

左大培 / 著

内生稳态增长模型 的生产结构

NEISHENG WENTAI
ZENGZHANG MOXING
DE SHENGCHAN
JIEGOU

中国社会科学出版社

左大培/著

内生稳态增长模型 的生产结构

NEISHENG WENTAI
ZENGZHANG MOXING
DE SHENGCHAN
JIEGOU

中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

内生稳态增长模型的生产结构/左大培著. —北京:

中国社会科学出版社, 2005. 3

ISBN 7-5004-5136-9

I. 内… II. 左… III. 生产方式-经济结构 IV. F014. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 079806 号

责任编辑 韩育良

责任校对 李云利

封面设计 毛国宣

版式设计 戴 宽

出版发行 **中国社会科学出版社**

社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号 邮 编 100720

电 话 010—84029453 传 真 010—84017153

网 址 <http://www.csspw.cn>

经 销 新华书店

印 刷 盛华印刷厂 装 订 广增装订厂

版 次 2005 年 3 月第 1 版 印 次 2005 年 3 月第 1 次印刷

开 本 880 × 1230 毫米 1/32

印 张 7.5 插 页 2

字 数 200 千字

定 价 20.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社发行部联系调换

版权所有 侵权必究



前 言

本书是中国社会科学院重大课题《新经济增长理论的发展和比较研究》的主要成果，意在说明内生经济增长理论中稳态增长条件的生产结构。书中以严格的数学推导证明了，在将最终产品生产函数各个自变量的增长率都内生化的之后，要使稳态增长率具备某些合意的特点，各种物品的生产函数应当具有哪些性质。这一论述将为研究内生经济增长模型确立判定和设立生产函数的准则。

对于经济增长理论的研究来说，本书论证的核心是一个有着基础性指导意义的原理。这一原理是，如果将最终产品总量生产函数各个自变量的增长率都内生化的，而这些自变量的存量又都没有折旧，则要达到“卡尔多稳态”，即使所有自变量物品的稳态增长率都大于零且并不完全彼此相等，就必须至少满足下列3个条件中的一个：或者是至少有一种自变量物品（如劳动力）的增长率是外生给定的；或者是某几种自变量物品的生产全自变量规模报酬不变且在生产中不使用生产上不是全自变量规模报酬不变的物品；或者是各种不同自变量物品的生产既有全自变量规模报酬递增的，也有全自变量规模报酬递减的。

本书还论证了在哪些情况下，各种不同物品的稳态增长率解可能有相反的（正负）符号；并且证明，在一些很平常的条件下，出现符号（正负）相反的稳态增长率解只不过标志着一个经济最终将陷入增长率不断上升的爆炸性增长。



本书的这些论证显然对建立和运用经济增长理论模型有直接的指导意义。作者要感谢北京大学经济学院的李绍荣老师，他审读了本书的书稿并对书中的绝大多数数学论证都作了审查。当然，本书是由作者自己独立完成的，对书中的任何错误和遗漏，都只能由作者自己承担全部责任。

左大培

2004年2月10日



目 录

导论	(1)
第一章 内生稳态增长的条件	(12)
第一节 从新古典增长理论到内生增长模型	(12)
第二节 当前的4自变量内生稳态增长模型	(22)
第三节 推广到更一般情况的内生增长模型	(28)
一、生产函数	(29)
二、全自变量规模报酬	(31)
三、外生给定的增长率	(33)
四、最终产品和物质资本的增长率	(34)
命题1	(38)
五、各种自变量物品的增长率	(40)
命题2	(44)
推论2	(45)
第四节 一般情况下的内生稳态增长	(45)
一、稳态增长的条件(没有外生给定增长率的 情况)	(49)
命题3	(53)
二、标准化的稳态增长率解	(55)
三、稳态增长率与稳态增长率解	(57)
命题4	(59)
例子4	(60)



四、有外生给定增长率时的稳态增长条件	(61)
第二章 基准情况:全自变量规模报酬不变	(64)
第一节 没有外生给定增长率的情况	(64)
命题5	(64)
第二节 经济持续增长的根源	(71)
第三节 某些物品的增长率外生给定的情况	(76)
一、一种物品的增长率外生给定	(76)
命题6	(76)
二、两种或两种以上物品的增长率外生给定	(78)
命题7	(81)
推论7	(84)
例子7:与新古典增长模型相比较	(84)
第三章 没有报酬递增物品的情况	(87)
第一节 报酬不递增物品稳态增长的前提	(88)
命题8	(88)
推论8	(91)
命题9	(91)
推论9	(93)
第二节 只有报酬递减物品的情况	(94)
命题10	(94)
推论10	(97)
第三节 不同物品稳态增长率解的相互关系	(97)
一、相同正负号定理	(97)
命题11	(97)
二、数值排序定理	(104)
命题12	(105)
推论12	(113)
例子12.1:外生给定增长率、报酬不变和报酬	



递减物品	(115)
例子 12.2: 外生给定增长率与报酬递减物品	(116)
第四章 所有物品的生产都报酬递增的情况	(118)
第一节 报酬递增物品稳态增长的前提	(118)
命题 13	(119)
推论 13	(120)
命题 14	(121)
第二节 只有报酬递增物品的情况	(123)
推论 14	(124)
例子 14: 只有报酬递增物品	(127)
第三节 一种物品的增长率外生给定	(130)
命题 15	(130)
推论 15	(131)
例子 15.1: 新古典增长模型中的数值排序	(131)
例子 15.2: 外生给定增长率与报酬递增 物品——稳态增长率解正负号 相同的情况	(132)
第五章 稳态增长率解有不同正负号	(134)
第一节 自变量物品对其自身生产的贡献率	
大于 1	(135)
命题 16	(135)
例子 16.1: 规模报酬“超递增”的生产 函数	(136)
例子 16.2: 爆炸性增长的规模报酬“超递增” 生产函数	(138)
第二节 稳态增长率解正负号必定相反的其他 情况	(139)
命题 17	(139)



	例子 17.1: 外生给定增长率、报酬不变与报酬	
	递增物品——稳态增长率解正负号相反 …	(140)
	例子 17.2: 外生给定增长率、报酬不变与报酬	
	递增物品——稳态增长率解正负号相同 …	(142)
	命题 18	(143)
第三节	判断稳态增长率解正负号可能相反的	
	标准	(145)
	定义 19	(145)
	命题 19	(146)
	例子 19	(150)
	例子 19.1: 两种物品报酬递增	(155)
	例子 19.2: 只有一种物品报酬递增	(157)
第四节	稳态增长率解正负号相反的连锁效应	(160)
	命题 20	(160)
第五节	爆炸性增长: 稳态增长率解正负号相反	
	的动态含义	(161)
	命题 21	(164)
	例子 21	(173)
第六章	稳态增长率解正负号相同的情况	(176)
第一节	稳态增长率解相等的前提条件	(177)
	一、一般情况	(178)
	规模报酬扩充度平均增长率定义	(179)
	命题 22	(179)
	二、只有一种物品有不同增长率	(183)
	推论 22	(184)
	例子 22: 彼此相等的稳态增长率解	(186)
第二节	无外来投入的规模报酬不变系统	(187)
	“无外来投入的规模报酬不变系统”定义	(188)



命题 23	(188)
例子 23.1: “无外来投入的规模报酬不变 系统”与报酬递增物品	(194)
例子 23.2: “无外来投入的规模报酬不变 系统”与报酬递减物品	(195)
推论 23	(196)
第三节 一种物品的增长率外生给定	(196)
命题 24	(197)
例子 24.1: 外生给定增长率取中间值	(200)
例子 24.2: 报酬递增和报酬递减物品增长 率都偏高	(201)
推论 24	(201)
第四节 没有外生给定的增长率	(202)
一、“不可能全都报酬递减”定理	(202)
命题 25	(202)
推论 25	(206)
二、“报酬递减与报酬递增共存”定理	(206)
命题 26	(206)
推论 26	(212)
例子 26: 将外生给定增长率内生化	(212)
第七章 结论	(221)
补论: 自变量物品的非竞争性对经济增长的作用	(222)
参考文献	(231)



导 论

本书研究的对象是内生经济增长理论中稳态增长条件的生产结构。对 1986 年之后西方主流经济学中兴起的所谓“新增长理论”，本书主要从它的内生经济增长特性方面进行研究，而且将这种研究集中在它的稳态增长条件上。由于当代的经济增长理论都是以数学模型的形式表述的，本书对内生稳态增长理论的研究不能不是一种对数学模型的研究。我们是以数学形式阐明内生稳态增长理论模型的生产结构的。

当代的经济增长理论主要从供给方面研究长期经济增长的根源。它依据生产函数中表述的投入与产出之间的数量关系，力图通过说明投入增长的决定因素来解释最终产品生产能力的长期增长。这些经济增长模型这样致力的目的，是从投入产出关系上解释卡尔多（N. Kaldor）所归纳的经济增长的几个特征性事实（stylized facts）。这些特征性事实中包括：最终产出与人均产出都趋于以稳定的增长率增长，每工人平均的资本不断增长，而资本—产出比在长期中稳定不变（Kaldor, 1961, p. 178）。这些特征事实意味着在长期中资本、劳动力与最终产出都以不变比率增长，最终产出与资本的增长率大致相等且二者都高于劳动力的增长率。对于最终产出与资本的增长率相等且二者都不变的经济增长状况，当代的经济增长理论已经赋予了特殊的称呼：稳态（Steady State）增长路径、平衡增长路径（balanced growth path），而卡尔多所描述的上述特征性事实显然是这种经济增长



状况中的一个特例。为了简便，我们将具有卡尔多描述的特征性事实的稳态称作“卡尔多稳态”。在新古典增长理论之后的经济增长理论中，这种稳态增长路径被看作均衡增长的一种特殊情况。

虽然 18—19 世纪的古典经济学就对经济增长问题作过系统论述，但是规范化、模型化的现代经济增长理论研究却始于哈罗德—多马的经济增长模型。不久之后，经济增长理论研究的主流就从哈罗德—多马模型变为新古典增长理论。从此以后主流的经济增长模型一般都使用柯布—道格拉斯式的连续可微生产函数，假定整个经济时时处于均衡之中。

但恰恰是在这个基础上，稳态增长路径成了经济增长模型分析注重的焦点。这当然是出于新古典经济学一贯的走捷径行为方式：非稳态的经济增长路径即使是处于均衡状态下，也难于对其进行理论分析，更难于为其概括出简单的一般规则。但是研究成果的适用性也是一个重要的考虑因素——解释发达国家出现的卡尔多稳态一直是经济增长理论最主要的任务之一。

索洛等人构造的最初的新古典增长模型把最终产品的产量看成是资本和劳动这两种生产要素的增函数，而这三者之间的函数关系又取决于“技术”。这样，在最初的新古典增长模型中，最终产品的产量实际上是资本、劳动和技术这三种随时间而变化的自变量的函数。在索洛的模型体系中，劳动的增长率和“技术的增长率”（“技术进步速度”）都是外生给定的，而资本的增长率实际上取决于最终产品的增长率，因为资本的增加量取决于最终产品的产量和储蓄率，而储蓄率被看成外生给定的常数（Solow, 1956）。

在新古典增长理论模型的基础上，对经济增长的模型分析沿着三个大的方向发展：第一个方向是给新古典增长模型补充上跨期最优化的消费决策分析，其主要功能是将储蓄占最终产品的比



率（储蓄率）的决定内生化的；第二个方向是将生产率的变化内生化的，设计专门的模型来解释新古典增长模型中的“技术”因素如何发生变化；第三个方向上的研究成果至今仍然很少，它是将人口的增长率内生化的，设计专门的模型来说明人口的增长率如何决定。

虽然上述三个发展方向都是把索洛模型中的某个给定条件内生化的，但是第一个发展方向与后两个发展方向有明显的不同：第一个发展方向是把某种配置的比例（最终产品中用于资本形成的比例）内生化的，做到这一点的途径是分析消费上的最优化行为；而后两个发展方向是把最终产品生产函数中某个自变量的增长率内生化的，做到这一点的必要条件是为相应的自变量物品列出生产函数。

其实早在索洛的经济增长模型产生之前，甚至在现代的经济增长理论模型出现之前，拉姆齐就在 1928 年的一篇论文中，以数学模型论证了最优消费行为下的储蓄所必须满足的条件。拉姆齐的这篇论文力图说明，为了使未来无限期界中的总效用最大化，一个国家应当将其收入中的多少储蓄起来。它论证的是实现了这种最优化的储蓄在每个时点上所必须满足的条件（Ramsey, 1928）。这篇论文已经建立了以最优化的消费行为来决定储蓄率的分析框架，但是它的数学模型在三十多年中都没有结合进经济增长的理论模型中。

只是到了 20 世纪 60 年代，在前苏联的庞特里亚金（Pontryagin）等人阐发了最优控制理论中的最大值原理之后，卡斯（Cass）和库普曼斯（Koopmans）才将最优化的消费行为分析引进到经济增长模型中来，通过这种分析确定了经济增长模型中的内生储蓄率。他们的分析采用索洛式的总量经济模型，但是又假设消费者要通过其消费和储蓄决策将未来无限期界中的总效用最大化，而这样决定的每个时点上的最优消费、储蓄、资本存量和



总产量自然决定了每个时点上的最优储蓄率（Cass, David, 1965）。

将拉姆齐—卡斯—库普曼斯的最优消费模型结合进索洛的经济增长模型，不仅使新古典经济增长模型得以完善，而且还为以后的所有经济增长理论模型确立了一个准则：一个完整的增长理论模型必须包括以最优行为分析来决定每个时点上的资源配置比例这一部分。在各种“新”经济增长模型或“内生”经济增长模型中，这已经成了数量分析中的常规和惯例。近年来出现的那些将总量生产函数的某一自变量增长率内生化的新增长模型，几乎都要以某种消费和厂商的个体最优行为分析来决定，产品和各种生产资源中各有多大部分用在哪一种用途上。这些用途不仅包括消费、生产最终产品，而且还包括了技术研发和人力资本的培养等等。

索洛以后对经济增长的模型分析发展的第二大方向是将生产率的变化内生化的，设计专门的模型来解释新古典增长模型中的“技术”因素如何发生变化。这个方向上的重大发展，就是20世纪80年代以来兴起的“新”增长理论或“内生”增长理论分析。

这个方向上的发展又有两条不同的道路：一条道路是在最终产品生产函数自变量中加上“人力资本”，以“人力资本”数量的变化来说明物质资本和劳动这两种生产要素的生产率变化，而“人力资本”本身又是用各种生产要素、技术以致人力资本本身生产出来的；另一条道路则是设计专门的“生产函数”来解释“技术”本身的生长，这也就是所谓“将技术进步内生化的”。而在“技术”本身的这些生产函数中，决定技术的增长的自变量其实也就是决定最终产品产量的那些自变量。

正是在这第二大方向上的突破导致了最近十几年中所谓“新增长理论”或“内生增长理论”的蓬勃兴起。在这个方向



上，强调“人力资本”的分析以卢卡斯 1988 年的论文（Lucas, 1988）为代表，而注重“将技术进步内生化的模型则以保罗·罗默 1986 年和 1990 年的两篇论文为代表（Romer, P. M., 1986; Romer, P. M., 1990）。

注重人力资本的经济增长分析有其单独的发展历史，但是自卢卡斯 1988 年的论文发表之后，它也变成了将生产率增长“内生化的努力的一部分。在最近这些年中，这个方向上的发展也在设计各种各样的“生产函数”来解释“人力资本”的增长，这些人力资本生产函数中的自变量同样也是决定最终产品产量的那些自变量。这与“新增长理论”发展的主流汇合在一起，形成了一股将最终产品生产函数中的各种自变量本身的增长“内生化的潮流，这股潮流以最终产品生产函数中的各种自变量本身的投入来解释这些自变量的增长。

现在，新古典增长模型中的那些决定最终产品产量的自变量，在新的经济增长模型中几乎都被内生化了。在绝大多数新一代的经济增长模型中，惟一没有内生化的是人口（劳动力）的增长率，它通常还被当作是外生给定的增长率。

自新古典经济学产生之后，经济学家一般都把人口增长率的决定看作是由别的学科解释的现象，认为经济学家只需接受别的学科の説明，把人口增长视为对于经济分析来说是外生给定的就可以了。但就是这个经济学家已经惯于不加说明的增长率也在逐渐被卷入内生化的潮流。

新古典经济增长理论之后经济增长模型分析发展的第三大方向就是将人口的增长率内生化的，设计专门的模型来说明人口的增长率如何决定。巴罗和贝克尔 1989 年发表的论文（Barro and Becker, 1989）可以算作这个方向上的代表作。这种将人口增长的决定内生化的经济增长模型不仅包含着有关人口增长的最优化决策，而且也列出了增加劳动力（人口）时所必须服从的投入



产出关系，其形式与通常的“生产函数”相似。

这样，把最终产品的生产函数推广使用到最终产品生产函数的所有自变量的“生产”（增长）上，就成了当前经济增长模型分析发展的一大趋势。

但是一旦将最终产品生产函数所有自变量的增长内生化，经济增长的动态模型就要说明在每一时刻许许多多变量同时发生的各种复杂的变化。这样的分析和动态跟踪描述的经济增长过程过于复杂，根据它无法对经济增长的动态过程作出概括性的说明，更无法得出经济增长过程的简要轮廓。而在稳态增长路径上，情况就相对简单得多，对稳态增长情况的说明因而可以概括得多。更重要的是，最新的增长模型要说明的首要问题，仍然是发达的工业化经济如何能在“卡尔多稳态”上运行。这就使得最新的内生增长理论比过去更甚地注重研究稳态的均衡增长。

内生化了自变量增长率越多，经济增长模型中的生产结构问题就越显得突出。当最终产品生产函数所有自变量的增长率都由经济增长模型内生地决定时，或者至多只有一种自变量的增长率外生给定时，是哪些因素使整个经济的增长进入卡尔多稳态？例如，在这样的内生增长模型中，造成每一种自变量“物品”的稳态增长率都大于零的因素是什么？在这方面，有的新增长模型强调“技术”这种存量“物品”在其消费上的外部性，有的模型强调各种物品生产函数的规模报酬递增性质。到底是哪一种因素保证了每一种自变量“物品”的稳态增长率都大于零，哪些因素使最终产品生产和物质资本存量的稳态增长率高于人口增长率？

本书将以数学化的分析回答内生稳态增长模型的上述生产结构问题，以最终产品生产函数的各种自变量本身的“生产函数”为基础，讨论这些“生产函数”的哪些性质产生了稳态增长的



各种特征、特别是“卡尔多稳态”。根据严格的数学推导，我们可以证明，给定各种资源配置于不同物品生产中的比例，“卡尔多稳态”的主要性质在数学模型上来源于各种自变量“物品”的生产函数的严格正则性和在全自变量规模报酬上的特点。本书将系统地给出这些证明。

本书的主要论点可以概括如下：

——如果所有自变量“物品”都具有严格正则的生产函数，则任何物品的稳态增长率都不可能小于零。

——如果最终产品和所有自变量物品的总量生产函数都是严格正则且全自变量规模报酬不变，则只要外生给定的增长率不多于一个，所有物品的稳态增长率就都会彼此相等。

——如果任何自变量物品都没有外生给定的增长率，则只要不是任何“物品”的生产函数都严格正则且全自变量规模报酬递减，某些物品的稳态增长率就可以大于零；如果所有自变量“物品”的“生产”都是全自变量规模报酬递增的，一个严格正则生产函数经济将不会有稳态增长。

——如果将最终产品总量生产函数各个自变量的增长率都内生，则要在一个严格正则生产函数经济中达到“卡尔多稳态”，即使所有自变量物品的稳态增长率都大于零且并不完全彼此相等，就必须至少满足下列3个条件中的一个：或者是至少有一种自变量物品（如劳动力）的增长率是外生给定的；或者是某几种自变量物品的生产全自变量规模报酬不变且在生产中不使用生产上不是全自变量规模报酬不变的物品；或者是各种不同自变量物品的生产既有全自变量规模报酬递增的，也有全自变量规模报酬递减的。

本书还论证了在一个严格正则生产函数经济中，在哪些情况下，各种不同物品的稳态增长率解可能有相反的正负号；并且证明，在一些很平常的条件下，出现正负号相反的稳态增长率解只