

作者:通识教育学院 王丽影

适用课程: 工程数学B

正态分布在证券投资风险计算中的应用

摘要: 本案例依托某券商量化投资组合优化项目, 聚焦正态分布在证券投资领域的应用。选取沪深300成分股中50支股票3年日收益率数据, 验证正态假设后, 计算得出组合日均收益率 $\mu = 0.12\%$ 、标准差 $\sigma = 1.85\%$ 。在99%置信水平下, 运用VaR公式算出投资组合(市值2.5亿元)的单日VaR值约1076万元, 并通过压力测试模拟 σ 增大30%情景下的VaR值, 最终将风险限额从1200万元调整为1076万元, 使客户组合风险敞口降低了10.3%。该案例可助学生掌握正态分布在风险价值计算、资产配置优化中的应用, 培养基于概率模型的金融决策能力, 且在教学中通过分层任务设计及课程思政等方式提升学生综合能力。

关键词: 正态分布; 风险分析; VaR计算; 资产配置; 课程思政; 量化投资

一、背景介绍

在证券投资领域, 收益率分布特征分析是资产定价与风险管理的核心基础。正态分布因其数学性质优良, 成为量化资产收益率波动、计算风险价值(VaR)的主流工具。中国证券业协会2024年报告显示, 83%的A股上市公司股票日收益率服从或近似正态分布。本案例依托某券商量化投资组合优化项目, 引导学生掌握正态分布在风险价值计算、资产配置优化中的应用, 培养基于概率模型的金融决策能力。

二、正态分布在证券投资风险计算中的应用

(一) 案例内容

某券商因传统风险评估模型误差率高达18%, 导致客户组合单日最大亏损突破预警线。

实施流程：

1. 数据验证：

选取沪深300成分股中50支股票3年日收益率数据，验证正态性假设 $R \sim N(\mu, \sigma^2)$

2. 参数计算：

组合日均收益率 $\mu = 0.12\%$

收益率标准差 $\sigma = 1.85\%$

置信水平设定99% ($z_{0.99} = 2.33$)

3. 模型构建：

单日VaR计算公式： $VaR = P_0 * z_a * \sigma$

投资组合市值 $P_0 = 2.5$ 亿元

计算得 $VaR = 250000000 \times 2.33 \times 0.0185 \approx 1,076$ 万元

4. 压力测试：

模拟 σ 增大30%情景下的VaR值

5. 方案落地：将风险限额从1200万元调整为1076万元，客户组合风险敞口降低10.3%。

(二) 关键要点

维度	要点描述
知识点	正态分布 3σ 原则、 z 分数转换 $z = (R - \mu) / \sigma$
技能点	标准正态化，MATLAB正态性检验、VaR动态监测
态度点	风险敬畏意识（平衡收益与风险）、量化分析严谨性（数据清洗校验）

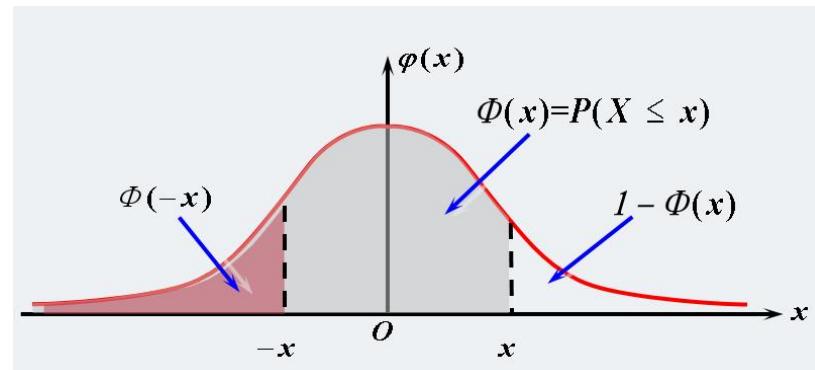
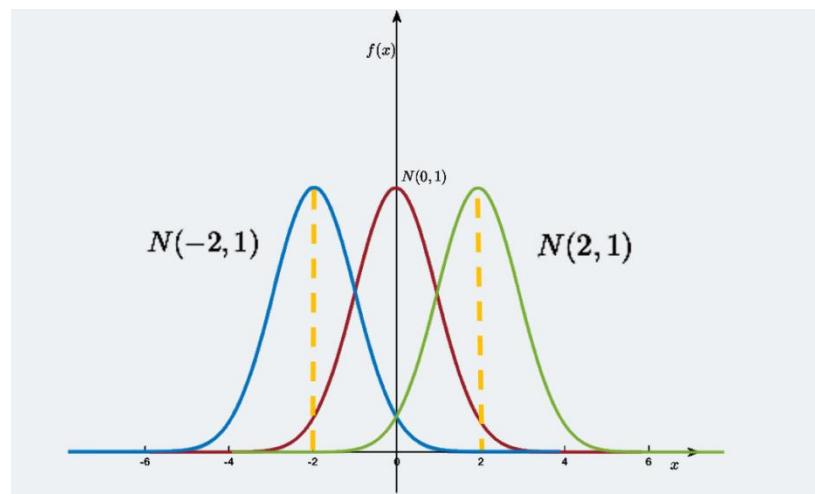
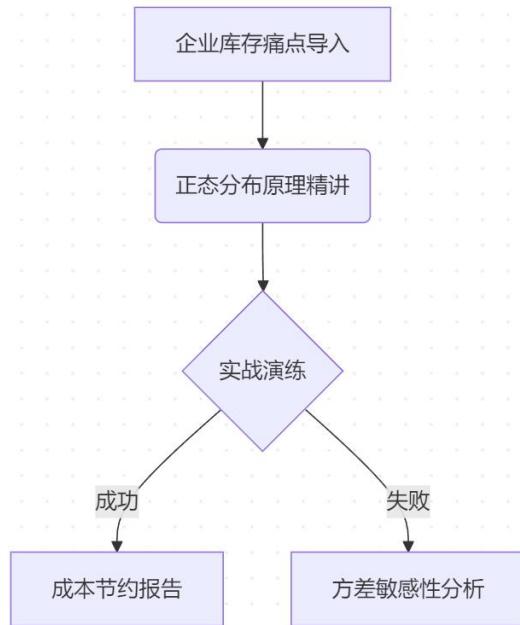
(三) 教学使用

1. 分层任务设计

基础层：计算 $P(X > 600)$ （需求超过进货量概率）

进阶层：模拟 σ 增大20%对安全库存的影响（小组对抗赛）

2. 过程引导



3. 实战演练：某电子产品经销商主要销售某品牌的智能手机，由于手机行业更新换代快，库存积压风险大，同时缺货又会导致客户流失，因此合理进货至关重要。通过对某种型号手机过去多个销售周期的数据研究，发现该型号手机的月需求量 $X \sim N(250, 15^2)$ （单位：部）。若需求量

超过进货量则缺货。若缺货概率不超过0.05，则应该至少进货多少部该型号手机？

解：设至少进货 m 部手机。

$$P(X > m) = 1 - P(X \leq m) = 1 - P\left(\frac{X - 250}{15} \leq \frac{m - 250}{15}\right) = 1 - \Phi\left(\frac{m - 250}{15}\right)$$

所以 $1 - \Phi\left(\frac{m - 250}{15}\right) \leq 0.05$ ，故 $\Phi\left(\frac{m - 250}{15}\right) \geq 0.95$ ，则 $\frac{m - 250}{15} \geq 1.65$

即 $m \geq 274.75$



4. 思政融入：



先介绍20世纪80年代全球产业竞争格局——当时中国制造业还在起步阶段，而海尔、三星等企业（注意：海尔是中国企业全球化的代表，三

星是韩国民族产业崛起代表，摩托罗拉是美国科技巨头）都在探索“如何用科学方法提升质量”。

课程思政：对比中国企业“粗放型生产”与国际巨头“精细化管理”的差距，引出“质量是企业的生命线，更是国家产业竞争力的基石”，为后面讲中国企业后来居上做铺垫。

教学过程中“ $4\sigma/5\sigma/6\sigma$ 对应的失误率”直观展示：为什么“追求 6σ ”是质量管理的极致目标？（从百万次操作3、4次失误，理解“精益求精”的量化标准）。结合正态分布的数学原理解释“为什么正态分布是 6σ 的核心依据”。

课程思政：对比工匠精神的传统认知（手工艺人、精益求精的态度）与现代工业中 6σ 的联系——传统工匠精神是对定性的执着，现代 6σ 是定量的科学追求，本质都是对极致品质的坚持。