

《阴阳师》抽卡系统蒙特卡洛模拟脚本与结果验证

胡佳旭

2026 年 2 月 20 日

概述

本报告是上一期概率模型分析（见《阴阳师》召唤系统概率模型分析与期望成本计算报告）的延续与验证。通过编写 Python 蒙特卡洛模拟脚本，我们大规模模拟了玩家从零开始直至抽到当期 UP 式神的完整过程，记录了消耗抽数及过程中月见黑计数（连续未出 SSR 次数）的最高值。模拟结果与理论期望高度吻合，验证了马尔可夫模型的正确性。同时，我们绘制了抽数分布直方图与月见黑成就分布饼图，并量化了非酋成就的达成概率。

1 引言

在上一期报告《阴阳师召唤系统概率模型分析与期望成本计算报告》中，我们基于马尔可夫链与动态规划建立了抽取当期 UP 式神的期望模型。计算结果表明，在现行概率 UP 活动规则下，“全集赏”玩家获取当期 SP 式神的期望成本约为 223.72 抽，而“非全集赏”玩家则需约 322.21 抽，两者相差近 100 抽。该结果量化了“全集赏”特权的巨大价值，并揭示了游戏通过该机制驱动玩家维持全图鉴的长期付费逻辑。

然而，理论期望仅能反映平均情况，无法展现实际抽卡过程中的分布特征，例如“欧皇”与“非酋”的差异、极端情况的出现频率以及“月见黑”成就的达成概率。为此，本文采用蒙特卡洛模拟方法，对上述理论结果进行实证验证，并深入分析抽数分布与月见黑成就分布。

通过编写 Python 蒙特卡洛模拟脚本，我们大规模模拟了玩家从零开始直至抽到当期 UP 式神的完整过程，记录了每次模拟的消耗抽数及过程中月见黑计数（连续未出 SSR 次数）的最高值。模拟结果与理论期望高度吻合，验证了马尔可夫模型的正确性。同时，我们绘制了抽数分布直方图与月见黑成就分布饼图，并量化了非酋成就的达成概率。

本文结构如下：第 2 节简要回顾游戏概率规则与上一期理论结果；第 3 节以伪代码形式介绍蒙特卡洛模拟的核心算法；第 4 节分别展示全集赏与非全集赏玩家的模拟结果，包括抽数分布、月见黑成就统计及赠送机制验证；第 5 节总结全文，并讨论模拟结果对理解抽卡机制的意义。

2 结论与规则回顾

表 1: 获取当期 UP 式神的期望抽数计算结果

期望抽数	全集赏	非全集赏
不计赠送	225.54	324.99
计入赠送	223.72	322.21

上一期报告通过马尔可夫链模型计算了获取当期 UP 式神的期望抽数，结果如左表所示。本文将以此些理论值为基准，通过大规模模拟验证其准确性，并进一步探究抽数的实际分布特征。

其余的基础概率与 UP 机制已在上一期报告中详细阐述，此处仅提炼与模拟直接相关的要点。为便于读者理解后续模拟中的“月见黑”计数，表2列出了非酋系列成就的具体要求——该计数器记录连续未获

得 SSR 的次数，且不受 SP 获得的影响。如果是在触发 60 抽保底的情况下获取 SSR 式神，则不中断该系列成就计数。

成就名称	要求	奖励
非酋·初级	连续 100 次未出 SSR	勾玉 × 1000, 白达摩 × 1
非酋·中级	连续 200 次未出 SSR	勾玉 × 2000, 黑达摩 × 1
非酋·高级	连续 300 次未出 SSR	勾玉 × 3000, 黑达摩 × 3
非酋·阴阳师	连续 400 次未出 SSR	勾玉 × 4000, 黑达摩 × 5, 月见黑头像框 × 1
非酋·大阴阳师	连续 500 次未出 SSR	勾玉 × 5000, 黑达摩 × 8, SSR 式神召唤券 × 1

表 2: “非酋”系列成就详情

3 核心算法伪代码

本节以伪代码形式描述模拟程序的核心逻辑。

Listing 1: UP 概率函数 U

```

函数 U(b, allcollect):
    输入: 大保底水位 b, 玩家类型 allcollect
    输出: 当前水位下的UP概率
    如果 allcollect 为真:
        根据 b 所在区间返回对应的UP概率 (0.10 ~ 0.80)
    否则:
        根据 b 所在区间返回对应的UP概率 (0.03 ~ 1.00), b >= 780 时返回 1.00

```

Listing 2: 单次抽卡模拟 simulate_single_pull

```

函数 simulate_single_pull(b, s, allcollect, counter_yjh):
    输入: 大保底水位 b, 小保底水位 s, 玩家类型 allcollect, 当前月见黑计数 counter_yjh
    输出: 抽卡结果 (稀有度, 式神名, 新b, 新s, 新counter_yjh)

1. 若 b 达到大保底阈值 (全集赏449, 非全集赏799):
    返回 SP 当期UP, 水位重置为 (0,0), 月见黑计数 +1
2. 计算当前出货概率 p_ssr_sp = (s == 59) ? 1.0 : P_BASE
3. 生成随机数 rand1
4. 若 rand1 < p_ssr_sp: // 抽到SSR/SP
    生成随机数判断是否UP: 若 rand2 < U(b, allcollect):
        返回 SP 当期UP, 水位 (0,0), 月见黑 +1
    否则: // 歪了
        生成随机数决定是SP还是SSR:
        若 rand3 < 0.2: 歪到其他SP, 返回 SP 其他, 水位 (b+1,0), 月见黑 +1
        否则: 歪到其他SSR, 新月见黑计数 = (s == 59) ? counter_yjh : 0, 返回 SSR 其他, 水位 (b+1,0)
5. 否则: // 未抽到SSR/SP
    月见黑计数 +1
    根据 rand1 判断UR/SR/R (使用绝对概率区间):
    若 rand1 < P_BASE + P_UR: 返回 UR, 水位 (b+1, s+1)
    若 rand1 < P_BASE + P_UR + P_SR: 返回 SR, 水位 (b+1, s+1)
    否则: 返回 R, 水位 (b+1, s+1)

```

Listing 3: 直至抽到 UP 的模拟 simulate_until_up

```

函数 simulate_until_up(b_start, s_start, allcollect, include_gift):
    输入: 起始水位, 玩家类型, 是否考虑40抽赠送
    输出: 所需抽数 pulls, 过程中的最高月见黑计数 max_yjh

初始化 b = b_start, s = s_start, pulls = 0, max_yjh = 0, current_yjh = 0
循环:
    pulls += 1
    调用 simulate_single_pull(b, s, allcollect, current_yjh) 得到结果
    更新 b, s, current_yjh
    max_yjh = max(max_yjh, current_yjh)

```

```

若结果为当期UP:
  若 pulls == 40 且 include_gift:
    更新赠送统计 (gift_stats)
  返回 (pulls, max_yjh)
若 pulls == 40 且 include_gift: // 赠送发生在抽卡后
  触发赠送逻辑 (更新统计, 若赠送得到UP则提前结束)

```

随后，我们使用 `simulate_until_up` 函数进行一千万 (10^7) 次独立模拟，对结果数据进行统计分析，并绘制抽数分布的直方图与箱线图。将全集赏设置为布尔值，分别对这两种情况进行了分析。

4 模拟结果数据分析

4.1 全集赏玩家模拟结果

我们首先对全集赏玩家进行了 10^7 次独立模拟，每次模拟从零状态开始直至抽到当期 UP 式神。抽数分布如图1所示，包含直方图与箱线图；

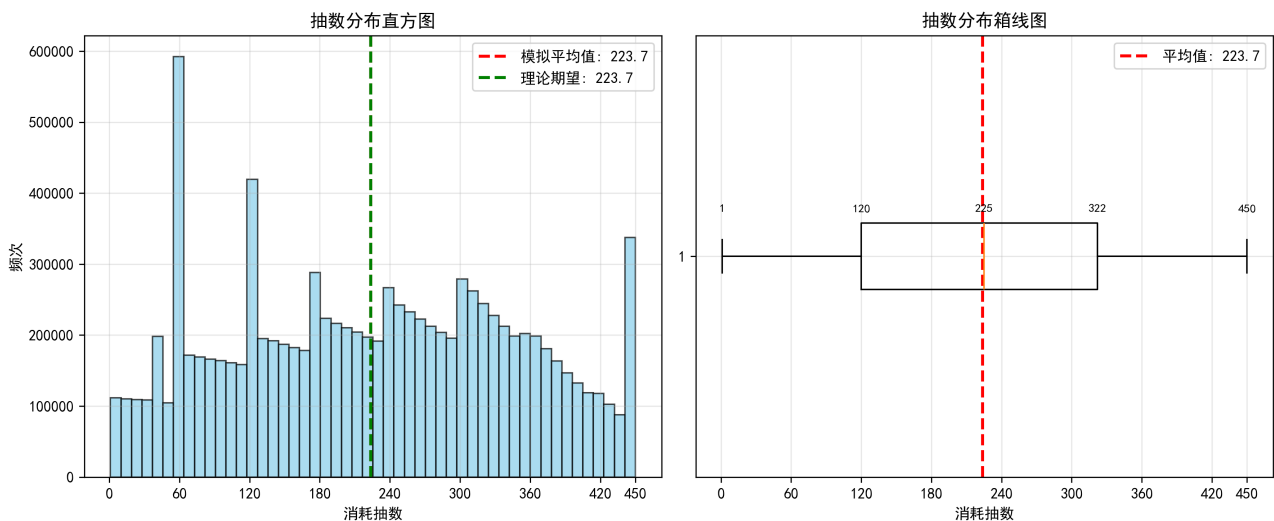
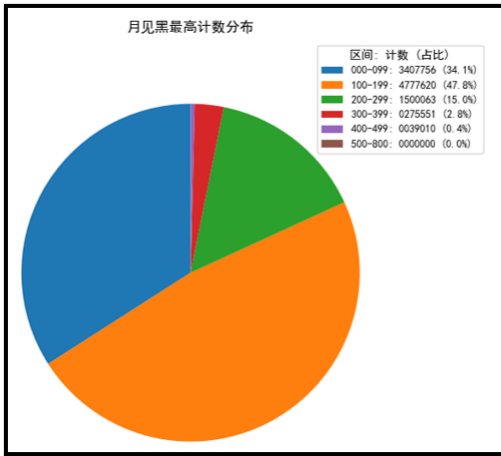


图 1: 全集赏模拟抽数分布直方图与箱线图

模拟平均抽数为 223.71，与理论期望值 223.72 的误差仅为 0.004%，中位数为 225，标准差为 122.0，最小值为 1（首抽即中），最大值为 450（触发大保底）。从图1可以观察到多个明显的峰值特征：首先，在 60 的倍数附近（如 60、120、180 等）出现较高频次，这是 60 抽小保底机制的体现。由于每次出货都会重置小保底计数器，后续触发位置将不再严格对齐 60 的倍数，而是随前一次出货时间发生偏移。随着抽数累积，这种错位逐渐弥散，原本集中在 60 倍数附近的峰值得以扩散，强度也随之下降。其次，在 450 抽处存在一个显著的尖峰，这对应着全集赏玩家的大保底上限。最后，40 抽处也出现一个局部高峰，这是因为首次到达 40 抽时会额外赠送一个随机 SSR/SP 式神，其中有约 $1/104$ 的概率恰好为当期 UP，从而使得部分模拟在此提前结束。这些特征均与游戏概率规则高度吻合，进一步验证了模拟的准确性。随后看箱型图，其中抽数分布的五个关键特征值：最小值 1 抽、下四分位数 120 抽、中位数 225 抽、上四分位数 322 抽、最大值 450 抽，完整勾勒出分布的轮廓。整体分布较为对称，中位数 225 抽与平均值 223.7 抽非常接近，说明数据没有明显的偏斜。四分位距为 202 抽，反映了半数玩家的抽数集中在 120 至 322 抽之间。

此外，我们还统计了整个过程中的月见黑成就计数的最高进度，分布如图2a所示。月见黑计数分布及表2揭示了玩家在抽卡过程中连续未出 SSR 的最大次数。约 81.9% 的玩家最高计数低于 200，其中 34.1% 在 100 以内，47.8% 在 100~199 区间，对应“非酋·初级”和“非酋·中级”成就。达到“非酋·高级”（200~299）的玩家占 15.0%，而达到“月见黑”（400~499）的比例仅为 0.4%，无人触及 500 次以上的“非酋·”



区间	计数	占比 (%)
000-099	3407756	34.1
100-199	4777620	47.8
200-299	1500063	15.0
300-399	0275551	2.8
400-499	0039010	0.4
500-800	0000000	0.0

图 2: 全集赏月见黑进度分布统计表

(a) 全集赏月见黑进度分布饼图

大阴阳师” (因全集赏模拟抽卡流程截止到 450 抽触发大保底)。这一分布表明, 尽管全集赏玩家获取 UP 式神的期望成本较低, 但仍有约 18% 的玩家在过程中积累了超过 200 次的无 SSR 记录。值得注意的是, 该计数仅针对 SSR 式神, SP 式神不受影响; 而每 60 抽必出 SSR/SP 的小保底机制, 则确保了玩家始终有稳定的获取渠道。

最后, 关于首次 40 抽赠送 SP/SSR 式神的机制, 在全部模拟中, 共有 9,524,310 次触发了 40 抽赠送 (若在 40 抽前就获得 UP 式神则无法触发), 其中 91,631 次直接获得了当期 UP 式神, 赠送获得 UP 的比例约为 0.96%, 与理论值 $1/104 \approx 0.96\%$ 吻合。

4.2 非全集赏玩家模拟结果

随后我们对非全集赏玩家同样进行 10^7 次独立模拟, 每次模拟从零状态开始直至抽到当期 UP 式神。抽数分布如图3所示, 包含直方图与箱线图;

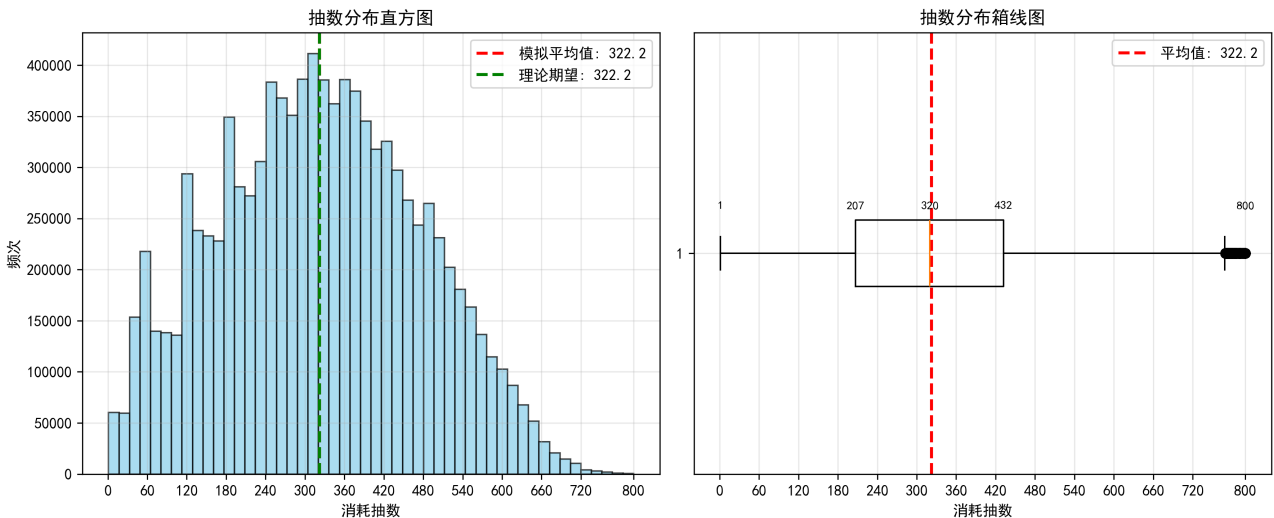
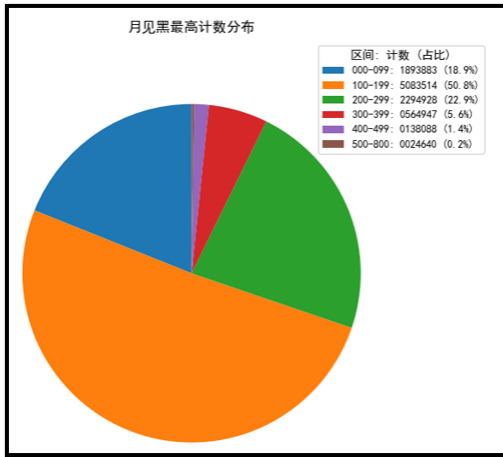


图 3: 非全集赏模拟抽数分布直方图与箱线图

模拟平均抽数为 322.23, 与理论期望值 322.21 的误差仅为 0.0062%, 中位数为 320, 标准差为 152.7, 最小值为 1 (首抽即中), 最大值为 800 (触发大保底)。从图3同样可以观察到小保底机制带来的 60 倍数附近峰值 (如 60、120、180……), 但由于非全集赏玩家的期望抽数更高、大保底阈值更远, 这些峰值也逐渐扩散, 在 240 抽后, 这些峰值的辨识度逐渐降低。40 抽处的局部高峰依然存在, 其成因与全集赏一致。从箱线图可以看出, 抽数分布的五个关键特征值: 最小值 1 抽、下四分位数 207 抽、中位数 320 抽、上

四分位数 432 抽、最大值 800 抽。中位数 320 抽与平均值 322.2 抽非常接近，表明数据集中趋势良好。四分位距为 225 抽，意味着半数玩家的抽数集中在 207 至 432 抽之间。值得关注的是，在 780 抽之后，由于非全集赏玩家的定向概率曲线在 780 抽时达到 100%（即此后每次抽到 SSR/SP 必为当期 UP），因此 780~800 抽区间内的样本点相对稀疏，部分观测值超出箱线图的上须范围，成为离群点。

我们同样也为非全集赏统计了整个过程中的月见黑成就计数的最高进度，分布如图4a所示。



区间	计数	占比 (%)
000-099	1893883	18.9
100-199	5083514	50.8
200-299	2294928	22.9
300-399	0564947	5.6
400-499	0138088	1.4
500-800	0024640	0.2

图 4: 非全集赏月见黑进度分布统计表

(a) 非全集赏月见黑进度分布饼图

月见黑计数分布（图4a及表4）显示，非全集赏玩家中约 69.7% 的最高计数低于 200 次，22.9% 达到 200~299 次，1.4% 触及 400~499 次（“月见黑”），另有 0.2% 突破 500 次大关（“非酋·大阴阳师”）。与全集赏相比出现了 500 次以上的极端情况，这与非全集赏玩家较平缓的概率成长曲线及 800 抽大保底上限直接相关。赠送机制方面，本次模拟共触发 40 抽赠送 9,854,444 次，其中直接获得当期 UP 式神的比例约为 0.96%，与理论值 1/104 吻合。

5 总结与结论

本报告通过蒙特卡洛模拟验证了《阴阳师》抽卡系统的概率模型。模拟结果与理论期望高度吻合：全集赏玩家平均抽数 223.71（理论 223.72），非全集赏 322.23（理论 322.21），误差均小于 0.01

分布特征方面，直方图呈现 60 抽小保底峰值、40 抽尖峰及 450/800 抽大保底截断；箱线图显示全集赏半数抽数集中于 120~322 抽，非全集赏集中于 207~432 抽，后者分布更分散。月见黑成就统计中，全集赏约 18% 玩家经历 200 次以上无 SSR，无人达 500 次；非全集赏则有 0.2% 达成 500 次以上，占比更高，源于其平缓的概率成长与 800 抽大保底。

本文验证了理论模型，补充了分布细节与极端概率，为理解抽卡机制及全集赏特权价值提供了实证依据。

参考文献