

# Braine 心理逻辑理论述评

胡竹菁 胡笑羽

(江西师范大学心理学院,江西省心理与认知科学重点实验室,南昌 330022)

**摘要:**该文对 Braine 提出的在推理心理学研究领域占居重要地位的“心理逻辑理论”做了综合述评。“心理逻辑理论”主要包括三方面内容:构成“心理逻辑理论”基础的一组推理规则图式、将推理规则图式应用于推理过程的推理方案、实际应用意义。Braine 认为他和他的同事于 1984 年设计并实施的以“自然推理系统”所含各推理规则为实验材料的实验结果支持该理论的基本观点。

**关键词:**心理逻辑;自然推理系统;推理规则;推理规则图式;逻辑成分;操作成分,策略成分  
**中图分类号:**B842.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5184(2020)04-0309-09

## 1 “心理逻辑理论”与“自然推理系统”

通常认为,现代心理学中对演绎推理研究中有心理逻辑的理论源于 Henle 的思想。Henle (1962)认为,有证据表明,甚至在思维加工结果是错误的情况下,也显示出这种思维加工并没有违反三段论推理的规则。

Henle 的上述观点得到许多心理学研究者的认同,由此发展出称之为“心理逻辑”的相关推理理论。其中影响较大的一是 Braine 提出的“心理逻辑理论(mental logic theory)”;二是由 Rips 提出的“证明心理学(the psychology of proof)”。

“心理逻辑理论”试图解释人们根据“自然推理系统”进行推理时的心理加工过程。

现代逻辑所说的“自然推理系统”是指“按自然演绎思想构成的一种形式化的逻辑演算系统”。该系统有关形式证明的结构能够精确地把包含某种真值联结词组成的复合命题的日常推理转变为逻辑结构,可以从给定的前提出发,用给定的推理规则进行推演,并通过引入假设而推出形式结论。常见的自然推理系统主要包括如表 1 所示的 11 条规则。

表 1 自然推理系统主要规则表

规则名称	命题逻辑符号	图式表达
1 自推规则	$\in$	$\frac{A}{A}$
2 合取消去规则	$\wedge -$	$\frac{A \wedge B}{A}, \frac{A \wedge B}{B}$
3 合取引入规则	$\wedge +$	$\frac{A, B}{A \wedge B}$
4 析取消去规则	$\vee -$	$\frac{\begin{matrix} [A] [B] \\ \vdots \quad \vdots \\ C \quad C \end{matrix}}{A \vee B}, \frac{A \vee B}{C}$

续表 1

规则名称	命题逻辑符号	图式表达
5 析取引入规则	$\vee +$	$\frac{A}{A \vee B}, \frac{B}{A \vee B}$
6 蕴涵消去规则	$\rightarrow -$	$\frac{A, A \rightarrow B}{B}$
7 蕴涵引入规则	$\rightarrow +$	$\frac{\begin{matrix} [A] \\ \vdots \\ B \end{matrix}}{A \rightarrow B}$
8 等值消去规则	$\leftrightarrow -$	$\frac{A \leftrightarrow B, A \leftrightarrow B}{A \rightarrow B, B \rightarrow A}$
9 等值引入规则	$\leftrightarrow +$	$\frac{\begin{matrix} [A] [B] \\ \vdots \quad \vdots \\ B \quad A \end{matrix}}{A \leftrightarrow B}$
10 否定消去规则	$\neg -$	$\frac{\neg \neg A}{A}$
11 否定引入规则	$\neg +$	$\frac{\begin{matrix} [A] \\ \vdots \\ B \wedge \neg B \end{matrix}}{\neg A}$

表中“图式表达”一列中:“A”、“B”、“C”表示系统中任意的公式;“ $\frac{\quad}{\quad}$ ”有推断的意味,在它上面的是推演的前提,如果有多个前提,那么前提之间用逗号隔开。横线下面的表示由横线上的前提所推演出的结论;

$\vdots$  表示由假设 A 可以推演出 B;方括号 [ ] 表示其中的公式只是暂时的假设,它是在推论中最终将被消除的假设公式,即它不是结论的前提,但它也并非是有可无的。因为,在  $\frac{B}{A \rightarrow B}$  这

样的图式中,  $A$  虽然不是  $(A \rightarrow B)$  的前提, 但  $B$  却整个是  $(A \rightarrow B)$  的前提。这已经涉及到引入假设的问题。

根据上述各符号的含义, 表中 11 条规则的大致含义可以解释如下:

规则 1: 自推规则表示: 以一个公式为前提, 可以推论出它自身;

规则 2: 合取消去规则表示: 以  $A \wedge B$  为前提, 我们能够推出  $A$  或者  $B$ ;

规则 3: 合取引入规则表示: 以  $A$  或者  $B$  为前提, 我们都能够得到结论  $A \wedge B$ ;

规则 4: 析取消去规则表示: 如果  $A \vee B$ , 并且从  $A$  和  $B$  各自都能推演出  $C$ , 那么我们就能够得到结论  $C$ ;

规则 5: 析取引入规则表示: 以  $A$  或者  $B$  为前提, 我们都能得到结论  $A \vee B$ ;

规则 6: 蕴涵消去规则表示: 由公式  $A$  和  $A \rightarrow B$  可以推出结论  $B$ ;

规则 7: 蕴涵引入规则表示: 如果我们假设了  $A$ , 并且能够从  $A$  中推演出  $B$ , 那么我们就可以得到结论  $(A \rightarrow B)$ ;

规则 8: 等值消去规则表示: 从  $A \leftrightarrow B$  中既可以推演出  $A \rightarrow B$ , 也可以推演出  $B \rightarrow A$ ;

规则 9: 等值引入规则表示: 若  $A$  能推演出  $B$ , 且  $B$  能推演出  $A$ , 那么我们就可以得到结论  $A \leftrightarrow B$ ;

规则 10: 否定消去规则表示: 从  $\neg \neg A$  可以得出结论  $A$ ;

规则 11: 否定引入规则表示: 如果能从  $A$  推演出  $B \wedge \neg B$  (即从  $A$  既可以推演出  $B$ , 又可以推演出  $\neg B$ ), 那么我们就可以得到结论  $\neg A$ 。

## 2 Braine“心理逻辑理论”的主要观点

受 Henle 观点的启发, Braine 于 1978 年发表的“论自然推理逻辑与标准逻辑之间的相互关系”的文章中提出了心理逻辑理论的基本观点。该文把这一理论称之为“命题推理的逻辑因素理论 (theory of the logical component for propositional reasoning)”。在 1984 年与同事共同署名发表的文章中, Braine 把这一理论称之为“自然命题逻辑理论 (theory of natural propositional logic)”。从上世纪八十年代初开始, Braine 与这一理论的另外一位代表人物 O'Brien 合作进行研究。1998 年, 在 Braine 去世两年后, 他

们合作研究的最主要成果《心理逻辑》一书于出版。这一理论最后被命名为“心理逻辑理论” (The theory of mental logic, 有时又称其为“心理命题逻辑” (mental propositional logic))。到目前为止, 该书中所阐述的内容是“心理逻辑理论”最为完整和权威的论述。

Braine 和 O'Brien (1998) 指出, 他们主张的“心理逻辑理论”主要包括以下三方面内容:

(1) 构成“心理逻辑理论”基础的一组推理规则图式 (a set of inference schemas);

(2) 将推理规则图式应用于推理过程的推理方案 (reasoning program)

(3) “心理逻辑理论”的实际应用意义 (pragmatic)

本书作者认为, 可以从以下几个方面来把握心理逻辑理论的基本观点: (1) 注意区分“推理规则”和“推理规则图式”这两个概念的不同含义; (2) 正确理解心理逻辑理论所主张的“演绎推理模型所需要的三种成份”; (3) 注意该理论对错误推理结果的错误源的解释。

### 2.1 “推理规则”和“推理规则图式”的含义

Braine (1978) 指出, 心理逻辑理论中所含的一组推理规则图式实际上就是如表 1 所示“自然逻辑”中所含的内容, 不同的是, 在心理逻辑理论中, 对“推理规则”和“推理规则图式”这两个概念作了明确的区分。

心理逻辑理论认为, 推理规则 (inference rule) 是指: 通过它的影响, 当某种其它的命题已经被建立起来时, 就可以直接得到一个结论性命题的一种规则。它与采用一种推理规则的符号表达方式是一样的, 即在该规则中, 一条水平线 (可以称这为推理线) 的下面写着推理的结论, 在该线的上方则写着推出该结论的背景性命题, 因此, 下面所示符号 (1) 表达的是一个推理规则:

符号 (1)

或者是  $\text{Ford 获胜}$  或者是  $\text{Carter 获胜}$ ,  $\text{Ford 没有获胜}$   
 $\text{Carter 获胜}$

心理逻辑理论把推理规则图式 (inference rule schema) 视为是一个公式。该公式通过确定其形式来定义推理规则。因此, 符号 (2) 是一个推理规则图式:

符号 (2)  $\frac{p \text{ 或者 } q; \text{ 非 } p}{q}$

当用命题来取代规则图式中的字母时, 结果就

是一个推理规则。因此,上述符号(1)所示的推理规则是替换符号(2)所示图式的一个例子。

心理逻辑理论所说的“心理图式”详见表 2,这些图式构成心理逻辑理论的“逻辑成分”。由于推理规则规定了在一个推理锁链中从某一步移向另一步,因此,包含一组推理规则图式的逻辑将需要提供一种关于人们在推理中所用的演绎步骤的假设。理解“演绎步骤的假设”的关键在于注意掌握该理论所主张的“演绎推理模型所需要的三种成份”。

2.2 演绎推理模型所需要的三种成份

Braine 提出的心理逻辑理论的第二部分内容是“将推理规则图式应用于推理过程的推理方案(reasoning program)”,其内涵由几种不同的成分所构成。

Braine 在 1978 年的文章中认为,一种演绎推理

的模型需要“逻辑成分”和“操作成分”等两种成分,1998 年,Braine 在长期与 O’ Brien 合作进行研究基础上提出的“心理逻辑理论”的最终版本所阐述的模型中又增加了“策略成分”。

2.2.1 心理逻辑理论中的“逻辑成分”

Braine 与 O’ Brien(1998)指出逻辑成分(logical component)是指由一种构成命题的逻辑词汇和一组已有的基本演绎步骤所构成的内容,如表 2 所示包括 11 个推理规则图式和 3 个其他图式。其中推理规则图式又可分为以下三种:7 个核心图式(core schemas)、2 个边缘图式(principal feeder schemas)和 2 个不相容图式(incompatibility schemas)。这些图式有如表 2 第 1 列和第 2 列所示(注:表中第 3 列和第 4 列为后面将论述的实证数据)。

表 2 心理-命题逻辑所含基本推理规则图式表

图式类别	图式的内涵	STEPIT 难度等级	一步问题 错误率
核心图式 1	$\sim \sim P = P$	1.09	1%
核心图式 2	$\frac{\text{如果 } P_1 \text{ 或者} \cdots \text{或者 } P_n \text{ 那么 } Q;}{P_i} Q$	0.49	0%
核心图式 3	$\frac{P_1 \text{ 或者} \cdots \text{或者 } P_n;}{\sim P_i} P_1 \text{ 或者} \cdots \text{或者 } P_{i-1}, \text{或者 } P_{i+1} \text{ 或者} \cdots \text{或者 } P_n$	1.38	2.5%
核心图式 4	$\frac{P_i}{\sim (P_1 \text{ 并且} \cdots \text{并且 } P_{i-1} \text{ 并且 } P_{i+1} \text{ 并且} \cdots \text{并且 } P_n)}$	1.39	4%
核心图式 5	$\frac{P_1 \text{ 或者} \cdots \text{或者 } P_n;}{\text{如果 } P_1 \text{ 那么 } Q; \cdots; \text{如果 } P_n \text{ 那么 } Q} Q$	0.16	0%
核心图式 6	$\frac{P_1 \text{ 或者} \cdots \text{或者 } P_n}{\text{如果 } P_1 \text{ 那么 } Q_1; \cdots; \text{如果 } P_n \text{ 那么 } Q_n} Q_1 \text{ 或者} \cdots \text{或者 } Q_n$	0.47	0%
核心图式 7	$\frac{\text{如果 } P \text{ 那么 } Q}{P} Q$	0.47	2%
边缘图式 1	$\frac{P_1; P_2; \cdots P_n}{P_1 \text{ 并且 } P_2 \text{ 并且} \cdots \text{并且 } P_n}$	0.34	1%
边缘图式 2	$\frac{P_1 \text{ 并且} \cdots \text{并且 } P_i \text{ 并且} \cdots \text{并且 } P_n}{P_i} P$	0.41	0%
不相容图式 1	$\frac{P}{\sim P}$ 没有必然结论	0.20	1%
不相容图式 2	$\frac{P_1 \text{ 或者} \cdots \text{或者 } P_n}{\sim P_1 \text{ 或者} \cdots \text{或者 } \sim P_n};$ 没有必然结论	0.66	0%
其他图式 1	如果给定的形式推理是有 P 就有 Q,那么人们会得出这样的结论:如果 P 那么 Q。		

续表 2

图式类别	图式的内涵	STEPIT 难度等级	一步问题 错误率
其他图式 2	如果给定的形式推理是有 P 就推不出结论,那么人们会得出的结论就是非 P。	0.02	
其他图式 3	$P \text{ 并且 } (Q_1 \text{ 或者 } \dots \text{ 或者 } Q_n) = (P \text{ 并且 } Q_1) \text{ 或者 } \dots \text{ 或者 } (P \text{ 并且 } Q_n)$	0.16	4%

所谓核心图式 (core schemas) 是指在适当的几个命题在一起时自动被用于直接推理的图式,如推理者遇上“P 或 Q”和“非 P”这两个命题时,会自动推断出结论“Q”。这是一组人们进行程序性的推理时和无需明显努力的推理时所需要的推理规则图式。心理逻辑理论所说的核心图式主要有以下七种:

核心图式 1 的含义是:非非 P 等于 Q。例如:命题“这里没有一个 W 是假的”等同于命题“这里有一个 W”。

核心图式 2 的含义是:如果有  $P_1$  或者有  $P_2 \dots$  或者有  $P_n$ ,那么就会有 Q;现在有  $P_1$ ,那么,结论就是有 Q。例如,

(前提一):如果存在一个 C 或者存在一个 H,那么就会存在一个 Q;

(前提二):现在存在一个 C,

(结论):那么存在一个 Q。

核心图式 3 的含义是:有  $P_1$  或者有  $\dots$  或者有  $P_n$  这么多个项;没有  $P_1$  项,那么,有  $P_1$  或者有  $\dots$  或者有  $P_{i-1}$ ,或者有  $P_{i+1}$  或者有  $\dots$  或者有  $P_n$ ,即有除  $P_i$  之外的其他各个项。例如,

(前提一):存在一个 D 或者存在一个 T;

(前提二):不存在 D,

(结论):那么存在一个 T

核心图式 4 的含义正好与核心图式 (3) 相反:  $P_1$  和  $\dots$  和  $P_n$  等项同时存在是虚假的;有  $P_1$  项,那么,结论就是没有  $P_1$  并且没有  $\dots$  并且没有  $P_{i-1}$ ,并且没有  $P_{i+1}$  并且没有  $\dots$  并且没有  $P_n$ ,即有除  $P_i$  之外的其他各个项都不存在。例如,

(前提一):同时存在 G 和 I 两者是虚假的;

(前提二):存在一个 G

(结论):那么不存在 I

核心图式 5 的含义是:如果有  $P_1$  至  $P_n$  各个项中的某个项存在,而如果有  $P_1$  至  $P_n$  的任何一个项存在就会有 Q;那么结论就是有 Q 存在。例如:

(前提一):或者存在 F 或者存在 R

(前提二):如果存在 F 就会存在 L;如果存

在 R 就会存在 L

(结论):存在一个 L

核心图式 (6) 的含义是:如果有  $P_1$  至  $P_n$  各个项中的某个项存在,而如果有  $P_1$  就会有  $Q_1$ ;有  $P_n$  就会有  $Q_n$ ,也就是说,有 P 中的任何一个项存在就会有 Q 中对应的 Q 项存在;那么结论就是有  $Q_1$  至  $Q_n$  中的某个项存在。例如:

(前提一):或者存在一个 I 或者存在一个 B

(前提二):如果存在 I 就会存在 N;如果存

在 B 就会存在 T

(结论):或者存在一个 N 或者存在一个 T

核心图式 7 的含义是:如果存在 P 那么就会存在 Q,现在 P 存在;那么结论就是 Q 存在。例如:

(前提一):如果存在一个 T 那么就会存在一个 L

(前提二):现在存在一个 T

(结论):存在一个 L

Braine 等人认为,边缘图式 (feeder schemas) 是指除非其命题的输出能满足随后的推断,否则一般不被使用的那些图式。在要使用它们时,通过直接推理程序就会自动使用边缘图式。边缘图式主要包含以下两种:

边缘图式 1 的含义是:存在  $P_1$ ;存在  $P_2 \dots$  存在  $P_n$ ;结论就是  $P_1$  和  $P_2$  和  $\dots$  和  $P_n$  都存在。例如:

(前提一):存在一个 G;

(前提二):存在一个 S

(结论):G 和 S 都存在

边缘图式 2 的含义与边缘图式 1 的含义相反:如果从  $P_1$  至  $P_n$  各项都存在,那么它们中的某个项必定存在。例如:

(前提):O 和 Z 都存在

(结论):存在一个 O

Braine 等人认为,核心图式和边缘图式都属于直接推理程序,直接推理程序是逻辑推理的基础。

表 2 中所列的第三种图式是不相容图式 (incompatibility schemas),这种图式一般用于间接推理程序。间接推理程序的获得需要某些直觉或思考。对使用它所推断的有意图事物状态的知识在这种图式的使用时既可以对其有助长性的影响也可以起消极作用。不相容图式是指以下两种图式。

不相容图式 1 的含义是:“P”和“非 P”并存时推不出任何结论,也就是说,任何事项及其否定是不可能同时并存的。例如:

(前提一):存在一个 M

(前提二):不存在一个 M

(结论):推不出任何结论

不相容图式 2 的含义是:多项“P”和对应的“非 P”并存时推不出任何结论,也就是说,任何事项及其否定是不可能同时并存的。例如:

(前提一):或者存在一个 R 或者存在一个 W

(前提二):R 和 W 都不存在

(结论):推不出任何结论

除了上述三种主要推理规则图式外,Braine 和 O'Brien 认为,人们推理时有时还会用到如表 2 中所示的 3 个其他图式(Other Schemas)。例如,第 3 个其他图式 3 的一个例子为:

(前提):存在一个 B 并且存在一个 L 或一个 R

(结论):存在一个 B 和一个 L 或者存在一个 B 和一个 R

### 2.2.2 心理逻辑理论中的“操作成分”

Braine(1978)把心理逻辑理论中的“操作成分(Performance component)”定义为是由理解前提和建构推理路线所构成的程序(program)。

Braine 与 O'Brien(1998)将“操作成分”的定义修改为“推理者以图式为工具进行推理时所依据的推理程序(reasoning program)”。这种推理程序包括“直接推理程序”和“非直接推理策略”两种主要的程序。

(1)直接推理程序(Direct Reasoning Routine,简称 DRR)。这是一种决定从前提中接受信息的理解加工程序;换言之,这是一种将图式应用在存在一个其真值已被评估的给定结论的问题情境中的推理方案。直接推理程序包括预备程序、推理程序和评估程序三个方面的内涵,其中:

预备程序(preliminary procedure)的内涵包括两方面:一是如果给定的结论是一个“如果…那么…”的陈述,那么,就把前件加到前提中,把后件作为要检验的结论;二是使用评估程序来检验结论(可以是给定的结论,也可以是在第一步中所创建的新结论)。

推理程序(inference procedure)的内涵是:对于表 2 中所示七种核心图式中的每一种核心图式(其中核心图式 1 只是从左到右的方向),如果满足某种应用条件,或者如果其应用条件可以先通过应用

一种边缘图式(feeder schema)或几种边缘图式的结合而得到满足的话,就使用它,将演绎出的命题增加到那一组前提中去。当存在一个要评估的结论时,就以那一组前提中提供的观点为背景使用这种评估程序来验证该结论。如果评估的结果是不确定的,就重复这种推理程序。假如不存在要评估的结论,就仅仅重复这种推理程序(在实施推理程序时,不用任何的图式。这些图式只对复制一个已经存在于前提集中的命题时有影响)。在得到推断结论过程中,可选择使用一次边缘图式。

评估程序(evaluation procedure)的内涵是:以一组前提为背景来验证一个给定的结论,假如该结论是在那一组前提中已有的,或者该结论可以通过使用某种边缘图式或一组边缘图式的结合而推出的话,就作出该结论为“真”的反应;假如该结论,或者从边缘图式 2(以及不相容图式 1 或不相容图式 2)得到的推断是与那一组前提中的某个命题是矛盾的,或者那个推断与一个通过使用一种边缘图式或一组边缘图式的结合得出的那一组前提中所推断出的命题是矛盾的,就作出该结论为“假”的反应。

(2)非直接推理策略(indirect reasoning strategy)这是指将图式应用在当没有给定结论的时候(如,当被试正在从他们已有的信息中进行推断的时候)构成有序推理的程序(inference procedure)和策略。主要包括可选假设策略、选择一个预先可选的列举策略和间接证明法等几方面的内容。

备选假设策略(supposition - of - alternatives strategy)是指假如该组前提包括一个析取(或者如果一个命题是通过使用图式 9 而获得的),并且,假如这种析取命题中的某些命题不是发生在该组命题中条件的前件中,那么,就假设这些命题中的每一个,应用图式 12 反过来尝试派生出一个条件来作为前件。

备选推测的列举策略(strategies of enumeration of alternatives a priori)是指,假如一组前提中包括了一个或多个诸如“如果 p 那么……”或“如果非 p 那么……”这种形式的条件,把“p”或“非 q”这样的命题加到该组前提中去,然后转回到推理程序。

间接证明法(reductio ad absurdum strategy)包含两种形式:

限制的形式(limited form):假如在一个前提命题或一个结论中镶嵌着一个联合或一个析取,那么,就假定该联合或析取为一个图式 13 并使用评估程

序来验证它与该组前提的兼容性问题。如果评估结果为“虚假的”,就将对该联合或析取的否定加进前提集中,然后再以该组前提中的论点为背景使用评估程序来验证该结论,而如果这种评估是不可确定的,就转回到推理程序上。

**更强形式(stronger form):**要验证给定结论的虚假,或者要验证任何镶嵌在一个前提或结论中的命题的虚假,就把该命题的否定加到该组前提中,然后尝试派生出一种与图式 13 不兼容的图式,使用这一推理程序,或者使用任何可供使用的其他策略和评估程序。

心理逻辑理论认为,在上述两种推理程序中,直接推理程序是关键的部分。只有直接推理程序才是主要的技能(被称之为是通用的部分)。推理规则图式和直接推理程序构成主要的推理技能,这两者的结合就构成心理逻辑理论的基本内涵。

心理逻辑理论还认为,非直接推理部分是后来获得的次要的技能。这种技能虽然在成人中是共有的,但却随个体的不同而有不同。

Braine 等(1998)指出:“操作成分”中的推理程序表从应用“直接推理程序”开始,一直到或者评估出推理结论为止,或者到该推理程序不再产生新的命题时为止。假如“直接推理程序”未能评估出该推理的结论,则会应用“非直接推理策略”。

### 2.2.3 心理逻辑理论中的“策略成分”

**策略成分(strategies component)**指的是一组与非逻辑或准逻辑有关的程序。这些程序在推理程序难以对某个问题派生出一个解时决定如何作出反应。它们影响对表面结构命题的解释,并且能暗示或抑制某种推断和推理策略。

### 2.3 对错误推理结果的错误源的解释

“逻辑成分”和“操作成分”是心理逻辑理论的核心内容,此外,心理逻辑理论还认为推理过程中出现的错误主要源于以下三个方面,Braine 等把这三个错误源分别称为“理解错误”、“启发不充分错误”和“加工错误”。

(1)理解错误是一种建构前提或结论时所犯的的错误,也就是说,被试对问题信息的理解与问题建构者原有企图是不一致的;

(2)启发不充分错误错误发生在当被试的推理程序难以找到成系列的推理来解决一个问题时,也就是说,该问题对于这位被试而言太难了;

(3)加工错误由以下几方面构成:注意的丧失、

运用图式过程中执行的错误、在工作记忆中难以保持信息的痕迹、以及诸如此类问题。

### 3 Braine“心理逻辑理论”的主要实验证据

Braine 提出心理逻辑理论后,曾设计不少实验研究来对其理论进行验证。其中较著名的实验是他与 Reiser 和 Rumin 等学者合作于 1984 年发表的论文:“自然命题逻辑理论的实验证据(Some empirical justification for a theory of natural propositional logic)”。该文在 1998 年收入《心理逻辑》一书作为第 7 章内容重新印刷时,题目名称改为“心理逻辑理论的证据:命题逻辑推理问题的难度预测”(Evidence for the Theory: Predicting the Difficulty of Propositional Logic Inference Problems)。下面我们对这一实验研究作一简要介绍。

#### 3.1 实验目的

Braine 等人指出,该实验研究的主要目的是通过被试对命题推理的有效推理结果所获取的实证数据来评估表 2 所示各种类型的图式,并由此获取系统资料来评估“心理逻辑理论”所说的那组图式是否能对人们在命题推理中所进行各种有效推理进行界定。

Braine 等人对直接推理和间接推理作了区分。他们把“直接推理(direct reasoning)”定义为:推理者从给定前提开始,从前提中作出推断,然后把给定前提与推断出的命题加在一起后成功地作出进一步的推断,直至或者得出结论为止,或者推出该推理的不相容命题为止(Braine 等人假设,当在前提、推断命题和结论中发现“不相容命题”时,被试会作出该推理为“虚假的”反应;因此,所有“虚假的”反应都或者与图式 10 或者与图式 11 有关)。

Braine 等人在该研究中所使用的大部分问题属于“直接推理”问题:这些问题在复杂性上是由低复杂性到适中的复杂性的。在这些问题上,研究者们期望所有被试都可能在很大程度上使用相同的程序来进行推理并找到最简单的推理程序。并且期望所有的错误都是加工类型的。

另一类问题是“非直接推理(indirect reasoning)”问题。使用这种问题的目的是想找出发现被试是否都能找到该问题的解,以及发现这些问题是否会引起启发不充分错误。

有许多证据表明,间接推理是稍后才出现的,并且比直接推理要更为复杂的现象。

对于当前工作具有关键意义的关于被试推理程

序的唯一假设就是:被试会使用前面所述的各种图式来解决我们所界定的直接推理问题。

Braine 等人在 1984 年的研究中设计了三个实验,并使用了三种测量指标来检测各种图式的难度:

实验一主要测量解决问题所需的潜在时间,因此,第一种测量指标是反应时间;

实验二属于“等级研究 1”。让一组(未参加实验 1 的)新的被试在做完试题后对每个问题评定其难度等级。实验 1 和实验 2 基本上用相同一组试题。

在对实验一与实验二所使用的问题进行分析后,也由于交叉效度的需要,他们设计了实验三,即“等级研究 2”。在这一研究中,用未参加前两个实验的新的被试组对一组其中很多是与前两个实验中所用试题不同的新的试题进行难度等级评估。

实验二和实验三使用第二种测量指标即难度等级指标。实验中,通过让被试对每个问题在 9 点量表上评估其难易程度而获得了各种图式的难度等级:

此外,Braine 等人在研究中还使用了第三种测量指标即被试在解决问题过程中的错误率来评估评估图式的难度。

在对这些问题的研究中,对图式的取样方法使得等级研究 2 成为评估图式的难度加权的最合适的研究。因此,我们简要介绍实验三(等级研究二)的实验设计与研究结果。

### 3.2 研究方法

实验材料的类别 在三个实验中所使用的实验材料可以分为以下五种类型,其中前四种问题类型构成所用实验材料的主体部分。

类型 1:一步问题。这是指那些可以通过一个图式并只需一步操作就可以从前提中获得结论的问题;例如,实验材料中第 3 题的内容是:

有一个 G

有一个 S

问:有 G 和 S 吗?

类型 2:一步加否定问题。这是指那些可以通过一个图式并只需一步操作就可以从前提中获得其否定结论的问题。例如,实验材料中第 15 题和第 22 题的内容是:

15. 有 G,并且没有 L

问:有 L 吗?

22. 如果或者有 E 和 K,或者有 O 和 V,那么就

有 Y

或者有 E 和 K,或者有 O 和 V

问:没有 Y 吗?

类型 3:多步问题。这是指通过直接推理可获得常见的或仅有的结论的那些问题。多步问题的使用涉及到两步或更多步的系列推断。对于其期望反应是“虚假的”那些问题也涉及到在前提和结论之间发现一种不相容的问题。例如,实验材料中第 48 题的内容是:

如果或者有 K 或者有 O,那么就有 N

没有 K 是虚假的

问:没有 N 吗?

类型 4:“控制”问题。包括“控制-真”和“控制-假”两种问题。在反应时研究中,控制-真问题为我们提供了在不涉及推理时发现前提与结论间的匹配究竟需要多长时间的有关信息。在等级研究中,这些问题被列为难度等级量表的最低难度一端。

在答案为“真”的控制问题中,其前提和结论是同一的,只需要将其匹配就行了。例如,实验材料中第 1 题的内容是:

有一个 W

问:有 W 吗?

在答案为“假”的控制问题中,其结论或者直接是前提的否定,或者相反(在形式上,控制-虚假问题是涉及图式 10 的一步直接推理问题)。例如,实验材料中第 2 题的内容是:

非 M

问:非 M 吗?

类型 5:指上述四类问题以外的其他问题。

### 3.3 实验三:等级研究 2 的实验材料

包括 85 个问题。其中,

(1)12 个涉及正规的图式的一步问题;

(2)14 个涉及一步加否定问题。其中有 8 个是肯定前件问题,这些问题具有相同的形式但在长度上从 19 个词到 33 个词不等。设计这些问题主要用于探求问题长度与难度等级的关系,保持推理过程恒常不变(参见本章附录中的第 21、22 题)。

(3)39 个涉及到二步到四步的多步直接推理问题。

在上述 65 个“直接推理”问题中,Braine 等努力使假设的推理各步的每一步都有足够的表征。因此,每一种图式至少出现 8 次(第 13 种图式除外)。这种图式在直接推理中不会发生)。

(4)此外,等级研究 2 还包括 11 个控制问题和 9 个其他问题。在 9 个其他问题中,有 8 个涉及到非直接推理(以后会全部标出来)。另一个是对潜在的图式“P,所以 P 或 Q”进行验证。除了这一问题之外,其他 84 个问题中,有 42 个问题的期望答案是“真”,另 42 个为“假”。

这 85 个问题中,有 49 个问题与反应时研究和等研究 1 中的问题相同。这 49 个问题中的 36 个是直接推理问题,9 个是控制问题,4 个是非直接推理问题。

在对这些问题进行排序时,先把全部问题分为大小相等的两组。每组都包括上述 11 个控制问题。其他四类问题则随机安排在上述两组的任意一组中。尽可能使每一组内的真假问题相等。

然后再对每一组问题进行随机排列。在每组问题中,真或假的问题的连续排列不超过三次。

经过这种两次排序的方法将上述问题生成了不同次序的两组问题。我们把这两组问题每组的次序倒过来,又生成了另外两组(共四组)不同次序的问题。

Braine 等人的实验还设计了 16 个练习题。这些练习题中,答案为“真”和“假”的控制问题各一个、一步问题和两步问题各几个。这些问题都没有出现在正式测试的问题中。它只是在实验前出现,目的是让被试熟悉实验的设施和程序。伴有练习问题的实验因此可以允许被试在解答主要的实验材料之前就在他们心中形成一个内部的难度等级量表的实用的、粗略的刻度。把这些练习题放在四组实验

材料之前打印成册。

### 3.4 被试:有 28 位大学生被试参加了实验

但有效被试只有 24 位。那些其列出的等级或者不合指导语(如把大部分问题的难度都标在最低等级“1”上,因此对问题难度未提供任何信息),或者有比较高的错误率的被试的评估结果不列入计算。

### 3.5 实验程序

告诉被试他们正在参加一个有关推理的实验。在实验中,要求他们回答由小册子提供的每一个问题并判定这些问题的难度。对问题的解释与在反应时研究中的解释相同。告诉被试说阅读每一个问题,假定横线上面的句子是真的情况下,评定横线下所列出的结论。除了真和假两种反应外,还可以作出“不确定”的反应。虽然不提倡作这种反应。

在做完每个问题后,要求被试在 9 点量表上标出该问题与其他问题相比较的难度。其中,“1”为最容易,“9”为最难。告诉被试在评估得出一个正确答案难度有多大时,不要过分地受句子长度或问题本身的影响。指导语要求被试尝试用量表中所有 9 个数字来评估,只是不要经常用同一个等级值。

### 3.6 直接推理问题:等级研究 2 的研究结果

表 2 右边两列列出了这一实验中推理者对各种图式进行难度等级评定的主要研究结果。Braine 等人在对实验结果所作的分析比较复杂,根据他们报告的等级研究 2 的原始数据,本文作者把这一实验中三种不同内容的推理结果整理成表 3 和表 4。

表 3 三种不同推理内容的难度等级汇总表

推理内容	问题个数	最低等级	最高等级	平均等级	标准差
一步问题	12	1.42	3.10	2.41	0.56
一步 + 否定问题	8	2.04	3.46	2.82	0.51
多步直接推理	39	2.38	6.00	3.95	1.00

表 4 三种不同推理内容难度等级的方差分析表

变异源	平方和	自由度	均方	F	p
组间变异	25.674	2	12.837	16.614	0.000
组内变异	43.271	56	0.773		
总和	68.945	58			

上述结果表明,被试对三种不同内容的推理问题所标定的难度等级总体上说是有所差别的。第一类 12 个“一步问题”的难度等级分别在 1.42—3.10 之间,平均等级为 2.41;第二类 8 个“一步加否定问题”的难度等级分别在 2.04—3.46 之间,平均等级

为 2.82;两者这差虽然未达显著水平,但还是很明显的。第三类 39 个“多步直接推理问题”的难度等级分别在 2.38—6.00 之间,平均等级为 3.95,它与前两种类别的推理之间的差异均达显著水平。

这些结果表明,每一种图式都与难度加权相联



系的。这种难度加权是指在推理中采纳和应用某种推理步骤的难度(通过等级量表的客观单位表示)。同时,问题的长度(在此以前提和结论中的总词数来测定)也会对推理加工的难度产生独立的、客观的影响(即更多词汇更长的句子在理解上会要求更多的努力)。最简单的假设是,它们是词汇量的线性函数。

#### 4 简要评价

推理心理学在诞生之初在理论上就存在着“人类推理过程是否遵循逻辑规则”的争论。Woodworth (1935)提出的“气氛效应理论”认为“人类推理过程是不遵循逻辑规则的”;而 Chapman 等(1959)提出的“换位理论”则认为“人类推理是遵循逻辑学规则的”。显然,“心理逻辑理论”延续了 Chapman 等(1959)有关“推理是遵循逻辑学规则”的理论观点。

正如提出者 Braine 等(1984)所指出的那样:“心理逻辑理论”最重要的优点在于能用相对少的推理规则解释了许多实验发现。

Eysenck 等(2005)主编的《认知心理学》将“心理逻辑理论”称为“抽象规则理论”。该书认为这一理论存在以下一些缺陷:

(1)理论提出者并没有对这个理论的理解成分给出明确的定义。因此,我们并不总是能清楚地知道应该作出什么样的理论预测。

(2)抽象规则理论只被应用到有限的一些问

题中(如 O'Brien (1995)认为该理论不适合解释四卡问题)

(3)抽象规则理论并没有对情境效应作出充分解释。

(4)抽象规则理论不重视个体差异。

(5)最重要的是,很少有令人信服的证据表明当把演绎推理问题呈现给被试时,被试实际上是在使用心理逻辑来解决有关问题。

#### 参考文献

- 《普通逻辑》编写组. (2011). 普通逻辑. 上海:上海人民出版社.
- Braine, M. D. S. (1978). On the relation between the natural logic of reasoning and standard logic. *Psychological Review*, 85, 1-21.
- Braine, M. D. S., & O'Brien, D. P. O. (1998). *Mental logic*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Chapman, L. J., & Chapman, A. P. (1959). Atmosphere effect reexamined. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 220-226.
- Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (2015, 7th; 2010, 6th; 2005, 5th; 2000, 4th). *Cognitive psychology*. Psychology Press, Ltd.
- Henle, M. (1962). On the relation between logic and thinking. *Psychological Review*, 69, 366-378.
- Woodworth, R. S., & Sells, S. B. (1935). An atmosphere effect in formal syllogistic reasoning. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 451-460.

## A Review on Braine's Mental Logic Theory

Hu Zhuqing Hu Xiaoyu

(Lab of Psychology and Cognition Science of Jiangxi, School of Psychology, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022)

**Abstract:** The mental logic theory which proposed by Braine and his colleagues is an important theory in the reasoning research domain. This article makes a relative detail review for this theory. The mental logic theory includes three aspects: a group of reasoning schemata which form the basis of this theory, a reasoning program which applies the reasoning schemata to the reasoning process, the practical application significance. The proponents of this theory believe that the basic view of this theory can be supported by the results of experiment which was designed and implemented in 1984, using the reasoning rules contained in “natural reasoning system” as experimental materials.

**Key words:** mental logic theory; natural deduction in propositional logic; inference rule; inference schema; logical component; performance component; strategies component