

应用数学 基础



376

教育部高职高专规划教材
五年制高等职业教育适用

22/02
4/52

应用数学基础

(下 册)

全国五年制高等职业教育公共课开发指导委员会组编

主 审 袁震东
主 编 胡胜生

华 东 师 范 大 学 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

应用数学基础. 下册/胡胜生编著. —上海: 华东师范大学出版社, 2001. 9

ISBN 7-5617-2517-5

I. 应... II. 胡... III. 应用数学—高等学校—教材 IV. 029

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 066862 号

教育部高职高专规划教材

五年制高等职业教育适用

应用数学基础 (下册)

全国五年制高等职业教育公共课开发指导委员会组编

主 审 袁震东

主 编 胡胜生

封面设计 陆震伟

版式设计 蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社

市场部 电话 021-62865537

传真 021-62860410

网 址 www.hdsdbook.com.cn

社 址 上海市中山北路 3663 号

邮 编 200062

照 排 南京理工排版校对有限公司

印 刷 者 华东师范大学印刷厂

开 本 787×1092 16 开

印 张 31.75

字 数 367 千字

版 次 2001 年 9 月第一版

印 次 2002 年 8 月第四次

印 数 32 101-40 100

书 号 ISBN 7-5617-2517-5 /G·1169

定 价 34.00 元

出 版 人 朱杰人

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分. 改革开放以来, 在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下, 各地已出版了一批高职高专教育教材. 但从整体上看, 具有高职高专教育特色的教材极其匮乏, 不少院校尚在借用本科或中专教材, 教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要. 为此, 1999 年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》) 和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》), 通过推荐、招标及遴选, 组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师, 成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍, 并在有关出版社的积极配合下, 推出一批“教育部高职高专规划教材”.

“教育部高职高专规划教材”计划出版 500 种, 用 5 年左右时间完成. 出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程. 计划利用 2—3 年的时间, 在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上, 充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验, 解决好新形势下高职高专教育教材的有关问题; 然后再用 2—3 年的时间, 在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上, 通过研究、改革和建设, 推出一大批教育部高职高专教育教材, 从而形成优化配套的高职高专教育教材体系.

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求, 充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的. 适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用.

教育部高等教育司

2000 年 4 月 3 日

前 言

这套教材是国家教育部五年制高等职业教育规划教材。《应用数学基础》是五年制高等职业教育各专业必修的一门公共课程,是学生提高文化素质和学习有关专业知识以及进一步适应科技发展对职业演变需要的重要基础。本教材的编写以高等职业教育的培养目标为根本依据,遵循“拓宽基础、强化能力、立足应用”的原则。本教材的内容与九年义务教育三年制初中数学相衔接。内容的编写充分注意了学生的年龄特点和认知水平,尽量做到由浅入深、由易到难、由具体到抽象、通俗直观、循序渐进。

《应用数学基础》这套书共分上、中、下三册。本书为下册,内容包括:二元函数的微积分,无穷级数,常微分方程和拉氏变换,行列式、矩阵与线性方程组,线性规划,数理统计初步,数学建模简介等。

根据全国五年制高职教育公共课开发指导委员会制订的《课程基本要求》,本书在上、中册学习初等数学和一元微积分的基础上,为学生介绍技术数学的基础知识。施教时可按照各专业的需要将其内容组成大、小模块供选用。下册总学时(不含习题课、实验课)为 136。

本书在上、中册逐步渗透数学模型意识和数学建模思想的基础上,系统地对数学模型概念和数学建模方法作初步地介绍。书后的实验除运用 Mathematica 软件分析和求解本册相关内容的问题之外,还介绍 MATLAB 软件及其在线性代数和线性规划方面的运用。通过学习,逐步形成运用数学的思想方法分析生活和实际中问题的能力,以及利用现代技术工具解决数学问题的能力。

本书中的每一节,一般都在主要知识点后或这一节后配有“练习”题,供课堂练习选用。每一节后配有“习题”,供课后作业选用。每一章后面都配有“复习题”,供复

前 言

习本章时选用. 每一章后都有本章小结, 包括本章的主要内容和应注意的问题, 供复习这一章时参考. 每章都安排了一或两篇“阅读材料”, 供课后学生阅读, 以调动学习兴趣和情感、拓宽视野、强化应用能力.

本套书由《应用数学基础》教材编写组编写, 编写工作由黄家玲负责组织, 由华东师范大学数学系袁震东教授主审.

本册主编: 胡胜生. 各章编写人员: 陈运胜(第十七、十八章)、赵宁军(第十九、二十章)、胡胜生(第二十一、二十二章)、黄春棋(第二十三、二十四章).

本册书的“数学实验”由陈晓江编写.

本册书的统稿工作由胡胜生完成.

由于编者水平所限, 加上时间紧迫, 书中必存在许多不足和不当之处, 真诚欢迎广大使用本教材的教师、学生和其他读者批评指正, 提出改进意见, 包括提供好的例子, 以便今后改进.

《应用数学基础》教材编写组

2001 年 6 月

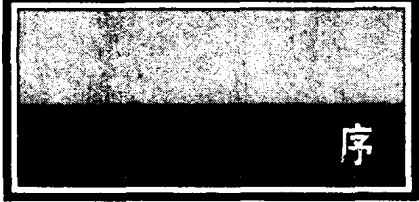
序

数学是一门内容极其丰富,应用十分广泛而且系统性很强的科学.学习数学主要要学习数学的思想方法,即学习怎样将实际问题归结为数学问题,正确理解数学概念,学习数学严密的逻辑推理,学习正确使用数学方法和数学工具去解决问题.高等职业教育的数学课程是一门公共基础课,学好数学是学好其他课程的重要基础.高职教育的基础课强调学以致用,要做到这一点必须强调学好数学的思想方法,而不只是死记硬背数学公式,应该重视理解和消化.只有理解了数学方法,才能加以灵活应用.

许多技术问题(当然不是全部)归根结蒂是数学问题.数学建模是略去一些不重要因素把实际问题变换成数学问题的过程,是利用数学解决实际问题的必由之路.因此在高职的应用数学基础课教学中应该注意数学建模思想的渗透,努力培养学生解决实际问题的能力.

目前每秒运算数万亿次的超级巨型计算机已经投入运行,计算机软件日新月异地进步.过去不能解或因运算时间太长不能实施的问题已经解决或正在解决.计算机的使用已深入到各个领域.计算机的广泛应用掀起了数字化、网络化、可视化的浪潮,对各学科(当然包括数学)有着深远的影响.计算机仿真、计算机控制、计算机辅助设计,数字信号处理、模式识别,计算机诊断等(很难全部罗列)蓬勃发展.这里值得提出的是,所有这些或多或少与数学有关.把数学学习与使用计算机结合起来可以使数学学习更加有效.因此在数学教学中应重视计算机和数学软件的使用,培养学生上机的能力.

本书分上、中、下三册.内容从集合论、逻辑关系、初等数学到高等数学如微积分、常微分方程、数理统计、线性规划.对应用数学基础作了全面的阐述.本书由作者用



序

清晰正确的数学语言编写而成,并注意到了理论联系实际,书中引用了不少实际问题作为例题或阅读材料,是一本应用数学基础的好教材.然而限于篇幅,本书不可能囊括各行各业的实际问题.因此教师使用时应该挖掘与本专业有关的问题加以补充.

希望本书出版后,在数学教师们的使用中逐步加以完善,使它成为一本适合高等职业教育使用的、受广大师生欢迎的数学教材.

于华东师范大学

袁震东

第十七章 二元函数微分学

§ 17-1	空间直角坐标系	(3)
§ 17-2	空间向量	(6)
§ 17-3	空间平面与直线的方程	(12)
§ 17-4	曲面及其方程	(17)
§ 17-5	常见二次曲面的方程	(20)
§ 17-6	二元函数的基本概念	(22)
§ 17-7	偏导数与全微分	(26)
§ 17-8	链式法则	(33)
§ 17-9	二元函数的极值	(35)
* § 17-10	方向导数与梯度	(39)

阅读材料	关于一个极值问题	(44)
本章小结		(46)
复习题十七		(50)

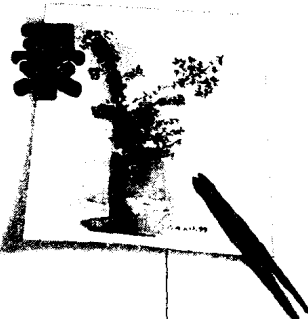
第十八章 二元函数积分学

§ 18-1	二重积分的概念与简单性质	(57)
§ 18-2	二重积分的计算	(60)
§ 18-3	二重积分的应用	(68)

阅读材料	关于二重积分化为二次积分的注记	(71)
本章小结		(73)
复习题十八		(74)

第十九章 无穷级数

§ 19-1	数项级数	(79)
§ 19-2	幂级数	(88)
§ 19-3	麦克劳林级数	(95)



目

录

§ 19-4	幂级数在近似计算中的应用	(100)
§ 19-5	傅里叶级数	(103)
§ 19-6	正弦级数和余弦级数	(115)

阅读材料	(一) 哥德巴赫的分数求和问题	(119)
	(二) 关于欧拉数 e	(120)
本章小结		(124)
复习题十九		(125)

第二十章 常微分方程和拉普拉斯变换

§ 20-1	一阶线性微分方程	(131)
§ 20-2	二阶常系数齐次线性微分方程	(136)
§ 20-3	二阶常系数非齐次线性微分方程	(142)
§ 20-4	微分方程的数值解法	(148)
§ 20-5	微分方程应用问题举例	(153)
§ 20-6	拉氏变换及其性质	(157)
§ 20-7	拉氏变换的逆变换	(172)
§ 20-8	用拉氏变换解线性微分方程举例	(179)

阅读材料	混沌现象	(184)
本章小结		(187)
复习题二十		(189)

第二十一章 行列式 矩阵 线性方程组

§ 21-1	矩阵及其运算	(195)
§ 21-2	行列式的定义	(204)
§ 21-3	行列式的性质与计算	(210)
§ 21-4	克莱姆法则	(220)
§ 21-5	逆矩阵	(224)
§ 21-6	矩阵的秩及初等变换	(228)
§ 21-7	一般线性方程组的求解	(232)
§ 21-8	投入产出方法简介	(241)



阅读材料 (一) 完全消耗系数	(248)
(二) 投入产出方法历史与应用	(249)
本章小结	(250)
复习题二十一	(251)

第二十二章 线性规划

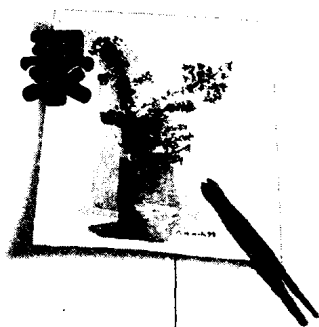
§ 22-1 线性规划的数学模型	(257)
§ 22-2 单纯形法	(267)
§ 22-3 运输问题的图上作业法	(277)
§ 22-4 分配问题的匈牙利法	(282)
§ 22-5 对偶规划与对偶单纯形法	(287)
§ 22-6 灵敏度分析	(297)

阅读材料 L. P 的历史和发展	(303)
本章小结	(305)
复习题二十二	(306)

第二十三章 数理统计初步

§ 23-1 随机变量	(311)
§ 23-2 离散型随机变量的分布	(314)
§ 23-3 连续型随机变量的分布	(321)
§ 23-4 随机变量的数学期望与方差	(338)
§ 23-5 总体和样本	(347)
§ 23-6 参数估计	(358)
§ 23-7 假设检验简介	(366)
§ 23-8 回归分析与相关分析简介	(372)

阅读材料 洛伦茨曲线	(380)
本章小结	(383)
复习题二十三	(387)





第二十四章 数学建模简介

§ 24-1	数学建模的一般过程和步骤	(396)
§ 24-2	初等数学方法建模	(404)
§ 24-3	高等数学建模	(414)
§ 24-4	运筹学及随机模型	(421)
§ 24-5	综合模型分析	(428)
阅读材料 如何撰写数学建模小论文		(436)
本章小结		(440)
复习题二十四		(441)

数 学 实 验

实验一	二元函数微积分	(445)
实验二	无穷级数	(454)
实验三	常微分方程和拉普拉斯变换	(460)
实验四	数理统计初步	(466)
实验五	MATLAB 简介 线性方程组、矩阵、线性规划	(475)
附 录		(487)

第十七章



二元函数微分学

应用数学基础

正如平面解析几何对学习一元函数微积分是不可缺少的一样,空间解析几何也是二元函数微积分的必要基础.二元函数微分学是一元函数微分学的推广,所以许多概念以及处理问题的方法与前者非常相似.

本章先介绍空间解析几何的知识,再介绍二元函数微分学.

§ 17-1 空间直角坐标系

一 空间直角坐标系

在空间,作三条两两互相垂直且有公共原点的数轴,一般取相同的单位长度.这三条数轴分别叫 x 轴(横轴)、 y 轴(纵轴)、 z 轴(竖轴),统称为坐标轴.通常把 x 轴、 y 轴放置于水平面上,而 z 轴则是铅垂线;规定它们的正向满足右手法则,即以右手握住 z 轴,当右手的四个手指从 x 轴正向以 $\frac{\pi}{2}$ 角转向 y 轴正向时,大拇指的指向就是 z 轴的正向(如图 17-1).这样就构成了一个空间直角坐标系 $Oxyz$,其中公共原点 O 叫坐标系的原点.

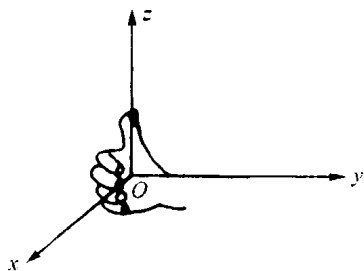


图 17-1

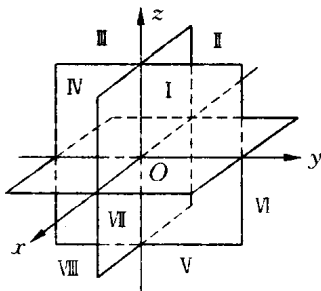


图 17-2

三条坐标轴中的任意两条都可确定一个平面,这样定出的三平面统称为坐标面,依次叫做 xOy 面、 yOz 面、 zOx 面.三个坐标面把空间分成八个部分,每一部分叫做卦限.含有 x 轴、 y 轴、 z 轴正半轴的那个卦限叫做第

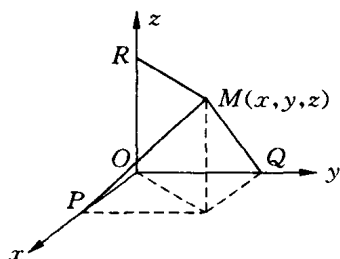


图 17-3

一卦限,在 xOy 面的上方按逆时针方向,分为第二、第三、第四卦限.第五至第八卦限在 xOy 面下方,由第一卦限下面的第五卦限起,按逆时针方向确定.这八个卦限分别用字母 I、II、III、IV、V、VI、VII、VIII 表示(如图 17-2).

设 M 为空间一已知点.过点 M 分别作 x 轴、 y 轴和 z 轴的垂线,垂足依次为 P 、 Q 和 R (如图 17-3),这三点在 x 轴、 y 轴、 z 轴上的坐标依次为 x , y , z .于是空间的一点 M 就唯一地确定了一个有序数组 x, y, z ;反过来,一个有序数组 x, y, z 也可以唯一确定空间的一点 M .这样,就建立了空间的点 M 和有序数组 x, y, z 之间的一一对应关系.这组数叫点 M 的坐标,依次称 x, y 和 z 为点 M 的横坐标,纵坐标和竖坐标.坐标为 x, y, z 的点 M 记为 $M(x, y, z)$.坐标面和坐标轴上的点有如下特征:如果点 M 在 xOy 面上,则 $z = 0$;在 yOz 面上,则 $x = 0$;在 zOx 面上,则 $y = 0$.如果点 M 在 z 轴上,则 $x = 0, y = 0$;在 y 轴上,则 $x = 0, z = 0$;在 x 轴上,则 $y = 0, z = 0$.

二 空间两点间的距离

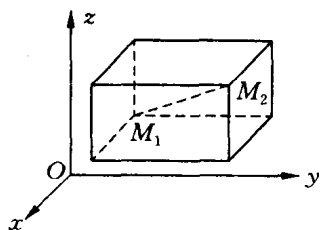


图 17-4

设 $M_1(x_1, y_1, z_1)$ 、 $M_2(x_2, y_2, z_2)$ 为空间两点. M_1M_2 可看成是由 $|x_2 - x_1|$, $|y_2 - y_1|$, $|z_2 - z_1|$ 为三度的长方体的对角线(如图 17-4).因此,这两点间的距离为:

$$d = |M_1M_2| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2},$$

这就是空间两点间的距离公式.

特别地,点 $M(x, y, z)$ 与坐标原点 $O(0, 0, 0)$ 的距离为:

$$d = |OM| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}.$$

例 1 求证以 $O(0, 0, 0)$, $A(1, 1, 0)$, $B(0, 1, 1)$ 为顶点的三角形是等边三角形.

解 因为

$$|OA| = \sqrt{(1-0)^2 + (1-0)^2 + (0-0)^2} = \sqrt{2},$$

$$|OB| = \sqrt{(0-0)^2 + (1-0)^2 + (1-0)^2} = \sqrt{2},$$

$$|AB| = \sqrt{(0-1)^2 + (1-1)^2 + (1-0)^2} = \sqrt{2}.$$

所以 $|OA| = |OB| = |AB|$, $\triangle ABC$ 为等边三角形.

例 2 在 x 轴上求一点 P , 使它与 $M_1(1, 2, 3)$ 和 $M_2(-2, -1, 1)$ 的距离相等.

解 设 P 点的坐标为 $(x, 0, 0)$, 则有

$$(x-1)^2 + 2^2 + 3^2 = (x+2)^2 + 1^2 + 1^2,$$

解得 $x = \frac{4}{3}.$

所求点为 $P\left(\frac{4}{3}, 0, 0\right).$

练 习

1. 判断下列各点所在的卦限:

$A(-1, -1, -2);$ $B(1, -1, -3);$

$C(1, 2, -5);$ $D(-1, 2, 1).$

2. 在坐标面上和坐标轴上的点的坐标各有什么特点? 指出下列各点的位置.

$A(1, 1, 0);$ $B(0, 1, 1);$

$C(1, 0, 0);$ $D(0, 0, 1).$

习题 17-1

1. 求出 $M(-3, -1, 2)$ 到各坐标轴的距离.

2. 试证明以三点 $A(4, 1, 9)$ 、 $B(10, -1, 6)$ 、 $C(2, 4, 3)$ 为顶点的三角形为等腰三角形.

3. 在 y 轴上求一点 M , 使它到 $A(1, -1, 2)$ 和 $B(2, 1, -1)$ 的距离相等.

4. 求出点 (a, b, c) 关于各坐标轴对称的点的坐标.