

高等学校工程专科成人教育教材

高等 数学

(上册)

同济大学 西北工业大学等六所院校 合编

主编 张永曙 刘浩荣

高等教育出版社

高等学校工程专科成人教育教材

高等数学

上册

同济大学 西北工业大学等六所院校 合编

主编 张永曙 刘浩荣

编者 刘浩荣 袁美月

王作英 吴群

苏金熙 徐敏

张永曙 倚朝晖

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

高等数学 上册/张永曙,刘浩荣主编. - 北京:高等教育出版社,1998.6(2002 重印)

ISBN 7-04-006404-9

I. 高… II. ①张…②刘… III. 高等数学 IV. 013

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 01347 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010 - 64014048		http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 国防工业出版社

开 本	850×1168 1/32	版 次	1998 年 6 月第 1 版
印 张	16.25	印 次	2002 年 8 月第 4 次印刷
字 数	420 000	定 价	17.00 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书是根据高等学校工程专科成人教育的教学要求,在基础理论教学中“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则,参照普通高等院校成人教育研究会数学学科委员会 1993 年修订的“成人高等教育工科类各专业专科高等数学课程教学基本要求”编写的.全书分上、下两册.上册内容是“函数、极限、连续”,“一元函数微分学”和“一元函数积分学”,书末还有积分表、初等数学中的常用公式及某些常用的曲线方程及其图形等附录.

本书融教材与学习指导书为一体,便于函授、自学,可作为成人高等教育工科类专科函授教材,也可作为职教、夜大、电大、业余大学专科及专科自学考试教材或参考书.

前 言

为适应我国高等工科类专科成人教育迅速发展的形势需要,由同济大学、西北工业大学等六所院校合编了这套专科《高等数学》教材.全书分上、下两册.上册包括“函数、极限、连续”,“一元函数微分学”,“一元函数积分学”;下册包括“向量代数与空间解析几何”,“多元函数微积分”,“无穷级数”和“微分方程”等.全书分八篇共二十章.

本书把教材内容 with 学习指导融为一体.具有以下三方面的特色:

1. 内容的深广度符合成人高等工科类专科高等数学课程的教学基本要求.本教材是根据高等学校工程专科成人教育的教学要求,在基础理论教学中“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则,参照普通高等院校成人教育研究会数学学科委员会 1993 年修订的“成人高等教育工科类各专业专科《高等数学》课程教学基本要求”编写的.在内容的选取上,除保证必要的数学系统性外,尽量考虑专科的要求并注意应用性和针对性.例如,在极限部分,考虑到专科教学中着重用到的是数列的极限,因此适当地加强数列极限,比较完整地介绍了数列极限的有关理论和运算法则,而对于函数的极限,则适当地降低了某些内容的严密论证,只当作数列极限的推广情形来介绍.又如,为了加强内容的应用性和针对性,以适应社会主义市场经济的需要,在不增加基本内容的前提下,在求一元或多元函数的最大(小)值部分,给出了经济决策中应用的例题或习题.为照顾某些专业的特殊需要,也编入了少量超出“基本要求”的内容,并以 * 标记,供有关专业选用.

2. 具有鲜明的工科类教材的特色.主要体现在以下几个方

面：

(1) 在保证数学概念的准确性及基本理论的完整性原则下, 尽量借助空间几何图形的直观性, 力求使抽象的数学概念形象化, 对于某些理论的证明或推导, 不过于追求数学的严密性.

(2) 充分注意工科类专业专科的教学要求, 侧重培养学生掌握计算方法和解题能力. 为此, 对某些内容体系的安排, 作了一些新的尝试. 例如, 把“复合函数的极限法则”从“函数的连续性”一章中提前到“函数极限的四则运算法则”之后, 以利于运用法则扩充求极限的习题的类型, 对求某些简单的复合函数的极限给出了一定的理论依据(不证). 到后面讲连续函数的运算性质时, 再把它与前面的内容联系起来.

(3) 注意理论与实际相结合, 尽量按辩证唯物论的认识论: “实践——认识——实践”的认识过程编写, 做到由特殊到一般, 再由一般回到特殊. 引进重要的数学概念和定理时, 尽量从实际问题入手, 经过抽象给出数学定义, 并介绍有关性质和计算方法, 再用它们去解决问题.

3. 具有便于函授、自学的特色. 教材中除力求做到具有文字通顺, 由浅入深, 突出重点, 难点分散, 例题较多, “台阶”较小等特点外, 还在每章末附有“学习指导”, 它包括三部分内容: 一、学习本章的基本要求及重点; 二、学习中应注意的几个问题; 三、解题方法小结与例题分析. 此外, 在每节后配备了适量的习题, 在每章末配有包括普通类型和标准化类型的复习练习题, 并附有答案或提示, 便于自学者核对. 为了及时检查自学效果, 还按阶段选配了测验作业题. 为便于读者自学, 本书章节的划分一般都比较短, 内容相对独立.

考虑到成人教育的实际情况, 学生查找资料不便, 本书在上册末还附有积分表、初等数学中的常用公式及某些常用的曲线方程及其图形, 以方便自学者查找.

参加本书编写的有: 同济大学刘浩荣(第一篇)、吴群(第四

篇),武汉水利电力大学袁美月(第二篇),武汉测绘科技大学王作英(第三篇),武汉交通科技大学苏金熙(第五篇),长沙铁道学院徐敏(第六篇),西北工业大学张永曙、倚朝晖(第七、八篇).由张永曙教授、刘浩荣教授任主编,负责总体规划,制定编写提纲,反复修改统稿,从事文字润色等工作.本书是六所兄弟院校参编者通力协作和集思广益的成果.它除可作为成人教育高等工科类专科函授教材外,也可供高等专科工科类各专业作为高等数学课程的教材或参考书.

本书在编写中,主要参考了张永曙主编的《高等数学》(上、下册)及《高等数学学习指导书》(西北工业大学出版社,1994年),同时也参考了一些院校的有关教材.在统稿及出版过程中,得到了高等教育出版社副总编张爱和编审的指导 and 帮助,也得到了各位编者所在院校有关领导的大力支持.特别是本书初稿经北京航空航天大学徐兵教授详细审阅,并提出了许多宝贵意见.在此,我们一并表示衷心的感谢.

由于编者水平所限,书中难免有不少缺点或错误,恳请各位读者批评指正.

编 者

1997年6月

本书所用符号的说明

1. 按中华人民共和国国家标准,关于“物理科学和技术中使用的数学符号”的规定,某些三角函数和反三角函数的符号与习惯用法有所改变.例如,“ x 的正切”记作 $\tan x$;“ x 的余切”记作 $\cot x$;“ x 的反正切”记作 $\arctan x$;“ x 的反余切”记作 $\operatorname{arccot} x$,等等.本书中均按国际规定使用这些符号.

2. 本书中除用英文字母外,还较多地用到希腊字母.现将希腊字母表附上,方便读者使用.

希腊字母表

字	母	读 音	中文发音
A	α	Alpha	阿尔法
B	β	Beta	贝他
Γ	γ	Gamma	嘎玛
Δ	δ	Delta	德尔他
E	ϵ	Epsilon	唉普西弄
Z	ζ	Zeta	绥他
H	η	Eta	唉他
Θ	θ	Theta	斯伊他
I	ι	Iota	优他
K	κ	Kappa	卡怕
Λ	λ	Lambda	兰姆大
M	μ	Mu	米优
N	ν	Nu	泥优
Ξ	ξ	Xi	刻斯伊
O	o	Omicron	欧迷刻弄
Π	π	Pi	派爱
P	ρ	Rho	漏
Σ	σ	Sigma	西格玛
T	τ	Tau	套
Υ	υ	Upsilon	伊普西弄
Φ	φ	Phi	夫爱
X	χ	Chi	气
Ψ	ψ	Psi	普斯伊
Ω	ω	Omega	欧米嘎

目 录

第一篇 函数、极限、连续

第一章 函数	1
§ 1.1 常量和变量、区间、绝对值和邻域	1
一、常量和变量	1
二、区间、绝对值和邻域	2
习题 1-1	8
§ 1.2 函数的概念及其表示法	8
一、函数的概念	8
二、函数的表示法	13
三、分段函数	15
习题 1-2	18
§ 1.3 函数的某些特性	20
一、函数的有界性	20
二、函数的单调性	20
三、函数的奇偶性	22
四、函数的周期性	24
习题 1-3	25
§ 1.4 反函数与复合函数	26
一、反函数	26
二、复合函数	29
习题 1-4	33
§ 1.5 基本初等函数与初等函数	34
一、基本初等函数	34
二、初等函数	40
习题 1-5	40
§ 1.6 建立函数关系式举例	41

习题 1-6	44
学习指导(一)	46
复习练习题(一)	56
第二章 极限	61
§ 2.1 数列的极限	61
一、数列的概念及性质	61
二、数列的极限	64
三、收敛数列的有界性	69
习题 2-1	70
§ 2.2 数列极限的存在准则及四则运算法则	71
一、数列极限的存在准则	71
二、数列极限的四则运算法则	74
习题 2-2	79
§ 2.3 函数的极限	80
一、当自变量 $x \rightarrow \infty$ 时函数 $f(x)$ 的极限	80
二、当自变量 $x \rightarrow x_0$ 时函数 $f(x)$ 的极限	83
三、函数的左、右极限	87
习题 2-3	89
§ 2.4 函数极限的运算法则与函数极限的性质	90
一、函数极限的四则运算法则	90
二、复合函数的极限法则	93
三、函数极限的性质	95
习题 2-4	96
§ 2.5 函数极限的存在准则及两个重要极限	97
一、函数极限存在的夹逼准则	97
二、两个重要极限	98
习题 2-5	105
§ 2.6 无穷大与无穷小	106
一、无穷大	106
二、无穷小	108
三、无穷大与无穷小之间的关系	109
四、具有极限的函数与无穷小的关系	110

五、无穷小的性质	111
六、无穷小的比较	112
习题 2-6	116
学习指导(二)	117
复习练习题(二)	130
第三章 函数的连续性	134
§ 3.1 函数的连续性与间断点	134
一、函数的连续性概念	134
二、函数的间断点及其分类	139
习题 3-1	143
§ 3.2 连续函数的运算与初等函数的连续性	144
一、连续函数的和、差、积、商的连续性	144
二、反函数的连续性	145
三、复合函数的连续性	146
四、初等函数的连续性	147
习题 3-2	149
§ 3.3 闭区间上连续函数的性质	150
习题 3-3	153
学习指导(三)	153
复习练习题(三)	160
测验作业题(一)	163

第二篇 一元函数微分学

第四章 函数的导数	166
§ 4.1 导数的概念	166
一、变化率问题举例	166
二、导数的定义	169
三、导数的几何意义	175
四、左导数与右导数	177
五、函数的可导性与连续性之间的关系	179
习题 4-1	180
§ 4.2 函数的求导法则及基本导数公式	181

一、函数的和、差、积、商的求导法则	182
二、反函数的求导法则	186
三、复合函数的求导法则	189
习题 4-2	194
§ 4.3 初等函数的导数及分段函数求导举例	195
一、初等函数的导数	195
二、分段函数求导举例	199
习题 4-3	200
§ 4.4 高阶导数	202
习题 4-4	205
§ 4.5 由方程确定的隐函数及由参数方程所确定的 函数的导数	206
一、由方程确定的隐函数的求导方法	206
二、对数求导法	210
三、由参数方程所确定的函数及其求导方法	211
习题 4-5	215
学习指导(四)	216
复习练习题(四)	225
第五章 函数的微分	230
§ 5.1 函数的微分概念	230
一、引例	230
二、微分的定义	231
三、函数的微分与导数之间的关系	231
四、微分的几何意义	233
习题 5-1	234
§ 5.2 基本初等函数的微分公式及微分运算法则	235
一、基本初等函数的微分公式	235
二、函数的和、差、积、商的微分法则	236
三、复合函数的微分法则——微分形式不变性	238
习题 5-2	239
§ 5.3 微分在近似计算中的应用	240
一、计算函数的增量及函数值的近似值	240

二、误差估计	243
习题 5-3	244
学习指导(五)	245
复习练习题(五)	250
测验作业题(二)	251
第六章 中值定理与洛必达法则	253
§ 6.1 中值定理	253
一、罗尔(Rolle)中值定理(简称罗尔定理)	253
二、拉格朗日(Lagrange)中值定理	256
三、柯西(Cauchy)中值定理	261
四、泰勒(Taylor)中值定理	263
习题 6-1	268
§ 6.2 洛必达(L'Hospital)法则	269
一、 $\frac{0}{0}$ 型未定式	269
二、 $\frac{\infty}{\infty}$ 型未定式	271
三、其它类型的未定式	272
四、关于使用洛必达法则的说明	274
习题 6-2	276
学习指导(六)	276
复习练习题(六)	281
第七章 导数的应用	283
§ 7.1 函数的单调增减性的判别法	283
一、函数的单调增减性与导数符号的关系	283
二、函数的单调增减性的判别法	284
三、利用函数的单调增减性证明不等式举例	287
习题 7-1	288
§ 7.2 函数的极值及其求法	289
一、函数极值的概念	289
二、函数极值的求法	290
习题 7-2	295
§ 7.3 函数的最大值和最小值及其应用	296

一、在闭区间上连续函数的最大值与最小值的求法·····	296
二、求实际问题中函数的最大值与最小值举例·····	297
习题 7-3 ·····	301
§ 7.4 曲线的凹凸性及拐点·····	302
一、曲线的凹凸性·····	303
二、曲线的拐点及其求法·····	305
习题 7-4 ·····	306
§ 7.5 函数图形的描绘·····	307
一、曲线的渐近线·····	307
二、函数图形的描绘·····	309
习题 7-5 ·····	311
§ 7.6 弧长的微分与*曲率 ·····	312
一、弧长的微分·····	312
* 二、曲率的概念及其计算公式·····	314
* 三、曲率半径与曲率圆·····	318
* 习题 7-6 ·····	320
学习指导(七) ·····	320
复习练习题(七) ·····	330
测验作业题(三) ·····	332

第三篇 一元函数积分学

第八章 不定积分·····	333
§ 8.1 原函数与不定积分的概念·····	333
一、原函数的概念·····	333
二、不定积分的定义·····	335
三、不定积分的几何意义·····	336
四、不定积分的性质·····	337
五、基本积分公式·····	339
六、直接积分法·····	341
习题 8-1 ·····	343
§ 8.2 换元积分法·····	345

一、第一类换元法(凑微分法)·····	345
习题 8-2(1) ·····	352
二、第二类换元法·····	353
习题 8-2(2) ·····	359
§ 8.3 分部积分法·····	360
习题 8-3 ·····	365
§ 8.4 有理函数及三角函数有理式的积分·····	366
一、有理函数的积分·····	366
二、三角函数有理式的积分·····	373
习题 8-4 ·····	375
学习指导(八) ·····	376
复习练习题(八) ·····	385
测验作业题(四) ·····	388
第九章 定积分 ·····	389
§ 9.1 定积分的概念·····	389
一、引例·····	389
二、定积分的定义·····	393
三、定积分的几何意义·····	396
习题 9-1 ·····	397
§ 9.2 定积分的性质·····	398
习题 9-2 ·····	402
§ 9.3 牛顿(Newton)—莱布尼茨(Leibniz)公式 ·····	403
一、积分上限的函数及其导数·····	403
二、牛顿—莱布尼茨公式·····	406
习题 9-3 ·····	408
§ 9.4 定积分的换元积分法与分部积分法·····	409
一、定积分的换元积分法·····	410
习题 9-4(1) ·····	414
二、定积分的分部积分法·····	415
习题 9-4(2) ·····	418
§ 9.5 定积分的近似计算·····	419
一、矩形法·····	419

二、梯形法	420
三、抛物线法	421
习题 9-5	425
§ 9.6 广义积分	426
一、无穷区间上的广义积分	426
二、无界函数的广义积分	429
习题 9-6	431
学习指导(九)	432
复习练习题(九)	443
第十章 定积分的应用	447
§ 10.1 定积分的元素法	447
§ 10.2 平面图形的面积	449
一、直角坐标系中的面积公式	449
二、极坐标系中的面积公式	454
习题 10-2	457
§ 10.3 某些特殊立体的体积	457
一、旋转体的体积	457
二、平行截面面积为已知的立体的体积	461
习题 10-3	463
§ 10.4 平面曲线的弧长	464
一、直角坐标方程的情形	464
二、参数方程的情形	465
三、极坐标方程的情形	465
习题 10-4	466
§ 10.5 定积分在物理上的应用	467
一、变力所作的功	467
二、水压力	470
习题 10-5	471
学习指导(十)	472
复习练习题(十)	481
测验作业题(五)	483
附录一 积分表	485

附录二	初等数学中的常用公式	495
附录三	某些常用的曲线方程及其图形	499