



普通高等教育“十五”国家级规划教材
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高校工程管理专业指导委员会规划推荐教材

GONGCHENG JINGJIXUE

工程经济学

(第三版)

西安建筑科技大学 刘晓君 主编
清华大学 刘洪玉 主审

中国建筑工业出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高校工程管理专业指导委员会规划推荐教材

工 程 经 济 学

(第三版)

西安建筑科技大学 刘晓君 主编
清 华 大 学 刘洪玉 主审

中国建筑工业出版社

第三版前言

时隔七年后,《工程经济学》第三版在第二版的基础上,经过不断改进、充实和完善,再次与读者见面。依据国家最新的经济法规、财税制度、投资体制改革内容和“建设部高等工程管理学科专业指导委员会”讨论通过的“高等学校工程管理本科指导性专业规范”中经济类主干课程《工程经济学》课程教学大纲,本书第三版主要在以下方面进行了修正。

第1章:(1)阐述工程经济活动的定义时,在强调应用科学知识的同时,增加了技术创新的内容。(2)通过进藏铁路方案选择过程,强调方案比选对保证工程科学决策和顺利实施的重要作用。

第2章:(1)将利率的概念进行了延展,从银行借贷利率拓宽至利润率。(2)将资金的时间价值进行了重新定义,将资金时间价值分为两个方面:一是资金作为生产要素产生的增值,二是资金作为稀缺资源的机会成本。(3)对例题的题干进行了更新,以更贴近现实。(4)强调了正确选取折现率的重要性。

第3章:(1)建筑安装工程投资构成,按中华人民共和国住房和城乡建设部、中华人民共和国财政部关于印发《建筑安装工程费用组成》的通知[建标(2013)44号],进行了修正。(2)固定资产折旧年限和净残值,按《中华人民共和国企业所得税法实施条例》,进行了修正。(3)明确了递延资产中的开办费和其他待摊费用的摊销方法。(4)根据国家规定,明确了:凡缴纳增值税和消费税的单位和个人都应按规定缴纳地方教育费附加。(5)根据国家营业税改增值税试点进程,将营业税金及附加改为增值税金及附加。

第4章:(1)将第二版中“静态评价指标是在不考虑时间因素对货币价值影响的情况下,直接通过现金流量计算出来经济评价指标”,改成“静态评价指标是在不考虑时间因素对货币价值影响的情况下,通过投资、收益、成本、利息和利润等计算出来的经济评价指标”。(2)指标计算时,将现金流量发生的年份改为时点,以保持与第二章现金流量概念的一致性。(3)将现金流量的年初习惯法和年末习惯法对应不同的动态评价指标计算公式。(4)根据《建设项目经济评价方法与参数》,将利息备付率和偿债备付率的判定标准调整为“应大于1”。(5)将单一方案与独立方案分离,独立方案既可是单一方案,也可多方案。

第5章:将风险管理步骤改为风险分析及其步骤。

第6章:(1)依据2006年1月1日起用的新《中华人民共和国公司法》,对工业产权、非专利技术作价出资的比例进行了修正。(2)将三家政策性银行改为两家,国家开发银行已于2008年12月16日转为商业银行。

第7章:在可行性研究内容中更加强调节约能源、资源与环境保护。

第8章:(1)在动态财务分析中,用时点替换年份,明确现金流入和现金流出的基本假定。(2)将利息备付率和偿债备付率的计算限定在借款偿还期内。

第9章：(1)区分了技术性外部效果和货币性外部效果。(2)更新了外汇汇率。
(3)修正了技术劳动力的影子工资换算系数。

第11章：更新了房地产项目经济评价案例。

第13章：根据中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会，价值工程第1部分：基本术语，GB/T 8223.1—2009，对本章进行了修正。

本书第三版由西安建筑科技大学刘晓君教授主编，清华大学刘洪玉教授主审，重庆大学张仕廉教授和东北财经大学王立国教授任副主编。书中第1章，第3章第1、2、3节，第4章第2节，第5章，第6章第1、2、3节，第9、10、12章由西安建筑科技大学刘晓君撰写；第2章由张仕廉、刘晓君共同撰写；第4章第1、3节由重庆大学张仕廉撰写；第3章第4节和第6章第4、5节由东北财经大学王立国撰写；第7章由西安建筑科技大学兰峰撰写；第8章由西安建筑科技大学张炜撰写；第11章由西安建筑科技大学王萌萌撰写；第13章由西安建筑科技大学杨建平和王萌萌撰写。每章引例和案例分析由西安建筑科技大学刘晓君、孙伟和王萌萌编写。

西安建筑科技大学管理学院教师唐晓灵、宋金昭、王旭嘉，博士研究生郭振宇、颜维成，硕士研究生张晨曦、胡伟、王斌、张宇飞、杨兰兰等同学为本书的出版做了许多有益的工作，在此一并表示谢意。

本书虽几经修改，但由于水平有限，缺点错误在所难免，敬请读者予以指正。

2014年6月

第二版前言

《工程经济学》第二版在第一版的基础上做了进一步的充实和完善，并依据国家最新的经济法规、财税制度、投资体制改革内容和 2006 年 7 月国家发展改革委、建设部颁布的第三版《建设项目经济评价方法与参数》对相关章节的内容进行了调整和修正，使教材的前瞻性、实践性和系统性更加突出，同时，更显著地体现了与国际惯例接轨。

本书第二版的编写工作是在教育部高等教育司、建设部人事教育司和建设部高等工程管理专业指导委员会的领导和组织下进行的，得到了主编单位西安建筑科技大学、副主编单位重庆大学和东北财经大学、主审单位清华大学和参编单位兰州交通大学的大力支持。

本书第二版由西安建筑科技大学刘晓君教授主编，清华大学刘洪玉教授主审，重庆大学张仕廉教授和东北财经大学王立国教授任副主编。第一章，第三章第一节，第四章第二节，第五章，第六章第一、二、三节，第八、九、十、十二章等由西安建筑科技大学刘晓君撰写；第二章，第四章第一、三节由重庆大学张仕廉撰写；第三章二、三、四节和第六章第四、五节由东北财经大学王立国撰写；第七章由西安建筑科技大学郭斌撰写；第十一章由清华大学龙奋杰撰写；第十三章由西安建筑科技大学杨建平撰写；第十四章由兰州交通大学王恩茂撰写。全书由刘晓君统一定稿。

西安建筑科技大学管理学院研究生廖阳、石浩、王彬、段涛、张哲威、李颖、郝胜梅、王栋栋、刘新科、钟石头、宋聪旭、霍亚坤、季宽、张江涛、缪玉、任志胜、文烽、周晓娟、黄国楚、师立新、王伟、高沂、郭振宇等同学为本书的出版作了许多有益的工作，在此一并表示谢意。

本书虽几经修改，但由于水平有限，缺点错误在所难免，敬请读者予以指正。

2008 年 1 月

第一版前言

《工程经济学》是根据“建设部高等工程管理学科专业指导委员会”讨论通过的“工程管理专业”经济类课程中的《工程经济学》教学大纲编写的，目的是为工程管理专业提供一部主干技术基础课程教材，使学生掌握工程经济学的基本原理、基本知识和常用分析方法，具有从事各类工程项目可行性研究及经济评价的初步能力。

本教材在编写时，体现了以下原则：

前瞻性。教材根据目前工程经济学最新的发展动态，补充了国内以往此类教材较少涉及的项目融资、工程项目风险管理、财务杠杆效应、通货膨胀对经济评价的影响等内容，体现了学科建设的发展方向。

实践性。本教材紧密结合我国工程项目前期管理的实践，注重与国家现行财经法规或标准相衔接，并对量大面广以及热点领域工程项目评价的特点予以详细说明。例如，书中专门论述了城市房地产开发项目经济评价的方法。另外，书中附有充足的实际案例和例题对基础理论加以说明和演示，力求进一步缩短理论学习与实际操作之间的距离。

系统性。教材试图对工程经济学的基本理论与方法进行较为完整的阐述和介绍。为此，书中除对工程项目经济分析的基本方法作深入细致的论述外，还补充了国内以往同类教材较少专门论述的市场调查与预测、非盈利项目效益费用分析、工程项目后评价等内容。

本书的编写工作是在教育部高等教育司、建设部人事教育司和建设部高等工程管理学科专业指导委员会的领导和组织下进行的，得到了主编单位西安建筑科技大学、副主编单位重庆大学和东北财经大学、参编单位清华大学和兰州铁道学院的大力支持，并经过了主审单位清华大学的严格审阅。

本书由西安建筑科技大学刘晓君教授主编，清华大学刘洪玉教授主审，重庆大学张仕廉教授和东北财经大学王立国教授任副主编。书中第一、五、八、九、十、十二及第三章第一节由西安建筑科技大学刘晓君撰写；第二、四章由重庆大学张仕廉撰写；第三章第二、三、四节和第六章由东北财经大学王立国撰写；第七章由西安建筑科技大学郭斌撰写；第十一章由清华大学龙奋杰撰写；第十三章由西安建筑科技大学杨建平撰写；第十四章由兰州交通大学王恩茂撰写。全书由刘晓君统一定稿。

西安建筑科技大学管理学院研究生廖阳、石浩、王彬、段涛、张哲威、李颖、郝胜梅等同学为本书的出版作了许多有益的工作，在此一并表示谢意。

本书虽几经修改，但由于水平有限，难免有不当乃至错误之处，敬请读者予以指正。

2004年8月

图书在版编目 (CIP) 数据

工程经济学/刘晓君主编. —3 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 12
普通高等教育“十五”国家级规划教材.
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材.
高校工程管理专业指导委员会规划推荐教材
ISBN 978-7-112-17627-4

I. ①工… II. ①刘… III. ①工程经济学-高等学校-教材 IV. ①F062.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 301771 号

本教材为普通高等教育“十五”国家级规划教材、普通高等教育土建学科专业“十一五”、“十二五”规划教材和高校工程管理专业指导委员会规划推荐教材。是依据“建设部高等工程管理学专业指导委员会”讨论通过的“高等学校工程管理本科指导性专业规范”中经济类主干课程《工程经济学》课程教学大纲编写的。本书系统地介绍了工程经济学的基本原理和基本方法及其在工程项目投资决策中的应用。主要内容包括: 资金的时间价值、现金流量分析方法、风险与不确定性分析、工程项目资金融通、工程项目可行性研究、工程项目财务评价、工程项目费用效益分析、工程项目费用效果分析、房地产开发项目经济评价、设备更新分析和价值工程等内容。本书在第一版、第二版使用过程中广泛听取教师、读者和使用单位意见并持续改进。为提高读者对知识融会贯通的能力, 本书第三版在各章前增加了本章知识结构图; 为加强读者学以致用能力, 本书第三版在各章中增加了引例和案例分析; 为便于读者与国际惯例靠拢, 本书第三版对基本概念增加了国际通用英文表示及缩写。本书适宜用作高等院校经济管理专业及理工类专业的本、专科“工程经济学”课程教材, 也可作为高等院校通识课程“工程经济学”教材, 同时还可作为研究生、工程技术人员、工程管理人员和经济管理人员的参考书。

责任编辑: 张 晶 王 跃

责任设计: 李志立

责任校对: 李欣慰 赵 颖

普通高等教育“十五”国家级规划教材
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高校工程管理专业指导委员会规划推荐教材

工 程 经 济 学

(第三版)

西安建筑科技大学 刘晓君 主编

清 华 大 学 刘洪玉 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 字数: 495 千字

2015 年 2 月第三版 2015 年 2 月第三十三次印刷

定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-17627-4

(26850)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

目 录

1 概论	1
引例	1
本章知识结构图	2
1.1 工程经济活动及其要素	2
1.2 工程经济学的基本原理	4
1.3 工程经济分析基本思路	7
1.4 工程经济分析人员应具备的基本素质	9
案例分析	9
思考题	10
延伸阅读	10
2 现金流量与资金时间价值	11
引例	11
本章知识结构图	12
2.1 现金流量	12
2.2 资金的时间价值	13
2.3 等值计算与应用	26
案例分析	31
思考题	31
习题	32
延伸阅读	32
3 投资、成本、收入与利润	33
引例	33
本章知识结构图	33
3.1 工程项目投资及构成	34
3.2 工程项目运营期成本费用	39
3.3 营业收入、税金及附加	45
3.4 利润	48
案例分析	50
思考题	52
习题	52
延伸阅读	53

4 工程项目经济评价方法	55
引例	55
本章知识结构图	55
4.1 经济评价指标	56
4.2 基准收益率的确定方法	66
4.3 工程项目方案经济评价	69
案例分析	82
思考题	84
习题	85
延伸阅读	86
5 工程项目风险与不确定性分析	87
引例	87
本章知识结构图	88
5.1 盈亏平衡分析	88
5.2 敏感性分析	92
5.3 风险分析	97
案例分析	113
思考题	116
习题	116
延伸阅读	116
6 工程项目资金来源与融资方案	117
引例	117
本章知识结构图	118
6.1 融资主体及其融资方式	118
6.2 项目资本金的融通	120
6.3 项目债务筹资	121
6.4 项目融资	128
6.5 融资方案分析	132
案例分析	137
思考题	138
习题	138
延伸阅读	139
7 工程项目可行性研究	141
引例	141
本章知识结构图	141
7.1 可行性研究概述	142
7.2 市场调查方法	147
7.3 市场预测方法	150

案例分析·····	155
思考题·····	157
习题·····	157
延伸阅读·····	158
8 工程项目财务分析·····	159
引例·····	159
本章知识结构图·····	159
8.1 财务分析概述·····	160
8.2 工程项目投资估算·····	163
8.3 工程项目财务分析的若干问题·····	169
8.4 既有法人项目财务分析·····	175
案例分析·····	176
思考题·····	188
习题·····	188
延伸阅读·····	190
9 工程项目费用效益分析·····	191
引例·····	191
本章知识结构图·····	192
9.1 费用效益分析的概念·····	192
9.2 效益和费用的识别·····	194
9.3 费用效益分析参数·····	196
9.4 影子价格的确定·····	197
9.5 费用效益分析指标及报表·····	201
案例分析·····	204
思考题·····	206
习题·····	207
延伸阅读·····	207
10 工程项目费用效果分析·····	209
引例·····	209
本章知识结构图·····	209
10.1 费用效果分析的概念·····	210
10.2 费用效果分析的方法·····	211
10.3 成本效用分析·····	213
案例分析·····	216
思考题·····	217
习题·····	217
延伸阅读·····	218

11 房地产开发项目经济评价	219
引例	219
本章知识结构图	220
11.1 房地产开发项目及其前期工作	220
11.2 房地产开发项目效益和费用的识别	223
11.3 房地产开发项目财务报表的编制	225
案例分析	225
思考题	241
延伸阅读	242
12 设备更新分析	243
引例	243
本章知识结构图	243
12.1 设备更新的原因及特点分析	244
12.2 设备经济寿命的确定	246
12.3 设备更新分析方法及其应用	249
12.4 设备更新方案的综合比较	256
案例分析	258
思考题	259
习题	259
延伸阅读	260
13 价值工程	261
引例	261
本章知识结构图	261
13.1 价值工程原理	262
13.2 价值工程的实施步骤和方法	265
13.3 价值工程在工程项目方案评选中的应用	274
案例分析	275
思考题	276
延伸阅读	277
附录 I 复利因子	279
附录 II 定差因子	291
附录 III 标准正态分布表	297
附录 IV 随机数表	299
附录 V 随机正态偏差表	301
习题参考答案	303
参考文献	307

引例

虹桥综合交通枢纽工程的提出

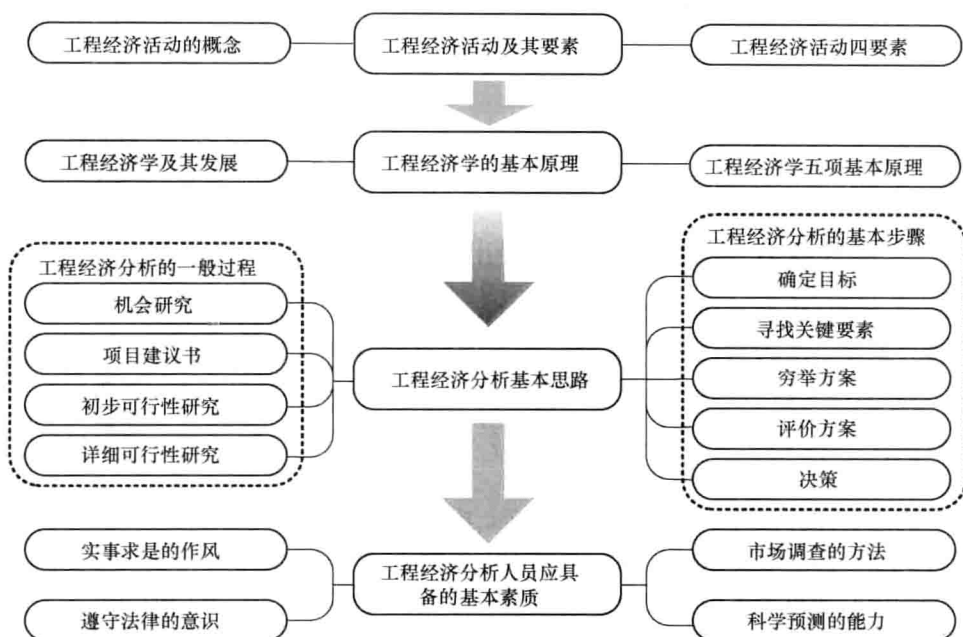
虹桥综合交通枢纽工程（以下简称“虹桥枢纽”）是上海功能性、网络化、枢纽型城市基础设施建设的标志性工程，是上海市加快现代服务业发展新的集聚区——虹桥商务区的核心主体，更是上海服务长三角、服务长江流域、服务全国的重大枢纽工程。虹桥枢纽集民用航空、高速铁路、城际铁路、高速公路、磁浮、地铁、地面公交、出租汽车等多种交通方式于一体，可实现跨区域、大范围人流物流的快速集散，是国内乃至世界上最大的综合交通枢纽之一。虹桥枢纽于2010年3月16日部分建成投入使用，全部建成后日客流量将达到110~140万人次。

虹桥枢纽概念最初产生于2004年6月上海磁浮交通发展规划研究之中。与此同时，上海于2003年开始进行旨在“超越航空、超载上海”的“上海航空枢纽发展战略”的研究。2005年3月，上海市政府提出虹桥机场西侧发展综合交通枢纽的构想。2005年5月原铁道部和上海市研究决定将高铁、磁浮车站与机场航站楼结合在一起的规划设想，虹桥综合交通枢纽从设想进入了实际操作阶段。2006年3月24日，上海市政府决定正式成立虹桥枢纽工程建设指挥部。2006年7月，上海申虹投资发展有限公司正式成立，与虹桥机场集团一道负责虹桥枢纽的开发建设。（资料来源：贾广社等，工程哲学新观察——从虹桥综合交通枢纽工程到“大虹桥”。南京：江苏人民出版社，2012.）

启 示

如虹桥枢纽工程这样的大型工程项目，其决策过程必须经过系统论证、科学研究、技术攻关、方案比较、逐步完善的过程。只有对工程理念、工程的社会经济影响、工程资源的投入与运作、工程利益相关者的关系、工程规划和设计、工程的管理组织体系进行透彻分析，工程才能顺利实施和运营。

本章知识结构图



1.1 工程经济活动及其要素

1.1.1 工程经济活动的概念

工程经济活动就是把科学研究、生产实践、经验积累中所得到的科学技术有选择地、经济地、创造性地应用到最有效地利用自然资源、人力资源和其他资源的经济活动和社会活动中，以满足人们需要的过程。

从上述定义中可以看出，工程经济活动更侧重科学知识的应用和技术的创新。科学家的作用是发现宇宙间各种自然现象的规律，丰富人类的知识宝库。而工程师的作用是把这些知识创造性地用于特定的系统，攻克技术难关，实现创造发明，最有效地为社会提供商品和劳务。对于从事工程经济活动的工程师来说，掌握科学知识和成熟技术本身并不是目的，知识只是构建各种运动系统时所需各种要素中的一种，关键是要在解决特定问题中创造性地把知识、技术、能力和物质手段有效地融为一个有机整体来更好地满足人们的需要。

人类活动由经济活动和社会活动组成。经济活动是人类的基本活动，它决定了人类的生存和发展的条件。人类经济活动是使用一定的手段或工具改变自然或非自然物质，使之适合自身需要的有目的活动。人类在经济活动的基础上还从事着大量的社会活动，包括文化艺术、科研与教育、医疗保健、国防安全以及扶弱济贫等方面的活动。经济活动是社会活动的基础，经济发展的水平决定着社会活动的范围和规模；社会活动一方面满足了人类

的非经济需要,另一方面促进着经济转型发展及可持续发展。在经济全球化时代,由于科技创新能力是国家综合实力决定性的因素,大部分经济活动和社会活动都涉及科学技术的应用和创新,这使得工程经济活动也具有了创新的内涵。

当今社会经济的发展和人类文明的进步都是工程经济活动直接或间接的成果。反过来,人类物质文化生活水平的改善、社会经济和生态环境可持续发展的要求又对工程经济活动提出了更明确的新目标。

1.1.2 工程经济活动的要素

工程经济活动一般涉及四大要素:活动主体、活动目标、实施活动的环境以及活动的效果。

活动主体是指垫付活动资本、承担活动风险、享受活动收益的个人或组织。现代社会经济活动的主体可大致分为三大类:企业、政府及包括文、教、卫、体、科研等组织在内的事业单位或社会团体。

人类一切工程经济活动都有明确的目标,都是为了直接或间接地满足人类自身的需要。而且不同活动主体目标的性质和数量等存在着明显的差异。如政府一般是多目标系统,包括:社会经济的可持续性发展、就业水平的提高、法制的建立健全、社会安定、币值稳定、环境保护、经济结构的改善、收入分配公平等。企业的目标以利润为主,包括:利润最大化、市场占有率、应变能力和品牌效应等。

工程经济活动常常面临彼此相关且至关重要的双重环境,一个是自然环境,另一个是经济环境。自然环境提供工程经济活动的客观物质基础,经济环境显示工程经济活动成果的价值。工程经济活动固然要遵循自然环境中的各种规律并保护生态环境,只有这样才能赋予物品或服务使用价值。但是,在市场经济条件下,物品或服务的价值取决于其带给人们的边际效用。无论技术系统的设计多么精良,如果生产出的物品或提供的服务没有市场需求或不能使消费者满意,这样的工程经济活动就失去了价值。

所谓工程经济活动的效果是指活动实施后对活动主体目标产生的影响。由于目标的多样性,通常一项工程经济活动会同时表现出多方面的效果,甚至各种效果之间还是冲突和对立的。例如,对一个经济欠发达地区进行开发和建设,如果只进行低水平的资源消耗类生产,就有可能在提高当地人民收入水平的同时,造成严重的环境污染和生态平衡的破坏。

人类社会的一个基本任务,就是要根据对客观世界运动变化规律的认识,对自身的活动进行有效的规划、组织、协调和控制,最大限度地提高工程经济活动的价值,降低或消除负面影响。而这正是工程经济学的主要任务。

1.1.3 工程经济学及其发展

工程经济学是一门研究如何根据既定的活动目标,分析活动的代价及其对目标实现的贡献,并在此基础上设计、评价、选择以最低的代价可靠地实现目标的最佳或满意活动方案的学科。工程经济学的核心内容是一套工程经济分析的思想和方法,是人类提高工程经济活动效率的基本工具。

工程经济学是介于自然科学和社会科学之间的交叉科学,是根据现代科学技术和社会

经济发展的需要，在自然科学和社会科学的发展过程中，互相渗透，互相促进，逐渐形成和发展起来的。在这门学科中，经济学处于支配地位，因此，工程经济学属于应用经济学的一个分支。

1800 年以前，科学技术随着工具的变革，推动人类社会的经济发展和文明进步，但由于技术十分落后，经济发展的速度极为缓慢，人们不能有意识地通过提高技术水平来促进经济发展，只是为了生存或减轻劳动强度而就技术论技术。1800 年以后，由于科学技术的迅猛发展，很快改变了世界的格局。以蒸汽机、发电机、原子能、电子计算机、微电子技术、航天技术、分子生物学、遗传工程、新能源技术等为代表的新技术群的兴起和普及，带来人类社会的数次经济繁荣，科学技术成为经济发展的“有力杠杆”。

20 世纪 30 年代之后，经济学家们注意并深刻认识到了科学技术对经济发展的巨大影响，工程经济的研究也深入地展开并逐渐形成了一门独立的学科。20 世纪 50 年代之后，数学和计算技术迅速发展，运筹学、概率论、数理统计等方法以及系统工程、计量经济学、最优化技术在生产建设领域大量应用，使工程经济学获得了长足的发展。特别是 20 世纪末计算机技术和信息技术的迅速普及以及 21 世纪初互联网技术、大数据分析和云计算技术的广泛应用，使得分析和评价工程经济活动及选择技术方案的方法又有了新的突破。

1.2 工程经济学的基本原理

1.2.1 工程经济分析的目的是提高工程经济活动的经济效果

工程经济活动，不论主体是个人还是机构，都具有明确的目标，都是为了直接或间接地满足人类自身的需要。例如，人类的生产性活动是通过新材料、新能源和新制造技术的应用为人类生存和发展提供更多更好的所需物品和服务；教学活动是通过更先进的信息技术和手段将知识及技能传播给更多的受教育者，以便更充分地利用这些知识与技能；医疗活动就是应用生物工程、遗传学和生命科学的成果更好地防病治病，救死扶伤，造福人类。

工程经济活动的目标是通过活动产生的效果来实现的。根据活动对具体目标的不同影响，效果可分为有用的、所期望的和无用的或想避免的。前者通常称为效益，后者通常称为损失。

由于各种工程经济活动的性质不同，因而会取得不同性质的效果，如财务效果、环境效果、艺术效果、军事效果、政治效果、医疗效果等。但无论哪种技术实践效果，都要涉及资源的消耗，都有浪费或节约问题。由于在特定的时期和一定的地域范围内，人们能够支配的经济资源总是有限的，因此，对工程经济活动进行事前分析（简称工程经济分析）是十分必要的。工程经济分析的目的在于，在有限的资源约束条件下对所采用的技术进行选择，对活动本身进行有效的计划、组织、协调和控制，以最大限度地提高工程经济活动的效益，降低损失或消除负面影响，最终提高工程经济活动的价值。

所谓经济效果就是人们在学习技术的社会实践中效益与费用及损失的比较。对于取得一定有用成果和所支付的资源代价及损失的对比分析，就是经济效果。

当效益与费用及损失为不同度量单位时，经济效果可用下式表示：

$$\text{经济效果} = \frac{\text{效益}}{\text{费用} + \text{损失}} \quad (1-1)$$

当效益与费用及损失为相同度量单位时，经济效果可用下式表示：

$$\text{经济效果} = \text{效益} - (\text{费用} + \text{损失}) \quad (1-2)$$

提高工程经济活动的经济效果是工程经济分析的出发点和归宿点。一般来说，提高活动经济效果有以下两种途径：

第一，用最低的寿命周期成本实现产品、作业、服务或系统的必要功能。例如，世界上第一辆汽车是 1886 年由德国人本茨（Benz）制造的，由于生产成本太高，在相当长一段时间内汽车仅是贵族的玩物。后来，经过美国人亨利·福特（Henry Ford）的努力，每辆车的售价降至 1000～1500 美元，进而又降至 850 美元，到 1916 年甚至降至 360 美元，同时，汽车的使用成本也有所降低。这为汽车在世界范围内的广泛使用创造了条件。

第二，在费用一定的前提下，不断改善产品、作业、服务或系统的质量，提高其功能。电子计算机自问世以来，储存空间不断扩大，运算速度不断提高，兼容性日益改善，而价格不断降低的事实，使其应用领域大大地拓展，以至于人们的生活方式和生产方式都为之改变。

1.2.2 技术与经济之间是对立统一的辩证关系

从长期来看，经济是技术进步的目的，技术是达到经济目标的手段，是推动经济发展的强大动力。马克思说：“火药、指南针、印刷术，这是预告资产阶级社会到来的三大发明。因为火药把骑士阶层炸得粉碎，指南针打开了世界市场而且建立了殖民地，而印刷术，则变成新教的工具，总的来说，变成科学复兴的手段，变成对精神发展创造必要前提的最强大的杠杆。”在我国当前，手工业、传统工业、高技术产业的劳动生产率之比，大概是 1：10：100。未来，人类更加强调资源、环境、经济的可持续发展。而要想以牺牲环境和资源为代价来发展经济，技术进步仍是必由之路。

从短期来看，技术与经济之间还存在着相互制约和相互矛盾的一面。有些先进技术，需要有相应的工程经济条件起支撑作用，需要相应的资源结构相配合。对于不具备相应条件的地区和国家，这样的技术就很难发挥应有的效果。这正是为什么在相同的生产力发展阶段，不同的社会形态会创造出极为悬殊的劳动生产率的原因之一。美国、日本等发达国家，劳动力成本较高，资本比较充裕，因此生产过程中使用更多的先进技术和装备代替人的劳动。我国是一个发展中的国家，劳动力资源丰富，最优的要素组合方式必然不同于发达国家。同时我国又是一个发展中的大国，各地区资源条件和经济发展水平很不均衡，这就决定了我国现阶段的技术体系应该同时包容新技术、高技术、中间技术和传统技术，以满足不同地区的经济条件。

1.2.3 工程经济分析的重点是科学地预见活动的结果

人类对客观世界运动变化规律的认识，使得人们可以对自身活动的结果作出一定的科学预见，判断一项活动目的的实现程度，并相应地选择、修正所采取的方法。以三峡工程为例，如果不了解三峡工程建成后可以获得多少电力，能在多大程度上改进长江航运和提

高防洪能力,那么建设三峡工程就成为一种盲目的活动。因此,为了有目的地开展各种工程经济活动,就必须对活动的效果进行慎重的估计和评价。

工程经济分析正是对一次性工程经济活动的方案付诸实施之前或实施之中的各种结果进行估计和评价的过程,属于事前或事中主动的控制,即信息搜集→资料分析→制定对策→防止偏差,事后的评价和总结仍然是为了在新的项目中汲取经验教训。对工程经济活动的预见,要求人们面对未来,对可能发生的后果进行合理的预测。只有提高预测的准确性,客观地把握未来的不确定性,才能提高决策的科学性。工程经济活动可行性研究的主要内容之一就是要进行周密的市场调查,准确地估计项目的效益、费用及损失。可行性研究工作方式的提出,使工程经济分析的预见性提高到一个新的水平。

当然,由于人的理性有限性,不可能做到对所有活动效果的估计都准确无误,总会产生一定的偏差,特别是对具有创新性的项目而言。正因如此,人们才会不断地在风险分析和不确定性分析中进行大量的、旨在拓展人类知识范围、提高预见能力的研究工作。

1.2.4 工程经济分析是对工程经济活动的系统评价

环境问题是世界各国共同关心的问题,把经济、社会发展同环境保护结合起来研究已成为国际社会的共识。为了防止一项工程经济活动在对一个利益主体产生积极效果的同时可能损害到另一些利益主体的目标,工程经济分析必须体现较强的系统性。系统性主要表现在以下三个方面:①评价指标的多样性和多层性,构成一个指标体系;②评价角度或立场的多样性,根据评价时所站的立场或看问题的出发点的不同,分为企业财务评价、国民经济评价以及社会评价等;③评价方法的多样性。常用的评价方法有以下几大类:定量或定性评价、静态或动态评价、单指标或多指标综合评价等。

由于局部和整体、局部与局部之间客观上存在着一定的矛盾和利益摩擦,系统评价的结果总是在法律法规允许的范围内各利益主体目标相互协调的均衡结果。

需要指出的是,对于特定的利益主体,由于多目标的存在,各方案对各分目标的贡献有可能不一致。因此,在一定的时空和资源约束条件下,工程经济分析寻求的只能是令决策者满意的整体方案,而非各分项效果都最佳的最优方案。

1.2.5 满足可比条件是技术方案比较的前提

为了在对各项技术方案进行评价和选优时,能全面、正确地反映实际情况,必须使各方案的条件等同化,这就是所谓的“可比性问题”。由于各个方案涉及的因素极其复杂,加上难以定量表达的因素,所以不可能做到绝对的等同化。在实际工作中,一般只能做到使对方案经济效果影响较大的主要方面达到可比性要求,包括:①产出成果使用价值的可比性;②投入相关成本的可比性;③时间因素的可比性;④价格的可比性;⑤定额标准的可比性;⑥评价参数的可比性。其中,时间的可比是方案经济评价通常要考虑的一个重要因素。例如,有两个技术方案,产品种类、产量、投资、成本完全相同,但时间上有差别,其中一个投产早,另一个投产晚,这时很难直接对两个方案的价值大小下结论,必须将它们的效果和成本都换算到同一个时点后,才能进行方案评价和比较。

在实际工作中,工程经济活动很多是以工程项目的形式出现的。因此,本书对工程经济原理及方法的应用主要针对工程项目展开。

1.3 工程经济分析基本思路

1.3.1 工程经济分析的一般过程

一个工程项目从提出意向到实现预想的目标，一般都需要经过多个工作阶段。就是在工程项目前期决策阶段往往也需要分段进行，逐步深入，例如虹桥综合交通枢纽工程的提出就是一个由粗到细、逐步完善的过程。根据国内外工程实践经验，大型工程项目前期工作一般历经的阶段如图 1-1 所示。

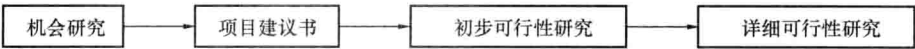


图 1-1 工程建设项目前期工作阶段划分

如果把工程项目前期论证看作一个包含若干阶段的工作过程，那么从不同阶段所提问题的层次、问题的涉及面和解决问题的方法来看，工程经济分析是一个多级、多阶段的链式反应过程。从纵向来看，前一阶段的工作成果是后一阶段工作的前提和基础，后一阶段是前一阶段工作的深入和具体化。如图 1-2 所示。

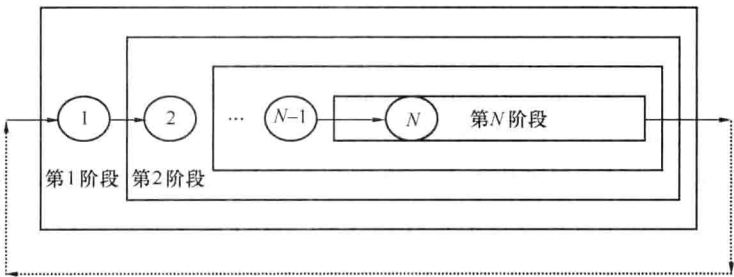


图 1-2 工程经济分析纵向动态规划过程

从横向来看，每一个阶段又可以分解成若干相互联系而又相互区别的子系统，子系统的优化离不开整体的优化，整体的优化要靠子系统的优化来实现，如图 1-3 所示。可以说，整个工程经济分析是一个不断深化、不断反馈的动态规划过程。

1.3.2 工程经济分析的基本步骤

工程经济分析可大致概括为以下五个步骤：①确定目标；②寻找关键要素；③穷举方案；④评价方案；⑤决策。五个步骤的关系，如图 1-4 所示。

1. 确定目标

工程经济分析的第一步就是通过调查研究寻找经济环境中显在和潜在的需求，确立工

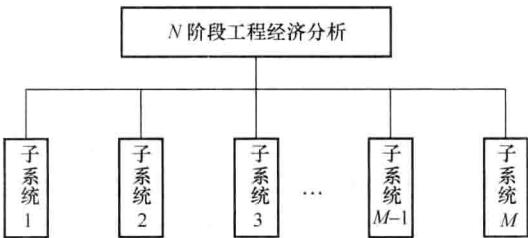


图 1-3 工程经济分析子过程分解图

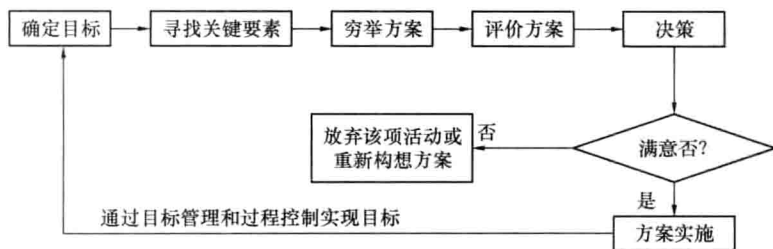


图 1-4 工程经济分析的基本思路

作目标。无数事实说明,工程项目的成功与否,不但取决于系统本身效率的高低,而且与系统是否能满足人们的需要密切相关。因此,只有通过市场调查等各种手段,明确了目标,才能谈得上技术可行性和经济合理性。

2. 寻找关键要素

关键要素也就是实现目标的制约因素,确定关键要素是工程经济分析的重要一环。只有找出了主要矛盾,确定了系统的各种关键要素,才能集中力量,采取最有效的措施,为目标的实现扫清道路。

寻找关键要素,实际上是一个系统分析的过程,需要树立系统思想方法,综合地运用各种相关学科的知识 and 技能。

例如,三峡工程决策时就采用了系统分析的方法来确定项目的关键要素。1954年,由于长江中下游区域出现了近100年间最大的洪水,造成了严重的洪涝灾害。为消除水患,国家于1958年成立了长江流域规划办公室,提出蓄水位200m、水电装机容量2500万kW的设计方案。由于工程规模太大、移民太多、水库建成后泥沙淤积等问题,工程建设搁置。1984年三峡开发公司成立后,经过充分论证和系统分析,确定了整个三峡工程的关键要素:防洪、发电、通航、移民、文物保护、环境保护。三峡工程于2009年完工后,可使荆江河段防洪标准由原来的约10年一遇提高到100年一遇;三峡水电站总装机容量1820万kW,对华东、华中和华南地区的经济发展和减少环境污染起到重大的作用;显著改善宜昌至重庆660km的长江航道,万吨级船队可直达重庆港,航道单向年通过能力可由原来的1000万t提高到5000万t。

3. 穷举方案

关键要素找到后,紧接着要做的工作就是制定各种备选方案。很显然,一个问题可采用多种方法来解决,因而可以制定出许多不同的方案。例如,降低人工费可采用新设备,也可采用简化操作的方法;降低产品废品率,可通过更新设备实现,也可通过质量控制方法实现。工程经济分析过程本身就是多方案选优,如果只有一个方案,决策的意义就不大了。所以穷举方案就是要尽可能多地提出潜在方案,包括什么都不做的方案,也就是维持现状的方案。实际工作中往往有这样的情况,虽然在分析时考虑了若干方案,然而,由于恰恰没有考虑更为合理的某个方案,导致了不明智的决策结果。很明显,一个较差的方案与一个更差的方案比较也会变得有吸引力。

工程技术人员不应仅凭直觉提出方案,因为最合理的方案不一定是工程技术人员认为最好的方案。因此,穷举方案需要多专业交叉配合。分析人员也不应轻率地淘汰方案,有时经

仔细地定量研究后会发现,开始仅凭感觉已拒绝的方案其实就是解决问题的最好方案。

4. 评价方案

从工程技术的角度提出的方案往往都是技术上可行的,但在效果一定时,只有费用及损失最低的方案才能成为最佳方案,这就需要对备选方案进行经济效果评价。

评价方案,首先必须将参与分析的各种因素定量化,一般将方案的投入和产出转化为用货币表示的收益和费用,即确定各对比方案的现金流量,并估计现金流量发生的时点,然后运用数学手段进行综合运算、分析对比,从中选出最优的方案。

5. 决策

决策即从若干行动方案中选择令人满意的实施方案,它对工程项目建设的效果有决定性的影响。在决策时,工程技术人员、经济分析人员和决策人员应特别注重信息交流和沟通,减少由于信息的不对称所产生的分歧,使各方人员充分了解各方案的工程经济特点和各方面的效果,提高决策的科学性和有效性。

1.4 工程经济分析人员应具备的基本素质

工程经济学的理论和方法具有很强的综合性、系统性和应用性。为有效地对工程项目进行经济分析,工程经济分析人员应主要具备以下基本素质:

1. 实事求是的作风

工程经济分析人员应实事求是,遵守诚实、信用、客观、公正的原则,保证评价结果经得起时间和实践的检验。

2. 遵守法律的意识

国家的法律、法规和部门规章会对具体工程项目的建设起导向作用,只有正确理解国家的法律、法规和有关政策,才能正确评价技术方案,并不断缩小工程项目与投资目标的偏差。

3. 市场调查的方法

在市场经济条件下,产品和服务的价值取决于其效用大小,效用大小往往要用人们愿意为此付出的金钱来衡量,不论技术系统的设计多么精良,如果生产出的产品市场销路不畅,这种技术系统的经济效果就会很低。因此,作为工程经济分析人员,必须获取国内外市场供需信息,把握市场显在和潜在的需求,了解产品所处的生命周期,清楚现有企业的生产能力和可挖掘的生产潜力。

4. 科学预测的能力

工程经济分析具有很强的预见性,这就要求工程经济分析人员有很强的洞察力,为此,应掌握科学的预测方法,尽可能对未来的发展情况作出准确的估计和推测,提高决策科学化水平。

案例分析

进藏铁路方案的选定

1978年,原铁道部对进藏铁路方案进行论证研究,提出进藏铁路滇藏、青藏、川藏、

甘藏四个方案。随后国家历时 2 年,组织有关部门从地质条件、施工环境、施工难度、工期、造价等方面对四个方案进行了对比研究:川藏线穿越横断山脉,起伏高度大,地形地质更为复杂,工程投资和运营费用均高于滇藏线,相对价值不大。青藏线方案与甘藏线方案相比,青藏线方案的优点明显。因此,建议优先重点考虑青藏线、滇藏线方案的预可行性研究,暂时可不开展川藏线、甘藏线方案的进一步研究工作。

从 1998 年 4 月开始,铁道部组织中铁第一勘察设计院集团有限公司和中国中铁二院工程集团有限责任公司对青藏线和滇藏线建设方案进行预可行性研究。在究竟首推青藏线方案还是滇藏线方案上,专家论证时出现一些意见分歧。对此,铁道部又多次组织专家对青藏线、滇藏线开展冻土、地震、运营管理等关键技术专业研究和工程地质遥感调查,于 1999 年 2 月召开专题汇报会,邀请专家对青藏线、滇藏线预可行性研究报告及专题研究报告进行评估。通过深入论证,认为应先建青藏线,其理由是:青藏线线路短、投资省、工期短、地形较为平坦、可以利用既有线路。2001 年 6 月 27 日,国务院正式批准青藏铁路格拉段开工。

青藏铁路的建成为推进西部大开发、实现各民族共同发展繁荣发挥了重要作用。在青藏铁路决策过程中,对滇藏、青藏、川藏、甘藏四条备选线路方案进行了详尽的对比论证,并在开展大量前期关键技术研究、现场调研、广纳各方意见的基础上,形成了青藏铁路的具体修建方案。

[案例思考]

1. 如果一开始进藏铁路方案只考虑了川藏和滇藏线方案,将会导致什么结果?由此思考穷举方案的重要性。
2. 进藏铁路可行性研究从哪些方面开展了工作?

思考题

1. 工程经济活动的要素有哪些?
2. 为什么要科学地预见工程经济活动的效果?
3. 提高工程经济活动的经济效果有何积极意义?
4. 工程经济学的基本原理包含哪些内容?
5. 为什么要对工程技术方案进行系统评价?
6. 工程经济分析的一般过程是什么?
7. 为什么说工程经济分析是一个动态规划过程?
8. 工程经济分析的基本步骤有哪些?
9. 工程经济分析人员应具备哪些基本素质?

延伸阅读

1. 刘君,陈雪琳.浅谈我国工程经济学的发展[J].技术与市场,2009,8:88.
2. 邵颖红,黄渝祥,邢爱芳.工程经济学(第四版)[M].上海:同济大学出版社,2009.

引例

科技创新让资金插上增值的翅膀

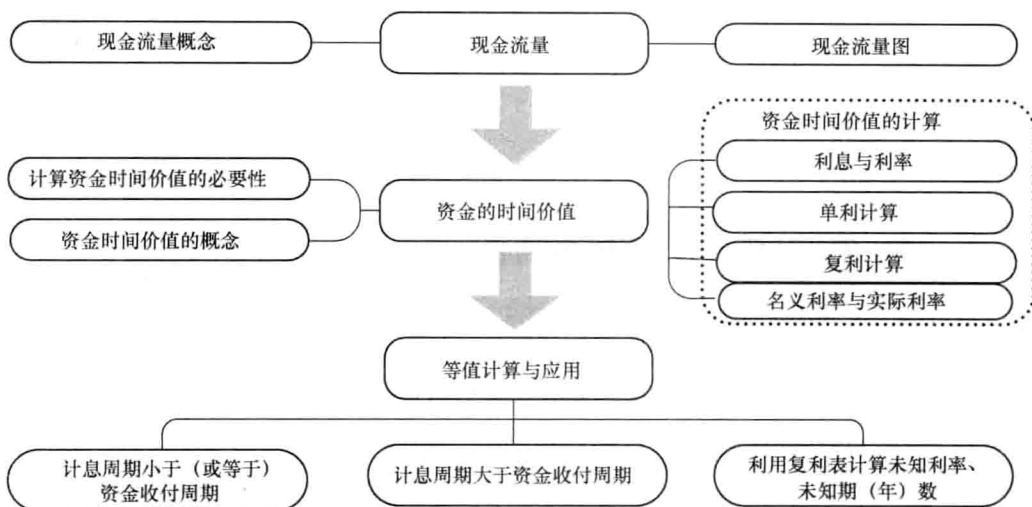
1994年4月，克拉克投资400万美元创立了网景公司，集中全力开发网络浏览器，将互联网发展推向了一个崭新的阶段。1995年8月，成立仅16个月、从未盈利的网景公司以每股58美元的超高开盘价上市，克拉克盈利5.6亿美元，公司的市场价值立即从1700万美元上升到20亿美元，增值100多倍。1998年11月底，全球网络服务业之冠美国在线公司正式宣布，该公司将以42.1亿美元收购网景公司。网景公司在短短的四年之中，市场价值从1700万美元飙升至42亿美元，狂涨240倍。

在工业经济时代，许多人必须通过一生努力，甚至几代人奋斗，才能不断积累财富。时至今日，在知识经济时代，一些技术专家凭借敏锐的眼光、前瞻性的思维和非凡的市场运作能力，获得巨大的市场价值。1993年，在美国风险投资总额中，科技领域仅占43%，而非科技领域占57%。但几年以后，这种局面发生根本性变化。仅以1997年为例，在美国风险投资总额中，高科技行业已占62%，非科技行业仅占38%，科技比重已经完全倾斜过来。（资料来源：萧愕，未来将只有电子商务，腾讯科技，2013-02-07。）

启 示

资金可以有时间价值。但在当今世界经济一体化、经济全球化的背景下，资金的时间价值是通过技术创新、产品创新、管理创新、机制创新取得的。如果把资金投入产能过剩的行业里，因循守旧、固步自封，投资只会一无所获。

本章知识结构图



2.1 现金流量

2.1.1 现金流量 (Cash Flows)

在进行工程经济分析时，需要将所考察的对象视为一个系统，这个系统可以是一个工程项目或一个企业，也可以是一个地区或一个国家。而投入的资金、花费的成本、获取的收入，均可看成该系统以货币形式体现的资金流出或资金流入。这种所考察系统一定时期各时点上实际发生的资金流出或资金流入称为现金流量，其中流出系统的资金称为现金流出（CO），流入系统的资金称为现金流入（CI），现金流入与现金流出之差（ $CI - CO$ ）称之为净现金流量（Net Cash Flow, NCF）。工程经济分析的任务就是要根据所考察系统的预期目标和所拥有的资源条件，分析该系统的现金流量情况，选择合适的技术方案，以获得最大的经济效果。

现金流量的内涵和构成因工程经济分析的范围和方法不同而异。在工程项目财务评价时，使用从项目的角度出发、按现行财税制度和市场价格确定的财务现金流量，有关现金流量构成参见第8章有关表格。在工程项目国民经济评价时，使用从国民经济角度出发，按资源优化配置原则和影子价格确定的国民经济效益费用流量，有关现金流量构成参见第9章有关表格。

本书从第2章到第7章，主要阐述现金流量的基本原理和方法，暂不对现金流量进行财务现金流量和国民经济效益费用流量的区分。

2.1.2 现金流量图 (Cash-Flow Diagrams)

对于一个经济系统，其现金流量的流向（流出或流入）、数额和发生时点都不尽相同。

为正确地进行经济评价,有必要借助现金流量图。所谓现金流量图,是一种反映经济系统资金运动状态的图式,即把经济系统的现金流量绘入一时间坐标图中,表示出各现金流出、流入与相应时间的对应关系,如图 2-1 所示。

现以图 2-1 说明现金流量图的作图方法和规则:

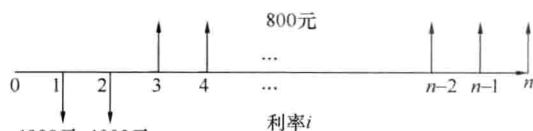


图 2-1 现金流量图

(1) 以横轴为时间轴,向右延伸表示时间的延续,轴上每一刻度表示一个时间单位,可取年、半年、季或月等;零表示时间序列的起点,当年的年末同时也是下一年的年初。

(2) 相对于时间坐标的垂直箭线代表不同时点的现金流量,在横轴上方的箭线表示现金流入,即表示效益;在横轴下方的箭线表示现金流出,即表示费用或损失。

(3) 现金流量的方向(流出与流入)是对特定系统而言的。贷款方的流入就是借款方的流出;反之亦然。

(4) 在现金流量图中,箭线长短与现金流量数值大小本应成比例,但由于经济系统中各时点现金流量的数额常常相差悬殊而无法成比例绘出,故在现金流量图绘制中,箭线长短只是示意性地体现各时点现金流量数额的差异,并在各箭线上方(或下方)注明其现金流量的数值即可。

(5) 箭线与时间轴的交点即为现金流量发生的时点。现金流量发生的时点可服从年末习惯法或年初习惯法,对于建设期计算利息的贷款还可服从年中习惯法。

总而言之,要正确绘制现金流量图,必须把握好现金流量的三要素,即现金流量的大小(资金数额)、方向(资金流入或流出)和作用点(资金的发生时点)。

2.2 资金的时间价值

2.2.1 计算资金时间价值的必要性

人们无论从事何种经济活动,都必须花费一定的时间。而时间却是有限的,它既不能停止,也无法倒流。因此,在一定意义上讲,时间是一种最宝贵也是最有限的“资源”。但是,对时间内涵的理解常常因人而异。对学生,时间就是知识;对生命正处于危险之中的人,时间就是生命;对农民,时间就是粮食……那么在工程经济活动中,时间又是什么?

在工程经济活动中,时间就是经济效益。因为经济效益是在一定时间内创造的,不讲时间,也就谈不上效益。如一百万元的利润,是一个月创造的,还是一年创造的,其效果是大不一样的。因此,重视时间因素的研究,对工程经济分析有着重要的意义。

在工程项目经济效益评价中,常常会遇到以下几类问题:

(1) 投资时间不同的方案评价。例如,是早投资还是晚投资,是集中投资还是分期投资,它们的经济效益是不一样的。

(2) 投产时间不同的方案评价。投产时间也有早投产和晚投产、分期投产和一次投产

等问题，在这些情况下经济效果也是不一样的。

(3) 使用寿命不同的方案评价。

(4) 实现技术方案后，各年经营费用不同的方案评价。如有的方案前期经营费用大，后期小；有的前期费用小，后期费用大等。

上述问题都存在时间因素的不可比现象，要正确评价工程项目技术方案的经济效果，就必须研究资金的时间价值及其计算，从而为消除方案时间上的不可比奠定基础。

2.2.2 资金时间价值的概念

资金的时间价值，又称货币的时间价值（Time Value of Money），是资金随时间的推移而产生的增值。资金的时间价值可以从以下两方面来理解：

(1) 资金的时间价值，是资金作为生产要素，在技术创新、社会化大生产、资金流通等过程中，随时间的变化而产生的增值。资金的增值过程必须与占有市场份额的生产和流通过程相结合，如果没有市场需求，或离开了生产过程和流通领域，资金是不可能实现增值的。资金的增值过程可由图 2-2 表示。

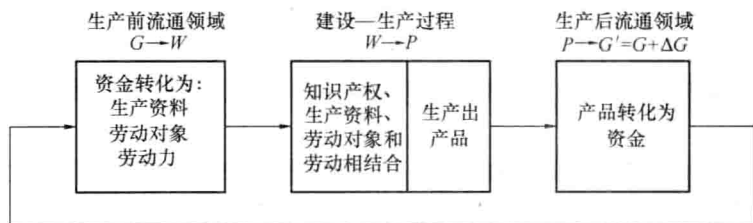


图 2-2 $(G-W-G')$ 资金增值过程示意图

在确定产品有市场需求后，首先需用一笔资金 (G) ，购买厂房和设备作为该企业生产资料的固定资产，同时还需垫支流动资金采购生产所需要的专有技术、原材料、辅助材料、燃料等劳动对象和招聘工人所需支出的工资；然后在生产过程中，资金以物化形式出现 (W) ，劳动者运用生产资料对劳动对象进行加工生产，生产制作新的产品，这里生产出来的新产品 (P) 比原先投入的资金 (G) 具有更高的价值 (G') ；最后这些新产品 (P) 必须在生产后的流通领域里出售给用户，才能转化为具有新增价值的资金 (G') ，使物化的资金 (P) 转化为货币形式的资金 (G') ，这时的 $G'=G+\Delta G$ ，从而使生产过程中劳动者创造的资金增值部分 ΔG 得以实现。这样就完成了“ $G-W-G'$ ”形式表示的、完整的资金增值过程。

(2) 资金的时间价值，是使用稀缺资源——资金的一种机会成本，是使用货币的利息，使用土地的租金，是使用技术要素的付费，是企业家才能创造的利润；或者是让渡资金使用权所得的报偿，是放弃近期消费所得的补偿。

由于资金时间价值的存在，使不同时点上发生的现金流量无法直接加以比较。因此，要通过一系列的换算，在同一时点上进行比较，才能符合客观实际。这种考虑了资金时间价值的经济分析方法，使方案的评价和选择变得更现实和可靠，它也就构成了工程经济学要讨论的重要内容之一。

2.2.3 资金时间价值的计算

由于资金时间价值既代表投资的回报率,又代表牺牲资金使用权的代价,因而,资金时间价值可用利润率表示,也可用利息率表示,以下统称利率。

1. 利率

(1) 利率

利率 (Interest Rate), 是在单位时间内 (如年、半年、季、月、周、日等) 利息 (利润) 与本金之比, 通常用百分数表示。即:

$$i = \frac{I_t}{P} \times 100\% \quad (2-1)$$

式中 i ——利率;

I_t ——单位时间内的利息 (利润);

P ——本金。

用于表示计算利息的时间单位称为计息周期, 计息周期通常为年、半年、季, 也可以为月、周或日。

【例 2-1】 某企业年初借入流动资金 1000 万元, 一年后付息 80 万元, 试求这笔流动资金借款的年利率。

【解】 根据式 (2-1) 计算这笔流动资金借款的年利率为:

$$(80/1000) \times 100\% = 8\%$$

利率是国民经济发展的主要晴雨表之一。利率的高低由如下因素决定:

1) 社会平均利润率。在通常情况下, 利息来自利润, 所以利率要受到平均利润率的制约, 平均利润率是利率的最高界限。如果利率高于利润率, 银行获得利息后, 投资人无利可图, 投资者就不会去贷款了。

2) 资金供求状况。在平均利润率不变的情况下, 利率作为资金的价格, 是金融市场供求状况的反映, 借贷资本供过于求, 利率便下降; 反之, 利率便上升。

3) 投资风险。投资有风险, 投资风险的大小影响利率的高低。风险越大, 利率越高。

4) 通货膨胀率。通货膨胀对利率的波动有直接影响, 通货膨胀率高, 往往推动利率升高, 以防资金贬值使实际利率成为负值。

5) 资金回收期限。投资或借款期限长, 不可预见因素多, 风险大, 利率也就高; 反之, 利率就低。

6) 产业对环境的影响程度。产业对环境破坏的程度越高, 越需要限制产业规模, 利率越高。

(2) 利率在工程经济活动中的作用

1) 利率是以信用方式动员和筹集资金的动力。以信用方式筹集资金的一个重要特点是自愿性, 而自愿性的动力在于回报率。对投资者而言, 只有认为投资某项目的回报高于其他项目, 他才可能给这个项目投资。

2) 利率促进企业加强经济核算, 节约使用资金。企业借款需付利息, 增加支出, 这就促使企业必须精打细算, 减少借入资金的占用量和占用时间, 以少付利息。

3) 利率是国家调控宏观经济的重要杠杆。国家在不同的时期制定不同的利率政策,

对不同地区不同行业规定不同的利率标准，就会对整个国民经济产生影响。如对于限制发展的行业和企业，利率规定得高一些。对于提倡发展的部门和企业，利率规定得低一些，从而引导部门和企业的经营服从国民经济发展的总方向。基础性、公益性项目，收取低息；商业性项目，收取高息。对产品适销对路，质量好，信誉高的企业，在资金供应上给予低息支持；反之，收取较高利息。

2. 单利

单利 (Simple Interest)，是指在计算利息时，仅考虑最初的本金，而不计入在先前利息周期中所累积增加的利息，即通常所说的“利不生利”的计息方法。其计算式如下：

$$I_t = P \times i_d \tag{2-2}$$

式中 I_t ——第 t 计息期的利息额；
 P ——本金；
 i_d ——计息期单利利率。

设 I_n 代表 n 个计息期所付或所收的单利总利息，则有以下式：

$$I_n = \sum_{t=1}^n I_t = \sum_{t=1}^n P \times i_d = P \times i_d \times n \tag{2-3}$$

由式 (2-3) 可知，在以单利计息的情况下，总利息与本金、利率以及计息周期数是成正比的线性关系。而 n 期末单利本利和 F 等于本金加上利息，即：

$$F = P + I_n = P(1 + n \times i_d) \tag{2-4}$$

式中 $(1 + n \times i_d)$ ——单利终值系数。

同样，本金可由本利和 F 减去利息 I_n 求得，即：

$$P = F - I_n = F / (1 + n \times i_d) \tag{2-5}$$

式中 $1 / (1 + n \times i_d)$ ——单利现值系数。

在利用式 (2-4) 计算本利和 F 时，要注意式中 n 和 i_d 反映的周期要匹配。若 i_d 为年利率，则 n 应为计息的年数；若 i_d 为月利率， n 即应为计息的月数。

【例 2-2】 某企业从贸易伙伴公司借入 1000 万元用于企业扩建，年利率 8%，单利计息，四年末偿还，试计算各年利息及本利和。

计算过程和计算结果列于表 2-1。

单利方式利息计算表

表 2-1

年 末	借款本金 (万元)	利息 (万元)	本利和 (万元)	偿还额 (万元)
0	1000			
1		$1000 \times 8\% = 80$	1080	0
2		80	1160	0
3		80	1240	0
4		80	1320	1320

由上例可见，单利的年利息额都仅由本金产生，其新生利息，不再加入本金产生利息，此即“利不生利”。单利不符合客观的经济发展规律，没有反映资金可能随时都在“增值”的概念，即没有完全反映资金的时间价值。因此，在工程经济分析中单利使用较少，通常只适用于短期投资及不超过一年的短期贷款。

3. 复利

(1) 复利的概念

复利 (Compound Interest), 是指在计算利息时, 某一计息周期的利息是由本金加上先前周期所累积利息总额来计算的计息方式, 也即通常所说的“利生利”、“利滚利”。其表达式如下:

$$I_t = i \times F_{t-1} \quad (2-6)$$

式中 i ——计息期利率;

F_{t-1} ——第 $(t-1)$ 年末复利本利和。

第 t 年末复利本利和的表达式如下:

$$F_t = F_{t-1} \times (1+i) \quad (2-7)$$

【例 2-3】数据同 [例 2-2], 如果按复利计息时则得表 2-2。

复利方式利息计算表

表 2-2

年 末	借款本金 (万元)	利息 (万元)	本利和 (万元)	偿还额 (万元)
0	1000			
1		$1000 \times 8\% = 80$	1080	0
2		$1080 \times 8\% = 86.4$	1166.40	0
3		$1166.4 \times 8\% = 93.312$	1259.71	0
4		$1259.71 \times 8\% = 100.777$	1360.49	1360.49

从表 2-1 和表 2-2 可以看出, 同一笔借款, 在利率和计息期均相同的情况下, 复利的利息金额比单利的利息金额大, 两者相差 40.49 万元 ($1360.49 - 1320$)。本金越大、利率越高、计算期越长, 两者差距就越大。复利计息符合资金在社会再生产过程中运动的实际状况, 在实际中得到了广泛的应用。如我国现行财税制度规定: 投资贷款实行差别利率并按复利计息。同样, 在工程经济分析中, 一般采用复利计息。

复利计息有间断复利和连续复利之分。按期 (年、半年、季、月、周、日) 计算复利的方法称为间断复利 (即普通复利); 按瞬时计算复利的方法称为连续复利。

式 (2-7) 计算复利很不方便, 因为它要逐期地计算, 如果周期数很多, 计算是十分繁琐的。而且在式 (2-7) 中没有直接反映出本金 P 、年金 A 、本利和 F 、利率 i 、计息周期数 n 等要素的关系。所以有必要对式 (2-7) 进一步简化。

(2) 一次支付情形的复利计算

一次支付又称整付, 是指所分析系统的现金流量, 无论是流入或是流出, 均在一个时点上一次发生, 如图 2-3 所示。一次支付情形的复利计算式是复利计算的基本公式。在图 2-3 中: i 为计息期利率; n 为计息期数; P 为现值 (即现在的资金或本金, Present Value), 或资金发生在 (或折算为) 某一特定时间序列起点时的价值;

F 为终值 (n 期末的资金值或本利和, Future Value), 或资金发生在 (或折算为) 某一特定时间序列终点的价值。

1) 终值计算 (已知 P 求 F)

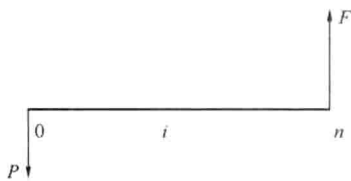


图 2-3 一次支付现金流量图

现有一项资金 P ，按年利率 i 计算， n 年以后的本利和为多少？
根据复利的定义即可求得本利和 F 的计算公式。其计算过程见表 2-3 所列。

终值计算过程表 表 2-3

计息期	期初金额 (1)	本期利息额 (2)	期末本利和 $F_t = (1) + (2)$
1	P	$P \cdot i$	$F_1 = P + P \cdot i = P(1+i)$
2	$P(1+i)$	$P(1+i) \cdot i$	$F_2 = P(1+i) + P(1+i) \cdot i = P(1+i)^2$
3	$P(1+i)^2$	$P(1+i)^2 \cdot i$	$F_3 = P(1+i)^2 + P(1+i)^2 \cdot i = P(1+i)^3$
...	...	...	...
n	$P(1+i)^{n-1}$	$P(1+i)^{n-1} \cdot i$	$F = F_n = P(1+i)^{n-1} + P(1+i)^{n-1} \cdot i = P(1+i)^n$

由表 2-3 可以看出， n 年末的本利和 F 与本金的关系为：

$$F = P(1+i)^n \tag{2-8}$$

式中， $(1+i)^n$ 称为一次支付终值系数，用 $(F/P, i, n)$ 表示。故式 (2-8) 又可写成：

$$F = P(F/P, i, n) \tag{2-9}$$

在 $(F/P, i, n)$ 这类符号中，括号内斜线上的符号表示所求的未知数，斜线下的符号表示已知数。整个 $(F/P, i, n)$ 符号表示在已知 i 、 n 和 P 的情况下求解 F 的值。为了计算方便，通常按照不同的利率 i 和计息期 n 计算出 $(1+i)^n$ 的值，并列于表中（见附录 I）。在计算 F 时，只要从复利表中查出相应的复利系数再乘以本金即为所求。

【例 2-4】 某人投资 1000 万元购买年报酬率 20% 的股票。若公司经营正常，且持股期间公司未分红，那么 3.5 年后，当他将股票卖掉时，1000 万元就变成了多少万元？

【解】 由式 (2-9) 得： $F = P(F/P, i, n) = 1000(F/P, 20\%, 3.5)$

由式 (2-8) 得： $F = 1000 \times 1.8929 = 1892.9$ 万元。

2) 现值计算（已知 F 求 P ）

由式 (2-8) 即可求出现值 P ：

$$P = F(1+i)^{-n} \tag{2-10}$$

式中， $(1+i)^{-n}$ 称为一次支付现值系数，用符号 $(P/F, i, n)$ 表示，并按不同的利率 i 和计息期 n 列于表中（见附录 I）。一次支付现值系数这个名称描述了它的功能，即未来一笔资金乘上该系数就可求出其现值。工程经济分析中，一般是将未来值折现到零期。计算现值 P 的过程叫“折现”或“贴现”，其所使用的利率常称为折现率、贴现率或收益率。贴现率、折现率反映了利率在资金时间价值计算中的作用，而收益率反映了利率的经济含义。故 $(1+i)^{-n}$ 或 $(P/F, i, n)$ 也可叫折现系数或贴现系数。式 (2-10) 常写成：

$$P = F(P/F, i, n) \tag{2-11}$$

【例 2-5】 某企业投资形成的固定资产在 10 年后的余值为 1000 万元。年利率 $i = 10\%$ ，复利计息，试问这 1000 万元贴现后的现值是多少？

【解】 由式 (2-11) 得： $P = F(P/F, i, n) = 1000(P/F, 10\%, 10)$

从附录中查出系数 $(P/F, 10\%, 10)$ 为 0.3855，代入式中得： $P = 1000 \times 0.3855 = 385.5$ 万元。

从上面计算可知，现值与终值的概念和计算方法正好相反，因为现值系数与终值系数

互为倒数。 P 一定, n 相同时, i 越高, F 越大; i 相同时, n 越长, F 越大。 F 一定, n 相同时, i 越高, P 越小; i 相同时, n 越长, P 越小。见表 2-4、表 2-5 所列。

一元现值与终值的关系

表 2-4

$i \backslash n$	1 年	5 年	10 年	15 年	20 年
4%	1.0400	1.2167	1.4802	1.8009	2.1911
8%	1.0800	1.4693	2.1589	3.1722	4.6610
12%	1.1200	1.7623	3.1058	5.4736	9.6463
15%	1.1500	2.0114	4.0456	8.1371	16.3665
20%	1.2000	2.4883	6.1917	15.4070	38.3376

一元终值与现值的关系

表 2-5

$i \backslash n$	1 年	5 年	10 年	15 年	20 年
4%	0.9615	0.8219	0.6756	0.5553	0.4564
8%	0.9259	0.6806	0.4632	0.3152	0.2145
12%	0.8929	0.5674	0.3220	0.1827	0.1037
15%	0.8696	0.4972	0.2472	0.1229	0.0611
20%	0.8333	0.4019	0.1615	0.0649	0.0261

在工程项目多方案比较中, 由于现值评价常常是选择现在为基准点, 把方案预计的不同时期的现金流量折算成现值, 并按现值之代数和大小作出决策。因此, 在工程经济分析时应当注意以下两点:

①正确选取折现率。折现率是决定现值大小的一个重要因素, 在未来收益额一定的情况下, 折现率越高, 收益现值越低。且折现率的微小变化, 会造成现值结果的巨大差异, 必须选用正确的方法科学确定。其确定方法可参见本书第 4 章第 2 节内容。

②合理分布现金流量。从收益方面来看, 获得的时间越早且数额越大, 其现值也越大。因此, 应使建设项目早日投产, 早日达到设计生产能力, 早获收益, 多获收益, 才能达到最佳经济效益。从投资方面看, 投资支出的时间越晚、数额越小, 其现值也越小。因此, 应合理分配各年投资额, 在不影响项目正常实施的前提下, 尽量减少建设初期投资额, 加大建设后期投资比重。

(3) 多次支付的情形

在工程经济实践中, 多次支付是最常见的支付情形。多次支付是指现金流量在多个时点发生, 而不是集中在某一个时点上。如果用 A_t 表示第 t 期末发生的现金流量大小, 可正可负, 用逐个折现的方法, 可将多次现金流量换算成现值, 即:

$$P = A_1 (1+i)^{-1} + A_2 (1+i)^{-2} + \cdots + A_n (1+i)^{-n} = \sum_{t=1}^n A_t (1+i)^{-t} \quad (2-12)$$

或

$$P = \sum_{t=1}^n A_t (P/F, i, t) \quad (2-13)$$

同理,也可将多次现金流量换算成终值:

$$F = \sum_{t=1}^n A_t (1+i)^{n-t} \quad (2-14)$$

或
$$F = \sum_{t=1}^n A_t (F/P, i, n-t) \quad (2-15)$$

在上面式子中,虽然那些系数都可以计算或查复利表得到,但如果 n 较大, A_t 较多时,计算也是比较麻烦的。如果多次现金流量 A_t 有如下特征,则可大大简化上述计算公式。

1) 等额系列现金流量。现金流量序列是连续的,且数额相等,即:

$$A_t = A = \text{常数} \quad t=1, 2, 3, \dots, n \quad (2-16)$$

2) 等差系列现金流量。现金流量序列是连续的,相邻现金流量相差同一个常数 G ,且现金流量序列是连续递增或连续递减,即:

$$A_t = A_1 \pm (t-1)G \quad t=1, 2, 3, \dots, n \quad (2-17)$$

3) 等比系列现金流量。现金流量序列是连续的,紧后现金流量较紧前现金流量按同一比率 j 连续递增,即:

$$A_t = A_1 (1+j)^{t-1} \quad t=1, 2, 3, \dots, n \quad (2-18)$$

下面就分别说明这三种典型系列现金流量的复利计算。

(4) 等额系列现金流量

其现金流量如图 2-4 所示。

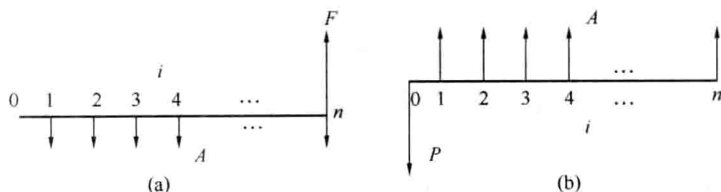


图 2-4 等额系列现金流量示意图

(a) 年金与终值关系; (b) 年金与现值关系

A 为年金,发生在(或折算为)某一特定时间序列各计息期末(不包括零期)的等额资金序列的价值。

1) 终值计算(已知 A 求 F)

由式(2-14)展开得:

$$F = \sum_{t=1}^n A_t (1+i)^{n-t} = A[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i)^{n-(n-1)} + 1]$$

根据等比级数求和公式 $\frac{a_1(1-q^n)}{1-q}$, 令 $q = (1+i)$, $a_1 = 1$, 求得上式中括号内的和为 $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$ 。则:

$$F = A \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (2-19)$$

式中, $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$ 称为等额系列终值系数或年金终值系数,用符号 $(F/A, i, n)$ 表示。

则式(2-19)又可写成:

$$F=A(F/A, i, n) \quad (2-20)$$

等额系列终值系数 $(F/A, i, n)$ 可从附录 I 中查得。

【例 2-6】 赵明从儿子 8 岁时起, 每年春节将 10000 元存入银行, 供儿子 18 岁上大学用。若年利率始终为 8%, 复利计息, 问 10 年末他可从银行连本带利取出多少钱?

【解】 由式(2-20)得:

$$F=A(F/A, i, n)=10000(F/A, 8\%, 10)$$

从附录中查出 $(F/A, 8\%, 10)$ 为 14.4866, 代入式中得:

$$F=10000 \times 14.4866=144866 \text{ 元。}$$

2) 现值计算(已知 A 求 P)

由式(2-10)和式(2-19)得:

$$P=F(1+i)^{-n}=A \frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n} \quad (2-21)$$

式中, $\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n}$ 称为等额系列现值系数或年金现值系数, 用符号 $(P/A, i, n)$ 表示。

则式(2-21)又可写成:

$$P=A(P/A, i, n) \quad (2-22)$$

等额系列现值系数 $(P/A, i, n)$ 可从附录 I 中查得。

【例 2-7】 如果张帅期望今后 5 年内每年年末可从银行取回 10000 元来完成他建筑学本科的学业, 年利率为 10%, 复利计息, 问他的银行账户里现在必须有多少存款?

【解】 由式(2-22)得:

$$P=A(P/A, i, n)=10000(P/A, 10\%, 5)$$

从附录中查出系数 $(P/A, 10\%, 5)$ 为 3.7908, 代入上式得:

$$P=10000 \times 3.7908=37908 \text{ 元}$$

3) 资金回收计算(已知 P 求 A)

由式(2-21)可知, 等额系列资金回收计算是等额系列现值计算的逆运算, 故由式(2-21)即可得:

$$A=P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1} \quad (2-23)$$

式中, $\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}$ 称为等额系列资金回收系数, 用符号 $(A/P, i, n)$ 表示。则式(2-

23) 又可写成:

$$A=P(A/P, i, n) \quad (2-24)$$

等额系列资金回收系数 $(A/P, i, n)$ 可从附录 I 中查得。

【例 2-8】 某企业拟投资 1000 万元建设高新技术产业化项目, 期望年回报率为 15%。若每年年末等额获得收益, 10 年内收回全部本利。问年收益至少多少才能达到期望的回报率?

【解】 由式(2-24)得:

$$A=P(A/P, i, n)=1000(A/P, 15\%, 10)$$

从附录中查出系数 $(A/P, 15\%, 10)$ 为 0.1993, 代入上式得:

$$A=1000 \times 0.1993=199.3 \text{ 万元}$$

4) 偿债基金计算 (已知 F 求 A)

偿债基金计算是等额系列终值计算的逆运算。通过式 (2-19) 即可得:

$$A = F \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (2-25)$$

式中, $\frac{i}{(1+i)^n - 1}$ 称为等额系列偿债基金系数, 用符号 $(A/F, i, n)$ 表示。则式 (2-25) 又可写成:

$$A = F (A/F, i, n) \quad (2-26)$$

等额系列偿债基金系数 $(A/F, i, n)$ 可从附录 I 中查得。

【例 2-9】 某人欲在第 5 年年末攒够 100 万元购置一套商品住宅, 若每年存款金额相等, 年利率为 10%, 复利计息, 则每年年末需存款多少元?

【解】 由式 (2-26) 得:

$$A = F (A/F, i, n) = 100 (A/F, 10\%, 5)$$

从附录中查出系数 $(A/F, 10\%, 5)$ 为 0.1638, 代入上式得:

$$A = 100 \times 0.1638 = 16.38 \text{ 万元}$$

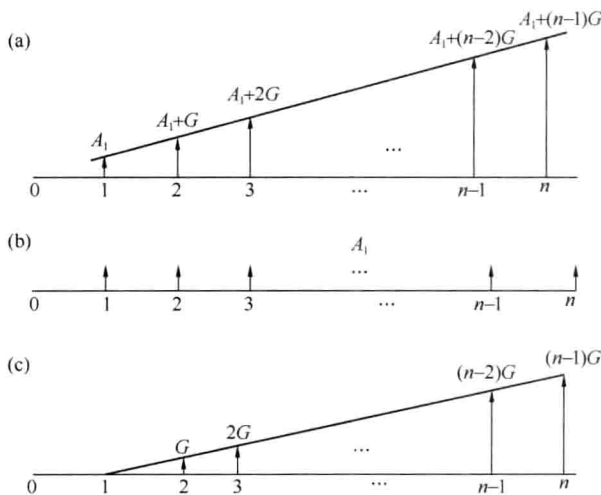


图 2-5 等差系列递增现金流量示意图

(5) 等差系列现金流量

在许多工程经济问题中, 现金流量每年均有一定数量的增加或减少, 如房屋随着其使用期的延伸, 维修费将逐年增加。如果逐年的递增或递减是等额的, 则称之为等差系列现金流量。其现金流量如图 2-5 所示。

图 2-5 (a) 为一等差递增系列现金流量, 可化简为两个支付系列。一个是等额系列现金流量, 图 2-5 (b), 年金是 A_1 ; 另一个是由 G 组成的等差递增系列现金流量, 图 2-5 (c)。图 2-5 (b) 支付系列的等值计算可用等额系列现金流量的有关公

式计算。图 2-5 (c) 支付系列的等值计算就是等差系列现金流量需要解决的问题。

1) 等差终值计算 (已知 G 求 F)

根据图 2-5 (c), 可列出 F 与 G 的计算式如下:

$$F_G = G(1+i)^{n-2} + 2G(1+i)^{n-3} + \cdots + (n-2)G(1+i) + (n-1)G \quad (1)$$

式 (1) 两边同乘以 $(1+i)$ 得:

$$F_G(1+i) = G(1+i)^{n-1} + 2G(1+i)^{n-2} + \cdots + (n-2)G(1+i)^2 + (n-1)G(1+i) \quad (2)$$

由 (2) - (1) 得:

$$\begin{aligned} F_G i &= G[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \cdots + (1+i)^2 + (1+i) + 1] - nG \\ &= G \frac{(1+i)^n - 1}{i} - nG \end{aligned} \quad (3)$$

整理得

$$F_G = G \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i^2} - \frac{n}{i} \right] \quad (2-27)$$

式中, $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i^2} - \frac{n}{i} \right]$ 称为等差系列终值系数, 用符号 $(F/G, i, n)$ 表示。则式 (2-27) 可写成:

$$F_G = G(F/G, i, n) \quad (2-28)$$

2) 等差现值计算 (已知 G 求 P)

由 P 与 F 的关系得:

$$P_G = F_G (1+i)^{-n} = G \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i^2 (1+i)^n} - \frac{n}{i (1+i)^n} \right] \quad (2-29)$$

式中, $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i^2 (1+i)^n} - \frac{n}{i (1+i)^n} \right]$ 称为等差系列现值系数, 用符号 $(P/G, i, n)$ 表示。

则式 (2-29) 可写成:

$$P_G = G(P/G, i, n) \quad (2-30)$$

等差系列现值系数 $(P/G, i, n)$ 可从附录 II 中查得。

3) 等差年金计算 (已知 G 求 A)

由 A 与 F 的关系得:

$$A_G = F_G(A/F, i, n) = G \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i^2} - \frac{n}{i} \right] \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right], \text{ 整理得:}$$

$$A_G = G \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (2-31)$$

式中, $\left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right]$ 称为等差年金换算系数, 用符号 $(A/G, i, n)$ 表示。则式 (2-31) 可写成:

$$A_G = G(A/G, i, n) \quad (2-32)$$

等差年金换算系数 $(A/G, i, n)$ 可从附录 II 中查得。

根据上述公式, 即可方便地得出图 2-5 等差系列现金流量的年金为:

$$A = A_1 \pm A_G \quad (2-33)$$

“减号”为等差递减系列现金流量, 如图 2-6 所示。

若计算原等差系列现金流量的现值 P 和终值 F , 则按式 (2-30) 和式 (2-28) 进行。

$$P = P_{A1} \pm P_G = A_1(P/A, i, n) \pm G(P/G, i, n) \quad (2-34)$$

$$F = F_{A1} \pm F_G = A_1(F/A, i, n) \pm G(F/G, i, n) \quad (2-35)$$

【例 2-10】 某家电企业受市场竞争的影响, 营业收入呈逐年递减趋势, 其现金流量如图 2-7 所示, 单位: 万元。设 $i=10\%$, 复利计息, 试

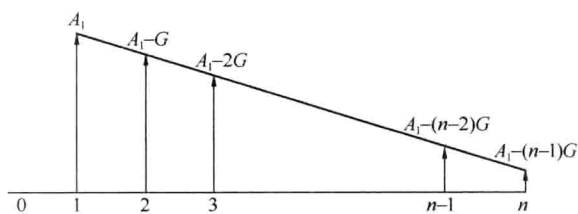


图 2-6 等差系列递减现金流量示意图

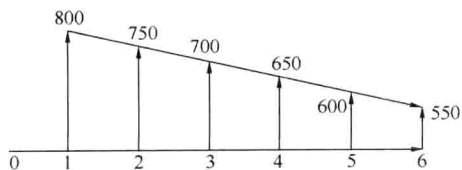


图 2-7 [例 2-10] 现金流量图

计算其现值、终值、年金。

【解】 $A = A_1 - A_G = A_1 - G(A/G, i, n) = 800 - 50(A/G, 10\%, 6)$

查附录表可得系数 $(A/G, 10\%, 6)$ 为 2.224, 代入上式得:

$$A = 800 - 50 \times 2.224 = 688.8 \text{ 万元}$$

则 $P = A(P/A, i, n) = 688.8(P/A, 10\%, 6) = 688.8 \times 4.3553 = 2999.93 \text{ 万元}$

$F = A(F/A, i, n) = 688.8(F/A, 10\%, 6) = 688.8 \times 7.7156 = 5314.51 \text{ 万元}$

(6) 等比系列现金流量

等比系列现金流量如图 2-8 所示。

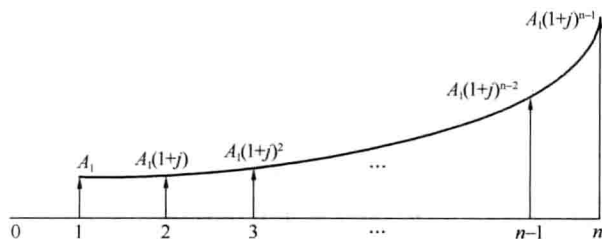


图 2-8 等比系列现金流量示意图

将等比系列通式 $A_t = A_1 (1+j)^{t-1}$ 分别代入式 (2-12) 和式 (2-14), 化简, 即可求得等比系列现值和终值。

1) 等比系列现值

$$P = \sum_{t=1}^n A_t (1+i)^{-t} = \sum_{t=1}^n A_1 (1+j)^{t-1} (1+i)^{-t} = \frac{A_1}{1+j} \sum_{t=1}^n \frac{(1+j)^t}{(1+i)^t}$$

化简得

$$P = \begin{cases} \frac{nA_1}{1+j} & i = j \\ A_1 \frac{[(1+j)^n (1+i)^{-n} - 1]}{j-i} & i \neq j \end{cases} \quad (2-36)$$

或

$$P = A_1 (P/A, i, j, n) \quad (2-37)$$

式中, $(P/A, i, j, n)$ 称为等比系列现值系数。

2) 等比系列终值

由 $F = P(1+i)^n$ 得:

$$F = \begin{cases} nA_1(1+j)^{n-1} & i = j \\ A_1 \frac{[(1+j)^n - (1+i)^n]}{j-i} & i \neq j \end{cases} \quad (2-38)$$

或

$$F = A_1 (F/A, i, j, n) \quad (2-39)$$

式中, $(F/A, i, j, n)$ 称为等比系列终值系数。

(7) 复利计算小结

1) 复利系数之间的关系

倒数关系: ① $(F/P, i, n) = 1/(P/F, i, n)$

② $(A/P, i, n) = 1/(P/A, i, n)$

③ $(A/F, i, n) = 1/(F/A, i, n)$

乘积关系: ① $(F/A, i, n) = (P/A, i, n)(F/P, i, n)$

$$② (F/P, i, n) = (A/P, i, n)(F/A, i, n)$$

其他关系: ① $(A/P, i, n) = (A/F, i, n) + i$

$$② (F/G, i, n) = [(F/A, i, n) - n]/i$$

$$③ (P/G, i, n) = [(P/A, i, n) - n(P/F, i, n)]/i$$

$$④ (A/G, i, n) = [1 - n(A/F, i, n)]/i$$

2) 复利计算公式使用注意事项

① 本期末即等于下期初。0 点就是第一期初, 也叫零期; 第一期末即等于第二期初; 余类推。

② P 是在第一计息期开始时 (0 期) 发生。

③ F 发生在考察期期末, 即 n 期末。

④ 各期的等额支付 A , 发生在各期期末。

⑤ 当问题包括 P 与 A 时, 系列的第一个 A 与 P 隔一期, 即 P 发生在系列 A 的前一期。

⑥ 当问题包括 A 与 F 时, 系列的最后一个 A 是与 F 同时发生的。

⑦ P_G 发生在第一个 G 的前两期; A_1 发生在第一个 G 的前一期。

4. 名义利率与实际利率

在复利计算中, 利率周期通常以年为单位, 它可以与计息周期相同, 也可以不同。当利率周期与计息周期不一致时, 就出现了名义利率和实际利率的概念。

(1) 名义利率

所谓名义利率 (Nominal Interest Rate), 是指计息周期利率 i 乘以一个利率周期内的计息周期数 m 所得的利率周期利率。即:

$$r = i \times m \quad (2-40)$$

式中 r ——名义利率。

若计息周期为月, 月利率为 1%, 利率周期为年, 则每年计息 12 次, 年名义利率为 12%。很显然, 计算名义利率时忽略了前面各期利息再生的因素, 这与单利的计算相同。

(2) 实际利率

若用计息周期利率来计算利率周期利率, 并将利率周期内的利息再生因素考虑进去, 这时所得的利率周期利率称为利率周期实际利率 (Actual Interest Rate) (又称有效利率)。

根据利率的概念即可推导出实际利率的计算式。

已知名义利率 r , 一个利率周期内计息 m 次, 则计息周期利率为 $i = r/m$ 。在某个利率周期初有资金 P , 根据一次支付终值公式可得该利率周期的 F , 即:

$$F = P \left(1 + \frac{r}{m} \right)^m$$

根据利息的定义可得该利率周期的利息 I 为:

$$I = F - P = P \left(1 + \frac{r}{m} \right)^m - P = P \left[\left(1 + \frac{r}{m} \right)^m - 1 \right]$$

再根据利率的定义可得该利率周期的实际利率 i 为:

$$i = \frac{I}{P} = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1 \quad (2-41)$$

现设年名义利率 $r=10\%$ ，则年、半年、季、月、日计息的年实际利率见表 2-6 所列。

实际利率与名义利率的关系

表 2-6

年名义利率 (r)	计息期	年计息次数 (m)	计息期利率 ($i=r/m$)	年实际利率 (i)
10%	年	1	10%	10%
	半年	2	5%	10.25%
	季	4	2.5%	10.38%
	月	12	0.833%	10.47%
	日	365	0.0274%	10.52%

从上表可以看出，每年计息期 m 越多，年实际利率 i 与年名义利率 r 相差越大。所以，在工程经济分析中，如果各方案的计息期不同，就不能简单地使用名义利率来评价，而必须换算成实际利率进行评价，否则会得出不正确的结论。

(3) 连续复利

前面介绍了间断计息的情形，当每期计息时间趋于无限小，则一年（利率周期常为一年）内计息次数趋于无限大，即 $m \rightarrow \infty$ ，此时可视没有时间间隔的计息方式为连续复利 (Continuous Compounding)。则年实际利率为：

$$i_{\infty} = \lim_{m \rightarrow \infty} \left[\left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1 \right] = e^r - 1$$

e 是自然对数的底，其值为 2.71828。

将连续复利引入普通的利息公式得：

$$\text{一次支付：连续复利终值公式} \quad F = P \times e^{r \times n} \quad (2-42)$$

$$\text{连续复利现值公式} \quad P = F \times e^{-r \times n} \quad (2-43)$$

$$\text{等额支付：连续复利终值公式} \quad F = A \left[\frac{e^m - 1}{e^r - 1} \right] \quad (2-44)$$

$$\text{连续复利现值公式} \quad P = A \left[\frac{1 - e^{-m}}{e^r - 1} \right] \quad (2-45)$$

$$\text{连续复利资金回收公式} \quad A = P \left[\frac{e^r - 1}{1 - e^{-m}} \right] \quad (2-46)$$

$$\text{连续复利偿债基金公式} \quad A = F \left[\frac{e^r - 1}{e^m - 1} \right] \quad (2-47)$$

用连续复利计算的利息高于普通复利，故资金成本偏高，可以提醒工程项目决策者提高资金使用效率。

2.3 等值计算与应用

2.3.1 等值计算

前述已知，资金有时间价值。即使金额相同，因其发生在不同时点，其价值就不相同；反之，不同时点绝对值不等的资金在时间价值的作用下却可能具有相等的价值。这些

不同时期、不同数额但其“价值等效”的资金称为等值 (Equivalence)。在工程经济分析中, 等值是一个十分重要的概念, 它为我们提供了一个计算某一经济活动有效性或者进行方案比较、优选的可能性。资金等值计算公式和复利计算公式的形式是相同的。等值基本公式相互关系, 如图 2-9 所示。

【例 2-11】 一位老人存有一张 200 年前手写的存单, 是其祖先在瑞士某银行存的 100 美元存单。老人去该银行驻美分行取钱, 该行即报总行, 总行核对查到该笔存款的底单, 年利率 $i=3.2\%$, 复利计息。问这位老人现在应从这家瑞士银行兑现多少美元?

【解】 画出现金流量图, 如图 2-10 所示, 200 年末 100 美元的本利和 F 为:

$$\begin{aligned} F &= P(F/P, i, n) = 100(F/P, 3.2\%, 200) = 100 \times (1 + 3.2\%)^{200} \\ &= 100 \times 544.427 = 54442.7 \text{ 美元} \end{aligned}$$

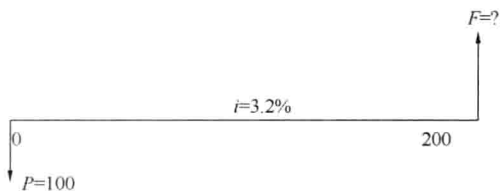


图 2-10 [例 2-11] 现金流量图

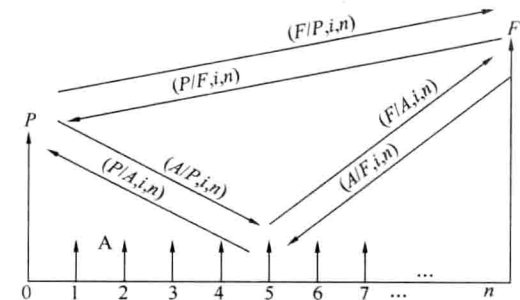


图 2-9 等值基本公式相互关系示意图

影响资金等值的因素有三个: 金额的多少, 资金发生的时间, 利率 (或折现率) 的大小。其中利率是一个关键因素, 一般等值计算中是以同一利率为依据的。

在工程经济分析中, 在考虑资金时间价值的情况下, 其不同时间发生的收入或支出因不具有时间的可比性是不能直接相加减

的。而利用等值的概念建立了时间可比条件, 则可以把在不同时点发生的资金换算成同一时点的等值资金, 然后再进行比较。所以, 在工程经济分析中, 方案比较都采用等值概念来进行分析、评价和选定。

2.3.2 计息周期小于 (或等于) 资金收付周期的等值计算

计息周期小于 (或等于) 资金收付周期的等值计算方法有以下两种。

(1) 按收付周期实际利率计算。

(2) 按计息周期利率计算。即:

$$F = P(F/P, r/m, mn) \quad (2-48)$$

$$P = F(P/F, r/m, mn) \quad (2-49)$$

$$F = A(F/A, r/m, mn) \quad (2-50)$$

$$P = A(P/A, r/m, mn) \quad (2-51)$$

$$A = F(A/F, r/m, mn) \quad (2-52)$$

$$A = P(A/P, r/m, mn) \quad (2-53)$$

式中 r ——利率周期名义利率;

m ——一个利率周期中的计息次数;

n ——利率周期数。

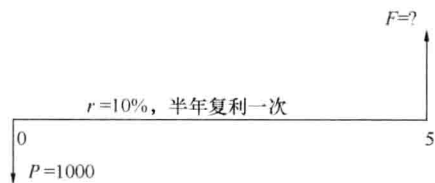


图 2-11 [例 2-12] 现金流量图

【例 2-12】 某人现在存款 1000 元，年利率 10%，计息周期为半年，复利计息。问五年末存款金额为多少？

【解】 现金流量图，如图 2-11 所示。

(1) 按年实际利率计算

$$i = (1 + 10\%/2)^2 - 1 = 10.25\%$$

则 $F = 1000 (F/P, 10.25\%, 5) = 1000 \times 1.6289 = 1628.9$ 元

(2) 按计息周期利率计算

$$F = 1000 (F/P, 10\%/2, 2 \times 5) = 1000 (F/P, 5\%, 10) = 1000 \times 1.6289 = 1628.9 \text{ (元)}$$

【例 2-13】 每半年存款 1000 元，年利率 8%，每季计息一次，复利计息。问五年末存款金额为多少？

【解】 现金流量图，如图 2-12 所示。

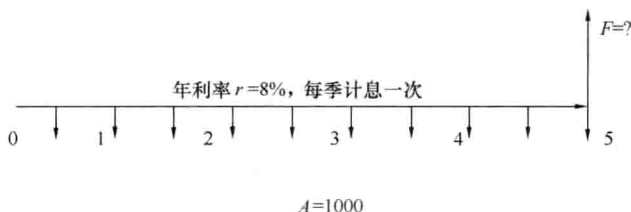


图 2-12 [例 2-13] 现金流量图

由于本例计息周期小于收付周期，不能直接采用计息期利率计算，故只能用实际利率来计算。

$$\text{计息期利率 } i = r/m = 8\%/4 = 2\%$$

$$\text{半年期实际利率 } i_{\text{eff半}} = (1 + 2\%)^2 - 1 = 4.04\%$$

$$\text{则 } F = 1000 (F/A, 4.04\%, 2 \times 5) = 1000 \times 12.029 = 12029 \text{ 元}$$

2.3.3 计息周期大于收付周期的等值计算

由于计息周期大于收付周期，计息周期内的收付常采用下列三种方法之一进行处理。

(1) 不计息。在工程经济分析中，当计息期内收付不计息时，其支出计入期初，其收益计入期末。

(2) 单利计息。在计息期内的收付均按单利计息。其计算公式如下：

$$A_t = \sum A'_k [1 + (m_k/N) \times i] \quad (2-54)$$

式中 A_t ——第 t 计息期末净现金流量；

N ——一个计息期内收付周期数；

A'_k ——第 t 计息期内第 k 期收付金额；

m_k ——第 t 计息期内第 k 期收付金额到达第 t 计息期末所包含的收付周期数；

i ——计息期利率。

【例 2-14】 付款情况如图 2-13 所示，年利率为 8%，半年计息一次，复利计息。计息期内的收付款利息按单利计算。问年末金额多少？

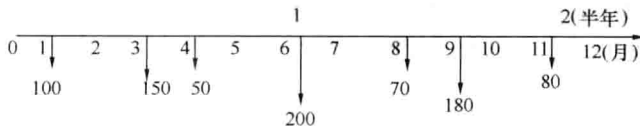


图 2-13 [例 2-14] 现金流量图

【解】 计息期利率 $i = 8\% / 2 = 4\%$ ，由式 (2-54) 得：

年利率 $r = 8\%$ ，半年计息一次，计息期内的收付款利息按单利计算

$$A_1 = 100[1 + (5/6) \times 4\%] + 150[1 + (3/6) \times 4\%] + 50[1 + (2/6) \times 4\%] + 200 = 507$$

$$A_2 = 70[1 + (4/6) \times 4\%] + 180[1 + (3/6) \times 4\%] + 80[1 + (1/6) \times 4\%] = 336$$

然后利用普通复利公式即可求出年末金额 F 为：

$$F = 507(F/P, 4\%, 1) + 336 = 507 \times 1.04 + 336 = 863.28$$

(3) 复利计息。在计息周期内的收付按复利计算。此时，计息期利率相当于“实际利率”，收付周期利率相当于“计息期利率”。收付周期利率的计算正好与已知名义利率去求解实际利率的情况相反。收付周期利率计算出来后即可按普通复利公式进行计算。

【例 2-15】 某人每月存款 100 元，期限一年，年利率 8%，每季计息一次，复利计息。计息期内收付利息按复利计算。问年末他的存款金额有多少？

【解】 据题意绘制现金流量图，如图 2-14 所示。

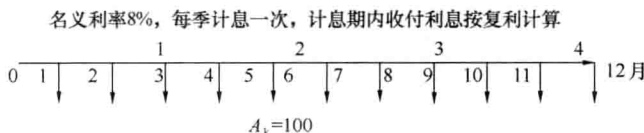


图 2-14 [例 2-15] 现金流量图

计息期利率（即季度实际利率） $i_{\text{季}} = 8\% / 4 = 2\%$

运用实际利率公式计算收付期利率如下：

$$i = (1 + r/m)^m - 1$$

$$i_{\text{季}} = (1 + r_{\text{季}}/3)^3 - 1 = 2\%$$

解得

$$r_{\text{季}} = 1.9868\%$$

则 $i_{\text{月}} = 1.9868\% \div 3 = 0.6623\%$ ，每月复利一次，这与季度利率 2%，季度复利一次是相同的。利用普通复利公式即可求出年末金额 F 为：

$$F = 100(F/A, 0.6623\%, 12) = 100 \times 12.4469 = 1244.69 \text{ 元}$$

注意：在计息周期内的收付按复利计算时，收付周期利率不能直接使用每月利率 $8\% / 12 = 0.6667\%$ 。因为复利是季度一次而非每月一次。

2.3.4 利用复利表计算未知利率、未知期（年）数

1. 计算未知利率（或投资收益率）

【例 2-16】 在我国国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标纲要中提出，到 2000 年我国国民生产总值在 1995 年 5.76 万亿元的基础上达到 8.5 万亿元；按 1995 年不变价格计算，在 2010 年实现国民生产总值在 2000 年的基础上翻一番。问“九五”期间

我国国民生产总值的年增长率为多少, 2000 年到 2010 年增长率又为多少?

【解】 据题意绘出现金流量图, 如图 2-15 所示。

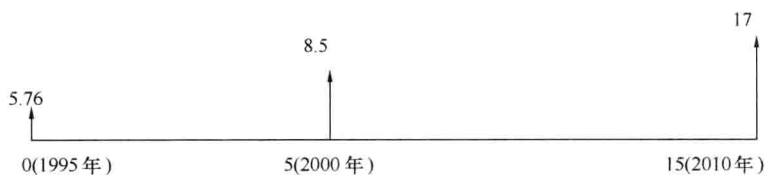


图 2-15 [例 2-16] 现金流量图

由 $F = P(1+i)^n$ 两边取对数即可解得 i 。但计算较繁琐, 一般不用, 而是利用复利表计算。

由公式 $F = P(F/P, i, n)$, 得:

$$(F/P, i, n) = F/P \text{ 则:}$$

(1) “九五” 增长率 i_1

$$(F/P, i_1, 5) = 8.5/5.76 = 1.4757$$

查复利表得:

$$(F/P, 8\%, 5) = 1.4693$$

$$(F/P, 9\%, 5) = 1.5386$$

显然, 所求 i_1 在 8% 和 9% 之间, 利用线性内插法即可解得:

$$i_1 = 8\% + \frac{(1.4757 - 1.4693)}{(1.5386 - 1.4693)}(9\% - 8\%) = 8.09\%$$

(2) 2000 年到 2010 年增长率 i_2

同理可得

$$(F/P, i_2, 10) = 17/8.5 = 2$$

查表得:

$$(F/P, 7\%, 10) = 1.9672$$

$$(F/P, 8\%, 10) = 2.1589$$

利用线性内插法解得:

$$i_2 = 7\% + \frac{(2 - 1.9672)}{(2.1589 - 1.9672)}(8\% - 7\%) = 7.17\%$$

答: “九五” 期间我国国民生产总值的年增长率为 8.09% , 2000 年到 2010 年年增长率为 7.17% 。

当然, 采用线性内插法是有误差的, 因为因子的数值与时间呈指数关系。但由于线性内插是在极小的范围内进行的 (一般不超过 2 个百分点), 这种误差对方案评价来说影响甚微, 因此不影响方案评价的结论。

2. 计算未知年数

【例 2-17】 某企业贷款 200 万元新建项目, 第二年底建成投产, 投产后每年收益 40 万元。若贷款利率为 10% , 问在投产后多少年能归还 200 万元的本息?

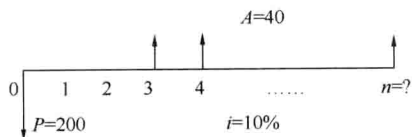


图 2-16 [例 2-17] 现金流量图

【解】 现金流量图如图 2-16 所示。

(1) 以投产之日第二年底 (即第三年初) 为基准期, 计算 F_P

$$F_P = 200(F/P, 10\%, 2) = 200 \times 1.210 = 242 \text{ 万元}$$

(2) 计算返本期

由 $P=A(P/A, i, n)$ 得:

$$(P/A, i, n-2) = P/A = 242/40 = 6.05$$

查复利表得: $(P/A, 10\%, 9) = 5.7590$

$$(P/A, 10\%, 10) = 6.1446$$

由线性内插法求得:

$$n-2=9.7547 \text{ 年}$$

答:在投产后 9.7547 年才能返还投资。在投资后 11.7547 年才能返还投资。

案例分析

贷款利率变动对“月供族”的影响

2012 年 1 月 1 日起,部分涉及民生的金融政策正式施行,给市民生活带来了一定影响,特别是房贷利率的调整。2011 年,央行在 2 月 9 日、4 月 6 日和 7 月 7 日三次加息,五年期以上贷款年利率由 2011 年初的 6.40%,经第一次加息提高到 6.60%,经第二次加息提高到 6.80%,经第三次加息提高到 7.05%。因大多数贷款者签订的购房合同中约定央行利息调整时房贷利率次年调整,这就意味着 2012 年元旦起市民就要按新利率还贷,“月供族”将要背负更重的利息负担。

按照新利率,到底“月供族”要多还多少?假设年初办理 100 万元的贷款,期限为 20 年,采取等额本息还款方式,分别按照三次调息前的利率 6.40% 和调息后的利率 7.05% 计算月还款额,即可得知“月供族”每月增加的还款负担。

按照三次调息前的年利率 6.40% 计算,按月计息,月还款额为:

$$A_1 = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = 100 \times 10^4 \times \frac{6.4\%/12 \times (1+6.4\%/12)^{12 \times 20}}{(1+6.4\%/12)^{12 \times 20} - 1} = 7397 \text{ 元}$$

支付利息总额(按静态计算)为: $7397 \times 12 \times 20 - 100 \times 10^4 = 775280$ 元

按照三次调息后的年利率 7.05% 计算,月还款额为:

$$A_2 = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = 100 \times 10^4 \times \frac{7.05\%/12 \times (1+7.05\%/12)^{12 \times 20}}{(1+7.05\%/12)^{12 \times 20} - 1} = 7783 \text{ 元}$$

支付利息总额(按静态计算)为: $7783 \times 12 \times 20 - 100 \times 10^4 = 867920$ 元

根据以上分析,按照假设的贷款情况,2011 年三次加息后“月供族”每月将要多还利息 386 元,共需多付利息 92640 元。2011 年的三次加息大大增加了“月供族”的还贷负担,那么,加息后如何进行贷款购房更划算呢?业内人士表示还是公积金贷款,调息后公积金贷款利率为 4.9%,而商业贷款的利率为 7.05%,相差 2.15 个百分点。

[案例思考]

1. 如果购房者选择等额还本方式偿还贷款,计算结果会怎样?
2. 如果购房者贷款期变为 10 年,计算结果又会怎样?

思考题

1. 什么是现金流量,财务现金流量与国民经济效益费用流量有何区别?

2. 构成现金流量的基本经济要素有哪些?
3. 绘制现金流量图的目的及主要注意事项是什么?
4. 在工程经济分析中是如何对时间因素进行研究的? 试举例说明。
5. 何谓资金的时间价值, 如何理解资金的时间价值?
6. 单利与复利的区别是什么? 试举例说明。
7. 什么是终值、现值、等值?
8. 什么是名义利率、实际利率?

习题

1. 现有一项目, 其现金流量为: 第一年未支付 1000 万元, 第二年未支付 1500 万元, 第三年收益 200 万元, 第四年收益 300 万元, 第五年收益 400 万元, 第六年到第十年每年收益 500 万元, 第十一年收益 450 万元, 第十二年收益 400 万元, 第十三年收益 350 万元, 第十四年收益 450 万元。每年收益均发生在年末, 设年利率为 12%, 求: (1) 现值; (2) 终值; (3) 第二年未项目的等值。

2. 利用复利公式和复利系数表确定下列系数值:

- (1) $(F/A, 11.5\%, 10)$; (2) $(A/P, 10\%, 8.6)$;
(3) $(P/A, 8.8\%, 7.8)$; (4) $(A/F, 9.5\%, 4.5)$ 。

3. 某设备价格为 55 万元, 合同签订时支付了 10 万元, 然后采用分期付款方式。第一年末付款 14 万元, 从第二年起每年的年中及年末付款 4 万元。设年利率为 12%, 每半年复利一次。问多少年能付清设备价款?

4. 某人每月末存款 100 元, 期限 5 年, 年利率 10%, 每半年复利一次。计息周期内存款试分别按单利和复利计算, 求第五年末可得本利和多少?

延伸阅读

1. 高峰. 资金时间价值原理及实务 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2008.
2. 党耀国, 米传民, 王育红. 投资项目评价 [M]. 北京: 科学出版社, 2010.

引例

世人瞩目的巨额工程

苏通大桥，位于江苏省东部的南通市和苏州（常熟）市之间，路线全长 32.4km，主要由跨江大桥和南、北岸接线三部分组成。工程于 2003 年 6 月 27 日开工，2008 年 6 月 30 日建成通车。苏通大桥工程规模浩大：其主跨跨径达到 1088m，是位居世界第二的大跨径斜拉桥；其主塔高度达到 300.4m，为世界第二高的桥塔。苏通大桥原本预计总投资 64.5 亿元，其中，公司资本金 22 亿元，所需贷款 42.5 亿元。至工程竣工时，苏通大桥的概算已增至约 85.9 亿元，公司资本金将提高到 30 多亿元，其余建设资金通过国内银行贷款等渠道解决，贷款金额从原来的 42.5 亿元，提高到 50 多亿元。

杭州湾跨海大桥，北起嘉兴市海盐郑家埭，横跨杭州湾海域，跨越宽阔的杭州湾海域后止于宁波市慈溪水路湾，是国道主干线——同三线跨越杭州湾的便捷通道，也是世界上已建成的第三长的跨海大桥。工程总投资 118 亿元，杭州湾跨海大桥主要投资来自浙江省地方政府和浙江民营企业，包括雅戈尔、方太厨具、海通集团等民营企业都参与了对大桥的投资。（资料来源：杭州湾跨海大桥将与苏通大桥高速无缝对接。宁波日报，2010-03-12）。

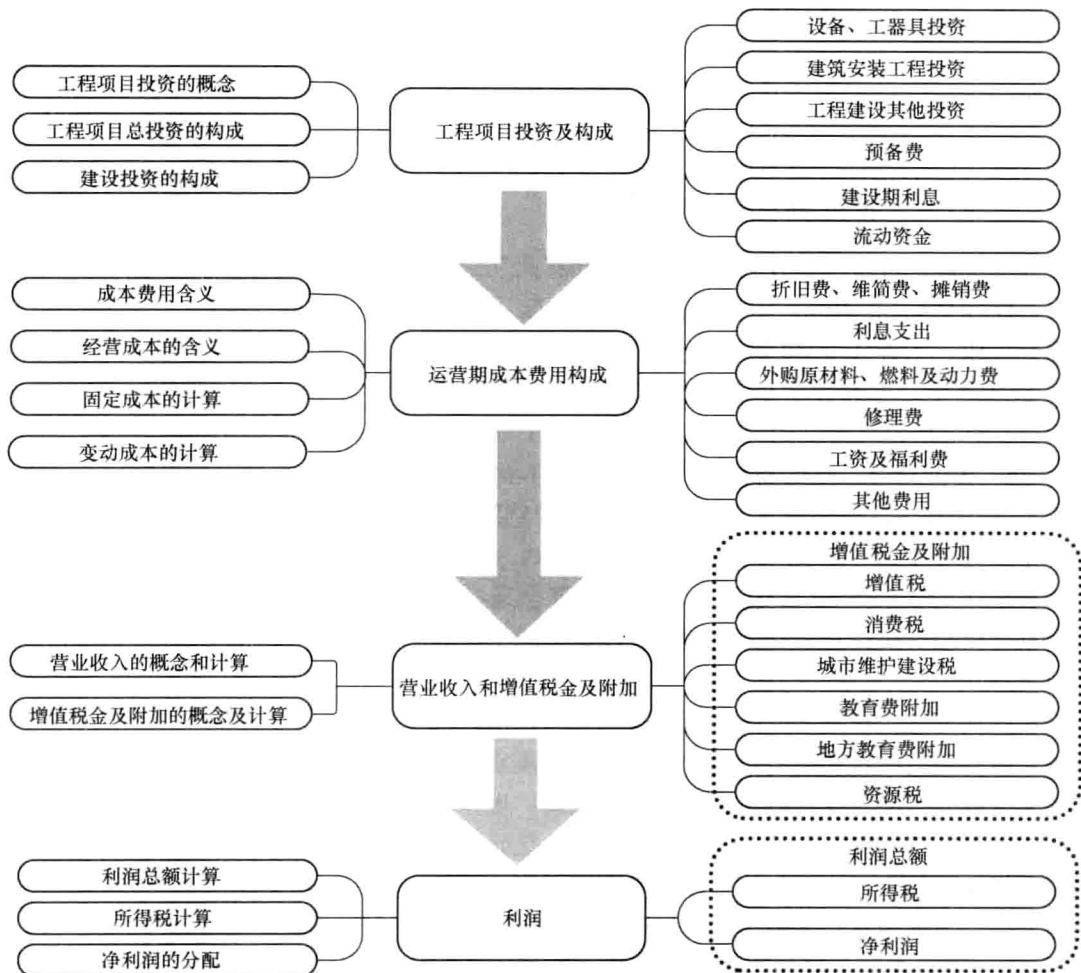
启 示

以上两个项目的投资额巨大，如何增大项目运营期内车流量，提高车辆通达度，并通过旅游观光增加收入，努力使现金流入大于现金流出，实现理想的投资回报，是投资者十分关心的问题。

本章知识结构图

在工程项目前期决策阶段，现金流量是工程经济分析人

员进行项目经济评价和方案选优的基础,各种备选方案,以及每个备选方案的产品方案、工艺方案、筹资方案、建设方案和经营方案等,都是通过预测或估算现金流量得到具体展示的。就工程项目而言,其现金流量主要表现为建设投资、经营成本、营业收入等经济变量,而现金流量与投资、成本、收入与利润密切相关。本章知识结构如下图所示。



3.1 工程项目投资及构成

所谓工程项目投资,一般是指某项工程从筹建开始到全部竣工投产为止所发生的全部资金投入。工程项目总投资由建设投资、建设期利息和流动资金三部分组成;建设投资由设备及工器具投资、建筑安装工程投资和工程建设其他投资组成;固定资产投资由建设投资和建设期利息组成。如图 3-1 所示。

3.1.1 设备、工器具投资

设备、工器具投资由设备购置费和工器具及生产家具购置费组成,如图 3-2 所示。

设备购置费是指为工程建设项目购置或自制的达到固定资产标准的设备、工具、器具

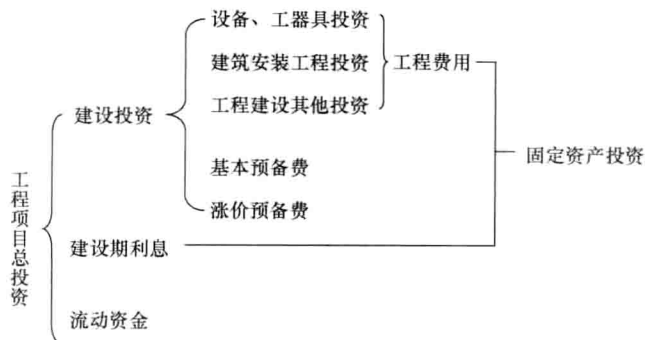


图 3-1 工程项目总投资构成图

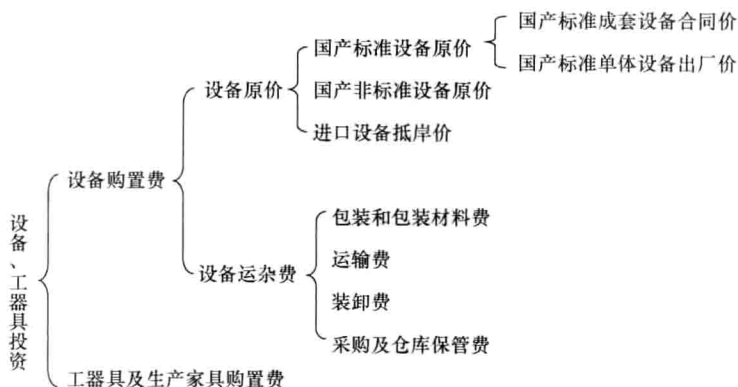


图 3-2 设备、工器具投资构成图

的费用。固定资产的标准是：使用年限在一年以上，单位价值在规定的限额以上。

工器具及生产家具购置费是指新建项目或扩建项目初步设计规定所必须购置的不够固定资产标准的设备、仪器、工卡模具、器具、生产家具和备品备件的费用。其一般计算公式为：

$$\text{工器具及生产家具购置费} = \text{设备购置费} \times \text{定额费率} \quad (3-1)$$

3.1.2 建筑安装工程投资

建筑安装工程投资由建筑工程费和安装工程费两部分组成。建筑安装工程投资的构成，如图 3-3、图 3-4 所示。

3.1.3 工程建设其他投资

工程建设其他投资，指属于整个建设项目所必需而又不能包括在单项工程建设投资中的费用，如征用土地及迁移补偿费、建设单位管理费、勘察设计费、科学研究试验费、样品样机购置费、引进技术和进口设备其他费、出国经费、场区绿化费、联合试运转费、生产职工培训费、办公及生活用具购置费等。此外，建设过程中的临时设施费、施工机构迁移费、远征工程增加费、劳保支出、技术装备费等也包括在工程建设其他投资中。

工程建设其他投资，按其内容大体可分为三类。第一类为土地费用；第二类为与项目

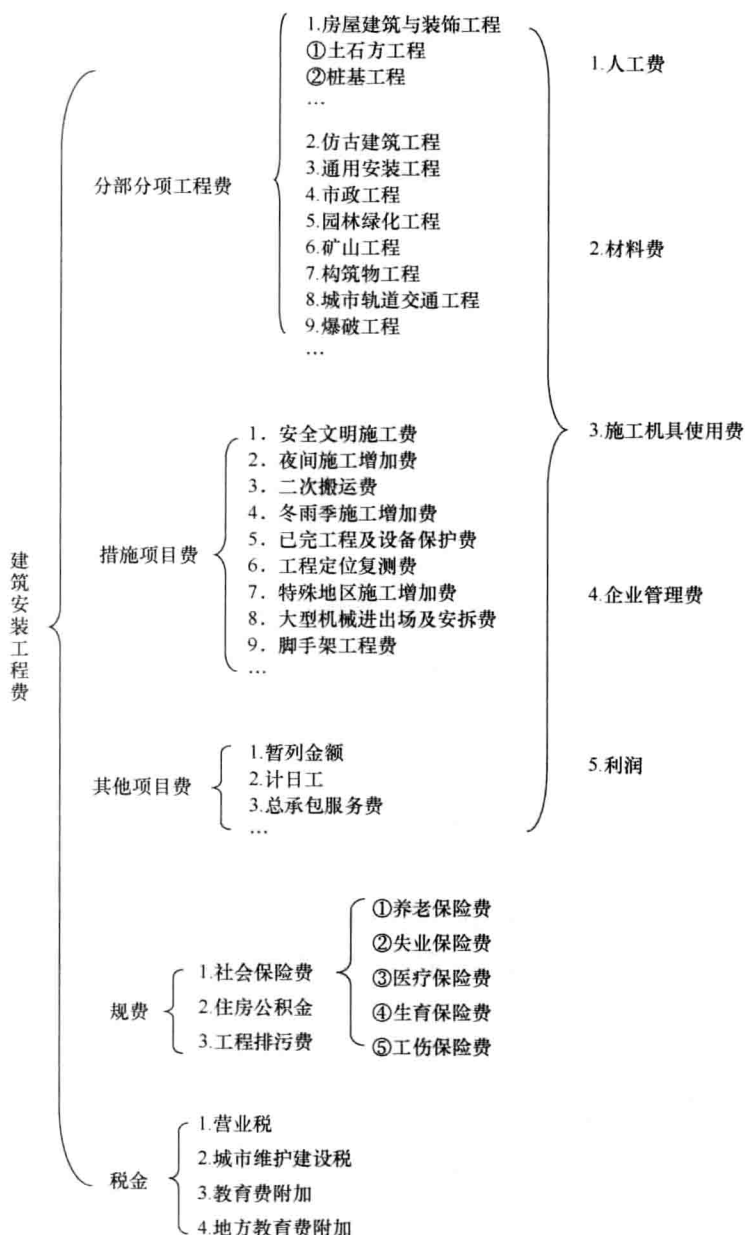


图 3-3 建筑安装工程投资构成图（按造价形成划分）

建设有关的其他费用；第三类为与未来生产经营有关的费用。如图 3-5 所示。

3.1.4 预备费

按我国现行规定，预备费包括基本预备费和涨价预备费。

1. 基本预备费

基本预备费是指在项目实施中可能发生的难以预料的支出，又称工程建设不可预见

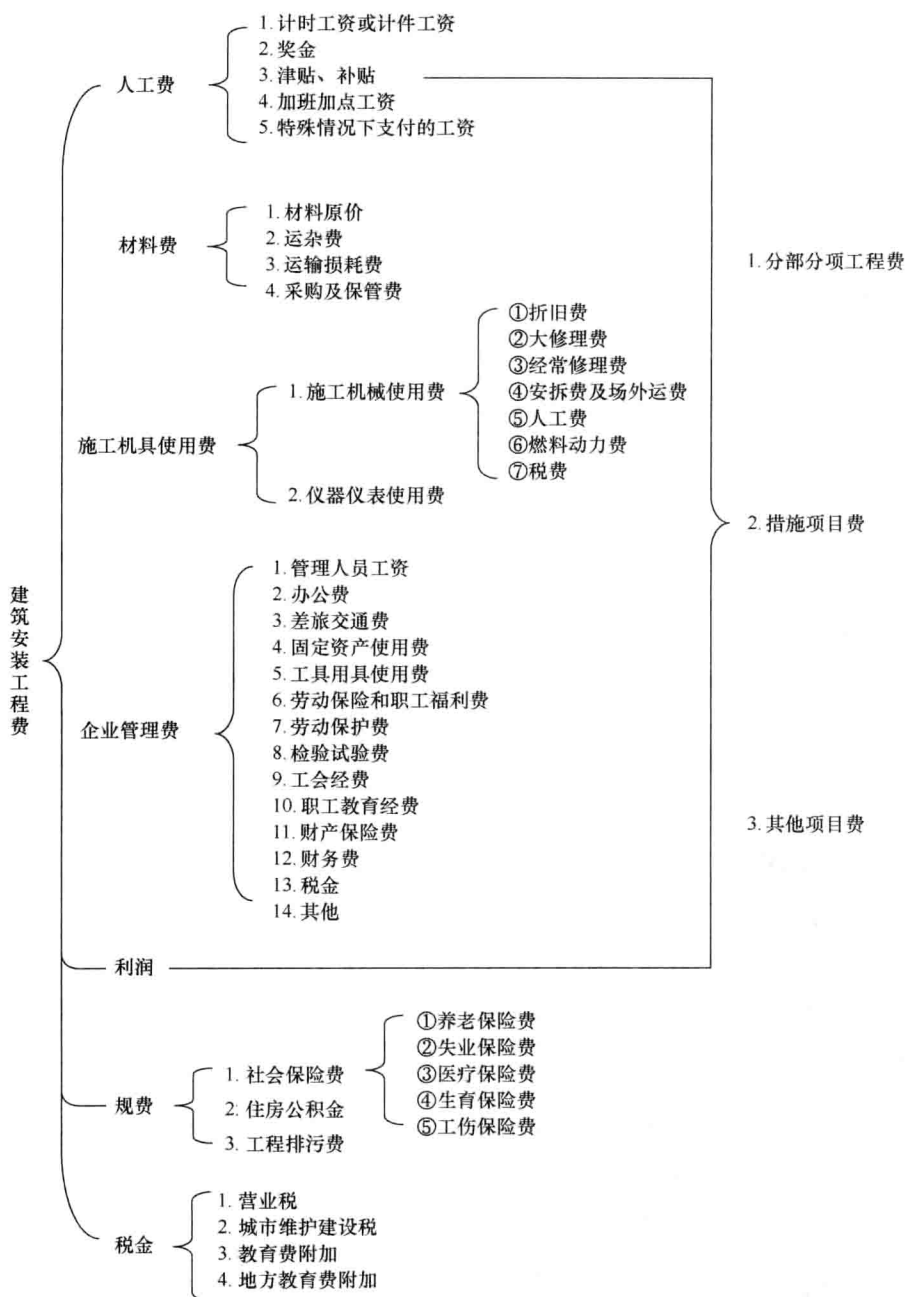


图 3-4 建筑安装工程投资构成图（按费用构成要素划分）

费，主要指设计变更及施工过程中可能增加工程量的费用。费用内容包括：在批准的初步设计范围内，技术设计、施工图设计及施工过程中所增加的工程和费用；设计变更、局部地基处理等所增加的费用；一般自然灾害所造成的损失和预防自然灾害所采取措施的费用；竣工验收时为鉴定工程质量对隐蔽工程进行必要的挖掘和修复的费用。

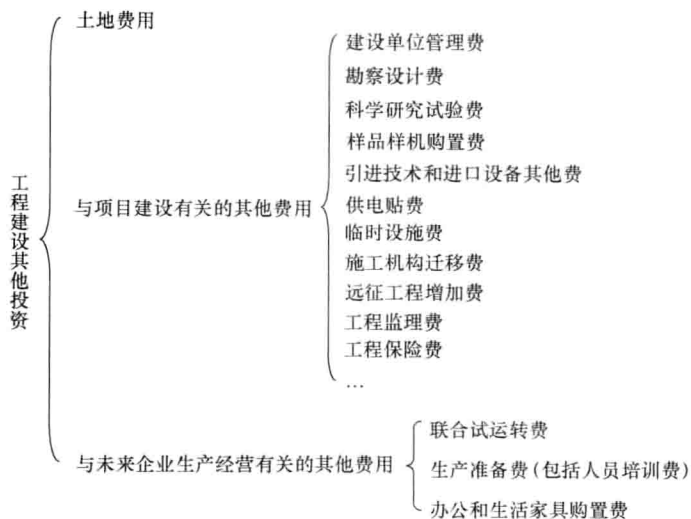


图 3-5 工程建设其他投资构成

基本预备费 = (设备及工器具购置费 + 建筑安装工程费 + 工程建设其他费)

× 基本预备费费率

(3-2)

2. 涨价预备费

涨价预备费是对建设工期较长的项目，由于在建设期内可能发生材料、设备、人工等价格上涨引起投资增加，工程建设其他费用调整，利率、汇率调整等，需要事先预留的费用，亦称价格变动不可预见费。涨价预备费以建筑安装工程费、设备工器具购置费之和为计算基数。

3.1.5 建设期利息

1. 建设期利息构成

建设期利息是指项目在建设期内因使用债务资金而支付的利息。在项目投产后偿还债务资金时，建设期利息一般也作为本金，计算项目投入使用后各期的利息。建设投资借款的资金来源渠道不同，其建设期利息的计算方法也不同。

2. 建设期利息计算

在项目的经济分析中，无论各种债务资金是按年计息，还是按季、月计息，均可简化为按年计息，即将名义利率折算为年实际利率，其计算公式如式 (2-41) 所示。

项目建设期，一般各种债务资金服从平均分布。在项目的经济分析中，可假定借款在年中支用，即当年借款支用额按半年计息，上年借款按全年计息。

当建设期用自有资金按期支付利息时，直接采用年名义利率按单利计算各年建设期利息。计算公式为：

$$\text{各年应计利息} = \left(\text{年初借款本金累计} + \frac{\text{本年借款额}}{2} \right) \times \text{年名义利率} \quad (3-3)$$

当建设期未能付息时，建设期各年利息采用复利方式计息，其计算公式为：

$$\text{各年应计利息} = \left(\text{年初借款本息累计} + \frac{\text{本年借款支用额}}{2} \right) \times \text{年实际利率} \quad (3-4)$$

$$I_j = \left(P_{j-1} + \frac{1}{2} A_j \right) \times i_{\text{eff}}$$

对有多种借款资金来源, 每笔借款的年利率各不相同的项目, 既可分别计算每笔借款的利息, 也可先计算出各笔借款加权平均的年利率, 并以加权平均利率计算全部借款的利息。

融资主体在贷款时要发生手续费、承诺费、管理费、信贷保险费等融资费用, 原则上应按债权人的要求计算, 并计入建设期利息。

对于分期建设的项目, 应注意按各期投产时间, 分别停止借款费用的资本化, 即投产后继续发生的借款费用不作为建设期利息计入固定资产原值, 而是作为运营利息计入总成本费用。

【例 3-1】 某新建项目, 建设期为 3 年, 在建设期第一年借款 300 万元, 第二年 400 万元, 第三年 300 万元, 每年借款平均支用, 年实际利率为 5.6%。用复利法计算建设期借款利息。

【解】 建设期各年利息计算如下:

$$P_0 = 0, A_1 = 300 \text{ 万元}, I_1 = 0.5 \times 300 \times 5.6\% = 8.4 \text{ 万元}$$

$$P_1 = 300 + 8.4 = 308.4 \text{ 万元}, A_2 = 400 \text{ 万元}$$

$$I_2 = (308.4 + 0.5 \times 400) \times 5.6\% = 28.47 \text{ 万元}$$

$$P_2 = 300 + 8.4 + 400 + 28.47 = 736.87 \text{ 万元}, A_3 = 300 \text{ 万元}$$

$$I_3 = (736.87 + 0.5 \times 300) \times 5.6\% = 49.66 \text{ 万元}$$

到建设期末累计借款本利为 $736.87 + 300 + 49.66 = 1086.53$ 万元, 其中建设期利息为 86.53 万元。

3.2 工程项目运营期成本费用

工程项目投入使用后, 即进入运营期。在运营期内, 各年的成本费用由生产成本和期间费用两部分组成。

3.2.1 生产成本的构成

生产成本亦称制造成本, 是指企业生产经营过程中实际消耗的直接材料费、直接工资、其他直接支出和制造费用。

1. 直接材料费

直接材料费包括企业生产经营过程中实际消耗的原材料、辅助材料、设备零配件、外购半成品、燃料、动力、包装物、低值易耗品以及其他直接材料费。

2. 直接工资

直接工资包括企业直接从事产品生产人员的工资、奖金、津贴和补贴等。

3. 其他直接支出

其他直接支出包括直接从事产品生产人员的职工福利费等。

4. 制造费用

制造费用是指企业各个生产单位(分厂、车间)为组织和管理生产所发生的各项费

用,包括生产单位(分厂、车间)管理人员工资、职工福利费、折旧费、维简费、修理费、物料消耗、低值易耗品摊销、劳动保护费、水电费、办公费、差旅费、运输费、保险费、租赁费(不含融资租赁费)、设计制图费、试验检验费、环境保护费以及其他制造费用。

3.2.2 期间费用的构成

期间费用是指在一定会计期间发生的与生产经营没有直接关系和关系不密切的管理费用、财务费用和营业费用。期间费用不计入产品的生产成本,直接体现为当期损益。

1. 管理费用

管理费用是指企业行政管理部门为管理和组织经营活动发生的各项费用,包括:公司经费(工厂总部管理人员工资、职工福利费、差旅费、办公费、折旧费、修理费、物料消耗、低值易耗品摊销以及公司其他经费)、工会经费、职工教育经费、劳动保险费、董事会费、咨询费、顾问费、交际应酬费、税金(指企业按规定支付的房产税、车船使用税、土地使用税和印花税等)、土地使用费(或海域使用费)、技术转让费、无形资产摊销、开办费摊销、研究发展费以及其他管理费用。

2. 财务费用

财务费用是指企业为筹集资金而发生的各项费用,包括运营期间的利息净支出、汇兑净损失、调剂外汇手续费、金融机构手续费以及在筹资过程中发生的其他财务费用等。

3. 营业费用

营业费用是指企业在销售产品、自制半成品和提供劳务等过程中发生的各项费用以及专设销售机构的各项经费,包括应由企业负担的运输费、装卸费、包装费、保险费、委托代销费、广告费、展览费、租赁费(不包括融资租赁费)和销售服务费用、销售部门人员工资、职工福利费、差旅费、办公费、折旧费、修理费、物料消耗、低值易耗品摊销以及其他经费等。

3.2.3 工程经济中成本费用的计算

为便于后续计算,在工程经济中将工资及福利费、折旧费、修理费、摊销费、维简费、利息支出进行归并后分别列出,另设一项“其他费用”将制造费用、管理费用、财务费用和营业费用中扣除工资及福利费、折旧费、修理费、摊销费、维简费、利息支出后的费用列入其中。这样,各年成本费用的计算公式为:

$$\begin{aligned} \text{年成本费用} = & \text{外购原材料成本} + \text{外购燃料动力成本} + \text{工资及福利费} + \text{修理费} \\ & + \text{折旧费} + \text{维简费} + \text{摊销费} + \text{利息支出} + \text{其他费用} \end{aligned} \quad (3-5)$$

1. 外购原材料成本计算

原材料成本是成本的重要组成部分,其计算公式如下:

$$\text{原材料成本} = \text{年产量} \times \text{单位产品原材料成本} \quad (3-6)$$

式中,年产量可根据测定的设计生产能力和投产期各年的生产负荷加以确定;单位产品原材料成本是依据原材料消耗定额和单价确定的。企业生产经营过程中所需要的原材料种类繁多,在计算时,可根据具体情况,选取耗用量较大的、主要的原材料为对象,依据有关规定、原则和经验数据进行估算。

2. 外购燃料动力成本计算

燃料动力成本计算公式为：

$$\text{燃料动力成本} = \text{年产量} \times \text{单位产品燃料和动力成本} \quad (3-7)$$

3. 工资及福利费计算

如前所述，工资及福利费包括在生产成本、管理费用、营业费用之中。为便于计算和进行经济分析，可将以上各项成本中的工资及福利费单独计算。

(1) 工资

工资的计算可以采取以下两种方法：

一是按整个企业的职工定员数和人均年工资额计算年工资总额，其计算公式为：

$$\text{年工资成本} = \text{企业职工定员数} \times \text{人均年工资额} \quad (3-8)$$

二是按照不同的工资级别对职工进行划分，分别估算同一级别职工的工资，然后再加以汇总。一般可分为五个级别，即高级管理人员、中级管理人员、一般管理人员、技术工人和一般工人等。若有国外的技术人员和管理人员，应单独列出。

(2) 福利费

福利费主要包括职工的保险费、医药费、医疗经费、职工生活困难补助以及按国家规定开支的其他职工福利支出，不包括职工福利设施的支出。一般可按职工工资总额的一定比例提取。

4. 折旧费计算

如前所述，折旧费包括在制造费用、管理费用、营业费用中。为便于计算和分析，可将以上各项成本费用中的折旧费单独计算。

折旧 (Depreciation) 是指在固定资产的使用过程中，随着资产损耗而逐渐转移到产品成本费用中的那部分价值。将折旧费计入成本费用是企业回收固定资产投资的一种手段。按照国家规定，企业可把已发生的资本性支出转移到产品成本费用中去，然后通过产品的销售，逐步回收初始的投资费用。

根据我国财务会计制度的有关规定，计提折旧的固定资产范围包括：房屋、建筑物；在用的机器设备、仪器仪表、运输车辆、工具器具；季节性停用和在修理停用的设备；以经营租赁方式租出的固定资产；以融资租赁方式租入的固定资产。结合我国的企业管理水平，将固定资产分为三大部分，二十二类，按大类实行分类折旧。在进行工程项目的经济分析时，可分类计算折旧，也可综合计算折旧，要视项目的具体情况而定。我国现行的固定资产折旧方法，一般采用平均年限法、工作量法或加速折旧法。

(1) 平均年限法

平均年限法亦称直线法 (Straight Line Method)，即根据固定资产的原值、预计净残值率和折旧年限计算折旧。房屋、建筑物和经常使用的机械设备可采用平均年限法计算折旧。

其计算公式为：

$$\text{年折旧费} = \frac{\text{固定资产原值} - \text{预计净残值}}{\text{折旧年限}} = \frac{\text{固定资产原值} \times (1 - \text{预计净残值率})}{\text{折旧年限}} \quad (3-9)$$

上式中各项参数的确定方法如下：

1) 固定资产原值中除建筑安装工程费、设备工器具购置费外,还包括建设期利息、预备费用以及工程建设其他费用中的土地费用。

2) 预计净残值。《中华人民共和国企业所得税法实施条例》第五十九条规定,企业应当根据固定资产的性质和使用情况,合理确定固定资产的预计净残值。固定资产的预计净残值一经确定,不得变更。

3) 折旧年限。《中华人民共和国企业所得税法实施条例》第六十条规定,固定资产计算折旧的最低年限如下:房屋、建筑物,为20年;飞机、火车、轮船、机器、机械和其他生产设备,为10年;与生产经营活动有关的器具、工具、家具等,为5年;飞机、火车、轮船以外的运输工具,为4年;电子设备,为3年。

(2) 工作量法

工作量法(France Workload Method),是指按实际工作量计提固定资产折旧额的一种方法。对于下列专用设备可采用工作量法计提折旧:

1) 交通运输企业和其他企业专用车队的客货运汽车,按照行驶里程计算折旧费,其计算公式如下:

$$\text{单位里程折旧费} = \frac{\text{原值} \times (1 - \text{预计净残值率})}{\text{规定的总行驶里程}} \quad (3-10)$$

$$\text{年折旧费} = \text{单位里程折旧费} \times \text{年实际行驶里程} \quad (3-11)$$

2) 不经常使用的大型专用设备,可根据工作小时计算折旧费,其计算公式如下:

$$\text{每小时折旧费} = \frac{\text{原值} \times (1 - \text{预计净残值率})}{\text{规定的总工作小时}} \quad (3-12)$$

$$\text{年折旧费} = \text{每工作小时折旧费} \times \text{年实际工作小时} \quad (3-13)$$

(3) 加速折旧法

加速折旧法(Accelerated Depreciation Method),又称递减折旧法,是指在固定资产使用初期提取折旧较多,在后期提取较少,使固定资产价值在使用年限内尽早得到补偿的折旧计算方法。加速折旧的根据是效用递减原理,即固定资产的效用随着其使用寿命的缩短而逐渐降低。因此,当固定资产处于较旧状态时,效用低,产出也小,而维修费用较高,所取得的现金流量较小,这样,按照配比原则的要求,折旧费用应当呈递减的趋势。加速折旧的方法很多,主要有双倍余额递减法和年数总和法。电子仪器、仪表以及配套的计算机可采用加速折旧法计算折旧。

1) 双倍余额递减法

双倍余额递减法(Double Declining Balance Method),是以平均年限法确定的折旧率的双倍乘以固定资产在每一会计期间的期初账面净值,从而确定当期应提折旧的方法。其计算公式为:

$$\text{年折旧率} = \frac{2}{\text{折旧年限}} \times 100\% \quad (3-14)$$

$$\text{年折旧费} = \text{年初固定资产账面原值} \times \text{年折旧率} \quad (3-15)$$

实行双倍余额递减法的固定资产,应当在其固定资产折旧年限到期前两年内,将固定资产净值扣除预计净残值后的净额平均摊销,即最后两年改用直线折旧法计算折旧。

2) 年数总和法

年数总和法 (Sum of Years Digits Method), 是以固定资产原值扣除预计净残值后的余额作为计提折旧的基础, 按照逐年递减的折旧率计提折旧的一种方法。采用年数总和法的关键是每年都要确定一个不同的折旧率。其计算公式为:

$$\text{年折旧率} = \frac{\text{折旧年限} - \text{已使用年数}}{\text{折旧年限} \times (\text{折旧年限} + 1) \div 2} \times 100\% \quad (3-16)$$

$$\text{年折旧费} = (\text{固定资产原值} - \text{预计净残值}) \times \text{年折旧率} \quad (3-17)$$

在工程项目的经济分析中, 一般采用平均年限法通过《固定资产折旧费估算表》计算折旧费。

5. 修理费计算

与折旧费相似, 修理费也包括在制造费用、管理费用、营业费用之中。为便于计算和进行经济分析, 可将以上各项成本中的修理费单独估算。修理费包括大修理费用和中小修理费用。

在估算修理费时, 一般无法确定修理费具体发生的时间和金额, 可按照折旧费的一定比率计算。该比率可参照同行业的经验数据确定。

6. 维简费计算

维简费是指采掘、采伐工业按生产产品数量(采矿按每吨原矿产量, 林区按每立方米原木产量)提取的固定资产更新和技术改造资金, 即维持简单再生产的资金, 简称“维简费”。企业发生的维简费直接计入成本, 其计算方法和折旧费相同。这类采掘、采伐企业不计提固定资产折旧。

7. 摊销费计算

摊销费是指无形资产和递延资产在一定期限内分期摊销的费用。

无形资产是指企业能长期使用而没有实物形态的资产, 包括专利权、非专利技术、商标权、商誉、著作权和土地使用权等。

递延资产是指应当在运营期内的前几年逐年摊销的各项费用, 包括开办费和其他长期待摊费用(包括以经营租赁方式租入的固定资产改良工程支出等)。在工程项目的经济分析中, 将工程建设其他费用中的生产职工培训费、样品样机购置费等计入递延资产价值。

开办费是指企业在筹建期间所发生的各种费用, 主要包括注册登记和筹建期间起草文件、谈判、考察等发生的各项支出, 销售网的建立和广告费用以及筹建期间人员工资、办公费、培训费、差旅费、印刷费、律师费、注册登记费以及不计入固定资产和无形资产购建成本的汇兑损益和利息等项支出。

无形资产和递延资产的原始价值要在规定的年限内, 按年度或产量转移到产品的成本之中, 这一部分被转移的无形资产和递延资产的原始价值, 称为摊销。企业通过计提摊销费, 回收无形资产及递延资产的资本支出。计算摊销费采用直线法, 并且不留残值。

计算无形资产摊销费的关键是确定摊销期限。无形资产应按规定期限分期摊销, 法律、合同或协议规定有法定有效期和受益年限的, 按照法定有效期或合同、协议规定的受益年限孰短的原则确定; 没有规定期限的, 按不少于 10 年的期限分期摊销。

《中华人民共和国企业所得税暂行条例实施细则》第三十四条规定, 企业在筹建期发生的开办费, 应当从开始生产、经营月份的次月起, 在不短于 5 年的期限内分期扣除。其

他长期待摊费用在受益期内平均摊销,其中:预付经营租入固定资产的租金,按租赁合同规定的期限平均摊销。

若各种无形资产摊销年限相同,可根据全部无形资产的原值和摊销年限计算出各年的摊销费。若各种无形资产摊销年限不同,则要根据《无形资产和其他资产摊销估算表》计算各项无形资产的摊销费,然后将其相加,即可得到运营期各年的无形资产摊销费。

8. 运营期利息计算

利息支出是筹集债务资金而发生的费用,包括运营期间发生的利息净支出,即在运营期所发生的建设投资借款利息和流动资金借款利息之和。建设投资借款在运营期发生利息的计算公式为:

$$\text{每年支付利息} = \text{年初本金累计额} \times \text{年利率} \quad (3-18)$$

为简化计算,还款当年按年末偿还,全年计息。

流动资金的借款属于短期借款,利率较长期借款利率低,且利率一般为季利率,三个月计息一次。在工程经济分析中,为简化计算,一般采用年利率,每年计息一次。

流动资金借款利息计算公式为:

$$\text{流动资金利息} = \text{流动资金借款累计金额} \times \text{年利率} \quad (3-19)$$

需要引起注意的是,运营期利息是可以进入成本的,因而每年计算的利息不再参与以下各年利息的计算。

9. 其他费用计算

如前所述,其他费用是指在制造费用、管理费用、财务费用和营业费用中扣除工资及福利费、折旧费、修理费、摊销费和利息支出后的费用。

在工程项目经济分析中,其他费用一般可根据成本中的原材料成本、燃料和动力成本、工资及福利费、折旧费、修理费、维简费及摊销费之和的一定百分比计算,并按照同类企业的经验数据加以确定。将上述各项合计,即得出运营期各年的总成本。

10. 经营成本计算

经营成本是指项目从总成本中扣除折旧费、维简费、摊销费和利息支出以后的成本,即:

$$\text{经营成本} = \text{总成本费用} - \text{折旧费} - \text{维简费} - \text{摊销费} - \text{利息支出} \quad (3-20)$$

经营成本是工程经济学特有的概念。它涉及产品生产及销售、企业管理过程中的物料、人力和能源的投入费用,它反映企业的生产和管理水平。在工程项目的经济分析中,经营成本被应用于现金流量的分析。

计算经营成本之所以要从总成本中剔除折旧费、维简费、摊销费和利息支出,主要原因是:

(1) 现金流量表反映项目在计算期内逐年发生的现金流入和流出。与常规会计方法不同,现金收支何时发生,就在何时计算,不作分摊。由于固定资产投资已按其发生的时间作为一次性支出被计入现金流出,所以不能再以折旧费、维简费和摊销费的方式计为现金流出,否则会发生重复计算。因此,作为经常性支出的经营成本中不包括折旧费和摊销费,同理也不包括维简费。

(2) 因为全部投资现金流量表以全部投资作为计算基础,不分投资资金来源,利息支出不作为现金流出,而自有资金现金流量表中已将利息支出单列,因此经营成本中也不包

括利息支出。

11. 固定成本与变动成本计算

从理论上讲,年成本费用可分为固定成本、变动成本和混合成本三大类。

(1) 固定成本是指,在一定的产量范围内,不随产量变化而变动的成本,如按直线法计提的固定资产折旧费、计时工资及修理费等。

(2) 变动成本是指随着产量的变化而变动的成本,如原材料费用、燃料和动力费用等。

(3) 混合成本是指介于固定成本和变动成本之间,既随产量变化又不成正比例变化的成本,又被称为半固定和半变动成本,即同时具有固定成本和变动成本的特征。在线性盈亏平衡分析时,要求对混合成本进行分解,以区分出其中的固定成本和变动成本,并分别计入固定成本和变动成本总额之中。在工程项目的经济分析中,为便于计算和分析,可将总成本费用中的原材料费用及燃料和动力费用视为变动成本,其余各项均视为固定成本。之所以作这样的划分,主要目的就是为盈亏平衡分析提供前提条件。

经营成本、固定成本和变动成本根据《总成本费用估算表》直接计算(见第8章)。

3.3 营业收入、税金及附加

3.3.1 营业收入

1. 营业收入

工程项目的营业收入,是项目投入使用后运营期内各年销售产品或提供劳务等所取得的收入。

营业收入是项目建成投产后收回投资、补偿成本、上缴税金、偿还债务、保证企业再生产正常进行的前提。它是估算利润总额、营业税金及附加和增值税的基础数据。营业收入的计算公式如下:

$$\text{年营业收入} = \text{产品销售单价} \times \text{产品年销售量} \quad (3-21)$$

在工程项目经济分析中,产品年销售量应根据市场行情,采用科学的预测方法确定。产品销售单价一般采用出厂价格,也可根据需要选用送达用户的价格。

2. 销售价格的选择

估算营业收入,产品销售价格是一个很重要的因素。一般来讲,工程项目的经济效益对销售价格变化是最敏感的,一定要谨慎选择。一般可在以下三种价格中进行选择:

(1) 口岸价格

如果项目产品是出口产品,或者是替代进口产品,或者是间接出口产品,可以口岸价格为基础确定销售价格。出口产品和间接出口产品可选择离岸价格(FOB),替代进口产品可选择到岸价格(CIF)。

(2) 市场价格

如果同类产品或类似产品已在市场上销售,并且这种产品既与外贸无关,也不是计划控制的范围,则可选择现行市场价格作为项目产品的销售价格。当然,也可以现行市场价格为基础,根据市场供求关系上下浮动作为项目产品的销售价格。

(3) 根据预计成本、利润和税金确定价格

如果拟建项目的产品属于新产品,则可根据下列公式估算其出厂价格:

$$\text{出厂价格} = \text{产品计划成本} + \text{产品计划利润} + \text{产品计划税金} \quad (3-22)$$

其中:

$$\text{产品计划利润} = \text{产品计划成本} \times \text{产品成本利润率} \quad (3-23)$$

$$\text{产品计划税金} = \frac{(\text{产品计划成本} + \text{产品计划利润})}{1 - \text{税率}} \times \text{税率} \quad (3-24)$$

以上几种情况,当难以确定采用哪一种价格时,可考虑以可供选择方案中价格最低的一种作为项目产品的销售价格。

3. 产品年销售量的确定

在工程经济分析中,应首先根据市场需求预测(参见第7章第3节)确定项目产品的市场份额,进而合理确定企业的生产规模,再根据企业的设计生产能力确定年产量。在现实经济生活中,产品年销售量不一定等于年产量,这主要是因市场波动而存在库存变化引起的产量与销售量的差别。但在工程项目经济分析中,难以准确地估算出由于市场波动引起的库存量变化。因此在估算营业收入时,不考虑项目的库存情况,假设当年生产出来的产品当年全部售出。这样,就可以根据项目投产后各年的生产负荷确定各年的销售量。如果项目的产品比较单一,用产品单价乘以产量即可得到每年的营业收入;如果项目的产品种类比较多,要根据营业收入和营业税金及附加估算表进行估算,即应首先计算每一种产品的年营业收入,然后汇总在一起,求出项目运营期各年的营业收入;如果产品部分销往国外,还应计算外汇收入,并按外汇牌价折算成人民币,然后再计入项目的年营业收入总额中。

3.3.2 增值税金及附加

增值税金是根据商品或劳务的流转额征收的税金,属于流转税的范畴。增值税金包括增值税、消费税、城市维护建设税、资源税、土地增值税。附加是指教育费附加和地方教育费附加,其征收的环节和计费的依据类似于城市维护建设税。所以,在工程项目的经济分析中,一般将教育费附加并入增值税金项内,视同增值税金处理。营业税金及附加是现金流出项。

1. 增值税

增值税是对我国境内销售货物、进口货物以及提供加工、修理修配劳务的单位和个人,就其取得货物的销售额、进口货物金额、应税劳务收入额计算税款,并实行税款抵扣制的一种流转税。

在工程经济分析中,增值税可作为价外税不出现在现金流量表中,也可作为价内税出现在现金流量表中。当现金流量表中不包括增值税时,产出物的价格不含有增值税中的销项税,投入物的价格中也不含有增值税中的进项税。

增值税是按增值额计税的,可按下列公式计算:

$$\text{增值税应纳税额} = \text{销项税额} - \text{进项税额} \quad (3-25)$$

上式中,销项税额是指纳税人销售货物或提供应税劳务,按照销售额和增值税率计算

并向购买方收取的增值税额，其计算公式为：

$$\begin{aligned}\text{销项税额} &= \text{销售额} \times \text{增值税率} \\ &= \text{营业收入(含税销售额)} \div (1 + \text{增值税率}) \times \text{增值税率}\end{aligned}\quad (3-26)$$

进项税额是指纳税人购进货物或接受应税劳务所支付或者负担的增值税额，其计算公式为：

$$\text{进项税额} = \text{外购原材料、燃料及动力费} \div (1 + \text{增值税率}) \times \text{增值税率} \quad (3-27)$$

2. 消费税

消费税是对工业企业生产、委托加工和进口的部分应税消费品按差别税率或税额征收的一种税。消费税是在普遍征收增值税的基础上，根据消费政策、产业政策的要求，有选择地对部分消费品征收的一种特殊的税种。目前，我国的消费税共设 11 个税目，13 个子目。消费税的税率有从价定率和从量定额两种，其中，黄酒、啤酒、汽油、柴油产品采用从量定额计征的方法；其他消费品均为从价定率计税，税率从 3%~45% 不等。

消费税采用从价定率和从量定额两种计税方法计算应纳税额，一般以应税消费品的生产者为纳税人，于销售时纳税。应纳税额计算公式为：

实行从价定率办法计算的：

$$\begin{aligned}\text{应纳税额} &= \text{应税消费品销售额} \times \text{适用税率} = \frac{\text{销售收入(含增值税)}}{1 + \text{增值税率}} \times \text{消费税率} \\ &= \text{组成计税价格} \times \text{消费税率}\end{aligned}\quad (3-28)$$

实行从量定额方法计算的：

$$\text{应纳税额} = \text{应税消费品销售数量} \times \text{单位税额} \quad (3-29)$$

应税消费品的销售额是指纳税人销售应税消费品向买方收取的全部价款和价外费用，不包括向买方收取的增值税税款。销售数量是指应税消费品数量。

3. 城市维护建设税

城市维护建设税是以纳税人实际缴纳的流转税额为计税依据征收的一种税。城市维护建设税按纳税人所在地区实行差别税率：项目所在地为市区的，税率为 7%；项目所在地为县城、镇的，税率为 5%；项目所在地为乡村的，税率为 1%。

城市维护建设税以纳税人实际缴纳的增值税、消费税为计税依据，并分别与上述 3 种税同时缴纳。其应纳税额计算公式为：

$$\text{应纳税额} = (\text{增值税} + \text{消费税}) \text{的实纳税额} \times \text{适用税率} \quad (3-30)$$

4. 教育费附加

教育费附加是为了加快地方教育事业的发展，扩大地方教育经费的资金来源而开征的一种附加费。根据有关规定，凡缴纳消费税、增值税的单位和个人，都是教育费附加的缴纳人。教育费附加随消费税和增值税同时缴纳。教育费附加的计征依据是各纳税人实际缴纳的消费税和增值税的税额，征收率为 3%。其计算公式为：

$$\text{应纳教育费附加额} = (\text{消费税} + \text{增值税}) \text{的实纳税额} \times 3\% \quad (3-31)$$

5. 地方教育费附加

地方教育费附加是为增加地方教育的资金投入，促进省教育事业的发展，开征的一项政

府基金。地方教育费附加征收标准统一为单位和个人实际缴纳的增值税和消费税税额的2%。其计算公式为:

$$\text{地方教育费附加} = (\text{增值税} + \text{消费税}) \text{的实纳税额} \times 2\% \quad (3-32)$$

6. 资源税

资源税是国家对在我国境内开采应税矿产品或者生产盐的单位和个人征收的一种税。实质上,它是对因资源生成和开发条件的差异而客观形成的级差收入征收的。资源税的征收范围包括:

- (1) 矿产品。包括原油、天然气、煤炭、金属矿产品和其他非金属矿产品。
- (2) 盐。包括固体盐、液体盐。

资源税的应纳税额,按照应税产品的课税数量和规定的单位税额计算。应纳税额的计算公式为:

$$\text{应纳税额} = \text{应税产品课税数量} \times \text{单位税额} \quad (3-33)$$

课税数量是指:纳税人开采或者生产应税产品用于销售的,以销售数量为课税数量;纳税人开采或者生产应税产品自用的,以自用数量为课税数量。

3.4 利润

3.4.1 利润总额计算

利润总额是企业在一定时期内生产经营活动的最终财务成果。它集中反映了企业生产经营各方面的效益。

现行会计制度规定,利润总额等于营业利润加上投资净收益、补贴收入和营业外收支净额的代数之和。其中,营业利润等于主营业务收入减去主营业务成本和主营业务税金及附加,加上其他业务利润,再减去营业费用、管理费用和财务费用后的净额。在对工程项目进行经济分析时,为简化计算,在估算利润总额时,假定不发生其他业务利润,也不考虑投资净收益、补贴收入和营业外收支净额,本期发生的总成本等于主营业务成本、营业费用、管理费用和财务费用之和,并且视项目的主营业务收入为本期的销售(营业)收入,主营业务税金及附加为本期的营业税金及附加。则利润总额的估算公式为:

$$\text{利润总额} = \text{产品销售(营业)收入} - \text{营业税金及附加} - \text{总成本费用} \quad (3-34)$$

根据利润总额可计算所得税和净利润,在此基础上可进行净利润的分配。在工程项目的经济分析中,利润总额是计算一些静态指标的基础数据。

3.4.2 所得税计算及净利润的分配

1. 所得税计算

根据税法的规定,企业取得利润后,先向国家缴纳所得税,即凡在我国境内实行独立经营核算的各类企业或者组织者,其来源于我国境内、境外的生产、经营所得和其他所得,均应依法缴纳企业所得税。所得税是现金流出项。

企业所得税以应纳税所得额为计税依据。

纳税人每一纳税年度的收入总额减去准予扣除项目的余额，为应纳税所得额。

纳税人发生年度亏损的，可用下一纳税年度的所得弥补；下一纳税年度的所得不足弥补的，可以逐年延续弥补，但是延续弥补期最长不得超过 5 年。

企业所得税的应纳税额计算公式如下：

$$\text{所得税应纳税额} = \text{应纳税所得额} \times 25\% \quad (3-35)$$

在工程项目的经济分析中，一般是按照利润总额作为企业所得，乘以 25% 税率计算所得税，即：

$$\text{所得税应纳税额} = \text{利润总额} \times 25\% \quad (3-36)$$

2. 净利润的分配

净利润是指利润总额扣除所得税后的差额，计算公式为：

$$\text{净利润} = \text{利润总额} - \text{所得税} \quad (3-37)$$

在工程项目的经济分析中，一般视净利润为可供分配的净利润，可按照下列顺序分配：

(1) 提取盈余公积金。一般企业提取的盈余公积金分为两种：一是法定盈余公积金，在其金额累计达到注册资本的 50% 以前，按照可供分配的净利润的 10% 提取，达到注册资本的 50%，可以不再提取；二是法定公益金，按可供分配的净利润的 5% 提取。

(2) 向投资者分配利润（应付利润）。企业以前年度未分配利润，可以并入本年度向投资者分配。

(3) 未分配利润，即未作分配的净利润。可供分配利润减去盈余公积金和应付利润后的余额，即为未分配利润。

营业收入、总成本费用、税金和利润的关系，如图 3-6 所示：

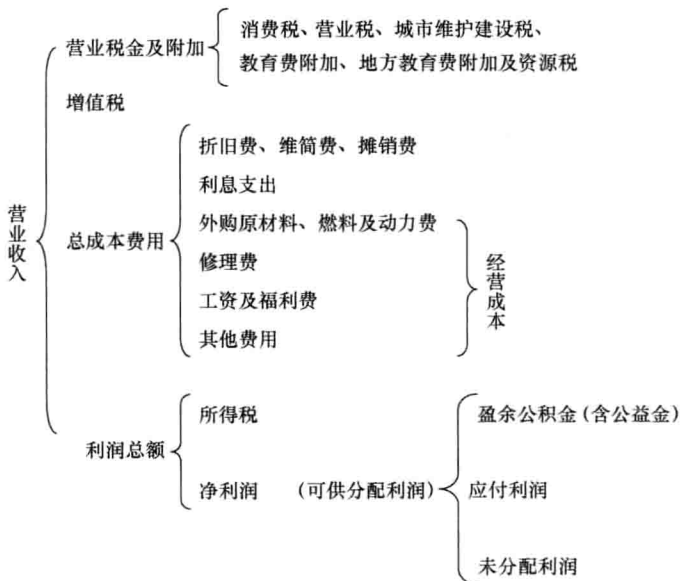


图 3-6 营业收入、总成本费用、税金和利润的关系图

案例分析

某污水处理厂项目投资、成本估算

1. 项目概况

某西部城市污水处理厂项目设计日处理污水 10 万 t。项目计算期定为 22 年，其中建设期为 2 年，运营期为 20 年。运营期第 1 年负荷为 70%，第 2 年为 85%，第 3 年起为满负荷运转。

2. 投资估算

项目总投资由固定资产投资和铺底流动资金组成，其中：固定资产投资总额为 18933.3 万元，铺底流动资金为 500 万元，共计 19433.3 万元。项目资本金为 8290 万元，其中用于流动资金 100 万元，其余为银行贷款。于建设期第 2 年取得建设投资贷款 10380 万元，年利率为 7%；分别于运营期第 1 年和第 2 年取得流动资金贷款 120 万元和 280 万元，年利率为 6%。固定资产投资估算情况，见案例分析表 3-1。

固定资产投资估算表

案例分析表 3-1

序 号	内 容	百分比 (%)	估算合价 (万元)
1	建筑安装工程投资	36.13	6840
2	设备及工器具投资	35.60	6740
3	工程建设其他费用	25.93	4910
4	预备费	0.42	80
5	建设期利息	1.92	363.3
合计		18933.3	

3. 成本费用估算

(1) 原材料、燃料、动力费

正常年份为 768.7 万元，该项目各年的原材料、燃料、动力费情况，见案例分析表 3-4。

(2) 工资及福利费估算

根据项目的规模，项目定员为 150 人，运营期每年的人均工资及福利为 30000 元，每年工资及福利费用总计 450 万元。

(3) 折旧计算

折旧费采用直线法计提，本项目无土地费用，固定资产原值由建筑安装工程费、设备及工器具购置费、建设期利息和预备费组成，总计为 14023.3 万元。固定资产预计净残值率为 10%，折旧年限为 20 年，则每年固定资产折旧费为 631.05 万元。

(4) 修理费

修理费按照年折旧费的 30% 计提，每年修理费为 189.32 万元。

(5) 摊销费

该工程用地为划拨土地，无土地费用，工程建设其他投资均形成无形资产和递延资

产。其中,无形资产为 3910 万元,采用平均年限法,按 8 年摊销,第 3~10 年每年无形资产摊销费为 488.75 万元,递延资产为 1000 万元,按 5 年摊销,第 3~7 年每年递延资产摊销费为 200 万元。该项目第 3~7 年每年摊销费为 688.75 万元,第 8~10 年每年摊销费为 488.75 万元。

(6) 运营期利息计算

该项目各年现金流量均发生在每年的年末，各年的资金投入情况，见案例分析表 3-2。

某污水处理厂资金投入表 (万元)

案例分析表 3-2

序号	时点 (年)		合计	1	2	3	4	5~22
	项目							
1	建设投资	自有资金	8190	7428	762			
		贷款	10380		10380			
2	流动资金	自有资金	100			100		
		贷款	400			120	280	

建设投资贷款在项目运营期前 8 年（即第 3~10 年）按等额本金法偿还，即每年偿还等额的本金，并支付当年利息，流动资金贷款每年付息。

1) 建设投资借款在生产期利息的计算

$$\text{建设期贷款利息} = 10380 \times 0.5 \times 7\% = 363.3 \text{ 万元}$$

第 3 ~ 10 年每年应还本金 = $(363.3 + 10380) \div 8 = 1342.91$ 万元

项目投资贷款还本付息情况，见案例分析表 3-3。

项目投资贷款还本付息表 (万元)

案例分析表 3-3

项目 \ 年份	合计	2	3	4	5	6	7	8	9	10
年初累计借款			10743.30	9400.39	8057.48	6714.57	5371.66	4028.75	2685.84	1342.93
本年新增借款	10380	10380								
本年应计利息	3747.45	363.30	752.03	658.03	564.02	470.02	376.02	282.01	188.01	94.01
本年应还本金	10743.3		1342.91	1342.91	1342.91	1342.91	1342.91	1342.91	1342.91	1342.93
本年应还利息	3384.15		752.03	658.03	564.02	470.02	376.02	282.01	188.01	94.01

2) 流动资金借款利息的计算

流动资金贷款年利率为 6%，第 3 年利息为 7.2 万元，第 4~22 年为 24 万元。

(7) 其他费用

其他费用按照上述各项费用之和的 3% 记取。具体见案例分析表 3-4。

4. 项目总成本费用

项目总成本费用分析见案例分析表 3-4 所列。

总成本费用估算表 (万元)

案例分析表 3-4

[illegible]

续表

时点(年) 项目	合计	3	4	5	6	7	8	9	10	11~22
工资及福利	9000.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
折旧费	12621.00	631.05	631.05	631.05	631.05	631.05	631.05	631.05	631.05	631.05
修理费	3786.40	189.32	189.32	189.32	189.32	189.32	189.32	189.32	189.32	189.32
摊销费	4910.00	688.75	688.75	688.75	688.75	688.75	488.75	488.75	488.75	
运营期利息	3847.35	759.23	682.03	588.02	494.02	400.02	306.01	212.01	118.01	24.00
长期借款利息	3384.15	752.03	658.03	564.02	470.02	376.02	282.01	188.01	94.01	
流动资金借款利息	463.20	7.20	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
其他费用	1475.79	97.69	98.84	99.48	96.66	93.84	85.01	82.19	79.37	61.89
总成本费用	50668.63	3354.13	3393.39	3415.32	3318.50	3221.68	2918.84	2822.02	2725.20	2124.96
固定成本	35177.34	2808.84	2715.99	2622.62	2525.80	2428.98	2126.14	2029.32	1932.50	1332.26
可变成本	15491.29	545.29	677.40	792.70	792.70	792.70	792.70	792.70	792.70	792.70
经营成本	29290.28	1275.10	1391.56	1507.50	1504.68	1501.86	1493.03	1490.21	1487.39	1469.91

[案例思考]

1. 折旧的计算除了平均年限法还有什么方法, 本案例还可以采用何种折旧方法?
2. 经营成本的含义是什么, 本案例中历年的经营成本如何计算?

思考题

1. 试述我国工程项目投资构成。
2. 我国现行建筑安装工程费是如何构成的?
3. 设备工器具购置费是如何构成的?
4. 工程建设其他投资由哪些项目组成?
5. 什么是成本费用, 什么是经营成本?
6. 固定资产折旧的计算方法有哪些, 工作量法的适用范围是什么?
7. 营业税金及附加中包括哪些税种?
8. 试述利润总额、净利润及未分配利润的关系。

习题

1. 设备原值价值为 60000 元, 使用年限为 8 年, 残值为 2000 元, 试用双倍余额递减法计算各年的折旧额。
2. 某种设备的原值为 2.4 万元, 预计净残值为 0.2 万元, 折旧年限确定为 7 年, 试采用年数总和法计算各年的折旧额。
3. 某公司以 5000 万元建造一栋商业大楼, 其中 90% 形成固定资产。假定这座建筑的折旧期为 40 年(残值为零)。试分别采取以下方法计算第 10 年的折旧费及第 10 年末该固定资产的账面价值: (1) 年数总和法; (2) 双倍余额递减法。
4. 某一工厂建设项目, 取得专利权及商标权花费 180 万元, 该项目在建设期间的开办费为 50 万元。

无形资产摊销期限为 10 年，递延资产摊销期限为 5 年。试求运营期第 3 年和第 9 年的这两项的摊销费。

5. 某洗衣厂某月向某商业批发公司销售洗衣机 500 台，每台 950 元（不含税）；向某零售商店销售洗衣机，营业收入 150000 元；外购机器设备 1 台，含税价值为 200000 元；外购洗衣机零配件支付 50000 元（含税）。增值税税率为 17%。试求该洗衣厂当月应缴纳的增值税税额。

6. 某啤酒股份有限公司，9 月份对外销售 A 牌啤酒 100t，取得含税收入 50 万元（含包装物押金）；同月对外销售 B 牌啤酒 200t，取得不含税收入 40 万元，另收取包装物押金 5 万元（含税）。已知啤酒的适用税率：每吨出厂价（含包装物押金，不含增值税）3000 元以上的，税率为 250 元/t；3000 元以下的，税率为 220 元/t。试计算该公司 9 月份应纳消费税额。

7. 某汽车制造公司销售自产小汽车 50 辆，取得汽车价款（不含增值税）550 万元。另外，向购买方收取价外费用 5 万元，消费税税率为 5%。试求该公司需缴纳的消费税。

8. 甲建筑公司承包某市市区的一项工程，工程总造价为 15000 万元，该公司将其中价值 5000 万元的工程转包给乙公司。由于该工程提前竣工，建设单位支付给甲建筑公司提前竣工奖 600 万元。甲建筑公司将提前竣工奖 200 万元支付给乙公司。此外，甲建筑公司当期还取得其他工程结算收入 700 万元，取得建筑施工机械出租收入 20 万元。建筑业营业税税率为 3%，租赁业的营业税税率为 5%。试求甲建筑公司自身要缴纳的营业税、城市维护建设税和教育费附加。

9. 位于市区内的某汽车轮胎生产企业 12 月份销售汽车轮胎销售收入 400000 元，该企业当月允许抵扣的进项税额为 4000 元，已知汽车轮胎适用的消费税税率为 3%，增值税税率为 17%。试求该企业 12 月份要缴纳的营业税金及附加。

10. 某项目建设期 2 年，建设期内每年贷款 1000 万元，贷款分年度均衡发放。若在运营期第 1 年末偿还 800 万元，在运营期第 2~6 年年末等额偿还剩余贷款本息。在贷款年利率为 7% 的情况下，试求运营期第 2~6 年每年年末应还本付息额。

11. 某新建项目，建设期 3 年。建设期贷款分年度均衡发放，且只计息不还款，第 1 年贷款 500 万元，第 2 年贷款 1000 万元，第 3 年贷款 800 万元，年利率 8%，按季度计息，则到建设期末该项目的建设期利息为多少？

延伸阅读

1. 张歧松. 建设工程项目费用控制 [M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2008.
2. 周锦安, 曹玉贵. 工程项目经济分析 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2011.

引例

京沪高速铁路经济评价和技术方案选择

京沪高速铁路简称京沪高铁，是中国“四纵四横”客运专线网的其中“一纵”，也是新中国成立以来建设里程最长、投资最大、标准最高的高速铁路。但对于这条高速铁路的必要性、经济性，以及选择“高速轮轨”和“磁悬浮”中的哪种技术建设，一直以来存在很大的争议。

在技术方案的选择上，反对磁悬浮，主张实施高速轮轨的专家不在少数。许多专家认为磁悬浮技术转让困难、运营风险过高。经过项目前期多年的分析论证，2006年1月7日，在国务院常务会议上，国家批准了京沪高速铁路采用轮轨技术的方案。

为此，研究人员对项目进行了充分的经济评价。评价结果显示，京沪高铁的财务内部收益率为8.933%，大于铁路行业投资基准收益率6%；按行业基准收益率6%计算，该项目各投资方案的财务净现值均大于零；该项目的投资回收期为10.7年，小于15年的铁路行业基准投资回收期。这说明该项目在经济上是可行和合理的。（资料来源：沈志云，京沪高速铁路技术方案的探讨，交通运输工程学报，2001年4月。）

启 示

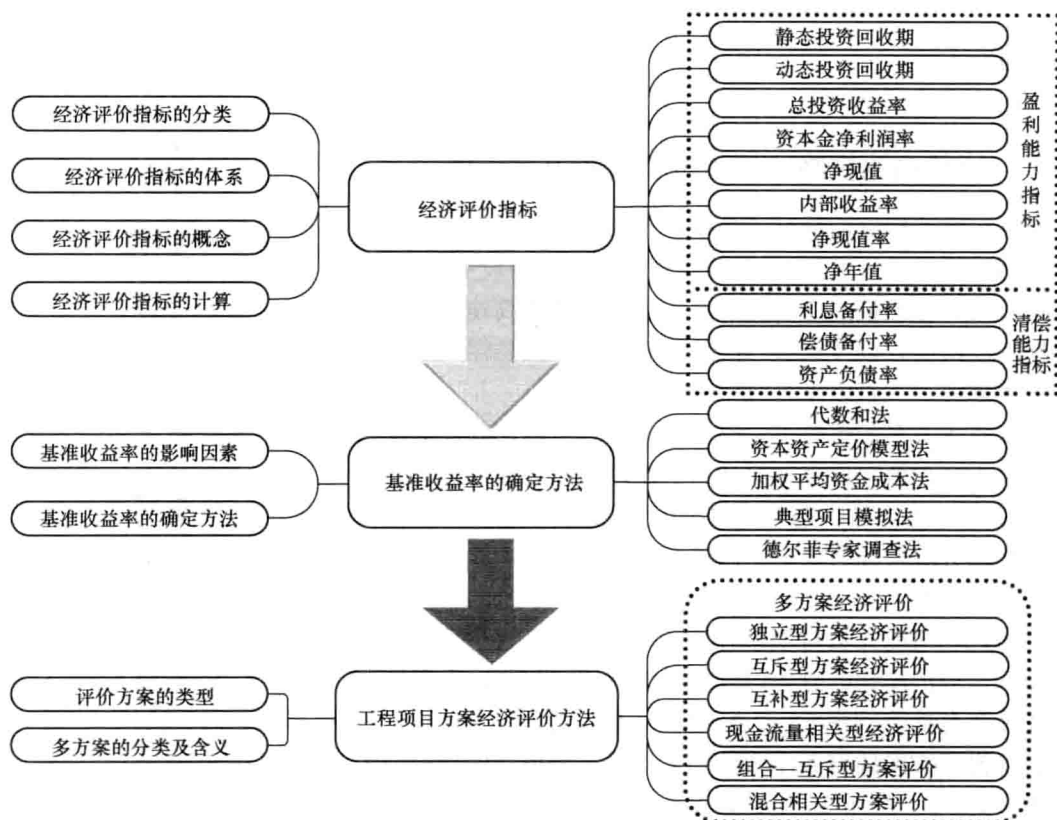
京沪高铁是一项超大型工程，它的兴建需要投入巨额资金，需要对投资方案在人力、物力、经济上是否可行，技术上是否合理，运用评价方法进行深入细致的分析，可见工程项目经济评价方法的重要性。

本章知识结构图

在工程经济研究中，经济评价是在拟订的工程项目方案、投资估算和融资方案的基础上，对工程项目方案计算期

内各种有关技术经济因素和方案投入与产出的有关财务、经济资料数据进行调查、分析、预测,对工程项目方案的经济效果进行计算、评价。

经济评价是工程经济分析的核心内容。其目的在于确保决策的正确性和科学性,避免或最大限度地减少工程项目投资的风险,明了建设方案投资的经济效果水平,最大限度地提高工程项目投资的综合经济效益。本章知识结构如下图所示。



4.1 经济评价指标

4.1.1 经济评价指标体系

在工程项目经济评价中,按计算评价指标时是否考虑资金的时间价值,将评价指标分为静态评价指标和动态评价指标,如图 4-1 所示。

静态评价指标,是在不考虑时间因素对货币价值影响的情况下,通过投资、收益、成本、利息和利润等计算出来的经济评价指标。静态评价指标的最大特点是计算简便。它适于评价短期投资项目和逐年收益大致相等的项目,另外,对工程开展项目规划、机会研究、编制项目建议书时进行的概略经济评价也常采用静态评价指标。

动态评价指标,是在分析项目或方案的经济效益时,对发生在不同时点的现金流量进行等值化处理后得到的评价指标。动态评价指标能较全面地反映投资方案整个计算期的经济效果,适用于对项目整体效益评价的融资前分析,或对计算期较长以及处在终评阶段的

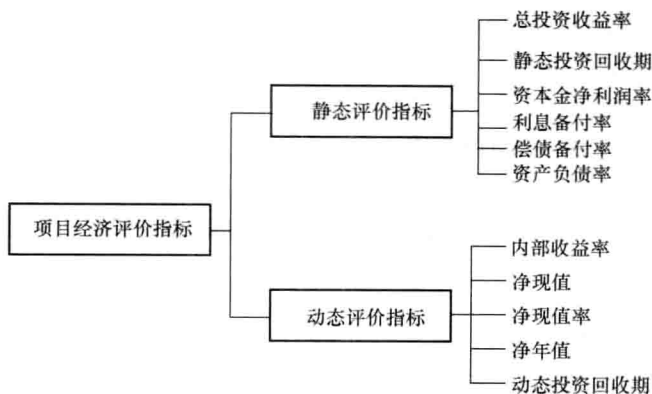


图 4-1 项目经济评价指标体系（一）

技术方案进行评价。

在工程项目评价中，根据评价指标的性质，也可将评价指标分为盈利能力分析指标、清偿能力分析指标和财务生存能力分析指标，如图 4-2 所示。

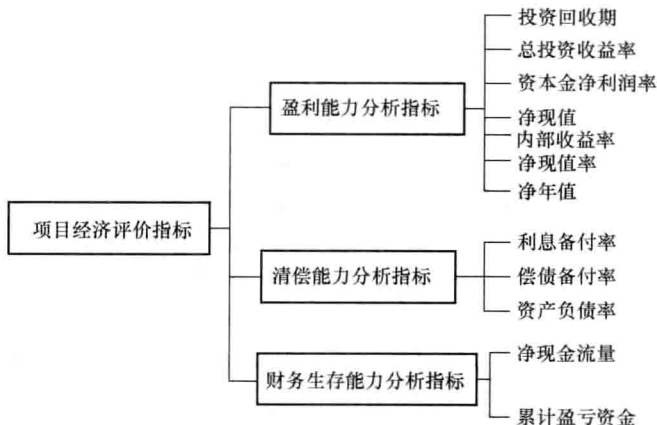


图 4-2 项目经济评价指标体系（二）

在工程项目方案经济评价时，应根据评价深度要求、可获得资料的多少以及工程项目方案本身所处的条件，选用多个指标，从不同侧面反映工程项目的经济效果。

4.1.2 经济评价指标计算

1. 盈利能力分析指标

(1) 静态投资回收期 (P_t)

投资回收期也称返本期，是反映投资方案盈利能力的指标。

静态投资回收期 (Static Payback Period)，是在不考虑资金时间价值的条件下，以项目投入运营后的净现金流量回收项目总投资所需的时间。静态投资回收期可以从项目建设开始年算起，也可以从项目投产年开始算起，但应予注明。如果投入和产出现金流量均服从年末习惯法，自建设开始年算起，静态投资回收期 P_t (以年表示) 的计算公式如下：

$$\sum_{t=1}^{P_t} (CI - CO)_t = 0 \quad (4-1)$$

式中 P_t ——静态投资回收期；
 CI ——现金流入量；
 CO ——现金流出量；
 $(CI-CO)_t$ ——第 t 年时点的净现金流量。

静态投资回收期可根据项目现金流量表计算。其具体计算又分以下两种情况。

1) 项目建成投产后各年的净现金流量均相同，则静态投资回收期的计算公式如下：

$$P_t = \frac{I}{A} \quad (4-2)$$

式中 I ——项目投入的总投资；

A ——项目投产后各年的净现金流量，即 $A = (CI - CO)_t$ 。

2) 项目建成投产后各年的净现金流量不相同，则静态投资回收期可根据项目投资现金流量表计算累计净现金流量求得（图 4-3），也就是在现金流量表中累计净现金流量由负值转向正值之间的时点。其计算公式为：

$$P_t = (\text{累计净现金流量出现正值的时点} - 1) + \frac{\text{上一时点累计净现金流量的绝对值}}{\text{出现正值时点的净现金流量}} \quad (4-3)$$

$$\text{或} \quad P_t = T - 1 + \frac{\left| \sum_{t=1}^{T-1} (CI - CO)_t \right|}{(CI - CO)_T}$$

式中 T ——各年累计净现金流量首次为正值或零的年数。

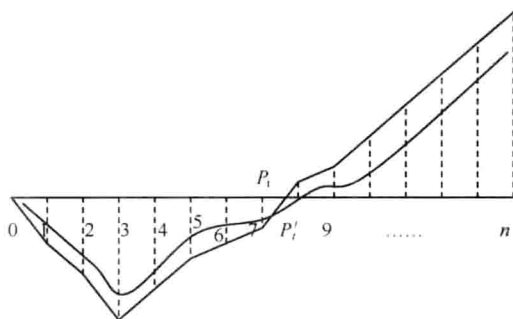


图 4-3 投资回收期示意图

将计算出的静态投资回收期 P_t 与所确定的基准投资回收期 P_c 进行比较：若 $P_t \leq P_c$ ，表明项目投入的总资金能在规定的时间内收回，则项目可以考虑接受；若 $P_t > P_c$ ，则项目不可行。注意： P_t 回收的项目总投入中未含建设期利息。

(2) 动态投资回收期 (P'_t)

动态投资回收期 (Dynamic Payback Period)，是在计算回收期时考虑了资金的时间价值。如果投入与产出的现金流量均服从年末习惯法，自建设开始年算起，

其表达式为：

$$\sum_{t=1}^{P'_t} (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t} = 0 \quad (4-4)$$

式中 P'_t ——动态投资回收期（年）；

i_c ——基准收益率。

判别准则：设基准动态投资回收期为 P'_c ，若 $P'_t < P'_c$ ，项目可行；否则，应予拒绝。

动态投资回收期更为实用的计算公式是：

$$P'_t = (\text{累计折现值出现正值的时点} - 1) + \frac{\text{上个时点累计折现值的绝对值}}{\text{出现正值时点的折现值}} \quad (4-5)$$

$$\text{或} \quad P'_t = T' - 1 + \frac{\left| \sum_{t=1}^{T'-1} (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t} \right|}{(CI - CO)_T (1 + i_c)^{-T}}$$

式中 T' ——各年累计净现金流量折现值首次为正值或零的年数。

【例 4-1】 对于表 4-1 中某项目净现金流量系列, 求该项目的静态和动态投资回收期。
 $i_c = 10\%$, $P_c = 12$ 年。现金流量服从年末习惯法, 建设期 3 年, 投资回收期自建设开始年算起。

【解】 各时点累计净现金流量和累计折现值列于表 4-1 中, 根据式(4-3)和式(4-5)计算得: $P_t = 8 - 1 + (84 \div 150) = 7.56$ 年 $P'_t = 11 - 1 + (2.94 \div 52.57) = 10.06$ 年

[例 4-1] 净现金流量表 (万元)

表 4-1

时点 (年)	净现金流量	累计净现金流量	折现系数	折现值	累计折现值
1	-180	-180	0.9091	-163.64	-163.64
2	-250	-430	0.8264	-206.60	-370.24
3	-150	-580	0.7513	-112.70	-482.94
4	84	-496	0.6830	57.37	-425.57
5	112	-384	0.6209	69.54	-356.03
6	150	-234	0.5645	84.68	-271.35
7	150	-84	0.5132	76.98	-194.37
8	150	66	0.4665	69.98	-124.39
9	150	216	0.4241	63.62	-60.77
10	150	366	0.3855	57.83	-2.94
11	150	516	0.3505	52.57	49.63
12~20	150	1866	2.018	302.78	352.41

由于静态投资回收期和动态投资回收期均小于 12 年, 则项目可行。

容易推断一般技术方案的动态投资回收期大于静态投资回收期, 如图 4-2 所示。

静态投资回收期和动态投资回收期适用于项目融资前的盈利能力分析。

(3) 总投资收益率 (ROI)

总投资收益率 (Return on Investment, ROI), 是指工程项目达到设计生产能力时的一个正常年份的年息税前利润或运营期内年平均息税前利润与项目总投资的比率。其计算公式如下:

$$ROI = \frac{EBIT}{TI} \times 100\% \quad (4-6)$$

式中

ROI——总投资收益率;

EBIT (Earnings Before Interest and Tax) ——项目达到设计能力后正常年份的年息税前利润或运营期内年平均息税前利润;

TI——项目总投资。

ROI 是静态指标。EBIT 和 TI 都不是现金流量, 需分别计算。

年息税前利润 = 年营业收入 - 年增值税金及附加

一年总成本费用 + 利息支出

年增值税金及附加 = 年增值税 + 年消费税 + 年资源税 + 年城市维护建设税
 + 教育费附加 + 地方教育费附加

项目总投资 = 建设投资 + 建设期利息 + 流动资金

当计算出的总投资收益率高于行业收益率参考值时, 认为该项目盈利能力满足要求。

(4) 项目资本金净利润率(ROE)

项目资本金净利润率(Return on Equity)是静态评价指标, 表示项目资本金(Equity)的盈利水平, 系指项目达到设计能力后正常年份的年净利润或运营期内年平均净利润与项目资本金的比率。其计算公式如下:

$$ROE = \frac{NP}{EC} \times 100\% \quad (4-7)$$

式中 ROE——项目资本金净利润率;

NP (Net Profit) ——项目达到设计能力后正常年份的年净利润或运营期内年平均净利润。NP 等于净现金流量减折旧。

EC——项目资本金, 包括原有股东增资扩股 + 吸收新股东投资 + 发行股票 + 政府投资 + 股东直接投资。EC 是项目资本金现金流量表的现金流出项。

当计算出的资本金净利润率高于行业净利润率参考值时, 表明用项目资本金净利润率表示的盈利能力满足要求。

总投资收益率和资本金净利润率指标常用于项目融资后盈利能力分析。

(5) 净现值 (NPV)

净现值 (Net Present Value), 是反映投资方案在计算期内获利能力的动态评价指标。投资方案的净现值是指用一个预定的基准收益率 i_c , 分别把整个计算期间内各时点所发生的净现金流量都折现到建设期初的现值之和。如果期初投入服从年初习惯法, 经营期现金流量服从年末习惯法, 净现值 NPV 计算公式为:

$$NPV = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t} \quad (4-8)$$

式中 NPV——净现值;

$(CI - CO)_t$ ——第 t 时点的净现金流量 (应注意 “+”、“-” 号);

i_c ——基准收益率;

n ——方案计算期。

净现值 (NPV) 是评价项目盈利能力的绝对指标。其评价判据是: 当 $NPV > 0$ 时, 说明该项目除了满足基准收益率要求的盈利之外, 还能得到超额收益, 故该项目可行; 当 $NPV = 0$ 时, 说明该项目基本能满足基准收益率要求的盈利水平, 项目勉强可行或有待改进; 当 $NPV < 0$ 时, 说明该项目不能满足基准收益率要求的盈利水平, 该项目不可行。

净现值 (NPV) 指标的优点是, 考虑了资金的时间价值, 并全面考虑了项目在整个计算期内的经济状况; 经济意义明确, 能够直接以货币额表示项目的盈利水平; 评价标准容易确定, 判断直观。净现值适用于项目融资前整体盈利能力分析。

净现值指标的不足之处是, 必须慎重考虑项目互斥方案的寿命, 如果互斥方案寿命不等, 必须构造一个相同的研究期, 才能进行项目各个方案之间的比选; 净现值不能反映项目投资中单位投资的使用效率, 不能直接说明在项目运营期间各年的经营成果。

对具有常规现金流量 (即在计算期内, 开始时有支出而后才有收益, 且方案的净现金

流量序列 A 的符号只改变一次的现金流量) 的项目投资方案, 其净现值的大小与基准收益率的高低直接相关。净现值与基准收益率的函数表达式如下:

$$NPV(i) = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t} \quad (4-9)$$

i_c 为基准收益率, 工程经济中常规投资项目的净现值函数曲线在 $-1 < i_c < \infty$ 内 (对大多数工程经济实际问题来说是 $0 \leq i_c < \infty$)。设 A_t 表示第 t 年的净现金流量, 考虑常规投资项目的简单情形为: $A_0 < 0$, 而其他 $A_t > 0$, 则当 $-1 < i_c < \infty$ 时, 有:

$$NPV(i) = A_0 + \frac{A_1}{(1+i)} + \frac{A_2}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{A_n}{(1+i)^n}$$

若 i 在区间 $-1 < i < \infty$ 内是连续的, 则 $NPV(i)$ 是 i 的连续函数, 可以求导。 $NPV(i)$ 的一阶导数与二阶导数分别为:

$$\frac{dNPV(i)}{di} = - \left[\frac{A_1}{(1+i)^2} + \frac{2A_2}{(1+i)^3} + \cdots + \frac{nA_n}{(1+i)^{n+1}} \right] \leq 0$$

$$\frac{d^2 NPV(i)}{di^2} = \left[\frac{2A_1}{(1+i)^3} + \frac{2 \times 3A_2}{(1+i)^4} + \cdots + \frac{n(n+1)A_n}{(1+i)^{n+2}} \right] \geq 0$$

因此可知, 这个简单的常规投资项目的净现值函数曲线是单调下降的, 且递减率逐渐减小。即随着基准收益率的逐渐增大, 净现值将由大变小, 由正变负。 NPV 与 i_c 之间的关系一般如图 4-4 所示。

图 4-4 所示的 $NPV(i)$ 曲线是在 $A_0 < 0$ 且其他 $A_t > 0$ 的条件下得出的, 是净现值函数的典型图形。实际上, $NPV(i)$ 并不总是 i_c 的单调递减函数, 而是要根据 A_t 的大小和符号及项目寿命 n 来定。不过, 对常规投资项目而言, $NPV(i_c)$ 的总趋势是随着 i_c 的增大而减小。

按照净现值的评价准则, 只要 $NPV(i) \geq 0$, 项目方案就可接受。但由于 $NPV(i)$ 是 i 的递减函数, 故基准收益率定得越高, 方案被接受的可能性越小。很明显, i 可以大到使 $NPV(i) = 0$ 。这时 $NPV(i)$ 曲线与横轴相交, i 达到了其临界值 i^* 。可以说 i^* 是净现值评价准则的一个分水岭, 将 i^* 称为内部收益率。

由此可见, 基准收益率确定得合理与否, 对投资方案经济效果的评价结论有直接的影响, 定得过高或过低都会导致投资决策的失误。

(6) 内部收益率 (IRR)

由图 4-4 可知, 内部收益率 (Internal Rate of Return) 是使投资方案在计算期内各年净现金流量的现值累计等于零时的折现率。也就是说, 在这个折现率时, 项目的现金流入的现值和等于其现金流出的现值和。

内部收益率容易被人误解为是项目初期投资的收益率。事实上, 内部收益率的经济含义是投资方案占用的尚未回收资金的获利能力, 它取决于项目内部。举例说明如下。

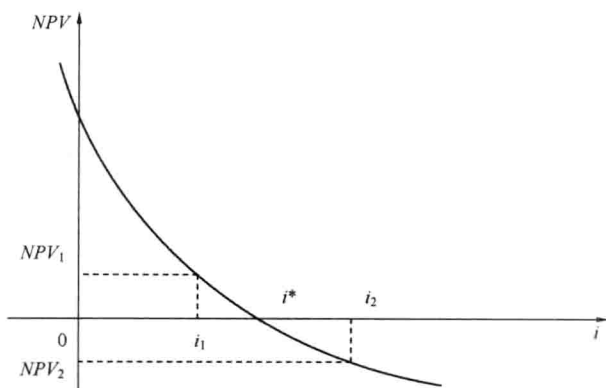


图 4-4 净现值函数曲线

【例 4-2】 某投资方案的现金流量见表 4-2 所列，其内部收益率 $IRR=20\%$ ，试分析内部收益率的经济含义。

【例 4-2】 现金流量 表 4-2

时点	0	1	2	3	4	5	6
现金流量 A_t	-1000	300	300	300	300	300	307

【解】 由于已提走的资金是不能再生息的，因此，设 F_t 为 t 时点尚未回收的投资余额。特殊地， F_0 即是项目计算期初的投资额 A_0 。从而时点 t 未回收投资余额为：

$$F_t = F_{t-1}(1+i) + A_t$$

(4-10)

将 $i=IRR=20\%$ 代入式 (4-10)，计算出表 4-3 所示项目的未回收投资在计算期内的恢复过程。与表 4-3 相应的现金流量图，如图 4-5 所示。

未回收投资在计算期内的恢复过程表 表 4-3

时 点	0	1	2	3	4	5	6
现金流量 A_t	-1000	300	300	300	300	300	307
第 t 期初未回收投资 F_{t-1}	—	-1000	-900	-780	-636	-463.20	-255.84
第 t 期末的利息 $i \times F_{t-1}$	—	-200	-180	-156	-127.2	-92.64	-51.168
第 t 期末未回收投资 F_t	-1000	-900	-780	-636	-463.2	-255.84	0

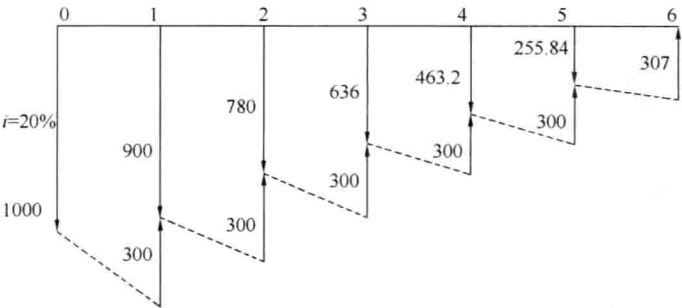


图 4-5 未回收投资现金流量示意图

由此可见，项目的内部收益率是项目到计算期末正好将未收回的资金全部收回来的折现率，也可以理解为项目对贷款利率的最大承担能力。

从上述项目现金流量在计算期内的演变过程可发现，在整个计算期内，未回收投资 F_t 始终为负，只有计算期末的未回收投资 $F_n=0$ 。因此可将内部收益率定义为：在项目整个计算期内，如果按利率 $i=i^*$ 计算，始终存在未回收投资，且仅在计算期终时，投资才恰被完全收回，那么 i^* 便是项目的内部收益率。这样，内部收益率的经济含义就是使未回收投资余额及其利息恰好在项目计算期末完全收回的一种利率。

在项目计算期内，项目始终处于“偿付”未被收回投资的状况，内部收益率指标正是项目占用的尚未回收资金的获利能力，能反映项目自身的盈利能力，其值越高，方案的经济性越好。因此，在工程经济分析中，内部收益率是考察项目盈利能力的主要动态评价指标。

由于内部收益率不是初始投资在整个计算期内的盈利率，因而它不仅受项目初始投资

规模的影响,而且受项目计算期内各年净收益大小的影响。

对常规投资项目,内部收益率就是净现值为零时的收益率。其数学表达式为:

$$NPV(IRR) = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + IRR)^{-t} = 0 \quad (4-11)$$

内部收益率是一个未知的折现率,由式(4-11)可知,求方程式中的折现率需解高次方程,不易求解。在实际工作中,一般是用试算法确定内部收益率 IRR (也可通过计算机直接计算)。试算法的基本原理如下:

首先,试用 i_1 计算 NPV_1 (实际工作中 i_1 的确定,往往是根据给出的基准收益率 i_c ,作为第一步试算依据)。若得 $NPV_1 > 0$,再试用 $i_2 (i_2 > i_1)$ 计算 NPV_2 ; 如果 $NPV_2 > 0$,再用 i_3 来计算,以此类推,直到 $NPV < 0$ 时为止;若 $NPV_2 < 0$,则 $NPV = 0$ 时的 IRR 一定在 i_2 至 i_1 之间,如图 4-6 所示。此时,即可用线性内插公式式(4-12)求出 IRR 的近似值。

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 + |NPV_2|} (i_2 - i_1) \quad (4-12)$$

式中 NPV_1 ——折现率 i_1 时的财务净现值(正);

NPV_2 ——折现率 i_2 时的财务净现值(负);

采用线性内插法计算 IRR 时,其计算精度与 $(i_2 - i_1)$ 的差值大小有关,因为折现率与净现值不是线性关系,如图 4-6 所示, i_2 与 i_1 之间的差距越小,则计算结果就越精确;反之,结果误差就越大。故为保证 IRR 的精度, i_2 与 i_1 之间的差距一般以不超过 2% 为宜,最大不宜超过 5%。

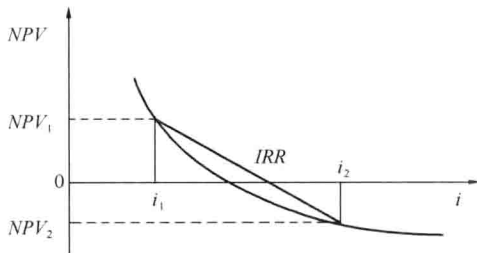


图 4-6 内部收益率线性内插法示意图

采用线性内插法计算 IRR 只适用于具有常规现金流量的投资方案。而对于具有非常规现金流量的方案,由于其内部收益率的存在可能不是唯一的,因此线性内插法就不太适用。为了解决这个问题,需要对投资项目按投资的净现金流量分布特点进行分类。

1) 常规投资项目:指计算期内净现金流量的正负号只变化一次,即所有负现金流量都出现在正现金流量之前,且现金流量系列 $\{A_t | t = 0, 1, 2, \dots, n\}$ 满足式(4-13)的投资项目。

$$A_t(i^*) < 0 \quad (t = 0, 1, 2, \dots, k) \quad (4-13a)$$

$$A_t(i^*) > 0 \quad (t = k + 1, k + 2, \dots, n) \quad (4-13b)$$

2) 非常规投资项目:指项目在计算期内,带负号的净现金流量不仅发生在建设期(或生产初期),而且分散在带正号的净现金流量之中,即在计算期内净现金流量 A_t 变更多次正负号。在此情况下,式(4-11)的解 i^* 是否就是内部收益率?弄清这些问题对于正确运用内部收益率是非常重要的。

内部收益率的定义可严格地表述为:当 $i = i^*$ 同时满足式(4-14a)和式(4-14b)条件时,则 $i^* = IRR$,即 i^* 是项目的内部收益率。

$$F_t(i^*) \leq 0 \quad (t = 0, 1, 2, 3, \dots, n-1) \quad (4-14a)$$

$$F_t(i^*) = 0 \quad (t = n) \quad (4-14b)$$

式中 F_t ——第 t 期尚未回收的投资余额。

式 (4-14b) 只是使 $i^* = IRR$ 的必要条件, 还不充分, 也就是说, 仅仅使净现值为零的利率不一定是内部收益率, 只有加上式 (4-14a) 的条件, 才能保证 i^* 一定是内部收益率。

把具有满足式 (4-14a) 和式 (4-14b) 的内部收益率的投资项目称为纯投资项目; 把仅满足式 (4-14b) 的内部收益率的项目称为混合投资项目, 即在项目计算期内, 有可能某一年或某几年出现 $F_t(IRR) > 0$, 即这时项目投资不仅全部回收, 而且还有余额。

仅满足式 (4-14b), 不满足式 (4-14a), 意味着计算期内有如 $F_t(i^*) > 0$ 的情形, 它表示项目不仅在 $t < n$ 的某时点回收完投资支出, 而且有盈余。因此, 即使有 $i = i^*$ 为式 (4-14b) 的解, i^* 也不是项目的内部收益率。换言之, 混合投资项目不能使用内部收益率指标考察其经济效果, 即内部收益率法失效。

通过分析不难得出, 常规投资项目都是纯投资项目, 式 (4-11) 有唯一的正数解 i^* , 且 $i^* = IRR$; 而对于非常规投资项目, 由式 (4-11) 得出的解可能不止一个, 如果其中有解 i^* 满足式 (4-14a) 和式 (4-14b), 则该解是内部收益率, 否则该项目无内部收益率。所以, 非常规投资项目既可能是纯投资项目, 也可能是混合投资项目。其间关系如图 4-7 所示。

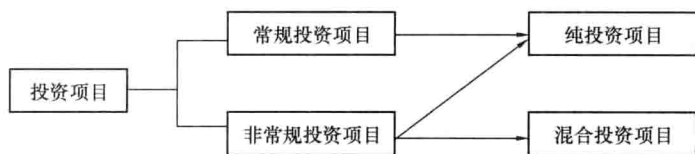


图 4-7 投资项目分类

内部收益率计算出来后, 要与基准收益率进行比较。其评价判据是: 若 $IRR > i_c$, 则项目或方案在经济上可以接受; 若 $IRR = i_c$, 项目或方案在经济上勉强可行; 若 $IRR < i_c$, 则项目或方案在经济上应予拒绝。但需注意: 项目投资财务内部收益率、项目资本金财务内部收益率、投资各方财务内部收益率和经济内部收益率可有不同的判别基准。

内部收益率 (IRR) 指标的优点是, 考虑了资金的时间价值以及项目在整个计算期内的经济状况。而且内部收益率值取决于项目的净现金流量系列的分布情况, 这种项目内部决定性, 使它在应用中具有一个显著的优点, 即避免了净现值指标需事先确定基准收益率这个难题, 而只需要知道基准收益率的大致范围即可。当要对一个项目进行开发, 而未来的情况和未来的折现率都带有高度的不确定性时, 采用内部收益率对项目进行评价, 往往能取得满意的效果。内部收益率的不足是, 对于非常规现金流量的项目来讲, 内部收益率可能无解。

(7) 净现值率 (NPVR)

净现值率 (Net Present Value Rate) 是在 NPV 的基础上发展起来的, 可作为 NPV 的一种补充。净现值率是项目净现值与项目全部投资现值之比。其经济含义是单位投资现值所能带来的净现值, 是一个考察项目单位投资盈利能力的指标。由于净现值不直接考察项目投资额的大小, 故为考察投资的利用效率, 常用净现值率作为净现值的辅助评价指

标。净现值率 (NPVR) 计算式如下:

$$NPVR = \frac{NPV}{I_p} \quad (4-15)$$

$$I_p = \sum_{t=0}^m I_t(P/F, i_c, t) \quad (4-16)$$

式中 I_p ——投资现值;
 I_t —— t 时点投资额;
 m ——建设期年数。

应用 NPVR 评价方案时, 应使 $NPVR \geq 0$, 项目方案才能接受。而且在评价时应注意:

1) 投资现值与净现值的研究期应一致, 即净现值的研究期是 n 期, 则投资现值也是研究期为 n 期的投资。

2) 计算投资现值与净现值的折现率应一致。

(8) 净年值 (NAV)

净年值(Net Annual Value), 又叫等额年值、等额年金, 是以基准收益率将项目计算期内净现金流量等值换算而成的等额年值。它与净现值(NPV)的相同之处是, 两者都要在给出的基准收益率的基础上进行计算; 不同之处是, 净现值把投资过程的现金流量折算为基准期的现值, 而净年值则是把该现金流量折算为等额年值。净年值的计算公式为:

$$NAV = \left[\sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t} \right] (A/P, i_c, n) \quad (4-17a)$$

$$\text{或} \quad NAV = NPV(A/P, i_c, n) \quad (4-17b)$$

式中 $(A/P, i, n)$ ——资本回收系数。

由于净现值是项目在计算期内获得的超过基准收益率水平的收益现值, 而净年值则是项目在计算期内每期的等额超额收益; 净年值与净现值仅差一个资本回收系数, 而且 $(A/P, i_c, n) > 0$, 依式 (4-17b), NAV 与 NPV 总是同为正或负, 故 NAV 与 NPV 在评价同一个项目时的结论总是一致的。其评价准则是: 若 $NAV \geq 0$, 则项目在经济上可以接受; 若 $NAV < 0$, 则项目在经济上应予拒绝。

2. 清偿能力指标

工程项目清偿能力分析是项目融资后分析的重要内容, 是项目融资主体和债权人共同关心的指标。

(1) 利息备付率 (ICR)

利息备付率 (Interest Coverage Ratio), 也称已获利息倍数, 指项目在借款偿还期内各年可用于支付利息的息税前利润与当期应付利息费用的比值。其表达式为:

$$ICR = \frac{EBIT}{PI} \quad (4-18)$$

式中 ICR——利息备付率;

EBIT——息税前利润;

PI——计入总成本费用的应付利息。

$$\text{税息前利润} = \text{利润总额} + \text{计入总成本费用的利息费用} \quad (4-19)$$

当期应付利息是指计入总成本费用的全部利息。

利息备付率应分年计算,也可在借款偿还期内按总额计算。利息备付率越高,表明利息偿付的保障程度越高。

利息备付率表示使用项目利润偿付利息的保证倍率。参考国际经验和国内行业的具体情况,根据我国企业历史数据统计分析,利息备付率应大于1,并满足债权人的要求。

(2) 偿债备付率(DSCR)

偿债备付率(Debt Service Coverage Ratio),指项目在借款偿还期内,各年可用于还本付息的资金与当期应还本付息金额的比值。其计算公式为:

$$DSCR = \frac{EBITDA - T_{AX}}{FD} \quad (4-20)$$

式中 DSCR——偿债备付率;

EBITDA——息税前利润加折旧和摊销;

T_{AX} ——企业所得税;

$EBITDA - T_{AX}$ ——可用于还本付息资金;

FD——应还本付息金额。

可用于还本付息的资金包括:可用于还款的折旧和摊销,成本中列支的利息费用,可用于还款的所得税后利润等。

当期应还本付息金额包括:当期应还贷款本金及计入成本的全部利息。融资租赁的本息和运营期内的短期借款本息也应纳入还本付息金额。

偿债备付率应分年计算,也可在借款偿还期内按总额计算。偿债备付率高,表明可用于还本付息的资金保障程度高。

偿债备付率表示可用于还本付息的资金偿还借款本息的保证倍率。偿债备付率应大于1,并满足债权人的要求。

(3) 资产负债率(LOAR)

资产负债率(Liability on Asset Ratio),指各期末负债总额同资产总额的比率。其计算公式为:

$$LOAR = \frac{TL}{TA} \times 100\% \quad (4-21)$$

式中 LOAR——资产负债率;

TL——期末负债总额;

TA——期末资产总额。

适度的资产负债率,表明企业经营安全、稳健,具有较强的筹资能力,也表明企业和债权人的风险较小。对该指标的分析,应结合国家宏观经济状况、行业发展趋势、企业所处竞争环境等具体条件判定。项目财务分析中,在长期债务还清后,可不再计算资产负债率。

4.2 基准收益率的确定方法

4.2.1 基准收益率的影响因素

基准收益率(Minimum Attractive Rate of Return),是企业或行业或投资者确定的投

投资项目最低标准收益水平。它表明投资决策者对项目资金时间价值的估价,是投资应当获得的最低盈利率水平,是评价和判断项目在经济上是否可行的依据,是一个重要的经济参数。对于竞争性项目,财务评价时的基准收益率的确定一般以行业的平均收益率为基础,同时综合考虑资金成本、投资风险、通货膨胀以及资金限制等影响因素。对于国家投资项目,进行经济评价时使用的基准收益率是由国家组织测定并发布的社会基准收益率;非国家投资项目,由投资者自行确定,但应考虑以下因素:

(1) 资金成本或机会成本 (i_1)

资金成本 (Capital Cost),是为取得资金使用权所支付的费用。项目投资后所获利润额必须能够补偿资金成本,然后才能有利可言。因此,基准收益率最低限度不应小于资金成本,否则便无利可图。

机会成本 (Opportunity Cost),是指投资者将有限的资金用于除拟建项目以外的其他投资机会所能获得的最好收益。换言之,由于资金有限,当把资金投入拟建项目时,将失去从其他最好的投资项目中获得收益的机会。显然,基准收益率应不低于单位资金成本和单位投资的机会成本中的最大值,这样才能使资金得到最有效的利用。这一要求可用下式表达:

$$i_c \geq i_1 = \max\{\text{单位资金成本, 单位投资机会成本}\} \quad (4-22)$$

如工程项目完全由企业自有资金投资建设,可参考行业基准收益率确定项目基准收益率,这时可将机会成本等同于行业基准收益率;假如投资项目资金来源包括自有资金和贷款时,最低收益率不应低于行业基准收益率与贷款利率的加权平均收益率。如果有好几种贷款时,贷款利率应为加权平均贷款利率。

(2) 风险贴补率 (i_2)

在整个项目计算期内,存在着发生不利于项目的环境变化的可能性,这种变化难以预料,即投资者要冒着一定风险作决策。所以,在确定基准收益率时,仅考虑资金成本、机会成本因素是不够的,还应考虑风险因素。通常,以一个适当的风险贴补率 i_2 来提高 i_c 值。就是说,以一个收益水平增量补偿投资者所承担的风险,风险越大,贴补率越高。为此,投资者自然就要求获得较高的利润,否则他是不愿去冒风险的。为了限制对风险大、盈利低的项目进行投资,可以采取提高基准收益率的办法来进行项目经济评价。

一般说来,从客观上看,资金密集项目的风险高于劳动密集的;资产专用性强的高于资产通用性强的;以降低生产成本为目的的低于以扩大产量、扩大市场份额为目的的。从主观上看,资金雄厚的投资主体的风险低于资金拮据者。

(3) 通货膨胀率 (i_3)

通货膨胀 (Inflation),指因货币供给大于货币实际需求,导致货币贬值,而引起的一段时间内物价持续而普遍地上涨现象。为反映和评价拟建项目在未来的真实经济效果,在确定基准收益率时,应以一个收益水平增量 i_3 补偿投资者所承担的通货膨胀风险。

通货膨胀率主要表现为物价指数的变化,即通货膨胀率 i_3 约等于物价指数变化率。由于通货膨胀年年存在,因此,通货膨胀的影响具有复利性质。一般每年的通货膨胀率是不同的,但为了便于研究,常取一段时间的平均通货膨胀率,即在所研究的计算期内,通货膨胀率可以视为固定的。

(4) 资金限制

资金越少,越需要精打细算,使之利用得更加有效。为此,在资金短缺时,应通过提

高基准收益率的办法进行项目经济评价,以便筛选掉盈利能力较低的项目。

(5) 环境影响程度

项目对生态环境破坏程度越大,越应该提高基准收益率,增高项目准入门槛。

4.2.2 基准收益率的确定方法

基准收益率的测定可采用代数和法、资本资产定价模型法、加权平均资金成本法、典型项目模拟法、德尔菲专家调查法等方法,也可同时采用多种方法进行测算,将不同方法测算的结果互相验证,经协调后确定。

1. 代数和法

若项目现金流量是按当年价格预测估算的,则应以年通货膨胀率 i_3 修正 i_c 值,基准收益率可近似用单位投资机会成本、风险贴补率、通货膨胀率之代数和表示。即:

$$i_c = (1 + i_1)(1 + i_2)(1 + i_3) - 1 \approx i_1 + i_2 + i_3 \quad (4-23)$$

若项目的现金流量是按基年不变价格预测估算的,预测结果已排除通货膨胀因素的影响,就不再重复考虑通货膨胀的影响。即:

$$i_c = (1 + i_1)(1 + i_2) - 1 \approx i_1 + i_2 \quad (4-24)$$

上述近似计算的前提条件是 i_2 、 i_3 的值较小。

2. 资本资产定价模型法

采用资本资产定价模型法 (Capital Asset Pricing Model, CAPM) 测算行业财务基准收益率的公式为:

$$k = K_f + \beta \times (K_m - K_f) \quad (4-25)$$

式中 k ——权益资金成本;

K_f ——市场无风险收益率;

β ——风险系数;

K_m ——市场平均风险投资收益率。

式 (4-25) 中的风险系数,是反映行业特点与风险的重要数值,也是测算工作的重点和基础,应在行业内抽取有代表性的企业样本,以若干年企业财务报表数据为基础测算。

式 (4-25) 中的市场无风险收益率,一般可采用政府发行的相应期限的国债利率;市场平均风险投资收益率可依据国家有关统计数据测定。

由式 (4-25) 测算出的权益资金成本,可作为确定财务基准收益率的下限,再综合对比采用其他方法测算得出的行业财务基准收益率后,确定基准收益率的取值。

3. 加权平均资金成本法 (WACC)

采用加权平均资金成本法 (Weighted Average Cost of Capital) 测算基准收益率的公式为:

$$WACC = K_e \frac{E}{E + D} + K_d \frac{D}{E + D} \quad (4-26)$$

式中 $WACC$ ——加权平均资金成本;

K_e ——权益资金成本;

K_d ——债务资金成本;

E ——股东权益;

D ——企业负债。

根据式(4-26)测算出的行业加权平均资金成本,可作为全部投资行业财务基准收益率的下限,再综合考虑其他方法得出的基准收益率进行调整后,确定全部投资行业财务基准收益率的取值。

4. 典型项目模拟法

采用典型项目模拟法测算基准收益率,应在合理时间区段内,选择一定数量的具有行业代表性的已进入正常生产运营状态的典型项目,采集实际数据,计算项目的财务内部收益率,对结果进行必要的分析,并综合各种因素后确定基准收益率。

5. 德尔菲专家调查法

采用德尔菲(Delphi)专家调查法测算行业财务基准收益率,应统一设计调查问卷,征求一定数量的熟悉本行业情况的专家,依据系统的程序,采用匿名发表意见的方式,通过多轮次调查专家对本行业建设项目财务基准收益率取值的意见,逐步形成专家的集中意见,对调查结果进行必要的分析,并综合各种因素后确定基准收益率。

4.3 工程项目方案经济评价

4.3.1 评价方案类型

要想采用经济评价指标正确分析工程项目方案的经济性,仅凭对评价指标的计算及判别是不够的,还必须了解工程项目方案所属的类型,从而按照方案的类型确定合适的评价指标,作为最终的科学依据。所谓工程项目方案类型是指一组备选方案之间所具有的相互关系。这种关系类型一般有单一方案和多方案两类,如图4-8所示。单一方案可以直接采用经济评价指标及其评价判据进行分析。而多方案中的互斥型、互补型、现金流量相关型、组合—互斥型和混合相关型五种类型就要具体问题具体分析了。

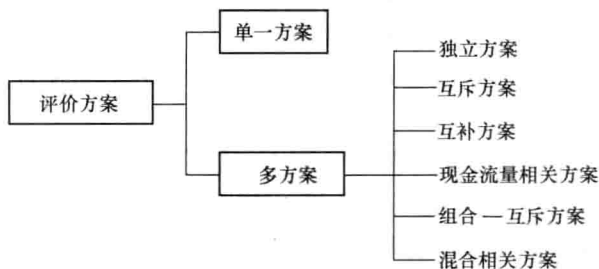


图 4-8 评价方案的分类

1. 独立方案

指多方案间互不干扰、在经济上互不相关的方案,即这些方案是彼此独立无关的,选择或放弃其中一个方案,并不影响对其他方案的选择。显然,单一方案是独立方案的特例。

2. 互斥方案(又称排他方案)

在若干备选方案中,各个方案彼此可以相互代替,因此方案具有排他性,选择其中任

何一个方案,则其他方案必然被排斥。这种择此就不能择彼的若干方案,就叫互斥方案或排他型方案。在工程建设中,互斥方案还可按以下因素进行分类:

(1) 按服务寿命长短不同,投资方案可分为:

- 1) 相同服务寿命的方案,即参与对比或评价的方案服务寿命均相同;
- 2) 不同服务寿命的方案,即参与对比或评价的方案服务寿命部分或全部不相同;
- 3) 无限寿命的方案,在工程建设中永久性工程即可视为无限寿命的工程,如大型水利工程、铁道工程等。

(2) 按规模不同,投资方案可分为:

- 1) 相同规模的方案,即参与对比或评价的项目方案具有相同的产出量或容量,在满足相同功能的数量方面具有一致性和可比性;
- 2) 不同规模的方案,参与对比或评价的项目方案具有不同的产出量或容量,在满足相同功能的数量方面不具有--致性和可比性。

项目互斥方案比较,是工程经济评价工作的重要组成部分,也是寻求合理决策的必要手段。

3. 互补方案

在多方案中,出现技术经济互补的方案称为互补型方案。根据互补方案之间相互依存的关系,互补方案可能是对称的,如建设一个大型非坑口电站,必须同时建设铁路、电厂,它们无论在建成时间、建设规模上都要彼此适应,缺少其中任何一个项目,其他项目就不能正常运行,它们之间是互补的,又是对称的。此外还存在着大量不对称的经济互补,如建造一座建筑物 A 和增加一个太阳能系统 B,建筑物 A 本身是有用的,增加太阳能系统 B 后使建筑物 A 更节能,但建造建筑物 A 的同时不一定要采用系统 B。

4. 现金流量相关方案

现金流量相关是指各方案的现金流量之间存在着相互影响。即方案间不完全独立,任一方案的取舍会导致其他方案现金流量的变化,这些方案被称为现金流量相关。例如,一过江交通项目,有两个考虑方案,一个是建桥方案 A,另一个是轮渡方案 B,两个方案都是收费的。此时任一方案的实施或放弃都会影响另一方案的现金流量。

5. 组合—互斥方案

在若干可采用的独立方案中,如果有资源约束条件,比如受资金、劳动力、材料、设备及其他资源拥有量限制,则只能从中选择一部分方案实施。例如,现有独立方案 A、B、C、D,所需的投资分别为 10000 万元、6000 万元、4000 万元、3000 万元。若资金总额限量为 10000 万元时,除 A 方案具有完全的排他性外,其他方案由于所需金额不大,可以互相组合。这样,可能选择的互斥方案共有: A、B、C、D、B+C、B+D、C+D 等七个组合方案。因此,当受某种资源约束时,独立方案可以组成多种组合方案,这些组合方案之间是互斥或排他的。

6. 混合相关方案

在方案众多的情况下,方案间的相关关系可能包括多种类型,称之为混合相关型。

在经济效果评价前,分清工程项目方案属于何种类型是非常重要的,因为方案类型不同,其评价和选择方法也不同。否则,会产生错误的评价结果。

4.3.2 独立方案经济评价

独立方案评价的实质是在“做”与“不做”之间进行选择。因此,独立方案在经济上是否可接受,取决于方案自身的经济性,即方案的经济效果是否达到或超过了预定的评价标准。欲知这一点,只需通过计算方案的经济效果指标,并按照指标的判据加以检验就可做到。这种对方案自身经济性的检验叫做“绝对经济效果检验”。对独立方案而言,若方案通过了绝对经济效果检验,就认为方案在经济上是可行的。否则应予拒绝。

1. 静态评价

对单一方案进行经济效果静态评价,主要是对项目方案的总投资收益率或静态投资回收期 P_t 指标进行计算,并与确定的行业收益率参考值或基准投资回收期 P_c 进行比较,以此判断方案经济效果的优劣。若方案的投资收益率大于行业平均投资收益率,方案可行;或者投资方案的投资回收期 $P_t \leq P_c$,表明方案投资能在规定的时间内收回,方案可接受。

2. 动态评价

对单一方案进行动态经济评价,主要应用净现值 NPV 和内部收益率 IRR 指标进行评价。

应用净现值 NPV 评价时,首先依据现金流量表和确定的基准收益率计算方案的净现值 NPV ;根据净现值 NPV 的评价判据,当 $NPV \geq 0$,方案可行。

应用内部收益率 IRR 时,首先依据现金流量表求出 IRR ,然后与基准收益率 i_c 进行比较,最后选择方案。项目的内部收益率越大,显示投资方案的经济效果越好。

对常规投资项目,从图 4-6 可知:

当 $IRR > i_1 = i_c$ 时,根据 IRR 原理,方案可接受;从图中可见, i_1 对应的 $NPV(i_1 = i_c) > 0$,根据 NPV 原理,方案也可接受。

当 $IRR < i_2 = i_c$ 时,根据 IRR 原理,方案不能接受; i_2 对应的 $NPV(i_2 = i_c) < 0$,根据 NPV 原理,方案也不能接受。

由此可见,对常规投资项目来说,用 NPV 、 IRR 分别评价独立方案,其评价结论是一致的。

4.3.3 互斥型方案经济评价

方案的互斥性,使得在若干方案中只能选择一个方案实施。为使资金发挥最大的效益,选出的方案应是若干备选方案中经济性最优的。为此就需要进行方案间相对经济效果评价,也就是任一方案都必须与其他所有方案一一进行比较。但仅此还不充分,因为某方案相对最优并不能证明该方案在经济上一定可行,即不能排除“矮中拔高”的情况(即从若干都不可行的方案中选较优者)。因此,互斥方案经济效果评价包含两部分内容:一是考察各个方案自身的经济效果,即进行绝对效果检验;二是考察哪个方案相对经济效果最优,即相对效果检验。两种检验的目的和作用不同,通常缺一不可。但需要注意的是,在进行相对经济效果评价时,必须满足方案可比条件。

1. 互斥方案静态评价

互斥方案常用增量投资收益率、增量静态投资回收期、年折算费用、综合总费用等评价方法进行相对经济效果的静态评价。

(1) 增量投资收益率法

增量投资收益率法,就是通过计算互斥方案增量投资收益率,以此判断互斥方案相对经济效果,并据此选择方案。

现有 1、2 两个互斥方案,其生产规模相同或基本相同时,如其中一个方案的投资额和总成本费用都为最小,则该方案就是最理想的方案。但是,实践中往往达不到这样的要求。

经常出现的情况是,某一个方案的投资额小,但总成本费用却较高;而另一方案正相反,其投资额较大,但总成本费用却较省。这样,投资大的方案与投资小的方案就形成了增量的投资,但投资大的方案总成本费用较低,它比投资小的方案在总成本费用上又有节约。

增量投资所带来的总成本费用上的节约与增量投资之比就叫增量投资收益率。

现设 I_1 、 I_2 分别为 1、2 方案的投资额, C_1 、 C_2 为 1、2 方案的总成本费用。

如 $I_2 > I_1$, $C_2 < C_1$, 则增量投资收益率 $R(2-1)$ 为:

$$R(2-1) = \frac{C_1 - C_2}{I_2 - I_1} \times 100\% \quad (4-27a)$$

对比方案年总成本费用之差,也可用年利润总额之差表示。当相互对比的两个方案生产能力相同时,即年收入相同时,它们年总成本费用的节约额,实质上就是它们年利润总额之差。

以 O 表示年产量, P 表示单位售价, $O \times P$ 为年收入; C_1 、 C_2 分别表示 1、2 方案的年总成本费用; A_1 、 A_2 分别表示 1、2 方案的年利润总额。

$$A_1 = O \times P - C_1, A_2 = O \times P - C_2$$

$$A_2 - A_1 = (O \times P - C_2) - (O \times P - C_1) = C_1 - C_2$$

式 (4-27a) 即可写为:

$$R(2-1) = \frac{C_1 - C_2}{I_2 - I_1} \times 100\% = \frac{A_2 - A_1}{I_2 - I_1} \times 100\% \quad (4-27b)$$

若计算出来的增量投资收益率大于基准投资收益率,则投资大的方案可行,它表明投资的增量 ($I_2 - I_1$) 完全可以由总成本费用的节约 ($C_1 - C_2$) 或增量利润总额 ($A_2 - A_1$) 来得到补偿。反之,投资小的方案为优方案。

前述式 (4-27a)、式 (4-27b),仅适用于对比方案的产出量 (或生产率、年营业收入) 相同或区别不大的情形。当对比方案的生产率 (或产出量) 不同时,则先要作产量等同化处理,然后再计算追加投资利润率。产量等同化处理的方法有两种:

1) 用单位生产能力投资和单位产品总成本费用计算

即用方案 1、2 的产量 O_1 、 O_2 , 分别除对应的投资或总成本费用,得到单位生产能力投资或单位产品总成本费用。 $R(2-1)$ 的计算公式如下:

$$R(2-1) = \frac{(C_1/O_1 - C_2/O_2)}{(I_2/O_2 - I_1/O_1)} \times 100\% = \frac{(A_2/O_2 - A_1/O_1)}{(I_2/O_2 - I_1/O_1)} \times 100\% \quad (4-28a)$$

2) 用扩大系数计算

以两个方案年产量的最小公倍数作为方案的年产量,这样达到产量等同化。

$$R(2-1) = \frac{(C_1 b_1 - C_2 b_2)}{(I_2 b_2 - I_1 b_1)} \times 100\% = \frac{(A_2 b_2 - A_1 b_1)}{(I_2 b_2 - I_1 b_1)} \times 100\% \quad (4-28b)$$

式中 b_1 、 b_2 ——方案 1、方案 2 年产量扩大的倍数。

b_1 、 b_2 必须满足: $O_1 b_1 = O_2 b_2$, 即 $O_1/O_2 = b_2/b_1$ 。

以上两种产量等同化处理方法均假设投资和总成本费用与产量成正比。

当两个对比方案不是同时投入使用时, 其增量投资利润率 $R'(2-1)$ 的计算公式如下:

$$R'(2-1) = \frac{(C_1 - C_2)}{(I_2 - I_1 \pm \Delta k)} \times 100\% = \frac{(A_2 - A_1)}{(I_2 - I_1 \pm \Delta k)} \times 100\% \quad (4-29)$$

式中 Δk ——某一方案提前投入使用的投资补偿额。

当 $C_1 > C_2$ 、 $I_2 > I_1$ 时, 第 1 方案提前投入使用时的投资补偿额为 $(O_1 \times P - C_1)T_1$; 第 2 方案提前投入使用时的投资补偿额为 $(O_2 \times P - C_2)T_2$ 。 T_1 、 T_2 为第 1、第 2 方案提前使用时间 (以年计)。因此, 当第 1 方案提前使用时, 取 $+\Delta k$; 第 2 方案提前使用时, 取 $-\Delta k$ 。

(2) 增量投资回收期法

当互斥方案的产量相等时, 增量投资回收期就是用经营成本的节约或增量净现金流量来补偿其增量投资的年限。

当各年经营成本的节约 $(C_1 - C_2)$ 或增量净现金流量 $(A_2 - A_1)$ 基本相同时, 其计算公式为:

$$P_t(2-1) = \frac{I_2 - I_1}{C_1 - C_2} = \frac{I_2 - I_1}{A_2 - A_1} \quad (4-30a)$$

当各年经营成本的节约 $(C_1 - C_2)$ 或增量净现金流量 $(A_2 - A_1)$ 差异较大时, 其计算公式为:

$$(I_2 - I_1) = \sum_{t=1}^{P_t(2-1)} (A_2 - A_1) \quad (4-30b)$$

计算出来的增量投资回收期, 若小于基准投资回收期, 则投资大的方案可行。反之, 选投资小的方案。

当两个对比方案不是同时投入使用时, 增量投资回收期为:

$$P_t(2-1) = \frac{(I_2 - I_1 \pm \Delta k)}{(C_1 - C_2)} = \frac{(I_2 - I_1 \pm \Delta k)}{(A_2 - A_1)} \quad (4-31)$$

当互斥方案的产量不同时, 增量投资回收期为:

$$P_t(2-1) = \frac{(I_2/O_2 - I_1/O_1)}{(A_2/O_2 - A_1/O_1)} \quad (4-32a)$$

$$P_t(2-1) = \frac{(I_2 b_2 - I_1 b_1)}{(A_2 b_2 - A_1 b_1)} \quad (4-32b)$$

(3) 年折算费用法

当互斥方案个数较多且产量相同时, 可用年折算费用法评价互斥方案, 即将投资额用基准投资回收期分摊到各年, 再与各年的年经营成本相加。年折算费用计算公式如下:

$$Z_j = \frac{I_j}{P_c} + C_j \quad (4-33)$$

式中 Z_j ——第 j 方案的年折算费用;

I_j ——第 j 方案的总投资;

P_c ——基准投资回收期;

C_j ——第 j 方案的年经营成本。

在多方案比较时, 以方案的年折算费用大小作为评价准则, 选择年折算费用最小的方

案为最优方案。这与增量投资收益法的结论是一致的。

(4) 综合总费用法

当互斥方案个数较多且产量相同时,也可用综合总费用法评价互斥方案。方案的综合总费用是方案的投资与基准投资回收期内年经营成本的总和。计算公式如下:

$$S_j = I_j + P_c \times C_j \quad (4-34)$$

式中 S_j ——第 j 方案的综合总费用。

很显然, $S_j = P_c \times Z_j$ 。故方案的综合总费用即为基准投资回收期内年折算费用的总和。

在方案评选时,综合总费用为最小的方案——即 $\min\{S_j\}$ 为最优方案。

2. 互斥方案动态评价

动态评价是通过等值计算,将不同时点的净现金流量,换算到同一时点,从而消除方案时间价值上的不可比。常用的互斥方案动态评价方法有净现值 NPV、内部收益率 IRR、净年值 NAV、净现值率 NPVR 等几种。

(1) 计算期相同时互斥方案动态评价

1) 净现值 (NPV) 法

对互斥方案评价,首先分别计算各个方案的净现值,剔除 $NPV < 0$ 的方案,即进行方案的绝对效果检验;然后对所有 $NPV \geq 0$ 的方案比较其净现值,选择净现值最大的方案为最佳方案。净现值评价互斥方案的判据是:净现值不小于零且为最大的方案是最优可行方案。

很容易证明,按方案净现值的大小直接进行比较,可同时满足对互斥方案绝对效果评价和相对效果评价的要求。

$$\begin{aligned} NPV &= \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t} = \sum_{t=0}^n A_t (P/F, i_c, t) \\ NPV(2-1) &= \sum_{t=0}^n (A_2 - A_1)_t (P/F, i_c, t) \\ &= \sum_{t=0}^n A_{2t} (P/F, i_c, t) - \sum_{t=0}^n A_{1t} (P/F, i_c, t) \\ &= NPV(2) - NPV(1) \end{aligned} \quad (4-35)$$

当目标是使净现值最大时,如果 $NPV(2) \geq NPV(1)$,则 $NPV(2-1)$ 一定是正的。由此可见,两者结论是一致的。但直接用净现值的大小来比较更为方便。

在工程经济分析中,对方案所产生的效益相同(或基本相同),但效益无法或很难用货币直接计量的互斥方案进行比较时,常用费用现值 PW 比较替代净现值进行评价,以费用现值较低的方案为最佳。其表达式为:

$$PW = \sum_{t=0}^n CO_t (1 + i_c)^{-t} = \sum_{t=0}^n CO_t (P/F, i_c, t) \quad (4-36)$$

净现值法是评价互斥方案时最常用的方法。有时,在采用不同的评价指标对方案进行比选时,会得出不同的结论,这时往往以净现值指标为最后衡量的标准。

2) 增量内部收益率 (ΔIRR) 法

应用内部收益率 (IRR) 对互斥方案进行评价,能不能直接按各互斥方案的内部收益率 ($IRR_j \geq i_c$) 的高低来选择方案呢? 答案是否定的。因为内部收益率不是项目初始投资

的收益率,而且内部收益率受现金流量分布的影响很大,净现值相同的两个分布状态不同的现金流量,会得出不同的内部收益率。因此,直接按各互斥方案的内部收益率的高低来选择方案并不一定能选出净现值(基准收益率下)最大的方案,即 $IRR(2) > IRR(1) \geq i_c$ 并不意味着一定有 $IRR(2-1) = \Delta IRR > i_c$ 。

【例 4-3】 现有两互斥方案,其净现金流量见表 4-4 所列。设基准收益率为 10%,试用净现值和内部收益率评价方案。

[例 4-3] 现金流量表 (万元)

表 4-4

方案	净现金流量				
	0	1	2	3	4
1 方案	-7000	1000	2000	6000	4000
2 方案	-4000	1000	1000	3000	3000

【解】 (1) 净现值 NPV 计算

$$NPV(1) = -7000 + 1000(P/F, 10\%, 1) + 2000(P/F, 10\%, 2) + 6000(P/F, 10\%, 3) + 4000(P/F, 10\%, 4) = 2801.7 \text{ 万元}$$

$$NPV(2) = -4000 + 1000(P/F, 10\%, 1) + 1000(P/F, 10\%, 2) + 3000(P/F, 10\%, 3) + 3000(P/F, 10\%, 4) = 2038.4 \text{ 万元}$$

(2) 内部收益率 IRR 计算

$$\text{由 } NPV(IRR_1) = -7000 + 1000(P/F, IRR_1, 1) + 2000(P/F, IRR_1, 2) + 6000(P/F, IRR_1, 3) + 4000(P/F, IRR_1, 4) = 0$$

解得: $IRR_1 = 23.67\%$

$$\text{由 } NPV(IRR_2) = -4000 + 1000(P/F, IRR_2, 1) + 1000(P/F, IRR_2, 2) + 3000(P/F, IRR_2, 3) + 3000(P/F, IRR_2, 4) = 0$$

解得: $IRR_2 = 27.29\%$

从以上情况可知,1 方案的内部收益率低,净现值高;而 2 方案则内部收益率高,净现值低。如图 4-9 所示。

从计算结果或图 4-9 可看出, $IRR_1 < IRR_2$, 如果以内部收益率为评价准则,2 方案优于 1 方案;而以净现值为评价准则,基准收益率为 $i_c = 10\%$ 时, $NPV(1) > NPV(2)$, 方案 1 优于方案 2, 这就产生了矛盾。

到底哪个指标作评价准则得出的结论正确呢?

由于净现值是相对效果和绝对效果合二而一的指标,评价结果有效。而用内部收益率评价互斥方案,仅有了绝对效果,还要看相对效果评价结果,即增量投资内部收益率 ΔIRR 是否大于基准收益率 i_c , 若 $\Delta IRR > i_c$, 投资大的方案 1 优于方案

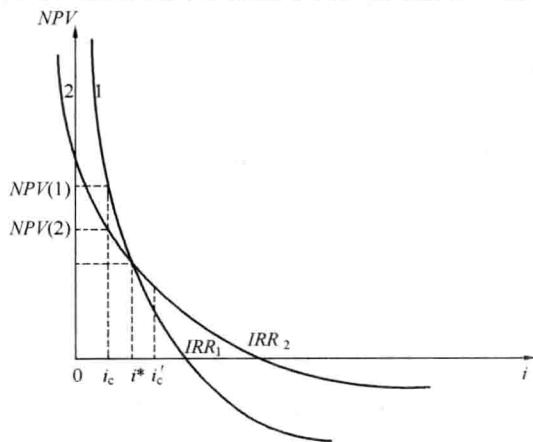


图 4-9 互斥方案净现值函数示意图

2; 若 $\Delta IRR < i_c$, 则投资小的方案 2 优于方案 1。

增量投资内部收益率 ΔIRR 是两方案各年净现金流量的差额的现值之和等于零时的折现率, 其表达式为:

$$\Delta NPV(\Delta IRR) = \sum_{t=0}^n (A_{1t} - A_{2t})(1 + \Delta IRR)^{-t} = 0 \quad (4-37a)$$

$$\sum_{t=0}^n A_{1t} (1 + \Delta IRR)^{-t} = \sum_{t=0}^n A_{2t} (1 + \Delta IRR)^{-t} \quad (4-37b)$$

式中 ΔIRR ——增量投资内部收益率;

$A_{1t} = (CI - CO)_{1t}$ ——初始投资大的方案年净现金流量;

$A_{2t} = (CI - CO)_{2t}$ ——初始投资小的方案年净现金流量。

从式 (4-37b) 可看出, 增量投资内部收益率就是 $NPV(1) = NPV(2)$ 时的折现率。计算本例增量投资内部收益率 $\Delta IRR = 18.80\%$ 。增量投资内部收益率大于基准收益率 10% , 投资大的方案 1 优于方案 2, 与净现值评价准则的结论一致, 与内部收益率直接比较的结论矛盾。若基准收益率为 $i'_c = 20\%$, 如图 4-9 所示, 则 $NPV'(1) < NPV'(2)$, $IRR(2) > IRR(1)$, $\Delta IRR < i'_c$, 无论以哪个指标为评价准则, 得出的结论完全一致, 方案 2 优于方案 1。所以, 采用内部收益率评价互斥方案的绝对效果后, 再采用增量投资内部收益率评价互斥方案的相对效果的结果, 可与按净现值指标评价结果保持一致。

增量投资内部收益率也是两互斥方案等额年金相等的折现率。

增量内部收益率法也可用于仅有费用现金流量的互斥方案比选。在这种情况下, 实际上是把增量投资所导致的对其他费用的节约看成是增量收益。

应用内部收益率 IRR 评价互斥方案经济效果的基本步骤如下:

① 计算各备选方案的 IRR_j , 分别与基准收益率 i_c 比较, IRR_j 小于 i_c 的方案, 即予淘汰。

② 将 $IRR_j \geq i_c$ 的方案按初始投资额由小到大依次排列。依次用初始投资大的方案的现金流量减去初始投资小的方案的现金流量, 所形成的增量投资方案的现金流量是常规投资形式, 处理起来较为方便。

③ 按初始投资额由小到大依次计算相邻两个方案的增量内部收益率 ΔIRR , 若 $\Delta IRR > i_c$, 则说明初始投资大的方案优于初始投资小的方案, 保留投资大的方案; 反之, 则保留投资小的方案。直至全部方案比较完毕, 保留的方案就是最优方案。

3) 净年值 (NAV) 法或年成本 (AC) 法

前述已知, 净年值与净现值是等价的 (或等效的)。同样, 在互斥方案评价时, 只需按方案净年值的大小直接进行比较即可得出最优可行方案。在具体应用净年值评价互斥方案时, 常根据应用的条件不同, 分为净年值法与年成本法两种情况:

第一种情况, 当给出“+”、“-”现金流量时, 分别计算各方案的净年值。凡净年值小于零的方案, 先行淘汰, 在余下方案中, 选择净年值大者为优。若各方案的净年值均为“-”, 且必须从中选择一方案时, 择其绝对值小者为优。

第二种情况, 当各方案所产生的效益相同, 或者当各方案所产生的效益无法或很难用货币直接计量时, 可以用等额年成本 (AC, Annual Cost) 替代净年值 (NAV) 进行评价, 以年成本 (AC) 较低的方案为最佳。其表达式为:

$$AC = \sum_{t=0}^n CO_t(P/F, i_c, t)(A/P, i_c, n) \quad (4-38)$$

采用年成本 (AC) 法或净年值 (NAV) 法进行评价所得出的结论是完全一致的, 因此在实际互斥方案评价应用中, 视互斥方案的实际情况任意选择其中的一种方法即可。

4) 净现值率 (NPVR) 法

单纯用净现值最大为标准进行方案选优, 往往导致评价人趋向于选择投资大、盈利多的方案, 而忽视盈利额较少、但投资更少、经济效果更好的方案。因此, 在互斥方案经济效果实际评价中, 当资金无限制时, 用净现值 NPV 法评价; 当有资金限制时, 可以考虑用净现值率 (NPVR) 法进行辅助评价。

净现值率大小说明方案单位投资所获得的超额净效益大小。用 NPVR 评价互斥方案, 当对比方案的投资额不同, 且有明显的资金总量限制时, 先行淘汰 $NPVR < 0$ 的方案, 对余下 $NPVR \geq 0$ 的方案, 选净现值率较大的方案。

应当指出, 用净现值率 (NPVR) 评价方案所得的结论与用净现值 (NPV) 评价方案所得的结论并不总是一致的。

(2) 计算期不同的互斥方案经济效果的评价

以上所讨论的都是对比方案的计算期相同的情形。然而, 现实中很多方案的计算期往往是不同的。这时必须消除计算期的不可比性, 使计算期不等的互斥方案能在一个共同的计算期基础上进行比较, 以保证结论的合理性。

1) 净年值 (NAV) 法

用净年值进行寿命不等的互斥方案经济效果评价, 实际上隐含着这样一种假定: 各备选方案在其寿命结束时均可按原方案重复实施或以与原方案经济效果水平相同的方案接续。净年值是以“年”为时间单位比较各方案的经济效果, 如果不考虑通货膨胀和技术进步的影响, 一个方案无论重复实施多少次, 其净年值是不变的, 从而使寿命不等的互斥方案间具有可比性。

评价判据: 以各备选方案净现金流量的净年值 $NAV \geq 0$ 且 NAV 最大者为最优方案。

由于可不考虑计算期的不同, 在对寿命不等的互斥方案进行比选时, 净年值是比较内部收益率 (IRR) 和净现值更为简便的方法。

2) 净现值 (NPV) 法

前述已知, 净现值 (NPV) 是价值型指标, 其用于互斥方案评价时必须考虑时间的可比性, 即在相同的计算期下比较净现值 (NPV) 的大小。常用方法有最小公倍数法和研究期法。

① 最小公倍数法 (又称方案重复法)

是以各备选方案计算期的最小公倍数作为方案比选的共同计算期, 并假设各个方案均在这样一个共同的计算期内重复进行, 即各备选方案在其计算期结束后, 均可按与其原方案计算期内完全相同的现金流量系列周而复始地循环下去直到共同的计算期。在此基础上, 计算出各个方案的净现值, 以净现值最大的方案为最佳方案。

最小公倍数法解决了寿命不等的方案之间净现值的可比性问题。但这种方法所依赖的方案可重复实施的假定不是在任何情况下都适用的。对于某些不可再生资源开发型项目, 或者寿命原本较长的项目, 在进行计算期不等的互斥方案比选时, 方案可重复实施的假定

不再成立, 这种情况下就不能用最小公倍数法确定计算期。

② 研究期法

针对上述最小公倍数法的不足, 对计算期不相等的互斥方案, 可采用另一种确定共同计算期的方法——研究期法。这种方法是根据对市场前景的预测, 直接选取一个适当的分析期作为各个方案共同的计算期。

一般以互斥方案中年限最短或最长方案的计算期作为互斥方案评价的共同研究期。当然也可取所期望的计算期为共同研究期。通过比较各个方案在该研究期内的净现值来对方案进行比选, 以净现值最大的方案为最佳方案。

对于计算期短于共同研究期的方案, 仍可假定其计算期完全相同地重复延续, 也可按新的现金流量序列延续。需要注意的是: 对于计算期 (或者是计算期加其延续) 比共同研究期长的方案, 要对其在研究期以后的现金流量余值进行估算, 并回收余值。该项余值估算的合理性及准确性, 对方案比选结论有重要影响。

③ 无限计算期法

如果评价方案的最小公倍数计算期很大, 上述计算非常麻烦, 则可取无穷大计算期法计算 NPV, 取其最大者为最优方案。即:

$$NPV = NAV(P/A, i_c, n) = NAV \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

当 $n \rightarrow \infty$, 即工程项目计算期为无限大时, 有:

$$NPV = \frac{NAV}{i} \quad (4-39)$$

3) 增量内部收益率 (ΔIRR) 法

用增量内部收益率进行寿命不等的互斥方案评价, 需要首先对各备选方案进行绝对效果检验, 然后再对通过绝对效果检验 (NPV 、 NAV 不小于零, IRR 不小于基准收益率) 的方案用计算增量内部收益率的方法进行比选。

求解寿命不等互斥方案间增量内部收益率的方程可用令两方案净年值相等的方式建立:

$$\sum_{t=0}^{n_A} A_{At}(P/F, \Delta IRR, t)(A/P, \Delta IRR, n_A) = \sum_{t=0}^{n_B} A_{Bt}(P/F, \Delta IRR, t)(A/P, \Delta IRR, n_B) \quad (4-40a)$$

$$\sum_{t=0}^{n_A} A_{At}(P/F, \Delta IRR, t)(A/P, \Delta IRR, n_A) - \sum_{t=0}^{n_B} A_{Bt}(P/F, \Delta IRR, t)(A/P, \Delta IRR, n_B) = 0 \quad (4-40b)$$

在 ΔIRR 存在的条件下, 若 $\Delta IRR > i_c$, 则初始投资大的方案为优; 若 $0 < \Delta IRR < i_c$, 则初始投资小的方案为优。

对于仅有或仅需计算费用现金流量的寿命不等的互斥方案, 求解方案间增量内部收益率的方程可用令两方案费用年值相等的方式建立。见式 (4-40c)。

$$\sum_{t=0}^{n_A} CO_{At}(P/F, \Delta IRR, t)(A/P, \Delta IRR, n_A) - \sum_{t=0}^{n_B} CO_{Bt}(P/F, \Delta IRR, t)(A/P, \Delta IRR, n_B) = 0 \quad (4-40c)$$

在 ΔIRR 存在的条件下, 若 $\Delta IRR > i_c$, 则初始投资大的方案为优; 若 $0 < \Delta IRR < i_c$,

则初始投资小的方案为优。

【例 4-4】 已知表 4-5 中数据, 试用 NPV 、 AW 、 IRR 指标进行方案比较。设 $i_c = 10\%$ 。

[例 4-4] 数据 (万元)

表 4-5

	方案 A	方案 B
总投资 (0 年发生)	3500	5000
年净现金流量 (年末发生)	1255	1117
估计寿命 (年)	4	8

【解】 (1) 绘制现金流量图

如图 4-10 所示。

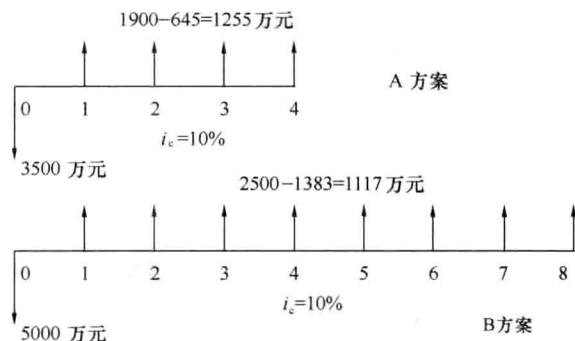


图 4-10 [例 4-4] 现金流量图

(2) 评价

1) 净现值评价

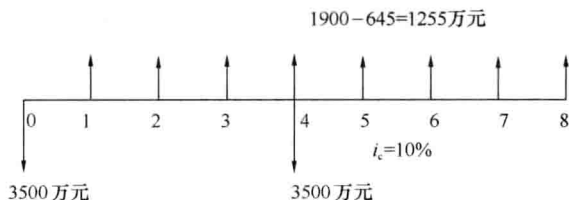
① 利用各方案研究期的最小公倍数计算 (图 4-11)。本例即为 8 年的研究期。

$$NPV(A) = -3500[1 + (P/F, 10\%, 4)] + 1255(P/A, 10\%, 8)$$

$$= -3500(1 + 0.6830) + 1255 \times 5.3349 = 804.80 \text{ 万元}$$

$$NPV(B) = -5000 + 1117(P/A, 10\%, 8) = -5000 + 1117 \times 5.3349 = 959.08 \text{ 万元}$$

故选择 B 方案。

图 4-11 [例 4-4] A 方案 NPV 最小公倍数评价法现金流量图

② 取年限短的方案计算期作为共同的研究期。本例为 4 年。

$$NPV(A) = -3500 + 1255(P/A, 10\%, 4) = -3500 + 1255 \times 3.1699 = 478.22 \text{ 万元}$$

设方案 B 固定资产在第 4 年末的回收余值为投资的 30%，期末流动资金回收 200 万元，则：

$$NPV(B) = -5000 + 1117(P/A, 10\%, 4) + (5000 \times 30\% + 200)(P/F, 10\%, 4)$$

$$= -5000 + 1117 \times 3.1699 + 1700 \times 0.683 = -298.12 \text{ 万元}$$

故选择 A 方案。

由此看出,当产品寿命周期为 8 年时,选择方案 B;当产品寿命周期为 4 年时,应选择方案 A。

2) 年值 (AW) 评价

当产品寿命期为 8 年时,

$$AW(A) = -3500(A/P, 10\%, 4) + 1255 = -3500 \times 0.3155 + 1255 = 150.75 \text{ 万元}$$

$$AW(B) = -5000(A/P, 10\%, 8) + 1117 = -5000 \times 0.1875 + 1117 = 180.00 \text{ 万元}$$

故选择方案 B。

当产品寿命期为 4 年时,

$$AW(A) = -3500(A/P, 10\%, 4) + 1255 = -3500 \times 0.3155 + 1255 = 150.75 \text{ 万元}$$

$$AW(B) = -5000(A/P, 10\%, 4) + 1117 + 1700 \times (A/F, 10\%, 4)$$

$$= -5000 \times 0.3155 + 1117 + 1700 \times 0.2155 = -94.15 \text{ 万元}$$

故选择方案 A。

3) 设产品寿命期为 8 年,用内部收益率 (IRR) 评价

① 计算各方案自身内部收益率

$$NPV(A) = -3500 + 1255(P/A, IRR_A, 4) = 0$$

$$i_1 = 15\%, NPV(A) = -3500 + 1255 \times 2.855 = 83.03 \text{ 万元}$$

$$i_2 = 17\%, NPV(A) = -3500 + 1255 \times 2.7432 = -57.28 \text{ 万元}$$

$$IRR_A = 15\% + 83.03(17\% - 15\%) / (83.03 + 57.28) = 16.18\% > i_c = 10\%$$

故 A 方案可行。

$$NPV(B) = -5000 + 1117(P/A, IRR_B, 8) = 0$$

$$i_1 = 15\%, NPV(B) = -5000 + 1117 \times 4.4873 = 12.31 \text{ 万元}$$

$$i_2 = 17\%, NPV(B) = -5000 + 1117 \times 4.2072 = -300.56 \text{ 万元}$$

$$IRR_B = 15\% + 12.31(17\% - 15\%) / (12.31 + 300.56) = 15.08\% > i_c = 10\%$$

B 方案可行。

② 计算增量投资内部收益率

$$AW(B-A) = -5000(A/P, \Delta IRR, 8) + 3500(A/P, \Delta IRR, 4) + (1117 - 1255) = 0$$

$$i_1 = 12\%, AW(B-A) = -5000 \times 0.2013 + 3500 \times 0.3292 - 138 = 7.805 \text{ 万元}$$

$$i_2 = 13\%, AW(B-A) = -5000 \times 0.20839 + 3500 \times 0.33619 - 138 = -3.285 \text{ 万元}$$

$$\Delta IRR = 12\% + 7.805(13\% - 12\%) / (7.805 + 3.285) = 12.7\% > i_c = 10\%$$

选择初始投资大的 B 方案。

4.3.4 其他多方案经济评价

其他多方案评价,包括互补方案、现金流量相关方案、组合—互斥方案和混合相关方案等方案类型的评价。

1. 互补方案经济评价

经济上互补而又对称的方案可以结合在一起作为一个“综合体”来考虑;经济上互补而不对称的方案,如建筑物 A 和空调 B 则可将问题转化为对有空调的建筑物方案 C 和没

有空调的建筑物方案 A 这两个互斥方案的经济比较。

2. 现金流量相关方案经济评价

对现金流量相关方案,不能简单地按照独立方案或互斥方案的评价方法来分析,而应首先确定方案之间的相关性,对其现金流量之间的相互影响作出准确的估计,然后根据方案之间的关系,把方案组合成互斥方案(如跨江收费项目的建桥方案 A 或轮渡方案 B,可以考虑的方案组合是方案 A、方案 B 和 AB 混合方案。在 AB 混合方案中,方案 A 的收入将因另一方案 B 的存在而受到影响),最后按照互斥方案的评价方法对组合方案进行比选。

3. 组合—互斥方案——有资金限制的独立方案的评价

在若干独立方案比较和选优过程中,最常见的约束是资金的约束。对于独立方案的比选,如果没有资金的限制,只要方案本身的 $NPV \geq 0$ 或 $IRR \geq i_c$,方案就可行。但在有明确的资金限制时,受资金总拥有量的约束,不可能采用所有经济上合理的方案,只能从中选择若干个方案实施,这就出现了资金合理分配问题。此时,独立方案在约束条件下成为相关方案。几个独立方案组合之间就变成了互斥关系。

有资金约束条件下的独立方案选择,其根本原则在于使有限的资金获得最大的经济利益。具体评价方法有独立方案组合法和净现值率排序法。

(1) 独立方案组合法

在有资金约束条件下,由于每个独立方案都有两种可能——选择或者拒绝,故 n 个独立方案可以构成 2^n 个组合方案。每个方案组合可以看成是一个满足约束条件的互斥方案,这样按互斥方案的经济评价方法可以选择一个符合评价准则的可行方案组合。因此,有约束条件的独立方案的选择可以通过方案组合转化为互斥方案的比选。评价基本步骤如下:

1) 分别对各独立方案进行绝对效果检验。即剔除 $NPV < 0$ 或 $IRR < i_c$ 的方案。

2) 对通过绝对效果检验的方案,列出不超过总投资限额的所有组合投资方案,则这些组合方案之间具有互斥的关系。

3) 将各组合方案按初始投资额大小顺次排列,按互斥方案的比选原则,选择最优的方案组合,即分别计算各组合方案的净现值或增量投资内部收益率,以净现值最大的组合方案为最佳方案组合;或者以增量投资内部收益率判断准则选择最佳方案组合。由于增量投资内部收益率与净现值评价结论是一致的,为简化有资金约束的独立方案的评价,一般仅用净现值最大作为最优的方案组合选择准则。

在有资金约束条件下运用独立方案组合法进行比选,其优点是在各种情况下均能保证获得最佳组合方案,但缺点是在方案数目较多时,其计算比较繁琐。

(2) 净现值率排序法

净现值率大小说明该方案单位投资所获得的超额净效益大小。应用 NPVR 评价方案时,将净现值率不小于零的各个方案按净现值率的大小依次排序,并依此次序选取方案,直至所选取的方案组合的投资总额最大限度地接近或等于投资限额为止。

按净现值率排序原则选择项目方案,其基本思想是,单位投资的净现值越大,在一定投资限额内所能获得的净现值总额就越大。

在有明显的资金总量限制,且各项目占用资金远小于资金总拥有量时,适宜用净现值率进行方案选优。

净现值率排序法的优点是计算简便。缺点是由于方案投资的不可分性，一个方案只能作为一个整体被接受或放弃，经常会出现资金没有被充分利用的情况，因而不一定能保证获得最佳组合方案。

【例 4-5】 现有八个独立方案，其初始投资、净现值、净现值率的计算结果已列入表 4-6，试在投资预算限额为 12000 万元内，用净现值率排序法确定其投资方案的最优组合。

[例 4-5] 有关数据表

表 4-6

方案	A	B	C	D	E	F	G	H
投资额（万元）	4000	2400	800	1800	2600	7200	600	3000
NPV（万元）	2400	1080	100	450	572	1296	84	1140
NPVR	0.6	0.45	0.13	0.25	0.22	0.18	0.14	0.38
NPVR 大小	1	2	8	4	5	6	7	3

【解】 最佳方案组合投资： $A+B+H+E=4000+2400+3000+2600=12000$ 万元

最佳方案组合净现值： $A+B+H+E=2400+1080+1140+572=5192$ 万元

4. 混合相关方案评价

对混合相关方案评价，不管项目间是独立的或是互斥的或是有约束的，它们的解法都一样，即把所有的投资方案的组合排列出来，然后进行排序和取舍。

综上所述，进行多方案经济比选基本思路就是先变相关为互斥，再用互斥方案的评价方法来评价。评价时应注意如下问题：

(1) 方案经济评价，应遵循效益与费用计算口径对应一致的原则，注意各方案的可比性。

(2) 在方案不受资金约束的情况下，一般采用增量内部收益率、净现值和净年值等指标评价方案。当有资金限制，且各方案占用资金远低于资金总拥有量时，一般宜采用净现值率评价方案。

(3) 对计算期不同的方案进行比选时，宜采用净年值和年费用等指标。如果采用增量内部收益率、净现值率等方法进行比较时，则应对各方案的计算期进行适当处理。

(4) 对效益相同或效益基本相同但难以具体估算的方案进行比较时，可采用最小费用法，包括费用现值比较法和年费用比较法。

案例分析

某煤化工项目盈利能力分析

本项目为新建年产 30 万 t 煤化工项目。项目建设期 2 年，运营期 14 年，计算期为 16 年。项目总投资 95016 万元，其中建设投资 68634 万元，建设期借款利息 3332 万元，流动资金 23050 万元。

项目形成固定资产 68066 万元，无形资产原值 3300 万元，其他资产 600 万元。固定资产残值为零。

该项目期第 1 年初建设投资为 32369 万元，第 2 年初建设投资为 36265 万元。项目第

3年投产，于第3年、第4年初分别投入流动资金16135万元和6915万元。

项目产品年产销量为30万t，预测销售价格为10650元/t，项目正常年份的营业收入为319500万元。产品增值税税率为17%，城市维护建设税和教育费附加分别按增值税的7%和3%计。项目正常年份的进项税为44727万元，项目正常年份的经营成本为272486万元。

投产的第1年生产能力仅为设计生产能力的70%，这一年的销售收入、经营成本和进项增值税均按照正常年份的70%估算。投产的第2年及其以后的各年生产均达到设计生产能力。该项目各年的销售收入、经营成本和销售税金及附加均在年末发生。该行业的基准静态投资回收期为6年，基准动态投资回收期为8年，基准收益率为14%。以下是对该项目的经济评价过程。

首先，根据企业的投资、成本、销售收入和销售税金及附加情况编制现金流量表，见案例分析表4-1所列。

现金流量表（万元）

案例分析表 4-1

年份 \ 时点	合计	建设期		生产经营期					
		0	1	2	3	4	5~12	13~15	16
现金流入	4400200				223650	319500	319500	319500	342550
营业收入	4377150				223650	319500	319500	319500	319500
回收固定资产余值									
补贴收入									
回收流动资金	23050								23050
现金流出	3837878	32369	36265	16135	198326	273445	273445	273445	273445
建设投资	68634	32369	36265						
流动资金	23050			16135	6915				
经营成本	3733058				190740	272486	272486	272486	272486
增值税金及附加	13136				671	959	959	959	959
维持运营投资									
净现金流量	562322	-32369	-36265	-16135	25324	46055	46055	46055	69105
累计净现金流量		-32369	-68634	-84769	-59445	-13390	355051	493217	562322

1. 静态投资回收期计算

根据案例分析表4-1中的数据，按以下公式计算项目的静态投资回收期：

静态投资回收期 = 累计净现金流量首次出现正值的年份 - 1 + 出现正值年份上一年累计净现金流量的绝对值 ÷ 出现正值年份当年的净现金流量

$$\text{静态投资回收期} = 5 - 1 + (|-13390| \div 46055) = 4.29 \text{ 年}$$

2. 动态投资回收期计算

根据案例分析表4-1中的数据，计算各年现金流量折现值和累计折现值，计算情况见案例分析表4-2所列。

净现金流量计算表（万元）

案例分析表 4-2

项目\时点	0	1	2	3	4	5	6
净现金流量	-32369	-36265	-16135	25324	46055	46055	46055
折现值	-32369	-31811.40	-12415.36	17092.74	27268.38	23919.63	20982.13
累计折现值	-32369	-64180.40	-76595.76	-59503.03	-32234.65	-8315.02	12667.11

按以下公式计算项目的动态投资回收期：

动态投资回收期=累计折现值首次出现正值的年份-1+上年累计折现值的绝对值÷当年净现金流量的折现值

动态投资回收期=6-1+（|-8315.02|÷20982.13）=5.40 年

3. 净现值的计算

根据案例分析表 4-1 中的数据，求该项目财务净现值：

$$NPV = \sum_{t=0}^n (CI - CO)(1 + 14\%)^{-t}$$
$$= -32369 - 36265(P/F, 14\%, 1) - 16135(P/F, 14\%, 2) + 25324(P/F, 14\%, 3) + 46055(P/A, 14\%, 12)(P/F, 14\%, 3) + 69105(P/F, 14\%, 15)$$
$$= 124944.97 \text{ 万元}$$

4. 内部收益率计算

如果试算结果满足：NPV₁>0，NPV₂<0，且满足精度要求，可采用线性内插法计算出拟建项目的内部收益率 IRR。

当 i₁=33%时，NPV₁=112.25 万元，当 i₂=34%时，NPV₂=-2636.72 万元，则可以采用线性内插法计算拟建项目的内部收益率 IRR。即：

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 + |NPV_2|} (i_2 - i_1) = 33\% + \frac{112.25}{112.25 + |-2636.72|} \times (34\% - 33\%)$$
$$= 33.04\%$$

根据以上经济评价指标的计算结果可以得出以下结论：项目净现值为 124944.97 万元，大于零；内部收益率为 33.04%，大于行业基准收益率 14%；息税前投资回收期为 4.29 年，静态投资回收期为 4.29 年，动态投资回收期为 5.40 年，均小于行业基准投资回收期。因此，该项目的财务盈利能力可满足要求。

[案例思考]

- 1. 财务盈利能力分析的全部现金流量表中，固定资产投资为什么不包括建设期贷款利息？
- 2. 应用线性内插法计算内部收益率时要注意什么？

思考题

- 1. 影响基准收益率的因素主要有哪些？
- 2. 内部收益率的经济含义是什么？
- 3. 投资方案有哪几种类型？试举例说明。

习题

1. 某方案的现金流量见习题表 4-1 所列, 基准收益率为 15%, 试计算: (1) 投资回收期; (2) 净现值 NPV; (3) 内部收益率。

习题表 4-1

时点	0	1	2	3	4	5
现金流量 (万元)	-2000	450	550	650	700	800

2. 某公共事业拟订一个 15 年规划, 分三期建成, 期初投资 60000 元, 5 年后再投资 50000 元, 10 年后再投资 40000 元。每年的保养费均发生在年末, 前 5 年每年 1500 元, 次 5 年每年 2500 元, 最后 5 年每年 3500 元, 15 年年末残值为 8000 元。试用 8% 的基准收益率计算该规划的费用现值和费用年值。

3. 某投资方案初始投资为 120 万元, 年营业收入为 100 万元, 寿命为 6 年, 残值为 10 万元, 年经营费用为 50 万元。投资发生在年初, 其余现金流量的发生遵循年末习惯法。试求该投资方案的内部收益率。

4. 建一个临时仓库需 8000 元, 一旦拆除即毫无价值, 假定仓库每年净收益为 1360 元。

(1) 使用 8 年时, 其内部收益率为多少?

(2) 若希望得到 10% 的收益率, 则该仓库至少使用多少年才值得投资?

5. 已知方案 A、B、C 的有关资料见习题表 4-2 所列, 基准收益率为 15%。试分别用净现值法与内部收益率法对这三个方案选优。

习题表 4-2

方案	初始投资 (万元)	年收入 (万元)	年支出 (万元)	经济寿命 (年)
A	3000	1800	800	5
B	3650	2200	1000	5
C	4500	2600	1200	5

6. 某施工机械有两种不同型号, 其有关数据见习题表 4-3 所列, 利率为 10%。试问购买哪种型号的机械比较经济?

习题表 4-3

方案	初始投资 (元)	年经营收入 (元)	年经营费 (元)	残值 (元)	寿命 (年)
A	120000	70000	6000	20000	10
B	90000	70000	8500	10000	8

7. 为修建某河的大桥, 经考虑有 A、B 两处可供选点。在 A 地建桥, 其投资为 1200 万元, 年维护费 2 万元, 水泥桥面每 10 年翻修一次需 5 万元; 在 B 点建桥, 预计投资 1100 万元, 年维护费 8 万元, 该桥每 3 年粉刷一次 3 万元, 每 10 年整修一次 4 万元。若利率为 10%, 试比较两个方案哪个为最优。

8. 有四个独立方案, 其数据见习题表 4-4 所列, 若预算资金为 30 万元, 各方案寿命均为 8 年, 基准收益率为 12%, 应选择哪些方案?

习题表 4-4

方案	A	B	C	D
初始投资（万元）	15	14	13	17
年净收益（万元）	5	4	3.5	5.5

9. 有 6 个方案的数据见习题表 4-5 所列，设定资金限额为 30 万元，基准收益率为 10%，寿命为 5 年。现已知 A_1 、 A_2 互斥， B_1 、 B_2 互斥， C_1 、 C_2 互斥； B_1 、 B_2 从属于 A_1 ， C_1 从属于 A_2 ， C_2 从属于 B_1 。试选择最优的投资组合方案。

习题表 4-5

方案	A1	A2	B1	B2	C1	C2
初始投资（万元）	12	16	9	7	8	7
年净收益（万元）	4	5	3	2.5	3	2.5

延伸阅读

1. 李景宗，王海政．工程经济学理论与实践 [M]．郑州：黄河水利出版社，2008.

2. 王建廷．建设工程项目管理及工程经济 [M]．重庆：重庆大学出版社，2012.

引例

失败的摩天大楼

20 世纪 60 年代末期，帝雪曼公司投资了位于纽约曼哈顿 45 至 46 街区的一个房地产开发项目，该项目总投资达到 11200 万美元，帝雪曼公司投入了 2500 万美元的自有资金。“摩天楼”在一天天升高，而曼哈顿房地产的市场却每况愈下。1969~1973 年，曼哈顿写字楼的供给量净增 5500 万平方英尺，即在原有基础上增加了 30%，然而，此间曼哈顿白领阶层的人数因向市郊迁移减少了 4%。1973 年末，曼哈顿写字楼的空置率高达 20%。即便当时通货膨胀率较高，租金水平仍急速下降。1969 年，曼哈顿地区最优的写字楼的租金为 16 美元/平方英尺，而到 1973 年末最多也只能达到 10 美元/平方英尺的水平，低于这座摩天楼 12 美元/平方英尺的盈亏平衡租金。

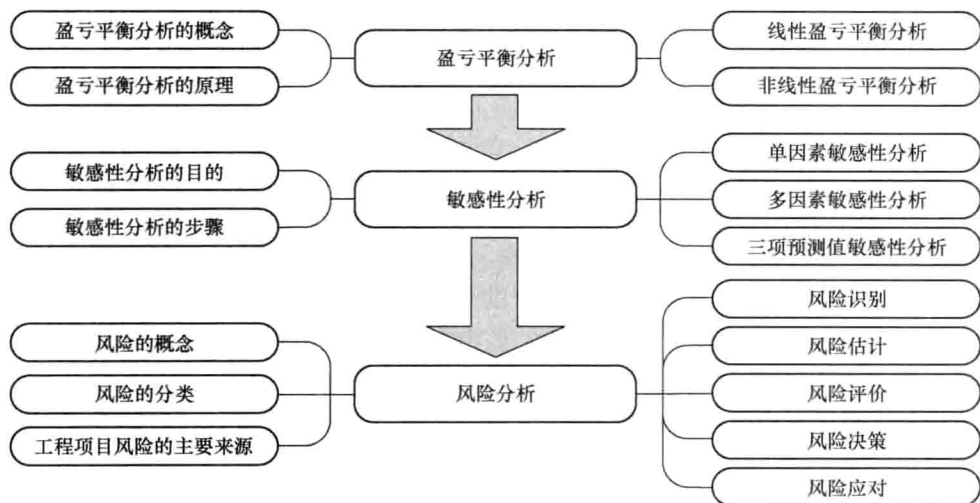
帝雪曼公司一开始的确收到过美国通用电话电子公司有意将公司总部设在这座摩天大楼的信函，然而该公司老板后来却改变了初衷。帝雪曼公司由于未能将大楼出租出去，每月损失达 100 万美元。帝雪曼公司寄希望于 1976 年市态能有所好转。然而，1976 年春整个纽约仍处在经济萧条的困难时期。公司因无力偿还抵押贷款的本息而破产，最终损失 3000 多万美元。（资料来源：吴德夫，失败的摩天楼——纽约曼哈顿房地产开发项目投资失败案例分析，中外房地产导报，1994，20。）

启 示

受风险因素影响，纽约曼哈顿房地产投资项目由于现金流入未达到预计水平，最终以失败而告终，而投资造成的巨大损失又导致了公司的破产。可见，工程不确定性和风险分析在投资决策中至关重要。

本章知识结构图

工程项目投资决策面对未来，项目评价所采用的数据大部分来自估算和预测，有一定程度的不确定性和风险。为了尽量避免投资决策失误，有必要进行风险与不确定性分析。本章知识结构如下图所示。



5.1 盈亏平衡分析

盈亏平衡分析是在完全竞争或垄断竞争的市场条件下，研究工程项目特别是制造业项目产品成本费用、产销量与盈利的平衡关系的方法。对于一个工程项目而言，随着产销量的变化，盈利与亏损之间一般至少有一个转折点，这种转折点称为盈亏平衡点 BEP (Break Even Point)。在这点上，营业收入与成本费用相等，既不亏损也不盈利。盈亏平衡分析就是要找出项目方案的盈亏平衡点。一般说来，对工程项目有市场前景的生产能力而言，盈亏平衡点越低，项目盈利的可能性就越大，对不确定因素变化所带来的风险的承受能力就越强。盈亏平衡分析只适用于财务评价。

盈亏平衡分析的基本方法是建立成本与产量、营业收入与产量之间的函数关系，通过对这两个函数及其图形的分析，找出盈亏平衡点。

5.1.1 线性盈亏平衡分析

线性盈亏平衡分析的基本公式如下。

年营业收入方程：

$$R = P \cdot Q \quad (5-1)$$

年总成本费用方程：

$$C = F + V \cdot Q + T \cdot Q \quad (5-2)$$

年利润方程：

$$B = R - C = (P - V - T)Q - F \quad (5-3)$$

式中 R ——年总营业收入；

P ——单位产品销售价格；

Q ——项目设计生产能力或年产量；

C ——年总成本费用；

F ——年总成本中的固定成本；

V ——单位产品变动成本；

T ——单位产品增值税金及附加；

B ——年总利润。

当盈亏平衡时, $B=0$,

则年产量的盈亏平衡点:

$$BEP_Q = \frac{F}{P - V - T} \quad (5-4)$$

当采用含增值税价格时, 式中分母还应扣除增值税。

营业收入的盈亏平衡点:

$$BEP_R = P \left(\frac{F}{P - V - T} \right) \quad (5-5)$$

盈亏平衡点的生产能力利用率:

$$BEP_Y = \frac{BEP_Q}{Q} = \frac{F}{(P - V - T)Q} \quad (5-6)$$

经营安全率:

$$BEP_S = 1 - BEP_Y \quad (5-7)$$

盈亏平衡点的生产能力利用率一般不应大于 75%; 经营安全率一般不应小于 25%。

产品销售价格的盈亏平衡点:

$$BEP_P = \frac{F}{Q} + V + T \quad (5-8)$$

单位产品变动成本的盈亏平衡点:

$$BEP_V = P - T - \frac{F}{Q} \quad (5-9)$$

以上分析如图 5-1 所示。

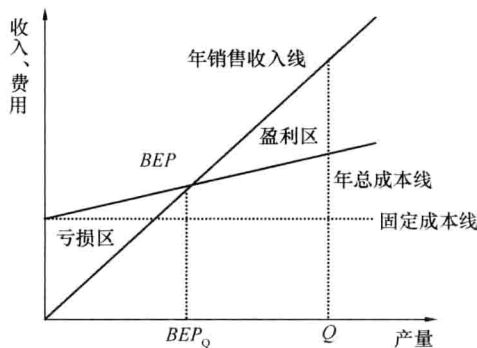


图 5-1 线性盈亏平衡分析图

【例 5-1】 某制造业项目设计方案年产量为 12 万 t, 已知每吨产品的销售价格为 675 元, 每吨产品缴付的增值税金及附加为 165

元, 单位可变成本为 250 元, 年总固定成本费用为 1500 万元。试求用产量表示的盈亏平衡点、盈亏平衡点的生产能力利用率、盈亏平衡点的售价。

【解】 $R=675 \times Q$

$$C = 1500 + (250 + 165) \times Q$$

$$BEP_Q = 1500 \div (675 - 250 - 165) = 5.77 \text{ 万吨}$$

$$BEP_Y = 5.77 \div 12 \times 100\% = 48.08\%$$

$$BEP_p = 1500 \div 12 + 250 + 165 = 540 \text{ 元/吨}$$

5.1.2 非线性盈亏平衡分析

在垄断竞争条件下,随着项目产品销量的增加,市场上该产品的售价就要下降,因而营业收入与产销量之间是非线性关系;同时,企业增加产量时原材料价格可能上涨,同时要多支付一些加班费、奖金以及设备维修费,使产品的单位可变成本增加,从而总成本与产销量之间也成非线性关系;这种情况下,盈亏平衡点可能不止一个。如图 5-2 所示。

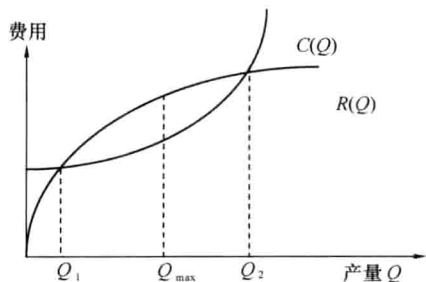


图 5-2 非线性盈亏平衡分析

【例 5-2】 某项目投产以后,年固定成本为 66000 元,单位产品变动成本为 28 元,由于原材料整批购买,每多生产一件产品,单位变动成本可降低 0.001 元;售价为 55 元,销量每增加一件产品,售价下降 0.0035 元。试求盈亏平衡点及最大利润时的产量。

【解】 产品的售价为:

$$55 - 0.0035Q$$

单位产品的变动成本为:

$$28 - 0.001Q$$

(1) 求盈亏平衡点的产量 Q_1 和 Q_2

$$C(Q) = 66000 + (28 - 0.001Q)Q = 66000 + 28Q - 0.001Q^2$$

$$R(Q) = 55Q - 0.0035Q^2$$

根据盈亏平衡原理:

$$C(Q) = R(Q)$$

$$\therefore 66000 + 28Q - 0.001Q^2 = 55Q - 0.0035Q^2$$

$$\therefore 0.0025Q^2 - 27Q + 66000 = 0$$

$$Q_1 = \frac{27 - \sqrt{27^2 - 4 \times 0.0025 \times 66000}}{2 \times 0.0025} = 3470 \text{ 件}$$

$$Q_2 = \frac{27 + \sqrt{27^2 - 4 \times 0.0025 \times 66000}}{2 \times 0.0025} = 7060 \text{ 件}$$

(2) 求最大利润时的产量 $Q_{\max}$

由 $B = R - C$, 得:

$$B = -0.0025Q^2 + 27Q - 66000$$

令 $B'(Q) = 0$, 得:

$$-0.005Q + 27 = 0$$

$$Q_{\max} = \frac{27}{0.005} = 5400 \text{ 件}$$

如果一个企业生产多种产品,可换算成单一产品,或选择其中一种不确定性最大的产品进行分析。

运用盈亏平衡分析，在方案选择时应优先选择盈亏平衡点较低者，盈亏平衡点越低意味着项目的抗风险能力越强，越能承受意外的变化。

5.1.3 互斥方案的盈亏平衡分析

在需要对若干个互斥方案进行比选的情况下，如果有某一个共有的不确定因素影响这些方案的取舍，可以先求出两方案的盈亏平衡点，再根据盈亏平衡点进行方案取舍。

【例 5-3】某产品有两种生产方案，方案 A 初始投资为 70 万元，预期年净现金流量 15 万元；方案 B 初始投资 170 万元，预期年净现金流量 35 万元。该项目产品的市场寿命具有较大的不确定性，如果给定基准收益率为 15%，不考虑期末资产残值，试就项目寿命期分析两方案的临界点。

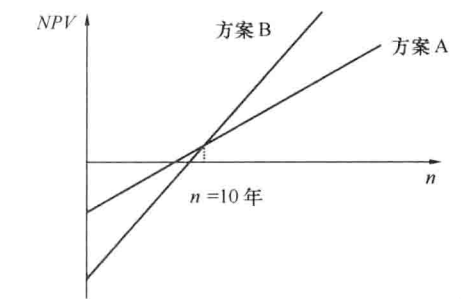


图 5-3 [例 5-3]盈亏平衡分析图

【解】设项目寿命期为 n ：
$$NPV_A = -70 + 15(P/A, 15\%, n)$$
$$NPV_B = -170 + 35(P/A, 15\%, n)$$
当 $NPV_A = NPV_B$ 时，有：
$$-70 + 15(P/A, 15\%, n) = -170 + 35(P/A, 15\%, n)$$
$$(P/A, 15\%, n) = 5$$
查复利系数表，得两方案寿命期的临界点 $n \approx 10$ 年，如图 5-3 所示。

10 年是以项目寿命期为共有变量时方案 A 与方案 B 的盈亏平衡点。由于方案 B 年净现金流量较高，项目寿命期延长对方案 B 有利。故可知：如果根据市场预测，项目寿命期小于 10 年，应采用方案 A；如果寿命期在 10 年以上，则应采用方案 B；当项目实际寿命期为 10 年时，A 方案与 B 方案无差异。

【例 5-4】拟建某工程项目，有三种技术方案可供采纳，每一方案的产品成本见表 5-1，试比较三个方案。

【解】设 Q 为预计产量，各方案的成本费用方程为：
$$C = V_Q + F$$
$$C_A = 50Q + 1500$$
$$C_B = 20Q + 4500$$
$$C_C = 10Q + 16500$$

【例 5-4】成本数据表		表 5-1		
方 案	A	B	C	
产品可变成本(元/件)	50	20	10	
产品固定成本(元)	1500	4500	16500	

令 $C_A = C_B$ 求得 $Q_{AB} = 100$ 件
令 $C_B = C_C$ 求得 $Q_{BC} = 1200$ 件
令 $C_A = C_C$ 求得 $Q_{AC} = 375$ 件
今以横轴表示产量，纵轴表示成本，绘出盈亏平衡图，如图 5-4 所示。

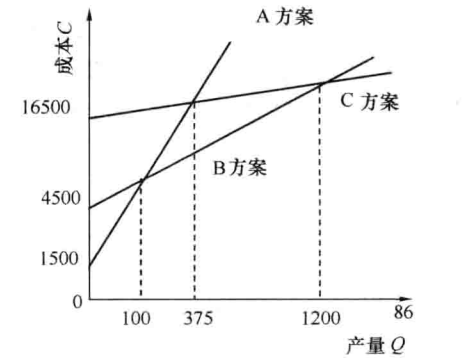


图 5-4 [例 5-4]盈亏平衡分析图

从图中可以看出,当产量小于100件时,A方案为优;当产量为100~1200件时,B方案为优;当产量大于1200件时,C方案为优。决策时可结合市场预测结果及投资条件进行方案取舍。

5.2 敏感性分析

敏感性分析是通过研究建设项目主要不确定因素发生变化时,项目经济效果指标发生的相应变化,找出项目的敏感因素,确定其敏感程度,并分析该因素达到临界值时项目的承受能力。敏感性分析可同时用于财务评价和国民经济评价。

5.2.1 敏感性分析的目的和步骤

1. 敏感性分析的目的

(1) 把握不确定性因素在什么范围内变化方案的经济效果最好,在什么范围内变化效果最差,以便对不确定性因素实施控制。

(2) 区分敏感性大的方案和敏感性小的方案,以便选出敏感性小的——即风险小的方案。

(3) 找出敏感性大的因素,向决策者提出是否需要进一步搜集资料,进行研究,以提高经济分析的可靠性。

2. 敏感性分析的步骤

一般,敏感性分析可按以下步骤进行。

(1) 选定需要分析的不确定因素。这些因素主要有:产品产量(生产负荷)、产品售价、主要资源价格(原材料、燃料或动力等)、可变成本、固定资产投资、建设期贷款利率及外汇汇率等。

(2) 确定进行敏感性分析的经济评价指标。衡量建设项目经济效果的指标较多,敏感性分析一般只对几个重要的指标进行分析,如净现值、内部收益率、投资回收期等。由于敏感性分析是在确定性经济评价的基础上进行的,故选为敏感性分析的指标应与经济评价所采用的指标相一致。

(3) 计算因不确定因素变动引起的评价指标的变动值。一般就所选定的不确定因素,设若干级变动幅度(通常用变化率表示)。然后计算与每级变动相应的经济评价指标值,建立一一对应的数量关系,并用敏感性分析图或敏感性分析表的形式表示。

(4) 计算敏感度系数并对敏感因素进行排序。所谓敏感因素是指该不确定因素的数值有较小的变动就能使项目经济评价指标出现较显著改变的因素。敏感度系数的计算公式为:

$$\beta = \Delta A / \Delta F \quad (5-10)$$

式中 β ——评价指标A对于不确定因素F的敏感度系数;

ΔA ——不确定因素F发生 ΔF 变化率时,评价指标A的相应变化率(%);

ΔF ——不确定因素F的变化率(%)。

(5) 计算变动因素的临界点。临界点是指项目允许不确定因素向不利方向变化的极限值。超过极限,项目的效益指标将不可行。例如,当建设投资上升到某值时,内部收益率

将刚好等于基准收益率,此点称为建设投资上升的临界点。临界点可用临界点百分比或者临界值分别表示,其含义是某一变量的变化达到一定的百分比或者一定数值时,项目的评价指标将从可行转变为不可行。临界点可用专用软件计算,也可由敏感性分析图直接求得近似值。

根据项目经济目标,如经济净现值或经济内部收益率等所作的敏感性分析叫经济敏感性分析。而根据项目财务目标所作的敏感性分析叫做财务敏感性分析。

依据每次所考虑的变动因素的数目不同,敏感性分析又分单因素敏感性分析和多因素敏感性分析。

5.2.2 单因素敏感性分析

每次只考虑一个因素的变动,而假设其他因素保持不变时所进行的敏感性分析,叫做单因素敏感性分析。

【例 5-5】 某项目基本方案的基本数据估算值如表 5-2 所列,现金流量服从年末习惯法。试进行敏感性分析(基准收益率 $i_c=8\%$)。

[例 5-5] 基本方案的基本数据估算表

表 5-2

因素	建设投资 I (万元)	年营业收入 R (万元)	年经营成本 C (万元)	期末残值 L (万元)	寿命 n (年)
估算值	1500	600	250	200	6

【解】 (1) 以年营业收入 R 、年经营成本 C 和建设投资 I 为拟分析的不确定因素。

(2) 选择项目的内部收益率为评价指标。

(3) 本方案的现金流量,见表 5-3 所列。

[例 5-5] 基本方案的现金流量表 (万元)

表 5-3

年 份	1	2	3	4	5	6
1 现金流入		600	600	600	600	800
1.1 年营业收入		600	600	600	600	600
1.2 期末残值回收						200
2 现金流出	1500	250	250	250	250	250
2.1 建设投资	1500					
2.2 年经营成本		250	250	250	250	250
3 净现金流量	-1500	350	350	350	350	550

则方案的内部收益率 IRR 由下式确定:

$$\begin{aligned}
 & -I(1+IRR)^{-1} + (R-C) \sum_{t=2}^5 (1+IRR)^{-t} + (R+L-C)(1+IRR)^{-6} = 0 \\
 & -1500(1+IRR)^{-1} + 350 \sum_{t=2}^5 (1+IRR)^{-t} + 550(1+IRR)^{-6} = 0
 \end{aligned}$$

采用试算法得:

$$NPV(i=8\%) = 31.08 \text{ 万元} > 0$$

$$NPV(i=9\%) = -7.92 \text{ 万元} < 0$$

采用线性内插法可求得:

$$IRR = 8\% + \frac{31.08}{31.08 + 7.92}(9\% - 8\%) = 8.79\%$$

(4) 计算营业收入、经营成本 and 建设投资变化对内部收益率的影响, 结果见表 5-4 所列。

[例 5-5] 因素变化对内部收益率的影响

表 5-4

内部收益率 变化率 (%) 不确定因素	-10%	-5%	基本方案	+5%	+10%
营业收入	3.01	5.94	8.79	11.58	14.30
经营成本	11.12	9.96	8.79	7.61	6.42
建设投资	12.70	10.67	8.79	7.06	5.45

内部收益率的敏感性分析图, 如图 5-5 所示。

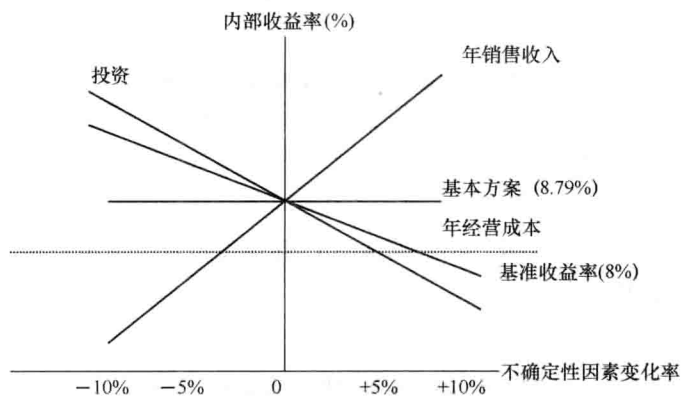


图 5-5 [例 5-5] 单因素敏感性分析图

(5) 计算方案对各因素的敏感度。

平均敏感度的计算公式如下：

$$\beta = \frac{\text{评价指标变化的幅度}(\%)}{\text{不确定性因素变化的幅度}(\%)} \quad (5-11)$$

对于 [例 5-5] 的方案而言，

$$\text{年营业收入平均敏感度} = \frac{(14.30 - 3.01) \div 8.79 \times 100\%}{20\%} = 9.846$$

$$\text{年经营成本平均敏感度} = \frac{|6.42 - 11.12| \div 8.79 \times 100\%}{20\%} = 2.67$$

$$\text{建设投资平均敏感度} = \frac{|5.45 - 12.70| \div 8.79 \times 100\%}{20\%} = 4.12$$

显然，内部收益率对年营业收入变化的反应最为敏感。

5.2.3 多因素敏感性分析

单因素敏感性分析的方法简单，但其不足之处在于忽略了因素之间的相关性。实际上，一个因素的变动往往也伴随着其他因素的变动，多因素敏感性分析考虑了这种相关

性,因而能反映几个因素同时变动对项目产生的综合影响,弥补了单因素分析的局限性,更全面地揭示了事物的本质。因此,在对一些有特殊要求的项目进行敏感性分析时,除进行单因素敏感性分析外,还应进行多因素敏感性分析。

【例 5-6】 某项目有关数据如表 5-5 所列。如果可变因素为初始投资与年营业收入,并考虑它们同时发生变化,试通过净年值指标对该项目进行敏感性分析。

[例 5-6] 数据表

表 5-5

指标	初始投资 (元)	寿命 (年)	年营业收入 (元)	年支出 (元)	残值 (元)	折现率 (%)
估计值	10000	5	5000	2200	2000	8

【解】 令 x 及 y 分别代表初始投资及年营业收入变化的百分数,则项目必须满足下式才能成为可行:

$$NAV = -10000(1+x)(A/P, 8\%, 5) + 5000(1+y) - 2200 + 2000(A/F, 8\%, 5) \geq 0$$

$$\text{即 } 636.32 - 2504x + 5000y \geq 0$$

这是一个直线方程。将其在坐标图上表示出来(图 5-6)即为 $NAV > 0$ 的临界线。在临界线上, $NAV = 0$; 在临界线左上方的区域, $NAV > 0$; 在临界线右下方的区域, $NAV < 0$ 。

在这个例子中,如果方案的寿命也是关键参数,则需分析三个参数同时发生变化的敏感性。

由于很难处理三维以上敏感性的表达式,为了简化起见,可以按不同寿命期($n=2, 3, 4, 5, 6$ 年)研究三个参数同时发生变化时净年值的相应变化。令 $NAV(n)$ 代表寿命为 n 的净年值,则方案必须满足下列不等式才可行。

$$NAV(n) = -10000(1+x)(A/P, 8\%, n) + 5000(1+y) - 2200 + 2000(A/F, 8\%, n) \geq 0$$

$$NAV(2) = -1846.62 - 5607.70x + 5000y \geq 0$$

$$y \geq 0.369 + 1.12x$$

$$NAV(3) = -464.24 - 3880.30x + 5000y \geq 0$$

$$y \geq 0.092848 + 0.776x$$

$$NAV(4) = -224.64 - 3019.2x + 5000y \geq 0$$

$$y \geq -0.044928 + 0.60384x$$

$$NAV(5) = 636.32 - 3504.6x + 5000y \geq 0$$

$$y \geq -0.12726 + 0.50092x$$

$$NAV(6) = 909.44 - 2163.20x + 5000y \geq 0$$

$$y \geq -0.18188 + 0.4326x$$

根据上面的不等式,可绘出一组损益平衡线(图 5-7)。只要 $n \geq 4$, 方案就具有一定的抗风险能力。但是 $n=4$ 时,投资及年营业收入发生估计误差的允许范围就很小了。比如当投资增加 10% 时,年营业收入至少要增加 1.55% 才能使净现值大于零。

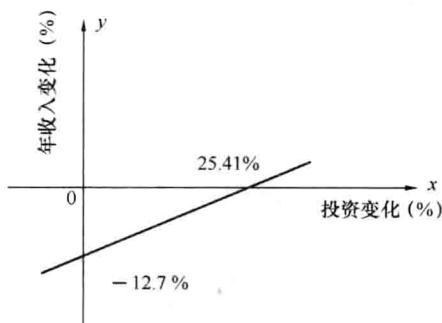


图 5-6 [例 5-6] 双因素变化敏感性分析图

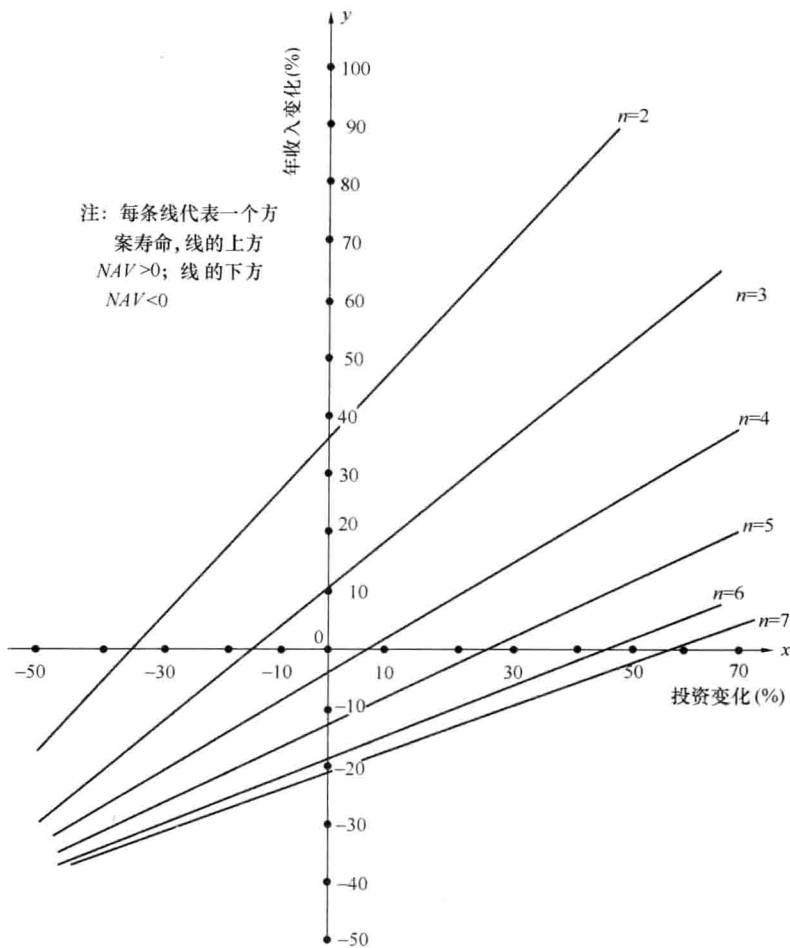


图 5-7 [例 5-6] 年值敏感性分析图（多因素）

5.2.4 三项预测值敏感性分析

多因素敏感性分析要考虑可能发生的多种因素不同变动幅度的多种组合，计算起来要比单因素敏感性分析复杂得多。当分析的不确定因素不超过三个，且指标计算比较简单时，可以采用三项预测值敏感性分析。

三项预测值的基本思路是，对技术方案的各种参数分别给出三个预测值（估计值），即悲观的预测值 P ，最可能的预测值 M ，乐观的预测值 O 。根据这三种预测值即可对技术方案进行敏感性分析并作出评价。

【例 5-7】 某企业准备购置新设备，投资、寿命等数据见表 5-6 所列，试就使用寿命、年支出和年营业收入三项因素按最有利、很可能和最不利三种情况，进行净现值敏感性分析， $i_c = 8\%$ 。

【解】 计算过程见表 5-7 所列。

在表 5-7 中，最大的 NPV 是 69.35 万元。

即寿命、营业收入、年支出均处于最有利状态时：

[例 5-7] 数据表 (万元)

表 5-6

因素 因素变化	总投资	使用寿命	年营业收入	年支出
最有利 (O)	15	18	11	2
很可能 (M)	15	10	7	4.3
最不利 (P)	15	8	5	5.7

$$NPV = (11 - 2)(P/A, 8\%, 18) - 15 = 9 \times 9.372 - 15 = 69.35 \text{ 万元}$$

在表 5-7 中, 最小的 NPV 是 -21.56 万元, 即寿命在 O 状态、营业收入和年支出在 P 状态时:

$$NPV = (5 - 5.7) \times (P/A, 8\%, 18) - 15 = -0.7 \times 9.372 - 15 = -21.56 \text{ 万元}$$

[例 5-7] 三项预测值敏感性分析 (万元)

表 5-7

净现值 年销售收入		年支出								
		O			M			P		
		寿 命								
		O	M	P	O	M	P	O	M	P
O		69.35	45.39	36.72	47.79	29.89	23.50	34.67	20.56	15.46
M		31.86	18.55	13.74	10.3	3.12	0.52	-2.82	-6.28	-7.53
P		13.12	5.13	2.24	8.44	-10.30	-10.98	-21.56	-19.70	-19.00

敏感性分析在一定程度上就各种不确定因素的变动对方案经济效果的影响作了定量描述。这有助于决策者了解方案的风险情况, 有助于确定在决策过程中及各方案实施过程中需要重点研究与控制的因素。但是, 敏感性分析没有考虑各种不确定因素在未来发生变化的概率, 这可能会影响分析结论的准确性。实际上, 各种不确定因素在未来发生某一幅度变动的概率一般是有所不同的。可能有这样的情况, 通过敏感性分析找出的某一敏感因素未来发生不利变动的概率很小, 因而实际上所带来的风险并不大, 以至于可以忽略不计; 而另一不太敏感的因素未来发生不利变动的概率却很大, 实际上所带来的风险比那个敏感因素更大。这种问题是敏感性分析所无法解决的, 必须借助于风险分析方法。

5.3 风险分析

5.3.1 风险的概念

1. 风险的概念

风险, 是相对于预期目标而言, 经济主体遭受损失的不确定性。理解风险的概念应该把握以下三要素。

(1) 不确定性是风险存在的必要条件

风险和不确定性是两个不完全相同但又密切相关的概念。如果某种损失必定要发生或必定不会发生, 人们可以提前计划或通过成本费用的方式予以明确, 风险是不存在的。只

有当人们对行为产生的未来结果无法事先准确预料时,风险才有可能存在。

(2) 潜在损失是风险存在的充分条件

不确定性的存在并不一定意味着风险,因为风险是与潜在损失联系在一起的,即实际结果与目标发生的负偏离,包括没有达到预期目标的损失。例如,如果投资者的目标是基准收益率 15%,而实际的内部收益率在 20%~30%之间,虽然具体数值无法确定,但最低的收益率都高于目标收益率,绝无风险可言。如果这项投资的内部收益率估计可能在 12%~18%之间,则它是一个有风险的投资,因为实际收益率有比目标水平 15%小的可能性。

(3) 经济主体是风险成立的基础

风险成立的基础是存在承担行为后果的经济主体(个人或组织),即风险行为人必须是行为后果的实际承担人。如果有某位投资者对其投资后果不承担任何责任,或者只负盈不负亏,那么投资风险对他就没有任何意义,他也不可能花费精力进行风险管理。

2. 风险的分类

按照风险与不确定性的关系、风险与时间的关系和风险与行为人的关系,可以对风险进行以下分类。

(1) 纯风险和理论风险

这是根据风险与不确定性的关系进行分类的一种方法。纯风险是指不确定性中仅存在损失的可能性,即纯风险没有任何收益的可能,只有损失的可能。例如,由于火灾或洪水造成对财产的破坏,以及由于事故或疾病造成的意外伤亡。理论风险是指不确定性中既存在收益的不确定性也存在损失的不确定性。高新技术开发活动和证券投资活动往往包含理论风险。

(2) 静态风险和动态风险

这是根据风险与时间的关系划分风险类型的一种方法。静态风险,是社会经济处于稳定状态时的风险。例如,由于诸如飓风、暴雨、地震等随机事件而造成的不确定性。动态风险则是由于社会经济随时间的变化而产生的风险。例如,经济体制的改革、城市规划的改变、日新月异的科技创新、人们思想观念的转变等带来的风险。

静态和动态风险并不是各自独立的,较大的动态风险可能会提高某些类型的静态风险。例如,与天气状况有关的损失导致的不确定性,这种风险通常被认为是静态的。然而,越来越多的证据显示,日益加速的工业化造成的环境污染,可能正在影响全球的天气状况,从而提高了静态风险发生的可能性。

(3) 主观风险和客观风险

按照风险与行为人的关系可以将风险划分为主观风险和客观风险。主观风险本质上是心理上的不确定性,这种不确定性来源于行为人的思维状态和对行为后果的看法。客观风险与主观风险的最大区别在于,它可通过统计规律更精确地观察和测量。

主观风险提供了一种方法去解释人们面临相同的客观风险却得出不同结论的这一行为。因此,仅知道客观风险的程度是远远不够的,还必须了解一个人对风险的态度。

各种风险类型之间的关系,如图 5-8 所示。

3. 工程项目风险的主要来源

(1) 市场风险

指由于市场供求和价格的不确定性导致损失的可能性。具体讲,就是由于市场需求量、需求偏好以及市场竞争格局、政治经济、法规政策等方面的变化导致市场行情可

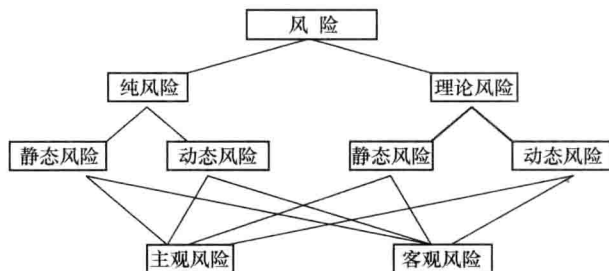


图 5-8 各种风险类型的关系

能发生不利的变化而使工程项目经济效果或企业发展目标达不到预期的水平，比如营业收入、利润或市场占有率等低于期望水平。对于大多数工程项目，市场风险是最直接也是最主要的风险。

(2) 技术风险

指高新技术的应用和技术进步使建设项目目标发生损失的可能性。在项目建设和运营阶段一般都涉及各种高新技术的应用。由于种种原因，实际的应用效果可能达不到原先预期的水平，从而也就可能使项目的目标无法实现，形成高新技术应用风险。此外，建设项目以外的技术进步会使项目的相对技术水平降低，从而影响了项目的竞争力和经济效果。这就构成了技术进步风险。

(3) 财产风险

指与项目建设有关的企业和个人所拥有、租赁或使用财产，面临可能被破坏、被损毁以及被盗窃的风险。财产风险的来源包括项目建设和运营过程中火灾、闪电、洪水、地震、飓风、暴雨、偷窃、爆炸、暴乱、冲突等。此外，与财产损失相关的可能损失还包括停产停业的损失、采取补救措施的费用和不能履行合同对他人造成的损失。

(4) 责任风险

指承担法律责任后对受损一方进行补偿而使自己蒙受损失的可能性。随着法律的建立健全和执法力度的加强，工程建设过程中，个人和组织越来越多地通过诉诸法律补偿自己受到的损失。司法裁决可能对受害一方进行经济补偿，同时惩罚与责任有关的个人或组织。即使被告最终免除了责任，辩护一个案子的费用也是必不可少的。因此，经济主体必须谨慎识别那些可能对自己造成影响的责任风险。

(5) 信用风险

这是指由于有关行为主体不能做到重合同、守信用而导致目标损失的可能性。在工程项目的建设和运营过程中，合同行为作为市场经济运行的基本单元具有普遍性和经常性，如工程承包合同、分包合同、设备材料采购合同、贷款合同、租赁合同、销售合同等。这些合同规范了诸多合作方的行为，是使工程顺利进行的基础。但如果有行为主体钻合同的空子损害另一方当事人的利益或者单方面无故违反承诺，则毫无疑问，建设项目将受到损失，这就是信用风险。

4. 风险分析及其步骤

风险分析，是一种识别和测算风险，设计和选择方案来控制风险的有组织的手段。风险分析的步骤包括：风险识别、风险估计、风险评价、风险决策和风险应对。风险分析可

同时用于财务评价和国民经济评价。

5.3.2 风险识别

风险识别,是指采用系统论的观点对项目全面考察,找出潜在的各种风险因素,并对各种风险进行比较、分类,确定各因素间的相关性与独立性,判断其发生的可能性及对项目的影响程度,按其重要性进行排队,或赋予权重。风险识别是风险分析和管理的一项基础性工作,其主要任务是明确风险存在的可能性,为风险估计、风险评价和风险应对奠定基础。敏感性分析是初步识别风险因素的重要手段。

风险识别是一项极富艺术性的工作,要求风险分析人员拥有较强的洞察能力、分析能力以及丰富的实际经验。

风险识别的一般步骤是:

- (1) 明确所要实现的目标。
- (2) 找出影响目标值的全部因素。
- (3) 分析各因素对目标的相对影响程度。
- (4) 根据各因素向不利方向变化的可能性进行分析、判断,并确定主要风险因素。

例如,某工程项目经济评价指标为内部收益率(IRR),识别项目风险的基本过程如下:

- (1) 找出可能影响 IRR 的各种因素,如图 5-9 所示。

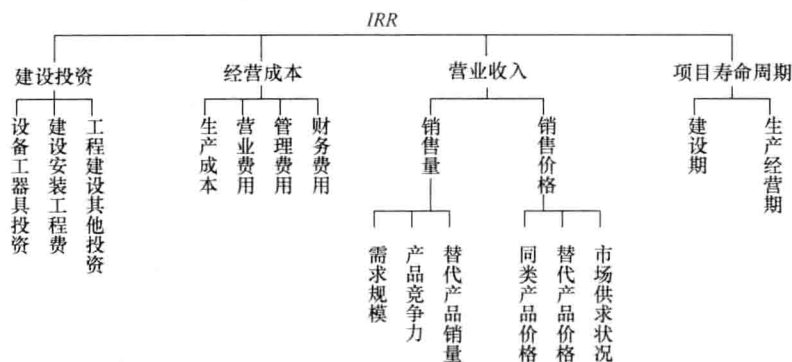


图 5-9 工程项目风险识别图

- (2) 对各种因素逐层分解,直至可直接判断其变动可能性为止。

(3) 根据分析的知识和经验,判断可能发生不利变化的主要因素及其可能性大小。

工程项目投资规模大、建设周期长、涉及因素多,因此,也可以按项目的不同阶段进行风险识别,而且随着建设项目寿命周期的推移,一种风险的重要性会下降,而另一种风险的重要性则会上升,如图 5-10 所示。这样,可以从不同的角度对

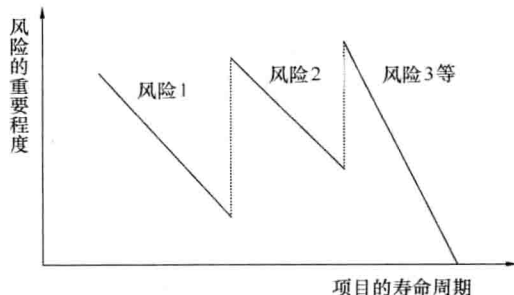


图 5-10 不同阶段项目不同风险的重要程度变化图

项目风险进行更深入的认识。

5.3.3 风险估计

估计风险大小不仅要考虑损失或负偏离发生的大小范围,更要综合考虑各种损失或负偏离发生的可能性大小,即概率。工程建设项目的风险可用项目某一经济效益指标的负偏离(如 $NPV \leq 0$, $IRR \leq i_c$)发生的概率来度量。

风险估计,是指采用主观概率和客观概率分析方法,确定风险因素的概率分布,运用数理统计分析方法,计算项目评价指标相应的概率分布或累计概率、期望值、标准差。

概率分为客观概率和主观概率。客观概率是指用科学的数理统计方法,推断、计算随机事件发生的可能性大小,是对大量历史先例进行统计分析得到的。主观概率是当某些事件缺乏历史统计资料时,由决策人自己或借助于咨询机构或专家凭经验进行估计得出的。实际上,主观概率也是人们在长期实践基础上得出的,并非纯主观的随意猜想。

1. 离散概率分布

当变量可能数值为有限个,这种随机变量称为离散随机变量,其概率密度为间断函数。在此分布下指标期望值为:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n p_i \cdot x_i \quad (5-12)$$

式中 $\bar{x}$ ——指标的期望值;

p_i ——第 i 种状态发生的概率;

x_i ——第 i 种状态下的指标值;

n ——可能的状态数。

指标的方差 D 为:

$$D = \sum_{i=1}^n p_i (x_i - \bar{x})^2 \quad (5-13)$$

指标的均方差(或标准差) σ 为: $\sigma = \sqrt{D}$ 。

【例 5-8】 某工程项目的净现值为随机变量,并有表 5-8 所列的离散型概率分布,求净现值的期望值和方差。

[例 5-8] 数据表 (万元)

表 5-8

净现值的可能状态	1000	1500	2000	2500
概率分布 p	0.1	0.5	0.25	0.15

【解】 净现值的期望值 $= 0.1 \times 1000 + 0.5 \times 1500 + 0.25 \times 2000 + 0.15 \times 2500$
 $= 1725$ 万元

净现值的方差 $= 0.1(1000 - 1725)^2 + 0.5(1500 - 1725)^2 + 0.25(2000 - 1725)^2 +$
 $0.15(2500 - 1725)^2$
 $= 186875$

净现值的均方差 $= 432.29$ 万元。

2. 连续概率分布

当一个变量的取值范围为一个区间,这种变量称为连续变量,其概率密度分布为连续

函数。常用的连续概率分布有：

(1) 正态分布

正态分布是一种最常用的概率分布，特点是密度函数以均值为中心对称分布。概率密度如图 5-11 所示。正态分布适用于描述一般经济变量的概率分布，如销售量、售价、产品成本等。

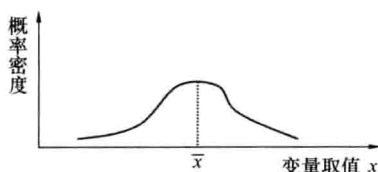


图 5-11 正态分布概率密度图

设变量为 x ， x 的正态分布概率密度函数为 $p(x)$ ， x 的期望值 $\bar{x}$ 和方差 D 计算公式如下：

$$\bar{x} = \int_{-\infty}^{+\infty} xp(x)dx \quad (5-14)$$

$$D = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \bar{x})^2 p(x)dx \quad (5-15)$$

当 $\bar{x} = 0$ 、 $\sqrt{D} = 1$ 时，称这种分布为标准正态分布，用 $N(0, 1)$ 表示。

(2) 三角分布

三角分布的特点是密度函数由悲观值、最可能值和乐观值构成对称的或不对称的三角形。它适用于描述工期、投资等不对称分布的输入变量，也可用于描述产量、成本等对称分布的输入变量，如图 5-12 所示。

(3) 梯形分布

梯形分布是三角分布的特例，在确定变量的乐观值和悲观值后，对最可能值却难以判定，只能确定一个最可能值的范围，这时可用梯形分布描述，如图 5-13 所示。

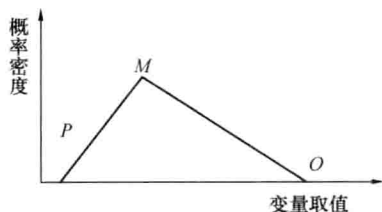


图 5-12 三角分布概率密度图

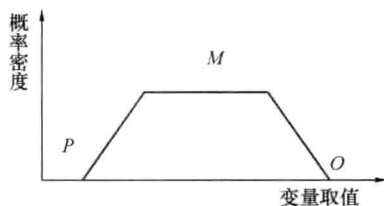


图 5-13 梯形分布概率密度图

(4) β 分布

如果某变量服从 β 分布，则其概率密度在均值两边呈不对称分布，如图 5-14 所示。 β 分布适用于描述工期等不对称分布的变量。通常可以对变量作出三种估计值，即悲观值 P 、乐观值 O 、最可能值 M 。其期望值及方差近似等于：

$$\bar{x} = \frac{P + 4M + O}{6} \quad (5-16)$$

$$D = \left(\frac{O - P}{6} \right)^2 \quad (5-17)$$

(5) 均匀分布

如果指标值服从均匀分布，其期望值和方差如下：

$$\bar{x} = \frac{(a+b)}{2} \quad (5-18)$$

$$D = \frac{(b-a)^2}{12} \quad (5-19)$$

式中 a 、 b ——指标值的最小值和最大值。

均匀分布的概率密度, 如图 5-15 所示。

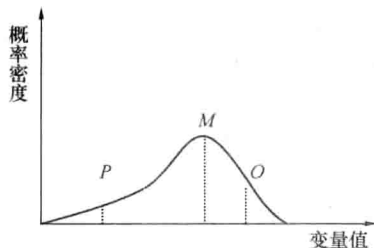


图 5-14 β 分布概率密度图

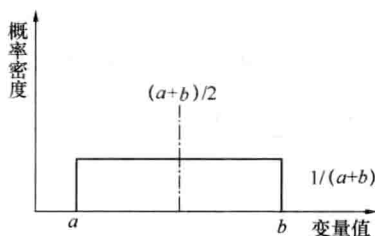


图 5-15 均匀分布概率密度图

3. 概率树分析

概率树分析的一般步骤是:

- (1) 列出要考虑的各种风险因素, 如投资、经营成本、销售价格等。
- (2) 设想各种风险因素可能发生的状态, 即确定其数值发生变化个数。
- (3) 分别确定各种状态可能出现的概率, 并使可能发生状态概率之和等于 1。
- (4) 分别求出各种风险因素发生变化时, 方案净现金流量各状态发生的概率和相应状态下的净现值 $NPV^{(j)}$ 。

- (5) 求方案净现值的期望值 (均值) $E(NPV)$ 。

$$E(NPV) = \sum_{j=1}^k NPV^{(j)} \times p_j \quad (5-20)$$

式中 p_j ——第 j 种状态出现的概率;

k ——可能出现的状态数。

- (6) 求出方案净现值非负的累计概率。

- (7) 对概率分析结果作说明。

【例 5-9】 某项目的技术方案在其寿命期内可能出现的五种状态的净现金流量及其发生的概率见表 5-9, 假定各年份净现金流量之间互不相关, 基准折现率为 10%, 求: (1) 方案净现值的期望值、方差、均方差; (2) 方案净现值不小于零的概率; (3) 方案净现值不小于 1750 万元的概率。

【解】 (1) 对于状态 S_1 , 净现值计算结果如下:

$$\begin{aligned} NPV^{(1)} &= -22.5 + 2.45(P/A, 10\%, 9)(P/F, 10\%, 1) + 5.45(P/F, 10\%, 11) \\ &= -22.5 + 2.45 \times 5.759 \times 0.9091 + 5.45 \times 0.3505 = -7.76 \text{ 百万元} \end{aligned}$$

用相同的方法, 可求得其他 4 种状态的净现值结果, 见表 5-9 所列。

[例 5-9] 不同状态的发生概率及净现金流量 (百万元)

表 5-9

概率 \ 年末	状态	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
		$p_1=0.1$	$p_1=0.2$	$p_1=0.4$	$p_1=0.2$	$p_1=0.1$
0		-22.5	-22.5	-22.5	-24.75	-27
1		0	0	0	0	0
2~10		2.45	3.93	6.90	7.59	7.79
11		5.45	6.93	9.90	10.59	10.94
NPV		-7.76	0.51	17.10	18.70	17.62

根据式 (5-12) 和式 (5-13), 计算方案净现值的期望值、方差、均方差如下:

$$\begin{aligned}
 E(NPV) &= \sum_{j=1}^k NPV^{(j)} \times p_j = 0.1 \times (-7.76) + 0.2 \times 0.51 + 0.4 \times 17.1 + 0.2 \times 18.7 \\
 &\quad + 0.1 \times 17.62 \\
 &= 11.67 \text{ 百万元}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D(NPV) &= \sum_{j=1}^k [NPV^{(j)} - E(NPV)]^2 \times p_j \\
 &= [(-7.76) - 11.67]^2 \times 0.1 + (0.51 - 11.67)^2 \times 0.2 + (17.1 - 11.67)^2 \times 0.4 \\
 &\quad + (18.7 - 11.67)^2 \times 0.2 + (17.62 - 11.67)^2 \times 0.1 = 87.87
 \end{aligned}$$

$$\sigma(NPV) = \sqrt{D(NPV)} = 9.37 \text{ 百万元}$$

(2) 方案净现值的概率树图, 如图 5-16 所示。从图中可知, 方案净现值不小于零的概率为:

$$p(NPV \geq 0) = 0.2 + 0.4 + 0.2 + 0.1 = 0.9$$

(3) 方案净现值不小于 1750 万元的概率为:

$$p(NPV \geq 17.5 \text{ 百万元}) = 0.2 + 0.1 = 0.3$$

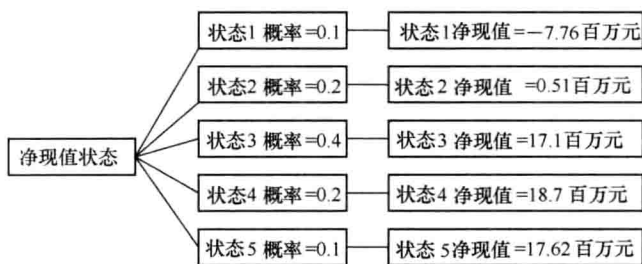


图 5-16 [例 5-9] 方案净现值的概率树图

【例 5-10】 假定在【例 5-9】中方案净现值服从均值为 11.67 百万元、均方差为 9.37 百万元的正态分布, 试求: (1) 方案净现值不小于零的概率; (2) 方案净现值大于 1750 万元的概率。

【解】 根据概率论的有关知识, 若连续型随机变量 x 服从参数为 μ (均值)、 σ (均方差) 的正态分布, 则 x 小于 x_0 的概率为:

$$p(x < x_0) = \Phi\left(\frac{x_0 - \mu}{\sigma}\right) \quad (5-21)$$

ϕ 值可由本书附录的标准正态分布表中查出。

在本例中, 已知 $\mu = E(NPV) = 11.67$ 百万元, $\sigma = \sigma(NPV) = 9.37$ 百万元, 则:

(1) 方案净现值不小于 0 的概率为:

$$p(NPV \geq 0) = 1 - p(NPV < 0) = 1 - \phi\left(\frac{0 - 11.67}{9.37}\right) = 1 - [1 - \phi(1.25)] = 0.8944$$

(2) 方案净现值不小于 1750 万元的概率为:

$$p(NPV \geq 17.5) = 1 - p(NPV < 17.5) = 1 - \phi\left(\frac{17.5 - 11.67}{9.37}\right) = 1 - \phi(0.62) = 0.2676$$

【例 5-11】 某商品住宅小区开发项目现金流量的估计值服从年末习惯法, 见表 5-10 所列, 根据经验推断, 营业收入和开发成本为离散型随机变量, 其值在估计值的基础上可能发生的变化及其概率见表 5-11 所列。试确定该项目净现值不小于零及不小于 3000 万元的概率。基准收益率 $i_c = 12\%$ 。

【例 5-11】基本方案的参数估计 (万元)

表 5-10

年份	1	2	3
营业收入	857	7143	8800
开发成本	5888	4873	6900
其他税费	56	464	1196
净现金流量	-5087	1806	9350

【例 5-11】不确定性因素的变化范围 (万元)

表 5-11

因素	变幅 概率	-20%	0	+20%
营业收入		0.2	0.6	0.2
开发成本		0.1	0.3	0.6

【解】 (1) 项目净现金流量未来可能发生的 9 种状态, 如图 5-17 所示。

(2) 分别计算项目净现金流量各种状态的概率 p_j ($j=1, 2, \dots, 9$):

$$p_1 = 0.2 \times 0.6 = 0.12$$

$$p_2 = 0.2 \times 0.3 = 0.06$$

$$p_3 = 0.2 \times 0.1 = 0.02$$

余类推。结果见图 5-17。

(3) 分别计算项目各状态下的净现值 $NPV^{(j)}$ ($j=1, 2, \dots, 9$):

$$NPV^{(1)} = \sum_{t=1}^3 (CI - CO)_t^{(1)} (1 + 12\%)^{-t} = 3123.2 \text{ 万元}$$

余类推, 结果见图 5-17。

(4) 计算项目净现值的期望值:

$$\begin{aligned} \text{净现值的期望值} &= 0.12 \times 3123.2 + 0.06 \times 5690.4 + 0.02 \times 8257.6 + 0.36 \\ &\quad \times (-141.3) + 0.18 \times 2425.9 + 0.06 \times 4993 + 0.12 \\ &\quad \times (-1767) + 0.06 \times (-838.7) + 0.02 \times 1728.5 \\ &= 1339.1 \text{ 万元} \end{aligned}$$

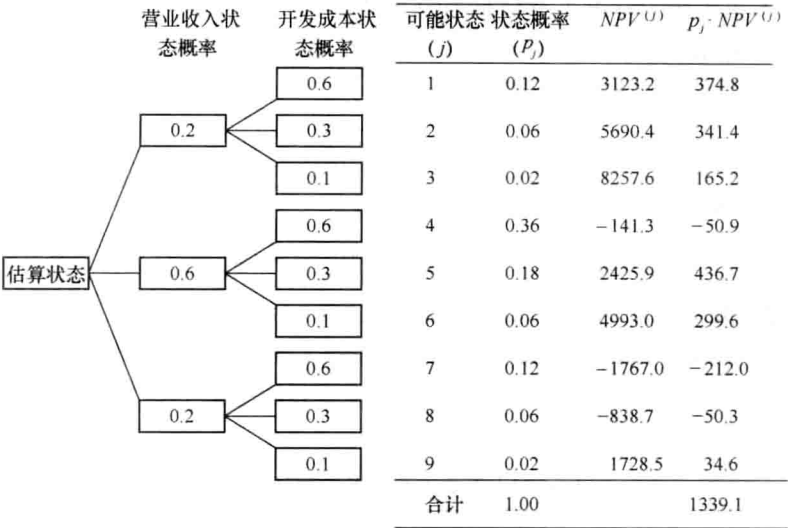


图 5-17 [例 5-11] 概率树图

(5) 计算净现值不小于零的概率：

$$p(NPV \geq 0) = 1 - 0.36 - 0.12 - 0.06 = 0.46$$

(6) 计算净现值不小于 3000 万元的概率：

$$p(NPV \geq 3000) = 0.12 + 0.06 + 0.02 + 0.06 = 0.26$$

结论：该项目净现值的期望值大于零，是可行的。但净现值大于零的概率不够大，说明项目存在一定的风险。

4. 蒙特卡洛模拟法

在风险估计中，概率树法多用于解决比较简单的问题，比如只有一个或二个参数是随机变量，且随机变量的概率分布是离散型的等。但若遇到随机变量较多且概率分布是连续型的，采用概率树法将变得十分复杂，而蒙特卡洛方法却能较方便地解决此类问题。

蒙特卡洛模拟法，是用随机抽样的方法抽取一组输入变量的概率分布特征的数值，输入这组变量计算项目评价指标，通过多次抽样计算可获得评价指标的概率分布及累计概率分布、期望值、方差、标准差，计算项目可行或不可行的概率，从而估计项目投资所承担的风险。

蒙特卡洛模拟法的实施步骤一般为：

- 1) 通过敏感性分析，确定风险随机变量。
- 2) 确定风险随机变量的概率分布。
- 3) 通过随机数表或计算机求出随机数，根据风险随机变量的概率分布模拟输入变量。
- 4) 选取经济评价指标，如净现值、内部收益率等。
- 5) 根据基础数据计算评价指标值。
- 6) 整理模拟结果所得评价指标的期望值、方差、标准差和它的概率分布及累计概率，绘制累计概率图，计算项目可行或不可行的概率。

(1) 离散型随机变量的蒙特卡洛模拟

假如根据专家调查获得的某种产品的年营业收入服从表 5-12 所列的离散型概率分布，

根据表 5-12 绘制累计概率, 如图 5-18 所示。

离散型随机变量的概率分布表

表 5-12

年营业收入 (万元)	1000	1200	1500	2000
概率	0.1	0.5	0.25	0.15
累计概率	0.1	0.6	0.85	1.00

若抽取的随机数为 48867, 从累计概率图纵坐标上找到累计概率为 0.48867, 画一水平线与累计概率折线相交的交点的横坐标值为 1200 万元/年, 即是年营业收入的抽样值。

随机数、累计概率与抽样结果的关系, 见表 5-13 所列。

随机数、累计概率与抽样结果的关系表

表 5-13

年营业收入 (万元)	1000	1200	1500	2000
随机数	00000~09999	10000~59999	60000~84999	85000~99999
累计概率	0.1	0.6	0.85	1.00

(2) 正态分布随机变量的蒙特卡洛模拟

根据正态分布概率密度分布函数可以绘出它的累计概率分布图, 如图 5-19 所示。

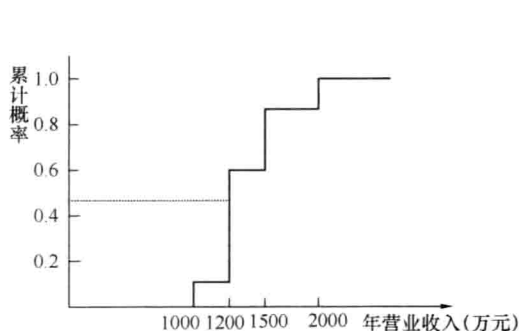


图 5-18 年营业收入累计概率图

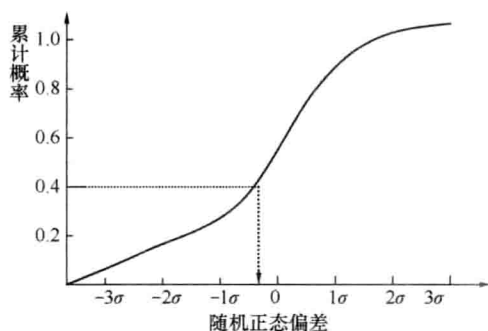


图 5-19 正态分布累计概率图

用随机数作为累计概率的随机值, 每个随机数都可在图 5-19 中对应一个随机正态偏差。也可直接从本书附录中的随机正态偏差表中查取随机正态偏差值。对应的随机变量的抽样结果可通过下式求得:

$$\text{抽样结果} = \text{均值} + \text{随机正态偏差}(RND) \times \text{均方差} \quad (5-22)$$

(3) 均匀分布随机变量的蒙特卡洛模拟

具有最小值 a 和最大值 b 的连续均匀分布随机变量, 其累计概率分布如图 5-20 所示。令 RN 表示随机数, RN_m 表示最大随机数, 根据相似三角形对应成比例的原理, 有:

$$\text{抽样结果} = a + \frac{RN}{RN_m}(b-a) = \frac{a+b}{2} - \frac{b-a}{2} + \frac{RN}{RN_m}(b-a) \quad (5-23)$$

如果某均匀分布随机变量的均值为 8, 变化范围为 6, 则其抽样结果 $= (8 - \frac{6}{2}) +$

$$\frac{RN}{RN_m} \times 6。$$

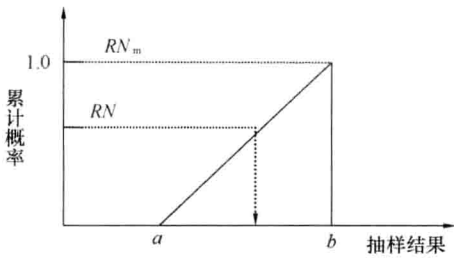


图 5-20 均匀分布累计概率图

【例 5-12】 某工程项目，采用类似项目比较法能较准确地估算出初始投资为 150 万元，投资当年即可获得正常收益。通过敏感性分析推断项目寿命期和年净收益为风险随机变量。项目寿命期估计为 12~16 年，呈均匀分布。年净收益估计呈正态分布，年净收益的均值为 25 万元，标准差为 3 万元。（1）试用蒙特卡洛模拟法描述该项目内部收益率的概率分布；（2）设基准收益率为 12%，计算项目内部

收益率大于 12% 的概率。

[例 5-12] 随机样本数据和 IRR 的计算结果

表 5-14

序号	项目寿命 随机数	项目寿命 (年)	年净收益 随机数	年净收益随 机正态偏差	年净收益 (万元)	内部收益率 (%)
1	303	13	623	0.325	25.98	14.3
2	871	16	046	-1.685	19.95	10.7
3	274	13	318	-0.475	23.58	12.2
4	752	15	318	-0.475	23.58	13.2
5	346	13	980	2.055	31.15	18.5
6	365	13	413	-0.220	24.34	12.9
7	466	14	740	0.640	27.22	15.8
8	021	12	502	0.005	25.02	12.7
9	524	14	069	-1.485	20.55	10.2
10	748	15	221	-0.770	22.69	12.6
11	439	14	106	-1.245	21.27	10.8
12	984	16	636	0.345	26.04	15.7
13	234	13	394	-0.270	24.19	12.7
14	531	15	235	-0.725	22.83	12.7
15	149	12	427	-0.185	24.45	12.2
16	225	13	190	-0.880	22.36	11.1
17	873	16	085	-1.370	20.89	11.5
18	135	12	826	-1.145	21.57	9.6
19	961	16	106	-1.245	21.27	11.8
20	381	13	780	0.770	27.31	15.4
21	439	14	450	-0.125	24.63	13.7
22	289	13	651	0.39	26.17	14.4
23	245	13	654	0.395	26.19	14.4
24	069	12	599	0.25	25.75	13.4
25	040	12	942	1.57	29.71	16.7

【解】(1) 本例中, 需要模拟的随机变量有项目寿命期和年净收益, 且两个随机变量相互独立。根据已知条件, 项目寿命期的模拟结果为: $12 + \frac{RN}{RN_m} \times 4$; 项目年净收益的模拟结果为: $25 + RND \times 3$ 。表 5-14 是 25 个随机样本数据及相应的内部收益率计算结果, 其中, $RN_m = 999$ 。

(2) 蒙特卡洛模拟法累计概率计算表, 见表 5-15 所列, 通过表 5-15 的累计概率计算, 可得该项目内部收益率大于 12% 的概率为 72%。

[例 5-12] 蒙特卡洛模拟法累计概率计算表

表 5-15

模拟顺序	模拟结果 (内部收益率%)	概率 *	累计概率
18	9.6	4%	4%
9	10.2	4%	8%
2	10.7	4%	12%
11	10.8	4%	16%
16	11.1	4%	20%
17	11.5	4%	24%
19	11.8	4%	28%
3	12.2	4%	32%
15	12.2	4%	36%
10	12.6	4%	40%
8	12.7	4%	44%
13	12.7	4%	48%
14	12.7	4%	52%
6	12.9	4%	56%
4	13.2	4%	60%
24	13.4	4%	64%
21	13.7	4%	68%
1	14.3	4%	72%
22	14.4	4%	76%
23	14.4	4%	80%
20	15.4	4%	84%
12	15.7	4%	88%
7	15.8	4%	92%
25	16.7	4%	96%
5	18.5	4%	100%

* 每次模拟结果的概率 = 1/模拟次数。

5.3.4 风险评价

风险评价, 是指根据风险识别和风险估计的结果, 依据项目风险判别标准, 找出影响

项目成败的关键风险因素。项目风险大小的评价标准应根据风险因素发生的可能性及其造成的损失来确定,一般采用评价指标的概率分布或累计概率、期望值、标准差作为判别标准,也可采用综合风险等级作为判别标准。

1. 以评价指标作为判别标准

(1) 财务(经济)部收益率不小于基准收益率(社会折现率)的累计概率值越大,风险越小;标准差越小,风险越小。

(2) 财务(经济)净现值不小于零的累计概率值越大,风险越小;标准差越小,风险越小。

2. 以综合风险等级作为判别标准

根据风险因素发生的可能性及其造成损失的程度,建立综合风险等级的矩阵,将综合风险分为风险很强的 K (Kill) 级、风险强的 M (Modify) 级、风险较强的 T (Trigger) 级、风险适度的 R (Review and Reconsider) 级和风险弱的 I (Ignore) 级。综合风险等级分类表,见表 5-16 所列。

综合风险等级分类表

表 5-16

综合风险等级		风险影响的程度			
		严重	较大	适度	低
风险的可能性	高	K	M	R	R
	较高	M	M	R	R
	适度	T	T	R	I
	低	T	T	R	I

注:本表来源为《建设项目经济评价方法与参数》第三版。

落在表 5-16 左上角的风险,会产生严重的后果;落在表 5-16 右下角的风险,可忽略不计。

5.3.5 风险决策

1. 风险态度与风险决策准则

人是决策的主体,在风险条件下,决策行为取决于决策者的风险态度。对同一风险决策问题,风险态度不同的人决策的结果通常有较大的差异。典型的风险态度有三种表现形式:风险厌恶、风险中性和风险偏爱。与风险态度相对应,风险决策人可有以下决策准则:满意度准则、期望值准则、最小方差准则和期望值方差准则。

2. 风险决策方法

(1) 满意度准则

在工程实践中,由于决策人的理性有限性和时空的限制,既不能找到一切方案,也不能比较一切方案,并非人们不喜欢“最优”,而是“最优”的代价太高。因此,最优准则只存在于纯粹的逻辑推理中。在实践中遵循满意度准则,就可以进行决策。

满意度准则既可以是决策人想要达到的收益水平,也可以是决策人想要避免的损失水平,因此它对风险厌恶和风险偏爱决策人都适用。

当选择最优方案花费过高或在没有得到其他方案的有关资料之前就必须决策的情况

下,应采用满意度准则决策。

【例 5-13】 设有表 5-17 所示的决策问题。表中的数据除各种自然状态的概率外,还有指标的损益值,正的为收益,负的为损失。在满意度准则如下:(1)可能收益有机会至少等于 5;(2)可能损失不大于-1。试选择最佳方案。

[例 5-13] 满意度准则风险决策

表 5-17

方案 \ 损益值	自 然 状 态 S_j			
	S_1	S_2	S_3	S_4
	状 态 概 率 $p(S_j)$			
	(0.5)	(0.1)	(0.1)	(0.3)
I	3	-1	1	1
II	4	0	-4	6
III	5	-2	0	2

【解】 按准则(1)选择方案时,方案 II 和方案 III 有不小于 5 的可能收益,但方案 III 取得收益 5 的概率更大一些,应选择方案 III。

按准则(2)选择方案时,只有方案 I 的损失不超过-1,所以应选择方案 I。

(2) 期望值准则

期望值准则是根据各备选方案指标损益值的期望值大小进行决策,如果指标为越大越好的损益值,则应选择期望值最大的方案;如果指标为越小越好的损益值,则选择期望值最小的方案。由于不考虑方案的风险,实际上隐含了风险中性的假设。因此,只有当决策者风险态度为中性时,此原则才能适用。

【例 5-14】 对例 [5-13] 的决策问题,用期望值准则决策的结果,见表 5-18 所列。

[例 5-14] 期望值准则风险决策

表 5-18

方 案	各方案期望值
I	$3 \times 0.5 - 1 \times 0.1 + 1 \times 0.1 + 1 \times 0.3 = 1.8$
II	$4 \times 0.5 + 0 - 4 \times 0.1 + 6 \times 0.3 = 3.4$
III	$5 \times 0.5 - 2 \times 0.1 + 0 + 2 \times 0.3 = 2.9$

应选择期望值最大的方案 II。

(3) 最小方差准则

一般而言,方案指标值的方差越大,则方案的风险就越大。所以,风险厌恶型的决策人有时倾向于用这一原则选择风险较小的方案。这是一种避免最大损失而不是追求最大收益的准则,具有过于保守的特点。

方差计算公式(5-13)更为方便的表达式如下:

$$D = \sum_{i=1}^n x_i^2 p_i - (\bar{x})^2 \quad (5-24)$$

【例 5-15】 对 [例 5-13] 的决策问题,用最小方差准则决策的结果,见表 5-19 所列。应选择方差最小的方案 I。

[例 5-15] 最小方差准则风险决策

表 5-19

方 案	各方案方差
I	$3^2 \times 0.5 + (-1)^2 \times 0.1 + 1^2 \times 0.1 + 1^2 \times 0.3 - (1.8)^2 = 1.76$
II	$4^2 \times 0.5 + (0)^2 \times 0.1 + (-4)^2 \times 0.1 + 6^2 \times 0.3 - (3.4)^2 = 8.84$
III	$5^2 \times 0.5 + (-2)^2 \times 0.1 + 0^2 \times 0.1 + 2^2 \times 0.3 - (2.9)^2 = 5.69$

(4) 期望值方差准则

期望值方差准则是将期望值和方差通过风险厌恶系数 A 化为一个标准 Q 来决策的准则。

$$Q = \bar{x} - A \sqrt{D} \quad (5-25)$$

式中, 风险厌恶系数 A 的取值范围为 $0 \sim 1$, 越厌恶风险, 取值越大。通过 A 取值范围的调整, 可以使 Q 值适合于任何风险偏好的决策者。

【例 5-16】 对 [例 5-13] 的决策问题, 用期望值准则决策的结果, 见表 5-20 所列。风险厌恶系数 A 为 0.7 。

[例 5-16] 期望值方差准则风险决策

表 5-20

方 案	各方案的 Q 值
I	$1.8 - 0.7 \sqrt{1.76} = 0.87$
II	$3.4 - 0.7 \sqrt{8.84} = 1.32$
III	$2.9 - 0.7 \sqrt{5.69} = 1.23$

应选择 Q 值最大的方案 II。

可见, 同一个决策问题, 采用不同的决策准则, 代表了决策人的不同风险偏好, 决策结果是不一样的, 这正是风险决策的最显著特点。

5.3.6 风险应对

风险应对, 是指根据风险决策的结果, 研究规避、控制与防范风险的措施, 为项目全过程风险管理提供依据。

风险应对的四种基本方法是: 风险回避、损失控制、风险转移和风险保留。

1. 风险回避

风险回避是投资主体有意识地放弃风险行为, 完全避免特定的损失风险。在这个意义上, 风险回避也可以说是投资主体将损失机会降低到零。例如, 在货物采购合同中业主可以推迟承担货物的责任, 即让供货商承担货物进入业主仓库之前的所有损失风险。这样, 在货物运输时业主可避免货物入库前的损失风险。

简单的风险回避是一种最消极的风险处理办法, 因为投资者在放弃风险行为的同时, 往往也放弃了潜在的目标收益。所以一般只有在以下情况下才会采用这种方法:

- (1) 当出现 K 级很强风险时。
- (2) 投资主体对风险极端厌恶。
- (3) 存在可实现同样目标的其他方案, 其风险更低。
- (4) 投资主体无能力消除或转移风险。
- (5) 投资主体无能力承担该风险, 或承担风险得不到足够的补偿。

2. 损失控制

当特定的风险不能避免时,可以采取行动降低与风险有关的损失,这种处理风险的方法就是损失控制。显然,损失控制不是放弃风险行为,而是制定计划和采取措施降低损失的可能性或者是减少实际损失。如当存在 M 级强风险,就应修正拟议中的方案,改变设计或采取补偿措施等。当存在 T 级较强风险时,可设定某些指标的临界值,指标一旦达到临界值,就要变更设计或对负面影响采取补偿措施。

损失控制在安全生产过程中很常用,包括事前、事中和事后控制三个阶段。事前控制的目的是为了降低损失的概率,事中和事后的控制主要是为了减少实际发生的损失。为了减少管理的费用,在每个阶段又应把握控制重点,如事故高发区 and 安全隐患集中的区域。

3. 风险转移

风险转移,是指通过契约,将让渡人的风险转移给受让人承担的行为。当存在 R 级适度风险时,通过风险转移过程有时可大大降低经济主体的风险程度,因为风险转移可使更多的人共同承担风险,或者受让人预测和控制损失的能力比风险让渡人大得多。风险转移的主要形式是合同和保险。

(1) 合同转移。通过签订合同,经济主体可以将一部分或全部风险转移给一个或多个其他参与者。例如,在建设工程发包阶段,业主可以与设计、采购、施工联合体签订交钥匙工程合同,并在合同中规定相应的违约条款,从而将一部分风险转移给了设计、采购和施工承包商。

(2) 保险转移。保险是使用最为广泛的风险转移方式,凡是属于保险公司可保的险种,都可以通过投保把风险全部或部分转移给保险公司。

4. 风险保留

风险管理的第四种方法是风险保留,即风险承担。也就是说,如果损失发生,经济主体将以当时可利用的任何资金进行支付。当存在 R 级适度风险或 I 级弱风险时,项目业主可进行风险保留。风险保留包括无计划保留、有计划自我保险。

(1) 无计划保留。指风险损失发生后从收入中支付,即不是在损失前作出资金安排。当经济主体没有意识到风险并认为损失不会发生时,或将意识到的与风险有关的最大可能损失显著低估时,就会采用无计划保留方式承担风险。一般来说,无计划保留应当谨慎使用,因为如果实际总损失远远大于预计损失,将引起资金周转困难。

(2) 有计划自我保险。指可能的损失发生前,通过作出各种资金安排以确保损失出现后能及时获得资金以补偿损失。有计划自我保险主要通过建立风险预留基金的方式来实现。

案例分析

某新建煤化工企业,计划投资 3000 万元,建设期 3 年,计算期 15 年,项目报废时,残值与清理费正好抵消。基准收益率为 12%,每年的建设投资发生在年初,营业收入和经营成本均发生在年末。该建设项目各年的现金流量情况,见案例分析表 5-1。

按照 12% 的基准收益率可得该煤化工企业建设项目的净现值 $NPV=921.76$ 万元,内

部收益率 $IRR=16.69\%$ 。从计算结果可以看出，该项目正常情况下的净现值为正值，且数值较大；内部收益率也高于投资者的期望收益率，具有较大的吸引力。对此类项目成本效益影响较大的因素是投资成本、建设周期、生产成本和价格波动。需分别对这些因素进行敏感性分析。

现金流量表（万元）案例分析表 5-1

时点 项目	合计	0	1	2	3	4	5	6~15
建设投资	3000	500	1500	1000				
营业收入	72100				100	4000	5000	6300
经营成本	61970				70	3600	4300	5400
净现金流量		-500	-1500	-1000	30	400	700	900

1. 进行建设投资增加的敏感性分析

假定该项目由于建筑材料涨价，导致建设投资上升 20%，原来 3000 万元的投资额增加为 3600 万元。进行敏感性分析时，首先在基本情况表中对建设投资一栏加以调整，见案例分析表 5-2 所例。

建设投资增加后现金流量表（万元）案例分析表 5-2

时点 项目	合计	0	1	2	3	4	5	6~15
建设投资	3600	600	1800	1200				
营业收入	72100				100	4000	5000	6300
经营成本	61970				70	3600	4300	5400
净现金流量		-600	-1800	-1200	30	400	700	900

根据上表，建设投资增加后的净现值 $NPV=394.46$ 万元，内部收益率 $IRR=13.79\%$ 。在其他条件不变，建设投资上升 20% 时，该项目的效益虽然下降，但仍高于投资者的期望，项目仍可实施。

2. 进行项目建设周期延长的敏感性分析

假定该项目施工过程中，由于天气原因，造成部分工程返工停工，建设周期延长 1 年，并由此导致投资增加 100 万元，试生产和产品销售顺延 1 年，预测数据及计算结果，见案例分析表 5-3 所列。

建设周期延长后现金流量表（万元）案例分析表 5-3

时点 项目	合计	0	1	2	3	4	5	6~15
建设投资	3100	500	1400	900	300			
营业收入	68100					100	5000	6300
经营成本	58370					70	4300	5400
净现金流量		-500	-1400	-900	-300	30	700	900

此时，净现值 $NPV=620.74$ 万元，内部收益率 $IRR=15.10\%$ 。计算表明，该项目对工期延长 1 年的敏感度不高，内部收益率在 12% 以上，项目可以进行。

3. 进行经营成本增加的敏感性分析

假定由于原材料和燃料调价,使该项目投产后经营成本上升 5%,其他条件不变,将案例分析表 5-1 中的经营成本提高 5%,净现金流量和净现值相应调整后计算净现值和内部收益率。此时,净现值 $NPV = -182.77$ 万元,内部收益率 $IRR = 10.95\%$ 。计算表明,经营成本上升对项目效益影响较大,经营成本上升 5%,导致该项目净现值小于零,内部收益率低于基准收益率。所以,当经营成本提高 5%的情况下,此方案不可行。计算数字清晰地警告投资者,该项目对经营成本这一因素非常敏感,必须采取有效措施降低经营成本,否则无法实现投资者的期望收益率,假如通过努力,仍不能控制经营成本提高的幅度,此项目不可行。

4. 进行价格下降的敏感性分析

在市场经济条件下,产品价格若呈上升趋势,当然对项目效益有利,但也不能排除价格下降的可能性。假定,经过市场预测后得知,项目投产以后前两年按计划价格销售,第三年开始,由于市场需求减少,产品价格下降 3%,才能薄利多销,保证生产的产品全部售出。在其他条件不变的情况下,销售收入也随之下降 3%,基本情况表将作相应调整。据此计算出的净现值 $NPV = 152.30$ 万元,内部收益率 $IRR = 12.85\%$ 。这显示,该项目对销售价格较为敏感。当销售价格下降 3%时,虽然内部收益率下降了近 4 个百分点,但是净现值仍大于零,内部收益率仍高于基准收益率,若能保证产品销售价格不继续下降,该项目是可行的。

5. 综合分析

对该项目的敏感性分析进行汇总、对比分析,具体见案例分析表 5-4。

敏感性综合分析表

案例分析表 5-4

敏感因素		净现值 (万元)	与基本情况差异 (万元)	内部收益率 (%)	与基本情况差异 (%)
1	基本情况	921.76	0	16.69	0
2	投资成本上升 20%	394.46	-527.3	13.79	-2.9
3	建设周期延长 1 年	620.74	-301.02	15.10	-1.59
4	经营成本增加 5%	-182.77	-1104.53	10.95	-5.74
5	销售价格下降 3%	152.30	-769.46	12.85	-3.84

从汇总表中可以得知,该煤化工企业新建项目对分析的四类影响因素的敏感程度由大到小为:经营成本增加 5%、销售价格下降 3%、投资成本增加 20%、建设周期延长 1 年。后三个因素发生时净现值仍为正值,仍能实现投资者期望收益率。当经营成本增加 5%时,净现值降为负值,不能满足投资者需要,在财务评价和社会经济评价时,必须提出切实措施,以确保方案有较好的抗风险能力,否则就另行设计方案。

[案例思考]

1. 对建设项目进行敏感性分析的思路是什么?
2. 当不确定性因素未来可能的状况无法预测时,如何进行敏感性分析?

思考题

- 1. 线性盈亏平衡分析的前提假设是什么，盈亏平衡点的生产能力利用率说明什么问题？
- 2. 敏感性分析的目的是什么，要经过哪些步骤，敏感性分析有什么不足之处？
- 3. 风险分析和不确定性分析有何区别和联系，风险估计的基本方法有哪些，风险决策的最显著特征是什么，风险应对的基本方法有哪些？

习题

- 1. 某企业生产某种产品，设计年产量为 6000 件，每件产品的出厂价格估算为 50 元，企业每年固定性开支为 66000 元，每件产品成本为 28 元。求企业的最大可能盈利，企业不盈不亏时最低产量，企业年利润为 5 万元时的产量。
- 2. 某厂生产一种配件，有两种加工方法可供选择。一为手工安装，每件成本为 1.2 元，还需分摊年设备费用 300 元；一种为机械生产，需投资 4500 元购置机械，寿命为 9 年，预计残值为 150 元，每个配件需人工费 0.5 元，维护设备年成本为 180 元。如果其他费用相同，利率为 10%，试进行加工方法决策。
- 3. 某投资项目其主要经济参数的估计值为：初始投资 15000 元，寿命为 10 年，残值为零，年收入为 3500 元，年支出为 1000 元，投资收益率为 15%。问题：（1）当年收入变化时，试对内部收益率的影响进行敏感性分析；（2）试分析初始投资、年收入与寿命三个参数同时变化时对净现值的敏感性。
- 4. 某项投资活动，其主要经济参数见习题表 5-1 所列，其中年收入与基准收益率为不确定性因素，试进行净现值敏感性分析。

习题表 5-1

参 数	最不利 P	很可能 M	最有利 O
初始投资（万元）	-10000	-10000	-10000
年收入（万元）	2500	3000	4000
基准收益率（%）	20	15	12
寿命（年）	6	6	6

- 5. 某方案需投资 25000 元，预期寿命为 5 年，残值为零，每年净现金流量为随机变量，其可能发生的三种状态的概率及变量值如下：5000 元（ $P=0.3$ ）；10000 元（ $P=0.5$ ）；12000 元（ $P=0.2$ ）。若利率为 12%，试计算净现值的期望值与标准差。
- 6. 某投资方案，其净现值服从正态分布。净现值期望值 $E(NPV) = 1200$ 元，净现值方差 $D(NPV) = 3.24 \times 10^6$ 。试计算：（1）净现值大于零的概率；（2）净现值小于 1500 元的概率。

延伸阅读

1. 王永祥，陈进，李明．工程项目经济分析 [M]．北京：北京理工大学出版社，2011.
2. 朱红章．工程项目经济评价 [M]．武汉：武汉大学出版社，2010.

引例

三峡工程项目的资金筹集

1993年7月，国务院三峡工程建设委员会批准的三峡枢纽工程的静态总投资为500.9亿元；1994年11月，国务院三峡工程建设委员会批准的水库移民搬迁与安置的静态总投资为400亿元；两项合计，三峡工程静态总投资为900.9亿元。三峡工程2003年开始蓄水发电，于2009年全部完工，工程动态投资1800亿元。

国家为了扶持三峡工程的建设，出台了如下一些规定：在全国范围内，通过对用户用电适当加价的办法，征收三峡工程建设基金，预计可筹资1000亿元；将中国当时最大的水电站——葛洲坝水力发电厂划归中国长江三峡集团公司，规定其发电利润和提价收入用于三峡工程建设，预计可筹资100亿元。以上两项作为国家投入的资金，占三峡总投资的50%以上。国家开发银行提供300亿元贷款，1994~2003年每年30亿元，2004~2008年分五年等额偿还。上述政策和资金渠道构成了三峡工程稳定可靠的资金来源，奠定了三峡工程国家级信誉的基础，为三峡集团在资本市场筹资提供了有利条件。

三峡集团公司从资本市场筹资渠道包括：购买国外设备的出口信贷和国际商业贷款，国内商业银行贷款，发行企业债券等。2003年后，三峡电厂的发电收入即可满足当年工程建设投资需要，同时长江电力公司上市，进行资金筹集。多渠道筹集的资金满足了工程建设的需要。（资料来源：高鹏，多元化融资方式在大型水利工程中的应用，商场现代化，2004，1。）

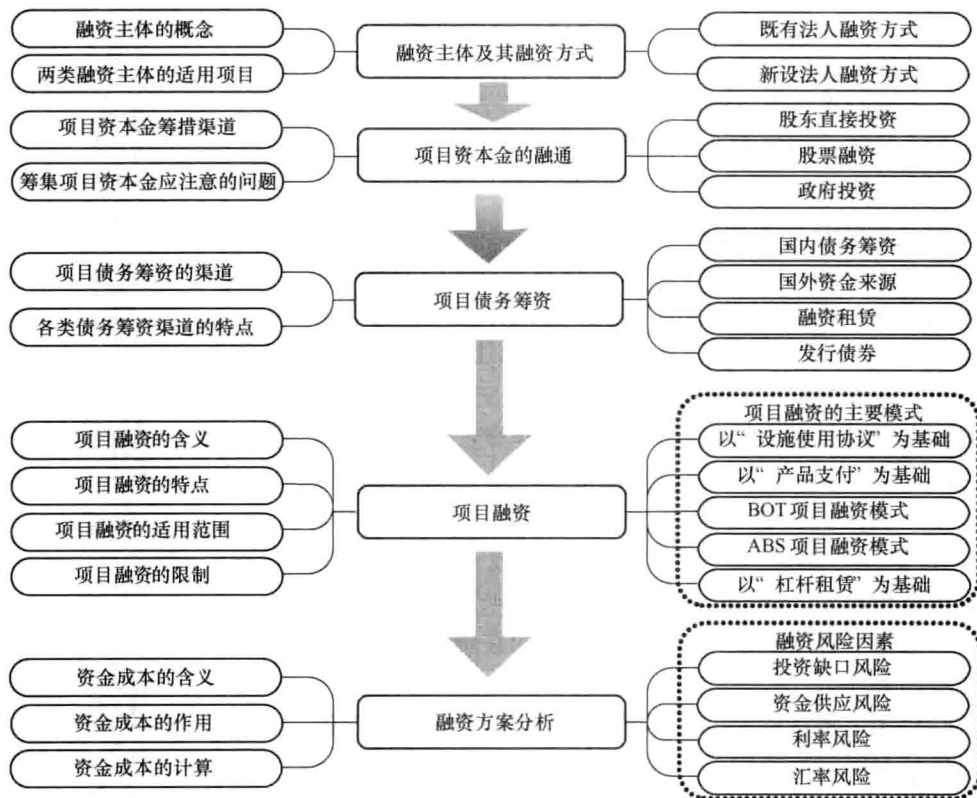
启 示

三峡工程项目耗资巨大，资金的落实到位关系到项目的顺利开展，而单靠政府投资，财政压力过大，需要多方筹集资金来保证项目的进行。由此看来，能否制定科学合理的资

金筹措方案关系着项目的成败。

本章知识结构图

工程项目成功兴建的决定因素之一，是所需总资金和分年所需资金能否得到足够的、持续的供应，只有项目总投资的数量、币种及投入时序与项目建设进度和投资使用计划相匹配，才能确保项目建设和运营顺利进行。融资方案与财务分析密切相关，融资方案确定的项目资本金和项目债务资金的数额是进行项目融资后融资能力分析、偿债能力分析、财务生存能力分析等财务分析的基础数据，而融资后财务分析结论，又是比选、确定融资方案的依据。本章知识结构如下图所示。



6.1 融资主体及其融资方式

6.1.1 项目融资主体

项目的融资主体，是指进行融资活动、并承担融资责任和风险的项目法人单位。一般而言，项目融资主体可分为既有法人融资主体和新设法人融资主体两类。

1. 既有法人融资主体适用项目

(1) 既有法人为了扩大生产能力而兴建的扩建项目或原有生产线的技术改造项目。

- (2) 既有法人为新增生产经营所需水、电、汽等动力供应及环境保护设施而兴建的项目。
- (3) 与既有法人的资产以及经营活动联系密切的项目。
- (4) 既有法人具有融资的经济实力并承担全部融资责任的项目。
- (5) 项目盈利能力较差, 但项目对整个企业的持续发展具有重要作用, 需要利用既有法人的整体资信获得债务资金。

2. 新设法人融资主体适用项目

- (1) 生产经营活动相对独立, 且与既有法人的经营活动联系不密切的拟建项目。
- (2) 既有法人财务状况较差, 不具有为项目进行融资和承担全部融资责任的经济实力, 需要新设法人募集股本金的、投资规模较大的拟建项目。
- (3) 自身具有较强的盈利能力, 依靠自身未来的现金流量可以按期偿还债务的拟建项目。

6.1.2 既有法人融资方式

既有法人融资是指: 建设项目所需的资金, 来源于既有法人内部融资、新增资本金和新增债务资金。新增债务资金依靠既有法人整体的盈利能力来偿还, 并以既有法人整体的资产和信用担保。既有法人项目总投资构成及资金来源如图 6-1 所示。

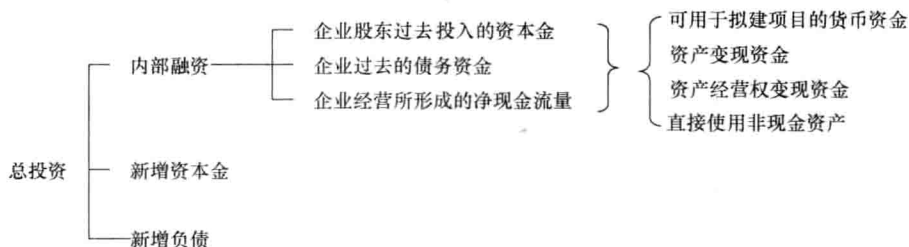


图 6-1 既有法人项目总投资构成及资金来源

(1) 可用于项目建设的货币资金包括既有法人现有的货币资金和未来经营活动中可能获得的盈余现金。现有的货币资金, 是指现有的库存现金和银行存款, 这些资金扣除必要的日常经营所需的货币资金额后, 可用于拟建项目。未来经营活动中可能获得的盈余现金, 是指在拟建项目的建设期内, 企业在经营活动中获得的净现金结余, 这些资金可抽出一部分用于项目建设。

(2) 资产变现资金包括转让长期投资、提高流动资产使用效率、出售固定资产而获得的资金。企业的长期投资包括长期股权投资和长期债权投资, 一般都可以通过转让而变现。存货和应收账款对流动资金需要量影响较大, 企业可以通过加强财务管理, 提高流动资产周转率, 减少存货、应收账款等流动资产占用而取得现金, 也可以出让有价证券取得现金。企业的固定资产中, 有些由于产品方案改变而被闲置, 有些由于技术更新而被替换, 都可以出售变现。

(3) 资产经营权变现的资金是指既有法人可以将其所属资产经营权的一部分或全部转让, 取得现金用于项目建设。例如, 某公司将其已建成的一条高速公路的 30% 的经营权转让给另一家公司, 转让价格为未来 30 年这条高速公路收益的 30%, 将取得的资金用于建设另一条高速公路。

(4) 非现金资产包括实物、工业产权、非专利技术、土地使用权等, 当这些资产适用

于拟建项目时,经资产评估可直接用于项目建设。

6.1.3 新设法人融资方式

新设法人融资是指:由项目发起人(企业或政府)发起组建新的具有独立法人资格的项目公司,由新组建的项目公司承担融资责任和风险,依靠项目自身的盈利能力来偿还债务,以项目投资形成的资产、未来收益或权益作为融资担保。建设项目所需资金的来源,可包括项目公司股东投资的资本金和项目公司承担的债务资金。

1. 项目资本金

项目资本金是指在项目总投资中,由投资者认缴的出资额,这部分资金对项目的法人而言属非债务资金,投资者可以转让其出资,但不能以任何方式抽回。我国于1996年建立固定资产投资项目资本金制度,除了主要由中央和地方政府用财政预算投资建设的公益性项目等部分特殊项目外,大部分投资项目都实行资本金制度。此后,国家根据经济结构调控的需要,不断调整资本金比例。目前规定:水泥、钢铁项目,最低资本金比例为35%。煤炭、电石、铁合金、烧碱、焦炭、黄磷、玉米深加工、机场、港口、沿海及内河航运项目,最低资本金比例为30%。铁路、公路、城市轨道交通、化肥(钾肥除外)项目,最低资本金比例为25%。保障性住房和普通商品住房项目的最低资本金比例为20%,其他房地产开发项目的最低资本金比例为35%。多晶硅项目,最低资本金比例不得低于30%。其他项目的最低资本金比例为20%。同时规定:经国务院批准,对个别情况特殊的国家重大建设项目,可以适当降低最低资本金比例要求。属于国家支持的中小企业自主创新、高新技术投资项目,最低资本金比例可以适当降低。外商投资项目按现行有关法规执行。

项目资本金可以用货币出资,也可以用实物、工业产权、非专利技术、土地使用权、资源开采权等作价出资。作价出资的实物、工业产权、非专利技术、土地使用权和资源开采权,必须经过有资格的资产评估机构依照法律法规评估作价。我国曾规定工业产权、非专利技术作价出资的比例不得超过资本金总额的20%,经特别批准,部分高新技术企业可以达到35%。为了鼓励技术创新,2006年1月1日起用的新《中华人民共和国公司法》中规定,全体股东的货币出资额不得低于有限责任公司注册资金的30%,这意味着无形资产可占注册资本的70%。

2. 债务资金

新设法人项目公司债务资金的融资能力,取决于股东能对项目公司借款提供多大程度的担保。实力雄厚的股东,为项目公司借款提供完全的担保,可以使项目公司取得低成本资金,降低项目的融资风险;但担保额度过高会使项目公司承担过高的担保费,从而增加项目公司的费用支出。在项目本身的财务效益好、投资风险可以有效控制的条件下,可以考虑采用本章第4节的项目融资方式。

6.2 项目资本金的融通

6.2.1 项目资本金筹措

(1) 股东直接投资。股东直接投资包括政府授权投资机构入股资金、国内外企业入股

资金、社会团体和个人入股的资金以及基金投资公司入股的资金，分别构成国家资本金、法人资本金、个人资本金和外商资本金。

既有法人融资项目，股东直接投资表现为扩充既有企业的资本金，包括原有股东增资扩股和吸收新股东投资。新设法人融资项目，股东直接投资表现为投资者为项目提供资本金。合资经营公司的资本金由企业的股东按股权比例认缴，合作经营公司的资本金由合作投资方按预先约定的金额投入。

(2) 股票融资。无论是既有法人融资项目还是新设法人融资项目，凡符合规定条件的，均可以通过发行股票在资本市场募集股本资金。股票融资可以采取公募和私募两种形式。

(3) 政府投资。政府投资资金，包括各级政府的财政预算内资金、国家批准的各种专项建设基金、统借国外贷款、土地批租收入、地方政府按规定收取的各种费用及其他预算外资金等。政府投资主要用于基础性项目和公益性项目，例如三峡工程、青藏铁路等。

6.2.2 筹集项目资本金应注意的问题

(1) 确定项目资本金的具体来源渠道。对于一个工程项目来讲，资本金是否到位，不但决定项目能否开工，更重要的是决定其他资金提供者，例如金融机构的资金是否能够及时到位。从上述内容可以看出，一个工程项目的资本金可能来自于多种渠道，既可能有投资者的积累，也可能有政府的拨款和发行股票等。项目的投资者，可根据自己所掌握的有关信息，确定资本金的具体的、可能的来源渠道。

(2) 根据资本金的额度确定项目的投资额。经营性固定资产投资项目，不论是项目审批部门，还是提供贷款的金融机构，都要求投资者投入一定比例的资本金。如果达不到要求，项目可能得不到审批，金融机构可能不会提供贷款。这就要求投资者根据自己所能筹集到的资本金确定一个工程项目的投资额。

(3) 合理掌握资本金投入比例。无论从承担风险的角度看，还是从合理避税，提高投资回报率角度看，投资者投入的资本金比例越低越好。所以，投资者除了满足法律、法规和其他资金提供者的要求外，不宜过多地投入资本金。如果企业自有资金比较充足，可以多投一些在项目上，但不宜全部作为资本金。这样不但可以减少企业风险，而且可以提高投资收益水平。

(4) 合理安排资本金到位的时间。实施一个工程项目，特别是大中型工程项目，往往需要比较长的时间，短则1~2年，长的可能超过2年。这就出现一个项目资本金什么时间到位的问题。一般情况下，一个工程项目的资金供应是根据其实施进度进行安排的。如果资金到位的时间与工程进度不符，要么是影响工程进度，要么是形成资金的积压，增加了筹资成本。

6.3 项目债务筹资

6.3.1 国内债务筹资

国内借入资金的来源渠道，如图6-2所示。

1. 政策性银行贷款

政策性银行是指由政府创立、参股或保证的，专门为贯彻和配合政府特定的社会经济政策或意图，直接或间接地从事某种特殊政策性融资活动的金融机构。1994年，我国组建了三家政策性银行——国家开发银行、中国进出口银行和中国农业发展银行。国家开发银行已于2008年12月16日转为商业银行。政策性银行贷款的特点是：贷款期限长、利率低，但对申请贷款的企业或项目有比较严格的要求。



图 6-2 国内借入资金来源

中国进出口银行是通过办理出口信贷、出口信用保险及担保、对外担保、外国政府贷款转贷、对外援助优惠贷款以及国务院交办的其他业务，贯彻国家产业政策、外贸政策和金融政策，为扩大我国机电产品、成套设备和高新技术产品出口，促进对外经济技术合作与交流，提供政策性金融支持。

中国农业发展银行是按照国家的法律、法规和方针、政策，以国家信用为基础，筹集农业政策性信贷资金，承担国家规定的农业政策性金融业务，代理财政性支农资金的拨付，为农业和农村经济发展服务。

2. 商业银行贷款

(1) 商业银行贷款的特点

1) 筹资手续简单，速度较快。贷款的主要条款只需取得银行的同意，不必经过诸如国家金融管理机关、证券管理机构等部门的批准。

2) 筹资成本较低。借款人与银行可直接商定信贷条件，无需大量的文件制作，而且在经济发生变化的情况下，如果需要变更贷款协议的有关条款，借贷双方可采取灵活的方式，进行协商处理。

(2) 商业银行贷款期限

商业银行和贷款人签订贷款合同时，一般应对贷款期、提款期、宽限期和还款期作出明确的规定。贷款期是指从贷款合同生效之日起，到最后一笔贷款本金或利息还清日止的这段时间，一般可分为短期、中期和长期，其中1年或1年以内的为短期贷款，1~3年的为中期贷款，3年以上的为长期贷款；提款期是从合同签订生效日起，到合同规定的最后一笔贷款本金的提取日止；宽限期是从贷款合同签订生效日起，到合同规定的第一笔贷款本金归还日止；还款期是从合同规定的第一笔贷款本金归还日起，到贷款本金和利息全部还清日止。

若不能按期归还贷款，借款人应在贷款到期日之前，向银行提出展期，至于是否展期，则由银行决定。申请保证贷款、抵押贷款、质押贷款展期的，还应由保证人、抵押

人、出质人出具书面的同意证明。短期贷款展期期限累计不得超过原贷款期限；中期贷款展期期限累计不得超过原借款期限的一半；长期贷款展期期限累计不得超过3年。若借款人未申请展期或申请展期未得到批准，其贷款从到期日次日起，转入逾期贷款账户。若借款人根据自身的还贷能力，要提前归还贷款，应与银行协商。

（3）商业银行贷款金额

贷款金额是银行就每笔贷款向借款人提供的最高授信额度，贷款金额由借款人在申请贷款时提出，银行核定。借款人在决定贷款金额时应考虑三个因素：第一，某种贷款金额通常不能超过贷款政策所规定的该种贷款的最高限额；第二，客观需要，根据项目建设、生产和经营过程中对资金的需要来确定；第三，偿还能力，贷款金额应与自身的财务状况相适应，保证能按期还本付息。

3. 国内非银行金融机构贷款

非银行金融机构主要有信托投资公司、租赁公司、财务公司和保险公司等。

（1）信托投资公司贷款

信托贷款是信托投资公司运用吸收的信托存款、自有资金和筹集的其他资金对审定的贷款对象和工程项目发放的贷款。商业银行与信托投资公司的区别有以下几方面：

1) 经济关系不同。信托体现的是委托人、受托人、受益人之间直接的多边信用关系。银行业务则多属于与存款人或贷款人之间发生的间接双边信用关系。

2) 基本职能不同。信托的基本职能是财产事务管理职能，侧重于理财。而银行业务的基本职能是融通资金。

3) 业务范围不同。信托业务是集“融资”“融物”于一体，除信托存贷款外，还有许多其他业务，范围较广。而银行业务则是以吸收存款和发放贷款为主，主要是融通资金，范围较小。

4) 融资方式不同。信托机构作为受托人代替委托人充当直接筹资和融资的主体，起直接金融作用。而银行则是信用中介，把社会闲置资金或暂时不用的资金集中起来，转交给贷款人，起间接金融的作用。

5) 承担风险不同。信托一般按委托人的意图经营管理信托财产，在受托人无过失的情况下，风险一般由委托人承担风险。银行则是根据国家金融政策、制度办理业务，自主经营，因而银行承担整个存贷资金运营风险。

6) 收益获取方式不同。信托收益是按实绩原则获得，即信托财产的损益根据受托人经营的实际结果来计算。而银行的收益则是按银行规定的利率计算利息，按提供的服务手续费来确定的。

7) 收益对象不同。信托的经营收益归信托受益人所有，银行的经营收益归银行本身所有。

（2）财务公司贷款

财务公司是由企业集团成员单位组建又为集团成员单位提供中长期金融业务服务为主的非银行金融机构。财务公司贷款有短期贷款和中长期贷款。短期贷款一般为1年、6个月、3个月以及3个月以下不定期限的临时贷款；中长期贷款一般为1~3年、3~5年以及5年以上的贷款。

6.3.2 国外资金来源

国外贷款资金来源渠道主要有外国政府贷款、外国银行贷款、出口信贷、国际金融机构贷款等。

1. 外国政府贷款

外国政府贷款是指一国政府利用财政资金向另一国政府提供的援助性贷款。外国政府贷款的特点是期限长、利率低、指定用途、数量有限。

外国政府贷款的期限一般较长，如德国政府贷款的期限最长达 50 年（其中宽限期为 10 年）。在政府贷款协议中除规定总的期限外，还要规定贷款的提取期、偿还期和宽限期。

外国政府贷款具有经济援助性质，其利率较低或为零。如德国对受石油涨价影响较大的发展中国家提供的政府贷款的年利率仅为 0.75%。

外国政府贷款具有特定的使用范围，如主要用于教育、能源、交通、邮电、工矿、农业、渔业等方面的建设项目以及基础设施建设。

政府间贷款是友好国家经济交往的重要形式，具有优惠的性质。目前，尽管政府贷款在国际间投资中不占主导地位，但其独特的作用和优势是其他国际间投资形式所无法替代的。同时也应当看到，投资国的政府贷款也是其实现对外政治经济目标的重要工具。政府贷款除要求贷以现汇（即可自由兑换外汇）外，有时还要附加一些其他条件。

2. 外国银行贷款

外国银行贷款也称商业信贷，是指从国际金融市场上的外国银行借入的资金。外国政府贷款和国际金融机构贷款条件优惠，但不易争取，且数量有限。因此，吸收国外银行贷款已成为各国利用国外投资的主要形式。目前，我国接受的国外贷款以银行贷款为主。

外国商业信贷的利率水平取决于世界经济中的平均利润率和国际金融市场上的借贷供求关系，处于不断变化之中。从实际运行情况来看，国际间的银行贷款利率比政府贷款和国际金融机构贷款的利率要高，依据贷款国别、贷款币种和贷款期限的不同而又有所差异。

国外银行在提供中长期贷款时，除收取利息外，还要收取一些其他费用，主要有：

（1）管理费。管理费亦称经理费或手续费，是借款者向贷款银团的牵头银行所支付的费用。管理费取费标准一般为贷款总额的 0.5%~1.0%。

（2）代理费。代理费指借款者向贷款银团的代理行支付的费用。代理费多少视贷款金额、事务的繁简程度，由借款者与贷款代理行双方商定。

（3）承担费。承担费是指借款者因未能按贷款协议商定的时间使用资金而向贷款银行支付的、带有赔偿性质的费用。

（4）杂费。杂费是指由借款人支付给银团贷款牵头银行的、为与借款人联系贷款业务所发生的费用（如差旅费、律师费和宴请费等）。杂费根据双方认可的账单支付。

国际间银行贷款可划分为短期贷款、中期贷款和长期贷款，其划分的标准是：短期贷款的期限在 1 年以内，有的甚至仅为几天；中期贷款的期限为 1~5 年；长期贷款的期限在 5 年以上。银行贷款的偿还方法主要有到期一次偿还、分期等额偿还、分次等本偿还和提前偿还四种方式。

银行贷款所使用的货币是银行贷款条件的重要组成部分。在贷款货币的选择上,借贷双方难免有分歧。就借款者而言,在其他因素不变的前提下,更倾向于使用汇率趋于贬值的货币,以便从该货币未来的贬值中受益,而贷款者则相反。

3. 出口信贷

出口信贷亦称长期贸易信贷,是指商品出口国的官方金融机构或商业银行以优惠利率向本国出口商、进口方银行或进口商提供的一种贴补性贷款,是争夺国际市场的一种筹资手段。出口信贷主要有卖方信贷和买方信贷。

卖方信贷是指在大型设备出口时,为便于出口商以延期付款的方式出口设备,由出口商本国的银行向出口商提供的信贷。买方信贷是由出口方银行直接向进口商或进口方银行所提供的信贷。

4. 混合贷款、联合贷款和银团贷款

混合贷款也称政府混合贷款,它是指政府贷款、出口信贷和商业银行贷款混合组成的一种优惠贷款形式。目前,各国政府向发展中国家提供的贷款,大都采用这种形式。此种贷款的特点是:政府出资必须占有一定比重,目前一般达到50%;有指定用途,如必须进口提供贷款国家出口商的产品;利率比较优惠,一般为1.5%~2%,贷款期也比较长,最长可达30~50年(宽限期可达10年),贷款金额可达合同的100%,比出口信贷优越;贷款手续比较复杂,对项目的选择和评估都有一套特定的程序和要求,较之出口信贷要复杂得多。

联合贷款是指商业银行与世界性、区域性国际金融组织以及各国的发展基金、对外援助机构共同联合起来,向某一国家提供资金的一种形式。此种贷款比一般贷款更具有灵活性和优惠性,其特点是:政府与商业金融机构共同经营;援助与筹资互相结合,利率比较低,贷款期比较长;有指定用途。

银团贷款也叫辛迪加贷款,它是指由一家或几家银行牵头,多家国际商业银行参加,共同向一国政府、企业的某个项目(一般是大型的基础设施项目)提供金额较大、期限较长的一种贷款。此种贷款的特点是:必须有一家牵头银行,该银行与借款人共同议定一切贷款的初步条件和相关文件,然后再由其安排参加银行,协商确定贷款额,达成正式协议后,即把下一步工作移交代理银行;必须有一个代理银行,代表银团严格按照贷款协议履行其权利和义务,并按各行出资份额比例办理提款、计息和分配收回的贷款等一系列事宜;贷款管理十分严密;贷款利率比较优惠,贷款期限也比较长,并且没有指定用途。

5. 国际金融机构贷款

国际金融机构包括世界性开发金融机构、区域性国际开发金融机构以及国际货币基金组织等覆盖全球的机构。其中,世界性开发金融机构一般指世界银行集团五个成员机构中的三个金融机构,包括国际复兴开发银行(IBRD)、国际开发协会(IDA)和国际金融公司(IFC);区域性国际开发金融机构指亚洲开发银行、欧洲开发银行、泛美开发银行等。在这些国际金融机构中,可以为中国提供项目贷款的包括世界银行集团的三个国际金融机构和亚洲开发银行。虽然国际金融机构筹资的数量有限,程序也较复杂,但这些机构所提供的项目贷款一般利率较低、期限较长。所以,项目如果符合国际金融机构的贷款条件,应尽量争取从这些机构筹资。

(1) 国际复兴开发银行

国际复兴开发银行主要通过组织和发放长期贷款,鼓励发展中国家经济增长和国际贸

易,来维持国际经济的正常运行。贷款对象是会员国政府、国有企业、私营企业等,若借款人不是政府,则要由政府担保。贷款用途多为项目贷款,主要用于工业、农业、运输、能源和教育等领域。贷款期一般在20年左右,宽限期为5年左右;利率低于国际金融市场利率;贷款额为项目所需资金总额的30%~50%。

在一般情况下,国际复兴开发银行为了减少风险,对单一项目的贷款一般不超过总投资额的50%,除特殊项目外,绝对金额不超过4亿等值美元,其余外汇资金可由国际复兴开发银行担保,贷款国政府作为贷款人,在国际市场上筹集,由于以主权国家作为贷款人,因而能获得优惠贷款。

(2) 国际开发协会

国际开发协会的宗旨是:对欠发达国家提供比国际复兴开发银行条件更为优惠的贷款,以促进这些国家经济的发展和居民生活水平的提高,从而补充国际复兴开发银行活动,促成国际复兴开发银行目标的实现。相对复兴开发银行而言,国际开发协会的贷款属于软贷款。

国际开发协会的贷款对象为人均国民生产总值在765美元以下的贫穷发展中国家会员国或国营和私营企业;贷款期限为50年,宽限期为10年,偿还贷款时可以全部或部分用本国货币;贷款为无息贷款,只收取少量的手续费和承诺费。

(3) 国际金融公司

国际金融公司的宗旨是通过鼓励会员国,特别是欠发达地区会员国生产性私营企业的增长,来促进经济增长,并以此补充国际复兴开发银行的各项活动。

国际金融公司的投资目标是非国有经济,投资项目中的国有股权比例应低于50%;一般要求企业的总资产在2000万美元左右,项目投资额在1000万美元以上,项目在行业中处于领先地位,有着清晰的主营业务和高素质的管理队伍。

国际金融公司在中国投资的重点是:①通过有限追索权项目筹资的方式,帮助项目融通资金;②鼓励包括中小企业在内的中国本土私营部门的发展;③投资金融行业,发展具有竞争力的金融机构,使其能达到国际通行的公司治理机制和运营的标准;④支持中国西部和内陆省份的发展;⑤促进基础设施、社会服务和环境产业的私营投资。

(4) 亚洲开发银行

亚洲开发银行(ADB)是亚洲、太平洋地区的区域性政府间国际金融机构。亚洲开发银行的项目贷款包括以下两类:

1) 普通贷款。即用成员国认缴的资本和在国际金融市场上借款及发行债券筹集的资金向成员国发放的贷款。此种贷款期限比较长,一般为10~30年,并有2~7年的宽限期,贷款利率按金融市场利率,借方每年还需交0.75%的承诺费,在确定贷款期后固定不变。此种贷款主要用于农业、林业、能源、交通运输及教育卫生等基础设施建设。

2) 特别基金。即用成员国的捐款为成员国发放的优惠贷款及技术援助,分为亚洲发展基金和技术援助特别基金,前者为偿债能力较差的低收入成员国提供长期无息贷款,贷款期长达40年,宽限期10年,不收利息,只收1%的手续费;后者资助经济与科技落后的成员国,为项目的筹备和建设提供技术援助和咨询等。

6.3.3 融资租赁

1. 融资租赁的含义

融资租赁亦称金融租赁或资本租赁，是指不带维修条件的设备租赁业务。融资租赁与分期付款购入设备相类似，实质上是承租者通过设备租赁公司筹集设备投资的一种方式。

在融资租赁方式下，设备（即租赁物件）是由出租人完全按照承租人的要求选定的，所以出租人对设备的性能、物理性质、老化风险以及维修保养不负任何责任。在大多数情况下，出租人在租期内分期回收全部成本、利息和利润，租赁期满后，出租人通过收取名义货价的形式，将租赁物件的所有权转移给承租人。

2. 融资租赁的方式

（1）自营租赁。自营租赁亦称直接租赁，其一般程序为：用户根据自己所需设备，先向制造厂家或经销商洽谈供货条件；然后向租赁公司申请租赁预约，经租赁公司审查合格后，双方签订租赁合同，由租赁公司支付全部设备款，并让供货者直接向承租人供货；货物经验收并开始使用后，租赁期即开始；承租人根据合同规定向租赁公司分期交付租金，并负责租赁设备的安装、维修和保养。

（2）回租租赁。回租租赁亦称售出与回租，是先由租赁公司买下企业正在使用的设备，然后再将原设备租赁给该企业的租赁方式。

（3）转租赁。是指国内租赁公司在国内用户与国外厂商签订设备买卖合同的基础上，选定一家国外租赁公司或厂商，以承租人身份与其签订租赁合同，然后再以出租人身份将该设备转租给国内用户，并收取租金转付给国外租赁公司的一种租赁方式。

就全世界而言，融资租赁已成为仅次于贷款的国际信贷方式。有关专家预测，在今后10年中，世界的租赁业将出现超过贷款筹资的趋势，是极有发展前途的朝阳产业。

6.3.4 发行债券

债券是借款单位为筹集资金而发行的一种信用凭证，它证明持券人有权按期取得固定利息并到期收回本金。

1. 债券的种类

债券的种类很多，主要分类见表6-1所列。

债券的划分标准与种类

表 6-1

划分标准	种 类
按发行方式分类	记名债券、无记名债券
按还本期限分类	短期债券、中期债券、长期债券
按发行条件分类	抵押债券、信用债券
按可否转换为公司股票分类	可转换债券、不可转换债券
按偿还方式分类	定期偿还债券、随时偿还债券
按发行主体分类	国家债券、地方政府债券、企业债券、金融债券

2. 债券筹资的特点

(1) 支出固定。对不可转换债券而言, 不论企业将来盈利如何, 它只需付给持券人固定的债券利息。

(2) 股东控制权不变。一般而言, 债券持有者无参与权和决策权, 因此原有股东的控制权不因发行债券而受到影响。

(3) 少纳所得税。债券利息可进成本, 实际上等于政府为企业负担了部分债券利息。

(4) 提高股东投资回报。如果项目投资回报率大于利息率, 由于财务杠杆作用, 发行债券筹资可提高股东回报率。

(5) 提高企业负债比率。发行债券会降低企业的财务信誉, 增加企业风险。

6.4 项目融资

6.4.1 项目融资及其特点

1. 项目融资的含义

所谓项目融资, 指以项目的资产、收益作抵押来融资。项目融资本质上是资金提供方对项目的发起人无追索权或有限追索权(无担保或有限担保)的融资贷款。它的一个重要特点, 是贷款方在决定是否发放贷款时, 通常不把项目发起方现在的信用能力作为重要因素来考虑。如果项目本身有潜力, 即使项目发起方现在的资产少, 收益情况不理想, 项目融资也完全可以成功; 相反, 如果项目本身发展前景不好, 即使项目发起方现在的规模再大, 资产再多, 项目融资也不一定成功。

举例: 某自来水公司现拥有 A、B 两个自来水厂。为了增建 C 厂, 决定从金融市场上筹集资金。

方案 1: 贷款用于建设新厂 C, 而归还贷款的款项来源于 A、B、C 三个水厂的收益。如果新厂 C 建设失败, 该公司把原来的 A、B 两个水厂的收益作为偿债的担保。这时, 贷款方对公司有完全追索权。

方案 2: 借来的钱建 C 厂, 还款的资金仅限于 C 厂建成后的水费和其他收入。如果新项目失败, 贷方只能从清理 C 厂的资产中收回一部分, 除此之外, 不能要求自来水公司从别的资金来源, 包括 A、B 两个厂的收入归还贷款, 这称为贷方对自来水公司无追索权。

方案 3: 在签订贷款协议时, 只要求自来水公司把特定的一部分资产作为贷款担保, 这里称贷款方对自来水公司有有限追索权。

方案 2 和方案 3 称为项目融资。

2. 项目融资的特点

项目融资具有以下基本特点:

(1) 至少有项目发起方、项目公司、贷款方三方参与。

(2) 项目发起方以股东身份组建项目公司, 该项目公司为独立法人, 从法律上与股东分离。

(3) 银行以项目本身的经济强度作为决定是否贷款的依据, 进一步说, 贷款银行主要

依靠项目本身的资产和未来的现金流量作为贷款偿还保证，而原则上对项目公司之外的资产没有追索权或仅有有限追索权。只要银行认为项目有希望，贷款比例可达到 60%~75%，甚至到 100%。如果项目公司将来无力偿还贷款，则贷款银行只能获得项目本身的收入与资产，但对项目发起方的资产却基本上无权染指。

3. 项目融资的适用范围

- (1) 资源开发类项目。如石油、天然气、煤炭、铀等开发项目。
- (2) 基础设施。
- (3) 制造业。如飞机、大型轮船制造等。

4. 项目融资的限制

- (1) 程序复杂，参加者众多，合作谈判成本高。
- (2) 政府的控制较严格。
- (3) 增加项目最终用户的负担。
- (4) 项目风险增加融资成本。

6.4.2 项目融资的主要模式

1. 以“设施使用协议”为基础的项目融资模式

国际上，一些项目融资是围绕着一个服务性设施或工业设施的使用协议作为主体安排的。这种“设施使用协议 (Tolling Agreement)”是指在某种服务性设施或工业设施的提供者和这种设施的使用者之间达成的一种具有“无论提货与否均需付款”性质的协议。项目公司以“设施使用协议”为基础安排项目融资，主要应用于一些带有服务性质的项目，例如石油、天然气管道、发电设施、某种专门产品的运输系统以及港口、铁路设施等。20 世纪 80 年代以来，这种融资模式也被引入到工业项目中。

利用“设施使用协议”安排项目融资，其成败的关键是项目设施的使用者能否提供一个强有力的具有“无论提货与否均需付款”性质的承诺。这个承诺要求项目设施的使用者在融资期间无条件地定期向设施的提供者支付一定数量的预先确定下来的项目设施使用费，而无论使用者是否真正利用了项目设施所提供的服务。这种无条件承诺的合法权益将被转让给提供资金方，再加上项目投资者的完全担保，就构成项目信用保证的主要部分。一般来说，项目设施的使用费在融资期间应足以支付项目的生产经营成本和项目的还本付息。

在生产型工业项目中，“设施使用协议”被称为“委托加工协议”，项目产品的购买者提供或组织生产所需要的原材料，通过项目的生产设施将其加工成最终产品，然后由购买者在支付加工费后取走产品。

以“设施使用协议”为基础安排的项目融资具有以下特点：

- (1) 投资结构的选择比较灵活，既可以根据项目性质、项目投资和设施使用者的类型等采用公司型合资结构，也可以采用非公司型合资结构、合伙制结构或者信托基金结构。
- (2) 具有“无论提货与否均需付款”性质的设施使用协议是项目融资不可缺少的组成部分。这种项目设施使用协议在使用费的确定上至少需要考虑到项目投资在三方面的回收，即：生产经营成本、融资成本和投资者收益。

2. 以“产品支付”为基础的项目融资模式

“产品支付 (Production Payment)”是在石油、天然气和矿产品项目中常使用的无追索权或有限追索权的融资方式，是项目融资的早期形式，起源于 20 世纪 50 年代美国的石油天然气项目开发的融资安排。项目公司以收益作为项目融资的主要偿债资金来源，即贷款得到偿还之前，贷款银行拥有项目的部分或全部产品。当然，这并不是说贷款银行真的要储存几亿桶石油或足以满足一座城市需要的电力，在绝大多数情况下，产品支付只是产权的转移，而非产品本身的转移。通常，贷款银行要求项目公司重新购回他们的产品或充当他们的代理人来销售这些产品。

以“产品支付”为基础的融资模式适用于资源贮藏量已经探明并且项目的现金流量能够比较准确地计算出来的项目。这种模式所能安排的资金数量取决于所购买的那一部分产品的预期未来收益按照一定贴现率计算出来的净现值。对于那些资源属于国家所有，项目公司只能获得资源开采权的项目，“产品支付”的信用保证是通过购买项目未来生产的现金流量，加上资源开采权和项目资产的抵押来实现的。

以“产品支付”为基础的项目融资模式，在具体操作上有以下基本特征：

(1) 融资模式是建立在由贷款银行购买某一特定资源产品的全部或部分营业收入权益的基础上的，它是通过让贷款银行直接拥有项目产品的所有权来融资，而不是通过抵押或权益转让的方式来实现融资的信用保证。

(2) 融资期限一般应小于项目预期的经济寿命期。即如果一个资源性项目具有 20 年的开采期，那么，产品支付融资的贷款期限应该大大短于 20 年，以保证项目在还本付息之外还能实现一定的收益。

(3) 贷款银行一般只为项目投资提供融资，而不承担项目生产费用的融资。并且，贷款银行还要求项目发起人提供项目最低产量、最低产品质量等的担保。

(4) 一般要成立一个“融资中介机构”，即所谓的专设公司，专门负责从项目公司中购买一定比例的产品，在市场上直接销售或委托项目公司作为代理人销售，并负责归集产品的销售收入和偿还贷款。

3. BOT 项目融资模式

(1) BOT 项目融资的基本思路

BOT 是 Build-Operate-Transfer 的缩写，即建设—经营—移交，它是指政府将一个工程项目的特许经营权授予承包商（一般为国际财团），承包商在特许期内负责项目设计、融资、建设和运营，并回收成本、偿还债务、赚取利润，特许经营期结束后将项目所有权再移交给政府的一种项目融资模式。实质上，BOT 融资模式是政府与承包商合作经营项目的一种特殊运作模式，从 20 世纪 80 年代产生以来，越来越受到各国政府的重视，成为各国基础设施建设及资源开发等大型项目融资中较受欢迎的一种融资模式。BOT 融资在我国也称为“特许经营权融资方式”，主要以外资为融资对象，其含义是指国家或者地方政府部门通过特许经营权协议，授予签约方的外商投资企业（包括中外合资、中外合作、外商独资）承担公共性基础设施项目的融资、建造、经营和维护；在协议规定的特许期限内，项目公司拥有投资建造设施的所有权，允许向设施使用者收取适当的费用，由此回收项目投资、经营和维护成本，并获得合理的回报；特许期满后，项目公司将设施无偿地移交给签约方的政府部门。

(2) TOT 项目融资方式

TOT 是 Transfer-Operate-Transfer 的缩写,即移交—经营—移交,它是 BOT 项目融资方式的新发展,指用私人资本或资金购买某项目资产(一般是公益性资产)的产权和经营权,购买者在一个约定的时间内通过经营收回全部投资和得到合理的回报后,再将项目产权和经营权无偿移交给原产权所有人。这种模式已逐渐应用到我国的项目融资领域中。

TOT 方式存在着几点 BOT 项目融资方式所不具备的优势:

- 1) 积极盘活国有资产,推进国有企业转机建制。
- 2) 为拟建项目引进资金,为建成项目引进新的更有效的管理模式。
- 3) 只涉及经营权让渡,不存在产权、股权问题,可以避免许多争议。
- 4) 投资者可以尽快从高速发展的中国经济中获得利益。

另外,由于 TOT 的风险比 BOT 小很多,金融机构、基金组织、私人资本等都有机会参与投资,这也增加了项目的资金来源。

4. ABS 项目融资模式

ABS 是英文 Asset-Backed Securitization 的缩写,即资产支持型资产证券化,简称资产证券化。资产证券化是指将缺乏流动性,但能够产生可预见的、稳定的现金流量的资产归集起来,通过一定的结构安排,对资产中风险与收益要素进行分离与重组,进而转换为在金融市场上可以出售和流通的证券的过程。

ABS 起源于 20 世纪 80 年代,由于具有创新的融资结构和高效的载体,满足了各类资产和项目发起人的需要,从而成为当今国际资本市场中发展最快、最具活力的金融产品。具体而言,ABS 融资有两种方式:

(1) 通过项目收益资产证券化来为项目融资,即以项目所拥有的资产为基础,以项目资产可以带来的预期收益为保证,通过在资本市场发行债券来募集资金的一种证券化融资方式。具体来讲,是项目发起人将项目资产出售给特设机构(Special Purpose Vehicle, SPV),SPV 凭借项目未来可预见的稳定的现金流,并通过寻求担保等信用增级(Credit Enhancement)手段,将不可流动的项目收益资产转变为流动性较高、具有投资价值的高等级债券,通过在国际资本市场上发行,一次性地为项目建设融得资金,并依靠项目未来收益还本付息。

(2) 通过与项目有关的信贷资产证券化来为项目融资,即项目的贷款银行将项目贷款资产作为基础资产,或是与其他具有共同特征的、流动性较差但能产生可预见的稳定现金流的贷款资产组合成资产池(Asset Pool),通过信用增级等手段使其转变为具有投资价值的高等级证券,通过在国际市场发行债券来进行融资,降低银行的不良贷款比率,从而提高银行为项目提供贷款的积极性,间接地为项目融资服务。

ABS 项目融资方式适用于房地产、水、电、道路、桥梁、铁路等收入安全、持续、稳定的项目。一些出于某些原因不宜采用 BOT 方式的重要关系国计民生的重大项目也可以考虑采用 ABS 方式进行融资。

5. 以“杠杆租赁”为基础的项目融资

(1) 以“杠杆租赁”为基础项目融资的基本思路

以“杠杆租赁”为基础的项目融资模式,是指由有两个或两个以上的专业租赁公司、银行以及其他金融机构等以合伙制形式组成的合伙制金融租赁公司作为出租人,使用自有

资金再加上贷款人提供的资金购买承租人所欲使用的项目资产,然后租赁给承租人的一种融资模式。该合伙制的金融租赁公司既是出租人又是借资人,既要收取租金又要支付债务。这种融资租赁型的租赁收益一般大于借款成本支出,出租人借款购物出租可获得财务杠杆利益,享受税前利息抵扣和加速折旧,最充分地利用节约税收好处,出租人通过收取较低的租金,将这种好处部分传递给承租人,在出租人、承租人和贷款人之间实现多赢。当出租人的成本全部收回并且获得了相应的回报后,承租人只需交纳很少的租金,在租赁期满后,出租人的一个相关公司可以将项目资产以事先商定的价格购买回去,或者由承租人以代理人的身份代理出租人把资产以其可以接受的价格卖掉,售价大部分会当作代销手续费由出租人返还给承租人。

(2) 以“杠杆租赁”为基础项目融资的主要特点

1) 融资方式较复杂。由于杠杆租赁融资结构中涉及的参与者数目较多,资产抵押以及其他形式的信用保证在股本参加者与债务参加者之间的分配和优先顺序问题也比一般项目融资模式复杂,再加上税务、资产管理与转让等问题,造成组织这种项目融资所花费的时间要相对长一些,法律结构以及文件也相对复杂一些,因而比较适合大型工程项目的融资安排。

2) 融资成本较低。杠杆租赁由于充分利用了项目的税务好处,所以降低了投资者的融资成本和投资成本,同时也增加了融资结构中债务偿还的灵活性。利用税务扣减一般可以偿还项目全部融资总额的 30%~50%。

3) 可实现百分之百的融资。在这种模式中,由金融租赁公司的部分股本资金加上银行贷款,就可解决项目所需资金或设备,项目发起人可以不需要再进行任何股本投资。

4) 应用范围比较广泛。既可以作为一项大型工程项目的项目融资安排,也可以为项目的一部分建设工程安排融资,例如用于购置项目的某一专项大型设备。

6.5 融资方案分析

在初步确定工程项目的资金筹措方式和资金来源后,应进一步对融资方案进行分析,以降低融资成本和融资风险。

6.5.1 资金成本的含义和作用

1. 资金成本的含义

资金是一种资源,筹集和使用任何资金都要付出代价,资金成本就是投资者在工程项目实施中,为筹集和使用资金而付出的代价。资金成本由两部分组成,即资金筹集成本和资金使用成本。

(1) 资金筹集成本是指投资者在资金筹措过程中支付的各项费用。主要包括向银行借款的手续费;发行股票、债券而支付的各项代理发行费用,如印刷费、手续费、公证费、担保费和广告费等。资金筹集成本一般属于一次性费用,筹资次数越多,资金筹集成本也就越大。

(2) 资金使用成本又称资金占用费,它主要包括支付给股东的各种股利、向债权人支付的贷款利息以及支付给其他债权人的各种利息费用等。资金使用成本一般与所筹资金的

多少以及所筹资金使用时间的长短有关,具有经常性、定期支付的特点,是资金成本的主要内容。

2. 资金成本的作用

(1) 资金成本是选择资金来源和筹资方式的重要依据。企业筹集资金的方式多种多样,如发行股票、债券、银行借款等,不同的筹资方式,其资金成本也不尽相同。资金成本的高低可以作为比较各种筹资方式优缺点的一项依据。

(2) 资金成本是投资者进行资金结构决策的基本依据。如上所述,一个工程项目的资金结构一般由借入资金与自有资金组合而成,这种组合有多种方案,寻求两者间的最佳组合,一般可通过计算综合资金成本作为项目筹资决策的依据。

(3) 资金成本是评价各种工程项目是否可行的一个重要尺度。国际上通常将资金成本视为工程项目的“最低收益率”和是否接受工程项目的“取舍率”,在评价投资方案是否可行的标准上,一般要以项目本身的投资收益率与其资金成本进行比较。如果项目的预期投资收益率小于其资金成本,则项目不可行。

6.5.2 资金成本的计算

1. 资金成本计算的一般形式

资金成本可用绝对数表示,也可用相对数表示。为便于分析比较,资金成本一般用相对数表示,称之为资金成本率。其一般计算公式为:

$$K = \frac{D}{P - F} \quad (6-1a)$$

$$\text{或} \quad K = \frac{D}{P(1 - f)} \quad (6-1b)$$

式中 K ——资金成本率(一般通称为资金成本);

P ——筹集资金总额;

D ——资金占用费;

F ——筹资费;

f ——筹资费率(即筹资费占筹集资金总额的比率)。

2. 各种资金来源的资金成本计算

(1) 银行借款的资金成本

1) 不考虑资金筹集成本时的资金成本

$$K_d = (1 - T) \times R \quad (6-2)$$

式中 K_d ——银行借款的资金成本;

T ——所得税税率;

R ——银行借款利率。

2) 对项目贷款实行担保时的资金成本

$$K_d = (1 - T) \times (R + V_d) \quad (6-3)$$

$$V_d = \frac{V}{P \times n} \times 100\% \quad (6-4)$$

式中 V_d ——担保费率;

V ——担保费总额;

P ——企业借款总额；

n ——担保年限。

3) 考虑资金筹集成本时的资金成本

$$K_d = \frac{(1-T) \times (R+V_d)}{1-f} \quad (6-5)$$

【例 6-1】某企业为某建设项目申请银行长期贷款 1000 万元，年利率为 10%，每年付息一次，到期一次还本，贷款管理费及手续费率为 0.5%，企业所得税税率为 25%。试计算该项目长期借款的资金成本。

【解】根据式 (6-5)，该项目长期借款的资金成本为：

$$K_d = \frac{(1-T) \times R}{1-f} = \frac{(1-25\%) \times 10\%}{1-0.5\%} = 7.54\%$$

(2) 债券资金成本

发行债券的成本主要是指债券利息和筹资费用。债券利息的处理与长期借款利息的处理相同，应以税后的债务成本为计算依据。债券的筹资费用一般比较高，不可在计算融资成本时省略。债券资金成本的计算公式为：

$$K_b = \frac{I_b(1-T)}{B(1-f_b)} \quad \text{或} \quad K_b = \frac{R_b(1-T)}{(1-f_b)} \quad (6-6)$$

式中 K_b ——债券资金成本；

B ——债券筹资额；

f_b ——债券筹资费率；

I_b ——债券年利息；

R_b ——债券利率。

若债券溢价或折价发行，为了更精确地计算资金成本，应以其实际发行价格作为债券筹资额。

【例 6-2】假定某公司发行面值为 500 万元的 10 年期债券，票面利率 8%，发行费率 5%，发行价格 550 万元，企业所得税税率为 25%，试计算该公司债券的资金成本。如果公司以 350 万元发行面额为 500 万元的债券，则资金成本又为多少？

【解】(1) 根据式 (6-6)，以 550 万元价格发行时的资金成本为：

$$K_b = \frac{I_b(1-T)}{B(1-f_b)} = \frac{500 \times 8\% \times (1-25\%)}{550 \times (1-5\%)} = 5.74\%$$

(2) 以 350 万元价格发行时的资金成本为：

$$K_b = \frac{I_b(1-T)}{B(1-f_b)} = \frac{500 \times 8\% \times (1-25\%)}{350 \times (1-5\%)} = 9.02\%$$

(3) 优先股成本

与负债利息的支付不同，优先股的股利不能在税前扣除，因而在计算优先股成本时无需经过税赋的调整。优先股成本的计算公式为：

$$K_p = \frac{D_p}{P_p(1-f_p)} \quad \text{或} \quad K_p = \frac{P_p \times i}{P_p(1-f_p)} = \frac{i}{1-f_p} \quad (6-7)$$

式中 K_p ——优先股资金成本；

D_p ——优先股每年股息；

P_p ——优先股股票面值；

f_p ——优先股筹资费率；

i ——股息率。

【例 6-3】 某公司为某项目发行优先股股票，股票面额按正常市价计算为 200 万元，筹资费率为 4%，股息年利率为 14%。试求其资金成本。

【解】 根据式 (6-7) 得：

$$K_p = \frac{i}{1 - f_p} = \frac{14\%}{1 - 4\%} = 14.58\%$$

(4) 普通股资金成本

普通股资金成本属权益融资成本。权益资金的资金占用费是向股东分派的股利，而股利是以所得税后净利润支付的，不能抵减所得税。计算普通股资金成本，常用的方法有“评价法”和“资本资产定价模型法”。

1) 评价法

$$K_c = \frac{D_c}{P_c(1 - f_c)} + G \quad (6-8)$$

式中 K_c ——普通股资金成本；

D_c ——预期年股利额；

P_c ——普通股筹资额；

f_c ——普通股筹资费率；

G ——普通股股利年增长率。

【例 6-4】 某公司发行普通股正常市价为 300 万元，筹资费率为 4%，第一年的股利率为 10%，以后每年增长 5%。试求其资金成本率。

【解】 根据式 (6-8) 有：

$$K_c = \frac{D_c}{P_c(1 - f_c)} + G = \frac{300 \times 10\%}{300 \times (1 - 4\%)} + 5\% = 15.4\%$$

2) 资本资产定价模型法

$$K_c = R_f + \beta(R_m - R_f) \quad (6-9)$$

式中 R_f ——无风险报酬率；

R_m ——平均风险股票必要报酬率；

β ——股票的风险校正系数。

【例 6-5】 某证券市场无风险报酬率为 11%，平均风险股票必要报酬率为 15%，某一股份公司普通股 β 值为 1.15。试计算该普通股的资金成本。

【解】 根据式 (6-9) 有：

$$K_c = R_f + \beta(R_m - R_f) = 11\% + 1.15 \times (15\% - 11\%) = 15.6\%$$

(5) 融资租赁资金成本

企业租入某项资产，获得其使用权，要定期支付租金，并且租金列入企业成本，可以减少应付所得税。因此，其租金成本率为：

$$K_L = \frac{E}{P_L} \times (1 - T) \quad (6-10)$$

式中 K_L ——融资租赁资金成本；

E ——年租金额；

P_L ——租赁资产价值。

(6) 留存盈余资金成本

留存盈余是指企业未以股利等形式发放给投资者而保留在企业的那部分盈利，即经营所得净收益的积余，包括盈余公积和未分配利润。

留存盈余是所得税后形成的，其所有权属于股东，实质上相当于股东对公司的追加投资。股东将留存盈余留用于公司，是想从中获取投资报酬，所以留存盈余也有资金成本，即股东失去的向外投资的机会成本。它与普通股成本的计算基本相同，只是不考虑筹资费用。如按评价法，计算公式为：

$$K_r = \frac{D_c}{P_c} + G \quad (6-11)$$

式中 K_r ——留存盈余资金成本。

其他符号同前。

(7) 加权平均资金成本

工程项目的资金筹集一般采用多种融资方式，不同来源的资金，其成本各不相同。由于条件制约，项目不可能只从某种低成本的来源筹集资金，而是各种筹资方案的有机组合。因此，为了对整个项目的融资方案进行筹资决策，在计算各种融资方式个别资金成本的基础上，还要计算整个融资方案的加权平均资金成本，以反映工程项目的整个资金方案的资金成本状况。其计算公式为：

$$K_w = \sum_{j=1}^n K_j \times W_j \quad (6-12)$$

式中 K_w ——加权平均资金成本；

K_j ——第 j 种融资渠道的资金成本；

W_j ——第 j 种融资渠道筹集的资金占全部资金的比重（权数）。

6.5.3 融资风险分析

融资方案的实施经常会受到各种风险因素的影响，融资风险分析就是对可能影响融资方案的风险因素进行识别和预测。通常，可能的融资风险因素有下列几种：

1. 投资缺口风险

工程项目在建设过程中，由于技术设计、施工图设计及施工过程中增加工程，由于价格上涨引起工程造价变化等，都会使投资额增加，导致原估算投资额出现缺口。

2. 资金供应风险

资金供应风险是指融资方案在实施过程中，可能出现资金不落实，导致建设工期拖长，工程造价升高，原定投资效益目标难以实现的风险。主要风险有：

(1) 原定筹资额全部或部分落空，例如已承诺出资的投资者中途发生变故，不能兑现承诺。

(2) 原定发行股票、债券计划不能实现。

(3) 既有项目法人融资项目由于企业经营状况恶化，无力按原定计划出资。

(4) 其他资金不能按建设进度足额及时到位。

3. 利率风险

利率水平随着金融市场行情而变动,如果融资方案中采用浮动利率计息,则应分析贷款利率变动的可能性及其对项目造成的风险和损失。

4. 汇率风险

汇率风险是指国际金融市场外汇交易结算产生的风险,包括人民币对各种外币币值的变动风险和各外币之间比价变动的风险。利用外资数额较大的投资项目应对外汇汇率的趋势进行分析,估测汇率发生较大变动时,对项目造成的风险和损失。

案例分析

港珠澳大桥融资模式分析

港珠澳大桥是一座连接香港特别行政区、广东省珠海市和澳门特别行政区的大桥,该项目于2009年12月15日开工建设,一期预计于2015~2016年完成。港珠澳大桥预计全长29.6km,建成通车后,由香港开车至珠海及澳门,将从目前的4~5h缩短到约20min,有助于吸引香港投资者到珠江三角洲西岸投资,并可促进港、珠、澳三地的旅游业。该工程还包括兴建约7000m的海底隧道,整个大桥估计共需融资727亿元人民币。

2008年2月28日,粤、港、澳三地就融资方案达成共识。大桥主体建造工程将以公开招标的方式,引入私人投资者以BOT模式来兴建和运营,并提供50年的专营权。而资金不足的部分则按照粤、港、澳三地政府补贴比例按效益费用比相等的原则计算,公平分摊补贴金额,其中广东占35.1%、香港占50.2%、澳门占14.7%。

然而,时间仅仅过去半年,在2008年8月5日,根据三方最新达成的融资安排,港珠澳大桥建设融资模式选择了政府全额出资本金的方式,其余部分则通过贷款解决。放弃了之前一直被看好的BOT模式。根据新的融资方案,整个大桥预计共需投资727亿元人民币,其中大桥主体工程造价预计约为378亿元人民币。378亿元主体工程资金筹集方面,政府的资本金占42%,其中内地出资金额将达70亿元人民币(占三地政府出资的44.5%),由中央政府和广东省共同承担;香港出资67.5亿元人民币(占三地政府出资的43%);澳门出资19.8亿元人民币(占三地政府出资的12.5%)。粤、港、澳三地政府的出资是根据经济效益公平分摊的,其余58%由三家组成的项目机构通过贷款方式进行融资。

粤、港、澳三地政府最终放弃BOT融资模式的原因主要有以下三点:

(1) 政府财政充裕,且政府出资融资成本低于BOT融资成本。引入BOT更多地是为了弥补自身基础设施建设的资金不足。而对于港珠澳大桥项目,目前三地政府财政充裕,贷款金额也不是很多,所以不需要将大桥交由私人投资者兴建。另一方面,政府出资兴建港珠澳大桥,其融资成本低于BOT模式融资成本。采用BOT模式进行融资,一是投资方出于自身利益必然需要一定的回报率,二是以银行为主要来源的融资方式,使得投资回报率只有大于同期的长期贷款利率时,投资方才会有投资意愿。可见,通过该融资方式,融资成本普遍超过同期长期贷款利率,与贷款、债券、股票等其他融资方式相比,该种方式的融资成本较高。

(2) 采用 BOT 模式, 在特许权年限内, 政府将失去对项目所有权和经营权的控制。港珠澳大桥若采用 BOT 模式, 是以 50 年专营权转移给财团为代价的, 这就牵涉到将来财团经营是否规范以及三地政府对财团是否有效监管的问题。私人投资者具有制定收费价格的权力, 而政府无法控制收费。由于大桥收费与交通流量相互联系, 若收费太贵, 交通流量便会减少, 这样会大大违背政府鼓励兴建港珠澳大桥的初衷。典型的个案是香港三个连接港岛与九龙的过海隧道。红中区海底隧道(以下简称“红隧”)是 20 世纪 60 年代由政府全资兴建的, 至今一直是三者中位置最好、收费最低、流量最大的。而东区海底隧道(以下简称“东隧”)和西区海底隧道(以下简称“西隧”)是后来政府通过 BOT 模式, 由私人发展商投资兴建的。东隧和西隧的不断加价, 使得这两条隧道车流严重不足, 而其他道路堵塞日益严重, 与政府增开隧道疏导交通的初衷相违。政府出资建设港珠澳大桥的优势就在于能够以整体社会及经济效益来考虑问题, 对大桥的收费水平具有更大的控制权。

(3) 投资回报率不确定, 成本回收期过长。采用 BOT 模式, 由公营机构转移过来的某些风险将在私营机构较高的融资费用中得到反映。由于投资 BOT 项目存在更多的不确定性风险, 若没有充分的回报, 投资商是不会进行投资的。同时, 国际物流业高速增长 20 年也行将结束, 未来的 5~10 年将迈入平稳增长期。而港珠澳大桥的投资主要是通过收取“过桥费”来收回, 通车量不足将对大桥的投资回报率产生巨大的威胁, 而 700 亿元的巨大投资成本更令各大财团望而却步。另一方面, 大桥的成本回收期过长, 导致风险增大。由于该项目投资巨大, 在国家规定的 25 年经营期内, 项目财务分析并不理想, 估计难以回本, 因此有可能需要将收费期延长至 50 年。过长的成本回收期会给投资者带来庞大的资金压力和巨大的投资风险。如果政府的财政补贴和分担风险的承诺不具吸引力, 财团更加不愿意投资。(资料来源: 温阳, 戴大双, 陈炳泉. 港珠澳大桥项目融资模式的启示. 项目管理技术, 2008, 12: 37-39.)

[案例思考]

1. 港珠澳大桥的建设有何特点, 对融资方案有何要求?
2. 试分析 BOT 融资模式的优点与弊端。

思考题

1. 什么是项目资本金, 其比例如何确定, 项目资本金的来源渠道有哪些?
2. 国内、国外负债融资有哪些主要渠道?
3. 项目融资有哪几种模式, 各有何特点?
4. 什么是资金成本, 各种不同来源的资金成本如何计算?
5. 融资风险有哪些表现形式?

习题

1. 某公司从银行借款 10 万元, 年利率 8%, 企业所得税税率为 25%, 筹资费假设为零。如果按下列方式支付利息, 试计算借款的资金成本。

- (1) 一年分 4 次支付利息。

(2) 一年分 12 次支付利息。

(3) 一年分 2 次支付利息。

2. 某公司为购买新设备，发行了一批新债券。每张债券票面值为 10000 元，年利率 8%，一年分 4 次支付利息，15 年期满。每张债券发行时市价 9500 元。如果所得税率为 25%，试计算公司新发行债券的资金成本。

延伸阅读

1. 李波，冯革，徐萍．项目融资管理 [M]．上海：上海交通大学出版社，2010.
2. 郑立群．工程项目投资与融资（第二版）[M]．上海：复旦大学出版社，2011.

引例

磨刀不误砍柴功的金门大桥

金门大桥的北端连接北加利福尼亚，南端连接旧金山半岛。当船只驶进旧金山，从甲板上举目远望，首先映入眼帘的就是大桥的巨型钢塔。钢塔之间的大桥跨度达 1280m，为世界罕见的单孔长跨距大吊桥之一。从海面到桥中心部的高度约 60m，又宽又高，所以即使涨潮时，大型船只也能畅通无阻。

旧金山金门大桥，从设计方案到开工兴建，前后大概经历了 20 来年的时间，这段时间不可谓不长。但大桥建成后，经济效益和社会效益都达到了最大化，这在世界桥梁建筑史上可以说具有里程碑式的意义。

1917 年，旧金山工程师奥肖内西邀请施特劳斯对建设桥梁进行了研究估算，获得了当时的市长的支持。1921 年，加州议会通过了将桥梁纳入财政支持、建设一个公共收费大桥的法案，这一法案于 1925 年、1931 年又作了修订。1924 年春天，旧金山和马林县开始联合向联邦政府申请建设大桥许可证。由于对桥的建设各有关方面一直存有争议，所以经过了地方、军方、技术等方面的多次论证，中间举行了很多的听证会及诉讼。终于，大桥建设于 1930 年获得了许可，建设债券发行问题也获得通过。1931 年，完成了招标投标。1933 年 1 月 5 日，大桥开始施工。1937 年，大桥竣工通车。

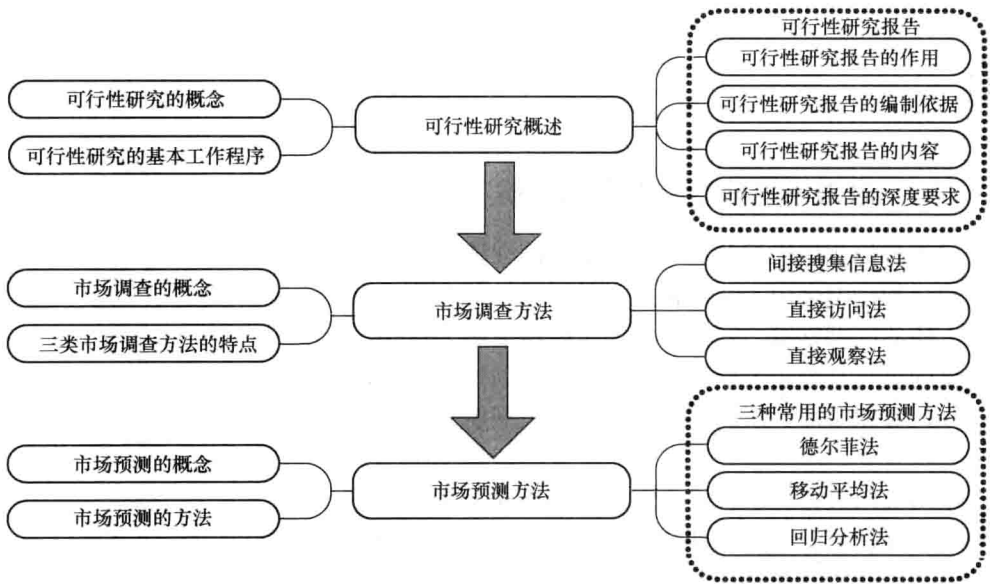
启 示

通过各方多年反复地对金门大桥进行的论证，可以看到，一项工程的成功离不开对其进行的科学合理的可行性研究。

本章知识结构图

可行性研究是工程经济分析理论在工程项目前期的应用，

它既是对工程项目前景进行科学预见的方法，又是项目设想细化和项目方案创造的过程。工程项目的成功受多种因素的影响，必须从市场需求与预测、技术与经济的可行性以及对环境的影响等多方面对项目作系统、科学、全面的分析研究，进而创造出有利于项目目标实现的最优方案。本章知识结构如下图所示。



7.1 可行性研究概述

7.1.1 可行性研究的概念

所谓可行性研究（Feasibility Study），是运用多种科学手段（包括技术科学、社会学、经济学及系统工程学等）对拟建工程项目的必要性、可行性、合理性进行技术经济论证的综合科学。其基本任务是通过广泛的调查研究，综合论证一个工程项目在技术上是否先进、实用和可靠，在经济上是否合理，在财务上是否盈利，为投资决策提供科学的依据。同时，可行性研究还能 为银行贷款、合作者签约、工程设计等提供依据和基础资料，它是决策科学化的必要步骤和手段。

一个建设项目要经历建设前期、勘测设计期、建设期及运营期四个时期，其全过程如图 7-1 所示。

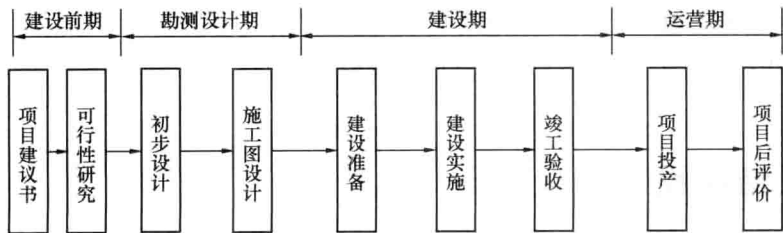


图 7-1 项目投资决策和建设全过程示意图

建设前期是决定工程项目经济效果的关键时期,是研究和控制的重点。如果在项目实施中才发现工程费用过高、投资不足或原材料不能保证等问题,将会给投资者造成巨大损失。因此,无论是发达国家还是发展中国家,都把可行性研究视为工程建设的首要环节。投资者为了排除盲目性,减少风险,在竞争中取得最大利润,宁肯在投资前花费一定的代价,也要进行投资项目的可行性研究,以提高投资获利的可靠程度。

7.1.2 可行性研究的基本工作程序

可行性研究的基本工作程序大致可以概括为:①签订委托协议;②组建工作小组;③制定工作计划;④市场调查与预测;⑤方案研制与优化;⑥项目评价;⑦编写可行性研究报告,与委托单位交换意见,并提交可行性研究报告。如图 7-2 所示。

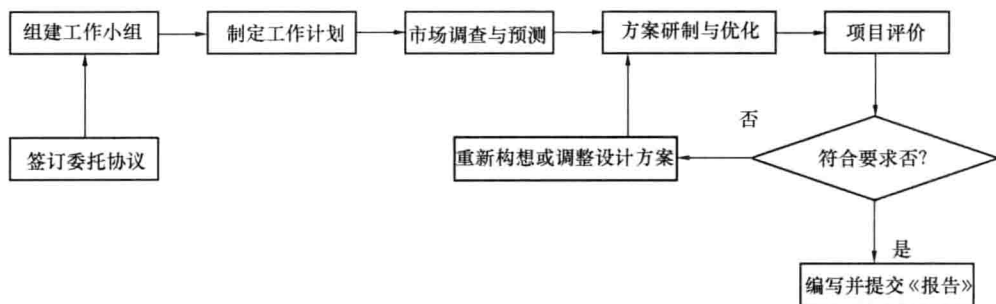


图 7-2 可行性研究的基本工作步骤

1. 签订委托协议

可行性研究编制单位与委托单位,应就项目可行性研究工作的范围、内容、重点、深度要求、完成时间、经费预算和质量要求交换意见,并签订委托协议,据以开展可行性研究各阶段的工作。具备条件和能力的建设单位也可以在机构内部委托职能部门开展可行性研究工作。

2. 组建工作小组

根据委托项目可行性研究的范围、内容、技术难度、工作量、时间要求等组建项目可行性研究工作小组。一般工业项目和交通运输项目可分为市场组、工艺技术组、设备组、工程组、总图运输及公用工程组、环保组、技术经济组等专业组。各专业组的工作一般应由项目负责人统筹协调。

3. 制定工作计划

内容包括各项研究工作开展的步骤、方式、进度安排、人员配备、工作保证条件、工作质量评定标准和费用预算,并与委托单位交换意见。

4. 市场调查与预测

市场调查的范围包括地区及国内外市场、有关企事业单位和行业主管部门等,主要搜集项目建设、生产运营等各方面所必需的信息资料和数据。市场预测主要是利用市场调查所获得的信息资料,对项目产品未来市场供应和需求信息进行定性与定量分析。

5. 方案研制与优化

在调查研究、搜集资料的基础上,针对项目的建设规模、产品规格、场址、工艺、设

备、总图、运输、原材料供应、环境保护、公用工程和辅助工程、组织机构设置、实施进度等,提出备选方案。进行方案论证比选优化后,提出推荐方案。

6. 项目评价

对推荐方案进行财务评价、国民经济评价、环境评价及风险分析等,以判别项目的环境可行性、经济合理性和抗风险能力。当有关评价指标结论不足以支持项目方案成立时,应重新构想方案或对原设计方案进行调整,有时甚至完全否定该项目。

7. 编写并提交可行性研究报告

项目可行性研究各专业方案,经过技术经济论证和优化之后,由各专业组分工编写。经项目负责人衔接协调综合汇总,提出可行性研究报告初稿。与委托单位交换意见,修改完善后,向委托方提交正式的可行性研究报告。

7.1.3 可行性研究报告

可行性研究过程形成的工作成果一般通过可行性研究报告固定下来,构成下一步研究工作的基础。可行性研究报告不必将所有工作过程都展示出来,只需详细说明最优方案,而简述其他备选方案的情况。

1. 可行性研究报告的作用

(1) 作为经济主体投资决策的依据

可行性研究对与建设项目有关的各个方面都进行了调查研究和分析,并以大量数据论证了项目的必要性、可实现性以及实现后的结果,项目投资者或政府主管部门正是根据项目可行性研究的评价结果,并结合国家财政经济条件和国民经济长远发展的需要,才能作出是否应该投资和如何进行投资的决定。

(2) 作为筹集资金和向银行申请贷款的依据

银行通过审查项目可行性研究报告,确认了项目的经济效益水平、偿债能力和风险状况,才能作出是否同意贷款的决定。

(3) 编制科研试验计划和新技术、新设备需用计划以及大型专用设备生产预安排的依据

项目拟采用的重大新技术、新设备必须经过周密慎重的技术经济论证,确认可行的,方能拟订研究和制造计划。

(4) 作为从国外引进技术、设备以及与国外厂商谈判签约的依据

利用外资项目,不论是申请国外银行贷款,还是与合资、合作方进行技术谈判和商务谈判,编制可行性研究报告都是一项至关重要的基础工作,甚至决定了谈判的成功与否。

(5) 与项目协作单位签订经济合同的依据

根据批准的可行性研究报告,项目法人可以与有关协作单位签订原材料、燃料、动力、运输、土建工程、安装工程、设备购置等方面的合同或协议。

(6) 作为向当地政府、规划部门、环境保护部门申请有关建设许可文件的依据

可行性研究报告经审查,符合相关规定或经济立法,对污染处理得当,不造成环境污染时,方能取得有关部门的许可。

(7) 作为该项目工程建设的基础资料

建设项目的可行性研究报告,是项目工程建设的重要基础资料。项目建设过程中的任

何技术性和经济性更改,都可以在原可行性研究报告的基础上通过认真分析得出项目经济效益指标变动程度的信息。

(8) 作为项目科研试验、机构设置、职工培训、生产组织的依据

根据批准的可行性研究报告,进行与建设项目有关的生产组织工作,包括设置相应的组织机构,进行职工培训,以及合理地组织生产等工作安排。

(9) 作为对项目考核和后评价的依据

工程项目竣工、正式投产后的生产考核,应以可行性研究所制定的生产纲领、技术标准以及经济效果指标作为考核标准。

2. 可行性研究报告的编制依据

(1) 国民经济中长期发展规划和产业政策

国家和地方国民经济和社会发展规划是一个时期国民经济发展的纲领性文件,对项目建设具有指导作用。另外,产业发展规划也同样可作为项目建设的依据。例如,国家关于一定时期内优先发展产业的相关政策、国家为缩小地区差别确立的地区开发战略以及国家为加强民族团结而确定的地区发展规划。

(2) 项目建议书

项目建议书是工程项目投资决策前的总体设想,主要论证项目的必要性,同时初步分析项目建设的可能性,它是进行各项投资准备工作的主要依据。基础性项目和公益性项目只有经国家主管部门核准,并列入建设前期工作计划后,方可开展可行性研究的各项工作。可行性研究确定的项目规模 and 标准原则上不应突破项目建议书相应的指标。

(3) 委托方的意图

可行性研究的承担单位应充分了解委托方建设项目的背景、意图、设想,认真听取委托方对市场行情、资金来源、协作单位、建设工期以及工作范围等情况的说明。

(4) 有关的基础资料

进行厂址选择、工程设计、技术经济分析需要可靠的自然、地理、气象、水文、地质、经济、社会等基础资料和数据。对于基础资料不全的,还应进行地形勘测、地质勘探、工业试验等补充工作。

(5) 有关的技术经济规范、标准、定额等指标

例如,钢铁联合企业单位生产能力投资指标、饭店单位客房投资指标等,都是进行技术经济分析的重要依据。

(6) 有关经济评价的基本参数和指标

例如,基准收益率、社会折现率、基准投资回收期、汇率等,这些参数和指标都是对工程项目经济评价结果进行衡量的重要判据。

3. 可行性研究报告的内容

工程项目的重要特点之一是它的不重复性,因而,每个工程项目应根据自身的技术经济特点确定可行性研究的工作要点,以及相应可行性研究报告的内容。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会的有关规定,一般工业项目可行性研究报告,可按以下内容编写。

(1) 总论

主要内容为:项目提出的背景;项目概况以及主要问题与建议。

(2) 市场预测

主要内容为：市场现状调查；产品供需预测；价格预测；竞争力分析；市场风险分析。

(3) 资源条件评价

主要内容为：资源可利用量；资源品质情况；资源赋存条件；资源开发价值。

(4) 建设规模与产品方案

主要内容为：建设规模与产品方案构成；建设规模与产品方案比选；推荐的建设规模与产品方案；技术改造项目与原有设施利用情况等。

(5) 场址选择

主要内容为：场址现状；场址方案比选；推荐的场址方案；技术改造项目当前场址的利用情况。

(6) 技术方案、设备方案和工程方案

主要内容为：技术方案选择；主要设备方案选择；工程方案选择；技术改造项目改造前后的比较；总图布置方案；场内外运输方案；公用工程与辅助工程方案；技术改造项目现有公用辅助设施利用情况。

(7) 主要原材料、燃料供应

主要内容为：主要原材料供应方案；燃料供应方案。

(8) 节能措施

主要内容为：节能措施；能耗分析。

(9) 节水措施

主要内容为：节水措施；水耗分析。

(10) 环境影响评价

主要内容为：环境条件调查；影响环境因素分析；环境保护措施。

(11) 劳动安全、卫生与消防

主要内容为：危险因素和危害程度分析；安全防范措施；卫生保健措施；消防设施。

(12) 组织机构与人力资源配置

主要内容为：组织机构设置及其适应性分析；人力资源配置；员工培训。

(13) 项目实施进度

主要内容为：建设工期；实施进度安排；技术改造项目建设与生产的衔接。

(14) 投资估算与融资方案

主要内容为：建设投资和流动资金估算；资本金和债务资金筹措；融资方案分析。

(15) 财务评价

主要内容为：财务评价基础数据与参数选取；营业收入与成本费用估算；财务评价报表；盈利能力分析；偿债能力分析；财务评价结论。

(16) 国民经济评价

主要内容为：影子价格及评价参数选取；效益费用范围与数值调整；国民经济评价报表；国民经济评价指标；国民经济评价结论。

(17) 社会评价

主要内容为：项目对社会的影响分析；项目与所在地互适性分析；社会风险分析。

(18) 风险与不确定性分析

主要内容为：项目盈亏平衡分析、敏感性分析；项目主要风险识别；风险程度分析；防范风险对策。

(19) 研究结论与建议

主要内容为：推荐方案总体描述；推荐方案优缺点描述；主要对比方案；结论与建议。

4. 可行性研究报告的深度要求

可行性研究报告应在以下方面达到使用要求：

(1) 可行性研究报告应能充分反映项目可行性研究工作的成果，内容齐全，结论明确，数据准确，论据充分，满足决策者确定方案和项目决策的要求。

(2) 可行性研究报告选用主要设备的规格、参数应能满足预订货的要求。引进技术设备的资料应能满足合同谈判的要求。

(3) 可行性研究报告中的重大技术、经济方案，应有两个以上方案的比选。

(4) 可行性研究报告中确定的主要工程技术数据，应能满足项目初步设计的要求。

(5) 可行性研究报告中构造的融资方案，应能满足银行等金融部门信贷决策的需要。

(6) 可行性研究报告中应反映可行性研究过程中出现的某些方案的重大分歧及未被采纳的理由，以供委托单位或投资者权衡利弊进行决策。

(7) 可行性研究报告应附有评估、决策（审批）所必需的合同、协议、意向书、政府批件等。

总之，可行性研究报告的基本内容可概括为三大部分：市场研究、技术研究、经济评价。这三部分构成了可行性研究的三大支柱。首先是市场研究，包括产品的市场调查与预测研究，这是建设项目成立的重要前提，其主要任务是解决工程项目建设的“必要性”问题。第二是技术研究，即技术方案和建设条件研究，从资源投入、厂址、技术、设备和生产组织等问题入手，对工程项目的技术方案和建设条件进行研究，这是可行性研究的技术基础，它要解决建设项目在技术上的“可行性”问题。第三是效益研究，即经济评价，这是决定项目投资命运的关键，是项目可行性研究的核心部分，它要解决工程项目在经济上的“合理性”问题。

7.2 市场调查方法

市场调查是运用适当的方法，有目的、系统地搜集整理市场信息资料，分析市场的客观实际情况。市场调查是市场预测的基础，是工程项目可行性研究的起点。

7.2.1 间接搜集信息法

间接搜集信息法，是指调研人员通过各种媒体（互联网、数据库报刊、杂志、统计年鉴、电视、广播、咨询公司的公益性信息等），对现成信息资料进行搜集、分析、研究和利用的活动。间接搜集信息法一般包括查找、索讨、购买、交换、接收等具体的手段。

间接搜集信息法的特点是获取资料速度快、费用省，并能举一反三。缺点是针对性较

差、深度不够、准确性不高,需要采用适当的方法进行二次处理和验证。

1. 间接搜集信息法应遵循的原则

(1) 先易后难的原则。应先搜集那些比较容易得到的历史资料和公开发表的公益性信息资料,而对那些商业性信息和内部保密信息,只有在现成资料不足时才作进一步搜集。

(2) 由近至远的原则。搜集信息应从最新的近期资料着手,然后采取追踪的办法逐期向远期查找。

(3) 先内部后外部的原则。在间接搜集信息时,先从本企业、本行业或与本单位有业务往来关系的贸易伙伴着手,然后再到有关的单位与行业搜集有关的信息资料。

2. 间接搜集信息法的作用

(1) 为直接搜集信息提供指导。在实地调研之前,应制定调研计划,明确调研目的,才能做到心中有数、有的放矢。而这些工作都必须根据已有的信息资料来推断。

(2) 对直接调查方法起弥补修正作用。在市场经济条件下,直接调查一般难以获取竞争对手的商业信息。但通过间接信息的统计推断可以对市场的整体情况进行估计和把握,甚至这些经过处理的信息还能替代实地调查的资料。

(3) 鉴定、证明直接调查法所获资料的可信度。直接调研所取得的信息资料,由于受多种因素的影响,在搜集过程中容易出现某些差错。因而,分析人员可以通过间接获得的信息进行对比、鉴定,证明实地调研资料的可靠程度,并对其中明显的错误及时纠正。

7.2.2 直接访问法

直接访问法,就是将拟调查的事项,以面谈、电话或书面形式向被调查者提问,以获得所需资料信息的调查方法。

直接访问法按具体访问方式的不同分为面谈调查、电话调查、问卷调查、街头访问调查等。

1. 面谈调查

面谈调查包括将专家请进来的座谈会调查和调查人员走出去的个人访谈。

面谈调查法的优点是:当面听取被调查者的意见,可以全方位观察其本身的状况和对问题的反应;信息回收率高;谈话可逐步深入,获得意想不到的信息。

面谈调查法的缺点是:调查成本高,调查结果受专家水平及调查人员本身素质的影响较大。

面谈调查法中应注意的事项:

(1) 调查人员不应对问题的含义发表过多的主观见解,以免限制被调查者的思路。

(2) 访问的时间不宜持续太长。

(3) 问话应尽量清楚而简短。

2. 电话调查

由调查人员根据抽样规定或样本范围,通过电话询问对方意见。

电话调查法的优点是:可在短时间内调查较多样本,成本较低。

电话调查法的缺点是:不易获得对方的合作,不能询问较为复杂的问题。

3. 问卷调查

问卷调查是一种应用较广泛的直接调查方式,它是通过设计调查问卷将调查意图清晰

展现给被调查者的调查方式。

问卷调查的优点是：调查成本低；能在短时间内使被调查者了解调查意图；由于问卷对每一问题往往设置选择项，节省了被调查者思考的时间；消除了由于调查人员本身素质的差异造成的调查结果的误差；加强了调查工作的计划性和条理性。

问卷调查的缺点是：有时回收率低；有时被调查人员不配合，影响调查人员的工作情绪。

设计问卷时应注意的问题：

- (1) 问卷的内容不宜太多，问题应具有代表性。
- (2) 问句应词义清楚，不能模棱两可。
- (3) 每个问句后，最好有选择项供被调查人员判断。
- (4) 问题要引起被调查者的兴趣，使其愿意回答。

例如，某市房地产信息网信息中心调研部，为了获得该市消费者购买商品房的意向，采用问卷调查和街头访问调查相结合的方式，在该市 8 个城区内进行了市场调查。通过调查，获得了以下调查结果：

- (1) 在购房的消费者中，25~40 岁的年轻人占主导力量。
- (2) 72% 的消费者有意购买普通住宅。
- (3) 41% 的消费者会选择郊区住宅。
- (4) 在商品房销售面积中，高层住宅占 58%，多层住宅占 27%，商服用房占 11%，其他商品房占 4%。

7.2.3 直接观察法

直接观察法的特点是，被调查者并未察觉时，调查工作已完成。因为这种调查方法是调查人员在调查现场，从旁观察其行动的一种调查方法。

直接观察法有以下几种。

1. 交通量观察

为研究某城市区域的商业价值或改善交通秩序，常需要调查某一街道的车流量以及人流量或方向。其方法是调查人员亲临现场或用仪器记录该街道在一定时间内所通行的车辆及行人数量、类别及方向。

2. 售房量观察

例如，为研究受消费者青睐的住宅户型，房地产开发企业的调查人员可作为普通消费者，到各楼盘发售现场，观察墙上标示的各房型的销售进度。销售较快的房型必然是较受消费者欢迎的房型。

3. 商场观察

在商品体验店可以观察到什么品牌、种类、式样、颜色的商品更受消费者钟爱。

观察法的优点是：因被调查者没有意识到自己正在接受调查，一切状况均保持自然，故准确性较高。

观察法的缺点是：观察不到内在因素，有时需要作长时间的观察才能求得结果。

7.3 市场预测方法

可行性研究中往往需要对产品的寿命周期、销售量和投入物、产出物的市场价格、未来各种市场行情发生的概率等进行预测。市场预测是在市场调查的基础上，通过对市场资料的分析研究，运用科学的方法和手段推测市场未来的前景。市场预测的方法如图 7-3 所示。

下面介绍三种较为常用的市场预测方法。

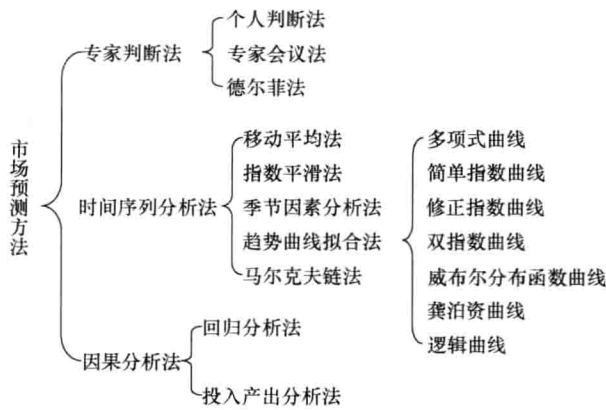


图 7-3 市场预测方法

7.3.1 德尔菲法 (Delphi)

1. 德尔菲法的特点和应用范围

德尔菲法是在专家个人判断法和专家会议法基础上发展起来的一种专家调查法，它是以不记名方式多轮征询专家意见，最终得出预测结果的一种集体经验判断法。德尔菲法的主要特点是匿名性、反馈性和收敛性。

采用时，一般视项目的大小和对市场预测的要求，选择 20～50 位对预测问题有深入研究、知识

渊博、经验丰富、具有创造力和洞察力、并且参与性强的专家。征询专家意见采用“背靠背”的函询方式进行，一般进行 3～4 轮。

德尔菲法简便易行，用途广泛。据报道，专家会议法和德尔菲法的使用在各类预测工作中所占比重约为 1/4。对某些长期的、复杂的社会、经济、技术问题的预测，对某些无先例事件和突发事件的预测等，数学模型往往无能为力，只能使用德尔菲法这一类专家预测方法。

2. 德尔菲法调查结果的处理

当预测结果需要用数量（含时间）表示时，一般用“中位数”进行数据处理。即分别求出预测结果的中位数、上四分位数和下四分位数。

设参加预测的专家数为 n ，对某一问题各专家回答的定量值为 $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$ ，设 x_i 由小到大或由前至后顺序排列，即 $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$ ，则调查结果的中位数为：

$$\bar{x} = \begin{cases} x_{\frac{n+1}{2}} & (n \text{ 为奇数}) \\ \frac{1}{2}(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}) & (n \text{ 为偶数}) \end{cases} \quad (7-1)$$

中位数可看作是调查结果的期望值。在 不大于 $\bar{x}$ 的定量值中再取中位数，即为调查结果的下四分位数；在 不小于 $\bar{x}$ 的定量值中再取中位数，即为调查结果的上四分位数。上、下四分位数之间的区域为四分位区间。四分位区间大小反映专家意见的离散程度。区

间越小,说明意见越集中。函询过程中,调查人员可根据四分位区间的大小确定是否需要进行下一轮函询。

7.3.2 移动平均法

移动平均法是用分段逐点推移的平均方法对时间序列数据进行处理,找出预测对象的历史变动规律,并据此建立预测模型的一种时间序列预测方法。

1. 一次移动平均值的计算

设实际的预测对象时间序列数据为 $y_t (t = 1, 2, \dots, m)$, 一次移动平均值的计算公式为:

$$\begin{aligned} M_{t-1}^{[1]} &= \frac{1}{n} (y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-n}) \\ M_t^{[1]} &= \frac{1}{n} (y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-n+1}) \\ &= M_{t-1}^{[1]} + \frac{1}{n} (y_t - y_{t-n}) \end{aligned} \quad (7-2)$$

式中 $M_t^{[1]}$ ——第 t 周期的一次移动平均值;

n ——计算移动平均值所取的数据个数。

采取移动平均法作预测,关键在于选取用来求平均数的时期数 n 。 n 值越小,表明对近期观测值在预测中的作用越为重视,预测值对数据变化的反映速度也越快,但预测的修匀程度较低。反之, n 值越大,预测值的修匀程度越高,但对数据变化的反映速度较慢。一般对始终围绕一条水平线上下波动的数据, n 值的选取较为随意;对于具有向上或向下趋势型特点的数据,为提高预测值对数据变化的反映速度, n 值宜取得小一些;同时, n 的取值还应考虑预测对象时间序列数据点的多少及预测限期的长短。通常, n 的取值范围可在 3~20 之间。

移动平均法的优点是:简单易行,容易掌握。缺点是: n 值的选取没有统一的规则,事实上,不同 n 值的选择对所计算的平均数有较大的影响。

【例 7-1】 已知某型号的家庭小轿车连续 20 个月的全国销售量,见表 7-1 所列。取 $n=3$,试计算该种小轿车销售量的一次移动平均值。

[例 7-1] 家庭小轿车销售量表 (千辆)

表 7-1

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
销售量	1.0	1.5	2.0	2.2	2.0	2.5	3.2	3.1	3.0	3.4
$M_t^{[1]}$	/	/	1.50	1.90	2.07	2.23	2.56	2.93	3.10	3.17
月	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
销售量	3.3	3.8	4.2	4.3	4.4	4.8	5.0	5.1	5.2	5.2
$M_t^{[1]}$	3.23	3.50	3.77	4.10	4.30	4.50	4.70	4.93	5.07	5.13

【解】 由式 (7-2) 得:

$$M_3^{[1]} = \frac{1}{3}(y_3 + y_2 + y_1) = \frac{1}{3}(1.0 + 1.5 + 2.0) = 1.50$$

$$M_4^{[1]} = M_3^{[1]} + \frac{1}{3}(y_4 - y_1) = 1.5 + \frac{1}{3}(2.2 - 1.0) = 1.90$$

$$M_5^{[1]} = M_4^{[1]} + \frac{1}{3}(y_5 - y_2) = 1.9 + \frac{1}{3}(2.0 - 1.5) = 2.07$$

依次类推, 可得出一次移动平均值序列, 见表 7-1 所列。

2. 二次移动平均值的计算

二次移动平均值要在一次移动平均值序列的基础上进行, 计算公式为:

$$\begin{aligned} M_t^{[2]} &= \frac{1}{n}(M_t^{[1]} + M_{t-1}^{[1]} + \cdots + M_{t-n+1}^{[1]}) \\ &= M_{t-1}^{[2]} + \frac{1}{n}(M_t^{[1]} - M_{t-n}^{[1]}) \end{aligned} \quad (7-3)$$

式中 $M_t^{[2]}$ ——第 t 周期的二次移动平均值。

【例 7-2】根据 [例 7-1] 表 7-1 中的数据, 取 $n=3$, 计算二次移动平均值。

【解】由式 (7-3) 得:

$$M_5^{[2]} = \frac{1}{3}(M_5^{[1]} + M_4^{[1]} + M_3^{[1]}) = \frac{1}{3}(1.5 + 1.9 + 2.07) = 1.82$$

$$M_6^{[2]} = M_5^{[2]} + \frac{1}{3}(M_6^{[1]} - M_3^{[1]}) = 1.82 + \frac{1}{3}(2.23 - 1.5) = 2.07$$

$$M_7^{[2]} = M_6^{[2]} + \frac{1}{3}(M_7^{[1]} - M_4^{[1]}) = 2.07 + \frac{1}{3}(2.56 - 1.9) = 2.29$$

依次类推, 可得出二次移动平均值序列, 见表 7-2 所列。

【例 7-2】家庭小轿车销售量表 (千辆)

表 7-2

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
销售量	1.0	1.5	2.0	2.2	2.0	2.5	3.2	3.1	3.0	3.4
$M_t^{[1]}$	/	/	1.50	1.90	2.07	2.23	2.56	2.93	3.10	3.17
$M_t^{[2]}$	/	/	/	/	1.82	2.07	2.29	2.57	2.86	3.07
月	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
销售量	3.3	3.8	4.2	4.3	4.4	4.8	5.0	5.1	5.2	5.2
$M_t^{[1]}$	3.23	3.50	3.77	4.10	4.30	4.50	4.70	4.93	5.07	5.13
$M_t^{[2]}$	3.17	3.30	3.50	3.79	4.06	4.30	4.50	4.71	4.94	5.09

3. 利用移动平均值序列作预测

预测模型为:

$$\hat{y}_{t+T} = a_t + b_t \cdot T \quad (7-4)$$

式中 t ——目前的周期序号;

T ——由目前到预测周期的周期间隔数;

$\hat{y}_{t+T}$ ——第 $t+T$ 周期的预测值;

a_t ——线性预测模型的截距;

b_t ——线性预测模型的斜率, 即每周期预测值的变化量。

$$a_t = 2M_t^{[1]} - M_t^{[2]} \quad (7-5)$$

$$b_t = \frac{2}{n-1}(M_t^{[1]} - M_t^{[2]}) \quad (7-6)$$

【例 7-3】 根据 [例 7-2] 表 7-2 中的数据建立预测方程, 预测第 21 个月的家庭小轿车的销售量, 目前的月序为 20。

【解】

$$a_{20} = 2M_{20}^{[1]} - M_{20}^{[2]} = 2 \times 5.13 - 5.09 = 5.17$$

$$b_{20} = \frac{2}{3-1}(M_{20}^{[1]} - M_{20}^{[2]}) = 5.13 - 5.09 = 0.04$$

$$\hat{y}_{21} = a_{20} + b_{20} \times T = 5.17 + 0.04 \times 1 = 5.21 \text{ 千辆}$$

7.3.3 回归分析法

回归分析预测法, 是根据预测变量(因变量)与相关因素(自变量)之间存在的因果关系, 借助数理统计中的回归分析原理, 确定因果关系, 建立回归模型并进行预测的一种定量预测方法。回归分析分为一元回归模型和多元回归模型, 下面是采用一元线性回归模型预测的过程。

1. 建立一元线性回归方程

一元线性回归方程如下:

$$y = a + bx \quad (7-7)$$

式中 y ——因变量, 即拟进行预测的变量;

x ——自变量, 即引起因变量 y 变化的变量;

a 、 b ——回归系数, 即表示 x 与 y 之间关系的系数。

2. 用最小二乘法拟合回归曲线

利用普通最小二乘法对回归系数 a 、 b 进行估计, 即:

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (7-8)$$

$$a = \frac{1}{n}(\sum y - b \sum x) \quad (7-9)$$

式中 n ——样本数目, 一般最好大于 20。

3. 计算相关系数 r , 进行相关检验

r 的计算公式为:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (7-10)$$

$0 \leq |r| \leq 1$, $|r|$ 愈接近 1, 说明 x 与 y 的相关性愈大, 预测结果可信度愈高。一般可用计算出的相关系数 r 与相关系数临界值 r_c 相比较, r_c 是由样本数 n 和显著性水平 α 两个参数决定的, 可由表 7-3 查出。只有当 $|r| > r_c$ 时, 用回归方程描述 x 与 y 的关系才有意义。

4. 求置信区间

由于回归方程中自变量 x 与因变量 y 之间的关系并不是确定的，因此对于任意的 x_0 ，无法确切地知道相应的 y_0 ，只能通过求置信区间判定在给予概率下 y_0 实际值的取值范围。当置信度为 95% 时， y_0 的置信区间近似为 $\hat{y}_0 \pm 2\hat{\sigma}$ ，这意味着 y_0 的实际值发生在 $(\hat{y}_0 - 2\hat{\sigma}, \hat{y}_0 + 2\hat{\sigma})$ 区间的概率为 95%。当置信度为 99% 时， y_0 的置信区间近似为 $\hat{y}_0 \pm 3\hat{\sigma}$ 。 $\hat{y}_0$ 是与 x_0 相对应的根据回归方程计算的 y_0 的估计值， $\hat{\sigma}$ 为标准差的估计值， $\hat{\sigma}$ 的计算式为：

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 2}}$$

(7-11)

相关系数临界值表

表 7-3

α $n-2$	0.05	0.01	α $n-2$	0.05	0.01
1	0.997	1.000	21	0.413	0.526
2	0.950	0.990	22	0.404	0.515
3	0.878	0.959	23	0.396	0.505
4	0.811	0.917	24	0.388	0.496
5	0.754	0.874	25	0.381	0.487
6	0.707	0.834	26	0.374	0.478
7	0.666	0.798	27	0.367	0.470
8	0.632	0.765	28	0.361	0.463
9	0.602	0.735	29	0.355	0.456
10	0.576	0.708	30	0.349	0.449
11	0.553	0.684	35	0.325	0.418
12	0.532	0.661	40	0.304	0.393
13	0.514	0.641	45	0.288	0.372
14	0.497	0.623	50	0.273	0.354
15	0.482	0.606	60	0.250	0.325
16	0.468	0.590	70	0.232	0.302
17	0.456	0.575	80	0.217	0.283
18	0.444	0.561	90	0.205	0.267
19	0.433	0.549	100	0.195	0.254
20	0.423	0.537	200	0.138	0.181

【例 7-4】 某城市统计部门用一元线性回归模型对整体式橱柜的销售量进行预测。根据对已收集数据的观测，历年整体式橱柜销售量与同期商品房一级市场销售量之间有相关关系。有关历史数据见表 7-4 所列。根据城建部门的规划，2005 年该城市商品房建设量将达到 180 万 m²，空置率按 8% 考虑，一级市场销售量将达到 165.6 万 m²。试预测该年度整体式橱柜的销售量。

【解】 设整体式橱柜销售量为 y ，同期商品房销售量为 x ，回归方程为 $y = a + bx$ 。

求回归系数:

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = 0.0448$$

$$a = \frac{1}{n} (\sum y - b \sum x) = -1.3696$$

由此可得: $\hat{y} = a + bx = -1.3696 + 0.0448x$

[例 7-4] 整体式橱柜和商品房销售量的基础数据

表 7-4

年	整体式橱柜销售量 y_i (万 m)	商品房销售量 x_i (万 m ²)	年	整体式橱柜销售量 y_i (万 m)	商品房销售量 x_i (万 m ²)
1990	0.20	20.0	1997	4.07	118.6
1991	0.26	40.0	1998	4.20	120.8
1992	1.20	60.5	1999	4.88	133.6
1993	1.80	96.0	2000	5.19	143.5
1994	2.49	102.5	2001	5.17	145.0
1995	3.98	110.0	2002	5.32	146.4
1996	4.12	116.4			

$$\text{求相关系数: } r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} = 0.9674$$

已知 $n-2=11$, 取 $\alpha=0.05$, 由表 7-3 可查得相关系数临界值 $r_c = 0.553$, $r > r_c$, 说明本例中的回归方程具有显著性, 可用于预测。

$$\text{求置信区间: } \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}} = 0.4968, \hat{y}_0 \pm 2 \times 0.4968 = \hat{y}_0 \pm 0.9936$$

$$\hat{y}_0 = -1.3696 + 0.0448 \times 165.6 = 6.05 \text{ 万 m}$$

考虑到置信度, 到 2005 年, 有 95% 的可能, 该年份的整体橱柜的销售量在 (6.05 - 0.9936, 6.05 + 0.9936) 即 (5.06, 7.04) 区间内, 单位为万 m。

案例分析

深港双方“深港西部通道工程”项目可行性研究的比较

深港西部通道工程包括大桥、口岸和接线 3 部分。其中, 全长为 5154m 的深圳湾大桥由深港合建, 总投资 1517 亿元人民币。该工程项目是经国务院批准立项的国家重点建设项目, 是国家干线公路网连接香港特别行政区的唯一高速公路, 是“一国两制”体制下, 迄今规模最大的首个跨界公路工程, 开创了内地和香港在大型基建领域合作的成功先例。

西部通道的可行性研究前后历经 7 年, 期间双方进行了大量信息交换与工作内容调整, 包含的内容十分广泛。下面从交通需求、建设方案、环境保护和经济评价 4 个方面回顾深港双方的可行性研究, 针对“研究的出发点”、“主要研究内容的完善性”、“研究方法适用性、科学性及其局限性对比”等几个部分比较两方的异同。

1. 研究的出发点比较

深圳方面可行性研究的出发点具有需求导向特征, 是为了解决深港两地之间日益增长

的交通流量问题, 附带有改善环境、增强一国两制凝聚力、促进双方经济发展等考量, 主要聚焦在通车的车流及人流上, 对社区的长期发展考虑较少。香港方面研究的出发点更具战略特征, 以香港社会 2030 年的远景发展规划为基础, 将西部通道项目一并纳入香港整体路网, 同时考虑香港社会的整体协调发展。例如, 香港方面的可行性研究不仅关注西部通道项目车流量的增长状况, 更加关注这一项目的修建会给所涉及相关地区的可持续发展能力带来什么变化 (特别是人口增长情况), 还关注西部通道对香港市政连接工程的接纳能力、环境及生态方面的影响。

2. 主要研究内容的完善性比较

(1) 香港方面可行性研究对于西部通道项目交通需求方面的研究覆盖面更为广泛, 且具有系统性, 关注的影响因素也更为直接, 其中对于西部通道项目满足社会需求的评估结论表述相对更为客观。港方对于西部通道项目的修建期望集中于提升跨界交通流量带来的直接综合经济收益, 并由此得出了重视关联附属工程项目的结论, 且从多个角度提供了翔实数据支撑。深方所编制的可行性研究报告主要围绕西部通道本身而展开, 并没有充分考虑一些附属的必要连接通道项目对其运营效能的影响。而香港方面在一开始就将西部通道项目的可行性报告一并列入“跨境通道项目”作为系统工程进行研究, 而不是将其单独列出评估影响。从后来的建造过程和现在的运营现状来看, 港方的评估结论更能全面地反映实际情况。

(2) 深方是从建设规模与技术标准、建设条件、桥位选择、桥型方案选择、一线口岸等方面进行建设方案的可行性评估, 研究覆盖的面要比港方的更广, 而且深方在相应的研究点上做的工作更加深入。港方在建设方案研究中特别重视方案造成的环境影响, 把环境评估作为决定方案优劣的极其重要因素, 而深方则更重视从技术可行性的角度来考虑建设方案, 这体现了港方和深方在建设方案上选择的侧重点不同。

(3) 深港双方在西部通道项目可行性研究环境评估部分的内容上主要有两点差异: ①港方更加全面地考虑社会环境, 即更加关注项目周边人群对西部通道项目建设可能的反应; ②港方更加关注西部通道未来运营时的影响。香港的环境评估研究报告一开始就定位于 2020 年的系统性状况, 综合考虑了项目的个体影响和因项目修建而引发的累积影响, 而深方则更多地集中在项目的施工过程中。

(4) 经济评价是拟建项目工程可行性研究的重要内容, 其目的是根据项目所在地区的经济发展规划, 结合交通量预测和工程建设规模等研究情况, 计算项目的费用和效益, 对拟建项目的经济合理性、财务可行性作出评价, 为建设方案的比选、决策提供科学依据。在针对经济评价模块的研究中, 深方的主要内容包括: 评价依据、评价内容、评价方法、评价参数、费用调整、汽车运输成本调整、效益计算、国民经济评价指标计算、敏感性分析和国民经济评价结果等。港方的主要内容包括: 以香港角度对跨界通道各项建议的成本及效益进行概括经济评估, 把道路工程项目的成本 (如建筑成本及行程时间成本) 及效益 (如增加跨界贸易和商务活动及提高土地价值) 的差异进行比较。此外, 对是否符合全部跨界交通预测的需求还进行了经济影响质量评估, 并评审各工程建议对政府财政预算的影响及可能出现的财务风险。

3. 主要研究方法适用性、科学性及局限性比较

从数据预测和分析方法上看, 香港方面所应用的数据分析方法具有更加严密的逻辑

性。在交通需求部分,港方应用的模型综合考虑了内地的经济增长预测、香港与内地间的贸易增长、内地人口预测、空间分布以及香港的人口及就业数据在未来的规划发展状况,是多元因果预测模型。而深圳方面的预可行性研究则主要应用的是一元回归方法,即认为只有一个因素在显著影响着跨界交通量。不难看出,深圳方面所建立的预测模型中过于简化了影响跨界交通的变量;另外,在深方的预可行性研究中,预测交通流量的因变量选择的是内地国内生产总值、工农业生产总值等因素,没有考虑到跨界交通流量是由深港双方因素互动所产生的结果。虽然在深方 2001 年完成的工程可行性研究中对交通量预测采用了更为精密的二元回归方法,但因变量仍只取决于主要的独立经济数据,对于深港两地之间的贸易等联合数据考虑不足。敏感性分析的方法也都用于双方的交通量预测之中,所不同的是深圳方面主要是考虑口岸所提供的实际通过能力发生的变化,而香港方面则考虑的是香港人口数量可能发生的变化。(资料来源:莫力科,陆绍凯,牛永宁.深港大型跨界工程项目可行性研究的比较与启示——以深港西部通道项目为例.广州大学学报(自然科学版),2010,1:74-78.)

〔案例思考〕

1. 结合深港双方的可行性研究报告的比较分析,谈谈你对工程项目可行性研究工作的理解和认识。
2. 可行性研究中数据的搜集与处理过程要注意什么?

思考题

1. 可行性研究为什么要分段进行?
2. 简述可行性研究的基本工作程序。
3. 可行性研究的编制依据有哪些?
4. 可行性研究的作用是什么?
5. 市场分析在可行性研究中的地位是什么?
6. 可行性研究的工作原则有哪些?
7. 市场调查的方法有哪些?

习题

1. 根据有关部门统计数据进行分析,发现某轻工产品销售量与同期全国城镇竣工多层住宅面积有相关关系,有关历史数据见习题表 7-1 所列。试建立一元线性回归方程,并求相关系数。

习题表 7-1

年份	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1984	1985
轻工产品销售量 (万件)	46.6	61.3	46.3	53.4	79.9	102.9	141.1	109.1	49.2	51.4
竣工多层住宅面积 (万 m ²)	939.4	928.9	1012.2	1971.2	1849.4	2272.2	2285.3	963.9	537.6	706.2

续表

年份	1988	1989	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
轻工产品销售量 (万件)	71.2	111.4	59.5	105.8	146.5	222.1	202.4	242	227.8	
竣工多层住宅面积 (万 m ²)	1073.9	1209.3	1440	2164	2055.2	2215.2	2178	2880	3377.3	

2. 某产品 20 期的需求量见习题表 7-2 所列。试计算一次和二次移动平均值，取 $n=3$ ，并建立预测方程。

习题表 7-2

周期数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
需求量 (万件)	50	52	47	51	49	48	51	40	48	52
周期数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
需求量 (万件)	51	59	57	64	68	67	69	76	75	80

延伸阅读

1. 王勇，方志达．项目可行性研究与评估 [M]．北京：中国建筑工业出版社，2004.
2. 徐霞，叶彩霞，崔未合．建设项目可行性研究与申请报告案例与分析 [M]．北京：化学工业出版社，2008.

引例

东海大桥的财务效益

东海大桥是上海为打造国际航运中心战略性枢纽——洋山深水港而作出的重大举措。大桥全长约 32.5km，按双向六车道高速公路标准设计和建设，桥面宽 31.5m，设计行车速度 80km/h。东海大桥 2003 年 11 月 14 日开工建设，2008 年 5 月 1 日通车使用。设计使用年限：100 年；总投资约：140 亿元；通行费：人民币 80 元。在大桥建设前的财务分析显示，2009 年通过大桥的车流量达 5.2 万辆，2015 年达 8 万辆，2027 年达 9.6 万辆，大桥财务内部收益率将达 8.03%~10.1%，投资回收期 14.2 年。大桥本身的经济效益是吸引投资者看好项目的重要基础，东海大桥建设投资中民间资本占了总资本的一半，包括雅戈尔、方太厨具、海通集团等民营企业都参与了大桥的投资。（资料来源：黄融，真正意义上的跨海大桥——东海大桥，上海市政公路，2007，12。）

启 示

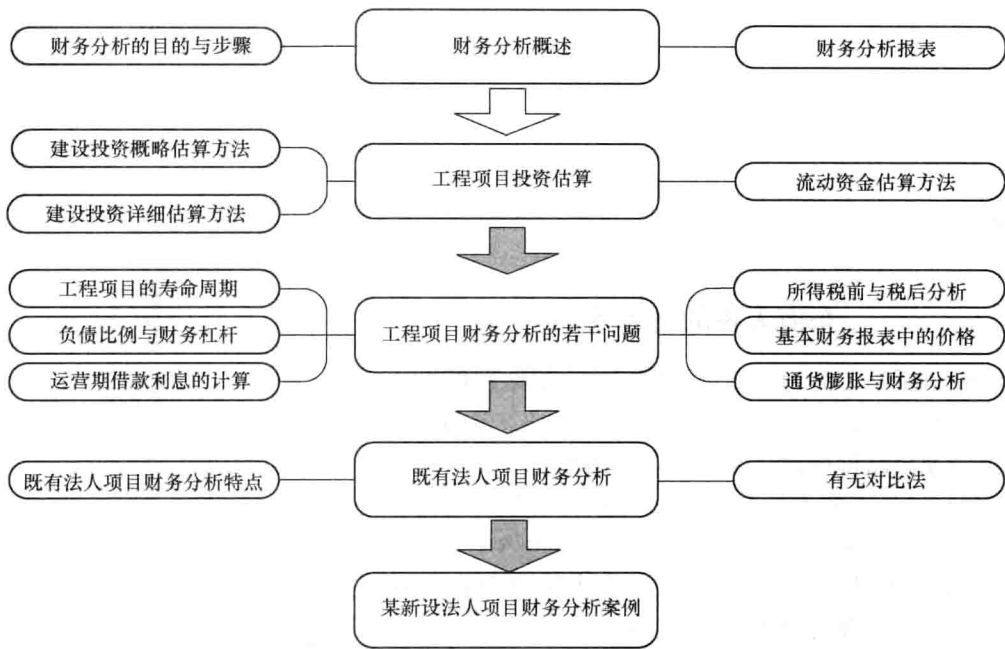
工程项目良好的财务分析结果是项目多渠道筹措建设资金、保证项目资金链连续平稳有序的重要基础。

本章知识结构图

工程项目经济评价是在完成市场调查与预测、拟建规模、营销策划、资源优化、技术方案论证、环境保护、投资估算与资金筹措等可行性分析的基础上，对拟建项目各方案投入与产出的基础数据进行推测、估算，对拟建项目各方案进行评价和选优的过程。经济评价的工作成果融汇了可行性研究的结论性意见和建议，是投资主体决策的重要依据。

工程项目经济评价包括财务分析、费用效益分析和费用效果分析。本章介绍财务分析的主要内容及其理论和方法。

本章知识结构如下图所示。



8.1 财务分析概述

财务分析是在国家现行财税制度和市场价格体系下，分析预测项目的财务效益与费用，计算财务分析指标，考察拟建项目的盈利能力和清偿能力，据以判断项目的财务可行性。

8.1.1 财务分析的目的

1. 衡量经营性项目的盈利能力和清偿能力

我国实行企业（项目）法人责任制后，企业法人要对建设项目的筹划、筹资、建设直至生产经营、归还贷款或债券本息以及资产的保值、增值实行全过程负责，承担投资风险。除需要国家安排资金和外部条件需要统筹安排的，应按规定报批外，凡符合国家产业政策，由企业投资的经营性项目，其可行性研究报告和初步设计，均由企业法人自主决策。因决策失误或管理不善造成企业法人无力偿还债务的，银行有权依据合同取得抵押资产或由担保人负责偿还债务。因此，企业所有者和经营者对项目盈利水平如何，能否达到行业的基准收益率或企业目标收益率；项目清偿能力如何，是否低于行业基准回收期；能否按银行要求的期限偿还贷款等将十分关心。此外，国家和地方各级决策部门、财务部门和贷款部门（如银行）对此也非常关心。为了使项目在财务上能站得住脚，有必要进行项目财务分析。

2. 衡量非经营性项目的财务生存能力

对于非经营性项目，如公益性项目和基础性项目，在经过有关部门批准的情况下，可

以实行还本付息价格或微利价格。在这类项目决策中,为了权衡项目在多大程度上要由国家或地方财政给予必要的支持(例如进行政策性的补贴或实行减免税等经济优惠措施),同样需要进行财务计算和评价。由于基础性项目大部分属于政策性投融资范围,主要由政府通过经济实体进行投资,并吸引地方、企业参与投资,有的也可吸引外商直接投资,因而这类项目的投融资既要注重社会效益,也要遵循市场规律,讲求经济效益。

3. 合营项目谈判签约的重要依据

合同条款是中外合资项目和合作项目双方合作的首要前提,而合同的正式签订又离不开经济效益分析,实际上合同条款的谈判过程就是财务评价的测算过程。

4. 项目资金规划的重要依据

建设项目的投资规模、资金的可能来源、用款计划的安排和筹资方案的选择都是财务评价要解决的问题。为了保证项目所需资金按时提供(资金到位),投资者(国家、地方、企业和其他投资者)、项目经营者和贷款部门也都要知道拟建项目的投资金额,并据此安排资金计划和国家预算。

8.1.2 财务分析的基本步骤

财务分析主要是利用有关基础数据,通过财务分析报表,计算财务指标,进行分析和评价。财务评价的一般步骤如下。

1. 财务评价前的准备

- (1) 实地调研,熟悉拟建项目的基本情况,收集整理相关信息。
- (2) 编制部分财务分析辅助报表。包括:建设投资估算表,流动资金估算表,营业收入、增值税金及附加估算表,总成本费用估算表等。

2. 进行融资前分析

融资前分析属于项目决策中的投资决策,是不考虑债务融资条件下的财务分析,重在考察项目净现金流量的价值是否大于其投资成本。融资前分析只进行盈利能力分析。融资前分析的基本步骤如下:

- (1) 编制项目投资现金流量表,计算项目投资内部收益率、净现值和项目投资回收期等指标。
- (2) 如果分析结果表明项目效益符合要求,再考虑融资方案,继续进行融资后分析。
- (3) 如果分析结果不能满足要求,可通过修改方案设计完善项目方案,必要时甚至可据此作出放弃项目的建议。

3. 进行融资后分析

融资后分析属于项目决策中的融资决策,是以设定的融资方案为基础进行的财务分析,重在考察项目资金筹措方案能否满足要求。融资后分析包括盈利能力分析、清偿能力分析和财务生存能力分析。融资后分析的基本步骤如下:

- (1) 在融资前分析结论满足要求的情况下,初步设定融资方案。
- (2) 在已有财务分析辅助报表的基础上,编制项目总投资使用计划与资金筹措表和建设期利息估算表。
- (3) 编制项目资本金现金流量表,计算项目资本金财务内部收益率指标,考察项目资本金可获得的收益水平。

(4) 编制投资各方现金流量表, 计算投资各方的财务内部收益率指标, 考察投资各方获得的收益水平。

在项目的初期研究阶段, 也可只进行融资前分析。

8.1.3 财务分析报表

(1) 现金流量表。现金流量表反映项目计算期内各年的现金收支, 用以计算各项动态和静态评价指标, 进行项目财务盈利能力分析。现金流量表分为:

1) 项目投资现金流量表(参见案例分析表 8-8)。对于新设项目法人项目, 该表不分投资资金来源, 以全部投资作为计算基础, 用于计算项目投入全部资金的财务内部收益率、财务净现值、项目静态和动态投资回收期等评价指标, 考察项目全部投资的盈利能力, 为各个投资方案(不论其资金来源及利息多少)进行比较建立共同基础。

2) 项目资本金现金流量表, 用于计算项目资本金财务内部收益率(表 8-9)。

3) 投资各方财务现金流量表, 用于计算投资各方财务内部收益率(表 8-10)。

(2) 利润和利润分配表(参见案例分析表 8-11)。反映项目计算期内各年的营业收入、总成本费用、利润总额等情况, 以及所得税后利润的分配, 用以计算总投资收益率、项目资本金净利润率等指标。

(3) 财务计划现金流量表(参见案例分析表 8-12)。反映项目计算期内各年的投资、融资及经营活动的资金流入和流出, 用于计算累计盈余资金, 分析项目的财务生存能力。

(4) 资产负债表。用于综合反映项目计算期内各年年末资产、负债和所有者权益的增减变化及对应关系, 计算资产负债率。

(5) 借款还本付息计划表(参见案例分析表 8-13)。用于反映项目计算期内各年借款本金偿还和利息支付情况, 计算偿债备付率和利息备付率等指标。

财务分析报表与评价指标之间的关系, 见表 8-1 所列。

财务分析报表与财务评价指标的关系

表 8-1

评价内容	基本报表	静态指标	动态指标
盈利能力分析	项目投资现金流量表	项目投资静态回收期	项目投资财务内部收益率 项目投资财务净现值 项目投资动态回收期
	项目资本金现金流量表		项目资本金财务内部收益率
	投资各方现金流量表		投资各方财务内部收益率
	利润与利润分配表	总投资收益率 项目资本金净利润率	
清偿能力分析	资产负债表 建设期利息估算及还本付息计划表	资产负债率 偿债备付率 利息备付率	
财务生存能力	财务计划现金流量表	累计盈余资金	

在财务评价过程中, 工程经济分析人员可以根据项目的具体情况和委托方的要求对评价指标进行取舍。

8.2 工程项目投资估算

投资估算是在对项目的建设规模、产品方案、工艺技术及设备方案、工程方案及项目实施进度等进行研究并基本确定的基础上,估算项目所需资金总额(包括建设投资、建设期利息和流动资金)并测算建设期分年资金使用计划。投资估算是拟建项目编制项目建议书、可行性研究报告的重要组成部分,是项目经济评价的重要依据之一。

8.2.1 建设投资概略估算方法

所谓概略估算是指根据实际经验和历史资料,对建设投资进行综合估算。这类方法虽然精确度不高,但在建设投资的毛估或初估阶段是十分必要的,所以在国外普遍采用。建设投资典型的概略估算方法有:生产规模指数法、资金周转率法、分项比例估算法和单元指标估算法。

1. 生产规模指数法

该法是利用已经建成项目的投资额或其设备投资额,估算同类而不同生产规模的项目投资或其设备投资的方法,其估算公式为:

$$C_2 = C_1 \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^n \times C_f \quad (8-1)$$

式中 C_2 ——拟建项目的投资额;

C_1 ——已建同类型项目的投资额;

x_2 ——拟建项目的生产规模;

x_1 ——已建同类型项目的生产规模;

C_f ——综合调整系数;

n ——生产规模指数。

该法中,生产规模指数 n 是一个关键因素,不同行业、性质、工艺流程、建设水平、生产率水平的项目,应取不同的指数值。选取 n 值的原则是:靠增加设备、装置的数量,以及靠增大生产场所扩大生产规模时, n 取 0.8~1.0;靠提高设备、装置的功能和效率扩大生产规模时, n 取 0.6~0.7。另外,拟估投资项目生产能力与已建同类项目生产能力的比值应有一定的限制范围,一般这一比值不能超过 50 倍,而在 10 倍以内效果较好。

2. 资金周转率法

这是一种国际上普遍使用的方法,它是从资金周转的定义出发推算出建设投资的一种方法。

当资金周转率为已知时,则:

$$C = \frac{Q \times P}{T} \quad (8-2)$$

式中 C ——拟建项目建设投资;

Q ——产品年产量;

P ——产品单价;

T ——资金周转率, $T = \frac{\text{年销售总额}}{\text{建设投资}}$ 。

该法简单明了, 方便易行。但不同性质的工厂或生产不同产品的车间, 资金周转率都不同, 要提高投资估算的精确度, 必须做好相关的基础工作。

3. 分项比例估算法

该法是以拟建项目的设备费为基数, 根据已建成的同类项目的建筑安装工程费、其他费用等占设备价值的百分比, 求出相应的建筑安装工程费及其他有关费用, 其总和即为拟建项目建设投资。计算公式表达如下:

$$C = E(1 + f_1 P_1 + f_2 P_2 + f_3 P_3) + I \quad (8-3)$$

式中 C ——拟建项目的建设投资;

E ——根据设备清单按现行价格计算的设备费 (包括运杂费) 的总和;

P_1, P_2, P_3 ——已建成项目中的建筑、安装及其他工程费用分别占设备费的百分比;

f_1, f_2, f_3 ——由于时间因素引起的定额、价格、费用标准等变化的综合调整系数;

I ——拟建项目的其他费用。

式中各个部分的系数及指数值都是通过对大量的统计数据进行处理得出的。

4. 单元指标估算法

(1) 工业建设项目单元指标估算法

$$\text{项目投资建设额} = \text{单元指标} \times \text{生产能力} \times \text{物价浮动指数} \quad (8-4)$$

(2) 民用建设项目单元指标估算法

$$\text{项目投资建设额} = \text{单元指标} \times \text{民用建筑规模} \times \text{物价浮动指数} \quad (8-5)$$

单元指标指每个估算单位的建设投资额。例如, 饭店单位客房投资指标、医院每个床位投资指标、钢铁厂每吨钢投资指标、民用建筑单位面积或单位体积投资指标等。

在使用单元指标估算法时, 应注意以下几点:

(1) 指标是否包括管理费、试车费以及工程的其他各项费用。

(2) 产量少、规模小的工程, 指标可适当调增, 反之指标可适当调减。

(3) 当拟建项目的结构、建筑与指标局部不相符时, 应对指标进行适当的修正。

8.2.2 建设投资详细估算方法

1. 建筑工程费估算

建筑工程投资估算一般采用以下方法:

(1) 单位建筑工程投资估算法

该方法是以单位建筑工程量投资乘以建筑工程总量计算建筑工程投资。一般工业与民用建筑以单位建筑面积 (m^2) 的投资, 工业窑炉砌筑以单位容积 (m^3) 的投资, 水库以水坝单位长度 (m) 的投资, 铁路路基以单位长度 (km) 的投资, 矿山掘进以单位长度 (m) 的投资, 乘以相应的建筑工程总量计算建筑工程费。

(2) 概算指标投资估算法

对于没有上述估算指标且建筑工程费占总投资比例较大的项目, 可采用概算指标估算法。采用这种估算法, 应具有较为详细的基础数据和工程资料。

建筑工程费用估算一般应编制建筑工程费用估算表。见表 8-2 所列。

某小型水电工程拦河坝工程建筑工程费用估算表

表 8-2

序号	工程或费用	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
1	覆盖层开挖	m ³	1550	16.87	2.61
2	石方明挖	m ³	9469	38.61	36.56
3	灌浆平洞石方	m ³	684	203.32	13.91
4	土石回填	m ³	2500	24.24	6.06
5	混凝土	m ³	10595	341.18	361.48
6	倒垂孔	m	20	1509.92	3.02
7	帷幕灌浆	m	551	483.95	26.67
8	钢筋	t	104	5077.35	52.80
9	其他工程	m ³	10595	10.70	11.34
10	合计				514.45

2. 安装工程费估算

安装工程费包括各种机电设备装配和安装工程费用；与设备相连的工作台、梯子及其装设工程费用；附属于被安装设备的管线敷设工程费用；安装设备的绝缘、保温、防腐等工程费用；单体试运转和联动无负荷试运转费用等。

安装工程费通常按行业或专业机构发布的安装工程定额、取费标准和指标估算投资。具体计算可按安装费率、每吨设备安装费或者每单位安装实物工程量的费用估算，即：

$$\text{安装工程费} = \text{设备原价} \times \text{安装费率} \quad (8-6a)$$

$$\text{安装工程费} = \text{设备吨位} \times \text{每吨安装费} \quad (8-6b)$$

$$\text{安装工程费} = \text{安装工程实物量} \times \text{安装费用标准} \quad (8-6c)$$

3. 设备购置费 (含工器具及生产家具购置费) 估算

设备购置费估算应根据项目主要设备表及价格、费用资料编制。工器具及生产家具购置费一般按占设备费的一定比例计取。

对于价值高的设备应按单台 (套) 估算购置费；价值较小的设备可按类估算。国内设备和进口设备的设备购置费应分别估算。

国内设备购置费为设备出厂价加运杂费。设备运杂费主要包括运输费、装卸费和仓库保管费等，运杂费可按设备出厂价的一定百分比计算。

进口设备购置费由进口设备货价、进口从属费用及国内运杂费组成。进口设备货价按交货地点和方式的不同，分为离岸价 (FOB) 与到岸价 (CIF) 两种价格。如果采用 FOB 价格，进口从属费用包括国外运费、国外运输保险费、进口关税、进口环节消费税、增值税、外贸手续费、银行财务费和海关监管手续费。

进口设备到岸价与离岸价的关系如下式所示：

$$\text{进口设备到岸价 (CIF)} = \text{离岸价 (FOB)} + \text{国外运费} + \text{国外运输保险费} \quad (8-7)$$

$$\text{国外运费} = \text{离岸价} \times \text{运费率} \quad \text{或} \quad \text{国外运费} = \text{单位运价} \times \text{运量}; \quad (8-8)$$

$$\text{国外运输保险费} = (\text{离岸价} + \text{国外运费}) \times \text{国外运输保险费率} / (1 - \text{国外运输保险费率}) \quad (8-9)$$

进口设备的其他几项从属费用通常按下面公式估算：

进口关税 = 进口设备到岸价 × 人民币外汇牌价 × 进口关税率 (8-10)

消费税 = (到岸价 + 进口关税) × 消费税率 / (1 - 消费税率) (8-11)

进口环节增值税 = (进口设备到岸价 × 人民币外汇牌价 + 进口关税 + 消费税) × 增值税率 (8-12)

外贸手续费 = 进口设备到岸价 × 人民币外汇牌价 × 外贸手续费率 (8-13)

银行财务费 = 进口设备货价 × 人民币外汇牌价 × 银行财务费率 (8-14)

海关监管手续费 = 进口设备到岸价 × 人民币外汇牌价 × 海关监管手续费率 (8-15)

海关监管手续费是指海关对发生减免进口税或实行保税的进口设备，实施监管和提供服务收取的手续费。全额征收关税的设备，不收取海关监管手续费。

国内运杂费包括运输费、装卸费、运输保险费等。国内运杂费按运输方式，根据运量或者设备费金额估算。

设备购置费及安装工程费估算一般应编制相应的表格，见表 8-3 所列。

某建设工程水轮机设备及安装工程费估算 表 8-3

序号	设备名称及规格	单位	数量	单价（元）		合价（万元）	
				设备费	安装费	设备费	安装费
1	水轮机	台	3	2924000.00		877.20	
2	微机调速器	台	3	350000.00		105.00	
3	油压装置	台	3	85000.00		25.50	
4	自动化元件	套	3	85000.00		25.50	
5	透平油	t	57	7500.00		42.75	
6	运杂费（费率 6.81%）					73.27	
7	安装费（费率 10.52%）	台	3		362219.25		108.67
8	合计					1149.22	108.67

4. 工程建设其他费用估算

工程建设其他费用按各项费用科目的费率或者取费标准估算。其中费用内容可根据每个项目的情况进行取舍。

某水电工程建设其他费用估算，见表 8-4 所列。

某水电工程项目其他费用估算表 表 8-4

序号	费用名称	费率或标准	计算依据（万元）	合价（万元）
1	土地费用			380.50
2	建设单位管理费	0.50%	28018.18	140.09
3	勘察设计费			384.26
4	研究试验费	0.50%	28018.18	140.09
5	建设单位临时设施费			154.00
6	工程建设监理费			350.00

续表

序号	费用名称	费率或标准	计算依据 (万元)	合价 (万元)
7	工程保险费	0.50%	33569.00	167.85
8	施工机构迁移费	3.50%	28018.18	980.63
9	联合试运转费			3.62
10	生产职工培训费			335.47
11	办公及生活家具购置费			254.10
	合计			3290.61

5. 基本预备费估算

基本预备费以建筑工程费、设备购置费、安装工程费及工程建设其他费用之和为计算基数,乘以基本预备费率计算。

6. 涨价预备费估算

涨价预备费以建筑工程费、安装工程费、设备购置费之和为计算基数。计算公式为:

$$PC = \sum_{t=1}^n I_t [(1+f)^t - 1] \quad (8-16)$$

式中 PC ——涨价预备费;

I_t ——第 t 年的建筑工程费、安装工程费、设备购置费之和;

f ——建设期价格上涨指数;

n ——建设期。

建设期价格上涨指数,政府部门有规定的按规定执行,没有规定的由可行性研究人员进行预测。

【例 8-1】 某建设工程在建设期初的建安工程费和设备购置费为 45000 万元。按本项目实施进度计划,项目建设期为 3 年,投资分年使用比例为:第一年 25%,第二年 55%,第三年 20%,投资在每年平均支用,建设期内预计年平均价格总水平上涨率为 5%。建设工程其他费用为 3860 万元,基本预备费率为 10%。试估算该项目的建设投资。

【解】 (1) 计算项目的涨价预备费

第一年末的涨价预备费 = $45000 \times 25\% \times [(1+0.05)^{1/2} - 1] = 277.82$ 万元

第二年末的涨价预备费 = $45000 \times 55\% \times [(1+0.05)^{1+1/2} - 1] = 1879.26$ 万元

第三年末的涨价预备费 = $45000 \times 20\% \times [(1+0.05)^{2+1/2} - 1] = 1167.54$ 万元

该项目建设期的涨价预备费 = $277.82 + 1879.26 + 1167.54 = 3324.62$ 万元

(2) 计算项目的建设投资

建设投资 = 建安工程费 + 设备购置费 + 工程建设其他费用 + 基本预备费 + 涨价预备费
 $= (45000 + 3860) \times (1 + 10\%) + 3324.62 = 57070.62$ 万元

8.2.3 流动资金估算

流动资金是指生产经营性项目投产后,为进行正常生产运营,用于购买原材料、燃料,支付工资及其他经营费用等所需的周转资金。流动资金估算一般是参照现有同类企业的状况采用分项详细估算法,个别情况或者小型项目可采用扩大指标法。

1. 分项详细估算法

对计算流动资金需要掌握的流动资产和流动负债这两类因素应分别进行估算。在可行性研究中,为简化计算,仅对存货、现金、应收账款、预付账款等流动资产和应付账款、预收账款等流动负债进行估算,计算公式如下:

$$\text{流动资金} = \text{流动资产} - \text{流动负债} \quad (8-17)$$

$$\text{流动资产} = \text{应收账款} + \text{预付账款} + \text{存货} + \text{现金} \quad (8-18)$$

$$\text{流动负债} = \text{应付账款} + \text{预收账款} \quad (8-19)$$

$$\text{流动资金本年增加额} = \text{本年流动资金} - \text{上年流动资金} \quad (8-20)$$

$$\text{应收账款} = \frac{\text{年经营成本}}{\text{应收账款周转次数}} \quad (8-21)$$

$$\text{预付账款} = \frac{\text{外购商品或服务年费用金额}}{\text{预付账款周转次数}} \quad (8-22)$$

$$\text{存货} = \text{外购原材料} + \text{外购燃料} + \text{其他材料} + \text{在产品} + \text{产成品} \quad (8-23)$$

$$\text{外购原材料} = \frac{\text{年外购原材料}}{\text{按种类分项周转次数}} \quad (8-24)$$

$$\text{外购燃料} = \frac{\text{年外购燃料}}{\text{按种类分项周转次数}} \quad (8-25)$$

$$\text{在产品} = \frac{\text{年外购原材料} + \text{年外购燃料} + \text{年工资及福利费} + \text{年修理费} + \text{年其他制造费用}}{\text{在产品周转次数}} \quad (8-26)$$

$$\text{产成品} = \frac{\text{年经营成本}}{\text{产成品周转次数}} \quad (8-27)$$

$$\text{现金需要量} = \frac{\text{年工资及福利费} + \text{年其他费用}}{\text{现金周转次数}} \quad (8-28)$$

$$\begin{aligned} \text{年其他费用} = & \text{制造费用} + \text{管理费用} + \text{营业费用} - (\text{以上三项费用中所含的工资及} \\ & \text{福利费、折旧费、摊销费、修理费}) \end{aligned} \quad (8-29)$$

$$\text{应付账款} = \frac{\text{年外购原材料} + \text{年外购燃料} + \text{年其他材料费}}{\text{应付账款周转次数}} \quad (8-30)$$

$$\text{预收账款} = \frac{\text{年预收的营业收入金额}}{\text{预收账款周转次数}} \quad (8-31)$$

2. 扩大指标估算法

(1) 按建设投资的一定比例估算。例如,国外化工企业的流动资金,一般是按建设投资的15%~20%计算。

(2) 按经营成本的一定比例估算。

(3) 按年营业收入的一定比例估算。

(4) 按单位产量占用流动资金的比例估算。

流动资金一般在投产前开始筹措。在投产第一年开始按生产负荷进行安排,其借款部分按全年计算利息。流动资金利息应计入财务费用。项目计算期末回收全部流动资金。

8.3 工程项目财务分析的若干问题

8.3.1 工程项目的寿命周期

1. 项目寿命周期的概念

所谓项目寿命周期 (Life Cycle) 是指工程项目正常生产经营能够持续的年限,一般用年表示。项目寿命周期是工程项目投资决策分析的基本参数,寿命周期长短对投资方案的经济效益影响很大。因此需要认真分析,合理地加以确定。

2. 确定项目寿命周期的方法

(1) 按产品的寿命周期确定

随着科学技术的迅猛发展,产品更新换代的速度越来越快。对于特定性较强的工程项目,由于其厂房和设备的专用性,当产品已无销路时,必须终止生产,同时又很难转产,不得不重建或改建项目。因此对轻工和家电产品这类新陈代谢较快的项目就适合按产品的寿命周期确定项目的寿命周期。

(2) 按主要工艺设备的经济寿命确定

这种方法适用于通用性较强的制造企业,或者生产产品的技术比较成熟,因而更新速度较慢的工程项目类型。

(3) 综合分析确定

一般大型复杂的综合项目采用综合分析法确定其寿命周期。如钢铁联合企业规模大,涉及问题多,综合各种因素,我国规定其寿命周期为 20 年左右;而机械制造企业一般为 10 年左右。

3. 工程项目经济分析中的计算期

工程项目的计算期一般包括两部分:建设期和运营期。运营期即项目的寿命周期。运营期又分为投产期和达产期两个阶段。建设期是经济主体为了获得未来的经济效益而筹措资金、垫付资金或其他资源的过程,在此期间,只有投资,没有收入,因此要求项目建设期越短越好。而运营期是投资的回收期和回报期,因而投资者希望其越长越好。

计算期较长且现金流量变化较平稳的项目多以年为时间单位。计算期较短且现金流量在较短的时间间隔内(如月、季、半年或其他非日历时间间隔)有较大变化的项目,如油田钻井开发项目、高科技产业项目等,可视项目的具体情况选择合适的时间单位。

由于工程项目要历经资金的筹集、资金的投入、生产经营和资金的回收等若干阶段才能达到预期的目标,因而工程项目的现金流量也兼有了投资活动、筹资活动和经营活动的特点,具有一定的综合性。

8.3.2 负债比例与财务杠杆

负债比例是指项目所使用的债务资金与资本金的数量比率。财务杠杆是指负债比例对

资本金收益率的缩放作用。不同来源的资金所需付出的代价是不同的,因此,项目资本金收益率不仅与项目收益率有关,也与负债比例密切相关。所以有必要对负债比例加以分析。

一般说来,在有负债的情况下,全部资金的投资效果与资本金的投资效果是不同的。拿总投资收益率指标来说,项目总投资收益率一般不等于借款利率,这两种利率差额的后果将被资本金所承担,从而使资本金利润率上升或下降。

设项目总投资为 K , 资本金为 K_0 , 借款为 K_L , 项目总投资收益率为 R , 借款利率为 R_L , 资本金利润率为 R_0 , 由资本金利润率公式, 可得:

$$\begin{aligned} K &= K_0 + K_L \\ R_0 &= \frac{K \times R - K_L \times R_L}{K_0} \\ &= \frac{(K_0 + K_L) \times R - K_L \times R_L}{K_0} \quad (8-32) \\ &= R + \frac{K_L}{K_0} \times (R - R_L) \end{aligned}$$

由式 (8-32) 可知, 当 $R > R_L$ 时, $R_0 > R$; 当 $R < R_L$ 时, $R_0 < R$ 。而且资本金利润率与总投资收益率的差别被负债比例所放大。这种放大效应就称为财务杠杆效应。

【例 8-2】 某项工程有三种方案, 总投资收益率 R 分别为 6%、10%、15%, 借款利率为 10%。试比较负债比例分别为 0、1 和 4 时的资本金利润率。

【解】 利用式 (8-32), 计算结果列于表 8-5。

[例 8-2] 不同负债比例下的资本金利润率

表 8-5

资本金利润率 R_0 方案	负债比例	$K_L/K_0=0$	$K_L/K_0=1$	$K_L/K_0=4$
方案 A ($R=6\%$)		6%	2%	-10%
方案 B ($R=10\%$)		10%	10%	10%
方案 C ($R=15\%$)		15%	20%	35%

方案 A, $R < R_L$, 负债比例越大, R_0 越低, 甚至为负值; 方案 B, $R = R_L$, R_0 不随负债比例改变; 方案 C, $R > R_L$, 负债比例越大, R_0 越高。由此可以看出负债比例的放大作用。

假设投资在 100 万~500 万元的范围内上述三个方案的总投资收益率不变, 借款利息率为 10%, 若有一企业拥有资本金 100 万元, 现在来分析该企业在以上三种情况下如何选择负债比例。

对于方案 A, 如果总投资等于资本金 100 万元, 则项目的获利就是投资者的获利, 为每年利润 6 万元; 如果资本金和借款各为 100 万元, 则可得总利润 12 万元, 在借款偿还之前, 每年要付利息 10 万元, 投资者获利 2 万元; 如果除资本金 100 万元以外, 项目又借款 400 万元, 则项目总利润为 30 万元, 每年应付利息 40 万元, 投资者亏损 10 万元。显然, 在这种情况下, 项目是不宜借款的, 借得越多, 损失越大。

对于方案 B, 借款多少对投资者的利润都没有影响。

对于方案 C, 如果仅用资本金 100 万元作项目总投资, 项目的获利就是投资者的获利, 为 15 万元; 如果除资本金外, 项目又借款 100 万元, 则在偿付利息后, 投资者可获利 20 万元; 如果项目除资本金外借款 400 万元, 在付利息后投资者可获利达 35 万元。在这种情况下, 项目有借款比无借款有利, 且负债比例越大越有利。

可见, 选择不同的负债比例对投资者的收益会产生很大的影响。

8.3.3 运营期借款利息的计算

运营期借款利息支出指建设投资借款利息和流动资金借款利息之和。

建设投资借款的利息计算方式与建设投资借款的还本付息方式密切相关。建设投资借款的还本付息方式有以下几种:

(1) 等额利息法。每期付息额相等, 期中不还本金, 最后一期归还本期利息和本金。

$$I_t = L_a \times i \quad (t = 1, 2, \dots, n) \quad (8-33)$$

$$CP_t = \begin{cases} 0 & (t = 1, 2, \dots, n-1) \\ L_a & (t = n) \end{cases} \quad (8-34)$$

式中 I_t ——第 t 期付息额;

CP_t ——第 t 期还本额;

n ——贷款期限;

i ——贷款利率;

L_a ——贷款总额。

(2) 等额本金法。每期偿还相等的本金和相应的利息。

(3) 等额摊还法。每期偿还本利相等。

(4) 一次性偿付法。最后一次偿还本利。

(5) 量入偿付法。根据项目的盈利大小, 任意偿还本利, 到期末全部还清本息。

在以上建设投资借款的还本付息方式中, 最常用的是量入偿付法。对于量入偿付法, 建设投资借款在生产期发生的利息计算公式为:

$$\text{每年支付利息} = \text{年初本金累计额} \times \text{年利率} \quad (8-35)$$

为简化计算, 还款当年按年末偿还, 全年计息。

流动资金利息计算公式为:

$$\text{流动资金利息} = \text{流动资金借款累计金额} \times \text{年利率} \quad (8-36)$$

8.3.4 所得税前分析与所得税后分析

在融资前针对建设项目投资总获利能力进行的财务评价中, 通常有两种基本的分析形式, 一种是所得税前分析, 另一种是所得税后分析。所得税前分析和所得税后分析的现金流入完全相同, 但现金流出略有不同, 所得税前分析不将所得税作为现金流出, 所得税后分析视所得税为现金流出。

项目投资息税前财务内部收益率 (FIRR) 和项目投资息税前财务净现值 (FNPV), 是投资盈利能力的完整体现, 用以考察由项目方案设计本身所决定的财务盈利能力, 它不受融资方案和所得税政策变化的影响, 仅仅体现项目方案本身的合理性。所得税前指标特别适用于建设方案设计中的方案比选, 是初步投资决策的主要指标, 用于考察项目是否基

本可行，并值得去为之融资。在国外，公共项目、政府所属的公司和特殊免税的非盈利项目，一般也只进行所得税前分析。

为了体现与融资方案无关的要求，项目投资现金流量表中的基础数据都需要剔除利息的影响。因此项目投资现金流量表中的“所得税”应根据利润与利润分配表中的息税前利润（EBIT）乘以所得税率计算，称为“调整所得税”。

所得税后分析是所得税前分析的延伸，主要用于在融资条件下判断项目投资对企业价值的贡献，因而在项目融资前后财务评价中，特别是融资后财务评价中，是企业投资决策依据的主要指标。

对于经营性项目则需进行所得税后分析，因为所得税对于该类项目来说，是一项重要的现金流出，应该反映在项目的现金流量表中。特别是当各个方案的折旧方法具有显著差别以及其减免税优惠条件不同时，更需进行税后分析。

有时决定是进行所得税前分析还是所得税后分析，主要取决于财务基准收益率是所得税前确定的，还是所得税后确定的。

8.3.5 基本财务报表中的价格

我国目前实行以增值税为基础的流转税制。增值税实行价外计税的形式。

不含税价格 = 含税价格 / (1 + 增值税率) (8-37a)

不含税销售额 = 含税销售额 / (1 + 增值税率) (8-37b)

如果项目成本计算中剔除了增值税额因素，则项目成本不受增值税额的影响，同时，产品销售额如果也不含增值税，则增值税与现金流入之间就不再存在彼此消长的联系。无论税负如何变化，对项目利润均不会产生影响，亦即增值税是由最终消费者负担，并不增加项目的实际负担。

按投入物和产出物的价格中是否包括增值税，基本报表可归纳为含增值税和不含增值税两种处理方法。直接涉及增值税的基本报表有利润与利润分配表和现金流量表。下面通过某项目正常生产年份的利润与利润分配表和现金流量表说明基本报表的两种处理方法及其结果。

(1) 利润与利润分配表，按含增值税与不含增值税计算见表 8-6。

利润与利润分配表（按含税与不含税计算，万元） 表 8-6

序号	项 目	按不含增值税计算	按含增值税计算
1	营业收入	10000	10000
2	销项增值税额	—	1700
3	增值税（2-7）	—	1400
4	城市维护建设税（7%）	98	98
5	教育费附加（3%）	42	42
6	总成本费用	3000	3000
7	进项增值税额	—	300
8	利润总额（1+2-3-4-5-6-7）	6860	6860
9	所得税	2263.8	2263.8
10	净利润	4596.2	4596.2

(2) 项目财务现金流量表, 仅考虑经营期的现金流量, 按含增值税与不含增值税计算见表 8-7。

项目投资财务现金流量表 (按含税与不含税计算, 万元)

表 8-7

序号	项 目	按不含增值税计算	按含增值税计算
1	现金流入	10000	11700
1.1	营业收入	10000	10000
1.2	销项增值税额	—	1700
2	现金流出	5275.5	6975.6
2.1	经营成本	2850	2850
2.2	进项增值税额	—	300
2.3	增值税	—	1400
2.4	城市维护建设税	98	98
2.5	教育费附加	42	42
2.6	调整所得税	2285.6	2285.6
3	净现金流量	4724.4	4724.4

从上面的比较可以看出, 两种方法的计算结果完全相同。相比之下, 含税计算方法的优点是, 如实地反映了增值税通过价格附加的形式全部转嫁给产品用户的过程。从财务评价的主要功能来看, 不含增值税计算方法的优点是: 简单、方便, 有助于指标的计算。一般来说, 为了真实反映项目的清偿能力和盈利能力, 项目投资估算应采用含增值税价格, 包括建设投资、流动资金和运营期内的维持运营投资。在项目运营期内, 为与企业实际财务报表数字相匹配, 投入与产出采用的价格统一采用不含增值税价格。

8.3.6 通货膨胀与项目财务分析

通货膨胀对项目财务评价的影响, 主要有以下几个方面:

1. 财务分析基本数据

(1) 建设投资。建设投资是以基期的价格水平为依据来估算的。在几年的建设中, 由于存在通货膨胀, 实际的投资额高于基期的建设投资。为了使投资不留缺口, 通常的做法是, 在通货膨胀率不高的情况下, 结合投资构成中的基本预备费一并考虑; 在通货膨胀率较高的情况下, 除去基本预备费外, 再加一项专门应付通货膨胀的涨价预备费。

(2) 产出物价格。通货膨胀会使产品市场价格 (时价) 持续升高, 从而直接影响营业收入的大小。

(3) 投入物价格。通货膨胀对原材料、辅助材料、燃料动力等价格都产生影响, 从而直接影响产品的成本估算。

2. 借款利率

设 f 表示通货膨胀率, 由于 f 的介入, 利率可分为浮动利率 i_m 和实际利率 i_r 。浮动利率是指不剔除通货膨胀等因素的影响的利率, 亦即银行执行的利率。实际利率是指人们预期价格不变时所要求的利率, 亦即扣除通货膨胀后的利率。 f 、 i_m 、 i_r 之间的关系可以推导如下:

$$\text{由} \quad i_m = (1 + i_r)(1 + f) - 1 \quad (8-38)$$

$$\text{得} \quad i_r = \frac{1 + i_m}{1 + f} - 1$$

$$i_r = i_m - f - i_r f \quad (8-39)$$

当 $i_r f$ 很小时, 可以忽略利息购买力的贬值, 式 (8-38) 可简化为:

$$i_r = i_m - f \quad (8-40)$$

【例 8-3】 有一笔 100 万元的借款, 期限 1 年, 浮动利率为 10%, 通货膨胀率为 5%。求实际利率。

【解】 (1) 较为精确的方法

$$i_r = \frac{1 + 10\%}{1 + 5\%} - 1 = 4.76\%$$

(2) 较为粗略的方法

$$i_r = 10\% - 5\% = 5\%$$

从上述计算公式中可以看出, i_r 不外乎三种情况:

第一, 当 $i_r > 0$ 时, 即 $i_m > f$, i_r 为正值, 则银行借款除回收本金外, 还可以得到利率为 i_r 的利息。

第二, 当 $i_r = 0$ 时, 即 $i_m = f$, 则银行借款只能收回本金, 利息为零。

第三, 当 $i_r < 0$ 时, 即 $i_m < f$, 则银行借款不仅得不到利息, 而且要亏本。

3. 项目财务盈利能力分析

(1) 所得税前分析

当项目净现金流量在计算期内各年受相同通货膨胀率影响时, 有通货膨胀和无通货膨胀两种情况下的所得税税前内部收益率的实际值是相同的。由于通货膨胀影响, 税前内部收益率的实际值 (IRR_r) 将低于其浮动值 (IRR_m)。二者的换算公式为:

$$IRR_r = \frac{1 + IRR_m}{1 + f} - 1 \quad (8-41)$$

$$IRR_r = IRR_m - f - IRR_r f \quad (8-42)$$

$$\text{或 } IRR_r = IRR_m - f \quad (8-43)$$

显然, 以上公式与实际利率和浮动利率的换算公式完全相同。

(2) 所得税后分析

在有、无通货膨胀两种情况下的所得税税后内部收益率的实际值是不相同的。这是因为虽然未来的收益将因通货膨胀而增加, 但是各年的折旧费却是一个固定值, 并不因通货膨胀而增加。因此, 应纳税所得额和所得税额将因通货膨胀而增加, 从而使各年税后净现金流减少, 进而税后内部收益率降低。通货膨胀率愈高, 税后内部收益率的实际值愈小。有、无通货膨胀的内部收益率的关系可通过某实例体现出来, 其对照表见表 8-8。

4. 考虑通货膨胀的财务评价方法

(1) 盈利能力分析

1) 不变价格法

该方法采用基期不变价格, 投入物和产出物都不考虑通货膨胀率。优点是: 在经济稳

定、通货膨胀率较小时,可以获得较可靠的评价数据,且简单易行;缺点是:在通货膨胀率较高情况下,按不变价格计算的各项收支金额,不能满足项目建设期用款计划。

税前税后内部收益率比较表

表 8-8

情 况	税前内部收益率 (%)		税后内部收益率 (%)	
	名义值	实际值	名义值	实际值
1. 无通货膨胀 ($f=0$)	11.99	11.99	8.24	8.24
2. 有通货膨胀				
① $f=6\%$	18.71	11.99	12.78	6.4
② $f=12\%$	25.43	11.99	17.61	5.01

2) 建设期时价法

该法是工程项目盈利能力分析时常用的方法。它只考虑建设期的通货膨胀因素,以基期数据为基础,投入物和产出物考虑通货膨胀因素到建设期末,但不考虑生产期各种通货膨胀因素。优点是建设期通货膨胀率较好预测,缺点是通货膨胀因素考虑得不够全面。

3) 计算期时价法

该法是在考虑建设期通货膨胀的基础上再进一步考虑运营期的通货膨胀因素,以基期数据为基础,投入物和产出物都考虑通货膨胀因素到生产期末。优点是克服了前两种方法的不足,缺点是整个计算期的通货膨胀率不好预测。

(2) 清偿能力分析

进行清偿能力分析时,预测计算期内可能存在较为严重的通货膨胀时,应在整个计算期采用包括通货膨胀影响的变动价格计算偿债能力指标,以反映通货膨胀因素对偿债能力的影响。

8.4 既有法人项目财务分析

既有法人项目财务分析与新设项目法人项目财务分析相比具有两个显著特点:第一,项目在不同程度上利用了原有资产和资源,以增量调动存量,以较小的新增投入取得较大的新增效益。因此,项目与原企业既有区别又有联系,有些问题的分析范围需要从项目扩展至企业。第二,原来已在生产经营的企业,其状况还会发生变化,因此项目效益和费用的识别、计算较复杂。

如果既有法人项目所涉及的费用、收益可以清楚地从原有企业产生的费用和收益分离出来,那么这样的项目就和新建项目没有区别,例如,企业新建车间或新建分厂。但是,对多数既有法人项目来说,实现这种分离是困难的,本节将着重讨论这种情形。

既有法人项目更多的属于改扩建和技改项目,这类项目的财务分析一般采用有无对比法,即改扩建后(“有项目”)的未来情况与不改扩建(“无项目”)的未来情况相对比,而不是改扩建前和后的情况对比。用总量指标或增量指标判断项目财务可行性和经济合理性。

“无项目”与“有项目”实际上是有待决策的两个方案,这两个方案是互相排斥的,因此改扩建和技改项目评价的实质是互斥方案比较的研究。

方案对比时应注意:

(1) 和现状相比,“无项目”情况下的效益和费用在计算期内可能增加,可能减少,也可能保持不变。必须预测这些趋势,以避免人为地低估或夸大项目的效果。

(2) 为使计算期保持一致,应以“有项目”的计算期为基准,对“无项目”的计算期进行调整。既可将“无项目”延长到与“有项目”的计算期相同,并在计算期末将固定资产余值回收,也可将“无项目”的经营期适时终止,其后各年的现金流量为零。

(3) 如果由于改扩建与技术改造而使部分原有资产不再有用并能转让出售或作其他有价处理,应把转让资产的收入视作现金流入。

【例 8-4】 某改造项目原有资产的重估值为 200 万元,其中 100 万元的资产将在改造后被拆除变卖,其余的 100 万元资产继续留用。改造的新增投资估计为 300 万元,改造后预计每年的净收益可达 100 万元,而不改造每年的净收益预计只有 40 万元。假定改造、不改造的寿命期均为 8 年,基准收益率 $i_c=10\%$,问该企业是否应当进行技术改造?

【解】 “有项目”和“无项目”的现金流量图,如图 8-1 所示。

$$NPV_{\text{无}} = -200 + 40(P/A, 10\%, 8) = 13.4 \text{ 万元}$$

$$NPV_{\text{有}} = -400 + 100 \times 5.335 = 133.5 \text{ 万元}$$

$$\therefore NPV_{\text{有}} > NPV_{\text{无}} > 0$$

$\therefore$ 应对企业进行技术改造。

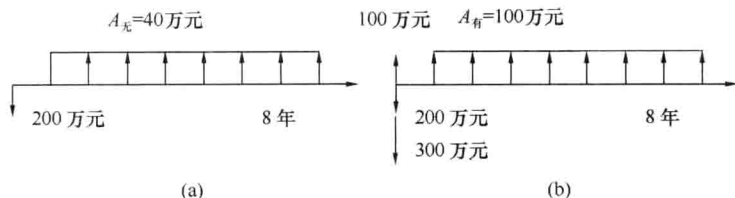


图 8-1 [例 8-4] 现金流量图

(a) “无项目”; (b) “有项目”

案例分析

某新设法人项目财务分析

1. 项目概况

某高新技术产业化项目,其可行性研究已完成市场需求预测、生产规模、工艺技术方案、建厂条件和厂址方案、环境保护、工厂组织和劳动定员以及项目实施规划诸方面的研究论证和多方案比较。项目财务分析在此基础上进行。项目基准收益率为 12% (融资前税前),基准投资回收期为 8.3 年 (融资前税前)。

2. 基础数据

(1) 生产规模和产品方案。生产规模为年产 1.2 万 t 某工业原料。产品方案为 A 型及 B 型两种,以 A 型为主。

(2) 实施进度。项目拟两年建成,第三年投产,当年生产负荷达到设计能力的 70% ,

第四年达到 90%，第五年达到 100%。生产期按 8 年计算，计算期为 10 年。

(3) 建设投资估算。建设投资估算见案例分析表 8-1。

(4) 流动资金估算采用分项详细估算法进行估算，估算总额为 3133.95 万元。流动资金借款为 2325.63 万元。流动资金估算见案例分析表 8-2。

(5) 资金来源。项目资本金为 7121.43 万元，其中用于流动资金 808.32 万元，其余为借款。资本金由甲、乙两个投资方出资，其中甲方出资 3000 万元，分别于建设期每年年初投入 1500 万元，从还完建设投资长期借款年开始，每年分红按出资额的 25% 进行，经营期末收回投资。建设投资债务资金由中国银行和中国建设银行提供贷款，其中中国银行贷款年利率为 7.47%，中国建设银行贷款年利率为 7.56%；流动资金由中国工商银行提供贷款，年利率 7.29%。投资分年使用计划按第一年 60%，第二年 40% 的比例分配。项目总投资使用计划与资金筹措见案例分析表 8-3。

(6) 工资及福利费估算。全厂定员 100 人，工资及福利费按每人每年 40000 元估算，全年工资及福利费估算为 400 万元（其中福利费按工资总额的 14% 计算）。

(7) 年营业收入、年营业税金及附加。产品售价以市场价格为基础，预测到生产期初的市场价格，每吨出厂价按 16150 元计算（不含增值税）。产品增值税税率为 17%。本项目采用价外计税方式考虑增值税。城市维护建设税按增值税的 7% 计算，教育费附加按增值税的 3% 计算。年营业收入和年营业税金及附加见案例分析表 8-4。

(8) 产品成本估算。总成本费用估算见案例分析表 8-5。成本估算说明如下：

1) 固定资产原值中除工程费用中的设备及工器具投资、建筑安装工程投资及其他费用中的土地费用外，还包括建设期利息以及预备费用。固定资产原值为 19458.65 万元，按平均年限法计算折旧，折旧年限为 8 年，残值率为 5%，折旧率为 11.88%，年折旧额为 2310.71 万元。固定资产折旧费估算见案例分析表 8-6。

2) 其他费用中其余部分均作为无形资产及其他资产。无形资产为 368.90 万元，采用平均年限法，按 8 年摊销，年摊销额为 46.11 万元。其他资产为 400 万元，采用平均年限法，按 5 年摊销，年摊销额为 80 万元。无形资产及其他资产摊销费计算见案例分析表 8-7。

3) 修理费计算。修理费按年折旧额的 50% 提取，每年 1155.36 万元。

4) 借款利息计算。流动资金借款年应计利息为 169.54 万元，建设投资长期借款采用量入偿付法的方式清偿，利息计算见案例分析表 8-13。

5) 固定成本和可变成本。可变成本包含外购原材料、外购燃料、动力费。固定成本包含总成本费用中除可变成本外的费用。

(9) 利润与利润分配。利润与利润分配表见案例分析表 8-11。利润总额正常年为 3950.18 万元。所得税按利润总额的 25% 计取，法定盈余公积金在长期借款还本之后提取，按税后利润的 10% 计取。

3. 融资前分析

项目投资现金流量表，见案例分析表 8-8。根据该表计算的评价指标为：

所得税前项目投资财务内部收益率 ($FIRR$) 为 15.4%，项目投资财务净现值 ($i_c = 12\%$ 时) 为 3868.54 万元，静态投资回收期（含建设期）5.97 年；所得税后项目投资财务内部收益率 ($FIRR$) 为 12.41%，项目投资财务净现值 ($i_c = 12\%$ 时) 为 439.73 万元，

静态投资回收期(含建设期)6.54年。

项目投资财务内部收益率大于基准收益率,项目投资财务净现值大于零,该项目在财务上是可以接受的。

4. 融资后分析

(1) 项目资本金现金流量表见案例分析表 8-9, 根据该表计算资本金财务内部收益率为 18.59%。

(2) 甲方财务现金流量表见案例分析表 8-10, 根据该表计算甲方投资财务内部收益率为 10.27%。

(3) 根据利润与利润分配表(案例分析表 8-11)、资金使用计划与资金筹措表(案例分析表 8-3) 计算以下指标:

$$\begin{aligned}\text{总投资收益率} &= \frac{\text{运营期内年平均息税前利润}}{\text{总投资}} \times 100\% \\ &= \frac{29136.89/8}{23361.5} \times 100\% = \frac{3642.11}{23361.5} \times 100\% = 15.59\%\end{aligned}$$

该项目投资收益率大于行业平均利润率 8%, 说明单位投资收益水平达到行业标准。

$$\begin{aligned}\text{项目资本金净利润率} &= \frac{\text{运营期内年平均净利润}}{\text{项目资本金}} \times 100\% \\ &= \frac{18947.34/8}{7121.43} \times 100\% = \frac{2368.42}{7121.43} \times 100\% = 33.26\%\end{aligned}$$

(4) 根据利润与利润分配表(案例分析表 8-11)、财务计划现金流量表(案例分析表 8-12)、建设期利息估算及还本付息计划表(案例分析表 8-13)、固定资产折旧费估算表(案例分析表 8-6)、无形资产及其他资产摊销费估算表(案例分析表 8-7) 计算借款偿还期内以下项目综合利息备付率和综合偿债备付率。各年利息备付率与偿债备付率见案例分析表 8-13。

$$\begin{aligned}\text{利息备付率} &= \frac{\text{息税前利润}}{\text{当期应付利息费用}} = \frac{12738.02}{3195.62} = 3.99 \\ \text{偿债备付率} &= \frac{\text{当期用于还本付息资金}}{\text{当期应还本付息金额}} \\ &= \frac{\text{息税前利润} + \text{折旧} + \text{摊销} - \text{所得税}}{\text{借款利息支付} + \text{借款本金偿还}} \\ &= \frac{12738.02 + 9242.86 + 504.45 - 2385.6}{3195.62 + 13914.45} \\ &= 1.17\end{aligned}$$

式中利息支付的计算见案例分析表 8-14。

通过计算,项目综合利息备付率 3.99,综合偿债备付率 1.17。借款偿还期内第 1 年利息备付率小于 2,其余各年利息备付率均大于 2,并随着借款本金的偿还而逐年上升,借款偿还期末利息备付率达 12.03,项目付息保证程度较高。项目按照最大能力偿还借款本金,借款偿还期内前 3 年偿债备付率均为 1,偿还期末偿债备付率达 2.17,说明项目的偿债能力较强。

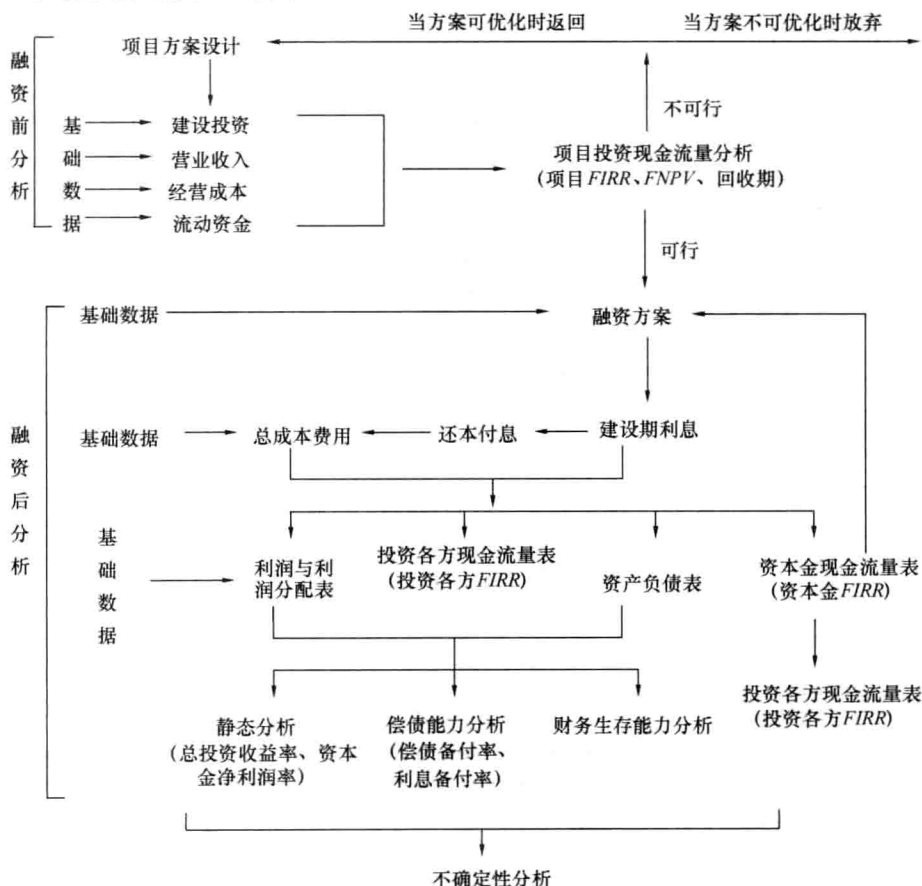
(5) 根据财务计划现金流量表(案例分析表 8-12),项目计算期内各年的净现金流量及累计盈余均为正值,各年均有足够的净现金流量维持项目的正常运营,可保证项目财务

的可持续性。

5. 财务分析说明

(1) 本项目财务分析分为融资前分析和融资后分析两个层次。融资前分析从项目投资总获利能力角度,考察项目方案设计的合理性,重在考察项目净现金流的价值是否大于其投资成本,为项目投资决策提供依据;融资后分析重在考察资金筹措方案能否满足要求,融资后分析包括项目的盈利能力分析、偿债能力分析以及财务生存能力分析,进而判断项目方案在融资条件下的合理性。

(2) 本项目采用量入偿付法归还长期借款本金。总成本费用估算表(案例分析表 8-5)、利润与利润分配表(案例分析表 8-11)及建设期利息估算及还本付息计划表(案例分析表 8-13),通过利息支出、当年还本和净利润互相联系,利用三表联算得出借款偿还计划;在全部借款偿还后,再计提法定盈余公积金和确定利润分配方案。财务分析的内容和步骤,如案例分析图 8-1 所示。



案例分析图 8-1 财务分析图

6. 评价结论

财务分析结论详见财务评价结论汇总表(案例分析表 8-15)。

从主要指标上看,财务分析结果均可行,而且生产的产品是国家急需的,所以项目是可以接受的。

建设投资估算表（万元）案例分析表 8-1

序号	工程或费用名称	估算价值					占总值比 (%)
		建筑工程	设备费用	安装工程	其他费用	总值	
1	工程费用	1559.25	10048.95	3892.95		15501.15	81%
1.1	主要生产项目	463.5	7849.35	3294		11606.85	
1.2	辅助生产车间	172.35	473.4	22.95		668.7	
1.3	公用工程	202.05	1119.6	457.65		1779.3	
1.4	环境保护工程	83.25	495	101.25		679.5	
1.5	总图运输	23.4	111.6			135	
1.6	厂区服务性工程	117.9				117.9	
1.7	生活福利工程	496.8				496.8	
1.8	厂外工程			17.1		17.1	
2	工程建设其他费用				1368.9	1368.9	7%
	其中：土地费用				600	600	
3	预备费用				2273.4	2273.4	12%
4	建设投资合计	1559.25	10048.95	3892.95	3642.3	19143.45	100%
	比例（%）	8%	53%	20%	19%	100%	

流动资金估算表（万元）案例分析表 8-2

序号	项目	年份	最低 周转 天数	周转 次数	投产期		达到设计生产能力期			
					3	4	5	6	7	8
1	流动资产				2952.29	3668.08	4024.15	4024.15	4024.15	4024.15
1.1	应收账款	30	12		795.96	973.96	1062.96	1062.96	1062.96	1062.96
1.2	存货				2117.99	2655.78	2922.85	2922.85	2922.85	2922.85
1.3	现金	15	24		38.34	38.34	38.34	38.34	38.34	38.34
2	流动负债				622.80	800.93	890.20	890.20	890.20	890.20
2.1	应付账款	30	12		622.80	800.93	890.20	890.20	890.20	890.20
2.2	预收账款									
3	流动资金（1-2）				2329.49	2867.15	3133.95	3133.95	3133.95	3133.95
4	流动资产增加额				2329.49	537.66	266.80			

资金使用计划与资金筹措表（万元）案例分析表 8-3

序号	项目	年份	合计	0	1	2	3	4
1	总投资		23361.50	11486.07	7947.09	3123.88	537.66	266.80
1.1	建设投资		19143.45	11486.07	7657.38			
1.2	建设期利息		1084.10		289.71	794.39		
1.3	流动资金		3133.95			2329.49	537.66	266.80
2	资金筹措		23361.50	11486.07	7947.09	3123.88	537.66	266.80
2.1	项目资本金		7121.43	3787.87	2525.24	808.32	0.00	0.00

续表

序号	项目 \ 年份	合计	0	1	2	3	4
2.1.1	用于建设投资	6313.11	3787.87	2525.24			
2.1.2	用于流动资金	808.32			808.32		
2.1.3	用于建设期利息	0.00					
2.2	债务资金	16240.07	7698.20	5421.85	2315.56	537.66	266.80
2.2.1	用于建设投资	12830.34	7698.20	5132.14			
2.2.2	用于流动资金	2325.63			1521.17	537.66	266.80
2.2.3	用于建设期利息	1084.10		289.71	794.39		
2.3	其他资金						

营业收入、营业税金及附加和增值税估算表 (万元)

案例分析表 8-4

序号	项目 \ 年份	合 计	3	4	5	6~10
			生产负荷 70%	生产负荷 90%	生产负荷 100%	生产负荷 100%
1	产品营业收入	147288	13566	17442	19380	19380
	单价 (元)		16150	16150	16150	16150
	数量 (t)	91200	8400	10800	12000	12000
	销项税额	25038.96	2306.22	2965.14	3294.6	3294.6
2	增值税金及附加	1124.04	103.53	133.11	147.9	147.9
2.1	增值税	11240.4	1035.3	1331.1	1479	1479
	增值税销项	25038.96	2306.22	2965.14	3294.6	3294.6
	增值税进项	13798.56	1270.92	1634.04	1815.6	1815.6
2.2	消费税					
2.3	城市维护建设税	786.83	72.47	93.18	103.53	103.53
2.4	教育费附加	337.21	31.06	39.93	44.37	44.37

注: 1. 增值税仅为计算城市维护建设税和教育费附加的依据。

2. 本报表税金的计算方法采用不含增值税的计算方法。

总成本费用估算表 (万元)

案例分析表 8-5

序号	项目 \ 年份	合计	投产期		达到设计生产能力期					
			3	4	5	6	7	8	9	10
	生产负荷 (%)		70	90	100	100	100	100	100	100
1	外购原材料	71811	6614.4	8503.8	9448.8	9448.8	9448.8	9448.8	9448.8	9448.8
2	外购燃料、动力	9357	861.6	1108.2	1231.2	1231.2	1231.2	1231.2	1231.2	1231.2
3	工资及福利费	3200	400	400	400	400	400	400	400	400
4	修理费	9242.86	1155.36	1155.36	1155.36	1155.36	1155.36	1155.36	1155.36	1155.36
5	折旧费	18485.72	2310.71	2310.71	2310.71	2310.71	2310.71	2310.71	2310.71	2310.71
6	摊销费	768.9	126.11	126.11	126.11	126.11	126.11	46.11	46.11	46.11

续表

序号	项目 \ 年份	合计	投产期		达到设计生产能力期					
			3	4	5	6	7	8	9	10
7	财务费用 (利息、汇兑损失)	3873.77	1158.21	995.28	706.37	335.76	169.54	169.54	169.54	169.54
7.1	其中：利息支出	3873.77	1158.21	995.28	706.37	335.76	169.54	169.54	169.54	169.54
7.1.1	长期借款利息	2595.56	1047.32	845.19	536.83	166.22				
7.1.2	流动资金借款利息	1278.21	110.89	150.09	169.54	169.54	169.54	169.54	169.54	169.54
8	其他费用	4161.6	520.2	520.2	520.2	520.2	520.2	520.2	520.2	520.2
9	总成本费用 (1+2+3+4+5+6+7+8)	120900.85	13146.60	15119.66	15898.76	15528.14	15361.92	15281.92	15281.92	15281.92
	其中：固定成本 (3+4+5+6+7+8)	39732.84	5670.60	5507.66	5218.76	4848.14	4681.92	4601.92	4601.92	4601.92
	可变成本	81168	7476	9612	10680	10680	10680	10680	10680	10680
10	经营成本 (9-5-6-7.1)	97772.46	9551.56	11687.56	12755.56	12755.56	12755.56	12755.56	12755.56	12755.56

固定资产折旧费估算表 (万元)

案例分析表 8-6

序号	项目 \ 年份	合计	投产期		达到设计生产能力期					
			3	4	5	6	7	8	9	10
1	固定资产									
1.1	原值	19458.65								
1.2	当期折旧费	18485.72	2310.71	2310.71	2310.71	2310.71	2310.71	2310.71	2310.71	2310.71
	净值		17147.93	14837.22	12526.51	10215.79	7905.08	5594.36	3283.65	972.93

无形资产及其他资产摊销费估算表 (万元)

案例分析表 8-7

序号	项目 \ 年份	摊销年限	原值	投产期		达到设计生产能力期					
				3	4	5	6	7	8	9	10
1	无形资产	8	368.9								
1.1	摊销			46.11	46.11	46.11	46.11	46.11	46.11	46.11	46.11
1.2	净值			322.79	276.68	230.56	184.45	138.34	92.22	46.11	0.00
2	其他资产 (开办费)	5	400.00								
2.1	摊销			80.00	80.00	80.00	80.00	80.00			
2.2	净值			320.00	240.00	160.00	80.00	0.00			
3	无形及其他 资产合计		768.9								
3.1	摊销			126.11	126.11	126.11	126.11	126.11	46.11	46.11	46.11
3.2	净值			642.79	516.68	390.56	264.45	138.34	92.22	46.11	0.00

项目投资现金流量表 (万元)

案例分析表 8-8

序号	项目	年份	合 计	建设期			投产期			达到设计生产能力期						
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	生产负荷 (%)						70	90	100	100	100	100	100	100		
1	现金流入		151394.88				13566.00	17442.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	23486.88	
1.1	营业收入		147288.00				13566.00	17442.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	
1.2	补贴收入															
1.3	回收固定资产余值		972.93												972.93	
1.4	回收流动资金		3133.95												3133.95	
2	现金流出		121173.90	11486.07	7657.38	2329.49	10192.75	12087.47	12903.46	12903.46	12903.46	12903.46	12903.46	12903.46		
2.1	建设投资		19143.45	11486.07	7657.38											
2.2	流动资金		3133.95			2329.49	537.66	266.80								
2.3	经营成本		97772.46				9551.56	11687.56	12755.56	12755.56	12755.56	12755.56	12755.56	12755.56	12755.56	
2.4	营业税金及附加		1124.04				103.53	133.11	147.90	147.90	147.90	147.90	147.90	147.90	147.90	
2.5	维护运营投资		0.00													
3	所得税前净现金流量 (1-2)		30220.98	-11486.07	-7657.38	-2329.49	3373.25	5354.53	6476.54	6476.54	6476.54	6476.54	6476.54	6476.54	10583.43	
4	累计所得税前净现金流量			-11486.07	-19143.45	-21472.94	-18099.69	-12745.15	-6268.61	207.93	6684.47	13161.02	19637.56	30220.98		
5	调整所得税		7284.22				368.52	796.13	1009.93	1009.93	1009.93	1029.93	1029.93	1029.93		
6	所得税后净现金流量 (3-5)		22936.76	-11486.07	-7657.38	-2329.49	3004.73	4558.41	5466.61	5466.61	5466.61	5446.61	5446.61	5446.61	9553.50	
7	累计所得税后净现金流量			-11486.07	-19143.45	-21472.94	-18468.21	-13909.80	-8443.19	-2976.57	2490.04	7936.65	13383.27	22936.76		

计算指标：项目投资财务内部收益率 (FIRR) = 15.40% (调整所得税前)；项目投资财务净现值 (FNPV) ($i_c = 12\%$) = 3868.54 万元 (调整所得税前)。

项目投资财务内部收益率 (FIRR) = 12.41% (调整所得税后)；项目投资财务净现值 (FNPV) ($i_c = 12\%$) = 439.73 万元 (调整所得税后)。

项目投资回收期 (从建设期算起) = 5.97 年 (调整所得税前)；项目投资回收期 (从建设期算起) = 6.54 年 (调整所得税后)。

案例分析表 8-9

项目资本金现金流量表 (万元)

序号	年份 项目	合 计	建设期				投产期		达到设计生产能力期									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	生产负荷 (%)																	
1	现金流入	151394.88																
1.1	营业收入	147288.00																
1.2	补贴收入	0.00																
1.3	回收固定资产余值	972.93																972.93
1.4	回收流动资金	3133.95																3133.95
2	现金流出	132447.56	3787.87	2525.24	808.32													16386.17
2.1	项目资本金	7121.43	3787.87	2525.24	808.32													
2.2	借款本金偿还	16240.08																2325.63
2.3	借款利息支付	3873.77																169.54
2.4	经营成本	97772.46																12755.56
2.5	营业税金及附加	1124.04																147.90
2.6	所得税	6315.78																987.54
2.7	维护运营投资	0.00																
3	净现金流量 (1-2)	18947.33	-3787.87	-2525.24	-808.32		0.00	0.00										7100.71

计算指标：资本金财务内部收益率=18.59%。

甲方投资财务现金流量表 (万元)

案例分析表 8-10

序号	项目	年份	合计	建设期			投产期		达到设计生产能力期					
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	生产负荷 (%)						70	90	100	100	100	100	100	100
1	现金流入		6750							750	750	750	750	3750
1.1	股利分配		6750							750	750	750	750	3750
1.2	资产处置收益分配													
1.3	租赁费收入													
1.4	技术转让收入													
1.5	其他现金流入													
2	现金流出		3000	1500	1500									
2.1	股权投资		3000	1500	1500									
2.2	租赁资产支出													
2.3	其他现金流出													
3	净现金流量		3750	-1500	-1500	0	0	0	0	750	750	750	750	3750

计算指标：甲方投资财务内部收益率=10.27%。

利润与利润分配表 (万元)

案例分析表 8-11

序号	项目	年份	合计	投产期		达到设计生产能力期					
				3	4	5	6	7	8	9	10
	生产负荷 (%)			70	90	100	100	100	100	100	100
1	营业收入		147288.00	13566.00	17442.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00
2	营业税金及附加		1124.04	103.53	133.11	147.90	147.90	147.90	147.90	147.90	147.90
3	总成本费用		120900.85	13146.60	15119.66	15898.76	15528.14	15361.92	15281.92	15281.92	15281.92
4	利润总额 (1-2-3)		25263.11	315.87	2189.23	3333.34	370396	3870.18	3950.18	3950.18	3950.18
5	弥补以前年度亏损										
6	应纳税所得额		25263.11	315.87	2189.23	3333.34	3703.96	3870.18	3950.18	3950.18	3950.18
7	所得税		6315.78	78.97	547.31	833.34	925.99	967.54	987.54	987.54	987.54
8	净利润 (4-7)		18947.34	236.90	1641.92	2500.01	2777.97	2902.63	2962.63	2962.63	2962.63
9	可供分配的利润		18947.34	236.90	1641.92	2500.01	2777.97	2902.63	2962.63	2962.63	2962.63
10	提取法定盈余公积金		1179.05					290.26	296.26	296.26	296.26
11	未分配利润		17768.28	236.90	1641.92	2500.01	2777.97	2612.37	2666.37	2666.37	2666.37
12	息税前利润 (利润总额+利息支出)		29136.89	1474.09	3184.51	4039.72	4039.72	4039.72	4119.72	4119.72	4119.72
13	息税折旧摊销前利润 (息税前利润+折旧 +摊销)		48391.50	3910.91	5621.33	6476.54	6476.54	6476.54	6476.54	6476.54	6476.54

其中：提取法定盈余公积金按10%比例，待长期借款还本之后提取。

案例分表 8-12

财务计划现金流量表 (万元)

序号	项目	年份	合计	建设期			投产期			达到设计生产能力期						
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	生产负荷 (%)						70	90	100	100	100	100	100	100		
1	经营活动现金流量 (1.1-1.2)		42075.72	0.00	0.00	0.00	3831.94	5074.03	5643.21	5550.55	5509.00	5489.00	5489.00	5489.00		
1.1	现金流入		172326.96				15872.22	20407.14	22674.60	22674.60	22674.60	22674.60	22674.60	22674.60		
1.1.1	营业收入		147288.00				13566.00	17442.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00	19380.00		
1.1.2	增值税销项税额		25038.96				2306.22	2965.14	3294.60	3294.60	3294.60	3294.60	3294.60	3294.60		
1.2	现金流出		130251.24				12040.28	15333.11	17031.39	17124.05	17165.60	17185.60	17185.60	17185.60		
1.2.1	经营成本		97772.46				9551.56	11687.56	12755.56	12755.56	12755.56	12755.56	12755.56	12755.56		
1.2.2	增值税进项税额		13798.56				1270.92	1634.04	1815.60	1815.60	1815.60	1815.60	1815.60	1815.60		
1.2.3	营业税金及附加		1124.04				103.53	133.11	147.90	147.90	147.90	147.90	147.90	147.90		
1.2.4	增值税		11240.40				1035.30	1331.10	1479.00	1479.00	1479.00	1479.00	1479.00	1479.00		
1.2.5	所得税		6315.78				78.97	547.31	833.34	925.99	967.54	987.54	987.54	987.54		
2	投资活动净现金流量 (2.1-2.2)		-22277.40	-11486.07	-7657.38	-2329.49	-537.66	-266.80	0.00							
2.1	现金流入															
2.2	现金流出		22277.40	11486.07	7657.38	2329.49	537.66	266.80	0.00							
2.2.1	建设投资		19143.45	11486.07	7657.38											
2.2.2	流动资金		3133.95			2329.49	537.66	266.80								
3	筹资活动净现金流量 (3.1-3.2)		2163.54	11486.07	7657.38	2329.49	-3294.28	-4807.23	-5643.21	-2560.89	-169.54	-169.54	-169.54	-2495.17		
3.1	现金流入		22277.40	11486.07	7657.38	2329.49	537.66	266.80	0.00	0.00	0.00	0.00				
3.1.1	项目资本金投入		7121.43	3787.87	2525.24	808.32										
3.1.2	建设投资借款		12830.34	7698.20	5132.14											
3.1.3	流动资金借款		2325.63			1521.17	537.66	266.80								
3.2	现金流出		20113.85				3831.94	5074.03	5643.21	2560.89	169.54	169.54	169.54	2495.17		
3.2.1	各种利息支出		3873.77				1158.21	995.28	706.37	335.76	169.54	169.54	169.54	169.54		
3.2.2	偿还债务本金		16240.08				2673.73	4078.75	4936.83	2225.13				2325.63		
4	净现金流量		21961.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2989.66	5339.46	5319.46	5319.46	2993.83		
5	累计盈余资金			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2989.66	8329.12	13648.58	18968.04	21961.87		

建设期利息估算及还本付息计划表 (万元)

案例分析表 8-13

序号	项目	年份	合计	建设期		投产期		达到设计生产能力期	
				1	2	3	4	5	6
1	中国建设银行借款								
1.1	建设期利息		687.73	183.77	503.96				
1.1.1	期初借款余额			0.00	5045.50	8790.61	6116.88	2038.13	
1.1.2	当期借款		8102.88	4861.73	3241.15				
1.1.3	当期应计利息		1968.82	183.77	503.96	664.57	462.44	154.08	
1.1.4	期末借款余额			5045.50	8790.61	6116.88	2038.13		
1.2	其他融资费用								
1.3	小计 (1.1+1.2)		687.73	183.77	503.96				
2	中国银行借款								
2.1	建设期利息		396.37	105.94	290.43				
2.1.1	期初借款余额			0.00	2942.42	5123.84	5123.84	5123.84	2225.13
2.1.2	当期借款		4727.47	2836.48	1890.99				
2.1.3	当期应计利息		1710.84	105.94	290.43	382.75	382.75	382.75	166.22
2.1.4	期末借款余额			2942.42	5123.84	5123.84	5123.84	2225.13	
2.2	其他融资费用								
2.3	小计 (2.1+2.2)		396.37	105.94	290.43				
3	当期还本付息		16510.01			3721.05	4923.94	5473.67	2391.35
	其中: 还本		13914.45			2673.73	4078.75	4936.83	2225.13
	付息		2595.56			1047.32	845.19	536.83	166.22
4	还款来源								
4.1	净利润		7156.80			236.90	1641.92	2500.01	2777.97
4.2	折旧费		9242.86			2310.71	2310.71	2310.71	2310.71
4.3	摊销费		504.45			126.11	126.11	126.11	126.11
4.4	偿还本金来源合计					2673.73	4078.75	4936.83	5214.80
4.5	偿还本金后余额		2989.66						2989.66
	计算指标								
	利息备付率					1.27	3.20	5.72	12.03
	偿债备付率					1.00	1.00	1.00	2.17

利息支付计算表 (万元)

案例分析表 8-14

项 目	合计	3	4	5	6	7~10
中国建设银行借款利息支付	1281.09	664.57	462.44	154.08		
中国银行借款利息支付	1314.47	382.75	382.75	382.75	166.22	
流动资金中的借款数额		1521.17	2058.83	2325.63	2325.63	2325.63
流动资金借款利息支付	1278.21	110.89	150.09	169.54	169.54	169.54
各种借款利息支付总和	3873.77	1158.21	995.28	706.37	335.76	169.54

评价结论汇总表

案例分析表 8-15

财务分析指标		计算结果	评价标准	是否可行
融资前 分析指标	项目投资财务内部收益率 (所得税前)	15.4%	>12%	是
	项目投资回收期 (所得税前)	5.97 年	<8.3 年	是
	项目投资财务净现值 (所得税前)	3868.54 万元	>0	是
融资后 分析指标	资本金财务内部收益率	18.59%		是
	借款偿还期	5.43 年		是
	利息备付率	3.99	>2.0	是
	偿债备付率	1.17	>1.0	是

[案例思考]

- 1. 如果本案例的银行贷款以等额还本方式偿还，结果会怎样？
- 2. 如何对本案例进行不确定性分析？

思考题

- 1. 建设投资概略估算有哪些方法？其适用条件各是什么？
- 2. 如何对建设投资进行详细估算？
- 3. 财务评价所需的财务分析报表有哪些，财务评价的主要指标有哪些，各指标如何进行计算与分析评价？

习题

1. 某项目计算期 20 年，各年净现金流量（CI—CO）均在年末发生，具体情况见习题表 8-1 所列。基准收益率为 10%。试根据项目的财务净现值 FNPV 判断此项目是否可行，并计算项目的投资回收期、财务净现值和财务内部收益率。

习题表 8-1

时 点	1	2	3	4	5	6~20
净现金流量（元）	-180	-250	150	84	112	150

2. 有一投资项目，建设投资 50 万元（不含建设期利息），于第 1 年年初投入；流动资金投资 20 万元，于第 2 年年初投入，全部为借款，利率 8%。项目于第 2 年投产，产品销售收入第 2 年为 50 万元，第 3~8 年为 80 万元；经营成本第 2 年为 30 万元，第 3~8 年为 45 万元；增值税税率 17%；第 2~8 年折旧费每年为 6 万元；第 8 年年末处理固定资产可得收入 8 万元。经营成本和营业收入均发生在年末。

根据以上条件列出的项目投资现金流量表（习题表 8-2、习题表 8-3）是否正确？若有错，请改正过来。

项目投资现金流量表（万元）

习题表 8-2

时 点	0	1	2	3~7	8
现金流入					
营业收入			50	80	80
固定资产回收					8
现金流出					
经营成本			30	45	45
建设投资 （不含建设期利息）	50				
流动资金		20			
增值税			8.5	13.6	13.6
折旧			6	6	6
净现金流量	-50	-20	5.5	15.4	23.4

项目投资现金流量表 (万元)

习题表 8-3

时 点	0	1	2	3~7	8
现金流入					
营业收入			50	80	80
固定资产回收					8
折旧			6	6	6
现金流出					
经营成本			30	45	45
建设投资 (不含建设期利息)	50				
流动资金		20			
增值税			8.5	13.6	13.6
流动资金利息			1.6	1.6	1.6
净现金流量	-50	-20	15.9	25.8	33.8

3. 某工业项目计算期为 15 年, 建设期为 3 年, 第 4 年投产, 第 5 年开始达到生产能力。项目建设投资 (未包含建设期借款利息) 为 8000 万元, 其中自有投资为 4000 万元, 不足部分向银行借款, 银行借款利率为 10%, 假定每年借款发生在年中。建设期只计息不还款, 第 4 年初投产后开始还贷, 每年付清利息并分 10 年等额偿还建设期利息资本化后的全部借款本金。现金流量的发生时点遵循年末习惯法。分年投资情况见习题表 8-4 所列。

习题表 8-4

时点	1	2	3	合计
建设投资 (万元)	2500	3500	2000	8000
其中: 自有资金投资 (万元)	1500	1500	1000	4000

第 4 年初投入生产所需的全部流动资金 2490 万元, 全部用银行借款, 年利率 10%。
项目营业税金及附加和经营成本的预测值见习题表 8-5 所列。

习题表 8-5

时点	4	5	6	...	15
营业收入 (万元)	5600	8000	8000	...	8000
营业税金及附加 (万元)	320	480	480	...	480
经营成本 (万元)	3500	5000	5000	...	5000

固定资产折旧采用直线折旧法, 折旧年限为 15 年, 残值率 5%, 建设期利息计入固定资产原值。
所得税税率为 25%, 基准收益率为 12%。

试计算完成以下表格, 并计算该项目投资财务净现值和静态投资回收期。

(1) 建设期利息计算表

时点	1	2	3	4
年初欠款 (万元)	0			
当年借款 (万元)				
当年利息 (万元)				
年末欠款累计 (万元)				

(2) 借款偿还计划及利息计算表

时点	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
年初欠款 (万元)	4631									
当年利息支付 (万元)	463									
当年还本 (万元)	463									
年末尚欠 (万元)										

(3) 利润与所得税计算表

时点	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
营业收入 (万元)												
经营成本 (万元)												
折旧 (万元)												
建设投资借款利息 (万元)	463											
流动资金借款利息 (万元)	249											
营业税金及附加 (万元)												
利润总额 (万元)												
所得税 (万元)												
净利润 (万元)												

(4) 项目投资现金流量表

年末	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(一) 现金流入 (万元)															
1. 营业收入															
2. 回收固定资产余值															
3. 回收流动资金															
(二) 现金流出 (万元)															
1. 建设投资 (不含建设期利息)															
2. 流动资金															
3. 经营成本															
4. 营业税金及附加															
5. 调整所得税															
(三) 净现金流量 (万元)															

延伸阅读

1. 王永祥, 陈进, 李明. 工程项目经济分析 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2011.
2. 陈一君, 卢明湘. 工程技术经济学 [M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2010.

引例

红沿河核电站项目的社会效益

辽宁红沿河核电站位于瓦房店市东岗镇，是东北地区第一个核电站。该项目于 2007 年 8 月 18 日正式开工，计划建设 6 台百万千瓦级核电机组，其中一期 4 台机组预计 2015 年全部建成发电。4 台机组年发电量将达 300 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，高于大连市 2012 年全社会用电量 287 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 的水平，约占辽宁省 2012 年全社会用电量的 16%。

红沿河核电站项目社会效益显著：工程建设期间带动辽宁全社会相关行业总产值增长约 2334 亿元。工程全部建成后，每年提供电力 450 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，拉动全社会总产值增长约 420 多亿元。红沿河核电站并网发电后，不仅优化了辽宁省电力供应结构，而且促进实现节能减排目标，进一步改善周边区域空气质量。与同等规模的火电相比，红沿河核电站一期 4 台机组相当于每年减少标煤消耗约 1000 万 t，减排二氧化碳 2400 万 t，减排二氧化硫 23 万 t，减排氮氧化物 15 万 t，相当于造林 6.6 万 hm^2 。此外，辽宁红沿河核电站是我国自主创新最多、国产化率最高的核电站。其二期工程设备，包括关键设备的国产化比例均超过 80%。其海水淡化系统开创了中国内地核电站利用海水淡化技术提供淡水资源的先河。

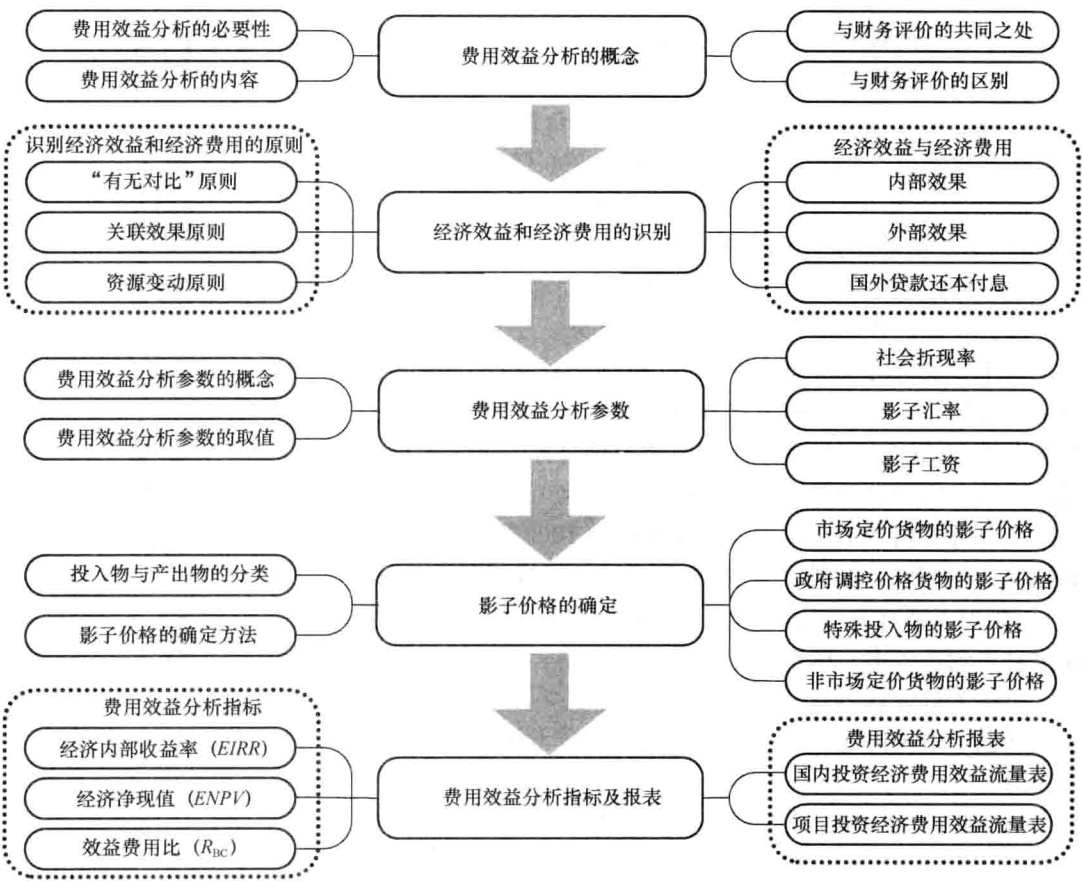
（资料来源：李天斌，苏大鹏．环保效益相当于再造 6.6 万公顷森林．经济日报，2013-02-18.）

启 示

红沿河核电站项目存在巨大的外部收益，同时存在外部费用，对这类项目进行单纯的财务评价，不能全面、真实地反映项目的经济价值，这就需要进行工程项目费用效益分析。

本章知识结构图

在市场经济条件下，大部分工程项目财务评价结论可以满足投资决策要求。但对于财务现金流量不能全面、真实地反映其经济价值的项目，还需要进行费用效益分析。这类项目主要包括：农业、水利、铁道、公路、民航、城市建设、电信等具有公共产品特征的基础设施项目；环保、高科技产业等外部效果显著的项目；煤炭、石油、电力、钢铁、有色、黄金等资源开发项目；涉及石化、通信、电子、机械、重大技术装备等国家经济安全的项目。本章知识结构如下图所示。



9.1 费用效益分析的概念

9.1.1 费用效益分析的必要性及其内容

所谓费用效益分析（Cost-Benefit Analysis），是按合理配置稀缺资源和社会经济可持续发展的原则，采用影子价格、社会折现率等费用效益分析参数，从国民经济全局的角度

出发,考察工程项目的经济合理性。

正常运作的市场是将稀缺资源在不同用途和不同时间上合理配置的有效机制。然而,市场的正常运作要求具备若干条件,包括:资源的产权清晰、完全竞争、公共产品数量不多、短期行为不存在等。如果这些条件不能满足,市场就不能有效地配置资源,即市场失灵。市场失灵包括:

(1) 无市场、薄市场 (Thin Market)。首先,很多资源的市场还根本没发育起来,或根本不存在。这些资源的价格为零,因而被过度使用,日益稀缺。其次,有些资源的市场虽然存在,但价格偏低,只反映了劳动和资本成本,没有反映生产中资源耗费的机会成本 and 环境污染的代价。毫不奇怪,价格为零或偏低时,资源会被浪费,生态会恶化。例如,我国一些地区的地下水和灌溉用水价格偏低,因而被大量浪费。

(2) 外部效果 (Externalities)。外部效果是企业或个人的行为对活动以外的企业或个人造成的影响。外部效果造成私人成本 (内部成本或直接成本) 和社会成本不一致,导致实际价格不同于最优价格。外部效果可以是积极的也可以是消极的。河流上游农民种树,保持水土,使下游农民旱涝保收,这是积极的外部效果。上游滥砍滥伐,造成下游洪水泛滥和水土流失,这是负面的外部效果。

(3) 公共物品 (Public Goods)。公共物品的显著特点,是一个人对公共物品的消费不影响其他消费者对同一公共物品的消费。在许多情况下,个人不管付钱与否都不能被从公共物品的消费中排除出去,例如国防。因为没人能够或应该被排除,所以消费者就不愿为消费公共物品而付钱。消费者不愿付钱,私人企业赚不了钱,就不愿意提供公共物品。因此,自由市场很难提供充足的公共物品。

(4) 短视计划 (Myopia Planning)。自然资源的保护和可持续发展意味着为了未来利益而牺牲当前消费。因为人们偏好当前消费,未来利益被打折扣,因而造成应留给未来的资源被提前使用。资源使用中的高贴现率和可再生资源的低增长率,有可能使某种自然资源提早耗尽。

市场失灵的存在使得财务评价的结果往往不能真实反映工程项目的全部利弊得失,必须通过费用效益分析对财务评价中失真的结果进行修正。

费用效益分析的研究内容主要是识别国民经济效益与费用,计算和选取影子价格,编制费用效益分析报表,计算费用效益分析指标并进行方案比选。

9.1.2 费用效益分析与财务评价的关系

1. 费用效益分析与财务评价的共同之处

(1) 评价方法相同。它们都是经济效果评价,都使用基本的经济评价理论,即效益与费用比较的理论方法。都要寻求以最小的投入获取最大的产出,都要考虑资金的时间价值,采用内部收益率、净现值等盈利性指标评价工程项目的经济效果。

(2) 评价的基础工作相同。两种分析都要在完成产品需求预测、工艺技术选择、投资估算、资金筹措方案等可行性研究内容的基础上进行。

(3) 评价的计算期相同。

2. 费用效益分析与财务评价的区别

(1) 两种评价所站的层次不同。财务评价是站在项目的层次上,从项目经营者、投资

者、未来债权人的角度,分析项目在财务上能够生存的可能性,分析各方的实际收益或损失,分析投资或贷款的风险及收益。费用效益分析则是站在国民经济的层次上,从全社会的角度分析项目的国民经济费用和效益。

(2) 费用和效益的含义及划分范围不同。财务评价只根据项目直接发生的财务收支,计算项目的费用和效益。费用效益分析则从全社会的角度考察项目的费用和效益,这时项目的有些收入和支出,从全社会的角度考虑,不能作为社会费用或收益,例如,税金和补贴、银行贷款利息。

(3) 财务评价与费用效益分析所使用价格体系不同。财务评价使用实际的市场预测价格,费用效益分析则使用一套专用的影子价格体系。

(4) 两种评价使用的参数不同。如衡量盈利性指标内部收益率的判据,财务评价中用财务基准收益率,费用效益分析中则用社会折现率,财务基准收益率依行业的不同而不同,而社会折现率则全国各行业各地区都是一致的。

(5) 评价内容不同。财务评价主要有两个方面,一是盈利能力分析,二是清偿能力分析。而费用效益分析则只作盈利能力分析,不作清偿能力分析。

9.2 效益和费用的识别

9.2.1 识别经济效益和经济费用的原则

1. “有无对比”原则

项目经济费用效益分析应建立在增量效益和增量费用识别和计算的基础之上,通过项目的实施效果与无项目情况下可能发生的情况进行对比分析,作为计算机会成本或增量效益的依据。

2. 关联效果原则

财务分析从项目自身的利益出发,其系统分析的边界是项目。凡是流入项目的资金,就是财务效益,如营业收入;凡是流出项目的资金,就是财务费用,如投资支出、经营成本和税金。费用效益分析则从国民经济的整体利益出发,其系统分析的边界是整个国民经济,对项目所涉及的所有成员及群体的费用和效益作全面分析,不仅要识别项目自身的内部效果,而且需要识别项目对国民经济其他部门和单位产生的外部效果。

3. 资源变动原则

在计算财务收益和费用时,依据的是货币的变动。凡是流入项目的货币就是直接效益,凡是流出项目的货币就是直接费用。费用效益分析以实现资源最优配置从而保证国民收入最大增长为目标。经济资源的稀缺性,意味着一个项目的资源投入会减少这些资源在国民经济其他方面的可用量,从而减少了其他方面的国民收入,从这种意义上说,该项目对资源的使用产生了经济费用。同理,由于项目的产出能够增加社会资源来满足人们的需求,所以项目的产出具有经济效益。另外,接受转移支付的一方所获得的效益与付出方所产生的费用相等,转移支付行为本身没有导致新增资源的发生,因此,在经济费用效益分析中,应剔除税赋、补贴、借款和利息等转移支付的影响。可见,在考察经济费用和效益的过程中,依据的不是货币,而是社会资源真实的变动量。凡是减少社会资源的项目投入

都产生经济费用，凡是增加社会资源的项目产出都产生经济效益。当然，资源应是稀缺的经济资源，而不是闲置或不付出代价就可自由使用的物品。

9.2.2 经济效益与经济费用

经济效益分为直接经济效益和间接经济效益，经济费用分为直接经济费用和间接经济费用。直接经济效益和直接经济费用是与投资主体有关的，可称为内部效果；因投资主体而产生，却被其他主体所承担的间接经济效益和间接经济费用，称为外部效果。

1. 内部效果

内部效果包括直接经济效益和直接经济费用。

直接经济效益是指由项目产出物直接生成，并在项目范围内计算的经济效益。一般表现为增加项目产出物或者服务的数量以满足国内需求的效益；替代效益较低的相同或类似企业的产出物或者服务，使被替代企业减产（停产）从而减少国家有用资源耗费或者损失的效益；增加出口或者减少进口从而增加或者节约的外汇等。

直接经济费用是指项目使用投入物所形成，并在项目范围内计算的费用。一般表现为其他部门为本项目提供投入物；需要扩大生产规模所耗费的资源费用；减少对其他项目或者最终消费投入物的供应而放弃的效益；增加进口或者减少出口从而耗用或者减少的外汇等。

2. 外部效果

间接经济效益与间接经济费用，或称外部效果，是指项目对国民经济作出的贡献与国民经济为项目付出的代价中，在直接效益与直接费用中未得到反映的那部分效益与费用。

外部效果分为货币性和技术性两类。货币性外部效果指效益在各部门的重新分配，如税收或补贴等。货币性外部效果并不引起社会资源的变化，故在效益费用分析中不考虑。

技术性外部效果是指外部效果确实使社会总生产和社会总消费起变化，如水利设施项目，除产生电力外，还使粮食产量增加。技术性外部效果包括以下几个方面：

（1）产业关联效果。例如，建设一个水电站，一般除发电、防洪灌溉和供水等直接效果外，还必然带来养殖业和水上运动的发展，以及旅游业的增进等间接效益。此外，农牧业还会因土地淹没而遭受一定的损失（间接费用）。这些都是水电站兴建而产生的产业关联效果。

（2）环境和生态效果。例如，发电厂排放的烟尘可使附近田园的作物产量减少，质量下降，化工厂排放的污水可使附近江河的鱼类资源骤减，人们的健康甚至生命受到威胁等。

（3）技术扩散和示范效果。技术扩散和示范效果是由于建设技术先进的项目会培养和造就大量的技术人员和管理人员。他们除了为本项目服务外，由于人员流动、技术交流，对整个社会经济发展也会带来好处。

技术性外部效果反映了社会生产和消费的真实变化，这种真实变化必然引起社会资源配置的变化，所以应在费用效益分析中加以考虑。

为防止外部效果计算扩大化，项目的外部效果一般只计算一次相关效果，不应连续计算。

3. 国外贷款还本付息

国外贷款还本付息的处理分以下三种情况：

（1）评价国内投资经济效益的处理办法。项目的费用效益分析是以项目所在国的经济

利益为根本出发点,所以必须考察国外贷款还本付息对项目举办国的真实影响。如果国外贷款利率很高,高于全部投资的内部收益率,那么一个全投资效益好的项目,也可能由于偿还国外债务造成大部分收益外流的局面,致使本国投资得不偿失。为了能够揭示这种情况,如实判断本国投资资金的盈利水平,必须进行国内投资的经济效益分析。在分析时,应将国外贷款视作现金流入,还本付息应当视作现金流出。

(2) 国外贷款不指定用途时的处理办法。对项目进行费用效益分析的目的是使有限资源得到最佳配置。因此,应当对项目所用全部资源的利用效果作出分析评价,这种评价是包括国外贷款在内的全投资费用效益分析,此时国外贷款还本付息不视作收益,也不视作费用,不出现于费用效益分析所用的项目投资经济费用效益流量表中。

(3) 国外贷款指定用途时的处理办法。这时无需进行全投资的经济效益评价,可只进行国内投资资金的经济评价。

9.3 费用效益分析参数

费用效益分析参数是费用效益分析的基本判据,对比选优化方案具有重要作用。费用效益分析的参数主要包括:社会折现率、影子汇率和影子工资等,这些参数由有关专门机构组织测算和发布。

9.3.1 社会折现率

社会折现率(Social Discount Rate),是用以衡量资金时间价值的重要参数,代表社会资金被占用应获得的最低收费率,并用作不同年份价值换算的折现率。

社会折现率是费用效益分析中经济内部收益率的基准值。适当的折现率有利于合理分配建设资金,指导资金投向对国民经济贡献大的项目,调节资金供需关系,促进资金在短期和长期建设项目之间的合理调配。

根据对我国国民经济运行的实际情况、投资收益水平、资金供求状况、资金机会成本以及国家宏观调控等因素综合分析,根据国家发展和改革委员会和原建设部联合发布的第三版《建设项目经济评价方法与参数》,目前社会折现率测定值为8%。对于受益期长的建设项目,如果远期效益较大,效益实现的风险较小,社会折现率可适当降低,但不应低于6%。

9.3.2 影子汇率

汇率是指两个国家不同货币之间的比价或交换比率。

影子汇率(Shadow Exchange Rate),是反映外汇真实价值的汇率。影子汇率主要依据一个国家或地区一段时期内进出口的结构和水平、外汇的机会成本及发展趋势、外汇供需状况等因素确定。一旦上述因素发生较大变化时,影子汇率值需作相应的调整。

在费用效益分析中,影子汇率通过影子汇率换算系数计算,影子汇率换算系数是影子汇率与国家外汇牌价的比值。工程项目投入物和产出物涉及进出口的,应采用影子汇率换算系数计算影子汇率。目前,根据我国外汇收支、外汇供求、进出口结构、进出口关税、进出口增值税及出口退税补贴等情况,影子汇率换算系数取值为1.08。

【例 9-1】 已知 2015 年 1 月 10 日国家外汇牌价中人民币对美元的比值为 620.85/100, 试求人民币对美元的影子汇率。

【解】 影子汇率=影子汇率换算系数 $\times$ 620.85/100=1.08 $\times$ 620.85/100=6.7052

9.3.3 影子工资

影子工资是项目使用劳动力, 社会为此付出的代价。影子工资受劳动力的机会成本和社会资源耗费等因素的影响。

影子工资一般通过影子工资换算系数计算。影子工资换算系数是影子工资与项目财务评价中劳动力的工资和福利费的比值。根据目前我国劳动力市场状况, 技术性工种劳动力的影子工资换算系数取值为 1, 非技术性工种劳动力的影子工资换算系数取值在 0.25~0.8 之间, 非技术劳动力较为富余的地区可取较低值, 不太富余的地区可取较高值, 中间状况可取 0.5。

【例 9-2】 某高新技术开发区软件园建设项目投资中的人工费为 2 亿元, 其中 80% 为技术性工种工资。在经济费用效益分析中, 若取技术性工种影子工资换算系数为 1, 非技术性工种影子工资换算系数为 0.3, 试求该项目人工费的调整值。

【解】 该项目人工费的调整值=80% $\times$ 2 $\times$ 1+20% $\times$ 2 $\times$ 0.3=1.72 亿元

9.4 影子价格的确定

在经济费用效益计量中, 作为计量依据的影子价格成为关键问题。影子价格是指依据一定原则确定的, 能够反映投入物和产出物真实经济价值, 反映市场供求状况, 反映资源稀缺程度, 使资源得到合理配置的价格。影子价格是根据国家经济增长的目标和资源的可获得性来确定的。如果某种资源数量稀缺且用途广泛, 则其影子价格就高。如果这种资源的供应量增多, 其影子价格就会下降。进行费用效益分析时, 项目的主要投入物和产出物价格, 原则上都应采用影子价格。

确定影子价格时, 对于投入物和产出物, 首先要区分为市场定价货物、政府调控价格货物、特殊投入物和非市场定价货物这四大类别, 然后根据投入物和产出物对国民经济的影响分别处理。

9.4.1 市场定价货物的影子价格

1. 外贸货物影子价格

外贸货物是指其生产或使用会直接或间接影响国家出口或进口的货物, 包括项目产出物中直接出口、间接出口或替代进口的货物; 项目投入物中直接进口、间接进口或挤占原可用于出口的国内产品的货物。

外贸货物影子价格的定价基础是国际市场价格。尽管国际市场价格并非就是完全理想的价格, 存在着诸如发达国家有意压低发展中国家初级产品价格, 实行贸易保护主义, 限制高技术向发展中国家转移, 以维持高技术产品的垄断价格等问题。但在国际市场上起主导作用的还是市场机制, 各种商品的价格主要由供需规律决定, 多数情况下不受个别国家和集团的控制, 一般比较接近物品的真实价值。

外贸货物中的进口品应满足以下条件（否则不应进口）：

国内生产成本 > 到岸价格（CIF）。

外贸货物中的出口品应满足以下条件（否则不应出口）：

国内生产成本 < 离岸价格（FOB）。

到岸价格与离岸价格统称口岸价格。

在费用效益分析中，口岸价格应按本国货币计算，故口岸价格的实际计算公式如下：

到岸价格（人民币）= 美元结算的到岸价格 × 影子汇率

离岸价格（人民币）= 美元结算的离岸价格 × 影子汇率

【例 9-3】 某项目进口设备的到岸价格为 16400 万日元，美元对日元的比价为 119.69 日元/美元（2014 年 12 月 23 日价格），若影子汇率为 6.6912 元/美元（2014 年 12 月 23 日价格），求进口设备的到岸价格。

【解】 进口设备的到岸价格（人民币）= $(16400/119.69) \times 6.6912 = 916.83$ 万元
工程项目外贸货物的影子价格按下述公式计算：

产出物的影子价格（项目产出物的出厂价格）= 离岸价（FOB）× 影子汇率
- 国内运杂费 - 贸易费用 (9-1)

投入物的影子价格（项目投入物的到厂价格）= 到岸价（CIF）× 影子汇率
+ 国内运杂费 + 贸易费用 (9-2)

贸易费用是指外经贸机构为进出口货物所耗用的，用影子价格计算的流通费用，包括货物的储运、再包装、短途运输、装卸、国内保险、检验等环节的费用支出，以及资金占用的机会成本，但不包括长途运输费用。贸易费用一般用货物的口岸价乘以贸易费率计算。贸易费率由项目评价人员根据项目所在地区流通领域的特点和工程项目的实际情况测定。

2. 非外贸货物影子价格

非外贸货物是指其生产或使用不影响国家出口或进口的货物。根据不能外贸的原因，非外贸货物分为天然非外贸货物和非天然的非外贸货物。

天然非外贸货物系指使用和服务天然地限于国内，包括国内施工和商业以及国内运输和其他国内服务。非天然的非外贸货物是指由于经济原因或政策原因不能外贸的货物，包括由于国家政策和法令限制不能外贸的货物；还包括以下货物：其国内生产成本加上到口岸的运输、贸易费用后的总费用高于离岸价格，致使出口得不偿失而不能出口。同时，国外商品的到岸价格又高于国内生产同样商品的经济成本，致使该商品也不能从国外进口。在忽略国内运输费用和贸易费用的前提下，由于经济性原因造成的非外贸货物满足以下条件：

离岸价格 < 国内生产成本 < 到岸价格

随着我国市场经济发展和贸易范围的扩大，大部分货物或服务都处于竞争性的市场环境中，市场价格可以近似反映其支付意愿和机会成本。进行费用效益分析可将这些货物的市场价格加上或者减去国内运杂费作为影子价格。工程项目非外贸货物的影子价格按下述公式计算：

产出物的影子价格（项目产出物的出厂价格）= 市场价格 - 国内运杂费 (9-3)

投入物的影子价格（项目投入物的到厂价格）= 市场价格 + 国内运杂费 (9-4)

根据“有无对比”原则，如果项目的投入物或产出物的规模很大，项目的实施将足以影响其市场价格，导致“有项目”和“无项目”两种情况下市场价格不一致，在项目评价实践中，取二者的平均值作为测算影子价格的依据。

投入与产出的影子价格中包含的增值税、消费税、教育费附加。城市维护建设税、资源税等流转税按下列原则处理：

(1) 对于产出品，增加供给满足国内市场供应的，影子价格按消费者支付意愿确定，含流转税；顶替原有市场供应的，影子价格按机会成本确定，不含流转税。

(2) 对于投入品，用新增供应来满足项目的，影子价格按机会成本确定，不含流转税；挤占原有用户需求来满足项目的，影子价格按支付意愿确定，含流转税。

(3) 在不能判别产出或投入是增加供给还是挤占（替代）原有供给的情况下，可简化处理为：产出的影子价格一般包含实际缴纳流转税，投入的影子价格一般不含实际缴纳流转税。

9.4.2 政府调控价格货物的影子价格

考虑到效率优先兼顾公平的原则，有些货物或者服务价格受政府调控的影响，不完全由市场机制形成。例如，政府为了帮助城市中低收入家庭解决住房问题，对经济适用房和廉租住房制定指导价和最高限价。受政府调控影响，货物或者服务的价格不能完全反映其市场真实价值，确定这些货物或者服务影子价格的原则是：投入物按机会成本分解定价，产出物按对经济增长的边际贡献率或消费者支付意愿定价。下面是政府主要调控的水、电、铁路运输等作为投入物和产出物时的影子价格的确定方法。

(1) 水作为项目投入物的影子价格，按后备水源的边际成本分解定价，或者按恢复水资源存量的成本计算。水作为项目产出物的影子价格，按消费者支付意愿或者按消费者承受能力加政府补贴计算。

(2) 电力作为项目投入物的影子价格，一般按完全成本分解定价，电力过剩时按可变成成本分解定价。电力作为项目产出物的影子价格，可按电力对当地经济边际贡献率定价。

(3) 铁路运输作为项目投入物的影子价格，一般按完全成本分解定价，对运能富余的地区，按可变成成本分解定价。铁路运输作为项目产出物的影子价格，可按铁路运输对国民经济的边际贡献率定价。

9.4.3 特殊投入物的影子价格

工程项目的特殊投入物是指项目在建设、生产运营中使用的人力资源、土地和自然资源等。项目使用这些特殊投入物发生的经济费用，应分别采用下列方法确定其影子价格。

1. 人力资源

人力资源投入的影子价格主要包括劳动力的机会成本和新增资源耗费。劳动力的机会成本指：过去受雇于别处的劳动力，如果不被项目雇用而从事其他生产经营活动所创造的最大效益；或项目使用自愿失业劳动力而支付的税后净工资额；或项目使用非自愿失业劳动力而支付的大于最低生活保障的税后净工资。新增资源耗费是指社会为劳动力就业而付出的，但职工又未得到的其他代价，如为劳动力就业而支付的搬迁费、培训费、城市交通费等。影子工资与劳动力的技术熟练程度和供求状况（过剩与稀缺）有关，技术越熟练、

稀缺程度越高,其机会成本越高,反之越低。

2. 土地

我国目前取得土地使用权的方式有:行政划拨、协商议价、招标投标、拍卖等。采用不同的方式获得土地使用权,投资项目占用的土地可能具有不同的财务费用,甚至其财务费用为零。但是占用土地的经济费用总是存在的,而且同一块地在一定时期其经济费用应是唯一的。项目占用土地致使这些土地对国民经济的其他潜在贡献不能实现,这种因有了项目而不能实现的最大潜在贡献就是项目占用土地的机会成本。因此,土地的影子价格也是建立在被放弃的最大收益这一机会成本概念上的。

(1) 对于农业、林业、牧业、渔业及其他生产性用地,土地的经济成本按土地机会成本与新增资源消耗之和计算。新增资源消耗指“有项目”情况下土地的征用造成原有地上附属物财产的损失及其他资源耗费。如果项目占用的土地是无人居住的荒山野岭,其经济成本可视为零;若项目所占用的是农业土地,其经济成本为原来的农业净收益、拆迁费用和劳动力安置费。土地平整等开发成本应计入工程建设成本,在土地经济成本估算中不再重复计算。

(2) 对于住宅、休闲等非生产性用地,如果项目占用城市用地,且通过政府公开拍卖、招标、挂牌取得的土地出让使用权,以及通过市场交易取得的已出让国有土地使用权,应按照支付意愿的原则,以土地市场交易价格计算土地的影子价格,主要包括土地出让金、基础设施建设费、拆迁安置补偿费等。

(3) 未通过正常市场交易取得的土地使用权,应分析价格优惠或扭曲情况,参照当地正常情况下的市场交易价格,调整或类比计算其影子价格;无法通过正常市场交易价格类确定土地影子价格时,应采用收益现值法,或以土地开发成本加开发投资应得的收益作为影子价格。

3. 自然资源影子价格

各种自然资源是一种特殊的投入物,项目使用的矿产资源、水资源、森林资源等都是对国家资源的占用和消耗。矿产等不可再生资源的影子价格按资源的机会成本计算,水和森林等可再生自然资源的影子价格按资源再生费用计算。

9.4.4 非市场定价货物的影子价格

当项目的产出效果不具有市场价格,或市场价格难以真实反映其经济价值时,需要采用如下方法对项目的产品或服务的影子价格进行重新测算。

1. 假设成本法

假设成本法,是指通过有关成本费用信息来间接估算环境影响的费用或效益。假设成本法包括替代成本法、置换成本法和机会成本法。

(1) 替代成本法,是指为了消除项目对环境的影响,而假设采取其他方案来替代拟建项目方案,其他方案的增量投资作为项目方案环境影响的经济价值。

(2) 置换成本法,是指当项目对其他产业造成生产性资产损失时,假设一个置换方案,通过测算其置换成本,即为恢复其生产能力必须投入的价值,作为对环境影响进行量化的依据。

(3) 机会成本法,是指通过评价因保护某种环境资源而放弃某项目方案而损失的机会

成本,来评价该项目方案环境影响的损失。

2. 显示偏好方法

显示偏好方法,是指按照消费者支付意愿,通过其他相关市场价格信号,寻找揭示拟建项目间接产出物的隐含价值。如项目的建设,会导致环境生态等外部效果,从而对其他社会群体产生正面负面影响,就可以通过预防性支出法、产品替代法这类显示偏好的方法确定项目外部效果。

(1) 预防性支出法,是以受影响的社会成员为了避免或减缓拟建项目对环境可能造成的危害,所愿意付出的费用,如社会成员为避免死亡而愿意支付的价格,人们对避免疾病而获得健康生活所愿意付出的代价,作为对环境影响的经济价值进行计算的依据。

(2) 产品替代法,是指人们愿意改善目前的环境质量,而对其他替代项目或产品的价值进行分析,间接测算项目对环境造成的负面影响。如可以通过兴建一个绿色环保的高科技产业项目所需的投入,来度量某传统技术的钢铁企业对所在城市造成的环境影响。

3. 陈述偏好法

通过对被评估者的直接调查,直接评价调查对象的支付意愿或接受补偿的意愿,从中推断出项目造成的有关外部影响的影子价格。

9.5 费用效益分析指标及报表

9.5.1 费用效益分析指标

费用效益分析以盈利能力评价为主,评价指标包括经济内部收益率、经济净现值和效益费用比。

1. 经济内部收益率 (EIRR)

经济内部收益率是反映项目对国民经济净贡献的相对指标。它是项目在计算期内各年经济净效益流量的现值累计等于零时的折现率。假设现金流量始终服从年末习惯法,其表达式为:

$$\sum_{t=1}^n (B-C)_t (1+EIRR)^{-t} = 0 \quad (9-5)$$

式中 B ——国民经济效益流量;

C ——国民经济费用流量;

$(B-C)_t$ ——第 t 年的国民经济净效益流量;

n ——计算期。

判别准则:经济内部收益率不小于社会折现率,表明项目对国民经济的净贡献达到或超过了要求的水平,这时应认为项目是可以接受的。

2. 经济净现值 (ENPV)

经济净现值是反映项目对国民经济净贡献的绝对指标。它是指用社会折现率将项目计算期内各年的净效益流量折算到建设期初的现值之和。假设现金流量始终服从年末习惯法,其表达式为:

$$ENPV = \sum_{t=1}^n (B - C)_t (1 + i_s)^{-t} \quad (9-6)$$

式中 i_s ——社会折现率。

判别准则：工程项目经济净现值不小于零表示国家拟建项目付出代价后，可以得到符合社会折现率的社会盈余，或除了得到符合社会折现率的社会盈余外，还可以得到以现值计算的超额社会盈余，这时就认为项目是可以考虑接受的。

按分析效益费用的口径不同，可分为整个项目的经济内部收益率和经济净现值，国内投资经济内部收益率和经济净现值。如果项目没有国外投资和国外借款，全投资指标与国内投资指标相同；如果项目有国外资金流入与流出，但国外资金指定用途时，应以国内投资的经济内部收益率和经济净现值作为项目费用效益分析的指标；如果项目使用非指定用途的国外资金时，还应计算全投资经济内部收益率和经济净现值指标。

3. 效益费用比 (R_{BC})

效益费用比是项目在计算期内效益流量的现值与费用流量的现值的比率，是经济费用效益分析的辅助评价指标。其计算公式为：

$$R_{BC} = \frac{\sum_{t=1}^n B_t (1 + i_s)^{-t}}{\sum_{t=1}^n C_t (1 + i_s)^{-t}} \quad (9-7)$$

式中 R_{BC} ——效益费用比；

B_t ——第 t 期的经济效益；

C_t ——第 t 期的经济费用。

如果效益费用比大于 1，表明项目资源配置的经济效率达到了可以被接受的水平。

9.5.2 费用效益分析报表

费用效益分析的基本报表是经济费用效益流量表。经济费用效益流量表有两种，一是国内投资经济费用效益流量表；二是项目投资经济费用效益流量表。

经济费用效益流量表一般在项目财务评价基础上进行调整编制，有些项目也可以直接编制。

在财务评价基础上编制经济费用效益流量表应注意以下问题：

(1) 剔除转移支付，将财务现金流量表中列支的增值税金及附加、所得税、特种基金、国内借款利息作为转移支付剔除。

(2) 计算外部效益与外部费用，并保持效益费用计算口径的统一。

(3) 用影子价格、影子汇率逐项调整建设投资中的各项费用，剔除涨价预备费、税金、国内借款建设期利息等转移支付项目。进口设备购置费通常要剔除进口关税、增值税等转移支付。建筑安装工程费按材料费、劳动力的影子价格进行调整；土地费用按土地影子价格进行调整。

(4) 应收、应付款及现金并没有实际耗用国民经济资源，在费用效益分析中应将其从流动资金中剔除。

(5) 用影子价格调整各项经营费用，对主要原材料、燃料及动力费，用影子价格进行

调整；对劳动工资及福利费，用影子工资进行调整。

(6) 用影子价格调整计算项目产出物的销售收入。

(7) 费用效益分析各项销售收入和费用支出中的外汇部分，应用影子汇率进行调整，计算外汇价值。从国外引入的资金和向国外支付的投资收益、贷款本息，也应用影子汇率进行调整。

某项目国内投资经济费用效益流量表和项目投资经济费用效益流量表，见表 9-1 和表 9-2 所示。

国内投资经济费用效益流量表（万元）

表 9-1

序号	项 目	计 算 期								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	效益流量			2766	2766	2766	2766	2766	2766	3662
1.1	项目直接效益			2610	2610	2610	2610	2610	2610	2610
1.2	回收固定资产余值									374
1.3	回收流动资金									522
1.4	项目间接效益			156	156	156	156	156	156	156
2	费用流量	2145	3250	1747	1718	1689	1660	1631	1602	1602
2.1	建设投资中国内资金	2145	3250							
2.2	流动资金中国内资金									
2.3	经营费用			972	972	972	972	972	972	972
2.4	流到国外的资金			726	697	668	639	610	581	581
2.4.1	国外借款本金偿还			581	581	581	581	581	581	581
2.4.2	国外借款利息支付			145	116	87	58	29		
2.4.3	其他									
2.5	项目间接费用			49	49	49	49	49	49	49
3	国内投资净效益流量(1-2)	-2145	-3250	1019	1048	1077	1106	1135	1164	2060

计算指标：经济内部收益率 10.7%；

经济净现值 558.37 万元（折现率为 8%）。

项目投资经济费用效益流量表（万元）

表 9-2

序号	项 目	计 算 期								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	效益流量			2766	2766	2766	2766	2766	2766	3662
1.1	项目直接效益			2610	2610	2610	2610	2610	2610	2610
1.2	回收固定资产余值									374
1.3	回收流动资金									522
1.4	项目间接效益			156	156	156	156	156	156	156
2	费用流量	3300	6494	1021	1021	1021	1021	1021	1021	1021
2.1	建设投资	3300	5000							
2.2	流动资金		522							
2.3	经营费用		972	972	972	972	972	972	972	972
2.4	项目间接费用			49	49	49	49	49	49	49
3	净效益流量	-3300	-6494	1745	1745	1745	1745	1745	1745	2641

计算指标：经济内部收益率 6.8%；

经济净现值 -385.87 万元（折现率为 8%）。

案例分析

某新型 LED 芯片项目费用效益分析

某公司欲投资建设一个生产新型 LED 芯片的项目，生产的 LED 芯片销往国内作为 LED 照明灯具的原材料。该项目建设期 2 年，生产经营期 18 年，计算期 20 年。建设投资第一年投入 40%，第二年投入 60%；流动资金从第三年起分 2 年等额投入。第三年投产，生产负荷达到 85%，第四年生产负荷达到 100%。该项目生产的新型 LED 芯片为市场定价的货物，市场价格为 2.7 元/只（含增值税），该项目正常年份年产量为 18000 万只，据预测，项目投产后将导致该产品的市场价格下降 5%，而且很可能挤占国内原有厂家的部分市场份额，国内运费均值为 100 元/万只。计算期末回收固定资产余值为 3500.31 万元。该项目无外部效益和外部费用。该工程项目总投资情况，见案例分析表 9-1。

项目总投资情况表			案例分析表 9-1
序号	项 目	人民币（万元）	外币（万美元）
1	建设投资	12012.90	980.10
1.1	设备及工器具投资	4466.00	589.00
1.2	建筑工程投资	4250.00	
1.3	安装工程投资	1165.00	220.00
1.4	工程建设其他投资	608.00	82.00
	其中：土地费用	122.00	
1.5	基本预备费	1048.90	89.10
1.6	涨价预备费	475.00	
2	建设期利息	864.00	
3	固定资产投资	12876.90	980.10
4	流动资金	3257.00	

美元兑换人民币的外汇牌价为 6.07 元/美元，影子汇率换算系数为 1.08。该项目建设建筑工程投资影子价格换算系数为 1.1。设备及工器具投资、安装工程投资及除土地费用外的工程建设其他投资中的人民币投资影子价格换算系数均为 1。该项目占用基本农田的机会成本为 82.03 万元，新增资源消耗为机会成本的 40%。基本预备费费率为 10%。该项目应收账款为 2348 万元，存货为 1920 万元，现金为 186 万元，应付账款为 1197 万元。

该项目原材料有 A、B、C 三种，原料 A 和 C 为市场定价的外贸货物，其到岸价分别为 693 美元/t 和 340 美元/t，年耗用量分别为 3 万 t 和 1.8 万 t，国内运费为 92 元/t，贸易费率为 6%；原料 B 为非外贸货物，经测定，影子价格为 3407 元/t，年耗用量 2.23 万 t。

该项目年耗用电量 3260.5 万 kW·h，年耗用煤炭 2 万 t，年耗用水 332 万 t。电力影

子价格为 0.28 元/kW·h, 煤炭影子价格为 182 元/t, 水影子价格为 0.98 元/t。年工资及福利费为 270 万元, 影子工资换算系数为 0.8; 调整后年修理费为 414.51 万元; 调整后年其他费用为 2980.06 万元。该项目建设投资和流动资金投入均在年初发生, 其余经济效益和经济费用流量均遵循年末习惯法, 社会折现率为 8%。

根据以上资料进行该项目的费用效益分析过程如下:

1. 调整项目投资费用

根据以上数据, 进行项目投资费用的调整, 调整情况见案例分析表 9-2。

项目费用效益分析表

案例分析表 9-2

序号	项 目	财务分析			费用效益分析		
		外币 (万美元)	人民币 (万元)	人民币合计 (万元)	外币 (万美元)	人民币 (万元)	人民币合计 (万元)
1	建设投资	980.10	12012.90	17962.11	980.10	11997.52	18422.67
1.1	建筑工程费		4250.00	4250.00		4675.00	4675.00
1.2	设备购置费	589.00	4466.00	8041.23	589.00	4466.00	8327.25
1.3	安装工程费	220.00	1165.00	2500.40	220.00	1165.00	2607.23
1.4	其他费用	82.00	608.00	1105.74	82.00	600.84	1138.40
1.4.1	其中: 土地费用		122.00	122.00		114.84	114.84
1.5	基本预备费	89.10	1048.90	1589.74	89.10	1090.68	1674.79
1.6	涨价预备费		475.00	475.00			
2	建设期利息		864.00	864.00			
3	流动资金		3257.00	3257.00		1920.00	1920.00

2. 经营费用估算

根据以上数据, 利用影子价格计算该项目的经营费用, 具体见案例分析表 9-3。

项目经营费用估算表

案例分析表 9-3

序号	项目	单位	年耗用量	影子价格 (元/t)	年费用 (万元)
1	外购原材料				26738.80
1.1	原料 A	万 t	3.00	4907.61	14722.84
1.2	原料 B	万 t	2.23	3407.00	7597.61
1.3	原料 C	万 t	1.80	2454.64	4418.35
2	外购燃料及动力				1602.30
2.1	电力	万 kW·h	3260.50	0.28	912.94
2.2	煤炭	万 t	2.00	182.00	364.00
2.3	水	万 t	332.00	0.98	325.36
3	工资及福利费				216.00
4	年修理费				414.51
5	其他费用				2980.06
	合计				31951.67

3. 项目直接效益分析

取“有项目”和“无项目”两种情况下市场价格的平均值作为测算影子价格的依据，计算该产品的影子价格为：

$$[2.7 \times (1 - 5\%) + 2.7] \div 2 \div (1 + 17\%) \times 10000 - 100 = 22400 \text{ 元/万只}$$

则该项目的直接效益为：

$$22400 \times 18000 \div 10000 = 40320 \text{ 万元}$$

4. 项目费用效益评价

编制项目投资经济费用效益流量表，见案例分析表 9-4 所列。

项目投资经济费用效益流量表						案例分析表 9-4		
序号	时点 项目	合计 (万元)	建设期			生产期		
			0	1	2	3	4~19	20
1	效益流量	725132.31				34272.00	40320.00	45740.31
1.1	项目直接效益	719712.00				34272.00	40320.00	40320.00
1.2	回收固定资产余值	3500.31						3500.31
1.3	回收流动资金	1920.00						1920.00
2	费用流量	622631.64	7369.07	11053.60	28118.92	32911.67	31951.67	31951.67
2.1	建设投资	18422.67	7369.07	11053.60				
2.2	流动资金	1920.00			960.00	960.00		
2.3	经营费用	602288.97			27158.92	31951.67	31951.67	31951.67
3	净效益流量	102500.67	-7369.07	-11053.6	-28118.92	1360.33	8368.33	13788.64

根据上表，计算经济内部收益率为 13.46%，经济净现值为 21126.97 万元。该项目经济净现值 $ENPV>0$ ，经济内部收益率 $EIRR>8\%$ 。因此，从资源配置效率角度，该项目具有经济合理性。

[案例思考]

- 1. 在该项目的费用效益分析中，土地的影子价格和投入物 A 的影子价格是如何计算的？
- 2. 该项目所生产的 LED 芯片影子价格为什么不包含增值税？

思考题

- 1. 什么是项目费用效益分析，它与财务评价有何异同？
- 2. 在费用效益分析中，识别效益费用的原则是什么，与财务评价的原则有何不同？
- 3. 项目的外部效果分为哪几种类型，哪些外部效果需要列入费用效益分析的现金流量表中？
- 4. 在费用效益分析中进行价格调整的主要原因是什么，外贸物品、非外贸物品和特殊投入物的调价原则分别是什么？

习题

1. 某项目财务评价中非技术性工种劳动力的平均工资和福利费为 945 元/月，其影子工资换算系数为 0.8。求该项目中非技术性工种劳动力的影子工资。
2. 某进口产品，其国内现行价格为 216 元/t，其影子价格换算系数为 2.36，国内运费及贸易费为 38 元，人民币对某外币的影子汇率为 6.0。求该进口产品用外币表示的到岸价格 CIF。
3. 某项目 M 的投入物为 G 厂生产的 A 产品，由于项目 M 的建成使原用户 W 由 G 厂供应的投入物减少，一部分要靠进口，已知条件如下：M 距 G 100km，G 距 W 130km；W 距港口 200km，进口到岸价为 300 美元/t，影子汇率 9 元人民币/美元，贸易费按采购价的 6% 计算，国内运费为 0.05 元/t · km。求项目 M 投入物到厂价的影子价格。

延伸阅读

1. 于俊年，投资项目可行性研究与项目评估 [M]，北京：对外经济贸易大学出版社，2011。
2. 张正华，杨先明，工程经济学理论与实务 [M]，北京：冶金工业出版社，2010。

引例

西安曲江池遗址公园

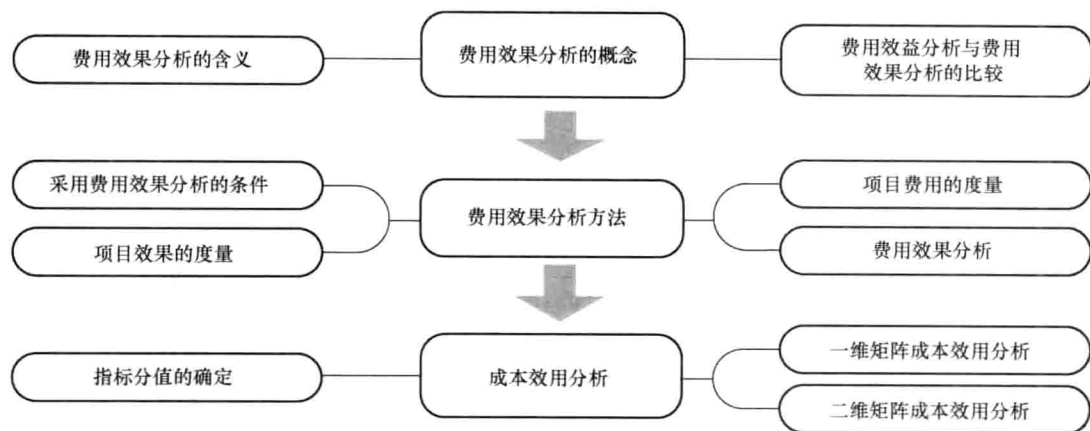
曲江池遗址公园北接大唐芙蓉园，南至秦二世陵遗址，占地面积 1500 亩。项目从唐曲江池遗址、秦二世皇帝墓等文物古迹的保护性开发、城市功能配套和区域生态环境建设的角度出发，依托周边丰富的旅游文化资源和人文传统，恢复性再造曲江南湖、曲江流饮、汉武泉、宜春苑、凤凰池等历史文化景观，再现曲江地区“青林重复，绿水弥漫”的山水人文格局，构建集生态环境重建、观光休闲娱乐、现代商务会展等功能为一体的综合性城市生态和娱乐休闲区。

启 示

曲江池遗址公园不收费，属于开放性质。对于市民来说，茶余饭后漫步在湖边，走在曲径通幽、烟波浩渺之处，体会那种优雅闲适的感觉，其价值难以用货币来衡量。那么，如何衡量这些效果进而进行经济评价成为了投资者所关心的问题。

本章知识结构图

当工程项目的效果难以或不能货币化，或货币化的效果不是工程项目目标的主体时，在经济评价中应采用费用效果分析法，通过比较项目预期的效果与所支付的费用，判断项目的费用有效性或经济合理性。本章知识结构如下图所示。



10.1 费用效果分析的概念

10.1.1 费用效果分析的含义

费用效果分析是指费用采用货币计量，效果采用非货币计量的经济效果分析方法。费用效果分析中的费用系指为实现项目预定目标所付出的财务代价或经济代价，采用货币计量；效果系指项目的结果所起到的作用、效应或效能，是项目目标的实现程度。按照项目要实现的目标，一个项目可选用一个或几个效果指标。

对工程项目进行费用效果分析的重点集中在以下两个方面：

(1) 制定实现项目目标的途径和方案。正常情况下，在充分论证项目必要性后，项目进入方案比选阶段，这个阶段一般不再对项目的可行性提出质疑，而是本着以尽可能少的费用获得尽可能大的效果的原则，通过多方案比选，提供优选方案或进行方案优先次序排队。

(2) 评价项目主体效益难以货币化的项目。在工程项目中，防病治病、防灾减灾、环境保护、国家安全、科技、教育、文化、卫生、体育等类项目属于公益性项目，公益性项目的建设目的在于向社会公众提供服务，使社会大众受益，而不是以项目自身的盈利为主要目标，其主体效益往往难以货币化，应采用费用效果分析的结论作为项目投资决策的依据之一。

由此可以看出，费用效果分析既可以应用于财务现金流量，也可以应用于经济费用效益流量。用于前者，主要是进行项目总体方案的初步筛选和各个环节的方案比选；用于后者，除了可以用于上述方案比选、筛选以外，对于项目主体效益难以货币化的，则取代费用效益分析，并作为经济分析的最终结论。

10.1.2 费用效益分析与费用效果分析的比较

(1) 费用效益分析单位统一，认可度高，结果易于被人们接受。在市场经济中，货币作为一般等价物，价格作为市场认可的公平权重，在不同产出效果的叠加计算中，起着重要的参照物的作用。因而用货币衡量效果和费用的费用效益分析具有简洁、明了、结果透

明、易于被人们接受的优点。当项目效果或其中主要部分易于货币化时,站在社会公众立场上所作的经济评价分析必须采用费用效益分析方法。

(2) 费用效果分析回避了效果定价的难题,最适于效果难以货币化的领域。在项目经济费用效益分析中,当涉及发达程度不同的地区、不同收入阶层的代内公平与当代人福利和未来人福利的代际公平,环境的价值,生态的价值,生命和健康的价值,人类自然和文化遗产的价值,通过义务教育促进人的全面发展的价值等问题时,往往很难定价,而且不同的测算方法可能有数十倍的差距。勉强定价,往往引起争议,降低评价的可信度。另外,在可行性研究的不同技术经济环节,如场址选择、工艺比较、设备选型、总图设计、环境保护、安全措施等,无论进行财务分析,还是进行费用效益分析,都很难直接与项目最终的货币效益直接挂钩测算。这些情况下,都适宜采用费用效果分析。

尽管费用效益分析与费用效果分析各有使用领域,但两者评价的基本原则是相同的,即最大限度地节约稀缺资源,最大程度地提高经济效果。

10.2 费用效果分析的方法

10.2.1 采用费用效果分析的条件

费用效果分析只能比较不同方案的优劣,不能像费用效益分析那样保证所选方案的效益大于费用,因此应遵循多方案比选的原则,使所分析的项目满足下列条件:

- (1) 备选方案不少于两个,且为互斥方案或可转化为互斥型的方案。
- (2) 备选方案应具有共同的目标,且满足最低效果的要求。
- (3) 备选方案的费用应能货币化,并采用同一计量单位,且资金用量未突破资金限额。
- (4) 备选方案应具有可比的寿命周期。

10.2.2 项目效果的度量

项目效果是指项目的结果所起到的作用、效应或效能,是项目目标的实现程度。项目的效果可以为一个,也可以不止一个。项目效果的度量是测算项目费用效果的基础。

当一个新的公益性项目建成后,社会公众总能享受到比以往要多的好处。如一个城市快速干道的建成,将能使人们减少上下班的时间,使司机减少等待红绿灯的时间和燃油消耗等。设 U_p 表示社会公众使用目前设施的年总成本, U_i 表示相同的社会公众使用新设施后的年总成本, I 为投资主体取得的收益,则新项目带来的社会效果为 $B = U_p - U_i + I$ 。

企业的效益可以很方便地用货币表示的收入来度量,但公益性项目往往没有或仅有很少的货币收入,因此度量公益性项目的效果必须特别谨慎。度量公益性项目的效果一般可按照以下步骤进行:

- (1) 估计每年将有多少人使用新建的设施。
- (2) 假设这些人现在正使用旧设施,但新设施一旦建成,人们将肯定使用新设施。
- (3) 估计人们使用旧设施的成本。

(4) 估计同样的人们使用新设施的成本。

(5) 计算人们使用新、旧设施的成本之差, 确定公众享受到的好处。

10.2.3 项目费用的度量

投资主体的费用包括以下两部分:

(1) 投资成本。设 C_f 表示拟建公益性项目的等额年值投资成本, C_p 为用等额年值表示目前正在使用的设施余值。新项目的投资成本为 $C = C_f - C_p$ 。

(2) 运营成本。设 M_f 表示拟建公益性项目的未来的年运营费, M_p 表示目前正在使用的设施的年运营费。新项目的运营成本为 $M = M_f - M_p$ 。

10.2.4 费用效果分析

在费用效益分析中, 较为困难的问题是某些项目的效益不能简单地用货币来衡量。例如, 文化、教育、医疗、保健、通信、国防、公安、消防、住宅以及绿化等建设项目的效果, 常有涉及噪声危害、空气污染、防止犯罪、提高人的素质、改善环境、消除疾病、延长寿命以及军事能力增强、就业机会增多等, 这些效果称为无形效果。

假如某公益性项目的无形效果可量化为单一指标来衡量, 就可采用费用效果分析法, 计算指标一般可用 $R_{E/C}$ 表示, 即:

$$R_{E/C} = \frac{E}{C} = \frac{\text{项目效果}}{\text{项目用现值或年值表示的计算期费用}} = \text{效果} / \text{费用} \quad (10-1)$$

其判定准则是: 投入费用一定效果最大, 或者效果一定费用最小的方案最佳。

费用效果分析一般应包括以下几个步骤:

- (1) 确定欲达到的目标。
- (2) 对达到上述目标的具体要求作出说明和规定。
- (3) 制定各种可行方案。
- (4) 建立各方案达到规定要求的量度指标, 典型的这类指标有: 功能、效率、可靠性、安全性、可维护性、可供应性等。
- (5) 确定各方案达到上述量度指标的水平。
- (6) 采取固定效果法、固定费用法或费用效果比较法选择最佳方案。

【例 10-1】 某流感免疫接种计划可使每 10 万个接种者中 6 人免于死亡, 1 人在注射疫苗时有致命反应。该计划每人接种费用为 4 元, 但因此可以不动用流感救护车, 可节省费用每 10 万人 8 万元。试用费用效果分析决定是否实施该计划。

【解】 净保健效果是避免 6 例死亡减去造成 1 例死亡, 即避免 5 例死亡。其费用是:

$$4 \times 100000 - 80000 = 320000 \text{ 元}$$

$$\text{效果} / \text{费用} = 5 \text{ 例死亡} / 320000 = 1 \text{ 例死亡} / 64000 \text{ 元}$$

计算结果表明, 若社会认可用 64000 元的代价挽救一个生命时, 该计划应予实施。

【例 10-2】 某研究机构新研究了四种新型水压机, 以可靠性作为评价效果的主要指标, 即在一定条件下不发生事故的概率。四种水压机的有关数据, 见表 10-1 所列, 预算限制为 240 万元, 应选哪个方案?

[例 10-2] 新型水压机基础数据表

表 10-1

方案	费用 (万元)	可靠性 (1—事故概率)
1	240	0.99
2	240	0.98
3	200	0.98
4	200	0.97

【解】 采用固定费用法应淘汰方案 2 和方案 4；由固定效果法也可淘汰方案 2。最后剩下的方案 1 和方案 3 由 $[E/C]$ 作出权衡判断。

$$[E/C]_{\text{方案1}} = 0.99/240 = 0.41\%$$

$$[E/C]_{\text{方案3}} = 0.98/200 = 0.49\%$$

按每万元取得的可靠性判断：应选方案 3。

10.3 成本效用分析

对建设项目特别是公益性项目进行评价时，往往要采用多个指标来全面衡量项目的效果，这些指标既有定量的，又有定性的。在定量的指标中有越大越好的，也有越小越好的。定量指标又有各种计量单位。对此类问题，可采用成本效用分析方法，这里的效用是一个衍生系数。成本效用计算指标一般可用 $[U/C]$ 表示，即：

$$[U/C] = \text{效用} / \text{费用} \quad (10-2)$$

其判定准则是：投入成本一定效用最大，或者效用一定费用最小的方案最佳。

10.3.1 指标分值的确定

定性指标的效用系数可采用打分法确定。定量指标的效用值可直接计算得到，但当各指标的计量单位不同时，需先将不同计量单位换算为统一的无量纲数值。此时引入下列公式来消除各指标计量单位的不可比性。

(1) 指标要求越大越好时，其效用系数 U_j 由下式计算：

$$U_j = \frac{X_j - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \quad (10-3)$$

式中 $X_{j\min}$ ——预先确定的第 j 个指标的最低值（不允许再小的值）；

$X_{j\max}$ ——预先确定的第 j 个指标的最大值；

j ——评价指标的数目， $j=1, 2, \dots$ 。

(2) 指标要求越小越好时，其效用系数 U_j 可由下式计算：

$$U_j = \frac{X_{j\max} - X_j}{X_{j\max} - X_{j\min}} \quad (10-4)$$

10.3.2 一维矩阵成本效用分析

下面的 [例 10-9] 和 [例 10-4] 说明了一维矩阵效用成本分析的过程。

【例 10-3】 某水坝有四个方案可供选择，它们的有关参数见表 10-2 所列。已知年出现水灾概率为越小越好的指标，其最大值为 0.2，最小值为 0.01；通航可能性为越大越好

的指标，其最大值为 10，最小值为 0；娱乐指标也为越大越好的指标，最大值为 275000，最小值为 0。试选最优方案。

[例 10-3] 水坝方案有关数据表（亿元）

表 10-2

方 案	费用现值	效 果 指 标		
		出现水灾概率/年 权重 50%	通航可能性（0~10） 权重 30%	娱乐（人·日/年） 权重 20%
A	1.0	0.3	—	—
B	2.5	0.1	5	100000
C	3.7	0.06	7	150000
D	5.5	0.01	10	275000

【解】 根据式（10-3）和式（10-4）确定的各方案的效用系数和 $[U/C]$ 值，见表 10-3 所列。

[例 10-3] 效用成本指标计算表

表 10-3

方案	费用现值 （亿元）	效用系数 U			加权效用 系数合计	$[U/C]$
		出现水灾概率 /年（50%）	通航可能性 （30%）	娱乐 （20%）		
A	1.0	超过标准	—	—		淘汰
B	2.5	0.53	0.5	0.36	0.49	0.196
C	3.7	0.74	0.7	0.55	0.69	0.186
D	5.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.182

从综合评价的结果来看，应选择方案 B。

【例 10-4】 某研究机构研究出了四种新型民用建筑墙体结构体系，欲采用安全性、耐久性、抗震性、耐火性、施工便利性五个指标选出最好的一种投入使用。五个指标的权重和每种结构体系每平方米建筑面积的工程造价，见表 10-4 所列。试采用效用成本分析法进行选优决策。

【解】 采用 100 分制对四种方案就五个指标分别打分，分值和每个方案的 $[U/C]$ 值见表 10-4 所列。

[例 10-4] 结构体系数据及效用系数矩阵

表 10-4

指标	权重 ①	体系 A		体系 B		体系 C		体系 D	
		分值 ②	效用 ③=②·①	分值 ④	效用 ⑤=④·①	分值 ⑥	效用 ⑦=⑥·①	分值 ⑧	效用 ⑨=⑧·①
安全性	45%	70	31.5	50	22.5	70	31.5	90	40.5
耐久性	20%	20	4	30	6	50	10	30	6
抗震性	15%	30	4.5	70	10.5	50	7.5	50	7.5
耐火性	5%	30	1.5	70	3.5	50	2.5	50	2.5
施工便利性	15%	20	3	40	6	10	1.5	10	1.5

案例分析

某市供水方案费用效果分析

某市水资源供需平衡分析表明，到 2010 年该市平均年缺水量为 $12 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，枯水年缺水量为 $20 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。在国务院批准的该市城市总体规划中，长距离调水是缓解该市水资源短缺的根本措施。除了长距离调水之外，该市的水资源供需缺口也可以通过污水再生利用的方式予以解决，两种供水方案的供水量均为 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

首先，进行采用两种供水方案的效果分析。本案例中，选择水资源的供给能力（供水量）作为效果评价指标。因为两供水方案的供水量均为 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，即两方案产生的效果是一样的，因此采用最小费用法进行分析，即比较两方案的成本费用。水资源的利用有生活用水、环境/生态用水、工业用水和农业用水四种方式，在 2000 年该市水资源公报中给出的用水结构数据基础上，得出各种利用方式下水资源利用量占用水总量的比例，从而得出再生水在各种利用方式下的用量，见案例分析表 10-1。

某市用水结构及再生水使用情况表 案例分析表 10-1

用水项目	传统供水量 ($10^8 \text{ m}^3/\text{年}$)	占总用水量比例 (%)	再生水使用量 ($10^8 \text{ m}^3/\text{年}$)
生活用水	12.96	32.1	3.21
环境/生态用水	0.43	1.1	0.11
工业用水	10.52	26	2.6
农业用水	16.49	40.8	4.08
合计	40.4	100	10

污水再生利用处理方式分为集中型污水再生利用和分散型污水再生利用两种方式。研究中假设环境/生态用水、工业用水和农业用水中对再生水的需求部分都来自原集中型污水再生利用设施，需求量为 $6.79 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{年}$ ，而城市生活部分（冲厕及市政杂用）则采用分散型污水再生利用设施生产的再生水，需求量为 $3.21 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{年}$ ，四类用途的再生水需求量为 $10 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{年}$ 。

再进行两种供水方案的费用分析。如果按照全成本的思想进行分析，两种供水方式的成本构成如下：

传统供水方式的成本 = 水资源的价值 + 引水的成本 + 自来水处理的成本 + 供水的成本 + 污水收集的成本 + 污水处理的成本 + 处理后污水排放的环境成本

再生水的成本 = 原水收集成本 + 再生水处理成本 + 供水成本 + 再生水的风险成本

在分析过程中，采用了该市水的合理价格体系及实施策略研究的研究成果，水资源价值为 0.49 元/ m^3 、供水成本为 1.80 元/ m^3 、污水处理成本取 1.03 元/ m^3 ；长距离调水工程实施后，调到该市的水价采用 2.00 元/ m^3 ，那么在长距离调水工程实施之后该市用水的全成本为 5.32 元/ m^3 。而集中型和分散型污水再生利用的成本分别为 0.95 元/ m^3 和

2.61 元/ m^3 。即调水成本高于污水再生利用的成本。

实际上,农业用水与环境用水不需要对原水进行处理,并且不存在污水处理的问题,而工业用水和生活用水则需要进行给水和污水处理。所以,采用长距离调水方式和采用污水再生处理利用方式解决该市水资源短缺问题的年成本费用分别为:

$$\begin{aligned} AC_{\text{调}} &= (10 \times 32.1\% + 10 \times 26\%) \times 5.32 + (10 \times 1.1\% + 10 \times 40.8\%) \times (2 + 0.49) \\ &= 41.34 \text{ 亿元} \end{aligned}$$

$$AC_{\text{再生}} = (0.11 + 2.6 + 4.08) \times 0.95 + 3.21 \times 2.61 = 14.83 \text{ 亿元}$$

可见,污水再生利用方案的年成本费用比长距离调水的年成本费用低得多,因此认为污水再生利用方案优于长距离调水方案。

[案例思考]

1. 如果两种供水方案的水质不同,如何对该项目进行费用效果分析?
2. 再生水价格与自来水价格的变化,会对项目的费用效果分析结果产生怎样的影响?

思考题

1. 试述费用效果分析的含义。
2. 费用效益分析与费用效果分析的区别和联系是怎样的?
3. 采用费用效果分析的条件是什么?
4. 费用效果分析是如何进行的?
5. 成本效用分析的指标分值是如何确定的?

习题

1. 修建某水库有高坝和低坝两个方案,其投资、各项费用及年收益见习题表 10-1 所列,服务年限为 50 年,设折现率为 5%。试问哪个方案为最优方案?

习题表 10-1

项 目	高 坝 (万元)	低 坝 (万元)
投资	360	150
年维护费用	4.5	2.5
年效益	25	15

2. 某工程项目使用过程中,缺乏安全装置,每年由于安全事故造成的经济损失 40000 元,现拟增设安全措施,每年可减少损失 50%,但需要投资 18 万元,使用期为 20 年,设 $i=8\%$,每年维修费占投资的 3%。试评价是否有必要设置这种安全措施。

3. 现有三个方案可供选择,它们的有关参数见习题表 10-2 所列,已知建设工期最大值为 12 个月,最小值为 4 个月;稀缺资源消耗的最大值为 120 千 t,最小值为 20 千 t;占地面积最大值为 2500m^2 ,最小值为 1000m^2 ;使用寿命最大值为 30 年,最小值为 8 年。前三个指标为越小越好的指标,使用寿命为越大越好的指标。试进行投资方案选择。

习题表 10-2

评价指标	单位	甲方案	乙方案	丙方案
建设投资	万元	50	45	42
建设工期	月	8	7	9
稀缺资源消耗	千 t	91	95	85
占地面积	m ²	1750	2025	1900
年经营费	万元	18	210	21
使用寿命	年	12	10	10

4. 某住宅建筑有三套方案，其功能指标、权重及各指标得分及造价情况见习题表 10-3 所列。试评选出最优方案。

习题表 10-3

指标	权重	A 方案得分值	B 方案得分值	C 方案得分值
家具布置适宜程度	5	3	2	1
朝向布置	7	13.95	21.8	18.44
厨房布置	9	1	3	2
卫生间布置	7	2	3	2
通风	6	2	1	1
外观效果	5	1	1	2
造价/m ²		1800	2500	2200

延伸阅读

1. (美) 阿尔波特·莱斯特著，项目计划与控制 [M] 魏国齐等译，北京：石油工业出版社，2008.
2. 杨克磊，高喜珍，项目可行性研究 [M]，上海：复旦大学出版社，2012.

引例

恒大地产成功经验

恒大集团有无数个光鲜的头衔，中国企业 500 强、中国民营企业 20 强……，它的总资产超过 300 亿元，是全国领先的专注于房地产投资与开发的现代化大型企业。

2008 年的地产行业经历了一个从高峰直线跌落至低谷的过程。同样，恒大地产也经历着跌宕起伏、发人深省四个阶段：急速扩张、高峰直落、峰回路转、精彩纷呈。

恒大用 10 年的时间成就一个地产巨子，从偏居华南一隅的地方开发企业迅速发展成为全国房地产十强，又在非常的“严冬”时期成功逆转，是因为它坚持了独特的精品战略：全国范围内的“园林实景+准现楼+精装修”的精品模式，让客户提前感受现场的环境，准现楼让客户感受恒大的产品品质，不仅赢得了市场也彰显了恒大品牌的实力。在恒大资金链最为紧张的时候，恒大也没有发售部分已经实现发售条件的项目，而是坚持配套设施完善和高附加价值到位后才正式发售。

在房地产市场进入转型期后，购房者的观望情绪越来越浓，这个时候，尤其要用好的产品、高的性价比来给消费者信心。恒大在园林环境、主体施工、样板装修等方面慢功细雕，大大加强了购房者的“第一眼”认可度。

启 示

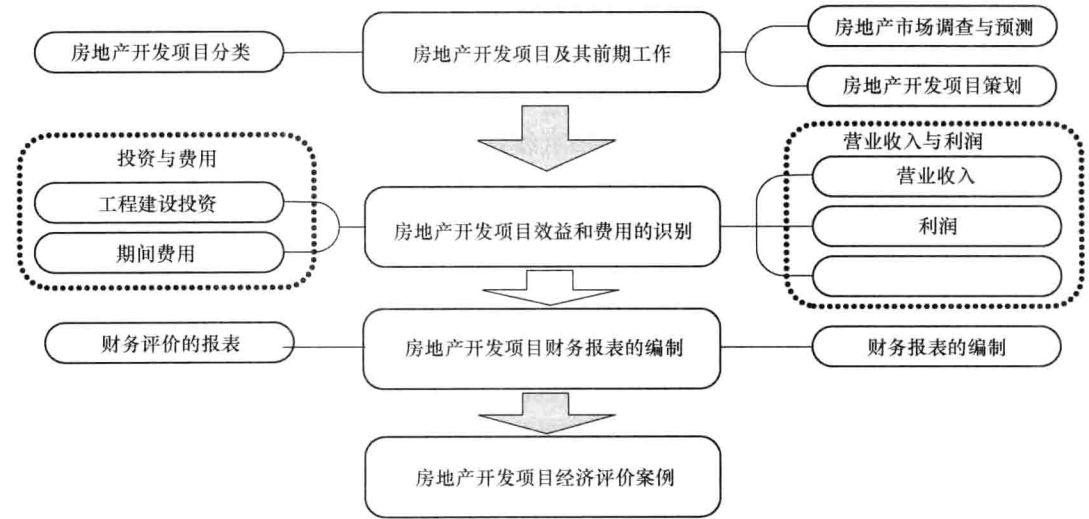
对于一般的工业建设项目来说，建设完成的房屋及其他设施主要是提供生产和办公的空间，厂房和办公楼等固定资产投资通过折旧等方法进入总成本费用。而对于一般的房地产开发来讲，建设完成的物业就是房地产开发公司的产品，房地产公司通过出售和出租经营这些物业来获取主要收益。有鉴于此，无论是从会计制度，还是从经济评价方法，都需要将房地产开发与一般的工业项目建设区别对待。同时，由于房地产本身所具有的居住属性和投资属性，造成其受国家

宏观调控政策的影响较大，导致房地产项目本身风险不易掌控，因此有必要对房地产开发项目财务评价单独进行介绍。

本章知识结构图

房地产开发项目经济评价，是房地产开发项目可行性研究的重要组成部分，是房地产开发项目决策科学化的重要手段。

房地产开发项目一般应根据社会经济发展需要和城市总体规划要求，运用微观效益分析与宏观效益分析相结合、定量分析与定性分析相结合、动态分析与静态分析相结合的方法进行经济评价。本章知识结构如下图所示。



11.1 房地产开发项目及其前期工作

11.1.1 房地产开发项目分类

对于不同类型的房地产开发项目，市场调查和预测的内容与方法、收入和费用测算的方式有所不同。因此，应根据项目的类别对房地产开发项目进行经济评价。

1. 按未来获取收益的方式分类

(1) 出售型房地产开发项目

此类房地产开发项目以预售或开发完成后出售的方式得到收入，回收开发资金，获取开发收益，以达到盈利的目的。

(2) 出租型房地产开发项目

此类房地产开发项目以预租或开发完成后出租的方式得到收入，回收开发资金，获取开发收益，以达到盈利的目的。

(3) 混合型房地产开发项目

此类房地产开发项目以预售、预租或开发完成后出售、出租、自营的各种组合方式得

到收入，回收开发资金，获取开发收益，以达到盈利的目的。

2. 按用途分类

(1) 居住用途的房地产项目

居住用途的房地产开发项目，一般是指供人们生活居住使用的商品住宅项目，包括普通住宅、公寓、别墅等。这类物业的购买者大都是以满足自用为目的，也有少量作为投资，出租给租客使用。由于人人都希望有自己的住房，而且在这方面的需求随着人们生活水平的提高和支付能力的增强不断向更高的层次发展，所以居住物业的市场最具潜力，投资风险也相对较小。此外，居住物业的交易以居民个人的购买行为为主，交易规模较小，但由于有太多的原因促使人们更换自己的住宅，所以该类物业的交易量十分巨大。

(2) 商业用途的房地产项目

商业用途的房地产项目有时也称经营性物业或投资性物业，包括酒店、写字楼、商场、出租商住楼等。这类物业的购买者大都是以投资为目的，靠物业出租经营的收入来回收投资并赚取投资收益。也有一部分购买者是为了自用的目的。商业物业市场的繁荣除与当地的整体社会经济状况相关外，还与工商贸易、金融保险、顾问咨询、旅游等行业的发展密切相关。这类物业由于涉及的资金数量巨大，所以常以机构（单位）投资为主，物业的使用者多用其提供的空间进行经营活动，并用部分经营所得支付物业的租金。商业物业的位置对其经营效益往往有显著的影响。

(3) 工业用途的房地产项目

工业用途的房地产项目通常是为生产活动提供空间，包括重工业厂房、轻工业厂房和高新技术产业用房、研究与发展用房等。工业物业既有出售的市场，也有出租的市场。一般来说，重工业厂房由于其建筑物的设计需要符合工艺流程要求和设备安装的需要，通常只适合特定的用户使用，因此不容易转手交易。高新技术产业（如电子、计算机、精密仪器制造业等）用房则有较强的适应性。轻工业厂房介于上述两者之间。目前，在我国各工业开发区流行的标准厂房，多为轻工业用房，有出售和出租两种经营形式。

(4) 特殊用途的房地产项目

特殊用途的房地产开发项目是指赛马场、高尔夫球场、汽车加油站、飞机场、车站、码头等项目，也称特殊物业，其经营的内容通常要得到政府的许可。特殊物业的市场交易很少，因此对这类物业的投资多属长期投资，投资者靠日常经营活动的收益来回收投资，赚取投资收益。

(5) 土地开发项目

依土地所处的状态不同，城市土地又可分为具备开发建设条件、立即可以开始建设的熟地和必须经过土地的再开发过程才能用于建设的毛地。土地开发项目，一般是指在生地或毛地上进行三通一平，将其开发成为熟地，进行转让的房地产开发项目。随着中国土地管理制度的健全，土地一级开发、有计划出让，逐渐成为政府管理土地资源的重要手段。所谓土地一级开发，就是指由政府或政府授权委托的企业，对一定区域内的城市国有土地（毛地）或乡村集体土地（生地）进行统一的征地、拆迁、安置、补偿，并进行适当的市政配套设施建设，使该区域内的土地达到三通一平（水、电、路通，场地平整）或五通一平（给水、排水、供电、通信、道路通，场地平整）或七通一平（给水、排水、供电、通

信、燃气、热力、道路通，场地平整）的建设条件（熟地），再对熟地进行有偿出让或转让的过程。

11.1.2 房地产市场调查与预测

地域性是房地产开发项目与一般工业项目的重要差别之一。一般来讲，要根据房地产项目的用途、未来获取收益的方式及所在地区的具体情况，就地域性的投资环境、房地产的供求状况、价格、租金和经营收入以及开发投资和经营费用、税金及其支付的标准和时间等进行深入调查和认真预测。

1. 市场调查与预测的内容

房地产市场调查与预测包括房地产投资环境的调查与预测和房地产市场状况的调查与预测。

(1) 投资环境的调查与预测

房地产投资环境的调查与预测应该在国家、区域、城市、邻里层次上进行。主要内容包括：政治、法律、经济、文化教育、自然条件、城市规划、基础设施等方面，对已经发生的或将要发生的重大事件或政策对房地产开发项目的影响，要作出充分的了解和估计。

(2) 市场状况的调查与预测

房地产市场状况的调查与预测应在房地产投资环境调查与预测的基础上进行，主要内容包括：

1) 供求状况。包括地段、用途、规模、档次、价位、平面布置等房地产供求状况，如供给量、有效需求量、空置量和空置率等。

2) 商品房的价格、租金和经营收入。

3) 房地产开发投资和经营费用、税金的种类及其支付的标准和时间等。

2. 房地产市场调查和预测方法

根据调查对象和内容的不同，房地产市场调查通常采用的方法包括普查法、抽样调查法、直接调查法和间接调查法。房地产市场预测一般分为定性预测和定量预测，预测的具体方法因预测的对象、内容、期限不同而有所不同。通常采用的方法包括专家判断法、历史引伸法和因果预测法。专家判断法，包括德尔菲法和专家小组法等；历史引伸法，包括简单平均数法、移动平均数法、加权移动平均数法、趋势预测法、指数平滑法和季节指数法等；因果预测法，包括回归分析法和相关分析法等。

11.1.3 房地产开发项目策划

房地产开发项目的一个重要特点是，在法律上允许、技术上可行的前提下，通过系统的项目策划，可以形成和优选出比较具体的项目开发经营方案，获得尽可能高的经济回报。

1. 区位分析与选择

房地产开发项目的区位分析与选择，包括地域分析与选择和具体地点的分析与选择。地域分析与选择是战略性选择，是对项目宏观区位条件的分析与选择，主要考虑项目所在地区的政治、法律、经济、文化教育、自然条件等因素。具体地点的分析与选择，是对房

地产项目坐落地点和周围环境、基础设施条件的分析与选择,主要考虑项目所在地点的交通、城市规划、土地取得代价、拆迁安置难度、基础设施完备程度以及地质、水文、噪声、空气污染等因素。

2. 开发内容和规模的分析与选择

房地产项目开发内容和规模的分析与选择,应在符合城市规划的前提下按照最高最佳使用原则,选择最佳的用途和最合适的开发规模,包括建筑总面积、建设和装修档次、平面布置等。此外,还可以考虑仅将生地或毛地开发成为可进行房屋建设的熟地后租售的情况。

3. 开发时机的分析与选择

房地产项目开发时机的分析与选择,应考虑开发完成后的市场前景,再倒推出应获取开发场地和开始建设的时机,并充分估计办理前期手续和征地拆迁的难度等因素对开发进度的影响。大型房地产开发项目可考虑分批开发(滚动开发)。

4. 合作方式的分析与选择

房地产项目开发合作方式的分析与选择,主要应考虑开发商自身在土地、资金、开发经营专长、经验和社会关系等方面的实力或优势程度,并从分散风险的角度出发,对独资、合资、合作(包括合建)、委托开发等开发合作方式进行选择。

5. 融资方式与资金结构的分析与选择

房地产项目融资方式与资金结构的分析与选择,主要是结合项目开发合作方式设计资金结构,确定合作各方在项目资本金中所占的份额,并通过分析可能的资金来源和经营方式,对项目所需的短期和长期资金的筹措作出合理的安排。

6. 产品经营方式的分析与选择

房地产产品经营方式的分析与选择,主要是考虑近期利益和长远利益的兼顾、资金压力、自身的经营能力以及市场的接受程度等,对出售(包括预售)、出租(包括预租、短租或长租)、自营等经营方式进行选择。

11.1.4 房地产开发项目经济评价的内容

房地产开发项目经济评价分为财务评价和综合评价。对于一般的房地产开发项目只需进行财务评价;对于重大的、对区域社会经济发展有较大影响的房地产项目,如经济开发区项目、成片开发项目,在作出决策前应进行综合评价。

1. 财务评价

财务评价是根据现行财税制度和价格体系,计算房地产开发项目的财务收入和财务支出,分析项目的财务盈利能力、清偿能力以及资金平衡状况,判断项目的财务可行性。

2. 综合评价

综合评价是从区域社会经济发展的角度,分析和计算房地产开发项目对区域社会经济的效益和费用,考察项目对社会经济的净贡献,判断项目的社会经济合理性。

11.2 房地产开发项目效益和费用的识别

11.2.1 投资与费用

房地产开发项目的财务效益主要表现为生产经营过程中的销售(出租)收入;财务支

出（费用）主要表现为开发建设投资、期间费用和税金等各项支出。财务效益和费用的范围应遵循计算口径对应一致的原则。

房地产生产经营活动中的投资与费用，与一般工业生产活动有较大差异。对于开发一销售模式下的房地产开发项目而言，开发商所投入的开发建设资金均属于流动资金的性质，但其投资的大部分又形成建筑物或构筑物等房地产商品，并通过项目建设过程中的预租售或建成后的租售活动，转让这些资产的所有权或使用权以收回投资。开发过程中开发商本身所形成的固定资产大多数情况下很少甚至是零。所以，基本上所有的投资均一次性地转移到房地产产品的成本中并通过售价回收。房地产开发建设完成后出租楼宇或自行经营，则与一般的工业生产项目投资和费用的概念相同。

1. 工程建设投资

工程建设投资如图 11-1 所示。



图 11-1 房地产开发项目总投资的构成

2. 期间费用

开发项目的期间费用是指企业行政管理部门为组织和管理开发经营活动而发生的管理费用、财务费用，以及为销售、出租、转让开发产品而发生的销售费用。

11.2.2 营业收入与利润

1. 营业收入

营业收入是指向社会出售、出租房地产商品或自营时的货币收入。包括销售收入、出租收入和自营收入。

$$\text{销售收入} = \text{销售房屋面积} \times \text{房屋销售单价} \quad (11-1)$$

$$\text{出租收入} = \text{出租房屋建筑面积} \times \text{房屋租金单价} \quad (11-2)$$

$$\text{自营收入} = \text{营业额} - \text{营业成本} - \text{自营中的商业经营风险回报} \quad (11-3)$$

营业收入是按市场价格计算的，房地产开发投资企业的产品（房屋）只有在市场上被出售、出租或自我经营，才能成为给企业或社会带来收益的有用的劳动成果。因此，营业收入比企业完成的开发工作量（产值）更能反映房地产开发投资项目的真实经济效果。

2. 利润

利润是企业经济目标的集中表现，企业进行房地产开发投资的最终目的是获取开发或投资利润。房地产开发投资者不论采用何种直接的房地产投资模式，其营业收入扣除开发

成本、期间费用和增值税金后的盈余部分，称为投资者的经营利润（或称盈利），这是劳动者新创造价值的一部分，要在全社会范围内进行再分配。经营利润中的一部分由国家以税收的方式无偿征收，作为国家或地方的财政收入；另一部分留给投资者，作为其可分配利润、企业发展基金、职工福利基金、职工奖励基金、后备基金等。根据财务核算与分析的需要，企业利润可分为经营利润、利润总额（又称实现利润）、净利润和可分配利润等四个层次。

$$\text{经营利润} = \text{营业(含出租、自营)收入} - \text{开发成本} - \text{期间费用} - \text{增值税金} \quad (11-4)$$

$$\text{利润总额} = \text{经营利润} + \text{营业外收支净额} \quad (11-5)$$

$$\text{净利润} = \text{利润总额} - \text{所得税} \quad (11-6)$$

11.3 房地产开发项目财务报表的编制

房地产开发项目财务评价是在房地产市场调查与预测、项目策划、投资与费用估算、收入估算与资金筹措等基本资料和数据的基础上，通过编制基本财务报表，计算财务评价指标，对房地产项目的财务盈利能力、清偿能力和资金平衡情况进行分析。

11.3.1 财务评价报表

房地产开发项目财务评价报表包括基本报表和辅助报表。一些基础性数据（如费用、收入等）都存储于辅助报表中，这些辅助报表通过某种对应关系生成基本报表。通过基本报表就可以对项目进行财务盈利能力分析、清偿能力分析及资金平衡分析。

基本报表包括全部投资财务现金流量表、资本金财务现金流量表、投资者各方现金流量表、资金来源与运用表、损益表和资产负债表（其格式可参见本章的案例分析部分）。基本财务报表按照独立法人房地产项目（项目公司）的要求进行科目设置；非独立法人房地产项目基本财务报表的科目设置，可参照独立法人项目进行，但应注意费用与效益在项目上的合理分摊。

11.3.2 财务报表的编制

财务报表的编制可以手工计算，也可以采用 Excel 软件进行编制。

案例分析

某房地产开发项目经济评价

1. 项目概况

本项目为某市 2015 年 1 月某综合体项目的三期小户型住宅开发项目，建筑密度 23.9%，绿地率 54.4%。项目地块已达“三通一平”要求，地块呈长方形，共占地约 40

亩 (26741m²), 土地性质为综合用地, 期限为 50 年。周边生活设施如下:

- (1) 教育：高新一小、高新四小、高新一中、高新国际学校、高新三中等一站式教育资源。
- (2) 医疗：高新医院、丈八医院、电子医院、五二一医院。
- (3) 购物：易初莲花、世纪金花、金鹰国际等。
- (4) 交通：608、204、312、225 等公交车便捷通行，贯通全城。

(2) 医疗：高新医院、丈八医院、电子医院、五二一医院。

(3) 购物：易初莲花、世纪金花、金鹰国际等。

(4) 交通：608、204、312、225 等公交车便捷通行，贯通全城。

2. 市场研究

- (1) 全国房地产市场分析 (略)
- (2) 本市房地产市场分析 (略)
- (3) 高新区房地产市场分析 (略)
- (4) 本项目市场分析

本项目不需要进行交易情况的修正。

C. 交易日期调整

上表三个可比实例的均价均为近期交易的情况，故不作交易日期调整。

D. 房地产状况调整

可比实例 A 位于西万路和唐延南路之间，交通便利并且环境景观非常好，内部配套完善；B 位于高新管委会旁边，交通便利，景观好，配套不是十分完善但比本项目好；C 位于太白南路与丈八东路交汇处，交通便利，周边配套设施完善，但景观环境不是很好。故具体房地产状况调整见案例分析表 11-2 所列。

房地产状况调整表				案例分析表 11-2	
房地产状况	权重	本项目	A 项目	B 项目	C 项目
区位状况	0.5	100	114	106	112
实物状况	0.3	100	116	108	95
权益状况	0.2	100	100	100	100
合计	1	100	111.8	105.4	104.5

E. 该小户型住宅项目的正常市场价格测算

比准价格 = 可比实例成交价格 × 交易情况修正系数 × 交易日期修正系数 × 房地产状况调整系数

实例 A 比准价格 = $8000 \times 1 \times 1 \times (100/111.8) = 7156 \text{ 元/m}^2$

实例 B 比准价格 = $7300 \times 1 \times 1 \times (100/105.4) = 6926 \text{ 元/m}^2$

实例 C 比准价格 = $7200 \times 1 \times 1 \times (100/104.5) = 6990 \text{ 元/m}^2$

则：估价对象的正常市场价格 = $(7156 + 6926 + 6990) / 3$
 $= 6991 \text{ 元/m}^2$ 。

故本项目小户型住宅的价格暂定为 7000 元/m^2 。

② 商铺价格定位

由于周边商铺较多，同样可以依据市场法确定价格，依照上述住宅价格测定步骤，可确定本项目的商铺价格暂定为 11000 元/m^2 。

③ 车位价格定位

根据本市房地产市场情况，参考周边项目车位的价格，本项目车位价格暂定为 12 万元/个 。

3. 项目建设条件及规划建设方案

(1) 项目建设条件

1) 项目建设用地条件

① 本期开发用地 26741 m^2 ，现在已达到三通一平的要求。

② 按照本市城市规划要求，对该区域建筑高度没有特别限制。

③ 本期开发地块所在地地势平坦，没有地质断裂带。根据勘察取证，该项目的建设用地地质情况完全满足项目建设用地的要求。

④ 根据本市城市规划要求，该宗土地可作为居住用地修建小户型住宅。

2) 建设配套

① 小区内给水、排水系统利用市政给水、排水系统。

- ② 供电采用市政供电。
- ③ 供暖采用小区内集中供暖方式解决。
- ④ 可接市政天然气管道。

(2) 项目规划建设方案

1) 规划布置

根据本项目用地现状规划小区内住宅片区结构，进行建筑规划设计。本项目小户型住宅区用地规整，基本呈正方形，故根据地块特点计划建七栋住宅楼和一栋活动中心（8号）。三期用地内靠近一、二期写字楼、公寓边建两栋高层住宅；靠近丈八五路边建一栋板式十层住宅，根据客户定位，主要是针对 SOHO 一族的自由职业者，并且 1、2 层作商业；小户型住宅用地邻近锦业路，规划三栋高层住宅楼，同样因邻近街道故三栋 1、2 层均作商铺；区域中间位置有一栋板式高层。整个建筑呈围合布置，空间动线流畅，地下车库道路系统简洁明快，便于交通组织。各栋住宅楼基本数据见案例分析表 11-3 所列。

住宅规划设计数据表案例分析表 11-3

	住宅栋号	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号	7 号	8 号
户型面积	50~70m ² （个）	4	4	0	5	5	5	3	
	70~90m ² （个）	5	5	5	4	4	4	3	
	90~120m ² （个）	1	1	7	0	0	0	1	
公共建筑面积（m ² ）		30	30	35	40	40	40	30	
一层建筑面积（m ² ）		880	880	1325	750	750	750	570	480
一层总户数（个）		10	10	12	9	9	9	7	
层数		22	22	10	23	25	23	22	3
栋建筑面积（m ² ）		19360	19360	13250	17250	18750	17250	12540	1440

2) 主要技术经济指标

本项目小户型住宅最终规划技术经济指标见案例分析表 11-4 所列。

综合技术经济指标案例分析表 11-4

综合技术经济指标				
规划用地面积		26741m ²		
总建筑面积		138335 m ²		
地上建筑面积	119200 m ²	其中	住宅	112050m ²
			商铺	7150m ²
地下建筑面积	19135 m ²	其中	人防	6385m ²
			车库	12750m ²
容积率		4.45		
建筑密度		23.9%		
绿地率		54.4%		
总停车位		1070 个		
地面停车位		50 个		
地下停车位		1020 个		

4. 项目实施进度及销售实现计划

(1) 项目实施进度安排

本项目建设过程中,主要工作阶段包括:前期工程、基础工程、主体安装、装修工程、室外工程。按安排,拟订总工期为30个月,从2014年6月开始施工到2016年12月竣工完结。施工采用流水工作原理,每一栋楼为一个施工段,共分八个施工段,每一段基础工程结束之后即可进行主体安装工程,主体安装工程完结后即可进行装修工程,其中每段基础工程最长时间为4个月,主体安装工程最长为8个月,装修工程为6个月,总共室外工程为9个月。

(2) 销售面积及销售收入实现计划

本项目三期小户型住宅安排在总投入资金达到30%时开始预售,预计整个销售计划在2.5年内完成,即从2015年1月到2017年6月,全部回笼资金。预售时可以组织客户到现场看楼,参观本项目的施工现场以及已经建成的样板房等,在售楼中心进行沙盘讲解与答疑等,加深客户对本项目的了解,增加销售量。

在拟订销售计划时,采取保守估计的态度,考虑本期小户型住宅的空置率为5%,以半年为一个销售阶段,具体销售面积及销售收入实现计划见案例分析表11-5~表11-7。

住宅销售面积及销售收入实现计划表

案例分析表 11-5

时点 项目	2015		2016		2017	合计
	1	2	1	2	1	
销售比例	10%	15%	19%	30%	21%	95%
可售面积(m ²)	11061	16592	21016	33183	23228	105080
售价(元/m ²)	7000	7000	7000	7000	7000	
销售收入(万元)	7743	11614	14711	23228	16260	73556

注:本案例的现金流量按期末法确定时点,表中1、2分别表示上半年的销售收入发生在6月30日,下半年的销售收入发生在12月31日。

商铺销售面积及销售收入实现计划表

案例分析表 11-6

时点 项目	2015		2016		2017	合计
	1	2	1	2	1	
销售比例			26%	45%	29%	100%
可售面积(m ²)			1859	3218	2073	7150
售价(元/m ²)			11000	11000	11000	
销售收入(万元)			2045	3540	2281	7866

停车位销售收入实现计划表

案例分析表 11-7

时点 项目	2015		2016		2017	合计
	1	2	1	2	1	
销售比例			26%	41%	23%	90%
可售个数			265	418	235	918
售价(万元/个)			12	12	12	
销售收入(万元)			3180	5016	2820	11016

5. 工程建设投资估算及资金筹措

(1) 工程建设投资估算依据

- 1) 原国家计委、原建设部关于发布《工程勘察设计收费管理规定》的通知（计价格[2002] 10号）；
- 2) 国家发改委、建设部关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知（发改价格[2007] 670号）；
- 3) 《本市建设项目城建费用统一征收办法》实施细则；
- 4) 本省建筑安装工程综合概预算定额（2006）；
- 5) 本省物价局、陕西省财政厅《关于本市城市基础设施配套设施收费标准及有关问题的通知》（省价行发[2005] 90号）；
- 6) 本省物价局关于建筑工程施工图设计文件审查收费有关问题的复函（省价行函[2007] 19号）；
- 7) 类似工程估算指标和概算指标；
- 8) 本项目的规划设计方案图纸；
- 9) 委托方提供的其他成本数据；
- 10) 有关建设项目经济评价的基本参数和指标。

(2) 项目工程建设投资估算

项目工程建设投资包括土地费用、前期工程费用和城建费用、基础设施建设费、建筑安装工程费、监理费、管理费用、市场推广费、不可预见费、其他费用以及建设期利息等。

1) 土地费用

本期小户型住宅占地 26741m^2 ，合计 40.1 亩，每亩 191.07 万元。契税、印花税分别按地价的 3% 和 0.05% 计算，测量费、土地登记费等按 1 元/ m^2 计算，各项目计算如下：

土地价格 = $191.07 \times 40.1 = 7662$ 万元

契税 = $7662 \times 3\% = 230$ 万元

印花税 = $7662 \times 0.05\% = 4$ 万元

测量费、土地登记费等费用 = $26741 \times 1/10000 = 3$ 万元

则总的土地费用为：

$7662 + 230 + 4 + 3 = 7899$ 万元。

2) 前期工程费用

前期工程费用主要包括可行性研究费、规划设计费、水文地质勘察费、施工图设计费、三通一平费等土地开发工程费用。

① 可行性研究费用

可行性研究费可按照国家发展和改革委员会颁布的《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》（计价格[1999] 1283号）的规定来计算，可研费用取 7 万元。

② 勘察设计费

根据原国家计委（现国家发展和改革委员会）、原建设部（现住房和城乡建设部）发布的《工程勘察设计收费管理规定》（计价格[2002] 10号）及《工程勘察收费标准》和《工程设计收费标准》，结合本市建筑设计收费市场行情，规划设计费按 35 元/ m^2 计算，

施工图设计费按 28 元/m² 计算, 勘察费按 3 元/m² 估算, 总计:

$$138335 \times (35 + 28 + 3) / 10000 = 913 \text{ 万元}$$

③ 三通一平费

根据西安市市场行情, 三通一平费按 12 元/m² 估算, 则为:

$$26741 \times 12 / 10000 = 32 \text{ 万元}$$

④ 工程前期费用

$$7 + 913 + 32 = 952 \text{ 万元}$$

3) 城建费用

房地产开发项目均需要向当地城市缴纳城建费用, 根据本市建委发布的城建费用统一征收标准, 估算项目城建费用, 具体见案例分析表 11-8 所列。

城建费用

案例分析表 11-8

项目名称	收费标准	费用 (万元)	收费依据
1. 城市基础设施配套费	150 元/m ²	2075.03	市政发 [2008] 87 号
2. 工程定额测定编制费	建安总投资的 1.3‰	42.44	省价费调发 (2001) 113 号
3. 工程质量监督费	2 元/m ²	27.67	省价行发 (2005) 208 号
4. 劳保统筹基金	建安总投资的 3.55%	1158.97	省建政发 (1993) 483 号 省建政发 (1995) 389 号
5. 新型墙体材料专项基金	10 元/m ²	138.34	市政办发 (2008) 94 号
6. 散装水泥专项资金	1.5 元/m ²	20.75	市政办发 (2008) 6 号
7. 工程勘察设计资格审查费 证费	元/次	0.032	国家物价局、财政部 价费字 [1992] 641 号
合计		3463.232	

故城建费用为 3463 万元。

4) 基础设施建设费

基础设施 (室外工程) 包括项目规划用地范围内道路、绿化、照明、自来水、中水、雨水、污水、燃气、热力、供电、电信、围墙、环卫、公共设施、安防设施等红线内基础设施的建设费用以及管线接口费用等, 参考有关计价指标及类似工程经验数据, 本项目基础设施建设费按 240 元/m² 考虑, 共计 3320 万元。

5) 建安工程费用

建筑安装工程费是指建造房屋建筑物所发生的建筑工程费用、设备购置费用和安装工程 (给水排水、电气照明及设备安装、空调通风、弱电设备及安装、电梯及安装、其他设备及安装等) 费用。

本项目总建筑面积 138335m², 地上建筑面积 119200m², 其中高层建筑面积 100010m², 小高层建筑面积 12040 m², 商铺建筑面积 7150 m²; 地下建筑面积 19135 m²。根据《本省建筑工程综合概预算定额 (1999)》, 结合市场调查和本市类似工程的实际造价, 确定本项目的建安单位造价指标, 见案例分析表 11-9 所列。

项目建安总造价一览表 案例分析表 11-9

费用名称	取费标准 (元/m ²)	建筑面积 (m ²)	总价 (万元)
住宅（高层）	2340	100010	23402
其中：主体工程	1740	100010	17402
水电安装工程	125	100010	1250
消防工程	75	100010	750
电梯	85	100010	850
智能化工程	120	100010	1200
供热工程	75	100010	750
外墙装修	120	100010	1200
住宅（小高层）	2240	12040	2697
其中：主体工程	1700	12040	2047
水电安装工程	100	12040	120
消防工程	65	12040	78
电梯	85	12040	102
智能化工程	110	12040	132
供热工程	60	12040	72
外墙装修	120	12040	144
商铺	2200	7150	1573
地下建筑	2600	19135	4975
合计		138335	32647

故项目建安总造价为 32647 万元。

6) 住宅精装修费用

根据项目的市场定位以及本市类似工程数据，住宅的精装修造价暂定为 1200 元/m²，则项目的精装修费用为：

$$112050 \times 1200 / 10000 = 13446 \text{ 万元}$$

7) 建设监理费

建设监理费按基础设施建设费、建安工程费、精装修费及公共配套设施建设费之和的 0.8%估算，共计为：

$$(3320 + 32647 + 13446) \times 0.8\% = 395 \text{ 万元}$$

8) 管理费

建设单位管理费取前期工程费、基础设施建设费、建安工程费、精装修费和建设监理费之和的 1.5%估算，共计为：

$$(952 + 3320 + 32647 + 13446 + 395) \times 1.5\% = 761 \text{ 万元}$$

9) 市场推广费用

项目的市场推广费用是指市场宣传、广告、活动推广等费用，参考同类工程项目数据，并结合建设单位以往项目经验，本项目的市场推广费用按销售收入的 1.5%计取，总

计 1387 万元。

10) 不可预见费

根据本项目的复杂程度,预备费按工程前期费和城建费用、建安工程费用、装修费、建设监理费之和的 3% 计取,共计:

$$(952+3463+32647+13446+395) \times 3\% = 1527 \text{ 万元}$$

11) 其他费用

其他费用主要包括施工图设计审查费、工程交易服务费、各项检测费用、施工噪声及排污费等。见案例分析表 11-10 所列。

其他费用估算表

案例分析表 11-10

项目	取费标准	费用 (万元)	计费依据
施工图设计审查费	勘察设计费 6%	55	省价行函 [2007] 19 号
工程交易服务费	建安投资 0.5‰	16	省价费调发 [2004] 40 号
各项检测费用	建安投资 1.0%	326	
施工噪声及排污费		100	排污费征收使用管理条例
总计		497	

12) 建设期利息

本项目建设期的利息为 818 万元。

13) 项目工程建设投资

综合前面 1~12 项的费用,总计 67112 万元。具体见案例分析表 11-11 所列。

工程建设项目投资估算表

案例分析表 11-11

序号	项目	金额 (万元)
1	土地费用	7899
2	前期工程费	952
3	城建费用	3463
4	基础设施建设费	3320
5	建安工程费用	32647
6	精装修费用	13446
7	建设监理费	395
8	管理费	761
9	市场推广费	1387
10	不可预见费	1527
11	其他费用	497
12	建设期利息	818
13	总投资	67112

(3) 资金筹措与融资方式

根据开发商对项目建设资金的安排,项目总投资的资金筹措安排如下:

1) 资本金

本期建设投入的资本金为 24638 万元,2014 年下半年投入 11933 万元,2015 年上半年分别投入 10259 万元和 1500 万元,2016 年上半年投入 946 万元,本项目的资金都是在期初进行投入。

2) 银行借款

本项目拟向银行借款 1.4 亿元,时间从 2015 年上半年到 2016 年上半年,依次借

$r=3.15\%$

本项目的其余资金缺口由（预）销售净收入补足。资金筹措计划见案例分析表 11-12。

案例分析表 11-12

资金筹措		金额（万元）	占总投资比例
自筹资金	资本金	24638	36.71%
销售收入再投入		27656	41.21%
银行贷款	贷款本金	14000	22.08%
	建设期利息	818	
总计		67112	100%

按照项目进度计划安排,本项目资金投入计划见案例分析表 11-13 所列。

案例分析表 11-13

序号	时点 项目	0	2014	2015		2016		合计 (万元)
			2	1	2	1	2	
1	总投资	11933	13259	14632	16764	10314	210	67112
1.1	建设投资	11933	13259	14585	16573	9944		66293
1.2	建设期利息		0	47	190	370	210	818
2	资金筹措	11933	13259	14632	16764	10314	210	67112
2.1	资本金	11933	10259	1500	946			24638
2.2	净销售收入再投入			7085	10627	9944		27656
2.3	银行借款		3000	6000	5000			14000
2.4	建设期利息		0	47	190	370	210	818

(1) 销售收入及税金

项目的增值税及附加主要包括增值税、城市维护建设税、教育费附加和土地增值税。其中，增值税取销售收入的 5%，城市维护建设税取增值税的 7%，教育费附加取增值税的 3%，土地增值税取销售收入的 1%，销售佣金主要为销售人员除基本工资外的额外酬劳，取销售收入的 2%。

根据《中华人民共和国企业所得税法》[2007] 63 号规定,项目所得税按 25% 计取,在项目累计利润总额大于零时计算所得税。盈余公积金在累计利润总额大于零时按税后利润的 10% 计提。销售收入和增值税金及附加见案例分析表 11-14 所列。

销售收入和增值税金及附加表

案例分析表 11-14

序号	项目	2015		2016		2017	合计 (万元)
		1	2	1	2	1	
1	销售收入	7743	11614	19936	31784	21361	92438
1.1	住宅收入	7743	11614	14711	23228	16260	73556
1.2	商铺收入			2045	3540	2281	7866
1.3	停车位收入			3180	5016	2820	11016
2	增值税金及附加	426	639	1096	1748	1175	5084
2.1	增值税 (5%)	387	581	997	1589	1068	4622
2.2	城市维护建设税 (7%)	27	41	70	111	75	324
2.3	教育费附加 (3%)	12	17	30	48	32	139
3	土地增值税等 (1%)	77	116	199	318	214	924
4	销售佣金 (2%)	155	232	399	636	427	1849
5	净销售收入	7085	10627	18241	29082	19545	84581

(2) 利润分配

开发本项目的税后利润等于销售收入扣除有关税金及销售佣金。预计本项目的总税后利润为 12584 万元人民币。利润与利润分配见案例分析表 11-15 所列。

利润与利润分配表

案例分析表 11-15

序号	项目	0	2014	2015		2016		2017	合计 (万元)
			2	1	2	1	2	1	
1	销售收入			7743	11614	19936	31784	21361	92438
2	建设投资	11933	3259	14584	16573	9944			66293
3	建设期利息			47	190	370	210	0	818
4	增值税金及附加			426	639	1096	1748	1175	5084
5	土地增值税			77	116	199	318	214	924
6	销售佣金			155	232	399	636	427	1849
7	利润总额	-11933	-13259	-7547	-6137	7928	28872	19545	17470
8	累计利润	-11933	-25191	-32738	-38875	-30947	-2075	17470	
9	所得税 (25%)							4886	4886
10	税后利润	-11933	-13259	-7547	-6137	7928	28872	14659	12584
11	累计税后利润	-11933	-25191	-32738	-38875	-30947	-2075	12584	
12	可供分配利润	-11933	-13259	-7547	-6137	7928	28872	14659	12584
12.1	盈余公积 (10%)							1466	1466
12.2	未分配利润	-11933	-13259	-7547	-6137	7928	28872	13193	11118
13	累计未分配利润	-11933	-25191	-32738	-38875	-30947	-2075	11118	

7. 项目经济效益评价结论

(1) 现金流量分析

本报告从全部资金、资本金两方面编制了现金流量表（案例分析表 11-17、案例分析表 11-18），主要评价指标汇总结果见案例分析表 11-16 所列。

评价结论汇总表案例分析表 11-16

财务分析指标		计算结果	评价标准	是否可行
融资前 分析指标	项目投资财务内部收益率 (所得税前)	21.18%	>12%	是
	项目投资回收期 (所得税前)	2.56 年		是
	项目投资财务净现值 (所得税前)	6260 万元	>0	是
融资后 分析指标	资本金财务内部收益率	18.59%		是
	资本金投资财务净现值	3478 万元		是
	借款偿还期	2.24 年		是

项目投资现金流量表案例分析表 11-17

序号	时点 项目	0	2014	2015		2016		2017	合计 (万元)
			2	1	2	1	2	1	
1	现金流入			7743	11614	19936	31784	21361	92438
1.1	销售收入			7743	11614	19936	31784	21361	92438
2	现金流出	11933	13259	15243	17560	11639	2702	6702	79037
2.1	建设投资	11933	13259	14585	16573	9944	0		66293
2.2	增值税金及附加			426	639	1096	1748	1175	5084
2.3	土地增值税等			77	116	199	318	214	924
2.4	销售佣金			155	232	399	636	427	1849
2.5	所得税							4886	4886
3	所得税前净现金流量	-11933	-13259	-7500	-5946	8297	29082	19545	18288
4	所得税前累计净现金流量	-11933	-25191	-32691	-38637	-30340	-1258	18288	
5	所得税后净现金流量	-11933	-13259	-7500	-5946	8297	29082	14659	13401
6	所得税后累计净现金流量	-11933	-25191	-32691	-38637	-30340	-1258	13401	

项目资本金现金流量表案例分析表 11-18

序号	时点 项目	0	2014	2015		2016		2017	合计 (万元)
			2	1	2	1	2	1	
1	现金流入			7743	11614	19936	31784	21361	92438
1.1	销售收入			7743	11614	19936	31784	21361	92438
2	现金流出	11933	10259	9290	12751	19566	9592	6702	80093

续表

序号	时点 项目	0	2014	2015		2016		2017	合计 (万元)
			2	1	2	1	2	1	
2.1	资本金	11933	10259	1500	946				24638
2.2	销售收入再投入	0	0	7085	10627	9944	0		27656
2.3	增值税金及附加			426	639	1096	1748	1175	5084
2.4	土地增值税			77	116	199	318	214	924
2.5	销售佣金			155	232	399	636	427	1849
2.6	借款本金偿还		0	0	0	7558	6680	0	14238
2.7	建设期利息		0	47	190	370	210	0	818
2.8	所得税		0	0	0	0	0	4886	4886
3	净现金流量	-11933	-10259	-1547	-1137	370	22192	14659	12345
4	累计净现金流量	-11933	-22192	-23739	-24876	-24506	-2314	12345	

(2) 财务计划现金流量与借款偿还分析

财务计划现金流量表集中体现了项目自身平衡的生存能力，是财务评价的重要依据。分析结果表明，本项目具有基本的资金平衡能力。详见案例分析表 11-19。

财务计划现金流量表

案例分析表 11-19

序号	时点 项目	0	2014	2015		2016		2017	合计 (万元)
			2	1	2	1	2	1	
1	资金来源	11933	13259	15290	17751	20306	31994	21361	131894
1.1	销售收入			7743	11614	19936	31784	21361	92438
1.2	资本金	11933	10259	1500	946	0			24638
1.3	借款本金	0	3000	6000	5000	0	0		14000
1.4	建设期利息		0	47	190	370	210		818
2	资金运用	11933	13259	15290	17751	19936	9802	8168	96138
2.1	建设投资	11933	13259	14584	16573	9944			66293
2.2	建设期利息		0	47	190	370	210		818
2.3	增值税金及附加			426	639	1096	1748	1175	5084
2.4	销售佣金			155	232	399	636	427	1849
2.5	土地增值税			77	116	199	318	214	924
2.6	所得税							4886	4886
2.7	借款本金偿还					7558	6680		14238
2.8	借款利息支付					370	210		580
2.9	盈余公积金							1466	1466
3	盈余资金	0	0	0	0	370	22192	13193	35756
4	累计盈余资金	0	0	0	0	370	22562	35755	

从案例分析表 11-20“借款还本付息计算表”可以得出,本项目借款偿还期为 2.24 年,说明如果操作得当,在正常情况下,项目开发建设完成时,可以从销售收入中还清全部贷款本息,并得到一定的利润。

借款还本付息计算表

案例分析表 11-20

序号	项目	时点	2015		2016		2017	合计 (万元)
		2014	1	2	1	2	1	
1	建设投资借款							
1.1	期初借款余额		0	3047	9238	6680		
1.2	当期借款		3000	6000	5000			14000
1.3	当期应计利息		47	190	370	210		818
1.4	期末借款余额		3047	9238	14607	6890		
2	当期还本付息				7928	6890		14818
2.1	其中：还本				7558	6680		14238
2.2	付息				370	210		580
3	还本付息资金来源				7928	28872		36800
3.1	未分配利润				7928	28872		36800
4	偿还本金后余额					21982		21982

8. 不确定性分析

本项目的风险主要来自建设投资、售价、销售进度、开发周期、贷款利率等方面，其中租售价格的变化和销售进度的快慢对项目风险影响较大，并且这些风险因素也受政治、经济、社会条件的影响。另外，自有资金占总投资的比例虽然对整个项目全部资金投资的经济效益没有影响，但是由于贷款的杠杆作用会影响自有资金的经济评价指标，因此需要项目的主办者进行认真考虑。

(1) 盈亏平衡分析

盈亏平衡分析是指通过盈亏平衡点来分析项目成本与收益的关系。进行盈亏平衡分析,目的是找出项目盈利与亏损的转折点,即销售收入的临界值,以判断投资方案对不确定因素变化的承受能力,并为决策提供依据。

本项目采用线性盈亏平衡分析方法，其基本公式如下：

销售收入方程:

$$R = P \times Q$$

成本费用方程:

$$C = V \times Q + T \times Q + F$$

其中： R ——实现销售收入；

P ——计划销售收入;

Q ——销售收入的实现率;

C ——总成本费用;

V ——销售佣金；

T ——增值税金及附加、土地增值税等；

F ——总投资。

本项目计划销售收入为 92438 万元，总投资为 67112 万元，令 $R=C$ ，即可求出 Q 值。

$$92438 \times Q = 924 \times Q + 5084 \times Q + 1849 \times Q + 67112$$

$$\text{解得} \quad Q = 79.35\%$$

所以，销售收入的实现率 79.35% 为本项目的盈亏平衡点，即当销售收入实现 79.35% 时，项目即可实现盈亏平衡。项目销售收入低于这个比例时，项目会出现亏损；高于这个比例时，项目将会盈利。从本项目盈亏平衡点的销售收入实现率 79.35% 可以看出，该项目的抗风险能力一般，在开发的过程中应注意防范风险。

(2) 敏感性分析

本项目主要进行销售收入和建设投资对内部收益率影响的敏感性分析，并分为单因素和多因素分析，前者是当销售收入或建设投资变动而假定其他因素不变的情况下对内部收益率的影响，后者是销售收入和建设投资同时变动时对内部收益率的影响。

1) 单因素敏感性分析

① 项目内部收益率对建设投资变化的敏感性分析（案例分析表 11-21）

建设投资变化对内部收益率的影响

案例分析表 11-21

变化幅度	-15%	-10%	-5%	0	5%	10%	15%
NPV	15169	12199	9230	6260	3290	321	-2649
IRR	37.64%	31.61%	26.16%	21.18%	16.62%	12.42%	8.56%

通过上表，计算出建设投资变动的临界点为：

$$10\% + 321 / (321 + 2649) \times 5\% = 10.54\%$$

计算说明本项目建设投资变动高于 10.54% 时，本项目不可行，因此，本项目的建设投资变动要控制在 10.54% 以内。

② 项目内部收益率对销售收入变化的敏感性分析（案例分析表 11-22）

销售收入变化对内部收益率的影响

案例分析表 11-22

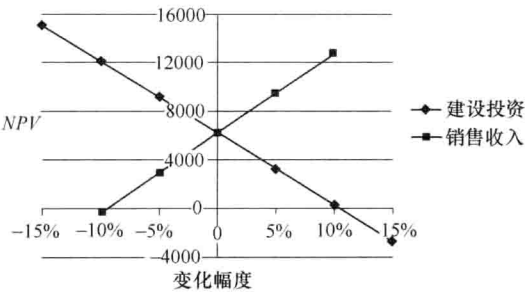
变化幅度	-10%	-5%	0	5%	10%
NPV	-305	2977	6260	9543	12825
IRR	11.56%	16.40%	21.18%	25.91%	30.58%

通过上表，计算出建设投资变动的临界点为：

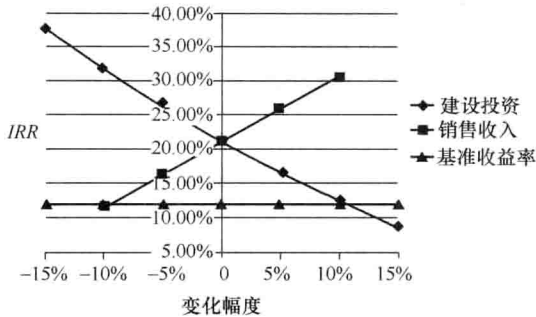
$$-5\% - 2977 / (305 + 2977) \times 5\% = -9.54\%$$

计算说明在净现值等于零的情况下销售收入的变化幅度是 -9.54%，即本项目的销售收入降低的最小幅度是 9.54%，低于这个幅度时，本项目即不可行。因此，在销售不理想的情况下，可对销售价格进行适当调整，但调整幅度不能低于 9.54%，保证项目的可行性。同建设投资相比，销售收入变化相对敏感。

③ 敏感性分析图（案例分析图 11-1、案例分析图 11-2）



案例分析图 11-1 建设投资与
销售收入对 NPV 的影响



案例分析图 11-2 建设投资与销售
收入对 IRR 的影响

2) 双因素敏感性分析

在影响项目财务净现值和内部收益率的因素中，往往并不只是一个因素在变动，而是多个因素同时变动，因此为了对项目作更加实际的分析论证，还需要进行多因素敏感性分析。本项目的主要影响因素为建设和投资和销售收入，为简便起见，进行建设和投资和销售收入的双因素敏感性分析，假定两个敏感性因素在发生变动时相互独立。

销售收入和建设投资的变化对内部收益率的影响见案例分析表 11-23 所列。

销售收入和建设投资的双因素变化表					案例分析表 11-23
收入变化 投资变化	-10%	-5%	0	5%	10%
-10%	21.18%	26.43%	31.61%	36.73%	41.80%
-5%	16.14%	21.18%	26.16%	31.08%	35.93%
0	<u>11.56%</u>	16.40%	21.18%	25.91%	30.58%
5%	<u>7.33%</u>	12.02%	16.62%	21.18%	25.69%
10%	<u>3.47%</u>	<u>7.97%</u>	12.42%	16.83%	21.18%

从案例分析表 11-23 可以看出，当建设投资与销售收入反方向变动时，即随着销售收入的增加、建设投资的减少，内部收益率越来越高；随着销售收入的减少和建设投资的增加，内部收益率逐渐降低。当建设投资与销售收入同向变动时，内部收益率都大于基准收益率，表明在一定范围内，建设和投资和销售收入同向变动不会影响项目的可行性。

上述字体加下划线表示当销售收入和建设投资变化超过一定比率时，本项目内部收益率将会低于基准收益率，即本项目变为不可行。

9. 项目评价结论及建议

(1) 评价结论

1) 项目市场前景广阔

通过对项目进行 SWOT 分析可知，该项目的优势和机会相对较多，故本项目在国家相关的宏观调控政策以及本市房地产市场的竞争环境下，都有相对较好的发展前景。

2) 项目建设条件良好

该项目位于高新管委会新址附近, 周边交通便捷, 给水排水、天然气等市政配套也相应到位, 周边建设条件比较成熟。

3) 项目规划方案合理

本项目规划方案满足城市居住区规划设计规范的要求, 片区布局合理, 各项建筑技术经济指标符合要求。

4) 项目财务上可行

通过财务评价与分析可以看出, 本项目在财务上可行并且各项指标均较高, 如项目税前净现值达 6260 万元、税前内部收益率为 21.18%、借款偿还期为 2.24 年等, 这些数据满足项目财务盈利的需要, 但是项目盈亏平衡点较高, 需要注意风险的防范。

(2) 开发建议

针对项目建设的可行性, 综合可行性研究报告内容, 提出以下建议:

1) 在项目的整个开发期内, 应该及时主动地了解市场信息以及国家相关政策, 制定相应应对措施并建立动态的价格调整体系。

2) 开发商应对客户群体进行精确定位, 将项目的目标客户定位为高新区及整个市场的中高收入人群、自由职业者以及老客户群体。

3) 基于项目位于高新管委会新址附近, 周边均为高端楼盘项目, 所以项目应充分利用自身区域优势, 加强楼盘品质建设, 加强景观的人文设计, 提升项目档次。

4) 销售收入在很大程度上会影响项目的盈利性能, 销售收入的下降会对项目的财务指标产生较大的影响, 面对目前房地产市场发展未知的情况, 开发商更应该以灵活、多样的经营模式, 扩大楼盘知名度, 促进销售, 建立品牌。

5) 目前, 项目周边生活配套还不是很完善, 故本项目应加强小区内部生活配套的建立。

6) 建立完善的风险管理系统, 制定一套针对突发事件的应急措施, 加大事前控制的力度, 做好项目前期的规划论证。

7) 项目在施工阶段最好找专业化的项目管理公司代管, 对工程实施监督与管理, 确保工程的质量和进度, 按时按质完工。

8) 本项目应发挥物业品牌知名度的优势, 积极开发更加全方位的服务及物业管理业务, 建立品牌优势, 利用现有资源更多地为项目创造收益。

[案例思考]

1. 你认为开发企业应该怎样保证精装修的质量?
2. 你认为开发企业最大的风险可能在哪些方面?

思考题

1. 房地产开发项目经济评价包括哪些内容?
2. 房地产开发项目可分为哪些类型?
3. 房地产开发项目总投资由哪些项目组成, 其与工业项目投入的总资金有何区别?
4. 房地产开发项目经济评价的基本报表包括哪些表格, 相互之间有何关系?

延伸阅读

1. 陈建敏, 唐欣. 房地产开发经营与管理 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2009.
2. 李明哲. 房地产开发项目经济评价案例 [M]. 北京: 中国计划出版社, 2002.

引例

首钢秘鲁铁矿磁选设备的成功更新

首钢秘鲁铁矿位于秘鲁西南部的伊卡大区，是首钢集团重要的境外矿石基地，年处理高品位磁铁矿 1000 多万 t，年产精矿 700 多万 t。然而，随着矿山规模扩大，选矿厂处理量逐渐增大，原磁选流程及设备逐渐暴露出其不适应性。首先，原设备的处理能力低，限制了选矿能力的进一步扩展；其次，原设备分选效果差，选矿指标随着矿量变化而波动，致使金属回收率降低；再者，原设备占地面积大，如需增加新的产能，选矿厂中已经没有新的空间增加新设备。

通过对流程中磁选的不适应性分析，提出了解决办法：首先提高磁选设备的技术指标；其次通过增大设备规格，实现设备对于矿浆波动的适应性；通过更新采用单机处理能力大的新型设备，提高设备的作业率，同时减少占地面积。

秘鲁铁矿最终通过采用新型的磁选设备，降低了分选次数，减少了设备的占地面积，实现了粗选段精矿回收率 95.12%、精选段精矿回收率 95.77%、精矿品位 69.3% 的综合技术指标，实现了选矿厂的既定目标。

（资料来源：金永涛，王晓明．秘鲁铁矿磁选工艺改造与设备更新．现代矿业，2011，7.）

启 示

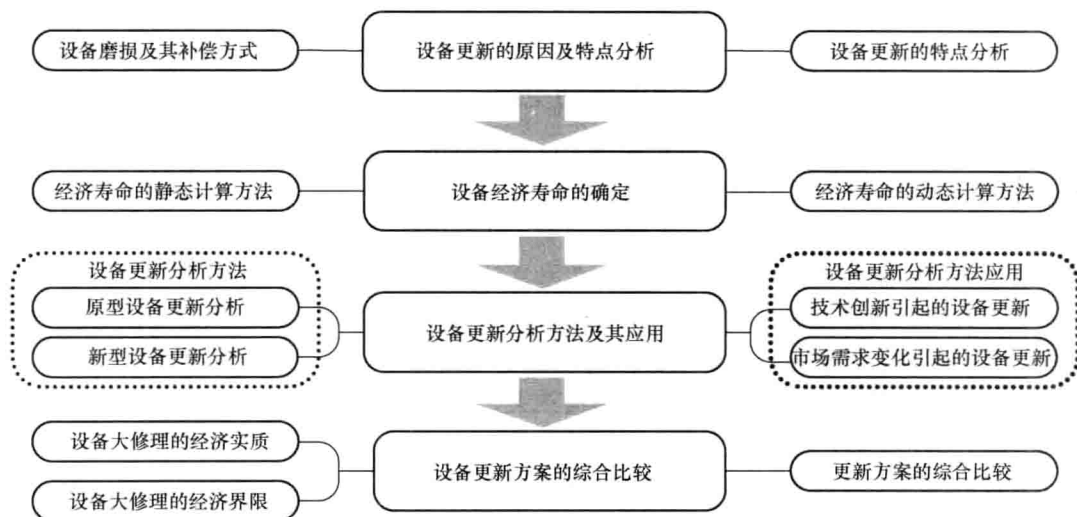
首钢秘鲁铁矿原有的设备无法满足该厂选矿处理量日益增长的要求，这反映出随着企业的发展，原有设备不能适应企业的发展，进而会给企业造成经济损失。面对这种情况，是否进行设备更新、何时以及用何种设备进行设备更新就成了企业所关心的问题。

本章知识结构图

工程项目投资必然形成大量的固定资产，固定资产在生

产使用过程中会发生磨损、效率降低和过时的现象,如果不及时对设备进行升级、换代或更新,将有可能严重影响生产使用效率。因此,掌握设备更新分析的方法对保证生产系统的正常运行及企业获利是至关重要的。

第4章介绍过的对方案比较选优的现金流量法仍然适用于设备更新分析。但是,设备更新分析的一些特有的概念,如沉入成本、经济寿命等,需要引起特别的注意。本章将重点阐明这些概念,并说明如何在设备更新分析中应用这些概念。本章知识结构如下图所示。



12.1 设备更新的原因及特点分析

12.1.1 设备磨损及其补偿方式

设备更新源于设备的磨损。磨损分为有形磨损和无形磨损,设备磨损是有形磨损和无形磨损共同作用的结果。

1. 设备的有形磨损

由于设备被使用或自然环境造成设备实体的内在磨损称为设备的有形磨损或物质磨损。设备有形磨损又可分为第Ⅰ类有形磨损和第Ⅱ类有形磨损。

(1) 第Ⅰ类有形磨损

运转中的设备在外力作用下,实体产生的磨损、变形和损坏称为第Ⅰ类有形磨损。产生第Ⅰ类有形磨损的原因有摩擦磨损、机械磨损和热损伤等。

第Ⅰ类有形磨损可使设备精度降低,劳动生产率下降。当这种有形磨损达到一定程度时,整个设备的功能就会下降,导致设备故障频发、废品率升高、使用费剧增,甚至难以继续正常工作,丧失使用价值。

(2) 第Ⅱ类有形磨损

自然环境的作用是造成设备有形磨损的另一个原因,设备因自然力产生的磨损称为第Ⅱ类有形磨损。这种磨损与生产过程的使用无关,甚至在一定程度上还同使用程度成反

比。例如,设备闲置或封存不用就会产生有形磨损,如金属件生锈、腐蚀,橡胶件老化等。可见,设备闲置时间长了,会自然丧失精度和工作能力,失去使用价值。

2. 设备的无形磨损

设备无形磨损是由于社会技术经济环境变化造成的设备价值的贬值。无形磨损不是由于生产过程中的使用或自然力的作用造成的,所以它不表现为设备实体的变化和损坏。设备无形磨损也可分为第Ⅰ类无形磨损和第Ⅱ类无形磨损。

(1) 第Ⅰ类无形磨损

第Ⅰ类无形磨损是由于设备制造工艺不断改进,成本不断降低,劳动生产率不断提高,生产同种设备所需的社会必要劳动减少,因而设备的市场价格降低,这样就使原来购买的设备相应地贬值了。

这种无形磨损的后果只是现有设备原始价值部分贬值,设备本身的技术特性和功能即使用价值并未发生变化,故不会影响现有设备的使用,但会使产品成本相对升高,产品价格失去竞争力。

(2) 第Ⅱ类无形磨损

第Ⅱ类无形磨损是由于技术进步,社会上出现了结构更先进、技术更完善、生产效率更高、耗能和耗原材料更少的新型设备,而使原有机器设备在技术上显得陈旧落后造成的。它的后果不仅是使原有设备价值降低,而且会使原有设备局部或全部丧失其使用功能。这是因为,虽然原有设备在使用期上还未达到其物理寿命,能够正常工作,但由于技术上更先进的新设备的发明和应用,使原有设备的生产效率大大低于社会平均生产效率,如果继续使用,有可能使产品成本明显高于社会平均成本,所以原有设备价值应视为已降低,甚至应被淘汰。

第Ⅱ类无形磨损导致原有设备使用功能降低的程度与技术进步的具体形式有关。当技术进步表现为不断出现性能更完善、效率更高的新设备,但加工方法没有原则性变化时,将使原有设备的使用功能大幅度降低;当技术进步表现为采用新的加工对象如新材料时,则原有设备的使用功能完全丧失,加工旧材料的设备必然要被淘汰;当技术进步表现为改变原有生产工艺,采用新的加工方法时,则为旧工艺服务的原有设备也将失去使用功能;当技术进步表现为产品的更新换代时,不能适应新产品生产的原有设备也要丧失使用功能,即被淘汰。

3. 设备磨损的补偿

要维持企业的再生产,必须对设备的磨损进行补偿,由于设备磨损的形式不同,补偿磨损的方式也不一样。设备的磨损有两种补偿方式,即局部补偿和完全补偿。设备有形磨损的局部补偿是修理,设备无形磨损的局部补偿是现代化技术改造。有形磨损和无形磨损的完全补偿是更换,即淘汰旧设备更换新设备。

12.1.2 设备更新的特点分析

1. 设备更新的中心内容是确定设备的经济寿命

生产设备的寿命,一般有以下几种不同的概念:

(1) 自然寿命,或称物理寿命。它是指设备从全新状态下开始使用,直到不堪再用而予以报废的全部时间过程。自然寿命主要取决于设备有形磨损的速度。

(2) 技术寿命。它是指设备在开始使用后持续的能够满足使用者需要功能的时间。技术寿命的长短,主要取决于无形磨损的速度,技术进步速度越快,设备的技术寿命越短。例如,一部手机,即使完全没有使用过,它的功能也可能完全被性能更优越的智能手机取代,这时它的技术寿命可认为等于零。

(3) 经济寿命。是从经济角度看设备最合理的使用期限,它是由有形磨损和无形磨损共同决定的。具体来说,是指能使投入使用的设备年等额总成本(包括购置成本和运营成本)最低或等额年净收益最高的期限。例如,一辆汽车,随着使用时间的延长,平均每年分摊的汽车购置费(设备原值)越来越小,仅就此点而论,似乎使用的时间越长越好;但在另一方面,随着使用年限的延长,旧汽车的维护费和燃料费等将不断递增。因此,前者那部分越来越低的成本,将被后者越来越高的那部分成本所抵消。在两者相互消长的变化过程中,必定有某一时点会使年度总成本最低,这一点就是该汽车的经济寿命。在设备更新分析中,经济寿命是确定设备最优更新期的主要依据。

2. 设备更新分析应站在咨询者的立场分析问题

设备更新问题的要点是站在咨询师的立场上,而不是站在旧资产所有者的立场上考虑问题。咨询师并不拥有任何资产,故若要保留旧资产,首先要付出相当于旧资产当前市场价值的现金,才能取得旧资产的使用权。这是设备更新分析的重要概念。

3. 设备更新分析只考虑未来发生的现金流量

旧设备经过磨损,其实物资产的价值会有所降低。但旧设备经过折旧后所剩下的账面价值,并不一定等于其当前的市场价值,即更新旧设备往往会产生一笔沉入成本。

沉入成本 = 旧设备账面价值 - 当前市场价值(余值)

或沉入成本 = (旧设备原值 - 历年折旧费) - 当前市场价值(余值)

设备更新分析中又一个重要的特点,是在分析中只考虑今后所发生的现金流量,对以前发生的现金流量及沉入成本,因为它们都属于不可恢复的费用,与更新决策无关,故不需再参与经济计算。

4. 只比较设备的费用

通常在比较设备更新方案时,一般假定设备产生的收益是相同的,此时只对它们的费用进行比较。

5. 设备更新分析以费用年值法为主

由于不同设备方案的服务寿命不同,因此通常都采用年值法进行比较。新设备往往具有较高的购置费和较低的运营成本,而要更新的旧设备往往具有较低的重置费和较高的运营费。

12.2 设备经济寿命的确定

在设备更新分析中,往往要根据设备的经济寿命确定设备的更新时机,因而采用科学合理的方法来计算设备的经济寿命显得十分重要。

在以下分析中,假设设备产生的收益是相同的,只比较设备的成本。

1. 经济寿命的静态计算方法

在利率为零的条件下,设备年等额总成本的计算公式如下:

$$AC_n = \frac{P - L_n}{n} + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_j$$

(12-1)

式中 n ——设备使用期限，在设备经济寿命计算中， n 是一个自变量；

j ——设备使用年度， j 的取值范围为 $1 \sim n$ ；

AC_n —— n 年内设备的年等额总成本；

P ——设备的购置成本，即设备原值；

C_j ——在 n 年使用期间的第 j 年度设备的运营成本；

L_n ——设备在第 n 年的残值。

由式 (12-1) 可知，设备的年等额总成本 AC_n 等于设备的年等额资产恢复成本 $\frac{P - L_n}{n}$ 与设备的年等额运营成本 $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_j$ 之和。

在所有的设备使用期限中，能使设备年等额总成本 AC_n 最低的那个使用期限就是设备的经济寿命。如果设备的经济寿命为 m 年，则 m 应满足如下不等式条件：

$$AC_{m-1} \geq AC_m, AC_{m+1} \geq AC_m$$

(12-2)

式 (12-2) 的关系也可通过图 12-1 表示。

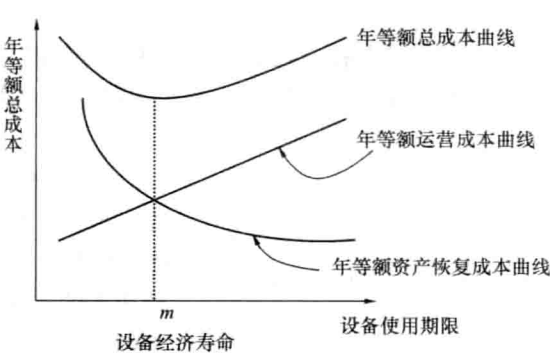


图 12-1 设备经济寿命示意图

【例 12-1】 某型号轿车购置费为 3 万元，在使用中有如表 12-1 所列的统计资料，如果不考虑资金的时间价值，试计算其经济寿命。

[例 12-1] 某型号轿车使用过程统计数据表（元）

表 12-1

使用年度 j	1	2	3	4	5	6	7
j 年度运营成本	5000	6000	7000	9000	11500	14000	17000
j 年末残值	15000	7500	3750	1875	1000	1000	1000

【解】 根据式 (12-1) 计算，该型号轿车在不同使用期限的年等额总成本，见表 12-2 所列。

[例 12-1] 某型号轿车年等额总成本计算表（元）

表 12-2

使用期限 n	资产恢复成本 $P - L_n$	年等额资产恢复成本 $\frac{P - L_n}{n}$	年度运营成本 C_j	使用期限内运营成本累计 $\sum_{j=1}^n C_j$	年等额运营成本 $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_j$	年等额总成本 ⑦ = ③ + ⑥
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
1	15000	15000	5000	5000	5000	20000
2	22500	11250	6000	11000	5500	16750

续表

使用期限 n	资产恢复成本 $P - L_n$	年等额资产恢复成本 $\frac{P - L_n}{n}$	年度运营成本 C_j	使用期限内运营成本累计 $\sum_{j=1}^n C_j$	年等额运营成本 $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_j$	年等额总成本 ⑦=③+⑥
3	26250	8750	7000	18000	6000	14750
4	28125	7031	9000	27000	6750	13781
5*	29000	5800	11500	38500	7700	13500*
6	29000	4833	14000	52500	8750	13583
7	29000	4143	17000	69500	9929	14072

“*”表示轿车经济寿命对应的年等额总成本。

由计算结果来看，该型号轿车使用 5 年时，其年等额总成本最低（ $AC_5=13500$ 元），使用期限大于或小于 5 年时，其年等额总成本均大于 13500 元，故该汽车的经济寿命为 5 年。

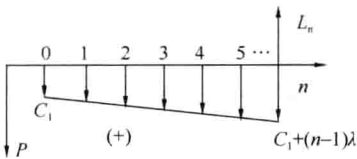


图 12-2 劣化增量均等的现金流量图

设备的运营成本包括：能源费、保养费、修理费、停工损失、废次品损失等。一般而言，随着设备使用期限的增加，年运营成本每年以某种速度在递增，这种运营成本的逐年递增称为设备的劣化。现假定每年运营成本的增量是均等的，即经营成本呈线性增长，如图 12-2 的现金流量所示。假定运营成本均发生在年末，设每年运营成本增加额为 λ ，若设备使用期限为 n 年，则第 n

年时的运营成本为：

$$C_n = C_1 + (n - 1)\lambda \tag{12-3}$$

式中 C_1 ——运营成本的初始值，即第 1 年的运营成本；
 n ——设备使用年限。

n 年内设备运营成本的平均值为： $C_1 + \frac{n-1}{2}\lambda$ 。

除运营成本外，在年等额总成本中还包括设备的年等额资产恢复成本，其金额为 $\frac{P - L_n}{n}$ ，则年等额总成本的计算公式为：

$$AC_n = \frac{P - L_n}{n} + C_1 + \frac{n-1}{2}\lambda \tag{12-4}$$

通过求式（12-4）的极值，可找出设备的经济寿命计算公式。

设 L_n 为一常数，令 $\frac{d(AC_n)}{dn} = 0$ ，则经济寿命 m 为：

$$m = \sqrt{\frac{2(P - L_n)}{\lambda}} \tag{12-5}$$

【例 12-2】 设有一台设备，购置费为 8000 元，预计残值 800 元，运营成本初始值为 600 元，年运营成本每年增长 300 元。求该设备的经济寿命。

【解】 由式 (12-5) 可得: $m = \sqrt{\frac{2(8000 - 800)}{300}} = 7$ 年

2. 经济寿命的动态计算方法

当利率不为零时, 计算经济寿命需考虑资金的时间价值。按照图 12-2 所示的现金流量图, 设备在 n 年内的年等额总成本 AC_n 可按下式计算:

$$\begin{aligned} AC_n &= P(A/P, i, n) - L_n(A/F, i, n) + C_1 + \lambda(A/G, i, n) \\ &= [(P - L_n)(A/P, i, n) + L_n \times i] + [C_1 + \lambda(A/G, i, n)] \end{aligned} \quad (12-6)$$

式中符号同前。其中, $(P - L_n)(A/P, i, n) + L_n \times i$ 为年等额资产恢复成本, $C_1 + \lambda(A/G, i, n)$ 为年等额运营成本。

年等额总成本 AC_n 更为一般的计算式如下:

$$\begin{aligned} AC_n &= TC_n(A/P, i, n) \\ &= [P - L_n(P/F, i, n) + \sum_{j=1}^n C_j(P/F, i, j)](A/P, i, n) \end{aligned} \quad (12-7)$$

式中 TC_n ——设备在 n 年内的总成本现值。

【例 12-3】 某设备购置费为 24000 元, 第 1 年的设备运营费为 8000 元, 以后每年增加 5600 元, 设备逐年减少的残值见表 12-3 所列。设利率为 12%, 求该设备的经济寿命。

【解】 根据式 (12-6), 设备在使用年限内的年等额总成本计算如下:

$$n = 1: AC_1 = (24000 - 12000)(A/P, 12\%, 1) + 12000 \times i + 8000 + 5600(A/G, 12\%, 1)$$

$$= 12000 \times 1.1200 + 12000 \times 0.12 + 8000 + 5600 \times 0 = 22880 \text{ 元}$$

$$n = 2: AC_2 = (24000 - 8000)(A/P, 12\%, 2) + 8000 \times i + 8000 + 5600(A/G, 12\%, 2)$$

$$= 16000 \times 0.5917 + 8000 \times 0.12 + 8000 + 5600 \times 0.4717 = 21069 \text{ 元}$$

$$n = 3: AC_3 = (24000 - 4000)(A/P, 12\%, 3) + 4000 \times i + 8000 + 5600(A/G, 12\%, 3)$$

$$= 20000 \times 0.4163 + 4000 \times 0.12 + 8000 + 5600 \times 0.9246 = 21985 \text{ 元}$$

$$n = 4: AC_4 = (24000 - 0)(A/P, 12\%, 4) + 0 \times i + 8000 + 5600(A/G, 12\%, 4)$$

$$= 24000 \times 0.3292 + 0 \times 0.12 + 8000 + 5600 \times 1.3589 = 23511 \text{ 元}$$

【例 12-3】设备经济寿命动态计算表 (元)

表 12-3

第 j 年末	设备使用到第 n 年末的残值	年度运营成本	年等额资产恢复成本	年等额运营成本	年等额总成本
1	12000	8000	14880	8000	22880
2	8000	13600	10427	10641	21069
3	4000	19200	8806	13179	21985
4	0	24800	7901	15610	23511

根据表 12-3 的计算结果, 设备的经济寿命为 2 年。

12.3 设备更新分析方法及其应用

12.3.1 设备更新分析方法

设备更新分析的结论取决于所采用的分析方法, 而设备更新分析的假定条件和设备的

研究期是选用设备更新分析方法时应考虑的重要因素。研究期是互斥方案进行现金流量计算时共同的计算期,它是为消除各方案计算周期的长短不一而建立的可比条件。

1. 原型设备更新分析

所谓原型设备更新分析,就是假定企业的生产经营期较长,并且设备一旦选定,今后均采用原型设备重复更新,这相当于研究期为各方案设备自然寿命的最小公倍数。

原型设备更新分析主要有三个步骤:

(1) 确定各方案共同的研究期。

(2) 用费用年值法确定各方案设备的经济寿命。

(3) 通过比较每个方案设备的经济寿命确定最佳方案,即旧设备是否更新以及新设备未来的更新周期。

【例 12-4】 某公司未来生产经营期能维持相当长的时间,现有三种设备 O、A 和 B 可以选择,这三台设备构成了互斥的方案组。设备 O 自然寿命为 5 年,A 和 B 设备的自然寿命分别为 6 年和 7 年,设备各年的现金流量,见表 12-4 所列。设基准收益率为 10%,试采用原型设备更新分析方法,比较三个设备方案的优劣,并确定最优方案的设备更新周期。

【解】 研究期为 5、6、7 的最小公倍数 210 年。

采用费用年值法确定各台设备的经济寿命,O 设备有 5 个更新策略;A 和 B 分别有 6 个和 7 个更新策略,更新分析的互斥策略数为 $5+6+7=18$ 个,各策略现金流量如图 12-3 所示。各设备年等额总成本最低的策略所对应的使用期限即该设备的经济寿命。

三个方案经济寿命计算结果,见表 12-4 所列。

【例 12-4】各方案设备经济寿命计算表 (元)

表 12-4

O 设备				A 设备			B 设备		
n 年末	第 n 年 残值	n 年期间的 运营费	年等额 总成本	第 n 年 残值	n 年期间的 运营费	年等额 总成本	第 n 年 残值	n 年期间的 运营费	年等额 总成本
0	14000			20000			27500		
1	9900	3300	8800.00	0	1200	23200.00	0	1650	31900.00
2	8800	5500	8223.80*	0	3400	13771.57	0	1650	17495.50
3	6600	6050	8497.17	0	5800	11362.63	0	1650	12707.75
4	5500	8800	8942.61	0	8000	10639.39	0	1650	10326.25
5	3300	9900	9549.26	0	10200	10566.62*	0	1650	8904.50
6				0	12600	10819.40	0	1650	7964.00
7							0	1650	7298.50*

“*”表示设备经济寿命对应的设备年等额总成本。

年等额总成本计算示意如下:

$$AC_{O2} = (14000 - 8800) \times (A/P, 10\%, 2) + 8800 \times 10\% + [3300(P/F, 10\%, 1) + 5500(P/F, 10\%, 2)] \times (A/P, 10\%, 2) = 8223.80 \text{ 元}$$

$$AC_{A5} = 20000 \times (A/P, 10\%, 5) + [1200 \times (P/F, 10\%, 1) + 3400 \times (P/F, 10\%, 2) + 5800 \times (P/F, 10\%, 3)] \times (A/P, 10\%, 5)$$

$$\begin{aligned}
 & + 8000 \times (P/F, 10\%, 4) + 10200 \times (P/F, 10\%, 5)](A/P, 10\%, 5) \\
 & = 200000 \times 0.2638 + (1200 \times 0.9091 + 3400 \times 0.8264 + 5800 \times 0.7513 \\
 & \quad + 8000 \times 0.683 + 10200 \times 0.6209) \times 0.2638 \\
 & = 10566.62 \text{ 元}
 \end{aligned}$$

$$AC_{B7} = 27500 \times (A/P, 10\%, 7) + 1650 = 27500 \times 0.2054 + 1650 = 7298.50 \text{ 元}$$

各方案不同更新策略的年等额总成本, 见表 12-4 所列。其中, 设备 O 的经济寿命为 2 年, 设备 A 的经济寿命为 5 年, 设备 B 的经济寿命为 7 年。在研究期 210 年内, 以各方案设备经济寿命对应的年等额总成本为比较依据, 方案 B 为最优。

结论: 采用设备 B, B 设备未来的更新周期为其经济寿命 7 年。

2. 新型设备更新分析

所谓新型设备更新分析, 就是假定企业现有设备可被其经济寿命内年等额总成本最低的新设备取代。

【例 12-5】 某公司未来生产经营期能维持相当长的时间, 现有一台旧设备 O, 剩余寿命为 5 年。目前市场上另有两种能满足 O 设备功能的新设备 A 和 B。A 和 B 设备的自然寿命分别为 6 年和 7 年, 设备

各年的现金流量见表 12-4 所列。设基准收益率为 10%, 试采用新型设备更新分析方法进行设备更新决策。

【解】 在能对现有设备 O 进行更新的新设备中, 设备 B 在其经济寿命 7 年内的年等额总成本为 7298.50 元, 低于设备 A 在其经济寿命 5 年内的年等额总成本 10566.62 元, 故将设备 B 作为现有设备 O 的潜在更新设备, 这相当于在图 12-3 中 A、B 设备的 13 个互斥策略中选择一个策略 B₇, 这样图 12-3 中的策略数减至 6 个, 其现金流量如图 12-4 所示。

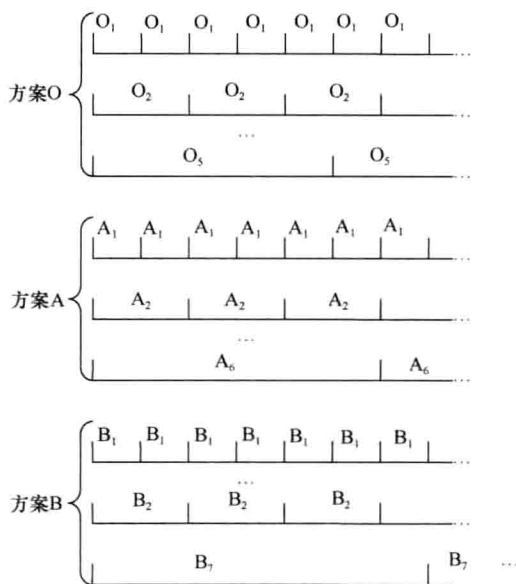


图 12-3 [例 12-4] 原型设备更新现金流量图

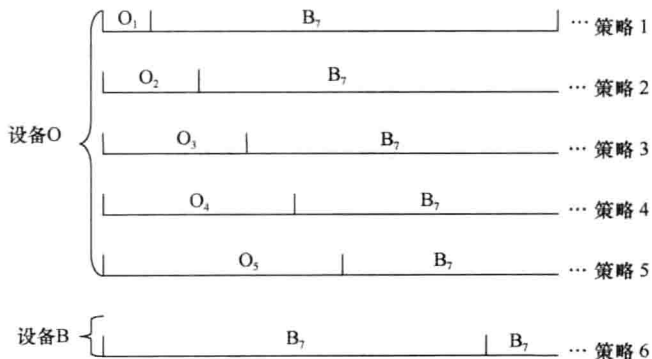


图 12-4 [例 12-5] 新型设备更新现金流量图

由于7年后，各策略的现金流量相同，故选择新设备B的经济寿命7年为研究期，采用总成本现值法并根据表12-4中的数据比较设备方案。

$$\begin{aligned} PC_{O1} &= 14000 - 9900 \times (P/F, 10\%, 1) + 3300 \times (P/F, 10\%, 1) + 7298.5 \times (P/A, 10\%, 6) \\ &= 14000 - 9900 \times 0.9091 + 3300 \times 0.9091 + 7298.5 \times 4.3553 \\ &= 8800 \times (P/A, 10\%, 1) + 7298.5(P/A, 10\%, 6) \\ &= 8800 \times 0.9091 + 7298.5 \times 4.3553 = 39787 \text{ 元} \\ PC_{O2} &= 8223.8 \times (P/A, 10\%, 2) + 7298.5 \times (P/A, 10\%, 5) \\ &= 8223.8 \times 1.7355 + 7298.5 \times 3.7908 = 41940 \text{ 元} \\ PC_{O3} &= 8497.17 \times (P/A, 10\%, 3) + 7298.5 \times (P/A, 10\%, 4) \\ &= 8497.17 \times 2.4869 + 7298.5 \times 3.1699 = 44267 \text{ 元} \\ PC_{O4} &= 8942.61 \times (P/A, 10\%, 4) + 7298.5 \times (P/A, 10\%, 3) \\ &= 8942.61 \times 3.1699 + 7298.5 \times 2.4869 = 46498 \text{ 元} \\ PC_{O5} &= 9549.26 \times (P/A, 10\%, 5) + 7298.5 \times (P/A, 10\%, 2) \\ &= 9549.26 \times 3.7908 + 7298.5 \times 1.7355 = 48866 \text{ 元} \\ PC_{B7} &= 7298.5 \times (P/A, 10\%, 7) = 7298.5 \times 4.8684 = 35532 \text{ 元} \end{aligned}$$

策略B₇的总成本现值最低，故应采用新设备B立即更新现有设备O。

从表12-4可知，设备O各策略的年等额总成本均高于设备B在其经济寿命内的年等额总成本，因此，根据现金流量图12-4也可直观地得出立即用设备B更新现有设备O的结论。

【例12-6】 假定[例12-5]中经济寿命内年等额总成本最低的新设备B缺货，难以采购，只能采用新设备A对现有设备O进行更新，试进行更新决策。

【解】 采用设备A的经济寿命5年作为研究期，各策略现金流量如图12-5所示。

采用总成本现值并根据表12-4中的数据比较设备方案：

$$\begin{aligned} PC_{O1} &= 8800 \times (P/A, 10\%, 1) + 10566.62 \times (P/A, 10\%, 4) \\ &= 8800 \times 0.9091 + 10566.62 \times 3.1699 = 41495 \text{ 元} \\ PC_{O2} &= 8223.8 \times (P/A, 10\%, 2) + 10566.62 \times (P/A, 10\%, 3) \\ &= 8223.8 \times 1.7355 + 10566.62 \times 2.4869 = 40551 \text{ 元} \end{aligned}$$

其他策略的总成本现值见表12-5所列。从表12-5中可知，现有设备O应保留5年，即不宜用新设备A对旧设备O进行更新。

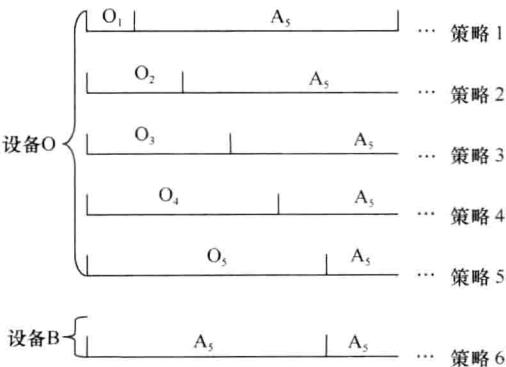


图12-5 [例12-6] 新型设备更新现金流量图

[例12-6] 各策略总成本现值 表12-5

方案	总成本现值(元)
策略1	41495
策略2	40551
策略3	39470
策略4	37953
策略5	36199
策略6	40056

【例 12-7】 假定 [例 12-5] 中的现有设备 O, 可采用经济寿命内年等额总成本最低的新设备进行更新, 但由于市场的原因, 公司的生产经营期只能维持 7 年, 试进行更新决策。

【解】 将研究期定为生产经营期 7 年, 则备选互斥方案的现金流量如图 12-6 所示。采用总成本现值并根据表 12-4 中的数据比较各策略:

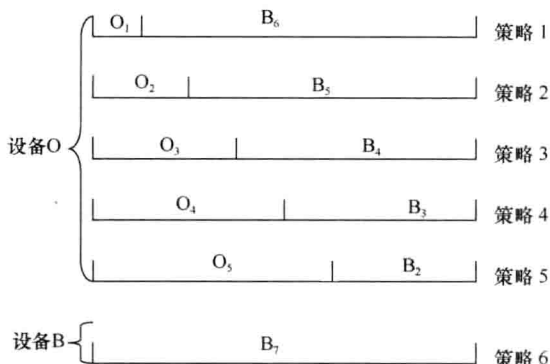
$$\begin{aligned}
 PC_1 &= 14000 - 9900(P/F, 10\%, 1) + 3300 \times (P/F, 10\%, 1) \\
 &\quad + 27500 + 1650 \times (P/A, 10\%, 6) \\
 &= 8800(P/A, 10\%, 1) + 27500 + 1650 \times (P/A, 10\%, 6) \\
 &= 8800 \times 0.9091 + 27500 + 1650 \times 4.3553 \\
 &= 42686 \text{ 元}
 \end{aligned}$$

$$PC_6 = 27500 + 1650 \times (P/A, 10\%, 7) = 27500 + 1650 \times 4.8684 = 35533 \text{ 元}$$

[例 12-7] 各方案总成本现值

表 12-6

方案	总成本现值 (元)
策略 1	42686
策略 2	48027
策略 3	49154
策略 4	59951
策略 5	66563
策略 6	35533



其他策略的总成本现值见表 12-6 所列。从表 12-6 中可知, 现有设备 O 应用新设备 B 立即更新。

图 12-6 [例 12-7] 新型设备更新现金流量图

12.3.2 现有设备处置决策

在市场经济条件下, 受需求量的影响, 许多企业在现有设备的自然寿命期内, 必须考虑是否停产并变卖现有设备, 这类问题称为现有设备的处置决策。一般而言, 现有设备的处置决策仅与旧设备有关, 且假设旧设备自然寿命期内每年残值都能估算出来。

【例 12-8】 试决策表 12-4 中设备 O 是否应立即进行处置, 如果现在不处置, 何时处置妥当。假定设备 O 给企业每年带来的收益是 8500 万元, 基准收益率为 10%。

【解】 站在设备持有人的立场上, 将研究期定为 5 年, 现有设备处置决策应考虑的首选互斥方案有以下 6 个:

- 方案 1, 立即变卖设备 O;
- 方案 2, 继续使用旧设备 1 年;
- 方案 3, 继续使用旧设备 2 年;
- 方案 4, 继续使用旧设备 3 年;
- 方案 5, 继续使用旧设备 4 年;

方案 6, 继续使用旧设备 5 年。

采用现值法计算各方案在第 0 年的净现值如下:

$$NPV_1 = 14000 \text{ 元}$$

$$NPV_2 = (-3300 + 9900 + 8500)(P/F, 10\%, 1) = 13727 \text{ 元}$$

$$NPV_3 = -3300(P/F, 10\%, 1) + (-5500 + 8800)(P/F, 10\%, 2) \\ + 8500(P/A, 10\%, 2)$$

$$= -3300 \times 0.9091 + (-5500 + 8800) \times 0.8264 + 8500 \times 1.7355 = 14479 \text{ 元}$$

$$NPV_4 = -3300 \times 0.9091 - 5500 \times 0.8264 + (-6050 + 6600) \times 0.7513 \\ + 8500 \times 2.4869 = 14007 \text{ 元}$$

$$NPV_5 = 12600 \text{ 元}$$

$$NPV_6 = 10023 \text{ 元}$$

根据以上计算结果, 旧设备 O 最好继续使用 2 年时变卖。

12.3.3 设备更新分析方法应用

1. 技术创新引起的设备更新

通过技术创新不断改善设备的生产效率, 提高设备使用功能, 会造成旧设备产生无形磨损, 从而有可能导致企业对旧设备进行更新。

【例 12-9】 某公司用旧设备 O 加工某产品的关键零件, 设备 O 是 8 年前买的, 当时的购置及安装费为 8 万元, 设备 O 目前市场价为 18000 元, 估计设备 O 可再使用 2 年, 退役时残值为 2750 元。目前, 市场上出现了一种新的设备 A, 设备 A 的购置及安装费为 120000 元, 使用寿命为 10 年, 残值为原值的 10%。旧设备 O 和新设备 A 加工 100 个零件所需时间分别为 5.24h 和 4.22h, 该公司预计今后每年平均能销售 44000 件该产品。该公司人工费为 18.7 元/h。旧设备动力费为 4.7 元/h, 新设备动力费为 4.9 元/h。基准收益率为 10%。试分析是否应采用新设备 A 更新旧设备 O。

【解】 选择旧设备 O 的剩余使用寿命 2 年为研究期, 采用年值法计算新旧设备的年等额总成本。

$$AC_O = (18000 - 2750)(A/P, 10\%, 2) + 2750 \times 10\% \\ + 5.24 \div 100 \times 44000 \times (18.7 + 4.7) \\ = 63013.09 \text{ 元}$$

$$AC_A = (120000 - 12000)(A/P, 10\%, 10) + 12000 \times 10\% \\ + 4.22 \div 100 \times 44000 \times (18.7 + 4.9) \\ = 62592.08 \text{ 元}$$

从以上计算结果可以看出, 使用新设备 A 比使用旧设备 O 每年节约 421 元, 故应立即用设备 A 更新设备 O。

2. 市场需求变化引起的设备更新

有时旧设备的更新是由于市场需求增加超过了设备现有的生产能力, 这种设备更新分

析可通过下面的例子来说明。

【例 12-10】 由于市场需求量增加,某钢铁集团公司高速线材生产线面临两种选择,第一方案是在保留现有生产线 A 的基础上,3 年后再上一条生产线 B,使生产能力增加一倍;第二方案是放弃现在的生产线 A,直接上一条新的生产线 C,使生产能力增加一倍。两个方案均可满足生产需要。研究期为 20 年。

生产线 A 是 10 年前建造的,其剩余寿命估计为 10 年,到期残值为 100 万元,目前市场上有厂家愿以 700 万元的价格收购 A 生产线。生产线 A 今后第 1 年的经营成本为 20 万元,以后每年等额增加 5 万元。

B 生产线 3 年后建设,总投资 6000 万元,寿命期为 20 年,到期残值为 1000 万元,每年经营成本为 10 万元。

C 生产线目前建设,总投资 8000 万元,寿命期为 30 年,到期残值为 1200 万元,年运营成本为 8 万元。

基准收益率为 10%,试比较方案 1 和方案 2 的优劣,设研究期为 10 年。

【解】 方案 1 和方案 2 的现金流量如图 12-7 所示。设定研究期为 10 年,各方案的年等额总成本计算如下:

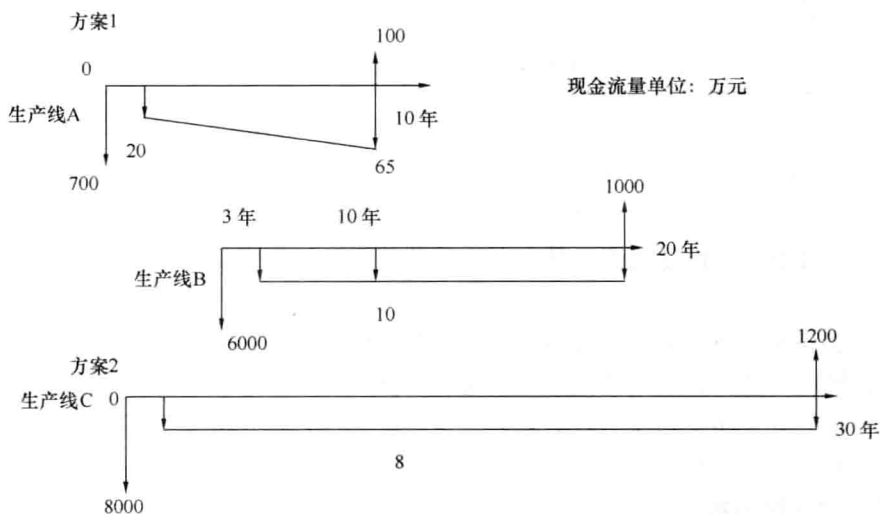


图 12-7 [例 12-10] 现金流量图

方案 1:

$$AC_A = 700(A/P, 10\%, 10) - 100(A/F, 10\%, 10) + 20 + 5(A/G, 10\%, 10) \\ = 700 \times 0.1627 - 100 \times 0.0627 + 20 + 5 \times 3.725 = 146.25 \text{ 万元}$$

$$AC_B = [6000(A/P, 10\%, 20) - 1000(A/F, 10\%, 20) + 10](F/A, 10\%, 7)(A/F, 10\%, 10) \\ = [6000 \times 0.1175 - 1000 \times 0.0175 + 10] \times 9.4872 \times 0.0627 = 414.91 \text{ 万元}$$

$$AC_1(\text{前 3 年}) = 146.25 \text{ 万元} \quad AC_1(4-10 \text{ 年}) = 146.25 + 414.91 = 561.16 \text{ 万元} \\ AC_1(11-20 \text{ 年}) = 414.91 \text{ 万元}$$

方案 2:

$$AC_C = 8000(A/P, 10\%, 30) - 1200(A/F, 10\%, 30) + 8 = 849.48 \text{ 万元}$$
$$AC_2 = 849.48 \text{ 万元}$$

从以上比较结果来看, 应采用方案 1。

12.4 设备更新方案的综合比较

12.4.1 设备大修理的经济界限

1. 大修理的经济实质

设备在使用过程中不断地经受着有形磨损。由于设备的零部件是由各种不同性质的材料制成的, 它们的使用条件和功能也各不相同, 因此设备各部分的有形磨损是不均匀的, 即设备的零部件有着不同的物理寿命 (也即自然寿命)。例如, 某建筑施工机械不同组成部分的自然寿命见表 12-7 所列。

如果某台设备的平均寿命定为 4 年, 那么在寿命期内, 设备的第二部分需要更换 1 次; 第三部分需要更换 3 次; 第四部分需要更换 7 次。

设备不同部分的自然寿命表 表 12-7

部位	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分
使用寿命	4 年	2 年	1 年	半年

设备的大修理是通过调整、修复或更换磨损的零部件, 恢复设备的精度和生产效率, 使整机全部或接近全部恢复功能, 基本上达到设备原有的使用功能, 从而延长设备的自然寿命。

大修理能够利用被保留下来的零部件, 从而能在一定程度上节约资源, 因此在设备更新分析时大修理是设备更新的替代方案, 这是大修理的经济实质, 也是大修理这种对设备磨损进行补偿的方式能够存在的经济前提。对设备进行更新分析时, 应与大修理方案进行比较; 反过来, 进行设备大修理决策时, 也应同设备更新及设备其他再生产方式相比较。

2. 设备大修理的经济界限

设备虽然通过大修理可以延长其物理寿命, 但是这种延长, 不管是在技术上, 还是在经济上, 并不是没有限度的。

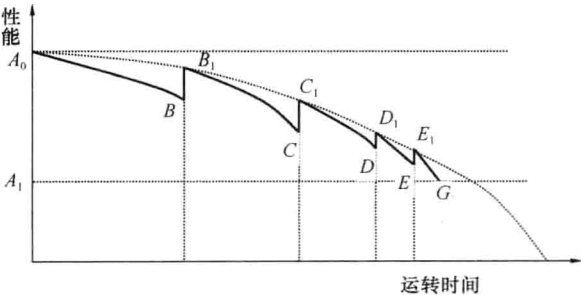


图 12-8 每次大修理设备性能劣化曲线

如图 12-8 所示, A_0 点表示设备初始性能, A_1 点表示设备基本性能。

事实上, 设备在使用过程中其性能是沿着 A_0B 线下降的, 如不及时大修, 设备的寿命可能会很短。如在 B 点 (即到第一个大修期限时) 进行大修, 其性能又可恢复到 B_1 点; 自 B_1 点继续使用, 其性能又继续劣化, 当降到 C 点时, 又进行第二次修理,

其性能可恢复到 C_1 点；但经过使用后又会上降，直至 G 点，设备就不能再修理了。由此可见，设备的修理并不是无止境的，而是有限度的。

从经济角度出发，为了提高设备的经济效益，降低设备使用费用，必须确定设备大修的经济界限。

如果该次大修理费用超过同种设备的重置价值，十分明显，这样的大修理在经济上是不合理的，将这一标准视为大修理在经济上具有合理性的起码条件，或称最低经济界限。即：

$$I \leq P - L \quad (12-8)$$

式中 I ——该次大修理费用；

P ——同种设备的重置价值（即同一种新设备在大修理时的市场价格）；

L ——旧设备被替换时的残值。

应当指出，即使满足式（12-8）的条件，也并非所有的大修理都是合理的。如果大修后的设备综合质量下降较多，有可能致使生产单位产品的成本比用同种用途新设备的生产成本高，这时其原有设备的大修理就未必是合理的，因此还应补充另一个条件，即：

$$C_j \leq C_0 \quad (12-9)$$

式中 C_j ——用第 j 次大修理后的旧设备生产单位产品的计算费用；

C_0 ——用具有相同功能的新设备生产单位产品的计算费用。

$$C_j = (I_j + \Delta V_j)(A/P, i_c, T_j)/Q_j + C_{gj} \quad (12-10)$$

$$C_0 = \Delta V_{01}(A/P, i_c, T_{01})/Q_{01} + C_{g01} \quad (12-11)$$

式中 I_j ——旧设备第 j 次大修理的费用；

ΔV_j ——旧设备在第 $j+1$ 个大修理周期内的价值损耗现值，其值为第 $j-1$ 、 j 个大修理间隔期末的设备余值现值之差；

Q_j ——旧设备第 $j+1$ 个大修理周期的年均产量；

C_{gj} ——旧设备第 j 次大修理后生产单位产品的经营成本；

T_j ——旧设备第 j 次大修理到第 $j+1$ 次大修理的间隔年数；

ΔV_{01} ——新设备第 1 个大修理周期的价值损耗现值；

Q_{01} ——新设备第 1 个大修理周期的年均产量；

C_{g01} ——用新设备生产单位产品的经营成本；

T_{01} ——新设备投入使用到第 1 次大修理的间隔年限。

12.4.2 更新方案的综合比较

设备超过最佳期限之后，就存在更新的问题。但陈旧设备直接更换是否必要或是否为最佳的选择，需要进一步研究。一般而言，对超过最佳期限的设备可以采用以下 5 种处理方法：①继续使用旧设备；②用原型设备更新旧设备；③用新型高效设备更新旧设备；④对旧设备进行现代化技术改造；⑤对旧设备进行大修理。

所谓设备现代化技术改造，是指应用现代的技术成就和先进经验，为适应生产的具体需要，而改变现有设备的结构，改善现有设备的技术性能，使之全部达到或局部达到新设备的水平。设备现代化技术改造是克服现有设备的技术陈旧状态，消除第 II 类无形磨损的有效手段。作为促进技术进步的方法之一，设备现代化技术改造是改善设备技术性能的重

要途径。

对以上更新方案进行综合比较,宜采用最低总费用现值法。其计算公式为:

$$\begin{aligned}
 PC_1 &= \frac{1}{\alpha_1} [P_1 + \sum_{j=1}^n C_{1j}(P/F, i_c, j) - L_{1n}(P/F, i_c, n)] \\
 PC_2 &= \frac{1}{\alpha_2} [P_2 + \sum_{j=1}^n C_{2j}(P/F, i_c, j) - L_{2n}(P/F, i_c, n)] \\
 PC_3 &= \frac{1}{\alpha_3} [P_3 + \sum_{j=1}^n C_{3j}(P/F, i_c, j) - L_{3n}(P/F, i_c, n)] \\
 PC_4 &= \frac{1}{\alpha_4} [P_4 + \sum_{j=1}^n C_{4j}(P/F, i_c, j) - L_{4n}(P/F, i_c, n)] \\
 PC_5 &= \frac{1}{\alpha_5} [P_5 + \sum_{j=1}^n C_{5j}(P/F, i_c, j) - L_{5n}(P/F, i_c, n)]
 \end{aligned} \quad (12-12)$$

式中 PC_1 、 PC_2 、 PC_3 、 PC_4 、 PC_5 ——继续使用旧设备、用原型设备更新、用新型高效设备更新、进行现代化技术改造和进行大修理等方案 n 年内的总费用现值;

P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 ——继续使用旧设备、用原型设备更新、用新型高效设备更新、进行现代化技术改造和进行大修理等各种方案所需的投资;

C_{1j} 、 C_{2j} 、 C_{3j} 、 C_{4j} 、 C_{5j} ——继续使用旧设备、用原型设备更新、用新型高效设备更新、进行现代化技术改造和进行大修理等各种方案在第 j 年的经营成本;

L_{1n} 、 L_{2n} 、 L_{3n} 、 L_{4n} 、 L_{5n} ——旧设备、原型新设备、新型高效设备、进行现代化技术改造后的设备和进行大修理后的设备到第 n 年的残值;

α_1 、 α_2 、 α_3 、 α_4 、 α_5 ——继续使用旧设备、用原型设备更新、用新型高效设备更新、进行现代化技术改造和进行大修理等各种方案的生产效率系数,可将原型新设备的生产效率系数定为基准值,即取 $\alpha_2 = 1$ 。

案例分析

某旧设备更新方案的选择

某旧设备各种更新方案各项费用的原始资料,见案例分析表 12-1 所列, i_c 为 10%, 选择最佳更新方案的过程如下。

根据式 (12-12), 计算出不同服务年限各方案的现值总费用, 见案例分析表 12-2 所列。

从计算结果可以看出, 如果设备只使用 1 年, 以使用旧设备的方案为最佳。如果只打算使用 2~4 年, 最佳方案是对原设备进行一次大修理。如果估计设备将使用 5~6 年, 最

佳方案是对原设备进行现代化技术改造。如果使用期在 7 年以上, 则用高效率新型设备替换旧设备的方案最佳。

更新方案各项费用原始资料表 (元)

案例分析表 12-1

数据 方案	项目 投资	生产效 率系数	C 表示各年经营成本 L 表示各年末残值										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
继续使用旧设备	$P_1=3000$	$\alpha_1=0.7$	C	1400	1800	2200							
			L	1200	600	300							
用原型设备更新	$P_2=16000$	$\alpha_2=1$	C	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1250	1350
			L	9360	8320	7280	6240	5200	4160	3120	2080	1300	1300
用新型设备更新	$P_3=20000$	$\alpha_3=1.3$	C	350	420	490	560	630	700	770	840	910	980
			L	11520	10240	8600	7250	5700	4700	4000	3000	2000	2000
进行技术改造	$P_4=11000$	$\alpha_4=1.2$	C	550	680	810	940	1070	1200	1330	1460	1590	1720
			L	90000	8000	6700	5700	4700	3700	2700	1700	1000	1000
旧设备大修理	$P_5=7000$	$\alpha_5=0.98$	C	700	950	1200	1450	1700	1950	2200	2450	2700	2950
			L	64000	5800	5200	4700	3800	3000	2200	1400	700	700

不同服务年限各方案总费用现值计算表 (元)

案例分析表 12-2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
继续使用旧设备	4545.4*	7520.6	10268.3							
用原型设备更新	7900	9987.6	11882.4	13602.2	15163.2	16580.1	17866.0	19033.2	19962.4	20553.0
用新型设备更新	6871.3	8442.7	10022.8	11284.1	12486.7	13340.8	14004.2*	14701.3*	15326.0*	15629.3*
进行技术改造	5265.1	7042.0	8863.9	10349.5	11715.5*	12971.5*	14126.1	15187.4	16056.8	16641.5
旧设备大修理	4916.5	6863.3*	8687.9*	10409.4*	12354.6	14157.4	15885.4	17537.2	19069.2	20257.3

* 不同服务年限各设备更新方案中的最佳总费用现值。

[案例思考]

1. 如果设备在不同更新方式下的投资发生变化, 对更新方案结果会产生怎样的影响?
2. 如果基准收益率变为 12%, 对更新方案结果会产生怎样的影响?

思考题

1. 联系实际, 举例说明, 何谓设备的有形磨损、无形磨损, 各有何特点, 设备磨损的补偿形式有哪些?
2. 什么是沉入成本, 在工程经济分析中应如何处理沉入成本?
3. 设备更新分析有何特点?
4. 设备的技术寿命、自然寿命和经济寿命有何区别和联系?

习题

1. 某厂压缩机的购置价为 6000 元, 第 1 年的运营成本为 1000 元, 以后每年以 300 元定额递增。压

缩机使用 1 年后的余值为 3600 元，以后每年以 400 元定额递减，压缩机的最大使用年限为 8 年。若基准收益率为 15%，试用动态方法计算压缩机的经济寿命。

2. 某企业 4 年前出 2200 元购置了设备 A，目前设备 A 的剩余寿命为 6 年，寿命终了时的残值为 200 元，设备 A 每年的运营费用为 700 元。目前，有一个设备制造厂出售与设备 A 具有相同功效的设备 B，设备 B 售价 2400 元，寿命为 10 年，残值为 300 元，每年运营费用为 400 元。如果企业购买设备 B，设备制造厂愿出价 600 元购买旧设备 A。设基准收益率为 15%，研究期为 6 年，试判断现在公司应保留设备 A，还是用设备 B 更新设备 A。

3. 连接器为某公司畅销产品，其上的两个零件通过公司的一台车床加工，这台车床是 13 年前花 8300 元购置的，估计还能使用 2 年，到期残值为 250 元。现在有人建议采用市场上出现的一种新车床替换旧车床，新车床的购置费为 25000 元。每 100 个零件分别由旧车床和新车床生产所需的时间见习题表 12-1 所列。

估计未来公司每年连接器的销量将维持在 40000 件，企业人工费为 17 元/h，可以认为新旧设备的动力费相同。新车床的推销员已为公司找到一家企业，愿意以 1200 元购买旧车床。新车床的使用寿命为 10 年，残值为原值的 10%。设基准收益率为 12%，研究期为 2 年，试比较新旧车床的优劣。

习题表 12-1

零件	旧车床 (h)	新车床 (h)
零件 1	2.92	2.39
零件 2	1.84	1.45
总计	4.76	3.84

4. 由于城市用电量的增长，某地区现有输变电线路 A 容量出现缺口。根据预测，如果保留现有的输变电系统，则 7 年后必须新增加一条新的线路 B，原线路 A 和新线路 B 加在一起将使供电能力增加一倍。另外，第二个考虑之中的方案是线路 C，其供电能力是现有线路的 2 倍。由于新线路的建设，原线路 A 将被拆除，用电权和土地使用权将被转让。A 线路是 12 年前修建的，当时投资 200 万元，其剩余寿命估计为 20 年，到期拆除费用为 50 万元，用电权和土地使用权转让收入为 140 万元。如果 A 线路现在拆除，拆除费用为 50 万元，用电权和土地使用权转让收入为 40 万元，A 线路今后第一年末的经营成本为 2 万元，以后每年等额递增 1 万元。B 线路 7 年后建设，投资为 600 万元，估计 B 线路能使用 35 年，到期残值 200 万元，每年经营成本为 1 万元。C 线路现在建设，投资 1400 万元，其中包括安装费和土地使用权购置费，估计 C 线路的使用期限为 50 年，到期残值为 700 万元，使用期间的年经营成本为 0.9 万元。设定基准收益率为 8%，研究期取 20 年，试确定两方案的优劣。

延伸阅读

1. 蒋丽波, 杨会云, 张怡. 工程经济学 [M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2012.
2. 张厚钧. 工程经济学 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2009.

引例

石棉板事件

第二次世界大战结束前不久，美国的军事工业发展很快，造成原材料供应紧缺，一些重要的材料很难买到。当时在美国通用电气公司有位名叫麦尔斯（L·D·Miles）的工程师，他的任务是为该公司寻找和取得军工生产用材料。麦尔斯研究发现，采购某种材料的目的并不在于该材料的本身，而在于材料的功能。在一定条件下，虽然买不到一种指定的材料，但可以找到具有同样功能的材料来代替，仍然可以满足其使用效果。该公司汽车装配厂急需一种耐火材料——石棉板，当时，这种材料价格很高而且奇缺。麦尔斯想：只要材料的功能（作用）一样，能不能用一种价格较低的材料代替呢？他开始考虑，为什么要用石棉板，其作用是什么？经过调查，原来汽车装配中的涂料容易漏洒在地板上，根据美国消防法规定，该类企业作业时地板上必须铺一层石棉板，以防火灾。麦尔斯弄清楚这种材料的功能后，找到了一种价格便宜而且能够满足防火要求的防火纸来代替石棉板。经过试用和检验，美国消防部门通过了这一代用材料。

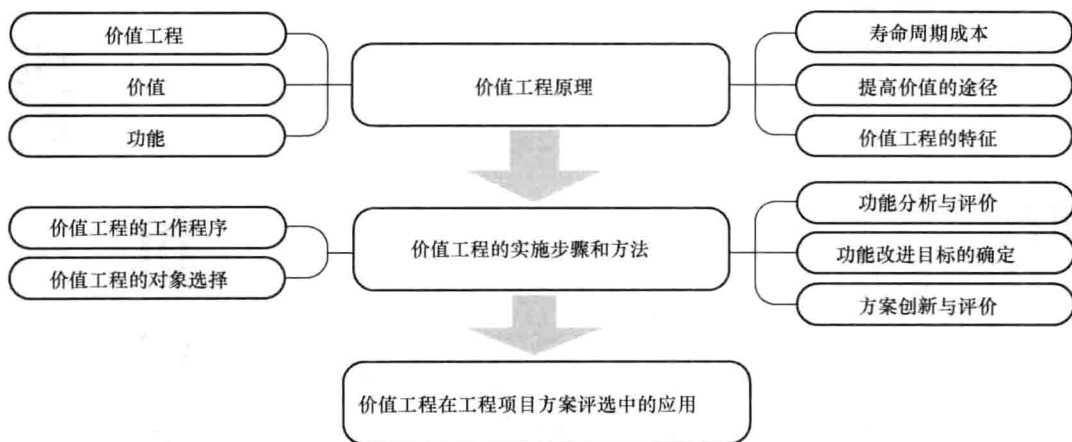
启 示

麦尔斯对代用材料的寻找，是把技术设计和经济分析结合起来考虑问题，用技术与经济价值统一对比的标准衡量问题，他的这种思路和研究问题的特殊工作方法为工程项目技术方案决策提供了有效方法。

本章知识结构图

价值工程是一门技术与经济相结合的学科，它既是一种管理技术，又是一种思想方法。国内外的实践证明，推广应用价值工程能够促使社会资源得到合理有效的利用，使投资

兴建的工程项目更好地满足社会的需求。本章知识结构如下图所示。



13.1 价值工程原理

13.1.1 价值工程

所谓价值工程 (Value Engineering, VE), 是通过各相关领域的协作, 对研究对象的功能与费用进行系统分析, 持续创新, 旨在提高研究对象价值的一种管理思想和管理技术。

价值工程的目的是以对象的最低寿命周期成本可靠地实现使用者所需功能, 以获取最佳的综合效益。

价值工程的对象, 是指凡为获取功能而发生费用的事物, 如产品、过程、服务等或它们的组成部分。

13.1.2 价值 (Value)

价值工程中的“价值”是指对象所具有的功能与获得该功能所发生费用之比, 它不是对象的使用价值, 也不是对象的交换价值, 而是对象的比较价值, 即性能价格比。设对象 (如产品、工艺、服务等) 的功能为 F , 成本为 C , 价值为 V , 则可利用下列公式计算价值:

$$V = \frac{F}{C} \quad (13-1)$$

价值的大小取决于功能和成本。产品的价值高低表明产品合理有效利用资源的程度和产品物美价廉的程度。价值高的产品表明其资源利用程度高; 价值低的产品表明其资源没有得到有效利用, 应设法改进和提高。由于“价值”的引入, 产生了对产品新的评价形式, 即把功能与成本或技术与经济结合起来进行评价。提高价值是广大消费者追求物有所值、物超所值的愿望, 也是企业 and 国家利益对稀缺资源进行有效配置的要求。

13.1.3 功能 (Function)

价值工程中的功能是对对象能满足某种需求的效用或属性。任何产品都具有功能, 如手

机的主要功能有无线通话、拍照、上网等,轿车的功能有载送人员及其随身物品等。

功能可以有下述四种不同的分类方法。

1. 使用功能 (Use Function) 和品味功能 (Esteem Function)

按性质分类,功能可划分为使用功能和品味功能。使用功能是对象具有的与技术经济用途直接有关的功能;品味功能是与使用者的精神感觉、主观意识有关的功能,如美学功能、外观功能、欣赏功能等。

2. 基本功能 (Basic Function) 和辅助功能 (Supporting Function)

按重要程度分类,功能可划分为基本功能和辅助功能。基本功能是与对象的主要目的直接有关的功能,是对象存在的主要理由;辅助功能是为更好地实现基本功能而服务的功能。

3. 必要功能 (Necessary Function) 和不必要功能 (Unnecessary Function)

按使用者需求分类,功能可划分为必要功能和不必要功能。必要功能是为满足使用者的需求而必须具备的功能;不必要功能是对象具有的与满足使用者需求无关的功能。

4. 不足功能 (Insufficient Function) 和过剩功能 (Plethoric Function)

按量化标准分类,功能可划分为不足功能和过剩功能。不足功能是指对象尚未足量满足使用者需求的必要功能;过剩功能是对象具有的超量满足使用者需求的必要功能。

功能分析的目的是在满足用户基本使用功能的基础上,尽可能增加产品的必要功能,减少不必要功能;尽可能弥补不足功能,削减过剩功能。

13.1.4 寿命周期成本 (Life Cycle Cost)

从对象被研究开发、设计制造、用户使用直到报废为止的整个时期,称为对象的寿命周期。对象的寿命周期一般可分为自然寿命和经济寿命。价值工程一般以经济寿命来计算和确定对象的寿命周期。

1. 产品寿命周期

产品和人的生命一样,要经历形成、成长、成熟、衰退这样的周期。产品寿命周期 (Product Life Cycle, PLC),是产品的市场寿命,即一种新产品从开始进入市场到被市场淘汰的整个过程。典型的产品寿命周期一般可以分成四个阶段,即介绍期(或引入期)、成长期、成熟期和衰退期。就建筑产品而言,其寿命周期是指从规划、勘察、设计、施工建设、使用、维修,直到报废为止的整个时期。

2. 寿命周期成本

寿命周期成本是指从对象的研究、形成到退出使用所需的全部费用。如图 13-1 所示,产品的寿命周期成本包括生产成本和使用成本两部分。生产成本是产品在研究开发、设计制造、运输施工、安装调试过程中发生的成本;使用成本是用户在使用产品过程中所发生的费用总和,包括产品的维护、保养、管理、能耗等方面的费用。

$$\text{寿命周期成本} = \text{生产成本} + \text{使用成本}$$

即:

$$C = C_1 + C_2 \quad (13-2)$$

产品的寿命周期成本与产品的功能有关。一般而言,生产成本与产品的功能成正比关系,使用成本与产品的功能成反比关系。如图 13-2 所示。

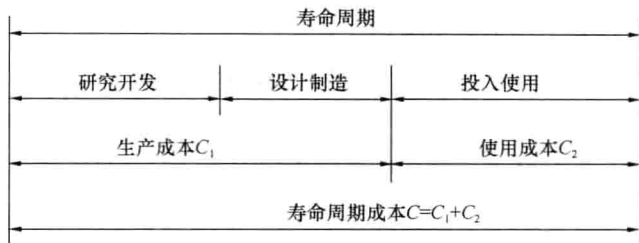


图 13-1 寿命周期与寿命周期成本的关系图

13.1.5 提高价值的途径

价值取决于功能和成本两个因素，因此提高价值的途径可归纳如下。

(1) 保持产品的必要功能不变，降低产品成本，以提高产品的价值。即： $\frac{F \rightarrow}{C \downarrow} = V \uparrow$ 。

(2) 保持产品成本不变，提高产品的必要功能，以提高产品的价值。即： $\frac{F \uparrow}{C \rightarrow} = V \uparrow$ 。

(3) 成本稍有增加，但必要功能增加的幅度更大，使产品价值提高。即： $\frac{F \uparrow \uparrow}{C \uparrow} = V \uparrow$ 。

(4) 在不影响产品主要功能的前提下，适当降低一些次要功能，大幅度降低产品成本，提高产品价值。即： $\frac{F \downarrow \downarrow}{C \downarrow \downarrow} = V \uparrow$ 。

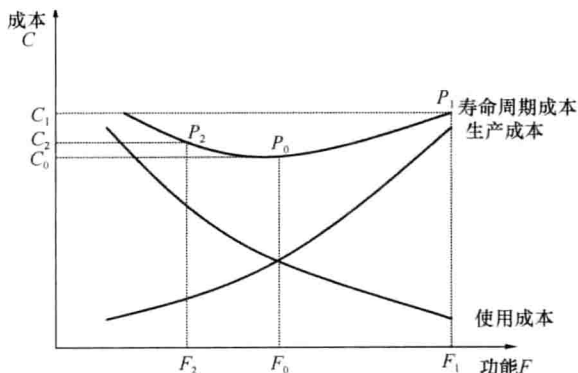


图 13-2 寿命周期成本与功能的关系图 (一)

(5) 运用高新技术，进行产品创新，既提高必要功能，又降低成本，以大幅度提高价值。即： $\frac{F \uparrow \uparrow}{C \downarrow} = V \uparrow \uparrow$ ，这是提高产品价值的理想途径。

以上提高产品价值的途径，也可用图 13-2~图 13-4 分别加以说明。

在图 13-2 中，如果某产品现在的功能成本处于 P_2 点，则开展价值工程后，使功能成本点由 P_2 移到 P_0 ，既提高了功能，又降低了成本，从而提高了产品的价值，这属于上述第 5 种提高价值的途径。在同一曲线中，如果某产品现在的功能成本点处于 P_0 ，将产品的功能由 F_0 提高到 F_1 ，成本从 C_0 上升到 C_1 ，显然功能提高的幅度大于成本提高的幅度，从而也提高了产品的价值，这属于上述第 3 种提高价值的途径。

在图 13-3 中，当某产品目前的功能成本点处于 P_1 的位置，那么适当地降低产品的辅

助功能，比如从 F_1 降到 F_2 ，可使成本有更大幅度的下降，即从 C_1 下降到 C_2 ，这相当于提高产品价值的第 4 种途径。

随着高新技术在生产中的应用，实现同样功能的成本将逐渐降低，功能成本曲线将发生位移。在图 13-4 中，用虚线代表移动前的曲线，实线代表移动后的曲线，生产成本曲线右移，使用成本曲线左移，使得寿命周期成本曲线下移。这样，就可以在保持功能不变的情况下降低成本，比如由 P_0 变为 P_1 ；也可以在保持成本不变的情况下提高功能，比如由 P_0 变为 P_2 。这相当于提高产品价值的第 1 和第 2 种途径。

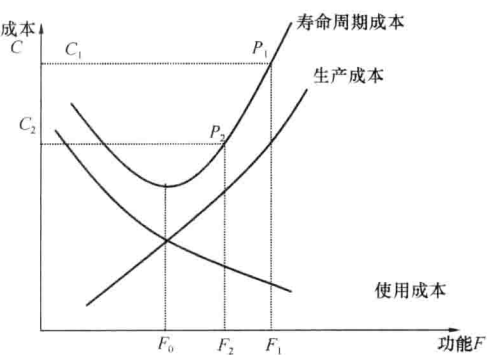


图 13-3 寿命周期成本与功能的关系图（二）

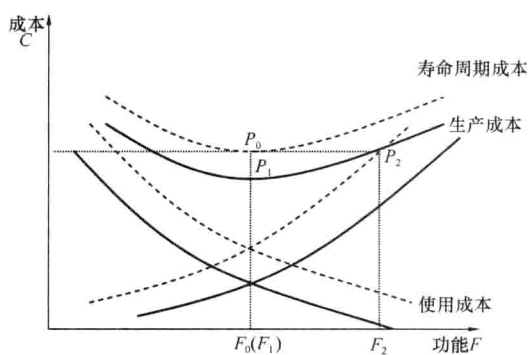


图 13-4 寿命周期成本与功能的关系图（三）

13.1.6 价值工程的特征

1. 目标上的特征

着眼于提高价值，即以最低的寿命周期成本实现必要功能的创造性活动。

2. 方法上的特征

功能分析是价值工程的核心，即在开展价值工程中，以使用者的功能需求为出发点。

3. 活动领域上的特征

侧重于在产品的研制与设计阶段开展工作，寻求技术上的突破。

4. 组织上的特征

价值工程是贯穿于产品整个寿命周期的系统方法，从产品研究、设计到原材料的采购、生产制造以及推销和维修，都有价值工程的工作可做，而且它涉及面广，需要许多部门和各种专业人员相互配合。因此，必须依靠有组织的、集体的努力来完成。开展价值工程活动，要组织设计、工艺、供应、加工、管理、财务、销售以至用户等各方面的人员参加，运用各方面的知识，发挥集体智慧，博采众家之长，从产品生产的全过程来确保功能，降低成本。

13.2 价值工程的实施步骤和方法

13.2.1 价值工程的工作程序

价值工程的一般工作程序，见表 13-1 所列。由于价值工程的应用范围广泛，其活动

形式也不尽相同，因此在实际应用中，可参照这个工作程序，根据对象的具体情况，应用价值工程的基本原理和思想方法，考虑具体的实施措施和方法步骤。但是对象选择、功能分析、功能评价和方案创新与评价是工作程序的关键内容，体现了价值工程的基本原理和思想，是不可缺少的。

价值工程的一般工作程序

表 13-1

工作阶段	设计程序	工作步骤		对应问题
		基本步骤	详细步骤	
准备阶段	制定工作计划	确定目标	1. 工作对象选择	1. 这是什么？
			2. 信息搜集	
分析阶段	规定评价（功能要求 事项实现程度）的标准	功能分析	3. 功能定义	2. 这是干什么用的？
			4. 功能整理	
		功能评价	5. 功能成本分析	3. 它的成本是多少？
			6. 功能评价	4. 它的价值是多少？
			7. 确定改进范围	
创新阶段	初步设计（提出各种 设计方案）	制定改进方案	8. 方案创新	5. 有其他方法实现这 一功能吗？
	评价各设计方案，对 方案进行改进、选优		9. 概略评价	6. 新方案的成本是 多少？
			10. 调整完善	
			书面化	11. 详细评价
实施阶段	检查实施情况并评价 活动成果	实施评价成果	12. 提出提案	8. 偏离目标了吗？
			13. 审批	
			14. 实施与检查	
			15. 成果鉴定	

13.2.2 价值工程的对象选择

价值工程的对象选择是逐步缩小研究范围、寻找目标、确定主攻方向的过程。正确选择工作对象是价值工程成功的第一步，能取得事半功倍的效果。对象选择的一般原则是：市场反馈迫切要求改进的产品；功能改进和成本降低潜力较大的产品。

对象选择的方法很多，下面着重介绍四种方法，即经验分析法、百分比法、价值指数法和 ABC 法。

1. 经验分析法

经验分析法是根据有丰富实践经验的设计人员、施工人员以及企业的专业技术人员和管理人员对产品中存在问题的直接感受，经过主观判断确定价值工程对象的一种方法。

经验分析法是对象选择的定性分析方法，其优点是简便易行，考虑问题综合全面，是目前实践中采用较为普遍的方法。缺点是缺乏定量分析，在分析人员经验不足时准确程度降低，但用于初选阶段是可行的。

2. 百分比法

百分比法是通过分析产品对两个或两个以上经济指标的影响程度（百分比）来确定价值工程对象的方法。

【例 13-1】 某金属结构制品公司有 6 种产品，它们各自的年成本和年利润占公司年总成本和年利润总额的百分比，见表 13-2 所列。公司目前急需提高利润水平，试确定可能的价值工程对象。

【解】 各产品成本和利润百分比计算结果，见表 13-2 所列。由表 13-2 可见，产品 D 的成本占年总成本的 17.3%，而其利润仅占年利润总额的 6.6%，显然产品 D 应作为价值工程的重点分析对象。

[例 13-1] 成本和利润百分比

表 13-2

产品种类	A	B	C	D	E	F	合计
产品年成本（万元）	565	65	35	160	55	45	925
产品年成本占总成本百分比（%）	61.1	7.0	3.8	17.3	5.9	4.9	100
产品年利润（万元）	185	25	15	20	35	25	305
产品年利润占年利润总额百分比（%）	60.7	8.2	4.9	6.6	11.5	8.2	100
年利润百分比/年成本百分比	0.99	1.17	1.29	0.38	1.95	1.67	
排序	5	4	3	6	1	2	

百分比法的优点是，当企业在一定时期要提高某些经济指标且拟选对象数目不多时，具有较强的针对性和有效性。缺点是不够系统和全面，有时为了更全面、更综合地选择对象，百分比法可与经验分析法结合使用。

3. 价值指数法

根据价值的表达式 $V = \frac{F}{C}$ ，在产品成本已知的基础上，将产品功能定量化，就可以计算产品价值。在应用该法选择价值工程的对象时，应当综合考虑价值指数偏离 1 的程度和改善幅度，优先选择 $V < 1$ 且改进幅度大的产品或零部件。

【例 13-2】 某机械制造厂生产 4 种型号的挖土机，各种型号挖土机的主要技术参数及相应的成本费用，见表 13-3 所列。试运用价值指数法选择价值工程对象。

[例 13-2] 推土机主要技术参数及相应成本

表 13-3

产品型号	甲	乙	丙	丁
技术参数（百 m ³ /台班）	1.51	1.55	1.60	1.30
成本费用（百元/台班）	1.36	1.12	1.30	1.40
价值指数	1.11	1.38	1.23	0.93

【解】 价值指数计算见表 13-3 所列。由表 13-3 可见，挖土机丁应作为价值工程对象。

价值指数法一般适用于产品功能单一、可计量、产品性能和生产特点可比的系列产品

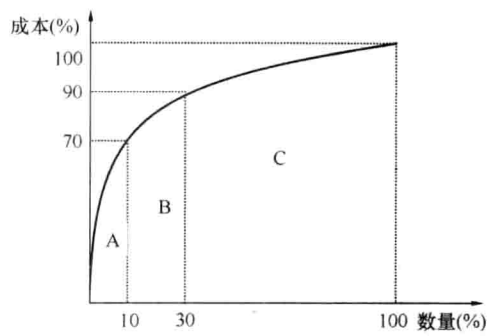


图 13-5 ABC 分析曲线图

或零部件的价值工程对象选择。

4. ABC 分析法

ABC 分析法是根据研究对象对某项目技术经济指标的影响程度和研究对象数量的比例大小两个因素，把所有研究对象划分成主次有别的 A、B、C 三类的方法。通过这种划分，明确关键的少数和一般的多数，准确地选择价值工程对象。

研究对象类别划分的参考值见表 13-4 和图 13-5 所示。

A、B、C 类别划分参考值

表 13-4

类别	数量占总数量百分比	成本占总成本百分比
A 类	10%左右	70%左右
B 类	20%左右	20%左右
C 类	70%左右	10%左右

【例 13-3】 某住宅楼工程基础部分包含 17 个分项工程，各分项工程的造价及基础部分的直接费，见表 13-5 所列。试采用 ABC 分析法确定该基础工程中可能作为价值工程研究对象的分项工程。

〔例 13-3〕 某住宅楼基础工程分项工程 ABC 分类

表 13-5

分项工程名称	成本（元）	累计分项工程数	累计分项工程数百分比（%）	累计成本（元）	累计成本百分比（%）	分类
1. C20 带形钢筋混凝土基础	63436	1	5.88	63436	39.5	A
2. 干铺土石屑垫层	29119	2	11.76	92555	57.64	
3. 回填土	14753	3	17.65	107308	66.83	
4. 商品混凝土运费	10991	4	23.53	118299	73.67	B
5. C10 混凝土基础垫层	10952	5	29.41	129251	80.49	
6. 排水费	10487	6	35.29	139738	87.02	
7. C20 独立式钢筋混凝土基础	6181	7	41.18	145919	90.87	C
8. C10 带形无筋混凝土基础	5638	8	47.06	151557	94.38	
9. C20 矩形钢筋混凝土柱	2791	9	52.94	154348	96.12	
10. M5 砂浆砌砖基础	2202	10	58.82	156550	97.49	
11. 挖土机挖土	2058	11	64.71	158608	98.77	
12. 推土机场外运费	693	12	70.59	159301	99.20	
13. 履带式挖土机场外运费	529	13	76.47	159830	99.53	
14. 满堂脚手架	241	14	82.35	160071	99.68	
15. 平整场地	223	15	88.24	160294	99.82	
16. 槽底钎探	197	16	94.12	160491	99.94	
17. 基础防潮底	89	17	100	160580	100	
总成本	160580					

【解】 基础分项工程的 ABC 分类, 见表 13-5 所列。其中, C20 带形钢筋混凝土基础、干铺土石屑垫层、回填土三项工程为 A 类工程, 应考虑作为价值工程分析的对象。

ABC 分析法的优点是抓住重点, 突出主要矛盾, 在对复杂产品的零部件作对象选择时常用它进行主次分类, 以便略去“次要的多数”, 抓住“关键的少数”, 卓有成效地开展

13.2.3 功能分析与评价

1. 功能分析

功能分析是为完整描述各功能及其相互关系而对各功能进行定性和定量的系统分析过程。通过功能分析, 可以回答产品“用它干什么”的问题, 从而准确掌握用户的功能要求。

功能系统图是表示对象功能得以实现的功能逻辑关系图。功能系统图中包括总功能、上位功能、下位功能、同位功能、末位功能, 以及由上述功能组成的功能区域。

功能系统图中, 两个功能直接相连时, 如果一个功能是另一个功能的目的, 并且另一个功能是这个功能的手段, 则把作为目的的功能称为上位功能, 作为手段的功能称为下位功能, 上位功能和下位功能通常具有相对性, 如图 13-6 中, F_1 相对于 F_{11} 和 F_{12} 来说是上位功能, 相对于 F_0 来说是下位功能。同位功能是指功能系统图中, 与同一上位功能相连的若干下位功能, 如图 13-6 中, F_{11}

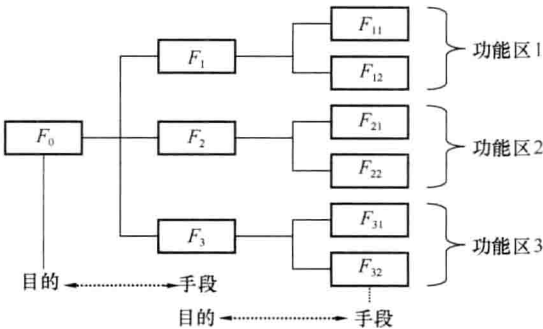


图 13-6 功能系统图基本模式

与 F_{12} 就是同位功能。总功能是指功能系统图中, 仅为上位功能的功能, 如图 13-6 中的 F_0 。末位功能指功能系统图中, 仅为下位功能的功能, 如图 13-6 中的 F_{11} 、 F_{12} 、 F_{21} 、 F_{22} 等。功能区域是功能系统图中, 任何一个功能及其各级下位功能的组合。

以微型手电筒为例, 在对其功能进行定义的基础上, 通过功能分析和功能整理, 得到微型手电筒的功能系统图, 如图 13-7 所示。

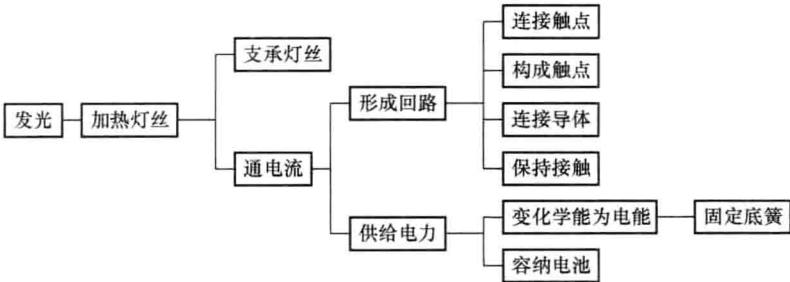


图 13-7 微型手电筒功能系统图

2. 功能评价

功能评价就是对组成对象的零部件在功能系统中的重要程度进行定量估计。

功能评价的方法有：“01”评分法、直接评分法、“04”评分法、倍比法等。

(1) “01”评分法（也称强制确定法——Forced Decision Method，简称FD法）

这种方法的做法是请5~15个对产品熟悉的人员各自参加功能的评价。评价两个功能的重要性时，可以对完成该功能的相应零件进行比较，重要者得1分，不重要者得0分。

“01”评分法得分总和为 $\frac{n(n-1)}{2}$ ， n 为对比的零件数量。例如，某个产品有5个零件，总分应为10分，某一评价人员采用“01”评分法确定功能评价系数的过程，见表13-6所列。

“01”法功能评价系数表 表 13-6

零件名称	一对一比较结果					得分	功能评价系数
	A	B	C	D	E		
A	×	1	0	1	1	3+1	0.27
B	0	×	0	1	1	2+1	0.20
C	1	1	×	1	1	4+1	0.33
D	0	0	0	×	0	0+1	0.07
E	0	0	0	1	×	1+1	0.13
合计						15	1.0

如果有10个评价人员参加评定，将10个人的功能评价系数进行汇总并计算，可得到平均功能评价系数，见表13-7所列。

平均功能评价系数计算表 表 13-7

评价人员 零件功能	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均功能 评价系数
A	0.27	0.3	0.2	0.2	0.27	0.27	0.1	0.2	0.27	0.2	0.23
B	0.20	0.2	0.2	0.2	0.27	0.20	0.2	0.2	0.2	0.2	0.21
C	0.33	0.3	0.4	0.33	0.27	0.33	0.4	0.27	0.33	0.4	0.34
D	0.07	0.1	0.1	0.07	0.06	0.07	0.1	0.07	0.13	0.1	0.09
E	0.13	0.1	0.1	0.2	0.13	0.13	0.2	0.27	0.07	0.1	0.13
合计	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

(2) 直接评分法

直接评分法是请5~15个对对象熟悉的人员对对象各零件的功能直接打分，评价时规定总分标准，每个参评人员对对象各零件功能的评分之和必须等于总分。例如，对表13-7中的评价人员规定总分标准为10分，则功能评价系数计算，见表13-8所列。

(3) “04”评分法

“04”评分法是对“01”评分法的改进，它更能反映功能之间的真实差别。采用“04”评分法对评价对象进行一一比较时，分为四种情况：

- 1) 非常重要的功能得4分，很不重要的功能得0分；
- 2) 比较重要的功能得3分，不太重要的功能得1分；

- 3) 两个功能重要程度相同时各得 2 分;
4) 自身对比不得分。

直接评分法功能评价系数计算表 表 13-8

评价人员 零件功能	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	各零件 得分	功能评价 系数
A	3	3	2	2	3	3	1	2	3	2	24	0.24
B	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	21	0.21
C	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	37	0.37
D	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	5	0.05
E	1	1	1	2	1	1	2	3	0	1	13	0.13
合计	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	1.0

“04”评分法得分总和为 $2n(n-1)$, n 为对比的零件数量。例如, 某个产品有 5 个零件, 总分应为 40 分, 某一评价人员采用“04”评分法确定功能评价系数的过程, 见表 13-9 所示。

“04”法功能评价系数表 表 13-9

零件功能	一对一比较结果					得分	功能评价系数
	A	B	C	D	E		
A	×	3	1	4	4	12	0.3
B	1	×	3	1	4	9	0.225
C	3	1	×	3	0	7	0.175
D	0	3	1	×	3	7	0.175
E	0	0	4	1	×	5	0.125
合计						40	1.0

(4) 倍比法

这种方法是利用评价对象之间的相关性进行比较来定出功能评价系数, 其具体步骤如下:

- 1) 根据各评价对象的功能重要性程度, 按上高下低原则排序;
- 2) 从上至下按倍数比较相邻两个评价对象, 如表 13-10 中, F_1 是 F_2 的 2 倍;
- 3) 令最后一个评价对象得分为 1, 按上述各对象之间的相对比值计算其他对象的得分;
- 4) 计算各评价对象的功能评价系数。

倍比法计算功能重要性系数表 表 13-10

评价对象	相对比值	得分	功能评价系数
F_1	$F_1/F_2=2$	9	0.51
F_2	$F_2/F_3=1.5$	4.5	0.26
F_3	$F_3/F_4=3$	3	0.17
F_4		1	0.06
合计		17.5	1.00

13.2.4 功能改进目标的确定

确定功能改进目标的方法有价值系数法和最合适区域法。

1. 价值系数法

当对各产品的各功能进行评价之后，得出每一个零件的功能评价系数，同样对各功能的现实成本分析之后，可求得每一个零件的成本系数，进而可求得价值系数。

成本系数= 零件成本 / 总成本 (13-3)

价值系数= 功能评价系数 / 成本系数 (13-4)

【例 13-4】 某产品有 4 项功能，其功能评价系数已通过表 13-10 的倍比法确定，其现实成本见表 13-11 所列。试确定该产品的功能改进目标。

【解】 该产品的成本系数、价值系数、功能改善优先次序，见表 13-11 所列。

[例 13-4] 价值系数计算表					表 13-11
功能 ①	功能评价系数 ②	现实成本 ③	成本系数 ④=③/1129	价值系数 ⑤=②/④	功能改善目标 ⑥
F ₁	0.51	562	0.498	1.02	
F ₂	0.26	298	0.264	0.98	
F ₃	0.17	153	0.136	1.25	
F ₄	0.06	116	0.103	0.58	✓
合计	1.00	1129			

2. 最合适区域法

以成本系数为横坐标，功能系数为纵坐标，如图 13-8 所示，则与横轴成 45°的一条直线为理想价值线 (V=1)。围绕该线有一朝向原点由两条双曲线包围的喇叭形区域，叫做最合适区域。凡落在这个区域的价值系数点，其功能与成本是适应的，可不作为重点改善目标。V>1 的点将落在喇叭形区域的左上方，V<1 的点将落在喇叭形区域的右下方，均属于功能改善的目标。

喇叭形区域是这样确定的：设有一任意价值系数点 M，其坐标为 (x, y)，由图 13-8 可看出，M 离原点越远，即 L 越大，意味着其功能及成本系数的绝对量大，改善的余地大，故应作为重点改善对象；反之，若 M 离原点近，说明对全局影响小，属于次要的改善对象。同时，M 点距离理想价值线的垂直距离 R 越大，表示与理想价值线的偏离度越大，改进的余地也越大，应作为重点改善的目标。因此，可用 L×R 综合反映 M 点的这两个因素。

令 S=L×R 为一个定值，则喇叭形区域的边界线为：x² - y² = 2S, y² - x² = 2S, 式中 S 的取值大小决定了最合适区域的宽窄。因为 L 与 R 的乘积等于定值 S，显然 L 越大 R 越小，L 越小 R 越大，故图形呈喇叭状。

13.2.5 方案创新与评价

1. 方案的创新

为了提高产品的功能和降低成本,需要寻求最佳的替代方案。寻求或构思这种为满足已明确的或潜在的功能需求而开发新构想或新方案的活动的过程就是方案的创新过程。价值工程活动能否取得成功,关键是在正确的功能分析和评价的基础上能否提出可靠地实现必要功能的新方案。方案的创新通常可选用下列方法:

(1) 头脑风暴法 (Brain Storming Method, 简称 BS 法)

这种方法是开小组会方式进行的。具体做法是事先通知议题,开会时要求应邀参加会议的各方面专业人员在会上自由奔放地思考,提出不同的方案,多多益善。但不评价别人的方案,并且希望与会者在别人建议方案的基础上进行改进,提出新的方案。

(2) 模糊目标法 (Godon Method)

这种方法是美国人哥顿在 20 世纪 60 年代提出来的,所以也称哥顿法。其特点是与会人员会前不知道议题,在开会讨论时也只是抽象地讨论,不接触具体的实质性问题,以免束缚与会人员的思想。待讨论到一定程度以后才把中心议题指出来,以作进一步研究。

(3) 专家函询法 (Delphi Method)

这种方法不采用开会的形式,而是由主管人员或部门把已构思的方案以信函的方式发给有关的专业人员,征询他们的意见,然后将意见汇总,统计和整理之后再分发下去,希望再次补充修改,如此反复若干次,即经过几上几下,把原来比较分散的意见作集中处理,作为新的代替方案。

方案创新的方法很多,总的原则是要充分发挥有关人员的聪明智慧,集思广益,多提方案,从而为评价方案创造条件。

2. 方案评价和选择

方案评价是在方案创新的基础上对新构思方案的技术、经济和社会效果等几方面进行的评估,以便选择最佳方案。方案评价分为概略评价和详细评价两个阶段。

(1) 概略评价

概略评价是对已创新出来的方案从技术、经济和社会三个方面进行初步研究。其目的是从众多的方案中进行粗略的筛选,减少详细评价的工作量,使精力集中于优秀方案的评价。

(2) 详细评价

方案的详细评价,就是对概略评价所得的比较抽象的方案进行调查和收集信息资料,使其在材料、结构、功能等方面进一步具体化,然后对它们作最后的审查和评价。

在详细评价阶段,对产品或服务的成本究竟是多少,能否可靠地实现必要的功能,都必须得到准确的解答。总之,要证明方案在技术和经济方面是可行的,而且价值必须得到

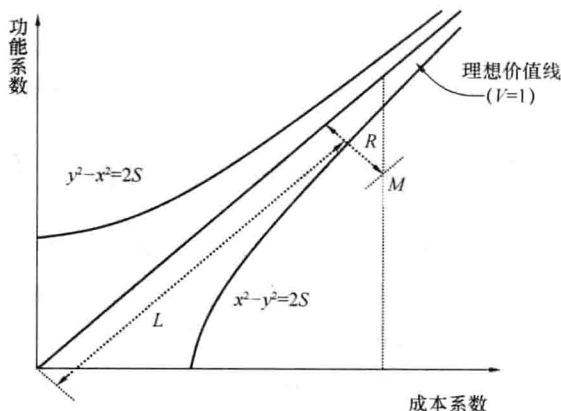


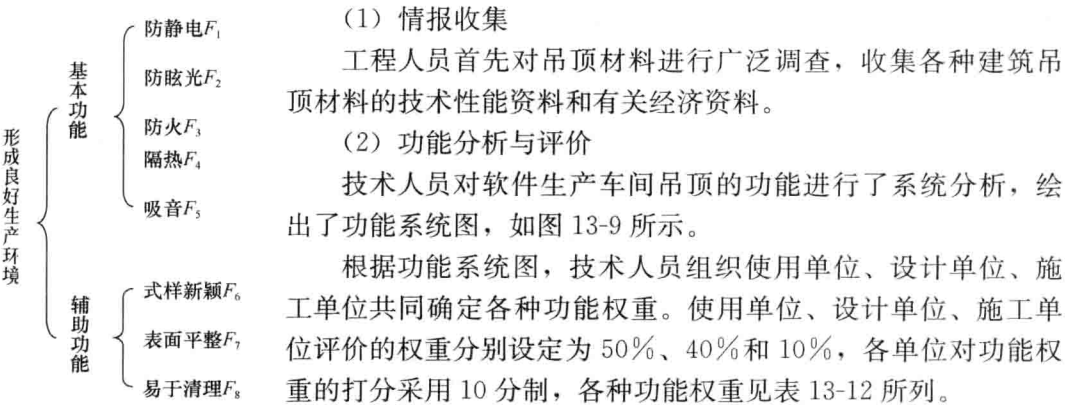
图 13-8 最合适区域图

真正的提高。

经过评价，淘汰了不能满足要求的方案后，就可从保留的方案中选择技术上先进、经济上合理和社会上有利的最优方案。方案评价和选优的方法可参照前述有关章节的内容进行。

13.3 价值工程在工程项目方案评选中的应用

【例 13-5】 某城市高新技术开发区软件园电子大楼工程吊顶工程量为 18000m²，根据软件生产工艺的要求，车间的吊顶要具有防静电、防眩光、防火、隔热、吸声五种基本功能，以及样式新颖、表面平整、易于清理三种辅助功能。工程技术人员采用价值工程选择生产车间的吊顶材料，取得了较好的经济效果。以下是他们的分析过程。



[例 13-5] 各方案成本系数计算表

表 13-13

方案	铝合金加腈棉板	膨胀珍珠岩板	PVC 板
单方造价(元/m ²)	112.53	26.00	20.00
工程造价(万元)	202.54	46.80	36.00
年维护费(元)	35067	23400	36000
折现系数	6.1446	6.1446	6.1446
维护费现值(万元)	$3.5067 \times 6.1446 = 21.55$	$2.3400 \times 6.1446 = 14.38$	$3.6000 \times 6.1446 = 22.12$
总成本现值	224.09	61.18	58.12
成本系数	$224.09 / (224.09 + 61.18 + 58.12) = 0.653$	$61.18 / (224.09 + 61.18 + 58.12) = 0.178$	$58.12 / (224.09 + 61.18 + 58.12) = 0.169$

[例 13-5] 各方案功能系数计算表

表 13-14

功能	功能权重	铝合金加腈棉板		膨胀珍珠岩板		PVC 板	
		分值	加权分值	分值	加权分值	分值	加权分值
防静电 F_1	0.408	8	3.264	9	3.672	5	2.040
防眩光 F_2	0.122	7	0.854	9	1.098	8	0.976
防火 F_3	0.106	5	0.530	9	0.954	6	0.636
隔热 F_4	0.078	8	0.624	6	0.468	4	0.312
吸声 F_5	0.091	8	0.728	10	0.910	5	0.455
式样新颖 F_6	0.104	10	1.040	9	0.936	8	0.832
表面平整 F_7	0.056	10	0.560	9	0.504	8	0.448
易于清理 F_8	0.035	9	0.315	8	0.280	9	0.315
合计	1	65	7.915	69	8.822	53	6.014
加权分值指数化		$7.915 / (7.915 + 8.822 + 6.014)$		$8.822 / (7.915 + 8.822 + 6.014)$		$6.014 / (7.915 + 8.822 + 6.014)$	
功能系数		0.348		0.388		0.264	

根据各方案的功能系数和成本系数计算其价值系数, 计算结果见表 13-15 所列。

[例 13-5] 各方案价值系数计算表

表 13-15

方 案	铝合金加腈棉板	膨胀珍珠岩板	PVC 板
功能系数	0.348	0.388	0.264
成本系数	0.653	0.178	0.169
价值系数	0.533	2.180	1.562
最优方案		✓	

案例分析

全新爱丽舍、全新捷达、全新桑塔纳全面对比

十年前, “老三样”爱丽舍、捷达、桑塔纳上演了一出“三国争霸”。十年后, 在经历

了脱胎换骨的变化后，昔日的老对手，又开始了新竞争。“新三样”爱丽舍、捷达、桑塔纳谁的性价比更高？下面通过测试三者的基本款车型给出答案。

1. 基本数据

“新三样”爱丽舍、捷达、桑塔纳车型的基本数据，见案例分析表 13-1 所列。

车型基本数据		案例分析表 13-1	
车型 项目	爱丽舍	捷达	桑塔纳
长、宽、高（mm）	4427×1748×1476	4487×1706×1470	4473×1706×1469
轴距（mm）	2652	2603	2603
后备厢空间	485L	466L	466L
发动机	EC5 1.6LCVVT	EA211	EA211
最大功率（kW）	86	81	81
100~0km/h 制动测试（m）	41.7	43.19	44.13
18℃后排加温速度	5 分 39 秒	8 分 48 秒	9 分 25 秒
怠速时噪声水平（dB）	40.9	41.5	43.0

2. 空间布局

由于爱丽舍在对车内空间影响巨大的轴距上具有较大优势，因此，车内空间上，全新爱丽舍的前排和后排的腿部空间都有 3~5cm 的优势。这对身高较高的人驾驶有帮助。

在储物空间上，全新的爱丽舍在数量和空间大小方面具有明显的优势。

3. 动力操控

从数据上看，差距不明显。但在实际测试中，全新爱丽舍在初段加速性上表现出色，在急加速过程中入挡顺畅，离合器踏板力度合适，更适合需要频繁启动的城市路况。

在制动方面，爱丽舍要优于其他两款车型。

4. 人性配置

在舒适性和车内噪声控制方面，全新爱丽舍表现更胜一筹。另外，在口罩脱销的“雾霾时代”，全新爱丽舍独有 PM2.5 车内滤净系统，能够对 PM2.5 实现 90% 以上的过滤，对 PM10 的过滤效果更不低于 99%，这是赢得消费者青睐的利器。

5. 综合评价

综合来看，诞生于大众的全新捷达、全新桑塔纳，延续了德系车一贯的造车理念，而出自法国 PSA 集团的全新爱丽舍，代表了当代汽车最新技术和最新工艺。“新三样”在空间、动力性能以及产品定位方面表现出高度的相似性，但由于设计风格和产品策略的不同，又表现出明显的差异化。显然，在同等价位下，全新爱丽舍的性能价格比更优。（资料来源：李方. 老对手新竞争. 京华时报, 2013-12-19.）

思考题

- 1. 什么是价值工程？价值工程中的价值含义是什么？提高价值有哪些途径？
- 2. 什么是寿命周期和寿命周期成本，价值工程中为什么要考虑寿命周期成本？

3. 什么是功能，功能如何分类？
4. 功能分析的目的是什么，功能系统图的要点是什么？
5. 什么是功能评价，常用的评价方法有哪些？
6. 什么是价值工程对象的选择，ABC 分析法的基本思路是什么？
7. 功能改善目标如何确定，最合适区域法的基本思路是什么？

延伸阅读

1. 邱菀华. 2009 年北京价值工程与价值管理国际会议论文集 [M]. 北京：电子工业出版社，2009.
2. 孙继德. 建设项目的价值工程 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2004.
3. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会. 价值工程 第 1 部分：基本术语. GB/T 8223.1—2009. 北京：中国标准出版社，2009.

附录 I 复 利 因 子

4%复利因子

一 次 支 付			等 额 多 次 支 付				
<i>N</i>	<i>F/P</i>	<i>P/F</i>	<i>F/A</i>	<i>P/A</i>	<i>A/F</i>	<i>A/P</i>	<i>N</i>
1	1.0400	0.9615	1.0000	0.9615	1.0000	1.0400	1
2	1.0816	0.9246	2.0400	1.8861	0.4902	0.5302	2
3	1.1249	0.8890	3.1216	2.7751	0.3202	0.3603	3
4	1.1699	0.8548	4.2465	3.6299	0.2355	0.2755	4
5	1.2167	0.8219	5.4163	4.4518	0.1846	0.2246	5
6	1.2653	0.7903	6.6330	5.2421	0.1508	0.1908	6
7	1.3159	0.7599	7.8983	6.0021	0.1266	0.1666	7
8	1.3686	0.7307	9.2142	6.7327	0.1085	0.1485	8
9	1.4233	0.7026	10.5828	7.4353	0.0945	0.1345	9
10	1.4802	0.6756	12.0061	8.1109	0.0833	0.1233	10
11	1.5395	0.6496	13.4863	8.7605	0.0741	0.1141	11
12	1.6010	0.6246	15.0258	9.3851	0.0666	0.1066	12
13	1.6651	0.6006	16.6268	9.9856	0.0601	0.1001	13
14	1.7317	0.5775	18.2919	10.5631	0.0547	0.0947	14
15	1.8009	0.5553	20.0236	11.1184	0.0499	0.0899	15
16	1.8730	0.5339	21.8245	11.6523	0.0458	0.0858	16
17	1.9479	0.5134	23.6975	12.1657	0.0422	0.0822	17
18	2.0258	0.4936	25.6454	12.6593	0.0390	0.0790	18
19	2.1068	0.4746	27.6712	13.1339	0.0361	0.0761	19
20	2.1911	0.4564	29.7781	13.5903	0.0336	0.0736	20
21	2.2788	0.4388	31.9692	14.0292	0.0313	0.0713	21
22	2.3699	0.4220	34.2480	14.4511	0.0292	0.0692	22
23	2.4647	0.4057	36.6179	14.8568	0.0273	0.0673	23
24	2.5633	0.3901	39.0826	15.2470	0.0256	0.0656	24
25	2.6658	0.3751	41.6459	15.6221	0.0240	0.0640	25
26	2.7725	0.3607	44.3117	15.9828	0.0226	0.0626	26
27	2.8834	0.3468	47.0842	16.3296	0.0212	0.0612	27
28	2.9987	0.3335	49.9676	16.6631	0.0200	0.0600	28
29	3.1187	0.3207	52.9663	16.9837	0.0189	0.0589	29
30	3.2434	0.3083	56.0849	17.2920	0.0178	0.0578	30
35	3.9461	0.2534	73.6522	18.6646	0.0136	0.0536	35
40	4.8010	0.2083	95.0255	19.7928	0.0105	0.0505	40
45	5.8412	0.1712	121.029	20.7200	0.0083	0.0483	45
50	7.1067	0.1407	152.667	21.4822	0.0066	0.0466	50
55	8.6464	0.1157	191.159	22.1086	0.0052	0.0452	55
60	10.5196	0.0951	237.991	22.6235	0.0042	0.0442	60
65	12.7987	0.0781	294.968	23.0467	0.0034	0.0434	65
70	15.5716	0.0642	364.290	23.3945	0.0027	0.0427	70
75	18.9452	0.0528	448.631	23.6804	0.0022	0.0422	75
80	23.0498	0.0434	551.245	23.9154	0.0018	0.0418	80
85	28.0436	0.0357	676.090	24.1085	0.0015	0.0415	85
90	34.1193	0.0293	827.98	24.2673	0.0012	0.0412	90
95	41.5113	0.0241	1012.78	24.3978	0.0010	0.0410	95
100	50.5049	0.0198	1237.62	24.5050	0.0008	0.0408	100
∞				25.0000		0.0400	∞

5%复利因子

一次支付			等额多次支付				
N	F/P	P/F	F/A	P/A	A/F	A/P	N
1	1.0500	0.9524	1.0000	0.9524	1.0000	1.0500	1
2	1.1025	0.9070	2.0500	1.8594	0.4878	0.5378	2
3	1.1576	0.8636	3.1525	2.7232	0.3172	0.3672	3
4	1.2155	0.8227	4.3103	3.5460	0.2320	0.2820	4
5	1.2763	0.7835	5.5256	4.3295	0.1810	0.2310	5
6	1.3401	0.7462	6.8019	5.0757	0.1470	0.1970	6
7	1.4071	0.7107	8.1420	5.7864	0.1228	0.1728	7
8	1.4775	0.6768	9.5491	6.4632	0.1047	0.1547	8
9	1.5513	0.6446	11.0266	7.1078	0.0907	0.1407	9
10	1.6289	0.6139	12.5779	7.7217	0.0795	0.1295	10
11	1.7103	0.5847	14.2068	8.3064	0.0704	0.1204	11
12	1.7959	0.5568	15.9171	8.8633	0.0628	0.1128	12
13	1.8856	0.5303	17.7130	9.3936	0.0565	0.1065	13
14	1.9799	0.5051	19.5986	9.8986	0.0510	0.1010	14
15	2.0789	0.4810	21.5786	10.3797	0.0463	0.0963	15
16	2.1829	0.4581	23.6575	10.8378	0.0423	0.0923	16
17	2.2920	0.4363	25.8404	11.2741	0.0387	0.0887	17
18	2.4066	0.4155	28.1324	11.6896	0.0355	0.0855	18
19	2.5269	0.3957	30.5390	12.0853	0.0327	0.0827	19
20	2.6533	0.3769	33.0659	12.4622	0.0302	0.0802	20
21	2.7860	0.3589	35.7192	12.8212	0.0280	0.0780	21
22	2.9253	0.3418	38.5052	13.1630	0.0260	0.0760	22
23	3.0715	0.3256	41.4305	13.4886	0.0241	0.0741	23
24	3.2251	0.3101	44.5020	13.7986	0.0225	0.0725	24
25	3.3864	0.2953	47.7271	14.0939	0.0210	0.0710	25
26	3.5557	0.2812	51.1134	14.3752	0.0196	0.0696	26
27	3.7335	0.2678	54.6691	14.6430	0.0183	0.0683	27
28	3.9201	0.2551	58.4026	14.8981	0.0171	0.0671	28
29	4.1161	0.2429	62.3227	15.1411	0.0160	0.0660	29
30	4.3219	0.2314	66.4388	15.3725	0.0151	0.0651	30
35	5.5160	0.1813	90.3203	16.3742	0.0111	0.0611	35
40	7.0400	0.1420	120.800	17.1591	0.0083	0.0583	40
45	8.9850	0.1113	159.700	17.7741	0.0063	0.0563	45
50	11.4674	0.0872	209.348	18.2559	0.0048	0.0548	50
55	14.6356	0.0683	272.713	18.6335	0.0037	0.0537	55
60	18.6792	0.0535	353.584	18.9293	0.0028	0.0528	60
65	23.8399	0.0419	456.798	19.1611	0.0022	0.0522	65
70	30.4264	0.0329	588.528	19.3427	0.0017	0.0517	70
75	38.8327	0.0258	756.653	19.4850	0.0013	0.0513	75
80	49.5614	0.0202	971.228	19.5965	0.0010	0.0510	80
85	63.2543	0.0158	1245.09	19.6838	0.0008	0.0508	85
90	80.7303	0.0124	1594.61	19.7523	0.0006	0.0506	90
95	103.035	0.0097	2040.69	19.8059	0.0005	0.0505	95
100	131.501	0.0076	2610.02	19.8479	0.0004	0.0504	100
∞				20.0000		0.5000	∞

6%复利因子

一次支付			等额多次支付				
N	F/P	P/F	F/A	P/A	A/F	A/P	N
1	1.0600	0.9434	1.0000	0.9434	1.0000	1.0600	1
2	1.1236	0.8900	2.0600	1.8334	0.4854	0.5454	2
3	1.1910	0.8396	3.1836	2.6730	0.3141	0.3741	3
4	1.2625	0.7921	4.3746	3.4651	0.2286	0.2886	4
5	1.3382	0.7473	5.6371	4.2124	0.1774	0.2374	5
6	1.4185	0.7050	6.9753	4.9173	0.1434	0.2034	6
7	1.5036	0.6651	8.3938	5.5824	0.1191	0.1791	7
8	1.5938	0.6274	9.8975	6.2098	0.1010	0.1610	8
9	1.6895	0.5919	11.4913	6.8017	0.0870	0.1470	9
10	1.7908	0.5584	13.1808	7.3601	0.0759	0.1359	10
11	1.8983	0.5268	14.9716	7.8869	0.0668	0.1268	11
12	2.0122	0.4970	16.8699	8.3838	0.0593	0.1193	12
13	2.1329	0.4688	18.8821	8.8527	0.0530	0.1130	13
14	2.2609	0.4423	21.0151	9.2950	0.0476	0.1076	14
15	2.3966	0.4173	23.2760	9.7122	0.0430	0.1030	15
16	2.5404	0.3936	25.6725	10.1059	0.0390	0.0990	16
17	2.6928	0.3714	28.2129	10.4773	0.0354	0.0954	17
18	2.8543	0.3503	30.9056	10.8276	0.0324	0.0924	18
19	3.0256	0.3305	33.7600	11.1581	0.0296	0.0896	19
20	3.2071	0.3118	36.7856	11.4699	0.0272	0.0872	20
21	3.3996	0.2942	39.9927	11.7641	0.0250	0.0850	21
22	3.6035	0.2775	43.3923	12.0416	0.0230	0.0830	22
23	3.8197	0.2618	46.9958	12.3034	0.0213	0.0813	23
24	4.0489	0.2470	50.8155	12.5504	0.0197	0.0797	24
25	4.2919	0.2330	54.8645	12.7834	0.0182	0.0782	25
26	4.5494	0.2198	59.1563	13.0032	0.0169	0.0769	26
27	4.8223	0.2074	63.7057	13.2105	0.0157	0.0757	27
28	5.1117	0.1956	68.5281	13.4062	0.0146	0.0746	28
29	5.4184	0.1846	73.6397	13.5907	0.0136	0.0736	29
30	5.7435	0.1741	79.0581	13.7648	0.0126	0.0726	30
35	7.6861	0.1301	111.435	14.4982	0.0090	0.0690	35
40	10.2857	0.0972	154.762	15.0463	0.0065	0.0665	40
45	13.7646	0.0727	212.743	15.4558	0.0047	0.0647	45
50	18.4201	0.0543	290.336	15.7619	0.0034	0.0634	50
55	24.6503	0.0406	394.172	15.9905	0.0025	0.0625	55
60	32.9876	0.0303	533.128	16.1614	0.0019	0.0619	60
65	44.1449	0.0227	719.082	16.2891	0.0014	0.0614	65
70	59.0758	0.0169	967.931	16.3845	0.0010	0.0610	70
75	79.0568	0.0126	1300.95	16.4558	0.0008	0.0608	75
80	105.796	0.0095	1746.60	16.5091	0.0006	0.0606	80
85	141.579	0.0071	2342.98	16.5489	0.0004	0.0604	85
90	189.464	0.0053	3141.07	16.5787	0.0003	0.0603	90
95	253.546	0.0039	4209.10	16.6009	0.0002	0.0602	95
100	339.301	0.0029	5638.36	16.6175	0.0002	0.0602	100
∞				18.182		0.0600	∞

8%复利因子

一次支付			等额多次支付				
N	F/P	P/F	F/A	P/A	A/F	A/P	N
1	1.0800	0.9259	1.0000	0.9259	1.0000	1.0800	1
2	1.1664	0.8573	2.0800	1.7833	0.4808	0.5608	2
3	1.2597	0.7938	3.2464	2.5771	0.3080	0.3880	3
4	1.3605	0.7350	4.5061	3.3121	0.2219	0.3019	4
5	1.4693	0.6806	5.8666	3.9927	0.1705	0.2505	5
6	1.5869	0.6302	7.3359	4.6229	0.1363	0.2163	6
7	1.7138	0.5835	8.9228	5.2064	0.1121	0.1921	7
8	1.8509	0.5403	10.6366	5.7466	0.0940	0.1740	8
9	1.9990	0.5002	12.4876	6.2469	0.0801	0.1601	9
10	2.1589	0.4632	14.4866	6.7101	0.0690	0.1490	10
11	2.3316	0.4289	16.6455	7.1390	0.0601	0.1401	11
12	2.5182	0.3971	18.9771	7.5361	0.0527	0.1327	12
13	2.7196	0.3677	21.4953	7.9038	0.0465	0.1265	13
14	2.9372	0.3405	24.2149	8.2442	0.0413	0.1213	14
15	3.1722	0.3152	27.1521	8.5595	0.0368	0.1168	15
16	3.4269	0.2919	30.3243	8.8514	0.0330	0.1130	16
17	3.7000	0.2703	33.7502	9.1216	0.0296	0.1096	17
18	3.9960	0.2502	37.4502	9.3719	0.0267	0.1067	18
19	4.3157	0.2117	41.4463	9.6036	0.0241	0.1041	19
20	4.6610	0.2145	45.7620	9.8181	0.0219	0.1019	20
21	5.0338	0.1987	50.4229	10.0168	0.0198	0.0998	21
22	5.4365	0.1839	55.4567	10.2007	0.0180	0.0980	22
23	5.8715	0.1703	60.8933	10.3711	0.0164	0.0964	23
24	6.3412	0.1577	66.7647	10.5288	0.0150	0.0950	24
25	6.8485	0.1460	73.1059	10.6748	0.0137	0.0937	25
26	7.3964	0.1352	79.9544	10.8100	0.0125	0.0925	26
27	7.9881	0.1252	87.3507	10.9352	0.0114	0.0914	27
28	8.6271	0.1159	95.3388	11.0511	0.0105	0.0905	28
29	9.3173	0.1073	103.966	11.1584	0.0096	0.0896	29
30	10.0627	0.0994	113.283	11.2578	0.0088	0.0888	30
35	14.7853	0.0676	172.317	11.6546	0.0058	0.0858	35
40	21.7245	0.0460	259.056	11.9246	0.0039	0.0839	40
45	31.9204	0.0313	386.506	12.1084	0.0026	0.0826	45
50	46.9016	0.0213	573.770	12.2335	0.0017	0.0817	50
55	68.9138	0.0145	848.923	12.3186	0.0012	0.0812	55
60	101.257	0.0099	1253.21	12.3766	0.0008	0.0808	60
65	148.780	0.0067	1847.25	12.4160	0.0005	0.0805	65
70	218.606	0.0046	2720.08	12.4428	0.0004	0.0804	70
75	321.204	0.0031	4002.55	12.4611	0.0002	0.0802	75
80	471.955	0.0021	5886.93	12.4735	0.0002	0.0802	80
85	693.456	0.0014	8655.71	12.4820	0.0001	0.0801	85
90	1018.92	0.0010	12723.9	12.4877	α	0.0801	90
95	1497.12	0.0007	18071.5	12.4917	α	0.0801	95
100	2199.76	0.0005	27484.5	12.4943	α	0.0800	100
∞				12.5000		0.0800	∞

$\alpha<0.0001$

10%复利因子

一次支付			等额多次支付				
N	F/P	P/F	F/A	P/A	A/F	A/P	N
1	1.1000	0.9091	1.0000	0.9091	1.0000	1.1000	1
2	1.2100	0.8264	2.1000	1.7355	0.4762	0.5762	2
3	1.3310	0.7513	3.3100	2.4869	0.3021	0.4021	3
4	1.4641	0.6830	4.6410	3.1699	0.2155	0.3155	4
5	1.6105	0.6209	6.1051	3.7908	0.1638	0.2638	5
6	1.7716	0.5645	7.7156	4.3553	0.1296	0.2296	6
7	1.9487	0.5132	9.4872	4.8684	0.1054	0.2054	7
8	2.1436	0.4665	11.4359	5.3349	0.0874	0.1874	8
9	2.3579	0.4241	13.5795	5.7590	0.0736	0.1736	9
10	2.5937	0.3855	15.9374	6.1446	0.0627	0.1627	10
11	2.8531	0.3505	18.5312	6.4951	0.0540	0.1540	11
12	3.1384	0.3186	21.3843	6.8137	0.0468	0.1468	12
13	3.4523	0.2897	24.5227	7.1034	0.0408	0.1408	13
14	3.7975	0.2633	27.9750	7.3667	0.0357	0.1357	14
15	4.1772	0.2394	31.7725	7.6061	0.0315	0.1315	15
16	4.5950	0.2176	35.9497	7.8237	0.0278	0.1278	16
17	5.0545	0.1978	40.5447	8.0216	0.0247	0.1247	17
18	5.5599	0.1799	45.5992	8.2014	0.0219	0.1219	18
19	6.1159	0.1635	51.1591	8.3649	0.0195	0.1195	19
20	6.7275	0.1486	57.2750	8.5136	0.0175	0.1175	20
21	7.4002	0.1351	64.0025	8.6487	0.0156	0.1156	21
22	8.1403	0.1228	71.4027	8.7715	0.0140	0.1140	22
23	8.9543	0.1117	79.5430	8.8832	0.0126	0.1126	23
24	9.8494	0.1015	88.4973	8.9847	0.0113	0.1113	24
25	10.8347	0.0923	98.3470	9.0770	0.0102	0.1102	25
26	11.9182	0.0839	109.182	9.1609	0.0092	0.1092	26
27	13.1100	0.0763	121.100	9.2372	0.0083	0.1083	27
28	14.4210	0.0693	134.210	9.3066	0.0075	0.1075	28
29	15.8631	0.0630	148.631	9.3696	0.0067	0.1067	29
30	17.4494	0.0573	164.494	9.4269	0.0061	0.1061	30
35	28.1024	0.0356	271.024	9.6442	0.0037	0.1037	35
40	45.2592	0.0221	442.592	9.7791	0.0023	0.1033	40
45	72.8904	0.0137	718.905	9.8628	0.0014	0.1024	45
50	117.391	0.0085	1163.91	9.9148	0.0009	0.1019	50
55	189.059	0.0053	1880.59	9.9471	0.0005	0.1005	55
60	304.481	0.0033	3034.81	9.9672	0.0003	0.1003	60
65	490.370	0.0020	4893.71	9.9796	0.0002	0.1002	65
70	789.746	0.0013	7887.47	9.9873	0.0001	0.1001	70
75	1271.89	0.0008	12708.9	9.9921	α	0.1001	75
80	2048.40	0.0005	20474.0	9.9951	α	0.0000	80
85	3298.97	0.0003	32979.7	9.9970	α	0.1000	85
90	5313.02	0.0002	53120.2	9.9981	α	0.1000	90
95	8556.67	0.0001	85556.7	9.9988	α	0.1000	95
100	13780.6	α	137796	9.9993	α	0.1000	100
∞				10.0000		0.1000	∞

12%复利因子

一次支付			等额多次支付				
N	F/P	P/F	F/A	P/A	A/F	A/P	N
1	1.1200	0.8929	1.0000	0.8929	1.0000	1.1200	1
2	1.2544	0.7972	2.1200	1.6901	0.4717	0.5917	2
3	1.4049	0.7118	3.3744	2.4018	0.2963	0.4163	3
4	1.5735	0.6355	4.7793	3.0373	0.2092	0.3292	4
5	1.7623	0.5674	6.3528	3.6048	0.1574	0.2774	5
6	1.9738	0.5066	8.1152	4.1114	0.1232	0.2432	6
7	2.2107	0.4523	10.0890	4.5638	0.0991	0.2191	7
8	2.4760	0.4039	12.2997	4.9676	0.0813	0.2013	8
9	2.7731	0.3606	14.7757	5.3282	0.0677	0.1877	9
10	3.1058	0.3220	17.5487	5.6502	0.0570	0.1770	10
11	3.4785	0.2875	20.6546	5.9377	0.0484	0.1684	11
12	3.8960	0.2567	24.1331	6.1944	0.0414	0.1614	12
13	4.3635	0.2292	28.0291	6.4235	0.0357	0.1557	13
14	4.8871	0.2046	32.3926	6.6282	0.0309	0.1509	14
15	5.4736	0.1827	37.2797	6.8109	0.0268	0.1468	15
16	6.1304	0.1631	42.7533	6.9740	0.0234	0.1434	16
17	6.8660	0.1456	48.8837	7.1196	0.0205	0.1405	17
18	7.6900	0.1300	55.7497	7.2497	0.0179	0.1379	18
19	8.6128	0.1161	63.4397	7.3658	0.0158	0.1358	19
20	9.6463	0.1037	72.0524	7.4694	0.0139	0.1339	20
21	10.8038	0.0926	81.4987	7.5620	0.0122	0.1322	21
22	12.1003	0.0826	92.5026	7.6446	0.0108	0.1308	22
23	13.5523	0.0738	104.603	7.7184	0.0096	0.1296	23
24	15.1786	0.0659	118.155	7.7843	0.0085	0.1285	24
25	17.0001	0.0588	133.334	7.8431	0.0075	0.1275	25
26	19.0401	0.0525	150.334	7.8957	0.0067	0.1267	26
27	21.3249	0.0469	169.374	7.9426	0.0059	0.1259	27
28	23.8839	0.0419	190.699	7.9844	0.0052	0.1252	28
29	26.7499	0.0374	214.583	8.0218	0.0047	0.1247	29
30	29.9599	0.0334	241.333	8.0552	0.0041	0.1241	30
35	52.7996	0.0189	431.663	8.1755	0.0023	0.1223	35
40	93.0509	0.0107	767.091	8.2438	0.0013	0.1213	40
45	163.988	0.0061	1358.23	8.2825	0.0007	0.1207	45
50	289.002	0.0035	2400.02	8.3045	0.0004	0.1204	50
55	509.320	0.0020	4236.00	8.3170	0.0002	0.1202	55
60	897.596	0.0011	7471.63	8.3240	0.0001	0.1201	60
65	1581.87	0.0006	13173.9	8.3281	α	0.1201	65
70	2787.80	0.0004	23223.3	8.3303	α	0.1200	70
75	4913.05	0.0002	40933.8	8.3316	α	0.1200	75
80	8658.47	0.0001	72145.6	8.3324	α	0.1200	80
∞				8.333		0.1200	∞

15%复利因子

一次支付			等额多次支付				
N	F/P	P/F	F/A	P/A	A/F	A/P	N
1	1.1500	0.8696	1.0000	0.8696	1.0000	1.1500	1
2	1.3225	0.7561	2.1500	1.6257	0.4651	0.6151	2
3	1.5209	0.6575	3.4725	2.2832	0.2880	0.4380	3
4	1.7490	0.5718	4.9934	2.8550	0.2003	0.3503	4
5	2.0114	0.4972	6.7424	3.3522	0.1483	0.2983	5
6	2.3131	0.4323	8.7537	3.7845	0.1142	0.2642	6
7	2.6600	0.3759	11.0668	4.1604	0.0904	0.2404	7
8	3.0579	0.3269	13.7268	4.4873	0.0729	0.2229	8
9	3.5179	0.2843	16.7858	4.7716	0.0596	0.2096	9
10	4.0456	0.2472	20.3037	5.0188	0.0493	0.1993	10
11	4.6524	0.2149	24.3493	5.2337	0.0411	0.1911	11
12	5.3502	0.1869	29.0017	5.4206	0.0345	0.1845	12
13	6.1528	0.1625	34.3519	5.5831	0.0291	0.1791	13
14	7.0757	0.1413	40.5047	5.7245	0.0247	0.1747	14
15	8.1371	0.1229	47.5804	5.8474	0.0210	0.1710	15
16	9.3576	0.1069	55.7175	5.9542	0.0179	0.1679	16
17	10.7613	0.0929	65.0751	6.0072	0.0154	0.1654	17
18	12.3755	0.0808	75.8363	6.1280	0.0132	0.1632	18
19	14.2318	0.0703	88.2118	6.1982	0.0113	0.1613	19
20	16.3665	0.0611	102.444	6.2593	0.0098	0.1598	20
21	18.8215	0.0531	118.810	6.3125	0.0084	0.1584	21
22	21.6447	0.0462	137.632	6.3587	0.0073	0.1573	22
23	24.8915	0.0402	159.276	6.3988	0.0063	0.1563	23
24	28.6252	0.0349	184.168	6.4338	0.0054	0.1554	24
25	32.9189	0.0304	212.793	6.4641	0.0047	0.1547	25
26	37.8568	0.0264	245.712	6.4906	0.0041	0.1541	26
27	43.5353	0.0230	283.569	6.5135	0.0035	0.1535	27
28	50.0656	0.0200	327.104	6.5335	0.0031	0.1531	28
29	57.5754	0.0174	377.170	6.5509	0.0027	0.1527	29
30	66.2118	0.0151	434.745	6.5660	0.0023	0.1523	30
35	133.176	0.0075	881.170	6.6166	0.0011	0.1511	35
40	267.863	0.0037	1779.09	6.6418	0.0006	0.1506	40
45	538.769	0.0019	3585.13	6.6543	0.0003	0.1503	45
50	1083.66	0.0009	7212.71	6.6605	0.0001	0.1501	50
55	2179.62	0.0005	14524.1	6.6636	α	0.1501	55
60	4384.00	0.0002	29220.0	6.6651	α	0.1500	60
65	8817.78	0.0001	58778.5	6.6659	α	0.1500	65
70	17735.7	α	118231	6.6663	α	0.1500	70
75	35672.8	α	237812	6.6665	α	0.1500	75
80	71750.8	α	478332	6.6666	α	0.1500	80
∞				6.667		0.1500	∞

20%复利因子

一次支付			等额多次支付				
N	F/P	P/F	F/A	P/A	A/F	A/P	N
1	1.2000	0.8333	1.0000	0.8333	1.0000	1.2000	1
2	1.4400	0.6944	2.2000	1.5278	0.4545	0.6545	2
3	1.7280	0.5787	3.6400	2.1065	0.2747	0.4747	3
4	2.0736	0.4823	5.3680	2.5887	0.1863	0.3863	4
5	2.4883	0.4019	7.4416	2.9906	0.1344	0.3344	5
6	2.9860	0.3349	9.9299	3.3255	0.1007	0.3007	6
7	3.5832	0.2791	12.9159	3.6046	0.0774	0.2774	7
8	4.2998	0.2326	16.4991	3.8372	0.0606	0.2606	8
9	5.1598	0.1938	20.7989	4.0310	0.0481	0.2481	9
10	6.1917	0.1615	25.9587	4.1925	0.0385	0.2385	10
11	7.4301	0.1346	32.1504	4.3271	0.0311	0.2311	11
12	8.9161	0.1122	39.5805	4.4392	0.0253	0.2253	12
13	10.6993	0.0935	48.4966	4.5327	0.0206	0.2206	13
14	12.8392	0.0779	59.1959	4.6106	0.0169	0.2169	14
15	15.4070	0.0649	72.0351	4.6755	0.0139	0.2139	15
16	18.4884	0.0541	87.4421	4.7296	0.0114	0.2114	16
17	22.1861	0.0451	105.931	4.7746	0.0094	0.2094	17
18	26.6233	0.0376	128.117	4.8122	0.0078	0.2078	18
19	31.9480	0.0313	154.740	4.8435	0.0065	0.2065	19
20	38.3376	0.0261	186.688	4.8696	0.0054	0.2054	20
21	46.0051	0.0217	225.026	4.8913	0.0044	0.2044	21
22	55.2061	0.0181	271.031	4.9094	0.0037	0.2037	22
23	66.2474	0.0151	326.237	4.9245	0.0031	0.2031	23
24	79.4968	0.0126	392.484	4.9371	0.0025	0.2025	24
25	95.3962	0.0105	471.981	4.9476	0.0021	0.2021	25
26	114.475	0.0087	567.377	4.9563	0.0018	0.2018	26
27	137.371	0.0073	681.853	4.9636	0.0015	0.2015	27
28	164.845	0.0061	819.233	4.9697	0.0012	0.2012	28
29	197.814	0.0051	984.068	4.9747	0.0010	0.2010	29
30	237.376	0.0042	1181.88	4.9789	0.0008	0.2008	30
35	590.668	0.0017	2948.34	4.9915	0.0003	0.2003	35
40	1469.77	0.0007	7343.85	4.9966	0.0001	0.2001	40
45	3657.26	0.0003	18281.3	4.9986	α	0.2001	45
50	9100.43	0.0001	45497.2	4.9995	α	0.2000	50
55	22644.8	α	113219	4.9998	α	0.2000	55
60	56347.5	α	281732	4.9999	α	0.2000	60
∞				5.0000		0.2000	∞

25%复利因子

一次支付			等额多次支付				
N	F/P	P/F	F/A	P/A	A/F	A/P	N
1	1.2500	0.8000	1.0000	0.8000	1.0000	1.2500	1
2	1.5625	0.6400	2.2500	1.4400	0.4444	0.6944	2
3	1.9531	0.5120	3.8125	1.9520	0.2623	0.5123	3
4	2.4414	0.4096	5.7656	2.3616	0.1734	0.4234	4
5	3.0518	0.3277	8.2070	2.6893	0.1218	0.3718	5
6	3.8147	0.2621	11.2588	2.9514	0.0888	0.3388	6
7	4.7684	0.2097	15.0735	3.1611	0.0663	0.3163	7
8	5.9605	0.1678	19.8419	3.3289	0.0504	0.3004	8
9	7.4506	0.1342	25.8023	3.4631	0.0388	0.2888	9
10	9.3132	0.1074	33.2529	3.5705	0.0310	0.2801	10
11	11.6415	0.0859	42.5661	3.6564	0.0235	0.2735	11
12	14.5519	0.0687	54.2077	3.7251	0.0184	0.2684	12
13	18.1899	0.0550	68.7596	3.7801	0.0145	0.2645	13
14	22.7374	0.0440	86.9495	3.8241	0.0115	0.2615	14
15	28.4217	0.0352	109.687	3.8593	0.0091	0.2591	15
16	35.5271	0.0281	138.109	3.8874	0.0072	0.2572	16
17	44.4089	0.0225	173.636	3.9099	0.0058	0.2558	17
18	55.5112	0.0180	218.045	3.9279	0.0046	0.2546	18
19	69.3889	0.0144	273.556	3.9424	0.0037	0.2537	19
20	86.7362	0.0115	342.945	3.9539	0.0029	0.2529	20
21	108.420	0.0092	429.681	3.9631	0.0023	0.2523	21
22	135.525	0.0074	538.101	3.9705	0.0019	0.2519	22
23	169.407	0.0059	673.626	3.9764	0.0015	0.2515	23
24	211.758	0.0047	843.033	3.9811	0.0012	0.2512	24
25	264.698	0.0038	1054.79	3.9849	0.0009	0.2509	25
26	330.872	0.0030	1319.49	3.9879	0.0008	0.2508	26
27	413.590	0.0024	1650.36	3.9903	0.0006	0.2506	27
28	516.988	0.0019	2063.95	3.9923	0.0005	0.2505	28
29	646.235	0.0015	2580.94	3.9938	0.0004	0.2504	29
30	807.794	0.0012	3227.17	3.9950	0.0003	0.2503	30
35	2465.19	0.0004	9856.76	3.9984	0.0001	0.2501	35
40	7523.16	0.0001	30088.7	3.9995	α	0.2500	40
45	22958.9	α	91831.5	3.9998	α	0.2500	45
50	70064.9	α	280256	3.9999	α	0.2500	50
∞				4.0000		0.2500	∞

30%复利因子

一次支付			等额多次支付				
N	F/P	P/F	F/A	P/A	A/F	A/P	N
1	1.3000	0.7692	1.000	0.769	1.0000	1.3000	1
2	1.6900	0.5917	2.300	1.361	0.4348	0.7348	2
3	2.1970	0.4552	3.990	1.816	0.2506	0.5506	3
4	2.8561	0.3501	6.187	2.166	0.1616	0.4616	4
5	3.7129	0.2693	9.043	2.436	0.1106	0.4106	5
6	4.8268	0.2072	12.756	2.643	0.0784	0.3784	6
7	6.2749	0.1594	17.583	2.802	0.0569	0.3569	7
8	8.1573	0.1226	23.858	2.925	0.0419	0.3419	8
9	10.604	0.0943	32.015	3.019	0.0312	0.3312	9
10	13.786	0.0725	42.619	3.092	0.0235	0.3235	10
11	17.922	0.0558	56.405	3.147	0.0177	0.3177	11
12	23.298	0.0429	74.327	3.190	0.0135	0.3135	12
13	30.287	0.0330	97.625	3.223	0.0102	0.3102	13
14	39.374	0.0254	127.91	3.249	0.0078	0.3078	14
15	51.186	0.0195	167.29	3.268	0.0060	0.3060	15
16	66.542	0.0150	218.47	3.283	0.0046	0.3046	16
17	86.504	0.0116	285.01	3.295	0.0035	0.3035	17
18	112.46	0.0089	371.52	3.304	0.0027	0.3027	18
19	146.19	0.0068	483.97	3.311	0.0021	0.3021	19
20	190.05	0.0053	630.16	3.316	0.0016	0.3016	20
21	247.06	0.0040	820.21	3.320	0.0012	0.3012	21
22	321.18	0.0031	1067.3	3.323	0.0009	0.3009	22
23	417.54	0.0024	1388.5	3.325	0.0007	0.3007	23
24	542.80	0.0018	1806.0	3.327	0.0005	0.3005	24
25	705.64	0.0014	2348.8	3.329	0.0004	0.3004	25
26	917.33	0.0011	3054.4	3.330	0.0003	0.3003	26
27	1192.5	0.0008	3971.8	3.331	0.0003	0.3003	27
28	1550.3	0.0006	5164.3	3.331	0.0002	0.3002	28
29	2015.4	0.0005	6714.6	3.332	0.0002	0.3002	29
30	2620.0	0.0004	8730.0	3.332	0.0001	0.3001	30
31	3406.0	0.0003	11350	3.332	α	0.3001	31
32	4427.8	0.0002	14756	3.333	α	0.3001	32
33	5756.1	0.0002	19184	3.333	α	0.3001	33
34	7483.0	0.0001	24940	3.333	α	0.3000	34
35	9727.8	0.001	32423	3.333	α	0.3000	35
∞				3.333			∞

40%复利因子

一次支付			等额多次支付				
N	F/P	P/F	F/A	P/A	A/F	A/P	N
1	1.4000	0.7134	1.000	0.714	1.000	1.4000	1
2	1.9600	0.5102	2.400	1.224	0.4167	0.8167	2
3	2.7440	0.3644	4.360	1.589	0.2294	0.6294	3
4	3.8416	0.2603	7.104	1.849	0.1408	0.5408	4
5	5.3782	0.1859	10.946	2.035	0.0914	0.4914	5
6	7.5295	0.1328	16.324	2.168	0.0163	0.4613	6
7	10.541	0.0949	23.853	2.263	0.0419	0.4419	7
8	14.758	0.0678	34.395	2.331	0.0291	0.4291	8
9	20.661	0.0484	49.153	2.379	0.0203	0.4203	9
10	28.925	0.0346	69.814	2.414	0.0143	0.4143	10
11	40.496	0.0247	98.739	2.438	0.0101	0.4101	11
12	56.694	0.0176	139.23	2.456	0.0072	0.4072	12
13	79.371	0.0126	195.93	2.469	0.0051	0.4051	13
14	111.12	0.0090	275.30	2.478	0.0036	0.4036	14
15	155.57	0.0064	386.42	2.484	0.0026	0.4026	15
16	217.80	0.0046	541.99	2.489	0.0018	0.4019	16
17	304.91	0.0033	759.78	2.492	0.0013	0.4013	17
18	426.88	0.0023	1064.7	2.494	0.0009	0.4009	18
19	597.63	0.0017	1491.6	2.496	0.0007	0.4007	19
20	836.68	0.0012	2089.2	2.497	0.0005	0.4005	20
21	1171.4	0.0009	2925.9	2.498	0.0003	0.4003	21
22	1639.9	0.0006	4097.2	2.498	0.0002	0.4002	22
23	2295.9	0.0004	5737.1	2.499	0.0002	0.4002	23
24	3214.2	0.0003	8033.0	2.499	0.0001	0.4001	24
25	4499.9	0.0002	11247	2.499	α	0.4001	25
26	6299.8	0.0002	15747	2.500	α	0.4001	26
27	8819.8	0.0001	22047	2.500	α	0.4000	27
28	12348	0.0001	30867	2.500	α	0.4000	28
29	17287	0.0001	43214	2.500	α	0.4000	29
30	24201	α	60501	2.500	α	0.4000	30
∞				2.500		0.4000	∞

50%复利因子

一次支付			等额多次支付				
<i>N</i>	<i>F/P</i>	<i>P/F</i>	<i>F/A</i>	<i>P/A</i>	<i>A/F</i>	<i>A/P</i>	<i>N</i>
1	1.5000	0.6667	1.000	0.667	1.0000	1.5000	1
2	2.2500	0.4444	2.500	1.111	0.4000	0.9000	2
3	3.3750	0.2963	4.750	1.407	0.2101	0.7105	3
4	5.0625	0.1975	8.125	1.605	0.1231	0.6231	4
5	7.5938	0.1317	13.188	1.737	0.0758	0.5758	5
6	11.391	0.0878	20.781	1.824	0.0481	0.5481	6
7	17.086	0.0585	32.172	1.883	0.0311	0.5311	7
8	25.629	0.0390	49.258	1.922	0.0203	0.5203	8
9	38.443	0.0260	74.887	1.948	0.0134	0.5134	9
10	57.665	0.0173	113.33	1.965	0.0088	0.5088	10
11	86.498	0.0116	171.00	1.977	0.0059	0.5059	11
12	129.75	0.0077	257.49	1.985	0.0039	0.5039	12
13	194.62	0.0051	387.24	1.990	0.0026	0.5026	13
14	291.93	0.0034	591.86	1.993	0.0017	0.5017	14
15	437.89	0.0023	873.79	1.995	0.0011	0.5011	15
16	656.84	0.0015	1311.7	1.997	0.0008	0.5008	16
17	985.26	0.0010	1968.5	1.998	0.0005	0.5005	17
18	1477.9	0.0007	2953.8	1.999	0.0003	0.5003	18
19	2216.8	0.0005	4431.7	1.999	0.0002	0.5002	19
20	3325.3	0.0003	6648.5	1.999	0.0002	0.5002	20
21	4987.9	0.0002	9973.8	2.000	0.0001	0.5001	21
22	7481.8	0.0001	14962	2.000	α	0.5001	22
23	11223	0.0001	22443	2.000	α	0.5000	23
24	16834	0.0001	33666	2.000	α	0.5000	24
25	25251	α	50500	2.000	α	0.5000	25
∞				2.000		0.5000	∞

附录Ⅱ 定 差 因 子

现值定差因子 (P/G)							
N	1%	2%	3%	4%	5%	6%	N
2	0.958	0.958	0.941	0.924	0.906	0.890	2
3	2.895	2.841	2.772	2.702	2.634	2.569	3
4	5.773	5.612	5.437	5.267	5.101	4.945	4
5	9.566	9.233	8.887	8.554	8.235	7.934	5
6	14.271	13.672	13.074	12.506	11.966	11.458	6
7	19.860	18.895	17.952	17.066	16.230	15.449	7
8	26.324	24.868	23.478	22.180	20.968	19.840	8
9	33.626	31.559	29.609	27.801	26.124	24.576	9
10	41.764	38.945	36.305	33.881	31.649	29.601	10
11	50.721	46.984	43.530	40.377	37.496	34.869	11
12	60.479	55.657	51.245	47.248	43.621	40.335	12
13	71.018	64.932	59.416	54.454	49.984	45.961	13
14	82.314	74.783	68.010	61.961	56.550	51.711	14
15	94.374	85.183	76.996	69.735	63.284	57.553	15
16	107.154	96.109	86.343	77.744	70.156	63.457	16
17	120.662	107.535	96.023	85.958	77.136	69.399	17
18	143.865	119.436	106.009	94.350	84.200	75.355	18
19	149.754	131.792	116.274	102.893	91.323	81.304	19
20	165.320	144.577	126.794	111.564	98.484	87.228	20
21	181.546	157.772	137.544	120.341	105.663	93.111	21
22	198.407	171.354	148.504	129.202	112.841	98.939	22
23	215.903	185.305	159.651	138.128	120.004	104.699	23
24	234.009	199.604	170.965	147.101	127.135	110.379	24
25	252.717	214.231	182.428	156.103	134.223	115.971	25
26	272.011	229.169	194.020	165.121	141.253	121.466	26
27	291.875	244.401	205.725	174.138	148.217	126.858	27
28	312.309	259.908	217.525	183.142	155.105	132.140	28
29	333.280	275.674	229.407	192.120	161.907	137.307	29
30	354.790	291.684	241.355	201.061	168.617	142.357	30
31	376.822	307.921	253.354	209.955	175.228	147.284	31
32	399.360	324.369	265.392	218.792	181.734	152.088	32
33	422.398	341.016	277.457	227.563	188.13	156.766	33
34	445.919	357.845	289.536	236.260	194.412	161.317	34
35	469.916	374.846	301.619	244.876	200.575	165.741	35
36	494.375	392.003	313.695	253.405	206.618	170.037	36
37	519.279	409.305	325.755	261.839	212.538	174.205	37
38	544.622	426.738	337.788	270.175	218.333	178.247	38
39	570.396	444.291	349.786	278.406	224.000	182.163	39
40	596.576	461.953	361.742	286.530	229.540	185.955	40
42	650.167	497.560	385.495	302.437	240.234	193.171	42
44	705.288	533.474	408.989	317.869	250.412	199.911	44
46	761.870	569.618	432.177	332.810	260.079	206.192	46
48	819.089	605.921	455.017	347.244	269.242	212.033	48
50	879.089	642.316	477.472	361.133	277.910	217.456	50

续表

现值定差因子 (P/G)							
N	7%	8%	9%	10%	15%	20%	N
2	0.873	0.857	0.841	0.826	0.756	0.694	2
3	2.056	2.445	2.386	2.329	2.071	1.852	3
4	4.794	4.650	4.511	4.378	3.786	3.299	4
5	7.646	7.372	7.111	6.862	5.775	4.906	5
6	10.978	10.523	10.092	9.684	7.937	6.581	6
7	14.714	14.024	13.374	12.763	10.192	8.255	7
8	18.788	17.806	16.887	16.028	12.481	9.883	8
9	23.140	21.808	20.570	19.421	14.755	11.434	9
10	27.715	25.977	24.372	22.891	16.979	12.887	10
11	32.466	30.266	28.247	26.396	19.129	14.233	11
12	37.350	34.634	32.158	29.901	21.185	15.467	12
13	42.330	39.046	36.072	33.377	23.135	16.588	13
14	47.371	43.472	39.962	36.800	24.972	17.601	14
15	52.445	47.886	43.806	40.152	26.693	18.509	15
16	57.526	52.264	47.584	43.416	28.296	19.321	16
17	62.592	56.588	51.281	46.581	29.783	20.042	17
18	67.621	60.842	54.885	49.639	31.156	20.680	18
19	72.598	65.013	58.386	52.582	32.421	21.244	19
20	77.508	69.090	61.776	55.406	33.582	21.739	20
21	82.339	73.063	65.056	58.109	34.645	22.174	21
22	87.079	76.926	68.204	60.689	35.615	22.555	22
23	91.719	80.672	71.235	63.146	36.499	22.887	23
24	96.254	84.300	74.142	65.481	37.302	23.176	24
25	100.676	87.804	76.926	67.696	38.031	23.428	25
26	104.981	91.184	79.586	69.794	38.692	23.646	26
27	109.165	94.439	82.123	71.777	39.289	23.835	27
28	113.226	97.569	84.541	73.649	39.828	23.999	28
29	117.161	100.574	86.842	75.414	40.315	24.141	29
30	120.971	103.456	89.027	77.076	40.753	24.263	30
31	124.654	106.216	91.102	78.639	41.147	24.368	31
32	128.211	108.857	93.068	80.108	41.501	24.459	32
33	131.643	111.382	94.931	81.485	41.818	24.537	33
34	134.950	113.792	96.693	82.777	42.103	24.604	34
35	138.135	116.092	98.358	83.987	42.359	24.661	35
36	141.198	118.284	99.931	85.119	42.587	24.711	36
37	144.144	120.371	101.416	86.178	42.792	24.753	37
38	146.972	122.358	102.815	87.167	42.974	24.789	38
39	149.688	124.247	104.134	88.091	43.137	24.820	39
40	152.292	126.042	105.376	88.952	43.283	24.847	40
42	157.180	129.365	107.643	90.505	43.529	24.889	42
44	161.660	132.355	109.645	91.851	43.723	24.920	44
46	165.758	135.038	111.410	93.016	43.878	24.942	46
48	169.498	137.443	112.962	94.022	44.000	24.958	48
50	172.905	139.593	114.325	94.889	44.096	24.970	50

续表

现值定差因子 (P/G)							
N	25%	30%	35%	40%	45%	50%	N
2	0.640	0.592	0.549	0.510	0.476	0.444	2
3	1.664	1.502	1.362	1.239	1.132	1.037	3
4	2.893	2.552	2.265	2.020	1.810	1.630	4
5	4.204	3.360	3.157	2.764	2.434	2.156	5
6	5.514	4.666	3.983	3.428	2.972	2.595	6
7	6.773	5.622	4.717	3.997	3.418	2.946	7
8	7.947	6.480	5.352	4.471	3.776	3.220	8
9	9.021	7.234	5.889	4.858	4.058	3.428	9
10	9.987	7.887	6.336	5.170	4.277	3.584	10
11	10.846	8.445	6.705	5.417	4.445	3.699	11
12	11.602	8.917	7.005	5.611	4.572	3.784	12
13	12.262	9.314	7.247	5.762	4.668	3.846	13
14	12.833	9.644	7.442	5.879	4.740	3.890	14
15	13.326	9.917	7.597	5.969	4.793	3.922	15
16	13.748	10.143	7.721	6.038	4.832	3.945	16
17	14.108	10.328	7.818	6.090	4.861	3.961	17
18	14.415	10.479	7.895	6.130	4.882	3.973	18
19	14.674	10.602	7.955	6.160	4.898	3.981	19
20	14.893	10.702	8.002	6.183	4.909	3.987	20
21	15.078	10.783	8.038	6.200	4.917	3.991	21
22	15.233	10.848	8.067	6.213	4.923	3.994	22
23	15.362	10.901	8.089	6.222	4.927	3.996	23
24	15.471	10.943	8.106	6.229	4.930	3.997	24
25	15.562	10.977	8.119	6.235	4.933	3.998	25
26	15.637	11.005	8.130	6.239	4.934	3.999	26
27	15.700	11.026	8.137	6.242	4.935	3.999	27
28	15.752	11.044	8.143	6.244	4.936	3.999	28
29	15.796	11.058	8.148	6.245	4.937	4.000	29
30	15.832	11.069	8.152	6.247	4.937	4.000	30
31	15.861	11.078	8.154	6.248	4.938	4.000	31
32	15.886	11.085	8.157	6.248	4.938	4.000	32
33	15.906	11.090	8.158	6.249	4.938	4.000	33
34	15.923	11.094	8.159	6.249	4.938	4.000	34
35	15.937	11.098	8.160	6.249	4.938	4.000	35
36	15.948	11.101	8.161	6.249	4.938	4.000	36
37	15.957	11.103	8.162	6.250	4.938	4.000	37
38	15.965	11.105	8.162	6.250	4.938	4.000	38
39	15.971	11.106	8.162	6.250	4.938	4.000	39
40	15.977	11.107	8.163	6.250	4.938	4.000	40
42	15.984	11.109	8.163	6.250	4.938	4.000	42
44	15.990	11.110	8.163	6.250	4.938	4.000	44
46	15.993	11.110	8.163	6.250	4.938	4.000	46
48	15.995	11.111	8.163	6.250	4.938	4.000	48
50	15.997	11.111	8.163	6.250	4.938	4.000	50

续表

年金定差因子 (A/G)								
N	0.5%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	N
2	0.461	0.486	0.493	0.492	0.490	0.487	0.485	2
3	0.954	0.984	0.985	0.980	0.974	0.967	0.961	3
4	1.453	1.480	1.474	1.463	1.451	1.439	1.427	4
5	1.954	1.971	1.959	1.941	1.922	1.902	1.883	5
6	2.448	2.463	2.441	2.413	2.386	2.358	2.330	6
7	2.942	2.952	2.920	2.881	2.843	2.805	2.767	7
8	3.440	3.440	3.395	3.345	3.294	3.244	3.195	8
9	3.931	3.926	3.867	3.803	3.739	3.675	3.613	9
10	4.425	4.410	4.336	4.256	4.177	4.099	4.022	10
11	4.916	4.893	4.801	4.705	4.609	4.514	4.421	11
12	5.405	5.374	5.263	5.148	5.034	4.922	4.811	12
13	5.894	5.853	5.722	5.587	5.453	5.321	5.192	13
14	6.385	6.331	6.177	6.021	5.866	5.713	5.563	14
15	6.873	6.807	6.630	6.450	6.272	6.097	6.926	15
16	7.360	7.281	7.079	6.874	6.672	6.473	6.279	16
17	7.846	7.754	7.524	7.293	7.066	6.842	6.624	17
18	8.331	8.225	7.967	7.708	7.453	7.203	6.960	18
19	8.816	8.694	8.406	8.118	7.834	7.557	7.287	19
20	9.300	9.162	8.842	8.523	8.209	7.903	7.605	20
22	10.266	10.092	9.704	9.318	8.941	8.573	8.216	22
24	11.228	11.016	10.553	10.095	9.648	9.214	8.795	24
25	11.707	11.476	10.973	10.476	9.992	9.523	9.072	25
26	12.186	11.934	11.390	10.853	10.331	9.826	9.341	26
28	13.141	12.844	12.213	11.593	10.991	10.411	9.857	28
30	14.092	13.748	13.024	12.314	11.627	10.969	10.342	30
32	15.041	14.646	13.822	13.017	12.241	11.500	10.799	32
34	15.986	15.537	14.607	13.702	12.832	12.006	11.227	34
35	16.458	15.980	14.995	14.037	13.120	12.250	11.432	35
36	16.928	16.421	15.380	14.369	13.402	12.487	11.630	36
38	17.867	17.299	16.140	15.018	13.950	12.944	12.006	38
40	18.802	18.170	16.887	15.650	14.476	13.377	12.359	40
45	21.126	20.320	18.702	17.155	15.705	14.364	13.141	45
50	23.429	22.429	20.441	18.557	16.812	15.223	13.796	50
55	25.711	24.498	22.105	19.860	17.807	15.966	14.341	55
60	27.973	26.526	23.695	21.067	18.697	16.606	14.791	60
65	30.214	28.515	25.214	22.184	19.491	17.154	15.160	65
70	32.435	30.463	26.662	23.214	20.196	17.621	15.461	70
75	34.635	32.372	28.042	24.163	20.821	18.017	15.706	75
80	36.814	34.242	29.356	25.035	21.372	18.352	15.903	80
85	38.973	36.073	30.605	25.835	21.857	18.635	16.101	85
90	41.112	37.866	31.792	26.566	22.283	18.871	16.189	90
95	43.230	39.620	32.918	27.235	22.655	19.069	16.290	95
100	45.328	41.336	33.985	27.844	22.980	19.234	16.371	100

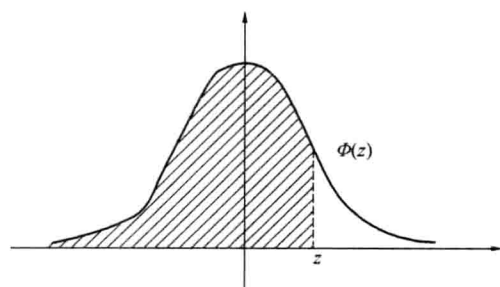
续表

年金定差因子 (A/G)								
N	7%	8%	9%	10%	12%	15%	18%	N
2	0.483	0.481	0.478	0.476	0.472	0.465	0.459	2
3	0.955	0.949	0.943	0.936	0.925	0.907	0.890	3
4	1.415	1.404	1.392	1.381	1.359	1.326	1.295	4
5	1.865	1.846	1.828	1.810	1.775	1.723	1.673	5
6	2.303	2.276	2.250	2.224	2.172	2.097	2.025	6
7	2.730	2.694	2.657	2.622	2.551	2.450	2.353	7
8	3.146	3.099	3.051	3.004	2.913	2.781	2.656	8
9	3.552	3.491	3.431	3.372	3.257	3.092	2.936	9
10	3.946	3.798	3.798	3.725	3.585	3.383	3.194	10
11	4.330	4.239	4.151	4.064	3.895	3.655	3.430	11
12	4.702	4.596	4.491	4.388	4.190	3.908	3.647	12
13	5.065	4.940	4.818	4.699	4.468	4.144	3.845	13
14	5.417	5.273	5.133	5.995	4.732	4.362	4.025	14
15	5.758	5.594	5.435	5.279	4.980	4.565	4.189	15
16	6.090	5.905	5.724	5.549	5.215	4.752	4.337	16
17	6.411	6.204	6.002	5.807	5.435	4.925	4.471	17
18	6.722	6.492	6.269	6.053	5.643	5.084	4.592	18
19	7.024	6.770	6.524	6.286	5.838	5.231	4.700	19
20	7.316	7.037	6.767	6.508	6.020	5.365	4.798	20
22	7.872	7.541	7.223	6.919	6.351	5.601	4.963	22
24	8.392	8.007	7.638	7.288	6.641	5.798	5.095	24
25	8.639	8.225	7.832	7.458	6.771	5.883	5.150	25
26	8.877	8.435	8.016	7.619	6.892	5.961	5.199	26
28	9.329	8.829	8.357	7.914	7.110	6.096	5.281	28
30	9.749	9.190	8.666	8.176	7.297	6.207	5.345	30
32	10.138	9.520	8.944	8.409	7.459	6.297	5.394	32
34	10.499	9.821	9.193	8.615	7.596	6.371	5.433	34
35	10.669	9.961	9.308	8.709	7.658	6.402	5.449	35
36	10.832	10.095	9.417	8.799	7.714	6.430	5.462	36
38	11.140	10.344	9.617	8.956	7.814	6.478	5.485	38
40	11.423	10.570	9.796	9.096	7.899	6.517	5.502	40
45	12.036	11.045	10.160	9.374	8.057	6.583	5.529	45
50	12.529	11.411	10.429	9.570	8.160	6.620	5.543	50
55	12.921	11.690	10.626	9.708	8.225	6.641	5.549	55
60	13.232	11.902	10.768	9.802	8.266	6.653	5.553	60
65	13.476	12.060	10.870	9.867	8.292	6.659	5.554	65
70	13.666	12.178	10.943	9.911	8.308	6.663	5.555	70
75	13.814	12.266	10.994	9.941	8.318	6.665	5.555	75
80	13.927	12.330	11.030	9.961	8.324	6.666	5.555	80
85	14.015	12.377	11.055	9.974	8.328	6.666	5.555	85
90	14.081	12.412	11.073	9.983	8.330	6.666	5.556	90
95	14.132	12.437	11.085	9.989	8.331	6.667	5.556	95
100	14.170	12.455	11.093	9.993	8.332	6.667	5.556	100

续表

年金定差因子 (A/G)								
N	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	N
2	0.455	0.444	0.435	0.426	0.417	0.408	0.400	2
3	0.879	0.852	0.827	0.803	0.780	0.758	0.737	3
4	1.274	1.225	1.178	1.134	1.092	1.053	1.015	4
5	1.641	1.563	1.490	1.422	1.358	1.298	1.242	5
6	1.979	1.868	1.765	1.670	1.581	1.499	1.423	6
7	2.290	2.142	2.006	1.881	1.766	1.661	1.565	7
8	2.576	2.387	2.216	2.060	1.919	1.791	1.675	8
9	2.836	2.605	2.396	2.209	2.042	1.893	1.760	9
10	3.074	2.797	2.551	2.334	2.142	1.973	1.824	10
11	3.289	2.966	2.683	2.436	2.221	2.034	1.871	11
12	3.484	3.115	2.795	2.520	2.285	2.082	1.907	12
13	3.660	3.224	2.889	2.589	2.334	2.118	1.933	13
14	3.817	3.356	2.968	2.644	2.373	2.145	1.952	14
15	3.959	3.453	2.034	2.689	2.403	2.165	1.966	15
16	4.085	3.537	3.089	2.725	2.426	2.180	1.976	16
17	4.198	3.608	3.135	2.753	2.444	2.191	1.983	17
18	4.298	3.670	3.172	2.776	2.458	2.200	1.988	18
19	4.386	3.722	3.202	2.793	2.468	2.206	1.991	19
20	4.464	3.767	3.228	2.008	2.476	2.210	1.994	20
22	4.594	3.836	3.265	2.827	2.487	2.216	1.997	22
24	4.694	3.886	3.289	2.839	2.493	2.219	1.999	24
25	4.735	3.905	3.298	2.843	2.494	2.220	1.999	25
26	4.771	3.921	3.305	2.847	2.496	2.221	1.999	26
28	4.829	3.946	3.315	2.851	2.498	2.221	2.000	28
30	4.873	3.963	3.322	2.853	2.499	2.222	2.000	30
32	4.906	3.975	3.326	2.855	2.490	2.222	2.000	32
34	4.931	3.983	3.329	2.856	2.500	2.222	2.000	34
35	4.941	3.986	3.330	2.856	2.500	2.222	2.000	35
36	4.949	3.988	3.330	2.856	2.500	2.222	2.000	36
38	4.963	3.992	3.332	2.857	2.500	2.222	2.000	38
40	4.973	3.995	3.332	2.857	2.500	2.222	2.000	40
45	4.988	3.998	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000	45
50	4.995	3.999	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000	50
55	4.998	4.000	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000	55
60	4.999	4.000	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000	60
65	5.000	4.000	3.333	3.857	2.500	2.222	2.000	65
70	5.000	4.000	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000	70
75	5.000	4.000	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000	75
80	5.000	4.000	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000	80
85	5.000	4.000	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000	85
90	5.000	4.000	3.333	3.857	2.500	2.222	2.000	90
95	5.000	4.000	3.333	3.857	2.500	2.222	2.000	95
100	5.000	4.000	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000	100

附录Ⅲ 标准正态分布表



Z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-3.0	0.0013	0.0010	0.0007	0.0005	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000
-2.9	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0126	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0238	0.0233
-1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0300	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0570	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0722	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0913	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2297	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3150	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3930	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
-0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641

续表

Z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.5157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7703	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.816	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9278	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9430	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9472	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9648	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9700	0.9606
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9762	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9874	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9990	0.9993	0.9995	0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.1000

附录Ⅳ 随 机 数 表

48867	33971	29678	13151	56644	49193	93469	43252	14006	47173
32267	69746	00113	51336	36551	56310	85793	53453	09744	64346
27345	03196	33877	35032	98054	48358	21788	98862	67491	42221
55753	05256	51557	90419	40716	64589	90398	37070	78318	02918
93124	50675	04507	44001	06365	77897	84566	99600	67985	49133
98658	86583	97433	10733	80495	62709	61357	66903	76730	79355
68216	94830	41248	50712	46878	87317	80545	31484	03195	14755
17901	30815	78360	78260	67866	42304	07293	61290	61301	04815
88124	21868	14942	25893	72695	56231	18918	72534	86737	77792
83464	36749	22336	50443	83576	19238	91730	37507	22717	94719
91310	99003	25704	55581	00729	22024	61319	66162	20933	67713
32729	38352	91256	77744	75080	01492	90984	63090	53087	41301
07751	66724	03290	56386	06070	67105	64219	48192	70478	84722
55228	64156	90480	97774	08055	04435	26999	42039	16589	06757
89013	51781	81116	24383	95569	94247	44437	36293	29967	16088
51828	81819	81038	89146	39192	89470	76331	56420	14527	34828
59783	85454	93327	06078	64924	07271	77563	92710	42183	12380
80267	47103	90556	16128	41490	07996	78454	47929	81586	67024
92919	44210	61607	93001	26314	26965	26714	43793	94937	28439
77019	77417	19466	14967	75521	49967	74065	09746	27881	01070
66225	61832	06242	40093	48000	76849	29929	18988	10888	40344
98534	12777	84601	56336	00034	85939	32438	09549	01855	40550
63175	70789	51345	43723	06995	11186	38615	56646	54320	39632
92362	73011	09115	78303	38901	58107	95366	17226	74626	78208
61831	44794	65079	97130	94289	73502	04857	68855	47045	06309
42502	01646	88493	48207	01283	16474	08864	68322	92454	19287
89733	86230	04903	55015	11811	98185	32014	84716	80926	14509
01336	86633	26015	66768	24846	00321	73118	15802	13549	41335
72623	56083	65799	88934	87274	19417	84897	90877	76472	52145
74004	68388	04090	35239	49379	04456	07642	68642	01026	43810
09388	54633	27684	47117	67583	42496	20703	68579	65883	10729
51771	92019	39791	60400	08585	60680	28841	09921	00520	73135
69796	30304	79836	20631	10743	00246	24979	35707	75283	39211
98417	33403	63448	90462	91645	24919	73609	26663	09380	30515
56150	18324	43011	02660	86574	86097	49399	21249	90380	94375
76199	75692	09063	72999	94672	69128	39046	15379	98450	09159
74978	98693	21433	34676	97603	48534	59205	66265	03561	83075
85769	92530	04407	53725	96963	19395	16193	51018	70333	12094
63819	65669	38960	74631	39650	39419	93707	61365	46302	26134
18892	43143	19619	43200	49613	54904	73502	19519	11667	53294
32855	17190	61587	80411	22827	38852	51951	47785	34952	93574
29435	96277	53583	92804	06027	19736	54918	66396	96547	00351
36211	67263	82064	41624	49826	17566	02476	79368	28831	02805
73514	00176	41638	01420	31850	41380	11643	06787	09011	88924
90895	93099	27850	29423	98693	71762	39928	35268	59359	20674
69719	90656	62186	50435	77015	29661	94698	56057	04388	33381
94982	81453	87162	28248	37921	21143	62673	81224	38972	92988
84136	04221	72790	04719	34914	95609	88695	60180	58790	12802
58515	80581	88442	65727	72121	40481	06001	13159	55324	93595
20681	59164	75797	08928	68381	12616	97487	84803	92457	88847

附录 V 随机正态偏差表

1.102	-0.944	0.401	0.226	1.396	-1.030	-1.723	-0.368	2.170	0.393
0.148	1.10	0.492	-1.210	-0.998	0.573	0.893	-0.855	-2.209	-0.267
2.372	1.353	-0.900	-0.554	-0.343	0.470	-1.033	-1.026	2.172	0.195
-0.145	0.466	0.854	-0.282	-1.504	0.431	-0.060	0.952	-0.343	0.735
0.140	0.732	0.604	-0.016	-0.266	1.372	-0.925	-1.594	-2.004	1.925
1.419	-1.853	-0.347	0.155	-1.078	0.623	-0.024	0.498	0.466	0.049
0.069	-0.411	-0.661	-0.037	0.703	0.532	-0.177	0.395	-0.278	0.240
0.797	0.488	-1.070	-0.721	-1.412	-0.976	-1.953	-0.206	1.848	0.632
-0.393	-0.351	0.222	0.557	-1.094	1.403	0.173	-0.113	0.806	0.939
-0.874	-1.336	0.523	0.848	0.304	-2.202	-1.279	0.501	0.396	0.859
0.125	-1.170	-0.192	1.387	2.291	-0.959	0.090	1.031	0.180	-1.389
-1.091	-0.649	-0.514	-0.232	-1.198	0.822	0.240	0.951	-1.736	0.270
2.304	0.481	-0.987	-1.222	0.549	-1.056	0.277	-0.919	0.148	1.517
-0.961	2.057	-0.546	-0.896	0.165	-0.343	0.696	0.628	-0.929	-0.965
-0.783	0.854	-0.139	1.087	0.515	-0.876	-0.448	0.485	0.589	-0.804
0.487	0.557	0.327	1.280	-1.731	-0.339	0.295	-0.724	0.720	0.331
-0.299	0.979	-0.924	-0.649	0.574	1.407	-0.292	-0.775	-0.511	0.026
1.831	-0.937	-1.321	-1.734	1.677	-1.393	-1.187	-0.079	-0.181	-0.884
0.243	0.466	-1.330	1.078	-1.102	1.123	-0.421	-0.674	-2.951	-0.743
-2.181	-1.854	-1.059	-0.478	-1.119	0.272	-0.800	0.841	-0.061	2.261
0.154	-0.333	1.011	-1.565	1.261	0.776	1.130	1.552	-0.563	0.558
-1.065	1.610	0.463	0.062	-0.086	0.021	1.633	1.788	0.480	2.824
1.083	-0.760	-0.012	0.183	0.155	0.676	-1.315	0.067	0.213	2.380
0.615	-0.594	-0.028	-0.506	-0.054	3.173	0.817	0.210	1.699	1.950
0.178	-0.500	1.100	1.613	1.048	2.323	-0.174	-0.033	2.220	-0.661
-0.507	-1.273	0.596	0.690	-1.724	-1.689	0.163	-0.199	-0.450	0.244
0.362	-0.588	-1.386	0.072	0.778	-0.591	0.365	0.465	2.472	1.049
0.775	1.546	0.217	-1.012	0.778	0.246	1.055	1.071	0.447	-0.585
0.818	0.561	-1.024	2.105	-0.868	0.060	-0.385	1.089	0.017	-0.873
0.014	0.240	-0.632	-0.225	-0.844	0.448	1.651	1.423	0.425	0.252
-1.236	-1.045	-1.628	0.687	0.983	-0.840	-1.835	-1.864	1.327	-0.408
-0.567	-1.161	0.010	-0.853	0.111	1.145	1.015	0.056	0.141	1.471
0.278	-1.783	0.170	-0.358	0.705	-0.054	1.098	0.707	-0.585	-0.305
-0.959	-0.497	0.688	-0.268	-1.431	-0.791	-0.727	0.958	0.237	0.092
1.249	0.037	0.497	0.579	-0.227	0.860	0.349	2.355	2.184	-1.744
-0.915	-0.164	-1.166	1.529	0.008	0.636	-1.080	-0.688	2.444	-1.316
0.132	2.809	-1.918	-1.083	-0.642	-0.179	0.339	0.637	0.063	-0.079
-0.156	-1.664	1.140	0.295	1.086	-2.546	-0.002	-0.672	0.205	-0.039
0.538	-1.143	-0.390	0.165	-0.160	0.457	-1.307	0.273	-0.670	-0.988
0.027	-0.057	0.742	-0.149	-0.801	1.702	-0.346	-0.053	0.892	-1.181
0.023	0.423	1.051	-0.831	-0.325	-0.795	-1.129	-0.287	0.172	-0.793
-0.196	-1.457	1.060	0.557	-0.190	-0.891	-0.768	0.282	-1.432	-0.447
0.133	0.577	-0.332	-1.932	0.220	0.189	-1.521	0.896	-0.781	-0.899
0.020	-0.217	-0.856	0.605	0.072	0.520	1.222	-0.181	-0.266	-1.222
1.405	1.065	1.350	1.353	-26289	-1.003	0.375	1.621	-1.126	0.937
0.178	-1.237	-0.520	-0.603	-0.615	-0.358	0.605	-0.407	-1.579	-1.811
-1.438	0.104	-1.821	-0.390	-0.630	1.294	1.470	0.991	-0.355	-1.285
1.768	-0.175	-0.450	0.915	-0.221	-0.019	1.864	0.038	0.058	1.212
0.099	1.076	2.348	-1.550	0.458	0.147	-1.223	0.994	-1.657	1.264
0.951	0.252	-1.261	-0.963	0.221	0.036	-0.395	-0.252	1.379	1.885

习题参考答案

2 现金流量与资金时间价值

习题 1: (1) -101.6182 万元; (2) -496.6196 万元; (3) -127.4699 万元 (注: 此答案为利用复利系数表计算结果)。

习题 2: 利用复利公式确定系数值

(1) 17.1300; (2) 0.1788; (3) 5.4777; (4) 0.1883。

利用复利系数表确定系数值

(1) 17.1459; (2) 0.1736; (3) 5.4798; (4) 0.1913。

习题 3: 需要 7.83 年还清。

习题 4: 按单利计算为 7703.96 元; 按复利计算为 7705.72 万元。

3 投资、成本、收入与利润

习题 1:

年份	1	2	3	4	5	6	7	8
折旧额	15000	11250	8437.5	6328.13	4746.09	3559.57	4339.36	4339.36

习题 2:

年份	1	2	3	4	5	6	7
折旧额	0.55	0.47	0.39	0.31	0.24	0.16	0.08

习题 3: (1) 年数总和法: 第 10 年折旧费 170.12 万元, 第 10 年末该固定资产账面价值 2551.83 万元; (2) 双倍余额递减法: 第 10 年折旧费 141.81 万元, 第 10 年末该固定资产账面价值 2694.32 万元。

习题 4: 第 3 年为 28 万元; 第 9 年为 18 万元。

习题 5: 66220.0855 元。

习题 6: 69000 元。

习题 7: 27.71 万元。

习题 8: 营业税 334 万元; 城市维护建设税 23.38 万元; 教育费附加 10.02 万元。

习题 9: 增值税 54119.66 元; 消费税 10256.41 元; 城市维护建设税 4506.32 元; 教育费附加 1931.28 元; 营业税金及附加 70813.67 元。

习题 10: 363.99 万元。

习题 11: 269.887 万元。

4 工程项目经济评价方法

习题 1: (1) 静态投资回收期为 3.5 年, 动态投资回收期为 4.92 年; (2) 净现值为 32.58 万元; (3) 内部收益率为 15.63%。

习题 2: (1) 费用现值为 129291.99 元; (2) 费用年值为 15101.30 元。

习题 3: 内部收益率为 35.38%。

习题 4: (1) 内部收益率为 7.41%; (2) 投资回收期为 9.32 年。

习题 5: B 方案。

习题 6: A 型号。

习题 7: B 点。

习题 8: A 和 B 组合方案。

习题 9: A₁、B₁ 和 C₂ 组合方案。

5 工程项目风险与不确定性分析

习题 1: 66000 元; 3000 件; 5273 件。

习题 2: 当加工配件小于 929 件时采用手工安装法, 当加工配件大于 929 件时采用机械安装法。

习题 3:

年收入变化对内部收益率的影响

年收入变化	-20%	-10%	0	10%	20%
IRR (%)	3.47%	7.18%	10.58%	13.84%	17.00%

年收入平均敏感度为 3.1971。

三个参数同时变化对净现值的影响

净现值 年收入		初始投资							
		-10%			0			10%	
		寿命							
	-10%	0	10%	-10%	0	10%	-10%	0	10%
-10%	-3241.09	-2709.65	-2247.52	-4741.09	-4209.65	-3747.52	-6241.09	-5709.65	-5247.52
0	-1571.04	-953.08	-415.72	-3071.04	-2453.08	-1915.72	-4571.04	-3953.08	-3415.72
10%	99.01	803.49	1416.08	-1400.99	-696.51	-83.92	-2900.99	-2196.51	-1583.92

习题 4:

因素变化对净现值的影响

净现值 / 年收入	基准收益率	P (20%)	M (15%)	O (12%)
P (2500)		-1686.22	-538.79	278.52
M (3000)		-23.47	1353.45	2334.22
O (4000)		3302.04	5137.93	6445.63

习题 5: 期望值为 7082.72; 标准差为 9598.52。

习题 6: (1) 0.7486; (2) 0.5675。

6 工程项目资金来源与融资方案

习题 1: (1) 6.18%; (2) 6.22%; (3) 6.12%。

习题 2: 6.51%。

7 工程项目可行性研究

习题 1: 回归方程为: $\hat{y} = -3.6877 + 0.0686x$; 相关系数为: 0.8036。

习题 2: $\hat{y}_{20+T} = 80.33 + 3.33 \times T$ 。

8 工程项目财务分析

习题 1: $P_t = 5.56$ 年, $P'_t = 6.60$ 年; $FNPV = 577.76$ 元; $FIRR = 27.52\%$ 。

习题 2: 习题表 8-2, 现金流出中去掉“增值税”和“折旧”两项; 习题表 8-3, 现金流入中去掉“折旧”, 现金流出中去掉“增值税”和“流动资金利息”。

习题 3:

利息支付:

时点	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
当年利息支付	463	417	370	324	278	232	185	139	93	46

利润与所得税计算:

利润总额	521	1307	1353	1400	1446	1492	1539	1585	1631	1678	1724	1724
所得税	130	327	338	350	362	373	385	396	408	420	431	431
净利润	391	980	1015	1050	1084	1119	1154	1189	1223	1258	1293	1293

调整所得税与净现金流量:

时点	1	2	3	4	5~14	15
调整所得税				308.25	493.25	493.25
净现金流量	-2500	-3500	-4490	1472	2027	6583

全部资金净现值为 1198.09 万元; 静态投资回收期 8.45 年。

9 工程项目费用效益分析

习题 1: 影子工资为 756 元/月。

习题 2: 用外币表示的到岸价格为 78.63

习题 3: 投入物的影子价格为 2870.50 元/t

10 工程项目费用效果分析

习题 1: 应选择低坝方案。

习题 2: 没有必要设置这种安全措施。

习题 3: 选择甲方案。

习题 4: 选择 B 方案。

12 设备更新分析

习题 1: 经济寿命为 5 年。

习题 2: 选择保留 A 设备, A 设备费用年值为 835.68 元, B 设备费用年值为 863.53 万元。

习题 3: 新车床更优, 费用年值为 30394.5 元, 旧设备费用年值为 32960.115 元。

习题 4: 选择保留线路 A, 7 年后新增加线路 B, 费用年值为 30.206 万元。C 线路费用年值为 114.09 万元。

参 考 文 献

- [1] 柳卸林, 陈傲. 中国区域创新能力报告 2011. 北京: 科学出版社, 2012.
- [2] William G. Sullivan, Elin M. Wicks, C. Patrick Koelling. Engineering Economy. New Jersey, 2009.
- [3] 程克群. 高级财务会计. 大连: 东北财经大学出版社, 2012.
- [4] 侯剑平. 现代公司筹融资决策理论. 北京: 中国金融出版社, 2011.
- [5] 王斌. 资产评估理论与方法. 北京: 社会科学文献出版社, 2011.
- [6] 中华人民共和国国家发展和改革委员会, 中华人民共和国建设部. 建设项目经济评价方法与参数 (第三版). 北京: 中国计划出版社, 2006.
- [7] Niall M. Fraser, Irwin Bernhardt, Elizabeth M. Jewkes. in Canada. Peartice Hall, 2006.
- [8] 全国注册资产评估师考试用书编写组. 资产评估. 北京: 经济科学出版社, 2007.
- [9] 陈建西. 资产评估. 成都: 西南财经大学出版社, 2010.
- [10] 傅家骥, 雷家骥, 程源. 技术经济学前沿问题. 北京: 经济科学出版社, 2003.
- [11] 王辛平. 成本会计学. 北京: 清华大学出版社, 北京交通大学出版社, 2005.
- [12] 投资项目可行性研究指南编写组. 投资项目可行性研究指南. 北京: 中国电力出版社, 2002.
- [13] 宋国防, 贾湖. 工程经济学. 天津: 天津大学出版社, 2002.
- [14] 姚兵. 房地产学研究. 北京: 北京交通大学出版社, 2011.
- [15] 刘洪玉. 房地产开发经营与管理. 北京: 中国物价出版社, 2001.
- [16] 中华人民共和国建设部. 房地产开发项目经济评价方法. 北京: 中国计划出版社, 2000.
- [17] 王叙一. 资产评估运作技巧及案例分析. 长春: 吉林科学技术出版社, 2004.
- [18] Ronald W. Larsen and Chan S. Part. Excel for Engineering Economics. Prentice Hall, 2003.
- [19] (美)钱·S·帕克 (Chan S. Park). 工程经济学 (第 5 版). 邵颖红译. 北京: 中国人民大学出版社, 2012.
- [20] 邹辉霞. 技术经济管理学. 北京: 清华大学出版社, 2011.
- [21] 刘海生. 按技术分配: 理论与实践. 北京: 中国财政经济出版社, 2006.
- [22] 于俊年. 投资项目可行性研究与项目评估. 北京: 对外经济贸易大学出版社, 2011.
- [23] White John. A Fundamentals of Engineering Economics, WP Course Wiley [Imprint]; John Wiley & Sons, Incorporated, 2012.
- [24] Fraser Niall M Engineering Economics: Financial Decision Making for Engineers Pearson Canada, 2012.
- [25] 李明哲. 投资项目经济评价问答. 北京: 中国计划出版社, 2011.
- [26] 全国注册咨询工程师 (投资) 资格考试参考教材编写委员会. 项目决策分析与评价. 北京: 中国计划出版社, 2011.
- [27] (英) David Vose. 风险分析. 郑增忍, 李明, 陈茂盛等译. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [28] Newnan Donald. Engineering Economic Analysis. Oxford University Press, Incorporated; Oxford University Press Australia & New Zealand [Distributor], 2011.
- [29] William G. Sullivan, Elin M. Wicks, C. Patrick Koelling. Engineering Economy Fourteenth, Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey, 2009.

责任编辑：张 晶 王 跃
封面设计：兆远书装



建工出版社微信

经销单位：各地新华书店、建筑书店

网络销售：本社网址 <http://www.cabp.com.cn>

中国建筑出版在线 <http://www.cabplink.com>

中国建筑书店 <http://www.china-building.com.cn>

本社淘宝天猫商城 <http://zgjzgycbs.tmall.com>

博库书城 <http://www.bookuu.com>

图书销售分类：高校教材（V）



ISBN 978-7-112-17627-5



9 787112 176274 >

(26850) 定价：38.00元