

H9(D)55

船舶设计 经济学基础

镇江船舶学院

Fundamentals of ship Design Economics

(美) Harry Benford

杨思远 译

镇江船舶学院

一九八一年七月

对 中 文 版 的 前 言

第一版“船舶设计经济学基础”出版于大约 15 年前。它经过几次再版,每次都进行了一些修正。本书英文原版已翻译成西班牙文和德文,现在又由我的朋友杨思远成功地翻译成中文。

这本小册子是一个造船者对工程经济学原理的介绍,特别是应用于船舶设计的一些基本原理。它已经由历届学生成功地应用于美国和其它国家。我非常高兴地想到现在它对中华人民共和国的造船者可能也是有用的。本书所阐明的一些原理在社会主义国家和在自由市场的国家一样可以适用的。

我希望这本中文译本能有助于建立起我们两国伟大人民之间了解和友谊的桥梁。

哈里·本福特

1981年2月5日于密执安大学

译 者 的 话

译者翻译此书的目的是企图向我国造船界介绍美国造船经济学方面的基本理论。哈里·本福特教授(Prof·Harry·Benford)是美国密执安大学造船与轮机工程系教授,也是美国船舶经济学权威。译者在美国有幸在哈里·本福特教授指导下进修,並在他直接帮助下翻译了此书。

本书初版于1965年,並经过1968~1970年及1976年8月两次修订出版。这次译本是译者根据作者1981年夏天准备重新修订出版的底稿为样本,征得作者同意后翻译的。

本书是美国密执安大学造船与轮机工程系大学高年级“船舶管理”的主要教科书之一,学时安排为10~15学时。本书已被翻译成德文和西班牙文,並被英国船舶经济学家伯克斯顿(I·L·Buxton)介绍到英国,是船舶经济学的一本基本教科书,也可以作为船舶设计人员和管理人员的参考书。

杨 思 远

1981年1月于密执安大学

原 序

本书的目的是向造船与轮机工程的学生介绍工程经济学作为船舶设计的一个工具。其重点放在工程经济的原理方面。本书涉及在船舶设计中实际应用这些原理的方法,但並沒有致力于提供实际的费用数据。读者会在工业中得到这些资料,通过长期实践就能具有制定可靠的费用数据的能力。

本书不准备介绍企业经营管理。交叉之处是有的。作者力图指明那些决定明显是管理范畴的,那些可能既属于管理的,又属于工程的,那些只是属于工程的。

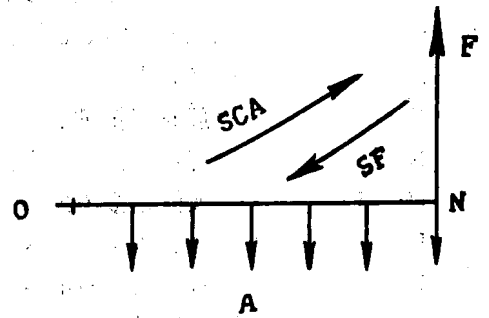
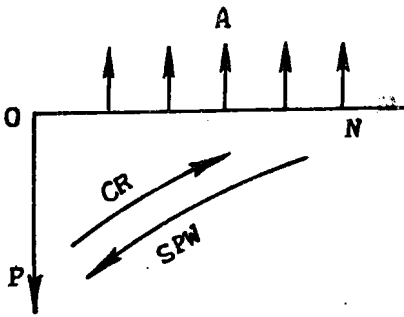
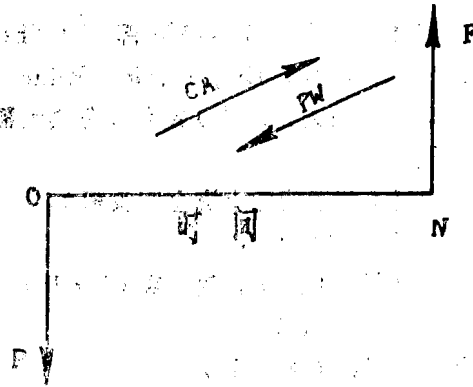
在交往中常常发生这一类的问题。商业人员,工程师和经济学家可能对同样观点使用不同的语词,或者对不同观点使用同样的语词。作者並不企图声称本人特定的定义比别人的更好,只求清楚和一致,並希望读者注重观点,而不是语义学。

符 号 及 缩 语

本书所用的符号是以美国工程教育协会工程经济部门 (The Engineering Economy Division of the American Society for Engineering Education) 的标准为基础的。

A	年收益 (总收入减去营运费) 或年债务偿还额 (偿还本金加上利息)
A'	税后年收益
AAC	平均年度费用 (营运费加上资金回收额)
ACCR	年资金回收额 ($CR \times P$)
CA	一次支付的复利 (本息) 总额因数 ($F + P$)
CRF 或 CR	资金回收因数 ($A \div P$)
CR'	税后资金回收因数 ($A' \div P$)
DCF	收益利率折现 (或贴现) 现金流程
F	货币未来金额
I	利息
i	逐年按复利计算的年利率
i'	税后利率 (收益利率)
L	财产处理值
N	一般指经济期、债期、或折旧期的年数
NPV	所有现金流程折合到现值的净现值
NPVI	净现值指数 ($NPV + P$)
P	本金、投资或未来金额的现值
PV	投资和营运费的现值或现价
PW	现值因数或折现率 (贴现率) ($P + F$)
RFR	所需货运费率
SCA	系列复利 (本息) 总额因数
SF	预付金因数
SPW	系列现值因数 (累积折现因数) ($P + A$)
t	税率
Y	年营运费 (包括工资、维修、燃料、保险、管理费等)
Δ	差额或增量

图 10-10



目 录

前 言	1
货币的时间价值	3
现 值	3
利息关系式	4
复杂的现金流程的现值	11
平 均年度费用	14
求未定利率	16
企 业 所得税	21
选 择一个利率	24
经济指标	25
不 可 靠的指标（或衡准）	30
自营船队	35
附录： 利息表	37

前 言

经济学有多种定义。多数与货币本身无关，但与难得的财富的明智投放有关。我们的目的是完成面对无限可能性的情况下投放有限资金的任务。多数大公司和企业总是在预计有多少利润可图的基础上，在一些可选择的投资方案中做出决定。

工程学也有多种定义。多数定义与利用科学知识造福社会有关。自由经济通过个人购买来反映社会的共同需要。这种购买活动通常由工程师和顾客之间的商业人员来从事的。因此，工程师必须与科学家和商业人员打交道。

工程经济学则是达到一种设计，其目的是最有效地利用难得的财富，人力，材料（包括燃料），机器和资金来满足社会需要的方法。

一般地说，工程师要使企业经理信服，必须证明他提出的设计要比其它设计更有利，进而，工程师必须了解到聪明的企业经理会考虑到几种有竞争能力的投资方案。例如某石油公司可能发现一条输油管道要比一艘油轮更有利。或者公司会发现依靠独立经营的船队而把节约的资金投资新建一座新炼油厂是最有利的方案。这些概念与好的经济学和好的工程学是一致的。

经济学也有点普遍解决问题的方法的意思，让工程师有可能权衡涉及不同单位的设计方案的相对优劣性。例如两部机器，其中一部重些，体积大些，但更结实些。要进行选择就涉及重量与体积两个单位。可先将两者转化为总金额，现在的和未来的金额，使可能进行合理的定量判断。当然还有一些非定量因素应该考虑，这包括使用期和环境因素的质量，与业主个人愿望有关的因素（如拥有一艘有点独特的船的荣誉）等。这些无形的因素，一般说来是管理者的责任，但一个完整的工程分析对这些因素至少应予以提及。

许多工程师把尖端技术和良好的设计等同起来。他们轻视工程中的经济方面而导致过份的设计。最好的手推车不是金子做的，对船来说也是同样的道理。

虽然全书着重于为私营企业做出决策，这些原则对政府拥有的服务船也同样适用。即使社会主义国家也可采用类似这里提出的分析技术，他们对民用船舶也要求得到利润，但他们采

用另一个名词。

综上所述，好的工程设计具有一个周密的经济考虑基础。这种考虑不仅应用于初步的、主要的决策中，而且应用于工程进展中每一具体的决定中。最后，当准备交给管理部门时，所建议的方案应以盈利性来表达。一个好的造船人员应当了解怎样进行经济分析，并不断培养自己估算未来船的建船费用和营运费用的能力。

货币的时间价值

与守财奴的意愿相反，钱如果不花在生活必需品和娱乐上，就对个人没有什么益处。多数人宁愿现在就得到一美元，而不是保证将来能有一美元，仅仅因为人的欲望是马上就得到生活必需品和娱乐享受。总之，我们必须同时考虑多少钱交易和何时交易。这种货币的时间价值说明如果某人打算将多余的钱放债或是投资的话，他会得到报酬，但推迟了应有的享受。报酬或租金，称为利息，一般用本金的百分数计算的年息来表达。

利息有三种：

1. 合同利息是大家最熟悉的一种利息。储蓄，银行贷款，抵押及证券都执行彼此商定的利率。

2. 隐含利息：通常考虑在基金被冻结而无任何明显报酬的场合。例如，如果某人将钱藏在床垫子下面，则实际上他是在花费可以从储蓄得到的利息，这就是丧失机会利息。

3. 收益利息：是用来衡量一个企业从事有风险的投资的所得(如果有的话)。它有时被称为内生利息，收益利率。它表示了投资的收益相当于某个利率的银行利息。它很好地衡量了投资的盈利性。既然多数国家征收企业所得税，因此应该区别税前和税后的收益利率(符号为 i 和 i')。

再说一遍，在经济分析中我们必须研究交易的现金额和交易的时间。交易时间的分析要用下面两章讨论的各种利息关系式处理。

现 值

如果某人满足于5%利率，则现在的1美元就相当于1年后的1.05美元。也就是说假如5%利率，1年后的1美元的现值仅是0.95美元。这样，应用利息关系式能将美元转换成其他时间阶段的相当值。未来现金流程的分析常是通过先把所有未来值折现到各自的现值，然后求出这些值总和的方法来进行的。我们即将说明这个重要的概念。

现值(Present worth)也称为现价(Present value)称为净现值(NPV)的特殊变形将在经济指标一章里解释。

利息关系式

利息的安排可以是单利，或是复利的。单利的租金在债务期满前不支付，并只用在初值上。这是最不合理的，因此是很少安排的。一般采用复利，对此不仅要规定年利率，还要指出利息支付每年到期次数。如果利息由贷款者保留则保留款额自动加到负债额中。当一个固定的利率应用于定期增加的负债额时，则负债额按指数增加。

我们在工程经济分析中差不多总是假设年复利(即一年计息一次)，而所论的利率是年利率。只要是关于船舶设计决策问题，年复利的假设可产生准确的结论。钱可能天天有交易，但这对所考虑的每个方案一般都一样是事实。类似这样的相同的小误差不会改变各竞争方案的相对序列。

基本上有六种复利关系式是应该熟悉的，前两种应用于一次支付安排。先介绍一些符号：

P：现在金额，本金，投资额，或未来金额的现值

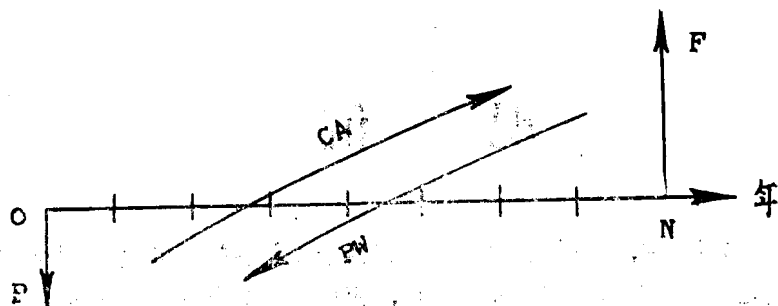
F：未来金额

A：均匀的年度金额

i：年利率

N：贷款期年数

在水平刻度上划出时间，并在垂直刻度上划出现金流程。



$$\left. \begin{array}{l} F = (CA)P \\ P = (PW)F \end{array} \right\} CA = \frac{1}{PW}$$

式中CA是一次支付情况的复利(本息)总额因数(Compound Amount Factor)，这表示钱仅交易两次的情况，例如现在借一笔款要在将来某个时期还清的情况。

PW是一次支付情况的现值因数，有时也称为折现率。

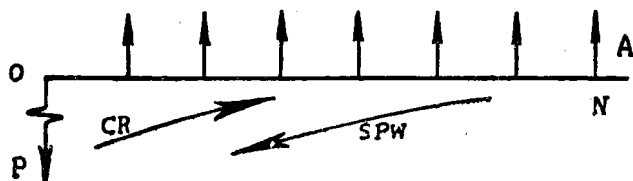
代数计算式，(读者自己很容易求证)如下：

$$CA = (1+i)^N$$

$$PW = \frac{1}{(1+i)^N}$$

附录中将给出不同的*i*和*N*的组的PW值。取其倒数可求得CA值。

平均年度金额（A）与现值或投资（P）之间的关系，可以下式表达：



注：垂直箭头表示离散的定期收益或箭头左边时间内的总净现金流程

$$\left. \begin{array}{l} A = (CR)P \\ P = (SPW)A \end{array} \right\} SPW = \frac{1}{CR}$$

式中：

CR是资金回收因数(Capital Recovery Factor)

SPW是系列现值因数(Series Present Worth Factor)

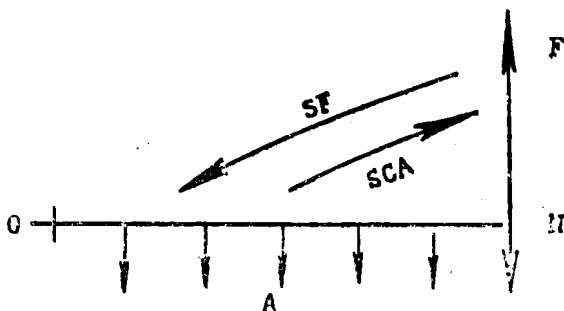
CR的代数计算式是：

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

CR值在附录中可查到，其倒数为SPW

CR的一个应用是用在分期付款购买中。如果某人要想求得以利率(*i*)，在*N*期次偿还借款(*P*)的每期偿还额(*A*)，只要用*P*乘上CR。反之，如果你有机会买一台设备，用该设备在*N*年内每年可得收益*A*美元，则用*A*乘上SPW就得你现愿化多少钱(*P*)买它。SPW是以设备的使用期限和要求的利率为基础的。应该注意到利率越大，你愿意支付的投资额就越少。

均匀的年度金额（A）与一次支付的未来金额（F）的关系由以下两式表达：



$$\left. \begin{array}{l} A = (SF)F \\ F = (SCA)A \end{array} \right\} SCA = \frac{1}{SF}$$

式中

SF是预付金因数(Sinking Fund Factor)

SCA是系列复利（本息）总额因数(Series Compound Amount Factor)

SF的代数计算式是:

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

SF值可在附录中查到, 其倒数为SCA。

假如某人定期每次将A美元存入银行, 在将来某日可积累得到一定金额(F), 则可由F乘上SF求得A。反之, 如果每年存入银行A美元, 用A乘上SCA就可求得将来从银行得到的金额(F)。

学到这里我们应该注意到下列各点:

a. 尽管在多数工程分析中我们采用了年复利, 其代数关系式和各因数的数值对其它复利期也是有效的。我们可简单地认为*i*是每个复利期的利率, *N*为复利期期数。例如设月利率是1%, 每月复合一次, 一直到2年, 各利息因数的数值与年利率1%每年复合一次直到24年是一样的。千万不要认为1%月利率的月复利就等于12%年利率的年复利。利息到期越快, 它对接受者就越有利。

b. 在现金流程图里垂直箭头(如在前面草图表示的)表示企业的现金流入和流出。如折旧之类的假想分配额并不包括在图里, 但如果各个方案中丧失机会的费用不同, 则应包括在内。

c. 现金流程图里所有垂直箭头可以全部颠倒过来, 但利息关系式不必改变。我们从向下箭头表示支出, 向上箭头表示收入。记住债权人付出的钱就是借债者拿到的钱。

d. 在选择方案时, 相对值比绝对值更重要。各方案中费用差不多相同的项目一般可以忽略。只需计及它们差异的项目。我们只分析那些由决策而产生的现金流程和机会费用。

e. 会计师和银行家们要算到最后一分钱, 在工程经济中并不需要这么精确, 工程师试图预估未来费用, 当输入数字很少精确到二位数字时, 则没有必要预估盈利水平到5位有效数字。

f. 工程师大量运用工程经济帮助做出决策。决策由不同方案中产生, 没有方案就没有决策。历史并没有提供各种方案。所以工程师并不分析过去的工作, 除非有助于预估将来。会计师重视过去, 工程师注意将来。

g. 为了方便, 许多分析是以交船(船厂把船交给业主)的时刻为计算时间的基点, 尽管那可能是几年以后的事。除非某方案交船时间与另一方案的有很大不同, 这个简化是完全有效的。时间刻度上的零也表示做出决策的时刻。

h. 应用于各种利息关系式的年利率和年数的符号, 本书采用了美国工程教育协会工程经济部门建议的标准。例如10%利率5年的资金回收因数(CR-10%-5)表示。在计算中数值可以附录: (CR-10%-5) 0.2683。读成: “10%利率5年的资金回收因数的值是0.2683...” 一般形式是(因数-i-N)。

i. 相互关系方面: 预付金因数加上利率在数值上等于资金回收因数。同样, 一段时期年数的系列现值因数在数值上等于这期间所有各年度的一次支付现值因数的总和。读者自己还可以找到一些其它相互关系。

小结:

好的工程包括了经济分析和科学分析。设计的最优化需要了解作为一项投资的船可能获得成功的影响因素。因此这些利息关系式应适当地应用于船舶设计的经济分析中。这就是要求

们能把在不同时间出现的现金流巧妙地联系起来。六个基本利息因数(CA, PW, CR, SPW, SF和SCA)可以用各种组合来分析现金流,不管它是怎样复杂的形式。

习 题

本章中的习题除非另有说明,一律假定利率为10%。如果需要进一步进行练习,可用任何其它利率重做。

1. 设有5年使用期,计算下列利息因数的值,并在附录利息表中检验答案。

a. CA b. PW c. CR d. SPW e. SF f. SCA

(1a)的解:

目的是要求出10%利率(i)和5年(N)一次支付的复利总额因数CA的数值。

总是使用年复利。

$$(CA - i - N) = (1 + i)^N$$

$$(CA - 10\% - 5) = (1 + 0.10)^5 = 1.61 \text{ (答)}$$

由利息表查得值:

$$\frac{1}{0.6209} = 1.617$$

注:求1.1的5次方可有几种方法:

a. 用1.1本身自乘(N-1)次;

b. 利用计算尺上LL刻度或是计算机上X^y按钮;

c. 利用对数:

$$\log(1.1)^5 = 5 \log 1.1 = 5 \times \underbrace{0.04147}_{\text{查对数表}} = 0.2070$$

$$(1.1)^5 = \underbrace{1.61}_{\text{查对数表}}$$

(1b)的解:

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

$$(PW - 10\% - 5) \cdot \frac{1}{(1 + 0.1)^5} = \frac{1}{1.61} = 0.62 \text{ (答)}$$

分母与上面求得的CA值相同

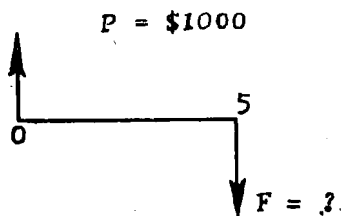
(由利息表得值: 0.6209)

注:第一个问题的目的是使读者相信利息表的可靠性。当然会有i和N的偶然组合未包括在表里。在一般情况下,应该用表而不是计算每个利息因数。用表既快又可靠。

2. 上题中,证明关系式 $CR = SF + i$

3. 如果现在借1000美元，从现在起5年后一次全部还清借款，应还给贷款人多少钱？

解：

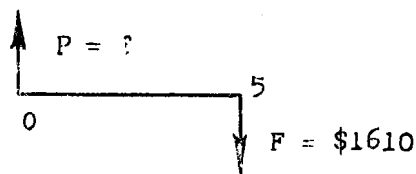


$$F = (CA - 10\% - 5)1.61 \quad \$1000 = \$1610(\text{答})$$

4. 求题3得到的未来金额的现值

5. 用3%利率求题3得到的未来金额的现值

解：



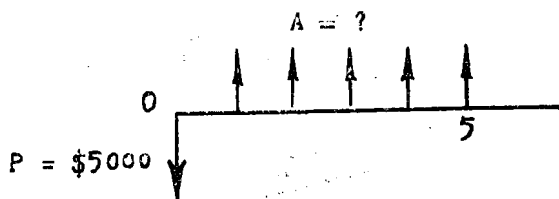
$$P = (PW - 3\% - 5)0.8626 \quad \$1610 = \$1390(\text{答})$$

此答数与上面答数比较，可见降低利率增加了未来金额的现值。反之，增加利率减少了现值。当利率为0时，P等于F。

6. 从今起5年以后的100美元加上3年以后的200美元的总现值是多少？

7. 设借款5000美元，以5次等额每年支付方式还清，问每次需还多少钱？

解：

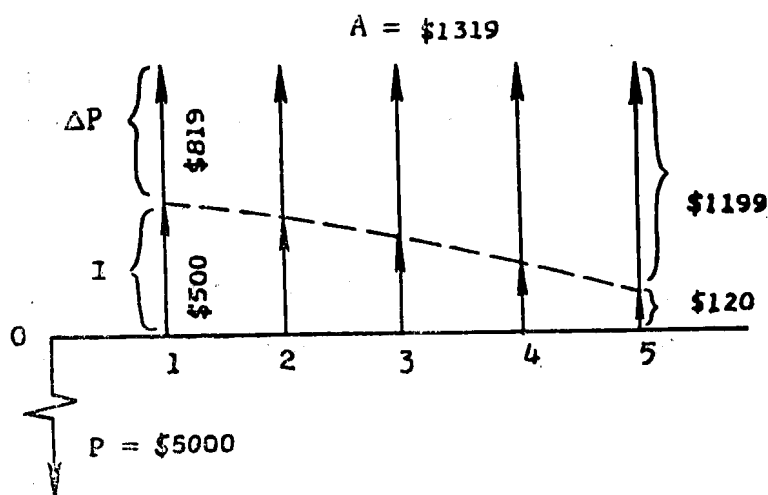


$$A = (CR - 10\% - 5)0.2638 \times \$5000 = \$1319(\text{答})$$

让我们看看簿记员怎样记录上面求得的1319美元年支付。

年 终	年终支付前 剩余欠款 (美元)	10%利率 的 利 息 (美元)	总 的 年支付额 (美元)	负 债 的 减 少 额 (美元)
1	5000	500	1319	819
2	4181	418	1319	901
3	3280	328	1319	991
4	2289	229	1319	1091
5	1199	120	1319	1199
总 计	0			5000

根据上表，在现金流量图上可看到逐年利息和欠款之间的变化关系。

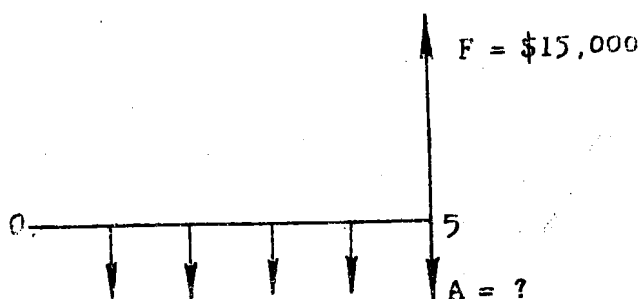


8. 求题7得到的年支付金额的现值。

9. 用20%利率求题7得到的年支付金额的现值。

10. 估计5年后需要15000美元，按10%利率每年要投资多少才能达到这个目的？

解：



$$A = (SF - 10\% - 5)0.1638 \quad \$15000 = \$2457(\text{答})$$

11. 求5年后15000美元的现值。

12. 求题10所得到的年支付金额的总现值，并与题11求得的答案相比较。