

金融市场学笔记

金融市场基础 · 利率理论 · 债券估值 · 中央银行

整理自课堂笔记（第 42–76 页）

2026 年 5 月 11 日

目录

第一部分 金融市场简介	2
1 为什么要学习金融市场？	2
2 现代金融机构（Modern FI）	2
2.1 四大类金融机构	2
2.2 分业与混业的历史演变	2
3 初级市场与二级市场	3
3.1 初级市场（一级市场，Primary Market）	3
3.2 插曲：利益冲突与不当行为	3
3.3 二级市场（Secondary Market）	3
4 货币市场与资本市场	4
4.1 货币市场（Money Market）	4
4.2 资本市场（Capital Market）	5
5 外汇市场与衍生品市场	5
5.1 外汇市场（FX Market / Foreign Exchange Market）	5
5.2 衍生品市场（Derivatives Market）	5
6 金融机构分类与占比（2004 年数据）	6

7 为什么需要金融机构? (Why FI Exists?)	7
7.1 (1) 代理监督 (Delegated Monitor)	7
7.2 (2) 期限中介 (Maturity Intermediation)	8
7.3 (3) 面额中介 (Denomination Intermediation)	8
8 金融机构对宏观经济的作用	8
9 金融机构面临的六大风险	8
10 金融机构的全球化趋势	9
11 欧洲债券与欧洲货币	9
11.1 欧洲债券 (Eurobond)	9
11.2 欧洲货币 (Eurocurrencies)	10
12 金融机构的监管	10
12.1 代表性监管机构与三大目的	10
12.2 六大具体监管政策	10
第二部分 利率的决定因素与时间价值	11
13 名义利率与时间价值	11
14 单利与复利	11
14.1 单利 (Simple Interest)	11
14.2 复利 (Compound Interest) —— 利滚利	12
15 现值与终值的转换	12
15.1 一次性付现的现值 (Lump Sum PV)	12
15.2 半年复利与计息频次	12
15.3 连续复利 (Continuous Compounding)	13
15.4 核心规律总结——现值	13
15.5 一次性付现的终值 (Lump Sum FV)	13
15.6 核心规律总结——终值	14
16 年金 (Annuity)	14
16.1 普通年金现值	14
16.2 期初年金现值 (Annuity Due)	14
16.3 年金的终值	15

17 有效年利率 (EAR)	15
18 利率是如何确定的? ——可贷资金理论	16
18.1 供给端 (Supply) ——资金的提供者	16
18.2 需求端 (Demand) ——资金的使用者	16
19 利率决定理论 (供需分析)	16
19.1 影响资金供给 (S) 的因素	17
19.2 影响资金需求 (D) 的因素	17
19.3 理论缺陷 (静态分析的局限性)	17
20 利率随机模型 (Ito Process)	17
21 各种证券利率的决定因素	18
21.1 1. 通货膨胀 (Inflation)	18
21.2 2. 违约风险 (Default Risk / Credit Risk)	19
21.3 3. 流动性风险 (Liquidity Risk)	19
21.4 4. 税收条款 (Taxability)	19
21.5 5. 到期期限 (Maturity Premium)	20
21.6 6. 特殊条款 (Special Provisions)	20
22 利率的期限结构	20
22.1 无偏预期理论 (Unbiased Expectation Theory, UET)	20
22.2 数值计算实例	21
22.3 收益率曲线 (Yield Curve) 的三种形态	21
22.4 分析结论	21
22.5 流动性溢价理论 (Liquidity Premium Theory, LPT)	21
22.6 市场分割理论 (Market Segmentation Theory)	22
23 利率预测	22
23.1 基本手段	22
23.2 从现货利率推导远期利率	23
第三部分 利率与证券价值、债券估值、久期与凸性	23
24 五种关键利率指标	23
24.1 (1) 票面利率 (Coupon Rate)	23
24.2 (2) 必要报酬率 (Required Rate of Return, rrr)	23
24.3 (3) 预期报酬率 (Expected Rate of Return, err)	24

24.4 (4) 已实现报酬率 (Realized Rate of Return, rr)	24
24.5 (5) 到期收益率 (Yield to Maturity, YTM) ——最常用的指标	24
25 债券估值 (Bond Valuation)	25
25.1 估值公式	25
25.2 三种估值情形	25
26 影响债券价值的三因素	26
26.1 1. r (即 YTM) 的影响	26
26.2 2. Maturity (到期时间, M) 的影响	26
26.3 3. Coupon (票面利率) 的影响	26
27 价格敏感性 (Price Sensitivity, PS)	27
27.1 Maturity 对 PS 的影响	27
28 久期 (Duration, D)	27
28.1 久期的含义	27
28.2 久期计算示例	28
28.3 久期的一般公式	28
28.4 零息债券 (Zero-Coupon Bond) 的久期	28
28.5 影响久期的四大因素	29
28.6 久期的数学本质——利率敏感性	29
29 修正久期 (Modified Duration, MD)	30
30 久期的局限性与凸性 (Convexity)	31
30.1 久期预测价格与真实价格的误差分析	31
30.2 凸性的红利	31
30.3 实践指导意义	32
31 凸性 (Convexity) 的严谨证明	32
31.1 三大核心结论	32
31.2 极限法证明 $V_b \geq 0$	32
31.3 导数法严谨证明凸性	33
31.4 泰勒展开 (Taylor Series) 进阶应用	33
第四部分 美联储 (Federal Reserve System)	33

32 起源、背景与核心特点	33
32.1 历史背景	33
32.2 核心特点	34
33 目标与功能	34
34 结构体系	34
34.1 三大主体机构	34
34.2 三大政策工具总结	35
35 管理委员会（Board of Governors）详解	35
36 联邦公开市场委员会（FOMC）详解	35
36.1 表决权构成（12 人）	35
36.2 会议运作机制	36
36.3 核心功能	36
37 12 家联邦储备银行（FRB）详解	36
37.1 成员行与股份	36
37.2 分行董事构成（每家 9 人）	36
37.3 纽约分行（NY FRB）的特殊地位	37
37.4 联储行收益来源	37
37.5 12 个分行的完整职能	37
38 美联储的经济学家团队	37
39 案例分析：9/11 事件的危机处理	38
40 央行的资产负债表	38
40.1 负债端（Liabilities）	38
40.2 资产端（Assets）	39
41 货币政策工具详解	39
41.1 (1) 准备金制度（Fractional Reserve）	39
41.2 (2) 公开市场操作（OMO）	39
41.3 (3) 贴现窗口（Discount Window）	40
41.4 (4) 准备金率与货币创造机制	41
41.5 完美乘数的假设与漏损	41
41.6 拓展：中国央行的频繁操作与泰勒规则	42

42 货币政策的目标、传导与历史演变	42
42.1 货币政策的四大目标	42
42.2 货币政策的传导机制	43
42.3 政策制定的复杂性	43
42.4 政策目标的演变史：保量还是保价？	44
43 央行独立性的争议	44
43.1 反对央行独立的理由（Cons）	44
43.2 支持央行独立的理由（Pros）	44
44 危机时期央行的政策创新（Bernanke 时期）	45
44.1 1. Term Auction Facility（TAF，定期拍卖工具）	45
44.2 2. Term Securities Loan Facility（TSLF，定期证券借贷工具）	45
44.3 3. Primary Dealers Credit Facility（PDCF，一级交易商信用工具）	45
45 量控与价控的权衡（Trade-off）	46
45.1 央行实际操作与汇率	46
附录：核心术语速查表	47

第一部分 金融市场简介

1 为什么要学习金融市场？

核心要点

核心在于解决”资金的供求平衡/失衡”。

好的投资机会会不会很快转化为生产力？← 金融的作用 ← 取决于资源配置效率
← 现代经济的基石。

2 现代金融机构（Modern FI）

2.1 四大类金融机构

以花旗集团（Citigroup）产品线为例：

1. 投资银行（证券）——承销、经纪、交易
2. 商业银行——存贷款
3. 投资基金——集合投资
4. 保险——风险转移

2.2 分业与混业的历史演变

1933（混业）→ 分业 → 1999（分业）→ 混业 → 2008 → ？

关键法案：

- Glass-Steagall Act（1933 年）：确立现代分业经营法案，将商业银行与投资银行业务分离
- 金融现代化法案（1999 年）：废除分业限制，允许混业经营

补充注释

中国目前仍实行分业经营体制。

3 初级市场与二级市场

3.1 初级市场（一级市场，Primary Market）

定义：发行者出售证券给初始投资者。

主要发行方式：

- IPO（Initial Public Offering，首次公开募股）——面向公众首次发行
- Private Placement（私募）——面向特定合格投资者
- SEO（Seasoned Equity Offering，增发/配股）——已上市公司再次发行

核心中介机构：Investment Bank（投行/证券公司）。

中介的作用：降低风险和成本，提供承销（Underwriting）、包销、信息、咨询等服务。

3.2 插曲：利益冲突与不当行为

案例 (1)——投行研报可信吗？

- 不当行为：故意发布过于乐观（看多）的研究报告，只为赢得投行业务
- 解决机制：建立部门壁垒，即防火墙（Firewall）

案例 (2)——“Spinning”（新股利益输送）

- 不当行为：故意把热门 IPO 低价分给某些公司高管，以获取该公司未来的发行业务
- 合规要求：必须在投行业务与研究部门之间建立 Firewall，坚决杜绝内幕交易（Insider Trading）
- 历史处罚：SEC 曾因此重罚华尔街投行 \$1.4 billion（如 CSFB）

3.3 二级市场（Secondary Market）

定义：证券的重新出售与购买。

市场分类：

- 交易所（Stock Exchange）：NYSE（New York Stock Exchange，纽约证券交易所）、NASDAQ（National Association of Securities Dealers Automated Quotations，纳斯达克）、AMEX（American Stock Exchange，美国证券交易所）

- 场外交易市场 (OTC, Over The Counter): 通过电话、电传、计算机网络交易
- 衍生品市场 (1970–1990 年代发展): CBOT (Chicago Board of Trade, 芝加哥期货交易所, 期货与期权)、CME (Chicago Mercantile Exchange, 芝加哥商品交易所, 期货)

二级市场的作用:

1. 对发行者 (Issuers):

- 价格发现 (Price Discovery): 公司价值反映在股价上
- 提供再融资成本信息: 再融资成本锚定二级市场价格
- 创造流动性 (Liquidity): 增加资产快速变现的能力

2. 对投资者 (Investors):

- 提供投资获利的管道
- 提供不同风险-收益特征的证券, 使投资者可以分散风险、增加收益 (构建投资组合 Portfolio)

4 货币市场与资本市场

按期限 (Maturity) 划分:

期限	类型	归属市场
≤ 1 年	Money Market Securities	货币市场
1 年 ~ 30 年	Notes and Bonds	资本市场
> 30 年 / 无期限	Stock (股票)	资本市场

4.1 货币市场 (Money Market)

特征:

- 期限 ≤ 1 年
- 整体风险小
- 交易方式: 主要在 OTC 市场, 通过电话、电汇 (Wire Transfer)、计算机网络进行交易

主要工具 (Instruments):

- T-Bills (Treasury Bills, 国库券)
- Fed Fund (联邦基金)
- Repo (Repurchase Agreement, 回购协议)
- Commercial Paper (CP, 商业票据)
- Negotiable CDs (NCD, 大额可转让定期存单)

4.2 资本市场 (Capital Market)

特征：包含债务 (Debt) 和股权 (Equity)，期限 > 1 年。

主要工具：

- Corporate Stock (公司股票)
- Mortgage (抵押贷款，通常被证券化)
- Corporate Bonds (公司债券)
- T-Securities (国债)

5 外汇市场与衍生品市场

5.1 外汇市场 (FX Market / Foreign Exchange Market)

- 定义：货币交换市场，属于跨国全球市场
- 分类：即期 (Spot) / 远期 (Forward)

► 例题

案例：可口可乐 (Coke) 在 2001 年因阿根廷比索贬值，导致其 2002 年损失了 2% 的销售额，营业利润下降了 5%。

5.2 衍生品市场 (Derivatives Market)

【名词解释】

衍生品 (Derivatives)：双方达成协议，在未来指定日期交换标准数量的资产或现金流的合约。常见的衍生品包括：Forward (远期)、Futures (期货)、Options (期权)、Swaps (互换)。

补充注释

衍生品市场的发展：1970 年代布雷顿森林体系崩溃后，汇率和利率波动加剧，催生了金融衍生品市场。1972 年 CME 成立 IMM (International Money Market, 国际货币市场)，推出首个金融期货——外汇期货。1973 年 CBOT 成立 CBOE (Chicago Board Options Exchange, 芝加哥期权交易所)，推出标准化股票期权。此后衍生品市场爆炸性增长，成为现代金融体系不可或缺的组成部分——但也成为 2008 年危机的放大器。

6 金融机构分类与占比（2004 年数据）

1. 商业银行（Commercial Banks）——占比 35.3%

- 核心业务：吸收存款（Deposit），发放贷款（Loans）
- 规模：约 8000 家
- 贷款类型：商业贷款、抵押贷款（Mortgage）、房地产贷款

2. 储蓄机构（Thrifts）——占比 10.6%

- 包含：储蓄协会、储蓄银行、信用合作社（Credit Union）
- 约 1500 家，性质与商业银行相同但更专业化（如专做房地产贷款或消费者贷款）

3. 保险公司（Insurance Companies）——占比 17.6%

- 分类：人寿保险（Life Insurance）/ 财产与意外伤害保险（Property & Casualty）

4. 证券公司与投资银行（Securities Firms and Investment Banks）——占比 4.2%

- 核心业务：承销（Underwriting）、证券经纪（Securities Brokerage）、交易（Trading）、做市商（Market Maker）

5. 财务公司（Finance Companies）——占比 5.5%

- 非存款类机构，借入短期债务并向他人发放贷款（如汽车贷款公司）

6. 共同基金（Mutual Funds）

- 集合投资、专业管理，以股份形式运作
- 细分：货币市场共同基金（MMMF）

7. 养老基金（Pension Funds）

- 工作期间储蓄，退休后提取；免税或延付税金、定期交现金

7 为什么需要金融机构？(Why FI Exists?)

核心要点

核心原因：解决筹资人发行的 Financial Claims (IOUs) 所带来的三大问题。

7.1 (1) 代理监督 (Delegated Monitor)

目的：降低监督成本。

问题背景：无 FI 时，筹资人直接向投资者发行 Financial Claim，产生严重的信息不对称：

- 逆向选择 (Adverse Selection)
- 道德风险 (Moral Hazard)

如果不加监督，筹资人可能盗用、挪用资金，或投资于 $NPV < 0$ 的劣质项目。

为什么散户单独 Monitor 比较难？

- 缺乏时间精力
- 缺乏专业能力
- 搭便车问题 (Free-Rider)
- 缺乏规模经济 (Economy of Scale)

FI 在资产管理和降低成本上的优势：

1. 分散风险 (Diversification)：通过投资组合管理，构建包含不完全相关资产的庞大组合
2. 专业优势：更好地利用专业人才与专业预测
3. 策略优势：策略更多元、更专业，能熟练利用期权和做空工具
4. 降低交易成本 (信息搜寻的规模经济)：同样花 \$100 买模型，对散户是巨资，对 \$10 billion 的 FI 则微不足道

补充注释

新技术也在挑战 FI 的优势：

- 电子交易 (E-Trade) 普及 $\Rightarrow$ FI 的渠道优势降低
- 私募市场发达 $\Rightarrow$ 供需双方直接见面 (如 Microsoft、IBM 发债时有时会觉得 FI 多余)

7.2 (2) 期限中介 (Maturity Intermediation)

FI 比个人投资者更能承担“存、贷期限不匹配”的风险。通过内部资产负债管理或对冲工具化解期限错配风险。

7.3 (3) 面额中介 (Denomination Intermediation)

- 大额存单 (CDs) 面额 \$10 万, 商业票据 (C.P.) 面额 \$25 万——个人无法直接购买
- FI (如货币市场共同基金 MMMF) 把散户资金凑起来, 帮助散户参与高门槛市场

8 金融机构对宏观经济的作用

1. 货币政策传导: 参与货币创造过程 (准备金率、贴现率、公开市场操作 OMO 等)
2. 资金分配与信贷支持 (定向 Policy Lending):
 - 规定储蓄银行将 65% 资产用于 Mortgage Lending
 - 建立联邦农业信贷银行支持农业发展
3. 代际财富转移 (时间中介): 养老基金、人寿保险年金——年轻时储蓄, 年老时使用
4. 支付服务 (Payment Service):
 - 支票清算 (Check Clearing) ——曾引起格林斯潘关注
 - 电汇服务 (Wire Transfer) ——一天可达 \$3 万亿
 - Fedwire: 联邦下属银行系统
 - CHIPS: 银行间支付清算系统

9 金融机构面临的六大风险

风险 1: 信用风险 (Credit Risk / Default)

- 借款人违约
- 案例: 安然 (Enron)、世通 (WorldCom) 财务丑闻

风险 2: 主权/国家风险 (Sovereign / Country Risk)

- 案例: 90 年代俄罗斯国债危机 $\Rightarrow$ 利率大幅波动 $\Rightarrow$ LTCM 崩溃
- Moody's、S&P 提供国家信用评级

风险 3： 市场风险（Market Risk）

- 一系列资产价格变量：利率 r 、汇率 Ex 、股价、油价等 → 需盯市（Mark to Market）
- 案例：航空公司、汽车公司面临油价风险

风险 4： 流动性风险（Liquidity Risk）

- 资产不能及时变现
- 案例：次贷危机

风险 5： 操作风险（Operation Risk）

- 不良操作、人为舞弊、系统故障
- 经典案例：尼克·里森（Nick Leeson）与巴林银行倒闭
 - 后台对账与前台交易混岗操作，私自做日元期货
 - 用隐藏账户交易，篡改账目
 - 内控失效 ⇒ 亏损几十亿英镑，最终破产

风险 6： 表外风险（Off-Balance Sheet Risk）

- 通过 SPV、SIV 等进行的账外衍生交易，不在常规资产负债表内体现

10 金融机构的全球化趋势

四大主要趋势：

1. 全球资本跨国流动性上升
2. 金融理财的全球化配置
3. FI 之间的跨国并购增加
4. 离岸公司和欧洲美元市场的发展

11 欧洲债券与欧洲货币

11.1 欧洲债券（Eurobond）

【名词解释】

欧洲债券：以美元等外币为面值，在伦敦等欧洲金融中心发行的债券。

- 新发国际债券中，>80% 是 Eurodollar Bond（欧洲美元债券）
- 已成为跨国公司新的融资来源

全球化与欧洲债券发展的原因：

- 全球失衡（Global Imbalance）：资金从 Saver 流向 Loaner
- 投资者的分散化需求
- 信息更充分（互联网），交易成本更低（E-Trade）
- 放松管制（Deregulation）和金融开放（如 QFII 制度）

11.2 欧洲货币（Eurocurrencies）

【名词解释】

欧洲货币：存放在母国以外的银行中的外国货币。

欧洲美元（Eurodollar）：指美国境外的美元。历史起源于伦敦——冷战时期，古巴及苏联等国为防止美元资产被美国政府冻结，将美元存到美国境外的银行。

12 金融机构的监管

12.1 代表性监管机构与三大目的

监管机构：SEC（Securities and Exchange Commission，美国证券交易委员会）

1. 信息充分披露：1933、1934 证券法案 ⇒ 打击内幕交易和欺诈
2. 确保中介机构稳定：确保金融体系稳定
3. 货币政策控制：准备金率、贴现窗、借款

12.2 六大具体监管政策

1. 信息披露：严格审计与信息公开
2. 资产业务限制：分业经营，对高风险资产严格监控
3. 限制进入和垄断：反垄断法限制非法垄断和大规模兼并
4. FDIC（Federal Deposit Insurance Corporation，联邦存款保险公司）：建立存款保险制度，保障储户利益，防止挤兑

5. **经营限制**：限制金融机构跨州或随意开设分支机构（限制营业地域）
6. **利率管制**：如历史上的 Regulation Q（Q 条例）规定了存款利率（ r ）的上限（注：美国已于 80 年代取消；旁注提及中国可能还有类似限制）

补充注释

QFII 制度简介：QFII（Qualified Foreign Institutional Investor，合格境外机构投资者）是中国等新兴市场国家在资本项目未完全开放时，允许合格境外机构投资者投资境内证券市场的一种过渡性制度安排。2002 年中国推出 QFII，2020 年进一步取消额度限制。与之对应的是 QDII（Qualified Domestic Institutional Investor，合格境内机构投资者）——允许境内机构投资境外市场。

第二部分 利率的决定因素与时间价值

13 名义利率与时间价值

【名词解释】

名义利率（Nominal Interest Rates）：实际观察到的 r 。

利率体系包括：优惠商业贷款利率、三个月国库券利率、高等级公司债利率、住房按揭利率等——反映资金使用成本。

货币的时间价值（Time Value of Money）：今天 1 元价值大于明天 1 元。利率反映储蓄者延迟当下消费而未来消费的补偿。

14 单利与复利

14.1 单利（Simple Interest）

条件：\$1000 投资，期限 1 年，利率 $r = 12\%$ ，无违约风险。

$$1 \text{ 年: } V^{1yr} = 1000 + 1000 \times 12\% = \$1120$$

$$2 \text{ 年: } V^{2yrs} = 1000 + 1000 \times 12\% + 1000 \times 12\% = \$1240$$

14.2 复利 (Compound Interest) ——利滚利

$$1 \text{ 年: } V^{1yr} = 1000 + 1000 \times 12\% = \$1120$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ 年: } V^{2yrs} &= 1000 + 1000 \times 12\% + 1000 \times 12\% + 1000 \times 12\% \times 12\% \\ &= 1000(1 + 2 \times 12\% + 12\%^2) = 1000(1.12)^2 = \$1254.4 \end{aligned}$$

补充注释

现金流对比:

- 单利: 第 2 年仅对原始本金计息 → 利息 \$120 (不变)
- 复利: 第 2 年对“本金 + 第 1 年利息”计息 → 利息 \$134.40 (递增)

15 现值与终值的转换

15.1 一次性付现的现值 (Lump Sum PV)

【公式】

$$PV = FV_t \left[\frac{1}{(1+r)^t} \right] = \frac{FV_t}{(1+r)^t} = FV_t \times [PVIF_{r,t}]$$

公式受 2 个变量影响: 期限 t 和利率 r 。

► 例题

例题: 投资债券, 期限 6 年, 每年计息一次, 未来终值 $FV = \$10,000$ 。

- $r = 8\%$ 时: $PV = 10000 \times [PVIF_{8\%,6}] = \$6,301.70$
- $r = 12\%$ 时: $PV = 10000 \times [PVIF_{12\%,6}] = \$5,066.31$
- $r = 16\%$ 时: $PV = 10000 \times [PVIF_{16\%,6}] = \$4,104.42$

15.2 半年复利与计息频次

【公式】

$$PV = FV \cdot \left[\frac{1}{(1 + \frac{r}{m})^{tm}} \right] \Rightarrow PV = FV \times [PVIF_{r/m,tm}]$$

其中 m 为每年计息次数。

► 例题

半年复利，名义利率 $r = 16\%$ ，期限 $t = 6$ 年， $m = 2$ ：

$$PV = 10000 \times [PVIF_{8\%,12}] = \$3,971.14$$

15.3 连续复利 (Continuous Compounding)

当计息频次趋于无穷大 ($m \rightarrow \infty$)：

【公式】

$$PV = FV_t \left[\frac{1}{(1 + r/\infty)} \right]^\infty = FV_t(e^{-rt})$$

$$PV = 10000 \times (e^{-0.16 \times 6}) = \$3,828.93$$

15.4 核心规律总结——现值

1. $r \uparrow \Rightarrow PV \downarrow$ (利率与现值成反比)
2. **PV** 以递减的速度下降 (非线性) —— $6301.70 - 5066.31 > 5066.31 - 4104.42$
3. $m \uparrow \Rightarrow PV \downarrow$ (计息次数越多，得到同等终值所需期初投资越少)

补充注释

r 是最重要的宏观变量，受通货膨胀和 Fed Fund Rate 等影响。

15.5 一次性付现的终值 (Lump Sum FV)

【公式】

$$FV_t = PV(1 + r)^t = PV \times [FVIF_{r,t}]$$

► 例题

$PV = \$10,000$ ， $t = 6$ 年：

- $r = 8\%$: $FV = 10000 \times (FVIF_{8\%,6}) = \$15,868.74$
- $r = 12\%$: $FV = 10000 \times (FVIF_{12\%,6}) = \$19,738.23$
- $r = 16\%$: $FV = 10000 \times (FVIF_{16\%,6}) = \$24,363.96$
- 半年计息 ($r = 16\%$): $FV = 10000 \times (FVIF_{8\%,12}) = \$25,181.70$

15.6 核心规律总结——终值

1. $r \uparrow \Rightarrow FV \uparrow$ (利率与终值成正比, 利滚利效应)
2. FV 以递增的速度上升 (指数型增长) —— $24363.96 - 19738.23 > 19738.23 - 15868.74$
3. $m \uparrow \Rightarrow FV \uparrow$ (计息越早/频次越高, 复利效应越强)

16 年金 (Annuity)

16.1 普通年金现值

【公式】

$$PV = PMT \cdot \sum_{j=1}^t \left[\frac{1}{1+r} \right]^j = PMT \times (PVIFA_{r,t})$$

► 例题

$PMT = \$10,000$, $t = 6$ 年, $r = 8\%$:

$$PV = PMT \times (PVIFA_{8\%,6}) = \$46,228.80$$

每季计息 (季度利率 2%, 共 24 期):

$$PV = PMT \times (PVIFA_{2\%,24}) = \$189,139.26$$

16.2 期初年金现值 (Annuity Due)

如果年金在每期期初支付, 每笔款项多复利一期:

【公式】

$$PV = PMT \times (PVIFA_{r,t}) \times (1+r)$$

► 例题

每季计息的期初年金: $PV = PMT \times (PVIFA_{2\%,24}) \times (1+2\%) = \$192,922.04$

16.3 年金的终值

【公式】

$$FV_t = PMT \cdot \sum_{j=0}^{t-1} (1+r)^j = PMT \times (FVIFA_{r,t})$$

► 例题

$PMT = \$10,000$, $t = 6$ 年, $r = 8\%$ (年计息):

$$FV_t = PMT \times (FVIFA_{8\%,6}) = \$73,359.29$$

每季付息 (2%, 24 期):

$$FV_t = PMT \times (FVIFA_{2\%,24}) = \$304,218.62$$

期初年金终值 (多算一期利息):

$$FV_t = PMT \times (FVIFA_{2\%,24}) \times (1 + 0.02) = \$310,303.00$$

17 有效年利率 (EAR)

【名词解释】

Effective Annual Return (EAR): 把年内多次复利转化为真实的、等效的年收益率。

【公式】

$$1 + EAR = (1 + r)^c \Rightarrow EAR = (1 + r)^c - 1$$

其中 c 为一年的复利期数, r 为每期实际利率。

► 例题

- 半年计息：名义年利率 16%，每期 $r = 8\%$ ， $c = 2$

$$EAR = (1 + 8\%)^2 - 1 = 16.64\%$$

- 每季计息：名义年利率 8%，每期 $r = 2\%$ ， $c = 4$

$$EAR = (1 + 2\%)^4 - 1 = 8.24\%$$

18 利率是如何确定的？——可贷资金理论

【名词解释】

可贷资金理论（Loanable Funds Theory）：利率 r 由借贷资金市场的供给与需求共同决定。

18.1 供给端（Supply）——资金的提供者

- 家庭结余
- 企业盈利盈余
- 外国投资

18.2 需求端（Demand）——资金的使用者

- 家庭：房屋等耐用品、非耐用品需求
- 企业：
 - 长期：固定厂房、设备投资
 - 短期：存货、应收账款流转
- 政府：融资预算赤字（弥补财政缺口）

市场均衡：需求曲线 D 向下倾斜，供给曲线 S 向上倾斜，交点决定均衡利率。

19 利率决定理论（供需分析）

本节主要分析资金供给（Supply, S ）与资金需求（Demand, D ）的变动如何影响均衡利率 r 。

19.1 影响资金供给 (S) 的因素

影响因素	变动	S 曲线移动	均衡利率 r	备注
总财富	↑ / ↓	右 / 左	↓ / ↑	
金融资产风险	↑ / ↓	左 / 右	↑ / ↓	风险厌恶 (Risk Averse)
近期消费需求	↑ / ↓	左 / 右	↑ / ↓	如：上大学
货币扩张 ($M \uparrow$)	↑ / ↓	右 / 左	↓ / ↑	投资业影响
经济景气	↑ / ↓	右 / 左	↓ / ↑	

表 1: 资金供给变动表

19.2 影响资金需求 (D) 的因素

影响因素	变动	D 曲线移动	均衡利率 r	举例
借款购买资产的效用	↑ / ↓	右 / 左	↑ / ↓	奇瑞 QQ → BMW X5 (Auto Loan)
非价格限制条件	↑ / ↓	左 / 右	↓ / ↑	购房条件、抵押品
经济状况	↑ / ↓	右 / 左	↑ / ↓	政府基建、更多贷款需求

表 2: 资金需求变动表

19.3 理论缺陷 (静态分析的局限性)

- **不确定性**：属于静态分析，无法处理不确定性，且多为单次博弈均衡 (One shot 均衡)。
- **货币幻觉 (Money Illusion)**：当实际利率 r 为负时，人们在货币幻觉下仍可能进行借贷。
- **动态性不足**：现实中利率变化极快，该理论难以解释这种不稳定性。
- **通胀影响**：通胀及其预期会显著影响实际利率。

20 利率随机模型 (Ito Process)

以下是根据 John Hull 理论整理的常见利率随机微分方程 (SDE) 模型。

1. 单因子模型 (Single-factor Model):

$$dr = m(r)dt + s(r)dz \quad (1)$$

2. Rendleman and Bartter Model:

$$dr = \mu r dt + \sigma r dz \quad (2)$$

3. Vasicek Model (均值回归模型):

$$dr = a(b - r)dt + \sigma dz \quad (3)$$

4. CIR Model (Cox-Ingersoll-Ross):

$$dr = a(b - r)dt + \sigma \sqrt{r} dz \quad (4)$$

5. Ho-Lee Model:

$$dr = \theta(t)dt + \sigma dz \quad (5)$$

6. Hull-White Model (Vasicek 扩展):

$$dr = [\theta(t) - a(t)r]dt + \sigma(t)dz \quad (6)$$

7. HJM Model (Heath-Jarrow-Morton)

8. 二叉树数值解法 (Binomial Tree Numerical Methods)

21 各种证券利率的决定因素

除了宏观基准利率外，市场上不同特定证券的实际利率还受以下六大微观因素影响：

21.1 1. 通货膨胀 (Inflation)

【公式】

$$\text{Inflation } (\pi) = \frac{CPI_{t+1} - CPI_t}{CPI_t} \times \frac{100}{1}$$

费雪效应 (Fisher Effect):

$$(1 + i) = (1 + r)(1 + \pi^e) \Rightarrow i \approx \pi^e + r$$

- i : 名义利率 (Nominal Rate)
- r : 真实利率 (Real Rate)
- π^e : 预期通胀率 (Expected Inflation)

核心要点

核心结论：真实利率 $r = \text{名义利率 } i - \text{预期通胀率 } \pi^e$

21.2 2. 违约风险 (Default Risk / Credit Risk)

【公式】

违约风险溢价 (Default Risk Premium, DRP):

$$DRP_j = i_{jt} - i_{Tt}$$

即：同样期限下，某风险证券收益率与无风险国债收益率之差。

风险评估机构：Moody's (穆迪)、S&P (标准普尔)。

评级等级：AAA, AA, A, BBB, ...

21.3 3. 流动性风险 (Liquidity Risk)

核心要点

核心规律：Liquidity $\downarrow \Rightarrow$ Liquidity Premium $\uparrow$ (流动性越差，要求的补偿越高)

衡量流动性的三个维度：

1. **Time**: 变现需要的时间
2. **Cost**: 交易兑换的成本
3. **Price Expected**: 价格预期的稳定性

缺乏流动性的证券举例：中国法人股、未公开交易的股票、小公司债券等。

21.4 4. 税收条款 (Taxability)

不同发行主体的债券税收政策不同，直接影响要求的税前名义利率：

债券类型	地方税	联邦税	利率水平
市政债券 (Municipal)	免	免	最低 (双重免税)
联邦债券 (Treasury)	免	征收	中等
企业债券 (Corporate)	征收	征收	最高 (全税)

21.5 5. 到期期限 (Maturity Premium)

核心规律： $M \uparrow \Rightarrow r \uparrow$ (期限越长，不确定性越大，要求的溢价越高)

21.6 6. 特殊条款 (Special Provisions)

- 可转换条款 (Convertibility)：允许投资者将债券转换为公司股票 $\Rightarrow r \downarrow$ (对投资者有利)
- 可赎回条款 (Callability)：允许发行者提前赎回债券 $\Rightarrow r \uparrow$ (对投资者不利，增加再投资风险)

22 利率的期限结构

核心要点

核心命题：期限与利率之间的关系！

22.1 无偏预期理论 (Unbiased Expectation Theory, UET)

【名词解释】

核心逻辑：长期债券的收益率，等于在此期间连续进行短期滚动投资所获得的预期收益率的几何平均数。

符号定义：

- ${}_1\bar{R}_N$ ：在第 1 年时观察到的，期限为 N 年的现货利率 (Spot Rate)
- $E({}_t\tilde{r}_1)$ ：在第 t 年预期的、期限为 1 年的远期利率

【公式】

套利条件 (Arbitrage Condition)：

$$(1 + {}_1\bar{R}_N)^N = (1 + {}_1\bar{R}_1)(1 + E({}_2\tilde{r}_1)) \cdots (1 + E({}_N\tilde{r}_1))$$

N 年期债券收益率公式：

$${}_1\bar{R}_N = \left[(1 + {}_1\bar{R}_1)(1 + E({}_2\tilde{r}_1)) \cdots (1 + E({}_N\tilde{r}_1)) \right]^{\frac{1}{N}} - 1$$

22.2 数值计算实例

已知：

$${}_1\bar{R}_1 = 1.94\%$$

$$E({}_2\tilde{r}_1) = 3\%$$

$$E({}_3\tilde{r}_1) = 3.74\%$$

$$E({}_4\tilde{r}_1) = 4.1\%$$

$$1 \text{ 年期: } {}_1\bar{R}_1 = 1.94\%$$

$$2 \text{ 年期: } {}_1\bar{R}_2 = [(1 + 0.0194)(1 + 0.03)]^{\frac{1}{2}} - 1 = 2.47\%$$

$$3 \text{ 年期: } {}_1\bar{R}_3 = [(1 + 0.0194)(1 + 0.03)(1 + 0.0374)]^{\frac{1}{3}} - 1 = 2.89\%$$

$$4 \text{ 年期: } {}_1\bar{R}_4 = [(1 + 0.0194)(1 + 0.03)(1 + 0.0374)(1 + 0.041)]^{\frac{1}{4}} - 1 = 3.19\%$$

22.3 收益率曲线（Yield Curve）的三种形态

- 预期 $r \uparrow$ （上升） $\Rightarrow$ 向上倾斜（Normal Curve）
- 预期 r 不变 $\Rightarrow$ 水平平坦（Flat Curve）
- 预期 $r \downarrow$ （下降） $\Rightarrow$ 向下反转（Inverted Curve）

补充注释

债券价格 P 与收益率（Yield）的变动是相反的： $P \uparrow \Rightarrow \text{Yield} \downarrow$

22.4 分析结论

1. 期限与收益率正向传导：期限 $T \uparrow \Rightarrow YTM \uparrow \Rightarrow$ 预期 $\tilde{r}_1 \uparrow$
2. 预期递增导致现货利率递增：

$$E({}_4\tilde{r}_1) > E({}_3\tilde{r}_1) > E({}_2\tilde{r}_1) > {}_1\bar{R}_1 \quad \Rightarrow \quad {}_1\bar{R}_4 > {}_1\bar{R}_3 > {}_1\bar{R}_2 > {}_1\bar{R}_1$$

22.5 流动性溢价理论（Liquidity Premium Theory, LPT）

核心要点

核心逻辑：相比长期债券，短期债券风险更小（(1) 二级市场更活跃；(2) 价格风险小）。因此长期债券必须提供**流动性溢价（Premium）**，人们才愿意持有。

【公式】

$${}_1\bar{R}_N = [(1 + {}_1\bar{R}_1)(1 + E({}_2\tilde{r}_1) + L_2) \cdots (1 + E({}_N\tilde{r}_1) + L_N)]^{\frac{1}{N}} - 1$$

L_t 为第 t 期的流动性升水 (Liquidity Premium), 且 $L_2 < L_3 < \cdots < L_N$ 。

补充注释

由于叠加了不断增加的流动性溢价 L_t , 不论市场预期未来利率如何变化, LPT 的收益率曲线永远在 UET 曲线的上方。

22.6 市场分割理论 (Market Segmentation Theory)

【名词解释】

核心逻辑: 不同期限的债券不是完全替代品, 投资者有不同的期限偏好。各期限的收益率完全由该细分市场的独立供求关系决定。

典型偏好:

- 商业银行 → 偏好短期国债
- 养老金 (Pension Funds) → 偏好长期国债

► 例题

经典案例: Early 2000 年美国国债倒挂

- 背景: 2000 年早期, 美国财政部大量赎回/回购长期国债
- 传导: 长期国债需求 $\uparrow \Rightarrow$ 长期国债价格 $P \uparrow \Rightarrow$ 长期 $YTM \downarrow$
- 结果 (2000 年 2 月): 长期收益率低于短期收益率 $\Rightarrow$ Inverted Yield Curve (倒挂)

23 利率预测

23.1 基本手段

1. 雇用经济学家 (Fed Watchers 等): 通过分析外汇、通胀、就业、借贷、消费等宏观经济指标做主观预测
2. 计量模型 (Econometric Models): 从当前收益率曲线中推导出预期的未来利率 $\rightarrow$ 远期利率 (Forward Rates)

23.2 从现货利率推导远期利率

【公式】

根据期限结构理论，2 年期现货利率由 1 年期现货利率和第 2 年的远期利率决定：

$${}_1\bar{R}_2 = [(1 + {}_1\bar{R}_1)(1 + {}_2f_1)]^{\frac{1}{2}} - 1$$

反推远期利率：

$${}_2f_1 = \frac{(1 + {}_1\bar{R}_2)^2}{(1 + {}_1\bar{R}_1)} - 1$$

$${}_3f_1 = \frac{(1 + {}_1\bar{R}_3)^3}{(1 + {}_1\bar{R}_2)^2} - 1$$

$${}_4f_1 = \dots$$

通用远期利率推导公式：

$${}_Nf_1 = \frac{(1 + {}_1\bar{R}_N)^N}{(1 + {}_1\bar{R}_{N-1})^{N-1}} - 1$$

第三部分 利率与证券价值、债券估值、久期与凸性

24 五种关键利率指标

24.1 (1) 票面利率 (Coupon Rate)

【名词解释】

发行者定期向投资者支付的现金流（金额），印在债券上表示“日期”和“金额”。

24.2 (2) 必要报酬率 (Required Rate of Return, rrr)

【公式】

取得公允现值 (Fair Present Value, FPV) 的利率：

$$FPV = \frac{\widetilde{CF}_1}{(1 + rrr)^1} + \frac{\widetilde{CF}_2}{(1 + rrr)^2} + \dots + \frac{\widetilde{CF}_n}{(1 + rrr)^n}$$

(事前预期, Ex Ante)

估值关系：

- $P < FPV \Rightarrow \text{Undervalued (低估)} \Rightarrow \text{Buy More} \Rightarrow P \uparrow$
- $P > FPV \Rightarrow \text{Overvalued (高估)} \Rightarrow \text{Not Buy} \Rightarrow P \downarrow$
- $P = FPV \Rightarrow \text{Fair Priced (公允定价)}$

24.3 (3) 预期报酬率 (Expected Rate of Return, err)

【公式】

以现价买入，接受预期现金流，在到期时产生的收益率：

$$P = \frac{\widetilde{CF}_1}{(1+err)^1} + \frac{\widetilde{CF}_2}{(1+err)^2} + \cdots + \frac{\widetilde{CF}_n}{(1+err)^n}$$

投资决策准则：

$Err > rrr$ 或 $P < FPV \Rightarrow \text{Buy (买入)}$

$Err < rrr$ 或 $P \geq FPV \Rightarrow \text{Do Not Buy (不买)}$

24.4 (4) 已实现报酬率 (Realized Rate of Return, rr)

【公式】

$$P = \frac{RCF_1}{(1+rr)^1} + \frac{RCF_2}{(1+rr)^2} + \cdots + \frac{RCF_n}{(1+rr)^n}$$

RCF 为已实现现金流 (Realized Cash Flow)，是事后 (Ex Post) 指标。

24.5 (5) 到期收益率 (Yield to Maturity, YTM) ——最常用的指标

【名词解释】

以现价买入，收现金流到期末的收益，其中 Coupon 会以 YTM 增值累计。

EAR 转换： $EAR = (1 + YTM/2)^2 - 1$

25 债券估值 (Bond Valuation)

25.1 估值公式

【公式】

半年付息 (Semiannual):

$$V_b = \frac{INT/2}{(1+i_d/2)^1} + \frac{INT/2}{(1+i_d/2)^2} + \cdots + \frac{INT/2}{(1+i_d/2)^{2N}} + \frac{M}{(1+i_d/2)^{2N}}$$

$$= \frac{INT}{2} \cdot (PVIFA_{i_d/2, 2N}) + M \cdot (PVIF_{i_d/2, 2N})$$

每年付息 (Annual):

$$V_b = INT \cdot (PVIFA_{i_d, N}) + M \cdot (PVIF_{i_d, N})$$

25.2 三种估值情形

条件: 票面利率 = 10%, 面值 = \$1000, 期限 $N = 12$ 年。

1. 必要报酬率 < 票面利率 ($rrr = 8\%$)

$$V_b = \frac{100}{2} \cdot 50 \cdot (PVIFA_{4\%, 24}) + 1000 \cdot (PVIF_{4\%, 24}) = \$1,152.47 > \$1000$$

⇒ 溢价发行 (Sell at a Premium)

2. 必要报酬率 = 票面利率 ($rrr = 10\%$)

$$V_b = \$1000 = \text{Face Value}$$

⇒ 平价发行 (Sell at Par)

3. 必要报酬率 > 票面利率 ($rrr = 12\%$)

$$V_b = \$874.50 < \text{Face Value}$$

⇒ 折价发行 (Sell at a Discount)

核心要点

核心规律:

- $rrr < \text{Coupon Rate} \Rightarrow V_b > \text{Face Value}$ (溢价)
- $rrr > \text{Coupon Rate} \Rightarrow V_b < \text{Face Value}$ (折价)
- $rrr = \text{Coupon Rate} \Rightarrow V_b = \text{Face Value}$ (平价)

补充注释

这种关系不全会促使 Dealer 买卖，只是反映票面价值与 Fair Value 的关系。

26 影响债券价值的三因素

26.1 1. r （即 YTM）的影响

核心要点

结论 A: $r \uparrow \Rightarrow V_b \downarrow$ (利率上升, 债券价格下降)

结论 B: $r \uparrow$, V_b 以递减的速度下降 (凸性效应):

- $8\% \rightarrow 10\% \Rightarrow V_b \downarrow 13.23\%$
- $10\% \rightarrow 12\% \Rightarrow V_b \downarrow 12.55\%$

结论 C: r 变动会导致固定收益资产组合的极度变化, 需要宏观层面管控。

26.2 2. Maturity (到期时间, M) 的影响

核心要点

发现: 离到期日越近 $\Rightarrow$ 越接近票面价值 (Pull to Par 效应)

Why? 在到期日前, 人们只愿意按面值与剩余息票收益的折现购买: $M \downarrow \Rightarrow$ 时间价值 $\downarrow$

26.3 3. Coupon (票面利率) 的影响

核心要点

- $\text{Coupon} \uparrow \Rightarrow \text{Fair Value (公允价值)} \uparrow$
- $\text{Coupon} \uparrow \Rightarrow \frac{\Delta \% P}{\Delta r} \downarrow$ (价格敏感性下降)

推导逻辑: 票面收益高 $\Rightarrow$ 较短时间内投资收益率高 $\Rightarrow$ 价值高 $\Rightarrow$ 价格敏感性小。

27 价格敏感性 (Price Sensitivity, PS)

【公式】

$$PS = \frac{\Delta\% \text{ Bond Value}}{\Delta r}$$

！ 警示

时间带来风险（不确定性）！

27.1 Maturity 对 PS 的影响

- $M \uparrow \Rightarrow \frac{\Delta V}{\Delta r} \uparrow$ （离到期越长，价格敏感性越高）
- 但敏感性上升的速度是递减的（Concave 关系）：

$$14.28\% - 13.23\% = 1.05\%$$

$$15.16\% - 14.28\% = 0.88\%$$

【公式】

数学表达（凹函数）：

$$\frac{\partial \left(\frac{\Delta\%P}{\Delta r} \right)}{\partial M} > 0 \quad , \quad \frac{\partial^2 \left(\frac{\Delta\%P}{\Delta r} \right)}{\partial M^2} < 0$$

28 久期 (Duration, D)

28.1 久期的含义

【名词解释】

久期 (Duration)：以现金流现值比例来加权的时间期限。代表多长时间能够 Recover（收回成本），以后的时间就能盈利。

28.2 久期计算示例

► 例题

已知：票面利率 8%，半年付息 $CF_{1/2} = \$40$ ，面值 = \$1000， $YTM = 10\%$ （半年折现率 5%），期限 1 年。

$$PV_{1/2} = \frac{40}{1.05} = \$38.10$$

$$PV_1 = \frac{1040}{(1.05)^2} = \$943.31$$

$$V_b = PV_{1/2} + PV_1 = \$981.41$$

$$D = \frac{PV_{1/2}}{V_b} \cdot \frac{1}{2} + \frac{PV_1}{V_b} \cdot 1 = 0.0388 \times \frac{1}{2} + 0.9612 \times 1 = 0.9806 \text{ yrs}$$

含义：在 0.9806 年时，投资能够 Recover（收回成本）。

28.3 久期的一般公式

【公式】

年度公式：

$$D = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{CF_t \times t}{(1+R)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+R)^t}} = \frac{\sum_{t=1}^N PV_t \times t}{\sum_{t=1}^N PV_t} = \sum \left(\frac{\frac{CF_t}{(1+R)^t}}{\sum \frac{CF_t}{(1+R)^t}} \cdot t \right)$$

分子：期限加权现金流现值。分母：现金流现值总和。

计息频次为 m 时（如半年付息）：

$$D = \frac{\sum_{t=1/m}^N \frac{CF_t \times t}{(1+R/m)^{m \cdot t}}}{\sum_{t=1/m}^N \frac{CF_t}{(1+R/m)^{m \cdot t}}}$$

28.4 零息债券（Zero-Coupon Bond）的久期

核心要点

如果 Zero-Coupon Bond 在到期之前无任何 Cash Flow，则：

$$D_{ZC} = N_{ZC}$$

$$\text{证明：} P = \frac{1000}{(1 + R/2)^{2N}} \Rightarrow D_{ZC} = N = 4 \text{ yrs}$$

28.5 影响久期的四大因素

情形	条件	D	规律
A	4 年, $C = 10\%$, $r = 8\%$	3.42 年	基准
B	4 年, $C = 6\%$, $r = 8\%$	3.60 年	$C \downarrow \Rightarrow D \uparrow$
C	4 年, $C = 10\%$, $r = 10\%$	3.38 年	$r \uparrow \Rightarrow D \downarrow$
D	3 年, $C = 10\%$, $r = 8\%$	2.67 年	$M \downarrow \Rightarrow D \downarrow$
E	2 年, $C = 10\%$, $r = 8\%$	1.86 年	$M \downarrow \Rightarrow D \downarrow$

发现一： $C \uparrow \Rightarrow D \downarrow$ （票面利率上升，久期下降）

Why? (1) 更多现金流、更大权重给近期期限 $\Rightarrow D \downarrow$; (2) 更快回收投资 $\Rightarrow D \downarrow$

发现二： $r \uparrow \Rightarrow D \downarrow$ （到期收益率上升，久期下降）

Why? 更多折现 $\Rightarrow$ 对后期打折更大 $\Rightarrow$ 后期 Cash Flow 下降幅度大 $\Rightarrow D \downarrow$

发现三： $M \uparrow \Rightarrow D \uparrow$ （期限 $\uparrow \Rightarrow$ 回收期限 $\uparrow$ ，但呈现递减上升——凹函数）

验证：

$$D_{4\text{yrs}} - D_{3\text{yrs}} = 3.42 - 2.67 = 0.75$$

$$D_{3\text{yrs}} - D_{2\text{yrs}} = 2.67 - 1.86 = 0.81$$

$$0.75 < 0.81 \Rightarrow \text{上升增幅在递减}$$

【公式】

数学表达（凹函数）：

$$\frac{\partial D}{\partial M} > 0, \quad \frac{\partial^2 D}{\partial M^2} < 0$$

28.6 久期的数学本质——利率敏感性

对价格公式求导：

【公式】

价格现值公式：

$$P = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

两边对 r 求导：

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{1}{1+r} \sum_{t=1}^N \frac{t \cdot CF_t}{(1+r)^t} < 0$$

两边同乘 $\frac{1+r}{P}$ ：

$$\frac{dP}{dr} \cdot \frac{1+r}{P} = \frac{dP/P}{dr/(1+r)} = -\frac{\sum_{t=1}^N \frac{t \cdot CF_t}{(1+r)^t}}{P} = -D$$

核心要点

核心结论：

$$\frac{\Delta P/P}{\Delta R/(1+R)} = -D \Rightarrow \text{利率敏感性!}$$

近似价格波动公式：

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -D \cdot \left[\frac{\Delta R}{1+R} \right]$$

$D \uparrow \Rightarrow$ 同样的利率变动导致的价格下降更大。

29 修正久期 (Modified Duration, MD)

【公式】

目的：更直观地衡量利率变动 ΔR 带来的价格百分比变动。

$$\frac{\Delta P}{P} = -MD \cdot \Delta R$$

$$MD = \frac{D}{1+R} \Rightarrow MD = -\frac{\Delta P/P}{\Delta R}$$

30 久期的局限性与凸性 (Convexity)

！ 警示

核心命题：利率大幅波动 $\Rightarrow D$ 不能用！
(2% 算大幅度吗？从 6% $\uparrow \rightarrow$ 8% 是极大的波动！)

30.1 久期预测价格与真实价格的误差分析

基准状态（切点 A）： $r = 8\% \Rightarrow P = \$1,067.34$

情形	D 估值	真实值	结论
$r \uparrow 8\% \rightarrow 10\%$	\$997.14	\$1,000	D 高估了价格下跌
$r \downarrow 8\% \rightarrow 6\%$	\$1,137.54	\$1,140.39	D 低估了价格上涨

误差的非对称性：

- 预测下跌绝对误差： $1000 - 997.14 = 2.86$
- 预测上涨绝对误差： $1140.39 - 1137.54 = 2.85$
- $\Rightarrow$ 绝对不对称！

30.2 凸性的红利

当面临相同幅度 ($\Delta r = 2\%$) 的利率涨跌时：

$r \downarrow 2\% \Rightarrow P$ 上升带来 Gain: $1140.39 - 1067.34 = 73.05$ (涨的多)

$r \uparrow 2\% \Rightarrow P$ 下降带来 Loss: $1067.34 - 1000 = 67.34$ (跌的少)

核心要点

核心结论：

$$\text{Gain} - \text{Loss} = \text{Net Gain!} \quad (73.05 - 67.34 > 0)$$

由于曲线具有凸向原点的特性，涨多跌少相当于为投资者提供了部分的利率风险保险 (Partial r Risk Insurance)。

30.3 实践指导意义

- 久期的适用条件： ΔR 变化幅度极小及极短时间的应用才可以放心使用 D 进行线性估算
- 组合误差放大：在衡量投资组合（Portfolio）时，规模增大会导致绝对估值误差被严重放大，更需要引入凸性调整

31 凸性（Convexity）的严谨证明

31.1 三大核心结论

1. 凸性是有利的 $\Rightarrow$ Partial r Risk Insurance ($r \downarrow$ 带来收益更大)
2. r 变化幅度越大 $\Rightarrow$ 凸性带来的估值误差越大
3. 所有固定收益债券都有凸性 $\Rightarrow V_{bond} \geq 0$

31.2 极限法证明 $V_b \geq 0$

假设 4 年期、票面利率 $C = 10\%$ 的半年付息债券：

$$R \rightarrow 0 \text{ 时: } V_b = \frac{50}{(1+0)^1} + \frac{50}{(1+0)^2} + \cdots + \frac{1050}{(1+0)^8} = \$1,400$$

$$R \rightarrow \infty \text{ 时: } V_b = \frac{50}{(1+\infty)^1} + \frac{50}{(1+\infty)^2} + \cdots + \frac{1050}{(1+\infty)^8} = \$0$$

$\therefore V_b \geq 0$ 恒成立。

31.3 导数法严谨证明凸性

【公式】

一阶导数（刻画斜率与久期）：

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{1}{1+r} \sum_{t=1}^N \frac{t \cdot CF_t}{(1+r)^t} < 0 \Rightarrow f' < 0$$

（说明价格随利率上升而下降）

二阶导数（严格证明凸性）：

$$\frac{d^2P}{dr^2} = \frac{1}{(1+r)^2} \sum_{t=1}^N \frac{t(t+1)CF_t}{(1+r)^t} > 0 \Rightarrow f'' > 0$$

（因为二阶导数 > 0 ，严格证明了 P-Y 曲线是 **Convex** 的）

31.4 泰勒展开（Taylor Series）进阶应用

核心要点

终极估值逻辑：久期 + 凸性 $\Rightarrow$ 债券估值 $\Rightarrow$ 降低误差！

凸性在模型中被用于资产定价（= 二阶导数项）。

第四部分 美联储（Federal Reserve System）

32 起源、背景与核心特点

32.1 历史背景

- **思想根源：** Mayflower（五月花号）——为避免政治和宗教迫害来到美洲，根子上对政府不信任态度
- **历史演变：** 19 世纪建立后又被解散。20 世纪初，每 20 年爆发一次银行危机（Banking Panic）
- **1913 年《联邦储备法案》：** 核心原则——制衡（Balance and Check）
 - 在不同地区之间制衡
 - 在私人部门和政府之间制衡
 - 在银行家、商业、农业之间制衡

32.2 核心特点

- 避免华盛顿政治控制：由 12 家各地联储银行组成（纽约分行 NY 尤为关键）
- 准私有机构（“一半半”）：半私有半政府，受各地区私人部门董事监管
- 对比：PBOC（中国人民银行）→ 纯政府机构

33 目标与功能

- 制定货币政策
- 监管存款机构
- 保持金融系统稳定
- 为政府、公众、FI、外国机构提供支付和其它金融服务 ⇒ **Fedwire**（联邦转移支付系统）

34 结构体系

整个美联储系统由三大主体机构构成，并通过它们控制三大货币政策工具。

34.1 三大主体机构

1. 管理委员会（Board of Governors）——7 人

- 向 FOMC 派出 7 人
- 向 12 家联邦储备银行任命 3 名董事（C 类）
- 控制工具：规定法定准备金率、审查/批准贴现率

2. 12 家联邦储备银行（FRB）

- 董事来源：由 3000 家会员商业银行选举并送出 6 位董事
- 向 FOMC 派出 5 人
- 控制工具：制定贴现率

3. 联邦公开市场委员会（FOMC）

- 人员组成：管理委员会 7 人 + 12 家联储银行的 5 人
- 控制工具：指导公开市场业务（OMO）

34.2 三大政策工具总结

政策工具	决策机构	操作方式
法定准备金率	管理委员会	规定
公开市场业务（OMO）	FOMC	指导纽约分行交易桌
贴现率	12 家 FRB	制定，由管理委员会审查批准

35 管理委员会（Board of Governors）详解

- 7 位在华盛顿特区的 Governors
- 由总统任命，参议院批准
- 任期 14 年，每 2 年 1 月有 1 个委员到期（交错任期，通常为经济学博士）
- 不能连任（目的：避免为谋求连任而采取对经济长期不利的政策）
- 内部结构：1 位 Chairman（主席）+ 1 位 Vice Chairman（副主席）
- 著名主席：Volcker（沃尔克）、Greenspan（格林斯潘）、Bernanke（伯南克）

补充注释

主席任期到期后通常离开 FRB。交错任期设计旨在**避免总统控制**——每位总统任期内最多只能任命 2 位 Governors。

36 联邦公开市场委员会（FOMC）详解

核心要点

FOMC 是整个系统中”最受关注的团体”。

36.1 表决权构成（12 人）

- 7 位 Board Members（管理委员会委员）——含主席
- 1 位 NY 行长（纽约分行行长）——拥有永久表决权
- 4 位其他行长——轮流拥有表决权

36.2 会议运作机制

- 会议频率：每 6 周一次
- 三色书讨论制度：
 - 绿皮书（Greenbook）：内部阅览——关于美国经济预测
 - 蓝皮书（Bluebook）：内部阅览——货币总量预测
 - 褐皮书（Beigebook）：公开发布，但抹去敏感信息
- 会后决议发表交易指令

36.3 核心功能

公开市场操作（OMO）：指导纽约分行的交易桌买卖指令。

37 12 家联邦储备银行（FRB）详解

37.1 成员行与股份

- 全美约 3000 家成员行
- 成员行购买所在区联储行的股份，股息 $\leq 6\%$
- 40% 是 Charter Banks，但占了 80% 的资产 $\Rightarrow$ 货币政策传导效力极高

37.2 分行董事构成（每家 9 人）

类别	人数	来源
A 类	3 人	职业银行家——由成员行选出
B 类	3 人	商界领导——由成员行选出
C 类	3 人	代表公众利益——由 Board of Governors 任命

37.3 纽约分行（NY FRB）的特殊地位

核心要点

- Timothy F. Geithner（盖特纳）原为 NY 行行长，后出任美国财长
- 位于最大银行所在地，是金融稳定的核心
- 与债券、外汇市场密切联系（OMO 和外汇操作的起点）
- 代表美国 Fed 成为 BIS（Bank for International Settlements，国际清算银行）成员
- 绝对权力：NY 行在 FOMC 拥有永久表决权

37.4 联储行收益来源

- 公开市场操作中所持有政府债券的利息
- 储备金的利息
- 支付和其它金融服务收费

37.5 12 个分行的完整职能

1. 协助货币政策制定：分行行长参加 FOMC（有表决权），分行董事决定贴现率
2. 监管成员银行：派检查员驻点监管、发执照、批准跨州展业和 M&A
3. 政府服务：作为财政部的银行，提供发行债券、销毁旧钞等服务
4. 新货币发行
5. 支票清算：每年约 \$60 billion
6. 电汇（Wire Transfer）服务：Fedwire（清算所）、CHIPS（商用）

38 美联储的经济学家团队

- 整个 FRS 拥有 1000 多名研究人员，其中包含 500 位 Economist
- 分布：约 250 位在 FRB 总部，约 100 位在 NY 行

经济学家的四大任务：

1. 为货币政策制定者提供意见——预测与判断，建立模型、分析数据
2. 帮助银行监管人员——追踪银行业发展，把握宏观风险
3. 外围经济研究与宏观观察——涉及 M&A 反垄断审查，发布报告
4. 教育与科普

补充注释

顶尖研究资源推荐（学习参考）：

- Fed St. Louis（圣路易斯分行）的研究：文章极好，适合作为”抄笔记的句子练习”素材
- NY Fed Working Paper（纽约联储工作论文）：被誉为拥有”最好的队伍”

39 案例分析：9/11 事件的危机处理

► 例题

在 9/11 事件发生后，美联储通过一系列操作向市场提供紧急流动性：

- **Repo（回购协议）**：注入 \$61 billion
- **Discount Window（贴现窗口）**：提供 \$45 billion 贷款
- **重组贷款**：为满足流动性需求重组贷款（展期、降息）
- **支票结算处理**：因航空停运，解决交通运输问题导致的结算延缓
- **Currency Swap（货币互换）**：稳定汇率（掉美元、加外币）
- **FOMC 降息**：联邦基金利率从 $4\frac{1}{2}\%$ $\downarrow \rightarrow 3\%$

40 央行的资产负债表

40.1 负债端（Liabilities）

- 准备金
- 基础货币（包含 M1 + 流通货币）

40.2 资产端 (Assets)

- 国债
- 黄金
- 外汇和财政部发行的硬币
- 向本国银行提供的贷款

补充注释

贴现窗口贷款机制演变：

- 2003 年前：贴现率低于联邦基准利率
- 2003 年后：提高利率，降低借款需求（防止套利，回归紧急资金定位）

41 货币政策工具详解

41.1 (1) 准备金制度 (Fractional Reserve)

【名词解释】

准备金：银行在 Fed 的存款，属于银行业的资产。

结构划分：

- 法定准备金：银行必须持有的最低限额
- 超额准备金 (Excess Reserve)：银行自愿持有的超出部分，可寻找同业拆借获取收益 → 形成联邦基金利率 (Fed Fund Rate)

41.2 (2) 公开市场操作 (OMO)

传导过程：Fed 给纽约分行交易桌下达指令。

核心要点

操作方向与影响：

- 买证券：→ 放出货币 → M 扩张 → $r \downarrow$
- 卖证券：→ 收回货币 → M 收缩 → $r \uparrow$

OMO 的四大优点：

1. 规模可控
2. 灵活而精确
3. 易扭转
4. 迅速无时滞

Repo（回购协议）用于短期平滑：

- **正回购：** Fed 买入 Bond，放出资金 $\Rightarrow$ M 临时扩张，到期后由 Dealer 购回
- **逆回购：** Fed 卖出 Bond，收回资金 $\Rightarrow$ M 临时收缩，到期后由 Fed 购回

41.3 (3) 贴现窗口 (Discount Window)

【名词解释】

贴现窗口： Fed 借给存款机构的贷款利率。作为货币政策的信号，但实际操作中很少用。

很少使用的原因：

- 利率虽是固定的，但借款量由银行决定（央行较难精准掌控）
- 信号作用极大，效果极强（如 2001.1.3 降息 0.5%，道琼斯暴涨 299.6 点）

贷款分类：

- **一级贷款：** 面向经营良好的银行，无限量提供
- **二级贷款：** 面向陷入财务困境的银行，收取惩罚性利息（通常高出 50bp）
- **季节性贷款：** 面向度假区、农业区等

充当最后贷款人 (Lender of Last Resort)：

- 在危机时（如 911、次贷危机）Fed 出面提供流动性
- **为何不能仅依靠 FDIC？** FDIC 保险基金仅占存款的约 1%，如发生 500 家大银行同时倒闭，FDIC 根本撑不起；赔付额度有限（此前 $\leq \$10$ 万，现已升至 $\leq \$25$ 万）

41.4 (4) 准备金率与货币创造机制

通过部分准备金制度，存款在银行系统中产生乘数效应：

► 例题

初始 \$400m 存款，准备金率 10%：

- 银行留下 \$40m 准备金，\$360m 贷出
- 贷出的 \$360m 再次存入 → 产生新准备金需求并继续派生贷款 ...
- 最终派生总量： $\frac{400}{0.1} = \$4,000m$

准备金率降为 5% 时：

$$400 \times (1 - 5\%) + 400 \times (1 - 5\%)^2 + \dots = \frac{400}{0.05} = \$8,000m$$

$$\text{信贷增量: } \Delta M = 400 \times \left(\frac{1}{0.05} - \frac{1}{0.1} \right) = 400 \times (20 - 10) = \boxed{\$4,000m}$$

！ 警示

准备金率仅下降 5%，M 就放出了 40 亿，放大了 10 倍！

41.5 完美乘数的假设与漏损

上述推导严重依赖三个前提假设：

1. A_1 ：City Bank 是唯一银行（无跨体系资金流失）
2. A_2 ：银行将全部超额准备金全数转化为贷款
3. A_3 ：借款人将资金重新存入 City Bank（无 Cash 漏出/提现）

为什么 Fed” 不常用” 法定准备金率？

- 原因一：威力太猛！仅 5% 调整就带来 10 倍资金放大
- 原因二：现实复杂。需考虑银行自愿持有的超额准备金、公众现金漏损率 C ($C = \text{公众 Cash} / \text{Deposit}$)

【公式】

修正后的实际公式：

$$\text{银行存款变动} = \left[\frac{1}{\text{准备率} + C} \right] \times \text{初始操作导致的准备金变化}$$

由于 C 的存在和超额准备金的留存，实际存款变动比理想假设小得多。

41.6 拓展：中国央行的频繁操作与泰勒规则

补充注释

现象观察：PBOC 在 2006–2008 年、2009 年上调了 11 次准备金率（极为频繁）！
背后猜想：

- 其它工具失效？面对巨额流动性，常规干预力不从心
- 缺乏别的有效工具？公开市场缺乏深度，央票成本太高
- 中国国情决定相对可控：Cash 系数 C 更可预测
- 利率传导机制不够市场化，忌惮频繁动用基准利率

⇒ 引申出著名的 Taylor's Rule（泰勒规则）！

补充注释

泰勒规则（Taylor Rule）简介：由斯坦福大学教授 John Taylor 于 1993 年提出，是货币政策制定的经典基准公式：

$$i = r^* + \pi + 0.5(\pi - \pi^*) + 0.5(y - y^*)$$

其中 i 为名义联邦基金利率， r^* 为均衡真实利率， π 为通胀率， π^* 为目标通胀率， y 为实际产出， y^* 为潜在产出。核心思想：当通胀高于目标或经济过热时，央行应加息超过通胀率（即提高真实利率）。这一简单规则在相当长的时间内较好地拟合了美联储的实际政策路径。

42 货币政策的目标、传导与历史演变

42.1 货币政策的四大目标

1. 充分就业、经济增长

2. 物价稳定
3. 利率稳定、金融市场稳定
4. 外汇市场稳定

！ 警示

目标之间的矛盾（Dilemma）：

- 增长 vs. 物价：刺激经济增长极易引发通货膨胀
- 汇率 vs. 利率：国内加息会引致外资流入推高汇率

”按下葫芦浮起瓢”。

42.2 货币政策的传导机制



42.3 政策制定的复杂性

格林斯潘的著名比喻——”Party 的比喻”：

在经济派对最狂热、大家最开心的时候，央行必须要出面把酒碗端走（收紧货币政策）。这注定是一个 **Tough Decision**（艰难的决定），且常常不受市场欢迎。

（Paul Volcker 时期与尼克松等总统的矛盾，体现了坚持长远经济稳定与政客追求短期选举繁荣之间的深刻博弈。）

42.4 政策目标的演变史：保量还是保价？

美联储的操作目标在历史上经历了多次大摇摆，核心分歧在于：控制数量（Q：准备金/货币总量）还是控制价格（P：利率）？

时期	锚定目标	方向
1970 – 1979.10	Fed Fund Rate（联邦基金利率）	盯住 P：价格
1979.10 – 1982.10	Non-Borrowed Reserve（非借入准备金）	盯住 Q：数量
1983.10 – 1993.7	Borrowed Reserve（借入准备金）	盯住 Q：数量
1993.7 – 至今	Fed Fund Rate（联邦基金利率）	重回盯住 P：价格

补充注释

宏观历史循环规律：利率 → 量 → 利率 → ？

货币政策的抓手总是在价格与数量的钟摆中寻找当下的最优解。

公式注解：Total Reserve（总准备金）– 贴现窗借出的 R = Non-Borrowed Reserve（非借入准备金）。

43 央行独立性的争议

43.1 反对央行独立的理由（Cons）

1. 反民主/技术官僚统治：货币政策由一群不对任何人负责的精英”操控”
2. 政策协同性差：货币政策与财政政策配合差（各管各的，甚至相互对冲）
3. 利益局限：过于独立可能导致央行追求自身狭隘利益

全球主要央行独立性对比：

- 最独立：ECB（欧洲中央银行）
- 最不独立：Bank of England（英国央行）

43.2 支持央行独立的理由（Pros）

核心要点

核心实证依据：独立性与通胀成反比。

Alesina and Summers (1993) 经典研究：央行独立性高的国家，产出波动并不差于独立性低的国家，但却能有效控制通胀。

1. 避免政治压力导致通胀：政客往往“重经济、轻通胀”
 - 政治经济周期（Political Cycle）：选前扩张刺激经济，选后收缩
 - 任期短，短视 $\Rightarrow$ 缺乏长期连贯性
2. 避免财政赤字融资恶化通胀：独立央行能拒绝无底线为政府赤字“印钱买单”
3. 专业知识（Professionalism）：货币政策高度复杂，需要专业人士客观决策
4. 政府的委托代理无效：纯政府机构容易产生委托代理问题 $\Rightarrow$ Fed 采用“半官半私”结构平衡利益与效率

44 危机时期央行的政策创新（Bernanke 时期）

当传统降息手段失效（利率 $r \downarrow \Rightarrow 0\%$ ），美联储打破常规，创造了一系列史无前例的流动性支持工具：

44.1 1. Term Auction Facility（TAF，定期拍卖工具）

- 推出时间：2007.12.12（期限通常为 3 个月）
- 跨国联动：与加、欧、英、瑞士等多国央行联合行动
- 运作机制：通过拍卖分配资金 $\Leftrightarrow$ 实质为抵押贷款（Collateralized Loans）
- 操作方式：Fed 设立专款（如 \$80 billion），定向投放给 Charter Banks，允许银行使用 Mortgage 作为抵押品换取资金

44.2 2. Term Securities Loan Facility（TSLF，定期证券借贷工具）

- 推出时间：2008.3.11
- 规模：\$200 billion
- 运作机制：核心是 Swap（互换）操作——允许机构用手中丧失流动性的抵押支持证券（Mortgage）换取美联储手中高流动性的国库券（T-Bill）

44.3 3. Primary Dealers Credit Facility（PDCF，一级交易商信用工具）

- 推出时间：2008.3.14

- **突破性创新**：救助对象首次扩大到非传统商业银行（Not Banks）
- **运作机制**：史无前例地向 Primary Dealers（一级交易商）开放贴现窗口，提供抵押贷款
- **实质结果**：允许 Brokers and Dealers 将 T-Securities 出售或抵押，直接获取美联储的救命资金

45 量控与价控的权衡（Trade-off）

核心要点

在实施货币政策时，央行必须在”控制货币数量”和”控制利率（价格）”之间做出取舍。

	Target 量（锚定 M_S ）	Target 利率（锚定 i ）
图解	M_S 垂直固定	目标利率 i^* 保持水平
M_D 变动时	均衡利率 i 产生巨大波动	央行调整 M_S 左右平移， i 稳定
结论	i 波动很大	i 波动低/维持稳定

补充注释

目前的权衡选择：现阶段美联储选择锚定 Fed Fund Rate，并在每次 FOMC Meeting 后向市场公布。

Fed Watcher（美联储观察家）：专门研究和预测联储动向的人（”6 位教授的观察家”），预测 Fed 什么时候加息、什么时候减息。

45.1 央行实际操作与汇率

► 例题

案例逻辑推演：US 利率 $\downarrow \Rightarrow$ 在 OMO 上买美元、卖欧元 $\Rightarrow$ 美元汇率 $\uparrow \Rightarrow$ 惹怒欧元区。

对比中国央行的被动操作：在结售汇制度下，PBOC 被动卖出 RMB（印钞）、买入外资流入的美元 $\Rightarrow$ 国内货币供给量 M 持续上升 $\Rightarrow$ 形成长期通胀偏向。

附录：核心术语速查表

缩写/术语	全称与解释
FI	Financial Institution, 金融机构
IPO	Initial Public Offering, 首次公开募股
SEO	Seasoned Equity Offering, 增发/配股
SEC	Securities and Exchange Commission, 美国证券交易委员会
OTC	Over The Counter, 场外交易市场
NYSE	New York Stock Exchange, 纽约证券交易所
NASDAQ	National Association of Securities Dealers Automated Quotations, 纳斯达克
CBOT	Chicago Board of Trade, 芝加哥期货交易所
CME	Chicago Mercantile Exchange, 芝加哥商品交易所
T-Bill	Treasury Bill, 国库券（货币市场工具）
Repo	Repurchase Agreement, 回购协议
CD	Certificate of Deposit, 大额可转让定期存单
CP	Commercial Paper, 商业票据
SPV / SIV	Special Purpose Vehicle / Structured Investment Vehicle, 特殊目的实体/结构性投资工具
PVIF	Present Value Interest Factor, 复利现值系数
FVIF	Future Value Interest Factor, 复利终值系数
PVIFA	Present Value Interest Factor of Annuity, 年金现值系数
FVIFA	Future Value Interest Factor of Annuity, 年金终值系数

缩写/术语	全称与解释
EAR	Effective Annual Return, 有效年利率
YTM	Yield to Maturity, 到期收益率
DRP	Default Risk Premium, 违约风险溢价
UET	Unbiased Expectation Theory, 无偏预期理论
LPT	Liquidity Premium Theory, 流动性溢价理论
D	Duration, 久期
MD	Modified Duration, 修正久期
Fed / FRS	Federal Reserve System, 美联储
FRB	Federal Reserve Bank, 联邦储备银行
FOMC	Federal Open Market Committee, 联邦公开市场委员会
OMO	Open Market Operations, 公开市场操作
TAF	Term Auction Facility, 定期拍卖工具
TSLF	Term Securities Loan Facility, 定期证券借贷工具
PDCF	Primary Dealers Credit Facility, 一级交易商信用工具
FDIC	Federal Deposit Insurance Corporation, 联邦存款保险公司
BIS	Bank for International Settlements, 国际清算银行
ECB	European Central Bank, 欧洲中央银行
PBOC	People's Bank of China, 中国人民银行