

* 学科发展 *

数理经济学——数学与经济学的交叉

王毓云

(系统科学研究所 北京 100080)

提要 数理经济学是数学与经济学交叉而形成的新的研究领域,是自然科学与社会科学交叉的成功范例。本文较详细地评述了数理经济学发展的历史、数理经济学与我国的社会主义市场经济和数理经济学的现代发展。文中还提到了数理经济学用于我国黄淮海农业综合治理所取得的成果。

一、数理经济学发展的历史回顾

半个世纪以来,历史经历了高速的经济增长。这一时期,数理经济学也出现了空前的学术繁荣。数理经济学是数学与经济学的交叉,也是自然科学与社会科学成功的交叉领域。自然科学数理思辨和公理化方法对经济学深入渗透和广泛浸漫,使数理经济学不断发展成熟起来,形成经济学的数学理论的正规模式。

19 世纪经典物理学的成就,表现了经典数学的力量,其发展形成了数理思辨模式和思维方法。培根说“数学使人深刻”,此话的确客观地反映了数理思辨的深刻作用。首先,要使研究的经济问题能成功地运用数学语言进行简明的描述,防止经济学家常常避免不了的“语言的专制”,即防止语言的含混性和任意性与多义性。“语言的专制”是诺贝尔经济学奖 1970 年得主萨缪尔逊在他的著名的《经济学》一书中提出来的,意指同一语言可以表示不同的事物对象,而同一的事物对象可以有不同的语言表示。由于有了确切的数学语言的描述,就有了科学的一义性。其次,数学的演绎推理,严谨的数学逻辑的运用,使科学家能透过问题的表面,剖析事物内在的本质,深入了解现象构成运变的机理,形成准确的数学模式。数学与物理学的成就,启发人们运用数理思辨与方法研究科学的各个领域。19 世纪,数学与经济学结合其理在此。

希尔伯特 1915 年说过,凡是遵从科学思维并准备发展成为一门理论的研究,能够也必须运用数学表达处理。1776 年亚当·斯密“国富论”问世,使经济学摆脱了重商主义的羁绊,古典经济学作为一门科学理论应运而生,数学当时就变成了经济学研究的工具和手段。通过数学深邃的分析,严谨的逻辑推理,活跃的思维想象,迂回的技法,数学家不仅能够回答经济理论中怎样的逻辑前提导致怎样的逻辑结论,同时能够分清逻辑必然性的真实与人们假设的真实,提取经济结论的预先假设,将经济结论建立在完善严谨的科学基础上。

数理经济学生气勃勃的发展,虽然是近几十年的事,但其存在已有近一个半世纪的悠久历史,大致是从古典经济学时期与新古典经济学交接时开始的。诺贝尔经济学奖 1982 年获得者

数学家与经济学家德布洛,在他的题为“数学理论模式的经济学”获奖演说中认为,法国数学家里昂大学校长古诺于1938年出版的《财富的数学原理》一书,是数理经济学的开始。古典经济学着重研究生产这一侧面。古诺研究多个生产厂商的竞争,即寡头竞争。他建立了古诺平衡,原来以为是竞争平衡,近世的学者研究认为,古诺平衡不是竞争平衡,而是一种非合作平衡。非合作平衡是介于合作与竞争之间的一种状态,它可以过渡到合作,也可以过渡到竞争,其取决于非合作状态所依赖的条件。1950年,著名数学家纳希,用 n 人非零和非合作的博弈的现代数学理论更新了古诺的概念,从此, n 人非零和非合作平衡称为古诺-纳希平衡。1994年,纳希因此获得诺贝尔经济学奖。近十多年来,非合作方法的研究,成为数理经济学的重要研究领域。我国著名数学家吴文俊教授60年代初在这一领域有十分杰出的工作,他的非本质平衡点的研究至今仍是重要的工作之一。

1838年开始的19世纪漫长岁月里,出现过一系列光辉的思想与深刻的概念,除了上述的古诺非合作平衡,还有反映资源配置合同曲线的埃杰维斯框图,不同于一般最优化概念的巴累托最优化和最重要的瓦尔拉的一般经济平衡。这四个最重要的经济学概念,基本上奠定了20世纪数理经济学发展的主流。

从1838年到1938年,大约经过100年的艰苦努力,冯·诺以曼与摩根斯坦的《博弈论及其经济行为》问世了,从此数理经济学的面貌彻底改观。这本书的出版,使经济学的数理研究,完全从经典数学微积分的旧辙中解放出来,转到新的现代数学的轨道。他的无界算子的谱表示理论,被认为是“天谕之作”,他是20世纪一位伟大的科学家。他的成就有三个方面:量子物理学与氢弹,计算机科学和数理经济学。由于他的学术魅力和他具体深入的理论研究实践,在他的周围聚集了一批数学家与经济学家精英,在他的感召与引导下,面向历史遗留的难题,发起了一次又一次的冲击。

由于冯·诺以曼的贡献,第一流数学家被吸引到数理经济学的前沿,年轻的有才能的数学家加入经济学家的队伍,经济学家学习掌握很深的现代数学工具。纳希、密诺尔、斯梅尔这样的菲尔兹奖获得者,开始用抽象的数学思维分析论证理论经济学问题。通过群体努力,拓扑学、微分几何学、泛函分析、凸分析、测试与集映成了数理经济研究的基本数学工具。角谷定理、艾论贝格蒙特哥李利定理、李亚普诺夫定理、沙兹引理、芬切渐近锥等一批杰出的数学结果产生了。40年代因而成为数理经济学发展的理论准备阶段,为其发展开拓准备了数学工具的武库。

40年代末,由蓝特公司进行组织,通过芝加哥大学考尔斯委员会,形成了一个以冯·诺以曼为首的现代数理经济学群体。重新温习19世纪的重要经济概念和模型,通过对20世纪经济学发展演变本质的深入思考,运用前所未有的现代数学工具,终于打开数理经济学现代发展的辉煌局面。

亚当·斯密在他的“国富论”里,强调反对重商主义,为了改善贫苦人们的生活,提出了国富是生产的革命口号。他提出了理想的市场模型,即“无形的手”,他认为,一旦形成了占统治地位稳定的市场价格,每个个别的经济参与者都会获得最大的经济利益,社会整体也将得到最大经济利益。

古典经济学的专长是研究经济的生产方面,古诺研究寡头竞争的多厂商非合作平衡,但不是亚当·斯密的市场模型。新古典经济学产生在19世纪下半叶,主张从生产与消费、供给与需

求研究经济,即市场经济。瓦尔拉按照亚当·斯密的思考,提出了市场竞争经济平衡。他认为,只有当消费与生产达到市场平衡时,经济才能获得最佳的利益。于是他列出了市场平衡的联立方程。由于缺乏数学工具,他只知道计数方程的个数与变量的个数,尽管如此,他的研究对数理经济学仍是非常重要的,有人称他是经济学的牛顿。但他未能证明市场经济平衡的存在性。

与此同时,巴累托提出了巴累托最优化的概念,又称为巴累托有效,表示整体与个别关联的优化概念,这是在整体中每个个别人能够满意的经济利益情形。反之,任何个别人想进一步增加自己利益都必须损害他人的利益。从数学的语言讲,就是向量最优化。也可以说是整体的利益与个体的利益的某种平衡。这样就使得亚当·斯密的理想市场模式,整体社会利益与个别经济人的利益有了科学的定义与解释。从规范经济学的观点和道德伦理看巴累托有效或巴累托最优并不见得是好的概念,因为巴累托最优中有的个别人可获利很多,有的则可能获利甚微。巴累托最优不意味着分配的公正,它所造成的效率,可能给一些人带来巨大财富,而另一些人则可能极端贫困。在市场经济条件下,只有少数人富起来,却可能是巴累托最优。

理想的模式,首先是存在一个使总体消费与总体生产能够平衡的价格体系,在这种价格体系运作下,每个生产企业或个体根据自己的生产技术条件选择制订生产计划,使企业利润最大,每个消费者根据自己的消费偏好和财富与收入的预算制约,选择制订最优的消费计划,使消费效用最大,或者说使支出最小。所以市场经济平衡是一个三元的表示:每个消费者最优消费商品的社会总量的消费商品,每个生产者最大利润下的生产商品的社会总量的生产商品,使社会总体生产的商品总量与消费商品总量平衡的平衡价格体系。

从亚当·斯密在 18 世纪末提出理想的模式,又经过瓦尔拉在 19 世纪下半叶提出经济平衡,到 19 世纪 50 年代,经过 100 多年的历史,这个经济学问题始终没有解决。像冯·诺以曼这样伟大的数学家,在 1935 年发表的文章也未能给出回答。

本世纪 50 年代,先是纳希把冯·诺以曼的最小最大原理推广到非零和博弈,研究了 n 人非零和非合作博弈,提出了纳希-古诺平衡。在同一时期阿尔诺与德布洛经过一段时间的合作,终于在 1952 年底的芝加哥会议上宣读了他们的文章“竞争经济的平衡”,这个工作是美国海军研究署基金支持的,发表在 1954 年。从多人非零和非合作经济博弈出发,建立了福利经济竞争平衡模型,其中有 m 个消费者的最优化和 n 个生产者的最优化,另外加上一个市场调节的最优化,其目标是使 n 个生产者的生产总量与 m 个消费者的消费总量达到平衡。模型的前提假设:(1) 消费的偏好是报酬递减的,数学上讲偏好是凸的;(2) 消费者的消费欲望是无止境的;(3) 每个消费者,即每个公民有最低的消费保证;(4) 从生产效率出发可以停产;(5) 生产是不可逆的;(6) 生产是可自由处置的;(7) 生产是报酬不增的,即生产可能集是凸集;(8) 社会生产所得利润全部归于全体消费者所有。这些条件都有一义的数学语言描述刻画。经过 100 多年,终于证明了市场平衡定理。其中,第一,基于以上条件证明了经济平衡的存在性,即在一定条件下,证明在最优消费总量与最优生产总量平衡时存在平衡价格体系;第二,证明了经济平衡时,资源配置最优,这一最优是巴累托最优。1959 年德布洛发表了《价值论》一书,在全面公理化基础上建立了经济平衡理论。

1969 年,设立了诺贝尔经济学奖,阿尔诺由于他的这项工作,获得了诺贝尔经济学奖。1982 年,德布洛独自得到了诺贝尔经济学奖。1994 年,纳希因为非合作平衡的贡献,获得了诺

贝尔经济学奖。他们都是以最纯粹的数学化的经济理论工作获得诺贝尔经济学奖。其它还有许多位以数学化的经济基础理论工作获得诺贝尔奖的数理经济学家。

二、数理经济学与我国的社会主义市场经济

有人问,社会主义市场经济的经济学概念是什么。从现代数理经济学理论看,这是一个完全要用现代经济科学理论解释的经济概念。市场经济平衡理论指出,市场经济平衡时可以达到资源配置最优。这一巴累托最优资源配置没有解决公平收入分配问题,加上了社会主义的定语,就是公平分配的市场经济。市场经济平衡定理中,有保证生存的最低消费这一条件,但是公平的收入分配,却有待社会主义体制的调控去解决。80年代中,斯坦福大学专门组织了一次研究分析台湾经济发展的活动。有这样一个调查,将收入分为100个组,从上到下25个加以平均,得到4个平均值,发现最高与最低的比是4倍。中国社会主义市场经济是绝对应该并且同时可以做到使资源配置最优时收入公平分配的。如果说中国特色,这就应该是中国特色。

比较市场经济条件下,资源配置机制的信息成本与计划经济条件下资源配置的信息成本,经数理经济学严格的数学推理研究,得到的结果是 2^n 与 n^2 之比, n 是信息量。两相比较处理信息的效率孰优孰劣是很明显的,假设信息量是100,则市场经济信息成本是 10^4 ,而计划经济是 10^{10} 。

经济平衡时存在平衡价格体系,平衡价格体系占统治地位的时候,社会生产总量与社会消费总量相等。对每种商品都有一个对应的平衡价格,使得每种商品的生产量与消费量正好相等,这就叫做市场清消。著名经济学家、剑桥大学教授福蓝克汉说,市场清消不是一下都把商品消灭,是指生产与消费的期望差额为零,这样就不会有商品真正的积压与剩余。这样,生产商品所耗用的资源,都到社会商品的消费中去了,所以没有资源的浪费。如果某种商品价格因人为的因素高于平衡价格,就会激励这种商品过度生产,或过多的企业厂商进入这种商品的市场,使生产大于消费,于是出现积压与剩余,形成资源的浪费积压,这都是由于价格高于平衡价格的误导。任何价格体系,如某些商品价格高于平衡价格,另一些低于平衡价格,则会出现一些商品过剩,另一些商品短缺。剩余商品所耗用的资源,正好是短缺商品生产所需。因此,经济平衡时,社会生产总量等于社会消费总量,没有资源的浪费。经济平衡导致这种资源配置没有资源的浪费,从全体消费者的利益看,是巴累托最优。经济平衡定义中,每个生产者追求生产利润最大化,其中必要手段是成本最小化,必须最大限度地节约生产所耗资源。如果一种资源即将枯竭,生产者就要提高技术,减少资源用量,投资开发代用资源。所以,市场经济本身就含有资源节约型经济的概念。

经济学讨论通货膨胀,有两种情形,一是需求拉动,二是成本推动。在经济平衡理论的框架中讨论,最为清楚明了。需求拉动是需求大于供给,生产少了,需求大了。需求大了是因为货币投入量多,分配收入增加,消费者消费预算约束变松,使需求增加,于是造成产品短缺。按照市场经济运作,价格上升,迫使需求减少,诱导增加生产,使需求与供给平衡。另一种情况是成本推动,按照经济平衡理论,生产者总是最大限度降低成本,但当资源与劳力的价格上涨时,生产者也只好把它计在成本里转移到消费者身上,价格因此上升。从发达国家近代情况看,多

是成本推动型。例如作为基本资源的石油价格上涨,使成本提高,随之出现通货膨胀。其实不是 1972 年或 1981 年货币发行多了,而是石油价格上扬,使所有商品生产成本都高了,跟着就是工资上升,劳动成本提高,厂商不得不提高商品价格,最终造成通货膨胀。

在经济平衡理论中,平衡价格是指商品的交易价格,所以价格中已经包括流通的交易成本了。发育的市场,零售与批发和出厂与批发之间有一个比较稳定的比例。市场不发育时,就会出现生产与消费的阻隔,流通者可以在阻隔或垄断中获得惊人的利益。我国第三产业的劳动工资相对其它的劳动工资,在全世界是最高的。流通劳动成本也相对太高。因此,整个社会收入分配不合理的情形,就是因为市场发育不够。我国长期以来是卖方市场,至今变化不大,特别是必需品,这里甚至有政府商业部门的原因。通货膨胀应是成本推动型,这一成本推动又是流通领域劳动成本的推动所致。市场不发育,政府对物价是可以也应该采取一定措施的。即使发达国家,也要进行相当干预。

菲尔兹奖获得者,数学家斯梅尔用非线性动力系统研究物价的调节过程。他用大范围分析方法研究经济平衡的存在性、稳定性与有限性,同时研究平衡点的运动过程。在他的价格调整差分格式中,每步价格步长不能太大,必须充分小,否则调整不到平衡点。我国经济改革中的物价改革,有几步到位的提法,这是与数理经济学的理论相悖的。三次这样的做法,效果都不佳,1988 年那次,造成严重后果。算了一笔调价总账,农民自 1978 至 1988 年从调价获得人均人民币 180 元,而因通货膨胀对生产多投入 155 元。最好的办法还是采取农业补贴。价格由市场调节,政府推动市场发育。

三、数理经济学的现代发展

数理经济学的现代发展,基本上是以经济平衡理论为核心向前推进的。一旦经济平衡的存在性得到证明以后,另一些问题就会提出来。如:经济平衡点的个数、分布与经济结构是什么关系,经济平衡点和稳定性及平衡怎么计算。在经济平衡的理论中,商品是根据时间、空间、物性确定的,不同时间不同地点的商品是不同的商品。当考虑经济增长时,时间的尺度加大,商品的数量可以无限地增大,会出现无穷维空间。当生产者或消费者的数目很大,每个生产者对总量生产的贡献又很小时,就需要用无原子测度空间这样抽象的数学语言刻画经济活动者的集合。因此,经济平衡的有限性与正则性,正则经济的普适性,平衡点的计算,无穷维商品空间与无原子测度经济参与者空间所构成的大平方经济的研究,在 60 年代以后发展起来。德布洛的获奖作就包括平衡点有限性的研究,他的假设是偏好 C^2 的经济,效用函数是连续可微函数,他在诺贝尔奖演说中说,这是不好改进的。中国科学院系统科学研究所数理经济室助理研究员梁自豪,1992 年在美国数理经济学杂志发表文章,将 C^2 经济改为 C^0 经济,即函数不用微分假设了。这篇文章被看作是一项文献性的贡献,这说明我们的青年学者通过努力,可以在这一领域的前沿做出杰出的工作。

非合作方法的研究,关系到厂商的竞争与合作,关系到兼并与联合,故一直受到特别的重视,到 80 年代成为研究的热点。 N 个厂商,生产同质的商品,则古诺-纳希平衡是一组 N 元产品,当 N 趋向无穷大,厂商数目增大,形成大市场,平衡价格趋向边际成本,非合作平衡变成竞争平衡,非合作方式趋向完全竞争。寡头垄断的局面变为市场完全竞争。市场经济下,厂商

进入市场,应有完全的自由度,并促进公平的竞争。如果厂商联合成卡特尔,其均分的利润要大于厂商原有利润,所以古诺-纳希平衡不是巴累托最优。静态的情况,大市场非合作平衡与完全竞争平衡无异。在多阶段动态重复博弈下,厂商通过观察对手的行为,能够采取串通与报复大大影响总产出,很大市场也未必出现完全竞争,最终存在一个非合作平衡,即寡头垄断的局面。

市场性质与情况的研究,即商品经济性质的研究,从来是经济研究关注的问题。1991 年,埃杰维斯提出资源配置合同曲线,即埃杰维斯框图。如果对两种资源进行配置生产两种商品,例如用水资源和土地资源进行配置,生产小麦与大米,总资源配置是确定的,首先假定代表两种产品各自技术生产可能的生产函数是单调的,即多一点资源必定多产一点商品,其次是生产函数为凹的,即边际生产率递减。所有两种物品的资源边际替换率相等的点连成一条连续的曲线,都是巴累托有效点。假如资源已给初始配置,但不是巴累托最优,那么这种资源配置还可进一步改进,使大米与小麦生产都可进一步增加。针对这一起始配置,一定存在一个“核心”,核心的定义是:核心中的任何资源配置都是不能再改进的,是合同曲线的一段,其中的配置点都是巴累托最优。任何资源配置如果不是巴累托最优,就可以改进为对应核心中的一个巴累托最优资源配置。在核心中配置都是巴累托有效,但只有一小部份或一点配置是竞争经济平衡的资源配置。埃杰维斯曾经猜想,经济无限重复增加时,核心收缩为平衡点集,即所有巴累托最优配置都是竞争经济平衡配置。这一猜想为斯卡夫与德布洛 1962 年的工作证明,其后,汶特将其推广到更难的无原子测度空间的情形。

一般市场经济平衡理论讨论的是商品市场,商品是实物与服务。其中甚至货币都没能进入。但是,现代市场经过近 200 年的发育,出现了包括股票、证券、资产与期货交易的高层次的与普通的商品的交易不同的市场,称之为金融市场。金融市场能不能与商品市场联在一起形成一个市场,并建立这种市场的经济平衡理论?这个近几十年来数理经济学界寻求解决的理论问题,终于在近十多年中解决了。商品市场与金融市场联系在一起,麻烦就多了,首先,金融市场包含不确定性,如果用自然状态刻划它,自然状态数目为 S ,金融市场资产的数目是 J ,当 $J < S$,资产表示的方式少于变量的情况,则这种统一的市场称为不完全。只有当资产表示的方式与 S 维空间一样,才是完全的。不管如何,不完全资产市场的经济平衡在 80 年代终于被证明了。这一市场的经济平衡理论专门研究证券资产与商品的定价,研究决定消费和投资、完全竞争的商品市场与资产金融市场互作互动的关系。金融经济学基本上是讨论资产证券的订价,宏观经济学主要讨论货币资产的实物效用。不完全资产市场经济平衡理论(GEI),提供了一个基本的微观理论框架,用以研究宏观经济学领域的许多问题。

GEI 对许多重要问题的研究作出了贡献。首先证明了 MMP 定理。摩地梅里安尼和密尔勒在 50 年代用计量经济模型,建立了 MMP 原理,意思是说,在没有破产的条件下,公司的红利与金融政策没有关系,这是一个很令人惊讶的结果,他二人分别在 1983 年与 1991 年获得诺贝尔经济学奖,但始终没有严格的数学证明。不完全市场经济平衡定理确证了在没有破产的情况下企业公司单靠金融政策,是不能影响公司红利的。其次,通过 GEI 理论,证明了资本资产的定价是与协方差有关而不是与方差有关。第三,证明了证券资产价格具有鞅的性质。

证券市场的期权交易上个世纪就开始了,但在证券交易中一直不显眼,直到 1973 年由于芝加哥期权交易所建立,才发生了革命性变化。开始时胆子很小,只对 16 种普通股票出售购

进期权。1975年以后,美国费城和太平洋股票交易所都干起来,1977年售出期权开始,纽约股票交易所也随之行动了。股票种类由16种上升到400种,期权交易成了证券交易的最重要手段。

与此同时,布莱克和斯科尔斯(Black & Scholes)于1973年发表了“期权和公司债券定价”一文,他们用传热方程求解期权的订价,提出期权的订价公式,同时发现期权价格理论是一个随机游动问题。于是开始用分析概率论随机过程鞅的有关理论研究期权定价和资产定价问题,并获得许多好的结果。90年代以后,一大批数学家涌向这个领域。

不完全市场经济平衡理论,需要的是新的数学工具,代数拓扑、微分几何的新工具,如格拉斯曼流形等抽象数学,其存在性证明比较艰难,是现代数学与现代经济学的典型交叉领域。到此,数理经济学家已经很难说清是数学家还是经济学家了。理论与实践的距离也比较近了。萨缪尔逊1990年说“上个世纪一个伟大的经济学家说,经济理论做得再好,也无人向你请教如何管理一个酒厂。现在情况不同了,在华尔街,你可以看到搞数理经济理论的年轻人踌躇满志地当起了才任命不久的高薪顾问。”

最优经济增长是宏观经济学讨论的问题,要考虑资本如何在一个长期的发展路径中形成最优的积累,按照社会效用的某种意义,研究的问题是寻找一条资本积累的最佳路径。萨缪尔逊首先提出了大道定理。所谓大道就是高速公路。大道定理说,长期最优经济增长路径必定是年增长均匀的增长所构成的路径。经济进入高速公路匀速前进,其增长必定最优。贝雷把这个定理与经济平衡定理结合起来,证明了最优增长经济平衡的存在性。在若干年的长期增长中,并不是每年都必须均匀增长,在进高速公路之前可以有调整的年份,离开公路可以有休息调整的年份,但是绝大多数年份应在高速公路中匀速前进。经济结构的调整,离开高速公路后进行,以便下一次再进高速公路。这是一个严格证明了的定理,许多著名数理经济学家都在其中工作。我国研究经济增长问题时,应该充分考虑大道定理的准则。按增长理论,投资大必定引起高的工资增加。我国经济增长投资过高且结构不好,第三产业发展过速,基础产业发展不足。豪华高楼大厦过多,对就业并无好处,同时,第三产业劳动成本过高。

在经济学界有着比较广泛一致的意见,即经济波动,经济数据时间序列与趋势的偏移,呈现重复不规则的时间变化。过去的研究一直假定主要是外在因素、外生随机源的干扰。按照这个观点,只要经济主要特征保持时间不变,就不可能发生持续的突变性的波动。因此,商业周期不认为是内生而是外生的平稳随机过程的经济干扰。当然也有过质疑,哥德温在凯恩斯宏观经济模型中通过消费乘数与投资加速的相互作用的研究,发现周期是内生的。

最近十多年对于这一问题的研究,用的是另外的数学方法,即非线性动力系统的方法研究经济系统复杂确定的动力机制。竞争机制的混沌,研究离散确定性竞争增长模型,其中,每日的状态变量用实数表示。模型中对报酬函数和折扣参数建立了充分必要条件,以产生混沌。一个简单的自然经济的农业经济系统,仅包括人口因素与农业生产,能产生混沌现象,尽管是小系统。在无穷维水平对奕博奕的模型中,也得到同样类似的结果。复杂确定性动力机制的情形在无穷水平优化中多有发现,特别是在多代叠交的模型中。虽然经济混沌现象理论上存在,但经济学家并不认为对真正的经济生活有那么重要。数理经济学家曾经用嵌入定理对美国战后的GNP进行连续计算,没有明确地发现混沌必然存在。对于货币总量和股票回报的情形比较肯定。对于所谓“黑色星期一”把经济中混沌提到耸人听闻的程度,实际上并不确实。

经济中混沌的研究还只限于十分简单的情形,同时,因为数据量少,得到的结果也不准确。股票证券市场出现特异时,常常后面有隐蔽金融力量的操纵。

其次是黑子平衡现象。假定经济参数是确定的,经济活动者却认为,价格和数量是被明显的不相干的随机因素(如太阳黑子)影响的。这种预想可能自我实现,就会存在黑子平衡,在无限水平两代重叠模型中证明是存在的。一种经济存在黑子平衡,是因为单一的经济活动者在优化自己的经济行为时,对其它经济活动者并无确定了解。企业不能确定的,不是基本参数,而是消费信心的整体水平,顾客的金融计划和信心水平,竞争对手的市场和计划水平,政府税收与管制计划等。黑子平衡的产生有以下原因:(1)市场参与的限制,(2)不完全市场,(3)不完全竞争,(4)经济环境的非凸化。

古典经济学重视生产的研究,同时也重视资源,19 世纪的经济著作总是提到资源。但是本世纪的 70 年代以前,资源的作用在经济学中始终被忽视。1972 年石油危机,震动了发达国家的经济基础,罗马俱乐部宣告了世界的末日和工业化的停止。此后,理论经济学家发现必须研究资源,研究环境与持续发展。美国数学会召开数理经济学的会议,1984 年出版“数学与自然资源”,研究资源短缺情况下枯竭资源的最优开掘问题,再生资源的保持问题。资源问题的数理研究,80 年代兴旺起来了。

中国科学院由于特殊的条件,80 年代初即对资源环境持续性的研究给予了特别的重视。在黄淮海农业综合治理国家攻关项目研究中,系统科学研究所数理经济室建立了“农业资源配置数学模型”,把经济平衡的最优资源配置和资源环境生态平衡下的持续性发展统一在模型中,证明了资源-生产-消费结构中的经济平衡与生态平衡同时存在,在资源开发配置的最优化中,达到持续性最优资源配置。按照模型计算了黄淮海平原 5 省 2 市 14 区点线面四层次耕地面积 1.09 亿亩资源配置规划,从体制、策略、战略、实施等方面进行策划,通过实践取得了显著的社会经济效益。同时,按照这个理论框架与计算,估计分析了黄淮海平原以及全国农业经济与粮食和自然资源的情况,得出了科学的解释。这一工作随后又结合水土流失的动力方程研究了长江上游水源林与水土流失。按照水土流失非线性的动力性质,结合农业资源配置,我们提出了中长期退耕还林计划,为基层广泛认可。这一理论上的突破得到国际国内的确认和高度评价,美国科学院院士赫尔维茨认为是“开创性的和高度重要的”,1987 年获国际运筹学会 IFORS 奖,并获科学院特等奖(1987 年),一等奖(1990 年,1991 年),国家二等奖(1988 年)。由于这方面的工作,资源环境生态经济系统的数理经济理论研究在国内外被重视起来,国外 20 多所大学邀请我们去做有关报告、讲演与合作。这项研究被普遍认为是数学、经济学与地学深刻交叉的结果。1992 年在意大利国际会议上,我们又提出“小规模效益经济”,在现代数学理论基础上,建立了资源环境生态经济系统理论 3E 理论(生态(E)、环境(E)、经济(E)系统理论),从而建立了以持续发展为基础的资源环境生态经济系统的数理经济理论,开拓了数学、经济学与环境科学交叉的新的科学研究前沿。