



资源约束、

ZIYUAN YUESHU JISHU JINBU YU
JINGJI ZENGZHANG

技术进步与经济增长

王 双 / 著



人 民 出 版 社

「资源约束、

ZIYUAN YUESHU JISHU JINBU YU
JINGJI ZENGZHANG

技术进步与经济增长

王双 / 著



人民出版社

责任编辑:赵圣涛

封面设计:肖 辉

责任校对:吕 飞

图书在版编目(CIP)数据

资源约束、技术进步与经济增长/王双 著. -北京:人民出版社,2015.9
ISBN 978-7-01-015374-2

I. ①资… II. ①王… III. ①自然资源-关系-经济增长-研究-中国
②技术进步-关系-经济增长-研究-中国 IV. ①F124

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 241267 号

资源约束、技术进步与经济增长

ZIYUAN YUESHU JISHU JINBU YU JINGJI ZENGZHANG

王 双 著

人民出版社 出版发行

(100706 北京市东城区隆福寺街 99 号)

环球印刷(北京)有限公司印刷 新华书店经销

2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月北京第 1 次印刷

开本:710 毫米×1000 毫米 1/16 印张:15.5

字数:260 千字 印数:0,001-4,000 册

ISBN 978-7-01-015374-2 定价:40.00 元

邮购地址 100706 北京市东城区隆福寺街 99 号

人民东方图书销售中心 电话 (010)65250042 65289539

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书,如有印制质量问题,我社负责调换。

服务电话:(010)65250042

序

王双博士毕业后就进入科研单位工作,优越的科研环境让她有机会广泛地研究现实问题,将学校学习的理论知识与经济发展实践相互参证,她的知识结构得到进一步优化,理论和思维水平不断提高。站在新的高度上,她抽出时间对博士论文反复修改,精益求精,最终形成了《资源约束、技术进步与经济增长》这本专著,由人民出版社出版。这标志着她对这一问题的研究取得阶段性成果。

工业革命以来,人类社会生产力大幅提高,生产规模不断扩大,资源消耗随之猛增。早在上世纪,罗马俱乐部就预测,资源危机即将来临。虽然预言没有如期变成现实,但是问题的严峻性与日俱增。20世纪八九十年代以来,经济全球化浪潮汹涌澎湃,其速度和影响急剧扩大。经济全球化进程的加深促使生产资源在更大的范围配置,这在一定程度上缓解了局部的资源短缺,然而却深刻地暴露了全球性的资源危机。曾经被认为取之不尽、用之不竭的资源,已然上升为制约各国乃至全球经济增长和社会发展的重大因素之一。经济增长和资源约束之间的矛盾引起各国的高度关注。于是,寻求化解

这一矛盾的方法,探索资源约束下经济增长的道路,成了热门课题。许多学者跻身其中,选择具体课题进行研究。在经济学领域,自新古典理论关注资源约束下经济增长路径的选择开始,资源问题日渐成为经济学的核心内容之一。王双博士的专著以资源约束与经济增长问题为研究主题,表现出作者敏锐的理论前瞻性和跟踪现代经济学前沿课题的能力。

这个题目充满吸引力,也颇具挑战性,研究难度非常大,力求有所创新就更难。王双博士勇敢地迎接挑战,选定题目以后,循序渐进地展开研究,坚持不懈,逐渐深入到问题的本质,找到了研究的有效路径。她利用自己擅长的数量经济学方法进行研究,把问题具体化为资源约束、经济增长和技术进步三者关系的考量。通过归纳整理国内外资源与技术进步的文献,选择了最为折中的模型分析框架,并利用最优控制理论求解出最优增长路径和均衡增长路径,揭示出资源与经济增长之间内在的深层次关系;对资源在经济增长中的作用给出明确的解释和说明,继而对资源约束下技术进步率进行实证分析;运用随机前沿技术方法分析了来自世界及中国区域的经验数据,实证结果有力地支持了理论研究的结论。研究结果表明:技术进步能够减弱资源约束对经济增长的限制。在一定条件下,如果技术参数足够大,技术进步能够完全补偿资源约束对经济增长的限制,因而资源约束下的平衡增长路径是能够实现且可持续的。这一结论把这方面的研究向前推进了一步,在学术上有明显的创新价值。

多年来,中国经济保持了快速增长,综合国力有很大增

强。但是,这种增长是粗放式增长,严重浪费资源,造成环境污染和资源破坏,加剧了未来发展的资源约束,经济增长质量较低。政府已经采取且正在采取有力举措进行调控,经济增长态势正朝着积极的方向转变。今后时期,中国经济由粗放式增长转向精明增长,资源约束从资源短缺的底线约束提升到节约资源的制度约束,必须提高资源利用效率,降低资源消耗,可行的路径就是提高科学技术水平,以技术进步来克服资源的瓶颈。政府制定政策需要理论界提供科学依据。从这个意义上说,王双博士的专著提出的关于技术进步补偿资源约束对经济增长限制的结论,具有理论意义和实际意义,能够为解决现实问题提供启发和思路,对政府决策具有参考价值。

作为她的导师,我对这本专著的研究过程和内容,都很了解。这本专著是在博士论文基础上,经过认真修改和充实完成的。现在的书稿,论证更加严密完备,观点更加准确鲜明。完成书稿,一方面说明她对这个问题的研究日臻成熟,另一方面说明她的研究能力经过这些年的锻炼有大幅提高。读博期间她的成绩优秀,毕业后又取得了不少新的研究成果。她的这本专著出版和学术上的进步让我感到十分欣喜。

王双博士具有深厚的现代经济理论功底,熟练掌握数量经济学方法,踏实、严谨、勤奋,智力好,科研能力强。作为一个青年学者,这些条件集于一身,非常难得。这是她读博期间成绩优秀、毕业后在学术上又有新的提高的根本原因。科研是一项艰辛寂寞的事业,不仅“板凳需坐十年冷”,读书破万卷,而且要行万里路,“格物致知”。既要读有字之书,了解、

消化和吸收前人的成就,训练理论思维能力;也要读无字之书,深入经济实践中去发现问题和验证理论。只有这样,才能不断提出有价值的问题,经过深入扎实的研究,得出科学的结论,实现学术创新。“问渠那得清如许,为有源头活水来”。希望王双博士在今后的科研工作中,一如既往地潜心研究,理论联系实际,博专结合,厚积薄发,不断取得新的成果,完成新的专著。

这是王双博士出版的第一本专著,是一项有分量的成果,我对她表示祝贺!

李国璋

兰州大学经济学院教授

2015年9月1日

前 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。但是资源的储量是有限的,尤其是不可再生资源,由于不断开采,世界范围内的资源保有量不断减少,资源短缺不仅无法保证人们生活水平的提升,更重要的是,资源是经济增长不可缺少的重要因素。世界经验证明,资源尤其是不可再生资源已经成为经济“增长发动机”不可或缺的要害,甚至被看作是一种自然资本,其显著作用已上升到与物质资本、人力资本等推动经济增长的关键要素同样的高度。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。因此,在这样的背景下,研究不可再生资源约束下如何获得持续的产出,达到经济增长的长期目标具有一定的现实意义。考察加入不可再生资源条件下技术进步对经济增长的不同作用机制,能够进一步揭示不可再生资源与经济增长之间的内在关系,并发现资源约束下的技术进步路径,以技术进步缓解资源短缺带来的增长乏力问题,为持续增长提供理论依据。

自新古典增长理论开始,对资源约束下增长路径的选择引起研究

者的关注,新增长理论将技术内生化的开创性贡献,为此提供了更为有利的分析工具。新增长模型的分析框架始于 Ramsey,他强调效用函数和经济动态性。在他的理论基础上,Stiglitz 将资源作为“增长的发动机”加入模型中后,后来者对经济增长路径的研究不断进行发展,从 Schou 相对完整地提出内生资源增长模型,到 Aghion 和 Howitt 进一步明确 Schumpeter 提出的“垂直创新”,再到 Grimaud 和 Rougé 将此概念引入增长模型,并对资源约束下的平衡增长路径进行详细描述,资源约束下的增长路径研究日渐成熟。通过这些研究,资源影响增长的不同作用方式和机制逐渐清晰,但是如何更为准确地描述增长现象,使得理论模型对现实的模拟更为近似,仍旧鼓动着更符合现实的模型推导,理想化的模型与现实之间的偏离为理论的日臻完善创造了可能。

一、研究方法

本书采用的研究方法包括:

(一)动态最优化(Dynamic Optimization)

相对于静态最优化,动态最优化是指:在整个计划期间内的每个时期(离散时间情形)或者在给定时间区间中的每一时刻(连续时间情形),对于每个选择变量的一条最优时间路径,即每个选择变量在整个时间中的最优值。动态最优化的基本要素包括:1. 一个给定的初始点和一个给定的终结点;2. 从初始点到终结点的一组允许路径;3. 充当表现指标的一组路径值,其与各种路径相联系;4. 特定的目标:通过选择最优路径或者最大化或最小化路径值或表现指标。

求解动态最优化的方法包括:变分法、最优控制和动态规划。其中,变分法求解动态最优化是通过构造欧拉方程及横截条件得到的。最优控制是目前求解动态最优化常见的方法。其特点在于构造一个或多个控制变量,通过对控制变量特性的讨论,找到状态变量的最优路

径,因此控制变量充当了最优化的工具。我们的研究也试图运用最优控制方法来求解本书中的最优化问题。

最优控制的简单原理为:给出控制变量,并将决定控制变量的最优时间路径当作首要目标。通过求解控制变量的最优控制路径,就能够得出相应于其状态变量的最优时间路径。事实上,控制变量和状态变量的最优路径通常是同时得到的,但是由于控制变量的出现和选取,使得动态最优化问题的求解更加灵活,改变了动态最优化问题的基本方向。其简单表述如下:

$$\text{最大化} \quad V = \int_0^T F(t, y, u) dt$$

$$\text{满足} \quad \dot{y} = f(t, y, u) \quad y(0) = A \quad y(T) = \text{自由} \quad (A, T \text{ 给定})$$

$$\text{和} \quad u(t) \in U, \text{ 对于所有 } t \in [0, T]$$

求解上述最大化问题步骤如下:

(1) 引入汉密尔顿函数,并将其写为:

$$H(t, y, u, \lambda) \equiv F(t, y, u) + \lambda(t)f(t, y, u)$$

(2) 最大化汉密尔顿函数:

$$\max_u H(t, y, u, \lambda) \quad \text{对于所有 } t \in [0, T]$$

$$\text{约束于: } \dot{y} = \frac{\partial H}{\partial \lambda} \quad (y \text{ 的运动方程})$$

$$\dot{\lambda} = -\frac{\partial H}{\partial y} \quad (\lambda \text{ 的运动方程})$$

$$\lambda(T) = 0 \quad (\text{横截性条件})$$

由此解出控制变量 $u(t)$ 的最优值 $u^*(t)$, 则状态变量 $y(t)$ 的最优值 $y^*(t)$ 相应得到。

(二) 随机前沿分析(SFA)

1. 方法简述

随机前沿分析是研究技术效率的有效工具。随着数据的丰富和估

计方法的发展,随机前沿法(Stochastic Frontier Approach)在理论和方法方面都不断完善,经济学家将其广泛应用于经济增长的实证研究。

传统的生产函数法(Solow,1957)假定所有生产者在技术上是充分有效的,从而将产出增长扣除要素投入贡献后的剩余(后来被称为全要素生产率 TFP)全部归结为技术进步(Technological Progress)的结果。但 Farrell(1957)指出:并不是每一个生产者都处在生产函数的前沿(Frontier of the Production Function)上,能够达到技术前沿(Frontier Technology),大部分生产者的效率与最优生产效率有一定的差距,即存在技术无效率(Technical Inefficiency)。为了比索洛余值法更接近于生产和经济增长的实际情况,前沿技术方法将生产者的全要素生产率分解为前沿技术和技术效率两个部分,从而能够进一步研究生产率变化 and 经济增长的根源(Aigner and Chu,1968)。

Aigner、Lovell 和 Schmidt(1977)以及 Meeusen 和 Broeck(1977)在确定性前沿模型基础上引入随机扰动项,分别独立提出了随机前沿方法,以更为准确地描述生产者行为,基本模型表示为:

$$y_{it} = f(x_{it}) \exp(v_{it} - u_{it})$$

其中 y_{it} 表示生产者 i 时期 t 的产出, x_{it} 表示要素投入, $f(\cdot)$ 是生产函数,表示生产者技术的前沿, v_{it} 为观测误差和其他随机因素, u_{it} 是一个非负变量, $\exp(u_{it})$ 表示技术非效率。模型的基本含义为:个别生产者不能达到生产函数前沿,是因为受随机扰动和技术非效率两个因素影响。

2. 估计方法:面板模型(Panel Data Model)①

面板数据下的最大似然估计能够较好地估计随机前沿生产函数并分解出技术效率,是目前随机前沿模型的主要估计方法。

① 参见傅晓霞、吴利学:《随机生产前沿方法的发展及其在中国的应用》,《南开经济研究》2006年第2期。

Schmidt 和 Sickles(1984)总结了随机前沿方法实证分析中的三个困难:(1)将观测值的统计误差和技术效率作为整体随机项($v - u$)的估计结果可能是不一致的;(2)虽然对于某些特殊分布假定,技术效率可以被有效地估计和分解出来,但这些假定不一定具有良好的稳健性并且符合现实;(3)技术效率与投入要素等其他回归变量可能是相关的,这将给估计带来更大困难。

Greene (1990, 2002)发展起来的极大似然估计(Maximum Likelihood Estimation)较好地解决了以上的第一个困难。极大似然估计基本思路是根据 Battese 和 Corra (1977)变换,用两个参数 $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ 和 $\gamma = \sigma_u / (\sigma_u + \sigma_v)$ 替代观测误差的方差 σ_v^2 和技术效率的方差 σ_u^2 ,根据被估计方程的极大似然函数用数值方法(如 Davidon-Fletcher-Powell 迭代法等)计算 σ^2 和 γ 的最佳拟合值,从而得到 σ_v^2 和 σ_u^2 (以及 u) 的无偏和一致有效估计。

第二个困难主要依靠 Pitt 和 Lee(1981)发展的面板数据随机前沿模型来解决。面板数据极大地扩大了参数估计的自由度,从而允许对观测误差和技术效率的分布做出更为一般的假定(Battese and Coelli, 1988)。更为重要的是,在恰当的参数和随机项分布假定下,面板数据方法能够在得到投入要素回归系数的同时一致地估计时间趋势和其他因素对技术效率的影响,这就部分地解决了 Schmidt 和 Sickles 提出的第三个困难。Battese 和 Coelli 的成果(Battese and Coelli, 1992, 1995)表明,在面板数据下的极大似然估计中,应当采用随机前沿函数还是传统生产函数,观测误差和技术效率的分布假设稳健与否,技术效率是否随时间或其他因素的影响而变动,都可以通过似然比检验(Likelihood Ratio Tests)来甄别和比较。因此,面板数据下的极大似然估计能够较好地估计随机前沿生产函数并分解出技术效率,是目前随机前沿模型最主要的估计方法。

二、预计难点

(一) 最优增长的模型设计

加入不可再生资源的最优增长模型设计是本书最大的难点。首先,运用动态最优化理论构造经济增长模型必须考虑设计的合理性问题,模型质量的高低、最终能否得到均衡解一定程度上取决于模型的设计,因此,要得到本书预想的结果必须构造较为合理的模型,这是研究的基础,也是难点之一。

(二) 实证分析

本书实证分析包括世界经验和中国区域经验验证两个方面,实证研究的难点来自于中国区域验证部分。目前,对加入不可再生资源的技术进步率的实证研究较少,尤其缺乏中国及中国不同区域之间的比较研究,本书拟对中国不同区域之间技术进步率进行前沿面比较研究,从数据可得性到模型适应性都存在一定的困难。

(三) 随机前沿分析

对加入不可再生资源的技术进步率的国际比较,我们拟采用随机前沿分析方法,但是由于随机前沿方法本身存在一定的缺陷,因此也给研究带来了一定的困难。首先是前沿生产函数形式的设定,由于不同函数设定对结果有不同影响,由于函数设定不当可能使得研究的意义减低,因此如何选择较为合理的函数形式是进行随机前沿分析的关键。其次,虽然面板数据能够较好地进行随机前沿分析,但是具体的回归方法选择不同可能会影响估计量的一致性和有效性,造成回归结果的较大偏差,降低回归的精度,影响研究结果的说服力。因此,计量方法的选择也是本书值得深入思考的一个方面。

三、创新之处

首先,本书最大的创新来自于:通过对不可再生资源与技术进步

(包括外生技术进步和内生技术进步)文献的归纳整理,寻找最为折中(trade-off)的模型分析框架,并利用最优控制理论求解出最优增长路径和均衡增长路径,揭示出不可再生资源与经济增长之间的内在深层次关系,为不可再生资源在经济增长中的作用给出解释和说明。

其次,本书对不可再生资源约束下技术进步率的实证分析具有显著特色。本书采用了随机前沿技术方法分析来自世界及中国区域的数据经验,丰富了研究的实证部分,能够有力地支持研究的理论结果,并具有一定的现实意义。

四、本书框架

本书的框架如下:

前言部分主要包括本书的研究方法介绍、预计难点、创新之处,以及全书的框架。

第一章简要描述资源与经济增长之间的关系,并借助简单的模型说明不可再生资源对持续增长的约束。

第二章讨论资源约束与外生技术进步之间的关系,在技术进步外生化基础上,给出关于资源定价的“霍特林法则”,说明 Solow 关于资源稀缺对社会福利的影响,分析 Dasgupta 和 Heal 对技术进步如何抵消资源对长期增长约束的理论模型,描述 Koopmans 将资源模型与资本模型结合起来对资源总量给定条件下最优增长如何达到的理论说明,最后重点讨论 Stiglitz 首次提出的不可再生资源约束下增长模型框架,最后概括 Hartwick 的资源租金概念及其对增长问题的论述。

第三章将技术进步内生化,讨论资源约束对增长路径的影响,分析了 Barbier 基于“双向反馈”建立的“限制‘Romer-Stiglitz’”模型,概括了 Pezzey 和 Withagen 的“资本—资源”增长模型,给出了 Valente 对 Pezzey 和 Withagen 理论的扩展,讨论了 Scholz 和 Ziemes 对资源约束下

均衡增长路径的探讨,重点论述了 Groth 和 Schou 基于 Stiglitz 的分析框架提出的不可再生资源增长模型,最后详细描述了 Grimaud 和 Rougé 遵循 Aghion 和 Howitt 的“垂直创新”分析框架下对不可再生资源约束下增长的最优与均衡路径分析。

第四章为资源约束、内生技术进步与均衡增长,这一章我们以动态最优化的研究方法,在 Scholz 和 Ziemes 四部门模型基础上,进一步发展了不可再生资源增长模型,并推导了资源约束下均衡增长路径的可能性及其性质,主要包括:基本模型的描述,对最优的分析,均衡增长路径的描述,比较了稳态最优与稳态均衡增长路径,并给出了结论。

第五章利用世界数据对上述理论模型进行检验,即资源约束下技术效率的国际比较,根据对随机前沿方法与其他技术效率估计方法的比较,我们选择了随机前沿分析方法进行了估计。

第六章在前一章的基础上,通过对资源约束下的中国区域技术效率进行估计来检验理论模型的适宜性。

最后是结语,对全书内容给出了简短的概括并提出了后续研究展望。

目 录

序.....	1
前 言	1
第一章 资源约束的理论描述	1
第一节 资源的分类及不可再生资源特性	3
第二节 不可再生资源对持续增长的约束.....	13
第二章 资源约束与外生技术进步	18
第一节 外生技术进步的 Solow 增长模型	22
第二节 Dasgupta & Heal, Koopmans 及 Hartwick 模型	29
第三节 加入不可再生资源的 Stiglitz 增长模型	46
第三章 资源约束与内生技术进步	58
第一节 最优增长	61
第二节 均衡增长	73
第三节 不同创新形式下的增长	87

第四章 资源约束、内生技术进步与均衡增长	105
第一节 基本模型描述	111
第二节 最优分析	112
第三节 均衡分析	122
第四节 稳态最优与稳态均衡的比较	133
第五章 资源约束下技术效率的国际比较	137
第一节 随机前沿分析方法的选择依据(SFA)	140
第二节 前沿生产函数的确定	143
第三节 面板数据随机前沿模型	146
第四节 数据处理及结论	154
第六章 资源约束下技术效率的中国区域比较	177
第一节 基于中国省际的随机前沿模型	180
第二节 数据处理	183
第三节 模型结果及简短结论	185
结 语	200
参考文献	209
后 记	228