

变形汉字的结构方式和笔画数效应

曾捷英

(北京物资学院劳动人事系,北京 101149)

周新林 喻柏林

(中国科学院心理研究所,北京 100101)

摘要 曾捷英等提出并采用了汉字通透性概念解释汉字识别中的字形属性效应,例如笔画数效应、笔画类型效应和结构方式效应。在有关研究中采用的主要实验方法是在速示、重复速示、非速示、时间或空间微观发生等条件下要求被试命名汉字。该研究将采用新的实验方法,即在呈现变形汉字 1200ms 后要求被试报告识别内容。结构方式和笔画数两种字形属性为研究对象。实验结果表明存在着常规的结构方式效应和笔画数效应,尤为重要的是观察到了逆转的结构方式效应。客观计算出的汉字通透性可以合理解释这些效应。该研究和先前研究部分证明了关于汉字字形知觉的一个重要假设:汉字通透性是形成各种字形属性效应的基本或主导原因。字形属性对汉字识别的影响可以归结为通透性的影响,这称之为通透性中介假设。

关键词 汉字通透性,变形汉字,笔画数效应,结构方式效应。

分类号 B842.1

1 前言

汉字字形属性包括很多方面,例如,笔画数,结构方式,笔画类型,笔画配置(平衡与不平衡),部件数,部件部位,象限部位,周边与内含等等。这些字形属性往往影响汉字识别,尤其影响在不良视觉条件下的识别,例如速示时的识别。曾捷英等在有关研究中^[1],提出了汉字通透性概念,并且有一个基本的假设,即汉字通透性是形成各种字形属性效应的基本或主导原因。这一假设意味着字形属性本身并不直接影响汉字识别,而是以通透性为中介发挥作用的,所以这一假设也可以称为通透性中介假设。

汉字通透性,全称为汉字空间通透性,指笔画之间在水平或垂直方向上的距离,它表示笔画的离散程度。具体算法如下:将汉字中可以在水平或垂直方向上连线的两个点称为水平或垂直偶点对,每一偶点对之间没有其他任何笔画;计算出所有的水平或垂直的偶点对之间的距离,对它们分别求和,并分别用总和除以偶点对数,所得结果即汉字的水平或垂直通透性。用公式表示为:

$$\text{通透性}(T) \begin{cases} D_{\text{水平}} = \frac{\sum_{i=1}^m d_{\text{水平}}}{m} \\ D_{\text{垂直}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_{\text{垂直}}}{n} \end{cases}$$

m, n 分别指水平和垂直偶点对数; $d_{\text{水平}}$ 和 $d_{\text{垂直}}$ 指每一偶点对之间的距离; $D_{\text{水平}}$ 和 $D_{\text{垂直}}$ 指所有偶点对距离的均值,也即通透性。

以汉字“尖”为例,通透性值是对希望汉字系统中的矢量字库 32 点阵黑体字测量的结果。它们的通透性值见图 1。



图 1 汉字通透性图解

一组汉字的通透性由水平值和垂直值构成。曾捷英等提出了汉字通透性较差值决定论,即一组汉字的水平值和垂直值根据绝对大小分为较差值和

收稿日期:2000-10-28。

*曾捷英,汉字早期字形加工. 中国科学院心理研究所博士论文,1999

较好值,两组汉字进行通透性比较时,首先比较各自较差值,如果有差异,则两组汉字的通透性有差异;如果没有,则继续比较较好值。

在曾捷英等已有研究中,主要研究对象是结构方式效应、笔画数效应和笔画类型效应。采用的主要实验方法是在速示、重复速示、非速示、时间或空间微观发生等条件下要求被试命名汉字。被试在识别不同类型汉字上的成绩差异反映了汉字的通透性差异,即通透性好的汉字有利于识别,不好则不利于识别。在本研究将采用新的实验方法继续检验通透性中介假设,即在呈现变形汉字 1200ms 后要求被试报告识别内容。变形汉字,即对汉字进行水平方向或垂直方向压缩。对汉字进行变形处理,实际上劣化了汉字字形,能延长字形加工时间,有利于探讨字形加工;此外,汉字变形还可能使一个或一组汉字的通透性产生动态变化,而字形属性不变,如果字形属性效应产生了变化,则可以直接认为是通透性变化所致,这有利于检验通透性中介假设(此时影响通透性的因素包括字形属性和汉字变形程度两个方面)。

对于上下字和左右字,水平压缩时,左右字的通透性劣于上下字,垂直压缩时,上下字劣于左右字,所以,如果汉字通透性影响汉字识别,在两种压缩方向下,结构方式效应的方向应该是相反的,水平压缩时,上下字易于识别,即出现逆转的结构方式效应,垂直压缩时,左右字易于识别,这是常规的结构方式

效应。对于多笔画字和少笔画字,无论水平压缩还是垂直压缩,多笔画字的通透性均是劣于少笔画字的通透性,所以多笔画字应该均难以识别。

下面有两个实验分别考察变形汉字的结构方式效应和笔画数效应是否可以采用通透性解释。在讨论部分简要说明采用汉字通透性解释字形属性效应对汉字识别研究的意义。

2 实验 1 变形汉字的结构方式效应

2.1 实验方法

2.1.1 实验设计 采用结构方式 \times 压缩方向 \times 压缩等级三因素被试内设计。

2.1.2 仪器 一台 286 微机,附有 640 \times 480V GA 高分辨彩色显示器。

2.1.3 被试 中国农业大学一年级学生 36 人,他们的视力或矫正视力正常。

2.1.4 实验材料 选择笔画数为 9—10 画的上下字和左右字各 22 个,它们均为非标准的形声字,而且部件数均为 2,两种结构汉字的字频和笔画数一一严格匹配。汉字字模来自 UCDO5.0 中楷体矢量字库,对于每一汉字,首先生成 48 \times 48 点阵字模,然后将水平或垂直方向压缩为 20、25 和 30 点阵,则每一汉字产生 6 个刺激字:20 \times 48、25 \times 48、30 \times 48、48 \times 20、48 \times 25、48 \times 30。经过压缩,每一刺激字的笔画在正常亮度对比条件下均清晰可辨,只是字形为长形或扁形。以汉字“秋”为例,见图 2。



图 2 实验中的刺激字举例

对汉字通透性(见图 3 中的下半部分)进行结构方式(组间) \times 压缩方向(组内) \times 压缩等级(组内)混合三因素方差分析,结果表明,压缩等级主效应显著, $F_{(1,42)} = 14.71, p = 0.000$,结构方式和压缩方向之间存在着显著的交互作用, $F_{(1,42)} = 26.83, p = 0.000$,在水平压缩上,上下字通透性较好, $F_{(1,42)} = 18.32, p = 0.000$,在垂直压缩上,左右字通透性较好, $F_{(1,42)} = 17.51, p = 0.000$ 。

2.1.5 实验程序 每一被试识别所有汉字,但对于每一汉字,只是六种变化中的一种。背景为灰白色,刺激字为灰色。正式实验之前,首先针对被试原有

视力测定屏幕亮度,使得被试在 155cm 的距离,双眼对“E”视标的开口方向正确辨别率达到 85%—90%，“E”视标的大小为 10 \times 10 点阵,其笔画均匀,为 2 点阵。然后练习,使被试熟悉实验。正式实验的过程如下:首先在屏幕中心呈现 6 \times 6 点阵实心方块视符 100ms,然后空屏 700ms,接着呈现变形汉字 1200ms。要求被试注意观察汉字,并尽可能地报告所见内容。主试对被试的报告进行评价,记为 1—5 中的某个等级,按 1—5 键输入计算机。主试按键开始下一个汉字的实验,重复上面的过程。

主试根据被试的报告情况进行等级评价,评价

标准是:等级 1 为被试只看见灰白色屏幕上有一个囫圇的、未分化的灰色斑块;等级 2 为被试看见了一些离散的笔画,或者对刺激字做出字形完全不同的猜测;等级 3 为被试看见部件,或者看成形似字;等级 4 为被试不确定地报告出正确字;等级 5 为被试确定地报告出正确字。

2.2 实验结果

实验结果见图 3 上半部分。从图形直观的角度,在水平压缩时,上下字的通透性较好,识别成绩也较好,垂直压缩时,左右字通透性较好,识别成绩

也较好。对识别成绩进行混合三因素项目方差分析(因为检验通透性只可能采用项目分析,所以这里也采用项目分析),结果表明,压缩等级的主效应显著, $F_{(1,42)} = 59.36, p = 0.000$;结构方式与压缩方向之间存在着交互作用, $F_{(1,42)} = 24.77, p = 0.000$,在水平压缩上,上下字易于识别, $F_{(1,42)} = 8.51, p = 0.007$,在垂直压缩上,左右字易于识别, $F_{(1,42)} = 16.00, p = 0.000$ 。这一结果与通透性的检验结果是完全吻合的。

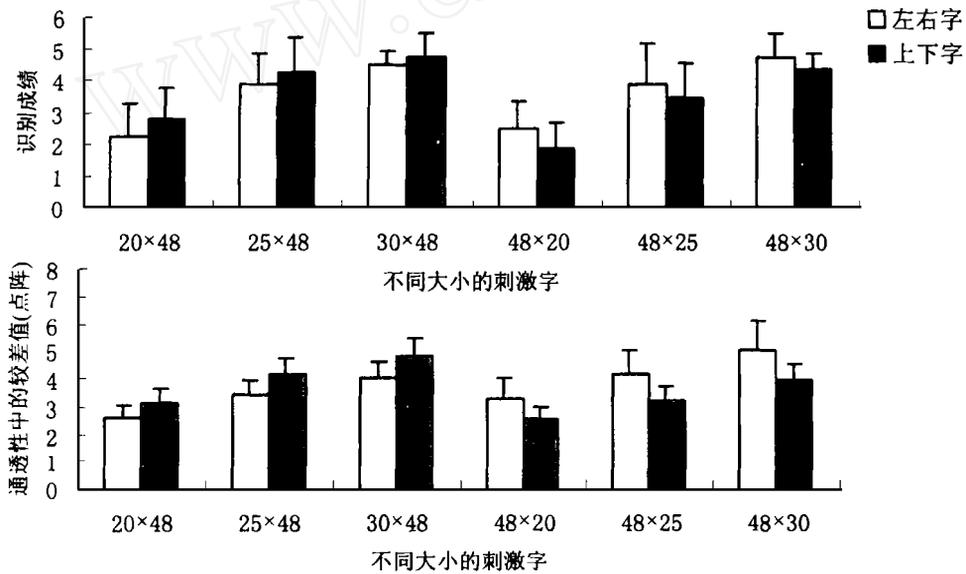


图 3 左右字和上下字的通透性和识别成绩

3 实验 2 变形汉字的笔画数效应

3.1 实验方法

3.1.1 实验设计 采用笔画数 × 压缩方向 × 压缩等级三因素被试内设计。

3.1.2 仪器 同实验 1。

3.1.3 被试 中国农业大学一年级学生 36 人,他们的视力或矫正视力正常。

3.1.4 实验材料 笔画数为 9—10 画的多笔画字和 4—6 画的少笔画字各 12 个,它们均为非标准的形声字,而且部件数均为 2,两种笔画字的字频一一严格匹配,均为左右结构的汉字。它们生成刺激材料的方法同实验 1。

对汉字通透性(见图 4 中的下半部分)进行笔画数(组间) × 压缩方向(组内) × 压缩等级(组内)混合三因素方差分析,结果表明,存在着显著的笔画数和压缩等级的主效应, $F_{(1,22)} = 28.78, p = 0.000$,

$F_{(1,22)} = 592.06, p = 0.000$;它们之间的交互作用也是显著的, $F_{(1,22)} = 15.00, p = 0.001$,将汉字压缩到 20、25 和 30 点阵时分别称为压缩等级 1、2 和 3,在压缩等级 1、2 和 3 上,少笔画字的通透性均好于多笔画字的通透性, $F_{(1,22)} = 30.47, p = 0.000, F_{(1,22)} = 28.57, p = 0.000, F_{(1,22)} = 26.44, p = 0.000$ 。压缩方向对通透性没有明显影响。

3.1.5 实验程序 与实验 1 相同。

3.2 实验结果

实验结果见图 4。从图形直观的角度,对于 6 种变化,少笔画字的通透性好于多笔画,少笔画字的识别成绩也好于多笔画。

对识别成绩进行混合三因素项目方差分析,结果表明,笔画数和压缩等级的主效应显著, $F_{(1,22)} = 12.02, p = 0.002, F_{(1,22)} = 348.79, p = 0.000$,并且两者间有交互作用, $F_{(1,22)} = 5.16, p = 0.03$,在压缩

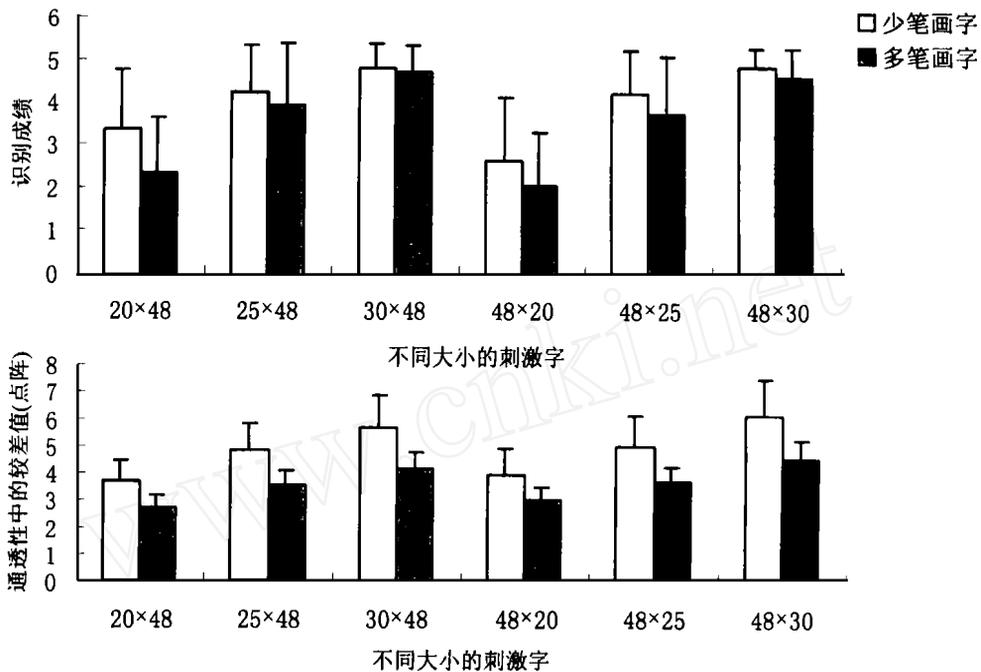


图4 不同笔画字的通透性和识别成绩

等级1和2上,对少笔画字的识别成绩显著优于对多笔画字的识别成绩, $F_{(1,22)} = 10.81, p = 0.003$, $F_{(1,22)} = 8.70, p = 0.007$,在压缩等级3上,上述两者间的差异达到临界显著水平, $F_{(1,22)} = 3.29, p = 0.08$ 。以上结果与少笔画字的通透性优于多笔画字的通透性是吻合的。对于在压缩等级3上,少笔画字和多笔画字的通透性存在着显著性差异,但识别成绩的差异只达到临界显著性,对于这种不一致现象,可以采用“字形属性效应随视觉清晰性增大而减弱的模型”^[11]加以解释。压缩等级3下的汉字,相对于压缩等级1和2下的汉字,视觉清晰性增大了,从而效应减弱。

4 讨论

汉字通透性对汉字字形加工的影响可能进一步说明在形状知觉中分辨形状各成分的重要性。作者打算另行文详细讨论通透性概念与复杂形状知觉间的关系,下面的讨论只是从汉字识别的角度围绕通透性中介假设而进行。

采用通透性中介假设解释汉字字形属性效应应具有较强的概括性和统一性。在先前对一种或几种字形属性效应采用不同的解释,例如,笔画数效应和部件数效应往往从加工单元的角度予以解释^[2];被试常优先抽取带有斜钩、竖钩或捺的笔画,或许与它们具有较大曲率变化从而信息量大有关^[3];由笔画类型导致的整体视觉结构特征在不同旋转角度下具有

不变性,所以笔画类型效应恒定^[4];部位部件效应从字形整体知觉的角度予以解释^[5],等等。这些解释是分散的。现在采用通透性中介假设,可以将大多数字形属性效应放在一个框架下予以分析。

在本研究中,除存在常规的结构方式效应外^[1,3],还有逆转的结构方式效应,即上下字易于识别。因为在汉字变形处理中结构方式属性具有不变性,所以上面结果说明汉字结构本身并不直接影响汉字识别;换言之,结构方式影响汉字识别只是表面现象,隐藏它背后的是笔画之间水平和垂直距离,也即通透性主导着汉字字形加工。对于笔画数效应,因为不同的压缩方向没有导致多笔画和少笔画在通透性对比上的显著变化,所以,这一效应在不同压缩方向上没有变化,即均是少笔画字易于识别。这虽然不能有力地证明通透性中介假设,但是至少不与它冲突,或者说,通透性中介假设至少可以解释笔画数效应。

除了本研究中的结构方式效应和笔画类型效应,还有笔画类型效应和部位部件效应可以采用通透性予以解释。对于笔画类型效应,在喻柏林等人的实验中^[4],直线型汉字最容易辨认,曲线型字最难,混合型字位于中间,今天分析通透性表明,三者的通透性从好到差的顺序恰好是直线型字 - 混合型字 - 曲线型字,在曾捷英的实验中,直线型汉字最容易辨认,但是最难识别的是混合型汉字,曲线型字位于中间,这是因为三者的通透性从好到差的顺序是

直线型字 - 曲线型字 - 混合型字;对于部位部件效应,上下字的下部件比上部件易于识别是因为下部件通透性较好;左右字的右部件比左部件易于识别是因为右部件通透性较好*。

此外,喻柏林等指出在实验中观察到了命名相对低频汉字时平衡字较不平衡字有认知优势^[6]。作者当时认为尚没有直接实验证据解释这一现象。现在通过分析实验用字的通透性,发现平衡字的通透性优于不平衡字, $t_{(18)} = 1.89, p = 0.07$ 。

还有一些字形属性效应可以采用通透性中介假设予以解释是不言而喻的。例如,对于汉字的外周与内含,对外周成分的识别具有优先性^[3,7],因为外周的通透性优于内含的通透性;速示下特征抽取中往往先抽取的特征是孤立的笔画或成分^[3],例如,对“些”、“胆”,往往先写下“一”笔画,对一些带有斜钩、竖钩或捺的笔画的字,例如“线”、“笔”、“缺”,则往往先写下这些笔画,这些孤立的成分从直观的角度也是具有较好的通透性;具有不同笔画类型的汉字经过不同角度旋转并不影响笔画类型效应,这也是因为通透性本身没有随旋转而变化^[4]

5 结 论

实验结果表明存在着常规的结构方式效应和笔

画数效应,尤其重要的是观察到了逆转的结构方式效应。客观计算出的汉字通透性可以合理地解释这些效应。本研究和先前研究部分证明了关于汉字字形知觉的一个重要假设:汉字通透性是形成各种字形属性效应的基本或主导原因。

参 考 文 献

- 1 曾捷英,喻柏林. 速示重复和非速示呈现下的汉字结构方式效应. 心理科学,1999,(4):305—309
- 2 彭聘龄,王春茂. 汉字加工的基本单元:来自笔划数效应和部件效应的证据. 心理学报,1997,29(1):8—15
- 3 彭瑞祥,喻柏林. 不同结构的汉字再认的研究. 见:普通心理学与实验心理学论文集. 甘肃人民出版社,1983. 182—194
- 4 喻柏林,张蜀林,潘玉进. 笔划类型对直立和倾斜汉字识别的影响. 心理学报,1997,29(1):23—28
- 5 沈模卫,潘善会,李忠平. 整体字形对部件识别的影响. 应用心理学,1997,29(1):47—51
- 6 喻柏林,曹河圻. 汉字识别中的笔划数效应新探——兼论字频效应. 心理学报,1992,24(2):120—126
- 7 曹传泳,沈晔. 在速视条件下儿童辨认汉字字形的试探性研究:字形结构的若干因素对字形辨认的影响. 心理学报,1963,(4):271—279

EFFECTS OF CONSTRUCTION WAY AND STROKE NUMBER IN VISUAL PERCEPTION OF TRANSFORMING CHINESE CHARACTERS

Zeng Jieying

(Labor and Personnel Department, Beijing Material College, Beijing 101149)

Zhou Xinlin Yu Bolin

(Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstracts

Zeng et al. proposed that the space transparency of Chinese characters can be used to account for varieties of character form effects in visual perception of Chinese characters, such as, the effects of stroke number, stroke type and construction way. This study applied a new method that subjects were asked to report what they saw after the transforming Chinese characters were presented on screen for 1200ms. The results showed that there were construction way and stroke number effect as people had before disclosed, however, it is important that there is reverse effect of construction way. The space transparency computed according to an algorithm can reasonably account for these effects. This study and previous study can partially prove an important hypothesis on visual perception of Chinese characters that space transparency plays a leading role in varieties of form effects.

Key words space transparency of Chinese character, transforming Chinese character, effect of stroke number, effect of construction way.

* 曾捷英,周新林. 汉字识别中的部位部件效应. 心理科学, 待发.