

CHENGXUSHEJIJICHU



教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

CHENGXUSHEJIJICHU

程序设计基础

吴鹤龄 主编

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

程序设计基础/吴鹤龄主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2004.6

ISBN 7-304-02637-5

I. 程… II. 吴… III. 程序设计—高等学校—教材
IV. TP311.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 062772 号

版权所有, 翻印必究。

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

程序设计基础

吴鹤龄 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010-68519502 总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

责任编辑: 申 敏

印刷: 北京集惠印刷有限公司

印数: 21001~26000

版本: 2004 年 6 月第 1 版

2005 年 12 月第 5 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 14.75 字数: 334 千字

书号: ISBN 7-304-02637-5/TP·210

定价: 21.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

前 言

本书是对2003年8月出版的《程序设计基础》试用版进行认真修订而成。试用版经过中央电大和地方电大一年的教学实践,证明其编写的指导思想、体系结构和内容取舍大体上是正确的,基本上能满足教学需要。但由于对电大学员的实际情况和知识基础缺乏了解,试用版存在着起点偏高,重点不够突出,叙述欠通俗等缺点,使教员和学员双方都感觉困难。本次修订中,我们在大纲基本不变的前提下着重解决上述问题。与试用版相比,本书主要的变化有以下几方面:

1. 加强了对C语言程序设计的介绍。有关篇幅有较大增加。

2. 对基本概念、基本原理和基本方法,尽可能通过实例加以引入,使学员易于理解和接受。

3. 内容组织得更为严密和合乎逻辑,文字也更为通俗易懂。

试用版中,我们在每章之末都附有小资料,主要介绍对计算机科学,尤其是对程序设计技术做出重大贡献的科学家,这受到学员的欢迎。他们反映,这不但使教材更具有人文气息,也使他们在一定程度上了解了计算机发展的历史,还在“如何做人”和“如何做学问”两方面受到启迪。因此本书保留了这一做法,但在科学家的人选上做了适当调整,内容和文字也有较大修改,使之更为精炼。

本书修订工作由吴鹤龄、崔林、苏明三同志完成,其中吴鹤龄负责1.3节和各章小资料,苏明负责第三章和第四章,其余均由崔林负责。全书在吴鹤龄指导下由崔林统稿。

在本书试用版的使用过程中,许多地方电大的老师对本教材的内容组织提出了很多积极的建议,在此编者表示衷心的感谢。同时欢迎使用本书的教员、学员继续提出意见,以便今后进一步修改、完善。

编 者
2004年3月

试用版前言

计算机科学与技术是一门新兴学科，问世刚刚半个多世纪，但是它对人类社会带来的影响却是如此深远，如此广泛，以致成为全社会关注的热点之一。在这种情况下，开展好计算机基础教育成了我国高等教育改革中的一项重要课题，也是当代大学生文化素质教育的重要组成部分。

“程序设计基础”是为了适应计算机教育、教学改革，适应培养应用型人才的需要而设立的一门入门性的课程。在课程内容上，参考了美国计算机学会 ACM 和电器与电子工程师协会 IEEE-CS 联合推出的“计算机课程体系”（简称 CC2001），以及国内组织专家研究编写的“中国计算机科学与技术学科教程”（简称 CCC2002）。专家们对这门课程所涉及的知识领域进行了认真的讨论和取舍，强调了程序设计基本概念和程序设计技术相结合，内容覆盖了程序设计语言、基本数据结构、算法与问题求解以及初步的程序设计方法和软件工程知识。试图以面向整个学科的方式，向学生展示程序设计的发展和概况，明确日后的学习目标和方向。

本课程有别于以往的程序设计课程，它不强调“用一种高级语言的程序编写（coding）”，不强调具体语言的语法和语义，不要求学生一开始就扎进程序设计语言的细节中去而忽视了基础的理论、算法等问题，使学生“只见树木，不见森林”。作为学生学习程序设计与算法的第一门课程，本课程以使使学生初步掌握程序设计的基本思想和方法为目的，通过学习使学生建立起粗框架的程序设计的整体观念。有了这个系统观（程序设计基础），再在后续课程中引导学生学习用具体的高级语言进行“程序编写”，学习软件开发，也许会有较好的效果。

因此，从课程定位上来讲，本课程是为学生了解程序设计概貌而开设的一门强调系统性的入门课程，也是为学生今后学习用高级程序设计语言编程和进行软件开发奠定基础的课程。

基于上述目标和定位，本书的重点放在程序设计最基本的知识上，围绕数据结构和算法的基本概念和高级语言的基本知识展开。为了避免过于抽象，对当前较为普及的过程式教学语言——C 语言作了概要介绍。在此基础上介绍了一些常用的基本算法和算法设计方法，以及程序设计方法学的发展和软件工程的概况。当然，将这些内容十分广泛的知识容纳在一本书中，作为计算机专业和非计算机专业低年级大学生的教材，在有限的学时内完成教学，的确有很大的难度。也许学生在学习初期会一知半解，感觉空泛，但是如果这能促进学生的求

知欲以及养成深入钻研和思考的良好习惯，使他们逐步体会到“森林和树木”的关系，做到胸有全局，高屋建瓴，本课程的目的就算达到了。

本书内容分为两大部分。第一部分程序设计与程序设计语言，由第一章至第四章组成。第一章介绍计算机系统的基本知识；第二章简单介绍程序设计的基本内容；第三章介绍有关程序设计语言的知识；第四章以 C 语言为例介绍程序设计语言的构成和程序编码。第二部分程序设计基础，由第五章到第七章组成。第五章数据结构概述，介绍几种基本的数据结构和查找、排序算法；第六章算法与问题求解，介绍算法的描述和设计方法；第七章结合当前程序设计的发展，介绍结构化和面向对象程序设计方法和有关软件工程的概况。此外，我们还安排了一些人物小资料，介绍一些计算机大师的成就，希望读者能从他们的成功中获得有益的启迪，希望这些资料能激励读者善于思考，勇于创新。

本课程大纲由北京理工大学、北京航空航天大学、首都师范大学以及北京电大和上海电大的一些有经验的专家审定。在审定过程中，专家们提出了许多宝贵的修改意见，使大纲得以进一步完善。本书编写组由吴鹤龄、崔林、郑志蕴、黎蔚、李君、王辉组成。其中，吴鹤龄编写第二章图灵机上的程序设计及小资料，崔林编写第三章、第六章和第七章，黎蔚编写第五章，郑志蕴编写第四章，王辉编写第一章，李君编写第二章其余部分。潘浩博士负责了书中的绘图工作。全书在吴鹤龄教授指导下由崔林统稿。由于策划、组织、编写时间紧，任务重，书中难免出现错误和疏忽等不妥之处，希望专家和读者在试用本教材中，提出批评和建议，以便今后修订改正。

编 者

2003 年 7 月

内 容 简 介

本书内容分为两大部分。第一部分程序设计与程序设计语言，由第一章至第四章组成。第一章介绍计算机系统的基本知识；第二章简单介绍程序设计与程序设计语言的知识；第三章介绍 C 程序设计语言的基础知识；第四章介绍 C 程序设计语言的程序设计。第二部分程序设计基础，由第五章到第七章组成。第五章数据结构基础，介绍几种基本的数据结构和算法；第六章算法与问题求解，介绍算法的描述和设计方法；第七章结合当前程序设计的发展，介绍程序设计方法和有关软件工程的概况。

本书可作为大学计算机程序设计基础课程教材或教学参考书，也可供广大电脑爱好者作为学习程序设计方法知识的自学书籍。

目 录

第一篇 程序设计与程序设计语言概述

第一章 导 论	(2)
1.1 计算机技术的发展	(3)
1.1.1 计算机发展简史	(3)
1.1.2 计算机软件的发展	(5)
1.1.3 计算机的特点及分类	(6)
1.1.4 计算机的应用	(8)
1.2 计算机系统的组成	(9)
1.2.1 计算机硬件系统	(10)
1.2.2 计算机软件系统	(11)
1.3 计算机模型	(14)
1.3.1 图灵机	(14)
1.3.2 图灵机程序*	(15)
1.3.3 从图灵机到冯·诺依曼机	(20)
本章小结	(22)
小资料：图灵和冯·诺依曼	(22)
计算机文化	(25)
习题	(26)
第二章 解题要有程序	(27)
2.1 计算机如何解题	(28)
2.1.1 程序	(28)
2.1.2 程序设计过程	(29)

2.1.3 程序设计技术与基本原则	(31)
2.2 人和计算机交流的语言——计算机语言	(32)
2.2.1 计算机语言	(32)
2.2.2 计算机语言的分类	(33)
2.2.3 几种主要的高级语言特点	(36)
2.2.4 对程序设计语言的基本要求	(46)
2.3 高级程序设计语言及基本特征	(47)
2.3.1 常量、变量、表达式	(48)
2.3.2 语句和函数	(49)
2.4 高级程序设计语言的实现	(50)
2.4.1 编译程序的工作原理	(50)
2.4.2 高级语言程序的解释执行	(53)
本章小结	(54)
小资料：计算机软件之母——格雷斯·霍波	(54)
习题	(55)

第三章 C 语言基础 (56)

3.1 C 语言概述	(57)
3.1.1 C 语言的发展历史	(57)
3.1.2 C 语言的特点	(57)
3.1.3 简单的 C 程序介绍	(58)
3.1.4 C 语言的基本组成	(59)
3.1.5 如何执行 C 程序	(60)
3.2 数据类型	(61)
3.2.1 C 的数据类型	(61)
3.2.2 常量	(61)
3.2.3 变量	(64)
3.3 运算符及表达式	(67)
3.3.1 基本概念	(68)
3.3.2 算术运算及赋值运算	(69)
3.3.3 关系运算与逻辑运算	(72)
3.3.4 条件运算	(75)
3.3.5 逗号运算	(76)

3.4 C 语句与流程	(77)
3.4.1 流程控制语句	(77)
3.4.2 表达式语句	(77)
3.4.3 复合语句	(78)
3.4.4 空语句	(78)
3.4.5 输入输出函数	(78)
本章小结	(81)
小资料：不知疲倦的发明家——巴科斯与 FORTRAN	(81)
习题	(82)
 第四章 C 程序设计	(86)
4.1 选择结构程序设计	(87)
4.1.1 if 语句	(87)
4.1.2 switch 语句	(91)
4.2 循环结构程序设计	(94)
4.2.1 while 语句	(95)
4.2.2 do-while 语句	(96)
4.2.3 for 语句	(97)
4.2.4 break 语句与 continue 语句	(99)
4.2.5 循环的嵌套	(100)
4.3 函数	(101)
4.3.1 函数的概念及定义	(102)
4.3.2 函数的调用	(104)
4.3.3 函数声明	(105)
4.4 数组	(105)
4.4.1 数组基础	(106)
4.4.2 多维数组	(109)
4.4.3 字符数组	(114)
4.5 案例分析	(119)
本章小结	(126)
小资料：UNIX 和 C 的故事	(127)
习题	(129)

第二篇 程序设计基础

第五章 数据结构基础	(134)
5.1 程序离不开数据结构	(135)
5.1.1 数学模型	(135)
5.1.2 数据结构	(135)
5.2 从排队现象引出的结构——线性结构	(138)
5.2.1 线性表	(138)
5.2.2 后进先出表——栈	(141)
5.2.3 先进先出表——队列	(142)
5.3 层次化的数据结构——树型结构	(144)
5.3.1 树的概念和术语	(144)
5.3.2 二叉树	(146)
5.3.3 哈夫曼树*	(150)
5.4 复杂而又一般的网状关系——图型结构	(151)
5.4.1 图的基本概念及术语	(151)
5.4.2 图的存储结构	(152)
5.4.3 图的遍历	(153)
5.4.4 最小生成树	(154)
5.4.5 单源最短路径*	(155)
5.5 查找与排序	(156)
5.5.1 查找概述	(156)
5.5.2 查找方法	(156)
5.5.3 排序的基本概念	(159)
本章小结	(162)
小资料：唐纳德·克努特	(162)
习题	(164)
第六章 算法和问题求解	(165)
6.1 算法是程序的核心	(166)
6.1.1 算法的概念	(166)

6.1.2	算法的性质	(166)
6.1.3	算法、数据结构与程序设计	(167)
6.1.4	算法的操作与控制	(169)
6.2	算法的描述	(171)
6.2.1	用自然语言表达	(171)
6.2.2	用伪代码表示	(172)
6.2.3	用传统流程图描述算法	(173)
6.2.4	N-S 结构化流程图	(174)
6.2.5	简单算法的设计举例	(175)
6.3	算法设计中的基本方法	(179)
6.3.1	逐个检测——穷举法	(179)
6.3.2	我中有我——递归法	(184)
6.3.3	分而治之——分治法	(187)
6.3.4	边试边走——回溯法	(187)
6.3.5	只要够用——贪婪法*	(189)
6.3.6	小中含大——动态规划*	(190)
6.3.7	逐步求精的算法设计	(191)
6.4	算法的“快”与“慢”——对算法设计的要求与评价	(192)
6.4.1	算法的设计要求	(193)
6.4.2	对算法的评价	(193)
本章小结		(195)
小资料: 埃德斯加·狄克斯特拉		(196)
习题		(197)

第七章 程序设计基本方法与原则 (198)

7.1	程序设计方法的发展	(199)
7.1.1	早期程序设计	(199)
7.1.2	模块化程序设计	(199)
7.1.3	结构化程序设计	(201)
7.1.4	面向对象程序设计	(202)
7.1.5	程序设计方法学的研究	(204)
7.2	用“工程化”的思想组织开发软件——软件工程概述	(205)
7.2.1	软件工程的由来	(205)
7.2.2	软件工程框架	(206)

7.2.3 软件工程的研究内容	(207)
7.2.4 软件的生存周期	(208)
7.2.5 软件开发模型	(211)
本章小结	(215)
小资料：尼克劳斯·沃思	(216)
习题	(217)
索引	(219)
参考文献	(220)

注：1. 目录小节加*标记的章节表示扩展了解内容，不做考核要求。

2. 符号说明

：注释

：提示

：问题

：习题

第一篇

程序设计与程序 设计语言概述

本章导读

[内 容 简 介]

纵观人类发展历史，人们不断发明和改良着工具以延伸人的能力。作为人脑力延伸的计算工具——计算机，则被称为是 20 世纪最伟大的发明之一。

自从 1946 年第一台电子数字计算机问世以来，仅半个多世纪，已经经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模集成电路计算机 4 个发展阶段。从早期研究新武器弹道问题的计算装置发展成为今天复杂的计算机系统，尤其是近几十年来，计算机技术的发展日新月异，计算机的新产品层出不穷，令人眼花缭乱，目不暇接。

本章将简要介绍计算机的有关基础知识，包括计算机的发展史与应用、计算机系统的组成、计算机模型与工作原理等，为学习计算机程序设计奠定知识基础。

[学 习 目 标]

1. 熟练掌握：冯·诺伊曼型计算机和程序存储原理；
2. 掌握：计算机的分代方法，计算机系统的组成；
3. 了解：计算机技术的发展，图灵机和图灵机程序设计。

1.1 计算机技术的发展

在科学实验、生产活动及人类社会生活的各个领域，电子计算机都得到了广泛的应用。从科学实验到工业控制，从数据处理到图像处理，从社会到家庭，计算机无处不在，其应用之广泛，影响之深远，发展之快速是人类社会少见的，电子计算机的应用和技术发展已经成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。

计算机作为人类脑力的延伸工具，从广义上讲，可追溯到计算工具的研制发明，是和人类社会的技术发展紧密相关的。如今的电子计算机采用了当今最新的电子技术，其工作方式也和早期的计算工具有很大不同，它是一种不需要人直接干预，就能够对各种数字化信息进行算术和逻辑运算的快速计算工具。

计算机是可以帮助人们完成工作的工具。但是，它又和我们见到的普通刀、锯有所不同，计算机是一种特殊的工具，当计算机要执行指定的任务时，是通过执行内部的程序完成的。我们可以通过程序播放电影，通过程序和其他计算机交流，可以控制设备，可以做我们想叫计算机做的任何事情。没有程序，计算机什么也不能做。计算机程序最基本的功能是把原始的数据转变成有意义的信息。程序指导计算机获取原始数据，然后将数据转换为对于最终用户有用的信息。但是，程序的编写并不是件简单的事情，学习编程需要一段时间，需要懂得如何把你想要叫计算机做的事情教给计算机去做。这就需要掌握和计算机交流的语言，需要学习有关程序设计的知识和方法。

本节我们将介绍计算机作为人类脑力的延伸是如何发展，如何分类的？计算机有些什么特点？以及计算机应用等等问题，下面我们分别进行介绍。

1.1.1 计算机发展简史

人类在认识自然、改造自然的过程中，曾经创造过各种各样的计算工具。中国古代早在春秋战国时已使用竹子制作的算筹进行计数，唐代时出现早期的算盘，宋代时已有算盘口诀的记载。17世纪后，随着西方产业革命的到来，推动了计算工具的进一步发展，在欧洲出现了能实现加减乘除运算的机械式计算机。1944年美国物理学家艾肯教授领导完成了第一台机电式通用计算机 MARK1，其主要元件采用继电器，是一台可编程的自动计算机。

世界上的第一台通用电子数字计算机是美国宾夕法尼亚大学莫尔学院的莫奇利和埃克特领导的科研小组建造的，取名为 ENIAC（即电子数字积分计算机，见图 1-1）。该计算机由 18 000 多个电子管，1 500 多个继电器等组成，占地 170 平方米，重量达 30 吨，耗电 140 千瓦，投资超过 48 万美元。该机器字长 10 位，采用十进制，计算速度为 5 000 次/秒，每次至多只能存储 20 个字长为 10 位的十进制数。计算程序是通过插件式“外接”线路实现的，尚

未采用“程序存储”的方式。为了在机器上进行几分钟的数字计算，准备工作往往要用几小时，甚至1~2天的时间，使用很不方便。ENIAC计算机于1945年底宣告竣工，1946年2月15日正式举行揭幕典礼，它标志着人类计算工具的历史性变革。其重要意义在于它奠定了计算机发展的基础，开创了计算机时代，引发了一场由工业化社会发展到信息化社会的新技术革命浪潮，揭开了人类历史发展的新纪元。计算机问世以后，经过半个多世纪的飞速发展，已由早期单纯的计算工具发展成为在信息社会中举足轻重、不可缺少的具有强大信息处理功能的现代化电子设备。

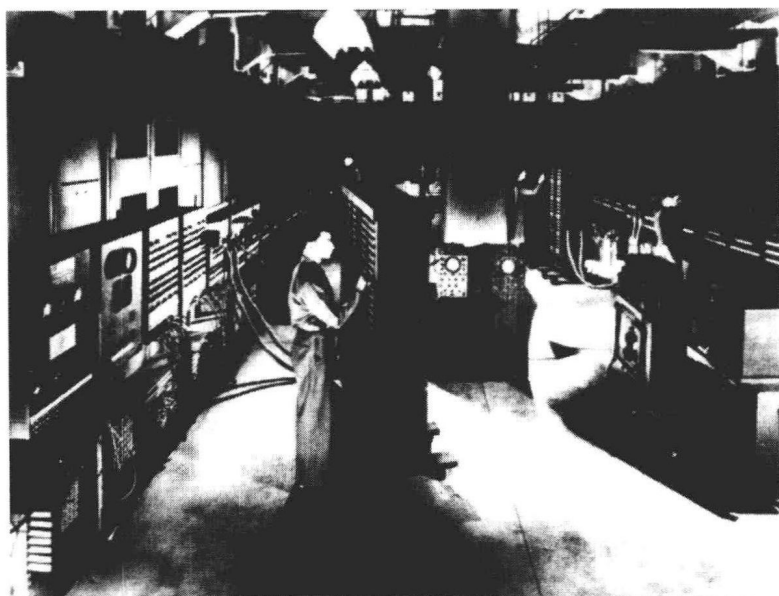


图 1-1 ENIAC 电子计算机

计算机发展的分代史，通常是以计算机所采用的逻辑元件作为划分的标准的。迄今为止，计算机的发展已经历四代，正向新一代计算机过渡。

1. 第一代电子计算机（1946—1958）

早期的计算机采用电子管作为基本逻辑元件，体积大，耗电多，价格贵，运行速度低，存储容量小，可靠性差。编写程序的语言是机器语言或汇编语言，几乎没有什么软件配置。尽管如此，这一代计算机却奠定了计算机的技术基础，如二进制、自动计算和程序设计等，并对以后计算机的发展产生了深远的影响。

这个时期计算机的商品化主要由美国国际商业机器公司（IBM 公司）实现，以 IBM 系列机为代表。

这一时期计算机的应用领域主要是科学计算。

2. 第二代电子计算机（1958—1964）

第二代计算机使用晶体管作为逻辑元件。晶体管与电子管相比，具有体积小，寿命长，

开关速度快,省电等优点。由于采用了晶体管,第二代计算机的体积大大减小,运算速度及可靠性等性能大为提高。

第二代计算机所用的编程语言成为以后计算机语言的基础,高级语言 FORTRAN, COBOL, ALGOL 等相继问世,因而使程序设计的复杂性大大降低。

这一时期计算机的应用已由科学计算拓展到数据处理、过程控制等领域。

3. 第三代电子计算机 (1964—1974)

第三代计算机采用半导体中小规模集成电路作为逻辑元件。由于集成电路体积更小,耗电更省,寿命更长,可靠性更高,这使得第三代计算机的总体性能较之第二代计算机有了大幅度的跃升。计算机系统结构也有了很大改进,在商品计算机设计上出现了标准化、通用化、系列化的局面。软件技术也日趋完善,并有了操作系统。此外,计算机的应用进入到许多科学技术领域。

4. 第四代电子计算机 (1974 年以后)

采用大规模集成电路作为逻辑元件是第四代计算机的主要特征。这个时期是计算机发展最快,技术成果最多,应用空前普及的时期。

自进入第四代计算机以来,计算机的硬件与软件技术都获得了惊人的发展。计算机系统向微型化、巨型化、网络化和智能化的方向发展,计算机的系统软件的功能日趋完善,规模越来越大,应用软件的开发日趋简便。多媒体技术的兴起引起计算机应用领域的革命,人们利用声音、符号、图形、图像即可开发计算机的应用。在网络技术的支持下,信息表达工具(电话、电视、终端)、信息处理工具(计算机)和信息传输工具(有线通讯、无线通讯及卫星通讯)已趋于一体化,为人类方便地处理信息开辟了更广阔的前景。

现在,电子计算机的应用已经深入到国民经济和社会生活的各个领域。计算机技术与通信技术的结合,出现了计算机网络,尤其是互联网的快速发展,使得世界各地的人们可以相互交流,缩短了彼此之间的距离。同时,随着远程教学、远程医疗和电子商务的发展,使我们的生活方式和生活环境发生了很大变化。计算机产业也已成为国民经济中发展最快、最具有活力的部门之一,计算机及其技术对人类社会的进步和文明正在起着越来越显著的积极作用。

1.1.2 计算机软件的发展

计算机软件的发展受到应用和硬件发展的推动和制约;反之,软件的发展也推动了应用和硬件的发展。软件的发展经历了如下 3 个阶段。

第一阶段 (20 世纪 40 年代中期到 50 年代中期)

从第一台计算机上的第一个程序开始到实用的高级程序设计语言出现以前。如前所述,在计算机发展初期,应用领域较窄,主要是科学计算与工程计算。处理对象是数值数据。编制程序所用的工具是低级语言。程序的设计和编制工作采用个体工作方式,强调编程技巧和