

基于规则的类别学习中言语标签和动作标签的建构*

汝涛涛 莫 雷 张 婷 焦鸿浩 黄玉兰

(华南师范大学心理应用研究中心, 广州 510631)

摘 要 采用 Maddox, Glass, O'Brien, Filoteo 和 Ashby (2010) 的标签转换范式, 探究在基于规则的类别学习中, 对同一类刺激分别建立对应的言语标签(即形成刺激的类别名称)与建立对应的动作标签(即形成刺激的类别反应)的情况下, 两种类别标签的表征状况。实验 1 结果表明, 在按随机顺序学习两类标签情境中, 个体的建构方式遵从链条加工模型, 即依从刺激-言语标签-动作标签的顺序进行建构; 实验 2 结果进一步发现, 这种言语标签优先建构的链条加工结构具有较强的稳定性, 不会受到两类标签学习方式的影响。

关键词 基于规则的类别学习; 言语标签; 动作标签; 建构方式

分类号 B842

1 前言

个体在适应新异刺激或变化环境中的复杂行为及其行为背后的认知加工过程是当前心理学研究的重要主旨之一。在类别学习方面, 目前研究者感兴趣的问题是: 当要求学习者依据特定规则对目标刺激进行归类并做出动作反应时, 个体是否需要先通达目标刺激的类别名称(类别标签), 然后才做出类别反应呢? 换言之, 学习者进行分类学习的认知加工过程是怎样的呢?

基于规则的标签转换范式(Rule-based classification)是研究者探讨这一问题时普遍采用的一种实验范式。在这种范式中, 个体很容易通过推理来获得完成分类任务所需的认知策略, 并且可以将这种推理过程以言语的形式描述出来(Ashby, Alfonso-Reese, Turken, & Waldron, 1998; Bruner, Goodnow, & Austin, 1956, 1986; Estes, 1996; Smith & Medin, 1981)。

例如, 在单一规则的分类任务中, 要求学习者对如图 1 中不同稀疏密度的光栅图进行分类, 并且要求学习者对 A 类光栅图做出按“F 键”的反应, 对 B 类光栅图做出按“J 键”的反应, 通过按键的正确率来检验学习者是否习得了正确的类别知识(刘志

雅, 莫雷, 2009)。在这一任务中, 学习者需要发现光栅密度这一相关维度并在大脑中建构该维度的不同取值(疏或密)与相应类别名称(A 类或 B 类)的联结地图; 标签转换则是当被试已经形成这种联结地图之后, 改变分类规则, 使得原先疏、密两类刺激对应的类别名称(A 类或 B 类)发生转换, 通过记录被试重新掌握新的分类策略时反应时和正确率的改变来推测其内部的认知加工过程(Buss, 1953; Downes et al., 1989; Goldstone & Steyvers, 2001; Kendler & Kendler, 1962, 1968; Robbins, 2007; Wills, Noury, Moberly, & Newport, 2006; Wolff, 1967)。

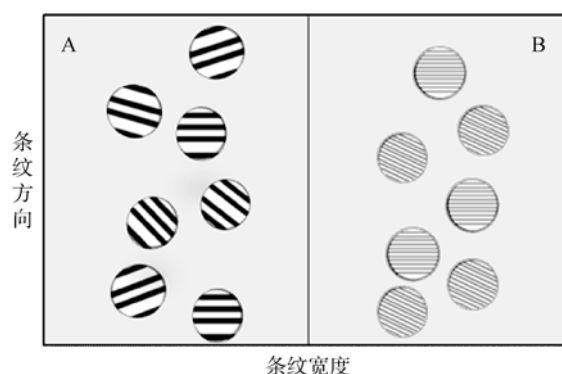


图 1 基于规则分类实验材料

收稿日期: 2012-08-31

* 国家自然科学基金(31170997); 国家重点基础研究发展计划项目(2012CB720700)。

通讯作者: 莫雷, E-mail: molei@scnu.edu.cn

那么,在上述分类过程中,学习者是否需要通过刺激的类别名称才能通达刺激对应的类别反应呢?研究者对此先后提出两种观点:第一种是单一联结学习假说,这一假说来源于 Ashby 和 Waldron 等人提出的言语与内隐系统交互竞争模型(The Competition between Verbal and Implicit Systems, COVIS) (Ashby et al., 1998; Ashby & Waldron, 1999)。根据此模型的观点,基于规则的类别学习的过程只包含“刺激-类别标签”的单一的联结学习过程。具体而言,学习者的类别学习过程实质是建立“疏光栅-A 类”和“密光栅-B 类”的单一联结。学习者无需再学习每类刺激对应的类别按键反应。同时,该模型还指出,个体形成刺激与类别标签之间的联结的生理机制是通过调节视锥和视杆细胞的突触长度来实现的。支持性证据来自于以猕猴为对象的研究,研究者们采用单细胞记录技术发现,猕猴纹状体中部的视锥细胞参与了特定的分类反应活动(Merchant, Zainos, Hernández, Salinas, & Romo, 1997; Romo, Merchant, Ruiz, & Crespo, 1995; Romo, Merchant, Zainos, & Hernández, 1997)。

尽管有实证研究支持了单一联结学习模型(Ashby & Ennis, 2006),但是此模型仍然存在一定的局限性:首先,单一联结模型太过概化,实验中研究者并未要求学习者对目标刺激对应的类别名称如“A 类”和“B 类”做出外显的反应,而只是对用作标识不同类别名称的按键“F/J 键”作出反应。就某种意义而言,这里反应按键可能被个体当做一种新的分类标签。因此,研究者无法将形成刺激的类别名称的过程与做出刺激的类别反应的过程加以区分,从而忽视了类别/按键反应在类别学习中的重要性。此外,单一联结学习模型不能有效地解释 Buss (1953)的研究结果,Buss 比较了在标签学习阶段结束后,两类刺激对应的类别名称发生互换情境与根据新的刺激特征重新进行分类两种情境下的学习差异,结果发现前者再次学习的难度较小。根据单一联结模型的观点,上述两种标签转变情境下,个体都需要重新建立每个刺激对应的新的类别名称并作出类别反应,由此推之,两种情境下学习者再次掌握分类策略的难度和时间应该相同。基于以上两点,单一联结模型的结构可能需要扩展(Maddox, Glass, O'Brien, Filoteo, & Ashby, 2010)。

第二种是两联结模型(Two-association model),此模型指出,基于规则的类别学习是一种内隐的学习系统,包含着“刺激-类别标签”(stimulus to

category label)和“类别标签-反应位置”(category label to response location)两个相互联系的联结过程(Goldstone & Steyvers, 2001; Kendler & Kendler, 1962, 1968; Kruschke, 1996),例如,上例中学习者类别学习的过程包含了学习“疏/密光栅—A/B 类”和“A/B 类—F/J 键”这样两个联结过程。根据这一模型的观点,可以有效地解释 Buss 的研究结果。当要求个体根据新的刺激特征进行重新分类时,个体除了需要重新建立原刺激对应的新的类别名称外,还需根据类别名称建立新的反应按键,但是类别互换情境下,个体无需重新学习刺激的类别名称,只需将原先两种类别名称对应的反应按键互换即可完成分类任务。因此,后者重新学习的难度较小,反应时较短(Kruschke, 1996; Sanders, 1971; Wills et al., 2006)。此后, Sanders (1971)使用基于规则的分类任务和 Wills 等人(2006)使用家族相似性任务得出的结论也支持两联结学习模型。

为了对以往数据结果进行整合, Kruschke (1996)设置了多种不同的类别转换情境,以此考察不同方式的标签转换对类别学习产生的影响,并在实验基础上提出了类别学习的四层次联结模型(a four-layer connectionist mode, AMBRY) (Kruschke, 1992, 1996)。根据这一模型的观点,个体对刺激进行分类需要经历刺激输入阶段、样例概括阶段、类别表征阶段和类别反应阶段四个层次,其中,研究者通常用“刺激-类别标签”的联结来表示输入的刺激经由类别表征形成不同类别的过程,用“类别标签-反应位置”的联结来表示形成类别表征到做出类别反应的过程。

最近, Maddox 等人(2010)的一项研究也强有力地证明了两联结模型的可靠性,他们采用标准的标签转换范式,通过设置类别标签转变条件、反应位置转变条件和无转变的控制条件三种情境,考察不同形式的标签转变对信息整合的类别学习带来的影响。结果发现,经过学习阶段的反复学习之后,类别标签发生转变和反应按键发生转变均会对再次学习造成显著的影响,并且前者造成的干扰更大。在此之前, Ashby, Ell 和 Waldron (2003)采用同样的范式已经证实在基于规则的类别学习中同样存在上述的两种独立的联结学习过程。

诚然,相对于单一联结模型,两联结模型因其明确区分了类别标签的形成过程和做出类别反应的过程,因此,可以有效地解释各种不同方式的标签转换造成的学习差异,表现出一定的优越性。但

是,此模型仍有两个问题值得进一步探讨。

首先,研究者以往采用的学习训练-测试范式中学习阶段的设计存在较强的人为性。通常学习者被告知这是一个图形分类任务,需要观察并判断屏幕所呈现的目标刺激属于哪个类别(C_1 或 C_2),并根据刺激对应的类别在键盘上按下某个特定按键(R_1 或 R_2)。可能这种基于“刺激-类别标签-反应位置”的学习顺序人为地规定了个体要优先形成刺激与类别标签的联结,继而形成类别标签与类别反应的联结。如果研究者让学习者独立学习上述的“刺激-类别标签”与“刺激-类别反应”的两种联结,或者优先学习“刺激-类别反应”的联结,再学习“刺激-类别标签”的联结,那么,个体将建构怎样的联结方式呢?

其次, Maddox 等人(2010)根据两联结模型,推测个体除了建构“刺激-类别标签”的联结地图,也有可能直接建构了“刺激-类别反应”的联结地图。在这种联结模式中,类别标签的改变只会破坏刺激与类别标签的联结而不会影响刺激与类别反应的联结;同样,反应按键的改变则只会破坏刺激与类别反应的联结而不影响刺激与类别标签的联结。在这里,“反应按键”有可能也被学习者当作对刺激进行分类的第二种类别标签,但这种假设缺乏具体实证研究的支持。

针对两联结模型存在的上述问题,本研究拟探讨“刺激-言语标签”和“刺激-动作标签”作为两个独立的学习过程的条件下,个体所形成的类别表征情况,从而对前人提出的两联结模型做进一步的分析。在研究中,“刺激-言语标签”的学习要求被试学会对同类刺激口头报告出该刺激的类别名称;“刺激-动作标签”的学习要求被试学会对同类刺激做出特定的按键反应。基于上述问题,本研究提出了如

图 2 所示的平行加工(M1)和链条加工(M2)两种假设模型,探讨当被试被要求分别学会一类刺激对应的言语标签和动作标签时,如何建构刺激、言语标签和动作标签三者之间的联结。

2 实验 1

2.1 目的

考察个体按照随机顺序学习刺激对应的言语标签和动作标签的情况下,是遵循平行加工模型(M1)还是遵循链条加工模型(M2)建构三者之间的联结。

2.2 研究方法

2.2.1 被试

在校大学生 66 名,其中男生 29 名,女生 37 名,视力或矫正视力正常。所有被试以前均未参加过类似实验。被试被随机分派到动作标签转换组、言语标签转换组和控制组中去,每组 22 人。

2.2.2 材料与设计

实验刺激为平面的几何图形(如图 3),这些几何图形具有颜色(黄色和绿色)和形状(三角形和四边形)两个类别维度,为了减轻被试的记忆负荷,本实验共采用以下 4 种图形来作为正式实验的材料。

与实验刺激相对应,有两种类别标签:第一类是需要口头报告的言语标签“X”与“Y”;第二类是需要按键反应的动作标签“左键”与“右键”。

本实验采用 3(标签转换方式) $\times$ 2(学习顺序)的两因素混合实验设计。“标签转换方式”是被试间因素,分三种水平:言语标签转换,动作标签转换与控制组(无转换)。为了考察标签转换的实验操作是否有效,以及被试在标签学习阶段和标签转换学习阶段结束时,是否正确掌握了分类规则,实验将标签学习和标签转换学习阶段均分为前后对等的两

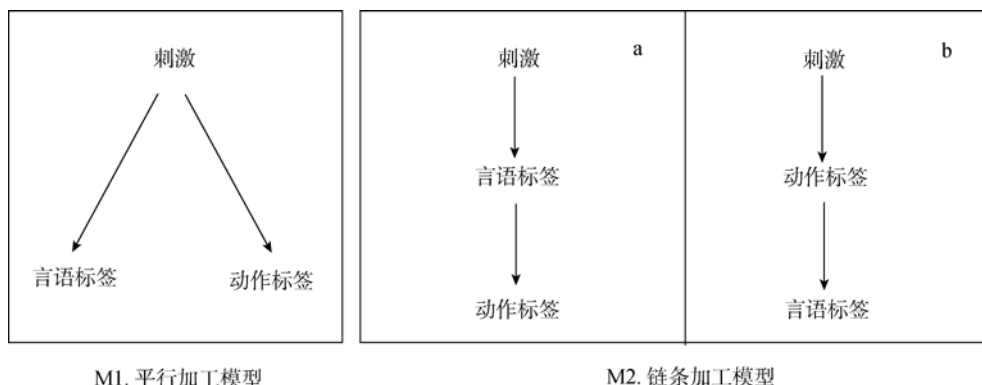


图 2 言语标签和动作标签建构的两种假设模型

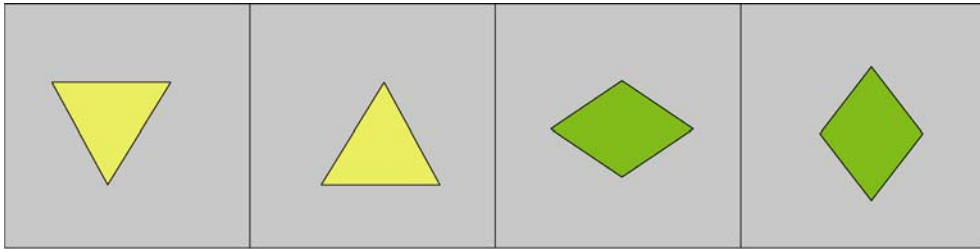


图3 实验材料

注: 此图为彩色, 其中图形背景为灰色, 三角形均为黄色, 四边形均为绿色, 详见电子版

轮学习, 并设置了学习顺序这一被试内因素, 对应顺序因素的第一轮、第二轮两种水平。因变量为被试对两类标签的反应时和正确率。

2.2.3 程序

实验过程包括两个阶段, 第一阶段是标签学习阶段, 第二阶段是标签转换学习阶段。

第一阶段, 标签学习阶段。三组被试均照相同的分类规则, 学习每种刺激的两类标签, 通过两轮的学习, 使被试形成关于每类刺激与两类标签之间的稳定联结。首先告知被试“这是一个图形分类测试, 请您根据屏幕上呈现的几何图形的颜色信息对其进行正确的归类”。接下来, 每组一半的被试被要求“若呈现的图形为黄色, 您需要口头报告“X”并且按下键盘的左键; 若呈现的图形是绿色, 您需要口头报告“Y”并且按下键盘右键”; 另一半被试则被要求“若呈现的图形是黄色, 您需要按下键盘“左键”并且口头报告“X”; 若呈现图形为绿色, 您需要按下键盘“右键”并且口头报告“Y”。每位被试随机接受其中一种指导, 随后进入练习程序直至其能够保持两种反应同步发生方可进入正式实验。

在标签学习阶段的每一次的学习(trial)中, 屏幕首先呈现一个红色“+”号注视点, 注视点持续 1500 ms 后自动消失, 随后随机呈现四类刺激中的一个, 持续时间为 5000 ms, 被试被要求在图形呈现的过程中尽可能准确而迅速地作出口头和按键反应。随后呈现一个 500 ms 的掩蔽界面。从刺激开始呈现到被试做出反应的时间间隔记录为反应时。每位被试在整个学习阶段一共进行 4 个刺激 $\times$ 15 次 $\times$ 2 轮共 120 次的学习, 确保被试完全掌握了每类刺激对应的两类标签。计算机自动记录被试每次学习的语音反应方式与按键反应方式以及反应时。

第二阶段, 标签转换学习阶段。标签学习阶段结束之后, 立即进入标签转换学习阶段。这一阶段的学习首先通过指导语告知被试分类所依据的刺

激特征由颜色转换为形状, 通过这种改变操纵三个实验组各自发生不同方式的类别标签转换, 具体是言语标签转换组的被试要学习将原来两类刺激对应的言语标签互换, 例如, 在标签学习阶段, 黄色图形对应“X”, 绿色图形对应“Y”; 而在本阶段, 三角形对应“Y”, 四边形对应“X”。动作标签转换组的被试要学习将原来两类图形对应的动作标签互换, 即在标签学习阶段中, 黄色图形对应“左键”, 绿色图形对应“右键”; 而本阶段, 三角形则对应“右键”, 四边形对应“左键”。控制组则在学习两类标签上没有发生任何改变, 以此作为实验处理的基线。

第二阶段标签转换学习阶段的做法与第一阶段基本相同, 每一次的学习(trial)中, 屏幕首先呈现一个持续 1000 ms 的红色“+”号注视点, 随后播放一个反应提示信息“请报告”或“请按键”, 紧接着呈现一个持续 5000 ms 的目标刺激, 被试需要根据语音提示, 对屏幕上所呈现刺激的言语标签或动作标签进行反应, 最后是一个 500 ms 的掩蔽界面。从刺激开始呈现到被试做出语音或按键反应的时间间隔记录为反应时。整个标签转换学习阶段每位被试一共进行 2 种反应提示 $\times$ 2 类刺激 $\times$ 15 次 $\times$ 2 轮共 120 次的学习, 而两种反应提示和两类刺激是随机匹配呈现。计算机自动记录被试每次测试的语音与按键反应方式以及反应时。

整个实验操作是在多功能个体实验室进行的, 刺激界面的背景为灰色, 刺激图形出现在屏幕正中央, 采用 E-Prime 2.0 编写实验程序, 被试的语音反应数据由 E-Prime 2.0 自带的语音盒记录。

图 4 分别列出标签学习阶段与标签转换学习阶段被试形成的刺激与两种类别标签之间的联结模式。

2.3 实验预期

根据上述模型假设, 可能会出现三种结果: 第一种, 如果被试形成如图 2 中 M1 所示的平行联结

模型,那么,言语标签或动作标签两者中任意一者的改变都不会干扰被试对另外一者的反应,表现为言语标签转换组对动作标签的反应时与控制组无显著差异,动作标签转换组对言语标签的反应时与控制组也无显著差异。第二种,如果被试形成如图2中M2a所示的言语标签优先建构的链条联结模型,那么言语标签转换组对动作标签的反应时要显著大于控制组,但动作标签转换组对言语标签的反应时与控制组无显著差异。第三种,如果被试形成的是如图2中M2b所示的动作标签优先建构的链条联结模型,那么相反,动作标签转换组对言语标签反应时显著长于控制组,而言语标签转换组对动作标签的反应时与控制组无显著差异。

2.4 结果与分析

为了保证被试充分掌握实验的分类规则并做出正确的反应,对反应正确率低于80%的被试(4人,6.6%)及其反应时的极端值(2人,3.3%)进行了剔除。最后对控制组(18人)、言语标签转换组(21人),动作标签转换组(21人)的符合要求的数据进行统计分析。

2.4.1 标签学习阶段的结果分析

为了考察三组被试标签学习结束后是否获得了相同的学习效果,研究对标签学习阶段前后两轮学习被试的语音和按键反应的正确率和反应时进行了统计分析(见表1)。

在动作标签和言语标签的平均反应时指标上,标签转换方式的主效应不显著, $F(2, 58) = 0.02$, $p > 0.05$; 标签学习过程存在练习效应, $F(1, 58) = 7.01$, $p < 0.05$, 第二轮学习的反应时(471.79 ± 115.06)显著快于第一轮学习(515.05 ± 119.00); 标签转换方式与学习顺序的交互作用不显著, $F(2, 58) = 0.10$, $p > 0.05$ 。

在动作标签和言语标签的反映的平均正确率指标上,标签转换方式的主效应不显著, $F(2, 58) = 1.37$, $p > 0.05$; 标签学习过程中同样存在练习效应, $F(2, 58) = 49.10$, $p < 0.001$ 。第二轮学习的正确率(0.91 ± 0.04)显著高于第一轮学习(0.86 ± 0.04); 标签转换方式与学习顺序的交互作用不显著, $F(2, 58) = 1.71$, $p > 0.05$ 。

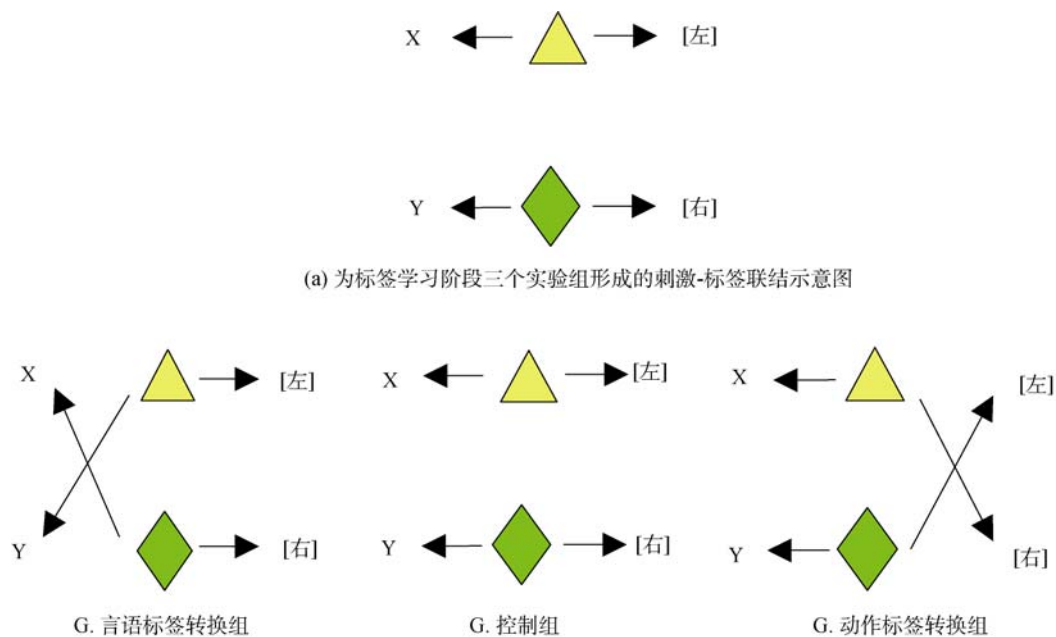


图4 (b)为标签转变学习阶段三个实验组形成的刺激-标签联结示意图

注:此图中三角形为黄色,四边形为绿色,详见电子版

表1 标签学习阶段三个实验组反应时与正确率的比较($M \pm SD$)

条件	正确率		反应时	
	第一轮	第二轮	第一轮	第二轮
控制组	0.86 ± 0.06	0.90 ± 0.05	515.80 ± 128.16	470.48 ± 93.75
言语标签转换组	0.85 ± 0.03	0.90 ± 0.02	513.08 ± 108.37	479.49 ± 147.88
动作标签转换组	0.85 ± 0.05	0.92 ± 0.03	516.32 ± 126.40	465.50 ± 98.88

结合以上数据可以表明, 经过标签学习阶段的多次练习, 三个实验组的被试均形成了各类刺激与两种类别标签之间的稳定联结, 并且在学习程度上具有相同的终点。

2.4.2 标签转换学习阶段的结果分析

进一步对标签转换学习阶段三组被试的反应时和正确率进行统计分析, 根据预期模型假设, 数据分析的重点是将言语标签转换组、动作标签转换组分别与作为基线的控制组进行差异比较。

2.4.2.1 正确率

对言语标签和动作标签的反应正确率(表 2)分别进行重复测量方差分析, 结果表明, 不同标签转换组对两种类别标签的反应正确率无统计学差异, $F(2, 58)=0.35, p>0.05, F(2, 58)=0.04, p>0.05$; 标签转换学习阶段, 被试对两类标签的反应正确率均表现出了学习效应, $F(1, 58)=49.22, p<0.01, F(1, 58)=99.31, p<0.01$, 第二轮学习的正确率显著高于第一轮学习。标签转换方式与学习顺序间的交互作用不显著, $F(2, 58)=2.50, p>0.05, F(2, 58)=0.82, p>0.05$ 。

结果表明: 在标签转换学习阶段结束时, 实验组和控制组的被试均重新掌握了新的分类规则, 并且达到了同等的学习程度。

2.4.2.2 反应时

(1) 动作标签的反应时

标签转变学习阶段三个组对动作标签的反应时见图 5, 在动作标签的反应时指标上, 进行标签转换方式 $\times$ 学习顺序的两因素重复测量方差分析, 结果发现, 不同标签转换组之间的差异显著, $F(2, 58)=7.15, p<0.01$ 。多重比较发现, 言语标签转换组对动作标签的反应时(742.72 $\pm$ 248.95)显著大于控制组(530.64 $\pm$ 115.92), $t(37)=-3.32, p<0.01$, 而动作标签转换组对动作标签的反应时(593.78 $\pm$ 146.18)与控制组无显著差异, $t(38)=-1.49, p>0.05$ 。此外, 言语标签转换组对动作标签的反应时也显著大于动作标签转换组, $t(41)=2.41, p<0.05$ 。

同时, 研究发现在标签转换学习阶段, 三组被

试对动作标签的反应时均存在练习效应, $F(1, 58)=9.68, p<0.01$, 标签转换学习阶段第二轮学习的反应时(601.88 $\pm$ 199.74242.50)显著快于第一轮学习(650.97 $\pm$ 216.74)。标签转换方式与学习顺序的交互作用不显著, $F(2, 58)=0.94, p>0.05$ 。

(2) 言语标签的反应时

在言语标签的反应时指标上, 三组被试的语音反应时如图 6, 重复测量方差分析表明, 不同标签转换组之间差异显著, $F(2, 58)=24.34, p<0.001$ 。多重比较发现, 言语标签转换组对言语标签的反应时(949.57 $\pm$ 290.88)显著大于控制组(593.71 $\pm$ 101.81), $t(37)=-4.93, p<0.001$, 而动作标签转换组对言语标签的反应时(584.88 $\pm$ 112.82)与控制组之间差异不显著, $t(38)=0.26, p>0.05$ 。此外, 言语标签转换组对动作标签的反应时也显著大于动作标签转换组, $t(41)=5.47, p<0.01$ 。

同样, 三个组对言语标签的反应也存在明显的学习效应, $F(1, 58)=15.55, p<0.001$, 标签转换学习阶段第二轮学习的反应时(680.72 $\pm$ 242.50)显著快于第一轮学习(745.38 $\pm$ 283.90)。标签转换方式与学习顺序的交互作用不显著, $F(2, 58)=2.59, p>0.05$ 。

综合以上数据, 研究发现, 以控制组对两类标签的反应时为基线, 言语标签转换组对动作标签的反应时显著延长, 而动作标签转换组对言语标签的反应时与控制组并无显著差异, 这一数据结果与本研究前文提出的模型假设 M2a 相吻合。

由此, 实验 1 可以得出结论, 个体在按照随机顺序学习刺激的言语标签和刺激的动作标签时, 遵循“刺激-言语标签-动作标签”的链条加工模型来建构刺激与两类标签的联结。那么, 这种链条联结结构的稳定性如何? 如果让被试预先以某种特定的顺序如优先学习“刺激-动作标签”的联结后学习“刺激-言语标签”的联结, 结果是否会发生改变, 换言之, 这种链条加工的联结方式是否会受到两类标签学习方式的影响呢? 实验 2 准备回答这一问题。

表 2 标签转变学习阶段三个实验组语音反应与按键反应正确率的比较($M \pm SD$)

条件	言语标签		动作标签	
	前一半	后一半	前一半	后一半
控制组	0.83 $\pm$ 0.09	0.92 $\pm$ 0.04	0.86 $\pm$ 0.05	0.92 $\pm$ 0.05
言语标签转换组	0.84 $\pm$ 0.03	0.92 $\pm$ 0.06	0.87 $\pm$ 0.07	0.90 $\pm$ 0.06
动作标签转换组	0.83 $\pm$ 0.06	0.92 $\pm$ 0.05	0.85 $\pm$ 0.07	0.90 $\pm$ 0.06

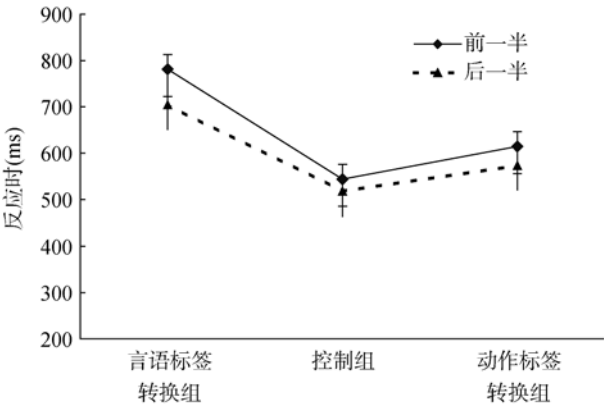


图 5 标签转换学习阶段三个组对动作标签的反应时的比较

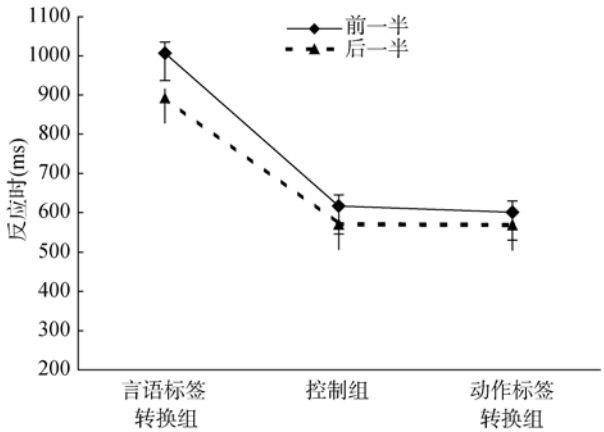


图 6 标签转换学习阶段三个组对言语标签的反应时的比较

3 实验 2

3.1 目的

考察个体按照特定的顺序学习刺激的言语标签与动作标签的情况下,如何建构三者之间的联结,即上述链条加工结构的稳定性如何?

3.2 研究方法

3.2.1 被试

48 名在校本科大学生,其中男生 12 名,女生 36 名,视力或矫正视力正常。所有被试以前均未参

加过类似实验。被试被随机分派到三个实验组,每组 16 人。

3.2.2 材料与设计

实验材料同实验 1,实验 1 的结果显示,整个标签学习过程均存在明显的学习效应,因此,实验 2 中将不再考察学习顺序而采用单因素三水平(标签转换方式:控制组、言语标签转换组和动作标签转换组)的被试间设计。

实验 2 同样包括标签学习阶段和标签转换学习两个阶段,但在标签学习阶段与实验 1 有所区别。标签学习阶段,首先要求被试学习所有目标刺激对应的动作标签,即进行按键反应练习,随后再学习每个目标刺激对应的言语标签,即进行口头报告练习。通过充分学习之后,开始进入标签转换学习阶段,此阶段的学习程序同实验 1。

3.2.3 程序

实验程序同实验 1。

3.3 结果与分析

同样对实验 2 的数据进行预处理,删除反应正确率低于 80%的被试(2 人,4.2%)以及反应时数据的异常值(2 人,4.2%)。最终有 44 人进入到了正式标签转换学习阶段。

3.3.1 标签学习阶段的结果分析

同样,为了考察被试在标签学习阶段结束后是否取得了同样的学习效果,首先对标签学习阶段三个组对两类标签的反应时和正确率进行了方差分析。

在正确率指标上,统计分析发现,两个实验组对两类标签的反应正确率与控制组之间差异均不显著, $F(2,43)=1.15, p>0.05$, $F(2,43)=1.66, p>0.05$ 。在反应时指标上,两个实验组对两类标签的反应时与控制组的差异也不显著, $F(2,43)=0.21, p>0.05$, $F(2,43)=0.51, p>0.05$ 。

以上反应时和正确率的数据表明,经过标签学习阶段的充分学习,实验组和控制组的被试均掌握了正确的分类规则并且达到了相同的学习程度。

表 3 标签学习阶段三个组平均反应时与正确率的比较($M \pm SD$)

实验条件	正确率		反应时	
	言语标签	动作标签	言语标签	动作标签
控制组	0.94±0.06	0.93±0.02	572.90±31.34	569.53±29.94
言语标签转换组	0.92±0.05	0.92±0.02	562.40±46.22	553.01±46.31
动作标签转换组	0.93±0.06	0.94±0.03	564.18±53.81	563.24±50.46

3.3.2 标签转换学习阶段的结果分析

依据实验逻辑, 研究提出两种结果预期: 预期 1, 如果实验 1 支持的链条加工结构是个体默认建构的稳定结构, 那么, 实验 2 将得出与实验 1 相同的数据结果。预期 2, 如果这种链条加工结构会受到学习方式的影响, 那么, 个体将会遵循 M2b 的链条加工模型重新建构三者的联结, 具体表现为言语标签组对动作标签的反应时与控制组无显著差异, 动作标签转换组对言语标签的反应时显著大于控制组。

3.3.2.1 正确率

标签转换学习阶段, 三组被试对言语标签和动作标签的反应正确率见表 4, 方差分析发现, 在对话语标签和动作标签的反应正确率上, 三个组之间差异都不显著, $F(2, 43)=0.21, p>0.05$, $F(2, 43)=1.13, p>0.05$ 。

表 4 标签转换学习阶段三个组反应正确率的比较

实验条件	(M ± SD)	
	言语标签	动作标签
控制组	0.92±0.06	0.92±0.04
言语标签转换组	0.91±0.08	0.90±0.06
动作标签转换组	0.93±0.05	0.93±0.06

由此表明, 当刺激原有的动作标签或言语标签发生转换之后, 被试通过多次学习又重新建立了刺激与新类别标签之间的对应关系, 无论是言语标签转换组还是动作标签转换组, 均达到了与控制组相同的学习效果。

3.3.2.2 反应时

(1) 动作标签的反应时

在动作标签的反应时指标上(见图 7), 统计分析以控制组对动作标签的反应时为基线, 进行独立样本 t 检验发现, 言语标签转换组对动作标签的反应时 (659.26 ± 152.22) 显著大于控制组 (538.40 ± 143.13), $t(26) = -2.15, p<0.05$ 。比较还发现, 动作标签转换组对动作标签的反应时 (588.27 ± 109.64) 与控制组差异不显著, $t(27) = -1.09, p>0.05$ 。

(2) 言语标签的反应时

在言语标签的反应时指标上(见图 8), 比较同样以控制组对动作标签的反应时为基线, 进行独立样本 t 检验, 结果发现, 动作标签转换组对言语标签的反应时 (710.99 ± 302.95) 与控制组 (689.34 ± 209.92) 的差异不显著, $t(27) = -0.22, p>0.05$ 。言语标

签转换组对言语标签的反应时 (935.40 ± 330.44) 显著大于控制组, $t(26) = -2.31, p<0.05$ 。

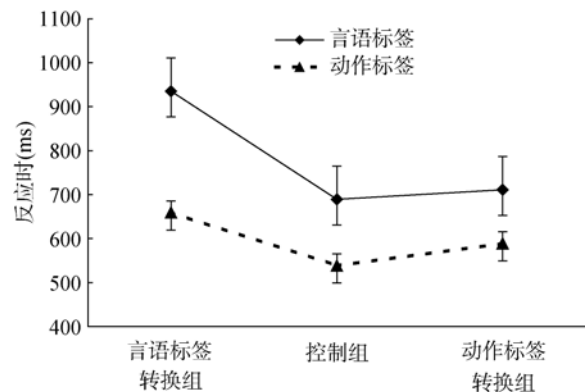


图 7 标签转换学习阶段三个实验组对两种标签反应时的比较

以上反应时与正确率的数据所反应出的趋势与实验 1 的结果完全一致, 与上文提到的结果预期 1 相吻合。由此可知, 实验 1 得出的个体遵循“刺激-言语标签-动作标签”的链条加工结构具有较强的稳定性, 不会受到言语标签和动作标签两种类别标签学习顺序的影响。

4 讨论

类别学习对人类生存具有重要的作用, 生活中, 人们判断眼前的植物是有毒还是无毒; 对方是敌是友等都是类别学习的实际应用(刘志雅, 莫雷, 张娟, 2007)。为此, 关于类别学习及其内在加工机制的探讨吸引了众多心理学研究者的兴趣。两联结模型(two association model)将类别学习的加工划分为“刺激-类别标签”和“类别标签-反应位置”两个相互独立的联结学习过程, 具有较强的普适性(Goldstone & Steyvers, 2001; Kendler & Kendler, 1962; Kruschke, 1996)。

4.1 两联结加工模型的可靠性

基于以往支持两联结学习模型的研究中实验设计的局限性, 实验 1 考察了当“刺激-言语标签/类别标签”和“刺激-动作标签/反应位置”作为两个独立的过程进行学习时, 个体所形成的刺激与两类标签的表征情况。

实验 1 的数据结果符合研究之初的假设模型 M2a, 即个体按照随机顺序学习“刺激-言语标签”和“刺激-动作标签”的两种联结时, 是遵从“刺激-类别标签-动作标签”的链条加工模型来建构刺激与两

种类别标签的联结。正是因为个体通过标签学习阶段的反复学习,在大脑中形成上述链条的表征结构,因此,当标签转换学习阶段改变处于链条结构中端的言语标签时,就会导致学习者对处于链条结构末端的动作标签的反应变慢,表现为实验 1 中言语标签转换组对动作标签的反应时显著慢于控制组对动作标签的反应时($p < 0.01$)。与之相反,当处于链条末端的动作标签发生改变,则不会对处于链条中端的言语标签的反应造成干扰,表现为实验 1 中动作标签转换组对言语标签的反应时与控制组对言语标签的反应时不存在显著差异($p > 0.05$)。

有趣的是,当言语标签发生转换之后,言语标签转换组对言语标签的反应时显著长于控制组($p < 0.001$),也显著长于动作标签转换组($p < 0.001$)。但是,当动作标签发生转变之后,动作标签转换组对动作标签的反应时与控制组差异不显著,但要显著快于言语标签转换组。出现这一现象,本文试从以下角度进行解释。

首先,从分类学习的实质来看,当言语标签发生转变时,学习者需要重新表征所有刺激对应的新的言语标签,而控制组和动作标签转换组所对应的言语标签并未发生改变,因此,三个组对言语标签的反应时表现出上述结果($M_{\text{言语}} > M_{\text{控制}} = M_{\text{动作}}$)。其次,从“刺激-言语标签-动作标签”的链条结构来看,当居于链条中端的言语标签发生改变,学习者不仅需要重建刺激与言语标签之间新的联结,同时也要重建言语标签与动作标签之间新的联结。而当动作标签发生改变时,学习者只需重新建构言语标签与动作标签之间新的联结就可恢复整个链条表征结构。因此,前者会造成学习者对动作标签反应时的延长显著大于后者,但后者造成的干扰效果较小,也更容易恢复($M_{\text{言语}} > M_{\text{动作}} > M_{\text{控制}}$)。

从实验 1 的结果分析可以看出,当要求个体同时建构目标刺激对应的言语标签及与其对应的动作标签时,其表征方式遵从“刺激-言语标签-动作标签”的链条加工模型,这一结果将为前人提出的两联结学习模型提供新的佐证,也进一步证实了两联结模型的可靠性。也就是说,在基于规则的类别学习中,个体完成刺激归类过程的实质是学习“刺激-类别标签”和“类别标签-反应位置”两个独立的联结过程 (Maddox et al., 2010)。

4.2 链条加工结构的稳定性

实验 1 为两联结学习模型提供了新的支持性证据,但对于“刺激-言语标签-动作标签”这一链条加

工结构的稳定性的探讨目前仍是空白。实验 2 则首次采用学习训练-测试范式对这一问题进行了预探讨。在学习训练阶段,研究改变了两类标签的学习顺序,首先要求学习者学习“刺激-动作标签”的联结,随后再学习“刺激-言语标签”的联结,很显然,这种优先学习刺激对应的动作标签后学习刺激对应的言语标签的训练顺序是与实验 1 支持的链条结构顺序相违背的,研究正是通过考察个体在违背认知加工顺序的情境中,形成的类别表征结构是怎样的,以此来考察这种链条加工结构是否会受到标签学习方式的影响。

实验 2 中反应时和正确率的数据趋势与实验 1 完全相同,这里不再赘述。这就充分说明,即使改变刺激对应的言语标签和与其对应的动作标签的学习顺序,个体在形成刺激与两类标签的表征结构时,仍然遵循“刺激-言语标签-动作标签”的链条加工模型。由此可知,个体所遵循的这种链条加工结构具有一定的稳定性,不会受到言语标签和动作标签两种类别标签学习顺序的影响,其中言语标签是个体建构目标刺激与动作标签的中介。也就是说,无论是按照怎样的顺序学习两类标签,个体都会优先选择建构刺激与其言语标签的联结,继而建立刺激与其动作标签之间的联结。由此可见,这种言语标签优先建构的链条加工结构并非个体在标签学习阶段经过反复训练而习得,而是个体默认建构的稳定形式。

那么,究竟这种稳定的链条结构从何而来,本文认为可能性来源有二:第一是个体在后天长期的学习过程中经验积累的结果,仅通过实验 1 和实验 2 中标签学习阶段短暂的学习训练,还不足以改变这种长期积累形成的认知经验;第二是个体先天具有的稳定的反应倾向,在个体的大脑表征结构中尚已存在这种链条加工结构,并且这种结构不会受到后天经验学习的影响。真正原因是否如此有待进一步的探究。

4.3 言语在类别学习中的作用

人类具有将经验世界分类的能力,这种能力受到语言和文化因素的影响,Whorf (1956)的语言相对论假说指出,语言会影响个体的思维及对物体的知觉方式。在类别学习中,Ashby 等人也曾提出了类别学习的言语系统和内隐系统之间的竞争(COVIS)模型,这一模型指出:在类别学习中,会出现言语系统最初占优势的偏向,这可能是因为言语系统受到意识的控制,而当言语系统对行为预测的准确性

比内隐系统的预测更差时,这种偏向就会颠倒过来。此外,类别学习的多重系统理论假设指出,不同类别结构的类别学习分别是通过不同的分类系统进行的:基于规则的类别学习是通过外显的、推理的言语分类系统进行的,而信息整合的类别学习是通过内隐的、程序学习的非言语分类系统进行的(Ashby & Waldron, 1999)。

从知识习得的角度而言,本研究设置的基于规则的类别学习隶属于陈述性知识的学习,个体学习的过程主要是凭借外显的言语分类系统进行的,因此,个体会优先选择建构刺激对应的言语标签的学习策略,以此提高类别反应的准确性。与此同时,动作标签在刺激分类过程中的标识作用则退居从属地位,从而表现出言语标签优先建构的现象。由此,我们猜想,在程序性知识或动作技能的学习过程中,是否会出现与之相反的结果,即个体是否会优先建构刺激对应的动作标签呢?我们将在今后的研究中对此进行探讨。

5 结论

(1)在基于规则的类别学习中,无论是按照随机顺序或是固定顺序学习目标刺激对应的言语标签和动作标签时,个体倾向于遵循“刺激-言语标签-动作标签”的链条加工模型来建构刺激与两种类别标签之间的联结;(2)这种言语标签优先于动作标签建构的链条加工结构具有较强的稳定性,不会受两类标签学习方式的干扰。

致谢:感谢审稿专家对本文提出的宝贵而富有建设性的意见和建议以及徐贵平博士在文章修改过程中提供的帮助。

参 考 文 献

- Ashby, F. G., Alfonso-Reese, L. A., Turken, A. U., & Waldron, E. M. (1998). A neuropsychological theory of multiple systems in category learning. *Psychological Review*, 105(3), 442-481.
- Ashby, F. G., Ell, S. W., & Waldron, E. M. (2003). Procedural learning in perceptual categorization. *Memory and Cognition*, 31(7), 1114-1125.
- Ashby, F. G., & Ennis, J. M. (2006). The role of the basal ganglia in category learning. *Psychology of Learning and Motivation*, 46, 1-36.
- Ashby, F. G., & Waldron, E. M. (1999). On the nature of implicit categorization. *Psychonomic Bulletin & Review*, 6(3), 363-378.
- Bruner, J. S., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (1956). *A study of thinking*. New York: Wiley.
- Buss, A. H. (1953). Rigidity as a function of absolute and relational shifts in the learning of successive discriminations. *Journal of Experimental Psychology*, 45(3), 153-156.
- Downes, J. J., Roberts, A. C., Sahakian, B. J., Evenden, J. L., Morris, R. G., & Robbins, T. W. (1989). Impaired extra-dimensional shift performance in medicated and unmedicated Parkinson's disease: Evidence for a specific attentional dysfunction. *Neuropsychologia*, 27(11-12), 1329-1343.
- Estes, W. K. (1996). *Classification and cognition*. New York: Oxford University Press.
- Goldstone, R. L., & Steyvers, M. (2001). The sensitization and differentiation of dimensions during category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(1), 116-139.
- Kendler, H. H., & Kendler, T. S. (1962). Vertical and horizontal processes in problem solving. *Psychological Review*, 69(1), 1-16.
- Kendler, H. H., & Kendler, T. S. (1968). Mediation and conceptual behaviour. Behavior. In K. W. S. J. T. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 197-244). New York: Academic Press.
- Kruschke, J. K. (1992). ALCOVE: an exemplar-based connectionist model of category learning. *Psychological Review*, 99(1), 22-44.
- Kruschke, J. K. (1996). Dimensional relevance shifts in category learning. *Connection Science*, 8(2), 225-248.
- Liu, Z. Y., & Mo, L. (2009). Prototype and exemplar on classification and inference learning. *Acta Psychologica Sinica*, 41(1), 44-52.
- [刘志雅, 莫雷. (2009). 两种学习模式下类别学习的结果: 原型和样例. *心理学报*, 41(1), 44-52.]
- Liu, Z. Y., Mo, L., & Zhang, J. (2007). Rule-based and information-integration category learning. *Psychological Science*, 30(6), 1429-1432.
- [刘志雅, 莫雷, 张娟. (2007). 基于规则的类别学习和信息整合的类别学习. *心理科学*, 30(6), 1429-1432.]
- Maddox, W. T., Glass, B. D., O'Brien, J. B., Filoteo, J. V., & Ashby, F. G. (2010). Category label and response location shifts in category learning. *Psychological Research PRPF*, 74(2), 219-236.
- Merchant, H., Zainos, A., Hernández, A., Salinas, E., & Romo, R. (1997). Functional properties of primate putamen neurons during the categorization of tactile stimuli. *Journal of Neurophysiology*, 77(3), 1132-1154.
- Robbins, T. W. (2007). Shifting and stopping: fronto-striatal substrates, neurochemical modulation and clinical implications. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1481), 917-932.
- Romo, R., Merchant, H., Ruiz, S., Crespo, P., & Zainos, A. (1995). Neuronal activity of primate putamen during categorical perception of somesthetic stimuli. *Neuroreport*, 6(7), 1013-1017.
- Romo, R., Merchant, H., Zainos, A., & Hernández, A. (1997). Categorical perception of somesthetic stimuli: Psychophysical measurements correlated with neuronal events in primate medial premotor cortex. *Cerebral Cortex*, 7(4), 317-326.
- Sanders, B. (1971). Factors affecting reversal and nonreversal shifts in rats and children. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 74(2), 192-202.
- Smith, E. E., & Medin, D. L. (1981). *Categories and concepts*. Cambridge: Harvard University Press.

- Whorf, B. L. (1956). *Language, thought, and reality: Selected writings*. New York: MIT Press.
- Wills, A. J., Noury, M., Moberly, N. J., & Newport, M. (2006). Formation of category representations. *Memory and*

- Cognition*, 34(1), 17–27.
- Wolff, J. L. (1967). Concept-shift and discrimination-reversal learning in humans. *Psychological Bulletin*, 68(6), 369–408.

The Construction of Verbal Label and Response Label in Rule-Based Category Learning

RU Taotao; MO Lei; Zhang Ting; JIAO Honghao; HUANG Yulan

(Center for Studies of Psychological Application; South China Normal University; Guangzhou 510631; China)

Abstract

There are two major models account for the mechanism of rule-based category learning, including single association model and two associations' model. The former claims that a stimulus-to-label association associates the stimuli and category labels directly in the rule-based classification. While the latter holds that rule-based classification as a kind of implicit learning, is affected by both a stimulus-to-label association and a label-to-response association. The two kinds of associations were also called verbal label and response label respectively. Previous researchers found that the construction of the two kinds of labels follows a stimulus-to-label-to-response pattern, like chain processing, when people learn verbal and response label successively.

To our knowledge, the question is whether this construction order of verbal label and response label was artificially arranged by these former researchers, since participants were asked to complete the response label firstly according to stimulus's verbal label which needs no response. In other words, it is still unknown that whether the learning order of the two labels would affect the way of the construction of two labels. The current study conducted two experiments to investigate whether there would be a stimulus-to-response pattern, like parallel processing, when participants learn the two labels randomly or reversely. Using the standard label conversion paradigm (Maddox, Glass et al. 2010), experiment 1 explored the question whether the main way of the construction of the two labels is chain processing or parallel processing when the learning order of verbal label and response label was random. Experiment 2 further investigated whether the reverse learning order of the two labels would change the way of the construction of them.

Experiment 1 found that the construction of the labels follow the chain of stimulus-verbal label-response label when the learning order of two labels was random. Experiment 2 also confirmed this chain processing pattern even though the response label of stimulus was learned priority.

In conclusion, the present research indicates that the main way people construct the language category and the experience category of the stimuli is the chain processing, which is not influenced by the learning order of the labels. Moreover, the order of the chain was individually default and stable.

Key words Rule-based category learning; verbal label; response label; construction