

高等学校文科教材

文科高等数学教程

上册

张国楚 徐本顺 主编

教育科学出版社

数学教程

上册

张国楚 徐本顺 主编

教育科学出版社

编 者

主 编 张 国 楚 徐 本 顺
副主编 姚 孟 臣 董 奎 哲
编 委 (以姓氏笔划为序)
于 义 良 王 立 冬
刘 新 平 邸 继 征
张 勤 海 蔡 秉 衡

文 科 高 等 数 学 教 程

上 册

张 国 楚 徐 本 顺 主 编

教育科学出版社出版(北京·北太平庄·北三环中路46号 邮编 100088)

新华书店北京发行所发行 唐山市胶印厂印装

开本 850×1168毫米 1/32 印张 12.375 字数 31万

1993年12月第1版 1996年6月第2次印刷

印数 4501 10500册

ISBN 7 5041 1319 0/G·1276

定价:14.00元

文而兼理
响应无穷

王梓坤

1993.10.

中国科学院院士王梓坤教授题词

序

传统观念总是认为,“高等数学”只是理工科学生的必修科目,而对文科学生来说,似乎既无必要,又很难进行教学.我们年轻时代在大学读书时,认识不少文科学生,他们都把学习高等数学视为畏途,而且认为数学对文科没有用处.当时国外情况也与此类似.

可是近三十年来,人们的观念发生了很大的变化.其一,人类世界开始进入信息时代和计算机日益普及的时代,高等数学作为强有力的量化技术,并且通过与计算机的使用相结合,已广泛而深入地渗透到文科特别是社会科学研究的各个领域;其二,数学因其对塑造人的文化素质以及对形成正确的宇宙观的特有作用,国内外学界已普遍认识到数学是人类文化的重要组成部分,并且在高等教育中占有特殊重要的地位.因而对高校文科学生讲授高等数学是很必要的.这也就是现今科技现代化国家的教育界提出“消灭数学盲的时代业已到来”的原因.

我国高教界对文科学生讲授“高等数学”的重要性也认识多年了,但一直苦于缺乏一部合用的教材.只是近几年来,通过一些有远见卓识的高校领导、数学教授和研究人员的共同努力,才在实践的基础上编着了《文科高等数学教程》(上、下册)这样一套较为适合文科类专业需要的数学教材.它的出版,对高校文科教学是一项贡献.

该教材首次试以“模式观”处理传统高等数学的素材,这是该书的特点之一.数学本是研究“量化模式”的科学——其对象为关系结构的量化模式.数学模式与文学典型等文科中的模型一样,就

其抽象概括过程而言,具有相似性,都是人们抽象思维的产物,都具有理想性、普适性,并以现实为背景,故有可应用性.通过该教材的教学,可启发文科学生理解数学的模式观,学习建模技巧,提高对模式的审美意识,将有助于深入理解诸如文艺模式等文科科学研究与应用中的模式的创作过程和评价功能,从而提高其处理问题的能力.

该教材较为有机地融入了现代数学哲学的观点,以典型数学史料为背景,对高等数学的主要概念和方法作了历史的、辩证的分析.这对培养文科学生的历史唯物观、自然辩证观和正确宇宙观,无疑是有益的.这是该教材的第二个特点.

该教材从文科专业的需要出发,比较恰当地取舍了高等数学内容,选编了一些与社会科学有关的例题和习题;既注意了数学自身的逻辑体系相对完整性的叙述,又通过一些有代表性的数学史料,介绍了某些数学概念和方法的发现创造过程,主要数学家的趣闻轶事,严谨的治学精神和科学的思维方法;以“专题简述”的形式介绍了有关数学思维、数学哲学、数学美学等涉及数学思想方法的基本内容;融入了作者们多年的教学经验和独特见解;采用了大字、小字、加注星号等不同层次的编排方法.因而,该教材在内容上文理渗透,在结构上新颖独特,具有知识性、思想性、科学性、趣味性和启迪性.这是该教材的第三个特点.

该教材摘有名言警句,及寓意隽永的诗句,与内容相配合,言简意赅,发人深思.文字较为流畅,并辅以插图,深入浅出,通俗易懂,具有一定的哲理性和鉴赏性,从而有助于进一步激发文科学生的学习兴趣.这是该教材的又一特点.

综而观之,该教材在内容和形式上,对袭用数十年的传统高等数学教材都有所突破,披阅之余,令人有耳目一新之感.它既可对学生进行知识技术教育,又可进行文化素质教育,是一部有创意的新型文科高等数学教材.

然而,该教材还存在某些应进一步探讨的地方.相信经过实践应用,会得到不断完善和丰富,成为更适合高校文科专业需要的好教材.

徐利治^①
1993年10月7日于
Winnipeg^② (加拿大)

① 徐利治教授系中国科学院数学研究所顾问,中国数学会组合数学与图论专业委员会主任,大连理工大学数学科学研究所名誉所长,博士生导师,《数学研究与评论》杂志主编.

② Winnipeg 温尼伯

前 言

当今世界科学技术的发展,呈现各门学科高度分化同时又高度综合的特征,我国改革开放驱动的社会大发展,又急需培养精文知理的应用型、复合型高级文科专门人才.近十余年来,一些有远见的高校领导、教育研究工作者和数学教师,亟力倡导在高校文科开设高等数学课,本教材的编者就是多年的实践者和推动者.大家在教学中遇到了两个问题:一是文科高等数学课的教学目的和意义是什么,二是如何针对文科专业的特点使文科数学教学更卓有成效.

经过多年教学探讨,我们认为,文科高等数学的教育功能主要有三点:知识技术教育功能、文化素质教育功能和塑造世界观的功能.这样的观点是我们实施教学的指导思想,也是我们编写《文科高等数学教程》(上、下册)的指导思想.这就较好地解决了第一个问题.

第二个问题涉及的因素较多,诸如教学内容、教学方法等,而核心的问题是教材问题.目前陈列于书橱案几的高等数学教材,可谓林林总总,争奇斗妍.然而,观其内容与形式之模式,却未脱单纯传授数学知识的传统窠臼.当然,这样的教材对理工科专业的教学已经或将继续发挥重要作用,但实践表明,这样的教材不宜照搬到文科专业去.

文科高等数学教材应该是有助于提高文科学生量化能力,进行数学知识技术教育的载体,也应该是有助于培养逻辑清晰、思考缜密、镇定坚毅、追求真理、崇善尚美等特质,进行文化素质教育和

塑造世界观的载体,并且要浅显易懂,兼具趣味性和鉴赏性.这是编者们的初衷.

我们尝试用“模式观”处理数学内容.数学模式是处理各种关系结构的量化模式,是理解、掌握和运用数学工具的最基本的方法.而且其产生的抽象过程及其普遍适用性,与政治、经济、历史、哲学、文学、艺术等领域中的特定模式有共通之处.以模式观处理教材,不仅有助于提高文科学生的量化能力,而且对学习文科专业知识和从事专业研究有借鉴和启迪作用.

我们从文科专业教学和社会科学研究的需要出发,对传统的微积分知识和其他内容作了删繁就简、避难从易的处理.选编了一些与社会学有关的例题和习题.以大字、小字和加注星号的方法,在无逻辑障碍的情况下,将不同层次的内容加以区分,以满足不同专业、不同学时的教学需要.以数学知识为主线,采用夹叙夹议与章末附设“专题简述”的形式,简要介绍了典型数学史料、有关数学家的生平轶事,以及数学模型、数学思维、数学哲学、数学美学等与数学思想方法有关的基本内容.对主要数学概念和方法作了历史的、辩证的分析.曲折跌宕的数学史是成才的一面镜子,内容丰富的数学思想方法是科学方法论和哲学研究的特殊范畴.将这些饶有趣味的素材以文理渗透和专题相辅的形式融入逻辑构建的高等数学教材中,不仅希冀引起文科学生学习数学的兴趣,使数学教学充满生机和活力,而且有助于对文科学生进行生动的逻辑思维训练、创造能力的培养、良好素质的提高、科学方法论的形成和正确世界观的塑造.

该教材引用了不少名言警句和经典之作的语摘,偶有耐人品味的诗句,相信会进一步引起读者的兴趣.

书中的史籍典故力求翔实可靠,学术观点多为学术界所公认.但“专题简述”中的个别观点尚无定论,属正常的学术争鸣,供教师讲授和学生阅读参考.

教材初稿在几所院校试讲后,约请侯晋川教授和魏暹菽教授审阅,并与李济英主任记者、鲁正火副教授、魏启恩先生等,一起参加了统稿会,提出了宝贵修改意见。

本教材撰稿分工是:张国楚副教授(山西师大)第1、2、4、6、7、8、9章,姚孟臣副教授(北京大学)第3、5章,蔡秉衡教授(汉中师院)第10章,王立冬副教授(四平师院)第11章,董奎哲教授(山东师大)第12、13章,张勤海副教授(山西师大)第14章,刘新平副教授(陕西师大)第15章,于义良副教授(山西师大)第16章,邸继征副教授(山西师大)第17章,徐本顺教授(曲阜师大)第18章,及全部专题简述。

山西师大、山西省教委,对本教材的形成和出版给予了积极支持和帮助。徐利治教授、王梓坤教授和张奠宙教授,多次以信谈和面谈的形式提出过具体建议和真知灼见。国家教委高教司文科处给予了热情鼓励和明确指导。徐利治教授乘国外讲学之隙为本书作序,王梓坤教授拨冗题词,张奠宙教授严格主审,《参考书目》中的诸多著述提供了有益的借鉴。杨晓琳编辑作了认真细致的审校工作。对以上关心、指导、厚爱本教材的单位和有识之士,以及有关著述的作者,谨致诚挚的谢意。

由于编者水平所限,又时间仓促,难免睽违编写教材的初衷。不合理、不恰当,甚或讹误疏漏之处也必定存在,企盼使用该教材的师生不吝指正。

编者

1993年11月

目 录

序	(1)
前言	(N)
第一章 集合·实数——微积分的基础	(1)
§ 1.1 西方新数学运动的宠儿——集合	(2)
1.1 集合概念	(2)
1.2 全集·空集·子集	(4)
1.3 集合的运算	(6)
§ 1.2 实数	(8)
2.1 毕达哥拉斯的“万物皆数”——有理数	(9)
2.2 数学之神——阿基米德	(11)
2.3 “万物皆数”的濒危——第一次数学危机	(13)
2.4 戴德金分割——系统引入无理数·实数的 完善	(14)
2.5 实数的性质	(16)
2.6 绝对值、区间和邻域	(18)
§ 1.3 实数与集合在微积分中的作用	(21)
3.1 “万物皆数”的复活——实数在微积分中的 作用	(21)
3.2 集合在微积分中的作用	(22)
专题简述(1) 悖论浅谈	(23)
思考题一	(28)

习题一	(28)
第二章 解析几何——数形结合的数学模型	(30)
§ 2.1 追求新几何的笛卡儿及其坐标几何的 思想方法	(31)
1.1 追求新几何的笛卡儿	(31)
1.2 坐标几何的基本思想、基本方法和基本观念	(34)
§ 2.2 空间解析几何的几个主要问题	(36)
2.1 有序数组与空间点相统一的特定数学结构 ——空间直角坐标系	(36)
2.2 空间曲面与代数方程	(39)
2.3 空间直线与代数方程	(43)
2.4 用代数方法研究常见二次曲面	(44)
§ 2.3 坐标系与空间概念的拓展	(49)
3.1 各种坐标系	(49)
3.2 空间概念的拓展	(49)
专题简述(2) 关系映射反演方法	(50)
思考题二	(56)
习题二	(56)
第三章 函数——变量相依关系的数学模型	(58)
§ 3.1 函数概念	(59)
1.1 常量与变量	(59)
1.2 函数概念	(60)
1.3 函数符号与双目失明的数学家——欧拉	(64)
1.4 函数的表示法	(65)
1.5 函数的一些基本性质	(67)
§ 3.2 初等函数	(69)
2.1 反函数	(69)
2.2 基本初等函数	(71)

2.3	复合函数	(75)
2.4	初等函数	(77)
§ 3.3	函数模型的构建	(78)
3.1	构建函数模型的步骤和方法	(78)
3.2	函数模型举例	(79)
专题简述(3)	数学模型方法	(85)
思考题三		(90)
习题三		(90)
第四章	极限——变量无限变化的数学模型	(94)
§ 4.1	数列极限	(95)
1.1	从阿基里斯追赶乌龟谈起——数列极限的概念	(95)
1.2	浅谈数列极限的哲学思想	(105)
1.3	对极限概念作出贡献的中外数学家	(107)
§ 4.2	函数极限	(110)
2.1	自变量 x 无限趋近于有限数 x_0 的情形	(110)
2.2	自变量 x 的绝对值无限增大时的情形	(116)
2.3	函数极限的性质	(118)
§ 4.3	无穷小量的性质	(119)
3.1	无穷小量	(119)
3.2	无穷小量的性质	(120)
3.3	无穷小量阶的比较	(121)
§ 4.4	极限的四则运算	(122)
§ 4.5	两个极限判定准则和两个重要极限公式	(126)
5.1	判定极限存在的两个准则	(126)
5.2	两个重要极限公式	(128)
§ 4.6	有限与无限是客观原型的抽象	(133)
专题简述(4)	数学思维(一)	(134)

思考题四	(139)
习题四	(139)
第五章 函数的连续性——变量连续变化的数学模型	(142)
§ 5.1 连续函数的概念	(143)
1.1 增量	(143)
1.2 连续函数的概念	(144)
1.3 函数的间断点	(146)
1.4 连续函数求极限的法则	(147)
§ 5.2 初等函数的连续性	(148)
2.1 连续函数的四则运算	(148)
2.2 反函数和复合函数的连续性	(148)
2.3 初等函数的连续性	(149)
§ 5.3 闭区间上连续函数的性质	(151)
3.1 闭区间上连续函数的性质	(151)
3.2 中学教师出身的数学家——外尔斯特拉斯	(153)
专题简述(5) 数学思维(二)	(155)
思考题五	(159)
习题五	(160)
第六章 导数与微分——变量变化快慢程度与计算变量	
改变量的数学模型	(162)
§ 6.1 导数概念	(163)
1.1 两个典型问题	(163)
1.2 导数的概念	(166)
1.3 求导数的辩证法	(171)
1.4 导数的力学意义和几何意义	(171)
1.5 左导数和右导数	(172)
1.6 函数的连续性与可导性之间的关系	(174)
1.7 高阶导数的概念	(174)

§ 6.2 求导法则和求导公式	(176)
2.1 求导法则	(176)
2.2 基本初等函数的求导公式	(184)
§ 6.3 微分及其运算	(188)
3.1 微分	(189)
3.2 微分公式和法则	(193)
* 3.3 微分在近似计算中的应用	(194)
§ 6.4 牛顿·牛顿的流数法和第二次数学危机	(196)
4.1 科学巨擘牛顿	(196)
4.2 牛顿的流数法和第二次数学危机	(202)
专题简述(6) 数学抽象	(204)
思考题六	(208)
习题六	(208)
第七章 中值定理·导数的应用	(211)
§ 7.1 微分中值定理	(212)
1.1 预备定理——费尔马定理	(212)
1.2 业余数学家之王——费尔马	(214)
1.3 中值定理的特例——罗尔定理	(215)
1.4 中值定理(拉格朗日)	(218)
1.5 中值定理的推广——柯西定理	(222)
§ 7.2 计算不定式的极限的一般方法——洛比塔 法则	(223)
2.1 $\frac{0}{0}$ 型不定式	(223)
2.2 $\frac{\infty}{\infty}$ 型不定式	(226)
2.3 其他类型的不定式	(227)
* § 7.3 利用高阶导数作函数的近似表达式——台劳 公式	(229)

§ 7.4 用导数研究函数的单调性、极值和最大、 最小值	(238)
4.1 函数的单调性	(238)
4.2 函数的极值	(240)
4.3 函数的最大值和最小值	(243)
* § 7.5 利用导数研究曲线的弯曲方向与函数图形的 作法	(248)
5.1 曲线的弯曲方向——凹凸性	(248)
5.2 利用导数作函数的图形	(252)
§ 7.6 导数在经济数量分析中的应用	(259)
6.1 经济学中的几个常用函数	(259)
6.2 函数的变化率——边际函数	(261)
6.3 函数的相对变化率——弹性函数	(262)
专题简述(7) 数学猜想	(264)
思考题七	(269)
习题七	(269)
第八章 不定积分——微分法的逆运算	(274)
§ 8.1 不定积分的概念和性质	(275)
1.1 牛顿的字谜·不定积分的概念	(275)
1.2 不定积分的性质	(278)
1.3 不定积分的几何意义	(278)
§ 8.2 基本积分公式和基本积分法	(279)
2.1 基本积分公式	(279)
2.2 基本积分法	(281)
§ 8.3 常用积分法——换元积分法和分部积分法	(283)
3.1 换元积分法	(283)
3.2 分部积分法	(290)
专题简述(8) 数学证明	(293)

思考题八	(298)
习题八	(298)
第九章 定积分——求总量的数学模型	(301)
§ 9.1 定积分的概念和性质	(302)
1.1 初等数学束手无策,高等数学迎刃而解的 两个典型求积问题	(302)
1.2 定积分的概念	(305)
1.3 求定积分过程中的辩证法	(308)
1.4 定积分存在定理	(309)
1.5 定积分的性质	(310)
§ 9.2 定积分的计算	(313)
2.1 数学史上的一项菁华:微积分基本定理—— 微分与积分的内在联系	(313)
2.2 计算定积分的巧妙方法:牛顿-莱布尼茨 公式	(315)
2.3 百科全书式的数学家——莱布尼茨	(319)
2.4 求定积分的换元积分法和分部积分法	(321)
§ 9.3 定积分的应用	(323)
3.1 建立求总量模型的简便方法——微元法	(324)
3.2 平面图形的面积	(325)
3.3 旋转体的体积	(328)
3.4 变力作功	(330)
3.5 经济学中的总量问题	(331)
§ 9.4 广义积分	(332)
4.1 无限区间上的积分	(332)
4.2 无界函数的积分	(334)
专题简述(9) 数学与美学	(336)
思考题九	(340)