20762 金融衍生品和风险管理

小组作业：套期保值案例

I. 报告目的和小组管理

本案例帮助学生加深理解套期保值的原理，练习计算和解释最优对冲比率与期货合约数量，了解对冲理论的实际运作。学生组成 4–5 人的小组，自行从附表 1 中选择一种商品（教师不指定），使用所选商品的期货完成小组报告，并在 **2026 年 11 月 22 日（周日）23:59（上海时间）** 前将小组名单及作业通过 Canvas 提交给 Leo 老师。报告满分 100 分，占课程总成绩的 40%。

II. 报告背景

你所选商品的期货合约每手 q 单位（如吨、千克）。2026 年 5 月，一个客户预期在 8 月 25 日左右需要购买该商品 $400q$ 单位，希望你用期货合约对冲从 2026 年 5 月 26 日至 8 月 25 日的价格风险。以螺纹钢为例，期货合约每手 10 吨，客户预期购买 4000 吨。

III. 数据下载

教师不提供数据，各组须自行从上海大学 CSMAR 数据库下载所选商品的每日现货和期货数据（选品前请先确认该商品在数据库中同时具备完整的现货和期货数据）。期货需要每日开盘价 O_t、最高价 H_t、最低价 L_t、收盘价 P_t 和交易量 Q_t；现货需要每日现货价格 S_t。下载步骤如下：

1. 访问 data.csmar.com，使用上海大学校园网/VPN 或上海大学 edu 邮箱注册的个人账号登录。
2. **期货数据：** 依次选择“数据中心” → “单表查询” → “衍生市场系列” → “商品期货” → “交易数据” → “国内期货日交易数据”。
3. **现货数据：** 在“单表查询”中搜索所选商品名称与“现货”，选择对应的现货日行情或现货价格表（不同商品的表名可能略有不同）。
4. **筛选条件：** 样本区间设为 2024 年 8 月 15 日至 2026 年 10 月 15 日；期货合约选择 2024、2025、2026 年各年 9 月和 10 月交割的合约（以螺纹钢为例：rb2409、rb2410、rb2509、rb2510、rb2609、rb2610），其中 2024–2025 年的合约用于第 IV 部分第 3 节的流动性检验，2026 年的合约用于对冲；字段勾选日期、合约代码、开盘价、最高价、最低价、收盘价和交易量。
5. **数据导出：** 点击“下载数据”，导出为 CSV 或 Excel 格式供程序读取分析。

下载后，计算期货的日波动率（用于第 IV 部分第 3 节的日流动性）：

$$\sigma_t = \frac{1}{2\sqrt{\ln(2)}} \ln\left(\frac{H_t}{L_t}\right)$$

同时在对应期货交易所官网查找所选商品期货合约的每手单位 q 和最后交割日。

IV. 报告结构与分析

1. 概述：200 字左右，6 分

· 简述客户的问题、套期保值操作以及给客户带来的经济效益。

2. 套期保值的基本原理：300 字左右，10 分

· 结合本案例的具体操作，解释套期保值的基本原理。

3. 交割月份选择：300 字左右，12 分

· 选择交割月份的主要原则是：(1) 合约的交割日要在预期购买日之后，否则需要展期买入下期合约，增加价格风险和交易成本；(2) 期货合约在预期购买日左右的流动性要好，其基差和买卖价差较低，平仓时的交易成本较低。与预期购买日最近的合约流动性未必最好，因为大多数市场参与者并不需要交割实物商品，在交割日前会移仓换月到远期合约。

- 定义日流动性 L = 日交易量 / 日波动率，即造成单位波动率所需要的交易量。查找相关文献，解释什么是市场流动性，以及为什么 L 能反映市场流动性。
- 用 2024–2025 两年在 8 月 15–30 日期间的日数据，以 5% 显著性水平检验 9 月交割合约的平均日流动性是否低于 10 月交割合约的平均日流动性[1]。根据检验结果，应该为客户选择 9 月还是 10 月交割的合约？解释原因。

4. 对冲比例和合约数量：600 字左右，26 分

- 计算对冲比例首先要选择数据频率。日数据在给定时间段内样本量大，参数估计相对精确，但每日价格波动受短期供需扰动影响，单日信息含量较小；月数据在给定时间段内样本量小，统计分析受样本随机性影响大，但月度价格波动的信息含量较高。CSMAR 数据库中现货价格只有日数据，因此日数据是本案例的唯一选择。
- 计算对冲比例的另一个重要选择是样本长度。长样本可用于估计历史平均参数，反映长期市场状况；短样本集中反映近期信息和市场状况，与短期对冲比例更相关。如果长、短样本估计出的参数存在显著差异，说明相关变量的概率分布随时间发生了变化，应当采用短（近）期样本计算对冲比例；如果参数没有显著差异，则采用长样本估计的参数更加精确。本案例要求通过统计检验选择长短样本。
- 用自己的语言解释数据频率和样本长度对对冲比例估计的影响。
- 用 2026 年 5 月 26 日前 13 周的日数据估计回归方程 $\Delta S_t = c + h\Delta F_t + e_t$，回归斜率系数

$$h_1 = \frac{\mathrm{Cov}(\Delta S, \Delta F)}{\sigma^2_{\Delta F}} = \frac{\rho\sigma_{\Delta S}\sigma_{\Delta F}}{\sigma^2_{\Delta F}} = \frac{\rho\sigma_{\Delta S}}{\sigma_{\Delta F}}$$

  即为对冲比例[2]，记其标准误为 sd_1。再用所选合约自上市日至 5 月 26 日前的全部日数据（长样本）估计回归系数 h_2 及其标准误 sd_2，以 5% 显著性水平检验 $h_1 \neq h_2$。
- 如果检验结论支持 $h_1 \neq h_2$，说明近 13 周市场状况较前期有显著变化，请参照附表 2 找出至少两个与所选商品交易相关的实际市场依据加以解释，并用 $h^* = h_1$ 计算合约数量。
- 如果检验结论不支持 $h_1 \neq h_2$，则用 $h^* = h_2$ 计算合约数量，并结合上述讨论解释原因。
- 不用公式，解释最优对冲比例 h^* 是在什么意义上“最优”，以及该数值在套期保值操作中的实际含义。
- 计算所需要的期货最优合约数量。

5. 套期保值效果：400 字左右，20 分

- 如果没有进行套期保值，客户在 2026 年 8 月 25 日购买所选商品的现货价格 $S_{8/25}$ 是多少？
- 假设 8 月 25 日将期货头寸平仓。不考虑交易费、保证金等因素，根据 $F_{5/26}$、$F_{8/25}$ 和 h^* 计算期货每单位（如每吨）盈亏；再根据期货最优合约数量，计算套期保值为客户带来的总价值，并解释为什么套期保值不能保证降低最终购买成本。
- 没有套期保值时，客户面临现货价格风险 $\mathrm{Var}(\Delta S_t)$；套期保值后，客户面临的剩余风险为 $\mathrm{Var}(\Delta S_t - h^*\Delta F_t)$。对冲效率

$$\mathrm{HE} = 1 - \frac{\mathrm{Var}(\Delta S_t - h^*\Delta F_t)}{\mathrm{Var}(\Delta S_t)}$$

  衡量套期保值使客户价格风险下降的百分比。用 2026 年 5 月 26 日至 8 月 25 日的数据，计算基于 h^* 的对冲效率 $\mathrm{HE}(h^*)$。

---

[1] 假设检验依照 20705 讲义“统计推断”第 37–40 页“检验平均值的差异”，在报告附录中提供检验细节。尽管假设检验要验证的研究假设是备择假设 H_1 而非原假设 H_0，统计检验的直接结论是拒绝或不拒绝 H_0。

[2] 参考 20705 讲义“回归分析 1”第 19–20 页。OLS 回归系数由 $\min \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_i)^2 \Rightarrow b_0, b_1$ 求得，其中 $b_1 = \frac{\mathrm{Cov}(X,Y)}{\sigma_X^2} = \frac{\mathrm{Cov}(X,Y)}{\sigma_X\sigma_Y} \times \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} = r_{XY} \times \frac{\sigma_Y}{\sigma_X}$。

6. 结论与建议：200 字左右，6 分

· 总结套期保值的经济价值，并提出后续分析或风险管理建议。

7. 附录：统计分析，16 分

· 详细列出上述各项统计检验与回归分析的过程、检验统计量及结果说明。

8. 参考文献：4 分

V. 报告、AI 使用与提交要求

1. 报告规范

· 报告必须符合第 IV 部分的结构，包含每一节的标题；正文可包含图表，但总字数不超过 2500 字（超出部分不予评阅）。

· 统计分析必须在报告附录中详细解释分析方法与结果，正文中不得只写“见代码”。

2. AI 工具使用与过程记录要求

· **必须使用 AI agent：**各组必须使用 AI agent 工具辅助完成本作业（可用于数据整理、代码编写与调试、统计检验、结果核查或报告修改等实质性环节）。**未使用 AI agent 工具的，本作业成绩为 0 分。**

· **人工核验与最终责任：**AI 只是辅助工具，其生成或修改的内容不一定正确。小组成员必须亲自核验所有数据来源、代码逻辑、计算过程、统计检验、文献引用与分析结论。**最终报告及全部提交材料由小组成员承担全部责任，不得直接提交未经核验的 AI 输出。**

· **提交 JSONL 过程记录：**各组必须提交 UTF-8 编码的 JSONL（.jsonl）文件，每行一个合法的 JSON 对象，按时间顺序完整保留本作业相关的提示词（prompts）、AI 回复、工具调用（tool calls）和工具返回结果（tool results）。优先提交 agent 原生导出的 JSONL 记录；多个会话或多个工具可提交多个文件；不得只交聊天截图、提示词摘要或挑选后的片段。上传前请删除密码、API 密钥、访问令牌等敏感信息，但不得删减实质性的作业分析过程。

· **注明 harness 与 model：**每个 JSONL 文件的首条记录必须是 session 对象，注明运行 agent 的工具或框架（harness，如 Codex、Claude Code、Cursor、omp 等）以及具体模型名称与版本（model）。使用多个工具或模型时须分别注明；若原生导出文件缺少该字段，必须在文件首行补充，格式如下：

```
{"type":"session","harness":"Codex","model":"example-model"}
```

3. 提交材料与截止时间

· **截止时间：2026 年 11 月 22 日（周日）23:59（上海时间）。**在 Canvas 中依次进入“Assignments” → “小组报告” → “Start Assignment” 提交。

· **必交文件清单（共三项，不要提交 Excel 文件）：**

1. **报告文件**（建议命名：组号_报告.pdf）：PDF 格式，包含小组成员名单、报告正文、附录与参考文献；
2. **代码文件**（建议命名：组号_代码.py，或 .R、.do、.ipynb）：生成并用于完成数据处理与统计分析的完整源代码（供教师核验分析过程，不要用 Excel 代替代码）；
3. **AI 记录文件**（建议命名：组号_AI 记录_01.jsonl）：注明 harness 与 model 的完整 AI 交互与工具调用 JSONL 记录。

附表 1：期货交易商品

编号	商品	交易所	编号	商品	交易所
1	镍	上海期货交易所	8	石油沥青	上海期货交易所
2	铜	上海期货交易所	9	白银	上海期货交易所
3	铝	上海期货交易所	10	燃料油	上海期货交易所
4	锌	上海期货交易所	11	铁矿石	大连商品交易所
5	天然橡胶	上海期货交易所	12	棕榈油	大连商品交易所
6	铅	上海期货交易所	13	甲醇	郑州商品交易所
7	螺纹钢	上海期货交易所			

附表 2：市场因素对对冲比例的影响

类别	市场因素	对 ρ 或 σ 的影响	结果（对冲比例变化方向）
1. 市场结构变化	新的交易制度、交割规则调整	改变现货与期货的同步性	ρ 下降 $\rightarrow h^* \downarrow$
2. 流动性变化	流动性下降（期货交易稀疏）	期货波动上升或价格偏离	$\sigma_{\Delta F} \uparrow$ 或 $\rho \downarrow \rightarrow h^* \downarrow$
3. 现货市场价格机制变化	现货由管制转为市场化，或反之	现货波动率改变	$\sigma_{\Delta S} \uparrow \rightarrow h^* \uparrow$
4. 供需冲击（季节性、库存）	供需失衡时，期货与现货脱节	ρ 下降，$\sigma_{\Delta S} \uparrow$	h^* 不稳定，通常下降
5. 投机资金流入或退出	加大期货短期波动，弱化与现货联动	$\sigma_{\Delta F} \uparrow$，$\rho \downarrow$	$h^* \downarrow$
6. 交割月临近（基差不稳定）	期货受仓单/逼仓影响	$\rho \downarrow$ 或 $\sigma_{\Delta F} \uparrow$	$h^* \downarrow$
7. 政策或宏观冲击	价格管制、关税、补贴、汇率波动	改变现货和期货定价基础	$\rho \downarrow \rightarrow h^* \downarrow$
8. 市场成熟度提升	对冲和套利交易增加	$\rho \uparrow$，$\sigma_{\Delta F} \downarrow$	$h^* \uparrow$（更稳定）