

重庆理工大学优秀著作出版基金资助项目
重庆理工大学青年基金资助项目

JIYU NENGYUAN YAOSU DE
JINGJI ZENGZHANG YANJIU

技术经济研究丛书

基于能源要素的 经济增长研究

陶磊 著



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

技术经济研究丛书

重庆理工大学优秀著作出版基金资助项目

重庆理工大学青年基金资助项目

基于能源要素的经济增长研究

陶 磊 著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书将能源从资本中剥离出来作为单独的一种要素投入,来考察能源与经济增长的关系以及能源与其他要素的关系,具有重要的理论和现实意义。

本书以 C-D 生产函数为基础,通过引入能源要素,对传统生产函数进行扩展,运用动态优化理论,考察了能源与长期经济的关系。并且,首次分析了我国能源价格波动与能源强度变化的均衡关系和非均衡的动态关系。

图书在版编目 (CIP) 数据

基于能源要素的经济增长研究 / 陶磊著. —成都:
西南交通大学出版社, 2010.8
(技术经济研究丛书)
ISBN 978-7-5643-0807-0

I. ①基… II. ①陶… III. ①能源—关系—经济增长—研究 IV. ①F061.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 162277 号

技术经济研究丛书

基于能源要素的经济增长研究

陶 磊 著

责任编辑 张雪
特邀编辑 孟秀芝
封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行
(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)
<http://press.swjtu.edu.cn>
成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 146 mm × 208 mm 印张: 5.125
字数: 139 千字
2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-5643-0807-0
定价: 18.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

就经济学的发展历史而言，经济学自从其诞生之日起就将经济增长问题作为其主要的研究内容之一。而经济增长的源泉问题则是经济增长问题中的核心问题。早期的古典经济学主要关注资本和劳动在经济增长中的作用。在新古典经济学中，技术进步开始成为经济学家关注的焦点。到 20 世纪 70 年代，通过贝克尔、门采尔、舒尔茨等一批经济学家所做的贡献，人们开始关注人力资本在促进经济长期增长中的作用，而制度经济学则关注各种制度变革对长期经济增长的影响。随着可持续发展观念的提出及影响日渐扩大，人们开始认识到能源对经济长期稳定增长具有重要影响。

在早期的经济发展中，能源通常是归入资本范畴的，它们并没有单独作为一种要素投入并成为经济学家的分析范畴。一方面是因为早期的经济增长主要是依靠劳动力的投入和资本的积累，生产过程中对能源的需求不是很大；另一方面则是因为即使生产过程有对能源的需求，但相对于能源的储量来说还是很少，能源的稀缺性没有表现出来，其价格在较长时间内通常保持不变。随着科技的发展，人类利用能源发展经济的能力越来越强，能源对经济发展的重要性已日益凸显。与此同时，随着生产中能源消耗量的日益增长，能源危机也开始显现。因此，将能源从资本中剥离出来作为单独的一种要素投入，从而考察能源与经济增长的关系，能源与其他要素的关系，具有重要的理论和现实意义。

本书以 C-D 生产函数为基础，通过引入能源要素对传统的生产函数进行扩展，运用动态优化理论，考察了能源与长期经济的关系。

书中分别在新古典分析框架和内生经济增长分析框架下,考察了不可再生能源与可再生能源约束下实现经济可持续发展的可能性、路径以及实现条件。运用传统的计量模型实证分析了能源要素投入与经济增长的函数关系与比例关系,以及各要素投入对产出的贡献度;运用非传统计量经济分析方法分析了能源要素投入与经济增长的定性与定量关系;运用状态空间模型考察了能源要素投入及其他要素投入与经济增长的动态关系;并且首次分析了我国能源价格波动与能源强度变化的均衡关系和非均衡的动态关系。

作为研究能源和经济发展关系的一本专著,本书具有以下几个特点:一是全面、系统地考察了我国能源和经济发展的关系,数据资料翔实,立论观点准确,无论对于学术研究还是政府决策都具有重要的参考价值;二是采用数理模型考察了经济变量的关系,避免了文字叙述可能阐述的歧义,从而更精准地描述了经济运行规律;三是用经验数据验证了数理模型,从而使得模型更加具有说服力。经济学发展到今天,数理化、计量化已成为大的发展趋势,而能源作为国民经济的基础产业和战略性资源,对经济发展具有重要作用。作为一本采用数理模型和计量分析研究能源和经济发展的专著,本书有着许多独到见解。

作 者

2010年6月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 研究目标	7
1.3 研究方法与技术路线	8
第 2 章 经济增长理论的文献回顾与评析	10
2.1 经济增长的涵义	10
2.2 经济增长理论的回顾	11
2.3 经济增长理论文献中的生产要素分析	28
2.4 经济增长理论文献中技术进步机制分析	30
2.5 能源与经济增长关系的文献回顾	32
第 3 章 不可再生能源约束下经济可持续发展模型研究	38
3.1 不可再生能源约束下新古典的分析框架	38
3.2 不可再生能源约束下内生增长理论的分析框架	43
第 4 章 可再生能源约束下经济可持续发展模型研究	51
4.1 可再生能源约束下新古典的分析框架	51
4.2 可再生能源约束下内生增长理论的分析框架	56
第 5 章 我国能源消费与经济增长关系的经验研究	63
5.1 我国能源消费与经济增长关系的实证研究	64
5.2 经济增长中能源要素投入与全要素生产率分析	85

5.3 中国能源消费与经济增长的动态关系 ——基于状态空间模型的时变参数分析·····	94
第6章 石油价格波动对经济活动的影响·····	101
6.1 石油价格波动对经济发展影响的相关文献综述·····	101
6.2 我国石油价格波动与经济增长的实证研究·····	113
6.3 我国石油价格波动、经济增长与石油消费的实证研究·····	117
第7章 中国能源价格波动与能源强度关系的经验研究·····	123
7.1 引 言·····	123
7.2 各变量定义和数据来源·····	126
7.3 基本模型·····	127
7.4 变量的平稳性及协整性检验·····	128
7.5 实证分析结果·····	133
参考文献·····	139
攻读博士学位期间发表论文以及参与课题·····	155

第1章 绪论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

从工业革命至今，时光已流逝两个世纪。在这个历史进程中，随着科学技术的迅猛发展，人类改造自然的能力得到了很大提高，物质生活水平得到了很大提升，社会生产力得到了极大提高，同时也创造了巨大的财富，积累了丰富的科学技术知识。而 20 世纪则是人类遭受巨大痛苦和繁荣的一个世纪：在 20 世纪上半叶，人类遭受了全球的经济大危机和两次世界大战；在 20 世纪的后半叶，人类取得了空前的科技和经济大发展。第二次世界大战以后，出于战后重建家园的强烈愿望，一些工业化国家过分追求经济的快速发展，出现了一股从未有过的“增长热”。在这个时期，烟囱产业曾被作为“朝阳”工业而备受推崇。这个时期的发展通常主要是按照经济的增长来定义的，即以国民生产总值（GNP）或国民收入（NI）的增长为重要目标，以工业化为主要内容。以工业化为主要内容的眼经济增长取得了显著效果。而世界工业生产能力的 4/5 以上是 1950 年以后出现的。在第二次世界大战后的 50 年左右的时间里，人类所创造的社会生产力财富比过去一切时代所创造的生产力总和还要多。人类社

会生产力的大发展，使世界经济面貌发生了巨大变化。战后初期，世界的国民生产总值约为 2 000 多亿美元，而到 20 世纪末，全球国民生产总值已接近 30 万亿美元，增长 100 多倍。

但是在取得这些成就的同时，人类却遭受着全球性的生态环境严重破坏的大灾难，这又使当今人类陷入前所未有的生存危机和发展困境。正如美国著名科学家卡普拉在《转折点：科学、社会、兴起中的新文化》一书所说：现在全球生态体系和生命进化处于危险之中，处于一场大规模的生态灾难之中。我们可以肯定，人类取得科学技术进步和市场经济繁荣的两项伟大成就时，又使两者具有“反自然”性质，甚至可以说正在毁灭我们赖以生存的生态体系。对此，就连对人类未来抱乐观主义态度的托夫勒也认为：“可以毫不夸张地说，从来没有一个文明，能够创造出这种手段，能够不仅摧毁一个城市，而且可以毁灭整个地球；从来没有整个海洋面临毒的问题。由于人类的贪婪或疏忽，整个空间可以突然一夜之间从地球上消失；从未有开采矿山如此凶猛，挖得大地满目疮痍；从未有过让头发喷雾剂使臭氧层消耗殆尽，还有热污染造成对全球气候的威胁。”由于快速的工业化和城市化，大大加剧了耕地、淡水、森林和矿产的消耗，20 世纪，矿物燃料的使用量增加约 30 倍，人类赖以发展的环境被破坏得十分严重。地球和人类面临的这种危机，主要表现为人口膨胀，南北差距的加大，能源危机，环境污染及生态破坏等新的更为广泛而严重的矛盾。

首先是人口问题。自第二次世界大战后，世界人口翻了一番，到 21 世纪中叶，预计世界人口将再翻一番。20 世纪末，世界人口已达到 60 亿，且以每年新增 8 600 万人口的速度继续增长。预计到 2030 年，世界人口将达到 100 亿。迅速增长的世界人口，尤其是发展中国家人口的迅速增加，对其赖以生存的资源环境造成了严重的威胁。

其次是环境污染问题。由于工业化、城市化和交通现代化，尤其是煤炭、石油等矿物能源的大量使用，人类向空气中排放了大量

的一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、甲烷、烟尘、颗粒物和有害金属，造成了严重的大气污染。1990年，全世界的人类活动向大气排放了9900万吨硫氧化物，6800万吨氮氧化物，5700万吨悬浮颗粒物及17700万吨一氧化碳。生活污水、工业废水的排放造成了水体的污染，每年从城市排放的废水总量约几亿吨，目前发展中国家95%以上的城市污水未加任何处理就被排入地表水，水污染加剧了淡水资源的危机，全世界有100多个国家缺水，其中严重的有40多个。工业固体废弃物、农药和化肥造成了土壤的污染，每天从城市排出的固体废弃物有100多亿吨。

最后是资源的日益紧张问题。随着经济人口的迅速增长，人类面临着日益紧张的资源约束。地球上的自然资源是有限的。地球上资源可分为不可再生资源 and 可再生资源，前者无法用人工方法增加其存量或供应量；后者有相当部分可以通过人工和自身繁殖，增加其存量或供应量。但因资源总量有限，可再生的增殖资源量也有一定限度，尤其是有许多可再生资源增殖往往需要相当长的周期。而且可再生资源有个阈值，超过阈值对可再生资源的过量开采，将造成其可再生能力不可逆转的削弱或丧失。资源的紧张表现为土地资源、淡水资源、森林资源、矿物资源等的日益短缺，突出表现为矿物能源濒临枯竭和一些重要矿产资源接近枯竭。有关资料表明，世界天然气只能维持66年，石油只能维持46年。也就是说，到21世纪中叶，地球上的石油资源将要耗尽，天然气资源则在21世纪60年代全部枯竭。根据对43种重要非能源矿产所做的统计，其中静态储量在50年内枯竭的有锰（40年）、铜（33年）、铅（21年）、锌（19年）、锡（42年）、汞（43年）、铋（26年）、金（19年）、银（20年）、硫（25年）、金刚石（10年）、石棉（27年）、石墨（31年）、重晶石（33年）、石膏（27年）、滑石（43年）等16种（尹希成，1997）。

导致资源、环境出现问题的主要原因是：长期以来，人们过分强调经济增长，过度开发资源与环境，而忽略了人类同资源环境之间协同发展的客观规律。早在一个多世纪以前，恩格斯就指出：“我

们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利，自然界都报复了我们。每一次胜利，在第一步都确实取得了我们预期的结果，但是在第二步和第三步却有了完全不同的出乎预料的影响，常常把第一个结果又取消了。”（恩格斯，1872）进入 20 世纪 50 年代以后，随着人类社会科学技术的飞速发展和社会生产力的迅猛发展，对资源、环境的破坏问题日趋严重，出现了世界性资源枯竭、世界性能源危机和世界性生态环境恶化等一系列问题。这些全球性的重大问题，严重地阻碍着人类社会经济的可持续发展，继而威胁着全人类的未来生存和发展。20 世纪 70 年代以来，在人类生存和发展总体环境不断恶化的挑战面前，国际社会开始全面反思工业革命以来的工业化发展道路及其经济增长方式，形成了举世瞩目的“未来发展研究思潮”，并由此演变成一种全新的社会经济发展理论和发展观念，这就是 20 世纪 80 年代产生的可持续发展思想。

对传统经济发展模式的反思孕育出了可持续发展思想及其相关战略。1972 年罗马俱乐部的梅都斯等人撰写了《增长的极限》一书。书中探讨了世界系统的极限，以及它对人类数量和活动所施加的强制力，即世界生态系统在量方面的限度以及超越限度的悲剧性后果。书中指出：我们生活的地球是有限的，地球上被利用的土地资源是不可更新资源，污染承受能力等都存在极限，这种污染承受能力必然会产生限制性影响，使增长存在一个极限。从而揭示了地球的有限性与经济增长无限性之间的矛盾。“如果世界人口、工业化、污染粮食生产以及资源消耗按现在的增长趋势继续不变，这个星球上的经济增长就会在今后一百年内某一时刻达到极限。”梅都斯等人得出了有关极限的三点结论：一是人类社会现有消费资源、生产污染的速度是不能持续的；二是可以在维持并改善世界上人类生活质量的同时，大量降低此速率；三是即使采用更多有效的管理和技术，地球支撑人口和资本的能力仍是有限的。这些极限可能就在近期，或者就在不远的将来。

1972 年 6 月，联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开了人类第一次

环境大会。会议通过了《联合国人类环境宣言》，呼吁各国政府和人民为维护 and 改善人类环境，造福全体人民，造福后代而共同努力。该宣言就人类环境问题提出了7个共同观点，主要有：①人是环境的产物，也是环境的塑造者。由于当代科学技术突飞猛进的发展，人类已具有空前的改变环境的能力。自然环境和人为环境对于人的福利和基本人权都是必不可少的。②保护和改善人类环境，关系到各国人民的福利和经济发展，是人民的迫切愿望，是各国政府应尽的责任。③人类改变环境的能力，如妥善地加以运用，可为人民带来福利；如运用不当，则对人类和环境将造成不可估量的损害。现在地球上许多地区出现了日益加剧危害环境的迹象。在人为环境，特别是生活和工作环境中，也已经出现了有害人体身心健康的重大问题。④在发展中国家，多数环境问题是发展迟缓引起的。因此，他们首先要致力于发展，同时也要注意保护和改善环境。在工业发达国家，环境问题一般是由工业和技术发展引起的。⑤人口的自然增长不断引起环境问题。因此，要采取适当的方针和措施，解决这些问题。⑥当今的历史阶段要求人类在计划行动时更加谨慎地考虑给环境带来的后果。为了在自然界获得自由，人类必须运用知识，同自然取得协调，以便建设更良好的环境。为当代和子孙后代保护好环境，已成为人类的迫切目标。这同和平、经济和社会发展的目标完全一致。⑦为达到这个环境目标，要求每个公民、机关、团体和企业都负起责任，共同创造未来的世界环境。各国中央和地方政府对大规模的环境政策和行动负有特别重大的责任。对于区域性的和全球性的环境问题，在共同利益的前提下，由各国在国际组织协调下统一行动（陈耀邦，1996）。

1980年，世界自然保护联盟发表了《世界自然保护战略》，首先提出了可持续发展的概念。1987年，世界环境与发展委员会主席、挪威首相布伦特兰夫人主持的世界环境与发展委员会，在对世界重大的经济、社会、资源和环境问题进行系统调查和研究的基础上，提交了长篇专题报告——《我们共同的未来》，并提出了可持续发

展概念。这一概念在最一般的意义上得到了广泛的接受和认同，并在 1992 年联合国环境与发展大会上得到共识。布伦特兰夫人提出的可持续发展定义是：“既满足当代人的需要，又不对后代满足其自身需要的能力构成危害的发展。”它以两个关键部分为基础：一是人类的基本需求，尤其是世界上穷人的需求；二是环境限度，发展要以生物圈的承受能力为限度，如果它被突破，必将影响生态环境支撑当代和后人生存的能力。关于环境能力的有限性思想、技术的状况以及社会组织的情况，决定了环境满足现在和未来的各种需要的能力是有限的。衡量可持续发展有三个方面的主要指标：经济、环境和社会，三个指标缺一不可。

中国国民经济和社会发展今后五年计划和 2010 年远景目标，将可持续发展作为主要的指导方针，把可持续发展战略确定为国家今后发展的两大战略之一。面对可持续发展的要求，传统的经济增长方式已经越来越难以适应人类发展的需要。过去依靠资源投入的粗放型经济增长方式已经逐渐被知识经济、循环经济等新型、集约型经济增长方式替代。而集约型经济的突出特点就是依靠技术进步来推动经济的增长。于是，技术进步的机制、技术对资源的节约效应、技术对资源使用的可持续要求已经成为增长经济学的研究热点。因此，以可持续发展为目标导向的经济增长方式的研究十分必要，本书后面将围绕能源消费与经济增长关系进行研究。

1.1.2 研究意义

经济增长理论是宏观经济学的重要组成部分，而经济增长的源泉一直是宏观经济学研究的核心问题。纵观经济学发展的历史，从古典经济学派的关注资本积累与劳动投入，到新古典学派的技术进步与储蓄率相结合的 Solow-Swan 模型；到内生增长理论的关注技术进步来源与人力资本积累；到制度学派的关注制度对经济的促进

作用。可以说,在解释经济增长的源泉时,越来越多的要素被纳入了分析框架,这充分说明,人们对生产要素的外延及内涵的认识并不是一开始就十分完整清楚,而是经历了一个由片面到全面、由肤浅到深入、由低级到高级的逐渐深化的认识过程。随着可持续发展观念的提出及全球性的能源危机,将能源纳入生产要素进行分析已经十分必要。在传统的经济增长理论中,要素投入一般只有两种:资本和劳动。资源并没有作为一个单独的要素考察,资本实际上包括了物质资源(和作为物质资源之一的能源)。而实际上,随着工业革命后科技的不断发展,能源已经越来越成为影响经济发展的一个重要因素,将能源从资本中分离出来作为一个单独要素投入来考察其与经济发展及其他要素投入的关系已经很有必要。为此,有必要完善传统的 C-D 生产函数的形式。

本书通过研究能源与经济增长的关系,可以更好地理解生产中各要素投入对经济增长的影响。利用生产函数模型可以发现能源消费与经济增长之间的函数关系及比例关系,认识到能源与经济增长的关系,对于实现经济可持续发展具有重要的理论及现实意义。

1.2 研究目标

本书以经济的可持续发展为研究目标,运用动态最优化理论,构建经济系统的动态运动过程,分析影响经济发展的各变量的相互作用机制及运动的路径,从而研究能源的合理开发与经济增长的关系;将能源纳入生产函数中,运用回归模型和状态空间模型,分析能源与经济增长的定量关系。从而为经济的可持续发展打下一定的理论基础。在理论研究方面,重点研究能源的合理使用与经济的可持续发展,包括不可再生能源和可再生能源的合理使用与经济可持

续发展关系；在经验研究方面，重点研究能源消费与经济增长的定量关系，即函数关系和比例关系，以及他们之间的动态演化关系。

1.3 研究方法与技术路线

1.3.1 研究方法

(1) 理论实证方法：主要运用庞特里亚金的动态最优化理论分析能源约束下的经济可持续发展,包括可再生能源与不可再生能源。

(2) 经验实证方法：在经济理论分析的基础上用统计数据进行分析各要素与产出的函数关系和比例关系,以及对产出增长率的贡献度；同时通过用统计数据直接建立各种非经典的计量模型来分析各经济变量之间的关系；运用状态空间模型分析各要素投入与产出的动态关系；分析能源价格与经济的关系。

(3) 计算机辅助分析方法：运用 SPSS、EViews、MATLAB 等计量分析软件和数值运算软件辅助理论和经验实证的分析。

1.3.2 研究的技术路线

在研究的技术路线上，本书采用先理论实证后经验实证的研究路线。首先，运用动态最优化理论，建立包括能源要素在内的经济系统动态模型，分别在新古典经济理论框架和内生经济理论框架下研究不可再生能源和可再生能源约束下的经济可持续发展的可能性、模型稳态解的性质及相关问题。然后通过统计数据，运用回归方程分析能源消费与经济增长的函数关系、比例关系；通过各种非

传统的计量经济学分析方法,分析能源消费与经济增长的定性及定量关系;运用状态空间模型分析各要素投入与经济增长的动态关系;分析能源价格对经济的影响。具体技术路线如图 1.1 所示。

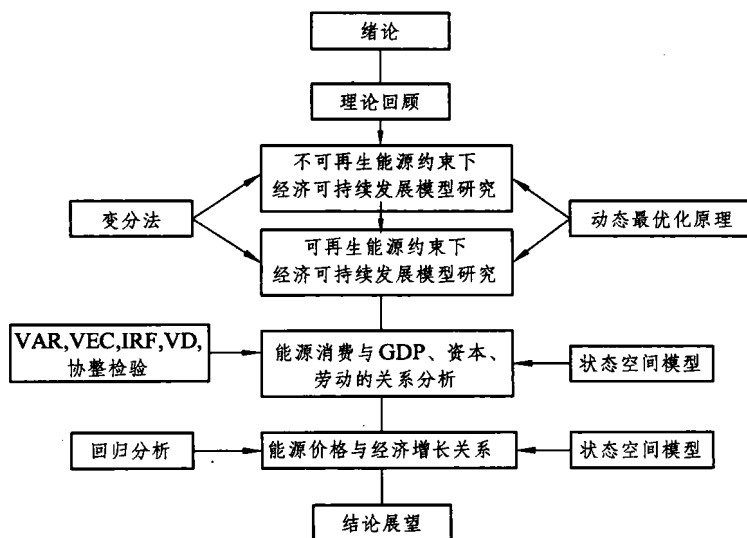


图 1.1 技术路线示意图

第2章 经济增长理论的文献 回顾与评析

2.1 经济增长的涵义

就经济学的发展历史而言,经济学自从其诞生之日起就将经济增长问题作为其主要的研究内容之一。这在早期的经济学著作中就已经得到了体现。如:亚当·斯密的《国民财富的性质和原因的研究》和大卫·李嘉图的《政治经济学及赋税原理》。从最一般的意义上讲,经济增长就是“一国生产的商品及劳务总量的增加”,萨缪尔森(Samuelson)则将经济增长定义为“一个国家潜在的国民产量或者潜在的实际 GNP 的扩展。我们可以把经济增长看做是生产可能性边界随时间向外推移”。诺贝尔经济学奖得主库兹涅茨(Kuznets)给出的经济增长定义为“一个国家的经济增长,可以定义为给居民提供种类日益繁多的经济产品的能力长期上升,这种不断增长的能力是建立在先进技术以及所需要的制度和思想意识之相应的调整的基础上的”。

19 世纪 60 年代,根据对世界各国的经济增长的实证研究,卡尔多对经济增长的事实做了以下六个方面的概括总结:

(1) 就各国经济的整体而言,产量和劳动生产率是持续增长的;