

创建数字化数学活动平台促进信息技术 与数学课程的整合

200135 上海市进才中学 卢明

信息技术的广泛应用，正在对数学课程、数学教学和数学学习等方面产生深刻影响。上海市教育委员会于2004年11月公布的《上海市中小学数学课程标准（试用稿）》指出：“数学课程必须大力加强现代信息技术的应用，发挥现代信息技术对数学课程改革的积极作用，使现代信息技术成为学生学习的有效手段和工具，成为获取信息资源和开展学习交流的广阔平台”。“计算器应成为学生在数值计算和探索研究中经常使用的学具，‘机算’与笔算、口算都是学习与训练的内容”。中学生“会使用函数型计算器，会使用简单的数学软件”，“经历通过数字化数学活动观察数学现象、探究数学问题的过程，体验应用现代信息技术解决数学问题的可能性和优越性，认识它与传统数学方法不同的特点。”^[1]

信息技术与数学课程的整合是指在数学学科的教学过程中，把信息技术、信息资源、信息方法、人力资源与教育思想、教学理念、数学学科的教学内容、教学策略、学习活动等有机的融为一体，以便更好地完成数学课程目标，提高学生的信息获取、分析、加工、交流、创新、利用的能力，促使学生掌握在信息社会中的思维方法和解决问题的方法。两者的整合不是简单地把信息技术仅仅作为辅助教师教学的演示工具，而是要实现信息技术与数学学科教学的融合，使被融合的个体在统一的目标之下，经过精心设计、培育和转化达到和谐活动的状态。这种状态呈现在学生学习行为上，将是学习方式的转变；呈现在教师教学行为上，将是教学方式的转变。具体地说，信息技术与数学课程整合的思想包括在信息化环境中实施数学课程的教学活动，对数学课程内容进行信息化处理后成为学生的学习资源，利用信息加工工具让学生知识重构^[2]。

TI图形计算器是一种以现代信息技术为基础的手持式技术，它具有强大的数据处理功能、函数功能、图形功能、简单的编程功能和进行一些数理实验功能，可以用数字的、解析的和图形的等多种方式表示各种数学对象，具有很好的交互性。利用这些功能学生可以充分参与探索性活动，主动建构知识，增强动手实践能力，体会到归纳、猜想等合情推理的数学思想和方法，有助于促进学生在学习和实践过程中形成和发展数学应用意识。因此，TI图形计算器是教师和学生理想的数字化数学活动平台（DIMA）；基于图形计算器的DIMA平台的建立和完善，信息技术与数学课程的整合可以在调整数学学习内容和改善内容呈现形式、展现数学知识形成过程和优化内容组织结构、改善数学教与学的方式以及改进数学学习评价等方面广泛、深入地实施。具体来说，这种整合主要体现在以下几个方面：

1 在手持图形技术支持下调整数学的学习内容和改善内容的呈现形式

(1) 突出教学内容的基础性

利用图形计算器，可以有效改变数学学习内容中存在的繁、难、偏、旧和注重技巧的现象，更好地反映数学内容的本质，加深学生对数学的认识和理解，激发学生学习兴趣。

例如，在高中数学课本中，进一步删简用纸笔进行繁复的指数和对数运算、单纯求函数值和用描点法画复杂函数图像的内容，进一步淡化单纯解不等式和方程（组）、化简三角式及偏重技巧性的训练内容。在课堂教学中，教师可以指导学生用更多的时间、精力进行分析和思考。如提出：通过求特殊指数式或对数式的值，归纳、猜想有关指数、对数的运算性质，然后再进行证明；恰当地估计数值计算结果或简化结果趋势；分析函数图像的变化规律；三角函数的图像和性质等问题，让学生自主探究。

又如，在《行列式》一章中，要求学生先学习行列式的计算，然后学习应用行列式求解二元一次和三元一次线性方程组。课本内容的设计考虑到学生受到手工计算的限制，将线性方程组限定在二元一次和三元一次方程组两种。尽管方程组涉及的系数比较简单，可是相对于加减消元和代入消元，行列式解法的计算量还是很大，学生难于体会到行列式解法在解多元方程组时所具有的优势。如解一个三元一次方程组，需要进行 51 次乘除运算和 20 次加减；若要检验方程组的根，还需进行 9 次乘除运算。现在可利用图形计算器的行列式计算功能，使学生不仅能掌握方程组的行列式解法这一基础知识，还可以将二元一次和三元一次方程组的解法推广到四元或四元以上的线性方程组。这样能使学生真正认识近现代数学知识（行列式）在解决传统问题（解方程组）中所具有的优势，并从中体会到学习这一知识的工具价值。

(2) 沟通教学内容与现实生活的联系

数学课程要密切联系现实生活，从学生的生活实际和知识背景以及其他学科提出问题来引入数学知识和发展数学概念。过去由于计算工具的限制，学生只能接触那些经过教师加工提炼后非常“数学化”的应用问题，失去了应用问题的“真实”性。利用图形计算器这个移动的数学实验室，并通过它外接各种物理、化学等学科的实验探头，可以让学生直接面对原始的、广泛存在于日常生活中的各种应用问题，提高学生感知外部世界和研究实际问题的能力。

例如，利用温度探头，研究被加热后的温度探头在室温条件下的温度变化规律（牛顿冷却定律），求出温度变化的数学模型（指数模型）；利用 CBR（基于图形计算器的掌上测距仪）探头，研究单摆小球的摆动周期与摆线长度之间的关系，求出周期与摆线长度的关系模型（幂函数模型）；利用麦克风和 CBL（基于图形计算器的掌上实验室）和 CBR（基于图形计算器的掌上测距仪）系统，记录音叉的振动在空气中传播形成声波引起的空气压强发生的周期性变化，建立压强随时间变化的数学模型（三角函数模型），研究变化周期和音叉的音调等，学会用数学的方法理解和处理音乐中的一些问题。

又如，要求直接从日常生活中采集数据，比如收集上海地区气象历史统计资料中一月至十二月的月平均气温，据此研究气温在一年当中的变化规律，估计上海地区在未来某一天的

气温等。

在这些问题中，低层次的烦琐复杂的数据计算可由图形计算器完成，因而不会成为学生学习数学知识的障碍；学生在解决这些实际问题的过程中，不仅可以巩固已经掌握的知识、加深对知识的理解，掌握解决问题的方法，培养建立数学模型的能力，而且可以获得对数学的更加全面的体验和认识。

(3) 更新数学课程的内容

新的数学课程在精简传统内容的同时，适当增加了一些反映社会进步和科技发展对数学教育所要求的新内容，重视渗透近现代数学的基本思想和观点，增强了时代的气息。图形计算器，可以帮助学生更好地学习和掌握这些新的数学内容。

例如，在数学课程中，充实和加强了“数据处理与概率统计”的内容。在学习过程中，可以利用图形计算器所具有的强大的统计功能。新编数学课本中有“彩票中奖概率”、“学习成绩的整体评价”、“汽车市场销售情况调查”等来自生活的真实的概率统计案例，要求学生经历数据处理的全过程，学会从中提出问题、收集数据、整理数据、解释数据、研究数据特征、做出统计判断，图形计算器是学生学习这些内容的好帮手。

又如，“算法”是中国古代数学的精华，又是当代计算机技术的重要组成部分。数学课程中正式安排了《算法初步》这一学习主题，要求学生了解算法的含义，掌握基本的算法语言，学会设计解决简单问题的算法框图。学生可以应用图形计算器编程语言，根据算法框图设计计算器程序，进一步完善算法设计，巩固对算法的理解和认识。还可以利用图形计算器，介绍一些算法的典型范例，认识有限的排序算法、关于“图”的算法、无限的迭代算法等，认识算法复杂性。

(4) 改善学习内容的呈现方式

数学教学要改变教学内容单纯以文字或图形呈现给学生的传统方式，改变教师通过一张口和一支粉笔传递数学知识的陈旧教法。利用图形计算器，可以做到从课本内容到教学实施，采用多种形式表示和处理信息。

例如，在函数内容中，可以用列表、图像和解析式这样三种方式表示函数 $f(x) = \frac{1}{x}$ ， $g(x) = \frac{1}{x-1}$ 、 $h(x) = \frac{x-1}{x-2}$ ；在数列内容中，可以用递推公式、散点图、“蛛网图”和编制的程序等方式表示斐波那契数列 $u_n = \frac{1}{\sqrt{5}} [(\frac{1+\sqrt{5}}{2})^n - (\frac{1-\sqrt{5}}{2})^n]$ 等。在函数和数列性质的教学中，教师可以灵活利用图形计算器的多重表示，创设新颖、自然、富有启发性的教学情景，引导学生主动构建知识；学生可以选择自己容易接受的方式，辨别解析式的特征、观察静态图像、分析动态图形的变化规律，从不同角度研究函数和数列性质，丰富自己认知的经验，从中“看见”规律性的东西和经历知识发生、形成的过程。

2 在手持图形技术支持下展现数学知识的形成过程和优化内容的组织结构

(1) 让学生在数学学习中经历“观察、实验、猜想、归纳”等数学创造活动。

数学本体具有两重性，即它是系统的演绎科学，又是试验性的归纳科学。作为教育形态的数学，不能只给学生看到它是“已经组织好”的逻辑演绎系统，还应该把反映数学创造过程的试验性一面展现出来。新的数学课程重视知识的“来龙去脉”，要求展示知识的发生、形成、发展和应用过程，可以利用基于图形计算器的 DIMA 平台来具体实现。

例如，“函数奇偶性”的教学，可以先让学生用图形计算器画几个具体的典型函数的图像，再引导学生观察、分析这些函数图像的特征；然后分别对图像关于 y 轴对称和关于原点对称的函数进行研究，探讨各类函数的图像上的对称点，发现它们的坐标之间的关系，归纳相应函数的解析特征；在此基础上，抽象概括出“偶函数”、“奇函数”的定义。利用图形计算器，学生对奇函数、偶函数的直观认识不仅丰富多样，而且具有个性；同时观察、分析、归纳、猜想、抽象、概括等数学活动得以充分展开，概念形成的过程与学生认知的过程保持协调。

又如，图形计算器为我们进行模拟试验和多次试验提供了有力的技术支持，可以引导学生对概率中“用试验来验证”这一重要方法获得体验。用图形计算器模拟试验不仅能解决多次实际试验的不便，还有利于将实际问题抽象为数学模型。在教学中，教师可以创设这样一个问题情景：“裁判员用掷硬币的方法来确定球类比赛双方的发球权，这种方法是否公平？”然后引导学生利用 DIMA 平台进行模拟试验。通过大量的重复试验，得到出现正面（或反面）的频率接近 0.5 这个常数、并在它附近摆动的结论；再解释抛掷硬币出现正面和出现反面的可能性基本相同，因此用掷硬币的方法来确定球类比赛双方的发球权的方法是公平的。

(2) 把握数学知识之间的内在联系，优化学习内容的组织，建立简明的结构。

有了基于图形计算器的 DIMA 平台，我们就有机会重新设计某些知识的教学过程，重组学习内容和学习方法，沟通不同知识领域之间的联系，提高课堂教学效益。

例如，掌握了函数知识之后，可以用函数的观点介绍曲线的参数方程的概念，发挥图形计算器中强大的函数计算和作图能力，帮助学生理解每一个参数值与坐标平面上点的坐标之间的对应关系，研究参数方程表示的平面曲线具有的几何性质，强化数形结合的思想方法，丰富学生对函数的认识，并可将参数的方法贯穿于解析几何中教学的始终。

又如，在学习了圆锥曲线之后，引导学生借助图形计算器研究方程 $y = \sqrt{ax^2 + bx + c}$ 表示的曲线何时为椭圆、双曲线、抛物线或其他曲线，理解圆锥曲线的标准方程与二次方程 $Ax^2 + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0$ 之间的联系，形成对圆锥曲线的统一认识，并沟通曲线方程与函数之间的联系，建立相互联系的知识结构。

3 在手持图形技术支持下改善数学的教与学的方式

在图形计算器普遍使用的环境下，教师可以利用图形计算器，以更有效的表达方式描述数学内容，并提供师生之间、学生和学生之间，学生和计算器之间以更多的信息交互机会；学生有条件采用自主学习方式，根据自己在计算器上“做数学”的体会和经验，主动去构建数学知识，形成数学能力。这样的教和学的方式，是教师引导学生利用图形计算器来研究数学，是在技术支持下进行交互式学习，学生学习数学的主动性、能动性得到了进一步的发挥。

例如，在幂函数的图像和性质的教学中，由于幂函数的图像的复杂性，通常的教学是按照教材中 $n > 0$ 和 $n < 0$ 的顺序，将相关的图像和性质一一呈现在学生面前，这样容易使学生处于“听”、“看”、“记”的被动状态，其结果常常是“我看见了，也听见了，不过很快忘记了”。在 DIMA 平台上，学生每人有一台图形计算器，可以让学生面对自己画出的纷繁多样的函数图像，引导学生提出问题：怎样认识这些图像？我画的图像和别的同学为什么不一样？图像的形状由什么决定？怎样根据图像对函数进行分类？等等。让学生在不断尝试对 n 赋值的过程中，寻找图像的变化规律，从自己的体验出发得到相互不同的结论。同时进一步引导学生思考：我得到的结论正确吗？怎样验证？能够证明吗？使学生真正成为学习的主体，使整个教学活动处于人与人交流或人与机交互的活跃状态，展现出“实验、猜想 — 探究、归纳 — 验证、证明”的完整过程。

4 在手持图形技术支持下改进数学学习评价

在基于图形计算器的 DIMA 平台上实施数学教学，要求学习评价必须有适应性的转变。图形计算器的应用进入学习评价，在评价中不仅仅是考查学生掌握其应用技能的程度和通过高效率的计算处理数值的能力，而在于提供给学生一种开拓思路和帮助思维的手段，他们对技术利用的差别在很大程度上反映了解决问题的能力差异。

有了手持图形技术与数学课程的整合，可以实施书面考查、课堂作业与计算器操作、合作活动等结合起来，可以将数学解题与作品设计、程序设计、实验设计等结合起来，形成评价方式和手段的多样化。以此促使数学学业考核从单一的书面考试转为同时关注应用技术手段的实践考查和关注学习过程的综合评价，从原来过多强调运算技能和变形技巧转为更加关注考查数学应用能力和发现、探究、解决问题的能力。这样的评价，既注重过程，又反映综合素质；既有利于提高学生学习数学的兴趣，又有利于学生树立学习数学的自信心。

信息技术在很大程度上改变着人们的思维方式和观念，也改变了数学知识的结构和课程目标。数学教学要使学生具有开阔的数学视野，发展学生的数学意识，“反璞归真”揭示数学本质，“要讲推理，更要讲道理”。传统的教学方式不能对这些源于技术的变化应付自如，这一切的实施必须有数字化数学活动平台（DIMA）的支撑。在教学中运用现代教育技术已成为现代教育观念的一部分，但是，不同的教师对教育技术的作用有不同的理解，在同样的

技术平台上会有不同的创意和不同的教学设计，产生完全不同的教学效果。教育技术的理论研究也表明，“任何教学媒体都不能自动地产生好的教学效果，只有将这些‘死技术’赋予真正的教学意义，才能在教学实践中发挥作用。”^[3]教师个人的数学修养、教学经验、教育理论水平对课堂教学效果的影响更大。因此，在将信息技术与数学教学整合过程中，教师不仅要了解图形计算器有哪些功能，还应该介绍它在教学中能够发挥什么作用，将关注的焦点转移到数学教育上来，既要充分发挥数字化数学活动平台（DIMA）的优势，又发挥教师的主导作用，运用教师的教学经验和教学理论知识，实现优势互补，才能实现信息技术与数学课程的真正融合。

[1]上海市中小学数学课程标准（试行稿） 上海市教育委员会 上海教育出版社

[2]信息技术与数学学科教学整合的尝试与思考 王旭媚 数学教育学报 2004.2

[3]现代教育技术与现代教育 高金岭 广西师范大学出版社