

# 斗地主策略分析

## 1 基本概念

首先，我们要明确斗地主的目的是：**率先打完手上的所有牌**，达到这一目的主要途径有：**接牌与出牌**。然后我们再引进几个概念：

1. **簇**：一个簇是当前的极大连续手牌。比如当前手牌为 3 4 4 5 5 6 7 9 10 J Q K 2 2，那么此处就有三个簇，分别为 3 4 4 5 5 6 7、9 10 J Q K、2 2。如果当前簇为  $i$ ，那么该簇包含手牌的数量为  $q_i$ ，对该簇的估值为  $s_i$ 。所有的牌型 (主牌) 都只属于一个唯一的簇。
2. **簇分解**。一个分解指把一个簇分解为一个或多个簇，其主要手段为**牌型分解**，也即从当前簇中分解出一个或多少牌型，从而形成了间断的小簇。还是上面的例子，在簇 1 中分解出 3 4 5 6 7，这样就将簇 1 分解为 3 4 5 6 7 和 4 5 这两个相对独立的簇。对一个  $q_i$  较大的簇，必然有很多不同的分解，这时候必然存在一个**最优分解**，使得分解出的  $k$  个簇的估值总和  $\sum_{i=1}^k s_i$  最大。
3. **状态**。一个状态是针对一个簇而言，状态好也就是该簇具有优秀的分解性，即分解后不存在或者只有极少的单牌；状态差则表示无论怎么分解，都有较多的单牌，譬如 3 4 5 6 就是一种状态最差的簇。簇的状态和对簇的估价  $s_i$  直接挂钩。
4. **手数**。所谓手数，就是指对当前的簇进行了某个分解  $k$  后，打完这些牌需要的次数，记为  $t_k$ 。显然，手数越少是越有利的。

接下来，我们来分析对一副持有的牌最终胜率影响的因素有哪些：

1. 单张数与单对数。所谓单张和单对，就是不能和其他任何牌组成高级牌型的牌 (除非作为从牌)。如果当前手牌孤立的单张和对子越多，被对方压制的概率及接下来自己能跟牌的概率也就越低。
2. 牌的大小。这个是显然的。在相同的牌型下，如果牌越大，自然被压制的概率就越低，下一次还该我出牌的概率也就越高，我的当前手牌数就会减少，获胜概率就会更大。
3. 高级牌型的数量。所谓高级牌型，即非单牌型，比如顺子、三带、四带、飞机等。高级牌型越多，对方能够压制的概率越低。
4. 簇的状态。评估当前手牌形成的所有簇  $1 - n$  的值，整个手牌的状态为其和  $\sum_{i=1}^n s_i$  的大小。一个簇的状态直接影响了当前手牌的胜率。

有了上面的基本概念，我们知道，影响一副牌的最终胜率取决于每个簇的状态，前面的三个影响因子都可以由簇的状态推出。由于地主最多只有 20 张牌，农民最多只有 17 张牌，因此簇过多就必然意味着簇的状态很差；簇过少就意味着该簇的分解难度更大，且可能在最优分解后仍然具有较多的单牌。而从簇和簇之间的关系来看，是否有牌能够回手等因素也是影响牌型估值的重要因素。

下面我们先来讨论一下拆牌的问题。

## 2 拆牌

**拆牌**即是对当前簇的分解，这是我们打牌时首先需要考虑的问题。其中最重要的拆牌就是拆顺子，下面首先来考虑这个情况。

### 2.1 拆顺子

考虑我们现实中打牌的实际情况，对于一个簇，我们肯定是要分解出尽可能多的、大的顺子，使得该簇在去除这些顺子后手数最小，或者估值最大。但是，对于一个复杂的簇而言，分解出最优的顺子并不是那么简单，比如 3 4 5 5 6 6 7 7 8 9 10，显然最优的分解是：3 4 5 6 7 和 5 6 7 8 9 10。但是对于程序而言，很容易能够知道其中最长的顺子是 3 4 5 6 7 8 9 10，但是如何做到具有交叉地拆牌呢？

那就要先从当前手牌能组成的最小顺子开始了，这时候必然是 5 张牌 (如果连最小顺子都不存在，那就不用考虑拆顺子了)。然后根据选的这五张牌，依次左右延伸，对每一次延伸，都形成了一个新的簇分解  $k$ ，于是可以得到在当前簇分解下的估值  $s_k$ ，这样考虑完所有的情况可以得到当前局面下一次最优簇分解：

$$k \leftarrow \arg \max_k \{s_k\}.$$

上面是对手牌进行一次顺子分解的情况，那么分解出了一个顺子之后，如果还有顺子怎么办呢？这时就可以采用递归解决，或者在此基础上采用动态规划的方法选出最优解。

### 2.2 拆三条

在上面拆顺子的过程中发现，如果该簇中有三条，那么这个三条很可能就会被拆成一对或者一张，形成孤立的单牌，这样一来就会增加手数、降低估值。如果三条出现在一个簇的首尾，这时候一般就不拆，但是如果是形如 3 3 3 4 5 6 7 的情况，就必须拆三条了。也就是说，如果除去首尾的三条后不能形成顺子的，就必须拆三条。为了有效降低手数和增加估值，三条必须优先服从于顺子。具体做法就是，在拆顺子的第一轮中从小到大依次枚举 5 张的顺子。如果在这个过程中出现的三条都必须被拆，那就去找到一种拆后估值最高的拆法；如果某一次发现三条不用拆，那就去评估不拆的估值，再决定拆或不拆。因为三带在某种意义上也是一种较好的牌型。

### 2.3 拆四条

和拆三条同理，如果四条出现在一个簇的中间，不得不拆开组成顺子，那就只能去拆。但不同的是，我们此时就要尽量只拆一张，因为剩下的三张还可以组成一个三带。具体做法也是在拆顺子的过程中进行判断。

### 2.4 拆对子

拆对子主要是在接牌的场景中。在完成对当前手牌的评估后，发现，如果拆对子的话当前手牌的状态会迅速降低，这时候就只能选择过或者出更大的簇中的牌进行压制。也就是说，拆对子要考虑到当前簇的良好性，不能轻易去拆。

### 2.5 拆单张

和拆对子同理，如果拆了单张后当前簇的状态迅速下降，那就只能不拆或者出更大的牌。

拆牌即上述内容。我们可以发现核心是拆顺子，但是具体的也要根据实际情况去判断。下面来看看出牌的情况。

### 3 出牌

出牌一般而言是按照从小到大的原则，先出小牌，再用大牌回手。但是在开始前几局的情况，往往可以先出一些比较小的复杂的牌，比如 3 3 3，或者 3 4 5 6 7 这样的牌。在手牌估值不佳的情形下，也可以先出单张或者单对来减少未来的单牌。但无论出哪种牌型，都要考虑回手率，即出了当前牌之后自己最后能够接上的概率。如果目前要出 3 3，而自己手牌又有 2 2，且场上不会有炸弹，那么回手率就很高。对回手率的评价可以从当前场上还剩的牌作出推断，即当前要打的牌  $k$  的回手率

$$p_k = \lambda_k \frac{v_k}{r_k},$$

其中  $r_k$  是当前场上剩的牌中有可能大于等于我能接  $k$  的最小牌的所有数量， $v_k$  是  $r_k$  中我持有的数量。比如打了 6 6，手牌比 6 6 大的对子有 8 8、J J、2 2。场上剩下的牌可能大于 6 6 的还有 7 7、8 8、10 10、J J、Q Q、A A、2 2，那么这里  $r_k = 6, v_k = 3$ 。 $\lambda_k \in \mathbb{R}$  是估值比，也就是是否考虑接牌的考量，因为有可能在接牌之后手牌状态会变得很差。由于对方出的牌是不确定的，因此我们考虑将接的牌定义为当前我能接的所有牌的期望值。若接牌前当前手牌的估值为  $s_k$ ，接牌后对手牌的估值为  $\tilde{s}_k$ ，那么估值比可以定义为：

$$\lambda_k = \frac{E(\tilde{s}_k)}{s_k}.$$

其中  $E(\tilde{s}_k)$  按照期望来计算即可。显然， $p_k$  越高越好。

另一种比较简单的方案是不考虑回手率，只考虑前后的估值  $s_k, E(\tilde{s}_k)$ ，甚至只考虑  $s_k$ ，我们总是选择出了牌  $k$  后使得当前手牌估值  $s_k$  最大的那种方案。或者是考虑上述的  $\lambda_k$ 。

但无论采取以上三种的哪种方案， $s_k$  都是必要的，故关键还是要设计出合理的估值函数。

### 4 接牌

接牌的选择比较简单。一般来说，如果对方打的是比较复杂的牌，比如很长的顺子，己方能打就打，且选择是能打的最小的牌。那么对于简单的牌，如单张，对子呢？我们首先枚举出所有可以接的牌，然后对每一个牌出牌后的手牌进行估值，然后就变成了出牌那样的策略。

值得一说的是炸弹，如果手上有炸弹且炸弹和簇的关联不大（所谓关联不大，即从当前簇去掉炸弹后簇的估值变化不大），那么在对方打出较复杂的时候，炸弹就是一种值得选择的方案。当然，这种情况也涉及到对手牌的估值。

### 5 估值函数设计

有了上面的分析，我们发现，评估当前手牌好坏的决定因素是簇的状态，无论是出牌还是接牌，都要考虑打某种牌型之后手牌状态和对未来手牌状态的预测。而且发现，顺子在簇中居于主导地位，其次是三带、四带、炸弹，如果有复合的牌型（飞机、航天飞机），就优先考虑这些牌。

现在给定一个簇  $i$ ，先来考虑其大小，显然相同的两个牌型，如 3 4 5 6 6 和 J Q K A A，后者是更好的，而前者表现极差。所以，在我们设计的估值函数里，我们要加入对牌大小的考量。设当前牌  $j$  的等级为  $l_j$  (3 等级为 0 开始)，那么可以考虑以 10 (10 的等级为 7) 为正负的分界线，也即牌的等级  $l_j$  和单牌权值  $a_j$  有下列简单的线性关系：

$$a_j = l_j - 7.$$

于是可以得到牌、等级和单牌权值的关系表：

表 1: 牌等级权值对应表

牌	3	4	5	6	7	8	9	10	J	Q	K	A	2	J1	J2
等级	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
权值	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7

其中 J1 是小王, J2 是大王。注意到上面所说的权值都是**单牌权值**, 即不考虑任何复杂牌型, 其中我们把单对当作单牌处理。那么上述两副牌的权值分别为  $s_i = -22$  和  $s_i = 10$ , 两者相差 32。

## 5.1 单顺

接下来考虑簇  $i$  中有顺子的情况, 顺子在一个簇中居于主导地位。如果簇  $i$  可以分解出顺子  $q_1 q_2 \cdots q_m$  共  $m$  张连续牌, 那么我们可以定义该顺子的估值为

$$s_{i,q} = \lambda(m) \sum_{j=1}^m |a_{q_j} + 7| = \lambda(m) \sum_{j=1}^m l_{q_j}.$$

比如手牌为 3 4 5 5 6 6 7 7 8 9 10, 如果进行 3 4 5 6 7 8 9 10、5 6 7 的分解, 那么该簇的估值为

$$s_i = s_{i,q_1^1} + a_5 + a_6 + a_7 = \lambda(m) \sum_{j=3}^{10} l_j - 12 = 28\lambda(m) - 12.$$

但如果进行 3 4 5 6 7、5 6 7 8 9 10 的分解的话, 该簇的估值为

$$s_i = s_{i,q_1^1} + s_{i,q_2^1} = \lambda(m) \sum_{j=3}^7 l_j + \lambda(m) \sum_{j=5}^{10} l_j = 35\lambda(m).$$

其中  $\lambda(m)$  为**修正系数**, 它是一个与  $m$  有关的变量或无关的常数, 用来进行估值的修正。在这个例子中, 显然, 第二种分解远远优于第一种分解。

## 5.2 双顺

下面考虑一下双顺, 为了简便起见, 我们只需要将上面的公式乘以 4 即可 (这里的常数可能还需要再确定一下), 也就是, 如果簇  $i$  可以分解双顺  $q_1 q_1 q_2 q_2 \cdots q_m q_m$  共  $2m$  张连续牌, 那么可以定义该双顺的估值为

$$s_{i,q^2} = \lambda(m) \cdot 4 \sum_{j=1}^m l_j.$$

比如现在有这么一副牌, 3 3 4 4 5 5 6 7 8 9 10 J Q K, 如果分解为 3 4 5 6 7 8 9 10 J Q K、3 4 5, 那么该簇  $i$  的估值即为

$$s_i = a_3 + a_4 + a_5 + \lambda(m) \sum_{j=3}^K l_j = 55\lambda(m) - 18,$$

若分解为 3 3 4 4 5 5、6 7 8 9 10 J Q K, 则簇  $i$  的估值为

$$s_i = s_{i,q_1^2} + s_{i,q_1^1} = \lambda(m) 4 \sum_{j=3}^5 l_j + \lambda(m) \sum_{j=6}^K l_j = 64\lambda(m).$$

### 5.3 三条

三条考虑最简单的形式，即若簇  $i$  中有三条  $q_m q_m q_m$ ，那么可以定义其估值为：

$$s_{i,t} = \lambda(m) \cdot 3(l_{q_m} + 1) + \mu(q_m).$$

其中  $\mu(q_m)$  是修正常数，这是因为三条可以带一张或一对，其取值可以选为带的一张或一对的等级。

### 5.4 四条

仿照三条，可以将簇  $i$  中四条的估值定义为

$$s_{i,u} = \lambda(m) \cdot 4(l_{q_m} + 1) + \mu(q_m).$$

### 5.5 火箭

由于火箭的特殊性，可以直接将其定义成

$$s_{i,r} = 100\lambda(s).$$

现在已经将所有的基本牌考虑完了，对于飞机和航天飞机的情况，只需要将多个三条或四条的估值求和，然后再考虑乘上一个系数  $\lambda$  即可。

最后，我们需要通过使用上述的每个牌型的估值来对当前簇  $i$  进行估值。目前有两种可供选择的方案：静态估值和动态估值。

静态估值，就是先求出当前簇的所有可能牌型的所有组合，将每个组合的估值相加，并把这些结果最后想加起来，就得到了当前簇  $i$  的估值  $s_i$ 。动态估值，就是动态地使用搜索算法来求当前簇的最佳估值，从而能够得到最佳的出牌方案。