

资源约束、结构变动与经济增长

——基于新古典经济增长模型的分析

余江¹, 叶林²

(1. 武汉大学 人口·资源·环境经济研究中心; 2. 苏州大学 政治与公共管理学院)

摘要: 尽管产业结构对资源消耗和经济增长有很大影响, 但其理论基础并不明确。基于这个考虑, 本文研究在存在自然资源约束的情况下, 经济增长中的产业结构及其变动对经济增长的影响。研究发现, 在给定的假设前提下, 短期内, 由于不同的产业结构对自然资源的消耗不同, 经济增长将形成不同的增长路径, 但是各产业技术进步率的不同会导致对经济增长的影响不确定; 在长期, 产业结构及其变动都将通过影响给定资源的消耗而最终影响到经济增长。

关键词: 经济增长; 资源约束; 产业结构变动

中图分类号: F062.1

文献标识码: A

一、问题的提出和文献回顾

从经济增长理论的内容来看, 无论是古典

¹、新古典还是内生增长理论, 在研究增长问题时大都回避了两个问题: 一是自然资源对经济增长的约束作用, 二是产业结构变动对经济增长的(短期和长期)影响。

对于前一个问题, 经济增长理论在很长时间内没有给予足够重视(Barbie, 1999)。直到20世纪70年代, 连续两次“石油危机”的出现, 人们开始意识到曾经长期忽视的自然资源并不是一种无代价(costless)的生产要素。因此, 增长理论中对资源约束下的最优增长路径的理论和实证分析开始大量出现。代表作有: Vousden (1973)、Dasgupta 与 Heal (1974)、Solow (1974) 和 Stiglitz (1974)、Common 和 Perrin (1992)、Smulders (1995) 和 Schou (1996) 等。为了进一步发展这一领域的研究, 其后的分析将研究对象从一般转向特殊。如 Boyce (1987)、Barbier (1994)、Goletti (1994)、Wallich (1994) 等将分析角度从资源对增长直接影响转向资源对增长的间接影响; Scholz 和 Ziemes (1996) 将研究对象从完全竞争市场转向垄断市场; Roy 和 Tony (1996) 将研究对象从资源价格水平(price level)转向资源价格波动。

但是, 从某种角度来看, 这一领域的研究存在一个共同问题, 即忽视了经济增长中的产业结构问题。在经济同质的假设下, 主流增长理论将增长看作是给定要素下的产出问题。这样, 产出由两个因素决定: 一是要素投入种类和数量; 二是要素产出率, 产业结构对经济增长不产生实质影响。在不存在自然资源这一要素的情况下, 如果给定技术进步, 并假设各产

业技术进步相同²，新古典增长理论显示，结构变动将对经济增长无影响，均衡增长率将惟一地由技术进步率决定。此时，经济增长中的结构因素对增长没有起什么作用。

但是，在存在稀缺自然资源的情况下，这一结论可能不成立。原因有两个：一是自然资源将在一个长时期内被看作给定数量（或者说是有限的），不像资本和劳动被看作在短期数量一定³；二是各产业的资源消耗强度不相等，而是由产业特性决定⁴。如果经济增长中同时存在这两种情况，那么，在存在资源约束的条件下，产业结构变动将可能通过影响有限资源的消耗而对经济增长产生（短期和长期）影响。因此，在存在自然资源约束的情况下，不仅技术进步会对增长收敛产生影响，产业结构变动也可能导致初始情况相同的经济体收敛到不同区间。换句话说，在存在自然资源约束的条件下，结构变动将通过影响有限资源的消耗而对经济增长产生影响。

基于这个考虑，如果存在自然资源约束，那么经济增长不能再把经济体看作一个同质整体（至少在资源的角度来看是如此），因为产业结构及其变动将可能通过影响资源消耗而最终影响到经济增长。因此，在存在自然资源约束的情况下，将产业结构变动作为新的变量纳入资源约束下的增长模型中并从理论上进行扩展，对完善现有的经济增长理论十分必要。

基于上面的考虑，本文将结构变动作为资源约束下的经济增长的重要影响因素进行研究，考察产业结构变动对资源消耗和经济增长的短期和长期影响。

二、结构变动对资源消费和经济增长的影响途径研究

关于自然资源约束下的产业结构变动对经济增长的影响，Meadows 等（1972）、Ayres（1998）的实证研究表明，在短期内，经济增长中的结构变动对自然资源消费的影响很大。这些结论暗示，如果自然资源稀缺，那么结构变动有可能通过影响自然资源消费而导致经济长期增长轨迹的变动。对于存在自然资源约束的经济增长问题，余江等（2006a）曾利用 Romer（1996）的模型对资源约束下的经济增长进行了初步分析。因此，基于上面的分析，本文将在该模型的基础上纳入产业结构变动因素进行扩展分析，模型的基本假设条件不变⁵。

1. 产业结构变动对经济增长的短期影响

设研究对象为一个经济体，其产出需要投入三种要素，资本、劳动和自然资源。这样，模型中包含五个变量，即：产出（ Y ），资本（ K ），劳动（ L ），技术进步（ A ），以及自然资源（ R ）。因此，在考察期内的任何时点上，经济增长可以表现为由资本、劳动、技术和自然资源等要素组合生产的产出。在考察资源与经济增长中，比较常用的函数形式有 CD 函数和 CES 函数，如 Dasgupta 与 Heal（1974）、Solow（1974）和 Stiglitz（1974）曾利用这两种函数形式分析过完全竞争条件下代际消费问题。考虑到形式的简明性⁶，本文采取 CD 形式。那么，生产函数可以表示为：

$$Y(t) = K(t)^\alpha R(t)^\beta [A(t)L(t)]^\gamma, \quad \alpha > 0, \beta > 0, \gamma > 0 \quad (1)$$

t 代表时间。

增加一个假设来体现产业结构这一因素：即在该经济体中，存在对资源消耗依赖程度不同的产业。可以被分解为三个假设条件：经济体由不同的产业组成；每个产业的资源依赖程度不同；资源依赖程度由产业特性决定。

那么，增加的假设条件可以被表述为：(a) 在该经济体中，存在 i 个产业， $i=1,2,\dots,m$ ；(b) 每个产业都需要投入三种要素，资本 K ，劳动 L 和自然资源 R ；(c) i 产业的要素投入系数为 α_i ， β_i 和 γ_i ($i=1,2,\dots,m$)。且对任意 $p, q \in M$ ， $\alpha_p/\beta_p/\gamma_p \neq \alpha_q/\beta_q/\gamma_q$ ；(d) i 产业的要素投入系数为外生给定；(e) i 产业在 t 时期的技术进步率为 g_{it} ，且对任意 $p, q \in I$ ，如果 $p \neq q$ ，有 $g_{pt} \neq g_{qt}$ 。其中，假设条件 (a) 和 (b) 体现了“经济体是由不同的产业组成的”；假设条件 (c) 体现了“每个产业的资源依赖程度都不同”；假设条件 (d) 体现了“对资源 R 的依赖程度由产业特性决定”。

均衡增长率为：

$$g_{y/L}^{bgp} = \sum_{i=1}^m \frac{(\gamma_{it})g_{it} - \beta_{it}(b+n-\varepsilon)}{1-\alpha_{it}} \theta_{it} \quad (2)$$

其中， g 为技术进步率， n 为人口增长率， b 和 ε 为资源 R 的消耗率和再生率。

均衡解 (2) 表示，在自然资源约束的情况下，产业结构变动是影响均衡经济增长率 $g_{y/L}^{bgp}$ 的重要因素。如果将 g 、 b 、 ε 、 n 和 α_{it} 、 β_{it} 和 γ_{it} 都视为外生给定，那么，在这种严格的假设下，经济增长将唯一地由产业比重 θ_{it} 决定，而产业比重在很大程度上被表示为产业结构。也就是说，在资源约束的情况下，产业结构将通过影响有限资源的消耗而影响经济增长。如果其它因素不发生变化，则经济体的产业结构将是影响经济增长的惟一因素。因此，在一个时期内，当期产业结构至少对当期经济增长存在影响。即存在资源约束的情况下，产业结构至少对经济增长存在短期影响。

其次，如果各产业的技术进步率存在差异，那么产业结构对经济增长的影响不确定。其变动结果取决于产业的资源依赖程度、比重和由技术进步率决定的产业增长率。因为在 (2) 中，由于各产业的技术进步率不同，如果资源依赖程度大的产业技术进步足够快，那么该产业的增长率将可能快于资源依赖小但技术进步慢的产业。因此，资源依赖程度大的产业比重提高的结果将不确定，有可能降低经济增长，也有可能不影响经济增长，甚至提高经济增长。

2. 产业结构变动对经济增长的长期影响

上面的分析仅仅考察了一个时期内产业结构对经济增长的影响。在短期内，由于假设结构没有发生变化，因此，如果经济增长中存在资源约束，那么在长期，产业结构及其变动对

经济增长是否存在影响。可以将这个问题抽象为：在考察期为 t 个时期（ $t=1,2,\dots,n$ ， $n>1$ ）内，经济增长存在资源约束，各期的产业结构及其变动对整个时期的产出是否存在影响。这包含两种情况，一是在考察期内产业结构不发生变动，二是在考察期内存在结构变动。

设在 t 个时期（ $t=1,2,\dots,n$ ， $n>1$ ），在其它假设条件不变的情况下，各期的均衡增长率为 g_t （ $t=1,2,\dots,n$ ， $n>1$ ）。

如果产业结构在各期不变，则在整个时期，经济体的均衡增长率为：

$$g_{wy/L}^{bgp} = \frac{(1 + \sum_{i=1}^m \frac{(\gamma_{it})g_{it} - \beta_{it}(b+n-\varepsilon)}{1-\alpha_{it}} \theta_{it})^{n+1} - 1}{\sum_{i=1}^m \frac{(\gamma_{it})g_{it} - \beta_{it}(b+n-\varepsilon)}{1-\alpha_{it}} \theta_{it}} - 2 \quad (3)$$

如果在考察期中至少有一个时期存在结构变动。这意味着增加一个假设条件：经济体 II 的各期产业结构至少有一期存在变动。即，对 $t \in T$ ，对经济体 II 的产业 i ，至少有一组 $s, h \in T$ ，且 $s \neq h$ ，有 $\theta_{is} \neq \theta_{ih}$ 。那么，均衡结果将变为：

$$g_{y/L}^{bgp} = (1 + g_1) + (1 + g_1)(1 + g_2) \dots + \prod_{t=1}^n (1 + g_t) - 1 \quad (4)$$

均衡解（3）表示，如果产业结构在考察期不变动，那么不同的产业结构也将通过影响每一期的经济增长率进而影响整个时期的经济增长。也就是说，产业结构对经济增长的影响在长期也存在。经济体中的产业结构不仅影响各期增长，在整个时期来看，它也导致了整个时期的增长不同。即，在一个长时期来看，即使经济体的产业结构不发生变化，但其产业结构对经济增长也存在长期影响。也就是说，在长期来看，如果产业结构不变，那么，初始产业结构决定了经济增长的长期均衡轨迹，不同的产业结构将导致不同的增长轨迹。

均衡解（4）表示如果产业结构在考察期存在变动，那么产业结构变动将影响当期和此后各期的经济增长。由于经济体中至少存在一期结构变动，那么，该变动导致变动当期的增长发生变动。同时，它也导致该期后的各期产出发生变动，继而导致整个时期的总产出的变动。这说明，在考察期中，只要存在结构变动，那么结构变动就将对整个时期的经济增长产生影响。

三、研究总结

上面的分析显示，在同时存在自然资源约束和产业结构变动的情况下，本文模型得出的结论与主流增长理论有较大区别。分析表明：

第一,在存在自然资源约束和产业结构变动的情况下,经济增长将受到更多因素的影响。除了传统的技术进步率和人口增长率外,资源再生率和消耗率、要素投入系数、产业结构也对经济增长存在影响。

这一结论的一个重要作用在于,可以从新的角度解释初始条件相同而产生不同的均衡路径和收敛区间的问题⁸(Benhabib 和 Perli, 1994)。对于这一问题,过去的一个传统解释是由于“错误的政策和无力的公共机构造成的”(Pack, 1994)。而本文模型暗示,如果同时考虑产业结构和自然资源约束两个因素,那么,即使两个国家在资本积累、技术进步、人口增长、资源禀赋等方面都相同,不同的产业结构也会导致资源消耗的不同,进而产生不同的经济增长路径。事实上, Kakali Mukhopadhyay 和 Debesh Chakraborty (1999)、Rabindranath Bhattacharya 和 Shyamal Paul (2001)对印度的研究、Tae Yong Jung 和 Tae Sik Park (2000)对韩国的研究以及 Jacobsen (2000)对荷兰的实证研究都表明,产业结构可以通过影响某种关键自然资源(如能源)对经济增长产生不同的影响。这一结论暗示,政府可以通过调整产业结构来降低经济增长的资源消耗,例如,中国近年来经济增长对能源消耗的需求越来越大,通过适当降低重工业的比重,可以有效减少经济增长对能源的消耗。

第二,在存在资源约束的情况下,如果各产业的技术进步率相同,那么经济体中对资源依赖程度大的产业比重越大,则经济体的经济增长越慢。但是,如果各产业的技术进步率存在差异,那么产业结构对经济增长的影响是不确定的。其变动结果取决于由产业的资源依赖程度、比重和技术进步率决定的产业增长率。

一般认为,资源消耗强度大的产业如果比重上升,则增长的资源消耗强度上升,进而导致经济增长的可持续性下降。但是,在本文的模型中,这种推论只适用于产业技术率相同的情况。如果产业技术进步存在较大差异,那么,如果资源消耗强度大的产业技术进步足够快,则整个经济增长的资源消耗可能不变甚至下降。事实上,这种理论上的可能性在现实中也存在。以中国为例,余江(2006b)的研究显示,虽然中国1999年开始出现的重工业比重上升导致了能耗强度上升,但是,这一时期,重工业在节约能源方面技术进步也是最快的。该时期中国能耗强度上升不仅仅是由于能耗强度大的重工业比重上升造成的,轻工业和其它产业的节能技术进步率趋缓也是重要原因。因此,除了改变产业结构以外,加大节约资源方面的技术投入也是有效降低资源消耗的一个重要途径。

第三,从产业结构这一因素考虑,在存在资源约束的情况下,经济体的产业结构将对经济增长产生短期影响和长期影响。短期内,产业结构影响当期经济增长;长期内,产业结构及其变动都对经济增长产生长期影响。

首先,这一结论暗示,如果经济增长中出现产业结构的变动,即使这种变动是短期的,也会对经济增长产生长期(甚至是不可逆)的影响。也就是说,如果一个国家的产业结构变动对某种自然资源消耗产生较大影响,那么这种影响将会对经济增长产生长期影响。一个典型的例子是,柳中明(1998)在研究台湾的能源消耗和工业化时发现,其重工业化时期有5

年的能源消费不合理（能源消费弹性和强度双上升），结果导致台湾的 GDP 增长比预期下降 21.2%，如果以 6% 的增长速度计算，需要 192 年才能回到最优轨迹。

其次，这一结论还暗示，产业结构通过资源消耗对经济增长的影响在短期和长期都存在。在短期，如果资源较为充裕，高资源依赖的产业结构可能对经济增长的负面影响不明显，甚至会在短期内促进经济增长。但是，从长期来看，对自然资源的提前透支会降低经济增长的持续发展能力，最终导致经济增长下降甚至停滞。Harris(1981)、Barbier 和 Markandya(1990)、Brander 和 Taylor(1997, 1998) 等人的研究都表明，不恰当的产业结构导致发展中国家经济增长中的资源高消耗，“贫困——环境（资源）陷阱”（poverty—environment trap）最终导致资源充裕的落后国家的长期经济增长收敛到较低区域。正如 Sachs 和 Warner(1995) 的警告那样，即使是资源丰富的国家，如果将经济增长寄托在对自然资源产品的高出口上的话，从长期来看，这些国家甚至将比那些资源贫乏的国家的增长率更低。

参考文献

- [1] Edward B. Barbier, Endogenous Growth and Natural Resource Scarcity, Environmental and Resource Economics[R]. Jul 1999; 14, 1; ABI/INFORM Global pg. 51.
- [2] David Romer., 1996. Advanced Macroeconomics (Second edition)[M]. Published by McGraw-Hill/Irwin, New York, 37-40.
- [3] Stiglitz, J., 1974. Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths[J]. Review of Economic Studies 41(Symposium), 123~138.
- [4] Vousden, N., 1973. Basic Theoretical Issues of Resource Depletion[J]. Journal of Economic Theory. 6:126-143.
- [5] Solow, R. M., 1974. Intergenerational Equity and Exhaustible Resources[J]. Review of Economic Studies 41(Symposium), 29~45.
- [6] Common M, Perrings C., 1992. Towards an Ecological Economics of Sustainability[J]. Ecol Econ 6:7-34.
- [7] Schou, P., 1996. A Growth Model with Technological Progress and Non-renewable[M]. Resources, Mimeo, University of Copenhagen.
- [8] Smulders, S., 1995, Entropy, Environment, and Endogenous Economic Growth[J]. International Tax and Public Finance 2: 319-340.
- [9] Goletti, F., 1994. The Changing Public Role in a Rice Economy Moving toward Self-sufficiency: The Case of Bangladesh[R]. Research Report No. 98. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- [10] Boyce, James K., 1987. Agrarian Impasse in Bengal: Institutional Constraints to Technological Change[M]. Oxford: Oxford University Press.
- [11] P. Wallich., 1994. The Analytical Economist: The Wages of Haiti's Dictatorship[J]. Scientific American, Vol. 271, No. 6. p. 36.
- [12] Scholz, Christian M. and Georg Ziemes., 1996. Exhaustible Resources, Monopolistic Competition, and

Endogenous Growth[M]. Mineo, University of Kiel.

- [13] Boyd, Roy & Caporale Tony., 1996. Scarcity, Resource Price Uncertainty, and Economic Growth[J]. Land Economics; Aug 1996; 72, 3, 326-335.
- [14] Kakali Mukhopadhyay & Debesh Chakraborty., 1999. India's Energy Consumption Changes during 1973/74 to 1991/92[J].Economic Systems Research, 11(4)423-438.
- [15] Rabindranath Bhattacharya, Shyamal Paul., 2001.Sectoral Changes in Consumption and Intensity of Energy in India[J]. Indian Economic Review, 36(2)381-392.
- [16] Tae Yong Jung and Tae Sik Park., 2000. Structural Change of the Manufacturing Sector In Korea: Measurement of Real Energy Intensity and CO2 Emissions[J].Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change , 5(3)221-238。
- [17] 余江, 叶林. 经济增长中的资源约束与技术进步[J].中国人口·资源与环境, 2006(10).
- [18] 余江. 重工业化与中国能源消费[J].发展经济学论坛, 2006(11).

Resource Constraint, Structural Change and Economic Growth ——An Analysis based on Neoclassical Economic Growth Model

YU Jiang, YE Lin

Abstract: In this paper, we attempt to expend the growth model by releasing the hypothesis of economic homogeneity; research the result form the change of industrial structure under the resource constraint. In our hypothesis, we find the different industrial structure would induce the different growth path in short term; in long term, the structure and its change can influence the resource depletion and economic growth. Under the hypothesis which different technical progress in disparate industry, the changes of industrial structure would indefinitely influence the economic growth.

Key words: resource consumption; economic growth; the change of industrial structure

收稿日期: 2007-12-16;

基金项目: 湖北省社会科学基金项目“湖北能源供应保障体系与能源发展战略研究”(批准号:(2007)006); 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“中国中部地区资源、环境与经济协调发展研究”(批准号:06JJD790023)。

作者简介: 余江, 经济学博士, 武汉大学经济与管理学院经济研究所、湖北省人文社会科学重点研究基地“武汉大学人口·资源·环境经济研究中心”讲师; 叶林, 经济学硕士, 苏州大学政治与公共管理学院讲师。

-
- 1 应该说部分古典经济学家对自然资源的约束有一定的认识，如马尔萨斯的工资定律和李嘉图的差额地租定律等。这种对人口和生态的朴素认识，导致了他们对这种假设前提下产生的必然结果——增长停滞——的恐惧（除了穆勒，他是欢迎这一时代到来的）。
 - 2 由于平均利润率的作用，各产业技术进步趋同在现实中是可能存在的（赫希曼，1958）。
 - 3 即资本和劳动在长期是无限的。
 - 4 这暗示假设产业对自然资源的依赖程度是外生的。同时也暗示资源作为一种要素投入是非完全替代的。
 - 5 这表示模型仍然假设 $f(\bullet)$ 同时符合：规模收益不变、递减的增函数和稻田条件（Inada condition）。
 - 6 显然，当 θ 为零时，CD 函数是 CES 函数的特殊形式。但采用 CD 函数应该不会对要分析的问题有很大影响。
 - 7 AL 的相乘关系意味着技术进步是哈罗德中性（Harrod Neutral）的，也意味着资本产出比 K/Y 是逐渐下降的。
 - 8 关于经济增长差异，很多学者通过实证研究证明了这种差异的存在。Duncan 和 Fogerty（1984）对澳大利亚和阿根廷的比较研究、Summers 和 Heston（1993）对马来西亚和巴布亚新几内亚的比较研究，都是这种收敛差异的典型用例。