



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



面向21世纪课程教材

高等学校非经济管理专业基础课程教材

技术经济学概论

(第四版)

虞晓芬 龚建立 主 编

高等教育出版社



“十二五”普通高



面向21世纪课程教材

高等学校非经济管理专业基础课程教材

技术经济学概论

(第四版)

虞晓芬 龚建立 主 编

内容简介

本书的第一版是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,前三版分别为“九五”、“十五”、“十一五”国家级规划教材,本书被评为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

本书在第三版基础上修订而成,突出体现了技术经济学在日常经济活动应用中的时代性。本书延续了第三版的指导思想,定位于对高等院校工科学生加强经济管理基础知识教育,完善知识结构,促进经济观念、市场观念、竞争观念、效益观念和可持续发展观念的培养。本次修订沿用了第三版的知识安排顺序:导论、技术创新、经济性评价基本要素、经济性评价基本方法、不确定性与风险分析、设备更新与租赁的经济分析、价值工程、建设项目可行性研究、建设项目可持续发展评价。本次修订增加了三个模块:新闻摘录、案例和关键概念,旨在培养学习者运用课本经典知识分析当前热点社会经济现象的能力。

本书可作为高等院校理工科各专业经济管理基础课的教材,也可供经济管理类学生和 MBA、项目管理硕士学员作为参考书,对工程技术人员、企业管理人员和教师也有很大参考意义。

图书在版编目(CIP)数据

技术经济学概论 / 虞晓芬, 龚建立主编. -- 4 版

. -- 北京: 高等教育出版社, 2015. 9

ISBN 978-7-04-043507-8

I. ①技… II. ①虞… ②龚… III. ①技术经济学 - 高等学校 - 教材 IV. ①F062.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 169470 号

策划编辑 雷雪
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 宋志伟
责任校对 张小镝

封面设计 姜磊
责任印制 毛斯璐

版式设计 童丹

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印刷 国防工业出版社印刷厂
开本 787mm × 1092mm 1/16
印张 16.5
字数 400 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 1998 年 6 月第 1 版
2015 年 9 月第 4 版
印 次 2015 年 9 月第 1 次印刷
定 价 34.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究
物料号 43507-00

第四版前言

随着信息产业的快速发展和互联网思维的产生,移动互联网、智能终端、大数据、云计算、高端芯片等新一代信息技术发展带动众多产业变革和创新。苹果公司的一代代产品创造了销售的奇迹,阿里巴巴成为全球最大的移动电商,小米公司创办后仅五年就成为了亚洲安卓系统智能手机销售市场的领导者,去哪儿、58同城汽车之家等网站在美国成功上市,扭转了资本市场对于中国概念股的封闭态度,一个个垂直 App 卖出天价,打车软件备受资助烧钱圈地……研发重塑、生产重塑、销售重塑、协同重塑等颠覆了传统经济思维的新现象都极大地吸引了人们的眼球,挑动着年轻人的思维极限。《技术经济学概论》这本经典教材还能不能赶上时代步伐,帮助学子们拨云见日般地洞察社会经济现象,是本次修订的出发点。

延续前三版的积累,本次修订的基础仍是教育部高等学校管理类专业教学指导委员会和高等教育出版社共同确立的教育部“九五”国家级规划教材(第一版)、“十五”国家级规划教材(第二版)、“十一五”国家级规划教材(第三版)。教材的整体编写定位于对高等院校工科学生加强经济管理基础知识教育,完善工科学生的知识结构,促进工科学生树立经济观念、市场观念、竞争观念、效益观念和可持续发展观念,增强其社会适应能力。该教材自第一版出版以来,在国内高校中被广为使用,至今已经印刷 40 多次,累计销售近 50 万册。本书凝集着已故的浙江工业大学老校长吴添祖教授多年从事技术经济学研究的心得,在此也对吴添祖教授深表敬意与怀念!

为了突出时代特色,便于让学子们用本书所传达的知识和方法分析当前发生的实际问题,本次修订在相关章节增加了两个模块——新闻摘录和案例。新闻摘录的意图在通过提炼新闻报道的线索,帮助学子们把当前发生的社会经济现象跟相关章节的内容相联系,促进对当前热点问题的思考。案例则是通过对近几年的实践进行概括和编排,引导学子们运用相关章节的知识进行实战分析。除此之外,本次修订还对每章的关键概念进行梳理,列在章尾,便于大家进行检索和复习。结合第三版在教学中的反响,本次修订也对“不确定与风险分析”中使用频率较低的部分内容进行了删减、对“建设项目可行性研究”中的综合应用分析题进行了简化。

本次修订由龚建立负责第一章,王飞绒负责第二章,李正卫负责第三章,周礼负责第四章,张化尧负责第五章、第六章,郭元源负责第七章,欧阳仲健负责第八章,虞晓芬负责第九章,汤临佳对第一章进行了补充。虞晓芬、张化尧负责统稿。在本书修订版出版过程中,得到了高等教育出版社的大力支持。在此谨表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中错误和不当之处在所难免,望读者在阅读和使用过程中多提宝贵意见。

编者

2015年6月1日

第三版前言

对高等院校工科学生加强经济管理基础知识教育,对于完善工科学生的知识结构,促进工科学生树立经济观念、市场观念、竞争观念、效益观念和可持续发展观念,提高学生素质,增强其社会适应能力都具有非常重要的意义。

为此,教育部高等学校管理类专业教学指导委员会和高等教育出版社于1995年共同组织编写了教育部“九五”国家级规划教材——高等学校经济管理类基础课程系列教材,《技术经济学概论》是此系列教材之一。该教材自第一版出版以来,在国内高校中被广为使用,至今已经印刷28次。

本书在第二版基础上修订而成。本次修订吸收了国内外技术经济学领域新的研究成果,在内容体系和章节安排上又作了一些大的调整,除了局部章节的补充和修订之外,主要调整和修订的内容如下:将“不确定与风险分析”单列一章,以强调环境不确定对技术方案经济评价结果的影响;将“技术创新”安排在第二章,以突出该部分内容的重要性并使本教材能够与工科学生的专业课程更紧密地对接;将“设备更新与租赁经济分析”“价值工程”作为经济性评价的具体应用,安排在“经济性评价基本方法”和“不确定性与风险分析”之后,以便使本书在逻辑上更加合理;此外,考虑到“建设项目可行性研究”是技术经济理论与方法的综合运用,所以将其安排在本书靠后的部分。本次修订中,加强了建设项目可持续发展评价的内容,以适应建设环境友好社会的需要。

本次修订由吴添祖负责第一章,王飞绒负责第二章,李正卫负责第三章,周礼负责第四章,张化尧负责第五章,郭元源负责第六章,李栢业负责第七章,欧阳仲健负责第八章,虞晓芬负责第九章。余浩对第三章、第四章提出了修改意见。全书由吴添祖、虞晓芬、龚建立负责总纂。在本书修订版出版过程中,得到了高等教育出版社的大力支持。在此谨表示衷心的感谢。

尽管编者们在本书的编写过程中付出了很多努力,但是由于水平有限,书中错误和不当之处仍在所难免,望读者在阅读和使用过程中多提出宝贵意见。

编者

2009年6月8日

第二版前言

随着我国社会主义市场经济体制的建立和完善,对工科类学生加强经济管理基础知识教育已成为高等学校十分重要和紧迫的任务。加强经济管理基础知识,对于完善工科学生的知识结构,促进工科学生树立经济观念、市场观念、竞争观念、效益观念和可持续发展观念,提高学生素质,增强其适应能力都具有非常重要的意义。

为此,国家教委高等学校管理类专业教学指导委员会和高等教育出版社于1995年共同组织编写了国家教委“九五”国家级规划教材——高等学校经济管理类基础课程系列教材,《技术经济学概论》是其中一本。教材出版以来,在高校广为使用,至今已印刷9次。本次教材修订是基于第一版中难免存在的一些错误和不当之处需改正,基于应吸收技术经济学近几年新的发展成果,基于更适合工科学生教学之考虑,在内容上进行了适当扩充和增加。如新增风险分析内容,介绍了实用的风险分析软件,扩充了国民经济评价内容等;局部章节进行了结构调整;对发现的第一版中存在的错误和不当之处进行了改正。

本次修订由吴添祖负责第一章、第八章,虞晓芬负责第二章、第六章、第七章,龚建立负责第三章、第四章、第五章。在修订版出版过程中,得到了高等教育出版社大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中错误和不当之处仍在所难免,望读者提出宝贵意见。

编者

2004年1月

第一版前言

随着我国社会主义市场经济体制的建立和完善,对工科类学生加强经济管理基础知识教育已成为高等学校十分重要和紧迫的任务。加强经济管理基础知识,对于完善工科学生的知识结构,促进工科学生树立经济观念、市场观念、竞争观念、效益观念和可持续发展观念,提高学生素质,增强适应能力都具有非常重要的意义。

为此,国家教委高等学校管理类专业教学指导委员会和高等教育出版社共同组织编写了国家教委“九五”国家级规划教材——高等学校经济管理类基础课程系列教材,《技术经济学概论》是其中一本。本教材从工程师肩负的技术使命、经济使命和社会使命出发,着眼于工程技术人员实际工作需要,吸收了国内外技术经济研究的新成果,在内容取舍与体系安排上作了新的尝试,除包括了技术经济评价理论、方法和应用外,特别安排了技术创新、可持续发展评价等内容。本教材适合工科类非管理专业本科大学生使用,也可供理科、经济管理类和 MBA 学生作参考用书。

本书第一章、第八章由吴添祖编写,第二章由虞晓芬编写,第三章、第五章由龚建立编写,第六章、第七章由杨思远编写,第四章由杨思远、虞晓芬、朱建荣共同编写。全书由吴添祖、虞晓芬总纂。

本教材的出版得到了国家教委高等学校管理类专业教学指导委员会的支持和指导。本书由徐大图教授主审,韩伯棠教授、张群教授参加了审稿。在出版过程中高等教育出版社傅英宝先生对书稿提出了许多宝贵意见,付出了大量辛勤劳动。在此谨向他们表示衷心的感谢。

尽管编者在编写过程中做出了很多努力,但由于水平有限,特别是采用了新的体系,书中错误和不当之处仍在所难免,望读者提出宝贵意见。

编者

1997年10月

目录

第一章 导论	1	第三章 敏感性分析	113
第一节 技术与经济的关系	2	第六章 设备更新与租赁的经济分析	119
第二节 技术经济学研究的任务	3	第一节 设备的磨损及其寿命	119
第三节 工程师必须掌握技术经济学 基本知识	7	第二节 设备更新的经济分析	125
第四节 技术经济分析的一般过程	9	第三节 设备租赁的经济分析	128
第二章 技术创新	12	第七章 价值工程	137
第一节 技术创新概述	13	第一节 价值工程的基本原理	138
第二节 技术创新的过程模式	17	第二节 价值工程的基本内容	144
第三节 技术创新战略及其选择	22	第三节 方案的创造与实施	153
第四节 技术创新组织形式	26	第四节 价值工程案例	158
第五节 商业模式创新	28	第八章 建设项目可行性研究	166
第六节 知识产权保护与技术创新	31	第一节 可行性研究概述	167
第三章 经济性评价基本要素	36	第二节 市场预测与建设规模	171
第一节 经济效果	37	第三节 原材料、能源及公用设施 分析	176
第二节 现金流量	38	第四节 厂址选择	178
第三节 投资与资产	41	第五节 工艺技术路线选择	183
第四节 固定资产折旧	43	第六节 环境影响评价	185
第五节 成本	46	第七节 财务基础数据估算	186
第六节 税金与税收	49	第八节 建设项目财务分析	189
第七节 销售收入、利润和利润率	51	第九节 案例分析	196
第八节 资金时间价值及其等值计算	54	第九章 建设项目可持续发展评价	211
第四章 经济性评价基本方法	67	第一节 可持续发展的概念与内涵	212
第一节 投资回收期法	68	第二节 建设项目可持续发展评价	216
第二节 净值法	71	第三节 建设项目资源与能源利用 评价	218
第三节 内部收益率法	75	第四节 建设项目环境可持续发展 评价	219
第四节 其他效率型指标	79	第五节 建设项目社会评价	225
第五节 多方案经济评价方法	82	第六节 建设项目后评价概述	227
第六节 运用 Excel 计算评价指标	93	附录 复利系数表	232
第五章 不确定性与风险分析	104	参考文献	250
第一节 投资风险与不确定性概述	104		
第二节 盈亏平衡分析	106		

导论

学习指导:本章以引导对课程的学习、理解为目的,对课程设置的目的、理论体系、章节安排作了具体的介绍。要求从理解技术与经济的关系着手,掌握技术经济学研究的主要内容,理解工程师承担的技术经济使命与本课程基本理论之间的关系,对项目技术经济分析的一般程序有所了解。



新闻摘录 苹果的失败产品

据国外媒体报道,近10年来,苹果借助 iPod、iPhone、iPad 等一系列产品获得繁荣,但却有一个例外。2006年面市的 Apple TV 是一款机顶盒,可以用于播放电影和其他数字内容。该产品的销量至今不到300万台,而 iPad 上市3个月的销量就达到了这一数字。

Apple TV 的最大障碍

苹果 Apple TV 最大的障碍在于,他们没有权利按照自己想要的方式来出售电视节目。三名与苹果进行过谈判的传媒行业高管表示,内容制作商每年都能够通过有线电视运营商获得数十亿美元的收入,由于担心因此而惹恼了这些有线电视运营商,因此,他们拒绝与苹果合作推出付费服务。消费者原本能够通过自选模式购买他们喜欢的频道,而不必一次性购买数百个从来都不看的频道。

上述传媒行业高管表示,苹果2010年春天放弃了这个想法,不再继续寄希望于取代有线电视公司,而是将注意力放在通过多个设备观看相同的内容上。参与谈判的高管透露,苹果并没有要求内容制作方大幅降价,而是申请了租赁权,并以每集0.99美元的价格出租这些剧集。

尽管明知很难成功,但内容制作商的高管还是在借助各种方式拓展全新的电视播放方案。Netflix、雅虎和亚马逊都已经与手机厂商、电视制造商和其他硬件公司签订了协议。谷歌也推出了类似的服务,与索尼和罗技共同开发机顶盒。最终,只有新闻集团旗下的20世纪福克斯和迪士尼旗下的ABC允许苹果提供内容出租业务。对于新闻集团而言,这一业务还处于试用期。

Apple TV 的花费

产品价格:Apple TV 售价为299美元,不包括电源线外的高清晰度多媒体接口(HDMI)、色差等其他数据连接线。

后续费用:在 iTunes 上下载影片新片的价格在预订和第一周时间里是每部

12.99 美元,此后是 14.99 美元,图书馆中的老电影价格为每部 9.99 美元。

资料来源:bw 中文网 <http://www.bwchinese.com/article/trend/2010-09/3938.html>,2010-9-5.

网易 <http://digi.163.com/special/a/0016194D/appletv.html>,2007-3-3.

第一节 技术与经济的关系

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。技术都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或产品超群的企业,无一不是在研究与开发上高投入的。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的 2.3%~2.8%,而发展中国家由于经济的制约大多在 1% 左右。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,德国西门子公司的电气技术专利约占德国该方面专利数的 1/4。西门子每年有上万项发明和创新,除了该公司多年的技术积累外,主要得益于研究与开发经费的高投入,其经费每年高达 20 多亿马克。又如美国研制一类新药一般需要投入数亿美元经费,以及 10 年到 12 年的开发周期。一般重大技术创新,往往都要经过基础研究、应用研究和开发研究,不但周期长、耗费多,而且风险大。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,经济上要承受相当大的损失。因此,没有雄厚经济实力的企业是难以支撑重大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。综观世界的经济发展史与技术发展史,无论从世界层面上还是国家层面上,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要求,提供了更好的经济支持,从而引发了新一轮的技术革命。每一轮的技术革命又引发了新兴产业的形成与发展,世界的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的繁重体力劳动,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,产生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百倍以上,极大地推动了经济的高涨,发展的经济又对新技术提出了更高的要求,孕育了以电子、电机应用和无线电通信等为代表的新技术,促成了第二次技术革命的发生,以电力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,必将再次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,推动着人类社会的不断进步。

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 20 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、人口又稀少的国家外)。其中最典型的是资源稀缺的日本,从 20 世纪初的前 20 名之外,

一跃成为名列前茅。而 20 世纪一些依靠资源而富有的国家,由于不在技术创新上大力投入,到今天许多已名落孙山。美国王安计算机公司曾盛极一时,王安本人亦曾为美国第五大富豪,由于该公司未及及时跟上计算机转型创新步伐,终于败给了 IBM 公司和苹果公司,使企业濒临破产。1999 年,马云在杭州创立阿里巴巴,以 50 万元人民币开始创业,发展电子商务(B2B)模式。自 2003 年开始,马云为完善整个电子商务体系,先后创办了阿里巴巴、淘宝网、支付宝、阿里妈妈、天猫、一淘网、阿里云等国内电子商务知名品牌。不断创新带给阿里巴巴巨大的成功,阿里巴巴于 2014 年 9 月在纽交所上市,市值达到 2 590 亿美元。

新中国成立以来,特别是改革开放以来经济增长保持高速度,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,向中小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能自己生产了。过去只有大中型企业能生产的产品,现在中小企业也能生产了。国内的卖方市场已变为买方市场,短缺经济已基本不复存在,从而促进了经济的快速增长。

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,发展经济必须紧紧依靠技术创新与技术进步,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、相互制约的关系,使任何技术的发展和应用都不仅是一个技术问题,同时又是一个经济问题。

第二节 技术经济学研究的任务

技术经济学是一门技术学与经济学交叉的学科,它是应用经济学的一个分支。众所周知,应用经济学是指应用理论经济学的基本原理,研究国民经济各部门、各个专业领域的经济活动规律,或进行经济效益、社会效益的分析而建立的经济学科。技术经济学是一门应用理论经济学的基本原理,研究技术领域经济问题和经济规律,研究技术进步与经济增长之间的相互关系的科学,是研究技术领域内资源的最佳配置,寻找技术与经济的最佳结合以求可持续发展的科学。

技术经济学研究的任务主要有下列三个方面:

一、研究技术方案的经济效果,寻找具有最佳经济效果的方案

随着社会化大生产的发展,技术已从各种生产工具、装备和工艺等物质手段,即物化形态的“硬技术”,发展到“广义技术”。广义技术是指把科学知识、技术能力和物质手段等要素结合起来所形成的一个能够改造自然的运动系统,包括硬技术与软技术。技术的广义性以及技术应用的普遍性,使得人们注意这样一个命题:技术的应用是否有某种限度?

分析这个问题,我们不妨观察一下早期的资本主义社会。资本家是不是一定愿意用技术装备代替工人的活劳动呢?这要看使用技术装备减少雇佣工人能否给资本家带来超额利润。也就是说,资本家要做一个经济决策,是多用技术装备少用工人合算,还是少用技术装备多用工人合算。马克思是比较早又比较深刻地分析这个命题的人。他在《资本论》中写道:如果只把机器看作使产品便宜的手段,那么使用机器的界限就在于:生产机器所费的劳

动要少于使用机器所代替的劳动……对资本来说,只有在机器的价值和它所代替的劳动力的价值之间存在差额的情况下,才会使用机器。^①

当然,马克思的分析是说明资本主义社会对技术发展有阻碍作用,进而说明其腐朽性。尽管如此,这里给我们一点启示:使用技术是有经济上的限度的,这个限度,就要看使用技术是不是“合算”。所谓合算,在经济评价中就是指是否具有经济效果。

经济效果在技术经济学中是一个重要的概念。它是指实现技术方案时的产出与投入比。所谓产出是指技术方案实施后的一切效果,包括可以用经济指标度量的和不能用经济指标度量的产品和服务,包括正效果,也包括负效果,例如生态破坏、环境污染就是负效果。所谓投入是指各种资源的消耗和占用。任何技术的采用,都必须消耗和占用人力、物力和财力。由于资源的有限性,特别是一些自然资源的不可再生性,要求人们有效地利用各种资源,以满足人类社会不断增长的物质文化生活的需要。而技术经济学就是研究在各种技术的使用过程中,如何以最小的投入取得最大的产出的一门学问,即研究技术的经济效果。

研究技术的经济效果,往往是在技术方案实施前,通过对各种可能方案的分析、比较、完善,选择出最佳的技术方案,保证决策建立在科学分析之上,以减少失误。这是关系到有限资源最佳利用的大事,关系到国家和企业竞争力强弱的重大问题。这方面我们有过许多正反两方面的经验和教训。

第一个五年计划期间,我们引入了苏联的技术经济分析方法,要求各个重点项目都要进行技术经济论证。由于重视经济分析,基本建设取得了较好的经济效果,“一五”期间固定资产交付使用率达到 83.7%。而在“二五”“四五”期间,由于采取了“大跃进”等所谓群众运动的方法来搞工业建设,事前不作经济分析,事中不作投资控制,事后不作审计分析,致使固定资产交付使用率大大下降,“二五”期间仅为 59.5%，“四五”期间为 61.4%，与“一五”期间相差甚远。如果按照“一五”期间的水平来计算,在 1950 年至 1980 年的 31 年间投资交付使用的固定资产应接近 6 000 亿元,而实际只有 5 000 亿元,少形成了 1 000 亿元的固定资产。

改革开放后,我们在过去技术经济分析的基础上引进了西方国家的“可行性研究”的内容。可行性研究是指在调查研究的基础上,通过对投资项目的市场分析、技术分析、经济效益和社会效益分析,对项目的必要性、技术可行性、经济及社会的合理性进行综合评价。可行性研究内容的引入丰富了技术经济评价的理论与方法。

过去的技术经济分析与现在的可行性研究有两个大的不同。首先,前者是计划经济的产物。当时的项目是由“计划”确定的,因此项目中的各项指标与各种因素都是事前确定的,既不需要预测研究,也不需要比较选择。所以项目的技术经济分析只是一个单纯的企业财务评价,而且是静态的。而可行性研究是市场经济产物,项目中的各项资源都需要从市场中获得,而产品也在市场中销售,影响项目经济效果的各种因素都随未来环境的变化而变化。因此,在做可行性研究时,必须对未来的经济、社会、政策等环境做预测研究,也就是“动态”的评价。其次,前者的技术经济分析只涉及企业的财务评价,后者必须做经济效果评价,包括经济评价与社会评价。经济评价中又包括企业的财务评价与国民经济评价。研究技术的经济效果,不仅仅应用在投资项目实施前的科学论证上,还广泛应用于产品设计开发中的经济效果比较和分析,应用于设备更新、原料选择、工艺选择等领域。

^① 马克思,资本论(第一卷).北京:人民出版社,2004.

二、研究技术与经济相互促进与协调发展

如前所述,技术与经济是相互促进、相互制约的。技术经济研究的任务之一就是要从这对矛盾关系中寻找一条协调发展的途径,以求经济快速、持续地发展。

技术与经济的协调发展包含着两层含义,第一层意思是技术选择要视经济实力而行,不能脱离实际,不能好高骛远。这个道理是显而易见的。在一个国家经济不甚发达的时候,在大多数领域只能优先发展适用技术。但是适用技术的选择不是消极的、被动的,而应是积极的、主动的。现在采用适用技术是为了将来掌握先进技术。20世纪80年代以来,我国制药行业发展迅速,其原因之一是正确的选择了适用技术。制药厂如选择开发一类新药作为发展方向,除了需要企业有丰富的研发积累外,还需要投入大量的人力与财力。按照国外的经验,开发一类新药平均要投入数亿美元,开发周期10~12年,显然这不是我国大部分企业所能承受的。因此,我国很多制药厂采取了另外一条“适用技术”的路,主攻国外专利即将到期的药品研发,提前攻关,模仿破解。一旦国外厂家的专利到期,我们的仿制药就可以立即上市。由于我国的劳动力等生产成本低廉,具有很强的竞争力。因此,我国的仿制药占有较大的市场占有率。这不但促进了企业的发展,而且积累了研究、开发的经验,为今后新药的开发打下了基础。

第二层意思是技术与经济协调的目的是为了发展。所以在处理技术与经济关系时,发展是中心问题。要创造条件去争取可能条件下的发展速度,如果按部就班,落后国家、落后企业永远只能跟在发达国家、先进企业的后面,就不可能出现中国的奇迹、日本的奇迹、亚洲“四小龙”的奇迹,就不可能有苹果公司、微软公司的产生。20世纪90年代很多民营中小机械企业,引进了全套国外先进的加工技术,纺织企业引进了全套国外最先进的剑杆织机、喷水织机、圆网织机等,企业的产品上了档次,再加上我国民营企业固有的优势,使这些企业在国际市场上具有竞争优势。

以发展为中心,在发展中协调,在协调中发展,这种动态的概念又是一个重要的观点。讲发展就要有超前意识,要抓住关键领域、关键部门、关键产品、关键技术的超前发展,从而带动其他领域、部门、产品、技术的协调发展。一个国家、一个产业或一个企业,一般来说不可能做到样样领先,面面一流,总有些方面相对不先进,但是只要抓住关键就会产生联动作用。乙烯工业的发展是一个很好的例子。乙烯工业是三大合成材料的原料工业,它的产业链很长,从基本有机合成工业到合成橡胶、塑料、合成纤维工业,从国防到民用,涉及面相当广,发展乙烯工业可以带动许多工业。我国从20世纪70年代开始全套引进了当时世界上先进的30万吨乙烯裂解装置,从而奠定了我国石油化学工业基础,带动了一连串的后续加工工业。

日本的钢铁和电子工业在20世纪50年代是比较落后的,经济效益也不佳。然而他们以超前的意识引进了奥地利的炉顶吹氧和连续铸造技术,从美国贝尔实验室引进了晶体管制造技术,短短的几年使得日本一举成为世界钢铁强国和半导体产品强国。这又带动了其他相关产业的发展,使日本成为汽车、造船和家用电器生产王国,极大地促进了日本经济的增长。这是一个典型的以发展为中心,用超前意识进行技术选择,从而走上技术与经济协调发展道路的成功范例。

强调适用技术的重要性,大量推广因地制宜的适用技术,是由我国的经济实力决定的。

但一定要处理好与“超前”的关系。顾此失彼就有可能走上引进(或开发)—落后—再引进(或再开发)—再落后这条永远摆脱不了落后的死胡同。特别是在国际化大市场的背景下,技术的发展更要从国际大背景下来考虑。

超前意识绝不是越先进越好,而是在量力而行的前提下有所为,有所不为。有所为指一定要看准目标,一举达到先进水平从而带动其他产业。有所不为指在大部分量大面广的领域中,不一定追求最先进技术,而要大力发展适用技术,更新落后技术。

如前所述,处理技术与经济的协调发展的核心问题是技术选择问题。从国家层面上要研究在一定的发展阶段内各产业和经济部门的技术政策、技术路线,要明确鼓励什么,限制什么,淘汰什么。技术选择要符合技术发展的趋势,要符合中国的国情,要符合可持续发展的战略。例如,中国城市是发展以私人小汽车为主,还是发展公共交通为主;火车运输是发展内燃机车还是电气机车,是发展高速火车还是发展磁悬浮火车,是以新建线路为主还是以现有线路和机车改造提速为主等都是宏观技术选择问题。

技术路线和技术政策是带有全局性的技术选择问题,关系到全局性的投入产出和技术进步问题,关系到环境保护和可持续发展问题。1958年我国曾经提出以发展小高炉、小转炉为代表的“小、土、群”钢铁工业发展方针。结果劳民伤财,浪费了矿产资源和人、财、物。这种全局性的技术路线错误,导致全国上百亿元的直接经济损失,对资源和环境的破坏更是触目惊心。

从企业层面上,同样有技术选择问题,包括技术路线选择、设备选择、加工工艺选择、运输方式选择、三废处理技术选择等。这些直接关系到企业的竞争力问题。企业是社会经济活动的细胞。企业的技术选择首先要服从国家的总体技术路线和技术政策,国家明令禁止和淘汰的技术、装备,企业不管有什么理由也得“小局”服从大局。当前很多地方关闭了大量的“小造纸”工厂就是为了执行国家的技术政策和环保政策。当然,企业在不违反国家法律和政策的大原则下,可以根据自己的发展目标、资源状况和外部环境选择技术。总之,国家的技术政策、技术路线是企业技术选择的根据,企业的技术选择又是保证国家技术路线执行的保证。

三、研究技术创新,推动技术进步,促进企业发展和国民经济增长

科学技术是第一生产力,技术创新是促进经济增长的根本动力,是转变经济增长方式的有效途径。技术创新的这种特殊地位,决定了它是技术经济学的重要研究任务。

自从1912年美籍奥地利经济学家约瑟夫·阿罗斯·熊彼特(1883—1950)在其著作《经济发展理论》中提出创新的概念和理论后,创新理论一直成为经济学家们研究的重要领域,特别是20世纪70年代以后,技术创新已成为世界性的热门研究课题。熊彼特的创新理论在世界经济史上具有革命性的意义,人们越来越认识到技术创新作为一种“创造性的破坏”,作为实现生产要素和生产条件的新组合在经济生活中的重要性。技术创新包括新产品的生产、新生产技术在生产过程中的应用、开辟原材料的新的供应来源、开辟新市场和实现企业的新组织。技术创新从本质上就是一个经济概念,它与技术开发不一样,后者是一个技术概念。技术创新强调的是新的技术成果在商业上的第一次运用,强调的是技术对经济增长的作用。

改革开放以来我国经济增长迅速,主要得益于技术创新。其中部分得益于高新技术的

引进,更多的是中低技术的模仿扩散。所以经济增长的重要部分仍然是以资金和劳动力投入为主,与经济发达国家的技术水平、经济指标还有相当大的差距。因此,我们应加快技术创新的步伐,从低水平的模仿提高到高水平的模仿,从单纯的模仿创新逐步提高到自主创新。

创新是国家兴旺发达和企业增长发展的不竭动力,因此中国提出要把建立技术创新机制作为建立社会主义市场经济体制的一个重要目标,把建立健全企业的技术创新体系作为建立现代企业制度的重要内容和搞好国有大中型企业的关键环节,这具有重要意义。

学习“技术创新”的理论就是要树立技术创新意识,掌握技术创新规律和一些基本的实施要领,从而在工作中主动、积极开展技术创新活动,建立促进技术创新的机制和环境,促进企业发展方式的转变和国家经济增长方式的转变。

第三节 工程师必须掌握技术经济学基本知识

高等院校工科类专业的培养目标是未来的工程师。作为中国特色社会主义的高级建设人才,他们除了肩负着崇高的政治使命外,在业务上又肩负着三项使命:技术使命、经济使命与社会使命。

工程师不同于其他的就业者,他所从事的工作是以技术为手段,创造和提供工程产品或技术服务,满足人们的物质和文化生活的需要。这就是工程师的技术使命。正如著名的空气动力学家冯·卡门所说:“工程师创造还没有的世界。所以工程师以发明、革新和应用为己任。”为此,工程师必须具有广泛而扎实的基础理论知识,要精通本门类工程领域的技术知识和相关领域的知识,具备本门类的工程技能和能力,掌握当代科技发展趋势,具有适应21世纪需要的人文知识、经济知识和工程素质。这就需要在大学中通过基础课、专业基础课和专业课学习掌握这些知识和技能。技术经济学中的技术创新部分,就是要求学生通过学习提高技术创新意识,掌握技术创新规律,自觉运用所掌握的科学技术知识进行创造性思维,创造本地区、本国和世界上还没有的新产品、新技术、新的管理制度,寻找新材料、新工艺,开辟新市场。

技术作为人类发展生产力的强有力手段,具有十分明显和突出的经济目的,工程师的每项成果都涉及经济问题,都涉及投入、产出和经济效果问题。举一个最简单的例子:设计一幢大楼必须要考虑墙面隔热问题,这对能源的节约有很大影响。从技术上讲隔热问题很容易解决,除了选用隔热性能优良的材料外还可以加厚墙体。加厚墙体就要增加基本建设费用,而不加厚墙体则要增加能源的损耗,这之间就有一个经济性评价和方案的选择问题。科学管理之父泰勒曾经说过一句名言:“一个工程师能以一元钱完成别人必须用两元钱方能完成的工作。”半个世纪以前就有人作过这样的论述:除了少数例外,每项工程结构都是首先由经济需求提出的,并且每个零件的设计,除少数以外,最后基本上都是从经济观点出发作出判断的。所以工程师的工作离不开经济,工程师必须掌握常用的、基本的经济学理论和方案评价的知识和方法。他的脑海中不但要有技术的“弦”,还要有经济的“弦”,提出的一个技术方案除了考虑功能、性能、质量、效率、精度、寿命、可靠性等技术指标外,一定要同时考虑投资多大,成本多高,运行费用多少,利润如何,在市

场上有没有竞争力等一系列的经济性评价问题。否则再好的技术方案,只能是好看中不用。因此工程师必须具有强烈的经济意识,必须要掌握技术经济的基本理论和方法。我们的工程技术人员应当明白,尽管产品是由工人在生产过程中制造出来的,但是产品的技术先进程度、满足消费者的程度和制造费用高低在很大程度上是由工程技术人员在设计产品和选择工艺过程中就已决定了的。

此外,现代工程技术与人类社会的关系十分密切,与人类的生存环境、文化发展休戚相关。工程师除了为人类提供价廉物美的产品和服务外,还必须关注环境保护和资源的利用,走可持续发展的道路。可持续发展最早在 1980 年联合国环境规划署(UNEP)、世界自然保护基金会(WWF)、国际自然保护联盟(IUCN)三者共同发布的《世界自然保护战略》中谈到“为实现可持续性发展而进行的自然资源的保护”时首次使用。在 1987 年“环境与开发世界委员会”发表的报告书《我们共同的未来》中,可持续发展成为关键词,并将“开发、发展”定义为人类“从周围环境获得的最大利益”,将“保护”定义为“人类子孙后代从周围环境获得的最大利益”。从而使开发、发展和保护从人与自然的协调关系上统一了起来。工程师必须要树立这么一个观点:地球只有一个,它是全人类共同所有。要处理好发展与保护的关系,没有发展的保护是没有意义的,没有保护的发展是不能持续的。这方面的知识将在本书的第九章具体阐述。

综上所述,技术经济学研究的任务与工程师的职责是紧密相连的(见图 1-1)。这是一门未来工程师必须掌握与应用的知识。为此,我们除了吸收技术经济学近几年新的发展成果,在内容上作了适当扩充和增加外,还在章节安排上作了较大的变动:将与工程师的技术职责紧密相连的技术创新安排在了第二章,使工科学生更容易接受与理解学习技术经济学的必要性;将“设备更新与租赁经济分析”“价值工程”这两章作为经济性评价方法的具体应用而安排在第六章和第七章,使学生对经济性评价有更深入的了解;此外,考虑到“建设项目可行性研究”是其他各章理论、评价方法的综合运用,所以安排在本书靠后的部分。

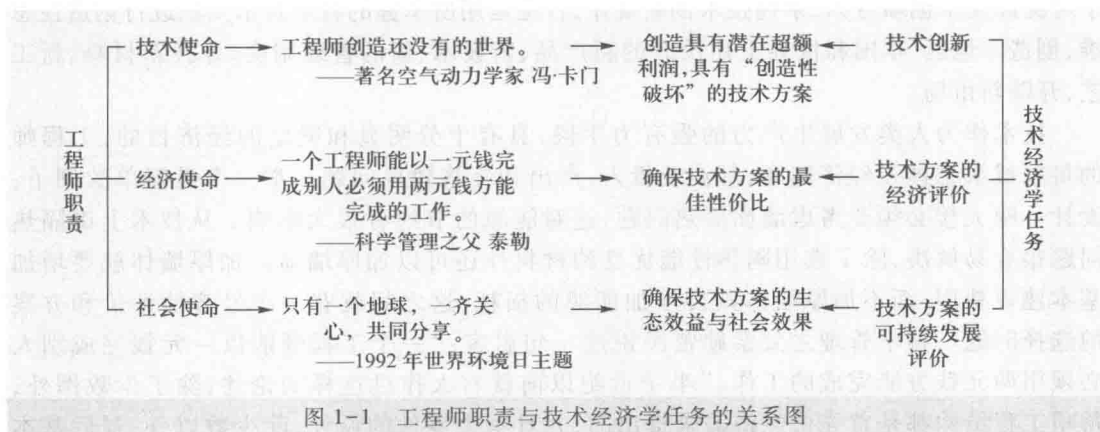


图 1-1 工程师职责与技术经济学任务的关系图

第四节 技术经济分析的一般过程

技术经济分析基本程序如图 1-2 所示。

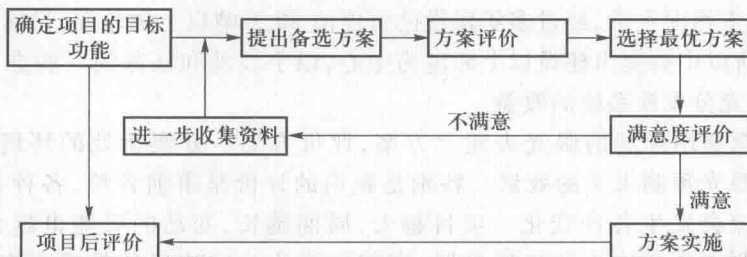


图 1-2 技术经济分析的基本程序

第一,要确定目标功能,这是建立方案的基础。如果我们预计缺 300 万千瓦电力,那么我们就建立方案来满足 300 万千瓦电力的需要。如果我们是为了解决甲地与乙地之间每年 1 000 万人次与每年 1 000 万吨货物的交通运输问题,那么我们要提出方案,可以通过铁路运输也可以通过公路,可以是单一方案,也可以是复合方案,如公路与铁路、公路与空运、公路与水运等,但都必须能解决这样的运输量。当然有时方案没有特定社会功能,只有经济功能。例如某公司现有 3 亿元资金寻找投资方向,其目的只有一个:取得较好的回报率。那么我们就提出一系列投资方案,最终的回报率要达到或超过预期回报率。

第二,提出备选方案。一般来说为了达到一定的目标功能,必须提出很多方案,如为了解决能源问题可以建火电厂、核电厂或水电站,而建核电站又有许多方案,如采用重水式的、轻水式的……寻找备选方案,实际上是一项创新活动。人们要求决策者能针对某一特定的问题提出“最优”的解决方法,因而决策者必须创新。因为现有的一些方案可能比他所创造出来的方案要差得多。决策者的任务是要尽量考虑到各种可能方案。实际工作中不可能列出所有可能方案,但是决不能丢掉有可能是最好的方案。方案尽可能要考虑得多,但经过粗选后正式列出的方案要少而精。

第三,方案评价。列出的方案要经过系统的评价。评价的依据是政策法规与反映决策者意愿的指标体系。比如产品要符合国家的产业政策、质量标准,出口的产品要符合进口国的标准与习惯,厂址选择要符合地区布局与城建规划,生产要符合国家的技术政策、劳保条例、环保条例、劳动法等。在符合基本条件后,最重要的是要有较好的经济效益和社会效益。通过系统评价,淘汰不可行方案,保留可行方案。

第四,选择最优方案。决策的核心问题就是通过对不同方案经济效果的衡量和比较,从中选择效果最好的最优方案。

要运用好技术经济学的基本理论和方法,必须树立系统观念和动态观念。所有的技术方案,包括技术路线、技术政策、技术措施等都不是孤立存在的,它们是整个社会的技术经济系统中的一个有机组成部分。在作经济决策时,我们追求的不仅是子系统、小系统的目标,而是整个大系统的目标。长江三峡工程的论证与决策,不光是大坝与发电的技术问题,也不光是发电的本身效益问题,还要考虑三峡工程建设所带来的综合效果问题。比如水库的水