

有限理性的“占优启发式”和“齐当别”决策模型的作为 ——当Allais悖论杠杆撬动了期望效用理论*

毕研玲^{1,2} 李 纾¹

(¹中国科学院心理研究所社会与经济行为研究中心, 北京 100101) (²中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要 人们在做决策时常常要受到时间或知识的限制, 有时还要受到其双重限制。关于人们是如何进行风险决策, 早期有期望效用理论对其加以解释, 但 Allais 悖论对其标准化地位提出了挑战。Simon 的“有限理性”观点提出后, 一些研究者开始致力于开发决策的“有限理性”模型。文章讨论并比较了无限理性的期望效用理论被 Allais 悖论杠杆撬动之后, 有限理性的“占优启发式”和“齐当别”决策模型所能做的和所不能做的。两种模型的决策标准、计算策略以及未来研究的展望也一并作了讨论。

关键词 有限理性, 占优启发式, “齐当别”模型。

分类号 B849:C93

1 Allais 悖论的提出与两大阵营的对立

早期的决策模型将决策者当成“理性人”来看待, 认为决策者能做出符合理性原则的决策。但在现实的生活中, 人们常常会面对这样的局面: 要么没有足够的时间和足够的知识去收集所有的信息来进行决策, 要么收集信息会浪费很多的时间和精力, 有时还可能受到时间和知识的双重限制。比如, 在股票市场中, 恐怕没有哪个投资者会有时间收集所有的相关信息, 将各种可能性全面分析后再做决策; 上街去买件衣服, 也不会将所有的店面都看过后才决定买哪件衣服。人们在决策中常常会面临这些风险与不确定的情况, 那么该如何对人类的决策行为进行解释? 人类决策的心理过程是怎么样的?

应用于风险状态下决策的第一个标准化的理论

第一对二择一选择题

选择 A	完全肯定获得一好结果	\$1,000,000
选择 B	0.10 的概率获得一非常好结果	\$5,000,000
	0.89 的概率获得一好结果	\$1,000,000
	0.01 的概率获得一坏结果	\$0

第二对二择一选择题

选择 C	0.11 的概率获得一非常好结果	\$1,000,000
	0.89 的概率获得一坏结果	\$0

是期望值 (Expected Value) 理论^[1], 该理论认为人们在决策时会同时考虑收益和收益的概率, 选取二者的乘积值较大的方案。然而, 1713 年 Bernoulli 提出的 St. Petersburg 悖论表明, 人们并不是按照期望值最大化进行决策的。von Neumann 和 Morgenstern 于 1944 年提出了期望效用 (Expected Utility) 理论对此加以修正, 认为决策的依据是效用最大化原则, 而不是期望值最大化原则, 该理论认为人们在决策时考虑的是收益概率和收益效用的乘积。然而, 1988 年诺贝尔经济学奖获得者 Allais 于 1953 年提出著名的 Allais 悖论, 对该理论的标准化地位提出了挑战^[2], 成为欲推翻期望效用理论的杠杆。

Allais 所设计的原选择题与以下问题相近似:

收稿日期: 2006-12-27

* 中国科学院“百人计划”及国家自然科学基金委员会 (NSFC: 70671099) 资助。

通讯作者: 李纾, E-mail: lishu@psych.ac.cn

选择 D 0.10 的概率获得一非常好结果 \$5,000,000
0.90 的概率获得一坏结果 \$0

面对第一对二择一选择题时, 大多数人偏爱 A (肯定备择方案), 该选择在期望效用理论里意味着:

$$u(1,000,000) > 0.10 u(5,000,000) + 0.89 u(1,000,000) + 0.01 u(0)$$

$$\text{或} \quad (1 - 0.89) u(1,000,000) > 0.10 u(5,000,000)$$

然而, 面对第二对二择一选择题时, 大多数人则偏爱 D, 该选择在期望效用理论里意味着逆向的不等关系:

$$0.11 u(1,000,000) < 0.10 u(5,000,000)$$

这个结果违背了期望效用理论的一个重要公理——独立性 (independence) 原则, 或称为“确定事件原则” (sure thing principle) [3]。依该原则, 人们对选择 A (C) 或选择 B (D) 的偏爱不应受到由 0.89 的概率所产生的共同结果值 (\$1,000,000 或 \$0) 的影响。

此后, 在风险决策领域中形成了两个阵营。一个阵营中的研究者努力捍卫期望效用理论的标准化地位, 试图在解决 Allais 悖论的同时不摒弃期望法则, 以求能够更好的解释人们的决策行为。其典型的模型有: 以 2002 年诺贝尔经济学奖获得者 Kahneman 的预期理论 (prospect theory) [4] 为代表的 weighted utility 模型 [5], rank-dependent utility 模型 [6], sign-dependent utility 模型 [7], rank- and sign-dependent utility 模型 [8] 等。这些模型的核心都是决策选择完全是以备择方案效用最大化为标准 [9]。1988 年, Allais 在他获得诺贝尔经济学奖演讲时阐述了自己对 Allais 悖论的看法, 他认为 Allais 悖论反映了这样一个心理现实——接近必然时对安全的偏好, 它只是在外表上显得自相矛盾 [10]。Kahneman 和 Tversky 的预期理论提出了一个非线性的权重函数 π , 并用其“次确定性” (subcertainty) 化解了 Allais 悖论 [4], 其前提就是建立在最大化假设为真的基础之上 [11]。Li 在总结理性模型的百年发展后认为, 对期望模型进行修正所得到的模型, 无论是新修正的模型, 还是原有的旧模型, 都存在着一个“最大值”的内核, 该研究阵营的研究者只是在再接再厉地修改着“最大化”的标准, 而没有怀疑“最大化”原则本身可能会出错 [11]。

而另一个阵营中研究者则摒弃了对原有模型的修正, 积极地寻求以“非最大化”原则作为指导的描述性模型来解释人类的决策行为。1978 诺贝尔经济学奖的获得者 Simon 对于作为基础的解释人类和

有机体特点的经济学和统计学的理性决策理论提出了质疑。他认为已有的决策理论没有考虑到人的认知系统的局限性。并指出有机体在做决策时远远达不到经济学理论中假定的“最大化 (maximizing)”和“最优 (optimize)”, 而只能达到“满意 (satisfice)” [12]。自从 Simon 提出有限理性的观点之后, 在决策领域中, 出现了数个以此为基础而提出来的描述性决策模型。这些模型摒弃了传统模型中的“最大化”, 从另外的角度对决策加以解释。并对与标准化模型相悖的所谓的悖论给出了满意的解释。这个阵营的发展是基于 Simon 的观点 [12]——有机体的适应能力远远无法达到经济理论中理想的“最大化”状态, 有机体的适应性往往只能达到“满意”, 而不是“最优”为基础, 认为人的认知是“有限理性”的。如: Lopes 主张摒弃期望模型, 建立了直接反映人们风险决策下多重目标相互冲突的 security-potential/aspiration 理论 [13], Montgomery 提出的寻求优势结构的决策规则 [14] 等。

在该阵营中有两个模型, “齐当别”模型 [1,15,16] 与占优启发式模型 [17], 明晰地对 Allais 悖论做出解释和预测。下文将以欲推翻期望效用理论的 Allais 悖论为例对这两个模型的决策方法进行说明, 并结合其他“有限理性”模型的决策规则, 对这两个模型进行比较、讨论。

2 占优启发式 (priority heuristic) 及其对 Allais 悖论的解释

2.1 占优启发式模型

什么是启发式 (Heuristic)? 格式塔心理学家 Duncker 和 Koehler 在将其引入心理学时, 保留了希腊语中的定义——发现的方法 (serving to find out or discover)。对于 Duncker 和 Koehler, 以及后来包括 Simon 在内的许多研究者而言, 启发式是一种能够引导信息搜索并改变问题在人脑中呈现形式, 以帮助人们有效解决问题的认知策略 [18]。

20 世纪 90 年代, 以 Gigerenzer 为主的 ABC 研究小组在 Simon 的“有限理性”基础上, 提出了“快速

节俭启发式”(Fast and Frugal Heuristics)。这些“快速节俭启发式”借助满足人类有限时间、有限知识和有限的认知能力的简单的心理学原则行事。他们将人类的决策解释为运用启发式的直接结果^[17]。“快速节俭启发式”的关注点是人类使用什么样的规则去搜索信息，停止搜索信息，基于已搜索的信息做出决策^[19]。相应地，他们认为人类的决策原则由三部分组成：信息搜索原则、停止信息搜索原则和决策原则。

基于对词典规则 (lexicographic rules) 的研究, Brandstatter和Gigerenzer等人提出了两个问题^[17]:

(1) 人们决策是基于什么样的理由 (reason), 这些理由是什么样的信息, 人们以怎样的顺序检索这些信息? (2) 何时停止检索? 基于对这两个问题的解决, Brandstatter和Gigerenzer等人提出了占优启发式模型对人类的决策进行解释。该模型是一种决策时不存在结果与概率之间的兑易 (trade-off) 的快速节俭启发式模型, 其中包括三个原则:

(1) 占优原则 (priority rule): 指人们是以什么样的顺序对决策的信息进行搜索。该模型假设, 人们是以选项的最小可能结果, 最小可能结果的概率, 最大可能结果的顺序对所给的信息进行搜索。最小可能结果在获益 (gain) 的情况下是指最小的获益量, 损失 (loss) 的情况下是指最小的损失量。同理可以找到最小可能结果的概率, 最大可能结果。这样就解决了人们以什么样的顺序对信息进行搜索的问题。

(2) 停止原则 (stopping rule): 指人们何时停止搜索。该模型中借用抱负水平 (aspiration level) 来对该原则进行界定, 如果达到或超过抱负水平, 就停止搜索。与占优原则相对应, 该模型包括两条停止原则: 对最小可能结果进行比较时, 抱负水平是最大可能结果的 1/10; 当对最小可能结果的概率进行比较时, 抱负水平是 1/10 (概率形式就是 10%); 对最大可能结果之进行比较时, 由于这是最后一个比较, 故不需要停止原则。这样就解决了何时停止搜索的问题。

(3) 决策原则 (decision rule): 指当决策者停止搜索时, 人们以什么样的原则做出最终的选择。该模型假定, 人们停止搜索时会选择更加具有吸引力 (attractive) 的选项——在获益的时候选择获益多的选项, 损失的时候选择损失少的选项。

与经典的理性决策模型相比, 该模型将概率处

理成了线性概率, 不存在着高估小概率和低估大概率倾向, 而且在停止原则中 1/10 的抱负水平是通用的。

2.2 占优启发式模型对Allais悖论的解释

依据该模型, 当人们在 Allais 悖论中的第一对选择题中进行选择时, A、B 两选项的最小可能结果分别是 \$1,000,000 和 \$0, 超过了最大可能结果的 1/10 ($1/10 \times \$5,000,000$), 于是停止搜索, 选择获益较多的选项 A。当在第二对选择题中进行选择时, 由于两个选项的最小可能结果没有差异 (均是 \$0), 所以人们接下来会检查两个选项的最小可能结果的获得概率间的差异, C、D 两个选项的最小可能结果的概率分别为 0.89 和 0.90, 二者的差异没有超过该模型所假定的 1/10, 所以还不能停止搜索, 再接下来要查看两个选项的最大值, D 选项的最大值要大于 C 选项, 所以最终选择 D。这样就化解了 Allais 悖论。

3 “齐当别”模型及其对Allais悖论的解释

3.1 “齐当别”模型

与Simon的有限理性的观点相一致, “齐当别”模型认为决策者的认知能力无法胜任最优化所需要的精确定量计算, 也不能够以“效用”或“心理距离”的方式表达对选择对象整体估计的运算, 心理学与经济学的流模型与该模型的基本争议也在这里^[20]。该模型假定: 左右人类风险决策行为的机制不是最大限度地追求某种形式的期望值, 而是某种形式上辨察选择对象之间是否存在“优势性”关系。并借助最好可能结果和最坏可能结果对问题进行表征。对于所给的问题, 为了利用“弱优势”原则做出决策, 人们必须在一个或几个维度上将差别较小的可能结果人为的“齐同”掉, 而在差别较大的维度上选择出具有优势的选项。哪个维度上的差别被齐同掉, 在哪个维度上辨别差异并不是由维度的重要性决定的, 而是维度内的差异的大小决定的。维度内差异较小的维度将被齐同掉, 最后的选择则依据差异较大的维度^[21]。

该模型将复杂的决策过程简化成了“齐”与“别”两个阶段, 结果与结果的概率之间也没有了复杂的兑易关系。

3.2 “齐当别”模型对Allais悖论的解释

“齐当别”模型看Allais悖论的方式与现代派生理性期望模型不同, 该模型假设人们对金钱的主观价值函数 (效用) 为非线性的凹型。那么, 在第一

对选择题中，B 方案的“坏结果”（获\$0）与 A 方案的“肯定结果”（获\$1,000,000）之间的差异显得非常突出（见图 1）；而在第二对选择题中，D 方案的“好结果”（获\$5,000,000）与 C 方案的“好结果”（获\$1,000,000）之间的差异显得非常突出（见图 2）^[22]。这就意味着，在第一对选择题中大部分人的决策是在最坏可能结果维度上进行，在第二对选择题中大部分人的决策是在最好可能结果维度上进行。人们的先后两次决策不是固定在同一维度上导致了 Allais 悖论的产生。

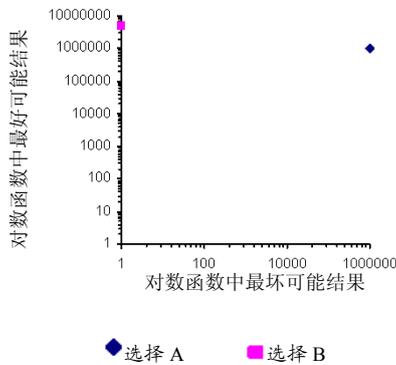


图 1 用对数函数作为效用函数表达 Allais 悖论第一对选择题，其中省略次最好可能结果维度

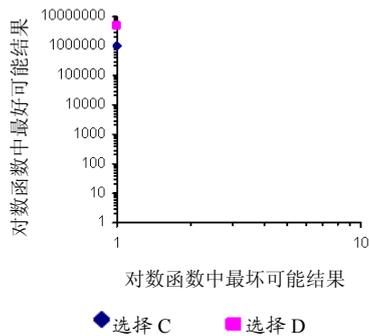


图 2 用对数函数作为效用函数表达 Allais 悖论第二对选择题

4 两个模型的比较及其特点

4.1 理性观的比较

与期望效用理论和预期理论等经典的决策理论的无限理性观不同，这两个模型的理性观都是“有限理性”，即都认为人的认知能力是有限的。如在占优启发式中，决策者的抱负水平就属于满意启发式（Satisficing Heuristic），当备选项间的差异达到或超过了决策者的抱负水平，决策者就停止继续搜索，而不是将所有的备选项一一搜索^[17, 23, 24]。“齐当别”模型假设，由于决策者的认知能力无法将所有信息

都进行加工，所以要齐同掉一些维度，最终只能基于一个维度做决策^[16]。

4.2 对决策维度和非决策维度的处理

从两个模型最终的决策的依据来看：两个模型最终都是基于一个维度做出的决策，并且都是跨维度（intra-dimensional）而非串维度（inter-dimensional）式的评估。Tversky 认为这种跨维度式的评估要比串维度式的评估更加简单，更加接近真实情况^[25]。在“齐当别”模型中，最终的决策维度为最好可能结果或是最坏可能结果维度；在占优启发式模型中，最终的决策维度可能是最小可能结果维度，最小可能结果的概率或者是最大可能结果维度。虽然都只是依据一个维度进行决策，但却又有所不同。第一，两模型最终决策的维度不同。在“齐当别”模型中，这个维度是主观差别最大的维度，没有重要性的区分，无论这个维度的重要性如何，只要是差别最大的，那么它就是决定性的维度。而在占优启发式中，首先将各个维度的搜索顺序进行了假定，实际上已经暗含哪些维度是重要性的维度，哪些是次要的维度。但两模型的最终的决策原则，选出在决策的维度上具有优势的选项和具有吸引力的选项是一致的。第二，两个模型处理非决定性维度的方式不同。在占优启发式模型中，当选择出最终决策维度后，就将其余的维度忽略掉，不再花费认知资源进行加工。而在“齐当别”模型中，需要将这些维度齐同掉。若这些维度的差异较小，花费的认知资源就较少，若是差异较大，则这个过程要花费较多认知资源，尤其是在决策者明知有差别，还要进行齐同的时候。

4.3 节省量

如果我们必须马上对已有的信息进行反应的话，我们的决策就必须快。能达到这样的目的的一个方法就是在做决策时要节省，也就是只用少量的信息进行决策^[26]。两个模型都能连贯一致地对诸如 Allais 悖论、映像效应、框架效应等决策问题给出圆满的解释，但是两个模型的节省量是多少？用哪种模型来做决策比较经济？

4.3.1 从忽视的信息量的角度来看

当以决策时忽略的信息量为标准来计算节省的比率时，以 Allais 悖论为例，在决策时每对选择题都有 6 条信息*。用占优启发式解释 Allais 悖论时，第

* 由于每个选项中的两个概率值是互补的，即概率和等于 1，所以共有两条概率的信息；两条最大值的信息，两条最小值的信息。相加一共有 6 条信息。

一对选择题中,选择时只比较了最小可能结果,停止原则中抱负水平又用到了最大值,所以其节省量是 $3/6$,同理,在第二对选择题中的节省量是 $0^{[17]}$ 。在“齐当别”模型中,由于没有考虑到概率的作用,故其在两对选择题中的节省量都是 $1/2$ 。可见在模型的节省方面,当存在概率的情况下,占优启发式的节省量是不确定的,而“齐当别”模型的节省量无论是在两择一,还是多择一的风险选择中,其节省量都是固定的 $1/2$ 。

4.3.2 从花费认知资源的角度来看

当以决策过程中花费的认知资源的角度来看节省量的时候。在占优启发式中,认知资源要用来进行 $1/10$ 的运算,相同形式的问题,具有相同决策维度的不同问题,花费的认知资源的多少只与计算的难易有关,但是由于这是个简单的运算,所以决策维度相同时花费的认知资源基本相同。但是在“齐当别”模型中,齐同掉的维度之间的差异的大小决定了要花费的认知资源的多少。若差异大,则要花费的认知资源就较少,若是差异小,就要花费较多的认知资源。这更接近人们实际决策时的情况。

4.4 个体差异

有些人天生厌恶冒险,而另一些人则喜爱冒险;有的人在某种情况下不愿意冒险,而在另一些情况下却是个冒险家。Tversky和Kahneman认为不承认各种因素(如动机冲突、潜意识、直觉、信念、人格)对选择的影响,使得计算的选择概率与真实情形的结果大相径庭^[27]。在占优启发式模型中,假定每个人在进行决策的时候都会按照相同的顺序进行信息搜索,相同的抱负水平停止搜索,忽略了个体差异,因为有些人可能不是按照这样的顺序进行搜索的,也有些人的抱负水平高些,有些人的抱负水平低些^[17]。在“齐当别”模型中,通过“匹配任务”较好地解决了这个问题。匹配任务将最好可能结果维度与最坏可能结果维度相匹配,请被试选择出他们认为差异较大的维度。看被试是否会在他们认为差异较大的维度上做出决策。这就使得该模型不仅能够解释个体差异,并且能解释所有人的选择(多数人和少数人)^[21],而不是像其他模型包括占优启发式一样,只能解释大多数人的选择。在这个方面,“齐当别”模型与Lopes的风险决策下的两因素理论相似,都认为不同的个体因素会导致不同的选择,在解释选择的时候是按照个体情况进行解释的。Lopes认为人们在风险状况下的选择可解释为性格因素

(dispositional factor)和情境因素(situational factor)的相互作用^[13]。人们具有不同的安全(security),风险(potential)倾向,不同的抱负水平来源,最终导致人们选择不同的选项。

4.5 对概率的处理

在这两个模型,对概率的处理都不同于经典的决策模型。从两模型对选择过程的分析中,我们可以看到“齐当别”模型与占优启发式的一个很显著差异是——有没有考虑概率。“齐当别”模型中各个维度之内的“齐”与“别”,标准就是可能结果主观的效用值的大小。这使得该模型与决策领域内的其他多数的模型不同,它在解释不确定条件(无概率)下的选择的时候游刃有余^[28],而在解释风险条件(有概率)下的选择时,由于并未对概率这一重要信息做任何处理,显得不是那么顺畅。而在占优启发式中,则将概率单独作为决策的一个维度,并对其做了线性的处理。但随之而来的问题是:在不确定的状况下,人们不知道相应的概率,若在占优启发式的第一次信息搜索后不能做出决策,人们会怎么做,会直接进入第三次信息搜索吗?在这个模型中并没有给出解释,这个模型也相对地只能解释风险选择。

4.6 情感因素

在做出决策时有许多因素影响人的选择过程,其中情绪是一个极为重要的因素^[29]。近期国内外许多决策研究者都非常重视情绪对决策的影响作用^[30-34]。Hastie在2001年《Annual Review of Psychology》上发表文章,指出决策领域中未来需要解决的16个问题,情绪是其中的问题之一^[35]。

通过对占优启发式模型的情绪体现进行分析,我们可以看到,其模型的建立与早期的决策理论相似,呈现出来的是一个数学意义上的模型,模型中并没有表现出情绪的作用,决策者在决策时只是按照这个规则进行决策,不需要情感的卷入。“齐当别”中“齐”与“别”两个过程可以说是既包含了个体差异(不同个体的主观效用不同)又包含了个体的情绪(不同情绪状态也会导致不同的主观效用)。由此可见,“齐”与“别”是两个相当复杂的心理过程,两个过程中心理机制如何起作用还需要进一步的探讨。另外,“齐当别”模型还对决策后的自信水平和后悔水平进行了探讨。该模型认为,如果存在一个优势选项(dominant alternative),那么,决策后的自信水平就会很高,相应地,后悔水平也就会很低^[6]。也就是,齐同的量与后悔水平成正比,与决策

后自信程度成反比。

4.7 过程模型

杨治良指出研究决策的一条思路是“过程化”思路，既研究决策者背后的认知过程^[36]。每个决策者可能意识不到决策背后的过程，但是神经系统却在忠实地执行着某种过程，研究者也都在试图对此过程加以模拟。

过程模型可以在决策和过程两个方面进行检验^[17]。占优启发式模型认为人们在决策的时候，搜索的信息越多，决策的时间也就越长。并通过实验较好地证明了这个假设，从而证明该模型占优原则中的信息搜索顺序符合我们的认知过程。并且证明了只进行一次信息搜索的选择比例会比进行更多次搜索的选择比例要极端，这也符合了我们认知加工的阶段越多，犯的错误就越多的现象。“齐当别”模型没有做此方面的检验，但是从“齐”和“别”这两个加工阶段来看，该模型也是对人的决策过程的模拟。该模型也可以检验人们是否在做决策时要“齐”掉的内容越少，维度间差异越小，选择的时间就越短，选择的比例更趋于极端。这有待于进一步的实验研究。

5 总结与未来研究的展望

综上对非主流研究领域两个模型的比较可以看出，虽然是同一阵营中的两个模型，却有着一些各自不同的特点。

虽然科技在进步，人类的研究手段也在不停地进步，但到目前为止，在很大程度上讲，大脑对我们来讲还是个黑箱，现在对心理过程的研究一般也只是停留在假设的阶段。人类也只能提出各种模型来对心理过程进行模拟。以记忆的研究历史为例，从记忆不能进行量化研究到 Ebbinghaus 开创记忆研究的先河，再到 20 世纪 60 年代提出的现在学界广为接受的记忆的计算机模拟模型：记忆的形态模型（modal model，也即记忆的多重存储模型，将记忆分为感觉记忆、工作记忆、长时记忆），记忆一点点地被揭开了她神秘的面纱。虽然人类并不能真切地感觉到记忆的每个阶段，但是在这个模型提出后，还是受到了学界的广为认可。

决策领域的模型现在还没有哪个模型能达到为学界普遍接受的状态。主流领域和非主流领域都没能提出一个能像记忆模型一样，完满地解释人类决策过程的模型。因此，在目前，既需要有人沿着主流方向，也需要有人沿着非主流方向对风险决策行

为进行研究，以求最终可以找到一个像记忆模型一样，能够被研究者广为接受的决策模型，揭开人类决策行为的面纱。正如 Simon 所讲的“无论我们的兴趣是在标准化决策模型还是在描述性决策模型，这些模型的建立都将是有意义的”^[23]。Rubinstein 在 2003 年也提出：“我们需要打开决策的黑箱，并且需要提出全新的模型”^[37]。因此，各种模型的建立、相互比较及发展将有助于解释人类判断决策的基本心理过程。

致谢：衷心感谢梁竹苑、梁哲等人对初稿提出修改意见。

参考文献

- [1] 李纾. 艾勒悖论 (Allais Paradox) 另释. 心理学报, 2001, 33(2): 176~181
- [2] Allais M. Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: Critique des postulats et axiomes de l'école Américaine. *Econometrica*, 1953, 21: 503~546
- [3] Savage L. *The Foundations of Statistics*. New York: Wiley, 1954
- [4] Kahneman D, Tversky A. Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 1979, 47: 263~291
- [5] Edwards W. Subjective probabilities inferred from decisions. *Psychological Review*, 1962, 69: 109~135
- [6] Quiggin J. A theory of anticipated utility. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1982, 3: 323~343
- [7] Einhorn H J, Hogarth R M. Decision making under ambiguity. *Journal of Business*, 1986, 59: S225~250
- [8] Luce R D, Fishburn P C. Rank- and sign-dependent linear utility models for finite first-order gambles. *Journal of Risk and Uncertainty*, 1991, 4: 29~59
- [9] 刘霞, 潘晓良. 确定性风险选择的抱负水平——相对效用整合理论. *心理科学*, 1998, 21: 412~419
- [10] Allais M. An outline of my main contribute to economic science (Nobel Lecture). *Theory and Decision*, 1991, 30: 1~26
- [11] Li S. Is there a decision weight π ? *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1995, 27: 453~463
- [12] Simon H A. Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review*, 1956, 63(2): 129~138
- [13] Lopes L L. Between hope and fear: The psychology of risk. *Advances in Experimental Social Psychology*, 1987, 20: 255~295
- [14] Montgomery H. Decision Rules and the search for a dominance structure: Towards a process model of decision making. In: P Humphrey, O Svenson, A Vari (Eds), *Advances in Psychology. Analysing and Aiding Decision Process*. Amsterdam: North-Holland, 1981. 343~369

- [15] Li S. A behavioral choice model when computational ability matters. *Applied Intelligence*, 2004, 20(2): 147~163
- [16] Li S. Equate-to-differentiate theory: A coherent bi-choice model across certainty, uncertainty and risk. Unpublished doctoral dissertation, University of New South Wales, 1994
- [17] Brandstatter E, Gigerenzer G, Hertwig R. The priority heuristic: Making choices without trade-offs. *Psychological Review*, 2006, 113(2): 409~432
- [18] Daniel G, Goldstein, Gigerenzer G. Models of ecological rationality: the recognition heuristic. *Psychological Review*, 2002, 109(1): 75~90
- [19] Peter M, Todd, Gigerenzer G. Putting Naturalistic Decision Making into the Adaptive Toolbox. *Journal of Behavioral Decision Making*, 2001, 14(5): 381~382
- [20] 李纾, 房永青, 张迅捷. 再探框架对风险决策行为的影响. *心理学报*, 2000, 32(2): 229~234
- [21] 李纾. 确定、不确定及风险状态下选择反转: “齐当别”选择方式的解释. *心理学报*, 2005, 37(4): 427~433
- [22] Li S, Taplin J E, Zhang Y. The equate-to-differentiate's way of seeing the prisoner's dilemma. *Information Science*, 2007, 177(6): 1395~1412
- [23] Simon H A. A behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, 1955, 69: 99~118
- [24] Selten R. Aspiration adaptation theory. *Journal of Mathematical Psychology*, 1998, 42: 191~214
- [25] Tversky A. Intransitivity of preferences. *Psychological Review*, 1969, 76: 31~48
- [26] Martignon L, Hoffrage U. Fast, frugal, and fit: Simple heuristic for paired comparison. *Theory and Decision*, 2002, 52(1): 29~71
- [27] Tversky A, Kahneman D. Rational choice and the framing decisions. *Journal of Business*, 1986, 59: S251~S278
- [28] Li S. Equate-to-differentiate approach: An application in binary choice under uncertainty. *Central European Journal of Operations Research*, 2004, 12(3): 269~294
- [29] 方平, 李英武. 情绪对决策的影响机制及实验范式的研究进展. *心理科学*, 2005, 28(5): 1159~1161
- [30] 庄锦英. 情绪与决策的关系. *心理科学进展*, 2003, 11(4): 423~431
- [31] 庄锦英. 情绪、边框影响决策认知过程的实验研究. *心理科学*, 2004, 27(6): 1340~1343
- [32] 金杨华. 情绪对个体判断和决策影响研究概述. *心理科学*, 2004, 27(3): 705~707
- [33] Mellers B A, Schwartz A, Ritov I. Emotion-based choice. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1999, 128: 332~345
- [34] Loewenstein G, Weber E, Hsee C, Welch N. Risk as feelings. *Psychological Bulletin*, 2001, 127(2): 267~286
- [35] Hastie R. Problems for judgment and decision making. *Annual Review of Psychology*, 2001, 52: 653~683
- [36] 杨治良. 当代思维研究·当代信息学研究. 北京大学出版社, 1993. 68~106
- [37] Rubinstein A. Economics and psychology? The case of hyperbolic discounting. *International Economic Review*, 2003, 44: 1207~1216

A Comparison between Two Models of Bounded Rationality: Equate-to-Differentiate and Priority Heuristic Approaches

Bi Yanling^{1,2} Li Shu¹

¹ Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

² Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

Abstract: People are often restricted in their limited time or knowledge when making decisions. This raises a question of how people make risky decisions. In the early time, the Expected Utility theory gave a normative answer to the question. The status of the theory, however, was challenged by the Allais paradox. Simon rejected the idea of optimal choice, proposing the idea of “bounded rationality.” Since then, several researchers became interested in developing models of bounded rationality. In this paper, we compare and contrast Equate-to-Differentiate and Priority Heuristic approaches. We review the methods and the criteria, emphasizing the differences between them in terms of both the models they use and the computational strategies they employ. An implication for further research is discussed and suggested.

Key words: bounded rationality, equate-to-differentiate, priority heuristic.