

# 材料性质和专业对解决四卡片问题影响的眼动研究

周鹏生<sup>△</sup> 焦 锋 马春花

(西北民族大学现代教育技术学院 甘肃 兰州 730030)

**摘要** 目的:探讨实验材料性质和专业背景等因素对四卡片推理问题解决的影响。方法:使用 ASL-504 眼动记录仪,以 16 名大学生为被试,采用 2(材料性质)× 2(专业)的二因素被试间设计。结果:材料性质主效应不显著,但材料性质在相对注视时间、相对注视次数和瞳孔直径上呈现显著差异;专业因素主效应显著,专业因素在平均注视时间和平均眼跳距离上差异显著,二因素交互作用不显著;"如果子句"和"那么子句"在所有眼动指标上不存在显著差异。结论:(1)抽象程度高的材料在理解四卡片问题时需要更多的加工,包括条件句及其组成部分;(2)不同专业背景对理解条件句有不同的影响;(3)条件句各组成部分在理解时得到同等重要的加工。

**关键词:**材料性质;四卡片问题;条件句;眼动研究

**中图分类号:**B842.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2011)02-361-04

## Influence of data category and specialty on the Four-card Problem: an Eye-Movement Study

ZHOU Peng-sheng<sup>△</sup>, JIAO Feng Ma Chun-hua

(College of Education and Technology, Northwest University for Nationalities, 730030, Lanzhou, China)

**ABSTRACT Objective:** To examine the influence of data category and specialty on four-card problem. **Methods:** Using ASL 504 Eye-tracking system, 16 undergraduates attended the experiment of a between-group design, which was 2 (data category: abstract or concrete)× 2 (specialty: arts or science). **Results:** ① There was no significance on main effect of data category while considered the great standard, such as gaze time. ② There was of significance on main effect of specialty while considered the major standard. ③ There was no significant difference between two inclusive parts of conditional statement. **Conclusion:** ① The four-card problem of abstract data needed more cognitive process, including condition statement and its inclusive parts. ② Different specialty of subjects had different effect on comprehension of four-card problem. ③ There had been comparably processed between two inclusive parts of conditional statement.

**Key Words:** Data category; Four-card problem; Conditional sentence; Study on eye movement

**Chinese Library Classification:** B842.1 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2011)02-361-04

### 前言

自 Wason(1966)以抽象命题的形式提出四卡片推理问题以来,它成为有关推理研究中最受欢迎的研究范式之一<sup>[1-4]</sup>。该作业通过决定是否翻动四卡片的每一张来检验一个条件命题的真伪。Wason 和 Shepiro(1971)认为四卡片推理的困难与实验材料的抽象性有关,而具体有意义的材料能使成绩提高,产生了内容的促进效应<sup>[5]</sup>。更多的研究表明,并不是所有的具体材料都有助于提高正确率,只有与个人经验相关的具体材料才会产生促进效应。在以具体内容为材料进行的四卡问题研究中,有的报告说具有促进效应,但也有研究报告说并未发现促进效应,出现了不一致的情形<sup>[6,7]</sup>。

以上有关结论基本上是基于纸笔实验或者外加口语报告法,通过口语报告的成绩来推断四卡片推理的内部机制的。研究者早就发现,解题者阅读理解和解题过程与其注视有联系,即被试注视某个词时,他就在对其进行心理加工;被试注视某

个数字时,这个数字就在他要进行的心理活动中起重要作用<sup>[8]</sup>。由于眼动指标通常能够反映人们对题目的内部表征过程,对问题的注视时间、注视次数、瞳孔直径等指标都能在很大程度上体现出对问题的感知和理解过程,因此,本研究首先尝试利用眼动仪来研究四卡片推理;从前述可知,并不是所有具体实验材料增加四卡片问题的正确率,那么是否说明抽象材料和具体材料在加工机制上不具有差异呢?通常情况下,人们认为拥有理科专业背景就更容易进行推理,但在四卡推理中缺乏实验证据。因此本研究将重点探讨材料的不同性质和被试的专业背景对四卡片推理产生的影响,以期推动人们对四卡片等困难推理问题的研究。

### 1 材料与方法

#### 1.1 被试对象

某师范大学学生 16 人,其中男 7 人,女 9 人;视力或矫正视力正常。凡参加眼动实验的被试都会得到一份纪念品。

#### 1.2 实验材料和实验仪器

实验材料采用 Wason 经典抽象材料和以此为基础设计的具体材料各一份。美国应用科学实验室(ASL)生产的 504 型眼动仪,平均每秒采集 50 次。眼动仪与两台微机相连,一台用来

作者简介:周鹏生(1970-),男,博士,西北民族大学现代教育技术学院副教授,研究方向为认知心理

<sup>△</sup>通讯作者:周鹏生。E-mail:zhou-ps@163.com

(收稿日期:2010-05-23 接受日期:2010-07-12)

呈现实验材料,另一台用来执行命令和处理数据。让被试坐在距离显示器 80cm 处的椅子上,使其头部相对固定,进行眼校准。向被试宣读指导语和练习,确认被试正确理解指导语后再进行正式实验。

### 1.3 实验设计

实验设计为 2(材料性质)× 2(专业)的二因素被试间设计。材料性质、专业均为被试间因素。同时将结合被试回答正误进行考察。有研究表明,提问形式(有的实验中归为"指导语形式")会影响选择任务的正确率<sup>[9]</sup>,因此统一用肯定式问句,即要求被试判断规则是否符合规则。

### 1.4 实验程序

实验中有两名主试。一名主试负责操作眼动仪,另一名主试负责呈现实验材料,宣读指导语并记录被试的口语报告。眼动仪的校准,要求被试逐个注视显示屏上呈现的 9 个均匀分布的圆点,负责操作眼动仪的主试键入这 9 个点的坐标,然后要求被试在实验过程中尽可能保持头部不动。系统先呈现指导语,进行练习,准备实验。在呈现的这些页面中插入形似 "+" 的

掩蔽刺激,使被试一直能够把目光集中在页面中央。被试按系统默认的 A 键翻页,眼动仪在被试按键时开始记录,最后一次按键表明解题完成,与此同时眼动仪停止记录。

兴趣区的划分:将表述四卡片问题的条件句作为一个大的兴趣区,其中划分出两个小的兴趣区:"如果……"子句(简称"如果子句")和"那么……"子句(简称"那么子句")。这是因为条件句是理解四卡片问题的重点,而"如果……"子句和"那么……"子句是条件句的重要组成部分,是理解条件句必不可少的子句。

## 2 结果

### 2.1 不同因素的眼动指标比较

对不同因素在四卡推理兴趣区(规则)各眼动指标的平均数和标准差比较如表 1 所示。其中相对注视时间是指在兴趣区中的注视时间占总体注视时间的百分数;相对注视次数是指在兴趣区中的注视次数占总体注视次数的百分数。

表 1 不同因素在四卡眼动指标上的平均数和标准差(M± SD)

Table 1 Mean and standard of eye movement data among different factor in solving four-card problems(M± SD)

因素 factor	组别 group	注视时间 sum of fixation duration	相对注视时间 fixation duration %	注视次数 sum of fixation count	相对注视次数 fixation count %	平均注视时间 mean of fixation duration	平均眼跳距离 mean of inter-fixation distance	瞳孔直径 pupil diameter
材料性质 data category	抽象材料 abstract data	10.375± 3.383	24.503± 9.898	33.000± 11.336	24.649± 8.207	0.320± 0.055	1.839± 0.438	5.393± 0.892
	具体材料 concrete data	8.735± 6.705	13.809± 5.892	27.710± 17.867	14.149± 6.981	0.315± 0.077	1.970± 0.454	4.744± 0.472
正误类型 the type of answer	正确 true	10.819± 3.772	26.401± 11.887	33.500± 12.973	25.743± 10.424	0.332± 0.061	1.880± 0.511	4.960± 1.038
	错误 false	8.960± 5.655	15.878± 5.969	29.000± 15.406	16.643± 6.762	0.309± 0.066	1.906± 0.413	5.198± 0.646
专业 specialty	文科 arts	10.656± 2.526	25.003± 10.411	40.750± 6.500	26.615± 10.150	0.259± 0.024	2.341± 0.223	4.908± 0.421
	理科 science	9.324± 5.620	18.098± 9.411	27.330± 14.730	17.869± 8.128	0.338± 0.060	1.748± 0.386	5.176± 0.885

注:时间单位为秒,相对注视时间和相对注视次数单位为百分数,眼跳距离单位为度,瞳孔直径为毫米。下同。

Note: the unit of time is second, the unit of relative fixation duration and fixation count are percent, the unit of inter-fixation distance is degree, the unit of pupil diameter is millimeter. It is the same as follows.

当同时考察材料性质和专业因素时,材料性质主效应不显著,专业因素主效应显著(F=5.227, p=0.042),二因素交互作用不显著;专业因素在平均注视时间和平均眼跳距离上差异显著(F分别为 6.095、6.522, p 分别为 0.030、0.025)。当同时考察材料性质和正误类型时,材料性质主效应较大但不显著,材料性质在相对注视时间、相对注视次数和瞳孔直径上呈现显著差异(F分别为 4.812、4.811、5.379, p 分别为 0.049、0.049、0.039);正误类型在各指标上差异不显著,但回答正确者的相对注视时间和相对注视次数比回答错误者要大, p 值接近临界值。当仅考察正误类型和专业因素时,专业因素主效应显著(F=6.285, p=0.029);专业因素在平均注视时间和平均眼跳距离上差异显著(F

分别为 6.962、9.724, p 分别为 0.022、0.009)。

当同时考察材料性质、正误类型和专业三个因素时,方差分析结果表明,三因素主效应在四卡推理兴趣区各眼动指标上都不显著;各因素的贡献从大到小依次为:专业、材料性质、正误类型。

### 2.2 不同性质材料中条件句各组成部分的注视时间和注视次数比较

对四卡推理抽象材料组和具体材料组中条件句、"如果子句"、"那么子句"的注视时间和注视次数等眼动指标进行统计,结果见表 2。

表 2 四卡推理不同性质材料中条件句组成部分眼动指标的平均数和标准差(M± SD)

Table 2 Mean and standard of eye movement data among different data of conditioned sentence in solving four-card problems(M± SD)

材料性质 data category	组别 group	注视时间 sum of fixation duration	相对注视时间 fixation duration %	注视次数 sum of fixation count	相对注视次数 fixation count %	平均注视时间 mean of fixation duration	平均眼跳距离 mean of inter-fixation distance	瞳孔直径 pupil diameter
抽象材料 abstract data	如果子句 "if" sentence	5.769± 2.117	13.046± 3.829	15.780± 3.962	12.142± 3.564	0.360± 0.094	1.607± 0.274	5.444± 0.952
	那么子句 "then" sentence	6.808± 5.492	15.009± 9.136	21.44± 16.272	14.834± 6.941	0.314± 0.060	1.761± 0.381	5.196± 0.898
具体材料 concrete data	如果子句 "if" sentence	5.005± 3.090	8.436± 3.477	15.710± 7.566	8.714± 4.500	0.323± 0.098	1.440± 0.280	4.778± 0.532
	那么子句 "then" sentence	3.585± 3.799	5.086± 3.259	12.14± 11.423	5.668± 3.808	0.288± 0.090	1.388± 0.341	4.717± 0.469

当不考虑其他因素时,条件句成份("如果子句"和"那么子句")的主效应不显著  $F=0.391, p=0.913>0.05$ , 材料性质主效应显著 ( $F=3.172, p=0.016<0.05$ ); 但当加入专业因素后,条件句成份和材料性质的主效应都不显著 ( $F$  分别为 0.681、1.132), 而专业主效应显著 ( $F=4.030, p=0.008<0.05$ ); 材料性质和专业因素交互作用显著 ( $F=3.239, p=0.020<0.05$ ); 其他因素之间交互作用则不显著。

经过 LSD 平均数的相互比较发现, 抽象材料组中条件句主体分别和 "如果子句"、"那么子句" 在注视时间、相对注视时间、注视次数、相对注视次数上存在显著差异; 具体材料组中条件句主体和 "如果子句" 在相对注视时间、平均眼跳距离上

存在显著差异, 和 "那么子句" 在注视时间、相对注视时间、注视次数、相对注视次数和平均眼跳距离上存在显著差异。不论是抽象材料组还是具体材料组, "如果子句" 和 "那么子句" 在所有眼动指标上不存在显著差异; 在注视时间、相对注视时间、注视次数、相对注视次数、瞳孔直径上 "如果子句" 都要大于 "那么子句", 且离散程度也大。

### 2.3 回答正误者条件句各组成部分的注视时间和注视次数比较

对四卡推理中回答正确者和错误者条件句、"如果子句"、"那么子句" 的注视时间和注视次数等眼动指标进行统计, 结果见表 3。

表 3 回答正误者条件句组成部分眼动指标的平均数和标准差(M± SD)

Table 3 Mean and standard of eye movement data among different answers of conditioned sentence in solving four-card problems(M± SD)

正误类型 type of answer	组别 group	注视时间 sum of fixation duration	相对注视时间 fixation duration %	注视次数 sum of fixation count	相对注视次数 fixation count %	平均注视时间 mean of fixation duration	平均眼跳距离 mean of inter-fixation distance	瞳孔直径 pupil diameter
回答正确 true answer	如果子句 "if" sentence	5.868± 1.788	13.711± 3.059	16.170± 1.329	13.068± 3.812	0.365± 0.116	1.632± 0.355	4.907± 1.010
	那么子句 "then" sentence	8.154± 6.506	17.673± 10.469	24.500± 19.593	16.724± 8.097	0.324± 0.076	1.830± 0.449	4.848± 1.045
回答错误 wrong answer	如果子句 "if" sentence	5.174± 2.937	9.420± 4.186	15.500± 7.138	9.186± 3.946	0.331± 0.083	1.475± 0.226	5.299± 0.747
	那么子句 "then" sentence	3.744± 3.060	6.464± 3.332	13.100± 9.632	7.283± 3.960	0.289± 0.072	1.459± 0.313	5.069± 0.580

当综合考察正误类型和条件句成份时, 发现正误类型主效应显著 ( $F=4.747, p=0.001$ ); 具体来说, 正误类型在相对注视时间和相对注视次数上差异显著。

经过 LSD 平均数的相互比较发现, 回答正确者和错误者分别在相对注视时间、相对注视次数上存在显著差异; 回答正确者条件句主体分别和 "如果子句" 在相对注视时间、注视次数、相对注视次数上存在显著差异; 回答错误者条件句主体分别和 "那么子句" 在注视时间、相对注视时间、注视次数、相对注视次数和平均眼跳距离上存在显著差异; 不论是回答正确者还是回答错误者, "如果子句" 和 "那么子句" 在所有眼动指标上不存在显著差异; 回答正确者在注视时间、相对注视时间、注视次数、相对注视次数上 "如果子句" 都要大于 "那么子句"

, 而回答错误者正好相反。在瞳孔直径上, "如果子句" 都要大于 "那么子句"。

## 3 讨论

### 3.1 材料性质等因素对四卡片推理的影响

材料性质的主效应虽然不显著, 但抽象材料组被试的相对注视时间、相对注视次数和瞳孔直径上都显著大于具体材料组, 注视时间、注视次数也较大。这说明, 材料性质并不是唯一决定被试理解四卡片条件句的因素。由于瞳孔直径大小除了反映兴趣度外, 还能 "揭示不同刺激条件对注意状态的激发"<sup>[10]</sup>, 也就能说明心理的负荷或者加工的深度。由此来看, 抽象程度高的材料在理解四卡片问题时引发更多的关注, 需要更多的加

工。

不论回答正确或错误,被试的各眼动指标不存在显著差异,说明被试最终的选择可能与条件句的加工关系不大,回答正确或错误另有原因。通过被试反馈获知,他们看完条件句还要经过数次推论,反复核对卡片才得出结论。另外回答正确者的相对注视时间、相对注视次数要大于回答错误者,回答正确者对条件句的加工可能要比回答错误者时间要长,思考更多。当综合考虑专业因素和其他某种因素时,专业因素主效应显著。不同专业被试对条件句的平均注视时间和平均眼跳距离呈现显著差异。平均注视时间是指注视点的平均持续时间,反映加工的快慢。理科被试的平均注视时间要显著长于文科被试,说明理科组的被试在判断时需要消耗更多的注意资源,进行更为深入的内部加工。而文科被试的平均眼跳距离要显著大于理科被试,反映文科被试对条件句的知觉广度要比理科组大,他们在平常学习中接触到更多的句子类型,因而往往能够在单位时间内感知更广泛的内容。

### 3.2 不同性质材料中条件句各成份的地位

不同性质材料和专业因素交互作用显著,说明它们共同决定着条件句及其成份的加工,条件句的加工不仅和四卡片作业的材料性质有关,还受人的经验背景(即专业因素)影响。在"如果子句"和"那么子句"上的相对注视时间和相对注视次数,以抽象材料呈现要显著大于以具体材料呈现。说明在以抽象材料呈现时,被试在两个组成部分上的加工要比具体材料呈现时深入得多。不论是抽象材料还是具体材料呈现,各眼动指标在条件句的两个组成部分"如果子句"和"那么子句"之间不存在显著差异,说明它们在条件句理解中的地位是等同的,所起的作用是一致的;但相对而言,"如果子句"的各主要眼动指标要大一些。这可能是因为在"如果子句"出现在"那么子句"的前面,符合人们对因果关系中"原因"项重视的习惯;也可能是对"如果子句"加工较深的缘故。

### 3.3 回答正确或错误者条件句各成份的地位

从前述可知,被试对正误的选择与条件句总体关系不密切;进一步的分析发现,回答正确者在"如果子句"和"那么子句"上的相对注视时间和相对注视次数要显著大于回答错误者。要作出正确选择,就要认真分析条件句及其组成部分,也就是说,需要消耗更多的资源,进行更多的加工。不论选择是正确还是错误,各眼动指标在条件句的两个组成部分"如果子句"和"那么子句"之间不存在显著差异,说明二者地位的等同性。进一步比较发现,在回答正确者中似乎更加侧重"如果子句",而在回答错误者中似乎更加侧重"那么子句"。这一点还需要深入探讨。

### 3.4 总的讨论

影响四卡片推理的因素有很多,本实验中仅探讨了实验材料性质、正误类型和专业因素。当仅考虑其中一项因素时,会发现主效应显著;当因素增多时,因素的主效应似乎变得不显著起来,这可能与实验样本容量有关。如果有条件增加样本,或许会看到有关因素的显著影响。另外,为简便起见,本实验仅考虑了条件句及其组成部分的眼动指标,如果能够把四卡片问题的其他相关内容都考虑进去,可能会发现更多的因果关系。总之,为了能够探讨四卡片推理的更多机制,需要综合不同的研究方

法,以问题为主进行研究。

## 4 结论

在本实验条件下,可以得出如下结论:(1)抽象程度高的材料在理解四卡片问题时需要更多的加工,包括条件句及其组成部分;(2)不同专业背景对理解条件句有不同的影响;(3)条件句各组成部分在理解时得到同等重要的加工。

### 参考文献(Reference)

- [1] Dawson,E., Gilovich,T., Regan,D.T. Motivated reasoning and performance on the Wason selection task [J]. Personality and Social Psychology Bulletin, 2002, 28(10):1379-1387
- [2] Maria Augustinova. Falsification cueing in collective reasoning: example of the Wason selection task [J]. European Journal of Social Psychology, 2008,38(5): 770-785
- [3] 张霞.大中学生四卡问题推理能力发展的实验研究[J].心理学探新, 2005,25(2):54-56  
Zhang Xia. An experimental research on the development of the ability of reasoning on four-card problem in junior-school, senior-school and university students [J]. Psychological Exploration, 2005,25(2):54-56, (in Chinese)
- [4] 邱琴,胡竹菁.条件推理的类比转换运用[J].心理学探新,2009,29(2): 48-51  
Qiu Qin,Hu Zhujing.The use of the conditional reasoning by analogy transduction [J]. Psychological Exploration, 2009,29 (2):48-51 (in Chinese)
- [5] Wason,P.C. Natural and contrived experience in a reasoning problem [J]. Quarterly Journal of Experimental Psychology,1971,23:63-71
- [6] Manktelow,K.I. & Evans,J.St.B.T. Facilitation of reasoning by realism: Effect or non-effect? British Journal of Psychology[J]. 1979, 70, 477-488
- [7] 张庆林,杨雄.四卡问题的内容促进效应的实验研究[J].心理科学, 1997,24(4):311-314  
Zhang Qinglin, Yang Xiong.An experimental study on the prime effect of content in four-card problems [J]. Psychological Science, 1997,24(4):311-314 (in Chinese)
- [8] Just M. A., Carpenter P A. The psychology of reading and language comprehension[M]. Allyn and Bacon. Inc. 1987, 370-375
- [9] 葛明贵.指导语对解决四卡问题影响的实验研究[J].安徽师范大学学报(人文社会科学版),2001,29(2):267-269  
Ge Minggui. An experimental study on the effect of introduction in four-card problems [J].Journal of Anhui Normal University(Humanities and Social Sciences Edition), 2001,29(2):267-269 (in Chinese)
- [10] 邓铸.眼动心理学的理论、技术及应用研究[J].南京师范大学学报(社会科学版),2005,137(1):90-95  
Deng Zhu.Theories, techniques and applied researches about eye-movement psychology [J].Journal of Nanjing Normal University (Social Science), 2005,137(1):90-95 (in Chinese)
- [11] Wason,P.C.Reasoning about a rule [J]. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1968,20:273-281
- [12] 周鹏生.不同性质材料对解决 THOG 推理的眼动研究[J].临床心身疾病杂志, 2010,16(1),44-46  
Zhou Pengsheng. Effects of different nature materials on eye movement index solving THOG problem [J]. Journal of Clinical Psychosomatic Diseases, 2010,16(1),44-46