

高等学校教材

技术经济学原理与方法

张贤模 张金锁 主编

机械工业出版社

高等学校教材

技术经济学原理与方法

张贤模 张金锁 主编
王 英 主审



机械工业出版社

编写第三、十章；康凯编写第四、十四章；吕荣杰编写第五、十一章；安玉琢编写第六、七章；胡宝民编写第八、九、十三章。全书由张贤模、张金锁主编。

王英教授担任本书主审，他以严谨的治学态度、对读者负责的精神和渊博的学识，对书稿提出了详细和中肯的意见，谨此表示感谢。

编者

前 言

在我国改革、开放的大好形势下,随着经济建设的蓬勃发展和社会主义市场经济体制的确立,技术经济研究工作已被提到一个重要的位置,对于决策的科学化起着越来越重要的作用,带来了良好的社会效益与经济效益。

长期以来,我国多数工程技术人员不熟悉经济,而他们所从事的工作,无论是新产品开发与设计、技术创新、工艺与设备选择、工程项目评估、技术引进、技术改造,还是投资决策、行业规划、产业结构调整等等,都离不开讲求经济效益。技术进步的概念属于经济范畴。在市场经济条件下,依靠技术进步推动经济发展是技术工作者与经济工作者的共同责任,也是当前社会主义经济建设实践中亟需重视的问题。

高等工科院校设立技术经济专业,目的是为培养具有工程技术基础和经济知识的复合型人才。技术经济学作为该专业的主修课自不待言。而所有工程技术专业的学生,也有必要学习和了解如何使技术与经济结合,以便在技术工作中能够获得良好的经济效益。

1990年,国家教育委员会技术经济专业教学指导委员会和原机械电子工业部技术经济专业教学指导委员会召开的天津会议上,与会委员及兄弟院校的专业教师,在总结技术经济学学科建设及教材建设时,深感以往技术经济研究大多偏重于具体方法的应用,而对基础理论和方法论的研究不足,为此提议将原来的《技术经济学》教材分解为《技术经济学原理与方法》和《技术经济学应用与案例》两门教材,以适应培养高级技术经济人才的需要,同时也为建立本学科完整的理论体系和方法论体系打下基础。

会后,我们根据技术经济专业教学指导委员会天津会议纪要的精神,立即组织有关专业教师投入这一工作,查阅了大量文献和已出版的技术经济学教材及著作,通过学习与研讨,按照专业培养目标及课程设置的要求,制订了“技术经济学原理与方法”教学大纲,继而编写出教材初稿,在校内试用。

1991年,技术经济专业教学指导委员会在成都召开年会,会上确认了天津会议的构思和提议,决定组织院校编写出版《技术经济学原理与方法》《技术经济学应用与案例》两本教材。后,我们对校内试用的教材作了进一步订正,经原机械电子工业部技术经济专业教学指导委员会评审,推荐为高等工科院校试用教材。在这里,本书编者对指导委员会各位专家、教授们给予的全面指导和悉心帮助表示深深的谢意,特别是清华大学傅家骥教授、华中理工大学蔡希贤教授、上海交通大学唐元虎教授和吉林工业大学杨杰教授的具体帮助,使我们开阔了视野,充实了教材内容,在此一并致以由衷的感谢。

近十几年来,由于经济建设和教学工作的需要,我国已经出版了多本技术经济学教材和专著。这是学科兴旺发达的重要标志。我们在博采众长的基础上完成的这本教材,力图按照教学需要,将基本原理和研究方法进行了力所能及的归纳,在结构体系上力求层次清晰和条理化。但是,由于我们的水平有限,加之客观上新生事物不断涌现,书中不足之处在所难免,恳请使用本教材的院校及老师不吝指教,以便在今后教学中不断加以充实。

本书编写人员的分工是:张贤模编写前言与第一章;张金锁编写第二、十二章;石淑玲

目 录

前言

第一章 概论.....1

- 第一节 技术与经济的关系.....1
- 第二节 技术经济学的学科性质.....2
- 第三节 技术经济学的研究对象.....2
- 第四节 技术经济学的学科特点.....3
- 第五节 技术经济分析的程序.....4

第二章 技术与经济协调发展

理论.....5

- 第一节 技术与经济概念.....5
- 第二节 技术与经济相互作用原理.....6
- 第三节 技术与经济协调发展原理.....11
- 第四节 技术进步促进经济增长原理.....14
- 思考题.....20

第三章 经济效益与经济评价

理论.....21

- 第一节 生产力理论与再生产理论.....21
- 第二节 资源有效利用原理.....24
- 第三节 经济效益理论.....18
- 第四节 经济效益评价理论.....30
- 思考题.....34

第四章 技术创新.....35

- 第一节 技术创新的概念与过程.....35
- 第二节 技术创新的动力.....38
- 第三节 企业技术创新.....42
- 思考题.....47

第五章 技术选择与技术评价.....48

- 第一节 技术选择原理.....48
- 第二节 宏观与微观技术选择.....50
- 第三节 技术评价原理.....53
- 第四节 技术评价的程序与方法.....57
- 思考题.....62
- 练习题.....62

第六章 经济分析基本要素.....64

- 第一节 投资.....64
- 第二节 成本与费用.....69

第三节 固定资产折旧.....71

第四节 收入、利润与税金.....75

思考题.....78

练习题.....78

第七章 资金等值换算.....80

- 第一节 现金流量.....80
- 第二节 资金时间价值与资金等值.....82
- 第三节 资金等值换算公式.....84
- 第四节 利息与利率.....93
- 思考题.....95
- 练习题.....95

第八章 技术方案的企业经济

评价.....97

- 第一节 概述.....97
- 第二节 企业经济评价指标体系及评价程序.....97
- 第三节 时间性评价指标.....102
- 第四节 价值性评价指标.....106
- 第五节 比率性评价指标.....108
- 第六节 经济评价指标的关系及选择.....114
- 第七节 企业经济评价中几个问题的讨论.....116
- 思考题.....116
- 练习题.....117

第九章 技术方案的国民经济评价.....118

- 第一节 概述.....118
- 第二节 费用和效益的识别.....119
- 第三节 影子价格与价格调整.....121
- 第四节 国民经济评价指标.....125
- 思考题.....125

第十章 技术方案的经济性比较与

选择.....126

- 第一节 方案比较的原则与基本方法.....126
- 第二节 企业资金规划.....130
- 第三节 技术方案的相互关系.....130
- 第四节 互斥方案的经济比较与选择.....132
- 第五节 独立方案的经济比较与选择.....137

第六节 混合方案的经济比较与选择	141	思考题	198
第七节 收益相同(或未知)互斥方案的经济比较与选择	143	练习题	198
思考题	144	第十四章 投入产出分析	200
练习题	144	第一节 投入产出分析原理	200
第十一章 不确定性与风险分析	146	第二节 全国价值型产品投入产出分析	203
第一节 概述	146	第三节 企业实物型投入产出分析	207
第二节 盈亏分析	147	第四节 企业价值型投入产出分析	211
第三节 敏感性分析	155	第五节 投入产出分析应用	217
第四节 风险分析	158	思考题	220
思考题	165	练习题	220
练习题	166	附录A 复利系数表	222
第十二章 综合评价方法	167	附表1 一次支付现值系数 $(F \rightarrow P)_n^i =$	
第一节 综合评价原理	167	$(1+i)^{-n}$	222
第二节 综合评价指标体系的建立	168	附表2 偿债基金系数 $(F \rightarrow A)_n^i =$	
第三节 指标权重的确定	172	$\frac{i}{(1+i)^n - 1}$	224
第四节 单纯定量型指标体系综合评价方法与模型	175	附表3 年金现值系数 $(A \rightarrow P)_n^i =$	
第五节 单因素模糊评价矩阵	177	$\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$	226
第六节 混合型指标体系综合评价方法与模型	180	附录B 累计正态分布(由0到Z曲线下单侧面积)表	228
第七节 综合评价案例	181	参考文献	229
思考题	185		
第十三章 价值工程	186		
第一节 概述	186		
第二节 功能系统分析	192		
第三节 方案的创新与实施	197		

第一章 概 论

技术经济学是一门新兴的、综合性很强的学科,是技术科学与经济科学综合发展的产物。

技术经济学在我国作为一门独立学科的出现,至今已有30多年的历史。它的发展,始终与我国社会主义建设事业紧密相连,伴随着经济建设的实践,走过了一段曲折的道路,经受了历史的考验。党的十一届三中全会以后,技术经济学得到了长足的发展。近10多年来,在党的改革、开放政策指引下,技术经济研究进入了建国以来最为活跃的时期,取得了大量成果,这对推动经济建设和技术经济学科的自身完善,都起到了重要作用。

一个新兴学科的建设,需要一代人甚至几代人的努力探索才能逐步完善。几十年来,许多专家、学者为技术经济学学科建设,进行过不懈的努力,付出了艰辛,作出了可贵的贡献。经过长期的理论探索和实践经验的总结,技术经济学已逐步明确了学科的研究对象、理论基础和结构体系,形成了本学科研究的方法和方法论。但是,任何一门学科在它的成长过程中,总是要经过一个从实践上升到理论,然后再指导实践的反复过程。技术经济学也不例外。因此,这门学科今后还需要在联系我国经济建设实际的同时,继续在理论探索和实践运用中不断加以发展与完善。

第一节 技术与经济的关系

技术与经济是社会物质生产不可分割的两个方面,尽管它们属于不同范畴,但是彼此却相互依存、相互制约、相互促进,存在着矛盾对立统一的辩证关系。

技术是人类聪明才智和创造性劳动的结晶。技术作为生产力的要素,存在于劳动过程中,推动着经济的发展,并且广泛地影响着社会生活的各个方面。技术进步是经济和社会发展的重要条件和手段。

技术的发展在任何时候都离不开经济。经济是基础。经济上的需要,是技术发展的动力和方向,并且应以能否获得经济效益为前提。此外,在实践中,技术进步还受经济条件的制约,技术进步的速度在很大程度上取决于经济的实力。

技术与经济的这种关系,可以追溯到人类同自然界斗争开始的时候,只是当时由于生产简单,人们还没有认识到这种关系的重要性而已。只有当社会生产力发展到一定高度,特别是以内涵扩大再生产为主时,技术上的先进性和经济上的合理性这种技术与经济的辩证关系,才突出地表现出来,人们才会给以足够的重视,也才有可能被人们自觉地用来指导经济建设的实践活动。

进行技术经济关系的研究,就是要使技术与经济能够互相适应,寻求技术与经济相结合的最佳关系。

在当代,科技、经济和社会三者已密不可分,寻求它们之间的协调发展,使科技与经济的发展能更好地满足社会需要,已成为重要而紧迫的任务。

第二节 技术经济学的学科性质

在当代,科学技术日益发达,新学科相继产生,这是社会发展的必然趋势。原有学科的不断分化、相互渗透和交叉结合,是新学科产生的重要途径。交叉学科是科技发展中出现的新生事物。交叉学科的蓬勃发展,是我国社会主义现代化建设的需要。

技术经济学是一门交叉学科,它涉及自然科学与社会科学两大领域,并从许多相近的学科中汲取了对它有用的理论和方法。因此,它既有自然科学的属性,又有社会科学的属性;既要重视合理组织生产力,又要强调生产关系的作用,以及两者的结合。

技术经济学的学科性质是由生产力和生产关系统一与辩证的关系决定的。正确对待两者的关系,用马克思主义的辩证唯物主义和历史唯物主义的立场、观点、方法,联系中国实际,才能在我国经济建设的实践中不断发展与繁荣技术经济学科。

第三节 技术经济学的研究对象

研究对象是任何一门学科能否成立的首要理论问题。没有科学的理论体系,没有明确的研究对象,没有严谨的结构体系和完善的方法论,只依赖于对某些现象的描述或经验的汇集,是不能称之为学科的。技术经济学在发展中必须明确自己的研究对象,建立自己的理论体系和结构体系,完善本学科的方法论,这也是技术经济学发展过程中的历史使命。

随着新的技术革命在世界范围内以空前规模和高速度发展,科学技术已日益成为推动经济、社会发展的决定性因素。世界各国对科技、经济、社会协调发展的研究蓬勃兴起,技术经济研究作为一个重要领域,受到了前所未有的重视。如果对技术和经济分别进行考察,人们不难发现,在现实生活中,技术与经济往往交织在一起,有时甚至是密不可分的。人们把这些问题统称为技术经济问题。这些问题涉及面很宽,有宏观的,也有中观或微观的;有理论方面的,也有方法和应用方面的。大体来说,对技术经济理论与技术经济政策方面的研究,技术进步与经济增长的研究,科技、经济与社会协调发展的研究,产业结构与产业政策、技术结构与技术政策、技术方案、技术措施的经济效果的研究等等,都属于技术经济学研究的范畴。

技术经济学既是由技术科学与经济科学交互发展而形成的一门新兴的交叉学科,其研究对象就不应该是纯技术问题,也不应是纯经济问题,而是技术与经济相结合的问题。

技术经济学的研究对象,学术界曾有过多次研讨,在一个相当长的时间里,看法并不完全一致。这种反复研讨、日趋前进的过程,正好说明了技术经济学作为一门新兴学科在不断成长。随着讨论的逐步深入和在实践中认识的继续深化,人们已对其研究对象有了比较正确的认识,表述也日臻完善。

概括学术界关于技术经济学研究对象的论述,大体上可以归纳为以下三种意见:

第一种认为,技术经济学是研究技术实践的经济效果的科学,重点是技术选择与技术经济评价的方法,以便在多个技术方案中选取经济效果最佳的方案。此种认识较偏重于微观技术经济问题的研究,如技术创新活动,新产品开发、设备和工艺选择、技术引进、技术改造、工程项目评估等等。

第二种认为,技术经济学是研究技术和经济矛盾关系的科学,主要研究技术与经济、社会协调发展及其条件,以取得最佳效果。此种认识则是从技术应用的角度出发,着重研究技术因素在满足社会需要中的运动规律和作用等。

第三种认为,技术经济学是研究有效地利用资源、促进经济增长的规律的科学,重点是研究资源的最佳利用,以及技术进步对经济增长的作用及模式等。此种认识是从经济发展的角度出发,侧重于研究资源的有效利用等。

上述三种论述,都是从某一侧面去阐述技术经济学的研究对象的,差异只是看问题的角度和所涉及的范围不同而已。显然,第一种论述偏重于微观领域,而后两种论述则大多从宏观出发,如发展战略、行业或地区规划、产业结构和产业政策、投资决策等等。尽管如此,后两种论述之间仍有所差别。前者是从技术角度,研究技术因素在满足社会需要中的运动规律和作用;后者则是从经济角度,研究资源的有效配置。这些论述并不存在质的区别。相反,它正反映了作为交叉学科的技术经济学所涵盖的内容及领域是极其广泛的。这一结论是多年来经过深入研讨后所取得的重大成果,为明确技术经济学的研究对象奠定了基础。

在生产和经济建设实践中,存在着大量的技术经济活动,技术经济学作为一门独立的学科,必须以其客观规律作为研究对象。它不能不研究技术规律的应用,也不能不研究经济规律的应用。但是不能孤立地研究,而是把技术规律与经济规律二者结合起来进行研究。这就是技术经济学研究的客体。

技术经济学研究的主体,是方法和方法论的研究。

任何学科要发展,要解决实际问题,都必须不断改进自己的研究方法。技术经济学在多年的实践中,以方法论作为研究内容之一,已经取得了大量成果。今后也还需要不断研究和创新,逐步形成并完善本学科的方法论,以推动学科的发展。

方法论同世界观是统一的。辩证唯物主义是唯一科学的世界观,又是唯一科学的方法论。技术经济学应该以马克思主义作为探讨方法论的指导思想,以系统的、运动的、联系的、变化的辩证唯物主义观点去分析客观存在的技术经济问题。这也是对技术经济工作者的基本要求。

综上所述,技术经济学的研究对象可以概括为:技术经济学是研究客观领域中存在的技术规律与经济规律二者相结合的技术经济规律及其理论。

第四节 技术经济学的学科特点

技术经济学是一门交叉学科,本身具有很强的综合性。从学科属性上看,它是根据现代科学技术和国民经济需要,从自然科学和社会科学的发展过程中形成的交叉学科。技术经济学涉及多个学科,如物理学、化学、生物学、地学、工程科学、技术科学、经济学、心理学、社会学以及数学和计算技术等内容。这门学科研究的中心问题,是对各种技术实践的经济效果进行预测、评价和选优,并为技术发展指明方向,目的是为了开发、利用各种资源、满足社会需要,为正确决策提供依据。从所研究的技术经济问题来看,既包括技术因素,又包括经济因素和社会因素,多数情况下是多目标和多指标的组合。既要考虑某一具体方案自身所具有的各种因素,又要考虑相关的其他因素;既要有纵向的深入,又要有横向的延伸,这也就构成了学科的综合性。

技术经济学还是一门应用科学，它重视建设自己的学科理论体系，但主要特点还是围绕应用，要针对具体的技术经济问题，进行具体分析、评价和论证。为做好这些工作，必须有系统的、先进的、实用的方法。因此，它也是一门研究方法论的科学，有较强的实践性。

由于技术经济研究活动一般是在事物发生之前进行的，其主要依据大多依靠历史资料，据此进行估计或推测，因而结果具有不确定性。认识这个特点，就可以重视对预测的误差范围、发生概率以及对分析结果的影响程度进行估计，为决策提供更可靠的信息。

第五节 技术经济分析的程序

技术经济分析程序是按照分析工作的时间先后依次安排的工作步骤。通常是从确定目标开始。一个项目或一个技术方案的目标，可以是单目标，也可以是多目标。当方案有多个目标时，应该明确目标之间的主次、隶属关系。此外，还应确定实现目标的具体指标和具体内容。

技术经济分析工作要根据项目目标有针对性地进行调查研究，广泛收集有关信息、资料和数据。这些调研资料可以用作探索和拟订各种备选方案，也可以用作评价时的参考。在方案评价中，特别是大型工程建设项目，由于其影响因素复杂，因此还应建立模型进行定量分析，寻求各种影响因素之间的数量关系和最优条件，从备选方案中选择最优方案，在方案实施过程中进行跟踪评价。图1-1为技术经济分析程序逻辑框图。

技术经济分析程序具有普遍性，适合各类项目使用，在条件成熟时还可予以标准化。

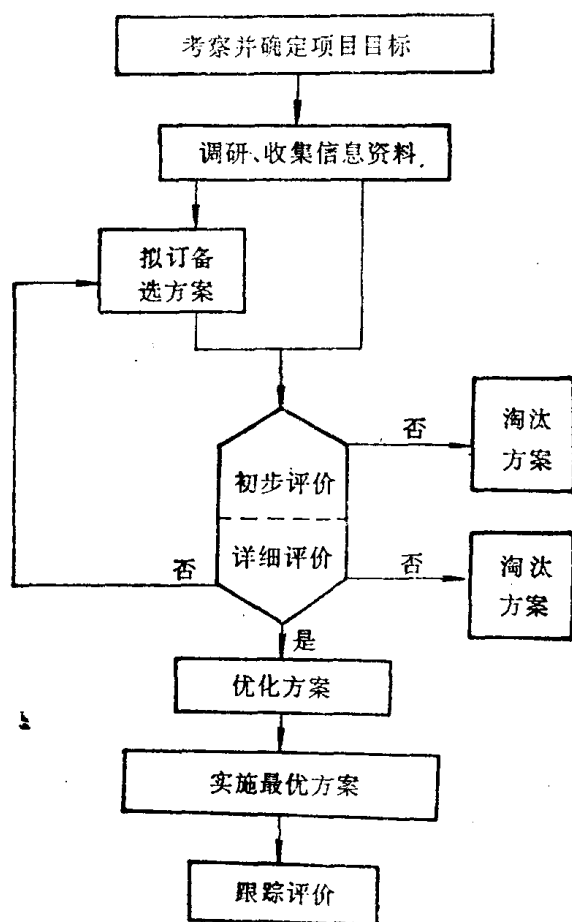


图1-1 技术经济分析程序逻辑框图

第二章 技术与经济协调发展理论

研究并阐明技术与经济的相互作用关系,探讨技术与经济实现最佳结合与协调发展的条件、规律、效果,是技术经济学的一项基本任务,也是技术经济学的基本理论之一。为便于讨论,首先阐明本书涉及的两个基本概念:技术概念与经济概念。然后讨论技术经济学的三个基本原理:技术与经济相互作用原理;技术与经济协调发展原理;技术进步促进经济增长原理。

第一节 技术与经济概念

一、技术概念

技术经济学所涉及的技术是广义的。广义的技术是指人类在为自身生存和社会发展所从事的各种实践活动中,为了达到预期目的而根据客观规律对自然以及对社会进行协调、控制、改造的知识、技能、手段、方法和规则的总称。

从表现形态上划分,可分为物质形态、经验形态、信息形态和组织管理形态四种技术。物质形态的技术是指从事生产劳动的劳动资料和劳动对象,如机器、厂房、原材料及能源。物质形态的技术又称为硬技术,它既是技术的载体,又是技术的产物。经验形态的技术是指劳动者的经验、技能和技巧,它是与劳动者融为一体的软技术。信息形态的技术是技术知识、理论、方法、经验的一种表现形态,如生产工艺流程、规程、标准、专利、资料及数据等。信息形态的技术也是一种软技术。组织管理形态的技术是劳动生产的主体对其他形态的技术和各种经济要素起调控、运筹作用的横向技术,也是一种软技术。

技术是从人类社会实践活动中产生并发展的一种可重复使用又可再生的资源。但在任何特定时期,相对于人类物质生产和生活需要来说,技术又是有限的、稀缺的。

二、经济概念

经济是个多义词,其涵义大致可分为两类。一类与物质生产范畴相联系,如社会生产、交换、分配、消费活动的总称,叫经济活动;又如与上层建筑相对应的生产关系的总和,称为经济基础;再如一个国家的物质生产领域和非物质生产领域各部门的总称,称为国民经济。另一类指生产劳动中的投入与产出、费用与效益的比例关系,即生产活动的效益与节约。技术经济学中的经济,包含了上述两种涵义。

三、技术经济问题

技术经济问题是技术经济学具体研究对象的总称,如微观层次的工程项目、技术方案、技术措施等;宏观层次的经济、科技发展规划、产业政策、科技政策等。为讨论方便,本书将各种技术经济问题统称为技术方案。

在人类的任何物质生产活动中,都存在着生产什么、生产多少(产品或劳务)和用什么技术(广义技术)生产的问题。这是技术与经济相结合的技术经济问题,涉及到三个方面的内容:

一是生产活动的投入产出关系。投入指生产活动需要投入的机器、厂房、原材料、能源、

劳动力和技术等资源的消耗及占用。产出指生产的有效劳动成果（产品或劳务）。人类生产的目的是为了获得经济效益，即以一定的投入获得最大的经济效果；或为获得一定的经济效果，使投入最少。因此，投入产出关系也就是费用与效益关系，它是技术运用的经济效果问题，是技术经济问题的核心内容。

二是技术的选择问题。为了达到预期的经济效果，就需要对多种可供选择的技术进行分析、比较、评价，最后作出选择。显然，这是技术经济问题的主要内容。

三是资源有效利用与节约问题。无论是自然资源、人力、财力、物力，还是技术，相对于人类生产和生活的需要都是有限的、稀缺的。因此，人类为了推动社会经济发展，就要不断地进行技术创新，通过技术进步，更有效地利用各种资源，以实现高效益的经济增长。这是技术经济问题的基本内容。

第二节 技术与经济相互作用原理

技术与经济是人类物质生产过程中始终不可分割的两个方面。纵观人类的物质文明与精神文明发展史，考察技术与经济的产生和发展过程，从微观到宏观，均说明在生产活动的各个领域，技术与经济都存在着相互依存、相互制约、互为因果、相互促进的紧密联系，它们构成一个不断发展变化的有机整体。

技术与经济的这种关系，可概括为三条规律：

第一，技术与经济相互依存，是一个有机结合的整体，称为“二元结合律”。

任何生产过程，既不能只有经济行为而没有实现经济目的的手段，也不会只运用技术手段而没有经济目的。任何单一的技术行为或经济行为，在生产活动中都是不可能实现的。如技术规划、技术政策、技术措施、技术方案、工程项目的规划与实施，都是技术与经济的有机结合体。

第二，技术与经济相互制约又相互促进，称为“双向因果律”。

人类为了实现经济目的从事生产活动，产生了对技术的需求，进而导致了技术创新、应用和普及。尽管社会制度不同，生产的直接经济目的不同，但技术来源于生产实践，并由生产实践推动着技术发展这一基本规律却是一致的。

然而，这仅仅是技术与经济相互关系的一个方面。从另一方面考察，技术又是任何经济活动必要的手段，是潜在的生产力，在一定条件下可转化为现实生产力，而且是第一生产力。任何国家、地区、企业的经济发展，都依赖于技术的发展水平。没有技术进步，就没有经济的健康发展。当代，技术已成为世界各国经济增长的关键因素，技术的发展状况制约着经济的发展水平。同时也应看到，技术创新、应用、扩散，除了遵循科学技术自身的发展规律之外，还要依赖于经济发展需求的拉动与经济发展规律的制约。技术创新在其研究、开发、商品化、产业化过程中，都需要一定的物质条件支持，没有必要的人力、物力、财力和适宜的市场环境，新技术既不可能诞生，更不可能发展为一定规模的产业。因此，我们说技术与经济存在着相互制约、相互促进、相辅相成、互为因果的关系。

第三，经济发展、技术发展“相关律”。

基于技术与经济之间的双向因果规律，并总结历史上经济发展与技术发展的规律，可进一步揭示它们在发展过程中的相关规律性。

1. 经济发展的需求是技术发展的拉动力

人类的生产活动是技术产生的土壤。经济发展的需求,始终是技术发展的动力源泉,它不断提出技术发展的方向、任务,并规定着技术发展的规模和速度。可以说,经济发展既是技术发展的起点,又是技术发展的归宿,它对技术发展起导向作用,技术发展不可能超越经济发展的需求与经济基础的可能。马克思曾明确地指出:“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”^①“经济上的需要曾经是,而且越来越是对自然界的认识进展的主要动力”。^②

经济还是技术发展的检验尺度,任何一项技术创新、技术政策是否促进了技术进步,都要通过它对经济发展的贡献来衡量,都要通过它在生产实践中实现的社会、经济、生态效果来作出鉴定。只有那些为社会发展和经济发展作出有益贡献的技术,才有进一步发展的生命力。

回顾技术的发展史,可找到在经济需求拉力作用下的技术发展的典型事例。18世纪上半叶,英国面临着纺织品国际贸易的激烈竞争。在这种形势下,约翰·凯伊于1733年发明了“飞梭”,J·哈格里弗斯于1735年发明了“珍妮纺纱机”。纺纱、织布机械产生后,动力落后又成为主要制约因素,于是,1712年T·纽克门发明了雏型蒸汽机,后经瓦特改进,于1769年制成了单冲程蒸汽机,又于1784年发明了可调速双冲程蒸汽机。蒸汽机的发明和完善,推动了英国纺织工业、机械制造业及交通运输业等的巨大发展。这就是世界第一次产业革命。

蒸汽机的发明和运用虽为经济发展提供了新动力,但其热效率低,结构笨重,仍不能满足资本主义大工业发展的需要。经济发展对动力的需求,推动着新动力技术的发明。1878年,德国人奥托试制成功四冲程内燃机,动力机械跨入了一个新时代。与此同时,为了解决工业生产中机械能与电能的转换和动力的远距离输送问题,意大利物理学家巴奇诺基于1860年发明了自激式电动机,1881年高拉德和吉布斯发明了变压器,1888年特斯拉建成交流电传送系统,同年,爱迪生公司建成大型交流发电站。内燃机、发电机、电动机及输变电技术的完成,是在资本主义大工业发展的强大拉动下产生的,这些新技术成果又推动了世界第二次产业革命。

2. 技术进步是经济发展的巨大推动力

生产力是由劳动者、劳动资料和劳动对象三种实物形态的要素及融入其中的科学技术要素有机结合构成的。科学技术是生产力体系中最活跃最革命的要素,是第一生产力。

从根本上说,一切技术活动都是以发展社会生产力为目的,以扩大社会再生产为中心内容的。生产力是人类征服自然、改造自然的能力,它突出地表现为物质资料的生产能力。生产力发展史表明,劳动者的状况虽然对生产力的发展有重大影响,但决定生产力性质和发展水平的却是劳动工具。“各种经济时代的区别,不在于生产什么,而在于怎样生产,用什么劳动资料生产。”^③如欧洲文艺复兴时期,由于物理学和力学的发展,出现了简单机械,推动了手工业的发展。18世纪,由于蒸汽技术的进步,发明了蒸汽机,学术界称为第一次技术革命。在第一次技术革命的推动下,以英国为主的欧洲各国,纺织、冶金、运输等产业迅速发展,机器大工业代替了手工业生产,生产效率提高到手工劳动的4倍,形成了第一次产业革命(又叫工业革命)。19世纪,由于热力技术的进步,特别是电力技术的发展,诞生了内燃机、发电机、电动机及电力输送设备,称为第二次技术革命。在一系列新技术的推动下,制造业以空前的速度发展,生产效率提高到手工劳动的108倍,形成了第二次产业革命。到20世纪40

① 《马克思恩格斯全集》第20卷,第523页。

② 《马克思恩格斯选集》第4卷,第484页。

③ 《马克思恩格斯全集》第23卷,第204页。

年代,在以三大发现(X射线、天然放射物质和电子)和三大理论(相对论、量子力学和原子物理学)为中心内容的物理革命的带动下,电子技术、原子技术、空间技术和信息技术迅速发展,称为第三次技术革命。由此,促使电子工业、原子能工业、航空航天工业等一系列新兴工业部门相继诞生,人们把以电子工业及原子能工业为标志的新经济时代,称为第三次产业革命。世界进入70年代以后,以微电子技术为核心,以信息技术为主导的新技术群(空间技术、生物工程技术、海洋技术、光纤通信技术、低温超导技术、激光技术、新能源新材料技术)正在蓬勃兴起,一场新技术革命正在到来。

由生产力发展史可看到生产力发展的一条基本规律:生产力的发展,生产效率的提高,是从劳动资料的累积改进开始的,而生产力的每一次飞跃,是由劳动资料的革命性变革推动的。但无论劳动资料的累积改进还是质的变革,都是由科学技术进步实现的,技术的每一跃升突变,都会引起生产方式、产业结构、产品结构及生产组织管理结构的巨大变革。从总体上讲,科学技术的发展水平,决定着社会生产力的发展水平,同时也决定了经济的发展水平。

科学技术进步推动生产力提高和经济发展的具体表现为:①促进了社会生产分工的发展,提高了社会生产力的整体水平;②发挥了劳动工具的效能,提高了生产工艺效率;③开拓了新资源,扩大了劳动对象的范围,增加了新的生产领域;④提高了劳动者的素质;⑤提高了管理与决策水平,提高了劳动资料、劳动对象与劳动者的结合效率;⑥科学技术的变革(革命)推动了社会生产的技术结构、产业结构、产品结构、劳动力结构、企业组织结构、生产方式和方法等发生革命性变革。

科学技术进步、生产力诸实体要素与社会生产力三者的关系,可定性地表示为

$$\text{社会生产力} = (\text{劳动者} + \text{劳动资料} + \text{劳动对象}) \times \text{科学技术进步}$$

3. 技术发展与经济发展的统计规律

学术界通过考察近300年科技发展史和经济发展史,依据大量历史资料,运用统计分析方法,发现历史上技术与经济发展之间存在着很强的相关性。具体表现在:

(1) 技术与经济发展都具有长期指数积累趋势。图2-1概略地描述了18~20世纪技术与经济发展的统计规律。由图中可看出,尽管在其发展过程中存在着波浪起伏,但总的发展趋势却呈现出指数增长的规律。

(2) 技术与经济发展都具有高涨与低潮交替的周期性。周期波动是对长期均衡发展趋势的扰动。1925年,前苏联经济学家康德拉捷夫在分析资本主义经济发展规律时指出,从18世纪末到20世纪30年代,发生了三次周期为50~60年的长周期波动(如图2-1a及表2-1所示),被称为“康德拉捷夫长波”。之后,其他学者又发现在康德拉捷夫长波中还包含着9~10年的中波和3~4年的短波。

美国学者德里克·普赖斯根据近300种标志科学发展的代表值的统计,证明了指数增长积累模式是存在的。但是,单纯的指数积累模式有悖于历史事实。因为积累过程有中断和波动。根据1700~1950年重大技术发明数按年代的统计结果(见图2-1b),人们不难发现,在这长达250年中,积累过程既有指数积累趋势,同时也有中断和周期波动。

对经济发展及技术发展呈现波动的原因,学术界进行了长期讨论,解释这种现象的主要理论有J·熊彼特的“技术创新长波论”和克拉克的“投资长波论”。熊彼特认为,经济增长的过程是通过经济周期变动来实现的,而经济周期变动的原因在于技术创新。技术创新的波动性导致了经济增长的周期波动。门斯和范·杜因认为,“基本技术创新”或“主要产品创新集群”

是导致经济长期波动的主要原因。基本技术创新的酝酿与吸收的时间决定了经济周期的长度，而基本技术创新酝酿与吸收的交替则导致了经济周期循环。新的基本技术创新导致了新主导产业的诞生，新主导产业通过前向及后向关联效应，带动整个经济进入高涨。经过一段时间的扩张之后，基本技术创新逐步被吸收，建立在基本技术创新基础上的主导产业进入成熟期，增长速度放慢，新技术逐步老化，带动效应转移，经济也就由扩张阶段转入收缩阶段，形成经济的周期波动。统计证明，技术创新高峰间隔期为50~60年（门斯及吉利法尔克统计），技术革命周期约为50~80年，产业革命周期约为50~70年，如图2-2所示。

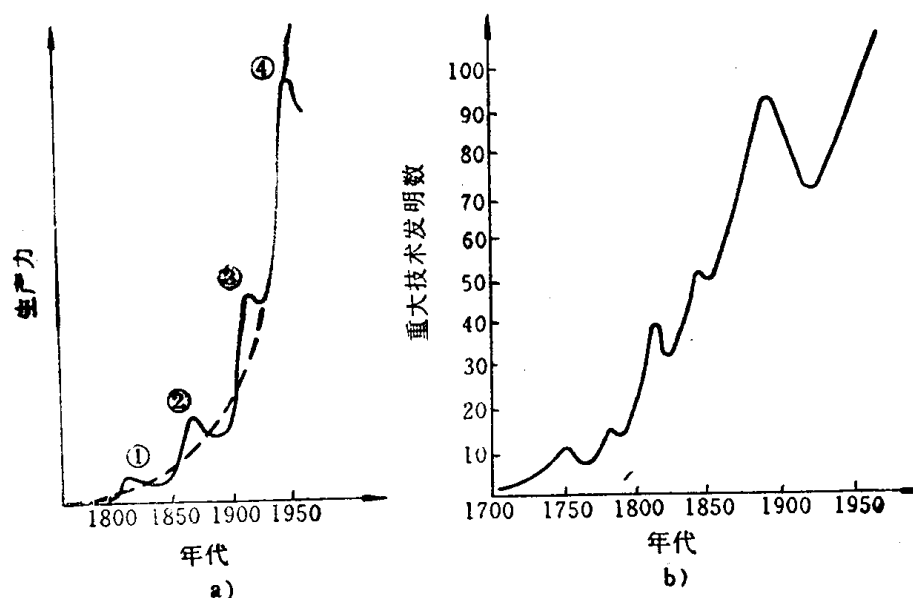


图2-1 经济发展波动与技术发展波动

a) 康德拉捷夫长波 b) 技术发展波动

表2-1 康德拉捷夫经济长波起止年表

波动序号	起止年代	高潮年代	主要技术发展	主要科学发展
1	1785~1842	1810~1817	纺织机械	牛顿力学
2	1842~1897	1870~1875	蒸汽机、转炉炼钢、铁路运输	热力学 能量守恒定律
3	1897~20世纪 30年代	20世纪 20年代	电动机、电力、内燃机、汽车、 化工、航空技术	电磁学、分子化学、量子力学、 相对论
4	1945~20世纪 70年代	1965年前后	原子能、无线电技术、电子计 算机、航天技术	电子学、系统论、控制论、信 息论

技术创新为什么具有周期性，各国学者对此提出了许多不同观点，如门斯的“萧条压力”说，弗里曼的“科学推动”说等。我们认为，技术创新在空间分布上的不均匀性和不平衡性，在时序上呈现出的不连续性和集聚性（阶段性），是由于下列原因形成的：①技术创新要遵循科学技术自身的发展规律。科学系统、技术系统是有结构的、有层次的，各种技术的发展时序是有内在序列的，发展是不平衡的。技术创新有赖于实践经验与知识的积累，当代技术创新更依赖于新的科学发现。因此，技术创新在时序上是不连续的，是有阶段性的。②技术创新更依赖于经济发展需求的拉动和支持，技术的发展规律受经济发展规律的制约。人类的生产

和生活需求是技术创新的基本动因，尽管社会制度不同，技术创新追求的直接经济目标不同，但经济对技术的需求强度是有阶段性的。一般来说，一种新生产手段出现之后，需要一定时间转移扩散。因为生产组织方式及生产成果的分配方式与新的生产手段之间有一个协调稳定过程，并受到其他经济因素的制约（如资金、基础设施等等）。只有当这种生产手段与生产方式和分配方式出现新的矛盾时，才会产生对新一代技术的需求。

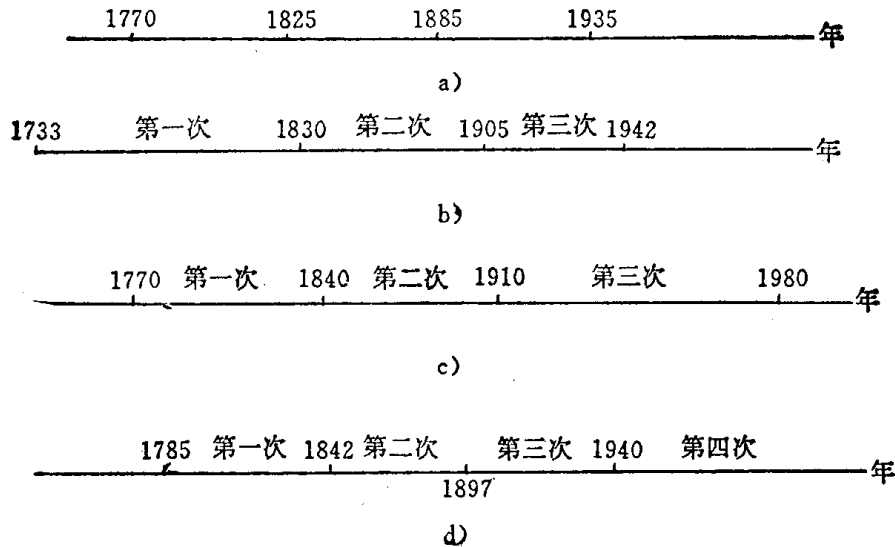


图2-2 技术创新、技术革命、产业革命、经济周期时间对照图

a) 门斯: “基本技术创新” 高峰期 b) 汤浅光朝: 技术革命时期划分

c) 塔科莱克: 产业革命时期划分 d) 康德拉捷夫: 经济长波时期划分

技术发展的内在规律、技术创新的社会需求拉动与创新投资的结合点(时间点与空间点)，形成了技术创新高峰。

(3) 技术革命、产业革命与经济周期具有逻辑关系。由于技术发展的不平衡性，技术创新首先在生产 and 市场需求最迫切的方向上开展起来，并在这一方向上获得重大技术突破。这一重大技术突破，在技术体系中必然会引起连锁反应，其结果是形成主导技术群，并逐步形成新的技术结构。随之，技术革命进入高潮。

新的主导技术群，由于最能节约劳动消耗，创造出高于社会平均的投资利润率，所以吸引了投资者的支持，使新的主导技术群逐步进入生产领域并转化为现实生产力，引起了生产领域的变革。变革的直接结果是出现新的产品群，进而发展为新的主导产业群，于是新的产业革命诞生了。这一变革，卡洛塔·佩雷兹将其称为“技术—经济范型”的变革，并说：“某项技术变革能称为技术革命，它不仅是促成新的经济部门和一系列产品群的出现，而且必须是对其他部门产生深刻影响，改变其生产手法和费用结构”。

技术创新高峰是技术革命的时标，技术革命是产业革命的前导，技术创新、技术革命、产业革命与经济周期在时序上相继发生，并存在一定的相位移。经济学家门斯通过对1740～1960年基本技术创新资料的统计分析，认为技术创新高峰期(图2-2)处于经济萧条期，与经济高潮成“逆相位”。但其他学者有不同的分析结果。

(4) 科技成果转化生产力的周期在缩短。随着科学技术及经济的发展，经济实力及技术手段的增长，以及人为调控能力的扩大，科技研究成果呈指数增长，科技成果在空间上转

移扩散的速度在加快, 转化为生产力的周期在缩短。表2-2及表2-3分别显示了1600~1983年间67项重大科学技术成果转化为生产力平均所需的时间, 以及重大科技成果在空间转移平均所需的时间。

表2-2 重大科技成果转化为生产力平均所需时间

序号	年 代	重大科技成果数 (个)	平均转化时间 (年)
1	1600~1919	23	49
2	1920~1944	12	33
3	1945~1983	32	11

表2-3 重大科技成果在空间转移平均所需时间

序号	年 代	重大科技成果数 (个)	平均转移时间 (年)
1	~1700	15	833
2	1701~1919	11	49
3	1920~1944	3	8
4	1945~	3	5

第三节 技术与经济协调发展原理

随着人类社会实践经验的丰富, 劳动技能的提高, 科学技术知识的积累, 劳动工具效能的提高, 劳动方法的进步及管理水平的提高, 以及技术知识传播媒介的多样化、高效化, 使技术体系内部各构成要素的形态逐步由低级向高级进化, 各构成要素的结合方式及结合效率不断提高, 从而使技术体系的整体功能不断发展。这一过程称为技术发展。

技术发展在时间上表现为两种基本形式: 一是量的累积渐变过程 (俗称技术改良革新); 一是在量的累积达到一定程度时发生的质的突变, 即飞跃过程, 称为技术革命。技术发展的根本标志是人类利用自然、改造自然能力的提高, 以及人类对社会调节、控制程度和范围的扩大。

技术发展推动着经济发展。经济发展是指社会生产及再生产规模和范围的扩大, 以及质的提高。它以粗放式扩大再生产与集约化扩大再生产两种方式紧密结合的形式出现, 很少遇到它们以单纯的形式存在。当代经济发展的特征是集约化扩大再生产为主要形式, 因为技术发展从质上改进了生产要素的质量及其结合的方式和效率。技术与经济发展的相关性, 以及协调发展的规律性, 越来越被社会经济技术实践所证明。为研究技术与经济发展的协调规律, 需首先研究技术经济系统的特性。

一、技术经济系统的特性

技术经济学研究的各种具体对象, 如技术政策、技术规划、工程项目和技术措施等, 可统称为技术方案。技术方案是技术和经济两个既相互独立又相互联系的子系统, 按照一定方式结合为一个具有特定目标和功能的有机整体, 是一个技术经济系统。各种技术经济系统的具体内容可以千差万别, 但必须具备下列基本的构成要素: ①系统的目标体系。任何技术方案都是为实现某种特定目标而规划设计的, 其目标可以是单项, 也可以有多项, 其主体目标是实现最大的经济效益, 其他辅助目标可以是技术效果、资源节约、社会公益及生态环境等。②系统的功能系统。功能系统是实现技术方案目标体系的支持系统, 由技术和经济子系统的功能综合匹配构成。③系统的结构与运行机制。这是产生系统功能的经济基础和技术手段, 如工艺路线、技术装备、物资、资金、信息、时间、生产经营计划、组织机构及工作规则等。

技术经济系统具有如下特性。