

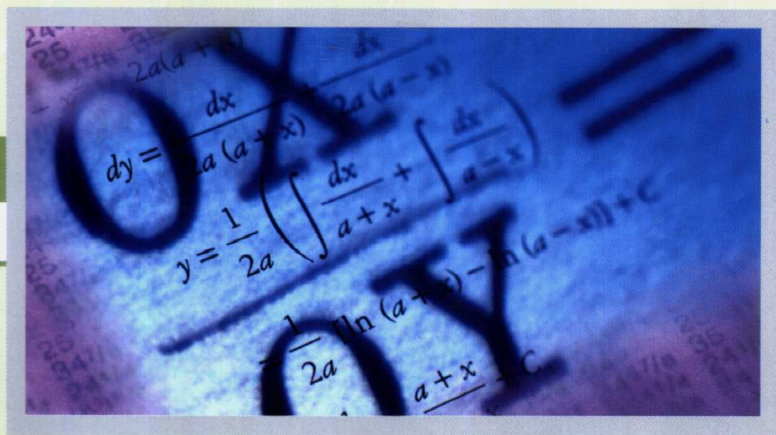
高职高专规划教材



双高规划教材

计算机应用数学

吴 坚 主编



科学出版社

www.sciencep.com

高职高专规划教材

计算机应用数学

吴 坚 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是针对高职高专计算机专业及其相关专业后续课程对于数学基础知识的需要而编写的,本书遵循基础知识以够用为度的原则,特别注意突出其应用性。全书共三篇16章,包含微积分、线性代数和离散数学等方面的基础知识。本书概念性强,语言简练,例题丰富,为方便读者复习巩固书中所述内容,每章配有知识点、难点、要求、小结和习题,并在附录中配有习题答案。

本书可作为高职高专计算机专业、网络、多媒体、信息管理、会计电算化和电子商务等相关专业的数学教材,也可作为自学者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机应用数学/吴坚主编. —北京:科学出版社,2004

(高职高专规划教材)

ISBN 7-03-012345-X

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(2003)第092603号

策划编辑:鞠丽娜/责任编辑:匡 敏

责任印制:吕春珉/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2004年1月第 一 版 * 开本: B5(720×1000)

2004年1月第一次印刷 印张: 22 1/4

印数: 1—5 000 字数: 433 500

定价: 30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

高职高专规划教材编写委员会

主 编 佟勇臣

副 主 编 边冀英

编 委 (以下按姓氏笔画排序)

王祖卫 孙荣林 刘荫铭

李兰友 佟伟光 胡建平

耿长清 阎常钰 鲁宇红

熊伟建

序

21 世纪高职高专教育的发展是以应用型与专业理论型教育并存、共同发展为特征的教育模式。本科的教学往往是偏重理论教育,学生实践能力普遍偏弱,与生产实践脱离较远,而专科又是本科的浓缩。因此,解决现阶段出现的教育现状与社会需求严重脱节问题的最好的办法是大力发展高等职业教育。高职高专教育是高等教育的重要组成部分,具有高等教育和职业教育的双重属性,其教学目的是使学生既掌握所学专业的基础知识和基本理论,又掌握该专业应具备的职业技能,并具有运用所学知识分析和解决实际问题的综合能力,从而成为各行各业的中高级专门人才。国家已经认识到发展高等职业教育对我国建设的重要性,并加大力度重点发展高等职业教育,这主要体现在:

- (1)重点发展高职,新扩招的学生主要是高职;
- (2)原来的大专逐步向高职发展;
- (3)成人教育也要办成高职类型。

高职教育将和全日制普通高等教育并列成为我国重要的高等教育形式。目前我国已有高职高专学校 5000 多所,现正在逐步向本科和研究生层次发展。高职教育的蓬勃发展正面临如下问题:1)知识更新快;2)每节课需传递的信息量增大;3)实践性强,实验教学占主要地位;4)现有的高校教学经验不适合高职的教学要求;5)师资的知识结构还要改变和更新;6)现阶段没有既定的、完善的教学大纲和教材。

教材建设工作是高职高专教学工作中重要的组成部分,根据 1999 年教育部高教司主持召开的全国高职高专教材工作会议精神,我们组织编写了本套高职高专规划教材。本套教材具有高职高专的特色,注重对学生实际操作能力的培养,适合当前高职高专的教学需要,希望在教学能起到抛砖引玉的作用。

本套教材有以下特点:

(1)以实用为主兼顾最基本的理论知识。本套教材拟涵盖网络专业、多媒体专业、信息管理专业、电脑艺术设计专业、会计电算化专业和电子商务专业等多个专业的教学用书。

(2)本套教材的基础部分以公共课为主要讲述内容,专业部分以实用技术为主,并以实例贯穿全书进行讲述。对个别实用性极强的内容,采用以实例教学的方式阐述,用实例讲解该技术的具体操作方法。

(3)每本书的编写,均遵循“深入浅出”和“言简意明”的原则论述基本原理与使用方法,以实例分析的方式阐述具体的操作过程,使读者对从一般理论知识到实际

应用有一个全面的认识过程。

(4)为了便于多媒体教学,每本教材配有电子教案和源程序代码。有教学需求的教师可到科学出版社网站上下载(网址:www.sciencep.com)。

(5)为了方便学生使用,每本教材都有习题解答和上机指导。

(6)书中每章都有:1)要点和难点提要;2)本章的要求:熟练掌握的内容和了解的内容;3)小结。

(7)每章中使用大量的例题说明应用的关键和难点所在。每章都配有较多数量的思考题或练习题。

(8)每本书包括:1)课程的主要内容;2)实验(或上机)指导;3)习题解答;4)电子教案。

本套教材是根据高职高专发展的需要而编写的。在此,我们对关心、支持以及参与本套教材的研究、写作和发行的领导、专家和朋友们表示衷心的感谢!

高职高专应用型人才教育的研究是一项具有深远意义的改革探索课题。我们愿意与从事这方面教育的广大教师合作,为培养高质量的应用型人才共同努力。

《高职高专规划教材》编委会

2003年1月10日

前 言

目前计算机应用数学类的教材出版得很少,高职高专层次的几乎没有。本书是在作者二十余年为计算机及其相关专业的学生讲授数学课程的经验基础上,结合高等职业数学教学的需求而编写的。

本书在内容设计上有以下特点:① 本书以最基本的微积分知识为核心,配合线性代数和离散数学的相关知识综合编写,以满足后续计算机专业课程对于数学知识的需求。② 针对后续计算机相关课程的需求,在内容上加大了应用知识方面的广度和深度。例如,在第一篇微积分中加入了弧微分、求曲线的弧长、微分方程的应用等;在第二篇线性代数中强调了矩阵方面的应用;在第三篇离散数学的内容上更注意与后续计算机课程的衔接。③ 本书实用性强,习题丰富,深入浅出,言简意赅,易于自学。每章配有知识点、难点、要求、小结和习题,并在附录中配有习题答案。本书不仅适用于高职高专层次的学生使用,也适合自学者使用。

本书共 16 章,第 1 章至第 9 章由吴坚执笔;第 10 章至第 13 章由于金生执笔;第 14 章至第 16 章由王耀中执笔。全书由吴坚统稿。

由于作者水平有限,书中难免出现错误或不当之处,敬请读者批评指正。

吴 坚

2003 年 9 月

目 录

第一篇 微积分

第 1 章 函数	3
1.1 函数概念	3
1.2 函数的几种性质	7
1.3 反函数	9
1.4 初等函数.....	10
小结	15
习题	15
第 2 章 极限与连续性	18
2.1 数列的极限.....	18
2.2 函数的极限.....	21
2.3 无穷小与无穷大.....	26
2.4 极限的四则运算法则.....	31
2.5 极限存在准则与两个重要极限.....	36
2.6 函数的连续性与间断点.....	40
2.7 连续函数的和、差、积、商的连续性	45
2.8 闭区间上连续函数的性质.....	48
小结	49
习题	50
第 3 章 导数与微分	55
3.1 导数的概念.....	55
3.2 导数的运算.....	58
3.3 高阶导数.....	65
3.4 微分.....	66
小结	68
习题	69
第 4 章 导数的应用	72
4.1 中值定理.....	73
4.2 罗比塔法则.....	74

4.3	函数的增减性	76
4.4	函数的极值	77
4.5	最大值与最小值,极值的应用问题	79
4.6	曲线的凹凸性、拐点和渐近线	81
4.7	函数图形的作法	83
	小结	86
	习题	86
第5章	不定积分	88
5.1	原函数	88
5.2	不定积分的概念	89
5.3	基本积分公式	90
5.4	不定积分的性质	91
5.5	不定积分的计算方法	92
	小结	98
	习题	99
第6章	定积分	102
6.1	定积分的定义	103
6.2	定积分的基本性质	104
6.3	微积分的基本定理	105
6.4	定积分的计算	107
6.5	定积分的应用	110
6.6	广义积分	117
	小结	119
	习题	120
第7章	级数	123
7.1	常数项级数	123
7.2	数项级数收敛性判别法	126
7.3	幂级数	131
7.4	泰勒公式和泰勒级数	133
	小结	135
	习题	137
第8章	常微分方程	139
8.1	微分方程的概念	139
8.2	一阶微分方程	140
8.3	可降阶的高阶微分方程	143
8.4	微分方程的应用	145

小结.....	148
习题.....	148
第 9 章 多元函数微积分	150
9.1 多元函数的微分	150
9.2 二重积分	156
小结.....	162
习题.....	163

第二篇 线性代数

第 10 章 行列式	167
10.1 二阶和三阶行列式.....	167
10.2 行列式的性质及其计算.....	170
10.3 行列式的展开.....	172
10.4 n 阶行列式	175
10.5 克莱姆法则.....	179
小结.....	182
习题.....	183
第 11 章 矩阵	185
11.1 矩阵的概念.....	185
11.2 矩阵的运算.....	189
11.3 矩阵的初等变换.....	195
11.4 矩阵的秩.....	196
11.5 逆矩阵.....	199
小结.....	202
习题.....	202
第 12 章 线性方程组	205
12.1 线性方程组的消元解法.....	205
12.2 线性方程组解的情况的判定.....	209
12.3 n 维向量及其相关性	215
12.4 向量组的秩.....	224
12.5 线性方程组解的结构.....	228
小结.....	233
习题.....	234
第 13 章 矩阵的特征值和二次型	239
13.1 矩阵的特征值与特征向量.....	239
13.2 二次型与对称矩阵.....	246

13.3 用正交变换法化二次型为标准型.....	255
小结.....	265
习题.....	266

第三篇 离散数学

第14章 命题逻辑	271
14.1 命题与联结词.....	271
14.2 真值表和逻辑等价.....	276
14.3 永真蕴涵式.....	280
14.4 推理理论.....	281
小结.....	286
习题.....	287
第15章 谓词逻辑	289
15.1 谓词与量词.....	289
15.2 谓词公式与变元约束.....	292
15.3 谓词演算的等价式与蕴涵式.....	294
15.4 前束范式.....	299
15.5 谓词逻辑的推理理论.....	300
小结.....	302
习题.....	302
第16章 集合与函数	305
16.1 集合的基本概念.....	305
16.2 集合的运算.....	307
16.3 包含排斥原理.....	308
16.4 笛卡儿积与关系.....	309
16.5 关系的表示与基本类型.....	310
16.6 等价关系与划分.....	312
16.7 相容关系与覆盖.....	313
16.8 序关系.....	315
16.9 关系运算与闭包.....	318
16.10 函数的概念	323
16.11 复合函数和逆函数	324
小结.....	326
习题.....	326
附录 习题答案	329
主要参考文献	342

第一篇

微 积 分

本篇以极限论为重要基础，以一元函数和多元函数为研究对象，着重介绍微积分的基本概念及其应用，为计算机专业或相关专业的学生学习后续的专业课程打下必备的理论基础，同时培养学生必备的实际运算能力。

第 1 章 函 数

知识点

- 函数概念
- 基本初等函数
- 复合函数

难点

- 分段函数
- 复合函数

要求

熟练掌握：

- 复合函数的复合过程

了解：

- 函数的一般性质

理解：

- 基本初等函数
- 初等函数
- 分段函数
- 复合函数概念

1.1 函数概念

1.1.1 常量与变量

在自然现象和日常生活中,我们经常会遇到多种不同的量,这些不同的量可以分为两类,一类在观察过程中不发生变化,保持一个定值,我们称之为常量;另一类在观察过程中是变化的,可以取不同的数值,我们称之为变量。

我们习惯上用字母 a, b, c 等表示常量,用 x, y, z 等表示变量。

定义 1.1 设在某个变化过程中有两个变量 x 和 y , 变量 y 随着 x 的变化而变化, 当 x 在一个非空数集 D 上任取一值时, y 依照某一对应规则 f 总有一个确定

的数值与之对应,则称变量 y 是变量 x 的函数。记为

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

其中, x 叫做自变量, y 叫做因变量或函数, 数集 D 称为这个函数的定义域, 记为 D 或 $D(f)$ 。相应地, y 值的集合

$$\{y | y = f(x), x \in D\}$$

称为函数 $y = f(x)$ 的值域。

当自变量 x 在其定义域内取某确定值 x_0 时, 因变量 y 按照所给的函数关系 $y = f(x)$ 求出的对应值 y_0 , 称做当 $x = x_0$ 时的函数值, 记为 $y|_{x=x_0}$ 或 $f(x_0)$ 。

注意 函数的定义有两个要素, 即定义域与对应规则。所以, 只有当两个函数的定义域和对应规则完全相同时, 它们才是同一个函数。

例 1.1 已知 $f(x) = \frac{1}{1+x}$, 求 $f(0)$, $f(-x)$, $f(x+1)$, $f\left(\frac{1}{x}\right)$ 。

解 $f(0) = \frac{1}{1+0} = 1$, $f(-x) = \frac{1}{1+(-x)} = \frac{1}{1-x}$ 。

$$f(x+1) = \frac{1}{1+(x+1)} = \frac{1}{2+x}, f\left(\frac{1}{x}\right) = \frac{1}{1+\frac{1}{x}} = \frac{1}{\frac{x+1}{x}} = \frac{x}{x+1}。$$

例 1.2 下列函数为同一函数的是

$$f(x) = \sqrt{x^2} \text{ 与 } \varphi(x) = (\sqrt{x})^2 \quad (\text{A})$$

$$f(x) = \frac{x^2-1}{x-1} \text{ 与 } \varphi(x) = x+1 \quad (\text{B})$$

$$f(x) = 1 \text{ 与 } \varphi(x) = \sin^2 x + \cos^2 x \quad (\text{C})$$

解 对于式(A), $f(x)$ 的定义域为 $(-\infty, +\infty)$, 而 $\varphi(x)$ 的定义域为 $[0, +\infty)$, 由于它们的定义域不同, 所以 $f(x)$ 与 $\varphi(x)$ 不是同一函数。

对于式(B), $f(x)$ 的定义域为 $(-\infty, 1) \cup (1, +\infty)$, 而 $\varphi(x)$ 的定义域为 $(-\infty, +\infty)$, 也是由于他们的定义域不同, 因此 $f(x)$ 与 $\varphi(x)$ 不是同一函数。

对于式(C), 因为 $\sin^2 x + \cos^2 x \equiv 1$, 且 $x \in (-\infty, +\infty)$, 所以 $f(x)$ 与 $\varphi(x)$ 是同一函数。

例 1.3 求下列函数的定义域:

$$1) f(x) = x^2 - 2x + \frac{1}{x} \quad 2) f(x) = \sqrt{x^2 - 9} \quad 3) f(x) = \arcsin(2x - 1)$$

$$4) f(x) = \lg(4x - 3)$$

解 1) 因为在 $\frac{1}{x}$ 中 x 不能为零, 所以定义域为 $x \in \mathbb{R}$ 且 $x \neq 0$ 或 $(-\infty, 0) \cup (0, +\infty)$ 。

2) 因为在偶次根式中, 被开方式必须大于或等于零, 所以由 $x^2 - 9 \geq 0$ 解得 $x \geq 3$ 或 $x \leq -3$, 即定义域为 $(-\infty, -3] \cup [3, +\infty)$ 。

3) 因为 $f(x)$ 为反正弦函数, 所以有 $|2x-1| \leq 1$, 解得 $0 \leq x \leq 1$, 即定义域为 $[0, 1]$ 。

4) 因为 $f(x)$ 为对数函数, 所以 $4x-3 > 0$ 解得 $x > \frac{3}{4}$, 即定义域为 $(\frac{3}{4}, +\infty)$ 。

1.1.2 函数的表示方法

常用的表示方法有三种: 解析法(公式法)、表格法和图示法。

解析法是指用解析表达式(或公式)去表示函数关系。例如 $y=2x^2+3x+1$, $y=2\cos x$, $y=a^x$ 等。

表格法是用列表的方法来表示函数关系。例如水文监测站统计了某河流 20 年内的平均月流量 V , 如表 1.1 所示。

表 1.1

x	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y	平均月流量 V /亿 m^3	0.32	0.29	0.47	0.64	0.33	0.77	4.1	4.2	3.7	1.9	0.9	0.72

表 1.1 是用表格表示的函数, 当自变量 x 取 1~12 之间任意一个整数时, 从表格里可得出 y 的一个对应值。

图示法是用直角坐标系 xOy 平面上的曲线来表示函数关系。例如图 1.1 是某气象站记录仪记录的某地一昼夜气温变化曲线, 这是用图形表示的函数, y 与 x 的关系是由曲线给出的。

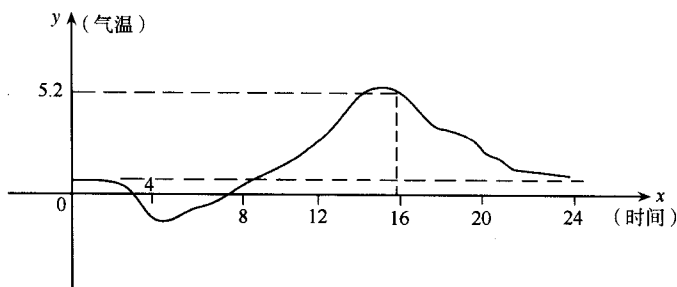


图 1.1

1.1.3 分段函数

有一些函数, 对于其定义域内自变量 x 的不同值, 函数不能用一个解析式表示出来, 而要用两个或两个以上的公式来表示, 这样的函数称为“分段函数”。例如

$$y = \begin{cases} x-1 & x < 0 \\ 0 & x = 0 \\ x+1 & x > 0 \end{cases} \quad y = |x| = \begin{cases} x & x \geq 0 \\ -x & x < 0 \end{cases}$$

它们的图形分别如图 1.2、图 1.3 所示。

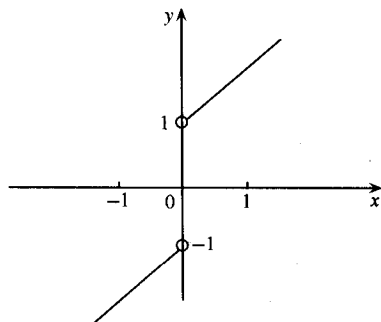


图 1.2

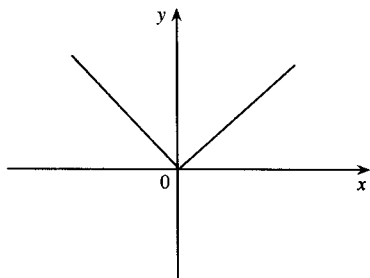


图 1.3

例 1.4 设函数 $f(x) = \begin{cases} \cos x & -2 \leq x < 1 \\ 2x & 1 \leq x < 2 \\ x^2 + 1 & x \geq 2 \end{cases}$, 求 $f(0)$ 、 $f(1)$ 、 $f(4)$ 及函数 $f(x)$

的定义域。

解 1) 因为 $0 \in [-2, 1)$, 所以 $f(0) = \cos 0 = 1$ 。

2) 因为 $1 \in [1, 2)$, 所以 $f(1) = 2 \times 1 = 2$ 。

3) 因为 $4 \in [2, +\infty)$, 所以 $f(4) = 4^2 + 1 = 17$ 。

所以函数 $f(x)$ 的定义域为 $[-2, +\infty)$ 。

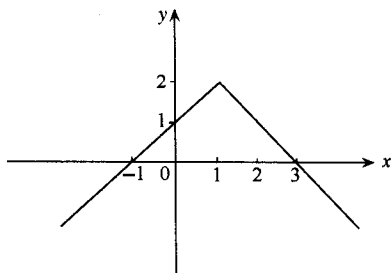


图 1.4

例 1.5 用分段函数表示函数 $y = 2 - |x - 1|$ 并作图。

解 当 $x - 1 \geq 0$ 时, $y = 2 - (x - 1) = 3 - x$ 。

当 $x - 1 < 0$ 时, $y = 2 - (1 - x) = 1 + x$ 。