

安徽省高等学校“十一五”规划教材
计算机应用能力体系培养系列教材

全国高等学校(安徽考区)计算机水平考试配套教材
安徽省高等学校计算机教育研究会推荐用书

总主审 胡学钢 总主编 郑尚志

FORTRAN90 程序设计

F O R T R A N 9 0 C H E N G X U S H E J I

(第5版)

主 编 黄晓梅 张伟林



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

FORTRAN90 程序设计

总主审 胡学钢
总主编 郑尚志
主 编 黄晓梅 张伟林
副主编 张 霖 殷荣网
黄 毅 刘三民
孙光灵 苏少卿
蔡绍峰



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

内容简介

本书是全国高校(安徽考区)计算机水平考试配套教材,并被评为安徽省“十一五”规划教材。

FORTRAN90 是 ISO(国际化标准组织)于 1991 年推出的标准。FORTRAN90 在保留 FORTRAN77 的全部优点的基础上,增加了许多新功能,为 FORTRAN 语言注入了新的活力。目前,FORTRAN 语言仍是工程分析和数值计算方面最方便、最有效的计算机高级语言之一。

本书全面介绍了 FORTRAN90 的基本概念、基础知识、程序的基本构成以及语句的格式、功能等,主要包括:算法,FORTRAN90 基础知识,简单结构程序设计,分支结构程序设计,循环结构程序设计,子程序,数组,字符型数据处理,派生类型,模块、指针与递归,文件,科学计算。本书内容丰富、叙述精炼、结构合理、通俗易懂、图文并茂,每章都安排了大量的习题,供读者学习与自测。

本书既可作为高等学校学生学习 FORTRAN90 程序设计的教材,又可作为自学者的参考用书,同时也可作为实用工具书供 FORTRAN90 用户参考和查询。

本书所配电子教案及相关教学资源可以从安徽大学出版社网站下载,网址:www.ahupress.com.cn,也可与作者联系(hxm@ahjzu.edu.cn)。

图书在版编目(CIP)数据

FORTRAN90 程序设计/黄晓梅,张伟林主编. —5 版. —合肥:安徽大学出版社,2016.1
计算机应用能力体系培养系列教材
ISBN 978-7-5664-0940-9

I. ①F… II. ①黄… ②张… III. ①FORTRAN 语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP312
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 306845 号

FORTRAN90 程序设计(第 5 版)

黄晓梅 张伟林 主编

出版发行:北京师范大学出版集团
安徽大学出版社
(安徽省合肥市肥西路 3 号 邮编 230039)
www.bnupg.com.cn
www.ahupress.com.cn

印 刷:安徽省人民印刷有限公司
经 销:全国新华书店
开 本:184mm×260mm
印 张:21
字 数:511 千字
版 次:2016 年 1 月第 5 版
印 次:2016 年 1 月第 1 次印刷
定 价:42.00 元
ISBN 978-7-5664-0940-9

策划编辑:李 梅 蒋 芳
责任编辑:蒋 芳
责任校对:程中业

装帧设计:李 军
美术编辑:李 军
责任印制:赵明炎

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:0551-65106311

外埠邮购电话:0551-65107716

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:0551-65106311

编写说明

近年来,随着计算机与信息技术的飞速发展,社会及用人单位对高等学校学生的计算机应用能力的要求不断提高,为此,各高等学校高度重视计算机基础教学的质量,也高度重视全国高等学校(安徽考区)计算机水平考试。安徽省教育厅大力推进安徽省计算机基础教学改革与计算机水平考试改革,2014年11月组织专家对2005年版《全国高等学校(安徽考区)计算机水平考试教学(考试)大纲》进行了重新编写,并于2015年2月发布,新编写的大纲从2015年下半年开始启用。

为配合《全国高等学校(安徽考区)计算机水平考试教学(考试)大纲》的实施,促进安徽省高等学校计算机基础教学与考试的改革,2014年,安徽省高等学校计算机教育研究会召开专题研讨会,成立了安徽省计算机基础教学课程组(共8个)。课程组由一批长期从事高等学校计算机基础教学的专家、教师组成,以推进安徽省计算机基础教学的发展与改革。2015年5月,安徽省高等学校计算机教育研究会召开课程组专门会议,研讨我省计算机基础教学改革,并决定与安徽大学出版社合作,组织编写出版一套与《全国高等学校(安徽考区)计算机水平考试教学(考试)大纲》配套的具有较高水平、较高质量的教材。课程组成立了本套系列教材编写委员会,安徽省高等学校计算机教育研究会理事长胡学钢教授担任总主审,安徽省高等学校计算机教育研究会基础教学专委会副主任郑尚志教授担任总主编,本套系列教材定于2015年陆续出版,敬请各位同仁关注。

本套系列教材的编写主要是根据目前安徽省高等学校计算机基础教学的现状,本着“出新品、出精品、高质量”的原则,努力打造适合我省计算机基础教学的高质量教材,为进一步提高我省计算机基础教学水平做出贡献。

郑尚志

2015年8月

编委会名单

主 任
副主任
委 员

胡学钢(合肥工业大学)

郑尚志(巢湖学院)

(以姓氏笔画为序)

丁亚明(安徽水利水电职业技术学院)

丁亚涛(安徽中医药大学)

尹荣章(皖南医学院)

王 勇(安徽工商职业学院)

叶明全(皖南医学院)

朱文捷(蚌埠医学院)

宋万千(淮北师范大学)

张成叔(安徽财贸职业学院)

张先宜(合肥工业大学)

余 东(安徽工业经济职业技术学院)

李京文(安徽职业技术学院)

李德杰(安徽工商职业学院)

杨 勇(安徽大学)

杨兴明(合肥工业大学)

陈 涛(安徽医学高等专科学校)

周鸣争(安徽工程大学)

赵生慧(滁州学院)

钟志水(铜陵学院)

钦明皖(安徽大学)

倪飞舟(安徽医科大学)

钱 峰(芜湖职业技术学院)

黄存东(安徽国防科技职业学院)

黄晓梅(安徽建筑大学)

傅建民(安徽工业经济职业技术学院)

程道凤(合肥职业技术学院)

前 言

FORTRAN 语言是最早出现、也是最富生命力的计算机语言之一。FORTRAN 语言内容丰富、功能强大。自问世以来经过不断改进、完善、更新和升级,目前广泛应用于科技与工程计算领域。

计算机技术的日新月异对计算机教学提出了更高的要求。随着教育部“高等教育面向 21 世纪教育内容与课程体系改革”计划的实施,对教材也提出了新的要求。为此我们根据教育部计算机基础课程教学指导委员会对计算机技术基础课程的基本要求,结合最新的全国高等学校(安徽考区)计算机水平考试教学(考试)大纲,在《FORTRAN90 语言程序设计教程》(第 4 版)的基础上,对全书内容进行了重新编排与组织,并结合目前高校课程教学的现状和计算思维对大学计算机基础课程的影响,增加了大量的案例与案例分析,旨在培养读者计算思维的能力,为后续课程的学习打下坚实的基础。本书具有如下特点:

1. 从人才素质教育的要求出发,注意学生基本知识和基本能力的培养,在编写教材时把重点放在基本理论、基本知识、基本技能与方法上。

2. 内容的安排循序渐进,由浅入深。力求在概念和原理的表述上严谨、准确、精练,理论适中,每章节后配有多种题型的习题,供读者学习和自测。

3. 最后一章增加了科学计算,通过案例说明了 FORTRAN90 在解决实际工程计算方面的应用。

4. 案例丰富,分析详细,并且每个案例都有程序运行结果图,既便于读者理解算法,又便于读者上机验证,达到举一反三、触类旁通的目的。

5. 本书选材按照教育部计算机基础课程教学指导委员会颁布的教学内容,涵盖全国高等学校(安徽考区)计算机水平考试《FORTRAN90 程序设计》教学(考试)大纲内容,所以本书既可以作为高校本、专科生学习 FORTRAN90 语言程序设计的教材,又可以作为计算机等级(水平)考试的指导书。

本书由安徽建筑大学的黄晓梅、张伟林、张霖、孙光灵、苏少卿,合肥工业大学的黄毅,合肥学院的殷荣网,安徽工程大学的刘三民,蚌埠学院的蔡绍峰等 9 位老师编写,分工如下:第 1 章由蔡绍峰编写,第 2、3 章由孙光灵编写,第 4 章由黄毅编写,第 5、7 章由黄晓梅编写,第 6 章由刘三民编写,第 8 章由张伟林编写,第 9、10 章由殷荣网编写,第 11、12 章由张霖编写,

第 13 章由苏少卿编写。最后由黄晓梅统编定稿,张伟林主审全书。此外参加本书编写、提供部分资料的还有汪刚、汤涛、丁亚涛、王永国、王世东、张燕、管锦亮等老师。安徽大学出版社对本书的再版给予了全力的支持,许多从事教学工作的同仁也给予了关心和帮助,他们对本书提出了很多宝贵的建议。在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,难免有疏漏不足之处,恳请广大读者批评指正,以便再版时修正。

编 者

2015 年 6 月

目 录

第 1 章 程序设计灵魂——算法 1

1.1 程序设计基础知识	2
1.2 算法的概念	2
1.2.1 算法基本特征	2
1.2.2 算法设计目标	3
1.3 算法的描述	4
1.3.1 用自然语言表示	4
1.3.2 用传统流程图表示	4
1.3.3 用 N-S 流程图表示	6
1.3.4 用伪代码表示	7
1.4 程序设计方法	7
1.4.1 结构化程序设计	7
1.4.2 面向对象程序设计	9
1.4.3 计算思维	10
习题 1	10

第 2 章 FORTRAN90 基础知识 11

2.1 FORTRAN90 的发展及特点	12
2.1.1 FORTRAN 语言的发展概况	12
2.1.2 FORTRAN90 语言的特点	13
2.2 固有数据类型及常量	14
2.2.1 固有数据类型	14
2.2.2 常量	15
2.3 变 量	17
2.3.1 变量的概念	17

2.3.2 变量名	18
2.3.3 变量类型	18
2.4 FORTRAN90 的字符集	20
2.5 FORTRAN90 的标准函数	20
2.6 算术表达式	22
2.6.1 算术运算符与优先级	22
2.6.2 算术表达式中的类型转化	23
2.6.3 整数的除法	24
习题 2	24

第 3 章 简单结构程序设计 26

3.1 FORTRAN90 程序分析	27
3.2 赋值语句	29
3.3 简单的输入输出语句	31
3.3.1 简单的输入语句	32
3.3.2 简单的输出语句	36
3.4 带格式的输入输出	41
3.4.1 格式编辑符	41
3.4.2 格式输入与格式输出	49
3.5 参数说明语句	52
3.5.1 类型说明中的 PARAMETER 属性	52
3.5.2 PARAMETER 语句	53
3.6 其他常用语句	54
3.6.1 PROGRAM 语句	54
3.6.2 END 语句	54
3.6.3 STOP 语句	55
3.6.4 PAUSE 语句	55
3.6.5 程序设计举例	55
习题 3	58

第 4 章 选择结构程序设计 63

4.1 关系表达式	64
4.1.1 关系运算符	64
4.1.2 关系表达式	64
4.2 逻辑表达式	66
4.2.1 逻辑运算符	66

4.2.2	逻辑表达式	66
4.2.3	逻辑赋值语句	68
4.3	逻辑 IF 语句	69
4.4	块 IF 结构	70
4.4.1	简单的块 IF 结构	70
4.4.2	块 IF 结构的嵌套	72
4.4.3	块 IF 结构的命名	74
4.4.4	多重条件的 IF 结构	74
4.5	CASE 结构	78
4.5.1	CASE 结构的格式	78
4.5.2	CASE 结构的执行过程	79
4.5.3	CASE 结构的命名	81
4.6	程序设计举例	82
习题 4		85

第 5 章 循环结构程序设计 95

5.1	概述	96
5.2	GOTO 语句	96
5.3	有循环变量的 DO 循环结构	97
5.3.1	有循环变量的 DO 循环结构的语法格式	97
5.3.2	有循环变量的 DO 循环结构的执行过程	98
5.3.3	有循环变量的 DO 循环结构的程序举例	100
5.4	重复 DO 循环结构	105
5.4.1	重复 DO 循环结构的语法格式	105
5.4.2	EXIT 语句	106
5.4.3	CYCLE 语句	107
5.5	DO-WHILE 循环结构	109
5.5.1	DO-WHILE 循环结构的语法格式	110
5.5.2	DO-WHILE 循环结构的执行过程	110
5.5.3	DO-WHILE 循环结构的程序举例	111
5.6	循环的嵌套	113
5.6.1	循环嵌套的概念	113
5.6.2	嵌套 DO 循环的说明	115
5.6.3	循环嵌套程序举例	116
5.7	循环结构程序设计举例	118
习题 5		123

第6章 子程序

128

6.1 概 述	129
6.2 函数子程序	130
6.2.1 外部函数子程序的定义	130
6.2.2 外部函数子程序的调用	130
6.2.3 内部函数子程序	132
6.3 子例行子程序	134
6.3.1 外部子例行子程序	134
6.3.2 外部子例行子程序的调用	135
6.3.3 内部子例行子程序	137
6.4 虚参数的 INTENT 属性	138
6.5 标识符的作用域	139
6.5.1 全局标识符	139
6.5.2 局部标识符	139
6.6 虚参数与实参数之间的数据传递	140
6.6.1 变量作为虚参数	140
6.6.2 子程序名作为虚参数	142
6.6.3 子程序应用举例	143
习题 6	147

第7章 数 组

152

7.1 概 述	153
7.2 一维数组	153
7.2.1 一维数组的定义	153
7.2.2 一维数组的逻辑结构和存储结构	154
7.2.3 一维数组元素的引用	154
7.2.4 一维数组的输入与输出	155
7.3 二维数组	156
7.3.1 二维数组的定义	156
7.3.2 二维数组的逻辑结构和存储结构	157
7.3.3 二维数组元素的引用	158
7.3.4 二维数组的输入与输出	158
7.4 数组的操作	161
7.4.1 数组的赋值	161

7.4.2	数组的运算	161
7.4.3	对数组进行操作的内在函数	163
7.4.4	数组片段	164
7.4.5	数组元素赋初值	165
7.5	动态数组	166
7.5.1	动态数组的定义	166
7.5.2	动态数组的使用	167
7.6	数组在子程序中的应用	168
7.6.1	显式形状数组	168
7.6.2	假定形状数组	169
7.6.3	假定大小数组	170
7.6.4	数组作为虚参	170
7.7	数组的应用举例	172
习题 7		180

第 8 章 字符型数据处理 186

8.1	字符型数据的运算	187
8.1.1	字符运算符及字符表达式	187
8.1.2	字符型数据的比较	188
8.1.3	用于字符型数据处理的内部函数	190
8.2	字符串	191
8.2.1	字符串的引用	191
8.2.2	字符数组与字符串的子串	192
8.3	字符型数据的应用举例	193
习题 8		196

第 9 章 派生类型 201

9.1	派生类型的定义	202
9.2	派生类型变量的定义	203
9.3	派生类型的使用	204
9.3.1	派生类型变量成员的引用	205
9.3.2	派生类型变量的赋值与运算	205
9.3.3	派生类型变量的输入与输出	206
9.4	派生类型应用举例	207
习题 9		211

第 10 章 模块与接口

217

10.1	模块的定义	218
10.2	USE 语句	219
10.3	接口	220
10.4	重载和定义操作符	223
10.4.1	类属子程序	223
10.4.2	重载赋值号	227
10.4.3	重载运算符	229
10.4.4	用户定义的运算符	231
10.4.5	重载固有函数	232
10.5	模块应用举例	233
10.5.1	共享数据	234
10.5.2	共享派生类型	235
10.5.3	共享动态数组	235
10.5.4	共享自定义数据类型及运算	236
习题 10		238

第 11 章 指针与递归

244

11.1	指针的概念	245
11.1.1	数据结构的概念	245
11.1.2	指针变量的定义	245
11.1.3	目标变量及其定义	246
11.1.4	指针赋值语句	246
11.1.5	指针变量使用举例	247
11.2	指针的使用	250
11.2.1	指针的状态	250
11.2.2	NULLIFY 语句	250
11.2.3	动态变量	251
11.2.4	动态变量的举例	251
11.2.5	ASSOCIATED 固有函数	254
11.2.6	悬空指针和无法访问的内存	255
11.3	指针数组	256
11.4	链 表	258
11.4.1	链表的概念	258

11.4.2	链表的创建	259
11.4.3	链表的插入	260
11.4.4	链表的删除	262
11.4.5	链表的输出	264
11.4.6	一个链表抽象数据类型	264
11.5	递归及其应用	268
11.5.1	递归的概念	268
11.5.2	递归函数	269
11.5.3	递归子程序	272
习题 11		274

第 12 章 文 件 280

12.1	文件的基本概念	281
12.1.1	记录	281
12.1.2	文件	281
12.1.3	逻辑设备	282
12.2	文件操作语句	282
12.2.1	文件的打开	283
12.2.2	文件的关闭	284
12.2.3	文件的查询	284
12.2.4	文件的输入输出语句	286
12.3	文件的操作	286
12.3.1	有格式顺序存取文件的操作	286
12.3.2	有格式直接存取文件的操作	289
12.3.3	无格式文件的操作	290
12.4	文件的应用举例	292
习题 12		299

第 13 章 科学计算 301

13.1	概 述	302
13.2	数理模型	302
13.3	计算方法	303
13.4	程序的数据结构和功能单元	305
13.4.1	实际问题的编码表示	305
13.4.2	程序的单元设计	306

13.5 功能单元的程序实现	310
13.5.1 SUBROUTINE INPUT 的程序代码	310
13.5.2 SUBROUTINE FORMEQ 的程序代码	312
13.5.3 SUBROUTINE GAUSS(A,B,N,EPS,IC) 的 程序代码	313
13.5.4 SUBROUTINE OUTPUT 的程序代码	314
习题 13	317

参考文献

319

第1章

程序设计灵魂——算法

考核目标

- 了解:算法的基本概念。
- 理解:算法的基本特征。
- 掌握:算法的几种描述方法。

本章主要介绍程序设计的灵魂——算法(Algorithm)的基本概念、特点以及表示,介绍结构化的程序设计的一般方法,面向对象程序设计的概念,计算思维的相关内容。

通过本章的学习,要求学生了解算法的基本概念,能够用正确的方法描述算法,掌握结构化的程序设计思想与一般方法,为后面的 FORTRAN90 学习奠定基础。

1.1 程序设计基础知识

在计算机编程语言中,程序是为了解决某个具体问题的方法和步骤的描述。计算机执行程序所描述的方法和步骤,并完成指定的操作内容。我们可以说,程序就是计算机完成某种特定功能的指令序列。

著名计算机科学家沃思(Nikiklaus Wirth)曾提出一个公式:

$$\text{数据结构} + \text{算法} = \text{程序}$$

这说明一个程序包括两方面要素:一是数据结构,即对程序中所使用的数据说明;二是算法,即对数据进行操作的描述。

实际上,一个程序除了以上两个主要要素之外,还应当采用结构化程序设计方法进行程序设计,并且用某一种计算机语言表示。因此,上述公式可以完善为如下公式:

$$\text{数据结构} + \text{算法} + \text{程序设计方法} + \text{语言工具和环境} = \text{程序}$$

也就是说,一个优秀程序设计人员应该具备上述四方面知识,并且在设计一个程序时要能综合运用这几个方面的知识,使计算机充分发挥其效用。在这四要素中,算法是灵魂,数据结构是加工对象,程序设计方法是手段,语言是实现工具。

程序设计的任务就是设计解决问题的方法与步骤,并将解决问题的方法和步骤用程序设计语言进行描述。程序设计不仅仅是编写程序。程序设计是通过计算机解决问题的全过程,包括多个内容,编写程序只是其中的一个步骤。通常要先对问题进行分析并建立模型,然后考虑算法和数据结构,并确定使用何种程序设计语言编写,最后调试程序并运行出预期的结果。

1.2 算法的概念

算法是计算机软件中的一个基本概念,它是用来对解决实际问题的方法和步骤进行描述,是有穷指令的集合。算法是程序设计的核心,也是编写程序的基础。

计算机算法可分为两大类:数值运算算法和非数值运算算法。数值运算的目的是求数值解,例如,求方程的根、求一个函数的定积分等,都属于数值运算范围。非数值运算范围十分广泛,最常见的是用于事务管理领域,例如,图书检索、信息查询、人事管理、行车调度管理等。

1.2.1 算法基本特征

作为一个算法,一般应具有以下几个基本特征:

(1) 输入性

所谓“输入”是指在执行算法时,从外界获取必要的信息,可以通过输入语句由外部提