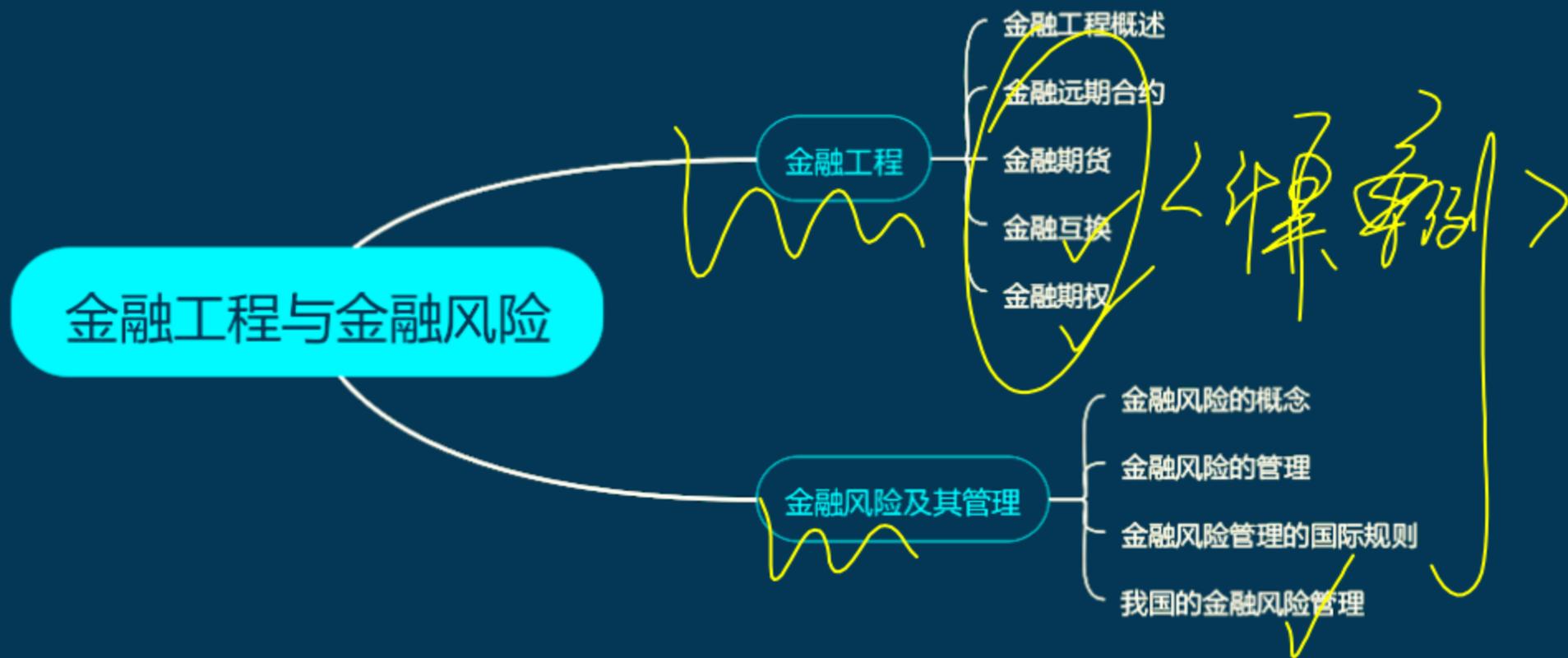




第七章

金融工程与金融风险

第七章 金融工程与金融风险



第一节 金融工程



第一节 金融工程

（一）金融工程的定义

狭义的金融工程：金融风险管理的技术和方法。

广义的金融工程：目前普遍认可的是约翰·芬尼迪在1988年给出的定义：

金融工程包括创新型工具与金融过程的设计、开发与实施以及针对金融问题的创造性解决方案。

第一节 金融工程

(二) 金融工程的产生与发展

1、金融工具的发展历程

金融工程是出现于20世纪80年代，兴起于20世纪90年代的一门综合性的交叉学科。

其产生的背景是：信息科技在金融领域的应用、普及和深化，金融管制的放松，金融市场竞争的加剧。

第一节 金融工程

2、金融工程的常用概念

投资者借入资金买入标的资产，称为买空。

当预测标的资产价格会上涨时，执行买空操作：

借入资金以低价买入标的资产，标的资产价格上涨后，用卖出标的资产的资金平仓，可以达到盈利的目的。

如果预测与实际结果不符，标的资产价格下跌，则买空者将出现亏损。

买空看涨

第一节 金融工程

2、金融工程的常用概念

投资者借入标的资产卖出，称为卖空。

当预测标的资产价格会下跌时，执行卖空操作：

借入标的资产以现价卖出，标的资产价格下跌后，以低价买入标的资产进行平仓，可以实现盈利。

如果实际情况与预期相反，标的资产价格上涨，则卖空者会出现亏损。

利用买空卖空机制，可以在不需要太多资金的情况下实现盈利的目的。

第一节 金融工程

2022年新增

(三) 金融工程的应用领域

金融工程的应用领域包括金融产品创新、资产定价、金融风险管理、投融资策略设计、套利等。

金融工程并不是金融机构的专利，其应用主体既包括金融机构也包括个人投资者和实体企业。

第一节 金融工程

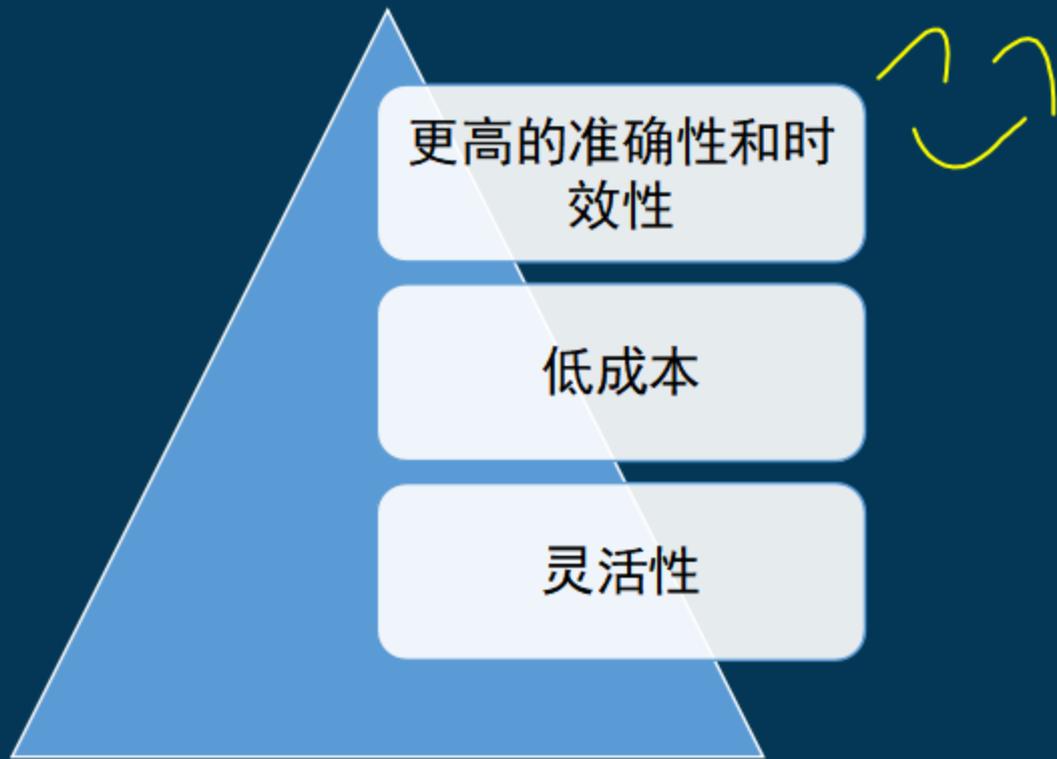
(四) 金融工程与风险管理

1、金融工程管理风险的方式

- 规避风险是金融工程师开发品种繁多的金融工具的主要功能。
- 风险管理在金融工程中居于核心地位。
- 金融工程管理风险的方式：分散风险和转移风险。

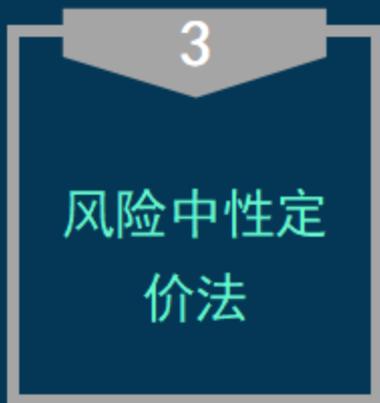
第一节 金融工程

2、金融工程相比传统风险管理的优势



第一节 金融工程

(五) 金融工程的基本分析方法



第一节 金融工程

(六) 金融产品定价的基本假设

- 1、市场不存在摩擦，即没有交易费用和税收。
- 2、市场参与者能以相同的无风险利率借入和贷出资金。
- 3、不考虑对手违约风险。
- 4、允许现货卖空行为
- 5、市场不存在套利机会，使得算出的理论价格就是无套利均衡价格。
- 6、可以买卖任意数量的资产。

第一节 金融工程

考点2：金融远期

(一) 远期价格

- 远期合约签订时，如果信息是对称的，而且合约双方对未来的预期相同，那么合约双方所选择的交割价格应使合约的价值在签署合约时等于零，这意味着双方不需要交换任何现金流就可以处于远期合约的多头或空头状态。
- 使远期合约价值为零的交割价格被称为远期价格。
- 远期价格不但可以用于确定远期合约的交割价格，还可用于计算远期合约的价值，同时也是期货价格的参考。

第一节 金融工程

(一) 远期价格

远期价格通常通过持有成本模型进行计算。

无红利股票的远期价格：

$$F_t = S_t e^{r(T-t)}$$

F_t 是远期价格； S_t 是股票当前的价格； r 是无风险连续复利； e 为自然对数的底； t 为当前时间； T 是远期合约的到期日；上式表示的是股票在【 t, T 】时间段的远期价格。

远期价格

<计算>

第一节 金融工程

(一) 远期价格

有现金收益资产的远期价格：

$$F_t = (S_t - I_t)e^{r(T-t)}$$

I_t 是在【t, T】时间段内持有资产获得现金收益的折现值，如债券的票息、股票的现金红利的折现。

第一节 金融工程

(一) 远期价格

有红利率资产的远期价格：

$$F_t = S_t e^{(r-q)(T-t)}$$

q表示标的资产的红利率，如外汇远期合约中外币的存款利率，股票的股票红利，股指的红利率等。

第一节 金融工程

(一) 远期价格

远期的价格公式表明：

资产的远期价格仅与当前的现货价格有关，与未来的资产价格

（即期货价格）无关，因此远期价格并不是对未来资产价格的预期。

第一节 金融工程

(二) 远期合约的价值

远期合约的价值即买卖双方交易远期合约时买方应该向卖方支付的现金，即产品本身的价值。

远期价格与远期价值是两个不同的概念。

远期价格与标的资产的现货价格息息相关，而远期价值则是由远期交割价格与远期理论价格的价差决定。

合约签署时，交易双方会选择以当时现货价格为基础的远期理论价格为交割价格，此时合约价值为零。

第一节 金融工程

(二) 远期合约的价值

随着时间的流逝，标的资产价格变化会带来远期价格的变化，但原有的交割价格则不可能改变，导致已有的远期合约价值不再为零，故在合约有效期期间，远期合约的价值可以是正的，也可以是负的。

第一节 金融工程

(二) 远期合约的价值

【结论】

当标的资产价格增加时，远期价格增大，因此远期合约价值增大；

当标的资产价格下跌时，远期价格减小，此时远期合约价值变小，甚至可能为负值。

第一节 金融工程

(三) 远期利率协议的交割与估值

1、远期利率协议的交割

远期利率协议 (Forward Rate Agreements, FRA) 是指买卖双方同意从未来某一时刻开始在后续的一定时期内按协议利率借贷一笔数额确定、以具体货币表示的名义本金的协议。

第一节 金融工程

(三) 远期利率协议的交割与估值

1、远期利率协议的交割

- 远期利率协议的买方是名义借款人，其订立远期利率协议的目的是规避利率上升的风险。
- 远期利率协议的卖方是名义贷款人，其订立远期利率协议的目的是规避利率下降的风险。
- “名义”是因为借贷双方不必交换本金，并不发生实际上的借贷行为，只是在交割日根据协议利率和参考利率之间的差额，交割利息差的折现值。

第一节 金融工程

1、远期利率协议的交割

FRA中涉及三个时间点：

- 协议生效日；
 - 名义贷款起息日，即交割日；
 - 名义贷款到期日，即到期日。
- 远期利率协议通常用交割日×到期日来表示：

3×9的远期利率协议表示：3个月之后开始的期限为6个月
贷款的远期利率。

9-3

第一节 金融工程

1、远期利率协议的交割

由于FRA的交割日是在名义贷款期初，而不是在名义贷款期末，因此交割额的计算需要将利息差进行贴现，具体以FRA买方损益为例，计算公式如下：

$$\text{交割额} = \frac{(\text{参考利率} - \text{协议利率}) \times \text{协议本金数额} \times \frac{\text{协议期限天数}}{\text{年基准天数}}}{1 + (\text{参考利率} \times \frac{\text{协议期限天数}}{\text{年基准天数}})}$$

第一节 金融工程

1、远期利率协议的交割

一般美元的年基准天数取360天，英镑的年基准天数取365天。参考利率一般选取被广泛接受的市场利率，如美国是伦敦银行同业拆放利率（Libor），我国是上海银行间同业拆放利率（Shibor），用以计算交割额。

若参考利率 $>$ 协议利率，交割额为正，卖方向买方支付交割额；

若参考利率 $<$ 协议利率，交割额为负，买方向卖方支付交割额。

第一节 金融工程

(四) 远期合约的套期保值

由于远期合约是由银行提供的场外交易产品，合约不规范，流动性较差，因此，远期合约用于套期保值主要是静态套期保值。

在期初签订远期合约，后通过到期交割的方式完成套期保值，目的是完全消除套期保值期间价格波动的风险。

根据买卖方向不同分为多头套期保值（买入远期合约的套期保值）和空头套期保值（卖出远期合约的套期保值）。

第一节 金融工程

考点3：金融期货

(一) 金融期货的价格

股指期货

货币期货

利率期货

2/12 期货

第一节 金融工程

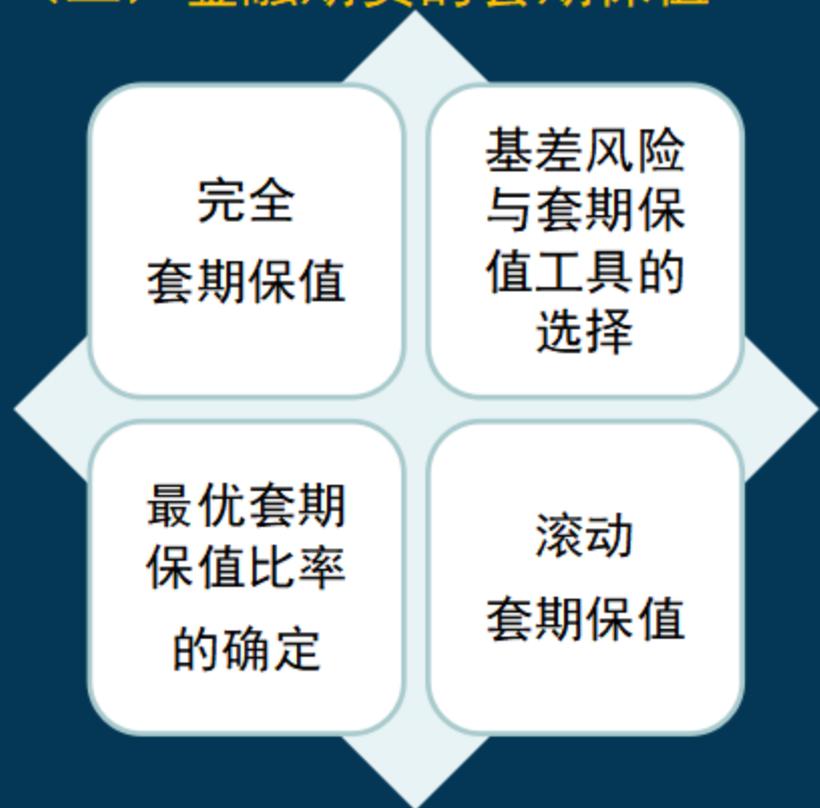
（一）金融期货的价格

类似于远期合约，期货合约中，期货价格定义为使期货合约价值为零的理论交割价格。因此，期货价格是与远期价格非常相似的概念。

由于期货是在场内进行的标准化交易，其逐日盯市制度、每日结清浮动盈亏的制度决定了期货在任何时间点处的理论价值为零，即期货的报价相当于远期合约的协议价格，故期货的报价理论上等于标的资产的远期价格。但由于交易制度的规定，理论报价在远期价格的基础上需要进行一定的调整。

第一节 金融工程

(二) 金融期货的套期保值



第一节 金融工程

1、完全套期保值

如果投资者希望套保的现货资产的种类和规模能够与市场上交易的期货的标的资产种类以及期货规模相匹配，可以进行类似远期合约的完全套期保值。

【例】一家美国公司想为2018年12月15日要支付的 2500 万欧元进行套期保值，已知12月份交割的欧元期货合约规模为 12.5万欧元，则公司可以通过买入200份欧元期货合约进行完全套期保值。

第一节 金融工程

1、完全套期保值

在实际运用中，套期保值的效果会受到以下三个因素的影响：

- ①需要避险的资产与期货标的资产不完全一致；
- ②套期保值者不能确切地知道未来拟出售或购买资产的时间，因此不容易找到时间完全匹配的期货；
- ③需要避险的期限与避险工具的期限不一致。

第一节 金融工程

2、基差风险与套期保值工具的选择

基差 = 待保值资产的现货价格 - 用于保值的期货价格

现 - 期

如果打算进行套期保值的资产与期货合约的标的资产一致，在期货到期日时，期货价格将收敛到现货价格，因此基差会趋于0，但在到期日之前，基差可正可负。基差变动带来的风险称之为基差风险。

第一节 金融工程

2、基差风险与套期保值工具的选择

为了降低基差风险，要选择合适的期货合约，包括：

- ①选择合适的标的资产；
- ②选择合约的交割月份。

第一节 金融工程

3、最优套期保值比率的确定

计算

确定了用何种金融期货合约作为套期保值工具之后，还必须确定套期保值所需的期货合约数量。

套期保值比率：期货合约的总价值与套期保值资产现货总价值之间的比率，即一单位现货头寸保值者所建立的期货合约单位。

第一节 金融工程

【股指期货最佳套期保值数量】

当用股指期货为股票组合套期保值时，股指期货最佳套期保值数量 (N) 为：

$$N = \beta \frac{V_S}{V_F}$$

V_S 为股票组合的价值； V_F 为单位股指期货合约的价值； β 为该股票组合的 β 值。

因为股票组合没有单位价格，所以很少使用套期保值比率，直接计算套期保值需要的期货数量即可。

$\beta \times \frac{V_S}{V_F}$

第一节 金融工程

【利率期货与久期套期保值】

利用利率期货进行套期保值方向与远期利率协议是完全相反的，因为利率期货以债券或短期存款为标的，当利率上升时，债券价格或短期存款的价格是下跌的。

当投资者担心利率上升带来的损失时，要卖出利率期货，这样当利率上升时，利率期货价格下跌，利率期货空头可以获益，用以弥补利率上升带来的损失。

当投资者担心利率下降带来的损失时，要买入利率期货。

债券价格下跌

卖出

第一节 金融工程

【利率期货与久期套期保值】

由于当市场利率变动时，债券价格的变动幅度取决于该债券的久期，而利率期货价格的变动幅度也取决于利率期货标的债券的久期，因此我们可以根据保值债券与标的债券的久期来计算套期保值比率。

第一节 金融工程

【利率期货与久期套期保值】

令S和DS分别表示需进行套期保值资产的价格和久期，F表示利率期货的价格，DF表示期货合约标的债券的久期。则为了对冲收益率变动对保值债券价值的影响，所需要的期货合约数

(N) 为：

$$N = \frac{SD_s}{FD_f}$$

$$\frac{S \times D_s}{F \times D_f}$$

第一节 金融工程

(三) 金融期货的套利

01	期现套利
02	跨期套利
03	跨市场套利

0
月份
跨
交易所

第一节 金融工程

考点4: 金融互换

(一) 利率互换的定价

利率互换 (Interest Rate Swap): 买卖双方同意在未来的一定期限内根据同种货币的同样的名义本金交换现金流, 其中一方的现金流根据浮动利率计算, 而另一方的现金流根据固定利率计算, 通常双方只交换利息差, 不交换本金。

互换的期限通常在1年以上, 有时甚至在15年以上。

第一节 金融工程

（一）利率互换的定价

普通利率互换可以由一组远期利率协议复制，也可以由固定利率债券和浮动利率债券的组合复制，因此利率互换的价值等于债券组合的价值，可以运用债券组合对互换进行定价。

第一节 金融工程

(二) 货币互换的定价

货币互换 (Currency Swap) 是买卖双方将一种货币的本金和固定利息与另一货币的等价本金和固定利息进行交换的协议。

货币互换的买方在期初获得外币，并将等值的本币借给卖方；在合约期限内买方支付外币利息，获取本币利息；合约到期时买方向卖方偿还外币本金，同时获得本币的本金。

第一节 金融工程

(二) 货币互换的定价

货币互换与利率互换在结构和运作机制上相似，但它们是两种不同的互换合约，其主要不同在于：

1) 利率互换只涉及一种货币，而货币互换要涉及两种货币。

2) 在协议开始和到期时，货币互换双方常常交换本金，而利率互换不涉及本金的交换。

3) 货币互换双方的利息支付可以均为固定利率，也可以均为浮动利率，或者固定利率与浮动利率互换，而标准利率互换多见于固定利率与浮动利率互换。

第一节 金融工程

(三) 金融互换的套利

金融互换的套利运用的是比较优势原理。

互换是比较优势理论在金融领域最生动的运用。

根据比较优势理论，只要满足以下两种条件，就可以通过互换进行套利：

- ①双方对对方的资产或负债均有需求；
- ②双方在两种资产或负债上存在比较优势。

第一节 金融工程

1、利率互换的套利

假设A、B公司都想借入5年期的1000万美元借款，A公司想借入与6个月期相关的浮动利率借款，B公司想借入固定利率借款。但两家公司信用等级不同，故市场向它们提供的利率也不同：

公司	固定利率	浮动利率
A公司	6.00%	6个月期Libor+0.30%
B公司	7.20%	6个月期Libor+1.00%

1.2% - 0.7%

以教材为准

第一节 金融工程

此时A公司在固定利率市场上存在比较优势，因为A公司在固定利率市场上比B公司的融资成本低1.2%，而在浮动利率市场比B公司的融资成本低0.7%，因此A公司在固定利率市场上比在浮动利率市场上相对B公司融资成本优势更大，这里存在0.5%【 $1.2\% - 0.7\%$ 】的套利利润。

第一节 金融工程

A公司和B公司可以通过如下互换分享无风险利润，降低双方的融资成本：

A公司作为利率互换的卖方，按Libor变动支付B公司浮动利率，获得B公司支付的6%的固定利率，同时在市场上按6%的固定利率借入借款；

B公司可作为利率互换的买方，向A公司支付6%的固定利率，获得A公司支付的Libor浮动利率，同时市场上按Libor+1%借入浮动利率的借款。

第一节 金融工程

1、利率互换的套利

A公司最终的融资成本为： $\text{Libor} + 6\% - 6\% = \text{Libor}$ ，达到了浮动利率借款的目的；

B公司最终融资成本为： $6\% + \text{Libor} + 1\% - \text{Libor} = 7\%$ ，达到了固定利率借款的目的。

相比直接在市场上融资，A公司节约成本 $\text{Libor} + 0.3\% - \text{Libor} = 0.3\%$ ，B公司节约成本 $7.2\% - 7\% = 0.2\%$ 。

第一节 金融工程

2、货币互换的套利

假设英镑和美元汇率为1英镑=1.5美元。

A公司想借入5年期的1000万英镑借款，B公司想借入5年期的1500万美元借款。

市场向它们提供的固定利率如下表所示：

公司	美元	英镑
A公司	8.00%	11.60%
B公司	10.00%	12.00%

第一节 金融工程

此时A公司在美元市场上存在比较优势，因为A公司在美元市场上比B公司的融资成本低2%，而在英镑市场上比B公司的融资成本低0.4%，因此A公司在美元市场上比在英镑市场上相对B公司融资成本优势更大，这里存在1.6%【2%-0.4%】的套利利润。

第一节 金融工程

A公司和B公司可以通过如下货币互换分享无风险利润，降低双方的融资成本：

A公司在货币互换中支付英镑利息，获得美元利息，同时在市场上借入美元借款；

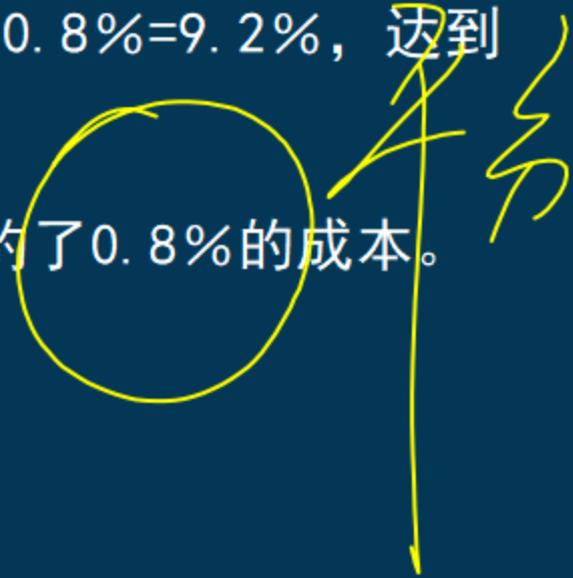
B公司在货币互换中支付美元利息，获得英镑利息，同时市场上借入英镑借款。

第一节 金融工程

A公司最终融资英镑的成本为 $8\%+10.8\%-8\%=10.8\%$ ，达到了借英镑的目的；

B公司最终融资美元成本为 $8\%+12\%-10.8\%=9.2\%$ ，达到了美元借款的目的。

相比直接在市场上融资，AB公司均节约了0.8%的成本。



第一节 金融工程

考点5：金融期权

(一) 金融期权的价值结构

期权费也可称为期权价格、期权的权利金，指的是期权交易中的价格，即购买期权的一方为自己获得的买入标的资产或卖出标的资产的权利预先支付给期权卖方的费用。

期权费由两部分构成：内在价值和时间价值。

第一节 金融工程

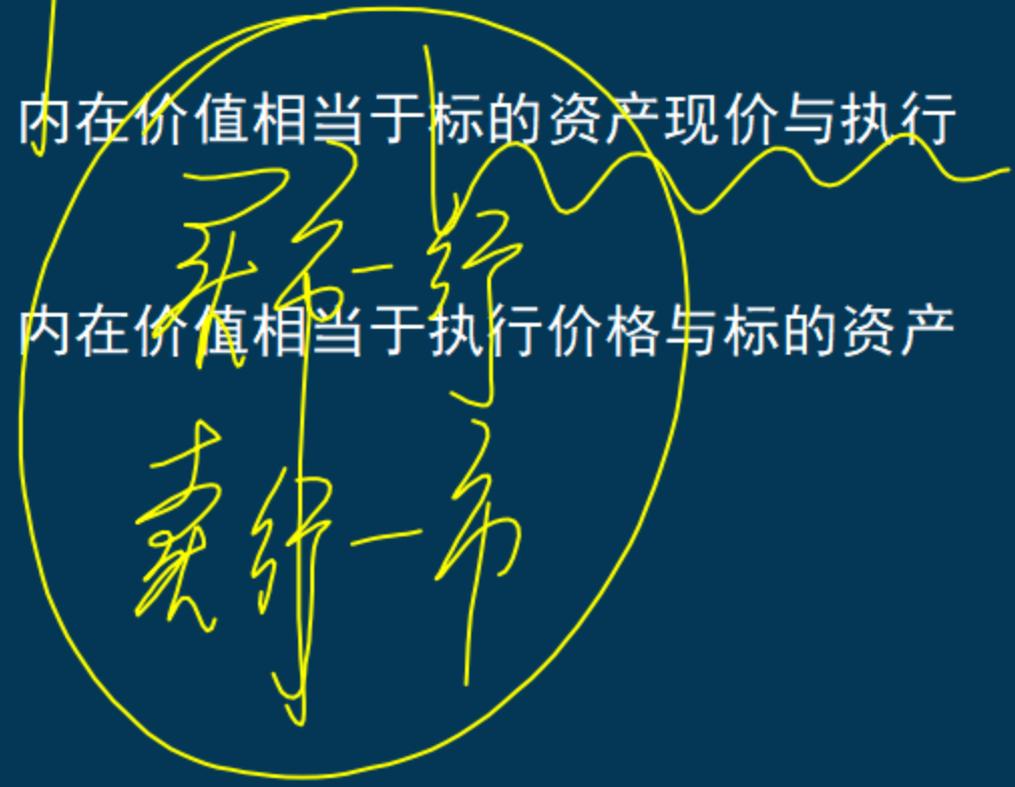
(一) 金融期权的价值结构

1、内在价值 $\langle \text{价差} \rangle$

内在价值指期权按执行价格立即行使时所具有的价值，一般大于零。

对于看涨期权来说，内在价值相当于标的资产现价与执行价格的差；

对于看跌期权来说，内在价值相当于执行价格与标的资产现价的差。



第一节 金融工程

（一）金融期权的价值结构

2、**时间价值**：期权费减去内在价值部分以后的余值。

在实务中，所有期权的出售方都无一例外地要求买方支付的期权费高于期权的内在价值。

期权费高于内在价值的主要原因：**期权的非对称性**表明期权卖出方具有亏损的无限性和盈利的有限性特征，需要对卖方所承担的风险予以补偿。

第一节 金融工程

2、时间价值：

- 期限越长的期权，基础资产价格发生变化的可能性越大，因而期权的时间价值越大。在敲定价格既定时，期权费大小与期权的期限长短成正比。
- 期权越临近到期日，时间价值就越小，这种现象被称为时间价值衰减。当期权临近到期日时，在其他条件不变的情况下，其时间价值下降速度加快，并逐渐趋向于零，一旦到达到期日，期权的时间价值将为零。

第一节 金融工程

(二) 金融期权的套期保值

1、利用期权为现货资产套期保值

>>当未来需要买入现货资产，担心未来价格上涨增加购买成本时，可以买入看涨期权进行套期保值。

>>当未来需要卖出现货资产，担心未来价格下跌降低资产收益时，可以买入看跌期权进行套期保值。

第一节 金融工程

2、期权的动态套期保值

由于金融期权合约到期损益的不对称性，期权价格与其影响因素之间产生了非线性关系，因此如果投资者的资产组合中包含了售出的期权，为了控制无限的亏损可能，需要对期权产品进行动态套期保值，当影响因素如标的资产价格发生变化时需要及时调整标的资产的头寸，以达到更好的套期保值的目的。

第一节 金融工程

2、期权的动态套期保值

影响期权价格的因素主要包括标的资产价格、标的资产的波动率、无风险利率、到期期限、执行价格五个因素，除执行价格外其他因素都是变动的，故期权套期保值需要考虑各个因素的变动。

每个因素的影响程度可以通过期权价格关于各因素的偏导数来体现，这些偏导数使用希腊字母来标识故期权的套期保值也被称为希腊字母套期保值。