

# 通过探索经济空间、经济场理论剖析现实经济问题

陈勇勤

(西北师范大学 校办, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 从物理学借鉴到经济学的空间、场概念及其理论, 正逐步发展成经济空间、经济场理论。问题在于, 只有完全弄清空间、场在物理关系体系中的切实作用, 才能在研究经济关系时准确、有效地使用它们。探索经济空间、经济场理论目的是剖析现实经济问题, 弄清“拿来”理论与剖析现实问题的关系。

**关键词:** 经济空间; 经济场; 理论探索; 现实经济问题

**中图分类号:** F061.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-988X(2002)02-0068-11

## Analysis on realistic economic problems by exploring the economic space and economic field theory

CHEN Yong-qin

(Headmaster's Office, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, Gansu, China)

**Abstract:** The concept and theory of space and field in economics which originate from physics are developing into an economic space and economic field theory. But the issue is only when the real role of space and field in physics have been made clear, can we use it accurately and effectively. The purpose to explore the economic space and economic field theory is to analyse realistic economic problems, and to clarify the relations between “take-in” theory and analysis of realistic problems.

**Key words:** economic space; economic field; theory exploring; realistic economic problems

经济空间与经济地理、经济区位(区域)有基本相同的涵义。当然, 空间侧重物质存在的广延性, 地理侧重物质存在与周围环境的关系, 区位侧重物质存在的具体位置。很容易看出, 空间与区位的联系更密切些。借助空间概念, 可以更好地利用数学工具(如多维几何、线性方程、路径积分等)。区位明显又与场有共通性, 因此, 对空间与区位关系的考察或者说空间区位理论的探索, 可以借鉴研究场与空间理论(或空间场理论)的思维方法。

### 1 区位理论、空间经济学、经济地理学、区域经济学

在西方, 最早出现的是区位(Location)说, 时间大概在16—18世纪。空间经济学(Spatial Economics)又称区位经济学(Location Economics),

它以在18世纪末基本定型的区位理论(Location theory)为基础, 到19世纪中叶形成一套比较完整的理论体系。1826年, 德国学者屠能J第一个创立了经济活动的空间配置模型。也是一位德国学者格茨, 1882年在《地理学》杂志发表《经济地理学的任务》论文, 成为经济地理学(Economic Geographies)的创始人。进入20世纪50年代, 经济地理学迅速发展, 像克里斯塔勒等地理学家的研究结论, 被认为是现代经济地理学的代表性成果。20世纪50—60年代在宏观区位论基础上发展出区域经济学(Regional Economics), 1978年苏联学者涅克拉索夫H H出版《区域经济学》一书, 反映出这门学科有了在某种意义上新的研究体系。

空间经济学、经济地理学、区域经济学都属于经济学和地理学交叉的边缘学科。

**收稿日期:** 2002-03-03

**作者简介:** 陈勇勤(1957—), 男, 四川宣汉人, 西北师范大学校长助理, 中国人民大学经济学院教授, 博士研究生导师。主要研究方向为经济史、经济思想史及经济理论。

有4位学者和4部相关的学术著作需要在这里特别提到。这就是：屠能J以及1826年出版的代表作《孤立国同农业和国民经济的关系》，专门讨论农业区位问题；德国学者韦伯A以及1909年出版的代表作《工业区位论》，专门讨论工业区位问题；德国学者克里斯塔勒A以及1933年出版的代表作《德国南部的中心地》，专门讨论城市区位问题；德国学者勒施A以及1939年出版的代表作《经济空间秩序》，专门讨论市场区位问题。我们又发现，德国的“经济学+地理学”学者有选择经济空间作为主攻课题的传统。20世纪30、40年代德国的“空间研究学派”也就是这么形成的。

## 2 从物理空间、场转换到经济空间、场

物理学空间、场的有关理论对我们并不陌生。

牛顿力学认为空间和时间是各自独立存在的，绝对空间和绝对时间指2个事件的距离、时段、运动3者相互间无任何关系。根据牛顿力学的相对性原理，不存在绝对静止和绝对运动的概念，只存在相对静止和相对运动的概念。但是，绝对空间和绝对时间的概念仍然保留着。当人们证明了光就是电磁波，后来又发现电磁现象不符合相对性原理，这样电磁学给力学制造出一个致命的反论。爱因斯坦舍弃可以佐证相对性原理的伽利略变换，由光速不变原理和狭义相对性原理出发，创立狭义相对论，佐证方面用到洛伦兹变换，绝对时间和绝对空间的概念被否定。当然狭义相对论还是保留了经典力学

中“绝对性”的残余——惯性系。随着对引力研究的深入，爱因斯坦又由等效原理和广义相对性原理出发，创立广义相对论。佐证方面用到广义坐标变换。惯性系是绝对优越参考系的概念被取消。爱因斯坦力学（相对论力学）完全抹去经典力学的“绝对性”痕迹。

回顾电磁学史，法拉第首创“力线”概念并分别给出电场、磁场说，从此有了“场”的概念；麦克斯韦统一二者，给出电磁场说。牛顿引力理论中万有引力存在着力从一点传播到另一点不需要时间这种“超距作用”，麦克斯韦方程以电磁场由一点传播到另一点需要时间，认定电磁学不存在超距作用。电磁场理论用“场”替代了超距作用，同时以场论理念使人们开始用“场”去思考问题。法拉第的力线和场的结合表明，场和力原本就有联系。不过对力的探索出自对物体运动的探索，而对场的探索则与探索物质本身特别是物质存在形式有直接关系。从研究粒子到研究量子，从发现电磁场到发现电子，从发现光谱线到提出原子的动态是电子、能态是量子……人们终于发现，物质可以有2种存在形式，即微粒和场。这又叫物质存在的不同形态，实物微粒的实物形态属于间断形态，场这种物质形态属于连续形态。场充满整个空间，以其所具有的传递相互作用的能力，使间断的实物之间出现了联系。微粒关系到改变力的度量，场涉及改变力与力之间的关系，场就是各力存在的具体状态。

需要提到17—19世纪的光学，光的微粒说和

表1 场与其特性

| 动力学<br>引力场   | 电动力学<br>电磁场（电磁波）   | 波动力学  | 热力学<br>温度场   |
|--|--|---|--|
| 反冲力作用原理：在定向激发引力场中，旋涡体在反冲力与排斥力合力作用下总是沿指向其侵入物质增多的方向做偏斜运动。物体受力发生运动起源于场的不对称性，外力只能通过内力（反冲力的不对称性）发生作用。 | 光子是电性磁性互补的电子偶结合的双粒子。电子团是偶数个电性磁性互补的单电子的结合。当电子团因共振被破坏，分散成光子群，即发生光辐射。 | 光是一种粒子现象，一切“单色软粒子群”都表现粒子的波的本性。光波是由光子组成并自己推进的软粒子波。波动力学设想，力是以“波的粒子”形式一份一份作用在物体上，运动是加速力与阻力在时间中的对立。 | 热力学定义：任何物体之间温度传递都是以电子团和光子交换进行的。  |
| 光子对恒星作用产生“火箭效应”。发生在原子集团空间中微子的作用，使一个物体相对另一个物体在反冲力为主导的合力作用下永远表现为一种吸力（如万有引力）。                       | 旋涡体以间歇振荡的方式向外抛射以及吸收按惯性运动、具有自旋的单粒子，使电场作用。电场正与负的物体存在形式是相对的。          | 磁场具有涡旋性质。磁微子既具有自旋还有相对空间的电性。电力和磁力可以是吸力（相反），也可以是斥力（相同）。   | 吸收体受光压的排斥，使封闭系统2物体在热交换中，静电场之间吸引力在最后被温度场排斥力抵消时，2物体达到热平衡状态；如果未达到平衡，吸收体与辐射体除受排斥力外也受电场力互相吸引。温度场能量传递永远是一种斥力，使温度场作用不同于引力场作用和电磁场作用。 |
| 电磁互补原理   |  |   |  |

光的波动说先后独立地占据过主导地位。麦克斯韦事实上又是把电学、磁学、光学3个研究领域结合起来,论及电磁波学说,开辟出新的电动力学。有了光-波相对应,波-粒相统一,场的面目越来越清晰。表1可以协助我们了解与“场”相关的一些问题。

有必要在这里提醒一句,只有完全弄清空间、场在物理关系体系中的切实作用,才能在研究经济关系时准确、有效地使用上它。正如美国学者威滕E所言:“物理学是一些概念,不理解这些概念,就无从了解世界运行的原理。”<sup>[1]</sup>

客观地讲,牛顿和爱因斯坦都有自己理论上的不足。例如牛顿“部分抛开了空间性质去研究粒子”,爱因斯坦“部分抛开了粒子性质去研究空间”<sup>[2]</sup>。再如,经典(非量子化)广义相对论的局限性表现在宇宙学中的奇点和物理学其他部分中存在的奇点(像黑洞中的内禀奇点)都“没有物理意义”,或者说“广义相对论在宇宙学中失效”,这种困惑需要有新的理论(比如量子引力理论)来解决<sup>[3]</sup>。把上述评论换句话说,就是牛顿过于关注微观,爱因斯坦过于关注宏观。然而,牛顿毕竟没能再进一步“微”到哪去,爱因斯坦也没能再进一步“宏”到哪去。同时在2个极点上(更微观的和更宏观的)拿出突破性成果,这对于每一个学术大师都有些“期望值太高”。

我们认为,理解空间、场的前提是理解可填充空间和可形成场的作用力(包括各种力,如弹力、摩擦力等,或引力、电磁力、强核力、弱核力4种力),理解作用力的前提是理解产生出力的能量(包括各种能,如机械能、热能、电能、化学能等)。这来自对“能转力,力做功”客观现象的反推。爱因斯坦建立相对论力学,同时贡献了一个相当重要的质量-能量关系式: $E = mc^2$ 。从爱因斯坦的等效原理又可以得知引力质量恒等于惯性质量。再有,场一律可以看作势能场。例如,构造统一场论这个号称 Theory of Everything 的物理学圣杯,其中有个超维空间理论就涉及计算空间和时间构成黑洞所需的能量。

### 2.1 热力学研究结论的启示

有人用简短的句子表达过热力学的2个定律:宇宙的能量总和是个常数,总的熵是不断增加的<sup>[4]</sup>。它等于在说,人类既不能创造也不能消灭能量。当然第一定律还告诉,能量可以从一种形式

转化为另一种形式。这叫能量守恒。第二定律则告诉,每当发生这种转化时,物质世界也就损失了能够在将来用于作某种功的一定的能量。这就是所谓的熵。

熵是不能再被转化作功的能量的总和的测定单位。也可以把熵看作无效能量(不能再作功)的总和。熵的增加意味着有效能量的减少,只能向耗散转化的能量一经转化就成了无效能量。能量平均状态是熵值达到最大的状态,此时将不再有任何自由能量来进一步作功。用提出“熵”名称的德国学者克劳修斯R的话说,世界的熵总是趋向最大的量。

能量由有效状态向无效状态转化,同时也是从有序状态向无序状态转化。“熵是时间之箭”以时光的流逝比喻世界有效能量的耗散。爱丁顿A的这个“熵是时间之箭”说法,实际上又可以认为是熵定律定义了时间。熵的过程无法逆转,是否时间的过程也无法逆转呢?只能说后者属于另外一个需要探讨的问题。因为我们知道,时间之箭说最早由牛顿论及,爱因斯坦则认为时间因通过区位上能量的存在可瞬时变向,哥德尔K又认为时间可在某个区位上弯曲成圆(即爱因斯坦方程组的哥德尔解)。

针对能量,还有一个新的守恒原理,即质量和能量的总和必须永远保持不变。与此有关需要解释的是,作为一个物理量的能量,反映它的那些数字又是怎么得到的?显然这依赖于人类测量的长度和时间间隔。正是爱因斯坦把空间和时间制成时空统一体,也把物质和能量制成了质能统一体。在他看来,质量来源于能量或能量可以转化成质量。物质不会突然消失,能量也不会凭空产生。物质消失以释放巨额能量为代价,反之亦然。 $E = mc^2$ 中光速的平方是一个巨大的天文数字,表明以少量物质就能释放出巨大能量;如果换个角度考虑则又表明,物质是浓缩的能量。

回头去看,随着1900年普朗克引入量子概念,热力学开始纳入电动力学的范围来研究。能量计量的不同形式有热量、功和内能。这反映出,通常一个系统与周围物体或媒介交换能量,可认为是系统得到热量或放出热量,系统对外作功或外界对系统作功,系统在引力场和电磁场中的物质交换中得到质量或失去质量。就能量交换的方式来说,有热交换和冷交换2种形式。热交换是电子团或光量子的交换。这种交换最终属于质量交换,因为热量和内

能是系统含有自由电子个数的度量。冷交换是在引力场和电磁场中的物质交换。这时系统可能增加质量，也可能减少质量。冷交换形式具有代表性的，是星体在热核反应中又将质量重新创造出新的电子团或光量子辐射出去的过程。作为必需的先期内容，这里无疑还有个“物质在引力场和电磁场中被吸引和聚集，再以核反应的方式产生热量”的过程。“能量交换就是质量交换”说已经获得广大的认同。

普朗克恒量应用于量子力学，给光谱规律、光电效应以较好的理论解释。但是像：①在温度场中存在静电场的相互作用；②由于质点互相排斥导致的熵趋于无限大宇宙“热寂”是怎样被电的吸引同时所补偿；③低温状态下物质的结构、磁性、电性这类问题，一直没有一个圆满的解答。热力学与电动力学联手，低温超导就是典型的研究课题。超导电态表明，在相对低温（或跃变点温度）条件下超导体和冷却剂液化氦都受到静电场作用，而这当中多余的能量一点也不可能得到，系统电场能量的增加是以外场做功液化氦损失电子的质量为补偿的。由此又说明，“只有把热力学理论归并到统一场的观点，才能对能量守恒定律作出真正的理解”<sup>[2]</sup>。

美国学者贝肯斯坦 J 在 1973 年提出把黑洞看成一个热力学系统，从而把热力学基本概念引入黑洞理论，建立了黑洞热力学。dA ~ ds（贝肯斯坦假设）将热力学熵的概念推广到黑洞领域，使 dA ≥ 0 关系式（黑洞面积增加原理）成为黑洞热力学第二定律的表述。1974 年霍金 S 提出，黑洞的热辐射的机制是黑洞表面附近产生的一种量子效应。这种机制被称为霍金辐射。1975 年，霍金经过计算得出完全黑体的辐射能量为  $k_b T = (hc^3 / (8\pi)) GM$ 。也许可以这样说，是黑洞热力学和辐射理论开启了量子引力理论的研究。

思维还有更为超前的。按照通常的基础物理学基本原理，所有物体都具有正能量，真空具有的能量为零。为了实现设想的时间旅行，一些学者提出把能量暂时变成负能量，卡西米尔效应证明负能量可以通过量子理论获得。

## 2.2 能和力的完全统一和所有力的统一

爱因斯坦为了运用第四维以便统一自然定律，曾引入时空和质能 2 个新概念，接下来他为了解决时空与质能的关系问题，具体说要揭开引力的秘

密，又发现了堪称“精髓”的物理原理即质能决定时空曲率。也有不如意的事。出于还会有创新成果想法而接着进行第三项研究，爱因斯坦在物质是浓缩的空间的畸变这个观点上碰壁了。这个爱因斯坦引力场显示，空间的弯曲直接与包含于空间中的能量和质量的总和有关。爱因斯坦引力场方程的数学表述完全借用了黎曼度规张量。

通过度规张量概念还能看出，在爱因斯坦之前 60 年的黎曼实际上已非常接近于发现了引力理论。黎曼运用褶皱的超空间这个属于几何学的思想来解释“力”的本质，借助于曲率的度规张量描述了空间任一点的引力，这等于把引力表述为场。但他无法搞清为产生引力，空间是被怎样弄皱的。或者说力由空间弯曲造成，而空间弯曲又与什么有直接关系。爱因斯坦的质能决定时空曲率这个结论，意味着弥补了黎曼方案的缺憾。

与爱因斯坦理论对立的量子理论，从“微”处入手，围绕着类似于粒子的力把亚原子粒子结合在一起这种假设，试图将“力”量子化。力被分解成微小份额的能量包，量子就是给一个能量包（或一份能量）的名称。比如，光包叫光子（光量子），还有叫胶子、W 玻色子和 Z 玻色子的量子。量子理论认为，力由交换量子而产生，并不是由空间曲率造成；交换不同的量子引发不同的力。量子理论又指定引力子为荷载引力的离散的能量包（或引力量子、引力包），而且将爱因斯坦度规张量转变为引力子。问题是，假如引力由交换引力子产生，本来在像光子问题上对牛顿定律作量子修正几乎相当于无穷小，却在引力问题上变成对牛顿、爱因斯坦定律的量子修正始终出现无穷大。这样一来，引力与量子理论难以统一，量子理论只能舍弃引力。

我们知道，麦克斯韦场描述电磁力，爱因斯坦场描述引力，杨-米尔斯场描述弱力和强力（或描述核力，即该场能揭开所有核物质的奥秘）。从物理学家角度讲，统一所有力主要指把引力、电磁力、强核力、弱核力 4 种力统一成一种力。

卡鲁查 5 维场论使光和引力得以统一，但不包括核力。量子场论能把电磁力、弱力和强力统一起来，却不包括引力。F-F-N 超引力场论（Freedman D、Ferrara S 和 Nieuwenhuizen P van 在 1976 年建立）包含了 4 种力，以及夸克（强相互作用）和轻子（弱相互作用），但还缺失某些粒子。弦理论解释了粒子本质和时空本质，认为点粒子实际上是根振动

弦,它以相当于一种有限的量子引力理论,从1968年发现超弦理论(借用欧拉 $\beta$ 函数)(超弦是描述整数和半整数自旋.超弦又称为杂优弦,意思是处于不同维中的顺时振动和逆时振动组合起来,产生单一的超弦理论.概括说就是“杂种优势”),1971年发现超对称,经过解答KSV方案(计算出所有可能弦图),到1974年出现吉川-加来弦场论,接着有施瓦茨、舍克证明弦模型是所有力统一的理论,到1984年格林、施瓦茨证明超弦理论是惟一自洽的量子引力理论,再到1985年威滕弦场论给出它的数学定义,至此,爱因斯坦引力理论与量子理论统一有了比较令人满意的结果.

### 2.3 界定场和寻找统一场论

作为采用反向叙述、服从逻辑排序的第三个要说明的问题,这里不妨先明确给出以往学者们的研究结论:场表述了能量,也表述了力.例如,场理论可以用来表述所有已知形式的物质和能量,场论始终具有统一不同力的功能.

场论是物理学的语言.都筑卓司认为场与空间二者的联系是,场指处于特殊状态的空间<sup>[5]</sup>.按照法拉第的说法,场指定义在空间每一点的数字的集合.这些数字完整地描述了所对应空间各点的力.法拉第场显现于3维空间,在每一点,都有一个由6个数组成的数组来描述该点的磁力线和电力线.通过法拉第场的概念,自然界所有的力都能被表述为场的形式<sup>[6]</sup>.为了能理解任何力的本质,还需要建立这些场所遵守的方程,或者说建立自然力的场方程.先后出现了麦克斯韦电磁场方程、爱因斯坦引力场方程、与杨振宁和米尔斯R的研究有关的亚原子力场方程,还对应有麦克斯韦场、爱因斯坦场、杨-米尔斯场说法.

统一不同力的工作等同于探险.如果说4维场论的度规张量是定义在空间每一点的10个数的集合这还不算复杂,那么随后出现5维场论的度规张量是定义在空间每一点的15个数的集合,及至出现超引力场的超度规张量可以认为是定义在空间每一点的数百个数的集合,就使得能否如愿地找到统一场论已经完全取决于数学.弦理论可以对质能和时空无所不包,也是“惟一特别要求时空维数固定为一个数的已知的量子理论”<sup>[7]</sup>.弦场论把弦理论与场论表述相结合,在人们承认弦理论在数学定义上无懈可击的同时,又不得不表态对该理论目前还找不到一个真正的解.

### 3 认识人理比认识物理相对要简单

通过对人理与物理有重点地作比较,结果发现:

1) 空间相对简单.人在空间活动,宏观上大多跑不出地球有限的范围,微观上也不可能缩到无形的超微观领域.

2) 场相对简单.人理方面的场主要由人群中的各种关系反映出来.构成人与人之间关系首先要靠思维力,而产出思维力的人脑,虽说与宇宙、粒子同样神秘不可思议,但是解人脑之谜并没有解宇宙之谜、粒子之谜那么困难.因此,经济场相对要比引力场、电磁场、温度场简单,也不像自然力场在宇观层或超微观层有特别强的模糊性.

于是我们就想检验,适合定义、计算自然力场的一些理论、数学方法,能否也适用于转借定义和直接计算经济场.

#### 3.1 物质运动可几何化或物质运动用数学空间描述

3.1.1 力与几何 力的黎曼定义为:力=几何.在黎曼看来,力是几何的结果<sup>[7]</sup>.

人们很早已经意识到,假如能把力理想化、抽象地显示出来,它应当是既有大小又有方向的量.认定后,加个名称叫矢量(向量).在几何上,用有向线段来表示它,线段方向为矢量的方向,线段长度为向量的大小.在用到坐标系时,空间中的点被定为矢量,它与它的坐标 $(x, y, z)$ 一一对应.向量空间可以反映力在空间中的关系.例如,通过向量的范数(向量的长)确定向量间的夹角;向量系在完备欧几里得空间中的完全性等价于它的完备性;特征向量的正交基等.当然还有一点需要说明:曲线坐标系不同于笛卡儿坐标系,因为曲线坐标系本身也是空间的函数.如此一来,在笛卡儿坐标系中引用一组基矢量就可以表述任一位置矢量,但在曲线坐标系中却需要引用2组基矢量即协变基矢量和逆变基矢量.

我们还知道,利用维概念和维的数量,也是借助几何学研究空间形态的一种基本方法.使用图形,研究空间性质代表了几何学的2大特点.3维、4维或 $n$ 维,只在于维数不同,而空间是永恒的.

3.1.2 集与空间 借用苏联学者柯尔莫果洛夫A H的话,数学是为分析问题(分析学)服务的<sup>[8]</sup>.

如果我们用数学的集代替经济中某一现象所涉及元素的总体，那么函数或者具体的映射（针对任意属性集）、泛函等（针对特殊属性集）就大有用场。对偶原理，二元关系的2个特殊情形等价关系（自反性、对称性、传递性）和偏序性，对等性和势（共有内在属性），以上集的这些性质有助于我们分析经济现象。

数学研究的对象是数量关系和空间形式，也可以简单地看作数和形，或者归结为代数和几何。布尔巴基学派曾认为整个数学是关于结构的科学，实际上所谓结构就是一种关系，如数量关系、点关系（线）和线关系（面）等。数学具备统一性特征。从一个方面来看，代数格论用“格”概念统一代数系统，几何群论用“群”概念统一各种几何学，解析几何则利用坐标方法把几何问题转化为代数问题，并通过研究代数问题解决几何问题，恰似一座桥梁连通了空间形式与数量关系。从另一个方面来看，集合论不仅将数学研究的对象扩展为任意的元素，而且它的出现为整个数学找到了一个统一的理论基础。

有了在实数集中引进元素间的距离并予以推广，集和空间得到统一。度量空间、拓扑空间（后者是前者的推广，前者是后者的特殊情形）反映出元素即点、集即空间（被比喻为“点的仓库”<sup>[7]</sup>），线性空间（向量空间）中的复线性空间、实线性空间涉及用复数或实数，线性空间又引来泛函以及具体的线性泛函、共轭线性泛函（复线性空间）、齐次凸泛函和线性泛函延拓（实线性空间）。线性拓扑空间中的赋范空间（具有局部有界、局部凸2性质）和可数赋范空间，常出现在物理学中，多应用于常微分和偏微分的广义函数以及它在直线上和有界集上的诸类型，对与积分有关的可测函数区别勒贝格积分与黎曼积分的适用或不适用，使用函数类有本质区别的傅里叶变换或拉普拉斯变换，无穷维空间涉及的非线性泛函等等。理解了其中的关系，才能确定如何使用它们研究经济空间、场中的关系。实际上也不难发现，像法拉第场6个数的集合、麦克斯韦场4个数的集合、爱因斯坦场10个数的集合、5维场15个数的集合、11维超引力场数百个数的集合，不同程度上都包含着这个道理。

布尔巴基学派正是在集合论基础上，建立了整个数学系统的3个基本结构，即代数结构、序结构和拓扑结构。代数结构与群、线性空间等有关。序

结构与顺序结构等有关，涉及自反性、反对称性、传递性（半序结构）以及可比性（全序结构）。拓扑结构与邻域、邻域结构有关。1933年形成的布尔巴基学派，他们设计数学结构层次的总体思维，刚好就是以与空间经济学（区位经济学）联系紧密、起源于20世纪20年代的城市经济学某些研究课题如城市内部结构，作为联想所凭借的原型。

### 3.2 关于黎曼空间借用问题

借用黎曼空间主要应该是黎曼的高维理论。爱因斯坦制成4维的第四时间维，兼容时间和空间。卡鲁查制成5维的第四空间维3，兼容光（电磁力）和引力。但是卡鲁查-克莱因理论存在疑点，卡鲁查的第五维卷曲成圆、克莱因的第五维尺度为 $10^{-33}$  cm（普朗克长度），2个猜测都无法验证。再有，6度规张量为例，黎曼度规张量还只有10个分量，超引力的超度规张量已达到数百个分量。以求解弦场论为例，虽说弦理论固定有（顺时振动）10维空间和（逆时振动）26维空间，问题是：在数以百万计已发现的解中不知道怎样筛选出正确的解。以上情况反映出，借用黎曼空间研究经济空间、场同样存在一些具体问题。

还要很好地理解曲面空间。经济空间、场不会离开地球表面，也就与球面几何学有直接关系，其中球面弯曲、曲面曲率占重要位置。再说全曲率 $K$ 与曲面形状，球面只涉及正数值 $K$ 与旋转椭圆面的关系，那么对于零值 $K$ 与椭圆柱侧面、负数值 $K$ 与双曲面两类关系在研究经济空间、场时是否还应该考虑呢？也许真不需要罗巴契夫斯基几何和伪球面而只需黎曼几何和球面，但是都筑卓司的一句话“我们居住的3维空间就是欧几里得空间（笔直空间）”<sup>[5]</sup>，又使我们感觉到研究经济空间、场似乎黎曼几何都成为多余。能这样操作吗，大概不行。地球究竟是3维球即我们平时说的球，还是4维球、5维球甚至更多维的球？这个问题要考虑。确定地球属于3维球，于是借用黎曼空间研究经济空间、场可能主要又是取来4维空间，并且假设3维是地球表面空间，1维是时间。空间具有独占性（排他性）和无择物性，即：①先入者有占有权；②位置（点）空着时谁都可以来占用。时间具有共享性和无返回性，即：①同一时刻谁都可以拥有；②已经过去的时间不能再返回来。这同样给我们出了难题。爱因斯坦主张的时间与空间有等同性可以适用于物理学或宇宙学，可是能够适用于经

济空间、场吗?笔者设想,如果将时间共享性与空间无择物性相对应,空间独占性与时间无返回性相对应,那么时间和空间就以都包含公共所有特征、又都包含单个所有特征而有了等同性,由此也体现出自然界永恒的无限定存在(公共所有)和有限定存在(单个所有)的统一。

描述经济现象要有场所和时间,也可以看作时空。一般情况下,位置变化(或不变化)和时间变化总会用到 $(x, y, z, t)$ 这4个变数。此外,如果经济场以某个数学空间的方式运行,就设定基本经济变量作为描述这个数学空间的坐标系统,同时我们也清楚,由度规代表的经济场的分量在决定着与该数学空间相关的一些因素,如结构、性质等。利用泛函求出场方程,进而解出度规,经济运行的规律基本上也就从中得到。还有,闵可夫斯基泛函能否用上暂且不论,闵可夫斯基方程 $OP^2 = (ct)^2 - (x^2 + y^2 + z^2)$ 倒是给我们以启示。它充当4维情况下确定两点间距离的方程式时:①空间与时间的符号相反,说明时间是性质与空间完全不同的量;②按习惯让表示空间的 $x, y, z$ 取正号,或者让所有的项都变成正号,就要给 $OP$ 和 $t$ 带上虚数符号,方程改写为 $(iOP)^2 = (ict)^2 + x^2 + y^2 + z^2$ ,而这里的虚数反过来正表明,我们无法描绘出4维空间中图的形状。

### 3.3 关于波和波动借用问题

自然界的波包括水波、声波、震波、光波、电波,可能还有引力波。波动反映出任何波都具有的性质即速度、波长和周期。波动不是说水波就是水在移动、声波就是空气在移动,而是指一种现象在移动或在进行,如(水面)起伏现象或(空气分子)密集现象。水波、声波、震波属于普通波,这类波需要有媒介才能产生波动。水、空气、构成地壳的土砂岩石分别是水波、声波、地震波的媒介。

光波与普通波有本质上的不同。光是一种粒子现象,粒子有波的本性(这正是自然界或微观世界中物质的波粒二象性),因此,光本身可以表示波。光子属于偏振的软粒子,光波就是由光子组成的、自己推进的软粒子波,简单说即光波是粒子波。当然也可以把光作为波的媒介,但事实上已没有必要考虑光波的什么媒介了。电子也具有波粒二象性,电波、光波都属于物质波。一个电子可以表示成 $P = h/\lambda$ 的波。光和电波的性质一样,只是光的波长比电波短,而且电子的速度不能大于光速。

至于引力波,只能说还没有最终弄清楚。广义相对论将物质场作为引力场的源。这种引力场源是包括质量、能量和动量在内的一个物理量,叫能量-动量张量或物质张量,用 $T^\mu$ 表示。 $T^\mu$ 表征质能内容,是产生引力场的质量分布和能量分布。

我们用波→力→场这个关系式来说明,力以波的形式实现其作用或力在作用时表现出波的形式,力之间的关系通过场反映出来。这样,波与场、波动与场强在理论研究上就可以联系到一起分析。力具有波形式作用性质,也能看作运动具有不均匀波动性质。与波动有关的方程,如

1) 普遍波动力学方程: $F = ma_{\max} \sqrt{1 - (v/v_{\max})^2}$ ,其中 $v_{\max}$ 为极限速度, $a_{\max}$ 为初始加速度极大值;

2) 水波(声波)方程: $y = \sin 2\pi(t/T - x/\lambda)$ ,其中 $x$ 为场所, $y$ 为水面高度(或空气密度);

3) 光波方程: $\Psi = e^{2\pi i(t/T - x/\lambda)}$ ,其中 $\Psi$ 表示光波的量子论的性质(注意,复数里含有虚数)<sup>[9]</sup>;

4) 引力波方程: $\square \varphi^\mu = (16\pi G/c^4) T\mu^\mu$ ,其中“ $\square$ ”称作4维达朗贝尔(D'Alembert)算符(①在数学形式上引力波方程完全与电磁波方程相同;②它的解是平面波方程 $\varphi \sim e^{i(k \cdot r - \omega t)}$ ,式中 $k$ 为波矢, $\omega$ 为波的角频率,其余性质与电磁波相同;③引力波的传播速度等于光速)。引力波方程可以从爱因斯坦引力场方程(弱场近似解)导出。具体地说,爱因斯坦是选用谐和坐标系作为坐标条件,由此导出引力波方程,并预言了引力波的存在。爱因斯坦引力场方程的基本形式为: $R_{\mu\nu} - 1/2 g_{\mu\nu} R = k T_{\mu\nu}$ ,等式左端是爱因斯坦张量,右端 $k$ 为常数,取值有 $4\pi G/c^2$ 或 $-8\pi G/c^4$ 等。

应该说所有与波动有关的方程都可以从不同方面启发我们分析经济问题的思维。因为波动现象在经济场中同样存在,比如经济波动。

探讨经济场中的波动现象也会涉及波函数。波函数是量子理论的出发点,它描述粒子所有可能的状态。根据波粒二象性,波的大小与在那里找到粒子的概率大小有关,因此也叫概率波,它遵守薛定谔波动方程。霍金用宇宙代替粒子,把宇宙波函数作为出发点,以此描述一组所有可能宇宙或者说无限多个平行宇宙。费曼的路径积分被哈特和霍金用

于确定宇宙波函数，也就有了路径积分波函数，又称无边界波函数。与此不同，另有林德和维林金的隧道效应波函数，意思是宇宙从“无”经隧道效应而产生。在这方面，有人曾归纳的2点很重要，它意味着决不能忽略时间过程这个关键性因素：①在量子力学中，求波函数就是解薛定谔方程（对其做积分），这一步骤相当于对系统的一类历史算出一个确定的和，而这些历史在人们希望知道波函数值的那一时空点终结。为了使波函数是惟一的，人们必须精确规定须要对之求和的历史类。已精确规定了这类历史不但包括经典的历史，而且也包括系统的所有可能的历史。②在量子宇宙学中，宇宙波函数可以通过对宇宙的某一类历史求和而得到，这一方法在数学上相当于解惠勒-德维特方程。所得到的解取决于怎样选择对之求和的历史类<sup>[3]</sup>。

宇宙在演化，按照宇宙波函数可以算得不同演化途径的几率。经济当然也在演化，如果能得到经济波函数，就可以算出不同演化途径的几率。通过假设的宇宙演化图像再假设：①宇宙物质的产生顺序是：基本粒子→原子核→辐射→恒星和星系；②把物质的产生顺序与物质相互作用的种类对照，有：基本粒子和原子核——强相互作用，辐射——弱电相互作用，恒星和星系——引力相互作用；③宇宙物质的相互作用，按其产生先后，表现出由强到弱的特征<sup>[3]</sup>。如果据此假设经济领域商品的产生顺序，会有：商品量子→商品→销售→中心市场（商业城市、经济区）和市场群（商业城市群、经济区共同体）（市场可以看作商品集合，并设定为1单位数量的商品集合。因此，市场群应该是 $n$ 单位数量（ $n > 1$ ）的商品集合）；以及商品量子——强相互作用，销售——弱电相互作用，中心市场和市场群——引力相互作用；那么经济领域商品的相互作用将是由强到弱的。结果得出结论，经济领域在膨胀。比照宇宙膨胀，随着经济领域继续膨胀，销售应该逐渐降温。不过上述假设只能算是一个非常简单的推测，实际情况则必须具体问题具体分析。经济领域从它出现以来发生了很多事件，演化的各个阶段要分别加以思想实验。特别是当很难把经济领域演化所产生的效应和其它各种效应区分开时，这种思想实验必不可少。哈勒 R 把思想实验看作“借助于思想图像而进行预言的方法论”<sup>[8]</sup>。科尔曼 J A 以爱因斯坦为例认为，“几乎

在论证的关键时刻，他都借助于思想实验去证明”，“他的思想实验以严密的逻辑推导为特色”，他“通过思想实验取得了辉煌的成就，开辟了物理学发展的新篇章”<sup>[9]</sup>。

总之，研究经济空间、场，需要意识到从波→力→场关系式这个角度去思考问题。科尔曼 J A 曾说，我们已经了解到万有引力只是吸引力，那么“在宇宙中是否有可能存在一种相斥的万有引力”<sup>[9]</sup>。以此类比，即便自然界中万有引力永远只是吸引力，我们也可以设想，人类社会中所存在的类似的“万有引力”有可能以双重面孔出现，如经济力可以是吸引力，也可以是排斥力。

### 3.4 到底怎样认识因果性

爱因斯坦深信，因果性是一种普遍规律。尽管广义相对论中的爱因斯坦方程组以时空曲率由宇宙质能决定这个结论允许某些形式的时间旅行，但是使时间弯曲到倒退所必需的质量密度非常巨大，以至广义相对论对此失效。一些学者估计，“用超空间理论肯定能够处理时间旅行问题”。然而恰恰就在于，如果时间旅行是可能的，那么因果律就会被破坏<sup>[6]</sup>。时间旅行将意味着一切历史都会逆时而动，或者是任何历史事件永无了结。历史无法写不说，还将不再存在。

用爱因斯坦的“世界线”解释，人们也许能返回过去，但并不能改变过去。相互缠绕的世界线是一些封闭的圆环，叫闭合类时曲线。霍金认为时间旅行根本就不可能，强调“智慧生命不能在宇宙的收缩相中存在”，指出至少有热力学、心理学、宇宙学3家的时间箭头已经把过去和将来区分开<sup>[10]</sup>。笔者的看法是，借助索末菲原子轨道说，即电子质量变化时它的椭圆轨道将缓慢旋转从而走出玫瑰花形轨迹，借助爱因斯坦行星轨道说，即行星轨道并非固定不变而是缓慢进动的椭圆；可以假设，经济活动总体是在不存在重合点的进动的椭圆轨迹上运行，时间永远不会重合，因此过去和将来分的很清楚。再涉及一个相关的问题，这就是波普尔 K R 曾经特别指出历史决定论等同于科学研究的历史方法，并说“它假定历史预测是社会科学的主要目的，并且假定可以通过发现隐藏在历史演变下面的‘节律’或‘模式’，‘规律’或‘倾向’来达到这个目的”<sup>[11,12]</sup>，显然这个结论很值得商榷。历史方法与历史决定论决非一回事。前者指利用已存在的数字等资料、参考时间因素去探索事物间因果关系



的一种方法,后者却指单纯凭着已发生事(过去)推测可能会发生事(未来)的一种思维定式。

当承认因果性是一种普遍规律时,随之需要考虑对规律的理解。这里不妨把孔德的规律界定再现出来:规律并没有说世界是如何的,它们只是用来进行预测的。它们可用来描述和整理经验,而不能用来对其进行终极有效的解释<sup>[8]</sup>。此外,因果性又总会在对生物的两个特征作假设时被涉及到。如莫诺J谈论过,经常有一种哲学的、宗教的或科学的世界观物体的目的性这个问题提出一种解决办法,“每一种解决办法,不管它背后的动机是什么,都不可避免地蕴涵着这样一种假设,即有关生物的不变性和目的性这两个特性之间的因果关系,以及在时间上孰先孰后的假设”<sup>[13]</sup>。

#### 4 用经济场论研究现实问题

##### 4.1 涅克拉索夫思维方法与勒施思维方法

这2种思维方法出现在不同时期、不同社会性质的国家,但都具有把数学引入经济分析的特点。

涅克拉索夫把区域经济学的研究方法表述为,以使用系统分析和经济-数学模式为基本原则,其中系统分析是区域经济问题研究的主导方法,区域经济的经济-数学研究在初期是制定经济-数学分析的理论与方法论的基础,以后发展到由抽象的经济-数学模式转向实际解决区域性科研任务和计划任务。经济-数学模式也叫模式化。涅克拉索夫区域经济理论将人口分布、自然资源、科技进步作为3个基本因素,针对生产力布局,力求在“人—经济—自然”的体系中找出有科学根据的比例关系,又把区域经济过程的模式化划分为地域比例模式化、生产布局模式化、经济建设模式化3个主要方面,对区域体系的经济-数学分析按地区生产专业化组合、生产基础设施组合、社会基础设施组合3个具体组合进行,强调对比居民的地区生活水平和预测地区社会基础设施发展的方法,将对区域经济和生产力布局的评价具有重要意义<sup>[14]</sup>。

在区域经济中运输系统占有重要地位,涅克拉索夫更是把它称为“构成了国民经济综合体的骨架”。这个运输系统不仅有交通运输,还包括架线运输(电力)和管道运输(天然气)。用来评价地区经济发展水平的经济活动密度指标,是根据人口密度、工农业总产值、运输网的长度和负荷量的水平以及其他因素确定的。其中,运输网与人口、产

值一同被看作3个关键性因素。未来平衡表涉及劳动资源、自然资源、自然条件、居民点网、运输联系等,也是特别关注运输<sup>[14]</sup>。

涅克拉索夫的思想还反映出对选择区域内生产布局最佳方案和未来人口分布体系最佳方案的重视。以前者为例,考虑到资源费用对资源使用量的依赖关系的非线性特点和工业枢纽生产联合的效果,把区域内生产布局最优化的任务用数学模式表示:

$$\Phi = \sum_{m=1}^M \left[ \sum_{n=1}^N f_{mn}(Y_{nm}) + G_m(r_m) - (\bar{S}_m(\bar{Y}_m)) \right] \rightarrow \min,$$

并将这个模式在选定的研究区域经济综合体的实例中去验证。通过试验性计算得出,由所研究问题的复杂性确定的区域内生产布局的最佳效益,可占总折算费用的5%~15%。在这里,选择将来建立区域经济的最有经济效益的方案是以区域模式的目标函数为依据的,也就是以用于生产专业化和具体地区基础设施建设的最低费用为依据。涅克拉索夫着重指出,从建立模式到实际运用必须注意到,“具体的区域体系是极为复杂和多样的”。涅克拉索夫思维又涉及制定国民经济主导部门的布局模式系统。构成这个系统基础的是工业生产布局模式,它具有两个特点:具体地区的每个生产部门的发展与布局条件用函数的形式表示,即整个部门费用的变化取决于它在所在地区的产量;在某些地区产品生产与运输的经济指标表现为目标函数的系数,在计算上广泛采用极限费用(或直接费用)。某些种类的生产部门在所考察地区最佳布局的整数非线性模式被表示为

$$\sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K Y_m^k(R_m^k) + \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \Delta F_{mn} X_m \rightarrow \min.$$

借助于这种模式进行研究,主要是为了确定工业部门分布的基本地域比例。应看到涅克拉索夫也提醒人们注意,部门的经济-数学模式存在明显的局限性,“它主要是利用部门的情报资料,忽略了广泛的区域处理方法”,“单一的部门经济-数学分析法不可能对生产力合理布局的全部因素进行全面分析”<sup>[14]</sup>。

比涅克拉索夫区域经济理论问世要早40年的勒施区域经济理论,就内容来看其长处在于具体化,这方面涅克拉索夫体系显得过于宏观了。勒施

把贸易作为着眼点，使生产区—市场区—城镇区—经济区形成一个论证整体，同时把均衡作为讨论问题的基本标准，在弄清人口分布的前提下，考察劳动分工与价格梯度、商品位移与居民位移，对影响区域经济的4种带有“差异”特征的因素进行了较详细的分析。4种因素包括自然性差异，涉及生产率、交通；素质性差异，涉及企业主、国民性；经济性差异，涉及价格、产品；政治性差异，涉及国境-经济区、政治-经济圈。举价格为例，勒施认为在市场经济下地理价格差控制着劳动的地域分工，在均衡状态下地理价格差形成3种价格梯度即市场梯度、经济景观梯度和世界价格梯度；他提出的“空间价格”涉及物价、地价、工资、利息、生活费用，指出价格在空间中的变动或与区域经济周期有关，或与区域结构变化有关<sup>[15]</sup>。

勒施区域经济理论有如下特点：①按照所说的“我们必须用几何学方法求解”进行具体操作，充分利用图式作为辅助性表述，平面坐标上曲线-直线轨迹变动分析使他的论证简单明了。②指出企业选择的正确区位是位于纯利润最大的地点，阐明区位指向（Orientierung）与边际区位（Grenzlage）的关系。③吸收了六边形地域关系的萌芽思想，通过比较区域形状函数，提出较系统的六边形市场区形状假说，结论是“规则的正六边形对于市场区是最有利的形状”或“蜂窝型是经济区最有利的形状”。④借用物理学概念分析问题。比如，力概念。将成本和需求看作2种重要的、但相互对立的力，在工业中成本为已定，需求为可变；在农业中价格为一定，成本为可变。可变的曲线总是要移动，直到与固定的曲线相切。又比如，波概念。提到价格波、购买力波、税收波（属于价格波的一种）<sup>[15]</sup>。

从总体上比较看，涅克拉索夫侧重于直接为制订经济政策服务，勒施则侧重于探讨或推出经济原理，他明确讲过：“经济学像建筑学超过建筑学，创造而不是描述”<sup>[15]</sup>。

#### 4.2 笔者的思考

区域经济单从商品交换来说，涉及吸引（需求进来）和辐射（供给出去）2类位移或波动。再以辐射为例，首先是辐射线路问题。按笔者理解，商品属于2种属性即品名（无形）和实体（有形）的统一体，因此辐射本身包括传播品名和运输实体两部分，辐射线路自然一为传播线路，二为运输线

路。这里有几点很清楚：①品名在被人们得知方面具有共享性，在由谁使用方面具有独占性；实体在交换前具有共享性，在交换后具有独占性；②品名辐射线路是无形的，属于信息传播；实体辐射线路是有形的，如陆运、水运、空运；③失去的是因外延而增加的成本，如信息传递费用、陆水空运费；得到的是因推广而占有的空间，如知晓者群、购买者群。

有人提出经济空间6个主要引力场说<sup>[16]</sup>，但我们有疑问，经济空间、场中的引力波需要确定为何者呢？或者说，经济领域中引力的力源到底是什么力？有人认为经济场和实物一样具有波粒二象性<sup>[17]</sup>，我们又有疑问，经济场中的波动究竟属于物质波（量子论的波），还是属于普通波（古典波）？另外，研究经济—环境空间，如涉及生态环境、自然环境、不均衡性等，实际上都可以归结为对系统论的具体应用。当年涅克拉索夫[提到的“人—经济—自然”体系，无非就是今天我们常说的“人与自然相互关系”。勒施曾发问为什么北美洲的人口集中于美国东北部？接着自己回答：“气候、土质和人三者协力合作产生了现在的结果。”<sup>[15]</sup>从以往的“经济增长”概念转换到近年的“可持续发展”概念，反映出人们越来越意识到人与自然对话、和解、共存。

借用方程式 $(iOP)^2 = (ict)^2 + x^2 + y^2 + z^2$ ，在把交易看作经济的焦点这个前提下，笔者拟定的4维经济时空为： $x$ 代表市场需求（决定了最高价格）， $y$ 代表成本费用（决定了最低价格）， $z$ 代表竞争价格； $OP$ 代表产品价位（企业定价）。由于市场需求属于需求范畴，成本费用属于供给范畴，而竞争价格属于价格范畴，所以3维（市场空间）实际上是马歇尔的2维需求曲线和2维供给曲线的合并。由此扩展，经济时空的关键点是 $P$ 。现在如果设定 $A_1$ 代表市场需求与成本费用的合力线， $A_2$ 代表 $A_1$ 与竞争价格 $z$ 的合力线，则 $OP$ 是 $A_2$ 与 $ict$ 的合力线，于是从 $OP$ 上的 $P$ 值可以显示出产品价位。注意，计算中必须规定 $x$ 值最大，也就是 $A_1$ 值、 $A_2$ 值、 $P$ 值都小于（最多也只能等于） $x$ 值。同时坐标不能是垂直4维坐标，直角必须都改变为大于 $120^\circ$ 的角，不妨把它叫“大于 $120^\circ$ 角4维坐标”。也许这种直线型坐标恰恰就反映了，因引入的是合并的马歇尔需供曲线，而实际上它已经转化成曲线型坐标。进一步思考，也许这正说明了经济

空间是曲面的。至于时间维,需要借助相对论来讨论统一场中时间 $t$ 与价格、货币的关系。现在不谈价格,换个对象,简单说一说充当交易的中介者的货币。如果通货的速度 $c$ 等于电波速(传送信息),通货的长度是零,这意味着通货从有形领域消失。当然这是指有价证券等通货,而电子货币已经出现并且正在使用。假定通货的速度 $c$ 大于电波速,这时通货的长度是虚数,即通货自身将不存在,这是指连电子货币也不存在。

当无形货币正逐步替代有形货币,我们由对宇宙空间的漫想到对经济空间的漫想也逐步增多。借用大爆炸假说,如果商品销售的距离越远,离开中心地的速度越快,表明中心地供给经济所积聚的能量越大。需求量越大,表明需求经济的大挤压的程度越严重,或冷却(坍缩)的程度越严重。因此,需求的增大将趋向于经济的坍缩,供给的增大将趋向于经济的膨胀。抗衡坍缩的力来自向需供平衡靠拢的供给,抗衡膨胀的力来自向需供平衡靠拢的需求。

秩序,无论在宇宙空间还是在经济空间,它都是不可能回避的问题。宇宙面对着无思维的物群体的秩序,经济空间面对着有思维的人群体的秩序。二者主要的不同点在于,人群秩序与伦理有似乎永远扯不断的关系。笼统些讲,物理方位研究主要应借鉴物理学理论,伦理方位研究主要应借鉴生物学理论。对于后者,如马赫 E 就认为,人类以与动物相同的方式构造出概念,生物学基础比历史和社会更有助于澄清人类认识的本质。

#### 参考文献:

[1] Witten E. Interview[A]. Davies P, Brown J. *Superstrings: A Theory of Everything?*[C]. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 90—91.

- [2] 蒋秀夫. 时间与空间的引力计量[M]. 北京: 天则出版社, 1990. 20, 99.
- [3] 王永久. 相对论、天体和宇宙[M]. 长沙: 湖南师范大学出版社, 2000. 242—243, 253, 257.
- [4] [美]里夫金 J, 霍华德 T. 熵: 一种新的世界观[M]. 上海: 上海译文出版社, 1987. 28.
- [5] [日]都筑卓司. 四维世界[M]. 北京: 北京大学出版社, 1993. 149, 67, 114.
- [6] [美]加来道雄. 超越时空[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 1999. 29—30, 201, 44, 271.
- [7] [苏]柯尔莫果洛夫 A E, 佛明 C B. 函数论与泛函分析初步(上册)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992. 俄文原版“第二版序”, 40.
- [8] [奥]哈勒 R. 新实证主义[M]. 北京: 商务印书馆, 1988. 51, 33.
- [9] [美]科尔曼 J A. 相对论: 历史、理论、验证和思潮[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1988. 144—145, 94—95.
- [10] [英]霍金 S. 时间简史[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1999. 138.
- [11] [英]波普尔 K R. 猜想与反驳[M]. 上海: 上海译文出版社, 1986. 473.
- [12] [英]波普尔 K R. 历史决定论的贫困[M]. 北京: 华夏出版社, 1987. 2.
- [13] [法]莫诺 J. 偶然性和必然性[M]. 上海: 上海人民出版社, 1977. 16.
- [14] [苏]涅克拉索夫 H H. 区域经济学[M]. 北京: 东方出版社, 1987. 106—109, 64, 110, 116, 136; 150, 128; 118—119, 117, 112—113, 115.
- [15] [德]勒施 A. 经济空间秩序[M]. 北京: 商务印书馆, 1995. 298, 555—563; 39, 29, 35—36, 122—126, 74, 305, 309, 327, 338, 345, 557, 562; 568; 291—292.
- [16] 周起业, 刘再兴, 祝 诚, 等. 区域经济学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1989.
- [17] 孟 氧. 经济学社会场论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1999.

(责任编辑 惠松联)