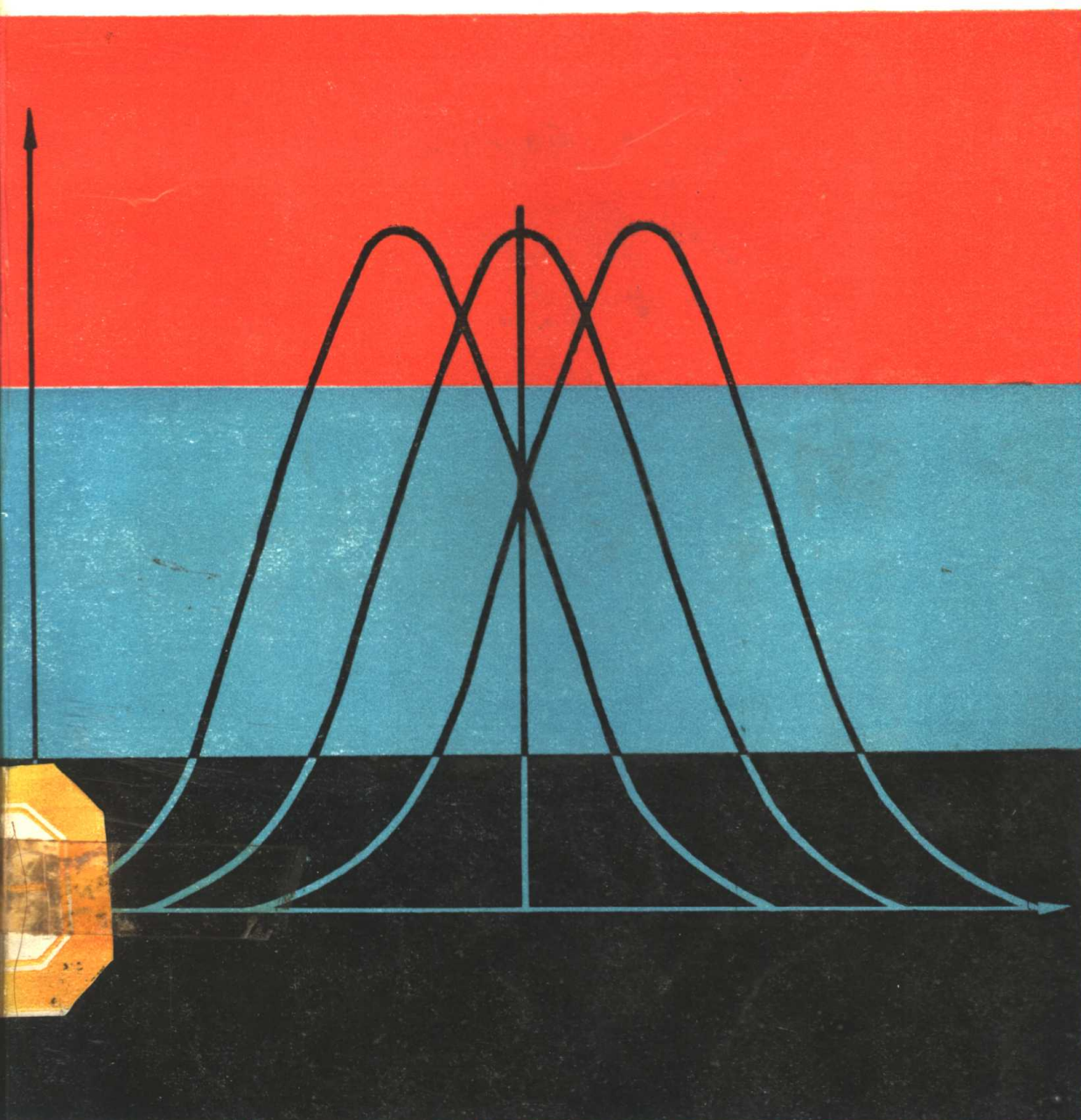


现代教育的数学基础

——大学数学及“**LOTUS123**”
集成软件的应用

安宝生 裴纯礼



北京师范大学出版社

927888

01-0
3032

01-0
3032

现代教育的数学基础

——大学数学及“LOTUS 123”集成软件的应用

安宝生 裴纯礼

北京师范大学出版社

现代教育的数学基础
大学数学及“LOTUS 123”集成软件的应用

安宝生 裴纯礼

*

北京师范大学出版社出版
新华书店总店科技发行所发行
天津宝坻第十印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 22.375 字数 529 千
1991年2月第1版 1991年2月第1次印刷
印数: 1—2 000

ISBN7-308-01062-9/G·685

定价: 6.15 元

序

摆在读者面前的这部《现代教育的数学基础》不是一本普通的高等数学教材，如何评价它的意义，或许现在为时尚早。然而从该书完全新颖的体系结构和丰富的人文科学应用实例中，我们却看到了数学的思维、方法、手段是多么深刻地渗透进人文科学特别是现代教育科学的研究领域之中。

众所周知，当代科学研究发展的特点和趋势之一是学科之间（特别是社会科学同自然科学两大部类之间）的交叉、渗透和结合。一大批新兴的边缘学科、交叉学科大大拓宽和加深了人们对物质世界认识的广度和深度。科学体系结构在高度分化的同时，出现了高度的综合。各门交叉学科的共同特点是把数学引入社会科学，并把它作为社会科学研究的重要基础之一。科学研究发展的这一特点和趋势使人类的教育活动和古老的教育科学理论面临着严峻的挑战，挑战的集中点是要求人们科学地组织教育活动，科学地研究教育规律。

传统教育科学是在教育实践的基础上，解释教育现象、揭示教育规律的科学，本世纪初以前基本上属于经验科学的范围。从科学分类的角度看，长期以来它被归属于定性的描述性科学。然而，自本世纪20年代现代化教育技术进入课堂以后，随着教育科学研究领域的扩展，这种把教育科学看作纯人文科学的观点早已过时。现代教育科学不仅一般地研究教育原理，而且要研究诸如教育预测、教育规划、教育评估、教育经济、教育统计、教育信息、教育控制以及教育管理等具有定量化要求的课题。这些课题的研究除遵循教育科学的基本原理外，主要包括控制论、信息论在内的系统科学理论、系统工程的分析方法和诸如数理统计、运筹学以及计算机技术，以便对于教育现象和教育规律进行定性和定量相结合的研究。可以说，在使教育科学从传统的经验科学向现代教育科学的转变中，数学扮演着关键性的角色。正如马克思所说，科学只有当它能够成功地运用数学的时候，才达到了完美无缺的地步。

现代教育科学的研究和发展对教育科学工作者的知识结构提出了新的要求。高等师范院校的教育专业历来被当作纯文科系，相当多的教育科学工作者缺乏起码的数学知识和数学的思维方法，甚至一看到数学就头疼。我们之所以强调数学，不仅因为它是一切自然科学的基础，而且，由于数学的高度抽象化，致使它最能揭示自然界、社会以及各门学科之间内在的、本质的联系。从这个意义上讲，在教育系学生中开设高等数学基础课，普及数学，对于改变教育科学工作者队伍的知识结构具有变革性的重要意义。然而，无论在教学的内容上、深度上，还是在能力培养的重点等各方面，教育专业的高等数学课都应该而且必须同自然科学各专业的数学课有所区别。其主要区别在于，在对教育科学工作者的数学教学中，要特别注重培养学生的自然科学方法论，训练学生运用数学思维的方法和习惯，而不在运算能力和技巧方面对学生提出不切实际的要求。特别要提出的是，由于计算机科学的发展，越来越多的进行数学运算、图象描绘的应用软件被开发出来，其运算速度、准确程度以及图象的精确、美观程度是手工操作无论如何也无法比拟的。教育科学工作者无需学习计算机原理和计算机语言，只要掌握操作方法，便可以借助这些软件解决教育科学领

域中的许多研究课题。把计算机应用软件（如本书中的“LOTUS 123”软件）同高等数学基础知识相结合，是对教育科学工作者普及数学的有效途径。

本书作者安宝生、裴纯礼二位同志在多年教学实践的基础上，成功地编写了《现代教育的数学基础》一书，全书结构新颖，实例丰富，逻辑严谨，语言流畅，深入浅出，特别是把计算机应用同数学教学有机结合，是一本难得的教育专业数学教材。

如果我们把现代教育科学比喻为一座大厦，它需要诸多坚实的基础设施来支撑，数学则是这诸多基础中的核心支柱之一。从这个意义上讲，《现代教育的数学基础》一书对于改造传统教育科学体系，探索和建立现代教育科学体系具有开拓性、先导性的重要意义。我诚挚地祝贺二位作者成功的尝试，并衷心地感谢二位作者对现代教育科学的研究和发展所做的贡献。

北京师范大学教育管理学院 副教授

德国弗伦斯堡师范大学 客座教授

安文铸

1989年11月1日于北京师范大学

前 言

本书是为高等师范院校教育系本科生、研究生和教育科学研究工作者编写的应用数学教材，是作者在北京师范大学教育系讲授“应用数学”讲义的基础上整理而成的。它也是由黄济教授主持、北师大教育系承担的国家重点科研项目《现代教育原理》的一个子课题。

现代教育科学不仅需要坚实的社会科学基础，而且需要包括数学在内的自然科学基础，这一观点已经为越来越多的人所接受。正是因为这一原因，许多高等师范院校的教育系开设了高等数学课程。但是，该课程的教学目的、教学内容和教学方式都在摸索之中。

教育科学重视教育系统的运动和变化；重视在确定的条件下（例如，在教学目的、教材、教学方法、教学媒介等条件都确定的条件下）由于偶然因素的影响而出现的不确定现象；重视对被研究对象质的研究，因此，变量的数学——微积分，或然的数学——概率论，以及非明晰的数学——模糊数学就必然成为“现代教育的数学基础”的重要内容。

针对人文学科学生和教师的知识结构和需求，本书具有如下两个特点：

1. 简捷实用。

本书不追求数学理论体系的完整，而力图用科学而又通俗形象的语言介绍数学的概念和解法方法，并在每一篇都独设一章，介绍有关的数学知识在教育科学及其相关学科中的应用。许多应用实例不仅饶有趣味而且直接涉及教育科学的前沿。

2. 把数学与计算机应用相结合。

如何将数学教学与计算机应用结合起来，是教学中长期存在的一个问题。目前许多从事人文学科的学生和教师为了完善自己的知识结构花费了大量精力学习数学和计算机高级语言，但收效甚微，远不能解决实际问题。针对这一情况，我们尝试让学生在学数学的同时，直接学习使用计算机第四代语言——应用软件，而跳过学习计算机高级语言及编制程序的过程。为此，我们选择了80年代在国际上广为流行的计算机集成应用软件——“LOTUS123”(U 2.0版本)。该软件的特点是：

(1) 功能强。

使用者无需编写任何程序，即可进行多种数学计算、统计分析、作图、以及数据库管理。

(2) 简单易学。

从未接触过计算机的读者在教师的指导下按照本教材有关章节经过短期学习即可入门（建议首先阅读附录A）。

(3) 适用面广。

该软件还具有宏命令编程功能。因此，也适合于具有计算机编程能力的读者。

本书数学与计算机软件两部分教材相互紧密联系，每一篇都配写一章“LOTUS 123”集成软件的应用。人文学科的读者将深刻地感受到数学和计算机不再是高不可攀的神殿，而是自己解决实际问题的得心应手的工具。

数学与计算机软件两部分教材又相对独立，自成体系。目前具备计算机设备的读者和

暂时还不具备计算机设备的读者都可以使用本书。

与本书配套的有“LOTUS 123”集成软件和书中“LOTUS 123”各章节的例题及习题解答软盘以及计算机实验的教学录相，需要的读者可与作者联系。

本书也可以作为经济、管理以及其它人文学科或交叉学科的教学或自学参考书，还可以作为包括自然科学各学科大专、中专学生的教学或自学参考书。

本书的数学部分由安宝生执笔，其中第七篇模糊数学由铁崇光执笔，计算机软件部分由裴纯礼执笔，并经共同讨论定稿。

在本书的写作过程中，北师大社会科学处、教育系及北师大计算中心的领导给予了极大的支持；《现代教育原理》科研课题组的同志们给以了大力协助；数学系汪培庄教授和德国弗伦斯堡师范大学客座教授、北师大教育管理学院副教授安文铸同志审阅了书稿；北师大教育系八八级管理专业的同学们协助作者做了许多工作，在这里作者一并表示诚挚的谢意。

由于经验不足，时间仓促，书中谬误、疏漏之处在所难免，恳请读者提出批评指正。

安宝生 裴纯礼

1990年1月25日

目 录

绪 论

- § 1 在高等师范院校教育系设置“现代教育的数学基础”课是教育科学发展的需要..... (1)
- § 2 “现代教育的数学基础”课的主要内容..... (2)
- § 3 在数学教学中重视思想方法的培养..... (3)
- § 4 将计算机应用软件与数学基础课有机地结合起来, 提高学生解决实际问题的能力..... (5)

第一篇 函 数

第一章 变量之间关系的描述——函数

- § 1 函数的概念..... (8)
- § 2 反函数概念..... (10)
- § 3 初等函数..... (11)

第二章 实用函数

- § 1 教育科学中的函数..... (12)
- § 2 教育经济学中常用的财务函数..... (15)

第三章 “123”在函数中的应用

- § 1 “123”中常用的内部函数..... (20)
- § 2 “123”的财务函数..... (23)
- § 3 “123”函数的电子表格表示方法..... (23)
- § 4 一元函数 $Y=f(X)$ 的“123”作图..... (33)

第二篇 微 分 学

第一章 发展趋势的数学描述——极限

- § 1 极限的科学定义的关键——颠倒函数与自变量的考察顺序..... (46)
- § 2 初等函数极限的计算..... (50)
- § 3 无穷小和无穷大..... (52)

第二章 研究变化率的有力工具——导数

- § 1 导数概念是怎么产生的..... (55)
- § 2 导数的定义..... (56)
- § 3 导数的基本公式和运算法则..... (59)
- § 4 变化率的变化率——高阶导数..... (62)
- § 5 假如只有一个自变量波动——偏导数..... (64)

第三章 微小增量的近似替代——微分

- § 1 增量与微分..... (66)
- § 2 微商可以看作微分之商..... (68)
- § 3 全微分——综合影响..... (70)

第四章 导数和微分的应用

- § 1 优化问题..... (72)
- § 2 寻找最佳理论直线——一元函数的最小二乘法..... (77)
- § 3 描述函数对自变量敏感程度的指标——弹性..... (78)
- § 4 教育及技术进步对经济增长的作用估算..... (80)

第五章 “123”在微分学中的应用

- § 1 “123”工作单中等差数列的输入方法 (82)
- § 2 “123”中最佳直线的求解 (84)

第三篇 积分学

第一章 寻求累积量——积分

- § 1 定积分的思想..... (93)
- § 2 牛顿——莱布尼兹公式..... (95)
- § 3 求原函数——不定积分..... (96)
- § 4 定积分的计算..... (99)

第二章 积分的应用

- § 1 求曲线的长度..... (102)
- § 2 求任意平面图形的面积..... (103)
- § 3 基尼 (C.Gini) 系数——测量分配平均程度的指标..... (105)

第三章 “123”在积分学中的应用

- § 1 定积分的近似计算..... (108)
- § 2 罗伦兹 (M. Lorentz) 分配曲线的计算实例..... (114)

第四篇 微分方程

第一章 基本理论

- § 1 微分方程的一般概念..... (121)
- § 2 分离变量法..... (121)

第二章 应用

- § 1 人口模型..... (123)
- § 2 文物断代研究..... (125)
- § 3 异速增长模型..... (126)
- § 4 坎伯兹 (B. Gompertz) 技术发展预测模型..... (127)
- § 5 作战模型..... (128)
- § 6 疾病传播问题..... (130)
- § 7 技术传播模型..... (132)

第三章	“123”求解一阶微分方程	
§ 1	基本思想	(134)
§ 2	“123”求解一阶微分方程	(135)
第五篇	概率与统计	
第一章	概 率	
§ 1	集合	(144)
§ 2	样本空间和事件	(147)
§ 3	概率	(151)
§ 4	条件概率	(155)
§ 5	事后概率	(160)
第二章	描述统计	
§ 1	数据的采集	(167)
§ 2	数据的整理和展示	(168)
§ 3	数据的分析	(172)
第三章	统计推断	
§ 1	二项式分布	(177)
§ 2	正态分布	(181)
第四章	“123”在数据统计中的应用	
§ 1	数值型数据的统计分析	(191)
§ 2	“123”中的统计图形	(194)
§ 3	“123”中的数据库及数据的排序	(200)
第六篇	矩阵代数	
第一章	行列式	
§ 1	二阶与三阶行列式	(207)
§ 2	n 阶行列式	(209)
第二章	矩阵的基本理论	
§ 1	矩阵的概念	(211)
§ 2	矩阵的运算	(213)
第三章	矩阵理论的应用	
§ 1	密码的建立与破译	(221)
§ 2	选举的矩阵模型	(223)
§ 3	神经网络的矩阵模型	(225)
§ 4	矩阵理论在经济领域中的应用	(231)
第四章	“123”中的矩阵运算及其应用	
§ 1	矩阵的加法、减法与数乘	(237)
§ 2	“123”中矩阵的乘法和求逆	(238)

§ 3	矩阵的转置	(240)
§ 4	“123”中矩阵运算的应用实例	(242)
§ 5	多元线性回归分析计算	(253)

第七篇 模糊数学

第一章 模糊子集的定义和运算

§ 1	模糊子集的定义	(260)
§ 2	模糊集的运算	(261)
§ 3	模糊集合向普通集合的转换	(263)
§ 4	最大隶属原则	(264)
§ 5	隶属度函数的确定	(264)
§ 6	模糊关系	(266)
§ 7	模糊矩阵的运算	(268)

第二章 模糊数学的应用

§ 1	模糊控制	(273)
§ 2	综合评判	(280)

附录A “123”应用软件的基础知识

§ 1	“IBM”微机及其“DOS”磁盘操作系统的基础知识	(283)
§ 2	“123”应用软件的一般介绍	(291)
§ 3	使用“123”的准备工作、启动方法及其提供的工作环境	(292)
§ 4	使用“123”的基本知识	(297)
§ 5	数值型数据在“123”电子表格中的显示格式及其设置	(303)
§ 6	“123”电子表格的“剪接”	(305)
§ 7	“123”工作单中单胞和区域的命名	(311)
§ 8	“123”工作单内容的保护与指定区域中数据的输入	(314)
§ 9	“123”表格标题区域及双表格窗口的建立	(317)
§ 10	“123”表格文件的一般管理——文件的存盘与读盘	(318)
§ 11	“123”电子表格显示内容的选择打印	(320)

附录B “123”的内部命令菜单及命令树

§ 1	“123”的Worksheet工作单命令菜单与命令树	(327)
§ 2	“123”的Range区域命令菜单与命令树	(331)
§ 3	“123”的File文件命令菜单和命令树	(334)
§ 4	“123”的Print打印表格命令菜单和命令树	(337)
§ 5	“123”的Data数据命令菜单和命令树	(340)
§ 6	“123”第一级命令菜单中其它命令的菜单和命令树	(346)

附录C 标准正态分布函数表

绪 论

§1 在高等师范院校教育系设置“现代教育的数学基础”课是教育科学发展的需要

教育科学是在教育实践的基础上,解释教育现象、揭示教育规律的科学。本世纪初以前,基本上属于经验科学的范围。从科学分类的角度看,长期以来它被归属于定性的描述性科学。然而,自从本世纪20年代现代化教育技术进入课堂以后,随着教育科学研究领域的扩展,这种把教育学看作纯粹人文科学的观点早已过时。一方面,现代教育科学不仅一般地研究教育原理,而且要研究诸如教育预测、教育规划、教育评估、教育经济、教育统计、教育信息、教育管理以及控制论教育学等具有定量化要求的课题。这些课题的研究除了遵循教育学的基本原理外,主要包括信息论、控制论、耗散结构等理论在内的系统学的理论基础和系统工程的分析与计算技术,如数理统计、运筹学的各分支理论(线性规划、动态规划、决策论、博弈论等)以及它们在计算机上的应用。另一方面,即使是属于传统人文科学课题的教育学史、教育哲学、教学论、教材教法等也在积极地从事数理色彩很浓厚的系统理论中吸取营养。以上涉及的是教育科学研究的领域本身。

教育系统同其他社会子系统有着密切的联系。教育的目的是为国民经济服务,研究教育系统的经济行为势必要涉及经济学。而现代经济学的定量化研究已达到相当的深度,特别是数量经济学、技术经济学应用了很多现代数学工具。教育在国民经济增长中提供的经济效益绝不能再依靠经验的估计,而必须进行相对严格的计算和预测。教育的对象是人,因而教育系统同人口系统也有着密切的联系。在我国,解决几亿文盲的问题是教育事业面临的严酷的现实,提高全民族的文化素质,是教育事业的中心任务。人口的发展趋势、人口的文化层次结构这些人口论研究的基本课题,可以直接作为教育科学研究的课题。而今天,人口论的研究已是非常数学化的了,除微积分外,还应用了现代数学的许多分支。教育的功能是开发人的智力资源,人的智力资源的充分开发要依靠思维科学、人脑科学、神经生理学的发展,而这一与教育密切相关的课题,不仅涉及到物理学、生物学、心理学等自然科学,而且需要现代化的测量手段和新的计算手段。

总之,无论从教育科学本身的发展,还是从它与周围环境的各学科的关系来看,现代教育科学都离不开数学。现代教育科学发展的这一特点对教育科学工作者的知识结构提出了新的要求。我们知道,无论教育科学和自然科学如何交叉、在什么层次上交叉以及交叉到什么程度,归根结底,这门交叉学科的研究要依靠社会科学和自然科学工作者两支队伍的结合。教育科学工作者是研究工作的主力军。然而,高等师范院校的教育系历来被看作纯文科系,学生来源于中学文科班,在校期间学的是文科课程,毕业以后继续从事纯文科的教育学教学和科研工作。相当多的教育科学工作者缺乏起码的数学知识和数学思维方法,甚至一看到数学就头疼。这种单一化的、僵化的知识结构显然不能适应现代教育科学的发展。

我们之所以强调数学，不仅因为数学是一切自然科学的基础，而且，由于数学的高度抽象化，致使它最能揭示自然界、社会以及各门学科之间内在的、本质的联系。从这个意义上讲，在教育系学生中开设高等数学基础课对于改变教育科学工作者队伍的知识结构具有变革性的重要意义。

§ 2 “现代教育的数学基础”课的主要内容

要确定高等师范院校教育系数学基础课的内容，就要首先搞清楚目前中学毕业生掌握的初等数学知识能否满足教育科学研究的需要，如果不能，还需要补充些什么。

让我们从以下四个方面加以讨论。

第一，初等数学都以不变的数量和固定的图形为研究对象，函数变化的速率在初等数学中是从不考虑的。因此，初等数学也被人们称为常量数学。运用常量数学可以有效地描述事物和现象相对稳定的状态，而对于描述事物的运动和变化是无能为力的。但是，教育科学恰恰更为重视教育系统的运动和变化，从人才的流动到知识的更新，从经费的增长到体制的演变等，教育科学研究的正是教育系统运动和变化的规律和教育系统随着外界环境的变化而演变的规律。因此，常量数学不能适应教育科学研究的需要，我们更需要变量数学。

变量数学产生于17世纪，其中特别应强调的是牛顿（I. Newton 1642—1727）和莱布尼兹（G. W. Leibniz 1646—1716）等人创立的微积分学。正如恩格斯所指出的：“只有微分学才能使自然科学有可能用数学来不仅仅表明状态，并且也表明过程：运动。”（《自然辩证法》，人民出版社，1977年版，第16页）微分学处理变量的变化速率，积分学处理变量的积累，这正是教育科学所期待的。因此，微积分学应该是教育系的学生必须补充的第一项高等数学知识。

第二，初等数学处理的问题属于自然界或社会生活中的必然现象及其规律，它只讨论当某种条件具备时，某种结果必然地、百分之百地出现的情况，这种由条件完全可以预知结果的数学我们称之为必然的数学。

但是，在教育科学中更经常遇到的，更为我们关注的是所谓随机现象和事物，即指在某种确定的条件下，某种结果不是以必然性，而是以某种可能性出现的情况。例如，在教学目的、教材、教学方法、教学媒介等条件都确定的情况下，我们并不能以必然性来预言某种教学效果，因为不同学生的心理素质，突然出现的环境干扰，甚至自然条件的变化都作为偶然因素影响教学的效果。类似的问题在我们的教育决策中，在对社会经济、教育形势的分析中也会经常遇到。随机现象除了具有不确定的一面以外，还有另外一种性质，即在相同的条件下进行大量重复的试验或观察时，又表现出一定的必然性，也被称为统计规律性，教育科学的重要课题之一就是大量的教育实践中发现统计规律性。这种条件和结果之间不存在必然联系的情况不能用必然的数学进行定量的描述，而需要用或然的数学来研究。

或然的数学主要就是概率论和数理统计学，它也创立于17世纪，最初是从研究赌博开始的。由于它成功地应用于保险业、产品检验以及天气预报等许多重要的领域而得到迅速的发展。概率统计在教育科学中得到广泛的应用，以它为基础建立的教育统计学已成为一

个教育学的分支学科和教育系学生的必修课。以概率论为主要数学工具的教育决策论、教育控制论等也都取得了一定的进展。显然,概率论在教育专业高等数学基础中应占有不可忽视的地位。

第三,初等数学只讨论概念的内涵和外延都非常明晰的现象,一就是一,二就是二,来不得半点模糊,因此,初等数学是一种明晰的数学。甚至在概率论中,所涉及的也只是随机事件和现象出现的可能性是不确定的,而随机事件作为一个概念的内涵和外延仍然是确定的、明晰的。

但是,在教育科学中我们所遇到的大量概念并非明晰。例如,教育评估等级的“优”、“良”、“中”、“差”,教师讲课水平的“好”与“不好”,各级领导工作的“协调”等都是非明晰的、模糊的概念。因而教育科学研究需要一种非明晰的数学——模糊数学。

模糊数学是20世纪60年代由美国自动控制专家查德(L. A. zahde)创立的。我国的汪培庄等同志也对模糊数学理论的建立作出了重要贡献。模糊数学以模糊现象为自己的研究对象,给出了使模糊概念定量化的方法以及模糊量运算的规律。因此,模糊数学也应在教育专业高等数学基础中占一席之地。

第四,为适应教育规划论、教育决策论等课题的研究,我们需要把算术和代数中的一些方法扩展应用到一组数同另一组数的运算中去,这就是所谓线性代数。

总之,根据教育科学研究的需要,我们在教育专业高等数学基础课中至少应讲述以下几部分内容:微积分学,概率统计,线性代数学,模糊数学。

我们相信,如果我们新一代教育科学工作者具有这样的高等数学基础,现代教育科学研究的发展将是大有希望的。

§ 3 在数学教学中重视思想方法的培养

无论在教学的内容、深度还是在能力培养的重点等各方面,教育系的数学课都应该而且必须同自然科学各专业的数学基础课有所区别。

首先,我们要在一学年的有限学时内涉及微积分、概率论、线性代数、模糊数学等内容广泛的数学分支,而我们的教学对象又大部分是专门从事人文科学的学生及进修教师,这就决定了我们不可能对教学提出不切实际的过高要求。

另一方面,在交叉学科的研究工作中,教育科学工作者所扮演的角色主要是从教育科学如何同自然科学交叉的角度提出课题,进行必要性和可行性研究,通过和自然科学工作者的密切合作、反复讨论,将两个学科的思想有机地融合起来,找到结合点,从而提出数学模型,并依据教育科学的基本原理对模型的运行进行评判,发现运行中的问题。这一系列工作就是通常所说的建模过程。建模是一个创造的过程,它需要的主要不是数学运算技巧,而是敏锐的洞察力、新颖的思想和清晰的逻辑思维,是一种充满艺术性的创造性劳动。

这种可能性和需求性形成了教育系的数学课区别于自然科学各专业数学基础课的特色。它要求我们在数学教学中要特别注重培养学生的自然科学方法论,训练学生运用数学思维的方法和习惯,而不应在运算能力和技巧方面对学生提出不切实际的要求。

社会科学和自然科学的研究方法是既有联系、又有区别,各自独立的方法论体系,其

根本区别在于,社会科学(多数系经验科学)对现象和规律一般只作定性的研究和论述,而自然科学则强调定量地解释现象和规律。随着现代科学的发展,特别是交叉学科的发展,人们越来越认识到,即使在社会科学领域,也需要定量描述,研究的层次越深,对现象和规律描述的定量化程度要求越高,其理论的科学性也越强。正如马克思所说,科学只有当它能够成功地运用数学的时候,才达到了完善的地步。然而,由于长期以来社会科学传统研究方法的影响,许多社会科学工作者对此还缺乏足够的认识。例如,建立数学模型是自然科学研究方法的重要一环。所谓数学模型,就是把自然现象投影到某一个子空间上去,从某一角度定量地去揭示事物某一方面的本质特征。而社会科学工作者对这种局部定量描述往往不理解,认为没有照顾到全局。

那么,通过高等数学基础的教学,对教育系的学生应在思想方法的哪些方面进行训练呢?

首先,要使学生学会提出问题的方法。世界上许多伟大的自然科学家,从牛顿到爱因斯坦,从华罗庚到李政道、杨振宁,他们的科学研究的伟大之处就是善于在常人认为习以为常的现象中发现问题。例如,希尔伯特(D. Hilbert, 1862—1943)是本世纪贡献最大的数学家之一,在数学的各个领域里,有许多以希尔伯特的名字命名的空间和定理。希尔伯特曾经说过:“只要一门科学分支能提出大量的问题,它就充满着生命力,而问题缺乏则预示着独立发展的衰亡或中止。”他认为一个好的问题应具有三个基本特征:第一,清晰性和易懂性,“清楚易于理解的问题吸引着人们的兴趣,而复杂的问题却使人忘而却步”。第二,困难但又给人以希望,即“在通向那隐蔽的真理的曲折道路上它应该是指引我们前进的一盏明灯,最终并以成功的喜悦作为我们的报偿”。第三,意义深远能够使人“发现新方法和新观点,达到更为广阔和自由的境界”。在教育系的数学教学中,我们就是要引导学生了解微积分、概率统计、模糊数学等学科的创始人在创造这些重要的数学分支时,是怎样从生活本身,从生物学、物理学等各学科的实践活动中发现这些问题,又是如何将他们构造为明晰的数学问题的。并使学生思考,根据现代科学技术发展对教育科学定量化的要求,在教育科学领域可以提出些什么问题。

其次,要使学生学会分析的方法。分析的方法是自然科学研究中一个重要的方法。17世纪的法国数学家和哲学家笛卡儿(R. Descartes, 1596—1650)对科学方法论作出了重要的贡献。他在《论有效地引导我的理性和寻找科学真理的方法》一书中发表了著名的笛卡儿四条准则。其中第二条准则是:“把所考察和研究的每一个问题都尽可能地划分为细小的部分,直到该难题可以而且能圆满解决时为止。”这种划分包括空间的解析、时间的解析和简化观察的解析。第三条准则是:“按照一定的序列引导思想和行为,从最简单、最容易把握的事物开始,一点一点地、循序渐近地、登阶梯似地上升到对复杂事物的认识,甚至假定出一个事物之间的次序,尽管这些事物本身并未以任何方式排列着。”笛卡儿的这两条准则是关于分析方法的深刻的描述。在数学中,我们之所以能够对极其复杂的研究对象给出数学模型,就在于应用了分析的方法,即把问题的核心因素突出出来,暂时忽略次要因素,化繁杂为简单,化未知为已知,从而找到解决问题的关键。例如,求曲边梯形的面积是一个复杂的问题,但积分学把它化为许许多多极窄小的长方形的面积之和,问题便简化了,总体上的变量积累化成了局部上常量面积的总和。在具体的运算技巧上也是如此,积分学的第一类、第二类换元方法和分部积分方法都是将复杂积分化为已知的简单积分的技巧。

第三,要培养学生严密的逻辑思维方法。数学的重要特点之一是它的严谨性。从欧几里德开始,数学的公理化方法渗透到了数学的每一个领域。首先从直觉或经验或基本实验确定少量的简单的、无需进一步证明的公理或公设,然后从这些公理出发,用纯粹的逻辑论证,推导出所有的规律即定理,最后,这些定理又回到实践中接受检验。当然,所谓严密,并不一定非采用公理化体系的论述方法不可。然而,从数学家所创造的公理化体系中,我们可以深刻地体会到数学的精炼、准确和严谨。这对于培养学生的严密的逻辑思维能力是大有益处的。正因为如此,我们认为教材的编写不应过于零散,而应基本保持各数学分支的理论体系。还应提到的是,目前国际上有些自然科学出身的交叉学科工作者已把公理化体系运用于教育学理论的研究。如教育控制论的学科创始人、国际科学院院长、德国控制论研究所所长弗兰克(H. G. Frank)教授的专著《教育学的控制论基础》和《未来教育科学入门》就采用了公理化的论述体系。这说明,熟悉自然科学家的思维方法和“行话”也是我们了解国际上交叉学科研究成果的基本功。

第四,要使学生学会从抽象中发现实质。高度抽象是数学的又一特征。作为哲学概念,抽象是与具体相对的。数学抽象则是只抽取出具体事物的数量特征,而模型化是数学的这种抽象思维方法的具体体现。无论是自动控制理论中的同态模型、同构模型,还是处理简单问题时的理想模型,最终总是归结为数学模型。数学抽象所揭示的各个不同学科、不同研究对象的共性给我们一条打通教育科学和其他自然科学联系的通道,换句话说,使我们有可能把自然科学中的研究成果借助数学引到教育科学中来。

§ 4 将计算机应用软件与数学基础课有机地结合起来,提高学生解决实际问题的能力

为了进一步提高教育系学生运用数学定量地解决教育科学中的问题的能力,我们尝试将计算机应用软件引入到数学课程中来,使它成为现代教育数学基础的一个有机组成部分。

一台微型计算机(例如“IBM/XT”型微机)要能工作必须包括两部分:一部分是硬件设备,包括主机、输入、输出设备、外存贮设备。它们是输入、处理、输出数据的设备基础。另一部分是软件,它们以文件形式存储于外存储设备——磁盘之中,可以概括为三种类型:一是操作系统软件,比如“IBM”微机使用的“DOS”磁盘操作系统,其主要功能是对磁盘文件和输入、输出设备进行管理。二是计算机语言软件,比如汇编语言、BASIC语言(初学者通用的符号指令码)、PASCAL语言等。它们为用户提供了人——机交流的语言环境,用户可以在该环境中编制程序或软件。三是应用软件,又称为计算机第四代语言,是计算机软件专业工作者为解决某些特定的问题而编写的高级实用软件。比如文字处理软件、电子表格软件、数据库管理软件、图形处理软件等。应用软件的一个最大的特点就是用户十分友好,简单易学,使用方便,使用者不需具有任何专门的计算机知识。

计算机硬件与软件的发展是相辅相成的,图1给出了美国自60年代以来硬件——软件成本分配的变化。从图中可以看出,60—70年代,计算机硬件迅速发展,而相应的软件研制却未能及时跟上这一发展,出现过所谓的软件“危机”,即人们只能在有限的语言软件环境中自己编写实用的软件。这对于非计算机专业尤其是文科专业的教师和学生,显然

是一件比较困难的工作。然而,自70年代以来,软件研制专业人员的队伍日益壮大,软件的研制的水平突飞猛进,计算机厂家对软件研制投入的资本已大大超过硬件。它告诉我们,在计算机硬件设备日益普及的今天,软件的开发与使用正起着越来越重要的作用。

众所周知,计算机根据其容量、运行速度等指标可以区分为大型机、中型机、小型机和微型机。随着新技术、新材料的发展与应用,它们之间的界限正在不断缩小。20世纪80年代的十年,已被誉为计算机发展各个阶段中“微机发展的十年”。微机在主机CPU的功能、工作速度、处理数据的数位、内部存储器的容量、体积,以及显示器的分辨率、外存储器的容量、其他外围辅助设备的性能等方面都有了很大的改进和发展;微机的性能价格比大大提高,并已经进入家庭;具有中小型计算机功能的超级微型机的出现,更标志着微机的发展进入了一个崭新的阶段。与此同时,微机应用软件的发展更为迅速,它遍及文字处理、电子表格、数据库管理、办公事务、数理统计分析、辅助设计、辅助教学、系统规划、娱乐等等,可以毫不夸张地说,教育科学工作者至今所考虑到的,学习BASIC等计算机语言希望解决的问题,绝大部分都已被计算机软件专业的工作者编出了成熟的应用软件。

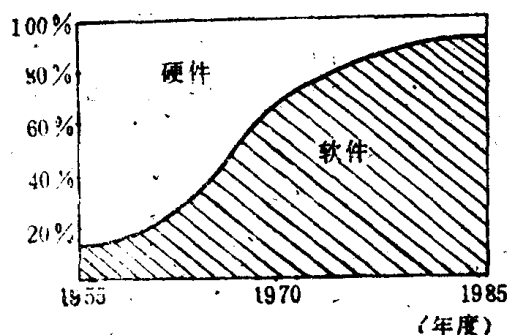


图 1

我们完全可以从数以千计的应用软件中挑选出适合教育科学工作者学习和使用的优秀软件。显然教育科学工作者应该跟上计算机软件发展的进程,尽可能利用计算机软件专业人员的研究成果,而不要(实际上对大多数教育工作者来讲是不可能的)耗费大量精力去重复别人已经完成得非常漂亮的工作。即对于教育科学工作者,完全可以绕过学习BASIC等计算机语言软件,而走直接学习使用应用程序的捷径,并把学习和工作重点放在应用程序的

二次开发上,以解决本学科领域中的问题。

令人遗憾的是,尽管软件“危机”早已成为历史,但这一“危机”给我们许多同志留下了深刻的,实际上却是过时了的印象。即认为使用计算机非得从学习计算机高级语言开始不可,非自己编制程序软件不可,以至望机生畏,这实在是一种历史的误会。

目前适用于教育科学工作者学习的应用软件是很多的,如:WORDSTAR、LOTUS-123、QUATTRO、DBASE、FOXBASE、SAS、SPSS等等。作为现代教育的数学基础课的补充我们选择了近年来国内外广为流行的LOTUS123集成软件,该集成软件的优越性在于:简单易学,有利于打破从未接触过计算机的学生对计算机的神秘和恐惧心理;集计算、作图、数据库管理于一体,实用性强;具有宏命令编程功能,适于有余力的学生进一步学习开发和使用。在教学中我们有意回避了计算机编制程序的问题,而把重点放在应用计算机软件解决数学课中遇到的各种问题上。当学生具备了一定的数学和计算机基础知识以后,他们自然会产生浓厚的兴趣去学习宏命令编程以解决更多更深入的教育科学的实际问题。由于让学生既动脑又动手,学生的积极性将得到充分的发挥,数学课将不再是教育系学生最头疼的一门课,而会成为最受欢迎的课程之一。学生运用数学和计算机解决教育科学中的实际问题的能力必定可以得到迅速提高。我们的教学试验表明,结果是令人满意的。紧