

类别型状态不确定独立否定句的加工机制： 来自眼动实验的证据*

陈广耀^{1,2} 张 维¹ 陈 庆¹ 赵雪汝¹ 何先友¹

(¹ 华南师范大学心理应用研究中心/心理学院, 广州 510631) (² 暨南大学新闻与传播学院, 广州 510632)

摘 要 探讨类别型状态不确定独立否定句(如“裙子不是蓝色的”)的动态表征过程。实验 1 和实验 2 分别仅给被试提供“与事件备择选项一致的图片”(红色裙子)和“含有否定标签的与事件否定状态一致的图片”(含有否定标签的蓝色裙子); 实验 3 同时提供以上两种选项。结果发现: 3 个实验中被试在早期均对“与事件否定状态一致的图片”注视概率更高, 在晚期阶段, 实验 1 仅对“与事件备择选项一致的图片”注视概率更高, 实验 2 和实验 3 均仅对“含有否定标签的与事件否定状态一致的图片”注视概率更高, 并且选择为事件的最终状态; 实验 4 的评定结果表明, 当被试有充裕时间完成任务时, 37 名评定者中有 30 名选择“与事件备择选项一致的图片”为事件的最终状态。4 个实验的结果为锚激活与限制满足模型和抑制假设提供了进一步证据。

关键词 类别型状态不确定独立否定句; 视觉-情境范式; 锚激活与限制满足模型

分类号 B842

1 前言

句子否定是任何语言中均存在的语法特征, 改变一个句子真值最简单的方法是在句中添加否定词(“不是”或“没有”) (Horn, 1989; Zanuttini, 1997)。从 20 世纪 60 年代开始, 否定便吸引了大批心理语言学家的关注(Carpenter & Just, 1975; Clark & Chase, 1972; Kaup & Zwaan, 2003; MacDonald & Just, 1989)。不同的研究者们提出了不同的理论来解释否定加工, 如: 命题理论 (Propositional theory)、经验模拟观(Experiential-simulations view)、话语表征理论(Discourse-representation theory)、两水平表征理论(Two-level-of-representation account) (Kintsch & van Dijk, 1978; MacDonald & Just, 1989)。其中, 以反映第一代认知科学的命题理论和反映第二代认知科学的经验模拟观影响最大(何先友, 陈广耀, 胡玲, 2010)。

命题理论 (Kintsch & van Dijk, 1978; Morrow, Bower, & Greenspan, 1990)认为, 对语言材料的理

解意味着构建相应的命题表征, 其基本单元是命题。在对否定句加工机制的解释上, 命题理论的支持者提出了“图式加标签模型” (schema-plus-tag model, Carpenter & Just, 1975; Clark & Chase, 1972; Fiedler, Walther, Armbruster, Fay, & Naumann, 1996; Rubaltelli & Slovic, 2008)。该模型认为, 当加工否定句(如“小明不是聪明的”)的时候, 被试首先加工否定句的核心信息, 即图式(如“小明是聪明的”), 然后, 在此基础上加入否定标签(“不是”)。在否定加工的后期, 否定标签可以与相应的肯定表征相互分离; 此外, 否定加工的结果是被试保持事件否定状态(小明是聪明的)的表征及由于激活否定信息(聪明的)而产生的相关信息的激活。20 世纪 90 年代, 心理学界出现了与命题理论相对立的知觉符号系统理论(perceptual symbols system), 并提出了基于该理论框架的语言理解的经验模拟观。经验模拟观认为, 语言理解的本质就是读者建立与阅读文本一致的心理模型, 该心理模拟过程从本质上讲是经验性的, 是植入于知觉和动作的, 否定作为语义算

收稿日期: 2013-10-18

* 2010 教育部新世纪优秀人才支持计划项目(项目号: NCET-10-0089)。

通讯作者: 何先友, E-mail: xianyouhe@163.com

子只能被内隐地表征(高志华, 鲁忠义, 马红霞, 2011; Zwaan, Stanfield, & Yaxley, 2002; Zwaan & Taylor, 2006)。基于该理论观点, Kaup 等研究者提出了两步模拟假设(two-step simulation hypothesis)来解释否定加工过程(Kaup & Zwaan, 2003; Kaup, Lüdtke, & Zwaan, 2006)。该假设认为, 在否定句加工过程中, 被试首先模拟事件的否定状态, 接着模拟事件的实际状态, 如加工“房门不是打开的”, 被试首先模拟“一扇打开的门”, 然后模拟“一扇关闭的门”。在加工后期, 对事件否定状态的模拟处于一个辅助表征系统内, 不会被整合进事件实际状态的表征中。此外, 基于经验模拟观, 还有人提出一种叫融合模型(fusion model, MacDonald & Just, 1989)的观点。该模型认为, 被试加工否定句时会将否定标签融合到否定信息中, 如加工“房门不是打开的”时, 将否定标签“不是”与“打开的”融合在一起, 等同于表征肯定句“房门是关闭的”。

命题理论与经验模拟观各自都得到了一些实验结果的支持, 但都存在一些难以解决的问题(何先友等, 2010)。比如, 图式加标签模型认为, 被试加工否定句的结果是保持对事件否定状态的表征及表征事件否定状态而产生的相关概念的激活, 与事件的实际状态无关。但如果确实如此, 就会造成一些信息的缺失, 如加工“裙子不是蓝色的”, 被试保持的是蓝裙子、红裙子、黑裙子等, 但对裙子究竟是什么颜色的问题却无法回答。两步模拟假设认为, 被试最后表征了事件的实际状态, 但对实际状态不确定的否定句(如“裙子不是蓝色的”)是如何表征的, 两步模拟假设也无法给出明确的答案; 至于融合模型, 对于“不是蓝色的”究竟如何融合也是一个难以回答的问题。因此, 对于状态不确定独立否定句是如何加工的、否定句的意义是如何获得等问题, 现有的理论都难以解决。

由于命题理论与经验模拟观各有优、缺点, 因此, 越来越多的研究者试图将两种理论加以融合(de Vega, Glenberg, & Graesser, 2008; Louwerse & Jeuniaux, 2008; Louwerse, 2010)。在命题理论与经验模拟观融合的理论背景下, 陈广耀等人(2014)提出了“锚激活与限制满足模型”(anchor-based activation and satisfaction constrained model)来解释状态不确定独立否定句的加工机制。该模型认为, 当被试加工否定句时, 首先会激活一个“锚”, 即事件的否定状态, 然后以该锚为中心, 向外进行激活扩散与搜索, 当基于语言特征或语境可以获得事件

的确定状态时, 则接受为事件的确定状态; 而当基于语境或语言特征无法获得确定结果时, 可用线索也全部耗尽, 搜索亦随之而终止, 为了保持句子信息, 则把“含有否定标签的事件否定状态”(NOT X)及事件相应的备择选项作为最终状态, 限制得到了满足, 结束加工。陈广耀等人的研究运用句子-图片核证范式, 并创设了三类图片核证条件, 一类图片与事件否定状态匹配(Negated picture, 简称为“N”图片, 如针对否定句“裙子不是蓝色的”的“N”图片就是“蓝色裙子”图片; 一类图片与事件备择选项之一匹配(Alternative picture, 简称为“A”图片, 如“红色裙子”图片); 第三类表达“NOT X”的图片(Not + Negated picture, 简称为“×+N”图片, 如“添加了否定标签的蓝色裙子”图片)。结果发现, 在否定加工的早期和中期(ISI 为 250 ms 和 750 ms), 被试对“N”图片和“×+N”图片的句子-图片一致性的核证时间相对于“A”图片的核证时间更短, 说明被试在早期表征了事件的否定状态; 在否定加工的晚期(ISI 为 1500 ms)时, 被试对三类图片的加工时间没有差异, 说明被试在加工的晚期表征的是事件的备择选项及“NOT X”。结果初步支持了否定加工的“锚激活与限制满足模型”。为了表述方便, 在本研究中我们借鉴陈广耀等人对图片的称谓, 将描述事件否定状态的图片(negated picture)简称为“N”; 描述事件备择状态的图片(alternatives)简称为“A”; 同样引入表达“NOT X”的图片, 我们称之为“N×”; 另外增加“NC”图片(negated control picture), 表示具有事件否定状态的控制图片; “C”(control picture)为无关的控制图片。

以往关于否定加工机制的实验研究存在着以下几个方面的问题: 首先, 材料选择方面存在偏差, 对于状态否定句来讲, 根据物体状态词的属性, 可以将状态否定句分为连续型状态否定句与类别型状态否定句。对于连续型状态否定句, 如, 否定句“马路不是宽的”不仅仅表示“马路是窄的”, 而是表示马路是非宽的, 是从宽到窄一个连续的过渡; 对于类别型状态否定句, 又可以根据能否推断出事件的实际状态将否定句分为状态确定否定句(如, 否定句“房门不是打开的”表示“房门是关闭的”)与状态不确定否定句(如, 否定句“裙子不是蓝色的”表示裙子可以是“红色的、黑色的或白色的”等)。陈广耀等人(2014)的研究因采用的是句子-图片核证范式, 所以, 实验材料只能是类别型状态否定句, 对于连续型的材料却无能为力。其次, 陈广耀等人的

实验结果虽然在一定程度上支持了锚激活与限制满足模型,但证明还不彻底。锚激活与限制满足模型认为,被试会在核证任务中存在备择选项的情况下优先选择备择选项作为否定句加工的最终状态,只有在没有备择选项存在的条件才会接受“NOT X”作为事件的最终状态。这就是说,事件的备择选项与“NOT X”之间存在一个内在的优先顺序,即备择选项优先于“NOT X”作为事件的最终状态。但是在句子-图片核证任务中无法对该可能性进行验证。因此,在新的研究范式中需要同时给被试呈现“NOT X”与备择选项两种选择,在这种具有竞争性的语境条件下考察二者的优先顺序。第三,以往否定句加工机制的研究所采用的研究范式的精度不够,需要更加精确的研究范式。以往否定的研究主要采用了句子-核证范式与探测-再认范式(Hasson & Glucksberg, 2006; Kaup et al., 2006; MacDonald & Just, 1989),句子-核证范式适用于否定的整体效应的研究,一般只用于简单、具体的否定句研究。探测-再认范式则适用于否定的局部效应研究,探测局部信息的通达性。如果探测任务出现在篇章中,探测-再认任务就会干扰读者的正常阅读过程,影响他们对句子自然、完整的表征。此外,这些研究范式还有一个共同的特点,即需要研究者人为设定两个或者三个间隔时间,如:0 ms、250 ms、750 ms、1000 ms、1500 ms等。这种采样方式虽然能在一定程度上反映阅读理解的加工进程,但是其精确程度有限。

鉴于以往研究的不足,我们将从研究材料及研究范式上进行创新,以克服以往研究的不足。在研究材料方面,我们沿用陈广耀等人(2014)采用的实验材料(如“裙子不是蓝色的”),但是将其定性为类别型状态不确定独立否定句;在研究范式方面,我们采用更加自然并且对时程敏感的视觉-情境范式(visual world paradigm)来探讨状态不确定独立否定句的加工机制。视觉-情境范式将听觉刺激与视觉刺激进行跨通道的结合,采用眼动追踪技术,在被试进行听觉语言理解的同时,对被试在视觉情境中的注视情况进行记录,以此来推断语言加工的心理过程(邱丽景,王穗苹,关心,2009)。该范式的理论假设是:眼睛运动能够很好地反映语言理解过程,眼睛对物体的注视在时间上与听觉输入相应的物体词一致,即当某个词语被激活时,被试会对与该词语相对应的物体的注视率要多于对其他物体的注视率。视觉-情境范式对于研究听觉语言理解有

着很多特殊的优点。首先,该范式将视觉信息与听觉信息理解结合起来,能够在不干扰语言输入的情况下对语言理解过程进行持续的测量,能够很好地考察语言理解的时程信息(Ferreira & Tannenhaus, 2007; Tanenhaus, Spivey-Knowlton, Eberhard, & Sedivy, 1995);其次,采用视觉-情境范式不需要人为选择数据采集点,从而排除采样点不同造成的结果不准确。注视概率曲线可以提供一个连续的测量数据;第三,该范式可以实现在被试听句子的同时呈现多张图片,这样就可以将“NOT X”与备择选项(A)同时呈现,二者可以形成一种竞争关系,二者的内在优先顺序就可以得到很好的验证。鉴于视觉-情境范式的优越性,本研究拟运用该范式探讨汉语中类别型状态不确定独立否定句的加工过程。

该研究的目的是通过运用视觉-情境范式进一步验证锚激活与限制满足模型。该模型认为,当被试加工否定句时,首先会激活一个“锚”,即事件的否定状态,然后以该锚为中心,向外进行激活扩散与搜索,当基于语言特征或语境可以获得事件的确定状态时,则接受为事件的确定状态。实验1就是为了验证模型的这一假设而设计的。为此,实验中仅给被试提供事件的备择选项(A)来考察状态不确定独立否定句的加工机制。模型的第二个设想是当基于语境或语言特征而无法获得确定结果时,可用线索也全部耗尽,搜索亦随之而终止,为了保持句子信息,则把“含有否定标签的事件否定状态”(NOT X)作为最终状态,限制得到了满足,结束加工。为了验证该假设,实验2中仅给被试提供“NOT X”条件,以探讨类别型状态不确定独立否定句的加工机制。此外,模型还有一个隐含的假设,即事件的备择选项与“NOT X”之间存在内在的竞争,换言之,被试会首选事件的备择选项,次选“NOT X”为事件的最终状态。为了检验该假设,在实验3中同时给被试呈现事件的备择选项(A)与“NOT X”,考察在竞争的语境条件下类别型状态不确定独立否定句的加工机制。这就是本研究3个眼动实验之间的内在关系。根据锚激活与限制满足模型,我们的预期是:实验1中被试首先对描述事件否定状态的图片(N)表现出较高的注视概率,晚期仅对描述备择选项的图片(A)表现出更高的注视概率;实验2中被试首先对包含事件否定状态的图片(N和N×)表现出更高的注视概率,随后仅对描述“NOT X”的图片(N×)表现出更高的注视概率;实验3中被试首先会对包含事件否定状态的图片(N和N×)表现出

较高的注视概率, 晚期仅对描述事件备择选项的图片(A)具有更高的注视概率。如果出现该数据模式, 则支持锚激活与限制满足模型, 否则, 则不支持该模型。实验 4 是一个补充评定实验, 目的是探讨在充裕加工时间条件下被试加工类别型状态不确定独立否定句的加工结果。

2 实验 1

2.1 实验目的

采用视觉-情境范式考察在有备择选项无“NOT X”语境条件下类别型状态不确定独立否定句(如“裙子不是蓝色的”)的加工机制, 为锚激活与限制满足模型提供证据支持。实验逻辑为: 从图片刺激呈现到结束这段时间内, 当被试听到状态词(如“蓝色的”)或者听完整个句子后首先表现出对与事件否定状态匹配的图片(“蓝裙子”)较高的注视概率, 然后随着时间的推移, 在某个时间点或者时间段后逐渐对与事件备择状态匹配的图片(如“红裙子”)表现出更高的注视概率。如果出现这种数据模式, 那么就支持锚激活与限制满足模型。当被试通达事件实际状态后, 如果对与事件否定状态匹配的图片(如“蓝裙子”)的注视概率与控制图片的注视概率无显著差异, 或者对与事件否定状态匹配的图片的注视概率小于随机水平(一个屏幕上有 4 张图片, 故每张图片被注视的随机概率为 25%), 则说明被试对事件否定状态的模拟产生了抑制, 抑制假设得到支持; 如果被试对与事件否定状态匹配的图片(如“蓝裙子”)的注视概率大于随机水平, 并且高于控制图片, 则说明被试一直保持着对事件否定状态的表征, 保持假设得到支持。

2.2 研究方法

2.2.1 被试

华南师范大学 31 名大学生, 14 名男性和 17 名女性, 自愿报名参加本实验。所有被试裸视或者矫正视力正常, 母语均为汉语, 无听力障碍或阅读障碍。实验结束后, 每名被试获得 10 元人民币作为报酬。

2.2.2 实验仪器

眼动仪是 SR Research 公司开发的 EyeLink 1000, 采样率为 500 次/秒, 眼动仪的追踪分辨率的阈限值为瞳孔直径的 0.2%。实验眼动仪为 Tower 模式, 在实验过程中眼动仪保持不变, 被试眼睛距显示器屏幕约为 71 cm, 屏幕大小为 22 英寸, 刷新率为 150 Hz。被试双眼阅读, 只记录被试右眼的数

据。主试可以通过漂移检验(Drift Correct)控制实验的进程。

2.2.3 实验材料

实验材料由音频材料和图片材料两部分构成。

实验材料包括 5 句练习材料与 74 组实验材料, 其中正式材料 45 组, 填充材料 29 组。每组材料包含一个肯定句(如“裙子是蓝色的”)和一个否定句(如“裙子不是蓝色的”)。所有的材料均为“P 是/不是 Q”结构, P 是主语(实体), Q 是实体的一种状态。填充材料的句子长度与句式和正式材料一致。在实验过程中, 正式材料与填充材料完全随机呈现。音频材料由发音标准(普通话达到国家一级乙等水平)的女大学生以自然方式朗读并录入。采样频率为 4.41 kHz。正式录音之前, 要求录音者反复练习以达到非常熟悉的程度。录音过程中, 在保证语速自然流畅的前提下, 尽量无重音偏向。录音后, 为了保证各句的重点考察区域的持续时间没有明显的差异, 通过在句前和句后加空白的方法把每个句子呈现时间处理为 2000 ms。所有实验句子“P 是/不是”(“裙子是/不是”)部分的持续时间处理为 1200 ms, 在该段时间内被试无法对真实图片做出正确判断; 从 1200 ms 开始, 即听到“蓝”字开始才可以进行推理加工, 做正确判断。

原始图片材料主要来自陈广耀等人(2014)的图片材料。将原始图片按照原比例压缩为 256×192 像素小图片, 然后将 4 幅小图片组成像素为 1024×768 的大图片。其中, 4 幅小图片的具体位置安排如下: 首先将屏幕的长宽平均分配为 $8 \times 8 = 64$ 个小方格, 左上角图片(如图 1 中的“萨克斯”)所占区域为第 2 排的第 2 和第 3 个小方格加上第 3 排的第 2 和第 3 个小方格, 右上角图片(图 1 中的“拖鞋”)在左上角图片的对称位置; 左下角图片(图 1 中的“红色裙子”)与右下角图片(图 1 中的“蓝色裙子”)位于上面两幅图片的对称位置。实验图片样例(如图 1 所示)包括两条裙子、一双蓝色拖鞋和一个萨克斯, 其中蓝色裙子为“N”图片, 红色裙子为“A”图片, 蓝色拖鞋为“NC”图片, 萨克斯为“C”图片。其中“N”图片为描述事件否定状态图片, “A”图片为描述事件备择状态的图片, “NC”图片表示与事件否定状态具有某种一致特征的控制图片, “C”图片为单纯的控制图片。填充图片样例(如图 2 所示)也包括 4 张图片, 其中 2 张图片为描述不同状态的同一物体(“凳子”), 另外 2 张为描述不同物体的图片(“抽纸”与“T 恤”); 在肯定句中“N”图片代表事件的实际状态, “A”图片代表

同一物体不同状态的图片,“NC”图片表示与事件实际状态具有某种一致特征的控制图片,“C”图片仍为单纯的控制图片。为了排除被试对计算机屏幕上某个位置的特殊偏好而引起的注视率差异,我们用拉丁方对 4 幅图片所在位置实施平衡,使得每种图片在 4 个位置上出现的机率相等。图片大部分为彩色实物图。

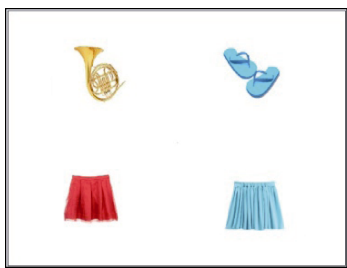


图 1 实验 1 实验图片材料(与音频材料“裙子不是蓝色的”匹配)

注:彩图见电子版

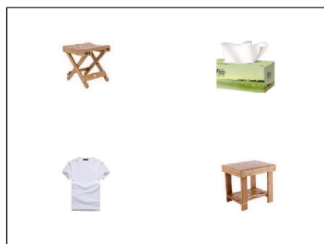


图 2 实验 1 填充图片材料(与音频材料“纸巾是抽取的”匹配)

注:彩图见电子版

2.2.3 实验材料评定

实验材料均来自陈广耀等人(2014)研究中的实验材料。在物体状态评定方面,20 位心理学专业研究生对句子中物体某方面的状态进行评定。实验所用的 74 个物体均具有 3 种或者 3 种以上状态。

2.2.4 实验设计与程序

实验采用单因素被试内设计,单因素是否否定句与四类图片(与事件否定状态匹配的图片/与事件备选选项匹配的图片/具备事件否定状态的控制图片/单纯的控制图片)的匹配关系,共 4 种水平。整个研究中,我们都顺带地考察了肯定句的加工,但这并不是本研究的主要目的,因此,没有纳入到实验设计之中。肯定句与四类图片(与事件实际状态匹配图片/同类但不同状态图片/具备事件实际状态的控制图片/单纯的控制图片)的匹配关系,共 4

种水平。因变量为不同时间段被试对四类图片的注视概率和图片判断的反应时与错误率。

实验前,先给被试学习实验图片和相应图片物体名称的材料,测试其完全掌握后才进行实验。实验中,被试首先一直盯着屏幕中央的注视点,同时听句子,当语音播放至 1200 ms 时同时给被试呈现由 4 张小图片组成的大图片。要求被试尽快通过游戏手柄按键选出与所听句子匹配的图片,其中左侧两个按键对应屏幕左边两幅图片,右侧两个按键对应屏幕右边两幅图片;另外,上下两幅图片与食指拇指所按按键的匹配关系可以根据被试的习惯进行调整。图片在被试按键后会立即消失。正式试验前有 5 次练习,整个实验大约持续 20min。

数据通过 SR Research Experiment Builder 和 Data Viewer 软件进行收集和分析。

2.3 结果与分析

剔除错误数据共占总 trial 数的 2.54%,其中否定句占 1.32%,肯定句占 1.22%,两种句式之间差异不显著, $F(1,30) = 0.22$, $MSE = 3.19$, $p = 0.640$; $F(1,44) = 0.11$, $MSE = 0.002$, $p = 0.743$ 。被试对否定句的平均反应时为 1950 ms,肯定句为 1685 ms,二者存在显著差异, $F(1,30) = 156.33$, $MSE = 6950.18$, $p < 0.001$; $F(1,44) = 39.35$, $MSE = 39684.27$, $p < 0.001$ 。该结果与传统认为加工否定句需要更长的反应时间相符(Hasson & Glucksberg, 2006; Kaup et al., 2006; 何先友等, 2010)。

在进行眼动数据分析前,先简要介绍眼动数据的处理方法(Salverda, Dahan & McQueen, 2003; Huettig & McQueen, 2007)。通过眼动仪记录的眼动数据主要以注视点(fixation)、眼跳(saccade)和眨眼(blink)方式呈现。在本实验我们将每个屏幕分为 5 个兴趣区,即 4 张图片所在位置(大小均为 256×192 像素)及其余空白区域。通过 EyeLink 软件可以收集到落在不同兴趣区的所有注视点,因为每个注视点数据都包含了起始时刻、持续时间和结束时刻。基于此,我们将所有被试所有 trial 落在同一种类型图片所在兴趣区的注视点叠加,就可以绘制出一条以时间为横轴,不同类型图片在不同时间窗所占的注视概率为纵轴的注视曲线。因为我们关注的是 4 张图片的注视点,因此,我们绘制了 4 条曲线。

图 3、图 4 分别为肯定句和否定句条件下四类图片在不同时刻的注视概率。

由于眼动的准备期为 200 ms,因此,真正有意义的时间窗应该是 200 ms 以后的时间段(Reichle,

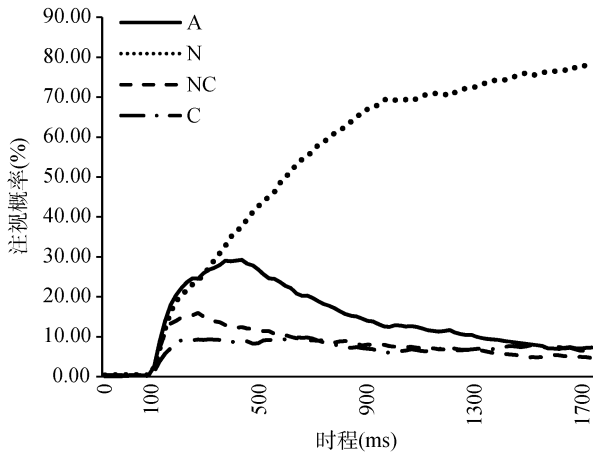


图3 肯定句随着时间的变化表现出来的注视概率

注: N 描述事件实际状态的图片; A 描述同一物体不同状态的图片; NC 描述与事件实际状态具有某种一致特征的控制图片; C 描述控制图片。

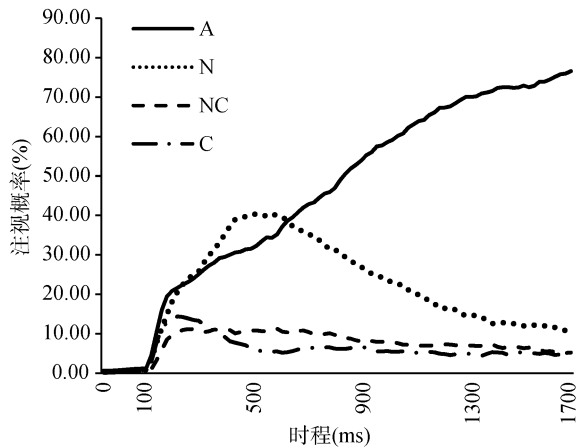


图4 否定句随着时间的变化表现出来的注视概率

注: N 描述事件的否定状态的图片; A 描述事件备择选项的图片; NC 描述与事件否定状态具有某种一致特征的控制图片; C 描述控制图片。

Warren, & McConnell, 2009)。为了能够完整地看到被试在不同图片上的眼动轨迹, 我们每隔 20 ms 确定一个时间点作图, 每隔 100 ms 确定一个时间窗进行统计分析。之所以采用 100 ms 划分一个窗口是考虑到以下几个原因: 首先, 以往验证两步模拟假设的研究发现, 第一步模拟是十分快速而且脆弱的(Deutsch, Kordts-Freudinger, Gawronski, & Strack, 2009), 需要用 100 ms 的时窗来进行捕捉分析。其次, Allopenna, Magnuson 和 Tanenhaus (1998)的研究发现, 给被试听指导语“click on the beaker”, 同时屏幕上呈现“beaker, beetle, speaker 和 carriage”四幅图片, 被试听到前两个单词时会产生朝向

“beetle”的图片, 100 ms 后会看向“beaker”。说明这种转换需要的时间大约为 100 ms, 基于此与实验的性质我们决定采用 100 ms 划分一个窗口。并且在其他采用视觉-情境范式的研究也曾经采用 100 ms 作为一个时窗(Huetting & McQueen, 2007)。因为在本研究中只关心两两图片之间是否存在差异, 所以进行数据分析时, 首先对四类图片进行单因素被试内方差分析, 然后进行事后两两比较。具体结果见表 1。

对于肯定句来说, 由图 3 发现, 四类图片注视概率模式分为两个时间阶段, 第一个时间阶段为 201~400 ms 时窗, 四类图片注视概率的模式为 $N = A, N > NC, A > NC$ 且 $NC > C$ 。在 201~400 ms 时间段, 被试对 N 与 A 之间的注视概率没有差异(时窗 201~400: $p_s > 0.05$); 但一直显著超过另外两类控制图片 NC 和 C, N 与 NC 之间存在显著差异(时窗 201~300: 被试分析 $p = 0.021$; 项目分析 $p = 0.466$; 时窗 301~400: 被试分析 $p < 0.001$, 项目分析 $p = 0.053$)。在第二个时间阶段从 401 ms 开始, 总体被试对四类图片的注视概率为 $N > A > NC > C$ 。从 401 ms 开始对与事件实际状态匹配的 N 图片的注视概率显著高于其他三类图片; 并且被试对 A 的注视概率从 601 ms 开始就低于随机概率 25%。结果说明被试在加工肯定句的情况下, 会快速表征事件的实际状态。

对于否定句来说, 由图 4 和表 1 可以发现, 四类图片注视概率模式分为 3 个时间阶段, 第一个时间阶段为 201~400 ms 时窗, 四类图片注视概率的模式为 $N = A, C > NC, N > C$ 且 $A > C$ 。N 与 A 之间的注视概率没有差异, $p_s > 0.05$; 但一直显著超过另外两类控制图片 NC 和 C, $p_s < 0.001$; 第二个时间阶段为 401~700 ms 时窗, 四类图片注视概率的模式为 $N > A, A > NC$ 且 $A > C$ 。被试对 N 的注视概率显著高于对 A 的注视概率(时窗 401~700: $p_s < 0.05$); 第三个时间阶段为 701 ms 之后的时窗, 四类图片注视概率的模式为 $N < A, N > NC$ 且 $N > C$ 。从 701 ms 开始对 A 的注视概率一直高于对 N 的注视概率(时窗 701~800: $p_s < 0.05$; 时窗 801~1700: $p_s < 0.001$), 随之被试对 N 的注视概率也下降至随机概率(25%)以下。

综合以上结果说明, 在早期阶段(200~700 ms 时窗)被试加工否定句的表征模式与肯定句一致, 均表现出对 N 较高的注视概率, 说明在加工否定句时首先表征事件的否定状态(锚), 随后被试对与事

表 1 图片出现后各个时窗下四类图片之间在注视概率上的差异比较

时窗(ms)	<i>F</i> 1(3,87)	<i>F</i> 2(3,132)	<i>p</i> (A – N)	<i>p</i> (A – NC)	<i>p</i> (A – C)	<i>p</i> (N – NC)
201~300	16.55	2.47	0.087/0.998	0.000/0.038	0.000/0.998	0.001/0.283
301~400	34.18	4.87	0.514/0.998	0.000/0.025	0.000/0.272	0.000/0.012
401~500	80.77	31.10	0.009/0.008	0.000/0.001	0.000/0.001	0.000/0.000
501~600	107.88	50.75	0.001/0.023	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
601~700	144.39	75.66	0.039/0.021	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
701~800	187.37	54.41	0.047/0.044	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
801~900	251.16	51.96	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
901~1000	365.67	65.45	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
1001~1100	375.15	89.26	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
1101~1200	423.10	123.19	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
1201~1300	400.36	151.59	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
1301~1400	402.96	168.15	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.018
1401~1500	336.94	183.98	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.090
1501~1600	300.48	168.60	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.162
1601~1700	363.43	182.58	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.139

注： N 描述事件否定状态的图片；A 描述事件备择选项的图片；NC 描述与事件否定状态具有某种一致特征的控制图片；C 描述控制图片。*p* (A – N)表示事后统计检验图片 A 与图片 N 之间差异比较的 *p* 值，其中 0.000 表示 *p* < 0.001；同理 *p* (A – NC), *p* (A – C), *p* (N – NC)分别表示不同图片之间事后检验的统计结果。

件实际状态匹配的图片注视概率更高(肯定句：N 描述事件的实际状态；否定句：A 描述事件的备择状态)。该结果与锚激活与限制满足模型的预测一致。模型认为被试首先激活事件的否定状态(锚)，然后进行搜索，当存在事件的备择选项则接受为事件的最终状态；并且当被试表征完事件的实际状态后，事件否定状态的表征已经无用，会被抛弃。

实验 1 的结果支持否定加工的锚激活与限制满足模型与抑制假设。为了进一步考察被试在无备择选项有“NOT X”语境条件下类别型状态不确定独立否定句(“裙子不是蓝色的”)的加工机制。我们设计了实验 2。

3 实验 2

3.1 实验目的

在无备择选项但有“NOT X”的语境条件下考察类别型状态不确定独立否定句的加工机制。实验逻辑为：从图片刺激呈现到结束这段时间内，如果被试首先对包含描述事件否定状态的图片(“含有中性标签的蓝裙子”和“含有否定标签的蓝裙子”)表现出较高的注视概率，然后随着时间的推移，在某个时间点或者时间段后对“NOT X”有更高的注视概率，如果出现这种数据模式，那么就支持锚激活与限制满足模型；此外，当被试通达事件实际状态后，

如果对“含有中性标签的蓝裙子”的注视概率与控制图片的注视概率无显著差异，或者低于随机概率水平，则说明在此时间段对事件否定状态的表征产生了抑制；如果，被试对与描述事件否定状态的图片(含有中性标签的蓝裙子)的注视概率大于随机水平，并且高于控制图片，则说明被试一直保持着对事件否定状态的表征，保持假设得到支持

3.2 研究方法

3.2.1 被试

华南师范大学 40 名大学生，16 名男性和 24 名女性，自愿报名参加本实验。所有被试裸视或者矫正视力正常，母语均为汉语，无听力障碍或阅读障碍。实验结束后，每名被试获得 10 元人民币作为报酬。

3.2.2 实验仪器

同实验 1

3.2.3 实验材料

音频材料同实验 1。

为了制作实验 2 的图片材料，我们首先招募 20 名研究生参与评定并选择出合适的否定标签与中性标签。这些被试均没有参与实验 1。材料等级评定的步骤是：首先让被试判断标签是否可以理解为否定(即表示“不是”或“不”)或中性标签，接着让被试对自己的选择进行 7 点等级评定，1：非常不确定，

4: 确定, 7: 非常确定。结果发现, 20 名被试一致认为“×”可以做否定标签, 平均评定等级为 6.95; 20 名被试一致认为“+”可以做中性标签, 平均评定等级为 6.45; 另外, “×”的拓扑结构与“+”的一致, 因此, 在本研究中采用它们为否定标签和中性标签。

实验 2 图片材料是在实验 1 图片材料的基础上进行修改而成, 四幅图片的比例与位置同实验 1。对于实验图片而言, 将实验 1 中 A 图片替换为“N×”, N 图片替换为“N+”图片, 将 NC 图片替换为“NC×”图片, 将 C 图片替换为“C+”图片。对于填充图片, 如图 6 所示, 有两个同样的物体熨斗, 分别加上否定标签与中性标签, 目标图片杯子加上否定标签, 另外一张为灭火器。这四幅图形中, 有两幅为否定标签, 两幅为中性标签。

为了检验含有标签的图片材料是否与句子的意义相匹配, 将 45 组实验材料按句子类型和描述状态两个因素进行拉丁方匹配, 分成 6 套, 另选取 60 名不参加正式实验的大学生与研究生进行实验材料的评定。要求被试在 7 点量表上对句图匹配度进行评定。1 表示很不匹配, 7 表示很匹配, 2~6 表示匹配程度递增。结果发现匹配程度的平均分均高于 5.0, 这一结果说明“N×”确实能够表达“NOT X”, “C+”表达 C。

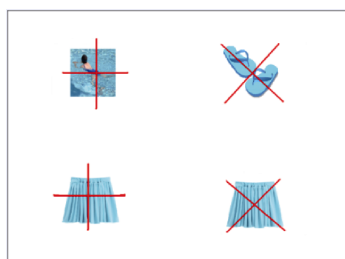


图 5 实验 2 实验图片材料(与音频材料“裙子不是蓝色的”匹配)

注: 彩图见电子版

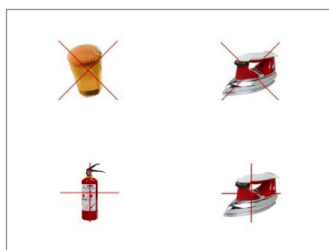


图 6 实验 2 填充图片材料(与音频材料“杯子不是满的”匹配)

注: 彩图见电子版

3.2.3 实验设计及程序

实验采用单因素被试内设计, 单因素是否定句与四类图片的匹配关系, 分为 4 个水平, 否定句与含有中性标签的与事件否定状态匹配的图片 / 含有否定标签的与事件否定状态匹配的图片 / 含有否定标签的与事件否定状态一致的控制图片 / 含有中性标签的控制图片的匹配关系。肯定句与图片的关系也分为 4 个水平, 即肯定句与含有中性标签的与事件实际状态匹配图片 / 含有否定标签的与事件实际状态匹配图片 / 含有否定标签的与事件实际状态一致的控制图片 / 含有中性标签的控制图片的匹配关系。因变量为不同时间段被试对四类图片的注视概率和图片判断的反应时与错误率。

实验程序同实验 1。

3.2.4 结果与分析

剔除 2 名正确率低于 85% 的被试数据, 共 38 名被试数据参与分析。剔除错误数据共占总 trial 数的 2.25%, 其中否定句占 1.52%, 肯定句占 0.73%, 两种句式在错误率上存在显著差异: $F(1, 37) = 8.21$, $MSE = 5.35$, $p = 0.007$; $F(2, 144) = 1.74$, $MSE = 0.002$, $p = 0.195$ 。被试对否定句的平均反应时为 1767 ms, 肯定句为 1755 ms, 二者差异不显著: $F(1, 37) = 0.48$, $MSE = 5798.26$, $p = 0.495$; $F(2, 144) = 0.01$, $MSE = 13109.12$, $p = 0.920$ 。

图 7、图 8 分别为肯定句和否定句条件下四类图片在不同时刻的注视概率。

仍然每隔 100 ms 确定一个时间窗进行分析。首先对四类图片进行方差分析, 然后进行事后两两比较。具体结果见表 2。

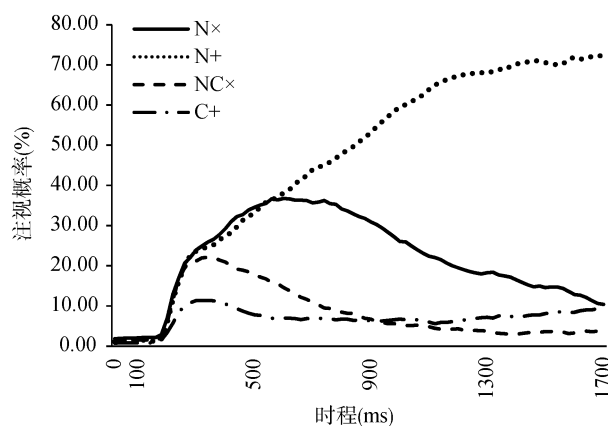


图 7 肯定句随着时间的变化表现出的注视概率

注: N+描述事件的实际状态; N×描述“NOT X”; NC×描述与事件实际状态具有某种一致特征的控制图片; C+描述控制图片。

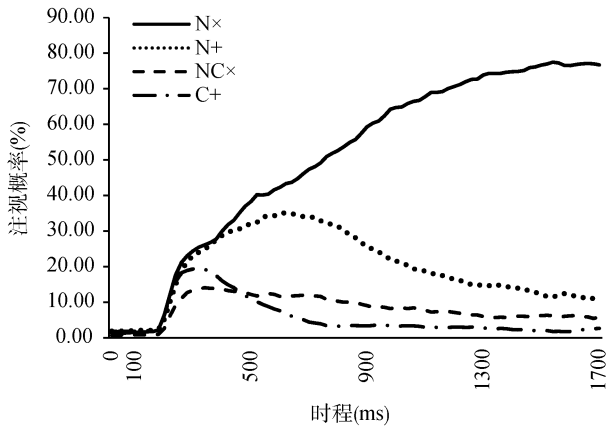


图8 否定句随着时间的变化表现出的注视概率

注: N+描述事件的否定状态; N×描述“NOT X”; A+描述事件的备择选项; NC×描述与事件否定状态具有某种一致特征的控制图片; C+描述控制图片。

对于肯定句来说,由图7发现,四类图片注视概率模式分为两个时间阶段,第一个时间阶段为201~600 ms时窗,被试对N×与N+之间的注视概率没有差异, $p_s > 0.05$;除了201~300 ms时窗, N×与N+和NC×之间没有差异, $p_s > 0.05$;其他时间窗均显著超过另外两类控制图片NC×和C+, $p_s < 0.05$ 。第二个时间阶段从601 ms开始,被试对N+的注视概率显著高于另外三类图片, $p_s < 0.05$;并且对N×

的注视概率也高于另外两类控制图片, $p_s < 0.05$ 。被试对N×的注视概率从1000 ms开始低于随机概率25%。实验结果说明被试接受N+为肯定句所描述事件的实际状态。

对于否定句来说,由图8和表2可以发现,四类图片的注视概率模式可以分为两个时间阶段,第一个时间阶段为201~400 ms时窗,四类图片注视概率的模式为N+ > C+ > NC×, N× > C且N× = N+。具体分析来看, N×与N+之间的注视概率没有差异, $p_s > 0.05$;但一直显著超过另外两类控制图片NC×和C+, $p_s < 0.001$;第二个时间阶段为401 ms之后的时窗,被试对N×的注视概率显著高于另外三类图片, $p_s < 0.05$;并且对N+的注视概率也高于另外两类控制图片, $p_s < 0.05$ 。被试对N+的注视概率从901 ms开始低于随机概率(25%)。结果说明被试在加工否定句的情况下,会接受N×为事件的实际状态。

综合以上结果,在加工的早期阶段(肯定句在201~600 ms时窗,否定句在201~400 ms时窗)发现被试首先对包含了与事件否定状态匹配的图片(N+和N×)的注视概率高于控制图片(NC×与C+),并且二者之间没有显著性差异。随后,被试接受N+为肯定句的实际状态, N×为否定句的实际状态。也就是说,被试接受“NOT X”为事件的实际状态。该结果也说明在加工否定句时,被试首先表征事件的否定

表2 图片出现后各个时窗下四类图片之间在注视概率上的差异比较

时窗(ms)	$F(1,99)$	$F(3,132)$	$p(N\times - N+)$	$p(N\times - NC\times)$	$p(N\times - C+)$	$p(N+ - NC\times)$
201~300	14.27	11.27	0.263/0.324	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
301~400	39.57	10.35	0.450/0.564	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
401~500	83.09	21.66	0.046/0.012	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
501~600	172.42	32.55	0.002/0.011	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
601~700	209.70	54.23	0.000/0.001	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
701~800	180.50	89.19	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
801~900	183.65	144.70	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
901~1000	255.85	229.50	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
1001~1100	563.85	314.51	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000
1101~1200	764.83	344.02	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.004
1201~1300	911.50	398.66	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.005
1301~1400	790.98	458.68	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.001
1401~1500	745.23	510.67	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.007
1501~1600	775.64	683.58	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.038
1601~1700	507.89	711.72	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.025

注: N+描述事件的否定状态; N×描述“NOT X”; A+描述事件的备择选项; NC×描述与事件否定状态具有某种一致特征的控制图片; C+描述控制图片。 $p(N\times - N+)$ 表示事后统计检验图片N×与图片N+之间差异比较的 p 值,其中0.000表示 $p < 0.001$;同理 $p(N\times - NC\times)$, $p(N\times - C+)$, $p(N+ - NC\times)$ 分别表示不同图片之间事后检验的统计结果。

状态(锚), 并进行搜索, 如果语境没有提供可供选择的事件的备择状态, 被试就会接受“NOT X”为事件的实际状态。另外, 对与加工否定句来讲, 被试从 901 ms 开始仅仅对 N×保持较高的注视概率, 而对 N+的注视概率降至随机概率之下, 说明了被试在晚期并没有保持对事件否定状态的表征, 结果支持抑制假设。

实验 2 的结果支持否定加工的锚激活与限制满足模型与抑制假设。为了进一步考察被试在同时具有备择选项与“NOT X”语境条件下类别型状态不确定独立否定句(“裙子不是蓝色的”)的加工机制。我们设计了实验 3。

4 实验 3

4.1 实验目的

在备择选项(A+)与“NOT X”(N×)同时存在的语境条件下, 考察类别型状态不确定独立否定句的加工机制, 进一步为锚激活与限制满足模型提供证据。实验逻辑是: 从图片刺激呈现到结束这段时间内, 当被试听到事件状态词或者听完后首先表现出对 N+和 N×更高的注视概率, 然后随着时间的推移, 在某个时间点或者时间段后逐渐对 A 有更高的注视概率, 如果出现这种数据模式, 那么就支持锚激活与限制满足模型; 当被试通达事件真实状态后, 如果对 N+的注视概率与控制图片的注视概率无显著差异, 并且低于随机概率水平, 则说明在此时间段对事件否定状态的表征产生了抑制; 相反则说明被试对事件否定状态的表征一直处在激活状态。

4.2 研究方法

4.2.1 被试

华南师范大学 34 名大学生, 15 名男性和 19 名女性, 自愿报名参加本实验。所有被试裸视或者矫正视力正常, 母语均为汉语, 无听力障碍或阅读障碍。实验结束后, 每个人获得 10 元人民币作为报酬。

4.2.2 实验仪器

同实验 1

4.2.3 实验材料

音频材料同实验 1。

图片材料是在实验 2 图片材料的基础上进行修改而成, 4 幅图片的比例与位置保持不变。对于实验图片而言, 将实验 1 中“C+”图片替换为“A+”(添加中性标签的红色裙子), 其他图片保持不变。对于填充图片, 如图 10 所示, 有两个同样的熨斗, 一个

不一样的熨斗。这 4 幅图形中, 同样保持两张图片含有否定标签, 两张图片含有中性标签。

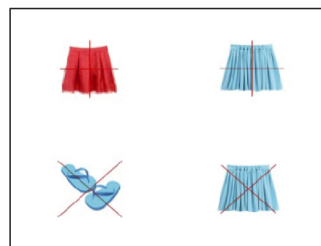


图 9 实验 3 图片材料(与音频材料“裙子不是蓝色的”匹配)
注: 彩图见电子版

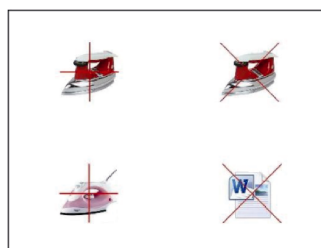


图 10 实验 3 填充图片材料(与音频材料“文档不是 WORD”匹配)
注: 彩图见电子版

4.2.4 实验设计与实验程序

实验采用单因素被试内设计, 单因素是句子与四类图片的匹配关系, 共 4 种水平, 否定句与(含有中性标签的与事件否定状态匹配的图片 / 含有否定标签的与事件否定状态匹配的图片 / 含有否定标签的与事件否定状态一致的控制图片 / 含有中性标签的备择图片)的匹配关系; 肯定句与图片的关系也分为 4 个水平, 即肯定句与(含有中性标签的与事件实际状态匹配图片 / 含有否定标签的与事件实际状态匹配图片 / 含有否定标签的与事件实际状态一致的控制图片 / 含有中性标签的与实际状态不匹配图片)的匹配关系。因变量为不同时间段被试对四类图片的注视概率和图片判断的反应时与错误率。

实验程序同实验 1。

4.2.5 结果与分析

剔除 1 名正确率低于 85% 的被试数据, 参与分析的有 33 名被试。剔除错误数据共占总 trial 数的 2.55%, 其中否定句占 1.63%, 肯定句占 0.92%, 两种句式在错误率上存在显著差异: $F_1(1,32) = 6.40$, $MSE = 5.66$, $p = 0.017$; $F_2(1,44) = 0.003$, $MSE =$

0.003, $p = 0.955$ 。被试对否定句的平均反应时为 2122 ms, 肯定句为 2059 ms, 二者也存在显著差异: $F(1,32) = 12.75$, $MSE = 8293.17$, $p = 0.001$; $F(1,44) = 4.16$, $MSE = 21088.42$, $p = 0.047$ 。

图 11、图 12 分别为肯定句和否定句条件下四类图片在不同时刻的注视概率。

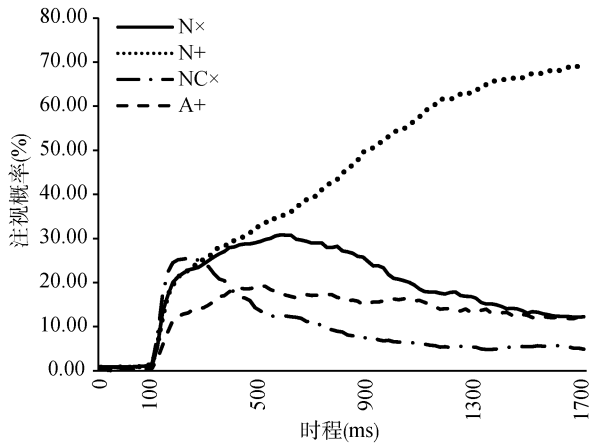


图 11 肯定句随着时间的变化表现出的注视概率

注: N+描述事件的实际状态; N×描述“NOT X”; A+描述同一物体不同状态的图片; NC×描述同事件实际状态的控制图片。

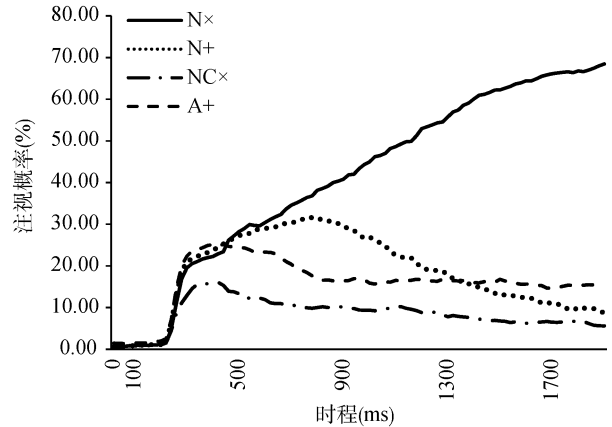


图 12 否定句随着时间的变化表现出的注视概率

注: N+描述事件的否定状态; N×描述“NOT X”; A+描述事件备择选项; NC×描述与事件否定状态具有同一状态的控制图片。

仍然每隔 100 ms 确定一个时间窗进行分析。首先对四类图片进行方差分析, 然后进行事后两两比较。具体结果见表 3。

对于肯定句来说, 由图 11 发现, 四类图片注视概率模式分为两个时间阶段, 第一个时间阶段为 201~700 ms 时窗, 被试对 N×与 N+之间的注视概率

表 3 图片出现后各个时窗下四类图片之间在注视概率上的差异比较

时窗(ms)	$F(1,93)$	$F(2,132)$	$p(N\times - N+)$	$p(N\times - A+)$	$p(N+ - A+)$	$p(NC\times - A+)$
201~300	8.54	1.96	0.136/0.731	0.025/0.502	0.562/0.773	0.000/0.102
301~400	10.85	2.80	0.312/0.889	0.160/0.627	0.482/0.749	0.000/0.120
401~500	19.82	3.67	0.886/0.998	0.767/0.882	0.638/0.886	0.000/0.062
501~600	37.50	4.58	0.472/0.751	0.017/0.315	0.008/0.488	0.000/0.013
601~700	49.87	8.90	0.207/0.504	0.000/0.030	0.000/0.160	0.000/0.004
701~800	70.01	15.91	0.043/0.294	0.000/0.000	0.000/0.004	0.000/0.007
801~900	101.93	24.73	0.000/0.059	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.015
901~1000	105.58	35.70	0.000/0.002	0.000/0.000	0.000/0.001	0.000/0.004
1001~1100	112.33	52.37	0.000/0.000	0.000/0.000	0.000/0.004	0.000/0.007
1101~1200	115.53	71.49	0.000/0.000	0.000/0.000	0.017/0.057	0.000/0.001
1201~1300	121.88	109.32	0.000/0.000	0.000/0.000	0.249/0.363	0.001/0.000
1301~1400	131.57	153.70	0.000/0.000	0.000/0.000	0.845/0.809	0.001/0.000
1401~1500	150.78	205.45	0.000/0.000	0.000/0.000	0.463/0.210	0.000/0.000
1501~1600	161.25	239.06	0.000/0.000	0.000/0.000	0.279/0.106	0.000/0.000
1601~1700	176.53	260.58	0.000/0.000	0.000/0.000	0.177/0.091	0.001/0.000
1701~1800	179.54	304.21	0.000/0.000	0.000/0.000	0.100/0.009	0.002/0.000
1801~1900	168.84	332.96	0.000/0.000	0.000/0.000	0.032/0.002	0.001/0.000

注: N+描述事件的否定状态; N×描述“NOT X”; A+描述事件备择选项; NC×描述与事件否定状态具有同一状态的控制图片。

$p(N\times - N+)$ 表示事后统计检验图片 N×与图片 N+之间差异比较的 p 值, 其中 0.000 表示 $p < 0.001$;同理 $p(N\times - A+)$, $p(N+ - A+)$, $p(NC\times - A+)$ 分别表示不同图片之间事后检验的统计结果。

没有差异, $p_s > 0.05$ 。第二个时间阶段从 701 ms 开始, 被试对 N+ 的注视概率显著高于另外三类图片, $p_s < 0.05$ 。结果说明被试在加工肯定句的情况下, 接受 N+ 为事件的实际状态。

对于否定句来说, 由图 12 和表 3 可以发现, 四类图片注视概率的模式分为 3 个时间阶段, 第一个时间阶段为 201~500 ms 时窗, 被试对 N+、N× 和 A+ 三类图片之间的注视概率没有差异, 即 $N+ = N× = A+$; 并且均高于控制图片 NC×。第二个时间阶段为 501~700 ms 时窗, N× 与 N+ 之间的注视概率没有差异, $p_s > 0.05$; 但一直显著超过控制图片 NC× 和 A+, $p_s < 0.001$; 第三个时间阶段为 701 ms 之后时窗, 被试对 N× 的注视概率显著高于另外三类图片, $p_s < 0.05$; 被试对 N+ 的注视概率从 1001 ms 开始低于随机概率(25%)。结果说明被试在加工否定句的情况下, 会接受 N× 为事件的实际状态。在所有时间窗被试对 A+ 的注视概率一直低于随机概率(25%)。

综合以上结果, 在加工的早期阶段(肯定句: 201~700 ms 时窗, 否定句: 201~700 ms 时窗)发现被试首先对包含了与事件否定状态匹配的图片(N+ 和 N×)注视概率高于控制图片(NC× 与 A+), 并且二者之间没有显著性差异。随后, 被试接受 N+ 为肯定句的实际状态, N× 为否定句的实际状态。尤其是被试对 A+ 的注视概率一直低于随机概率。也就是说, 被试接受“NOT X”为事件的实际状态。该结果也说明被试在加工否定句时, 首先表征事件的否定状态(锚), 并进行搜索, 虽然语境提供事件可供选择的备择状态, 被试仍然接受“NOT X”为事件的实际状态。此外, 从 1001 ms 开始被试仅仅对 N× 保持较高的注视概率, 而对 N+ 的注视概率低于随机概率, 说明被试在否定句加工的晚期并没有保持对事件否定状态表征的激活, 结果支持抑制假设。

该结果不完全符合锚激活与限制满足模型的预测。根据锚激活与限制满足模型, 从图片刺激材料呈现到结束这段时间内, 被试会首先表征事件的否定状态, 从而表现出对 N+ 和 N× 较高的注视概率, 本实验的结果部分支持该假设; 然后随着时间的推移, 在某个时间点或者时间段后逐渐对 A+ 有更高的注视概率。很显然, 实验结果却显示被试在加工后期对 N× 的注视概率更高, 这部分实验结果与锚激活与限制满足模型的预期不一致。我们分析该部分实验结果与模型预期不一致的原因可能如下: 实验要求被试又快又准地通过按键选出与句子匹配的图片, 当听到“P 不是 Q”的时候, 被试采取的策

略就是直接寻找加了“×”的 P, 而不是寻找备择选项, 因为寻找备择选项耗费的加工资源更多, 耗费更长的加工时间(实验 1: 否定句的加工时间为 1950 ms, 实验 2: 否定句的加工时长为 1767 ms)。因此, 我们预期: 如果被试有充裕的加工时间来完成句子图片核证任务, 被试就会更加关注事件的备择选项, 从而选择 A+ 为事件的实际状态。为了验证该猜想, 实验 4 采用评定的方式进行实验, 让被试在充裕加工时间的条件下选择与句子匹配的图片。

5 实验 4

5.1 实验目的

采用评定方式来考察在有备择选项与“NOT X”语境条件下类别型状态不确定独立否定句(“裙子不是蓝色的”)的加工结果。我们预期被试在具有充足加工时间条件下会选择备择选项为事件的实际状态。

5.2 研究方法

5.2.1 被试

华南师范大学 37 名大学生自愿报名参加本实验, 所有被试均为首次接触实验材料。

5.2.3 实验材料

评定用言语材料与图片材料均采用实验 3 的实验材料。

5.2.4 实验程序

评定材料以电子版的形式发给被试。让被试在充裕的时间下进行句子图片匹配判断, 每次只能选择一个图片为句子的匹配结果。

5.2.5 结果与分析

回收评定的正确率均在 90% 以上, 其中否定句条件下 N× 与 A+ 均属于正确选项, 肯定句 N+ 为正确选项。在否定句条件, 如果被试选择 N× 的题目占所有否定句题目的 90% 或者以上, 则接受被试接受 N× 为事件的实际状态; 同样, 如果 90% 以上的否定句题目选择 A+, 则接受 A+ 为事件的实际状态。

结果发现: 37 名被试中有 30 名被试选择 A+ 为事件的实际状态, 7 名被试选择 N× 为事件的实际状态, $\chi^2 = 7.83$, $p = 0.005$, $\eta^2 = 0.327$ 。评定完毕后, 主试咨询选择 N× 为事件的最终状态的被试是否在充裕时间条件下完成评定实验, 其中有 4 名被试报告在做评定的时候由于有其他意外任务出现, 所以快速完成了评定实验。

评定结果说明, 当被试在加工时间充裕条件下就会进行比较完整的搜索过程。与锚激活与限制满

足模型预测一致。

6 总讨论

本研究运用3个眼动实验和1个评定实验较为系统地探讨了类别型状态不确定独立否定句的加工机制,研究结果为锚激活与限制满足模型提供了进一步的实验证据。实验1考察在有备择选项无“NOT X”语境条件下状态不确定独立否定句(“裙子不是蓝色的”)的加工机制,结果发现被试在401~700 ms时间段对事件的否定状态(锚)具有更高的注视概率,随之对与事件备择状态匹配的图片具有更高的注视概率,并且对与事件否定状态匹配的图片的注视概率一直低于随机概率(25%)。实验2考察在无备择选项有“NOT X”条件下类别型状态不确定独立否定句的加工机制,结果发现被试在301~900 ms时间窗对N×与N+的注视概率一直高于控制图片,并且高于随机概率,之后对N+的注视概率便低于随机概率;另外,从401 ms时刻开始被试就对N×的注视概率一直高于其他图片,结果说明在无备择选项有“NOT X”条件下加工类别型状态不确定独立否定句时,被试首先激活锚并进行搜索,结果保持“NOT X”为事件的最终状态。实验3考察在有备择选项与“NOT X”语境条件下类别型状态不确定独立否定句的加工机制,结果发现被试在201~500 ms时间窗对N×与N+和A+的注视概率没有差异,从500 ms时刻开始N×与N+的注视概率一直高于控制图片NC×和描述事件备择选项的图片A+;并且从701 ms开始对N×的注视概率便一直高于其他图片;值得注意的是,被试一直对A+的注视概率均低于随机概率(25%);结果说明在无备择选项有“NOT X”条件下加工类别型状态不确定独立否定句时,被试首先激活锚并进行搜索,保持“NOT X”为事件的最终状态。实验3是要求被试尽快进行按键反应,可能被试为了节省认知资源而接纳“NOT X”为事件的最终状态,但是不能说明被试自然状态下的否定句加工,因此,我们设计另外一个评定实验,即实验4。37名被试中有30名被试将A+作为事件的最终状态,结果说明被试在自然状态下仍然首先接纳事件的备择选项为事件的最终状态。综上4个实验结果发现:理解者在加工类别型状态不确定独立否定句的时候,首先激活锚,然后以锚为中心进行激活扩散,在语境提供备择选项的时候接纳备择选项为事件的最终状态,如果基于语境可用的线索均已耗尽,则接受“NOT X”为事件

的最终状态。

此外,当被试表征了事件的实际状态后,对事件否定状态的表征是否会产生抑制也存在分歧。在以往存在的两种解释中:一种被称为“抑制假设”(suppression hypothesis),认为当表征事件实际状态后,否定信息已经无用,会被直接抛弃掉,即否定促使理解者抑制其辖域内的否定信息(Hasson & Glucksberg, 2006; MacDonald & Just, 1989)。另一种被称为“抑制/保持假设”(suppression/retention hypothesis),认为否定辖域内的信息受到抑制与保存都不是必然的,而是取决于情境信息。当否定信息对文本功能敏感,否定信息会得以保留,尤其是当否定信息确实与情境信息相关或支持情境信息时,这种情况将更为明显;如果否定信息对情境信息无关时,否定信息会得到抑制(Giora, 2006; Giora & Fein, 2007; Giora, Heruti, Metuki, & Fein, 2009; 何先友, 林席明, 李惠娟, 陈广耀, 杨惠, 2013)。从本研究3个实验的结果来看,当语境中提供了事件的备择选项(实验1),由于事件的否定状态表征已经没有用处,所以会受到抑制;当语境中没有提供事件的备择选项而提供了“NOT X”(实验2),结果发现理解者仅仅对N×表现出较高概率的注视,同时,在此阶段被试对N+的注视概率却很低,一高一低说明了被试并没有一直保持对事件否定状态的表征,结果支持“抑制假设”。另外,我们发现,即使当被试已经通达了事件的实际状态,3个眼动实验均显示被试对N×或者N+的注视概率仍然高于相应的控制图片,这个结果也说明了被试会对事件的否定状态表征产生抑制,但是抑制的程度仍然没有完全达到控制图片的水平。这也可以解释以往研究结果发现在否定加工的晚期仍然会对句后出现的图片或者词语表现出启动效应,我们认为出现这样结果的原因是被试保持“NOT X”的副产物。所以,实验结果支持“抑制假设”。

很显然,本研究进一步支持并修订了陈广耀等人(2014)提出的锚激活与限制满足模型。根据实验结果,我们认为,被试在加工类别型状态不确定独立否定句时,加工的结果取决于语境,被试会首先激活一个锚,即事件的否定状态,然后以该锚为中心,向其周围的记忆节点进行激活扩散与搜索,如果语境提供备择选项并且允许被试充分加工,被试则会进行比较充分的搜索,并接受备择选项为事件的最终状态;当语境无法提供事件的备择选项或者不允许理解者进行充分搜索的话,被试则接受

“NOT X”为事件的最终状态, 整个加工过程完成。

本研究的贡献主要来自理论和研究范式方面的创新。从理论方面来看, 基于命题理论的图式加标签模型与基于经验模拟观的两步模拟假设一直是解释否定句加工的重要假设, 但是却不能很好地解释类别型状态不确定的独立否定句的加工。本研究的研究结果为能够解释该类否定句加工机制的锚激活与限制满足模型提供支持证据, 并且对新模型进行了完善, 间接为命题理论与经验模拟观的融合提供了契机。从研究范式来看, 本研究引入了视觉-情境范式来探讨否定句的加工机制。通过注视概率曲线不仅可以考察否定加工的总体效应, 也可以随意截取任意一段时程来进行单独分析, 尤其对否定句加工的时程分析有独特的优势。从注视概率曲线上也能清晰地看出加工否定句时, 对事件否定状态的表征在什么时间段转向对事件实际状态的表征。以上即为该实验的主要创新之处。

当然, 本研究也可能因为以下一些因素影响结果的说服力: 一方面, 实验材料句式相对单一, 容易使被试形成策略, 造成练习效应; 另一方面, 实验句子采用的材料都是比较具体的有利于知觉模拟的概念, 涉及抽象概念的否定句的心理模拟是否符合锚激活与限制满足模型还需要进一步的实验证据。今后仍需要更多关于认知神经科学方面的实验证据, 通过不同研究方法获得的汇聚性的实验证据进一步支持新模型。最后, 在实验设计方面不能将句子类型作为一个变量来考察。虽然在两种句型后呈现的四类图片是一样的, 但是各自与四类图片的匹配关系不同, 所以, 本研究的实验设计只能采用单因素被试内设计。在未来的研究中, 以上问题均需被考虑。

在材料的选择方面也是未来研究需要关注的另一个问题。对于状态否定句来讲, 根据物体状态的属性, 可以将状态否定句分为连续型状态否定句与类别型状态否定句。对于连续型状态否定句, 根据状态词是否具有反义词可以分为双极类状态否定句(如, 否定句“马路不是宽的”中“宽的”具有反义概念“窄的”)与单极类状态否定句(如, 否定句“医生没有责任心”中的“责任心”不具有反义概念)。对于类别型状态否定句, 根据能否推断出事件的实际状态可以把汉语独立否定句分为状态确定否定句(如, 否定句“房门不是打开的”表示房门是关闭的)与状态不确定独立否定句(如, 否定句“裙子不是蓝色的”表示裙子可以是红色的、黑色的、白色的等)。

本研究只考察类别型状态不确定独立否定句的加工机制, 未来的研究需要采用更加适合连续型状态否定句加工的范式对锚激活与限制满足模型提供实证支持。此外, 压力情景应该是在未来语言加工研究中重点考虑的一种因素。综合以上 4 个实验可以发现, 当被试在有压力情境下(指导语为又快有准的时候), 被试采用的表层加工, 采用命题表征匹配, 也就是说被试会选择“NOT X”为事件的真实状态; 当被试有充裕的时间进行考虑的时候, 被试就会采取深层次的模拟加工, 再深层次进行表征, 也就是说采用的策略是模拟策略, 结果也就符合经验模拟观。在今后的实验研究中, 我们将会重点考虑以上研究设想, 完善关于否定句加工机制的研究体系。

7 结论

本研究的实验结果表明, 类别型状态不确定的独立否定句的理解过程是一个动态的表征过程, 理解者首先表征事件的否定状态(锚), 经过一个搜索过程后, 当基于语境可以获得事件的备择状态且可以对否定句进行充分加工的情况下, 则接受事件的备择选项为事件的最终状态; 当基于语境无法获得事件的最终状态, 则接受“NOT X”为事件的最终状态。实验结果进一步为锚激活与限制满足模型提供了实证支持。

参 考 文 献

- Allopenna, P. D., Magnuson, J. S., & Tanenhaus, M. K. (1998). Tracking the time course of spoken word recognition using eye movements: Evidence for continuous mapping models. *Journal of Memory and Language*, 38, 419-439.
- Carpenter, P. A., & Just, M. A. (1975). Sentence comprehension: A psycholinguistic processing model. *Psychological Review*, 82, 45-73.
- Chen, G. Y., Wu, M. Y., Wei, X. P., Zhou, M., He, X. Y., & Mo, L. (2014). The processing of isolated negative sentences with uncertain states. *Acta Psychologica Sinica*, 46(2), 204-215.
- [陈广耀, 吴洛仪, 魏小平, 周苗, 何先友, 莫雷. (2014). 状态不确定独立否定句的加工机制. *心理学报*, 46(2), 204-215.]
- Clark, H. H., & Chase, W. G. (1972). On the process of comparing sentences against pictures. *Cognitive Psychology*, 3, 472-517.
- de Vega, M., Glenberg, A. M., & Grasser, A. C. (2008). *Symbols and Embodiment: Debates on meaning and cognition*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Deutsch, R., Kordts-Freudinger, R., Gawronski, B., & Strack, F. (2009). Fast and fragile: A new look at the automaticity of negation processing. *Experimental Psychology*, 56(6), 434-446.

- Ferreira, F., & Tannenhaus, M. K. (2007). Introduction to the special issue on language-vision interactions. *Journal of Memory and Language*, 57, 455–459.
- Fiedler, K., Walther, E., Armbruster, T., Fay, D., & Naumann, U. (1996). Do you really know what you have seen? Intrusion errors and presuppositions effects on constructive memory. *Journal of Experimental Social Psychology*, 32, 484–511.
- Gao, Z. H., Lu, Z. Y., & Ma, H. X. (2011). The simulation process of Chinese simple negative declarative sentence. *Acta Psychologica Sinica*, 43(12), 1380–1387.
- [高志华, 鲁忠义, 马红霞. (2011). 汉语简单否定陈述句理解的心理模拟过程. *心理学报*, 43(12), 1380–1387.]
- Giora, R. (2006). Anything negatives can do affirmatives can do just as well, except for some metaphors. *Journal of Pragmatics*, 38, 981–1014.
- Giora, R., & Fein, O. (2007). Negation in context: A functional approach to suppression. *Discourse Processes*, 43(2), 153–172.
- Giora, R., Heruti, V., Metuki, N., & Fein, O. (2009). “When we say no we mean no”: Interpreting negation in vision and language. *Journal of Pragmatics*, 41, 2222–2239.
- Hasson, U., & Glucksberg, S. (2006). Does understanding negation entail affirmation? *Journal of Pragmatics*, 38, 1015–1032.
- He, X. Y., Chen, G. Y., & Hu, L. (2010). On the processing of “Negation” in psycholinguistics. *Journal of South China Normal University (Social Science Edition)*, (2), 59–67.
- [何先友, 陈广耀, 胡玲. (2010). “否定”加工的心理语言学. *华南师范大学学报(社会科学版)*, (2), 59–67.]
- He, X. Y., Lin, X. M., Li, H. J., Chen, G. Y., & Yang, H. (2013). New Progresses of Research on Negative Processing: From the Cognitive Neuroscience Perspective. *Journal of South China Normal University (Social Science Edition)*, (1), 33–41.
- [何先友, 林席明, 李惠娟, 陈广耀, 杨惠. (2013). “否定”加工研究的新进展: 认知神经科学的视角. *华南师范大学学报(社会科学版)*, (1), 33–41.]
- Horn, L. R. (1989). *A natural history of negation*. Chicago: Chicago University Press.
- Huetting, F., & McQueen, J. M. (2007). The tug of war between phonological, semantic, and shape information in language-mediated visual search. *Journal of Memory and Language*, 54, 460–482.
- Kaup, B., & Zwaan, R. A. (2003). Effects of negation and situational presence on the accessibility of text information. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 439–446.
- Kaup, B., Lüdtke, J., & Zwaan, R. A. (2006). Processing negated sentences with contradictory predicates: Is a door that is not open mentally closed? *Journal of Pragmatics*, 38, 1033–1050.
- Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363–394.
- Louwerse, M. M. (2010). Symbol interdependency in symbolic and embodied cognition. *Topics in Cognitive Science*, 3, 273–302.
- Louwerse, M. M., & Jeuniaux, P. (2008). Language comprehension is both embodied and symbolic. In M. de Vega, A. Glenberg, & A. C. Graesser (Eds.), *Embodiment and meaning: A debate* (pp. 309–326). Oxford, England: Oxford University Press.
- MacDonald, M. C., & Just, M. A. (1989). Changes in activation levels with negation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 633–642.
- Morrow, D. G., Bower, G. H., & Greenspan, S. L. (1990). Situation-based inferences during narrative comprehension. *Psychology of Learning and Motivation*, 25, 123–135.
- Qiu, L. J., Wang, S. P., & Guan, X. (2009). Research on spoken-language comprehension with visual-world paradigm. *Journal of South China Normal University (Social Science Edition)*, (1), 130–136.
- [邱丽景, 王穗苹, 关心. (2009). 口语理解的视觉-情境范式研究. *华南师范大学学报(社会科学版)*, (1), 130–136.]
- Reichle, E. D., Warren, T., & McConnell, K. (2009). Using EZ Reader to model the effects of higher level language processing on eye movements during reading. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(1), 1–21.
- Rubaltelli, E., & Slovic, P. (2008). Affective reactions and context-dependent processing of negations. *Judgment and Decision Making*, 3(8), 607–618.
- Salverda, A., Dahan, D., & McQueen, J. M. (2003). The role of prosodic boundaries in the resolution of lexical embedding in speech comprehension. *Cognition*, 90, 51–89.
- Tanenhaus, M. K., Spivey-Knowlton, M. J., Eberhard, K. M., & Sedivy, J. C. (1995). Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension. *Science*, 268, 1632–1634.
- Zanuttini, R. (1997). *Negation and clausal structure: A comparative study of Romance languages*. Oxford: Oxford University Press.
- Zwaan, R. A., & Taylor, L. J. (2006). Seeing, acting, understanding: Motor resonance in language comprehension. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(1), 1–11.
- Zwaan, R. A., Stanfield, R. A., & Yaxley, R. H. (2002). Language comprehenders mentally represent the shapes of objects. *Psychological Science*, 13, 168–171.

The Processing of Isolated Negative Sentences with Uncertain Categorical States: Evidence from Eye-movement Experiments

CHEN Guangyao; ZHANG Wei; Chen Qing; Zhao Xueru; He Xianyou

(¹ School of Psychology, South China Normal University/Centre for Studies of Psychological Application, Guangzhou 510631, China)

(² Journalism and Communication College, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract

Affirmation and negation is two main semantic and grammatical categories in any language. In order to explain the processing mechanism of negative sentence, some researchers have proposed schema-plus-tag model and two-step simulation hypotheses. However, these hypotheses cannot explain the processing mechanism of isolated negative sentences with uncertain states, such as *the skirt is not blue*. So anchor-based activation and satisfaction-constrained model was proposed to solve this problem. In the present study, we used eye-tracking to give further support to this new model.

In the three experiments, a visual-world paradigm was adopted to explore the processing mechanism of negative sentences with uncertain states under three different contexts. In Experiment 1, participants were only presented with the alternative choice of the depicted event (e.g., *red skirt*), short for 'A'; In Experiment 2 only presented 'NOT X' (e.g., *blue skirt attaching negative marker*); In Experiment 3 presented both 'A' and 'NOT X' simultaneously. In these three eye-tracking experiments, participants were first presented with the sentences by voice, and then at 1200 ms, four pictures were presented simultaneously at the beginning of the state word (e.g., *blue*). And participants' task was to choose which picture matched the sentence. The materials of Experiment 4 were adopted from Experiment 3, however, presented by offline. So, participants have plenty of time to choose the matching pictures.

The results demonstrated that, at the early stage of processing, participants had higher fixation probabilities to pictures depicting the negated state of affairs, such as '*blue skirt*' in all the three experiments. Then at the later stage, participants showed higher fixation probabilities to the pictures depicting 'A' in Experiment 1; however, to 'NOT X' in Experiment 2 and 3. In addition, participants showed lower fixation probabilities to the pictures depicting the negated states than the random level. In Experiment 4, 30 out of 37 participants chose the pictures depicting 'A' rather than 'NOT X' being the matching pictures.

The results from all four experiments showed that, when processing the negative sentences with uncertain states, participants would first simulate an anchor (representation of the negated state of affairs), then searched for the actual state of affairs based on the given context. If participants had enough time to get the actual state of affairs based on linguistic features and the given context, then the searching stopped and accepted the actual state as the final state of affairs. However, if participants cannot get the actual state of affairs based on linguistic features and the context or had not enough time to finish the whole process, then the searching also stopped and accepted the representation of the negated state of affairs attaching negative marker being the processing result. At the later stage, the representation of negated state of affairs would be suppressed for useless.

The results support anchor-based activation and satisfaction constrained model as well as the suppression hypothesis.

Key words negation; isolated negative sentences with indefinite states; anchor-based activation and satisfaction-constrained model; visual-world paradigm