

复杂性对倾斜汉字识别的影响^{1)*}

喻柏林 李朝晖

(中国科学院心理研究所, 北京, 100012)

张蜀林

(西南师范大学心理研究所, 重庆, 630715)

摘 要

以字的复杂性探查汉字心理旋转方式与识别的加工方式。字的复杂性是以笔画数和部件可分性标志的。同时, 它们构成两个独立的实验。每个实验中, 字的倾斜角度变量, 以 45° 的间隔渐增, 共有8个变式角度, 即 0° 、 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 -45° 、 -90° 和 -135° 。实验的因变量为命名反应时。结果发现, 字的复杂性标志, 无论是笔画数或部件可分性都与倾斜角度变量有交互作用。这意味着, 心旋与识别加工方式中的整字-成分的混合模型得到支持。

关键词 汉字, 复杂性, 心理旋转, 识别。

1 问 题

近年来, 字词识别的研究常用字词的复杂性, 探讨字词究竟是按整体加工还是按成分加工^[1-3]。一般逻辑是, 复杂性若不影响汉字的认知成绩, 则意味着汉字是被当作一个整体直接认知的。反之, 复杂性若导致不同的认知成绩, 则表明字的识别可能利用了小于整字的成分作为阅读单元, 并且成分的加工是取相继串行方式。在客体表象的心理旋转(以下简称心旋)中也存在类似问题。Koriat等^[1]首次巧妙地将阅读作业与心旋作业结合起来, 考查两者共有的加工方式问题。他令被试对处于偏离垂直方位上的、且字母数不同的希伯莱词做出真、假词汇判断反应。实验结果表明, 在字母数所标志的词的复杂性变量与词的倾斜角度变量之间, 存在着强烈的交互作用。在倾斜角小于 60° 时, 心旋与识别的反应时(RT)跟复杂性无关。这意味着, 词是以直接整体方式被识别的; 在倾斜 60° 以上时, 词的认知RT则随复杂性的增加而增加, 这意味着逐渐转向最小认知单元(字母)。此时反映的是成分的加工方式。所以, 在 0° — 360° 倾斜角度内, 可以认为, 他们获得的是整字-成分的混合加工方式。随后, Chen和Yung^[2]从考虑汉字结构的独特性出发, 采用Koriat等人的倾斜角度条件和词汇判断作业, 发现笔画数变量与识别无关的结果, 从而表示了对整字加工方式的支持。可是, 在部件可分性变量上获得与Koriat等人相似的结果, 即支持整字-成分的混合加工方式。

喻柏林等人^[3]曾在2—15画的笔画数范围内, 测试过笔画数单因素对字识别的影响, 发现总的趋势是, RT随笔画数的增加而增加; 不过, 在RT函数上也出现过几小段平坦的、不随笔画数增加而增加的台阶式现象。作者曾采用多层次比赛模型, 说明整字加工与

1) 本文修改稿于1995年6月10日收到。

* 本研究获国家自然科学基金资助。

成分加工的共存与相互作用。现在,本研究效法 Koriat 等人^[1],将字的识别与字的表象旋转相结合,采用命名倾斜字的实验范式,以考查旋转角度与字的复杂性——笔画数究竟有无交互作用,从中论证识别方式与心旋方式问题。这就是实验一的主要研究目的。

汉字部件数也是复杂性的指标,理应起到笔画数的作用,为此设计了实验二。

2 实验一

2.1 方法

实验设计 笔画数(2)×倾斜角度(8)两变量的完全重复测量。

仪器 一台 386 微机 and 一台 1024×768VGA 高分辨彩色显示器。外部设备有音键、话筒、输入按键、打印机等。

被试 24名男女大学生。他们的视力正常或矫正视力正常。

刺激字 左右结构型的汉字共 12 个,其中八画少笔字 6 个,十三画多笔字 6 个。少笔字与多笔字在字频条件上完全匹配(详见附录一)。经统计 t 考验,它的字频平均数之差 $t_{10}<1$ 。

每一个刺激字由 48×48 点阵组成。字高 0.902cm,字宽 0.812cm。在 35cm 观察距离下,对应的视角为高 1.48° 、宽 1.33° 。每一刺激字在方位倾斜角度上含 8 种变式,它们是垂直正位(0°)下的标准字,以及由标准字以 45° 间隔、分别按顺时针和逆时针方向旋转而生成 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 90^\circ$ 、 $\pm 135^\circ$ 和 180° 共 7 种变式。对于各变式的字体,还需稍加修匀,以求与 0° 下的标准字吻合。

为确保本实验 12 个刺激字以及每一字的 8 个样式,在测试先后的顺序上保持平衡安排,被试还接受 20 个与本实验无关的刺激字的测试。同样,这 20 个字中的每一个字也有上述 8 种变式。这样,对全部 32 个字以及每字的 8 种变式的 256 次命名反应测试,被均匀分为四个区段进行。四区段测试顺序采用改良的拉丁方排列,从而其顺序不仅在被试间保持了平衡,而且区段内部相邻两刺激字的奇偶数对换安排,致使拉丁方设计的效果更佳。此外,每区段内 64 次测试顺序采取因人而异的假随机安排,因为它有如下二点约束:①每一个刺激字在一个区段内只出现两个变式(角度);②为尽量避免字的与角度的启动作用,同一个字不连续出现,一般间隔 3 个字;同时同一种倾斜角度也不相继出现。

实验程序 实验在半暗室内进行。被试端坐,采用双眼观察;其头部被固定在头架上。头架距显示屏 35cm。被试首先进行暗适应,并听讲实验方法。然后进行四小段练习,每段做 10 次反应。正式测试时每区段头两个字作为填充字,对其四次反应不做记录。每一次测试的程序如下:兼作注视点的“+”视符加上 1000 赫兹“嘟”的一声作为预备信号,共同作用 100ms。之后空屏 700ms,再出现刺激字。计算机此时开始记时,直至被试做出声音反应则记时终止,刺激字自屏上消失。空屏 1 秒后,预备信号又出现,新的一次试验开始。如此反复,完成 64 次反应即完成一区段试验。休息几分钟再进入下一区段,直至四个区段全部试验终止。每次试验都要求被试做又快又准的命名反应。被试的误反应,由主试在空屏 1 秒内键入计算机。

2.2 结果与讨论

RT 大于 1200ms 者计入错误反应。在有效 RT 内 ($300\text{ms}<\text{RT}<1200\text{ms}$) 的错误读

音,亦计入错误反应。本实验因每个被试的错误反应率均小于 5%,故不对错误反应结果做分析。正确 RT 的结果,见图 1 所示平均 RT 函数。这是 24 人在每一种倾斜角度下,分别对 6 个多笔字和 6 个少笔字的识别成绩。*

2.2.1 方向效应

图 1-1 所示以 0° 为界的顺时针正向曲线与反时针负向曲线,其形状极其类似。其次,正负向两条曲线的平均 RT 之差,经 t 检验不显著[多笔字与少笔字分别为 $t_{23} = 0.27, 0.51$]。所以,倾斜方向对于字的识别无影响。此外,再考查处于不同方向的相同角度,即以 0° 为界的对称角度的 RT 之差异。对于 $\pm 45^\circ, \pm 90^\circ$ 和 $\pm 135^\circ$,多笔字与少笔字的 t 值均不显著。这又一次表明,汉字的识别不依赖于正负方向之差别。基于以上结果,可以考虑合并对称角,而绘制成仅含 5 种倾斜角度的图 1-2。

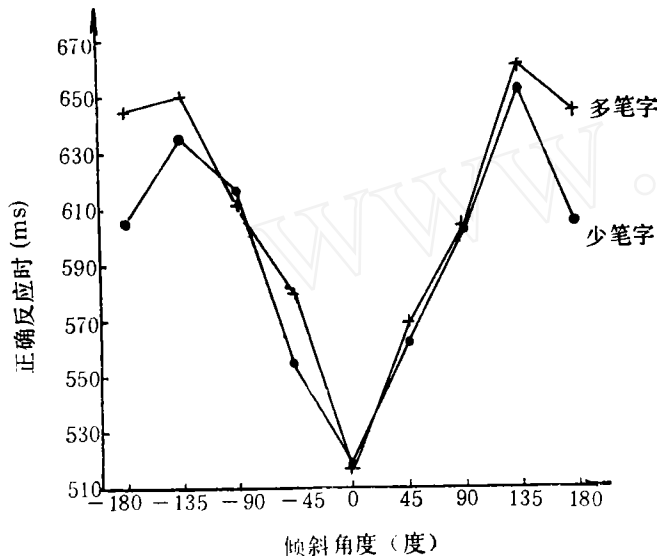


图 1-1

图 1 反应时是多笔字与少笔字的倾斜角度的函数

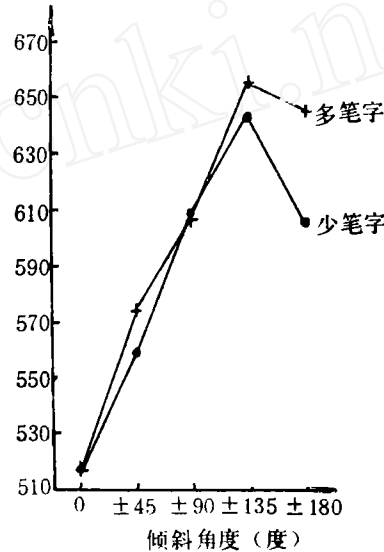


图 1-2

2.2.2 倾斜角度效应

图 1-2 所示五种倾斜角度主效应,经 MANOVA 重复测量,表明非常显著: $F(4, 92) = 127.74, p = 0.000$ 。特别是在从 0° 增至 135° 倾斜范围内,RT 随倾斜角度的增加而直线地增加。RT 与倾斜角度的相关系数(多笔字 $r_2 = 0.994$; 少笔字 $r_2 = 0.998$) 都达 $p < 0.01$ 水平显著。这种较强的倾斜角效应与其他研究者用不同视觉刺激所获心旋结果,总的趋势是一致的。这意味着,对倾斜汉字的识别也同样经历了一个心理旋转过程,即将被感知的倾斜汉字在心理上旋转至它的垂直正位,然后作识别。所以,倾斜角度越大旋转至正位所需时间则越长。这种认知成绩依赖刺激倾斜角度的现象,是心旋中表象旋转论的一个重要论据。因此,本实验的倾斜角度效应能给予表象旋转理论一个有力支持。

图 1-2 中 180° 的倾斜字,其 RT 并不比 135° 倾斜下的更长,而是更短。也就是

* 我们同时也做了把刺激项目当作随机影响的统计分析。基本趋向是: 1. 项目主效应大都不显著。2. 角度主效应都非常显著。这和把被试看作随机因素的统计结果模式是一致的。我们认为这种结果可能是囿于所选的刺激字的数量,而把项目主效应掩蔽了。这是有待今后改进的地方。

说,角度自 135° 进一步倾斜,不但没有发生识别 RT 继续增加,反而有不同程度的缩短。此现象似乎与表象旋转论不符。那么,它是否反映了被试认知经历了从表象表征到命题表征之变化?因为心旋的命题表征说,需借助分析的、言语支持策略才能得以实现。对于倾斜 180° 下的刺激字可做如下言语描述和命题分析:“字的上部分与下部分倒置、左部分与右部分也倒置”。这样,命题经转换就直达字的正位。所以命题表征说认为,旋转 180° 是最容易的。我们认为,因为 180° 下的心旋 RT,至少比 135° 下的旋转快,这表明,旋转 180° 至少比旋转 135° 要容易。此外,也许会有另一种可能性: 180° 倒置对整字视觉结构特征之歪曲反倒不如 135° 倾斜来得严重?究竟是何种原因还待另文探讨。

2.2.3 笔画数效应

在图 1-2 所示五种倾斜角度下,多笔字(600ms)与少笔字(587ms)之差(13ms)显著 [$F(1, 23) = 6.99, p = 0.015$]。同时,笔画数与倾斜角度间的交互作用也显著 [$F(4, 92) = 3.60, p = 0.009$]。细考查,首先在 0° 正位下,笔画数之差对字识别并无影响。其次,在 $\pm 45^\circ - \pm 135^\circ$ 内,9ms 之差的笔画数主效应不显著 [$F(1, 23) = 1.60, p = 0.219$],而且笔画数与倾斜角亦无交互作用 [$F(2, 46) = 1.92, p = 0.159$]。这样就可以说,在 $\pm 135^\circ$ 以下,字的倾斜对于笔画数效应没有多大影响。这意味着,不论字的复杂程度怎样,可以设想在心旋时,字的各个成分是围绕着同一个点同时被旋转至正位。这就是心旋中表象的整体加工方式之含义。尔后的识别,亦如同正位下,由各成分组合而成的字被当作一个整体加工,而倾斜角度对于笔画数效应的影响,很明显地只表现在 180° 最大倾斜角度下。因为少笔字比多笔字的 RT 快 41ms,此差异显著 [$t_{23} = 3.02, p = 0.006$]。这一结果意味着,字的成分加工方式存在。此时命题说的言语分析描述所支撑的字的表象,导致了对字成分的更多的注意和加工。于是成分越多越复杂,则字的加工时间就越长久,反之亦然。这就是最大旋转角度下产生笔画数效应的一种可能机理。

总之,在 $0^\circ - 360^\circ$ 倾斜范围内,笔画数与倾斜角度两变量的交互作用表明,对倾斜汉字的心旋与识别,在小于某一角度如 135° 时是整字加工方式,而在 180° 是成分加工方式,所以总的说来是整体-成分的混合方式。

3 实验二

3.1 前言

汉字的二维平面结构是由笔画群或部件之间的不同组合方式规定的。一般说来,组合紧密不可分离者即是独体字;组合较松散、部件间有缝隙可分离者是合体字。本研究拟通过考查部件的这种可分离性对字识别的影响,以探讨字的心旋和识别方式是整体的或成分的。实验作业仍然是命名识别正位字和倾斜字。无论在何种方位下,识别若不受可分离性影响,则表明整字是识别单元;字在知觉上整合为一个整体。反之,表明识别是以部件的加工方式进行的。此外,实验一论证,识别倾斜字在 $0^\circ - \pm 135^\circ$ 范围内经历了一个字的表象旋转过程。若是部件的可分离性对字的识别无影响,则意味着字的表象旋转是以整字旋转方式进行的;反之,则表明心旋是以部件的相继旋转方式进行的。最后,实验若获得整字-成分混合加工的预期结果,反过来也论证了字的知觉整合性在一定程度上依赖于部件的可分离性,以及字的知觉整合性在心旋过程中的变化。

3.2 方法

设计 倾斜角度(8) × 部件可分性(2)两变量的完全重复测量。

刺激字 六画独体字和七八画上下型合体字各6个。它们完全为另一批刺激字(详见附录)。独体字与上下字在笔画类型(由字中所含横、竖笔画数与撇、捺和点笔画数之比例所决定)方面完全相匹配,字频上的平均数之差,经t检验不显著($t_{10} = 0.565 < 1$)。这12个字的字体大小及倾斜角度同实验1。同时,这12个字也被置于和本实验无关的另外18个字之中。这样共计30个刺激字及其各自的8种刺激变式,共同组成240个角度变式(8角度变式/字 × 30字)的呈现。为了确保刺激字及其倾斜角度条件在呈现顺序上的平衡,本实验亦如实验一一样,划分为四区段处理;区段间试验顺序采用拉丁方设计。而区段内60次刺激的呈现顺序,亦采用因人而异的假随机,其约束条件同实验一。

被试 为另一批24名男女大学生。他们的视力正常或矫正后正常。

仪器 同实验一,但显示器的亮度对比有所不同。程序也与实验一严格保持一致。

3.3 结果与讨论

处理数据的方法同实验一。本实验被试的错误率均在5%以下,故不予讨论。图2所示是24人于每一倾斜角度下的平均RT函数。

3.3.1 倾斜角度效应

图2-1所示8种倾斜角度下的两条RT曲线,当考查其各自的各对对称角下RT之差异时,发现无一显著者,故取其平均值绘制成图2-2。经MANOVA分析,图2-2所示五种倾斜角度主效应非常显著[$F(4, 92) = 51.36, p = 0.000$],而在 $0^\circ - \pm 135^\circ$ 范围内,RT与倾斜角度间的相关系数都达0.05显著水平[独体字与合体字分别为 $r_2 = 0.964, 0.975$]。本实验查明的RT随倾斜角度的增加而直线增加的这些结果,亦可视为是对汉字表象心旋论的又一个支持。其次, $\pm 45^\circ$ 最小角度的倾斜所引起的RT之延长,相对于 0° 下的识别成绩,无论是独体字慢35ms($t_{23} = 4.29$),或者是合体字慢63ms($t_{23} = 10.32$),都达 $p = 0.000$ 水平显著。这一结果也与实验一的完全一致。最后,图2-2所示 180° 倾斜下RT的缩短,

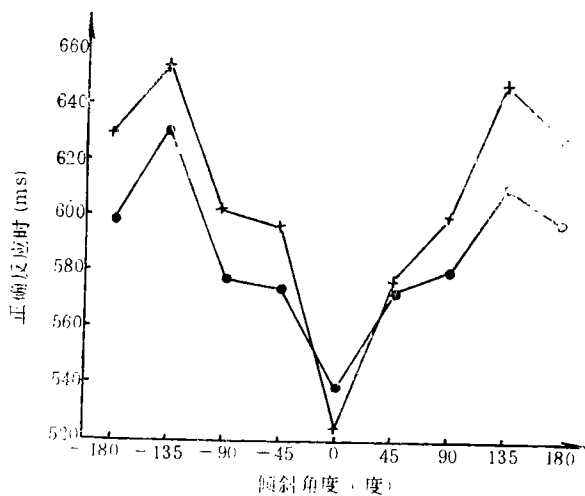


图 2-1

图 2 反应时是独体字与合体字的倾斜角度的函数

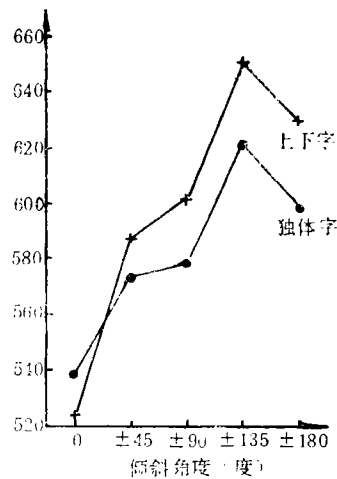


图 2-2

认知成绩得以改善的现象,无论对于独体字或合体字,也和实验一结果一样,都是很明显的。

总之,在倾斜角度效应上尽管本实验使用了与实验一不同的上下型合体字,特别是独体字作为视觉刺激,但是所获结果模式却与实验一完全重合。这一结果表明,被试心旋汉字的操作成绩确实是字倾斜角度的函数,特别是在 0° — $\pm 135^{\circ}$ 倾斜下,这种线性关系,还是很强烈的,不太受字的结构方式的影响。这意味着,汉字与其它视觉刺激物的心旋可能有类似的过程。至于倾斜角度效应发挥作用的最小角度问题,Koriat和Norname提出是 60° 以下,而本研究在 $\pm 45^{\circ}$ 下已发现倾斜的不良影响。这些微小的差异或许是文字材料的不同所致,也可能与实验作业的差异有关。最后,还需指出,本研究在两个实验中一致发现的对称角效应,即认知成绩在对称角下的对称或相同,它极有可能是汉字二维平面的方块结构特征所致,因为相形之下,如Koriat等人所指出的,从右至左排列的希伯莱词却没有这种认知成绩上的对称性。

3.3.2 部件可分性效应

经统计分析,图2-2所示五种倾斜角度下,独体字(582ms)与合体字(598ms)两条RT函数之差(16ms)显著 $[F(1, 23) = 15.19, P = 0.001]$ 。在这里显示了部件可分性效应。而且,部件可分性与倾斜角度间的交互作用也非常显著 $[F(4, 92) = 6.06, P = 0.000]$ 。对于独体字与合体字在同一角度下的RT之差,经成对平均数之差的t检验发现,只有 0° 正位下不显著,而其它4种倾斜角度下均显著。从图2-2亦可见,约在 20° 倾斜角下,独体字与合体字的RT相等。从而可以认为, 20° 左右的倾斜角度对于部件可分性效应无作用。这意味着,汉字都是被当作一个由部位整合而成的整体,它的各成分同时围绕着一个相同点心旋至正位,尔后被当作一个整体识别。而在超出 20° 的更大倾斜角度内,部件可分性则影响字的识别,致使上下合体字比独体字占据明显的认知劣势。这意味着,合体字在心旋过程中,部件间的结合似有松动,即字的知觉整合性减弱,从而认知单元由整字转向小于整字的部件单元,尔后的识别也可能更多地依赖于部件的加工。总之,从 0° — 360° 大范围内,小于 20° 倾斜下的整字心旋与识别以及大于 20° 倾斜下的部件的心旋与识别,它们共同构成了心旋识别中的整字-部件混合认知模型。

致谢 温州师范学院的潘玉进参加第二个实验的早期程序编制工作,特此致谢!

参 考 文 献

- 1 Koriat A, Norman J. Reading rotated words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1985, 11(4): 490—508.
- 2 Chen M J, Yung Y F. Reading Chinese words, a holistic or piecemeal process? In: Bennett A F, McConkey K M eds. *Cognition in individual and social contexts*. North-Holland: Elsevier Science Publisher, 1989, 91—100.
- 3 喻柏林, 曹河圻. 汉字识别中的笔画数效应新探. *心理学报*, 1992, 24(2): 120—126.

EFFECTS OF COMPLEXITIES ON RECOGNITION FOR TILTED CHINESE CHARACTERS

Yu Bolin Li Zhaohui

(Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100012)

Zhang Shulin

(Institute of Psychology, South-west Normal University, Chongqing, 630715)

Abstract

The purpose of the present study was to explore processing modes of mental rotation and recognition for Chinese characters by means of its complexity. The complexities were manipulated separately on both the number of strokes and separability of components. They consisted of two independent experiments. In each experiment, the variable of angular deviations contained eight angular deviations from upright with increasing 45° step, i. e., 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, -45°, -90° and -135°. The experimental dependent variable was naming response time for rotated characters. The results were found that the indicators of the character's complexity, either number of strokes or the separability of components had respectively an interaction with the variable of angular deviations. This gave support to the whole-component mixed model in the processing modes for mental rotation and recognition of Chinese characters.

Key words Chinese character, complexity, mental rotation, recognition.