经济计量学方法

〔美〕J·约翰斯顿 著

中国展望出版社

译 者 序

1985年秋，复旦大学管理学院受国家教委的委托，曾组织译者讨论如何在高校开展经济计量学教学方面的问题。作为问题之一，就是当前国内尚缺少经济、数量经济或经济管理专业研究生用的经济计量学教材。根据需要与可能，除了有计划地编写一套适合我国国情的经济计量学教科书和参考书外，可以选择较好的外国教材及时组织翻译，以尽早开创一个有书可选、有书可用的局面。

J·约翰斯顿长期从事经济计量学的教学与研究工作，是当代著名的经济计量学家。《经济计量学方法》是根据其长期教学经验和研究心得编写的一本专著，第一版于1963年问世，1972年的第二版又补充了经济计量学发展的若干主要课题，而1984年的第三版，其内容焕然一新。不论过去和现在，欧美各国的大专院校，广泛采用这本专著作为经济计量学课程的教材或主要参考书，历时二十余年而不衰。

值得指出，本书第三版除了阐述经济计量学的基本原理和方法外，添加了不少新的论题，例如可变参数模型、定性应变量等，不仅涉及新的统计理论，而且具有实际应用的意义。此外，作者对统计及数学方法的阐述更为完整，故又适合于更多的读者对象。基于以上认识，我们认为本书第三版不仅基本上能满足研究生学习的需要，也适合基础较好的大学高年级学生学习；而对于研究经济计量学的数量分析技术和方法的经济工作者和管理工作者来说，本书仍不失为有参考价值的著作。

参加本书翻译工作的有：华中工学院林少宫教授（前言、第

一章)；南京大学吴可杰教授（第二、三章)；北京大学秦宛顺副教授（第四、五、六章)；中山大学滕成业副教授（第七、八、九章)；复旦大学唐国兴副教授（第十、十一、十二章和附录）。

本书的部分译者，曾在该书第三版问世之前，多次采用其第二版作为研究生教材或主要参考书，对作者编写该书的构思、逻辑体系以及在叙述上的精湛、文笔上的洗练，均有较多的体会。深信第三版的译出，将有助于高校有关专业师生进行教学之用。但是，为了尽早脱稿，又限于译者的水平，深感任务的艰巨。译文中免不了有误译、疏漏或不妥之处，希望读者不吝批评指正。

译　者

1986年10月

前　言

这一版已全部重写。新版书有如下的主要特点：

1.为了使仅仅具备初等统计学知识的读者更易阅读书中的材料，已降低了对数学、统计学的起码要求。因此在前几章中，文字要比符号占有稍大的比重。在附录A中也加进了许多关于数学、统计学专题的段落，以配合前几章的论述，使之容易过渡到本书的核心部分。同样理由，不仅保留了而且又扩充了矩阵代数一章，把某些专题的几何和代数描述都包括进来了。

2.所有的一般线性模型的推断方法，都作为单一基本方法的殊特情况来推演，亦即对模型的参数作一组线性约束的检验（第五章），这样就能对结构变化的检验作出彻底的处理（第六章）。第六章还加强对虚拟变量的使用和回归变量之间的多重共线性的论述。

3.对于曾做出实质性工作的、具有深远意义而不是喧嚣一时的新的和旧的课题，本书都不遗余力地把它们包括进来。其中包括方程组的估计，特别关于能源经济中的超越对数逼近和应用（第八章）；自相关误差项（第八章）；时间序列技术方法（第九章）；以及在若干专题论丛（第十章）中陈述的内容：递归残差，样条函数，时间序列与横截面数据的混用、可变参数模型，定性因变量和变量误差。作者还对经济计量学现状肆意发挥了个人的一些评论（第十二章）。

4.问题集已扩大成真正的盎格鲁 美利坚式，其中一部分由皇家统计学会和剑桥、伦敦、曼彻斯特、牛津等大学提供，另一部分由芝加哥、密歇根、耶鲁、华盛顿等大学提供。关于前者，要

向许多不知名的作者表示衷心感谢；关于后者，则要向Arnold Zellner Jan Kmenta, Peter Phillips和Charles Nelson表示由衷的感谢。附录B还广泛收集了统计学、经济计量学用表，对于允许转载这些表格的有关方面致谢。

我对许多人士只能热情地感激而无法完全酬报。Craig Riddell（不列颠哥伦比亚大学）曾通读全部书稿，并提供许多宝贵意见，我深表谢忱。由Ian McAvinchey（阿伯丁大学）和我的同事Ken Chomitz, Max Fry和Charles Lave（Irvine，加利福尼亚大学）作了类似的工作，在此一并致谢。Ken Chomitz对各章提出意见后，还编了问题解答手册，对许多不同的问题都作了详明的解答，故在某些地方几乎成了一份补充教材。讲授者如有需要，可向出版者索取这一解答手册。Kathy Alberti和Barbara Sawyer曾对这一本难读的书稿做了出色的工作。此外，Barbara Sawyer还做了预备性工作，她准备了附录B中的用表并校阅了全部书稿。最后，我对本书初次出版后20年来世界各地的师生提出的问题和建议，表示衷心的感谢。我只能希望这次第三版的问世，将能引起同样的反响。

J·约翰斯顿（*J. Johnston*）

第一章　经济计量学的性质

在问“什么是经济计量学”之前，必须先问“什么是经济学?”对第二个问题的回答将表明经济计量学能在经济学的发展中起什么作用。虽然本章将围绕经济模型的阐述，但在经济计量学中所研究出来的方法，不仅能在而且确实是在其他社会科学中起到重要作用。在这些科学中，人们所关心的问题就是要在明显地非实验的情况下，建立并估计各组变量之间相互联系的模型。

1—1　经济模型的建立

经济学家企图了解经济系统的性质和运行。他们也许关心一些全局总量或宏观数量诸如国民生产总值（GNP）。就业水平或当前消费品价格指数。另外，他们注意的焦点也许是某些经济部门或领域，诸如汽车工业的生产和就业情况、乔治亚州的花生价格和产量。了解情况的目的之一就是为了能对系统的未来可能发展趋势作出条件预测，从而使一些经济机构如政府、企业或消费者有希望采取行动，对系统的演变作某种程度的控制。另一个重要目的是要检验关于系统的经济理论。

要了解一个统系的运行，第一步是建立一个理论模型。任何模型都不外乎是现实的一种简化，而模型建造者力求抓住所研究系统的基本特点。一种经济或一个经济部门的运行，在任何时刻都取决于现有技术状态中（连同给定的资本、劳力和其他有限生产资源的存量）各种经营者的决策。因此，一个理论模型典型地将包含有行为关系式，用以描述确认是决定各类经营者行为的势

力：还包含有技术关系式，用以描述由现有技术和系统的初始资源来限定的约束条件。常有这样的情况，技术关系式（如描述在各种资本、劳力和其他生产资源投入下，可以达到的最大产量的生产函数）并不以明显的方式出现在模型中，而是在推导行为关系式（如对劳力等的需求函数）时才用到。除了行为和技术关系式外，经济模型通常还含有恒等式或定义关系式。

1—2　一个国民收入模型

作为模型构造过程的一个例子，让我们考察国民收入模型的最简单形式之一。它在许多初等经济学教科书中已作为一种教学工具。这种模型从一个国民收入恒等式入手，对于一个无外贸的封闭经济，该恒等式在任何时期都是

$$y \equiv c + i + g \qquad (1-1)$$

其中：y = 国民生产总值（GNP）

c = 消费支出

i = 投资支出

g = 政府支出

所有支出流量都用实际价值衡量。构造模型时，要对GNP的各个支出成份的决定因素作出适当的假设。

可以假设消费支出依赖于纳税后的可支配收入和利息率。这样，就可以写成[1]

$$c = f\left((1-\tau)y, r\right) \qquad (1-2)$$

其中：τ = 税率（假定在整个经济中为一常数）

r = 利息率

① 参见附录A—1，函数与导数。

对这个关系式的理论期望是

$$0 < f_1 < 1, \qquad f_2 < 0 \tag{1-3}$$

其中f_i表示函数对第i个变量的偏导数。方程（1－3）中第一个假定是：来自可支配收入的边际消费倾向是一个小于1的正分数。第二个假定是：利息率上升将对消费产生抑制作用，这是因为它将提高对储蓄的报酬，增加购买耐用消费品的费用，并降低作为财富的一部分的债券的票面价值；而财富本来可以作为消费函数中的一个自变数，但为了简单起见，把它从方程（1－2）中略掉了。

投资函数可以设定为

$$i = f(\Delta y, r) \tag{1-4}$$

而且

$$f_1 > 0, \qquad f_2 < 0 \tag{1-5}$$

Δy表示GNP 的变化量。投资受利润期望的积极影响，这里所作的一个粗略的假定是：实际GNP的实测改变量可以用来代替利润期望。我们仍然预期利息率和投资支出有负向关系。

综合上述，我们得出一个三个方程的模型：

$$y \equiv c + i + g$$
$$c = f((1-\tau)y, r)$$
$$i = f(\Delta y, r)$$

并附加方程（1－3）和（1－5）中关于导数的预期符号。这个模型构成了一种联合决定或“解释”三个变量c，i和y的理论。显然，这种解释是从g，r和τ的假定值为条件的。模型建造者现在面临的决择是：怎样处理这些剩下的变量？要不要提出决定政府支出、利息率和税率的理论，从而把系统扩充到六个方程？如果需要，则新的方程几乎肯定会在其右端含有从未在该系统中出现过的一些解释变量，而这些变量又会产生怎样加以解释的问题。

看来，似乎经济模型必定会无限制地扩大。当然，不会出现无限多个有待解释的变量。在任何情况下，模型构造者都是非常讲求实效的。事物总是相对的，一切都取决于实际问题。为了某些目的，一个小型模型就足够了：一些变量本来会在较大的模型中有其解释方程，而这里却可以不予解释。在本例中，我们无意考虑经济现实性，仅仅需要有一个模型来说明问题，因此把它限制为已经设定的三个方程。

此模型仅含两个行为关系式：一个是关于消费，另一个则是关于投资。经济理论做了两件事：第一，它在每个方程的右端设定若干个解释变量；第二，它指出偏导数预期符号。这通常也就是理论本身所能做到的事情了，但它还有一系列尚待解答的问题。

1—3 尚待解答的问题

函数形式 一般地说，仅从理论方面考虑，还不足以确定变量之间的关系究竟是何种函数形式。有许多函数形式都和预定的导数符号相一致。令

$$z=(1-\tau)y$$

为可支配收入并略去利息率这个变量，于是下列函数形式都给出 c 是 z 的单调增函数，而且对参数作适当约束，就能满足边际消费倾向是一正分数的条件：

$$c=\alpha_0+\alpha_1 z$$

$$c=A z^{\alpha_1}$$

$$c=\alpha_0-\alpha_1 z^{-1}$$

但这些函数各有其不同的质的含义。在第一个函数中，每增加100元收入都会导致消费支出有完全相同的增加。而第二和第三个函数均表示随着收入的增加有一递减的边际消费倾向。但是，第二个函数意味着消费无限止地随着收入的增加而增大，而第三个函

数则表示当收入变得很大时，消费趋近于饱和或渐近于水平a_0。这个例子典型地说明，从经济理论推演出来的质的方面的限制，并不足以用来确定函数的形式。

数据定义与测量 从定义的角度来看，理论有时是准确的，有时则是草率的。例如在这个模型中，消费支出是否包括对耐用消费品的实际开支？抑或把耐用品的消费当作一种隐含的流量，由现存的耐用消费品所提供的服务价值来衡量？如果采取第二种定义，那么它和国民收入恒等式中的消费定义有无矛盾？什么是收入？要不要对它为消除纯季节波动而进行调整？应否把它看作某个近期的观测水平？抑或把它解释为某种“永久性”或“长期”收入？现有许多种不同的利息率，是否要选择一种有“代表性”的利息率或多种利息率的某一组合，同时在消费函数和投资函数中，对利息率这个变量也作同样的处理？

滞后结构 和数据的定义问题多少有连带关系的就是滞后结构问题。投资是否指对应于当前利息率的投资？或者，鉴于在制定和执行投资决策过程中有一个不可避免的时间滞后，而把投资和一组先前的利息率对应起来？这里我们再次看到，由于事物的本质所致，经济理论不可能具体告诉我们，什么滞后结构才是适当的。况且，许多经济理论化了的事物都必然是对均衡位置而言的。比如说，对应于某种收入水平的均衡消费率，所指的收入水平，理论上已保持了足够长的时间，使消费者已把自己的消费行为调节到完全和它相适应。现实世界总是从一个非均衡位置蹒跚地移向另一个非均衡位置。因此，实际数据所反映的是调整过程，而不是均衡位置。按定义，均衡理论不涉及调整过程，而适应与调整理论尚处于萌芽状态。

性质含义与数量含义 上述理论模型确实给出了不含糊的性质含义。例如，利息率上升将使GNP下降，政府支出增加将使GNP上升。在更复杂的模型中，附加于各个方程的定性条件未必能导致对整个模型运行的明确预测。假如我们的简单模型断定利

息率对消费有积极作用，但对投资有消极作用，则在缺少这两种不同作用的定量知识和不了解消费和投资数量的情况下，就不知道利息率朝什么方向影响GNP。在现实生活中，决策者无疑地对于改变利息率、税率和政府支出所产生影响的大小和时机是非常关心的，但预期的偏导数符号不能提供这种信息。

理论的选择 讨论前面四个问题时，我们一直隐含地假定：我们的理论模型是“正确的”。但我们怎能知道一种理论是否正确到足以用来作为分析的有效工具呢？也许每一个理论家都有自己的一套理论。在实践上就出现一个非常重要和十分困难的问题，要在相互竞争的理论之间进行挑选。一些模型大同小异，可以把它们看作同一个主旋律的多种变奏曲。例如，另一位理论家会接受我们的消费和投资函数的一般形式，只不过他想把财富作为另一个解释变量加入第一个方程，把资本存量加入第二个方程而已。在理论界的另一极端，也许有一位理论家会否定我们这个模型的凯恩斯色彩，而提出一种由供给决定而形成的理论，或者一个以货币供给为基本动力的模型。

1—4　经济计量学的作用

经济计量学设法解决所有上述五个问题。它的基本任务是用经验上的现实去充实理论结构。这涉及几个关键步骤。首先，必须用明显的函数形式去设定理论或模型。在这方面，经济计量学家并不具有经济理论家所否认的任何特殊的洞察力。因此，人们通常从一些与先验设定无矛盾的最简单函数形式入手，同时对滞后结构作一初步设定。例如，我们可以把三个方程的国民收入模型设定为

$$c_t = \alpha_0 + \alpha_1(1-\tau)\,y_t + \alpha_2 r_t \qquad (1—6)$$

$$i_t = \beta_0 + \beta_1(y_{t-1} - y_{t-2}) + \beta_2 r_{t-1} \qquad (1—7)$$

$$y_t \equiv c_t + i_t + g_t \qquad (1—8)$$

以及先验期望:

$$0<\alpha_1<1,\qquad \alpha_2>0,\qquad \beta_1>0,\qquad \beta_2<0$$

变量的下标指时间周期。单位时间周期可以是经济计量学家认为合适的任何时间单位，只要具有和这些单位相应的适当数据即可。然而，比较典型的是以一个季度或年度为单位，从而模型在时间上是离散的而不是连续的。

经济计量学家的第二个任务是制定适当的数据定义，并对进入模型的变量搜集有关的数据序列。第三个任务是通过统计方法把理论和数据结合在一起。结合的结果将产生各种统计量的集合，借以判定所设理论模型的真实性。最重要的统计量集合是结构型参数的数值估计，从而方程（1－6）和（1－7）中的希腊字母便由数字来代替。还有一些统计量能够用来评价被估参数的估计精度或可靠性，这反过来又有助于我们检查模型是否和理论上预期的导数符号相一致。还有更多的统计量和诊断检验，借以帮助我们评价模型的作用，从而决定是否继续朝某一方向修改模型的设定，并用数据去检验修改后的模型。

本书大部分内容将探讨经济计量学家在估计、检验和评价经济模型中所使用的统计方法。从历史上来看，经济计量学总是以古典统计学方法为其出发点，而这些方法主要是从实验科学领域中形成和发展的。在经济学中，控制实验的概率是一种例外的情况，而不是一种规则，因此产生一系列的特殊统计推断问题，这些问题将在以后各章中加以阐述。作为引论，在本章中还要解决的问题就是当一个经济计量模型估计出来以后，指出其几种可能的引用。关于这一点，仍用上述简单的模型来加以说明。

1－5　结构型与简化型

方程（1－6）到（1－8）构成模型的结构型。结构型可

以看作是以g_t和r_t以及以y_{t-1}，y_{t-2}和r_{t-1}所代表的系统的近期历史为条件的，是关于三个变量y_t，c_t和i_t的决定的一种理论解释或假设。这样就能对系统中的变量作如下的分类：

当前内生变量：c_t，i_t，y_t

滞后内生变量：y_{t-1}，y_{t-2}

当前外生变量：g_t，r_t

滞后外生变量：r_{t-1}

关键在于区别内生变量和外生变量。前者是指它们的当前值理论上是由模型的运行来说明的。然而，对于外生变量的决定，模型不作任何说明。其次，重要的是要区别现期t和前期$t-1$，$t-2$，等等。当我们研究在周期t的模型运行情况时，无论是内生变量的或外生变量的所有滞后值，都已给定而不再能取新的值了。一旦对当前外生变量g_t和r_t也代进了数值，模型就给出当前内生变量c_t、i_t和y_t的数值。这一点可以用另一种方式去改写方程（1－6）到（1－8）而正式地表达出来。将方程（1－6）和（1－7）代入方程（1－8）并重新整理，得

$$y_t=(\alpha_0+\beta_0)\delta+\alpha_2\delta r_t+\beta_1\delta(y_{t-1}-y_{t-2})+\beta_2\delta r_{t-1}+\delta g_t \quad (1-9)$$

其中

$$\delta=\frac{1}{1-\alpha_1(1-\tau)}$$

方程（1－9）的要点就在于方程中只有一个当前内生变量y_t出现在左边，右边则是当前外生变量和滞后内生或外生变量的混合。这后面三组变量的全体称之为前定变量类，因为从模型在时期t的观点来看，它们的数值或者由系统的过去历史所决定，或者由现期的外在因素来制定。投资方程的右边只有前定变量而没有别的变量，所以把它重新写出如下：

$$i_t=\beta_0+\beta_1(y_{t-1}-y_{t-2})+\beta_2 r_{t-1} \quad (1-10)$$

最后，将方程（1－9）代入消费函数得

$$
\begin{aligned}
c_t = & \left[\alpha_0-\alpha_1(1-\tau)(\alpha_0+\beta_0)\delta\right]+\left[\alpha_2+\alpha_1(1-\tau)\alpha_2\delta\right]r_t \\
& -\alpha_1(1-\tau)\beta_1\delta(y_{t-1}-y_{t-2})+\alpha_1(1-\tau)\beta_2\delta r_{t-1} \\
& +\alpha_1(1-\tau)\delta g_t
\end{aligned}
\qquad (1-11)
$$

上述（1－9）、（1－10）和（1－11）这三个方程构成模型的简化型。简化型的每一个方程都把一个当前内生变量表示为仅仅是前定变量的函数。简化型可以简洁地写成

$$y_t=\pi_{10}+\pi_{11}g_t+\pi_{12}r_t+\pi_{13}r_{t-1}+\pi_{14}y_{t-1}+\pi_{15}y_{t-2} \qquad (1-12)$$

$$c_t=\pi_{20}+\pi_{21}g_t+\pi_{22}r_t+\pi_{23}r_{t-1}+\pi_{24}y_{t-1}+\pi_{25}y_{t-2} \qquad (1-13)$$

$$i_t=\pi_{30}+\pi_{33}r_{t-1}+\pi_{34}y_{t-1}+\pi_{35}y_{t-2} \qquad (1-14)$$

其中所有的π都表示结构参数的函数，如方程（1－9）到（1－11）所给出的那样。简化型可用图1－1表示：

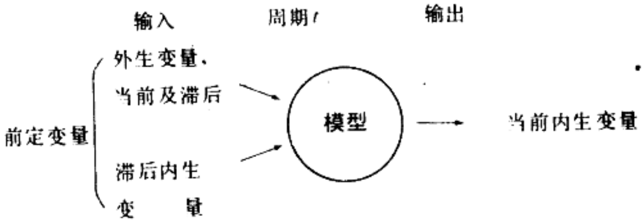

图1－1

简化型还表明，模型在下述意义下为单向因果关系：外生变量影响当前内生变量而无反方向的反馈作用，即当前内生变量不影响外生变量。

1—6 乘数与动态性质

简化型方程中的参数π有非常重要的经济意义。这些π衡量现期中任一前定变量的单位变化对每一内生变量的影响。例如，考虑g_t水平增加一个单位，由结构型方程（1－8），GNP将会同时增加一个单位。但从消费函数（1－6）看，GNP的增加将诱

导消费增加，而后者通过（1－8）式将再诱导GNP增加。简化型系数

$$\frac{\partial y_t}{\partial g_t}=\pi_{11}=\frac{1}{1-\alpha_1(1-\tau)}$$

即表明在周期t 这一过程的最后结果。这就是简单凯恩斯理论的国民收入乘数。例如，取

$$\tau=0.25\text{和}\alpha_1=0.8\text{，}\quad\text{则}\quad\pi_{11}=2.5$$

因此，政府支出增加一个单位，在税率和所有其他参数都不变的情况下，将提高同期的国民收入2.5 单位。类似地，检查一下

$$\pi_{10}=(\alpha_0+\beta_0)\delta$$

可以看出消费或投资函数的截距增大（向上移动）一个单位，将对GNP产生同样的乘数效应。所有的π 值都是乘数。因为它们表示前定变量的变化在现期里产生的效应，所以称它们为即期或影响乘数。对结构系数的估计能产生对简化型系数的估计，因此这些即期乘数是可以估值的。另外，简化型方程也可以直接估计。这些问题将在本书后面的联立方程估计一章中加以讨论。

周期t 的影响效应还不是其全部结果。让我们把方程（1-12）写成一阶差分形式

$$\Delta y_t=\pi_{11}\Delta g_t+\pi_{12}\Delta r_t+\pi_{13}\Delta r_{t-1}+\pi_{14}\Delta y_{t-1}+\pi_{15}\Delta y_{t-2}\quad(1-15)$$

其中

$$\Delta y_t=y_t-y_{t-1},\cdots$$

设想g 和r 已在足够长的时间里保持不变，以使y 能稳定在某个不变的均衡水平上。这里隐含地假定了均衡值存在且系统是稳定的。以后我们还将回到这个问题上来。于是均衡意味着现在假定

$$\Delta g_t = \Delta g_{t-1} = \Delta g_{t-2} = \cdots = 0$$
$$\Delta r_t = \Delta r_{t-1} = \Delta r_{t-2} = \cdots = 0$$
$$\Delta y_t = \Delta y_{t-2} = \Delta y_{t-2} = \cdots = 0$$

在周期$t+1$里政府支出水平提高了d个单位，然后一直在这个新的水平上保持不变，即

$$\Delta g_{t+1} = d, \qquad \Delta g_{t+2} = \Delta g_{t+3} = \cdots = 0$$

由方程（1—15),在周期$t+1$对国民收入的影响效应是

$$\Delta y_{t+1} = \pi_{11} d$$

在周期$t+2$、方程（1-15）给出

$$\Delta y_{t+2} = \pi_{14} \Delta y_{t+1} = \pi_{14} \pi_{11} d$$

在周期$t+3$，该方程给出

$$\begin{aligned}\Delta y_{t+3} &= \pi_{14} \Delta y_{t+2} + \pi_{15} \Delta y_{t+1} \\ &= \pi_{14}^2 \pi_{11} d + \pi_{15} \pi_{11} d\end{aligned}$$

这样，由于系统中的滞后结构，g改变一步将产生y的一系列的改变，从而有一系列的滞后乘数，即

$$\frac{\partial y_{t+1}}{\partial g_{t+1}} = \pi_{11} \qquad \text{零期滞后或影响乘数}$$

$$\frac{\partial y_{t+2}}{\partial g_{t+1}} = \pi_{14} \pi_{11} \qquad \text{1 期滞后}$$

$$\frac{\partial y_{t+3}}{\partial g_{t+1}} = (\pi_{14}^2 + \pi_{15}) \pi_{11} \qquad \text{2 期滞后}$$

所估计的简化型可以用来相继地找出任一外生变量的拟定变化所产生的各种动态效应。各种滞后的乘数都称为临时性（或过期）乘数。如果把影响乘数和临时性乘数在无限的时间领域上加总，假定其总和收敛，就得到一个总乘数，它给出一个外生变量的单位步长变化对于一个内生变量的均衡值的最终效应。

最后，我们简略地察看用第三种方式表达这个系统，将对稳定性问题有所启示。方程（1－12）可以重新整理为

$$y_t - \pi_{14} y_{t-1} - \pi_{15} y_{t-2} = \pi_{10} + \pi_{11} g_t + \pi_{12} r_t + \pi_{13} r_{t-1} \quad (1-16)$$

这是关于 y 的一个二阶非齐次差分方程[1]。这个简化型方程不含有任何其他内生变量的滞后值，这是从这个简单模型侥幸获得的结果。但是，要对每一内生变量导出一个差分方程，其右端只含有外生变量而不含任何其他当前或滞后内生变量，也总是可能的。为了现在这些目的，可将方程（1－16）更简单地表达为

$$y_t - \pi_{14} y_{t-1} - \pi_{15} y_{t-2} = f(g, r) \quad (1-17)$$

线性动态模型有一个明显的特点，就是系统中每个内生变量都可以用一个同阶的并有相同系数的差分方程来描述，差异仅在于方程右端出现外生变量的不同线性组合而已。为了在现在这个模型中说明这一结果，我们以投资函数

$$i_t = \beta_0 + \beta_1 (y_{t-1} - y_{t-2}) + \beta_2 r_{t-1}$$

为例，将它滞后一期并乘以 π_{14}，滞后两期并乘以 π_{15}，然后将得到的两个方程从现期的方程中减去，就给出

$$\begin{aligned} i_t - \pi_{14} i_{t-1} - \pi_{15} i_{t-2} = {} & \beta_1 (y_{t-1} - \pi_{14} y_{t-2} - \pi_{15} y_{t-3}) \\ & - \beta_1 (y_{t-2} - \pi_{14} y_{t-3} - \pi_{15} y_{t-4}) \\ & + \beta_0 (1 - \pi_{14} - \pi_{15}) \\ & + \beta_2 (r_{t-1} - \pi_{14} r_{t-2} - \pi_{15} r_{t-3}) \end{aligned}$$

由方程（1－17）看出，右边头两项的括弧部分都仅是外生变量的函数，因此

1　关于差分方程的入门知识，可参考 A. C. Chiang *Fundamental Methods of Mathematical* Economics, McGraw Hill, New York, 1984.