

经济社会发展规律的历史建模

程晓航,刘景平,张 栋

(中国科学技术大学科学技术哲学部,安徽合肥 230026)

摘要:该文选择生活质量、资源、资本、劳动和社会力五个参数,建立经济社会发展的历史模型,并通过模型中不同符号的配比,分析了经济社会的各种现象,揭示出经济社会的发展规律。

关键词:经济社会;发展规律;数学模型

中图分类号:F011,F119 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-2404(2011)42-0017-05

社会科学可否称为“科学”或者能否用科学方法来研究一直以来存在争论。一方的观点是:社会科学涉及到具有自由意志的个体,他们的行为并不能够像运行于物理世界中的规律那样来受到约束,更无法预测其行为;另一方的观点是:社会实体作为自然世界的一部分,必然可由标准的科学方法来研究,社会科学应该像自然科学探索自然现象一样,以同样的方法来研究社会现象或社会世界,把预测(这恰是社会科学较之自然科学的最大的“软肋”)和规律的解释作为基本的目标。

北京大学鄧庆增教授在他的《历史动态演变的定量规律》一文中,曾经写过这样一段话:“历史,记载着人类社会的成长和演变过程,一直是一种记录和描述性的东西。……是一门远离数学的科学。……人类社会已经经历了:原始社会-奴隶社会-封建社会-资本主义社会-社会主义社会的变化。能否用数学来描述人类社会的演变历史?能否用数量特征来区分各个不同的社会发展阶段?这是非常困难的,同时也是很吸引人的课题。”

马克思说:“一种科学只有在成功地运用数学时,才算达到了真正完善的地步。”培根则认为,数学是通向科学大门的钥匙。实验科学的奠基者伽利略说:“自然界的伟大的书是用数学语言写成的”。华罗庚说:“宇宙之大,粒子之小,火箭之速,化工之巧,地球之变,生命之谜,日用之繁,无处不用数学。”

本文的目标,就是希望建立一个人类社会演变历史的数学模型。

1 数学模型的建立

1.1 建模的基础:供需平衡

设某人一天的生活需求为 $k_0 (>0)$, 以这样的生活需求存续 T 天, 则总需求为 $k_0 T (>0)$ 。需求只能由外界来供给, 若单位时间的劳动可从外界获取供给 $A (>0)$ (在本文中定义为资源), 为获取总需求 $k_0 T$, 该人必须付出劳动 $t_0 (>0)$ 。在供需平衡时有, $k_0 T = A t_0$ …………… (1)

对(1)式等号左边改造,定义生活质量 k 为,

$$k = k_0 \frac{T}{t_0} \dots\dots\dots (2)$$

把 T/t_0 称为劳动闲暇度,它是一个有限值;对一个人来说,生存时间 T 是一个有限值;付出劳动 t_0 获取外界供给 A 是动物界亘古不变的法则,即劳动 t_0 也是个有限值。(2)式代入(1)式得到,

$$k t_0 = A t_0 \dots\dots\dots (3)$$

由(3)式,立即可得到这样的结论:生活质量 k 是由资源 A 所决定的,当资源为有限值时,生活质量也必然是一个有限值。

考虑到上述状态的反复复制,(3)式可以改写为, $k t_0 \times n = A t_0 \times n$ …………… (4)

(4)式中的 n 便是状态复制次数。

$$\text{令, } t = t_0 \times n \dots\dots\dots (5)$$

并代入(4)式,就得到描述人类生活的第一种类型——生存类型——的生存模型, $k t = A t$ …………… (6)

(6)式生存模型中的每一个符号均可进行定量计量。(6)式指出,生活质量 k 与资源 A 在数值上是相等的。

收稿日期:2010-01-26

作者简介:程晓航,教授,主要从事科学技术与社会等方面的研究;刘景平,中国科学技术大学博士研究生,主要从事科学技术与社会等方面的研究;张栋,中国科学技术大学科学技术哲学部博士研究生,主要从事科学技术与社会等方面的研究。

由(5)式知,人类的劳动 t 有如下的数值范围,
 $t \in (0, \infty)$ (7)

1.2 建模的切入:经济活动

人类当然希望自己的生活质量 k 能够得到改善,即 $dk > 0$,并希望这种改善通过每一个人付出的点滴劳动 $dk > 0$ 而惠及全人类。劳动 dt 与生活质量改善 dk 之间的关系在数学上可以表述为 $\frac{dk}{dt}$,把这个数学表述定义为经济活动。当然期望 $\frac{dk}{dt} > 0$ 。

把(6)式中的生活质量 k 注上下标“1”,表明这是生存模型下的生活质量。于是生存模型下经济活动的效果为,
 $\frac{dk_1}{dt} = 0$ (8)

鉴于生存模型下的经济活动不能达到 $\frac{dk}{dt} > 0$ 的期望效果,我们对生存模型进行改造。

如果在(6)式的基础上付出多余劳动 Δt ,并且不用于当时的生活需求,于是就能获得剩余 $A \Delta t$,

$$kt = A(t + \Delta t) = k_1 t + A \Delta t \dots\dots\dots (9)$$

记 $B = A \Delta t$,得到剩余模型,

$$k_2 t = At + B = At^1 + Bt^0 \dots\dots\dots (10)$$

k_2 标识的是剩余模型下的生活质量,以有别于生存模型下的生活质量 k_1 。(10)式的剩余模型确实存在于人类的生活现象之中,其中的每一个符号也均可进行定量计量。剩余模型下经济活动的效果为,
 $\frac{dk_2}{dt} = -Bt^{-2} < 0$ (11)

我们看到,剩余模型使经济活动在数学表述上有了变化,但仍未达到期望效果。

改造(10)式:在生存模型中,针对资源 A 进行劳动 t ,这种劳动受到自然力 $y (= 1)$ 的控制,正如(10)等号右边第一项所示,对剩余 B ,没有施以劳动 t ;现在,仿照针对资源的劳动,我们对剩余 B 也施以劳动 t ,并对这种劳动加以(我们称为社会力 x 的)控制,得到发展模型,
 $k_3 t = At + Bt^x \dots\dots\dots (12)$

用 k_3 标识发展模型下的生活质量。因发展模型由剩余模型演变而来,故社会力 x 的初值等于零。符号 B 在剩余模型中称为剩余,在发展模型中称为资本。

(12)式发展模型中出现的社会力 x 这个符号,虽然无法进行直接的定量计量,但是却可以通过与其它定量符号之间的数学关系,间接计算出社会力

的数值。发展模型下经济活动的效果为,

$$\frac{dk_3}{dt} = (x-1)Bt^{x-2} \Rightarrow \begin{cases} \leq 0, x \leq 1; \\ > 0, x > 1 \end{cases} \dots\dots\dots (13)$$

(13)式指出,只要社会力数值 $x > 1$,我们就可以做到通过劳动 dt 正向改善生活质量 $dk > 0$ 。

(13)式揭示社会力的数值越大,经济活动的效果就越好。但社会力数值却受到这样的限制,

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{dk_3}{dt} = \lim_{t \rightarrow \infty} [(x-1)Bt^{x-2}] \Rightarrow \begin{cases} = 0, x < 2; \\ = B, x = 2; \dots (14) \\ \rightarrow \infty, x > 2. \end{cases}$$

(14)式描述了经济活动的长期效果。显然,经济活动改善生活质量的长期效果必将是趋于 0 的,结合发展模型(12)是由剩余模型(11)延伸而来的事实,我们得到社会力的取值范围是,

$$0 \leq x < 2 \dots\dots\dots (15)$$

1.3 模型的支撑:资源

以上生存、剩余、发展等三个模型均有资源 A 这个参数,这表明:经济活动离不开资源支撑,资源是经济活动赖以存在的客观基础。

从劳动的角度考查资源的数学特征,可以分为两类:一类是恒量型资源,虽有劳动施加其上,但总量不会改变,自然界中的可再生资源 and 人类创造的知识资源就具有这样的特征,数学上可分别表为 A_1 和 A_2 ;另一类是减量型资源,劳动施加其上,总量将会越来越少,自然界中的非再生资源就具有这样的特征,数学上可表为 $\frac{A_0}{t}$ 。

把这三种资源代入到生存模型(6)式中,得到全资源模型,

$$kt = At = \left(\frac{A_0}{t} + A_1 + A_2 \right) t = A_0 + (A_1 + A_2)t \dots (16)$$

注意到全资源模型(16)式与剩余模型(10)式在数学上具有相似性,仿剩余模型到发展模型的演变,可以写出全资源发展模型,

$$k_A t = (A_1 + A_2)t + A_0 t^x \dots\dots\dots (17)$$

2 模型中数学符号与相关经济社会现象的对应

至此,我们建立起有社会力 x 的两个模型:(12)式的发展模型和(17)式的全资源发展模型。

2.1 发展模型中数学符号与经济社会现象的对应
 对发展模型(12)式进行全微分并经整理,

$$dk_3 = (x-1)Bt^{x-2}dt + dA + t^{x-1}dB + Bt^{x-1}Int \cdot dx \dots \dots \dots (18)$$

除了已经出现的 dk、dt(分别对应着生活质量的改善和劳动的付出等两类经济社会现象)外,还出现了 dA、dB 和 dx,以及这些符号的组合。下面把这些数学符号及其组合与相关的经济社会现象作关联性对应。

2.1.1 科学、技术和经济

科学被阐释为对自然现象的规律性认识,其中当然包括用于经济活动的自然资源。定义 dA 为人类对资源 A 的规律性认识。

当 dA 与生活质量的改善 dk 关联起来考虑时,其函数关系可以描述资源的开发利用对改善生活质量的数学表述是 $\frac{dk}{dA}$,对应着技术研究这种现象。

当 dA 与劳动 dt 相互关联起来考虑时,其函数关系可以描述劳动对资源开发利用的效果,数学表述是 $\frac{dA}{dt}$,称为资源方式,对应着对资源进行开发利用的人类活动。

经济活动 $\frac{dk}{dt}$ 在数学上可表述为 $\left[\frac{dk}{dt} = \left(\frac{dk}{dA}\right) \cdot \frac{dA}{dt}\right]$ 。等号右边的乘积表明,技术研究和资源方式的结合,即所谓的“产学研结合”,是经济活动的一种具体运作,这里的 $\left(\frac{dk}{dA}\right)$ 又可称为资源模式,使用括弧以示与技术 $\frac{dk}{dA}$ 的差别。

于是我们看到:科学 dA 只有被考虑与生活质量的改善 dk 相关联时,才形成技术研究 $\frac{dk}{dA}$;技术 $\frac{dk}{dA}$ 只有与资源方式 $\frac{dA}{dt}$ 相结合,才能成为资源模式

$\left(\frac{dk}{dA}\right)$,进而构成经济活动 $\frac{dk}{dt}$ 的一种具体运作。

2.1.2 经济模式

发展模型(12)式的全微分(18)式,有生活质量 k 关于劳动 t、资源 A、资本 B 和社会力 x 的四个微分:

等号右边第一项涉及人类的劳动 dt,与生活质量的改善 dk₃ 相关联后,就是经济活动的数学描述

$$(13) \text{式}, \frac{dk_3}{dt} = (x-1)Bt^{x-2} \Rightarrow f(x, B, t) \dots \dots \dots (19)$$

第二项涉及到资源 A 的开发利用 dA,与 dk₃ 相关联后,就形成经济活动的资源模式,

$$\left(\frac{dk_3}{dA}\right) = 1 \dots \dots \dots (20)$$

第三项涉及到资本 B 的增减 dB,与 dk₃ 相关联后,就形成经济活动的资本模式,

$$\left(\frac{dk_3}{dB}\right) = t^{x-1} \dots \dots \dots (21)$$

第四项涉及到社会力 x 的变更 dx,与 dk₃ 相关联后,就形成经济活动的制度模式,

$$\left(\frac{dk_3}{dx}\right) = Bt^{x-1}Int \dots \dots \dots (22)$$

资源、资本和制度对经济活动均有影响,这在今天的经济社会中,已经是不争的现象。

2.1.3 经济社会

上述三种经济模式当然要有劳动 dt 的介入,这是通过经济活动的下述数学关系来实现的,

$$\frac{dk_3}{dt} = \left(\frac{dk_3}{dA}\right) \cdot \frac{dA}{dt} = \left(\frac{dk_3}{dB}\right) \cdot \frac{dB}{dt} = \left(\frac{dk_3}{dx}\right) \cdot \frac{dx}{dt} \dots (23)$$

于是,经济社会中存在着关于资源开发利用 dA、资本增殖 dB 和社会力变更 dx 的劳动 dt,它们的数学表述分别为:

$$\text{资源方式}, \frac{dA}{dt} = (x-1)Bt^{x-3} \Rightarrow f(x, B, t) \dots (24)$$

$$\text{资本方式}, \frac{dB}{dt} = (x-1)Bt^{-1} \Rightarrow f(x, B, t) \dots (25)$$

$$\text{社会力方式}, \frac{dx}{dt} = \frac{x-1}{tInt} \Rightarrow f(x, t) \dots \dots \dots (26)$$

根据三种方式的函数表达,可将资源和资本两种方式归为一类,社会力方式归为另一类。这便是政治经济学研究经济社会时采用的划分:经济基础和上层建筑。

2.2 全资源发展模型中数学符号与社会发展现象的对应

对全资源发展模型(17)式进行全微分并经整理, $dk_A = (x-1)A_0t^{x-2}dt + d(A_1 + A_2) + t^{x-1}dA_0 + A_0t^{x-1}Int \cdot dx \dots \dots \dots (27)$

全资源发展模型提供了发展模型无法提供的不同资源对改善生活质量将会有怎样的影响,亦即:

恒量型资源(A₁, A₂)对生活质量 k 的改善效果为, $\frac{dk_A}{dA_{1,2}} = 1 \dots \dots \dots (28)$

对减量型资源 A_0 对生活质量 k 的改善效果为,

$$\frac{dk_A}{dA_0} = t^{x-1} \dots\dots\dots (29)$$

人类已经经历过的农业经济社会和工业经济社会,其经济活动的资源依托分别是可再生资源和非再生资源的事实,与上述两个微分相互对应。

3 模型演绎可解决的问题

我们充分注意到:对经济活动而言,存在着(20)、(21)、(22)三式表述的三种经济模式;对资源而言,存在着(28)、(29)两式表述的两种不同类型。人类在改善生活质量 k 的这三种经济模式和两种资源类型方面,必然面临着选择。显然,人类会选择其中的最大者。随着(7)式中劳动 t 在数值的由小到大,这种选择就形成了人类经济社会各种现象的发展规律。

鉴于劳动与时间存在着必然的相关性,因此(7)式为模型研究奠定了两个方面的基础:一是可以用人类经济社会发展的史实记载,对本文建立的数学模型及其演绎结果进行实证研究;二是可以令模型中的劳动 t 在数值上的变化,来演绎人类经济社会发展的诸多问题。

3.1 科学和经济社会的发展规律及其相互关系

(28)和(29)两式的比较可以表述为,

$$\frac{dA_{1,2}}{dA_0} = \frac{dk_A/dA_0}{dk_A/dA_{1,2}} = f(x, t) \dots\dots\dots (30)$$

上式能被用于研究以下现象:

1) 从劳动 t 的数值增长角度来看: $\frac{dA_{1,2}}{dA_0} = f(x, t)$ 可以给出科学研究的发展规律,正如恩格斯曾指出的:“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”; $\frac{dk_A/dA_0}{dk_A/dA_{1,2}} = f(x, t)$ 可以给出社会形态的发展规律;

2) $\left(\frac{dA_{1,2}}{dA_0} = \frac{dk_A/dA_0}{dk_A/dA_{1,2}}\right)$ 则给出了科学发展和经济社会发展的相互关系,我们需要知道,“自然科学在促进人类经济社会发展的历程中的作用是否是先导性的。”

3.2 经济活动的发展规律

“经济史的研究对象是人类经济活动的历史过程,它一方面要求我们对人类的经济活动历程进行客观翔实的描述,另一方面也要求我们对经济的发

展做出时序性、规律性的阐释。”

对(20)、(21)、(22)三式提供的三种经济模式的两两比较,有,

$$\frac{dk_3/dB}{dk_3/dA} = f(x, t), \frac{dk_3/dx}{dk_3/dA} = f(x, B, t), \frac{dk_3/dx}{dk_3/dB} = f(B, t) \dots\dots\dots (31)$$

三种经济模式两两比较的函数中都有 t 这个变量,由此能够对三种经济模式对改善生活质量的最大贡献度进行严格的时序排列。

3.3 经济社会的持续发展

人类当然希望知道经济社会的未来将会是怎样的状态。当我们有了数学模型后,就可以令模型中的劳动 趋向无穷大,来方便地预测未来经济社会的诸多现象。

3.3.1 生活质量的极限

当然关心是什么影响着生活质量的极限。对(17)式的全资源发展模型就劳动取无穷大极限,

$$k_A^\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} k_A = \lim_{t \rightarrow \infty} [(A_1 + A_2) + A_0 t^{x-1}] \Rightarrow \begin{cases} A_1 + A_2, x < 1; \\ A_0 + A_1 + A_2, x = 1; \dots\dots\dots (32) \\ \rightarrow \infty, x > 1. \end{cases}$$

(32)式揭示:当社会力的数值小于1时,极限生活质量 k_A^∞ 取决于恒量型资源 (A_1, A_2) ;当社会力的数值等于1时,极限生活质量 k_A^∞ 既取决于恒量型资源 (A_1, A_2) ,也取决于减量型资源 A_0 。

3.3.2 经济活动的振荡

历史上存在着农业经济时代的朝代更迭以及工业经济时代的经济波动,而且这些现象都发生于经济发展的后期,究竟是什么引发了这种现象呢?

我们写出社会力模式下的经济活动表述,

$$\frac{dk_3}{dt} = \left(\frac{dk_3}{dx}\right) \frac{dx}{dt} = (Bt^{x-1}Int) \frac{x-1}{tInt} \dots\dots\dots (33)$$

当 $x > 1$ 和 $t > 1$ 时, $\frac{dx}{dt} = \frac{x-1}{tInt} > 0$, 以及 $\frac{dk_3}{dx} = Bt^{x-1}Int > 0$ 。如果希望做到 $dk_3 > 0$, 则 $dx > 0$ 。但是,如果劳动 t 的数值继续增加,则由(32)式,要求 $dx < 0$, 以从 $x > 1$ 逐渐地降到 $x = 1$ 。正是人为的 $dx > 0$ 和经济活动客观的 $dx < 0$ 的矛盾,导致了经济活动的振荡。

4 结论

从供需平衡的模型出发,选择经济活动为突破口,可在数学上获得发展模型和全资源发展模型。

对发展模型进行全微分,我们可以建立模型中数学符号与经济社会现象的对应关系;根据数学上的相似性原则,我们还可以写出全资源发展模型,其中的两种衡量型和一种减量型资源,恰好就对应着农业经济、工业经济和知识经济等几种社会形态。

参考文献

- [1] 米俊绒,殷杰. 2008. 实证主义与社会科学[J]. 科学技术与辩证法,25(3):24.
- [2] 李喜先主编. 2005. 21 世纪 100 个交叉科学难题[M]. 北京:科学出版社. 737-738.
- [3] 华罗庚. 华罗庚科普著作选集[M]. 上海:上海教育出版社,1984. 337.
- [4] 恩格斯. 自然辩证法[M]. 北京:人民出版社,1971. 162.
- [5] 程晓舫,张栋,刘景平. 自然科学促进经济社会发展的历史建模分析[J]. 科技进步与对策,2010,27(07): 148-152.
- [6] 高德步,王珏. 世界经济史(第二版)[M]. 北京:中国人民大学出版社,2005. 1.

A Historical Model on the Law of Development of Economic Society

Cheng Xiaofang, Liu Jingping, Zhang Dong

(Department of Philosophy of Science, University of Science & Technology of China, Hefei Anhui Province 230026, China)

Abstract: Using five essential factors: the quality of life, the labor, the resources, the capital and the social force, this paper establishes the historical development model of economic society and reveals its law of development.

Key words: economic society; law of develop; mathematic model Economic Society; Developmental Law; Mathematic Model