# Invariant: 首家为Solana提供集中流动性的自动化做市商去中心化交易所（AMM DEX）

Norbert Bodziony
norbert@akudama.xyz

Wojciech Cichocki
wojciech.cichocki@invariant.app

Mateusz Zając
mateusz.zajac@invariant.app

Maciej Zięba
maciej.zieba@invariant.app

2021 年 12 月 6 日

**摘要**

*Invariant* 协议是用于交换Solana区块链上资产的点对点系统。该协议作为一组智能合约实施，优先考虑审查阻力、安全性、自我监管，以及在不使用可选择性限制访问的可信中介的情况下进行操作的能力。

## 1 导言

虽然 Solana[1]有多种交换协议，但最先进的协议似乎专注于其他区块链。这是我们想要改变的。我们决定将 Uniswap（见[2], [3]）引入 Solana，因为它在一定范围内提供流动性的这个概念看起来似乎最有希望。

乍一看，*Invariant* 似乎是另一个交易所，包括流动性提供商、兑换和交易费用。区别在于仅在特定价格范围内提供流动性的能力。这有助于将流动性保持在价格所在的位置，从而保持在最需要的位置。

因为流动性在 *Invariant* 上更有效，所以交易将从中受益是理所当然的。这导致交易费用降低了一个数量级。默认情况下，0.04%将设置为默认值。此外，用户还受益于虚拟流动性的增加，从而减少交易的延误。

与传统的 AMM 相比，流动性集中实现了更高的效率。换句话说，产生同样数量的流动性需要更少的代币。将流动性保持在价格附近可以进一步放大这种效应。

## 2 理论

在 *Invariant* 中，几乎任何价格区间都可以提供流动性，这被称为头寸。如果价格保持在区间$[p_l, p_u]$内，分配给头寸$[p_l, p_u]$的流动性将产生费用。可以使用包含这两种代币的流动性池相互交换代币货币对。准备金曲线决定允许哪些交易。

$$xy = L^2 = \text{constant}.$$

代币对的价格定义为点（x，y）处斜率的负梯度，即。

$$p = -\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{L^2}{x} = \frac{y}{x}.$$

曲线 $xy = L^2$ 上的每个点都可以通过以下方式使用变量 p 进行参数化：

$$\varphi : (x, y) \longmapsto (\frac{L}{\sqrt{p}}, L\sqrt{p})$$

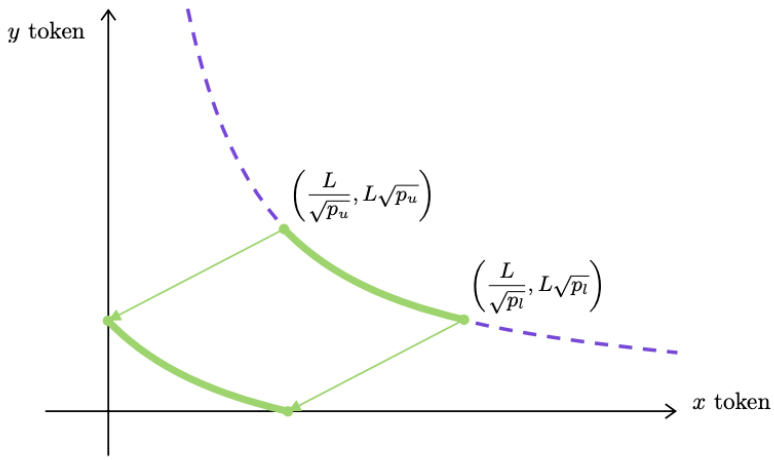


图 1:曲线平移

我们可以使用曲线 xy=L2 和指定价格区间[$p_l$, $p_u$]的平移创建关联线

$$T(x,y) = (x + \frac{L}{\sqrt{p_u}}, y + L\sqrt{p_l})$$

上面的平移定义了一条新曲线 xy=L2，其中：

- $\widetilde{x} := \left(x + \dfrac{L}{\sqrt{p_u}}\right)$
- $\widetilde{y} := (y + L\sqrt{p_l})$

当 p ∈ [$p_l$, $p_u$]，那么我们有以下身份：

$$\widetilde{x}\widetilde{y} = L^2 \implies \begin{cases} p\widetilde{x} = \widetilde{y} \\ \widetilde{y} = \sqrt{p}L \end{cases} \implies \begin{cases} x = L\dfrac{\sqrt{p_u} - \sqrt{p_c}}{\sqrt{p_c}\sqrt{p_u}}, \\ y = L(\sqrt{p_c} - \sqrt{p_l}) \end{cases}$$

因此，不变量能够支持广泛的流动性管理策略。在里面为了赚取费用，您必须具有流动性 L，且价格必须在[$p_l$]范围内[$p_u$]。无论何时如果价格超出范围，在价格恢复到正常价格之前，您将不会获得任何佣金范围除价格在价格范围内波动外，所有流动性均由单一货币提供资产，即 X 或 Y，取决于当前交易价格范围的哪一侧。
我们有以下四种选择：

1. 当前价格 $p_c$ 在以下范围内：$p_c \in [p_l, p_u]$，那么 x 或 y 的值可以使用以下公式简单计算

$$x = L\frac{\sqrt{p_u} - \sqrt{p_c}}{\sqrt{p_c}\sqrt{p_u}},$$
$$y = L(\sqrt{p_c} - \sqrt{p_l}).$$

2. 当前价格 $p_c$ 在以下范围内：$p_c \in (0, +\infty)$, 然后使用上述公式，可以通过以下方法轻松获得 x 或 y 值：

$$x = \lim_{p_u \to \infty} L\frac{\sqrt{p_u} - \sqrt{p_c}}{\sqrt{p_c}\sqrt{p_u}} = \frac{L}{\sqrt{p_c}},$$
$$y = \lim_{p_l \to 0} L(\sqrt{p_c} - \sqrt{p_l}) = L\sqrt{p_c}.$$

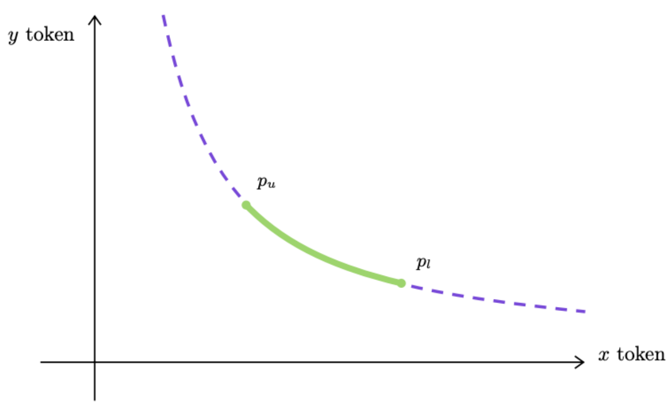


图 2: 单一头寸

3. 当前价格 $p_c$ 低于较低的价格: $p_c < p_l$ ，那么

$$x = L\frac{\sqrt{p_u} - \sqrt{p_l}}{\sqrt{p_l} \cdot \sqrt{p_u}},$$
$$y = 0$$

流动性
$$L = x\frac{\sqrt{p_l} \cdot \sqrt{p_u}}{\sqrt{p_u} - \sqrt{p_l}}.$$

4. 当前价格 $p_c$ 高于较高的价格: $p_u < p_c$，那么

$$x = 0,$$
$$y = L(\sqrt{p_u} - \sqrt{p_l})$$

流动性:
$$L = \frac{y}{\sqrt{p_u} - \sqrt{p_l}}.$$

## 2.1 跳点

为了便于选择价格范围，引入了跳点。考虑以下函数

$$\tau : \mathrm{Z} \rightarrow \mathrm{R}_{+},$$
$$\tau : i \rightarrow 1.0001^{i}.$$

第 i 个记号是参数 i 的函数 τ 的值，例如：:

- $\tau(0) = 1,$
- $\tau(365) = 1.03717,$
- $\tau(-365) = 0.96416,$

每次价格乘以之前的价格 1.0001 计算时，价格变化始终等于 0.01%。

还有一个概念是每个池的跳点刻度间距。刻度间距，Ts 是跳点刻度间距之上的一个附加网格，用于限制可放置流动性的刻度的数量。当 Ts|i，对于给定的刻度间距，只能考虑跳点 τ (i)。

流动性提供者可以提供介于两个刻度之间的流动性，前提是其间距至少为 2。

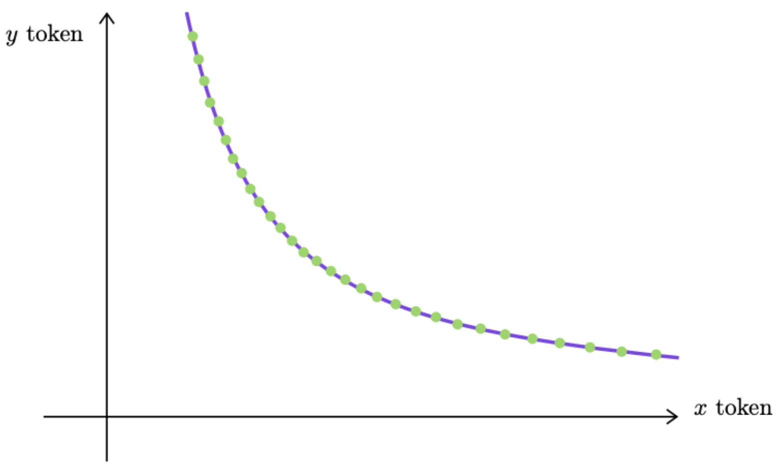


图 3：跳点的可视化

## 2.2 滑动价差

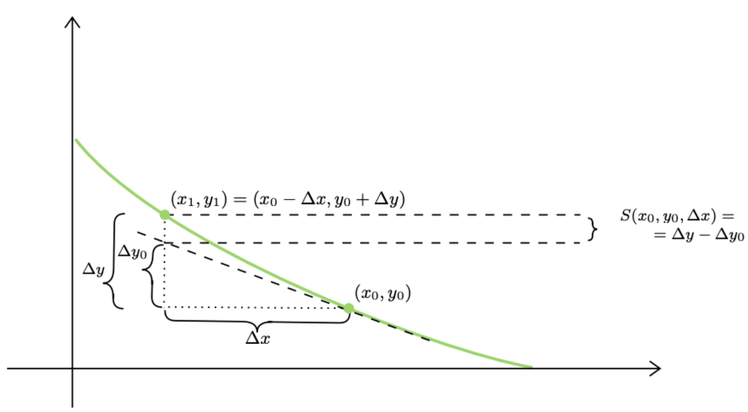


图 4：交易滑动价差的说明

在使用 *Invariant* 协议进行交换交易时，滑动价差是一个重要的考虑因素，并且这一点不容忽视。滑动价差是我们用来描述可能发生的价格变化的术语当事务处于处理过程中时（参见图 4 中的示例）。然而，只有在$[p_l, p_u]$的特定范围内，滑动幅度应与储量曲线中的滑动幅度相同。当 $p_u$-$p_l \rightarrow \infty$, 滑动函数以同样的方式逼近储备曲线。再一个实例：如果 $p_u$- $p_l \rightarrow 0$，则滑移减小为 0。当然，滑差和流动性是非常重要的彼此成反比。

滑动公差定义了用户可以接受的、超出影响范围的变化范围定价。当执行价格在滑动范围内（例如 0.5%）时，交易将完成。如果执行价格超出可接受的滑动范围，则交易将失败，交换将不会因失败而发生。

## 2.3 费用

费用 $\varphi$ 是交换者支付的费用的数学表示，单位为百分之一百它在每个池中用预定值初始化。两个数字：费用_增长_全球_x、费用_增长_全球_y 是有限合伙人累计的全球费用（x 和 y）。交换发生时，上述所有变量的值都会发生变化。然而，只有当流动性被提供或移除时，L 才会发生变化。

当跳点交叉时，合同必须记录应支付的总流动性金额, 为了生效，可以增加或取回，以及在跳点上方和下方收取的费用。当更新跳点索引时，处于跳点索引状态的变量将更新。基于这种的情况考虑，在更新合同的全球状态后，该池将更改收取的费用和流动性精确的价格点，即合同全球状态下的 $\tau_u$（上跳点）和 $\tau_l$（下跳点）。

它还跟踪当前协议费用，用符号Φ表示。它被设置为 0.1 的恒定值，并产生一部分交换者费用，目前将由协议而不是流动性提供商支付。

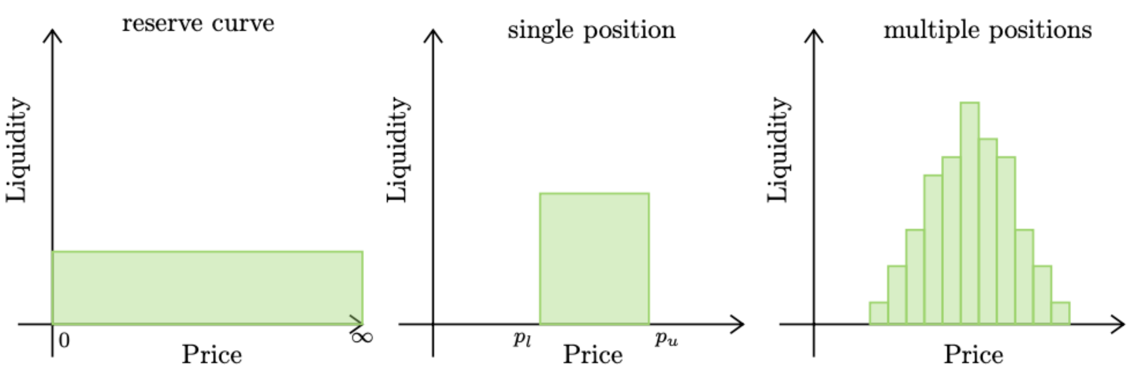


图 5：流动性分布

## 参考


[1] Anatoly Yakovenko, Solana: A new architecture for a high performance blockchain v0.8.13.

[2] Hayden Adams, Noah Zinsmeister, Moody Salem, River Keefer and Dan Robinson. Uniswap v3 Core (2021).

[3] Hayden Adams, Noah Zinsmeister and Dan Robinson. Uniswap v2 Core (2020).

[4] Bhaskar Krishnamachari, Qi Feng and Eugenio Grippo. Dynamic Curves for Decentralized Autonomous Cryptocurrency Exchanges. arXiv:2101.02778v1

[5] D. Senchenko. Impernament Losses in Uniswap-Like Markets. (2020). dsenchenko.medium.com