



## 第八讲 债券的价格与收益率

---



# 学习目标

- 基本要求：
  - ✓ 掌握：债券定价的基本原理与方法
  - ✓ 熟悉：债券的几种收益率
  - ✓ 了解：债券的特征与基本要素
- 重点难点：债券定价的基本原理与方法；债券的可实现复合收益率

# 债券的特征

- 债券是一种负债。发行人是债务人，持有者是债权人。
  - 是发行人和持有人之间的借贷契约。
  - 契约指定了票面利率、到期日、债券面值。





中华人民共和国凭证式国债收款凭证

中国工商银行

豫 IX9 00587880

购买日期	凭证	年度	期次	期限	年利率	到期日期	柜员号
2008/06/10	凭单	2008	03	5年	6.34%	2013/06/10	02

账号 337027527118091001 户名 李怀乾

金额 (大、小写) RMB 壹仟万元整 ¥ 10,000,000.00

第二联 收款人收执

还款日期	计息天数	年利率	利息	柜员号

出帐 记账 购买时: 复核 出帐

织梦内容管理系统 DEDECMS.COM





# 债券的特征

- 面值是**1000**美元， 这是到期时获得的本金。
- 票面利率决定了所需支付的利息。
  - 定期支付利息（每半年或一年支付一次）
  - 票面利率可以为**0**
  - 利息支付被称作“息票支付”



# 美国中长期国债

- 中期国债的期限是1~10年。
- 长期国债的期限是10~30年。
- 中期及长期国债均可直接从财政部购买。
- 最小可以100美元的面值购买，但1000美元更为普遍。
- 卖出价格为面值的100:08 =  $100 + 8/32$ ，即1002.50。



# 公司债券

- 可赎回债券（**callable bond**）在到期日之前可以被回购。
- 可转换债券（**convertible bond**）可以将所持债券转换成一定数量的公司普通股。
- 可回卖债券（**putable bond**）赋予了持有人收回本金或继续持有的选择权。
- 浮动利率债券（**floating-rate bonds**）的票面利息率是可调整的。



# 优先股

- 权益类
- 固定的收益

- 股利支付是永久性的。
- 不支付股息并不导致公司破产。
- 优先股股利支付优于普通股。
- 股息不能享受税收减免。





# 债券市场的创新

- 逆向浮动利率债券
- 资产支持债券
- 巨灾债券
- 指数债券
  - 通货膨胀保值国债 (**TIPS**)



# 债券定价

- 债券的市场价格等于其未来现金流的现值，现值的计算依赖于贴现率。
- 贴现率是债券持有人要求得到的收益率。

$$Bond\ Value = \sum_{t=1}^T \frac{Coupon}{(1+r)^t} + \frac{Par\ Value}{(1+r)^T}$$



# 债券定价

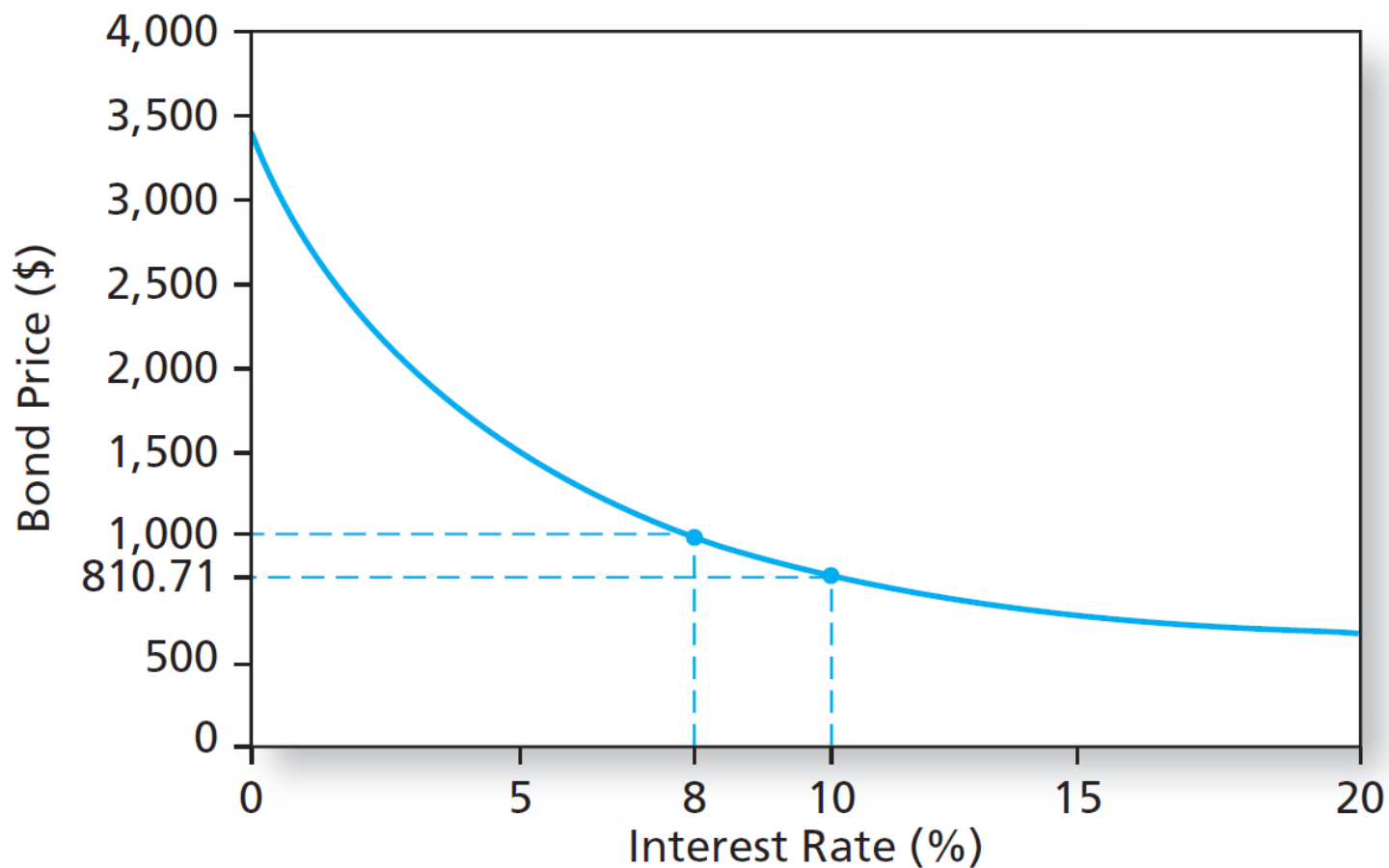
- 年金因子和折现因子的概念：

$$\begin{aligned} Price &= Coupon \times \frac{1}{r} \left[ 1 - \frac{1}{(1+r)^T} \right] + Par\ Value \times \frac{1}{(1+r)^T} \\ &= Coupon \times Annuity\ Factor(r, T) + Par\ Value \times PVFactor(r, T) \end{aligned}$$

- 例：30年期，8%利息率，每年2次付息的国债，市场利率分别等于8%、10%时，其价格分别是1000元，810.71元。

# 债券定价

- 债券价格与利率的反向关系：市场利率越高，债券的价格越低。



**Figure 14.3** The inverse relationship between bond prices and yields. Price of an 8% coupon bond with 30-year maturity making semiannual payments

# 债券定价

- 给定利息率，债券的期限越长，其价格对利率的敏感性越高。
- 久期：度量了债券对利率的敏感程度。

**Table 14.2**

Bond prices at different interest rates (8% coupon bond, coupons paid semiannually)


Time to Maturity	Bond Price at Given Market Interest Rate				
	2%	4%	6%	8%	10%
1 year	1,059.11	1,038.83	1,019.13	1,000.00	981.41
10 years	1,541.37	1,327.03	1,148.77	1,000.00	875.35
20 years	1,985.04	1,547.11	1,231.15	1,000.00	828.41
30 years	2,348.65	1,695.22	1,276.76	1,000.00	810.71



# 债券的交易报价

- 债券交易中报价不含累积的利息，称为净价。实际交收时买方支付的价格等于净价加上累积利息。

$$\textit{Invoice Price} = \textit{Flat Price} + \textit{Accrued Interest}$$



例：息票利率为**7%**的债券，半年付息一次，每年**1月15日**和**7月15日**支付利息。**1月30日**《华尔街日报》刊登了此债券的报价为**100:02**。则此债券的全价是多少？利息期为**182**天。



# 债券的收益率：到期收益率

- 到期收益率（Yield to Maturity, YTM）：使得债券的现金流的现值等于其价格的那个贴现率。
- 例：30年期，8%利息率，每年2次付息的国债，如果价格是1276.76，则它的到期收益率等于6.0%。

$$1276.76 = \sum_{t=1}^{60} \frac{40}{(1+r)^t} + \frac{1000}{(1+r)^{60}}$$

$r = 3.0\%$





# 债券的收益率：当期收益率

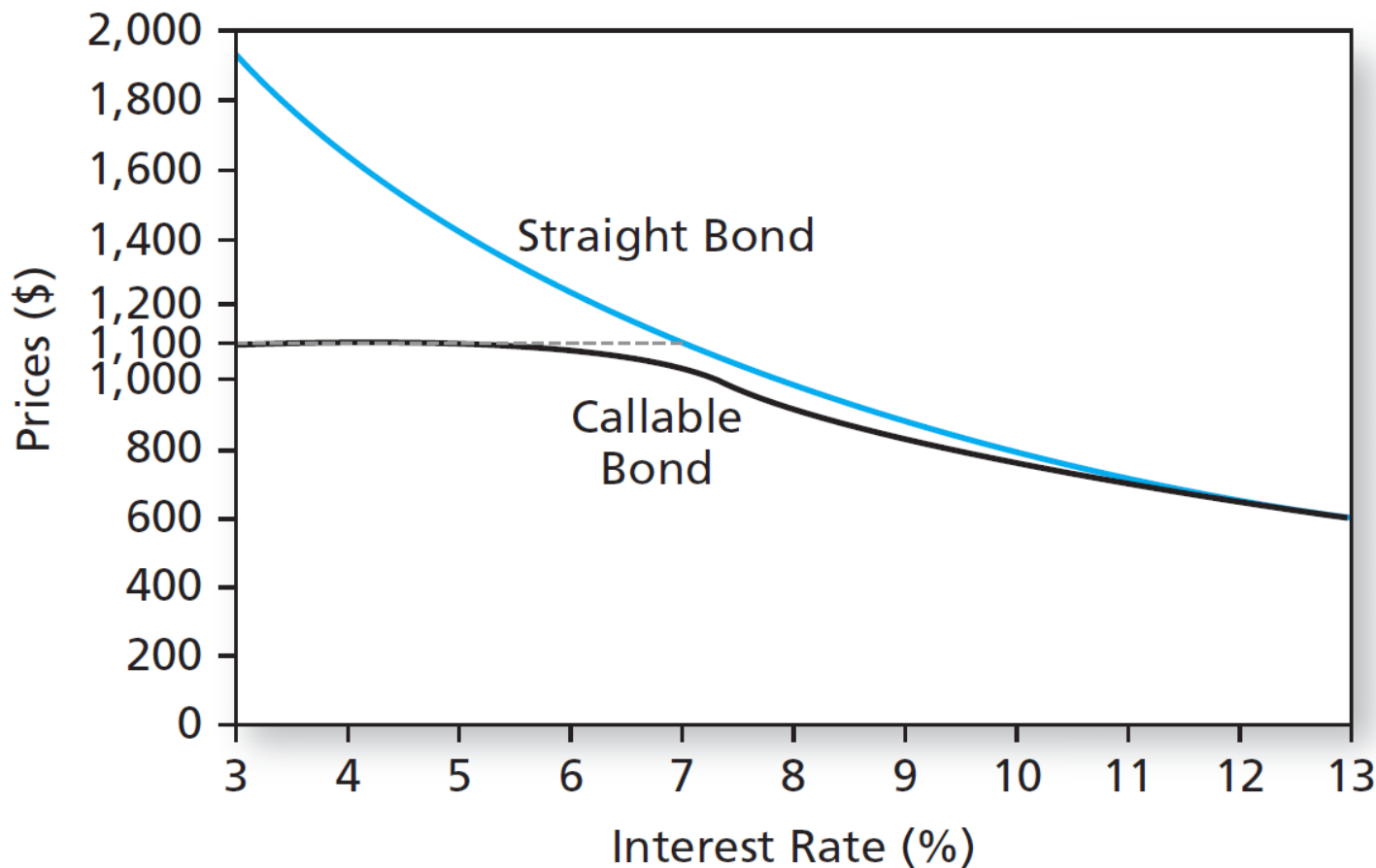
- 当期收益率（Current Yield）：年度利息除以债券价格。
- 例：30年期，8%利息率，每年2次付息的国债，如果价格是1276.76，则它的当期收益率等于：

$$\text{Current Yield} = \frac{80}{1276.76} = 6.27\%$$

- 对溢价债券而言，息票率大于当期收益率，后者又大于到期收益率。
- 对折价债券而言，有相反的关系。

# 赎回收益率

- 当利率比较低，债券未来的现金流的现值大于赎回价格的时候，债券发行人有动机赎回债券。
- 对可赎回债券而言，投资人更关心赎回收益率（Yield to Call）。



**Figure 14.4** Bond prices: Callable and straight debt. Coupon = 8%; maturity = 30 years; semiannual payments.



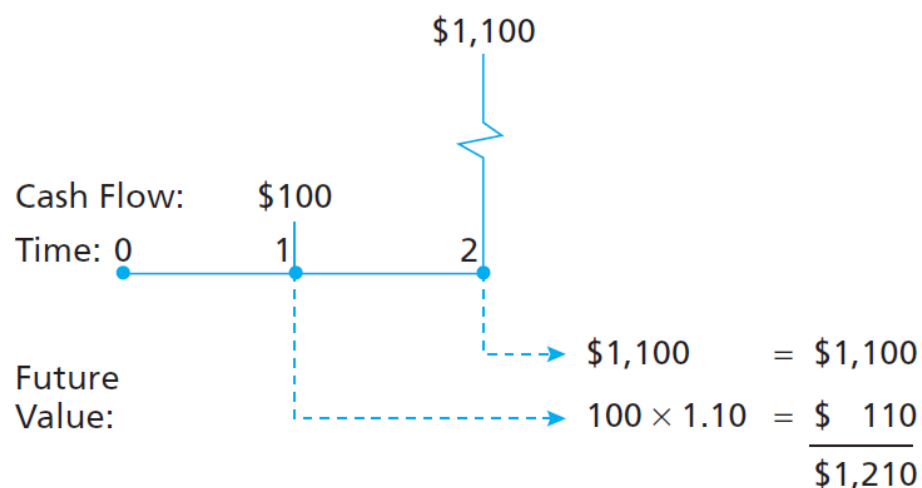
# 债券的收益率：赎回收益率

- 赎回收益率的计算与到期收益率类似，但是用赎回时间代替到期时间，赎回价格代替面值。
- 例：30年期，8%利息率，每年付息，当前价格是1150元，10年后发行人可以1100元的价格赎回债券。则该债券的到期收益率和赎回收益率分别是多少？
- 它的到期收益率等于6.82%，赎回收益率等于6.64%。
- 折价债券被赎回的概率比较低，溢价债券被赎回的概率更大。所以溢价债券的投资人更关心赎回收益率。

# 实现的复合收益率

- 如果投资人收到的利息能够以到期收益率再投资，那么实现的复合收益率就等于到期收益率。否则实现的复合收益率可能并不等于到期收益率。
- 例：右图中的债券，如果一年后的100元利息再投资的收益率是8%，那么最终实现的复合收益率等于9.91%。

A: Reinvestment Rate = 10%



B: Reinvestment Rate = 8%

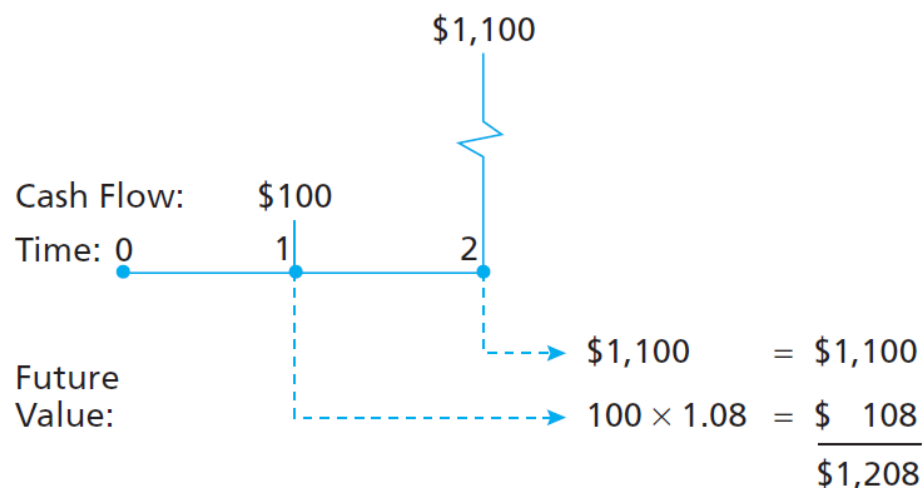


Figure 14.5 Growth of invested funds



# 实现的复合收益率：水平分析

- 水平分析（Horizon Analysis）：预测未来某个持有期能够实现的复合收益率。
- 例：30年期债券，7.5%利息率，价格是980元（YTM=7.67%），计划持有20年。
- 你预期20年以后的市场利率是8%（预期卖价966.45元），利息再投资的收益率等于6%（20年后利息再投资总价值2758.92元）。

$$980 \times (1 + r)^{20} = 3725.37$$

$$r = 6.90\%$$



# 实现的复合收益率

- 当市场利率上升时，债券的持有人受到两方面的影响：
  - 利率上升导致债券价格下跌；
  - 利率上升导致收到的利息能够以更高的利息率再投资。

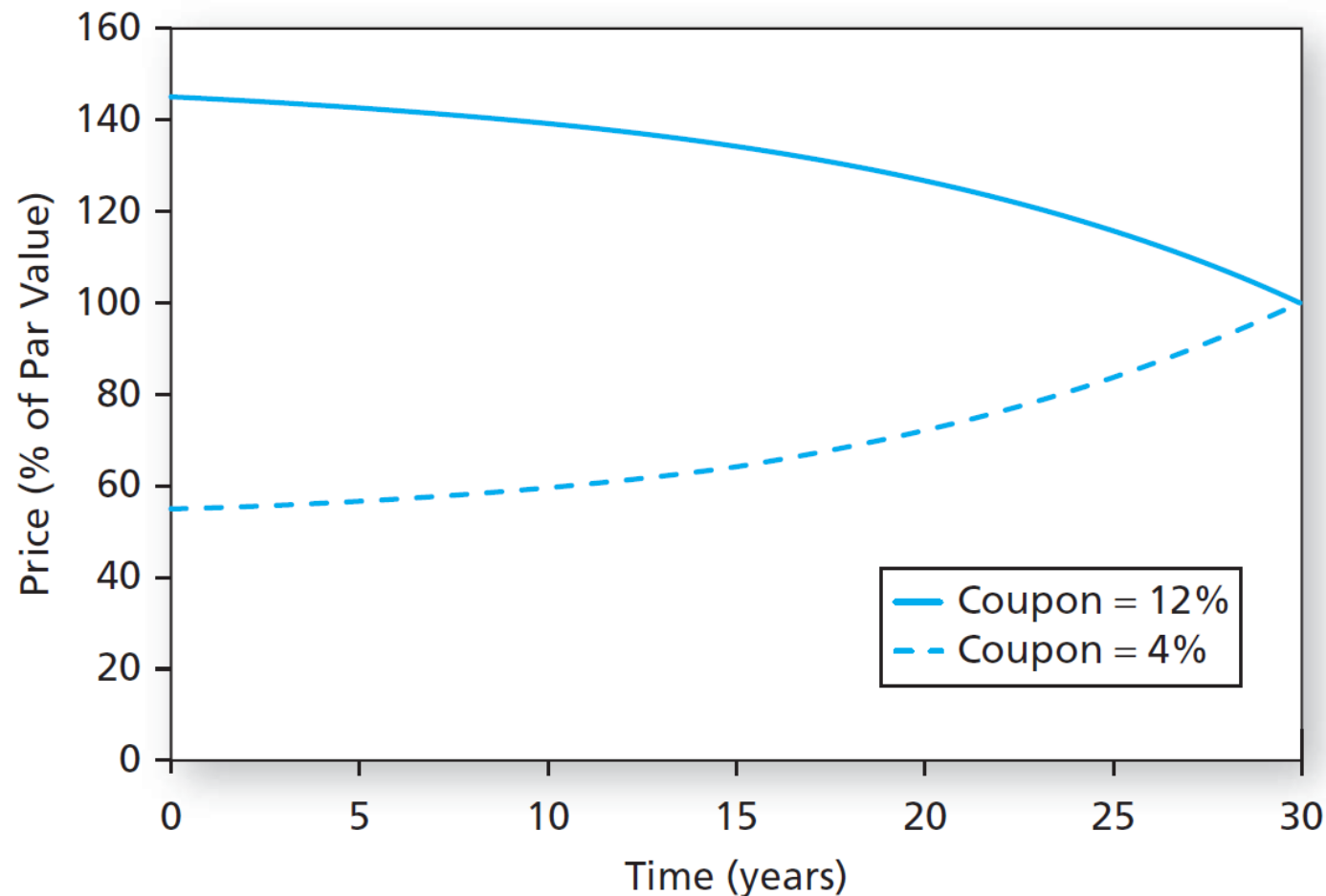


# 债券价格的时间轨迹

- 如果债券的息票率低于市场利率，那么价格低于面值，这样预期债券价格的上升可以补偿利息收入的不足。
- 例：某债券还剩3年到期，息票率7%，每年付息一次。现在市场利率是8%，则债券价格等于974.23。
- 再过一年以后，如果市场利率还是8%，债券价格将是982.17。
- 投资人收到70元利息，同时债券价格上升7.94元，总收益等于77.94元，总收益率等于 $77.94/974.23=8\%$ 。

## 债券价格的时间轨迹

- 如果债券的息票率高于市场利率，那么价格高于面值，这样预期债券价格的下跌将使得总的收益率等于市场利率。
- 资本市场上，每个风险相似的债券都会有相近的收益率。



**Figure 14.6** Price path of two 30-year maturity bonds, each selling at a yield to maturity of 8%. Bond price approaches par value as maturity date approaches.





# 持有期收益率

- 如果一段时间内债券的到期收益率不变，那么持有期收益率（Holding-Period Return）等于到期收益率。如果利率发生改变，则两者可能不同。
- 例：30年期，8%利息率，价格是1000元，一年后市场利率下跌，债券价格上升到1050元，总收益等于130元，持有期收益率13%。

# 债券的违约风险

- 公司债券存在发行人违约的可能性，被称为违约风险或者信用风险。
- 信用评级机构对公司债券违约概率进行评估，标示不同的风险等级。
- 三大信用评估机构：
  1. Moody's Investor Services
  2. S&P's Corporation
  3. Fitch Investors' Services



Standard & Pool's	Moody's
AAA	Aaa
AA+	Aa1
AA	Aa2
AA-	Aa3
A+	A1
A	A2
A-	A3
BBB+	Baa1
BBB	Baa2
BBB-	Baa3
BB+	Ba1
BB	Ba2
BB-	Ba3
B+	B1
B	B2
B-	B3
CCC+	Caa1
CCC	Caa2
CCC-	Caa3
CC	Ca
SD/D	C

[illegible]



# 债券的违约风险

- **BBB及更高等级的债券，被称为投资级的债券；**
- **BB 及更低等级的债券，被称为投机级的债券。**
- **例：S&P CCC级别的债券，10年内50%的发行人违约。**
- **发行时的高等级债券，也可能因为发行人财务状况恶化而降格为垃圾债券。例：2001年5月，WorldCom公司发行了115亿美元的投资级债券，一年后发行人申请破产，债权人损失了80%的投资。**



# 垃圾债券

- 投机级的债券，也被称为高收益债券（high yield bond），或者垃圾债券（junk bond）。
- 1977年以前，垃圾债券都是发行时的高等级债券，因为发行人财务状况恶化而被下调信用等级，变成垃圾债券。（Fallen Angels）
- 1977年，Michael Milken 和他就职的 Drexel Burnham Lambert 开始设计出原发垃圾债券，以满足信用等级不高的企业的筹资需求。
- 杠杆收购（LBO）常常利用垃圾债券筹集资金。



# 分析债券的信用风险

- 债券发行人的财务指标是分析债券风险的重要信息来源:

1. 偿债能力比率 (Coverage Ratio) :

- $\text{EBIT} / \text{Interest}$ ;

- $\text{EBIT} / (\text{Interest} + \text{Lease Payment} + \text{Sinking Fund})$ ;

2. 杠杆比率 (Leverage Ratio) :

- $\text{Debt-to-Equity Ratio}$ ;



# 分析债券的信用风险

## 3. 流动性比率（Liquidity Ratio）：

- Current Ratio;  $\text{current assets} / \text{current liabilities}$
- Quick Ratio;  $(\text{current assets} - \text{inventory}) / \text{current liabilities}$

## 4. 盈利比率（Profitability Ratio）：

- ROA; ROE;

## 5. 现金流负债比率（Cash Flow-to-Debt Ratio）：


- $\text{Total Cash Flow} / \text{Outstanding Debt}$



# 分析债券的信用风险

- 根据不同等级公司各项财务指标的中位数判断，公司信用等级越高，这些财务指标表现越好。
- 不同信用等级公司**15**年债券违约率的数据：
  - ① AA以上：1%；
  - ② BBB：7.5%；
  - ③ B：40%。





	3-year medians						
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC
EBIT interest coverage multiple	23.8	19.5	8.0	4.7	2.5	1.2	0.4
EBITDA interest coverage multiple	25.5	24.6	10.2	6.5	3.5	1.9	0.9
Funds from operations/total debt (%)	203.3	79.9	48.0	35.9	22.4	11.5	5.0
Free operating cash flow/total debt (%)	127.6	44.5	25.0	17.3	8.3	2.8	(2.1)
Total debt/EBITDA multiple	0.4	0.9	1.6	2.2	3.5	5.3	7.9
Return on capital (%)	27.6	27.0	17.5	13.4	11.3	8.7	3.2
Total debt/total debt + equity (%)	12.4	28.3	37.5	42.5	53.7	75.9	113.5

**Table 14.3**

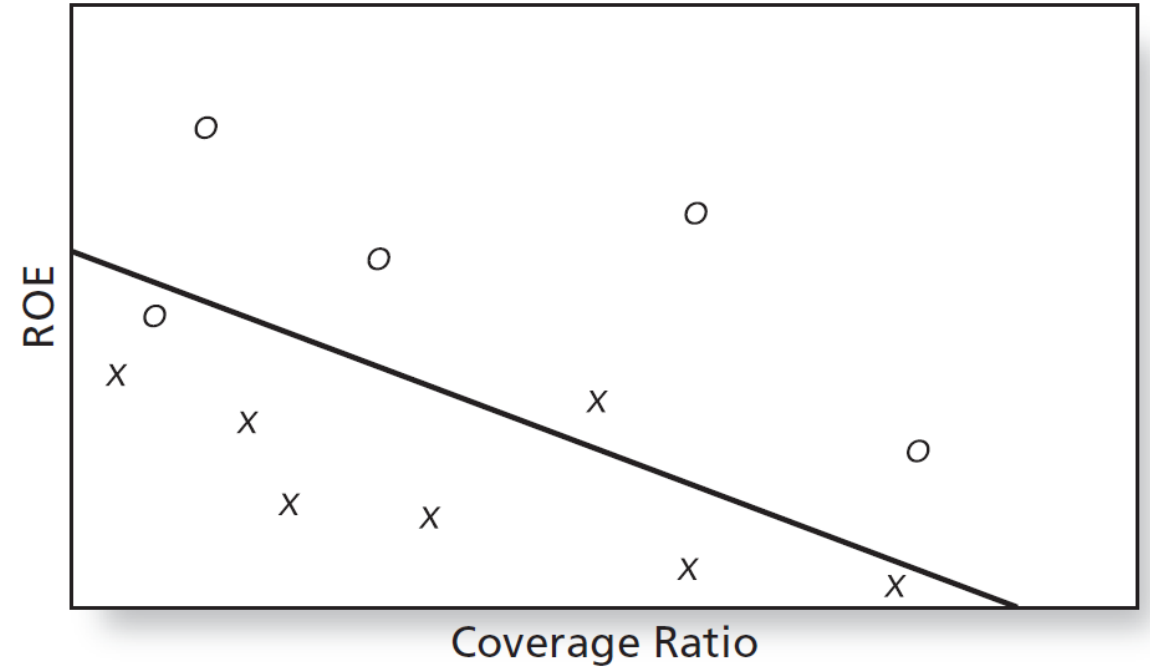
Financial ratios by rating class, long-term debt

Note: EBITDA is earnings before interest, taxes, depreciation, and amortization

Source: *Corporate Rating Criteria*, Standard & Poor's, 2006.

corporate bankruptcies. In Figure 14.9 we plot the ROE and coverage ratios for each firm, using  $X$  for firms that eventually went bankrupt and  $O$  for those that remained solvent. Clearly, the  $X$  and  $O$  firms show different patterns of data, with the solvent firms typically showing higher values for the two ratios.

The discriminant analysis determines the equation of the line that best separates the  $X$  and  $O$  observations. Suppose that the equation of the line is  $.75 = .9 \times \text{ROE} + .4 \times \text{Coverage}$ . Then, based on its own financial ratios, each firm is assigned a “Z-score” equal to  $.9 \times \text{ROE} + .4 \times \text{Coverage}$ . If its Z-score exceeds .75, the firm plots above the line and is considered a safe bet; Z-scores below .75 foretell financial difficulty.



**Figure 14.9** Discriminant analysis



Altman found the following equation to best separate failing and nonfailing firms:

$$Z = 3.1 \frac{\text{EBIT}}{\text{Total assets}} + 1.0 \frac{\text{Sales}}{\text{Assets}} + .42 \frac{\text{Shareholders' equity}}{\text{Total liabilities}} \\ + .85 \frac{\text{Retained earnings}}{\text{Total assets}} + .72 \frac{\text{Working capital}}{\text{Total assets}}$$

where EBIT = earnings before interest and taxes.<sup>13</sup> Z-scores below 1.23 indicate vulnerability to bankruptcy, scores between 1.23 and 2.90 are a gray area, and scores above 2.90 are considered safe.



# 债券合约中的保护性条款

- 债券合同中，往往包含一些保护性条款，限制发行人采取降低自己的偿债能力的行动，保护债权人的利益，从而达到降低筹资成本的目的。
- 债权人和股东利益的一致和冲突。
- 一个假想的极端的利益冲突的例子：公司发行债券以后，将筹集到的资金用于分红，然后宣布破产。



# 债券合约中的保护性条款

- 偿债基金
- 限制后续发债
- 限制红利发放
- 安排抵押品



# 偿债基金

- 偿债基金（**Sinking Fund**）：为了减轻债券到期时的偿债压力，发行人提前从收入中预留一定量资金，用于将来偿还长期负债。具体运作形式有：
  1. 在公开交易市场上逐步回购自己发行的债券。
  2. 在债券发行的合约中约定，发行人有权提前赎回一部分债券。
  3. 定期将资金委托给信托机构管理，在债券到期的时候用于偿债。
- 偿债基金赎回债券和常规可赎回债券的区别：前者赎回的价格一般等于面值，而后者一般高于面值；前者只能部分赎回，往往是随机抽签决定赎回哪一部分债券，而后者发行人可以根据合约赎回全部债券。



# 限制后续债务融资和红利发放

- 企业的负债率越高，其债券的信用风险越高。
- 因此企业发行债券时，需要**承诺将负债水平维持在合理范围**，或者**将后续发行的债券定位成次级债券**；在破产清算过程中，优先级债券得到全部清偿以前，企业不能将资产用于偿还次级债券。
- 债券合约可以**限制发行人向股东派发红利的数额**，比如不许允红利累计的发放数额超过累计的净利润。



# 抵押债券

- 债券合约约定，发行人将某种资产用于抵押。当发行人违约时，债权人有权处置抵押品用于偿债。
- 按揭债券（mortgage bond）：抵押品是房地产。
- 证券抵押信托债券（collateral trust bond）：抵押品是股票、债券。
- 设备债券（equipment obligation bond）：抵押品是机器设备。
- 无抵押债券（debenture bond）：因为抵押债券风险较低，其到期收益率高于其他发行条件相同的无抵押债券。





# 违约风险与到期收益率

- 区分债券承诺的到期收益率和预期的到期收益率。
- 例：某企业**20**年以前发行的债券，息票率**9%**，目前距到期**10**年，公司陷入财务困境。投资人相信该公司能够按时支付所有利息，但是预期最终本金只能收回**70%**，当前债券价格**750**元。则：预期的到期收益率**11.6%**，承诺的到期收益率**13.7%**。
- 承诺的到期收益率和类似国债的到期收益率之间的差，称为违约溢价（**default premium**）。
- 如果该公司的情况继续恶化，投资人认为债券到期时只能收回**55%**的本金，投资人要求**12%**的收益率，债券价格将从**750**元下降至**688**元。



# 信用违约互换

- 信用违约互换（Credit Default Swap, CDS）：本质上是对公司债券或者贷款的违约风险的保险单。
- 例：花旗集团5年期CDS，年保险费1.5%。CDS的购买方每年支付债券面值的1.5%，如果债券违约，CDS的卖方补偿相应的金额。
- CDS合约可能还会约定其他触发支付的信用事件（Credit Events），比如债券的信用等级下调，发行人债务重组。



# 信用违约互换

- 发生信用事件（比如违约）时，**CDS**卖方的补偿有两种可能的形式：
  1. 实物结算：**CDS**卖方按照面值买下违约的债券。
  2. 现金结算：**CDS**卖方补偿债券面值和市值的差额。
- **CDS**的用途：
  1. **CDS**可以帮助债券和贷款的持有人转移信用风险。
  2. 金融市场的投机者可以利用**CDS**来对赌发债机构的信用水平：看好发债机构信用的投机者可以卖出**CDS**，看空的投机者可以买入**CDS**。



# CDS 的定价

- CDS 的功能可以理解为，将债券的信用等级提升至CDS发行人的信用等级。
- 基于这个视角，CDS的保险费率，应该近似等于债券信用增强以前和以后的收益率的差额。
- 例：某机构持有BB级债券，如果它购买了该债券的CDS，并且CDS的卖方的信用等级是AAA，那么BB级债券加上CDS的组合，可以视为AAA级债券。
- 所以，CDS的保险费率应该近似等于AAA级债券和BB级债收益率之差。



# 本讲小结

- ✓ 债券定价
- ✓ 债券的收益率
  - 到期收益率
  - 赎回收益率
  - 当期收益率
  - 持有期收益率
  - 复合收益率
- ✓ 债券的信用风险
- ✓ 债券契约的保护性条款