

高等院校信息技术规划教材

C程序设计教程

徐士良 孙甲松 编著

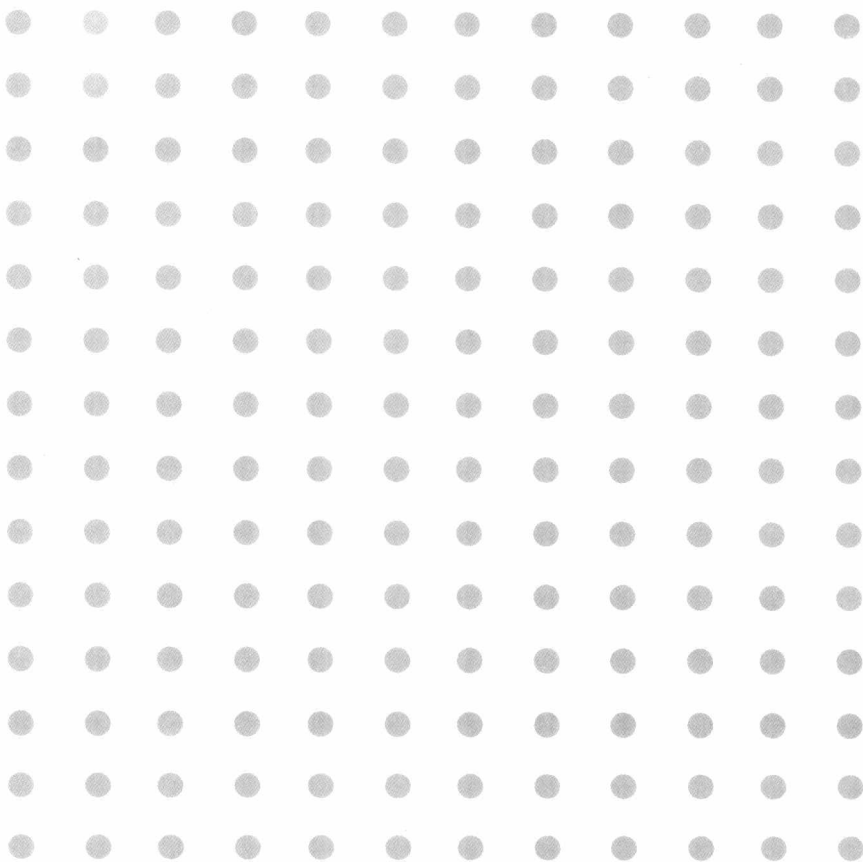


清华大学出版社

高等院校信息技术规划教材

C程序设计教程

徐士良 孙甲松 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是作者通过长期教学实践而写成的。全书由浅入深,逐步介绍C语言中的基本概念和语法,可使读者全面、系统地理解和掌握用C语言进行程序设计的方法。书中主要内容包括:程序设计基本概念、C语言的基本数据类型、数据的输入输出、C表达式与宏定义、选择结构、编译预处理、循环结构、模块设计、数组、指针、结构体与联合体、文件、位运算。除第6章外,本书每章均提供了足够的练习题。

本书的特点是简明扼要、通俗易懂、例题丰富,有利于读者自学。本书可作为高等学校学生学习C语言程序设计的教材。

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

C程序设计教程/徐士良,孙甲松编著. —北京:清华大学出版社,2009.9

(高等院校信息技术规划教材)

ISBN 978-7-302-20800-6

I. C… II. ①徐… ②孙… III. C语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第154302号

责任编辑:焦虹

责任校对:李建庄

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

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

地址:北京清华大学学研大厦A座

邮编:100084

邮购:010-62786544

印装者:北京国马印刷厂

经销:全国新华书店

开本:185×260 印张:25.25

版次:2009年9月第1版

印数:1~3000

定价:36.00元

字数:591千字

印次:2009年9月第1次印刷

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:032692-01

高等院校信息技术规划教材

系 列 书 目

书 名	书 号	作 者
数字电路逻辑设计	978-7-302-12235-7	朱正伟 等
计算机网络基础	978-7-302-12236-4	符彦惟 等
微机接口与应用	978-7-302-12234-0	王正洪 等
XML 应用教程(第 2 版)	978-7-302-14886-9	吴 洁
算法与数据结构	978-7-302-11865-7	宁正元 等
算法与数据结构习题精解和实验指导	978-7-302-14803-6	宁正元 等
工业组态软件实用技术	978-7-302-11500-7	龚运新 等
MATLAB 语言及其在电子信息工程中的应用	978-7-302-10347-9	王洪元
微型计算机组装与系统维护	978-7-302-09826-3	厉荣卫 等
嵌入式系统设计原理及应用	978-7-302-09638-2	符意德
C++ 语言程序设计	978-7-302-09636-8	袁启昌 等
计算机信息技术教程	978-7-302-09961-1	唐 全 等
计算机信息技术实验教程	978-7-302-12416-0	唐 全 等
Visual Basic 程序设计	978-7-302-13602-6	白康生 等
单片机 C 语言开发技术	978-7-302-13508-1	龚运新
ATMEL 新型 AT89S52 系列单片机及其应用	978-7-302-09460-8	孙育才
计算机信息技术基础	978-7-302-10761-3	沈孟涛
计算机信息技术基础实验	978-7-302-13889-1	沈孟涛 著
C 语言程序设计	978-7-302-11103-0	徐连信
C 语言程序设计习题解答与实验指导	978-7-302-11102-3	徐连信 等
计算机组成原理实用教程	978-7-302-13509-8	王万生
微机原理与汇编语言实用教程	978-7-302-13417-6	方立友
微机组装与维护用教程	978-7-302-13550-0	徐世宏
计算机网络技术及应用	978-7-302-14612-4	沈鑫剡 等
微型计算机原理与接口技术	978-7-302-14195-2	孙力娟 等
基于 MATLAB 的计算机图形与动画技术	978-7-302-14954-5	于万波
基于 MATLAB 的信号与系统实验指导	978-7-302-15251-4	甘俊英 等
信号与系统学习指导和习题解析	978-7-302-15191-3	甘俊英 等
计算机与网络安全实用技术	978-7-302-15174-6	杨云江 等
Visual Basic 程序设计学习和实验指导	978-7-302-15948-3	白康生 等
Photoshop 图像处理实用教程	978-7-302-15762-5	袁启昌 等
数据库与 SQL Server 2005 教程	978-7-302-15841-7	钱雪忠 著

计算机网络实用教程	978-7-302-16212-4	陈 康 等
多媒体技术与应用教程	978-7-302-17956-6	雷运发 等
数据结构	978-7-302-16849-2	闫玉宝 等著
信息系统分析与设计	978-7-302-16901-7	杜娟、赵春艳、白宏伟等 著
微机接口技术实用教程	978-7-302-16905-5	任向民 著
基于 MATLAB 的图像处理	978-7-302-16906-2	于万波 著
C 语言程序设计	978-7-302-16938-3	马秀丽 等
SAS 数据挖掘与分析	978-7-302-16920-8	阮桂海 等
C 语言程序设计	978-7-302-17781-4	向 艳 等
工程背景下的单片机原理及系统设计	978-7-302-16990-1	刘焕成 著
多媒体技术实用教程	978-7-302-17069-3	吴 青 著
Web 应用开发技术	978-7-302-17671-8	高 屹 等
C 语言程序设计	978-7-302-17781-4	向 艳 等
ASP.NET 实用教程	978-7-302-16338-1	康春颖、张 伟、王磊等 著
Visual FoxPro 9.0 程序设计	978-7-302-17858-3	张翼英 等
Visual Basic 在自动控制中的编程技术	978-7-302-17941-2	龚运新 等
计算机网络安全实用技术	978-7-302-17966-5	符彦惟 等
Visual FoxPro 程序设计基础教程	978-7-302-18201-6	薛 磊 等
数据结构与算法	978-7-302-18384-6	赵玉兰 等
C 程序设计教程	978-7-302-20800-6	徐士良
计算机通信与网络	978-7-302-20002-4	杨 庚 等
数据库系统原理与设计	978-7-302-29590-6	万常选 等
C 程序设计教程	978-7-302-20800-6	徐士良 等
计算机通信与网络	978-7-302-20002-4	杨 庚 等
数据库系统原理与设计	978-7-302-29590-6	万常选 等



前言

Foreword

程序设计是每个科技工作者使用计算机的基本功。C 语言是目前使用最广泛的一种程序设计语言。它具有丰富的数据类型,使用灵活,可移植性好。它所提供的数据结构和控制结构适合于进行结构化程序设计,并且,利用 C 语言还可以实现汇编语言的大部分功能。

本书不仅详细介绍了 C 语言的语法规则,而且对于某些功能的系统实现以及程序的执行过程也进行了必要的分析。本书着重强调的是 C 语言的基本概念。书中通过大量的例题分析和程序实例,使读者理解和掌握利用 C 语言进行程序设计的方法。

全书共分 13 章。书中所有程序都已经过实际调试。除第 6 章外,每章后面都安排了足够的练习题。在每章最后几个练习题中给出了编程的具体要求,通常可以作为实验使用。

本书的特点是简明扼要,通俗易懂,例题丰富。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

2009 年 8 月

读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请您来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 602 室 计算机与信息分社营销室 收

邮编：100084

电子邮件：jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

电话：010-62770175-4608/4409

邮购电话：010-62786544

教材名称：C 程序设计教程

ISBN：978-7-302-20800-6

个人资料

姓名：_____ 年龄：_____ 所在院校/专业：_____

文化程度：_____ 通信地址：_____

联系电话：_____ 电子信箱：_____

您使用本书是作为：☐指定教材 ☐选用教材 ☐辅导教材 ☐自学教材

您对本书封面设计的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

从科技含量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

本书最令您满意的是：

☐指导明确 ☐内容充实 ☐讲解详尽 ☐实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？（可附页）

您希望本书在哪些方面进行改进？（可附页）

电子教案支持

敬爱的教师：

为了配合本课程的教学需要，本教材配有配套的电子教案（素材），有需求的教师可以与我们联系，我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案（素材），希望有助于教学活动的开展。相关信息请拨打电话 010-62776969 或发送电子邮件至 jsjic@tup.tsinghua.edu.cn 咨询，也可以到清华大学出版社主页（<http://www.tup.com.cn> 或 <http://www.tup.tsinghua.edu.cn>）上查询。

目录

Contents

第 1 章 绪论	1
1.1 程序设计概述	1
1.2 程序设计语言	7
1.3 简单的 C 语言程序	10
1.4 C 语言程序的上机步骤	13
练习 1	15
第 2 章 C 基本数据类型	16
2.1 数据在计算机中的表示	16
2.1.1 计算机记数制	16
2.1.2 计算机中数的表示	25
2.2 常量与变量	32
2.3 基本数据类型常量	33
2.3.1 整型常量	33
2.3.2 实型常量	35
2.3.3 字符型常量	37
2.4 基本数据类型变量的定义	38
2.4.1 整型变量的定义	38
2.4.2 实型变量的定义	42
2.4.3 字符型变量的定义	43
练习 2	45
第 3 章 数据的输入与输出	47
3.1 格式输出函数	47
3.1.1 基本的格式输出语句	47
3.1.2 printf 函数中常用的格式说明	52
3.1.3 使用 printf 函数时的注意事项	56



3.2 格式输入函数	56
3.2.1 基本的格式输入语句	56
3.2.2 scanf 函数中常用的格式说明	61
3.2.3 通过 scanf 函数从键盘输入数据	62
3.3 字符输出函数	64
3.4 字符输入函数	65
练习 3	66
第 4 章 C 表达式与宏定义	68
4.1 赋值运算	68
4.2 算术运算及其表达式	69
4.3 关系运算及其表达式	71
4.4 逻辑运算及其表达式	73
4.5 其他运算符	77
4.5.1 增 1 与减 1 运算符	77
4.5.2 sizeof 运算符	78
4.5.3 逗号运算符	79
4.6 标准函数	81
4.7 宏定义	81
4.7.1 符号常量定义	82
4.7.2 带参数的宏定义	83
4.7.3 带 # 的宏定义	86
练习 4	88
第 5 章 选择结构	92
5.1 语句与复合语句	92
5.2 if 语句	96
5.3 if...else 结构	101
5.4 条件运算符	106
5.5 switch 结构	110
5.6 程序举例	118
练习 5	120
第 6 章 编译预处理	124
6.1 文件包含命令	124
6.2 条件编译命令	126

6.3	#pragma 命令	132
6.4	#line 命令	133
第 7 章	循环结构	134
7.1	当型循环与直到型循环	134
7.2	while 语句	135
7.3	do...while 语句	138
7.4	对键盘输入的讨论	141
7.5	for 语句	145
7.6	循环的嵌套与其他有关语句	148
7.6.1	循环的嵌套	148
7.6.2	break 语句	151
7.6.3	continue 语句	153
7.7	程序举例	155
练习 7		166
第 8 章	模块设计	169
8.1	模块化程序设计与 C 函数	169
8.1.1	模块化程序设计的基本概念	169
8.1.2	函数的定义	170
8.1.3	函数的调用	173
8.2	模块间的参数传递	178
8.2.1	形参与实参的结合方式	178
8.2.2	局部变量与全局变量	181
8.2.3	动态存储变量与静态存储变量	183
8.2.4	内部函数与外部函数	189
8.3	模块的递归调用	191
8.4	程序举例	193
练习 8		198
第 9 章	数组	202
9.1	数组的基本概念	202
9.2	数组的定义与引用	204
9.2.1	一维数组	204
9.2.2	二维数组	206
9.2.3	数组的初始化	206

9.3	字符数组与字符串	211
9.3.1	字符数组的定义与初始化	211
9.3.2	字符串	212
9.3.3	字符数组与字符串的输入与输出	213
9.3.4	字符串处理函数	216
9.4	数组作为函数参数	220
9.4.1	形参数组与实参数组的结合	220
9.4.2	二维数组作为函数参数	224
9.5	程序举例	227
练习 9		232
第 10 章	指针	236
10.1	指针变量	236
10.1.1	指针的基本概念	236
10.1.2	指针变量的定义与引用	237
10.1.3	指针变量作为函数参数	241
10.1.4	指向指针的指针	245
10.2	指针数组	247
10.3	数组与指针	248
10.3.1	一维数组与指针	248
10.3.2	二维数组与指针	251
10.3.3	数组指针作为函数参数	255
10.4	字符串与指针	260
10.4.1	字符串指针	260
10.4.2	字符串指针作为函数参数	264
10.5	函数与指针	266
10.5.1	用函数指针变量调用函数	266
10.5.2	函数指针变量作为函数参数	268
10.5.3	返回指针值的函数	270
10.6	main 函数的形参	271
10.7	程序举例	273
练习 10		275
第 11 章	结构体与联合体	278
11.1	结构体类型变量	278
11.1.1	结构体类型变量的定义与引用	278

11.1.2	结构体的嵌套	282
11.1.3	结构体类型变量的初始化	283
11.1.4	结构体与函数	285
11.2	结构体数组	288
11.2.1	结构体类型数组的定义与引用	288
11.2.2	结构体类型数组作为函数参数	291
11.3	结构体与指针	292
11.3.1	结构体类型指针变量的定义与引用	292
11.3.2	结构体类型指针作为函数参数	294
11.3.3	结构体的大小与 #pragma 中 pack 的关系	299
11.4	链表	301
11.4.1	链表的基本概念	301
11.4.2	链表的基本运算	304
11.4.3	多项式的表示与运算	307
11.5	联合体	313
11.6	枚举类型与自定义类型名	315
11.6.1	枚举类型	315
11.6.2	自定义类型名	318
练习 11		319
第 12 章	文件	323
12.1	文件的基本概念	323
12.2	文件的基本操作	326
12.2.1	文件的打开与关闭	326
12.2.2	文件的读写	328
12.2.3	文件的定位	335
12.2.4	文件缓冲区的清除	338
12.3	程序举例	340
练习 12		343
第 13 章	位运算	347
13.1	二进制位运算	347
13.2	位段	353
13.3	程序举例	356
练习 13		359



附录 A 基本 ASCII 码表	361
附录 B C 常用库函数	362
附录 C VC6 编译系统常用操作说明	366
参考文献	387

绪 论

1.1 程序设计概述

对于初学计算机的人来说,往往简单地把程序设计理解为编制一个程序,觉得能根据实际问题直接编出一个程序就行了。其实这是不对的,至少是不全面的。实际上,程序设计包括多方面的内容,而具体编制程序只是其中的一个方面。什么是程序设计?有人将程序设计描述成如下的一个公式:

程序设计=算法+数据结构+方法+工具

由此可以看出,在整个程序设计的过程中,要涉及算法的设计、数据结构的设计、方法的设计和工具的选择等诸多方面。从这个概念出发,一般来说,可以将程序设计的过程分为以下五个基本步骤:

- (1) 问题的分析;
- (2) 结构特性的设计;
- (3) 算法的设计;
- (4) 流程的描述;
- (5) 调试与运行。

下面分别对这五个步骤作简要的说明。

1. 问题分析

问题分析是进行程序设计的基础。如果在没有把所要解决的问题分析清楚之前就想着手编制程序,是很难得到预想结果的,这只能收到事倍功半的效果。根据所要解决的问题性质与类型,需要分析的内容可能是不同的,但最基本的分析内容主要有以下几个方面。

(1) 问题的性质

人们所要解决的问题是各种各样的,而对于不同性质的问题,所用的方法、工具以及输入输出的形式一般也是不同的。通过对问题性质的分析,进一步确定在解决这个问题过程中要做什么?怎么做?例如,所要解决的问题是属于数值型还是非数值型的问题;如果是数值型的问题,则要求确定一个合理的精度要求;不管是数值型的问题还是非

数值型的问题,都需要明确最终的结果是什么。又如,对于一元二次方程求根的问题,需要明确是只求实根还是实根与复根都需要求。显然,对于不同性质的问题,其要求是不同的,所考虑的侧重点也是不同的;即使是对于同类问题,在不同的应用中,其要求也是不同的。

(2) 输入、输出数据

数据处理是计算机应用中最广泛的一个领域。在用计算机解决问题时,一般总要有输入数据,计算的结果也要以某种方式进行输出。因此,在进行程序设计的过程中,需要考虑对输入、输出数据的处理。一般来说,对于输入、输出数据主要应考虑以下几个方面:

- 数据的类型是什么?如整型、实型、双精度型、字符型等。
- 在何种设备上输入或输出?如键盘、扫描仪或打印机、显示器等。
- 采用什么样的格式进行数据的输入或输出?

(3) 数学模型或常用的方法

对于数值型问题,一般要考虑数学模型的设计,或者要对常用的一些方法进行分析与比较,从而根据问题的性质选择一种合理的解决方案。对于非数值型问题,通常也需要从众多的方法中选择一种最合理的方法。

例如,为了求一元二次方程 $Ax^2 + Bx + C = 0$ 的两个实根 x_1 和 x_2 ,通常有以下三种方法:

① 求根公式

$$x_{1,2} = (-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}) / (2A)$$

② 韦达定理

$$x_1 + x_2 = -B/A$$

$$x_1 x_2 = C/A$$

③ 迭代法

对于上述三种方法,虽然从理论上讲都可以使用,但与实际应用之间还有一定的差距。例如,因为计算工具的有效数字位数是有限的,在运算过程中不可避免地会出现误差。因此,利用理论上精确成立的求根公式计算得到的结果也不一定可靠。韦达定理虽然指出了一元二次方程两个实根之间的关系,但没有指明如何实现的具体步骤;迭代法一般一次只能求一个实根,并且还存在收敛性的问题。因此,在实际解决问题时,必须要对各种方法进行分析比较,不能随便使用某种方法。

2. 结构特性的设计

结构特性设计得好坏,直接影响到程序设计的效率,乃至程序执行的效率。结构特性的设计主要包括控制结构和数据结构的设计。

(1) 控制结构

一个程序的功能不仅取决于所选用的操作,而且还取决于各操作之间的执行顺序,即程序的控制结构。程序的控制结构实际给出了程序的框架,决定了程序中各操作的执行顺序。在程序设计过程中,通常用流程图形象地表示程序的控制结构。

(2) 数据结构

在计算机的各种应用中,数据处理所占的比重将越来越大。在实际应用中,需要处理的数据元素一般有很多,而且,各数据元素之间不仅具有逻辑上的关系,还具有在计算机中实际存储位置上的关系。显然,杂乱无章的数据是不便于处理的,而将大量数据随意地存放在计算机中,实际上也是“自讨苦吃”,对处理也是很不利。

一般来说,在对数据进行处理时,对于数据的不同组织形式,其处理的效率是不同的。有关数据结构的内容将有专门的课程。

3. 算法的设计

前面已经提到,在进行问题分析时,需要建立数学模型或对常用的方法进行分析比较,这实际上就是算法的设计。

所谓算法,是指对解题方案准确而完整的描述。从程序角度来看,也可以说算法是一个有限条指令的集合,这些指令确定了解决某一特定类型问题的运算序列。

对于初学程序设计的人来说,往往不加思考,随便拿来一种方法就用,经常最后导致结果不理想,甚至会得到错误的结果。

选择一个好的算法是程序设计的关键。选择算法主要应考虑以下两个基本原则:

- (1) 实现算法所花费的代价要尽量小,即计算工作量要小。
- (2) 根据算法所得到的计算结果应可靠。

4. 流程的描述

程序设计的过程,实际上就是确定解决问题的详细步骤,而这些步骤通常称为流程。在程序设计过程中,常用的流程描述工具有以下几种。

(1) 流程图

人们在程序设计的实践过程中,总结出了一套用图形来描述问题的处理过程,从而使流程更直观,易被一般人所接受。用图形描述处理流程的工具称为流程图。目前用得比较普遍的是传统流程图和结构化流程图(即 NS 图)。

① 传统流程图

1966 年,Bohm 和 Jacopini 从理论上证明了任何复杂的程序都可以用顺序、选择和循环三种基本结构组合而成。其中选择结构中包括一般的选择结构和多情况选择结构,循环结构又可以分为当型循环和直到型循环两种。这几种基本控制结构的传统流程图如图 1.1 所示。其中:

- 顺序结构反映了若干个模块之间连续执行的顺序;
- 在选择结构中,由某个条件 P 的取值来决定执行两个模块之间的哪一个;
- 在当型循环结构中,只有当某个条件成立时才重复执行特定的模块(称为循环体);
- 在直到型循环结构中,重复执行一个特定的模块,直到某个条件成立时才退出该模块的重复执行;
- 在多情况选择结构中,根据某控制变量的取值来决定选择多个模块中的哪一个。

但是,传统流程图有以下几个主要缺点:

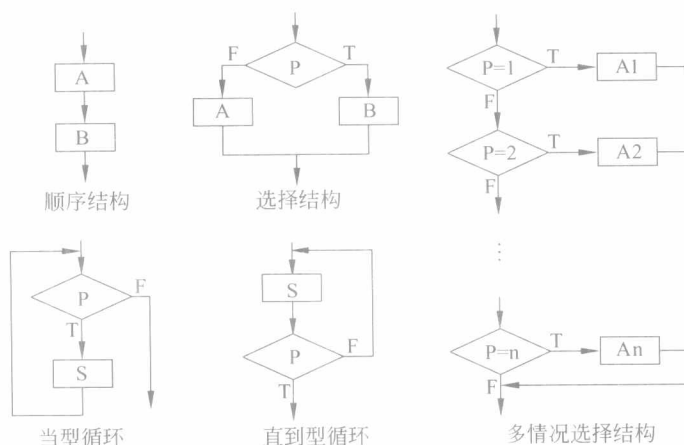


图 1.1 基本控制结构的传统流程图

- 它本质上不是逐步求精的好工具,会使程序员过早地考虑程序的控制流程,而不去考虑程序的全局结构;
- 不易表示层次结构;
- 不易表示数据结构和模块调用关系等重要信息;
- 用箭头代表控制流,因此,程序员不受任何约束,可以完全不顾结构程序设计的思想,随意进行转移控制。

② 结构化流程图

结构化程序设计要求把程序的结构限制为顺序、选择和循环三种基本结构,以便提高程序的可读性。这种结构化程序具有以下两个特点:

- 以控制结构为单位,只有一个入口和一个出口,使各单位之间的接口比较简单,每个单位也容易被人们所理解;
- 缩小了程序的静态结构与动态执行之间的差异,使人们能方便、正确地理解程序的功能。

在结构化程序设计过程中,经常使用的工具是结构化流程图,即 NS 图。

NS 图是一种不允许破坏结构化原则的图形算法描述工具,又称盒图。在 NS 图中,去掉了传统流程图中容易引起麻烦的流程线,全部算法都写在一个框内,每一种基本结构也是一个框。例如,图 1.2 给出了用结构化流程图描述计算并输出 $z=y/x$ 的处理流程。

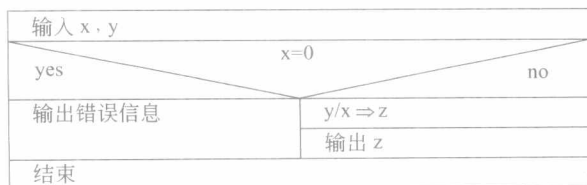


图 1.2 结构化流程图例