

市场风险

期货

1. 市场风险重要的 5 个原因：1、management information（将风险暴露和资本相比较）
2、设定限额 3、resource allocation 4、performance evaluation 5、监管
2. 巴塞尔协议对市场风险的计量包括标准方法（固定收益、外汇、权益等）和内部评级法。
3. 成功期货合约的三个性质是标的资产的深度市场，资产价格要有足够的波动性以及风险控制不能以直接的方式进行。
4. 含有 carrying cost 的 forward price: $F_0 = (S_0 - I)e^{rt}$, I 就是期间产生的现金流
5. forward contract 的定价: $V = S_0e^{-qt} - Ke^{-rt}$ （连续 cash flow 支付），没有现金流的话 $V = S_0 - Ke^{-rt}$. S 为 spot price, K 为执行价格。
6. 股指期货的 beta 调整策略（比如说完全对冲系统风险）: $N = (\beta^* - \beta)P/A$, 其中前一个 β 是对冲后的，后面的是对冲前的 β , P 是组合的价值，A 是对冲资产的价值，一般是单位标的资产的价值 \times 乘子。
7. 对冲权益组合所需的股指期货的份数 = $\beta_{portfolio} \times \frac{\text{组合价值}}{\text{期货价格} \times \text{期货乘数}}$, $\beta_{portfolio}$ 是组合相对于基准的 β , 如果股指期货本身也有 β 的话，则所需份数 = $\beta_{portfolio} \times \frac{\text{组合价值}}{\beta_{future} \times \text{期货价格} \times \text{期货乘数}}$, 这时要和上面的 beta 调整策略区分开。
8. 最小方差对冲公式为: $h = \rho(S, F) \frac{\sigma_S}{\sigma_F}$, 一般用于外汇期货，要记住即期价格的波动性是作为分子的。注意期权的 delta 对冲率就是计算出 $N(d_1)$ 来，还有 delta-gamma neutral 对冲。
9. 商品期货中有 cost of carry $F_0 = (S_0 + U)e^{rt}$, U 指的是储存成本。
10. 如果 $E(S_T) > F_0$, 就称之为 normal backwardation（现货溢价），此时就会卖出期货合约，称之为净卖空；反之 $F_0 > E(S_T)$ 称之为 Contango，所以当期货价格上升大于 spot price 的时候，就会发生 contango（模拟题）。所以持有现货，空头期货的时候就怕 contango。
11. 基点 basis = 被对冲资产的现值 - 用于对冲的期货价格。当现货价格的增长大于期货价

格的增长时，就称之为基点增强，反之称之为基点减弱。

12. 对于利率期货，用基于久期的对冲公式如下（对于利率衍生品，一般都用久期对冲来平衡，注意欧洲美元期货也是利率期货而不是外汇期货，类似于3个月到期的FRA，而且是柜台交易，标准合约规模为100万。FRA是OTC的（98试题））：

$$N = - \frac{P * D_P}{F_C * D_F}$$

13. 其中，P为组合的价值， F_C 为期货的价值，两个D分别为组合的久期和期货的久期。负号表示期货的头寸和组合中的头寸是相反的。

14. 远期汇率的计算公式为 $F_{1/2} = X_{1/2} \times \frac{1+r_2}{1+r_1}$ ，注意多期远期汇率的计算公式：

15. 当cash price和期货价格之间有很强的正相关性的时候，就可以进行有效的对冲。
16. 当被对冲的头寸和标的资产没有完全相关的时候，就会存在基点风险。所以当标的资产和对冲资产不一样、相关性不唯一已经到期日不一样的时候就会产生基点风险。
17. 从收益率曲线上读取到的远期利率称之为隐含的远期利率（implied forward rate）。
18. 期货和远期的价格只有在当利率不变（constant）和确定（deterministic）时才会相等，因为期货和远期的区别是一个是盯市，一个不是。
19. 计算欧洲美元期货合约的凸性调整（convexity Adjustment）。由于期货合约每日盯市的特征导致实际的远期利率（期货的利率）和隐含的远期利率会发生差别，凸性调整就是要降低这方面的差别（也就是调整期货利率和远期合约利率之间的差别）：

$$\text{实际远期利率（期货利率）} = \text{隐含远期利率} - 0.5 * \sigma^2 * t_1 * t_2$$

t_1 指的是期货合约的到期日， t_2 指的是标的资产利率的到期日。从上可知，期货的利率是要低于远期的利率的，所以长期而言，期货的价格是要高于远期的价格的（利率和价格成反比，00试题）。

20. 计时规则方面，T-Bond用的是actual/actual。而US CORPORATE和MUNICIPAL bond使用的是30/360。T-bill和其它的货币市场工具使用的是ACTUAL/360。
21. 对于长期国债期货而言，交割是以实物交割进行的，所以要用到转换因子（CF），不然的话，大家都会用最便宜的债券交割（CTD，即有最低净成本的债券就），公式为 $\text{cost} = \text{price} - \text{future quote} * \text{CF}$ 。息票越高，CF也就越高（因为CF的计算是将现金流按照6%进行折现，所以和息票成正比，当债券的利率接近6%时，CTD就变的不稳定了，这也是达到了理想的结果00试题），所以通过CF，即使交割的债券价格相差很远，也可以使最终的成本相差比较近。

互换

22. Vanilla 互换的现金流和定价：

现金流 floating = $L * \text{浮动利率} * \text{期限}$ （注：利率是以年利率计算的）

现金流 fix = $L * \text{固定利率} * \text{期限}$

定价时，需要将一个互换看成是一个浮动债券和一个固定债券的组合。从一个例子来看利率互换的定价。一个面值是1m的互换，pay6月的libor，收取6%的固定利率。互换

的存续期为 15 个月，在第 3, 9, 15 个月支付，libor3 月为 5.4%，9 月 5.6%，15 月为 5.8%。libor 在 last payment date 为 5%，计算该互换持有人的价值。

固定债券的价值计算： $PMT=1000000*3\%=30000$ 。

$$B_{fix} = (30000 * e^{-(0.054*0.25)}) + (30000 * e^{-(0.056*0.75)}) + (1030000 * e^{-(0.058*1.25)}) = 1016332$$

这里要注意，浮动利率只是支付了一次，就是在 3 个月的时候，所以，浮动利息的计算是很简单的，只需要一次贴现即可。计算互换价值的时候要十分的注意两者付息的范围

$$B_{floating} = (notional + (notional * r_{fixed} / 2)) * e^{-rt} = (1m + (1m * 0.05 / 2)) * e^{-0.054*0.25} = 1011255$$

所以很值得注意的是，对两个债券贴现回来所使用的贴现率应该是相等的，都为 libor

23. 计算货币互换的价值：

$$V_{swap}(USD) = B_{USD} - (S_0 * B_{GBP})$$

B_{USD} 是以美元命名的支付，S 为汇率。

24. 远期利率协议（FRA）的价值可以看作是一个固定利率 bond 和一个浮动利率 bond 的差值。FRA 的支付算法如下：

$$pay\ off = 组合价值 \times (应收取的年\ rate - 应支付的年\ rate) \times term。$$

FRA 价值计算例子：3 月和 6 月的 libor 分别时 4% 和 5%。购买 FRA，收取 8%（季息），支付 libor（季息），面值为 5m，期限为 3 月到 6 月，则 FRA 的价值为：

$$首先\ 计算\ 3\ 到\ 6\ 月\ 的\ 远期\ LIBOR: \frac{1.05^2}{1.04} - 1 = 0.06, \text{ 转化为季息} =$$

$$4 * (EXP(0.06/4) - 1) = 0.0605.$$

最终价值为： $5m \times (0.08 - 0.0605) * exp(-0.05 * 0.5)$ 。从式子中可知 FRA 贴现回来的终点应该时 FRA 的到期日的时候。而贴现率可以直接用该点 LIBOR 值。

所以，实际上 $pay\ off = L * (R(receive) - R) * (T2 - T1)$

$$Value(receive)R_k = L * (R_k - R) * e^{-R_2 * T_2}$$

期权

25. 期权必须全值交易，不能用保证金交易。期权的签发人则要交纳一定的保证金来保证期权的执行。Exchange-traded option 对应的是备兑期权，而权证，可转债，执行股票期权等都是股本期权，需要重新发行新股来保证期权的执行。

26. 期权标的资产的拆分会使的期权的执行价格发生相同幅度的变化

27. 六个因素对期权价格的影响：首先，对于所有期权，波动性对于期权的影响都是正的。

对于欧式买权，S, r 的影响是正的，X 是负的，T 的影响不能确定，卖权反之。对于美式买权和卖权，T 的影响是正的，其他对应欧式。

28. 期权价格的上限，其中，买权价格不能大于当前股价，否则卖出买权并买股票就可以达到无风险套利。卖权价格不能大于执行价格（欧式期权甚至不能高于执行价格的现值），

否则卖出卖权也会存在套利机会。期权的上下限公式为 $\max(0, X - S) \leq c \leq Xe^{rt}$ 。美

式期权买权和卖权的价格差区间为： $S_0 - X \geq C - P \geq S_0 - Xe^{-rt}$ ，对于欧式期权， $c - p = S - Xe^{-rt}$ ，所以美式期权如果没有 dividend 的话，在到期日之前执行不是最优的。如果不用支付 dividends 的时候，美式期权和欧式期权的价值是一样的，这是因为提前执行期权都不是最优的方案，因为，如果不提前执行期权，期权的价值就是 $S - Xe^{-rt}$ ，而执行期权后，其价值就变成了 $S - X$ 。如果支付股息的话情况就比较复杂了。支付股息时，如果离到期日越近而且支付的股息越多，那么提前执行买权就越好，而卖权却相反，股息支付越大，越不要提前执行。

29. 期权的定价一般都是风险中立的方法，用精算 (actuarial) 的方法只有一种情况，就是系统风险为 0。

30. 希腊字母的 Delta 衡量的是标的资产价格的变化导致欧式期权价格的变化指标，当期权的内在价值很高，而非常接近到期日的时候，期权的 Delta 近似为 1，而 Gamma, rho 和 Vega 接近于 0。Gamma 衡量的是 Delta 的变化导致期权价格的变化，是标的资产价格的二阶倒数，当期权对标的资产很敏感时就意味着 gamma 是很大的，此时期权也是 at-the-money 的 (模拟题)。当期权是 at the money 的时候，Gamma 最大，而当期权是深度价内或者深度价外的时候，Gamma 却很小。Vega 衡量是波动性对期权价格的影响，其影响方式和 Gamma 相似，即当期权是 at the money 的时候，Vega 最大，而当期权是深度价内或者深度价外的时候，Vega 却很小，但是随着到期日的临近，Vega 会加大。Rho 是无风险利率对期权价格的影响，可从首字母 R 中得到利率的启示，股票期权对该指标并不明显，而固定收益率的产品受其影响比较大。

31. 期权的 delta 对冲率就是计算出 $N(d_1)$ 来，意思是要对冲相当于一股的作空期权，需要

买入 $N(d_1)$ 股的股票， $N(d_1) = N\left(\frac{\ln(S_0 / X) + (r + \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)$ ，在 excel 中用

NORMSDIST() 来实现。由于 $N(d_1)$ 肯定是小于 1 的，所以标的资产的变化值肯定要大于期权的变化值，但是相对值就不一定了。

32. 一步骤的二叉树期权计算步骤：1、计算向上和向下波动的幅度， $U = e^{\sigma\sqrt{t}}$ ， $D = \frac{1}{U}$ ，2、

计算向上的概率和向下的概率 $\pi_u = \frac{e^{rt} - D}{U - D}$ ， $\pi_d = 1 - \pi_u$ 。3、计算在两个节点出的期

权价值并求出期权在该节点处的价值，将其贴现就是期权的价值

$V_c = \frac{c_u \times \pi_u + c_d \times \pi_d}{e^{rt}}$ 。所以给定了股价的两种可能性，要能算出出现每种可能性的

概率。

33. 多步骤的二叉树就直接用计算出来的概率不变，而期权的价值只在二叉树的最后一个节点进行计算。注意上面方法计算出来的二叉树只是对欧式买权使用，对于卖权，就要使用 call-put parity 的公式进行计算。

34. 对于美式期权而言，就需要计算每一步的期权价格来贴现，在每一步都要判断期权是否存在，只有确认其存在，才能继续向后贴现。不能从第二个步骤直接贴现回到第一个步骤。因为它会被提前进行执行，而不是要等到到期日才会执行。

35. 伊藤引理的描述如下：当 x 服从以下随机过程： $dx = a(x,t)dt + b(x,t)dz$ ，而 G 是 x

的函数，则 $dG = (a \frac{\partial G}{\partial x} + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{b^2 \partial^2 G}{2 \partial x^2})dt + b \partial G / \partial x dz$ 。

36. 当股价 S 服从 GBM 时， $\ln(S)$ 服从正态分布，推导如下：

$\frac{dS}{S} = \mu dt - \sigma dz$ ，令 $G = \ln(S)$ 。用伊藤引理：

$$dG = (a \frac{\partial G}{\partial x} + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{b^2 \partial^2 G}{2 \partial x^2})dt + b \partial G / \partial x dz$$

就有： $dG = (uS \frac{\partial G}{\partial S} + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{(\sigma S)^2 \partial^2 G}{2 \partial S^2})dt + \sigma S \partial G / \partial S dz$
 $= (u - \sigma^2 / 2)dt + \sigma dz$

由于 $d \ln(S) = \ln(S_T) - \ln(S_0) = \ln(S_T / S_0)$ ，所以

$$\ln\left(\frac{S_T}{S_0}\right) \dots N[(u - \sigma^2 / 2)T, \sigma \sqrt{T}]$$
，这是股票收益率服从的分布。所以

$\ln S_T \dots N[(u - \sigma^2 / 2)T + \ln(S_0), \sigma \sqrt{T}]$ ，这是股票价格的对数服从的分布。从上可知，

股票的收益率服从正态分布，而且均值为 $(u - \sigma^2 / 2)$ 。从而 S_T 就是服从对数正态分布，而

且， $E(S_T) = S_0 * e^{uT}$ 。

如果 x 服从对数正态分布，那么它的自然对数就服从正态分布，那么 x 的分布是正的有偏的（也就是向右偏的），两个随机对数正态分布变量之积仍然是对数正态分布，同理两个正态分布之和仍然是正态分布（历年考题），对数正态的期望和标准差。如果 $\ln(x)$ 均值

为 μ ，方差为 σ ，则 $E(X) = e^{(\mu + \frac{\sigma^2}{2})}$ ， $V(X) = e^{(2\mu + 2\sigma^2)} - e^{(2\mu + \sigma^2)}$ 。和上面 $E(S_T) = S_0 * e^{uT}$

不同的是，前者只是针对一般的对数正态分布，而后者却是针对特殊的几何布朗运动。

37. 权证与期权的区别就是，公司在发行权证的时候，必须也要发行新的股票，所以这在一定程度上稀释了股票的价值（这是针对股本权证而言的），所以对权证进行定价就必须考虑进这种稀释效应（dilution）。这需要数据搜索程序。

38. 组合期权介绍

名称	构成方式	功能分析
Covered Call (保护性买权, 相当于卖权的空头)	作空买权, 拥有股票 (股票多头, 买权空头)	可以获得期权费, 适用于那些认为股票的价值不会上涨的投机者, 和卖权空头一样。
Protective put strategy	作多卖权, 同时拥有股票 (股票多头, 卖权多头)	这种方式在股票下跌时损失有限, 而股票上升时收益无穷, 类型于买权。这也可以从买卖平价公式中看出来: $p + S = c + Xe^{-rt}$
Bull spread	买入低执行价的买权 (卖权), 卖出高执行价的买权 (卖权)	不需要股票, 就可以在股票上升时, 享受两个执行价之间的差价。成本是两个期权费的差额。当用的是卖权的时候, 成本是执行价格之间的差额, 收益是当股票上升时就有期权费。
Bear spread	买入高执行价的卖权 (买权), 卖出低执行价的卖权 (买权) 归纳: 买低 (执行价) 卖高就是牛市。反之熊市。	不需要股票, 就可以在股票下跌时, 享受两个执行价之间的差价。成本是两个期权费的差额。
Butterfly spread	买入低价买权和高价买权, 同时, 同时卖出两个执行价在中间的买权	当价格大幅波动时 (不管是向上还是向下), 损失都有限, 而股票波动较小时, 就可获利。
Calendar spread	同时操作两个执行日不同的买权和卖权。	和蝶式期权类似, 投资者在较小的区间内获利而在较大的区间内损失有限, 但是不同的是它不是对称的。
Straddle	买入两个执行价格和到期日都一样的买权和卖权	当股票价格波动较小时会损失有限, 而当股票价格波动较大时都会收益无限。
Strangle	和 straddle 类似, 只不过买的都是价外期权, 成本较低	和 straddle 类似, 不过在底部是平的, 而且要想获利, 股票波动的幅度也必须更大。
Strips	买入两个卖权和一个买权, 具有相同的执行价格和到期日。	也是在波动性大的时候收益。但是在向下波动时收益更多。
Strap	买入两个买权和一个卖权, 具有相同的执行价格和到期日。	也是在波动性大的时候收益。但是在向上波动时收益更多。

39. 在 B-S 模型中，股息的现值可以直接从股价中扣减的，所以，对于含有股息的欧式期权来说，定价公式为：

$$c = (S_0 - Qe^{-qt})N(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2)$$

所以含有股息会使买权的价格下降的。对于美式期权来说，含有股息的情况就比较复杂了。因为如果没有付息的话，过早的执行期权都不是最佳的，但是增加了股息之后，可以会使该情况发生改变，他增加了提前执行买权的可能性，而降低了提前执行卖权的可能性。

40. 股指期权的定价=连续付息情况下的期权公式。

$$c = S_0e^{-qt}N(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r - q + \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

货币期权的定价，只需将国外的利率替换 q 即可。

$$c = S_0e^{-r_f t}N(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r - r_f + \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

期货期权的定价，就是将 q 设为 r，将 S 用 F 代替。

$$c = F_0e^{-rt}N(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (\sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

41. delta-neutral 对冲方法就是要使组合相对于标的资产的变化最小。它只对很小的变化发挥作用。对于大的变动，需要重新调整。例子如何生成 Gamma-Delta neutral 对冲。如果一个组合，先除以 Gamma 就能保证 Gamma 中性，再乘 delta，就能达到 Gamma-Delta neutral 对冲。
42. 波动性微笑中，对数正态分布的右尾很肥，这意味着隐含波动性会随着执行价格的增加而增加的。波动性傻笑指的是低执行价格的隐含波动性反而会更高，这种就是导致 1987 年股价波动的 CRASHOPHOBIA。Sticky rule 指的是隐含波动性在短期内会保持不变。期权平价理论意味着卖权和买权的隐含波动性应该相等，都为其标准差（前提是到期日和执行价格相等）。
43. 奇异期权。flex 期权指的是可以修改期权条款的期权。LEAPS (long term equity anticipation securities) 是一种长期期权，所有的 LEAPS 都是一月份到期。Package 一组由欧式期权，远期，现金和标底资产组成的组合。北慕大期权指的是将美式期权的提前执行固定在某几个日期，比如每月的最后一天。（这也是将标准期权非标准化的一种。）
- Forward start option (指该期权在将来的时间才会存在)
- Compound option (复合期权，指期权之上的期权)
- Chooser option (指买了期权一段时间之后再选择该期权是买权还是卖权)
- Barrier option (障碍期权, down-and-out - put 当价格下降到一定程度该期权就会停

止生效了。这使 volatility 也不完全是和期价格是正相关的。敲入期权在障碍水平上并接近到期日时是最难对冲的，因为此时涉及到不连续性。而且敲出期权普遍比较便宜是因为大都没有到期就不存在了，所以更多的时候被使用。

Binary option 指当高于执行价格的时候，支付一定的数目，当低于执行价格的，并不支付。

Look back 期权的支付取决于标的资产在期权期间的最高价和最低价。

Shout option 允许购买者在期间喊出一个当时的价格来作为执行的底线。

Asian option 的支付时证券期间的均值。亚洲期权能够进行动态对冲，因为它随着到期日的临近，越来越稳定。

Basket option 允许买卖一个资产组合。

44. 天气衍生品的支付是相对于平均值而言的极端值的函数。能源期权之所以是很好的对冲方式，原因在于电力不能被储存。

45. 天气衍生品要计算 heating degree days HDD 和 cold degree day CDD

$$HDD = \max(0, 65 - A)$$

$$CDD = \max(0, A - 65) \quad A \text{ 为一天当中的平均值。}$$

然后计算一月当中的 accumulative CDD, 它就是到期的价格，再与执行价格相比较。注意一月通常是 31 天。

最常用的保险是 CAT 风险，就是大灾风险（练习题）。

46. 为保证资本充足率而进行风险管理需要满足的四个性状，monotonicity（单调性），translation invariance（不变转换性），homogeneity（同质性） subadditivity（次可加性），参数的 VaR 也就是一般意义上的 VaR 并不满足次可加性。

47. 均值的估计偏差 $se(\hat{\mu}) = \hat{\sigma} \sqrt{\frac{1}{T}}$ ，标准差的估计偏差 $se(\hat{\sigma}) = \hat{\sigma} \sqrt{\frac{1}{2T}}$ ，注意和下面的估计

偏差比较。估计的标准偏差 (SEE, Standard error of the estimate) 指的是决定变

量估计值的标准差。 $SEE = \sqrt{s_e^2} = \sqrt{\frac{SEE}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_i^2}{n-2}}$

48. 类型 1 错误是拒绝了正确的模型，类型 2 错误是接受了错误的模型。

VaR 部分

49. relative VaR = $\alpha \sqrt{(x - x_0)' \Sigma (x - x_0)}$ ，这也称之为跟踪误差 VaR 值。它指的是组合 VaR 和基准组合的区别。

50. 风险映射 (risk map is a plot of expected loss frequency against expected severity for each risk type or line of business) 包括面值映射，久期映射和现金流映射。只要与风险因子是线性相关的，Delta-normalVAR 可以应用到各种金融工具中。例如只要 delta 是稳定的，Delta-normalVAR 就可以对期权工具比较精确的估值。除非是完全相关，否则成分 VAR 是会低于单个的 vaR 值的。

51. MC 模拟的步骤：选择随机过程、生成伪随机变量、计算价格、计算多次得出分布。如果是期权的话，还需要计算每个模拟步骤的现值。在多变量的 MC 模拟过程中，有两种技术可以简化模拟过程。一种是 deterministic simulation 用的是非

随机的方式仔细的寻找样本。这种方法准随机方法可以使标准偏差的下降速度从 $1/\sqrt{k}$ 上升到 $1/k$ ，但是其缺点是由于缺乏独立性，准确性就不能保证了。另外一种方法是情景模拟的方法，是用主成分分析的方法降低模拟的次数来增加模拟的速度。

52. 利率动态模型有单因子模型 $dr_t = k(\theta - r_t)dt + \sigma r_t^\gamma dz_t$ ， k 回归速度， θ 是均值回归的水平， γ 是分布的参数，当 $\gamma = 0.5$ 时为 CIR 模型，经验表明 CIR 对于短期波动（如美国利率曲线）和简单的组合是很适用的（但是对于复杂的高杠杆固定收益组合却不是很适用）。它是一个间接的模型，不能直接估计零息利率，它使用了统计估计，并假设了收益率有一个长期的均值水平 θ ，这和 Vasieck 模型是一样的，不同的是 CIR 假设误差项的方差是利率水平的函数，Vasieck 模型中 $\gamma = 0$ ，即波动不依赖于利率自身的水平。表达为 $dr_t = k(\theta - r_t)dt + \sigma dz_t$ （缺点是由于波动不依赖于其水平，所以会允许负利率的存在），当 $\gamma = 1$ 时有为正态对数模型。两因素的 brennan 和 schwartz 模型，包括了短期和长期利率。 $dr_t = k_1(\theta_1 - r_t)dt + \sigma_1 dz_{1t}$ 。 $dl_t = k_2(\theta_2 - l_t)dt + \sigma_2 dz_{2t}$ ，前面是短期的，后面是长期的。对于较长的时间区间，需要用来两者的调整， $dr_t = k_l(\theta_l - (r_t - l_t))dt + \sigma_l dz_{lt}$
53. 流动性风险中，asset liquidity risk 和 funding liquidity risk (也可以称之为 cash flow liquidity risk)。Bid ask spread 是特定资产市场风险的衡量指标。它的三个成本元素可以帮助解释价差的移动，他们是处理订单的成本、信息不对称成本和货物持仓成本。流动性高的资产有以下特征 1、tightness，衡量实际交易价格和市场报价之间的偏离 2、depth，就是交易量对价格的影响不大 3、resiliency 度量交易造成的价格波动的消散速度。
54. 风险管理如何增加公司的价值：1、减少公司未来财务危机成本的现值来增加公司价值 2、减少公司应税收入的波动性从而减小公司的税务负担 3、得到最优资本结构 4、降低大股东的风险和所需回报。5、更加有效的管理 6、降低债主、股东和管理者之间的冲突 7、降低信息不对称，从而降低资本平均加权成本。风险管理增加公司价值的前提是 Claim holder 不能复制对冲的结果。
55. debt overhang (债务积压) 使得一个好的项目也会被放弃，因为大部分的净现值被 accrue to 到债权人 (debt holder) 身上了，所以公司对这个项目可能不是非常的热心。
56. G30 提出的风险管理最佳实践（中包括 24 项，最重要的是：高管的角色、盯市、计量市场风险、压力模拟、独立的市场管理、计量信用暴露（当前和未来潜在的信用暴露）、集合信用暴露、独立的信用风险管理以及专家建议。英格兰银行对巴林的调查显示：管理层有责任完全理解其管理的业务、问责制、职责的分割（trading 和 back office 要分开）。CRMPG 对 LTCM 事件的五个建议：信息分享、风险的整合观点、基于流动性的暴露估计、压力测试、文档的相互协调。
57. VAR 的六大缺陷：超过 VAR 水平的风险、头寸改变的风险、事件和稳定性风险、市场变化的风险、数据缺乏的风险、模型风险（包括数据输入风险、模型选择风险和实施风险，例如历史相关性风险、LFHS 事件的自相关性等）。Gaming VaR 的方式包括使用 VaR 的相关性矩阵。
58. 简单权益组合（两资产的权益组合）的 VaR 值计算： $VaR = -(E[\Delta V] - \alpha^* \sigma_{\Delta V})$ ，其

中， $E[\Delta V] = X_1 r_1 + X_2 r_2 + D_p V$ ， D_p 为股息支付率。

$$\sigma_{\Delta V} = \sqrt{X_1^2 \sigma_1^2 + X_2^2 \sigma_2^2 + 2X_1 X_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2}$$
。 计 算 percentage

$$VaR = -(E[r_p] - \alpha^* \sigma_{rp})$$
， $E[r_p] = \omega_1 r_1 + \omega_2 r_2 + D_p$ ，

$$\sigma_{rp} = \sqrt{\omega_1^2 \sigma_1^2 + \omega_2^2 \sigma_2^2 + 2\omega_1 \omega_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2}$$
， 改变成为用权重的形式计算。相对于基准

$$\text{的 } VaR = -(E[r_p - r_B] - \alpha^* \sigma_{r_p - r_B})$$
， $E[r_p - r_B] = \omega_1 r_1 + \omega_2 r_2 + D_p - (r_B + D_B)$ ，

$$\sigma_{rp} = \sqrt{(\omega_1 - 1)^2 \sigma_B^2 + \omega_2^2 \sigma_2^2 + 2(\omega_1 - 1)\omega_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2}$$

59. 因素模型的 VaR 值计算。算出 $\sigma = \sqrt{\beta_1^2 \sigma_1^2 + \beta_2^2 \sigma_2^2 + 2\beta_1 \beta_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2}$ ，再用参数法的

VaR 值计算方法算出（这是两个因子下的情况）。

60. 含有期权的组合的 VaR 的 delta-normal 计算方法。
61. 压力测试中所用到的几种情景方法：zero-out 并未使用真实市场事件，而是采取的假设极端情景，优点是方便，缺点是会忽略一些重要的因素。Anticipatory stress scenario approach 会考虑将来可能会发生的极端情况，是基于合理的条件的（假设的未来情景与过去有没有关系是区别 zero-out 和 Anticipatory stress scenario approach 的关键。Predictive anticipatory stress scenario approach 是指出相关性最高的市场风险因子，然后用这些风险因子的协方差矩阵来生成情景。Anticipatory stress scenario with stress correlation 指定了市场风险因子之间的相关性并将其应用到压力测试中。压力测试的 VaR 指的是调整方差协方差矩阵，再将其应用到 delta-normal 计算公式当中。
62. 主要有两种极值理论，一种是 POT (peak over threshold)，一种是 block maxima。POT 得到了广义帕雷托分布，block maxima 得到的是广义极值分布 (GEV)，GEV 非常适合于压力测试。EVT 的最大缺点是单变量特性 (primarily univariate nature)。
63. Gaming VaR 的方法主要有三。一、大幅变动市场结构 (dramatic change in market structure)、二、用较小的观察数目来估计协方差矩阵。三、用期权等非线性的工具。
64. 防止 Gaming VaR 的方法有如下：改变补偿措施来去掉假设最大风险的动机、降低交易员可用的资产、限制期权等头寸或者用蒙特卡洛方法来估计期权的风险、使用更大的历史价格样本。
65. 一致风险计量 (coherent risk measure)。参数 VaR 的缺点在于不能估计低概率的风险和不满足次可加性。好的风险计量应该满足 monotonicity (单调性，在相同条件下如果支付较大，那么风险就会较小)，translation invariance (不变转换性，又叫 risk free condition，就是增加无风险资产之后，风险 (比率) 将会降低)，homogeneity (同质性，如果组合大小是一半，则风险也是一半) subadditivity (次可加性，组合的风险要小于各个子组合的和) 四个性质。Homogeneity 和 subadditivity 则表示了分散化效应是有效的。两种一致风险计量是 SPAN (标准组合风险分析系统)，它对 VaR 进行补充，用复杂的情景分析方法得到 16 种损失情景，然后再利用这些情景得到最大预期损失。另外一种预期厚尾 (expected shortfall)，衡量超过一定置信水平的损失情况。
66. tax loss carryback 和 carryforward

信用风险

固定收益证券

67. 以下是信用风险部分。价格的报价都是以 32 作为基数的。比如说 97-6 (或 97: 06 或者 97.6) 指的都是 97 6/32 倍的票面价值。
68. 用 zero curve 可以判断债券是否存在套利机会。当 zero coupon 的 YTM 小于即期利率的时候, 债券的价格就被高估了 (trade rich), 这样就会存在套利机会, 可以借钱来买入该债券, 或者买入债券后, 将面值和利息剥离, 从而得到套利机会。
69. DV01 的计算方法, DV01=在 YTM0 时的价格-在 YTM1 时的价格, 在久期的计算公式中, 都

是用到期收益率来进行贴现的。再对其求绝对值。PPC= $\frac{DV01}{\text{在YTM}_0\text{处的价格}}$, PPC 的意

思是 percentage price change。久期 (有效) 的计算公式= $\frac{BV_{-\Delta y} - BV_{+\Delta y}}{2 * BV_0 * \Delta y}$, BV 都是

价格的意思。久期适用于比较小的线性变化, 当变化较大的时候, 就必须考虑到价格/收益之间关系的弯曲, 这时就要用到凸性。精确的久期计算需要用到微积分, 估算公

式如下= $\frac{BV_{-\Delta y} + BV_{+\Delta y} - 2BV_0}{BV_0 * \Delta y^2}$ 。关于久期和凸性的一个例子: 如果修正久期是 7 而

凸性是 50, 则当收益率曲线 (水平平行) 波动十个基点时, 价格的变化。

$$\frac{\Delta P}{P} = -D_{\text{mod}}(\Delta r) + 1/2 \text{convex} * (\Delta r)^2 = -7 * 0.1\% + 25 * (0.1\%)^2 = -0.698\%$$

70. 凸性的四个重要性质 1、当收益率上升时, 久期和凸性都会下降。2、如果收益率恒定不变, 息票越小, 久期越长, 凸性越大。3、如果 收益率和久期都不变, 息票越小, 凸性越小, 这说明凸性反映了现金流的分散。4、当久期上升时, 凸性以更快的速度上升。在资产负债管理中, 如果久期和凸性都能匹配, 利率风险管理就更加的有效。如果凸性为正, 用久期就会低估价格的上升 (当收益率下降的时候), 反之。

71. 基于收益的 DV01= $(0.01\%) * \left(\frac{1}{1+y/2}\right) * (\text{债券现金流的时间加权现值和})$, 修正久

期的计算公式 $D_{\text{mod}} = (1/P) * \left(\frac{1}{1+y/2}\right) * (\text{债券现金流的时间加权现值和})$, (注

意: 之所以除以 $y/2$ 是因为美国国债都是以半年计息的) 麦考利久期= $(1+y/2) * \text{修正久期}$ 。则估计的 PPC= $D_{\text{mod}} * (\text{百分比表示的收益率变化})$

72. 随着到期日的延长, 久期也会增加 (永久年金 perpetuity 除外), 增加幅度的顺序如下: zero coupon bond (完全正相关)、deep discount bond、par bond、premium bond, 也就是说息票和久期是成反比的。DV01 和到期日也是正比的, 但也是幅度相反, 从大到小依次是 premium bond, par bond, deep discount bond 和 zero coupon bond。期

限对凸性的影响是以平方的比率正比率出现的。

73. 投资组合中, barbell strategy 是短期和长期(到期日)而不要中等期限的债券。Bullet strategy 则恰好相反。这两种组合的久期可能会相同, 但是凸性却不会相同。Barbell 的凸性会长一些, 因为它是与平方正相关的。
74. key rate 方法和 bucket rate 方法不同的地方在于分析中输入量的个数, 关键利率关注一定量的利率, 而筐利率关于一个区间内的利率, 所以筐利率的数目要大于关键利率的数目。两者都能用于估计波动性的影响, 因为他们涉及到了利率之间相关性。筐利率假设的是 implied forward rate 是服从平行波动的。单因素的缺点就是它在整条曲线上都使用的是一个利率。关键利率会影响到相邻之间利率的大小。用关键利率进行对冲得例子: 假设有 2 年 key rate 的暴露为 4.78, 要用每 100 元 0.67 两年暴露的证券来对冲, 需要多少这种债券 $4.78 = 0.67 / 100 * F$, 算出了 F 就是所需要的对冲证券数量。
75. 利率期限结构理论。用利率树对新发行的债券 (on the run) 估值会防止套利机会。利率树的计算如下, 就是知道了每个节点处的利率 (即期而不是远期), 就能计算每个最终节点的债券价值, 然后将最终的价值用远期利率一步步地贴现回到现在。如果要计算标的为债券的期权, 就是计算出每个最终节点期权的内在价值, 再一步步贴现回到现在。对于债券互换而言, 其每个节点支付的现值的和就是其价值。步长的缩小的确能够增加精确度, 但是代价就是复杂程度被大大的提高了。
76. B-S 模型不能用于固定受益证券的几个原因: 1、对标底资产的价格没有上限, 但债券的价格是有上限的。上限就是利率为 0, 价格就等于所有现金流的和, 2、B-S 假设无风险利率是不变的 3、他假设债券价格是不变的, 但是债券在离到期日越近, 波动性下降的越快。可转债在利率较低的时候会出现负的凸性, 可回售债券则在利率较大的情况下会出现正的凸性, (注意图是如何画的, 正负凸性分别意味着什么)
77. 由财政部颁发的债券称之为 STRIPS (separate trading of registered interest and principal securities), 就是将债券的面值和利息剥离, 面值部分称之为 P-STRIPS, 利息部分称之为 C-STRIPS。STRIPS 优点是这种零息债券就能生成各种形式的现金流, 从而能将资产的现金流和债券的现金流相匹配, 而且利用了零息债券对利率更加敏感的特点, 用于资产管理中的对冲, STRIPS 缺点是他们的流动性较弱、短期的 C-STRIPS 会被 trade rich 而长期的 C-STRIPS 会被 trade cheap. P-STRIPS 一般都是以 fair value 成交。
78. 如果 coupon rate > YTM, 就说明买的比面值高, 是溢价发行。其他自己推。应用 YTM 的时候我们要注意的就是 reinvestment risk, 就是收到的利息是否能按照 YTM 再进行重新投资的问题。避免的途径有使用 zero coupon 以及如果利率在持有期间不变的情况下。
79. EAY 指的是有效年收益, 注意与 EAR 相区别。
80. 组合的修正久期是组合中每只债券修正久期的价值加权平均。例如一个 100M 的债券久期为 1.7, 定价为 101, 另外一个 50M 的 5 年债券的空头, 久期为 4.1, 定价为 99。组合的久期 = $\frac{100 * 101 * 1.7 - 50 * 99 * 4.1}{100 * 101 - 50 * 99} = -0.61$ 。注意有空头的情况下, 债券的权重和久期的权重都应该是负的。组合久期的缺点就是假设组合中的债券都是完全相关的。
81. 关于 callable 的 zero coupon, 什么时候 callable 并不重要, 因为 zero coupon 的久期就是其到期期限, call 后债券仍然是存在的, 但是如果可以以相同的价格赎回或者回售, 那么久期就会改变了, 因为这个时候债券已经不存在了。
82. MBS 的相关内容。抵押贷款的利率称之为 “Mortgage rate” 或者 “contract rate”。Conventional mortgage 是最普通的住房抵押贷款, 支付形式最普通的是 **fixed-rate**,

level-payment (定额付款), full amortized mortgage。在存续期等额摊销, 每一次支付都包括本金和利息 (注意: 随着时间的进行, 每笔摊销中利息站的比重越来越小, 本金占的比重是越来越大)。Prepayment 是提前支付的意思, 没有一次付清的提前支付称之为 curtailment, 当贷款利率上升时, 应该提前还款。提前还款的选择权十分的类似于可回购债券的选择权 (是一种看涨期权)。MBS 指的由一组住房抵押贷款支持发行的证券, 包括 mortgage pass-through securities, CMO, 和 stripped MBS。为 MBS 定价最主要的就是建立提前还款的模型, 主要模型有: 静态现金流模型: 该模型假设提前还款是贷款年龄 (mortgage age) 的正比率函数, 包括 PAS 模型。该模型的优点是可以计算 YTM, 缺点是 1 不是定价模型, 而是通过市场价格来确定 ytm, 2 在该模型的假设下, 价格/YTM 曲线和久期/YTM 曲线的形状不正确。隐含模型 (implied model), 它计算利率变动一单位所造成的价格变动百分比, 然后以此来预测未来的久期。该法比静态现金流方法现金 (前者只是使用 YTM), 但是缺点是不是真正的定价模型, 并且抵押敏感性可能会随时间变化很大。第三种模型是提前支付函数模型 (prepayment function model), 运用历史资料和使用者的看法, 将提前还款表示为几种变量的函数, 并以此来预测。函数的解释变量包括原来利率和目前贷款利率的差额 (这个由 prevail mortgage rate 决定)、mortgage age (正比)、利率期限结构的斜率 (是 point pay (-) 吗), 季节性因子、地理位置和 amount outstanding (+)。

83. 抵押证券的年提前偿付率 (conditional prepayment rate, CPR) 和月偿付率 (single monthly mortgage) 之间的关系: $(1 - SMM)^{12} = (1 - CPR)$ 。
84. mortgage pass-through (抵押贷款转交型证券) 是以一组抵押贷款发行的债券, 贷款人所支付的现金流, 通过银行和处理机构, 转交给证券投资人, 是最基本的 MBS。其 contract risk 指的是利率下降以及提前还款率的上升导致了 MBS 期限的缩短。当利率下降时, 带来的两个不好的结果是 1 负的凸性, 这样价格向上涨的可能性就会被限制 (也就是当利率下降时, 它价格的上涨幅度将滞后于具有可比久期的国债, 00 试题)。第二个是再投资风险, 就是提前还款后, 如何将这笔钱再投资出去。
85. CMO (Collator mortgage obligation) 是基于 mortgage pass-through 而发行的证券, 也就是二次抵押担保。他基于 mortgage pass-through 的性质分成不同的等级, 最常用的 CMO 是 PAC (planned amortization class), 是基于提前支付的速度 (称之为 initial PAC collar 或 initial PAC bond) 进行摊销的等级。他由 support tranch 构成, support tranch 的提前还款风险和 PAC 的提前还款风险是逆相关的。也就是 PAC 债券的现金流越稳定。实际上 support tranch 就承担了更多的风险。
86. 关于 CMO 的久期, 由于其现金流不确定, 所以用折现现金流的方法对其不适用, 而要用敏感性的方法 $dP/P = D * dy$ 。
87. 对于可回购债券, 就是债券的价格太高 (收益率比较低) 的时候, 债券可能被赎回 (看涨期权的性质, 对发行方是期权的买方, 对投资者是期权的空头), 当债券价格较低时, 回购债券 (包括 MBS) 和普通债券没有什么区别 (00 试题)。
88. 反向浮动票据的息票支付随着利率的升高而降低, 与之相反 (98 试题)。
89. IO 和 PO 是 stripped MBS 的两种基本形式。随时间的性质前面已经讲过, 其价格和 mortgage rate 之间的关系如下: IO 成正比, PO 和 PASSTHROUGH 成反比, 这和时间的关系相反, IO 和 PO 是从 mortgage pass-through 衍生出来的, 他们的价格波动性是要大于 mortgage pass-through 的, PO 在利率较低的情况下显示了一定的负凸性
90. 对 MBS 是用蒙特卡洛模拟的 5 个步骤: 1 模拟利率路径和现金流 2 计算沿着每条利率路

径的现金流现值。2 利用每条路径现金流现值的平均计算 mbs 的理论价值 4，计算是模拟价值等于市场价值的期权调整价差 OAS (OAS=static spread-期权成本)。5 计算期权成本，方法是用零波动性价差（也就是静态价差）减去 OAS。

91. 固定收益证券 delta-normal 方法。就是假设一些因子和债券的收益是线性相关的，将固定收益期权类的头寸映射到风险因子的头寸上。例如所有的半年的付息债券都能映射到半年和一年期的两个零息债券上来。利率互换可以看作是一个基于 libor 的 FRN 再加上一个固定的现金流选项，而且要假设 FRN 在每个 reset day 的时候都以面值交易。当对期权进行 DELTA 映射的时候，要映射到两个标准期权，一个标准期权的标的资产是零息债券，其到期日是期权标底资产的到期日，另外一个标准期权的标的资产也是零息债券，到期日是期权的到期日。FRN 是少量发行，期限固定，所以流动性低于高级公司债券。

信用评级

92. S&P 的评级 BBB 对应着莫迪的 Baa, 这以上是投资级, BB (S&P) 和 Ba 之下就是投机级别了, 所以 BBB 级和 BB 级之间的累积死亡率最高 (模拟题)。注意每个级别的微调。A1=A+, A2=A, A3=A-。评级机构的独立性、客观性和声誉是通过和市场参与者的相互协作来得到提升的。
93. 评级越低, 每个评级之间的价差就越大, 比如说 AAA 与 AA 之间的价差就要小于 BBB 和 BB 之间的价差。对于 AAA 的债券, 在前三年大概平均只有 0.3% 的累积违约概率, BBB 级以上的在第一年的违约概率都不会超过 1%。在第一年违约率下降的最快的是从 B 到 CCC 的过程中。随着时间的延长, 低等级的累计违约概率的增长还会低于高等级的累计违约概率增长率。
94. 在传统的信用评级中, 最重要的因素是还款人生成现金流的能力, 而不是担保和还款意愿什么的。决定是否贷款的 3c 原则是 character , capacity , 和 capital。

KMV

95. 基于股价的公司信用模型。主要是默顿的模型, 认为权益是期权中的买权, 执行价格就是公司债务的面值。就是说到期后, 你只要支付了债务就可以拥有公司, 而债务是一个对公司卖权的空头, 公司有权将资产按照债务的价格卖给你。用 B-S 模型可以表示如下:

$$S_t = V_t N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) \qquad B_t = -V_t N(-d_1) + Ke^{-rT} N(-d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{V_t}{K}) + (r + \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad V \text{ 是公司的价值, 作为期权标的的当前价格, } K \text{ 是债$$

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

券的面值, 作为期权的执行价格。S 为股价, 作为买权的价格, B 是债券的价值, 作为卖权的价格。N(d₂) 是执行买权的概率, 也就是债券不违约的概率, 则 1-N(d₂) 就是 EDF (估计违约频率)。

96. KMV 模型是对默顿模型的应用，它将 EDF 当作是违约概率。所以违约距离就和 d_1 紧密

相关。DD = $\frac{E(V_t) - DPT}{E(V_t) * \sigma}$ ， $E(V_t)$ 就是公司的价值，DPT 称为违约价值，实际上就是

债券的价值。KMV 模型是非常有用的，因为在衡量信用风险的时候引进了市场价格，对于上市公司，就用公司股价作为公司价值，对于未上市而言，就用 EBITDA 作为公司的价值。注意违约距离越长，违约的可能性就越小，如果公司股票的期望收益越大，资产的期望价值也就越大，PD 也就越小（O2FRM 试题）。关于定量模型和 conceptual model，定性的缺点是有时理论和实际会发生错配，定量的缺点是有时候违约的数据不够充分。注意，KMV 模型的主要驱动因素是资产的价值，也就是股票的价格。

违约概率、损失和回收率

97. 违约概率、损失和回收率。Altman 的时间序列违约率 = domestic nonconvertible high yield default（国内非可转债的违约）/ market value of outstanding high yield bond（所有债券的市场价值）。莫迪的时间序列违约率 = 违约发行人的数目 / 在一个特定级别上发行人的数目。莫迪对违约的定义为错过付息、宣布破产或宣布财务重组。两个违约率计算的区别 1、Altman 关注国内的非可转债券，莫迪关注的是发行人等级 2、Altman 使用实际的评级，而评级机构用的是隐含的评级 3、Altman 的违约率会根据 call、到期日和违约进行调整。评级机构会 subgrade 评级类别，而 Altman 不会。4、Altman 的样本区间为 1971-1996。标普为 1981-1996，穆迪 1970-1996。注意在级别越高的债券，其违约后的回收率也是越高的（O2 试题）。

98. 边际死亡率 (MMR) = 第 t 年内违约债券的总价值 / t 年开始时债券总体的总价值。累计死亡率 = $1 - \prod SR_t = 1 - SR_T$ ， $SR_t = 1 - MMR(t)$ 是第 t 年的存活率，SRT 是在第 T 年末的存活率。实证研究表明 1、回收率和损失率与债券的级别有关。2、重组过程中，高优先级债券的 realized return 是要高于低优先级的。对于所有的等级，边际死亡率在债券的最初会上升，但是随后会下降（模拟题）。

99. 两个评级机构和 Altman 在对 rating migration（评级移动）进行实证研究时存在区别的地方：1、时间区间（1970-1979 上升多，1981-1995 下降多）。2、债券样本。3、rating withdraw category。

100. 评级老化效应，期限长的债券可能更倾向于违约。价格和价差的变化是在信用等级的变化之前的。

101. 估计信用等级变化对债券价格影响的方法。1、直接观察 2、价差分解 3、修正久期 * 收益率的变化 4、估计信用等级变化，再将现金流贴现到到期日。

102. 对固定收益组合应用标准组合理论的困难 1、相关性矩阵的数目 2、相关变量不确定 3、不稳定的相关性 4、收益的分布，非对称 5、持有期间 6、缺乏价格发现机制。7、缺少数据。

103. 预期损失 = 违约概率 * 违约严重性，违约严重性就代表了贷款损失的比率。

104. 债券的 mean loss rate = $PD(1 - \text{Recovery rate})$ 。Risk neutral mean loss rate = $1 - \text{卖出的价格} / \text{面值}$ 。也就是用于贷款出售过程。

105. 非预期损失并未与定价机制结合在一起。地域性的分散化并不一定会降低组合风险。

信用风险定价

106. 边际成本定价 (marginal cost pricing) 贷款机构为了弥补其风险调整边际成本而对贷款进行的定价。

107. **cost-plus-profit** 是在基本资本成本上增加一个信用价差的贷款定价方法。价差基于借款人的信用评级、担保 covenants (契约) 等。这种方法的缺点是违约模式，所以信用风险集中于预期损失。

108. RAROC (risk adjust return on capital) **是先计算最坏情况下的资产价值，然后再在此基础上应用资本缓冲**。RAROC factor=2.33*周波动性*sqrt(52)*(1-tax), 然后将该数字乘以头寸即是所需的资本 (RC)，再用利润除以就得到以调整的风险业绩 RAPM=利润/RC。所以 RAROC 的步骤就是：风险衡量、资本分配和业绩衡量。**其变形形式为 EVA (经济增值) = 利润 - k * 资本。或者 RAROC = $\frac{\text{利润} - \text{资本} * k}{\text{资本}}$** ，本质是一样的，形式有所不同。

109. **贷款的 RAROC = (贷款一年的收入) / (贷款风险或风险资本)**。贷款 RAROC 中的分母

$$\Delta L = -D_L \times L \times \left[\frac{\Delta R}{1 + R} \right]$$

110. altman 的组合优化理论。**EAR (预期年收益) = YTM - EAL (预期年损失)**。组合的预期收

$$\text{益为 } R_p = \sum x_i * EAR_i, \text{ 则最大化 sharp ratio} = \frac{R_p}{\sigma_p}.$$

111. Z-score=6.56(X1)+3.62(X2)+6.72(X3)+1.05(X4)+3.25。X1=工作资本/总资产，X2=留存收益/总资产，X3=EBIT/总资产，X4=权益(账面价值)/总负债，Z-score 越大，信用评级就越高。

$$112. \text{组合资产的非预期损失 } UAL_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}}$$

113. 经济资本和监管资本。经济资本是管理层认为需要缓冲资产和业务损失的资本，取决于借款者和评级，监管资本是统一规定的资本。cost-plus-profit 就是基于经济风险的一种定价方法。经济资本=E(V)-P(C), 其中 P(c) 是在一定置信水平下的价值。该资本应该与 RAROC 中的资本有异曲同工之妙。

信用暴露

114. **信用暴露是发生违约时处于风险的数量，当前信用暴露就是资产当前的价值，能够产生信用风险的工具包括债券贷款的多头、抵押担保承诺、远期互换和期权的多头**。但是要注意期权的空头不会产生信用暴露。要注意如果没有净结算协议和其他额外的信息，不能从净盯市净值中推断出当前的信用暴露。因为互换的当前信用暴露为零的，但是未来潜在的风险暴露却很大。注意在计算潜在信用暴露的时候不需要考虑交易对手的信用质量，**信用质量只是在计算风险权重和违约概率的时候才会使用到**。比如一家信誉良好的银行(不可能违约)发行的 CD 的暴露也要大于其发行的货币互换。

115. 信用暴露包括可以观察到的当前风险暴露和随机的未来潜在信用暴露。期望信用暴露

(ECE)指的是在目标日时 资产的潜在价值x的期望值 。最差风险暴露(WCE)指在某个信用度下最大的信用暴露。ECE= $\sigma/\sqrt{2\pi}$,WCE=1.645 σ .平均信用暴露 (AECE)指的是期

望信用风险暴露从现在到到期日这段时间的平均值。AECE= $1/T\int_0^T ECE_t dt$ 。平均最差信

用暴露AWCE= $(1/T)\int_0^T WCE_t dt$ 。对于利率互换而言，其潜在暴露要服从两个效应：摊销

效应 (amortization effect), 随着时间的推移，债券的久期降为 0，互换的潜在暴露会下降。波动效应 (就是利率变化的潜力) 会增加互换的潜在暴露。综合效应就是互换在早期风险暴露会上升，在后期会下降 (模拟题)。进一步讲，如果利率的过程是均值回复的，那么最大风险暴露通常出现在互换的第二年，或是在互换期间的 1/4 处，对于没有均值回复的时候，是在 1/3 处出现的，最差信用风险与T^{3/2} 成正比，比到期的速度还是要快。

116. 信用风险修正因子 (会进一步打击流动性)。信用触发因子(credit trigger)指的是当任意一方的信用等级低于某一水平的时候，另外一方有权将互换结算为现金，这样就可以降低违约概率。时间看跌期权 (time put) 或共同终止期权，指双方的任意一方都可以无条件的在和约中规定的一个或多个日期终止期权。这样就降低了双方的违约风险和暴露。

Creditmetrics

117. Creditmetric 所要确定的四个要素：1、借款人的信用评级 2、下一年评级发生变动的概率 (贷款转移矩阵) 3、违约贷款的回收率 4、债券市场上的信用价差和收益率。根据这些计算出一组假象的 P 和波动性，从而计算贷款的 VaR。如果忽视了信用价差就会低估风险 (02 试题)
118. 如果假设贷款价值是正态分布的，从参数法计算 VaR 的时候就有可能低估风险。因为它展示了一种反向的倾斜。
119. Altman 模型中的 EAR (预期年回报) =YTM-EAL (预期年损失)。
120. Creditmetric 的核心是假设未来组合的价值是借款人信用等级变化和潜在违约的函数。Creditmetric 方法有两个主要元素：1、单个资产的 VaR 值度量 2、组合资产的 VaR 值度量。
121. 违约相关性的计算程序，以事件违约为 1，则违约相关性=协方差/a 的标准差乘以 b 的标准差。这是根据 CreditMetric 的度量方法，将违约相关性和公司价值的相关性联系起来。协方差的计算公式要参看计量部分。
122. Creditmetric 需要在年末对转换矩阵中每个信用等级的债券进行估价，但是求出利率衍生品未来的价值分布是比较困难的，因为利率是随机波动，只有找对了模型才行。对标普的转换矩阵，需要 7 个远期贴现曲线。对于违约类别，债券价值基于估计的回收率。Creditmetris 通过资产的相关性模型来估计资产的联合违约和转换概率。利用权益回报的分布作为资产回报的近似。违约和转换概率不是固定的，由经济和商业条件来决定。Creditmetric 还会用多因子模型来降低资产的相关性矩阵大小。例如 CreditPortfolioView 就是基于与宏观因素相关的转换和违约概率来模拟信用转移和违约概率的联合条件分布的。

123. Creditmetric 计算 VaR 的步骤如下：1、决定债券的级别 2、用历史评级转换矩阵来确定级别转换的概率 3、计算一年的期望价值来估计债券的价值分布 4、用一年的远期零息利率来得到零息债券的当前价格 5、计算每种可能级别下的债权价值 6、与当前价值比较计算损益，根据置信区间计算 VaR 值。
124. 用参数法计算债券的 $VaR = D^* \times P \times 1.64485 \times \sigma(\Delta y)$ 。P 以市场全价计算，
 $\sigma(\Delta y) = yield \times yieldvolatility / \sqrt{250}$ 计算得出的。用久期计算 VaR 值。
125. 传统的信用提升包括：债券保险、信用和担保、可回售债券、净额结算、盯市、抵押、提前终止和约以及重新分配和约。

信用衍生品

126. Derivative product company (DPC) 是银行或其他低等级衍生品交易商的高质量的附属机构，可以使母机构与更高等级的衍射品交易商交易。用 mirror trade 与母公司的账面相匹配，但是当破产时，资产会和母公司相分离。
127. 信用衍生品是与信用事件相关的。可以说其标的就是信用事件（注意如何区分信用衍生品）。一般的信用衍生品有 1、违约互换（CDS）。CDS 的买方会向卖方定期的支付现金流直到发生了信用事件（模拟题）违约互换更加像一个期权的性质。所以：Payment in a credit swap is contingent upon a future credit event. Payment in a total rate of return swap is not contingent upon a future credit event（就是说信用互换的支付总是视未来信用事件而定，而总收益互换却不是视未来信用事件而定，因为总收益互换的支付取决于参考利率和资产的贬值情况，是取决于市场变量的）。银行利用与准备金等值的违约互换就可以完全解放资本。2、frist-to-default put 为组合中第一个违约的资产保险，不管哪一个，payoff 就是 par 或者 book value。3、总收益互换是将资产的收益换取固定的现金流，只要求出两个利率的差值再乘以面值即可。4、以资产作抵押的 credit-link-note 是与贷款组合的表现相联系，当贷款贬值时，CLN 的购买者也需要承担一部分风险。5、价差期权的支付： $\max(0, \text{到期日的价差} - \text{执行价差}) \times \text{面值} \times \text{duration}$ 。6、信用中介互换是在两个不愿直接交易的参与者之间加入一个高质量的第三方，当没有违约或者有利的一方违约的时候，中介机构就会获利。
128. 信用联系票据(CLN)是一种付息票据，是将信用风险证券化的结果。该票据的投资者承担信用参照主体的信用风险，作为回报该票据定期支付高额利息。CLN可以只在保护性买方和保护性卖方进行，也可以作为一种投资证券向公众发行，并在二级市场进行交易。发行CLN的是保护性买方，同时又是CLN的卖方。CLN的购买者既是投资者又是保护性卖方。投资者向保护性买方按发行价支付现金。在CLN的有效期内，投资者收到利息直到到期或者信用参照主体发生违约。如果违约发生，CLN的发行者停止付息，同时交割信用参照主体发行的债券。如果没有违约发生，投资者将在到期日收回CLN的全部名义价值，从而得到极有吸引力的回报。从上面的结构看，CLN是一种合成的债券，保护性买方将其贷款、可转换债券和地方性债券等的风险暴露合成一种转移信用风险的票据。
129. CLO（由高收益贷款提供担保）和 CBO（由公司债券提供担保）。是将抵押池中的现金流分成不同的等级。风险最大的等级是权益级，这很重要，因为更多的风险在权益类，其他的 tranch 的评级就会越高。CLO 和 CBO 的主要区别是回收价值和平均期限的不同。CLO 中违约贷款的回收率是要高于公司债券的回收率的。而且由于摊销的影响，贷款的平均期限要短。所以 CLO 的投资等级要高一些。CBO 各个级别的整体的收益率要小于标

的 repackaged bond 的收益率。

130. 信用衍生品的信用风险有三个因素决定：交易对手的当前和未来暴露、交易对手的违约概率、违约后的回收率。
131. 信用衍生品的暴露：当前暴露（在当前市场条件下 replace contract 的成本）、潜在暴露（基于未来利率的数量）、peak exposure（在最坏情境下的重置成本）。对于利率互换而言，暴露（或重置成本）指的是在二级市场卖掉 remainder of unmatched swap 时所带来的损失，也就是违约时两种利率的差值*面值，再用该期间的远期利率贴现到现在。计算利率互换的未来暴露有两个步骤：计算暴露和计算损失。注意 C-VaR（信用风险 VaR）和 peak exposure 没有必然的联系，在组合中增加一个 short 的时候，会减少 C-VaR 和 peak exposure（02 试题）。
132. 管理 OTC 衍生品的两种方法：master netting arrangement（防止已经违约的交易对手从其它对手处获得支付，因为针对衍生品的法律问题大部分都是 enforceability 的问题（02 试题））和 special purpose derivative vehicles（要一些小公司在进入衍生品市场之前首先要 spd, 把衍生品风险从破产中独立出来，和 DPC 有点相同）。
133. 信用衍生品使信用风险和市场风险发生联系，因为信用衍生品以市场价值交易。

贷款风险

134. 单独贷款风险。贷款的回报取决于几个方面：贷款利率 L、相关费用 f、贷款的信用风险溢价 m、担保、准备金 R 和补偿账户要求 b（会降低 promise return rate）。

$$1+k = 1 + \frac{f + (L + m)}{1 - [b(1 - R)]}$$

其中 k 为 promised yield（生成贷款时一致同意的利率），

它与预期贷款回报的关系是 $E(r) = p * (1+k)$, p 是贷款被偿还的概率。

135. 评估单个借款者违约概率的定量模型所需要的要素包括：抵押（降低违约概率）、杠杆（增加）、收益的波动性、声誉。所需要的市场因素包括：经济周期、利率水平（增加违约概率）。
136. 线性判别式模型(linear discriminant Analysis model)和前面说的 Altman 的 z-score 模型是一样的。只不过它说的是偿还比率，有的是违约概率。该模型的缺点是 1、只有两个状态：违约和不违约 2、因素比重不是很稳定 3、不能量化的变量 4、贷款的数据问题。
137. 使用 t-bond 和 corporate bond 的收益率曲线来计算 corporate debt 的边际违约概率

$$1 - p = 1 - \frac{1+i}{1+k}$$

如果是违约回收后的百分比，那么风险溢价为

$$k - i = g = \frac{1+i}{\gamma + p - p\gamma} - (1+i)$$

138. 累积违约概率 $C_p = 1 - (p_1 * p_2 \cdots p_n)$

139. 贷款的 RAROC = 1 年中贷款的收入 / 贷款风险（或风险资本），RAROC 的（denominator）
 $= \Delta L = -D_L * L * \frac{\Delta R}{1+R}$ 。 ΔL 是风险暴露， D_L 是贷款的久期， $\frac{\Delta R}{1+R}$ 是贷款信用溢价。

140. 利用利率期限结构来计算边际违约率。如果要计算 1 年到 2 年的边际违约率，则需要用

1 年的远期利率来计算，首先就算出远期 treasury rate f_i 和 corporate forward rate

$$c_i, \text{ 再计算回收率 } p_2 = \frac{1 + f_1}{1 + c_1}.$$

141. 贷款组合和集中风险。计量信用风险集中的两种方法：转移分析和对单个借款者和行业外部限额。信用风险集中限额=最大的损失（以资本的比率表示）/损失率。现代组合理论（MPT）指的是再给定预期收益的水平上风险水平最小。风险最小的组合指的是组合方差最小的资产组合。

142. 贷款量的数据（loan volume data）能够让经理建立基准来计量相对的集中风险。贷款基于损失的模型（loan loss based model）使用历史贷款损失比率来管理集中风险

$$X_R = \alpha + \beta X_P, \text{ 也就是一个行业的贷款损失率是整个组合贷款损失率的线性函数。}$$

143. KMV 组合管理模型。预期的贷款收益率 $R_i = AIS_i - E(L_i) = AIS_i - EDF * LGD$ 。预

$$\text{期贷款的风险（非预期损失） } \sigma_i = UL_i = \sigma_{Di} * LGD_i = [EDF(1 - EDF)]^{1/2} * LGD.$$

可以说非预期损失和预期都可以用相同的因子计算出来。

主权风险部分

144. 处理主权风险事件的两种方式：debt repudiation 指的是直接拒绝履行贷款合约。Debt rescheduling 是贷款重组。二战之前 repudiation 比较普遍因为大部分是债券。以后主要是贷款，贷款重组比债券重组更加普遍的原因是：1、借款者的数目减少了，使谈判的成本减小了 2、辛迪加内部可能容易达成一致 3、贷款大都有交叉违约保护，使借款者不能对那些比较弱的贷款人违约 4、国家为了经济和政治的原因不会贸然的违约。

145. 衡量重组概率的一些指标：1、债务服务比率 DSR=利息加摊消/出口（正比）。2、进口比率 IR=进口/外汇储备（正比）3、投资比率 INVR=投资/GNP（可能正或者负，负的是说投资使未来的产出更高，正的是认为投资会让外国以为其不需要资金）4、出口收入的方差 VAREX= σ^2_{ER} （正比）5、国内的货币供应增长 MG=增加的货币供给/货币供给。

146. 使用传统 CRA（country risk analysis）的缺点：1、关键变量的实效性和预测性 2、使用的样本区间太宽了 3、没有包括政治风险因素 4、没有包括组合的分散效应。5、assessing incentive to reschedule（在评估重组动机方面做得不好）6、模型中的变量的稳定性。

147. 重组对借款者的好处 1、降低未来支付的现值 2、增加了国内的投资率（相比较违约）。坏处是 1、未来借不着钱 2、妨碍其参与国际交易 3、更难申请到信用额度。重组对贷款者的好处 1、比违约要好 2、可以重新商量抵押、费用等 3、税收优惠。缺点是 1、贷款变得如同长期债券或者股票了 2、金融机构会局限于特定的贷款结构 3 大量的重组贷款不被监管。

148. 处理主权风险暴露的机制有 1、debt-for-equity swap 2、multiyear restructuring agreement 3、sales in secondary markets 4、debt-for-equity swap (brady bond)

149. 贷款出售市场的两个主要 segments。1、传统的短期贷款市场，都是受保护的贷款，

并针对投资级别的客户。2、HLT 贷款，也就是高杠杆贷款，这种贷款涉及到 buyout (全部买下)、acquisition 和重组，HLT 贷款的主要区别是其是否 distress。对于定价在 95% 的面值的就是 non-distress，反之就是 distress。

150. 贷款出售的方式：1、participation agreement（要买更大贷款的一部分）2、assignment。90% 的贷款都是 assignment 的，因为 participation 的风险和监管成本都要大于 assignment。
151. 贷款的买方和卖方。传统的贷款以及 non distress HLT 贷款的买方：1、其他国内银行 2、外国银行 3、保险公司和养老基金 4、封闭式银行贷款基金 5、非金融机构。distress HLT 贷款的买方主要是投资银行和风险投资基金。贷款的卖方（所有）1、主要的货币中心银行（最主要的）2、外国银行 3、美国政府机构
152. 贷款出售的动机 1、满足准备金要求 2、将贷款出售的收入作为当期收入 3、降低资产以符合资本充足率要求。4、降低流动性风险。
153. 信用风险在风险管理中的作用：1、债权人用来评估潜在违约 2、衍生品的交易对手用来评估潜在违约。

154. 默顿模型中，股票的价值为 $S_T = \text{Max}(V_T - F, 0)$ ，债券的价值为

$D_T = F - \text{Max}(F - V_T, 0)$ ，F 是公司债券的面值， V_T 是公司价值，股票的价格就用上

面公式 $S_t = V_t N(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2)$ 的变化形式

$S(V, F, T, t) = V_t N(d) - Ke^{-rt} N(d - \sigma\sqrt{T-t})$ 。应用默顿模型对债券进行定价

的困难：资本结构的问题，尽管债券类型有很多的不同，但是默顿模型却不允许公司价值发生 jump，这就使违约对模型定价的影响很大。

155. 默顿模型中，债券的价值与公司价值以及债券面值正相关，到期日、利率和公司波动性都是负相关的，这和期权是不一样的。
156. 对次级债进行定价。由于索偿能力次于其他债券，所以其更像一个权益类。所以当面临破产的时候，公司波动性加大会导致次级债的价值，而会减小更高级债券的价值。次级债可以看作是一个买权多头（执行价是高级债券的价值 F）和一个买权空头（执行价格是所有债券的面值 U+F）。 $SD(V, F, T, t) = c(V, F, T, t) - c(V, U+F, T)$ 。

157. 默顿模型计算出来的违约概率为 $PD = N\left(\frac{\ln(F) - \ln(V) - \mu(T-t) + 0.5\sigma^2(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}\right)$ 。

$$LGD = F * PD - Ve^{\mu(T-t)} N\left(\frac{\ln(F) - \ln(V) - \mu(T-t) - 0.5\sigma^2(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}\right)$$

158. creditRisk+ 对每个债务人信用风险因子衡量信用风险，该模型只有违约和不违约两种状态，违约的概率取决于信用评级和对每个风险因子的敏感性。该模型假设债务人之间是没有相关性的。有相关性也是因为他们对应了共同的风险因子。公式为：

$$p_i(x) = \pi_{G(i)} \left(\sum_{k=1}^K x_k w_{ik} \right) \cdot p_i(x) \text{ 为债务人的违约概率。} \pi_{G(i)} \text{ 是第 } i \text{ 个债务人在级别 } G$$

上的无条件违约概率。 w_{ik} 是对风险因子 k 的敏感性，x 是风险因子的向量。

159. creditRisk+, creditMetrics 和 KMV 模型的不足是都没有考虑到利率、信用价差和当前经济条件的变化（原因是使用了历史数据）。
160. vulnerable option 是和违约风险相关的期权。在没有违约风险的情况下，该期权的支付为 $Max[Min(V, S - K), 0]$, S 是标的资产在到期日的价格。K 是执行价格。也就是支付可能违约的差值。vulnerable option 的价值为 $(1 - p)c + pzc$ 。
161. 互换的支付可以看作是卖权的空头和一个买权的多头。卖权得标的资产的价值可变，但执行价格是不变的数额。买权的价值是风险交易对手的价值，执行价格是固定支付。对于有风险的违约互换，交易对手公司的价值和变量支付之间的相关是非常重要的。如果相关性降低了，对卖权的价值没有影响。如果需要支付的超过了自身的资产。
162. 关于交易对手风险的名词：1、counterparty risk :OTC 合约的一方不能支付，导致另外一方的损失。2、交易对手暴露 3、当前暴露 (CE) 4、潜在未来暴露 (PFE), 5、期望暴露 (EE), 潜在暴露的均值。6、期望正暴露 (EPE), 在一定区间内的期望暴露 7、right way exposure, 与交易对手的评级正相关。8、wrong way exposure, 与交易对手的评级负相关。9、creditrisk mitigant (缓冲), 用来降低信用暴露, 包括净额结算权利、抵押、流动性卖权 (liquidity put, 可以让其在一定的日期进行结算, 这是对交易对手的一种权力)、credit trigger (当交易对手的信用等级下降到一定水平时就要要求进行结算)、early settlement and termination provision。10、交叉产品净额结算, 可以对不同的产品进行净额结算。
163. 估计 PFE (潜在未来暴露) 的模型要素: 历史数据库、蒙特卡洛模拟、交易定价模型、暴露估计、报告工具。PFE 模型的作用: 交易信用许可、信用风险估值和经济和监管资本的确定。进行 MC 模拟需要注意有风险因子、因子间的相关性、参数校正和均值回归。
164. OTC 衍生品组合的信用估值调整 (CVA)。CVA 用于由于交易对手信用风险变化而对支付进行调整。比如说互换对交易者 A 的违约风险是 8, 对 B 是 3, 那么 CVA=5, 也就是互换对于 A 而言就是 X-5 了。
165. 风险中性的均值损失率。Mean loss rate=PD(1-回收率)。信用风险的市场价值为 EE (风险中性的均值暴露) 乘以 L (风险中性的损失率)。
166. 如果只有一方违约, 信用风险的价值的计算步骤 1、计算风险中性期望暴露 EE2、计算风险中性损失率 L。3、计算零息债券的价格 C4、计算信用风险价值 $V=EE*L*C$ 。如果双方都违约, 就比较复杂, 就是 A 违约导致 B 的损失-违约导致 A 的损失。

操作风险和法律道德

167. 技术创新的两大风险: 1、负的净现值 2、agency conflict。技术创新可以实现规模经济从而降低成本。比如合并, 合并之前的两个公司的成本之和除以两个公司的资产之和与合并之后的相比, 从而看到是否规模经济。实证研究表明, 规模经济一般发生在 large regional and super regional bank 中间, 其资产在 10 到 25billion 之间, 大公司的效率主要通过利润而不是通过控制成本来体现。银行的平均成本曲线一般都是 U 形的, 也就是投资太多和太少都是不好的。其他非银行金融机构没有规模经济, 相反还会存在 X-inefficiency, 定义为管理能力和其它比较难以量化的因素。
168. 银行系统的最大风险是 daylight overdraft risk。就是可以允许银行在白天透支, 这时是由 FedWire 和 SWIFT 支付, 产生的信用风险就要由 Fed reserve 负责。low intraday

rates 使“overdraft borrowing”更具有吸引力（就是日间借款的利率较低，导致经常的透支）。银行失败还会在金融系统产生 **negative ripple effects**（负的连锁反应）。

169. 操作风险中的损失包括 HFLS, 和 LFHS, 后面一种直接威胁到了银行的生存, 必须首先注意。计量操作风险的 top-down 方法是衡量内部操作失败的整体风险的, 方法是估计经济变量（如股价回报、收入和成本）的方差, 这些经济变量不被宏观经济因素所解释。**Top-down 缺点是没有区分 HFLS 和 LFHS, 优点是简单, 并且对数据不是很敏感。**而 bottom-up 是分析单个过程中的风险, 再将其 construct 成组合的风险。利用事件之间的相关性对操作风险的控制建模, **能够区分 HFLS 和 LFHS 的风险, 是 forward looking 的, 缺点是对数据的依赖性较大。**
170. top-down 模型有: 1、多因子模型, 将操作风险认为是多因子模型中的残差部分 2、income-based model 将操作风险看作是决定收入的回归模型中的残差部分。3、expense-based model 将操作风险看作是决定费用的回归模型中的残差部分 4、operating leverage model 衡量变量成本和整体资产关系的变化。5、**scenario ananalysis 估计灾难性事件对公司价值的影响。**6、risk profile model 计量操作 performance 指标和操作控制指标之间的关系。所以这种方法衡量操作风险的指标是 **residual variance.**
171. bottom-up 模型: **1、causal networks:** 将一个过程分解到几个连续的元素, 每个元素都有表现的数据。**2、connectivity model** 辨别出了每一步的错误, 从而扩展了 causal networks 模型 3、reliability (可靠性模型) model 在一定的时间区间上估计风险事件发生的可能性 4、empirical loss 分布, 使用了历史数据, 并允许分析者检测操作损失的分布 5、参数损失分布, 6、极值理论用广义柏累托分布来描述尾部分布。7、proprietary (所有者) 模型: 由商业机构提供的数据和软件。
172. 操作风险可以通过下面三个方法进行对冲: 保险、自我保险和衍生工具。有两种不同的衍生工具来管理操作风险: catastrophe option (和地理、天气等指数等相关的期权)、catastrophe bonds (也称之为 cat bond), 与内部操作损失、外部风险事件的程度、外部指数的价值相关的债券。
173. 操作风险对冲的四个 limitation: 1、complexity, 使其有时候不能鉴别出潜在的风险。2、操作风险分析有时候是很主观的 3、很难估计单个风险之间的相关性。4、数据不可获得, 或者可靠性不是很高。
174. metallgesellschaft 的问题出在对冲头寸的现金流期间没有配对, 短期合约的现金流发生在未来, 而长期合约的现金流却每天都在发生, 而且头寸太大。它的 stack-and-roll 策略, 买一堆期货, 然后再到期日时再向前滚动得到更长期限的合约。但是 contango 导致了现金流问题。
175. yasuo Hamanaka 的问题出在一个交易员同时持有铜和铜的期货合约, 并缺少操作风险控制, 直到铜价跳水才发现问题。
176. LTCM 的问题是在 **高杠杆、缺少分散化、风险模型不足。**由于经济波动导致了很大的盯市损失和违约金要求, 紧急变现又进一步的导致了其损失。然后 CRMPG 就对 LTCM 事件提出了五个建议: 信息分享、风险的整合观点、基于流动性的暴露估计、压力测试、文档的相互协调。
177. 事后检验中, 置信水平越高, 事后检验就越难, 因为能够观察到的数目也就越少。
178. Hoffman 对操作风险分成了 5 个 class: 1、people risk (employee misled, employee error, 雇员得到的资源太少、雇员的不当行为) 2、relationship risk (与 client 和 customer 之间的行为、投资者的行为、与监管者的关系、与第三方的关系, 没有履行合同就是关系风险) 3、technology risk (外部威胁和内部威胁) 4、physical risk 固

定资产损失 5、其他的外部风险 (external fraud、regulatory changes)。

179. Hoffman 对商业过程风险设置了四个维度: 1、 origination, 是从高水平顾客合同本身
上诞生出来的风险。2、 合同执行中的风险 3、 managing business line 涉及到机构管理
方面的风险, 和特殊的产品无关 4、 corporate level activity , 就是在整个公司的
层面上遇到的风险, 包括在自然灾害上如何保护固定资产不受损失。
180. 操作风险行业技术工作小组 (ITWGOR) 对操作风险的定义以及 6 种操作风险损失: 由内
部过程、人员、系统的不足或失败造成的, 还包括没有被监管资本概括的外部事件。操
作风险的损失类型包括 6 类: 法律、监管、破坏、restitution to other party (归还)、
由于错误造成的不可收回的支付、asset write down。
181. 巴塞尔协议对操作风险的定义: the risk of direct and indirect loss resulting from
inadequate or failed internal process, people and system or from external event。
该定义没有包括 reputation risk 和 strategic risk , 所以用 市场+信用+操作风险
的和来作为资本会低估资本 (02 试题)。

风险评估

182. risk assessment strategy. 操作风险的三个目标: 1、决定机构的损失类型 2、分析
损失的起因和大小 3、减轻相关的风险。
183. 风险评估的两个维度 (或四个象限 quadrant): 两个维度是从 top-down 到 bottom-up、
从 qualitative 到 quantitative。bottom-up 的风险评估策略有: 包括控制自我评估
(control self-assessment, CSA)、独立审计和 collaborative risk assessments。
top-down 是在机构层面上确定风险的水平, 优点是容易进行资本分配, 缺点是得到的
信息不够具体, 其包括三种策略: 情景分析、风险映射和保险精算分析。LTCM 的教训
是不能完全依靠定量分析, 而是要定量定性结合分析。CSA 是定性的描述, 是一种情景
分析, 管理者分析自己的业务过程, 并在不同的情景下确定风险并描述风险。CSA 包括:
1、明确目标 2、设计评估方案 3、实施 4、校对 5、follow-up 不断的重复。其他的定
性分析包括 risk assessment interview (对不同的时间分析) 和 delphi-type scenario
(邀请专家来集中评议)

风险指标

184. 风险指标的三种分类标准: 按 type 、按 risk class 和按照 breadth of application。
185. 根据类型分类, 有四种: 1、inherent-risk indicator: 比如交易数量、交易量、交易
价值、员工占用 staff tenure 等。2、management-control indicator: 比如培训人数、
培训费用等 3、composite indicator 综合指标, 比如每一笔交易中受培训的人数, 是
1 和 2 的综合 4、操作风险模型因素, 从别的分类中取下来作为风险模型的输入。
186. 风险指标的两个最重要属性是 1、预测性 (predictive) prospective 2、数据是可获得
并且及时的 (accessible and timely)。
187. 单个因素和公司的操作风险之间的不断变化的关系就使得对因素进行 backtesting 是
很重要的, 确保其预测性能够继续。
188. 有效的实施风险指标需要完成三个任务: 1、确定和定义单个和综合的指标 2、建立数
据获得、分析的持久过程。3、通过事后检验定期对指标进行验证。

COOR

189. COOR (cost of operational risk) 的四个元素：1、操作损失成本 2、进行操作风险管理过程的成本 3、保险和其他财务风险成本 4、从保险和其他财务风险中回收的。所以 $COOR=1+2+3-4$ 。
190. COOR 的优点是 1、简单，易于向高层汇报 2、在风险管理过程中长期有效。缺点是：1、对于短期的风险管理而言并不合适 2、由于数据收集和分类的不同，很难在公司间比较。

操作风险模型

191. 操作风险的模型包括：1、财务报表模型，该模型认为操作风险应该用资本成本来反映。即公司级用于操作风险的资本=操作风险的 required earnings/使用 CAPM 的所需收益。这种模型的优点是数据容易获得和计算简单，缺点是（1）仅提供公司级的风险评估（2）不能提供业务线的风险管理（3）对业务线经理没有吸引力 2、损失情景模型（loss scenario model, LSM）使用主观、定性的损失情景，并将结果转化为可以计量的输出，有两种主要的 LSM 类型：issue-based model 和 risk mapping。issue-based model 将几个 issue 情景的结果转化为能用于资本分配的计量结果。risk mapping 是将情景分析转化为损失可能性，这种可能性是基于损失频率和损失严重性网格的。频率和严重性的联合就可以生成损失分布的。LSM 的优点 1、与业务线经理相关 2、直观上有吸引力并且易于理解 3、能够找到特定策略的缺点 4、能确定回收计划和危机管理的必要。LSM 的缺点有 1、主观依赖管理人员的经验 2、情景不是完全定义的，也不是独一无二的。第 3 种模型是 trend analysis, 描绘出过去期间的集中损失经历，并想通过外推法得到一条未来损失的曲线。模型 4：期望损失计算。利用期望损失频率和期望损失严重性来计算。模型 5：损失分布和精算模型，6、风险指标和基于指标的模型。预测这些指标不是预测损失，而是预测损失可能发生的条件（这就是得到的是一些指标，还要涉及到对这些指标的理解）。包括一、Delta-EVT 模型，使用历史损失数据的定量风险因子，并用极值理论来得到一个完整的包括尾部的风险分布。缺陷是数据不足，对风险因子的选择主观，尾部不稳定；二、bayesian belief networks, 是一种随机分析模型，用贝叶斯概率，利用概率树来确定未来的可能损失。三、system dynamics approach 也是一种随机分析模型，基于强模拟模型的发展。四、neutral networks 是计算机软件，对人脑的活动和行为进行建模。该模型需要复杂的数据，并且要进行数据挖掘，在 bottom

经济资本建模和资本配置

192. 经济风险资本建模。监管资本模型和经济资本模型的区别，监管资本模型在整个公司范围内都是连续的，所以监管资本模型要 generalized 来适应不同的资本结构。经济资本模型是一个管理工具。大的公司用复杂的模型的，小公司用简单的模型。当和业绩评估系统联系在一起时会更加的有效（练习题）。
193. 经济资本模型的优点。1、能够在风险经理中引起操作风险成本（COOR）的共识，把操作风险作为必须和能够盈利的行为，2、能够建立 risk-aware 的风险管理文化。3、引起业务线的风险成本共识 4、允许公司对所有风险进行整合 5、在实施过程中降低财务

风险成本。

194. top-down 资本模型是决定需要支持操作风险的整体资本，优点是简单，缺点也是太简单了所以可能和业务线不一定能够匹配(也就是由此进行的资本 change 会和业务线无关，练习题)。另外一种 bottom-up 模型，是先得到产品和业务线的风险，然后再将其集合到一起。这能更加详细的风险描述。缺点是该方法复杂而且实施困难。
195. bankers turst 的操作风险调整回报模型 (RAROC) .基于以下三个元素的发展：1、损失经验数据库的发展 2、风险计量模型的发展 3、资本配置模型的发展 (资本配置模型：确定核心资本、发展风险追踪评级和配置、确定风险融资对冲调整)
196. 操作风险 RAROC 的三个主要目标：1、有利于操作风险的积极管理 2、能够进行基于风险的战略决策 3、为有效的风险融资和保险决策建立一个基础。
197. Scorecard capital allocation 模型是一种 top-down 的计量模型，而且能够配置风险资本。该模型的三个要素是：1、对五个风险等级都进行统计分析，找到核心资本 2、风险管理的覆盖 (overlay) 3、风险财务对冲，对冲经济风险成本。
198. zero sum game 是一种 top-down 的资本配置模型，只有当整体企业风险不能被单个经理降低的情况。
199. 资本配置和业绩评估。经济资本是对风险的保护，对不同股东在一定的置信水平上提供保护。经济资本和准备金的区别是，准备金是防止预期损失，经济资本是在一定的置信水平上防止非预期损失。贷款的非预期损失 (也就是经济资本) 计算如下：(在一定置信水平下的最坏损失 (WCL)-Estimated loss (EL)) * 贷款数量。而贷款的 RAROC = (revenues-expected loss-expenses+return on economics capital+(-)transfer price) / 经济资本。
200. 市 场 风 险 和 信 用 风 险 的 RAROC charge = $F_1(VAR) + F_2[\text{MAX}(VAR \text{ limit} - VAR, 0)] + F_3[\text{MAX}(VAR - VAR \text{ limit}, 0)]$ 。其中三个 F 分别是没有包括在 VAR 模型中的常数、未超限的乘数、超限的乘数。例如在 99% 的置信水平上 VAR Limit 是 100, 000, F1 是 2, F2 是 0.2, F3 是 4。则当 VAR 是 80000 时, RAROC charge = $2 \times 80000 + 0.2 \times (100000 - 80000) + 4 \times 0 = 164000$, 则当 VAR 为 150000 时, RAROC charge = $2 \times 150000 + 0.2 \times 0 + 4 \times (150000 - 100000) = 500000$ 。
201. 信用资本 charge = capital \times market value of position。其中 capital factor 是基于信用评级和贷款的进程 (tenor)。
202. RAROC 模型也有两代，第一代模型认为如果公司工程的 RAROC 超过了权益成本，该工程将会增加公司的价值，第一代模型的缺点是假设违约概率是不变的。第二代称之为调整的 ARAROC = $(RAROC - R_F) / \beta_E$, 如果 ARAROC > 市场风险溢价的时候，就可以接受该项目。

证券化

203. 证券化是将金融资产和非金融资产打包，变成资产卖给投资者。这些资产的现金流就可以用来支付面值和利息。任何可能产生现金流的资产都能进行证券化，包括租借、结算等，但是用于生产的设备却不能，因为他不能产生现金流 (练习题)。证券化中，originator 就是生成用于证券化的资产。Originator 也会参与证券化市场因为：1、通过证券化，可以将未来的现金流转化为当前的 readily accessible cash 2、证券化过程可以创造分散化的融资渠道 3、可以得到低成本的融资 4、一些小的融资行为可以得

到以前不能得到的融资 5、金融机构可以将表内业务转化为表外业务 6、可以使资产和负债更好的匹配 7、将资产组合的风险转移到 ABS 投资者。

204. ABS 估值的四个核心地方是：originator、individual asset 和 structure of transaction。
205. 证券化中，intermediaries 生成了证券化结构，将发起人的资产变成能够在市场交易的 ABS。贷款证券化的步骤如下：1、origator 先进行贷款，再将贷款卖给 SPE2、SPE 通过“true sale”交易得到贷款，这些贷款和 originator 的其它资产区分开，并从其资产负债表中被移走，所以即使破产，creditor 也不能要求得到这些资产的现金流。(练习题)3、SPE 基于这些贷款的现金流和价值创造出 ABS，这些 ABS 也会分成不同的等级。信用支持能够影响证券化资产的等级 Subordinated tranches 为 senior tranches 提供信用支持。信用支持的方法包括在资产池中的支付和 ABS 投资支付之间生成一个 excess spread 和 over collateralization (就是发行的 ABS 的价值要小于资产池中的资产)。如果证券化导致 risk profile 增加了，金融环境就会被 adversely affected。如果用证券化的现金流来购买在外的债务，那么剩下的 debtholder 就会变得更加更糟，特别是 originator 剩下的资产质量比证券化的资产质量更差。
206. 衍生品的会计准则包括：1、衍生品要采取盯市原则 2、终端衍生品交易者对于收入应该一致。3、定义应该针对终端用户而言 4、当法律规定要净额结算，就应该净额结算。

巴塞尔协议

207. 旧巴塞尔协议的缺点包括没有市场风险和操作风险 (其中包括操作风险是其最大的改进，模拟题)，而且对信用风险的方法也比较陈旧。巴塞尔协议的目标 1、维持金融系统的稳定和完善 2、提高竞争质量 3、产生资本充足率评估 4、既优先于国际活跃银行，又对其它银行提供有效的建议。
208. 巴塞尔协议覆盖市场、操作和信用风险的资本分为三类，分别是 tier1、tier2 和 tier3，其中一级资本包括权益和 after-tax retained earning, 权益包括普通股和非累计优先股。二级资本是其它能够保护储户的资产和权益，包括累积优先股和长期投资的收益，这些都不如一级资本那样来得确定。三级资本包括短期次级债，只能用于弥补由于市场风险造成的损失，二级资本最多是一级资本的 100%，而且二级资本和三级资本加起来不能超过一级资本。
209. 外部评级法中，没有评级的风险权重是 100%，past due (过期) 贷款的权重是 150%，国家主权的风险权重要低于在该国中债券的风险权重。
210. IRB 使用自己的方法来估计信用度，并用此来决定资本计算的风险权重。在初级法中银行需要估计的是 PD，而在高级法中，银行还可以估计 LGD, EAD (Exposure at default) 和有效到期日 (M)。
211. 期望损失是从事信用交易的一个成本元素，它会在日常过程中被覆盖，用 loan loss provision 和 insterst margins 来弥补。而非期望损失则用来要用监管资本来覆盖。作为内部评级法的一部分，银行的建立 LGD 估计应该基于经济衰退，而不应该基于历史平均。所以信用机构要能够估计 downturn LGD。
212. 信用风险缓释 (mitigation) 技术的应用。其中一种就是用抵押品来降低资本的要求。有两个方法，其中简单的就是用抵押品的风险权重来代替借款者的风险权重，复杂的方法是对抵押品的价值进行定期调整，并且该价值会从暴露中扣减。信用风险缓释技术包括：1、财务和固定抵押 2、receivable3、guarantee and credit derivatives。抵押品最终是反映在 LGD 的降低上。

213. basel 2 对于证券化的处理。有三种方法能计算证券化资产的资本要求 1、external rating-based approach (RBA, 用于也进行外部评级的内部评级银行, RBA 将 originator 和 investor 同样对待), supervisory formula (SF, 这种暴露基于标的资产没有被证券化的资本要求), internal assessment approach (IAA, 将银行自身的内部风险评估用于评级机构的评级系统, 从而计算资本要求)
214. 事后检验, 包括 20 个交易对手, 10 个最大的, 10 个随机选择的, 用 1 年的时候, 有 250 结果, 所以一共有 5000 个结果, 如果 exception 是 0-99 个, 暴露乘数就会为 1.0, 100-199 是黄色区域, 乘数为 1.13 到 1.28。之上是红色区域, 乘数是 1.33。Kupiec 的事后检验拒绝模型为 $LR_{uc} = -2\ln[(1-p)^{T-N} p^N] + 2\ln\{[1-(N/T)]^{T-N} (N/T)^N\}$, 其中, N 为超出的个数, T 为总数目, p 为超过的可能性, 也就是 1-置信水平。在巴塞尔的处罚区间中, 4 个以下是绿色, 乘子为 3, 5 到 8 个为黄色, 乘子从 3.4 到 3.85 递加, 10 个以上的为红色区域, 乘子为 4。
215. BASEL 对于资本充足率而言, 计算的 VAR 值基于的是 99%的置信水平, 持有期间是 10 天。需要事后检验的期间是一年。RiskMetrics 是 95%的置信水平, 持有期间是 1 天。
216. 巴塞尔管理操作风险的三种方法: 1、basic indicator approach (BIA), 操作风险资本/上一年的收入=15%。2、标准法 (TSA), 按照业务分, 每笔业务都有一个动态乘子, 就是对动态的风险变量有一个动态的比例 (练习题)。3、advanced measurement approach (AMA), 如果银行能达到更高的监管标准, 就可以用高级法, 很像信用风险中的内部评级法, 就是银行自己确定操作风险资本的方法。

计量

217. 概率公式 $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$, $P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$, 贝叶斯概率

$$P(B_i/A) = \frac{P(B_i)P(A/B_i)}{P(B_1)P(A/B_1) + P(B_2)P(A/B_2) + \dots + P(B_k)P(A/B_k)} = \frac{P(B_i)P(A/B_i)}{P(A)}$$

$$, P_n^r = \frac{n!}{(n-r)!}, C_n^r = \frac{n!}{r!(n-r)!}。$$

218. $\text{var}(X) = E((X - E(X))^2) = E(X^2) - E^2(X)$, $\text{var}(cX) = c^2 \text{var}(X)$, $\text{var}(X \pm Y) = \text{var}(X) + \text{var}(Y)$,

前提是独立。协方差的计算 $\text{cov}(X, Y) = E(XY) - E(X)E(Y)$ 。所以如果 XY 独立的话, $\text{cov}(X, Y) = 0$, $\text{var}(X+Y) = \text{var}(X) + \text{var}(Y) + 2\text{cov}(X, Y)$ 。如果相关,

$$\text{cov}(ax + by, cx + dy) = ac\text{Var}(x) + bd\text{Var}(y) + (ad + bc)\text{cov}(x, y)$$
 切比雪夫不等式

(chebyshev), 就是不管什么分布, 落在第 k 个标准差之内的概率要大于 $1 - \frac{1}{k^2}$

219. mode 就是出现的最频繁的一个数, 而 median 则是从高到低进行排列时处于中间的那个

数，对于偶数个 (even) 则将中间的两个数相加除以二。

220. skewness (偏度) 衡量的是分布不对称的程度，outlier (外露) 指的是不同寻常的大值。或者是正的，也可以是负的。偏度影响了均值、mode 和 median 的排列，无偏分布时，三者是相等的，右偏时，mean>median>mode。左偏时刚好相反，mode>median>mean。峰度是与正态分布相比，尖削的程度。Leptokurtic 是比正态尖，platykurtic 是不尖，

$$\sum (X_i - \bar{X})^3$$

但是尾部比较厚。相对偏度 $S_K = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3}{ns^3}$ ，s 表示的是样本的标准差。

$$\sum (X_i - \bar{X})^4$$

excesskurtosis = $\frac{\sum (X_i - \bar{X})^4}{ns^4} - 3$ 。为三时为标准正态分布。

221. 连续均匀分布的概率密度函数为 $f(x) = 1/(a-b)$, for $a \leq x \leq b$, else $f(x) = 0$ 。所以分布函数就是对其求分段积分。对于均匀分布 $E(x) = (a+b)/2$, $var(x) = (b-a)^2/12$ 。二项分布的期望为 np, 方差为 npq。正态分布以置信区间划分: 50%, 0.67 个标准差, 68% 一个标准差, 95% 1.96 个标准差, 99% 2.58 个标准差。Z 的算法 $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$, 泊松分布

$P(X = x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$, 该分布最大的特点就是均值和方差都是等于 λ 的, $\lambda = np$ 。二项

分布和正态分布之间的关系为 $z = \frac{X - np}{\sqrt{npq}}$, 这表明当 n 非常大的时候, 二项分布可能

就是正态分布了。同样当 λ 趋向于无穷的时候, 泊松分布也就趋近于正态分布。

222. 样本和总体, 样本均值为 \bar{X} , 当样本取了所有总体中的数时, $E(\bar{X}) = \mu$, 这表示样本

均值等于总体均值。 $\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma^2}{n}$, 样本的方差是总体的方差再除以样本个数。对于二项

分布的 proportions, $\sigma_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$ 。对于两个总体和样本, 其插值的方差为

$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\sigma_1^2/n_1 + \sigma_2^2/n_2}$ 。总体的方差就按照方差的计算公式进行计算, 对于样本

的方差, $s^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1} = \frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}$ 。

Chi-square $\chi^2 = \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2} = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{\sigma^2}$ 用来衡量方差的样本分

布。在假设检验中, Chi-square 可以用来判断样本的方差是否在一定的置信水平上等

于总体的方差。

223. 估计理论。点估计 (point estimate) 用来估计总体的参数。有效估计的三个性质：1、**无偏估计** (unbiased estimator) 就是估计的参数等于要被估计的值 2、当样本分布的方差小于总体中其它无偏估计的样本分布方差时，**估计就是有效的** 3、当样本精确度随着样本个数的增多而增加的时候，我们称之为**估计是连续的 (consistent)**。

224. **F 检验和 Chi-square 检验的共同点包括：分布都是不对称的、都是由自由度进行决定的、其值都是大于或等于零。**

225. 一般的回归模型为： $Y_i = b_0 + b_1x_i + \varepsilon_i$ ，其中 b_0 为 intercept， b_1 为 slope coefficient。Y 为被决定变量 (dependent)，X 为决定变量 (independent)。估计的标准偏差 (SEE, Standard error of the estimate) 指的是决定变量估计值的标准差。

$$SEE = \sqrt{s_e^2} = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_i^2}{n-2}}, \text{ SEE 越小, the better the fit.}$$

其中 SSE 称之为 sum of the squared error。回归线就是在最小化 SSE 的过程，也称之为最小二乘法 (OLS, ordinary least square)。斜率的估计量

$$\hat{b}_1 = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\text{var}(X)} = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})(X_i - \bar{X})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}, \quad \text{intercept}$$

$$\hat{b}_0 = \bar{Y} - \hat{b}_1 \bar{X}.$$

226. 决定系数 R^2 指的是被决定变量 Y 的变化中能够被决定变量 X 的变化解释的比率。例如 $R^2=0.63$ 表示决定变量的变化可以解释被决定变量 63% 的变化，R 越大，解释能力越强。

其中被决定变化总体变化为 sum of the squared total variation $SST = \sum (Y_i - \bar{Y})^2$,

没有被解释的变化 $SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$, 被解释的变化 (sum of squared regression) 为

$$SSR = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2. \text{ 所以可以得出 } R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2},$$

$SSE + SSR = SST$ 。

227. t 检验可以用于检验斜率 b_1 是否等于估计值，检验值为 $t_b = \frac{\hat{b}_1 - b_1}{s_{\hat{b}_1}}$ ，分母为标准偏差。

比如说估计值是 0.78，估计的标准偏差为 0.32。观察到的样本为 26 个，要看在 5% 的

显著水平 b_1 是否为 0， $t_b = \frac{\hat{b}_1 - b_1}{s_{\hat{b}_1}} = (0.78 - 0) / 0.32 = 2.4375$ 。再查自由度为 24 的 t

分布，可以得到为正负 2.064，所以要拒绝原检验。

228. 计算两个被决定变量之间的协方差： $\text{cov} = \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n-1}$ 。相关性的计算和上

面的是一样的,, 也可以用 t 检验来判断相关系数是不是显著 $t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$ 。

229. 估计波动性和相关性。EWMA 的公式为 $\sigma_n^2 = \lambda\sigma_{n-1}^2 + (1-\lambda)u_{n-1}^2$, μ_{n-1} 就是为上一次的收益率。GRACH(1, 1) 不仅考虑了最近的情况, 也考虑了波动性的长期平均水平。公式为

$$\sigma_n^2 = \omega + \alpha\sigma_{n-1}^2 + \beta u_{n-1}^2, \text{ 其中 } \omega \text{ 是长期波动性的权重 } \omega = \gamma V_L, \text{ 而 } V_L = \frac{\omega}{1-\alpha-\beta},$$

而且 $\alpha + \beta + \gamma = 1, \alpha + \beta < 1$ 时是稳定的, 因为此时 γ 是为非负的。

230. 根据 NOTE, GRACH 模型和 GRACH(1, 1) 模型的参数表示是不相同的。条件方差 $= h_t = \alpha_0 + \alpha_1 r_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}$, $\alpha_1 + \beta < 1$, 而且 $\alpha_1 + \beta$ 越大, 回归的速度就越快。

231. MA 为简单移动平均。MA(30) 表示的是观察量为 30。其方差的估计为 $\sigma_t^2 = \frac{1}{M} \sum r_{t-i}^2$ 。

232. 在进行压力测试的时候, 资产之间的相关性会加强。期权中得到隐含波动性可以用于不同种类资产的估值上来。

投资部分

233. tracking error volatility 描述的组合收益和基准的偏离。风险最小化交易 (best hedge) 实际上是每种资产在组合中所占的权重, 这种权重能达到使组合风险最小的目的。Implied view 也是一种组合管理的方法, 该法能显示组合中资产的实际权重是如何与预期回报模型发生冲突的, 这也显示了管理者的策略。如果每个头寸的 return-to-risk ratio (=position weight * (预期头寸回报/风险贡献)) 都相等的时候, 就达到了最优的组合, 所以如果头寸的 return-to-risk ratio 很高, 就要增持这种头寸, 直到他的比率降下来 (练习题)。

234. 如果 VaR 是线性同质的 (homogeneous), 就可以根据 euler 法则来 decompose 风险:

$$\sigma(w) = \frac{\partial \sigma(w)}{\partial w_1} w_1 + \frac{\partial \sigma(w)}{\partial w_2} w_2 + \dots + \frac{\partial \sigma(w)}{\partial w_N} w_N$$

$$VaR(w) = \frac{\partial VaR(w)}{\partial w_1} w_1 + \frac{\partial VaR(w)}{\partial w_2} w_2 + \dots + \frac{\partial VaR(w)}{\partial w_N} w_N$$

235. $\frac{\partial VaR(w)}{\partial w_1} w_1$ 和 $\frac{\partial \sigma(w)}{\partial w_1} w_1$ 被称之为风险贡献, 其中 $\frac{\partial \sigma(w)}{\partial w_1}$ 称之为边际风险。风险

分解发挥作用的前提就是头寸的变化是很小的。当头寸从 w_i 变化到 w_i^* 的时候, 风险的

变化 (change in risk) 为: $\frac{\partial \sigma(w)}{\partial w_i} w_i \times \frac{(w_i^* - w_i)}{w_i}$, 也就是 **风险贡献*头寸的比率变**

化。风险分解可以降低头寸的多头，如何头寸之间正相关的话，那么风险分解就可以降低协方差从而可以降低组合的风险。从上面公式可以看到风险分解可以计算最佳对冲、implied view 和头寸改变后的 组合风险变化，但是不能计算 expected return，因为它是输入量（练习题）。在风险分解中，组合的高相关性意味着边际风险越高。

236. 对于 pension fund 而言，最优化的 strategic benchmark is a hedge against the liability stream. 积极管理对于 pension fund 而言是一个巨大的风险。
237. 在整个基金的层面上管理积极风险。在整个基金层面上管理风险的时候，首先要进行策略基准分析 (analysis of strategic benchmark)，原因有二：1、在多资产组合中，资产如何分配对基金层面的风险影响最大（最重要的原因，练习题）。2、大部分的基金是根据指数来被动的分配资产的。策略分析首先就是将策略基准与全球资本权重组合 (global capitalization weighted portfolio) 相比较。使用全球组合的原因是 1、组合理论认为有效的组合就包括现金和全球组合 2、全球组合是能够量化的。将策略基准与全球资本权重组合的比较分析主要包括三个要点 1、它们的风险和回报特点的差异在什么地方 2、策略基准的主要风险源在什么地方 3、同全球组合比较得到策略组合的 implied view 是什么。
238. 策略基准风险分解 (strategic benchmark risk decomposition) 表示的是基准中每个元素对基准组合整体风险的贡献，用每个指数的波动性（同整个指数相比）来测量。
239. total fund tracking error 取决于每个资产种类的跟踪误差，也就是取决于这些资产的组合经理的跟踪误差及其相关性。如果经理之间跟踪误差的相关性很小的话，整个组合的跟踪误差也会降低。
240. 超额收益的相关性也会影响整体基金风险。如果相关性下，风险也就小。
241. 基金管理的目标之一就是最大化信息比率，要最大化信息比率，就是要使下面的

比率相等：
$$\frac{\text{Marginal contribution to total fund expected outperformance}(\alpha)}{\text{marginal contribution to total fund tracking error}}$$

当不等的时候，就要 port the alpha of 高信息比率的资产 onto 低信息比率的资产（练习题）。

242. black-litterman 的全球资产配置模型是一个贝叶斯优化模型，用来计算每个资产种类的预期回报，用的方法是投资者的预期和市场决定的预期回报。用 black-litterman 模型计算出来的预期超额回报和策略基准权重能够用于组合风险的最优配置。
243. 在管理者之间进行配置的方法是设定对于预期 outperformance 的边际贡献。然后测量跟踪误差，方法是调整分配到积极管理者和被动管理者的比率，直到资产的跟踪误差落到合理的区间为止。
244. 在进行一个全球战术资产配置 (global tactical asset allocation) 有两个步骤 1、之前，资产配置的风险应该被消除。2、要对积极风险进行分解。
245. 用 VaR 进行风险预算。VaR 和传统组合风险计量的区别在于：1、VaR 是基于管理者组合当前持有的，而传统组合是基于历史回报数据的。2、对于复杂证券，VaR 分解风险的方式与传统的方式不一样。
246. 关于 VaR 的三个误解：1、VaR 只能对资产组合有效，而不是相对于基准和负债的。2、VaR 只能预测非常短的持有期间 3、VaR 只能预测最坏的情景
247. 养老基金和资产管理公司面临的最大的市场风险取决于基金是 defined benefit plan（养老金固定收益计划，雇员退休时候，plan sponsors 提供 benefit，这个有一个计算公式，比如说用一个比例乘以你最后三年的平均工资和你的工作年限，得到一个数值，就是每年你得到的 pension payment）还是 defined contribution plan（养老金固定缴款

计划, 会有一个 trustee 负责这部分基金, employee 可以决定如何使用, 这增加了自由度)。对于 defined contribution plan 风险有 1、不合适的资产配置 2、rogue manager (不诚实的经理), 要么基金经理的水平太差, 要么与基准相差太大, 引发法律风险, 要注意对于 defined contribution plan 而言, 基金的风险不是直接的, 因为不是个人而不是 plan 来承担后尾风险(练习题)。对于 defined benefit plan 的风险有 1、surplus risk 就是计划的资产增长的速度不如计划的负债快所引发出来的风险 2、tracking error risk 与基准组合偏差的太大。对于资产管理公司的主要市场风险有 1、fee income 2、customer satisfaction (用 VAR 方法比较有效, 因为可以帮助教育用户, 什么是正常的风险)。

248. 风险预算的四个要素是 1、在投资过程的不同部分中分配一些量化的风险 2、对于相应的配置, 要进行监控 3、当风险参数被突破的时候, 就要进行适当的调整 4、评估风险调整回报。在投资过程中的不同阶段, 风险如下: 从 plan pension liability 到 strategic asset allocation 的过程中, 主要风险是 surplus at risk (见上面说明); 从到 tactical asset allocation 的过程中, 主要风险是 implementation risk (也称之为 tactical asset allocation risk), 再到 asset held by the plan 的过程中, 主要风险是 active risk (plan level) (指的是计划资产的表现不如战术资本配置的风险), 最后到 asset held by a given manager 的过程中, 主要风险是 active risk (manager level) (指的是一个基金管理者的表现不如战略基准表现的风险)。
249. 风险容忍度 thresholds 的应用。比如说设定了信息比率的大小, 然后已知了跟踪误差, 就可以求出欧 outperformance 了。
250. 使风险预算和资本配置不同的两个因素 1、downstreaming(向下运动), 就是设置限额的一种方法, 从 SAR(surplus at risk)开始, 经过投资的各个部分, 而传统的投资管理在限额方面却是独立的。2、dynamic trigger(动态触发): 风险预算中需要考虑潜在风险, 也就是说当投资风险大的时候可以自动动用更多的风险预算, 而传统的风险计量却不会在组合中增加风险直到风险已经影响到了收益。
251. 要 maintaining a quality VAR measure, 就要考虑到三个因素: 1、风险计量的一致性 (consistency) 2、历史数据样本的长度 3、调整历史数据来适应管理者的观点。
252. 当 risk threshold 被突破 (包括上面的五个程序中的风险) 时, 可以采取三个行动 1、报告上级 (elevate the information) 2、对当时的情况进行监督来看其是否是暂时的, 是否可以自我更正 3、确定导致风险增加的潜在线索, 通过这些线索将风险继续控制在风险容忍度之内。突破时如何处理风险要看风险的类型。在 SAR 阶段就改变策略资产配置就行了, 对于 implementation risk, 就要改变战术资产配置, 对于 active risk (plan level), 1、用低相关性的管理者取代高相关性的管理者 2、降低跟踪误差 threshold 3、institute a overlay program。对于 active risk (manager level) 比较复杂了。
253. 传统的计量和控制风险的方法有 1、资产配置 2、投资指导线 3、标准差 4、 β 5、久期 (只是衡量收益率曲线的小的平行移动)。
254. **积极投资者** 内容。绿色区域表示积极风险和跟踪误差是合适的, 并且在预期之内的, 绿色区域的范围取决于组合的性质和基金经理的投资策略。**流动性不好的组合的绿色区域反而更大**。绿色区域可以帮助监视基金经理的表现。**经理在绿色区域中的表现和其超市 (outperformance market) 的能力正相关**。仅关注收益的缺点是: 1、我们不知道经理们组合的真实回报 (好的回报可能是运气好带来的) 2、风险调整表现是一个更好的指标。应用绿色区域法的 6 大难题是 1、缺少跟踪误差的目标 2、缺少基准 3、deficiencies in the benchmark 4、噪音数据 5、估值的限制 6、交易成本。
255. 一共有四种跟踪误差: 1、真实跟踪误差 (是超额收益的潜在波动性) 2、估计的跟踪误差

- 差（对真实跟踪误差的预测）3、realized 跟踪误差是发生在组合中的跟踪误差 4、目标跟踪误差（是 realized 跟踪误差所比较的目标）。
256. 用跟踪误差时需要考虑两点：1、取样的变化性 2、真实跟踪误差的变化。使用长的时间区间就可以降低这种变化性，但是长的时间区间也会有以下两个问题 1、当你认识到组合风险存在问题的时候就已经太晚了 2、如果跟踪误差是随时间变化的，那么长期的时候跟踪误差的变化就不是那么明显了。
257. 管理积极风险的 3-zone approach:使用绿色、黄色和红色三个区域，每个区域都有跟踪误差的预期范围，除非在不正常情况下或在极端情况下，跟踪误差是不能出现在黄色或红色区域内的。
258. 养老基金的风险预算部分。Ontario teachers' pension plan 中 VAR 的应用：投资期间长（80 年），用 14 年的日数据计算风险，将 surplus 风险预算设为最坏的 1%的年产出。实施 VAR 对其的影响为 1、提高了操作效率 2、提高了目标之间的协调和集合 3 规范了风险/回报的讨论 4 将焦点转移到风险收益上来 5 是标准化和简单化的风险计量
259. 要最小化融资成本，养老基金就要接受一些 SAR, SAR 包括两个元素 1、policy SAR，是资产和负债的属性不向匹配的风险 2、积极管理风险（MEAR, 管理有效性的风险），是组合和 policy asset benchmark 不同的风险。
260. 套利模型和经验多因子模型的区别。套利模型假设预期收益率可以被经济因素的未预期变化所影响。估计套利模型是一个两步骤的过程，第一步是估计每种资产回报的敏感性，第二步是对回报的敏感性进行回归，从而估计市场溢价。经验因素模型的限制就比较少，因素可以是市盈率、红利增长率或资本化率，由于因素大多是与资本相关的基本因子，所以经验因子模型也称之为基本因子模型（fundamental factor model）。
261. 套利模型和经验多因子模型都是明显因素模型（explicit factor model），是用可观察到的值来估计敏感性和市场溢价的。另外一种 is implicit factor model, 使用的是 PCA, 寻找所有回报的一致行为。所以多因子模型分为三类，两类属于 explicit model: 宏观因素模型（因子为通胀等宏观量）、基本因子模型，一类属于 implicit factor model, 为主成分因素模型。
262. fund of hedge funds（对冲基金的基金）是将单个的对冲基金组合起来以获得一个稳定的回报。基金的基金是一个吸引人的观点，因为投资者可以越过不同的投资策略来进行投资，投资于基金的基金的主要目标是最优的分散化，其它目标有 1、与一系列的对冲基金经理建立好的关系 2、建立一个组合管理团队 3 了解不同市场条件对组合表现的影响 4、可以对单个基金经理进行尽职调查 5、对基金的监控风险、基金风格调整、监管政策的执行可以提供支持 6、可以有效的将基金组织起来得到超额的收益 7、能提供报表的透明性 8、可以减小道德风险的发生。正确投资 FOHF 的步骤为 1、选择投资策略、选择经理、经理监控。
263. 对冲基金的基金根据分散化的原则可以划分为 1、return enhancer, 高回报，与资产的高相关性 2、risk reducer 低回报，与资产的低相关性 3、total diversifier 提供高回报和低相关性 4、pure diversifier 与资产高的负相关，但是回报也很低，甚至负的回，一个例子就是基金主要是空头。
264. fund of hedge fund 的策略分配。要对 fund of hedge fund 的进行行业分配很复杂，因为 1、单个对冲基金回报的方差很大 2、当市场条件变化时，资产之间的相关性也会发生变化。所以行业分配要依赖于对基金表现起作用的关键因素的识别，并且理解每个策略的优点和缺点。
265. 选择对冲基金经理过程中的尽职调查。主要分析三个方面：1、涉及各个方面的投资过程 2、商业模型（business model）3、人员的质量和深度。

266. 投资风险委员会（IRC）认为对冲基金投资者要求对冲基金的基金信息披露的目的有三
1、监管风险，确保经理没有超出风险水平 2、集合风险到投资者可接受的组合水平 3、
监管 strategy drift。IRC 对信息披露评价的四个方面 1、content2、granularity（披
露细节的详细程度）3、frequency4、delay
267. 以下为 style drift 部分。传统基金和对冲基金的投资风格的不同 1、传统基金经理主
要用长头寸，用很少或者几乎不用杠杆 2、通过组合的持仓或与指数的相关性就能判断
出传统基金的投资风格，但是仅仅通过上面是不能得到对冲基金的投资风格的 3、对冲
基金的投资风格更加分散，几乎一种对冲基金就是一种投资风格。
268. 风格漂移指的是经理们不再专注于其特长的领域。对冲基金的风格漂移主要表现两个方
面 1、基金风险因子暴露的变化 2、基金风险整体的变化，主要是杠杆水平的变化。要
对风格漂移进行检查，原因有二（bottom up 和 top-down）1、从下到上的观点来看，
风格调整使尽职调查变的更加的复杂 2、从上到下的观点来看风格调整会导致非预期风
险，从而使组合偏离最优的资产配置。基金经理们要进行风格漂移的愿意很多，主要有
下面的六条：1、该风格的市场表现不好，2、超额现金流的吸引 3、经理的表现不好 4、
经理在新近损失了不少也会使其风格发生变化 5、人员的变动 6、监管的变化
269. 监控和检测风格漂移的方法有六种。1、monitoring risk factor（风险因子发生变化
很可能是因为其投资风格发生了变化）2、return-based analysis。3、performance
attribution，看回报和风格是否一致。4、peer group comparison，看风险回报和竞
争对手的不同。5、position analysis。6、communication with the fund manager。
270. 对冲基金的最佳实践。PWG 的报告称对冲基金经理应该包括一系列的风险管理最佳实
践，并建立内部控制，包括市场风险、流动风险、压力测试、抵押品管理和估值、头寸
的估值、责任的划分等。Hedge fund manager 的行为类似于 risk broker（风险经纪人）。
他们寻找风险机会并在有足够收益的时候会承担风险。对冲基金经理的要执行的风险功
能可以简单划分为 decide（决定风险水平）、assign（在公司内部分配）、choose（选
择特定的风险）、monitor（监控和分析）和 approve（批准合适的风险水平）。
271. 对冲基金的最佳实践的要点（也就是如何达到最佳实践）：1、关于风险配置要进行共同
决策（joint decision）。2、市场、信用和流动性风险要共同分析。3、流动性需求要
与压力水平正相关。4、杠杆水平会影响到风险。5、建立和维持交易对手风险很重要。
6、要和监管者一道来确定独特需求。7、在公开披露水平上，经理、交易对手和监管者
必须保持一致。7、谈判的方法必须标准化。
272. 对对冲基金估值，必须考虑到 1、好的估值方法要基于普遍接受的会计准则 generally
accepted accounting practices(GAAP), 2、需要基于风险的调整 adjustment based
upon risk3、要定期对可靠性进行评估。净资产价值（NAV）指的是基于 GAAP 的资产市
场价值减去负债。
273. 对冲基金的三个相关（interrelated）的风险为：market risk、funding risk（在危
机时满足流动性需求的能力）和 counterparty risk（交易对手风险的度量包括合约的
当前 replacement cost、potential future exposure、PD 和 amount of documentation）。
274. 对基金中杠杆的度量（三种），一种是 accounting based（基于会计的，考虑到价值和
表外项目的相关性），另一种是 risk-based（基于风险的，如
volatility-of-value-to-equity，它可以在市场风险增加的时候，对如何调整杠杆起到
指导作用），还有一种是 dynamic measure 是评估在极端市场情况下经理进行调整的能
力。
275. 对冲基金的操作风险有四种：data-entry error、system failure、error in valuation
和 fraud。限制操作风险暴露的方法有（也是四种）：random spot check of activity

(随机调查)、separation of duty (职责分割)、maintenance of a centralization data set (保持集中的数据集) 以及 internal review (内部检查)。