

高等职业教育 计算机专业系列教材
计算机网络

计算机 应用数学(上)

■ 主编 吴大裕



重庆大学出版社

高等职业教育 计算机软件专业系列教材
计算机网络

JISUANJI YINGYONG SHUXUE SHANG

计 算 机 应用数学(上)

主 编 吴大裕

副主编 段正敏

参 编 周昌明



重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是为高等专科学校、高等职业学院计算机专业的高等数学课所编写的教材。本书依照教育部颁布的高专、高职高等数学课的教学大纲,根据教育部关于《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革研究计划》的通知精神,并结合作者多年为计算机专业学生讲授高等数学所积累的教学经验编写而成。本书遵循“理论够用,注重实训”的原则,着重介绍高等数学的基础部分的主要内容,共分 7 章,内容包括:函数、极限、连续、导数与微分、中值定理与导数的应用、不定积分、定积分及其应用、常微分方程。

本书也适用于高专、高职和成人教育各相关专业。

图书在版编目(CIP)数据

计算机应用数学,上/吴大裕编. —重庆:重庆大学出版社,2004.9

(高等职业教育计算机软件·计算机网络专业系列教材)

ISBN 7-5624-3003-9

I. 计... II. 吴... III. 电子计算机—应用数学—高等学校;技术学校—教材 IV. TP301.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 093619 号

计算机软件
高等职业教育 专业系列教材
计算机网络

计算机应用数学(上)

主 编 吴大裕

责任编辑:陈 果 版式设计:吴庆渝

责任校对:何建云 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023)65102378 65105781

传真:(023)65103686 65105565

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14 字数:306 千

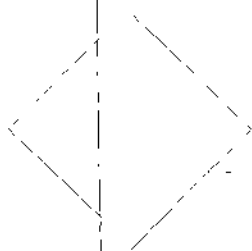
2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5624-3003-9/TP·438 定价:18.50 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究



序

高等职业教育具有“高等”和“职业”的双重特征,其目标是培养生产、建设、管理、服务第一线需要的高等技术应用型专门人才,是世界教育发展的共同趋势。近年来,我国高等教育的结构改革极大促进了高等职业教育事业的发展,高等职业教育已成为我国高等教育的重要组成部分。

为了适应我国高等教育的改革,进一步满足高等职业教育计算机软件计算机网络专业的教学及学科建设的需要,在全国各高等职业技术学院的支持下,重庆大学出版社采取学校、企业合作的形式,在全国十余所高等职业技术学院及企业(武汉职业技术学院、邢台职业技术学院、南昌工程学院、昆明冶金高等专科学校、重庆电子职业技术学院、重庆正大软件技术学院、重庆正大软件有限公司等)计算机相关专业的专家、学者中成立了编委会,并组建了一批具有丰富教学和实践经验的“双师型”作者队伍,力求编写出一套适合高等职业教育特点的高质量系列教材。

教学与生产相结合,理论和实践相结合,学校和社会相结合是高等职业教育的生命线;以技术应用能力和职业素质为主线来设计教学体系是高等职业教育教学改革的方向。依据高等职业教育的发展方向,本系列教材将强调理论知识的应用;注重基本能力、专业能力、综合能力及其技能的培养作为编写宗旨。

本系列教材将计算机与信息技术行业的标准及其技术岗位的需求作为组织编写的依据;在保证理论够用的基础上,根据产业结构、技术岗位体系以及职业岗位能力的要求组织理论和实训教材,并将职业教育的教学模式和方法融入其中。为了便于教学,今后将进一步建立学习资源网站,开

发立体化教材。

本系列教材特点如下:

1. 以培养计算机网络、软件应用型人才为目标,遵循教育规律,系列教材的各分册相互衔接,并具有相关性和独立性。

2. 教材编写模块化。即将两个专业各自划分为若干模块,他们既共同拥有共享的基础模块,又各自拥有一定选择余地的专业模块。各门专业课程教材均可以一条逐步深化的主线将教学贯穿于学生学习的始终,形成“基础”、“提高”和“应用”3个层次的分阶段教学模式,学生在不断提高应用水平后可以直接承揽工程。

本系列教材的体系结构如下:

通用模块	基础模块	计算机专业英语	* 计算机应用数学(上)	计算机应用电子技术
		* 计算机网络技术基础	计算机应用数学(下)	* JAVA 程序设计基础
		Delphi 程序设计基础	Visual Basic 程序设计基础	* Visual C++ 程序设计基础
		* 计算机网络操作系统	计算机硬件技术基础	网页设计与网站建设
	数据库模块	* 数据库技术基础与应用	数据库技术提高	数据库技术应用
专业模块	软件专业	软件工程模块	* 软件工程	软件测试技术
		可视化编程模块	JAVA 程序设计提高	Visual Basic 程序设计提高
			JAVA 程序设计应用	Visual Basic 程序设计应用
			Visual C++ 程序设计提高	Visual C++ 程序设计应用
	多媒体专业	多媒体编程模块	* 多媒体程序设计	
		网络编程模块	网络程序设计	
	网络专业	局域网模块	网络专业局域网技术基础	局域网技术应用
		广域网模块	广域网技术应用	
		工程模块	* 网络安全与防火墙技术	网络系统集成与综合布线工程技术

注:① * 课程为秋季推出的教材,其他课程将陆续推出,实训教材正在筹划之中。

② 希望各院校和企业教师、专家参与本系列教材的建设,并请毛遂自荐担任后续教材的主编或参编,联系 E-mail:lich@equp.com.cn.

3. 理论知识以够用为度,以实例、项目的工程实现为主线,将重点放在应用及操作技能上。

4. 力求创新。将新技术、新工艺纳入教材,尽可能体现文化性、社会性和艺术性,以利于提高学生的综合素质。

5. 思考题和习题具有启迪性和创新性。在编程、网络工程类教材的各章习题中大都包含与教材内容同步的中小型工程习题(或试验),全书最终将完成多个完整的工程实例。

本系列教材面向高等职业教育,适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院,并可作为从事计算机工作的工程技术人员的自学参考书。

该套教材的出版,重庆大学出版社的领导和编辑做了大量的工作,各教材的作者付出了艰苦的努力。但是,由于教材从策划到出版仅用了一年多一点的时间,承担教材编写任务的教师大多都担负着繁重的教学任务。在时间紧、任务重的情况下,教材中一定有不少不尽如人意之处,诚挚希望读者提出批评和建议,以便再版时改进。

编委会

2004年8月

前言

本书是 21 世纪高职高专计算机类专业系列教材之一。根据教育部高职高专培养目标和高等数学课的基本要求,与时俱进,对传统的高等数学教材有所改变,在贴近时代、贴近学生、贴近生活的思想指导下编写而成,并经计算机系列教材编委会审定。

在培养高级技术应用型人才的目标指导下,根据“理论够用、注重实训”的原则,结合高职高专数学课程教学起点较低,学时数也偏少,但需加强应用的实际情况,本书在编写时,有以下几个特点。

1. 在第 1 章函数中,突出函数概念的实际背景,从实际生活的例子中引出函数概念,编写了如何从实际问题中建立函数关系的内容,使微积分学的最基本概念——函数(它也是微积分学的研究对象)与实际十分贴近。对基本初等函数做细微、全面的介绍,既复习中学有关数学知识,也贴近起点较低的高职高专学生的实际情况。

2. 第 2 章极限,人们常称极限概念是学习高等数学课的“拦路虎”。本书用学生已具备无穷小的观念引出极限概念,并对其基础理论部分不做严格证明与推导,仅简要说明,注重其基本知识的练习与运用。重点介绍极限方法与思想,为学习以后的章节开路,巧妙地绕过这只“拦路虎”。

3. 从实例中引出概念,注意分析、解决问题的思路,这是本书重要特点。文字叙述力求深入浅出,例题丰富,一题多解,注意培养学生的抽象思维、逻辑推理、观察综合、应用知识以及分析问题和解决问题的能力,发展学生的素质。

本书由吴大裕教授(重庆正大软件职业技术学院)主编,并编写第2章、第5章、第6章;段正敏副教授(重庆大学)副主编,并编写第1章、第7章;周昌明老师(重庆正大软件职业技术学院)编写第3章、第4章。本书由重庆大学陈义华教授担任主审。

由于水平所限、缺点错误在所难免,恳请专家、读者批评指正。

编 者

2004年4月

目 录

1 函 数

1.1 函数的概念	1
1.1.1 变量与常量	1
1.1.2 集合	2
1.1.3 函数	3
1.1.4 函数定义域的表示和函数值的计算	5
1.1.5 分段函数	6
1.1.6 从实际问题建立函数关系	7
习题 1.1	9
1.2 函数的几种特性	11
1.2.1 有界性	11
1.2.2 单调性	13
1.2.3 奇偶性	13
1.2.4 周期性	14
习题 1.2	15
1.3 反函数与复合函数	16
1.3.1 反函数	16
1.3.2 复合函数	17
习题 1.3	19
1.4 基本初等函数与初等函数	20
1.4.1 基本初等函数	20
1.4.2 初等函数	24
习题 1.4	26
复习题 1	27

2 极限与连续

2.1	极限	29
2.1.1	无穷小量与无穷大量	29
2.1.2	函数的极限	31
2.1.3	函数极限的性质	35
2.1.4	函数极限的四则运算	35
2.1.5	两个重要极限	41
	习题 2.1	44
2.2	函数的连续性	46
2.2.1	函数的连续性与间断点	46
	习题 2.2	51
2.2.2	连续函数的运算	52
2.2.3	反函数与复合函数的连续性	52
2.2.4	初等函数的连续性	53
2.2.5	无穷小量的比较	54
	习题 2.3	57
2.3	闭区间上连续函数的性质	58
	习题 2.4	60
	复习题 2	61

3 导数与微分

3.1	导数的概念	63
3.1.1	导数的实例	63
3.1.2	导数的定义	64
3.1.3	用导数的定义来求函数的导数	65
3.1.4	左、右导数	68
3.1.5	函数可导与连续的关系	69
3.1.6	导数的几何应用	70
	习题 3.1	71
3.2	基本求导公式与法则	71
3.2.1	函数和、差的求导法则	71

3.2.2	函数乘积的求导法则	72
3.2.3	函数商的求导法则	73
3.2.4	反函数的导数	74
3.2.5	复合函数的导数	75
3.2.6	隐函数及其求导法	78
3.2.7	基本初等函数的导数	79
3.2.8	对数求导法	80
3.2.9	高阶导数	81
	习题 3.2	83
3.3	微分	85
3.3.1	微分的概念	85
3.3.2	微分的基本公式与运算法则	87
3.3.3	复合函数的微分法	88
	习题 3.3	89
	复习题 3	90

4 导数在研究函数中的应用

4.1	微分中值定理	93
4.1.1	拉格朗日中值定理	93
4.1.2	罗尔中值定理	96
4.1.3	柯西中值定理	97
	习题 4.1	98
4.2	罗必达法则	98
4.2.1	$\frac{0}{0}$ 型未定式	99
4.2.2	$\frac{\infty}{\infty}$ 型未定式	100
4.2.3	其他类型的未定式	101
	习题 4.2	103
4.3	导数在研究函数上的应用	104
4.3.1	函数的单调性的判断	104
4.3.2	利用函数的单调性证明一些不等式	106
4.3.3	函数的极值	107
4.3.4	函数的最大值和最小值	111

4.3.5 曲线的凹凸与拐点	113
4.3.6 曲线的渐近线	116
4.3.7 函数作图举例	118
习题 4.3	121
复习题 4	122

5 不定积分

5.1 不定积分的概念	125
5.1.1 原函数	125
5.1.2 不定积分	126
5.1.3 不定积分的性质	127
5.1.4 基本积分公式	127
习题 5.1	130
5.2 基本积分法	131
5.2.1 换元积分法	131
习题 5.2	139
5.2.2 分部积分法	141
习题 5.3	144
5.3 积分表的使用	145
复习题 5	146
简单积分表	148

6 定积分及其应用

6.1 定积分的概念	155
6.1.1 定积分	155
6.1.2 定积分的基本性质	157
习题 6.1	159
6.2 微积分学基本定理	160
6.2.1 积分上限函数	160
6.2.2 牛顿-莱不尼兹公式	161
习题 6.2	163
6.3 定积分的换元法与分部积分法	163

6.3.1	定积分的换元法	163
6.3.2	定积分的分部积分法	167
习题 6.3		170
6.4	广义积分	171
6.4.1	无穷区间上的广义积分	171
6.4.2	无界函数的广义积分	173
习题 6.4		175
6.5	定积分的应用	175
6.5.1	平面图形的面积	175
6.5.2	旋转体的体积	178
6.5.3	变力沿直线所做的功	180
习题 6.5		181
复习题 6		182

7 微分方程

7.1	微分方程的基本概念	184	5
7.1.1	微分方程	185	
7.1.2	微分方程的阶	185	
7.1.3	微分方程的解	185	
7.1.4	微分方程的通解	185	
7.1.5	初值问题	186	
习题 7.1		187	
7.2	变量可分离方程	190	
习题 7.2		190	
7.3	一阶线性微分方程	190	
7.3.1	一阶线性齐次微分方程 $y' + p(x)y = 0$ 的解	191	
7.3.2	一阶线性非齐次微分方程 $y' + p(x)y = q(x)$ 的解	191	
习题 7.3		194	
7.4	可用变量代换法求解的一阶微分方程	194	
7.4.1	齐次型方程	196	
7.4.2	伯努力方程	198	
习题 7.4		198	
7.5	可转化为一阶微分方程的二阶微分方程	198	

7.5.1	方程 $y'' = f(x)$	198
7.5.2	方程 $F(x, y', y'') = 0$	199
7.5.3	方程 $F(y, y', y'') = 0$	200
习题 7.5		201
7.6	二阶线性微分方程	202
7.6.1	二阶齐次线性微分方程解的结构	202
7.6.2	二阶非齐次线性微分方程解的结构	203
习题 7.6		204
7.7	二阶常系数齐次线性微分方程	204
习题 7.7		206
7.8	二阶常系数非齐次线性微分方程	206
习题 7.8		207
复习题 7		207



函数

自然界中的任何事物之间都是相互联系的,一个量的变化会引起其他量的相应变化.例如,半径不同的圆其面积也不相同;密度和温度的变化造成理想气体压力的变化;观看足球比赛的所在位置决定座位票价;一辆行驶的汽车在每一时刻都有一个行驶速度,不同的时刻与相应的速度之间就有一个联系.请读者观察周围事物,并思考它们之间的联系,以及怎样用数学化的语言去描述这些联系.分析一个现象中的各种因素,以行驶的汽车为例,“时刻”及“速度”是我们要考虑的两个因素(这就是我们要讨论的“量”),“时刻”及“速度”分别属于不同的范围(这就是我们要讨论的“集合”),我们在此所关心的是“时刻”及“速度”之间的变化规律(这就是我们要讨论的“函数”).实际上,数学使用函数来描述事物之间的联系,函数是数学最基本的概念,也是微积分研究的基本对象.简单地说,函数就是客观事物在量上抽象出来的量的变化规律,掌握了函数各方面的属性,也就从量的方面掌握了事物变化的规律.自17世纪近代数学产生以来,函数的概念一直处于数学思想的核心位置.由于函数需要“量”及“集合”等概念来描述,下面首先介绍这些概念,然后给出本章最重要的概念——函数.

1.1 函数的概念

1.1.1 变量与常量

在生产活动和科学研究中,人们总会遇到各种各样的变量,例如,时间、面积、速度、质量等.用数学处理实际问题时,常常撇开这些量的实际意义而用数来表达它们.当研究某一变化过程时,参与该过程的某些量是变化的,而有些量却保持一个固定的数值.通常我们把在一个问题中始终保持不变的量称为常量,而把能取不同数值的量称为变量.常量常常用 a, b, c 等表示,而变量常常用 x, y, z 等表示.例如,密封容器受热过程中,密封容器的体积、气体的分子数是不变的,但容器内的压强是变化的,那么容器的体积、气体的分子数这两个量在容器受热过程中便是常量,而容器内的压强便是变量.

另外,需说明的是,常量和变量的区分依赖于所讨论的具体问题,同一个量在某一问

题中是常量,而在另一问题中则可能是变量.例如匀速运动时,速度是个常量,但在变速运动的问题中,速度就是变量.

1.1.2 集合

在数学中,我们把具有某种特定性质的事物所组成的总体称为一个集合(或者简称为集),而组成这个集合的事物称为该集合的元素.若 a 是集合 A 的一个元素,称 a 属于 A ,记为 $a \in A$;若 a 不是集合 A 的一个元素,称 a 不属于 A ,记为 $a \notin A$. 若一个集合只有有限个元素,称该集合为有限集;否则称为无限集.通常把实数的集合记为 $\mathbb{R}$;全体正数数的集合即自然数集合记为 $\mathbb{N}$;全体整数的集合记为 $\mathbb{Z}$;全体有理数的集合记为 $\mathbb{Q}$. 本书所讨论的数均为实数.

在微积分中,最常见的集合是区间.设 a 和 b 都是实数且 $a < b$,实数集 $\{x | a < x < b\}$ 称为开区间,记为 (a, b) ,其 a 称为开区间 (a, b) 的左端点, b 称为开区间 (a, b) 的右端点,但它们均不属于 (a, b) . 类似地,可定义闭区间、半开区间.

闭区间 $[a, b] = \{x | a \leq x \leq b\}$

半开区间 $[a, b) = \{x | a \leq x < b\}$ $(a, b] = \{x | a < x \leq b\}$

以上这些区间称为有限区间.此外还有无限区间,为此引进记号 $+\infty$ (读作正无穷大)及 $-\infty$ (读作负无穷大).

下面列出的一些无限区间(也称为无穷区间):

$[a, +\infty) = \{x | x \geq a\}$ $(-\infty, b) = \{x | x < b\}$ $(-\infty, +\infty) = \{x | x \in \mathbb{R}\}$

也可用数轴来表示区间,如图 1.1 所示.

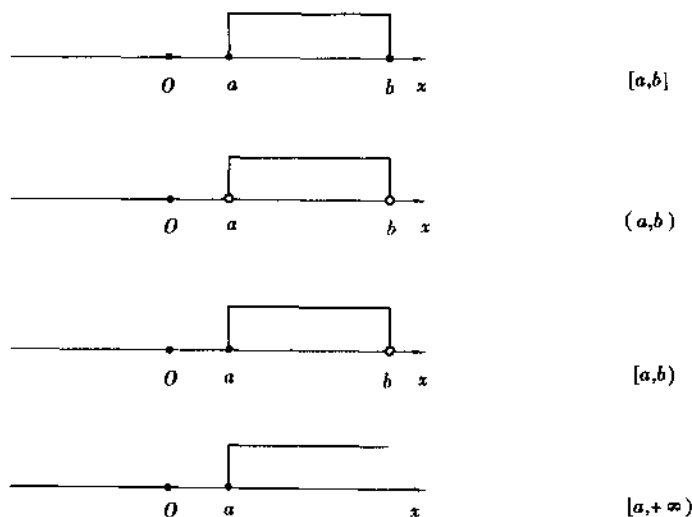


图 1.1

在微积分中,往往要研究一些量在 x_0 点处的某些性质,但又不能孤立地、静止地在 x_0 点处讨论,而必须在 x_0 点处左右附近全面地考察,才可能得出 x_0 点处的一些量的某些性质,因此引进邻域这个概念. 设 δ 是任一正数,称开区间 $(x_0 - \delta, x_0 + \delta)$ 为点 x_0 的 δ 邻域,点 x_0 称为邻域的中心, δ 称为邻域的半径,邻域记为 $U(x_0, \delta)$, $U(x_0, \delta)$ 实际上为下列集合

$$U(x_0, \delta) = \{x \mid |x - x_0| < \delta\} \text{ 或 } U(x_0, \delta) = \{x \mid x_0 - \delta < x < x_0 + \delta\}$$

以点 x_0 为中心、 δ 为半径的邻域 $U(x_0, \delta)$ 在数轴上的表示如图 1.2 所示.

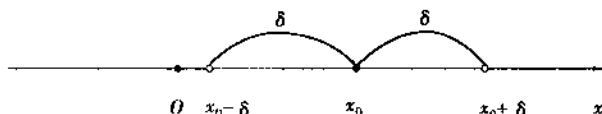


图 1.2

有时讨论的问题只需关注 x_0 点附近点的情况,而不需关注 x_0 点本身,由此便有空心邻域的概念. 这种把邻域的中心去掉所得到的集合称为点 x_0 的 δ 空心邻域(或称为点 x_0 的 δ 去心邻域),记为 $U^{\circ}(x_0, \delta)$,即

$$U^{\circ}(x_0, \delta) = \{x \mid 0 < |x - x_0| < \delta\}, \text{ 如图 1.3 所示.}$$

将开区间 $(x_0 - \delta, x_0)$ 称为点 x_0 的左 δ 邻域, $(x_0, x_0 + \delta)$ 称为点 x_0 的右 δ 邻域.

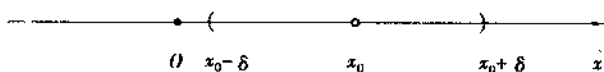


图 1.3

1.1.3 函数

首先来看看下面的实际问题.

例 1.1.1 圆的面积 A 与圆的半径 r 之间是由表达式 $A = \pi r^2$ 相联系,对于 r 在 $(0, +\infty)$ 间取不同值,根据该关系式均可得到惟一确定的 A 值与 r 相对应.

例 1.1.2 对一场足球比赛,观众所在的座位位置不同,其球票价格也不相同,换言之,每个不同的位置,均有惟一的票价与之对应.

不考虑上述例子中量的实际意义,它们表达的都是两个变量在变化过程中的协同变化规则. 即是表达了这样一种基本思想:通过某一事实的信息去推知另一事实,换句话说,就是从一个变量的值去推知另一变量的值. 这两个变量之间的变化规则就是函数概念的本质.

定义 1 设有两个变量 x 和 y , 变量 x 的变化范围为 D , D 是一个给定的数集,如果对于 D 中的每个 x 值,按照某一确定的对应关系,都可以惟一确定变量 y 的一个相应值,我们就说变量 y 是变量 x 的函数,记为

$$y = f(x) \quad x \in D$$