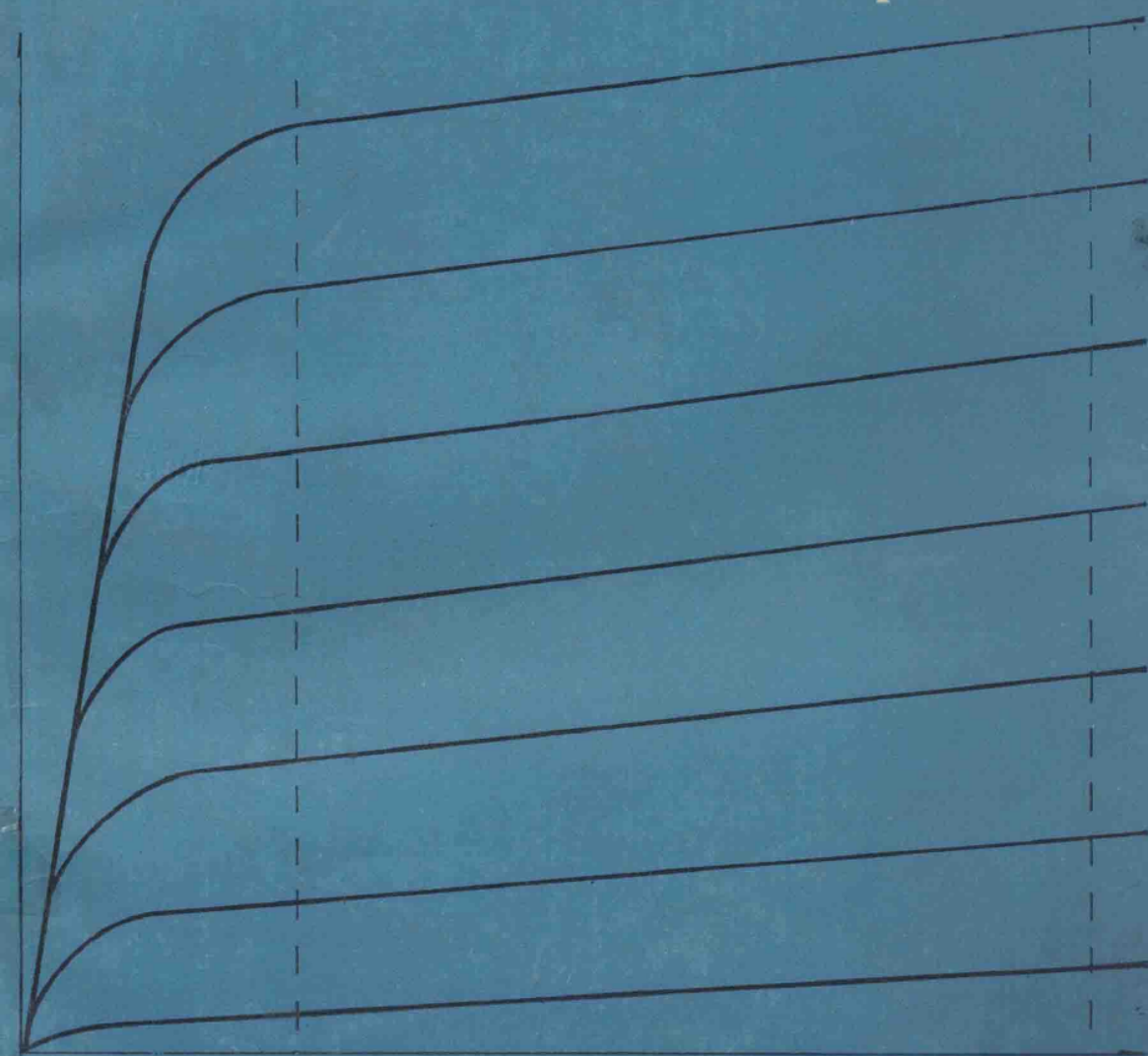


工 程 师 须 知

经济决策分析

原著:[美] Dean S. Shupe



工程师须知 经济决策分析

原著: (美) Dean S. Shupe

翻译: 李怡璞 王 焕

赵毅甫 唐福民 于铁柱

译者的话

为了提高经济建设和生产的经济效益,加强工程技术人员对于经济决策知识的学习,我们组织翻译了《工程师须知——经济决策分析》这本书,该书系美国俄亥俄州辛辛那提大学电机及计算机工程系编写的《工程师须知丛书》之一,1980年出版。同时我们又从英国阿特金斯咨询公司为帝国科学技术学院土建工程系三年级学生编写的《工程经济》讲义中,摘译了几个主要章节作为补充。

该书简明扼要,深入浅出地介绍了工程经济的基本知识及经济决策的主要方法,用以选择方案和进行经济评价,可供设计部门、厂矿企业培训技术人员参考使用,也可供理工科大中专院校学习科学技术专业的学生,作为学习经济管理知识的参考教材。

由于国外的某些情况如税收、财政制度与我国不同,对我们不尽适用,特别是书中有关的资产阶级理论和概念,务请读者在阅读此书时加以注意。

由于译者的水平不高,错误之处,望指正。

1983年6月

序 言

历史学家将把八十年代作为人类初步发掘有限资源的最有挑战性和最有创造性的简短时期而载入史册。资源的分布及价格，发生突然和大量转变将会威胁我们的社会组织，在政治和制度结构上造成困难，并且威胁我们的生活水平。

资源的部署及其发展的决策，常常是从技术和经济的角度出发来进行决定的。这种决策对现代的技术专家带来了关键性的新的职责，也就是说把工程师提高到平时从未有过的重要地位。

这本小册子主要是作经济方面决策用的。从广泛的意义来说，就是通过考察方案比较过程中相应的金钱价值，从而提出有效地和富有成果地分配稀缺资源方案。它唯一的目的是用一种容易统一的形式来表示各种经济方案的实质，而不是用综合的理论上的方法来定性。它的目标是提供一些清晰的、简明扼要的入门知识，就像是为工程师、科学家、公司管理人员、政府领导人以及涉及到长期投资决策和私人个体者所提供的一本工作手册。

这本书集中阐明了一些基本原理。它编进的这些原理是经过细心选择的。有关例子的困难程度也是循序渐进的，就像一个复杂的经济分析一样，深入浅出易于了解。重点是放在系统方法上，就像常见的技术训练一样，在那里，决策的本质清晰而明确，其观点也清楚地予以确定。产生于整个系统的现金流量必须小心地对每个方案按整个寿命期加以鉴别。现金流量在整个时间安排上的差别，是通过利息来处理的。现金流量表的利用是为了便于观察和分析。尽管现金流量是成熟的易懂的，但在实践中所遇到的模式是不规律的，其原理可应用于最复杂的情况。

书中使用的符号和术语是美国国家标准学会(ANSI)最近的标准，而这种标准是经过美国工程师学会的使用演变而来的。为了便于选用，在附录中提供了普通利息表和公式。

希望通过阐明它的方法以及使用者对其优缺点的敏感，使本书有助于经济决策分析科学的普及化，从而提高它的正确使用，并能在稀缺资源的分配上减少粗制滥用。

迪安·斯·舒普

Dean S. Shupe

目 录

译者的话.....	(4)
序 言	(5)
第一章 工程决策的重要性.....	(1)
第一节 有限资源的艰巨决策.....	(1)
第二节 工程经济分析:什么是,什么不是	(1)
第三节 新型工 程 师:增加社会和经济上的责任心.....	(2)
第四节 在决策中主要考虑 的 问题.....	(2)
第五节 工程经济:它的重大优点和 缺 点.....	(3)
第二章 金钱的时值.....	(4)
第一节 资金预算问题.....	(4)
第二节 利息的概念.....	(4)
第三节 单利和复利.....	(5)
第四节 现金流量/时间图解.....	(5)
第五节 谁的观点.....	(6)
第六节 利息因数及公 式.....	(6)
第七节 复利次数的影响.....	(16)
第八节 结 束 语.....	(18)
第三章 方案间的差异.....	(20)
第一节 差异的焦点.....	(20)
第二节 独立诸 方 案.....	(21)
第三节 非独立诸 方 案.....	(22)
第四章 寿命周期比较.....	(25)
第一节 寿命周期的现金流量.....	(25)
第二节 兔子和犀牛的 比 较.....	(25)
第三节 方案比较方法概述.....	(26)
第四节 不等寿命 问 题.....	(26)
第五节 现 值 法.....	(27)
第六节 年 值 法.....	(30)
第七节 背景:效益/费用和投资收益 率 法.....	(31)
第八节 效益/费 用 法.....	(32)
第九节 投资收益 率 法.....	(35)

第十节 假想法: 返本期法.....	(37)
第五章 会计与税收.....	(39)
第一节 政府和我们的公司.....	(39)
第二节 税: 现金流量的重要组成部分.....	(39)
第三节 工程经济和会计学.....	(40)
第四节 收益计算表.....	(40)
第五节 证券和外汇管理委员会及国内征税局.....	(41)
第六章 所得税研究.....	(43)
第一节 投资经济学中的会计影响.....	(43)
第二节 固定资产的注销: 折旧.....	(43)
第三节 注销方法.....	(43)
第四节 加速折旧的经济利益.....	(46)
第五节 耗减折让.....	(51)
第六节 税的信贷.....	(52)
第七章 投资经济的借款效果.....	(55)
第一节 自有资金与借款筹资.....	(55)
第二节 杠杆作用的概念.....	(55)
第三节 所得税和杠杆作用.....	(57)
第四节 财务自有资金/债务的比率.....	(59)
第八章 三个案例研究.....	(61)
第一节 案例1: 空气污染控制.....	(61)
第二节 案例2: 公司的资金预算编制.....	(62)
第三节 案例3: 专业综合营业所.....	(65)
第四节 最后小结.....	(66)
补充: (英) Atkins咨询公司为帝国科学技术学院三年级土建工程系在校	
学生的一套《工程经济》讲义摘译.....	(68)
第一章 现金流量项目.....	(69)
第一节 基建资金.....	(69)
第二节 经营成本.....	(69)
第三节 流动资金.....	(70)
第四节 税.....	(70)
第五节 收入.....	(71)
第六节 贷款处理.....	(71)
第七节 通货膨胀.....	(72)
第二章 敏感性和风险分析.....	(74)
第一节 导言.....	(74)
第二节 敏感性分析.....	(74)

第三节	三种水平的估算.....	(75)
第四节	风险分析.....	(75)
第五节	举例.....	(76)
第三章	规模的经济性.....	(78)
第一节	大规模生产的经济性.....	(78)
第二节	边际成本.....	(80)
第三节	基建费的规模指数因数.....	(80)
第四节	分期发展.....	(82)
第四章	边际成本计算法和盈亏分析.....	(84)
第一节	实际边际成本法.....	(84)
第二节	盈亏分析.....	(85)
第三节	边际成本和管理决策.....	(86)
第五章	资产负债表和损益计算表.....	(88)
第一节	导言.....	(88)
第二节	资产负债表.....	(88)
第三节	损益计算表.....	(89)
第四节	资产负债表和损益计算表的应用.....	(90)
附录1.	附加利息公式.....	(92)
附录2.	复利表、计算复利因数、利息表0.25—50%.....	(93)
附录3.	实际利率和名义利率.....	(118)
	英汉名词对照表.....	(119)

第一章 工程决策方面的经济重要性

第一节 有限资源的艰巨决策

有成就的政府官员的卓越特点，就是在严峻的情况和缺乏情报资料的条件下，有进行决策的才干。假若你自己是一个政府官员，你就会同意彼得·佛·德克尔关于进行决策的说明。人们不断要求决策对现今复杂的社会相适应并有所贡献。不管他的职务是公司或政府的领导者，是家庭的财务计划或简单地个人事情，人们的生活中总是充满着决策——这些决策可以是不重要的或关键性的，悲观的或兴奋的，暂时的或永久的。强有力的决策会击败我们中某些人的有争论性的和挑战性的事情，因为强有力的决策，来源于我们生活中的固有的斗争。

决策就是一种选择——在各个方案中的一种选择。由于资源的有限性，才直接导致了选择的必要性。假若我们有充足的金钱，充足的时间，充足的材料和充足的人材，则决策是容易的。但是，通常的特点不是这样，而不管是家族的，公司的或政府的，所有的社会集团共同有一个特点，就是他们都会遇到有限资源的问题。这样我们就必须选择——即在通常生产的状态下，选择如何才能最好地分配有限资源的问题。

第二节 工程经济分析：什么是，什么不是

工程经济分析是帮助决策人在分配稀缺的资源，特别是稀缺资金时的一种定量工具。它是一种方案比较的技能，这种比较是根据预计的经济成果为基础的。对每个方案的经济评价首先是根据项目整个期望时间内的现金流量来表现的。然后是用计算安排的现金流量的差额来对方案进行定量比较。

工程经济分析不是费用估算，尽管预测效益和费用的能力对于成功分析来说是非常需要的。而这并不是它的基本特点。工程经济分析也不是运筹学，尽管它是通过数理模拟系统效应的优选法，在处理经济风险中是非常有价值的，而运筹学不是它的基本特点。工程经济也不是讨论总的国家产品供需弹性或产品定价的微观或宏观经济，那是属于文科类的社会科学。更确切地说，工程经济分析是以设计的现金流量为基础的定量研究以便进行方案比较。它有些是相当于用金钱计算的时间价值。

第三节 新型工程师：增加社会和经济上的责任心

在现代科学技术界内，工程师担任了一种独特的任务。为了解决在人类中所存在的问题，工程是一门专以训练物理学和数学应用的专门行业。在传统上，工程的职能就是要高效率地利用我们这个行星上的基础资源——劳力、原材料和能源——以满足人类的需要。但是目标函数已不再简单地被叙述为产出的单位成本或者单位工时的生产率了。然而人类的原材料需要仍然是重要的。现代工程师所遇到的这种复杂局面，要在人们的优越生活方面——一种适宜的环境、思想行动上的自由、相对的安全和生活上的愉快等方面，来进行工程决策上的评价。

公司管理部门的最近调查，进一步确定了在最高阶层的领导人员中恢复工程师们的活动。工程师们自己也发现他们在公司的权限和职责中的地位日益加强了。在需要决定的问题上他们不是关键的行政官员，就是重要的参谋，这样，工程师们就必须发挥管理上的技巧，这是作出有效的决策所需要的。

第四节 在决策中主要考虑的问题

决策的基础就是判断，人们的判断，主要是依据人们的意见，而不是某些事实。某些事实确定的本身，就是不断发展的固执已见的过程。

决策过程的环境是矛盾的。矛盾是有限资源的一种自然结果，并且直接导致了决策的需要。有技巧的行政官员，就是要鼓励和培养不同的意见。争论和矛盾能够激发出创造性的和富有想像力的方案，澄清和阐明这些问题，能够帮助和鉴别这些重要观点，进而影响其考虑的结果。

大量的重要意见会影响决策。在做决策过程中，常常会遇到一个重要因素是对资金稀缺在管理部门的概算安排上，成为一个本质问题，这就是投资经济问题。投资经济提出的问题是：这种投资能否偿还？资金的收益上是否合适？现在的投资消费为求得将来的效益是否合适？这些都是工程经济中的中心问题。

除了这些经济问题外，对于所探讨的问题其它方面的考虑也可能是重要的，也许是关键性的。它们包括：

技术方面：方案在技术上是可行的吗？

法律方面：从合法性上应该选择那些方案？

财政方面：是否有充足的可利用资金？是否忽视了经济上的吸引力？

政策方面：现实政策是否影响了方案或排除了方案？是否排除了某些方案的选择？

健康和安全：在公害上是否排除了某些方案的选择？

环境方面：在方案比较上做了那些不同的环境评价？

习俗方面：社会习俗是否影响决策？

道德方面：有没有违背人们的道德心理？

在现今科学技术的社会状况下，涉及一项复杂问题的典型决策，通常是根据几种主要方面的考虑而决定的。

第五节 工程经济：它的重大优点和缺点

在工程经济分析中的共同标准是金钱。在方案比较中，金钱平等地为其提供一种共同的定量基础。用钱来表示方案比较的结果，它能够建立一种客观的标准，这在进行决策中是非常有价值的。

工程经济的原理是相对简单和明确的：它详细说明一种观点或者一个系统，它确定这个系统的现金流量并集中注意各个方案间的差异以及通过表现为利息形式来比较整个相同时期内的现金流量。假若有个好的参考材料或导师并通过适当的实践，这些原理是易懂而且是易于记忆的。对工程经济的挑战，是它对矛盾的处理应用问题。对考虑的各个方案及所决定的问题进行深入的考虑和详细的阐述，对有效的决策来说是关键性的。行政官员对一个不正常的问题得到一个正确的回答，这是经常发生的。利用钱来明确方案和项目的适宜效益和费用，除了有工程经济原理方面的知识外还需要有周到的判断。

在汽车气囊和无电源安全带的评价中，人类的生命应该放在什么价值上？在建立能量标准中，如何估计办公楼在撞击中所承受的功力？在向癌症宣战中，从医学根源导致的转变来看，人类一定会遭受到什么疾病？在对汽车和供电事业制定空气污染标准中，一般由社会负担的费用有多少？应该转移到消费者身上有多少？

在矛盾的环境中进行决策并能说明评价决策的基本判断质量，这些是难办的问题。为了有效决策的需要，在建立专门行政官员的正确观察事物相互关系的能力上，工程经济的原理是非常有价值的。事实上，假若是由经济上的根据来决定结果，则工程经济知识则是绝对重要的。但是假若非经济因素是重要的，而这些因素又不能用金钱来表示时，则单靠工程经济是不够的。由于它的最大优点是能在数量上进行方案比较，并在客观上是用金钱作为它们共同标准——这同样也是它的最大弱点。当考虑的重要事情，不能用金钱作为定量表示时，则工程经济就不能作为主要的决策工具，甚至还可能在客观上导致一种错误的概念。

成熟的行政官员能够认识到判断是进行决策的本质。最好的决策常常只是接近于事物的本质。但是在经济问题占支配地位的事例中，关键的问题是：这些投资能偿还吗？在这些情况下，对于今天决策者来说，工程经济是简单的而且的非常有效的评价工具。

第二章 金钱的时值

第一节 资金预算问题

资金的生产性分配是一个企业高层领导部门的关键性的职能。通过有效地编制资金预算,企业领导人员为企业未来的获利能力和生命力制定了基础。编制资金预算方法通过把全部设备由投资旧的、较小的生产力的领域更换为新的更高的生产力的领域,为恢复或加强竞争能力提供了机械装备。在这个编制资金预算的竞争场所,工程经济可以执行这样一种有效而有用的任务。

钱有很多用途。两个基本用途——消费和投资——用例子来说明存在于现在和未来之间固有的矛盾关系,而这种矛盾关系在编制预算中必须加以处理。正如现在消费和未来投资有矛盾一样,各方案在其时间安排上总是有差异的。如果进行方案比较,那就必须处理时间差异的问题。

第二节 利息的概念

“投资”一词包括现在和未来两层意思。投资就是为了在未来得到收益,现在投入资源。意思明显的是未来的收益将超过现在的投资。预料到的增值,自古以来就诱使人们进行投资。如果投入的资源是金钱,那末时间的增值就称谓利息。

尽管利息是一个早就熟悉的概念,但我们仍然应该继续注意。这个概念的实际应用很复杂并且需要一个清晰而明确的可靠基础。利息的概念是贯穿在整个工程经济中的共同的线索。它提供了处理时差的方法。

如果现在投资\$100,换取一年以后预期收回的\$110,则增值的\$10就称谓利息。通常用百分数表示,这年的利率是 $10/100$ 或 10% 。

利率是使现在和未来相平衡的支点。在上述简例中,如果年利率是 10% ,则现在的\$100就为一年后的\$110所平衡。更简要地说,现在\$100按 10% 的利息,与一年后的\$110等值。这个提法可用公式来表达:

$$@10\%: \$100(\text{现在}) = \$110(\text{一年后})$$

有时,\$100被看做是未来的\$110现值或贴现值。

提高利率使平衡向现在移动。例如,假定利率增加到 40% ,则现在的\$100将与一年后的\$140等值。在没有额外的\$30的情况下,平衡将向有利于现在的方向移动。这个例子说明了一个经济分析的基本原则:投资需要的利率愈高,就愈难证明投资在未来是合算的。

作为这个重要原则的一个实例,考虑一项节能装置如为家庭住房或制造厂保温的投资。金钱的时值(利率)愈高,愈难证明现在的美元投入换取未来的节能是合算的。

第三节 单利和复利

在上例中, \$100投资, 利率10%, 一年后增长到\$110。如果该项投资延长到第二年, 则第二年末的收益显然需大于\$110。按单利计算时, 第二年末的收益是\$120, 通过年利率乘二年算出。目前单利在美国很少应用。

按复利计算时, 第二年末的收益是\$121, 计算中包括第一年末支付的利息在第二年投资, 第二年的利息是\$110的10%, 总收益是\$121。

第四节 现金流量/时间图解

通过利息使不同时间的货币相等的技术为各个方案在同等基础上进行经济比较提供了重要的方法。与前述简例相对照, 多数实际的方案涉及到很多个不同时间的多次来往的现金流动。为了加快必要的利息计算, 采用了一种简单的图解技术, 以简要而明确的方法按其时间安排来表示其多次的现金流动, 这就是现金流量图。

现金流量图是现金流量(垂直方向)作为时间(水平方向)函数的一种图解, 如图2.1所示。时间轴向右方流动, 并标注于各时间周期期末, 例如, 1表示1期末。零(0)表示零期末(或1期开始), 通常相当于现在时间。年末的规定在工程经济中广泛遵循, 并将用于这本书的其余部分。

现金流量用垂直箭头表示, 绘于其沿时间轴发生的时间处。各个现金流量的大小通常是以近似其箭头的长度表示, 而不是划成比例。现金流量的方向(收入或支出)用箭头方向表示。

有几种表示方向的方法是常用的, 究竟选用那一种方法, 实际上是个人的爱好问题。我们将用指向时间线的箭头表示收入的现金流量, 用背向时间线的箭头表示支出的现金流量, 这种表示方法是自己设想在带有指向和背向箭头的时

前面用以介绍利息概念的例子可以很方便地用现金流量图来表示。利率10%、投资年的图解如图2.2所示, 投资2年的图解见图2.3。

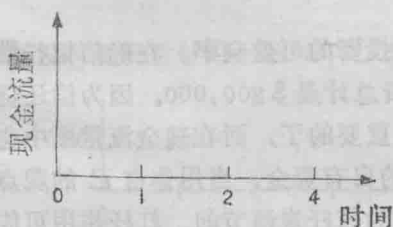


图2.1 现金流量图

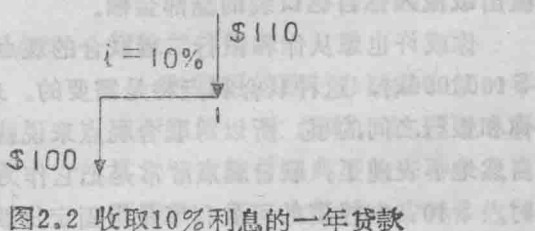


图2.2 收取10%利息的一年贷款

两个现金流量图都是从投资者的观点来绘制的, 亦即, 现在投资是为了将来, 从投资者的周围状况的观点, 每个图倒过来, 用图2.4来说明。

现金流量图在三个重要方面是有价值的。首先, 它帮助澄清人们的经济分析观点。在某种意义上, 它要求经济系统有一个清晰的定义。其次, 它集中注意到系统和系统外

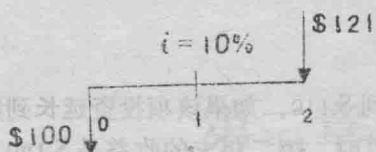


图2.3 收取10%利息的两年贷款
(贷方的观点)

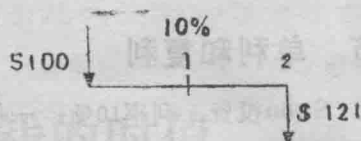


图2.4 两年贷款(借方的观点)

都有关方面之间的现金流量。系统之内再细分的现金流量除外。同样要排除非实际现金流量的金额,例如管理费用和折旧的金额。第三,现金流量图是联系用于经济分析中全部现金流量信息的一种有效而明确的方法。作为传达信息的一种手段,大大地减少了在分析阶段利息计算的错误,而且便于使用分析结果来对数据进行检查和审核。

极力主张人们按照现金流量图着手绘制草图和思考。现金流量图是设想和比较方案的一种极好的手段。它加速了必要的利息计算,而且是简单的。

第五节 誰的观点

在继续把利息应用到几个实例之前,我们应简要的说明分析的观点。现金流量图表示(从一个特定的观点来看)对于和从一个特定的经济系统发生的现金转移。显然系统的选择确定了产生的现金流量。

为了说明你的观点在确定你的系统中如何重要。假定你正在考虑建设一个你自己的小工厂。你所考虑的工厂是用回收的报纸生产纤维绝缘材料。假定开办工厂所需投资——购置设备,租用场地,雇用人员和销售产品——是\$200,000,包括自有资金\$40,000和银行贷款\$160,000。当然你最感兴趣的是这笔投资是否合算,主要是进行一项经济分析。可是你采取誰的观点呢?银行的观点?你自己的观点?或二者的观点?如果你选择自己作为系统,则你就集中注意于你自己本身的现金流量。你的\$40,000投资显然是重要的。偿付贷款也是离开系统的重要现金流量。简言之,适当的现金流量包括流出或流入你自己口袋的全部金额。

你或许也想从你和银行二者联合的观点来检验投资的可盈利率。在确信银行借给你\$160,000时,这种联合观点将是需要的。现在投资总计是\$200,000。因为偿还贷款是你和银行之间的事,所以对联合观点来说就不再是重要的了,而在现金流量图中也就很自然地不表现了。联合观点常常是把它作为100%的自有资金。当用你自己的观点来看时,\$40,000投资的可盈利率是用固定贷款债务作为杠杆来调节的。杠杆作用可能对你有利,也可能不利,这取决于制造工厂实际实现的利率超过或低于贷款的利率。杠杆作用的概念是对工程经济观点的自然的应用,并将在第七章中更加详细的讨论。

第六节 利息因数及公式

为了表达不同方案的可比经济条件,需要对几个基本的利息公式及推导公式的常规

方法一道来做清楚的了解。让我们从回顾用于介绍复利 \$100 贷款的例子 (图2.3) 开始。

为了求 \$121, 先计算出第一期期末的利息 (\$10), 加到原来的 \$100 上, 然后根据这个和计算第二期期末的利息:

$$\text{第一年 } \$110 = \$100(1 + .10)$$

$$\text{第二年 } \$121 = \$100(1 + .10)(1 + .10)$$

假设现在的金额为 P , 未来的金额为 F , 一年又一年的复利公式可用通式来表示:

$$F = P(1 + i)^N \quad (1)$$

式中, i 为每个复利时期的利率, N 为复利时期的期数。这就是全部复利计算中的基本公式。

这个公式可重新整理为实用的无量纲比率或因数:

$$\frac{F}{P} = (1 + i)^N \quad (2)$$

$$\frac{P}{F} = \frac{1}{(1 + i)^N} \quad (3)$$

P/F 通常称为现值因数。附录1中给出 N 和 i 明确写成的这个公式的其他形式。注意 F 的定义是作为 N 期末的一次现金流量, 而 P 是第一期开始时的一次现金流量。这些定义建立了我们与 ANSI 标准*相一致的规定方法, 我们必须坚持它。

既然在前面我们有了复利的基本公式, 让我们设想我们选购商品的一项为期10年, 年利率为10%的 \$10000 贷款。

表明没有偿付的贷款的概略现金流量图见图2.5。

应该注意, \$10,000 贷款是表示为零期流入我们口袋的现金流量, 而偿付计划则未予说明。实际上, 有几种偿付办法广泛用于这种贷款方式。在没有讨论四种常用的偿付办法之前, 你自己可能要考虑、并草绘出现金流量图。问题是: 为期10年的 \$10,000 贷款怎样偿付?

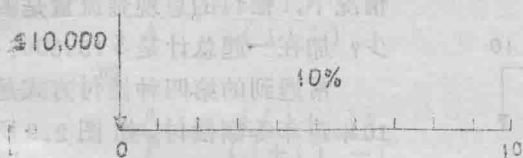


图2.5 没有说明偿付的一项10年的 \$10,000 贷款

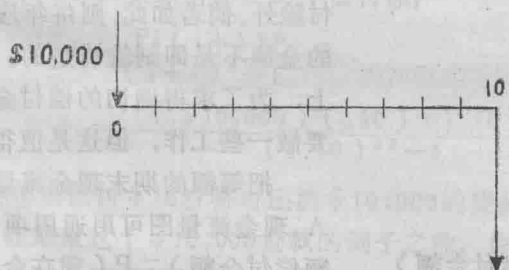


图2.6 一次偿付的 \$10,000 贷款

一种常用的偿付办法是在第10年末产生的一次总付, 如图2.6所示。一次偿付是典型的一种个人期票贷款。但一次偿付多少呢? 你可能已经按照复利10期计算了:

$$\begin{aligned} F &= P(1 + i)^N = \$10,00(1.10)^{10} \\ &= \$25,937 \end{aligned}$$

在10年末需要付清贷款形成的一

*ANSIZ94.5 美国国家工业工程技术标准, 工程经济, 美国机械工程师学会, 纽约(1972)。

次总额为 \$ 25,937。换言之,10%利息时,\$ 1000的未来值是 \$ 25,937。反之,10%利息时,\$ 25,937的现值或贴现值是 \$ 10,000。

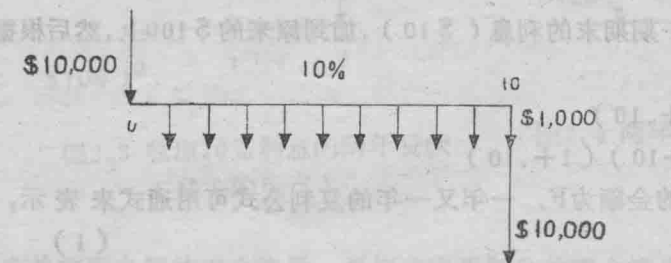


图2.7 按10年每年等额偿付利息和一次偿付本金的贷款方式

偿付贷款的第二种方式是在每年年末偿付利息,之后在第10年末偿还原贷款金额或本金。这种偿付方式见图2.7。因为利息在其产生时已经偿付,所以每年的利息为一等额 \$ 1000,注意到如果是这样,十年期间偿付的总金额是 \$ 20,000,这种偿付方式是债券性质的偿付方式。规定半年付息的债券除外。

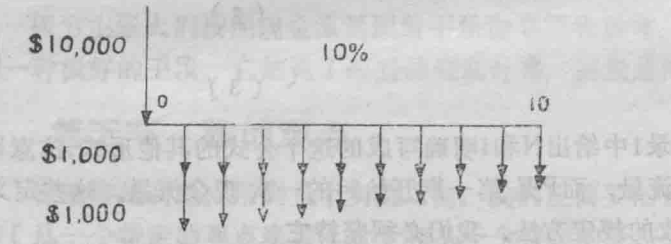


图2.8 按10年每年等额偿还本金加上未偿付债务的利息的贷款方式

第三种方式是偿付本金(按10年等额偿付),每年年末的 \$ 1000的增值加上那年应付的利息。这种偿付方式见图 2.8。第一年年末应付的利息是全部 \$ 10,000的10,%或 \$ 1000。第二年的利息是 \$ 9,000的10% 或 \$ 900(因为已经偿还本金 \$ 1000)。每年偿还额减少 \$ 100,直到第10年的偿还额达到 \$ 1100。在此情况下,偿付的总现金流量是多少?加在一起总计是 \$ 15,500。

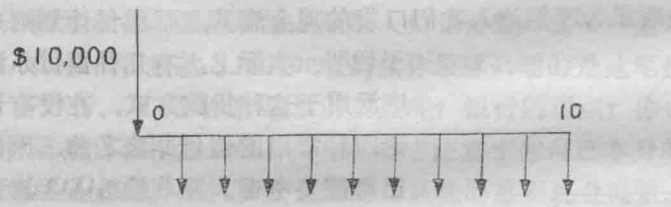


图2.9 按10年每年等额偿付的贷款方式

常遇到的第四种偿付方式是10年每年等额偿付,如图 2.9 所示。这种方式是住宅和汽车赊购的特征,通常每月月末的赊购偿付除外。倘若如此,则每年应偿付的金额不是即刻就清楚的。实际上,为了求得确切的偿付金额需要做一些工作,但这是值得的。

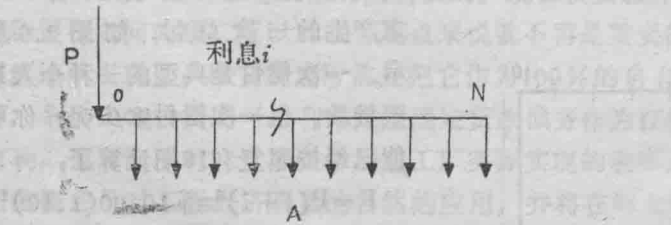


图2.10 P(现在金额)和A(等额偿付金额)的标准规定

把等额的期末现金流量作为 A。现金流量图可用通用项 A(等额偿付金额)、P(现在金额)、N(复利期数)及 i(每期利息)

来表示,见图2.10。又显然应该注意对 A 的规定是每期末发生的等额偿付金额。必须坚

持这个规定。

已知P、N和i，求A？从第一年开始，一次研究一个A。问题：第一年A的现值为何？利用公式P/F，N=1，解答是：

$$P_1 = \frac{A}{1+i}$$

现在，第二年A的现值为何？这就必须将A移回来两年。

$$P_2 = \frac{A}{(1+i)^2}$$

如果对全部N年这样继续下去，并将结果相加，则：

$$\begin{aligned} P &= P_1 + P_2 + \dots + P_N \\ &= \frac{A}{1+i} + \frac{A}{(1+i)^2} + \dots + \frac{A}{(1+i)^N} \end{aligned}$$

因为这个公式是一系列的项，其长度随N而定，所以麻烦而不便应用。通过对公式的处理，可以使其变成一个更有用的形式。首先除以A，并使公式的右方通分母：

$$\frac{P}{A} = \frac{(1+i)^{N-1} + (1+i)^{N-2} + \dots + 1}{(1+i)^N}$$

为去掉数列的中间各项，两边乘以(1+i)：

$$\frac{P}{A} (1+i) = \frac{(1+i)^N + (1+i)^{N-1} + \dots + (1+i)}{(1+i)^N}$$

由第二式减第一式：

$$\frac{P}{A} i = \frac{(1+i)^N - 1}{(1+i)^N}$$

两端除以i，得出现值P和等值偿付A的直接关系式：

$$\frac{P}{A} = \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \tag{4}$$

或

$$\frac{A}{P} = \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \tag{5}$$

A/P比值通常称为资金回收因数，N的公式在附录1中给出。后一个公式现在可用来求\$10,000贷款所需要的年偿付额：

$$\begin{aligned} A &= \frac{Pi(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \\ &= \frac{(\$10,000)(.10)(1.10)^{10}}{(1.10)^{10} - 1} = \$1627 \end{aligned}$$

每年年末偿付\$1627将可还清\$10,000的贷款。

在结束这个\$10,000贷款的例子之前，应该注意到四种贷款方式，每种方式必须偿还的总现金额之间的很大差异。不过，每种偿付方式都是按照自己的方法与现在的\$10,000等值。第一种偿付方式的\$25,937怎么能与第二种方式的\$20,000，第三种方式的\$15,500，以及第四种方式的\$16,270等值呢？回答是四种贷款方式在时间上是不同

的。在金钱时值为10%利率时，它们是相等的。

为了解释\$10,000贷款的例子，推导了因数P/F、F/P、P/A及A/P的利息公式。这些无量纲比值正如任何分数一样，可在代数方法上加以运用。例如，为求A/F值，可以一步一步地进行推导，就象求A/P进行的推导一样，或者把A/P与P/F直接相乘：

$$\frac{A}{F} = \frac{A}{P} \times \frac{P}{F} = \left\{ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)-1} \right\} \left\{ \frac{1}{(1+i)^n} \right\}$$

结果是：

$$\frac{A}{F} = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (6)$$

或

$$\frac{F}{A} = \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (7)$$

A/F值通常称为资金存储因数。附录1直接得出了求N的公式。

为了后面方便，现在总结一下利息因数公式及其名称。

复利因数，一次支付。 $\frac{F}{P} = (1+i)^n \quad (2)$

现值因数，一次支付。 $\frac{P}{F} = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (3)$

现值因数，等额序列。 $\frac{P}{A} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (4)$

资金回收因数。 $\frac{A}{P} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i) - 1} \quad (5)$

资金储存因数。 $\frac{A}{F} = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (6)$

复利因数，等额序列。 $\frac{F}{A} = \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (7)$

每次需要时都去解这些方程式是很麻烦的。幸好根据你自己的需要和条件，有几个你可以利用的方案。包括如下方案：

必要时解方程式。

查阅别人编制的并列入利息表（如附录2）的答案。

使用预先编好程序或可编制程序的手持计算器。所有可编程程序的计算器，制造厂商均在其软件手册中提供重要的程序。在市场上带有内部硬件线路、固定接线成套插件或磁卡库的一些预先编好程序的计算器也是可以用的。为了便于你自己编程序，附加的利息公式列入附录1，该附录是根据N和i直接表示的。

使用分时主计算机或分批计算机，特别是在处理复杂的现金流量时，而复杂的现金流量是需要反复地求i或多次为敏感性分析求解。

下例将使用附录2的利息表求解。

例1：退休储蓄计划。很多人为了退休编制月或年的储蓄计划表。假定每年年末积蓄\$1,000投入到一项收益为8%的投资，求40年后的累计储蓄总额。