



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学文科数学

第二版

张国楚 徐本顺 王立冬 李 祎 主编

*College
Mathematics
for Liberal
Arts Students*



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学文科数学

第二版

张国楚 徐本顺 王立冬 李 祎 主编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学文科数学/张国楚等主编.—2版.—北京:高等教育出版社,2007.3

ISBN 978-7-04-020460-5

I.大... II.张... III.高等数学-高等学校-教材
IV.013

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第008898号

策划编辑	于丽娜	责任编辑	崔梅萍	封面设计	张楠
责任绘图	郝林	版式设计	王艳红	责任校对	美国萍
责任印制	尤静				

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 化学工业出版社印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×960 1/16
印 张 17.5
字 数 320 000
插 页 1

版 次 2002年5月第1版
2007年3月第2版
印 次 2007年3月第1次印刷
定 价 18.90元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20460-00



第一版序

近年来,大学正在兴起文科(包括文史哲方面的专业)开设数学课的潮流,这是为中华民族振兴、进行现代化的一件重要事业,值得庆贺,应该坚持和发扬。

以往文科大学生一般是不学数学的,为什么现在要学习它而且如此的重视呢?总的说来,我国伟大的现代化进程对数学的需求与以往有本质的不同。数学及其应用和数学教育的正确发展将使我国的综合国力强盛,人民素质普遍达到高水平;我国现代化的目标将更快达到。具体点说,我以为大致有以下两方面的理由:

首先是 20 世纪的数学及其应用的发展,使得文科大学生学习数学显得特别需要。由于以集合论和公理法为基础,数学在进入 20 世纪以后,向更加抽象的方向发展,各个学科更加系统和结构化。人们对各个分支之间复杂的相互影响及作用有了日益增长的理解,从而导致许多重大而长期没有解决的问题(例如费马大定理、四色问题)终于得到了解决。那些相互关联不断扩大和深化,使得数学开始跨越自我来探索与其他科学领域之间的相互作用。这些涉及数学各种领域之间的以及数学与其他科学领域之间的相互作用,既使数学领域在广度和深度上进一步扩大,又导致了一些伟大深刻见解的产生,并且产生了众多新的学科,其中包括一些新的独立的应用数学学科,例如计算科学、数理统计、运筹学、信息论、控制论等。数学的应用几乎无处不在。在 20 世纪的后期,数学与计算机技术的结合,产生了数学技术,使得数学从幕后走到台前,可以直接形成高技术或核心技术,而且迅速向一般技术拓展,对于社会的现代化起着极大的推动作用。但是数学的这种新特点,人们还普遍地缺乏认识。作为未来从事意识形态、文化、文秘、管理以至领导等工作的大学文科学生应该对此有所了解。这对于贯彻科教兴国的战略,加速我国的现代化无疑将起重大的作用。这是大学文科应该开设数学课程的理由之一。

另外一个理由是数学能够培养人的正确思维,我们的文科教育需要在这方面加强。数学是按照逻辑演绎严格表述的,所以以往人们经常说数学是思维的体操,通过学习它能够发展学习者的逻辑思维。这无疑是正确的和重要的,但是不仅如此。数学还有一个特点是按公理体系建立,即追求从不证自明的少数几个前提(公理)出发,逻辑地演绎出整个系统,在陈述上更具有理性的说服力。西方的思想家常常以这种思维方式来思考和研究社会、经济以至政治问题,很多

著名的社会科学著作中都体现了这种研究路线。还有数学内容(概念、定理和公式)的发现通常是由一些直观的想法(例子或以往更具体的内容)开始的,然后通过证明完成。所以实际上运用了归纳法,但是归纳出结论的正确与否是以能否证明为标准。所以数学中的归纳要求严密地分析,这种严密能够培养人们更好地运用归纳法去研究各种社会问题,这对于纠正近年来常常出现的过早地归纳出结论或过高地提升结论的现象也许有所裨益。所以数学在发展人们的逻辑思维的同时,还使人们在制订计划、草拟文件、建立社会学科以及处理各种问题时,能够清晰、严密和系统;能够做出正确的归纳和判断。总之,数学在形成人类的理性思维方面起着核心的作用,而我国文化传统在这方面是不足的。有一位西方数学史专家对于数学在这方面的的重要性曾经说:“我们讲授数学不只是一要教涉及量的推理,不只是把它作为科学的语言来讲授——虽然这些都很重要——而是让人们知道,如果不从数学在西方思想史上所起的重要作用方面理解它,就不可能完全理解人文科学、自然科学、人的所有创造和人类世界。”历来重视数学的西方尚且如此,我们更应该重视数学在促进我国的思维水平方面的作用,这是文科应该开设数学课的理由之一。

我以为编写成熟的优秀的文科数学教材,恐怕需要一批有教学经验和学术造诣的教师长期探索、交流与与实践。因为文科学生的兴趣取向和专业内容与理、工科有本质的不同,所以大学文科数学教材应该不同于理、工科。例如不能过多地讲授论证、推理和计算等技巧性的内容。但是,思维训练和对数学应用的较深入理解必须以必要的数学内容和训练为载体,完全故事式地或理念式地教授恐怕不会达到要求。近几年已经出版了一些各有特色的大学文科数学教材,还有一些可以出版的讲义。大部分是在原来理、工科非数学类专业的高等数学教材的框架下,或精简、压缩、加细和补充;或再讲解数学的一些思想和方法;或再讲解一些应用的案例。也有少数是独辟蹊径的。经过一段探索,会出现一批优秀的文科数学教材。

以上是我个人对大学文科教材的一些看法,借本书出版的机会,作为参加讨论的意见提出来。

本书是教育部“高等师范教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果之一,主编中的张国楚、徐本顺教授前些年曾经主编过《文科高等数学教程》,本书是在他们和一批高师数学系教师的进一步努力探索和实践的基础上编著而成,具有不少的特点,例如:

1. 努力从各个角度比较自然地引入数学的基本概念。如从历史的发展引入实数和极限的概念;又如,用心理学中儿童的接受能力随时间变化的规律引进函数的概念,在讲过函数的表示法以后,用恩格尔系数——饮食消费占日常支出的比——与富裕程度的关系作为阶梯函数的例子;再如,用切线和速度引入导

数,用曲边梯形面积、变力作功引入定积分的概念。这样可以帮助学生一方面了解那些抽象的数学概念的来龙去脉,又了解数学与其他学科及实际的关系。

2. 本书在数学内容的选择与组织上,由于文科数学学时的限制,在必须精简的条件下,注意了学科的系统性。在表述上,基本概念和结论的陈述是确切的,对一些基本结论进行了论证,体现了数学的严格性和抽象性。在行文中,注意用一些简练的语句,揭示数学术语的特点,阐明一些数学的思想方法。在选修课的最后一章,还简单地介绍了数学方法论。这些有助于文科学生体会数学的逻辑思维以至数学思维方式,有助于学生将数学思维方式应用于有关人文问题的思考。

3. 在必修课程中,介绍了数学建模方法,概率统计初步以及一些古典的数学应用例子;在选修课程中,介绍了线性规划、信息论、控制论以及系统论。这些可以帮助文科学生了解数学的应用,从而有助于文科学生更全面地了解数学和科学对社会的推动作用。

正如前面所说,对于文科学生来说,数学的学习对于他们的成长有着重要的作用。一方面是由于逻辑思维以至于一般的数学思维方式对他们思考和研究问题有着不可替代的作用。另一方面,在现代化的社会中,数学及其应用对社会的推动作用不同于以往,有了巨大的进展。如果文科学生对此没有基本的了解,他们在工作中就有可能产生片面。本书的上述一些特点,有可能帮助提高文科学生在这方面的认识。因此我不揣冒昧地提出来,恳切希望文科大学生学好必要的数学,为成为国家栋梁之才加上一块不可缺少的基石。

严士健^①

2001 国庆于北京师范大学

^① 严士健,北京师范大学数学系教授,博士生导师。原中国数学会副理事长,概率统计学会理事长,国务院学位委员会数学评议组成员,原国家教委普通高校理科数学与力学教学指导委员会副主任委员。现任天元基金学术领导小组成员。

第一版前言

本书是教育部“高等师范教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材。全书分必修课程、限修课程和选修课程三个单元,可根据不同专业、不同学时的教学需要灵活选用。

数学与古代文明和现代文明息息相关。数学作为“研究现实世界的数量关系和空间形式的一门科学”,它一方面是科学乃至艺术的工具,一方面蕴含着看不见的数学精神。“数学是科学的皇后”,“数学是科学的语言”,“数学是思维的体操”,“数学是研究量化模式的科学”,“数学是一门技术”,“数学是现代高科技的基础和先导”,“数学是艺术”,“数学是用特殊符号写成的诗歌”,“数学是无声的音乐”,“数学是无跳动的舞蹈”,“数学是真、善、美的体现”,“数学是看不见的文化”……这些来自不同视角的对数学的各种评述,足以说明,数学无疑是对大学文科学生进行素质教育的必修科目。而教材是教师对学生实施素质教育的载体,这样的载体,应具有素质教育的功能。

本书力图从数学的实际背景出发,采取形式化与非形式化相结合的方式,简明扼要地介绍大学文科专业所需的基本数学知识;围绕主要数学概念、理论和方法,采取夹叙夹议的表述形式,一方面展现数学发生发展的来龙去脉,一方面有选择地保持数学作为强有力的科学语言所特有的形式化本质特征;在标题和行文中,言简意赅地或揭示数学的本质属性,或阐明具有启发意义的数学思想方法;列举了不少有趣的应用实例,其中包括在中小学教育中有应用价值的范例,相信将有助于激发学生的学习兴趣,强化学生的应用意识;通过对数学内容的辩证分析、典型数学史料的穿插融会、章末附设“数学家启示录”和专列“数学方法论简介”一章等形式,介绍数学与思维、数学与美学、数学与哲学、数学与文化、数学家品质与业绩等内容,渗透了数学的人文精神。

本书也希望追求以下特色:语言流畅,深入浅出,具有思想性、科学性、趣味性和内容伸缩性,以有利于教与学,也有利于对学生进行科学素质教育、文化素质教育和唯物辩证观的培养。

必修课程适合于 3 学时/周,一学期讲授,约 54 学时;必修课程和部分限修课程适合于 4 学时/周,一学期讲授,约 72 学时;全书大字部分适合于 5 学时/周,一学期讲授,约 90 学时(也可先后分别按 3 学时/周和 2 学时/周安排一学年);全书习题之外的小字部分和习题中加星号的部分供作教与学的参考,教师

可根据教学需要灵活处置。其中“数学方法论简介”一章可由学生自学,但教师应将其思想方法贯穿于数学内容的讲授之中。

本教材是为高师院校的文科专业编写的,但也适用于非师范院校的文科专业使用。

本书的编写分工是:山西师范大学张国楚第1、2章,朱友红第3章,李祎第4章,鲁正火第5章;汉中师范学院魏启恩第6章,张小红第8章,蔡秉衡第9章;陕西师范大学刘新平第7章,李三平第10章;四平师范学院刘银萍第11章;曲阜师范大学张召生、徐本顺第12章。

严士健教授、张莫宙教授和王昆扬教授参加了教材的组稿工作,又仔细审阅了教材样稿,提出了不少宝贵意见,最后由严士健教授主审并作序;高等教育出版社张忠月认真审校,积极组织出版;教育部师范司有关领导,山西省教育厅和山西师大的有关领导都给予了大力支持和帮助。在此对以上各位专家和有识之士表示真诚的谢意。

编写面向21世纪课程教材实非易事,我们虽然作了一些有益的尝试,也几经切磋和修改,但囿于作者的水平,不妥甚或错误之处也必定难免,希望专家与教师力斧匡正。

编者

2001年2月

第二版前言

面向 21 世纪课程教材——《大学文科数学》自 2001 年出版以来,因其新颖独特、适用性强,被众多各类高校连年选用,堪称幸事。期间,部分教师也提出了一些有益的修改建议,倍生感激。经多年应用实践,作者将原教材重新进行修订,其第二版已列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

为顺应我国高等院校文科专业培养高素质创新型人才的发展趋势,本教材进一步突出了文而兼理、选材适当、形式新颖、伸缩性强的特色,既可进行知识技能教育,又可进行文化素质教育,从而更适合于各类高校文科专业教学需要。作者主要在如下几个方面作了修订:

各章适当增加了一些习题;简化了推断统计中较繁难的陈述;调整了第一、二章中极限与函数的讲述顺序;删去了线性规划和数学方法论简介两章内容;在各章末附设了两个阅读材料,一是数学思想方法简介,二是数学家简介。其中数学思想方法简介是新增内容,叙述简明扼要、通俗易懂,并且联系各章数学内容作了例释,从而有助于文科学生在学习数学知识的同时,理解、掌握基本的数学思想方法。从素质教育的宗旨来考虑,这与学习数学知识同样重要。本教材分为必修和选修两篇内容,保持了教材的伸缩性,有利于不同学校、不同专业依据学时多少灵活选用。

本次修订工作主要由张国楚、王立冬负责。其中,第 1—3 章由张国楚完成,第 4—6 章由刘岗完成,第 7 章由于义良完成,第 8—10 章由王立冬完成;张国楚、徐本顺撰写了各章的数学思想方法简介。

本书承蒙王梓坤院士热情指导,欣然题词,这里谨致以最诚挚的谢意。同时,感谢高等教育出版社马丽、于丽娜、崔梅萍编辑为本书付出辛勤工作。

编写一本受历届师生欢迎的好教材实属不易,我们当尽绵薄之力。然而,由于水平所限,本次修订不可避免地会存在不当之处,诚望使用本教材的师生坦诚指正。

张国楚

2007 年 1 月

谨识于山西师范大学鸥香寓

目 录

第一篇 必修内容

第一章 微积分的基础和研究对象	3
§1 微积分的基础——集合、实数和极限	3
1.1 从牛顿的流数法和第二次数学危机谈起	3
1.2 极限、实数、集合在微积分中的作用	4
1.3 实数系的建立及邻域概念	5
§2 微积分的研究对象——函数	7
2.1 变量相依关系的数学模型——函数	8
2.2 逆向思维一例——反函数	10
2.3 基本初等函数	11
2.4 复合函数	13
2.5 初等函数的含义	14
2.6 MM 能力培养	15
阅读材料(1) 数学思想方法简介	18
悖论浅谈	18
阅读材料(2) 数学家简介	20
(一) 数学之神——阿基米德	20
(二) 双目失明的数学家——欧拉	21
习题一	22
第二章 微积分的直接基础——极限	24
§1 从阿基里斯追赶乌龟谈起——数列极限	25
1.1 数列的概念	25
1.2 数列极限的定性描述	26
1.3 数列极限的定量描述	27
*1.4 数列极限中蕴含的辩证思想	31
§2 函数极限	31
2.1 自变量 x 无限趋近于有限数 x_0 时的情形	31
*2.2 左极限和右极限	34

2.3	自变量 x 的绝对值无限增大时的情形	34
2.4	函数极限的性质	35
2.5	无穷大量与无穷小量	36
2.6	极限的四则运算	38
2.7	两个重要的极限公式	40
§3	极限应用的一个例子——连续函数	41
3.1	连续函数的概念	41
3.2	连续函数求极限的法则	43
3.3	初等函数的连续性	44
3.4	闭区间上连续函数的性质	46
	阅读材料(1) 数学思想方法简介	48
	数学思维	48
	阅读材料(2) 数学家简介	50
	我国古代伟大数学家——祖冲之	50
	习题二	51
第三章	变量变化速度与局部改变量估值问题——导数与微分	54
§1	函数的局部变化率——导数	55
1.1	抽象导数概念的两个现实原型	55
1.2	导数概念	57
*1.3	求导过程的哲学分析	60
*1.4	左导数和右导数	61
1.5	函数的连续性与可导性之间的关系	61
1.6	高阶导数的概念	62
§2	求导数的方法——法则与公式	63
2.1	求导法则	63
2.2	基本初等函数的求导公式	67
§3	局部改变量的估值问题——微分及其运算	69
3.1	微分	69
3.2	微分公式和法则	71
*3.3	微分在近似计算中的应用	72
	阅读材料(1) 数学思想方法简介	73
	数学抽象	73
	阅读材料(2) 数学家简介	75
	科学巨擘——牛顿	75
	习题三	78
第四章	导数的应用问题——洛必达法则、函数的性质和图像	80
§1	联结局部与整体的纽带——中值定理	80

1.1 费马定理	81
1.2 中值定理(拉格朗日)	82
§2 计算不定式极限的一般方法——洛必达法则	83
2.1 两个基本类型不定式	83
2.2 其他类型的不定式	85
§3 用导数研究函数的性质——单调性、极值和最大最小值	86
3.1 函数的单调性	86
3.2 函数的极值	87
3.3 函数的最大值和最小值	89
§4 利用导数研究函数的图像——曲线的绘制	91
4.1 曲线的弯曲方向——凹凸性	91
4.2 利用导数绘制函数的图像	91
阅读材料(1) 数学思想方法简介	94
数学构造法	94
阅读材料(2) 数学家简介	96
业余数学家之王——费马	96
习题四	97
第五章 微分的逆运算问题——不定积分	99
§1 逆向思维又一例——原函数与不定积分	99
1.1 原函数与不定积分的概念	99
1.2 基本积分公式	102
1.3 不定积分的线性运算法则	103
§2 矛盾转化法——换元积分法与分部积分法	104
2.1 换元积分法	104
2.2 分部积分法	109
阅读材料(1) 数学思想方法简介	111
关系映射反演方法	111
阅读材料(2) 数学家简介	112
符号大师——莱布尼茨	112
习题五	114
第六章 求总量的问题——定积分	115
§1 特殊和式的极限——定积分的概念	115
1.1 抽象定积分概念的两个现实原型	115
1.2 定积分的概念	117
1.3 求定积分过程中的辩证思维	118
1.4 可积条件	119
1.5 定积分的性质	119

§ 2 计算定积分的一般方法——微积分基本定理	121
2.1 微积分基本定理	122
2.2 定积分的换元积分法和分部积分法	123
§ 3 定积分的拓展——非正常积分	125
§ 4 定积分魅力的显示——在若干学科中的应用	126
4.1 微元法	127
4.2 在几何学中的应用	127
4.3 在物理学中的应用——变力作功	130
阅读材料(1) 数学思想方法简介	130
数学模型方法	130
阅读材料(2) 数学家简介	132
微积分学在中国的最早传播人——李善兰	132
习题六	133
第七章 偶然中蕴含必然的问题——概率统计初步	135
§ 1 研究偶然现象的基本元素——随机事件	136
1.1 随机现象及其描述	136
1.2 事件的关系及运算	137
§ 2 偶然中的必然——概率	139
2.1 概率的定义	139
2.2 条件概率	142
2.3 全概率公式和贝叶斯公式	145
§ 3 随机现象的函数化——随机变量	146
3.1 随机变量的概念	146
3.2 离散型随机变量	147
3.3 连续型随机变量	149
§ 4 随机现象平均特征的描述——期望值	155
4.1 期望值的概念	155
4.2 期望值的性质	157
§ 5 随机现象离散程度的描述——方差	157
5.1 方差的概念	157
5.2 标准差的概念	159
5.3 方差的性质	159
§ 6 收集、整理和分析数据的方法——统计	159
6.1 总体和样本	160
6.2 统计量和统计量的分布	161
§ 7 由部分刻画整体的方法——统计推断	162
7.1 参数估计	162

7.2 假设检验	163
* § 8 建立线性函数的实验方法——一元线性回归分析	164
8.1 一元线性回归方程的建立	165
8.2 回归方程的显著性研究	166
阅读材料(1) 数学思想方法简介	166
观察与实验	166
阅读材料(2) 数学家简介	169
早期研究平均值的科学家——帕斯卡	169
习题七	170

第二篇 选修内容

第八章 处理线性关系的数学问题——线性代数概述	175
§ 1 一种特殊数——行列式	176
1.1 行列式的定义	176
1.2 行列式的性质	178
§ 2 线性方程组的解法	181
2.1 克拉默法则	181
2.2 消元法	182
§ 3 应用广泛的数表——矩阵	185
3.1 矩阵的概念	185
3.2 矩阵的运算	185
3.3 矩阵的应用	190
阅读材料(1) 数学思想方法简介	192
数学美学方法	192
阅读材料(2) 数学家简介	195
数学王子——高斯	195
习题八	196
第九章 含变化率的方程问题——微分方程浅说	198
§ 1 微分方程初识——一般概念	199
1.1 例子	199
1.2 一般概念	200
1.3 微分方程及其解的几何解释	201
§ 2 特殊类型微分方程的解法——初等积分法	202
2.1 分离变量法	202
2.2 可化为变量分离方程的方程	204

2.3 一阶线性微分方程	206
§3 几个有趣的实例——若干应用模型	208
3.1 单种群模型与人口问题	208
3.2 遗体死亡年代测定问题	210
3.3 刑事侦察中死亡时间的鉴定问题	210
3.4 学习过程模型	211
阅读材料(1) 数学思想方法简介	211
数学推理和数学证明	211
阅读材料(2) 数学家简介	214
数学领域里的一座高耸的金字塔——拉格朗日	214
习题九	215
第十章 一元微积分的推广——二元微积分概要	216
§1 二元函数微积分的预备知识	216
1.1 解析几何的思想方法	217
1.2 空间直角坐标系	218
1.3 空间曲面与代数方程	220
1.4 空间曲线与代数方程	221
1.5 用代数方法研究二次曲面	222
§2 二元函数的极限与连续性	223
2.1 二元函数的概念	223
2.2 二元函数的极限	225
2.3 二元函数的连续性	226
§3 偏导数与全微分	226
3.1 偏导数及其计算	226
3.2 全微分	228
§4 复合函数微分法	229
§5 二元函数的极值	231
§6 二重积分的概念与计算	232
6.1 二重积分的概念与性质	232
6.2 二重积分的计算	234
阅读材料(1) 数学思想方法简介	237
数学与创造	237
阅读材料(2) 数学家简介	239
(一) 追求新几何的数学家——笛卡儿	239
(二) 自学成才的数学大师——华罗庚	240
习题十	242
附录一 习题参考答案	244

附录二 三个数表	253
(一) 标准正态分布函数值表	253
(二) χ^2 分布临界值表	255
(三) 相关系数临界值表	257
参考文献	258

第一篇

必修内容

