

# 小学几何教学中计算机不同应用模式的比较

李 敏

陈 琦

(Graduate School of Education, Stanford University) (北京师范大学心理系, 北京 100875)

**摘 要** 计算机应用于教育存在两种常见模式:工具模式和辅导者模式(CAI)。该文综合了国内外关于这两种模式教学效果的理论和实证研究,设计出以画笔为工具软件的合作工具模式和合作CAI,进行了为期一周的几何教学研究。研究采用前后测准实验设计考察不同应用模式在几何知识和推理能力方面的教学效果,以问卷调查和访谈法考察学生和教师的态度与动机,作品分析法考察学生的学习过程。实验结果表明:①合作工具模式在几何知识和推理能力方面的教学效果显著优于合作CAI,并能有效培养学生积极的学习态度;②恰当的教学方法能大大提高工具模式的有效性;③表征的特征能影响学生的认知建构过程。

**关键词** 工具模式, CAI, 教学效果, 表征, 合作学习。

**分类号** B849:G44

## 1 问题的提出

当今社会,以计算机为主的信息技术强烈影响着人类生活的方方面面。这些教育变革紧扣教育目标和教育媒体,普遍强调培养学生的推理能力、创造性、自我调节等多种能力和发挥信息技术的优势。如何利用计算机来培养儿童的能力、增强他们的数学意识成为当前教学改革的重要问题。再加之计算机在我国实际教学中的应用还停留在较低层次上,整合水平差,有关研究较为薄弱,因此,在我国国情下,研究如何利用计算机来提高教学效果就显得十分必要和重要。

### 1.1 文献综述

计算机应用于教育主要有三种形式:计算机作为辅导者(Tutor),计算机作为工具(Tool)和计算机作为学习对象(Tutee)<sup>[1]</sup>。这三种应用模式适用于不同的教学目标,效果也不尽相同。随着计算机文化涵义的变化和强调信息技术与教学的整合,研究者开始强调工具模式的应用,认为工具模式的效果优于辅导者模式。

有关研究认为,工具应用模式的教学优势主要表现在:状态的迅速改变。工具软件能快速修改、操作当前文件,迅速生成更高级的产物,对学习者的认知操作进行及时反馈,有助于学习者即时发现问题、

解决问题,促进知识的建构并保持更久<sup>[2]</sup>;其二,高效省时。计算机可轻松、迅速地大量完成单调冗长的工作,使得学习者的脑力能从事高级思维活动<sup>[3]</sup>;其三,丰富的信息呈现和组织方式。计算机采用图象、多媒体甚至非线性方式呈现信息,可增强和丰富学习者正确观察和解释事物相互关系的能力<sup>[4]</sup>,尤其对先前知识不足或不准确的新手学习者更有帮助。实证研究也表明,工具模式能有效支持数理化各学科的教与学,帮助学生建立模型和对表征或意义进行心理操作,促进学生心智能力的发展<sup>[5,6]</sup>。当然,也有不少文献对工具模式的效果持质疑或否定态度。如,有研究者提出化学学习中使用工具软件,可能削弱学生的直觉性理解能力<sup>[7]</sup>。Bangert-Drowns等关于中学计算机应用的元分析研究表明,一般CAI的教学效果为0.36,而工具模式的教学效果接近于零<sup>[8]</sup>。

技术工具从属于教和学的问题,它必须服务于教学目标,因此计算机应用模式总是与一定的教学方法密切相联。这些研究常采用两类教学方法:(1)以问题为主的学习(Problem-based Learning)。让学生利用工具软件来解决一些真实性问题或具体项目,以帮助学生掌握高级的思维技能并有助于迁移<sup>[9]</sup>。(2)合作学习。把不同能力的学生分成小组,让他们共同学会某种技能。研究表明,计算机为合

作学习创造了更便利的条件,有助于沟通个体间的观点,共同解决复杂的问题或操纵变量,从而提高学业成绩,掌握主题内容和技能<sup>[10]</sup>。我国的现实条件需要通过合作学习来丰富信息源、合理安排教学。从这个角度来看,合作学习是一种适宜我国国情的教学方法。鉴于此,我们对应用模式的探讨将以合作学习为教学背景。

综合考虑前人研究成果,我们发现,由于信息技术应用于教学要受各种变量的影响<sup>[11]</sup>,问题的复杂性使得这个领域的研究通常存在种种不足,例如许多研究的实验教学与学校课程的关系不大,外部效度较低;评价教学效果时,较为忽视高级思维技能;对学生个别差异和背景特征缺乏深入的探讨;以小学生为被试的研究较少等。我们注意到,工具模式和辅导者模式效果的对比研究尚缺乏定论;其次,画笔作为工具软件虽然深受小学生喜爱,但利用画笔教学的实证研究几乎一片空白。在因变量方面,我们对学习的结果侧重考察学业水平、能力水平和学习态度。具体讲,学业水平指学生对所学知识和技能的掌握水平,能力以思维能力中重要的推理能力作为研究的突破口,学习态度则主要指学生对教学的看法和学习动机。

本研究选择学业成绩、推理能力和学习态度作为因变量,试图对比工具模式和辅导者模式在小学的教学效果。媒体方面侧重考察工具模式和辅导者模式的特点,教学方法则控制为合作学习方法。

## 1.2 研究的理论构想

学习是学生内部认知结构与外部信息相互作用、最终完成主动建构的过程。他们必须注意学习背景中有关意义或信息,把各种观念和想法联系起来,才能建构出自己的意义<sup>[12]</sup>。当学习者能充分利用外部的丰富信息,建立起广泛的联系时,他们对概念的掌握水平往往较高。根据陈琦的信息技术与教学效果的多变量模型<sup>[11,13]</sup>,我们认为计算机化的学习环境提供了包含教师、同学和计算机在内等多种外部信息或表征,不同的表征系统促进学生从不同方面进行理解,帮助学生以自己熟悉的方式来探索和表现自己的学习过程<sup>[2]</sup>。

两种教学的差别在于表征系统。画笔是学生使用的工具,学生通过操作画笔来体现和完成认识活动,能够强烈地卷入学习任务;而辅导者模式下的课件的交互性较低,其表征学生建构过程的影响较弱。由于合作工具模式能提供很强的媒体表征,所以我们假设合作工具模式的教学效果更好。为进一步论

证表征系统对学习的影响,从学业成就水平角度看,低学业水平学生一般先前知识不足,自身的表征体系简单、系统性差,如果教学能够从多方面提供表征,他们将是最受益的学生。因此,我们推论至少在教学合作工具模式下的低学业水平学生的表现将优于合作辅导者模式下低学业水平的学生。为此,我们的研究也将考察不同学业水平学生的学习效果。

## 1.3 研究问题

综上所述,如何结合一定的教学策略来有效使用计算机是一个值得探讨的问题。针对当前有关研究的现状,本研究的目的在于根据陈琦的影响信息技术整合进教学的效果多变量模型,紧扣媒体应用模式和教学方法来分析计算机环境下学习过程的特征。在此基础上探索两种应用模式的教学效果,为计算机整合于小学教学提供理论和实验证据。

具体地说,我们似探讨的问题是:

- (1) 不同计算机应用模式对学生推理能力的影响及其内部心理机制。
- (2) 不同计算机应用模式下学生的其他学习效果。
- (3) 不同学业水平学生,尤其是低学业水平学生,在学习效果上的差异及其原因。

## 2 研究方法

### 2.1 教学设计

教学内容是长、正方形的面积公式和求解,教学单元为三课时。第一节课为预备,让学生熟悉用单位面积的小正方形去一个一个地测量已知长、宽或边长的矩形面积。第二节课为长方形面积公式的推导,要求学生用这种方法归纳和总结出面积公式。第三节课为练习和巩固,完成一些探索性任务。

实验组 1 是合作学习的工具模式 (Cooperative Tool mode, 简称 CT 组)。在画笔整合进课程的环境下,学生组成四人小组共用一台计算机。我们采用了 Slavin 的理论来划分小组,即由一名优生和差生以及两名中等生组成一个小组。小组的建立还根据性别,进行了适当调整。小组学生在教师的引导下一起探索和解决图形面积,从中总结出长、正方形的面积公式。教学鼓励学生合作分析问题,用画笔探索和表达自己的解题思路。实验组 2 是辅导者模式,即合作的 CAI (Cooperative CAI, 简称 CC 组),以课件的演示形式进行全班授课讲解;合作小组的划分方法同上。在一些有难度的知识点和思维跨度较大的地方,教师组织学生小组讨论和解决问题,通

过这一系列活动从中推导出长、正方形面积的公式。两种教学处理呈现的内容与习题完全相同。

软件工具的有效性,必须通过恰当的教学和精心的课程设计才能实现。CT组的工具软件是Windows3.1中的画笔,可呈现难度较大的几何图例且便于学生进行认知操作。CC组的软件是几何教学课件。从符合本课教学点和教学思想的一批优秀软件中随机选取的一个产品(北京师范大学第二附属中学组织开发)。软件依据的教材为人民教育出版社1994版六年制第七册课本(同CT组)。

## 2.2 实验设计

### 2.2.1 实验方法

研究采用前后测准实验设计,并辅以问卷调查法、观察法和访谈法。

### 2.2.2 被试

被试来源于北京育翔小学四年级,两个班级随机分配成合作学习的工具模式组(CT组)和合作的CAI组(CC组)。CT组共有16名学生,其中男生9名,女生7名,平均年龄9.81岁;CC组41名学生,其中男生21,女生20名,平均年龄9.57岁。

学业水平的划分主要依据教师对学生数学成绩的评定。评定值由低到高为1—5,非参数K-S检验显示为正态分布,其中CT组为0.94( $P = 0.33$ ),CC组为1.19( $P = 0.12$ )。我们界定1和2为低学业水平,3、4和5为高学业水平。这样,CT组含7名低学业水平学生,9名高学业水平学生;CC组含13名低学业水平学生,28名高学业水平学生。

### 2.2.3 测评方法与工具

从过程和结果两个方面对学习进行测评。采用传统的测验或问卷前后测方式对结果进行定量分析;采用作品分析和观察法评价CT组的学习过程,注重定性分析。研究所使用的测验和问卷如表1所示:

表1 实验前后测内容及时间安排

前测(9—11月)	后测1(12月)	后测2(3—4月)
背景情况检查单		
瑞文推理测验		推理能力测验
数学综合测验(含几何测验)	几何测验	
教师评价:教学成绩、能力、动机	学习态度调查表	
和合作学习的水平		

背景情况检查单用于了解学生的背景情况以便控制无关变量,不参加数据分析。学习态度调查表主要了解学生的学习动机、对利用计算机学几何的看法、对合作学习的态度等内容。问卷项目参照有

关问卷和量表编制而成(如Bouffard, et al., 1995等),信效度为可接受水平<sup>[14]</sup>。教师对学生的评价是考察各测验和问卷的一个重要效标,数学成绩评价还用于划分学生的数学学业水平。数学综合测验和几何测验都是经研究人员和教学经验丰富的小学数学老师们共同讨论、编制而成,经有关专家评定是具有合理构想效度的学绩测验。前测的数学综合测验代表学生总的先前知识,其中的几何部分用于确定学生对几何知识掌握状况。后测则用于评价教学后,学生对几何知识技能的掌握情况。推理能力测验参照国内外通用的标准化测验编制而成。前测以瑞文推理测验为主,偏重学生的智力水平;后测从几何特征的概括、几何序列、几何类比和数字序列四项维度进行评价,各含24、16、12和25个项目。此外,我们还通过访谈等手段,调查了师生对教学的想法以及学生的学习情况。

### 2.2.4 程序

首先对教师进行历时两个月的培训,内容包括利用画笔促进几何学习,合作学习的做法以及使用计算机网络教室等。共同准备有关课程以使教师理解试验的教学思想。在培训教师的同时着手了解学生的背景资料、完成被试取样,并利用课堂和课余时间让学生熟悉计算机学习环境和合作学习方式。数学和智力的前测后按照两套教学设计分别进行教学。教学结束后对学生进行三方面的后测:几何知识和技能,推理能力和学习态度。在教学过程中还试图通过课本中的练习来考察学生推理能力的发展水平。

## 3 结果与分析

### 3.1 实验组前测成绩的分析

首先,比较两个实验组在教学前的智力和知识水平。如下表所示,两组被试的总体知识差异显著 $[t(55) = 3.67, P = 0.001]$ 。但在智力(瑞文推理测验成绩)和几何知识上差异都不显著。

### 3.2 几何知识与技能水平的差异检验

考虑到学生原有智力和知识水平对当前学习的影响,我们把学生的几何后测成绩作为因变量、学生原有知识和智力水平作为自变量进行回归统计,用

表2 两个实验组的智力和数学的测验成绩(分)

平均值/标准差	智力	综合测验/总体知识	几何知识
CT组	40.25(9.73)	76.31(14.99)	31.56(8.33)
CC组	43.17(8.59)	89.17(10.46)	35.08(5.59)

注:括弧前为均值,括弧内为标准差。下同。

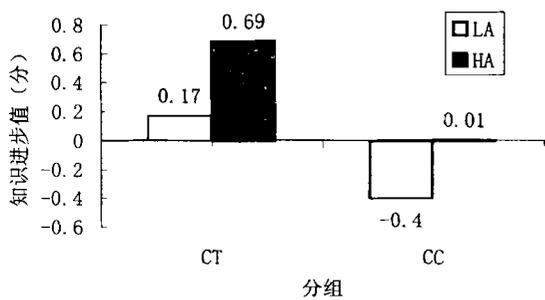


图1 不同教学设计和学业水平学生的知识与技能进步情况  
注: LA代表低学业水平, HA代表高学业水平。下同。

标准化残差值来表示学生在知识和技能的教学成效(又称进步程度,见图1)。

方差分析显示,教学设计与学业水平的交互作用( $F(1, 53) = 0.03, P = 0.856$ )以及学业水平的主效应不显著( $F(1, 53) = 3.50, P = 0.067$ )。教学设计的主效应差异显著( $F(1, 53) = 6.28, P = 0.015$ ), CT组几何知识与技能的学习进步高于CC组。

### 3.3 推理能力的差异检验

同上,我们用标准化残差值表示学生推理能力的教学成效(见图2)。

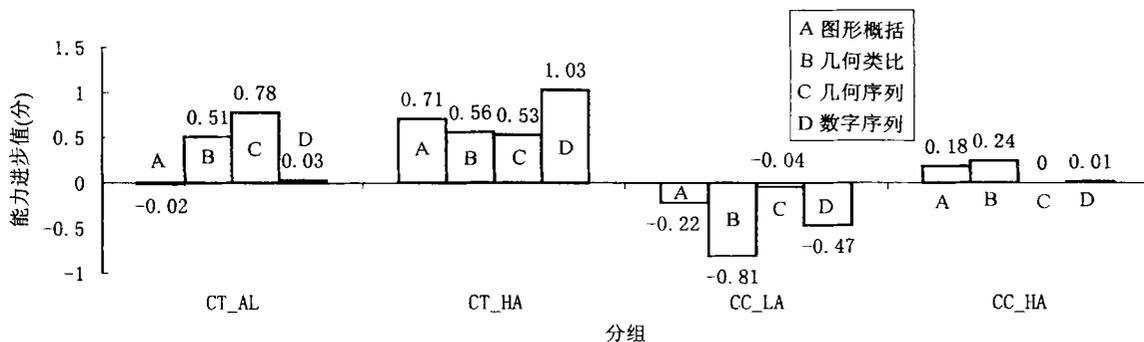


图2 不同教学设计和学业水平学生的推理能力进步情况

对推理能力的进步值进行多元方差分析,结果显示:教学设计的主效应差异显著( $F(4, 50) = 4.63, P = 0.003$ ), CT组学生推理能力的进步显著大于CC组。具体说,这种差异表现在几何类比推理( $F(1, 53) = 4.05, P = 0.049$ )、几何序列推理能力( $F(1, 53) = 11.48, P = 0.001$ )和数字序列推理能力( $F(1, 53) = 5.29, P = 0.025$ )等三项维度。简单效应检验发现,高学业水平学生的教学处理差异不显著;而低学业水平学生,教学处理的差异极端显著( $F(4, 50) = 6.37, P = 0.000$ )。综合这些结果表明,CT组的教学能有效地促进学生推理能力的发展,尤其对低学业水平学生的学习具有极大帮助。

从总体上看,学业水平的主效应差异显著( $F(4, 50) = 3.34, P = 0.017$ ),高学业水平学生能力的进步多于低学业水平学生。进一步的简单效应检验表明,推理能力四个维度上CT组学业水平的主效应都不显著;CC组在几何类比推理方面,学业水

平差异显著( $F(1, 55) = 14.87, P = 0.000$ ),即高学业水平学生的表现优于低学业水平学生。这是因为CT组具有丰富的表征帮助学生弥补自身不足,这样,对于四个依次递增的难度水平,高低学业水平的学生都获得了较理想的效果。CC组尽管也提供的表征较少,因此在有一定难度的几何类比中,低学业水平学生已经倍感吃力;进入更难的层次后,高低学业水平学生都几乎停步不前,故差异不显著。这说明表征特点对学生的认知建构具有重要影响。

### 3.4 学习态度的差异检验

#### 3.4.1 一般性学习态度

我们采用5点量表从用计算机学习几何、用计算机学习和持续性学习动机等三个维度来评价学生的学习态度。描述统计结果如表3所示,两组被试对计算机应用于几何教学基本持积极态度,大多分布在3.5—5的区间内。

多元方差分析显示,交互作用以及学业水平的

表3 不同教学设计和学业水平学生的学习态度(5点量表得分)

	CT组		CC组	
	AL	HA	LA	HA
用计算机学习几何的评价	4.92(0.11)	4.59(0.56)	3.84(0.76)	4.20(0.83)
对计算机的学习动机	4.39(0.81)	4.28(0.98)	3.34(1.03)	4.23(0.58)
持续性学习动机	4.81(0.50)	4.38(0.88)	3.77(1.15)	3.92(1.15)

表4 CT和CC组学生的合作学习态度(3点量表得分)

	CT组		CC组	
	LA	HA	LA	HA
认知活动的卷入程度	2.43(0.79)	2.67(0.50)	2.72(0.41)	2.63(0.56)
进行合作学习的动机	2.81(0.33)	2.63(0.35)	2.39(0.33)	2.52(0.43)
合作学习的责任	2.57(0.63)	2.58(0.50)	2.18(0.54)	2.17(0.51)

主效应不显著。教学设计的主效应显著 ( $F(3, 47) = 3.66, P = 0.017$ ), CT组学生的学习态度比CC组学生更加积极。显著性同时表现在三个维度上: 利用计算机学习几何的评价 ( $F(1, 49) = 10.26, P = 0.002$ )、对计算机的学习动机 ( $F(1, 49) = 5.05, P = 0.029$ ) 和持续性学习动机 ( $F(1, 49) = 5.04, P = 0.029$ )。这表明, CT组教学具有显著的动机效果, 高低学业水平的学生都具有强烈的学习动机。

#### 3.4.2 对合作学习的态度

我们从三个方面: 认知活动的卷入程度、进行合作学习的动机和合作学习的责任, 考察了学生合作学习的态度。测量采用3点量表, 描述统计结果如表4所示。

多元方差分析结果表明, 交互作用和学业水平的主效应都不显著。教学设计主效应差异显著 ( $F(3, 74) = 4.21, P = 0.010$ ), CT组看法的积极性显著高于CC组。差异的显著性主要表现在合作学习的动机 ( $F(1, 49) = 4.54, P = 0.038$ ) 和合作学习的责任 ( $F(1, 49) = 5.73, P = 0.021$ )。这说明, 虽然两个实验组的学生都能认真地参与合作学习、从事认知活动, 但是CT组学生合作的积极性和对合作学习责任感的反思水平更高。

## 4 讨 论

### 4.1 合作工具模式的有效性

利用工具软件能有效提高学生的推理能力、促进学生进行深度的学习加工。

实验结果表明, CT组的学习效果明显优于CC组。CT组学生在几何知识与技能、推理能力的进步显著多于CC组, 并且CT组教学还具有很突出的动机效果。合作工具模式下, 学生能够接触大量的学习材料和同学们的意见, 通过探索和归纳能反复巩固概念, 而且通过争论、辨析和解释加深了对数学思想的建构, 最终推理能力得到提高。此外, CT组学生对教学内容的兴趣浓厚, 觉得利用计算机学习数学很在意思; 学生也更愿意选择合作学习, 能热心帮助同伴。

问卷调查结果还表明, CT组教学使学生获得了

较高的自我调节水平, 能认识到小组所从事的认知活动。当要求他们评价本组的表现时, 被试的评价基本符合我们对学习过程的观察记录。当问及“采取什么方法可以提高小组成绩”时, 46.7%的回答与认知有关, 而53.3%与人际互动有关, 如学生认为: “再出难一些的题目”、“大家互相帮助, 取长补短”等, 这说明学生能基本认识和分析本小组的学习活动。

### 4.2 工具软件的优势

我们的教学之所以取得良好的效果, 主要在于工具软件比CAI课件更能体现教学意图。教学的目标是通过几个示例由学生推导归纳出长、正方形面积的求法并加以运用, 这就要求媒体能帮助学生从事大量的认知操作进而概括出本质原理。

与课件相比, 画笔的突出特征是: (1)可视化的数学表征。画笔中的图象比较直观, 可以表现出动态的变化, 帮助学生分析问题中的丰富信息, 把解决过程表达得更清楚。学生也可以结合其他表征系统来表达自己的数学操作和设想。(2)操作便捷并可随时撤错误操作。小学生精细活动能力和手眼协调能力较差, 画笔使他们在出现误操作后可以及时撤销, 有利于对问题的充分探索。(3)画笔可呈现问题的多种变式, 引导学生在解决过程中综合事物的本质特征, 然后分析、总结出通用方法, 应用于其他题目, 从而提高学生的概括能力。

教学的组织很好地体现了图形表征和数学抽象思维的关系。教学素材主要是以图形形式呈现, 加上语言和符号等表征就构成了多表征系统。学习者使用不同概念或图式从多种角度来探索一个主题, 将促成完整、灵活的认知建构。学生在画笔中进行认知操作, 能够从不同方向构建出概念体系, 例如学生解题中出现的图形变幻、抽象的推算方法、对问题结构或情境的示意图、几何问题转化为数字问题等。具体化、形象化的数学操作是如何上升为抽象的数学理解直至推理能力的发展呢? 我们认为, 学生对图形的操作是抽象思维的外化表现, 图形表征与言语和数学符号表征相结合并不断地进行外化-内化, 他们的认识水平也就按照动作

性知识-直觉性概念-数学原理的规律持续性螺旋上升,最终完成数学知识的建构和能力的提高。显然,这符合思维过程由感性到理性、由形象到抽象的发展规律。

画笔并不必然教会学生如何思考,它只是把学生解放出来,提供了挑战性机会来理解知识、分析所学内容的意义。在CT组的教学中,合作学习增强了工具模式的优势。针对教学控制的困难,合作学习把一部分管理学习的责任交给小组完成,并能弥补媒体在呈现信息时的不足,使得教学顺畅进行。从观察的情况分析,CT组的学生把更多的时间花在批判性思维活动中。他们仔细分析问题,评价问题中包含的所有信息。这使得他们能够把握和洞察问题的结构,较少地把注意力放在无关信息上。而且与CC组相比,学生的相互作用频繁,在小组讨论时可以尽量利用资源,完善自己的方案或提出设想。问卷调查结果也显示,学生对合作学习持肯定态度,认为合作学习对自己的帮助很大。

此外,实验结果还基本印证了我们的假设:表征系统能影响信息的输入和建构过程。数据分析显示,CT组学生知识技能和推理能力的进步都显著多于CC组学生,而且CT组的低学业水平学生与高学业水平学生的差距很小。显然,CT组丰富的外部表征对学生,尤其是低学业水平学生的认知建构帮助很大。不同的表征系统从不同角度和侧面促进知识和能力的建构,而且表征越丰富对学生的学习越有帮助,所以CT组的教学才取得了理想的效果。

### 4.3 研究的不足

本研究结论由于问题的特殊性,推论时还必须综合考虑到一些限制性条件。首先,学生参与的学习活动主要是发现探索和归纳总结,教学内容偏难,所以,当学生从事其他类型的学习任务时,合作工具模式是否仍然具有优势以及个别差异的表现,将有待进一步的研究。此外,本研究由于现有教学条件的限制,在研究方法和手段方面难免挂一漏万,例如:教学处理的时间太短,学生在能力上的进步不足以显示出来;被试样本虽具有代表性,但被试量太少;对学生学习的评价主要基于测验和对学习过程的观察,数据的搜集手段仍稍嫌简单,因此本研究对学习机制的探讨仍略显单薄。

## 5 研究结论

本研究对比了计算机整合进入小学几何教学的两种模式的效果,研究结论如下:

① 合作工具模式在几何知识与技能、推理能力方面的教学效果显著优于合作CAI,而且合作工具模式能激发学生积极的学习态度。

② 恰当的教学方法能大大提高工具模式的有效性。

③ 合作工具模式下低学业水平学生的表现优于合作CAI下的低学业水平学生。这表明表征的特征能影响学生的认知建构过程,而且合作工具模式所提供的表征对于先前知识不足的学生帮助更大。

## 参 考 文 献

- 1 Taylor R ed. *The Computer in The School: Tutor, Tool, Tutee*. Oregon: Teacher College Press, Columbia University, 1980
- 2 Salomon G. *Of Mind and Media: How Culture's Symbolic Forms Affect Learning and Thinking*. Phi Delta KAPPAN, 1997, 78(5):375—380
- 3 Hawker C M. The effects of replacing some manual skills with computer algebra manipulations on students in a small metropolitan school district. *Dissertation Abstracts International*, 1986, 45/12A:3531
- 4 Kozma R B. Learning with media. *Review of Educational Research*, 1991, 61(2):179—211
- 5 Cousins J B, Ross J A. Improving higher order thinking skills by teaching "with" the computer: A comparative study. *Journal of Research on Computing in Education*, 1993, 26(1): 94—115
- 6 Ennis D L. Combining problem-solving instruction and programming instruction to increase the problem-solving ability of high school students. *Journal of Research on Computing in Education*, 1994, 26(4):488—496
- 7 Long G, Pence H, Zielinski T J. New tools vs. old methods: A description of the CHEMCONF' 93 discussion. *Computers Education*, 1995, 24(4):259—269
- 8 Bangert-Drowns R L, Kulik J A, kulik C C. Effectiveness of computer-based education in secondary schools. *Journal of Computer-Based Instruction*, 1985, 12(3):59—64
- 9 Jian M. Problem-based learning with database systems. *Computers Education*, 1994, 22(3):257—263
- 10 Ramsey P, Rada R, Acquah S. Collaborative learning for computer science students. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 1994, 13(4):377—389
- 11 陈琦. 学习者特征和教学指导对计算机辅助学习的影响. 国际信息联合会(IFIP)教育委员会(TC-3)中学工作组(WG3.1)工作会议上提交特邀论文,西班牙巴塞罗纳,1994
- 12 Shin E C, Savenye W C. Effects of learner control, advisement, and prior knowledge on young students' learning in a hypertext environment. *Educational Technology Research and Design*, 1994, 42(1):33—42

- 13 Chen Q. Structural Variables in Affecting the Results of self-regulation and performance among college students. CAI. Panel Presentation, WECE' 95, Birmingham, 1995 British Journal of Educational Psychology, 1995, 65: 317--
- 14 Bouffard T, et al. The impact of goal orientation on 329

## COMPARISON OF DIFFERENT COMPUTER APPLICATION MODES IN INSTRUCTION OF PRIMARY SCHOOL GEOMETRY

Li Min

*(Graduate School of Education, Stanford University)*

Chen Qi

*(Department of Psychology, Beijing Normal University, Beijing 100875)*

### Abstract

There are two instructional modes when computer is applied to education, Tool mode and Tutor mode. This paper reviewed issues of theoretical and empirical researches on these two fields, and proposed a cooperative tool mode with Windows PBrush. A one-week instruction in geometric reasoning was conducted and its effect on geometric knowledge and reasoning ability was investigated by pre-post test experiment. Attitude and motivation of students and teachers were investigated with surveys and interviews. It also analyzed learning process of students with work analysis method. The result showed that: Cooperative tool mode instruction brought on significant outcomes in reasoning ability, geometric knowledge, and study motivation than cooperative CAI; proper instructional methods can promote instruction effects; feature and quantity of information representation can affect the learner's cognitive construction.

**Key words** Tool mode, CAI, instructional effects, representation, Cooperative learning.