

认知心理学报告



心理旋转实验

专业 : 心理学

班级 : 心理1402

学号 : 3140103818

姓名 : 李蔚

性别 : 女

心理旋转实验

李蔚

(浙江大学心理与行为科学系, 杭州 310058)

摘要: 心理表象是指人类对于不存在于眼前事物的心理表征。当今心理表象的研究则起源于 Shepard 和他的同事 Metzler 对心理旋转的证明与解释, 他们的研究支持了心理表象的存在, 并且支持了表象是物体抽象类似物的再现。本实验旨在对 Shepard 等人的经典实验进行验证, 探讨在三维客体心理旋转中旋转角度和旋转方式(平面旋转和深度旋转)对反应时的影响, 并进一步了解心理表象的编码与存储。对30名来自浙江大学心理系大三的学生重复了 Shepard 经典实验, 结果发现随着旋转角度的增加反应时呈线性变化, 深度旋转和平面旋转不存在显著差异, 反应时也不存在性别差异, 但是练习对于心理旋转的影响显著, 反应快的被试和慢的被试采取了不同的策略。最后我们还探讨了心理表征的影响因素, 回顾了相关证据与实验。

关键词: 心理旋转; 心理表征

1 引言

1.1 心理表象

心理表象(mental image)也成意象, 从信息加工的观点看, 表象是指不在眼前的事物的心理表征, 是一个人的知觉影像。而当今心理表象的研究则起源于 Shepard 和他的同事 Metzler 对心理旋转(mental rotation)的证明与解释(Shepard & Metzler, 1971), Shepard 运用视觉线索研究记忆中视觉刺激的心理旋转。在该实验中, 被试要判断左右呈现的两个刺激对是否相同(不考虑旋转角度)。在有些试验中, 右边客体是左边客体的镜像(mirror image)或同分异构体(isomer), 所以两者是不同的; 而在另一些试验中, 右边客体与左边客体是相同的, 但是相对于左边的客体, 右边的客体被旋转了一定的角度, 具体参见图1-1。旋转的方式有两种: 一种是平面旋转(plane rotation), 即绕着图片平面进行旋转; 另一种是深度旋转(depth rotation), 即在三维空间中进行旋转。旋转的角度从 0° 到 180° , 每隔 20° 为 1 档, 共 10 档。因变量是做出判断所需的时间。实验结果表明, 无论是深度旋转还是平面旋转, 反应时间和旋转角度呈线性关系, 即随着旋转角度的增大, 判断反应时在逐步增长(见图 1-2)。实验数据结果表明, 每旋转 53° 大约要 1 秒。

1.2 心理表征的形式

Shepard 等人的研究结果对信息是如何在记忆中进行表征产生了深远的影响。首先, 支持了心理表象的存在, 并用实验揭示了信息在大脑中的信息加工过程; 其次, 支持了表象是物体抽象类似物的再现, 在没有物理刺激呈现的情况下, 在头脑中可以对记忆中的视觉信息和空间信息进行加工, 而且这种加工操作可以类似于对真实物体的知觉加工。事实上, Shepard 等人认为心理旋转是对真实物理旋转的一种类似物, 只不过这种旋转是在头脑中复现而已, 并且不受任何感觉通道的束缚。具体地说, 人在执行心理旋转任务时, 是以表象的方式进行加工的: 先形成刺激物的表象, 然后将表象旋转到直立位置后再做出判断。Shepard 等人认为表象的实质是一种类比表征, 与外部客体有着同构关系。后来, Shepard 和 Judd(Shepard & Judd, 1976)又通过似动范式(连续呈现两个不同旋转角度的三维客体以产生似动)的研究发现, 产生严格似动(rigid apparent movement)所需的最少时间(Critical Onset Asynchrony, COA)也随着旋转角度的增大而增大, 从而表明无论是概念驱动的心理旋转还是知觉驱动的似动现象, 对心理表象的操作都是类似的。

本实验旨在对 Shepard 等人的经典实验进行验证, 探讨在三维客体心理旋转中旋转角度和旋转方

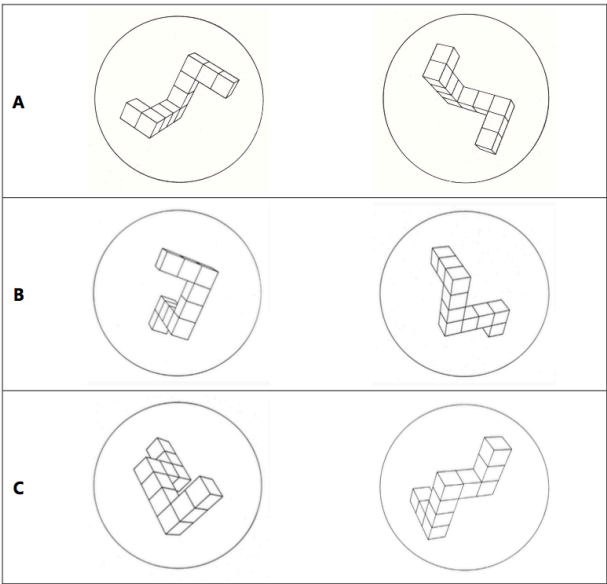


图1-1 A 是相同平面对（差异 80° ），B 是相同深度对（差异 80° ），C 是不同对（镜像对）

式（平面旋转和深度旋转）对反应时的影响，并进一步了解心理表象的编码与存储。

2 实验方法

2.1 受试者

30 名来自浙江大学心理系大三的学生，年龄在 21 ± 0.56 ，男女各半，均为右利手。

2.2 材料与仪器

IBM-PC 计算机一台，认知心理学教学管理系统。本实验刺激材料为 10 个小立方体组成的三维客体图片，两两配对，具体参见图 2-1。每张三维客体图片的大小约为 $14.3\text{cm} \times 14.3\text{cm}$ 。

2.3 实验设计与流程

本实验采用两因素被试内设计。因素一为旋转方式，该因素有 2 个水平：平面旋转和深度旋转；因素二为旋转角度，该因素有 10 个水平，旋转角度从 0° 到 180° ，间隔 20° ，共计 10 个水平。

单次试验流程见图 14-3。首先空屏 500 毫秒，紧接着在屏幕上呈现一个“+”注视点，随机呈现一段时间（500~1500 毫秒）后，在注视点两旁分别呈现两个三维客体。

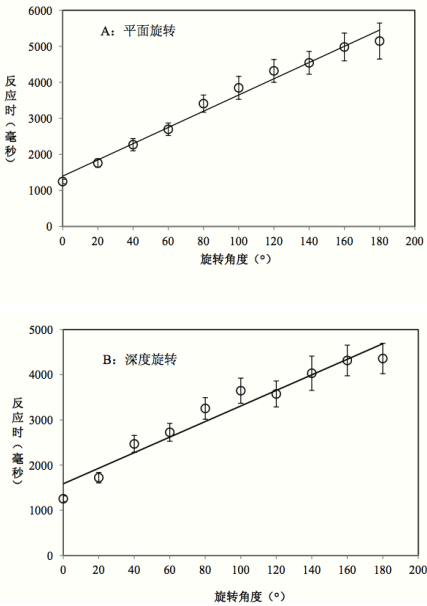


图1-2 旋转角度与反应时之间的关系图（A为平面旋转，B为深度旋转）

被试的任务是判定出现的两个三维客体是否相同（不考虑旋转角度）。如相同按“J”键，不同则按“F”键。为了减少被试按键过程中的反应定势，生成的实验序列经 Wald-Wolfowitz 游程检验，显著性大于 0.10（双侧）。

被试做出按键后，会得到相应的反馈，指示被试反应正确与否及反应时。如果被试在三维客体出现后 10000 毫秒内不予以反应，程序将提示反应超

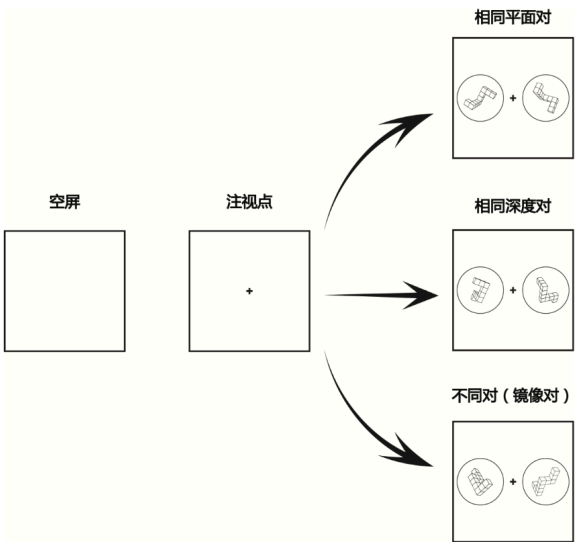


图2-1 三维客体心理旋转实验流程示意图

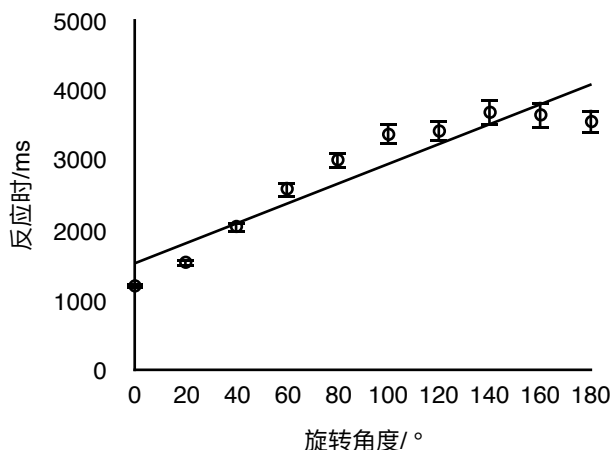


图3-1 平面旋转时旋转角度和反应时之间关系

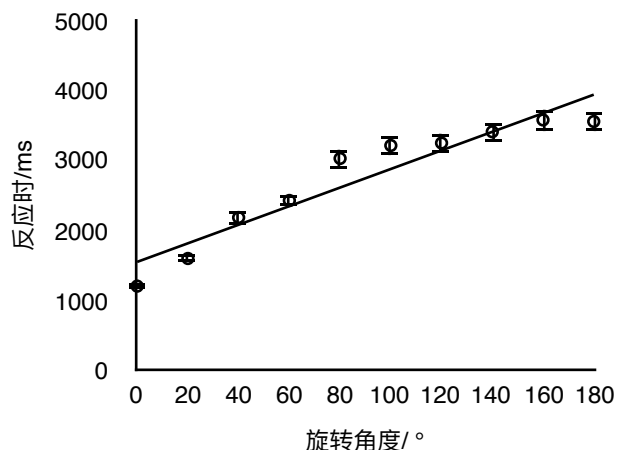


图3-2 深度旋转时旋转角度和反应时之间关系

时，以示被试尽快反应。空屏 500 毫秒后，自动进入下一次试验。

实验开始前，从正式实验中随机抽取 20 次作为练习，练习时，无论反应正确、错误或超时均有反馈，但结果不予以记录。练习正确率达到 80% 后方可进入正式实验。正式实验在被试做出正确反应后没有提示，反应错误或反应超时则会有提示。正式实验共有 1000 次试验，分 4 组（每组 250 次），组与组之间分别有一中断，被试可自行控制休息时间。正式实验结束后，进入错误补救程序，即将之前做错的试验再次呈现，直到被试全部反应正确为止。整个实验持续约 120 分钟。

3 结果

3.1 旋转方向、类型与反应时的关系

平均每个被试在相同条件下对不同角度、不同旋转方向（平面旋转、深度旋转）下的平均反应时。以旋转角度为横坐标，反应时为纵坐标，绘制出在相同条件下平面旋转和深度旋转的曲线图如图3-1和3-2所示。可见随着旋转角度的增加反应时基本呈线性增长。

对比平面旋转和深度旋转，平面旋转的平均反应时为2810.3ms，而深度旋转的平均反应时为2745.7ms。对旋转角度与旋转方向进行 10×2 的方差分析，结果发现，旋转角度的主效应是显著的 $F(9, 261) = 195.288$ ， $p = .000$ ，局部Eta方为.871；旋转类型的主效应不显著 $F(1, 29) = 1.596$ ， $p = .217$ ，事后多重比较发现只有 100° 和 120° ， 140° 、 180° 、 160° 之间不存在显著差异，局部Eta方为.052；交互作用显著 $F(9, 261) = 3.090$ ， $p = .002$ ，局部Eta方.096。

计算反应时与旋转角度间的回归方程，并计算 F 、 p 、 R^2 值如表3-1所示，结果发现对平面旋转和深度旋转来说，回归方程均是显著。

这表明平面旋转和深度旋转所需要的反应时没有显著差异，而各个旋转角度下的反应时存在差异。两种类型的旋转随着旋转角度的增加反应时均成线性变化。

3.2 不同性别在心理旋转中的差异

不同性别下，被试在平面旋转和深度旋转条件下，随着旋转角度反应时变化如图3-3所示。可见，总体来说男生的反应时短于女生，但是当旋转

表3-1 平面旋转和深度旋转的反应时与角度的回归方程

旋转方式	回归方程	F	p	R^2
平面旋转	$y = 14.2x + 1534.0$	60.068	.000	0.868
深度旋转	$y = 13.3x + 1552.9$	73.054	.000	0.889

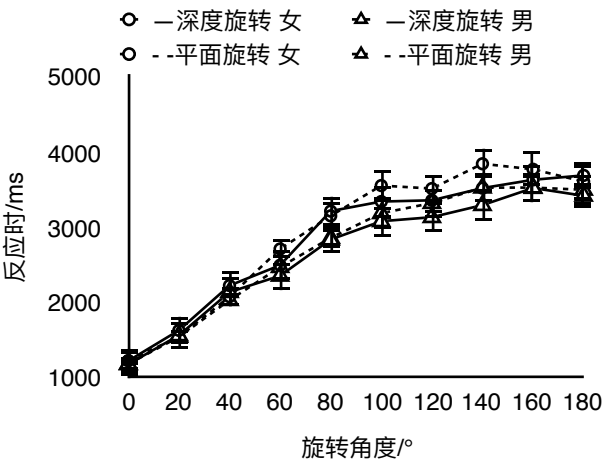


图3-3 不同性别在深度和平面旋转情况下，旋转角度和反应时之间关系

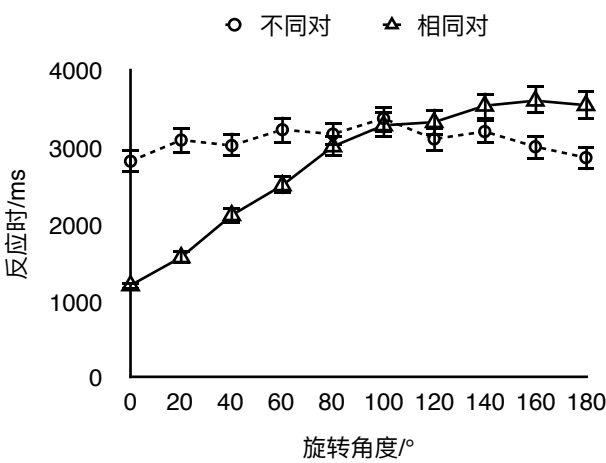


图3-4 相同对与不同对下的反应时随旋转角度的变化

表3-2 相同对和不同对的反应时与角度的回归方程

判断类型	回归方程	F	p	R ²
不同对	$y = 0.2x + 3081.6$	0.030	.867	0.004
相同对	$y = 13.7x + 1543.9$	67.971	.000	0.882

角度比较小时，即小于60° 时，男生和女生的反应时几乎重合。

对性别，旋转类型，旋转角度进行2*2*10的混合设计方差分析，结果发现，组间变量性别的主效应不显著 $F(1, 28) = .776$ ， $p = .386$ ，局部Eta方为.027；组内变量旋转角度的主效应显著 $F(9, 252) = 193.416$ ， $p = .000$ ，局部Eta方为.874；组内变量旋转类型主效应不显著 $F(1, 28) = 1.541$ ， $p = .252$ ，局部Eta方为.052。而性别与两个组内变量的交互作用均不显著。

3.3 相同对与不同对的反应时比较

相同对与不同对下的反应时随旋转角度的变化如图3-4所示。分别对两种情况计算回归方程可知，不同对的情况下，回归方程不显著，而相同对的情况下回归方程显著，即相同对的情况先，反应时随着旋转角度一次线性增加。

对判断类型（相同对和不同对），旋转角度进行2*10的重复测量方差分析，结果发现，判断类型的主效应显著 $F(1, 29) = 54.989$ ， $p = .000$ ，局部Eta方为.655；旋转角度的主效应显著 $F(9, 261) = 151.016$ ， $p = .000$ ，局部Eta方为.839；交

互作用显著 $F(1, 29) = 128.844$ ， $p = .000$ ，局部Eta方为.816

可见，相同对随着旋转角度的增加，反应时呈线性增加，从1s增加到接近4s，平均每度旋转的增加需要反应时14.2ms的增加，而不同对随着旋转角度的增加反应时几乎不变。

3.4 练习效应

将每个被试1000次实验分为按照顺序分为4组，平均反应时和错误率如图3-5所示。可见随着实验组数的增加，反应时和错误率逐渐减少，进行单因

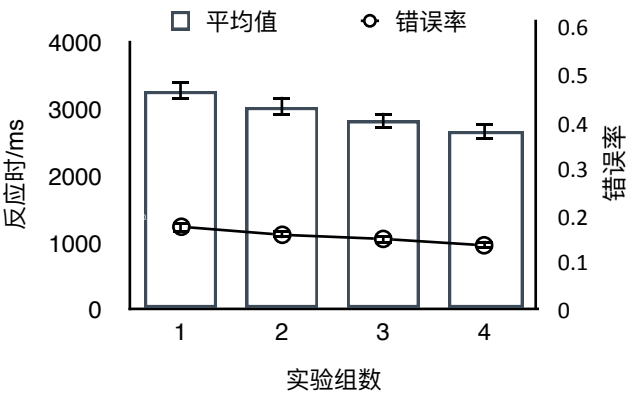


图3-5 实验组数对反应时和错误率的影响

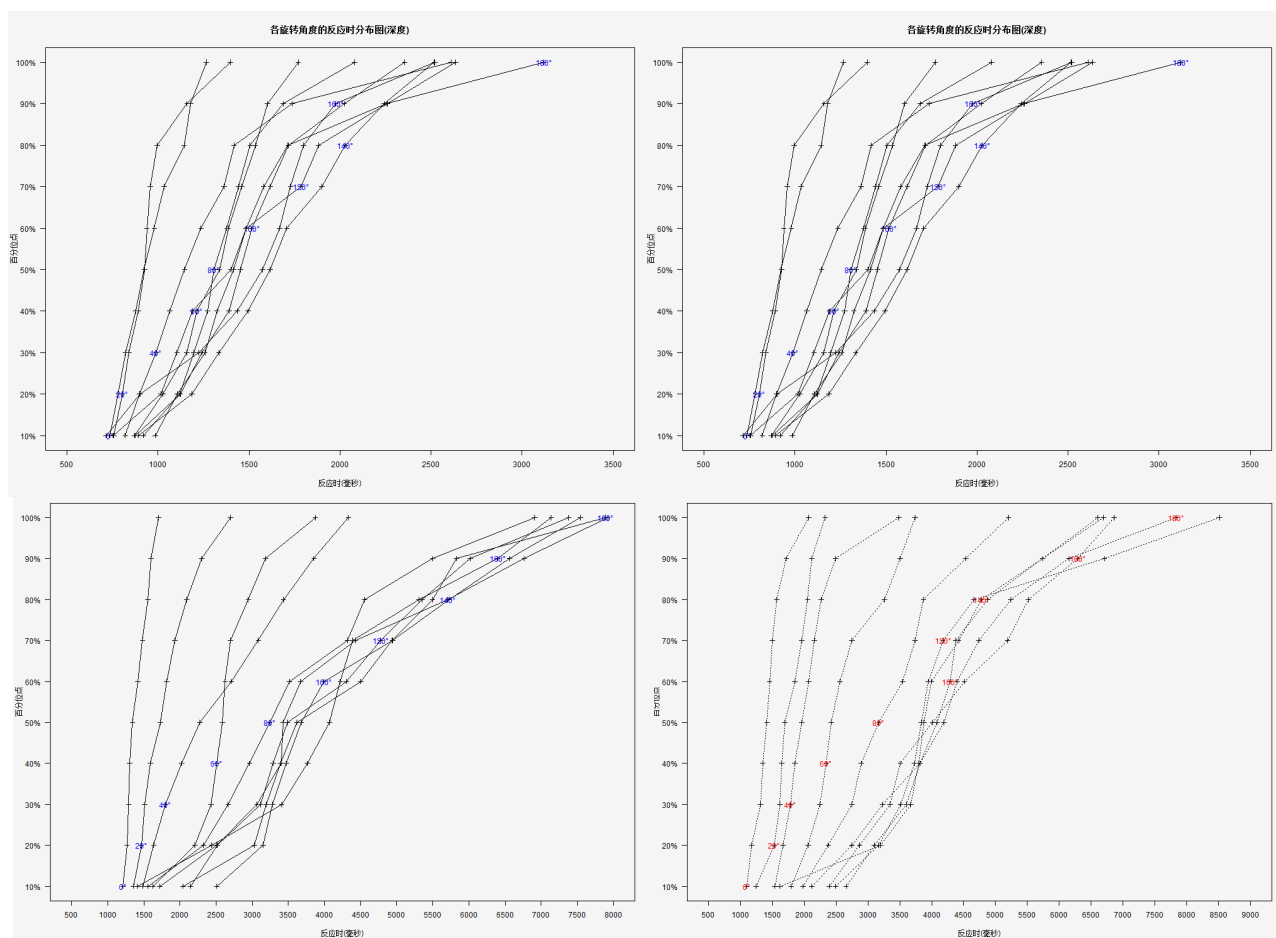


图3-6 反应较快的被试与反应较慢的被试比较
(上图为反应较快的被试，下图为反应较慢的被试)

素重复测量方差分析，结果表明，练习的主效应对反应时显著 $F(3, 87) = 42.349$, $p = .000$ ，局部Eta方为.594。事后多重比较发现，四组两两之间的反应时均存在显著差异。练习的主效应对反应时显著 $F(3, 87) = 5.163$, $p = .002$ ，局部Eta方为.151。

可见，练习效应显著，随着练习次数的增加，反应时减小，错误率降低。

3.4 反应快慢的策略分析

将被试反应时按从快到慢排序，选取了反应最快的一名被试和反应最慢的一名被试，分别对这两名被试绘制出了每种条件下不同反应时所占的累计百分，如图3-6所示。

对比上下两张图，即将反应最快的被试和最慢的被试进行对比，从反应时的范围来看，反应最快的被试在深度旋转中的反应时在500~3500ms之间，

而反应最慢的被试反应时在1000~8000ms之间；反应最快的被试在平面旋转中的反应时在500~3500ms之间，而反应最慢的被试反应时在1000~9000ms之间。单独对比每种条件下被试的反应时，可以发现，在每种百分位条件下，反应最快的被试反应时均短于反应最慢的。

实验之后询问反应最快的被试，她使用的策略为心里想一个图形，然后两个图形都跟这个比较，也就是说两边在同时进行心理旋转。

反应较慢的被试说，她使用的策略为选定图形的一个分支或者平面，先把分支或平面扭过来，然后看剩下的部分扭过来是不是可以重合。

可见，反应最快的被试使用的策略让她可以将 160° 的旋转转换为两个同时进行的 80° 的旋转，而反应最慢的被试需要对同一个物体拆分成两个部分分别进行旋转，即先后进行两个 160° 的旋转。

从旋转角度和反应时的关系来说，旋转角度越大，反应时越长。所以，被试不同的策略可以解释反应时的差异。

4 讨论

4.1 与经典实验结果相比

Shepard 等人在1971年所做的经典心理旋转实验如图4-1所示，将本研究成果的实验结果与 Shepard 等人的实验结果进行对照比较。

首先，本研究 and 经典实验都发现，随着两个图形之间角度的增加，不管是深度旋转还是平面旋转反应时都是呈线性变化。这是因为，内部加工时转换量的一个有序函数，即心理上对物体的操作与我们对实际物体的旋转是十分相似的。由Shepard所提出的功能等价假说(functional-equivalency hypothesis)——假设表象和感知是高度相似的——就可以很好地解释本实验重复验证了经典研究中随着角度增加反应时的线性变化。事实上，Shepard 等人认为心理旋转是对真实物理旋转的一种类似物，只不过这种旋转是在头脑中复现而已，并且不受任何感觉通道的束缚。具体地说，人在执行心理旋转任务时，是以表象的方式进行加工的：先形成刺激物的表象，然后将表象旋转到直立位置后再做出判断。

第二，虽然都是呈线性变化，但是经典实验线性拟合得更好一些，而本研究中在 140° 之后反应时并没有显著增加。根据我们所询问的被试所采用的策略，被试说，那是因为是在察觉到两个图形相差的角度较大时，如果说两个图形是由平面旋转得来的，被试会先将其中图形进行以水平线为轴的镜像变换，这时如果两个图形如果是呈镜像，就说明这两个图形是旋转 180° 完全一致的，所以，如果采用这种策略， 180° 的旋转就变成了一次镜像操作，进而缩短了反应时，也造成了在两个图形角度相差更大的时候，反应时反而增加不明显。而经典研究中被试可能并没有采用这一策略。

第三，经典实验中表示被试大概需要4~6s完成 180° 的旋转，而本研究中被试只需要3~4s就能完成 180° 的旋转，而且经典研究大概被试能进行

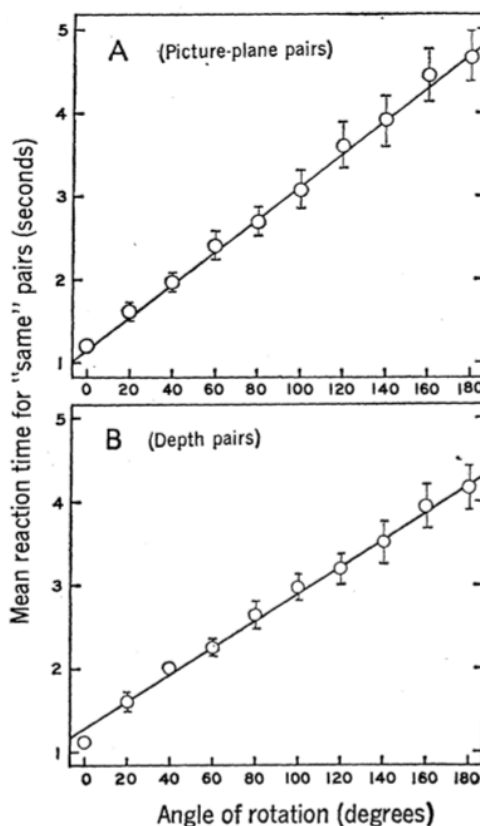


图4-1 经典实验结果
(Shepard, 1971)

$60^\circ/s$ 的旋转，而本研究中被试能进行 $70^\circ/s$ 的旋转。总体来说，本研究中被试旋转得更快。除了之前我们提到了，在角度相差较大时直接镜像的方法降低了反应时之外，还可能是因为我们的被试都是心理学专业的学生，都很了解心理旋转以及这个经典实验，有研究表明，心理学旋转存在启动效应，即先用不同的角度启动，相同的旋转方向的旋转会被加速(Wexler, Kosslyn, & Berthoz, 1998)，我们据此推测，由于心理学专业的学生了解心理旋转的存在，同时也对图形有一定的熟悉，所以会存在类似于启动效应的存在，加速了本研究中被试对于图形的旋转。

第四，对于不同的图形对，经典研究中的被试平均需要3.8s来进行旋转，而本研究中被试需要的时间在3s左右，但都发现了随着旋转角度的增加，反应时并非线性变化。根据实验之后我们对被试的策略的访问，我们发现都是都尝试将其中一个图形旋转到与另一个图形对应，但两个图形经过大角度旋转之后并没有相同，由此才判断出两个图形属于

不同，即如果是不同对，那么不管相差角度多少，被试都要经历大角度的心理旋转过程，所以导致了反应时不呈线性变化。

第五，本研究和经典研究都发现，深度旋转的反应时略低于平面旋转，但是并没有发现显著差异。根据经典研究报告，大约8个被试中有4个被试存在这样的差异。我们猜想，可能是有些被试对深度信息更加敏感，或者是看到图形就会采用深度旋转的策略，发现不对再改为平面旋转；还有可能是因为，图形进行平面旋转前和后所看到的图形的面都已经表现出来了，不需要被试进一步的表征；但是深度旋转后的一些面在旋转前并不能被看见，所以被试会优先表征被藏起来的“后面”，导致了深度旋转反应时的更短。

4.2 连续进行心理旋转的证据

Metzler(1973)对该问题进行了实验研究。他根据以前的研究成果，采用延缓呈现刺激材料的方法进行实验。首先呈现的是第一刺激，延缓一段时间后呈现第二个刺激，延缓时间的确定根据每秒53度的实验结果进行，从延缓呈现的第二个刺激开始计量的平均反应时。实验表明，无论是平面对还是立体对，被试的判别反应时基本恒定，并随两个刺激材料方位差的增长而有所增长。表明心理旋转是连续进行的。

而 Cooper(1976) 还用旋转的多边形作为实验刺激进行了实验，如图4-3所示，在这个实验中，他使用指导与外显地告诉被试要形成并且旋转对多边形的心理表征，而多边形的样子是被试之前记忆过的，首先呈现一对图形中的一个2s，然后用信号表示被试应该顺时针还是逆时针旋转，之后第二个图形使用不可预测的方向和角度出现，结果如图4-2所示，即不正确旋转信号的30°旋转与正确旋转的60°的反应时相同，并且与0°相一致。这表明，连续并且恒定速度的旋转是存在于表征之中的。

4.3 影响心理旋转的因素

首先，从本研究结果可以看出，练习效应对心理旋转的反应时产生影响，随着练习次数的增加，被试的反应时简短，但也有可能被试对于结果的直接记忆，因为本研究只选取了10对图形刺激。

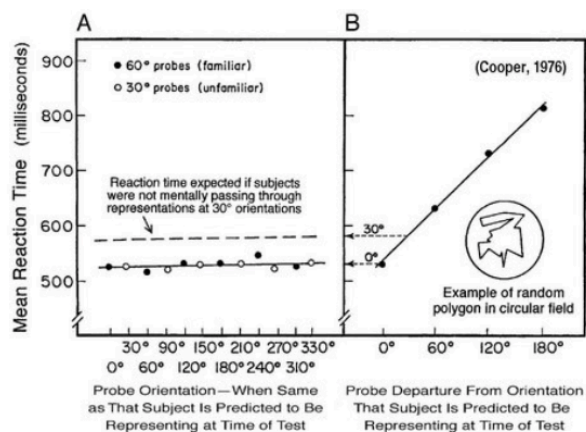


图4-2 空间旋转为连续的实验结果

Cooper(1976)

其次，本研究虽然并未发现心理旋转显著的性别差异，但是不少研究报告了性别对于心理旋转的影响，大量研究结果支持男性心理旋转能力优于女性心理旋转能力的观点。一些认知神经科学家还发现，在心理旋转过程中，两性右脑半球皮层活动存在显著性差异。空间能力上的性别差异主要是在于右脑半球心理旋转能力功能定位化程度上的不同。2000年，Roberts等人研究了8岁儿童和大学生心理旋转的两性间的半球活动差异性。他们发现大学生心理旋转的性别差异显著大于儿童心理旋转的性别差异，尤其是顶叶的活动。

第三，心理旋转受到经验的影响，实际上，心理旋转与很多领域（如数学、生物学、化学、物理、机械和航空等）的操作能力有很高的相关性。研究发现，通过对这些领域问题解决能力的训练可以提高心理旋转的能力。目前，一些学者发现相关内容的电子游戏训练可以为心理旋转能力的提高提供一个有趣而有效的平台。

第四，心理旋转还受到启动效应的影响，在被旋转的客体改变的情况下，心理旋转的速率也会受到旋转发现重复性的影响：在旋转方向重复时会加快（或者说在旋转方向转换时会减慢）。这个效应不受被字母是否面向相同方向的限制，也不是内部参考系的调整效应的副产品，同样不是由前后刺激之间朝向的相似性造成的（万群, 2010; Wexler, Kosslyn, & Berthoz, 1998）。

4.4 旋转与否的判断是否涉及表征

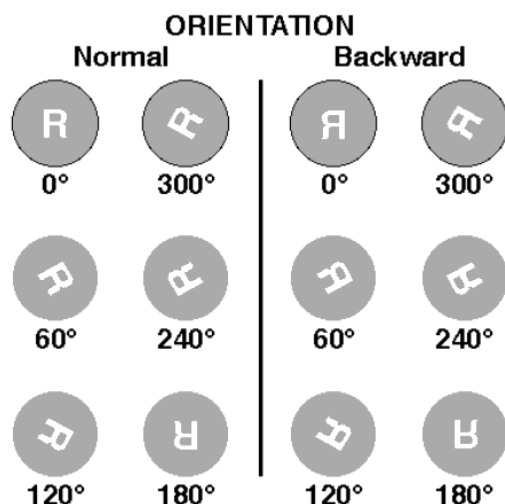


图4-3 旋转的R刺激
(Shepard & Cooper et al., 1982)

Sherpard(1971)的经典实验所发现的随着角度线性变化的反应时作为支持功能等价假说的证据也受到了不少批评。

不少研究者认为, Shepard经典研究中, 实验指导语中没有外显地要求被试进行心理旋转操作以完成本实验任务, 这样就可以认为怀疑在完成实验任务的过程中被试是否进行了表象的表征。例如, Just & Carpenter(1976)进行了使用了Shepard & Metzler在1971年进行了经典实验, 并且追踪了实验中被试的眼动, 根据眼动数据, 他们认为随着旋转角度增加反应时的线性变化是由于被试必须在两幅图之间完成更多的眼动, 以此来比较两幅图的特征带来的, 并非是表象的参与。为了反驳这个说法 Shepard和他的学生Lynn Cooper接下来完成了一个对数字R进行判断是旋转之后的还是镜像的实验 (Shepard & Cooper et al., 1982) 如图4-3所示, 在这个实验中, 不涉及两幅图画是直接对比, 因此排除了眼动的假说, 但同样也发现了随着角度的增加反应时增长。除此之外, Cooper还用旋转的多边形作为实验刺激进行了实验, 如图4-4所示, 在这个实验中, 他使用指导与外显地告诉被试要形成并且旋转对多边形的心理表征, 而多边形的样子是被试之前记忆过的, 首先呈现一对图形中的一个2s, 然后用信号表示被试应该顺时针还是逆时针旋转。在这个实验中, 也发现了随着旋转角度增加而线性增加

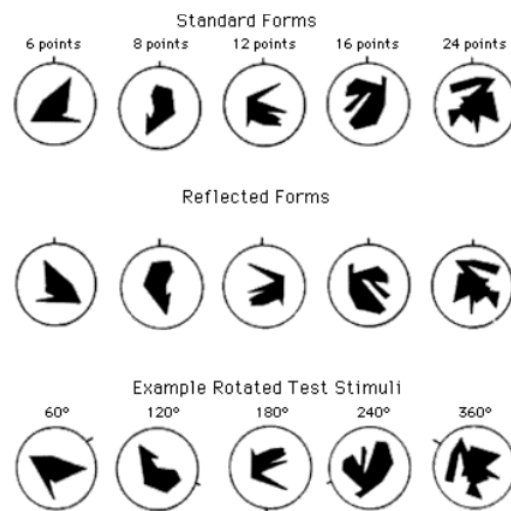


图4-4 旋转的多边形刺激
(Cooper, 1975, 1976)

的反应时, 这表明, 连续并且恒定速度的旋转是存在于表征之中的。

使用外显地要求被试进行心理旋转操作以完成本实验任务的好处在于, 外显的要求能够创造一种结果和心理表征之间更加直接的联系; 但另一方面, 可能带来实验者效应, 即被试图理解主试的实验目的, 然后尽力创造出主试需要的结果。

但是使用外显要求和没有使用的实验结果都是一致的, 都为心理表征的功能等价假说提供了证据。

4.5 电子游戏对心理旋转的影响

心理旋转能力能否通过训练得以提升? 2000年, Lisi等人对此方法进行了实验研究。他们在被试玩电子游戏(一类游戏与心理旋转任务有关, 另一类与心理旋转任务无关) 30分钟前和后均进行了二维客体的心理旋转测验。前测结果显示儿童在心理旋转的准确性上存在着性别差异。后测结果显示, 玩过心理旋转游戏儿童的心理旋转能力提高, 且他们间的心理旋转的性别差异变小。

2008年Cherney也对这个问题进行了探索, 他们对64名(男女各半)来自美国中西北的大学生进行了研究, 要求他们完成一个2D的纸牌旋转(CRT by ETS, 游戏中要求被试反应纸牌是同一张还是镜像) 与3D的是VMRT(要求被试在7分钟的时间内对从两个与目标刺激呈镜像和两个与目标刺激相似

的选择中挑选出可以通过旋转得到目标刺激的选项, (Vandenberg and Kuse 1978) 的前后测。而训练阶段同样也分为2D游戏的训练和3D游戏的训练, 选择3D Antz©赛车计算机游戏让新手更加容易学习, 被试需要操纵操纵杆, 并在3D空间内导航。重要的是使用一个新的游戏, 以消除专业知识, 尽量减少混杂。3-D游戏, Antz©, 是一个基于Antz©电影关于一群蚁群的赛车游戏。通过解锁游戏角色、赛程和赢取奖金来提高趣味性, 在比赛期间, 玩家使用操纵杆控制他们的角色的移动和速度(例如, 当玩家将操纵杆向右移动时, 角色向右转)。而2D游戏为Tetrus©, 是一个个人电脑版的拼图游戏俄罗斯方块。实验组的被试接受2D或3D游戏的训练, 控制组的被试完成纸笔的逻辑题目训练。

所有被试接受2D和3D的空间旋转的前测, 顺序在被试间平衡, 之后部分被试接受2D的训练, 另一部分接受3D游戏的训练, 还有一部分作为基线, 实验组的被试完成3次每次一个小时的训练, 可能是分散训练(在两周内完成)也可能是集中训练(在三天内完成)。前后测的结果表明, 3D旋转在女性中的提高显著, 而2D旋转在男性和女性提高生都显著, 但是女性提高更多。

这表明, 电子游戏能够提高被试的空间旋转能力, 并且女性更多, 集中练习效果更好。

4.6 不可能图形的心理旋转

对于图形的心理表征, 还有一些讨论是关于心理表征是整体表征(global representation)还是部分表征的(encoded by its parts and their spatial organization)。而不可能图形是验证这两个猜想的好方法。Dror & Rogus(1997)就对可能图形和不可能图形做了3D旋转的测验, 他们假设, 如果心理表征是整体表征的, 那么不可能图形形成整体表征会发生冲突, 从而使反应时更长; 但如果是部分表征的, 那么无论图形可能与否, 反应时的斜率应该保持一致。结果他们发现, 不管是将可能图形与不可能图形放在同一组试验内, 还是分别属于两组, 图形的种类和旋转的角度并没有发生交互作用, 即可能图形和不可能图形的反应时斜率一致。

所以, 他们认为不可能图形不仅能够进行心理旋转, 并且心理旋转的机制和可能图形是一样的, 即都是部分表征。

5 结论

第一, 各个旋转角度下的反应时存在差异。两种类型的旋转随着旋转角度的增加反应时均成线性变化。这不仅支持了心理表象的存在, 并且支持了表象是物体抽象类似物的再现, 在没有物理刺激呈现的情况下, 在头脑中可以对记忆中的视觉信息和空间信息进行加工, 而且这种加工操作可以类似于对真实物体的知觉加工。

第二, 平面旋转和深度旋转所需要的反应时没有显著差异; 性别对空间旋转反应时没有显著影响, 即不存在显著的性别差异。

第三, 对比相同对和不同对反应时, 相同对随着旋转角度的增加, 反应时呈线性增加, 从1s增加到接近4s, 平均每度旋转的增加需要反应时14.2ms的增加, 而不同对随着旋转角度的增加反应时几乎不变。

第四, 练习效应显著, 随着练习次数的增加, 反应时减小, 错误率降低。

第五, 反应快的被试和反应慢的被试使用的策略并不相同。反应最快的被试使用的策略让她可以将 160° 的旋转转换为两个同时进行的 80° 的旋转, 而反应最慢的被试需要对同一个物体拆分成两个部分分别进行旋转, 即先后进行两个 160° 的旋转。从旋转角度和反应时的关系来说, 旋转角度越大, 反应时越长。所以, 被试不同的策略可以解释反应时的差异。

致谢: 作者感谢董一胜老师对论文的帮助。

参考文献

- Bethell-Fox, C. E., & Shepard, R. N. (1988). Mental rotation: Effects of stimulus complexity and familiarity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(1), 12.
- Cherney, I. D. (2008). Mom, let me play more computer games: They improve my mental rotation skills. *Sex Roles*, 59(11-12), 776-786.
- Dror, I. E., Ivey, C., & Rogus, C. (1997). Visual mental rotation of possible and impossible objects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4(2), 242-247.
- Metzler, J. A. (1973). Chronometric studies of cognitive analogues of the rotation of three-dimensional objects (Doctoral dissertation, ProQuest Information & Learning).
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive psychology*, 8(4), 441-480.
- Shepard, R. N., & Judd, S. A. (1976). Perceptual Illusion of Rotation of 3-Dimensional Objects. *Science*, 191(4230), 952-954.
- Shepard, R., & Metzler, J. (1992). Mental rotation of three-dimensional objects. *The Philosophy of Mind: Classical Problems/contemporary Issues*, 217.
- Wexler, M., Kosslyn, S. M., & Berthoz, A. (1998). Motor processes in mental rotation. *Cognition*, 68(1), 77-94
- 万群. 基于心理旋转的启动效应[D]. 浙江大学, 2010.

Mental Rotation

Li Wei

(Department of Psychology and Behavioral Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract

Mental representation refers to the mental representation of human beings that do not exist in front of things. The present study of psychological representations originated from Shepard and his colleague Metzler's proof and explanation of psychological rotation. Their research supported the existence of psychological representation and supported the representation that representation is an abstract analogy of an object. The purpose of this experiment is to verify Shepard et al. 's classical experiments, and to explore the effects of rotation angle and rotation mode (plane rotation and depth rotation) on the reaction time in three - dimensional object rotation and to further understand the coding and storage of mental representations. The results show that there is no significant difference between the depth rotation and the plane rotation, and there is no gender difference in the response time. It is found that there is no significant difference between the rotation and the plane rotation in the response time, However, the effect of exercises on mental rotation was significant. The subjects with quick reaction and slow subjects took different strategies. In the end, we also discussed the influencing factors of psychological representation, and reviewed relevant evidence and experiments.

Key words mental presentation; mental rotation