

装备技术经济分析

刘晓东 等 编 著 ◀



国防工业出版社
National Defense Industry Press

装备技术经济分析

刘晓东 等 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

技术和经济在装备发展中犹如车之双轮、鸟之双翼,需要综合协调发展,这是确保装备长期稳定和协调发展的基本要义。本书通过对装备发展寿命周期各阶段的技术经济评价、基本概念和分析方法的阐述,旨在探求装备技术经济协调发展的方式和方法。

本书可供从事装备技术和装备管理工作的人员参考,也可作为工科专业、管理类专业的本科生和研究生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

装备技术经济分析/刘晓东等编著. —北京:国防工业出版社,2017.4

ISBN 978-7-118-11148-4

I. ①装… II. ①刘… III. ①军事装备—技术经济分析
IV. ①F407.483.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 058035 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14¼ 字数 352 千字

2017 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 89.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

强国必须强军,强军必先利器。面对世界新的科技革命、产业革命、军事革命加速发展的趋势,只有加快武器装备现代化建设,才能夯实军事准备的物质基础。随着现代技术广泛应用于装备,装备建设经费投入急剧增长,尤其是我军装备建设正处于由跟进研究向自主创新转型升级的重要阶段,如何在装备发展中,协调装备技术需求和装备经费实际能力,提高装备建设经费使用效益,对于确保我国装备持续稳定健康发展具有非常重要的现实意义。

装备技术经济分析是由装备技术学科与经济学科相互交叉而形成和发展起来的,主要研究装备技术领域的经济问题和经济规律,寻求装备技术领域内资源的最佳配置,其核心思想是将装备技术问题和经济问题同步考虑,系统规划。正因如此,学习装备技术经济分析的基本思想,理解和掌握装备技术经济分析的基本理论和方法,对于树立科学的装备发展观,提高解决装备发展现实问题的能力水平具有重要作用。

本书在遵循技术经济学理论方法的基础上,结合装备发展实际需求,本着掌握基础理论,突出实际应用的原则,对相关领域知识进行了大胆重组,以适应装备发展不同阶段、不同层次开展装备技术经济分析的需要。在装备技术经济分析基础理论学习方面,本书安排有装备技术经济分析基础、装备费用分析、装备技术经济评价等内容;在此基础上,安排了装备费用效能分析、装备价值工程、装备维修技术经济分析、装备更新技术经济分析等内容,分别介绍装备技术经济分析在装备不同研究层次、不同发展阶段的具体应用。

本书可作为工科专业、管理类专业的本科生和研究生教材,也可供从事工程技术、装备管理等工作的人员参考。

本书由刘晓东主持编写,参加编写的人员有贾月岭、解江、贺波、吴诗辉、张楠、杨闽湘,张楠在本书文字及图表格式规范方面做了大量工作。

作者在撰写本书过程中,参考了大量国内外有关文献,在此对这些文献的作者表示衷心的感谢!

应当指出,装备技术经济分析涉及到多个学科领域,如经济学理论、预测理论、决策理论、管理科学理论和相关专业技术学科理论等,研究内容非常广泛,而且,还有许多理论和实践问题尚待进一步完善和发展。囿于作者知识结构和学识水平,本书缺点和疏漏在所难免,恳请广大同仁批评指正。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 技术经济学概要	1
1.1.1 技术与经济的内涵及相互关系	1
1.1.2 技术经济学的产生与发展	2
1.1.3 技术经济学的研究对象与特点	3
1.1.4 技术经济分析的一般程序	5
1.2 装备技术经济分析概要	7
1.2.1 装备发展与影响因素的相互作用规律	7
1.2.2 装备技术经济学的研究对象与特点	8
1.2.3 装备技术经济分析的研究内容	9
1.3 学习装备技术经济分析的目的和意义	11
第2章 装备技术经济学基础	13
2.1 经济效益与装备技术经济效益	13
2.1.1 经济效益	13
2.1.2 装备技术经济效益	14
2.2 资金时间价值	16
2.2.1 资金时间价值含义	16
2.2.2 资金时间价值有关概念	16
2.2.3 普通复利公式	19
2.3 预测理论	23
2.3.1 预测理论概述	23
2.3.2 定性预测方法	26
2.3.3 定量预测方法	27
第3章 装备技术方案经济评价	30
3.1 技术经济方案评价概述	30
3.1.1 方案的技术评价	30
3.1.2 方案的经济评价	31
3.2 技术方案经济评价基本方法	33
3.2.1 投资回收期法	33
3.2.2 净现值法	35
3.2.3 净现值指数法	37
3.2.4 净年值法	38
3.2.5 费用值法	39

3.2.6	收益率法	40
3.3	技术方案的综合评价方法	46
3.3.1	互斥方案的经济评价方法	46
3.3.2	独立方案的经济评价方法	51
3.3.3	混合方案的经济评价方法	53
第4章	装备技术方案的不确定性分析	56
4.1	盈亏平衡分析	56
4.1.1	独立方案盈亏平衡分析	56
4.1.2	互斥方案盈亏平衡分析	59
4.2	敏感性分析	60
4.2.1	敏感性分析的概念	60
4.2.2	敏感性分析的步骤	60
4.3	概率分析	63
4.3.1	期望值与方差	63
4.3.2	风险分析方法	64
4.4	风险决策	65
4.4.1	风险决策的条件	65
4.4.2	风险决策的原则	66
4.4.3	风险决策方法	68
第5章	装备费用分析	72
5.1	概述	72
5.1.1	装备费用的基本概念	72
5.1.2	装备费用分析的主要内容	72
5.1.3	装备费用分析的意义	73
5.2	装备费用构成及影响因素分析	73
5.2.1	装备费用的构成分析	73
5.2.2	装备费用的影响因素分析	76
5.3	装备费用估算的一般程序	78
5.4	装备费用估算方法	80
5.4.1	工程估算法	80
5.4.2	参数估算法	83
5.4.3	类比估算法	86
5.4.4	专家判断估算法	89
5.4.5	估算方法的适用性	94
5.5	典型的装备参数费用估算模型介绍	94
5.5.1	DAPCA IV 模型	94
5.5.2	TruePlanning 系统介绍	96
5.6	装备费用估算管理	99
5.6.1	费用估算管理机制	99
5.6.2	费用估算管理主要内容	101

第6章 装备费用—效能分析	105
6.1 装备系统效能评估基础	105
6.1.1 装备系统效能的概念	105
6.1.2 装备系统效能评估方法概述	106
6.2 ADC系统效能评估模型	108
6.2.1 ADC系统效能评估模型特点分析	108
6.2.2 装备系统可用性评估	109
6.2.3 装备系统可信性评估	112
6.2.4 装备系统固有能力和评估	114
6.2.5 装备系统效能评估案例	115
6.3 装备费用—效能分析的主要内容	116
6.3.1 装备费用—效能分析的要求	117
6.3.2 装备费用—效能分析的内容	118
6.3.3 装备费用—效能分析的基本程序	119
6.4 装备费用—效能综合分析方法	121
6.4.1 装备效费权衡分析模型	121
6.4.2 基于理想点的多目标决策与评价方法	126
第7章 价值工程	130
7.1 价值工程概述	130
7.1.1 价值工程的产生、发展和应用	130
7.1.2 价值工程的基本概念	132
7.1.3 价值工程原则	134
7.1.4 价值工程研究发展方向	135
7.2 价值工程活动过程及方法	137
7.2.1 价值工程的工作阶段和步骤	137
7.2.2 对象选择和资料收集	138
7.2.3 功能分析	141
7.2.4 方案的创造与评价	144
7.3 价值工程应用案例分析	147
7.3.1 案例1:价值工程在某军械雷达技术改造中的应用	147
7.3.2 案例2:提高某导弹系统可用性的方案评价	150
第8章 装备维修技术经济分析	153
8.1 修理级别的技术经济分析	153
8.1.1 修理级别分析概述	153
8.1.2 修理级别分析的过程和方法	154
8.1.3 案例分析	158
8.2 维修间隔期的技术经济分析	159
8.2.1 装备定时维修间隔期的计算	159
8.2.2 装备视情维修间隔期的计算	160
8.2.3 装备维修间隔期的制定	161

8.3	装备维修费使用效益评估	162
8.3.1	装备维修费的分类与管理	162
8.3.2	装备维修费使用效益评估	164
8.3.3	案例分析	168
第9章	装备更新技术经济分析	172
9.1	装备的磨损及分析	172
9.1.1	装备的有形磨损	172
9.1.2	装备的无形磨损	174
9.1.3	装备的综合磨损	174
9.1.4	装备磨损的补偿方式	175
9.2	装备的残值与折旧计算	175
9.2.1	装备残值的确定	176
9.2.2	装备折旧的确定	177
9.3	装备的寿命及其分析	180
9.3.1	装备的寿命形态	180
9.3.2	装备经济寿命的确定	181
9.3.3	装备寿命的综合决策	185
9.4	装备大修的经济性分析	189
9.4.1	装备大修的概念及特点	189
9.4.2	确定合理的大修时限的原则	190
9.4.3	装备大修的经济性分析	192
9.5	装备现代化改装的技术经济分析	195
9.5.1	装备现代化改装的概念和意义	195
9.5.2	装备现代化改装技术经济决策方法	195
9.5.3	装备瞬时报废型更新模型	200
附录	常用复利系数表	204
参考文献		220

第1章 绪 论

军事需求牵引、技术和经济支撑是武器装备发展的最基本原则和规律。一方面,发展武器装备是国家根本战略利益之所在,是决定战争胜负的重要因素之一,因而军事上的需要是武器装备发展的主要动力。另一方面,科学技术水平是武器装备发展的重要条件,国家的科技发展水平对武器装备的研究开发具有决定性影响。同时,发展武器装备除了需要技术支撑外,还需要大量的经费投入,即必须以国家的经济实力为基础。因此,在装备发展过程中必须综合考虑军事效能、技术水平和成本费用,只有这样,才能确保武器装备持续稳定和健康发展。

装备技术经济分析是一门由装备技术学科与经济学科相互交叉而形成和发展起来的,研究装备技术领域经济问题和经济规律,研究装备技术领域内资源的最佳配置,寻求装备技术与经济的最佳结合以求可持续发展的学科,在装备建设中具有广泛应用,对提高装备建设经济使用效益具有重要的意义。

本章首先介绍技术经济学产生与发展基本情况,分析其研究对象、研究特点和研究分析的一般程序。在此基础上,结合装备的特点,阐述装备发展与影响因素的相互关系以及装备经济分析的研究内容。

1.1 技术经济学概要

1.1.1 技术与经济的内涵及相互关系

1. 技术与经济的内涵

1) 技术的内涵

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、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,具体表现为由硬技术与软技术所组成的多要素、多层次的复杂体系。

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。它作为人类器官的延长,使人的体力与智力神奇般地放大了,极大地提高了生产效率。

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) 经济的内涵

“经济”一词,在古汉语中具有“经邦济世”、“经国济民”的含义,是指治理国家、拯救庶民的意思,与现代的经济一词完全不同。

现在通用的经济一词,大体有以下几方面的含义。

(1) 经济是人类历史发展到一定阶段的社会经济制度,是政治和思想等上层建筑赖以生存的基础。

(2) 经济是指物质资料的生产,以及与之相适应的交换、分配、消费等活动。

(3) 经济是一个国家国民经济的组成,如工业经济、农业经济、商业经济、运输经济等名词中的经济概念。

(4) 经济指节约或节省等。

技术经济学中的经济具有多种含义,除了具有“节约”或“节省”含义外,还具有生产关系、经济基础的含义。

2. 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发展。

1) 技术发展为经济发展提供巨大动力

发展经济必须依靠一定的技术,科学技术是第一生产力,这已在人类社会的发展历史上得以证明。

人类文明发展到现在,共发生了三次技术革命。第一次技术革命是在 18 世纪中后期,其标志是蒸汽机与机械革命,表现为蒸汽机、纺织机、工作母机的发明,它带动了第一次产业革命;第二次技术革命是在 19 世纪中后期,标志是内燃机与电力革命,表现为内燃机、电机、电信技术的产生,它催生了第二次工业革命的发生;第三次技术革命是在 20 世纪中后期,其以电子计算机的发明、信息网络的诞生为标志,表现为电子技术、计算机、半导体、自动化乃至信息网络的产生。历史上抓住技术革命的国家都发生了翻天覆地的变化。在第一次技术革命中,英国崛起成为世界头等强国,其工业生产能力相当于全世界的 40% ~ 50%,欧洲大陆和美国先后进入工业化进程。在第二次技术革命中,德国迅速跃升为世界工业强国,美国在世界工业生产中的份额上升到第一位,日本建立了工业化基础。在第三次技术革命中,美、德、法、英进入工业化成熟期;日本实现了经济的腾飞,1950 年—1985 年其经济增长高达 120 倍。目前,受内外因的共同作用正在催生新一轮技术革命,其中对未来影响较大的技术是能源技术、信息技术、生命科学技术,依靠这些新兴技术的强大支撑,必将引领世界产业全新发展。

2) 经济发展为技术发展提供坚实物质基础

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,凡是依靠科技的国家和产品超群的企业,无一不是对研究与开发高投入的国家。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%,而大部分发展中国家由于经济的制约只能在 1% 以下。我国解放以来,特别是改革开放以来,经济能够快速增长,除了由于生产关系变革,解放了生产力外,主要得益于技术创新。

技术与经济这种相互促进、相互联系,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。同样地,经济的发展也不单是一个经济问题,还必须依靠技术手段来实现。

1.1.2 技术经济学的产生与发展

技术经济学的起源最早可追溯到 19 世纪后期。1887 年,美国铁路工程师阿萨姆·威林

顿(Arthur M. Wellington)在其所著《铁路位置经济》一书中第一次把项目投资同经济分析结合起来。1920年,格登门(O. B. Goldman)在《财务工程》一书中第一次提出把复利公式应用于投资方案评价,并且批评了当时研究工程技术问题不考虑成本、不讲求节约的错误倾向。1930年,格兰特(Eugene L. Grant)教授出版了《工程经济原理》一书,以复利计算为基础对固定资产投资经济评价的原理做了阐述,同时指出人的经验判断在投资决策中具有重要作用。由于格兰特对投资经济分析理论的发展做出了重要贡献,后人称他为技术经济(工程经济)之父。此后,在西方工业发达国家曾先后产生了对工程项目和生产经营决策进行分析计算的一些方法,如可行性研究、价值工程等。在这一时期,苏联在规划、设计和工程建设项目中也开展了技术经济论证、分析工作,后来又将论证分析方法普遍用于生产企业,逐渐形成了一套比较完整的技术经济静态分析方法。这套方法于20世纪50年代传入中国,并应用于重点建设项目的论证和生产企业经营状况的分析。20世纪50年代末期开始,中国经济学界认真总结经济建设中正反两方面的经验和教训,广泛开展了对经济效果理论及其分析、评价方法的研究。20世纪60年代初,创立了中国的技术经济学。20世纪70年代后期和80年代初,先后于1978年成立了中国技术经济研究会,许多部门、省、市、自治区建立了研究会的分支机构。1981年成立了国务院技术经济研究中心,很多高校建立了技术经济专业或开设了技术经济学课程,培养了一大批从事技术经济分析的专门人才,使技术经济学的原理与方法不仅系统地在经济建设宏观与微观的相应项目评价中得到广泛应用,而且在技术经济学科的体系、理论与方法、性质与对象等方面都开展了卓有成效的研究,逐步形成了具有完整体系、符合我国国情的技术经济学。

1.1.3 技术经济学的研究对象与特点

1. 技术经济学的研究对象

技术经济学是一门应用经济学基本原理,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相互关系的科学,是研究技术领域内资源的最佳配置,寻求技术与经济的最佳结合以求可持续发展的科学。

技术经济学的研究对象主要有以下3个方面。

1) 研究技术方案的经济效果,寻求具有最佳经济效果的方案

从这个意义上讲,技术经济学也可称为技术的经济效果学。经济效果是指实现技术方案时的产出与投入比。而技术的使用直接涉及生产活动中的投入与产出。所谓投入是指各种资源(包括原材料、设备、厂房、基础设施、能源等物质要素与具有各种知识和技能的劳动力)的消耗或占用;所谓产出则是指各种形式的产品或者服务。在特定时期内,社会生产活动中的资源总是有限度的,如何最有效地利用各种资源,满足人类社会不断增长的物质文化需要是经济学研究的一个基本问题。技术的经济效果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产出的学问。投入和产出在技术经济分析中一般可归结为用货币量计算的费用和效益。

在研究技术的经济效果时,往往是在技术方案实施之前,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,保证决策的科学性,以减少失误。这关系到有限资源最佳利用的大事,关系到国家和生产者竞争力强弱的重大问题。对技术的经济效果的研究,不仅仅应用于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、原料选择和工艺选择等领域。

2) 研究技术与经济的相互关系,选择与经济相互促进、协调发展的技术

在介绍技术与经济的相互关系中提到,技术发展为经济发展提供巨大动力,经济发展为技术发展提供坚实物质基础,技术与经济之间具有相互促进、相互联系的辩证关系。因此,技术经济的研究就是要从这对矛盾关系中寻找一条协调发展的途径,以求经济持续、快速的发展。

在这一领域,与技术经济学关系最为密切的问题是技术选择问题,即在特定的经济环境条件下,选择什么样的技术去实现特定的目标。技术选择可分为宏观技术选择和微观技术选择。

宏观技术选择通常指涉及面广的一般性的战略性的技术选择,如技术路线和技术政策,它关系到全局性的投入产出和技术进步问题,其影响面超过一个特定企业的范围。其目的在于揭示备选技术对经济和社会发展全局的影响,选择对整个国民经济发展最有利的技术方向,为国家制定产业政策、技术政策和进行重大技术经济决策提供科学依据。例如,2015年3月25日,国家推出了由百余名院士专家制定的“中国制造2025”,为中国制造业未来10年制定发展规划和路线图,其目标是推动中国到2025年基本实现工业化,迈入制造强国行列。规划中提出了推行数字化、网络化、智能化制造等8项战略对策,明确了新一代信息技术等重点发展的10大领域,后续各部门和地区还将依此制定适合自身特点的发展战略和行动计划。

微观技术选择是指一个企业范围内的产品、工艺、设备和管理的技术选择。这些都是直接关系到企业的竞争力和经济效益的关键问题。其目的在于根据企业内部和外部条件,评价备选技术对企业近期和长远利益的影响,选择对实现企业目标最有利的技术和技术组合。

宏观技术选择是微观技术选择的根据,微观技术选择又是保证宏观技术选择的可靠保证。

3) 研究技术创新,提出推动技术进步和经济发展的科学途径

科学技术是第一生产力,是促进经济增长的根本动力。技术创新是技术进步中最活跃的因素,它是生产要素的一种新的组合,是创新者将科学知识与技术发明用于工业化生产,并在市场上实现其价值的一系列活动,是科学技术转化为生产力的实际过程。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对象。

自从1912年美籍奥地利经济学家瑟夫·阿罗斯·熊彼得(1883—1950)在其著作《经济发展理论》中提出创新的理念和理论后,创新理论成为经济学家们研究的重要领域,特别是20世纪70年代后期以后,技术创新已成为世界性的热门研究课题。

技术创新不断促进新产业的的诞生和传统产业的改造,不断为经济注入新的活力,因此,各工业发达国家,无不想尽各种办法,利用各种经济技术政策,力图形成推动技术创新的机制与环境。

2. 技术经济学的研究特点

技术经济学是从经济的角度去研究技术方案的实用性、可行性、先进性和合理性,目的是使技术更好地适应经济发展,是一门技术和经济相结合、相渗透的学科,它所具有的学科特点,主要表现在以下几方面。

1) 交叉性

近代科学技术发展的一个显著特点是高度分化与高度综合的统一:一方面科学技术分工越来越细;另一方面学科之间的相互渗透越来越深。技术经济学是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相互关系的科学,是研究技术领域内资源的最佳配置,寻求技术与经济的最佳结合以求可持续发展的科学。技术科学和经济科学的相互交叉是其区别于其他学科的一个显著特点。

2) 综合性

技术经济学研究的通常是多目标、多因素的问题,既包括技术因素的指标、经济因素的指标、社会因素的指标,还往往包括其他因素的指标;研究层次涉及宏观分析和微观分析,近期情况和远期情况,从而揭示技术与经济这对矛盾的运动、变化和发展规律,因此,在进行技术经济学研究时,要综合考虑多目标、多因素,且在动态中、联系中进行系统分析。

3) 预测性

装备技术经济分析主要是对将来的技术政策、措施和方案进行前期研究、计算、评价和选优。所以,它所研究的全过程是一项预测性的工作,常常存在一些未知因素和数据,往往需要采用科学的预测技术和方法进行假设、估算、推理和不确定性分析,使分析研究尽量符合未来的实际,提高方案的科学可靠程度。

4) 实用性

技术经济学是一门理论与应用相结合,侧重于应用的学科。主要研究经济效果的计算、分析和评价,与生产实践有密切的联系,采用的数据、资料也大量来自于各项实践,研究成果通常表现为规划、研究报告、建议书和具体实施技术方案等形式,其成果也需要实践检验分析。所以,装备技术经济分析具有突出的实用性特点。随着科学技术的迅速发展,以及各项技术在各行业的广泛推广、应用,实践中提出的技术经济问题越来越多,为技术经济学的发展开辟了更为广阔的前景。

5) 数量性

为了科学、准确地评价技术方案、技术政策、技术规划的经济效果,技术经济学采用了许多定量分析的方法。在计算技术和数学方法迅速发展的今天,定量分析的范围日益扩大,可以使许多定性分析因素定量化。因此,定量性是装备技术经济分析的一个突出的特点。但是,对于一项技术实践的综合评价,还要采用定性分析和定量分析相结合的方法,但总体上,技术经济学主要是研究定量分析方法,而且要逐步把定性分析定量化。

1.1.4 技术经济分析的一般程序

技术经济分析的基本程序如图 1-1 所示。

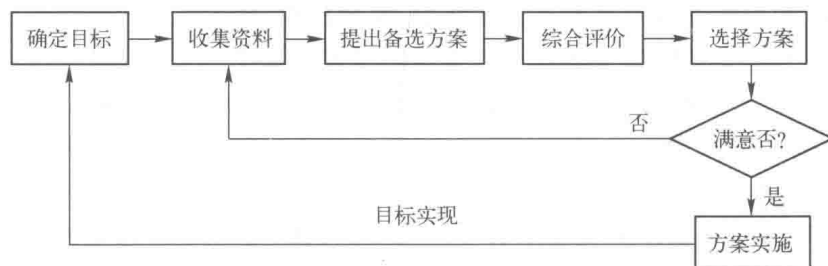


图 1-1 技术经济分析基本程序

1. 确定目标

确定目标是技术经济分析的出发点,是建立备选方案的基础。不同的分析对象其目标不尽相同。在选择分析目标时,一定要有正确的指导思想,并遵循一定的原则。确定目标时,要结合实际情况提出,既不能太高,也不能太低。目标太高,在一定条件下可能不存在满足目标的方案,后续工作将难以展开;目标过低,虽然有多种方案可以满足要求,但由于所确定的目标

所限,实际价值不大。

2. 调查研究,搜集资料

根据所确定的目标,深入实际进行调查研究,收集所需资料和原始数据,特别是有关的技术、经济、财务、市场、政策法规等方面的资料和数据。这是进行技术经济分析的重要一环,当所研究的问题复杂时,往往要花费大量的人力和时间。数据通常包含定量数据和定性数据,对定量数据通常采用调查和(或)问卷、实际统计、查阅有关原始资料等方法进行,对定性数据的收集一般可通过交流、会议等方式进行收集。完成数据收集后,需要运用技术经济理论与方法,对收集的资料进行整理、分析,确保所收集的资料和数据的可靠性、实用性和准确性。

3. 提出备选方案

一般来说,为了达到一定的目标,通常要求提出多种可行的方案以供选择。提出备选方案,本身就是一项创新活动,人们要求决策者能针对某一特定问题提出“最优”的解决方法,因而必须创新。现有的一些方案可能受到以前思维模式和各种条件的限制,存在这样或那样的不足,决策者的任务就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。方案的建立不仅需要掌握全面的技术与经济的资料和信息,更需要创造性的思维劳动,尽可能地建立各种客观上能够存在的方案,以便评比选优。

4. 综合评价

列出的方案要经过评价,这是决策的重要依据,是技术经济研究工作关键的一步。进行综合评价需要重点完成,评价指标的确定和评价方法的选择这两项工作,它们直接影响到综合评价结果的合理性和可信性。

在确定评价指标时,必须在调查研究的基础上,从综合技术、经济、社会、环境等方面确定技术方案的评价指标。对于复杂的问题,往往需要建立相应的评价指标体系。不同评价对象的实现目的、考虑因素不同,需要根据实际情况加以确定,其基本原则主要有以下几方面。一是目的明确。评价指标选择的主要依据是相关的政策法规及决策者的意愿,不能将与评价对象、评价内容无关的指标也选择进来。二是比较全面。选择的评价指标要尽可能覆盖评价的内容,如有遗漏,评价就会出偏差。要做到全面有一定难度,但要努力、尽量去做。三是切实可行,即操作性强。这些指标应在评价时容易获取,易于计算。

在综合评价方法选择方面,关键是要根据实际情况选择合适的评价方法。人们为了进行综合评价,研究提出了多种评价方法,这些方法在评价的目的、适合的时机等方面各不相同,在方法选择时应当结合评价对象具体情况加以选用。

5. 选择最优方案

决策的核心问题就是对不同方案的效果的衡量和比较,从中选择技术上先进、经济上合理的最佳方案。

6. 方案的跟踪评价与完善

实际情况是复杂变化的,因此,在方案实施过程中要及时跟踪并不断完善,只有这样,才能达到预期的目标。

要真正做好技术经济分析,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,因此,在进行技术经济分析时,从目标确定、评价指标建立等方面,都要树立系统观念,尤其是对于一些影响范围大的方案,更是如此。动态的观念就是用发展的眼光去建立方

案、评价方案。方案所处的环境是变化的,因此要用发展的眼光预测未来的效果。特别是技术经济评价是事前评价,各种参数在将来的实施过程中必定会发生各种变化。项目越大,周期越长,变动的可能性也越大。如果没有一套正确的预测方法和恰当的指标设置,事前的评价与实施后的效果会有很大的出入。

系统方法与动态方法要求决策者具有较广博的知识和较丰富的经验,同时也要求评价组要由各方面的专家组成,包括市场营销专家、技术专家、财务专家、法律专家等。只有发挥集体的智慧才能做出正确的评价。

1.2 装备技术经济分析概要

1.2.1 装备发展与影响因素的相互作用规律

1) 军事需求是装备发展的主要动力

根据《中国人民解放军军语》(2011版)的定义,“装备”是对“武器装备”的简称,是指实施和保障军事作战行动的武器、武器系统和军事技术器材等的统称,主要指武装力量编制内的武器、弹药、车辆、机械和器材等。

装备的上述定义明确了发展装备的目的及装备的范畴。装备直接服务于军事作战行动的特殊用途,使军事需求成为装备发展主要驱动力。同时,由于装备的发展能极大增强国防实力,并对作战方式、战略、战役、战术、军队建设和体制等各个方面具有关键作用,所以战争与军事活动又必然反作用于装备的发展,对装备性能、品种、数量等不断提出新的更高要求,成为推动装备发展前进的动力。

军事需求对装备发展的牵引作用已被古今中外装备发展历史所证明。例如,第二次世界大战期间,为满足战争的需要而发展的雷达、喷气式飞机、飞航式导弹、弹道式导弹、原子弹、电子计算机、直升机、多种新式坦克和火箭炮等装备,以及二战后的冷战时期,美国和前苏联长期执行军事对抗的国家战略,为满足军事上的迫切需要,核武器、各类导弹和精确制导武器、核潜艇、新型坦克、军舰和军用飞机、军用航天器、计算机技术等都获得了大规模、高速度的发展。海湾战争、科索沃战争使隐身飞机、巡航导弹、战术弹道导弹、军用卫星等加快了发展的步伐。

从20世纪80年代末开始,按军事需求发展装备已成为一些国家既定的方针和政策,并使之更加规范和科学。例如美国和西欧国家、俄罗斯、日本、印度及中国等提出装备发展项目,制定装备发展规划,都是在研究和确定军事需求的前提下进行的。美国甚至在参谋长联席会议中专门设立了军事需求委员会,研究和确定美军的军事需求,提出美军应建立的军事能力。

2) 科学技术是装备发展的重要条件

如果说军事需求要求必须发展装备,以及明确了发展什么样的装备,那么能否以及怎样发展装备(包括装备发展的品种、数量、质量和规模等)的决定因素之一,就是国家的科技水平和能力。现代装备特别是高技术装备在设计、研制、试验鉴定、使用和改进以及生产等方面,涉及面广,技术要求高、难度大,都需要运用大量的高科技。众所周知,核武器的开发是以核物理学的发展为前提的,弹道导弹的研制是以空气动力学、材料科学、推进技术和自动控制技术等的发展为基础的,精确制导武器的问世是以微电子学、计算机技术和传感器技术为依据的。从总体上看,当今世界哪一个国家的科技水平高,其装备的研制开发和生产水平也高。这也就是高技术装备的研制与生产高度集中在美国、西欧国家和俄罗斯等少数国家的原因。

正是因为科学技术对装备发展的重要推动作用,因此,世界军事强国为了保持装备技术优势,对装备技术发展管理都非常重视,以确保制定关键技术计划、选择关键技术领域和技术项目支持等工作,希望达到突出重点和事半功倍的目的。

3) 经济实力是装备发展的基础

装备的发展需要消耗大量的人力、物力资源,除了需要技术支撑外,还需要大量的经费投入。现代装备的研制和生产需要使用昂贵的原材料和实验设施,建立设备精良的军工生产企业基地等,都需要大量的投资。在装备使用和维护期间,还要建立庞大的维修保障系统,这部分的投资更大,据统计,现代装备系统在使用寿命周期内,其使用和维护费用可达采购费用的3~10倍,经济实力不强的国家往往难以承受,即使是经济强国也会面临巨大的财政压力。因此,装备发展必须以国家的经济实力为基础。

由于装备经费压力,导致装备研制项目研制周期延长甚至取消研制计划,采购数量大幅缩减、推迟采购进度,在役装备难以保障、完好水平低的例子比比皆是。例如,美军第四代战斗机F-22由于采用了最先进的电子设备和隐身技术,不仅使研制经费大幅上涨,而且使研制周期延长了5年左右,结果该型机形成初始作战能力的时间,不得不从20世纪90年代中期推迟到21世纪初期。同时由于该机采购单价高昂,达到1.2亿美元,美国空军被迫将采购数量大幅削减。又如,美军隐身舰载攻击机A-12的研制计划,该机型1981年开始研制,计划采购620架,总费用约520亿美元,但研制工作进行到1991年已耗资了51亿美元,到工程研制结束预计将耗资86亿美元,超过研制合同经费43.8亿美元(近1倍),而且许多技术问题仍没过关,在这种情况下,美军被迫于1991年宣布取消该机型发展计划。

综上所述,装备的发展必须受到军事因素、科技因素和经济因素的影响和制约,因此,在制定装备的发展规划计划时,必须系统综合考虑这些因素的作用,做出最佳选择。也就是说,装备发展计划或研制项目必须是军事上有效、生存能力强和效费比高,否则是不可取的。所谓军事上有效,是指武器装备必须具备所要求的技术和战术性能,能达到军事应用的有效性。所谓生存能力强,是指武器装备在敌方干扰和攻击等危险条件下仍能确保生存,并继续以足够高的效率完成其任务。所谓效费比高,是指研制和购买武器装备时应从“成本—收益”对比的角度,力求以尽可能少的支出达到尽可能高的效果。鉴于上述原则中包括军事效能、技术水平和成本费用等因素的共同作用,故将其简称为军事装备发展的军事—技术—费用综合平衡原则或规律。

综合平衡原则或规律是现代特别是第二次世界大战后数十年以来国防科研和装备发展管理经验的总结和概括。由于是美国的国防采办和军备控制专家保罗·尼采最先明确提出上述三原则,因此美国及其他西方专家称其为“尼采三原则”。1986年,美国国会通过的国防授权法将尼采三原则作为正式法令颁布实施。

1.2.2 装备技术经济学的研究对象与特点

1. 装备技术经济分析的研究对象

装备技术经济分析是一门装备技术学科与经济学科相互交叉而形成和发展起来的,研究装备技术领域经济问题 and 经济规律,研究装备技术领域内资源的最佳配置,寻求装备技术与经济的最佳结合以求协调发展的科学,其研究对象主要体现在以下两个方面。

1) 研究装备技术方案的经济效益,选择经济效益最佳的方案

现代高新装备往往运用大量新技术,各种技术之间相互影响,不同方案达到的战术和技术

性能不同,相应的投入也不同,因而需要对实现预定目标的多种技术方案进行经济效益的计算、分析、评价,以期从多个技术方案中选择出经济效益最好的方案,我们可以简称之为“选择方案”。这里要强调两点,一是强调要开展多方案选择,不能一套方案走到头;二是强调在方案选择中对技术和经济进行综合分析。

应当指出的是,在传统的装备发展思想中,存在着“重性能、轻费用”的思想,在装备方案选择中片面强调战术技术性能水平,对经济问题重视不够,这是导致装备费用难以承受的重要因素之一,装备技术经济分析则强调开展装备技术经济效益分析,并以此作为决策的重要依据,确保“需要”与“可能”相互协调,从这一角度讲,装备技术分析更加符合装备发展的内在规律。

2) 研究装备技术与经济的相互关系,选择与经济相互促进、协调发展的技术

现代装备大量运用了现代科学技术,它既是支撑装备实现特定功能的重要基础,也是满足任务需求的重要保障,因此,装备技术发展管理是一项影响深远的工作,这一领域的核心问题是技术选择问题,即在特定的环境条件下重点发展什么装备技术,以及在特定装备中引入何种该技术,这些都需要从技术和经济的角度综合予以考虑,我们可以简称之为“选择技术”。例如,由于复合材料具有重量轻、耐腐蚀、长寿命、可设计、易于整体成型等特点,在现代航空航天装备等领域具有很高应用价值,但是,其设计制造复杂、成本居高不下,严重阻碍了该技术广泛应用。为此,美国国防部倡导并联合工业界共同发起开展应用复合材料低成本技术,并制定了低成本复合材料计划(Composites Affordability Initiative, CAI),该计划为期10年(1996—2007年),将大型整体结构成型列为其重要内容,大力发展以共固化/共胶接技术为核心的整体成型技术。通过该计划,为复合材料结构在装备结构制造大量应用提供了良好支撑。

2. 装备技术经济分析的研究特点

从上述装备技术经济分析研究对象的论述中可以看出,装备技术经济分析与一般技术经济学的研究目的都是为了寻求技术与经济的最佳结合以求可持续发展。传统技术经济分析的特点在装备技术经济分析中也普遍存在,虽然如此,装备技术经济分析还是具有一些自身的特点,其核心源于装备的军事属性。正是由于装备的军事属性,装备效益的内涵、描述又有其自身的突出特点,从而使装备技术经济分析研究内容和方法与一般技术经济学又有所区别。关于这一点,在本书后续章节中还将进一步展开论述。

1.2.3 装备技术经济分析的研究内容

装备技术经济分析所涵盖的内容十分广泛,适用于装备技术活动的各个环节,为装备项目的研发、决策、管理、监督等工作提供依据。下面从装备寿命周期各阶段、不同层次对技术经济分析研究内容进行阐述。

1. 按装备寿命周期各阶段活动分类

按照我国有关规定,武器装备的寿命周期主要包括论证阶段、研制阶段、生产与部署阶段、使用与保障阶段、退役阶段。每个阶段开展装备技术经济分析的内容和重点不尽相同。

1) 装备论证阶段

该阶段主要活动可分为两部分。首先根据需求分析、可行性研究,决策装备型号立项;第二是确定总体的系统要求,探索和选择各种备选方案。工作的重点是方案的优化论证和编制好《武器系统研制总要求》和《论证工作报告》。

这一阶段装备技术经济分析主要工作包括装备寿命周期费用估算、费用—效能分析等,确