

14 三维客体心理旋转实验

14.1 实验背景

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里表征, 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 14-1。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 14-2)。实验数据结果表明, 每旋转 53 度大约要 1 秒。

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。

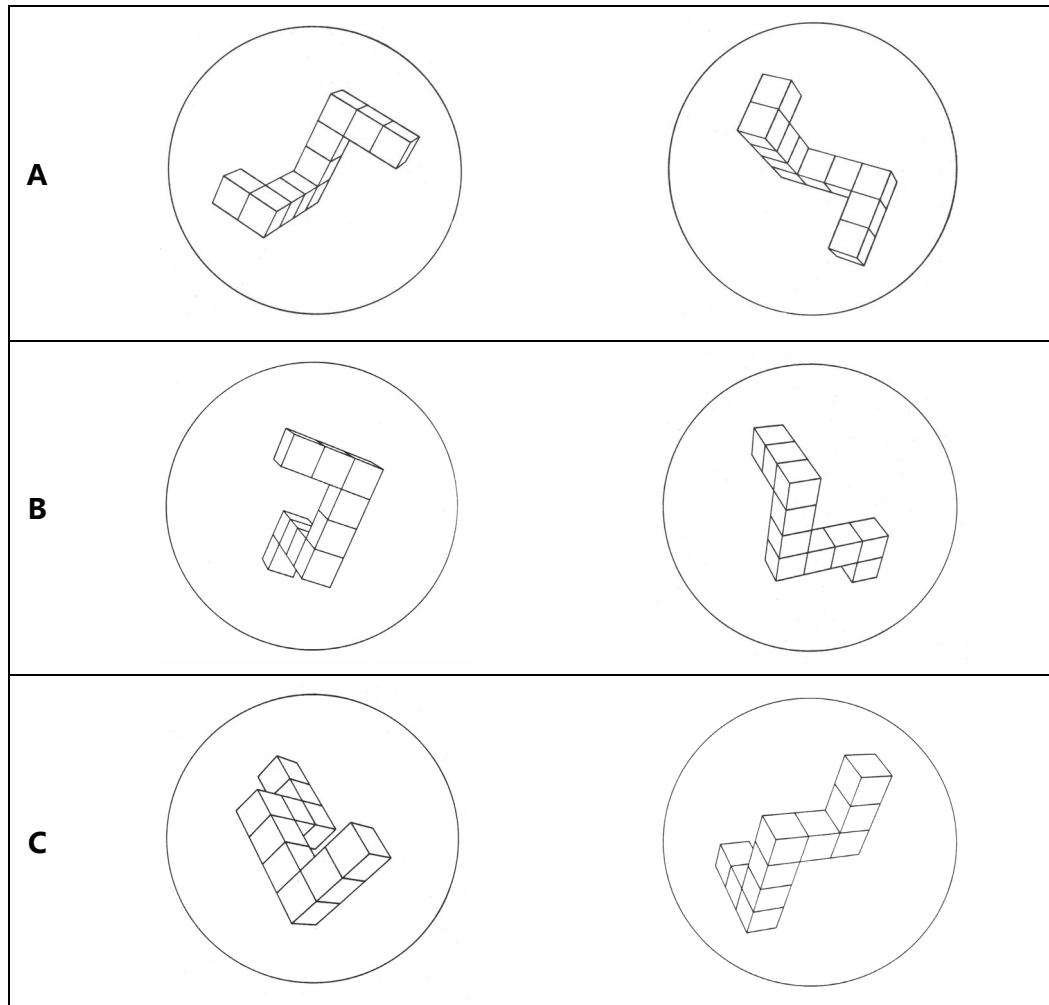


图 14-1 A 是相同平面对（差异 80° ），B 是相同深度对（差异 80° ），C 是不同对（镜像对）

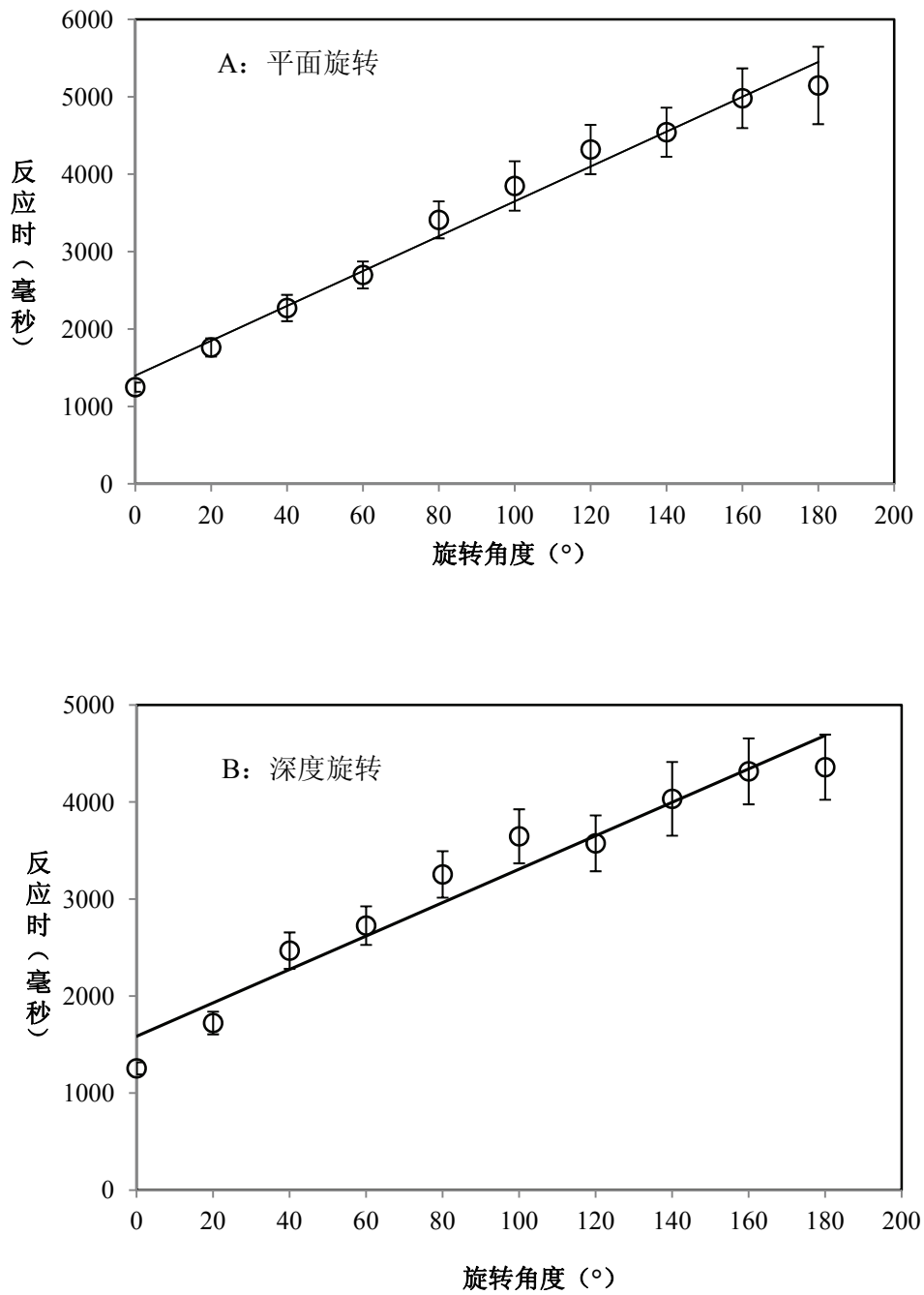


图 14-2 旋转角度与反应时之间的关系图 (A 为平面旋转, B 为深度旋转)

14.2 实验方法

14.2.1 被试

请选取至少 20 名被试的实验数据进行分析。

14.2.2 仪器与材料

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 14-1。每张三维客体图片的大小约为 $14.3\text{cm} \times 14.3\text{cm}$ 。

14.2.3 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。

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。

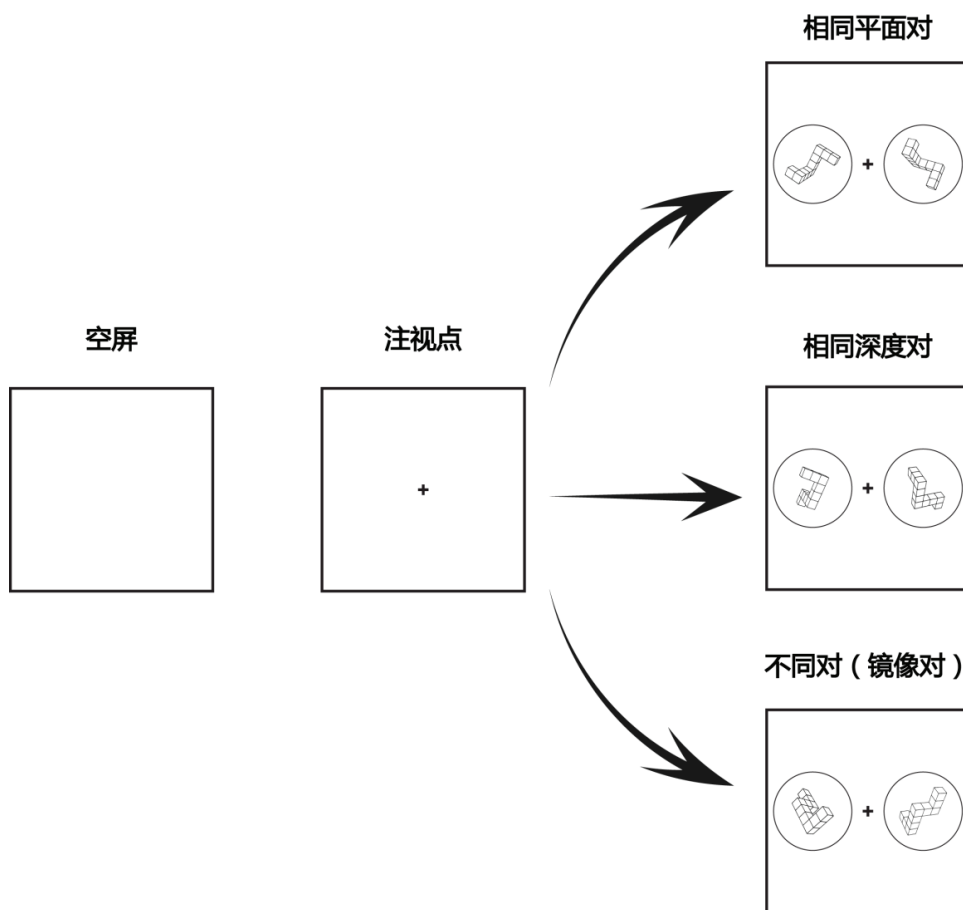


图 14-3 三维客体心理旋转实验流程示意图

14.3 结果分析

1. 分别计算每个被试和所有被试在相同对条件下对不同角度、不同旋转方式（平面旋转、深度旋转）下的平均反应时。
2. 以旋转角度为横坐标，反应时为纵坐标，绘制出在相同对条件下不同旋转方式下的反应时关系曲线。
3. 计算不同旋转方式下的反应时，考察其是否存在差异。
4. 考察各个旋转角度下的反应时是否存在差异，计算反应时与旋转角度间的回归方程，并计算 R^2 值，考察回归方程是否显著。
5. 考察不同性别下的反应时是否存在差异。
6. 考察相同对与不同对下的反应时随旋转角度的变化是否存在差异。
7. 考察被试在实验过程中是否存在练习效应。

8. 将被试反应时按从快到慢排序, 分析反应较快和反应较慢的被试是否存在反应策略上的差异。

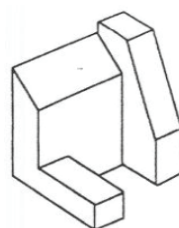
14.4 讨论

1. 将所得的实验结果与 Shepard 等人的实验结果进行对照比较, 分析异同的原因。
2. 被试是否在真正连续地进行心理旋转, 如何通过实验证明? 心理旋转的反应时还受些哪些因素的影响? (结合 14.6 补充阅读材料)
3. 实验指导语中是否可以外显地要求被试进行心理旋转操作以完成本实验任务, 为什么? (结合 14.6 补充阅读材料)
4. 心理旋转能力能否通过训练 (如玩 3D 类的电子游戏) 得以提升? (结合 14.6 补充阅读材料)
- 5*. 错觉中的不能图形 (左图) 是否也可进行心理旋转, 与可能图形 (右图) 的心理旋转的机制是否一致? (结合 14.6 补充阅读材料)

*注: 此题选做。



不可能图形





可能图形

14.5 结论

结合讨论结果, 给出本实验研究结论。

14.6 补充阅读材料

1. Online: <http://plato.stanford.edu/entries/mental-imagery/mental-rotation.html> 
Offline: [Supplement to Mental Imagery](#)
2. Online: http://www.scholarpedia.org/article/Mental_rotation 
Offline: [Supplement to Mental Imagery](#)
3. Offline: [Supplement to Mental Imagery](#)

4. Offline: [Supplement to Mental Imagery](#)

14.7 意见与建议

对该实验程序，有何意见与建议。

14.8 附录

14.8.1 如何打开实验数据文件

实验数据文件在安装程序目录下 MentalRotation 文件夹下，数据文件名为：“Sub_学生学号_学生姓名_三维客体心理旋转实验_DATA.csv”，该数据文件为逗号分隔值（CSV，Comma Separated Value）文件，可以用 MS Excel（WPS 电子表格）打开（数据分列时，请选择逗号作为分隔符）。

14.8.2 实验数据文件说明

序号	列名	列名含义
1	ID	试验号
2	SubjectName	被试姓名
3	SubjectSex	被试性别
4	SubjectAge	被试年龄
5	LeftPicture	左图
6	RightPicture	右图
7	StimulusCategory	三维客体种类（A、B、C、D、E）
8	DimensionType	旋转维度（Depth-深度旋转，Plane-平面旋转）
9	LeftPictureType	左图图片类型（Plane-平面，DepthNegative-深度镜像或同分异构体，DepthPositive-深度原图）
10	RightPictureType	右图图片类型（Plane-平面，DepthNegative-深度镜像或同分异构体，DepthPositive-深度原图）
11	ISSame	两个客体是否相同（Same-相同，Different-不同）
12	RotateDegrees	旋转角度(0°到 180°)
13	ResponseKey	反应键（J 键-默认，F 键-默认）
14	ISResponseCorrect	反应是否正确（Correct-正确，Wrong-错误）
15	ISPressCorrectKey	是否按对键（PressRightKey-按对键，PressWrongKey-按错键）
16	ReactionTime	反应时（毫秒）
17	ISRepeated	是否需要错误补救（NonRepeated-不补救，Repeated-补救）
18	RepeatedReactionTime	错误补救后正确反应时（毫秒）

序号	列名	列名含义
19	RepeatedTimes	错误补救次数

14.9 实验指导语

×××，您好！欢迎您参加“三维客体心理旋转实验”。在进行本实验之前，请先将您的手机关闭或调成静音（会议）模式，感谢您的配合。

以下是本次实验的注意事项：

1. 首先屏幕上呈现一左一右两个用线条绘制的三维客体。您的任务是判断这两个三维客体的“形状”是否完全相同。如果两个形状完全相同按“J”键，不同则按“F”键（False）。如果不习惯这两键可点击菜单“设定反应键(R)”进行调节；
2. 该任务是一个快速反应任务，但务必先保证正确率。如果你反应很快，但错误率很高的话，您的数据是没办法采用的。
3. 如有不明白的地方，请询问主试。

14.10 数据处理的 R 代码

详见本书参考材料。