经济、管理类实验系列教程

主编/王 浩 文忠桥

证券及衍生产品定价实验教程

ZHENGQUAN JI YANSHENG CHANPIN DINGJIA SHIYAN JIAOCHENG

股票定价实验
债券定价实验
基金定价实验
期权（欧式）定价实验

天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

经济、管理类实验系列教程

证券及衍生
产品定价实验教程

主　编　王　浩　文忠桥

天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

证券及衍生产品定价实验教程/王浩等主编．—天津：天津大学出版社，2009.9

（经济、管理类实验系列教程）

ISBN 978-7-5618-3176-2

Ⅰ．证…　Ⅱ．王…　Ⅲ．证券交易-价格-高等学校-教材　Ⅳ．F830.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 150268 号

出版发行	天津大学出版社
出 版 人	杨欢
地　　址	天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编：300072)
电　　话	发行部：022-27403647　邮购部：022-27402742
网　　址	www.tjup.com
印　　刷	廊坊市长虹印刷有限公司
经　　销	全国各地新华书店
开　　本	169mm×239mm
印　　张	10.5
字　　数	157 千
版　　次	2009 年 9 月第 1 版
印　　次	2009 年 9 月第 1 次
定　　价	22.00 元

经济、管理类实验系列教程编写委员会

前　　言

随着高等教育改革的不断深入，以“宽口径、厚基础、强能力、求创新”为取向，以“知识、能力、素质协调发展”为目标的高等教育改革大方向业已形成。转变教育教学思想观念，改革人才培养模式，着力加强学生实践能力和创新精神培养已成为新一轮高等教育教学改革的重点和难点。知识来源于实践，实践出真知。注重理论与实践的有机结合，着力培养高素质应用型高级专门人才是我国高等教育的基本任务之一。因此，从教学的基本形态看，理论教学与实践教学是构成高校教学活动的“两翼”，缺一而不成，在人才培养过程中发挥着不可替代的重要作用。实验是实践的基本表现形式，实验教学是实践教学的重要内容，是培养学生实践能力和创新思维能力不可或缺的重要环节。长期以来，由于受传统文化思想的影响，“坐而论道”成为我国高等财经类专业教学的主要形态，重理论轻实践的倾向显在，从而对高校财经类实验室建设与实验教学产生抑制作用。随着现代信息技术的飞速发展，特别是在专业教学软件开发日益成熟的条件下，高校财经类实验室建设得到快速发展，实验教学活动由简到繁，从单一到多元，并逐步形成了验证性、模拟性、综合性及设计性等多层次的实验教学体系，实验教学手段日趋多样，实验教学内容日益丰富，实验教学质量得到大幅提升。

实验教学是学生将理论知识有效运用到社会实践的桥梁，是巩固、贯通、创新所学知识的重要手段。实验教学的理论基础来源于建构主义。建构主义学习理论是对传统学习理论的修正和拓展，并对现代教育教学理念的更新以及高等财经类专业教学模式的改革和创新产生积极的影响。建构主义理论强调在真实的情景中建构知识意义，即为学习者建构意义创造必要的学习环境和条件，让学习者步入真实的环境中去感受和体验，从而学会解决实际问题，提高学习者的动手能力和创新思维能力。实践证明，实验室成为创造这种学习环境和条件的最佳选择之一，尤其是在计算机和网络通信技术得到广泛应用的环境下，为高等财经类专业实验教学的发展提供了良好条件。然而，由于我国财经类高校开展实验教学的时间相对较短，实践经验相对不足，客观上还存在一些困惑和欠缺，这其中，因实验教材选用困难而导致“无书教学”现象长期存在，并在一定程度上影响了实验教学效果。

教材是体现教学内容和教学方法的载体，是进行教学的基本工具，是不断提高教学质量的根本保障。教材建设在高等教育教学过程中的作用是非常重要的，

是能否高质量完成各项教学任务的关键环节。实验教材是教师理论教学、科学研究和实践经验的结晶和升华，是深化教育教学改革，全面推进素质教育，培养创新型人才的重要保证。因此，重视和加强实验教材建设，对于提高实验教学质量，培养高素质专门人才具有十分重要的战略意义。基于此，从深化教育教学改革以及我校实验教学需求的目的出发，安徽财经大学经济、管理实验教学中心特组织一批具有较好学术造诣和丰富实践经验的中青年教师，编撰了“经济、管理类系列实验教材”。本系列教材是基于目前通用的实验教学软件，并结合经济、管理类专业实验教学的特点而编撰的。该系列教材的出版，既是安徽财经大学经济、管理实验教学中心长期教学实践经验的总结和探索，也是安徽省实验教学示范中心建设的重要成果。

本系列教材在编撰过程中，学习借鉴了国内外许多专家学者的有关研究成果，在此特向他们表示感谢！同时，本系列教材的出版，得到了学校领导、兄弟院校以及天津大学出版社的大力支持，在此表示衷心的感谢！由于时间仓促以及水平局限，书中难免存有错漏之处，敬请各位同仁、专家和读者批评指正，以帮助我们通过修订不断完善。

经济、管理类实验系列教程编写委员会

2009年6月

目　录

实验 1

股票定价实验

1.1 实验准备

1.1.1 实验名称

股票定价

1.1.2 实验目的与要求

基于已经掌握的投资学基础知识，学会基本的贴现计算、市盈率的计算与几种股票定价方法，并在此基础上学会利用回归分析为股票定价。

1.1.3 实验内容

（1）现金流的现值与终值。
（2）股利现值定价模型。
（3）市盈率定价模型。
（4）Bernhard 模型。

1.1.4 实验条件

（1）世华、Wind、巨灵等金融数据库软件或互联网。
（2）Excel 2003。
（3）学生端 PC 设备要求：硬件环境如表 1-1 所示，软件环境如表 1-2 所示。

表 1-1 硬件环境

显示器	推荐17寸
CPU	推荐奔腾IV或同级及以上标准
内存	最低512MB以上
硬盘	剩余空间1GB以上
显卡	支持真彩色24位
鼠标	带滚轮的有线或无线鼠标
键盘	标准键盘

表 1-2　软件环境

操作系统	Windows 2000、Windows XP、Vista
显示分辨率	分辨率1 024×768及以上
网络环境	ADSL或其他宽带接入方式

1.2　实验原理

1.2.1　现金流的现值与终值

货币的时间价值是投资者在投资中需要重点考虑的因素之一。由于货币的时间价值计算比较复杂，很多财经人员在计算货币的时间价值时花费了过多的时间和精力，效率低下。用 Excel 设计灵活的计算货币时间价值模型，人们只要点击鼠标就可以轻松实现自己的意愿。

1．货币时间价值的一般原理

货币时间价值（time value of money，简称 *TVM*）是指货币随着时间的推延而形成的增值，是等量的货币在不同的时间点上具有的不同的经济价值。与 *TVM* 有关的概念有现值（present value，简称 *PV*）、终值（future value，简称 *FV*）和利息（interest，简称 *I*）。它们之间的关系为 $FV=PV+I$。

2．现值的概念

现值（*PV*）是未来的资金按照一定的利率折现而成的当前价值。其折算过程称为折现（discounting），计算现值的利率称为折现率（discount rate）。其计算公式为

$$PV = FV \cdot (1+r)^{-n} \tag{1-1}$$

公式还可以表示为

$$PV = \frac{FV}{(1+r)^n} = FV \cdot PVIF(r,\ n) \tag{1-2}$$

在式（1-2）中，*PVIF*（*r*，*n*）是现值利率因子或现值利率系数（present value interest factor），指于未来特定时点 1 元在今日的价值。其值的大小除了可以用上述公式计算外，也可通过查询“现值利率系数表”求得。

在 Excel 里可以用 *PV* 函数解决，其用法为 *PV*（*rate, nper, fv, type*）。

3．终值的概念

终值（*FV*）是货币在未来特定时点的价值，包括了货币的时间价值。简言之

即为复利的结果。

其计算公式为

$$FV = PV \cdot (1+r)^n \tag{1-3}$$

公式还可以表示为

$$FV = PV \cdot (1+r)^n = PV \cdot FVIF(r,\ n) \tag{1-4}$$

在式（1-4）中，*FVIF*（*r*，*n*）是终值利率因子或终值利率系数（future value interest factor），指 1 元在利率为 r 时，投资期间为 n 期时的终值。其值的大小除了可以用上述公式计算外，也可通过查询“终值利率系数表”求得。

在 Excel 里可以用 *FV* 函数解决，其用法为 *FV*（*rate*, *nper*, *pmt*, *pv*, *type*）。

4．年金

在了解了终值和现值的计算之后，再引入年金（*A*nnuity）的概念。年金一般是指在一定期数的期限中，每期相等的一系列现金流量。根据标准的定义，必须符合三个要件才可称为年金，即：①定期支付或收取的金额相同；②每次支付或收款所间隔的时间固定；③于每次支付或收款时计算复利一次。

年金依收付的时点不同，可分为普通年金（ordinary annuity）与期初年金（annuity due）。前者是指现金收付的时点为每期的期末；后者指现金收付的时点为每期的期初。

以普通年金为例，年金现值（present value of annuity，简称 *PVOA*）的计算公式推导如下：

$$\begin{aligned}
PVOA &= \frac{PMT}{1+r} + \cdots + \frac{PMT}{(1+r)^{n-1}} + \frac{PMT}{(1+r)^n} \\
&= PMT\left(\frac{1}{1+r} + \cdots + \frac{1}{(1+r)^{n-1}} + \frac{1}{(1+r)^n}\right) \\
&= PMT \cdot \frac{\dfrac{1}{1+r}\left(1-\dfrac{1}{(1+r)^n}\right)}{1-\dfrac{1}{1+r}} \\
&= PMT \cdot \frac{1-\dfrac{1}{(1+r)^n}}{r} \\
&= PMT \cdot PVIFA(r,\ n)
\end{aligned} \tag{1-5}$$

在式（1-5）中，n 为年金支付的期数；*PMT* 为年金支付额；n 表示利率水平。另外，在年金现值计算过程中需经多次的折现、加总，即为等比级数的运算，因此可以等比级数的公式来将折现因子即 1/（1+*r*）次方的部分先加总起来，再乘以定额

年金即可得年金现值。其中的折现因子总和称为年金现值折现因子（简称 *PVIFA*）——每年支付 1 元的年金现值大小，由“年金现值利率因子表”也可求得其值。

例如，假设张三在 5 年内每年底均有 1 元的收入，折现率为 10%，则这笔年金的现值如图 1-1 所示。

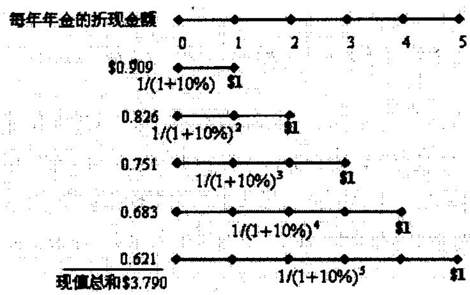

图 1-1　5 年期普通年金现值的计算

由于“年金现值利率因子表”通常以普通年金来设计，因此，期初年金的现值（*PVAD*）计算通常以普通年金的计算式来转换，其过程如下：

$$
\begin{aligned}
PVAD &= PMT + \frac{PMT}{1+r} + \cdots + \frac{PMT}{(1+r)^{n-1}} \\
&= PMT\left(1 + \frac{1}{1+r} + \cdots + \frac{1}{(1+r)^{n-1}}\right) \\
&= PMT \cdot \frac{1 \cdot \left[1 - \dfrac{1}{(1+r)^n}\right]}{1 - \dfrac{1}{1+r}} \\
&= PMT \cdot \frac{1 - \dfrac{1}{(1+r)^n}}{r} \cdot (1+r) \\
&= PMT \cdot PVIFA(r,\ n) \cdot (1+r) \\
&= PVOA(r,\ n) \cdot (1+r)
\end{aligned}
$$

5．永续年金

大多数的年金都有一定的支付期限，然而有一种年金是没有期限的，也就是说没有到期日（maturity date），那么这种年金被称为永续年金。永续年金因没有期限，故计算其终值没有意义，因此，一般重视永续年金的现值。其计算公式是以无穷等比级数的公式推导而来的，如式（1-6）所示（以普通年金为例）：

$$
\text{永续年金} = \frac{PMT}{1+r} + \frac{PMT}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{PMT}{(1+r)^n} + \cdots = \frac{\dfrac{PMT}{1+r}}{1 - \dfrac{1}{1+r}} = \frac{PMT}{r} \qquad (1\text{-}6)
$$

1.2.2 股利现值定价模型

在实务上，货币时间价值的观念可应用于股票的评价。股票投资人收到公司所发放的股利，虽然每年的股利收入不一定一样，但仍可利用式（1-5）的概念，将未来每一期预期的股利折现，加总后即可得到股票的合理价值，亦即目前股票的价值应等于未来每期股利收入折现值的加总，如式（1-7）所示：

$$P_{i,0}=\frac{D_{i,1}}{1+r}+\cdots+\frac{D_{i,n-1}}{(1+r)^{n-1}}+\frac{D_{i,n}}{(1+r)^{n}}+\cdots=\sum_{t=1}^{\infty}\frac{D_{i,t}}{(1+r)^{t}} \tag{1-7}$$

上式中，$D_{i,t}$表示股票i在第t期时的“预期”每股现金股利发放水平（因为未来的现金流量是多少并无法直接得知，只能透过各种方式进行估计、预测取得，故谓之“预期”）；r 则为投资人依自己的风险偏好所决定的折现率（或称必要报酬率），可用 CAPM、APT 等资产定价模式来决定。将各期之预期每股股利的折现值加总起来，即得股票i在第0期（即现在）的理论价值或预期价值。

由于此评价概念未计入太多的人为限制，如持有期间未必无限多期或是公司可能从不发股利等，因此又可称为一般化的股利折现模式。

事实上，一般化的股利折现模式在应用上可能会面临到一些令人质疑的课题，如在式（1-7）中，除了折现率可由投资人自行决定外，预期股利水平是一项隐含不确定性的变量，往往是此模式中最难以估计者，因此如何决定此变量更是决定此模式之可行性的重要关键。由于对于未来现金流量实在无法精确得知，因而在研究上，我们常利用一些特定模式来规范未来股利的发放模式，以简化预期股利的估计程序，使股利折现模式的实用性进一步地提升。通常这些模式可依“股利是否成长”及“股利的成长形态”两个标准来分类，进而分成“零成长”、“固定成长”及“非固定成长”三种模式。以下分别说明其应用方式。

1. 股利零成长的股利折现模式（zero dividend growth model）

股利零成长通常暗示着普通股发行公司的获利表现平平，或是公司在每期都发放固定的股利给股东，此种普通股即称为“零成长股”。

模型公式推导如下：

$$P_{i,0}=\frac{D}{1+r}+\cdots+\frac{D}{(1+r)^{n-1}}+\frac{D}{(1+r)^{n}}+\cdots=\frac{\frac{D}{1+r}}{1-\frac{1}{1+r}}=\frac{D}{r} \tag{1-8}$$

股利零成长股利现值定价模型可用于对优先股的定价。由于优先股承诺每年支付固定的股息给优先股股东，因此每期支付的股利金额固定（不考虑有暂时未

发放的状况）且没有到期日，故可视之为永续年金的一种。

$$P_0 = \frac{D_P}{r_P} \tag{1-9}$$

式（1-9）中的 D_P 代表优先股每期支付的股利，r_P 则表示优先股的必要报酬率（即折现率，通常低于普通股折现率）。

2．股利固定成长的股利折现模式（constant dividend growth model）

股利固定成长的股利折现模式又称 gordon model[①]。事实上，随着公司业绩的增长，股利的发放金额也会一并成长而非一成不变，因此假设股利以一定的速度成长（constant growth），应是一个在简化预测与符合现实之间的*折中*模式（毕竟各期股利成长率未必一直相同）。假设股利的固定成长率为 g，则若本期的每股股利为 D，则下一期的每股股利可知为 $D\cdot(1+g)$。

$$\begin{aligned} P_{i,0} &= \frac{D(1+g)}{1+r} + \cdots + \frac{D(1+g)^{n-1}}{(1+r)^{n-1}} + \frac{D(1+g)^n}{(1+r)^n} + \cdots \\ &= \frac{\dfrac{D(1+g)}{1+r}}{1-\dfrac{1+g}{1+r}} = \frac{D(1+g)}{\mathrm{r}-g} \end{aligned} \tag{1-10}$$

式（1-10）中 g 值的估计，可以在满足特定假设的条件下，使用式（1-11）计算。

$$g = b\cdot ROE = (1-d)\cdot ROE \tag{1-11}$$

在式（1-11）中 d 表示股利支付率，b 表示盈余保留率，其定义为支付股利后剩余的净利占总净利的比例，故为 $1-d$；ROE 为股东权益报酬率（return on equity）。式（1-11）的逻辑在于假设盈余未以股利形式发放，则可用于“报酬率相当于 ROE”的投资机会上，故 $b\cdot ROE$ 可表示在未来可能增加的报酬水平。

由上述的股利固定成长的股利折现模式（gordon model）可知，当股利成长率为零（g=0）时，其与式（1-8）的结果是完全相同的。

此模式也有数学上的限制，即折现率（r）必须大于成长率（g）；否则，无穷等比级数将无法收敛，此模式也无法使用。

3．股利非固定成长的股利折现模型（noconstant dividend growth model）

股利非固定成长的股利折现模式也称多阶段成长股利折现模型（本书以两阶

① Myron Jules Gordon 教授 1920 年出生于美国纽约。从 1970 年开始一直在多伦多大学担任理财学教授。在《投资、融资和公司价值》（*The Investment, Financing and Valuation of the Corporation*, Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., March 1962.）这部著作中，他提出了著名的 gordon 股利增长模型。

段模型为例）。企业的营运状况可能会随着经济形势变化而变化，因此即使经营能力没有改变，但获利水平却不见得会不断成长，因其容易受到经济形势影响而有成长或衰退，呈现非固定成长（noconstant growth）的情形。通常在产品周期的初级阶段，其销售额会有相对较高的成长率，这种现象可称为“超常成长”（supernormal growth）；然而经过一段超常成长时期，市场渐趋稳定成熟后，成长率有变稳定的趋势。因此，我们可以将前一模式中的固定成长率假设作进一步的修订，将上述较符合一般情形的成长假设（先超常成长、后固定成长）加入股利折现模型中。修正后的股价计算步骤如下：

1）区分出受评价之普通股发行公司的超常成长期间与固定成长期间；

2）计算在超常成长期间的预期股利折现值；

3）计算在固定成长期间的预期股利折现值；

4）将超常成长期间与固定成长期间的预期股利折现值加总，即可计算出非固定成长模式的股票价值。

两阶段成长模型假设在时刻 T 以前为公司的超常成长阶段，股利按固定比例 g_1 成长；在 T 以后为公司的稳定成长阶段，股利按固定比例 g_2 成长，如图 1-2 所示。

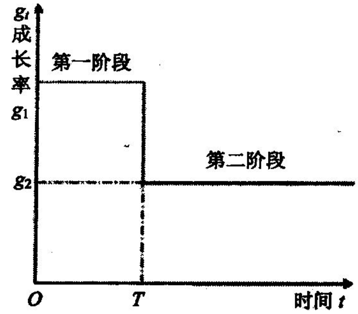

图 1-2　两阶段成长模型

在两阶段成长模型中，股票价值是两个股利流的函数：①从 1～T 期（包含 T 在内）的所有预期股利的现值，记为 V_1；②从 T+1 期以后的所有股利的现值，记为 V_2。将这两个相加就是股票的价值 V：

$$V=V_1+V_2$$

如果假设上一年度支付的股利为 D_0，适用的贴现率为 r，且各期保持不变，则第一阶段的股票价值可以写为

$$\begin{aligned}V_1&=\frac{D_0(1+g_1)}{1+r}+\cdots+\frac{D_0(1+g_1)^{T-1}}{(1+r)^{T-1}}+\frac{D_0(1+g_1)^T}{(1+r)^T}\\&=\sum_{t=1}^{T}\frac{D_0(1+g_1)^t}{(1+r)^t}\end{aligned} \tag{1-12}$$

在估计从 $T+1$ 期以后的所有股利流的现值时，可以采用前面用到的固定成长模型。此时股利流的初始时刻是 T 时刻并非 0，所以需要将使用固定成长模型计算出的代表 T 时刻以后的所有预期股利流的总价值按照折现因子 $(1+r)^T$ 折现成 0 时刻的现值。由此可得到第二阶段的表达式为

$$V_2 = D_0 \cdot \frac{(1+g_1)^T(1+g_2)}{(1+r)^T(r-g_2)} \tag{1-13}$$

通过式（1-12）和式（1-13），分别求出了 T 时刻以前（包括 T 时刻）所有预期股利流的现值 V_1 和 T 时刻以后所有股利流的现值 V_2，所以两阶段股利增长模型股票的内在价值为

$$V = V_1 + V_2 = \sum_{t=1}^{T} \frac{D_0(1+g_1)^t}{(1+r)^t} + D_0 \cdot \frac{(1+g_1)^T(1+g_2)}{(1+r)^T(r-g_2)} \tag{1-14}$$

1.2.3　市盈率定价模型

上述的股利折现模型是以公司会支付现金股利（全部现金股利或部分现金股利）为前提假设的。当评估的公司从来不发放现金股利或只发放股票股利时，股利折现模型可以说完全无用武之地，因为主要的变量“股利”将因此而无从估计，此模型也失去了应用的意义。除此之外，尚有许多其他股利折现模型“失效”的情形。比如，未上市公司的普通股，因其财务资料未公开，一般投资人不易取得，同时缺乏活跃的交易市场，使得评价工作更趋困难。但对这些未上市股票的评价工作在许多时候显得格外重要，如公司的合并与收购（mergers and acquisitions）、管理层收购（management buy-outs，MBO）以及初次上市或上柜（initial public offerings，IPO）等。

既然如此，那么此时股票该如何评价呢？以下介绍一种“盈余资本化”（capitalization of earnings）的方法，即市盈率法（price/earnings ratio model）。市盈率法的基本逻辑在于以获利能力为主要评价因素，结合公司的获利水平与市场对此公司获利能力的评价来估计股票价格。公式为

$$\text{每股股票价值} = \text{预期每股盈余} \times \text{合理市盈率}（P/E） \tag{1-15}$$

其中市盈率（P/E）是每股市值与每股盈余的比率，反映股票市场价格与当期每股盈余的关系。

市盈率评估模型的简单运用如下所述。

（1）可直接应用于不同收益水平的价格之间的比较分析。假定 A、B 两只股

票的其他条件相同时，A 股票市价 10 元，每股净利润 0.5 元，市盈率为 20；B 股票 15 元，每股净利润 0.5 元，市盈率为 30，表明 B 股票的价格相对高于 A 股票。在正常条件下，投资者可能选择 A 股票。

（2）预测股票的出售价格。假设 A 股票的市盈率为 20，一年后市盈率不变，其每股盈利预计增加为 0.6 元，则一年后的出售价格预计可达到 12 元。

1.2.4　Bernhard 模型

1949 年，Arnold Bernhard 开创回归分析为股票定价的先河，提出股票的真实价值取决于每股盈利 E、每股净资产（即股票的账面价值）BV 以及每股股利 D 之间的某种关系。

$$V = aE + bBV + cD \tag{1-16}$$

回归参数 a、b、c 对于不同的股票是不同的，它们取决于股票的盘面大小、行业和盈利能力等。其变化形式为

$$V/E = a + bBV/E + cD/E \tag{1-17}$$

其中 V/E 表示理论市盈率，而 BV/E 和 D/E 也可从上市公司年度财务报表上得到。于是只要将理论价格 V 和实际价格 P 相比较，或将理论市盈率 V/E 与实际市盈率 V/E 相比较，就可以知道该股票价格是被低估了还是被高估了。

1.3　实验步骤

1.3.1　现金流的现值与终值计算实验

1．现值与现值函数（*PV*）

（1）单一现金流量的现值计算实验。现值函数 *PV*（*rate, nper, pmt, fv, type*）。

rate：为各期利率。例如，如果按 10%的年利率借入一笔贷款来购买汽车，并按月偿还贷款，则月利率为 10%/12（即 0.83%）。可以在公式中输入 10%/12、0.83%或 0.0083 作为 *rate* 的值。

nper：为总投资（或贷款）期，即该项投资（或贷款）的付款期总数。例如，对于一笔 4 年期按月偿还的汽车贷款，共有 4×12（即 48）个偿款期数。可以在公式中输入 48 作为 *nper* 的值。

pmt：为各期所应支付的金额，其数值在整个年金期间保持不变。通常 *pmt* 包括本金和利息，但不包括其他费用及税款。例如，$10 000 的年利率为 12%的 4 年期汽车贷款的月偿还额为$263.33。可以在公式中输入–263.33 作为 *pmt* 的值。