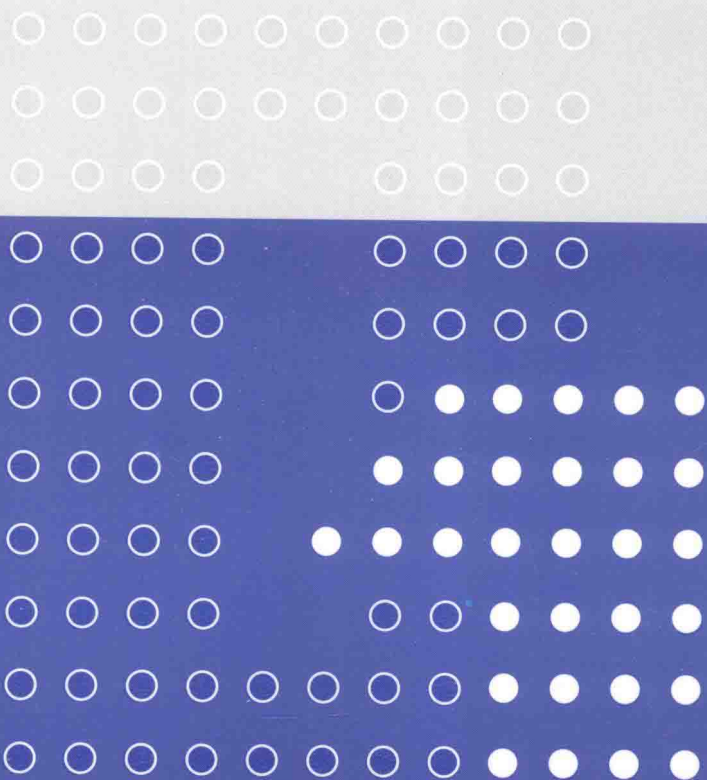




普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材

计算机算法基础 (第2版)



宋 晏 主 编

杨国兴 朱 红 副主编



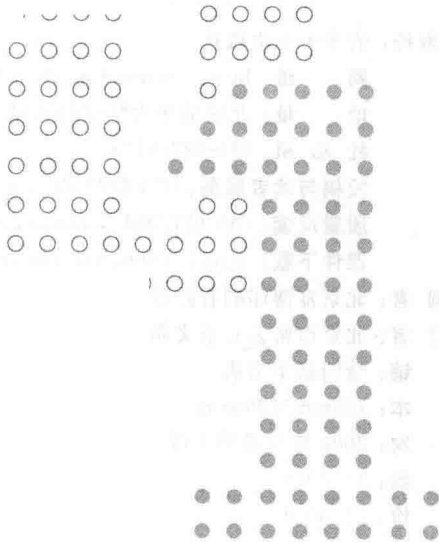
清华大学出版社

计算机系列教材

宋 晏 主编
杨国兴 朱 红 副主编

计算机算法基础

(第2版)



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以算法设计为主、C语言为辅的方式编写,详细讲述顺序结构、分支结构、循环结构的算法设计方法、模块化的设计及实现方法,以及涉及数组、结构体等数据结构的算法设计方法。本书突出算法,弱化语法,强调规范,重视实践,培养编程能力;遵循易讲、易懂、易学的原则进行编写。教材配有大量算法设计的实例和实践题目。

本书适合作为高等院校计算机和非计算机专业的编程初学者的教材,也可作为编程爱好者的入门参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机算法基础/宋晏主编. —2版. —北京:清华大学出版社,2015

计算机系列教材

ISBN 978-7-302-40925-0

I. ①计… II. ①宋… III. ①电子计算机—算法理论—高等学校—教材 IV. ①TP301.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第166133号

责任编辑:白立军

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:17.25 字 数:402千字

版 次:2008年9月第1版 2015年9月第2版 印 次:2015年9月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:34.50元

产品编号:065290-01

关于程序,著名计算机科学家沃思(N. Wirth)提出了一个经典公式:程序=数据结构+算法。算法设计是程序设计的核心,也是程序设计的难点。

目前,算法设计的教学模式主要有两种。

(1) 将算法设计融入到程序设计语言课程中介绍,算法设计只是作为程序设计的一项阶段性工作。

(2) 将编程语言融入到算法设计中,突出算法设计教学的主体地位,将程序设计语言作为实现算法的工具。

多年的教学实践证明,第二种模式能更好地突出算法设计教学的主体地位,使学生真正掌握算法设计的基本方法,并做到触类旁通、一通百通。

本教材采用算法设计为主、C程序设计语言为辅的方式编写,主要特色如下。

1. 突出算法,弱化语法,强调规范

本书各章均以算法设计主线展开,强调解决问题的方法、规律;重点讲解C语言中重要的一般性的语法知识,回避C语言中过于技巧性、易混淆的、不符合规范的表达方式。

在算法设计和书写程序上,强调规范化,每章都增加了“C编程规范”这部分内容,教材中所有程序的书写也都遵照规范,从始至终强化规范化的处理方式,为编程学习者奠定良好的基础。

2. 先易后难,将字符型数据的使用整合至第8章

由于人们从小就开始接触数学,学习数学,所以对数值型数据的处理比较容易接受,相对来讲,字符型数据学习起来难度较大。本书采取先易后难的原则,在第2~7章全部以数值型数据为例讲解算法的设计和C语言的语法。在前面各章打下良好的基础后,再集中学习字符型数据的处理方法,同时完整地建立字符型数据处理的知识体系。

3. 学为所用,将难度大的语法知识化整为零,利用索引表为读者规整知识线索

本书各章的C语言语法知识,采取学为所用的原则,通过实例引入,摒弃了将语法知识一股脑、无理由地灌输的方式,将其化整为零。

例如,将C语言中指针的使用分散至各章:在第6章函数部分引入指针的概念,介绍函数设计中参数的地址传递方式;在第7章数组部分引入数组的指针;在第8章字符和字符串部分引入字符串的指针和指针数组;在第9章结构体中引入结构体的指针。用这样的方式循序渐进,将学习指针的难度分散,并且逐步强化。

为使读者把分散在各章的知识串联起来,教材提供了相关索引。

4. 学以致用,重视实践,培养能力

学习程序设计语言,必须要有很强的上机编写程序、调试程序的能力。本书在各章设计了与教学内容配套的、有针对性的实验题目,并提供了详尽的实践指导。实验中特别强调良好的输入输出设计和调试程序能力的培养。

本书适合于各高等院校计算机和非计算机专业的编程初学者使用。为了方便读者的学习,本书配有所有例题、习题和实验题的源程序。

本书由宋晏任主编并编写了第5~7章及各章实验;杨国兴、朱红任副主编,并一同编写了第1~4章、第8章和第9章及附录部分;参加本书大纲讨论和部分编写工作的还有严婷、邹广慧、吕东艳、王京京等。

由于编者的水平有限,书中难免有不当之处,热切期望得到同行、专家和读者的批评指正。

编者联系方式: song.yan@gc.ustb.edu.cn, 希冀致力于程序设计教学改革的同时提出宝贵意见和建议,探索一条改革的成功之路。

编者

2015年6月于北京

E D I T O R S

第1章 计算机基础知识 /1

- 1.1 认识计算机 /1
 - 1.1.1 计算机硬件系统 /1
 - 1.1.2 计算机软件系统 /2
 - 1.1.3 计算机工作过程 /3
 - 1.1.4 计算机工作的特点 /4
- 1.2 计算机语言 /5
- 1.3 计算机程序 /7
- 1.4 课外阅读 /8

第2章 算法与C程序设计初步 /10

- 2.1 算法的含义 /10
- 2.2 算法的特性 /13
- 2.3 C语言编程要点 /14
 - 2.3.1 C语言的特点 /14
 - 2.3.2 C程序的组成 /15
 - 2.3.3 变量 /17
 - 2.3.4 赋值语句 /21
 - 2.3.5 基本输入输出函数 /21
- 2.4 C程序示例 /27
- 2.5 扩展知识 /28
 - 2.5.1 数据类型 /28
 - 2.5.2 变量的初始化 /30
 - 2.5.3 不同数据类型间的运算 /30
 - 2.5.4 自增和自减运算符 /32
- 2.6 C编程规范 /33
 - 2.6.1 排版 /33
 - 2.6.2 注释 /33

2.6.3	标识符命名	/34
2.6.4	变量	/34
2.7	动态调试程序的方法	/34
2.7.1	设置断点	/35
2.7.2	单步运行和观测窗口	/36
2.8	课后练习	/38
2.9	实验题目	/38
2.9.1	认识C程序	/38
2.9.2	比较两个交换变量取值的算法	/40
2.10	课外学习	/41
第3章	初步认识结构化算法	/42
3.1	结构化算法的原则和特点	/42
3.1.1	结构化算法的主要原则	/42
3.1.2	结构化算法的主要特点	/43
3.2	3种基本控制结构与流程图	/43
3.2.1	传统流程图与3种控制结构	/43
3.2.2	N-S图与3种基本控制结构	/44
3.3	N-S图描述算法	/46
3.4	顺序结构算法举例	/47
3.5	扩展知识	/49
3.5.1	认识编译预处理命令 include 和 define	/49
3.5.2	编译预处理命令的使用	/51
3.6	C编程规范	/52
3.7	课后练习	/52
3.8	顺序结构算法实验	/52
3.9	课外阅读	/53

第4章 分支结构算法及其实现	/54
4.1 关系表达式和逻辑表达式	/54
4.1.1 关系运算和关系表达式	/54
4.1.2 逻辑运算和逻辑表达式	/55
4.2 二选一支结构	/58
4.3 算法走读	/61
4.3.1 对算法的 N-S 图进行编号	/61
4.3.2 用测试数据检验算法	/62
4.4 实现二选一结构的 if-else 语句	/64
4.4.1 if-else 语句的基本形式	/64
4.4.2 if-else 语句的缩进、对齐	/64
4.4.3 复合语句	/65
4.5 含二选一支结构的算法举例	/67
4.6 多分支结构及算法举例	/70
4.6.1 多分支选择结构	/70
4.6.2 实现多分支结构的 C 语句	/73
4.7 扩展知识	/74
4.7.1 C 数据与逻辑“真”与“假”	/74
4.7.2 条件运算符	/74
4.8 C 编程规范	/75
4.8.1 排版	/75
4.8.2 可读性	/75
4.8.3 质量保证	/76
4.9 课后练习	/76
4.10 实验题目	/77
4.10.1 二选一支结构算法设计	/77
4.10.2 修改分支结构的 C 程序	/78
4.10.3 多分支结构算法设计	/79
4.11 课外阅读	/80

第5章	循环结构算法及其实现	/81
5.1	先判断型循环结构	/81
5.1.1	定数循环	/81
5.1.2	C语言中的 while 语句	/83
5.1.3	for 循环结构	/85
5.1.4	不定数循环	/86
5.1.5	先判断型循环结构的算法举例	/89
5.2	循环结构算法走读	/94
5.2.1	算法走读	/94
5.2.2	算法的健壮性	/97
5.3	后判断型循环结构	/99
5.4	循环的嵌套	/102
5.4.1	自顶向下、逐步求精的设计方法	/102
5.4.2	循环的嵌套	/104
5.4.3	for 循环结构与穷举法	/105
5.5	扩展知识	/109
5.5.1	复合赋值运算符	/109
5.5.2	for 循环的灵活使用	/109
5.5.3	break 语句	/110
5.5.4	枚举类型	/112
5.6	C 编程规范	/115
5.6.1	排版	/115
5.6.2	可读性	/115
5.6.3	提高效率	/115
5.7	课后练习	/115
5.8	实验题目	/117
5.8.1	先判断型循环结构算法设计(一)	/117
5.8.2	先判断型循环结构算法设计(二)	/118
5.8.3	后判断型循环结构算法设计	/119
5.8.4	循环嵌套算法的设计	/120

5.8.5	利用 for 循环穷举法解题	/122
5.9	课外实践	/123
第 6 章 模块化和 C 语言的函数 /124		
6.1	“模块化”程序设计思想	/124
6.2	函数	/126
6.2.1	标准函数	/126
6.2.2	自定义函数	/127
6.3	参数	/130
6.3.1	形参和实参	/130
6.3.2	参数的值传递和地址传递	/130
6.3.3	如何设计函数中的参数	/132
6.4	返回值	/137
6.5	函数举例	/138
6.6	调用过程分析	/143
6.6.1	函数调用的一般形式	/143
6.6.2	函数调用的方式	/143
6.6.3	函数调用的过程	/144
6.7	扩展知识	/146
6.7.1	全局变量和局部变量	/146
6.7.2	函数的递归调用	/149
6.7.3	带参数的宏定义	/151
6.7.4	利用 #include 实现代码的重用	/153
6.8	C 编程规范	/154
6.8.1	函数设计	/154
6.8.2	全局变量	/155
6.8.3	指针	/155
6.9	课后练习	/155
6.10	实验题目	/157
6.10.1	打印月历	/157

6.10.2 函数的嵌套调用 /157

6.10.3 掷骰子游戏 /158

6.10.4 函数的递归 /160

6.11 课外实践 /161

第7章 数组 /162

7.1 一维数组及其使用 /162

7.1.1 数组的引出 /162

7.1.2 一维数组的定义和引用 /163

7.1.3 一维数组使用举例 /165

7.1.4 数组名做函数的参数 /172

7.1.5 排序和查找算法 /178

7.2 二维数组及其使用 /187

7.2.1 二维数组的定义和引用 /187

7.2.2 二维数组使用的一般形式 /188

7.2.3 二维数组使用举例 /189

7.2.4 二维数组名做函数的参数 /191

7.3 扩展知识 /195

7.3.1 数组的初始化 /195

7.3.2 一维数组的指针变量 /196

7.3.3 一维数组指针做函数的参数 /198

7.4 C编程规范 /199

7.4.1 数组定义规范 /199

7.4.2 数组使用规范 /200

7.5 课后练习 /200

7.6 实验题目 /201

7.6.1 数组元素计数器和做标记 /201

7.6.2 数组名作为函数参数 /202

7.6.3 改进冒泡法排序算法 /203

7.6.4 二维数组的使用 /205

7.7 课外实践 /206

第8章 字符和字符串处理的算法 /208

8.1 字符类型数据处理的算法 /208

8.1.1 字符常量与字符变量 /208

8.1.2 字符数据在内存中的存储 /209

8.1.3 字符类型数据处理算法举例 /210

8.2 一个字符串的存储和处理 /214

8.2.1 一维字符数组与字符串 /214

8.2.2 C语言中字符串的输入输出 /215

8.2.3 字符串处理函数 /217

8.2.4 字符串处理算法举例 /219

8.3 多个字符串的存储和处理 /225

8.3.1 二维字符数组 /225

8.3.2 多个字符串处理算法举例 /226

8.4 扩展知识 /229

8.4.1 字符串的指针变量 /229

8.4.2 指针数组 /231

8.5 课后练习 /233

8.6 实验目的 /233

8.6.1 字符及字符串处理 /233

8.6.2 字符串处理 /234

8.6.3 综合练习多个字符串的
存储和处理 /235

第9章 结构体 /237

9.1 结构体的引出 /237

9.2 结构体类型和结构体变量 /238

9.2.1 结构体类型 /238

9.2.2 结构体变量 /239

9.2.3 结构体变量的引用 /241

9.3	结构体数组	/243
9.3.1	结构体数组	/243
9.3.2	结构体数组的引用	/244
9.4	指向结构体的指针变量	/246
9.4.1	结构体变量的指针变量	/246
9.4.2	结构体和结构体指针做参数	/246
9.5	扩展知识	/248
9.6	C 编程规范	/249
9.6.1	结构体设计	/249
9.6.2	可读性	/250
9.7	课后练习	/250
9.8	实验题目	/251
9.8.1	结构体变量的定义和使用	/251
9.8.2	结构体数组的使用	/252
9.8.3	结构体做函数的参数——结构体指针的使用	/253
9.9	课外实践	/254
附录 A	C 语言常用格式说明符	/256
附录 B	本书各章 C 语言运算符的优先级和结合性	/258
附录 C	常用字符 ASCII 码表	/260
C 语言语法索引 /261		
算法索引 /263		
参考文献 /264		

第 1 章 计算机基础知识

1.1 认识计算机

计算机是 20 世纪人类社会的重大科技成果之一。自 1946 年世界上第一台数字计算机诞生以来,在短短的几十年里,计算机技术得到飞速发展。从 20 世纪 40 年代和 50 年代只有发达国家的军事部门才用得起来,到现在进入普通家庭,广泛应用于各个领域,代替了人类大量的体力劳动和脑力劳动,完成着许多人所不能做到的工作。在当今的信息社会中,人们越来越离不开计算机。

下面学习计算机硬件系统和软件系统的组成,重点理解程序和它们之间的关系。

1.1.1 计算机硬件系统

硬件是组成计算机的物理实体,它提供了计算机工作的物质基础。人们通过硬件向计算机系统发布命令,输入数据,并得到计算机的响应,计算机内部也必须通过硬件来完成数据存储、计算及传输等各项任务。无论是哪一种计算机,一个完整的硬件系统从功能角度而言必须包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分,每个功能部件各尽其职、协调工作。计算机硬件系统的组成如图 1-1 所示。



图 1-1 计算机硬件系统

1. 中央处理器

中央处理器 (Central Processing Unit, CPU) 是一块超大规模的集成电路,是一台计算机的运算核心和控制核心。它的功能主要是解释计算机指令以及处理计算机软件中的数据。CPU 主要由运算器、控制器及寄存器等组成。

运算器又称为算术逻辑单元 (Arithmetic Logic Unit, ALU), 用于对数据进行算术运算 (加、减、乘、除等) 和逻辑运算 (与、或、非、异或、比较等), 即数据的加工处理。

控制器负责从存储器中存取指令,并对指令进行译码,根据指令的要求,按时间的先后顺序,负责向其他各部件发出控制信号,保证各部件谐调一致地工作,一步一步地完成各种操作。

寄存器用于临时存储指令、地址、数据和计算结果。

2. 存储器

存储器是计算机记忆或暂存数据的部件。计算机中的全部信息,包括原始的输入数据、经过初步加工的数据以及最后处理完成的有用信息都存放在存储器中。而且指挥计算机运行的各种程序,即规定对输入数据如何进行加工处理的一系列指令也都存放在存储器中。存储器分为内存储器(内存)和外存储器(外存)两种。

内存储器是直接和 CPU 相联系的存储设备,是微型计算机工作的基础。通常,内存储器分为只读存储器、随机读写存储器和高速缓冲存储器三类。

外存储器即外存,也称为辅存,是内存的延伸,其主要作用是长期存放计算机工作所需要的系统文件、应用程序、用户程序、文档和数据等。当 CPU 需要执行某部分程序和数据时,由外存调入内存以供 CPU 访问,可见外存的作用是扩大存储系统的容量。

3. 输入输出设备

输入设备用于将系统文件、用户程序及文档、运行程序所需的数据等信息输入到计算机的存储设备中以备使用。常用的输入设备有键盘、鼠标器、扫描仪和光笔等。

输出设备用于将计算机处理的结果、用户文档、程序及数据等信息输出到计算机的输出设备中。这些信息可以通过打印机打印在纸上、显示在显示器屏幕上,也可以输出到磁盘上保存起来。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪、磁盘等。显示器是计算机的主要输出设备,用来将系统信息、计算机处理结果、用户程序及文档等信息显示在屏幕上。

1.1.2 计算机软件系统

有人称“没有软件的计算机只不过是一堆废铁”,可见软件对于计算机系统的重要性,它是组成计算机系统的重要部分。软件内容丰富、种类繁多,根据软件用途可将其分为系统软件和应用软件两类,这些软件都是用程序设计语言编写的程序,如图 1-2 所示。

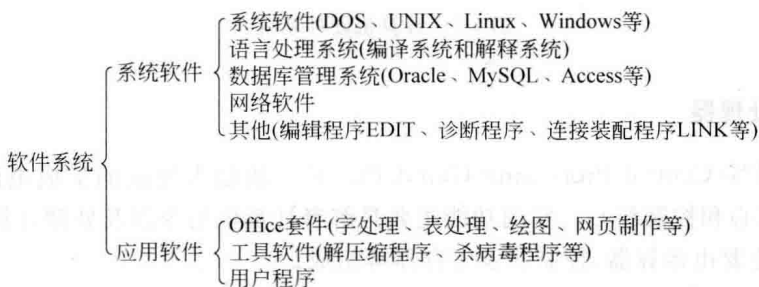


图 1-2 计算机软件系统

1. 系统软件

系统软件是指管理、控制和维护计算机系统资源的程序集合,这些资源包括硬件资源和软件资源。例如,对 CPU、内存、打印机的分配与管理;对磁盘的维护与管理;对系统程序文件与应用程序文件的组织和管理等。常用的系统软件有操作系统、各种语言处理程序和一些服务性程序等,其核心是操作系统。

操作系统是控制和管理计算机硬件资源及软件资源的系统软件,是用户与计算机进行交互的接口,用户通过这个接口来管理和使用计算机。也就是说,用户通过操作系统提供的命令或窗口来实现各种访问计算机的操作。一个好的操作系统不但能使计算机系统中的软件和硬件资源得以最充分的利用,还要为用户提供一个清晰、简洁、易用的用户界面。用户不用关心计算机资源的具体分配情况,通过使用操作系统提供的命令和交互功能,就可以方便地使用计算机。

人机界面是指人和计算机软/硬件的交互部分,是人与计算机之间传递信息的媒介和窗口,是用户使用计算机系统的一种操作环境。到目前为止,计算机还不能直接理解人的语言和表达意念的方式,只能利用人机界面来实现人机交流。不同的操作系统提供不同的人机界面,但无论是哪一种操作系统,其工作界面只有命令行(CLI)和窗口图形(GUI)两种方式。

2. 应用软件

除了系统软件以外的所有软件都称为应用软件,是由计算机生产厂家或软件公司为支持某一应用领域、解决某个实际问题而专门研制的应用程序。例如,Office 套件、标准函数库、计算机辅助设计软件、各种图形处理软件、解压缩软件、反病毒软件等。用户通过这些应用程序完成自己的任务。例如,利用 Office 套件创建文档,利用反病毒软件清理计算机病毒,利用解压缩软件解压缩文件,利用 Outlook 收发电子邮件,利用图形处理软件绘制图形等。

1.1.3 计算机工作过程

计算机之所以能够自动工作,是依据了冯·诺依曼提出的“存储程序”原理,即事先将指挥计算机工作的程序存储起来。计算机工作的过程实质上是执行程序的过程。在计算机工作时,CPU 逐条执行程序中的语句就可以完成一个程序的执行,从而完成一项特定的任务。

计算机工作原理如图 1-3 所示。

计算机工作过程如下。

- (1) 把表示计算步骤的程序和计算中需要的原始数据,在控制器输入命令的作用下,通过输入设备送入计算机的存储器。
- (2) 当计算开始时,在取指令命令的作用下把程序指令逐条送入控制器。
- (3) 控制器对指令进行译码,并根据指令的操作要求向存储器和运算器发出存数、取

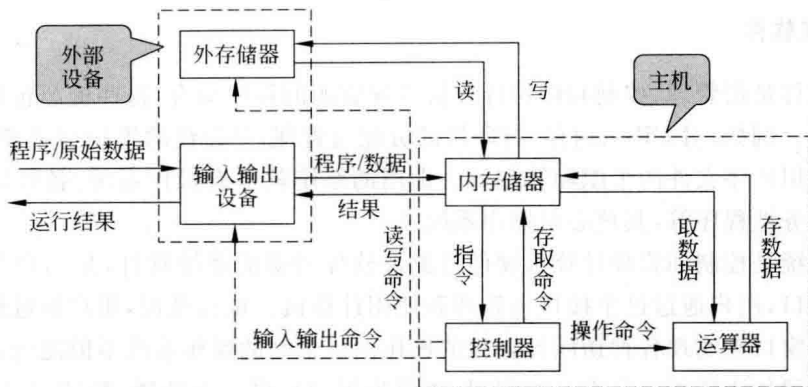


图 1-3 计算机工作原理

数命令和运算命令,经过运算器计算并把计算结果存放在存储器内。

(4) 在控制器发出取数和输出命令的作用下,通过输出设备输出计算结果。

【边学边练】 以 $c=5+9$ 这个运算为例,说明其执行的过程。重点体会“内存”在其中的作用。

1.1.4 计算机工作的特点

计算机的应用领域已渗透到国民经济各个部门及社会生活的各个方面。计算机的广泛应用和它本身的结构、特点密不可分。

1. 运算速度快

计算机是一种可以高速运算的工具。直接衡量它的运算速度的一种标准是每秒钟执行的基本运算(一次加法运算)的次数。计算机刚出现时,它的运算速度就达到每秒几千次,大大超过当时其他机器(如电动计算器)的速度,而现代计算机每秒的运算次数已高达万亿次。

2. 存储功能强

计算机具有存储“信息”的存储装置,可以存储大量的数据。当要使用这些“信息”时,它又能准确无误地将其取出来。计算机这种存储信息的“记忆”能力,使它成为信息处理的有力工具。

3. 具有自动运行能力

计算机不仅能存储数据,还能存储程序。计算机能自动完成一系列不必人工干预的操作,这是由称为“计算机程序”的指令集控制的。人们将事先编制的计算机程序存储在存储器中。当运行程序时,控制器根据程序中每一条语句的操作要求告诉存储器如何获取原始数据,告诉运算器执行什么样的运算,把结果输出到什么地方,而这个过程不需要人工干预。这是计算机与其他计算工具最本质的区别。