

基于立体几何智能教育平台的 TCK: 功用、存在方式及教育意义

徐章韬¹, 刘 郑², 刘观海², 陈 矛^{2*}

(1.华中师范大学 数学与统计学院, 湖北 武汉 430079;

2.华中师范大学 国家数字化学习工程技术研究中心, 湖北 武汉 430079)

[摘 要] 技术支持下的内容知识(Technological Content Knowledge, 简称 TCK)是利用信息技术开展教学活动的知识基础。立体几何智能教育平台是深入学科的三维动态几何软件, 基于立体几何智能教育平台的 TCK 是利用这一平台实施立体几何教学活动的知识基础。采取一种“自下而上”的模式: 首先, 研究课堂教学中的 TCK 的存在方式; 其次, 逐步归纳总结其中成熟的 TCK, 以“对话”的方式进入校本教材; 最后, 期望上述工作能为 TCK 进入国家审定的教科书提供借鉴, 推动立体几何课程的信息化进程。

[关键词] 技术支持下的内容知识; 立体几何智能教育平台; 教师教学知识; 知识的存在形式

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 徐章韬(1976—), 男, 湖北京山人。副教授, 博士, 国家数字化学习工程技术研究中心博士后, 主要从事信息技术背景下的学科教学知识研究。E-mail: xuzhangtaoyuanyuan@126.com。

前苏联数学教育家斯托利亚尔认为数学教学是数学活动的教学, 包括经验材料的数学化、数学材料的逻辑组织化和数学理论的应用化。^[1]形成过程中的数学看上去是一种实验性质的归纳科学, 需要充分运用观察、试验、猜测、验证等一系列实验科学的做法。随着深入数学学科的信息技术的发展, 这些数学活动能在信息技术的支持下充分地展开。具体的作图、测量、计算、编程以及制作课件或演示现成的课件等数学教学活动中特殊的要求正在逐渐得到满足。^[2]历经上述经验活动过程后, 将其中的感受符号化、逻辑化, 这才是一个完整的数学学习过程。有人认为教学是科学, 也有人认为教学是艺术, 还有人认为教学是工程。其实, 不管人们认为教学是什么, 要顺利开展教学活动, 都需要教师具有一定的教学知识。当用信息技术支持教学时, 这点显得尤为突出, 很难想象一个不会使用信息技术的教师却

会开展基于信息技术的教学活动。因此, 研究课堂教学中实施的、教科书中的信息技术支持下的内容知识(TCK)的存在方式就显得十分必要了。

一、信息技术支持下的内容知识(TCK): 利用信息技术开展数学活动教学的知识基础

为了探寻信息技术与学科课程整合的教学知识基础, Mishra 和 Koehler 提出了 TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge, 简称 TPACK)的概念框架。^[3]这个概念框架包含三个核心成分及由核心元素相互交织形成的四个复合成分。三个核心成分: 内容知识(Content Knowledge, 简称 CK)、教法知识(Pedagogical Knowledge, 简称 PK)、技术知识(Technology Knowledge, 简称 TK)(技术是一个很宽泛的概念, 这里特指信息技术); 四个复合成分: 学科教学知识(Pedagogical

基金项目: 中国博士后科学面上基金“深入学科的信息技术支持下的数学学科教学知识”(项目编号: 2011M501213); 中国博士后科学基金特别资助“信息技术推动数学历史文化走进数学课堂之研究”(项目编号: 2012T50656); 国家科技重大专项核高基项目“面向国产基础软件的数字教育平滑移植研究及应用”(项目编号: 2010ZX01045-001-005-3)

* 陈矛, 通讯作者。

Content Knowledge, 简称 PCK)、技术支持下的内容知识(Technological Content Knowledge, 简称 TCK)、技术支持下的教学知识(Technological Pedagogical Knowledge, 简称 TPK)和技术支持下的学科教学知识(Technological Pedagogical Content Knowledge, 简称 TPACK)。如图 1 所示。

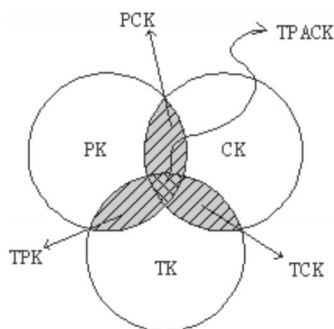


图 1 (信息)技术支持下的学科教学知识(TPACK)概念框架

在这些知识成分中,TCK 居于特别重要的地位,是利用信息技术开展数学活动的教学知识基础。教师需要懂得信息技术之于内容的关系,才能使信息技术变成手中的“纸和笔”。

技术知识(TK)是关于标准技术的知识。技术是一个很宽泛的概念,这里的技术主要是指能用之于教育的信息技术,特别是深入学科的信息技术。教师应当深入地理解信息技术,更有效地应用到教学中去。在本研究中,技术知识是指有关立体几何智能教育平台的知识。

技术支持下的内容知识(TCK)是指对信息技术和学科内容之间双向影响、相互制约方式理解的有关知识。教师不仅需要掌握所教的学科,还必须深刻理解方式的变迁以及学科内容(或能构建的表征)能被信息技术的应用所改变的方式。教师必须理解哪种信息技术最适合他们所教学科内容的学习,内容如何决定甚至改变了信息技术——或者相反。如共点、共线是立体几何的传统问题,在立体几何智能教育平台的支持下教学,需要教师具备如下的 TCK:点在线上、点在面上,其实是说点到线、点到面的距离皆为 0;充分利用测量功能,几何里的点共线、点共面问题的验证和证明就有了新的思路。同样的道理,若 A、B、C 三点共线,且是依次排列的,那么就有 $AB+BC=AC$ 。这样也可用测量功能来验证三点共线了。信息技术改变了我们看待学科内容的方式。^[4]

学科内容知识是学科教师之为学科教师最基本的必备条件,没有学科内容知识的储备无法开展学科教学。同样的道理,不懂得信息技术支持下的内容知识(TCK)无法开展基于信息技术的教学活动,信息技术

支持下的内容知识是一种“底层知识”。在信息技术的支持下,要实现特定的表现效果,需要这种知识;这种知识也是教师教学艺术的生发之基。诚如 Strommen & Lincoln 指出的那样,在技术丰富的环境中,我们必须记住教育的焦点是学习和教学,而不是技术本身,因为技术仅仅是表达教学的工具。关键不在于技术设备有什么作用,而在于怎样使用技术。^[5]

当信息技术与具体的内容融为一体后,信息技术就成为教育中的信息技术了。这样一种理念对开发深入学科的信息技术平台具有重要的指导作用。按照这种思路,我们分析立体几何智能教育平台中的一些基本功能,以及这种功能与具体的学科内容相融合时的技术内容知识(TCK)的表现特点与存在方式及它们的教育意义。

二、基于立体几何智能教育平台的 TCK:改变了数学活动的教学方式

(一)立体几何智能教育平台:动态几何软件从二维走向三维

不变量和不变性是数学研究的任务之一。在计算机屏幕上画出的几何图形,如果在变化和运动中能保持几何关系和几何性质不变,就是动态几何图形。图中的对象可以用鼠标拖动或用参数的变化来驱动,其他元素会自动调整其位置,以保持原来的几何关系和几何性质。出现于上世纪 80 年代的几何画板是第一款动态几何软件,其问世后,动态几何的教育价值很快得到了世界各国教师和教育家的肯定。这款软件开创了几何现代化教学的新时代,因为可以用计算机进行几何教学了。张景中院士及其团队研发的超级画板是为我国数学教育量身定做的学科教育平台,在教学应用中取得了极大的成功。虽然二维动画软件也能表现三维空间的一些现象,但并不能完全满足立体几何教学的需要,亟待有深入立体几何学科的智能教育平台问世。然而,由于开发难度较大,目前国内外面向基础教育、具备立体几何功能的数学教育软件较少,难以满足立体教学的需要。

目前国内外比较有名的、具备立体几何功能的软件有:微软的 Math3.0、法国的 Cabri3D 以及“Z+Z”智能教育平台系列中的立体几何。Math3.0 只能作曲线和曲面,不能像常见的动态几何软件那样作几何图形并建立几何元素之间的关系,甚至不能在平面上作点,这对教学是很不方便的。即使仅仅考虑作曲线的功能,它仍然有很大的局限。例如,不能根据指定的几何条件作圆锥曲线,不能在曲线上作点,不能对变动的曲线进行跟

踪,不能对曲线作变换,等等。2004年法国推出的Cabri3D,是世界上第一款专门针对立体几何的教学软件。但这只是一款动态几何绘画软件,并没有自动推理及其相关的功能,因此不能用来探究图形中几何元素之间的关系,也不能用来作为探究学习的工具去探索、发现数学命题,学习数学猜想。“Z+Z”智能教育平台系列中的立体几何,其自动推理功能强大,不仅能让机器进行自动推理,还能让用户进行交互式推理,而且还能对用户的解答给出评价和修改。但是由于其开发于上世纪90年代末,受限于当时的技术,在几何图形的显示和交互方面存在很大的缺陷,并不适用于当前的立体几何教学。

基于这种背景,在张景中院士的指导下,国家数字化学习工程技术研究中心开发了深入立体几何的智能教育平台,具有易用性、学科相关性和智能性等特点。^[6]该平台吸收了超级画板的优点,将动态几何、符号演算、自动推理以及课件制作等有机地集成,发展成集动态图形与动态计算于一体的逻辑动漫平台。能画、能算、能动、能变、能测,是实验探索得心应手的环境,是实施变易学习理论、获取基本活动经验的优秀认知平台。^[7]

(二)立体几何智能教育平台内蕴的TCK:立体几何活动教学的知识基础

立体几何智能教育平台是深入学科的信息技术,在这个平台的支持下,能更好地实施立体几何教学中的数学活动,更好地阐述立体几何的基本思想、概念定义的合理性,以及定理的观察发现、归纳类比、抽象概括过程,从而让学生在动态中看到“活”的数学知识。

该平台能画出具有动态几何特点的图形,在拖动或变换中,图元间的几何关系依然保持不变。作图过程不是一个单纯的动手操作问题,需要TCK作“底层”知识指引操作。在立体几何智能教育平台中,有一个菜单操作命令“轴线和圆上一点”是用来作圆的。理解这条命令的关键是要知道轴线和圆面的关系:轴线相当于圆面的法线,轴线和平面垂直并过圆的中心。在数学中,一点一半径决定一个圆;现在,信息技术改变了圆的生成方式,充分利用这点可以制作很多想要得到的效果。这种制作圆的方法,其实是强调了法向量的作用。这是用信息技术体现法向量这个知识点的重要作用。^[8]又如,在教材中,棱柱的定义是静态的、冗长的,学生往往不知道棱柱定义方式的合理性。这时,在TCK的支持下,教师制作棱柱的动态形成过程:让棱柱的底面沿侧棱所在的向量方向平移,并制作动画,就能让学生经历动作性表征、形象性表征,而达到对棱柱的符号

性表征。

该平台具有轨迹生成、动态跟踪功能。可以把轨迹看成是一个或几个半自由点驱动的结果,这一个或几个起驱动作用的点叫做轨迹的主动点;跟踪就是运动或者可能运动的对象在运动时形成的轨迹;这是纯粹的技术知识。如果把技术知识融入到内容知识中,让学生在理解、应用信息技术的过程中获得数学概念和数学理论,就需要TCK的支持。如线面垂直关系的理解和掌握是通向空间观念的重要一步。如何表现平面内的任意一条直线?这是形成线面垂直概念的关键。概念的定义是用充要条件的语句表达的,既可以正着说,也可以倒着念,也即一条直线和一个平面内的任何一条直线都垂直直线和平面垂直。由于立体几何智能教育平台把“垂直于面的线”当作一个基本命令了,故要动态地表现这线面垂直的概念,只要说明这条垂线和平面内的任意一条直线垂直。可以让平面内的一条直线绕这条垂线旋转,并时时测量垂线和平面内的这条动线所成的角,这个角是始终不变的,从而说明了问题。

该平台具有动态测量功能。既可以测量角度、长度、面积、体积等几何量的值,也可以测量代数表达式的值。测量出来的数据随图形位置和代数表达式中参数的变化而变化。在教学上,通过对几何量和代数表达式的动态测量,观察其中的数量关系,提出猜想,把平面上的一些结论类比到空间,从而通过实验的手段来做数学。皮亚杰从数学教学的观点出发,认为存在两种不同的经验:物理的经验和逻辑数学经验。^[9]从动手操作到动脑思考是学习的一种路径。在TCK的支持下,教师营造了动态的、可视化的、可操作的物理经验环境,使物理的经验向逻辑数学经验的飞跃成为可能。

该平台还具有迭代功能。迭代就是多次重复一个动作或操作。立体几何智能教育平台用的是几何形式的迭代。在几何上,迭代是指重复某种变换,由一类对象构建出新的一类对象的过程。图2是正四面体的迭代,是Sierpinski地毯在空间的实现。学生获得了视觉上美的享受,感受到了数学之美。人们常说,要教给学生一瓢水,教师需要有一桶水。TCK生成的作品表明了教师拥有一桶活水,才可以润泽求知的心灵。虽然,正四面体是一个立体图形,却可以看成由两个基本点生成,这两个基本点也是迭代变换的母点。这种“一生二、二生三、三生万物”的思想和数学公理化的思想一脉相承。要制作美轮美奂的作品,就要深入分析其中的迭代机制,把图形中的基本元找出来。迭代有助于加深我们对何谓“基本”、“核心”等观念的认识。

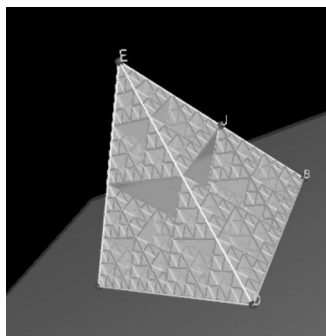


图2 正四面体的迭代

从历史的发展来看,技术方法已经对人类的思维和理解世界的方式产生了巨大的影响,技术能提供一种不同类型的知识及某种理解和适应世界的方式,技术所营造的教学背景、活动方式、解决问题的思考策略也逐渐影响人们的认知和行为。斯塔科在总结内容领域的创造力教学时指出,除了对学科的主要概念、普通原理以及重大观念的理解,并能够合理地提出问题之外,还必须学习该领域所需的技术和方法以及心智习惯。^[10]从课件制作的实践经验来看,制作有创意的作品,一要有技术的视角,从技术的视角考虑如何实现某种效果;二要考虑技术背后的数学原理,两者的有效结合,才能演绎出精彩的课件。^[11]这两者的融合其实就是TCK。

三、基于立体几何智能教育平台的 TCK 在实施课程中的存在方式: 信息技术走进课堂,深入学科

通过比较人民教育出版社的高中(A版)数学教科书和湖南教育出版社的高中数学教科书中的信息技术,发现在广度、深度和连贯性方面,信息技术在教科书中的存在方式有很大的差异。如何选择TCK,如何组织TCK,TCK应以何种方式存在于课程(理解课程、实施课程)中,关涉到信息技术与课程内容的实质性的整合。

数学知识都有两个侧面:一是形成过程中的知识,二是形成后成形的知识。在知识的选择和组织过程中,知识是作为一个确定的对象来看待的。但强调知识在课程中的存在方式时,就必须关注知识的形成过程。^[12]形成后的数学知识分为概念、定理、法则、公式等知识形态。在课程的课堂教学中,就要还原知识的形成过程,还原形成过程中的火热思考,还原其与人的情感及共同体的思想氛围的密切联系。为了达到这样的目的,就要对知识作特殊的处理,使其成为一个“动态化”的、活跃的世界。立体几何智能教育平台的动态性、智能性及相关功能特点使上述理念成为可能。

在概念的定义教学中,TCK有助于清晰阐述概念定义的合理性。如函数是数学中的一个核心概念,人们经过漫长的历史过程,才逐渐给出了函数的合理的定义。但这种困难也反映在教学中,学生难以理解函数定义的合理性。Rossana Falcade等充分利用Cabri的追踪工具的动态性,引入轨迹同时有整体性和点对点式的双重意义,引导学生掌握了函数的概念及其定义方式。^[13]这是TCK知识支持教学的一个典型例子。在立体几何中,距离和角度是两个重要的度量,如在定义两异面直线间的距离时,给出定义合理吗?如何验证距离具有最小性?怎样在技术上实现这点?在内容剖析的基础上,继之以技术的视角审视之,就能制作体现TCK的课件。如图3所示。

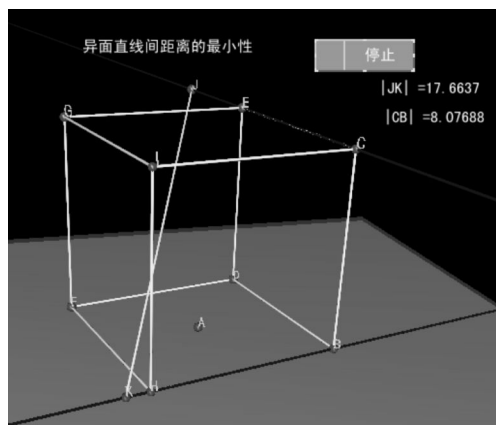


图3 异面直线距离的最小性

又如,在定义直线和平面所成的角时,为何要用斜线和射影所成的角来定义?这样的定义合理吗?这样定义的角有唯一确定性吗?如何验证?在TCK的指引下制作下面的课件,就清楚地回答了上述问题。如图4所示。

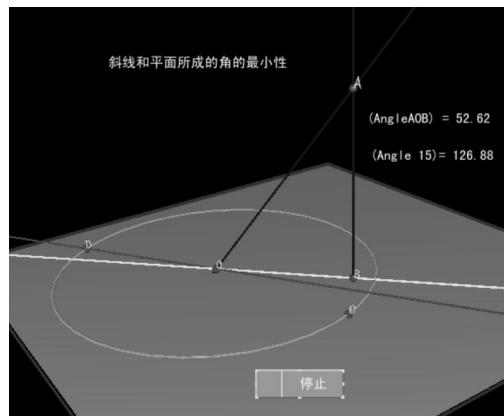


图4 斜线和平面所成的角的最小性

形成后的知识具有普适性,形成过程中的知识具有“境域性”。知识要深入学生的头脑中,要具有生命力,就不能将知识当成凝固的信息而接受,而必须把其作为一个“过程”,使之存在于一定的问题情境、一定的

逻辑脉络中。在上面两个例子中,TCK 营造了一个动态的环境,“解压缩”了蕴含知识形成过程中的各种对话、协商,还原了知识产生过程中各种理念、情感和观点的碰撞。在这种拟“对话”的过程中,学生才能学到活的知识,而不是仅仅把知识当作信息来接受。

在定理的教学中,TCK 有助于清晰阐述定理发生、发现的必然性。如当人们用铡刀铡草料时,发现刀刃垂直于草料时,切出的草料切口整齐,省时又省力。如何保持刀刃与草料垂直,如何把这一物理经验数学化?在 TCK 的支持下,制作了三垂线定理的动态演示过程,让学生看到,只保持草料与切槽垂直,就能保持草料与刀刃垂直。这一物理经验的数学化、逻辑化就是立体几何中重要的三垂线定理。

还原知识的普适性为境遇性的方法之一就是把知识放置于一定的情境中,与学习者的生活经验、生产经验建立有机的联系。数学家傅立叶说得很好:“深入地探索和研究自然界,乃是数学发展的最为丰富的源泉,也是数学发现的最有成效的一种方法。”有了信息技术的支持,就可以模拟各种自然现象,拉近学生与自然的距离,在动态观察中,在物理经验的数学提炼过程中,发现数学定理。

在类比、推广、引申等过程中,TCK 有助于获得“做数学”的经验。数学有经验的一面,与情境、实际经验等密切相关;然而,数学还有一个更大的特点在于数学是一个形式系统,是一个逐级抽象的形式系统,“书中学”也是可以的。如在立体几何教学中,把平面几何的有关结论、定理等推广到空间,沟通平面与空间的内在联系,获得发展数学知识的经验体会。又如,在正三角形中,三角形一点到三条边的距离之和为定值,那么,当在正四面体中,是否有同样的结论呢?在 TCK 知识的支持下,制作正四面体的课件,并测量点到各个面的距离,再计算这些距离之和,就回答了这个问题。

数学是人做出来的,具有“唯心”的一面,如何发展创造性数学活动经验是数学教育界的重大关切之一。TCK 增添了我们手中的工具,“做数学”的工具不再仅局限于“纸和笔”了。

以上从三个方面探讨了 TCK 在课程实施中的存在方式,从中可以得出一些启示。信息技术要真正地深入学科,其先决条件之一是对知识的形成过程作精准的分析,然后发挥信息技术的动态优势,在关节点上使用信息技术。如把信息技术用之于概念教学中,就要揭示概念定义的合理性、概念所蕴含的本质含义;把信息技术用之于命题教学,就要营造一个动态的环境,揭示动态变化的不变性,沟通概念间的内在联系;把信息技

术用于探究教学,就要充分发挥信息技术的工具作用,使之成为“数学实验室”,充分彰显数学活动具有经验性的一面。这些讨论具有一定的意义,对信息技术走进教科书有一定的借鉴价值。

四、教育意义:基于立体几何智能教育平台的 TCK 走进教科书中

普通高中数学课程标准指出,应重视信息技术与数学课程的有机重合,应重视利用信息技术来呈现以往课堂教学中难以呈现的课程内容。这是一种期望,寄托了国家对信息技术与课程整合的良好企盼。与其他数学教学领域相比,立体几何与信息技术的整合最为薄弱。以上我们讨论了实施课程中的 TCK,还没涉及教科书中的 TCK。教科书是一种理解课程,是教师知识的重要来源之一。如果 TCK 进入了教科书中,将会使更多的教师受益。

TCK 走进教科书是信息技术与课程深层整合的必然要求。如人教社的《几何证明选讲》介绍了历史上圆锥曲线的几何来源及 Dandelin 双球模型。这一素材有着丰富的教育意义:采用崭新的视角,在空间中研究了三种圆锥曲线,揭示了三种圆锥曲线的内在联系,了解了焦点、离心率和准线的来源,体会到了平面与空间的辩证统一的关系。课程标准也指出,在条件允许的学校,教师可以利用现代计算机技术,动态地展现 Dandelin 双球的方法,帮助学生利用几何直观进行思维。在华东师范大学汪晓勤教授的指导下,浙江的两位教师在信息技术的支持下,采用发生教学法,实施了一次教学实验,取得了良好的教学效果。成功的个案使得我们有信心把 TCK 融入教科书中。然而,这方面的工作是欠缺的。一是工具的缺乏。浙江的两位教师是用几何画板来实现的,超级画板也能够实现上述效果,然而处理空间问题并非这些平面动态几何软件所长,立体几何智能教育平台的功能还在完善中。二是还缺乏足够多的教学资源。针对上述情况,一方面,我们要继续改进、完善立体几何智能教育平台的功能,使之能完全满足立体几何教学的需要;另一方面,我们循着立体几何学科的逻辑脉络,开发能够发展教师 TCK 的诸多教学资源,希望这些来自教学实践的资源能逐渐走进教科书中。

我们的初步设想是开发融 TCK 的立体几何的校本教材。开发的路径是,按立体几何学科的传统逻辑顺序展开教材序列,然后,从技术的视角审视教材序列中的作图、定义、性质定理、判定定理及例题等,考虑如何用技术的手段实现之,给出详细的操作步骤,并提供完整课件。我们开辟了《内容剖析》、《技术视点》、《技

术实现》、《教学意义》和《引申推广》等栏目。这样一种编写思想,一方面使学生能掌握立体几何的传统内容知识,另一方面也把 TCK 融入其中。在《技术视点》栏目中,充分体现了 TCK。如证明四点共面的《技术视点》是:本来过不在同一直线上的三点可以确定一个平面。如果能说明其他点在这个平面上,那么这些点也就共面了。如何直观地说明点在面上呢?测得点到平面的距离为零,那么点就在面上。另外要证明四点共面,可以根据平面公理的推论,或找出由这四点确定的两条相交直线,或找出由这四点确定的两条平行直线。这些都可以运用测量功能来实现。这里

把教材的功能定位为一个“对话者”,而不是一个“布道者”,使学习者、使用者以意义生成为旨归,从而发展他们的 TCK。

发展基于立体几何智能教育平台下的内容知识(TCK),促进立体几何教学的信息化是一项填补国内空白的工作。我们希望采取一种“自下而上”的模式,首先,发展课堂教学中的 TCK;其次,逐步归纳总结其中成熟的 TCK,优选其中的 TCK 进入校本教材,渐次扩大影响范围;最后,我们期望上述工作能为 TCK 进入国家审定的教科书提供借鉴,推动立体几何课程的信息化进程。

[参考文献]

- [1] [前苏]A.A.斯托利亚尔.数学教育学[M].丁尔升,等译.北京:人民出版社,1984.
- [2] 张景中,彭翥成.深入数学学科的信息技术[J].数学教育学报,2009,(5):1~7.
- [3] Mishra, P., & Kolehler, M. Technology Pedagogical Content knowledge: A New Framework for Teacher knowledge [J]. Teacher College Record, 2006, 108(6): 1017~1054.
- [4] 彭翥成.信息技术支持下换个角度看数学[J].中学数学,2010,(3):1~2.
- [5] Strommen, Erik F., & Lincoln, Bruce. Constructivism, Technology, and the Future of Classroom Learning [J]. Education and Urban Society, 1992, 24(4): 466~476.
- [6] 刘郑,陈矛.中学立体几何教学软件的设计与实现[J].中国电化教育,2011,(5):109~115.
- [7] 徐章韬.超级画板:获取数学基本活动经验的优秀认知平台[J].数学教育学报,2011,(3):97~99.
- [8] 张景中.我们这样编湘教版的高中数学教材[J].数学通报,2006,(3):2~3.
- [9] 柯普兰.儿童怎样学习数学:皮亚杰研究的教育含义[M].李其维,康清镛译.上海:上海教育出版社,1985.
- [10] A.J.斯塔科.创造能力教与学[M].刘晓陵,曾守锤译.上海:华东师范大学出版社,2007.
- [11] 徐章韬.技术的视角 数学的原理 演绎精彩的课件[J].中国数学教育,2011,(9):45~48.
- [12] 郭晓明,蒋红斌.论知识在教材中的存在方式[J].课程·教材·教法,2004,(4):3~7.
- [13] Rossana Falcade, Colette Laborde, & Maria Alessandra Mariotti. Approaching Functions: Cabri Tool as Instruments of Semiotic Mediation[J]. Educational Studies in Mathematics, 2007, (66): 317~333.

(上接第 103 页)

运用讲授法、讨论法进行大容量的班级教学与小组教学活动,以满足大多数学生的需求。

总之,教学过程是一个复杂的过程,涉及的因素很多,在实践中应结合各种模式的优势综合考虑,恰当选择。

[参考文献]

- [1] 张立新.两种世界 两个课堂——信息社会中的教育[J].中国电化教育,2009,(6):7~9.
- [2] George Siemens. Learning Ecology, Communities, and Networks: Extending the classroom [DB/OL]. http://www.elearnspace.org/Articles/learning_communities.htm, 2012-08-13.
- [3] John Seely Brown. Learning, Working & Playing in the Digital Age [DB/OL]. http://serendip.brynmawr.edu/sci_edu/seelybrown/seelybrown.html, 2012-08-13.
- [4] 陈琦,刘儒德.当代教育心理学[M].北京:北京师范大学出版社,2001.
- [5] 刘儒德.论认知灵活理论[J].北京师范大学学报(社会科学版),1999,(5):61~66.