

袁子法 尹才喜
亢政刚 袁嘉新 等著



科技进步 及其评价和案例

北京科学技术出版社

(京)新登字 207 号

内 容 简 介

本书是在中国社会科学基金会的资助下所取得的研究成果的基础上编写而成的。它对科技进步进行了系统的论述；对前人的主要研究成果进行了分类、整理；在评价测算方面，结合我国国情，研究提出了更为完善的方法；为方便读者理解、掌握，特介绍了一些国内、国外的案例。综观全书将会发现，它确起到了科技进步及其评价研究的阶段小结和向前推进进一步的作用。

本书可作为高等院校有关专业的教学参考书，可供本科毕业生、研究生撰写毕业论文，以及科技工作者研究科技管理、制定有关政策和评价科技进步作参考。

科技进步及其评价和案例

裘子法 尹才喜 著
亢政刚 袁嘉新

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南大街 16 号)

邮政编码 100035

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销

中国文联印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 11 1/4 印张 278 千字

1993 年 3 月第 1 版 1993 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—3,000 册

ISBN7-5304-1220-5/Z·509 定价: 7.50 元

前 言

科技进步本身以及科技进步在经济增长过程中所起作用 and 影响的评价, 都是非常重要而又非常复杂的问题。自从本世纪 20 年代以来, 虽有众多的国内外著名学者长期潜心研究, 然而问题仍然不少。本书是在社科基金资助课题*——“科技进步评价”——研究成果的基础上写成的。旨在对前人的主要研究成果进行分类归纳、整理述评, 并在此基础上对科技进步本身进行了系统的论述, 在评价方法上结合我国的国情, 研究提出了更为完善的方法。期望本书能起到科技进步及其评价研究的阶段小结和前进一步的作用。

本书经天津大学技术经济与系统工程系张世英教授和中国社会科学院数量经济技术经济研究所吴连生副研究员全面审阅; 著名翻译家秋同先生为本书作者提供了大量翻译资料; 全国政协委员、中国社会科学院数量经济技术经济研究所所长李京文教授和武汉市副市长郭友中教授, 在百忙中为本书作序, 特在此一并表示感谢。

我们还要感谢包头纺织总厂和中国社会经济系统工程学会的资助, 使本书得以顺利出版。

* 课题负责人 袁嘉新

1992 年 8 月

序

在现代社会生活中，科学技术已成为影响与制约经济和社会发展的关键因素。因此，充分发挥科学技术在经济、社会发展中的重要作用，加速科技进步，是振兴我国经济，增强综合国力的重要保证。

科技进步是指科学技术为满足人们和社会的物质、精神需要所取得的进化与革命，它是增加社会财富、实现国家富强的主要源泉，这是因为：第一，科技进步是现代生产力中最活跃、最重要的因素，而生产力是社会发展的根本动力；第二，科技进步是不断提高生产率的主要因素，而生产率的提高能促使社会财富不断增加；第三，科技进步可使经济成倍地增长，并能在各个领域产生幅射效应和连锁反应。

我国改革开放 10 多年来的实践，已经显示出科技进步的重要性，“科技兴国”的思想已渗透到国家经济的各个领域。依靠科技进步才能提高劳动生产率，提高经济效益，保证国民经济的持续、稳定、协调和高质量的增长，实现国民经济发展的第二步和第三步战略目标。因此，多年来我一直认为，在贯彻“四项基本原则是立国之本、改革开放是强国之路”的基础上，应加上“科技进步是富国之源”这项重要原则。

对于科技进步的研究，我曾经建议：1. 对于前人、西方学者的研究成果要充分了解、研究，掌握他们的思路，然后在这个基础上前进，这是现代科学的必由之路。在学术问题上，研究别人的东西，既不能盲从照搬，也不要轻率否定，更不能从大批判开

始，“他山之石，可以攻玉”，这是完全正确的。2.要有创新精神，要在掌握前人成果的基础上有所改进、提高、创新，特别要在适合我国国情上下点功夫。3.提倡互相合作、互相帮助、取长补短、发挥长处，为实现共同目标而奋斗。

现在，袁嘉新等4位同志经过几年的努力，并深入企业、结合实际，对现有的研究成果进行了分析、归纳、整理、研究，还对科技进步的管理提出了设想和建议。他们在学习和吸收西方学者研究成果的同时，也发现了其中存在的局限性，并创造性地把几种测算方法精炼提高、取长补短，提出了更为完善、较为适合我国国情的测算方法——综合分析法，这对科技进步的研究和实际管理部门的工作都具有积极的参考价值。这样的研究思路我是赞成的。

然而，正如本书前言中所说的，科技进步本身及其在经济增长中所起作用 and 影响的评价，既是非常重要的、又是非常复杂的问题。目前的研究成果和水平，离我们所要达到的目标，仍有很大的差距，还有大量的问题有待我们更深入地去探索和研究。我期待着本书作者和从事数量经济学、技术经济学研究的同仁们继续努力，加强合作，做出更大成绩。

李京文

1993年1月

序 二

18 世纪 60 年代的英国，爆发了起始于纺织业的产业革命。到 80 年代，因蒸汽机的发明和采用，产业革命很快遍及化学、采掘、冶金、机器制造等部门，极大地促进了生产力的发展。使英国的人均国民生产总值和人均国民收入很快超过了其他国家。从此，对于科学技术可以转化为生产力的问题，就被越来越多的人所认识。现在，世界上已有很多国家把“依靠科技发展经济”定为一项重要的国策。我国邓小平同志根据当代生产力发展的特点，明确提出了“科学技术是第一生产力”的论点。这就画龙点睛地说明了科技进步对当代经济、社会发展的重要作用和意义。正因为如此，研究科技进步，以及评价、测算科技进步在经济增长中所起作用的大小，是半个多世纪以来世界经济学界和相关学科领域的学者们所关心的热门课题。

自从 20 世纪 40 年代以来，西方学者，特别是美国学者，如索洛、肯德里克、丹尼森等，在经济增长中科技进步所占份额的定量测算方面做了大量深入细致的工作，取得了不少成果。然而，人们不难发现，他们的研究成果，同古今中外的一切科研成果一样，都是有条件的相对真理。特别是，若把它原封不动地用来研究我们国家的问题，往往很难获得成功。这就需要在前人研究成果的基础上，联系我们研究的客观对象的具体特点进行具体而深入的研究。袁嘉新等 4 位同志所写的这本书，明显地体现了这一思路。他们在“继承”与“发展”两个方面所下的功夫之深是显而易见的。

有关科技进步的论述可散见于很多报刊杂志上的文章。它们大多就有关科技进步的某一方面展开讨论。本书作者在广泛搜集、消化吸收、实地调研、推敲研究的基础上，对科技进步本身进行了系统的论述，这样的著作，国内、国外都不多见。特别是，本书在科技进步管理方面的论述中，针对当前存在的问题，提出了颇具参考价值的对策和建议。这对提高各级科委的科技管理工作水平具有直接的参考意义。

阅读本书后还可发现，作者不仅花费了大量劳动于搜集、归纳、整理前人有关评价、测算科技进步作用方面的研究成果。而且对如何改进现有成果以适应我国国情的需要方面也做了深入的研究，取得了可喜的进展，进一步完善、丰富了现有的测算方法。

世界是无限的，研究无止境，科技进步及其评价的研究远未结束。今后，从我国经济建设的实际出发，研究科技进步及其评价，仍然是一个非常重要的研究课题。

郭友中

1992年12月于武汉

目 录

前 言	1
序 一	3
序 二	5
绪 论	1

第一篇 技术进步概论

第一章 技术进步的概念、分类和特征	20
第一节 技术进步的概念	20
第二节 技术进步的分类	25
第三节 技术进步的特征	27
第二章 技术进步的功能	33
第一节 技术进步与生产率提高	33
第二节 技术进步与产业结构调整	34
第三节 技术进步与经济效益	38
第四节 技术进步与现代企业发展	42
第五节 技术进步与经济增长	48
第六节 技术进步与社会发展	50
第三章 技术进步的规律性	55
第一节 技术进步的实现过程	55
第二节 技术进步机制及规律性探索	63
第三节 促进技术进步的因素分析	69
第四章 技术进步的管理	76

第一节	技术进步管理的目的、意义和任务	76
第二节	技术进步管理的内容	79
第三节	企业技术进步管理	87

第二篇 科技进步评价测算方法

第五章	科技进步统计指标体系研究	101
第一节	科技进步指标体系研究概况	101
第二节	建立科技进步统计指标体系的意义、任 务、对象与范围	103
第三节	设计科技进步统计指标体系的原则	105
第四节	科技进步统计指标体系的组成 及其计算说明	106
第五节	用层次分析法综合企业科技进步指标	119
第六节	企业科技进步指标体系综合法	127
第六章	农业科技进步及其评价研究	132
第一节	农业生产和农业科技进步	132
第二节	农业科技进步的内容和管理	135
第三节	农业科技进步的特殊性	138
第四节	农业科技进步测算方法述评	140
第五节	农业科技进步评价研究	156
第七章	国内外主要科技进步评价 测算方法述评	163
第一节	余值法	163
第二节	非中性科技进步估计方法	169
第三节	全要素生产率指数	172

第四节	非参数分析方法和科技进步的内生度量	
	理论简介	173
第五节	联合国推荐的评价方法	174
第六节	国内科技进步定量测算研究概况	185
第八章	适合我国国情的、更为完善的评价	
	测算方法研究	204
第一节	科技进步评价中几个问题的讨论	204
第二节	生产函数的讨论	215
第三节	前沿面生产函数及其在科技进步评价中的	
	应用	230
第四节	全要素相对生产率	250
第五节	在广义科技进步中扣除	
	来自结构变化的份额	256
第六节	评价科技进步的综合分析法	262

第三篇 科技进步评价测算案例

第九章	国内科技进步评价测算案例	274
第一节	评价工业企业科技进步的随机前沿生产	
	函数模型	274
第二节	评价工业技术进步的指标体系法	279
第三节	应用全要素相对生产率研究生产率比较问题 ...	288
第四节	应用全要素相对生产率评价科技进步	293
第五节	运用“综合分析法”评价纺织业生产率变	
	化和科技进步	303

第十章	国外科技进步评价测算案例介绍	309
第一节	全要素生产率增长、科技进步和技术效率的变化:南斯拉夫 1965—1978 年生产率变化研究 ...	309
第二节	公有企业和私有企业在竞争环境下的 相对有效性:加拿大铁路案例	315
第三节	利用概率前沿函数测算技术效率	327
第四节	1961—1980 年加拿大的技术变化:代理工 资函数的运用	338

绪 论

研究“科技进步和经济增长的关系”是当前经济科学的迫切任务之一。经济增长是社会生产发展的主要体现，它与科技进步有着密切的联系。特别是 20 世纪以来，科技进步已成了推动人类社会发展的最基本、最活跃的因素，对各国社会生产的发展日益发挥着决定性的作用。因此，依靠科技进步振兴经济发展，已成为世界上许多国家的一项国策。我国发展科技、振兴经济的方针——经济建设必须依靠科学技术，科学技术要为经济建设服务——

无疑是正确的。然而，正如美国学者拉尼斯教授在美国科学院为纪念美国建国 200 周年所组织的讨论会（“科学、技术与经济发展的关系”）的总结中所指出的，三者的关系是“间接的、滞缓的、多方面的、不确定的、复杂的”，因而也绝非是一目了然的。因此，为更加自觉、更加有效地贯彻执行依靠科技进步、振兴经济发展的国策，研究科技进步和经济增长的关系已成为本世纪 50 年代以来世界经济学界的热门研究课题，且吸引了相关学科领域的大批学者的研究兴趣，至今方兴未艾。

研究科技进步与经济增长关系的核心问题是科技进步评价，即科技进步对经济增长影响的评价，主要是定性地论述和定量地测算科技进步在经济增长中所起的作用。这对我们理解经济发展的历史进程；研究科技、经济发展对策；预测经济发展趋势，制定科技、经济发展规划，使科学技术更加有效地为经济建设服务有着十分重要的理论意义和实践意义。

科技进步的评价方法目前主要有两大类：生产函数法和指标体系法，它们各具特色，各有长处和短处。生产函数法是从科技和经济的总体关系考虑出发的。其最大的优点是系统性、高度的

概括性，使我们能从经济的整体出发分析科技进步的作用。但使用生产函数法必须满足严格的假设前提，且只从经济增长这一个角度来考察科技进步，未免过于笼统。指标体系法是从科技与各类因素对产出的影响，特别是对生产效率的影响考虑出发的。其最大的优点是灵活性，它可根据各种不同情况的需要设立不同的指标，使人们对科技进步的各个方面有一个全面的认识。特别在微观上，能为改善科技进步水平提供比较具体的参考性建议。然而，目前科技进步评价的指标体系法尚很不完善。由于人们对科技进步的理解不同，因而在指标体系的构建上有较大分歧，所以科技进步评价的指标体系法本身也有待于深入研究，逐步完善。另外，指标体系法本身也决定了它缺乏高度的概括性，提供的信息比较零散，很难从中看出科技进步的系统效果，因而在宏观上也很难归纳出有价值的政策建议。为弥补指标体系法的缺陷，各类科技进步指标的综合法研究引起了人们的广泛注意。

“科技进步”与“技术进步”用词推敲。在我国各个时期的官方文件和领导人的讲话中较多使用“科技进步”一词。原苏联学者的提法也是如此。而美国的部分学者则较多使用“技术进步”一词。不同的场合用词有所不同。我国经济建设达到较大的规模、物质技术具备相当的基础后，继续维持以外延型为主的扩大再生产就有了困难，从而使人们认识到必须适时转向以内涵型扩大再生产为主，使经济增长主要依靠提高经济效益来实现。而经济效益的提高又必须依靠科学技术的进步。在这样的形势下，党中央和国务院于1982年不失时机地明确提出：我国经济振兴要依靠科学技术的进步，并把它作为一项战略任务。此后，“科技进步”、“技术进步”之类名词经常出现于报刊、杂志、广播、电视，存在一定程度的混乱。从根本上讲，这种现象，反映了理论界的认识不明确。科技进步是科学技术进步的简称。显然技术进步是科技进步的一部分。

科学和技术在概念上是不同的，一般认为：科学进步为技术进步提供理论基础和指导方向；技术进步为科学进步提供方法和手段。因此，在不同内容不同场合用词应有所选择。当我们论述的问题涉及科学和技术两个方面时就应选用“科技进步”一词。例如，从研究经济增长的因素这一角度来考察，到底是哪一种提法更符合客观实际呢？因为科学和技术都可以通过提高生产要素本身的有效性，或提高要素间配合的有效性来发挥在经济增长中的作用的。科学和技术的进步在经济增长中的作用是无法区分，也是没有必要加以区分的。因此，在提法上“科技进步与经济增长”显然比“技术进步与经济增长”更加符合客观实际。若只涉及技术进步问题，如研究技术改造、技术引进对企业技术进步的影响时，用“科技进步”就不如用“技术进步”更合适了。另一方面，由著名学者钱学森提出的现代科学技术的结构体系可知，技术科学介于基础科学和工程技术之间，通俗地讲，可以说，它既是科学也是技术。虽然，科学和技术在概念上是不同的，然而它们在现实生活中的交界面是模糊的，存在着互溶共流的现象。此时，科学和技术就很难区分，在这种情况下，强调“科技进步”和“技术进步”的提法不同就没有什么意义了。因此，“科技进步”和“技术进步”两词的选用要看内容、场合而定。本文力图慎用，并考虑到人们的习惯用法。

“科技进步”的经济学涵义与一般涵义是有区别的。要定量分析科技进步的经济效益，具体测定科技进步在经济增长中所占的份额大小，必须对科技进步的涵义有一个严格的定义，这就是所谓科技进步的经济学涵义。它与一般意义下的涵义是有所差别的。

“科学、技术以及科技进步在一般意义下的涵义到底是什么”本身就是“科学学”的一项研究课题。目前虽有多种说法，但并不影响经济学家从研究经济增长因素的需要出发。为“科技进步”下

定义。从本世纪 50 年代以来，人们越来越清楚地认识到，在物质生产过程中产出的增长除来自各生产要素投入量的增长以外，还与劳动力素质的提高、装备和工艺的改进、资源配置的合理化、经营管理水平的提高，以及有利的社会政治环境等各因素的作用有关。这里所列的各种因素在产出增长中所起的作用，都是通过各生产要素效率的提高来实现的。因此，经济学家把产出增长中扣除由于各生产要素投入量的增长，而导致的产出增长后的剩余部分归结为由于综合要素生产率的提高。影响综合要素生产率水平的因素很多，但起主要作用的是科学技术的发展水平。因此，在经济学界就把综合要素生产率水平作为衡量广义科技进步水平的定量指标。科技进步是社会系统的需求和科学技术系统的进步相互作用，使一定数量的生产要素的组合，生产出更多产品，或以较少数量的生产要素的组合，生产出相同产品的所有因素共同发生作用的过程。从微观看企业技术进步，也不是某一个或几个要素的作用。它也表现为上述定义下的一种动态过程。科技进步的实现包括各种方式，对企业来说，技术改造、技术开发与研究、技术引进、提高管理决策水平和劳动者素质是最重要也是最基本的方式。这样，科技进步在经济学中指的只是当科学技术的成果（包括管理）引进生产过程并与生产要素相结合之后，引起要素效率发生变化的宏观经济效益。这就是科技进步的经济学涵义。显然，它比一般意义下的科技进步涵义所涉及的面要窄得多。因为，尚未见诸经济效益的科技进步是不包含在经济学涵义下的科技进步之内的。

根据涉及领域的宽窄，科技进步有广义、狭义之分。一般把只涉及生产领域、生活领域的科技进步称为狭义的科技进步；若除此之外，还包括涉及管理、决策、交换、流通等领域在内的科技进步就称为广义的科技进步了。由于科技进步的经济学涵义是以是否见诸经济效益为依据的，而不管来自哪一领域。因此，经

济学涵义下的科技进步是广义的科技进步。

科技进步的类型：

自古以来，在生产过程中，人们总是希望能以较少的投入生产出尽可能多的产出。科技进步能使人们的这一愿望变为现实，科技进步总是通过效率或效益的提高来体现的。

体现的与非体现的技术进步

技术进步可分为体现的 (Embodied) 和非体现的 (Disembodied)。一般地说，技术是物化于资金和劳动力之中的，因为技术进步往往也是同资金和劳动力结合在一起的，通常体现为资金和劳动力质量的提高，这样的技术进步叫作体现型的技术进步。另一类技术进步，如管理与决策水平的提高、生产要素间配合效率的提高等，无需以要素的质量提高为前提，这类科技进步即为非体现型的科技进步。但是为了研究和分析的方便，常常假定技术进步都是独立于资金和劳动力之外的因素，即技术进步并不物化在资金和劳动力中，即把技术进步前后的资金和劳动力视为同质的，把体现的和非体现的科技进步合在一起研究。

在存在非体现型技术进步的情况下，假定经济增长是在生产技术和工艺方法没有改变，劳动者的平均技术装备水平和劳动生产率水平没有变化的条件下，单纯依靠技术进步获得的。在早期的技术进步研究中，技术进步都被假定为非体现的，当然实际情况并非如此。为了摆脱非体现的假设，国外的许多经济学家为此做了大量的工作，希望能度量体现与非体现的两种类型的进步。这方面的工作取得了一些成果，其中以索洛-尼尔森 (Solow-Nelson) 同期模型最为著名。但是用索洛-尼尔森模型测算技术进步是非常复杂的，参数估计更为困难。

技术进步的倾向(Technical Change Bias)

由于提高效率的途径是多种多样的，因而使技术进步具有各种不同的类型。技术进步除以“体现—非体现”分类外，也可从节

约哪一种生产要素为主来分。西欧、北美在近几个世纪以来的经济发展过程中，人们可以发现，资金的增长速度明显地高于劳动的增长速度。这说明技术进步是有一定倾向的，倾向于节约生产要素——劳动的使用量。希克斯(Hicks)认为，生产要素相对价格的变化，促使技术进步倾向于节约相对比较昂贵的投入要素。按技术进步的不同倾向，可把技术进步分为3种类型：中性技术进步；节约劳动型技术进步；节约资金型技术进步。其中以中性技术进步研究最为深入，应用最为广泛。

国际上最早提到中性技术进步这个概念的是希克斯。他在1932年出版的《工资理论》一书中提到的中性技术进步，是指在投入要素比例不变的情况下，资本与劳动的边际替代率保持不变的技术进步过程。哈罗德(R. Harrod)1948年在其所著的《动态经济学导论》一书中提出了在资本产出率固定的情况下，利息率保持不变的技术进步过程。哈罗德提出这一概念的经验基础，是当时利息率和资本产出率存在着长期的稳定性。但是，无论是希克斯，或是哈罗德都没有建立起一套一般性的有关技术进步中性问题的理论，而只是较早地提到了这一问题。这一问题到1968年才由佐藤(R. Sato)和贝克曼(M. Beckmann)给以解决。他们提出了中性技术进步的一般概念，并分析了劳动资本比率、资本产出率、劳动产出率、劳动资本边际替代率、利息率、工资率、劳动资本替代弹性等两两保持不变情况下的中性技术进步，以及技术进步不存在和生产函数无解的问题，给出了上述各可能情况的组合下各种中性技术进步的生产函数表达式，并对这些中性技术进步形式进行了分类。

在此，我们不一一罗列中性技术进步的类型，只是把常用的有代表性的3种形式列于下表