

国家级教学团队
国家级特色专业 · 东北财经大学金融学系列教材

金融工程学

■ Financial Engineering

李健元 李刚 主编

FE 东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press



国家级教学团队
国家级特色专业·东北财经大学金融学系列教材

金融工程学

■ Financial Engineering

常州大学图书馆
藏书章

东北财经大学出版社



© 李健元 李 刚 2011

图书在版编目 (CIP) 数据

金融工程学 / 李健元、李刚主编. —大连: 东北财经大学出版社,
2011. 11

(国家级特色专业·东北财经大学金融学系列教材)

ISBN 978-7-5654-0574-7

I. 金… II. ①李… ②李… III. 金融学-高等学校-教材 IV. F830

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 205017 号

东北财经大学出版社出版

(大连市黑石礁尖山街 217 号 邮政编码 116025)

教学支持: (0411) 84710309

营 销 部: (0411) 84710711

总 编 室: (0411) 84710523

网 址: <http://www.dufep.cn>

读者信箱: dufep@dufe.edu.cn

大连北方博信印刷包装有限公司印刷 东北财经大学出版社发行

幅面尺寸: 170mm×240mm 字数: 490 千字 印张: 23 1/2 插页: 1
2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

责任编辑: 时 博 魏 巍 孙佳音 责任校对: 贺 鑫
况淑芬 田玉海

封面设计: 肖抗抗 版式设计: 钟福建

ISBN 978-7-5654-0574-7

定价: 38.00 元

总序

金融体系与金融能力的竞争是当代世界各国国家竞争的重要领域，也是支持各国在政治、经济、军事、文化等方面有效竞争的重要基础。随着我国对外开放的逐步深入和市场经济的逐步确立，我国经济和金融日益融入世界经济和金融一体化进程；特别是 2001 年加入 WTO 之后，我国金融体系和金融能力迅速面临着来自世界金融强国的前所未有的挑战与压力。如何抓住机遇、迎接挑战，加快完善我国金融体系、提升金融竞争能力和确保国家金融安全，是我国各级政府和金融界的重大课题。这一问题的解决有赖于加快金融体制改革、完善金融体系、提高货币宏观调控能力和金融风险管理水平、增强金融创新能力等诸多方面。而解决问题的关键是培养一大批掌握现代金融技术、具备先进管理知识的高素质金融人才。因此，大力提高我国金融学教育和研究水平，推进金融学教育与研究的现代化和国际化，是实施我国金融发展战略的重要举措。

金融学教学与科研能否为金融发展提供有效支撑是当前中国金融学科面临的根本挑战。近年来，我国高等院校金融教育规模迅速发展，质量有了较大的提高，为经济社会发展以及高等教育自身的改革与发展作出了重要贡献。特别是 2007 年，教育部、财政部决定实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”（简称质量工程）以来，在国家级特色专业、国家级教学团队、精品课程建设和教材建设、人才培养模式改革创新方面取得了显著成果，带动了我国高等院校本科教育水平和科研实力的提升，产生了良好的社会效益。

教育部“质量工程”提出，启动“万种新教材建设项目”，加强新教材和立体化教材建设，鼓励教师编写新教材，积极做好高质量教材推广和新教材选用工作。在此背景下，东北财经大学以金融学和保险学两个国家级特色专业、金融学专业教学团队和证券投资学教学团队两个国家级教学团队为平台，组织编写了“国家级特色专业·东北财经大学金融学系列教材”。在本系列教材之前，我们已编写出版了三套系列教材。20 世纪 90 年代初期的第一套系列教材，是解决由无到有的问题；20 世纪末期的第二套系列教材是解决全和新的问题；21 世纪初期的第三套系列教材是解决体系和质量的问题；目前陆续出版的这套系列教材是解决突出质量和特色的问题。

教材建设是教育部“质量工程”的一项重要内容，是学校课程中最重要的物质条件之一，直接关系到教学质量和教学效果。但是，教材建设不可能一蹴而就，而是动态的、渐进的、连续的过程，这个过程的每一个环节都对作者提出了新的要求，它是作者教学、实践和科研成果的体现。因此，我们在教材编写过程中力求达到三个目的：一是教材的编写是围绕着“知识、能力、素质”的人才培养目标来展开的；二是教材能够体现金融类专业培养方案中对人才培养规格的要求；三是教

材能够反映新的教育思想,处理好现代与传统、理论与实践、技术与应用的关系。我们在教材建设中努力做到四个同步:一是教材建设与金融发展改革相同步;二是教材建设与教学改革相同步;三是教材建设与人才培养目标相同步;四是教材建设与科学研究相同步。同时,在教材建设中我们注重了以下五个方面:第一,教材编写应明确三个问题,即由谁编写、为谁编写和如何编写;第二,教材编写者应具备三个条件,即编写者应具有编写高水平教材的经历、具有一定的科研水平和实践的经历;第三,教材编写应做到三个结合,即理论与实践相结合、定量分析与定性分析相结合、综合练习与实验实训相结合;第四,教材编写应体现三个特性,即系统性、新颖性、实用性;第五,教材编写应突出三个特色,即教材结构设计特色、体例设计特色、教材编写特色。在突出特色的同时,形成集主教材、多媒体教材、辅助教材、电子教案于一体的有机结合的立体化教材。

本次系列教材的推出,是为了适应国内国际金融业发展的新形势,满足高等院校经济管理类专业和金融学科相关专业的教学需要以及金融实务部门从业人员培训的需要。编写者是一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的高校教师,具有理论与实践相结合的双重背景,为编好系列教材提供了保障。本系列教材包括:《货币银行学》、《金融经济学》、《金融学教程》、《金融市场学》、《国际金融学》、《商业银行经营管理学》、《证券投资学》、《金融企业会计》、《公司金融学》、《金融工程学》、《投资银行学》、《行为金融学》、《国际银行管理》、《个人财务规划》、《保险学》和《国际结算》等。我们期待着,在教学改革和教材建设中与专家学者们达成共识,真诚地合作,使教材建设的成果能够及时反映学科的最新进展。

由于我们的时间和精力有限,教材中难免存在缺点和不完善之处,我们欢迎各院校师生、金融业界同仁和广大读者批评指正。

国家级特色专业·东北财经大学金融学系列教材编委会

前言

当今社会，处在一个发展的时代、一个进步的时代、一个衍生化的时代、一个充满想象的时代。各种各样的金融衍生工具在科学技术和无穷想象力的支持下，正以前所未有的速度发展着。创新，是灵魂，是支柱，是发展的动力之源；全球化，又将这种行为融入了世界各国的金融市场中。

在创新的、全球化的金融市场中，金融工程思想和理念已经渗透到人类生活的方方面面，金融工程所涉及的领域也越来越广。金融工程是市场对更高的金融效率不断追求的产物，而金融工程一经产生，便迅速发展成为金融市场日益重要的组成部分，并直接促进了金融效率的提高。金融工程的产生与发展受到多种因素的推动，是经济环境和金融环境的转变、经济主体内在需求的变化、金融理论的发展、技术的进步并向金融领域渗透四个方面共同作用的结果。

对于金融工程领域研究的内容，不同的金融学家侧重点各不相同，有的侧重于技术分析，有的侧重于产品介绍，有的侧重于数理推导，有的侧重于市场操作。本书主要侧重于基础创新工具讲解和案例分析。

本书的内容主要包括两个部分：

第一部分为第1章至第14章，系统地介绍了金融工程衍生产品交易的种类、基本原理、实务操作方法。

第二部分为案例集，即第15章，主要对20世纪90年代以来，特别是对2008年中国国企在金融衍生交易中发生的巨亏案例进行了深入研究和探讨。与以往的金融衍生案例分析不同，这部分案例的主要内容包括以下方面：一是注重亏损细节的描述与分析、亏损额度逐步增加的计算过程及分析；二是介绍国际炒家和所谓的“王牌分析师”如何利用先预测“对”、后预测“错”以及“先让你盈利，后杀死你”的策略诱使“猎物”逐步上钩的过程；三是介绍欧、美、日财团及其对冲基金如何囤积现货、操纵期货的鲜为人知的内幕及过程。案例分析旨在论证诸多国企金融衍生交易巨亏案中主要输在现代版的“阴谋论”上，而国企操盘手们的基本判断错误、防范风险措施不当及风险内控机制不健全则是次要原因。

本书有如下一些特点：

1. 理论、图解、实例、案例相结合

本书既有对金融工程相关产品相对复杂、枯燥的定价及理论的介绍，又有真实、鲜活的案例分析，并利用相关数据对近年国内外金融市场的多个案例进行了深入剖析。在本书中，我们对金融衍生工具定价问题进行了详细的理论分析，讨论这些定价的规律与原理，同时也注重通过各种各样的图例对这些问题进行解释。针对本学科应用性强的特点，每一章都用实例进行应用分析。

2. 理论体系完整

本书首先考虑的是学科理论体系的完整性和系统性,鉴于金融工程的创新性特点,金融工程工具有多种衍生方法和理念,但是在当今国际金融市场上,已经被广泛接受的成熟性的工具并不多。故本书重点讲解了远期、期货、期权、互换这四种主要的基础性的方法。

3. 力图体现当今国际金融市场的新发展、新变化

本书力图体现“新”字,反映现代金融衍生市场的新发展、新特点和新变化。为此,在本书中,我们特意设置了第15章案例集。

本书由李健元教授、李刚老师担任主编,曲春青老师、康书隆老师参与编写。其中,李健元教授负责编写第1章、第4章、第6章、第7章、第8章、第9章、第10章、第15章,李刚老师负责编写第2章、第3章、第5章、第11章、第12章、第13章、第14章。

本书语言深入浅出、通俗易懂,内容注重金融衍生交易的基础性,因此既可供高校金融专业教学使用,也适合作为不同层次读者的参考书。

本书在编写和出版过程中,得到了多方面的支持与协助,在此,我们要感谢东北财经大学金融学院领导和各位同仁的支持,感谢东北财经大学出版社编辑和相关人员的努力,感谢姜志刚、张清亮、段亚彬、孙杰的帮助。正是因为有了这些帮助,本书才能迅速地面世。同时,在本书的编写过程中,作者参考了大量的研究文献与资料,在此一并向这些文献的作者表示谢意。

由于时间仓促和知识水平有限,本书可能存在着不妥甚至错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2011年11月

目 录

第1章 资产定价基础知识、基础金融工具 / 1

学习目标 / 1

- 1.1 无套利均衡原理和一价定律 / 1
- 1.2 利息的计算方法 / 4
- 1.3 资金的时间价值 / 5
- 1.4 现货市场 / 8

本章小结 / 15

关键概念 / 16

综合训练 / 16

第2章 远期合约、远期利率和 FRA / 18

学习目标 / 18

- 2.1 远期合约 / 18
- 2.2 远期利率 / 21
- 2.3 远期利率协议 / 25

本章小结 / 32

关键概念 / 32

综合训练 / 32

第3章 远期外汇合约和 SAFE 交易 / 34

学习目标 / 34

- 3.1 远期外汇合约 / 34
- 3.2 掉期交易 / 40
- 3.3 综合的远期外汇协议 / 43

本章小结 / 48

关键概念 / 49

综合训练 / 49

第4章 金融期货交易规则与定价 / 51

学习目标 / 51

- 4.1 期货市场简介 / 51
- 4.2 金融期货合约 / 56
- 4.3 金融期货定价机制 / 62
- 4.4 金融期货交易中的套期保值 / 65

本章小结 / 68

关键概念 / 68

综合训练 / 68

第5章

久期和凸度 / 70

学习目标 / 70

5.1 久期 / 70

5.2 凸度 / 80

本章小结 / 83

关键概念 / 84

综合训练 / 85

第6章

利率期货 / 87

学习目标 / 87

6.1 利率期货概述 / 87

6.2 短期利率期货合约 / 92

6.3 中长期利率期货合约 / 96

6.4 国际金融市场主要利率期货品种 / 99

6.5 利率期货的定价 / 107

6.6 利率期货的套利 / 115

6.7 利率期货的套期保值 / 121

本章小结 / 126

关键概念 / 127

综合训练 / 127

第7章

外汇期货 / 129

学习目标 / 129

7.1 外汇期货概述 / 129

7.2 外汇期货定价 / 133

7.3 外汇期货的应用 / 135

本章小结 / 138

关键概念 / 139

综合训练 / 139

第8章

股指期货 / 140

学习目标 / 140

8.1 股指期货概述 / 140

8.2 股指期货的运作 / 152

8.3 股指期货的定价与投资 / 157

本章小结 / 162

关键概念 / 163

综合训练 / 163

第 9 章

互换交易 / 165

学习目标 / 165

9.1 互换概述 / 165

9.2 利率互换 / 173

9.3 货币互换 / 178

9.4 其他互换 / 180

9.5 互换的应用 / 191

本章小结 / 193

关键概念 / 194

综合训练 / 194

第 10 章

互换定价 / 195

学习目标 / 195

10.1 利率期限结构 / 195

10.2 零息票利率、远期利率与互换利率 / 198

10.3 互换定价 / 201

本章小结 / 206

关键概念 / 207

综合训练 / 207

第 11 章

期权交易基础 / 208

学习目标 / 208

11.1 期权概述 / 208

11.2 期权的类型 / 212

11.3 期权交易 / 217

本章小结 / 224

关键概念 / 225

综合训练 / 226

第 12 章

期权定价理论 / 227

学习目标 / 227

12.1 期权价格概述 / 227

12.2 布莱克—斯科尔斯 (B-S) 模型 / 230

12.3 二项式定价模型 / 243

12.4 期权价格上下限 / 244

12.5 看涨看跌期权平价 / 249

12.6 期权定价的红利因素 / 251

本章小结 / 253

关键概念 / 253

综合训练 / 254

第13章 期权交易策略 / 255

学习目标 / 255

13.1 单一期权 / 256

13.2 期权与基础资产组合 / 262

13.3 价差期权组合 / 267

13.4 组合期权 / 279

本章小结 / 285

关键概念 / 286

综合训练 / 286

第14章 期权品种 / 287

学习目标 / 287

14.1 货币期权 / 287

14.2 利率期权 / 295

14.3 股票期权 / 300

14.4 股票指数期权 / 303

14.5 衍生期权 / 305

本章小结 / 309

关键概念 / 309

综合训练 / 309

第15章 金融工程交易案例集 / 311

15.1 股票累积期权案例 / 311

15.2 中信泰富澳元外汇累积期权案例 / 314

15.3 东航燃油套期保值巨亏案例 / 321

15.4 深南电原油累积期权对赌案例 / 331

15.5 中国远洋做多 BDI 指数高位被套巨额浮亏案例 / 335

15.6 中航油场外石油期权交易巨亏案例 / 342

15.7 巴林银行日经 225 指数期权交易巨亏倒闭案例 / 351

15.8 国储铜事件 / 360

主要参考文献 / 365

第1章

资产定价基础知识、基础金融工具

学习目标

通过本章的学习，了解无套利均衡原理和一价定律，包括明确无套利均衡原理和一价定律是远期、期货及期权定价的基础，明确无套利均衡原理是现代金融定价的基础和金融创新的基础；掌握利息的计算方法，包括单利、复利、连续复利；掌握现值、终值、年金的概念和计算公式；简单了解现货市场。

1.1 无套利均衡原理和一价定律

1.1.1 无套利均衡原理

现代金融学的理论基础大都基于无套利均衡（no-arbitrage equilibrium）原理。在均衡定价方法中，无套利是一般均衡条件之一。

1) 套利

套利是指同时持有不同资产头寸，以确保无风险利润高于国债的无风险收益。如果这种利润存在，则套利机会存在。斯蒂芬·罗斯认为，套利是指“保证在某些偶然情况下获取正报酬而没有负报酬的可能性，也无需有净投资。通过假设，有可能在任意套利规模上遍历套利的可能性；换句话说，套利机会代表的是一个货币泵”。

学术意义上的套利有两个核心特征：第一，存在一个无风险的收益，即所谓“保证获取正报酬而没有负报酬”。第二，存在一个自融资策略，即所谓的“无需有净投资”，或者如美国著名金融工程学家约翰·马歇尔所言，“头寸”完全可以用贷款来融资（即无融资资本）。例如，假定国库券的年收益率为3%，银行1年期存款的年收益率为2%（不考虑利息税），如果一个银行储户将10万元存款提出后用于投资国库券，就可以多获得1%的价差收入，即与同期银行存款相比，可增加1000元收入。这实际上就是一个套利行为。因为储户获得了国库券高于银行存款的无风险的利差收益，但他并没有增加投入的资金，而只是改变了金融头寸的持有方式。在一个完全竞争的市场体系中，套利机会一旦被发现，投资者马上就会利用这种无风险的套利机会来赚取利润。随着套利者的参与，市场的供求状况将随之而改变，套利空间也将逐渐减少直至消失，结果就形成了各种资产的均衡价格。在市场均衡时无套利机会，这就是无套利均衡原理的依据，市场的效率越高，重建均衡的速度就越快。

2) 无套利均衡原理概述

(1) 无套利均衡原理的定义

允许存在套利可能的价格不可能是市场均衡的结果, 因为对任意一个具有不满足偏好的参与者来说, 如果可能的话, 他将进行大额的套利交易以产生额外的财富, 其他参与者也会这样做, 驱动证券的价格变化, 使得投资组合的净成本上升为大于零, 从而消除套利机会。

伯恩斯坦 (Bernstein) 认为, 无套利均衡原理即不存在一种零成本赚取无风险回报的投资方式。

在涉及多种资产或负债及其组合时, 无套利均衡原理是指两种自由交易的、可完全替代产品在没有摩擦的情况下, 必须按同样的价格卖出, 两种可完全替代的资产或资产组合之间无套利机会。在资产定价中, 无套利均衡原理是指利用金融市场上价格已知的相关金融变量信息, 构造一系列资产或负债组合, 并获得收益支付成本, 以此来确定某种资产的价格。现代金融理论对套利的研究就是对不能获得套利机会这一假定的含义的研究。这是因为, 在金融市场上, 套利的出现是与均衡相矛盾的。

(2) 无套利均衡原理的理论意义和应用价值

概括地讲, 无套利均衡原理是现代金融理论的精髓。只有透过无套利均衡原理, 才能真正地理解和把握现代金融理论的总体架构和发展脉搏。

无套利均衡原理的应用价值体现在, 无套利均衡原理是基于无套利均衡假设发展起来的各种金融资产的定价理论, 它使得依据一些可观察到的变量来确定金融资产价格成为可能, 即金融活动成为一种“可计算的活动”。

具体来讲, 无套利均衡原理应用的目的在于: 第一, 推动包括期权市场在内的衍生证券市场的迅猛发展; 第二, 评价经营决策; 第三, 估价风险债务; 第四, 工资谈判和分析币值波动。

无套利均衡原理在中国也有着极其广泛的应用价值。中国金融市场上出现的许多问题, 如大量银行信贷资金违规进入股市、巨额资金沉淀在股票一级市场、2001年上半年开始内地的资金至少有几百亿港元千方百计地从各种渠道流入香港、许多上市公司从股市圈了大量资金却不作产业而去炒股、一些机构在股票二级市场牟取暴利等, 都说明了股票市场上的股票定价出现了严重偏差, 从而在中国证券市场上形成了巨大的、非正常的套利空间。再如, 中国四大国有商业银行将 1.4 万亿元人民币的不良资产按原值卖给了四大金融资产管理公司。不良资产的这种定价方式, 会给四大金融资产管理公司的财务带来致命的后遗症。因为这种定价严重偏离了不良信贷资产的实际价值, 没有给金融资产管理公司留下生存的空间。为了解决上述种种问题, 我们可以根据无套利均衡原理找到一个基本的政策思路, 那就是寻找合理的金融资产定价方法, 给出股票和不良资产的真实价格。

(3) 无套利定价原理

无套利定价原理是指将金融资产的头寸与市场中其他金融资产的头寸组合起

来, 构筑起一个在市场均衡时不能产生不承受风险的利润的组合头寸, 由此测算出该项头寸在市场均衡时的价值即均衡价格。

1.1.2 一价定律

1) 一价定律概述

一价定律被认为是金融市场上的基准点或收支平衡点, 是衡量一项金融资产是被公正地估价, 还是被高估或低估的判断基准。

一价定律始于完美市场环境假设。标准的完美市场环境假设为: 无交易成本、无税收和无不确定性。在这些严格的假设条件下, 利润最大化者将采取行动去消除所有的套利机会, 这样, 不同的金融机会可以在其成本是已知而且确定的情况下进行估价。

一价定律认为, 在竞争性的市场上, 如果两个资产是等值的, 它们的市场价格应倾向于一致, 否则就会产生套利, 套利的结果会导致等值资产价格一致。

2) 一价定律与金融工程产品定价

金融工程产品的定价, 要大量使用无套利均衡原理或一价定律。无套利均衡原理或一价定律是远期、期货及期权定价的基础。远期合约价格是由现货价格、无风险利率以及到期期限共同决定的, 四个变量之间存在密切的联系。一旦某一个变量出现偏离, 套利机会就会随之产生, 而套利行为本身又会消除套利机会, 使得四个变量之间的关系继续维持。虽然期货合约、债券远期、远期利率协议以及外汇远期/期货这些金融衍生品具有各不相同的特征, 但它们的基本定价原理却是一致的。远期价格、即期价格、利率以及资产收益率之间存在确定的数量关系, 若其中某一个变量偏离这种关系, 套利行为会迫使一个或多个变量发生变动, 从而使得定价公式重新成立。

一价定律在利用金融工程产品管理风险的过程中也得到广泛应用。企业可利用现金持有策略 (cash-and-carry strategy) 对冲汇率风险。这种策略可提供与货币远期合约相同的现金流, 根据一价定律, 两者必然以相同的价格进行交易。综合现金持有策略中用到的利率和汇率, 可得到远期汇率的无套利公式——抛补利率平价等式。它表明, 远期汇率和即期汇率的差异与两种货币的利率差异有关。当不同国家的利率存在差异时, 投资者就有动机借入低利率货币, 兑换后将其投资于高利率货币。当然, 投资期间总是存在着高利率货币可能贬值的风险。如果通过使用远期合约锁定未来汇率规避这种风险, 远期汇率将正好抵消较高利率带来的收益, 从而消除了任何套利机会。

例如, 在完美资本市场中, 保险产品的定价就是保险公司和投保者的净现值都为零时的价格。在不完美市场中, 保险的价值必定来自于市场摩擦成本的降低。利用保险来管理企业的风险, 可以降低成本, 改善投资决策。但在现实中, 企业和保险公司之间会产生摩擦。企业将风险转移给保险公司, 必然会带来保险公司的行政

管理费用和营业间接成本的增加,同时逆向选择和代理成本(保险削弱了企业规避风险的动机,引发道德风险)也会增加保险成本。因此,保险成本会高于精算公平保险费,从而抵消掉部分保险收益。

1.2 利息的计算方法

1.2.1 单利法

单利(simple interest)法是指在计算借贷资金的到期利息时只考虑借贷的本金金额,而不考虑期间利息因素的方法。这是计算利息的一种最简单的方法。利用单利法计算的借贷利息额是三个变量的线性函数。

单利利息的计算公式为:

$$I = P_0 \cdot r \cdot n \quad (1-1)$$

用单利计算利息时,到期本利和的计算公式为:

$$S = P_0 (1 + r \cdot n) \quad (1-2)$$

式(1-1)和(1-2)中, I 为到期后的利息额; P_0 为本金额; r 为年利率; n 为年期数; S 为到期本利和。

需要注意的是,计算利息时采用的 n 是以年为单位的,若已知的是天数,则应该转化成相应的年数,即 $n = \text{实际天数} \div 365$ 。

【例1-1】A银行向B企业发放一笔为期5年、年利率为10%的100万元的贷款,按单利计算到期日B企业的应付利息额与本利和分别为:

$$I = P_0 \cdot r \cdot n = 100 \times 10\% \times 5 = 50 \text{ (万元)}$$

$$S = P_0 (1 + r \cdot n) = 100 \times (1 + 10\% \times 5) = 150 \text{ (万元)}$$

1.2.2 复利法

复利(compound interest)法是单利法的对称,是指将按本金计算出的利息额再计入本金,重新计算利息的方法。它不仅考虑本金所产生的利息,同时也考虑了利息所带来的利息。因为当付息的时间比投资的期限短时,投资者可以把获得的利息进行再投资,所以复利计算方式与客观情况相符。复利在财务和金融中具有重要的意义。

复利利息的计算公式为:

$$I = P_0 [(1+r)^n - 1] \quad (1-3)$$

用复利计算利息时,到期本利和的计算公式为:

$$S = P_0 (1+r)^n \quad (1-4)$$

式(1-3)和(1-4)中, I 为到期后的利息额; P_0 为本金额; r 为年利率; n 为年期数; S 为到期本利和。

【例1-2】接上例,若其他条件不变,按复利计算到期日B企业的应付利息额与本利和分别为:

$$I = P_0 [(1+r)^n - 1] = 100 \times [(1+10\%)^5 - 1] = 61.051 \text{ (万元)}$$

$$S = P_0 (1+r)^n = 100 \times (1+10\%)^5 = 161.051 \text{ (万元)}$$

比较上述结果可以看出,在本金、利率以及期限都相同的情况下,采用复利计算得到的利息比采用单利计算得到的利息大。

在实际应用中,付息频率有不同的情况,如一年付息1次,半年付息1次,一个月付息1次等。比如,在房屋按揭贷款中,银行收取利息的方式就是一个月付息1次。

1.2.3 连续复利法

连续复利 (continuous compounding) 又称无穷复利,连续复利法是指在付息频率趋于无穷的情况下的利息计算方法。

假设数额 P_0 以利率 r 投资了 n 年。如果每年计1次复利,则上述投资的本利和的计算公式为:

$$S = P_0 (1+r)^n \quad (1-5)$$

如果每年计 m 次复利,则本利和的计算公式为:

$$S = P_0 \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{m \cdot n} \quad (1-6)$$

式(1-6)中,当 m 趋于无穷大时,就称为连续复利,即

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{m \cdot n} = e^{r \cdot n} \quad (1-7)$$

其中, e 是自然常数,其值为 2.71828……

此时本利和的计算公式为:

$$S = P_0 e^{r \cdot n} \quad (1-8)$$

连续复利利息的计算公式为:

$$I = P_0 (e^{r \cdot n} - 1) \quad (1-9)$$

【例1-3】接上例,若其他条件不变,按连续复利计算到期日B企业的应付利息额与本利和分别为:

$$I = P_0 (e^{r \cdot n} - 1) = 100 \times (e^{10\% \times 5} - 1) = 64.87 \text{ (万元)}$$

$$S = P_0 e^{r \cdot n} = 100 \times e^{10\% \times 5} = 164.87 \text{ (万元)}$$

1.3 资金的时间价值

金融衍生工具的运用与定价离不开终值与现值的概念。

1.3.1 终值

上文所述利息的计算方法中,到期日的本利和即为终值。

如果已知现在时刻一项投资的本金额为 P_0 ,投资的年期为 n ,年利率为 r ,根据不同的利息计算方法,可以得到不同的终值计算公式。

1) 单利情况下

在单利情况下,终值的计算公式为:

终值又称将来值 (future value, FV), 是指在给定的利率水平下,现在的一笔收款或付款在将来某个时刻上的价值。因此,将来值不仅包括本金,而且还包括利息。

$$FV = P_0 + I = P_0 (1 + r \cdot n) \quad (1-10)$$

式(1-10)中, FV 为 n 年后初始本金为 P_0 的资金的终值; 其他同上。

2) 复利情况下

在复利情况下, 终值的计算公式为:

$$FV = P_0 + I = P_0 \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{m \cdot n} \quad (1-11)$$

式(1-11)中, m 为年复利次数, 一般来说, 一年复利次数为 1 次, 此时终值的计算公式为:

$$FV = P_0 (1 + r)^n \quad (1-12)$$

通常, 在一般的金融学计算及财务管理学计算中, 终值都采用这种方法。在借贷期间利率保持不变的情况下, 为了使终值的计算简单化, 许多公司金融或财务管理方面的书籍的附录中, 都印有现成的复利终值系数 (future value interest factor, FVIF) 表, 它将终值的计算简化成:

$$FV_n = P_0 \cdot FVIF_{(r, n)} \quad (1-13)$$

式(1-13)中, $FVIF_{(r, n)}$ 的计算公式为:

$$FVIF_{(r, n)} = (1 + r)^n \quad (1-14)$$

3) 连续复利情况下

在连续复利情况下, 终值的计算公式为:

$$FV = P_0 + I = P_0 e^{r \cdot n} \quad (1-15)$$

连续复利情况下的终值是金融工程领域最常用的一种终值计算方法, 本书在后文会多次用到这种方法。

1.3.2 现值

现值是终值的逆过程。这种把将来时刻的价值用一定的利率折算为现值的过程称为折现或贴现 (discount), 折现时采用的利率一般称为折现率或贴现率 (discount rate)。

假设一笔 n 年后的现金流 FV , 其折现率为 i , 根据三种不同的利息计算方法, 可以得到不同的现值计算公式。

1) 单利情况下

在单利情况下, 现值的计算公式为:

$$PV = FV - FV \cdot i \cdot n \quad (1-16)$$

式(1-16)中, PV 为 n 年后的价值为 FV 的资金的现值; i 为折现率; 其他同上。

贴现债券的价格计算由于期限短于一年, 一般采取这种方式计算发行价。

【例 1-4】某投资者购买面值为 100 元的短期国库券, 期限为 3 个月, 该国库券折现率为 8%, 那么发行价是多少?

现值 (present value, PV) 是在给定的利率水平下, 未来一笔收款或付款折现到现在时刻的价值。