第3卷第3期　　经 济 学（季 刊）　　Vol.3, No.3
2004年4月　　China Economic Quarterly　　April, 2004

花落谁家
——高考志愿填报机制的博弈模型

钟笑寒　程　娜　何云帆*

摘　要　本文分析了高考志愿填报三种不同机制（即考前报、估分报和知分报）下，考生之间策略决策的纳什均衡结果，以此来评估三种制度在人才筛选方面的效率。我们发现，三种填报机制之间不存在帕累托改进。但在许多情况下，考前报和估分报可能达成社会应有效率，其中又以考前报可能性更大，此外更大范围内的竞争也有利于消除投机激励。关键的参数包括考生正常发挥的概率和对不同学校评价的差异度。

关键词　筛选与信号，博弈论，高考制度

一、问题的提出

经济学家一直对不完全信息和不确定性下的资源配置问题具有浓厚的兴趣。一个重要的结论是：新古典模型描述的完全竞争市场机制不能很好地解决这个问题。如果我们把高等教育看成一个市场，其不完全性的一个重要体现是缺乏一个灵活的信贷市场——市场欠缺（Missing Market）——这使得那些对接受高等教育具有很高预期未来收益的“穷”学生无法获得最优配置，从而阻碍我们通过价格机制来配置稀缺的教育资源。替代的方案便是我们现在正在实行的高考制度，其核心机制有二：一是考生（买方）通过填报志愿来显示自己对不同学校的偏好；二是考生通过考试分数来发出与能力密切相关的信号，供各高校（卖方）在筛选学生——考虑是否向卖方提供产品时——作为惟一标准（只有少量不以分数为惟一标准的例外情况）。

本文将初步考察高考制度作为某种理想化的市场制度（这种市场制度也许永远只是空想）替代品的效率问题，具体的，我们的讨论将集中在高考制度中关于填报志愿的时间（Timing）安排。当前实施的志愿填报的制度有三种：考前报志愿、估分报志愿和分数公布后报志愿（以下分别简称考前报（A1）、估分报（A2）和知分报（A3））。考前报是考生在参加高考以前（因而对考试结果只能有一个预期）填报志愿（按偏好次序可以填报若干个学校），此外，我们还可以认为他对其相关“市场”范围（同校甚至同一地区）竞争

* 钟笑寒，清华大学中国经济研究中心；程娜，清华大学经济管理学院；何云帆，清华大学经济管理学院。通讯作者及地址：钟笑寒，北京市清华大学中国经济研究中心，100084；E-mail：zhongxh@em.tsinghua.edu.cn。感谢两位匿名评审人和姚洋对本文的中肯评论和多次详尽的修改意见。作者文责自负。

对手的成绩也有一个理性预期。估分报是在考试以后但成绩尚未公布时填报志愿，此时考生对自己的成绩及发挥是否正常会有一个较准确的判断，但由于竞争对手的保密或散布错误信息，对对手的成绩只能和考前报具有同样预期。而知分报则是在所有学生的成绩公布以后来填报，考生对竞争对手的成绩和各自的排序已完全了解了。

这三种方式在不同地区和不同时间已实践多年，但对其优劣至今未有定论。关于三种制度的优劣，可以从两个标准来判断：一、是否存在某两种制度之间的转换使得所有考生的预期收益都能够提高，即存在“帕累托改进”——或者运用博弈论的术语——避免“囚徒困境”，姑且称为“弱效率”标准。二、能否在偏好序相同（相近），因而存在竞争关系的学生当中，让好学生最终进入（偏好在前的）好学校。这里，好学生界定为具有内在高能力（或者教育回报的预期值更高）的学生，而不单是一次考试分数更高的学生，否则知分报将是最优制度安排。我们把这一资源配置标准称为“强效率”标准。注意两种效率是从不同角度来说的，所谓强效率并非弱效率的充分条件。

由于问题的复杂性，作为初步的探讨，本文首先在两人博弈的框架下，[1] 考虑有两所学校可供选择（因而策略集被大大精简了），建立三种填报机制（A1—A3）的博弈模型，用两个效率标准对其结果进行评价。我们将分别对完全填报（此处指允许考生填报两个志愿）和不完全填报（只能填报一个志愿）的不同情形来进行分析，可以看到“配额”是否存在的巨大差别，并为引入多人博弈的简单讨论打下基础。第三部分将讨论上述模型的一个特殊的对称情形，以得出更为直观和重要的结论。第四部分试图将两人博弈框架下的某些结论推广到更为一般的情形。第五部分是含义，将针对高考志愿填报机制本身提出政策建议，以及将模型引申到其他社会和经济制度的讨论中。最后是结论。

二、模 型

我们假定有两个考生1和2，分别是高能力和低能力的，但是能力差别不大。具体地说，每个考生参加考试可能有发挥正常和失误两种情况。在两个考生均发挥正常的情况下，高能力考生一定会取得更高的分数，而当高能力的考生发挥失误而低能力的考生发挥正常时，则低能力考生取得一个更高的分数。[2] 在竞争同一所学校时，显然高分数者将被录取，不被录取者转到下一志愿甚至落榜。特别地，设两人发挥失误的概率分别为 δ_i，$i=1,2$，$0<\delta_i<$

[1] 标准的完全信息和不完全信息博弈分析参见 Mas-Colell，et al.（1995）。

[2] 一个可能的替代假设是假定两个考生的考试成绩服从均值和方差各异的正态分布，但这样难以进行进一步的解析分析。

1，且概率分布是相对独立的。有必要对失误概率加以某种限制。[3] 为此，我们做出以下定义。

定义　某考生相对另外的考生为高能力的，当且仅当其分数高于对手的概率大于 1/2。

在模型的假设下，定义所规定的情形仅在高能力考生发挥失误而低能力考生发挥正常时才成立。因此，这一定义意味着 $\delta_1(1-\delta_2)<1/2$。[4]

相应的，有两所高校 h 和 l。假定两个考生对其偏好（评价）是一致的，否则二人不形成竞争关系。表示为：

$$v_1^h > v_1^l, \quad v_2^h > v_2^l, \tag{1}$$

其中，v_1^j，$i=1,2$，$j=h,l$ 表示第 i 个学生对第 j 个学校的（货币度量的）评价。直观的，h 代表好学校，l 代表差学校。假定每所大学只招收 1 名学生（同样是出于竞争关系存在的考虑），两个考生都想竞争好的学校 h。

（一）情形 1　允许填报两个志愿

学校首先在第一志愿填报自己的考生中择优（高分）录取，如果招收不满学生，则再于第二志愿中择优录取。显然，考生一定会选择填报两个志愿而非一个志愿，同时也不会使其两个志愿相同。因此，第 i 个考生的策略集仍然规定为 $S_i=\{h,l\}$，$i=1,2$，表示其第一志愿填报学校（第二志愿填报相应是另一所学校）。

1. 考前报模型

假定每个考生的 δ_i 和 v_i^j 是共同知识。[5] 考前报模型中两个考生 1 和 2 同时行动，选择其策略 h 或 l。假定考生是风险中性的，其期望收益（评价）构成以下的收益矩阵（表 1）：

利用（1）式，不难看出，$s_i^*=h$，$i=1,2$ 是考生 i 的优势策略（dominant strategy）。于是得到一个优势策略的纯策略纳什均衡，两个考生都选择第一志愿报考好学校（从而第二志愿填报差学校，称之为“完全正序”的填报），均衡策略下的收益 u_i^*，$i=1,2$ 为：

---

[3] 我们感谢一位匿名评审人对此提出的修改意见。

[4] 正如匿名评审人指出的，另外一个看起来非常合理的假设是：$\delta_1<1/2$，$\delta_2<1/2$（恰如‘失误概率’这个概念所隐含的）。但我们这里提出的假设（定义）是基于所谓‘显示能力’的观点：我们只能根据可观察的（具有统计意义的）分数来判断（界定）谁是高能力的，而不是根据不可观察的失误概率。这样，$\delta_2<1/2$ 是不必要的，因为违反它只能使得低能力考生更加显示为低能力。注意 $\delta_1<1/2$ 隐含了 $\delta_1(1-\delta_2)<1/2$。因此我们的假设更弱，也更反应原始情况。

[5] 在情形 1 中，只要求每个考生的偏好序（v_i^j 的大小关系）是已知的。但是后面将会看到，在情形 2 中，我们至少要知道每个考生对不同学校评价的比值（v_i^l/v_i^h），这恰好和期望效用函数只在正仿射变换下才具有序数性质是一致的（假定落榜效用对任何考生都是零）。

$$u_1^* = u_1(h,h) = [1-\delta_1(1-\delta_2)]v_1^h + \delta_1(1-\delta_2)v_1^l,$$
$$u_2^* = u_2(h,h) = [1-\delta_1(1-\delta_2)]v_2^l + \delta_1(1-\delta_2)v_2^h \qquad (2)$$

容易看出，$v_i^l < u_i^* < v_i^h$，$i=1,2$。除非高能力考生能够确定性的发挥正常($\delta_1 \to 0$)，均衡的所得相对于“强效率”标准要求的结果$(u_1,u_2)=(v_1^h,v_2^l)$而言，高能力考生的期望效用下降了，低能力考生的期望效用上升了。低能力考生在存在“保底”的第二志愿情况下，其“投机”心理得不到遏制，所以第一志愿填报好学校成为其优势策略。

表1 允许填报两个志愿考前报的收益矩阵

		考生2 h	考生2 l
考生1	h	$[1-\delta_1(1-\delta_2)]v_1^h+\delta_1(1-\delta_2)v_1^l$, $[1-\delta_1(1-\delta_2)]v_2^l+\delta_1(1-\delta_2)v_2^h$	v_1^h, v_2^l
	l	v_1^l, v_2^h	$[1-\delta_1(1-\delta_2)]v_1^l+\delta_1(1-\delta_2)v_1^h$, $[1-\delta_1(1-\delta_2)]v_2^h+\delta_1(1-\delta_2)v_2^l$

2. 估分报模型

为了突出估分报的特点，我们假定考生在考试后对自己发挥正常与否的估计是完全准确的，但对竞争对手的了解和考前报制度下完全一样（只知道发挥正常与否的概率）。定义此种情况下的纯策略集合为 $S_i' = \{(s_i^g, s_i^b) \mid s_i^g, s_i^b \in S_i\}$，其中 s_i^g，s_i^b 分别表示考生 i 在已知自己发挥正常和失误情况下的策略（第一志愿填报好学校 h 还是差学校 l）。这样，每个考生分别有四种纯策略，即：(h,h)，(h,l)，(l,h)，(l,l)。

容易看出，对于高能力考生，在已知自己发挥正常的情况下，优势的策略是选择好学校。因此他的优化策略只有两种：(h,h)，(h,l)，也即他只需要考虑在发挥失误情况下的选择。另外，低能力考生在发挥失误情况下的策略对高能力考生和自己的收益均没有影响。因为在他发挥失误的情况下，分数肯定低于高能力考生，所以高能力考生无论填报何种（第一）志愿都能被录取，决策结果不依赖于对手的填报情况。相应的，低能力考生被录取的只能是高能力考生录取后的“剩余”学校（无论第一还是第二志愿），同样也不受自己决策的影响。因此，低能力考生的策略集也可以只考虑其在发挥正常情况下的策略（h 或 l）。

这样以来，收益矩阵简化为 2×2 矩阵（表2）：

考生1的优势策略是（h,h），考生2的优势策略是（h，$*$），因此存在惟一的优势策略纳什均衡。此时，两个考生各自的收益和考前报情形下（（2）式）完全相同！正如刚才所分析的，只有在高能力考生发挥失误和低能力考生发挥正常时才形成竞争关系，而在这种情况下，由于双方都存在“保底”

的（第二）志愿，不存在落榜的危险，所以都会选择“投机”——第一志愿填报好学校。博弈的结果仍然是偏离“强效率”标准：高能力学生受损，低能力学生受益。总的来说，“完全正序”填报方式仍然是最优策略（之一）。

表 2　允许填报两个志愿估分报简化博弈的收益矩阵

		考生 2 $(h,*)$	考生 2 $(l,*)$
考生 1	(h,h)	$[1-\delta_1(1-\delta_2)]v_1^h+\delta_1(1-\delta_2)v_1^l$， $[1-\delta_1(1-\delta_2)]v_2^l+\delta_1(1-\delta_2)v_2^h$	v_1^h，v_2^l
	(h,l)	$(1-\delta_1)v_1^h+\delta_1 v_1^l$， $(1-\delta_1)v_2^l+\delta_1 v_2^h$	$(1-\delta_1\delta_2)v_1^h+\delta_1\delta_2 v_1^l$， $(1-\delta_1\delta_2)v_s^l+\delta_1\delta_2 v_s^h$

注：* 代表任意选择 h 或 l。

3. 知分报模型

由于高能力和低能力考生对自己和对方的考试情况都已经知道，在这种“完全信息”的情况下，不存在博弈的关系，双方根据自己和对方考试发挥情况直接填报自己能上的最好学校。例如，在高能力考生发挥失误而低能力考生发挥正常的情况下，高能力考生自然选择填报差学校 l，而低能力考生填报好学校 h。不过，高能力和低能力的也都可以按第一志愿报好学校，第二志愿报差学校的“完全正序”来行事，结果是相同的。根据相对独立的概率分布容易算得，双方的期望收益仍然是（2）式的结果。

总结上述三种情形，对于允许填报两个志愿的“完全偏好显示”的情形，无论是考前报、估分报和知分报的填报机制，所有考生填报志愿的纳什均衡策略（之一）都是“完全正序”，而由此带来期望收益是相同的，也就是说，不同填报机制之间不存在帕累托改进，或者说每种方案都具有相对的“弱效率”。但是，他们都不满足“强效率”标准，也就是说，没有使高能力考生一定能够上好学校。一个重要的原因是，由于存在保险的机制（保底的第二志愿），低能力考生可以报好学校而不用支付任何成本（包括对好学生造成的“外部性”）。可以设想，如果减弱低能力考生填报好学校的激励，也许可以达到或接近“强效率”标准。而减弱其填报好学校激励的一个办法，是只允许所有考生填报有限（这里是一个）志愿，如果这一志愿未能被录取，则考生落榜（期望收益为零）。此外，考虑到各高校处理信息的成本，不可能允许学生填报过多的志愿，这样学生的偏好只能是“部分显示”，因而讨论只允许填报一个志愿是具有现实意义。

（二）情形 2　只允许填报一个志愿

1. 考前报模型

只允许填报一个志愿意味着，如果考生在这一志愿的竞争中未被录用，

则只能落榜，效用为零。和情形1相比，这时双方在不同策略下的期望收益有所变化，具体的收益矩阵如表3：

表3 只允许填报一个志愿考前报的收益矩阵

		考生2 h	考生2 l
考生1	h	$[1-\delta_1(1-\delta_2)]v_1^h, \delta_1(1-\delta_2)v_2^h$	v_1^h, v_2^l
	l	v_1^l, v_2^h	$[1-\delta_1(1-\delta_2)]v_1^l, \delta_1(1-\delta_2)v_2^l$

和允许填报两个志愿相比，在填报志愿"撞车"（均填报了好学校或者坏学校）的情形下，两个考生的期望收益都有所下降。这样，给定高（低）能力考生填报好（差）学校的策略，低（高）能力考生填报好（差）学校的激励下降了。这样似乎更能引导双方选择与自己真实能力相配的学校，趋向"强效率"。但另一方面，在"撞车"的情形下，由于存在低能力考生"险胜"高能力考生的可能性存在，高能力考生填报好学校风险上升，从而激励下降，考虑到高能力考生的这一顾虑，低能力考生也许可以乘虚而入，填报好学校，使得博弈结果偏离强效率。这样，在只允许填报一种志愿的情况下，是否能达成"强效率视上述正反效应的相对强弱而定，而这又依赖于两个参数，一是发挥正常与否的概率 δ_i，$i=1,2$ 以及二人对好学校和差学校的评价，特别是取决于两种学校期望收益的比率（简称收益比），定义为：

$$r_1 = v_1^l / v_1^h, \quad r_2 = v_2^l / v_2^h, \tag{3}$$

显然有 $0<r_i<1$，$i=1,2$。

不难看出，策略组合（l,l）必定不是纳什均衡。而其他几种策略组合则都有可能成为纳什均衡，依据参数不同总结如下（注意到根据我们的假设，$\delta_1(1-\delta_2)<1/2$）：

（1）$r_1<[1-\delta_1(1-\delta_2)]$，$r_2<\delta_1(1-\delta_2)<1/2$。由于双方都对差学校评价很低，对于双方来说，报好学校的激励如此之大，超过了落榜的风险损失。此时惟一的优势策略纳什均衡是双方都报好学校。在高考制度恢复初期，流行一种说法，叫"千军万马过独木桥"，反映的就是这种如果不参加高考，就只有非常不好的出路的情形，则撞车是在所难免的，我国古代的科举制度也有类似的情形。解决的办法是增加高校数量，降低学校之间的差距（提升收益比），以减少"撞车"。此外，当高能力考生减少失误的概率 δ_1 时，r_1 值范围扩大，而 r_2 值范围缩小，表明此时高能力考生更倾向于选择好学校，而低能力考生更倾向于不选择好学校（至少不是优势策略），因此，如果高能力考生能够发出可置信的信号来表明自己正常发挥的概率增大（例如故意放松复习的努力程度），有可能威胁低能力考生放弃报考好学校。反过来，低能力考生也可以通过显示自己正常发挥的概率增大来威胁高能力考生。

注意到这种情形下双方的期望收益各自为：

$$u_1^* = u_1(h,h) = [1-\delta_1(1-\delta_2)]v_1^h,$$
$$u_2^* = u_2(h,h) = \delta_1(1-\delta_2)v_2^h. \tag{4}$$

（2）$r_1 < [1-\delta_1(1-\delta_2)]$，$r_2 > \delta_1(1-\delta_2)$。对于高能力考生来说，对两所学校评价仍然相去甚远，所以有足够的激励将报好学校作为优势策略。而低能力考生则由于对差学校评价相对提高，虽然没有将报考坏学校作为优势策略（这是绝对不可能的，考虑给定高能力学生填报差学校的策略），但在给定高能力学生填报好学校的策略下，选择了填报差学校，因此高能力和低能力考生分别报考好和差学校（策略组合（h,l））成为一个重复剔除劣势策略的纳什均衡。注意，这是满足“强效率”标准的“最佳”结果，此时双方各自所得为：

$$u_1^* = u_1(h,l) = v_1^h, \quad u_2^* = u_2(h,l) = v_2^l, \tag{5}$$

而这一结果在允许填报两个志愿的完全填报（情形 1）下完全不可能出现。

（3）$r_1 > [1-\delta_1(1-\delta_2)] > 1/2$，$r_2 > \delta_1(1-\delta_2)$。由于对好坏学校的评价相差不大，考生都表现出对激励和风险权衡的“无所谓”态度。双方没有优势策略，而且存在两个不同的纯策略纳什均衡：（h,l）和（l,h）。这种情形最为微妙，双方都可以采取措施使对手让步，但也都能接受对自己稍微不利的结局[6]。

（4）$r_1 > [1-\delta_1(1-\delta_2)] > 1/2$，$r_2 < \delta_1(1-\delta_2) < 1/2$。显然，这种情况和上述（2）的结果完全相反，低能力学生填报好学校是其优势策略，重复剔除劣势策略的纳什均衡为（l,h）。这是最偏离“强效率”标准的结果：

$$u_1^* = u_1(l,h) = v_1^l, \quad u_2^* = u_2(l,h) = v_2^h. \tag{6}$$

将以上结果总结为图 1。图形表示了不同的收益比（r）范围对应的纳什均衡策略组合。各区域的罗马数字编号对应上述四种情形。只有在双方对学校的评价差别比较大的Ⅱ和Ⅳ两个区域，才有稳定（惟一）的“非冲突”解，其中区域Ⅱ（图中阴影）达成了强效率。如果双方对学校评价差别不大，要么发生冲突（区域Ⅰ，双方对差学校评价都很低），要么出现不稳定的多重纳什均衡解（区域Ⅲ，双方对差学校评价都较高）。

---

[6] 可以计算一个混合策略的纳什均衡，高能力考生以$\frac{1-r_2\delta_1(1-\delta_2)}{(1+r_2)[1-\delta_1(1-\delta_2)]}$概率选择好学校；低能力学生以$\frac{1-r_1[1-\delta_1(1-\delta_2)]}{(1+r_1)[\delta_1(1-\delta_2)]}$概率选择好学校。双方的期望收益分别为：$u_1^* = \frac{2-\delta_1(1-\delta_2)}{1+r_1}v_1^l$，$u_2^* = \frac{1+\delta_1(1-\delta_2)}{1+r_2}v_2^l$，容易验证，收益满足 $v_i^l < u_i^* < v_i^h$，$i=1,2$。为避免复杂，本文讨论只针对纯策略纳什均衡。

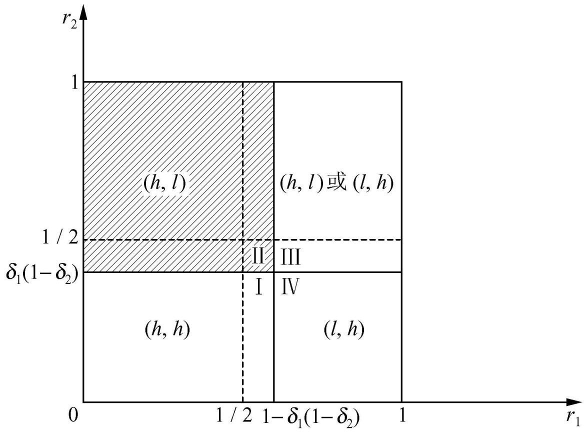

图1 只允许填报一个志愿考前报不同参数范围下的纳什均衡

注意,区域Ⅱ的面积一定大于1/4,区域Ⅳ的面积一定小于1/4。其余两个区域的面积可能大于或小于1/4,但都不可能大于区域Ⅱ的面积。这也就是说,如果假定参数$r_{1,2}$在[0,1]之间是服从独立均匀分布的,强效率出现的可能性大于其他情况出现的可能性,特别是大于完全无效率情况出现的可能性。特别的,当高能力学生发挥趋于正常($\delta_1 \to 0$),则区域Ⅱ扩大到r的整个区域。(h,l)成为惟一的纳什均衡。(低能力学生的发挥δ_2不具有决定性影响,其减少仅会使得区域Ⅰ变得更为"瘦长"。[7])

2. 估分报模型

画出收益矩阵如表4。和完全填报的估分报(情形1(2))类似,高能力的考生1在发挥正常时仍然是以填报好学校(h)为优势策略。并且,对低能力的考生2在发挥失误填报何种志愿,考生1是不在乎的。而考生2则有所不同,他在发挥失误时填报何种志愿至关重要。因为此时其分数一定低于考生1,又没有保底的"第二"志愿,在对手始终选择好学校时,填报好学校就是"白送死";但是,当对手在发挥失误时"退缩"而填报了差学校,他就可以"趁虚而入",填报好学校而获益(可以计算,当$r_2 < \dfrac{\delta_1}{1-\delta_1}$时,这种策略是此时的最优反应)。

根据这样和其他一些关系,我们可以排除许多策略组合作为纳什均衡的可能性,例如策略组合((h,l),(l,$*$)),((h,h),($*$,h)),甚至((h,l),(h,l))(其中$*$代表任意策略)。这样可能的(纯策略)纳什均衡只有3个。根据参数的范围讨论如下:

(1) $r_1 < \delta_2$,$r_2 < \delta_1$。考生1存在优势策略(h,h),表明当考生1对差学

7 我们没有讨论区域边界,一般说来边界上的情况更为复杂,存在多重纳什均衡。

校评价较低时，一贯性地选择好学校就是最优的，有趣的是，他的参照系仅是对手的失误率 δ_2，而与自己的失误率无关，对手失误率上升有利于考生 1 选择好学校。同样的，考生 2 的选择也仅与考生 1 的失误率 δ_1 相关，当他对差学校的评价足够低到小于这个失误率时，在发挥正常时他也选择好学校。但正如刚指出的，发挥失误时他只能选择差学校。此时（重复剔除劣势策略的）纳什均衡策略为 $((h,h),(h,l))$，双方收益如收益矩阵所示（表 4）。

表 4　只允许填报一个志愿估分报的收益矩阵

		考生 2 (h,h)	考生 2 (h,l)	考生 2 (l,h)	考生 2 (l,l)
考生 1	(h,h)	$[1-\delta_1(1-\delta_2)]v_1^h$, $\delta_1(1-\delta_2)v_2^h$	$[1-\delta_1(1-\delta_2)]v_1^h$, $\delta_2 v_2^l+\delta_1(1-\delta_2)v_2^h$	$v_1^h,(1-\delta_2)v_2^l$	v_1^h,v_2^l
考生 1	(h,l)	$(1-\delta_1)v_1^h+\delta_1 v_1^l$, $\delta_1 v_2^h$	$(1-\delta_1)v_1^h+\delta_1 v_1^l$, $(1-\delta_1)\delta_2 v_2^l+(1-\delta_2)\delta_1 v_2^h$	$(1-\delta_1)v_1^h+\delta_1\delta_2 v_1^l$, $(1-\delta_2)v_s^l+\delta_1\delta_2 v_s^h$	$(1-\delta_1)v_1^h+\delta_1\delta_2 v_1^l$, $(1-\delta_1\delta_2)v_s^l$

（2）$r_1<\delta_2$，$r_2>\delta_1$。（重复剔除劣势策略的）纳什均衡为 $((h,h),(l,l))$。当考生 2 对差学校评价上升后，改变了自己的选择。

（3）$r_1>\delta_2$，$r_2>\delta_1$。虽然高能力的考生对差学校的评价上升，致使 (h,h) 不再是考生 1 的优势策略，因为此时如果对手在发挥正常时选择“投机”（填报好学校），则自己可以考虑“退缩”（填报差学校）。不过，差学生鉴于自己对差学校的评价也较高，甘愿选择了差学校以避免可能的风险，此时的纳什均衡仍然是 $((h,h),(l,l))$。[8]

（4）$r_1>\delta_2$，$r_2<\delta_1$。注意到 $r_2<\delta_1\Rightarrow r_2<\dfrac{\delta_1}{1-\delta_1}$，和上述情形（3）不同的是，低能力考生选择“趁虚而入”的激励由于自身对差学校评价较低而增强了，反过来迫使高能力考生退缩，则此时的纳什均衡变为 $((h,l),(h,h))$。

以上分析总结如图 2。注意各区域加撇号的罗马数字代表分别对应上述 4 种参数范围。考生 1 在发挥正常时始终报好学校，对于他来说，需要权衡的是发挥失误时的选择，这个选择类似考前报：如果对手对差学校评价较高（区域Ⅱ′和Ⅲ′），对手倾向于在发挥正常时选择差学校，自己则一贯地选择好学校就可以了（区别在于考前报在区域Ⅲ存在多重纳什均衡，此处则不存在）；如果对手对差学校评价很低，而自己评价较高，可以考虑失误时选择差学校（区域Ⅳ′）。此外，如果高能力考生对差学校评价低时（区域Ⅰ′和Ⅱ′），其优势策略是选择 (h,h)。

考虑失误率参数 δ_i 变动的影响。当 $\delta_1\to 0$ 时，低能力的考生 2 无论自己

[8] 验证这个纳什均衡并不困难，但稍微复杂地，还可以验证这是惟一的纳什均衡。

的失误率和发挥如何，会倾向于选择差学校。反过来，当 $\delta_2 \to 0$ 时，高能力考生选择差学校的倾向有所上升（但只在区域Ⅳ′）。

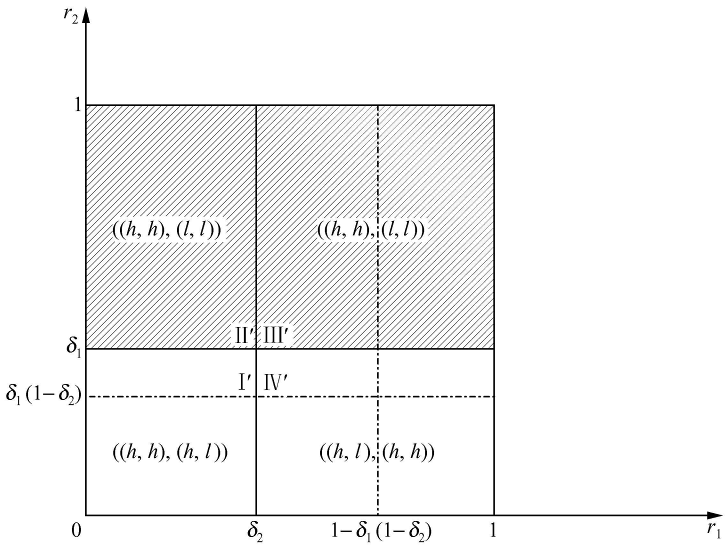

图 2 只允许填报一个志愿估分报不同参数范围下的纳什均衡

比较考前报（图 1）和估分报两种制度之间的纳什均衡变化（在图 2 中用长短虚线表示图 1 中的区域划分）。图中阴影（区域Ⅱ′和Ⅲ′）达成了强效率。注意到估分报消除了多重（纯策略）纳什均衡的情况，代之以对高能力者有利的单一纳什均衡（区域Ⅲ′）——在双方均对两所学校评价接近时，估分报更有利于得到“强效率”的结果。区域Ⅱ′相对区域Ⅱ缩小了，说明在低能力学生对差学校评价低，估分报增加了低能力学生的“投机”倾向，这样又不利于达成“强效率”标准。总体上估分报出现强效率的可能性（阴影面积）是否大于考前报是不一定的。随着 δ_1 的减小，估分报取得强效率的可能性成比例增大，而且有可能大于考前报。不过，两种填报制度存在某些相似之处，由于它们都是在对对方考试成绩（信号）不知道的情况下作出选择，高能力考生对低能力考生的“威胁”始终是可置信的。

3．知分报模型

和允许填报两个志愿的情形 1 完全相同。知分报实际上消除了填报两个志愿的必要性（前提是所有相关考生彼此完全知道分数和各自的偏好序，而且经过精确计算达成均衡，因此“完美”的知分报体制对信息要求是很高的）。

（三）小结

我们将只允许填报 1 个志愿（情形 2）下的三种制度：考前报、估分报和知分报，根据不同的参数范围，将其结果（只列出期望收益而不列出均衡策

略）总结如下[9]（注意允许填报 2 个志愿（情形 1）下所有填报机制的均衡结果和只允许填报一个志愿下知分报（情形 2（3））的结果是完全相同的）：

第一，对于只允许填报一个志愿的三种制度的均衡结果，几乎不存在帕累托改进的制度安排，也即没有具有“弱效率”的填报机制：无论在何种参数范围下，从一种填报机制向另一种填报机制转换，高能力考生和低能力考生的收益不可能同时增加。惟一的例外是当两个人对两所学校的评价都相差很大时，特别是低能力考生填报好学校的激励足够大到超过风险，他们填报志愿发生最为激烈的冲突，使知分报（以及允许填报两个志愿的所有三种制度）成为两人共同的最优选择。

第二，和知分报相比，估分报和考前报的均衡结果都有可能达到“强效率”标准。这一般发生在考生 2 对差学校评价较高，因而其“投机”的激励可能小于风险。

第三，当高能力考生的发挥失误率下降时，三种填报机制都趋向于“强效率”标准（无论低能力考生失误率如何）。不过，估分报制度的“收敛”速度似乎是最快的。

三、对 称 情 形

下面将上述两人博弈的一般情形中的一个特殊情形加以讨论。这个特殊情形包含两个附加条件。首先，假定两个人对两所学校的评价是完全相同的，即：

$$r_1 = r_2 \equiv r. \tag{7}$$

其次，假定两个人的失误率也是相同的，即：

$$\delta_1 = \delta_2 \equiv \delta. \tag{8}$$

特别是，这两个假设可以引申到“连续分布”的大量考生的情形。此时，存在竞争关系的考生能力一般比较接近，所以他们对学校的评价 r 也比较接近。此外，因为考生的失误率 δ 和其“正常”成绩不同，是由考生的“非智力”因素，如性格等决定的。有理由认为在大量的或相近考生之间不存在系统性的差别。注意到对于任意的 $\delta \in [0,1]$，$\delta(1-\delta) < 1/2$ 总是成立的，因此我们附加的对失误概率的限制条件在此就是多余的。

重新考虑上述两人模型。显然，在“完全填报”（可填 2 个志愿）的情形 1 下，博弈均衡对参数完全没有敏感性，结果也就没有变化；与此相同的则是

[9] 我们将允许填报一个和两个志愿、各种填报机制下的所有均衡结果总结成表，以比较不同考生在这些不同机制下收益的大小关系。限于篇幅，这个表没有包括在文章中。如需要，可向作者索取。

“限制填报”（只填1个志愿）下的知分报机制。而限制填报下的考前报和估分报机制则有所不同。

考前报。如果 $\delta(1-\delta)<1/2$，或者说 $1-\delta(1-\delta)>\delta(1-\delta)$，$\forall\delta$，只有三种情形是可能的：

情形1 如果 $r<\delta(1-\delta)$，最优策略组合是 (h,h)，为“撞车”情形。

情形2 如果 $r>1-\delta(1-\delta)$，最优策略组合是 (h,l) 或 (l,h)，为不“撞车”情形，但可能出现无“强效率”结果（考虑混合策略则可能“撞车”）。

情形3 如果 $\delta(1-\delta)<r<1-\delta(1-\delta)$，最优混合策略是 (h,l)，为不“撞车”的强效率情形。

不难看出，上述情形3的最小范围是 $(1/4,3/4)$，此时 $\delta=1/2$，对应着学生考试发挥的变异程度（不确定性）最大的情形。相反的，无论 $\delta\to0,1$，都会使得情形3对应的 r 域变大至所有区域。直观来说，如果双方考试发挥的变异程度下降，无论失误率同时增大或缩小，其威慑效果都是相同的。低能力学生要么担心自己失误率上升胜过担心高能力学生的失误率上升，要么担心高能力学生失误率下降胜于对自己失误率下降的“信心”增加，结果都是减弱了“投机”的激励。换句话说，在考生对学校评价的相当大范围内，考前报都可以使得强效率的结果出现。而且随着考试发挥的不确定性下降，这种效应变得越加明显（参见图3）。

估分报。如果 $\delta_1=\delta_2$，只有两种情形是可能的：

情形1 如果 $r>\delta$，纳什均衡的策略组合为 $((h,h),(l,l))$，为强有效率的情形。

情形2 如果 $r<\delta$，纳什均衡的策略组合为 $((h,h),(h,l))$，存在“撞车”的可能。

由此看来，在这一特殊情形下，估分报具有和考前报不同的特点。随着双方失误率 δ 的增加，无论其变异程度如何，低能力考生的“投机”心理“单调”地增强了。原因是估分报消除了自身发挥程度的风险，从而改变了低能力考生的激励与风险的权衡。具体说来，在双方发挥失误程度低时，估分报的“威慑”力量略强于考前报，这和我们前面一般情形的分析一致。反映在此时达成强效率的 r 值的范围略大于考前报。而随着 δ 的增加，强效率 r 值范围线性地缩小直至消失（参见图3）。

总结起来，在对称情形下，或者说，在存在大量考生因而存在竞争关系的考生之间的偏好和发挥稳定性差不多时，考前报似乎更能保证强效率的达到。

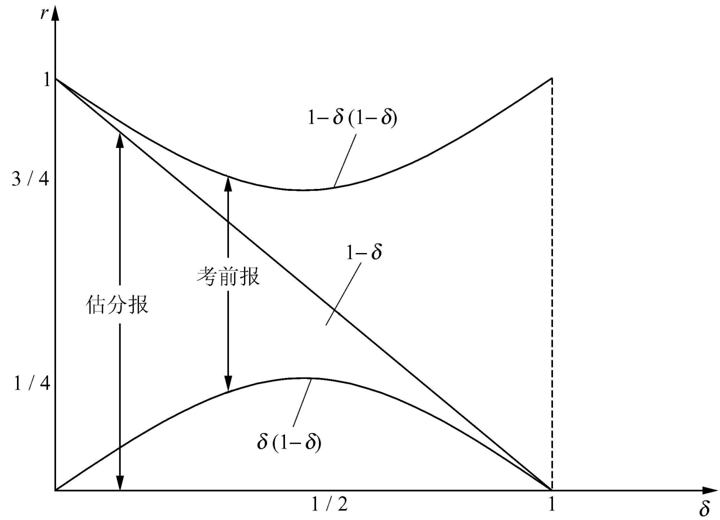

图3　不同填报机制下强效率的 r-δ 范围

四、更为一般的情形

为了讨论更为一般的情形，我们首先来看一个3人博弈。假定考生1、2和3的能力由高至低排列，而且只在相邻能力的考生之间存在如同两人博弈的竞争关系：例如考虑考生1和2，考生2只在自己发挥正常而考生1发挥失常的情况下才能够在成绩上超过后者，考生3即使正常发挥也不能与考生1竞争。假定有3所学校，考生对其评价一致，由好至差排列为A、B和C，仍假定对称的情况：3人对相邻学校评价的比率 r（每人有2个这样的比率）以及失误率 δ 是相同的。先来考虑不限制填报学校数（即每人可以填报3所学校）的“完全填报”情形。

结论1　在“完全填报”机制下，无论是考前报、估分报还是知分报，考生按学校好差依次填报的“完全正序”可能不是纳什均衡。

考虑知分报情形，此时完全正序一定不是纳什均衡。由于此时考试成绩已知，我们不妨假定成绩顺序为1、2和3，而考生1和2都按完全正序ABC进行了填报，此时考生3的最优反应就是将2作为第一志愿填报；这样考生1、2和3分别上A、C和B学校，录取志愿分别为第1、3和1志愿。

有人可能争辩说，这一分析没有意义，因为显然在知分报的情形下，每个考生只要根据名次选择对应学校：上例中，考生1、2和3分别直接将A、B和C作为第一志愿即可。但应该看到，对于考生2的威胁增加，在考前报和估分报下仍旧存在。我们知道，在两人博弈下，完全填报的三种机制的纳什均衡都是（或等价于）完全正序填报，3人博弈的情形则有本质不同，这是

因为3人博弈下存在所谓"鹬蚌相争，渔翁得利"的可能。对于考生2而言，它同时受到来自考生1和3的可置信威胁，无论在三种机制的哪一种，其投机的激励都被削弱。此时情形非常类似于"不完全填报"的情形：如果考生2在与考生1的竞争中失利，他的"保底"志愿不再是与其竞争志愿（学校A）邻近的志愿（学校B），而是和落榜更为邻近的志愿（学校C）。而我们知道，不完全填报比完全填报更有可能导致强效率结果，因此我们得到下列结论。

结论2　在多人博弈下，如果所有考生都受到来自略强于和略弱于自己的"双向"竞争关系，则考生填报志愿比只受到单向竞争威胁（类似两人博弈）更容易趋向于强效率的博弈结果。

此外，由于多人博弈与不完全填报两人博弈的相似性，我们有理由认为后者的某些结论适合于前者。

结论3　多人博弈下，即使是完全填报，三种机制（即考前报、估分报和知分报）也可能不是等价的，特别是考前报比估分报、知分报可能更趋向于强效率的博弈结果。

我们认为，一般的数学分析是相当困难的，因此本文不打算进行进一步的分析。

五、含　　义

（一）政策含义

我们的分析对高考的三种填报机制争论提供了一个理论基础。三种制度之间基本不存在帕累托改进，也就是三种制度不存在"弱效率"关系，这恰好印证了为什么关于这三种制度的争论不曾平息。但本文的分析也从"强效率"标准，对考前报提供了某种支持。

这个分析的政策含义体现在：

第一，对比不限制填报学校数（完全填报）和限制填报学校数（不完全填报）的情形，我们发现从"强效率"来看，前者不如后者，这和一般人的常识有矛盾。本质在于，在完全填报时，由于"保险"过度，低能力考生利用了高考制度不能完全传递考生能力信息的缺陷进行了"投机"，使得均衡结果偏离"强效率"标准。相反的，限制填报对低能力考生构成了某种"威胁"，可能促使其放弃"投机"。这也印证了信息经济学的一个经典结论，就是在不完全信息下，更多的选择自由不一定是有效率的。

第二，知分报的方案不是最好的。这也许和许多人的常识也是矛盾的。虽然知分报的方案完全避免了志愿填报的冲突，但由于它无法回避高考制度不能完全反映考生内在能力的信息问题，这种无风险的制度安排反而鼓励了内在能力差而靠运气得高分的考生的投机心理，造成效率损失（偏离"强效

率”标准)。

第三，在更大范围的竞争有利于削弱投机的激励，受到来自实力接近的强者和弱者两方面竞争的考生，倾向于选择反映自己真实能力的志愿。有趣的是，这一结论和经典市场理论和现代产业组织理论当中，竞争可以促进经济效率的一般性结论是一致的。

第四，降低考生的失误率有助于反映考生能力，以达成强效率标准。而降低考生失误率意味着改进考试制度以及通过更为长期的观察筛选高能力考生，例如“保送”制度。

此外，降低各高校的差别以及能否上大学的差别，有利于遏制高考中的“投机”和冲突，这等于是提升考生的收益比。这需要通过增加大学以及中等专业学校的数量和提高质量来解决。

（二）引申含义

高考制度为经济学关于信号和筛选的模型提供了一个注脚：一方面，高考成绩不能准确传递关于考生能力的信号，导致了欺骗的可能。另一方面，通过改变考生选择志愿的时序以产生可置信的威胁，增加对考生选择的限制，扩大竞争等，都有可能改进资源配置效率。

我们可以将这种思想运用到许多社会和经济制度中。例如，在各种机构中通过考核来选拔和配置人才，工程项目的招标、中央政府向地方政府的财政拨款，甚至住房和奖学金分配等。如在奖学金分配中，完全根据考试成绩来由学生填报奖学金意向，在某些情况下鼓励了通过考试来“投机”，造成普遍批评的应试教育对学生激励的扭曲。在筛选机制的设计存在缺陷，被筛选者发出的信号不能真实反映其能力时，单纯根据信号进行评价可能鼓励了投机，某些限制性附加条件（如在发出信号前申明自己的选择意向，限制选择的多样性）和扩大竞争都有利于资源配置效率。

六、结　　论

本文以目前在我国并行的三种高考志愿填报制度，即考前报、估分报和知分报，进行了由浅入深的博弈分析。在不完美市场和不完全信息下，政府设计的这三种不同的筛选机制，尽管都激励考生尽力获得最好成绩，发出有利于自己的信号，[10]但是，三种机制对考生填报志愿的策略产生了非常不同的影响，从而影响到诸如内在高能力的考生是否能上好学校的“强效率”问题和不同填报制度之间是否存在预期效用的帕累托改进的“弱效率”问题。

本文的分析给出了相当多样化的结论。考虑“弱效率”，我们发现大多数情况下三种填报制度不存在帕累托支配关系，仅在考生对学评价非常接近、

[10] 这里忽视了努力学习获得高分的成本收益权衡，而这是信号问题的一个基本考虑。在我们考虑问题的范围内，即存在竞争的考生之间，高考制度基本符合这个简化考虑。

利益冲突较大的少数情形下，知分报相对于其他制度为帕累托改进，因此对知分报直觉上的偏爱只是得到了非常有限度的理论支持。

相反的，我们发现，在以考生发挥不稳定性和对学校评价的差异性来衡量的很多情况下，考前报和估分报都具有优势，表现为可以达成“强效率”这一“终极”目标。虽然在非常有限竞争（例如 2 人博弈而非多人博弈）和完全填报（即无风险填报）情况下，三种制度有相同的效果，但似乎都无法实现强效率。反而是在竞争扩大和限制填报这一更为现实的情况下，理论分析表明考前报和估分报尤其是考前报有利于实现资源有效配置。

本文对高考制度的探讨是初步的，它忽视了许多现实因素，现实中考生是大量的，[11]所有考生的失误率，及其对学校的评价不可能是共同知识。此外，学校也不仅有两所，志愿填报排序的可能性呈指数增加，大大增加了策略选择的复杂性。而如何限制志愿填报数目才能实现风险和激励的（社会）最佳权衡，也就成了一个非常难以回答的问题。在这个远离完美市场的现实中，许多问题都值得我们进一步探讨。

参 考 文 献

[1] Mas-Colell，A.，M. D. Whinston and J. R. Green，*Microeconomic Theory*. Oxford University Press，1995.

Where Have All the Flowers Gone —An Analysis of the National College Entrance Exam

XIAOHAN ZHONG NA CHENG YUNFAN HE
(*Tsinghua University*)

Abstract This paper discusses the three application mechanisms of college entrance exam，i.e. applying before exam，after exam yet before score announcement，and after score announcement. We give the Nash Equilibrium outcomes and evaluate the comparative efficiency of the three schemes. We find that there does not exist Pareto improvement among all three. But in many cases the first two can achieve social efficiency. Competition helps to eliminate the incentive to arbitrate. The paper sheds lights on the screening problems of similar social issues.

JEL Classification C720，D820，I280

[11] 一位匿名评审人指出，由于大量考生与大量学校的存在，考生之间的策略性相互作用非常弱，使得本文提出的博弈分析框架缺乏现实意义。我们提出以下辩护意见：一、虽然在全国所有考生和学校之间不存在明显的博弈关系，但高考名额是分配到具体地区的，而且根据统计规律，博弈者对更小范围甚至本校能够录取的某一所大学的学生数量是可以预期的，这使得竞争范围缩小了。二、我们的分析没有考虑考生对不同类学校的偏好关系，而如果将分析缩小到偏好类似的考生之间，就可能形成博弈关系。三、高考志愿填报存在某种‘集团’之间的博弈，例如不同学校之间，如果将学校考虑成博弈者，则可能形成博弈关系。