

基于 TI-NSPIRE CX CAS 的高中数学虚拟实验设计

深圳外国语学校 骆魁敏

国家高中数学课程标准明确提出，高中数学教学提倡利用信息技术来呈现以往教学中难以呈现的课程内容，在保证笔算训练的前提下，尽可能使用科学型计算器、各种数学教育技术平台，加强数学教学与信息技术的结合，鼓励学生运用计算机、计算器等进行探索和发现。高中数学教学应该“返朴归真”，努力揭示数学的本质。数学课程“要讲推理，更要讲道理”，应通过典型例子的分析，让学生理解数学概念、结论、方法、思想，追寻数学发展的历史足迹，把形式化数学的学术形态适当地转化为学生易于接受的教育形态。

课题组审时度势，以 G·波利亚数学教育理论、徐沥泉 MM 教育方式理论、建构主义教学理论、奥苏贝尔的“有意义接受学习”理论、何克抗信息技术与课程整合理论等现代教育理论、教育思想为依据，确立以构筑“高中数学虚拟实验室”、开展数学虚拟实验为课题研究的切入点，开展“高中数学虚拟实验的教学策略研究”的研究工作，为开展数学虚拟实验教学提供可供借鉴的一整套方式、方法与典型教学案例。

一. 核心概念界定

1. 数学实验

数学实验与物理、化学实验等同属于科学实验的范畴，本身具有科学实验的特点。但出于学科性质的不同，数学实验不同于一般的科学实验。数学实验是指按照数学思想发展的脉络，创造问题情景，充分利用实践手段、设计系列问题、增加辅助环节，在教学思维活动的参与下引导学生主动、积极、批判的思考，然后给出验证和理论证明，从而使学生亲历数学建构，逐步把握认识事物、发展真理的方式方法，培养创造能力和科学研究意识，提高数学素养的一种数学探索活动（孙立博，赵九松，浅谈中学数学实验，数学通讯，2005.9.）。

本文的数学实验不是指高等院校里的数学实验，而是指中学数学教学中的数学实验，是类似于物理、化学实验等的科学实验。

2. 数学实验教学

数学实验教学就是不直接把现成的结论教给学生，而是根据数学思想的发展，创造问题情景，让学生通过自己动手操作，进行探究、发现、思考、分析、归纳等思维活动，最后获得概念、理解或解决问题的一种教学过程。

3. 数学虚拟实验

数学虚拟实验是指教师根据数学思想发展脉络，以计算机数学软件的应用为平台，充分运用现代信息技术，模拟实验环境，创设数学教学情境，设计系列问题增加辅助环节，引导学生通过操作、实践、试验，探索数学定理的证明、数学问题的解决，让学生亲自体验数学建构过程。（骆魁敏，高中数学实验教学的探索与实践，数学通讯，2003.1.）

二、高中数学虚拟实验的基本特征

数学实验主要是使教学是表现形式形象化、多样化、视角化，应既有利于充分揭示数学概念、定理的形成与发展、数学思维的过程和本质，又有利于数学思想的渗透、数学方法的选择、数学新问题的形成。因此，数学实验具有以下四个显著的基本特征：

(1) 数学实验追求的不仅仅是对数学命题的逻辑论证，更重要的是揭示数学问题的形成过程；

(2) 数学实验追求的不仅仅是知识的获取和解决的过程,更重要的是对知识的再发现和对问题的再创造过程;

(3) 数学实验追求的不仅仅是解决问题的方法与途径的选择,更重要的是解决问题过程中的数学精神;

(4) 数学实验追求的不仅仅是按部就班的获得结论,更重要的是培养求异思维和创新精神。

三. 高中数学虚拟实验的基本类型

1. 按照实验手段分类

数学实验可分为传统的数学实验和现代的数学实验。所谓传统的数学实验是指用手工的方法,利用实物模型或数学教具进行实验,从中发现或解决数学问题的一种方法。所谓的现代数学实验是指以计算机教学软件为平台,模拟实验环境,结合数学模型进行探索的新型方法。

2. 按照实验的目的分类

数学实验可分为解释性数学实验、验证性数学实验、探索性数学实验。

解释性数学实验是指通过如截取不同形状的圆锥截面的实验,说明圆锥曲线概念的由来,从而加深对数学内容的理解。

验证性数学实验是指设计对数学事实或原理进行具体解释的实验,深入体验数学与生活实际的密切联系。如对某个具有实际意义的函数解析式进行数据收集和验证;设计投硬币、浦丰投针问题等关于随机事件概率的验证性实验,使学生了解数学实验的方法,激发数学实验的愿望。

探索性数学实验是指使用提供的数学软件,进行数学学习和探究的活动;介绍如动态几何软件等数学软件,用模拟实验的方法探索数与形的量化关系,增强探究的意识和能力。

3. 按照实验的开展形式分类

数学实验可分为操作性数学实验教学模式、思维性数学实验教学模式和计算机模拟数学教学模式。

操作性数学实验教学是指按照实验的目的和要求,教师指导学生通过动手操作,制作或使用一些简单的工具,自主验证数学结论或假设、进行探究数学知识的教学活动。

“探索建构式”实验设计也即思维性数学实验教学,是对操作性数学实验的深化,它依据学生的认知结构,从建构主义的角度出发,首先运用一定的思维方式对实验对象的不同层面进行分析,从个性推广到共性,又从一般得出实验对象的特征和性质,教师可以引导学生继续探索实验对象的进一步特点或对实验的结果加以推广,也可以提出新的猜想。这是一种对思维方式的训练,不同于简单的操作性实验,重在思维的升华,培养学生的探索 and 创新能力。

随着现代化技术的进步,人们的探索研究可以借助计算机来完成,计算机模拟实验教学指借助于计算机的快速运算功能和图形处理能力,模拟再现问题情境,引导学生自主探究数学知识、检验数学结论(或假设)的教学活动。计算机多媒体技术能为教学活动提供并展示各种所需的图文资料,创设、模拟各种与教学内容相适应的情境,为抽象的数学思维提供了直观模型,为学生的学习和发展提供了丰富多彩的学习情境和有利的学习工具。

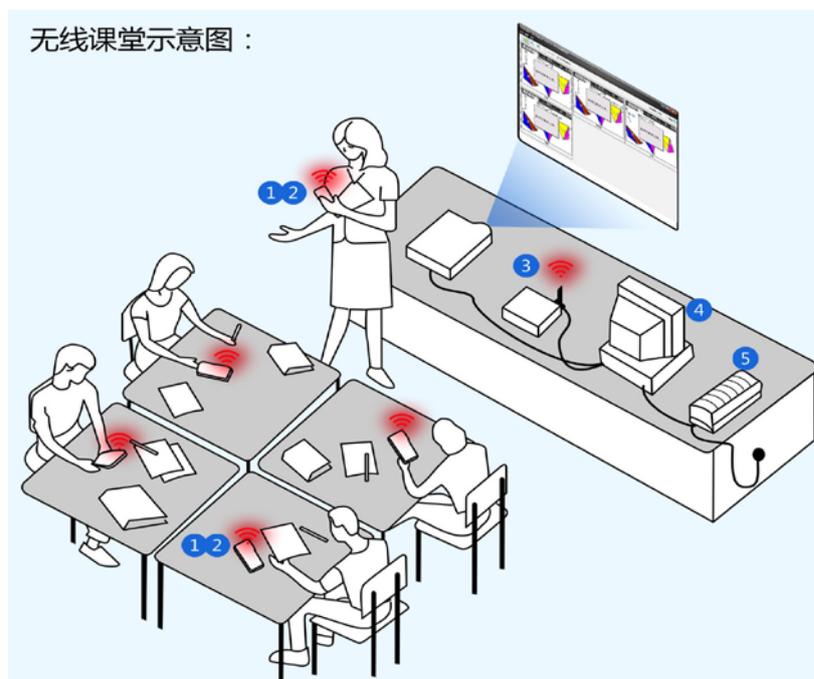
四、基于 TI-NSPIRE CX CAS 的高中数学虚拟实验室

高中数学虚拟实验室的规划与设计需要充分体现新课程标准所倡导的理念,合理的利用现

代教育技术（如图形计算器、计算机、其他便携学习设备等），让学生成为整个教学活动的主体，数学教师利用教育技术改进传统教学模式的弊端，师生之间能够充分互动交流，学生与学生之间基于技术环境也能进行分享与交流。

基于新课程理念的高中数学虚拟实验教学所采用的硬件环境是德州（TI）仪器公司的图形计算器，机型为“TI-Nspire™ CAS 中文机”与“TI-Nspire™ CX CAS 中文彩屏机”。之所以采用德州（TI）仪器公司的 TI-Nspire™ CAS 机型，是因为 TI 教育技术是全球教育工作者值得信任的伙伴，能为学生创设引人入胜的学习环境，帮助学生在数学与科学上取得更高的成就。TI-Nspire™ CAS 机具有强调的 CAS 计算功能，TI-Nspire™ 技术多种表达式之间实现动态关联，借助 TI 技术的无线网络教学系统，可进行合作式教学活动，实现实时分享与评估，通过即时反馈让实验整体效果达到最大化。学生在教师引导下进行探索，领悟实验操作中所涉及到的数学基础知识与思想方法，通过对实验过程及实验结论的分析，体会实验中的数学本质与精髓所在。

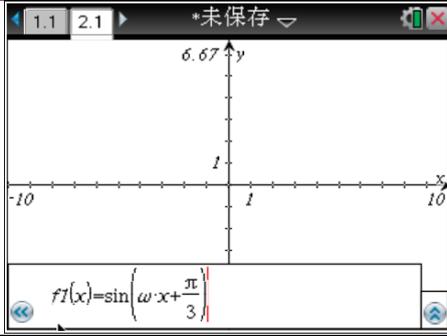
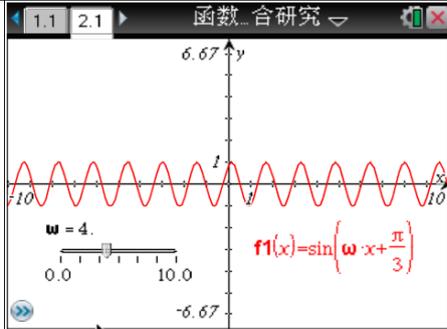
1. 高中数学虚拟实验室的无线数学课堂示意图



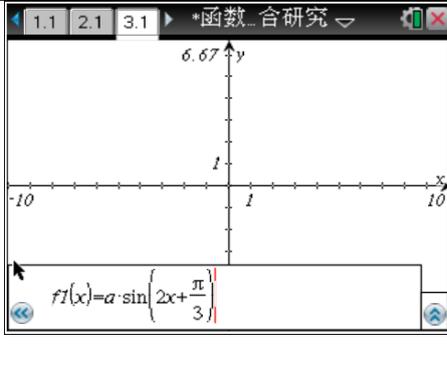
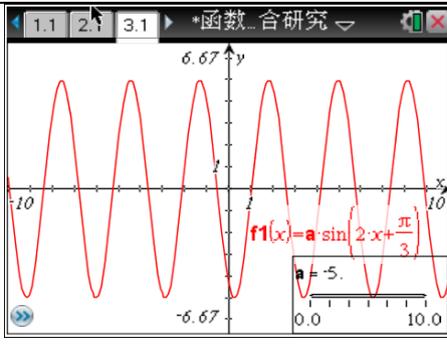
序	设计意图	关键操作	显示结果
01	开机, 将数值显示设为“精确”状态.	按 on $\boxed{5}$ $\boxed{2}$ $\boxed{1}$ 按 \blacktriangleright 键, 再按 \blacktriangledown 键至“显示数位”的“定点 1”, enter ; 按 tab 键至“计算模式”, 按 \blacktriangleright 键, 再按 \blacktriangledown 键至“精确”, enter ; 按 tab 键至“设为默认值”, enter enter	
02	新开文档, 建立图形页面.	on $\boxed{1}$ $\boxed{2}$, 输入函数 $y = \sin(x + \varphi)$ enter	
03	进入计算器界面 1.2, 探索 φ ($\varphi \neq 0$) 对函数 $y = \sin(x + \varphi)$, $x \in R$ 的图象的影响	menu $\boxed{1}$ \boxed{A} , 插入一个游标, 将游标名称改为 φ , 用 tab 选择游标, 用 \blacktriangleleft \blacktriangleright 改变游标值, 观察图象特点.	

2. 探索 ω ($\omega \neq 0$) 对函数 $y = \sin(\omega x + \varphi)$, $x \in R$ 的图象的影响. (不妨令 $\varphi = \frac{\pi}{3}$).

序	设计意图	关键操作	显示结果
---	------	------	------

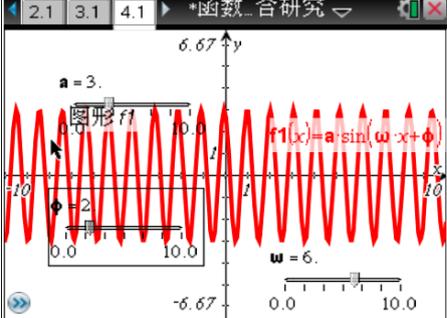
01	添加新的图形页面, 输入函数 $y = \sin(\omega x + \frac{\pi}{3}), x \in R$	$\text{doc} \blacktriangleright \text{4}$, 插入“图形”, 输入函数 $f1(x) = \sin(\omega x + \frac{\pi}{3}), \text{enter}$ 温馨提示: ω 与 x 之间要输入乘法符号“ \times ”.	
02	探索 $\omega (\omega \neq 0)$ 对函数 $y = \sin(\omega x + \varphi), x \in R$ 的图象的影响. $(\varphi = \frac{\pi}{3})$.	$\text{menu} \text{1} \text{A}$, 插入一个游标, 将游标名称改为 ω , 用 2 选择游标, 用轻触模板左右移动游标值, 观察图象特点.	

3. 用 TI-nspire CX 的图形与 CAS 功能探索 $A (A \neq 0)$ 对函数 $y = A \sin(\omega x + \varphi), x \in R$ 的图象的影响. (不妨令 $\omega = 2, \varphi = \frac{\pi}{3}$).

序	设计意图	关键操作	显示结果
01	添加一个图形页面, 输入函数 $y = a \sin(\omega x + \varphi), x \in R$ (不妨令 $\omega = 2, \varphi = \frac{\pi}{3}$)	$\text{doc} \blacktriangleright \text{4} \text{4}$, 插入“图形”, 输入函数 $f1(x) = a \cdot \sin(2 \cdot x + \frac{\pi}{3})$ 温馨提示: A 与 $\sin(2 \cdot x + \frac{\pi}{3})$ 、 ω 与 x 之间必须输入乘法符号“ \times ”.	
02	探索 $a (a \neq 0)$ 对函数 $y = a \sin(\omega x + \varphi), x \in R$ 的图象的影响. (不妨令 $\omega = 2, \varphi = \frac{\pi}{3}$)	$\text{menu} \text{1} \text{A}$, 插入一个游标, 将游标名称改为 a , 用 2 选择游标, 用 $\blacktriangleleft \blacktriangleright$ 改变游标值.	

4. 用 TI-nspire CX 的图形与 CAS 功能探索 $A, \omega, \varphi (A\omega\varphi \neq 0)$ 对函数 $y = A \sin(\omega x + \varphi), x \in R$ 的图象的综合影响.

序	设计意图	关键操作	显示结果
---	------	------	------

01	添加新的图形页面,输入函数 $y = a \sin(\omega x + \varphi)$ $x \in \mathbb{R}$	$\text{doc} \blacktriangledown \text{4}$, 插入“图形”, 输入函数 $y = a \bullet \sin(\omega \bullet x + \varphi)$, $x \in \mathbb{R} \text{enter}$ 温馨提示: A 与 $\sin(\omega \bullet x + \varphi)$ 、 ω 与 x 之间必须输入乘法符号“ \bullet ”.	
02	探索 a 、 ω 、 φ ($a\omega\varphi$) 对函数 $y = a \sin(\omega x + \varphi)$, $x \in \mathbb{R}$. 的图象的综合影响.	$\text{menu} \text{1} \text{A}$, 依次插入 3 个游标, 将游标名称分别改为 a 、 ω 、 φ 用 A 选择游标, 用 $\blacktriangleleft \blacktriangleright$ 改变游标值, 观察图象特点.	

以 TI-Nspire™ CAS 为代表的图形计算器以它的可视性、体现数学的过程性、对数学概念的多重表示性、便于学生自主探索性、与课程改革相适应性等特点, 显示出作为新一代数学学习工具的巨大潜能, 教师精心设计基于 TI-NSPIRE CX CAS 的高中数学虚拟实验, 让学生理解数学概念、结论、方法、思想, 追寻数学发展的历史足迹, 把形式化数学的学术形态转化为学生易于接受的教育形态.