

# 认知心理学视角下的数学教育

谢明初<sup>1</sup>, 朱新明<sup>2</sup>

(1. 南京大学 哲学系, 江苏 南京 210093; 2. 中国科学院 心理研究所, 北京 100102)

**摘要:** 自 20 世纪 60 年代以来, 数学教育逐渐成为心理学特别是认知心理学关注的对象, 由于认知心理学家采取了与数学家、数学教育专家不同的研究方法, 因而得出关于数学教育的新的见解、新的结论, 这就为我们从另一个视角审视当前数学课程改革提供了可能性。

**关键词:** 认知心理学; 数学教育; 建构主义; 情境认知

**中图分类号:** G441 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9894 (2007) 01-0012-05

大约三十年前, 经过著名的数学家、数学教育学家弗赖登塔尔 (Freudental) 的努力, 一个新的研究组织——国际数学教育心理研究小组 (the International Group for the Psychology of Mathematics Education) 终于成立了。当时, 著名的心理学家菲希宾 (Efrain Fishbein) 发出这样的感叹: “似乎数学家和心理学家坐在一起后并没有什么共同话题。”然而并非所有人都认同这种观点, 这不仅因为在历史上一些有名的数学家如勒贝格, 庞加莱, 阿达玛, 波利亚十分关心教育, 并对数学创造发明的心理做出精辟分析, 而且自 20 世纪 60 年代心理学的认知革命以来, 心理学越来越多地关注教育, 特别是数学教育, 不仅把数学教育当成是产生研究问题的源泉, 而且也得到许多关于数学教育的新的见解、新的结论, 这就为从心理学角度去审视数学教育提供了可能。

## 1 不同的研究视角

数学家、数学教育专家和心理学家感兴趣的问题似乎各不相同。

一般说来, 数学家们对数学创造的神秘过程感兴趣, 他们经常思考: 数学问题是怎样被提出来的又是怎样被解决的? 如庞加莱 (Poincare) 就认为数学创造是一种洞察的过程, 他强调在高度专注一段时间后会突然地出现顿悟的火花。阿达玛在 1945 年曾对美国的一些数学家做了调查, 向诸如伯科夫 (George Birkhofs), 维纳 (Norbont Winner), 波利亚 (George Polya) 和爱因斯坦 (Albert Einstein) 等数学家询问他们在研究数学时的心智表象。戴维斯 (Davis) 和赫什 (Hersh) 则用“数学的认知类型”一词去刻划阿达玛所说的问题解决途径上的差异, 阿达玛在他的著作《数学领域中的发明心理学》中谈到了心理学研究中的主观法 (内省法) 和客观法, 他提倡在数学创造的研究中使用主观法, 认为在这种现象中, 存在很多例外的情况, 很难对这些情况

做出观察和比较。阿达玛认为行为主义拒绝对思维过程的研究, 因而是“一种非科学的态度”<sup>[1]</sup>。

随着数学教育作为一门研究领域的出现, 也就形成专门的研究队伍, 出现所谓“数学教育专家”。与数学家相比, 数学教育专家则对数学学习过程更感兴趣, 他们更关心的是中小学生的数学学习而不是数学创造发明过程中的思维活动。有人对数学学习活动与数学研究活动做了区分: 数学学习是在教师诱导下的获取人类已知的数学成果的过程, 而数学研究活动则是独立探索人类未知规律的过程<sup>[2]</sup>。尽管这两个过程并非绝然分开, 但若是从教育学角度去分析, 则是完全不同的过程。

尽管数学教育专家在研究过程中经常使用心理学的一些方法, 运用心理学的术语和结论, 但是他们与心理学家都有很大的不同: 在数学教育专家那里, 心理学只是当成一门工具学科而被应用。他们对一般的认知规律并不特别感兴趣, 而只是借心理学理论来说明数学教育中的问题。

心理学家对数学教育的研究分成两个阶段。在早期, 心理学家只是借用数学个别题材去研究一般的认知活动, 从而得出人的一般心理学规律。由于受实证主义的影响, 心理学研究在很长一段时间坚持以方法为中心, 以此来巩固其科学地位。但是过分强调方法, 就不得不对所研究的问题进化简化, 可以说, 这个时期所选择的数学问题都是一些定义良好的语义贫乏的问题。例如, 桑戴克在做迁移理论的研究时就是以算术为工具学科, 而贾德甚至认为算术是思维的一般模式。威廉·布朗尼尔 (Willam Brownell) 对数学的研究也大都是限于算术学习<sup>[3]</sup>。由于没有涉及高级的数学思维活动, 早期的心理学研究所获得的结论并不被认为对数学教育有很大的帮助。大约从 20 世纪 60 年代后, 心理学开始摆脱行为主义的影响, 提倡对大脑内部过程进行研究。心理学的认知革命则把计算机作为人的大脑的一个隐喻, 并运用信息技

收稿日期: 2006-10-16

基金项目: 教育部教育科学“十五”规划课题 (FBB011067)

作者简介: 谢明初 (1964—), 男, 湖南常德人, 广东教育学院副教授, 南京大学博士生, 主要从事数学教育哲学研究。

术的术语来检验大脑的机制。

从研究对象来看，认知心理学抛弃了行为主义的一个重要的概念：只有可以直接观察到的东西才能成为科学研究的对象，认为心理学不仅应该而且可能用客观方法来研究人的内部的心理过程。

从研究方法来看，认知心理学主要采用了信息加工的观点，用计算机来模拟人的大脑，如果计算机运算的结果与人脑思维的结果相一致，这就证明了最初提出的计算机模型是正确的，即是说人的大脑的确是按照这样的模型来工作的。

由于研究对象和研究方法的改变，使得心理学研究的内容极大丰富起来。与早期行为主义心理学相比，认知心理学不再局限于算术中的心理学问题，而且逐步涉及到像几何、代数乃至高等数学中的心理活动。这类研究具有典型的学科意义，对数学教育更具启发性和指导意义。不过与传统数学教育研究相比，认知心理学对数学教育的研究采用了更为特殊的视角。

首先，认知心理学强调对任务进行分解和精细分析，这就使得对数学教育的研究更加深入，更加具体。不仅研究数学知识的掌握，更加注重分析学生的认知风格和认知策略的应用水平。

其次，相对于数学家使用内省法研究数学思维过程，认知心理学家采用了较为特殊的方法，即使用客观的方法研究人的思维过程，这就使得它对数学教育的研究上升到一个更为科学的水平。按郑毓信教授的观点，认知心理学对学习过程的研究达到了探幽入微的程度<sup>[4]</sup>。

第三，一般地说，认知心理学的研究并不直接涉及到教的过程，也不直接涉及数学课程方面的讨论，而是专注于认知过程。这就构成了它与传统数学教育研究，特别是国内数学教育研究的一个重要差别。在国内数学教育研究长期以“教材教法”为主，在有关的刊物和书籍中经常看到的是“教案”而不是“学案”。在国外，经历的数学教育现代化运动也是关心如何用现代数学思想去指导初等数学改革，而忽略了对数学学习活动中学生的真实的思维活动的研究。然而，一切数学教育研究最终都要落实于学生的数学学习活动，从而，就只有对学生在学习数学过程中的思维活动有着较深入的了解，数学教育才能够得到健康的发展<sup>[4]</sup>。在谈到美国数学教育的发展趋向时，戴维斯曾写到“今天，数学教育研究正经历着研究方向的根本转变。美国最为活跃，最富有创造性的学者都转向了这样的问题：人类思维是如何产生数学思想的”；另外，在论及美国数学教育界亟待解决的一些问题时，戴维斯则把“更深入地了解学生真实的思维活动”列为首要的问题，即是“数学教育研究和发展所面临的最为重要的挑战”<sup>[4]</sup>。

万方数据

## 2 关于数学知识获得的共同观点

尽管采取以上不同的研究视角，认知心理学家和数学教育专家在知识获得的基本原则上也存在着一些共识。在数学教育的第七次国际会议的数学学习理论小组会上，著名认知心理学家哈塔罗（Hatano）列举知识获得的5个特征，他认为多数认知心理学家和数学教育专家对此表示认同<sup>[5]</sup>。

(1) 知识是通过认知主体的积极建构而获得的，而不仅仅是通过传递而实现的。有关“程序干扰”和“迷思概念（Misconcept）”的研究为此提供了强有力的证据——学生是按照他自己独有的方式来看待数学和理解数学概念的。例如，年幼的儿童经常犯一个系统的减法错误，他们总是从大的数字减去小的数字而不考虑这个数字的位置。许多小学实习教师相信“数越除越小”，尽管从没有人教他们这样的概念。

(2) 知识的获得涉及到重新构造。这不仅仅是指个人知识的数量逐渐增加，而且也指知识的质量也发生了变化（知识得到了重组），不能把儿童视为“小”的成人。在把未知性质看成是动态的目标时，哈塔罗发现年龄小的儿童依赖基于相似性（similarity-based）推理，而年龄较大的儿童和成人则使用基于分类（category-based）的推理，他还发现不论是在科学史上还是认知发展过程中对观念变化的研究都是尤其值得关注的，这也许是因为基本观念的变化可能是最激进的智力重构。

(3) 知识获得的过程既是一个内部的过程也是一个外部过程（受到诸如语言、符号之类的文化产品的影响）这就部分解释了为什么不同的个体获得相似但又绝非等同的知识。

(4) 知识具有学科特殊性。这体现认知的“经济”原则——在问题解决过程中，一个人只需要掌握与专业相关的知识。不过，这里所需要的是个体能否将一个学科的知识从一个场景迁移到另一个场景。

(5) 知识的获得是置于情境的。即，它反应知识最初是怎样获得的，后来又是怎样被应用的。它不仅仅由抽象法则、定律、公式组成，而且也包含了认知主体的经历。成为某一学科领域的专家（如数学家和物理学家），可能是个人知识的一个“去情境化（decontextualization）”过程，它要求知识变得较少依赖具体情景，较少联系表面特征。

尽管有上面的一些共识，但是在对待具体的数学教育问题（教材编写、教学设计、教学评估），认知心理学的观点与流行的观点有很大的不同。

## 3 认知心理学对当前某些数学教育论点的辨析

自20世纪90年代开始，世界各国相继掀起了新一轮数学课程改革的热潮。影响改革的主要理论一是建构主义，二

是情境认知理论。建构主义坚持知识的个人私有,反对重复操作的学习和评估,情境认知强调知识存在于外部环境,提倡在特定的、具体的学习任务中训练。由于建构主义和情境认知理论并未涉及到具体心理机制,而是对人的一般学习活动的性质的一个分析,因此从总体上来说,这两种理论应被看成是一种认识论或教育思想而不应看成是认知心理学的分支理论。由于数学教育表现出自己的特殊性,而建构主义和情境认知理论对数学教育起着特别重要的影响,我们通常把这两者看成两种重要的数学教育理论。当前课程改革中出现这样的一种倾向:这两种理论被当成一个标签在数学教育实践中到处使用。由于现代认知心理学的信息加工理论主张对教学任务做精细分析,对教学方法的有效性做彻底的实验研究,这就为正确把握这两种理论提供了一个特殊视角,从而就可能使新一轮课程改革建立在较为可靠的理论基础之上。以下从认知心理学的角度对当前数学课程改革的某些观点进行辨析。

(1) 知识不能由教师传递,它只能由学习者自己建构。

“学习必须是一个积极主动的过程”,认知心理学对这一点并无异议,问题是由此是否可以进一步走向一个极端,即认为学习完全是一个个人行为,教师的教学不起任何作用。皮亚杰的认识发生理论提到了两个概念,一是同化,二是顺应。同化是将新的经验纳入学生已有认知结构之中,顺应则是学生调整自己的思想以适应新的任务。对皮亚杰的理论进行认真仔细的思考就表明,同化和顺应是密切联系不可分割的一个整体,特别是可以认为同化在促进知识的顺应过程中起到了关键的作用,没有同化,顺应就不能进行。安德森在 ACT-R 模型进一步指出,教师的教学旨在确定例子的表征,正是从这个例子的表征中,学习者建构自己的理解<sup>[6]</sup>。在教育理论界,曾经有一段时间,讲授法一直被当成教学失败的方法而加以批判,将发现式教学当成是一种先进的方法而被广泛宣传。然而根据意义学习的前提条件,接受学习不等于机械学习,发现学习并不等于意义学习。正如奥苏伯尔所做的研究报告所指出的,“认为发现学习优于接受学习的有效证据并不存在。似乎热衷发现学习的人是在相互取证——通过引用彼此的观点作为证据,通过分析概括一些模棱两可甚至负面的发现而做出判断”<sup>[7]</sup>。

(2) 数学知识不能分解,必须在一个复杂的情境中进行学习。

持建构主义立场的学者莱希(Lesh)和佐捷斯基(Zawojewski)甚至断言,儿童所有的数学学习几乎都要在一个复杂情境中进行<sup>[8]</sup>,如果这种观点成立,就是对“双基教学”的直接否定。这是因为“双基教学”建立在“知识的可分解性(为了教学的目的)的基础之上”。由于在某种意

义上来说,“双基教学”可被看成中国数学教学最显著的一个特征,上述观点也就明显地触及到如何对待传统中国数学教育这一个根本问题<sup>[9]</sup>。认知心理学从以下几个方面对这一观点进行反驳从而也就对传统“双基教学”的合理性和必要性做出了充分的肯定。首先,尽管信息加工理论把认知行为视为一些规则的复合体,单个规则是互相联系的,并不能离开其它规则而定义,但是这只是问题的一面,从辩证的角度去看,各个成分之间仍存在一个相对独立性,这又是问题的另一面,事实上这是认知心理学研究的真谛所在:既重视研究各个知识成分之间的相互作用,又重视对每个认知成分的精细分析<sup>[9]</sup>。其次,将一个复合认知行为分解为单个成分技能加以训练,可以减轻认知负荷,从而提高学习效益。美国著名科学家、人工智能之父西蒙(Simon)则进一步指出:任何领域中高度熟练的技能行为,都建立在大量知识的基础之上,这些知识利用某种辨别网络(discrimination net)建立索引,从而使得在复杂情境中的线索能够被再认出来进而从记忆中激活有关的信息<sup>[10]</sup>。不需要艰深的研究去证明人类认知任务的不可分离性。运动员的训练、汽车修理工学习、乐器演奏练习充分说明这一点。把数学学习嵌入在一个复杂情境中进行可能更多是基于动机上的意义而非认知上的考虑。然而有充分理由质疑一个复杂的数学情境对大多数学生的动机激励作用。在高级领域追求出色表现所需的持续的学习对多数学生来说并不是内在的激励机制起作用,而是需要坚实的家庭和文化上的支持<sup>[11]</sup>。

(3) 抽象性的训练没有作用,数学学习发生在“真实的情境”之中。

这一论断来自情境认知的观点:知识是情境相依的,抽象化的数学本身没有意义,必须将数学放在一个具体情境中才能理解其意义。这一论点进一步引伸,就是倡导认知学徒制<sup>[11]</sup>,认为最有效的训练是在一个现场中进行,这一论点常用来挑战传统数学课堂教学的合理性。按照这一论点,如果数学课堂所教的不是现实生活中所运用的,那么学校里抽象的教学就是无效劳动。认为学校数学教学是失败的最有名的例子是莱夫(Lave)所做的研究:在美国橘县,家庭主妇们在超市购物中算账算得非常好,但是她对同样的在学校里用纸笔来算的算术问题却非常糟糕。卡拉尔(Carraisher)和施利曼(Schliman)早前也做过类似的观察:巴西儿童在街道做买卖时数学做得非常好,但是不会做学校课本中同等程度的数学问题<sup>[9]</sup>。这类研究提示,在设计数学教学时应对学生学习任务做进一步精细分析。抽象教学有时非常有效。在一份没有公开的研究中,希格莱发现抽象的教学导致迁移成功,而具体教学导致迁移失败。在一项实验中,他教给被试解决涉及混合溶液的代数文字题,有些被试在训练时被提供的是

混合溶液的图象,而其它被试训练时使用的是代表数学基本关系的表格,结果表明抽象训练组在做类似的数学问题时迁移得更好<sup>[12]</sup>。

认知学徒制强调完全真实的问题。但是何谓“真实”问题却是一个典型的弱定义。按多数人的理解,它应指学生在日常生活中可能遇到的。然而做深入的分析,这个要求是表面的。中国传统的数学问题如“鸡兔同笼”和“百钱买百鸡”对学生来说是很有启发性的,但并非完全是真实的,因为日常生活中并没有人这样去计数。因此,重要的不是问题表面上是否源于生活而在于它是否能唤起学生的认知过程。

### (3) 合作学习是一个普遍有效的学习方式。

所谓合作学习是指这样的—个环境,在这里,学习者似乎都能以平等的身份共同参与知识和技能的获得。合作学习与传统的数学教学形成鲜明对比。在传统教学里,教师是数学上的权威,学生与学生则是竞争对手;在合作学习课堂里,学生可以相互交流学习心得,互相教给对方所不了解的东西,但是在此并不能断言合作学习就是一个普遍有效的学习方式。认知心理学的某些研究表明,有关合作学习实验研究,经常是在没有严格控制下进行的(如没有设对比控制组)。因此,迄今我们并没有科学实验数据表明合作学习比独立学习优越<sup>[13]</sup>。另外,合作学习也不能与主动学习划等号。合作学习只是多种学习方式的一种,同任何一种学习方式一样,它也是有局限性的。例如容易流于形式,表面上很活跃,实际上可能是少数人在主动学习,多数人被动听讲(由听老师讲变成听学生讲),所以合作学习并不一定带来最好的学习收获。因此课程改革应该倡导学习方式多样化,并按照学生的不同风格组织适当的学习活动,而不应将一种学习方式绝对化。

### (4) 放弃标准化的评估,实施开放性、多元化的评估。

这是课程改革中最激进的一种观点。著名学者乔纳森(Jonassen)指出:“如果你相信的话,正如激进的建构主义所表明的,不存在客观的现实,它被学习者做统一的解释,进而评估这样一个现实的获得也是不可能的,一个不那么激进的观点指出学习者将对同一现象给出不同的解释。”<sup>[12]</sup>当前课程改革最流行的观点是评估应集中在过程而不是结果。这一观点稍为引伸一些就是弱化精确定义的评估方法。认知心理学虽然也反对千篇一律的“四选一问题”的评估方案,并同意数学评估不能仅仅测试计算技能,然而却质疑开放性的评估能否达到预期的效果。由于不能精确评估所测试的能力,就必须依赖于主观判断。如,运用客观性评价获得相同分数的两个解答,若是采用开放性的注重过程的评价,就必须加进评价者的主观成分。这样其中一个答案就可

获得更多的分数。然而可能出现的情况是这个获得更高分数的解答只不过是表现出更好的书写方式。我们也许可以判断它只不过比“差一点”的解答绕过更长的圈子,但是由于这个评价者更认可的是“书面交流”,因此给出了更高的分数。

另外一个例子是都塞(Doosey)给出的:在一个开放性打分时,声明如果一个答案是不可理解时,那么这个答案只记50%的分,但是如果一个错误的解答既没有反映出对问题的误解也没有反映出在运用策略时的错误,而只是书写错误和计算错误,将记满分<sup>[14]</sup>。在注意到这些处理的合理性一面的同时,应该充分注意到局限性的一面,即主观判断中评估者的文化偏见。开放性评价的另一面是推崇学生的自我评价,正如苛比(Cobb)和雅克尔(Yackel)所写,“这个方法认为学生自己是他们的数学发现的最好的判断者,并且鼓励学生建构他们可接受的答案”<sup>[12]</sup>。然而理解学生在特定的阶段做他(她)正在做的事是一回事,但是帮助学生从一个教育目标达到另一个目标又是另一回事,评估必须有助于告诉教师教学已经达到的目标。如果完全以“学生是裁判”态度去决定教育,那么什么时候教学失败,什么时候教学成功,什么时候向前进步,什么时候退步就不再是清清楚楚的了。认知心理学提倡的是用认知模式的术语对一个人所寻求的东西予以表述并精确的测定它。

## 4 结 论

数学教育已成为认知心理学家所关注的研究领域,由于认知心理学采用信息加工及口语报告分析方法,使得心理学研究可以更多走向数学领域的高级认知活动,从而使得心理学理论可以更多指导数学教育实践。当前数学课程改革出现了很多流行的口号和一些所谓时髦的观点,这些观点有些是基于大众意识的,有些是基于教育理念的,似乎并没有获得真正意义上的实验支持。应该给数学课程改革一个很大的探讨空间,有来自数学家的看法,有数学教育专家的意见,有来自心理学特别是认知心理学家的观点。虽然数学家、数学教育专家和认知心理学家的研究视角不同,他们之间也有很多可借鉴之处,或者至少存在着大家都感兴趣的研究问题。事实上,关于推理、迁移、问题解决、工作记忆等很多有趣的心理学结论已证明对改善数学教育有很多益处。而来自认知心理学的研究,如“做中学(learning by doing)”与“例中学(learning from example)”理论在数学教育实践中已取得非常好的效果,并显示出广泛的应用前景<sup>[12-15]</sup>。

致谢: 本文的撰写得到郑毓信教授的指导,谨表示感谢!

- [1] 格劳斯 D A. 数学教与学研究手册[M]. 上海: 上海教育出版社, 1999.
- [2] 张永春. 数学课程论[M]. 桂林: 广西教育出版社, 1996.
- [3] Shulman L S, Quinlan K. The Comparative Psychology of School Subjects [A]. In: Berliner D C, Calfee R C. Handbook of Educational Psychology [C]. New York: Macmillan, 1996.
- [4] 郑毓信, 梁贯成. 认知科学: 建构主义与数学教育[M]. 上海: 上海教育出版社, 1998.
- [5] Hatano. A Conception of Knowledge Acquisition and Its Implications for mathematics Education [A]. In: Steffe, Nesher. Theories of Mathematical learning [C]. Erlbanm, 1996.
- [6] Feigenbaum E A, Simon H A. EPAM-like Models of Recognition and Learning [M]. Cognitive Science, 1984.
- [7] Ausubel P P. Educational Psychology: A cognitive View [M]. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1998.
- [8] Lesh R, Zawojeski J S. Problem Solving [A]. In: Post T R. Teaching Mathematics in grades K-8: Research-Based Methods [C]. Needham Height, MA: Allyn and Bacon, 1992.
- [9] 郑毓信, 谢明初. 双基与双基数学: 认知观点 迎接新世纪——重新检视香港数学教育[J]. 香港教育学会, 2005: 317-318.
- [10] Ericsson K A, Krampe R T, Tesche-Romer C. The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance [J]. Psychological Review, 1993, (100): 363-406.
- [11] Brown J S, Collins A, Digid P. Situated Cognition and the Culture of Learning [A]. Technical report form the Institute for Research on learning [C]. 1988, No.IRL88-0008.
- [12] Anderson J R, Reder L M, Simon H A. Applications and Misapplications of Cognitive Psychology to Mathematics Education [J]. Texas Educational Review, 2000.
- [13] 谢明初. 后现代主义、数学观与数学教育[J]. 教育研究, 2005, (12): 66.
- [14] Dossey J A. Assessing Mathematics: Enhancing Understanding [A]. In: Wirszup I, Streit R. Developments in School Mathematics Education Around the World [C]. Proceedings of the Third UCSMP International Conference on Mathematics Education. Reston, 1992.
- [15] Zhu X M, Simon H A. Learning Mathematics from Examples and by Doing [J]. Cognition & Instruction, 1987, (4): 137-166.

### Mathematics Education: The View of Cognitive Psychology

XIE Ming-chu<sup>1</sup>, ZHU Xin-ming<sup>2</sup>

(1. Department of Philosophy, Nanjing University, Jiangsu Nanjing 210093, China;

2. Institute of Psychology, Chinese Academy of sciences, Beijing 100102, China)

**Abstract:** Following on the so-called “cognitive revolution” in psychology that began in the 1960s, Mathematics education gradually became the field that psychology, and particularly cognitive psychology was concerned about. Cognitive psychology acquired new insights and conclusions to mathematics education because the cognitive psychologist used different research methods from those of mathematician and mathematics educators. This made possible to reconsider the current Mathematics curriculum reform.

**Key words:** cognitive psychology; mathematics education; constructivism situated cognition

[责任编辑: 周学智]

# 认知心理学视角下的数学教育

作者: [谢明初](#), [朱新明](#), [XIE Ming-chu](#), [ZHU Xin-ming](#)  
作者单位: [谢明初, XIE Ming-chu\(南京大学, 哲学系, 江苏, 南京, 210093\)](#), [朱新明, ZHU Xin-ming\(中国科学院, 心理研究所, 北京, 100102\)](#)  
刊名: [数学教育学报](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF MATHEMATICS EDUCATION](#)  
年, 卷(期): 2007, 16(1)  
被引用次数: 4次

## 参考文献(15条)

1. 格劳斯 D A [数学教与学研究手册](#) 1999
2. 张永春 [数学课程论](#) 1996
3. Shulman L S;Quinlan K [The Comparative Psychology of School Subjects](#) 1996
4. 郑毓信;梁贯成 [认知科学:建构主义与数学教育](#) 1998
5. Hatano A [Conception of Knowledge Acquisition and Its Implications for mathematics Education](#) 1996
6. Feigenbaum E A;Simon H A [EPAM-like Models of Recognition and Learning](#) 1984
7. Ausubel P P [Educational Psychology:A cognitive View](#) 1998
8. Lesh R;Zawojeski J S [Problem Solving](#) 1992
9. 郑毓信;谢明初 [双基与双基数学:认知观点迎接新世纪——重新检视香港数学教育](#) 2005
10. [Ericsson K A;Krampe R T;Tesché-Romer C The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance](#)[外文期刊] 1993(100)
11. [Brown J S;Collins A;Duguid P Situated Cognition and the Culture of Learning](#) 1988
12. [Anderson J R;Reder L M;Simon H A Applications and Misapplications of Cognitive Psychology to Mathematics Education](#) 2000
13. 谢明初 [后现代主义、数学观与数学教育](#)[期刊论文]-[教育研究](#) 2005(12)
14. [Dossey J A Assessing Mathematics:Enhancing Understanding](#) 1992
15. [Zhu X M;Simon H A Learning Mathematics from Examples and by Doing](#) 1987(04)

## 本文读者也读过(3条)

1. [郑毓信](#). [ZHENG Yu-xin 从课程改革看数学教育理论研究](#)[期刊论文]-[数学教育学报](#)2007, 16(1)
2. [郑毓信](#) [数学教育之动态与思考](#)[期刊论文]-[数学教育学报](#)2002, 11(1)
3. [刘丽芳](#) [试析我国近代数学教育的发展](#)[期刊论文]-[职业时空](#)2010, 06(5)

## 引证文献(4条)

1. 王丽萍, 乔玉英 [微积分学中几个概念用“高阶无穷小”进行的统一表示](#)[期刊论文]-[世界华商经济年鉴·高校教育研究](#) 2009(3)
2. 陈汉裕 [关于“任意角三角函数的定义”的教学](#)[期刊论文]-[科技信息\(科学·教研\)](#) 2007(14)
3. 李金山, 王三强 [试论大学数学分层次教学的指导性原则](#)[期刊论文]-[河北师范大学学报\(教育科学版\)](#) 2008(8)
4. 王三强, 李金山 [数学教育多学科融合的思考——陈建功教育思想对当代数学教育的启迪](#)[期刊论文]-[学理论](#) 2011(36)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_sxjyxb200701004.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_sxjyxb200701004.aspx)