

# 自旋玻璃教学演示工具说明书

钱昱希 (PB22020458)

## 一、 自旋玻璃

本软件实现了对自旋玻璃的蒙特卡洛模拟，具体采用了 EA (Edwards-Anderson) 模型。下面我们将对自旋玻璃的主要特征进行介绍：

### (1) 无序性 (Disorder)

相互作用可能是随机的正负混合（既有铁磁性，也有反铁磁性），且强度无序分布，形成复杂的能量景观。

### (2) 阻挫 (Frustration)

当自旋间的相互作用无法同时满足所有能量最低条件时，系统陷入“阻挫”状态。例如，三个自旋形成三角形，若相互作用为反铁磁性，则无法同时满足相邻自旋反向排列的条件。这导致了系统存在大量亚稳态，长时间无法达到全局能量最低的基态。

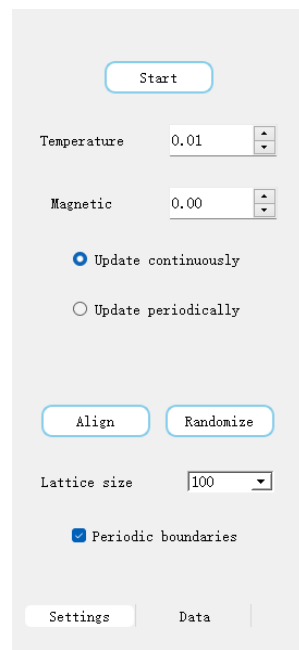
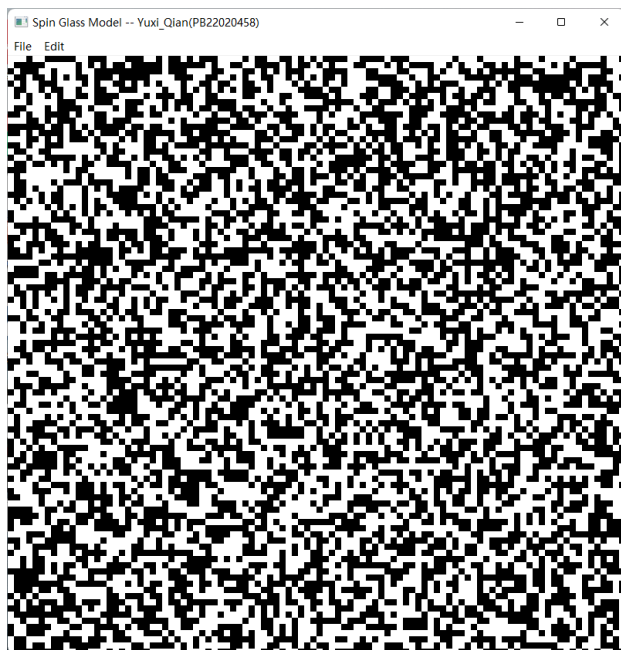
对于这种情况，常见的处理方式模拟退火。为了能够直观地观察到阻挫现象，我们并未采取这样的处理方式。

在本软件中，采用的体系哈密顿量：

$$H = - \sum_{\langle i,j \rangle} J_{ij} S_i S_j - M \sum_i S_i$$

其中  $J_{ij}$  表示最近邻相互作用，在本软件中满足高斯分布  $\sim N(0, 1/3)$ ,  $\sigma = 1/3$  的设定是为了让大部分取值在  $[-1, 1]$  区间中。 $S_i = \pm 1$  表示自旋情况。

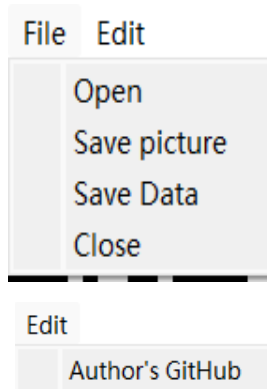
## 二、 界面功能介绍



## 1. 主界面



### (1) 按钮区：



本软件可以生成/读取 .spinglass 文件，该文件为二进制文件，用于记录想保存的基本设定和模拟数据。

**Open:** 打开相应文件并读取数据

**Save picture:** 将模拟图像保存为.png 文件

**Save Data:** 生成二进制文件，保存相应数据和设定

**Close:** 退出程序

**Author's GitHub:** 弹出该程序的开源 GitHub 网页

### (2) 模拟区

黑色块代表自旋向上，取值为+1；白色块取值为-1。为了防止模拟次数过快而使得数据计算造成的程序卡顿，我们每 300 步进行一次界面更新。

同时本程序还提供了两种更新方式，对标 Ising.exe。

## 2. 设定与数据界面

### (1) 设定界面

The screenshot shows the 'Settings' tab of the application. It includes a 'Start' button, input fields for 'Temperature' (0.01) and 'Magnetic' (0.00), radio buttons for 'Update continuously' (selected) and 'Update periodically', 'Align' and 'Randomize' buttons, a 'Lattice size' dropdown (set to 100), and a checked 'Periodic boundaries' checkbox. Arrows point from these elements to descriptive text on the right.

**Start** → 开始/暂停模拟

**条件设定区域:**  
温度设定: 从 0.01 到 50, 步长为 0.02  
磁场设定: 从 -50 到 50, 步长为 0.05

**更新选项:**  
**Update continuously:** 连续更新, 每 300 步更新一次  
**Update periodically:** 每 0.5 秒更新一次

**Align:** 将界面变为全黑或者全白  
**Randomize:** 随机将每个块变为黑或者白

改变模拟界面每行块数, 会自动进行 Align 初始化  
**注意: 一定要先暂停模拟后进行改变, 否则退出程序!**

**边界条件设定:** 选定后为周期性边界条件

### (2) 数据界面

记录了模拟的相应数据 (模拟步数, 当前能量, 平均能量, 能量的标准差, 当前磁化强度, 平均磁化强度, 磁化强度标准差)

按下 Reset 按键后清除之前的数据, 但保留当前能量和当前磁化强度数值。

Steps:	6900
Energy:	-11.5336
Average E:	-18.3729
Sigma E:	17.7917
Magnetization:	-0.0060
Average M:	0.0177
Sigma M:	0.0106

**Reset**

Settings | Data