

清华

数量经济学应用教程

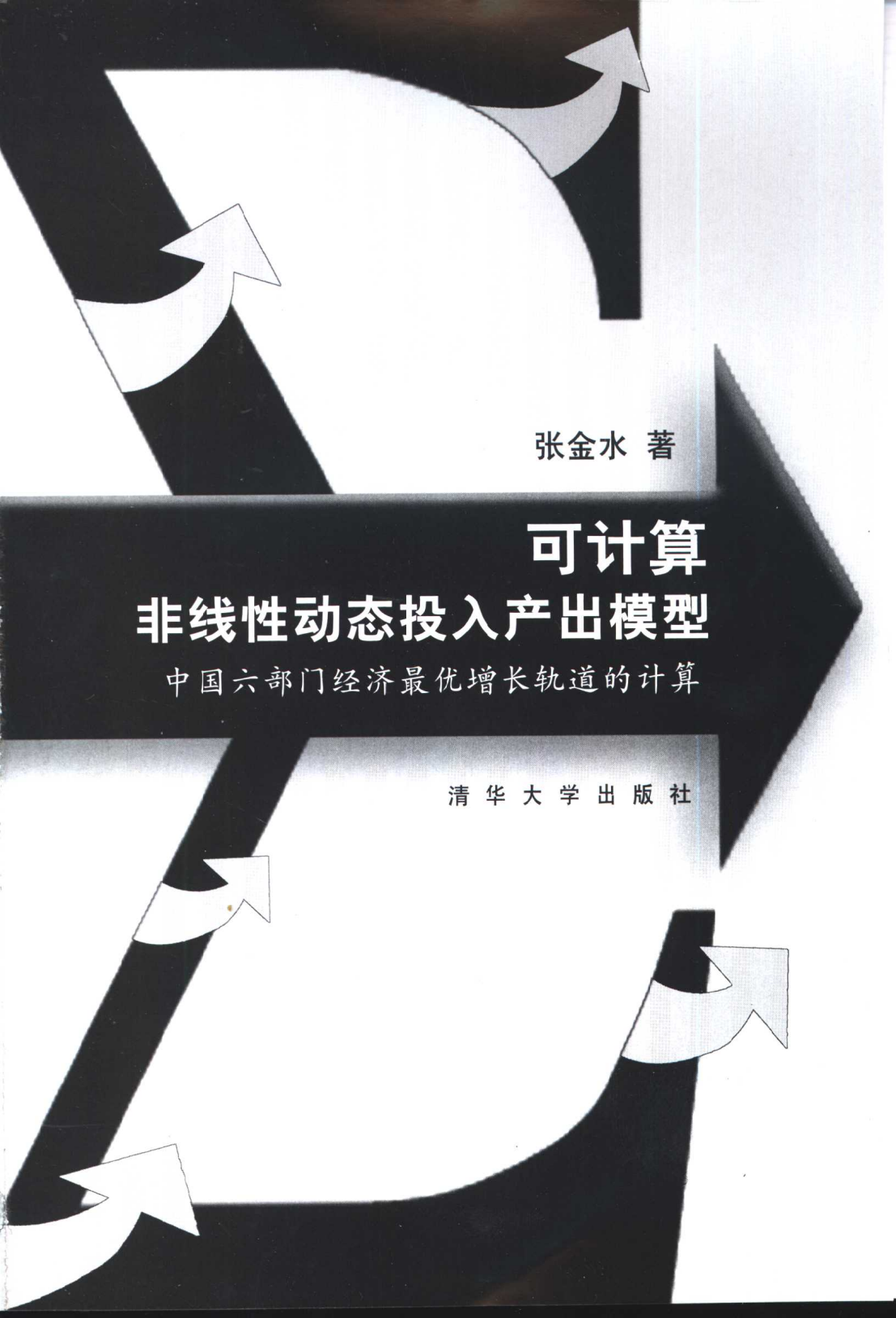
从入门到前沿系列

张金水 著

可计算 非线性动态投入产出模型、 中国六部门经济最优增长轨道的计算



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



张金水 著

可计算 非线性动态投入产出模型

中国六部门经济最优增长轨道的计算

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

书 名: 可计算非线性动态投入产出模型

作 者: 张金水 著

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦, 邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 清华大学印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850×1168 1/32 印张: 10.25 字数: 256 千字

版 次: 2000 年 11 月第 1 版 2000 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04108-3/F·296

印 数: 0001~4000

定 价: 22.00 元

内 容 简 介

本书共分六章。第一章论述消费者需求理论。第二章论述生产者供给理论。第三章论述需求与供给平衡的线性与非线性可计算一般均衡(CGE)理论基本知识。第四、五、六章在理论上给出可计算非线性动态投入产出模型,它既是非线性动态 CGE 模型,又是传统列昂惕夫线性投入产出模型的推广与发展。本书还利用实际数据构造了中国单部门及六部门可计算非线性动态投入产出模型,给出了中国经济最优增长轨道上 GNP 增长率、合理价格、合理产出结构、合理投资方向、资本回报率、工资率等计算方法与计算结果,得到了发展中国家和发达国家经济增长规律。本书最重要的特点是用通俗的语言来描述经济学前沿与热点知识,并将理论应用于中国实践,从数量上描述出中国经济最优增长轨道的特征。

本书可供广大数量经济管理领域科研人员、教师、学生以及企业与各级政府宏观调控中、高级决策人员阅读,也可作为经济管理专业本科生、研究生及相关专业高级经济学的教材。

前 言

“需求、供给、平衡、增长”是经济学最重要、最核心的八个字，也是经济学永恒的主题。

在这个经济学主题百余年的探索过程中，有一些杰出的代表人物。首先，瓦尔拉斯(Walras)创建了当代一般均衡理论，给出列写静态一般均衡联立方程组的方法。其次，阿罗(Arrow)以及德布鲁(Debreu)等人在相当一般条件下证明了静态一般均衡解的存在性与唯一性。然后，由斯卡夫(Scarf)等人给出求市场均衡解的具体算法与实际应用模型，产生了可计算一般均衡(computable general equilibrium, CGE)的理论与实践。探索供求平衡增长的另一条路子是由列昂惕夫等人创建的线性多部门模型。列昂惕夫(Leontief)给出著名的线性静态与动态投入产出模型，直至今天，各国仍在据此编制投入产出表。萨缪尔森(Samuelson)等人利用线性规划理论得到了线性多部门模型求最优增长轨道的“快车道”定理。此外，冯·纽曼(Von-Neumann)等人创建对策论并用之研究线性多部门经济的平衡增长问题。阿罗、德布鲁、列昂惕夫、萨缪尔森等人各自获得诺贝尔经济学奖。瓦尔拉斯及冯·纽曼虽未获诺贝尔奖，但其成就已超出诺贝尔奖获得者所做出的贡献。

以上由瓦尔拉斯、阿罗、德布鲁等人所创建的理论——一般均衡模型及其后发展起来的应用一般均衡(applying general equilibrium 简称 AGE)理论或 CGE 理论可以认为是非线性 CGE 理论。而由列昂惕夫等人所创建的线性多部门模型可以认为是线性 CGE 理论。上述由两条路子所发展起来的线性及非线性 CGE 理论在本书得到了统一。本书给出的可计算非线性动态投入产出

模型既是非线性动态 CGE 模型,又是线性列昂惕夫投入产出模型的推广。

本书第一章论述需求理论。第二章论述供给理论。第三章论述需求与供给的平衡与增长。第四、五、六章构造了中国单部门及六部门可计算非线性动态投入产出模型。给出了中国经济最优增长轨道上 GNP 增长率、合理价格、合理产出结构、合理投资方向、资本回报率、工资率等的计算结果。

本书是一本专著。它给出的可计算非线性动态投入产出模型是作者近年来重要的科学研究成果。作者所撰写的有关论文已在国际应用一般均衡(AGE)领域最重要期刊(由 SSCI、JEL 等检索),及在国内系统科学与数学领域最重要期刊(由美国数学评论检索)发表。

本书又是一本教材。作者尽量采用最通俗的语言来讲述经济学中最深入的知识。阅读本书不需要太多的预备知识。在数学方面仅需要高等数学中求导数、求极值等基本知识,以及将联立方程组表示成矩阵等线性代数方面初步知识。这些数学知识都是当前本科大学生所熟悉的最基本内容。书后配少量习题供练习。

作者近几年关于中国经济增长最优轨道计算的研究先后得到了小林实中国经济研究基金、国家教委博士点研究基金、清华大学软科学重大项目研究基金的资助。清华大学经济管理学院研究生龚彦、成涛同学参与了部分研究工作。

郝凤玲同志与张研同志阅读并撰写了书中部分内容,提出一些修改意见,帮助绘制一些插图。张海山先生、张淑珠总经理以及林铿佛与蔡依金女士对书中一些内容的构思给予启发性的帮助,谨致谢意。

书中的错误或不当之处在所难免,敬请读者提出宝贵意见。

张金水

目 录

导 论	(1)
第一章 消费者需求理论	(4)
1.1 效用函数及其数学表达式	(4)
1.2 等效用线或无差异曲线	(9)
1.3 效用最大法则与需求函数	(17)
1.4 需求预测	(22)
1.5 派氏、拉氏与真实物价指数	(27)
1.6 效用函数与物价指数的关系	(32)
1.7 多种产品分层归类综合成少数几种 产品的方法	(41)
第二章 生产者供给理论	(50)
2.1 生产函数及其数学表达式	(50)
2.2 列昂惕夫静态投入产出模型	(56)
2.3 列昂惕夫动态投入产出模型	(64)
2.4 用列昂惕夫动态投入产出模型计算平衡增长率 及产出结构	(70)
2.5 用列昂惕夫动态投入产出模型计算产品价格 与利润率	(77)
2.6 冯·纽曼—列昂惕夫线性多部门模型	(80)
2.7 利润最大法则及供给函数与要素需求函数	(87)
2.8 使用资本型技术进步、使用劳动型技术进步 及中性技术进步	(98)
第三章 供给与需求的一般均衡分析	(109)

3.1	瓦尔拉斯一般均衡模型 ——两种要素、两种消费品的供求平衡方程 列写方法	(112)
3.2	静态可计算一般均衡模型 ——两种要素、多种产品的可计算一般 均衡模型	(127)
3.3	动态可计算一般均衡模型	(137)
3.3.1	庇隆——弗罗宾纽斯定理以及列昂惕夫 动态投入产出模型的平衡增长解	(138)
3.3.2	线性多部门动态经济系统最优增长解及 快车道定理	(148)
3.3.3	非线性多部门动态经济系统的平衡增长 解与最优增长解	(157)
第四章	单部门最优经济增长轨道的求解	(162)
4.1	中国单部门经济增长模型的构造	(162)
4.2	工资率的计算方法 ——中国从业人员潜在平均工资水平的计算 与预测	(168)
4.3	资本回报率及租金的计算方法 ——中国银行合理利率的计算	(172)
4.4	没有技术进步时中国经济潜在增长速度的 计算与预测	(179)
4.5	考虑技术进步时中国经济潜在增长速度的 计算与预测	(183)
4.6	美国单部门经济增长模型	(191)
4.7	单部门经济增长模型小结	(196)
第五章	中国六部门生产函数的构造	(199)
5.1	六部门的划分及生产函数构造原理	(199)

5.2	农业部门生产函数及其参数估计	(203)
5.3	工业部门生产函数及其参数估计	(208)
5.4	建筑业部门生产函数及其参数估计	(211)
5.5	货运邮电业部门生产函数及其参数估计	(215)
5.6	商业饮食业部门生产函数及其参数估计	(217)
5.7	非物质生产部门生产函数及其参数估计	(220)
第六章 多部门非线性动态经济系统最优		
	增长轨道的求解.....	(228)
6.1	中国六部门非线性动态经济系统	(229)
6.2	各种产品合理价格的计算公式	(232)
6.3	用迭代法求各种产品合理价格的算法	(239)
6.3.1	用迭代法求解单变量非线性 方程的算法.....	(239)
6.3.2	用迭代法求解多变量非线性 方程组的算法.....	(244)
6.3.3	中国六部门合理物价指数的计算方法 与计算结果.....	(249)
6.4	中国六部门可计算非线性动态投入产出模型 及最优增长轨道计算结果	(257)
6.4.1	实物平衡方程与传统列昂惕夫模型 的推广.....	(258)
6.4.2	非线性动态经济系统最优增长模型.....	(271)
6.4.3	中国六部门最优增长轨道计算结果.....	(273)
6.4.4	最优轨道上各年度综合物价指数及 实际 GNP 增长率计算结果	(280)
6.4.5	最优经济增长轨道与实际增长轨道上 产出结构的比较.....	(285)
6.4.6	最优经济增长轨道上投资结构与就业人口	

的确定.....	(292)
6.5 可计算非线性动态投入产出模型的各种形式	
——在许许多多多种形式中只有一种为传统的列	
昂惕夫模型	(295)
结束语.....	(302)
习题.....	(304)
习题参考答案.....	(308)
参考文献.....	(317)

导 论

“需求、供给、平衡、增长”是经济学最重要、最核心的八个字，也是经济学永恒的主题。

在经济活动中许多重大现实问题都与这个主题密切相关。

• 中国经济增长速度可达多大？中国 1998 年经济增长率为 7.8%，1999 年经济增长率为 7.1%，那么 2000 年经济增长率可达多大？

- 中国多少年能赶上发达国家？
- 中国从业人员平均工资水平增长速度可达多大？
- 各种产品应当生产多少？合理的产出结构是什么？
- 供求相等时各种产品合理价格为多少？
- 各行业投资强度为多大？银行应当向什么企业贷款？
- 银行合理利率是多少？
- 当工资水平上升时，人们需求结构将怎样变化？
- 各行业从业人员应怎样合理配置？

上述问题不是孤立的，而是相互间紧密联系的。应当把它们放在一个系统中来统一考虑。也就是说，各种产品产出量、产品价格、各部门就业人数、各部门固定资本存量、平均工资率、资本回报率、各部门投资额、人们对各种产品需求量等众多变量相互间都有联系。一个变量变化将引起其它所有变量的变化。用数学的语言来讲，用联立方程组来描述各变量间的因果关系，并探讨如何求解这样的联立方程组的学问叫作“一般均衡分析”或“可计算一般均衡（简称 CGE）分析”。

一般均衡分析的理论与实践又可分为非线性一般均衡分析与线性一般均衡分析两个不同的研究方向。

非线性静态一般均衡理论的最重要创始人之一是瓦尔拉斯。瓦尔拉斯利用消费者效用最大法则及生产者利润最大法则分别得到产品需求函数与供给函数,令供给等于需求便得到关于产品市场价格的一组静态非线性联立方程组。其后,阿罗、德布鲁等人在相当一般条件下讨论了使市场供求相等的产品价格解的存在性与唯一性。仅知道市场均衡解是存在的还不够,应当采用有效的算法与切合实际的模型把解具体计算出来,这便是所谓的可计算一般均衡分析。近几十年来,可计算一般均衡理论可以求解包含更多变量的模型,如包含税收入与支出及更多国家的世界联接模型,并且由静态 CGE 发展到复杂的非线性动态 CGE 模型。到目前为止,对一般复杂的非线性动态 CGE 模型的最优增长解尚缺乏简洁有效的算法。

线性静态一般均衡理论的创始人是列昂惕夫及冯·纽曼等人。列昂惕夫从不同角度得到静态与动态投入产出模型。静态投入产出模型可以看作为静态线性 CGE 模型,动态投入产出模型可以看作为动态线性 CGE 模型。冯·纽曼最早给出线性动态 CGE 模型的平衡增长解,并被称为“冯·纽曼射线”。萨缪尔森等人利用线性规划理论求解线性多部门模型,得到了求解线性动态 CGE 模型最优解的“快车道”定理。

以上两个不同道路所发展起来的线性与非线性 CGE 理论在本书中得到统一。采用本书的技术可以将通常的非线性动态 CGE 模型表示成与传统列昂惕夫动态投入产出模型相一致的形式,并称之为可计算非线性投入产出模型。本书给出的迭代算法是求解这一类模型简便与快速的方法。

本书应用可计算非线性投入产出模型于中国实践,构造出相

应的中国单部门与六部门模型。求出中国经济最优增长轨道上的潜在经济增长率、合理产出结构、合理产品价格、工资增长率、资本回报率变化规律等。只要确定出模型参数,采用本书给出的模型与算法,求解更大更多部门的中国可计算非线性投入产出模型是没有什么困难的。其主要困难在于数据的采集与参数的估计。

第一章 消费者需求理论

“需求、供给、平衡、增长”是经济学最常用、最核心的八个字。本章讨论消费者需求理论，下一章讨论生产者供给理论。然后再讨论供给与需求的静态平衡与动态平衡。

1.1 效用函数及其数学表达式

什么是经济学？经济学的定义是：利用有限资源合理安排生产，生产出来的产品在消费者中进行合理分配，以达到人类现在和将来的最大满足。人类的最大满足就是经济系统的目标。由于人类的满足与所有单个个人的满足有关，因此数量经济学的首要任务就是要给出个人满意度的数学表达式。

个人满意度或个人幸福程度与如下因素有关：

(1) 与享受到的物质质量有关。一个人所拥有的物质质量越多，其满意度越大。

(2) 与拥有的闲暇时间有关。比如，我国职工从过去的每周 6 天工作制改为 5 天工作制，闲暇时间从每周 1 天增加至 2 天，其满意度或生活水平就得到提高。

(3) 与健康及生活环境有关。拥有健康才真正拥有幸福。如果把健康比作数字 1，名与利则都是 1 后面的数字 0。这些话都体现了健康对幸福程度的重要性。

(4) 与安全感有关。在战争动乱年代，一个人提着一箱金条却到处逃难，此人大概不会感到幸福。宁为太平犬，莫做乱离人。

(5) 与婚姻家庭有关。

(6) 与荣誉感、成就感、耻辱感有关。一个知识分子通过几十年奋斗,得了个省、部级奖,奖金虽然不高,但他面对奖状也会油然而产生幸福的感觉。

(7) 与知足感有关。知足者常乐。有人认为幸福是一种感觉,只要你感到幸福你便拥有幸福。

(8) 与妒忌心有关。一个人生活水平并不高,但周围的人比他更穷,他会感到知足。反之,一个生活水平较高的人当周围的人比他更富裕时,他会感到不足。

上述各种因素的定量化描述是比较困难的。但可以看到,在影响一个人生活水平的众多因素中,最主要的是享受到的物质质量与闲暇的多少。因此,在目前经济理论与实践,主要研究的是上述两种因素的定量化。

如果用 U 表示某个人的满意度,用 x_i 表示享受到的第 i 种消费品的数量,用 T 表示所享受到的闲暇时间,那么有如下因果关系:

$$U = U(x_1, \dots, x_n, T) \quad (1.1)$$

上式中的个人满意度函数通常被称为效用函数。如果暂不考虑闲暇时间 T , 那么式(1.1)变为:

$$U = U(x_1, \dots, x_n) \quad (1.2)$$

下面讨论式(1.2)所示效用函数的数学表达式。

在最简单的情况下,假设只有一种产品 x , 那么享受物质质量 x 与其所得到的效用 U 有如下关系:

$$U = U(x) \quad (1.3)$$

式(1.3)可以用图 1.1 来表示。

首先,依实践经验可以认为, $U(x)$ 是 x 的单调增函数。也就是说,当给一个人 $\Delta x > 0$ 的东西时,此 Δx 所产生的满意度 ΔU 一定大于零。当 Δx 趋于零时,用微分公式表示为:

$$\frac{\Delta U}{\Delta x} = \frac{dU}{dx} > 0 \quad (1.4)$$

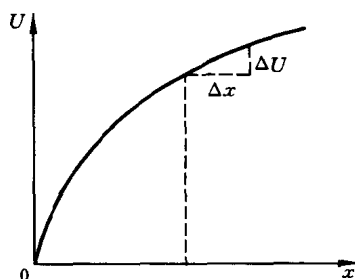


图 1.1 单品种产品效用函数

其次,我们可以知道,当享受物质量 x 越来越大时,再增加 $\Delta x > 0$ 所产生的满意度 ΔU 将越来越少。也就是说, dU/dx 是 x 的减函数,这意味着 dU/dx 对 x 的导数小于零,即:

$$\frac{d(dU/dx)}{dx} = \frac{d^2U}{dx^2} < 0 \quad (1.5)$$

式(1.4)与(1.5)反映了效用函数 $U(x)$ 的两个特征:

(1) 多多益善假设:效用函数 $U(x)$ 是 x 的增函数,即 U 对 x 的一阶导数大于零。

(2) 享受有够假设:随着对消费品占有量 x 的增加,再增加 1 单位该种消费品所能提高的满意度将越来越少。这一条假设通常又被称为边际效用递减假设。所谓“边际”与求导数的概念紧密联系。比如一个人已经拥有 $x = 5$ 个馒头,再给他 $\Delta x = 1$ 个馒头,那么一共拥有 $x + \Delta x = 6$ 个馒头。此第 6 个馒头($\Delta x = 1$ 这一个)称为“靠边”的这一个。“靠边”的这一个馒头所产生的满意度 ΔU 大于零,但随着 x 的增加, ΔU 将越来越小。边际学派的经济学家十分灵活地将高等数学中求导数的知识应用于经济学中。

应当指出,有人认为效用函数 $U(x)$ 不一定是 x 的增函数。比

如吃馒头,一个人所吃下的前几个馒头的效用一般大于零,但当他吃饱之后,再吃下 Δx 个馒头所能增加的 ΔU 可能为负值。也就是说越吃将越难受,这意味着满意度 U 将下降。如果不把馒头吃下,仅仅指一个人拥有的馒头个数 x ,那么 $U(x)$ 是 x 的增函数应该是成立的。比如一个人去食堂吃饭,食堂主任告诉他:“本食堂馒头随便你吃。”这种情况所产生的满意度比“本食堂馒头只许你吃 5 个”所产生的满意度来得大一些。因此,“拥有”馒头与“吃下”馒头所对应的效用函数是不一样的。我们只讨论物质占有量与其产生的满意度之间的关系。

以上效用函数递增、边际效用递减的假设可以推广到多种产品的情况中。

考虑式(1.2),如果只有第 i 种产品占有量 x_i 在变化,其它种产品占有量都不变,那么式(1.2)变为:

$$U = U(x_i) \quad (1.6)$$

类似式(1.4)与(1.5)的讨论有如下假设:

(1) 多多益善假设或效用函数递增假设:

$$\frac{\partial U}{\partial x_i} > 0 \quad (1.7)$$

上式中偏导数意义是:仅 x_i 增加 Δx_i ,其它产品占有量不变, Δx_i 所产生的满意度 ΔU 大于零。

(2) 享受有够假设或边际效用递减假设:

$$\frac{\partial(\partial U/\partial x_i)}{\partial x_i} = \frac{\partial^2 U}{\partial x_i^2} < 0 \quad (1.8)$$

一般地说,对 n 种消费品来讲,其效用函数 $U = U(x_1, \dots, x_n)$ 应满足如下两条假设:

(1) 效用函数递增假设:

$$\frac{\partial U}{\partial x_i} > 0, i = 1, \dots, n \quad (1.9)$$