上海财经大学
Shanghai University of Finance and Economics
1917-2017

0410 证券投资学

债券2

2024年10月28日

套利是指利用证券定价之间的不一致，进行资金转移，从中赚取无风险利润的行为。实现套利必须满足以下条件：

第一，存在价差。之所以能够套利，是因为一项资产在不同的市场上有不同的价格，或者相同市场上某项资产与其他相同资产或其衍生资产之间存在定价上的不一致。

第二，同时性和等额性。为了实现无风险利润，套利操作需要实施反向操作，同时买卖等额的资产，从资产的差价中赚取利润。

如果从银行按照固定利率每年5%借来资金，全部用来购买债券，债券的票面利率为6%，而且平价交易，那么不就套利了么?

（1）你购买的债券有违约风险，到时你可能得不到利息和本金；
（2）银行利率不是固定利率，而是浮动利率；
（3）债券不是平价交易，而是溢价交易，这使得你将来归还银行的本金与债券偿还给你的本金数额不相等；
（4）债券可以被提前回购。

假定到期收益曲线向下倾斜，有效年收益率如下：

$$y_1 = 9.9\%$$
$$y_2 = 9.3\%$$
$$y_3 = 9.1\%$$

到期收益率是根据三个到期时间分别为1年、2年、3年的零息债券的价格计算出来的。已知票面利率11%、期限3年的债券的价格为102元。是否存在套利机会？

$$\frac{11}{1.099} + \frac{11}{1.093^2} + \frac{111}{1.091^3} = 104.69 > 102$$

2016年，部分银行通过同业存单，同业理财为工具的资金套利和资金空转行为非常盛行。a银行发存单，然后去买b银行的同业理财，b银行把资金委外给非银，非银拿到资金再去买存单。

2014-2016年，我国债市迎来了历时3年，被认为是史上最长、涨幅最大的牛市，债券收益率在震荡中下行。

02 | 债券的套利机会

2013年初，央行创设了常备借贷便利（SLF），2014年1月引入了短期流动性调节工具（SLO），2014年4月份创设了抵押补充贷款（PSL），2014年9月份创设了中期借贷便利（MLF）。

同时，2015年央行较大幅度地降息降准，资金面更加丰沛， 2015-2016年的大部分时间里，3个月SHIBOR被死死地钉在了3%附近，这就是所谓的货币政策由数量调控型向价格调控型转变。

银行信贷投放或投资的定价依据可看作是在“资金成本”的基础上加上“信用/期限利差”以及“合理利润”。出资行赚的是“同业理财报价-资金成本”的差价，这个资金成本可以是一般性存款的成本，也可以是同业资金的成本；理财发行银行赚的则是“底层资产收益-同业理财报价”的差价。

2015年前，假如以SHIBOR利率在同业市场借入3个月期限的资金，继而买入5年期评级AA的城投债，(时点）利差可以达到200BP，负债端资金只需滚续操作即可，这就是所谓的短债（负债）长投。

债券市场收益率与拆借利率同向变动，2015年后，受MLF等货币政策工具及降息降准影响，SHIBOR下行，债券收益率也下行，按之前短债长投的操作方法，（时点）利差收窄，但仍然可以有大约100BP的收益。

2018年1月，资管新规，302号文(关于规范债券市场参与者债券交易业务的通知),商业银行流动性管理办法等多个文件对资管产品，银行自营都有非常明确的杠杆限制，对银行各项流动性指标也都设定了严格的限制，银行并不可以无限度的去放大杠杆。

金融机构的资金套利与资金空转有区别么?

收益率结构（yield structure）

通常，用**到期收益率**来描述和评价性质不同的债券的市场价格结构，即**收益率结构**。

收益率=纯粹利率+预期通胀率+风险溢酬

任何债券都有两项共同的因素，即纯粹利率（pure interest rate）和预期通胀率（expected inflation），**风险溢酬**（risk premium）才是决定债券预期收益率的惟一因素。

债券投资的主要风险有：利率风险、再投资风险、流动性风险、违约风险、赎回风险和汇率风险等。

分析时，一般假定其他因素不变，着重分析某一性质的差异所导致的定价不同。如期限结构（term structure）、风险结构（risk structure）等。

预期通胀率

费雪效应 Fisher effect：Iring Fisher（1930）

$$1 + i = (1 + r)(1 + \pi)$$

$$i \approx r + \pi$$

Fisher认为，实际利率不受预期通胀率的影响。然而实际上，**预期通胀率不仅影响名义利率，也影响实际利率。当预期通账率增加时，实际利率降低。**因为预期通胀率增加，人们减少对现金的持有而转移至其他资产，造成可贷资金供给的增加，从而实际利率下降。

*** 指数化债券（indexed bonds）：对通胀风险的规避**

- 美国财政部从1997年起发行指数化债券，称为通账保护国债（TIPS）；我国也在1980s末、1990s初发行了**保值公债。**

违约风险（default of credit risk）

债券收益率与其违约风险的关系称为**利率的风险结构（risk structure）**。

违约风险溢酬并非固定不变。一般在经济繁荣时期，不同信用等级债券的收益率差额较小。而在经济萧条时期，违约风险溢酬增加。

信用评级：主要信用评级机构：Moody’s，S&P’s 投资级（Investment-grade）：BBB或等级更高的债券；

投机级（Speculative-grade ）或垃圾债券（junk bonds）、高收益债券（high-yield bonds）

Moody's	S&P	Fitch	说明
投资级别——高信用级别			
Aaa	AAA	AAA	金边债券,最安全
Aa1 Aa2 Aa3	AA + AA AA –	AA + AA AA –	信用好
A1 A2 A3	A + A A –	A + A A –	中高级别
Baa1 Baa2 Baa3	BBB + BBB BBB –	BBB + BBB BBB –	中下级别
投机级别——低信用级别			
Ba1 Ba2 Ba3	BB + BB BB –	BB + BB BB –	投机性
B1 B2 B3	B	B + B B –	高投机性
高度投机性级别——风险极高,或者处于违约当中			
Caa	CCC + CCC	CCC + CCC	风险很高,处境不妙
Ca	CC	CC	很容易违约,非常高的投机性
C	C	C	极度投机性
	CI		收益性债券——已经不支付利息
	D	DDD DD D	已经违约

流动性风险（liquidity risk）

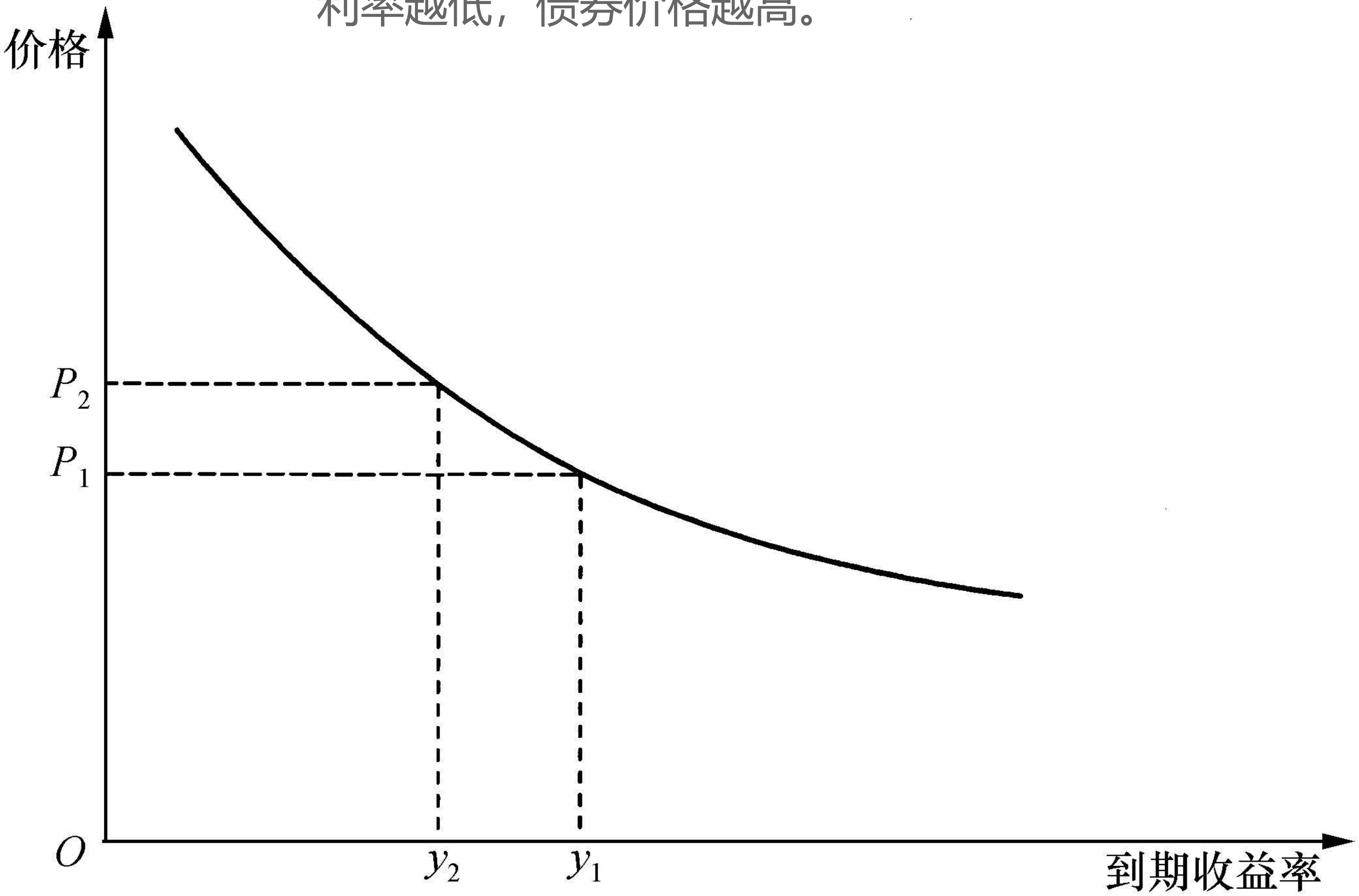
当投资者于债券到期日之前出售债券时，可能面临流动性风险，即**可能难以以合理的价格出售债券。**

流动性风险的高低可以用债券的买价（bid price）与卖价（ask price）的差额来衡量。买卖差价小，表示交易容易成功，投资者容易取得接近合理价格的卖价，债券的流动性风险较低。

风险回避是债券创新主要原因之一。

- 创新的类别主要分为五种：信用风险转移型、价格风险转移型、流动性提高型、税收风险回避型和购买力风险回避型。
- 信用风险：为了降低债券投资的信用风险，需要增加偿还保证：抵押债券、质押债券和保证债券；
  ：为了判断一个债券的信用风险，投资者可以利用资信评定机构所评定的级别：投资级债券、非投资级债券以及垃圾债券；
- 价格风险：在市场利率很低时，发行者可以重新发行债券以增加自己的利益
- 为了增强流动性，做市商和债券交易所必不可少
- 由于有税收风险，而且不同投资者的边际税率不同，因此不同票面利率的债券被创造出来适应不同类别的投资者。
- 由于有购买力风险，许多新品种债券被创造出来，其中包括指数债券、保值债券、浮动利率债券、逆浮动利率债券等。

债券价格与市场利率是相反的关系，利率越高，债券价格越低；利率越低，债券价格越高。



假定其他因素不变，偿还期越长，债券价格-利率之间的敏感性越强。但随着偿还期的延长，敏感性增强的速度在下降。

例如，15年期、10年期、5年期三种债券相比，市场利率的相同变化，引起15年期债券价格的变化，要高于10年期债券，而10年期债券价格的变化，要高于5年期债券价格的变化。但是10年期相对于5年期、15年期相对于10年期而言，前者的价格波动之差，要高于后者。

	A	B	C
年利息(一年一次)	90 元	90 元	90 元
面额	1 000 元	1 000 元	1 000 元
风险	无风险	无风险	无风险
偿还期	5 年	10 年	15 年
到期收益率	9%	10%	11%
价格	1 000 元	938.55 元	856.18 元
新到期收益率	8.1%	9%	9.9%
新的价格	1 035.84 元	1 000 元	931.15 元
价格波动幅度	+3.58%	+6.55%	+8.76%

假定其他因素不变，票面利率越低，债券价格-利率之间的敏感性越高。

例如，票面利率5%的债券与票面利率10%的债券相比，市场利率的相同变化引起5%票面利率的债券价格的变化，要大于票面利率10%的债券价格的变化。

	A	*B*
年利息(一年一次)	60 元	100 元
面额	1 000 元	1 000 元
风险	无风险	无风险
偿还期	10 年	10 年
到期收益率	12%	12%
价格	660.98 元	886.99 元
新到期收益率(1)	13%	13%
新的价格(1)	620.16 元	837.21 元
价格波动幅度(1)	-6.18%	-5.61%
新到期收益率(2)	11%	11%
新的价格(2)	705.52 元	941.95 元
价格波动幅度(2)	+6.74%	+6.20%

	A
年利息(一年一次)	60 元
面额	1 000 元
风险	无风险
偿还期	10 年
到期收益率	6%
价格	1 000 元

到期收益率(%)	价格(元)	波动率(%)
2.00	1 359.30	
2.25	1 332.48	-1.97
3	1 255.91	
3.25	1 231.62	-1.93
4	1 162.22	
4.25	1 140.19	-1.90
5	1 077.22	
5.25	1 057.22	-1.86
6	1 000.00	
6.25	981.82	-1.82

假定其他因素不变，市场利率水平越低，债券价格-利率之间的敏感性越高。

久期

金额久期： 市场利率发生1个百分点的变化，债券价格的变化。

$$\Delta = \sum_{t=1}^{T} \frac{c_t}{(1+y)^t} \times t$$

c_t是债券未来第t次支付的现金流 (利息或本金)，T是债券在存续期内支付现金流的次数，t是第t次现金流支付的时间，y是债券的到期收益率。

如果到期收益曲线呈水平状，那么债券价格：

$$P = \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+y)^t}$$

$$\mathrm{d}P = \sum_{t=1}^{n} \frac{-t \cdot C_t}{(1+y)^{t+1}} \cdot \mathrm{d}y = -\frac{1}{1+y} \sum_{t=1}^{n} \frac{t \cdot C_t}{(1+y)^t} \cdot \mathrm{d}y$$

如果到期收益曲线不是水平的，债券价格计算公式为

$$P = \sum_{t=1}^{n} C_t \cdot d_t$$

$$P = \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+y_t)^t}$$

$$\mathrm{d}P = \sum_{t=1}^{n} \frac{-t \times C_t}{(1+y_t)^{t+1}} \times \mathrm{d}y_t \qquad (8\text{-}1)$$

如果到期收益曲线是平行移动的，即各期利率都波动dy，那么

$$\mathrm{d}P = \sum_{t=1}^{n} \frac{-t \cdot C_t}{(1+y_t)^{t+1}} \cdot \mathrm{d}y$$

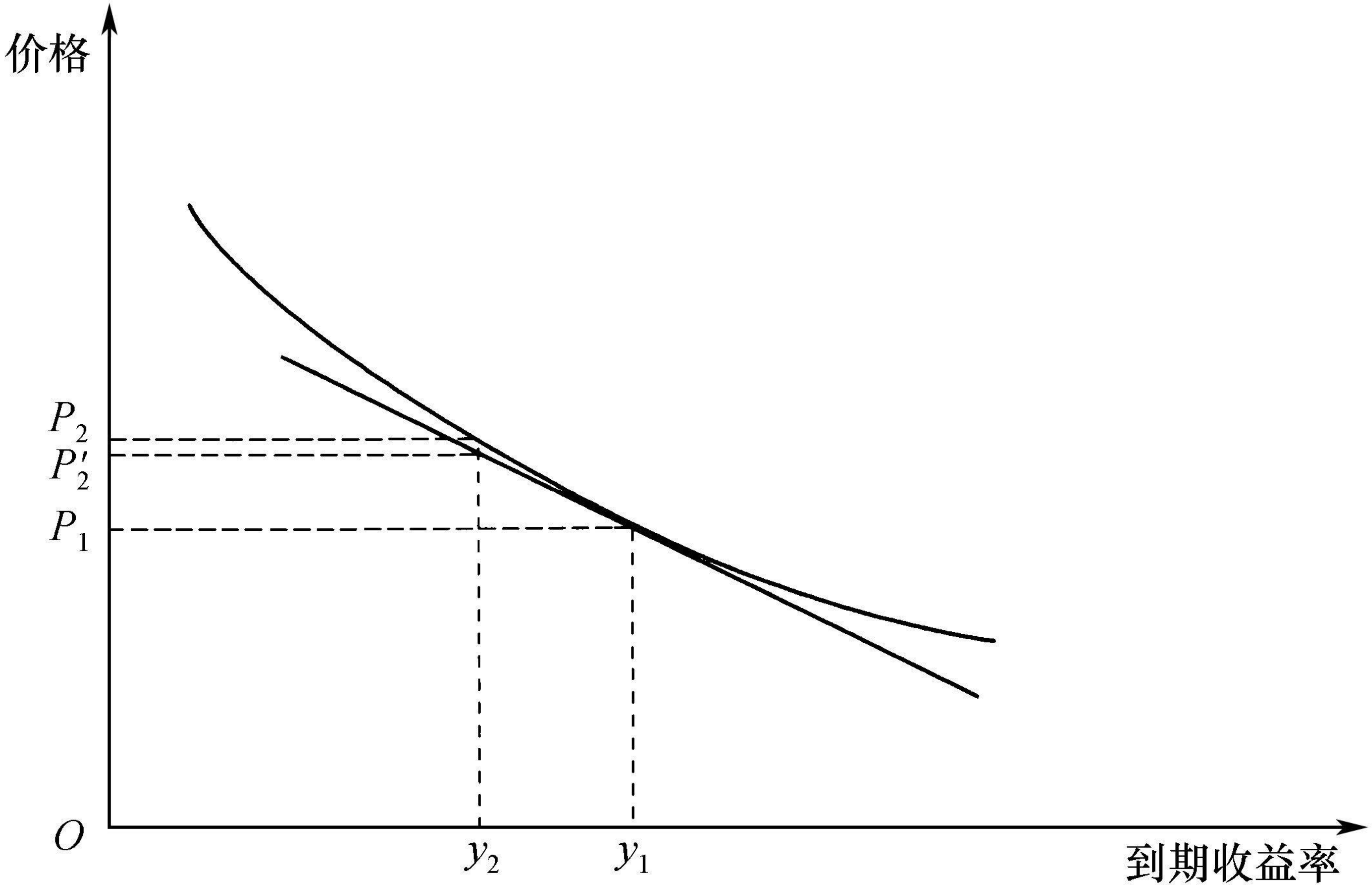
$$\mathrm{d}P \approx \frac{1}{1+y} \sum_{t=1}^{n} \frac{-t \cdot C_t}{(1+y_t)^{t}} \cdot \mathrm{d}y$$

$$\mathrm{d}P = -\frac{1}{1+y} \sum_{t=1}^{n} t \cdot V(C_t) \cdot \mathrm{d}y \qquad (8\text{-}3)$$

其中：

$$V(C_t) = \frac{C_t}{(1+y_t)^{t}}$$

$$\Delta P \approx -\frac{1}{1+y} \cdot \Delta_{\text{金额}} \cdot \Delta r \qquad (8\text{-}5)$$


价格
P_2
P_2'
P_1
O
y_2
y_1
到期收益率

有一个20年期的附息债券，面值100元，票面利率10%，一年支付一次利息。到期收益率曲线事先给定。该债券的金额久期为15.5。

期限	到期收益率(%)	折现因子	现金流量(元)	现值(元)	t 倍现值(元)
1	4.5056	0.9569	10	9.57	9.57
2	4.6753	0.9127	10	9.13	18.25
3	4.8377	0.8679	10	8.68	26.04
4	4.9927	0.8229	10	8.23	32.92
5	5.1404	0.7783	10	7.78	38.92
6	5.2807	0.7344	10	7.34	44.06
7	5.4136	0.6914	10	6.91	48.40
8	5.5391	0.6497	10	6.50	51.97

（续表）

期限	到期收益率(%)	折现因子	现金流量(元)	现值(元)	t 倍现值(元)
9	5.6570	0.6094	10	6.09	54.85
10	5.7675	0.5708	10	5.71	57.08
11	5.8705	0.5339	10	5.34	58.73
12	5.9659	0.4989	10	4.99	59.87
13	6.0537	0.4658	10	4.66	60.55
14	6.1340	0.4345	10	4.35	60.84
15	6.2067	0.4052	10	4.05	60.79
16	6.2718	0.3778	10	3.78	60.45
17	6.3292	0.3523	10	3.52	59.89
18	6.3790	0.3285	10	3.29	59.14
19	6.4212	0.3065	10	3.07	58.24
20	6.4557	0.2862	110	31.48	629.57
价格				144.46	1 550.11
金额久期					15.50

久期

- 马考勒久期 (比率久期) ：

  由马考勒 (F.R.Macaulay, 1938) 提出，使用加权平均数的形式计算债券的平均到期时间。

- 计算公式：

$$D=\frac{\sum_{t=1}^{T}\frac{c_t}{(1+y)^t}\times t}{\mathrm{P}}=\sum_{t=1}^{T}[\frac{c_t/(1+y)^t}{P}\times t]=\sum_{t=1}^{T}[\frac{PV(c_t)}{P}\times t]$$

其中，D是马考勒久期，是债券当前的市场价格，c_t是债券未来第t次支付的现金流 (利息或本金)，T是债券在存续期内支付现金流的次数，t是第t次现金流支付的时间，y是债券的到期收益率，PV(c_t) 代表债券第t期现金流用债券到期收益率贴现的现值。

- 决定久期的大小三个因素：

  各期现金流、到期收益率及其到期时间

修正久期是在比率久期的基础上考虑短期利率的影响，是衡量价格对收益率变化的敏感度的指标。

$$D_{mod} = \frac{D}{1+\gamma}$$

$$\frac{\Delta P}{P} = -D_{mod} \bullet \Delta y$$ 债券价格变化的百分比恰好等于修正久期与债券到期收益率变化的乘积。

例：一个债券的金融久期为15.5，债券价格为144.46, 一年期利率为4.5056%， 计算修正久期

$$\Omega = \frac{15.5}{144.46} = 10.73\%$$

$$D_M = \frac{\Omega}{1+y} = \frac{10.73\%}{1+4.5056\%} = 10.27\%$$

债券组合的马考勒久期

- 计算公式：$$D_p = \sum_{i=1}^{k} W_i D_i$$

  其中，D_p表示债券组合的马考勒久期，W_i表示债券i的市场价值占该债券组合市场价值的比重，D_i表示债券i的马考勒久期，k表示债券组合中债券的个数。

马考勒久期定理

- **定理一**：只有贴现债券（零息债券）的马考勒久期等于它们的到期时间。
- **定理二**：直接债券/固定利息债券的马考勒久期小于或等于它们的到期时间。只有仅剩最后一期就要期满的直接债券的马考勒久期等于它们的到期时间，并等于1 。
- **定理三**：统一公债的马考勒久期等于 $[1+1/y]$，其中y是计算现值采用的贴现率。
- **定理四**：在到期时间相同的条件下，息票率越高，久期越短。
- **定理五**：在息票率不变的条件下，到期时间越长，久期一般也越长。
- **定理六**：在其他条件不变的情况下，债券的到期收益率越低，久期越长。

久期的缺陷包括(　　)

A　对于所有的现金流采用了同样的收益率，这意味着在到期期限内收益率(或利率)基本保持不变，这与实际情况不符

B　采用久期方法对债券价格利率风险的敏感性进行测量实际上是考虑了价格与收益率之间的线性关系，而市场的实际情况表明，这种关系经常是非线性的

C　当收益率出现较大幅度变化时，采用久期方法不能就债券价格对利率的敏感性予以正确的测量

D　只有当债券的收益率变化幅度很小时，久期所代表的线性关系才近似成立

凸度(Convexity)

- 定义：

  凸度 (Convexity) 是指债券价格变动率与收益率变动关系曲线的曲度。

- 如果说马考勒久期等于债券价格对收益率一阶导数的绝对值除以债券价格，我们可以把债券的凸度 (C) 类似地定义为债券价格对收益率二阶导数除以价格。即：

$$\frac{1}{P}\frac{\partial^2 P}{\partial y^2}$$

金额凸性 $$\Gamma = \sum_{t=1}^{n} t(t+1) \times V(C_t)$$

比率凸性 $$\Gamma_{\text{ratio}} = \frac{1}{P}\sum_{t=1}^{n} t(t+1) \times V(C_t)$$

05 | 久期-凸度

有一种20年期的附息债券，面值100元，票面利率10%，一年支付一次利息。到期收益率曲线是给定的，请计算该债券的金额凸性。

$$\Delta P = -\frac{1}{1+y}\cdot\Delta_{金额}\cdot\Delta y+\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{(1+y)^2}\cdot\Gamma\cdot(\Delta y)^2$$

单位:元

期限	到期收益率	折现因子	现金流量	现值	t 倍的现值	$t(t+1)$倍的现值
1	4.5056%	0.9569	6	5.74	5.74	11.48
2	4.6753%	0.9127	6	5.48	10.95	32.86
3	4.8377%	0.8679	6	5.21	15.62	62.49
4	4.9927%	0.8229	6	4.94	19.75	98.75
5	5.1404%	0.7783	6	4.67	23.35	140.10
6	5.2807%	0.7344	6	4.41	26.44	185.06
7	5.4136%	0.6914	6	4.15	29.04	232.31
8	5.5391%	0.6497	6	3.90	31.18	280.66
9	5.6570%	0.6094	6	3.66	32.91	329.09
10	5.7675%	0.5708	6	3.42	34.25	376.72
11	5.8705%	0.5339	6	3.20	35.24	422.86
12	5.9659%	0.4989	6	2.99	35.92	466.96
13	6.0537%	0.4658	6	2.79	36.33	508.61
14	6.1340%	0.4345	6	2.61	36.50	547.53
15	6.2067%	0.4052	6	2.43	36.47	583.56
16	6.2718%	0.3778	6	2.27	36.27	616.64
17	6.3292%	0.3523	6	2.11	35.93	646.81
18	6.3790%	0.3285	6	1.97	35.48	674.17
19	6.4212%	0.3065	6	1.84	34.94	698.88
20	6.4557%	0.2862	106	30.33	606.68	12 740.21
总和				98.12	1 159.00	19 655.75
债券价值				98.12		
金额久期					1 159.00	
金额凸性						1.97

修正凸性(Convexity)

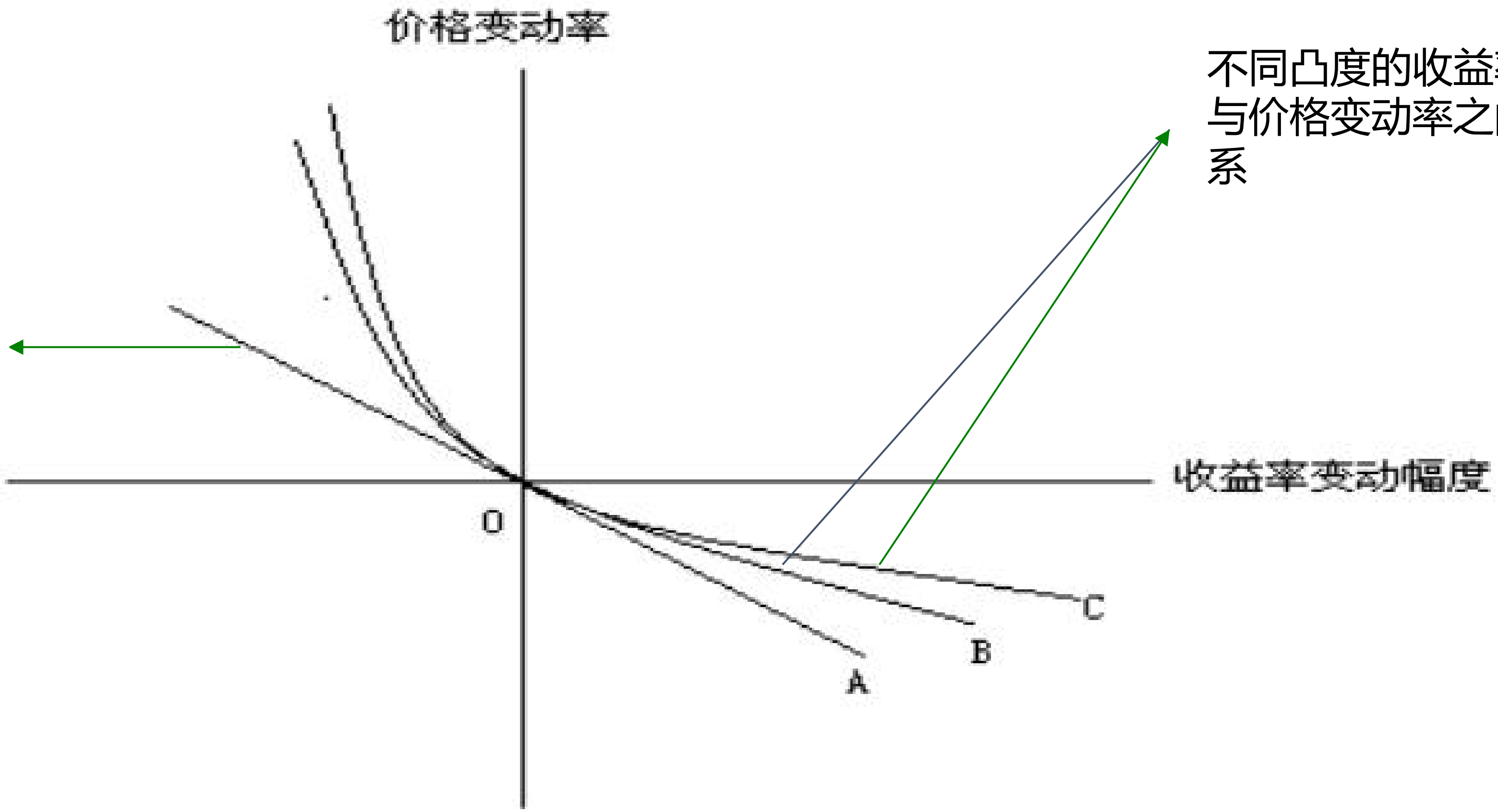
- 1年支付一次利息的情况下：

修正凸性 $$\Gamma_{\text{ratio}} = \frac{1}{(1+\gamma)^2}\frac{1}{P}\sum_{t=1}^{n} t(t+1)\times V(C_t)$$

组合的比率凸性 $$\Gamma_{组合\text{ratio}} = \sum w_i \Gamma_{i,ratio}$$

价格敏感度与凸度的关系

用久期近似计算的收益率变动与价格变动率的关系



不同凸度的收益率变动幅度与价格变动率之间的真实关系

$$\Delta P = -\frac{1}{1+y} \cdot \Delta_{金额} \cdot \Delta y + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{(1+y)^2} \cdot \Gamma \cdot (\Delta y)^2$$

凸性的特征

- 非含权债券的凸性都是正数
- 凸性随着到期收益率的增加而降低
- 在给定到期收益率和修正持续期（久期）的情况下，票面利率越低的债券凸性越小。

当收益率下降时，价格的实际上升率高于用久期计算出来的近似值，而且凸度越大，实际上升率越高；当收益率上升时，价格的实际下跌比率却小于用久期计算出来的近似值，且凸度越大，价格的实际下跌比率越小。 这说明：

- 当收益率变动幅度较大时，用久期近似计算的价格变动率就不准确，需要考虑凸度调整；
- 在其他条件相同时，人们应该偏好凸度大的债券。

考虑凸度的收益率变动幅度与价格变动率之间的关系

- 考虑了凸度的收益率变动和价格变动关系:

$$\frac{dP}{P} = -D^{*}dy + \frac{1}{2}\Gamma(dy)^{2}$$

- 当收益率变动幅度不太大时，收益率变动幅度与价格变动率之间的关系就可以近似表示为：

$$\frac{\Delta P}{P} = -D^{*}\Delta y + \frac{1}{2}C(\Delta y)^{2}$$

- 平衡点：债券投资者面临的价格风险和再投资收益率风险正好相等，因此投资者所获得收益基本稳定，不管利率如何变化。

久期免疫：

- 免疫技术：由雷丁顿 (Readington, 1952) 首先提出，投资者或金融机构用来保护他们的全部金融资产免受利率波动影响的策略。
- 两种作用相互抵消的利率风险：价格风险和再投资风险，
- 久期免疫：如果资产组合的久期选择得当，这一资产组合的久期恰好与投资者的持有期相等时，价格风险与再投资风险将完全抵消，到期时投资组合的累积价值将不受利率波动的影响。
- 免疫资产的构造：先计算实现承诺的现金流出的久期，然后投资于一组具有相同久期的债券资产组合。

一个投资者在时点0购买票面利率7%的债券，价值1000元。该债券期限10年，一年支付一次利息。投资期为7.5年。我们可以得到结论，不管在时点0市场利率发生了怎样的变化，在时点7.5，投资者累积的财富将大致相等。

单位:元

期限	到期收益率	折现因子	现金流量	现值	t倍现值
1	7.0000%	0.9346	7	6.54	6.54
2	7.0000%	0.8734	7	6.11	12.23
3	7.0000%	0.8163	7	5.71	17.14
4	7.0000%	0.7629	7	5.34	21.36
5	7.0000%	0.7130	7	4.99	24.95
6	7.0000%	0.6663	7	4.66	27.99
7	7.0000%	0.6227	7	4.36	30.51
8	7.0000%	0.5820	7	4.07	32.59
9	7.0000%	0.5439	7	3.81	34.27
10	7.0000%	0.5083	107	54.39	543.93
				100.00	751.52
价格				100	
比率久期					7.51

假定在时点0利率为7%：

$$70(1.07)^{6.5}+70(1.07)^{5.5}+\cdots+70(1.07)^{0.5}+\frac{70}{1.07^{0.5}}+\frac{70}{1.07^{1.5}}+\frac{1\,070}{1.07^{2.5}}$$

$$=626.6+1\,034.4=1\,661(\text{元})$$

假定在债券购买（零时点）后，利率立即降到4%：

$$70(1.04)^{6.5}+70(1.04)^{5.5}+\cdots+70(1.04)^{0.5}+\frac{70}{1.04^{0.5}}+\frac{70}{1.04^{1.5}}+\frac{1\,070}{1.04^{2.5}}$$

$$=563.8+1\,104.7=1\,668.5(\text{元})$$

如果在债券购买（零时点）后，利率立即上升到10%：

$$70(1.1)^{6.5}+70(1.1)^{5.5}+\cdots+70(1.1)^{0.5}+\frac{70}{1.1^{0.5}}+\frac{70}{1.1^{1.5}}+\frac{1\,070}{1.1^{2.5}}$$

$$=696.5+970.6=1\,667.1(\text{元})$$

免疫通常有以下四个步骤：

（1）找到负债的久期；

（2）选择一个组合，该久期等于前面负债的久期；

（3）选择每个证券投资的数量，使得组合的现值等于负债的现值；

（4）当市场利率发生变化，或者负债偿还，组合中短期债券到期等情况发生后，要调整投资组合。

单一负债的免疫。假定一个投资者10年后必须偿还1931元。到期收益率曲线是水平的，为10%。负债的现值为745元，即

$$1\,931/1.1^{10}=745(\text{元})$$

负债的久期为10。20年期债券，面值1000元，票面利率7%（一年支付），价格745元。久期大约为10。

到期收益率(%)	债券价值(元)	负债价值(元)
4	1 409	1 305
6	1 115	1 078
8	902	895
10	745	745
12	627	622
14	536	521
16	466	438

久期免疫的进化

- 久期免疫的缺陷：

  久期是对债券价格变化的一阶近似，因此，一般来说，久期会低估利率变动带来的预期收益或损失。

- 改进方法：

  由于凸度是二阶估计，考虑凸度可以提高利用久期得到的结果 ，尤其是在利率变化很大时，凸度可以修正通过久期得到关于债券价格变化的估计。