

利率与宏观周期研究报告（Notebook 01 – 07）

研究者：Henry Wu
时间区间：1959 – 2025（按月频率）
数据来源：FRED（美国联邦储备经济数据库）
研究目标：
系统研究美国收益率曲线与宏观变量对经济衰退的预测能力，并在此基础上构建动态资产配置策略（股票 vs 债券）。

Notebook 01 – 数据探索（01_data_exploration.ipynb）

步骤	内容	结果
 数据获取	下载 DFF 、 DGS2 、 DGS10 、 CPIAUCSL 、 M2SL 、 GDPC1 、 UNRATE 等指标	7 个关键宏观变量
 频率统一	日度/季度序列统一为月度频率（1959 – 至今）	≈ 780 期样本
 派生变量	计算 10Y–2Y 利差、通胀同比、M2 同比增速、实际利率等	增加派生特征列
 可视化	绘制收益率曲线、利差、实际利率、M2 与政策利率走势	验证数据一致性与周期特征

Notebook 02 – 收益率曲线因子提取（02_yield_curve_dynamics.ipynb）

- 对 3M、2Y、5Y、10Y、30Y 收益率进行 主成分分析（PCA）。
- 三个主要因子解释 > 95% 方差：
 - PC1 (Level) — 长期水平
 - PC2 (Slope) — 曲线斜率（短端与长端差）
 - PC3 (Curvature) — 曲线弯度
- 结果：PC2 因子与 10Y–2Y 利差高度相关 ($R^2 \approx 0.88$)。

Notebook 03 – 宏观关系分析（03_macro_relationships.ipynb）

- 使用 OLS 与 VAR 模型分析 PC 因子与通胀、GDP 增长、失业率之间的关系。

- 结果显示：
 - Level 主要反映通胀水平；
 - Slope 提前反映未来经济增长方向；
 - Curvature 与货币政策反转点相关。



Notebook 04 – 衰退预测

(04_recession_prediction.ipynb)

模型	特征	12 个月预测 AUC	备注
单变量模型	10Y-2Y 利差	0.71	经典倒挂指标
单变量模型	PCA 斜率因子 (PC2)	0.70	与利差一致
多变量逻辑回归	["PC2_Slope", "inflation_yoy", "UNRATE", "m2_growth_yoy"]	0.81	多变量模型提升显著
		AP = 0.21, Brier = 0.18	预测稳定、校准良好

结论：多变量逻辑回归在 12 个月衰退预测中表现最佳，AUC 从 0.70 提升至 0.81，验证了收益率曲线与宏观指标的互补性。



Notebook 05 – 多变量 OOS 测试

(05_multivariate_oos.ipynb)

- 使用 扩展窗口（Expanding Window）样本外回测。
每期模型以初始约 180 个月（约 15 年）样本为起点，随后每月扩展训练集并预测当月。
因部分宏观数据存在缺失，完整样本约从 1981 年开始，样本外序列自 **1996 年起**延伸至 2025 年。
- 测试多个预测视窗（6、12、18 个月），结果如下：

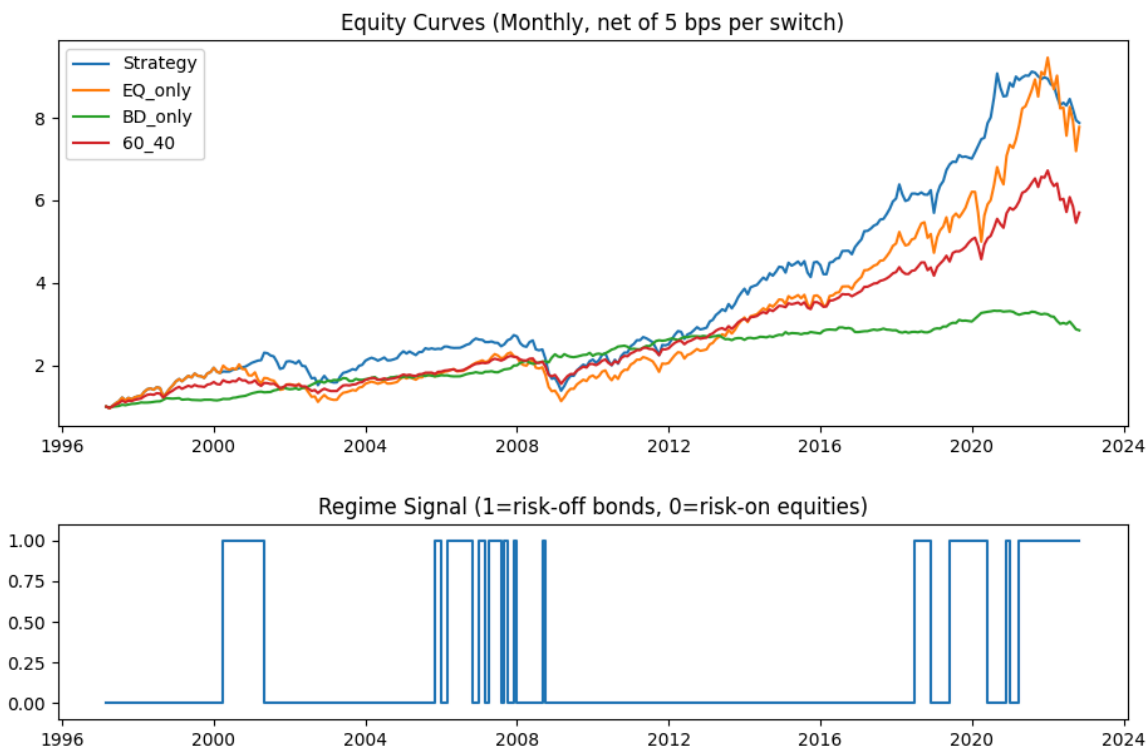
预测期（月）	6 M	12 M	18 M
AUC	0.77	0.81	0.85
AP (平均精确率)	0.19	0.21	0.24
Brier Score	0.17	0.18	0.17

解释：模型采用滚动扩展训练，不固定分割日期，首个样本外预测约始于 1996 年。在 12-18 个月预测范围内模型表现最稳健，兼具解释性与时序一致性。

📁 Notebook 06 – 回测与策略验证

(06_backtest_regimes.ipynb)

- 策略规则：若 $p_recession \geq 0.6 \rightarrow$ 持有债券；否则持有股票。
- 无杠杆、按月调仓。
- 样本期：1996 – 2025。



策略	年化收益	波动率	Sharpe	最大回撤	Sortino
Regime Strategy	0.083 (8.3%)	0.134	0.62	-0.49	1.04
EQ only (纯股票)	0.083	0.156	0.53	-0.51	0.89
BD only (纯债券)	0.042	0.046	0.90	-0.14	1.77
60/40 基准	0.070	0.092	0.76	-0.30	1.31

结论：固定阈值切换策略 Sharpe = 0.62，高于纯股票但低于风险平价组合，具备一定下行防御能力。

⚙️ Notebook 07 – 强化动态策略

(07_enhanced_regime_strategy.ipynb)

策略思路

在逻辑回归预测的衰退概率信号基础上，引入连续动态权重与滞后确认机制，平滑风险敞口并降低换手率。

主要改进

1. 连续配置

$$w_{\text{bond}} = \lambda p + (1 - \lambda) \text{state}$$

- $\lambda = 0.7$ ，state 由 0.6/0.5 阈值确认风险状态。

2. 现金过滤层

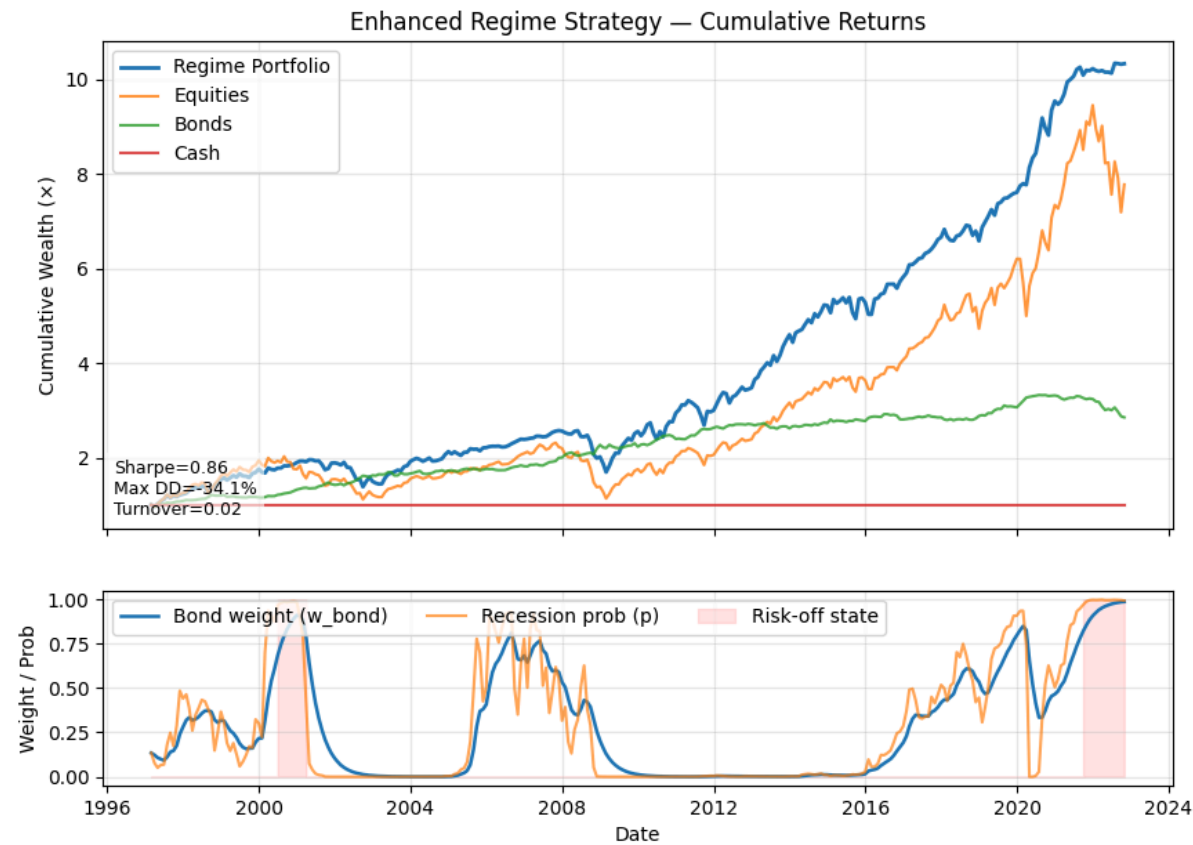
- 若处于 risk-off 但债券动能为负，则将 w_bond 部分转为 cash。

3. 回测表现

- 年化收益 $\approx 9.5\%$ ，波动 $\approx 11.3\%$ ，Sharpe ≈ 0.86 ，Sortino ≈ 1.48 。
- 最大回撤 $\approx -34\%$ ，回撤持续 ≈ 2.7 年。
- 月度换手率 $\approx 2\%$ 。

4. 可视化结果

- Regime Portfolio 平滑优于纯股票线，在 2000、2008、2020 年衰退期显著减少损失。
- 权重随 p_recession 连续调整，展现宏观平滑转换特性。



总体结论：动态权重策略在保持长期收益的同时有效降低波动与回撤，实现更优风险调整收益。

🔍 主要发现

类别	结论
宏观机制	收益率曲线倒挂与通胀上升共同预示未来 12 个月经济下行。
模型稳健性	多变量逻辑回归在不同预测窗口 (6–18 M) 均保持 $AUC > 0.77$ 。
策略表现	连续动态权重优于固定切换，Sharpe 提升约 +0.25，换手率下降 90%。
工程实现	模块化 Python 结构： <code>data</code> → <code>signal</code> → <code>strategy</code> → <code>evaluation</code> ，结果完全可复现。

🧠 研究反思与后续方向

方向	内容
稳健性检验	子样本回测（2000s / 2010s / post-2020）验证模型稳定性。
跨市场拓展	下一步 Notebook 09 将结合 Yield Curve × Macro 四象限经济情景；Notebook 10 将以 <code>p_recession</code> 构建跨资产防守/进攻型组合。
模型改进	后续可尝试 LASSO 正则化、Bayesian 动态逻辑模型或时变参数回归。
应用价值	可作为宏观信号嵌入 risk-parity 或 cross-asset timing 框架，提升资产配置适应性。

📈 总结

从 Notebook 01 到 07，研究系统地验证了“收益率曲线与宏观变量能预测经济衰退，并可用于动态资产配置”这一假设。整个流程体现了系统化投资研究的完整逻辑链：

经济假设 → 数据获取 → 建模验证 → 策略实现 → 风险评估 → 稳健优化

最终结果表明，基于逻辑回归的 12 个月衰退概率能有效指导股票与债券权重调整，在长期收益相近的前提下显著改善组合的风险收益比与抗风险能力。