 生产函数的确定

估计随机前沿模型时,不同生产函数的选择将直接影响估计结果,因此一个重要的问题是确定生产函数采用何种形式。由于 CD 函数形式更适合研究宏观经济增长(ChowandLin,2002),因此经济增长文献研究总量生产函数时常采用 CD 函数形式。Stiglitz(1974)将不可再生资源放入增长方程,强调资源在经济增长中的重要性,具体如下:

$$Y = F(K, L, R, t) = K^{\alpha_1} L^{\alpha_2} R^{\alpha_3} e^{\beta t} \quad (3)$$

其中, Y 表示产出, K 表示资本投入, L 表示劳动力投入, R 表示资源利用, β 表示技术进步率, α_1 、 α_2 、 α_3 分别代表资本产出弹性、劳动产出弹性、资源产出弹性。这里,我们亦采用 CD 函数形式进行估计。

(三) 资源约束下的随机前沿模型

采用 Stiglitz 的生产函数形式,构造如下随机前沿模型:

$$Y_{it} = A(t) K_{it}^{\alpha_1} L_{it}^{\alpha_2} R_{it}^{\alpha_3} \exp(V_{it} - U_{it}) \quad (4)$$

其中: α_1 表示资本产出弹性, α_2 表示劳动产出弹性, α_3 表示资源产出弹性。考虑初始技术条件,设: $A(t) = \exp(A_0 + \beta t)$, A_0 表示初始技术水平, β 则表示技术进步率,其他与(1)式中含义相同。我们采纳 Miller(2002)的建议,放弃规模弹性为 1 的假定,即允许规模弹性 $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$ 大于、等于或小于 1,分别代表规模报酬递增、不变或递减。其中, $U_{it} \sim N(m_{it}, \sigma^2)$ 。影响中国经济可持续发展的因素包括:储蓄率与投资效率的提高、劳动力的变动及资源与环境因素(王小鲁,2000),因此我们将影响技术效率的因素解释为人力资本和能源强度,则设定: $m_{it} = \beta_0 + \beta_1 h_{it} + \beta_2 e_{it} + W_{it}$,其中 h_{it} 表示人力资本, e_{it} 表示能源强度。将(4)式进一步对数化,得到:

$$\ln Y_{it} = A_0 + \beta t + \alpha_1 \ln K_{it} + (\alpha_2 + \alpha_3 - 1) \ln L_{it} + \alpha_3 \ln R_{it} + V_{it} - U_{it} \quad (5)$$

(5) 式即是我们后续研究所采用的随机前沿模型。

(四) 地区技术进步相对差异 衡量

根据上述随机前沿模型,技术效率的影响因素概括为人力资本和能源强度,这在一定程度上体现了技术效率的地区差异,但是无法对各个地区人力资本和能源因素对技术效率的影响程度进行比较,因此我们拟利用 Khanna(2001)提出的模型对技术效率的地区差异程度进行更深入的比较研究。

Khanna(2001)提出基于超越对数生产函数,利用要素的产出弹性和要素之间替代弹性来衡量一组投入要素之间技术效率差异的指标,即:

$$Bias_{i,j} = \left[\frac{-\alpha_i}{\alpha_i} - \frac{-\alpha_j}{\alpha_j} \right] \quad (6)$$

其中, i, j 表示两种不同的要素投入, α_i 、 α_j 分别表示要素 i 和要素 j 对时间的系数, α_i 、 α_j 分别表示要素 i 和要素 j 的产出弹性。

当 $Bias_{i,j} > 0$ 时,表明技术进步是按要素 i 集约的,即要素 i 的技术进步大于要素 j ;当 $Bias_{i,j} < 0$ 时,表明技术进步是按要素 j 集约的,即要素 j 的技术进步大于要素 i 。

按照这个思路,我们提出基于 CD 生产函数的地区之间技术进步差异衡量指标,用 $Bias_{i,2}^{regi}$ 表示地区 1 与地区 2 在要素 i 之间的技术进步差异,则:

$$Bias_{i,2}^{regi} = \left[\frac{\alpha_{i,1}}{1,1 + \alpha_{i,2,1}} - \frac{\alpha_{i,2}}{1,2 + \alpha_{i,2,2}} \right] \quad (7)$$

其中, $\alpha_{i,1}$ 表示地区 1 第 i 种要素的产出弹性, $\alpha_{i,2}$ 表示地区 2 第 i 种要素的产出弹性。由于这里我们将影响技术效率的因素概括为人力资本和能源强度,因此 $\alpha_{1,1}$ 、 $\alpha_{2,1}$ 表示地区 1 的人力资本和能源强度系数; $\alpha_{1,2}$ 、

这里用能源强度来表示资源因素,主要强调资源的产出效率,但是可能缺乏一定的说服力。

此处的技术进步相对差异与(4)式中体现技术进步的 $A(t) = \exp(A_0 + \beta t)$ 有所区别: $A(t) = \exp(A_0 + \beta t)$ 中 β 表示技术进步率,强调初始条件给定情况下的绝对技术进步,而此处主要体现由人力资本和能源强度作用下的相对技术进步程度,用以分析地区间不同因素对技术效率的影响大小。

2.2 则是地区 2 的人力资本和能源强度系数，以测度这两个因素对技术效率影响程度的地区差异。

当 $Bias_{i,2}^{regi} = 0$ 时,表示地区 1 的技术进步快于地区 2;当 $Bias_{i,2}^{regi} > 0$ 时,表示地区 1 的技术进步比地区 2 慢,即地区 2 的技术进步快于地区 1。

三、地区技术效率结果分析

(一) 数据处理

利用中国 29 个省(重庆合并入四川省,西藏部分数据缺失,因此剔除)1995-2005 年的面板数据进行随机前沿模型的估计。(5)式中的变量处理如下:产出 Y_{it} 采用《中国统计年鉴》1995-2005 年各省 GDP 调整为 1995 年可比价,单位:万元), L_{it} 以《中国统计年鉴》中各省 1995-2005 年底从业人员数表示(单位:万人)。资本存量数据直接来源于张军、吴桂英和张吉鹏(2004) 的结果,并利用其方法更新到 2005 年。 R_{it} 表示资源利用,这里采用各省能源消费量代表其资源利用状况,数据来源于《中国能源统计年鉴》(2004-2005)(其中,2001 年宁夏的能源消费量来自于 2002 年《宁夏统计年鉴》)。关于人力资本的估算,Barro 和 Lee(2000) 提出使用教育获得作为人力资本水平的指标,即人力资本存量是劳动力数量与人力资本水平的乘积。Mankiw、Romer 和 Weil(1992) 使用成年人进入中学的比例作为人力资本投资的指标;Romer(1990) 使用识字率作为人力资本水平的指标。这里采用傅晓霞、吴利学(2006) 提出的方法:即以居民平均受教育程度衡量地区人力资本水平。指标采用 6 岁及以上人口平均受教育年数,假定文盲半文盲、小学、初中、高中、大专以上教育程度的居民平均受教育年数分别为 0、6 年、9 年、12 年、16 年。具体处理为: $H = prim \times 6 + juni \times 9 + seni \times 12 + coll \times 16$,其中, $prim$ 、 $juni$ 、 $seni$ 、 $coll$ 分别表示小学、初中、高中和大专以上受教育程度居民占地区居民 6 岁以上人口的比重(傅晓霞、吴利学,2006), H 表示人力资本,数据来源于各年《中国统计年鉴》。

(二) 模型结果

根据(5)式,采用三阶段极大似然估计法(Battese and Coelli,1995),使用 Frontier4.1(Coelli,1996) 软件,得到资源约束下的随机前沿模型似然估计量(见表 1)。

表 1 全国和东中西部 随机前沿模型似然估计量

	(1) 全国		(2) 东部		(3) 中部		(4) 西部	
	系数	t 统计量	系数	t 统计量	系数	t 统计量	系数	t 统计量
初始技术水平	-1.946	-4.387***	1.502	4.292***	-2.748	-19.169***	-6.746	-9.750***
技术进步	0.029	1.976*	0.175	15.593***	0.131	39.100***	-0.009	-4.855***
资本产出弹性	-0.203	-2.962**	0.427	-2.738**	0.011	-36.361***	0.013	2.779**
劳动产出弹性	0.121	2.307*	0.761	10.733***	0.036	-14.743***	0.033	7.117***
资源产出弹性	0.696	9.876***	0.375	-4.612***	-0.005	29.243***	0.102	8.619***
效率截距	0.843	3.500***	3.574	2.836**	0.573	1.051	0.801	1.925*
人力资本	-0.152	-9.837***	0.159	-2.735**	-0.051	-2.814**	-0.145	-1.82
能源强度	0.264	20.856***	0.256	-1.982*	0.074	-7.597***	0.203	4.875***
总体方差 ²	0.473	14.631***	0.615	17.046***	0.26	2.224*	0.241	2.912**
方差比	0.568	11.313***	0.916	17.506***	0.574	13.059***	0.493	10.180***
似然函数对数值	333		171		218		234	
对数值单侧误差 LR 检验	140		138		110		131	

注:总体方差² = $\frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$, 方差比 = $\frac{\sigma_u^2}{(\sigma_v^2 + \sigma_u^2)}$ 。*、**、*** 分别代表 10%、5%、1% 的显著性水平。

表 1 显示了全国及东中西部地区的随机前沿模型似然估计结果。全国及各地区的单侧似然比都通过了检验,即拒绝了不存在技术非效率的零假设 ($U_{it} = 0$),说明技术效率对经济增长的作用显著;方差比的显著

这里的人力资本和能源强度系数为(5)式中随机前沿模型中得到的各地区人力资本和能源强度平均系数,以体现不同地区不同因素对技术效率的影响程度。

详见:张军、吴桂英、张吉鹏:《中国省际物质资本存量估算:1952-2001》,载《经济研究》,2004(10)。

具体见:傅晓霞、吴利学:《技术效率、资本深化与地区差异——基于随机前沿模型的中国地区收敛分析》,载《经济研究》,2006(10)。

东中西部划分标准为《中国统计年鉴》(2006 年)的标准:东部地区包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南、辽宁、吉林、黑龙江(将东北地区归入东部地区);中部地区为山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南;西部地区为内蒙古、广西、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆(重庆包括在四川内,西藏部分数据缺失,因此剔除)。

性拒绝了不存在随机误差项的零假设($\alpha = 1$),说明不能忽略随机因素对经济增长的影响,因此模型设定合理。其中,全国(列(1))随机前沿模型系数都通过了显著性检验,但是在模型中增加资源作为解释变量后资本产出弹性为负,资源产出弹性均高于资本和劳动产出弹性,且三者之和小于1,即规模报酬递减,这说明经济增长质量不高,且资源产出弹性均高于资本和劳动产出弹性,进一步说明1995年后中国经济的增长为资源集约型,资源对产出的影响十分明显。东部地区(列(2))的技术进步系数高于中西部地区,说明东部地区技术进步快于中西部地区。人力资本及能源强度在东部地区的作用都很明显,但人力资本的显著性高于能源强度,说明东部地区经济增长主要由人力资本推动。中部地区(列(3))资源产出弹性为负,人力资本作用不明显,说明中部地区对资本的依赖仍然较大。西部地区(列(4))技术进步系数为负,反映出西部地区技术较为落后,人力资本系数不显著,而能源强度系数较为显著。

从结果来看,东部地区经济增长的人力资本作用较为突出,技术进步也明显高于中西部地区,因此资源的使用技术较好,资源约束较小。而中西部地区技术进步较慢,尤其是西部地区更为落后,资源使用的技术非效率突出,因此资源约束较强。

四、地区技术进步相对差异分析

利用(7)式我们进一步计算了地区技术进步相对差异,结果如表2所示。

	资本	劳动力	资源
地区1 - 地区2	0.536	0.253	1.140
地区1 - 地区3	1.391	1.558	2.148
地区2 - 地区3	0.273	1.011	-1.992

注:地区1代表东部地区,地区2代表中部地区,地区3代表西部地区。

表2给出了根据(7)式计算出的东中西部地区不同要素投入之间的技术进步相对差异。东部地区与中部地区最大的技术进步差异在资源,说明东部地区资源使用的效率高于中部地区,而劳动力的差异为0.253,较之资本和资源差异小,体现出中部地区重视劳动力因素对经济增长的作用,人力资本逐步提高,与东部地区差距缩小。东部地区与西部地区的差距明显大于东部地区与中部地区的差异,说明西部地区与东中部地区的相对技术进步差距较大。东西部地区在资本上的技术进步差异是东中部地区的近2.6倍,劳动力为6.2倍,而资源为1.9倍,劳动力的技术进步差异最大,说明西部地区人力资本较低,一定程度上限制了资本和资源效率的提高,这与王小鲁、樊纲(2004)的研究结论一致,他们认为人力资本是东中西部地区差距长期趋势的主要因素。因此,西部地区经济增长的推动因素主要是劳动力和资源,人力资本对经济增长的作用相对较弱(边雅静、沈利生,2004)。而人力资本水平较高的东部地区,人力资本推动经济增长的作用大于西部地区,其人力资本对经济增长的贡献超过了物质资本和资源。人力资本是技术进步的源泉,人力资本不足将直接影响西部地区的技术创新能力。这也从中西部地区的比较中得以验证,中西部地区劳动力方面的差距大于资本。但是,中西部地区资源的相对技术差异系数为负,说明西部地区在资源上的技术进步快于中部地区,我们对此的解释是:一方面,西部地区资源较为丰富,资源型产业比重较大;另一方面,也与国家的西部发展战略有关,国家自西部大开发以来,不断加大对西部地区资源产业的投入力度,重点扶持西部地区资源产业的发展,并重视对资源和环境的保护力度,因此加快了西部地区资源利用的技术进步。更为重要的是,这与不同地区不同发展阶段有关,东部地区经济发展较快,主导发展的因素已经逐渐上升为依靠开发与利用经济发展主体,即人类自身认知和学习能力来推动经济增长(陈惠雄,2004),而中西部地区技术进步的主体仍然是资本和资源,人力资本的作用未凸显,因此在经济增长过程中,资源约束对中西部地区比较显著,尤其是西部地区对资源的依赖更强,而中部地区人力资本作用正在提升,对资源的依赖相对降低,因此有可能西部地区的资源技术进步大于中部地区。

进一步,分析不同因素地区增长收敛的结果更能说明造成地区增长差距的内在原因。我们利用表1得出的结果报告出各地区绝对收敛的估计结果。利用三大地区各个要素投入的年平均增长率对初始水平进行回归估计,具体回归方程如下:资本收敛估计 $g_k = \alpha + \ln K_0$;劳动力收敛估计 $g_L = \beta + \ln L_0$;资源收敛估计 $g_R = \gamma + \ln R_0$;技术效率收敛估计 $g_{TE} = \delta + \ln TE_0$ 。估计结果如表3。

资本产出弹性为负,可能是由于资源的使用在很大程度上包含着资本投入,因此,将资源独立出来作为一个解释变量,降低了资本投入的显著性。

表 3 全国和东中西部地区绝对收敛估计结果

		资本	劳动	资源	技术效率
全国	系数	0.004886	-0 .00372	-0 .01696 **	1.244079 *
	t 统计量	1.007278	-1 .41568	-2 .58857	7.396962
	是否收敛	不显著	不显著	收敛	发散
东部	系数	0.021824 **	0.000869	-0 .00664	0.588759 *
	t 统计量	2.7137	0.177637	-0 .70584	3.477704
	是否收敛	发散	不显著	不显著	发散
中部	系数	0.006071	0.013019	-0 .00331	0.849226 ***
	t 统计量	0.300603	2.213213	-0 .18412	7.303548
	是否收敛	不显著	不显著	不显著	发散
西部	系数	-0 .00185	-0 .00923 **	-0 .03573 **	1.613011 *
	t 统计量	-0 .2467	-2 .61917	-2 .68645	5.140377
	是否收敛	不显著	收敛	收敛	发散

注：***、**、*分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平。

结果显示,从全国来看,资源呈现收敛趋势,而技术效率是发散的,进一步验证了技术效率是地区差距的主导因素。东部地区资本和技术效率都是发散的,劳动和资源不显著,且技术效率发散的显著性较高,显示出东部地区技术效率在不同省份之间也有差距,说明东部地区发展阶段较高,由依靠单纯的劳动力和资源转向依靠资本和技术,因此不同的资本和技术水平导致了不同的发展结果,造成资本充裕和技术较为先进的省份发展加快,而技术效率较低的省份发展滞后,“马太效应”凸显(傅晓霞、吴利学,2006)。中部地区、西部地区的技术效率也呈现发散趋势,而且显著性较高,表现出技术效率在不同地区内部的不平衡性,说明技术效率也是导致地区内差距的主要因素。西部地区在劳动和资源上呈现收敛趋势,而资本不显著,说明西部地区在劳动力使用及资源利用方面趋同,这与西部地区较低的发展阶段有关。因此,西部地区经济增长依然是依靠劳动力和资源等要素投入,资本对经济增长的作用不显著。但是无论是全国还是三大地带内部,技术效率都呈现发散趋势,说明技术效率都是导致地区发展差距的主导因素。这个结果与傅晓霞等(2006)的研究结果一致。他们利用 1990-2004 年中国 28 省(未包括海南和西藏,重庆包括在四川内)数据进行了资本和劳动要素对地区经济增长收敛估计,发现从全国来看,技术效率的发散趋势较为明显,技术效率效应是造成地区增长发散的关键性因素。

五、结论和政策建议

通过对基于省际的随机前沿模型估计及地区技术进步相对差异的分析,我们得出以下结论:

1. 全国随机前沿模型系数的估计结果显示,资本产出弹性、劳动产出弹性及资源产出弹性三者之和小于 1,即规模报酬递减,说明从 1995 年以来中国经济增长质量不高,虽然增速较高,但是规模报酬逐步递减,由增长获得的收益有限,且一定程度上显示出资源集约型增长态势,资源对产出的影响较为明显。
2. 东部地区的技术进步系数高于中西部地区,说明东部地区技术进步快于中西部地区,且通过对技术非效率的分析,发现人力资本在东部地区的作用最为明显,说明东部地区经济增长由人力资本推动。中部地区资源产出弹性为负,人力资本作用不明显,说明中部地区对资本的依赖仍然较大。西部地区技术进步系数为负,反映出西部地区技术较为落后,人力资本系数不显著,而能源强度系数较为显著。因此,东部地区经济增长的人力资本作用较为突出,技术进步也明显快于中西部地区,因此资源的使用技术较好,资源约束较小。而中西部地区技术进步较慢,尤其是西部地区更为落后,资源使用的技术非效率突出,因此资源约束较强。
3. 通过对不同要素技术进步相对差异的分析,我们发现,东部地区与中部地区最大的技术进步差异在资源,说明东部地区资源使用的效率高于中部地区,而劳动力的差异较之资本和资源差异小,体现出中部地区重视劳动力因素对经济增长的作用,人力资本逐步提高,因此与东部地区差距在不断缩小。而西部地区与东中部地区的相对技术进步差距较大。东西部地区在资本上的技术进步差异是东中部地区的近 2.6 倍,在劳动力上的技术进步差异为 6.2 倍,在资源上的技术进步差异为 1.9 倍,劳动力的技术进步差异最大,说明西部地区人力资本较低,一定程度上限制了资本和资源效率的提高。中西部地区劳动力方面的差距大于资本,但是中西部地区资源的相对技术差异系数为负,说明西部地区在资源上的技术进步快于中部地区。

这里是由就业人数衡量的单纯劳动力数量,而不体现人力资本。

4. 更进一步,我们进行了地区收敛估计:全国和三大地带都呈现出技术效率的发散趋势,说明技术效率是导致地区差距的主导因素。东部地区资本和技术效率都发散,劳动和资源不显著,且技术效率的显著性较高,说明东部地区内部由于技术效率不同也导致了不同的发展结果,出现“马太效应”(傅晓霞、吴利学,2006)。西部地区在劳动和资源上呈现收敛趋势,显示出西部地区在劳动力使用及资源利用方面趋同,说明西部地区经济增长依然是依靠劳动力和资源等要素投入,资本对经济增长的作用不显著,因此资源对经济增长的约束未来仍然会持续增强。

根据上述结论,我们给出以下政策建议:

1. 西部地区资源较为丰富,但是人力资本较低。人力资本是技术进步的源泉,人力资本不足将直接影响西部地区的技术创新能力,无法进一步提高资本利用和资源使用的效率。因此,西部地区应充分重视人力资本因素在经济增长过程中作用的发挥,加大对劳动力培训和教育的投入,加快教育体制改革,探索加快发展人力资本的有效途径。

2. 东中西部地区不同的发展阶段和增长方式使得不同要素对不同地区的作用呈现差异。对于东部地区,人力资本作用较大,而资本和资源的作用逐渐下降,因此东部地区未来深化发展的契机就在于进一步扩大人力资本在经济增长中的作用,使得人力资本的收益增加,从而推动经济发展。对于中部地区来说,资本对经济增长的作用最为显著,人力资本的作用在逐步提升,因此加快地区金融发展,进一步增加资本供给,并提高投资效率,同时重视人力资本培育是今后缩小与东部地区差距的有效途径。对于西部地区而言,由于较低的发展阶段对劳动力和资源要素的需求较大,因此如何克服资源约束,提高资源使用效率,并提高人力资本水平,通过人力资本进一步发挥资本、资源要素的作用是今后发展的重点。

3. 由于技术进步和技术效率是地区差距的主要因素,因此缩小地区差距的关键在于缩小地区间技术进步和技术效率的差距。拓宽地区间技术扩散的广度和深度,打破地区间技术转移壁垒,加快人力资本在地区间的流动,建立中西部地区引进和学习东部地区及世界先进技术的保障机制,是缩小地区间技术进步和技术效率差距的有效措施。

参考文献:

1. 边雅静,沈利生:《人力资本对我国东西部经济增长影响的实证分析》,载《数量经济技术经济研究》,2004(12)。
2. 陈惠雄:《资源层次、经济重心与区域经济的多元合作发展》,载《中国工业经济》,2004(8)。
3. 傅晓霞,吴利学:《技术效率、资本深化与地区差异——基于随机前沿模型的中国地区收敛分析》,载《经济研究》,2006(10)。
4. 王小鲁,樊纲:《中国地区差距的变动趋势和影响因素》,载《经济研究》,2004(1)。
5. 颜鹏飞,王兵:《技术效率、技术进步与生产率增长:基于DEA的实证分析》,载《经济研究》,2004(12)。
6. Aghion,P.andHowitt,P.,1992. "AModelofGrowththroughCreativeDestruction". *Econometrica*,Vol.60,pp.323-351.
7. Barro,R.J.andLee,J.W.,2000. "InternationalDataonEducationalAttainment:UpdatesandImplications". *CIDWorkingPaper No.42,CenterforInternationalDevelopmentatHarvardUniversity,Cambridge,MA.*
8. Groth,Christian,2007. "Growth-essentialNon-renewableResourcesandLimitstoGrowth". *Environment,InnovationandPerformanceConference,Grenoble,June04-06.*
9. Groth,ChristianandSchou,Poul,2002. "CanNon-renewableResourcesAlleviatetheKnife-edgeCharacterofEndogenousGrowth". *OxfordEconomicPapers*,Vol.54,pp.386-411.
10. Coelli,T.,1996. "AGuidetoFrontierVersion4.1:AComputerProgramforStochasticFrontierProductionandCostFunction Estimation". *CEPAWorkingPaper96/07,Armidale:Australia.*
11. Battese,G.E.andCoelli,T.J.,1995. "AModelforTechnicalInefficiencyEffectsinaStochasticFrontierProductionFunctionfor PanelData". *EmpiricalEconomics*,Vol.20,pp.325-332.
12. Chow,GregoryandLin,An-loh,2002. "AccountingforEconomicGrowthinTaiwanandMainlandChina:AComparativeAnalysis". *JournalofComparativeEconomics*,Vol.30,pp.507-530.
13. Miller,StephenM.andMukti,UpadhyayP.,2002. "TotalFactorProductivityandtheConvergenceHypothesis". *Journalof Macroeconomics*,Vol.24,pp.267-286.
14. Mankiw,N.Gregory;Romer,DavidandWeil,DavidN.,1992. "AContributiontotheEmpiricsofEconomicGrowth". *TheQuarterly JournalofEconomics*,Vol.107,No.2,pp.407-437.
15. Khanna,Neha,2001. "AnalyzingtheEconomicCostoftheKyotoProtocol". *EcologicalEconomics*,Vol.38,pp.59-69.
16. Romer,PaulM.,1990. "EndogenousTechnologicalChange". *TheJournalofPoliticalEconomy*,Vol.78,No.5,pp.71-102.
17. Rebelo,S.,1991. "Long-runPolicyAnalysisandLong-runGrowth". *JournalofPoliticalEconomy*,Vol.99,pp.500-521.
18. Robson,A.J.,1980. "CostlyInnovationandNaturalResources". *InternationalEconomicReview*,Vol.21,pp.17-30.
19. Stiglitz,J.,1974. "GrowthwithExhaustibleNatureResources:EfficientandOptimalGrowthPaths". *ReviewofEconomicStudies*, SymposiumIssue,pp.123-137.

(责任编辑:王红霞)