

# 问题表征过程中信息提取的实验研究<sup>\*</sup>

姜子云<sup>\*\*</sup> 邓 铸<sup>2</sup>

(1扬州大学教育科学学院, 扬州, 225002)(2南京师范大学心理系, 南京, 210097)

**摘 要** 以代数应用题为材料, 考察领域知识不同的学生在问题表征过程中的信息提取特点以及解题成绩的差异。结果表明: 初中生更倾向于按照问题的表面特征对应用题分类; 领域知识丰富组和领域知识贫乏组在问题表征过程中对四类信息的提取存在差异; 解题成功者对关键信息的再认率高于解题不成功者, 而在多余信息和混淆信息的再认上, 解题不成功者高于解题成功者。

**关键词:** 领域知识 问题表征 信息提取

## 1 问题提出

问题表征是对问题的初始条件、目标任务及其构成要素的觉察和理解; 是一个把外部的物理刺激转化为内部心理符号的过程; 是问题解决的中心环节<sup>[1]</sup>。问题表征的质量影响着问题解决的难易程度甚至是问题能否成功解决的关键, 正确表征是解决问题的必要前提, 在错误的或者不完整的问题空间中进行搜索, 也不可能导致问题的正确解<sup>[2]</sup>。

目前关于问题表征的研究主要集中在以下几个方面: 第一, 中小学生对问题表征的类型和特点; 第二, 问题表征的过程和层次; 第三, 影响问题表征的因素。从问题表征的过程和层次看, 傅小兰的论述最详细, 认为包含三个过程<sup>[3]</sup>: 第一, 问题信息的搜索和提取。这个阶段要注意排除细节, 从而便于在短时间内抓住最主要的东西, 这是一个知觉过程, 需要言语及理解能力、专门知识及问题解决经验的支持。第二, 问题信息的理解和内化。该阶段是对所感知信息的深加工, 需要知识基础、思维能力和问题解决技能。第三, 发展隐喻约束条件与意识化。Larkin提出物理问题的表征建构层次和过程包括以下四个: 字面表征、初始表征、物理表征和数学表征(Larkin, 1978)。廖伯琴设计了一个实验对力学问题解决过程中表征体系的假设进行验证, 她将表征层次命名为文字表征、朴素表征、物理表征和数学表征<sup>[4]</sup>。Mayer依据提取信息的不同将问题表征划分为数字表征、关系表征、图式表征三种类型<sup>[5]</sup>。

从影响问题表征的因素看, 主要有以下几方面: 第一, 问题情境, 即问题的呈现方式、环境及其结构等。它决定了问题解决者所能感知到的信息和这些信息的时空结构, 是表征的基本信息条件。傅小兰的研究表明<sup>[3]</sup>, 信息遗漏是导致对问题错误或不完整表征的主要原因之一。第二, 问题解决者的知识

经验, 特别是与要解决的问题相关的专门知识经验和解决同类问题的成功经验等。这些经验直接影响知觉系统对问题情境中信息的选择和对觉察到的信息的解释。第三, 问题解决者的思维品质和其他个性风格。从目前的这些研究可以看出问题表征都离不开对信息的搜索和提取, 而这个过程离不开专门知识也就是领域知识的支持, 那么领域知识不同的人的问题表征过程中具有哪些不同的特点呢? 他们的信息提取和搜索方式相同吗? 问题解决成功与不成功的人在问题表征中对信息的提取又有什么差异呢? 本文在前人关于问题表征研究的基础上, 通过对应应用题不同类型信息的再认探讨领域知识不同的问题解决者解题过程中的表征差异。

## 2 方法

### 2.1 被试

从山东省新泰市某普通中学抽取初三学生 309 人, 其中男生 179 人, 女生 130 人。

### 2.2 实验材料

#### 2.2.1 相关领域知识的测量

领域知识是人们头脑中储存的关于某一学科或某类问题的相关背景知识。对领域知识的测量不仅包括知识储存量, 也包括知识的结构性。本文主要涉及数学知识, 因此由实验者和中学数学教师共同研讨编制了一套数学测试题, 考察学生关于行程、溶液、利息和工程代数应用题的领域知识。该测试题由两部分组成: 第一部分主要考察学生领域知识的丰富性, 即学生关于上述几类应用题的基本知识储存量。通过一些描述性问题评估学生对这几类应用题公式的记忆和基本理解情况, 例如: “距离=行驶时间×速度”; 第二部分主要考察学生领域知识的结构性, 包括 12 道关于行程、溶液、利息和工程的应用题。该部分有三个要求, 首先要求学生对这些应用

\* 本研究为全国教育科学“十五”规划项目(EBAO030404)成果, 并得到江苏省哲社研究基金(04JYB010)资助。

\*\* 通讯作者: 姜子云, 女。E-mail: ziyun@126.com

题自由分类,主要考察学生的分类标准和分类特点;第二要求学生将这些应用题划分为题数相等的四大类,其依据是应用题的表面特征;第三将这些应用题划分为题数相等的三大类,其依据是应用题的结构特点。这两个要求主要考察在有提示条件下,学生对应用题的分类情况。

### 2.2.2 问题解决测试题

由三个层次共六道应用题组成,每一层次有两道题目。第一层是简单题,第二层是增加无关条件的简单题,第三层是增加有关条件的复杂题,这些题目都是关于行程、溶液、利息和工程问题的。

### 2.2.3 再认测验单

由60个词汇组成,要求学生判断这些词汇是否在问题解决测试题中出现过。其中30个词汇来自问题解决测试中的6道题目,10个是描述关键信息的词汇,10个是描述多余信息的词汇,10个是描述非关键却有有用信息的词汇。另外编了30个词汇作为混淆信息,他们不是问题解决测试题中出现过的但与问题解决测试题中出现过的词汇有某些相似性。

## 2.3 实验程序

实验分三个阶段:即领域知识测验阶段、问题解决阶段、再认测验阶段。以班级为单位采用集体施测方式先向学生发放领域知识丰富性测验单,要求他们认真解答,时间为30分钟(经预测,30分钟学生都能完成测验),时间到将测验单收回。接着发放领域知识结构性测验单,时间为15分钟,时间到将测验单收回。休息5分钟,再发放问题解决作业单,时间为40分钟,时间到主试将作业单收回。然后将再认测验单发给被试,要求他们认真完成,时间为2分钟。

## 3 结果与分析

### 3.1 被试分组

根据其领域知识丰富性的测验成绩,选取高于平均数一个标准差(84分以上)的学生61人,作为领域知识丰富组,低于平均数一个标准差(44分以下)的学生54人,作为领域知识贫乏组。又从61名领域知识丰富组的学生中选取结构良好者12人,结构较差者12人,依据是其领域知识结构性的成绩,高于平均数一个标准差的作为结构良好者,低于平均数一个标准差的作为结构较差者。

### 3.2 评分标准

#### 3.2.1 领域知识丰富性的评分标准

百分制计分,共25题,每题4分。

#### 3.2.2 领域知识结构性的评分标准

自由分类的评分标准:没有做任何分类的记0分,属无分类组;依据深层结构分类且分类正确个数

在6以上的记2分,属结构特征组;其他记1分,属表面特征组。依据表面特征分类的标准:依据表面特征12道题目可分为四类,分别是行程问题、利息问题、工程问题和浓度问题,每类由三道题目构成。分类完全错误记0分,完全正确记12分,中间的分数根据正确归入某一类的题目个数计算。依据结构特征分类的标准:依据结构特征12道题目可分为三类,分别是追赶问题、稀释问题、和促进一阻碍问题,每类由四道题目构成,这四道题目分别是关于行程、利息、工程和浓度的。分类完全错误记0分,完全正确记12分,中间的分数根据正确归入某一类的题目个数计算。最后学生的领域知识结构性得分取自由分类、依据表面特征分类和依据结构特征分类后分数的平均值。

### 3.2.3 应用题解决的评分标准

共六道应用题,不考虑其是否计算正确,只要列式子正确就得1分,否则记0分,共6分。

## 3.3 学生领域知识和解题成绩的基本情况

### 3.3.1 领域知识结构性的特点

表1 领域知识结构性的基本特点(人数及其百分比)

分类方式	分类特点		
	无分类组	表面特征组	结构特征组
自由分类	76(24.60%)	224(72.49%)	9(2.91%)
提示分类	62(20.06%)	182(58.89%)	65(21.04%)

从表1可以看出,自由分类时,72.49%的被试依据应用题的表面特征分类,只有2.91%的被试依据应用题的深层结构,也就是解题实质进行分类。提示分类时,58.89%的被试依据应用题的表面特征分类,21.04%的被试依据应用题的深层结构分类,结构特征组的人数比自由分类条件下要多些。

### 3.3.2 领域知识与解题成绩的相关分析

表2 领域知识的丰富性、结构性与解题成绩的相关分析

	领域知识丰富性	领域知识结构性	应用题成绩
领域知识丰富性	1		
领域知识结构性	$r=0.241^{**}$ $p=0.000$	1	
应用题成绩	$r=0.658^{**}$ $p=0.000$	$r=0.176^{**}$ $p=0.002$	1

表2显示,领域知识丰富性、结构性与应用题解题成绩均有显著正相关,其中知识丰富性与解题成绩的相关达到0.658。

## 3.4 领域知识不同的学生四类信息再认率的差异

表3 领域知识丰富性和信息类型对信息再认率影响的方差分析表

变异源	自由度	均方	F	P
信息类型主效应	3	5.39E-02	35.941	0.000
知识丰富性主效应	1	1.11E-02	4.258	0.041
两者交互效应	3	1.13E-03	0.752	0.522

方差分析表明,信息类型的主效应达到极其显

著的水平,也就是说四类信息的再认率是存在差异的。对四类信息的再认成绩进一步做两两检验,关键信息与混淆信息差异极其显著( $F=70.110, p=0.000$ ),多余信息与混淆信息差异极其显著( $F=20.913, p=0.000$ ),非关键却有信息与混淆信息差异极其显著( $F=30.882, p=0.000$ )。领域知识丰富性在 0.05 水平上显著,即领域知识丰富组和领域知识贫乏组对信息的再认存在差异。信息类型和领域知识丰富性不存在交互作用。

又根据领域知识结构性的成绩从 61 名领域知识丰富组的学生中选取 12 名结构良好者,12 名结构较差者,分析了领域知识结构性和信息类型对信息再认率的影响

表 5 领域知识不同的学生解题的基本情况

		应用题得分							总人数
		0	1	2	3	4	5	6	
领域知识丰富性	知识丰富	0	1	10	21	23	5	1	61 人
	知识贫乏	27	13	10	4	0	0	0	54 人
领域知识结构性	结构良好	0	1	2	4	6	1	1	12 人
	结构较差	0	0	2	5	5	0	0	12 人

从表 5 可见,领域知识丰富组在 6 道题目上得 4 分以上(包括 4 分)有 29 人,而领域知识贫乏组得分全在 3 分以下。经  $\chi^2$  检验,领域知识丰富性不同的学生解题存在极其显著差异( $Pearson \chi^2=77.708, p=0.000$ )。领域知识结构良好者在 6 道题目上得 4 分以上(包括 4 分)有 8 人,领域知识结构较差者有 5 人得 4 分。经  $\chi^2$  检验,领域知识结构性不同的

表 6 解题成功者与不成功者对四类信息再认率的描述统计表 ( $M \pm SD$ )

	关键信息	多余信息	非关键却有信息	混淆信息
解题成功者	0.137±0.021	0.056±0.027	0.122±0.032	0.073±0.054
解题不成功者	0.126±0.028	0.101±0.037	0.105±0.029	0.084±0.075

从表 6 可以看出,解题成功者在关键信息和非关键却有信息的再认率上均高于解题不成功者,而在多余信息和混淆信息在再认上,解题不成功者高于解题成功者。

表 7 解题成功与否和信息类型对信息再认率影响的方差分析表

变异源	自由度	均方	F	p
信息类型主效应	3	9.89E-02	67.273	0.000
解题成功与否主效应	1	1.78E-03	2.567	0.111
两者交互效应	3	2.82E-02	19.161	0.000

由表 7 可知,信息类型主效应显著,即四类信息的再认率存在极其显著的差异。进一步做两两分析发现,关键信息与混淆信息差异极其显著( $F=93.924, p=0.000$ ),非关键却有信息与混淆信息差异极其显著( $F=41.878, p=0.000$ )。虽然解题成功与否的主效应不显著,但是信息类型与解题成功与否的交互作用显著( $F=19.161, p=0.000$ ),通

表 4 领域知识结构性和信息类型对信息再认率影响的方差分析表

变异源	自由度	均方	F	P
信息类型主效应	3	7.77E-03	4.397	0.007
知识结构性主效应	1	1.81E-05	0.045	0.834
两者交互效应	3	2.53E-03	1.43	0.242

表 4 显示,信息类型的主效应达到极其显著的水平,也就是说四类信息的再认率是存在差异的。对四类信息的再认成绩进一步做两两检验,关键信息与混淆信息差异显著( $F=6.883, p=0.016$ ),非关键却有信息与混淆信息差异显著( $F=4.390, p=0.048$ )。领域知识结构性主效应不显著,即领域知识结构良好者和领域知识结构较差者对信息的再认不存在差异。信息类型和领域知识结构性也不存在交互作用。

3.5 领域知识不同的学生解决应用题的差异

学生解题不存在显著差异( $Pearson \chi^2=4.202, p=0.379$ )。

3.6 解题成功者与不成功者各类信息再认率的比较

应用题总分为 6 分,依据其解题成绩将 309 名被试分为解题成功者(4 分以上)62 人与解题不成功者(1 分以下)85 人,考察他们对四类信息的再认情况。

过进一步做简单效应的比较发现,关键信息与混淆信息在 0.05 水平上差异显著( $F=4.234, p=0.041$ ),多余信息与混淆信息差异极其显著( $F=8.032, p=0.005$ ),非关键却有信息与混淆信息在 .05 水平上差异显著( $F=6.280, p=0.013$ )。所以,解题成功者与解题不成功者四类信息的再认上存在差异。

4 讨论

4.1 学生领域知识的特点及其与学习成绩的关系  
领域知识是储存在个体长时记忆中的知识。认知心理学的研究表明按照语义网络模型表征的知识,更具有结构性,更容易被激活。因此,衡量一个人的领域知识,不仅要看其知识储存量,即领域知识的丰富性,还要看其知识的结构性。考察领域知识结构性的一个方法就是要求学生对问题分类,对问

题分类一直被用来评价问题表征是否正确以及解题者对不同题目所涉及的相关概念性知识的运用能力。在自由分类中绝大部分初中生(72.49%)倾向于按照应用题的表面特征分类,只有极少一部分学生(2.91%)按照问题的深层结构分类。在阴国恩等人的研究中有33.8%的初中生按照表面特征分类,35.4%的初中生按照深层结构分类<sup>[6]</sup>。与他们的研究相比,本研究中初中生的分类水平有些低。这可能因为本研究用于分类的应用题难度有点大,实验中可能出现了地板效应。在以后的研究中,对领域知识的测查应保证所用题目的难度要和学生的解题水平相适应。当明确要求学生按照问题的表面特征和结构特征进行分类时,按照问题深层结构分类的比例(20.06%)比自由分类(2.91%)时有很大提高。这说明学生最初更容易意识到问题表面特征的相似性而忽视其深层结构特点,在提示条件下或随着学生对问题的理解更深刻,他们会越来越意识到问题的深层结构。正如Reed的研究一样,他发现学生开始时根据题目的表面内容对数学题进行归类,学习数学解题课程后,他们更容易根据问题的深层结构进行归类<sup>[7]</sup>。领域知识丰富性与解题成绩的相关较高,而领域知识结构性与解题成绩的相关较低,这可能也与地板效应有关。领域知识丰富性与结构性的相关虽然达到了统计上的显著水平,但其相关程度不高,说明领域知识丰富的学生其知识贮存并不一定具有较好的结构性。

#### 4.2 领域知识不同的学生问题表征中信息提取特点及解题差异

Craik 和 Lockhart (1972)从信息加工的操作看记忆系统,提出了加工水平说,认为作用于人的刺激要经受一系列不同水平的分析,从表浅的感觉分析开始,到较深的、较复杂的、抽象的和语义的分析。在信息加工过程中,加工越深的刺激,再认的成绩也越好<sup>[8]</sup>。依据这一理论,在问题解决过程中,信息的再认成绩越好,其在表征过程中受到的加工就越深。因此,可以以对不同信息的再认率考察学生问题表征中信息的提取和搜索特点。研究结果表明,不论领域知识丰富的学生还是贫乏的学生,都能很好的区分混淆信息和其他三类信息。领域知识丰富组和贫乏组在四类信息的再认上存在显著差异,也就是说问题表征过程中对信息的提取和搜索离不开大量丰富的相关知识的支持,专门知识的多少会影响问题表征。通过对领域知识结构良好者和结构较差者的比较发现,两组都能很好的区分混淆信息和其他三类信息,但两组对信息的再认不存在差异,即两组被试在问题表征过程中对信息的提取和搜索不存在

差异。由于地板效应的存在,关于知识结构不同的学生问题表征中信息的提取和搜索情况还需要进一步研究。

经 $\chi^2$ 检验,领域知识丰富性不同的学生解题存在极其显著差异,也就是说,领域知识的丰富与贫乏影响学生问题解决的成绩,领域知识丰富组的学生解题成绩更好。研究结果也表明领域知识结构性不同的学生解题不存在显著差异,这与本研究的假设不一致,假设认为领域知识结构性不同的学生在问题表征中对信息的提取以及其问题解决成绩都是存在差异的。知识丰富领域中的问题解决离不开相关的领域知识,但是仅仅在头脑中储存知识并不能保证知识能够得到有效的应用,知识的可用性能通过知识的适当组织而得到加强,因此,知识结构在问题解决中可能起着关键作用。此外,知识结构性好的学生其知识储存更符合图式理论,遇到问题时更容易激活头脑中的相关知识,进行快速表征,从而正确地解决问题。究其原因,还是由于考察知识结构性的应用题分类难度有些大,导致结果与假设的不一致,后续的研究中研究者将对这一问题做更深入的考察。

#### 4.3 解题成功者与不成功者问题表征中信息提取特点

解题成功者在关键信息和非关键却有有用信息的再认率上均高于解题不成功者,而在多余信息和混淆信息在再认上,解题不成功者高于解题成功者,信息类型与解题成功与否的交互作用显著。这说明解题成功者在问题表征过程中更容易提取关键信息而忽视多余信息。因为问题解决成功的学生对问题的理解程度更高,在头脑中更容易形成概括化程度较高的问题原型,在解题过程中能更快地通达原理图式,从而更好地判断哪些词语对于解决这类问题是有用的,哪些是无关信息而不予考虑,故他们对问题中的无关信息的加工就会减少,对其记忆的程度会差于解题不成功的学生。这与莫雷等人的研究结论一致,即形成概括化程度较高的问题原型的学生,在信息再认中更能有效地排除无关条件<sup>[9]</sup>。

### 5 结论

5.1 自由分类中,初中生更倾向于按照问题的表面特征进行分类;在提示条件下更多的学生会意识到按照问题的深层结构分类;

5.2 领域知识丰富组和领域知识贫乏组在问题表征中对信息的提取和搜索存在差异,领域知识结构良好者和结构较差者在问题表征中对信息的提取和搜索不存在差异,这四组被试都能很好的区分混淆

信息和其他三类信息(关键信息、多余信息、非关键却有信息);

5.3 解题成功者在关键信息和非关键却有信息的再认率上均高于解题不成功者,而在多余信息和混淆信息的再认上,解题不成功者高于解题成功者。

6 参考文献

1 邓铸. 问题解决的表征态理论及其实验研究. 南京师范大学博士论文, 2002

2 傅小兰. 探索问题解决的奥秘: 表征与策略. 见: 中国心理学会编. 当代中国心理科学. 北京: 人民教育出版社, 2001; 37—42

3 傅小兰. 问题表征过程的一项研究. 心理学报, 1995, (1); 204—210

4 廖伯琴. 中学生物理问题解决的表征差异及其成因探析. 西南师范大学博士论文, 1999, 29—30

5 Mayer R, Hegarty M, Monk C. Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. Journal of Educational Psychology, 1995, 1; 18—32

6 阴国恩, 冯虹. 算术应用题的分类结果与数学成绩关系研究. 心理科学, 2006, 29(4); 778—781

7 Reed, S. K. A structure mapping model for word problem. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 1987, 13; 124—139

8 王甦, 汪安圣. 认知心理学. 北京: 北京大学出版社, 1992, 129—131

9 莫雷, 吴思娜. 不同概化的问题原型对问题归类 and 解决的影响. 心理学报, 2001, 33(5); 416—424

A Experimental Research on Information Retrieval  
During Problem Representation

Jiang Ziyun, Deng Zhu

(Faculty of Education Science, Yangzhou University, Yangzhou, 225002)(Department of Psychology, Nanjing Normal University, Nanjing, 210097)

**Abstract** With algebra problems as the material, we examined the information retrieving characteristics and performance of students with different domains of knowledge. The results showed that junior middle school students tended to sort out word problems on the basis of problems' superficial content; the two group-rich in domain knowledge and poor in domain knowledge had differences in retrieving information during the process of problem representation; the successful students had better performance in the key information than the failwres, whereas in terms of the recognition of redundant information and confusion information, the failures had better performance than the successful.

**Key words:** domain knowledge, problem representation, information retrieving

(上接第 632 页)

17 Frenck—Mestre, C., & Bueno, S. Semantic features and

semantic categories: differences in rapid activation of the lexicon. Brain and Language, 1999, 68; 199—204

The Effect of Degraded Prime on Negative Priming  
in Single Prime and Single Probe Paradigm

Wang Yonghui<sup>1</sup>, Wang Junni<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Department of Psychology, Shaanxi Normal University, Xi'an, 710062)

(<sup>2</sup> Student Work Department, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, 710054)

**Abstract** Using Chinese characters as the material and a single stimulus in both prime and probe display, this research tested the possibility of negative priming occurrence when visually intact and degraded characters were presented for a brief duration. The results showed that none of the phenomena of negative priming was observed either when the prime stimulus was visually intact or a degraded character, or the duration time of the prime was longer or shorter, suggesting that even the prime per se was degraded and was presented for brief duration, the presentation relevant to the word in the brain was still rapidly activated automatically. No negative priming could occur in the paradigm of single prime and single probe unless the spread of this slight activation was suppressed. The results supported the “spreading activation” model, and suggested that the level of activation had the same implication as the inhibition mechanism of attention to the phenomena of negative priming.

**Key words:** negative priming, degraded character, single prime, single probe