

经济力学

JINGJI LIXUE

蔡孝天 著

经济力学

JINGJI LIXUE

蔡孝天 著



四川大学出版社

责任编辑:廖庆扬
责任校对:唐一丹
封面设计:墨创文化
责任印制:李 平

图书在版编目(CIP)数据

经济力学 / 蔡孝天著. —成都: 四川大学出版社,
2011. 7

ISBN 978-7-5614-5373-5

I. ①经… II. ①蔡… III. ①经济学: 力学—研究
IV. ①F0-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 145914 号

书名 经济力学

著 者	蔡孝天
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
书 号	ISBN 978-7-5614-5373-5
印 刷	郫县犀浦印刷厂
成品尺寸	148 mm×210 mm
印 张	12.25
字 数	341 千字
版 次	2011 年 7 月第 1 版
印 次	2011 年 7 月第 1 次印刷
定 价	32.00 元

版权所有◆侵权必究

◆读者邮购本书,请与本社发行科
联系。电 话:85408408/85401670/
85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆网址:www.scupress.com.cn

前 言

记得第一次阅读《西方经济学》教科书时，我就被这门学科的数理分析方法所震撼，不禁惊叹：在世上居然还有这样的经济学！但也发现西方经济学内部存在着分歧，整个理论体系缺乏一门科学理论所应具有的逻辑前后一致性这个特征。当阅读到约翰·梅纳德·凯恩斯（John Maynard Keynes, 1883—1946）的经济理论政策时，发现这一门理论关于斟酌使用的宏观经济政策的方法与热力学中卡诺循环的原理很相似，就不禁想到：能否用物理学的理论来研究经济学，从而建立起逻辑前后一致的经济学理论呢？经过认真的考虑，认为这一设想应该是可行的。通过多年的努力，终于完成这一研究工作，这本书就是这一研究成果的总结。

在物理学理论中，有经典力学、热力学、统计力学和量子力学等力学理论。本书是运用经典力学、热力学和统计力学研究经济问题的理论成果的总结。第一章至第八章是运用经典力学研究经济问题的成果总结；第九章和第十章是运用热力学和统计力学研究经济问题的成果总结；第十一、十二和十三章是综合运用前面各章所阐述的经济原理探讨提高企业 and 国家产出的方法，以及分析第二次世界大战后世界经济快速增长的原因。这些理论研究成果能组成一个完整的理论体系，本书把这个理论体系也称为“经济力学”。

从经济学说发展史来看，经济学说经历了几次大的综合，每次成功的综合都依赖新的思想方法的出现，但有时新的思想方法不容易为人们所接受。因此，为了能够使新思想易于为读者所理解和接受，本书叙述力求深入浅出，如举出了大量的例子进行说明，同时

也在书中添加了一些传统经济学的内容，目的是希望能够使更多的读者读懂本书内容。

在本书的创作过程中，笔者认识到，创作过程是一个大胆想象和不断求证、纠错、推敲的过程。创作之初，想法应该是大胆的，但是，想法必须与经济现实一致，所以在本书的创作过程中，笔者不断地对原来的想法进行纠正，力求其与经济现实相一致。尽管如此，由于水平有限，本书也许还存在这样那样的错误，所以敬请读者不吝赐教。笔者的电子邮箱是：caixt26@163.com。

我要特别感谢我的导师龚晓莺教授。在贵州大学经济学院读研期间，龚晓莺教授给予了我悉心的指导和帮助，使我大开眼界，获得了做学问的方法和技能。我也要感谢王朝科教授和杨小勇教授。王朝科教授对我的指导和帮助，对我的鼓励和鞭策，使我坚定了做学问的信心；杨小勇教授在学术研究上给我的指导和帮助也使我获益匪浅。研究方法和技能的获得和提高使我能顺利地完成本书的创作，这些都得益于导师们的指导和帮助，因此，要对这三位恩师的教诲再次表示最衷心的感谢！

蔡孝天

2011年4月10日

目 录

导 言	(1)
第一章 经济活动的描述	(6)
第一节 经济要素的位移和路程	(6)
第二节 经济要素的速度和约束条件	(9)
第二章 功与收益的关系	(13)
第一节 功与收益原理	(14)
第二节 角 θ 的经济意义	(21)
第三节 提高做功大小的一般方法	(25)
第四节 提高劳动力做的功	(28)
第五节 提高自然力做的功	(35)
第六节 提高机械力做的功	(42)
第七节 合力的利用	(45)
第三章 经济系统收益原理	(49)
第一节 经济系统的内力和外力	(49)
第二节 经济系统收益原理详解	(50)
第三节 经济系统收益原理实例分析	(51)
第四章 潜 值	(54)
第一节 外部性的普遍存在性	(54)
第二节 经济关系的度量	(56)
第三节 经济学中的势能——潜值	(58)
第四节 潜值案例分析	(65)

第五章 潜值与收益的相互转化	(78)
第一节 总价值守恒定律	(78)
第二节 潜值和收益相互转化的案例分析	(82)
第三节 利他才能利己	(97)
第四节 生产资源的数量场	(101)
第五节 消费品的数量场	(104)
第六节 资源配置与潜值的关系	(108)
第七节 科斯定理的准确表述	(109)
第六章 虚功原理与经济均衡	(112)
第一节 虚功原理的经济意义	(112)
第二节 虚功原理的应用	(117)
第三节 代入法与拉格朗日乘数法	(127)
第七章 哈密顿原理的经济意义及应用	(132)
第一节 哈密顿原理的经济意义	(132)
第二节 哈密顿原理在生产领域中的应用	(135)
第三节 哈密顿原理在消费领域中的应用	(141)
第四节 约束和拉格朗日乘数法	(143)
第五节 正则方程和最大值原理	(144)
第六节 哈密顿-雅可比方程	(148)
第八章 各种价值理论的统一	(154)
第一节 市场系统的作用力	(154)
第二节 影响产品市场潜值的因素	(157)
第三节 各种价值理论的统一关系	(162)
第九章 经济系统的宏观规律	(175)
第一节 国内生产总值	(175)
第二节 热力学第零定律的经济意义	(177)
第三节 热力学第一定律的经济意义	(180)
第四节 热力学第二定律的经济意义	(182)
第五节 经济均衡的实现方法	(188)
第六节 卡诺循环与经济循环	(194)

第七节	逆向卡诺循环与经济循环·····	(199)
第八节	均衡发展才是硬道理·····	(207)
第九节	热力学第三定律的经济意义·····	(210)
第十章	经济系统的统计分布规律·····	(214)
第一节	一个特殊国家的经济均衡分析·····	(214)
第二节	消费领域的最可几分布·····	(218)
第三节	生产领域的最可几分布·····	(232)
第十一章	提高企业产出的方法·····	(239)
第一节	规划企业的发展路径·····	(239)
第二节	委托—代理理论·····	(242)
第三节	控制和缩小 θ 角·····	(247)
第四节	对企业员工进行激励·····	(260)
第五节	消除企业中的内耗·····	(263)
第六节	加强企业中的联系和协调·····	(266)
第七节	建立和发展企业文化·····	(272)
第八节	争取和扩大外力对企业做正功·····	(273)
第十二章	促进经济增长的方法·····	(276)
第一节	正确制定经济发展路径·····	(276)
第二节	使经济行为不断优化·····	(283)
第三节	提高做功的力的大小·····	(288)
第四节	建设和谐社会·····	(293)
第五节	使潜值不断增长·····	(301)
第六节	加强资源的联系和优化资源的组合·····	(306)
第七节	采用先进的生产设备·····	(310)
第八节	文化建设·····	(310)
第九节	争取和扩大国际力量对本国做正功·····	(312)
第十节	税收的合理性·····	(322)
第十三章	战后世界经济快速增长的原因·····	(327)
第一节	第三次科技革命的产生·····	(327)
第二节	世界局势基本稳定·····	(328)

第三节	经济体之间的联系日益紧密.....	(331)
第四节	国家内部的利益冲突日趋缓和.....	(341)
附 录		(349)
第一节	矢量运算.....	(349)
第二节	经典力学.....	(355)
第三节	统计力学的最可几分布.....	(377)
参考文献		(382)

导 言

目前经济学虽然比过去有了巨大的进展，但仍然存在着很多的分歧。例如，对于商品价值的来源，不同的理论有不同的看法：劳动价值理论认为劳动是价值的唯一源泉；生产要素价值理论则认为除了劳动之处，资本和自然力也能创造价值，价值是由劳动、资本和自然（土地）三要素共同创造的；客观效用价值理论认为商品必须有用，没用的商品是没有价值的，也就是说，商品必须具有客观的效用或使用价值；主观效用价值理论则认为同一种商品对不同的消费者具有不同的效用，不同的消费者会给出不同的买价；供需均衡理论认为商品的价格就是商品的价值，两者是没有区别的，而商品的价格由商品的供给量与需求量所决定。又如，对政府要不要干预经济这个问题，也存在着明显的分歧。

由于经济学学派林立，对同一个经济问题，不同的学派会提出不同的政策主张，导致政府决策部门左右为难，对候选政策方案很难进行抉择。美国罗纳德·里根（Ronald Reagan）总统曾经开玩笑说：“如果小追击^①（Trivial Pursuit）游戏是由经济学家设计的，那么，100个问题就会有3000个答案。”^②

① 最受欢迎的棋盘游戏之一，给出问题选择正确的答案，分为科学、体育、历史、地理、艺术、电子等方面知识，可谓老少皆宜，而且在家用机上娱乐也会让你感受到真正的“Triv”的感觉。引自百度网站：<http://zhidao.baidu.com/question/72151178.html>

② N·格里高利·曼昆. 经济学原理·第3版·上册 [M]. 北京：机械工业出版社，2005：26.

因此，对目前存在的各种经济学流派进行综合是很重要的，尽管并非所有的理论都是正确的。综合的正确办法是找出目前各种理论之间存在的内在联系或内在线索，用这条或这些内在线索把各种理论统一起来，而不是简单地把这些理论堆积在一起。当然，把所有理论通过这种方式综合起来是很困难的，也许是不可能的（也是没有必要的，因为并非所有的理论都是正确的）。但是，把尽可能多的理论综合起来也许是有可能的，关键在于方法的创新。

由于经典力学、热力学和统计力学是逻辑严密的理论体系，所以我们如果能用这三门理论来分析经济问题、构建经济学，把多种多样的经济学理论通过这三门力学理论的逻辑线索综合起来，则构建而成的经济理论体系就是逻辑严密的理论体系，从而达到我们的目的。本书就是在斟酌使用的宏观经济政策方法与热力学中卡诺循环原理的相似性的启发下，全方位地运用经典力学、热力学和统计力学的概念和原理分析经济问题。

从经济学史来看，许多著名的经济学家都受力学的影响，在他们的经济研究中都或多或少地借用了力学的概念、原理和思想。例如，法国经济学家让·巴蒂斯特·萨伊（Jean Baptiste Say，1767—1832）就受到力学思想的影响，他在其代表作《政治经济学概论》中提出了人的劳力、自然的劳力和机器的劳力这些概念；英国经济学家阿弗里德·马歇尔（Alfred Marshall，1842—1924）在所写的名著《经济学原理》中认为经济学家的目标在于经济生物学，而不是经济力学，但他还是摆脱不了力学的影响，如他在经济研究中也是借用了力学的平衡思想来研究局部经济的均衡问题；金融学家用布朗运动研究股票的运动规律等。虽然许多著名的经济学家受力学的影响，都试图运用力学的概念、原理来研究经济问题，但是他们对力学的概念、原理在经济学中的运用是零碎的、不系统的。本书则是系统地运用经典力学、热力学和统计力学的基本概念和原理研究经济问题。

力学理论有一套概念、原理，经济学理论也有一套概念、原理，所以要运用力学的概念、原理来研究经济问题，首选方法是深

人的理解力学和经济学这两门学科的概念、原理，研究这两门学科的概念和原理是否存在共性、是否存在对应关系，这样研究才能达到事半功倍的效果，同时又能尽量地利用现有经济理论的研究成果。笔者经过研究发现，许多力学概念和经济学概念存在着——对应关系。例如，可把经典力学中“动能”这个概念与经济学中“收益”这个概念相对应，“梯度的分量”与经济学中“边际量”这个概念相对应，统计力学中“熵”这个概念与经济学中“实际 GDP”这个概念相对应，等等。同时也发现，能给重要的力学原理如动能定理、机械能守恒定律、哈密顿原理、热力学四大定律、孤立系统熵增原理等予以其经济意义，这些原理是分析经济问题的锐利武器。

通过研究发现，貌似毫无联系甚至是对立的许多经济学概念、原理却存在着统一的内在联系，即许多经济学理论在力学框架内能够协调地统一起来。例如，劳动价值理论、生产要素价值论和主观效用价值论等能够统一在一起而不再是互相对立的理论，它们的关系就犹如力学中功与势能的关系。微观经济学、宏观经济学和发展经济学也不再是毫不相关的，而是能够浑然地结合在一起。令人惊讶的是，管理学和经济学在本书中也能够有机地融合在一起。更令人振奋的是，能运用本理论建立起来的原理把邓小平理论的许多内容推导出来，具体地说，本理论所推导出的许多促进经济增长的方法是与邓小平理论一致的。中国改革开放三十多年来，经济建设取得了巨大的成就，邓小平被誉为中国改革开放的总设计师，总设计师的设计理论集中在《邓小平文选》中。许多经济学者试图找出中国这三十多年经济建设取得成功的原因或经验，但他们都没有得出统一的答案。殊不知中国经济建设成功的基本原因就在《邓小平文选》中，因为邓小平本来就是中国改革开放、经济建设的主要推动者、设计者。

建立起来的经济力学与经济现实更加贴近了，对经济现象更具解释力。如本书给出了力学中哈密顿原理的经济意义并运用哈密顿原理统一地处理许多经济问题，揭示了大量的表面不同的经济现

象存在共同的规律，揭示了经济均衡的特征，给出了判断经济泡沫的方法，提出了避免出现经济危机的方法等。

本书也提供了大量的运用力学思维模式研究经济问题的范例。例如，本书引入了与“势能”相对应的“潜值 (Potential Value)”这个概念，对经济问题的潜值进行分析，能够使我们深刻地把握大量经济问题的共同本质。实践证明，这些力学思维模式有很大的实用价值。

以上种种成果证明了运用力学的理论框架来统一经济理论是成功的。

经济学是研究人类经济活动规律的一门学科。人类的经济活动包括个体经济活动，也包括集体经济活动。三五个人可以组成一个集体，一个企业、国家或地区也是一个集体，全世界也组成一个集体。不论是个体经济活动还是集体经济活动都有相同的经济活动规律，这些相同的经济活动规律与力学规律有着惊人的相似性。本书就是要揭示这些相似性。

本书可分为三部分内容：

第一部分包括第一章至第八章，这一部分是运用经典力学研究经济问题的成果总结。这一部分先引入描述经济要素的矢量——位置矢量；在这个基础上引入与力学的速度相对应的概念，用以描述经济要素的属性改变的快慢，把改变经济要素属性的方法称为力的方向。由于方法有许多个，把每个方法的优劣程度用 θ 表示， θ 相当于力学中力与位移的夹角等。在这些基础上，把力学中功这个概念引入经济学中，然后把力学中动能这个概念与经济学中收益这个概念对应起来，再引入与力学的势能相对应的潜值这个概念。这样就能赋予力学中动能定理、机械能守恒定律、虚功原理、哈密顿原理等以经济意义，并用它们来分析经济问题。

第二部分包括第九章和第十章，这一部分是运用热力学和统计力学研究经济问题的成果总结。第九章把 GDP 的平减指数（当做物价指数）、实际 GDP、总需求分别与热力学的温度、熵、热量相对应，在这个基础上分别解释了热力学第零、一、二、三这四大定

律的经济意义，并运用这些定律对相关经济现象进行分析。这一章中给出了卡诺循环和逆向卡诺循环的经济意义，并据此把经济危机分为通货膨胀的经济危机和通货紧缩的经济危机，并从理论上证明了渐近改革效率高这一事实。第十章运用统计力学的最可几统计方法研究当经济均衡时商品、生产要素、投资资金的分布特征——金字塔形结构，提出了避免经济危机发生的办法；也运用了最可几统计方法从理论上证明了分工、实行产品差别化和价格歧视都能够使产品更加易于销售，即能够使经济更加易于达到均衡状态。

第三部分包括第十一、十二和十三章共三章。为了验证前面各章所得出的研究成果的正确性，这一部分综合运用了前面各章所阐述的经济原理探讨提高企业 and 国家产出的方法，以及分析第二次世界大战后世界经济快速增长的原因。这些方法和原因都在经济实践中实实在在存在着，这就证明了前面两部分所得出的结论是与经济实践相符的。

第一章 经济活动的描述

力学是从运动学开始的，是从对质点的描述开始的，因此本章就借用运动学的思想方法，引入了描述经济要素的几个概念，如位置矢量、位移、路程、速度等，并讨论了经济要素变化时所受到的约束条件。

第一节 经济要素的位移和路程

一、经济要素

定义 1.1 参与经济活动的人或事物，如人、企业、土地、资金、自然资源、机械设备等，统称为经济要素。

经济要素是经济学的研究对象。根据经济要素是否具有自主性，可把经济要素分为两类，即经济主体和经济客体。经济主体包括个人、企业和政府等，而土地、资金、矿产资源、机械设备等则属于经济客体。经济主体也称为“经济人”。

经典力学用一个点来代表一个运动物体；同样，在经济力学中，我们也要经常用点来代表这些经济要素。

与质点系统类似，我们也有经济系统的概念。经济系统是经济要素的集合体。

二、位置矢量

定义 1.2 设某一个经济要素有 m 个属性, 分别可用数量 $x_1, x_2, \dots, x_m$ 表示, 则矢量 $r = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ 称为经济要素的位置矢量, 简称位矢。

本书用黑体字母表示矢量, 如位置矢量用黑体字母 r 表示。

定义中的“位置”要作广义的理解。这里的“位置”不仅指几何上的位置, 也指经济关系上的位置。现举几个例子来说明。假设有一批材料从企业 A 运往企业 B , 我们以企业 A 为原点建立一个二维的直角坐标系, 使企业 B 位于第一象限内, 以这批材料远离企业 A 的横向距离 x_1 和纵向距离 x_2 作为这批材料的属性, 则这批材料的位置矢量为 $r = (x_1, x_2)$ 。某一个研发小组要研制出一种牙膏, 要求该牙膏产品具备味道好以及洁齿效果好的属性。如果 x_1 表示牙膏的味道, x_2 表示牙膏的洁齿效果, 则该牙膏产品的位置矢量为 $r = (x_1, x_2)$ 。某消费者在某段时间内的消费对象是大米和蔬菜, 分别以 x_1 和 x_2 表示他消费大米和蔬菜的数量, 则 x_1 和 x_2 为这位消费者的两个属性, 消费者的位置矢量为 $r = (x_1, x_2)$ 。张三进入某企业工作, 从一个普通职员做起, 由于努力工作, 业绩优秀, 在该企业中不断高升, 从一个普通职员一直升到总经理这个位置。以 x 表示这位职员在企业中职位的高低, 则这位职员在企业中的位置矢量为 $r = (x)$ 。李四和王五两个人既是同学关系又是同事关系, 但他们的关系时好时坏。如果以李四为参考点(原点), 以 x_1 和 x_2 分别表示王五跟李四的同学关系和同事关系的亲疏程度, 则王五在李四心目中的位置矢量为 $r = (x_1, x_2)$ 。假设某企业划分为管理、生产、后勤和保安四大部门, 而生产其产品需并列进行四道工序, 则以 x_1, x_2, x_3, x_4 分别表示这四道工序的工作量, 以 x_5, x_6, x_7 分别表示管理、后勤和保安的工作量。由于企业生产过程表现为这些部门工作量的增加, 所以在某些具体问题上企业的位置矢量可设为 $r = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$ 。企业的生产过程也表现为产量的不断增加, 故在某些具

体问题上产量 q 也可以当做企业的唯一属性, 则企业的位置矢量为 $r = (q)$ 。再从另一个角度来看, 企业的生产过程表现为企业成本 C 的不断减少, 所以在某些具体问题上成本 C 也可以当做企业的唯一属性, 则企业的位置矢量为 $r = (C)$ 。

可把每一个经济要素的 m 种属性作为坐标, 建立一个 m 维的空间直角坐标系。当经济要素变化时, 矢量 r 随时间 t 而变, 这表现为矢量 r 的矢端在空间直角坐标系的位置发生移动, 故称矢量 r 为位置矢量。

位置矢量 r 随时间 t 而变, 位置矢量 r 的变化可用矢量函数

$$r = r(t)$$

来表示。位置矢量 r 的矢端在空间直角坐标系描绘出的曲线, 称为经济要素的轨道或路径。该轨道就描述了经济要素的变化过程。如果该轨道是直线, 则称经济要素是在做直线运动; 如果该轨道是曲线, 则称经济要素是在做曲线运动。

三、位移

经济要素的不断变化导致同一经济要素前后之间存在着差异, 也导致同一经济要素各部分之间存在着差异, 以及不同经济要素之间存在着差异。我们可用矢量来描述这些差异。

定义 1.3 设经济要素于 t 时刻的位置矢量为 $r(t)$, $t' = t + \Delta t$ 时刻的位置矢量为 $r(t + \Delta t)$, 则矢量

$$\Delta r = r(t + \Delta t) - r(t)$$

称为 Δt 时间间隔内经济要素的位移。

如图 1-1 所示, 张三在一张白纸上 (图 A) 画出图案, 最后画成图 B 所示的图案。图 B 上的图案有两种, 一种是菱形, 另一种是矩形, 因此需要两个量来描述从图 A 到图 B 的位移, 一个计量菱形的数量, 用 x 表示, 另一个计量矩形的数量, 用 y 表示。张三的作画过程是这样的: 先连续画 8 个菱形, 接着连续画 4 个矩形, 再连续画 8 个菱形, 最后连续画 8 个矩形。他的作画过程可用图 1-2 的一条折线表示。图中的箭头表示他从作画开始到作画完