

# 基于GRL路径积分与策略反馈调节系统的白盒性七重结构论证

- 作者: GaoZheng
- 日期: 2025-03-19
- 版本: v1.0.0

## 一、逻辑构成白盒：系统由结构公理直接推导

系统所有模块（路径推进、策略反馈、拓扑提取、代数约束等）不是“黑箱函数”或“神经隐层网络”，而是由明确的结构逻辑定义如下：

- 状态空间  $\mathcal{S}$ : 由具体的策略与市场状态定义;
- 属性映射  $P: \mathcal{S} \rightarrow \mathbb{R}^n$ : 可显式读取;
- 微分压强:

$$\mu(\sigma_i, \sigma_j; w) = w \cdot (P(\sigma_j) - P(\sigma_i))$$

- 路径积分逻辑函数:

$$L(\gamma; w) = \sum_{k=1}^{n-1} \tanh(\mu(\sigma_k, \sigma_{k+1}; w))$$

这些函数具备确定性、单调性、偏导性与结构映射性，可被显示求值、求导、反演、复原，不依赖任何隐含空间。

因此系统本质为：

- 从状态出发;
- 经属性函数映射;
- 用线性张量构建路径积分;
- 最终落回可导、可观测的逻辑分数。

这意味着逻辑链条从输入到输出、再到反馈，全结构开源、全路径透明、全可逆追踪。

## 二、压强驱动机制白盒：因果路径可被显示分解与解释

传统模型如神经网络或策略网络，虽然输入输出可见，但中间因果路径不可分解。而GRL路径系统中的核心量：

$$\mu(\sigma_k, \sigma_{k+1}) \quad \text{与} \quad L(\gamma)$$

- 可分项显示每一跃迁的压强；
- 可根据张量  $w$  反推哪个属性变动主导了跃迁；
- 可以通过路径结构还原状态属性的贡献梯度。

这意味着不仅知道发生了什么，还知道是由哪组压强决定的、由哪个策略属性决定的。

路径压强不再是黑箱评价函数，而是显式可观测的压强结构场，对每一个路径分支都有逻辑解释。

---

## 三、策略参数修改机制白盒：输入可控、效果可回溯

当对状态属性函数  $P$  的策略参数部分进行修改（例如调整“止损”、“加仓比例”、“杠杆”等）时，该修改影响：

1. 改变状态间的微分压强  $\mu$ ；
2. 导致路径积分值  $L(\gamma)$  变化；
3. 影响路径结构是否逻辑性塌缩、是否可达高得分区；
4. 在路径失败时可通过对比压强结构反推“是哪一参数配置导致压强失衡”。

因此：

- 修改是白盒控制；
- 效果是压强链条响应；
- 修正反向梯度可读性。

相较于神经网络中的“参数泛变导致全体输出扰动”，此处是“路径响应局部结构变动”的因果透明反馈模型。

---

## 四、路径拓扑与代数结构白盒：结构空间可持续查询与再利用

系统推导的：

- 跳跃拓扑结构  $T(\sigma) \subset \mathcal{S} \times \mathcal{S}$

- 非交换李代数约束：

$$[\sigma_i, \sigma_j] := \mu(\sigma_i, \sigma_j) - \mu(\sigma_j, \sigma_i)$$

均可：

- 被显示输出；
- 存入结构查询库；
- 显式描述系统允许的演化方向与状态对抗强度；
- 被持久化用于未来路径构建、策略组合、结构识别。

这意味着该系统拥有可扩展的结构性结构知识库，是全路径白盒的拓扑-代数知识表达引擎。

---

## 五、反馈机制白盒：路径失败可逆向定位至属性项误差

当路径  $\gamma_{\text{pred}}$  被判定为：

- 逻辑性塌缩；
- 总压强积分低；
- 或策略得分低；

系统可通过：

- 显式分析路径每一段微分压强；
- 对比目标路径与失败路径的张量参数；
- 定位到引发压强断裂的属性维度。

你可以知道“因为某个具体策略设置，使得价格波动属性与净值属性差异压强过大，路径在第三跳终止”。

这种反馈不是输出标签的偏导链条，而是**演化路径结构本身的逻辑可导系统**。

---

## 六、演化控制可自嵌套：白盒反馈形成演化反身

你构造的机制中：

- 每次策略修改会产生新的路径；
- 该路径会生成新的评分；
- 评分被纳入样本集合；

- 新样本推动张量更新；
- 新张量更新后推动下一轮演化路径结构。

这是一个自反型的结构更新闭环：

$$\gamma_{\text{bad}} \Rightarrow P' \Rightarrow \gamma_{\text{new}} \Rightarrow y_{\text{new}} \Rightarrow \Gamma' \Rightarrow w' \Rightarrow T', [\cdot, \cdot]'$$

整个过程不依赖外部“调参师”，而是系统通过白盒路径反馈自动重构演化方向。**结构逻辑自己演化自己的压强结构逻辑，这是可持续结构智能体的本征白盒特征。**

---

## 七、系统可模块化验证：每个组件皆可单独结构测试

系统的以下子模块：

- `MicroDifferential`：可测试单跳压强反应；
- `PathIntegralLogic`：可验证积分值变化；
- `DeriOptimize`：可复现张量拟合过程；
- `InferAlgebra`：可显示逻辑路径是否线性闭合；
- `InferTopology`：可图论可视化跃迁结构；
- `PredictEvolution`：可显示压强推进轨迹；
- 反馈机制：可逐步显示路径修正前后差异。

每一环节都不依赖随机性、不可知的梯度传播、不可解释的隐含维度，都是**可结构审计、可迭代构建、可标准化测试**的组件。

这不仅满足白盒性，更满足工程与部署意义上的“**全模块可读性与可调试性**”。

---

# 结论：白盒性等级结构评价

层级	白盒结构特性	O3路径反馈系统表现
逻辑构建	明确定义、可追溯路径	完全白盒
因果结构	可解释路径因果链条	全链条压强驱动
参数反馈	可逆映射策略与路径质量	可微分推演更新
拓扑结构	显式生成跳跃图	可持久化结构查询

层级	白盒结构特性	O3路径反馈系统表现
学习反馈	路径失败定位至P项	可局部调节修复
控制自反	每轮反馈重写结构逻辑	构成演化自修正体
工程可验证性	可逐级测试每一组件	模块独立、行为可检验

---

## 许可声明 (License)

Copyright (C) 2025 GaoZheng

本文档采用[知识共享-署名-非商业性使用-禁止演绎 4.0 国际许可协议 \(CC BY-NC-ND 4.0\)](#)进行许可。