

# 我国资源和环境对经济增长贡献测度

罗 岚

(四川大学 经济学院, 成都 610064; 四川师范大学 地理与资源科学学院, 成都 610101)

**摘要:**基于经济增长因素分析的索洛方法,从 C-D 生产函数出发,将资源和环境作为投入要素纳入经济增长核算模型,测算了 1990—2010 年资源和环境对经济增长的贡献度,结果表明:考虑资源与环境约束后的全要素生产率较传统全要素生产率显著降低,资源和环境对经济增长的贡献度远远小于资本和劳动的贡献度,并据此分析原因和提出对策建议。

**关键词:**资源;环境;经济增长

**中图分类号:**F061.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-5315(2012)03-0051-07

近 20 年来,我国经济建设取得了举世瞩目的成就,1990—2010 年,GDP 年均增长率高达 16.86%,人均 GDP 年均增长率达 15.87%,2010 年我国经济总量位居世界第二。然而,我国经济增长奇迹的背后却是以自然资源消耗和环境污染为巨大代价。目前,我国已成为全球煤炭、钢铁、铜和水泥消耗最大的国家,工业能源消费总量从 1990 年的 98703 万吨上升到 2010 年的 324939 万吨。面对日趋强化的资源环境约束,《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》将“单位 GDP 能源消耗降低 16%、单位 GDP 二氧化碳排放降低 17%、主要污染物排放总量减少 8%—10%”确定为“十二五”时期经济社会发展的约束性指标,把资源节约和环境保护提到了更加突出的战略位置。

在此背景下,经济增长质量比经济增长速度更受到广泛关注。索洛模型几乎是所有经济增长问题研究的出发点,而全要素生产率也成为衡量一个国家和地区经济增长质量的重要指标。然而传统的全要素生产率通常只考虑资本和劳动等生产要素的投入,没有考虑资源和环境的约束,这对其度量生产效率的全面性和可持续发展的准确性带来了疑问。鉴于此,本文将资源和环境作为内生变量纳入经济增长的分析框架中,以期客观真实反映经济增长的质量和绩效。

## 一 文献综述

1957 年,美国经济学家罗伯特·索洛(R·Solow)在《经济学与统计学评论》上发表了《技术进步与总量生产函数》一文,将人均产出增长扣除资本集约程度增长后未被解释部分归为技术进步的结果,称其为“索洛余值”,即全要素生产率。美国经济学家丹尼森(E·Denison)对经济增长的贡献要素进行了更加详细的分类,并在 1985 年出版的《1929—1982 年美国经济增长趋势》一书中测算了各种投入要素的贡献率。从此,全要素生产率成为衡量经济增长质量的主要内容。

**收稿日期:**2012-01-12

**基金项目:**国家社科基金重大招标项目“我国生态文明发展战略及其区域实现研究”(编号:07&·ZD019)的阶段性研究成果。

**作者简介:**罗岚(1980—),女,四川广安人,四川大学经济学院博士研究生,四川师范大学地理与资源科学学院讲师,主要研究方向为人口、资源与环境经济学。

20世纪70年代,国外学者开始关注环境与经济增长关系的理论研究。Keeler, Spence 和 Zeckhauser 将污染引入 Ramsey—Cass—Koopmans 模型来讨论其与经济长期增长的关系时指出,污染变量的假设应考虑不同情况,通常,污染以边际负效用直接进入社会效用函数,而在生产函数中通常假设污染具有正的边际产出<sup>[1]</sup>。Lopez 和 Chichilinsky 强调完善的产权保护与有效的市场交易体制为环境是否随经济增长不断恶化的关键因素<sup>[2-3]</sup>。Lighthard 和 van der Ploeg 建立了一个包含环境的内生经济增长模型,检验政府支出在内生经济增长模型中的作用<sup>[4]</sup>。Bovenberg 和 Smulders 认为,环境资源存量提高了生产率,用于降低污染效应的削减技术投资具有公共产品特征<sup>[5]</sup>。Antweiler 等发现,由资本积累提供动力的增长必然是污染递增的,而由中性技术进步提供动力的增长是降低污染水平的<sup>[6]</sup>。Copel 和 Taylor 指出,如果经济发展早期严重依赖资本积累而后期依赖人力资本形成,则生产的污染强度将改变,环境质量会随时间推移由恶化到改善<sup>[7]</sup>。

近年来,随着公众对资源和环境问题的日益重视,越来越多的国内学者将其纳入到全要素生产率领域进行研究。李国柱建立了环境约束下的索洛增长模型,他认为,经济增长不能自发地解决污染问题,环境质量的提高依赖于污染削减的技术进步以及环境规制和产业结构转移<sup>[8]</sup>。李俊等基于 DEA 非参数方法估计出考虑环境变量的绿色全要素生产率,并与不包含环境污染指标的常规全要素生产率进行比较,结论为:常规全要素生产率指数与全国 GDP 同步稳定增长,绿色全要素生产率则没有明显的增长趋势,且各省的常规全要素生产率和绿色全要素生产率没有相关性,反映了不同的经济增长模式<sup>[9]</sup>。董锋等将技术进步分解为科技进步指数、纯技术效率指数和规模效率指数,并研究其对能源利用效率的影响,结果表明,科技进步对能源效率改善贡献率最大,纯技术效率和规模效率贡献率大致相当,三者对能源效率的提高程度从区域看,东北部和中部大于东部和西部<sup>[10]</sup>。王兵等运用 SBM 方向性距离函数和卢恩伯格生产率指标测度了考虑资源环境因素下各省的环境效率、环境全要素生产率及其成分,并对影响环境效率和环境全要素生产率增长的因素进行了实证研究,结果表明,能源过多使用、二氧化硫和化学需氧量过度排放是环境无效率的主要来源,环境效率较高的省份均集中在东部地区,资源环境因素对各省份全要素生产率排名有显著影响<sup>[11]</sup>。沈小波提出了基于新古典增长模型的资源环境约束下的理论模型,认为在经济增长面临资源禀赋和环境质量约束的条件下,要实现经济、能源和环境的可持续增长,关键在于加快技术创新步伐、调整经济结构、能源结构和控制人口增长<sup>[12]</sup>。陈诗一基于方向性距离函数对改革以来中国工业全要素生产率进行了重新估算,发现考虑环境约束的实际全要素生产率比不考虑环境因素的估算值低很多<sup>[13]</sup>。胡晓珍等将环境污染综合指数作为经济的非理想产出纳入非参数指数模型,测度了各省的绿色 Malmquist 指数,并分析其对区域经济增长差距的影响及其时间演化趋势,研究表明,考虑环境污染因素后,中国的全要素生产率的增长率显著下降,技术进步率的差异是地区经济增长差距的主要原因,在控制投资率、从业人员增长率与环境治理力度后,各地区绿色 Malmquist 指数均表现出条件收敛趋势<sup>[14]</sup>。

综合以上研究发现,有些学者提出了理论模型未进行实证分析,有些学者则考虑了环境污染而未考虑资源利用。因此,本文将在索洛增长因素分析方法的基础上,将资源和环境两种要素均纳入到模型中进行实证分析,以考察其对经济增长的实际贡献程度。

## 二 模型构建与实证分析

### (一)基本模型

假设生产函数为 C—D 形式且是希克斯中性的,则索洛的总量生产函数为:

$$Y = A_t K(t)^\alpha L(t)^\beta \quad (1)$$

其中, $Y$  代表产出, $K$ 、 $L$  分别代表资本投入和劳动投入, $A_t$  为技术水平, $t$  表示时间。对(1)式两端求全微分并整理得:

$$\frac{dY/dt}{Y} = \alpha \frac{dK/dt}{K} + \beta \frac{dL/dt}{L} + \frac{dA/dt}{A} \quad (2)$$

其中, $\alpha = \frac{dY}{dK} \cdot \frac{K}{Y}$ , $\beta = \frac{dY}{dL} \cdot \frac{L}{Y}$ , $\alpha$ 、 $\beta$  分别表示资本和劳动的产出弹性,在生产函数规模报酬不变的假定

下,  $\alpha + \beta = 1$ 。在完全竞争市场和利润最大化假定下, 产出的资本弹性和劳动弹性分别等于资本报酬和劳动报酬在总产出中的份额。 $\frac{dY/dt}{Y}$  为产出增长率,  $\frac{dK/dt}{K}$  为资本投入增长率,  $\frac{dL/dt}{L}$  为劳动投入增长率,  $\frac{dA/dt}{A}$  则由全要素生产率表征的技术进步增长率。对式(2)两边取对数得:

$$\ln Y_j = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L \tag{3}$$

据此, 我们得到了产出与各要素投入的对数线性模型, 当  $Y_j, K, L$  可知时, 可以估计出各弹性系数值和对产出的贡献度。

### (二) 扩展模型

现将资源投入( $R$ )和环境投入( $P$ )纳入生产函数中。资源投入( $R$ )一般指经济活动中必需的土地、能源、水、森林等资源; 环境投入( $P$ )一般指环境对经济活动排放的各种污染物的消纳量。则式(1)扩展为:

$$Y = A_j K(t)^\alpha L(t)^\beta R(t)^\gamma P(t)^\delta \tag{4}$$

两端求全微分并整理得:

$$\frac{dY/dt}{Y} = \alpha \frac{dK/dt}{K} + \beta \frac{dL/dt}{L} + \gamma \frac{dR/dt}{R} + \delta \frac{dP/dt}{P} + \frac{dA/dt}{A} \tag{5}$$

其中,  $\gamma = \frac{dY}{dR} \cdot \frac{R}{Y}, \delta = \frac{dY}{dP} \cdot \frac{P}{Y}, \gamma, \delta$  分别表示资源产出弹性和环境产出弹性,  $\frac{dR/dt}{R}$  和  $\frac{dP/dt}{P}$  分别表示资源投入增长率和环境投入增长率, 其他变量含义同上, 且  $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$ 。对式(5)两边取对数得:

$$\ln Y_k = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + \gamma \ln R + \delta \ln P \tag{6}$$

据此, 我们得到了产出与各要素投入的对数线性模型, 当  $Y_k, K, L, R, P$  可知时, 可以估计出各弹性系数值和对产出的贡献度。

### (三) 数据来源

本文选择的样本区间为 1990—2010 年, 并以 1990 年为基期。考虑到资源消耗和环境污染的主要压力来自于第二产业尤其是工业, 故模型选取工业增加值( $Y$ )代表产出(以 1990 年不变价), 工业固定资产净值( $K$ )代表资本投入(以 1990 年不变价), 工业从业人员数( $L$ )代表劳动投入, 工业能源消费量( $R$ )代表资源投入, 工业二氧化硫排放总量( $P$ )代表环境投入。为使各变量数据可比, 分别将各变量除以基年数值, 从而得到各变量无量纲指数(见表 1)。

表 1. 1990—2010 年我国工业增加值、固定资产、从业人员、能源消费量和二氧化碳排放总量

年份	工业增加值(Y)(亿元)	Y 指数	工业企业固定资产净值(K)(亿元)	K 指数	工业从业人员(L)(万人)	L 指数	工业能源消费量(R)(万吨标准煤)	R 指数	工业二氧化硫排放总量(P)(万吨)	P 指数
1990	6610.00	1.00	10138.90	1.00	13856.00	1.00	98703.00	1.00	1494.00	1.00
1991	7799.80	1.18	10950.01	1.08	14015.00	1.01	103783.00	1.05	1165.00	0.78
1992	8857.40	1.34	11152.79	1.10	14355.00	1.04	109170.00	1.11	1323.00	0.89
1993	9584.50	1.45	11558.35	1.14	14965.00	1.08	115993.00	1.18	1292.49	0.87
1994	10576.00	1.60	12673.63	1.25	15312.00	1.11	122737.00	1.24	1341.42	0.90
1995	11898.00	1.80	16222.24	1.60	15655.00	1.13	131176.00	1.33	1405.02	0.94
1996	14608.10	2.21	19263.91	1.90	16203.00	1.17	135192.00	1.37	1363.57	0.91
1997	15533.50	2.35	20379.19	2.01	16547.00	1.19	135909.00	1.38	1362.63	0.91
1998	16326.70	2.47	22406.97	2.21	16600.00	1.20	136184.00	1.38	1593.02	1.07
1999	17582.60	2.66	23522.25	2.32	16421.00	1.19	140569.00	1.42	1460.09	0.98
2000	18045.30	2.73	24840.31	2.45	16219.00	1.17	145531.00	1.47	1615.32	1.08
2001	18904.60	2.86	25955.58	2.56	16284.00	1.18	150406.00	1.52	1566.00	1.05

2002	19433.40	2.94	27375.03	2.70	15780.00	1.14	159431.00	1.62	1561.98	1.05
2003	20358.80	3.08	28693.09	2.83	16077.00	1.16	183792.00	1.86	1791.56	1.20
2004	20821.50	3.15	29504.20	2.91	16920.00	1.22	213456.00	2.16	1891.40	1.27
2005	22275.70	3.37	30923.65	3.05	18084.00	1.31	235997.00	2.39	2168.40	1.45
2006	23267.20	3.52	32444.48	3.20	19225.00	1.39	258676.00	2.62	2234.80	1.50
2007	23994.30	3.63	33762.54	3.33	20629.00	1.49	280508.00	2.84	2140.00	1.43
2008	24985.80	3.78	34979.21	3.45	21109.00	1.52	291448.00	2.95	1991.40	1.33
2009	25911.20	3.92	35790.32	3.53	21684.00	1.56	306647.00	3.11	1865.90	1.25
2010	27101.00	4.10	36702.82	3.62	21842.10	1.58	324939.00	3.29	1864.40	1.25

资料来源:除 2008—2010 年“工业增加值”根据国家统计局网站统计数据“工业增加值增长速度”计算得到外,其余数据均来自历年《中国统计年鉴》、《中国工业经济统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》。

#### (四)运算结果与分析

用 Eviews6.0 软件分别估计出基本模型和扩展模型的系数值,结果见表 2、表 3。两个回归方程的  $R^2$  均在 0.98 以上,接近于 1,说明拟合优度较高,模型整体上对样本拟合较好;解释变量均通过了显著性水平  $\alpha = 0.05$  时的  $t$  检验,表明解释变量对被解释变量影响非常显著;F 值远远大于临界值,说明随机误差具有同方差性,回归方程显著;DW 值在 2 左右,说明不存在一阶自相关,建立的模型具有代表性和比较充分的解释意义。方程如下:

$$\ln Y_j = 0.1567 + 0.9027 \ln K + 0.1921 \ln L$$

(6.5235) (17.1812) (2.3227)

$$R^2 = 0.9856 \quad \bar{R}^2 = 0.9840 \quad F = 615.5529$$

$$\ln Y_k = 0.1122 + 0.9571 \ln K + 0.2201 \ln L + 0.029 \ln R - 0.2325 \ln P$$

(3.3139) (15.7795) (2.6867) (2.1853) (-2.5654)

$$R^2 = 0.9882 \quad \bar{R}^2 = 0.9852 \quad F = 334.9356$$

表 2. 1990—2010 年仅考虑资本和劳动投入时的要素贡献率

	工业增加值	工业企业固定资产净值	工业劳动力	全要素生产率 $TFP_1$
年均增长率	7.44%	6.8%	2.34%	—
弹性系数	—	0.9027	0.1921	—
贡献的增长率	—	6.14%	0.45%	—
贡献率	100%	82.53%	6.05%	11.42%

表 3. 1990—2010 年考虑资源和环境投入时的要素贡献率

	工业增加值	工业企业固定资产净值	工业劳动力	工业能源消费量	工业二氧化硫排放总量	全要素生产率 $TFP_1$
年均增长率	7.44%	6.8%	2.34%	6.21%	1.55%	—
弹性系数	—	0.9571	0.2201	0.029	-0.2325	—
贡献的增长率	—	6.51%	0.52%	0.18%	-0.36%	—
贡献率	100%	87.5%	6.99%	2.42%	-4.84%	7.93%

由上表可得出如下七点认知。

(1)如仅考虑资本和劳动作为投入要素,则资本对工业经济增长的贡献率最大,为 82.53%;劳动对工业经济增长的贡献率仅为 6.05%,全要素生产率为 11.42%。

(2)当把资源和环境考虑为投入要素时,资本对工业经济增长的贡献率仍然最大,为 87.5%;劳动对工

业经济增长的贡献率为 6.99%；能源对工业经济增长的贡献率为 2.42%，能源投入每增加 1%，工业经济增长 0.029%；二氧化硫排放对工业经济增长的贡献率为 -4.84%，二氧化硫排放每增加 1%，工业经济增长反而降低 0.2325%；此时，包含技术进步、制度、结构等因素的全要素生产率为 7.93%，小于仅考虑资本和劳动投入时的全要素生产率，说明资源和环境作为全要素生产率的组成部分已被分解出来了。考虑资源与环境后的全要素生产率较传统全要素生产率显著降低的结论与陈诗一<sup>[13]</sup>、胡晓珍<sup>[14]</sup>的研究结果相互佐证。

(3)在四种投入要素中，资本的年均增长率最高，达 6.8%，且对工业经济增长的贡献率也较大，说明我国现阶段工业经济增长主要依靠资本增长拉动。

(4)在四种投入要素中，劳动的年均增长率仅为 2.34%，且对工业经济增长的贡献率也较小，说明工业领域劳动者素质有待提高。

(5)在四种投入要素中，能源的年均增长率也较高，为 6.21%，对工业经济增长的贡献却不大，说明支撑我国现阶段工业经济增长的自然资源消耗较大，但利用效率和产出较低。

(6)两种情景下，全要素生产率都远远小于资本和劳动对经济增长的贡献率之和，说明我国工业整体上仍处于粗放型增长阶段，科技进步、制度安排、结构变动对工业经济增长的贡献还太小。

(7)二氧化硫排放与工业经济增长负相关的结论，较为合理的解释为二氧化硫是形成酸雨的主要污染物，我国是全球三大酸雨区中唯一降水酸度仍在升高、面积仍在迅速扩大的地区，因酸雨造成的经济损失异常巨大，这部分损失在很大程度上抵消了二氧化硫排放对经济增长的贡献。90 年代中期，原国家环保总局曾组织 16 位专家进行研究，估算出比较权威的数据为：酸雨造成的经济损失约为每年 140 亿元，相当于当年工业增加值的 1%左右<sup>[15]</sup>。如果国家进一步加大对二氧化硫排放控制并切实加强对双控区的管制力度，使酸雨损失逐年减小，则环境要素与经济产出的相关关系很可能改变。

### 三 对策与建议

#### (一)切实转变经济增长方式

我国工业靠资本投入驱动的增长是典型的粗放型增长，主要通过增加生产要素的数量来实现经济增长，而能够持续的增长方式应当是集约型增长，即强调改善投入产出关系，主要通过提高效率和效益来实现经济增长，这种增长方式往往也伴随着较高的全要素生产率。我国的现实情况却是：与投资有关的资源相对比较廉价，如政府通过国有商业银行体系为投资者提供较为宽松的金融环境，地方政府为招商引资而推出各种土地优惠政策等，使得投资成本相对较低。增长本身并不需要依靠先进的生产技术，即使生产方式相对落后也会有较大的生存空间，这也是我国沿海地区部分企业以廉价资源为基础进而以廉价产品参与国际竞争的原因。但这种低成本竞争模式并不可持续，一旦外部经济环境发生变化，这部分企业往往也会最先成为牺牲品。因此，从国家宏观层面理顺投融资关系，依靠货币、金融等杠杆促使经济增长方式转变迫在眉睫。

#### (二)注重资源节约

我国经济增长一直对资源消耗高度依赖，存在高投入、高消耗、低产出、低效率的问题。2007 年，我国创造的 GDP 占全球 6%，却消耗了全球 15%的能源、30%的铁矿和 54%的水泥<sup>[15]</sup>，其他各类资源的消耗强度也较高，长此以往资源将难以为继，不可再生资源将面临耗竭。模型研究结果表明，相较于资本、劳动和环境，资源消耗是支撑经济增长最重要的因素，这意味着不仅我国自身的增长难以持续，对全球资源格局的影响也将是巨大的。因此，我国应当进一步明晰资源产权，构建反映真实价值的资源价格体系，建立合理的资源补偿机制，大力发展循环经济，加强资源综合利用，完善再生资源回收利用系统，积极推行清洁生产，努力减少废弃物排放，促进新能源开发利用，改善能源结构，确保国家资源安全，逐步形成“低投入、低消耗、低排放；高产出、高效益、高节能”的增长模式，实现经济社会全面协调可持续发展。

#### (三)重视环境保护

当前，我国经济高速增长伴随的环境问题已引起世人关注，并成为经济发展的重要制约因素。据石敏俊等测算，我国 2005 年环境污染损失为 4592.18 亿元，其中大气污染损失为 2357.35 亿元，水污染损失为 2234.83 亿元，约占当年 GDP 的 2.51%<sup>[16]</sup>，也就是说，扣除环境成本我国的真实 GDP 总额和增长率都要降

低很多。模型研究结果表明,环境污染造成的巨大经济损失将在很大程度上抵消其对经济增长的贡献度,环境恶化对人类福利的影响是不可逆的,未来的环境修复往往需要付出更大的代价。因此,我国应当避免重蹈发达国家“先污染、后治理”的覆辙,统筹好人与自然的关系,坚持走新型工业化道路,依靠产业结构调整、技术进步和制度安排跨越高污染的发展阶段,严格落实环境责任追究制度,严惩环境违法行为,建立长效监督管理体系,全面建设“资源节约型、环境友好型”社会,在满足当代人福利的同时不损害子孙后代的福利。

#### (四)鼓励科技进步和提高劳动力素质

近年来人们普遍认为我国的全要素生产率太低,经济增长主要是资源投入的结果,而不是效率的提升,增长的可持续性受到质疑。由此看来,我国经济增长从依靠资本、劳动力和自然资源投入到依靠全要素投入还有一段很长的距离,需要通过技术创新和科技进步不断提高各要素生产效率和产出水平。国家应加大对R&D经费投入,加强国际合作交流,鼓励对先进技术引进、消化和吸收,支持“产学研”一体化结合,切实提高国家科技实力和核心竞争力。另外,我国长期以来形成的二元经济结构下农村剩余劳动力长期存在,使得劳动力资源整体相对廉价,产品附加值更多流向企业老板,收入分配不公趋于恶化。目前,我国基尼系数已达国际警戒线,严重影响着社会和谐稳定,这种不可持续增长方式显然也急需改变。因此,国家应加大对各级教育和各类培训的投入,全面提高劳动力素质,增加人力资本在要素供给中的作用和贡献度。

#### 四 小结

基于经济增长因素分析的索洛方法,从C-D生产函数出发,构建了一个将资源和环境作为投入要素的经济增长核算模型,并进行了实证研究,与传统索洛分析方法相比,该方法具有如下特征:(1)尝试将资源和环境作为投入要素纳入方程;(2)试图分析在没有“污染末端治理”情况下包括资源和环境在内的投入要素与经济增长的数量关系;(3)该方法为定量分析资源环境与经济增长的关系提供了一种可以参考的思路。当然,本文的分析方法还比较粗糙,C-D生产函数虽然简便易行,但同时包含了替代弹性不变等假定前提,以此设定资源环境投入与传统要素的基本关系具有一定的局限性,经济增长与各要素的关系也远非模型假设这般简单,经济系统与自然生态系统如何相互作用和制约是一个庞大的命题,这也是笔者今后将进一步致力探索的领域。

#### 参考文献:

- [1]Keeler E., Spence M. & Zeckhauser R. The Optimal Control of Pollution[J]. *Journal of Economic Theory*, 1971,(4): 19-34.
- [2]Lopez R. The Environment as a Factor of Production: The Effects of Economic Growth and Trade Liberalization[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1994,27(2):163-184.
- [3]Chichilnisky G. North-South Trade and the Global Environment[J]. *American Economic Review*, 1994,84(4):851-874.
- [4]Lighthart J., Van der Ploeg F. Pollution, the Cost of Public Funds and Endogenous Growth[J]. *Economic Letters*, 1994,(4): 339-349.
- [5]Bovenberg A. & Smulders S. Environmental Quality and Pollution Augmenting Technological Change in a Two Sector Endogenous Growth Model[J]. *Journal of Public Economics*, 1995,57(2):369-391.
- [6]Antweiler A., Copel B., Taylor M. S. Is Free Trade Good for the Environment[J]. *American Economic Review*, 2001,(9):877-908.
- [7]Copeland B. R., Taylor M. S. Trade, Growth and the Environment[J]. *Journal of Economic Literature*, 2004,(42):7-71.
- [8]李国柱. 环境约束下的索洛增长模型[J]. 当代经济管理,2006,(6):44-46,60.
- [9]李俊,等. 省际绿色全要素生产率增长趋势的分析——一种非参数方法的应用[J]. 北京林业大学学报(社会科学版),2009,(4):139-146.
- [10]董锋,等. 技术进步对能源效率的影响——基于考虑环境因素的全要素生产率指数和面板计量分析[J]. 科学学与科学技术管理,2010,(6):53-58.
- [11]王兵,等. 中国区域环境效率与环境全要素生产率增长[J]. 经济研究,2010,(5):95-109.

- [12]沈小波. 资源环境约束下的经济增长与政策选择——基于新古典增长模型的理论分析[J]. 中国经济问题, 2010, (5): 10-17.
- [13]陈诗一. 中国的绿色工业革命: 基于环境全要素生产率视角的解释(1980—2008)[J]. 经济研究, 2010, (11): 21-34, 58.
- [14]胡晓珍, 等. 中国区域绿色全要素生产率增长差异及收敛分析[J]. 财经研究, 2011, (4): 123-134.
- [15]郑易生, 等. 90年代中期中国环境污染经济损失估算[J]. 管理世界, 1999, (2): 189-197, 207.
- [16]石敏俊, 等. 中国经济增长的资源环境代价: 关于绿色国民储蓄的实证分析[M]. 北京: 科学出版社, 2009.

## On the Contribution of Resources and Environment on Economic Growth in China

LUO Lan

(School of Economics, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064;

The Faculty of Geography Resources Sciences, Sichuan Normal University, Chengdu, Sichuan 610101, China)

**Abstract:** Based on factor analysis of the Solow economic growth method, this thesis starts from the C—D production function, builds into resources and environment as factors into economic growth accounting model, and measures the contribution of resources and environment on economic growth between 1990 and 2010. The results show that: the total factor productivity with resources and environment constraints included is significantly lower than the traditional total factor productivity, and the contribution of resources and environment to economic growth is far less than that of capital and labor. Accordingly, causes are further analyzed and proposals are put forward.

**Key words:** resources; environment; economic growth

[责任编辑:刘萍萍]