

未来物理教师高中物理问题表征情况研究*

郑修林

(重庆师范大学 物理学与信息技术学院, 重庆 400047)

摘要 选择未来物理教师、中学生及专家教师为调查对象,对他们的高中物理问题表征情况进行调查,结果表明:表面特征对全体调查者问题表征存在显著影响,但对专家及物理特长生影响不显著,受表面特征影响时,所有组别调查者辨认深层结构成绩都受表面特征影响而降低;不同物理水平调查者问题表征成绩存在显著差异,未来物理教师排在普通中学学生之前,重点中学及专家之后。物理水平越高,辨认问题深层结构成绩越好,重点中学学生及专家趋于深层表征,普通中学学生趋于表层表征,未来物理教师趋于表层表征。

关键词 未来物理教师 物理问题表征 表面特征 深层结构模型问题

中图分类号: G633.7

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2007)03-0083-04

A Research into Future Physics Teachers' Problem Representations in Senior Middle School

ZHENG Xiu-lin

(College of Physics and Information Technology, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

Abstract: A research is conducted into the high middle school physics problem representation, and some future physics teachers, high middle school students and expert teachers are chosen as subjects. Based on previous studies, a set of high middle school physics problems is designed. It contains surface features of four levels and different deep structures modes, namely basic high middle school mechanics laws or theorems. By applying the forced choice testing method, the subjects classify all of the problems. The result reveals that, first of all, surface features have a remarkable influence on the problem representation of all subjects, but the influence on the experts and the excellent physics students is less significant; when affected by surface features, all the tested groups get lower scores in the recognition of deep structure. Secondly, the problem representation scores of different physics level subjects vary greatly; the score of the future physics teachers is higher than that of the average high middle school students, but lower than that of the key high middle school students and experts. The higher the physics level, the better performance in the recognition of deep structure. Key high middle school students and experts tend to show more deep structure features, while the average high middle school students and future physics teachers show more surface features. This conclusion is similar to that of the previous study of the difference of experts and novices in college physics problem representation. The findings have significant pedagogical implications for high middle school physics teaching and promoting future physics teachers' problem solving ability.

Key words: future physics teachers; physics problem representation; surface features; deep structure feature

在物理学领域,对专家与新手在问题表征方面的差异研究由来已久,采用的技术之一是要求被试对所提供的问题加以分类,随后实验人员根据分类推测被试对问题的心理表征。奇等曾向专家(8名物理学博士)和新手(8名物理专业的已接受一学期物理教育的大学一年级本科生)提供若干个力学问

题,要求它们按照自己的想法进行分类。每个被试都需要40s左右的时间来决定一个问题属于哪一类。结果表明,专家和新手划分结果差异非常大。新手完全按照问题的表面特征相似性来进行分类,例如,把所有的斜面问题归为一类,所有的弹簧问题归为一类,专家则根据解题的基本原理来分类,即根

* 收稿日期 2006-11-29 修回日期 2007-03-28

资助项目:重庆教育科学规划项目(No. 04-GJ-154)

作者简介:郑修林(1963-)男,贵州大方人,副教授,博士研究生,研究方向为物理课程与教学论、教育心理学。

据问题的深层结构来进行分类,他们把有些斜面和弹簧问题归为同一类。新手和专家对自己分类理由的解释进一步验证了这一看法^[1]。以大学生中的优生(专家)和差生(新手)为被试的研究表明:专家认为,当解决两个物理问题所运用的原理相同时,这两个问题是相似的;而新手则认为,当两个物理问题具有相似的表面特征时,这两个问题是相似的^[2,4]。Hardiman指出,新手有时也会用深层结构分类问题。廖伯琴和黄希庭以物理专业大学生为被试,运用问题分类的方法研究优生、差生问题表征情况。结果表明,优、差生都有以表面特征及物理原理分类的情形,但优生更多地采用深层特征,而差生更多地采用表面特征。

运用问题分类法研究物理问题表征,现有研究选择大学生为被试,以专家——新手模式及优生——差生模式进行研究^[1,5]。目前,高等师范院校物理学(师范)专业学生毕业后大多数将成为中学物理教师,他们将成“未来物理教师”,他们将来的学生主要是中学生,发展的最高目标是成为专家型教师。本研究选择未来物理教师、专家型中学物理教师及中学生为调查对象,运用问题分类的方法,将未来物理教师与中学生及专家的问题表征情况进行比较研究。

1 研究方法

1.1 调查对象

本研究调查对象来自重庆师范大学、重庆市普通中学及重庆市教委直属重点中学共236名师生,见表1。

表1 调查对象构成统计资料

组别	调查对象来源(重庆市)	有效人数
1	第四十二中学普通班学生 (普通中学)	16
2	第四十二中学重点班学生 (普通中学)	47
3	重庆师范大学物理学(师范)专业 2003级本科生	45
4	育才中学普通班学生 (重庆市教委直属重点中学)	52
5	育才中学重点班学生 (重庆市教委直属重点中学)	46
6	第八中学校物理特长班学生	21
7	南开中学、第八中学、育才中学教师	9
总计		236

1.2 调查工具内容构成

调查工具为《高中生物理问题深层结构辨认测试工具》。

笔者根据认知心理学问题表征理论,结合高中物理教学实际,选取《高中物理题典》上的物理问题^[6],对Hardiman 1989年编制的大学物理辨认深层结构测试工具进行改编,编制了《高中生物理问题深层结构辨认测试工具》。辨认高中物理问题深层结构任务类似于Hardiman所采用的材料^[4]。被试任务包含20个测试题,每个题包含一个“模型题”和一对“备选题”(标以序号A、B),要求被试在A、B两个备选题中选择一个与模型题“属于同一种类型的题目”,并要求被试简要说明选择的理由。备选题与模型题相比,存在4种情况:1)备选题与模型题仅有相似的表面特征,即它们涉及的物体、轨道及描述术语相似;2)备选题与模型题仅有相似的深层结构,即它们均采用同一物理原理求解;3)备选题与模型题都有相似的表面特征及深层结构;4)备选题与模型题既没有相似的表面特征,又没有相似的深层结构。将4种匹配类型分别命名为S、D、SD及N。每个测试题中,模型题只与备选的两个比较问题中的一个具有相似的深层结构,这样,备选题存在4种类型的配对方式S-D、S-SD、N-D及N-SD。将每个“模型题”与4对“备选题”分别组成一个测试题目,这样每一个模型题都有4个测试题。

实验中所采用的测试含5个模型题,每个模型题共有4个测试题,这样共组成20个测试题。5个模型题及与其对应的相关比较问题,由重庆市教委直属重点中学长期从事高中物理教学的骨干教师及笔者共同编制,类似于Hardiman实验中所采用的物理问题组^[4,6]。解决5个模型题运用的物理原理均为单原理,各不相同,涵盖高中力学的5个基本原理,分别为牛顿定律、动量定理、动量守恒定律、动能定理及机械能守恒定律,所有被试都学过了这些定律的原理及运用。

1.3 程序

主试对本研究进行简单说明后,发给被试辨别问题深层结构的任务材料,其中20个任务项目随机排列,没有限制完成时间,但记录了被试完成任务的时间。实际上,第一组中3名学生在30min内完成任务,所有调查者均在40min内完成任务。

2 调查结果

以调查对象的物理水平及表面特征的强弱为自变量,辨认问题深层结构的成绩为因变量(正确选择深层结构匹配的选项数量,每选对一次计1分,依

次累加,最后转化成正确率),将辨认深层结构成绩进行7(物理学(师范)专业本科生,普通中学普通班学生,普通中学重点班学生,重点中学普通班学生,重点中学重点班学生,物理特长生,专家)×4(表面特征水平)两因素方差分析,结果显示:1)表面特征的不同水平对调查者物理问题表征存在显著的影响, $F(3,687)=14.204, p=0.000$;2)对于不同水平的调查对象而言,表面因素对物理问题表征影响存在显著差异, $F(6,229)=44.198, p=0.000$,解答中学物理问题水平越高,辨认问题深层结构成绩越高;3)调查者物理水平与表面因素水平之间不存在显著的交互作用, $F(18,687)=1.111, p=0.336$,即不同水平的表面因素对中学生、未来物理教师及专家型教师的问题表征影响相似。

2.1 未来物理教师与专家比较

未来物理教师与专家辨认深层结构成绩见表2。结果显示,未来物理教师单项成绩(不受表面特征影响成绩)最高只有56.44%,总平均为49.9%,即若无表面特征干扰,他们的表征倾向于深层表征,反之,他们则微倾向于表面表征。不管有无表面特征影响,专家认识深层结构成绩均超过88%,总平均达93.06%,专家倾向于深层结构表征。专家与未来物理教师辨认深层结构成绩差异达到43.2%,接近后者辨认深层结构成绩(49.9%),差异极为显著 $p=0.000$ 。

表2 未来物理教师、专家辨认深层结构平均成绩统计

组别	成绩1	成绩2	成绩3	成绩4
未来物理教师	0.5644	0.4622	0.4444	0.5244
专家	0.9778	0.9667	0.8889	0.8889

注:成绩1、2、3、4分别为4个表面特征水平(无,一般,中,弱)对应成绩。

2.2 未来物理教师与中学学生比较

未来物理教师与中学学生辨认深层结构成绩见表3。结果显示:1)未来物理教师成绩高于普通中学学生成绩。不受表面特征影响时,未来物理教师及普通中学重点班学生成绩大于50%,倾向于深层结构表征,受表面特征影响时,平均成绩小于50%,趋于表层表征,无论有无表面特征影响,普通中学普通班学生成绩均小于50%,趋于表层表征,且未来物理教师成绩高于普通中学学生成绩。2)未来物理教师成绩低于重点中学学生成绩。无论有无表面特征影响,重点中学不同组别(普通班、重点班、物理特长班)学生成绩均大于50%,趋于深层结构表征,且未来物理教师成绩低于重点中学学生成绩。3)与中学各种水平学生组(普通中学普通班、普通

中学重点班、重点中学普通班、重点中学重点班、重点中学物理特长班)相比,成绩差异显著,差异显著性指标见表4。

表3 未来物理教师与中学生辨认深层结构成绩统计

组别	成绩1	成绩2	成绩3	成绩4
未来物理教师	0.5644	0.4622	0.4444	0.5244
普通中学普通班	0.1125	0.0063	0.0000	0.0125
普通中学重点班	0.5128	0.3532	0.3404	0.3745
重点中学普通班	0.6615	0.5827	0.5577	0.5558
重点中学重点班	0.9326	0.8000	0.8478	0.8348
重点中学物理特长班	0.7429	0.7429	0.695	20.6714

注:成绩1、2、3、4分别为4个表面特征水平(无,一般,中,弱)对应成绩。

表4 未来物理教师与中学生辨认深层结构成绩差异统计

组别(I)	组别(J)	平均分差异(I-J)	标准差	显著性
未来物理教师	普通中学普通班学生	.466(*)	.061	.000
	普通中学重点班学生	.104(*)	.044	.018
	重点中学普通班学生	-.091(*)	.043	.035
	重点中学重点班学生	-.355(*)	.044	.000
	重点中学物理特长生	-.214(*)	.055	.000

注: * "表示差异显著, $p=0.05$ 为平均分差异显著性水平。

3 结论与启示

3.1 结论

由调查结果可知:1)表面特征对全体调查者问题表征存在显著影响,但对专家及物理特长生影响不显著。受表面特征影响时,所有组别调查者辨认深层结构成绩都受表面特征影响而降低。若不受表面特征影响,除普通中学普通班外,其它组都趋于深层结构表征,若受表面特征影响,只有重点中学学生及专家趋于深层结构表征;2)不同物理水平调查者问题表征成绩存在显著差异,未来物理教师排在普通中学学生之前,重点中学及专家之后。物理水平越高,辨认问题深层结构成绩越好,这与以大学生为被试的研究结果类似。

3.2 启示

未来物理教师将来主要从事中学物理教学工作,他们的高中物理问题表征水平亟待提高。一方面,他们的对象是中学生,虽然他们已经学过大学物理,但目前他们的高中物理问题表征成绩仅略高于

普通中学学生成绩,但低于重点中学学生成绩,也就是说,他们将来可能面对问题表征水平比自己高的学生。高中物理教学的主要任务之一是教会学生解决中学物理问题;“要给学生一碗水,教师须有一桶水。”由此可见,从问题解决的角度来看,未来物理教师面对的形势非常紧迫而严峻;另一方面,未来物理教师成长的最终目标是成为专家教师,从两者高中物理问题表征情况来看,他们的表征水平差异很大,表面特征几乎不影响专家教师高中物理问题表征,而对未来物理教师的影响非常大。调查结果表明,在问题表征方面,未来物理教师要达到专家水平还有很长的路要走。最后,未来物理教师问题解决水平离新课标的要求甚远。学习方式的转变是新一轮基础教育改革的显著特征和核心任务,新课标要求教师必须提高自身专业能力,增强实施新学习方式的驾驭能力,而这种专业能力是通过教师的组织能力、解决问题能力和储备知识问题等凸现出来^[7-8]。

3.3 对物理学(师范)专业的教学建议

为提高未来物理教师中学物理问题表征水平,建议师生在平时的教学中,力争做到以下两点:1)教师教会学生(未来物理教师)专家解决物理问题的方法。物理问题解决领域,专家不是天生的,而是习得了大量知识和经验后才成为专家的。调查结果表明,专家对物理问题表征时倾向于深层表征,而新手倾向于表层表征。因此,在《物理教学论》教学中,教师有必要给学生介绍《认知心理学》中问题解决理论及其研究成果,并使他们学会专家解决物理问题的方法,并运用它解决适量的大学、中学物理问题。2)运用概念图策略,促进学生专业基础知识的积累和知识重构能力。认知心理学家认为,专家的知识组织方式不同于新手,专家的知识建立在多年的经验基础上,其中特定信息彼此之间已经建立了联系并同属于一个概括性更高的类别,该类别反过来又属于另一个更概括的知识类别,他们之所以能迅速而高效地对问题进行表征是因为对材料的组织方式使其迅速把握问题的实质,对基本概念的理解、基本范畴性知识的适用情境掌握越扎实越容易被问题情境信息激活,也容易实现对问题的准确表征。西方的研究成果表明,概念图(Concept Map)既是

有效的教学策略,又是有效的学习策略,它是一种能形象表达命题网络中一系列概念含义及其关系的图解^[9]。在教学条件下,概念图有助于教师组织和呈现教学内容,有助于形象、直观地展现概念间的内在关系,有利于帮助学生在正确理解的基础上建构起所学材料的具体意义,帮助学习者组织、建构和整合信息。因此,在教学中运用概念图策略促进学生专业基础知识结构的构建,培养他们知识重构能力,进而促进问题表征,为提高问题解决能力打下坚实的基础。

参考文献:

- [1] 谭秀刚,张庆林. 专家与新手在科学知识掌握上的差别分析[J]. 四川师范大学学报(自然科学版),1997,20(2):128-132.
- [2] HINSLEY D A, HAYES J R, SIMON H A. From Words to Equations: Meaning and Representation in Algebra Word Problems [A]. CARPENTER P A, JUST M A. Cognitive Processes in Comprehension [C]. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1977.
- [3] CHI M T H, FELTOVICH P J, GLASER R. Categorization and Representation of Physics Problem by Experts and Novices [J]. Cognitive Science, 1981(5):121-152.
- [4] HARDIMAN P T, DUFRENSNE R, MESTRE J P. The Relation Between Problems Categorization and Problem Solving Among Novices and Experts [J]. Memory & Cognition, 1989, 17(5):627-638.
- [5] 廖伯琴,黄希庭. 大学生解决物理问题的表征层次的实验研究[J]. 心理科学, 1997(6):497-498.
- [6] 李维坦,陈令因. 高中物理题典[M]. 长春:东北师范大学出版社, 2005.
- [7] 牟映雪. 论新课标下的学习方式与教学观、教学方式的转变[J]. 重庆师范大学学报(哲学社会科学版), 2005(2):123-128.
- [8] 林长春. 化学课程与教学论学科建设的回顾与反思[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2004, 21(1):78-79.
- [9] NOVAK J D, GOWIN D B. Learning How to Learn [M]. New York: Cambridge University Press, 1984.

(责任编辑 欧红叶)