

认知心理学报告



视觉编码保持

专业：心理学
班级：心理 1402 班
学号：3140104088
姓名：李文敏
性别：男

视觉编码保持*

李文敏¹ 董一胜**

(浙江大学心理与行为科学系, 杭州, 310058)

摘要 过去一段时间以来,人们都认为短时记忆的信息只是以听觉形式进行编码,但是 Posner 实验却表明短时记忆还有视觉编码的存在。本实验在一定程度上修改并重复了 Posner 的经典视觉编码保持实验,让 50 名被试在相同字母对、形异音同字母对、不同字母对三种条件下判断两个字母是否相同,并与原实验进行对比。研究表明:①在短时记忆中,存在两种编码形式,视觉编码发生在前期较短时间内,随着时间推移逐渐消退,听觉编码逐渐成为主要编码形式②刺激本身特性、字母对呈现之间的间隔 ISI、知觉负荷、情境都可能是影响短时记忆编码形式的关键因素。

关键词 短时记忆 视觉编码 听觉编码 减数法

1. 引言

短时记忆中,信息以何种形式保持或储存即为短时记忆的信息编码问题。Conrad 通过对记忆实验 (Conrad, 1963; Conrad, 1964) 中的错误回忆数据的分析,发现回忆错误和正确反映之间存在语音上的联系,因而认为短时记忆中的信息(如字母)是以听觉形式来进行编码的。

但是 Posner 等人 (Posner, Boies, Eichelman, & Taylor, 1969; Posner & Keele, 1967) 的实验却表明,短时记忆中的信息也可以有视觉编码。他们在实验中给被试同时或继时呈现两个并排的字母对 (AA 或 Aa),要被试指出这一对字母是否相同(不考虑大小写),实验结果表明:两字符同时呈现时,形同字母对 (AA) 的反应时要小于形异音同字母对 (Aa);随着两字符继时呈现的时间间隔增加,形同字母对的反应时急剧增加,而形异音同字母对的反应时却未出现较大变化,两者反应时之间的差异随时间间隔增加而逐渐减小。根据减法反应时原理,Posner 等人认为短时记忆中并不只有听觉编码,还应该视觉编码。

如果短时记忆中只有听觉编码,那么形同字母对 (AA) 与形异音同字母对 (Aa) 的反应时应该不存在差别,因此,该结果表明短时记忆中可能还存在其他形式的编码,而形同字母对 (AA) 与形异音同字母对 (Aa) 的区别仅在于前者两个字母的物理

形状完全相同,而后者不同。因此,当字母对同时呈现时,形同字母对 (AA) 可以直接比较视觉上的物理形状,而形异字母对 (Aa) 则必须按发音进行比较。换言之,形同字母对 (AA) 的知觉匹配以视觉编码为基础,而形异字母对的知觉匹配以听觉编码为基础。而正是由于视觉编码优先于听觉编码产生,从而导致形同字母对 (AA) 的反应时要小于形异音同字母对 (Aa),两者的反应时之差即反映内部编码过程的差别。但随着字母对呈现的时间间隔逐步增大时,两者的反应时的差距在逐步变小,这表明视觉编码的作用在逐渐减弱,而听觉编码的作用则在逐步增强,暗示了短时记忆中的信息编码逐步从视觉编码过渡到听觉编码,故形同字母对 (AA) 的反应时间应逐渐增大,从而缩小了与形异音同字母对 (Aa) 之间反应时之差。

早期研究认为,语义编码是长时记忆的特点,但是随着研究的深入,Wickens 发现如果前后识记有意义联系材料(字母、数字、名词等)时会表现出前摄抑制。国内的许多研究也证实了语义编码的存在。因此,现在一般认为,短时记忆中的信息存在感觉编码和语义编码,而感觉编码则包括视觉和听觉编码。

本实验旨在对 Posner 等人的经典视觉编码保持实验进行验证,了解短时记忆中各种编码形式的特点,并进一步探讨短时记忆中各种形式编码的影响因素。

* 完稿日期: 2016-9-25

* 研究项目: 认知心理学实验项目

** 通讯作者: 董一胜, 浙江大学心理与行为科学系, E-mail: dongyisheng@zju.edu.cn

2.方法

2.1 被试

被试为浙江大学心理与行为科学系大三本科生 50 名,其中男生 25 名,年龄 20 ± 0.5 ,女生 25 名,年龄 20 ± 0.5 岁。身体健康,无视觉知觉和肢体障碍。

2.2 仪器与材料

IBM-PC 计算机一台、认知心理教学管理系统。本实验呈现的字母集为“A”与“a”、“B”与“b”、“F”与“f”、“H”和“h”,共 8 个字母。每个字母的大小约为 $1.6\text{cm}\times 1.6\text{cm}$ 。

2.3 实验设计与流程

本实验采用两因素被试内设计。因素一为字母对类型,该因素有 2 个水平:相同字母对(AA 或 Aa)或不同字母对(AB),相同字母对又分为形同字母对(AA)与形异音同字母对(Aa);因素二是字母对呈现时间间隔(ISI[1]),该因素有 4 个水平:0 毫秒、500 毫秒、1000 毫秒和 2000 毫秒。

单次试验流程见图 2-3-1。首先在屏幕上中央呈现一个黄色“+”注视点,500~1500 毫秒后在屏幕中央呈现第一个字母,字母预览 1000 毫秒后消失,间隔一段时间(0 毫秒、500 毫秒、1000 毫秒和 2000 毫秒)后,在屏幕中央呈现第二个字母。对于 0 毫

秒的试次,为了让被试区分前后两个字母,第二个字母与第一个字母的位置有轻微错位。

被试的任务是判断第二个字母与第一个字母是否相同(不考虑大小写),并立即做出按键反应。如果是按“J”键;不是按“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。如果被试在字符出现后 1000 毫秒内不予以反应,程序将提示反应超时,告诉被试尽快反应。随机空屏 600~1300 毫秒后,自动进入下一次试验。

实验分为练习和正式实验两个部分。正式实验开始前,从正式实验中随机抽取 20 次作为练习,练习的时候,无论反应正确、错误或超时均有反馈,但结果不予以记录。练习的正确率达到 90% 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 192 次试验,分 4 组(每组 48 次),组与组之间分别有一段休息时间。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 30 分钟。

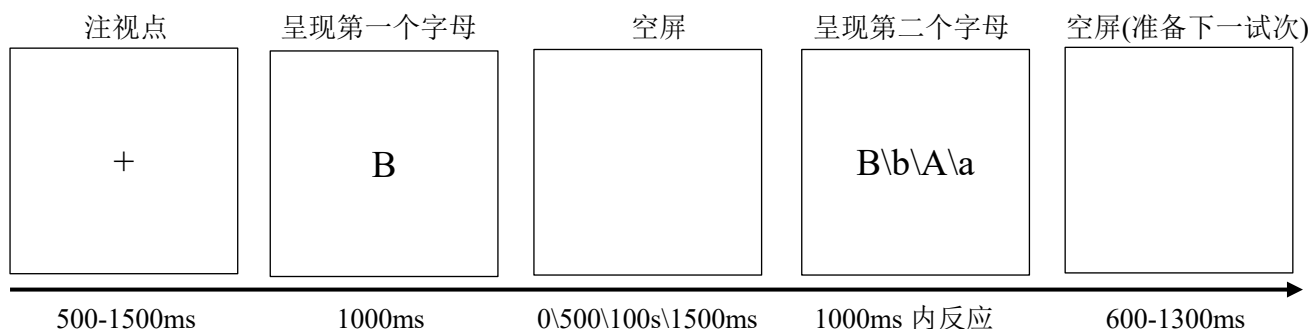


图 2-3-1 视觉编码保持实验流程示意图(以 B 字母开头的一种情况作为示例)

3.结果

3.1 不同字母对的不同 ISI 条件下的反应时(综合 1、2 间)

分别计算每个被试在不同 ISI 条件下三种匹配条件下的反应时,所有被试不同 ISI 条件下的反应时汇总表如下 3-1-1,将所有被试的数据导入 SPSS 22.0 进行重复测量方差分析。结果表明不同字母对之间的差异显著($F(2,98)=57.787, p<.01$),不同 ISI 条件之间的反应时差异显著(F

$(3,147)=253.289, p<.01$), ISI 和字母对类型交互作用显著。对 ISI 和字母对类型进行简单效应分析可知,在 ISI 时间间隔为 0ms 的时候,不同字母对之间的差异显著($F(2,48)=53.350, p=.000<.05$),不同字母对反应时大于形异音同字母对反应时大于相同字母对的反应时;在 ISI 时间间隔为 500ms 的时候,不同字母对之间的差异显著($F(2,48)=29.861, p=.000<.05$);在 ISI 时间间隔为 1000ms 的时候,三种字母对之间的反应时差异显著($F(2,48)=43.377,$

$p=.000<.05$)；在 ISI 时间间隔为 2000ms 的时候，相同字母对和形异音同字母对之间的反应时差异不显著，不同字母对于其他两种字母对之间的反应时差异显著，说明 2000ms 的时候可能已经基本完全过渡到听觉编码阶段。

以 ISI 为横坐标，反应时为纵坐标，绘制形同字

母对、形异字母对和不同字母对条件下的反应时折线图如图 3-2-1 所示。综合显著性分析结果和折线图可知三种字母对在 0-2000ms 内随着 ISI 增大，反应时逐渐减小；总体上，三种字母对的反应时依次为不同字母对大于形异音同字母对大于形同字母对。

图 3-1-1 不同 ISI 条件下不同字母对被试反应时

ISI/ms	不同字母对/ms	形异音同对/ms	形同字母对/ms
0	665.79±105.66	631.08±116.43	602.53±102.77
500	635.09±110.66	600.45±117.81	585.13±108.82
1000	593.04±114.80	576.22±118.64	540.76±101.52
2000	565.25±102.79	538.76±109.86	541.42±98.29

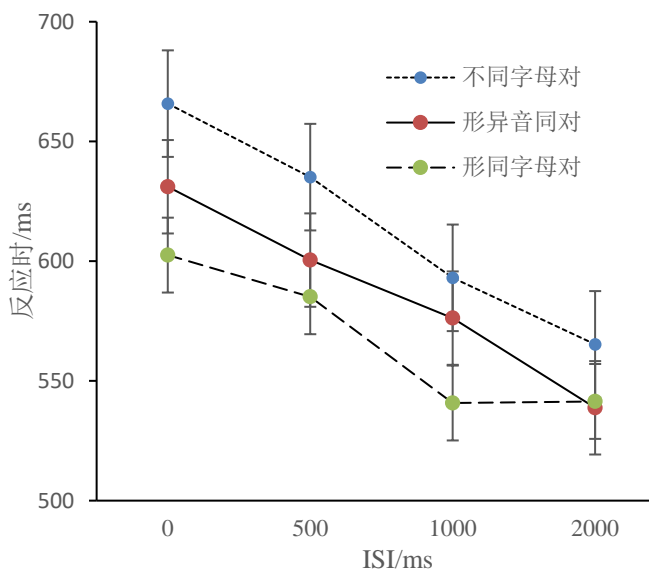


图 3-2-2 不同字母对下反应时随 ISI 的变化折线图

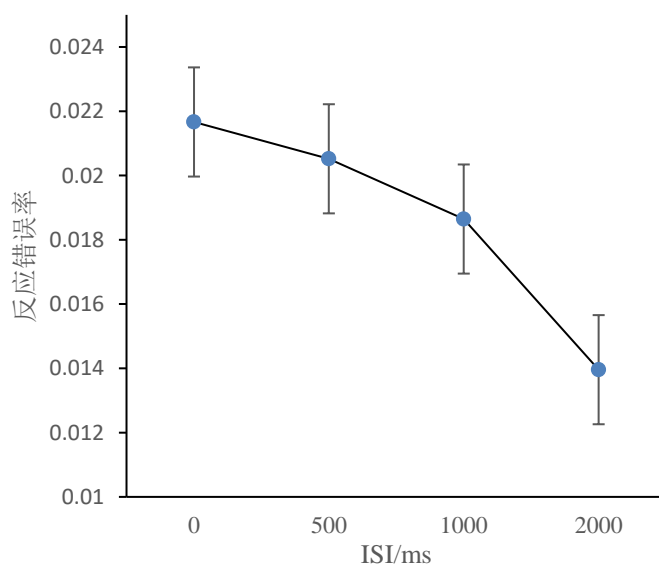


图 3-2-3 不同 ISI 条件下反应错误率

3.2 不同 ISI 条件下反应错误率

实验程序有补救措施，但笔者认为不论被试重复多少次，只要重复即认为错误，不计重复次数，由此求出每个被试的错误率，由所有被试的数据得到图 3-2-3 的折线图。将处理后的所有被试数据导入 SPSS 进行显著性分析，由单因素方差分析可知（方差齐性， $p=.398>.05$ ），不同 ISI 之间的错误率之间的差异显著（ $F(3,196)=3.471$ ， $p=.017<.05$ ）。综合折线图和显著性分析结果可知反应错误率随着 ISI 增大逐渐增大。

4. 讨论

4.1 与原 Posner 实验结果的比较分析

比较 Posner 的实验结果如图 4-1-1 和本实验图

3-2-1。有诸多不一样的地方，以下逐一进行详细分析。

就三种字母对的反应时看，两种实验的字母对反应时总体大小均有形异字母对大于形同字母对，这是由视觉编码特性决定，形同字母对的知觉匹配以视觉编码为基础，形异字母对的知觉匹配以听觉编码为基础，而视觉编码优先于听觉编码产生，因此导致形同字母对反应时小于形异音同字母对；本实验中不同字母对反应时最长，因为该反应时被试需要同时对字母的形状和发音进行比较，但是 Posner 实验中不同字母对的反应时并不是最长的，笔者认为可能是被试运用技巧导致，由于第一个字母始终是大写字母，当第二个字母呈现大写字母时，对于不同字母对（例如 AB），可以在只运用视觉编

码的情况下进行区分,因此这一部分的数据缩短了整体不同字母对的反应时。

就三种字母对随着 ISI 增大的变化趋势来看,Posner 实验的三种反应时均表现出减小后增大,这是因为 Posner 实验两个字母在不同的位置,当 ISI 间隔较短的时候,被试需要从第一个字母转移到第二个字母,视线转移所需要的时间占据较大比例,而后随着 ISI 增大,被试需要等待第二个字母的出现,被试对接下来刺激出现的时机不确定(Klemmer, 1956; Klemmer, 1957; Posner, 1967),有研究发现,这种不确定反应时可以由信号与刺激之间的间隔期(例如本实验中的 ISI)和间隔期内的不确定性共同构成的函数决定;而本实验中,由图 3-2-2 可知,三种反应时均表现为持续减小,这是因为我们的实验中有错误补救以及自尊心等因素,被试有较强烈的动机去复述并记住这些字母,形同字母对在 1000ms 以后不再减小,这是因为字母对已经得到充分加工,达到地板效应。需要注意的是,我们的实验被试有比较强的一个动机,因而反应时表现为缩短,而原 Posner 实验的被试却没有这样的动机,包括 Posner 自己也这样认为,他的被试没有给予相关激励(Posner, 1967)。

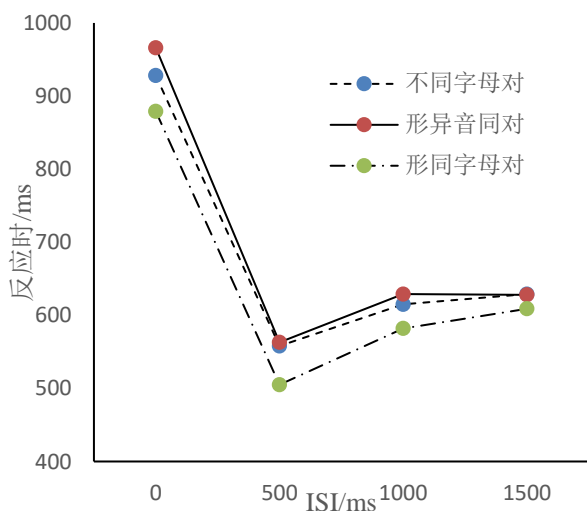


图 4-1-1 Posner 实验中不同条件下的反应时(改编自 Posner 实验)

4.2 不同字母对随着 ISI 变化趋势所反映的内部心理加工机制

本实验当中,三种字母对的反应时都随着 ISI 增大而逐渐减小,在时间间隔 ISI 较短的时候,被试尚且没有对字母进行充分的加工,以至于反应时较长;

就形异和形同字母对之间的反应时差异来看,Posner 实验中表现为一直减小,这表明视觉编码的作用在逐渐减弱,而听觉编码的作用正在逐渐增强,短时记忆信息编码从视觉编码过渡到听觉编码,所以字母对 AA 的反应时逐渐增大,进而缩小与形异音同字母对 Aa 之间的反应时之差;但是本实验中两者之间的差异为先减小后增大之后又逐渐减小,这可能是因为被试个体差异以及实验环境等因素造成的,本实验的被试为浙江大学心理系本科生,并且知道实验目的,原实验字母材料呈现采用机械手段呈现而现在是计算机呈现等,但是这些干扰因素只能解释为何本实验与原实验差异变化趋势不一样,还是没有解释为何差异有这样的一个特别的变化走势(先减小后增大最后又减小),笔者做出这样一个猜想:因为我们实验已经证实了短时记忆前期是视觉编码后期是听觉编码,则中间是不是存在一个编码方式的转换过程,按道理随着 ISI 时间间隔增大两者差异是减小的,这一点再 0-500ms 和 1500-2000ms 之间的趋势是符合的,关键就是中间突然出现了增大,有没有存在这样的可能,两种编码方式的转换过渡期恰好处于这一时间点,由此引起了两者反应时之间的差异增大。

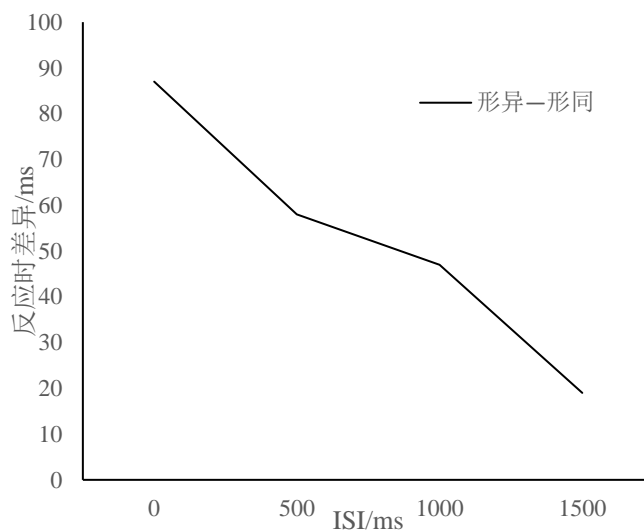


图 4-1-2 Posner 实验中形异与形同字母对之间的反应时差异折线图(改编自 Posner 实验)

当 ISI 逐渐增大的时候,被试得以对字母进行充分地加工编码和记忆,有利于被试做出判断。

相比较而言,三种字母对的心理过程复杂度依次为不同字母对、形异字母对、形同字母对,形同字母对为最简单的视觉编码匹配,形异音同字母对被

试需要转换为听觉编码进行判断发音是否相同，而不同字母不仅要判断两个字母形状是否相同还要判断两者发音是否相同；较为复杂的判断过程长时间的 ISI 间隔有利于被试对信息进行充分加工编码，因此在实验条件下的时间间隔范围内随着 ISI 增大不同字母对和形异字母对的反应时一直在减小，而形同字母对的反应时到 1500ms 后则不再增长。

4.3 短时记忆编码特点和影响因素

根据 Posner 和本实验可知，短时记忆在段时间内优先以视觉编写形式进行记忆，一段时间之后视觉信息难以维持，视觉编码逐渐过渡为听觉编码。影响被试的短时记忆形式的因素有 ISI、字母对。

由本实验可知，刺激本身会影响编码形式，对于相同字母对，优先以视觉形式进行编码，形异字母对和不同字母对的后期存在听觉编码，Posner 实验中采用了声音为刺激呈现方式，所以不同的刺激方式也会激活了不同的编码形式；不同 ISI 间隔也对编码形式具有重要作用，对于形同字母对在较短间隔内以视觉形式进行编码而在较长时间后以听觉形式进行编码；结合 Posner 在 1969 年进行的实验可知，注意分配也会影响短时记忆的编码形式，如果被试同时进行其他认知活动会影响具有相同编码形式的编码功能，如同时发音则干扰听觉编码；短时记忆也会随着情境变化编码策略，莫雷通过汉字为实验材料与 Conrard 的实验进行比较得出短时记忆中存在多种编码方式并且随着不同的情境灵活变换（莫雷，1986），例如字母以拼读为主有利于声音编码而汉字象形有利于形状编码，字形复杂而常用的汉字有利于意义编码等。

4.4 减数法

Posner 等人的研究结果是通过减数法得到的，又称唐斯德反应时 ABC，该方法的逻辑是：如果一种作业包含另一种作业所没有的特定心理过程，且除此之外在其他方面均相同，那么这两种反应时的差异即为该心理过程所需要的时间。这个方法的重要标准在于独立可变性，即当一个组织模块发生改变时其他模块不会因此改变，即几个心理过程之间不会相互影响。

本视觉编码保持实验利用了减数法的原理，字母对 AA 和 Aa 只有一个字母不一样，因此两者反应时之差反映了内部记忆编码过程的不同，这在前面已经详细阐述过。除此之外，还有一些其他著名实验运用该原理进行分析你，例如心理旋转实验、颜色反应时等实验。

在颜色反应时实验中，简单反应时中被试看到刺激后立即做出反应，为基准时间，辨别反应时中被试需要先对刺激进行识别然后做出反应，选择反应时中被试不仅所需要对刺激进行识别，还要对不同的刺激选择不同的反应方式（如按哪个按键）；在心理旋转实验中，假设有两个任务，如果两者之间除了被知觉对象需要进行心理旋转的角度不一样，其他均相同，则两者之间的反应时之差应当就是心理旋转完成该两个任务角度之差所需要的时间。

5. 结论

在短时记忆中，存在两种编码形式，视觉编码发生在前期较短时间内，随着时间推移逐渐消退，视觉编码逐渐过渡到听觉编码，听觉编码逐渐成为主要编码形式；刺激本身特性、字母对呈现之间的间隔 ISI、知觉负荷、情境都是影响短时记忆编码形式的关键因素。

6. 思考

6.1 以视觉听觉混合呈现的形式设计验证性实验

实验目的

首先必须明确我们的实验目的，目的是为了验证短时记忆中不仅存在听觉编码还可能存在视觉编码。

分析

回顾 Posner 实验中的思路，Aa 和 AA 两者的发音不同，必然需要进行听觉编码，如果两者之间存在差异则存在视觉编码。现在我们要采取视觉和听觉混合呈现的形式进行实验，如果依旧采取这样的思路显然行不通，呈现的声音到底如何跟视觉产生联系是解决的关键。在实际生活中我们很容易体会到，当听到一个声音的时候我们会去联想对应的形状，例如给出大写字母 A 的声音，被试会产生对应 A 的样子，发生视觉编码。在阅读 Posner 后续研究（Posner, 1969）的实验三和四发现，这种假设是正确的，并且已经得到了研究证实（Sternberg, 1967），于是他本人（Posner, 1969）也由此从视觉和听觉混合编码形式的角度对短时记忆编码特点进行了探讨，结果也证实了视觉编码的存在。

根据我们本实验的诸多要求，对以往研究稍作修改，笔者做出如下简易的实验设计：

被试与材料

被试同本实验，控制无关变量；呈现的字母也与本实验一样为“A”与“a”、“B”与“b”、“F”与

“f”、“H”和“h”8个字母。

实验设计与流程

实验分为 auditory conditions 和 visual conditions 两种,并且规定:被试要把念出来的第一个字母统一认定为大写字母,为了避免两种条件下的差异,visual conditions 下的第一个字母也全部为大写。两种条件下的第二个字母都可能是大写或小写,字母发音可能相同或不同。由此两种情况下都存在不同字母对、相同字母对、形异音同字母对三种情形,在不同 ISI 条件下(具体数值可以跟本实验一样)比较六种字母对被试的判断反应时即可。

预期结果

要想得到同样的结论,至少需要具备以下结果:①在某个 ISI 条件下,visual condition 下的形异音同字母对反应时大于完全相同字母对(以 A 字母为例),可以表明 AA 与 Aa 心理过程有差异,得到 AA 匹配是以视觉编码为基础的,原理同本实验;②同时在该 ISI 条件下,auditory conditions 下的相同字母对反应时和 visual conditions 下的相同字母对反应时接近,则说明两者的心理过程可能接近,而 visual conditions 下的相同字母对在①中已经证实为视觉编码,因此在 auditory conditions 条件下的相同字母对很可能也产生了视觉编码,由此也可以证明 Posner 等人想要证明的结论。

讨论

需要解释的是,以上提到某个 ISI 条件下,这是避免过多无关因素的干扰,实际分析数据时并非这么死板。需要注意的是,单纯只比较 auditory conditions 下的相同字母对和形异字母对不见得可以得到我们的结论,在 Posner 的实验中就发现两者差异不大,Posner 认为虽然让被试认为字母是大写的,被试可能依旧产生了大小写两种字母的视觉编码,以及实验所采用的大小写字母在形状上过于相似(如 K、k)也可能是导致两种反应时接近的原因,虽然说我们实验中采用的字母中没有 k、c 这些大小写过于相似的字母,但是由于笔者尚未找到对原 Posner 实验中这点的确定合理解释,也就不从这一点入手了。

6.2 用汉字替代字母进行实验

类比我们的实验分类,我们将汉字也分为四类,相同汉字对、形异音同对、形似音异汉字对、不同汉字对。通过我们的实验和 Posner 实验可知,短时记忆中的加工编码形式对最后的反应时起到重要作用,因此预测之前有必要探讨我们对汉字的编码加工形

式。

莫雷用三种类型汉字的研究(莫雷,1986)发现形状噪音对汉字再认干扰最大,由此可见汉字的短时记忆可能以形状编码为主;刘爱伦研究(刘爱伦,1989)发现视觉呈现方式下对汉字的回忆成绩优于听觉呈现形式下,并且当被试从听觉呈现转换为视觉呈现,出现前摄抑制,这说明汉字很可能主要以形状编码(或视觉编码)。由此在这样的前提下,我们可以对四种汉字对条件下的反应时进行预测。

在这里步骤就不再赘述,跟本实验的步骤一样,只是字母换成汉字。不过在预测之前,我们需要弄清楚我们的实验任务是什么,到底是判断两个汉字是否一样,还是判断两个汉字发音是否一样。仔细分析来看,两者都有值得研究的地方,笔者对两种实验任务进行逐一分析

实验任务 1

判断先后呈现的两个汉字是否相同(只有当完全相同的时候才判断为相同,其他情况判断为不同)

结果预测

- ① 在反应时上,因为汉字基于形状编码,所以相同汉字对的反应时最短,音同形异对、不同汉字对、音异形似对的反应时在较短 ISI 时接近无较大差异
- ② 在反应正确率上,当 ISI 较短的时候,汉字均以形状编码,形似音异汉字对有较高错误率,其他汉字错误率无较大差异;当 ISI 逐渐增大的时候,视觉编码逐渐减弱转换为听觉编码,因此形异同音字的判断错误率会增加(反过来错误率的增加也可以证明短时记忆中汉字编码过程不仅有形状编码还有听觉编码等其他编码方式),由于读音是建立在形状正确辨认基础上,所以音异形似汉字对的错误率依旧保持较高水平。

实验任务 2

判断先后呈现的两个汉字是否读音一样,不管汉字本身的形状(例如李、礼则判断为相同)

结果预测

- ① 在反应时上,由于视觉编码优势,所以相同汉字对的反应时最短,形异音同汉字对先进行视觉编码后进行听觉编码,反应时次之,不同汉字对被试需要判断以上两种可能,反应时最长;随着 ISI 增大,形状编码转换为听觉编码,相同汉字对和形异音同汉字对的反应时差异逐渐减小(由于汉字以形状编码为主,或许汉字的形状编码转换为听觉编码的时间点稍微延后,即形

状编码保持时间更长,如果这样,在本实验的 ISI 范围内,相同汉字对的判断也有可能还没有转换为听觉编码,因为相同汉字对没有这样的动机说要转换为听觉编码)

- ② 在反应正确率上,较短 ISI 内汉字以形状编码,音异形似对的反应错误率很高,反应时也较长,其他错误率无较大差异;当 ISI 增大的时候,汉字编码方式转换为听觉编码,形异音同汉字的错误率增加,音异形似汉字的读音是建立在正确辨认汉字的基础上,所以错误率依旧保持较高水平,其他汉字的错误率无较大差异。

6.3 短时记忆信息编码加工机制

当呈现的字母消失后,视觉信息逐渐淡化,如果不加以复述就会衰退而被遗忘,通过复述可以对短时记忆加以巩固和强化,并且相对于视觉编码,听觉编码可能更容易保持。并且,短时记忆经过复述可以转化为长时记忆,有利于更高效地完成任务,虽然说在实验过程这么短的时间内无法有效转化,而被试是心理系的本科生,总会有这样的一个动机。

参考文献

- Conrad, R. (1964). Acoustic confusions in immediate memory. *British Journal of Psychology*, 55(1), 75-84.
- Conrad, R. (1963). Acoustic confusions and memory span for words. *Nature*, 197(4871), 1029-30.
- Klemmer, E. T. (1957). Simple reaction time as a function of time uncertainty. *Journal of Experimental Psychology*, 54(3), 195-200.
- Klemmer, E. T. (1956). Time uncertainty in simple reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 51(3), 179-84.
- Sternberg, S. (1967). Two operations in character recognition: some evidence from reaction-time experiments. *Attention Perception & Psychophysics*, 2(2), 45-53.
- Posner, M. I., Boies, S. J., Eichelman, W. H., & Taylor, R. L. (1969). Retention of visual and name codes of single letters. *Journal of Experimental Psychology*, 79(1), 1-16.
- Posner, M. I., & Keele, S. W. (1967). Decay of visual information from a single letter. *Science*, 158(3797), 137-9.
- Mo, L. (1986) Experimental study on the short-term memory encoding. *Acta Psychologica Sinica*, 18(2), 166-173.
- [莫雷. (1986). 关于短时记忆编码方式的实验研究. *心理学报*, 18(2), 166-173.]
- Liu, A. L & Charles. K. Allen. (1989) Experimental study of Chinese character encoding short-term memory. *Psychological Science* (14), 12-15.
- [刘爱伦, & Charles. K. Allen. (1989) 对汉字短时记忆编码的实验研究. *心理科学*(4), 12-15.]

Visual coding and Maintenance

LI Wen-Min Dong Yi-Sheng

(Department of psychology and behavior science, Zhejiang University, 310058, China)

Abstract

It has been known for long time that short-term memory information is only encoded in auditory form, but the Posner's experiments shows that visual coding is existed together. In this experiment, Posner's classical experiment was modified and repeated, and 50 subjects took part in. They were asked whether the two letters were the same pronunciation. The results shows that: ①In short-term memory, there are two types of coding, visual coding is existed in the early short period, while transferred to auditory coding gradually② They are stimulus itself, the ISI, cognitive load, context that might influence the short-term memory encoding.

Key words Short-Term Memory, Visual Coding, Auditory coding.