

6. Fixed income

Learning Module 1: The term structure and interest rate dynamics

Learning Module 2: The arbitrage-free valuation framework

Learning Module 3: Valuation and analysis of bonds with embedded options

Learning Module 4: Credit analysis models

Learning Module 5: Credit default swaps

▼ Learning Module 1: The term structure and interest rate dynamics

1. 收益率与利差

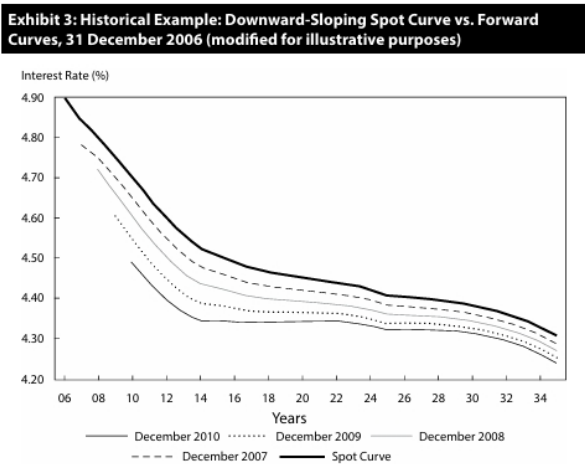
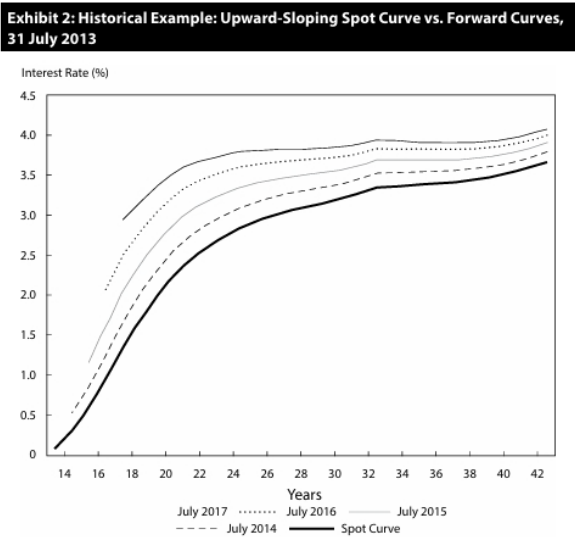
1) 即期利率与远期利率

- 即期利率 spot rate $s(j)$
 - 例：两年期即期利率为 2%，那么现在的1元钱两年后价值为 1.02^2
 - 折现因子 discount factor $P(j) = \frac{1}{[1+s(j)]^j}$
- 远期利率 forward rate $f(j, k)$
 - 本金为以单位货币的远期合约价格 $F(j, k) = \frac{1}{[1+f(j, k)]^T}$
- 远期利率模型

$$P(j, k) = P(j)F(j, k)$$

$$[1 + s(j + k)]^{j+k} = [1 + s(j)]^j [1 + f(j, k)]^k$$

- 即期利率曲线与远期利率曲线



即期利率曲线向下倾斜

即期利率曲线向上倾斜

2) 各种形式的收益率

- 到期收益率 yield to maturity, YTM：债券现金流的内部收益率 IRR
 - 对于零息债券，其 YTM 就是即期利率
 - 对于付息债券，如果即期利率曲线不是水平的，那么YTM与即期利率就是不同的
 - YTM 为即期利率的加权平均

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{PMT_t}{(1 + YTM)^t} + \frac{F}{(1 + YTM)^n}$$

- 上面公式隐含了三条假设：
 1. 投资者计划将债券持有到期
 2. 债券发行方按期并足额支付票息与本金
 3. 债券投资者的再投资收益率为 YTM
- 预期收益率与实际收益率

- 脱靴法 bootstrapping
 - 平价利率 par rate：给定当前的利率环境时，使得债券可以按照平价交易的票息率
 - 互换利率曲线 swap rate curve
 - 互换利率反映了商业银行而非政府的信用风险
 - 互换利率不受政府监管，因而更便于不同国家之间的比较
 - 由于互换市场庞大，不同到期期限均有对应的互换利率'
- 因此某些投资机构使用的折现率参考互换利率而非国债的即期利率曲线

3) 各种形式的利差

- 互换利差 swap spread = 互换利率 - 政府债券利率
- Z-spread：反映公司所特有的信用风险与流动性风险

$$Price = \frac{CF_1}{1 + s_1 + Z} + \frac{CF_2}{(1 + s_2 + Z)^2} + \cdots + \frac{CF_n}{(1 + s_n + Z)^n}$$

- TED spread：反映整体经济信用风险和流动性风险
 - T-bill 与 MRR 之间的利差
- MRR-OIS spread：反映货币市场信用风险与流动性风险
 - OIS：overnight index swap rate

2. 利率期限结构的传统理论

1) 完全预期理论 pure expectation theory：

- 定义：也叫做无偏预期理论，认为远期利率是对未来即期利率的无偏估计
- 特征：
 - 对于投资者而言，不同期限的债券是完全可相互替代的
 - 完全预期理论是与风险中性的偏好相符的
- 结论：
 - 如果收益率曲线向上倾斜，那么短期利率预期将上升
 - 反之下降

2) 局部预期理论 local expectation theory

- 定义：风险中性的假设条件仅在短期成立，因此完全预期理论得到的结论尽在短期内成立
- 实际上局部预期理论通常也不成立，持有期短的长期债券所获得的收益率通常高于相同期限的短期债券

3) 流动偏好理论 liquidity preference theory

- 定义：长期债券必须补偿投资者流动性溢价，远期利率 = 预期即期利率 + 流动性溢价，其中流动性溢价随着期限的上升而上升

4) 市场分割理论 segmented markets theory

- 定义：债券市场可根据期限细分为不同的市场，每个分割市场是相互独立的
- 特征：
 - 市场分割理论符合资产负债管理的基本思想，由于采用资产负债管理，金融机构对于特定期限的债券有特定的需求
 - 收益率并没有反映流动性溢价或者预期的未来即期利率

5) 期限有限理论 preferred habitat theory

- 承认不同期限债券所处的市场不是完全分割的，只要溢价足够大，投资者是会偏离其原有的习惯或是对期限的偏好的

3. 债券组合的主动管理

- 主动管理下的收益率
 - 完全预期理论不成立下的主动管理：如果未来即期利率与隐含的远期利率不等，则不同期限的债券持有相同时期所获得收益不同。具体而言，如果未来的即期利率小于远期利率，则未来债券的卖出价格将更高，收益

率将更高，债券被认为是低估的

- 骑乘收益率曲线 riding the yield curve：当收益率曲线向上倾斜且收益率曲线不发生变化时（即水平与形状不随着时间的推移而改变），那么购买到期期限大于投资期限的债券所获得的全部收益率 total return 是高于购买到期期限与投资期相匹配的债券的全部收益率的。
- 主动管理下的风险
 - 收益率久期 yield duration：度量债券价格对YTM变动的敏感度
 - 麦考利久期 Macaulay duration：度量未来现金流的加权平均回流时间
 - 修正久期 modified duration：麦考利久期除以 1+r，其中 r 是期间收益率
 - 美元久期 money duration：修正久期乘以债券全价
 - 曲线久期 curve duration：度量债券价格对基准收益率曲线变动的敏感度
 - 由于债券含权等原因导致未来现金流不确定，以致无法得出确定的YTM，则必须使用曲线久期
 - 有效久期 effective duration：收益率曲线平行移动时，度量收益率曲线微小平行移动时债券价格的变动

$$\text{EffDur} = \frac{P_- - P_+}{2 \times (\Delta\text{Curve}) \times P_0}$$

- 关键利率久期 key rate duration：收益率曲线是非平行移动（收益率曲线形状变化）时，度量收益率曲线在特定一点 specific maturity segment 上的微笑变动导致债券价格的变动
- 水平 Level，斜率 Steepness，曲度 Curvature

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -D_L \Delta X_L - D_S \Delta X_S - D_C \Delta X_C$$

- 波动率的期限结构：一般短期利率的波动率高于长期利率的波动率
 - 影响债券价格变动程度的因素有两个：久期和利率波动
 - 短期利率受货币政策不确定性影响较大，长期利率受实体经济以及通货膨胀不确定性影响较大
- 利用宏观经济变量发展利率观点：
 - 期限溢价 = 长期利率与短期利率的利差
 - 影响债券价值和要求回报率的宏观经济因素：通胀率、经济增长、货币政策、财政政策等

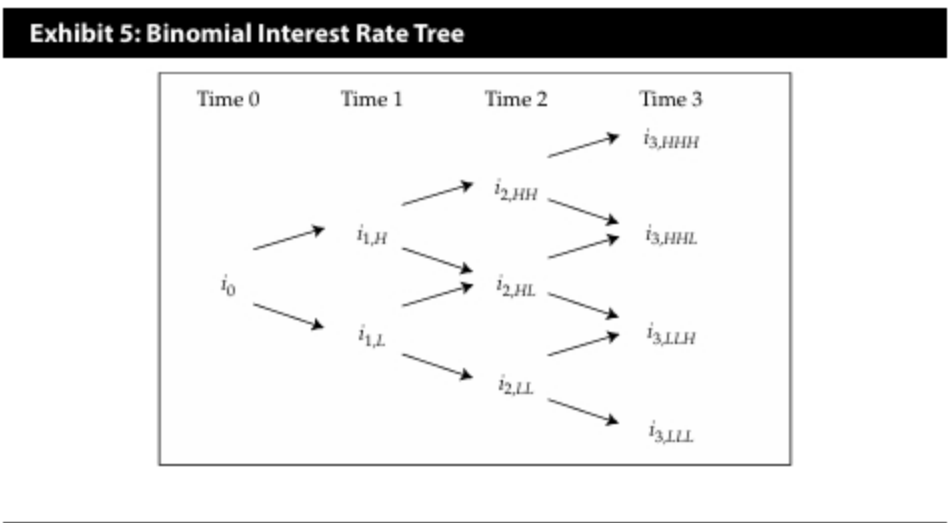
	短期利率	长期利率	货币政策	特殊情况
熊平 bearish flattening	上升更多	上升	经济过热时，提高基准利率来控制通胀	
熊陡 bearish steepening	上升	上升更多		
牛平 bullish flattening	下降	下降更多		安全投资转移 flight to quality：市场不确定性增加时，投资者为了避险，抛售风险资产转而购买无风险资产
牛陡 bearish steepening	下降更多	下降	市场衰退时，降低基准利率来刺激经济	

▼ Learning Module 2: The arbitrage-free valuation framework

1. 利用无风险套利原理对不含权债券定价（无风险套利无法对含权债券定价）
 - 价值累加 value additivity 套利机会
 - 当资产整体价值与将其分拆后的价值总和不等时，存在套利机会。价值累加的套利机会最常见的情况就是剥离 stripping，即将带息债券分拆为一组零息债券
 - 重组 reconstitution 进行套利：如果带息债券的价值大于分拆的零息债券总和，购买分拆的零息债券并重组为带息债券后卖出
 - 占优 dominance 套利机会
 - 如果某一金融资产在未来可获得无风险收益，那么其价格一定为正数

2. 利用二叉树模型对不含权债券定价

- 定义：在任何一个时间节点，利率在下一时间点的取值仅有两种可能，上升或下降，且概率相同。（因为利率具有均值复归的特性）
- 同一时期相邻节点之间相差 $e^{2\sigma}$ 倍，例如 $i_{1,H} = i_{1,L}e^{2\sigma}$



- 逆向归纳定价法 Backward induction valuation
 - 每一个节点，债券的价值是后一期债券两个可能价值现值的加权平均，其折现率即为在该节点的远期利率
 - 只有逆向归纳定价法能够对含权债券定价
- 顺向定价法 Pathwise valuation
 - 计算每一条利率可能路径的现值，然后将这些现值取平均值作为债权的估值
 - 对于 n 期二叉树而言，一共存在 2^{n-1} 条路径。注意上面截图中的二叉树是 4 期（不是 3 期）

3. 远期利率的蒙特卡洛模拟

- 有些含权债券的现金流存在路径依赖 path dependency，对于这类含权债券，利率二叉树不适用，需要使用蒙特卡洛模拟法

• 债券估值方法总结

普通债券 straight bond	现金流折现法
可赎回债券、可回售债券（现金流不确定且其价格与 t 时刻的利率有关）	利率二叉树法并利用OAS对利率进行调整
资产证券化债券（其提前偿付速度与 t 时刻利率有关，且有路径依赖）	蒙特卡洛模拟法

4. 利率期限模型 Term structure models

- 均衡期限模型 Equilibrium term structure models
 - 基本思想：描述影响利率动态变化的基本经济变量，通过单因子或多因子模型进行估计
 - Cox-Ingersoll-Ross model（CIR 模型）

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

- dr：短期利率的微小变动
- dz：随机游走的微小移动
- b：短期利率的长期均值
- r：短期利率
- $a > 0$ ：利率均值复归的速度
- σ ：利率的波动率
- \sqrt{r} 保证了利率不为负数，且资产利率越高意味着波动率越大
- Vasicek 模型

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

- 缺点：不能保证利率不为负数，且利率的波动率随着时间的推移不会发生变化
- 无套利模型 Arbitrage-Free models
 - Ho-Lee 模型

$$dr_t = \theta dt + \sigma dZ$$

- Kalotay-Williams-Fabozzi 模型（KWF 模型）

$$d\ln(r_t) = \theta dt + \sigma dZ$$

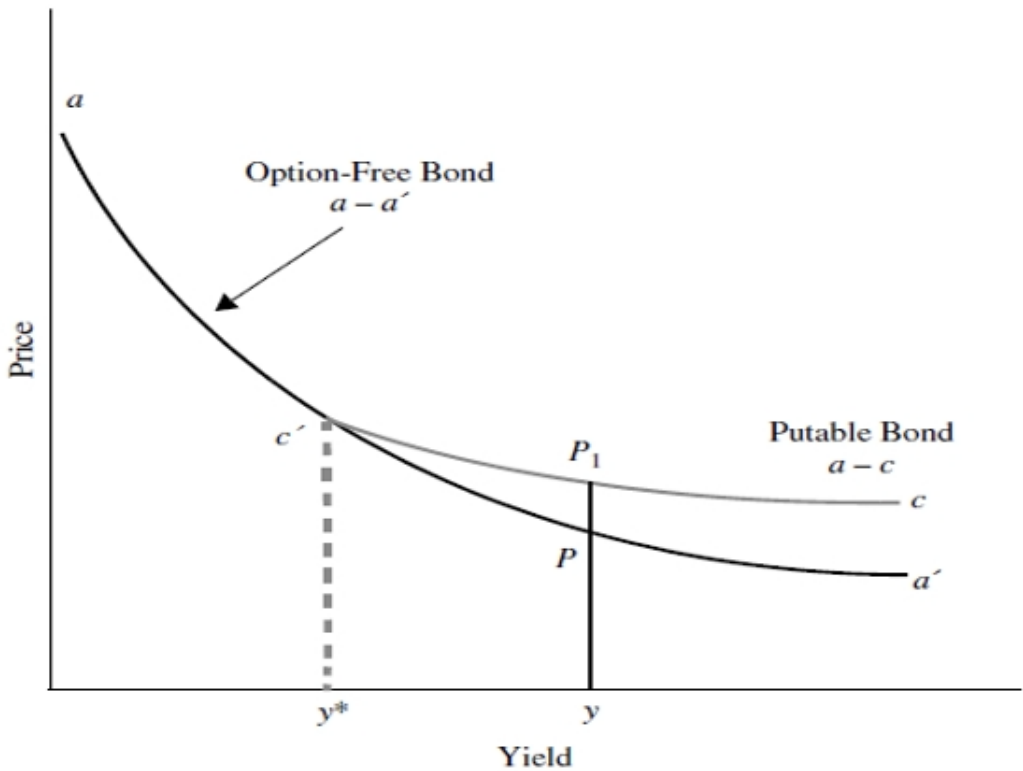
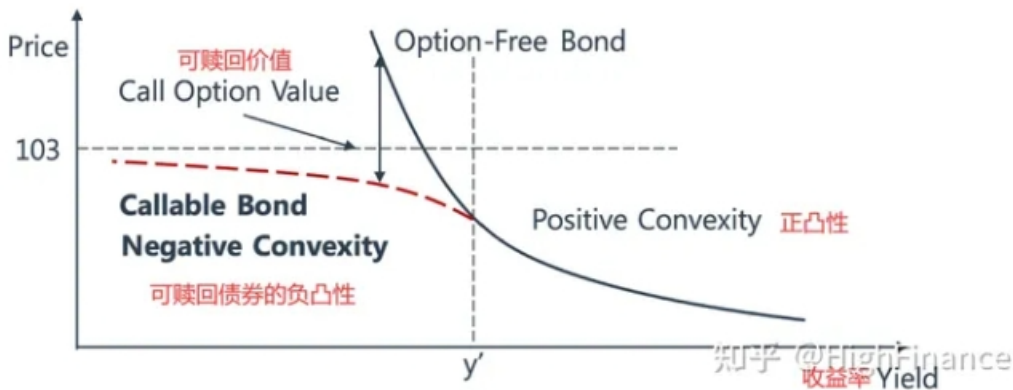
▼ Learning Module 3: Valuation and analysis of bonds with embedded options

1. 含权债券的估值

1) 基本概念

- 可赎回债券和可回售债券

	可赎回债券 callable bonds	可回售债券 putable bonds
所含期权权利归属	债券发行人	债券持有人
行权条件	利率下降	利率上升
债券价值	$V_{\text{callable}} = V_{\text{straight}} - V_{\text{call}}$	$V_{\text{putable}} = V_{\text{straight}} + V_{\text{put}}$



- 可延长债券 Extendible bonds
 - 债券持有者可以在债券到期时选择是否延长债券期限
- 遗产看跌债券 Estate put bonds
 - 债券持有人的继承人在债券持有人去世后选择是否将该债券回售给债券发行方的权利
- 偿债基金债券 Sinking fund bonds
 - 在债券到期之前，债券发行人按照合约约定定期提前赎回一部分债券

2) 含权债券价值的影响因素

	特点	可赎回债券	可回售债券
利率波动率变化	1. 仅影响含权债券，不影响不含权债券价值 2. 波动率上升，不论看涨期权还是看跌期权的价值均上升	波动率上升，价值下降	波动率上升，价值上升
收益率曲线水平		利率下降，价格上升速度低于不含权债券，对于投资者而言潜在上升空间有限	利率上升，价格下降速度低于不含权债券
收益率曲线形状	收益率曲线形状由向上倾斜变为平坦或者变为向下倾斜时（远期利率下降），债券部分价格不变，看涨期权上升，看跌期权价值下降	收益率曲线形状由向上倾斜变为平坦或者变为向下倾斜时，价值下降	收益率曲线形状由向上倾斜变为平坦或者变为向下倾斜时，价值上升

3) 含权债券的估值

- 二叉树模型
 - 由于债券未来现金流的不确定性，故含权债券只能用利率二叉树逆向归纳法估计
 - 含权债券在每个节点都需要判断是否行权
 - 对于可赎回债券，每个节点的价值为选择执行价格和不行权债券价格两者中较低的；对于可回售债券，每个节点的价值为选择执行价格和不行权债券价格两者中较高的。
- 风险溢价下含权债券的估值
 - 前面的利率二叉树进适合对无违约风险的债券进行定价。对于存在风险的债券而言，需要在每个节点的远期利率加上 OAS，才能使得二叉树模型得到的价格恰好为市场上的价格
 - Z-spread：包含了信用风险溢价、流动性风险溢价以及含权的溢价

$$P_{\text{Market}} = \frac{C}{(1 + S_1 + Z)^2} + \frac{C}{(1 + S_2 + Z)^2} + \cdots + \frac{C + Par}{(1 + S_n + Z)^2}$$

- OAS（option adjusted spread）：
 - 如果相比于基准债券，某债券的 OAS 更低，则该债券的价格有可能被高估；反之可能被低估

	可赎回债券	可售回债券
OAS	Z-spread - option value（%）	Z-spread + option value（%）
利率波动率上升	OAS将下降	OAS将上升

2. 含权债券的利率风险

久期分为收益率久期（麦考利久期、修正久期和美元久期）和曲线久期（有效久期）。对于含权债券而言，由于债券含权导致未来现金流不确定，因此不适用于收益率久期，必须使用曲线久期或关键利率久期度量其利率风险。

1) 有效久期 Effective Duration

- 定义：债券价格对基准收益率曲线微小平行移动的敏感度。常选用government par curve国债平价收益率曲线作为基准收益率曲线，并假设风险债券的信用风险溢价不变。
- 公式：Effective duration = $\frac{PV_- - PV_+}{2 \times \Delta \text{Curve} \times PV_0}$
- 计算步骤：
 - 根据市场价格 PV_0 计算基准收益率曲线隐含的OAS
 - 向下移动基准收益率曲线 ΔCurve 单位，由此形成新的利率二叉树，随后利用步骤一中计算出来的 OAS 计算出 PV_- ；同理，计算向上移动的 PV_+
 - 代入公式
- 影响因素：
 - 是否含权：含权债券的有效久期不大于对应的不含权债券（例如可赎回债券的有效久期一般不大于对应的不含权债券）
 - 利率：对于价格接近行权价格的可赎回债券，利率下降时，久期会下降；对价格接近行权价格的可回售债券，利率上升时，久期会下降
- 单边久期 One-Sided Duration
 - 对于含权债券而言，债券价格对利率的敏感性存在着不对称性，因此必须区别对待收益率曲线向上移动和向下移动

- one-sided up duration 单边向上久期：度量利率上涨时的敏感性

$$\text{One-sided up duration} = \frac{PV_0 - PV_+}{\Delta \text{Curve} \times PV_0}$$

- one-sided down duration 单边向下久期：度量利率下降时的敏感性

$$\text{One-sided down duration} = \frac{PV_- - PV_0}{\Delta \text{Curve} \times PV_0}$$

2) 关键利率久期 Key Rate Duration/Partial Duration

- 定义：某一特定期限上的基准收益率曲线变化对债券价格变化的敏感程度，换言之，反映收益率曲线非平行移动带来的影响，可以识别利率曲线形状变动带来的风险 shaping risk

3) 有效凸度 Effective Convexity

- 度量久期对利率的敏感度

$$\text{Effective convexity} = \frac{PV_- + PV_+ - 2 \times PV_0}{(\Delta \text{Curve})^2 \times PV_0}$$

- 对于不含权债券，凸度越大越好，凸度为正，意味着利率下降时债券价格上升的程度 > 利率上涨时债券价格下跌的程度。
- 对于含权债券
 - 可赎回债券：利率较高时正凸度；利率较低时负凸度
 - 可回售债券：有效凸度始终为正数。

3. 含有利率上限或下限的浮动票息债券的估值

1) 相关概念：浮动票息率 Coupon rate = 市场参考利率 MRR + 报价利差 Quoted margin

2) 浮动票息债券的类型

- 封顶浮动票息债券 capped floating-rate bond：
 - 发行时规定浮动票息率存在利率上限 cap；利率上限被看做发行方的期权
 - $V(\text{capped floater}) = V(\text{straight floater}) - V(\text{cap})$
- 保底浮动票息债券 floored floating-rate bond：
 - 规定利率下限 floor；利率下限被看作投资者的期权
 - $V(\text{floored floater}) = V(\text{straight floater}) + V(\text{floor})$

3) 估值

- 二叉树法
 - 在使用利率二叉树逆向归纳法估值时，在每个节点node都需要判断利率上限或下限是否被触发
 - 如果被触发，则需要对现金流做出调整
 - 利率上限，每期在 cap 和折现率中选择较低的作为票息率
 - 利率下限，每期在 floor 和折现率中选择较高的作为票息率

4. 可转债 Convertible bonds

1) 基本概念

- 转换比率 Conversion ratio
 - 如果债券持有人将债券转换为普通股，可转换为股票的数量为多少
 - 转换价格 Conversion price = 债券发行价格 Issue price / 转化比率 Conversion ratio
- 转换价值 Conversion value
 - 如果将可转债转化为股票后，股票总共的价值
 - 转换价值 = 普通股市场价格 Market share price * 转换比率 Conversion ratio
- 纯粹价值 Straight value
 - 可转债不转换为股票的情况下，债券的价值

- 可转债的最小价值
 - 纯粹价值与转换价值中的较大值
- 市场转换价格 market conversion price
 - 如果投资者当即购买可转债并将其转换为股票，每股实际支付的价格
 - 市场转换价格 = 可转债价格 Convertible bond market price / 转换比率
 - 每股市场转换溢价 Market conversion premium per share = 市场转换价格 - 每股市场价格 Market share price
 - 市场转换溢价比率 Market conversion premium ratio = 每股市场转换溢价 / 每股市场价格
- 分红阈值 threshold dividend：股票派发股息会影响股票价格，影响可转债的价值。如果股票派息金额小于阈值，则可以忽略其对可转债的影响；否则需要下调可转债的价值
- 控制权变更 Change of control：控制权变更也会影响到可转债的价值，一般1) 调低可转债的转换价格 2) 可以内嵌一个债券的回售期权

2) 可转债的等价估值与风险

- 可转债的等价估值 valuation equivalence
 - 可转债价值 = 债券价值 + 股票的看涨期权价值
 - 可赎回可转债价值 = 债券价值 + 股票看涨期权价值 - 债券看涨期权价值
 - 可回售可转债价值 = 债券价值 + 股票看涨期权价值 + 债券看跌期权价值
- 可转债的风险
 - 下行风险 Downside risk：可转债的价值肯定不低于纯粹价值，因此纯粹价值经常被作为度量下行风险的基准。
纯粹价值溢价 = 可转债价格/纯粹价格 - 1
 - 潜在上涨空间 upside potential：无上限
- 可转债的收益风险特征
 - 当可转债标的股票的价格远低于转换价格时，投资者行权概率低，可转债主要呈现债券的风险收益特征。股价波动大于可转债价格的波动。
 - 当可转债标的股票的价格远高于转换价格时，行权概率高，可转债呈现出股票的风险收益特征。标的股价变动对可转债价格有明显影响。
 - 介于两者之间时，同时具有股票与债券的风险收益特征。

▼ Learning Module 4: Credit analysis models

1. 信用风险的度量

1) 信用利差 Credit spread

- 定义：含有信用风险债券的收益率与无违约风险债券的收益率之差（G-spread）
- 信用利差不仅包含了信用风险，还包含了流动性风险

2) 信用估值调整

- 敞口 exposure：金融活动中存在金融风险的头寸以及受金融风险影响的程度
- 违约概率 probability of default, POD
 - 定义：债券到期前出现违约的概率 $P(D_t|N_{t-1})$
 - 风险率 hazard rate：债券恰好在 t 时刻违约的概率 $P(D_t|N_{t-1})$
 - 生存概率 probability of survival, POS： $=(1 - \text{风险率})^n = P(N_t)$
 - 实际违约概率：通过历史数据得出来的真实发生的违约概率
 - 风险中性下的违约概率：使得加权后债券价值等于价格的违约概率
- 违约损失率
 - 定义：债券出现损失后，投资者在本金和票息上相应损失的比例
 - 违约损失率 (%) = 100 % - 回收率 (%)
- 信用估值调整 credit valuation adjustment, CVA

- 定义：预期信用损失的现值
- 例题 31.1 （Page 541）

3) 信用评分与信用评级

- 信用评分 credit scoring：对借款人的信用进行打分。例如 FICO
 - 信用评分是对借款人信用风险的序数排序 ordinal ranking，而非基数排序 cardinal ranking，分数本身不能说明信用差距
 - 信用评分没有随着经济环境的改变而动态调整
 - 信用评分不能反映借款人在所有借款人中所处的位置（分位数）（可能会有很多同分的）
- 信用评级 credit rating
 - 信用评级是对政府、公司、类政府机构以及资产支持证券（ABS）的信用风险进行排序
 - 常见的三大信用评级机构：
 - 标准普尔 S&P，投资级 BBB- 及以上
 - 穆迪 Moody，投资级 Baa3 及以上
 - 惠普 Fitch，投资级 BBB- 及以上
 - 优点
 - 将复杂的借款人信息归结为了一个简单的评级，直观方便
 - 经济周期中信用评级的结果较为稳定，有利于减少债券市场价格的波动性
 - 缺点
 - 对债券违约概率变动的敏感性不高
 - 信用评级的结果不随经济周期变动，但实证数据表明债券的违约概率是随经济周期变动的
 - 评级机构实际上是依靠债券发行方为评级付费而盈利的，存在委托代理问题，即利益冲突
 - 信用评级迁移带来的期望收益
 - 信用评级下降会导致债券被抛售从而使得债券价格下跌 — 信用相关风险
 - 信用评级会对应一个特定的信用利差，因此可以根据评级变化得知信用利差变化程度
 - 根据长期历史状况，可以得知一年内某个特定评级变成另外一个评级的概率 — 信用评级迁移矩阵

2. 信用分析模型

1) 结构模型

- 模型假设：基于公司资产负债表，利用了期权定价理论，可以用期权定价的BSM模型进行估值
- 模型思想：持有公司的股票实际上相当于持有了该公司资产A的欧式看涨期权
 - 看涨期权的标的资产为公司资产 A，行权价格为 K（公司零息债券的面值），行权到期日为 T
 - 到期时，如果 $A > K$ ，则行权，看涨期权与股票的价值为 $A - K$
 - 到期时，如果 $A < K$ ，不行权，看涨期权与股票的价值均为 0
- 持有公司的债务相当于拥有一个收益为无风险利率债券的多头头寸（面值为 K），同时卖出公司资产 A 的欧式看跌期权
 - $V(\text{risky debt}) = V(\text{risk-free debt}) - V(\text{put option})$
 - 到期时，如果 $A > K$ ，不行权，看跌期权价值为 0，债券价值为 K，资产总价值为 K
 - 到期时，如果 $A < K$ ，则行权，看跌期权卖方收益为 $A - K$ ，债券价值为 K，资产总价值为 A

$$D_t = A_t N(-d_1) + K e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{A_t}{K}) + r(T-t) + \frac{1}{2}\sigma^2(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

- 优点：理论上简单易懂。缺点：实务中难以获取模型所需的详细数据。

2) 简约式模型 reduced form models

- 模型假设：基于违约概率与违约损失率
- 模型定义：(K经过违约概率调整)

$$D_t = E\left[\frac{K}{\prod(1 + r_i)}\right]$$

- 优点：
 - 输入变量都是可观测的
 - 允许信用风险随经济周期而变动
 - 不需要对公司的资产负债表做特定假设
- 缺点：不能接是违约发生的原因

3) 风险模型的比较

- 信用评级：直观简单，但滞后于市场情况的变化
- 结构模型：对公司财务报表的假设过于单一，并认为无风险利率等因素不随时间改变
- 简约模型：认为不同市场化情境下违约概率以及违约损失率不尽相同，更好刻画了不同市场环境下的信用风险；放宽了对公司财务结构的假设，更具灵活性；只有简约模型才能反映经济周期对于违约率的影响

4) 证券化债务与公司债务

- ABS 本身不会出现违约，但资产池中的部分债务违约会导致出现损失。度量ABS的信用风险时，采用损失的概率分布来度量

3. 对风险债券估值

- 对普通债权：将现金流用合适的折现率折现。其中折现率包括无风险利率和信用利差两部分
- 对含权债券：用信用利差调整二叉树，使用二叉树模型进行估值
- 还有一种估值方法：
 - 确定出和目标债券拥有相同现金流但不含有信用风险的债券价值，记为 value assuming no default VND
 - 计算含有风险债券所对应的信用估值调整额 CVA
 - VND - CVA 得到风险债券的价值

▼ Learning Module 5: Credit default swaps

1. 信用违约互换的基本概念

- CDS 是一份合约，标的物为借款方的信用质量。信用风险保护卖方将在事先约定的风险事件发生时给予买方相应的补偿
- 名义本金 notional amount: CDS 合约约定的风险保护金额
- CDS spread: CDS利差是买方每期支付给卖方的合理保费，通常可参考MRR得出
- CDS coupon rate: 标准化的保费，ISDA 规定，投资级债券 CDS 保费为 1%，其他为 5%（实际支付的保费）
- 预付保费：CDS coupon rate 和 CDS spread 之间差额的现值。多退少补
- 信用风险事件：常见的有破产、不能按照合约按时足额支付利息或本金（但还没破产）、重构债券条款 restructuring
- 结算协议 settlement protocols
 - 实物结算 physical settlement：买方给卖方债券实物，卖方支付名义本金
 - 现金结算 cash settlement: 卖方支付现金，支付金额=支付比率 payout ratio*名义本金，其中支付比率 = 1 - 回收率 recovery rate
- 单一名称信用违约互换 single name CDS
 - 针对特定借款人（参考实体 reference entity）的CDS。参考实体的信用质量变动会影响CDS的价格。
 - 必须有条款约定合约的标的债权，这个条款叫做参考债务条款 reference obligation。合约条款覆盖与标的债券偿还级别等同以及更高级别的债券。

- 标的债券通常为优先级无担保债权 senior unsecured obligation
- CDS 的收益通常遵循“最便宜可交割”的原理 cheapest-to-deliver
- 指数 CDS (Index CDS)
 - 包含了一组借款人（债券发行人）。买方或卖方可以同时获得多个公司信用风险的头寸。一组发行人所占保额权重相等。
 - 借款人之间的收益率相关性或违约相关性决定了指数CDS出发信用风险事件概率

2. 信用违约互换的定价

- 定义
 - CDS 的定价是在给定 CDS 合约票息率的情况下，如何决定合理的 CDS spread 或预付保费
 - 买房支付的预付保费 $\approx (\text{CDS spread} - \text{CDS coupon rate}) \times \text{CDS 久期}$
 - 预付保费 = 100 - CDS 价格
- 定价影响因素
 - 违约概率越高，CDS spread 越高
 - 违约损失率越高，CDS spread 越高
 - 第 t 期预期损失 = 风险率 Hazard rate_t × Loss given default_t
- CDS 的利润
 - 利润率 % = spread 的变化量 * CDS 久期
 - 利润 = spread 的变化量 * CDS 久期 * 名义本金

3. 信用违约互换的运用

- 信用利差曲线 credit curve：信用利差 credit spread 的期限结构。向上倾斜的曲线意味着期限越长信用利差越大，也就是违约概率越大
- 管理信用风险敞口 managing credit exposure
 - 调整已有信用风险敞口：保护投资者所持债券的违约风险
 - 裸信用风险掉期 naked CDS：没有参考实体任何头寸的情况下，买卖信用保护
 - 多空交易：做多某个 CDS，做空另一个 CDS，利用对不同参考实体未来信用质量判断进行交易
 - 信用利差曲线交易：买入某个期限的 CDS，卖出另一期限的 CDS
- 估值差异 valuation disparity
 - 估值差异是指利用市场上信用风险定价差异获取收益
 - 基差交易 basis trade：发现credit spread 在债券市场上与CDS市场上的定价差异，如果债券市场信用利差大，叫做负基差 negative basis；如果CDS 市场信用利差大，叫做正基差 positive basis
 - 套利交易 arbitrage trade：低买高卖
 - CDS 指数的定价不等于其组成部分定价之和
 - 合成债务担保证券 synthetic CDO 与真实 CDO 定价不等。合成CDO = 无风险债券多头头寸 + 卖出 CDS