

理科研究生丛书



桑賡陶 郑绍濂 著

科技经济学

复旦大学出版社

科技经济学

桑賡陶 郑绍濂 著

复旦大学出版社

责任编辑 赵恒忠

责任校对 陆宏光

科技经济学

桑康陶 郑绍濂 著

复旦大学出版社出版

(上海国权路 579 号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 10 字数 253,000

1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—2,500

ISBN 7-309-01555-X/F·361

定价:12.00 元

内 容 提 要

科技经济学是一门新兴的学科。本书先对科技经济学的形成和发展作了简要的介绍。然后,以科技经济学现有的概念、理论和方法为基础,对科学技术领域内各类活动的特点进行分析,对科学技术领域内的一些重要现象进行解释,对科学技术在生产力系统和经济系统内的地位进行探讨,对技术进步与经济增长的关系以及科学技术事业与经济的协调发展进行研究。除了系统的理论阐述外,本书还介绍了大量的实证研究成果和科技经济学常用的定量分析方法和模型。

本书可作为我国高等院校经济类和管理类专业硕士研究生、本科高年级学生 and 科技管理干部培训班有关课程的教科书和参考书,也可供广大科技管理人员、经济管理人员和企业管理人员阅读。

理科研究生丛书编委会

主编 李大潜

编委 倪光炯 高 滋 苏德明

郑绍濂 袁 桀 丁荣源

编辑说明

自恢复研究生招生以来,我校广大的研究生指导教师及担任研究生教学工作的同志,结合教学任务,编写讲稿,编印讲义,在研究生的教材建设方面进行了大量的工作,但由于种种条件的限制,目前正式出版的研究生教材为数很少。为了进一步提高研究生的教学质量,方便广大研究生和有志深造的同志学习或自学,并有利于学术交流,都有必要迅速改变这一状况,大力加强研究生的教材建设。

这套研究生丛书,正是适应为国家培养高层次人材这一需要而编辑出版的。本丛书分文科及理科两大类,目前将主要出版硕士研究生专业基础课的教材,同时也酌情出版一些适应面较广、并具有较高质量的硕士研究生选修课教材及博士研究生专业基础课教材。我们的目标,是逐步地建设起一套比较完整的研究生教材,使它们不仅可用作研究生专业基础课或选修课的教材或参考书,部分内容也可用作大学高年级学生的选修课教材或补充读物,同时也可用作有关的自学和课外阅读材料。

收入本丛书的教材大都是在编成讲义后经过教学实践,再修改定稿。但由于我们对编辑工作缺乏经验,仍可能存在某些不妥和不足的地方,热忱欢迎广大读者提出宝贵意见,以便将来再版时改正。

复旦大学研究生院

1989年5月

目 录

绪 论 科技经济学的历史发展.....	1
第一章 科学技术是第一生产力	11
1.1 科学技术是第一生产力.....	11
1.1.1 科学和技术	11
1.1.2 科学技术与劳动力	15
1.1.3 科学技术与劳动对象	21
1.1.4 科学技术与劳动手段	26
1.1.5 为什么说科学技术是第一生产力.....	31
1.2 描述技术进步全过程的阶段模型.....	33
1.2.1 基础研究、应用研究和技术开发	33
1.2.2 发明	37
1.2.3 技术创新和技术开发成果的商业化	39
1.2.4 描述技术进步全过程的阶段模型.....	40
1.3 研究与开发活动的主要的共同特点 ——不确定性.....	43
第二章 发明	47
2.1 发明与应用研究和基础研究的关系.....	47
2.2 发明的起因.....	53
2.2.1 “需求拉力”论	54
2.2.2 “科技推力”论	57
2.2.3 关于“需求拉力”论和“科技推力”论的实证研究	59
2.2.4 关于“需求拉力”论与“科技推力”论之争的小结	61
2.2.5 “有目的投资”论	62
2.3 发明活动是一种特殊的生产活动.....	63

2.3.1	发明活动的特殊性	64
2.3.2	发明活动的投入与产出	65
2.3.3	对发明活动的产出有影响的主要因素	70
2.4	个体发明者和有组织的发明活动	73
2.4.1	个体发明者地位的变化	74
2.4.2	个体发明者的有利条件	77
2.4.3	工业企业的发明活动	80
2.4.4	工业企业开展有组织的发明活动的主要原因	80
2.4.5	有组织的发明活动的有利条件	82
2.5	专利的经济分析	84
2.5.1	申请专利的经济分析	85
2.5.2	利用专利权获取经济收益的途径及其选择	88
第三章	技术开发和开发成果的商业化	91
3.1	技术开发和开发成果商业化在技术进步过程中的 重要地位	92
3.2	技术开发成果商业化活动的主要特点	97
3.3	发明从问世到应用的周期	103
3.4	与技术开发和开发成果商业化活动获得成功 有关的若干因素	112
3.5	技术创新实例介绍	122
第四章	研究与开发活动的资金	128
4.1	企业如何确定用于研究与开发活动的资金	128
4.2	企业研究与开发资金的内部分配	135
4.3	不同行业的研究与开发资金强度及其决定因素 ...	138
4.3.1	不同行业的研究与开发资金强度	139
4.3.2	行业研究与开发资金强度的决定因素	143
4.3.3	实证研究介绍	154
4.4	研究与开发项目经费的经济计量分析 (实证研究介绍)	157

第五章 技术创新成果的扩散	162
5.1 创新扩散的经济意义	162
5.2 创新的扩散是否有规律	168
5.3 不同创新的扩散速度为何不同	175
5.3.1 与创新自身特点有关的因素	175
5.3.2 与潜在采用者特点有关的因素	177
5.3.3 与信息有关的因素	183
5.3.4 与制度法规有关的因素	184
5.4 把 S 型曲线和影响因素连接起来的 经济计量模型	186
5.4.1 模型的建立	186
5.4.2 模型的试验和参数估计	188
5.4.3 影响因素的扩充	191
5.5 从其他角度对创新的扩散进行研究	194
5.6 关于消费品创新扩散的简要讨论	196
第六章 技术进步与生产函数	198
6.1 生产函数、技术和技术进步	198
6.2 与生产函数有关的一些基本概念	200
6.3 常用生产函数介绍	207
6.3.1 C-D 生产函数	208
6.3.2 CES 生产函数	210
6.3.3 C-D 生产函数与 CES 生产函数的关系	211
6.4 由技术决定的生产系统的若干特性	211
6.4.1 技术效率	212
6.4.2 规模报酬	213
6.4.3 资本密集度	213
6.4.4 要素间替代的易难度	215
6.5 中性技术进步和非中性技术进步	216
6.5.1 定义	217

6.5.2	技术进步与等产量线的变动	217
6.5.3	关于非中性技术进步的简要讨论	218
6.6	利用常用生产函数对技术进步和生产系统的 特性进行分析	222
6.6.1	C-D 生产函数	222
6.6.2	CES 生产函数	225
6.7	常用生产函数的估计	230
6.7.1	C-D 生产函数的估计	231
6.7.2	CES 生产函数的估计	231
第七章	技术进步对经济增长的贡献	234
7.1	M. Abramovitz 的工作	234
7.2	R. M. Solow 的工作	238
7.3	全要素生产率及 α_L 和 α_K 的估计	246
7.3.1	全要素生产率的几何指标和算术指标	247
7.3.2	α_L 和 α_K 的估计	250
7.4	J. W. Kendrick 和 E. F. Denison 的工作	251
7.4.1	J. W. Kendrick 的工作	251
7.4.2	E. F. Denison 的工作	255
7.5	体现型技术进步的估计方法	262
7.5.1	资本体现型技术进步的估计——Solow 模型	263
7.5.2	Phelps 的改进	266
7.5.3	Intriligator 的改进	267
7.5.4	关于中国工业的资本体现型技术进步和非体现型 技术进步的联合估计	268
7.5.5	资本体现型技术进步对产出增长的贡献	270
7.6	Jorgenson 和 Griliches 的工作	272
第八章	技术进步的因素分析	279
8.1	科学技术活动与技术进步	280
8.1.1	基本模型	280

8.1.2 实证研究	282
8.2 其他因素对技术进步的影响	286
8.2.1 Kendrick 的工作	288
8.2.2 Nelson 的工作	290
8.2.3 Denison 的工作	294
8.3 关于技术进步因素分析的简要评论	300

绪论 科技经济学的历史发展

科技经济学是一门新兴的学科。它以经济学的基本概念、理论和方法为基础,对科学技术的特点进行分析,对科学技术领域内的现象进行解释,对科学技术活动在经济系统内的地位进行探讨,对科学技术进步与经济增长的关系以及科学技术事业与经济的协调发展进行研究,并在这基础上对科学技术的一般规律进行探索。

作为一门新兴的学科,科技经济学在它形成和发展的初期曾大量借用当时已有的经济概念、理论和方法。然而,大部分当时已有的经济概念、理论和方法并不是为研究科学技术问题准备的,因此,当经济学家把科学技术作为一个特定对象进行系统研究时,常常发现已有的经济概念、理论和方法存在着局限性和不适用性,于是就对这些经济概念、理论和方法进行修正、补充和完善,不时地提出新的概念、理论和方法。也就是在这过程中,科技经济学逐步形成了具有学科特色的一系列概念、理论框架和分析方法。

在 30 年前,即使在世界上藏书量最丰富的图书馆中人们也难以觅到一本以“科技经济学”之类名称为其书名的学术专著。但是,这并不意味着经济学家只是在 30 年前才开始对科学技术及其有关的问题发生兴趣。亲身经历了工业革命的一批早期的经济学家,十分清楚科学技术对当时的经济变革所产生的巨大作用,在他们的著作中科学技术已占据着相当重要的地位。

古典经济学的奠基人亚当·斯密(Adam Smith)在其名著《国富论》中就讨论过我们现在称之为“技术变革”之类的东西与经济增长的关系,讨论过科学在技术变革中的作用以及经验曲线效应。

亚当·斯密认为：劳动分工是经济增长的发动机，并能促进技术的进步。劳动分工能缩短工人转换工作岗位所需的时间、有利于生产方法的改进和工人专业技能的提高、有利于工厂找到最适合做某一工种的工人、有利于机器的采用，因而能使产出得以增加。产出的增加为资本积累创造了条件。在资本积累的过程中，工厂必然会考虑购置新机器，从而促进了技术的进步。由劳动分工带来的职能专业化也为在生产过程中系统地、有目的地应用科学技术知识铺平了道路，而劳动分工本身则是以往缓慢的技术进步的副产品。亚当·斯密还认为：由于通过技术进步人们可以在生产中获得多种经济收益，同时，技术进步需要投资，因此，技术进步本身就是一种经济活动。著名的古典经济学家马尔萨斯(T. R. Malthus)和李嘉图(D. Ricardo)也研究过技术进步的作用，特别是研究过技术进步在机器的改进以及机器替代劳动力方面的作用。

在早期的经济学家中，无产阶级的革命导师卡尔·马克思(Karl Marx)有关科学技术的论述具有特别重大的意义。马克思在对资本主义社会的动态特性进行分析时指出：资本家之所以把剥削工人所获的利润进一步投资于资本设备，不仅仅是为了补偿折旧或增加资本设备的数量，还为了使资本设备不断地得到改进，保持在先进的水平上，从而使自己在竞争中占据有利地位。资本主义制度下的竞争迫使资本家有目的地去获得最好的新技术，从而技术进步过程成了一种有目的的经济活动过程。马克思明确指出，科学技术是生产力。关于这个问题马克思曾这样写道：“固定资本的发展表明，一般社会知识，已经在多么大的程度上变成了直接的生产力，从而社会生产过程的条件本身在多么大的程度上受到一般智力的控制并按照这种智力得到改造……”^{*}。马克思不仅认为科学知识的增长有响应工业需要的一面，也认为把科学原理系统

* 《马克思恩格斯全集》中文版，第46卷，下，第219—220页。

地应用于经济生产只有在工业资本主义达到某一阶段后才是可行的”。在看到科学技术促进社会生产力发展的积极一面的同时，马克思也指出，在资本主义制度下技术进步对工人阶级来说也可能是一场恶梦，因为“机器的资本主义应用”使工人受到表现为机器的自然力的奴役，导致生产者状况的恶化”。马克思有关科技经济问题的论述，对于以后的科技经济理论的发展产生了深远的影响，也是我们对科技经济问题进行研究的理论基础。

但是，值得指出的是，在早期经济学家中，除了马克思等少数几个人之外，大多数经济学家都把科学技术视作为经济系统的一个外生变量。在这些经济学家看来，经济系统是一个静态系统——所有的经济变量都是相对固定的。处于经济系统之外的科学技术进步能够对经济系统产生冲击作用，但这种冲击作用的后果只是在经济系统内制造暂时的扰动；一旦科学技术进步的冲击消失了，经济系统又趋于静态均衡。而科学技术进步本身并非是一个连续过程，而是一种随机性很大的事件，它的出现往往取决于特定的时间、特定的地点和特定的人。在这种观点的影响下，一大部分早期的经济学家看不到科学技术进步在经济系统内部可以产生的持久的、深远的动态作用，对经济发展的前景悲观失望。其中马尔萨斯的“人口论”是一个明显的例子，李嘉图的土地模型也反映了同样的悲观情绪。在李嘉图建立的人口模型中，他认为：人口是按几何级数增加的；由人口增长引起的需求增长迫使人们利用贫瘠的土地，从而导致农场主的利润的下降，于是积累越来越少，经济趋于停滞；虽然在历史上这种停滞的趋势曾多次被机器改进及农业科学上的进步所阻止，但是科学技术进步只能起到暂时的阻止作用。科学技术外生论对经济理论的发展有很大的影响，特别是对以后

* 参见《马克思恩格斯全集》中文版，第47卷，第570页。

** 参见《马克思恩格斯全集》中文版，第23卷，第483页。

出现的完全竞争条件下的静态均衡理论产生过巨大影响。从瓦尔拉(L. Walras)开始,一大批数理经济学家进一步强调了这一论点,他们在对均衡问题进行分析时,一般都把技术视为给定的。他们发现,以静态经济理论为基础来研究一般均衡问题,可以十分方便地设置静态的需求函数和供给函数。就经济增长而言,许多早期的经济学家也常把经济增长看成是储蓄率和投资率的一个函数,没有深入探讨新技术被吸收进生产过程的机制;他们主要关心的是短期问题(如某一时点上的资源分配),而经济增长则是个长期问题。因此,在对科学技术问题进行系统研究时,这类经济理论无疑有很大的局限性。

在亚当·斯密和卡尔·马克思的著作中,他们都看到了技术进步是经济增长的发动机,认识到科学技术活动是一种经济活动。但是,我们也要客观地看到,他们对科学技术进步的分析只是他们整个复杂推理的一个环节,他们没有把科学技术作为特定的对象进行系统的经济分析。在他们的头脑中,占据主要地位的是另一些更为重要的问题。例如,如《国富论》的书名所表示的,亚当·斯密主要关心的是经济增长的原因,其重点是对重商时代遗留下来的对贸易和工业发展的种种限制进行攻击,为新兴的“经济资产阶级”唱赞歌。卡尔·马克思更关心的是资本主义社会中的阶级矛盾、劳动价值理论和无产阶级革命理论等。

进入 20 世纪后,经济学家似乎一度冷落了技术变革这一主题,把注意力集中于长期的静态“均衡”问题,抛弃了在早期经济学中占重要地位的长期变革的动态性问题的研究。凯恩斯(J. M. Keynes)虽然曾对早期的经济理论提出严重的挑战,在经济理论方面有许多建树,但在科技经济理论方面,他似乎没有作出什么贡献。以希克斯(Sir John R. Hicks)和萨缪尔森(P. A. Samuelson)的理论为基础形成的微观经济学仍然束缚于技术进步“外生论”,他们以给定的生产集合或生产函数为研究的出发点,把技术视为一

种给定的东西。而 30 年代和 40 年代的宏观经济学则几乎全神贯注于通货膨胀、失业等问题的研究,不关心对长期经济增长的速度和模式有影响的因素进行深入的分析。但是,在这时期中,希克斯的《工资理论》一书对以后的科技经济理论有一定的影响。在这本著作中,希克斯指出,技术进步可以分为两大类:自发的技术进步和诱发的技术进步。希克斯认为,有一大部分技术进步是因生产者企图降低对相对昂贵生产要素的要求而被诱发出来的。也就是说,生产者在决定自己所使用的技术方面,是可以起一定的积极作用的。在 60 年代,许多经济学家在自己的理论研究中也都提出过诱发性技术创新的假设,另有不少经济学家针对这种假设做了实证分析。

20 世纪前半个时期中,经济学家忽视对科学技术进行研究的倾向,在 50 年代后得到了纠正。进入 50 年代后,经济学界重新点燃了对科学技术的兴趣,越来越多的经济学家从经济学的传统研究领域转向对科学技术作较为深入、系统的研究。这种兴趣一直持续到今天,并且有越来越浓厚的趋势。造成这种状况的主要原因有以下几点:

1. 熊彼得(Joseph A. Schumpeter)的创新经济理论对传统的经济理论提出严重挑战。熊彼得认为,在现代经济活动中占主导地位的企业家或企业家精神对技术进步起着主要作用。所谓企业家就是对生产要素重新进行组合——创新——的人,他们知道如何去满足尚未得到满足的需求,或者懂得如何用更有效的手段去完成现在正在做的工作。企业家之所以对生产要素重新进行组合,就是希望通过新的组合获得超额利润,因此,利润或对利润的期望是促使企业家进行创新的第一动力。在这里,熊彼得已明确地把创新活动看作为企业内部的一种有目的的经济活动。在《资本主义、社会主义和民主》一书中,他用大量的篇幅对技术进步作了描述,指出:以往,在经济学中占主流地位的微观经济分析把重点放在静

态环境中的竞争问题上,是没有抓住要害。他认为,在许多工业中,技术进步是竞争的主要武器,而不是传统经济理论所认为的定价是竞争的主要武器;通过创新进行竞争,远比价格竞争重要。通过创新进行竞争获得的优势是一种有决定意义的成本或质量优势;创新竞争打击的不是现有企业的利润和产量,而是破坏了现有企业的基础,危及到它们的生存,这就是熊彼得所说的“创造性破坏过程”,这一过程具有内在的动态性。熊彼得还认为,企业所从事的研究和开发活动,是工业创新的一大来源;由于现代的研究和开发是一种需要大量投资的活动,所以,一般只有大企业才有能力开展这种活动。

熊彼得的创新经济理论不仅对科技经济理论有巨大的影响,对整个经济理论界也产生了深远的影响。在科技经济理论方面,加尔布雷思(J. K. Galbraith)进一步发挥了熊彼得关于大企业在技术进步中的地位的观点,认为:廉价的发明时代已一去不复返了;现代的发明都需投入巨大的经费,因此只能由掌握大量资源的大企业来承担。60年代和70年代,一批经济学家相继对熊彼得提出的一系列假设进行验证,围绕着如下主题展开过一场热烈的争论:在工业组织中,大企业和小企业、老企业和新企业在创新中各有怎样的相对重要性?结果是出现了一大批就这个问题进行的实证研究,涌现了大量的旨在探索技术进步与市场结构之间关系的模型。

2. 索洛(R. Solow)等人的惊人发现。在50年代初、中期,阿勃雷莫维茨(M. Abramovitz)和索洛在对美国长期经济变革进行实证研究时发现:在人均产出的增长中,有形资本和劳力投入的增长并不占主要地位,占主要地位的因素是技术进步。而传统的经济理论一般都认为,尽管其他因素对经济增长可能会产生影响,但经济的增长主要是靠生产要素投入的增加。因此,阿勃雷莫维茨和索洛的发现立即引起了经济学界以及社会许多方面的重视,激发了经济学家对技术进步进行深入研究的浓厚兴趣。60年代和70年