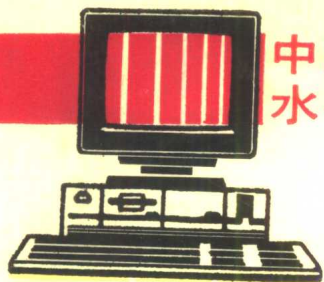


中国计算机应用软件人员
水平与职称考试指导丛书



计算机应用 数学基础

颜庆津 张福渊 主编

中国科学技术出版社

中国计算机应用软件人员
水平与职称考试指导丛书

计算机应用数学基础

颜庆津 张福焱 主编

中国科学技术出版社

内 容 提 要

本书是软件人员水平考试复习用书，内容为考试大纲中的数值计算、概率论数理统计、离散数学、形式语言和自动机初步。全书共16章，第一章到第六章是数值计算，第七章到第十三章是概率论数理统计，第十四、十五章是离散数学，第十六章是形式语言和自动机初步。各章都选编了大量的例题。前13章还配有练习题及答案。

本书可供大专以上程度的科技人员参加程序员和高级程序员水平考试复习时使用，也可供工程技术人员及大专院校师生使用。

(京)新登字175号

中国计算机应用软件人员
水平与职称考试指导丛书
计算机应用数学基础

颜庆津 张福洲 主编

责任编辑：陈 凯

许 慧

技术设计：范小芳

封面设计：王序德

*

中国科学技术出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市燕山联营印刷厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/32 印张：14.375 字数：323千字
1992年9月第1版 1992年9月第1次印刷
印数：1—3 300册 定价：8.00元
ISBN 7-5046-0648-0/TP·22

《中国计算机应用软件人员
水平与职称考试指导丛书》
编辑工作委员会

主 编 洪民光 教授(中国计算机学会副理事长
兼技术咨询委员会主任)

(以下按姓氏笔划为序)

副主编 李三立 教授(中国计算机学会微机专委
会副主任)

许耀昌 副教授(中国人工智能学会、计
算机视觉学会副理事长)

孙廷军 高工(中国计算机学会学术委员
会副主任)

孙强南 高工(中国电子学会计算机工程
与应用学会秘书长)

陈火旺 教授(中国计算机学会软件专委
会副主任)

杜海萍 高工(《计算机世界》副主编)

张鹏飞 高工(《中国计算机报》副主编)

龚炳铮 高工(中国计算机学会计算机应
用专委会副主任)

编 委 王人骅 教授 李秀志 副教授

王	京	讲	师	冯	宗	律	教	授
王	顺	晃	副	许	光	汉	副	教
张	海	藩	教	赵	磊	讲	师	授
张	福	渊	副	高	锡	武	副	教
吴	宝	亮	副	葛	本	倩	副	教
麦	中	凡	教	葛	本	修	副	教
陈	凯	编	辑	顾	庆	津	教	授

编者的话

为了方便软件人员参加程序员和高级程序员水平考试，我们编写了这本《计算机应用数学基础》，其内容是考试大纲中规定的数值计算、概率论数理统计、离散数学、形式语言和自动机初步。本书对各部分内容中的基本概念和基本方法作了详尽的阐述，而对于理论部分主要阐明结论，不作详细论证。书中各章均有大量的例题，用多种实例去说明概念、方法、理论的应用以及解题方法。前13章还配有练习题，给读者提供做练习的机会，书的最后还附有练习题的答案。因此，本书也可作为大专院校师生学习计算方法课、概率论数理统计课，以及学习离散数学、形式语言的基础知识等方面的教学参考书，还可作为工程技术人员、计算工作者的工具书。

本书从第一章到第六章的数值计算部分由颜庆津同志编写，从第七章到第十三章的概率论数理统计部分由张福渊同志编写，第十四章和第十五章的离散数学部分由许光汉同志编写，第十六章的形式语言和自动机初步由许耀昌同志编写。

书中如有不当之处，敬请读者批评、指正。

编者

1991年4月

前 言

我国的计算机事业发展，至今已有 35 年的历史。在这段时间里，由于广大科技人员、工人和干部的辛勤劳动，我国的计算机科研、生产、教育、管理等都有了较大的发展。

我国的四个现代化，离不开以微电子产业、计算机产业和数据通信为核心的新兴产业。在“八五”期间及 90 年代的十年规划期间，计算机事业将进一步地蓬勃发展。

为了发展计算机事业，就要大力推广计算机在各行各业中的应用。今天，凡是先进的科研、生产、教育都离不开应用计算机。当前关键的任务是培养大量能掌握、管理和使用计算机的技术人才。

为了推动计算机应用软件人才的培养，同时实行“以考代评”的评审制度，深化职称改革，国家劳动人事部、国家科委、机电部、国务院电子办等单位已组成中国计算机应用软件人员水平考试委员会，并从 1990 年开始实施统一的水平考试。据悉，从今年开始将实行水平考试和职称考试制度。

为了提高我国的计算机应用软件人员的素质，并帮助程序员、高级程序员级的广大学员参加每年一度的全国联考，中国科学技术出版社组织了一批经验丰富、水平高、在计算机应用领域中有成就的专家、教授编写了“中国计算机应用软件人员水平和职称考试指导丛书”。这套丛书内容适当、概念清楚、理论联系实际、可读性好、针对性强。可以深

信，丛书的出版将会满足广大读者的实际需要。

预祝学员们圆满地完成学习任务。

中国计算机学会副理事长

洪民光

1991年1月28日

目 录

第一章 误差知识与计算复杂性

1.1 误差与有效数字	1
1. 误差的来源与分类	1
2. 误差概念	2
3. 有效数字	3
1.2 误差分析	5
1. 四则运算结果的误差估计	5
2. 函数值计算结果的误差估计	6
1.3 构造算法的一些基本原则	8
1.4 计算复杂性	11

练习一

第二章 线性方程组的解法

2.1 直接方法	15
1. Gauss消元法	15
2. 列主元Gauss消元法	17
3. 全主元Gauss消元法	18
4. LU分解法	20
5. 平方根法	22
6. 追赶法	25

7.	行列式的计算	27
8.	求逆矩阵	28
2.2	向量范数与矩阵范数	31
1.	向量范数	31
2.	矩阵范数	32
2.3	迭代法	33
1.	迭代法的一般形式	33
2.	Jacobi迭代法	38
3.	Gauss-Seidel迭代法	41
4.	SOR迭代法	45
5.	最速下降法	49
6.	共轭斜量法	50

练习二

第三章 函数方程求根 58

3.1	对分法	58
3.2	不动点迭代法	60
3.3	Newton法	66
3.4	割线法	68
3.5	抛物线法	70
3.6	解非线性方程组的Newton法	73

练习三

第四章 插值与逼近 79

4.1	插值问题的提法	79
-----	---------	----

2.

4.2	Lagrange插值	79
4.3	均差与Newton插值	83
4.4	差分与等距节点的Newton插值	88
4.5	Hermite插值	92
4.6	三次样条插值	101
4.7	最佳一致逼近	107
4.8	最佳平方逼近	109
4.9	线性超定方程组的最小二乘解	113

练习四

第五章 数值积分与数值微分..... 120

5.1	数值求积公式的一般形式	120
5.2	Newton-Cotes求积公式	124
5.3	复化求积法	127
5.4	区间逐次分半的梯形法则	130
5.5	Romberg积分法	131
5.6	正交多项式	134
5.7	Gauss型求积公式	136
5.8	数值微分	142

练习五

第六章 常微分方程初值问题的数值解法..... 151

6.1	一般概念	151
6.2	显式一步法	153
1.	一般概念	153

2.	Euler方法	156
3.	Runge-Kutta方法	157
6.3	线性多步法	164
1.	一般概念	164
2.	用数值积分法构造线性多步法	168
3.	用待定系数法构造线性多步法	173
6.4	预测—校正方法	177
6.5	一阶常微分方程组初值问题的数值解法	180
6.6	高阶微分方程初值问题的数值解法	182

练习六

第七章 随机事件的概率..... 188

7.1	随机事件与样本空间	188
7.2	概率	191
7.3	古典概型, 几何概型	192
7.4	条件概率	199
7.5	事件的独立性	202
7.6	概率计算公式	203

练习七

第八章 随机变量及其分布..... 215

8.1	随机变量	215
8.2	分布函数	215
8.3	离散型随机变量及其概率分布	216
8.4	0-1分布, 二项分布, 泊松分布	220

8.5	连续型随机变量及其概率密度	223
8.6	均匀分布, 指数分布, 正态分布	227
8.7	二维随机变量	232
8.8	相互独立的随机变量	239
8.9	二维均匀分布, 二维正态分布	242

练习八

第九章	随机变量的数字特征	250
------------	------------------------	------------

9.1	数学期望	250
9.2	方差	254
9.3	几种重要分布的数学期望和方差	257
9.4	矩, 协方差, 相关系数	261

练习九

第十章	随机变量的函数的分布	271
------------	-------------------------	------------

10.1	离散型随机变量的函数的分布	271
10.2	连续型随机变量的函数的分布	275
10.3	正态随机变量的线性函数的分布	280
10.4	χ^2 分布, t 分布, F 分布	283
10.5	契比雪夫不等式, 大数定律	287

练习十

第十一章	统计量及其分布	293
-------------	----------------------	------------

11.1	总体与样本	293
------	-------------	-----

11.2	样本矩, 顺序统计量	295
11.3	常用统计量的分布	298

练习十一

第十二章 参数估计与假设检验 303

12.1	矩估计, 极大似然估计	303
12.2	点估计量优良性的标准	308
12.3	置信区间	312
12.4	正态总体均值、方差的区间估计	313
12.5	正态总体均值的假设检验	317
12.6	正态总体方差的假设检验	321
12.7	二个正态总体方差比的假设检验	323

练习十二

第十三章 方差分析与回归分析 326

13.1	单因素方差分析	326
13.2	一元线性回归	332
13.3	可线性化的非线性回归	340

练习十三

第十四章 集合论 344

14.1	集合论的基本概念	344
14.2	关系	348
14.3	函数	354

14.4	集合的基数	356
第十五章 图论		
15.1	图的基本概念	358
15.2	有向图的连通性	361
15.3	无向图的连通性	364
15.4	图的矩阵表示	366
15.5	树与生成树	369
15.6	根树与二元树	371
15.7	欧拉图与哈密顿图	372
15.8	二分图	374
15.9	平面图	375
第十六章 形式语言和自动机初步		
16.1	文法和语言的形式定义	377
16.2	巴科斯 (Backus) 范式和语法图	381
16.3	递归规则与递归文法	385
16.4	文法和语言的分类	387
16.5	语法树和二义性	388
16.6	有关文法的实用限制和文法变换	391
16.7	符号串的分析	394
16.8	正则表达式与有限自动机	398
附表1 泊松分布表		
		408
附表2 标准正态分布表		
		410

附表3	t分布表	411
附表4	χ^2 分布表	412
附表5	F分布表	414
附表6	相关系数临界值(r_α)表	420
附表7	Gauss型求积节点与求积系数表	421
练习答案		424

第一章 误差知识与计算复杂性

1.1 误差与有效数字

1. 误差的来源与分类

模型误差 反映实际问题中有关量之间关系的数学公式称为数学模型。数学模型通常是近似的。数学模型与实际问题之间的误差称为模型误差。

观测误差 数学模型中包含的某些参数（如时间、长度、电压等等）往往通过观测而获得。由观测得到的数据与实际的数据之间的误差称为观测误差。

截断误差 用数值计算方法求得数学模型的近似解，所产生的误差称为截断误差或方法误差。

舍入误差 由于计算机的字长有限，参加运算的数据在计算机上存放会产生误差，每一次运算又可能产生新的误差。这种误差称为舍入误差或计算误差。

例1 一个小铁球在空气中从静止状态开始自由下落，测得下落的距离为 s 。如果在四位十进制的限制下用公式 $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$ 计算下落时间，试分析可能产生的误差，其中 $g = 9.80665$ 米/秒²是重力加速度。

解 公式 $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$ 是在真空中初速为零的自由落体运动规律，其中 $g = 9.80665$ 米/秒²是在地球赤道附近的重力加速度。用该公式作为在空气中（还可能是在远离赤道的地