

理论经济学的数学化关键在引入数学思维

陈勇勤

(西北师范大学 经济管理学院, 甘肃 兰州 730070)

[摘要] 理论经济学的数学化, 一个重要前提是需要真正理解数学思维。而只有理解了数学, 数学思维才能相应地产生出来。在对哲学的概念反思和数学的演绎推理进一步认识的过程当中, 还可以引申到认识物理学、生物学、经济学三学科的关系。有关理论经济学研究如何使数学思维的应用达到最优等问题, 则必须通过已有的研究实践活动去考察分析。

[关键词] 理论经济学; 数学化; 数学思维

[中图分类号] F0

[文献标识码] A

[文章编号] 1001-9162(2002)03-0052-11

1 理论经济学的数学化之路

1.1 古诺研究的启示: 经济学、数学的实质都是揭示“关系”

就大多数人的看法, 大概从法国数学家 A. 古诺开始, 以数学形式对经济科学里的某些高度概括的命题作了很好的陈述。那是一本出版于 1838 年、名叫《财富理论的数学原理的研究》的经济学专著。古诺在该书序言中说, 他“不仅要进行理论性研究, 而且还要对之应用数学分析的形式及符号”, 但是这种做法从一开始就“招致许多有名望的理论家斥责”, “他们在反对使用数学形式上是协同一致的”, “他们认为, 利用符号与公式只能进行数值计算”, 而对于经济学这门学科来说, “数学工具即使不是必然导致荒谬的差错, 至少也是迂腐无用的”。面对这种状况, 古诺坚信: “真正娴于数学分析的人都知道, 数学的用处并非单纯是计算出数值结果, 它还可以用来发现不能用数字表达的量之间的关系, 以及不能用代数表达式来说明其形式的函数之间的关系。”

学术大师就是学术大师, 一句话便说到了点子上。数学具有反映某种“关系”的功能, 比如量之间的关系, 函数之间的关系, 等等。英国经济学家 E. 罗尔评论说, “正因为他是一个数学家, 他懂得市场上的关系可以看成是单纯的形式关系; 某些范畴、需求、价格、供给可以看成是彼此的函数; 因此, 就有可能把市场的关系用一系列的函数公式表达出来; 经济的规律可以用数学的语言系统地表述出来”。罗尔认为, 古诺发现了“早期经济学家在使用数学符号方面畏缩不前”的致命弱点, 指出“数学符号可以被用来表达各种数值之间的关系, 而不必赋予这些数值以数字的价值”; 特别是古诺“把注意力集中于交换价值上”, “交换价值基本上就是一种相对的概念, 它意味着‘在两个术语之间的比例观念’; 因此, 它正是运用微积分学的自然领域”。

为了着重说明一下“关系”, 我们不妨借物理一般来观

察人理一般。

物理最基本的东西是什么? 笔者认为, 应当是存在和关系。在物理最基本的存在和关系这两个东西中, 存在具有两方面的含义。一方面是“我对于我”含义, 我对于我还是我, 存在的仍然只有一个, 这是绝对的, 叫单独或独自; 另一方面是“我对于他”含义, 我对于他反映的是我和他, 存在的是两个, 这属于相对的, 称之为整体, 也就是今天我们频繁提到的那个“系统”概念。系统, 是指由一定数量的相互联系的要素以一定的结构方式所组成的具有一定功能的有机整体。简单点说, 系统是指同类事物按一定的关系组成的整体。系统离不开关系, 结构无非也是相互间的关系。就算我们认可单独的存在是有的, 但物质世界明显表现出系统的存在占有统治地位。于是存在、系统、关系构成了一个绝对占主体地位的“存在—系统—关系”框架, 现取其两端, 便是笔者所提出的物理最基本的东西: 存在和关系。

物理一般的存在和关系, 能不能当作人理一般的内涵, 我们还要论证一下。不难看出, 围绕社会, 有一个“人群—社会”框架, 就是说社会要由人组成, 并且特别是一群人来组成, 这群人之间存在着种种社会规定的关系, 按照社会的规范发生交互行为。人是存在, 群是系统, 群中人与人之间的交互行为已明明白白地显示着关系。“人—群—交互行为”这个框架的最简化即“人—交互行为”, 说明人理最基本的东西, 同样是存在和关系。

总之, 人类社会所处的环境里, 不外是人与人的关系, 人与物的关系, 以及人的生存必然要涉及到的物与物的关系。既然解决物理方面的“关系”必须借助数学, 那么解决人理方面的“关系”理当也能够借助数学。

不过事情的确不是像说话那样简单。古诺的经济学代表作出版后近 40 年竟没有受到经济学界关注。“在长时期内, 古诺在竞争、垄断和现在称之为两头垄断的情况下, 用数学来处理价格问题的成果, 一直被忽视。只是在 70 年代, 当像杰文斯和瓦尔拉斯这样的一批作者在总结、深化

[收稿日期] 2002-01-25

[作者简介] 陈勇勤 (1957—), 男, 四川宣汉人, 西北师范大学教授、博士生导师, 从事理论经济学研究

和补充后古典时期学说积累下来的材料时，古诺的著作才又重见天日。”用数学处理 duopoly 情况下的价格问题，这即使在今天看来也属于可以排在前列的手段。当时难以被人们接受，正说明任何时候创新都是要付出艰辛的代价的。经济学研究方法的创新如此，经济理论的创新如此，经济实践活动的创新同样如此。

1.2 伤脑筋的“效用”哑谜与借助与时俱进的数学手段解“边际效用”命题

19世纪70年代，几位经济学家的重要研究成果大力推动了数学在经济学领域的应用。其契机在什么地方呢？从西方经济思想史中不难找到答案。19世纪70年代以前的经济学主流学派，主要强调生产、供给和成本；70年代的经济学说则更多地关心消费、需求和效用。决定了这一重点性转移实现的，是边际效用概念的引入。“边际革命”以提出边际效用理论为标志，反映出经济分析工具的革命性变化，或经济学研究方法的重要革新。

应当说，首先有了“效用”，之后才有了“边际效用”。古希腊的亚里士多德第一个注意到了效用问题，接下来烦琐派用“效用和稀缺”分析价值，斯密时代出现“价值悖论”，又有J. 边沁出来表述“需要满足”。也许罗尔对W. 杰文斯认为效用就是“判别什么是有用的或是无用的”的“惟一标准”的理解还是正确的：“效用不是一个内在的性能；它表示一个客体和主体之间的关系。”罗尔还评论，如果追溯到E. 孔迪拉克那里，作为一种经济概念的效用，已不再是货物的物质质量问题；它是一个人为了满足需要的目的，对于一种货物所给予的意义。因此，效用是一种关系，它随着需要而上升或下跌。

边际效用理论的“先见者”H. 戈森提出了“在经济思想方面起了影响”的定理，后人称它为戈森第一和第二规律。第一规律即效用递减原则。第二规律由此推论而来，其基本意思是：一种事物的价值完全要以它所能提供的享受的多少来计算；由于效用递减原则在起作用，同样货物的各个单位将根据它所拥有的数量而有不同的价值，在某一数量以后的单位将不再有任何价值；因此，外部世界没有任何东西具有绝对价值，价值完全是以客体和主体之间的关系为依据的。正是在认定效用不过是一对主客体间的关系这一点上的一致，杰文斯比戈森也就较明确地提出了“效用的最后限度”概念。C. 门格勒的研究结论在意思上与“稀少”、“效用的最后限度”都是相同的，只是他从来没有用过这两个词或句。当然，门格勒对“稀少”所含有的目的和手段之间的这种数量关系还是作了精确的表述。老瓦尔拉斯 (Auguste Walras) 和小瓦尔拉斯 (Leon Walras) 都使用过“稀少”这个词，它和边际效用实际上是一回事。后来的A. 马歇尔 (代表英国学派)、F. 维塞尔和E. 庞巴维克 (代表后期奥地利学派)、V. 帕累托 (代表洛桑学派) 都对边际效用分析“精练的过程”做出了成绩，也因此而被称作“边际效用学派的第二代”。

从戈森到马歇尔，“边际效用理论—数学方法”这种解答题思维不断得到强化。如戈森用到数学方程和二维图形，有些人主要利用函数、微积分等，马歇尔是列表法和图示法相结合，运用代数或几何的技术揭示不同的变数之间的关系。

2 需要真正理解数学思维

2.1 历史与数学的联系反映了经济实践活动与数据的关系

作为一名经济学家，他必须掌握与经济研究有关的3门基本功夫，即哲学、数学和历史。哲学与数学有天然的内在联系，这不难理解。但历史与数学能有什么联系呢？针对这种疑问，我们不妨用“尖锐的历史与数据问题”来做出解释。

素以严谨著称的英国学者S. 斯特兰奇是国际政治经济学的创始人之一，她在40多年的学术生涯中一直致力于把包括政治学、经济学、历史学以及社会学等多学科结合在一起，分析国际经济问题。斯特兰奇以国际关系作为观测点，指出在行为主义的影响下，一些观点错误地认为只要掌握足够多的数据，并以此建立起预测模型就可以把握经济关系的前景。这种误导使许多学者把大量的时间和精力放在了烦琐而且呆板的数据之中，忽视了历史，因此，“包括经济史在内的所有历史是知识分子傲慢自大的必要解药”。

斯特兰奇在这里给我们提出了一个问题，历史与数据有区别还是没有？

数据都是已经存在的东西，就这个意义上说，数据必然是属于历史的。于是有：数据 = 历史产物。如果我们肯定数据就是数字信息，即它是由0、1、2、3、4、5、6、7、8、9这10个数字以及标点符号、单位符号、数学符号等的不同组合，那么，在人类社会生存的时代即为数字时代或物质世界即为数字世界这个前提下，可以认为历史 = 数据，或者数据 = 历史。

历史信息是有历史坐标的信息。历史坐标有时间和空间的限制。数字信息存在于历史坐标，但使用这些数字信息却不受时间和空间的限制。历史的构成要素时间、空间(地点)、实物(人物)、现象(活动)等信息，通过信息处理，全都可以变成数字信号，在当今这就叫信息数字化。不过，数字化所显示的数据并不是通常我们使用的那种数字信号，而是用0和1两位数字编码来表达的一种数字信号。也就是说，数字化的最神秘之处是将人类的一切信息都以计算机语言0或1的二进制数来表达，历史包含着已构成的一种关系，数据以参与要件被量化的方式反映了这种关系。

有时，时间因素在数据方位显得并不重要，但它在历史方位必不可少。因为只有“时间箭头并不反向”这个结论始终成立，才有历史本身的存在。与时间无关的数据，等于少了一个具有相对特殊性的、可比的必要条件。虚时间与时间无关。虚时间指在某种周期相等同状态下的时间。比如，某时空中有某种周期，(1)现在选定时间间隔 $(t^2 - t^1)$ 为虚的，并让它等于；(2)这时，实际上是在进行路径积分，是对在虚时间方向以 t 为周期等同的时空上的所有场求和；(3)这个时空在虚时间方向具有周期 $= T - 1$ ^⑩。这也叫虚时间周期，或虚时间的周期性，或虚时间方向周期等同。这个虚时间周期在经济史研究中如何应用还有待探讨，但能不能存在“虚时间周期的数据与时间无关的数据”呢？至少理论上应该是应该存在的。

还要注意，当我们的研究工作必须把经济历史与数学结合在一起时，就时空坐标而言，坐标的选取就显得更为重要了^⑪。

2.2 理解数学才能具备数学思维，力求在经济学产品生产中有得心应手的生产工具

意大利经济史学家C. 齐波拉强调，经济学有突出的数学特点，并且经济学不是一些固定的原理，它是思维的技巧和逻辑^⑫。现在所要探讨的是，经济学思维的技巧和逻辑

怎样才能与数学思维的技巧和逻辑组合在一起。

经济学的数学化或者说经济学研究借助数学方法，首先必须理解数学，然后是理解经济问题与数学的关系。(1) 数学具有特殊的抽象特征，数学语言或数学对象大多表现为数、线、图形字母等形式。(2) 不同经济问题所具有的必然性、偶然性、模糊性，使经济现象可以划分为必然现象、偶然现象和模糊现象 3 种类型。一般来说，精确数学(经典数学)针对必然现象，随机数学针对偶然现象，模糊数学针对模糊现象。(3) 经济学“纯”理论多用到精确数学的微积分，经济计量主要使用概率论，研究模糊经济又需要从模糊集合入手。但有一点我们应当注意到，由于模糊数学更多地与思维科学有关，因而对经济活动的规范分析(价值判断)^①可以利用模糊数学使研究对象精确化，或者说以经过处理后现象的清晰化、分明化来增加判断的准确度。这就表明，不仅实证分析可以使用数学方法，即使棘手的规范分析也可以借助数学工具了。

科学研究的模型化是研究的数学化和认识方法的模型化相结合的产物。模型方法来源于逻辑思维中的类比思维。数学模型的主要分类由图 1 大致能显示出来。

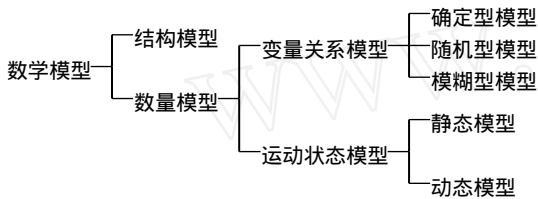


图 1 数学模型的主要分类

就目前来看，数学模型大量地被用在实证方面的定量分析中。如果从要建立的“经济史 经济理论”数学模型^②角度讲，在一定程度上我们特别关注动态模型和模糊模型。动态模型一个重要特征就是在方法上把时间因素引入经济模型。而时间的轨迹也就是历史(针对经济学来说就是经济史)。

J. 熊彼特认为经济分析的技术必然涉及 3 个或 4 个学科，它们是历史(经济史)、统计(统计学和统计方法)、理论(经济理论)，或者再加上经济社会学。熊彼特强调统计方法的重要性，认为“统计方法是经济分析工具的一部分”，“适当掌握现代的统计方法是防止现代经济学家闹笑话的一个必要的(但不是充分的)条件”。我们要建立的“经济史 经济理论”数学模型也不应忽略这一点。社会科学研究方法当中，属于传统的统计方法范畴的，有描述性统计分析(Descriptive Statistics)、推断性统计分析(Inferential Statistics)、T 检验(T-test)、方差分析(Analysis of Variance)、卡方检验(Chi-square Test)、相关关系(Correlation)与线性回归(Regression)等。近年来，国外在新的统计方法的应用上面又有了一些新的发展。较新的统计方法有，时间序列(time series)、事件历史分析(event history analysis)、区别分析(discriminant analysis)、线性结构关系(LISREL)，等等。这些方法都以对传统的统计方法的理解为基础。当然，统计方法只是一个方面，另一方面则是统计数字。这一点熊彼特也已经强调过，如“对于经济学来说，统计数字是极为重要的”，“如果不了解统计数字是如何搜集的，就不可能了解这些统计数字；同样，如果不了解搜集统计数字的具体方法——以及这些方法在认识论方面的背景的话，也不可能从统计数字中得到信息，不可能理解专家们为我们搜集的信息”^③。

在数理经济学、数理统计方法和统计资料三者基础上

发展起来的经济计量学，其主要特征都是我们的“经济史 经济理论”数学模型能够具备的。比如，建立模型、估算参数、验证理论和预测未来这 4 个彼此相互联系的步骤。这里我们只对“建立模型”举两个例子。

1) 需求方程

$$X_d = \alpha_0 + \alpha_1 P + \alpha_2 Y + U_d$$

其中， X_d 是该商品需求量， P 是价格， Y 是消费者收入， α_0 、 α_1 、 α_2 是结构参数， U_d 是随机扰乱因素。

2) 决定国民收入的投资函数

$$I_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + \alpha_2 Y_{t-1} + U_t$$

其中， I_t 、 Y_t 分别代表当年的投资和国民收入， Y_{t-1} 是前一年的国民收入， α_0 、 α_1 、 α_2 都是参数， U_t 代表当年投资的随机扰乱因素。

现在需要讨论，数学思维是什么样的思维？

数学思维简单说指从数学角度生产某些思想产品，它是思维(劳动)方法作用于思维(劳动)对象的一个过程。这里，思维方法属于数学型的，思维对象则是由数量关系形成的关系体。数学型思维方法的特征表现为：(1) 在作为先导的哲学型思维方法之后被使用；(2) 它要对已经被揭示出来的关系体，从其中存在的数量关系方面，验证有关关系规律的原假说；(3) 还要对已经被揭示出来的关系体，从其中存在的数量关系方面，或在证伪原假说的同时提出新假说，或在证实原假说基础上改进、充实、完善原假说。

作为思维方法的数学思维 作为分析工具和表达形式的数学方法。前者指首先要弄清面对的数量关系究竟涉及到哪些种类的量，然后是针对什么情况选择使用哪种数学工具，还要根据具体条件考虑如何使所用的数学工具发挥最佳效应。比如，若确定为函数关系就利用微积分，若确定为统计关系就利用回归分析，若确定为随机现象就利用概率论^④。后者则主要指具体的数学工具以及它如何使用，如微积分、微分方程、差分方程、矩阵、概率论，还包括一些数学模型，如投入产出模型、回归分析。

经济学要反映经济现象中的数量关系，因此经济学的数学化是一个必然的发展趋势。而当代西方经济学最显著的特点之一，就是数学方法的应用。在获得诺贝尔经济学奖的经济学家中，很多人在这方面做出了开创性的贡献。R. 克莱因曾说：“明显地未来经济学的发展将会继续地增加数学的应用，虽然如果我们假定经济分析的未来会与过去 20 年一样，将主要是数学的发展，那将不是草率的假定。”^⑤当然，自 20 世纪 30 年代以来，一些学者也不断提醒人们注意：在经济学中大量地应用数学方法时，它作为一种分析工具，既可以论证正确的理论，也可以论证错误的理论；它作为一种表达形式，其深奥的公式推导外衣，使理解变得更加困难^⑥。

经济学的数学化应当既是经济学的精密化，也是经济学的实用化。精密化要求数据必须准确，实用化要求不能搞毫无实际意义的数学游戏。一位经济学家告诫：“有一种相对很简单的方法，可以使你在分析问题既敏锐又得其要领，这就是，为了说出某些有意义又有见识的看法，不必总是运用复杂的分析结构。”^⑦

2.3 哲学的概念反思与数学的演绎推理

哲学的价值在于，为其他学科的运用概念提供概念、范畴，为判断推理提供思维规定。思维并非等同于反思，思维中包含着反思。在哲学的反思中，体现出一种空间观

念。这种空间观念的作用，就是从对物与物关系的思考，到人与人关系的思考，再到人与自然关系的思考。哲学思维简单说就是从哲学角度生产某种思想产品，是思维（劳动）方法作用于思维（劳动）对象的一个过程。这里，思维方法应属于哲学型，思维对象必须是关系体。所谓关系体，指由相互间以某种关系连接在一起的多个个体构成的统一体。其中包含两层意思：（1）思考对象并非数量 $n=1$ 的个体，它必须是数量 $n \geq 2$ 的个体；（2）数量 $n \geq 2$ 的个体，它们相互间并非彼此孤立的，而是由某种关系联系在一起。哲学型思维方法的特征表现为：（1）发现并提出“这是个关系体”问题；（2）借助已有的某些现象关系，解答新发现的“这个关系是什么样的关系”，从而给出有关该关系规律的一个新假说。可以这样说，凡是具有这种特征的思维方法都属于哲学型思维方法。实际上任何一门理论学科在其实际研究中所使用的思维方法，首先都是从哲学型思维方法导入的。

对照前面我们给数学型思维方法所做的结论，哲学型思维方法与数学型思维方法的区别在于，前者是发现问题，然后参考已有的其他现象关系，既回答“这是什么”，又提出新的规律假说；后者是对已被发现的问题，通过其中存在的数量关系，去验证以往对该问题提出的假说，通过验证或在证伪的同时提供给新假说以某些依据，或在证实基础上提供给改进、充实、完善原假说以某些依据。如果通俗地来解释，哲学型思维方法既属于识别用的仪器，类似眼睛向大脑显像的功能，又属于编程序用的仪器，类似由大脑设计出解决问题的最佳步骤；数学型思维方法属于操作作用的手段（步骤、程序、方案），类似大脑如何支配手去动作。在后面一点上，哲学型思维方法和数学型思维方法有些类似，但是前者要借助于现象关系，后者要借助于数量关系，于是仍有很大不同。再换一种说法：

哲学型思维方法 = 发现 + 解答 + 立说

数学型思维方法 = 验证 + 协作

可见，数学型思维方法相对于哲学型思维方法而言缺少“发现 + 立说”功能，它主要是为其他具体某一学科服务，在真正应用方面，它的相对独立性实际上是比较弱的^⑤。

数学的演绎推理属于一种演绎法。所谓演绎法，是指从由正确的假设组成的公理出发，运用逻辑推理（数学计算就包括在其中），得出某些结论；然后又根据这些结论以及原来的公理或新的公理，再运用逻辑推理，又得出某些结论；如此继续，层层推理，寻找不断深化的结果。演绎法广泛地应用于各类科学中，自然也包括数学。例如，欧几里得几何学推理上明确严密，论断上深远清晰，但结构倒很单纯，即通过演绎而从少数公理得到全部结论。

演绎法所体现出的演绎思维，严密、准确、透彻。我们来看 A. 古诺使用数学演绎法对货币问题提出的假说。

1) 提出交换的假设前提：交换费用 < 运输费用，即交换的实现既无需货币的实际转运，也不必改变交换中心之间贵金属的分配情况；交换中心之间贸易平衡，不必相互运送货币。

2) 先假设只有 2 个交换中心。设定中心 (1) 与中心 (2) 分别有交换率 $C_{1,2}$ 和 $C_{2,1}$ ；中心相互欠账分别为 $M_{1,2}$ 和 $M_{2,1}$ ；有 $C_{2,1} = 1/C_{1,2}$ ；得到

$$C_{1,2} = M_{2,1}/M_{1,2} \text{ 或 } C_{2,1} = M_{1,2}/M_{2,1}$$

当 $M_{2,1}/M_{1,2}$ 或 $M_{1,2}/M_{2,1} - 1 < 1$ 单位货币运输费，交换中心

之间账目平衡就与货币实际运送无关，而只与交换率有关。

3) 再假设交换中心有 n 个 ($n > 2$)。其中如，中心 (i) 与中心 (k) 分别涉及交换系数 $C_{i,k}$ 和 $C_{k,i}$ ；中心相互欠账分别为 $M_{i,k}$ 和 $M_{k,i}$ ；因为有 $C_{k,i} = 1/C_{i,k}$ ，此时交换系数的个数为 $n(n-1)$ ，所以实际上待定系数的个数为 $1/2 [n(n-1)]$ ；还有中心 (l)，且同样具有 $C_{l,1}$ 、 $C_{1,k}$...；得到

$$C_{i,k} = C_{i,l} \times C_{l,k}$$

银行交易的存在，正是面对这种由商业变化所引起的交换率的连续振荡，重新建立一种平衡状态的关系。

关系式 $C_{i,k} = C_{i,l} \times C_{l,k}$ 按几何设想为一系列的点：(i)、(k)、(l)、...、n，它们位置的排列是每两个点之间的距离，用交换系数的对数表示；于是，点数与交换中心的个数相等的整个序列，位置都在同一直线上。

4) 结论：只要知道了从某一个中心到所有其他中心的交换系数，就可以推导出所有中心相互间的交换率。

5) 在上述基础上，进一步建立方程组。假设前提是：a. 交换中心之间没有货币的实际运送；b. 任何中心对其他中心的亏欠 = 其他中心对它的亏欠。结论：a. 理论上讲，中心之间的交换是价值的简单转移，不会有货币的实际运送，因为交换是通过银行交易（转账）来实现的；b. 分析的所有结果是紧密关联的。

6) 进一步扩展到国际交换。结论：只要掌握某个中心的黄金价格以及交换系数的资料，就可以推算出和它有银行业务往来的所有其他中心的黄金价格；政府对黄金和白银制定不变的法定比值，“其实是徒劳的”；如果金价过高，“黄金自会促使交易中的商人付出溢价升水，从而恢复她真正的商业价格^⑥”。

数学演绎法的特点在古诺的这项经济问题研究中，几乎是完整地反映出来。由此又让我们想到，包括这个研究范例在内的古诺的论著，从没有被学术界重视到几十年后备受推崇，这也说明，人们认识一事物的价值所在、一事物在现实中显示出它的价值，都需要一定的时间，或长或短，总缺少不了这么个过程。时间在运动，运动才有变化，变化才能比较，比较才知道是否有价值。因此，价值并非是静态中所固有的，它必须在动态中才能够产生。没有信息交换作为前提条件，价值只能是空壳。

对于经济学研究来说，能够从运用哲学思维拓展到运用数学思维这当然很好，但是如果再从运用数学思维发散到运用其他类型的思维就更好了。这里我们再举一个用不同类型的模型来说明交换经济的发展历史的例子。

- 1) 把交换经济的发展历史用语言模型显示出来，即为

物物交换	商品流通	资本流通
或 物物交换	物币交换	资本交换
或 物物交换	货币经济	市场经济

2) 把交换经济的发展历史用数学模型当中的结构模型显示出来，则是

$$xW_A = yW_B \quad W-G-W \quad G-W-G$$

其中， xW_A 代表 x 量商品 A， yW_B 代表 y 量商品 B。现在可以说，不论怎样表达，我们都非常清楚，物物交换 = 实物交换 ($xW_A = yW_B$)，商品流通 = 物币交换 ($W-G-W$) = 货币经济，资本流通 = 资本交换 ($G-W-G$) = 市场经济。问题在于，资本交换的从 G 到 G 的特性或者说资本关系，一方面使人的社会联系、社会性普遍化了，另一方面，GG 关系决定的人的社会联系又使人的社会性完全存在于个人之外，变得不再以任何个性为转移。这是市场经济的特

性，但严格说应该是资本主义市场经济的本质属性。把被资本关系给异化了的人，“积分”为原本有个性的人^③，这是比资本主义社会要进步的那个社会所应当解决的问题。

2.4 引申到认识物理学、生物学、经济学三学科的关系

物理学、生物学、经济学的关系，可以认为是物理哲

学—生物哲学—经济哲学的关系，实际上也就是物理哲学—生物哲学—人理哲学（人的哲学）的关系。

物理学、生物学与经济学三学科各自和哲学的关系，以及它们由哲学沟通的相互间的关系，从图2可以反映出来。

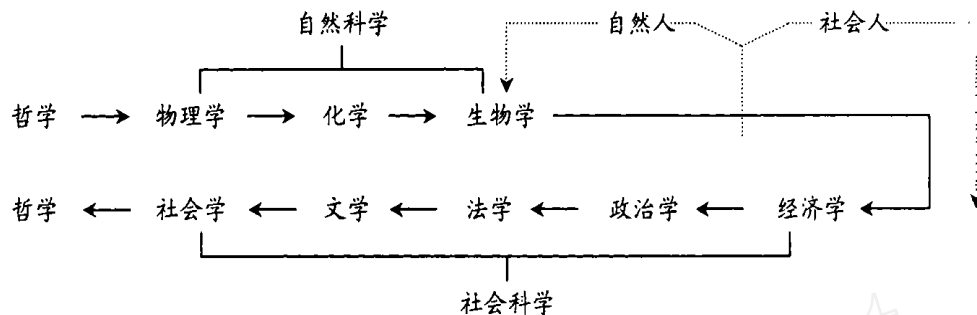


图2 学科形成关系假说

图中反映出，物理学是自然科学的始端，生物学为其末端；经济学是社会科学的始端，社会学为其末端。哲学思维由产生出宇宙哲学，到宇宙哲学又分化为人生哲学和物理哲学，它使经济思维刚好处在自然科学和社会科学的中间环节上。经济思想由此也就找到了它的哲学思维本源。

物理哲学、生物哲学和经济哲学存在着相通之处。比如，系统哲学在3个学科中共同具有指导作用，3个学科的哲学与系统论有共同的关系，因而是可以互为借鉴的。更何况系统与管理（政治）有着必然性联系。管理就其实质而言，是为了对系统内部的整合。管理系统这层关系，

直接涉及人-生物-物三者在这个大系统中的平衡发展问题。另外，物理学和生物学又在研究方法方面给经济学引入数学思维以启示^④。

经济哲学的基本范畴可以认为是从理论上抽象出来的生产诸关系，在这种关系中起决定作用的又是行为。行为由动机产生。行为也叫行动，也可以看作动机的结果。人们的思维似乎是沿着两条路在行走：一条以人际关系当目标，另一条以人的行为当目标。从下图（图3）来观察，行为等同于交往，交往产生出关系，显然行为同关系本来就不能分割开的。

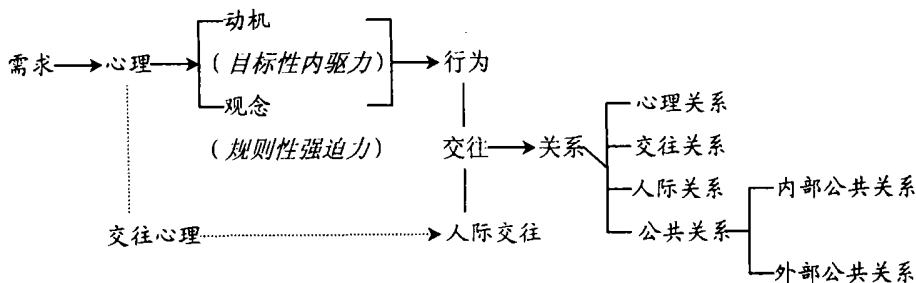


图3 交往与关系

行为主义主要分析客体与环境之间的关系，或者说一个实体相对于它的环境做出的任何变化。与行为主义相反的功能主义，主要分析实体的内在组织，或者说它的结构和它的种种属性。行为主义和哲学推理总会有联系。于是我们说行为引来推理，经济哲学也便在这推理中产生了。

为什么想到要把生物学引入经济学研究？“在我们了解动物，了解自然的种种之后，可能面对生物学根源”，“只有最深切地了解了动物和自然，我们也才能最深切地了解我们自己，也才能让人类的发展走上一条较为完美的道路”。不论是揭示“物种起源”的达尔文进化论，还是反达尔文进化论的地壳最初能转动位移这一人类起源新说，都说明“人类有关自身和文明起源的探求和反思，从来与动物有关”^⑤。于是经济现象的起源也与动物有关。

“物理学”一词意味着：能量密集型、线状排列、宏

观、机械性、决定论和外向论。相对而言，“生物学”一词意味着：信息密集型、微观、内向性、适应性和整体性。物理学为机械化的工业时代做出了贡献，然而，当今社会正在逐渐转化为一个由信息反馈系统与生物有机体结构精巧组合的社会，发展人工智能系统的最佳途径在于生物学研究的突破而不是电子学。在21世纪，生物技术将会像计算机一样重要。可以帮助人类破解生命奥秘的基因工程，代表了生物科技中一项最重要的技术。也正是它，连接起了植物—动物—人类。迷人的生命起源问题，借鉴到经济学就是要破译经济机体的遗传密码。提出社会经济起源于某某中的假说，自然就是经济学家的任务之一。

并不比生物学的伟大发现逊色，物理学的突破点是在微观上寻找物质最小构成。比如，一个方向上出现了质子—中子结构、介子假说等；另一个方向上又出现了反粒子、

反质子、反中子、反 子等假说，及至引出宏观上天文学的反物质假说。物理学的这项探索，能够启发我们何以要去寻求宏观经济学的微观基础。人们都说经济现象要比物理现象复杂，实际上并非如此。经济现象毕竟是人自身制造出来的，其中的那些作用力跑不出人的力所能及的范围。而大自然当中的那些作用力至今也没有被人类全部了解，因为它们毕竟是在人身以外的一种力，即便在人类不存在的情况下，它们照样存在着。可见，理解“物”的“理”会对理解“人”的“理”有所帮助，而理解“人”的“理”就未必对理解“物”的“理”有所帮助。在大自然这个整体当中，“物理 人理”是个“普遍性 特殊性”的关系。

可以认为，经济学 = 人理学（人与人的关系）+ 物理学（物与物的关系）= 人类物理学（人与物的关系和由此而涉及的人与人的关系）。在物理学 人理学的中间，存在的就是生物学的中介作用。于是也就有了我们提出的“物理学 生物学 经济学”这个研究经济学的路径假设。其中，生物学将能发挥的作用是十分明显的。

生物经济是伴随信息经济、知识经济、网络经济等新概念而出现的又一新概念。有人预测，在未来的半个多世纪里生物经济将得到很大发展，特别是进入 21 世纪 20 年代以后的 20~30 年间，生物技术、基因工程将在拉动经济增长中发挥越来越重要的作用。

3 在研究实践中考察分析数学思维的应用

3.1 新经济史学派的数学思维

新经济史学派的源流主要有两个：

1. 德国历史学派 美国制度学派 新经济史学派
2. T. 凡勃仑代表的制度学派 + J. 克拉克代表的理论学派 = 新经济史学派

顾名思义，制度学派研究的对象主要针对着制度。著有《制度经济学》的 J. 康芒斯认为，制度经济学是从“心理经济学”过渡来的，它的中心点在交易，交易是经济研究的基本单位，“交易的公式可以用心理学的说法来陈述”，要把它“变成制度经济学，只须采用财产的权利，法定的计量单位”等^①。如果连成“交易 社会心理 制度”这样的框架，新经济史学派理论所强调的，不就是这个吗？事实上该学派中有不少人又被称为“新制度主义”者^②。他们注重用理论分析。这一点，早在 19 世纪末 L. 科萨就已经认识到，指出“经济理论必须供给经济史选材、构建、评价经济事实的环境、制度的标准”^③。

克拉克的理论学派注意到对静态分析和动态分析的区别，并认为“静态势力决定标准，动态势力引起变动”^④。1993 年诺贝尔经济学奖获得者 R. 福格尔研究美国铁路运输问题，就是在动态分析中完成的。他用经济史的新理论以及数理工具重新诠释了过去的经济发展过程。

在研究的整体布局中，福格尔侧重于引入计量模型，另外就是使用假设。针对分析铁路与美国经济增长问题，他提出一个反事实假设：如果当时美国不是修筑铁路而是修筑运河，美国经济增长率会是多少？具体分析中，他主要做了 3 件事：（1）先设定 1 个“社会储蓄”概念，令社会储蓄 = 实际 GNP - 没有铁路时其他运输方式创造的 GNP，可见社会储蓄 = 铁路运输形成的经济效益；（2）设定“间接度量”，即把不能直接相比的数据换算成可比的数据；（3）建立 2 个经济计量模型，一为事实度量模型，即铁路存在情况下的运输成本，二为反事实度量模型，即假定铁路不存在情况下而兴建运河的运输成本。

该课题的结论如何暂且不说，福格尔的研究方法倒是很有新意。不过还有一个问题，计量模型从研究生产力转到研究生产关系，一些无法量化的社会现象如自由平等究竟应该怎么去计量，看来还有待继续探索。

3.2 马克思主义经济学分析剩余价值时的数学思维

马克思主义经济学有两种剩余价值率的概念，第一种（即 S/V ）属于表征微观经济合理性的范畴，第二种属于表征宏观经济合理性的范畴，二者的区别反映了剩余价值生产和剩余价值实现之间的矛盾。匈牙利马克思主义经济学家 P. 埃尔维什把第二种剩余价值率表述为： $(SC + SK) / (C - SK)$ 。其中 SC 和 SK 分别是资本家的净投资和消费，C 是社会生产的全部消费品的价值。因此，这个公式表示在消费品市场均衡条件下国民收入中剩余价值与可变资本的比率^⑤。由此涉及到现实经济生活中的某些关系，则剩余价值率的大小取决于资本家的投资水平；在资本家投资水平低落时，要维持第二种剩余价值率，可以通过降低消费品产量，也就是通过生产能力闲置和失业来做到。

美国马克思主义经济学家 J. 吉尔曼解释垄断资本主义条件下利润率下降的根源时，利用了一个利润率公式： $P = (S - U) / C$ 。这里，S 代表全部已实现的剩余价值，C 代表总成本。U 代表非生产性工资收入者的收入，以及所有销售、广告和管理成本等非生产性开支。S - U 代表已实现的净剩余价值^⑥。按吉尔曼的看法：在自由资本主义时期，U 在剩余价值实现过程中是可以相对忽略的因素，利润率下降的基础在于资本有机构成较剩余价值率提高得更快；而在垄断资本主义时期，新技术不断采用，资本有机构成因不变资本要素的价值量下降而相对稳定，利润率下降的基础则在于上述各类以克服剩余价值实现困难为目的的非生产性开支日益增长，从而净剩余价值即 S - U 日趋萎缩。

3.3 某些学者分析总需求与总供给时的数学思维

首先，我们从总供给角度举出 3 个与数学思维有关的例子。

（1）凯恩斯总供给曲线的几何（diagrammatic）性质表明，该曲线的反 L 型形状反映了函数 $S(P/P^e)$ 的二阶条件。潜在总供给 Y^*K 在形式上由 $Y = F(K, N^e)$ 决定。

（2）卢卡斯总供给函数直接总合了处于分散市场、以至信息不完全的厂商供给函数。对于市场 i， $Y_{it} = b(P_{it} - E(P_{it} | I_{it}))$ ；其中， $b > 0$ ，以体现厂商供给只反应其所觉察（perceived）的相对价格变化。存在 $P_{it} = P_t + Z_{it}$ ；其中， Z_{it} 表示对市场 i 的冲击， $Z_{it} = 0$ 。 $E(P_{it} | I_{it}) = (1 - \alpha) E(P_{it} | D) + \alpha P_{it}$ ，而 $\alpha = \frac{2}{p} / (\frac{2}{p} + \frac{2}{s})$ 。所以， $Y_{it} = b(1 - \alpha)(P_{it} - E(P_{it} | I_{it}))$ ，对此总合取得卢卡斯总供给函数 $Y_t = (P_t - E(P_t | I_t))$ ，其中 $\alpha = b(1 - \alpha)$ 。

（3）需求（消费需求 and 投资需求）与收入有关，供给（生产）与税收（税率）有关。拉弗曲线形象地反映出供给学派的理论（见图 4）：

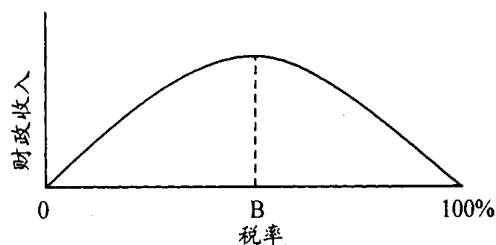


图 4 拉弗曲线

该曲线表明, 当税率为 0 时, 不会有任何财政收入; 当税率为 100% 时, 也不会有财政收入; 当税率在 0 与 100% 之间时, 就会出现财政收入; 如果把税率降到 100% 以下, 财政收入肯定要增加; 但是, 如果税率继续下降并到达某一点以下、且趋于 0 时, 财政收入肯定会减少; 当税率在 B 点与 100% 之间时, 税率越低, 财政收入就越高^②。

其次, 总需求必定与人口有直接关系。欧美经济史界历来重视人口问题, 并从各种角度对它进行探讨。学者们对人口问题感兴趣, 在很大程度上是出于把历史上出现的人口增长或人口锐减是看作经济变动的原因为还是看作经济变动的结果这一疑惑。20 世纪 50 年代, 法国人口学家亨利等学者利用 1550—1899 年期间系谱中的人口史料, 采用新的 FRF 方法 (家族复原法), 统计整理出有关结婚、生育、死亡等情况的可供进一步研究的分类性资料。亨利首倡的 FRF 这种现代人口统计方法, 在 60 年代已经成为各国学者都采用的人口研究方法^③, 国际社会对它的评价很高。

统计方法中包含着数学思维的成分, 把“总需求—人口问题”作为经济学的研究对象是社会发展所决定。随着经济发展或经济增长成为当代问题研究的主题, 人口流动现象格外引起人们关注。以日本新经济史学派代表人物之一斋藤修为例, 他的研究把选点确定在日本工业化开始这个重要时点, 利用府县统计书的寄留统计, 经过分析得到一组有关这个时期人口流动的较准确数据^④。斋藤修的这项研究成果, 为以后深入研究日本工业化问题提供了关键性的一个条件。

第三, 按照凯恩斯的假设, 国民经济均衡的条件应当是供给 = 需求, 而这又涉及消费 - 储蓄关系、消费 - 投资关系, 由此变化为储蓄 = 投资。这个假设反映出, 储蓄 (投资) 率形成的起点是在消费行为。在西方经济中, 生命周期假说 (莫迪里亚尼生命周期模型) 和永久收入假说 (弗里德曼跨时最优消费模型) 得到了较好的验证。但中国居民消费行为的特点是: (1) 其消费支出安排具有显著的阶段性, 而不是以一生为时间跨度来寻求效用最大化; (2) 在其生命的不同阶段中一般都存在一个特定的消费高峰, 以及一个相应的储蓄目标。

估算和验证中国宏观消费函数所利用的有关统计资料, 整个数据的样本期为 1978—1998 年。在函数形式取为对数线性并利用最小二乘法后, 通过城镇居民实际消费、实际收入、上期的实际储蓄存款 (上期已实现的储蓄为本期的初始储蓄)、价格、利息率、通货膨胀预期等项目, 根据得到的样本期 1978—1998 年估计方程、样本期 1978—1995 年估计方程, 有结果: 收入项 income 系数的相对变化率为 -0.3%, 储蓄项 save 系数的相对变化率为 -0.1%, 价格项 price 系数的相对变化率为 1.2%, 利率项 interest 系数的相对变化率为 -18.5%, 通货膨胀预期项 expect 系数的相对变化率为 7%。该结果说明, 在 1995—1998 年期间, 中国城镇居民的消费行为保持了相对稳定^⑤。

通过数学思维得到这一“居民消费”结果, 但同样用数学思维来观察, “居民储蓄”所涉及的问题也不能忽视。看一看国内储蓄, 以 1999 年底的统计数据为例, 城乡居民存款达 5.95 万亿元人民币, 较 1998 年同期上升了 11.6%; 就“九五”期间而言, 居民储蓄存款余额 5 年增长 1 倍多。犹如一股待泻的洪流, 一旦闸门失控, 将奔腾咆哮势不可挡。对于中国金融的这类潜在风险, Hellmann 约束即赫尔曼的“金融约束论”似乎不起作用。因为它虽然强调存款监管, 或者说政府直接管制利率, 但所论证的储蓄“租金

效应”明显是直接增加了储蓄。反对金融约束论的人指出, 在一个新兴市场的国度里, 金融约束政策带给现实一个最糟糕的现象就是银行不良债权的上升。而我们说怕“闸门失控”, 也正是怕国有商业银行多年已存在的不良资产问题日益严重。

为刺激消费需求, 中国政府采用了降息政策。降息政策所依据的不外是利率 - 储蓄关系常理, 即利升 增储、利降 减储、利无 无储、利负 储“有趋向无”^⑥。

第四, 信息要素在国民经济增长中的作用。

20 世纪 90 年代有人提出, 决定经济增长的是资本、劳动和信息要素 (包括科技进步), 还特别强调第 3 个要素不是单纯的科技进步。给出的信息化的经济增长函数为:

$$Y = a \cdot I \cdot K \cdot L$$

其中, Y 代表 GDP, I 代表社会信息要素量。把以上内容综合起来看, 知识、信息、人力资本最终都要转化为劳动。也就是说, 研究经济问题总是会涉及劳动, 由此又回归经济史。

$Y = a \cdot I \cdot K \cdot L$ 也叫 GDP 生产函数。现在我们利用它, 还可以对经济史中某一时段的某些统计数据源做回归分析。它又被变化为:

$$\ln Y = A + \ln I + B + \ln K + C + \ln L$$

其中, A、B、C 分别为系数, Y、I、K、L 分别代表 1980—1992 年 (令 1980 = 1) 中国实际 GDP 指数、信息要素指数、全社会固定资产投资指数、就业指数。经计算, 得到以下结果:

$$\ln Y = 0.841597 \times \ln I + 0.255566 \times \ln K + 0.697838 \times \ln L - 0.032861$$

线性回归系数 $R_2 = 0.99728$ 。该结果表明: 1980—1992 年间中国实际 GDP 与信息、资本和劳动要素三者间的相关关系明显。其中, 信息要素对国民经济增长的贡献最高 (系数为 0.841597), 其次为劳动要素 (系数为 0.697838), 最后是资本要素 (系数为 0.255566)。可以看出, 在该时期内, 中国信息要素指数的对数每增长 1 个单位, 能够引发 GDP 指数的对数增长 0.841597 个单位。这无疑已表明, 信息要素开始成为中国国民财富增长的重要来源^⑦。

3.4 笔者提出的“需供管演进假说”, 设计需供管数学模型的数学思维

与带有创新特点的“经济史—经济理论”研究课题相联系, 笔者曾提出需供管演进假说, 同时着手对需供管模式建模。就目前产出的部分需供管数学模型来说, 无一不包含设计时的数学思维。这里只能概要提到几点。

(1) 分割变换和整体原理

我们用需供管体系分析经济现象, 一个假设前提是把社会机体分成 5 个部分。见图 5。

5 个部分构成一个有机的整体。不能说谁重要或谁不重要。因此在图 5 中, 除了政府居中外, 另外 4 个部分形成了环状关系, 顺时针环状或逆时针环状只表示既没有谁是起点, 也没有谁是终点。各有分工, 彼此独立, 又相互依存。其中, 政府相当于人的大脑。图右边的两个部分强调了人的价值, 正如 Amartya 森主张必须使人的能力得到充分发展, 认为经济学的关注点始终应该是人的行为。我们认为, 教育力、科技力、健康力对其他部门提高劳动效率将起到重要作用。

(2) 数学美的对称性和动态发展原理

我们针对需供管体系而假设的基本模型都是动态的。笔者对均衡、非均衡概念有某种设定。

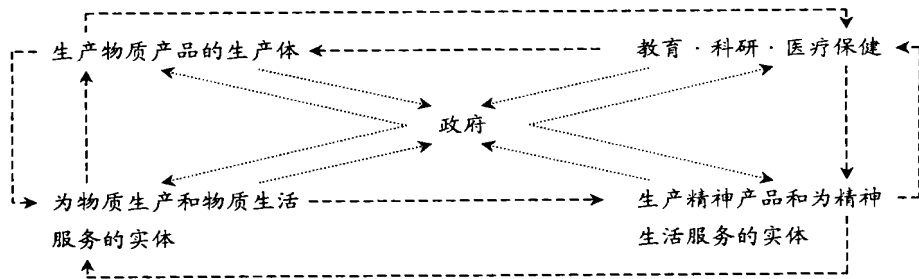


图5 构成社会机体的5个部分以及相互间的关系

1) 均衡指需供相交点，宏观上它以国民收入反映出来，微观上它以单个劳动实体的劳动收入反映出来；但也要考虑到，生产物质产品的实体和生产精神产品的实体可以用销量反映出来。注意，服务性劳动的产品属于无形性质的，不同于生产性劳动的产品属于有形性质的，也就是说，无形性质的产品自然不存在有形的销量。于是有：

均衡（概念） $\frac{\text{相当于}}{\text{相当于}} \frac{\text{国民收入}}{\text{单个劳动实体劳动收入}} \frac{\text{相当于}}{\text{相当于}} \frac{\text{总产品（包括物质的、精神的）总销量}}{\text{单个生产体（包括物质的、精神的）销量}}$

2) 非均衡指需求与供给各自正处在向相交点运动的状态，相交点尚未形成，因而必须分别来反映。

2.1) 暂时没有形成相交点，说明起码在“需求 + 供给 = 2 合 1 = 宏观”这一原则上，非均衡状态属于微观范畴。这就可以看出，为什么 I. 布利德说宏观经济学“总量问题从未有完美的答案”，“通常总量问题并不都是可以分析解决的”，“从微观基础过渡到总量宏观方程总是很困难的”^⑧。

2.2) 需求方面

2.2.1) 收入额中，消费额反映无效需求量（已满足 = 过时 = 无效）；储蓄额反映有效需求量（待满足 = 未来 = 有效）；投资额一方面反映现期消费，即可以认为投资额 = 现期消费，另一方面从后期收入角度看具有随机性，收入 = 0（0 表示收支平衡）不谈，若收入 > 0，则归结为又一次收入额如何支配问题。另外，储蓄额可以分已转化形态和无转

化形态两类。已转化形态储蓄额指储蓄转化为投资，显然又可以认为已转化形态储蓄额 = 投资额 = 现期消费，可见这无非是个最终消费在时间上暂时转让给投资消费的问题。实际上只有无转化形态储蓄额可以认为具有储蓄含义。因此，可以把储蓄额作为确定有效需求量，而把投资额（包括已转化形态储蓄额）作为随机有效需求量。

2.2.2) 劳动者的就业需求。如果就业需求量 = 岗位供给量（均衡）就不会存在失业，而就业需求量 > 岗位供给量（不均衡）的一个原因是商品市场上存在不均衡，即主要是供给 > 需求。减产 = 减少劳动岗位的企业行为很正常，问题在于政府采用什么措施保障正常就业水平。不过，政策就能保证劳动市场上形成均衡状态吗？

2.2.3) 投资者的价格需求。这直接与利润预期、增减产量、增减员工有关系，单个企业生产成本的价格与产品销售的价格基本上是不均衡的。

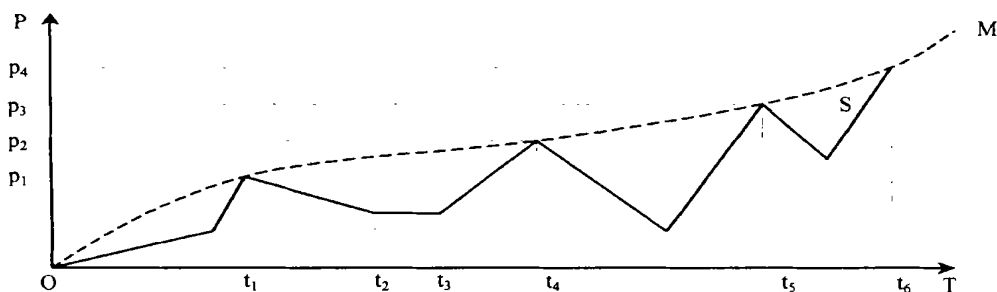
2.3) 供给方面

产品供给（生产资料品供给和生活资料品供给）、劳动供给（生产性劳动和服务性劳动）、劳动岗位供给（单个实体劳动岗位供给和社会总量供给），三者各自内部的两个体系之间都是不均衡的。

2.4) 分配方面

2.4.1) 相交点后的不均衡——利润分配。

2.4.2) 相交点前的不均衡——生产资料分配。



设定：T 代表时间，P 代表交换量（需求得到满足的量）

曲线 OM（虚线）代表具有时间无限条件下人类社会总体走势含义的“增长”

曲线 OS（实线）代表具有时间有限条件下某一时代某个国家情况含义的“增长”

论证：(1) $p_1、p_2、p_3、p_4$ 反映出人类社会总体走势中的经济是增长的

(2) OS 曲线上， $O \rightarrow t_3$ 时间段的经济变化曲线为 OS。 $O \rightarrow t_3$ 线段，点 $t_1 p_1$ 为极值点

(3) 所谓持续发展，笔者理解，就是不应出现在极值点之后 OS 曲线向横轴趋近；而极值点之后 OS 曲线与横轴平行延伸（如 OS。 $t_1 \rightarrow t_2$ 线段在极值点 $t_1 p_1$ 之后由趋近横轴变为平行于横轴），之后再出现与横轴趋远，如此反复，即可以比喻为“阶梯状走势”，则属于持续发展

图6 对增长含义的理解

3) 供给 = 需求这个均衡假设的理论意义在于, 引出对形成不均衡状态的关键因素的探寻。这就是

供给 = 需求 — 储蓄 = 投资 — 消费积累比例 = 消费投资比例 — 收入决定消费投资比例 — 产出增减影响消费储蓄比例 — 制度影响产出增加

它提醒我们注意, 收入、产量、制度是关键因素中的 3 个突出的因素; 如果按重要性排次序, 又应该是制度、收入、产量。

(3) 函数增量、极限和拓扑变换

在需供管体系的管理方面, 20 世纪 80、90 年代世界的经济热点上出现了经济发展问题向可持续发展问题的明显转化。将原有的增长模型转化到持续发展模型, 可以说, “增长”与函数增量、连续函数及至导数(或微分)有关; “增长”应该有两个含义, 一是就人类社会总体走势(条件是时间无限)而言, 它是发散的, 即“增长”趋于无穷大(); 二是就某一时代(条件是时间有限)具体某个国家(或地区或部门等)而言, “增长”不可能无止境, 因此它是收敛的, 即“增长”以某一数值为极限(如 A), 于是它与函数的增减性、函数的极值(极值点或驻点或导数不存在的点)有关; 对以上论述的理解, 可见图 6; 拓扑的价值在于描述极值, 拓扑变换的主要特征是保持连续性、连通性不变; 如果通过“极值—连续性、连通性”结构去思考“增长—持续发展”问题, 那么“持续发展”就与邻域公理系统(拓扑结构)、拓扑变换有关。

(4) 有序原理、反馈原理和功能优化原理

在宏观管理模型的因素方面, 有 5 个因素必须注意, 它们是人口、粮食、工业、资源、环境。这一思路来自 D. 梅多斯等学者的世界模型^⑧。该模型包括了 5 个基本变量: 人口增长、粮食生产、工业发展、资源消耗、环境污染。笔者考虑, 梅多斯等所论证的 5 个变量之间的互动关系, 可以用如下结构模型(图 7)显示:

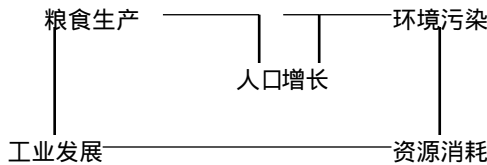


图 7 经济增长 5 个基本变量互动关系模型

把人口增长放在中间, 反映出这个变量极为关键。粮食和工业是解决人的基本需求即吃和用的问题。生产消耗资源是必然的, 但消耗资源并非必然造成污染, 而污染又必然破坏生态环境, 由此损害人类健康, 阻碍生物产业(指农、林、牧、渔等)的发展。

世界模型不同于凯恩斯宏观管理模型的一个明显特点是用到时间。设定 1 个变量增长 1 倍所需要的时间为倍增时间, 并且倍增时间 = $0.7 \div (\text{变量}) \text{增长率}$ 。显然, (变量)增长率与倍增时间成反比。

我理解, 世界模型还有一个特点是借鉴信息论、整体论、反粒子假说、作用力等概念来反映变量。(1) 每个变量都各自是一个整体, 是在内部的信息传递中变化着。于是有信息(概念) + 整体(概念) = 反馈环路(概念)。(2) 吸纳反粒子假说思维, 设定反馈环路分为正的反馈环路和负的反馈环路。(3) 正的反馈环路包含各种推动力, 由此合成正的反馈环路力; 负的反馈环路包含各种抑制力, 由此合成负的反馈环路力。(4) 根据作用力与反作用力关系原理, 如果正的反馈环路力 > 负的反馈环路力, 则反映

出变量。这可用图 8 来显示。

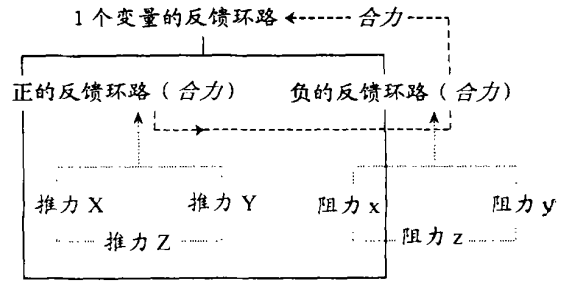


图 8 反馈环路示意图

如果借助这个世界模型的某些要素来建立我们的模型, 显然有求合力的问题。

我们的分析如下:

1) 定人口增长为 A、粮食生产为 B、工业生产为 C、资源消耗为 D、环境污染为 E。

2) 因为环境污染必然存在, 所以, E 可以转化为 C D 过程中增加的、一个防止污染的量 C 或 D。这样就有, 实际工业生产为 $C+C$, 实际资源消耗为 $D+D$ 。

3) C 应包括居民必需品生产 C_1 、居民非必需品生产 C_2 、公共必需品生产 C_3 以及生产资料生产 C_4 。

4) 如果社会是有序地发展, 以 r 表示年增长率, 则应当存在 $[A] r = [B] r = [C_1 + C_3 + C_{4-1} + C_{4-3} + C] r$ 。这表示两个生产(吃和用)的增长率与人口的增长率要相等。对于 C_2 和 $C_4 - 2$, 应另外考虑。

5) 在 $D+D = (C+C) + B$ 时, 如果要实现 $(C+C) + B$ 而 $(D+D)$, 那么, 一是必须科技力 K, 二是应当浪费即阻力 m。也就是

$$(K) + (m) (D+D)$$

6) r 由 A 的合力确定, 它实际上是正的反馈环路力 A^+ (或出生率 r^{+A}) 与负的反馈环路力 A^- (或死亡率 r^{-A}) 的差。

7) 当 r 确定后, 又涉及确定正的反馈环路力由哪些分力合成, 负的反馈环路力由哪些分力合成。

8) 无论我们具体使用哪些基本的数学工具如微积分、概率论和数理统计等, 所建模型都是动态模型。它是采用时化方法的^⑨、有时间序列的、用于长期分析的。它要对微观单位一年一次进行“时化”。这种模型的时化误差主要来源于状态模型参数, 即特征变量变化的概率分布的偏差。必须注意, 确定状态模型参数需要集中有关社会经济各方面的统计数据、知识和经验, 还要对历史过程和发展前景有深刻的理解。因为, 建模中最重要、最困难的工作就是确定模型参数。模型参数是行为状态关系中的定量数值。这种关系如果是确定的关系, 则模型参数大多属于解析函数的参数或常量; 如果是不确定关系, 则模型参数就是概率值或概率分布。这种建模的优势在于, 趋近于微观—宏观连接模型。

这属于从微观单元入手的微观分析模拟模型(Microanalysis Simulation Model), 在西方经济模型中归于政策分析模型类。政策实际上就是宏观管理的最主要体现。这种模型无疑是宏观经济分析的微观分析基础。

宏观经济模型与微观分析模拟模型差别在什么地方呢?

宏观经济模型一般以总值或均值来描述宏观单位的特征量, 并且采用与特征量有解析关系的方程组来描述宏观单位所包括的多种特征量之间的关系, 从而求这些问题的

解。宏观模型面对复杂的经济问题，多数只能做“近似”或“忽略”处理，所得到的结果也只能是近似解，而检验近似解与真实问题之间的偏差又很难把握。何况把外部因素如果以数量化的参数形式引入模型的方程组中，因其极其复杂往往也劳而无功。

微观分析模拟模型是对每个微观单位有关特征量的实际模拟，对宏观管理产生的影响进行总体的统计和估计，从而得到宏观管理实际效果的分析结果。同时，这种模型又可以分析宏观管理对总体中不同人群（子集）的影响。模型通过“时化”技术，得到一系列特征量的时间序列，以此进行动态分析。利用微观分析模拟模型，可以在一个由微观单位、特征、时间组成的三维的分析空间，进行多

因素、多层次、非线性的统计分析，而且可以进行多过程的动态的综合分析。这种模型最突出的特点是，其模拟结果是社会经济中非线性的多过程活动的综合。

9) 微观分析模拟模型有几个局限，如在建模方面和微观数据的动态时化方面还没有系统的理论和方法；数据要求高、来源困难；缺乏通用性等。因此在利用这一模型方面，只能是针对某一类具体问题。

最后我们以世界模型为例再强调一句。宏观管理是由5个基本变量组成的一个系统，在这些要素不变的情况下，管理效果与5个变量之间的联系方式是紧密相关的。这也就是功能优化原理的具体应用问题。

[注 释]

②② [法] 古诺：《财富理论的数学原理的研究》，商务印书馆1994年中译本，第17—18页、第38—39页。

[英] 罗尔：《经济思想史》，商务印书馆1981年中译本，第316—317页、317页、372页、312页。

D. C. Coleman, *History and the Economic Past. an account of the rise and decline of economic history in Britain*, Oxford, 1987.

“边际”指最后一单位量。瓦尔拉斯在写于1890年10月的《纯粹经济学要义》的“附录”中提到，“稀少”是瑞士人的说法，“效用的最后限度”是英国人的说法，而“边际效用”则是德国人的说法。见该书1954年英文版第463页。

[英] 斯特兰奇：《疯狂的金钱》，中国社会科学出版社1999年中译本。

①① [英] S. 霍金, L. 彭罗斯：《时空本性》，湖南科学技术出版社1995年中译本，第93页、第42—44页。

S. 霍金说：“可以证明，与时间无关的爱因斯坦—杨—米尔斯黑洞不会再有更多的连续自由度。”见《时空本性》，第35—36页。

①② S. 霍金谈到一例子：史瓦西度规代表了非旋转的黑洞归宿的引力场，“在通常的 r 和 t 坐标系中，于史瓦西半径 $r = 2M$ 处有一奇观性。然而，这只不过是因坐标选取不好而引起的。人们可以选取其他的坐标使那儿的度规正常”。见《时空本性》，第41页。

①③ C. M. Cipolla, *Between History and Economics, An Introduction to Economic History*, Basil Blackwell Ltd, 1991.

①④ 这个价值，并非商品价值意义上的那种价值，而是社会价值意义上的价值，即指某一经济事物是好还是坏。比如，经济增长速度快或慢，积累率高或低等。

①⑤ 从经济史领域出发，落脚在经济理论领域，以此开辟一条经济理论研究的新路，这是笔者近年主攻的一个科研课题。建立“经济史—经济理论”数学模型，对于能否闯出这条新路将是至关重要的。

①⑥ [美] 熊彼特：《经济分析史》第1卷，商务印书馆1991年中译本，第28—41页。

①⑦ “初始条件”这个数学用语早已被借用到经济学，但它的真正用途，不论对所研究的问题还是对研究者本身选择研究方法，同样非常重要。这一点，也应当看作

数学思维的魅力。

①⑧ R. Klein, *The Role of Mathematics in Economics. The Mathematical Science. The MLT Press*, 1969.

①⑨ 对于数学这个“数”的体系，古代中国人一方面偏好代数，一方面是把它们当作计算工具。代数在宋元之际有段时间能上升到纯理论，水平相当于高等代数。但好景并不长。计算则主要是筹算，用珠算，背口诀，怎么方便就怎么来。越简单越容易掌握，人也就越发变懒了。大部分的岁月里，中国的数学似乎是为解四则杂题而存在着，正如一些学者指出的，它“并不是为了抽象的思考而发展的”。相比之下，“这与古代希腊的数学有很大的差异”，特别是毕达哥拉斯学派在不否认“数”有计算功能的同时，更明确地指出了它还有解释由数构成的天地万物间变化的关系的功能。可见，数的量的多少只属于表象，数的量的实质在于由它所反映出的一种有待揭示的关系。应当看到，西方学者有一部分是在用数学揭示经济现象中的复杂关系。经济现象的复杂性，是导致揭示它所使用的数学工具变得复杂的根本原因。

②⑩ 此为 K. 布鲁纳所言。见 [美] A. 克莱默：《与世界著名经济学家对话》，中国经济出版社1989年中译本，第161页。

②⑪ 物理型思维方法也属于“发现+解答+立说”，但它只是作用于物与物关系体这个思考对象，而哲学型思维方法是作用于宇宙间任何关系体这个思考对象。化学型思维方法同样属于发现+解答+立说，但它只是作用于物质中化学成分关系体这个思考对象，而物理型思维方法是作用于物质中物理成分关系体这个思考对象。生物型思维方法也属于发现+解答+立说，但它只是作用于生物（动植物）关系体这个思考对象。如此看来，物理型思维方法、化学型思维方法、生物型思维方法都与哲学型思维方法基本上没有什么区别。因此才有哲学是随着自然科学的发展而发展这个历史论断，也才有从哲学角度预测物理学、化学、生物学的未来这一设想的出现。至于数学型思维方法是否仅仅等于“验证+协作”呢？当它走出自家大门，去为他人打工时，这个定论应该是成立的。不过我还是想到，当它是在自家的院子里服务于自己时，应该也含

- 有“发现+立说”的一面。这时，数学型思维方法可以作用于数与数关系体这个思考对象。数论就是一个很好的例证。以数论为代表的数学型思维方法，完全可以等同于哲学型思维方法。无非是0-9这10个数字符号，在任意搭配以及有各种运算符号参与的任意组合中，竟能变幻出许多吸引人们努力去探索的谜。
- ②3 笔者在这里借用“积分”一词，是想用到它的“求原函数”的含义。用把原函数求解出来以比喻重新恢复人的个性，反映了当今世界人们普遍关注的重视个人的差异这个问题。
- ②4 以生物学为例：经济计量学这个名词由挪威经济学家L. 弗瑞希在20世纪30年代创造出来，当时他就是模仿了生物学的一种研究方法，即出现于19世纪末期、将统计方法应用于生物研究的生物计量学。虽然经济学家用数字描述经济现象并非从经济计量学才开始的，但弗瑞希的模仿反映出生物学在数理统计方法 生物统计方法 经济统计方法之间的桥梁作用。
- ②5 [美] H. 威尔斯等：《感情动物——行动的爱和探索的美》，作家出版社1999年中译本，“导言”第8-9页。
- ②6 [美] J. R. 康芒斯：《制度经济学》下册，商务印书馆1962年中译本，第64-68、147-166、334-336页。
- ②7 当然，新经济史学派的代表人物D. 诺思等人即便被称为“新制度主义”者，但他们与加尔布雷斯、缪尔达尔等人代表的新制度学派，还是有很大区别的。
- ②8 L. Cossa, *Introduzione studio dell' economia politica*, Millan, 1892, pp. 26-28.
- ②9 [美] J. B. 克拉克：《财富的分配》，商务印书馆1981年中译本，第24页。
- ③0 P. Erdos, *Contributions to the Capitalist Money, Business Fluctuations and Crisis*, Budapest 1971.
- ③1 J. M. Gillman, *The Falling Rate of Profit*, London: Dobson, 1957.
- ③2 笔者认为，税收实质上也是一种利润分享，但如果政府分割的过多，即从合理分享质变为不合理分割，那么，生产者自然就不愿意再生产了。如此看来，拉弗曲线的价值在于启发人们进一步思考如何寻找B点问题。
- ③3 如日本学者速水融在《三田学会杂志》60卷10号（1965年）发表的一篇文章，即为《德川后期尾张一农村的人口统计续篇——家族复原法的应用》。
- ③4 [日] 斋藤修：《1920年以前的人口移动——利用中部四县的寄留统计所见》，《三田学会杂志》66卷7号，1973年。
- ③5 余永定等：《中国居民消费函数的理论与验证》，《中国社会科学》2000年第1期。
- ③6 研究者中有与此不同的观点。笔者将另文阐述对这一问题的理解。
- ③7 朱幼平：《论信息化对经济增长的影响》，《情报理论与实践》1996年第5期。
- ③8 [美] A. 克莱默：《与世界著名经济学家对话》，中国经济出版社1989年中译本，第137页。
- ③9 [美] D. 梅多斯等：《增长的极限》，商务印书馆1984年中译本。
- ④0 所谓“时化”，就是数据时化，指把现有的（或基础期）微观数据子样应用数学方法将它们修改为计算期的（或目标期的）子样，实现数据不同状态的转移，使新的微观数据更能反映目标期的客观状况。因此，动态时化是从基础期开始，一步一步逐次通过状态模型时化到目标期，使微观单位表示状态的特征值得到更新。有人又把动态时化的状态模型看作动态行为模型。动态模型建模和使用，或者说动态时化方式的实现，必须借助计算机。

The Key to the Mathematicalization of Theoretical Economics ——Introduction of Mathematical Thinking

CHEN Yong-qing

(College of Economy and Management, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu, 730070, PRC)

[Abstract] The mathematicalization of theoretical economics points to revealing “relationship” from the very beginning. To realize the mathematicalization, one of important prerequisites is to really understand mathematics, only by so doing can mathematical thinking correspondingly come into being. In the process of reflecting on philosophical concepts, and of further comprehending mathematical deductive inference, it can also extend to recognition of the relationship between the three fields of physics, biology and economics. As to how to apply mathematical thinking in the best way, survey and analysis should be made by looking into practical research activities.

[Key words] theoretical economics; mathematicalization; mathematical thinking

(责任编辑 胡小鹏/校对 古跃)