



GOLDEN
EDUCATION

FRM 一级

学霸知识笔记

- 高顿 FRM 学术中心 | 编著
- 适用于 2023 年 FRM 一级考试

科目一：风险管理基础

1. Typology of risks（风险分类）

风险分类：（1）市场风险（2）信用风险（3）流动性风险（4）操作风险（5）法律和监管风险（6）业务风险（7）战略风险（8）声誉风险

其中，市场风险、信用风险、流动性风险和操作风险是最主要的金融风险。

2. 市场风险：如市场价格、利率的不断变化，导致证券和其他资产的价值上下波动，带来损失的风险。市场风险包括利率风险、股权价格风险、外汇风险和商品价格风险。要特别注意，这几个要素，一般这些要素引起的价值变化是市场风险。

3. 流动性风险是指虽然有清偿能力，但无法及时获得充足资金，或缺乏意愿交易对手而导致未能按合理价格交易资产产生的风险。

流动性风险主要由融资流动性风险、市场流动性风险构成。

（1）融资流动性风险：包括企业无法获得足够的现金流或资产来履行其义务的风险。

（2）交易流动性风险：有时被称为交易流动性风险，是指当市场暂时失灵时，资产价值损失的风险。

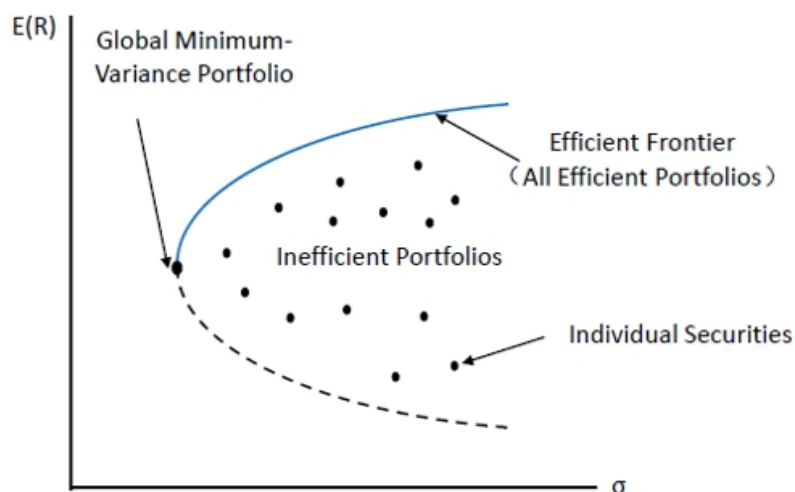
4. Efficient Frontier（有效前沿）

有效前沿：在均值-标准差坐标系上，多种风险资产形成的组合区域边界是开口向右、上下对称的双曲线。这条双曲线的上半段便被称为投资组合的有效前沿。

✧ 投资者是追求效用最大化的风险厌恶的理性投资者。投资者在投资过程中只关注资产的预期回报与风险。资产的风险用标准差来衡量。

✧ 资本市场是完美的，即没有税收或交易成本；所有交易者都可以免费获得所有信息；市场是完全竞争市场。

✧ 资产回报呈正态分布。



5. 系统性风险:

- ✧ 影响整个市场或经济的风险，不可以避免，是整个市场固有的。
- ✧ 系统性风险一般由宏观因子，比如利率、GDP 增长率和准备金率等造成的，也被称作不可分散风险。
- ✧ 投资者承受系统性风险可以获得超额收益。

6. β 的含义

- ✧ 资产的系统性风险可以用贝塔 (β) 衡量，β 代表的是单个资产收益对市场整体收益的敏感性。
- ✧ 对于一个投资者来算，β 代表一个资产总体风险中不能够被分散化的部分并且投资者期望获得补偿。

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\sigma_{mkt}^2} = \frac{\rho_{i,m} \sigma_i \sigma_m}{\sigma_m^2} = \rho_{i,m} \frac{\sigma_i}{\sigma_m}$$

β 的正负取决于资产收益率和市场组合回报的相关性。两个特殊情况:无风险资产的 β 系数为 0，市场组合的贝塔为 1。

7. 非系统性风险：

- ✧ 可以通过投资组合的分散化而降低或消减的风险。也被称作公司特有风险。
- ✧ 投资者承担非系统性风险不会得到补偿，因为非系统性风险可以通过充分分散化消除。随着组合内的分散化程度不断提高，投资组合的系统性风险将不会再变化而非系统性风险会逐渐降低。

8. CAPM 的假设：

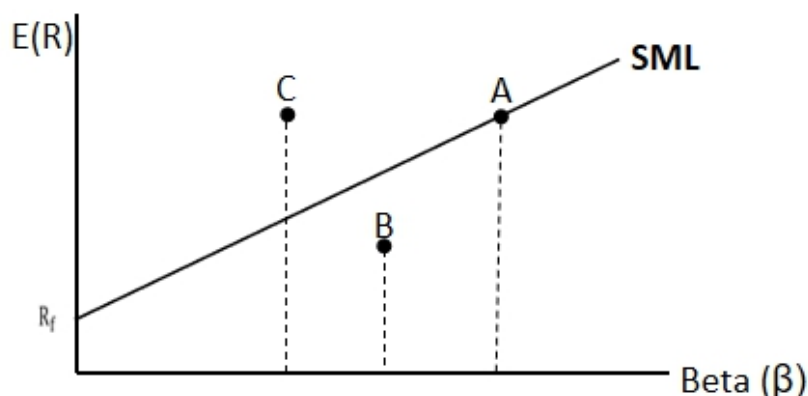
- ✧ 投资者只需根据投资组合的资产收益率的期望值和标准差做决策。
- ✧ 单一投资期。
- ✧ 投资者对金融资产具有同质预期。
- ✧ 资产可以被无限细分。
- ✧ 包括人力资本在内的所有资产都是可交易的。
- ✧ 资产可以被卖空。
- ✧ 所有参与者都可以无风险地借贷。
- ✧ 任何个人投资者的配置决定都不能改变市场价格（价格接受者）。
- ✧ 无交易成本、税或其他摩擦。

9. CAPM 的公式：

$$E(R_i) = R_f + \beta_i \times [E(R_m) - R_f]$$

其中：

- $E(R_i)$ ：资产 i 的预期收益率。
- $E(R_m) - R_f$ ：市场组合的风险溢价。
- β_i ：资产 i 的系统性风险。
- $\beta_i \times [E(R_m) - R_f]$ ：资产 i 经 β 调整后的风险溢价。资产 i 收益率应高出无风险利率的预期收益溢价（投资者要求的）。



10. CAPM 的应用，要熟记下面三句话

SML 曲线之上，代表被低估

SML 曲线之下，代表被高估

SML 曲线之内，代表合理定价

11. Sharpe performance index, 夏普比率, 夏普业绩指数, SPI

$$SPI = \frac{E(R_i) - R_f}{\sigma_i}$$

该指数越大越好，一般适用于任何组合

12. Treynor performance index, 特雷诺比率, 特雷诺业绩指数, TPI

$$TPI = \frac{E(R_i) - R_f}{\beta_i}$$

越大越好。E(R_m)-R_f 叫做 alpha measure，当组合的 TPI 大于 alpha measure，则为 superior performance。一般适用于完全分散化的组合，是 SPI 的变形（只考虑系统性风险）。

与 JPI 存在线性关系。

13. Jansen performance index

$$\alpha_i = R_i - \{R_f + \beta \times [E(R_m) - R_f]\}$$

越大越好。alpha 大于 0，则为 superior performance；反之亦反，适用于比较 β 相同的完全分散化组合。

14.Sortino ratio, 索提诺比率,SR

$$SR = \frac{[R_p - T]}{\sqrt{\sum_{t=1}^N \frac{1}{N} \min(0, R_{pt} - T)^2}}$$

越大越好。是 SPI 的修正（只考虑下行风险）。基准是要求收益率。适用于回报不对称的组合。

15.Information ratio,信息比率, IR

$$IR = \frac{E(R_i) - E(R_b)}{\sigma_{(R_i - R_b)}}$$

越大越好。是 SPI 的变形（基准是 benchmark）。

16.APT 的假设:

- ✧ 证券的收益率可以被因素模型解释，也可以用系统性因子来解释。
 - ✧ 有大量的证券分散非系统性风险。
 - ✧ 没有套利机会，如果有套利机会出现，投资者会利用它们并使其消失。
- 一个线性模型具有多个系统性风险因素（GDP,通货膨胀率，商业周期，利率等等），根据 APT 理论，其预期收益可以表示为：

$$E(R_p) = R_f + \beta_{p,1} \times \lambda_1 + \beta_{p,2} \times \lambda_2 + \dots + \beta_{p,k} \times \lambda_k$$

其中：

✧ $\beta_{p,j}$:组合 p 对 j 因子的敏感程度。

✧ λ_j :因子 j 的风险溢价。

➤ 纯因子组合：一个组合对某个因子的敏感度为 1，对所有其他因子的敏感性为 0。

17. Metallgesellschaft（德国金属公司）

事件	1993 年，一方面，德国金属公司与客户签订了长期的远期合约，约定到期向用户支付石油产品。另一方面，德国金属公司受于期货市场的流动性限制，选择利用短期期货合约进行滚动式对冲。
案例风险	由于对冲产品的期限和品种不同，德国金属公司面临基差风险。1993 年开始，现货石油价格剧烈下跌。德国金属公司的期货合约遭受巨大损失的同时远期合约也产生对应盈利，但由于德国会计准则限制，远期合约盈利未报告。公司财务状况恶化，最终导致了流动性危机。
教训	应注意对冲的期限要匹配。 尽管 MGRM 在经济方面的损益被完全对冲，但暴露在会计端的损失囿于会计准则限制被无限放大，公司应提前做好吸收流动性风险的准备。

18. LTCM（长期资本管理公司）

事件	LTCM 是一家成立于 1994 年的对冲基金，它在运作的前几年产生了非常高的收益。合伙人对投资组合的细节高度保密，并且每一个投
----	--

	资决定都是所有的合伙人共同做出，这也消除了流氓交易员的可能性。LTCM 关注于长期的投资策略，要求投资者长期持有预防了流动性问题。 LTCM 的失败是由 1998 年俄罗斯债务危机引起的。
案例风险	LTCM 公司使用的策略属于统计套利，假设历史会重复，当资产价格、收益率、波动率偏离其历史长期均值时，便执行交易。 俄罗斯债务违约让市场弥漫巨大的恐慌情绪，人们大量抛售风险资产，购入风险较低的资产（flight to the quality），比如美国的国债，这导致市场的利差剧烈上升。 随着市场的剧烈变动，LTCM 发现它逐渐无法满足不断增长的保证金要求。市场的一系列反应造成了 LTCM 的价值下跌了 40%，损失了将近 2000 亿美金。
教训	用十天的 VaR 去确定对冲基金的 VaR 是远远不够的。 统计套利并不是真正的套利。 保持充足的流动性。

19. Baring（巴林银行）

事件	尼克李森在新加坡的交易部门做了大量未经授权的投机头寸。尼克李森不断骗上级，损失报告，最终导致巴林银行损失了 12.5 亿美金并破产。
案例风险	尼克李森最初采取的策略是：

	(1) 卖空日经 225 的跨式期权策略；(2) 期货的长短仓进行套利。 持续的亏损让尼克李森放弃了套利策略，并采取了期货的投机头寸。 尼克李森担任交易部门与后台部门的双重主管可以隐瞒报告损失，并将这些损失的交易放到一个隐蔽的账户---88888 账户。 上级部门未能做到尽职调查，让尼克李森有了操作的空间。
教训	交易部门与后台部门的主管应分离。 需要对异常的稳定收益作出调查并严格监管。 对较大的非预期收益做出询问。

20. 储蓄和贷款危机

美国 S&L 行业得益于上升的利率曲线结构，采用 "riding the yield curve" 策略，earning a positive spread between their lending and borrowing rates.

但是后来，短期利率上升，推高了 s&l 的融资成本，抹去了他们依赖的利率差。

由于未能管理自己的利率风险，在美国引发了一场长期的危机。在 20 世纪 80 年代，S&L 拼命地试图通过新的业务活动和更高利润率（但风险更高）的贷款来修复他们的资产负债表。

然而，这些努力导致该行业由于信贷控制不佳和商业风险而损失了更多的资金。

这是典型的利率风险案例。

21. 资产证券化提高了风险资产的流动性，将一系列贷款或债券打包为有抵押的资产池，并将资产池分层做成不同风险等级的证券。07-09 年次贷危机期间，房价的持续上涨以及房贷需求激增推动了 OTD 模式的进一步发展。

22. 资产证券化中几个主要角色

发起人	受益于更高的资本效率、更多的融资机会以及更低的收益波动。
投资者	受益于更多的投资选择以及最大限度满足风险偏好。
借款人	更容易获得贷款且可以用较低的借贷成本来获取房贷。

23.2007 年北岩的失败可以说明具有流动性风险的结构弱点的商业模式。北岩银行过度使用长期资产的短期融资，加之市场信心的丧失，引发了资金流动性危机，迅速导致危机。

24.MGRM 德国金属公司使用的对冲策略叫做，rolling hedge。当即时交付的资产（即现货价格）的价格高于未来交付的资产（即期货价格）时，它可以盈利。这种类型的定价曲线情况被称为反向溢价，backwardation。但是一旦情况反转，则会导致大量亏损。

25.SWIFT 案例。Swift 是世界领先的每天处理数十亿美元交易的银行之间的系统。2016 年 4 月，《纽约时报》发表的一篇文章透露，黑客利用 swift 网络从纽约联邦储备银行的孟加拉国银行（孟加拉国中央银行）的账户中窃取了 8100 万美元。恶意软件发送未经授权的快速信息，指示资金转移到黑客控制的账户。然后，恶意软件删除了传输的数据库记录，并禁用了可能显示盗窃行为的交易确认消息。这是一种典型的 Cyber risk

26.公司风险管理的五个基石：

- (1) 识别风险偏好
- (2) 绘制风险地图，做出选择。
- (3) 操作化的风险偏好。
- (4) “实现”
- (5) 定期重新评估

27.The risk appetite statement tells a firm what the basic objective is. But it also needs to map out its key risks at the cash flow level and assess its size and timing over particular time horizons.

风险偏好声明告诉公司基本目标是什么。但它还需要在现金流水平上绘制出主要风险，并评估其在特定时间范围内的规模和时间安排。

28.风险保留：公司将希望接受一些风险，或接受部分损失分配。请注意，保留的风险并不一定很小。风险管理的一个关键部分是：做出经过谨慎考虑的保留风险的决定。

29.风险避免：公司可能希望避免他们认为对其业务“不自然”的风险类型。某些风险只能通过停止业务活动来避免。公司有时会说他们对某些风险或冒险行为“零容忍”。

30.风险缓解：风险可以通过各种方式减轻。例如，一家公司要求额外的抵押品以减轻信贷风险。

31.风险转移：公司可以将部分风险转移给第三方。例如，保险合同、金融衍生品和证券化提供了转移风险的方式。

32.期权头寸需要限制其独特的风险特征（例如，delta、gamma、vega）。它们可能无法捕捉压力市场中的相关风险。

33.董事会对企业负有全面责任，包括批准和监督管理层对银行战略目标、治理框架和企业文化的实施。

34.在董事会的指导和监督下，高级管理层应按照与董事会批准的经营战略、风险偏好、薪酬和其他政策相一致的方式开展和管理银行的活动。

35.Ending too-big-to-fail: 多德-弗兰克提议通过创建有序清算机构 (OLA) 来结束“太大而不能倒”。

36.美国联邦储备委员会 (FRB) 进行了两次压力测试

-
- (1) 针对资产超过 100 亿美元的银行的多德-弗兰克法案压力测试 (DFAST)，以及
- (2) 500 亿美元以上银行的综合资本分析与审查 (CCAR)

37. With an OTO model there is typically little incentive for lenders to carefully underwrite and monitor the credits in the loan pool. Some regulations, such as the SEC's risk retention provisions, have addressed this by requiring securitizers to retain some of the risk. However, the OTO model still reduces the incentive to monitor credit risk compared to the buy-and-hold model.

38. 公司治理结构的重要目标是：解决董事会和管理层的利益冲突

39. 首席风险官通常是风险委员会的成员，负责公司风险管理计划的设计（除了其他职责）。CRO 还对风险负责政策、分析方法和方法论，以及风险管理基础设施和内部治理组织。

40. 在确定风险限额后，银行应计划在正常业务过程中保持略低于限额的风险敞口吗？
不是的，因为银行在正常业务过程中的运作水平应该远远低于其风险限制

41. 风险治理涉及建立人力、IT 和其他资源的组织基础设施，并阐明定义、实施和监督风险管理的正式程序；以及在组织内部以及与外部利益相关者和监管机构建立的透明度和沟通渠道。

42. 高级管理风险委员会职责：
授权 CRO 监督风险报告和分析以及风险的日常管理。

43. 信用风险包括：违约风险，降级和升级风险，信用价差风险

44. 信用违约掉期 (CDS) 有助于转移贷款账簿中的信用风险，但也产生了一种系统性的对手方风险 Counter-party risk.

45. 证券化涉及将贷款和其他资产重新包装成新的证券，然后可以在证券市场上出售。新证券的抵押品是贷款和其他资产的集合。新证券的表现将取决于抵押品的表现。

46. SPV 会发行高级债券、次级债券和股票。这些被称为“classes”或“tranches”。高级债券类对信用风险的保护水平最高，通常的信用评级为 AAA 级。股权类别，也被称为剩余类别，只有在所有债务类别收到付款后才获得收益，因此面临最大的信用风险。

47. 从 20 世纪 80 年代开始，某些银行活动从传统的买入和持有策略转变为新的 OTD 商业模式。曾经被银行在资产负债表上保留的信用风险，和相关的现金流，以资产负债证券和类似投资产品的形式出售。

48. OTD 模式使得发起人受益于更高的资本效率和更多的融资机会，以及更低的收益波动性（至少在短期内），因为 OTD 模型似乎将信贷风险和利率风险分散到了许多市场参与者中。

49. 转移信用风险的工具：信用衍生品，CDS, 资产证券化。注意：国债不能转移信用风险。

50. CDS 允许在不影响资金或关系的情况下转移信用风险。CDS 本身不需要资金，也不需要参考债权人的任何参与。

51. 企业风险管理 (ERM) 用于管理的集成和集中式框架公司风险，以实现业务目标，最大限度地减少意外的收益波动，以及最大化公司价值。好处包括 (1) 增加组织有效性，(2) 更好的风险报告，以及 (3) 改善业务绩效

52. GARP 行为准则阐述与道德行为相关的原则，在风险管理专业中，它强调以下领域的道德行为，原则：职业操守和道德操守，利益冲突，保密

专业标准：基本职责，遵守最佳实践

53. 雷曼兄弟的违约导致银行失去信心，拒绝相互借贷，最终要求中央银行提供流动性支持。

54.信用违约掉期 (CDS) 使投资者能够通过支付保费购买保护，将贷款产品的信用风险转移给保险公司。

55. What is the two-fund separation theorem? 根据资本市场理论，所有投资者都将投资于两种资产：不是无风险资产和市场投资组合

科目二：定量分析

56. Probability

Unconditional probability		$P(A), P(B)$
Conditional probability		$P(A B), P(B A)$
Joint probability		$P(AB)$
运算法则	乘法法则	$P(AB) = P(B) P(A B) = P(A) P(B A)$
	加法法则	$P(A+B) = P(A) + P(B) - P(AB)$
由乘法法则及全概率公式可推导出著名的贝叶斯公式。		$P(A B) = \frac{P(B A)}{P(B)} \times P(A)$
事件	Mutually exclusive	$P(AB) = P(A B) = P(B A) = 0$
	Exhaustive event	包含所有可能结果的一组事件
	Independent	$P(A B) = P(A), P(B A) = P(B)$ $P(AB) = P(A)P(B)$ $P(A+B) = P(A) + P(B) - P(A)P(B)$
互斥不独立，独立不互斥		

57. 期望：

$$E(X) = \sum P(X_i)X_i = P(X_1)X_1 + P(X_2)X_2 + P(X_3)X_3 + \cdots + P(X_n)X_n$$

- (1) 常数的期望仍是常数
- (2) $E(X+Y) = E(X) + E(Y)$
- (3) $E(aX) = aE(X)$ 当 a 是常数时成立
- (4) $E(XY) = E(X)E(Y)$ 当 X 和 Y 相互独立时成立
- (5) $E(X^2) \neq [E(X)]^2$

58. 方差

$$VAR(X) = E(X^2) - [E(X)]^2$$

- (1) 常数的方差是 0

(2) $\text{VAR}(X+b)=\text{VAR}(X)$, b 是常数

(3) $\text{VAR}(aX)= a^2 \text{VAR}(X)$

59. 协方差

$$\text{Cov}(X,Y)=E(XY)-E(X)E(Y)$$

(1) 当 X 和 Y 不独立时, $\text{VAR}(X \pm Y)=\text{VAR}(X)+\text{VAR}(Y) \pm 2\text{Cov}(X,Y)$

(2) 当 X 和 Y 独立时, $\text{Cov}(X,Y)=0$

60. 相关系数

$$\rho = \frac{\text{Cov}[X, Y]}{\sigma_X \sigma_Y}$$

(1) 相关系数的取值范围 $[-1,1]$

(2) 相关系数绝对值越高, 意味着 X 与 Y 的线性关系越强

(3) 相关系数为 0, 意味着 X 和 Y 之间不存在线性关系

61. 分布-离散型分布

离散型分布	
Bernoulli random variable	$P(1)=P, P(0)=1-P$
Binomial random variable	$P(x) = C_n^x p^x (1-p)^{n-x} = \frac{n!}{(n-x)!x!} p^x (1-p)^{n-x}$
Poisson distribution	$P(k) = P(X = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$

62. 分布-连续型分布

连续型分布	
均匀分布	$E(X) = (a + b)/2$ $\text{VAR}(X) = (b - a)^2/12$

正态分布	$E(X) = \mu$ $VAR(X) = \sigma^2$ $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \sim N(0,1)$
Chi-square distribution	$X^2 = \sum_{n=1}^k Z_n^2$
Student's T 分布	$T = \frac{\bar{X}}{\sqrt{Y/n}}$ X 和 Y 独立且 $X \sim N(0,1), Y \sim \chi^2$
F 分布	右偏且恒大于 0

63. confidence interval (置信区间)

置信区间是指由样本统计量所构造的总体参数的估计区间。给定概率水平 $(1-\alpha)$ ，估计出来的置信区间以 $(1-\alpha)$ 的概率覆盖未知的总体参数。 α 称为显著性水平， $(1-\alpha)$ 成为置信水平。公式如下：

点估计量 $\pm$ 置信因子 $\times$ 标准误

$$\bar{X} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\bar{X} \text{ 服从 } N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right)$$

$Z_{\alpha/2}$ 置信因子， $\alpha/2$ 表示正态分布下的分位数

64. 第一类错误和第二类错误

当原假设 H_0 真实成立时，却拒绝了原假设 H_0 ，称为第一类错误 (Type I error)，也称为拒真的概率。

当原假设 H_0 不成立时，却没有拒绝原假设 H_0 ，称为第二类错误 (Type II Error)，也称为存伪的概率。

假设检验的两种错误

决策	真实情况	
	H_0 正确	H_0 错误
没有拒绝 H_0	正确决策 ($1 - \alpha$)	第二类错误 (犯错概率 = β)
拒绝 H_0	第一类错误 (犯错概率 = α)	正确决策 [统计检验力(power of test) = $1 - \beta$]

65. 一元线性回归

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon$$

Y_i : 因变量 (dependent variable)

X_i : 自变量 (independent variable)

α : 截距项 (intercept)

β : 斜率项 (slope)

ε : 误差项 (error)

66. 估计样本回归函数最常用的方法是普通最小二乘法 (Ordinary least squares, OLS)。其基本思想: 寻找一条直线穿过实际数据, 使直线上的点与实际数据之间的误差平方和最小。即

$$\min \sum \hat{\varepsilon}_i^2 = \min \sum [Y_i - \hat{Y}_i]^2 = \min \sum [Y_i - \hat{\alpha} - \hat{\beta}X_i]^2$$

通过求导可得, $\hat{\alpha}$ 与 $\hat{\beta}$ 的计算公式:

$$\hat{\alpha} = \bar{Y} - \hat{\beta}\bar{X}$$

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2} = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\text{Var}(X)}$$

67. Coefficient of Determination (可决系数) : R^2 与 adjusted R^2

R^2 (Coefficient of Determination) : 表示解释平方和占总平方和的比例。 R^2 常用于一元线性回归。

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS}$$

$$TSS \text{ (Total sum of squares)} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

: 总平方和

$$ESS \text{ (Explained sum of squares)} = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

: 解释平方和

$$RSS \text{ (Residual Sum of Squares)} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

: 残差平方和

adjusted R^2 : 常用于多元点线性回归。

$$\text{Adjusted } R^2 = 1 - \frac{n-1}{n-k-1} \times (1 - R^2) = 1 - \frac{n-1}{n-k-1} \times \frac{RSS}{TSS}$$

在特定的情况下, adjusted R^2 可能小于 0

adjusted R^2 一定比 R^2 小

加入新的解释变量后, 会同时产生两方面的影响, adjusted R^2 可能上升也可能下降

68. White Noise (白噪声)

白噪声是一种特殊的时间序列, $\{\varepsilon_t\}$ 满足以下三个条件:

- (1) 均值为 0;
- (2) 方差有限且为常数 σ^2 ($\sigma^2 < \infty$);
- (3) 序列不相关, 自协方差和自相关系数均为 0, 即: $\text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-h})=0$ 且 $\text{Corr}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-h})=0$ ($h \neq 0$)。

此时, 我们称时间序列 $\{\varepsilon_t\}$ 是白噪声, 记作 $WN(0, \sigma^2)$ 。

69. 白噪声的检验:

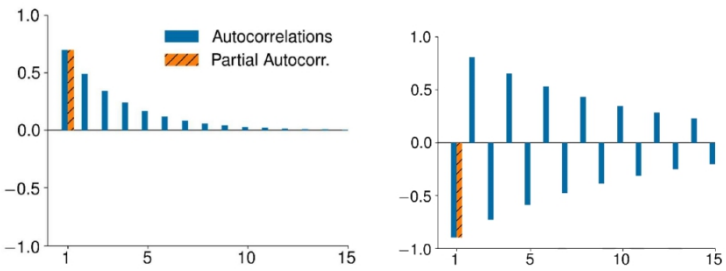
(1) 计算 Box-Pierce Q 统计量, 其服从卡方分布:

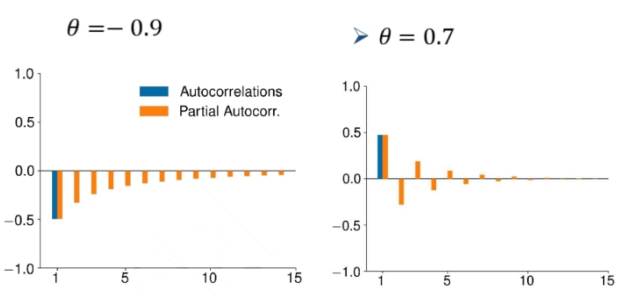
$$Q_{BP} = T \sum_{i=1}^h \hat{\rho}_i^2$$

(2) 经过调整, 也可以得出 Ljung-Box Q 统计量, 同样服从卡方分布:

$$Q_{LB} = T \sum_{i=1}^h \left(\frac{T+2}{T-i} \right) \hat{\rho}_i^2$$

70. AR、MA 和 ARMA

Autoregressive model (AR (1))	$Y_t = \delta + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t$ δ 是截距项 ϕ is an AR parameter $\varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$ 当 $\phi < 1$ 时, AR(1) 平稳
	ACF vs PACF 
Moving Average model (MA(1))	$Y_t = \mu + \theta \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$ Always covariance-stationary μ 是 MA 的长期均值
	ACF vs PACF

	
Autoregressive moving average models	$Y_t = \delta + \phi Y_{t-1} + \theta \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$ Mean of this process is: $\mu = \delta / (1 + \phi)$

71. 非平稳的时间序列

Trend	Polynomial trend $Y_t = \delta_0 + \delta_1 t + \varepsilon_t$ $E(Y_t) = \delta_0 + \delta_1 t$
	Log-linear trend $\ln Y_t = \delta_0 + \delta_1 t + \varepsilon_t$ $E(\ln \frac{Y_{t+1}}{Y_t}) = \delta_1$
Seasonality	$Y_t = \delta_0 + \gamma_1 I_{1t} + \gamma_2 I_{2t} + \dots + \gamma_{s-1} I_{s-1t} + \varepsilon_t$ Mean in period 1: $E(Y_t) = \delta_0 + \gamma_1$
Random walk	$Y_t = Y_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i$ $V(Y_t) = t\sigma^2$

72. 机器学习的三种分类

有监督学习（Supervised learning）：学习“有标签”的数据，主要用于预测和分类

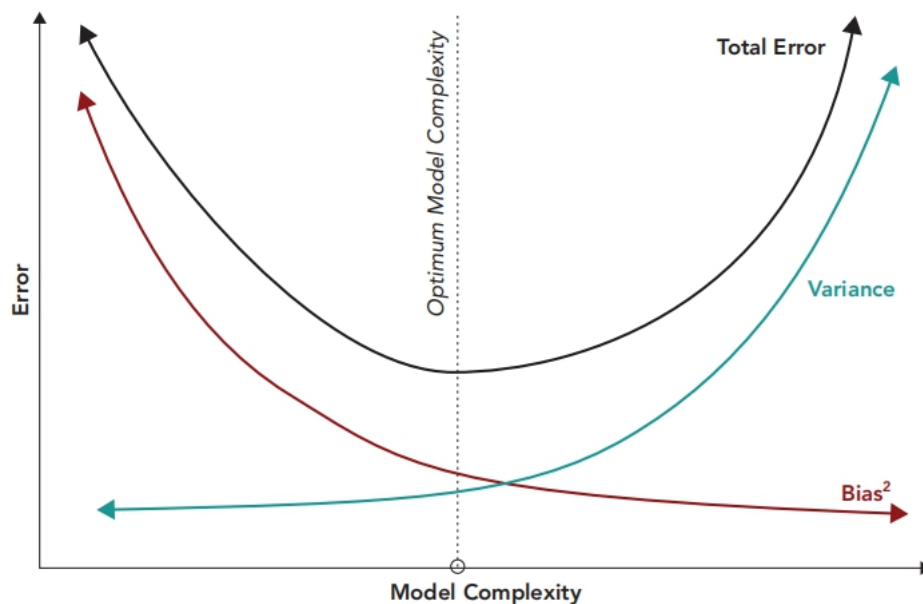
无监督学习（Unsupervised learning）：学习“无标签数据”，主要用于研究数据内部的结构和规律

强化学习（Reinforcement learning）：在不断变化的环境中做出决策

73. 过度拟合(overfitting)和欠拟合(underfitting)

过拟合是指所选择的模型“太大”或过度参数化的情况。过拟合会导致训练集上的错误率将非常低（可能接近于零）。然而，当应用于不在训练集中的其他数据时，模型的性能可能会很差，模型将不能很好地泛化。

欠拟合是与过拟合相反的问题，当数据中的相关模式仍未被模型捕获时，就会发生欠拟合。



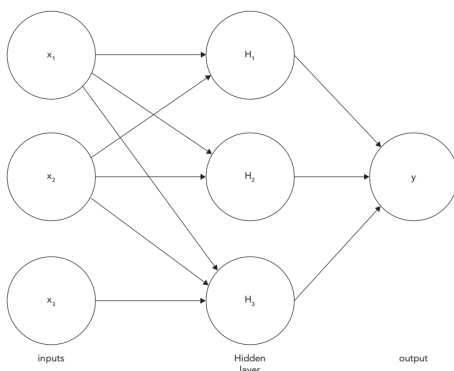
74. 主要的机器学习预测方法

分类：支持向量机

预测和分类：K 邻近；逻辑回归；决策树

模拟人脑决策：人工神经网络模型

75. 人工神经网络模型：分为输入层，隐藏层和输出层



76.K-means 算法

- (1) 随机选择 K 个中心的初始值，作为簇的中心。
- (2) 将每个数据点分配到其最近的中心。
- (3) 再每一簇中心数据中，重新计算这些中心
- (4) 重复步骤 2 和步骤 3，直到中心不再改变为止。

科目三：金融市场与产品

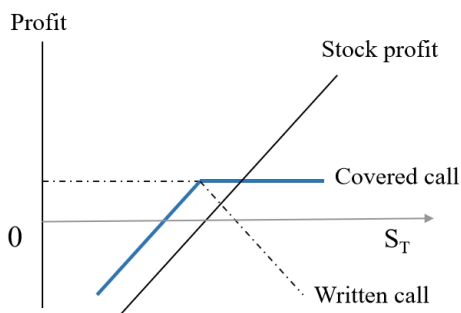
77.交易指令

市场指令 (market order)	这是以市场上可以得到的最好价格马上进行交易的指令。
限价指令(limit order)	指定一个价格，只有在达到该价格时或价格更优惠时才能执行这一指令。 一个投资者想要买入资产的限价指令为 30 美元,指令只有在价格为 30 美元或更低时才能执行。当然，如果限定的价格一直没有达到，这一指令就根本不会被执行。
止损指令 (stop-loss order)	指定一个价格，当买入价或卖出价达到这一价格或价格更不利时指令才会被执行。 一个止损指令为在 30 美元时卖出资产，当前资产价格为 35 美元。在价格跌到 30 美元时，止损指令就成为了卖出的指令。事实上一旦注明的价格被达到时止损指令就会成为市场指令。止损指令的目的是在不利价格发生后对头寸进行平仓，目的是控制损失的幅度。
限价止损指令 (stop- limit order)	一个止损指令与限价指令的组合。当买入或卖出价等于止损或比限定价格更糟时，这一指令就变为了限价指令。在限价止损指令中必须指明两个价格：限价价格(limit price)和止损价格(stop price)。 假定，当市场价格为 35 美元时，一个买入资产的限价止损指令指明其止损价格为 40 美元，限价为 41 美元。当市场上出现买入或卖出 价为 40 美元时，这一限价止损指令变为限价为 41 美元的限价指令。如果限价价格和止损价格相同，这种指令有时也被称为止损和限价指令(stop-and-limit order)。
触及市价指令 (market-if-touched order, MIT)	指当价格达到指定水平或者比指定水平更有利的价格时才执行交易的指令。 当市场价格达到指定水平后 MIT 指令就成了市场指令。

74. Covered call (备兑看涨期权)

✧ 构造：Long Stock 同时 Short Call

✧ 形状类似 short put

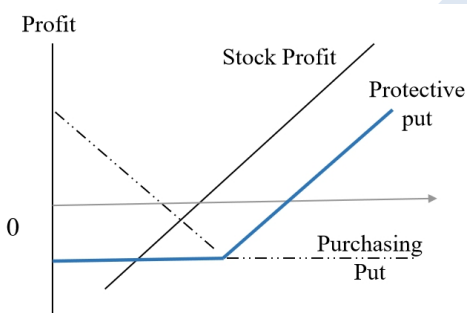


	$S_T < X$	$S_T \geq X$
Short call	c	$c - (S_T - X)$
Long stock	$S_T - S_0$	$S_T - S_0$
合计	$c + S_T - S_0$	$c + X - S_0$

75. Protective put (保护看跌期权)

✧ 构造：Long Stock 同时 Long Put

✧ 形状类似 long call



	$S_T \geq X$	$S_T < X$
Long put	$-p$	$(X - S_T) - p$
Long stock	$S_T - S_0$	$S_T - S_0$
合计	$S_T - S_0 - p$	$X - S_0 - p$

76. 价差策略

牛市差价 (bull spread)	同种期权买（执行价格低）低卖（执行价格高）高： 牛市差价限制了投资者的收益但同时也控制了损失的幅度。这一策略可表达为：投资者拥有一个执行价格为 K_1 的看涨期权，同时通过卖出执行价格为 K_2 ($K_2 > K_1$) 的期权而放弃了股票上升时的潜在盈利。作为对放弃潜在盈利的补偿，投资者获得了执行价格为 K_1 的期权费用。
-----------------------	--

熊市差价 (bear spread)	与牛市差价类似，熊市差价限定了盈利的上限，同时也控制了损失幅度。熊市差价可以由买入执行价格较高的欧式看跌期权并同时卖出另一执行价格低的欧式看跌期权来构造。熊市差价也可以不用看跌期权而用看涨期权：投资者可以买入一个具有较高执行价格的看涨期权并同时卖出一个具有较低执行价格的看涨期权。			
盒式差价 (box spread)	股价范围	牛市价差收益	熊市价差收益	整体收益
	$S_T < K_1$	0	$K_2 - K_1$	$K_2 - K_1$
	$K_1 < S_T < K_2$	$S_T - K_1$	$K_2 - S_T$	$K_2 - K_1$
	$S_T \geq K_2$	$K_2 - K_1$	0	$K_2 - K_1$
日历差价 (calendar spread)	这一差价的构成期权具有相同的执行价格及不同的到期日。			

77. 保证金

如果两个投资者通过直接接触而同意在将来某时刻按约定的价格交易某一资产，很明显这笔交易中存在风险;投资者的一方可能对该交易感到后悔并想退出交易。另外，投资者也可能没有财力来履行承诺。交易所的一个关键职责是组织交易使违约避免发生，这正是设定保证金账户的目的。

Margin	定义
Initial margin(初始保证金)	Initial Margin 是指在期货交易时，交易者必须按期货合约规定缴纳期货合约价值一定比率的金额作为初始保证金。交易所有权根据市场情况增加保证金比率。
Maintenance margin(维持保证金)	Maintenance Margin 是指在持仓过程中，交易者的保证金账户的金额必须要高于维持保证金的要求，否则将收到 Margin Call(交易所保证金催缴通知)。
Variation margin(变动保证金)	Variation margin = initial margin – margin account balance

投资者有权提走保证金账户中超过初始保证金的那一部分资金。为了确保保证金账户的资金余额永远不会出现负值，交易所一般设置了维持保证金(maintenance margin)，维持保证金会低于初始保证金数量。当保证金账户的余额低于维持保证金水平时，投资人会收到保证金催付(margin call)通知;在下一个交易日投资者需要将保证金账户内的资金增加到初始保证金水平，这一部分增加的资金被称为追加保证金(variation margin)。当投资者不提供追加保证金时，交易所将对合约平仓。

78. Forward and futures price

Forward price without the	离散复利: $F = S(1 + R)^T$
---------------------------	------------------------

income	连续复利: $F = Se^{RT}$
Define I as the present value of the income from the asset.	离散复利: $F = (S - I)(1 + R)^T$
	连续复利: $F = (S - I)e^{RT}$
Define that the income yield is Q	离散复利: $F = S(\frac{1+R}{1+Q})^T$
	连续复利: $F = Se^{(R-Q)T}$
Define Y as the convenience yield	离散复利: $F = S(\frac{1+R}{1+Y})^T$
	连续复利: $F = Se^{(R-Y)T}$

79. 影响期权价值的六要素

Factor	European call	European put	American call	American put
S (标的资产价格)	+	-	+	-
X (执行价格)	-	+	-	+
T (到期时间)	影响不确定	影响不确定	+	+
σ (波动率)	+	+	+	+
r (无风险利率)	+	-	+	-
D (标的资产的分红)	-	+	-	+

80. 期权价值的上下界

Option	Proxy	Min Value	Max Value
--------	-------	-----------	-----------

European call	c	$\max(0, S_0 - Xe^{-rT})$	S_0
American call	C	$\max(0, S_0 - Xe^{-rT})$	S_0
European put	p	$\max(0, Xe^{-rT} - S_0)$	Xe^{-rT}
American put	P	$\max(0, X - S_0)$	X

81. 汇率的决定因素

Balance of Payments and Trade Flows	出口国货币相较进口国的货币会升值
Inflation	通货膨胀率较高的一国货币未来会贬值，贬值幅度可以用下面公式做近似计算： $\begin{aligned} \text{Percent Strengthening of Domestic Spot Rate} \\ &= \text{Foreign Inflation Rate} \\ &\quad - \text{Domestic Inflation Rate} \end{aligned}$
Monetary Policy	If Country A increases its money supply by 25% while Country B keeps its money supply unchanged, the value of Country A's currency will tend to decline by 25% relative to Country B's currency (with all else being equal). This is because 25% more of Country A's currency is being used to purchase the same amount of goods.

82. 名义利率和实际利率

$$R_{\text{real}} = \frac{1 + R_{\text{nominal}}}{1 + R_{\text{inflation}}} - 1$$

$$R_{\text{real}} \approx R_{\text{nominal}} - R_{\text{inflation}}$$

83. CIRP & UIRP

CIRP	$F = S \frac{(1 + R_{YYY})^T}{(1 + R_{XXX})^T}$
UIRP	$\frac{E(S) - S}{S} = \frac{R_{YYY}T - R_{XXX}T}{1 + R_{XXX}}$
	$\frac{E(S) - S}{S} \approx (R_{YYY} - R_{XXX})T$

84. 基差 (basis) 以及基差风险 (basis risk)

一般来说，对冲者可以确定将来买入资产的准确日期，从而可以利用期货合约来消除在那一天几乎所有由于资产价格变动而带来的风险。在实际中对冲时常常并没这么容易，部分原因如下：

(1) 需要对冲价格风险的资产与期货合约的标的资产可能并不完全一样,这种对冲也叫交叉对冲 (Cross hedging)
(2) 对冲者可能无法确定买入或卖出资产的准确时间
(3) 对冲者可能需要在期货到期月之前将期货平仓

基差的定义：

$$\text{基差} = \text{被对冲资产的即期价格}(S) - \text{用于对冲的期货合约价格}(F)$$

85. Optimal Hedge Ratio (最优对冲比率)

➤ 最优对冲是指对冲者手中的现货资产与期货共同构成一个投资组合，如果能够使该组合风险最低，则该对冲为最优。

$$\text{公式：} HR = \rho \times \frac{\sigma_S}{\sigma_F}$$

$$N = HR \times \frac{N_A}{Q_F}$$

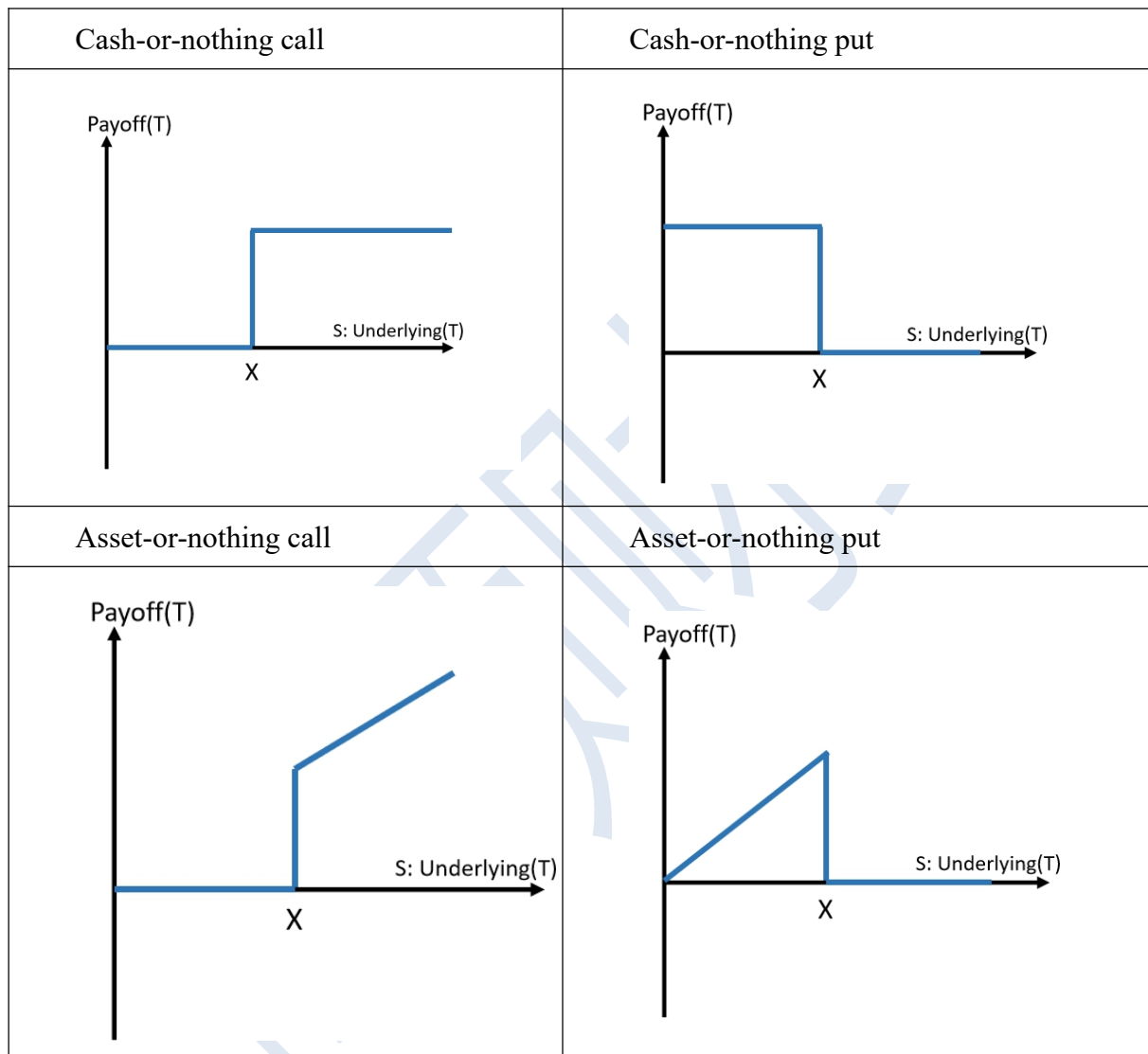
✧ N 代表最优期货合约数；

✧ Q_F 代表 1 份期货合约的规模；

✧ Q_A 代表被对冲资产头寸的数量

86. Binary option

Binary Options(两值期权)，是具有不连续收益的期权。分为 cash-or-nothing option 和 asset-or-nothing option。两值期权的 Payoff:



87. BSM

将二叉树模型推广到无限多个时间节点，每一个时间间隔都是无穷小，那么我们就得到了 BSM 定价模型。

$$C = S_0 N(d_1) - Xe^{-rt} N(d_2)$$

$$P = Xe^{-rt} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

其中：

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \times T}{\sigma \sqrt{T}}$$

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

$N(x)$ 为标准正态分布的累积分布函数， T 为到期时间， r 为无风险利率。 $N(d_2)$ 是风险中性下看涨期权被行权的概率。

科目四：估值与风险模型

88. 债券计息惯例：

- ✧ Actual/actual: 适用于政府债券
- ✧ 30/360: 适用于公司债券和市政债券
- ✧ Actual/360: 适用于货币市场工具

89. 债券的脏净价：

$$\text{clean price} = \text{dirty price} - \text{AI}$$

- ✧ Clean price: 债券的报价
- ✧ Dirty price: 债券实际的交易价格
- ✧ Accrued interest (AI): 应计利息

90. STRIPS: STRIPS is an acronym for Separate Trading of Registered Interest and Principal of Securities. STRIPS are created by investment dealers when a coupon-bearing bond is delivered to the Treasury and exchanged for its principal and coupon components. The securities created from the coupon payments are known as TINTs, INTs, or C-STRIPS. The securities created from principal payments are known as TPs, Ps, or P-STRIPS.

91. T-bill 的价格计算公式

$$C = 100 - \frac{Qn}{360}$$

其中，

C 指的是 cash price ,

Q 指的是 quoted price,

n 指的是剩余的到期时间

92. Spot rate 和 discount factor 的关系

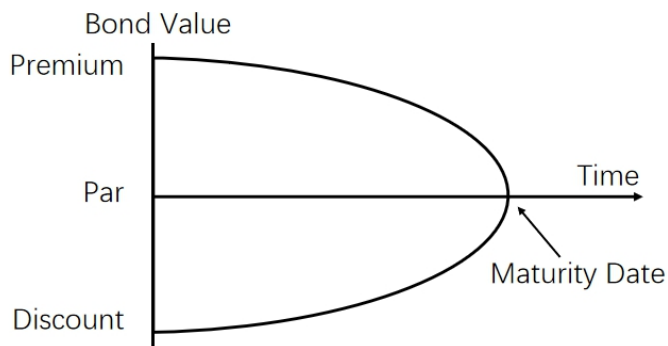
$$d(t) = \left(1 + \frac{r(t)}{2}\right)^{-2t}$$

以及

$$d(t) = e^{-r(t)t}$$

93. Pull to par effect

如果没有违约且收益率保持不变，债券价格（净价）会随着到期时间趋近于零而趋近面值。



94. YTM 与 coupon rate 的关系

At premium: coupon rate > YTM（溢价发行）

At par: coupon rate = YTM（平价发行）

At discount: coupon rate < YTM（折价发行）

95. 即期利率，远期利率和 YTM 之间的关系

Term Structure	Relationship
----------------	--------------

Upward-sloping	$YTM < \text{Spot Rate} < \text{Forward Rate}$
Downward-sloping	$\text{Forward Rate} < \text{Spot Rate} < YTM$
Flat	$YTM = \text{Spot Rate} = \text{Forward Rate}$

96. Duration（久期）

Duration	Macaulay Duration（麦考林久期）	Modified Duration（修正久期）
定义	折现现金流的加权平均回流时间。	衡量了到期收益率变化一个单位对应的债券价格的变化率。
公式	$\text{MacD} = \frac{\sum_{t=1}^n t \times \text{PVCF}_t}{\sum \text{PVCF}_t}$	$\text{MD} = - \frac{\Delta P / P}{\Delta Y}$
关系	离散复利： $\text{ModDur} = \frac{\text{MacDur}}{1+y/m}$	
	连续复利： $\text{ModDur} = \text{MacDur}$	
应用（ ΔP ）	$\Delta P = - \text{ModDur} \times \Delta y \times P$	

97. Dollar Duration（美元久期）和 DV01（基点价值）

Duration	Dollar Duration（美元久期）	DV01（基点价值）
定义	衡量当 YTM 发生变化时债券的价格变化。	表示当 YTM 变化一个基点（basis point, bp）时债券价格的变化额。
公式	$\text{DollarDur} = - \frac{\Delta P}{\Delta y}$	$\text{DV01} = - \frac{\Delta P}{10,000 \times \Delta y}$
关系	$\text{DV01} = \frac{\text{DollarDur}}{10,000}$	

应用 (ΔP)	$\Delta P = -\text{DollarDur} \times \Delta y$	$\Delta P = -\text{DV01} \times (10000 \times \Delta y)$
-------------------	--	--

98. 远期利率是指今天的现货利率所暗示的未来现货利率，连续复利下远期利率的计算公式为

$$F = \frac{R_2 T_2 - R_1 T_1}{T_2 - T_1}$$

99. Callable Bond (可赎回债券) 和 Puttable Bond (可回售债券)

	Callable Bond (可赎回债券)	Puttable Bond (可回售债券)
Definition	The bond issuer has the right to call the bond at a certain price at a certain time.	The bondholders have the right to sell the bond back at a pre-determined price on specified dates.
Convexity	Negative convexity at low interest rates.	Higher positive convexity at high interest rates.
Figure		

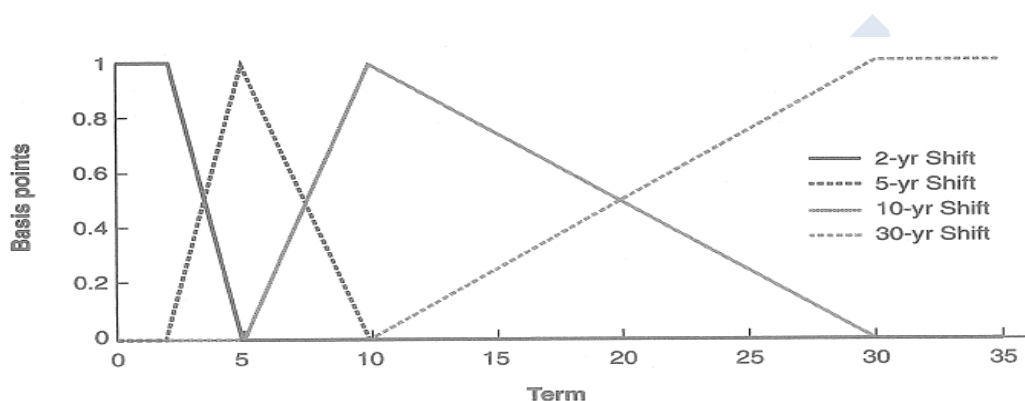
100. The Coupon Effect

As the coupon increases, an upward-sloping interest rate term structure, As a result, the yield to

maturity declines as the coupon rate increases.

101. Key Rate Shift 假设

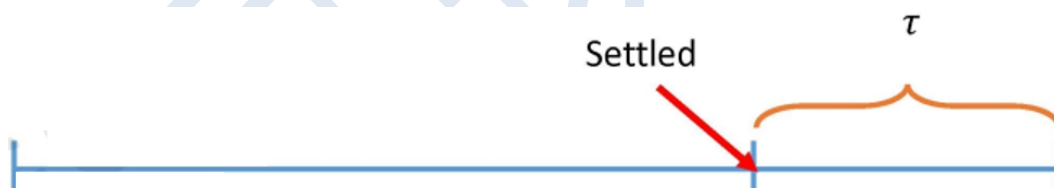
- ✧ 整个利率期限结构的变化都是由几个关键利率的变化所带动的；
- ✧ 关键利率对周围期限的利率影响是线性递减的，至毗邻的另一个关键利率处影响减为零。
- ✧ 通常假设 2 年、5 年和 10 年期利率作为关键利率。



102. FRA (远期利率协议)

远期利率协议是一种标的为利率（通常基于 Libor）的场外远期合约。

- ✧ FRA 的标的是利率
- ✧ Long 方现金流 = $\frac{(R - R_k) \times \tau \times \text{principal}}{(1 + R \times \tau)}$



103. Eurodollar futures (欧洲美元期货)

- ✧ 合约报价为 100-R
- ✧ R%为欧洲美元的拆借利率
- ✧ 合约面值是 1million
- ✧ 期货合约的 DV01=25 美元

104. VaR（在险价值）：在险价值指的是在一定时期内和一定置信水平（confidence level）下，投资组合发生的最大损失。

105. VaR 最常见的两种计算方法

- ✧ 基于历史回报的数据：将历史回报数据作升序排列，然后从最差的数据开始计数，第 n 个数据即为 VaR 值（ $n = \text{样本容量} \times \text{显著性水平}$ ）。
- ✧ 基于回报服从正态分布的假设：

$$\text{VaR}(X\%) = |E(R) - Z_{x\%} \times \sigma|$$

$$\text{VaR}(X) = |E(R) - Z_{x\%} \times \sigma| \times \text{资产价值}$$

106. EWMA（指数加权平均法）：该方法改进了等权重的问题，赋予最近的数据更大的权重，而对于更加久远的数据，则施以指数递减的权重。

$$\sigma_n^2 = (1 - \lambda) \times r_{n-1}^2 + \lambda \times \sigma_{n-1}^2$$

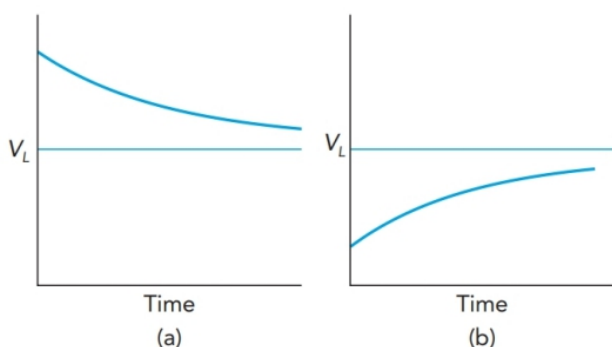
107. GARCH（广义自回归条件异方差模型）：

$$\sigma_n^2 = \gamma \times V_L + \alpha \times r_{n-1}^2 + \beta \times \sigma_{n-1}^2$$

其中

- ✧ r_{n-1}^2 指第 $n-1$ 天回报的平方值， α 为其权重；
- ✧ σ_{n-1}^2 指第 $n-1$ 天回报方差的估计值，其中 β 为其权重；
- ✧ V_L 为长期方差水平， γ 为其权重。

GARCH 具有均值复归的现象



108. Delta-normal:

$$\text{VaR}_{\text{Derivative}} = |\delta| \times \text{VaR}_{\text{underlying asset}}$$

109. Delta-gamma: 该方法把二阶 gamma (Γ) 或凸度 (C) 的影响加入 VaR 的计算中。

$$\text{VaR}_{\text{option}} = |\Delta| \times \text{VaR}_{\text{stock}} - \frac{1}{2} \times \Gamma \times \text{VaR}_{\text{stock}}^2$$

$$\text{VaR}_{\text{bond}} = |-D \times P| \times \text{VaR}_r - \frac{1}{2} \times C \times P \times \text{VaR}_r^2$$

由于 VaR 的定义为损失，而 gamma 或者凸度的存在会使损失更少，因此 gamma 或者凸度项前面为负号。

110.External Rating (外部信用评级)

- 评级机构：穆迪 (Moody's)、标普 (S&P) 和惠誉 (Fitch)
- 评级的尺度：根据期限不同，信用评级又分为长期评级和短期评级。
- 三大机构长期信用评级符号：

	Moody's	S&P	Fitch
Investment Grade	Aaa	AAA	AAA
	Aa1	AA+	AA+
	Aa2	AA	AA
	Aa3	AA-	AA-
	A1	A+	A+
	A2	A	A

	A3	A-	A-
	Baa1	BBB+	BBB+
	Baa2	BBB	BBB
	Baa3	BBB-	BBB-

	Moody' s	S&P	Fitch
Non-investment Grade Speculative Grade “Junk” or “High yield”	Ba1	BB+	BB+
	Ba2	BB	BB
	Ba3	BB-	BB-
	B1	B+	B+
	B2	B	B
	B3	B-	B-
	Caa1	CCC+	CCC+
	Caa2	CCC	CCC
	Caa3	CCC-	CCC-
	Ca	CC	CC

其中对于标普和惠誉而言 BBB-及其以上均为投资级债券，而穆迪的标准则是 Baa3。

111.违约概率：通常可以分为三类，分别是累积违约概率、无条件违约概率与条件违约概率。

✧ 累积违约概率（cumulative default probability）

Cumulative default probability=1-Cumulative survival rate

✧ 无条件违约概率（unconditional default probability）：

$$PD_k^{Uncond} = PD_{t+k}^{cumulated} - PD_t^{cumulated}$$

✧ 条件违约概率（conditional default probability）：

$$PD_{t,t+k}^{Cond} = \frac{PD_k^{Uncond}}{SR_t^{cumulated}}$$

112.违约强度模型（default intensity model）：某债券在 t 年内的存活率就可以表示为：

$$\text{Cumulative PD} = 1 - e^{-\lambda t}$$

$$\text{Cumulative Survival rate} = e^{-\lambda t}$$

从 t 时刻开始，向后 k 时期的无条件概率为：

$$\text{Unconditional PD} = \text{PD}_{t+k}^{\text{cumulated}} - \text{PD}_t^{\text{cumulated}} = (1 - e^{-\lambda(t+k)}) - (1 - e^{-\lambda t})$$

113. 债券收益率可以分解为三个部分：

- The Carry Roll-Down: The carry roll-down is designed to estimate the return achieved if there is no change to some aspect of the interest rate environment
- Rate Changes: This is the return realized when realized rates differ from those assumed in the carry roll-down.
- Spread Changes: This is the return realized when a bond's spread relative to other bonds changes.

114. Carry-Roll-Down 的假设：The most common assumption when the carry roll-down is calculated is that forward rates are realized (i.e., the forward rate for a future period remains unchanged as we move through time). When the beginning of the future period is reached, the spot rate for the period equals the forward rate.

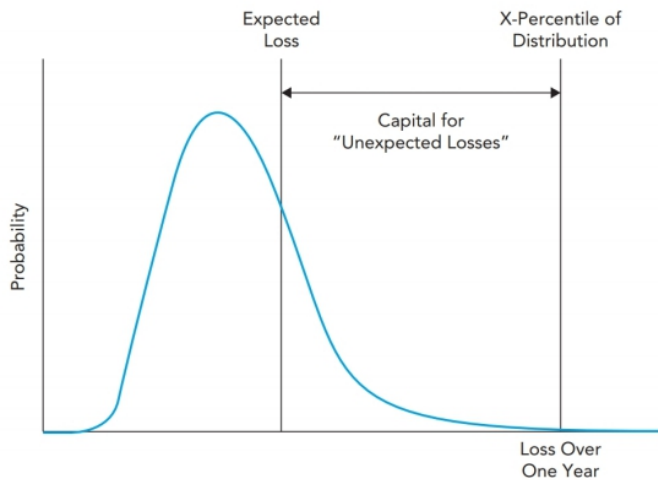
115. 预期损失 VS 非预期损失 (Expected Loss VS Unexpected loss)：

- ✧ 预期损失：指的是在一段时间内发生违约事件时，银行的期望损失，并可以分为单一资产的预期损失和投资组合的预期损失：

$$EL_i = PD_i \times EAD_i \times LGD_i$$

$$EL_P = \sum_{i=1}^n EL = \sum_{i=1}^n PD_i \times EAD_i \times LGD_i$$

- ✧ 非预期损失：指的是当信用事件发生时，银行不能预期的损失。更加具体地说，非预期损失指的是损失分布中，高分位点的损失减去预期损失的部分。



116. Country Risk（国家风险）国家风险的来源(Source of country risk):

- ✧ 经济增长(Economic Growth)
- ✧ 经济结构(Economic Structure)
- ✧ 政治风险(Political Risk)
- ✧ 法律风险(Legal Risk)

117. 主权违约风险(sovereign default risk):

- ✧ 主权违约的类别：
 - (1) 本币债券的主权违约(Local currency default)
 - (2) 外币债券的主权违约(Foreign currency default)

118. 通常来说我们认为一个国家可以无限的印钞，因此外币债券比本币债券更容易发生违约

- ✧ 主权违约的后果：
 - (1) 国内经济增速下降
 - (2) 主权评级下降
 - (3) 双边及多边的报复(retaliation)与制裁
 - (4) 违约国有更大的概率出现银行业危机(bank crisis)
 - (5) 政局动荡乃至政权更迭

119. 压力 VaR 计算了基于压力情景下短时间内损失分布的百分比。压力 ES 是压力情景下损失大于压力 VaR 水平的平均损失。压力测试着眼于过去可能发生过或也可能没有发生过的特定压力场景的全部后果。时间范围通常比压力的 VaR/ES 要长得多。

120. 情景分析中，场景不应该被机械地选择。它们应该随着业务环境的变化而进行调整。

121. 操作风险的计量方法

✧ 基本指标法(Basic indicator approach):

$$K_{BIA} = \left(\frac{GI_1 + GI_2 + GI_3}{n} \right) \times \alpha$$

*其中，K 为基本指标法计算的操作风险资本， $\alpha = 15\%$; GI 为每年的总收入，n 代表毛利润为正的年数。

✧ 标准法(standardized approach): 巴塞尔委员会将银行业务分成八大条线，每条业务线被分配成一个系数 β ，具体如下表：

Business Line	Capital (% of Gross Income)
Corporate finance	18%
Trading and sales	18%
Retail banking	12%
Commercial banking	15%
Payment and settlement	18%
Agency services	15%
Asset management	12%
Retail brokerage	12%

$$K_{SA} = \frac{\sum_{year1-3} \max[\sum (GI_{1-8} \times \beta_{1-8}), 0]}{3}$$