

工业可行性研究讲座 资料汇编

——国家建委设计局“工业可
行性研究讲习班”讲演稿——

煤炭部规划设计院出版

一九八一年五月

前 言

我们于一九八一年三月中旬在北京举办了“工业可行性研究讲习班”。讲习班的第一阶段邀请了一些设计、规划单位的同志讲授工业可行性研究中有关阶段划分、市场调查和预测、财务分析、经济分析、项目评价等内容，同时介绍了国内外某些工程项目可行性研究的编制情况。根据参加讲习班同志们的要求，现委托煤炭部规划设计院编印出版，供有关方面研究参考。为了保持每篇讲演稿的完整和系统性，虽然有些内容重复，我们也没有做删节。

“工业可行性研究讲习班”的第二阶段，是由联合国工业发展组织可行性研究处代处长贝伦斯及顾问让·巴雷亚斯讲课。讲课的主要内容及有关参考资料，已委托北京有色设计研究总院录音，并整理、翻译出版。

这个资料汇编由于选辑时间仓促，如有错误和不足之处，欢迎批评、指正。

国 家 建 委 设 计 局

一九八一年三月三十一日

《工业可行性研究讲座资料汇编》

目 录

工业项目经济评价简说	化工部规划局 陈演汉	1
电力工程项目的经济评价	电力建设总局 陈济东	22
需求预测概述	鞍山黑色冶金矿山设计研究院 艾彦方	31
可行性研究的经济分析	北京有色冶金设计总院 刘家骏	45
菲律宾泰山铜矿可行性研究介绍		
	北京有色冶金设计总院 刘家骏	65
可行性研究在基建程序中的地位和作用		
	一机部九院 蒋一子	69
可行性研究要注重对项目的前提性和关键性综合技术经济问题的研究		
	一机部九院 蒋一子	73
电力工业可行性研究及经济分析		
	电力建设总局 俞贤通	83
可行性研究概述及内蒙古什报气石墨矿可行性研究		
	建筑材料工业部规划院 赵 存	88
可行性研究中对经济效果的分析方法		
	中国人民建设银行 王福穰	119
国外可行性研究在林区开发上的应用		
	林业部基建局 程孝敏	126

工业项目经济评价简说

化工部规划局 陈演汉

I、引言

在工程项目的可行性研究中，经济评价是一个重要内容。但是关于可行性研究的资料中，对经济评价指标的意义和评价方法都往往没有初步的说明和解释，以致为进行可行性研究增加了一些困难。因此有必要简单地介绍一下经济评价中一些常用指标的意义和一些常用的评价方法。

首先，应当提到的是，国内各单位进行可行性研究都还在尝试阶段。一些具体问题如何解决，还有待大家深入研究，这里只能介绍一般的概念。其次，关于经济评价中的一些术语，国外也还没有统一，这里只能采用某一家的说法，在可能时则提一提各国的异同；至于国内采用的术语，更没有统一，所以在必要时注上英语原名。

这里所谓的经济评价，国外有的称economic evaluation，有的称appraisal of investment，有的称venture analysis，UNIDO（联合国工业发展组织）则称为financial evaluation。总之，指的都是预先估算一个工程项目建设方案或工艺过程的经济效果，也就是预先算一算经济帐。在提出一个工程项目建议时，必须从技术、经济、安全、环境保护、社会条件、国家政策等等方面研究其可行性、以便作为决策的依据。所谓决策，就是作出决定，即决定是否把建议付诸实施，或决定选择建议中的哪一个方案。经济评价不一定是工程项目评价的唯一依据，但是经济评价是必须进行的，而且在可行性研究的各个阶段要分别进行多次。即使不顾经济上的牺牲非干不可，也要算一算经济帐，看一看为了达到目的在经济上需要付出多大的代价。

II、现金流通 (cash flow)

建设一个工程项目必须消耗资金，建成以后进行生产必然有产品销售收入。资金消耗是“失”，销售收入是“得”，经济评价就是计算“得”与“失”的差额或比例。

一个工程项目某一时间内支出的费用可称为现金流出 (cash outflow)，取得的收入可称为现金流入 (cash inflow)。现金流出和现金流入，都是现金流通 (cash flow)。在经济评价开始之前，必须预先估算出各段时间内（通常为逐年）工程项目各项费用和各项收入的数值，亦即列出逐年的现金流通数据。

工程项目的现金流出，包括试验研究、开发和设计阶段的费用以及建厂时期的厂址土地、厂房、生产装置、厂区外设施，流动资金等方面的投资，包括固定生产成本和可变生产成本，还包括借款利息、税款和保险金。工程项目的现金流入，主要是产品销售收入，其次是工程项目报废时的土地地价、厂房及设备的残值 (Salvage, scrap) 和流动资金回收。

固定成本即在产量发生变化时固定不变的开支，包括工人工资 (wages)、职员薪金 (salaries)、直接管理费 (direct overhead) 即车间经费，加上间接管理费

(indirect overhead) 即全厂管理费的分摊。可变生产成本即随产量变化而变化的开支, 包括原料、水电汽、燃料以及维修和包装、运输等方面的费用。

在工程项目建设期间, 只有现金流出而没有现金流入。工程项目建成投产以后, 按私营企业来说, 年现金流通的计算方法如下:

产品销售收入 - 生产成本 = 营运利润

Sales income - production costs = operation profit

营运利润 - 借款利息 = 毛利

operation profit - interest payment = gross profit

毛利 - 折旧费 = 可课税收入

gross profit - depreciation = taxable income

可课税收入 - 税款 = 净利

taxable income - taxes = net profit

净利 + 折旧费 = 年净现金流通

net profit + depreciation = annual cash flow.

如果还要交保险费, 还有扩建需要投资, 流动资金需要增加, 则还要从中减去这些费用。

在上列计算中, 产品销售收入是现金流入, 生产成本、借款利息、税款、保险费、扩建投资、流动资金增加额等, 都是现金流出。而毛利、折旧费、可课税收入、净利等项, 既不是现金流入, 也不是现金流出, 它们都只是产品销售收入这一现金流通在工程项目内部的转移。我们可以把工程项目作为一个系统来看, 在某一时刻, 进入和离开这个系统的才是现金流通。

这里还要提到几个问题: ①私营企业是要“分红”(dividend payment), “分红”是现金流出。但是在经济评价中不计算分红, 因为红利是利润, 从利润中减去了红利, 就无法计算这个工程项目的总利润和利润率了。②国营企业和私营企业的现金流通计算方法应有不同。在私营企业中, 税款已非资本家所有, 已不包括在利润之内; 而在国营企业中, 税款和利润一样, 都是国家的收入。所以, 作为以后利润率计算根据的现金流通中, 应否减去税款, 值得研究。

关于折旧费, 国外私营企业的折旧费是企业的不纳税的所得, 国家允许资本家收入折旧费, 是为了保证资本家收回投资。国外计算年折旧费(annual depreciation)最常用的方法大致有以下三种:

1. 直线法(straight line method):

$$D = \frac{F - SV}{n}$$

式中: D — 折旧费

F — 固定投资

SV — 预计使用寿命终了时的残值

n = 预计使用寿命

2. 递减法(Double declining - balance method)

$$D = \frac{2}{n} (F - CD)$$

式中：CD—前此各年累计的折旧费 (cumulative depreciation)

3. 年数之和法 (Sum-of-year digits method)

$$D = \frac{(n+1)-y}{n(n+1)/2} (F-SV)$$

$$= \frac{2(n+1)-y}{n(n+1)} (F-SV)$$

式中：y—折旧的顺序年份。如折旧的第一年y=1，第二年y=2，依此类推。

$n(n+1)/2$ 是折旧年份序数之和。既 $1+2+3+\cdots+n$ 。

一个工程项目的预计寿命期间各年的现金流通累计起来，可以画成累计现金流通曲线。典型的现金流通曲线如图1中曲线1所示。这个曲线，直观地综合地表达了工程项目的可取程度，例如需要多少资金，需要多少时间可以收回投资，到寿命终了时总计可以得到多少收入等等。

III 经济评价的常用指标

为了用数字表示工程项目在经济上的可取性，常采用表1所列各项指标。

经济评价指标 表1

指标种类	计算单位	指标名称
现 金	元, 美元 英 镑	现金位值 现 值
时 间	年	还本期等效最大投资周期 (EMIP)
利 润 率	%/年	投资利润率 (ROI) 折现现金流通利润率 (DCFRR)

上列三类指标中，时间指标越短越好，现金指标和利润率指标越大越好。各公司在选择工程项目的建设方案时，都定出自己的边界值，即可以接受的极限值。

以下逐一解释这些指标的意义和计算方法。

1. 现金位值 (cash position)

现金位值即一个工程项目在某一时刻的累计现金流通的数值，尤其是指其寿命终了时的累计现金流通的数值。这个数值可以从图1中的曲线1读出。从这个指标可以知道工程项目从负债到盈余的变化，并可定量地了解其寿命终了时所能取得的现金总值。但是这个数值不能反映利润额和利润率。

2. 返本期 (payback time, payup period, payout period)

返本期即一个工程项目从开始投资到累计现金流通的数值等于零时所需的时间（一般以年表示）。此时，获利性生产的累计收入与总投资正好相抵。这个时刻叫做收支平衡点 (breakeven point)。返本期与收支平衡点都可从图1中的曲线1读出。这个指标不能反映最大投资额、利润额和利润率。

3. 投资利润率ROI (return on investment)

投资利润率是每年可得利润额与总投资额之比。ROI的计算方法很多，结果也不相同。例如，如果把投产后总共可得利润额除以年数和总投资额，得到的是平均ROI；如果把投产后的某一年可得利润额除以总投资额，则得到的是某一年的ROI。又如，

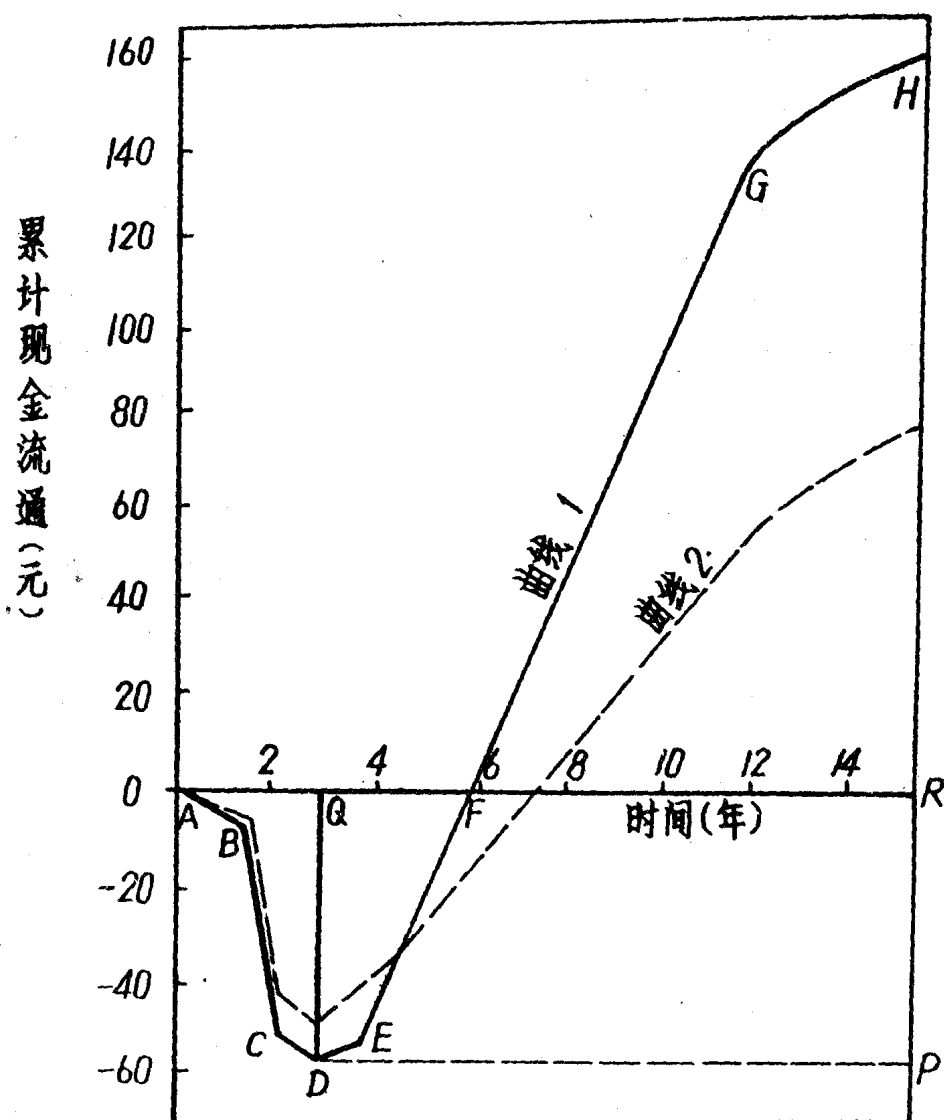


图1 累计现金流通曲线和累计折现现金流通曲线

注1：曲线1为累计现金流通曲线，曲线上各线段和点的意义如下：

AB—前期费用（设计、开发……）；

BC—基建投资（厂房、设备……）；

CD—试车前准备的支出；

DE—试车合格产品销售收入；

EFGH—获利性生产；

F—收支平衡点；

QD—累计最大投资额或累计最大债务。

注2：曲线2为累计折现现金流通曲线。（见下文解释）。

利润额可以采用毛利的数值，也可以采用净利的数值；有的计算方法还以固定投资代替总投资（total investment costs），总投资包括固定投资（fixed investment），生产准备费（pre-production capital costs）和流动资金（working capital）；有的计算方法中以销售收入减去生产成本作为毛利。因此，用那种计算方法计算ROI，应当予以说明，要比较几个不同方案的优劣时，各个ROI必须是由相同的计算方法求出来的，否则无法比较。

利用图1中有关线段的长度和下列公式，也可以求得平均的ROI：

$$ROI = \frac{HP}{QD \times DP}$$

式中：HP—累计现金收入

QD—最大投资额

DP—开始获利性生产到寿命终了的年数

ROI不能反映一个工程项目的投资额和返本期。

4. 等效最大投资周期E MIP (equivalent maximum investment period)

这是与返本期相似的时间指标。

先说明一个概念“债务负担”。它是债务（即欠债数目）与欠债时间的乘积。形象地说，以债务为一边，欠债时间为另一边作一矩形，此矩形面积就是债务负担。债务以元为单位，欠债时间以年为单位，债务负担的单位为元×年。

我们可以认为，工程项目投资未收回之前（即达到收支平衡点之前，亦即在返本期内）是处于负债状态，未收回的投资就是债务，返本期就是欠债时间。但是在返本期内投资是由零逐渐增大的，达到最大投资额之后又逐渐回收以至为零。在这种情况下要计算债务负担，就必须把欠债时间划分为许多很小很小的时间增量，各个时间增量乘以各自当时的债务，就得出各个时间增量期间的债务负担，然后求其总和，从而得出返本期内的债务负担。图1中曲线1与横轴围成的多边形ABCDEFQA的面积，即为该工程项目的债务负担。

现在我们假定有一种臆想情况，即累计最大投资额（累计最大债务）是瞬时发生且其值不变，然后又是瞬时收回的，这一段时间的长短叫做投资周期。在臆想情况下的债务负担，就等于最大投资额乘以投资周期。如果前述的实际债务负担与此臆想的债务负担相等（即所谓等效），我们可以求得一个投资周期，这个投资周期称为等效最大投资周期E MIP。

可利用图1计算E MIP。图1中多边形ABCDEFQA的面积就是在累计投资额不断变化的情况下，工程项目的债务负担。此多边形面积除以QD（累计最大投资额），即得E MIP。或利用作图法，在第四象限做以纵轴为QD长作一矩形，使该矩形面积与多边形ABCDEFQA相等，则此矩形的横边即为E MIP。E MIP的计算单位是元×年/元=年。

E MIP反映工程项目的债务负担时间。两个投额相同、返本期相同的工程项目方案，E MIP也可能不同，以E MIP值较小的方案为好，因为这个方案的债务负担时间比较短。利用E MIP可以比较还本期相同的两个工程项目方案的优劣。但这个指标与

返本期相似，也只能反映投资的近期效果，不能反映后期的现金位值及利润率。

5. 时值 (time value) 和折现 (discounting)

如果工程项目的资金是由借贷而来的，且须支付利息，则利息支付当然是这一项目的现金流出。如果这个工程项目的资金是自有的，把这一笔资金投入这一工程项目，从而放弃了用它来赚取利息的机会，则这一笔未赚到的利息也应当由这一工程项目来承担。根据同样的理由，当一个工程项目的现金位值达到正值以后，所得现金当然可以用于赚取利息，此项利息亦应作为这一工程项目的现金流入。

由上述现金必须支付利息的道理可以得出一个概念：现金流通额可以看成时间和利率的函数。某项现金流通的时值，就是它在某一特定时刻的值。例如：当年利为 5% (0.05)，95.24 元在一年后的时值为 $95.24 \times (1 + 0.05) = 100$ 元；反过来说，一年后的 100 元，在现在的时值是 $100 / (1 + 0.05) = 95.24$ 元。

把将来的现金流通折算为现在的时值，即所谓折现 (discounting)。折现时所用的利率称为折现率 (discounting rate)。

各个不同时期的现金流通必须折算成同一时间的时值，才能相加或比较。

上文介绍的位值、返本期、投资利润率 (ROI) 等指标，都没有考虑到现金流通的时值，所以那些指标虽然比较直观，但也是比较粗的。在可行性研究的最后阶段，必须采用下文介绍的现值或折现现金流通利润率作为经济评价的指标。

6. 现值和净现值 NPV

进行折现时，把将来的现金流通折算为现在的时值，就得到这一笔现金流通的现值 (present value)，折现时采用复利计算公式：

$$C_t = P(1+i)^t$$

$$\text{或 } P = C_t / (1+i)^t$$

$$\text{或 } P = C_t (1+i)^{-t}$$

式中： C_t ——第 t 年的现金流通（即第 t 年的将来值）；

P ——现在值，或简称现值；

i ——年折现率；

$(1+i)^{-t}$ ——折现因子 (discounting factor)。

上述的复利公式用于间断式复利计算，即以一段时间（通常为年或月）为单位计算复利。还有一种连续式复利计算的方法，即以无穷小时间片断作为复利计算的时间单位，计算公式可由上述公式推导而得。

若把一年的时间划分为 m 个计算复利的时间单位，则利率亦应以这个小单位来计算，于是利率等于 i/m 。因此，一年的本利和应为：

$$C_t = P \left(1 + \frac{i}{m} \right)^m$$

t 年的本利和则为：

$$C_t = P \left(1 + \frac{i}{m} \right)^{mt}$$

若时间单位为无穷小，即 m 为无穷大，则

$$C_t = \lim_{m \rightarrow \infty} P \left(1 + \frac{i}{m} \right)^{mt}$$

$$= \lim_{m \rightarrow \infty} P \left(1 + \frac{i}{m} \right)^{\frac{m}{t} t}$$

$$= P e^{it}$$

式中 e 是自然对数的底，其数值为2.71828……。于是折现公式就变成了下式：

$$P = \frac{C_t}{e^{it}} \text{ 或 } P = C_t e^{-it}$$

实际上很少利用这个公式计算现值，这是因为在商业上不大采用连续式复利，而且用此法所得计算结果与利用间断式复利公式的计算结果相差并不太大。在工程项目的可行性研究中，所有的数据都是由预测而得的，与将来的实际比较均有一定的偏差（如10%）。因此利用间断式复利公式来计算现值，不致对评价结果有很大的影响。

在累计现金流通曲线图中（见图1曲线1），现金流通均未折算成现值。我们也可以把它们看成已经折现，但 $i = 0$ 。如果按一定的折现率 i （例如 $i = 0.10$ ）予以折现，则可得图1中曲线2。

工程项目各年现金流通的现值的代数之和，叫做这个工程项目的净现值NPV（net present value）：

$$P = \sum_{t=0}^{t=n} P = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

式中 P 为净现值， n 为工程项目的寿命（年）。

工程项目的净现值的意义，就是假定折现率为某一数值时，着手建设这一工程项目，元异于本公司财产中立即增加此量的财富。由此可见着手建设一个工程项目时计算其净现值的重要性。

一个工程项目的现金流通与现值计算实例见表2。表中A和B两项，是以建设和生产规划为依据进行调查研究，并按照经验公式分别估算出来的现金流入和现金流出，C项是现金流通，即A项与B项之差。D项是由C项按折现率为15%折算出来的现值。折现因子 $(1+i)^{-t}$ ，可以由手算求得，但有表可查。现值下面括号内的数字，是 $i = 15\%$ 、 $t = 1, 2, \dots, 13$ 的折现因子值。

工程项目的净现值越大越好。但是两个工程项目方案的净现值相同，而投资额可能不同，这时当然以投资较少的方案较好。因此，在估算了工程项目的净现值之后，最好再计算净现值与投资现值之比。这个比值叫做净现值比（net present value rates），或简称NPVR。工程项目的净现值用NPV表示，投资的现值用PVI表示，于是：

$$NPVR = \frac{NPV}{PVI}$$

7. 折现现金流通利润率：DCFRR（discounting cash flow rate of return）

DCF利润率的名称很多，例如内利润率（internal rate of return）缩写为

IRR, 利润率(interest rate of return), 真正利润率(ture of return)获利性指标(profitability index), 等等。其定义为可使工程项目净现值为零的折现率:

$$P = \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+I)^i} = 0$$

试想本工程项目所需资金全由借贷而来, 如果借款的利率越低, 则此工程项目的净现值越大, 也就是利润越大; 反之则越小。如果借款利率太高, 则净现值可能为负, 也就是利润为负。使净现值恰巧为零的利率, 就是使工程项目的全部利润都变为资金利息的那个利率。

工程项目的DCF利润率越大越好, 决不可小于实际的贷款利率。如果它小于实际上的贷款利率, 则此工程项目的净现值为负数, 这样的工程项目就要发生亏损。

由上式计算DCF利润率, 不能采用一般的代数方法, 因为上式是高次方程式。一般采用试差法(trial and error method)求解, 即先用一个假定的*i*值试一试, 如果此*i*值使净现值为正, 则此*i*值太小, 应予增加; 如果此*i*值使净现值为负, 则此*i*值太大, 应予减小, 直到使净现值接近于零时, 此*i*值即为所求的DCFRR。

表3是讲一个计算DCF利润率的实例。当折现率为17%时, 净现值为110千元; 当折现率为18%时, 净现值为-203千元。可见DCF利润率在17%与18%之间。这时, 可利用内插法公式(interpolation formula)进一步计算DCF利润率。

DCF 利润率计算举例

表 3

年 份	现 金 流 通 (千元)	折现率为17%时		折现率为18%时	
		折现因子	现 值	折现因子	现 值
1	-3300	0.859	-2818	0.847	-2795
2	-5000	0.730	-3650	0.718	-3590
3	-575	0.629	-334	0.609	-326
4	1755	0.533	935	0.516	906
5	2240	0.456	1021	0.437	979
6	3270	0.389	1272	0.370	1210
7	3500	0.333	1165	0.314	1099
8	1140	0.284	324	0.266	303
9	2140	0.243	520	0.225	482
10	2140	0.208	445	0.191	409
11	2140	0.177	379	0.162	347
12	5640	0.151	851	0.137	733
净现值			110		-203

现在还要说明一下内插法公式。设工程项目的净现值与折现率的关系可以绘成如图2所示的曲线。按照定义, 使净现值为零的折现率就是DCF利润率, 可见, 曲线与横

表 2
工程项目现金流量通与现值计算举例 (单位: 1000元)

时 期	建 设 期		生 产 初 期			满 负 荷 生 产 期							最 终 残 值 ^c	总 计
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
年 份	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
生 产 能 力				55%	75%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
A 现金流入														
1. 销售收入	0	0	6875	9375	10000	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	—	113750
B 现金流出	-3300	-5000	-7410	-7620	-7760	-9230	-9000	-11360	-10360	-10360	-10360	-10360	3500	-98620
(1 + 2 + 3)														
1. 总投资费用 ^a	-3300	-5000	-1410	-270	-90	-230	—	-1000	—	—	—	—	3500	—
2. 运行费用			-6000	-7350	-7670	-9000	-9000	-9000	-9000	-9000	-9000	-9000	—	-84020
3. 法人税 ^b								-1360	-1360	-1360	-1360	-1360	—	-6800
C 现金流通	-3300	-5000	-535	1755	2240	3270	3500	1140	2140	2140	2140	2140	3500	15130
(A - B)														
D 现 值	-2868	-3780	-351	1002	1113	1413	1312	371	608	528	458	398	567	731
(折现率15%)	(0.8696)	(0.7561)	(0.6575)	(0.5718)	(0.4972)	(0.4323)	(0.3759)	(0.3269)	(0.2843)	(0.2472)		(0.1869)	(0.1625)	
E 累计现金流通	-3300	-8300	-8835	-7080	-4840	-1507	1930	3070	5210	7350	8490	11630	—	15130

^a 总投资费用 (total investment outlay), 包括固定资产投资 (土地、场地、清理、土建、生产装置有关固定资产) 和流动资金。

^b 法人税 (corporate tax) 假定有免税期 (tax holidays) 七年。

^c 残值中, 土地 300, $\frac{2}{3}$ 建筑 1200, 流动资金 2000。

^d 此即净现值。

轴的交点所代表的折现率就是所求的DCF利润率。

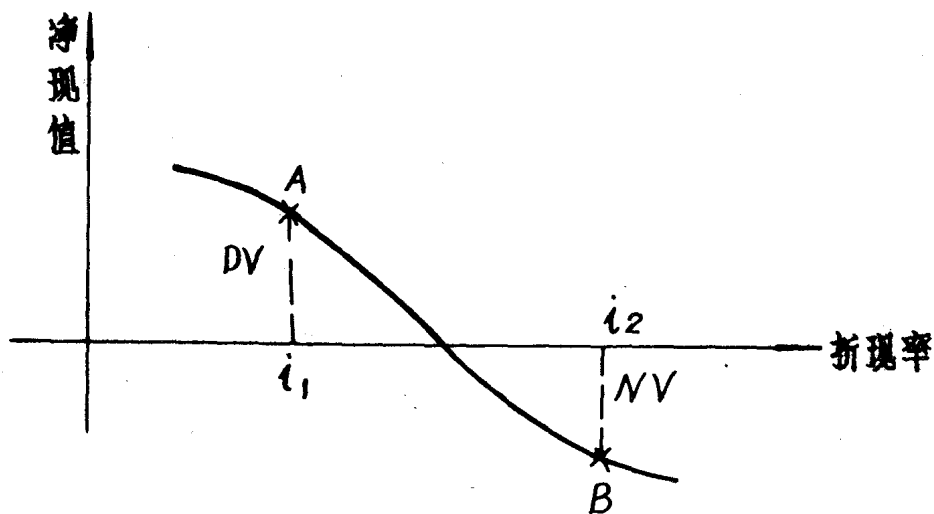


图2 净现值与折现率的关系曲线

设第一次试用的折现率为 i_1 ，计算所得的净现值是正值 PV ；第二次试用的折现率为 i_2 ，计算所得的净现值是负值 NV ；当 i_1 和 i_2 的值十分接近时，我们可以把 AB 一段曲线看成直线，于是出现了两个相似三角形（因为这两个三角形的顶角相等而底边互相平行）。这时就可以成立下式：

$$\frac{PV}{-NV} = \frac{I - i_1}{i_2 - I}$$

故可得：

$$\frac{PV}{PV - NV} = \frac{I - i_1}{i_2 - i_1}$$

化简：

$$I - i_1 = \frac{PV}{PV - NV} (i_2 - i_1)$$

$$I = i_1 + \frac{PV}{PV - NV} (i_2 - i_1)$$

这就是内插法公式。在表3所示的实例中， $i_1 = 17\%$ ， $i_2 = 18\%$ ， $PV = 110$ ， $NV = -203$ ，把这些数值代入内插法公式得：

$$I = 0.17 + \frac{110}{110 - (-203)} (0.18 - 0.17) = 0.1735$$

故所求得的DCF利润率为17.35%。

实际上可以用图解法直接求DCF利润率，只须试用几个适当的折现率，计算出几个净现值，然后在以净现值为纵轴，以折现率为横轴的坐标上，画出净现值与折现率的关系曲线，则此曲线与横轴的交点即为所求的DCF利润率。

DCF 利润率的定义还可以有一个不同的表述方法：一个工程项目的各项现金流出的现值可以求和，各项现金流入的现值也可以求和，使此两和之比等于 1 的折现率，就是 DCF 利润率。根据 DCF 利润率定义的这个表述方法，我们还可以利用下述的图解法来求 DCF 利润率。

试用几个适当的折现率值，分别计算现金流出现值与现金流入现值，并分别求出此两现值之比。然后在以现金流出现值与现金流入现值之比为纵轴、以折现率为横轴的坐标上，画出一条出入现值比与折现率的关系曲线。再在纵轴上出入现值比为 1 的点作一水平线与曲线相交，在此交点作一垂线与横轴相交，读出此交点的折现率值，即为所求的 DCF 利润率。实例如图 3 所示。

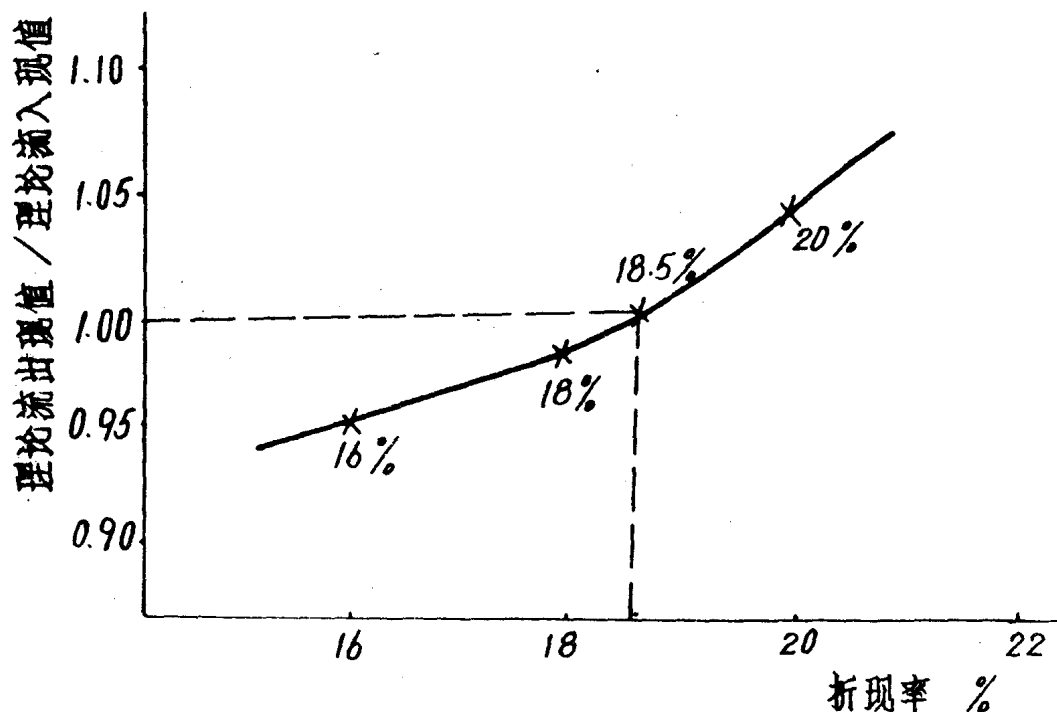


图 3 求 DCF 利润率的一种图解法

8. NPV 与 DCFRR 的比较

在经济评价中，常采用净现值和 DCF 利润率这两个指标。这是因为这两个指标考虑了现金流通与时间及利率的函数关系，能够更好地反映实际。这两个指标又各有其特点，现在列表加以比较（见表 4）。

净现值与 DCF 利润率的比较

表 4

净 现 值	DCF 利 润 率
1. 直接以现金表示工程项目在经济上的引诱力。	1. 不能直接以现金表示。
2. 各个工程项目的现值可以相加。	2. 不能相加。
3. 必须已知利率（折现率）才能求得。	3. 不必已知利率，只在求得后与利率作比较。
4. 同样的净现值可能需要不同的最初投资额，所以在比较几个方案的优劣时尚需求出净现值比。	4. 投资额不同的几个方案可以据此比较其优劣。

9. 通货膨胀 (inflation) 对折现的影响

在通货膨胀的情况下, 货币将随时间的推移而贬值。因此, 把将来的现金流通折算为现值时, 除了要考虑折现率以外, 还要考虑到通货膨胀率。如果年膨胀 (annual inflation rate) 是一种常数 f (以小数表示), 为使现金 C 保持其原有的实值, 则其一年后的面值 (nominal value) 应为 $C(1+f)$, 两年后的面值应为 $C(1+f)^2$, 依此类推, 其 t 年后的面值应为 $C(1+f)^t$ 。反之, t 年后的现金流通 C_t 折算成现在的面值应为 $C_t / (1+f)^t$ 。

如果通货膨胀率和折现率都是不变的常数, 则通货膨胀计算可以与折现计算合并。设 t 年后有一项现金流通 C_t , 而且在估计这 C_t 值时, 考虑通货膨胀, 则其真实现值应为:

$$P = \frac{C_t}{(1+f)^t (1+i)^t}$$

整个工程项目的净现值应为:

$$P = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+f)^t (1+i)^t}$$

$$\text{因为: } \frac{C_t}{(1+f)^t (1+i)^t} = \frac{C_t}{(1+f+i+if)^t}$$

而且 i 和 f 都是比 1 小得多的小数, 例如 $f = 0.05$, $i = 0.15$, 则 $fi = 0.05 \times 0.15 = 0.0075$, 可见 fi 的值与 f 或 i 比较都要小得多, 所以在实际计算中 fi 项可以略而不计, 于是得:

$$P = \frac{C_t}{(1+f+i)^t}$$

$$P = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+f+i)^t}$$

由此可知, 在计算现值时, 在通货膨胀率不大的情况下, 可以直接把通货膨胀率加到折现率中去。同理, 在没有考虑通货膨胀的情况下, 已经求得 DCF 利润率, 如果通货膨胀率不大, 则可以直接从其中减去通货膨胀率, 从而得到考虑了通货膨胀的真正的 DCF 利润率。

IV、增量评价法 (incremental evaluation)

在许多工程项目中, 投资可以明确地划分为若干个界线分明的增量, 而且各个增量各有其不同的利润率。

在进行增量评价时, 首先, 以投资最少的一个可以满意地运行, 但效率可能不高的生产装置作为基本情况, 并计算其利润率。然后在此基本情况的基础上, 逐步添设提高效率的设备, 每一步都作为一个投资增量, 并计算各个增量的利润率。如果某一投资增量的利润率不合乎理想, 即将此投资增量从整个工程项目中删去。

例如, 为建一分馏塔, 各个投资增量及其利润率如表 5 所示。

表中没有表明如何从年现金流通来计算各个增量的 DCF 利润率, 因为这个计算方法并无特别之处, 也是求出使投资与各年现金流入的现值的代数和等于零的折现率。由表 5 的数据来看, 增量 4、5 两项的 DCF 利润率太低, 没有诱人之处, 所以应当从工程

分馏塔各个投资增量及其DCF 利润率

表 5

增量编号	增量名称	投资 (千元)	年现金流入量 (千元)	DCF 利润率 % (15年)
1	热不回收	300	86	28.0
2	塔底残留物热回收	20	7	34.6
3	第3侧线热回收	16	3	17.0
4	第2侧线热回收	14	2	11.5
5	第1侧线热回收	12	1	2.9 } 不可取
6	整个工程项目	362 (336)	99 (96)	26.5 (27.9)

项目中删去。因此，整个工程项目的投资、年现金流入和DCF 利润率都变成了表5中括号内的数字。

V、资金化费用评价法

化工生产装置中，有的设备在整套装置的寿命终了以前，需要更新一次或数次，我们可以把以后的更新费用也换算成为建厂时的投资，与建厂时的第一次投资加在一起，作为这一设备在建厂时的全部投资。这个全部投资，就是这一设备的资金化费用 (Capitalized cost)。所谓把以后的更新费用换算成建厂时的投资，就是设想在建厂时，有一笔资金，其利息恰可供该设备更新之用。

设此项设备的第一次投资为 I 。如果年利率为 i ，此项设备每经 t 年即须更新，则建厂时即须有一笔资金 I ，每 t 年所得利息恰巧可供此项设备更新之用。于是：

$$I(1+i)^t - I = I_0$$

$$\text{即 } I[(1+i)^t - 1] = I_0$$

$$\text{亦即 } I = \frac{I_0}{(1+i)^t - 1}$$

故此项设备的资金化费用为：

$$C = I_0 + I = I_0 + \frac{I_0}{(1+i)^t - 1} = I_0 \frac{(1+i)^t}{(1+i)^t - 1}$$

式中： $(1+i)^t / [(1+i)^t - 1]$ 称为资金化费用系数 (Capitalized cost factor)。

资金化费用评价法特别适用于选择寿命长短不同的设备。例如，一台碳钢设备的使用寿命为3年，其安装完毕的费用为50000元；如果其材质改为不锈钢，则其使用寿命可以长达9年，但其安装完毕的费用为150000元。试问我们应当选用什么材质？

初看起来，不论选用哪种材质，平均每年投资分别为 $50000 / 3$ 元或 $150000 / 9$ 元，都等于16667元，但是利用资金化费用评价法可以比较这两个不同方案的优劣。

设年利为6% (即0.06)，在采用碳钢设备时，其资金化费用为：

$$50000 + \frac{50000}{(1+0.06)^3 - 1} = 312000 \text{ 元}$$

在采用不锈钢设备时，其资金化费用为：

$$150000 + \frac{150000}{(1 + 0.06)^9 - 1} = 367700 \text{元}$$

两者比较,以使用碳钢时的资金化费用较少,所以应当选用碳钢设备。

如果不利用资金化费用评价法,有时也可以凭经验作出判断。例如在上例中,虽然两个方案的每年平均投资都是16667元,但选用不锈钢设备时要积压较多的资金,所以可以断定以选用碳钢设备为好。不过有时问题比较复杂,不如本例那样可以一目了然,而且凭经验判断时,不如利用资金化费用评价法时可以用数学定量地、明确地表示优劣。

VI、不确定性及风险

在经济评价中,由于大部分数据都是估计数字,所以其中含有不确定性(uncertainty),也就是说估计不准确,或外界条件可能发生变化,那是难以避免的。因此,利用这些估计数据计算出经济评价指标以后据以作出决策,在实际上并不一定是真正的最佳决策,甚至造成亏损,这也就是说工程项目有一定的风险。

风险大的工程项目,必须具有较大的潜在获利性方为可取。也就是说,风险越大则利润率也应当越大。例如:

1. 现有工厂的技术改造或改进,风险是较小的,其DCF利润率为15%即认为可取。

2. 包含有新工艺或新技术的新建工程项目,可能不能如期达到设计能力,其风险就比较大了,其DCF利润率应达到30%左右。

3. 投机性的,要开辟产品新市场的工程项目,可能发生销路呆滞的现象,风险就更大了,其DCF利润率应达到50%以上。

一个公司可能建设许多工程项目,根据经验利润小,风险也小的大项目应与利润大,风险也大的小项目相结合。前者可使全公司少遭风险,后者有可能使全公司多得利润,即使发生风险也无伤大局。

为了估计不确定性对工程项目经济效果的影响,往往要对工程项目的获利性进行敏感度分析和收支平衡点分析,亦即假设各项现金流通都不是单值的(Single value)。现在介绍敏感度分析和收支平衡点分析。

1) 敏感度分析(Sensitivity analysis)

所谓敏感度分析,就是验证各项影响现金流通的因素发生某一百分率的偏差时,整个工程项目获利性发生的变化。一般先计算在基本情况下(即假定各项估计数字没有不确定性)的DCF利润率,然后使各项含有不确定性的估计数字(例如总投资、固定成本、售价等等)发生某一百分率的不利变化,按这些变化分别列出新的各年现金流通表,再计算出新的DCF利润率,最后检验这些新的计算结果与在基本情况下的计算结果之差。表6所列,是某一工程项目两个建设方案的敏感度分析结果。

由表6可知,第一方案在可变成本、原料成本、售价等三项因素发生不利变化时最为敏感。也就是说,这三项因素是第一方案的致命点,必须努力设法缩小其不确定性。由表6还可以看出,第二方案与第一方案比较,敏感度较小,亦即在各项因素发生不利变化时受影响较小。工程项目的敏感度越小越好,故第二方案优于第一方案。

2) 收支平衡点分析(breakeven point analysis)

上文已经介绍,工程项目的主要收入是产品销售。在工程项目建成后,如果产品销