



高等学校公共数学类“互联网+”规划教材

山东省优秀教材
山东省教学成果一等奖

高等数学简明教程

(第2版) (微课版)

主 编 李秀珍



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



高等学校公共数学类“互联网+”规划教材

山东省优秀教材
山东省教学成果一等奖

高等数学简明教程

(第2版)(微课版)

主 编 李秀珍
副主编 葛 倩 姚建丽
主 审 于永光



本书资源操作说明

北京邮电大学出版社
• 北京 •

前言

高等数学是大学理工科专业的必修课程,但根据专业不同,学生所需要学习的数学知识也不同.针对一些相对数学知识要求较低的专业,我们编写了本书的第1版,主要适用于一般普通高等院校开设高等数学课程的本、专科专业,也可作为自学教材使用.在编写时,我们坚持“保证基础,强调应用”的原则,力求在有限的时间里,向学生传授尽可能多的有用的数学知识,使学生对数学的基本特点、方法、思想、历史及其在社会与文化中的应用与地位有大致认识,获得合理的、适应未来发展需要的知识结构,为他们将来对数学的进一步了解与实际应用打下坚实的基础.

本书具有以下几个鲜明特点.

(1)对照中学数学新课程标准,注意两级教学的衔接.高中已学过的内容,采取复习的方式,不再详述,同时增加了一些中学新课标中删去而大学后继课程需要的内容.

(2)针对学时的要求,合理整合相关内容.一方面,基本保持了内容的系统性和完整性;另一方面,通过降低理论深度、合理安排知识结构来适应学时的要求.

(3)注重基本能力的培养.在内容的选择上,注重对学生基本概念、基本运算技能的培养,不追求过分复杂和繁难的计算.对于原理比较简单的近似计算等问题,放在相应章后面的数学实验中简单介绍.

(4)理论联系实际,强调数学的应用性.在例题的选择上,尽可能选择有实际背景的题目.大部分内容的后面,都增加了数学实验的内容,让学生在应用中来体验数学的魅力.

(5)强化学生对教材的阅读理解.在每节习题之前增设了“概念复习”,以促进与检验学生对基本概念、定理的理解.

(6)强化前后章的衔接.在每一章的最后增设了回顾与复习,给出了一系列的复习和预习问题.复习题供学生在新的一章开始之前复习本章学过的内容,预习题使学生熟悉已学过的相关知识,以便为后续章节的学习做好准备.

此次出版的第2版是在第1版的基础上,根据读者反馈的意见,结合教材的使用心得修订而成.在修订中,我们保留了原教材的结构和特色,同时注意吸收目前教材改革中一些新的成果.修订内容主要包括以下几个方面.

(1)为切实推动社会主义核心价值观进教材、进课堂、进学生的头脑,新版教材增加了课程思政的内容.

(2)根据后疫情时代的需求,为助力学生掌握重点内容,排解疑难问题,拓展学生的学习时空,在第1版教材基础上,每章进一步补充了重点、难点微课,使全书微课总量达到了100个,教材升级为“微课版”.

(3)为便于读者自我检测对基本概念、定理的理解和应用能力,查漏补缺,每章增设了自

测题.

本书共分 12 章,包括函数、极限与连续、一元微积分、常微分方程、向量与空间解析几何、多元函数微积分、级数及 MATLAB 应用等内容,每节后都附有练习题.

参加本书第 1 版编写的有李秀珍、葛倩、邱召友、于正文、许国、姚建丽、綦路、薛晶、吕秀敏等.第 2 版教材是山东省高等教育本科教学改革研究项目 M2020093 的成果之一.参加新版教材修订的有李秀珍、葛倩、姚建丽、吕秀敏、薛晶和徐雯雯等.北京交通大学的于永光教授对本书进行了认真、细致的审核,山东中医药大学的贾国燕副教授对课程思政部分的内容进行了指导修改,韩霞对全书的电子资源进行了梳理,在此一并表示衷心的感谢.

由于编者水平有限,新版书中存在的疏漏及不妥之处在所难免,敬请读者批评指正.

编 者
2020 年 11 月 30 日

CONTENTS 目录



第1章 函数 /1

第1节 预备知识 /1

- 一、区间 /1
- 二、绝对值和邻域 /2
- 习题 1-1 /3

第2节 函数的概念与性质 /4

- 一、函数的概念 /4
- 二、函数的几种特性 /7
- 习题 1-2 /9

第3节 初等函数 /10

- 一、幂函数 指数函数 三角函数 /10
- 二、对数函数和反三角函数 /11
- 三、复合函数 初等函数 /13
- 习题 1-3 /14

第4节 函数的参数方程 /15

- 一、函数的参数表示 /15
- 二、函数的极坐标表示 /16
- 习题 1-4 /17
- 回顾与预习 /18

第2章 极限与连续 /19

第1节 函数的极限 /19

- 一、自变量趋于有限值时函数的极限 /19
- 二、自变量趋于无穷大时函数的极限 /21
- 三、数列的极限 /22
- 四、函数极限的性质 /24
- 习题 2-1 /25

第2节 无穷小量与无穷大量 /26

- 一、无穷小量 /26
- 二、无穷大量 /27
- 习题 2-2 /28

第3节 极限的运算法则 /29

- 习题 2-3 /33

第4节 无穷小量的比较 /34

- 习题 2-4 /35

第5节 函数的连续性与间断点 /36

- 一、函数连续性的概念 /36
- 二、函数的间断点 /38
- 三、连续函数的运算与初等函数的连续性 /39
- 四、闭区间上连续函数的性质 /40
- 习题 2-5 /42

实验一 MATLAB 的基本用法 /42

一、MATLAB 软件简介	/42
二、MATLAB 的基本用法	/43
三、用 MATLAB 绘制二维图形	/46
四、极限的 MATLAB 实现	/47
实验题 1	/49
回顾与预习	/50

第3章 导数与微分 /51

第1节 导数的概念	/51
一、函数的变化率	/51
二、导数的定义	/53
三、导数的几何意义	/56
四、函数的可导性与连续性的关系	/56
习题 3-1	/57

第2节 函数的求导法则	/58
一、导数的四则运算法则	/58
二、反函数与复合函数的求导法则	/60
三、隐函数的导数	/64
四、由参数方程所确定的函数的导数	/65
习题 3-2	/66

第3节 高阶导数	/67
习题 3-3	/70

第4节 微分及其运算	/70
一、微分的定义	/70
二、微分的几何意义	/72
三、基本初等函数的微分公式及微分的运算法则	/72
四、微分应用举例	/73
习题 3-4	/75

实验二 导数的 MATLAB 实现	/76
一、导数的 MATLAB 实现	/76
二、数值微分	/79
实验题 2	/80

回顾与预习	/80
-------	-----

第4章 微分中值定理与导数的应用 /82

第1节 微分中值定理	/82
一、罗尔定理	/82
二、拉格朗日中值定理	/83
三、柯西中值定理	/84
习题 4-1	/85

第2节 洛必达法则	/86
一、 $\frac{0}{0}$ 与 $\frac{\infty}{\infty}$ 型未定式	/86
二、其他未定式	/88
习题 4-2	/90

* 第3节 泰勒公式	/90
一、泰勒公式	/90
二、函数的泰勒展开式举例	/92
习题 4-3	/93

第4节 函数的单调性与曲线的凹凸性 /94

一、函数单调性的判别	/94
二、曲线的凹凸性与拐点	/95
三、函数图形的描绘	/97
习题 4-4	/99

第5节 函数的极值、最大值与最小值	/100
一、函数的极值及其求法	/100
二、函数的最大值与最小值问题	/102
习题 4-5	/104

实验三 导数应用的 MATLAB 实现	/105
一、MATLAB 自定义函数	/105
二、代数方程求解	/105
三、泰勒多项式	/109

四、最值	/111
实验题 3	/112
回顾与预习	/112

第 5 章 不定积分 /114

第 1 节 不定积分的概念与性质	/114
一、原函数与不定积分的概念	/114
二、基本积分表	/116
三、不定积分的基本性质	/117
习题 5-1	/119

第 2 节 换元积分法	/120
一、第一换元积分法(凑微分法)	/120
二、第二换元积分法	/124
习题 5-2	/128

第 3 节 分部积分法	/129
习题 5-3	/132

第 4 节 有理函数的不定积分	/132
一、有理函数的分解	/132
二、有理函数的不定积分	/134
* 三、可化为有理函数的不定积分	/135
习题 5-4	/137

第 5 节 积分表的使用	/137
习题 5-5	/139
回顾与预习	/139

第 6 章 定积分 /140

第 1 节 定积分的概念与性质	/140
一、定积分的概念	/140
二、定积分的性质	/143
习题 6-1	/145

第 2 节 微积分基本公式	/146
一、积分上限的函数及其导数	/146
二、牛顿-莱布尼茨公式	/147
习题 6-2	/149

第 3 节 定积分的计算方法	/149
一、定积分的换元积分法	/150
二、定积分的分部积分法	/153
习题 6-3	/154

第 4 节 反常积分	/155
一、无穷限的反常积分	/155
二、无界函数的反常积分	/157
习题 6-4	/159
回顾与预习	/159

第 7 章 定积分的应用 /161

第 1 节 定积分在几何中的应用举例	/161
一、定积分的元素法	/161
二、平面图形的面积	/162
三、体积	/164
四、平面曲线的弧长	/166
习题 7-1	/168

第 2 节 定积分在物理学中的应用举例	/168
一、变力沿直线所做的功	/168
* 二、水压力	/169
习题 7-2	/171

第 3 节 定积分在经济中的应用举例	/171
一、已知边际函数求总量函数	/171
二、已知总产量的变化率求总产量	/172
三、其他应用	/173
习题 7-3	/174

实验四 一元函数积分的 MATLAB

实现 /175

一、一元函数积分的 MATLAB 实现 /175

二、应用举例 /175

三、数值积分 /177

实验题 4 /179

回顾与预习 /180

第 8 章 微分方程 /181

第 1 节 微分方程的基本概念 /181

习题 8-1 /184

第 2 节 一阶微分方程及其解法 /184

一、可分离变量的微分方程 /184

二、齐次方程 /186

三、一阶线性微分方程 /188

习题 8-2 /189

第 3 节 可降阶的高阶微分方程 /190

一、 $y^{(n)}=f(x)$ 型的微分方程 /190

二、 $y''=f(x, y')$ 型的微分方程 /191

三、 $y''=f(y, y')$ 型的微分方程 /192

习题 8-3 /193

第 4 节 二阶线性微分方程 /194

一、二阶线性微分方程解的结构 /194

二、二阶常系数齐次线性微分方程 /195

三、二阶常系数非齐次线性微分方程 /197

习题 8-4 /199

实验五 微分方程求解的 MATLAB

实现 /199

一、微分方程的求解 /199

二、应用举例 /200

实验题 5 /202

回顾与预习 /202

第 9 章 向量与空间解析几何 /204

第 1 节 空间直角坐标系与向量 /204

一、空间直角坐标系 /204

二、向量及其线性运算 /205

三、向量的坐标表示 /207

习题 9-1 /209

第 2 节 数量积与向量积 /210

一、行列式简介 /210

二、数量积(点积) /211

三、向量积(叉积) /212

习题 9-2 /214

第 3 节 平面与直线 /214

一、平面及其方程 /214

二、空间直线及其方程 /216

习题 9-3 /219

第 4 节 曲面与空间曲线 /219

一、曲面方程的概念 /219

二、旋转曲面 /220

三、柱面 /221

四、二次曲面 /222

五、空间曲线 /223

习题 9-4 /224

实验六 MATLAB 绘图 /225

一、用 MATLAB 绘制三维图形 /225

二、利用 MATLAB 判断空间直线的
相关位置 /226

三、利用 MATLAB 演示旋转曲面的形
成过程 /227

实验题 6 /228

回顾与预习 /228

第 10 章 多元函数微分法及其应用 /230

第 1 节 多元函数的基本概念 /230

- 一、区域 /230
- 二、多元函数的概念 /231
- 三、多元函数的极限与连续 /232
- 习题 10-1 /235

第 2 节 偏导数与全微分 /235

- 一、偏导数的定义及其算法 /235
- 二、高阶偏导数 /237
- 三、全微分 /238
- 习题 10-2 /241

第 3 节 多元复合函数与隐函数的偏导数 /241

- 一、多元复合函数的偏导数 /241
- 二、隐函数的求导公式 /244
- 习题 10-3 /245

* 第 4 节 方向导数与梯度 /246

- 一、方向导数 /246
- 二、梯度 /247
- 习题 10-4 /249

第 5 节 多元函数微分学的几何应用 /249

- 一、一元向量值函数及其导数 /249
- 二、空间曲线的切线与法平面 /250
- 三、曲面的切平面与法线 /251
- 习题 10-5 /253

第 6 节 多元函数的极值与条件极值 /253

- 一、多元函数的极值及最大值、最小值 /253
- 二、条件极值 /256
- 习题 10-6 /257

实验七 多元函数微分的 MATLAB 实现 /258

- 一、偏导数与全微分的 MATLAB 实现 /258
- 二、多变量函数极值的 MATLAB 实现 /259
- 三、应用举例 /261
- 实验题 7 /262
- 回顾与预习 /263

第 11 章 多元函数积分法及其应用 /264

第 1 节 二重积分的概念及计算 /264

- 一、二重积分的概念及性质 /264
- 二、二重积分的计算方法 /267
- 习题 11-1 /273

第 2 节 二重积分的应用举例 /275

- 一、曲面的面积 /275
- 二、平面薄片的质心和转动惯量 /277
- 习题 11-2 /279

第 3 节 三重积分 /279

- 一、直角坐标系下的三重积分 /279
- 二、柱面坐标系下的三重积分 /282
- * 三、利用球面坐标计算三重积分 /283
- 习题 11-3 /284

* 第 4 节 曲线积分 /285

- 一、对弧长的曲线积分 /285
- 二、对坐标的曲线积分 /288
- 三、格林公式 平面上曲线积分与路径无关的条件 /291
- 习题 11-4 /293

* 第 5 节 曲面积分 /294

- 一、对面积的曲面积分 /294
- 二、对坐标的曲面积分 /296

习题 11-5 /299

实验八 重积分的 MATLAB 实现 /300

一、利用 MATLAB 求重积分 /300

二、二重积分的数值求解 /301

三、应用举例 /301

实验题 8 /302

回顾与预习 /302

第 12 章 无穷级数 /304

第 1 节 常数项级数的概念与性质 /304

一、常数项级数的概念 /304

二、收敛级数的基本性质 /306

习题 12-1 /308

第 2 节 正项级数 /309

一、比较审敛法 /310

二、比值审敛法 /312

习题 12-2 /313

第 3 节 任意项级数 /314

一、交错级数及其审敛法 /314

二、绝对收敛与条件收敛 /314

习题 12-3 /316

第 4 节 幂级数 /316

一、幂级数的收敛半径 /317

二、幂级数的性质 /319

习题 12-4 /321

第 5 节 函数展开成幂级数 /321

一、泰勒级数 /321

二、函数展开成幂级数举例 /322

习题 12-5 /324

第 6 节 傅里叶级数 /325

一、三角级数 三角函数系的正交性 /325

二、周期函数的傅里叶级数 /325

习题 12-6 /330

实验九 无穷级数的 MATLAB 实现 /331

一、级数求和的 MATLAB 实现 /331

二、函数展开成幂级数的 MATLAB
实现 /332

三、应用举例 /332

实验题 9 /333

本章回顾 /333