

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

Traffic Engineering Project Economy and Cost Management

交通工程项目经济与造价管理

臧晓冬 主编

非外借



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

Traffic Engineering Project Economy and Cost Management

交通工程项目经济 与造价管理

臧晓冬 主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书是高等学校交通运输与工程类专业规划教材,沿着交通工程设施建设的流程,介绍了交通经济和工程造价管理的基本知识。全书共分9章,包括:资金的时间价值、交通工程项目经济评价方法、公路工程造价编制准备知识、公路工程造价文件编制、道路工程施工组织设计、交通运输工程项目不确定性与风险分析、公路工程可行性研究、道路工程招投标与造价编制、交通建设项目后评价。

本书可作为高等院校交通工程专业、交通运输工程专业教材,也可供交通工程领域的专业人士参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通工程项目经济与造价管理 / 臧晓冬主编. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2018.3

ISBN 978-7-114-13873-7

I. ①交… II. ①臧… III. ①交通工程—工程项目管理—教材 ②交通工程—造价管理—教材 IV. ①U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 048225 号

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

书 名: 交通工程项目经济与造价管理

著 作 者: 臧晓冬

责任编辑: 李 晴

责任校对: 宿秀英

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 14.75

字 数: 345 千

版 次: 2018 年 3 月 第 1 版

印 次: 2018 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13873-7

定 价: 40.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

高等学校交通运输与工程(道路、桥梁、隧道 与交通工程)教材建设委员会

主任委员:沙爱民 (长安大学)

副主任委员:梁乃兴 (重庆交通大学)

陈艾荣 (同济大学)

徐岳 (长安大学)

黄晓明 (东南大学)

韩敏 (人民交通出版社股份有限公司)

委员:(按姓氏笔画排序)

马松林 (哈尔滨工业大学)

王云鹏 (北京航空航天大学)

石京 (清华大学)

申爱琴 (长安大学)

朱合华 (同济大学)

任伟新 (合肥工业大学)

向中富 (重庆交通大学)

刘扬 (长沙理工大学)

刘朝晖 (长沙理工大学)

刘寒冰 (吉林大学)

关宏志 (北京工业大学)

李亚东 (西南交通大学)

杨晓光 (同济大学)

吴瑞麟 (华中科技大学)

何民 (昆明理工大学)

何东坡 (东北林业大学)

张顶立 (北京交通大学)

张金喜 (北京工业大学)

陈红 (长安大学)

陈峻 (东南大学)

陈宝春 (福州大学)

陈静云 (大连理工大学)

邵旭东 (湖南大学)

项贻强 (浙江大学)

胡志坚 (武汉理工大学)

郭忠印 (同济大学)

黄侨 (东南大学)

黄立葵 (湖南大学)

黄亚新 (解放军理工大学)

符铎砂 (华南理工大学)

葛耀君 (同济大学)

裴玉龙 (东北林业大学)

戴公连 (中南大学)

秘书长:孙奎 (人民交通出版社股份有限公司)

前言

交通工程设施从工程可行性研究到项目竣工,需要经历一系列程序,其中的经济学问题贯穿始终。在以往的课程设置中,这些知识被划分为诸如工程经济、施工组织与管理、公路工程造价、交通建设项目后评价等几门课程,这些课程在不同学期开设,割裂了知识体系的内在关系,不利于学生深入学习。此外,随着教学改革深入,教学学时的减少,对知识体系的把握应比内容学习更加重要,这也有利于学生自主学习。所以,需要对知识脉络进行梳理,对教学内容进行整合。

本教材沿着交通工程设施建设的流程,首先介绍资金的时间价值和项目经济评价的方法,通过工程造价的编制讲述投资额的计算方法,再讲述施工组织设计对工程造价的影响,以此为基础进一步介绍不确定性和风险分析,从而使具备编制可行性研究报告、进行招投标和交通建设后评价的知识和能力。

本教材共分9章,包括资金的时间价值、交通工程项目经济评价方法、公路工程造价编制准备知识、公路工程造价文件编制、道路工程施工组织设计、交通运输工程项目不确定性和风险分析、公路工程可行性研究、道路工程招投标与造价编制、交通建设项目后评价,教材的难度适合本科生教学,也可供初步涉及交通工程经济的专业人士参考。

本教材由广州大学臧晓冬教授任主编,并编写第一章、第二章、第四章和第五章。其他章节的参编人员如下:秦钟编写第三章,郭香妍编写第六章,龚华伟编写

第七章,罗强编写第八章,杨俊恒编写第九章。

本教材是广东省质量工程项目“交通工程专业综合试点”的研究成果,是在提高人才培养质量、提高人才创新能力、提高实际应用能力培养目标指导下的实践成果。

教材的编写参考了大量前人研究的成果和相关教材,在这里一并表示感谢!

臧晓冬

2017年12月

目录

第一章 资金的时间价值.....	1
第一节 现金流量.....	1
第二节 资金时间价值的计算.....	2
第三节 资金等值计算.....	4
第四节 名义利率与实际利率.....	8
习题.....	9
第二章 交通工程项目经济评价方法	10
第一节 交通项目经济评价指标体系	10
第二节 建设项目静态评价指标与方法	12
第三节 建设项目动态评价指标与方法	16
第四节 不同类型方案的经济评价与选择	20
习题	29
第三章 公路工程造价编制准备知识	31
第一节 公路工程建设各阶段与工程造价编制的关系	31
第二节 公路工程造价文件组成	34
第三节 公路工程造价文件项目和费用组成	36
第四节 公路工程定额和指标	38
习题	44

第四章 公路工程造价文件编制	45
第一节 造价编制概述	45
第二节 建筑安装工程费	54
第三节 设备、工具、器具及家具购置费	71
第四节 工程建设其他费用	75
第五节 预备费	81
第六节 回收金额	82
第七节 施工组织与造价的关系	82
习题	84
第五章 道路工程施工组织设计	85
第一节 施工组织设计分类与组成	85
第二节 施工组织调查	88
第三节 施工方案	89
第四节 施工进度计划编制	91
第五节 施工平面图设计	96
第六节 网络计划技术	102
第七节 网络图的优化	117
习题	123
第六章 交通运输工程项目不确定性与风险分析	124
第一节 交通运输工程项目的不确定性与风险分析概述	124
第二节 交通运输工程项目盈亏平衡分析	125
第三节 交通运输工程项目敏感性分析	128
第四节 交通运输工程项目风险分析	131
习题	135
第七章 公路工程可行性研究	136
第一节 社会经济调查与分析	136
第二节 交通调查与交通量预测	139
第三节 技术经济评价	144
习题	152
第八章 道路工程招投标与造价编制	153
第一节 道路工程的招标与投标概述	153

第二节	寻找工程与选择工程	159
第三节	投标决策分析	162
第四节	招标控制价的编制	164
第五节	报价的编制	172
	习题	178
第九章	交通建设项目后评价	179
第一节	交通项目后评价概述	179
第二节	交通项目后评价的内容和程序	181
第三节	交通项目后评价的方法	184
第四节	交通项目后评价报告的编制	188
	习题	189
	参考文献	190
	附录	191

资金的时间价值

工程项目建设能通过投入资金和其他资源,为社会提供有用的产品或服务。用货币量化工程建设的投入和产出,是工程经济分析的重要工作。而资金和其他资源的货币价值都与时间密切相关,因此,资金的时间价值计算是进行工程经济分析的基础手段之一。

第一节 现金流量

一、现金流量的概念

在经济分析中,为了计算方案的经济效益,往往把该方案在寿命期内流入与流出的资本金称为现金流量,现金流量包括现金流入量(CI,如销售收入、回收固定资产余额、回收流动资金等)、现金流出量(CO,如固定资产投资、经营成本、销售税金及附加等)和净现金流量(NCF,即方案在同一时点的现金流入量与现金流出的代数差)。

二、现金流量图

为了简单明了地反映投资经营活动的投资成本、收益情况及资金发生流动的时间,可用现金流量图进行描述,如图 1-1 所示。

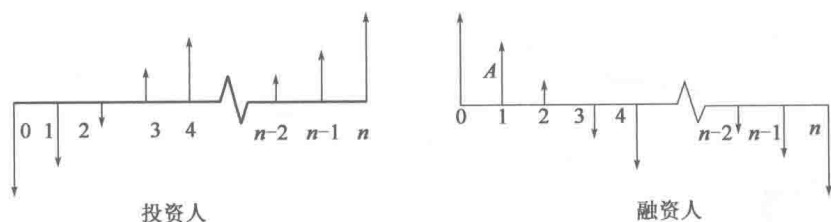


图 1-1 现金流量图

图 1-1 中横轴表示时间序列。每个时刻表示一个计息周期,起点 0 表示现时点(投资活动的初始起点)。发生在该时点的资金价值,以及未来某时点的资金按一定利率折算到该点的价值,称为资金的“现值”。 $1 \sim n$ 分别表示各计息周期的终点。第一个计息期的终点也就是第二个计息期的起点。在各点发生的资金相对于 0 点来说,都称为将来值。横轴的终点是投资过程时间序列的终点。发生在该时刻的资金价值,以及发生在该时点以前某时点的资金按一定的利率折算到该点的价值,称为时间的“终值”。资金的流入(收入)用向上的箭头表示,流出(支出)以向下的箭头表示。箭线的长短与收支大小成比例。由图 1-1 可以看出,由于考虑问题的出发点不同,融资人和投资人各自的现金流量图中,现金流量的箭线的长短相同,但方向相反。

第二节 资金时间价值的计算

一、资金时间价值的概念

一笔资金存入银行,一定时间后便可获得利息,把资金用于有效的投资活动,便可获得利润,这表明资金的价值随时间的推移发生了增值,这便引出了资金的时间价值的概念。

资金的时间价值是商品经济中的普遍现象,具体体现为:

(1) 货币增值。从社会再生产的过程来讲,投资者将其拥有的资金投入生产活动中形成生产要素,这些生产要素进入有效的生产和流通领域后,通过经济活动使其原有的资金货币形态产生增值,即为资金具有的时间价值。

(2) 承担风险。从资金流通的角度讲,当资金拥有者将资金存入银行或用于其他投资,即在一定时间内个人失去了对货币的使用权。同时,投资具有风险,投资人也就面临着投资风险。利息、红利等相当于资金使用者向投资人对失去资金使用权并承担风险所进行的补偿。

(3) 货币贬值。正常的经济社会中存在一定的通货膨胀率。通货膨胀会导致资金贬值,因此,资金随时间的推移而产生新的价值(增值),前提是必须进入流通领域或再生产过程,否则,资金只会因为通货膨胀而贬值,所以资金只有运动才具有时间价值。

二、利息与计息周期

衡量资金的时间价值可以用绝对数表示,如收益、利息、红利等,也可以用相对数来表示,如收益率和利息率。由于资金的时间价值计算方法与常见的银行利息计算方法相似,所以常

以利息来说明资金的时间价值。

利息是资金使用者对其占有资金(本金)所付出的代价,代价的高低可用利息表示。

利息率也称为利率,是单位时间内利息量和本金的比率。记为:

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

式中: i ——利率;

I ——单位时间内的利息;

P ——本金。

公式中的“单位时间内的利息”通常以1年作为计息周期,但也可以根据投资人和融资人的约定,以半年、季度、月等为计息周期。

利息计算分为单利计算和复利计算两种。

(1) 单利计算

单利计算的主要特点是仅用本金计算利息,而不计算利息所生成的利息,例如在私人多年存款中,银行不将第一年所获得的利息转入后一年的本金中。

利息发生在计息周期末,如果有 n 个计息周期,则利息的计算式为:

$$I = P \cdot i \cdot n \quad (1-2)$$

到投资末期,本金与利息之和(本利和)为:

$$F = P(1 + i \cdot n) \quad (1-3)$$

式中: n ——计息周期数;

F ——本利和;

I, P, i 含义同式(1-1)。

【例 1-1】 某人存入银行 100 万元,定期 3 年,年利率 3.4%,问三年后本金与利息之和是多少?

解: $F = P(1 + i \cdot n) = 100 \times (1 + 0.034 \times 3) = 110.2$ (万元)

(2) 复利计算

复利法是国内外工程建设投资中广泛应用的方法。在现代经济管理中,投资决策、投资资金回收计算、通货膨胀分析等都离不开复利计算。

复利计算法的特点是除了计算本金的利息外还要计算利息所生的利息,如借方不能按期付款就等于增加了债务本金。采用这种方法,能使企业在使用贷款时更加小心谨慎。因此,复利制对合理利用资金、加快资金周转及工程建设都起到了积极作用。

复利计算法就是对利息也计息的方法,即将本期的利息转为下期的本金,下期将按本利和的总额计息,这种计息方式称为复利,也就是利上加利。其计算式为:

$$F = P(1 + i)^n \quad (1-4)$$

式中, F, P, i, n 同单利计算式。

【例 1-2】 在第一年年初,以年利率 6% 投资 1000 元,按复利计算,则到第四年年末可得本利和是多少?

解: $F = P(1 + i)^n = 1000(1 + 6\%)^4 = 1262.50$ (元)

单利计息贷款与资金占用时间呈线性变化关系,利息额与时间按等差级数增值;而复利计息贷款与资金占用时间则呈指数变化关系,利息额与时间按等比级数增值,当利率较高、资金

占用时间较长时,所需支付的利息额很大。所以,复利计息方法对资金占用的数量和时间有较好的约束力。目前,在工程经济分析中一般都采用复利法,单利法仅在我国银行储蓄存款中采用。

第三节 资金等值计算

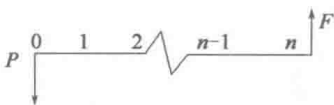
一、资金等值计算的概念

工程经济分析中,需要对项目寿命期内不同时间点发生的收益和费用进行分析比较计算。由于资金时间价值的作用,不同时间点上发生的现金流量不能直接进行比较,资金等值是指考虑时间因素的作用,通过特定的方法,使不同时间点发生的现金流量具有可比性。

二、资金等值计算基本公式

1. 一次支付终值公式

也称为一次整付本利和公式,现金流量如图 1-2 所示。



设第一年年初投入资金 P , 以年利率 i 进行计息, 则第 n 年末的本利和 F 可以根据公式(1-5)计算:

$$F = P(1 + i)^n \tag{1-5}$$

图 1-2 一次支付终值现金流量图

式中, $(1 + i)^n$ 称为一次支付终值系数, 以符号 $(F/P, i, n)$

表示, 则:

$$F = P(F/P, i, n) \tag{1-6}$$

常用的终值系数已制成表供直接查用(附录一), 也可以应用 Excel 等软件计算。

【例 1-3】 某企业向银行借款 100 万元, 年利率 6%, 5 年后偿还本利和多少?

解: 画出现金流量图, 如图 1-3 所示。

依据公式(1-5)得: $F = 100 \times (1 + 0.06)^5 = 133.82$ (万元)。

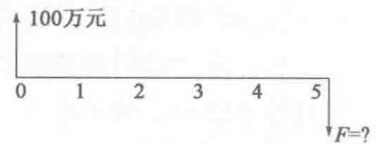


图 1-3 现金流量图

此题也可依据公式(1-6)并在附录一中查出 $(F/P, 6\%, 5) = 1.3382$ 。

则: $F = 100 \times 1.3382 = 133.82$ 。

2. 一次支付现值公式

由例 1-3 可以看出, 当利率为 6%, 5 年后的 133.82 万元与现在的 100 万元相等值, 这种把将来的收入或支出换算成现时价值的方法, 称为折现。由公式(1-5)可知:

$$P = F(1 + i)^{-n} \tag{1-7}$$

$(1 + i)^{-n}$ 称为现值系数, 用符号 $(P/F, i, n)$ 表示, 则 P 记为:

$$P = F(P/F, i, n) \tag{1-8}$$

常用的现值系数已制成表供直接查用(附录一),也可以应用 Excel 等软件计算。

由公式(1-7)可以看出,当 F 、 i 一定时, n 越大, P 越小,说明未来的一笔资金离现在越远,价值越低,这说明,企业应收的钱,越早回收越有利,应付出的钱,在允许条件下,越晚付出越好,这就是经营中的早收晚付原则。当 F 、 n 一定时, i 越大, P 越小,这说明如果投资活动的贷款利率越高,就越尽早地收回投资。若在某项目投资活动中, n 、 i 都很大,早收晚付的作用就显得越大。

【例 1-4】 某企业两年后拟从银行取出 50 万元,假定复利率为 3%,现在应存多少?

解:画出现金流量图如图 1-4 所示。

根据公式(1-7)得: $P = F(1+i)^{-n} = 50(1+0.03)^{-2} =$

47.13(万元)。

当然也可以直接查表计算,或者应用 Excel 等软件计算。

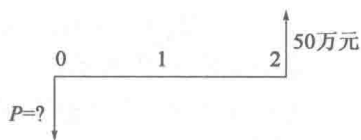


图 1-4 现金流量图

3. 等额年金终值公式

等额年金是指在经济活动期内,每单位时间间隔里具有相同的收入与支出(年等值)。设在 n 个时间周期内,每个时间周期末支出(或收入)相同的金额 A ,并在投资期末将资金全部收入(或支出)。设年利率为 i ,求 n 年末的本利和 F ,现金流量图如图 1-5 所示。

由图可推得:

$$F = A + A(1+i) + A(1+i)^2 + \cdots + A(1+i)^{n-2} + A(1+i)^{n-1} \quad (1-9)$$

根据等比数列前 n 项和公式可得:

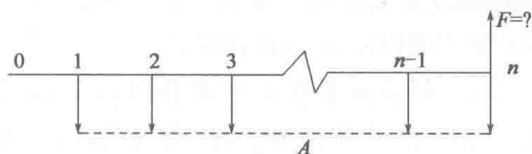


图 1-5 年末等额年金法现金流量图

$$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad (1-10)$$

系数 $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$ 称为等额年金终值公式系数,记

为 $(F/A, i, n)$, 故 $F = A(F/A, i, n)$ 。

常用的等额年金终值系数已制成表供直接查用(附录一),也可以应用 Excel 等软件计算。

【例 1-5】 某企业连续每年年末投资 100 万元,年利率为 6%,到第五年末可得本利和多少?

解:画出现金流量图如图 1-6 所示。

根据式(1-10)得:

$$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] = 100 \left[\frac{(1+0.06)^5 - 1}{0.06} \right] = 563.71(\text{万元})$$

若 A 在每个周期初发生,如图 1-7 所示,则:

$$F' = A(1+i) \left(\frac{F}{A, i, n} \right) = F(1+i) \quad (1-11)$$

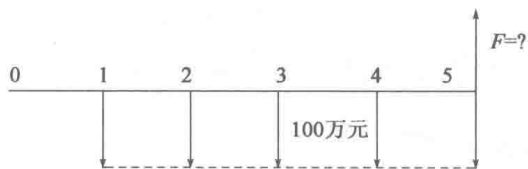


图 1-6 现金流量图

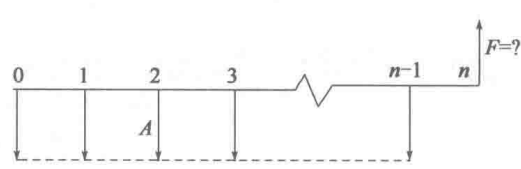


图 1-7 年初等额年金法现金流量图

【例 1-6】 在例题 1-5 中,若投资发生在年初,则第五年末可得本利和为多少?

解:画出现金流量图,如图 1-8 所示。

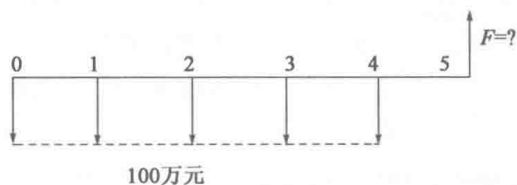


图 1-8 现金流量图

量图如图 1-9 所示。

每年年末等额存储的资金 A 由公式 (1-10) 可

推得:

$$A = F \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (1-12)$$

$\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$ 称为偿债基金系数,记为 $(A/F,$

$i, n)$, 则:

$$A = F(A/F, i, n) \quad (1-13)$$

常用的偿债基金系数已制成表供直接查用(附录一),也可以应用 Excel 等软件计算。

【例 1-7】 某企业要在 5 年末获得 563.71 万元的资金,当资金利率为 6% 时,每年年末应存多少?

解:画出现金流量图,如图 1-10 所示。

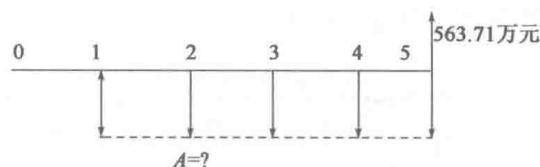


图 1-10 现金流量图

根据式(1-13)得:

$$\begin{aligned} A &= 563.71(A/F, 6\%, 5) \\ &= 563.71 \times 0.1774 = 100(\text{万元}) \end{aligned}$$

此题中,若将存款时间改在年初,每年应存存款多少,也是可以计算的。

5. 等额支付资金回收公式

现投入一笔资金 P , 希望今后 n 年内将本利和在每年末以等额 A 的方式回收,问 A 值为多少。等额支付资金回收系列现金流量图如图 1-11 所示。

将式(1-5)带入式(1-12)中可得:

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (1-14)$$

式中 $\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$ 称为资金回收系数,记为 $(A/P, i, n)$, 故上式又可记为:

$$A = P(A/P, i, n) \quad (1-15)$$

常用的资金回收系数已制成表供直接查用(附录一),也可以应用 Excel 等软件计算。

【例 1-8】 现投资 100 万元,预期利率为 10%,分 5 年等额回收,每年可回收多少金额?

依据式(1-11)得:

$$\begin{aligned} F' &= F(1+i) = 563.71(1+0.06) \\ &= 597.53(\text{万元}) \end{aligned}$$

4. 等额存储偿债基金公式

已知一笔 n 年末的借款 F , 拟在 $1 \sim n$ 年末等额存储一笔资金 A , 以便到 n 期末偿还借款 F 。现金流

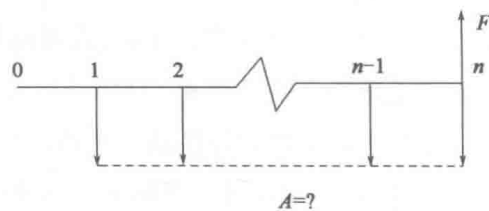


图 1-9 等额存储偿债基金现金流量图

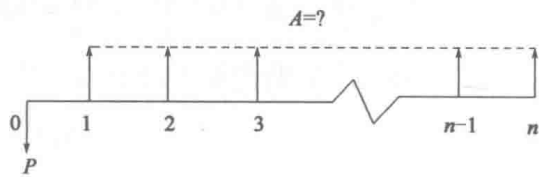


图 1-11 等额支付资金回收系列现金流量图

解:画出现金流量图,如图 1-12 所示。

依据式(1-14),得:

$$A = 100 \left[\frac{0.1(1+0.1)^5}{(1+0.1)^5 - 1} \right] = 26.38(\text{万元})$$

6. 等额年金现值公式

已知 n 年内每年末有一笔等额的收入(或支出) A ,求现值 P ,其现金流量图如图 1-13 所示。

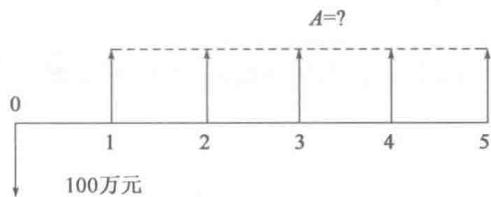


图 1-12 现金流量图

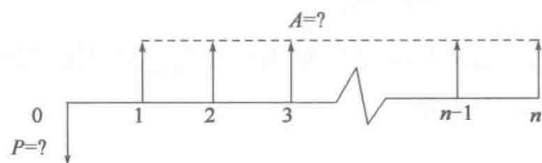


图 1-13 等额年金现值现金流量图(此图修改)

由式(1-14)可推出:

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad (1-16)$$

式中 $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$ 称为等额年金现值系数,记为 $(P/A, i, n)$,故上公式又可以记为: $P = A(P/A, i, n)$ 。

式(1-16)中,当 n 很大时,可近似为:

$$P = \frac{A}{i} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n} \right] = \frac{A}{i} \quad (1-17)$$

常用的等额年金现值系数已制成表供直接查用(附录一),也可以应用 Excel 等软件计算。

【例 1-9】 某公司拟投资一个项目,预计建成后每年获利 10 万元,3 年后收回全部投资的本利和,设贷款利率为 10%,问该项目总投资为多少?

解:画出现金流量图,如图 1-14 所示。

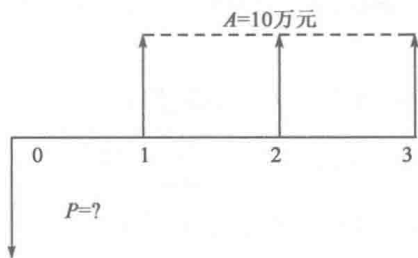


图 1-14 现金流量图

依据式(1-17),查得 $(P/A, 10\%, 3)$ 为 2.4869,故:

$$P = 10 \times 2.4869 = 24.87(\text{万元})$$

第四节 名义利率与实际利率

一、周期利率(r')

周期利率也称为计息周期有效利率,是指计息周期的利率。

二、名义利率(r)

名义利率是以年为一个计息周期的利率,若1年内的计息周期数为 m ,则周期利率与名义利率的关系为:

$$r' = \frac{r}{m} \quad (1-18)$$

三、实际利率(i)

实际利率也称为年有效利率,是在一年中,按计息周期利率,复利 m 次所形成的总利率。若年计息周期次数为 m 次,实际利率与名义利率的关系为:

$$i = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1 \quad (1-19)$$

由式(1-18)、式(1-19)可知,当 $m=1$ 时,实际利率=名义利率=周期利率;当 $m>1$ 时,实际利率>名义利率。

需要说明的是,在前面介绍的复利公式中, i 均指周期利率 r' , n 为寿命期的总计息周期数。

【例 1-10】 1000 万元 3 年期存款,名义利率为 8%,问下列情况下第三年末的本利和为多少:(1)单利;(2)年复利;(3)季复利。

解:(1)单利。

$$F = 1000(1 + 3 \times 0.08) = 1240(\text{万元})$$

(2)复利。

$$F' = 1000(1 + 0.08)^3 = 1259.71(\text{万元})$$

(3)季复利。

季度利率 = $8\% \div 4 = 2\%$ 共 $3 \times 4 = 12$ 周期,故:

$$F'' = 1000(1 + 0.02)^{12} = 1268.24(\text{万元})$$

【例 1-11】 一笔 1000 万元的贷款,要求在 4 年半后一次性还本付息。每半年计息一次,总偿还金额为 1250 万元。求此笔贷款的名义利率和实际利率。

解:计息周期为半年,周期数 $n = 4.5 \times 2 = 9$,周期利率为 r' ,有:

$$F = 1000(1 + r')^9 = 1250$$

$$(1 + r')^9 = 1.25$$