

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：大鼠注意定势转移任务模型的深入研究：种系和检测程序的影响

作者：原三娜;罗晓敏;张帆;邵枫;王伟文;

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：本文对 AST 模型的研究，其重要意义之一是为该模型的使用提供经验和理论依据，如此，在讨论部分可描述分享这些内容。

回应：针对专家建议，讨论部分第一段进一步明确了本研究的目的，主要发现和意义（蓝色字体部分）：

本研究考察了实验动物种系和检测程序差异对 AST 认知表现及不同认知成分间反应模式的影响。结果表明大鼠的前额叶认知转换能力存在种系差异，主要表现为在两种 AST 检测程序中 Wistar 大鼠的整体认知表现优于 SD 大鼠，尤其在逆反学习阶段的达标训练次数或错误率显著低于 SD 大鼠，表现出更高的策略转换灵活性；另一方面所考察种系和检测程序差异不影响不同认知成分间的反应模式，即在逆反学习和/或跨维度认知定势转移复杂学习阶段的达标训练次数和错误率显著高于简单鉴别和复杂鉴别等基本学习阶段。这些结果表明不同种系大鼠和检测程序都可以反映 AST 不同认知成分间的结构关系。

在主要结论部分给出了模型的理论和经验建议（见蓝色字体部分）：

本研究结果表明 Wistar 大鼠和 SD 大鼠前额叶认知灵活性存在种系差异，但不同认知成分间的反应模式不受种系和检测程序差异的影响，具有稳定的表面效度，均可作为研究认知转换灵活性及其障碍神经分子机理的实验模型。另一方面，考虑到 AST 是一项耗时和耗力的测试任务，采用 Wistar 种系大鼠的五阶段 AST 测试更具操作便利性。上述发现为相关研究实验动物和实验程序的选择提供了行为学依据，扩展了对 AST 模型的认识。

审稿人 2 意见：

意见 1：五阶段 AST 检测模式为七阶段 AST 检测模式的简化版，也就是说七阶段 AST 检测模式的检测内容包含了五阶段 AST 检测模式，本研究为什么要同时对

这两个模式进行检测？理由不充足。本研究者在前言部分中声称，“目前使用的七阶段和五阶段 AST 检测程序存在上述差异，它们是否会对动物认知表现产生影响及其影响程度目前还不清楚”，在本研究中未对不同检测程序（七阶段与五阶段模式）所得结果进行比较，难以说明作者所提出的这一问题。建议增加此部分的内容；

回应：注意定势转移任务（AST）是一种用于啮齿类动物的拟人类威斯康辛卡片分类测试（WSCT）模型。两种模型效度（表面效度，结构效度和预测效度）是否具有一致性是其应用和转化的前提。这两种测试由复杂程度和难度不断增加的学习阶段构成，一般包含简单辨别学习，复杂辨别学习，内维度转换，已建立策略转换（逆反学习）及不同维度间策略转换（外维度定势转移）不同学习阶段。一般来说，不同学习阶段的认知表现之间呈现一定的反应模式（每一任务阶段的达标训练次数和错误率与其他阶段的相对关系），即简单学习需要的达标训练次数和错误率会低于复杂和高水平学习（如逆反学习和外维度定势转移）。WSCT 和 AST 所检测的不同认知成分间的反应模式是否具有一致性是其表面效度的重要评价指标之一。目前 AST 相关研究采用的实验动物种系和检测程序存在差别，上述因素对该模型的表面效度是否有影响尚不清楚，这也是本研究考察的主要内容。

需要评价简化的 AST 检测程序（五阶段 AST）不同认知成分间反应模式的原因在于：逆反学习和外维度定势转移分别表征对已习得问题解决策略的转换能力，以及随着环境关系变化在不同维度间策略转换的能力。这两种认知转换过程分别是基于前期策略“定势”和注意维度“定势”建立基础上的转换。如果前期“定势”未能建立，将不表现出不同认知成分间的上述反应模式。例如研究发现小鼠建立“策略或维度定势”更加困难，通常需要重复的前期学习训练才能够诱发，例如重复的内维度转换训练才能够形成定势和转换困难（表现为更多的达标训练次数和错误率）。在讨论中我们增加了这部分内容以便于读者了解该研究设计的原因和意义（见文中蓝色字体部分）。由于大鼠五阶段和七阶段 AST 前期学习阶段的实验参数，包括类型和经历次数存在差异，简化程序是否能够表征不同认知成分间的反应模式需要实验证实。

未进行五阶段和七阶段 AST 各学习阶段达标训练次数和错误率绝对数值的

比较也是基于上述考虑。本研究主要从反应模式一致性的角度评价实验动物种系和检测程序对 AST 模型表面效度的影响。

意见 2：在分别使用两个检测程序的两个实验中，所用的动物是否是同一批大鼠，样本量差异这么大，实验一采用成年雄性 Wistar 大鼠(n=13) 和 SD 大鼠(n=14)，实验二采用成年雄性 Wistar 大鼠(n=7) 和 SD 大鼠(n=9)，为什么？是否均能保证实验的检验效能？

回应：感谢审稿专家的细致。实验一数据来自于第一次建模数据。由于缺乏经验，我们先完成所有动物的检测，最后进行统计分析。而在随后的实验中，我们采取了边检测边进行分析的方式，直至出现差异性结果（主要原因还是在于实验具有相当的难度），因此两次实验的动物数目差异比较大，但均在球形假设无显著差异的基础上进行的统计分析结果。

意见 3：实验二中是否对 AST 检测的“潜伏期”指标进行数据采集？为什么结果中未见五阶段 AST 测试的“潜伏期”指标的结果？

回应：潜伏期一般定义为大鼠进入测试区到出现 digging behavior(挖掘行为)的时间。这个指标通常作为 AST 检测指标中的参考指标，受到动物运动速度和选择性注意过程等因素的影响，而达标训练次数和错误率是评价认知能力的核心指标。实验一发现潜伏期与种系和检测阶段的发生顺序有关与认知表现无关，因此第二个实验中未进行分析。

意见 4：文章中多处使用“外维度定势转移”及“跨维度定势转移”，两者含义是否相同？若相同请统一术语。

回应：二者含义相同，在目前研究中两种表述都有。根据专家意见，为了便于读者阅读，统一表述为“外维度定势转移”。

意见 5：文章中有多处错别字、遗漏字词及以及描述性错误（如前言中应该是“精神分裂症(Hilti et al., 2009; Millan et al., 2012)患者”而不应该是“精神分裂症”都伴随不同程度和不同特征的认知灵活性“受损”而不应该是“缺失”等。），材料和方法部分中“从测试前 7 天开始限制动物摄食（10-15g/天），维持 80-85%的体重增长”的“维持 80-85%的体重增长”具体是何意？

回应：对审稿专家提及的文中表述不严谨的地方进行了进一步的修改，请见文中修订蓝色字体部分。

限食方法具体表述为，“从测试前 7 天开始限制动物摄食（10-15g/天），将体重逐步降低至限食前体重的 80-85%左右。”

意见 6：材料和方法中“为了避免位置和线索偏好，在测试过程中随机选择相关维度的配对刺激物中的一个作为正性线索。同时每次任务中陶土罐的位置随机放置在测试区的左侧或右侧”，此处采用了怎样的随机化方法？

回应：各测试阶段的正性线索标记陶土罐左右位置按照实验前产生的随机序列放置。

意见 7：结果部分多次采用“存在显著的主效应”，“交互作用不显著”等说法，建议改为“主效应/交互作用无统计学意义”可能更加准确。

回应：表述进行了统一。

意见 8：讨论中对“不同检测程序对 AST 认知结构的影响”的讨论不够充分，再对不同检测程序对 AST 认知结构的影响特点进行讨论。

回应：结合第一点建议，进一步完善不同检测程序对 AST 认知结构影响的相关研究背景，主要发现和意义，详见蓝色字体部分。

第二轮

意见 1：在“从测试前 7 天开始限制动物摄食（10-15g/天），将体重逐步降低至限食前体重的 80-85%左右”中，为什么要将体重逐步降低至限食前体重的 80-85%左右？请提供相关依据；

回应：通过限食诱发动动物觅食动机在多种行为检测中都被采用。限食程度通常遵循能够诱发动动物觅食动机的最低限食标准原则以避免过度饥饿带来的其他影响。

我们在建立 AST 模型的过程中，首先查阅了有关啮齿类动物 AST 检测的相关研究(Fox, Barense, & Baxter, 2003; Liston et al., 2006)。以往的研究一般采用“15-20g/日摄食量以保持动物 80-85%预期体重”的标准。在预实验研究中，我们发现“2-3 月龄（体重 200-250g）的成年大鼠控制 10-15g/日摄食量”可以使得动物体重下降并保持在限食前体重 80-85%的水平，并且在随后的测试中能够诱发动动物明显而稳定的觅食行为。这些表明，每只动物相对自身体重大约 80-85%的限

食程序是比较合适的测试前操作步骤。至于每日摄食绝对量需要依据所采用动物的年龄和体重等因素进行调整。在 2.2 和 2.3 AST 实验部分引用了上述参考文献。

意见 2： 建议在本研究中提供五阶段 AST 测试的“潜伏期”指标的结果，并对大鼠在不同检测程序（七阶段与五阶段模式）中的 SD，CD，IDS，RL 和 EDS 阶段所表现出的训练次数、错误率及潜伏期进行比较，再对不同检测程序对 AST 认知结构的影响特点进行分析及讨论。

回应：增加了两种系动物五阶段 AST 潜伏期指标的结果（图 6）。两次结果都一致发现潜伏期与种系和任务阶段有关。一方面，Wistar 大鼠的潜伏期表现出明显的阶段性特点，在第一个阶段—SD 阶段的潜伏期最长，随着检测进行平均潜伏期稳定而快速减少，后检测阶段的潜伏期明显低于 SD 阶段。与此不同，SD 大鼠则未能观察到上述潜伏期阶段性变化过程。另一方面，总的来看 SD 大鼠在 AST 各阶段的潜伏期与 Wistar 大鼠相比更短（尤其在 SD 阶段有显著差异）。讨论部分进一步分析了潜伏期种系和阶段差异与目的行为和认知表现的关系。

注意定势转移任务的核心在于建立定势和定势转换。如何判断上述过程是否发生，不是通过各阶段的任务表现水平（如达标训练次数和错误率），而是各任务阶段间的反应模式。原因在于：

AST 连续检测的五种认知成分包括：简单鉴别学习（SD），复杂信号系统鉴别学习（CD），同一维度内对已习得问题解决策略的调整和转换能力（包括内维度转换 IDS 和逆反学习 RL），以及随着环境关系变化在不同维度间策略转换的能力（外维度定势转移 EDS）。RL 和 EDS 是评价定势转换能力的核心指标，分别是在前期策略“定势”和注意维度“定势”建立基础上转换以形成新的问题解决策略。因此，与 SD，CD 或 IDS 阶段相比 RL 或 EDS 阶段达标训练次数和错误率通常更高。如果前期“定势”未能建立，则将不表现出认知成分间的上述反应模式。因而定势是否建立主要通过这种成分间关系而非绝对值评价。例如七阶段训练程序通常可以在大鼠建立注意定势（不同认知成分间的反应模式），而相同的程序则难以在小鼠建立稳定的策略或维度“定势”，通常需要多次重复的前期学习训练才能够诱发（在讨论部分增加了相应内容）。另外，定势转换表现（如 RL 和 EDS 阶段的达标训练次数和错误率）与“定势”建立及其稳定程度有关，显然

多次的重复训练可以建立或增强定势。由于五阶段和七阶段 AST 检测程序不同（减少了两次同一维度转换任务），意味着同一维度问题解决策略“定势”的形成和稳定程度以及与此相关的跨维度“定势”转换过程存在差异，比较它们在各阶段训练次数、错误率绝对数值差异缺乏意义。无论何种检测程序，只要能建立各学习成分间的结构效度关系就可以进行注意定势转移任务研究，因此本研究采用反应模式评价不同检测程序的结构效度。在讨论部分对 AST 认知结构和不同种系动物认知反应差异相关的心理神经基础进行了分析和讨论。