

技术经济学

方法 技术与应用

高百宁
王凤科 编
郭新宝

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

技术经济学——方法、技术与应用

高百宁 王凤科 郭新宝 编

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

技术经济学：方法、技术与应用 / 高百宁，王凤科，郭新宝编.
—北京：北京理工大学出版社，2006.9
ISBN 7-5640-0888-1

I. 技… II. ①高… ②王… ③郭… III. 技术经济学 IV. F062.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 110841 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 19.25

字 数 / 396 千字

版 次 / 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 5000 册

定 价 / 30.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题，本社负责调换

前 言

笼统地说,技术经济学是研究技术与经济相互关系的新兴学科。具体地考察,技术经济学应具有如下特征:实用性,其基本任务就是探讨技术方案在经济上的优劣,进而寻求技术与经济最佳结合的方式与实现途径;交叉性,它综合了财务知识、会计知识、预测知识、决策知识、管理知识以及工程知识;发展性,从20世纪50年代把苏联的技术经济分析移植过来形成技术经济学起,其发展过程中不断吸收新的知识,今天,价值工程和技术创新已成为技术经济学不可缺少的重要内容。

技术经济学属于管理学科,但却是最贴近工科学生的管理学问。工科大学生是未来的工程师,其社会使命就是推进企业乃至社会的技术进步,技术经济学能够帮助他寻找技术进步的最佳方案。因此,许多高校在工科学生中开设技术经济学课程也就不足为奇了。

由于长期在教学第一线从事技术经济学的教学工作,对象又是工科学生,自然累积了许多体会和感受:

技术经济学教学的基本目的在于让工科学生了解和掌握技术方案的评价指标体系,用于研判方案的可行性和优越性,进而形成项目申报文本的核心部分。这里强调的是培养一种实用技能。

技术经济学教学的目的在于让工科学生了解和掌握技术与经济的最佳结合的具体形式和方法,培养一种经济评价的理念与方法体系,这里强调的是培养一种经济理念。

技术经济学教学的高级目的在于让工科学生了解和掌握技术创新战略的体系框架,以便日后把创新意识纳入技术创新的战略框架之中,这里强调的是培养一种整体思维。

在对工科学生讲授技术经济学时,适宜以企业为基本出发点,使其增强现场感,并保证思维的一贯性。

技术经济学在逻辑上是应有先修课程的,但工科学生往往缺乏这些知识准备。

带着这些体会和感受,我们组织编写了这本《技术经济学——方法、技术与应用》。对技术经济学的通行内容进行了适应性删减、增补和重新梳理。使其具有了如下特点:

- (1) 本教材不仅适合作工科学生的教材,而且适应于工程技术人员的自学和参考。
- (2) 本教材从技术经济的基本方法入手,到基本理念,再到整体性思维,视野不断拓宽,有利于培养学生的技术管理和工程管理素养。
- (3) 本教材加入了财务会计、预测工具等知识准备,便于学生更好地理解技术经济的方

法体系。

本书的撰写分工如下：高百宁，第一章、第二章和第四章；王凤科，第六章、第七章和第九章；郭新宝，第三章、第五章和第八章。全书由高百宁、王凤科负责制定大纲；高百宁最后统稿定稿。在本书编写过程中，研究生杨玫参与了大量的文献整理工作，特向她致以谢意。

在本书编写过程中，参阅了大量相关教材和文献，特向它们的作者表示深深的感谢。

编 者

目 录

第一章 技术经济学的基本理论.....	1
第一节 技术进步与经济发展理论.....	1
第二节 经济效益理论.....	20
第三节 技术经济分析的基本原则.....	22
第二章 技术经济学知识准备.....	27
第一节 财会基础知识.....	27
第二节 预测工具.....	60
第三节 决策相关成本概念.....	77
第四节 市场调研.....	80
第三章 技术经济动态分析基础.....	91
第一节 资金的时间价值.....	91
第二节 资金等值的概念与计算.....	105
第四章 技术方案的确定性分析.....	113
第一节 静态评价法.....	114
第二节 动态评价法.....	119
第三节 备选方案选择问题.....	132
第五章 不确定性分析.....	152
第一节 盈亏平衡分析.....	152
第二节 敏感性分析.....	158
第三节 概率分析.....	163
第四节 风险决策.....	174

第六章 设备更新与租赁分析	184
第一节 设备的磨损、补偿与折旧.....	184
第二节 设备更新决策.....	191
第三节 设备租赁决策.....	198
第七章 价值工程	204
第一节 价值工程概述.....	204
第二节 对象选择与情报收集.....	213
第三节 功能的定义与整理.....	217
第四节 功能评价.....	223
第五节 方案制定与实施.....	231
第八章 投资项目可行性研究	238
第一节 可行性研究概述.....	238
第二节 可行性研究的内容.....	241
第三节 可行性研究经济评价.....	246
第九章 技术创新战略及管理	263
第一节 技术创新理论的形成与发展.....	263
第二节 企业技术创新战略.....	270
第三节 技术创新管理.....	279
附录 复利系数表	288
参考文献	301

第一章 技术经济学的基本理论

第一节 技术进步与经济发展理论

一、技术与技术进步

(一) 技术及其与科学的关系

1. 技术的含义

技术，是人们时常接触的词，如计算机技术、电视机修理技术等。古今中外许多哲学家、经济学家、科学家、工程技术专家，从不同的角度对“技术”下过各种定义。从这些不同的定义中可以看出，“技术”这一概念随着时间推移，它的内涵越来越扩大。

在古希腊，亚里士多德曾把技术看做制作的技术。“Technic”这个词最早也就是技巧、手法的意思。18 世纪末，法国科学家狄德罗指出：“技术是为某一目的共同协作组成的各种工具和规则体系。”到了近代，人类进入机器生产时代，技能和技巧的作用相对减弱，人们把“技术”所表现的物质手段看做是技术的主要标志。因此，就有“技术是物质手段总和”的定义。在现代社会中，由于科学技术的发展，“技术”的概念也有了新的发展：

(1) “技术”扩大到人类社会活动的各个领域，不再局限于生产技术、制造技术，还包括管理技术、信息技术、决策技术等。

(2) “技术”中科学知识应用的程度增加了，科学知识和新成果成为技术的先导。

(3) “技术”活动中的物质手段，不仅指原来意义上的工具和设备，即硬件，而且包括控制设备互相作用方式、活动程序和过程的软件。原来的设备使用技巧、软件存在于人的经验与技能之中，现代的技术、软件也可以物化。此外，技术与社会之间的相互作用加强了，出现了专为决策者服务的特殊机构——咨询机构。

在现代社会中，技术的概念不断拓宽和加深，使对技术的单因素理解已无法包容其全部内容。因此，有人认为，“技术”是一组物质手段（硬件）和有效使用这些硬件的方法和工艺（软件）以及专供决策者利用的特殊机构（有机体）所组成的系统。也有人认为，“技术”应包括物质形态的技术、社会形态的技术和组织形态的技术。

这些定义的要点是：① 技术是“有目的的”；② 技术实现是通过广泛“社会协作”完成的；

③ 技术存在两种表现形式,即“工具”或硬件,“规则”或软件;④ 技术是成套的“知识体系”。

广义地说,技术是生产实践的产物,即人类在利用自然和改造自然的过程中积累起来的,并在生产劳动中体现出来的经验、知识和技能。狭义地讲,技术指技能和劳动工具。马克思主义哲学认为,构成社会生产和生产力的三要素是劳动工具、劳动对象和劳动者。从技术的含义分析,这三者密切相关。因此,技术是决定劳动生产率、发展社会生产力的重要因素。技术经济学的“技术”指广义的技术。

综合起来定义:技术是人类在认识自然和改造自然的实践中,按照科学原理及一定的经验需要和社会目的而发展起来的,用以改造自然的劳动手段、知识、经验和技巧。它包括实验技术、生产技术、服务技术、管理技术,具体表现为硬技术与软技术的统一所组成的多要素、多层次的复杂体系。

因此,“技术”是一个系统,表现为一种动态过程,存在于人和自然、人和社会的相互作用的发展过程之中,是主体和客体在发展过程中的统一。因此,在考察技术时,要全面地对待人、物和环境的关系。

从技术的形态来看,技术可以分为硬技术和软技术。

硬技术即物质形态的技术,或称物化的科学技术,泛指人们在劳动过程中用以改变或影响劳动对象的一切物质资料,其基础与核心是劳动工具。劳动工具标志着人类统治自然界的程度。它作为人的劳动器官的延长,使人的体力与智力神奇般地放大了,使生产效率几倍、几十倍甚至成千上万倍地增长。

软技术指知识形态的技术,包括工艺规程、制造技术、图纸资料、生产组织、管理技术等。没有先进的软技术,物质技术便不可能发挥应有的作用。软硬技术融为一体,相辅相成地配合发展,才可能推动技术进步和加速经济的发展。

2. 技术与科学的关系

技术与科学是相互区别而又相互联系的。技术既是人类有目的地改造自然的手段,又是改造自然的产物,在本质上反映着人对自然的能动关系,它与科学不属于同一概念。科学是关于自然、社会和思维的知识体系,其任务是认识客观世界,技术的任务是改造客观世界;科学回答的是“是什么”,“为什么”,技术回答的是“做什么”,“怎样做”;科学提供物化的可能,技术提供物化的现实;科学是发现,技术是发明;科学是创造知识的研究,技术是综合应用知识与需要的研究。科学与技术的区别如表 1-1 所示。

(二) 技术进步

1. 技术进步的含义

技术是生产力诸要素中最活跃和最活泼的因素,它是不断变化的,也即处于不断发展和变革的过程中。技术进步,就是技术不断发展、完善和创新的过程。狭义的技术进步,一般指工程技术或生产劳动体系手段的变革。广义的技术进步,是指科学研究、生产技术与管理技术不断变革及综合创新推动经济发展和社会进步的过程。它包括:

表 1-1 科学与技术的区别

项 目		科 学	技 术
目的任务		认识客观世界	改造客观世界
形 态		纯知识形态	物质形态或知识形态
与生产的关系		间接, 属于潜在生产力	直接, 属于直接生产力
对经济的作用		不能完全确定, 较长远	确定明确
研 究 特 征	选 题	自由探索	目标明确
	方 法	归纳分析、逻辑推理、想象力、 数学工具较为重要	实验、演绎推理与综合较为重要
	完成课题期限	较长或很长, 无法严格规定	有明确规定
	社会监督	弱	强

(1) 科学、技术、生产紧密结合, 科学、技术、生产协调发展。新的科学技术成果不断应用于各地区、各行业, 应用于生产、生活的各部门, 使整个社会的生产、生活和思维方式不断变革, 科技水平、生产水平、生活水平有普遍的提高。

(2) 采用新技术、新工艺、新设备、新材料, 用先进技术改造和替代落后技术, 改造企业和社会的物质技术基础。设计与制造高技术、高效能、高质量、高价值的新产品, 建立与发展新兴产业, 促进产业结构和产品结构的合理化与高级化, 不断提高经济效益。

(3) 用现代科学技术武装人, 科学与教育结合, 全面提高劳动者素质, 不断开发人的智力, 使智力劳动逐步成为劳动的主体。

(4) 综合运用现代科技成就, 提高管理现代化水平, 改善企业素质, 优化资源配置, 不断提高技术进步对经济增长的贡献, 使经济发展速度、结构、效益协同化, 大大提高经济增长的质量。

以上是从综合性角度阐述技术进步的内涵。由于技术进步对经济增长有着重要作用, 经济学家们还从经济增长的角度定义了技术进步的概念, 认为经济增长主要取决于资金投入的增长、劳动投入的增长以及技术进步。广义技术进步是指在产出增长中扣除劳动力、资金投入数量增长以及政策和自然条件等因素作用后的余额, 并借助生产函数定量测度了技术进步对经济增长的贡献。

2. 工业技术进步的涵义

工业技术进步是现代技术进步的主流。它是指技术在实现工业现代化及工业生产经营目标方面的变革与创新, 是一个包括工业技术研究、技术开发、技术引进、技术扩散、技术改造、产品开发、工艺设计、中试生产、劳动者培训、信息处理、经营决策、市场营销等多方

面、多环节组成的不断创新的有序运动过程。根据技术进步对要素投入结构的不同影响,工业技术进步又可分为节约劳动型技术进步、节约资本型技术进步和中性技术进步。

工业技术进步集中表现为:提高技术装备水平,改革工艺,提高劳动者素质,提高管理决策水平。对企业来说,通过技术进步要达到上水平、上质量、上品种、提高经济效益和市场竞争力的目的。其形式和方法包括以下方面:

(1) 技术攻关。各工业领域的方向性、基础性、关键性应用技术的研究,或大型项目技术难题攻关。

(2) 技术开发。以企业为主体开发应用新技术,形成新产品商品化生产的配套工业技术。

(3) 技术引进及消化吸收。引进、消化、吸收国外先进技术和智力,增强跟踪研究和开发创新能力。

(4) 技术改造。以提高劳动生产率、提高产品质量、增加品种、节能、降耗、改善劳动条件、保护生态环境、提高经济效益为目的,应用先进技术,改造落后企业与老产品。

(5) 标准和质量工作。建立标准和检测、监督管理体系,促进产品和生产的标准化,保证和提高产品质量。

(6) 科学管理和决策。建立、健全科技法规和决策的科学化、民主化、程序化运行机制,不断应用现代化管理的理论和方法,推动生产方式和生产技术的发展,实现组织管理创新。

(7) 人才培训和智力开发。组织人才培训和智力开发,不断提高管理人员、工程技术人员、技术工人的素质和技能。

(8) 技术咨询和诊断。组织工业各项领域的工程技术专家开展技术咨询和企业诊断。

(9) 合理化建议和技术改进。鼓励职工积极提合理化建议,努力进行技术革新。

(10) 新技术的推广。建立和完善技术商品化法规,培育及发展技术市场,促进科技成果转化应用。

(11) 国际技术经济合作。深化国际分工,在世界范围内有效利用技术资源,发展大科技,推进世界科技经济一体化。

二、经济发展

(一) 经济及大经济观

1. 经济的含义

“经济”一词,在西方语言中,是由希腊文 O'ikos (家产) 和 N'emein (管理) 合成的 Oikonomia 演变而成的 (Economy), 是家产管理的意思。希腊哲学家、科学家亚里士多德把“经济”定义为谋生手段。19 世纪后半期,日本学者翻译西方著作时,借用古汉语中“经济”一词,以后被我国普遍采用。对它的理解也因而而异。

经济是一个多义词。其一,经世济民,治理国家;其二,指一个国家国民经济的总称,或指国民经济的各部门,如工业经济、农业经济等;其三,指社会生产关系的总和,是上层

建筑赖以建立的经济基础,如经济基础中的“经济”。其四,指物质资料的生产、交换、分配、消费等经济活动;其五,节约或节省,含效益之意,如某技术方案、某工程比较经济,这里的“经济”是指节约。依其活动范畴与运行机制,经济又可划分为宏观经济与微观经济,也可划为宏观经济、中观经济(准宏观经济)及微观经济三个层次。技术经济学中的“经济”主要是指最后一种含义。

2. 大经济观及其特点

随着科技进步及市场经济的发展,人们形成了大经济观。所谓“大经济”,是视经济为一个动态的、开放的大系统,系统内各生产力要素协调组合,人流、物流、信息流有序运行,形成经济与科技、社会协调发展的运行机制与体制。对外与世界经济联网接轨,进行能量、信息的交换互补,在市场机制的作用下,不断优化系统内的产业结构、产品结构与技术结构,保证经济持续稳定地发展。现代化的大经济具有下述特点:

(1) 科技化。科学技术进步渗透到整个经济活动中,科学技术研究成为生产、经济活动的先导,科学技术研究成果的应用与物化,成为提高经济效益的保证。科技与经济的紧密结合,推动着经济发展由粗放型向集约型转轨,产业结构由劳动密集型向技术密集型转换,技术结构由传统技术向高新技术发展。

(2) 信息化。信息成为战略性资源。高度发达的电子信息技术与现代通信手段,推进了社会信息化与经济信息化,为系统内部和外部的联结,开辟了条条通道,促进了世界经济一体化与全球资源共享。并且,不仅由于灵敏而准确的信息传递与处理,加强了对经济运行过程的有效控制,而且使把握未来的“战略管理”成为经济管理的重心。可以说,没有信息,就没有现代经济。

(3) 系统化。大经济作为一个系统,具有系统结构的复合性、系统平衡的动态性、系统目标的整合性等特征。系统内的各生产力要素,经济活动中生产、交换、分配、消费各个环节以及经济活动的宏观、中观、微观层次,均不是孤立存在、单独作用的,它们自始至终相互作用和制约,在市场经济发展过程中寻求运动中的动态平衡,协调配合,实现目标的整合性。

(4) 效益化。大经济是效益化的经济,它以经济科技化、信息化、系统化为保证,促进资源的有效配置和节约使用,促进产业结构、产品结构,技术结构、市场结构和企业组织结构的合理化及高级化,进而实现经济的效益化和长足发展。

(二) 经济增长与经济发展

经济增长与经济发展是经济生活中常常涉及的两个相互联系而有区别的概念。

1. 经济增长

经济增长是指一个国家产品和劳务数量的增加,或人口平均实际产出的增加,通常以国民生产总值(GNP)、国内生产总值(GDP)或国民收入(NI)及其人均数值来衡量。

2. 经济发展

经济发展指经济增长中伴随着的经济结构、社会和政治体制的改革。即不仅是产出的增长,还意味着随着产出增加而出现的产出与收入结构上的变化以及经济条件、文化条件的变化,经济增长质量的提高,物质福利的增进等。例如国民经济中第一、二、三产业结构的变换,国民生产总值及就业中农业比重的下降,经济效益的提高,国民受教育程度的提高,职业类型的变化等等。

经济发展以经济增长为前提,它不等于经济增长但包括经济增长。而经济增长并不一定带来经济发展。有的国家经济增长速度很高,但并没有取得社会经济的普遍进步、经济效益的提高或结构的改善。此种现象被称为“有增长而无发展”或“没有发展的经济增长”。

了解经济增长与经济发展的概念,有助于我们正确处理经济发展中速度与效益的关系。一方面,在经济建设事业中必须保持经济的适度增长,扩大生产规模,增加经济活动总量;另一方面,又必须努力实现结构的合理化、高级化,不断提高经济效益,走内涵扩大再生产与外延扩大再生产相结合的道路。所谓适度的经济增长,实质上就是指经济发展速度、结构、效益的协调统一。在确定经济增长率时,要充分考虑:①与当时的资金、资源、市场、技术等客观条件适应;②带动结构优化和技术进步;③促进资源有效利用,获取良好的经济效益;④保持速度和效益增长的一致性,实现经济长期稳定增长。

三、技术进步与经济发展的关系

科技进步与经济发展是相互联系、相互促进而又相互制约的辩证关系,这种矛盾统一的辩证关系,是由科技及经济的本质属性与发展机制所决定的。

(一) 技术与经济关系

技术和经济在人类进行物质生产、交换活动中始终并存,是不可分割的两个方面,两者相互促进又相互制约。技术具有强烈的应用性和明显的经济目的性,没有应用价值和经济效益的技术是没有生命力的。而经济的发展必须依赖于一定的技术手段,世界上不存在没有技术基础的经济。技术与经济的这种特性使得它们之间有着紧密而不可分割的联系。

任何新技术的产生与应用都需要经济的支持,受到经济的制约。综观世界各国,凡是科技领先的国家和产品超群的企业,无一不对研究与开发进行高投入。美国、日本、德国、英国、法国等国家的研究与开发费用在20世纪80年代就已占国民生产总值2.3%~2.8%,而大部分发展中国家由于经济的制约只能保持在1%以下。对企业来说,重大的技术革新需要大量的投资,冒很高的风险。例如,德国西门子公司每年有上万项发明和创新,其电气技术专利约占德国该方面专利数的1/4,除了该公司多年的技术积累外,主要得益于每年高达几十亿马克的研究与开发经费的投入。美国研制一种一类新药一般需要投入数亿美元经费,需10~12年的开发周期。据统计,美国基础研究的成功率为5%左右,技术开发的成功率为50%左右,一旦研究开发失败,经济上要蒙受相当大的损失。因此,没有雄厚经济实力的企业是难以支

撑新技术的研究与开发的。

但同时,技术的突破将会对经济产生巨大的推动作用。综观世界经济发展史与技术发展史,无论从世界层面上还是从国家层面上,都可以清晰地看到这一点。从世界层面上,科技革命导致了产业革命,产业革命引起的经济高涨又对新技术提出了更高的需求,提供了更好的经济支持,从而引发了新一轮的技术革命。每一轮的技术革命都引发了新兴产业的形成与发展,世界经济就在这种周而复始的运动中得到高涨、繁荣与发展。

18 世纪的工业革命,蒸汽机的出现取代了人们繁重的体力劳动,产生了现代意义上的冶金、纺织、机械制造、交通运输业,使手工作坊转向机器大生产,出现了现代意义上的工厂,引发了社会生产力的巨大变革。工业革命使生产效率提高到手工劳动的 100 倍以上,极大地推动了经济的高涨。发展了的经济又对新技术提出了更高的需求,孕育了以电子、电机应用和无线电通讯等为代表的新技术,促成了第二次技术革命的发生,电气时代取代了蒸汽机时代,使得社会生产力又产生了一次新飞跃。以信息科学为代表的新技术革命将人类从工业化时代带入信息时代,必将引起社会生产力的更大飞跃。

技术革命与经济高涨交替作用,周而复始,将人类带入到一个高科技、高经济增长、高生活质量的富裕境界。

从国家、企业的层面上观察,一个国家、一个企业的兴衰从根本上是由技术创新及其有效性决定的。比较一下 19 世纪的富国排行榜与当今的富国排行榜,保持领先地位的国家和后来居上的国家和地区无一不是依靠富有成效的技术创新(除了极个别石油资源特别丰富、人口又稀少的国家)。其中最典型的是资源稀缺的日本,从上世纪初的前 20 名之外,一跃而名列前茅。而上世纪一些依靠资源而富有的国家,由于没有在技术创新上大力投入,到今天已名落孙山。美国王安电脑公司曾盛极一时,王安本人亦曾名列美国第五大富豪,由于该公司未及时跟上计算机转型创新的步伐,终于败给了 IBM 公司和苹果公司,使企业濒临破产。诺基亚公司过去生产火柴与胶鞋,后来他们在旧金山一间很小的办公室开发高新技术的通信设备,取得了巨大的成功。1994 年诺基亚公司的纯利润是 64 亿美元,今天它已成为世界上生产蜂窝电话和高级计算机监督程序的主要公司。

新中国成立以来,经济发展速度很快,特别是改革开放以来,经济增长始终保持高速度,除了由于生产关系的变革解放了生产力外,主要得益于技术创新。我们引进了大量的国外技术(包括“一五”期间从苏联引进的 156 个项目和改革开放后引进的数千个项目),建立了现代化的汽车工业、飞机工业、钢铁工业、石油化学工业、通信工业、电力能源工业等基础工业,向乡镇企业扩散了大量的适用技术,使得过去很多需要进口的产品也能自行生产。过去只有大中型企业能生产的产品,现在中小企业、乡镇企业也能生产了。国内的卖方市场已变为买方市场,短缺经济已基本不存在,从而促进了经济的大幅增长。

综观世界,国家与企业的兴衰交替可以得出一个明确的结论:一方面,发展经济必须依靠一定的技术,科学技术是第一生产力;另一方面,技术的进步要受到经济条件的制约。技

术与经济这种相互促进、相互制约的联系,使任何技术的发展和运用都不仅是一个技术问题,同时又是一个经济问题。任何技术方案的科学决策都应通过技术经济论证,正确处理技术与经济的关系,做到技术和经济的最佳结合。因此,技术与经济的关系是密不可分的。

第一,技术与经济是同时存在、不可分割的统一体。在任何工程项目和产品的开发与生产方案中,既要考虑它们的技术要求,又要考虑它们的经济要求,也就是要实现方案的技术先进性与经济合理性的统一。在方案评价时,经济离不开技术,技术也离不开经济。

第二,技术与经济之间存在着相互制约和相互促进的辩证关系。技术是手段,经济是目的。科学技术是发展生产力的手段,满足社会经济需要是目的。经济发展的需要是推动技术进步的动力,而任何一项新技术的产生、发展都是由于社会经济需要所引起的。技术的每一次进步,都实现了社会需要的满足;社会不断提出新的需要,又推动和促进了技术的不断进步。从技术的角度分析,一定技术的产生,都是为了满足一定的经济需要,只有当经济需要发展到一定阶段,才会产生一定的技术;技术的发展,会更好地满足社会经济生活日益增长的需要,而社会经济的需要又将促进技术的不断发展,先进技术又使经济发展到更高阶段。

第三,技术与经济之间相互矛盾、对立、限制和排斥。技术与经济的关系,不只是有统一的一面、相互促进的一面,还存在着相互矛盾的一面。实践中,先进的技术不一定合理的经济方案。比如,太阳能发电、遥感、机器人等技术,都可以说是先进的技术,但因受社会经济条件的限制,费用昂贵,经济效果不好,而不能得到广泛采用。另一方面,合理的经济方案,不一定是先进的技术,比如半机械化,它的技术并不先进,但却适用可行,经济效果好,因而广泛应用于生产实践。技术经济论证,就是为解决这一对矛盾,对技术方案进行经济评价,对经济方案进行技术论证:要求被论证的方案既要有好的技术价值,又要有好的经济效果。一般来说,先进的技术具有好的经济效益;较高的经济效益,必须有先进的技术来保证。只有这样,才能防止环境污染、核能泄漏等不良后果。

(二) 科学技术对经济发展、社会进步的推动作用

早在 100 多年前,马克思和恩格斯就已明确说明科学技术是生产力,他们高度评价了科学技术的社会功能,指出科学是一种在历史上起推动作用的、最高意义上的革命力量,是历史前进的有力杠杆。

20 世纪 40 年代以后,特别是近二三十年来,新科技革命的蓬勃兴起,把人类社会推向了科学社会化、社会科学化的新时代。当代科学技术已渗入到人类物质生产和社会生活的各个方面,成为经济发展的决定力、社会进步的推动力、政治的影响力、军事的战斗力的。在这一新的时代背景下,1988 年邓小平同志提出了“科学技术是第一生产力”的论断,它丰富和发展了马克思主义关于科学技术的学说,是对科学技术地位及其巨大作用的最本质的概括和最高的评价。

下面从科学技术的指数效应、变革效应及渗透效应三个方面,归纳分析科学技术成为第一生产力的内涵以及它对于经济、社会发展的巨大作用。

1. 科学技术的指数效应

科学技术的指数效应, 主要从科技对于生产、经济发展的巨大推动作用, 亦即科学技术已成为现代经济发展的第一位的决定性因素, 来说明科学技术的地位和作用。马克思早就论述过科技劳动作为智力劳动是简单劳动的“自乘”或“倍加”, 也就是说等量劳动时间内, 科学技术能创造比简单劳动大得多的价值。而现代科学技术作为最先进的生产力, 对其他生产力要素更具有神奇般的放大作用。这种放大作用可用如下公式表示:

$$\text{生产力} = (\text{劳动力} + \text{劳动工具} + \text{劳动对象}) \times \text{科学技术}$$

现代科学技术对放大生产力的指数效应, 是通过科技与经济、与直接生产过程的结合而渗透到其他生产力要素中所形成的。主要表现在:

(1) 在现代科技知识武装下, 劳动者素质显著提高, 科技进步造就了科研和工程技术、管理方面的大量专门人才, 促使生产方式由体力化向智力化作质的转变;

(2) 先进技术的替代与改造, 使劳动工具的效能大大提高, 生产不仅由手工劳动转向机械化、自动化, 更进一步转向自控化、智能化, 企业及整个社会的物质基础发生了根本性变革;

(3) 新兴技术的发明应用, 同时扩大了劳动对象的范围, 开拓了新资源, 拓展了生产的深度与广度;

(4) 与科技进步伴生的经济结构、产业结构、工业布局的调整变化和管理方法的改革等, 又进一步改善了生产要素的组合、配置, 使生产要素的量态、质态与结构呈现系统优化。综上所述, 科学技术一旦与其他生产力要素结合, 必将促进劳动生产率的极大提高与国民经济的加速发展, 而且这种提高与发展是以内涵为主的、集约经营型的, 因而能保证经济持续、稳定地发展。

科学技术的这种指数效应, 在第一、二次技术革命中就已表现出来: 18 世纪 70 年代以蒸汽机的采用为标志的第一次技术革命, 由于实现了手工工具向机械的转化, 改变了社会的生产面貌, 在不到 100 年的时间里, 社会创造的财富超过了以往历史上所创造的社会物质财富的总和。19 世纪 70 年代以电力的广泛使用为标志的第二次技术革命, 使人类社会实现了电气化, 推动了工农业生产和交通运输业的大发展, 又在不到 100 年的时间里, 使全世界工业生产总值增长了近 20 倍。

20 世纪 40 年代以后发生的以电子计算机、核能、宇航技术为标志的第三次技术革命, 一系列高新技术得到广泛应用, 更使物质生产领域进一步发生了根本性变化, 生产力迅猛发展。例如, 美国每年应用计算机完成的工作量相当于 4 000 亿人一年的工作量。

发达国家中, 科技进步在经济增长中所占份额, 已由 20 世纪初的 5%~20% 提高到目前的 60%~80%。产品中科技含量的高密化, 大大提高了商品的附加值, 据统计, 第二次世界大战后, 产品的科技含量每隔 10 年约增长 10 倍。20 世纪 50 年代, 代表性产品是钢材, 每千克价格当量以 1 元计; 60 年代, 代表性产品是汽车、洗衣机和电冰箱, 其每千克价格当量

分别为 30 元、60 元、90 元；70 年代，代表性产品是微机，每千克价格当量为 1 000 多元；80 年代高科技产品的代表产品是软件，它没有什么重量，但科技含量高密化，其价格如按千克算，就不是什么 10 倍增长的问题，而是过去年代产品的千百倍了。

2. 科学技术的变革效应

技术的变革效应是指科技对推动历史发展、社会变革的强大功能，表现在以下几方面：

(1) 推动经济结构和产业结构的深刻变革。以农业为主的第一产业和以制造业为主的第二产业在国民经济中的比重逐年下降，而包括公共服务业、交通运输业、商业、科教业、卫生业、通信业等的第三产业，在国民经济中的比重则不断上升。目前美、日、英、法等发达国家第三产业在国民经济中的比重均超过 50%。高新技术产业在国民经济中占有极其重要的地位。

(2) 推动生产方式的变革。产业结构的高级化，相应地改变了体力劳动与脑力劳动的结构。如在机械化程度低的情况下，体力劳动与脑力劳动之比为 9:1；在中等机械化的情况下变为 6:4；而在全盘自动化情况下则为 1:9，说明脑力劳动创造的价值越来越大。

(3) 促进了经济的软化。经济软化率是经济结构高级化的重要特征，美日等工业发达国家，软件在整个产品价格中的比重不断提高。20 世纪 50 年代硬件与软件占产品价格比重为 8:2，70 年代为 5:5，90 年代为 2:8，2000 年后为 0.5:9.5。经济的软化意味着现代产品对原材料、能源和一般性劳动力的依赖性减少。目前，半导体制造成本中 70% 为知识（即研究开发费用），而劳动力成本不到 12%。半导体芯片的成本中，原材料仅占 1%~3%。

(4) 推动社会变革。科技的变革效应更深刻地表现在科技革命推动生产（产业）革命，而生产革命又导致社会革命。三者之间的内在必然联系表现如图 1-1 所示。其历史过程如表 1-2 所示。

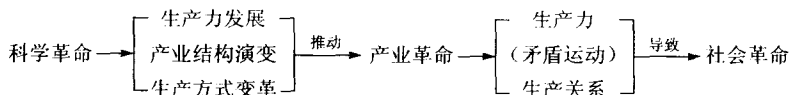


图 1-1 科技革命、产业革命和社会革命关系示意图

表 1-2 科技革命、产业革命和社会革命的历史关系

年 代	科技革命	产业革命	社会革命
约公元前 13000 年— 约公元前 4000 年	石器的应用 牲畜驯养技术 (石器时代)	畜牧业革命	从蒙昧期进入原始社会
约公元前 4000 年— 约公元前 500 年	金属的应用 冶炼技术，手工制作技术 (青铜器时代)	手工业革命	从原始社会进入奴隶社会