

工程项目经济评价入门

[英]D. H. 艾伦 著



化学工业出版社

工程项目经济评价入门

〔英〕 D. H. 艾伦 著

陈演汉 译

化学工业出版社

本书阐述在工业建设中,为了以最少的投资取得最大的经济效果,而对工程项目进行经济评价的方法。着重介绍了国外化学工业工程项目经济评价的一些方法,并用实例加以说明,简明扼要,着重实用。书中提到的各种方法中,时间因素得到了应有的重视,对加速我国社会主义工业建设可以作为借鉴。

本书可供工业部门从事规划、设计、研究、基建和企业管理等工作的有关人员以及有关院校师生参考。

D. H. Allen
A guide to the
ECONOMIC EVALUATION OF PROJECTS
The Institution of Chemical Engineers
1972

工程项目经济评价入门

陈演汉 译

化学工业出版社出版

《北京和平里七区十六号楼》

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $2^{1/8}$ 字数47千字印数1—6,850

1980年7月北京第1版1980年7月北京第1次印刷

书号15063·3235定价0.24元

原 序

本学会在1969年曾出版了一本由工程实践委员会编写的小册子——《基建投资估算指南》(A Guide to Capital Cost Estimation), 受到了广泛的欢迎, 不断有人索取。这是因为该书对基建投资估算起了指导作用。该书对工程项目的经济评价工作也作了扼要的初步论述。

不久之后我们感到, 有必要把关于经济评价这一重要问题的初步论述加以扩充。因此, 工程实践委员会特请 J. 罗宾斯先生和 D. H. 艾伦博士编写了一本小册子。

工程实践委员会对原稿进行了研究, 一致认为, 关于工程项目评价的论述可以分为两个互相补充的部分: 一部分介绍工程师可以采用的方法, 另一部分则分析工程师的任务。大家同意把这两部分分开来出版更为实用。

本书内容, 即为经济评价方法及其应用, 是由 D. H. 艾伦博士编写的。工程实践委员会认为, 本书论述简练、清晰, 对于学生、从事实际工作的工程师以及主管经营人员来说都是一本很实用的入门书。

艾伦博士为这一工作贡献了学识和精力, 我们化学工程师学会理事会谨表谢意。

J. E. 奈威尔

(英国化学工程师学会工程实践委员会主席)

作 者 自 序

有这么一句老生常谈的话：化学工程师对自己的设计项目和装置不仅要考虑和深知其科学技术内容，而且同样要考虑和深知其经济价值。这本小册子的目的，就是为化学工程师提供一些经济方面的入门知识，谈一谈化学工程项目的经济评价方法及其应用。这里不打算对各种方法作详尽而全面的讨论，也不打算把一切可用的方法都加以介绍，因为这只是一本入门书，并不是一本关于工程项目评价的完整论著。

令人遗憾的是，关于某些方法的“正确性”，在财务专家之间还没有一致的意见；作为投资准则的“现值”（present value）及“折现现金流通利润率”（discounted cash flow return）等概念的相对正确性，现在也还在热烈争论之中。不过，我们化学工程师所关心的问题是真实的工程项目作出可行的决策，经济评价方法只是我们用以保证使决策做得好的工具。采用哪一项特定的工具能够恰如其份，取决于问题的性质、可用数据的形式以及我们自己在工作中的习惯。

许多朋友，特别是化学工程师学会所属的工程实践委员会的成员们，在我编写本书的过程中曾经给予有益的批评和建议，在此谨对他们表示谢意。

D. H. 艾伦

目 录

原序

作者自序

1. 导言	(1)
2. 工程项目的现金流通	(2)
3. 工程项目现金流通的组成部分	(4)
4. 工程项目的现金流通和经济评价	(7)
4.1 净现金位值	(8)
4.2 返本期	(8)
4.3 资金利润率 (ROI)	(8)
4.4 等效最大投资周期 (EMIP)	(9)
4.5 货币的时值和折现	(11)
4.6 现值	(12)
4.7 折现现金流通利润率 (DCF 利润率)	(15)
4.8 现值与DCF利润率的比较	(18)
4.9 有关通货膨胀的计算	(19)
5. 经济评价方法实例	(21)
5.1 现金流通数据及计算	(24)
5.2 评价指标的计算	(28)
6. 增量评价和费用节约	(30)
6.1 增量评价实例	(31)
6.2 费用最小化计算	(32)
6.3 费用最小化计算实例	(32)
7. 工程项目评价中的不确定性和风险	(34)
7.1 敏感度分析	(34)

7.2 敏感度分析实例	(35)
7.3 DCF 计算及敏感度分析的简化方法.....	(37)
8. 不确定性的数字化及其含义	(37)
8.1 在有不确定性因素时作决策	(37)
8.2 决策网络 (决策树)	(41)
8.3 决策网络分析法实例	(42)
8.4 概率敏感度分析	(47)
8.5 风险分析 (利用概率分布值)	(47)
8.6 利用蒙特卡洛模拟法进行风险分析的实例	(48)
9. 投资建议的系统程序	(52)
10. 工程项目评价用的计算机软件	(54)
11. 关于工程项目评价的一般讨论	(54)
附录1 贴现计算表	(56)
附录2 计算机程序	(58)
参考文献	(61)

1. 导 言

在作工程项目决策 (project decision) 时, 要决定如何使用资金和其他资财 (resources), 这时必须考虑多方面的因素。进行工程项目的经济评价, 就是要衡量这些因素。作决策的对象, 可能只是建设一个单一设备的小项目, 也可能是开发一个新的工艺流程, 还可能为建设联合企业而花一大笔投资。作决策时要考虑到各种可供抉择的方案, 暂不投资 (to do nothing) 也往往是这些方案之一。评价有助于我们作出明智的决策, 从而使实现工程项目时所采取的方法能够取得最好的成就。

在工程项目的全面评价中, 必须考虑到许多方面。全面评价可以包括技术评价、财务评价、商业评价以及安全和法律方面的评价。一个工程项目的经济评价, 就是衡量对工程项目有影响的、在经济上可以用数量表示出来的那些因素。在作工程项目决策时, 经济评价的结果应当与不能用数量表示的其他方面的影响结合起来考虑。

一个工程项目的经济评价, 可以在这一工程项目的实现过程中的各个阶段进行多次。例如在最初的试验研究之前, 在开发中的不同时期, 在投资建设工业规模的生产装置之前, 都可以进行经济评价。至于采用什么方法, 则取决于可用数据的质量以及要求进行评价时所作某一特定决策的性质。因为评价的目的是有助于作出下一步怎么办的决策, 所以我们只着眼于所作决策的经济效果, 而不着眼于已经发生的事情。不过, 已经

发生的事情可能会影响人们对评价结果的信心。

2. 工程项目的现金流通

工程项目的实现是要花钱的，必须能够得到利润或实际利益，花钱才是合理的。进行一个工程项目的经济评价，就是拿实现这一工程项目所需的资财和劳务 (effort)^① 来同其可能取得的最终利益比较。为此，要把尽量多的因素用同样的单位即货币或现金单位表示出来。工程项目经济评价的依据，是耗用劳务和资财等代价以及所求的财务报偿这两个方面的计算。这些计算都要把时间因素考虑在内加以分析，以求出工程项目在预计有效寿命期内的现金流通率（以英镑/年为单位）。在这有效寿命期内的总计或累计现金流通（以英镑计），对于进行经济评价也是有用的。

图 2.1 所示，是一项新化学工艺流程或生产装置（即一个工程项目）的有关累计现金流通曲线示意图。在工程项目开始之前，其现金位值 (cash position) 为零 (A 点)。花钱时现金流通为负值，有收入时现金流通为正值。在工程项目的初期要进行开发、设计和其他准备工作，这些都要花钱，所以累计流通曲线下降到 B 点。接着是主要的建设投资期，要投资建设厂房，投资建立生产装置和其他设备，于是曲线更陡地下降到 C 点。然后要使用流动资金，进行试车到交付正式生产，曲线到达了 D 点。D 点表示工程项目的最大累计债务 (maximum cumulative debt)。过了这一时期，由产品出售而得的收入超过了生产成本及其他业务费用，所以累计现金流通曲线转而

① 劳务就是用劳动力去完成某一事务，也就是要有人去做工作的意思。

——译者

上升。到了收支平衡点F的时候，全部收入正好与以前花在这一工程项目上的支出相平衡。过了这一点，净现金位值就上升为正值。最后到这一工程项目的有效寿命期的末尾，现金流入率可能下降，这大概有下列一些原因，例如生产成本增加，产

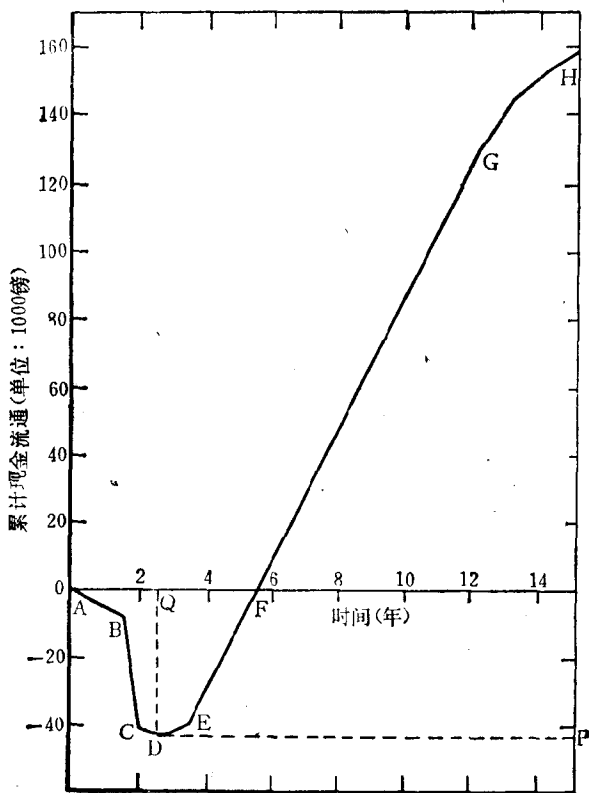


图 2.1 累计现金流通曲线图

AB—前期支出；BC—基建投资；CDE—试车；EFGH—获利生产

品售价由于竞争而下降，或由于产品品种落后而销售量减少。如果有流动资金回笼或者固定资产还有“残值”（salvage value）^①，则在这个工程项目的寿命末期还会有现金流入。

弄清现金流通的各个组成部分是十分重要的。在进行评价时，要把一个工程项目看成是一个独立的“系统”。现金流通，就是货币在现实上的某一时候进入或离开这个系统。因此，按照工程项目收益所纳的税款，就是实际纳税时这个系统的现金流出。而会计上的关于投资的年度折旧，是系统内部的现金转移，不是系统内外的现金流通。它是最初投资在几个年度之间的主观分配数字。在工程项目评价中，资金已经作为实际投资时的现金流出，所以不能再把折旧当作现金流通来看。但是由折旧可以得到纳税减免额，因此，折旧是在纳税时影响现金流出的一个因素。关于这个问题，在下文的实例中还有进一步的说明。工程项目的税款计算是比较复杂的，而且可能因条件不同而有所变化。政府可以按投资的种类和地点而规定不同的减免额和税率以资鼓励。同时，一个工程项目的税款负担还会受到公司其他业务情况的影响。此外，在现金流入和相应的税款现金流出之间还可能有时间间隔。因此，在进行一个工程项目的评价之前，关于纳税问题应向公司内部专家请教。

3. 工程项目现金流通的组成部分

一个工程项目正式投产之前，通常不会有正值的现金流通；直到此时，现金流通都是流出，也就是说都是负值。它包括从进行评价的时候算起对这个工程项目的全部投资。对一个

① 即由出售残留的物资所得的收入。——译者

要建立新装置的工程项目的评价，应包括下列几个方面：建立工厂本身的投资，与原料、中间产品及最终产品的储存量有关的流动资金，为提供各种必要的服务所需的支出，以及由于这个工程项目的存在而发生的各种各样的全部支出。工厂的试车费用也可能是一笔十分重要的款项。所有这些支出，就是使工厂进入正常生产从而得到合格产品到出售产品、获得经济收入而使累计现金流通曲线上升之前的全部生产成本。

过了曲线的这个转折点之后，未扣除税款的现金流通就是现金流入（工程项目的经济收益）和现金流出（生产成本及有关费用）两者之间的差额。工程项目的经济收益，应包括产品的销售以及由于本工程项目的存在而对本公司其他业务的影响（例如对其他产品销售的影响）。同样，生产成本及有关费用应包括生产装置的运行以及产品的调配和销售的一切费用。

表3.1所列，是生产成本及有关费用的款项清单，每一款项都附有实例。所列款项可能不够齐全。要列入哪些一般管理费必须经过仔细考虑。清单中的直接管理费（direct overheads），是由于该工程项目的存在而直接发生的一般管理费。有些一般管理费，例如生产装置的管理和保险，全部划给这个工程项目。另外一些一般管理费，可能只是由于本工程项目的存在而增加；例如公司的总部可能因本工程项目的存在而增加规划人员，总部费用也就可能要增加；在这种情况下，只把增加的一般管理费直接划归本工程项目。

工程项目一旦变成实际存在的项目，就可以分担间接管理费。这些分担的额份是按主观意见分配的，诸如全公司的基本研究费用或领导人薪给等支出，由全公司的有收益的生产性活动来共同偿付。如果本工程项目不存在，这些费用也仍会发生，只不过是其他各项有收益的生产性活动分担。间接管理

表 3.1 生产成本及有关费用清单

费用名称	实 例
原 料	化工原料
辅助原料	溶剂补充
	工艺用水
公用工程	蒸 汽
	燃 料
	电
	冷却水
	压缩空气
操作人工	轮班操作工
	白班工人
维 修	人 工
	设 备
	材 料
销 售	产品配制 ^①
	包装及容器
	运 销
直接管理费	工厂管理和经营
	工作人员设施 (staff facilities) ^②
	质量控制实验室
	保险费
	地方税款 (local taxes)
	总部增加工作人员
	培训增加设施

① 产品配制 (product formulation) 和产品调配 (product preparing), 都是指有些化工产品必须进行的简单后加工, 例如混合、粉碎、干燥等。这些产品必须经过配制或调配后, 才能包装作为商品。

② 即为工作人员进行正常业务所必须的工作条件, 如办公楼等。

——译者

费在评价时应否考虑在内, 取决于评价的特定目的和外界条件。

在进行经济评价时，现金流通都是在将来发生的收支。因此，全部收支数字必须由估计或推算而得。在下文初步介绍经济评价方法时，现金流通的不确定性 (uncertainty) 都暂且加以忽略，其有关的问题到以后的章节再行讨论。

4. 工程项目的现金流通和经济评价

累计现金流通曲线图，对工程项目的全部经济数据作了概括，是经济评价的依据。评价的目的是推算一个工程项目的有利程度 (attractiveness) 或合意程度 (desirability)。现金流通曲线图的形状本身，就有良好的定性作用。有些定量的量度或指标，是现金流通曲线的函数，可以用来描述曲线的各种特性。我们的目标是鉴定曲线图的一些重要特点，并把这些特点综合而成一个简单数值，以便作为该工程项目的经济有利程度的指标。这些函数可以分为三类，分别以币值、时间和利润率为计算单位。表4.1列出了这三类函数的名称，并各举两个实例。每一类中的头一个实例是原始的、粗略的、现成的指标，

表 4.1 经济评价方法

指标种类	单 位	实 例
现 金	英镑、美元等	n年后的净现金位值 现 值 (present value)
时 间	年	返本期 (payback time) 等效最大投资周期 (equivalent maximum investment period)
利润率	年百分率	资金利润率 (return on investment) 折现现金流通利润率 (discounted cash flow return)

后一个则更具有综合性，也更实用。现金类和利润率类指标的数值越大，有利程度也越高；与此相反，时间类指标的数值越小越有利。

一个公司对某一工程项目的某一项指标，要根据这一工程项目的类型、规模大小和风险大小而定出一个“边界值”(boundary value)，这就是该工程项目可否接受的界限值。某一工程项目的指标值在这一边界之外，这个工程项目从经济方面来看就不可取。表 4.1 所列的各种指标是最常用的指标，下文将逐一加以说明。

4.1 净现金位值

任何时刻的净现金位值，都可以从累计现金流通曲线图上直接读出。这个指标往往是特指该工程项目的有效寿命期 (useful life) 终了时的数值，但也可以指任何其他适当时刻的数值。图 2.1 中的工程项目在 15 年之后的净现金位值是 160,000 英镑。

4.2 返本期

返本期也可以从累计现金流通曲线上直接读出。在图 2.1 中，工程项目的实现从 A 点开始，曲线下降后又上升到净现金位值为零的 F 点，F 点称为收支平衡点。从 A 点到 F 点经过的时间即为返本期，其值为 5.5 年。所谓返本期，就是达到累计支出恰巧与累计收入相平衡所需的时间。

4.3 资金利润率 (ROI)

资金利润率就是某一年的净收入 (net income) 与全部累计投资的比例，以百分数表示。有时候，资金利润率所指的时间是投入生产后第一个整年；但在实际上更经常的是指工程项目在生产寿命期中由平均年收入计算出来的数值。由图 2.1 可知：

$$\text{平均ROI} = \frac{\text{PH}}{\text{PD}} \times \frac{100}{\text{QD}} \% (\text{每年}) = 36\% (\text{每年})$$

ROI还有一些不同的定义。按照有的定义,以投资的当时帐面值或更新值为依据来计算ROI。因此,在使用来自别处的ROI数据时,必须注意它的计算依据是否适当。

以上4.1节、4.2节和4.3节介绍的几个指标,只各自有选择地说明了累计现金流通曲线的几种特性,但却忽视了其他特性。这就是说,没有把工程项目进程中的现金流通模式(pattern of cash flow)考虑在内。下文介绍的几个指标,即等效最大投资周期、现值和折现现金流通利润率,比较具有综合性,这是因为这些指标反映了现金流通随着时间而变化的模式。

4.4 等效最大投资周期 (EMIP)

一个工程项目的等效最大投资周期的定义,就是累计现金流通曲线在达到收支平衡点之前所包围的负面积,除以最大累计支出(亦即曲线上的最小负值),由此所得之商。从图4.1所示的现金流通曲线来看:

$$\text{EMIP} = \frac{\text{面积ABCDEFQA}}{\text{QD}} = 2.7 \text{年}$$

我们可以把曲线图的纵坐标标度除以最大累计支出从而使之规范化(normalized)。这样,曲线最低点在新的标度(图4.1右侧标度)上的数值就等于-1。于是,ABCDEFQA的面积就直接表示EMIP。EMIP的计算单位是镑×年/镑,也就是年。设想一个面积与此相等的矩形,它的一边的长度是最大累计支出,其另一边的长度即为EMIP。EMIP表示一个假想的等效周期,在这一周期内,应当清偿的工程项目最大累计债务是在瞬间发生的,以后也是在瞬间还本的。这是等效最大投资周期这一名称的由来。

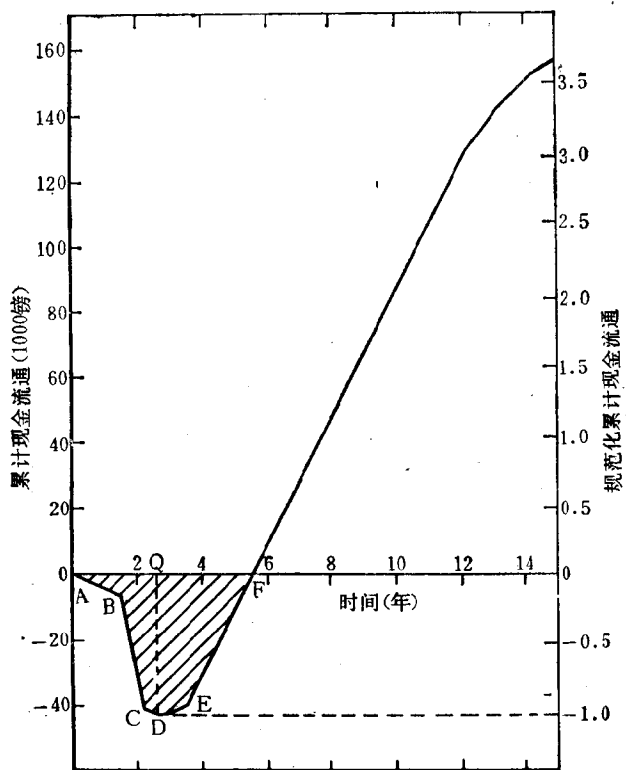


图 4.1 规范化累计现金流通曲线

EMIP 同返本期一样，也是一个短期的指标。但它比返本期更实用，这是因为它反映了直到收支相抵时的收入支出模式，并且能够区分那些返本期相等的工程项目之间的差异。由于对现金标度进行了规范化，所以 EMIP 可以用来比较那些大小不同、进展时间不同的工程项目。EMIP 也与返本期一样，