

类别指称对象提取过程的眼动研究*

张兴利¹ 白学军² 阎国利²

(1 中国科学院心理研究所, 北京 100101) (2 天津师范大学心理与行为研究中心, 天津 300074)

摘要 采用眼动记录法, 探讨了语篇理解中类别指称对象的可提取性。实验采用 3 (实验材料: 指称对象、非指称对象、特别控制条件) × 2 (兴趣区: 兴趣区 1、兴趣区 2) × 2 (工作记忆容量: 高、低) 3 因素混合设计。通过分析第一次注视时间、总的阅读时间和回视次数等眼动指标发现, 类别指称对象提取过程中包含激活和抑制两种过程。被试在阅读完上指示表达之后, 立即激活了可能的指称对象, 但是对非指称对象的抑制却发生在后来的整合过程中; 高工作记忆容量的被试能更有效地抑制非指称对象, 更容易形成语篇的完整表征, 有效提取类别指称对象。

关键词 类别指称对象, 工作记忆, 激活, 抑制。

分类号 B842.1

1 问题提出

阅读理解的目标就是建立语篇的连贯心理表征。被试通常利用一种上指示的语言装置来建立语篇的连贯心理表征。上指示词是指回语篇中已提到的人物、事物的表达。常见的上指示表达有代词、反身代词和类别上指示等。

被试将所读的上指示表达与已有世界知识整合起来形成语篇的连贯表征。Kintsch 认为, 语篇的表征是多个概念或多个命题间建立起来的联结。他在语篇理解的联想网络模型中指出^[1], 被试所读内容是一个初始信号, 它不断地改变着语篇表征激活节点的分布。所读内容的输入是如何改变语篇表征中激活节点的分布模式呢? Gernsbacher 提出的结构建构模型 (*structure building model*) 对此做出了回答^[2]。她认为, 在阅读过程中, 所读内容的输入不断激活被试大脑中的部分记忆节点, 这些节点将促进与之相关节点的激活, 同时还抑制无关节点的激活^[3,4]。Gernsbacher 认为, 在语篇理解过程中, 抑制无关节点的激活比激活相关节点更为重要。

被试能否成功建立语篇的连贯表征需要激活和抑制这两个认知过程^[5]。激活是让语篇中的相关信

息在记忆中处于活动状态, 激活信息的数量取决于输入词语与其它概念间共同的特征数; 抑制是将已激活的无关概念从语篇的连贯表征中排除出去。由此可以看出, 在语篇理解过程中, 对非指称对象的压抑能否实现, 这与被试的工作记忆容量有密切的关系^[6]。

这一观点已得到几项研究结果支持。例如, 研究上指示词加工时发现了抑制效应的存在。实验中的语篇包括两个潜在指称对象^[7], 它们在上指示词出现之前就已经提到过。若潜在指称对象在上指示词之后作为探测词出现, 上指示词与探测词所指对象不一致时, 被试的反应时明显地长于上指示词与探测词所指对象一致时的。据此, Gernsbacher 提出抑制 (*inhibition*) 是在选择加工先行词的过程中对非指称对象 (即上指示词与探测词的所指对象不一致) 的压抑 (*suppression*)^[2,3]。

在语篇理解过程中, 对非指称对象的压抑是一个立即的、自动加工的过程, 还是一个延缓的、可控制的加工过程。如果是前者, 那么对非指称对象的压抑将与指称对象的激活在语篇理解中的作用是一样的; 如果是后者, 那么对非指称对象的压抑将与指称对象的激活相比, 其作用更为重要, 因为这

收稿日期: 2004-8-15

* 本研究得到教育部人文社会科学重点研究基地 01JAZJDXLX003 和 02JAZJDXLX003 重大项目和全国教育科学“十五”规划国家青年基金 CBA010122 项目资助。

作者简介: 张兴利, 女, 中国科学院心理研究所博士生。

将确保被试对语篇内容的更深入地理解。

有一项研究以类别名词作为上指示词,探讨了非指称对象的压抑是立即的、自动加工的过程,还是一个延缓的、可控制的加工过程^[8]。结果表明,非指称对象的压抑是一个延缓的、可控制的加工过程。我们曾以汉语为实验材料,利用命名法对类别指称对象的可提取性进行了研究,结果也证明了对非指称对象的压抑是一个延缓的、可控制的过程^[9]。

尽管命名法能研究被试对类别指称对象提取的心理过程,但仍然存在一些不足。如不能对被试阅读过程进行实时测量,因而生态学效度不高。为此,本研究采用眼动记录法,探讨工作记忆容量高和低的被试在语篇理解时类别指称对象提取的个体差异,以提高实验研究结果的生态学效度。

2 方法

2.1 被试

18名大学生被试,平均年龄为 19.96 ± 0.40 岁,所有被试视力或矫正视力正常,实验完成后被试可获得一份礼物。

2.2 实验材料

实验选用18个不同总括类别的概念编写18个语篇。每一语篇包括四个句子,第一句给出一个总括类别概念(如交通工具),第二句给出在第一句中总括类别概念的两个下位类别概念即两个样例(如飞机或轮船),第三句中包括有两个下位类别概念之一的上位类别概念(如空中交通工具),第四句再次提到下位类别概念(样例)。实验材料举例见表1。

表1 三种实验材料举例

指称对象条件	非指称对象条件	特别控制指称对象条件
王明想咨询旅游的交通工具。咨询员告诉他可选轮船或飞机。在考虑空中交通工具之后,他觉得选飞机更有意义。	王明想咨询旅游的交通工具。咨询员告诉他可选轮船或飞机。在水上交通工具之后,他觉得选飞机更有意义。	王明想咨询旅游的交通工具。咨询员告诉他可选轮船或飞机。在考虑铁路交通工具之后,他觉得选飞机更有意义。

注:在文中所有的表格中将“指称对象条件”简称为“指称”;“非指称对象条件”简称为“非指称”;“特别控制条件”简称为“特别控制”。

第三句中的上指示词与指称对象之间的关系即

为实验材料条件。

(1) 指称对象条件。语篇的第三句中出现的上指示词与后来的指称对象一致。如该句的前半部分出现了空中交通工具,后半部分出现的指称对象为飞机。

(2) 非指称对象条件。语篇的第三句中出现的上指示词与其所指对象不一致。如该句前半部分出现了水上交通工具,后半部分出现的指称对象为飞机。

(3) 特别控制指称对象条件。语篇的第三句中出现了新的上指示词。新的上指示词与其所指对象,如该句前半句出现陆地交通工具,后半句出现的指称对象为飞机。所谓特别控制指称对象条件,指新的上指示词是语篇第一句中总括类别概念的一个中位类别概念,它与语篇第二句中出现的两个下位类别概念的上一级类别概念(即中位类别概念)平行,如第三句前半部分出现了铁路交通工具。它与空中交通工具及水上交通工具都属于交通工具,三者之间是平行的。通过与特别控制对象的比较,这样就能了解指称对象激活的程度和非指称对象的压抑程度。

由于词语的熟悉度对于眼动指标是一个重要的影响因素,因此我们对各种实验条件下的类别名词的熟悉度作了评价,同时对语篇的字数进行了匹配。

2.2.1 类别名词的熟悉度判断

对类别名词采用5点量表进行评定。具体为:(1)很熟悉;(2)熟悉;(3)较熟悉;(4)不熟悉;(5)很不熟悉。32位选修心理学课程的硕士研究生按照5点量表对类别名词作了评定。类别名词熟悉度的等级评定结果见表2。

表2 类别名词样例熟悉度的等级平均数

条 件	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>
指 称	2.3438	0.9715	96
非指称	2.6667	1.0328	96
特别控制	2.5313	1.0950	96

经 *One-way ANOVA* 分析,结果表明: $F(2, 285) = 0.653, p > 0.05$,表明三种条件下类别名词的熟悉度无差异。

2.2.2 各实验材料条件语篇的字数比较

由于总的阅读时间可能随语篇的长短而变化,因此,我们控制了各种条件下语篇的长短。结果见

表3。

表3 各种条件的实验材料的平均字数

条 件	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>
指 称	44.5000	1.3784	6
非指称	45.3333	3.2660	6
特别控制	42.8333	3.9200	6

经 *One-way ANOVA* 分析, 结果表明: $F(2, 15) = 1.044, p > 0.05$, 表明三种实验条件语篇的总字数不存在显著差异。

2.2.3 兴趣区的划分

本研究想考察被试是在遇到可能指称对象时激活和抑制的时间进程。因此在每个语篇的最后一句话中画出2个兴趣区, 兴趣区1为可能的指称对象, 兴趣区2为可能指称对象之后的内容, 如在句子“他觉得选飞机更有意义”中, “飞机”为兴趣区1, “更有意义”为兴趣区2。

2.3 实验设计

采用3(实验材料: 指称对象、非指称对象、特别控制条件) \times 2(兴趣区: 兴趣区1、兴趣区2) \times 2(工作记忆容量: 高、低) 3因素混合设计(其中实验材料和兴趣区为被试内设计, 工作记忆容量为被试间设计)。

2.4 实验仪器和程序

采用美国应用科学实验室 (*Applied Science Laboratory, ASL*) 生产的504型眼动仪系统。实验中有两名主试, 一名操作眼动仪设备; 一名呈现试验材料, 并记录被试回答问题的答案。

实验个别进行。整个实验过程大约需要25分钟。被试进入实验室之后, 先让他熟悉实验室环境, 然后对他们施行工作记忆容量测量程序。工作记忆容量是按 Daneman 和 Carpenter 提出的测量方法进行^[10]。

接下来进入正式实验, 给被试呈现指导语, 要求被试认真阅读语篇, 阅读时间没有限制, 直到被试完全理解为止, 在阅读完之后, 有一个关于该篇的理解问题, 要求被试做出回答(口头报告), 主试在准备好的记录纸上将被试的回答记录下来。要求被试在整个实验过程中保持头不动。在被试明白指导语之后, 进行眼校准。眼校准之后呈现实验材料进入练习阶段和正式实验阶段。

本实验考察3个眼动指标: (1) 第一次注视

的时间 (*first pass time*) 或次数, 指被试第一次进入某一指定区域到离开该区域的注视持续时间或次数。不管被试对该区域仅注视了一次, 还是初次对该区域多次注视。(2) 总的阅读时间 (*total time*) 或次数, 指被试注视某一个区域的所有时间或次数。包括回视的注视时间或次数。(3) 回视 (*regression*), 指注视点离开当前区域而移回到先前注视过的区域。

3 结果

3.1 第一次注视时间

第一次注视的快慢表明被试对文章形成心理表征的快慢, 第一次注视时间越短, 表明形成心理表征的速度越快, 第一次注视时间越长, 表明形成心理表征的速度较慢。被试对语篇第一次注视时间见表4。

表4 被试阅读语篇的第一次注视时间 (*ms*)

工作记忆	兴趣区1			兴趣区2		
	指称	非指称	特别控制	指称	非指称	特别控制
高	188.00 (105.77)	208.00 (115.38)	151.33 (103.01)	182.66 (85.94)	165.33 (136.55)	170.66 (83.65)
低	236.66 (117.21)	198.00 (84.09)	156.66 (138.57)	207.33 (145.79)	185.33 (135.33)	124.66 (99.05)

注: 括号内为标准差, 以下同。

经重复测量方差分析表明, 实验材料的主效应显著, $F(2, 58) = 9.502, p < 0.01$, 被试对指称对象和非指称对象的第一次注视时间显著长于对特别控制条件; 兴趣区的主效应不显著, $F(1, 58) = 2.136, p > 0.05$; 工作记忆主效应不显著, $F(1, 58) = 0.240, p > 0.05$; 所有的交互作用都不显著。

3.2 总注视时间

表5 被试对语篇的总注视时间 (*ms*)

工作记忆	兴趣区1			兴趣区2		
	指称	非指称	特别控制	指称	非指称	特别控制
高	535.33 (409.96)	650.00 (469.97)	512.66 (511.04)	576.00 (503.48)	427.33 (434.68)	614.00 (504.58)
低	891.33 (661.92)	964.00 (857.52)	532.00 (512.72)	658.66 (532.96)	452.66 (357.67)	444.00 (307.38)

总的注视时间是指在第一次注视的基础上对语

篇进行的深加工。即被试整合相关信息建立语篇的连贯表征所花的时间。这时需要被试将输入的信息与已经存在于长时记忆的信息提取到工作记忆中进行比较、整合,因此,总注视时间越短,表明被试对语篇进行深加工的能力越强。被试对语篇的总注视时间见表5。

经重复测量方差分析表明,实验材料的主效应不显著, $F(2,58) = 1.826, p > 0.05$; 工作记忆容量的主效应不显著, $F(1,58) = 2.233, p > 0.05$; 兴趣区的主效应显著, $F(1,58) = 6.024, p < 0.05$; 兴趣区与工作记忆的交互作用显著, $F(1,58) = 4.802, p < 0.05$; 简单效应检验表明,当工作记忆容量低时,在兴趣区1的总注视时间显著长于兴趣区2的,在兴趣区1时,高工作记忆容量的被试的总注视时间显著短于低工作记忆容量被试。实验材料和兴趣区的交互作用显著, $F(1,58) = 4.245, p < 0.05$ 。在兴趣区1中,被试对指称对象的注视时间显著长于特别控制条件对象,被试对非指称对象的注视时间显著长于特别控制条件对象;在兴趣区2中,被试对指称对象的总注视时间显著长于非指称对象;当实验材料为非指称对象时,被试对在兴趣区1的总注视时间显著长于兴趣区2。

3.3 回视次数

回视是被试在阅读语篇时深加工的一种方式。回视指被试的注视点回到先前已注视过的内容上。被试对语篇内容的回视次数见表6。

表6 不同工作记忆容量被试的回视次数(单位:次)

工作记忆	兴趣区1			兴趣区2		
	指称	非指称	特别控制	指称	非指称	特别控制
高	0.58 (0.77)	0.91 (0.88)	0.41 (0.65)	1.00 (0.72)	1.41 (0.97)	1.58 (0.97)
低	1.16 (0.91)	1.25 (0.94)	1.33 (1.12)	1.41 (0.65)	1.41 (0.77)	1.41 (1.05)

经重复测量方差分析表明,兴趣区的主效应显著, $F(1,46) = 19.203, p < 0.001$,被试在兴趣区1的回视次数显著少于在兴趣区2的回视次数。工作记忆容量的主效应显著, $F(1,46) = 5.099, p < 0.05$,工作记忆容量高的大学生的回视次数显著少于工作记忆容量低的被试。工作记忆容量与兴趣区的主效应显著, $F(1,46) = 7.214, p < 0.05$,简单效应检验表明,当工作记忆容量高时,在兴趣区1的

回视次数显著少于兴趣区2的回视次数;在兴趣区1时,高工作记忆容量的被试的回视次数显著少于低工作记忆容量被试。工作记忆容量、实验材料与兴趣区的交互作用显著, $F(2,46) = 4.840, p < 0.05$,简单效应检验表明,当工作记忆容量高时,实验材料与兴趣区的交互作用显著,具体为,当实验材料为指称对象和非指称对象时,被试在兴趣区1的回视次数显著少于在兴趣区2的回视次数;在兴趣区1中,被试对非指称对象的回视显著多于指称对象和特别控制条件对象,在兴趣区2中,被试对指称对象的回视次数显著少于特别控制条件。

4 讨论

4.1 指称对象的可提取性的时间进程

从前面的研究结果可以看出,第一次注视时间只出现了实验材料的主效应,并没有出现工作记忆和兴趣区的主效应,并且被试对指称对象和非指称对象的注视时间显著长于对特别控制条件。如果被试对非指称对象的压抑是一个立即的、自动加工的过程,那么在兴趣区1应该出现对非指称对象的第一次注视时间长于对指称对象的注视时间。但是在这里并没有出现这种效果,这是由于被试通过第一次注视来形成语篇的初始表征,还没有信息来整合当前的输入。被试对指称对象和非指称对象的第一次注视时间都显著长于特别控制条件,这是由于在第三句中提到上指示词之后,这两个概念被高度激活,当再次提到时,必须以代词的形式来表示,而这里以名词来表示,因此出现了“重复名词惩罚”(repeated-name penalty)效应^[11]。总的注视时间出现了实验材料和兴趣区的交互作用显著。在兴趣区1中,被试对指称对象的总注视时间显著长于对特别控制条件对象,被试对非指称对象的总注视时间也显著长于特别控制条件对象,对非指称对象的总注视时间长于对指称对象的。当实验材料为非指称对象时,被试对在兴趣区1的总注视时间显著长于兴趣区2。白学军等人利用命名法的研究结果表明对非指称对象的抑制是一个延缓的过程^[9],在此眼动数据表明在第一次注视时间上指称对象和非指称对象没有差异,而在总的注视时间上对非指称对象长于对指称对象,这也表明被试对非指称对象的抑制并不是一个立即的过程,而是一个延缓的过程。

此外,这一点还可以从本实验中被试的回视结

果中看出。回视一般发生于被试在阅读过程中出现加工困难、对阅读材料进行深加工时、语篇中有“上指示”等语法现象或阅读一些歧义句时所出现的一种现象^[12]。Rayner曾指出,当被试遇到句子中难理解的词或不能将句子意思整合时,他们经常会出现大量的回视^[13]。被试对兴趣区2的回视次数显著多于兴趣区1的,这表明被试在阅读完指称对象之后的信息再整合所有输入的信息来形成语篇表征。也就是说,被试在读完上指示表达之后,就开始解决上指示。在遇到指称对象之后,并不是马上指派给上指示,而是在整合完语篇的所有信息之后再指称对象指派给上指示。

4.2 类别指称对象可提取性的个体差异

从对被试的第一次注视时间分析可以看出,工作记忆容量的高低并不影响被试形成类别指称对象的初始心理表征。这表明工作记忆与延时的信息整合有关。

从总的注视时间来看,工作记忆容量低的被试对兴趣区1的总注视时间显著长于兴趣区2的。在兴趣区1中,高工作记忆容量被试的总注视时间显著短于低工作记忆容量被试。兴趣区1代表的是可能的指称对象,实验数据表明高工作记忆的被试比低工作记忆容量被试能更有效地在区域快速提取相关的指称对象的信息。

从回视次数来看,当被试工作记忆容量高时,当实验材料为指称对象和非指称对象时,被试在兴趣区1的回视次数显著少于在兴趣区2的回视次数;在兴趣区1中,被试对非指称对象的回视次数显著多于指称对象和特别控制条件对象,在兴趣区2中,被试对指称对象的回视次数显著少于特别控制条件。Brewin和Beaton的研究结果表明,高工作记忆容量的被试能有效抑制分心刺激^[14]。这表明高工作记忆容量的被试在第三句中遇到上指示之后,已经有效抑制了对非指称对象的激活,因此,在第四句中遇到非指称对象时,就会出现提取困难,这就表现在回视增多。Moon等人认为,被试为了建立语篇的连贯表征,他们必须将最近加工的语篇信息保存在工作记忆中,这样,在工作记忆中建立语篇的局部或整体水平的连贯表征以促进被试对语篇内容的理解^[15]。因此,非指称对象的出现会影响被试建立语篇连贯表征。而高工作记忆容量的被试因能有效抑制非指称对象的激活,所以在阅读过程中的回视次数减少。因此,可以看出,对非

指称对象的抑制与个体差异有关,高工作记忆容量的被试能更有效地抑制。

5 结论

本研究通过眼动记录法探讨类别指称对象的可提取性。结果表明被试在阅读包含类别上指示词的语篇时,类别指称对象的可提取性与激活和抑制两种认知过程有关。被试在阅读完上指示表达之后,立即激活了可能的指称对象,但是对非指称对象的抑制却发生在后来的整合过程中;高工作记忆容量的被试能更有效抑制非指称对象,更容易形成语篇的完整表征,有效提取类别指称对象。

参 考 文 献

- 1 Kintsch W. The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 1988, 95: 163~182
- 2 Gernsbacher M A. *Language Comprehension as Structure Building*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1990
- 3 Gernsbacher M A. Attenuating interference during comprehension: The role of suppression. In: Medin D L. (Ed.), *the psychology of learning and motivation*. San Diego, CA: Academic Press, 1997. 85~104
- 4 Gernsbacher M A. Mechanisms that improve referential access. *Cognition*, 1989, 32: 99~156
- 5 Long D L, Chong J L. Comprehension skill and global coherence: A paradoxical picture of poor comprehender's ability. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2001, 27 (6) : 1424~1429
- 6 Barrouillet P, Camos V. Developmental increase in working memory span: resource sharing or temporal decay? *Journal of Memory and Language*, 2001, 45 (1) : 1~20
- 7 MacDonald M C, MacWhinney B. Measuring inhibition and facilitation from pronouns. *Journal of Memory & Language*, 1990, 29: 469~492
- 8 Wiley J, Mason R A, Myers J L. Accessibility of potential referents following categorical anaphors. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2001, 27: 1238~1249
- 9 白学军, 张兴利. 语篇理解时类别指称对象提取的心理机制研究. *心理科学*, 2003, 26 (6) : 1004~1007
- 10 Daneman M, Carpenter P A. Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal*

- Behavior, 1980, 19: 450~466 (3) : 372~422
- 11 李晓庆, 杨玉芳. 语篇中指代词的分布规律与心理机制. 心理科学进展, 2004, 12 (1) : 1~9
- 12 阎国利. 眼动分析法在心理学研究中的应用 (修订版). 天津: 天津教育出版社, 2004. 75~76
- 13 Rayner K. Eye movements in reading and information processing: 20 Years of Research, Psychological Bulletin, 1998, 124
- 14 Brewin C R, Beaton A. Thought suppression, intelligence, and working memory capacity, Behaviour Research and Therapy, 2002, 40: 923~930
- 15 Leea M J, Matthew C T. The effects of three different computer texts on readers' recall: based on working memory capacity, Computers in Human Behavior, 2003, 19: 767~783

THE EYE MOVEMENT RESEARCH ON THE PROCESSES OF ACCESSING THE CATEGORICAL REFERENTS

Zhang Xingli¹, Bai Xuejun², Yan Guoli²

(1 Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101; 2 Research Center of Psychology and Behavior in Tianjin Normal University, Tianjin 300074)

Abstract

Using ASL 504 Model eye-tracker system, the study investigated accessibility of the categorical referents during discourse comprehension. We conducted a 3 factors design by the combination of 3 (material condition) × 2 (area of interest) × 2 (working memory capacity). The first pass time, the total pass time and the regression out times were analyzed. The result revealed that activation and inhibition were involved in the processes of the accessing the categorical referents. After reading the anaphor, the participants activated the potential referents immediately, inhibited the nonreferents in the integration later. The participants with higher working memory capacity inhibited the nonreferents more effectively.

Key Words categorical referents, working memory, activation, inhibition.