



新世纪高等学校教材

数学教育主干课程系列教材

孙瑞清 宋宝如 编著

北京师范大学数学科学学院 主编

数学教育实验与教育评价概论

(第二版)

SHUXUE JIAOYU SHIYAN YU JIAOYU PINGJIA GAILUN



北京师范大学出版社

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

01-4/4

2007

新世纪高等学校教材

数学教育主干课程系列教材

北京师范大学数学科学学院 主编

数学教育实验与教育评价概论

第二版

SHUXUE JIAOYU SHIYAN YU JIAOYU PINGJIA GAILUN

孙瑞清 宋宝如 编著

北京师范大学出版社

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

数学教育实验与教育评价概论 (第二版) / 孙瑞清、宋宝如编
著. —北京: 北京师范大学出版社, 2007. 5
(新世纪高等学校教材)
ISBN 978-7-303-00279-5

I. 数… II. ①孙… ②宋… III. ①数学教学-教学实验-
高等学校-教材 ②数学教学-教育评估-高等学校-教材 IV.
01-4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 036827 号

出版发行: 北京师范大学出版社 [www. bnup. com. cn](http://www.bnup.com.cn)
北京新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

出 版 人: 赖德胜
印 刷: 唐山市润丰印务有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 170 mm × 230 mm
印 张: 16.5
字 数: 280 千字
印 数: 1 ~ 5 000 册
版 次: 2007 年 5 月第 2 版
印 次: 2007 年 5 月第 1 次印刷
定 价: 22.90 元

责任编辑: 岳昌庆 装帧设计: 贾 刚
责任校对: 李 菡 责任印制: 董本刚

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

本书如有印装质量问题, 请与出版部联系调换。

出版部电话: 010-58800825

内 容 提 要

本书从理论与实践相结合上系统地阐明了教育实验研究方法论基础。又从教育实验与教育评价相联系的角度，简明扼要地论述了教育评价的原理与方法。其中对如何设定评价指标系统，如何收集，分析处理评价资料，如何作出定性和定量的评价都作了明确的阐释。书中还专章介绍了定量评价中富有实用价值的数学方法。本书具有较高的科学性、准确性、实用性。内容丰富，实例典型，通俗易懂。本书可作为高等师范院校数学专业、教育专业或其他理科专业的教材，对教育科研工作者、教育和教育管理工作，也有一定的参考价值。

北京师范大学数学科学学院简介

北京师范大学数学系成立于1922年,其前身为1915年创建的北京高等师范学校数理部,1983年成立了数学与数学教育研究所,2004年成立了数学科学学院.学院现有教师71人,其中教授32名(博士生导师27名),副教授21名;有博士学位的教师占90%.特别地,有中国科学院院士2名,国家杰出青年基金获得者4人,教育部长江学者奖励计划特聘教授4人和讲座教授1人,入选新世纪百千万人才工程国家级人选2人,入选教育部跨/新世纪人才培养计划7人.

数学科学学院1981年获基础数学、概率论与数理统计学博士学位授予权,1986年获应用数学博士学位授予权,1988年,基础数学、概率论与数理统计学被评为国家级重点学科,1990年建立了北京师范大学第一个博士后流动站,1996年,数学学科成为国家211工程重点建设的学科,1997年成为国家基础科学人才培养基金基地,1998年获数学一级学科博士学位授予权,2001年概率论方向被评为国家自然科学基金创新群体,2002年概率论与数理统计学再次被评为国家级重点学科,2005年进入“985工程”科技创新基础建设平台,2006年国家教育部数学与复杂系统重点实验室已经通过专家论证,目前正在建设中.学院还有基础数学、计算数学、概率论与数理统计学、应用数学、课程与教学论(数学)、科学技术史(数学)、计算机软件与理论、控制理论与控制工程8个硕士点.学院下设数学系、统计与金融数学系,有数学与应用数学、统计学2个本科专业;有分析、代数、几何、方程、概率论、数理统计、计算数学、应用数学、数学教育与数学史9个教研室和《数学通报》杂志编辑部.数学与数学教育研究所所有随机数学、生物信息、模糊系统与模糊信息处理、统计数据分析、数学现代分析、科学计算、动力系统7个研究中心,有复杂系统实时控制、数据统计与分析2个实验室.

90多年来,数学科学学院已毕业全日制本科生6317人.20多年来,已毕业博士研究生168人,硕士研究生740人.据不完全统计,在博士毕业生中:有2人当选为中国科学院院士,5人获国家杰出青年基金,4人获国家自然科学基金,3人获国家级有突出贡献的中青年专家称号,2人入选新世纪百千万人才工程国家级人选,2人入选教育部优秀青年教师资助计划,6人入选教育部跨/新世纪人才培养计划,1人入选全国百篇优秀博士学位论文.(李仲来执笔)

2007年2月2日

第一版编者的话

一

教育评价是教育科学研究的一个重要领域。近年来,随着我国教育事业的发展,随着我国教育体制、教育思想、教学内容、教学方法、教学管理等方面改革的深化,教育评价问题越来越引起我国教育领导部门及教育界的广泛重视。《中共中央关于教育体制改革的决定》中提出了对“高等教育的办学水平进行评估”的指导思想。《关于第七个五年计划的报告》再次指出:“要加强教育事业的管理,逐步建立系统的教育评价和监督制度。”无疑,这对开展我国的教育评价的研究工作将起着巨大的推动作用。

教育评价的理论在西方是从19世纪上半叶开始,伴随着教育测量的开展而发展起来的,到今天“教育评价学”已经成为教育领域中的一门独立学科。在我国,古代教育评价可以追溯到隋、唐时代建立的科举制度,在近代,从本世纪初随着西方教育测量技术的传入,虽然对我国的教育评价的研究有一定的刺激作用,但是由于社会的政治、经济、教育等诸多因素的限制,而没有开展起来。教育评价真正作为一门独立的学科,从理论到实践对它进行研究成为我国教育科研的一股潮流,只是近几年才出现的。

教育评价是对教育目标及其价值进行判断的过程,是利用评价的反馈信息对教育决策提供依据的过程,也是科学教育管理的组成部分。因此,对教育评价作深入的、细致的、系统的、全面的研究和探讨,对贯彻党的教育方针,提高各级各类学校的办学水平,对提高教学质量,提高学生的基本素质和个性全面发展,推动教学改革和教育科学的研究都具有十分重要的意义。

二

教育科学的研究,离不开一定的方法论。巴甫洛夫说得好:“科学是随着研究法所获得的成就而前进的。研究法每前进一步,我们就更提高一步,随之在我们的面前也就开拓了一个充满着种种新鲜事物的、更辽阔的远景。”教育科学的研究方法涉及理论的研究、历史的研究、实证的研究和实验的研究

四个领域，它们的共同的哲学基础是马克思主义的认识论。人们在认识一个问题或研究一个问题时，一般是从感性认识开始，通过实践经验的积累，使认识不断深化、升华，从而完成从感性认识到理性认识的飞跃，如果这种理性认识经得起实践检验，那么就形成了有指导意义的理论。因此，实践的观点是认识客观事物规律性的基本观点，也是教育科学研究方法论的基本观点。

教育实践从广义上说是为达到某种教育目标的教育实验。而实验的方法又是现代科学研究最主要的经验方法，是产生理论的源泉。因此，可以说教育科学方法的四个侧面中，实验研究法是基本方法。所以，对于教育改革来说，无论是过去和现在，无论中国和外国，都比较重视通过实验、试点，取得经验再作推广或调整。就数学教育实验而言，20世纪60年代席卷世界的“新数运动”，虽然至今对实验的评价还有争议，但它的发生发展过程对我们很有启发。

我国的社会主义教育事业在“三个面向”的战略方针指导下，正处在改革和深入的发展阶段，因此在教育政策、管理体制、教学计划、教育思想、教学方法和教学手段等方面向我们教育工作者提出了很多有待解决的理论和实践问题，对这些问题的探讨，不仅依靠理论的、历史的研究，也必然依靠大量实证调查和实验分析。因此，有必要对教育实验(包括数学教育实验)研究法，作出科学分析和比较深入的探讨。

三

本书是在笔者进行中学数学教育实验工作的基础上，参照1985年以来为北京师范大学数学系本科生和分校毕业班开设的“数学教育实验与评价”的选修课教材修订编写而成的。我们认为作为一个高等师范院校数学系的毕业生，不仅应当作个优秀的数学教师，更应该是数学教育科学研究工作者和教育改革的探索者。因此，他们必须具备一定的从事教育理论和实践研究的科学方法论基础，以适应未来的教学和科研工作的需要。这样，除了掌握教育学、心理学、教材教法等必修课程外，选学《数学教育实验与评价》也是十分必要的。本书就是为了这一目的而编著的。

本书所以把教育评价和数学教育实验(实际上可以扩展为教育实验)联系在一起，主要原因是无论对数学教育课题进行探讨或研究教学改革问题，抑或进行日常教学工作都离不开教育实验，也离不开对实践结果和教学成果作出科学的评价。所以，为提高实用性，在本书的编写过程中尽可能注意到贯彻一般原理、方法的叙述与实际应用相结合；本学科当前发展趋势与我国教

育实际相结合；定性的分析与定量的分析相结合等原则。但是由于水平所限，本书只能说在教育评价和数学教育实验的原理和方法论上作个初步的探讨。错误与不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

在本书的编写中，宋宝如同志参与了部分工作。

北京师范大学数学系钟善基、丁尔陞、曹才翰诸位先生对本书的编写给予了热情的支持和帮助。另外，在编写过程中，还参阅了国内外不少作者的著作、论文和译著，很受教益，在此一并致谢。

编著者

1987年8月于北京师范大学

数学教育主干课程系列教材第二版前言

1915年,北京师范大学的前身——北京高等师范学校成立数理部,1922年成立数学系。2004年成立数学科学学院。经过90多年的风风雨雨,数学科学学院在学科建设、人才培养和教学实践中积累了丰富的经验。将这些经验落实并贯彻到教材编著中去是大有益处的。

我院的数学教育研究已经有了近90年的光荣历史。1918年,北京高等师范学校数理部就开设了初等数学研究课程。在20世纪20~50年代,中国数学教育的先驱傅种孙教授撰写了多篇教学法研究论文(见:傅种孙数学教育文选)。傅先生极端热心于中学数学教育。他倡议并组织翻译和编写了一套初等数学和教学法的教材,解决了全国高师联系中学课程的教材问题。在20世纪50年代前期,北京市编写了一套中学数学教学参考资料,请北师大修改,傅先生热情地接受了这一工作,亲自组织教师仔细修改,为当时提高中学教学质量起到了很好的作用。傅先生经常为北京市的中学数学教师组织讲座,讲授与中学教学有关的数学问题,由他和系里其他教师主讲。这些讲座促进了中学教师的业务提高,反映很好。值得一提的是:我系梁绍鸿先生编著的《初等数学复习及研究》影响颇大,共发行100多万册。

随着社会发展的需要,通过数学教育工作者不断地实验与研究,至20世纪70年代,数学教育已经逐渐形成一门独立的科学。在国内,把数学教育作为一门独立的科学来研究,开始得较晚,大体上自1980年以后才进行普遍地研究。1982年4月,丁尔陞先生在中国教育学会数学教学研究会第一届年会上提出了建立数学教育学的构想。

在傅种孙先生的领导和培养下,钟善基、丁尔陞、曹才翰和孙瑞清等先生长期从事数学教育和研究工作,为我国数学教育事业培养了大批的中学数学教师和高级专门人才,是我国数学教育学学科的主要创立者和奠基人。1982年以来,我校出版社先后出版了若干部数学教育有关的教材或参考书,但未策划出版数学教育主干课程系列教材。2005年5月,由北京师范大学数学科学学院李仲来教授和北京师范大学出版社理科编辑室王松浦主任进行了沟通和协商,由李仲来教授主编,准备对北京师范大学数学科学学院教师目前使

2 数学教育实验与教育评价概论

用的北京师范大学出版社出版的几部数学教育教材进行修订后再版，再用几年时间，出版数学教育学科主要课程系列教材。

本套教材可供高等师范院校数学教育本科生和研究生、教育学院数学系、函授(数学专业)和在职中学教师等使用和参考。

北京师范大学数学科学学院

2006年6月8日

第二版编者的话

《数学教育实验与教育评价概论》出版以来,受到了广大读者的欢迎,并提出了某些改进意见,这对本书的再版很有帮助。对此,编者深表感谢。

在第一版前言中,我们把教育科学研究方法作了一般介绍之后,对其中最常用的教育实验方法作了系统的阐述,并对与其相联系的教育评价的理论和方法,作了扼要说明,揭示了两者相互为用的密切性。目的是使读者阅读本书时,有一个整体的认识。

本书是在笔者作了大量中学数学教育实验与评价的基础上写成的。书中体现了理论与实践相结合,基础与现代相结合的原则,在理论的阐述上力求简明扼要、科学、准确,在实践应用上力求操作可行,有较强的实用性。因此,本书适用于作高等师范院校数学系本科生、研究生的教材,对教育科学工作者也有一定的参考价值。

本书第一版出版以来,至今相隔已近二十年了,在这期间,我国教育的理论与研究水平在改革开放的大好形势下,产生了极大的变化,特别是新的《课程标准》试行以来,在我国教育领域内,引起课程改革的热潮,这样,《数学教育实验与教育评价》一书,就应修改成第二版了。

本书在保留了第一版的精华内容的条件下,在以下几点作了适当修改。

一、为明确起见本书分成了上、下两篇,上篇为实验篇,下篇为评价篇。

二、删去了繁长的第一版的第三章第二节“发展学生数学创造能力的教育实验”这一课题。

三、在第三章中,补充了四篇研究课题,以充实本书的研究内容。

(一)《中学数学实验教材的实验与研究》。

(二)关于《日本中学数学教材的实验》。

(三)关于初中平面几何教育中,培养学生自主性和创造性学习实验。

(四)关于发展学生数学能力的实验研究。

四、个别文字作了订正。

五、在本书的编写中宋宝如同志参与了部分的工作,主编李仲来同志、还有北京师范大学出版社也给了许多帮助。另外,在编写中,还参阅了国内外的不少论著,很受教益,在此一并致谢!

编著者 2007年1月25日

目 录

实 验 篇

第一章 教育科学研究的一般方法	(3)
§ 1.1 理论的研究方法和历史的研究方法	(4)
§ 1.2 实证的研究方法	(7)
§ 1.3 实验的研究方法	(10)
第二章 数学教育实验研究方法概述	(30)
§ 2.1 研究课题的提出	(30)
§ 2.2 实验课题的论证和实验假说	(33)
§ 2.3 确定实验类型	(35)
§ 2.4 抽取样本	(38)
§ 2.5 控制实验条件	(40)
§ 2.6 收集资料	(43)
§ 2.7 分析资料与获得结论	(55)
§ 2.8 写出实验报告或论文	(57)
第三章 数学教育实验的专题研究	(59)
§ 3.1 数学教育实验的专题研究之一 关于有理数计算技能到达度的教学实验	(59)
§ 3.2 数学教育实验的专题研究之二 《中学数学实验教材》的实验与研究	(67)
§ 3.3 数学教育实验的专题研究之三 关于日本中学数学教材的实验	(77)
§ 3.4 数学教育实验的专题研究之四 关于初中平面几何教学中, 培养学生自主性与创造性学习的 实验	(91)
§ 3.5 数学教育实验的专题研究之五 关于发展学生数学能力的实验与研究	(102)

评 价 篇

第四章 教育评价的基本原理	(111)
§ 4.1 教育评价的概念	(111)
§ 4.2 教育评价的历史发展简况	(113)
§ 4.3 现代教育评价的重要作用	(116)
§ 4.4 教育评价的基本原则	(120)
§ 4.5 教育评价的指标和权值	(123)
§ 4.6 教育评价的基本原理和发展趋势	(127)
第五章 教育评价的一般方法	(129)
§ 5.1 教育评价的一般程序	(129)
§ 5.2 教育评价方法的分类	(136)
§ 5.3 定性评价法和定量评价法	(140)
第六章 数学方法在教育评价中的应用	(147)
§ 6.1 统计检验	(147)
§ 6.2 相关与回归	(164)
§ 6.3 多元分析	(174)
§ 6.4 模型识别与综合评判	(197)
第七章 学生的自我评价	(204)
§ 7.1 自我评价的意义和作用	(204)
§ 7.2 自我评价的内容和类别	(206)
§ 7.3 自我评价的结构与方法	(210)
§ 7.4 自我评价的几个问题	(216)
第八章 教学评价	(219)
§ 8.1 教学评价的意义	(219)
§ 8.2 教学评价的种类和设计	(223)
§ 8.3 教学评价与个体分析	(228)
§ 8.4 教学评价的几个问题	(236)
主要参考文献	(238)
附表 1 标准正态分布表	(239)
附表 2 t 分布的双侧分位数 ($t_{1-\frac{\alpha}{2}}$) 表	(243)
附表 3 χ^2 分布的上侧分位数 ($\chi^2_{1-\alpha}$) 表	(244)
附表 4 F 检验的临界值 ($F_{1-\alpha}$) 表	(245)
附表 5 秩和检验表	(250)
附表 6 相关系数临界值表	(250)

实验篇

第一章 教育科学研究的一般方法

什么是教育？教育就是“教育者按照一定的要求，向受教育者的身心施加有目的、有计划、有组织的影响，以使受教育者发生预期变化的活动。”教育学就是研究教育的科学。其特点是它有很强的社会性和实践性。

任何一门真正的科学都起源于实践并接受实践的检验，即使是抽象化程度极高的数学也不例外。但是，数学在研究方法上必定有它自己的特征，它一旦在现实原型的基础上建立起某种数学结构，那么它就可以借助于逻辑工具，在理性的王国里自由腾飞了。这样说来，合乎逻辑的东西是否就是真理呢？我们说其终结还是要接受实践的检验的，否则它就失去了存在和发展的价值，也就失去了生命力。

因此，就教育科学的研究方法而言，就更不能离开实践了，仅借助于逻辑工具对教育现象作演绎式推理是不可靠的，甚至可能是荒谬的，这是因为教育科学研究的对象和性质与数学研究的对象和性质有着本质的不同，教育科学的命题结构比数学命题结构要复杂得多。我们这样说，并不妨碍我们应用数学的某些知识和方法来研究教育上的问题。由于教育科学毕竟不是演绎的科学，而是社会性和实践性很强的归纳性的理论学科，它在教育、教学的大量的实践经验的基础上，透过对复杂的教育或教学的现象进行抽象、概括、分析、综合、比较、归纳，上升为一般性理论，因此，从这个意义上说，教育科学的研究方法带有一般经验科学研究方法的性质。

一般经验科学研究方法简要地说，可以分为四类，即理论的研究方法、实证的研究方法、实验的研究方法和历史的研究方法，因此，教育科学的研究方法也离不开这四个主要方面。

§ 1.1 理论的研究方法和历史的研究方法

一、理论的研究方法

所谓理论是某种知识领域中的主导思想所构成的体系。理论是在实践的基础上产生的，它是实践经验的归纳和总结，其价值在于它对实践起着指导作用。

对教育问题作理论的研究，其实质是对现实社会中已经发生或正在发生的复杂教育问题的性质和相互关系从理论上加以分析和综合，抽象和概括，通过这种尝试以期发现其内在的规律或一般性结论。说得再具体一点就是：

第一，把教育问题按其内容、目的、方法及社会条件等思想构成因素（在数学教育中涉及到数学、哲学、逻辑学、心理学、教育学、计算机科学等方面）加以分析研究。

第二，研究这些在领域上和性质与程度上各不相同的各种因素的性质和相互关系。

第三，在研究中排除一切非本质因素及其影响，从总体上把握教育问题的性质和规律。

例如，在当前我国数学教育中，由于过高地追求升学率，忽视基础知识的学习，和基本能力的训练，特别是创造性思考能力的培养，而出现了为应付中考、高考的教育现象。这就压制了学生的创造性学习热情，加重了学生的学习负担，不利于培养创造性人才，这已引起我国教育界及教育领导部门的极大关注。要研究这些问题，逐步解决它，至少要涉及很多方面的理论分析和调查研究。比如，学习负担过重的原因、危害、社会心理，教育政策，就业政策，教育水平，国民教育的一般状况，教育评价等。只有对这些相互作用的复杂因素，作出深入的分析，才有可能提出种种改革方案，只有在理论上作出科学论断，才能在实践中作出改革，教育部颁布的“新课标”就是为此作出的努力。

二、历史的研究方法

教育问题是具有连续性的，不可能割断历史的发展孤立地研究现实的教