

基于认知工具的 数学实验教学研究

——信息技术与中学数学课程整合的新方法

■ 毕海滨 著

JIYU
RENZHI GONGJU
DE
SHUXUE
SHIYAN JIAOXUE
YANJIU



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

基于认知工具的数学 实验教学研究

——信息技术与中学数学课程整合的新方法

毕海滨 著



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

本书分析了当前中学数学课程教学改革的原因,提出基于认知工具的数学实验教学是实现信息技术与数学课程深层次整合的有效途径。围绕主题进一步提出了数学实验教学的具体理论与方法,并结合实践案例进行了较为详细的分析。在教育技术领域具有较高的理论价值与实践意义。

图书在版编目(CIP)数据

基于认知工具的数学实验教学研究:信息技术与中学数学课程整合的新方法/毕海滨著.——北京:北京邮电大学出版社,2013.6

ISBN 978-7-5635-3490-6

I. ①基… II. ①毕… III. ①信息技术—应用—中学数学课—教学研究—初中

IV. ①G633.602-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第078279号

书 名:基于认知工具的数学实验教学研究——信息技术与中学数学课程整合的新方法

著作责任者:毕海滨 著

责任编辑:李欣一

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

发行部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail:publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京源海印刷有限责任公司

开 本:720 mm×1 000 mm 1/16

印 张:14.25

字 数:266千字

印 数:1—1 000册

版 次:2013年6月第1版 2013年6月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-3490-6

定 价:29.00元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前言

数学课堂上，教师关注于数学知识的系统化与体系化，忽视了数学知识的发现与形成过程，数学因此渐渐演化成为一种枯燥的符号运算或推理游戏，丧失了其源自生活实践的趣味性。这直接导致数学课堂上学生参与度低、教学质量差。在技术支持条件下，教师面临的困惑不仅仅是新的认知工具环境的设计应用，更在于教学方式的优化变革。能否利用原有教学时间，通过信息技术与中学数学教学的深层次整合来实现新的教学方式——基于认知工具的数学实验教学，从而提高中学数学教学的质量？本书正是依托“利用现代教育技术促进农村中小学课堂教学质量提升”研究及推广项目，通过对基于认知工具的数学实验教学的理论和实践研究，提出该问题的解决方案。围绕上述研究主题，本书内容需要重点解决两个问题：

首先，从信息技术环境下数学学与教理论出发，建构中学基于认知工具的数学实验教学理论。笔者调研分析了多种信息技术环境下的数学学与教理论，结合跨越式教学理念，重新分析信息化环境下学生数学学习机制，在此基础上构建中学基于认知工具的数学实验教学模型（CT-based MET 模型）。模型从数学实验任务出发，从不同角度对中学数学实验进行划分，提出中学阶段重点应用四种类型数学实验：情境再现——解决基于历史性数学知识的教学、结论验证——解决基于经验性数学知识的教学、问题探索——解决基于探索性数学知识的教学、综合应用——解决基于研究性数学知识的教学；提倡注重数学内容的多重表征，实现数学课堂教学的多重交互，真正体现学生主体性，这对其他的数学教学方法也有借鉴意义；模型还对基于认知工具的中学数学实验教学的模式环节、实施过程进行了剖析。

其次,从创新教学设计的视角,形成一套操作性强的基于认知工具的中学数学实验教学设计方法。笔者主要采用行动研究法,分析基于认知工具的数学实验教学设计的各个环节。设计过程突出了数学实验教学的活动的特征。在前期分析中提出:从课标要求与活动水平二维分析具体目标;从信息技术操作能力、数学思维能力、数学实验动机等方面分析学生特征;从教材内容、知识类型与数形关系三维递进地分析数学内容。数学实验活动主体设计以实验任务设计为中心,注重数学实验任务设计的连续性和层次性,后续设计的活动以先前设计活动为基础,并在活动层次上有所提高;分析与中学数学实验相关的几何画板、超级画板等认知工具的教学功能,并结合中学数学教材得出了数学认知工具功能应用表;提出针对中学数学的数学实验活动策略——情境性知识再现策略、形象化数学验证策略、精确性数形结合策略、实践性调查研究策略等,将策略分析贯穿于活动实施流程中,使教师能够更好地理解与应用数学实验活动策略。

为了验证上述理论与方法的效果,笔者进行了实证调查分析,综合采用质性与量化分析手段,对研究实施效果进行评价。初步实验结果表明,基于认知工具的数学实验教学能够有效地促进试验班学生形成正确的数学学习观念与态度、较为灵活的学习方法与策略,最终获得良好的成绩结果,从而能够真正实现学生数学学习的结果类目标与学习过程性目标的统一,真正提高学生的创新精神与实践能力。

对于上述主要内容,本书分5章加以描述。第1章主要从时代发展、课程改革及信息化教学新要求的角度分析问题提出的背景,并围绕主题概述数学实验教学、信息技术与数学课程整合中的主要理论与实践研究状况。第2章从分布式认知理论的视角出发,构建了基于认知工具的中小学生学习机制模型(CT-based LMM模型),该模型意在表明,考察学生的数学学习过程,不应局限于考察其内部信息加工机制,应尽可能从外在社会与物质情境的视角分析数学知识是如何内化到学生个体内部。第3章主要建构了基于认知工具的数学实验教学模型(CT-based MET模型),并从其核心要素、教学类型、关键属性、过程环节、评价原则等方面加以分析,形成模型的理论体系。

第4章主要探讨基于认知工具的数学实验教学设计方法,包括有针对性的前期分析、活动主体设计、评价与修改等内容。第5章主要介绍试验研究的情况、收集的数据及效果分析等内容。本书的出版得到了北京邮电大学出版社的大力协助,借此机会表示感谢!

当然,对基于认知工具的数学实验教学理论和方法的研究仍在不断探索,且鉴于笔者水平所限,书中内容必定存在诸多不足。出版本书旨在抛砖引玉,希望更多的读者关注基础教育课堂教学,参与到优化信息化教学方法、提高课堂教学效率的探索研究之中。

毕海滨

2013年2月于北京

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 时代发展对人才素质的新要求	2
1.1.2 中学数学新课程教学改革的迫切需要	3
1.1.3 信息技术与数学课程深层次整合的需要	5
1.2 相关研究的介绍	7
1.2.1 有关数学实验的研究	7
1.2.2 有关中学数学教学模式的研究	12
1.2.3 有关信息技术与数学课程整合的理论实践研究	15
1.3 亟须解决的一些现实问题	23
1.3.1 信息化环境下中学数学观念与教学方式存在误区	23
1.3.2 对中学数学认知工具缺乏合理有效的应用	26
1.3.3 缺乏有效、易操作的教学模式、策略与教学设计技术	27
1.4 小结	28
第 2 章 理论基础与数学学习模型分析	31
2.1 理论基础	32
2.1.1 数学实验教学相关基础理论	32
2.1.2 主导-主体教学结构理论	34
2.1.3 创造性思维理论	36
2.2 信息化环境下中小学生数学学习机制的进一步探讨	37
2.2.1 当前数学学习机制研究状况	38
2.2.2 信息化环境对现有学习机制研究提出的挑战	39
2.2.3 分布式认知理论及启示	39
2.2.4 关于中小学生数学学习机制的进一步探讨——CT-based LMM 模型	42
2.2.5 结论	45

第3章 基于认知工具的中学数学实验教学模型（CT-based MET 模型）构建	46
3.1 模型构建路线	46
3.2 相关概念辨析	48
3.2.1 教学模式及相关概念辨析	49
3.2.2 数学实验及相关概念辨析	50
3.2.3 认知工具	54
3.3 技术支持环境下的数学实验学习观	55
3.4 CT-based MET 模型构建及其分析	57
3.4.1 信息技术环境下数学课堂教学结构分析	58
3.4.2 CT-based MET 模型关键属性分析	60
3.4.3 情境再现——解决基于历史性数学知识的教学	78
3.4.4 结论验证——解决基于经验性数学知识的教学	79
3.4.5 问题探索——解决基于探索性数学知识的教学	80
3.4.6 综合应用——解决基于研究性数学知识的教学	80
第4章 基于认知工具的中学数学实验教学设计方法	82
4.1 教学设计活动论	82
4.2 基于认知工具的中学数学实验教学过程设计概述	84
4.3 前期分析	88
4.3.1 分析学习目标——从活动的视角	88
4.3.2 分析学习主体——信息技术环境下学生特征	93
4.3.3 分析学习对象——中学数学内容	97
4.4 数学实验活动任务设计	102
4.4.1 数学实验活动任务描述	102
4.4.2 数学实验活动任务与学习目标、数学内容之间的关系	104
4.4.3 数学实验活动任务类型	105
4.4.4 数学实验活动任务设计的一般原则	108
4.5 数学认知工具的分析与设计	111
4.5.1 数学认知工具相关理论	111
4.5.2 中学数学常用认知工具及其教学功能	112
4.5.3 信息化数学实验认知工具设计	124
4.5.4 中学数学实验认知工具应用分析	128
4.5.5 中学数学实验认知工具选择与应用原则	139
4.6 实验过程及策略设计	139
4.6.1 一节独立的数学实验课活动环节及相关策略	140

4.6.2 情境性知识再现策略设计	145
4.6.3 形象化规律验证策略设计	147
4.6.4 精确性数形结合策略设计	150
4.6.5 实践性调查研究策略设计	154
4.6.6 实施数学实验活动中的组织策略	154
4.6.7 数学实验活动应注意的问题	156
4.6.8 基于认知工具的数学实验课教学案例分析	158
4.7 数学实验活动评价设计——学的视角	160
4.8 教学设计方案再评价——教的视角	161
第5章 教学试验与结论	164
5.1 概述	164
5.1.1 试验校的基本情况	165
5.1.2 试验开展情况	165
5.1.3 试验的总体效果	168
5.2 个案实验研究效果及数据分析	168
5.2.1 实验设计	168
5.2.2 实验步骤	169
5.2.3 数学实验教学过程分析	169
5.2.4 学习结果类目标的达成度数据分析	170
5.2.5 学习过程类目标的达成度数据分析	172
5.3 总体行动研究效果及数据分析	176
5.3.1 前期准备	177
5.3.2 研究方法 & 效果数据分析	177
5.4 小结与思考	192
附录1 《反比例函数的图像和性质》数学实验教学设计方案	194
附录2 《反比例函数的图像和性质》常规教学设计方案	200
附录3 《特殊平行四边形的性质》数学实验教学设计	203
附录4 《课题学习——重心》数学实验教学设计	208
参考文献	213

第1章 绪 论

本章概要

信息技术的普及深刻影响着我们的日常学习和生活。身处信息时代的教师，在重新审视数学教学时，不禁产生疑问：信息技术如何与数学教学有效整合，才能促进学生学习？这样一个看似普通的问题，却映射出当前教师在理解、把握信息技术环境下数学教学时的困惑与迷茫。本章简要介绍了当前中学课程教学改革的原因，提出基于认知工具的数学实验教学是实现信息技术与数学课程深层次整合的有效途径。围绕主题进一步分析了数学实验教学、信息技术与数学课程整合中的主要理论与实践研究状况。在实践调查基础上，提出本书的主要问题及思路方法。

1.1 研究背景

信息技术引入课堂之后引发了课堂教学领域的一场革命。教育技术从来没有像今天这样受到广大中小学的关注，运用现代教育技术手段开展信息化环境下的教与学代表了现代科技与学校教育结合的新方向，也是基础教育的突破口。原有课堂教学结构发生了变革，由原来的“教师主导型”教学结构变革为“主导-主体型”教学结构^①。这种变革对于信息化环境下的教学方式产生了重大影响。“义务教育阶段的数学课程，不仅要考虑数学自身的特点，更应遵循学生学习数学的心理规律，强调从学生已有的生活经验出发，让学生亲身经历将实际问题抽象成数学模型并进行解释与应用的过程。”^②在此背景下，数学实验教学在

① 何克抗，信息技术与课程深层次整合理论 [M]．北京：北京师范大学出版社，2008：5.

② 中华人民共和国教育部．全日制义务教育数学课程标准 [M]．北京：北京师范大学出版社，2001：1.

中小学开始渐渐得到重视，它借助于信息技术，通过为学生提供充分从事数学发现与研究活动的机会，让学生在现实的或虚拟的情境中来感受数学知识的形成过程、发现数学规律、解决一些现实问题。

1.1.1 时代发展对人才素质的新要求

时代的发展使得人们面对了不同以往的新景象，以计算机网络技术为核心的信息技术对人类产生了全方位的影响^①。在知识经济或经济全球化的时代，国家和地区的知识创新体系和创新能力成为其竞争力的关键因素^②。为适应日益激烈的市场竞争，需要现代人具有基本的创新能力与素质，有了较高的能力和素质，就会在认识世界和改造世界的活动中表现出较强的适应力和创造力，就会使自身得到更为全面的发展。

数学能力已经成为现代人所具备的基本能力之一。首先，数学方法与信息技术相结合，已经成为当今科研不可缺少有效手段，普遍应用于自然科学、社会科学几乎所有学科的科研领域中。其次，数学已经成为人们生活的一部分，与人们的日常生活息息相关，数学概念、数学术语越来越多地表现在人们日常生活中，各种数量关系以相当高的比例出现在经济、科技、政治、军事及其他领域。比如，当前每天的天气预报用“降水概率”表示某一天的降水情况，证券市场信息发布也用到了如“沪市上涨××点”等更多的数学知识。

上述数学对社会发展的影响说明了数学在社会发展中的地位和作用，预示着在未来社会中，对人们在数学方面的素质要求会更高，因此现有数学课程也面临更高的挑战和要求。数学课程不仅要让学生掌握数学基础知识、基本技能，更重要的是以适应未来社会生活的需要为目标。因此，时代要求我们培养的人才，不仅要掌握一定的数学基础理论和相关数学知识，更要具备一定的数学实践能力与创造能力，使他们在学校教育中真正学到有益的东西，走上工作岗位后，能不断地更新、掌握所需要的技术知识，能够发现并解决实际问题。在科技与经济高度发展的今天，怎样在数学教学中培养学生的实践能力与开创能力，成为亟待解决的课题。

信息技术日益普及并引入数学课堂教学，使得数学课堂教学“革命”性的变化。借助信息技术，把数学实验引入数学课堂教学，在培养学生创新精神与实践能力方面具有极为重要的作用。通过数学实验，让学生在数学课堂中通过动手操

① 李芒，毕海滨．解读信息化学习方式 [J]．教育技术资讯，2006（7-8）：24-25．

② 林崇德．教育与发展 [M]．北京：北京师范大学出版社，2002：384．

作, 体验数学知识规律产生与发现的过程, 培养发现问题的意识, 提高学生学习数学的兴趣和求知欲, 为培养新时代公民所具备的素质打下坚实的基础。

1.1.2 中学数学新课程教学改革的迫切需要

为适应时代发展对人才素质的培养要求, 世界各主要发达国家纷纷对数学教育的发展历程进行了全面总结, 相继提出一系列数学教育发展纲要, 并制定了新的数学课程目标。

美国数学教师委员会 (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM) 1998 年制定了新的课程标准^①:

平等原则: 数学教学项目应该促进所有学生的数学学习;

数学课程原则: 数学教学项目应该用内在一致和综合的课程来强调重要及有意义的数学;

施教原则: 数学教学项目应该依靠能够教会学生理解和应用数学的胜任力和敬业的教师;

学习原则: 数学教学项目应该使所有学生能够理解和应用数学;

评价原则: 数学教学项目应该包括监控、强化、评估所有学生数学学习并改进教学的评价;

技术原则: 数学教学项目应该使用技术来帮助所有学生理解数学并为在越来越技术化的社会中应用数学做好准备。

美国 NCTM 标准中贯穿着一条始终不变的主线, 即学习与应用数学, 并在“技术原则”中强调了在技术化社会中应用技术手段帮助数学学习与应用的重要性。

日本文部省 (1998) 公布并在 2002 年实施的《中小学数学学习指导要领》中确定的数学教学目标是: “通过与数量与图形的有关数学活动, 掌握基础知识和技能, 在培养学生全面地、有条理地思考日常生活事物的能力的同时, 体会数学活动有愉快性和处理数据的优越性, 培养学生在生活中有效地运用数学的态度。”可见, 该教学目标重视数学活动的设计实施, 重视数学与现实生活的联系, 重视数学应用的态度, 并且提倡采用综合学习的方式来体现数学的学习及应用。

英国 1995 年数学课程标准指出: “培养学生欣赏数学的本质与过程, 欣赏怎样用数学观点来解释现实世界, 欣赏数学美及数学史”; “培养学生在数学应用及

^① Principles and Standards for School Mathematics [DB/OL]. [2008-8-19]. http://www.nctm.org/uploadedFiles/Math_Standards/12752_exec_pssm.pdf.

发展中的模型化、一般化和解释结果的能力”；“培养学生适当使用计算器、计算机及各种软件来学习数学的能力”^①等。可见，英国十分重视数学与实际相联系，注重引导学生对数学本身进行探索，通过投身于活动之中来应用数学。

我国2001年制定的义务教育数学课程标准理念是：人人学有价值的数学；人人都能获得必需的数学；不同的人数学上得到不同的发展。

总体目标是，通过义务教育阶段的数学学习，学生能够：

- 获得适应未来社会生活和进一步发展所必需的重要数学知识以及基本的数学思想方法和必要的应用技能；
- 初步学会运用数学的思维方式去观察、分析现实社会，去解决日常生活和其他学科学习中的问题，增强应用数学的意识；
- 体会数学与自然及人类社会的密切联系，了解数学的价值，增进对数学的理解和学好数学的信心；
- 具有初步的创新精神和实践能力，在情感态度和一般能力方面都能得到充分发展。

并指出“数学课程的设计与实施应重视运用现代信息技术，特别要充分考虑计算器、计算机对数学学习内容和方式的影响，大力开发并向学生提供更为丰富的学习资源，把现代信息技术作为学生学习数学和解决问题的强有力工具，致力于改变学生的学习方式，使学生乐意并有更多的精力投入到现实的、探索性的数学活动中去”，并明确指出让学生“经历观察、实验、猜想、证明等数学活动过程，发展合情推理能力和初步的演绎推理能力，能有条理地、清晰地阐述自己的观点”。

综上所述，各国目标虽然在表述上有所不同，但其中大致具有以下共同点：①关注人的全面发展，关注包括情感态度在内的整体数学素养的提高；②数学教育由精英教育转为大众教育，关注全体学生的发展；③数学课程具体目标关注学生个别差异，而非整齐划一；④注重数学与现实生活的联系；⑤重视运用信息技术手段促进学生学习数学。

在上述背景之下，以往数学已经难以满足新时代人才培养的需要，数学作为中学阶段的核心课程之一，其学科定位、教学目的、教学内容与教学方法都需要重新加以审视。数学日益表现出二重性的特点：一方面是演绎科学，另一方面又是经验性的实验科学。弗赖登塔尔指出：“要实现真正的数学教育，必须从根本上用不同的方式组织教学，否则是不可能的。在传统课堂里，再创造方法不可能得到自由发展。它要求

^① 教育部基教司，数学课程标准解读 [M]，北京：北京师范大学出版社，2002：101.

有个实验室，学生可以在那儿个别活动或是小组活动。”^① 弗赖登塔尔关于将“再创造方法”引入数学教学领域，为现代数学教育开辟了新的思路和视角，但他所提出的“要求有个实验室”则大可不必，信息技术引入数学课堂教学，使他的“再创造方法”也可以在信息化环境下的数学课堂教学中得以实现。

信息技术为实现数学知识再创造提供了强有力的技术支撑，基于认知工具的数学实验教学成为可行的实现“再创造方法”教学的平台，符合新课程改革理念，能够很好地实现新课程标准的要求。信息化环境下的数学实验，对于提高学生的数学学习，实现数学新课标的要求具有以下几个方面的作用：

(1) 促进独立思考，培养创新意识。通过数学实验，改变了数学课程那种纸笔结合的教师单向传输知识的模式，提高了学生在教学过程中的参与程度。学生的主观能动性和创造力在数学实验中能得到相当充分的发挥。因此数学实验有助于促进独立思考和创新意识的培养。

(2) 帮助学生了解知识规律产生过程，初步体验应用数学知识和方法解决实际问题的全过程。课堂数学实验主要数学认知工具进行“实验”，实验的结果不仅仅是公式定理的推导、套用和手工计算的结论，它还反映出学生对数学原理、数学方法、建模方法、计算机操作与软件使用等多方面内容的掌握和应用程度，有助于提高学生在未来实际工作中数学知识的综合应用能力。

(3) 促进数学教学手段现代化，利于学生掌握先进的数学工具。数学实验必须使用计算机及应用软件，将先进技术工具引进了教学过程，不止是作为一种教学辅助手段，而且是作为解决实验中问题的重要途径。因此，数学实验有助于促进数学教学手段现代化和让学生掌握先进的数学工具。

(4) 解决数学厌学情绪，提高学习兴趣。数学实验的重要意义，不仅在于使学生在软件的过程中掌握必要的数学知识，发展了学生的数学实际应用能力，还在于引导学生主动参与学习过程之中，改变了传统数学课堂上枯燥无味的局面，提高了学生学习数学的兴趣与积极性。

1.1.3 信息技术与数学课程深层次整合的需要

现阶段信息技术与课程整合在基础教育领域正深入开展，但许多整合往往仅停留在表面上，将整合作为教学的一种时尚，不清楚实施信息技术与课程整合的目的所在，因而难以取得实质性效果。何克抗教授指出，信息技术与课程整合的核心属性是营造信息化教学环境、实现新型学与教方式、变革传统教学结构。特

① (荷兰) 弗赖登塔尔. 数学教育再探 [M]. 刘意竹, 等, 译. 上海: 上海教育出版社, 1999: 151.

定的学科有特定的学习环境与教学方式,没有科学的数学教学方式作为落脚点,整合的目标落不到实处。因此有必要寻求一种新的数学教学方式来贯彻深层次整合的理念。基于信息技术的数学实验在数学课堂教学中的实施,是对传统数学课堂教学的一种突破。

首先,信息技术为数学实验提供了有力的信息化环境支持。随着现代信息技术的发展,相继出现了许多功能强大的数学软件平台,如几何画板、Z+Z智能教育平台、图形计算器等,这些软件把较为抽象的数学对象形象化、生动化,为学生提供了一个“做数学”的虚拟实验室,让学生在动态中认识数学对象的规律关系,实现观察、检验、猜测、推理等多种数学活动。可见,上述软件及平台为学生动手操作、自主探究搭建了新的数学实验平台,创造了新的教学环境。

其次,改变了学生的学习方式。通过再现性数学实验,让学生经历数学知识的形成与应用过程,从而理解数学知识形成的意义,增强学习数学的兴趣;通过验证性数学实验,运用观察、记录、分析等手段检验数学概念或公理的真伪,使抽象的数学概念规律具体化、直观化,增进学生对新知识的理解;通过探索性数学实验,学生在教师的指导下,在一定的问题情境中,通过发现问题、动手操作、表达与交流等探索性活动,获得数学知识、技能,增强数学知识的深层理解;通过综合应用性数学实验,为学生创造解决现实问题的条件,让学生调查研究、学以致用,提高学生应用数学解决实际问题的能力。可见,基于信息技术的数学实验教学改变了传统数学课堂学习方式,代表了信息技术与数学课程整合的方向,是信息技术与数学课程深层次整合的必然结果。

综上所述,在中学阶段开展基于认知工具的数学实验教学是大势所趋:

(1) 为培养适应新时代公民所具备的数学素质,需要培养学生在数学课中发现问题的能力、应用数学知识解决实际问题的能力,培养创新型人才——数学实验教学是保障。

(2) 从各国中学数学新课程教学改革来看,教学目的、教学内容与教学方法都需要重新加以审视,更加关注大众教育、注重全面发展、尊重个体差异、关心现实生活——数学实验教学是趋势。

(3) 为了实现义务教育数学新课标,要求改变数学教学方式,体验数学知识和规律产生与发现的过程,提高学生数学参与程度,提高学生学习数学的兴趣和求知欲,培养创新精神与实践能力——数学实验教学是途径。

(4) 从信息技术与数学课程深层次整合的视角来看,整合的核心属性是营造信息化教学环境、实现新型教与学方式、变革传统教学结构——数学实验教学是最佳切入点。

1.2 相关研究的介绍

当前尽管人们认识到信息技术为中学数学学习与教学提供了巨大潜力,但只有当技术有效地整合到教学中时,才能充分发挥这种潜力,提高教学的效率与质量。国内外对中学数学的教学和研究都有很长的历史,对信息技术在数学学科教学中的应用研究也比较广泛,已有的成果对本研究具有很大的帮助作用。在调研了大量相关文献后,本部分主要从数学实验教学、中学数学教学模式、信息技术与数学课程整合方面做出简要介绍。

1.2.1 有关数学实验的研究

1. 数学实验的起源

广义来说,数学实验的产生同步于数学本身的产生过程,数学产生于人类社会的实践,并服务实践,古代由于生产生活的需要,数形的概念逐渐在人们头脑中形成,由最初的模糊发展演变得越来越条理、明晰。在我国古代,《周髀算经》、《九章算术》的内容大都源自人们实践,是当时人们实践经验的结晶,为解决当时实际问题起到重要作用。具体说来,人们对勾股定理、“谷锥”体积、杨辉三角等问题的探索、猜测过程,都是在实践中解决的;古希腊人测量金字塔的高度所用的方法,欧拉发现多面体的边、棱、面的关系式,高斯所发现的许多定理以及利用计算机证明“四色问题”等,几乎都是通过观察、试验、归纳、猜想得到的,其实验的轨迹清晰可辨。在数学发展之初,当时几乎没有人怀疑数学的实验性,但随着数学知识的抽象化、条理化,特别是欧几里得几何学创立之后,数学的演绎性逐步牢牢占据主导地位。

人类实践活动的不断拓展以及以计算机代表的现代信息技术的进步,推动了数学学科快速发展,再次引起一批数学教育家思考数学的实验性特征。国际数学教育委员会(CIMI)在1912年年会上特别讨论了“中学数学教学中的直觉与实验”。20世纪80年代之后,计算机开始应用于数学,引发人们对数学研究方式的变革,数学实验作为一种学习方式,在数学学科渐渐受到人们的关注。

2. 国外研究

(1) 相关课程与教材的研究

近年来国外数学实验的研究最先源自高等教育领域。1988年,美国雷斯勒(Rossciacr)技术学院正式引入数学实验课。1989年,美国的 Mount Holyke

College 数学系在本科的教学计划中,增加了一门大学二年级水平的引导性课程——数学实验室,并集体编写了第一本专门教材《数学实验室》(*Laboratories in Mathematical Experimentation*)。该教材希望引发学生对数学现象的关注和探索,使学生自己去发现,自己做出猜想并引导其找出支持猜想的证据,引导学生纠正以往对数学问题的错误理解。这本书体现了用实验手段进行数学教学的指导思想。

1991年,《实验数学》(*Experimental Mathematics*)季刊问世,该期刊的宗旨是将数学以具体生动的形象呈现给读者,推动了数学实验教学思想的发展。

施普林格出版社(Springer)1998年出版的《数学的原理与实践》(*Principles and Practice of Mathematics*)一书是由美国在大学及中学数学教育方面颇有影响的数学及其应用联合会(COMAP)组织并指导编写的一本改革教材。教材中介绍了数学在日常生活和现在科学技术中的广泛应用,以引起学生学习数学的兴趣和动力,在内容的展开上重视背景和原理的介绍,突出数学模型的作用,强调“必须要用实验的实践”让学生获得对数学知识的领悟,充分体现出数学实验的重要性。

在国外,中小学数学实验教学的理念已初步开展,美国中学在20世纪末期开设了数学实验课,当前英国的数学教材中也有数学实验的相关内容。与此同时,开发出了一批支持数学实验教学的数学认知工具,建立了支持数学实验教学的专门网站^①。美国数学教师委员会在1989年颁布的《课程与评价标准》中提出,“让每一个普通教室成为计算机教室,让每一个学生随时随地可以学习和探索数学”。2000年《学校数学的原则和标准》也指出,“技术对我们生活的几乎每一个方面的广泛影响要求学校数学课程的内容和性质作出相应的改变,与这种变化相适应,学生应学会利用计算器和计算机去对数学概念进行研究并加深自己的数学理解。”要求在课堂教学中,教师应一该选择和使用合适的课程材料、恰当的工具、先进的教学技术,组织适当的实验活动,让学生在实验与操作的过程中理解数学。

(2) 数学实验支持数学探究的研究

最近几年利用数学实验促进数学探究学习成为数学研究中的新动向,或者是由于探究学习方式在一般的数学课堂里实施具有一定的困难,而一些数学软件在数学问题探究活动中具有明显的优势,从而使技术支持的数学实验在支持探究和发现活动中逐渐走向前台。艾德尔森、丹尼尔(2001)以信息技术为平台,设计、开发了几十个数学软件,推广到五十多所学校的数百个班级使用,开辟了借助计算机技术支持实验探究学习的新视点。谢曼斯基(J. A. Shymansky, 1996)通过设计“几何体的关系”等多次实验,比较学生独立实验探究与教师传授的效

^① <http://www.explorelarning.com/>; <http://illuminations.nctm.org/index.html>.