

关于问题难度的实验研究^①

邵志芳 刘永芳^② 钟毅平

(华东师范大学心理学系)

摘要 利用一种新型的人工问题,探讨了一些影响问题难度的因素。结果表明:未知参数越多,问题难度越大;中间未知参数不予提示时问题难度显著提高;参数排列方式越乱,问题难度越大;供选择的操作数越多,问题难度越大,供选择的操作的相似性越强,问题难度就越大;对过去题目中某些特征的意识水平越高,经验就越容易迁移,从而影响难度。

关键词: 问题解决 问题难度 人工问题 迁移

1 引言

起初,心理学家通常认为,影响问题难度的因素主要有两个:一是解决问题所需的知识量(包括解决问题的策略知识),^[1]二是解决问题的搜索空间(这种空间随问题的复杂化或长度的增长而呈指数性增大)。^[2]而后来,心理学家们对问题表征与问题难度的关系也逐渐重视起来。^[3]

Kotovsky 等曾将中国古代流传下来的益智游戏——九连环加以抽象化,形成几个变式,以检验影响问题难度的因素。他们根据结果指出,问题难度的来源之一是如何操作的发现过程。因为他们发现,信息提示程度高的变式比较容易解决,反之则不易解决。这说明,抽象化(只是改变了问题的操作方法,而没有改变其结构)导致了问题难度的降低,故问题难度的来源一定在操作部分。因而被试一旦发现操作的方法,问题就容易了。^[4]

Kaplan 等在研究顿悟的同时,实际上也研究了影响问题的难度的因素。他们发现,要产生顿悟就必须先获得一个有效的问题表征,而在获得这一问题表征的过程中,将问题解决者引向或推离正确表征的力量决定着问题解决的成绩。在研究中,他们总结出几项影响问题解决者的思路的因素:线索显著性、先行知识、暗示和启发式。^[5]

Funke 把复杂问题与简单问题作了一番比较,指出了复杂问题的一些重要特征:“不透明性”:在复杂的问题情境中,只有少数的变量是可以直接观察到的,问题解决者一开始通常只能获得一些表面的信息,本质的内容必须自己寻找。“多目标性”:复杂的问题往往有多个目标,各个目标之间往往还相互矛盾,必须权衡利弊才能作出决定。“情境的复杂性”:复杂问题往往有许多变量,变量之间的关系也比较复杂。“变量间的联系”:复杂问题的各个变量往往联系得十分紧密,牵一发而动全身,难以作出准确的预测。“动态性”:复杂的问题往往随着时间的推移而变得越来越难以解决。“延迟性”:在复杂的问题情境中,一个操作有时不能立刻看到效果,这就要求问题解决者有高度的耐心和记忆力。^[6]

① 国家教委社科青年基金项目。与此文有关的交流请与邵志芳(200062 上海华东师大心理学系)联系。

② 作者单位为山东师范大学教育系。

上述研究由于缺乏一种通用的、对其变量可以系统地加以控制(或操纵)的实验材料,故结论的普遍性难以保证,也难以开展进一步的研究。

2 实验与结果

本研究采用 SPOC 系统产生人工问题。这些人工问题是一种比较理想的实验材料,它可以排除已有知识经验的影响,可以方便地控制问题的各个要素(初始状态、目标状态和操作),以获得各种变式,又具有自然问题的一种特征。

本研究进行了 5 个分实验。被试为 96 名大中中学生,男女人数大致相当。每位被试要多做题目,而这些题目不一定属于同一实验。正式实验前,让被试做几道练习题以熟悉解题时的操作方法。

2.1 未知参数数量及其名称是否提示对问题难度的影响

实验 1 采用 4 道题目(第 1—4 题),其已知参数数量都是 3 个,未知参数数量分别是 2 和 3(各 2 题),且对中间未知参数名设置 2 种情况提示与不提示。实验时被试分为 4 组(每组一题),各组人数均为 16 人,实验结果见表 1。方差分析表明,未知参数数量和中间未知参数的提示与否对问题难度均有显著影响, F 值分别为 48.35($P < 0.01$)和 243.93($P < 0.01$)。

表 1 实验 1 各题平均成绩(s)

	未知参数的数量	
	2	3
中间参数名不提示	36.15	54.33
中间参数名提示	16.89	21.78

2.2 参数排列方式对问题难度的影响(实验 2)

在一些实际问题中,已知参数的排列顺序往往是没有规律的。本实验检验参数排列方式对问题难度的影响。让被试完成 4 道题(第 5—8 题)。第 5 题参数排列方式比较合理,总是在集中排列的几个已知参数后面求一个未知参

数;第 6 题排列得乱一些,求第一个未知参数时要到它的后面去找一个已知参数;第 7 题更乱一些,求第一、二个未知参数时都要到后面去找一个已知参数;第 8 题最乱,求三个未知参数时都要到后面去找一个已知参数。被试分 4 组,每组 16 人,每组做 1 题。实验结果见表 2。经检验可知,参数排列方式对问题难度有显著影响。

2.3 供选择的操作数对问题难度的影响(实验 3)

笔者假设:供选择的操作(反应或公式)数越多,问题难度越大。本实验采用 4 道题目(第 9—12 题)。这 4 道题目都只有 1 个未知参数,但是它们的可选操作数量不同,分别是 2、4、6、8。被试分成 4 组,每组 12 人,每组做 1 题。实验结果见表 2。经检验可知,供选择的操作(反应或公式)数对问题难度的影响是相当显著的。

表 2 实验 2 和实验 3 各题平均成绩(s)

题号	实验 2				实验 3			
	5	6	7	8	9	10	11	12
成绩	28.23	36.67	41.11	47.24	7.83	9.94	12.16	13.75
F 值	15.98**				33.70**			

注:** $P < 0.01$;下同。

2.4 供选择的操作的相似性对问题难度的影响(实验 4)

本实验采用 3 道题目(第 13—15 题)。这 3 道题目的已知参数数量都是 4 个,未知参数数量都是 1 个。区别仅在于,求未知参数时供选择的操作的相似性程度不同。第 13 题有 2 个较相似,第 14 题有 4 个较相似,第 15 题有 6 个较相似。实验中被试分成 3 组,每组 16 人,每组做 1 题。实验结果

见表3。经检验可知,供选择的操作的相似性对问题难度的影响也是相当显著的。

2.5 过去题目呈现方式对经验提取的影响(实验5)

本实验以过去题目呈现方式为自变量,检验其对问题难度的影响,并进而推断其对经验提取的影响。本实验将被试分成3组(每组12人),每组做7道题,其中第1题作为被试的过去经验(预备题),第7题作为经验提取程度的测试题,其间插入5题作为中间活动,仅起干扰作用,故有效题目只有 $2 \times 3 = 6$ 题。这6道题目的已知参数都是5个,未知参数为1个。第16题(预备题)中各个参数的排列毫无规律;做了本题的被试应做第19题。第17题(预备题)中各个参数排列成“T”形,但是不完美,纵向有脱节;做了本题的被试应做第20题。第18题(预备题)中各个参数排列成“V”形;做了本题的被试应做第21题。第19-21题的参数名在屏幕上的排列分别类似于第16-18题。而从第16题到第18题,参数名在屏幕上的显示排列越来越规则,越来越容易被意识到是某种图形。故推测被试在做与之相应的3道测试题时,依次更容易意识到测试题中包含了预备题的成分。这就构成了本实验的自变量,反映了被试对过去题目特征的意识水平的不同。实验结果见表3。经检验可知,预备题呈现方式对测试题难度有显著影响,说明过去题目呈现方式对经验提取有显著影响。

表3 实验4和实验5各题平均成绩(s)

题号	实验4			实验5		
	13	14	15	19	20	21
成绩	18.30	19.89	23.64	17.05	16.56	13.31
F值	27.99**			9.21**		

3 讨论

本研究在检验未知参数量对问题难度影响的同时,还检验了中间未知参数名的是否提示对问题难度的影响。结果表明,这两个因素对问

题难度均有显著影响。这对知识量影响问题难度这一论断是一个有力证据。因为未知参数数量的增加,意味着要解决问题必须具备更多的有关知识;而不提示中间未知参数,则意味着解题时需要更加系统化的知识,否则就不可能一环紧扣一环地将问题解决。在学生解题时,如果不提示他必须先求出某个中间变量的值,这道题可能就难做许多。

在一些实际问题中,已知参数的排列顺序往往是没有规律的,如经济状况、作战形势、学校管理等等。而学校课本中的简单习题则相反,总是把几个相关的已知条件(参数)放在一起,要求学生求出未知数。本研究模拟此种情况,检验参数排列方式对问题难度的影响,结果表明,已知参数排列顺序混乱的问题(如头绪纷繁的经济问题等)难度较高。因为在解答这类问题时,必须先对繁杂无序的各方面信息加以整理,方能根据过去经验提出解决方案。

可供选择的操作数对问题难度的影响也是相当显著的。这里讲的操作,在日常生活中常我们称之为“反应”,如一个人面临问题,“看他有什么反应”,含“做法”之意;而在一般的科学技术领域,则对应于“公式”、“原理”等等可以使问题状态发生改变的因素。实验结果表明,供选择的操作数越多,问题的难度越大。这与Kotovsky等认为问题难度的来源之一是“对于如何操作的发现过程”的论点相当吻合。实际生活也是这样。以学生学习物理学为例,对于同一个问题,学得好的学生感到很简单,因为公式一下子就想到了;差的学生则觉得困难,因为他要么一个公式也想不起来(公式数为零,无解决之希望),要么觉得这个公式可以用,那个公式似乎也可以用(供选择的公式数太多)。科学发现和发明之所以难,就是因为科学家面临着几乎是数不清的可选择的操作。

本研究还证实,供选择的操作的相似性越强,问题难度越大。所以,如果一道选择题给出的待选答案中,正确答案与其他答案在形式上大不相同;另一道题的正确答案与其他答案很相近,那么后一道题的难度显然会大一些。这一结果与Kotovsky等关于问题难度源于发现如何操作的论点也是一致的。

在问题解决过程中,过去经验起着关键的作用。经验的作用是大是小,取决于很多因素,如人的态度、意志、情绪、兴趣,材料的意义、数量、呈现方式等等。本研究以过去题目呈现方式为自变量,检验其对问题难度的影响,观察其学习进程,推断其对经验提取的影响。结果表明,过去题目的呈现方式对当前题目的难度可以产生显著影响。即对过去题目中某些特征的意识水平越高,经验就越容易迁移。

本实验采有一种通用的、可以产生无数变式的人工问题研究问题难度,在很大程度上克服了前人研究中出现的经验的影响、题型的呆板(不能灵活控制问题各要素而产生各种变式)等缺陷,使实验结果的普遍性增强了。当然,这种人工问题也有一定的缺陷,例如对被试的训练要求较高;需要会计算机操作,不得图省事一味作尝试错误等。另外,本研究仅仅采用人工问题作为实验材料,其结果自然也不能完全用来解释自然问题。本研究的被试都是大中学生,其结果难以完全概括各类人群的特点。

研究影响问题难度的各种因素,不仅具有十分重要的理论意义,也具有非常重要的实践意义。这方面的研究成果,将使我们对于问题的难度可以比较随心所欲地加以操纵,从而免去用于测定问题难度的相当大的工作量;使智力测验题目可以随机产生,不再顾虑题目答案泄漏,每次更换版本也无须大规模重测以便重新制订常模;使教育工作者可以更科学地安排教学内容和学生的练习。

4 参考文献

- 1 Chase WG, Simon HA. Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 1973; 4: 55-81
- 2 Newell A, Simon HA. *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1972
- 3 Kotovsky K, Hayes JR, Simon HA. Why are some problems hard? evidence from the tower of Hanoi. *Cognitive Psychology*, 1985; 17: 248-294
- 4 Kotovsky K, Simon HA. What makes some problems really hard: explorations in the problem space of difficulty. *Cognitive Psychology*, 1990; 22: 143-183
- 5 Kaplan CA, Simon HA. In search of insight. *Cognitive Psychology* 1990; 22: 374-419
- 6 Funke J. Solving complex problems: exploration and control of complex systems. In: Sternberg RJ, Frensch PA eds. *Complex Problem Solving: Principles and Mechanisms*. Lawrence Erlbaum Associates Inc, 1991: 185-222

(接第 277 页)

5 小结

从所得的结果来看,我们的假设得到了支持。可以认为,中国英语专业二年级水平的学生,在英语学习过程中,仍受到母语的相当程度的影响,母语的这种影响词序方面尤其明显。这对于我们改进基础英语阶段的教学,激发学生有效地运用母语的知识去学习目的语而尽量避免来自母语的消极影响有一些启发作用。

6 参考文献

- 1 Ringbom H. On L1 transfer in L2 comprehension and L2 production. *Language Learning*, 1992; 42(1): 87
- 2 Harrington M. Processing transfer: language-specific processing strategies as a source of interlanguage variation. *Applied Psycholinguistics*, 1987; 8(4): 351
- 3 Faerch C, Kasper G. Perspectives on language transfer. *Applied Linguistics*, 1987; 8(2): 113
- 4 Lado R. *Linguistics Across Cultures: Applied Linguistics for Teachers*. New York: University of Michigan Press, 1957. cited in Klein W. *Second Language Acquisition*. London: Cambridge University Press, 1986: 25
- 5 Klein W. *Second Language Acquisition*. London: Cambridge University Press, 1986: 27
- 6 Smith MS. Cross-linguistic aspects of second language acquisition. *Applied Linguistics*, 1983; 4(3): 193
- 7 Krashen SD. *Second Language Acquisition and Second Language Learning*. Prentice Hall International (UK) Ltd, 1988: 64-68

THE INFLUENCE OF THE MOTHER TONGUE'S SYNTACTICAL STRUCTURE ON CHINESE STUDENTS' UNDERSTANDING OF ENGLISH SENTENCES

Du Jinbang

Chinese, the student's mother tongue, exercises some influence upon their learning of English. Though it is on the decrease as their command of the English language improves, the influence can still be apparently observed even when their English has reached a pretty high level. The experiments showed that Chinese influenced, to some extent, sophomores of English in their language learning, particularly in word order. Accordingly, due attention should be paid to the mother-tongue factor in English teaching and learning.

key words: transfer, interference, the target language, understanding.

RESEARCH ON PROBLEM DIFFICULTY

Shao Zhifang, Liu Yongfang, Zhong Yiping

(Psychology Department, East China Normal University)

This paper examines some sources of problem difficulty with the tool of a new type of artificial problems. The sources are: 1) the number of known variables; it has no effects on problem difficulty. 2) the number of unknown variables; problem difficulty will increase when it increases. 3) whether prompting the name(s) are not prompted. 4) the arrangement of variables; problem difficulty will increase if variables are arranged in disorder. 5) the number of operations (processes) to choose; problem difficulty will increase when it increases. 6) the similarity of the operations to choose; problem difficulty will increase when operations are similar. 7) the style of presentation of the former problems; it can change the likelihood that the attributes of problems enter man's sphere of consciousness; problem difficulty will increase when the attributes of the former problems are unlikely to enter man's sphere of consciousness.

Key words: problem solving, problem difficulty, artificial problem.

AN EXPERIMENTAL STUDY OF INTERPERSONAL COGNITIVE PROBLEM-SOLVING SKILLS' INFLUENCE UPON 4-

5-YEAR-OLD CHILDREN'S PEER INTERACTION

Chen yi

(Educational Department of Nanjing Normal University)

Having compared the peer interaction of the 4-5-year-old children with high and low ICPS skills respectively, and changes of ICPS skills and peer interaction in ICPS-low children who underwent some training, we obtained the following results: 1) high ICPS skills children's peer interaction was superior to low ICPS skills children's. 2) ICPS skills training would enhance children's ICPS skills, improve peer interaction, increase peer acceptance and reduce peer rejection. 3) Cognition plays an important role in peer interaction.

key words: ICPS, social skills, peer interaction.

A STUDY OF THE INTERRELATIONSHIP AMONG FIELD DEPENDENCE-INDEPENDENCE, HYPNOTIC SUSCEPTIBILITY AND PERSONALITY

Zhang Weidong

(Psychology department East China Normal University)

This is a further study, on the basis of our previous research, of the interrelationship among field dependence independence cognitive style, hypnotic susceptibility and the personality characteristics assessed by Y-G test. The current results showed that 1) there existed no correlation between field dependence-independence and hypnotic susceptibility, which suggested that they were personality characteristics independent of each other. 2) the field-dependent individuals (FD's) were of greater social extroversion, social desirability and optimism than the field-dependent ones (FI'S), whereas the FI's were of greater neuroticism in personality traits. 3) As for personality types, A, A₁ and D types were common in both the FD'S and FI's, while C type is prominent only in the FI's. From the perspective of personality types, introversion-extroversion and field dependence-independence were proved to be of two basically different personality dimensions, and it was also proved that field dependence-independence had no relationship with the individuals' mental health.

Key words: field dependence-independence, hypnotic susceptibility, Y-G personality assessment, introversion-extroversion.