全国中小学教材审定委员会2004年
初审通过

普通高中课程标准实验教科书

信息技术（选修1）

算法与程序设计

SUANFA YU CHENGXU SHEJI

广东教育出版社

广东教育出版社

全国中小学教材审定委员会2004年
初审通过

普通高中课程标准实验教科书

信息技术（选修1）

算法与程序设计

SUANFA YU CHENGXU SHEJI

广东基础教育课程资源研究开发中心信息技术教材编写组　编著

广东教育出版社

广东教育出版社
·广 州·

责任编辑 \ 刘　茵　严洪超
封面设计 \ 何　维
责任技编 \ 姚健燕

主　　编：徐福荫　李文郁
本册主编：黄国洪　王咸伟
编写人员：黄国洪　王咸伟　徐树中
　　罗　伟　朱光明

广东教育出版社

普通高中课程标准实验教科书
信息技术(选修1)
算法与程序设计
广东基础教育课程资源研究开发中心
信息技术教材编写组　编著
*
广东教育出版社出版
（广州市环市东路472号12—15楼）
邮政编码：510075
湖南省新华书店发行
湖南天闻新华印务邵阳有限公司印刷
（邵阳市东大路776号）
890毫米×1240毫米　16开本　12.5印张　250 000字
2004年7月第1版
2006年7月第2版　2019年7月第31次印刷
ISBN 978-7-5406-5479-5
定价：14.74元
著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究
如有印装质量问题，请与承印厂联系调换。
联系电话：0739—5105052

前　言

在人类发展的历史长河中，还没有一种发明像计算机那样应用如此广泛，影响如此深远。从学校的学籍管理系统，到工厂生产方案的选择；从《红楼梦》的研究，到袁隆平的超级水稻；从三峡工程的建设，到“神舟六号”载人飞船的成功发射与返回；等等，无不体现计算机的魅力和神秘莫测！如果说以往发明的工具都是人类躯体的延伸，那么计算机则是人类大脑的延伸。也许，你会问：是什么使得计算机像人类的大脑一样充满智慧，像神仙一样神机妙算呢?

《算法与程序设计》是信息技术课程的一门选修课。本书以问题解决和程序设计为主线，力图揭开计算机解决问题的神秘面纱，向你展示计算机程序设计的精彩片段，引领你经历分析问题、确定算法、编写程序、调试程序等用计算机程序解决问题的基本过程。在这里，你将了解程序、程序设计语言、算法等计算机程序设计的基本概念，学会运用Visual Basic（以下简称VB）程序设计语言进行可视化程序设计。在这里，你将掌握解析法、穷举法、查找排序、递归法等几种较为常用的算法，进一步体验算法的思想精髓，了解算法和程序设计在解决问题过程中的地位和作用；在这里，你将学会运用模块化、面向对象等程序设计的基本思想和方法进行程序设计解决问题。

使用本教材时，通读目录和第一章，了解本书的结构，经历分析问题、确定算法、编写程序、调试程序等用计算机解决问题的基本过程，掌握算法和程序设计的基本概念，了解程序设计语言产生、发展的历史与过程，对以后章节的学习会起到一个启蒙和引导的作用。

在学习各章的时候，你应该精读章首页的导言。章首导言叙述了该章的学习目的、学习目标和学习内容，让你对该章有一个总体认识，也让你对学完该章后进行自我评价时有个参照标准。在每一节的前面都有一个“情景案例”，内容生动有趣，让你在阅读的过

广东教育出版社

程中不知不觉地进入问题的情境，引发你思考与正文内容有关的问题，带给你无穷的乐趣。

在学习的过程中，你会发现书中有一些带图标的栏目，如“问题”、“探究”、“实践”、“交流”、“拓展”等，它们会帮助你更好地理解课文的内容，指导你开展学习活动。例如，“问题”是为完成学习目标而设置的问题情境；“探究”是让你在研究学习活动中培养你的研究能力和创新意识；“交流”是围绕一些问题而进行的讨论活动；“实践”是让你模仿课文中的范例进行的解题或操作活动；等等。在开展交流、合作、探究等学习活动之后，你应该及时归纳总结，认真阅读和领会课文相关的内容，积极进行实践和练习，这样你会对用计算机解决问题的过程和程序设计思想方法有一个更加深刻的理解和掌握。

教材中设置“综合活动”，是为了让你把学过的内容应用到探索性学习或解决实际问题的活动当中，以此来提高自己运用计算机程序解决问题的能力、合作探究的能力。

在每章学习之后，你会看到一个“本章扼要回顾”知识结构图，它把本章的主要内容及其关系描述出来，这有助于总结和记忆所学的知识。然后有一个“本章学习评价”，让你对自己达到本章的学习目标的程度进行自我评价。

亲爱的同学， 赶快跨入算法与程序设计这座神秘的殿堂吧！在高层次、 高品位的阅读、思考和实践中，你不仅能获取知识和智慧，而且能从中体验计算机程序设计蕴含的文化内涵，感悟算法设计的奇妙，吸取人类精神文明的养分，激励你奋发向上，在求索和创新中让生命大放异彩！

编 者

广东教育出版社

目　录

第一章　揭开计算机解决问题的神秘面纱 …… (1)

1.1　计算机解决问题的过程 …… (2)

1.1.1　从生产方案选择问题开始 …… (2)

1.1.2　计算机解决问题的步骤 …… (3)

1.2　算法和算法的描述 …… (8)

1.2.1　算法 …… (8)

1.2.2　算法的描述 …… (9)

1.2.3　算法在解决问题中的地位和作用 …… (12)

1.3　程序与程序设计语言 …… (14)

1.3.1　程序和程序设计 …… (14)

1.3.2　程序设计语言的产生与发展 …… (18)

1.3.3　程序的编辑和翻译 …… (19)

第二章　程序设计基础 …… (25)

2.1　VB语言及程序开发环境 …… (26)

2.1.1　VB语言概述 …… (26)

2.1.2　可视化程序的开发环境 …… (30)

2.2　程序的顺序结构 …… (32)

2.2.1　居民生活消费支出的计算 …… (33)

2.2.2　赋值语句和输入输出语句 …… (35)

2.3　程序的选择结构 …… (41)

2.3.1　从制作矩形框问题开始 …… (41)

2.3.2　条件语句 …… (42)

2.3.3　多重选择语句 …… (44)

2.4　程序的循环结构 …… (49)

2.4.1　For循环语句 …… (50)

2.4.2　Do循环语句 …… (53)

2.4.3　循环的嵌套 …… (55)

2.4.4　几种循环语句的比较 …… (57)

2.5　模块化程序设计 …… (59)

2.5.1　自顶而下、逐步求精的程序设计思想 …… (60)

2.5.2　过程与函数 …… (62)

2.5.3　模块化程序设计的基本方法 …… (66)

广东教育出版社

目 录

第三章 可视化编程 …… (69)

3.1 可视化编程的概念与方法 …… (70)

3.1.1 VB可视化编程的概念 …… (70)

3.1.2 窗体和控件 …… (75)

3.1.3 VB可视化编程的方法 …… (78)

3.2 程序调试的方法 …… (83)

3.2.1 错误的类型 …… (83)

3.2.2 调试与排错 …… (85)

3.3 综合活动：心算练习程序设计 …… (87)

3.3.1 活动目的 …… (87)

3.3.2 活动任务 …… (87)

3.3.3 活动过程 …… (88)

3.3.4 活动结果 …… (89)

3.3.5 活动评价 …… (89)

3.3.6 心算练习程序设计示例 …… (89)

第四章 算法与程序实现 …… (95)

4.1 用解析法设计程序 …… (96)

4.1.1 用解析法求解问题的基本过程 …… (96)

4.1.2 用解析法求解问题的实践 …… (99)

4.2 用穷举法设计程序 …… (103)

4.2.1 用穷举法求解问题的基本过程 …… (104)

4.2.2 用穷举法求解问题的实践 …… (105)

4.2.3 穷举法小结 …… (109)

4.3 查找算法设计 …… (111)

4.3.1《红楼梦》研究和查找技术 …… (111)

4.3.2 顺序查找算法 …… (115)

4.3.3 对半查找算法 …… (119)

4.4 排序算法设计 …… (124)

4.4.1 选择排序算法 …… (125)

4.4.2 插入排序算法 …… (127)

4.5 递归算法与递归程序 …… (131)

4.5.1 从斐波那契的兔子问题看递归算法 …… (132)

4.5.2 应用递归算法解决问题的经典例子 …… (134)

4.6 综合活动：问题求解 …… (137)

4.6.1 活动目的 …… (137)

广东教育出版社

4.6.2 活动任务 …… (138)
4.6.3 活动过程 …… (138)
4.6.4 活动结果 …… (138)
4.6.5 活动评价 …… (138)
4.6.6 问题求解示例 …… (138)
第五章 面向对象程序设计 …… (147)
5.1 面向对象程序设计的基本思想 …… (148)
5.1.1 面向对象思想的产生 …… (148)
5.1.2 面向对象程序设计 …… (149)
5.2 面向对象程序设计的基本概念 …… (154)
5.2.1 对象 …… (154)
5.2.2 类 …… (155)
5.2.3 类、对象与实例的关系 …… (157)
5.3 面向对象的功能实现 …… (158)
5.3.1 创建类 …… (158)
5.3.2 对象的声明和实例化 …… (160)
第六章 程序设计实践 …… (165)
6.1 多媒体应用程序设计 …… (166)
6.1.1 多媒体播放器程序设计 …… (166)
6.1.2 利用VB设计多媒体程序的方法 …… (173)
6.2 数据库管理软件的开发 …… (174)
6.2.1 从程序设计到软件开发 …… (175)
6.2.2 用VB开发数据库管理软件 …… (176)
部分中英文术语对照表 …… (188)

广东教育出版社

广东教育出版社

第一章 揭开计算机解决问题的神秘面纱

在科技发达的今天，人们到处都可以看到计算机的踪影，感受到计算机给学习、工作和生活带来的方便。然而，在你惊叹计算机的神奇，享受它所带来的欢乐的时候，你是否了解计算机解决问题的基本过程，知道其中的奥妙呢?

本章将结合一些实际的例子，揭开计算机解决问题的神秘面纱，带你经历分析问题、确定算法、编程求解等用计算机解决问题的基本过程，掌握算法、程序等程序设计的基本概念，了解程序设计语言产生、发展的历史与过程，让你从中汲取人类智慧的养分，感悟运用计算机解决问题的奇妙之道，以此提高自己分析问题和解决问题的能力。

- 计算机解决问题的过程
- 算法和算法的描述
- 程序与程序设计语言

广东教育出版社

1.1　计算机解决问题的过程

张军的父亲是华南太阳能设备厂生产计划科的科长。新的一年即将来临，他正在家里为工厂制订明年的生产计划。

华南太阳能设备厂是一家新办的高新科技企业。自工厂成立以来，积极推行“以客户为中心，质量第一，追求企业效益最大化”的经营理念，生产的产品适销对路，供不应求。但是，由于受到工厂的资金、设备等生产能力的限制，一时还不能扩大产量。如何在现有的条件下安排生产，使企业效益最大化呢？

父亲的思考引起了张军的关注。爱动脑筋的张军问过缘由，忽然灵机一动，在纸上写写画画，编制了一段Visual Basic语言程序，然后坐到电脑前飞快地敲打键盘，启动了Visual Basic程序设计环境……

一会儿，他终于找到了一个最优的生产方案，并把解题的过程告诉了父亲。父亲连连点头，拍着张军的肩膀称赞：“好儿子，你真棒！”

睡觉了，张军还躺在床上不断地回味运用计算机程序解决问题的乐趣，体验着成功的快乐。

在日常生活和工作中，有很多实际问题一时让人难以解决。运用计算机程序解决问题是一种有效、便捷的方法。如何设计计算机程序解决实际问题呢？

1.1.1　从生产方案选择问题开始

在数学课里，我们学习过算法的基本思想和初步知识，学会了运用算法流程图来描述问题求解的过程。下面让我们一起来探究运用计算机解决问题的奥秘吧！

问　题

1-1：华南太阳能设备厂在计划期内拟生产甲、乙、丙三种适销产品，每件销售收入分别为4万元、3万元、2万元。按工艺规定，甲、乙、丙三种产品都需要在A，B，C，D四种不同的设备上加工，其加工所需的时间见表1-1所示。已知A，B，C，D四种设备在计划期内有效使用台时数分别为12，8，16，12。如何安排生产可使收入最大？

这里的台时数是指每件产品在该种设备加工的时间。

广东教育出版社

表1-1 产品甲、乙、丙在各设备上所需加工的台时数

设备 / 产品	A	B	C	D
甲	2	1	4	0
乙	2	2	0	4
丙	1	1	0	0

探 究

请你与学习小组的同学一道，讨论、探究以下的问题，并把你探究的过程记录在表1-2中。

（1）分析问题1-1，找出已知和未知，明确它们之间的关系，并用数学表达式表示出来。

（2）运用你所学过的数学知识，求解这个问题，并写出解题的过程。

（3）在数学课程里，我们学习了算法的基本思想和初步知识，请你运用学过的知识，写出解题的算法。

表1-2 探究问题记录表

探究的问题	探 究 过 程
找出已知和未知	
明确已知和未知之间的关系	
人工求解问题	
写出解题的算法	

1.1.2 计算机解决问题的步骤

一般来说，在运用计算机程序解决一个具体的实际问题时，大致经过以下几个步骤：首先要分析问题，从具体问题中找出一个适当的数学模型，然后设计一个解决此数学模型的算法，最后编制程序并进行测试调整，直到得出最终的答案。

1. 分析问题

设甲、乙、丙三种产品的产量分别为x，y，z件，根据题目给出的条件，x，y，z应满足如下的关系式：

$$\begin{cases} 2x+2y+z\leqslant 12; \\ x+2y+z\leqslant 8; \\ 4x\leqslant 16; \\ 4y\leqslant 12; \\ x,\ y,\ z\in \mathbf{N}\ (\mathbf{N}\text{表示自然数}) \end{cases} \qquad (1.1)$$

分析问题就是从具体的问题中，明确条件和需求，找出条件和需求之间的关系，并尽量用数学的语言加以描述。

广东教育出版社

解题的目标是：求出适当的x，y，z，使f（x，y，z）=4x+3y+2z取得最大值。

2. 设计算法

算法是解决问题方法的精确描述。设计算法的任务就是针对具体问题，寻求解决问题的方法，并进行精确描述。

根据题意和分析不等式组（1.1）可知，x，y，z是整数且满足：0≤x≤4，0≤y≤3，0≤z≤8。这样，可采用穷举的方法，在许可的范围内寻找适当的x，y，z，求出f（x，y，z）=4x+3y+2z的值，然后在所有的f(x,y,z)函数值中，找出最大值。具体的解题步骤如下：

第一步：把满足不等式组（1.1）的x，y，z代入f（x，y，z）=4x+3y+2z中求值。

第二步：在所有的f（x，y，z）函数值中，找出最大值。

第三步：输出f（x，y，z）的最大值及其x，y，z的值。

第四步：结束。

这是一个初步的算法，它只描述了问题求解过程的一个轮廓，根据它还难以写出计算机程序，必须逐步求精，写出更为详细的步骤。

第一步求精：把满足不等式组（1. 1）的x，y，z代入 f（x，y，z）=4x+3y+2z中求值。

（1）对每一个x（x=0，1，2，3，4），做下一步。

（2）对每一个y（y=0，1，2，3），做下一步。

（3）对每一个z（z=0，1，2，3，…，8），做下一步。

（4）逐一地检查x，y，z是否满足不等式组（1.1），如果满足，则代入计算f（x，y，z）=4x+3y+2z的值。

第二步求精：在所有的f（x，y，z）函数值中，找出最大值。

设f(x,y,z)的最大值为f_max，其相应的自变量为x_max，y_max，z_max，则：

（1）令f_max=0；

（2）对每一个x（x=0，1，2，3，4），做下一步。

（3）对每一个y（y=0，1，2，3），做下一步。

（4）对每一个z（z=0，1，2，3，…，8），做下一步。

（5）如果f_max<f（x，y，z），则f_max=f（x，y，z），x_max=x，y_max=y，z_max=z。

3. 编写程序

编写程序的任务就是用一种计算机程序设计语言来描述问题求解的算法。

在确定了算法后，就可以着手用机器指令或机器所能理解的语言描述出来，即编写程序。以下是本书配套光盘“第一章\程序1-1.vbp”中提供的求解“生产方案选择问题”的Visual Basic语言程序：

程序1-1

```
Private Sub Command1_Click()
  Dim x As Integer, y As Integer, z As Integer
  Dim x_max As Integer, y_max As Integer, z_max As Integer
  Dim f (4，3，8) As Single   '定义存放函数f（x，y，z）值的数组f
  Dim f_max As Single
  '把满足不等式组（1. 1）的x、y、z代入 f（x，y，z）=4x+3y+2z中求值
```

广东教育出版社

```
        For x = 0 To 4
          For y = 0 To 3
            For z = 0 To 8
              If （2 * x + 2 * y + z <= 12）And（x + 2 * y + z <= 8） Then
                f（x，y，z）= 4 * x + 3 * y + 2 * z
              Else
                f（x，y，z）= 0
              End If
            Next z
          Next y
        Next x
        '在所有的f（x，y，z）中，找出最大值
        f_max = 0
        For x = 0 To 4
          For y = 0 To 3
            For z = 0 To 8
              If f_max < f（x，y，z）Then
                f_max = f（x，y，z）
                x_max = x
                y_max = y
                z_max = z
              End If
            Next z
          Next y
        Next x
        Print "当x="; x_max; "，y="; y_max; "，z="; z_max;"时，"
        Print " f（x，y，z）的最大值＝"; f_max
      End Sub
```

广东教育出版社

4. 调试程序

程序编好以后，通过键盘输入计算机，计算机接到运行命令后将按程序执行，并输出结果。如果程序语法有错误，计算机会给出提示信息，人们根据错误信息的提示进一步修改程序，直到无错为止。

当计算机计算的结果出来以后，还需要对结果进行分析。因为如果程序有逻辑错误或计算方法的错误，计算机是检查不出来的。因此，如果结果不合理，还要返回到前几步进一步修改，直到得到满意的结果为止。

观 摩

根据前面编制的程序，启动Visual Basic程序设计环境，输入程序代码，并进行调试，最后得到运行的结果。具体操作步骤如下页图1-1所示。

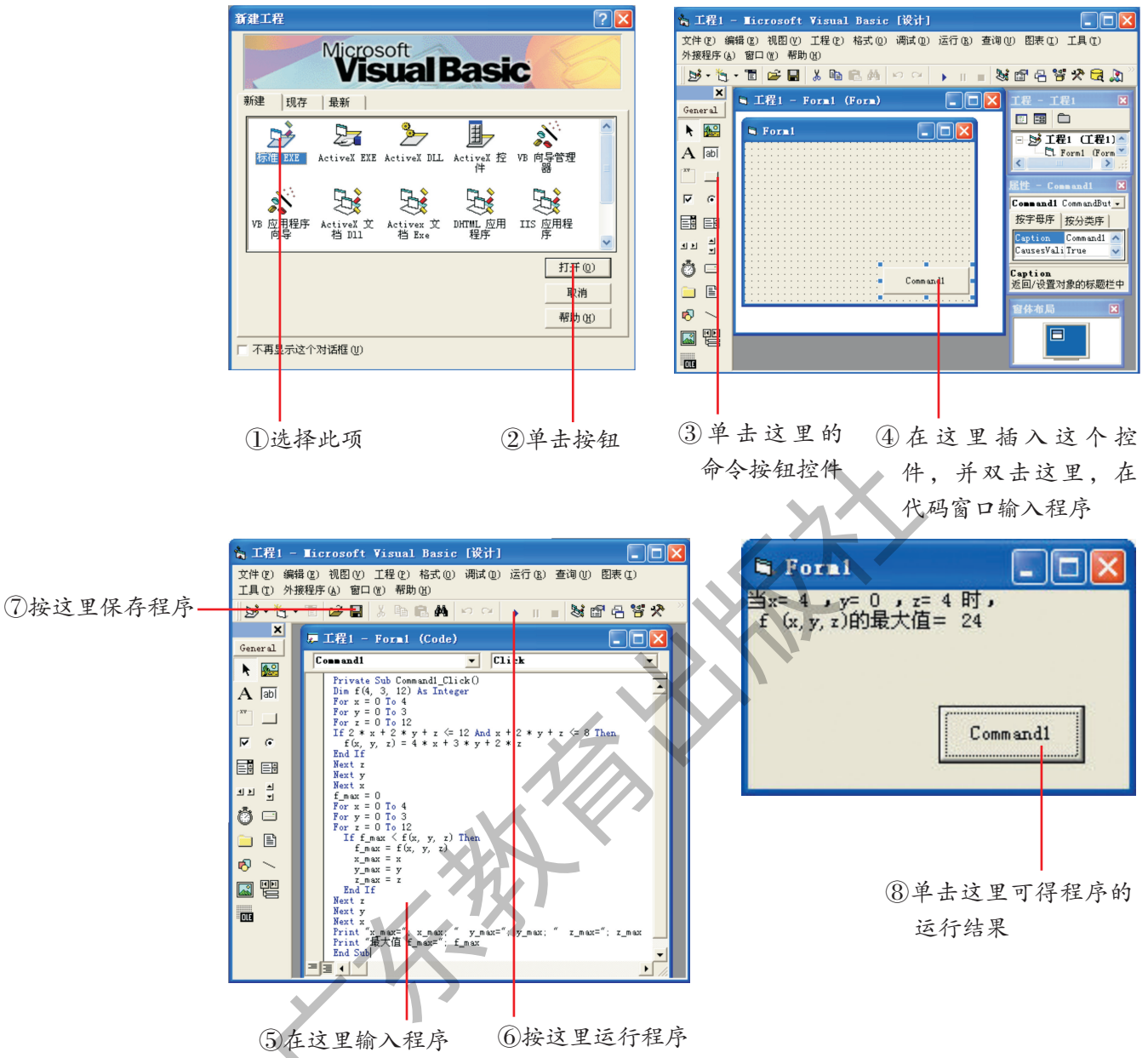


图1-1　Visual Basic调试程序的步骤

通过上述的学习使我们知道，计算机是不会自己解决问题的，但它可以帮助人们解决问题。要想利用计算机解决问题，需要人们完成一系列的程序设计任务，把所要解决的问题转化为计算机程序，然后让计算机来执行这个程序，最终达到利用计算机解决问题的目的。这种解决问题的过程，一般分为下列几个步骤（如图1-2所示）：

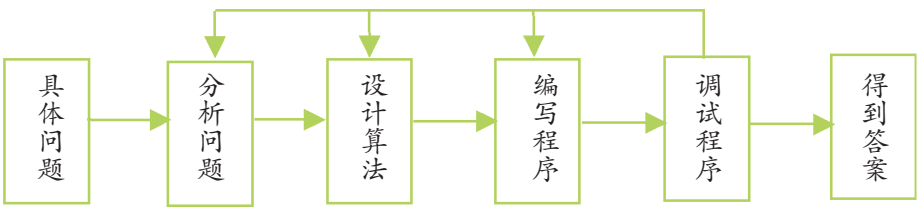


图1-2　用计算机解决问题的步骤

广东教育出版社

（1）分析问题。

任何一个问题必须弄清楚其内容、性质及规模，才能找到解决问题的方法。在程序设计开始时，必须收集与问题相关的资料，分析该问题所涉及的输入数据和要求的输出结果，确定该问题的功能要求、性能要求以及其他要求。

在分析问题的过程中，可以采用建立数学模型的方式使问题变得更明确、更容易理解。建立数学模型要根据不同的情况来进行，对理论上可遵循的公式、方法进行适当的修正，使其适应计算机的运算模式，而对于非数值类的数据处理则无现成的公式可循，完全要靠分析问题来构造模型了。

（2）设计算法。

在模型建立起来以后，也就是确定了程序应该“做什么”，接下来的事情就要为它寻找一个“如何做”的合适的算法。一个算法给出一个求解某一问题的方法，它应该是精确的、确定的和有限的。算法要给出“如何做”的过程中所包含的精确步骤，并用适当的方式把它准确地描述出来。

（3）编写程序。

编写程序的任务就是用一种计算机能接受的程序设计语言来描述问题求解的算法。因此，在编写程序前，要先选定一种程序设计语言。因为一个良好的又适于解决具体问题的语言可以使程序的结构清晰、简洁，有利于正确地记述待解决的问题，同时还可以正确地表示过程，以便数据的抽象和模块化。

（4）调试程序。

程序编好以后，可以通过键盘输入计算机进行检查和调试，调试程序的目的是查找和改正程序中存在的错误，使程序能顺利地执行，得出正确结果。程序调试的首要任务是查错。程序的错误一般可以分为编译错误、执行错误和逻辑错误。程序经过编译未发现错误不等于程序在执行过程中无错，程序在执行过程中无错不等于程序在逻辑上就一定是正确的。程序调试的第二个任务是改错，即根据发现的错误现象，找到错误的原因和位置，然后把错误改正。

当计算机计算的结果出来以后，还需要对结果进行分析和验证。因为如果程序有逻辑错误或计算方法上的错误，计算机是检查不出来的。而我们又不可能用穷举的方法来调试程序和检验结果，只能发现错误而不能证明程序是完全正确的。因此，如果结果不合理，还要返回到前几步进行修改，直到得到满意的结果为止。

交 流

请你与学习小组的同学一道，探讨用计算机求解问题与人工求解问题的异同，并把讨论的结果记录在表1-3中。

表1-3 关于求解问题的方式讨论记录

求解问题的方式	相 同 点	不 同 点
人工求解问题		
用计算机求解问题		

广东教育出版社

实 践

（1）模仿前面学过的用计算机程序解决问题的方法，设计一个算法，尝试求解鸡兔同笼问题：在笼中有鸡、兔若干，已知有头a个，有脚b只（4a≥b≥2a>0），求各有多少只鸡和兔。

（2）设计一个算法，求两个数中的最大数。

练 习

（1）设计一个算法，求实数a的绝对值。

（2）设计一个算法，求三个数中的最大数。

1.2　算法和算法的描述

欧几里得是古代最有名望的学者之一，古希腊数学家，几何学的鼻祖。公元前300年左右，他所著《几何原本》十三卷，是世界上最早公理化的数学著作。在《几何原本》中，他充分总结了前人的生产经验和研究成果，从公理和公设出发，运用演绎法，经过逻辑推理和数学运算，创立了著名的欧几里得几何（简称欧氏几何）。

在《几何原本》中，欧几里得阐述了关于求两个整数的最大公约数的过程，这就是著名的欧几里得算法——辗转相除法，其具体过程如下：

设给定的两个正整数为m和n，求它们的最大公约数的步骤为：

（1）以m除以n，令所得的余数为r。

（2）若r=0，则输出结果n，算法结束；否则，继续步骤（3）。

（3）令m=n，n=r，并返回步骤（1）继续进行。

1.2.1　算法

1. 算法的概念

在数学课程里，我们学习了算法（Algorithm）的基本思想和初步知识，知道了算法是在有限步骤内求解某一问题所使用的一组定义明确的规则。通俗地说，算法就是用计算机求解某一问题的方法，是能被机械地执行的动作或指令的有穷集合。

实 践

设给定的两个正整数m=112和n=64，利用辗转相除法，求它们的最大公约数。

广东教育出版社

算法如下：

（1）112除以64，余数为_____；

（2）____除以____余数为_____；

（3）____除以____余数为_____。

答：112和64的最大公约数为_____。

2. 算法的特征

一个算法应该具有以下五个方面的重要特征：

（1）输入。一个算法有零个或多个输入，以刻画运算对象的初始情况。例如，在欧几里得算法中，有两个输入，即m和n。

（2）确定性。算法的每一个步骤必须要确切地定义。即算法中所有有待执行的动作必须严格而不含混地进行规定，不能有歧义性。例如，在欧几里得算法中，步骤（1）中明确规定“以m除以n”，而不能有类似“以m除以n或n除以m”这类有两种可能做法的规定。

（3）有穷性。一个算法在执行有穷步之后必须结束。也就是说，一个算法，它所包含的计算步骤是有限的。例如，在欧几里得算法中，由于m和n均为正整数，在步骤（1）之后，r必小于n，若$r\neq0$，下一次进行步骤（1）时，n的值已经减小，而正整数的递降序列最后必然要终止。因此，无论给定m和n的原始值有多大，步骤（1）的执行都是有穷次。

（4）输出。算法有一个或多个的输出，即与输入有某个特定关系的量，简单地说就是算法的最终结果。例如，在欧几里得算法中只有一个输出，即步骤（2）中的n。

（5）能行性。算法中有待执行的运算和操作必须是相当基本的，换言之，它们都是能够精确地进行的，算法执行者甚至不需要掌握算法的含义即可根据该算法的每一步骤要求进行操作，并最终得出正确的结果。

实 践

设给定的两个正整数m=112和n=64，利用辗转相除法，求它们的最小公倍数。

算法如下：

（1）112除以64，余数为_____；

（2）____除以____余数为_____；

（3）____除以____余数为_____；

（4）_____。

答：112和64的最小公倍数为_____。

由数学知识可知，两个正整数的乘积等于这两个数的最大公约数乘以这两个数的最小公倍数。请大家自行证明。

1.2.2 算法的描述

人的思想要用语言来表达。而算法则是人求解问题的思想方法，是对解题过程的精确描述，同样也需要用语言来表示。表示算法的语言主要有自然语言、流程图、伪代码等。

广东教育出版社

1. 用自然语言描述算法

前面关于欧几里得算法以及算法实例的描述，使用的都是自然语言。自然语言是人们日常所用的语言，如汉语、英语、德语等。使用这些语言不用专门训练，所描述的算法也通俗易懂。

问　题

1-2：鸡兔同笼问题。一个笼子里有鸡和兔，现在只知道里面一共有35个头，94只脚，鸡和兔各有多少只？试设计一个求解的算法，并用自然语言描述出来。

（1）分析问题。

设所求的鸡数是x，兔数是y，已知笼子里的头数是a，脚数是b，依题意，得到如下的方程组：

$$\begin{cases} x+y=a, \\ 2x+4y=b \end{cases}$$

解方程组得：x=2a-b/2，y=b/2-a

（2）设计算法。

①输入a和b的值；

②求x=2a-b/2；

③求y=b/2-a；

④输出x，y的值；

⑤结束。

问　题

1-3：设计一个算法，求出100以内能被3整除的所有正整数。

（1）分析问题。

设能被3整除的数为I，令I=1，2，3，…，100，如果I是能被3整除的数，则输出I，否则，检查下一个I，直到I=100为止。

（2）设计算法。

①令I=1；

②如果I能被3整除，则输出I；

③I=I+1；

④如果I≤100，则返回第②步；

⑤结束。

然而，用自然语言描述算法也存在明显的缺点：

（1）由于自然语言的歧义性，容易导致算法执行的不确定性。

（2）自然语言的语句一般较长，从而导致了用自然语言描述的算法太长。

（3）由于自然语言表示是按照步骤的标号顺序执行的，因此，当一个算法中循环和分支较多时就很难清晰地表示出来。

（4）自然语言表示的算法不便翻译成计算机程序设计语言。

广东教育出版社

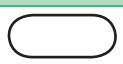
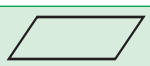
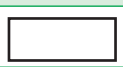
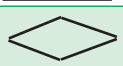
实 践

设计一个算法，实现如下的功能：从键盘上输入三角形的三条边的边长a，b，c，如果能构成一个三角形，则输出其面积，否则输出“不能构成一个三角形！”的提示信息。试用自然语言把算法描述出来。［提示：计算三角形面积的公式为：$Area=\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$，其中s=(a+b+c)/2。］

2. 用流程图描述算法

在数学课程里，我们学习了用程序框图来描述算法。在程序框图中流程图是描述算法的常用工具，它由表1-4所列的一组图形符号来表示算法。

表1-4 流程图的基本图形及其功能

图 形	名 称	功 能
	开始/结束框	表示算法的开始或结束
	输入/输出框	表示算法中变量的输入或输出
	处理框	表示算法中变量的计算与赋值
	判断框	表示算法中的条件判断
	流程线	表示算法中的流向
	连接点	表示算法中的连接

使用流程图描述算法，让人感到算法的流程描述清晰简洁，容易表达选择结构；它不依赖于任何具体的计算机和计算机程序设计语言，从而有利于不同环境的程序设计。图1-3给出了用辗转相除法求两个数的最大公约数及问题1-2、问题1-3的算法流程图。

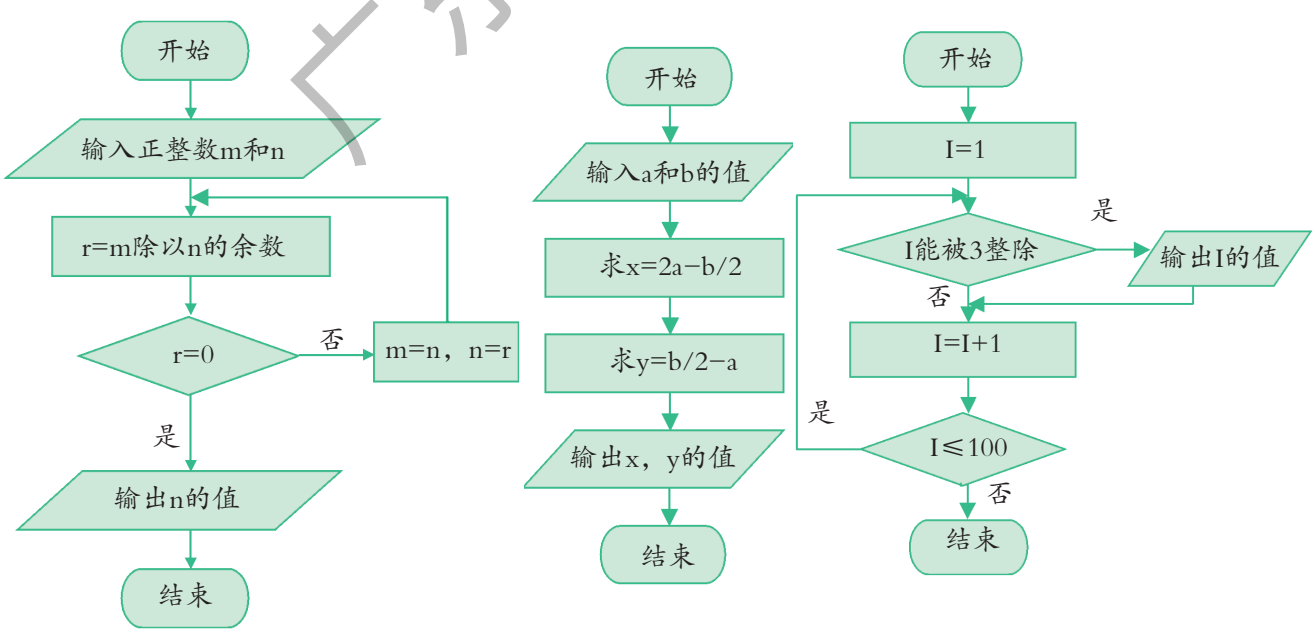


图1-3 求两个数的最大公约数和问题1-2、问题1-3的算法流程图

广东教育出版社

实 践

（1）一天，小猴子从树上摘下若干个桃子，当即吃了一半，觉得好吃，又吃了一个。第二天小猴子接着吃剩下的一半，再多吃了一个。以后每天都是吃前一天剩下的一半，再多吃了一个。到第四天，只剩下一个桃子。试设计一个算法流程图，求小猴子第一天摘下多少个桃子。

（2）设计一个算法，输入三个数，比较它们的大小，并按从大到小的顺序输出。并用流程图把算法描述出来。

3. 用伪代码描述算法

伪代码是用介于自然语言和计算机语言之间的文字和符号来描述算法的工具。它不用图形符号，因此，书写方便，格式紧凑，易于理解，便于向计算机程序设计语言过渡。下面给出用辗转相除法求两个数的最大公约数的伪代码算法描述。

```
INPUT m，n
r=m mod n
DO WHILE r<>0
  m=n
  n=r
  r=m mod n
LOOP
PRINT n
```

伪代码描述算法回避了程序设计语言严格、烦琐的书写格式，它不需要让计算机接收，又吸取了程序设计语言代码表达的精练，容易转换为程序设计语言。但由于语言的种类繁多，伪代码的语句不容易规范，有时会产生误解。

交 流

以上三种算法描述的方法中，各自的优势和不足在哪里？把你的意见填写在表1-5中。

表1-5　算法描述方式的比较

算法描述方式	优　势	不　足
自然语言		
流程图		
伪代码		

1.2.3 算法在解决问题中的地位和作用

在运用计算机程序解决问题的过程中，算法设计是一个重要环节，不同的算法会产生不同的运行效果。

广东教育出版社

探 究

求两个大整数的最大公约数问题，有很多不同的算法。以下是两位同学用不同的算法设计的求9147485和5147480的最大公约数的两个程序，模仿1.1.2小节中调试程序的操作（如图1-1）运行这两个程序，比较它们的效率，把你观察到的现象填在表1-6中。

同学甲的算法：	同学乙的算法：

Private Sub Command1_Click( )
  m=9147485
  n=5147480
  r=m Mod n
  Do While r <> 0
  m=n
  n=r
  r=m Mod n
  Loop
  Print "最大公约数=";n
End Sub
	Private Sub Command1_Click( )
	  m=9147485
	  n=5147480
	  i=m
	  Do While m Mod i<>0 or n Mod i<>0
	
	  i=i-1
	
	  Loop
	  Print "最大公约数=";i
	End Sub

表1-6 两个程序的效率比较

指 标	用辗转相除法设计的程序	用穷举法设计的程序
运行结果	最大公约数=	最大公约数=
运行时间	□较长 □较短	□较长 □较短
通 用 性	□较好 □较差	□较好 □较差

由此看来，在运用计算机程序解决问题的过程中，算法设计有着举足轻重的地位和作用，算法是程序设计的核心，是程序设计的灵魂。算法的好坏，直接影响着程序的通用性和有效性，影响着问题解决的效率。

对于一个问题，如果可以通过一个计算机程序，在有限的存储空间内运行有限长的时间，能得到正确的结果，则称这个问题是算法可解的。但算法不等于程序。虽然程序也可以作为算法的一种描述，但程序通常还需要考虑与计算机系统运行环境有关的细节问题，而算法关注更多的是与问题分析和求解方法有关的问题。通常，程序的编制依赖于算法的设计。程序的效率主要取决于算法的效率。

练 习

（1）设计一个算法，求1000以内的勾股数，并用自然语言和流程图分别把算法描述出来（注：所谓勾股数，即是能满足条件$a^2+b^2=c^2$的三个正整数）。

广东教育出版社

（2）有三个装油的瓶子，大瓶子可装1 L，中瓶子可装0.7 L，小瓶子可装0.3 L。现有1 L的油装在大瓶子中，请你设计一个算法，利用这三个瓶子分出0.5 L的油来。分别用自然语言和流程图把算法描述出来。

（3）有100个身高不一的人，任意排成一个10×10的方阵，先从每行的10个人中挑出这一行里最高的一个人，10行中共挑出10个高个子，并从这10个高个子中挑出最矮的一个人，称之为“高个子里的矮个子”。然后叫他们返回队列中原来的位置，再从每一列的10个人中挑出这一列里最矮的一个人，10列中共挑出10个矮个子，并从这10个矮个子中挑出最高的一个人，称之为“矮个子里的高个子”。请问：矮个子里的高个子与高个子里的矮个子相比谁高？写出一个判断的算法，并分别用自然语言和流程图把算法描述出来。

1.3　程序与程序设计语言

张军是一个钢琴爱好者，他在学习了计算机程序设计以后，在日记里写下了这样的一段话：

“乐谱与程序，是两个不同范畴的概念，前者是听觉世界的艺术，后者是信息世界的技术。然而，就它们所赋予的使命来说，却有异曲同工之处。不是吗？乐谱是音乐的符号，记录了作曲家的情感。程序是算法的描述，记录了程序员的思想。如果说，演员演奏了一段美妙动听的音乐，是因为他成功地按照乐谱进行演奏。那么，计算机飞快地计算出正确的结果，是因为它忠实地执行了程序。它们都肩负着表达思想、传递信息的重任，都能带来不同的欣赏主体的心灵感受。”

同学们，当你们学习了本节的内容以后，相信也有同样的感受！

1.3.1　程序和程序设计

1. 程序

在1.1节里，我们经历了运用计算机解决问题的基本过程，对计算机程序有了一定的了解，知道了程序实际上是一组机器操作的指令或语句的序列，是算法的一种描述。

探　究

下页表1-7和表1-8是上一节求解“鸡兔同笼问题”和“求100以内能被3整除的数”的算法与程序，请你注意分析与比较它们之间的对应关系。

广东教育出版社

表1-7 求解“鸡兔同笼问题”的算法与程序

算 法	程 序
	Private Sub Command1_Click()
（1）输入a和b的值；	a = InputBox("a=", "输入头数") b = InputBox("b=", "输入脚数")
（2）求x=2a-b/2；	x=2 * a-b/2
（3）求y=b/2-a；	y=b/2-a
（4）输出x，y的值；	Print "鸡数x="；x，"兔数y="；y
（5）结束。	End Sub

表1-8 “求100以内能被3整除的数”的算法与程序

算 法	程 序
	Private Sub Command1_Click()
（1）I=1；	I=1
	Do
（2）如果I能被3整除，则输出I；	If I Mod 3=0 Then Print I
（3）I=I+1；	I=I+1
（4）如果I≤100，则返回第（2）步；	Loop While I<=100
（5）结束。	End Sub

考察前面所列举的程序，我们知道了程序有以下的特征：

（1）程序中，每一个算法的步骤对应着程序设计语言的一个或多个语句，每个语句对应一个或多个操作，每个操作都要求有执行对象，并且根据对象状态变化形成动作的效果，同时可变的对象用变量来表示，变量的值的变化则可通过基本操作赋值来完成。

（2）除非特别声明，程序都从第一条语句开始顺序执行。

（3）程序总是施行操作于某些对象，这些对象通常称为数据。

（4）这些数据一般应该有属性和取值范围，即类型说明。

（5）有时语句要求执行者作出判定，即在某种条件成立的情况下执行一条或一组语句，否则执行另一条或另一组语句。例如表1-8中的“If I Mod 3=0 Then Print I”语句。

（6）一条或一组语句可能需要执行一次以上，当一条或一组语句要重复时，必须指明重复次数或重复的条件。例如表1-8中的语句：

广东教育出版社

```
Do
  If I Mod 3=0 Then Print I
  I=I+1
Loop While I<=100
```

（7）程序本身是一个静态实体，而执行语句的进程是动态的。

2. 程序的基本结构

程序是由若干个基本结构组成的，而一个基本结构可以包含一条或若干条语句。一般地，程序有三种最基本的结构：顺序结构、选择结构和循环结构。

探 究

模仿1.1.2小节中调试程序的操作（如图1-1），输入求解“鸡兔同笼问题”和“求100以内能被3整除的数”的程序（见表1-7和表1-8），按F8键，单步运行程序，并注意观察程序的执行顺序（如图1-4所示）。

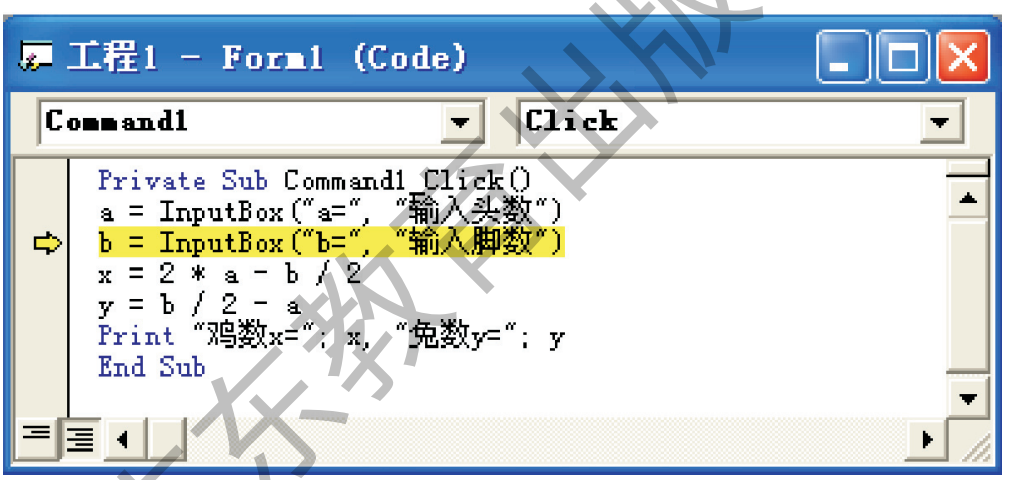


图1-4　程序的执行顺序

在求解“鸡兔同笼问题”的程序中，各语句是依次按顺序执行的，这种控制结构称为顺序结构（Sequence Structure）。

在“求100以内能被3整除的数”的程序中，语句Print I要通过检验条件“I Mod 3=0”是否成立来决定做还是不做，这种控制结构称为选择结构（Selection Structure）。

在“求100以内能被3整除的数”的程序中，有两个语句：“If I Mod 3=0 Then Print I”和“I=I+1”需要重复执行，直到I>100为止，这种控制结构称为循环结构（Loop Structure）。

可以证明，任何复杂的算法都可以用顺序结构、选择结构、循环结构三种基本结构组合而成的程序表示。所以这三种结构称为程序的三种基本控制结构。如下页图1-5是这三种基本控制结构的一般形式。

使用三种基本控制结构的组合来表现程序，可以改善程序的清晰度，提高程序的可读性，这是因为：

广东教育出版社

（1）以控制结构为单位，只有一个入口、一个出口，各单位之间接口简单，每个单位也容易理解。

（2）缩小了程序的静态结构与动态执行过程之间的差异，使人们能方便、正确地理解程序的功能。

其中，S和S1，S2，…，Sn表示执行的语句；C表示判断条件。

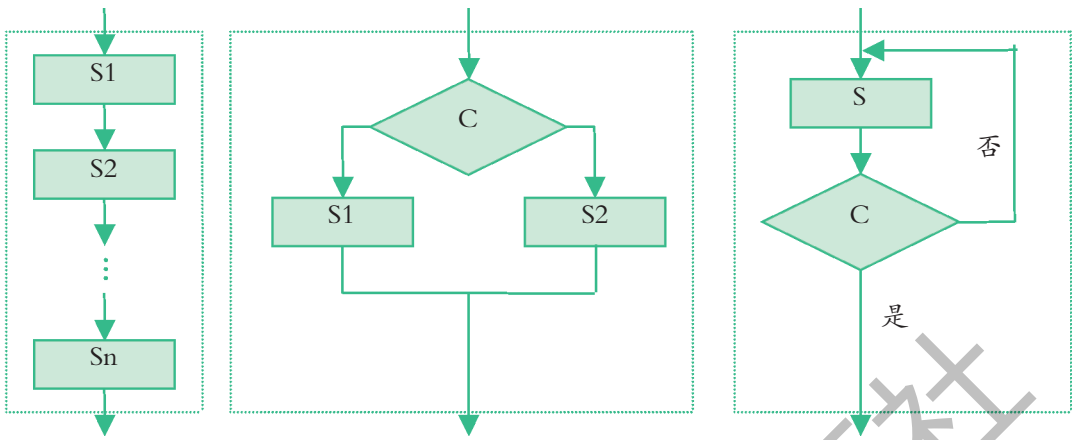


图1–5 程序的三种基本控制结构

3. 程序设计

计算机是不会自动解决问题的。如果要运用计算机程序解决问题，程序员必须把问题逐步变换成为程序，这个过程包括了分析问题、建立模型、设计算法和把该算法用某种计算机程序设计语言转换成为程序，并保证这种转换无二义性。如图1–6所示。

图1–6 程序设计过程

简单地说，程序设计就是编写程序的过程。在这个过程中，程序员把需要计算机做的工作写成一种计算机能接受的程序。一个高质量的程序，应具备以下的条件：

（1）建立正确的数学模型和确定有效的计算方法。

（2）运行结果必须正确，且在精度和其他各方面均满足要求。

（3）程序本身具有良好的结构，逻辑清楚，易读易懂。

（4）程序运行时间尽可能短，同时尽可能合理地使用内存。

（5）便于检查、修正、移植和维护。

广东教育出版社

1.3.2 程序设计语言的产生与发展

在用计算机解决问题的过程中，当你确定了问题求解的算法之后，就需要让计算机按照算法来求解问题。但是计算机是不会理解用自然语言、流程图和伪代码描述的算法。这时需要把你的算法转换为计算机能够识别和运行的程序。程序设计语言就是指人们编制程序所使用的计算机语言。随着计算机的发展，程序设计语言经历了从机器语言到高级语言的发展历程。

1. 机器语言

目前电子计算机采用的物理器件主要是电子元件，由于电子元件的特性，计算机只能够识别“0”和“1”组成的机器代码。因此，早期的程序设计语言是由“0”和“1”这样的二进制代码指令组表示的，是能够被计算机直接接受和执行的计算机语言，通常称为机器语言。不同计算机的指令系统会有所不同。每一条机器指令一般包含两个主要部分：操作（指出计算机应做什么）和被操作的对象（指出处理的数据或它的地址）。在这些指令的控制下，计算机可以实现最基本的算术运算和逻辑运算。例如，表1-9是用 Intel 80386 机器指令完成“9+8”的加法运算。

表1-9　用 Intel 80386 机器指令完成“9+8”的加法运算

指令序号	机器指令	指 令 功 能
1	10110000 00001001	把加数9送到累加器AL中
2	00000100 00001000	把累加器AL中的内容与另一数相加，结果存在累加器AL中（即完成9+8的运算）
3	11110100	停止操作

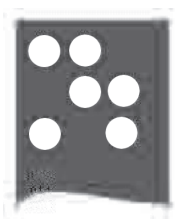


图1-7

人们与早期的计算机通信都是由通过机器语言编写的程序来完成的，程序中的所有语句都被分解为一系列由0和1组成的代码，记录在穿孔带上。如图1-7所示。这种程序难以理解，程序设计任务繁重，效率低下，而且要求程序员必须经过专门的训练。显然，这种机器语言与人类的自然语言之间存在着巨大的鸿沟。

2. 汇编语言

为了让使用机器语言编写的程序更易理解，程序员使用了一种类似英语缩略词且带有助记性符号的语言，每条汇编指令都和一条机器指令相对应，只是指令码和操作数都采用符号形式，这种语言被称为汇编语言。这种语言与特定的机器和特定的微处理器有关，而且不能被机器直接接受，必须用一种语言翻译器将程序中的每条语句翻译成机器语言才能执行。与机器语言相比，差异不大。例如，如下页表1-10列出了用汇编语言来实现“9+8”运算的有关指令。

广东教育出版社

表1-10 用汇编语言来实现“9+8”运算的有关指令

语句序号	汇编语言指令	指令功能
1	MOV AL,9	把加数9送到累加器AL中
2	ADD AL,8	把累加器AL中的内容与另一数相加，结果存在累加器AL中（即完成9+8的运算）
3	HLT	停止操作

3. 高级语言

利用汇编语言与计算机进行交流仍然存在着很大障碍，程序的理解和调试仍然十分困难。于是，高级语言应运而生，第一个高级程序设计语言是Fortran语言，主要用于科学和工程计算，它更接近自然语言。例如，前面计算“9+8”的问题，若用Visual Basic语言编程，就变得十分简单，而且易于理解。

```
Print 9+8
```

用高级语言编写的程序必须经过翻译器将其翻译成机器语言，才能在计算机上执行。高级语言中的每条语句都将被翻译成多条机器语言。由于高级语言的抽象度比较高，源代码无须与硬件、系统底层操作对应，所以移植性比汇编语言要好得多，理想的情况下甚至不必为不同的系统平台或者机器改动源代码。

高级语言的出现为计算机的应用开辟了广阔的前景，在Fortran语言之后，又出现了许多高级语言，如 Algol、Cobol、Basic、Pascal、C、C++、Prolog、Lisp、Java等等。

交 流

（1）列举你所知道的计算机程序设计语言。

（2）比较机器语言、汇编语言和高级语言的优势与不足，填写在表1-11中。

表1-11 各种程序设计语言的比较

语言种类	优 势	不 足
机器语言		
汇编语言		
高级语言		

1.3.3 程序的编辑和翻译

1. 程序的编辑

以汇编语言或者高级语言所编写的程序被称为“源代码”，这些代码需要我们逐一地输入到计算机中，并把它们以文件的形式保存起来，这个过程称为程序的编辑。保存的文件称为源文件。大多数的源文件都是以最简单的文本形式进行存储的，和我们常见的.txt文件没有区别，只不过为了表明它是源文件，通常会起不同的扩展名，像BASIC语

广东教育出版社

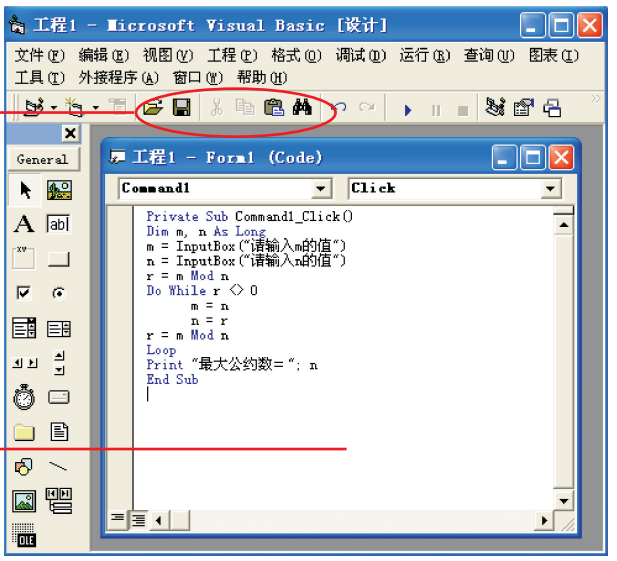


图1-8　Visual Basic语言自带的编辑器

言为.bas，C语言为.c，等等。因此，可以用记事本等简单的文本编辑器对它们进行创建或者编辑。很多高级语言有自带的编辑器，提供了丰富的编辑功能。图1-8是Visual Basic语言自带的编辑器。

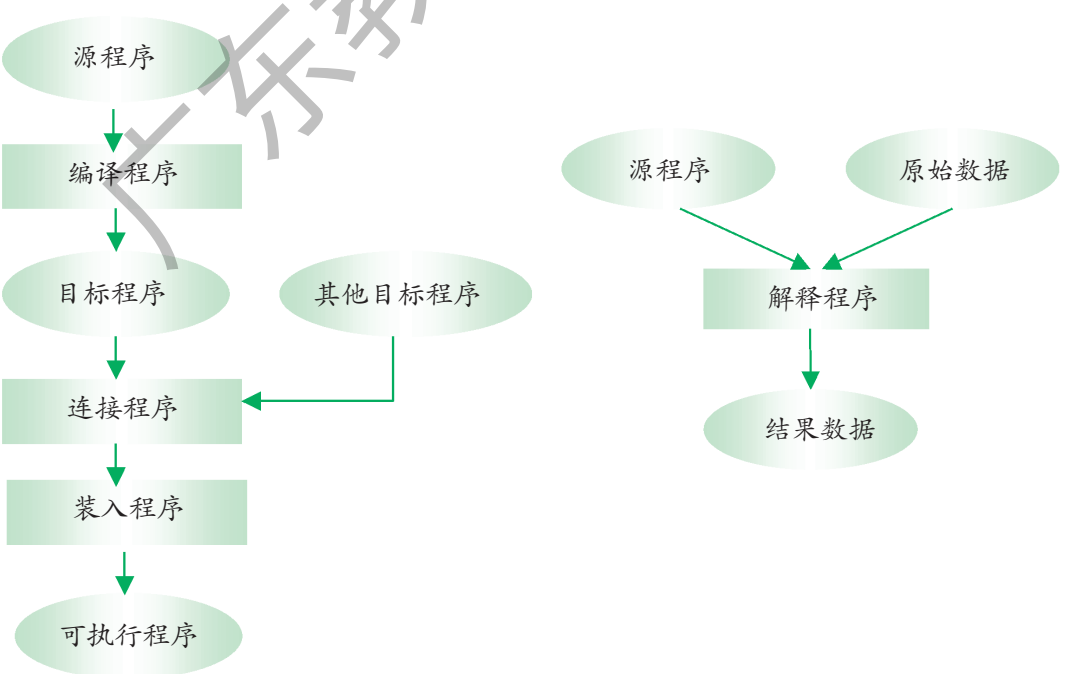
2. 程序的翻译

在前面的学习中我们知道，计算机只能识别和执行二进制的机器语言代码，而人们更乐意使用汇编语言和各种高级语言。那么，源程序是如何被翻译成为机器语言程序，最终被计算机执行的呢？

对于汇编语言，我们知道必须用一种语言翻译器将程序中的每条语句翻译成机器语言，然后保存在一个它生成的程序文件中，就得到了计算机所需要的可执行程序。

而高级语言的翻译程序则有两种类型：编译程序和解释程序。

（1）编译程序。编译程序（Compiler）的主要功能是将高级语言编写的程序在执行前翻译成等效的机器语言程序，以便在机器上直接执行。其编译过程如图1-9（a）所示。编译程序主要执行下列步骤：



（a）编译过程　　（b）解释过程

图1-9　编译过程和解释过程

广东教育出版社

①编译：首先把源程序编译成等效的汇编代码，然后再由汇编程序将汇编代码翻译成可重新定位的目标程序（或称目标代码）。目标程序是由浮动的机器语言程序模块和相关的信息表组成，它不能直接在计算机上执行，必须经过装配连接才能构成可执行的机器语言程序，即可执行程序。

②连接：将若干可重新定位的目标代码连接在一起，构成一个完整的可重新定位的目标代码程序。

③装入（load）：将完整的可重新定位的目标代码程序装入主存储器中，并对目标程序重新定位，成为可在机器上直接执行的机器语言程序。

（2）解释程序。所谓解释实际上是对源程序的每一可能的行为都用机器语言编写一个子程序，用来模拟这一行为。因此对高级语言程序的解释，实际上是调用了一系列的子程序来完成的。解释过程如图1-9（b）所示。一个解释程序是一个重复执行下列步骤的程序：①取下一个语句；②确定被执行的活动；③执行这一活动。

实 践

模仿图1-10的操作范例，把求解“鸡兔同笼问题”和“求100以内能被3整除的数”的程序编译成可执行文件，并在机器上直接执行这两个可执行文件。

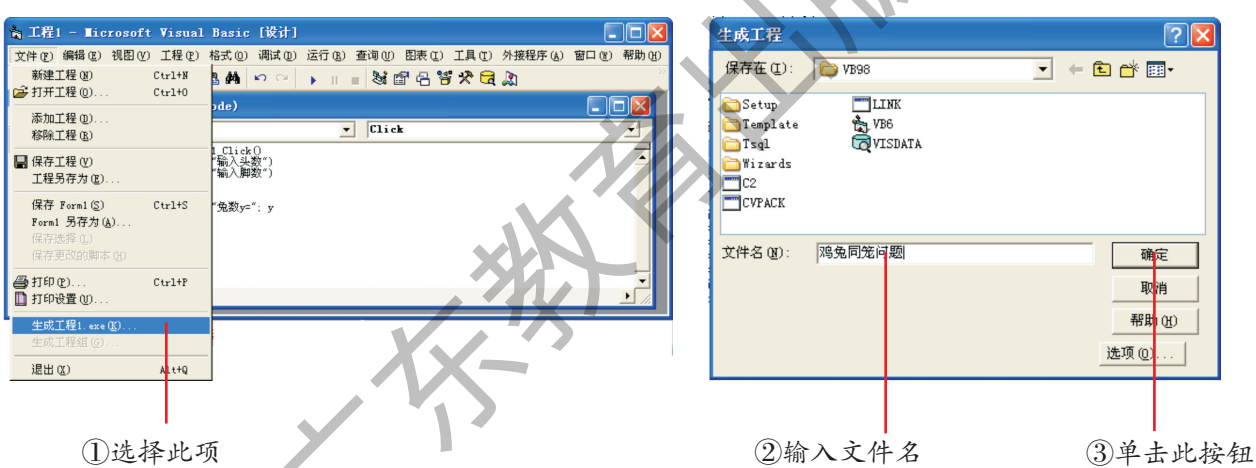


图1-10 把程序编译成可执行文件

交 流

比较编译型语言和解释型语言的优势与不足，并填写在表1-12中。

表1-12 编译型语言和解释型语言的比较

语言种类	优 势	不 足
编译型语言		
解释型语言		

练 习

（1）简述程序的三种基本控制结构。

（2）通过调查，以程序设计语言的发展过程为主题，写一篇调查报告。

广东教育出版社

拓 展

程序设计语言的发展

有人说：“程序设计语言的发展是计算机科学中最富于智慧的成就之一，它在计算机发展的历史中写下了光辉灿烂的篇章。迄今为止，还没有其他领域像它那样令人激动和神秘莫测。”程序设计语言大致经历了如下发展过程：

（1）第一代语言（大约从1946年开始）。

第一代程序设计语言是由“0”和“1”这样的二进制编码指令组表示的，通常称为机器语言，是能够被计算机直接接受和执行的计算机语言。用机器语言编写的程序难以理解，程序设计任务繁重，效率低下，而且要求程序员必须经过专门的训练。显然机器语言与人类的自然语言之间存在着巨大的沟通障碍。

（2）第二代语言（大约从20世纪50年代早期开始）。

为了让使用机器语言编写的程序更易理解，人们使用了一种类似英语缩略词且带助记符的语言，如Add、Sub和Load等，这种语言称为汇编语言。该语言与特定的机器和微处理器有关，而且不能被机器直接接受，需用一种语言翻译器将程序中的每条语句翻译成机器语言才能执行。汇编语言与机器语言相比，差异不大。

（3）第三代语言（大约从20世纪50年代中期开始）。

利用汇编语言与计算机进行交互仍然存在着很大障碍，程序的理解和调试仍然十分困难。于是，由John Backus领导的小组开发了第一个高级程序设计语言——Fortran语言，主要用于科学和工程计算。它更接近自然语言。

高级语言的出现为计算机的应用开辟了广阔的前景，在Fortran语言之后，又出现了许多高级语言，如Algol、Lisp、PL/1、Pascal、Basic、Prolog、C、Ada、C++、Java等等。从设计的目的来看，这些高级程序设计语言处理问题的方式有所不同，其应用领域也有所不同。因此，可以把高级语言大致分为四类：①面向过程的程序设计语言。如Fortran、Pascal、Basic、C等都属于面向过程的语言。②面向对象的程序设计语言。如Smalltalk、Actor、Eiffel、Java等是纯粹的面向对象语言。③面向函数的程序设计语言。如LISP等。④面向逻辑的程序设计语言。如Prolog语言等。

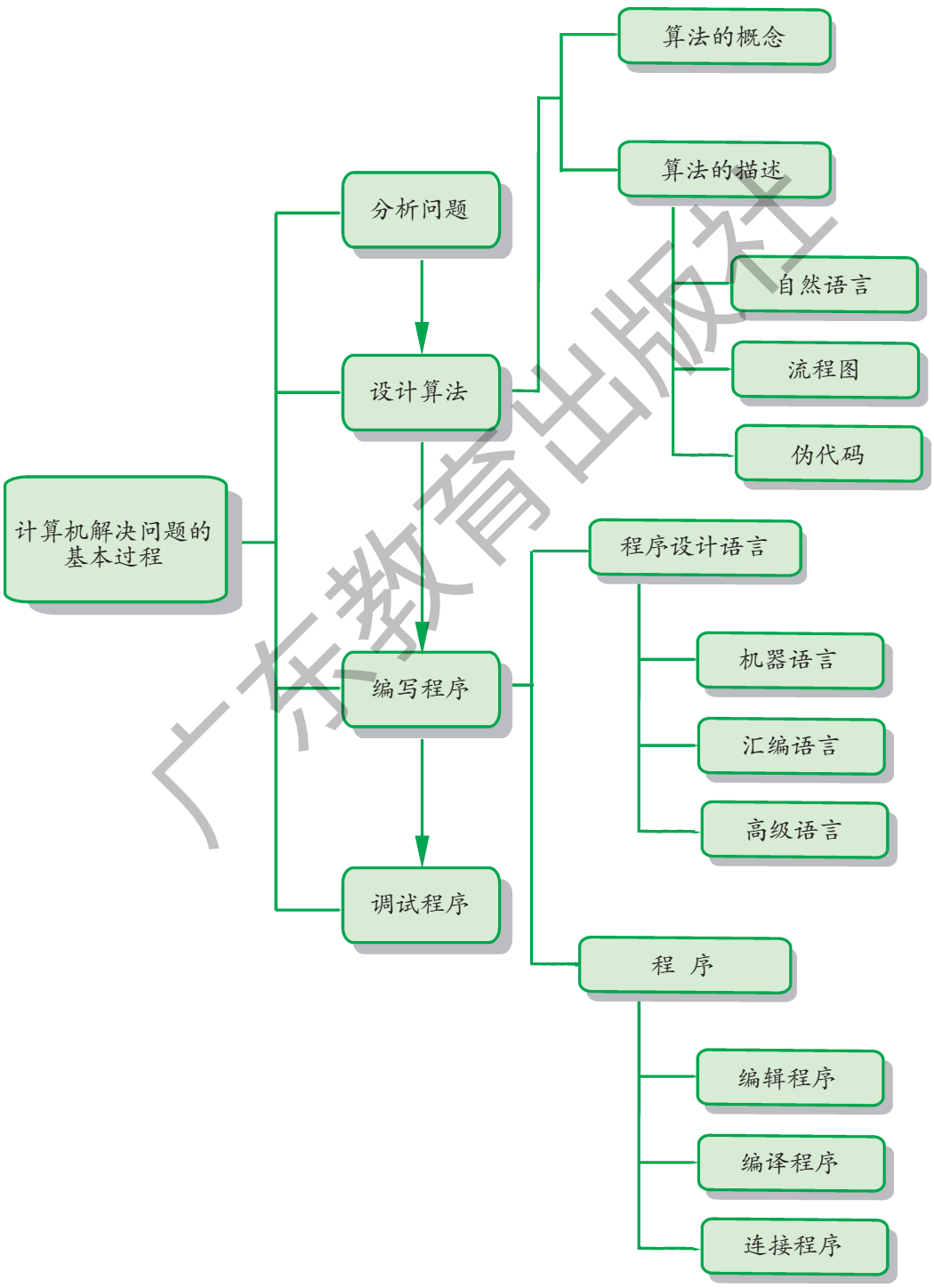
（4）第四代语言（大约从20世纪80年代开始）。

第四代语言（4GL）包括很宽范围的软件工具，每类工具或者能使最终用户在最少的或无技术支持的情况下开发应用软件，或者能使软件工程师以较高级的形式说明软件的特征，并能自动地生成基于开发者规格说明的源代码，以提高程序员的开发效率和软件的可维护性。例如：数据库查询语言、报表生成器、图形语言、应用生成器等。

第四代语言的诞生为计算机的应用提供了更强大的支持。随着计算机技术和应用的不断拓展和深入，必将出现更加令人激动的新一代程序设计语言。

广东教育出版社

本章扼要回顾



广东教育出版社

本章学习评价

完成下列各题，并通过“本章扼要回顾”以及本章的各种交流、实践与练习等，综合评价自己在知识与技能、解决实际问题的能力以及相关情感态度与价值观的形成等方面，是否达到了本章的学习目标。

1．利用计算机解决问题的基本过程是_____

2．程序设计语言的发展经历了_____

3．程序是指_____

4．程序的三种最基本的结构是_____

5．程序设计是指_____

6．算法的基本特征是_____

7．算法在程序设计中的地位与作用是_____

8．编译程序的基本步骤是_____

9．本章对我启发最大的是_____

10．我还不太理解的内容有_____

11．我还学会了_____

12．我还想学习_____

广东教育出版社

第二章 程序设计基础

俗话说: 百闻不如一见。在前面的学习中，我们通过交流、探究和实践等活动，经历了分析问题、确定算法、编写程序、调试程序等利用计算机解决问题的基本过程，领略了用计算机解题的奇妙之道，感悟到程序设计是其中的关键环节。那么，如何进行程序设计呢?

本章将从一些生动有趣的问题出发，沿着分析问题、设计算法、编写程序等运用计算机解决问题之路，开始学习如何使用VB程序设计语言编写程序解决问题，掌握VB的基本语句、程序的基本控制结构以及程序设计的基本思想与方法。

- VB语言及程序开发环境
- 程序的顺序结构
- 程序的选择结构
- 程序的循环结构
- 模块化程序设计

广东教育出版社

2.1　VB语言及程序开发环境

2.1.1　VB语言概述

Visual Basic（以下简称VB）程序设计语言是Windows环境下快速开发应用程序的可视化工具。它简单易学，且功能强大，用它开发图形用户接口（GUI，Graphical User Interfaces）的应用程序方便、快捷，可以自动生成32位的脱离开发环境而直接执行的应用程序，且运行速度更快、更安全，适合在多任务环境下运行。

探　究

以下是一个“求半径为r的圆的面积”的程序，请你注意观察程序的组成结构及其功能，并思考如下的问题：

（1）程序有多少行，每一行的作用是什么？

（2）如果按语句的作用区分，这个程序包含几个部分？

```
Private Sub Command1_Click()          '定义名为Command1_Click()的事件过程
  Const  PI As Single=3.14            '说明程序中PI是常量π
  Dim r As Single, s As Single        '说明程序中变量r和s是单精度实型数
  r = InputBox("r=", "输入半径")      '输入r的值
  s=PI*r*r                            '计算表达式PI*r*r的值并把它赋给s
  Print  "圆的面积s=";s               '把s的值输出到当前的窗体上
End Sub                               '过程结束
```

考察上述程序，我们容易看到：程序共有代码7行，每一行都是VB的一个语句，VB的程序就是由这样的一组语句组成。每一个语句都是按照一定的规则书写的。在这里，程序的第1行是定义一个名为Command1_Click()的控件事件过程，最后一行表示本过程结束；第2行是常量说明语句，第3行是变量说明语句，第4行是输入语句，第5行是赋值语句，第6行是Print方法。

总结上述的分析，我们可以得到VB的程序一般包含如下部分：

（1）数据类型说明部分；

（2）数据的输入部分；

（3）数据的处理部分；

（4）数据的输出部分。

1. 基本数据类型

描述客观事物的数、字符以及所有能输入到计算机中，并被计算机程序加工处理的符号的集合称为数据。数据既是计算机程序处理的对象，也可以是运算产生的结果。

广东教育出版社

为了更好地处理各种数据，VB定义了多种数据的类型。基本数据类型是系统预先定义的数据类型，表2-1中列出了VB定义的常用的基本数据类型。

表2-1 VB定义的常用的基本数据类型

数据类型	类型说明符	取值范围	示 例
整型数	Integer	从-32768到32767	如：245、-99都是整型数
长整型数	Long	从-2147483648到2147483647	如：58723就是一个长整型数
单精度实型数	Single	负数-3.402823E+38到-1.401298E-45 正数1.401298E-45到3.402823E38 但是它只有7位有效数字	如：123.875、0.0076、1.75643E+9是单精度实型数，表示1.75643×10^{9}
双精度实型数	Double	双精度实型数能够表达的数的范围是绝对值小于10^{308}的数，它有15位有效数字	如：1.23456789D+12是双精度实型数，表示1.23456789×10^{12}
日期型	Date(Time)	日期：公元100年1月1日—9999年12月31日，时间：0:00:00～23:59:59	如：#2004-02-01# #07/30/2003 07:25:18 AM#
字符型	String		如："guangdong"、"中国"
逻辑型（也叫做布尔型）	Boolean	True或False	

例如在上述的程序中，既有单精度实型数的数据（如3.14等），也有字符类型的数据，如"输入半径"、"圆的面积S="。

2. 常量与变量

（1）常量。

常量是指在程序运行过程中始终保持不变的常数、字符串等。例如在上述的程序中，3.14、"r="、"输入半径" 等都是常量。

在程序设计中，对于一些经常使用的常量，可以用常量说明语句来定义。这样可以提高程序的可读性和可维护性。

常量说明语句的格式是：

Const 常量名 As 类型=表达式

在上述的程序中，第2行就是一个常量说明语句，说明程序中需要使用的常数。

（2）变量。

在程序处理数据时，对于输入的数据、参加运算的数据、运行结果等临时数据，通常把它们暂时存储在计算机的内存中。变量就是命名的内存单元位置。在VB中，变量名必

广东教育出版社

有些名词例如Private、dim等在VB系统中有特定的含义，称为关键字或保留字，不能另作他用，变量、常量命名要避开它们。

另外，VB规定，变量、常量命名不能超过255个字符。

须由英文字母开头，后面则可以由字母、数字或下画线组成，VB系统对命名中英文字母的大小写不加区分，但保留原来大小写的样式。变量的名称最好用与它所表示的内容意义相同的英文单词来确定。对常量命名的规定与变量相同。

在上述的程序中使用了变量表示数据，如变量r、s等，分别代表圆的半径和面积。

（3）变量说明。

使用变量前，一般应先说明变量名及其类型，以使系统为其分配存储单元。变量说明语句格式如下：

Dim 变量 As 类型

如：Dim r As Single 说明变量r为单精度实型变量。

Dim k As Integer, y As Single分别说明变量k为整型变量，y为单精度实型变量。

3. 运算符、函数和表达式

（1）运算符。

运算是对数据进行加工的过程。描述各种不同运算的符号称为运算符，而参与运算的数据称为操作数。在VB中，常用的运算符有算术运算符、字符串运算符和逻辑运算符等。

①算术运算符有：

注意：这里“\”整除运算和mod取余数（A mod B 表示整数A除以整数B的余数）的运算只能在整型数的范围内使用；“/”和“^”只能在实型数中运算；而“+”加法、“-”减法和“*”乘法可以在整型数和实型数中运算，但要注意数的范围。

运算符号	+	-	*	/	^	\	MOD
含 义	加号	减号	乘号	除号	乘方	整除	取余数

算术运算符的运算规则和数学中的相同，如果意义不明确时，可以加上括号，使其看起来更明白。VB中只使用一种括号“（）”，它可以多次嵌套。

②字符串运算符有：&

VB中的字符串运算符是“&”，该运算符主要用于连接两个或更多的字符串。如：“"abcd" & "efg"”连接后结果为："abcdefg"；“"勤劳" & "勇敢" & "的" & "中国人民"”连接后结果为：“勤劳勇敢的中国人民”。

逻辑运算符等其他运算符我们将放在后面继续学习。

（2）函数。

在VB中有两类函数，分别是内部函数和自定义函数。常用的内部函数有数值函数、字符函数、转换函数、时间/日期函数和其他函数等，如表2-2所示。自定义函数是由程序员根据需要定义的函数（详见本章2.5节）。

在程序中要使用一个函数时，只需要给出函数名和一个或多个参数，就能得到函数值。调用函数的格式如下：

函数名（参数表）

（3）表达式。

表达式是指某个求值规则，它由运算符和配对的圆括号将变量、常量、函数等操作数以合理的形式连接起来的式子。例如在上述的程序中，式子：PI*r*r是合法的表达式。

广东教育出版社

表2-2 VB常用的内部函数

函数名	说 明	示 例	结 果
Sin(X)	X弧度的正弦	Sin(0)	0
Cos(X)	X弧度的余弦	Cos(0)	1
Tan(X)	X弧度的正切	Tan(0)	0
Atn(X)	X用弧度表示的反正切值	Atn(0)	0
Abs(X)	X的绝对值	Abs(−3.5)	3.5
Exp(X)	e的指定次幂，即e^X	Exp(3)	20.086
Log(X)	一个数值X的自然对数	Log(10)	2.3
Sqr(X)	X的平方根	Sqr(9)	3
Sgn(X)	符号函数：X＞0得到1，X＜0得到−1，x=0得到0	Sgn(−3.5)	−1
Int(X)	不大于给定数X的最大整数	Int(−1.6)	−2
Fix(X)	X的整数部分	Fix(−1.6)	−1
Cint(X)	类型为：Integer −32768～32767 小数部分四舍五入		
CLng(X)	类型为：Long −2147483648～2147483647 小数部分四舍五入		
Mid(C，N1，N2)	从C中N1位开始取出长度为N2的子串	Mid("ABCDEFG",3,2)	"CD"
Right(C，N)	返回字符串右边N个字符	Right("ABCDEFG",3)	"EFG"
Left(C，N)	返回字符中左边N个字符	Left("ABCDEFG",3)	"ABC"
Len(C)	测量字符串的长度	Len("VB学习的开始")	7
Space(N)	产生N个空格组成的字符串	"ABC"&"Space(2)"&"113"	"ABC 123"
Date()	返回当前系统日期（yy−mm−dd）	Date()或Date	04−12−18
Time()	返回系统时间	Time()或Time	10：36：08

广东教育出版社

实 践

（1）下列数据属于字符串常量的是（ ）。

A. bcda B. "zanfb" C. 'hjdnc' D. 'j−098'

（2）在VB语言中，下列数据中合法的长整型常量是（ ）。

A. 09b B. 2738940 C. 99.876345 D. 8.12345E12

（3）在VB语言中，下列变量中合法的变量是（ ）。

A. b90@ B. abc=9 C. hello D. 888f1

（4）在VB语言中，下列表达式中合法的表达式是（ ）。

A. a+b*|c| B. bct÷9 C. β−α*π D. PI*R*R

2.1.2　可视化程序的开发环境

前面的学习使我们知道，要较快地学会运行调试VB程序，首先需要熟悉VB程序设计语言的开发环境。

探　究

现在，请你与学习小组的同学一道，启动VB程序设计语言的开发环境，观察如图2-1所示的VB程序设计语言的开发环境的界面，共同探索研究，完成如下的学习任务：

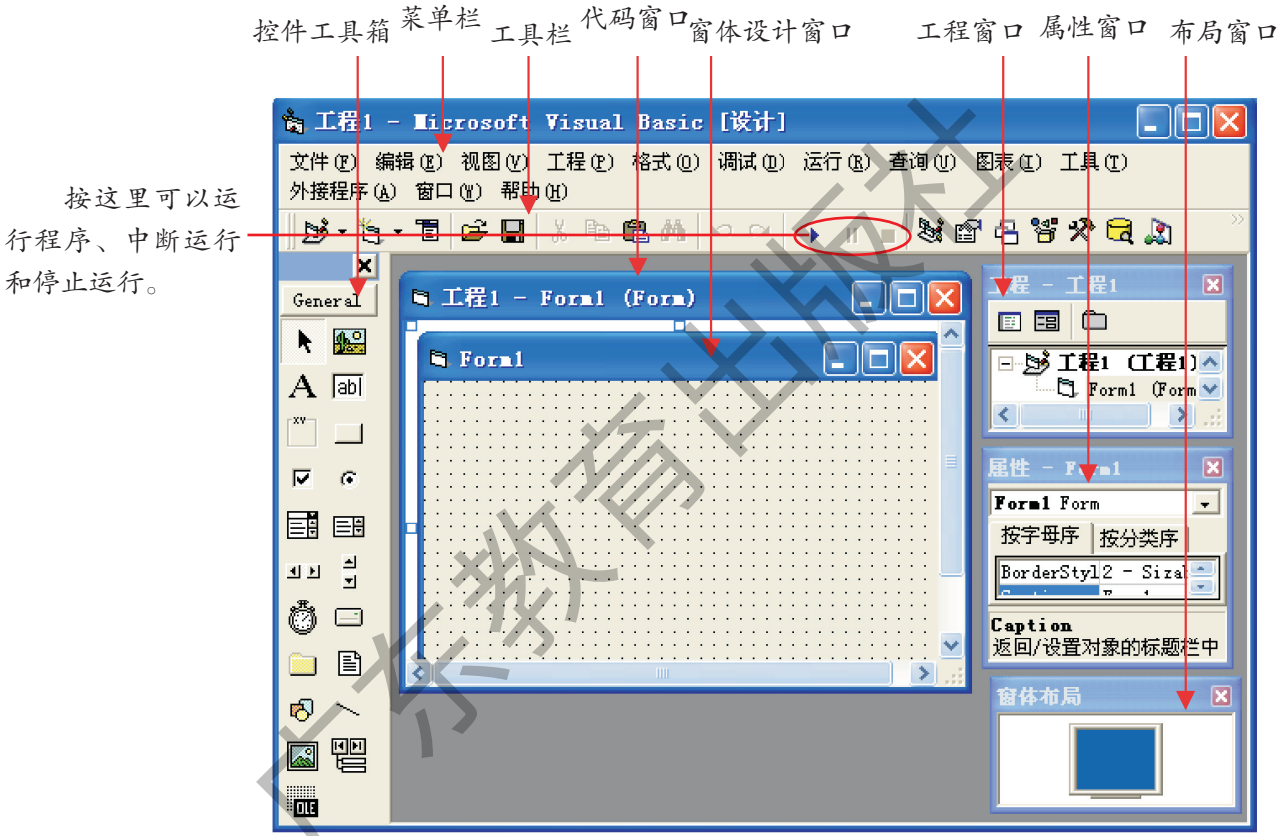


图2-1　VB程序设计语言的开发环境

（1）启动VB，进入集成开发环境。观察如图2-1的画面，请你把菜单栏中的各菜单项及其子菜单填在表2-3中。

表2-3　菜单及其子菜单项

主菜单	文件												
子菜单	新建工程												
	打开工程												
	……												

广东教育出版社

（2）把鼠标移到工具栏各图标处，了解它们的名称、功能，并记录在表2-4中。

表2-4 常用工具栏的名称和功能

图 标	名 称	功 能
	添加标准EXE工程	用来添加新的工程到工作组中，单击其下拉箭头，将弹出一个菜单，可以从中选择需要添加的工程类型
	添加窗体	用来添加新的窗体到工程中，单击其下拉箭头，将弹出一个菜单，可以从中选择需要添加的窗体类型
……		

（3）通过查阅“帮助”菜单，了解工具箱、代码窗口、窗体设计器窗口、工程资源管理器窗口、属性窗口、窗体布局窗口的作用，并记录在表2-5中。

表2-5 常用窗口的作用

窗 口	作 用
工具箱	
代码窗口	
窗体设计器窗口	
工程资源管理器窗口	
属性窗口	
窗体布局窗口	

（4）通过查阅“帮助”菜单，了解VB集成开发环境的三种模式的作用，并记录在表2-6中。

表2-6 三种模式的作用

模 式	作 用
设计模式	
运行模式	
中断模式	
三种模式的转换	

在VB程序设计语言开发环境中，控件工具箱、代码窗口、窗体设计器窗口、工程资源管理器窗口、属性窗口、窗体布局窗口是一些常用的程序设计与调试工具，这些工具互相协调、互相补充，如果熟练、合理地使用会大大地减少应用程序的开发难度，提高工作的效率。

广东教育出版社

实 践

在了解、熟悉了VB程序设计语言的开发环境以后，你肯定跃跃欲试，想一显身手。好吧，就让我们一起来体验VB程序的运行调试吧！

参照第一章1.1节的上机操作方法，运行调试VB程序，写出运行的结果。

（1）求半径为R的圆的面积的VB程序：

```
Private Sub Form_Load()
  R = InputBox ("R=", "输入半径")
  S = 3.14*R*R
  MsgBox "圆的面积S=" + Str(S), 0, "计算结果"
End Sub
```

Str（S）把数值S转换为数字字符串。

当半径R=15时，运行的结果：_____；

（2）求s=1×2×3×…×n问题的VB程序：

```
Private Sub Form_Load()
  n = InputBox ("请输入n的值：", "输入")
  s = 1
  For i = 1 To n
    s = s * i
  Next i
  MsgBox "s=" + Str(s), 0, "计算结果"
End Sub
```

当N=22时，运行的结果：_____。

国家统计局对贫困和贫困线下的定义是：所谓贫困，即指物质生活困难，一个人或一个家庭生活水平达不到一种社会可以接受的最低标准。所谓贫困线，是在一定的时间、空间和社会发展阶段的条件下，维持人们的基本生存所必需消费的物品和服务的最低费用，贫困线又叫贫困标准。

数据来源于《中国的农村扶贫开发白皮书》和《中华人民共和国2002年国民经济和社会发展统计公报》。

2.2　程序的顺序结构

每年的10月17日是联合国确定的国际消除贫困日。贫困问题是人类面临的严峻挑战之一。我国政府历来高度重视扶贫工作，始终把解决贫困人口温饱问题放在政府工作的重要位置。改革开放以来，我们主要依靠自己的力量，通过全国各族人民的团结奋斗，使农村没有解决温饱的贫困人口从1978年的2.5亿减少到2002年的2820万，短短的二十多年就取得了举世瞩目的成就。这是一个了不起的历史性成就，不仅在中华民族历史上是一件大事，而且在人类发展史上也是一个壮举。

那么，贫困标准是怎样制定出来的呢？张军是一个爱思考的孩子，他把这个问题告诉了同组的李明。

广东教育出版社

最后，当他们发现计算出来的结果与当地统计局公布的结果相近时，两人高兴得跳了起来。

2.2.1 居民生活消费支出的计算

问 题

2-1：根据国家营养学会推荐的食品定量标准及某年某县农村住户调查资料，该县农村住户基本食品消费项目、数量（每人每年）和单价如表2-7所示。

表2-7 某年某县农村住户基本食品消费调查资料

项 目	粮食	蔬菜	油脂类	薯类	肉类	干豆类	蛋类	鱼虾	乳类	水果
数量（kg）	170	144	3	36	18	12	6	6	24	10
单价（元/kg）	2.46	1.42	9.41	1.14	12.74	2.49	6.67	9.32	2.64	2.07

（1）求基本食品消费支出。

（2）如果按联合国粮农组织提出的贫困标准，把基本食品消费支出占总的生活消费支出的比重定为60%，求总的生活消费支出。

使用计算机处理数据，需要有数据处理的程序。要学习程序的设计，就要从最简单的问题着手，从中掌握编写程序的基本方法，领悟其中的奥妙。以下是用计算机求解问题的过程：

（1）分析问题。

从题目的条件可知：要求基本食品消费支出x，只要把各食品项目的单价乘以数量再求和就可以得到x。即

$$x=170\times 2.46+144\times 1.42+\cdots+10\times 2.07$$

而求总的生活消费支出y，只要用基本食品消费支出除以60%即可。

$$y=x\div 60\%$$

但计算机是怎么解决这个问题呢？解决这个问题需要经过哪些步骤呢？

（2）设计算法。

运用计算机解决问题，算法设计是关键的一步。请你根据分析结果，分别用自然语言和流程图写出解决这一问题的算法步骤：

①_____

②_____

……

（3）编写程序。

确定了解决问题的算法以后，就可以利用VB程序设计语言编写程序了。

广东教育出版社

程序2-1

```
Private Sub Command1_Click( )
    Const s1 As Integer=170, s2 As Integer=144, s3 As Integer=3
    Const s4 As Integer=36, s5 As Integer=18, s6 As Integer=12
    Const s7 As Integer=6, s8 As Integer=6, s9 As Integer=24
    Const s10 As Integer=10
    Dim d1 As Single, d2 As Single, d3 As Single, d4 As Single
    Dim d5 As Single, d6 As Single, d7 As Single, d8 As Single
    Dim d9 As Single, d10 As Single, x As Single, y As Single
    d1= Val (InputBox ("请输入粮食的单价：") )
    d2= Val (InputBox ("请输入蔬菜的单价：") )
    d3= Val (InputBox ("请输入油脂类的单价：") )
    d4= Val (InputBox ("请输入薯类的单价：") )
    d5= Val (InputBox ("请输入肉类的单价：") )
    d6= Val (InputBox ("请输入干豆类的单价：") )
    d7= Val (InputBox ("请输入蛋类的单价：") )
    d8= Val (InputBox ("请输入鱼虾的单价：") )
    d9= Val (InputBox ("请输入乳类的单价：") )
    d10= Val (InputBox ("请输入水果的单价：") )
    x=s1*d1+s2*d2+s3*d3+s4*d4+s5*d5+s6*d6+s7*d7+s8*d8+s9*d9+s10*d10
    y=x / 0.6
    Print "基本食品消费支出x="; x
    Print "总的生活消费支出y="; y
End Sub
```

（4）调试程序。

编好程序以后，下一个任务就是通过键盘把程序输入计算机，并进行运行调试，以检测程序的正确性。操作方法如第一章图1-1所示。

然后按F5键运行程序，单击“Command1”按钮，即弹出对话框，按照提示请输入粮食的单价2.46后，单击“确定”按钮；然后依次按照弹出对话框的提示，分别输入每项的单价，并单击“确定”按钮；最后在窗体上可看到输出的结果：基本食品消费支出x=1131.15和总的生活消费支出y=1885.25，如图2-2所示。

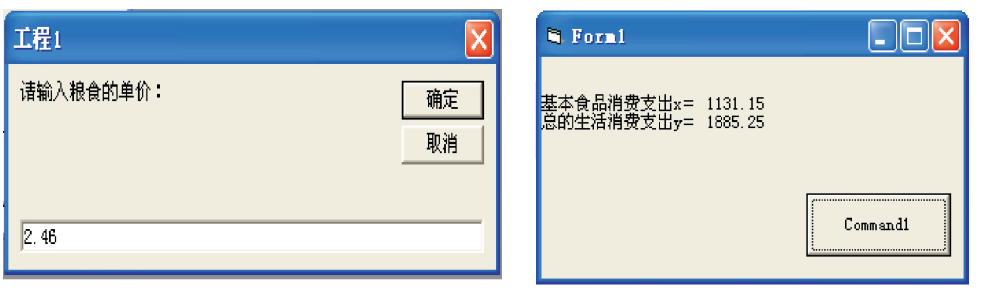


图2-2　程序2-1的运行结果

广东教育出版社

2.2.2 赋值语句和输入输出语句

1. 赋值语句

在程序2-1中，第9个语句的含义是将赋值号右边的函数Val (InputBox("请输入粮食的单价:")) 的值赋给变量d1；第19个语句的含义就是将赋值号右边表达式s1*d1+s2*d2+s3*d3+s4*d4+s5*d5+s6*d6+s7*d7+s8*d8+s9*d9+s10*d10的值求出，然后赋给变量x；第20个语句的含义就是将表达式x/0.6的值求出，然后赋给变量y。它们的作用都是将表达式的值赋给左边的变量。这种语句称为赋值语句。

赋值语句的基本格式是：

变量 = 表达式

这里“=”是赋值符号，它的含义是将表达式的值赋给左边的变量。

观 摩

观察下列赋值语句的作用：

（1）A=B，它是将变量B的值赋给变量A，但B的值并未改变。

（2）A=123表示将数值123赋给变量A。

（3）A=A+10表示将变量A的值加10后，再赋给变量A。如果原来A的值为30，则执行此语句后，A的值为40。如图2-3所示。

图2-3 执行A = A + 10语句后A的值

（4）如果A=30，B=40，则依次执行语句T=A，A=B，B=T后，A、B两个变量的值发生交换A=40，B=30。如图2-4所示。

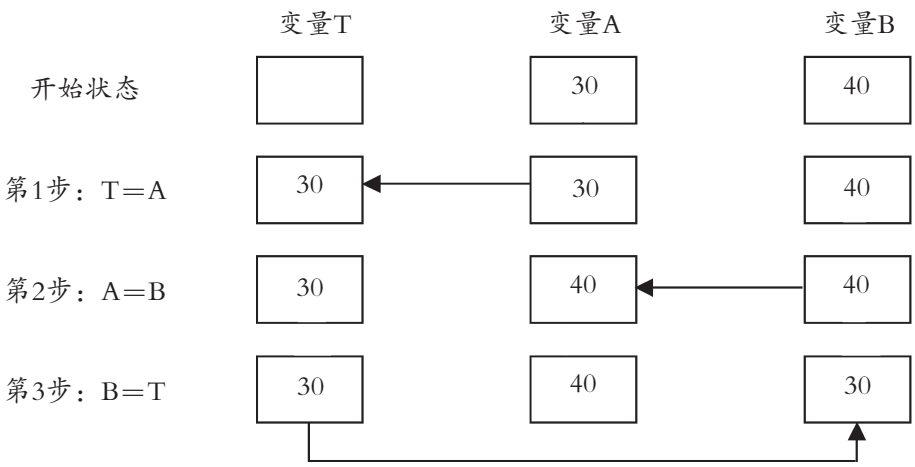


图2-4 变量A与B的交换过程

广东教育出版社

2. 输入数据的函数

InputBox()是提供从键盘输入数据的函数。利用它可产生一个对话框，提示用户输入数据并单击命令按钮。该函数返回值是字符串类型(String)。利用这个函数，程序2-1中语句d1= Val（InputBox ("请输入粮食的单价:"))可以在程序运行时，从键盘上输入数据赋值给变量d1。

InputBox()的语法格式为：

InputBox（提示信息，标题，默认值，位置）

其中：

提示信息：指对输入数据的提示，显示在对话框中，不能省略。

标题：指运行此函数后弹出的对话框的标题。

默认值：指默认的输入数据值。

位置：指运行此函数后弹出的对话框的左上角在屏幕上的位置。

提示信息和标题是用引号引起来的字符串。例如：执行程序2-1后运行第9行语句时，屏幕上会出现类似图2-2所示的窗口，提示信息显示在窗口内。

观 摩

观察下面的程序运行情况：

```
Private Sub Command1_Click()
  A=InputBox("A=","输入", 12, 100, 20)
End Sub
```

运行该程序，屏幕上窗口的左上角将位于坐标为（100，20）的位置，标题为“输入”，窗口内的提示信息为“A=”，而在输入栏内会出现默认的数据12。如图2-5所示。

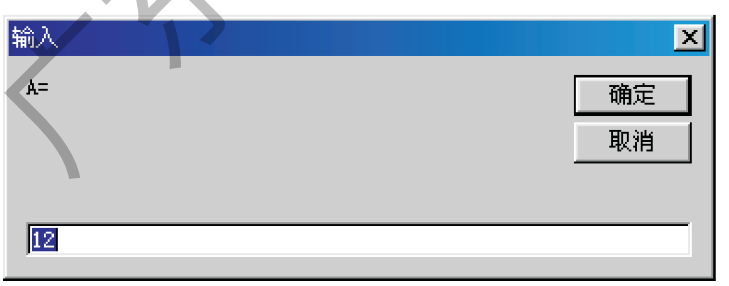


图2-5　InputBox()的执行效果

3. 输出数据的方法

Print是输出数据的一个重要方法。在程序2-1中，第21行就是利用Print方法将计算出来的基本食品消费支出x的值输出到窗体上。

Print方法输出数据的基本格式是：

Print 输出内容

在这里，输出内容可以是数、变量、表达式，也可以是用引号括起来的字符串。

说明：

广东教育出版社

（1）如果输出的内容是数、变量、表达式，则输出的是数、变量、表达式的值。如果是用引号引起来的字符串，则原样输出。

（2）输出内容可以是一个或多个。如果是多个输出内容，则各输出内容之间可以用逗号或分号分隔；如果用分号，则后面一个输出紧跟前一个输出；如果用逗号，则按照分区格式输出。

（3）如果输出内容后面没有符号，则表示下一个Print换行输出；如果Print中没有输出内容，则表示输出一个空行。

观 摩

观察下列语句的运行结果，体会Print输出语句中各符号的作用。

（1）若A = 5，B = 3，则执行下面的语句：

```
Print "A="; A, "B="; B
```

会输出如下的结果：A = 5　　B = 3

解释：输出的第一项"A="是字符串，原样照印；第二项是变量A，输出它的值5，且前面是分号，紧跟第一项输出；第三项"B="是字符串，原样照印，但前面是逗号，则按照分区格式输出；第四项是变量B，输出它的值3，前面是分号，紧跟前一项输出。

（2）若A = 5，B = 3，则执行下面的语句：

```
Print "A="; A;  "B="; B
```

会输出如下的结果：A = 5B = 3

解释：因输出的每一项之间都是分号间隔，所以输出的结果是连接在一起的。

（3）若A = 5，B = 3，则执行下面的语句：

```
Print "A="; A,
Print "B="; B
```

会输出如下的结果：A = 5　　B = 3

（4）若A = 5，B = 3，则执行下面的语句：

```
Print "A="; A
Print "B="; B
```

会输出如下的结果：A = 5
B = 3

实 践

阅读下列的程序，写出运行的结果，说明程序的功能，并上机验证。

（1）

```
Private Sub Command1_Click()
    A=10
    B=20
    A=A+B
    B=A-B
```

广东教育出版社

```
    A=A-B
    Print "A="; A, "B="; B
  End Sub
```

（2）
```
Private Sub Command1_Click()
    A=Val(InputBox("A=", "输入"))
    B=Val(InputBox("B=", "输入"))
    MAX=(A+B)/2+ABS(A-B)/2
    Print "MAX="; MAX
  End Sub
```

输入：2和5，11和7

（3）
```
Private Sub Command1_Click()
    A=Val(InputBox("A=", "输入"))
    B=Val(InputBox("B=", "输入"))
    MIN=(A+B)/2-ABS(A-B)/2
    Print "MIN="; MIN
  End Sub
```

输入：2和5，11和7

在程序2-1中有23条语句，执行时按语句出现的顺序执行。即当执行第一条语句后，必然从第二条语句继续，顺序执行所有的语句，直到执行完最后一条语句为止。像这样的控制结构称为程序的顺序结构。顺序结构的最大特点是在这个结构内按由上到下的书写顺序执行，它只有一个入口和一个出口。这是一种最简单、最基本的结构。

程序的顺序结构的运行流程如图2-6所示。程序中的“语句1；语句2；…；语句N；”便是一个顺序结构的部分。

下面我们将通过几个例子，一起来学习设计程序的顺序结构的方法。

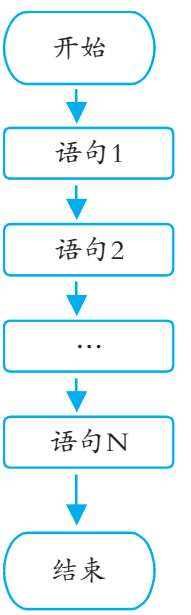


图2-6

问　题

2-2：已知长方体的长、宽、高，编写一个程序，求长方体的全面积和体积。

（1）分析问题。

设长方体的长、宽、高分别为A，B，C，由于长方体的六个面的面积两两对应相等，所以长方体的全面积为：S=2*(A*B+A*C+B*C)，体积为：V=A*B*C。

（2）设计算法。

①输入A，B，C的值；

②计算S=2*(A*B+A*C+B*C)；

③计算V=A*B*C；

④输出S，V的值。

广东教育出版社

（3）编写程序。

根据前面设计的算法，可以写出问题2-2的程序如下：

程序2-2

```
Private Sub Command1_Click( )
    Dim A As Single, B As Single, C As Single, S As Single, V As Single
    A=InputBox ("A=", "输入")
    B=InputBox ("B=", "输入")
    C=InputBox ("C=", "输入")
    S=2* (A*B+A*C+B*C)
    V=A*B*C
    Print  "全面积S="; S, "体积V="; V
End Sub
```

（4）调试程序。

把程序2-2输入计算机，按F5运行，依次输入数据3，4，5，即可得到如图2-7所示的结果。

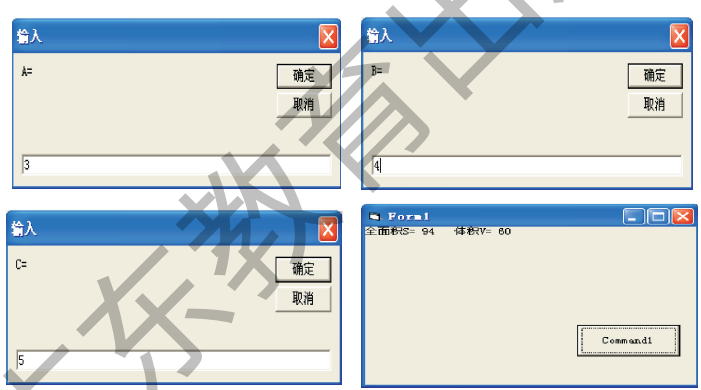


图2-7 程序2-2的执行结果

问 题

2-3：从键盘上输入一个三位整数，然后将它反向输出。例如输入456，输出应为654。

（1）分析问题。

设X为输入的三位整数，Y为X的反向输出。因为X的百位、十位、个位分别为：

X1=X\100

X2=（X-X1*100）\10

X3=X-X1*100-X2*10

所以

Y=X3*100+X2*10+X1

（2）设计算法。

①输入X的值；

②计算：X1=X\100；

广东教育出版社

③计算：X2=（X-X1*100）\10；
④计算：X3=X-X1*100-X2*10；
⑤计算：Y=X3*100+X2*10+X1；
⑥输出Y的值。

（3）编写程序。

根据前面设计的算法，可以写出问题2-3的程序如下：

程序2-3

```
Private Sub Command1_Click( )
    Dim X As Integer, X1 As Integer, X2 As Integer
    Dim X3 As Integer, Y As Integer
    X = InputBox（"X=", "输入"）
    X1 = X \ 100
    X2 = (X - X1 * 100) \ 10
    X3 = X - X1 * 100 - X2 * 10
    Y = X3 * 100 + X2 * 10 + X1
    Print "Y="；  Y
End Sub
```

（4）调试程序。

把程序2-3输入计算机，按F5运行，输入数据456，即可得到如图2-8所示。

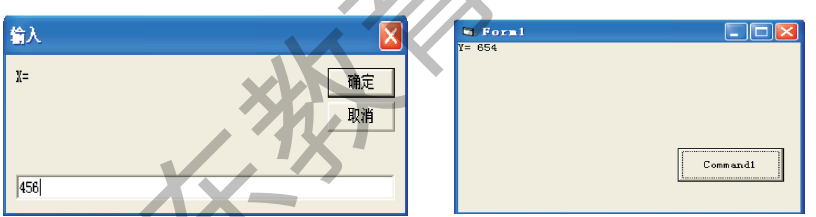


图2-8　程序2-3的运行结果

探 究

在问题2-3中，当输入的三位数末位为0时（如230），程序2-3的运行结果是一个三位数吗？

实 践

（1）试编写一个程序，实现输入圆的半径，输出圆的周长和面积。

（2）一列火车在某地时的速度为V_0=40 km/h，现以加速度a=0.15m/s^{2}加速行驶，试编写一个程序，求2 min后的速度V和距开始点的距离S。

练 习

（1）试编写一个程序，求平面中两点之间的距离。

（2）试编写一个程序，求本学习小组数学测验成绩的平均分和标准差。

（3）一个物体从高处下落做自由落体运动。现知道物体下落的时间为t，试编写一个程序，求物体下落的路程。

广东教育出版社

2.3 程序的选择结构

李明喜爱数学，是数学科代表，他热心为老师和同学服务，同学们遇到学习上的问题，经常和他一起研究，寻找解题的方法。

一天，张军拿来一道数学题，和李明一起研究解题的方法。在尝试了运用常规方法解题以后，李明想，我们正在学习《算法与程序设计》课程，何不在这里试一试！他把这个想法告诉了张军，张军欣然同意。于是，他们就……

2.3.1 从制作矩形框问题开始

问 题

2-4：张军找来了一条长度为L的铁丝，希望用来制作一个面积为S的矩形框。他问李明：这个矩形的长和宽应当各是多少，才能使制作出来的矩形框面积为指定的值呢？

（1）分析问题。

设所求矩形的宽为x，根据题目的条件，矩形的周长是L，那么它的长与宽的和就是L/2，长应为L/2-x。根据矩形的面积公式，则可以列出如下的方程：

$$x(L/2-x)=S$$

化简这个方程得

$$x^2-\frac{1}{2}Lx+S=0$$

这时通过求根公式即可得出解答。

（2）设计算法。

根据上述的分析，我们可以写出解决问题的算法如下：

①输入铁丝的长度L；

②输入矩形的面积S；

③计算判别式D= L*L/4-4*S；

④如果D>=0，则

计算X=(L/2+sqr(D))/2和X1=L/2-x，并输出X1和X

否则输出“找不到这样的矩形!”

⑤结束。

（3）编写程序。

根据设计好的算法，可以写出制作矩形框问题的程序代码如下：

广东教育出版社

程序2-4

```
Private Sub Command1_Click( )
   L= InputBox ("请输入铁丝的长度：")
   S= InputBox ("请输入矩形的面积：")
   D= L*L/4-4*S
   If D>=0 then          '如果D>=0，则计算X和X1的值，并打印X、X1
      X= (L/2+sqr(D))/2
      X1=L/2-x
      Print  "这个矩形的长和宽分别为："; X;  "和";  X1
   Else                  '否则打印"找不到这样的矩形!"
      Print  "找不到这样的矩形!"
   End If
End Sub
```

（4）调试程序。

把程序2-4输入计算机，按F5运行程序，即得到如图2-9所示的结果。

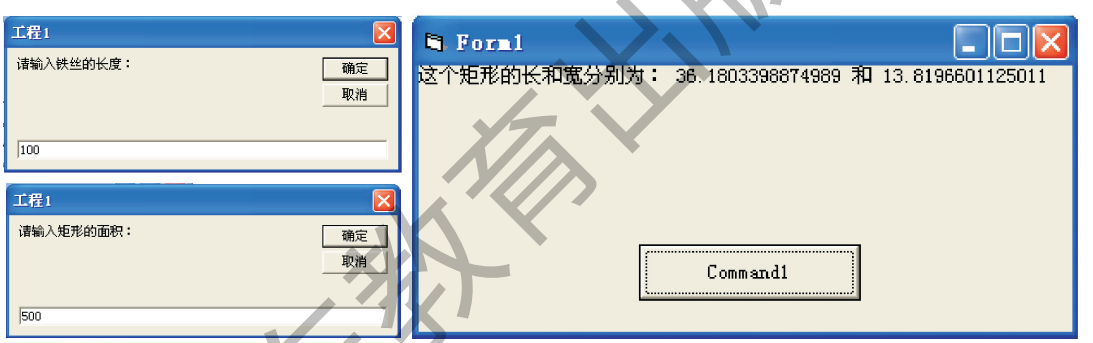


图2-9　程序2-4的执行结果

2.3.2 条件语句

在解决问题的过程中，常常需要对事物进行判断和选择，如问题2-4中就要首先判断判别式D的值。如果D>=0，则计算X1和X2，并输出X1和X2，否则输出“找不到这样的矩形!”。在程序设计中，如何实现判断和选择呢？程序2-4的代码中，有一个用If开头的语句，这就是条件语句。

1. 条件语句的格式

条件语句的基本格式:

```
If  条件  Then  语句组1  Else  语句组2
```

或

```
If  条件  Then
    语句组1
    Else
    语句组2
End If
```

广东教育出版社

其中，条件是一个逻辑表达式，语句组是一组VB语句。

2. 条件语句的执行过程

条件语句的执行过程是：当条件成立时，执行Then后面的语句组1，否则执行语句组2。条件语句的执行流程如图2-10所示。

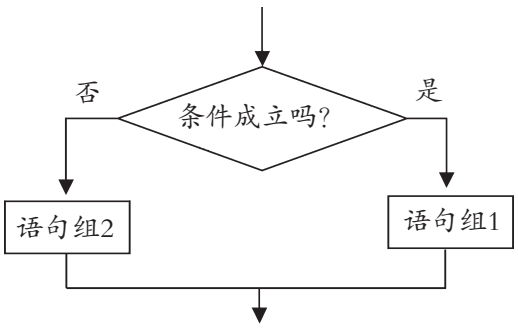


图2-10 条件语句执行过程

在条件语句的基本格式中有时可以省略Else和语句组2，这时条件语句的执行过程是当条件成立时，执行Then后面的语句组1，否则退出条件语句，执行下面的语句。

3. 关系表达式

在程序2-4中，程序的第5行是一个条件语句，其中的条件“D>=0”表达式，一般称为关系表达式。关系表达式是用关系运算符连接起来的式子。

关系运算符号有：

运算符号	=	>	>=	<	<=	<>
含 义	等于	大于	大于等于	小于	小于等于	不等于

当关系表达式成立时其值为真（True），当关系表达式不成立时其值则为假（False）；关系表达式的值既不是数值型量，也不是字符型量，而是一种新的数据类型——逻辑型（Boolean）。逻辑型只有两个可能的值：假（False）和真（True）。

关系表达式的值定义如下：

（1）对数值型的数据比较，是按照数值的大小来比较它们的关系。如：13>6其值为True；98=89其值为False。

（2）对其他类型数据的比较，则按照其序号来进行比较。如："A"<"B"其值为True；"C">"D"其值为False。

4. 逻辑表达式

在实际问题中，对于一些复杂的条件，还需要用几个关系表达式组合起来才能表示。例如，条件2<x<9就需要用2<x和x<9这两个关系式来表示。将多个关系式用逻辑运算符连接起来的式子称为逻辑表达式，逻辑表达式的运算值为逻辑型。常用的逻辑运算符有：

Not(非) 取操作数相反的值。即当操作数为假（False）时，结果为真（True）；当操作数为真（True）时，结果为假（False）。

And (与) 当两个操作数都为真时，结果才为真。

Or (或) 当两个操作数都为假时，结果才为假。

例如：

（1）Not（3>7）的结果为 True , Not (13>7) 的结果为 False。

（2）（3<8）And (5<10) 的结果为 True,（3<8）And (5>10) 的结果为False。

广东教育出版社

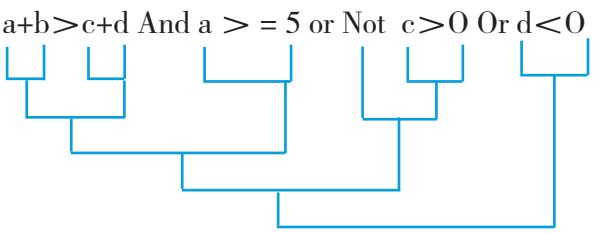
（3）（0<5）Or (3<1) 的结果为 True, (5<0) Or (3<1) 的结果为False。

5. 逻辑运算的顺序

（1）当条件中只有逻辑运算符时，运算的顺序为Not、And、Or。

（2）当条件中既有算术运算符，又有关系运算符和逻辑运算符时，运算顺序是：算术运算 → 关系运算 → 逻辑运算。

例如：



当a=5，b=7，c=-2，d=1时，运算结果是True。

实 践

（1）阅读下列的程序，分别写出当A = 15 和 A = -9 时程序的运行结果，说明程序的功能，并上机验证。

```
Private Sub Command1_Click()
  Dim  A AS Integer
  A= InputBox ("请输入A的值:")
  If  A >= 0  Then  Print  "Y="; A  Else  Print "Y="; -A
End Sub
```

（2）某商场为了对苹果进行促销，规定购买2千克以上可以在原价每千克1.5元的基础上打8折。请设计一个程序计算购买x千克苹果的应付款。

2.3.3 多重选择语句

通过前面的学习，我们掌握了利用条件语句来解决两种情况的判断和选择问题。但是，在现实生活中，有时会遇到需要选择的情况多于两种，那么应该如何编写计算机程序来处理这类问题呢?

1. 居民生活水平状况的评价

问 题

2-5：1857年德国统计学家恩思特·恩格尔阐明了一个定律：随着家庭和个人收入增加，收入中用于食品方面的支出比例将逐渐减少。反映这一定律的系数称为恩格尔系数，计算公式为：

$$n=\frac{\text{人均食品支出总额}}{\text{人均个人消费支出总额}}\times 100\%$$

广东教育出版社

国际上常用恩格尔系数来衡量一个国家和地区居民生活水平的状况，根据联合国粮农组织提出的标准，恩格尔系数n在59%以上为贫困，50%≤n≤59%为温饱，40%≤n<50%为小康，30%≤n<40%为富裕，n低于30%为最富裕。

根据刘丽家乡居民家庭抽样调查的有关资料，已知该地区居民人均食品支出总额x和人均个人消费支出总额y。请你编写一个程序，求恩格尔系数n，并根据联合国粮农组织提出的标准，判断该地区居民生活水平的状况。

（1）分析问题。

设所求的恩格尔系数为n，由于已知刘丽家乡人均食品支出总额和人均个人消费支出总额，根据计算公式，即可求出恩格尔系数。

所以，解决这一问题的关键是判断求出的恩格尔系数n属于哪一个区间，然后输出评价结果。

（2）设计算法。

根据上述的分析，我们将解决问题的算法描述如下：

①输入人均食品支出总额x和人均个人消费支出总额y；

②求n=x/y × 100%，并输出n的值；

③如果n>59%，则输出“该地区居民生活处于贫困水平！”；

④如果50%≤n≤59%，则输出“该地区居民生活处于温饱水平！”；

⑤如果40%≤n<50%，则输出“该地区居民生活处于小康水平！”；

⑥如果30%≤n<40%，则输出“该地区居民生活处于富裕水平！”；

⑦如果n<30%，则输出“该地区居民生活处于最富裕水平！”；

⑧结束。

（3）编写程序。

根据前面设计的算法，我们可以编写出如下的程序：

程序2-5A

```
Private Sub Command1_Click( )
    x = InputBox ("请输入人均食品支出总额：", "输入")
    y = InputBox ("请输入人均个人消费支出总额：", "输入")
    n=x/y
    Print "恩格尔系数n="; n
    If n>0.59 Then Print "该地区居民生活处于贫困水平!"
    If (0.5<=n) And (n<=0.59) Then Print "该地区居民生活处于温饱水平!"
    If (0.4<=n) And (n<0.5) Then Print "该地区居民生活处于小康水平!"
    If (0.3<=n) And (n<0.4) Then Print "该地区居民生活处于富裕水平!"
    If n<0.3 Then Print "该地区居民生活处于最富裕水平!"
End Sub
```

（4）调试程序。

把程序2-5A输入计算机，按F5运行程序，单击“Command1”按钮，输入人均食品支出总额x=3600，然后单击“确定”按钮，再输入人均个人消费支出总额y=8180，单击“确

广东教育出版社

定”按钮，就可以得到评价结果“该地区居民生活处于小康水平！”。如图2-11所示。

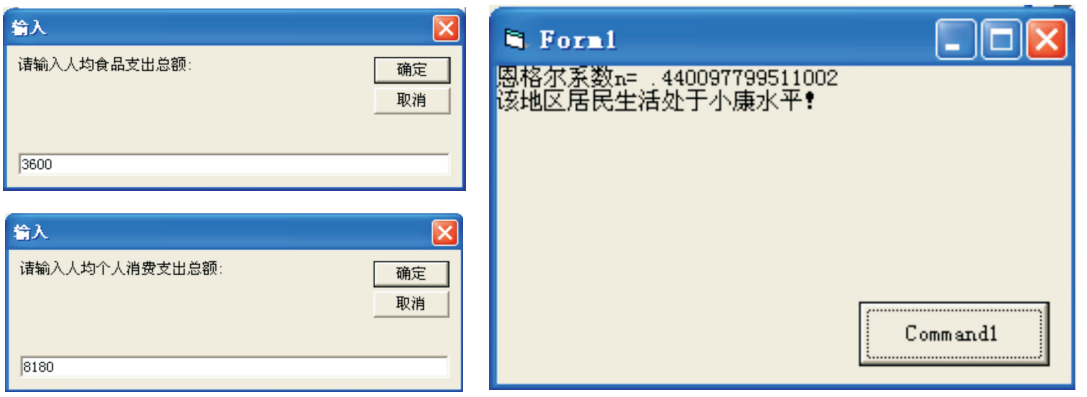


图2-11　程序2-5A的执行图

2. 多重选择语句的格式

在程序2-5A中，我们使用了5个If语句来处理5种情况。这样的程序在可读性和效率方面都是比较差的，如果再多一些情况，它的缺陷就会暴露得更加明显。如何处理这个问题呢?

在VB语言中，设置了一个处理多种情况的语句，称为多重选择语句。它的基本格式为：

```
Select  Case   表达式
        Case   表达式列表1
               语句组1
        Case   表达式列表2
               ……
        Case Else
               语句组N+1
End Select
```

其中：

（1）表达式和表达式列表可以是数值型或字符型，表达式列表还可以是多个用逗号分开的表达式。

（2）表达式列表与表达式的类型必须相同。

（3）表达式列表又称为值域，它有如下三种形式：

①表达式1，表达式2……

②表达式1 To 表达式2。

③Is 关系表达式。

例如：

“Case 1，3，5”表示当表达式的值为1或3或5时执行后面的语句组。

“Case 10 To 20”表示当表达式的值在10至20之间时执行后面的语句组。

“Case Is >=10”表示当表达式的值大于或等于10时执行后面的语句组。

广东教育出版社

3. 多重选择语句的执行过程

多重选择语句的执行过程是：
当表达式的值为表达式列表1时，执行语句组1；
当表达式的值为表达式列表2时，执行语句组2；
……
当表达式的值为表达式列表N时，执行语句组N；
当表达式的值不是上述值时，执行语句组N+1。

有了多重选择语句，对于多种情况的选择问题，就可以利用它来解决。运用多重选择语句编写的问题2–5的程序如下：

程序2–5B

```
Private Sub Command1_Click( )
   x = InputBox ("请输入人均食品支出总额：", "输入")
   y = InputBox ("请输入人均个人消费支出总额：", "输入")
   n=x/y
   Print "恩格尔系数n="；n
     Select Case Cint(n*100)
          Case Is >59
             Print  "该地区居民生活处于贫困水平!"
          Case 50 To 59
             Print  "该地区居民生活处于温饱水平!"
          Case 40 To 49
             Print  "该地区居民生活处于小康水平!"
          Case 30 To 39
             Print "该地区居民生活处于富裕水平!"
          Case Else
             Print "该地区居民生活处于最富裕水平!"
     End Select
End Sub
```

这里Cint(n*100)是一个把小数四舍五入取整数的函数。

广东教育出版社

实 践

（1）阅读以下的程序，分别写出当F=1，2，3，4时程序运行的结果，说明程序的功能，并上机验证。

```
Private Sub Command1_Click()
  Dim  A As  Integer, B  As  Integer, C  As  Single
  Dim D  As String
  F = Val（InputBox("请输入F的值：")）
  A = 2
  B = 3
   Select Case F
    Case 1 : C = A + B: D="+"
    Case 2 : C = A – B: D="–"
```

```
    Case 3 : C = A * B : D=" × "
    Case 4 : C = A  /  B : D=" ÷ "
    Case Else: End
  End  Select
    Print  A; D; B; "="; C
End Sub
```

（2）编写一个程序，对某次测验的分数进行统计分析，统计59分及以下、60～69分、70～79分、80～89分、90～99分和100分的同学各有多少人。

提示：在窗体上加一命令按钮和7个文本框（文本框1输入分数，文本框2～7分别记录各分数段的人数）。每输入一个分数后按一次命令按钮得到各分数段的人数。

在日常生活中，常常会碰到这样的例子：如果明天不下雨，学校就组织我们去郊游，否则就去看电影。这种两者选一的情况，在程序中我们称之为选择结构。选择结构的特点是它根据给定的条件判断在两条或者多条可能的路径中选择一条，各条路径分别做不同的处理，无论条件是否成立，不同的处理结束以后都执行其后续语句。

与顺序结构相比较，选择结构就是程序的执行不再完全按照语句的顺序执行，而是根据某种条件是否成立来决定程序执行的走向，它进一步体现了计算机的智能特点。

在VB语言中，选择结构通过If语句和Select Case语句这两个条件语句来实现，运用条件语句的关键是条件的表示，如果能够正确地表达条件，就可以简化程序。在多重选择的情况下，使用Select Case语句，可以使程序更直观、更准确地描述出分支的走向。

实 践

有三名同学为解决一个判断某年是否为闰年的问题，各编写了一个程序，分别是：

程序1：

```
Private Sub Command1_Click()
   N=InputBox("输入年号",  "判断闰年", 2000)
   If N/100=N\100 Then
     If N Mod 400=0 Then Print "闰年" Else Print "不是闰年"
   Else
      If N Mod 4=0 Then Print "闰年" Else Print "不是闰年"
   End If
End Sub
```

程序2：

```
Private Sub Command1_Click()
  N=InputBox("")
  Print N;
  If N Mod 100=0 Then N=N/100
  If N Mod 4 > 0 Then Print "不";
  Print "是闰年"
End Sub
```

广东教育出版社

程序3:

```
Private Sub Command1_Click()
  N=InputBox("")
  A = "不"
  If N Mod 400 = 0 Or N Mod 100 > 0 And N Mod 4 = 0 Then  A =" "
  Print N;A; "是闰年"
End Sub
```

（1）上机调试程序，分别验证三个程序的正确性。

（2）在这三个程序中，采用了不同的表达式作为判断闰年的条件，你认为哪一种更好，请发表你的意见。

练 习

（1）编写一元二次方程的求解程序，要求能够判断方程是否有根，如果没有根则给出相应的提示信息。

（2）编一个程序，输入三个数，输出其中的最大数。

（3）我们把字符作如下的分类：大写字母：A…Z；小写字母：a…z；数字：0…9；其他字符。编写一个程序，根据上述分类的方法，输入一个字符，报告该字符所属的类型。

（4）编一个程序，让计算机同我们一起玩剪刀、石头、布游戏。如果我们输了，则输出“LOSE”；我们赢了，则输出“WIN”；我们与计算机平了，则输出“DEUCE”。

广东教育出版社

2.4 程序的循环结构

袁隆平院士是我国著名的杂交水稻专家，他主持研究的超级水稻，每公顷产量能达1400 kg以上，居世界领先地位，被誉为“超级水稻之父”。他在研究实验超级水稻时，经常要开展在不同因素影响下的种植试验，对试验得到的大量数据进行统计分析，从中找出规律，培育出更高产、更优质的水稻。

陈婷是一个生物迷，她与同组的李明和张军一起参加了学校的水稻种植研究性学习活动。在活动中，需要对多种因素不同水平（如不同的温度、湿度、土壤酸碱度等）的影响下水稻生长情况进行观察，收集数据，并进行统计分析和研究，从中筛选出适合各种因素水平的种子。陈婷提出：能否利用计算机对水稻种植试验的大量数据进行统计分析呢?

数据的统计分析是计算机应用的重要领域。对水稻种植试验的数据进行统计分析，需要有一个计算机程序。现在，我们一起来学习编写这个计算机程序。

2.4.1 For循环语句

1. 超级水稻种植试验的统计分析

问　题

2-6：现已知某个因素M种水平5次试验的亩产量如表2-8所示，求各种水平影响下的平均亩产量。

表2-8　某个因素M种水平5次试验的亩产量　　（单位：千克）

水平	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次
水平1	908	1099	790	886	845
水平2	509	699	843	755	788
水平3	987	1100	955	1020	995
……					

（1）分析问题。

求各种水平影响下5次试验的平均亩产量，实际上就是一个简单重复求5次试验的平均亩产量问题。5次试验的平均亩产量可用如下的式子求出：

Average=（Crop1 + Crop2 + Crop3 + Crop4 + Crop5）/5

所以，只要输入水平数M，重复计算M次就可以了。

（2）算法设计。

根据上述的分析，写出解决问题的算法如下：

①输入水平数M。

②对于每一个I（I=1, 2，…，M）做如下第③～⑨步。

③输入第一次实验的亩产量Crop1。

④输入第二次实验的亩产量Crop2。

⑤输入第三次实验的亩产量Crop3。

⑥输入第四次实验的亩产量Crop4。

⑦输入第五次实验的亩产量Crop5。

⑧计算Average=（Crop1 + Crop2 + Crop3 + Crop4 + Crop5）/ 5的值。

⑨输出水平数I的平均亩产量Average。

⑩结束。

（3）编写程序。

根据前面的分析和算法设计，每计算一个水平的平均亩产量，都要有5个输入语句、1个计算语句和1个输出语句，共7个语句，本题要计算M种水平的平均亩产量，如果只使用以前所学过的语句，至少需要7 × M行。这样的程序就很长、很繁。

在VB语言中，有一个专门用于描述重复工作的语句，叫做For循环语句，使用它可使程序变得短小精悍。使用For循环语句编写的程序如下：

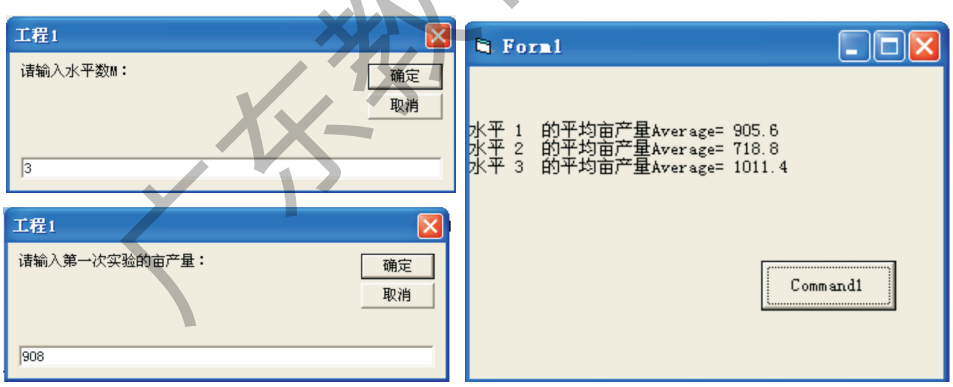
广东教育出版社

程序2-6

```
Private Sub Command1_Click( )
   M= InputBox("请输入水平数M:")
   For I=1 To M
      Crop1= Val(InputBox ("请输入第一次实验的亩产量:") )
      Crop2= Val(InputBox ("请输入第二次实验的亩产量:") )
      Crop3= Val(InputBox ("请输入第三次实验的亩产量:") )
      Crop4= Val(InputBox ("请输入第四次实验的亩产量:") )
      Crop5= Val(InputBox ("请输入第五次实验的亩产量:") )
      Average = ( Crop1 + Crop2 + Crop3 + Crop4 + Crop5)/5
      Print "水平"; I; "的平均亩产量Average="; Average
   NEXT I
End Sub
```

（4）调试程序。

把程序2-6输入计算机，按F5运行程序，单击“Command1”按钮，输入水平数M：3，单击“确定”按钮；输入第一次实验的亩产量：908，然后单击“确定”按钮，输入第二次实验的亩产量：1099，然后单击“确定”按钮……输入第五次实验的亩产量：845，然后单击“确定”按钮，此时就可以得到结果“水平1的平均亩产量Average=905.6”。依此类推，即可得到如图2-12（b）所示的结果。



（a） （b）

图2-12 程序2-6的执行结果

2. For循环语句的基本格式

在程序2-6中，我们使用了一个For循环语句，For循环语句的基本格式如下：

```
For 循环变量 = 初值 To 终值 Step 步长
        语句组
Next 循环变量
```

其中：

（1）循环变量为数值型变量。

广东教育出版社

（2）初值、终值、步长均为数值表达式。

（3）当初值小于终值时，步长应为正数；当初值大于终值时，步长应为负数；如果省略Step，则步长为1。

（4）语句组可以是一个或者多个语句，又称作循环体。

（5）循环体执行的次数为（终值-初值）/步长+1的整数部分。

3. For循环语句的执行过程

循环语句的执行过程如下：

（1）循环变量被赋予初值。

（2）判断循环变量是否超过终值，如果超过，则退出循环执行Next后面的语句；如果没有超过则执行循环体。

（3）遇到Next语句，则循环变量增加一个步长，转到（2），继续循环。

For循环语句的执行过程，可以更直观地通过流程图来表示，如图2-13所示。

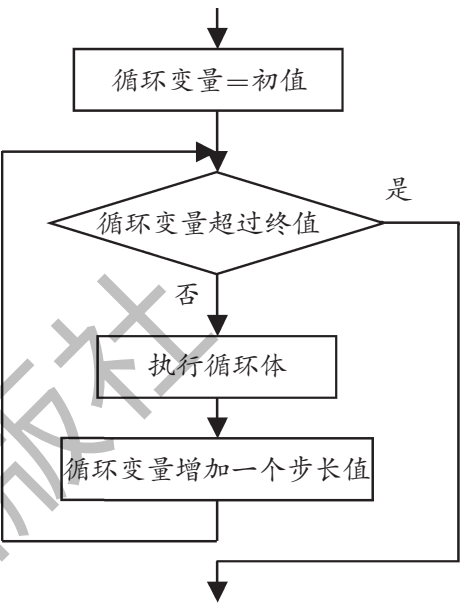


图2-13　For循环语句执行过程

实 践

（1）阅读如下程序，跟踪程序的执行过程，观察变量A的值的变化，写出循环结束时变量A的值、循环次数和程序的运行结果。

①
```
Private Sub Command1_Click( )
  For A=1 To 10
    Print A
  Next  A
End Sub
```

②
```
Private Sub Command1_Click( )
  For A=1 To 100
    S = S + A
  Next  A
     Print  "S="; S
End Sub
```

③
```
Private Sub Command1_Click( )
  For A = 100 To 1  Step -1
    S = S + A
  Next  A
    Print  "S="; S
End Sub
```

④
```
Private Sub Command1_Click( )
  For  A=1 To  10
    A = A + 1
  Print A
  Next A
End Sub
```

广东教育出版社

（2）暑假里假日小队的同学帮助计算居民楼内每户的电费，楼内共有10户居民，每度电0.70元，编一个程序，输入每一户的用电量，然后计算应缴纳的电费，再输入下一户的用电量，计算应缴纳的电费……一直重复下去直到全部用户计算完毕。

2.4.2 Do循环语句

前面我们已经学过For循环语句，它适合于知道重复次数的循环。但在许多实际问题中常常难以预先确定重复的次数，这时就不方便使用For循环语句。为此，VB语言还提供了一种称为Do循环的语句，使得循环更加灵活方便。

问 题

2-7：陈婷今年17岁了，她的生日正好是3月12日植树节。今年植树节老师带同学们到公园里去植树。陈婷很高兴，一个人就栽了3棵树，过了一个很有意义的生日。她想，如果从明年开始每年过生日的时候都去植树，并且每一年都要比前一年多栽一棵树，这样下去，到多少岁时才能累计种到或超过100棵树呢？

（1）分析问题。

设年龄为Age，种树总数为Tree，则Tree可以用如下的式子表示：

Tree=3+4+5+…　（相应的Age=17，18，19…）

于是这个问题就可以转化为：当Tree≥100时，求Age的值。

（2）设计算法。

根据上述的分析，可设计出如下的算法：

①令Age=17；

②令Tree=3；

③Age=Age+1；

④Tree=Tree+Age-14；

⑤如果Tree<100，则返回第③步；

⑥输出Age的值；

⑦结束。

（3）编写程序。

根据算法可以写出植树问题的程序代码如下：

程序2-7

```
Private Sub Command1_Click( )
   Dim  Age  As Integer,  Tree  As  Integer
   Age = 17
   Tree=3
   Do
      Age = Age +1
```

广东教育出版社

```
    Tree = Tree + Age-14
  Loop Until Tree >=100
  Print "到"; Age; "岁时种到"; Tree; "棵树!"
End Sub
```

程序中，语句Age = Age +1和Tree = Tree + Age-14将变量累加起来求和。我们将类似累加变量这样的功能称之为累加器，若累加变量每次累加的值是一个常量，则称之为“计数器”。“计数器”与“累加器”是在程序中经常使用的基本操作语句。

（4）调试程序。

把程序2-7输入计算机，按F5运行程序，单击“Command1”按钮，即可得到如图2-14所示的结果。

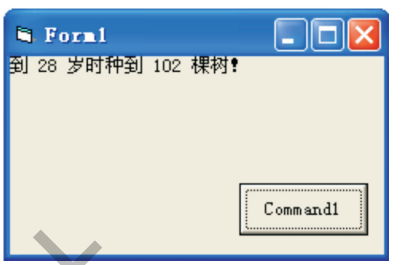


图2-14

1. Do循环语句的基本格式

在程序2-7中，我们使用了一种新的循环语句叫做Do循环语句，它的基本格式是：

```
Do
   循环体
Loop  Until  循环终止条件
```

其中：

循环体是一组VB语句；循环终止条件是一个逻辑表达式。

2. Do循环语句的执行过程

每次进入循环都是从Do 命令开始，先执行一次循环体，然后判断是否满足循环终止条件，若满足条件则退出循环，否则继续循环。Do循环命令的循环体中必须有能够改变循环终止条件的语句，不然将出现无限次的循环，程序将不能正常结束。

Do循环语句的执行过程，可以更直观地通过流程图来表示，如图2-15所示。

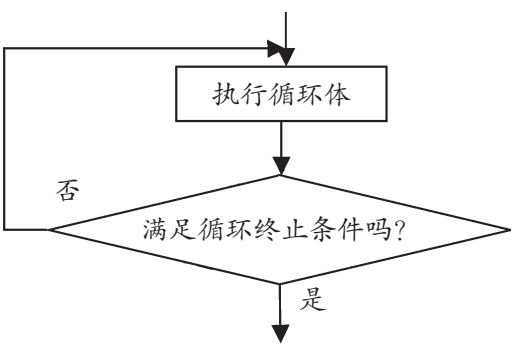


图2-15　Do循环语句执行过程

实 践

（1）已知S=1+2+3+…+N，找出一个最大的整数N，使得S<30000。编写程序解决这个问题。

（2）假设纸的长度足够长，厚度为0.1毫米，对折一次厚度增加1倍，现在对折纸张，直到总厚度超过珠穆朗玛峰的高度为止（珠穆朗玛峰的高度为8848.13米），求对折纸张的次数。编写程序解决这个问题。

广东教育出版社

2.4.3 循环的嵌套

问 题

2-8：现已知某个因素M种水平N次试验的亩产量如表2-9所示。

表2-9 某个因素M种水平N次试验的亩产量 （单位：千克）

水平	第1次	第2次	第3次	……	第N次
水平1	908	1099	790		845
水平2	509	699	843		788
水平3	987	1100	955		995
……					
水平M	989	1108	958		985

求各种水平影响下N次试验的平均亩产量。

（1）分析问题。

求各种水平影响下N次试验的平均亩产量，实际上就是一个简单重复地求N次试验的平均亩产量问题。N次试验的平均亩产量可用如下的式子求出：

$$Average=(Crop1+Crop2+Crop3+\cdots+CropN)/N$$

所以，只要输入水平数M，重复计算M次就可以了。

但是，如何利用上式求Average的值呢？

（2）算法设计。

请同学们根据上述的分析，写出解决问题的算法。

（3）程序设计。

根据前面的分析和算法设计，可得到如下的程序：

程序2-8

```
Private Sub Command1_Click( )
   M= InputBox ("请输入水平数M:")
   N= InputBox ("请输入试验的次数N:")
   For I=1 To M
      Sum =0
      For J=1 To N
         Crop= Val(InputBox ("请输入第"+Str$(J)+ "次实验的亩产量:"))
         Sum=Sum+Crop
      Next J
      Average =Sum/N
      Print "水平"; I; "的平均亩产量Average="; Average
   Next I
End Sub
```

广东教育出版社

（4）调试程序。

把程序2-8输入计算机，按F5运行程序，单击“Command1” 按钮，即可得出结果，如图2-16所示。

图2-16　程序2-8的运行结果

在程序2-8中，For循环语句中的循环体还有一个For循环语句。像这样在一个循环语句的循环体中含有另一个循环语句，这就形成了嵌套循环，又叫做多重循环。多重循环的原则是：外层循环与内层循环必须层层相套，循环体之间不能交叉。

例如For循环语句嵌套的基本要求是：每个循环必须有一个唯一的循环控制变量；内层循环的Next语句必须放在外层循环Next语句的前面，如图2-17所示，内外循环不得互相交叉，如图2-18所示。

```
For i=1 To 5
  For j=1 To 10
    Print i+j
  Next j
Next i
```

图2-17　允许内外循环层层相套

```
For i=1 To 5
  For j=1 To 10
    Print i+j
  Next i
Next j
```

图2-18　不允许内外循环互相交叉

实 践

（1）阅读下面程序，写出运行结果。

```
Private Sub Picture1_Click()
  Dim Se As String
  Picture1.Print  Tab(35); "乘法表"
  For  I=1  To  9
    For  J=1  To  9
      Se = I & "*" & J & "=" & I*J
      Picture1.Print  Tab((J-1)*9);Se;
    Next J
  Picture1.Print
  Next I
End Sub
```

广东教育出版社

（2）如果要使程序的运行结果如图2-19和图2-20所示，将如何修改程序？

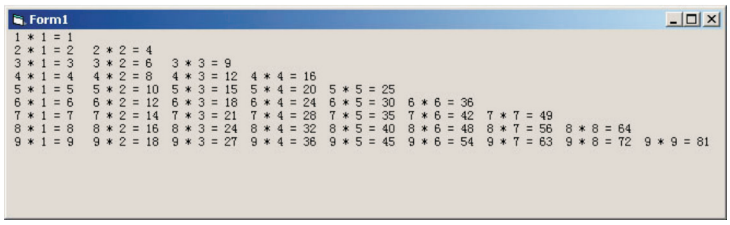


图2-19

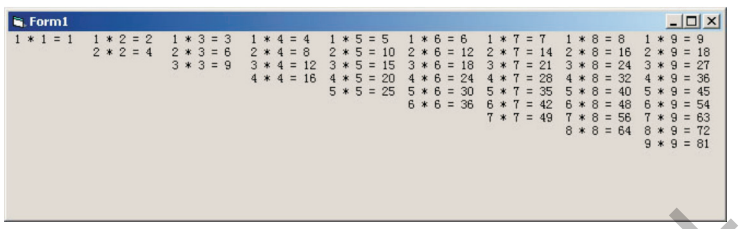


图2-20

2.4.4 几种循环语句的比较

从前面的学习中我们看到，在一些问题的解决过程中，常常需要重复某些操作，才能得到结果。描述这种重复操作的一组语句称为循环体，实现每重复一次循环体都必须依据一定的条件做出继续或停止循环的判断的语句称为循环语句，这种重复地执行某段程序，直到某个条件满足为止的一种程序通常叫做循环结构程序。它与算法中的循环结构相一致。它的特点是：当某个条件满足时，反复执行循环体，否则就不执行。如图2-13和2-15所示。在VB语言中，用于循环结构程序设计的语句有For循环语句和Do循环语句。

For循环语句主要用于描述预先知道循环次数的循环结构，是一种计数循环；Do循环语句是根据条件是否满足而决定循环是否继续进行，而条件的判断可以在循环语句的开始部分设立（这时先判断条件再进入循环体），也可以把条件判断放在循环语句的结尾部分（这时首先执行一次循环体再对条件作判断）。根据条件的表述使用关键词是“While”还是“Until”，条件是放在循环体前还是放在循环体后，“Do”形式的循环语句一共可以有四种变化，详见表2-10所示。

表2-10 Do循环语句四种形式的比较

条件判断放在循环语句的开头部分		条件判断放在循环语句的结尾部分	
所列条件满足时 执行循环	所列条件满足时 退出循环	所列条件满足时 执行循环	所列条件满足时 退出循环
Do While条件 循环体 Loop	Do Until 条件 循环体 Loop	Do 循环体 Loop While 条件	Do 循环体 Loop Until 条件

广东教育出版社

交 流

（1）讨论Do循环语句的格式和功能，分析比较表2-10中的各列内容，回答如下的问题：

①条件放在前面和放在后面的Do循环语句的区别在于：_____。

②使用 While和使用Until的区别在于：_____。

（2）用Do循环的四种形式各编写一个程序，实现输入一个大于2的自然数M，判断这个自然数是否是素数。如果是素数，则输出“这是一个素数！”，否则输出“这不是一个素数！”。

①分析问题。

根据素数的定义，判断自然数M是否素数，主要考察M能否被2至M-1中的某一个数整除，如果能，则M不是素数，否则是素数。

②设计算法。

根据上述的分析，可得到如下的算法：

第一步，输入一个自然数M；

第二步，设置I=2；

第三步，如果 M被I整除或I=M-1，则跳到第五步；

第四步，I=I+1，返回第三步；

第五步，如果M被I整除，则输出“这不是一个素数！”，否则输出“这是一个素数！”；

第六步，结束。

根据上述的算法，可以用Do Until-Loop语句编写程序如下：

```
Private Sub Command1_Click()
  Dim M As  Integer, I  As  Integer
  M = InputBox ("输入一个数：")
   I = 2
   Do Until (M Mod I = 0) Or (I=M-1)
    I = I+1
   Loop
   If M Mod I=0 Then Print M; "不是素数"  Else Print M; "是素数"
End  Sub
```

用Do While-Loop语句编写的程序如下：

用Do-Loop Until语句编写的程序如下：

用Do-Loop While语句编写的程序如下：

广东教育出版社

练 习

（1）编写程序求出1000以内的所有素数。

（2）因子（不算自身）之和等于它本身的数称为完全数。例如28的因子是1，2，4，7，14，且1+2+4+7+14=28，则28是完全数。求2～1000中的完全数。

（3）年级进行数学考试，数学老师请你帮助他设计一个程序，求出各班的最高分和平均分。

（4）编写程序，在屏幕上输出如下形式的“字母塔”：

A

ABA

ABCBA

. . . . . .

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXWVUTSRQPONMLKJIHGFEDCBA

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYXWVUTSRQPONMLKJIHGFEDCBA

（5）公元6世纪，中国的《张丘建算经》有一道著名的百鸡问题：“今有鸡翁一值钱五，鸡母一值钱三，鸡雏三值钱一，凡百钱买百鸡，问鸡翁、鸡母、鸡雏各几何。”设计一个求解的算法，用自然语言把它描述出来。

广东教育出版社

2.5 模块化程序设计

18世纪中叶，德国数学家哥德巴赫求教欧拉这样一个问题：“任何大于4的偶数都是两个奇素数之和”。欧拉说：“这个结论虽然我还不能证明它，但我确信无疑，认为这是完全正确的定理。”这就是著名的哥德巴赫猜想。

由于欧拉是当时最伟大的数学家，哥德巴赫猜想吸引许多数学家试图证明它，但直到19世纪末都没有取得任何进展。一位著名的数学家说：哥德巴赫猜想的困难程度，可以和任何没有解决的数学问题难度相匹比。也有人把哥德巴赫猜想比作数学王冠上的明珠。

为了摘取这颗明珠，数学家们做了无数次的努力。他们提出了一个等价的命题：每一个大偶数都可以表示为一个素因数的个数不超过a个的数与一个素因数的个数不超过b个的数之和。这一命题叫做(a+b)。这样，哥德巴赫猜想基本上就是要证明（1+1）是正确的。

1966年，我国数学家陈景润证明了（1+2），并于1973年发表，立即轰动了国际数学界。一位英国数学家称陈景润移动了“群山”。

下面，让我们在一定的范围内验证哥德巴赫猜想。

2.5.1 自顶而下、逐步求精的程序设计思想

在社会活动中，人们对于一些大型的、复杂的问题进行求解，常常会把它们分解为更小、更简单和更容易处理的子问题。当这些子问题被求解以后，原来的问题就可以随着这些子问题的解决迎刃而解。这就是“自顶而下、逐步求精”的程序设计思想。

问　题

2-9：从键盘上输入一个大于4的偶数N，找到两个素数P和Q，使得N=P+Q。

（1）分析问题。

对于从键盘上输入的一个大于4的偶数N，可采用试探法，即令P从3到N-3，Q=N-P，逐个检查P，Q是否是素数。如果P，Q都是素数，则P，Q即为所求。

如何检查P，Q是否为素数呢？在上一节的学习中我们已经知道：要检查一个数M是否为素数，只要用2到M-1的自然数除M，如果没有一个数能整除，则M就是素数。

（2）算法设计。

根据上述的分析，可设计出如下的算法：

①输入一个大于4的偶数N；

②令P=2；

③P=P+1；

④Q=N-P；

⑤检查P是否为素数；

⑥如果P是素数，则检查Q是否为素数；

⑦如果（P，Q都是素数）OR（P=N-3），则下一步，否则返回第③步；

⑧如果P，Q都是素数，则输出式子N=P+Q，否则输出“找不到！”的信息。

从上述的算法描述可知，要实施“试探法”，关键在于第⑤，⑥步中的“检查一个数是否为素数”的问题。在上一节的学习中我们已经掌握了求解这个问题的算法，所以第⑤步的二级算法如下：

第一步，设置I=2；

第二步，如果 P被I整除或I=P-1，则跳到第四步；

第三步，I=I+1，返回第二步；

第四步，如果P被I整除，则PT=False，否则PT=True；（设置标志变量PT，当P为素数时，PT=True，否则PT=False）

第五步，结束。

同理，第⑥步的二级算法如下：

第一步，设置I=2；

第二步，如果 Q被I整除或I=Q-1，则跳到第四步；

第三步，I=I+1，返回第二步；

第四步，如果Q被I整除，则QT=False，否则QT=True；（设置标志变量QT，当Q为素数时，QT=True，否则QT=False）

广东教育出版社

第五步，结束。

（3）编写程序。

根据上述设计的算法，写出如下的程序。

程序2-9A

```
Private Sub Command1_Click()
    Dim N As Integer, I As Integer, P As Integer, Q As Integer
    Dim PT As Boolean, QT As Boolean
    N= InputBox("输入一个大于4的偶数：")
    P=2
    Do
      P=P+1
      Q=N-P
      ' 检查P是否为素数
      I = 2
      Do Until (P Mod I = 0) Or (I=P-1)
          I = I+1
      Loop
      If  P MOD I=0  Then  PT=False Else PT=True
      ' 如果P是素数，则检查Q是否为素数
      If PT Then
        I = 2
        Do Until (Q Mod I = 0) Or (I=Q-1)
          I = I+1
        Loop
        If  Q Mod I=0  then  QT=False Else QT=True
      End If
    Loop Until (PT And QT) Or (P=N-3)
    If (PT And QT) Then Print N；"="；P；"+"；Q Else Print "找不到!"
End  Sub
```

（4）调试程序。

把程序2-9A输入计算机，按F5运行程序，单击“Command1”按钮，输入12，即可得出如图2-21所示的结果。

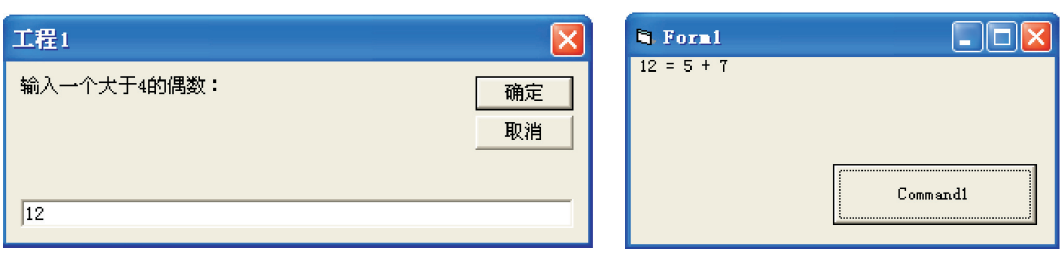


图2-21　程序2-9A的执行结果

广东教育出版社

上述的问题求解过程给了我们这样的启示：用计算机求解一个复杂的问题，不要立刻急着用计算机指令、数字和逻辑符号来表示问题，而应该先从总体观点出发，用较为自然的语句写出一级算法，把要求解的问题分解成由一系列子问题表述的求解步骤。然后分别求解每个子问题，填入算法的细节。在必要时，将某些子问题作进一步分解，直到每一个子问题的算法都能用计算机语言的基本结构语句来描述为止。这种求解问题的方法称为“自顶而下、逐步求精”的程序设计思想。

使用“自顶而下、逐步求精”的程序设计思想具有以下几个优点：

（1）这种方法符合人们解决复杂问题的普遍规律，可以显著提高程序设计的效率。

（2）用先全局后局部、先整体后细节、先抽象后具体的“自顶而下、逐步求精”过程设计出来的程序具有清晰的层次结构，容易阅读和理解。

实 践

（1）一个自然数是素数，且它的数字位置经过任意对换后仍为素数，则称为绝对素数，例如：13。试找出所有两位绝对素数。

（2）一个N位数的各位数的N次方之和等于这个数，称为armstrong数（如：$153=1^3+5^3+3^3$、$1634=1^4+6^4+3^4+4^4$）。编一个程序，求出2、3、4位数中的所有armstrong数。

2.5.2 过程与函数

观察验证哥德巴赫猜想问题的程序2-9A，我们发现程序中有两段是检查一个数是否是素数的语句。试想，能否把它们合为一段呢？请阅读如下的程序：

程序2-9B

```
Private Sub Command1_Click()
    Dim N As Integer, P As Integer, Q As Integer
    Dim PT As Boolean, QT As Boolean
    N= InputBox ("输入一个大于4的偶数:")
    P=2
    Do
       P=P+1
       Q=N-P
    ' 调用Check函数检查P是否为素数
    PT= Check (P)
     ' 如果P是素数，则调用Check函数检查Q是否为素数
    If PT Then QT=Check (Q)
    Loop Until (PT And QT) Or (P=N-2)
    If (PT And QT) Then Print N; "="; P; "+"; Q Else Print "找不到!"
End  Sub
' 定义“检查M是否为素数”的自定义函数Check
```

广东教育出版社

```
Public Function Check (M As Integer) As Boolean
   Dim I As Integer
   I = 2
   Do Until (M Mod I = 0) Or (I=M-1)
      I = I+1
   Loop
   If  M Mod I=0 Then Check=False Else Check=True
End Function
```

1. 自定义函数

在程序2-9B中，使用了VB自定义函数Function的功能。它首先定义“检查M是否为素数”的函数Check，然后在程序中调用函数Check来检查P、Q是否为素数。VB自定义函数的格式如下：

```
Public Function 函数名(形式参数表) As 类型
   语句组
   函数名=表达式
End Function
```

其中：

（1）“函数名”的命名规则与变量名相同。

（2）“形式参数表”中的参数是函数的自变量。

（3）第一个语句最后的“As 类型”指明函数值的数据类型。

（4）“语句组”是VB的合法语句，“函数名=表达式”是一个赋值语句。

（5）在语句组内要退出自定义函数，可以使用Exit Function语句。

例如求三个数的平均数的自定义函数如下：

```
Public Function Ave (A As Integer，B As Integer，C As Integer) As Single
   Ave= (A+B+C)/3
End Function
```

VB自定义函数的调用比较简单，可以像使用VB内部函数一样来调用自定义函数。由于自定义函数能返回一个值，因此它与内部函数没有太大的区别，只不过后者有VB的语言系统提供，前者由用户自己定义。

例如以下是调用求三个数的平均数的自定义函数Ave的程序：

```
Private Sub Command1_Click( )
   D=Ave(5，8，6) '调用求三个数的平均数的自定义函数Ave
   Print D
End Sub
```

2. 自定义过程

除自定义函数以外，VB还提供了子过程。子过程的格式如下：

```
Private Sub 子过程名（形式参数表）
 语句组
 End Sub
```

广东教育出版社

其中：

（1）子过程定义以Sub开头，以End Sub结束。其间的语句组是VB的合法语句；子过程执行到End Sub语句时，将返回调用程序的调用点，继续执行下一条语句。

（2）过程名的命名规则与变量名相同。

（3）Sub与End Sub之间的语句称为过程体。

例如求三个数的平均数的子过程定义如下：

```
Private Sub Average（A As Integer, B As Integer, C As Integer，Ave）
  Ave=(A+B+C)/3
End Sub
```

3. 过程的调用

子过程一经定义，就可以在程序中调用。调用子过程的格式如下：

```
子过程名 实际参数表
```

其中：

（1）格式中的实际参数表不能用括号括起来。

（2）子过程调用语句的实际参数表必须在数目、类型、排列上与子过程定义语句的形式参数表一致。

例如以下是调用求三个数的平均数的子过程Average的程序：

```
Private Sub Command1_Click()
  Average 5，8，6，D '调用求三个数的平均数的子过程Average
  Print D
End Sub
```

问　题

2-10：如图2-22，已知五边形的边及对角线的长度，求五边形的面积。

（1）分析问题。

如图2-22所示，要求五边形的面积，只要求三角形S1、S2、S3的面积之和即可。由于要三次计算三角形的面积，为了程序的简单起见，可将计算三角形面积定义成函数，然后在主程序中调用它三次，并相加即得问题的解。

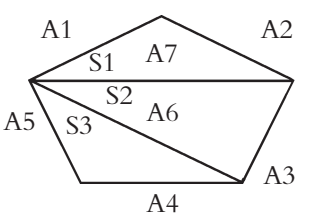


图2-22

（2）设计算法。

①输入A1，A2，A3，A4，A5，A6，A7；

②计算S=TS（A1，A2，A7）+TS（A3，A6，A7）+TS（A4，A5，A6）；

③输出S。

第①步算法求精如下：

设计一个输入数据的子过程Inputdata，其算法如下：

第一步，输入五边形第一条边的长度A1。

第二步，输入五边形第二条边的长度A2。

第三步，输入五边形第三条边的长度A3。

广东教育出版社

第四步，输入五边形第四条边的长度A4。
第五步，输入五边形第五条边的长度A5。
第六步，输入五边形第一条对角线的长度A6。
第七步，输入五边形第二条对角线的长度A7。
第②步算法求精如下：
设三角形的三边长为A、B、C，则求三角形面积TS的算法如下：
第一步，计算P=（A+B+C）/2。
第二步，计算TS=$\sqrt{P\times(P-A)\times(P-B)\times(P-C)}$。
（3）编写程序。
根据上述设计的算法，写出如下程序。

程序2-10

```
Private Sub Command1_Click( )
   Dim A1 As Single, A2 As Single, A3 As Single, A4 As Single
   Dim A5 As Single, A6 As Single, A7 As Single, S As Single
   Inputdata  A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7
   S=TS (A1, A2, A7) +TS (A3, A6, A7) +TS (A4, A5, A6)
   Print "五边形的面积为："; S
End  Sub
' 输入数据的子过程Inputdata
Private Sub Inputdata (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7)
   A1= Inputbox ("输入五边形第一条边的长度：")
   A2= Inputbox ("输入五边形第二条边的长度：")
   A3= Inputbox ("输入五边形第三条边的长度：")
   A4= Inputbox ("输入五边形第四条边的长度：")
   A5= Inputbox ("输入五边形第五条边的长度：")
   A6= Inputbox ("输入五边形第一条对角线的长度：")
   A7= Inputbox ("输入五边形第二条对角线的长度：")
End  Sub
' 求三角形面积TS的自定义函数
Public Function TS (A As Single, B As Single, C As Single) As Single
   Dim P As Single
   P=(A+B+C)/2
   TS=SQR(P*(P-A)*(P-B)*(P-C))
End Function
```

（4）调试程序。

把程序2-10输入计算机，按F5运行程序，单击“Command1”按钮，依次输入2.33， 2.89， 3.63， 2.87， 3.52， 5.05， 4.64，即可得出如图2-23所示的结果。

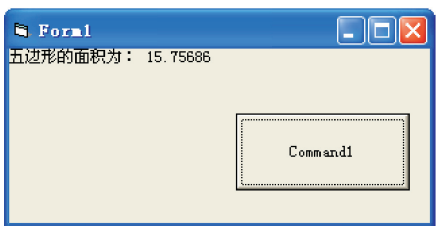


图2-23 程序2-10的执行结果

广东教育出版社

2.5.3 模块化程序设计的基本方法

通过上述例子，我们得到如下的启示：

（1）在设计程序求解问题时，首先要对问题从整体的角度进行分析，将其分解成几个有机的组成部分，如果某些部分还比较复杂可再分解，经过逐步分解和细化后，将一个大而复杂的问题，由总体到局部，逐步分解为若干个小的可解的基本问题，再通过求解这些基本问题最终求得原问题的解。这种求解问题的方法就是模块化程序设计方法。

（2）在进行模块化程序设计时，按什么原则划分模块（module）呢？划分模块的基本原则是使每个模块都容易解释。按照人类思维的特点，概念单一的事物容易理解。因此在设计程序系统时使用按功能划分模块的方法，该方法根据固有功能的各种明显差异，划分组成系统的各个模块，希望一个模块内包含且仅包含某单一具体任务的所有成分。如图2-24所示问题2-10的模块结构图。这样得到的模块的内部联系（称为模块的内聚度）比较强，而各模块之间的联系（称为模块间的耦合度）比较弱，或者说是模块的独立性比较高。

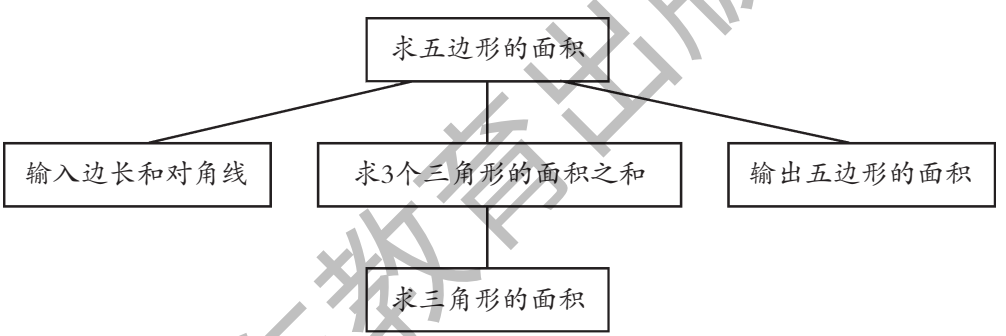


图2-24

（3）采用模块化方法得到的系统是由互相连接的模块构成的。按什么样的结构组织各模块是模块化程序设计的另一关键。在进行模块化程序设计时，提倡按层次结构组织模块。如图2-24所示问题2-10的模块结构图。在程序结构图中，以矩形框表示模块，框内注有按功能定义的模块名，也可以简要注明模块的功能或功能名。最上层的模块是对系统的整体功能的抽象，它指出系统是“做什么”，而不涉及“怎么做”的细节。其下层模块是对它所分解的几个“做什么”的逐步描述。这样逐层向下分解扩充，直到得到便于实现的单一功能的模块为止。在最底层模块中，才对“怎么做”做精确的描述。

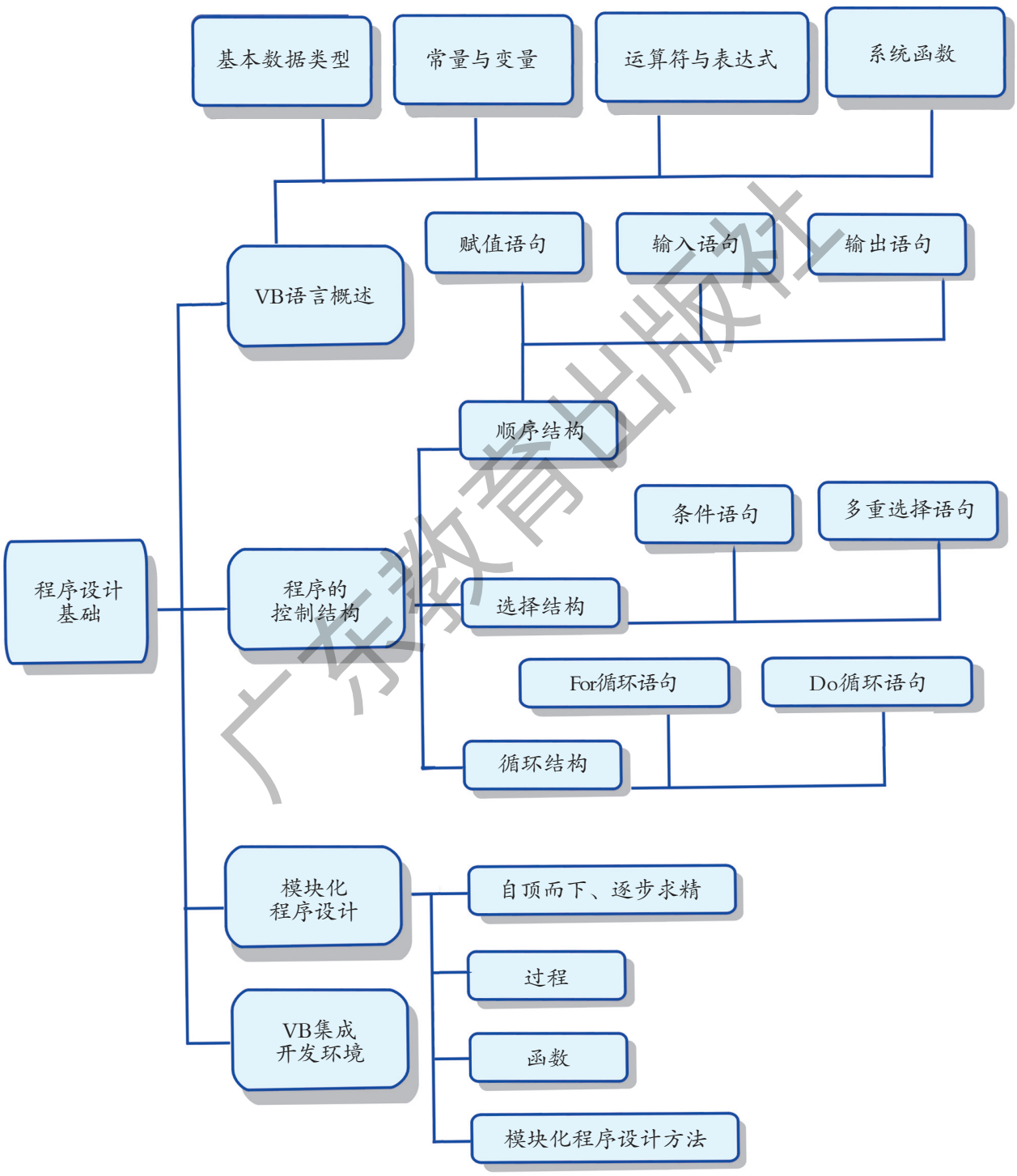
练 习

（1）编写一个程序，将任意一个正整数N的立方分解为N个连续的奇数之和。例如：输入4，输出13，15，17，19。即$4^3=13+15+17+19$。

（2）输入一个正整数N，把它分解成质因子相乘的形式。如：输入36，输出36=1×2×2×3×3。

广东教育出版社

本章扼要回顾



广东教育出版社

本章学习评价

完成下列各题，并通过“本章扼要回顾”以及本章的各种交流、实践与练习等，综合评价自己在知识与技能、解决实际问题的能力以及相关情感态度与价值观的形成等方面，是否达到了本章的学习目标。

1．赋值语句的格式是_____，其作用是_____

2．InputBox输入函数的格式是_____，其作用是_____

3．Print的格式是_____，其作用是_____

4．条件语句的格式是_____，其作用是_____

5．多重选择语句的格式是_____，其作用是_____

6．For循环语句的格式是_____，其执行过程是_____

7．Do循环的几种形式格式是_____

8．自定义函数的格式是_____，自定义过程的格式是_____

9．“自顶而下、逐步求精”程序设计的基本思想是_____

10．模块化程序设计的基本思想是_____

11．本章对我启发最大的是_____

12．我还不太理解的内容有_____

13．我还学会了_____

14. 我还想学习_____

广东教育出版社

第三章 可视化编程

在程序设计的过程中，人机交互界面的设计是其中的重要环节。在过去，利用传统的程序设计语言编写程序，需要花费大量的精力通过编程设计用户界面，在设计过程中看不到程序的实际显示效果，必须在运行程序的时候才能观察。如果对用户界面不满意，还要回到程序中去修改，这一过程常常需要反复多次，大大地影响了程序设计的效率。VB集成开发环境具备了“所见即所得”的编程功能，为图形用户界面设计提供了良好的设计工具。

本章将结合一些应用的实例，引导同学们经历VB的可视化编程，让你从解决问题的过程中，掌握VB可视化编程的概念和方法，学会程序调试和查错，并能综合运用所学的知识设计一个心算练习程序。

- 可视化编程的概念与方法
- 程序调试的方法
- 综合活动：心算练习程序设计

广东教育出版社

3.1　可视化编程的概念与方法

用户界面是用户与计算机进行交互的一个窗口。利用传统的程序设计语言编写程序，程序员需要花费大量的时间和精力在用户界面设计上，在设计过程中往往看不到实际的显示效果，要在运行程序时才能观察到，程序开发效率较低。Visual Basic提供了“所见即所得”的编程环境，为图形用户界面设计提供了有效的设计工具。

Visual Basic程序设计语言是从Basic语言发展而来的。其中Visual的英文原意是“视觉的”或“可视的”，在这里特指直观的编程方法。VB的集成开发环境是Windows环境下快速开发应用程序的可视化工具。程序员不必再为界面的设计而编写大量的程序代码，只需按设计的要求，利用VB系统提供的控件在窗体上“画出”各种对象即可。程序员所需要编写的代码只是实现程序功能的那部分，从而大大地提高了编程的效率。

3.1.1　VB可视化编程的概念

VB可视化编程涉及一些基本概念，这些概念包括对象、属性、方法、事件、事件过程和事件驱动等。

1．对象

现实世界是对象（object）的集合体。什么是对象呢？现实世界中的任何物体都可以被称为对象。例如，汽车、人、骆驼和电脑等等，都是现实世界中的对象，如图3-1所示。

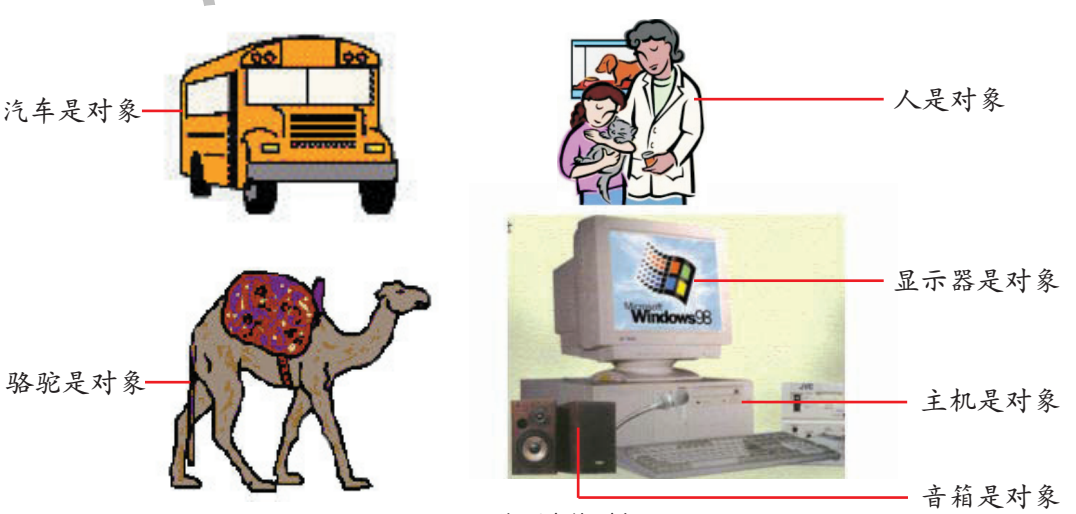


图3-1　生活中的对象

广东教育出版社

与现实世界一样，程序世界也具有各种各样的对象。在窗口环境中，窗体（Form）、命令按钮（CommandButton）、文本框（TextBox）、标签（Label）等都是现成的对象，如图3-2所示。这些都是程序实现中常用的功能模块，它们已被包装成对象，程序员只需要直接组合对象即可轻松完成应用程序的开发。

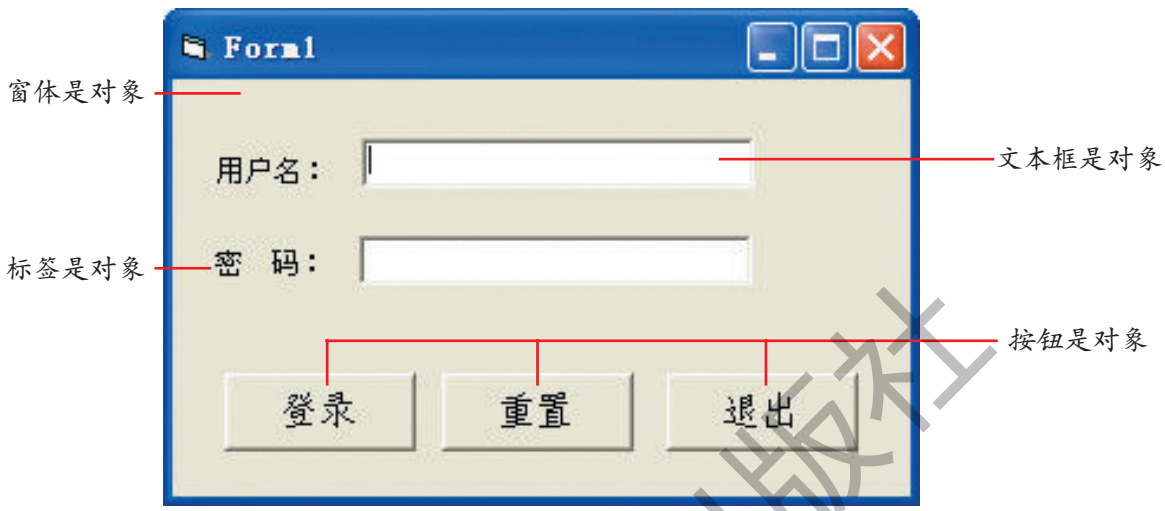


图3-2　窗体、控件是程序设计中的对象

每个对象都具有其特征。例如，一部手机，与它相关的特征数据有：厂家、型号、机身尺寸、显屏颜色等属性。此外，对象还具有一定的行为，如手机可以来电显示、发出声音等。在程序设计中，一个窗体Form1除了具有背景色（BackColor）等一些属性外，还具有Print等一些操作。通常，我们可以认为对象是具有特殊数据和行为方式的实体。

交 流

（1）试举例说明现实世界中对象的共同特征。

（2）结合VB系统，举例说明程序设计中对象的例子。

2. 属性

VB中的窗体、控件等对象都有自己的属性，我们可以把属性看作是一个对象的性质，把事件看作是对象的响应，把方法看作是对象的动作。

每个对象都具有一些特征，表现为对象的属性。通过修改对象的属性能够控制对象的外观和特征。例如，闹钟的外观（传统造型的、艺术造型的……），计算机的品牌、规格（17英寸液晶显示器、512M内存……）、颜色都为对象的特征。

程序中将对象的特征称为属性（Property）。例如，窗体的外观、窗体的背景颜色、坐标宽度、坐标高度都为窗体的属性，如下页图3-3所示。

广东教育出版社

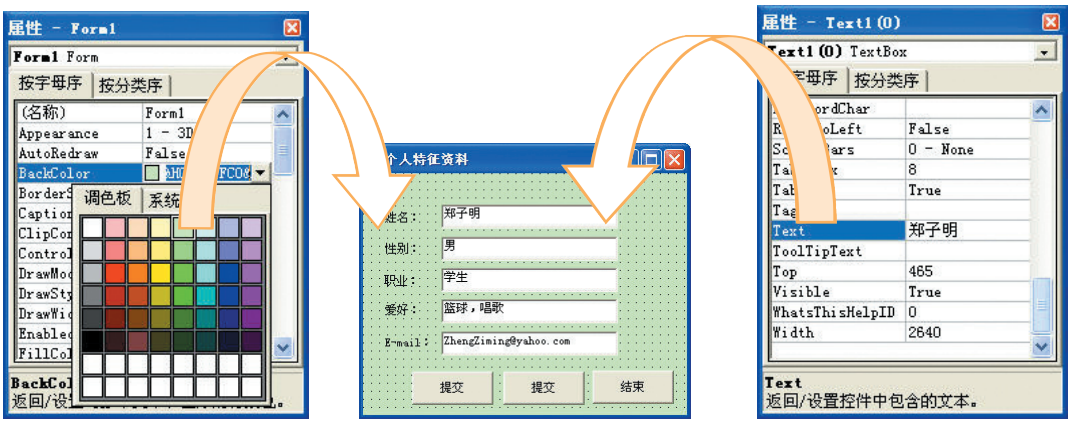


图3-3　窗体BackColor属性和文本框的Text属性

属性具有属性值，改变属性值就可以改变对象的特性。设置对象属性的方法有两种：

方法1：在设计程序界面时，利用属性窗口直接设置，如图3-3所示。

方法2：在运行的程序代码中进行设置，语法格式为：

对象名.属性名=属性值

例如：Text1.Text="欢迎使用Visual Basic"，运行时，将文本框的Text属性设置为赋值号右边的字符串值，运行结果如图3-4所示。

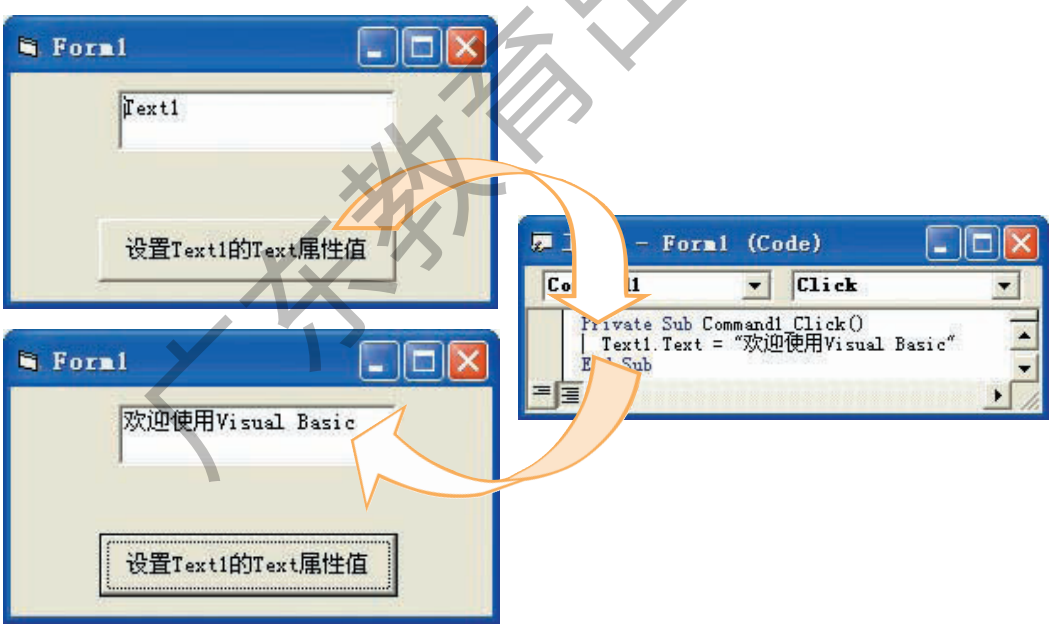


图3-4　运行时设置对象的属性值

下列程序行都是程序中设置属性值的语句：

```
Form1.Caption="欢迎进入VB的编程环境"
Text1.Visible=False
Command1.Enabled=False
```

读取对象的属性值就是在程序中通过相应的语句获得对象的状态。例如，在运行代码之前返回TextBoxl控件的Text属性值，以确定文本框的内容。读取属性值的语法格式为：

广东教育出版社

变量=对象.属性

下列语句都可以读取对象的属性值：

```
Name=Text1.Text
Info=Label1.Caption
```

3. 方法

对象除了属性之外，还包含一些控制对象的动作。再以一部手机为例，这个对象具有这样的一些动作，分别是发短信、振动、发声。这三个动作都是手机这个对象所提供的行为。

在程序设计中，对象的行为称为方法（Method）。方法表示了对象的行为，即对象所能完成的某种操作。方法对应于对象内部的一段程序代码，既可能是一个函数，也可能是一个过程，它通常通过代码的调用才会出现。例如，显示窗体可调用Show方法，隐藏窗体则可调用Hide方法，如图3-5所示。

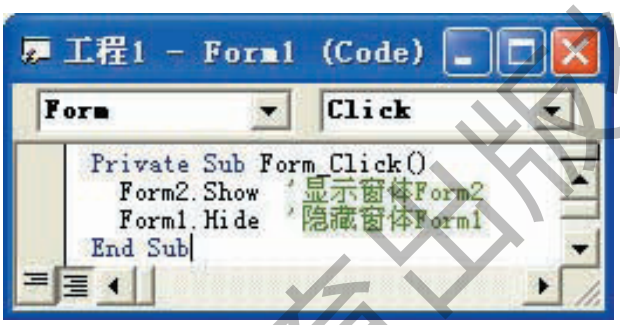


图3-5 窗体的Show方法和Hide方法

VB的方法通过代码调用的语法格式为：

对象名.方法名[参数]

例如：Label1.Move 200,300

运行时，将Label1对象移至（200，300）处，多个参数要用逗号隔开。

又如：Form1.Line（100，200）-（1000，2000），vbBlue　'vbBlue为颜色常量

程序运行时，从（100，200）点到（1000，2000）点画一条蓝色直线。

实 践

（1）在窗体上创建一个按钮Command1对象，双击该按钮输入以下代码：Form1.Hide 运行程序，你看到了什么？_____。

（2）在一个窗体上创建一个文本框Text1，试通过文本框的属性窗口将Text属性设置为“VB可视化编程”。

4. 事件

对于对象而言，事件（Event）就是发生在该对象上的事情。比如一个充满空气的气球，被针扎了一下，气球就会泄气，所以说“针扎”就是一个发生在气球这个对象上的事件。

在程序设计中，事件是指由用户操作触发或由系统触发，能被特定对象所识别并作

广东教育出版社

对象常见事件：
①生与灭事件：Load、Unload、QueryUnload、Initialize、Terminate
②状态改变事件：Activate、Deactivate、GetFocus、LostFocus
③键盘类事件：KeyDown、KeyPress、KeyUp
④鼠标类事件：Click、DblClick、MouseDown、MouseUp和MouseMove

出响应的动作。例如，在某命令按钮上单击鼠标引发该命令按钮的Click事件；加载窗体时触发窗体的Load事件，定时器时间间隔到达时触发定时器的Timer事件，等等。

事件是用户与程序交互的媒介，附属于对象，是由VB系统预先定义好的，用户一般不能利用已有的对象创建新的事件。

5．事件过程

当在对象上发生了某个事件后，必须想办法处理这个事件，而处理的步骤就是事件过程。以气球为例，发生了“针扎”事件后，气球可能被丢弃或修补，不论是丢弃还是修补，都是针对“针扎”事件的处理步骤，也就是事件过程。

在程序设计中，事件过程中的处理步骤就是程序代码。例如，当用户按下“登录”按钮时，会触发Click事件，进而执行Click事件过程中的程序，如图3-6所示。

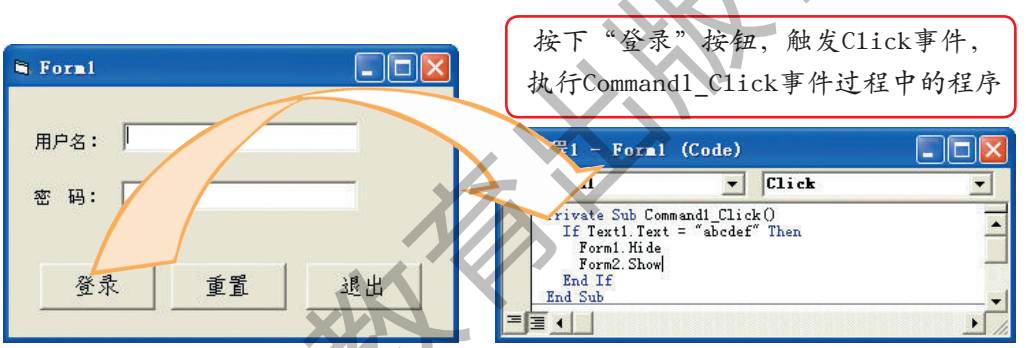


图3-6　事件驱动编程

对象对事件的反应是通过事件过程来完成的。而事件过程是程序员为响应对象事件所编写的一段程序代码。事件过程由对象名、下画线（_）和事件名组合而成。例如：命令按钮Command1的鼠标单击事件过程为：

```
Private Sub Command1_Click( )
  ……
End Sub
```

6．事件驱动

所谓事件驱动就是当应用程序中某对象的特定事件发生时，通过执行一段程序代码，来完成该特定事件所对应的操作。这与我们生活和工作中完成任务的方式相同。例如，按动电源开关（触发事件），风扇转动（作出反应，完成某项操作）。

根据对象触发的事件编写事件过程的这种程序设计方式，称为事件驱动程序设计。

在VB中，由于程序员必须操作许多可视化元素，因此创建事件驱动程序有时被称作“可视化编程”。为了创建事件驱动程序，程序代码被附加到图形化对象上，用户操作对象来产生事件，触发与对象事件关联的指令，如图3-6所示。

广东教育出版社

实 践

在窗体上创建一个Text1文本框控件，然后双击Text1输入以下代码：

```
Private Sub Text1_Change( )
  Form1.Caption = Text1.Text
End Sub
```

运行程序，从键盘输入数据，观察其运行结果。

3.1.2 窗体和控件

1. 窗体

窗体是VB编程中最常见的对象，如图3-7所示。窗体是程序设计的基础。各种控件对象必须建立在窗体上，一个窗体对应一个窗体模块。

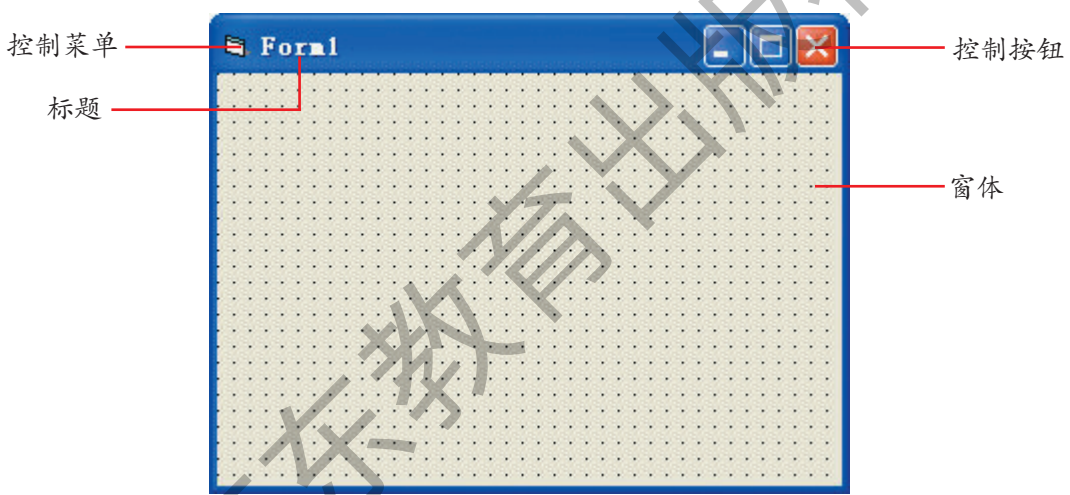


图3-7 窗体界面

窗体的属性决定了窗体的外观和操作。对于窗体的大部分属性来说，既可以通过属性窗口设置，也可以在程序代码中设置。窗体的常用属性见表3-1。

表3-1 窗体的常用属性

属 性 名	功 能
Name	指定窗体的名称
BackColor	设置或返回窗体的背景颜色
Caption	设置或返回窗体的标题栏所显示的内容
Font	设置窗体输出字体和字体的大小等特性
ForeColor	设置或返回窗体的前景色
Picture	设置要在窗体上加载的图片
WindowState	设置运行时窗体是正常、最小化还是最大化

广东教育出版社

窗体的事件较多，常用的事件见表3-2。

表3-2　窗体的常用事件

事 件 名	功　　能
Click	单击窗体中不含任何其他控件的空白区，响应该事件
DblClick	双击窗体中不含任何其他控件的空白区，响应该事件
Load	当窗体加载进内存时，响应该事件
Unload	当窗体卸载时，响应该事件
Activate	当窗体激活时，响应该事件

窗体上常用的方法见表3-3。

表3-3　窗体的常用方法

方 法 名	功　　能
Print	向窗体输出信息
Cls	清除窗体的显示内容
Move	移动窗体
Show	显示窗体
Hide	隐藏窗体

实 践

启动VB，创建一个窗体Form1，打开代码编辑窗口，单击“过程”下拉列表，观察窗体的主要事件过程，并说出以下各事件过程的含义。

Form_Load：_____

Form_Unload：_____

Form_Click：_____

Form_DblClick：_____

2．控件

控件（Control）是应用程序的图形用户界面中显示可供用户操纵，并可控制应用程序的图形界面元素，是VB可视化编程的基本操作对象。

（1）控件工具箱。

VB提供了一个标准工具箱，我们可以直接利用工具箱中的控件进行程序设计，如下页图3-8所示。

广东教育出版社

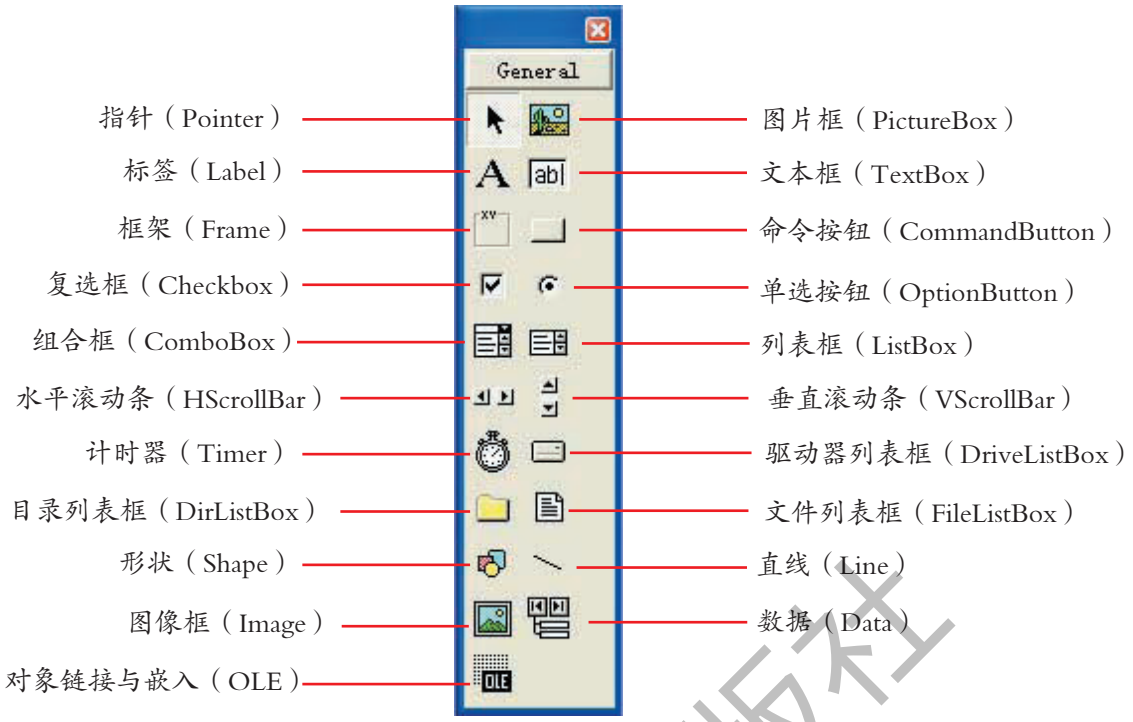


图3-8 VB的标准工具箱

（2）控件的画法。

画控件是指将标准工具箱中的控件添加到窗体中的过程。画控件有两种方法：

方法1：单击工具箱中的控件图标，在窗体上拖动鼠标画出控件，画出的控件大小和位置可随意调整。

方法2：双击工具箱中的控件图标，在窗体的中央添加控件，添加的控件的大小和位置可再行调整。

（3）控件的缩放和移动。

在窗体上选定控件后，控件的边框上出现八个蓝色的小方块，如图3-9所示。对于选中的控件，可以用两种方法进行对其缩放和移动。

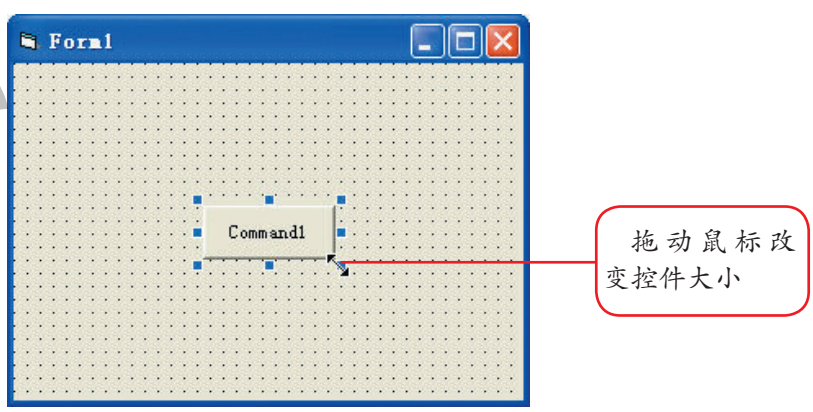


图3-9 控件的八个蓝色小方块

方法1：使用鼠标拖动控件到需要的地方。用鼠标指针对准控件的八个小方块，出现双向箭头时，拖动鼠标可以改变控件的大小。

方法2：在属性窗口中分别修改Left和Top、Width和Height属性所对应的属性值来改变控件的位置和大小。

广东教育出版社

（4）控件的复制与删除。

与Windows下的很多应用程序的操作相仿，控件的复制和删除操作的一般步骤为：

①选定控件，从主菜单中选择“编辑”→“复制”选项，将控件复制到剪贴板中。

②选择“编辑”→“粘贴”选项，将控件粘贴到窗体的左上角。由于复制控件名称相同，系统会弹出一个“是否创建控件数组”的对话框，如图3-10所示。单击“否”按钮，完成控件的复制。

图3-10　是否创建控件数组

要删除活动控件，只需选中控件后按Del键，或用鼠标右键单击活动控件即可，在快捷菜单中选择“删除”选项即可将活动控件删除。

实 践

创建一个窗体Form1，在窗体上添加一个Text1文本框，用控件复制方法创建Text2、Text3等控件。

3.1.3　VB可视化编程的方法

VB的对象被抽象为窗体和控件，因而大大简化了程序设计。在用VB开发应用程序时，一般需要经历建立工程、创建图形用户界面、设置对象属性、编写程序代码等步骤，用VB编程的基本步骤如图3-11所示。

图3-11　VB可视化编程的基本步骤

下面我们从一个简单的程序设计出发，学习用VB进行可视化编程的方法。

任 务

编制一个“用户登录”应用程序，运行时将显示一个窗体，如下页图3-12所示。要求：

（1）单击“登录”按钮，可对用户输入的用户名和密码（假定用户名和密码分别为“admin”和“abcdef”）的合法性进行检查。若输入的用户名和密码均正确则显示另

广东教育出版社

一个窗体，并在该窗体中显示“登录成功！”字样；否则，显示“输入非法，请再次输入！”字样。

（2）单击“重置”按钮，可将文本框的内容清除。

（3）单击“退出”按钮，则结束程序运行。

图3-12 用户登录程序

具体实现过程如下：

（1）建立工程。

在VB中，开发的每个应用程序都被称为工程，工程是组成一个应用程序的文件集合。建立一个工程有两种主要的方法：

方法1：启动VB后，在弹出的“新建工程”对话框中单击“打开”按钮，进入VB集成开发环境。此时，该工程的窗体设计器中显示一个有待设计的空白窗体，其默认名为Form1。

方法2：在VB的集成开发环境中，选择“文件”→“新建工程”选项，在“新建工程”对话框中双击“标准EXE”选项。

（2）创建图形用户界面。

应用程序界面既是展示程序信息的场所，也是用户操作应用程序的地方，设计优良的界面能让人赏心悦目。界面由对象即窗体和控件组成，所有的控件都放在窗体上。而窗体是应用程序的用户界面。

本程序需要创建两个窗体Form1和Form2，在Form1上需添加两个标签、两个文本框和三个命令按钮，具体操作如下：

①选择“工程”→“添加窗体”选项，在出现的“添加窗体”对话框中，保留其默认选项，单击“打开”按钮，创建一个窗体Form2。

②在工程窗口中，双击“Form1”项显示窗体Form1，单击工具箱中的标签控件图标 A，然后将鼠标指针定位在窗体中的适当位置（此时鼠标指针呈“十”字线），拖动鼠标，画出适当大小的标签，其默认名称为Label1。重复此操作在Label1的下方再添加一个标签Label2。

③单击工具箱中的文本框控件图标 ab|，在Label1标签的右边画出适当大小的文本输入框，其默认名称为Text1。重复此操作在Label2标签的右边再添加一个文本框Text2。

广东教育出版社

④单击工具箱中的命令按钮图标，在标签控件的下面画出适当大小的命令按钮，其默认名称为Command1。重复此操作，在窗体上画出另外两个命令按钮，其默认名称分别为Command2和Command3。图形用户界面的设计结果如图3-13所示。

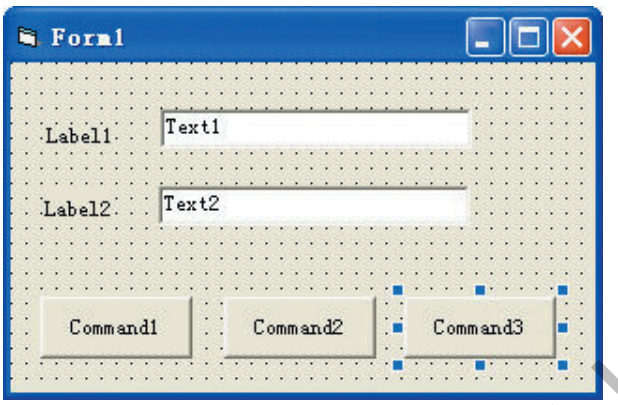


图3-13　Form1的图形用户界面设计

⑤选中窗体Form2，在该窗体的中央添加一个标签，其默认名称为Label1，如图3-14所示。

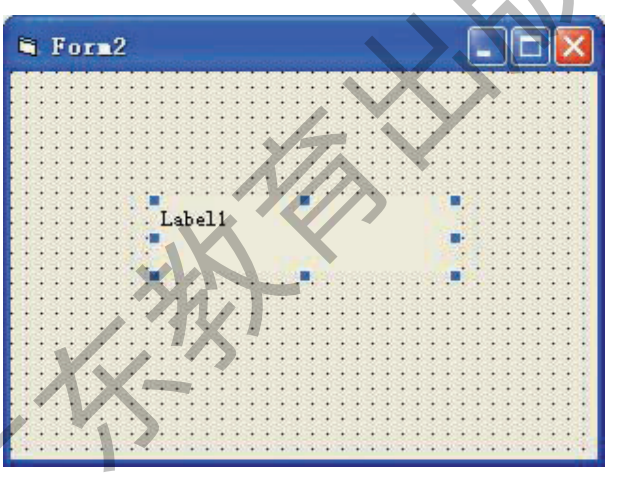


图3-14　Form2的图形用户界面设计

（3）设置对象属性。

选择“视图”→“属性窗口”选项，或在工具栏上单击“属性窗口”按钮，或用鼠标右键单击控件，从弹出的快捷菜单中选择“属性窗口”选项，可以打开选中控件的属性窗口。

在属性窗口中设置对象属性的方法如下：

①在属性列表中选定属性名。

②在右列中输入或选定新的属性设置值。属性窗口列举属性有预定义的设置值清单。单击属性值列表框右边的向下箭头，可以显示该清单。

首先，需对窗体Form1中七个控件的部分属性值进行修改，具体操作如下：

①选中窗体中的标签控件Label1，在其窗口的属性名称中单击“Caption”，删除右侧的默认值“Label1”，输入“用户名：”。用类似的操作设置Label2的Caption属性值为

广东教育出版社

“密码：”。

②选中文本框Text1，在其窗口的属性名称中单击“Text”，删除右侧的默认值“Text1”。用类似的操作删除Text2中Text的属性值“Text2”。Text2的PassWordchar的属性值设置为“*”。

③同理，把命令按钮Command1至Command3的Caption属性分别设置为“登录”、“重置”和“退出”，并将这3个按钮的Font属性值设置为“仿宋体，小四号”。

其次，还需对窗体Form2中Label1控件的Caption属性值进行修改，将其属性值设置为“登录成功！”。

本程序的相关控件的属性设置如表3-4所示。

表3-4 Form1和Form2窗体中控件的属性设置

窗体名	对象名	属性名	属性值
Form1	Label1	Caption	用户名：
	Label2	Caption	密　码：
	Text1	Text	（清空）
	Text2	Text	（清空）
		PassWordchar	*
	Command1	Caption Font	登录 仿宋体，小四号
	Command2	Caption Font	重置 仿宋体，小四号
	Command3	Caption Font	退出 仿宋体，小四号
Form2	Label1	Caption	登录成功！

（4）编写程序代码。

编写程序代码在代码编辑窗口中进行。代码由语句、常数和声明部分组成。在代码编辑窗口中可以快速查看和编辑应用程序代码的任何部分。

本程序需对窗体中的3个命令按钮要响应的单击事件及窗体装入事件编写程序代码，具体操作如下：

①双击窗体上的“登录”按钮，打开代码窗口，输入以下的程序代码：

```
Private Sub Command1_Click()
    ' "admin"为预设用户名，"abcdef"为预设密码
    If Text1.Text = "admin" And Text2.Text = "abcdef" Then
       Form1.Hide   'Hide是隐藏窗体的方法
       Form2.Show   'Show是显示窗体的方法
    Else
```

广东教育出版社

```
        'MsgBox为VB系统的输出信息函数
        MsgBox "输入非法，请再次输入！"
    End If
End Sub
```

②在代码窗口的“对象”下拉列表中选择Command2，“事件过程”列表中默认选择单击事件Click，代码窗口中出现相应的过程头和过程尾。在头尾之间输入以下程序代码：

```
Private Sub Command2_Click()
    Text1.Text = ""
    Text2.Text = ""
End Sub
```

③同理，在代码窗口的“对象”下拉列表中选择Command3，并输入以下程序代码：

```
Private Sub Command3_Click()
    End
End Sub
```

至此，程序设计工作结束，即编写了三个事件过程代码。

（5）调试运行程序。

在主菜单上选择“运行”→“启动”选项，或按F5键，或在工具栏上单击 按钮，即可执行当前的应用程序。如果程序运行出错，或未能实现所要求的功能，则需要对程序进行调试修改，直到程序正确运行为止。程序的调试方法可学习3.2节中的内容。

（6）保存程序。

选择“文件”→“保存工程”选项，或单击工具栏中的“保存工程” 按钮就可保存当前的工程文件。将本程序的窗体文件保存为Login.frm，工程文件保存为Login.vbp。

（7）编译程序，生成可执行文件。

对于调试好的程序，选择“文件”→“生成Login.exe”选项，可将该程序编译生成能够脱离VB集成环境在Windows平台上独立运行的可执行文件（exe文件）。本程序生成的可执行文件是Login.exe。

（8）验证。

退出VB后，在Windows的资源管理器中找到并双击所生成的Login.exe文件，观察程序运行结果。此时，该程序运行时已经脱离了VB集成开发环境。

练　习

（1）什么是对象、属性、方法和事件？

（2）事件过程的一般格式是怎样的？

（3）如何设置和读取对象的属性值？如何调用对象的方法？

（4）简述VB可视化编程的基本步骤。

广东教育出版社

3.2 程序调试的方法

学校开设了《算法与程序设计》选修课，李明是个电脑游戏迷，听说学了这门选修课以后，可以自编游戏，于是他就选修了这门课。

没过几天，他真的学会了编写一些简单的程序，并把这些程序输入计算机进行调试。没想到调试了半天还没出结果，急得他满头大汗。

这时，同组的张军走了过来，在他旁边指指点点。

很快，结果出来了。

……

从此以后，李明爱上了程序设计，脾气也慢慢改变了。因为他懂得：程序的调试，不但需要技巧，更需要耐心和毅力。

一般地，程序编写完成以后，首先要试运行，以便发现错误和修改错误，这种边运行边修改直到程序运行正确的过程就是调试程序。在程序设计过程中，不论是初出茅庐的新手还是久经沙场的程序员，都不可避免地会出现错误，关键是在程序调试的过程中如何发现错误和改正错误。

3.2.1 错误的类型

任 务

（1）下列程序都存在着一定的错误，请你逐个地把程序输入计算机进行调试，找出其中的错误并分析产生错误的原因，并填入表3-5中。

表3-5 程序错误的原因

	错 误	原 因
程序1		
程序2		
程序3		

（2）试着改正程序中的错误，并重新运行程序。

（3）保存正确的程序。

广东教育出版社

程序1：某同学编写的解决植树问题的程序

```
Private Sub Command1_Click()
 Dim  Age  As Integer,  Tree  As  Integer
 Age = 17
 Do
  Age = Age +1
  Tree = Tree + Age
 Loop Until Tree =100
 Print "到"；Age; "岁时种到100棵树"
End  Sub
```

程序2：求S=1×2×3×4×5×6×7×8×9×10的程序

```
Private Sub Command1_Click()
 Dim  S  As  Integer,  A  As  Integer
 For  A=1  To  10
        S=S*A
 Next  S
 Print  "S="；S
End  Sub
```

程序3：求解一元二次方程（$ax^2+bx+c=0$）的程序

```
Private Sub Command1_Click()
 Dim  a  As  Integer,  b  As  Integer,  c As  Integer,  d  As Single
 Dim  x1  As  Single,  x2  As Single
 a=InputBox ("a=")
 b=InputBox ("b=")
 c=InputBox ("c=")
 D = Sqr(b*b-4*a*c)
 x1=(-b+d)/(2*a)
 x2=(-b-d)/(2*a)
 Print  "x1="；x1，"x2="；x2
End  Sub
```

运行程序，输入 a=1、b=-3、c=2 结果如何？输入a=1、b=2、c=5结果又 如何？

总结上述三个程序调试运行时的情况，分析其错误的原因，在程序设计中容易出现的错误主要有以下四种类型：

1．编辑时出现的错误

当在代码编辑窗口输入程序代码时，计算机会自动进行语法检查，当语句没有输完或关键字输入出错，VB都会弹出一个出错窗口，提示你更改错误。这时单击“确定”按钮，关闭提示窗口，出错的一行会变为红色，提示你进行修改。

广东教育出版社

2．编译时出现的错误

当我们输入完程序以后，单击启动按钮执行程序时，VB先要对代码进行编译，这时产生的错误是编译错误。一般情况下是由于对变量没有进行定义、遗漏关键字等情况下发生。如程序2中，For循环由于For和Next中的循环变量不一致，VB在编译时就会发现，并给出错误信息。

程序2除了FOR和NEXT中的变量不一致外，还有两个错误。请大家想一想该如何改正，才能得到正确结果3628800。

3．运行时的错误

运行时的错误是指编译通过后，在执行程序时出现的错误，如用0作除数等。如程序3在运行时，输入a=1，b=2，c=5以后会产生错误，这是由于b*b-4*a*c<0，这时计算机进行负数的开平方的缘故。

4．逻辑错误

程序运行后，得出的结果不是正确的。这说明程序存在逻辑错误。逻辑错误产生的原因很多，运算符使用不正确、语句次序不对、循环的设置不对或者算法错误等，都可以产生逻辑错误。对于逻辑错误VB是检查不出来的，因此也没有提示信息，只能靠我们自己仔细分析阅读程序，并进行认真细致的调试，才能避免错误的发生。如程序 1 的循环出口应该是tree>=100，而不应是tree=100，因为按照题目的要求，植树的数量有可能并非正好为100棵。若出口设为tree =100，则程序有可能得不到正确结果甚至不能够正常结束。

3.2.2 调试与排错

一般情况下，逻辑错误需要认真地阅读程序才能找出来，而较大的程序必须上机进行调试才能尽快发现错误。

任 务

下面是一个验证6～100的偶数满足哥德巴赫猜想的程序，请你通过阅读和上机调试找出错误，并加以改正。

```
Private Sub  Command1_Click( )
  Dim  A  As Integer,  B  As Integer,  Nub   As Integer,  N  As Integer
  Dim  T1     As Integer,  T2  As Integer,
  For  Num = 6  to  100  Step  2
    For  A = 3  to  Num / 2  Step 2
    For  N = 2  to  A-1
      If  A  Mod  N = 0 then
         T1=0
        Exit For
       End  If
     Next  N
    B = Num – A
    For  N = 2  to  B-1
        If  B  Mod  N = 0  then
           Exit For
```

广东教育出版社

```
                T2=0
            End  If
            Next  N
        If  T1*T2 <> 0  Then  Print  Num;"="; A; "+"; B; "   ";
    Next  A
Next  Num
  End Sub
```

操作过程

（1）启动VB，输入上述程序代码。

（2）进入调试状态。在代码窗口中选择“运行”菜单中的“中断”命令或选择“调试”菜单中的“逐语句”调试命令（或按F8），进入调试状态。

（3）设置断点。在代码窗口中选择怀疑有错误的地方按F9键设置断点，如图3-15所示。这里设置了两个断点，目的是检查变量Num，A，B，T1，T2的值。

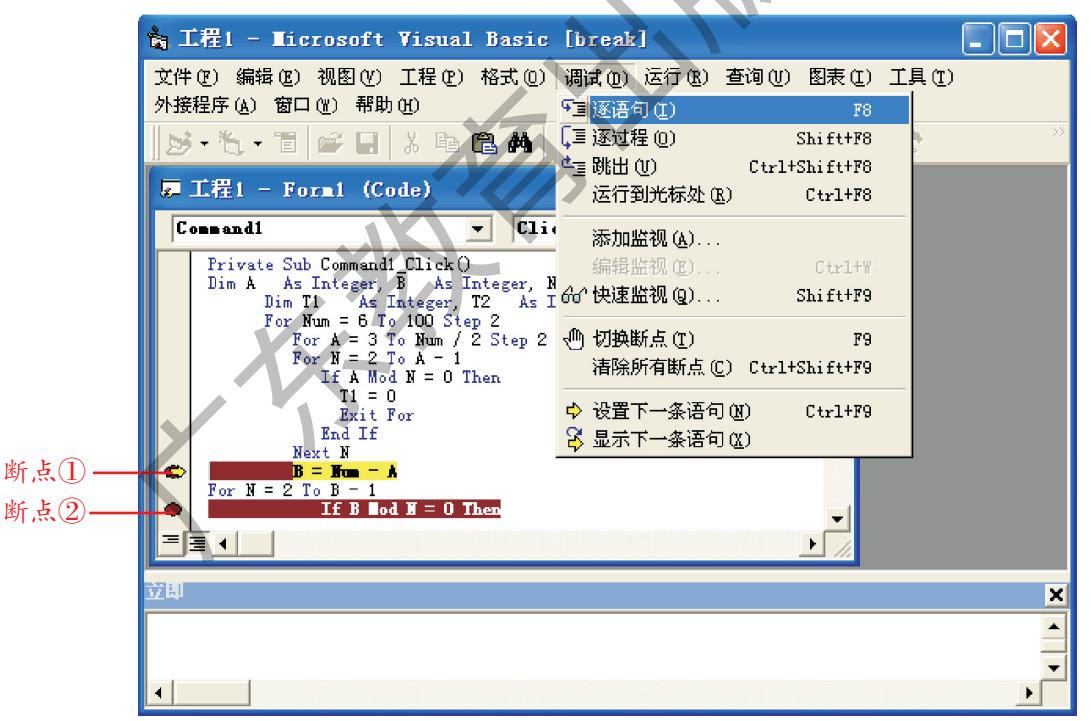


图3-15　设置两个断点

（4）运行程序。程序将在断点处停下来，这时将鼠标指向变量Num，稍停片刻，就会显示出变量Num=6，再将鼠标分别指向变量A，B，T1，T2，它们的值分别是A=3，B=3，T1=0，T2=0，很显然程序中出现了错误，两个判断A，B是否为质数的标志T1，T2的值都是0，而3是质数，它们的值应该是1。再仔细检查。发现程序中没有任何地方将T1，T2的值改变，所以应该在程序中给T1，T2赋初值1，分别在两个N循环的前面增加赋值语句T1=1和T2=1，然后继续调试，直到程序运行得出正确的结果。

调试程序的基本方法是：

（1）进入调试状态，在“运行”菜单选择“中断”命令或者在“调试”菜单中选择“逐语句”调试命令（或按F8）。

（2）设置断点，在怀疑有错的地方设置断点（按F9键）。

（3）检查运行状态下各个变量的值，确定错误的位置，并进行修改。

（4）反复调试直到程序运行正确。

探 究

在调试状态下，我们还可以使用系统对象“Debug”和“立即窗口”来检查变量的值。单击“视图”菜单下的“立即窗口”选项即可显示“立即窗口”。请将上述改正后的程序中的“Print”语句改为“Debug.Print”，运行程序，并在“立即窗口”中观察程序运行的结果。

练 习

（1）ASCⅡ码是计算机信息交换中的标准代码，它使每一个字符和编码对应，在ASCⅡ码中编码32～126为可打印字符，编写程序通过Chr()函数，将字符编码转换为对应的字符，每行打印7个字符。写出算法和程序，并上机验证。

（2）编写一个程序，将从键盘输入的一个自然数进行因数分解，输出结果，并上机验证。如从键盘输入“12”，则输出“12=2*2*3”。

广东教育出版社

3.3 综合活动：心算练习程序设计

张军的母亲是一位小学数学老师，最近她正忙于学校里的心算竞赛培训。一天，她看到张军正在玩电脑游戏，忽然灵机一动，对张军说：“你能为我设计一个心算练习的电脑游戏吗？”张军听了，心想：我们刚学完了第二章，何不试一试。于是，他答应了母亲的要求，开始了心算练习程序设计……

3.3.1 活动目的

（1）能够根据任务需求，按照模块化程序设计的思想方法，进行程序设计。

（2）学会运用算法与程序设计知识来解决学习和现实生活中的问题。

3.3.2 活动任务

根据你所了解的实际情况，编写一个心算练习程序。程序运行的初始界面如图3-16所

示。本程序要求实现：

（1）当单击“开始”按钮后，按钮的标题显示为“继续”，这时程序将随机产生100以内的加数和被加数，并显示在“+”号的两边，用户可在“=”号右边的框中输入答案。当单击“回答”按钮后，程序判断所输入答案是对的还是错的。若答对了，则显示“对了，你真行！请单击‘继续’按钮做下一题”；若答错了，则显示“错了，望继续努力！”。每道题只允许回答3次，超过3次则显示“你的回答已超过3次，请单击‘继续’按钮做下一题或单击窗口右上角的‘关闭’按钮退出”。

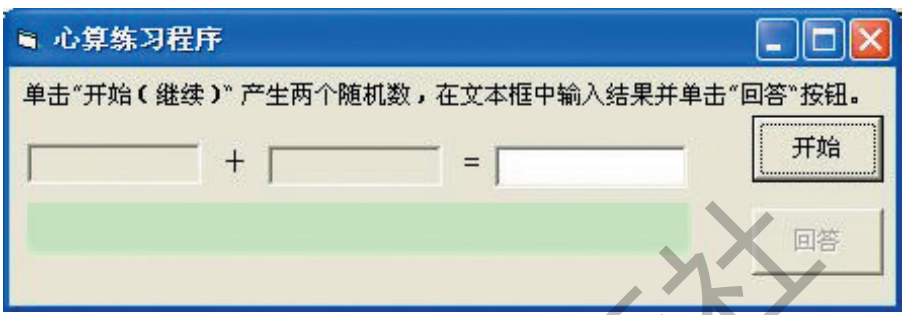


图3-16　心算练习程序运行界面

（2）确定解决问题所需要的算法和计算公式，用自然语言描述问题的求解过程，利用程序设计语言和工具，经历任务分析、算法设计、程序编制和调试完成“心算练习程序”设计，不断修改完善该程序，使该程序具有一定的应用价值。

3.3.3　活动过程

1. 观摩

为了理解任务需求，请先独立运行配套光盘中的“第三章\程序与数据\ 心算练习.exe”。你可以单击程序界面上的“开始”按钮产生两个加数，在白色框中输入答案后，然后，单击“回答”按钮观察程序运行结果。

2. 交流

全班同学3～5人一组，就以下问题进行交流：

（1）该程序向你传递了哪些信息？

（2）图形用户界面中包含了哪些控件对象？

（3）如何显示加法算式？

（4）如何产生随机数？

（5）如何控制回答次数？

3. 任务分析

根据小组观摩和交流活动结果，对本程序进行任务分析，确定程序总体功能要求，对程序进行功能模块划分，画出程序总体结构图。

4. 算法设计

根据小组交流结果，拟定程序的设计思路和步骤，你可请教其他同学、老师或到网上向别人求助，也可参考“心算练习程序”设计示例。

广东教育出版社

5．编写程序

利用VB及相关工具，将你的程序编码、调试，并提供给其他同学测试使用。

3.3.4 活动结果

每个小组向全班同学介绍自己的程序作品内容、设计思路，并展示出来。

3.3.5 活动评价

参考1.3节中给出的高质量程序条件，小组自评、小组他评和老师评，根据自己程序的评价，针对存在的问题对程序进行相应的修改和完善。可选出优秀程序，进行展示、观摩和交流。

3.3.6 心算练习程序设计示例

下面给出“心算练习程序”设计示例，供同学们进行综合活动时参考。

1．任务分析

欲求解心算练习问题，首先要创建一个图形用户界面。我们可以利用工具箱中的标签、文本框和命令按钮控件来设计界面。用标签显示输出信息（加数与被加数以及提示信息）；用文本框接受用户输入数据。

用户单击“开始（继续）”按钮后，由程序产生两个随机数，它分别被记录在两个变量中，并在窗体上的加数文本框和被加数文本框中显示。

用户在白色框中输入心算结果，单击“回答”按钮后，由程序判断结果的正误，并显示反馈信息。

“开始（继续）”和“回答”按钮分别用于控制出题和答题，可以通过在代码中设置它们的属性值使之有效或无效。

2．算法设计

经以上分析，我们可以设计出以下求解问题的基本步骤：

（1）创建图形用户界面，用于显示信息、输入答案以及确认答案。

（2）为“开始（继续）”按钮编写事件驱动程序。该程序应能产生两个100以内的随机整数，即加数和被加数，用两个变量存储，并在窗体上显示出来。

（3）为“回答”按钮编写事件驱动程序。该程序应能累加回答次数，并且对两个数求和，并能将正确结果与用户输入的进行比较。在这一事件过程中，程序还应根据用户的当前操作来设置按钮的有效性，将窗体上的有关信息清除和显示判断结果信息。

3．编写程序

（1）创建图形用户界面。

①选择“文件”→“新建工程”选项，建立一个新工程（标准.EXE）。这时，VB自动生成一个默认的启动窗体Form1。

广东教育出版社

②单击工具箱中的标签控件 A ，在窗体上添加一Label1标签，用于显示提示信息。重复同样的操作分别添加5个标签控件：Label2～Label6。这5个控件分别用于显示加数、“+”号、“-”号、“请输入两数求和结果：”信息和反馈信息。

③单击工具箱中的文本框控件，在窗体上添加一Text1文本框，用于接受用户输入。

④单击工具箱中的按钮控件，在窗体上添加一Command1按钮，用于实现用户与程序的交互。重复此步骤再创建一命令按钮Command2。

创建好各对象后，其大小和位置还可根据界面设计需要作进一步的调整。

（2）设置对象的属性。

按F4键或选择“视图”→“属性窗口”选项显示属性窗口（若属性窗口未显示时）。单击选取对象后，按表3-6的属性设置对象的属性值。

控件的其他属性保留其默认值。

（3）编写程序代码。

①在通用代码窗口中定义必要的变量：

```
'定义两个变量，用于存储两个随机数
Dim x  As Single
Dim y  As Single
```

②双击“回答”按钮输入以下代码：

```
'点按“开始（继续）”按钮触发的事件驱动程序
Private Sub Command1_Click( )
  Text1.Text = ""
                    Label2.Caption = ""
                    Label4.Caption = ""
                     Command1.Caption = "继续" '将Command1的标题设置为"继续"
                     '利用Rnd函数产生一个100以内的随机数，并用Fix函数取整
                    x = Fix(Rnd * 100)
                     Randomize    '改变随机数函数的生成序列
                     '利用Rnd函数产生另一个100以内的随机数，并用Fix函数取整
                    y = Fix(Rnd * 100)
                    Label2.Caption = x       '在标签框2中显示被加数x
                    Label4.Caption = y       '在标签框4中显示加数y
  Command1.Enabled = False  '使Command1按钮无效
  Command2.Enabled = True   '使Command2按钮有效
End Sub
```

Rnd是VB的内部函数，其功能是返回0～1之间的单精度随机数。

Randomize的作用是改变随机数的生成序列。程序中若没有这句，每次运行程序所得的随机数序列将相同。

广东教育出版社

表3-6 窗体中控件的主要属性设置

对 象 名	属 性 名	属 性 值
Form1	Caption	心算练习程序
Label1	Caption	单击“开始（继续）”按钮产生两个随机数，在文本框中输入结果并单击“回答”按钮
Label2	Caption BorderStyle	（清空） 1
Label3	Caption	+
Label4	Caption BorderStyle	（清空） 1
Label5	Caption	=
Label6	Caption BackColor	（清空） &H00C0FFC0&
Text1	Text	（清空）
Command1	Caption	开始
Command2	Caption Enabled	回答 False

③双击“回答”按钮输入以下代码：

```
'单击"回答"按钮触发的事件驱动程序，累加回答次数，判断回答的正误
Private Sub Command2_Click( )
  Static count As Integer              '定义静态变量存储回答次数，初始值为0
  Dim s                                '定义变量s，存放求和结果
  Command1.Enabled = False             '使Command1按钮无效
  count = count + 1                    '回答次数累加
  s = x + y                            '求和
  If count <= 3 Then                   '用户回答小于或等于3次时执行下面的程序
'若回答正确，则显示正确信息。Val()函数用于将字串转换为数值
    If Val (Text1.Text) = s Then
       Label6.Caption = "对了，你真行，请单击"继续"按钮做下一题"
       Command1.Enabled = True         '使Command1按钮有效
       Command2.Enabled = False        '使Command2按钮无效
       count = 0                       '计次变量清0
    Else
       Label6.Caption = "错了，继续努力！"
    End If
  Else        '用户回答次数大于3次时显示警告信息
         Label6.Caption = "你的回答已超过3次，请单击"继续"按钮做下一题或单击窗口右上角的
```

广东教育出版社

```
"关闭"按钮结束"
  Label2.Caption = ""
  Label4.Caption = ""
  Text1.Text = ""                    '将文本框清空
  Command1.Enabled = True            '使Command1按钮有效
  Command2.Enabled = False           '使Command2按钮无效
  count = 0                          '计次变量清0
 End If
End Sub
```

4．运行和调试程序

单击F5或单击执行按钮运行程序，预览运行结果。如图3-17所示。

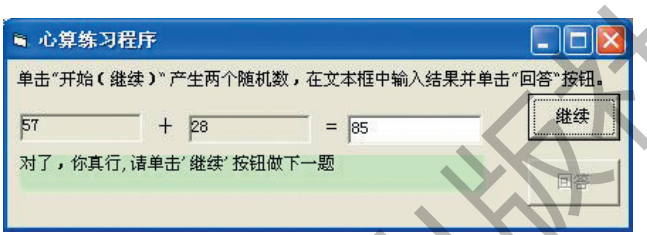


图3-17　心算练习程序的运行结果

确认程序运行无误后，将程序存盘。

实　践

猜数是一个古老的游戏，试编一个程序，实现如下功能：

随机产生一个数，让用户猜想并输入答案，如果答对了，则显示："对了，你真行！"如果答错了，则显示："错了，继续努力！"共猜3次。

练　习

编写一个"俱乐部会员入会登记程序"，程序的设计界面如图3-18所示。运行界面如图3-19所示。若单击"提交"按钮则在窗体的右侧显示会员信息；若单击"结束"按钮则退出程序。

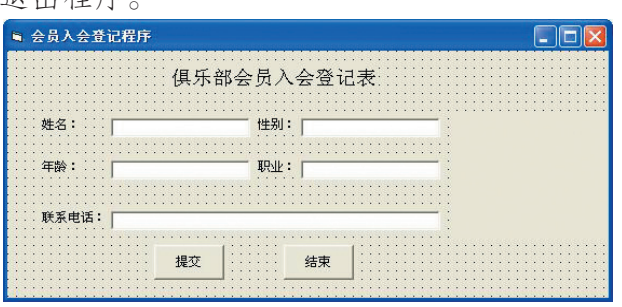


图3-18　俱乐部会员入会登记程序设计界面

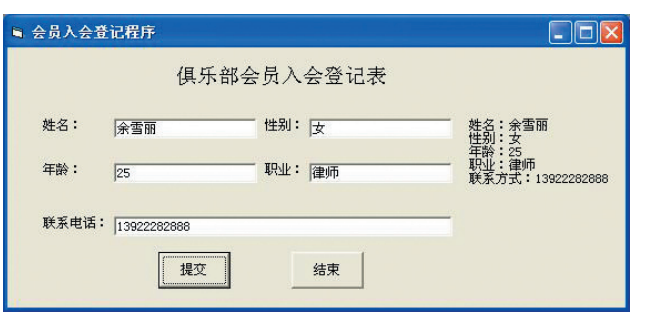
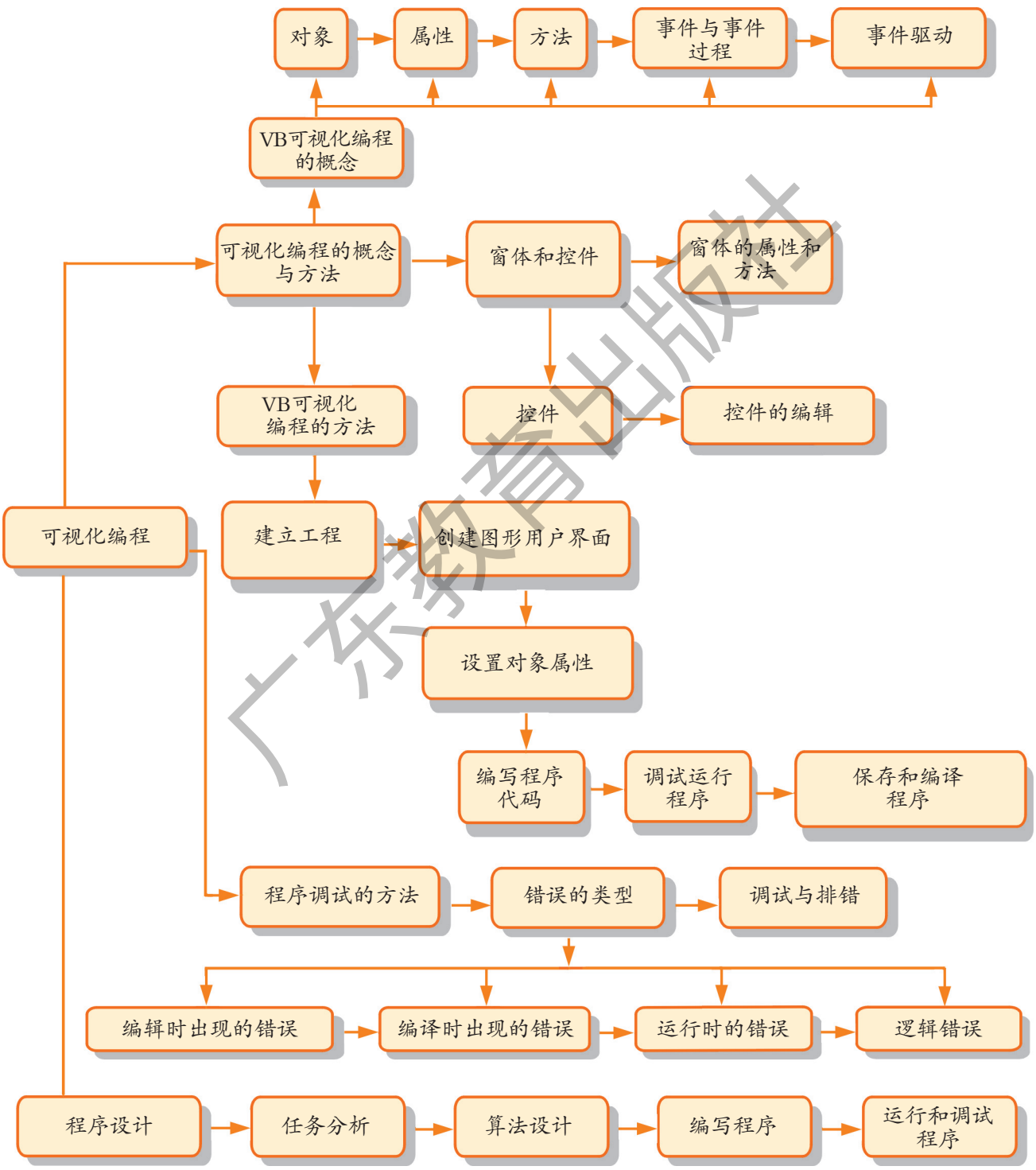


图3-19　俱乐部会员入会登记程序运行界面

广东教育出版社

本章扼要回顾



广东教育出版社

本章学习评价

完成下列各题，并通过“本章扼要回顾”以及本章的各种交流、实践与练习等，综合评价自己在知识与技能、解决实际问题的能力以及相关情感态度与价值观的形成等方面，是否达到了本章的学习目标。

1．程序中的对象是指

2．程序设计中的术语“属性”代表

3．程序设计中的术语“方法”代表

4.“事件”和“事件过程”分别是指

5．我对事件驱动程序的认识是

6．我对窗体常用属性、方法和事件的把握程度

7．我对控件编辑的掌握程度

8．在程序设计中，容易出现的错误主要有四种类型，它们是指

9．用VB调试程序的基本方法是指

10．本章对我启发最大的是

11．我还不太理解的内容有

12．我还学会了

13．我还想学习

广东教育出版社

第四章 算法与程序实现

相信许多同学都听说过德国伟大的数学家高斯小时候的故事。说的是小高斯的老师要求同学们算出1到100的和是多少。同学们都很认真地从“1 + 2 + 3 + …”一步步地算起，只有小高斯例外，他想到一个很巧妙的办法，也就是1 + 100 = 101，2 + 99 = 101，…直到50 + 51 = 101，这样很快地算出1 + 2 + 3 + … + 100 = 101 × 50 = 5050。

这个故事启发我们，在运用计算机解决问题的时候，不仅要学会编写程序，还要学习算法设计。

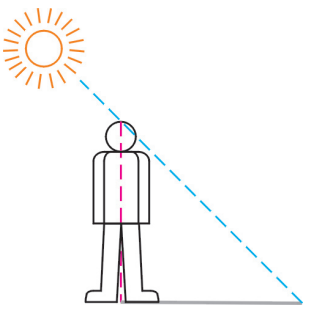
在经过大量编程实践之后，人们总结出很多行之有效的算法，这对提升我们的编写程序能力是很有帮助的。 本章我们就来学习其中一些基本的算法，并且通过了解用这些算法解决问题的一些案例，掌握编写程序的一些技巧，为进一步学习打下良好的基础。

编程能力是随着编程经验的积累而得到提高的，所以学习编写程序应当勇于实践、勤于思考和善于总结。

- 用解析法设计程序
- 用穷举法设计程序
- 查找算法设计
- 排序算法设计
- 递归算法与递归程序
- 综合活动：问题求解

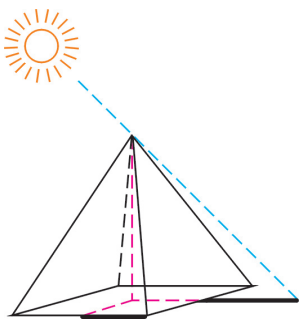
广东教育出版社

4.1 用解析法设计程序



二千六百多年前埃及有个国王想知道大金字塔的高度，于是请来了一个叫做泰勒斯的学者来解决这个问题。泰勒斯根据中午自己的身影长度等于自己的身高的时候，测量出金字塔的影子最远处到金字塔边的距离，然后把这个距离加上金字塔底边长的一半，就计算出了金字塔的高度。

张军听了这个故事，很佩服泰勒斯。但是，他觉得泰勒斯的方法有局限性。例如，如果被测量物的底边长大于它的高度的两倍，或者被测量物的底不规则，又或者被测量物的底部不能到达，泰勒斯的方法就不能使用。



于是，张军搜集了一些资料，并且通过自己的研究，找到了一些比泰勒斯的方法还要好的测量方案。并把其中的一种方法编成了程序，只要你把测量数据输入，马上就能计算出结果。张军的研究得到了老师和同学们的赞扬。

应用计算机作为解决问题的工具，可以为人们提供许多有效的方法，以此来减轻劳动强度，提高解题的效率和质量。

4.1.1 用解析法求解问题的基本过程

1. 测量高度问题的求解

问 题

4-1：如图4-1所示，MN是竖直于地面的物体，其底部N不可到达。为了测量MN的高度，在地面上选取一条与MN在同一平面的水平线段AB为基线，测得AB的长为a=20米，在A点向M点张望的仰角 $\alpha=38.4°$，在B点向M点张望的仰角 $\beta=22.8°$。试设计程序计算高度MN。

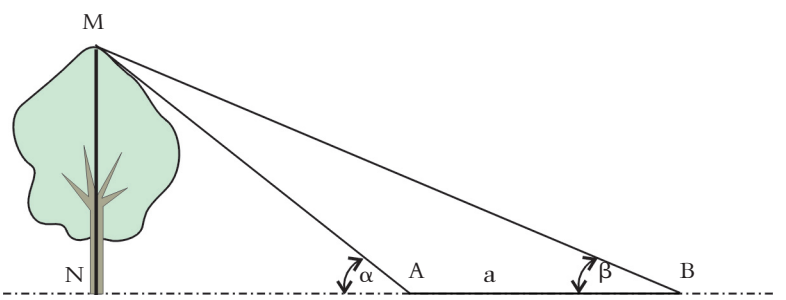


图4-1 测量物体高度示意图

（1）分析问题。

这是一个典型的测量不可到达底部物体高度的问题。要求得高度MN的值，需要通过

广东教育出版社

计算才能导出解析表达式。而这里的计算需要用到三角函数的知识。

注意到MN是垂直于地面的，所以△ANM和△BNM都是直角三角形。在△ANM中，AN=MN/tanα；在△BNM中，BN=MN/tanβ。（因为在VB的标准函数中有正切函数而没有余切函数，所以这时也只用正切函数表示）两式相减，得

$$\begin{aligned} AB &= BN-AN \\ &= MN/\tan\beta - MN/\tan\alpha \\ &= MN\,(1/\tan\beta - 1/\tan\alpha) \end{aligned}$$

由AB=a可得 MN = a/（1/tanβ − 1/tanα）。

在计算时注意，AB的正切函数自变量的单位是弧度，如果α是角度，它的正切应写为tan（α*3.14159/180）。

（2）设计算法。

导出了所求高度MN的解析表达式之后，设计算法的任务就比较简单了。我们可以首先计算出两个仰角的正切值的倒数，然后相减，最后与基线长a相除得到答案。

①设计输入输出界面，从三个文本框中输入基线长a，仰角α用Alpha代替、β用Beta代替;

②计算tanα的倒数（用COTA表示），即

COTA=1/Tan（α*3.14159/180）;

③计算tanβ的倒数（用COTB表示），即

COTB=1/Tan（β*3.14159/180）;

④计算a/（COTB−COTA）;

输出结果。

（3）编写程序。

我们首先设计窗体如图4-2:

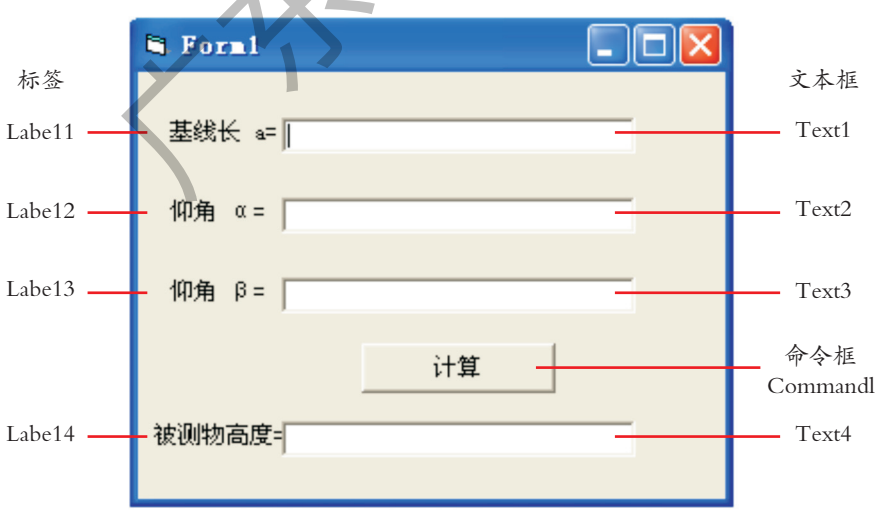


图4-2 测量高度问题程序的窗体图

标签用于注明文本框的用途。而3个文本框分别用于输入基线长a、仰角α和仰角β。文本框Text4用于输出答案。而命令框用于触发输入数据和计算的事件。根据设计好的算法，容易写出测量高度问题的程序代码。

广东教育出版社

程序4-1

```
Private Sub Command1_Click()
  a = Val（Text1.Text）
  Alpha = Val（Text2.Text）
  Beta = Val（Text3.Text）
  COTA = 1/Tan（Alpha * 3.14159/ 180）
  COTB = 1/Tan（Beta * 3.14159/ 180）
  MN = a/（COTB – COTA）
  Text4.Text = MN
End Sub
```

（4）调试程序。

把程序4-1输入计算机，按F5运行程序，单击“计算”按钮，即可得到如图4-3所示的结果。

图4-3　程序4-1运行结果示意图

探 究

在本问题里，如果输入的两个仰角相等，或者其中一个仰角是90°，都会导致程序非正常结束。如果α＜β，甚至会使输出的结果是负数！请讨论一下使用者输入数据时比较常见的错误会有哪些，我们在程序中可以怎样防范？

2．解析法的基本概念

在用计算机解决问题时，首先要弄清问题的需求是什么，要善于综合运用数学、物理、化学等各学科的知识和思考方法来分析问题，寻找问题中各要素之间的关系，用最简练的语言或形式化的符号来表达各要素之间的关系。在问题4-1中，我们运用三角函数的知识，在两个直角三角形中分别导出了所求高度与已知仰角正切值之间的关系，列出了与问题相关的解析式，通过一系列的推导得出解决问题所需的式子，然后设计程序计算出所求的值。像这样，通过分析问题中各要素之间的关系，用最简练的语言或形式化的符号来表达它们的关系，得出解决问题所需的表达式，然后设计程序求解问题的方法称为解析法。

广东教育出版社

4.1.2 用解析法求解问题的实践

1．小球弹跳问题

问 题

4-2：小球从10米高处自由下落，每次弹起的高度是下落高度的70%。当小球弹起的高度不足原高度的千分之一时，小球很快就会停止跳动。计算小球在整个弹跳过程中所经历的总路程（忽略弹起高度不足原高度千分之一的部分）。

（1）分析问题。

小球的运动由多次的下落和弹起构成，但弹起的次数并不容易知道。李明把小球每次下落和弹起的路程列出，如表4-1所示，试图寻找一些规律。

表4-1 小球弹起和下落关系表

N	0	1	2	3	…
下落	10	7	4.9	3.43	…
弹起		10×70%=7	7×70%=4.9	4.9×70%=3.43	…

从表中容易看出：在最初的下落距离D_0=10米之后，小球每次下落的距离就是本次弹起的距离，而每一次弹起的距离等于上一次下落的距离的70%，即

$$D_0=10，U_n=0.7D_{n-1}，D_n=U_n（n=1，2，3，\cdots）$$

其中U_n为第n次弹起的距离，D_n第n次弹起后下落的距离。计算一直进行到第m次弹起和下落（$U_m \geqslant D_0/1000$，$U_{m+1}<D_0/1000$），把它们都相加，即可求出问题的解：

$$S=D_0+（U_1+D_1）+（U_2+D_2）+（U_3+D_3）+\cdots+（U_m+D_m）$$

（2）设计算法。

根据上述的分析，我们可以写出解决问题的算法如下：

①输入小球最初下落高度D_0的值（10米）；

②令$S=D_0$；（一开始就把最初的下落距离加上）

③$D=D_0$；

④U = 0.7 * D；

⑤D=U；

⑥S = S + D + U；

⑦如果U>=10/1000，返回④；

⑧输出S的值；

⑨结束。

（3）编写程序。

我们用输入框输入小球最初的下落高度D_0的值。根据上述算法，可以写出小球弹跳问题的程序代码如下：

广东教育出版社

编程常用技巧之一

累加器：S=S+a

a是一些变动着的数据，在a每次变动之后都执行一次此语句，那么所有由a取过的值都会加在变量S上，所以这里的S被称为累加器。

语句特点：

1. 有一个变量在赋值号两边都出现，这个变量就是累加器。

2. 这个语句要反复执行才能起到累加器的作用，所以通常是放在循环语句中。

3. 按问题的不同设计变量a的解析表达式，是解决问题的关键所在。

程序4-2

```
Private Sub Command1_Click( )
   Dim D As Single, U As Single, S As Single
   D0 = Val (InputBox ("请输入小球的开始高度(米)：", , 10))
   D = D0
   S = D0
   D0
      U = 0.7 * D
      D = U
      S = S + D + U
   Loop While U >= D0/1000
   Print "小球移动的总路程是："; S; "米"
End Sub
```

（4）调试程序。

把程序4-2输入计算机，按F5运行程序，单击“Command1”按钮，即可得到如图4-4所示的结果。

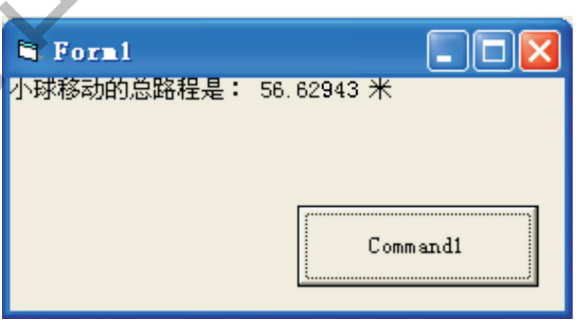


图4-4 程序4-2运行结果图

从问题4-2我们看到：用解析法求解问题，许多时候并非只是计算一个解析式就可以完事，还要根据问题给出的已知条件，运用归纳、演绎等逻辑方法，揭示问题各要素之间的关系，寻找表示这种关系的表达式，有时需要计算的解析式是一组而不仅仅是一条，需要使用合适的结构设计算法和编制程序，求得问题的答案。

2. 电阻计算问题

问 题

4-3：张军在一家工厂做社会调查时，了解到工厂正在进行一项技术改革，其中有一个环节是改变一个局部电路的电阻以观察对整个器件的影响。这个局部电路由并联的两个分支组成（如图4-5），其中一个分支的等效电阻是R_1，而另一个分支的等效电阻为R_2。因为电路特性的需要，必须保持$R_2-R_1=2000\Omega$。工厂技术人员希望由这两个分支并联的电路的总电阻R分别取为1000Ω，2000Ω，…，100 000Ω，这样得多次计算R_1和R_2的电阻值，而这种计算每次都很麻烦。于是张军就编制了一个程序帮他们解决问题，只要输入总电阻R的值，程序就计算出相应的R_1和R_2的值。张军因此受到了技术员的称赞。你也能编出这个程序吗？

广东教育出版社

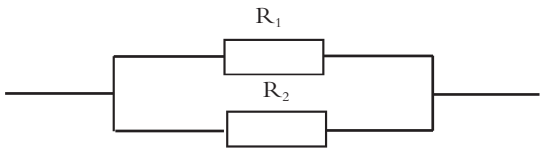


图4-5 并联电路示意图

（1）分析问题。

根据并联电路电阻的计算公式，1/R=1/R1+1/R2，以R2=R1+2000代入，即得

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_1+2000}$$

以R1为未知量、R为已知量，通过去分母整理可以得到关于R1的方程：

$R_1^2+(2000-2R)R_1-2000R=0$，

解这个关于R1的二次方程即可解决问题。

（2）设计算法。

根据上述的分析，写出解决问题的算法如下：

①输入总电阻R；

②计算方程$R_1^2+(2000-2R)R_1-2000R=0$的判别式$D=(2000-2R)^2+8000R$；

③如果D≥0转④，否则转⑥；

④计算出方程$R_1^2+(2000-2R)R_1-2000R=0$的根$R_1=(2R-2000+\sqrt{D})/2$，（$R_1'=(2R-2000-\sqrt{D})/2$肯定是负，不必计算）；

⑤把R1和R1+2000在两个文本框内输出，转⑦；

⑥输出方程没有解的信息“不可能”；

⑦结束。

当D≥0时方程$R_1^2+(2000-2R)R_1-2000R=0$有两根$R_1$和$R_1'$，由二次方程的根和系数关系$R_1\cdot R_1'=-2000R<0$

所以这两根必定一正一负，显然$R_1>R_1'$（因为$\sqrt{D}>-\sqrt{D}$），故$R_1>0$而$R_1'<0$。

（3）编写程序。

用文本框输入总电阻值，用两个文本框分别输出R1和R2的值，用3个标签框对这些文本框作说明。另外设一个命令按钮触发程序执行，如图4-6所示。

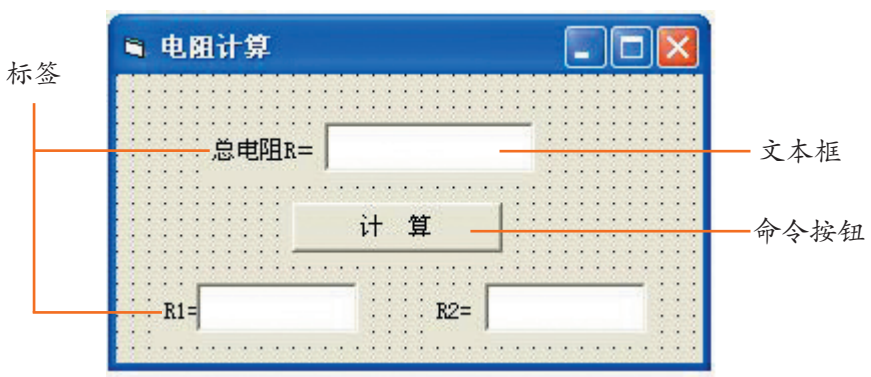


图4-6 电阻计算问题的窗体设计图

根据上面的算法，写出程序代码如下：

广东教育出版社

程序4–3

```
Private Sub Command1_Click()
 R = Val（Text1.Text）
 L = 2000 – 2 * R
 D = L * L + 4 * 2000 * R
 If D >= 0 Then
       R1 = (–L + Sqr(D))/2
       Text2.Text = R1
       Text3.Text = R1+2000
   Else
       Text2.Text = "不可能"
       Text3.Text = "不可能"
  End If
End Sub
```

（4）调试程序。

把程序4–3输入计算机，按F5运行程序，单击“计算”按钮，输入总电阻值R，即可得R_1和R_2的值。例如，R=2400Ω时的结果如图4–7所示。

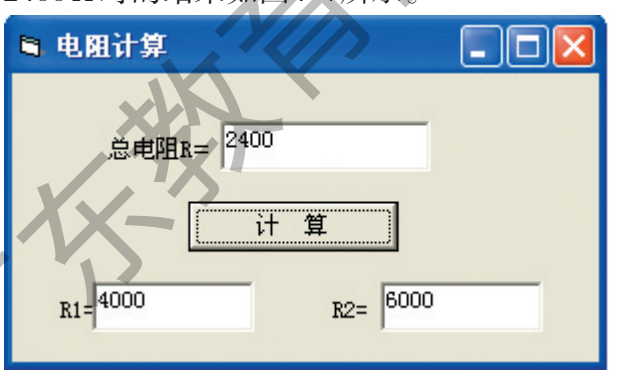


图4–7　电阻计算问题解答示意图

从问题4–3我们看到：用解析法求解问题，有时需要根据问题列出方程，用解方程的方法得到答案。但是，在一些实际问题中，根据问题列出的方程往往是一些没有现成求根公式的方程（如：$x^5 + x^3 - 2x - 9 = 0$），这时就需要用数值逼近的方法求解，有兴趣的同学请阅读有关方面的书籍。

实　践

（1）李明同学希望计算下面表达式的值：

$$\frac{1 \times 3 \times 5 \times \cdots \times 999}{2 \times 4 \times 6 \times \cdots \times 1000}$$

李明最初打算先分别求出这个分式的分子和分母的值，然后把这两个值相除得到解答。但他通过编程运行发现这样做会导致一个“溢出”的错误而得不到解答。后来李

广东教育出版社

明又想了个主意：乘法的结果太大，那么首先做除法，缩小了再扩大。他设计程序计算1÷2÷4÷6÷…÷1000×3×5×7×…×999。计算结果令他瞠目结舌——竟然是“0”！最后李明把计算顺序改为1÷2×3÷4×5÷6×…×999÷1000，才得到了正确的结果。

试用三种运算方法计算此式的值，体会不同的运算顺序得出的不同结果。对于这种在理论上应该完全相等的计算，计算机竟会得出不同的结果，你能说一说是什么原因吗？

（2）张军在体育场里看到一个“离北京奥运还有……天”的倒计时牌，他想设计一个通用的倒计时程序，只要给出目标日期和当前日期，就可以自动进行倒计时。这个倒计时程序该如何设计呢？

练 习

（1）编程求下列各式的值：

①101 + 102 + 103 + 104 + … + 1001

②1 + (1+2) + (1+2+3) + … + (1+2+ … + 2004)

③1×100 + 2×99 + 3×98 + … + 98×3 + 99×2 + 100×1

④$10\times1^2 + 11\times2^2 + 12\times3^2 + 13\times4^2 + \cdots + 208\times199^2 + 209\times200^2$

（2）海伦三角形。如果一个三角形的三边长是三个连续的正整数，而且它的面积也是整数，这样的三角形称为海伦三角形。如果取$x=(2+\sqrt{3})^p+(2-\sqrt{3})^p$，则当p为正整数时，x−1，x，x+1为三边长组成的三角形必为海伦三角形。你能通过设计程序得到多少个不同的海伦三角形？

广东教育出版社

4.2 用穷举法设计程序

陈婷所在学校的3个环保活动小组经常利用节假日去栽树。有一天，李老师问他们3个小组各栽了多少棵树，陈婷调皮地回答：“3个小组的栽树数量相乘的积是30 723，您能把3个小组的栽树数量算出来吗？”李老师说：“只有这个条件不能确定答案呀。你能补充点情况吗？”于是陈婷补充说：“A组都是大个子同学组成的，栽的树虽然不到100棵，但比另外两组合起来的还要多。栽树最少的C组也早就超过了10棵。”这时李老师说：“那我算出来了。”李老师是怎样算出来的呢？

李老师后来告诉陈婷，她用的是穷举法。

穷举法的思路是，列举出所有可能的情况，逐个判断有哪些是符合问题所要求的条件，从而得到问题的解答。

4.2.1　用穷举法求解问题的基本过程

用数学语言描述问题，叫做建立数学模型。在解决实际问题时，一般都需要为这个问题建立数学模型。

1．栽树数量问题的求解

本节开头的IQ题很有意思，但它用对话的形式来表达，有些条件不够明确，因此需要用数学语言来描述它。

问　题

4-4：a，b，c是三个整数，100>a>b>c>10，a×b×c=30723，且a>b+c，试确定a，b，c的值。

（1）分析问题。

解决这个问题应当从a×b×c=30 723入手。把30 723分解成三个正整数相乘的积，只能是有限种情况，我们可以把这些情况一一罗列出来，然后分析哪一种情况是符合条件（100>a>b>c>10，且a>b+c）的，从而找到答案（在列举所有情况时，注意三个因子都大于10，这可以减少列举的工作量）。

把30 723分解为3个大于10的因子的乘积只有5种情况：11×19×147，11×21×133，19×33×49，11×49×57，19×21×77。

在这5种情况中符合最大数a大于b+c而且小于100的，只有最后一种情况，即a=77，b=21，c=19。

（2）设计算法。

设计穷举法的关键是如何列举所有可能的情况，绝对不能遗漏，最好不要重复。在列举时注意变量的范围，可以减少工作量。

我们可以从最小的变量c入手，让它从10开始变化。但变化的范围到哪里为止呢？粗略估算一下，三个数相乘的积是30 723，最小的c不会超过积的立方根。但VB语言没有立方根的内部函数，我们可以用平方根作近似的替代，不必作太多的推算。当c值产生之后，就可以处理变量b。因为它不小于c，让它从c开始，也让它变化到30 723的平方根。

有了c和b的值之后，就要判断它们的乘积是否是30 723的因子。如果是，计算出第三个因子a，然后进行判断：a是否大于b+c并且小于100。满足条件的就是答案了。算法描述如下：

①令变量c取值10；

②令变量b取值c；

③如果b×c能整除30 723，那么下一步，否则转⑥；

④a=30723÷(b×c)；

⑤如果a>b+c并且a<100，那么输出解答a、b、c的值；

⑥如果b<$\sqrt{30723}$，那么b值增加1后返回③；

⑦如果c<$\sqrt{30723}$，那么c值增加1后返回②；

⑧结束。

（3）编写程序。

根据算法写出程序如下：

广东教育出版社

程序4-4

```
Private Sub Form_Click()
    Dim a As Integer, b As Integer, c As Integer
    n = 30723
    For c = 10 To Sqr(n)
        For b = c To Sqr(n)
            If n Mod (c * b) = 0 Then
                a = n\c\b
                If a<100 And a>b + c Then Print "a="; a, "b="; b, "c="; c
            End If
        Next b
    Next c
End Sub
```

（4）调试程序。

本程序没有特别安排其他控件，程序运行后单击窗体可得结果（如图4-8）。复核知这个结果是符合题意的。

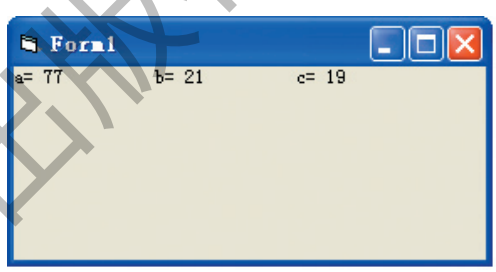


图4-8 程序4-4运行结果图

2．穷举法的基本思路

穷举法的思路是列举一切与命题相关的情况，然后根据问题设定的条件，逐个加以检查，找到满足条件的解。但是在穷举时，“与命题相关的情况”所包含的范围可能很广，如果不加以限制可能会白白耗费计算机的运行时间。如上例程序中若把“Sqr (n)”都改为“n/2”，你得等待很长的时间。所以，在设计穷举的过程时，应当建立适当的数学模型，构造穷举的框架，然后通过逐步求精的过程，改善算法，使穷举过程变得恰当。

4.2.2 用穷举法求解问题的实践

1．穷举法中变量的安排

问 题

4-5：现有面值为1元、2元和5元的钞票（假设每种钞票的数量都足够多），从这些钞票中取出30张使其总面值为100元，问有多少种取法？输出每种取法中各种面额钞票的张数。

（1）分析问题。

列出一条算式来解决钱币问题是有困难的，很难用解析法来解决它。我们尝试通过列举所有可能的情况（穷举），从中判断出符合条件的解答。

当钞票数量比较多、总币值比较大时，人工列举出所有钞票的组合（穷举）就很麻烦，这时需要使用计算机来帮我们穷举。但使用计算机来穷举，必须清楚地说出穷举的每

广东教育出版社

一个步骤，并通过编写程序转化为计算机能够执行的过程，才能解决问题。

本问题有3种面额的钞票，钞票的总张数是30张，应当如何穷举呢？经分析可以知道：当有两种面额的钞票数目确定了之后，可以从总张数30确定第三种钞票的张数，然后由总面额是否是100元而判断这个组合是否合乎要求。

（2）设计算法。

用ONE、TWO、FIVE分别记录1元、2元、5元钞票的张数。变量ANSWER记录符合条件的解的数目。为了增加程序的通用性，我们对要求的钞票的张数（用变量Pieces表示）和面额的总数（用变量Total表示）都通过输入框来输入。穷举的过程如下：

①让ANSWER=0，FIVE=0；

②TWO=0；

③让ONE=Pieces−TWO−FIVE；

④检查5*FIVE＋2*TWO+ONE是否等于Total，若是，则得到一组解，这时让ANSWER增加1。并且输出答案；

⑤如果TWO＜Pieces，那么让TWO增加1，返回步骤③；

⑥如果FIVE＜Total/5，那么让FIVE增加1，返回步骤②；

⑦结束。

把这些步骤用框图表示如图4−9。

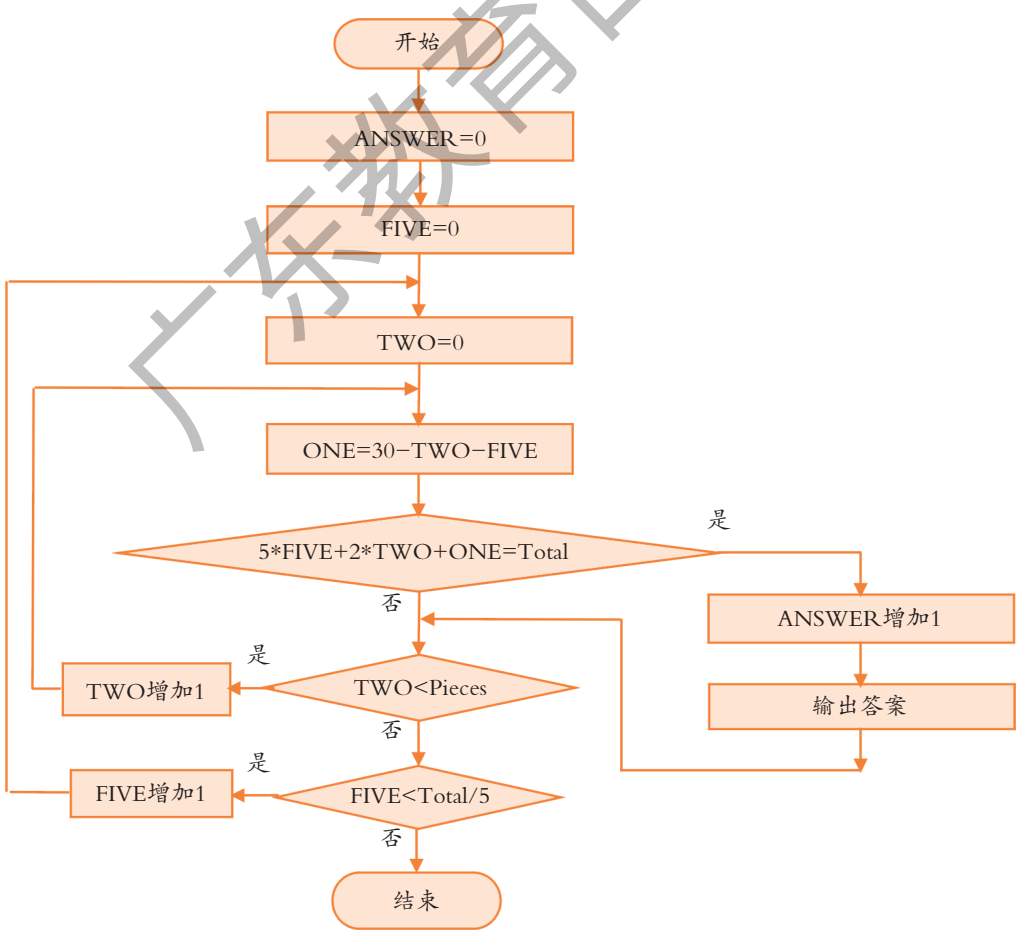


图4−9　钱币问题解决框图

广东教育出版社

（3）编写程序。

根据算法可写出程序如下：

程序4-5

```
Private Sub Form_Click(  )
   Pieces=Val (InputBox ("钱币张数：",30))   '钞票张数的默认值为30
   Total=Val (InputBox ("要求组成的总值：", 100))   '总面值默认为100
   ANSWER=0
   For FIVE=0 To Total/5
      For TWO=0 To Pieces – FIVE
         ONE=Pieces – FIVE – TWO
         k=5 * FIVE + 2 * TWO + ONE
         If k=Total Then
            ANSWER = ANSWER + 1
            Print "解决方案"; ANSWER; ":"
            Print Tab(10); "5元钞票"; FIVE; "张";
            Print Tab(25); "2元钞票"; TWO; "张";
            Print Tab(40); "1元钞票"; ONE; "张"
            Print
         End if
      Next TWO
   Next FIVE
End Sub
```

（4）调试程序。

运行程序时，单击窗体会依次弹出两个输入框，分别输入钞票的张数和面值总额（如使用默认值，只需要按“确定”按钮），在窗体上会输出所有解决方案。图4-10是使用默认值时的输出结果。

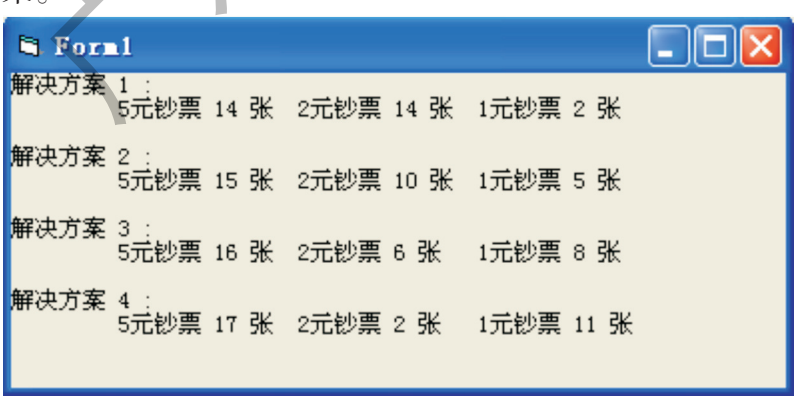


图4-10 程序4－5运行结果示意图

交 流

如果首先进行最小面额的钞票的选择，程序代码该如何写？与程序4-5比较，哪一个程序的判断比较的次数多些？

广东教育出版社

2．穷举法中穷举方案的选择

问　题

4-6：陈婷有一个E-MAIL邮箱的密码是一个5位数。但因为有一段比较长的日子没有打开这个邮箱了，陈婷把这个密码给忘了。不过陈婷自己是8月1日出生，而她妈妈的生日则是9月1日，她特别喜欢把同时是81和91的倍数用作密码。陈婷还记得这个密码的中间一位（百位数）是1。你能设计一个程序帮她找回这个密码吗？

（1）分析问题。

本问题的数学模型是：

求出一个5位数，它的百位是1，而且它能同时被81和91整除。

那么，如何确定求解的算法呢？因为计算机最大的特长还是它的搜索能力，所以，这个问题适合用穷举法进行搜索。但是即使确定了使用穷举法，我们还是面临着很多的选择。

交　流

搜索的方式和范围是穷举算法所密切相关的两个方面。那么，这个寻找密码的问题可以有哪些搜索方法呢？请大家讨论一下，我们能够有哪些搜索方法。

（2）设计算法A。

因为这个密码有4位数字是未知的，把各位数字都对所有可能性演变一次（最高位是1～9，其余各位都是0～9），就可以把可能的情况穷举完。再把各位数字合成一个5位数，判断是否同时被81和91整除就可以了。

分别用a1、a2、a3、a4、a5表示这个5位数的各个数位（a3=1在程序中没出现），在它们各自的范围中变化，然后组成5位数d，判断d能否同时被81和91整除即可得到结果。据此编写如下程序：

程序4-6A

```
Private Sub command1_Click( )
  Dim d As Long
  For a1 = 1 To 9                                    ' a1是密码万位上的数字
    For a2 = 0 To 9                                  ' a2是密码千位上的数字
      For a4 = 0 To 9                                ' a4是密码十位上的数字
        For a5 = 0 To 9                              ' a5是密码个位上的数字
          d = a1 * 10000 + a2 * 1000 + 1 * 100 + a4 * 10 + a5      'd是合成后的5位数
          If (d Mod 81 = 0) And (d Mod 91 = 0) Then Print d
  Next a5, a4, a2, a1
End Sub
```

交　流

程序4-6A可以改进吗？（改进是以效率的高低而不是按程序的长短来衡量）

广东教育出版社

（3）设计算法B。

把方案A的方法反其道而行之。5位数字的范围是10000～99999，在此范围内穷举，并对每一个数分解出它的百位数字检验它是否是1，再判断此5位数是否同时被81和91整除就可以了。

用a表示这个5位数。让a从10000变到99999，逐个判断a是否同时为81与91的倍数。若是，再分离出它的百位数，并判断它是否是1。

请同学们完成程序的设计并评价这个解决方案。

（4）设计算法C。

受方案B的启发，有解的范围只限于同时是81和91的倍数。81和91的最小公倍数是7371，所以我们只在5位数中就7371的倍数进行穷举，然后分离出它的百位数字判断是否是1就能得到答案。

按这个算法首先需要知道5位的7371的倍数中哪个最小。亦即求最小的正整数P，使7371P≥10000，这时P≥10000÷7371。显然，取10000÷7371的整数部分加1就是可用的P。据此写出程序：

程序4-6B

```
Private Sub Command1_Click()
    P = 10000\7371+1
    For a = P*7371 To 99999 Step 7371
        c = a\100 Mod 10
        If c = 1 Then Print "这个5位的密码是："; a
    Next a
End Sub
```

要截取整数B的某一个数位，可以利用整除运算“\”和取余运算“Mod”：

B \ 10
截去B的个位。

B\100
截去B的十位和个位。

B\1000
截去B的百位、十位和个位。

B Mod 10
取得B的个位。

B Mod 100
取得B的最后两位。

B Mod 1000
取得B的最后三位。

（5）调试程序。

运行后单击命令按钮得到如图4-11所示的结果。

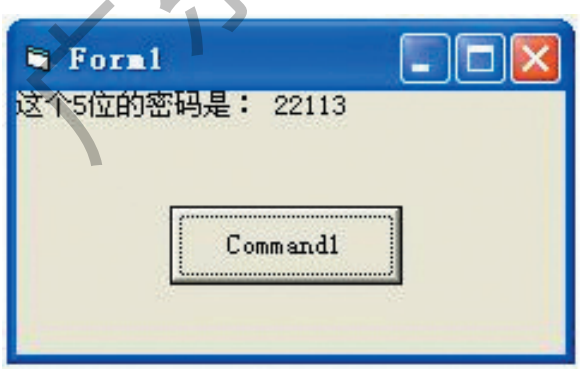


图4-11 程序4－6B运行结果图

4.2.3 穷举法小结

穷举法也称为枚举法。这种算法是把问题涉及的可能情况一一罗列出来，并且根据题目的条件和实际背景逐个作出判断，从中挑选出符合条件的解答。

使用穷举法时，要恰当地设计变量，并且决定用哪些变量作为搜索的主线，以便穷举

广东教育出版社

出所有可能情况。穷举一般使用循环结构，要注意循环的起点和终点，对可能的情况不能遗漏，一般也不应重复。编制程序时，还应当根据题目要求准确地写出是否合符条件的判断语句，这些都需要有一定的经验，所以我们应当多总结、多学习，不断提高自己的编程能力。

对于许多问题，解决问题的算法往往不只一种，这时我们就得注意加以选择，找一种更好的算法。评价一个算法的好坏，许多时候效率是很重要的，但过分追求效率就会使得程序难以读懂，读不懂的程序就不能维护，使用这种程序就没有信心保证。所以，软件工程以程序的易读性作为重要的指标，一般不过分追求效率。

交 流

（1）问题只有一个变数时穷举是容易的，如果有两个变数就难些了。变数越多就越困难，得好好安排穷举的顺序才行。下面这个题目你打算怎样做呢？

如果一个正整数的立方能够分解为另外3个正整数的立方和，那么我们把这个正整数称为“好数”。即若A，X，Y，Z都是正整数，且满足$A^3=X^3+Y^3+Z^3$，则称A为好数。例如，6是最小的好数($6^3=3^3+4^3+5^3$)。

请求出最小的10个好数。

（2）这节课文的几个程序都给出了问题的解答，但如果把已知的数据修改一下问题就可能没有解，在问题没有解时这些程序就没有任何输出。如何修改一下程序，使得在没有解的情况下输出“没有解”？

练 习

（1）直角三角形一条直角边长是24，其余的边长都是正整数，而且斜边的长度不超过50。求出所有满足条件的三角形。

（2）有一根长为600 cm的钢筋，需要截成长度为69 cm，39 cm，29 cm的三种规格的短料，在三种规格的短料至少各截1的前提下，如何截取才能使所余下的材料最少？

（3）有一张单据上有一个5位数的号码67□□8，其中百位和十位上的数字看不清了，但知道该数能够被78整除，也能被67整除。设计一个算法求出该号码。

（4）如果一个4位数等于它的各位数字的4次方和，则这个4位数称为“玫瑰花”数，例如1634就是一个玫瑰花数：$1634=1^4+6^4+3^4+4^4$。试编程序求出所有玫瑰花数。

（5）今有上禾3秉，中禾2秉，下禾1秉，实39斗；上禾2秉，中禾3秉，下禾1秉，实34斗；上禾1秉，中禾2秉，下禾3秉，实26斗。问上、中、下禾一秉实各几何？（提示：这个题目的答案不是整数，如果用穷举法，建议把所有数据都乘以100来做，求出答案后再除以100作解答。）

广东教育出版社

4.3 查找算法设计

《红楼梦》是我国众多的古典名著中的一部，然而它又是独特的，它以现实主义长篇小说的面貌出现，引起了成千上万的人对它进行研究，形成了一个“红学”学派。它以贾、王、薛、史四大家族的兴衰为背景，生动地描绘了各种人情世态，成为当时社会的一个缩影，留下了丰富的文化遗产。人们研究《红楼梦》里的人物、建筑、官阶、服饰、点心、菜肴等等，这些都离不开要对原文的查找。但《红楼梦》有近百万字，用人工查找可不容易啊。而计算机的出现，给《红楼梦》研究增加了一件强有力的工具。

查找就是在一组对象中搜索某一目标，确定对象中有没有这一目标元素，若有，则标出它的位置；若没有，则给出没有的信息。

4.3.1 《红楼梦》研究和查找技术

1.《红楼梦》查找问题

早在20世纪80年代，就有研究机构组织力量把《红楼梦》录入了计算机，当有了计算机电子文档之后，为研究工作带来了极大的方便。例如《红楼梦》研究中，经常要研究一些词出现的频率（因为不同的作者有不同的写作习惯，依此可以帮助判断两段文字是否是同一作者）。

问 题

4-7：在本教材的配套光盘中有《红楼梦》第三回的电子文档（见光盘文件夹“第四章”），请统计一下这里面“黛玉”一词出现了多少次。(文章好长啊，千万不要用人工去数呀!)

（1）分析问题。

《红楼梦》第三回里出现了多少个“黛玉”呢？对于人脑来说，这是一个既简单又麻烦的事。说它简单，一个一个地检查就是了，这里面不存在深奥的学问；说它麻烦，是因为文章太长了，一个一个地找，人很容易疲劳，疲劳就会出错。但对于计算机来说，问题的难易刚好相反，如何“一个一个地检查”，计算机觉得很困难，需要人来教会它如何做，告诉它具体的每一个步骤。当计算机知道了如何做之后，文章再长也不怕。

（2）设计算法。

经过讨论，得到了“一个一个地检查”的具体步骤如下：

①打开文本文件《红楼梦》第三回；

广东教育出版社

②文件已经到了尾部吗？是则转到步骤⑧，否则转下一步③；
③按次序读入文件的一个字符；
④判断刚读入的这个字符是否“黛”，若是转下一步骤⑤，否则返回②；
⑤再读入一个字符，判断这个字符是否“玉”，若是转下一步骤⑥，否则返回步骤②；
⑥找到一个“黛玉”，统计数字加1；
⑦返回步骤②；
⑧输出统计的数字；
⑨结束。

（3）编写程序。

根据上面的算法，编出如下的程序：

程序4-7

```
Private  Sub Form_Click( )
Open "e:\第四章\红楼梦第三回.txt " for Input As #5     '假设光驱盘符是e:
   Do  Until  Eof (5)                  'Eof是指文件底部。当文件未到底部时重复
      A$ = Input (1, #5)               '在文件中读入一个字符串变量A$
      If  A$ = "黛" Then               '判断这个字是否“黛”字
         B$ = Input(1,#5)              '如果刚才是“黛”字则再读入一个字
         If B$ = "玉" then Total = Total + 1    '若是“玉”则找到一个
      End If
   Loop
   Print  Total
End Sub
```

（4）调试程序。

用这个程序统计出文本文件《红楼梦》第三回中“黛玉”一词总共出现了77次。

要知道缺陷所在，做一个试验就可以了：如果查找的对象只有4个字：“高高兴兴”，而查找的目标为“高兴”。依本程序得到的结果是“0”（即找不到）。但其实应当有1次。

交　流

当张军他们为自己的成果欢欣鼓舞时，老师却说这个程序还是存在缺陷的。你知道这个缺陷在什么地方吗？你能把它改进使它成为可以查找任何字符串的程序吗？另外，有同学提出，一次直接从文件中读出两个字，判断它们是否需要查找的词“黛玉”，你看这样的算法是否成立？

2．认识顺序文件

本教材提供的《红楼梦》第三回是纯文本文件。纯文本文件是一种典型的顺序文件，它的数据是以字符的代码形式一个字符接一个字符地存储的。对顺序文件数据的操作只能按顺序进行，不能从中间插入。

对顺序文件的操作分为三步：打开文件、读或写操作、关闭文件。

（1）打开文件。

按使用目的的不同，打开方式有3种：

①为了读出文件的内容而打开文件，当指定的文件不存在时出错。

广东教育出版社

Open <文件名> For Input As #<文件号>

②建立一个新文件并打开它。如果文件已经存在，就删除文件再建立。

Open <文件名> For Output As #<文件号>

③为了在文件的尾部追加内容而打开文件。写入数据时从文件的尾部进行。

Open <文件名> For Append As #<文件号>

“文件名”是一个字符串表达式，可以包含驱动器符及文件夹名称。“文件号”在以后的文件操作中将取代文件名，它的值在1到511之间，不同的文件用不同的编号。

（2）写入数据。

当一个顺序文件已经通过For Output或For Append方式打开之后，有两种方法可以向此文件写入数据。

① Write #<文件号>[，<输出列表>]

“输出列表”中的各项之间用逗号分开，每一输出项可以是常量、变量或表达式。语句将把“输出列表”中各个输出项的值写入文件，并在各值之间自动插入逗号，字符串会被加上双引号。所有值写入之后加入回车换行符。如果“输出列表”部分省略，则在文件中写入一个空行。

② Print #<文件号>，<输出列表>

式中的“输出列表”部分不可以省略，它的表达法与Print语句相同。所有输出项将输出到文件的同一行，然后自动换行。各个输出项的值之间不会自动插入逗号，字符串也不加上双引号。

（3）读出数据。

顺序文件已经通过For Input方式打开之后，有多种方法读出数据。

① Input #<文件号>，<变量表>

从指定的文件中读出一行数据，并把这些数据依次分配给变量表所列的各变量（相应变量的类型必须匹配）。

② Line Input #<文件号>，<变量名>

从指定的文件中读出一行数据（从行的头部直到本行的回车换行符之前的所有字符）作为一个字符串赋值给指定的变量。

③ <变量名> = Input (整数N，# <文件号>)

从指定的文件中的当前位置一次读出N个字符赋值给指定变量。

（4）顺序文件结束的探测。

如果超过了文件的底部仍然对文件进行读出操作会导致错误，所以在读文件时，要经常检查是否已经达到文件的底部。函数“Eof（文件号）”会返回一个布尔值（即逻辑型的值），当返回的布尔值是True时，表明已经达到文件的底部。

3．关闭文件

对文件的读写操作结束之后应当关闭该文件。其语句是“Close [<文件号列表>]”。式中的文件号列表可以是一个或多个已经打开的文件的文件号，如果省略了文件号列表部分，则关闭所有已经打开的文件。

广东教育出版社

问 题

4-8：产生一个1到20 000之间所有素数的顺序文件。文件名命名为PRIME.DAT存放在D盘的根目录下。

（1）分析问题。

本问题其实可以分成两个部分：产生素数和写入文件D:\PRIME.DAT。本程序用筛法产生20 000以内的素数。并且把所得的素数写入文件。

（2）设计算法。

筛法是一个古老的产生素数的算法。产生1到N范围的素数的过程可以这样描述：

①把数组D下标为2到N的分量全部赋值0；

②下标从2到N进行循环，在循环体内检测每分量的值是否为0,如果下标为I的分量的值为0，则I是素数，输出I，并且把D中下标是I 的倍数的分量的值改为1。

（3）编写程序。

问题4-8的程序代码如下：

程序4-8

```
Private Sub Command1_Click( )
  Dim D (20 000) As Integer
  For I=2 to 20 000
    D (I) =0
  Next I
  Open " D:\PRIME.DAT "  For Output As # 3
  For I=2 to 20 000
    If  D (I) =0 then
      Write #3, I
      For J=2*I to 20 000 Step I
        D (J) =1
      Next J
    End If
  Next I
  Close (3)
End Sub
```

（4）调试程序。

当运行程序后单击“Command1”命令按钮，不久程序就运行完毕。可以在D盘的根目录下找到名为PRIME.DAT的文件。这个文件是一个文本文件，请用文字处理软件把它打开，检查一下里面的素数是否正确。

广东教育出版社

4.3.2 顺序查找算法

顺序查找就是从头到尾一个一个地往下寻找。由于查找的对象一般都有大量的元素，因此，为了操作方便，常常把查找的对象放在数组中进行。

1．数组

（1）数组的概念。

简单变量都有一个变量名，但对于大量的不同名的简单变量，有时处理起来很不方便，这时我们希望对同一类的变量有一个相同的名字，然后用编号来区分它们。这种例子在日常生活中也有，例如我们每一位同学都有自己的名字，但班里为每位同学安排了一个座号，有时使用座号比使用名字来得方便。比方，某校高二（1）班班长对每天的清洁卫生值日是这样安排的：星期一1～8号，星期二9～16号……星期五33～40号。在这个安排中，具体的张三李四就转化成了高二（1）班1号、高二（1）班2号……这样显然方便多了。

数组就是把有限个类型相同的变量用同一个名字命名，然后用编号区分它们的变量的集合。这个名字称为数组名，编号称为下标。组成数组的各个变量称为数组的分量，也称为数组的元素，有时也称为下标变量。

例如，如果高二（1）班有40位同学，1号的名字叫陈婷，用字符串类型数组G21NAME来记录这个班学生的名字，就应当有G21NAME（1）="陈婷"。

对于VB的数组，表示数组元素时应注意：

①下标要紧跟在数组名后，而且用圆括号括起来（不能用其他括号）；

②下标可以是常量、变量或表达式，但其值必须是整数（如果是小数将四舍五入为整数）；

③下标必须为一段连续的整数，其最小值称为下界，其最大值称为上界。不加说明时下界值默认为0。

（2）数组的维数和定义。

如果数组只有一个下标则称为一维数组，但有许多场合一个下标是不够的。例如，在电影院确定位置，要有行数和位数（如第3行8号），如果要用一个数组来记录这种位置就得有两个下标。有几个下标的数组就称为几维数组（VB最多允许60维）。例如，可以用一个4维数组记录一所学校全部学生的学习成绩，A（2，1，34，2）=98，它表示高二（1）班34号同学的第2个科目（例如是数学）的成绩是98分。

数组应该在使用前定义。定义数组用“Dim”语句。例如，

Dim Cscore（1 to 40）As Single，K（20，30）As Long

这个Dim语句定义了两个数组。数组Cscore是Single类型的一维数组，有40个分量，下标的下界是1，上界是40。而数组K（20，30）是Long型的二维数组，下标省略了下界（对省略下界的情况VB默认用0做下界），它的第一维的下标范围是0～20，第二维的下标范围是0～30，数组K有21×31＝651个分量。

（3）数组元素的输入和输出。

数组元素往往有很多，因此输入和输出有时需要用一些比较特殊的方法。数组元素的

广东教育出版社

输入，可以使用赋值语句、文本框、InputBox函数等等。

数组元素输出时，一般可以考虑两种方法：

①用PRINT方法直接输出到窗体，但当数据量大时难以实现数据的滚动；

②使用控件，如标签、文本框等，并且设置滚动条。

下面就是一个数组应用的例子。

问　题

4-9：设计一个“背单词”的程序。在学习英语时经常要把一些单词反复背诵，现设计一个程序，输入一些单词，然后打乱顺序输出，以训练记忆。

（1）分析问题。

这只是一个练习使用数组的小程序。它要求使用输入框输入一些单词，当全部单词输入之后，用反向和随机两种方案输出单词。

（2）设计算法。

我们首先需要确定输入单词的结束信号，比方是一个“-”号就表示输入结束。然后设计如下窗体（图4-12）：

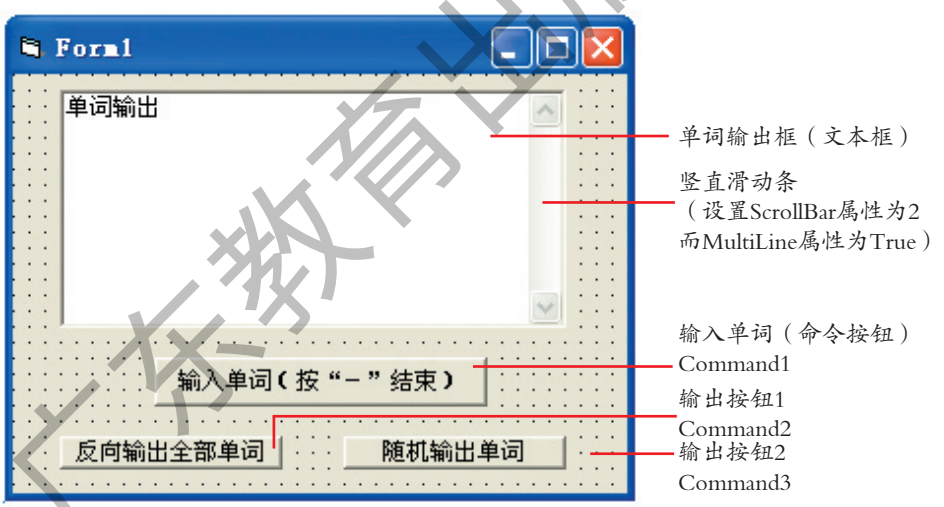


图4-12　单词输入和输出窗体

在窗体中我们用3个命令按钮分别触发输入单词、反向输出和随机输出3个事件。

（3）编写程序。

对应3个命令按钮的程序代码分成3个模块独立设计，但共用的数据写在这些模块之前。

程序4-9

```
Dim words (1 To 1000) As String
Dim i As Integer, c As String
Private Sub Command1_Click()
  Do
    c = InputBox ("请输入第" + Str (i+1) + "个单词：")
    If c <> "-" Then
      i = i + 1
```

因为数组实在是很有用的，建议有兴趣的同学了解多一些有关数组的知识。例如，有一种数组称为可变类型数组，给它的元素输入值还可以使用Array数组。例如，星期函数的输入和输出可以用如下方法进行：

```
Dim week
week=Array ("Sun-day", "Monday","Tuesday", "Wednesday", "Thursday", "Friday", "Saturday")
For I=Ubound (week) To LBound (week)
Print week (I)
Next I
```

广东教育出版社

```
            words (i) = c
        End If
    Loop Until c = "-"
End Sub
Private Sub Command2_click()
    Text1.Text = "单词输出"
    For j = i To 1 Step -1
        Text1.Text = Text1.Text & vbCrLf & words (j)
    Next j
End Sub
Private Sub Command3_Click()
    If i = 0 Then
            Text1.Text = "没有单词，请首先输入单词。"
  Else
            Randomize
            j = Int(i * Rnd + 1)
            Text1.Text = Text1.Text & vbCrLf & words(j)
    End If
End Sub
```

vbCrLf是文本框的回车换行符。调用它将在文本框内产生一个回车换行的操作。

（4）调试程序。

请同学们自己进行。

2．顺序查找的思路和解决方法

当查找的对象排列没有规律时可用顺序查找方法。顺序查找就是一个一个地按照对象的元素往下找，直到全部元素都查了一遍。如果要查找的目标只是单个的元素，那么查找的过程就显得特别简单，即把查找对象中的每个元素逐一与目标元素对照就可以了。但对于多元素目标的查找就会有些复杂，例如在前面问题4-7中提出的搜索算法（程序4-7）是有问题的。

例如，此算法在对象“欢欢喜喜”中查找“欢喜”的过程是：首先在查找对象中取第一个字符“欢”，它与目标的第一个字符相同，于是再取一个字符（还是“欢”），与目标的第二个字符不相同，于是放弃。再取查找对象的下一个字符（“喜”），它与目标的第一个字符不相同，再下一个字符也与目标的第一个字符不相同，所以在“欢欢喜喜”中找不到“欢喜”！

程序4-7还有一个缺点：如果查找对象的最后一个字符与目标的第一个字符相同，那么程序还要在文件中读一个字符出来看看是否与目标的第二个字符相同。而这时文件已经到达底部，再要求读取字符会导致一个运行错误。

要彻底解决这个问题的确有点困难。但是利用系统提供的搜索工具来进行，事情就容易得多了。VB系统有一个函数“InStr”专门用来在一个作为查找对象的字符串中搜索另一个目标字符串。这个函数的一般写法是：

InStr（位置n，对象字符串String1，目标字符串String2）

它的作用是在查找对象字符串String1的第n个位置开始搜索有没有目标字符串String2，如果有，函数值就是找到的第一个位置；如果没有，函数值就是0。例如：

L=InStr（4,"ABCDEABCDEF", "CDE"）则L的值是8，而InStr（1,“欢欢喜喜”,“欢

广东教育出版社

喜”）返回的函数值是2。

利用这个函数，解决顺序查找问题的一种思路是：把查找对象全部读入一个字符串变量，然后利用InStr函数对目标字符串进行搜索，当找到目标的一个位置L之后，在查找对象的第L+1个位置继续搜索，直到InStr函数返回的值为0为止。

问　题

4-10：运用InStr函数，在《红楼梦》第三回中查找“黛玉”出现的次数，并且把每个出现点输出。

（1）分析问题。

因为问题中明确了查找的方法是运用InStr函数，这样问题就大大简化了。所以设计算法也没有什么新的内容了。解决问题的关键点只有一个，就是把整个《红楼梦》第三回读入到一个字符串中，然后运用InStr函数处理就可以了。

（2）编写程序。

把程序4-7改写，可得如下程序：

程序4-10

```
Private Sub Form_Click( )
    Dim Texts As String, Point (1 To 100 000) As Long
    Dim Total As Long, i As Long, L As Long
    Open "e:\第四章\红楼梦第三回.txt" For Input As #5
    Do Until EOF (5)
  Line Input #5, a$                    '在文件中读入一行赋值给变量A$
  Texts = Texts & a$                   '把所有读出的字符接在字符串Texts上
Loop
Close  5                               '至此，整个《红楼梦》第三回都在字符串Texts中
    i = 1                              'i用于指定搜索的起点位置
    L = 1                              'L用于记录找到的位置
    While L > 0                        'L>0表示找到一个，应当继续查找
      L = InStr(i, Texts, "黛玉")
      If L > 0 Then
        i = L + 1                      '当前找到位置的下一个位置
        Total = Total + 1              '总数统计
        Point (Total) = L              '记录位置
      End If
    Wend
    Print "出现总数："; Total          '打印找到的累计总数
    Print "位置："
    For i = 1 To Total                 '打印每个位置值
      Print Point (i),
      If i Mod 8 = 0 Then Print        '规定每行打印8个位置值
    Next i
End Sub
```

广东教育出版社

（3）调试程序。

运行程序并单击窗体，得到如下运行结果：

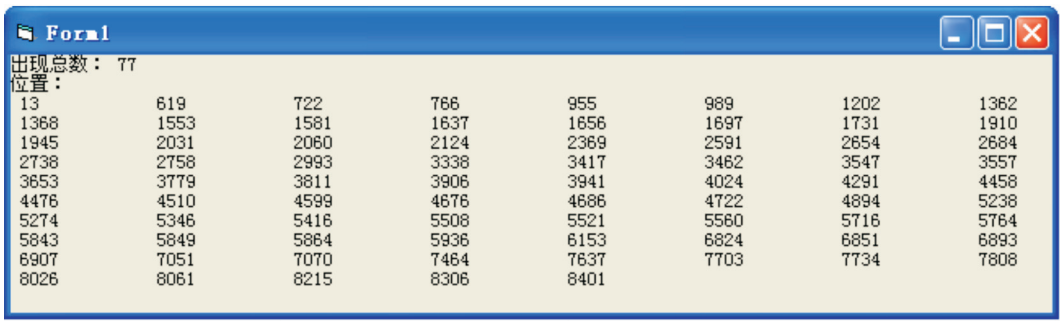


图4-13 程序4－10运行结果图

4.3.3 对半查找算法

尽管计算机的运行速度很快，但如果数据量很大，顺序查找的效率是不够的。那么能否改进算法，提高效率呢？如果对于大量庞杂而未加整理的材料，要不遗漏不重复地查找，大致也只能用顺序查找的方法了。但是如果资料已经经过整理而变得有顺序，就有许多足以大大提高效率的方法。其中比较容易理解的是对半查找算法。

1．从大范围查找看对半查找算法

一般图书馆的藏书从十余万册到数千万册甚至更多，如此大量的图书，再加上有大量的读者需要找书，如果都要通过顺序查找法来查找图书的话，势必极慢。所以图书馆不能把图书杂乱地摆放，而是把图书分类编号，然后按照书号由小到大排列以方便查找。假设某图书馆的图书已经分类、编号，并且按编号由小到大排列好，现在有一个图书编号，希望能够确定它是否在此图书馆中，用什么算法比较好呢？

需要在大范围查找的例子是很多的。比方，给你一个2000万以内的素数表PRIME.TXT（内中包含1～20 000 000之间的全部1 270 607个素数），问12 345 677是否是素数。这时因为查找的范围相当大，供查找的对象达100多万个，从头开始一个一个地往下找要花费太多的时间。在PRIME.TXT文件中的素数是按由小到大排列的，这时也没有人愿意一个一个地从头往下查找，而是采用“跳跃”的方式查找，即先跳过一大段，然后看看查找的对象离目标还有多远，如果还差很远，那么再跳过一大段，直到离查找的目标接近了才减少跳跃的幅度。当目标已经相当接近了，再一个一个地往下找（或往回找）。这种跳跃式查找比较适合人工查找，因为跳跃的幅度多大比较难以确定，人是可以“当机立断”，但计算机却难以有这种智能。那么，计算机又应当如何去查找呢？

计算机可以用一种比较“呆板”但是十分有效的查找方法——对半查找。我们首先在查找对象的中间位置取出一个元素来与目标元素对比，如果目标元素较小，那么，我们在查找对象的上半部分继续进行查找就可以了。相反，如果目标元素较大，则在查找对象的下半部分继续进行查找。这样一来，查找的范围就缩小了一半。反复进行这个过程，就能

广东教育出版社

很快确定目标元素在查找对象中的位置（或者确定不在查找对象中）。

2．对半查找的过程

我们以一个例子来体现这个算法。

问　题

4-11：本书光盘的文件夹“第四章”里有一个名为“PRIME.DAT”的顺序文件，文件上列出了20 000 000以内的全部素数共1 270 607个。首先把这些素数全部读入数组D，然后把需要查询的值填入文本框中，按“查询”按钮之后开始查找，在查找结果框内输出查找的结果(该值是否素数)。

（1）分析问题。

因为这里的素数达127万多个，顺序查找的方法太慢了，我们用对半查找法。

（2）设计算法。

与顺序查找不同，对半查找算法充分利用了数据的有序性，使得查找过程大大地简化。

对半查找法一般可以这样描述：假如数组D中存放的N个值是由小到大排列的，我们若需要查找值V (D (1)≤V≤D (N))是否在数组中，其过程如下：

①B=1(变量B为搜索的起始下标)；

②E=N（变量E为搜索的终止下标，最初的终止下标N在问题中得到）；

③M=（B+E）\2(取起始下标和终止下标的中间位置。“\”是整除运算)；

④把查找值V与D（M）比较大小，如果相等转到⑦，否则转到⑤；

⑤如果V＜D（M），令E=M，否则令B=M（搜索的范围缩小了一半）；

⑥如果B=E转到⑧，否则返回③继续搜索；

⑦输出“它是素数”信息，转到⑨；

⑧输出“它不是素数”信息；

⑨结束。

（3）编写程序。

本程序的窗体安排如图4-14。

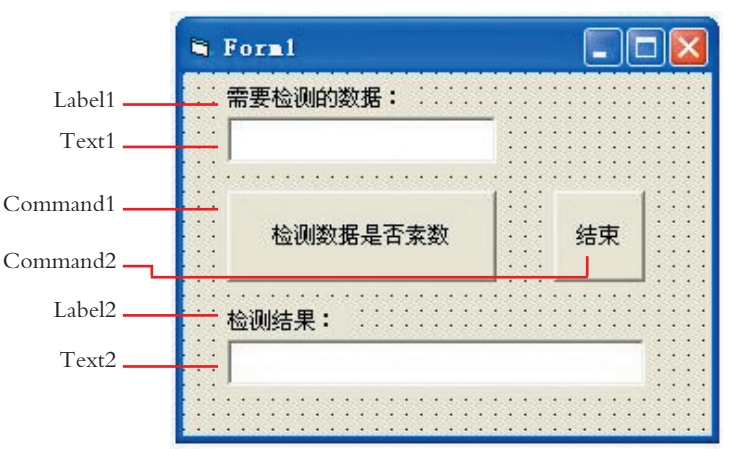


图4-14　检测2000万以内素数的窗体

广东教育出版社

程序4-11

```
Dim y As Integer, D (2 000 000) As Long, n As Integer
Private Sub Form_Activate()
  Open "e:\PRIME.TXT" For Input As 3
  n = 0
  Do Until Eof (3)       '以下3行把文件中的全部素数读入了数组D
    n = n + 1   :   Input #3, y   :   D(n) = y
  Loop
  Close 3
End Sub
Private Sub Command1_Click()
  Dim b As long, e As long, m As long, v As Long
  Text2.Text = ""
  b = 0   :   e = n + 1  :  v = Val (Text1.Text)
  If v > 20 000 000 Or v < 1 Then
     Text2. Text = "数据不在检测范围"
   Else
   Do                '下面进行的就是对半查找的过程
    m = (b + e)\2
    If D (m) < v Then b = m    else e = m
   Loop Until D (m) = v Or e – b < = 1
   If D (m)=v Then Text2.Text ="它是素数" Else Text2.Text="它非素数"
  End If
End Sub
Private Sub Text1_Click()
   Text2. Text = ""
End Sub
Private Sub command2_Click()
  End
End Sub
```

算法给出了解决问题的方法，而程序则要求注意各个细节，因此程序中的语句可能与算法的描述不尽相同。例如，搜索的范围在算法中是从1到n，但考虑到取中点运算的误差，程序把搜索范围定为从0到n + 1，并把搜索结束的条件由“B = E”改为“E – B≤1”。

对半求根法

由初等函数f(x)=0构成的方程，如果有f(a)·f(b)<0,则可以肯定方程f(x)=0在(a,b)至少有一个实数根。

选择(a,b)的中点c，若f(c)=0，则根就是x=c。若f(c)<0或f(c)>0，则用c值取代相应的a或b（取代的原则是：保证有f(a)·f(b)<0），这样(a,b)的长度就只有原来的一半，我们可以在更小的范围找到根。当有根的区间的长度足够小（通常是小于预先指定的误差），这时区间内任意两点的距离都小于区间的长度，所以区间内的任意一点都可以用来当方程根的近似值。这个就是对半求根法。

（4）调试程序。

这部分由同学们自行完成。

3. 关于对半法查找算法的探究活动

对半查找的实质是在一个有限且有序的对象中，通过每次减缩一半查找范围而达到迅速确定目标的一个有效算法，有着很广泛的应用。例如，在数学中有很多方程是写不出求根的解析表达式的，但是根存在的范围比较容易确定，那么如何才能找到它的根的一个足够准确的近似值呢？这时对半查找法就可以大显身手了。

问 题

4-12：方程 x – 3sinx = 0 在（π/2，π）之间有一个根，试把它求出来，要求准确到0.0001。

广东教育出版社

（1）分析问题。

记f(x)=x−3sinx。注意到f（π/2）=π/2−3<0，及f（π）=π−3sinπ>0，而y=x−3sinx 的图线在（π/2，π）是没有间断的，所以我们有理由认为，方程x−3sinx=0在（π/2，π）之间应当有一个根。

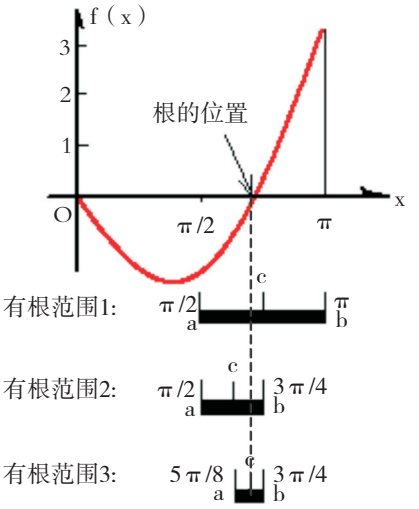


图4−15　对半法求根示意图

同样地，如果我们取（π/2，π）的中点3π/4，则因为f（3π/4）>0，所以方程在（π/2，3π/4）应当有根。取（π/2，3π/4）的中点5π/8，则因为f（5π/8）<0，所以方程在（5π/8，3π/4）应当有根。不断重复这个过程，要么某一次区间的中点就是根，要么有根的范围缩小了一半，当有根的范围小于题目要求的精度时，那么这个区间中的任意一点都可以当作是方程根的近似值。

（2）设计算法。

对半求根的过程可以用如下框图（图4−16）描述。

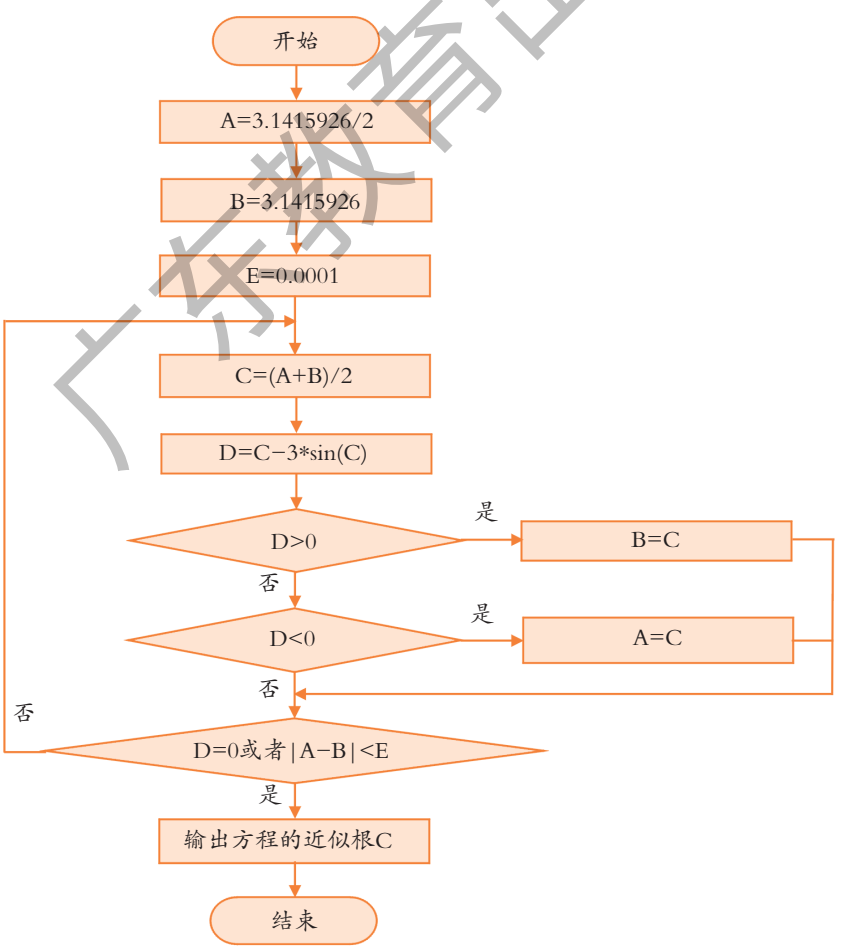


图4−16　对半法求根的算法框图

广东教育出版社

（3）编写程序。

由上述框图可以编写出程序4-12如下：

程序4-12

```
Private Sub Form_Click()
    A = 3.1415926/2
    B = 3.1415926
    E = 0.0001
    DO
        C = ( A + B )/2
        D = C - 3 * sin ( C )
        If D > 0 then B = C
        If D < 0 then A = C
    LOOP Until D=0 Or Abs ( A- B ) < E
Print "X ≈"; C
End Sub
```

（4）调试程序。

运行程序后单击窗体可得结果如图4-17。

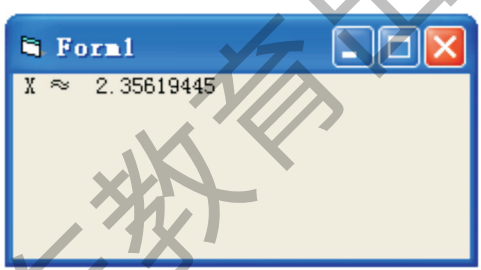


图4-17 程序4-12运行结果图

练 习

（1）做一个猜字游戏的程序。首先建立一个含有10个以上单词的词库（单词越多越好），然后计算机在单词库中随机抽出一个来让你猜。你可以猜5次，每次猜一个字母。如果单词内包含这个字母，则输出单词中含有被猜中的字母，其他没有被猜中的字母则用下画线“_”取代。如果整个单词猜中了，则输出“好!”结束程序。如果5次都没有猜中，则输出原单词和“你还得努力”。

（2）某公司有15种常用物资需要经常补充库存，请编制程序以查询某种编号的产品的库存量。这15种产品的编号和现有库存量如下表：

表4-2 物质库存量表

类型	A012	A112	A122	A123	A202	B101	B102	C01	C02	C08	C11	C29	E01	F01	F11
库存量	110	112	20	35	145	55	33	63	58	74	65	110	66	52	21

（3）下面是一英语片段。请找出文中最长的单词，并统计文中各种长度的单词的出现频率。

广东教育出版社

The arms and legs are very important to us. Therefore when asked why you are not going to buy something expensive, you may answer, "It costs an arm and a leg!" You mean that it is really expensive. If you pull one's leg, it means you make fun of someone.

（4）本教材的配套光盘上有纯文本文件“法律图书.txt”，是某网站出售的部分法律图书。文件里面以每行一本的方式列出了一些图书，每一行依次有书名、作者、开始供货日期、价格等4项，文件的最后一行是一个字符“#”，表示文件结束。请设计一个查询这批图书的程序。

（5）猜数游戏。甲在一张纸上写上一个1000以内的正整数，然后乙去猜甲的这个数。每当乙在黑板上写出一个数时，甲就告诉乙他写的这个数比纸上的数大了还是小了，然后乙再在黑板上写上下一个数，甲再告诉他写得偏大了还是偏小了，不断重复这个过程，直到乙猜中了甲写在纸上的这个数为止。请为乙设计一个猜数的算法，使得乙不超过10次就能够猜中甲写在纸上的数。

（6）方程$x+e^x=2$在（0,1）有一个实数根，试求出此根的近似值。要求精确到小数点后6位。

门捷列夫预言的一种未知的元素X具有如下的性质：原子量72，比重5.5，是金属，不溶于盐酸，氧化物的化学式是XO_2，XO_2的比重是4.7且容易被还原为金属，X的氢氧化物碱性很弱，氯化物的化学式是XCl_4、沸点90 ℃、比重1.9。而在15年后的1886年德国化学家温克勒尔发现了元素锗(Ge)，并通过实验测得的数据是：原子量72.5，比重5.47，是金属，不溶于盐酸，氧化物的化学式是GeO_2，GeO_2的比重是4.70且在氢气中加热即可还原为金属，锗的氢氧化物$Ge(OH)_2$是弱碱性，氯化物的化学式是$GeCl_4$、沸点83 ℃、比重1.887。

4.4 排序算法设计

早在1871年，俄国化学家门捷列夫预言了当时还没有人知道的三种元素的性质和特点，在不到20年的时间内，他预言的这些元素就陆续被找到了，而且这些新元素的性质和特点与门捷列夫的预言非常接近。为什么门捷列夫能够有那么准确的预言？原来，门捷列夫在研究元素的性质时发现，如果把元素按照它的原子量排列的话，似乎是孤立的、杂乱无章的元素呈现出很强的规律性，于是门捷列夫发现了元素周期律，发明了元素周期表，并且根据元素周期表上空缺的位置预言了一些元素的性质。事实证明，这些预言是正确的，元素周期表也是正确的。把元素按照它们的原子量整理顺序，元素就显出了它们内在的规律。

数据整理成有顺序，对于查找来说带来的效率也是巨大的。例如，如果在两万多个数据中进行查找，最坏的情况要找两万多次，就平均而言也得找一万多次。但如果整理好顺序，那么最多15次就可以结束查找（确定出资料中有无此数据，如果有此数据则指出它在什么位置）。把数据整理成为有顺序，常常是一个好主意。

那么，如何给数据排序呢？

把一组数据整理为顺序的算法称为排序算法。排序可以从大到小，也

广东教育出版社

可以从小到大。一般，把从小到大称为顺序，而从大到小称为逆序。在本章的其余部分如果不声明，排序指的都是排成顺序。现在人们已经知道的排序方法有许多种，本节学习选择排序算法和插入排序算法。

4.4.1 选择排序算法

1．选择排序算法的思路

问 题

4-13：下面是8位同学的“体质健康综合评价”分数，请编制程序把它们由小到大排成顺序：86.5，77.5，87，68.9，89.6，77.2，79.7，71.1。

（1）分析问题。

现在需要对8个数由小到大排序。我们可以用第二章学到的方法，首先在8个数中选择最小的(68.9)，把它与第一个位置数据对调。这时的数据排列是：

68.9，77.5，87，86.5，89.6，77.2，79.7，71.1

然后从第二个数据开始选择最小的(71.1)，把它与排放在第二个位置的数据对调，这时的数据变成：

68.9，71.1，87，86.5，89.6，77.2，79.7，77.5

不断重复这个过程，可以实现对数据进行排序的目标。因为排序的过程是不断在剩余的数据中选择最小的，所以我们把这种方法称为选择排序法。

（2）设计算法。

我们可以对更广泛的情况设计算法。现在针对N个数据设计选择排序算法。

选择排序法的思路其实特别简单：首先在全部数据中找出最小的，然后在余下的数据中继续找出最小的，不断重复这个过程，直到只剩下一个数据时为止。N个数据的选择排序法可以用如下示意图表示：

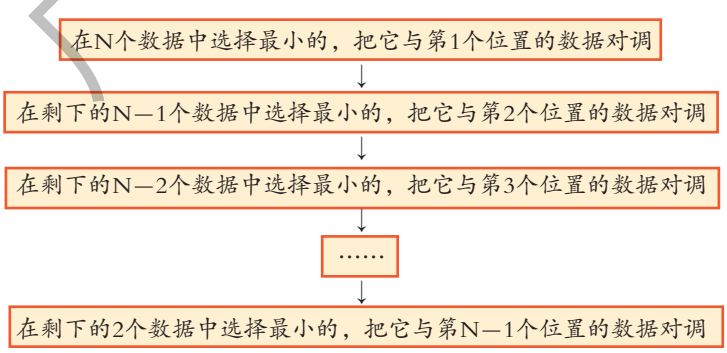


图4-18 选择过程示意图

上面的示意图可以描述为用一个循环结构来完成：

让I从1到N-1循环：

在第I到第N个数据中选择最小的，把它与排在第I个位置的数据对调

在第I到第N个数据中选择最小的方法，我们在第二章里已经学习过，但在这里还需要

广东教育出版社

“把找到的最小数据与第I个位置上的数据交换”，所以在找最小数据的同时还得记录这个最小数据的位置（数组下标）。所以“在第I到N个数据中选择最小的”（并记录位置）的算法如下（假定N个数据都存放在数组D中）：

①假设最小数据MIN=D（I），位置记录M=I；
②令J=I+1；
③如果　D（J）<MIN　那么让MIN=D（J）：M=J；
④当J<N时令J增加1，返回③。

经过多次的反复求精的步骤，现在我们可以把选择排序算法比较完整地描述如下：

①输入N的值并把N个数据读入数组D中；
②令I=1；
③MIN=D（I），M=I；
④令J=I+1；
⑤如果　D（J）<MIN　那么让MIN=D（J）：M=J；
⑥当J<N时令J增加1，返回⑤；
⑦交换I、M单元的值，即
　　K=D（I）：D（I）=MIN：D（M）=K；
⑧当I<N-1时令I增加1，返回③；
⑨把排序后的数组D中的数据输出到窗体；
⑩结束。

（3）编写程序。

我们用InputBox函数来完成数据的输入。按上述流程我们可以写出如下程序：

程序4-13

```
Private Sub Form_Click( )
   Dim D (100) As Single
   N = Val (InputBox("请输入数据的总数量"))
   For i = 1 To N
      D (i) = Val (InputBox("请输入第" & i & "个数据"))
   Next i
   For i = 1 To N - 1
      Min = D (i) : M = i
      For j = i + 1 To N
         If D (j) < Min Then Min = D (j) : M = j
      Next  j
      k = D (i) : D (i) = Min : D (M) = k
   Next i
   For i = 1 To N
      Print D (i) , :  If i Mod 5 = 0 Then Print
   Next i
End Sub
```

广东教育出版社

（4）调试程序。

首先输入数据个数8，然后把8个体质健康综合评价的分数依次输入，可得排序后的输出如图4-19。

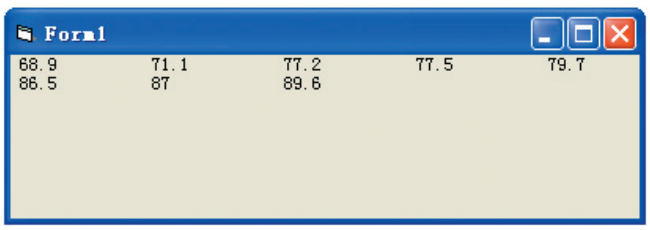


图4-19 程序4-13运行结果图

2. 选择排序编写程序的实践

问 题

4-14：在大型国际运动会的开幕式上，各国运动员出场的顺序一般都是按国家英文名的字母顺序排列的。陈婷同学专门搜集了一些国家的名字存在文件“countries.txt”中，请你把这些国家名读出来，然后排好顺序后输出。

我们假定读出文件内容的程序段落已经由同学们完成了。读出的国家总数记录在变量N中，而国家名则在字符串数组D中。下面我们给出选择排序部分的程序代码。请大家把两部分结合起来，调试出结果来（程序代码中的变量MIN和K都是字符串型）。

程序4-14(片段)

```
Private Sub Form_Click()
  For I=1 To N-1
    Min=D (I) : M=I
    For J=I+1 To N
      If  D (J) < MIN  then  MIN=D (J) : M=J
    Next  J
    K=D (I) : D (I) =MIN : D (M) =K
    Print D (I) ,
    IF I Mod 5=0 then Print    '每行输出了5个数据后换行
  Next I
End Sub
```

4.4.2 插入排序算法

选择排序算法是要等数据全部输入到数组以后才开始进行排序操作的，而数据输入往往是一个很慢的过程，这样，计算机就要浪费大量时间等待。能不能在输入每一个数据时就立即把已经输入的数据进行排序呢？这样，计算机可以利用等待数据输入的时间进行排序工作，当数据输入完毕，排序工作也基本完成了（只剩下最后一个数据未排好而已），

广东教育出版社

计算机的工作效率大大提高。按这种思路，每一个数据进入时，在它前面输入的数据已经按顺序排好，它只需要插入到一个排好顺序的队列之中，所以这种算法被称为插入排序算法。

问 题

4-15：请设计一个应用插入排序算法的程序对若干个整数进行排序。

（1）分析问题。

为了探究插入排序的过程，现做5张卡片依次写上2、4、3、5、1。然后画一排5个格子，开始模拟排序的过程。

第1步：取第1张卡片（这张卡片是2），这时只有一张卡片，把它摆放在轮候的格子第一格。

2				

第2步：取第2张卡片（这张卡片是4），这时在它前面有一张卡片2，把新卡片与前面这张卡片比较，4比2大，应该排在后面，把它排放在轮候的格子第2格。

2	4			

第3步：取第3张卡片（这张卡片是3），把它与排在最后面的这张4比较，3比4小，应当排在4的前面，所以，应当把4往后移动一格移到轮候的格子第3格。这时轮候的格子变为第2格。

2		4		

然后，刚取到手的这张3，不应该立即插入第二格，因为它前面还有一张卡片，还应当与前面这张卡片比较。前面这张卡片是2，3比2大，应当排在后面。所以在轮候的格子第2格摆入这张3。

2	3	4		

第4步：取第4张卡片（这张卡片是5），把它与前面的卡片比较5大于4，应当排在4的后面，所以把第4张卡片排在轮候的格子第4格。

2	3	4	5	

第5步：取第5张卡片（这张卡片是1），把它与前面的5比较，1比5小，应当排在前面，所以把5往后移动1格，移到轮候的格子第5格。现在轮候的格子是第4格。

2	3	4		5

然后再把这张1与前面的一张比较，1小于4，应当在前面，4也要往后移动一格，移到轮候的格子第4格。这时轮候的格子是第3格。

广东教育出版社

然后再把这张1与前面的一张比较，1小于3，应当在前面，3也要往后移动一格移到轮候的格子第3格。这时轮候的格子是第2格。

然后再把这张1与前面的一张比较，1小于2，应当在前面，2也要往后移动一格，移到轮候的格子第2格。现在轮候的格子变为第1格。

这时前面已经没有卡片了，这张1摆在轮候的格子第1格。

至此，插入排序的过程全部完成。

（2）设计算法。

从上述的模拟过程中可以看到算法的关键是：当第1到K-1个数据已经由小到大排列好顺序存放在数组D，第K个数据A被输入，如何找出它的存放位置？

当第K个数据A输入之后，虽然轮候的位置是D（K），但还不能立即把A存放在这里，还得把它前面所有比它大的数据都往后移到一个位置，每移动一个数据，轮候的位置就应该减1。因为已有的数据都是从小到大排列的，那么从后面开始进行比较，找到第一个不比A大的数据，那么这个数据之前的所有数据都不会比A更大。A的准确位置就找到了。所以这个过程可以描述为：

①输入第K个数据A；

②I=K；

③当D（I-1）<A时，执行D（I）=D（I-1）及I=I-1（一个Do While循环）；

④D（I）=K（找到了A应当插入的位置I）。

（3）编写程序。

首先，我们设计控件窗体。为了输入数据，我们设置一个文本框用于输入数据，并加上一个提示标签：“请输入一个数据”。然后有一个命令按钮“插入”。设置另一个文本框用于输出排序后的数据，并设置一个标签“数据输出”，为了显示插入效果，我们把刚刚输入的数据带一个括号输出。用于输出数据的文本框的MultiLine属性值设为true,而属性ScrollBars的值设为1（带水平滚动条）。窗体的形状如下页图4-20所示。

广东教育出版社

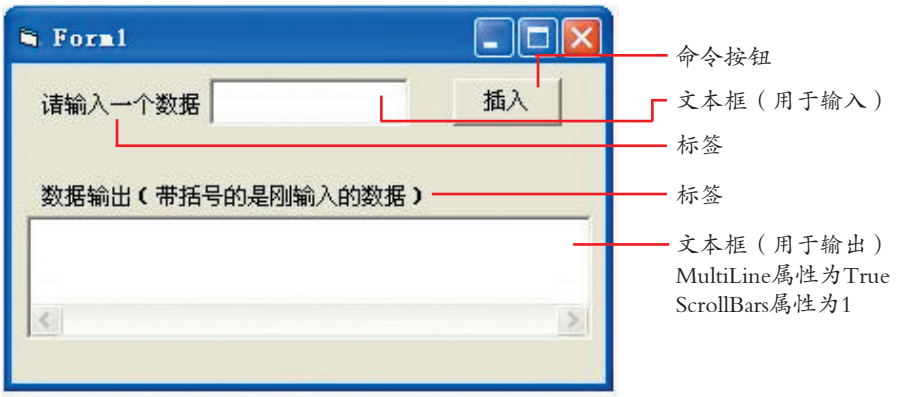


图4-20　插入排序程序窗体图

程序4-15

```
Dim d(10 000) As Long
Dim k As Integer
Private Sub Command1_Click()
  Dim a As Long
  a = Val (Text1.Text)
  k = k + 1
  i = k
  Do While i > 1 And d (i – 1) > a
    d (i) = d (i – 1)
    i = i – 1
  Loop
  d (i) = a
  Text2.Text = ""
  For  j = 1 To i – 1
    Text2.Text = Text2.Text & Str (d (j)) & "  "
  Next  j
    Text2.Text = Text2.Text & " (" & Str (d (i)) & ")  "
  For  j = i + 1 To k
    Text2.Text = Text2.Text & Str (d (j)) & "  "
  Next j
  Text1.Text = ""
  Text1.SetFocus
End Sub
```

（4）调试程序。

我们用下面的这组数据作为试验：65，93，84，66，75，82。

按次序输入每一个数据后，按“插入”按钮一次，全部数据输入之后得到如下页图4-21所示结果。

广东教育出版社

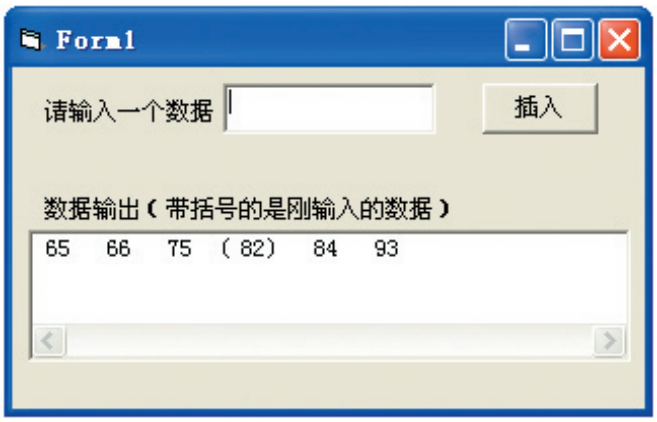


图4-21 程序4-15结果示意图

练 习

（1）问题4-15的程序只能针对数值来进行，请把它改写为对输入的单词通过插入排序后输出的程序。

（2）对于一个数列，任意取出其中的两项，如果前面的数不比后面的数大则称这对数是一个顺序；反之，前面的数比后面的大，则称之为逆序。如果这个数列的全部逆序有K对，则称这个数列的逆序数为K。如果给出一个数列，如何求它的逆序数？

（3）接上题。知道一个由1～N这N个正整数各用一次组成的数列的逆序数是K（0≤K≤N（N-1）/2），请求出这串数列。

（4）数组A和数组B分别记录有一些数据，这两个数组上的数据都已经由小到大按顺序排列好。请把这些数据合并到同一个数组之中，并使得合并后的数据全部按由小到大排列。当然，你可以把这些数据全部复制到一个数组之中再使用一个排序算法来处理一次，但这样的话，原来两个数组已经分别排好的顺序就没有利用上，能否利用原来已经排好顺序的特点使得算法高效一些？

（5）除了这里介绍的选择排序算法，在应用上还大量使用其他的一些排序算法。请搜集资料和研究这些资料，向其他同学讲解别的一两种排序方法。

广东教育出版社

4.5 递归算法与递归程序

你肯定照过镜子。当你站在镜子前面，镜子里面就有一个你的像。但你试过两面镜子一起照吗？如果甲、乙两面镜子相互面对面放着，你往中间一站，嘿，两面镜子里都有你的千百个“化身”！为什么会有这么奇妙的现象呢？原来，甲镜子里有乙镜子的像，乙镜子里也有甲镜子的像，而且这样反反复复，就会产生一连串的“像中像”。这是一种递归现象。

递归算法就是一种直接或者间接地调用自身的算法。在计算机编写程序中，递归算法对解决一些问题是十分有效的，它往往使算法的描述简洁而且易于理解。

4.5.1 从斐波那契的兔子问题看递归算法

1. 斐波那契的兔子问题

问 题

4-16：著名的意大利数学家斐波那契（Fibonacci）在他的著作《算盘书》中提出了一个“兔子问题”：假定小兔子一个月就可以长成大兔子，而大兔子每个月都会生出一对小兔子。如果年初养了一对小兔子，问到年底时将有多少对兔子？（当然得假设兔子没有死亡而且严格按照上述规律长大与繁殖）

（1）分析问题。

我们可以根据题意列出表4-3来解决这个问题：

表4-3 兔子问题分析表

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
小兔	1		1	1	2	3	5	8	13	21	34	55
大兔		1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	89
合计	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	89	144

这个表格虽然解决了斐波那契的兔子问题(年底时兔子的总数是144只)，但仔细观察一下这个表格，你会发现兔子的数目增长得越来越快，如果时间再长，只用列表的方法就会有困难。（例如，你愿意用列表的方法求出5年后兔子的数目吗？）我们需要研究表中的规律，找出一般的方法，去解决这个问题。

交 流

仔细研究表4-3，你有什么发现？每一个月份的大兔数、小兔数与上一个月的数字有什么联系，能肯定这个规律吗？

（2）设计算法。

“兔子问题”很容易列出一条递推式而得到解决。假设第N个月的兔子数目是F（N），我们有

$$F(N)=F(N-1)+F(N-2)\quad(\text{当}N\geqslant 3)$$

$$F(1)=F(2)=1$$

这是因为每个月的大兔子数目一定等于上个月的兔子总数，而每个月的小兔子数目一定等于上个月的大兔子数目（即前一个月的兔子数目）。

广东教育出版社

由上述的递推式我们可以设计出递归程序。递归程序的特点是独立写出一个函数（或子过程），而这个函数只对极简单的几种情况直接给出解答，而在其余情况下通过反复的调用自身而把问题归结到最简单的情况而得到解答。

（3）编写程序。

窗体中开设一个文本框Text1用于填入月数N，设置命令框Command1，点击它即执行程序求出第N个月的兔子数。然后用文本框Text2输出答案。

根据递推式可以写出递归程序如下：

程序4-16

```
Function Fib（ByVal N As Integer）As Long
    If  N < 3 Then Fib = 1 Else Fib = Fib（N – 1）+ Fib（N – 2）
End Function
Private Sub Command1_Click()
    N = Val（Text1.Text）
    Text2.Text = "第" & N & "月的兔子数目是：" & Fib（N）
End Sub
```

程序4-16给出的是递归程序。它可以转化为非递归程序：

```
Private Sub Command_Click()
  n=Val(Text1. Text)
If n<3 Then
    c=1
 Else
    a=1:b=1
    For I=3 To n
      c=a+b : a=b : b=c
    Next  I
End If
    Print c
End Sub
```

（4）调试程序。

运行程序，在文本框Text1中填入月数12，可得如图4-22结果。

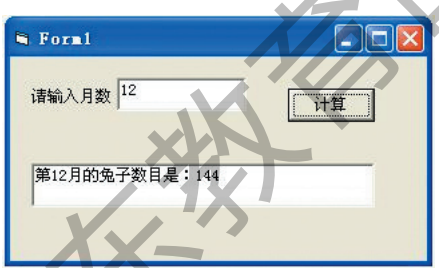


图4-22　程序4-16运行结果示意图

这个算法的效率不高，建议在调试程序时月份数不要大于40。

2．递归算法的特点

递归过程一般通过函数或子过程来实现。这种在函数或子过程的内部，直接或者间接地调用自己，就是递归算法。递归算法的实质是把问题转化为规模缩小了的同类问题的子问题，然后递归调用函数（或过程）来表示问题的解。

用递归算法解决问题有这么一个特点：对于问题的解决，并没有找到如何去解决的具体方法，只对初始的几种最简单的情况求出了答案。但我们把它假设为一个求解的函数（或者过程），然后在函数（或者过程）的说明部分自己调用自己，那么，这种调用会自动地进行下去，一直回归到我们已经解决的最简单的情况，于是整个问题也就获得解决。递归算法所体现的“重复”一般有三个要求：一是每次调用在规模上都有所缩小（通常是减半）；二是相邻两次重复之间有紧密的联系，前一次要为后一次做准备（通常前一次的输出就作为后一次的输入）；三是在问题的规模极小时必须用直接给出答案而不再进行递归调用，因而每次递归调用都是有条件的（以规模未达到直接答案的大小为条件），无条件递归调用将会成为死循环而不能正常结束。

广东教育出版社

4.5.2 应用递归算法解决问题的经典例子

汉诺（Hanoi）塔问题是一个著名的应用递归算法解决的问题。

问 题

4-17：有一块黄铜板上插了3根宝石柱，在其中一根宝石柱自上而下由小到大地叠放着64个大小不等的金盘。把这些金盘从一根宝石柱移到另外一根上时需要遵守下面3条规则：

第一，一次只能移动一个金盘。

第二，每个金盘只能由一根宝石柱移到另外一根宝石柱。

第三，任何时候都不能把大的金盘放在小的金盘上。

如果把64个金盘完全从一根宝石柱移到了另外一根上，即使每秒都能移动一个金盘，那也得要几千亿年！

试设计程序，模拟移动金盘的过程。

（1）分析问题。

要模拟金盘的搬动过程是比较困难的，但如果用递归的思想来进行（压缩规模，把问题解决在最简单的情况），则问题可以解决。

我们把3根宝石柱分别命名为A，B，C。最初有N个金盘放在A，需要把它们全部按规则移动到B。

当N＝1时，直接把金盘从A搬到B就可以了，1 次成功。

当N≥2，那么需要利用C柱来过渡。我们假设已经找到一种把N-1个金盘从一根柱搬到另外一根柱的方法，那么，我们只要把N-1个金盘从A搬到C，然后把最大的金盘从A搬到B，最后把C上的N-1个金盘搬到B就可以了。靠递归的思想，我们轻而易举地完成了整个搬动。

（2）设计算法。

我们定义一个过程Hanoi（N，A，B，C），表示有N个金盘需要从A柱搬到B柱（以C柱为过渡）。那么完成它只需3步：

Hanoi（N-1，A，C，B）它的意思是把A柱上的N-1个金盘搬到C柱；

A→B　　它的意思是把一个（最大的）金盘从A柱搬到B柱；

Hanoi（N-1，C，B，A）它的意思是把C柱上的N-1个金盘搬到B柱。

（3）编写程序。

根据所设计的算法，我们安排窗体如图4-23所示。

如果不用递归，也可以有一个解决方案：

把A，B，C三柱看作是顺时针排列的，C之后又是A，那么搬动过程可以描述为：当搬动次数是奇数时，把最小的金盘移到顺时针方向的下一根柱子上。当搬动的次数是偶数时则保持最小的金盘不动，而在其他两柱之间把较小的金盘从一根柱子移到另外一根柱子上。不断重复这个过程，即可以完成全部金盘的正确移动。

广东教育出版社

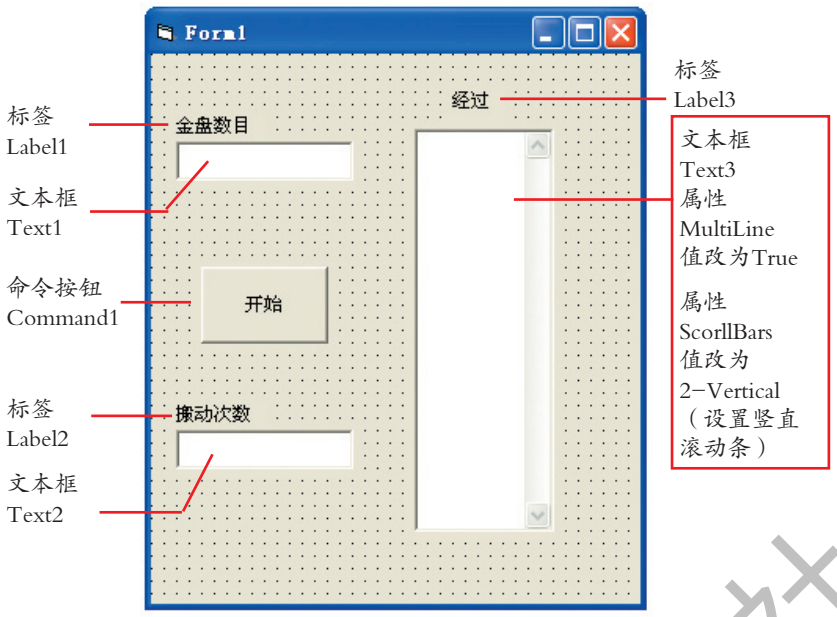


图4-23 Hanoi问题窗体示意图

程序4-17

```
Private Sub Hanoi (n As Integer, ByVal A As String, ByVal B As String, ByVal C As String, t As Long)
    If n = 1 Then
        Text3.Text = Text3. Text + A + "→" + B + vbCrLf
        t = t + 1       '增加变量 t 用来统计移动次数。
    Else
        Call Hanoi (n - 1, A, C, B, t)
        Text3. Text = Text3. Text + A + "→" + B + vbCrLf
        t = t + 1
        Call Hanoi (n - 1, C, B, A, t)
    End If
End Sub
Private Sub Command1_Click()
    Dim t As Long, n As Integer
    t = 0
    n = Val (Text1. Text)
    A = "A"
    B = "B"
    C = "C"
    Call Hanoi (n, A, B, C, t)
    Text2. Text = t
End Sub
```

广东教育出版社

（4）调试程序。

在“金盘数目”的文本框内输入4，按“开始”按钮，可得运行结果如图4-24所示。

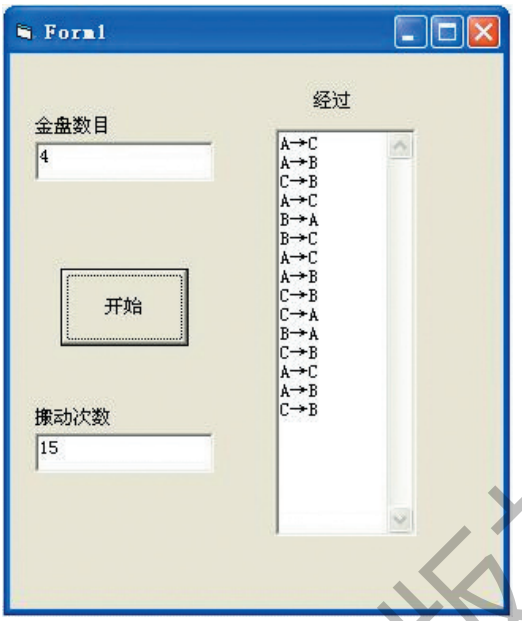


图4-24　程序4-17结果示意图

应用递归算法一般都需要调用子过程，这时需要设计子过程的参数，哪些用于过程的输入，哪些用于过程的输出，不能安排失当。而在子过程中需要包含自我调用（或者几个子过程的相互调用），对于调用的条件必须清楚，调用前的准备工作、调用后的善后工作都要做好。而且必须有解除递归的部分，即在最初始的简单情形，由人力来获得解答，让递归有一个基础。递归算法的最大好处是有时可以把难以解决的困难消解于过程的自我调用之中(只需要针对最简单的情形求解即可)。但是它比较抽象，要多加练习才能得心应手。

练　习

（1）计算A（2，10）和A（3，3）的值。其中A（m，n）是阿克曼（Ackerman）函数，它的自变量均取自然数为值，具体地：

$$A(m,n)=\begin{cases} n+1 & m=0, \\ A(m-1,1) & m>0,\ n=0, \\ A(m-1,A(m,n-1)) & m>0,\ n>0 \end{cases}$$

（2）对一正整数N，用数字1和2组成一条加法算式，使其和为N，共可以列出多少条不同的式子？（“1+2”和“2+1”看作是不同的式子）

（3）某同学在上楼梯时，有时一步一级楼梯，有时一步两级。如果楼梯有N级，他上完这N级楼梯有多少种不同的方法？

（4）在计算机内部是用加法运算来求乘法运算结果的。试设计一个递归算法求出两个正整数M与N相乘的结果。当然，在你的程序代码中不能出现乘法的运算。

广东教育出版社

4.6 综合活动：问题求解

数学家科尔的无声报告

在一个数学学术会议上，数学家科尔(F.N.Cole)作了一个《关于大数的因子分解》的报告。科尔一言不发地走上讲台，在黑板上密密麻麻地写满了算式，他首先计算了$2^{67}-1$，然后计算了193 707 721×761 838 257 287。科尔证明了两者是相等的：

$2^{67}-1=193\ 707\ 721\times 761\ 838\ 257\ 287=147\ 573\ 952\ 589\ 676\ 412\ 927$。

虽然科尔的报告一句话也没说，却获得全场观众的热烈掌声。

科尔之所以受到欢迎，是因为他指出了当时数学界没有发现的一个错误。1644年法国数学家梅桑（M.Mersenne）提出当p=2、3、5、7、13、17、19、31、67、127和257时，2^p-1都是素数(因此人们把形如2^p-1的素数称为梅桑素数)。但科尔的报告却说，$2^{67}-1$不是素数(一个21位的整数147 573 952 589 676 412 927，竟然几百年内都没有人找到它的因子!可见大数的因子分解是何等困难)!

整数分解因子小学生都会做，但如果整数很大(大到有几十位、几百位甚至几千位)，即使由数学家来做也会头疼。但面对大数的因子分解这个难题，人们也不断找到许多行之有效的分解方法，特别在计算机广泛应用的今天，人们创造出许多解决实际问题的算法。

因为大数分解很困难，在现代密码技术中就有把两个很大的素数相乘的积来作密钥的方法。但是，如果两个乘数都是几十位几百位的，把它们乘起来也不容易啊!

我们已经学习了一些算法，但是，要灵活运用它们来解决一些实际问题还要靠我们做出努力。在这一节里，我们将通过求解问题的综合活动，学习如何运用知识来解决比较困难的问题。

4.6.1 活动目的

（1）了解现实问题的多样性。由于现实世界的复杂性，我们面临的问题就呈现出多样性。因此，有些问题很简单，有些问题却很复杂；有些问题有现成的解决方案，有些问题却难以入手。有专家认为，对于能够借助计算机技术来解决的问题，可以按照其结构化程度划分成三个类型：结构化问题，是能够通过形式化（或称公式化）方法描述和求解的一类问题；非结构化问题，难以用确定的形式来描述，主要根据经验来求解；半结构化问题，介于上述两者之间。

（2）了解求解结构化问题的过程，通过讨论、模仿等途径进一步学习编写程序，初步掌握用计算机求解问题的方法。

广东教育出版社

4.6.2 活动任务

（1）调查结构化、半结构化和非结构化问题的实例。
（2）归纳解决一类问题的一般规律。
（3）具体解决一两个问题。

4.6.3 活动过程

（1）以学习小组为单位，开展调查活动。

调查途径：有关的书籍、杂志，网络上的相关网站（例如有关信息学奥林匹克竞赛的网站，介绍有关编写程序语言的网站，大学的数学系或计算机系的网页，等等），向有关专家或懂行的人请教，研读本节的示例……

（2）对收集来的问题进行分类，选定一两个问题开展讨论并进行求解。
（3）归纳解决这类问题的一般规律，并写出总结报告。

4.6.4 活动结果

每个小组向全班同学介绍本组的作品、内容和活动过程，并展示出来。

4.6.5 活动评价

参考高质量程序条件，小组自评、小组他评和老师评，根据自己的程序的评价，针对存在的问题对程序进行相应的修改和完善。可选出优秀程序，进行展示、观摩和交流。

在本章我们学习了一些算法，对编写程序有了初步的了解。然而，由于我们所处的信息社会在高速前进，信息技术日新月异，我们只有不断学习，才能立于不败之地。

而且，一个问题的解决往往有多种算法可以提供选择。如何选择一个恰当的算法求解问题，经验是重要的，但创造性更重要。算法的灵魂在于创造。因此，要提高我们应用计算机的水平，提升我们的编写程序能力，需要不断地学习，不断地总结，不断地培养自己的创新能力。

4.6.6 问题求解示例

下面是一个结构化问题的示例。

问 题

4-18：X和Y是两个很大的正整数（最多可达一千位），如何求出它们相乘的积？

广东教育出版社

1．问题分析

受计算机资源的限制，任何高级语言对数值的有效数字都加以限制，例如VB中，整数类型中的Long型量最多只能有10位，而浮点类型的Double型最多只有16位的精度，因此不能用它们作太大的乘法。那么，我们首先需要寻找一种工具能够接受这种可达一千位的数据。高级语言中能够方便地处理较长位数的资源通常考虑用数组和字符串。所以，我们可以利用这些资源以及系统提供的乘法来解决问题。

2．算法设计

算法设计常常采用“由顶向下，逐步求精”的方法，这是一种从大处着眼、从小处着手的设计方法。

（1）确定采用何种算法。

本问题的特点是乘数很大，即乘法的规模很大，可以考虑把大规模问题缩小的递归方法。

设X和Y是两个N位的正整数，若有一个不足N位就在它前面补0直到N位。为缩小相乘的规模，把X、Y分成只有N/2（若非整数用过剩近似值化为整数）位的两段：$X=A\times10^{N/2}+B$，$Y=C\times10^{N/2}+D$，式中A，B，C，D都是长度不超过N/2位的整数。于是有：$X\times Y=(A\times10^{N/2}+B)(C\times10^{N/2}+D)=AC\times10^{N}+(BC+AD)\times10^{N/2}+BD$。如此一来，一个N位的乘法就转化为4个N/2位的乘法和三个加法。不断重复这个过程，直到A，B，C，D都是一位数。只要我们能够针对1位数乘以1位数写出解答，整个问题也就解决了。

（2）设计输入输出界面。

设计窗体如下：三个标签分别提示“第一乘数”、“第二乘数”和“乘法结果”。一个“相乘”命令按钮，如图4-25所示。3个文本框分别用于输入乘法的两个因数和结果，考虑到参加运算的数允许很大（最大可达一千位），所以文本框要拉宽一些并且加上水平滚动条（即文本框的MultiLine的属性值改为True，ScrollBars属性值改为1）。

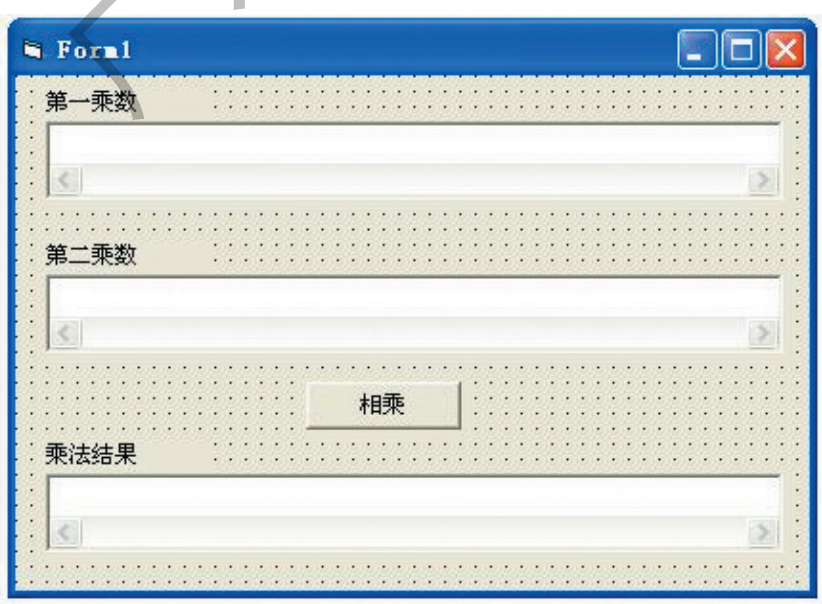


图 4-25　两个大数相乘的窗体图

广东教育出版社

（3）设计算法细节。

①数据输入。

当字符串变量d1，d2分别从文本框Text1和Text2取到了作为两个乘数的字符串之后，要把字符串的每位都分离出来，放在数值型数组X和Y的各个分量中：第一个分量存放个位、第二个分量存放十位……直到字符串的最左端。

X和Y应有1000个分量，而记录乘积的Z则要2000个分量。数组用单字节的Byte型即可。

于是把d1的各位转换为数值放入数组X的程序段为：

```
For i = 1 To Len (d1) : x (i) = Val (Left (Right (d1, i) , 1)) : Next I
```

②数据处理（即乘的过程）。

因为需要递归地进行这个乘法，所以需要单独写出一个做乘法的子过程（cheng）：

```
Sub Cheng (a( ) As Byte, b( ) As Byte, c( ) As Byte, n As Integer)
```

Cheng过程我们设置了4个参数。a和b是作为参加乘的过程的两个因数，这两个因数是用Byte型数组来记录的（在说明子过程的参数时，如果参数是数组，必须写成数组名后带一个空括号的形式，并在其后用“As”词组说明数组分量的类型）。类似地，记录乘积的数组是c，而简单变量n（Integer型）是用来指出a和b的位数的。

至于这个乘法过程Cheng如何写，我们专门在（4）中讨论，现在当它已经写好了，这样接下来的事情就是如何在恰当的时候调用这个子过程去完成任务。这个调用应当在两个乘数输入完毕，点击“相乘”的命令按钮（Command1）之后完成的，所以主过程是一段单击命令按钮的事件“Private Sub Command1_Click()”。在单击命令按钮之后需要完成的事情是：

a. 定义字符串d1和d2；

b. 从文本框1和文本框2读入d1和d2；

c. 把字符串d1和d2逐位转换为数字存入数组x和y中；

d. 找到d1和d2的长度n（取两者中较大的）；

e. 调用“乘”的子过程：Call Cheng（x，y，z，n）；

f. 在数组Z中得到乘法的结果；

g. 输出结果。

③输出结果。乘法的结果存放在数组Z中，而Z数组有2000个分量，通常的情况下前面都是一些没有用的“0”，这些0不应该输出。所以在输出Z之前，应当找到Z的第一个（从高位算起）非0的分量。用一个Do While循环可以办到这一点。

```
i = 2000
Do While z（i）= 0 And i > 1
   i = i – 1
Loop
```

经过这段循环之后，从Z数组的第i位之后输出到文本框3即完成任务。

广东教育出版社

```
Text3.Text = d1 & "x" & d2 & "= "
For j = i To 1 Step -1
    Text3.Text = Text3.Text & LTrim(Str(z(j)))
Next j
```

（4）完成做乘法的子过程Cheng。

写这个过程的总体思想是我们只解决最简单的1位乘以1位的情况，然后通过不断的缩小规模的递归调用而达到目的。那么，这个递归过程可以归结为下面的三点：

①把n位的乘数a，b分割为n/2位的乘数a1，b1和a2，b2（即$a=a1\times 10^{N/2}+b1, b=a2\times 10^{N/2}+b2$）。

```
For i = 1 To n1
   b1 (i) = a (i) : b2 (i) = b (i)
   a1 (i) = a (n1 + i) : a2 (i) = b (n1 + i)
Next i
```

②递归调用。注意到a1×a2、b1×b2、a1×b2以及a2×b1四个乘法的结果放入乘积数组C的位置是不相同的：a1×a2处于数组C的前N位，b1×b2处于数组C的后N位，a1×b2和a2×b1都处于数组C的N/2位前的N个分量中。所以我们首先进行a1×a2和b1×b2：

```
Call Cheng (a1, a2, c2, n1) : Call Cheng (b1, b2, c1, n1)
```

然后把两个结果c1和c2合并到C中。注意c1占后N位而c2占前N位（这时并不需要进行加法！）。

```
For i = 1 To n2
  c (i) = c1 (i) : c (i + n2) = c2 (i)
Next i
```

在进行a1×b2及a2×b1时我们重复利用数组c1和c2（因为它们的值已经复制到C中了）。

```
Call Cheng (a1, b2, c1, n1) : Call Cheng (b1, a2, c2, n1)
```

但在把c1，c2合并到数组c的时候，要注意两点：一是c1(i)和c2(i)都对应c的第i+N/2个分量。二是作为结果的c数组在相应的位置上已经存有数值，要一起加进去。加的办法是：从低位到高位逐位进行，首先把c在该位置上原有的值、c1和c2对应位置上的值以及上一位的进位（设为t）相加，然后加得的结果的个位作为结果存放到c数组的对应分量，而十位则作为进位影响下一位的运算。

```
t = 0
For i = 1 To n2
    d = c1 (i) + c2 (i) + c (i + n1) + t
    c (i + n1) = d Mod 10
    t = d\10
Next i
```

值得注意的是，在循环中最后一次加法若有进位是没有处理的，还应当处理最后的进位值t。

广东教育出版社

③当乘数都是1位数时的解决方案。

两个乘数都是1位数，那就是说只需要做n位的乘数a (1) × b (1)，把乘出来的结果的个位存入c (1)，十位存入c (2)即可。

3．编写程序

至此可以写出完整的程序代码。

程序4-18

```
Dim x (1000) As Byte, y (1000) As Byte, z (2000) As Byte
 Dim d1 As String, d2 As String
Sub Cheng (a() As Byte, b() As Byte, c() As Byte, n As Integer)
    For i = 1 To 2000 : c (i) = 0 : Next i
    If n > 1 Then
        Dim n1 As Integer, n2 As Integer
        n1 =  (n + 1) \2 : n2 = n1 + n1
        Dim a1 (1000) As Byte, b1 (1000) As Byte, c1 (2000) As Byte
        Dim a2 (1000) As Byte, b2 (1000) As Byte, c2 (2000) As Byte
        For i = 1 To n1
           b1 (i) = a (i) : b2 (i) = b (i)
           a1 (i) = a (n1 + i) : a2 (i) = b (n1 + i)
        Next i
        t = 0 :
        Call Cheng (a1, a2, c2, n1) : Call Cheng (b1, b2, c1, n1)
        For i = 1 To n2
           c (i) = c1 (i) : c (i + n2) = c2 (i)
        Next i
        Call Cheng (a1, b2, c1, n1) : Call Cheng (b1, a2, c2, n1)
        t = 0
        For i = 1 To n2
           d = c1 (i) + c2 (i) + c (i + n1) + t
           c (i + n1) = d Mod 10
           t = d\10
        Next i
        If t > 0 Then c (n1 + n2 + 1) = c (n1 + n2 + 1) + t
    Else
        d = a (1) * b (1)
        c (1) = d Mod 10
        c (2) = d\10
 End If
```

广东教育出版社

```
End Sub
Private Sub Command1_Click()
Dim d1 As String, d2 As String
Dim n As Integer
   d1 = Text1.Text
   d2 = Text2.Text
   Text1.Text = ""
   Text2.Text = ""
   For i = 1 To Len (d1) : x (i) = Val (Left (Right (d1, i), 1)) : Next i
   For i = 1 To Len (d2) : y (i) = Val (Left (Right (d2, i), 1)) : Next i
   n = Len (d1) : If n < Len (d2) Then n = Len (d2)
   Call Cheng (x, y, z, n)
   i = 2000
   Do While z (i) = 0 And i > 1
      i = i – 1
   Loop
      Text3.Text = d1 & "x" & d2 & "= "
   For j = i To 1 Step –1
       Text3.Text = Text3.Text & LTrim (Str(z(j)))
   Next j
End Sub
```

广东教育出版社

4．调试程序

我们知道9个1乘以9个1的结果是12 345 678 987 654 321，用来调试，程序的结果是正确的（图4–26）。

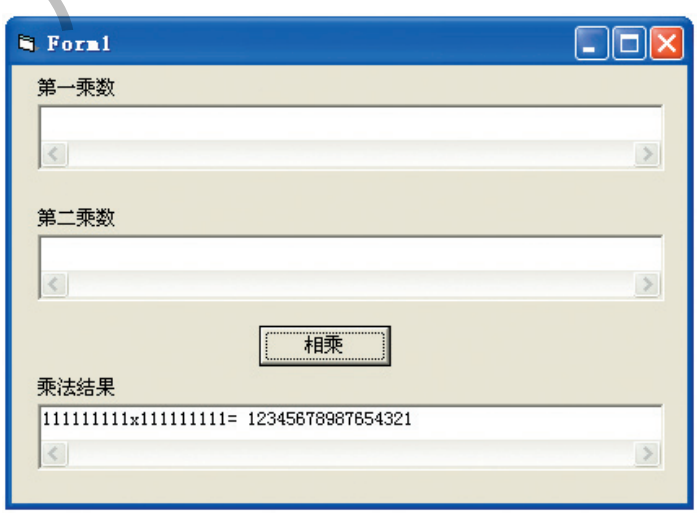


图4–26　两个大数相乘的调试结果示意图

必须注意，程序调试不能只用一两个数据检验就万事大吉。即便我们费了很大的努力写出了程序，但是一个小小的疏忽就会造成隐患！对程序4-18作深入一些的试验就可以知道这个程序是有缺陷的。比方，当两个20位的数相乘之后，再来两个十位以下的数相乘，结果就可能不正确！此外，程序还有一个隐患，有可能第一次计算时便不正确！例如计算333 312 × 330 213应当得到110 063 955 456，可是程序输出的却是“333 312 × 330 213=1 010 063 955 456”。所以我们应当在反复的调试中逐步完善我们的程序。

交 流

如何找出程序4-18的错误，把它改正？

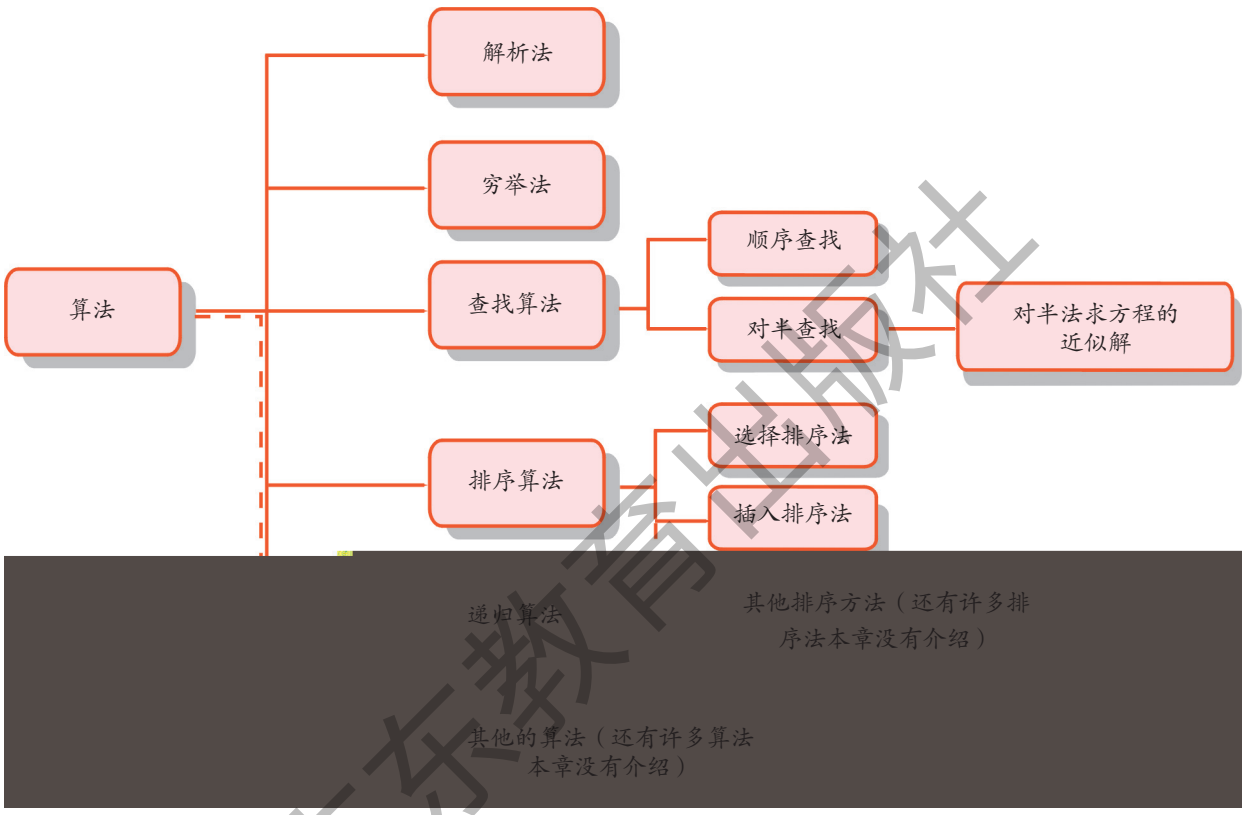
练 习

（1）有32支球队进行单循环比赛，每天进行一场，共要31天赛完。请列出每一天的对阵表（所有球队每一天都要出场，每一球队必须与其他31支球队对阵，而且只能对阵一次）。

（2）对于问题4-18(两个大数相乘)，除了用不断缩小规模的递归方式来解决之外，我们还可以考虑用模拟笔算竖式乘法的过程来完成它。请设计具体算法。

广东教育出版社

本章扼要回顾



广东教育出版社

5.1　面向对象程序设计的基本思想

在第二章里，我们通过引入函数与过程，设计程序2-10来解决求五边形面积的问题。张军是个有心人，他把求解问题和程序仔细琢磨了一番，发现如果问题要求的是六边形、七边形之类的多边形面积，那么，整个程序代码岂不是还要重新编写？小小问题，居然这般麻烦，如果遇到较大的问题，参与开发程序的人员较多，程序的设计、调试和维护岂不是更困难？

……

面向对象程序设计（Object Oriented Programming，简称OOP），是基于一种很自然和朴素的思想。计算机软件开发的过程就是人们使用各种计算机语言将现实世界映射到计算机世界的过程。计算机系统通常是在一定对象上执行一定行为的操作，要获得灵便和可重用的系统，最好的办法就是将软件结构建立在对象上，而不是行为之上，使计算机求解问题更加类似于人类的逻辑思维活动，让程序设计按照我们平时认识客观世界的方式进行。这是最自然和最容易被人们所理解和接受的一种计算机求解问题的方式。

5.1.1　面向对象思想的产生

我们已经在第三章中接触过对象，而且也一直在使用对象编程。那么面向对象思想是如何产生的呢？

社会的进步与计算机科学技术的发展是密切相关的。一方面，计算机科学技术的发展和计算机在社会生活中的广泛应用，极大地推动了社会的进步和生产力水平的提高；另一方面社会的不断进步和发展又对计算机科学技术提出了更新、更高的要求，计算机科学技术也必须自我完善和提高。20世纪80年代以来，计算机越来越深入到人们的生活，成为人们生活、工作和学习的一种重要工具。计算机之所以能够日益受到人们的接受与使用，实际上，很大程度上取决于计算机的图形用户界面越来越友好，使用越来越简单和方便。用户对计算机科学技术的要求，软件复杂性的提高，使软件开发时程序出错率增加、正确性得不到保证和安全性差等问题越来越明显，软件的维护（如软件的维护和升级等）越来越困难，软件“造价”越来越高，软件开发人员负担越来越重，从而导致了60年代“软件危机”的出现，而传统的程序设计方法已无法满足这一要求或解决“危机”存在的问题。由于传统的程序设计方法存在着数据抽象能力差、信息不能隐藏、代码可重用性差、软件不易于维护等缺点，如何超越软件的复杂性障碍，如何在计算机系统中自然地表示客观世界，即对象模型等难题，这就促使人们去寻找一种更能反映人们解决问题的自然方

所谓“软件危机”就是指在计算机软件的开发和软件维护过程中所遇到的一系列严重问题。

广东教育出版社

法。在这种情况下，面向对象技术应运而生了。

面向对象技术追求的是将现实世界中的事物尽可能地直接映射到软件系统求解空间中去，实现对现实世界的直接模拟。这样可以使用户用最小的精力，最大程度地利用软件系统解决实际问题。

客观世界是由物质与意识构成的。现实生活中，“一个学生张三”表达的是具体的事物，而“学生”是一种意识。物质表达的是具体的事物，意识则是对客观存在的事物的一种抽象概括。在面向对象系统的求解空间中，有对象和类，若把现实世界中的事物直接映射到面向对象的软件系统求解空间，那么物质对应于对象，而意识对应于类（Class）。

客观世界中，学生是人们对所有具体的学生的抽象概括，在面向对象系统中可用学生类来表达，而学生张三是学生中的一个具体的实例。在面向对象系统中可表示为一个对象，这个对象就是学生类中的一个实例，如图5-1所示。

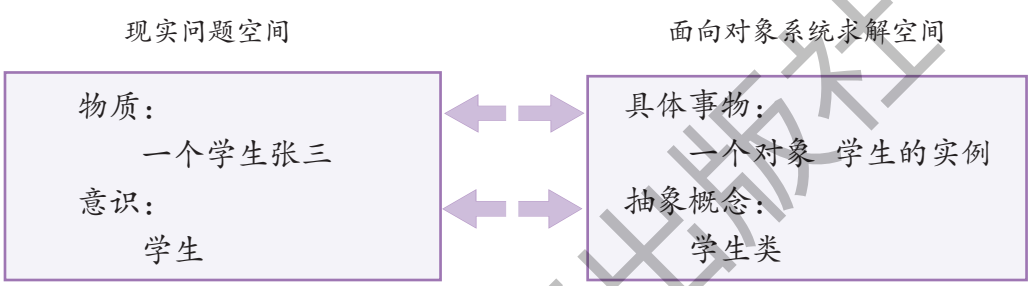


图5-1 现实世界与面向对象系统之间的对应关系

一般地，在面向对象编程中，程序被看作是协作的对象的集合，每个对象都是某个类的实例，所有的类构成一个通过继承关系相联系的层次结构。面向对象的语言常常具有以下特征：对象生成功能、消息传递机制、类和遗传机制。这些概念只有在面向对象语言中才能共同出现，并以一种独特的合作方式互相协作和互相补充。

在面向对象编程中，程序员先根据现实世界的问题，建立面向对象的模型（如类、对象、方法等），运用面向对象语言编写程序，然后执行。

现实世界→面向对象建模（类、对象、方法）→面向对象语言→执行求解。

由此可见，面向对象更接近于计算机世界的物理实现；面向对象思想则符合人们的认识习惯；面向对象作为一种思想和编程语言，为程序从分析、设计到编码整个过程提供了一个完整的解决方案。

消息是面向对象系统中实现对象间的通信和请求任务的操作。当一个对象向另外一个对象发出服务请求，而收到请求的对象响应这个请求并完成指定服务，这种向对象发出服务请求就称为消息。

类图是一种显示应用程序的类及类间关系的可视表示。

5.1.2 面向对象程序设计

上面我们曾提及的程序2-10反映了结构化程序设计的基本思想：自顶而下，逐步求精。但是，结构化程序设计方法是一种面向过程（Procedural-Oriented）的设计方法，它把程序定义为“数据结构+算法”，也即把数据和过程分开，即程序员看到的是函数或过程

广东教育出版社

的集合以及单独的一批数据。当描述事物的结构发生变化时，处理这些数据结构的函数必须重新设计和调试。因此，程序的维护和扩展几乎难以进行。类似程序2-10的情况在传统的结构化程序设计中还有很多。现在，我们再通过以下实例考察这种情况。

任 务

5-1：假设在学校的学生学籍管理系统设计中，需要设计这样一个程序：从键盘输入某一学生姓名、修读《信息技术基础》和《算法与程序设计》两门信息技术课的成绩，求学生的平均成绩，并输出学生的姓名、两门课的成绩和平均成绩。具体要求如下：

（1）用自定义数据类型，数据成员包括姓名和两门信息技术课成绩。

（2）用自定义函数求平均成绩和显示结果。

（3）在主程序中输入学生成绩，并调用自定义函数求平均成绩和显示结果。

某同学根据问题要求，经历了问题分析、算法设计、程序编码和调试过程后，写出程序5-1。请阅读该程序，并回答问题。

程序5-1

```
'以下程序在模块Module中编写
'声明自定义数据类型
Type Student
    Name As String              '姓名
    ITBase As Single            '信息技术基础
    AGProgram As Single         '算法与程序设计
    Aver As Single              '平均成绩
End Type
Dim ret                         '临时变量，存放函数返回值
'主程序
Sub Main()
    Dim stu As Student          '声明自定义类型变量stu
    '输入姓名和成绩
    stu.Name = InputBox ("请输入姓名：")
    stu.ITBase = Val(InputBox ("请输入信息技术基础成绩："))
    stu.AGProgram = Val (InputBox ("请输入算法与程序设计成绩："))
    ret = Average(stu)          '求平均成绩
    ret = Show(stu)             '显示成绩
End Sub
'显示结果
Public Function Show (st As Student)
    MsgBox "姓名：" & st.Name & " 信息技术基础：" & st.ITBase _
     & " 算法与程序设计：" & st.AGProgram & " 平均成绩：" & st.Aver
End Function
'求平均成绩
Public Function Average (st As Student)
    st.Aver = (st.ITBase + st.AGProgram) / 2
End Function
```

自定义数据类型的语法格式：

Type 用户自定义类型名
　成员名1 As 数据类型
　成员名2 As 数据类型
　……
　成员名n As 数据类型
End Type

程序5-1中的Sub main的代码可通过选择“工程”→“添加模块”选项，添加模块Module，打开代码编辑窗口来编写。为使运行时main()成为启动对象，可通过选择“工程”→“工程1属性”→“通用”选项卡，打开“启动对象”下拉列表，指“Sub main”为启动对象。

广东教育出版社

实 践

（1）程序5-1包含了哪些函数？写出函数名及其参数名。

（2）写出自定义变量名及其用途。

程序5-1描述了学生成绩数据的自定义变量stu与处理stu的函数是分开的，若要修改，则上述主程序与函数均要重新设计。而对数据结构或函数的任何不适当的修改都可能导致整个程序不能正确执行。试想，如果在编写大型程序，需多人参与时，那么程序的设计、调试与维护岂不是十分困难？

其次，在主程序Main()中可以任意访问各自定义成员变量，因此大大增加了出错的可能性。例如，在主程序中对各门课程的成绩进行修改，将导致整个程序的变量值改变，这时，系统将不会给出任何出错信息，运行时也不会产生任何的错误，而答案并非是我们所希望的。因此，数据的安全性很差。

再者，随着程序规模的扩大，程序的一个数据结构通常由许多过程或函数来处理，修改数据结构将影响到所有相关的过程或函数，且容易出错。

为了克服传统的结构程序设计的缺点，当前一般采用面向对象编程模式。在这种编程模式中，函数和它需要存取的数据封装在称为对象的包（“类”）中。对象之间的数据访问是间接的，是通过接口进行的。这样，就可以解决上述问题。

下面通过引入类来实现程序5-1，说明面向对象编程的优点。

任 务

5-2：将程序5-1中对学生成绩处理的数据和函数用Student类来定义。

程序5-2

```
'引入“类”将学生的数据和处理数据的函数封装
'Student.cls
'定义数据类型
Private Name As String
Private ITBase As Single
Private AGProgram As Single
Private Aver As Single
'定义写入成绩函数PutInto()
Public Function PutInto (stuName As String, stuITBase As Single, _
stuAGProgram As Single)
    Name = stuName
    ITBase = stuITBase
    AGProgram = stuAGProgram
```

广东教育出版社

```
End Function
'定义读取成绩函数GetOut()
Public Function GetOut (stuName As String, stuITBase As Single, _
stuAGProgram As Single, stuAver As Single)
    stuName = Name
    stuITBase = ITBase
    stuAGProgram = AGProgram
    stuAver = Aver
End Function
'定义显示结果函数
Public Function Show()
      MsgBox " 姓名：" & Name & " 信息技术基础：" & ITBase & _
" 算法与程序设计：" & AGProgram & " 平均分：" & Aver
End Function
'定义求平均成绩函数
Public Function Average()
   Aver =  (ITBase + AGProgram) / 2
End Function
```

在程序5–2中，我们定义了一个Student类。将学生的姓名和成绩的数据Name，ITBase，AGProgram和Aver定义为私有数据成员，使得这些数据成员只能在类中使用，不能在类外使用。用关键字Public将PutInto()，GetOut()，Show()和Average()对学生的数据处理函数定义为公有函数，在类外可以通过这四个函数访问类内部数据。这种通过公共接口函数访问，保证了数据的安全性。

由于将学生数据与处理数据的函数定义为一个类，因此对类内学生数据结构的修改，只会影响类中的函数，而不会影响其他的函数。所以类可使程序模块具有良好的独立性与可维护性。

下面是一个测试Student类的程序。

程序5–3

```
Sub main( )
 '定义学生类对象Zhang3
 Dim Zhang3 As New Student
 '定义学生类对象Li4
 Dim Li4 As New Student
 '定义必要的临时变量存放学生姓名、两门课的成绩和平均成绩
 Dim stName As String
 Dim stITBase As Single
 Dim stAGProgram As Single
 Dim stAver As Single
 '输入姓名和两门课的成绩
 stName = InputBox ("请输入姓名：")
 stITBase = Val(InputBox ("请输入信息技术基础成绩："))
```

广东教育出版社

```
    stAGProgram = Val (InputBox ("请输入算法与程序设计成绩："))
    '调用对象Zhang3的方法，将姓名与成绩存到私有数据成员中
    Zhang3.PutInto stName, stITBase, stAGProgram
    '访问对象Zhang3的方法Average，求平均成绩
    Zhang3.Average
    '访问对象Zhang3的方法GetOut，读取学生的姓名和成绩等数据
    Zhang3.GetOut stName, stITBase, stAGProgram, stAver
    '用Set语句将对象Zhang3的数据赋给对象Li4
    Set Li4 = Zhang3
    '显示Li4的数据
    Li4.Show
End Sub
```

从这个程序可以大致了解到，在面向对象程序设计中，一个具体的行为是通过调用类中的接口函数，如公共函数PutInto()，GetOut()，Average()和Show()实现的，如图5-2所示。实际上，面向对象程序设计中的数据封装技术和信息隐藏技术，使得我们在程序中不能随意修改类中的私有数据，比方说在主程序中出现语句Average= (ITBase+AGProgram)/2将是非法的，这个错误在VB的程序编辑阶段就能被检查出来。另一方面，外界可以使用类中公共函数进行相应的操作，而不必也不用去关心该操作的具体实现是怎样的，这就解决了我们提到的传统的结构化程序设计的不足。

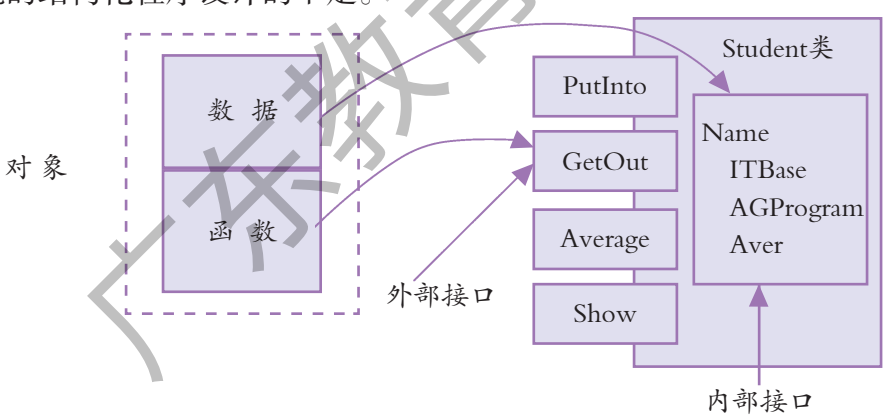


图5-2 函数和数据封装在类中

面向对象程序设计的优点主要表现在可以用于解决软件复杂性控制和提高软件生产力。通过编制高质量和可重用的代码有效地降低软件复杂度并提高软件的开发效率。面向对象的封装性、继承性和多态性，可以使软件开发过程更为简单、清晰，程序的复杂性不断降低，正确性不断加强，并且易于理解、修改和扩充。

多态性是指当不同的对象接收到相同的消息时产生不同的动作。在现实世界中，如果假定教师的工作是教书，学生的工作就是读书。那么上课铃一响，产生的是不同行为——一个教书，另一个读书。

交 流

初步总结VB面向对象程序设计的优点，并在小组内进行交流。

广东教育出版社

5.2　面向对象程序设计的基本概念

面向对象的基本概念包括对象（object）、类、消息和继承，下面学习对象和类。

5.2.1　对象

对象是面向对象程序设计理论的基本概念之一，我们在这里再次研究对象是为了更进一步地正确认识和定义对象，为今后利用面向对象程序设计语言编程打下基础。

对象有客观世界中的对象和计算机世界中的对象。

在客观世界中，“对象”原意是指“物体”的意思，它是现实世界事物的抽象表示。在现实生活中，我们随时随地都可以接触到各种各样的对象：一个人、一只动物、一台计算机、一部手机，甚至是一场比赛、一次演唱会和一次化学实验都可以看成是对象。对象之中，还可包含其他对象，如一辆汽车包含了发动机、车轮、方向盘、离合器和刹车装置等多个零部件，这些零部件也都是对象。

对象尽管如此复杂，但它们一般都具有某些相似性，称为对象的特征。归纳起来，有以下几点：

（1）都具有一个标识自己以区别其他对象的名字。

（2）都具有自身的属性及其属性值。例如，计算机的CPU主频率、内存大小、硬盘容量等显示计算机的数据特征。

（3）都具有自身的行为（操作）。行为用来描述该对象的功能、操作和可完成的任务。对象执行的操作是行为的表现形式。例如，计算机具有运行程序、处理数据、存储数据、控制打印等行为。

比如，一个人是一个对象，他（她）有自己的名字与其他人相区别；他（她）有身高、体重、学历等一系列特征；他（她）还有一系列技能，如懂维修电器、会程序设计，他（她）通过这些技能与社会和其他人进行交往。

再说得具体一些，有一个人名叫张三，身高1.75 m，体重75 kg，专科毕业，懂维修电器，会程序设计。我们可以这样来描述这个对象的特征：

对象名：张三
对象的属性：
　　学历：专科
　　身高：1.75 m
　　体重：75 kg
对象的行为：

广东教育出版社

回答身高
回答体重
维修电器
程序设计

由此可见，对象是有着特殊数据（属性）与操作（行为）的实体，如图5-3（a）所示。

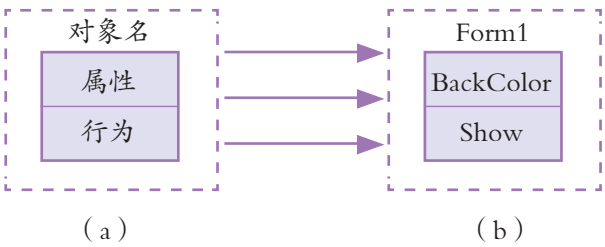


图5-3　程序中的对象

面向对象程序设计借用了对象的这些特点。程序中的对象是模型化了的客观世界中的对象，它是代码和数据的封装体，用数据表示属性，用代码表示行为。在这里，一个程序对象的属性用变量来表示；而对象的行为用对象中的代码段来实现，称为对象的方法。

例如，我们在前面已经学习过的窗体、文本框和命令按钮等都是对象。每个对象都有自己的一些属性和方法。如，窗体Form1有Name、BackColor等属性，还有Print、Show和Move等方法。

因此，程序中的对象是把属性和行为（方法）封装成一个整体，是程序运行时的基本实体，是含有数据以及对其操作的程序模块，如图5-3（b）所示。

实 践

结合你的生活和学习的实际，试举例说明现实生活中的对象和程序设计中的对象，并说明各自的特征。

5.2.2　类

类也是我们在现实生活中常用的词语，诸如人类、鸟类和花类等都表达了一个类的概念。在客观世界中对象是大量存在的。为了便于理解和管理，我们通常采用归类法从一个个具体对象中抽取共同特征，以形成一般概念。

什么是“类”呢？“类”就是一组具有相同属性和行为的客观对象的抽象。它将这一组对象的公共特征集中，说明该组对象的能力和性质或共同特征。例如，“人类”这个词语就涵盖了所有人的共同之处，是人的所有共同之处的抽象概括。

类是对象的模型，根据同一个模型可以建立相同的对象。对象是类的具体化，是类的实例。例如李四是一个学生，学生是一个类，而李四是学生类的一个具体的对象，即实例。一个类的不同实例，必定具有：

（1）不同的对象标识（或对象名）。

广东教育出版社

（2）相同的操作（或行为）的集合。

（3）相同的属性定义，但可以有不同的属性值。

在面向对象程序设计语言中，类是一个非常重要的概念。它同样也是一组对象的抽象，规定该组对象的共同特征。只是这组对象不是现实世界中的具体事物，而是我们在程序中使用的一种程序单元。

类形成了一个具有特定功能的模块和一种代码共享的手段。它为程序员提供了一种可以方便建立所需要的任何类型和方便使用这些类型的工具。

类至少包含了以下两个方面的描述：

（1）本类所有实例的属性定义或结构的定义。

（2）本类所有实例的操作（或行为）的定义。

例如，张三、李四和王五三个对象均具有属性：姓名（Name）、性别（Sex）、身高（Height）和操作：学习（Study）、玩（Play）和睡眠（Sleep）等。这时，可以引入Student类来描述这些对象，如图5-4所示。Student类定义了上述三个对象的结构共性和行为共性，即属于该类的所有实例的属性定义和操作定义。张三、李四和王五即为Student的实例。

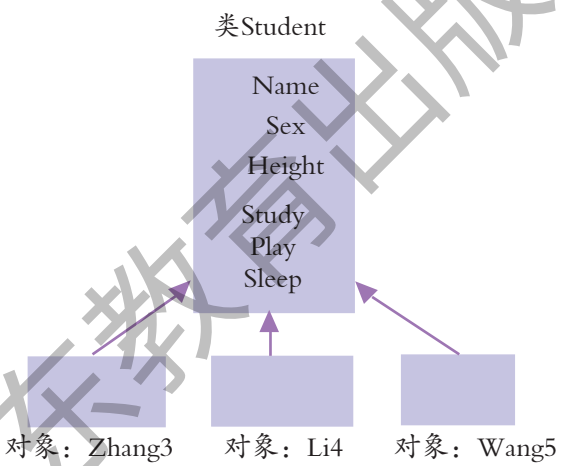


图5-4　类的概念

在一个系统中，每一个对象均属于某个类，类是对象的属性和操作的定义模板，而实例是某个具体的对象。例如，程序5-3中的Zhang3和Li4就是Student类的一个实例，即对象。

继承是类之间的一种关系，在定义和实现一个类时，可以在一个已存在的类的基础上加入若干新的内容。继承性是父类和子类之间共享数据和方法的机制。它是OOP语言的最主要的特点。类的继承性是软件重用的重要特性。在程序5-2中的Student类通过继承可以创建许许多多的对象，这是面向对象程序设计中的从类到对象的简单继承。本书所用的VB版本不支持继承，它的后续版本VB.NET给面向对象继承机制提供了有力支持。

实际上，在不同的应用软件中，特别是在大型的应用软件中，存在着许多相同或相似的实体。这些实体具有许多相同的属性和操作，也存在一些不同的应用软件所特有的属性和操作。在开发一个新软件时，可重复使用已有软件中的某些类，通过继承形成新软件的类。在同一应用软件中，某些类之间也存在一些公共的属性和操作，也含有它们各自的私

广东教育出版社

有的属性和操作。这也可以通过继承来复用公共的属性和操作。

实 践

（1）列举现实世界中类的例子，并说明其共同特征。

（2）创建一个“标准EXE”工程，该工程包含一个窗体Form1，再添加一个Command1按钮，双击该按钮，输入如下代码：

```
Private Sub Command1_Click()
  '定义对象变量frmCreate
  Dim frmCreate As New Form1
  'Form1是一个类，New是创建类实例的关键字
  frmCreate.Show
End Sub
```

运行程序，单击窗体，这时你看到了什么？_____；反复单击按钮，你又看到了什么？_____。

5.2.3 类、对象与实例的关系

我们把具有相同特性的物质归为一个类。类是对多个对象的抽象，而对象是类的实例。类和对象之间的关系是抽象和具体的关系。类表达的是一种抽象的概念，它描述了该类对象的共同特征；而对象是具体事物，以类为模板来生成，它具有自己的属性。

同一个类的不同对象之间既有共性又有个性。对象的个性是指每个对象都有不同的对象名和属性值，可以通过对象名对对象进行引用。

由类创建对象的过程称为实例化。每个对象是类的一个新实例。

图5-5显示了类和对象的不同之处。学生类是对什么是学生的一个定义，而张三、李四和王五是对象，是学生类的实例。

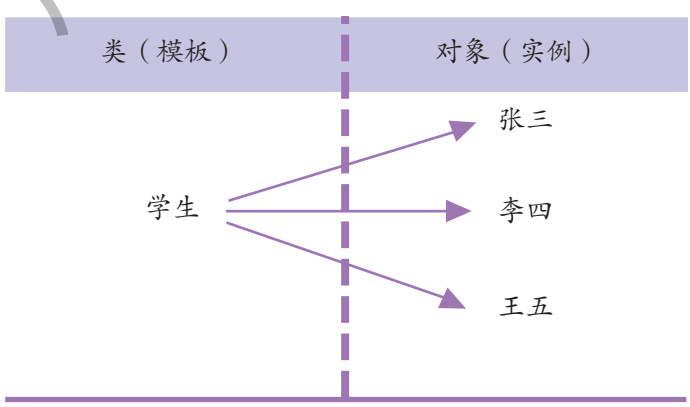


图5-5 类和对象

类定义中的属性指定了使一个对象区别于其他对象的值。比如，在学生类的定义中包括学生的姓名、性别、身高和体重这些属性，如下页图5-6所示。每个对象的这些属性都

广东教育出版社

有自己的值。所有的由类定义建立的对象都共享类的方法。但是，它们都拥有在类方法中定义的所有变量的副本。

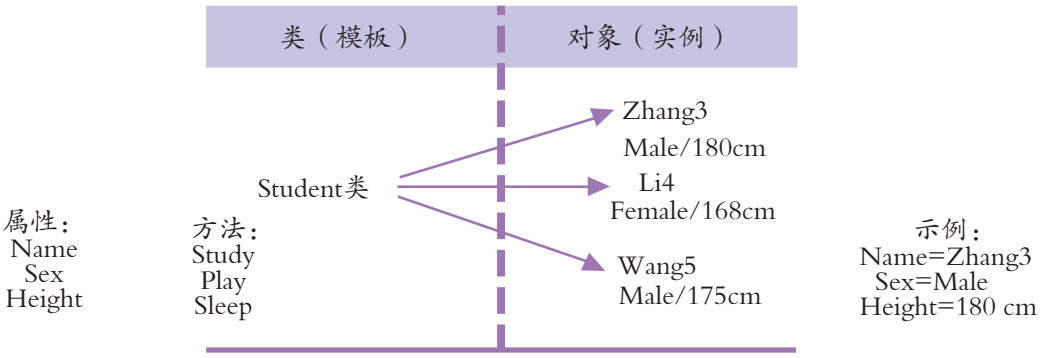


图5-6　拥有属性和方法的类和对象

交 流

谈谈你对类、对象和实例的认识。

5.3　面向对象的功能实现

VB不仅支持传统的结构化程序设计，还提供了面向对象程序设计机制。

5.3.1　创建类

在VB中，我们可以通过类模块来创建类。以创建Student类为例，添加类模块的步骤如下：

（1）选择“文件”→“新建工程”选项，建立一个新工程（“标准.EXE”）；

（2）选择“工程”→“添加类模块”选项，打开类模块窗口；

（3）通过属性窗口将该类命名为Student，如图5-7所示。

图5-7　在类的属性窗口中给类命名

这样就创建好一个Student空类。你可输入程序5-2的代码，并将类模块保存为Student.cls。

1．创建方法

在VB中创建方法使用Sub和Function关键字：

广东教育出版社

```
Sub MyClass()
……
End Sub

Function MyScore()
……
End Function
```

在VB中可使用作用域关键字，主要的作用域关键字包括：

Private：表明只能调用类中的代码。

Public：表明可以在类外部调用代码。

创建一个方法的步骤：

（1）确定方法是公共的或私有的。

那些将从该类外部访问的方法应当声明为Public，其他的方法应当声明为Private。

（2）确定该方法是否返回一个值。

如果一个方法必须返回一个值，必须定义为函数（Function），否则可以定义为一个过程（Sub）。

（3）编写该方法的代码。

例如，我们可以在创建好的Student空白类中，添加成绩写入、成绩读出、求平均成绩和结果显示的方法（见程序5-2）。

2. 创建属性

创建类模块后，可以通过两种方式为类添加属性，即使用公共变量和使用属性过程。

（1）公共变量。

使用公共变量创建属性最简单的方法，只要在类模块的声明段输入即可。定义属性的语句如下：

Public 属性名 As 类型

例如，我们可以在Student类中添加一个密码变量Password，将类中变量的作用域关键字修改为：

```
Public Name As String                '姓名
Public ITBase As Single              '信息技术基础
Public AgProgram As Single           '算法与程序设计
Public Aver As Single                '平均成绩
Public Password As String            '密码
```

一旦建立对象，公共变量对应用程序是可见的，程序的任意部分都可以改变变量的值。例如，可以将任何具有正确数据类型的值赋给Name属性。

当从类中创建一个对象（设为MyObject）后，可以像使用控件中的属性一样使用对象的属性，可以将任何具有正确数据类型的值赋给这些属性。例如：

```
MyObject. Name="张凡"
MyObject. ITBase=85
MyObject. PassWord="Fanzhang88"
```

广东教育出版社

（2）属性过程。

属性过程是在类中建立属性最安全、最灵活的方法。当用户访问一个属性时，属性过程能执行代码。程序设计者可以像编写函数一样编写属性过程，而对于对象的用户来说，属性过程像属性一样运行。

VB系统提供三种可用的属性过程：

①Property Get：返回属性值的一个函数，当用户读取属性值时执行。

②Property Let：设置属性值的一个子程序，当用户写入属性值时执行。

③Property Set：Property Let的一个特例，用于变量的类型为对象的场合。在该子程序中，被传递到子程序的值本身是一个对象。

属性过程一般成对出现，即具有相同过程名（即属性名）的Property Let和Property Get过程，表示该属性可读写；若只有Property Get过程，则该属性为只读属性，即应用程序不能直接改变该属性的值，必须通过类方法编程才能改变。

例如，将密码Password设置为只读属性，用户不能直接改变；属性Name可读写，则相应程序代码为：

```
Private mPassword As String
Private mName As String
Public Property Get No() As String
    Password=mPassword
End Property
Public Proerty Get Name() As String
    Name=mName
End Property
Public Property Let Name (NewName As String)
    mName=NewName
End Property
```

程序说明：

①模块级声明了私有变量mPassword和mName用于在属性过程间传递数据。

例如，输入姓名值时，该值通过Property Let Name( )属性过程保存在变量mName中；读取属性值时，Property Get Name( )属性过程将mName的值传递给Name属性。可见，私有变量只在声明的类模块内部的过程进行控制，对外部应用程序是不可见的，这就是数据的隐蔽性。

②Property Get过程用来返回对象的值；Property Let用来接收调用程序的值，但不能用于对象；若对象是一个对象，就需要建立Property Set过程，用来设置一个对象的值。此外，Property Set过程必须由访问属性的调用过程来使用。

5.3.2　对象的声明和实例化

在类模块中创建一个类后，该类本身不起作用，没有属性值和行为动作。通过创建一个对象来使用和测试一个类，这个对象就是该类的一个实例。通过这个实例来引用类中的

广东教育出版社

属性和方法。在面向对象的程序设计中，实际操作的是类的具体实例——对象，类只是一个模板。因此创建一个对象的过程又称为实例化。

每次使用一个类的新对象时，都必须进行以下工作：

（1）声明对象变量；

（2）创建对象；

（3）使用对象的属性、方法等；

（4）释放对对象的引用。

下面以Student类的对象使用和测试程序为例，学习在应用程序中使用类的方法。

1．声明对象变量

声明对象变量的语句格式：

```
Dim 对象变量名 As 类名
```

例如，要为学生类声明一个对象变量——Zhang3，可在窗体的代码窗口用以下声明语句：

```
Dim Zhang3 As Student
```

2．创建对象

我们可以将“声明变量”和“创建对象”的功能集于一体，创建对象。创建对象的语句格式为：

```
Dim 对象变量名 As New 类名
```

例如，在程序5-3中，我们可以用以下程序创建Zhang3和Li4两个对象。

```
'定义学生类对象Zhang3
Dim Zhang3 As New Student
'定义学生类对象Li4
Dim Li4 As New Student
```

3．调用对象的方法

以程序5-3为例，调用对象的方法如下：

```
'将姓名与成绩存到私有数据成员中
Zhang3. PutInto Name, ITBase, AGProgram
'访问对象Zhang3的方法Average，求平均成绩
Zhang3. Average
'访问对象Zhang3的方法GetOut，读学生成绩
Zhang3. GetOut Name, ITBase, AGProgram, Aver
'用Set语句将对象Zhang3的数据赋给对象Li4
Set Li4 = Zhang3
'显示学生成绩
Li4. Show
```

4．释放对对象的引用

例如，使用Set Zhang3=Nothing语句可将Zhang3变量释放。

至此，我们可以把VB面向对象的程序设计一般过程总结为：编写类代码→类声明为

广东教育出版社

对象变量→根据类创建对象实例→对实例进行属性和方法的设置或调用，如图5-8所示。

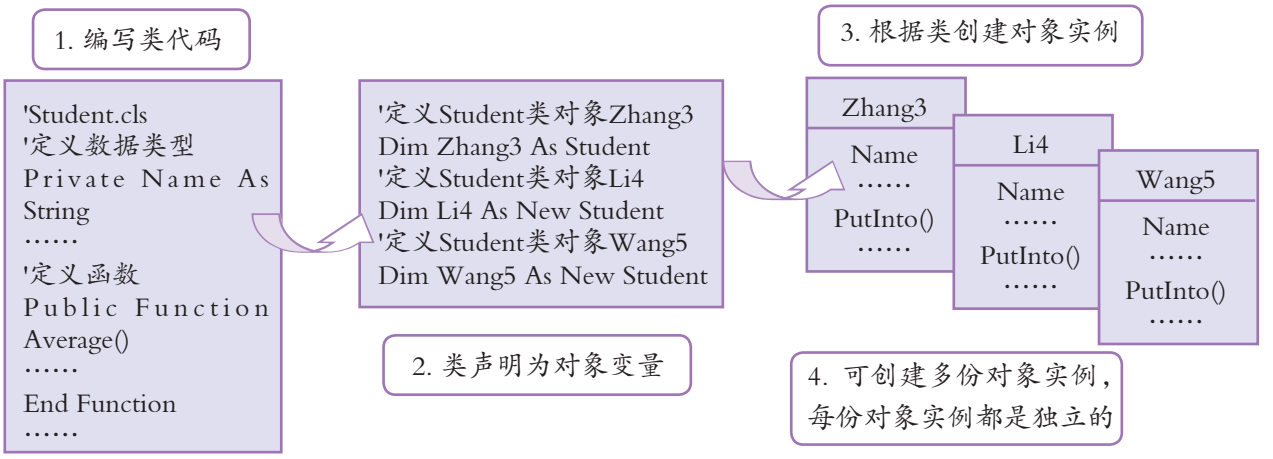


图5-8　VB面向对象编程实现的一般过程

实 践

（1）仿照程序5-2将第二章中的程序2-10的求五边形的数据和函数定义成类，并生成一个对象测试。

（2）通过合作学习、网上搜索、文献调查或专家访谈、分组活动、软件开发等方式，就面向对象程序设计语言的思想与方法展开讨论和交流，展望计算机程序设计的发展趋势。

建议专题：

①面向对象程序设计语言的种类、特点和优势。

②面向对象程序设计语言的发展趋势。

③程序设计技术的发展趋势。

试结合你参加活动的结果和对选修《算法与程序设计》课程的认识，撰写一篇关于“程序设计技术的发展趋势概述”的短文，重点是总结、交流各自的认识。

练 习

（1）面向对象程序设计有什么优势？

（2）什么是对象？对象具有什么共同特征？试举例说明。

（3）什么是类？至少举两个可以用类描述的例子。

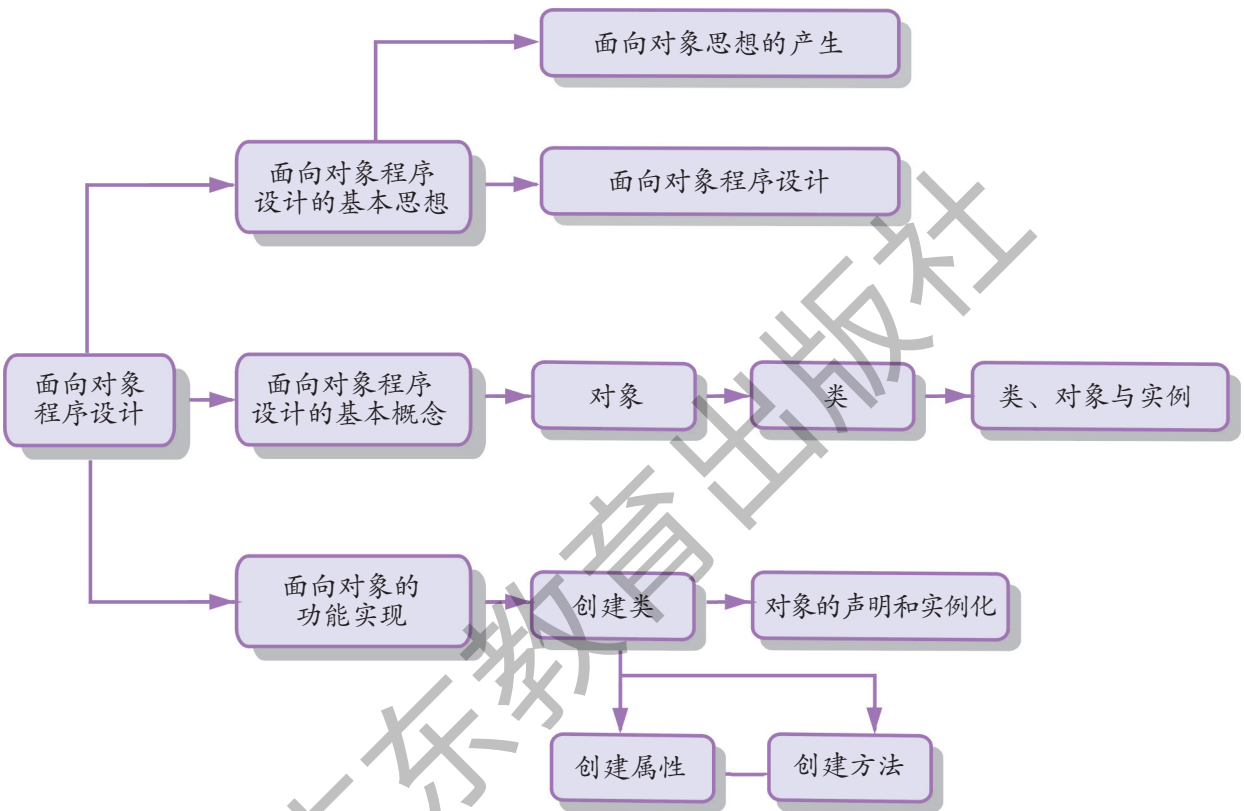
（4）对象的属性、方法在面向对象程序设计中各表示什么？

（5）在类模块中以Public声明的变量或过程具有什么特性？用Private声明变量或过程，又具有什么特性？

（6）创建一个计算圆柱体面积的类并创建一个对象对类进行测试。

广东教育出版社

本章扼要回顾



广东教育出版社

本章学习评价

完成下列各题，并通过“本章扼要回顾”以及本章的各种交流、实践与练习等，综合评价自己在知识与技能、解决实际问题的能力以及相关情感态度与价值观的形成等方面，是否达到了本章的学习目标。

1．我对面向对象程序设计基本思想的认识_____

2．面向对象程序设计的优势是_____

3．面向对象程序设计中的“对象”是指_____

4．我对“类、对象和实例之间的关系”的理解_____

5．我对面向对象的功能实现的掌握程度_____

6．用框图表示用VB创建类、使用与测试类的过程_____

7．本章对我启发最大的是_____

8．我还不太理解的内容有_____

9．我还学会了_____

10．我还想学习_____

广东教育出版社

第六章 程序设计实践

俗话说，“学习”两个字，习比学更重要。由练习而建立习惯，由习惯而产生能力，这是学习的必然规律。经过前面几章的学习，我们已经了解了算法与程序设计在解决问题中的地位和作用，体验了算法与程序设计的基本思想和方法，学会了从简单问题出发，设计解决问题的算法，并能够使用VB程序设计语言实现算法解决问题。因此，我们下一步的任务是巩固与提高。

本章将结合两个应用的案例，综合运用前面所学的算法与程序设计的知识来解决实际问题。让你从中进一步领悟程序设计方法和软件开发过程，引导你熟悉使用编程语言和工具解决综合性问题，进一步提高程序设计和软件开发能力。本章是全书的提高内容。

- 多媒体应用程序设计
- 数据库管理软件的开发

广东省出版社

6.1　多媒体应用程序设计

语文老师要编写一个多媒体教学软件，需要在软件中内置一个VCD播放器。她请爱好程序设计的张军帮忙。虽然张军用过不少专业级的VCD播放器，但是总觉得这些现成的播放器很难与自己编写的软件集成在一起。于是，他决定用VB自主设计一个“VCD播放器”程序……

6.1.1　多媒体播放器程序设计

多媒体程序通常是指利用多媒体技术设计与开发的、具备一定多媒体功能的计算机程序。它可以用来存贮、传递和处理多媒体信息，并能让用户与程序之间进行交互。我们常听说的多媒体播放器正是多媒体程序中的一种。多媒体播放器的种类很多。例如，Windows系统中自带的“CD播放器”，可以用来播放CD音乐，Media Player多媒体播放器，可用来播放各种多媒体文件，包括音频、视频和流媒体等。

流媒体（Streaming Media）指的是Internet/Intranet中使用流式传输技术的连续时基媒体，即音频、视频或其他多媒体文件。采用流媒体技术，数据能够以稳定的速率从发送端传送到接收端，实现一边下载一边播放的效果，特别适合于实现网络视音频广播，节约了时间和存储空间。

任　务

设计一个“VCD播放器”程序，其运行界面如图6-1所示。要求：

（1）选择“文件”→“打开”选项，打开一对话框可选择多媒体文件；

（2）选择“文件”→“退出”选项结束程序；

（3）选择“查看”→“加倍”选项将视窗放大两倍显示；

（4）选择“查看”→“正常”选项可恢复视窗正常显示；

（5）当单击窗口底部自左至右的相应按钮时，可分别实现媒体的播放、暂停、停止的功能。

设计的程序界面不一定与图6-1的相同，尽量发挥自己的想象力，界面设计和程序实现功能要有所创新。

图6-1　多媒体播放器程序设计

广东教育出版社

观 摩

为了理解任务需求，请你先独立运行配套光盘中的“第六章\程序与数据\VCD.EXE”文件，选择“文件”菜单中的“打开”选项，打开光盘上的一个视频文件，如GLOBE.AVI，利用“查看”中的菜单选项和播放控制按钮对视频进行播放控制，观察运行结果，并思考以下问题：

（1）该程序向我们传递了哪些信息？

（2）程序包含了哪些控件？

（3）下拉菜单包括哪些命令？各有什么功能？

（4）如何设计一个通用对话框？

（5）如何实现对媒体文件的播放控制？

1. 任务分析

在VB中，设计VCD多媒体播放器的方法有多种，设计时可采用以下设计思路：

（1）对VCD多媒体播放器程序进行模块划分，你可以参照表6-1进行，在你认为合适的选项上打“√”。

表6-1 VCD多媒体播放器程序功能模块划分表

序 号	功 能 模 块	子 模 块	选 项
1	文件	打开	□
		退出	□
2	查看	视窗放大两倍	□
		视窗正常显示	□
		视窗全屏显示	□
		视窗1/4大小显示	□
3	帮助	内容	□
		关于VCD播放器	□
4	媒体播放控制	播放	□
		暂停	□
		停止	□
		音量调整	□
5	其他（请写下你的想法）		

（2）利用VB提供的用于多媒体处理的MediaPlayer控件。

MediaPlayer是一种扩展的控件，它的功能类似于Windows中的Media Player。该控件支持的文件格式包括目前流行的多媒体文件格式，如AVI、MPEG和MOV等。我们要完成以

广东教育出版社

上任务，要重点掌握表6-2所给出的MediaPlayer控件的主要属性和方法。

表6-2　MediaPlayer控件的主要属性和方法

属　性	功　能	方　法	功　能
AutoSize	视频窗口自动调整大小	Next	向前
AutoStart	确定视频是否自动播放。若为True时，则自动播放；若为False时，则禁止自动播放	Open	打开
DisplaySize	设置视频窗口的缩放比例	Pause	暂停
EnableFullScreenControls	允许全屏控制	Play	播放
FileName	指定多媒体文件名	Previous	后退
Volume	音量大小设置	Stop	停止

设置视频窗口的大小可利用该控件的DisplaySize属性。该属性共有8个属性值：

①0-mpDefaultSize：视窗的大小为原始大小；

②1-mpHalfSize：视窗的大小为原始大小的1/2；

③2-mpDoubleSize：视窗的大小为原始大小的2倍；

④3-mpFullScreen：全屏显示；

⑤4-mpFitToSize：视窗的大小由控件的高度和宽度来决定；

⑥5-mpOpenSixteenthScreen：视窗的大小为原始大小的1/16；

⑦6-mpOpenFourthScreen：视窗的大小为原始大小的1/4；

⑧7-mpOneHalfScreen：视窗的大小为原始大小的1/2。

（3）利用通用对话框控件实现媒体文件的载入。

通用对话框控件用于设计图形用户对话框交互界面，包括打开、另存为、字体、颜色、打印和帮助对话框六种类型。这一控件究竟是何种类型，由控件的Action属性决定或在运行时由相应的方法决定。例如，CommonDialog1. Action=1或CommonDialog1. ShowOpen皆可用于指定“打开”对话框。

（4）通过菜单编辑器完成下拉菜单及其各选项的设计。

2. 设计制作

（1）创建图形用户界面。

①启动VB，在出现的“新建工程”对话框中选取“标准EXE”项，单击“打开”按钮创建一个“标准EXE”工程。若VB已经启动，则选择“文件”→“新建工程”选项，仿照以上同样的操作创建一个“标准EXE”工程。这时，VB将自动创建程序运行的窗体，并且命名为“Form1”。

②选择“工程”→“部件”选项，启动“部件”窗口。单击“控件”选项卡，从列表框中选取“Windows Media Player”选项，如下页图6-2所示。单击“确定”按钮，将“MediaPlayer”控件添加到VB的工具箱中，显示为 。

广东教育出版社

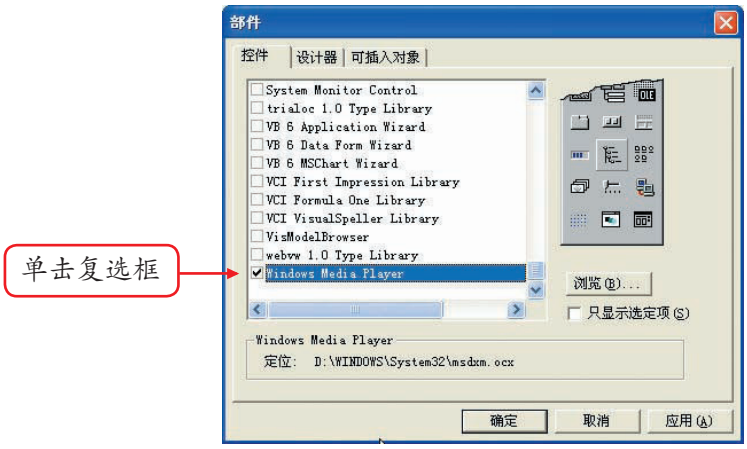


图6-2 添加MediaPlayer控件到工具箱

③双击工具箱中的“MediaPlayer”控件，将其添加到窗体Form1中，默认名为“MediaPlayer1”，可用鼠标拖动该控件的控点调整其大小。

④用类似②~③的操作，将“Microsoft CommonDialog Control 6.0”控件添加至工具箱中，显示为 ，为窗体Form1添加一个“CommonDialog”控件，默认名为“CommonDialog1”。

要完成以上对话框设计任务，需要用到通用对话框控件。在这里，我们要重点掌握该控件的以下方法和属性。

通用对话框控件的主要方法：

ShowOpen：调用“打开”对话框。

ShowSave：调用“另存为”对话框。

通用对话框控件的主要属性：

Filter属性：这是使用“打开”对话框时最重要的属性。它用于设置所显示的文件类型，指定对话框中“文件类型”区中的下拉列表框的各列表项。通常由一对或多对的“描述符|过滤符”组成，其中描述符是用来显示的列表项，而过滤符是供系统过滤用的。

例如，CommonDialog1.Filter="影像文件（*.avi；*.mpg）|*.avi；*.mpg"

竖线“|”前的字符串为在“打开”对话框的“文件类型”框中显示的描述语句，而“|”后的字符串是文件的过滤器，即只显示这两种格式的文件（两种格式之间要用“；”分开）。

FileName属性：用于设置或返回CommonDialog控件的路径和文件名。

⑤为窗体Form1添加菜单。首先单击Form1选中窗体，然后选择“工具”→“菜单编辑器”选项或直接单击常用工具栏上的 图标，启动菜单编辑器窗口，如下页图6-3所示。

广东教育出版社

图6-3　“菜单编辑器”对话框

在“菜单编辑器”中，“标题”是显示在菜单项上的文字，而“名称”是该菜单项的名称。

⑥在“标题”处输入“文件（&F）”，在“名称”处输入“mnuFile”。

在菜单标题项中使用“&”会使其后的第一个字母在菜单显示时带下画线，该字母是这个菜单项的热键，如“&F”的作用是通过按Alt+F键激活该菜单。

⑦单击“下一个”按钮，准备添加下一个菜单项。单击“→”按钮建立子菜单。在“标题”处输入“打开（&O）”，在“名称”处输入“FileOpen”，则该菜单是菜单项“文件(&F)”的子菜单。

⑧单击“下一个”按钮，在标题处输入“退出(&E)”，在“名称”处输入“FileExit”，该菜单仍然是菜单项“文件”的子菜单。

⑨单击“下一个”按钮，准备添加下一个菜单项。再单击“←”按钮，将该菜单项提升一级，即与菜单项“文件（&F）”同级，在“标题”处输入“查看（&V）”，在“名称”处输入“mnuView”。

⑩建立菜单项“查看（&V）”的子菜单，分别设置各个子菜单项的标题为“正常(&N)”、“加倍(&D)”，名称分别设计为“Normal”和“Double”。

⑪最后，“菜单编辑器”的完成效果如图6-4所示。单击“确定”按钮，结束对菜单的编辑。

图6-4　完成的菜单编辑效果对话框

广东教育出版社

（2）设置各控件属性。

程序包含了3个对象，即1个窗体Form1，1个通用对话框CommonDialog1，1个MediaPlayer1。设置Form1窗体的Caption属性为“VCD多媒体播放器”，分别将MaxButton和MinButton两个属性的属性值设定为False，其他控件的属性值维持默认状态。

（3）编写程序代码。

①选择“文件”→“打开”菜单选项，打开代码编号窗口，输入以下代码：

```
Private Sub FileOpen_Click( )
    Dim MediaFile As String                    '定义一个用于存放文件名的变量
    CommonDialog1.ShowOpen                     '弹出"打开"对话框
    '将文件名赋给MediaFile变量
    MediaFile = CommonDialog1.FileName
    '将文件名赋值给MediaPlayer1控件的FileName属性
    MediaPlayer1.FileName = MediaFile
    '设置MediaPlayer1大小为默认大小
    MediaPlayer1.DisplaySize = mpDefaultSize
    '根据MediaPlayer1的高度调整窗体的高度，800为窗体高度修正值
    Form1.Height = MediaPlayer1.Height + 800
    '根据MediaPlayer1的宽度调整窗体的宽度，120为窗体宽度修正值
    Form1.Width = MediaPlayer1.Width + 120
End Sub
```

②选择“文件”→“退出”选项，打开代码编辑窗口，输入以下代码：

```
Private Sub FileExit_Click( )
    End
End Sub
```

③选择“查看”→“加倍”选项，打开代码编辑窗口，输入以下代码：

```
Private Sub Double_Click( )
    '设置MediaPlayer1显示大小为2倍大小
    MediaPlayer1.DisplaySize = mpDoubleSize
    Form1.Width = MediaPlayer1.Width + 120
    Form1.Height = MediaPlayer1.Height + 800
End Sub
```

④选择“查看”→“正常”选项，打开代码编辑窗口，输入以下代码：

```
Private Sub Normal_Click( )
    '设置MediaPlayer1大小为原始大小
    MediaPlayer1.DisplaySize = mpDefaultSize
    Form1.Width = MediaPlayer1.Width + 120
    Form1.Height = MediaPlayer1.Height + 800
End Sub
```

⑤双击Form1窗体，为窗体“Form1”编写窗体加载时的初始代码，让整个程序在加载完后便处于就绪状态。

广东教育出版社

```
Private Sub Form_Load( )
    '调用Move方法将MediaPlayer1移至窗体左上角
    MediaPlayer1.Move 0, 0
    '将MediaPlayer1的宽度设置为Form1的度量宽度
    MediaPlayer1.Width = Form1.ScaleWidth
    '将MediaPlayer1的高度设置为Form1的度量高度
    MediaPlayer1.Height = Form1.ScaleHeight
    '设置对话框中所显示的文件类型
    CommonDialog1.Filter = "影像文件 (*. AVI；*. MPG) |*. AVI；*MPG"
End Sub
```

⑥选择“文件”→“保存工程”选项，将程序存盘，窗体文件名取vcd.frm，工程文件名取vcd.vbp。

（4）运行程序，预览结果。

按F5键或单击运行按钮 。选择“文件”→“打开”选项，打开通用对话框，通过对话框打开一多媒体文件，如GLOBE.AVI，利用播放控制按钮预览媒体播放效果，如图6-5所示。

图6-5　完成的VCD播放器程序运行效果

探 究

（1）如何修改上述程序行“CommonDialog1.Filter = "影像文件 (*. AVI; *. MPG) |*. AVI; *MPG"”，使打开对话框时能够显示“所有文件”和“*.DAT”格式文件？写出程序代码。

（2）如何在“查看”菜单中增加“全屏”、“1/4大小”选项以实现“全屏”和“1/4大小”的视窗缩放显示效果？参照VCD多媒体播放器的程序设计方法，自行写出实现此程序的代码，并上机调试。

（3）用VCD多媒体播放器播放视频时，当你用鼠标右键单击视频画面时，会弹出一个快捷下拉菜单。试比较相关的菜单选项功能与“查看”菜单中的是否一样。

实 践

（1）多媒体VCD播放器一般具有什么控制功能？试举例说明。

（2）MediaPlayer媒体播放控件具有哪些主要属性和方法？

（3）CommonDialog通用对话框控件具有哪些主要属性和方法？

（4）以下程序行具有什么功能？_____

```
CommonDialog1.ShowSave  'CommonDialog1为通用对话框控件名
```

6.1.2 利用VB设计多媒体程序的方法

既然VB提供了多种多媒体编程的方法，我们可以针对多媒体应用系统的功能和用途的不同，分别采取不同的方法或者混合使用这些方法来进行多媒体编程。

在VB中，我们通常采用以下方法进行多媒体程序设计。

1. 利用扩展的VB多媒体控件

例如利用MediaPlayer，MMControl，Shockwave Flash，Picture Clip和Animation等控件来实现多媒体程序设计。

MMControl是VB中一个重要的多媒体播放控件。它提供了一组与设备无关的高级命令，用于Windows应用中控制多媒体设备，包括音频设备、视频设备和CD-ROM驱动器。

Shockwave Flash控件用于播放和控制Flash动画。

Picture Clip图片剪贴控件用来存储快速显示的位图文件。

Animation控件，也称“无声动画控件”，用来播放无声动画文件（.AVI），但并非所有无声动画文件都可以播放，它只能播放未经压缩的无声动画文件。

2. 利用第三方厂商开发的多媒体控件

如MP3Play，Ani Gif OLE控件。它们分别可以用于播放MP3音频和Gif动画。

3. 利用动态链接库

动态链接库（Dynamic Link Library，简称DLL）是一个程序库，可以被许多应用程序调用。DLL可用于所有的Windows应用程序，它与开发应用程序的语言无关。许多多媒体工具厂商出售可附加的DLL，其功能包括切换、动画、图像处理、视频采集等。动态链接库通过调用API（Application Program Interface，即应用程序接口）函数。一些高级的多媒体应用通常都要调用API函数来实现。

4. 利用对象链接与嵌入技术

OLE（Object Linking and Embedding，简称OLE）对象链接与嵌入功能是Windows中近十年来最重要的技术之一。它为Windows应用程序的设计提供了一条捷径。

OLE容器控件 是OLE功能实现的途径。OLE容器控件允许将可插入的对象添加到VB应用程序的窗体中。通过此控件，VB应用程序可显示和操作其他基于Windows的应用程序（如MS Excel和MS Word for Windows）中的数据。

广东教育出版社

如果不要求提供高级多媒体服务的话，我们通常不使用API函数，而可以直接利用各种多媒体控件来进行多媒体程序设计。

实 践

计算机软件是人类脑力劳动的成果，作者的知识产权受法律保护。根据软件版权的性质通常可以把软件分为商业软件、共享软件、自由软件等，它们的使用范围和性质都有明确的规定。我们在实际应用时一定要严格遵守软件版权法规，自觉抵制非法的盗版行为。

（1）结合“VB多媒体程序设计”专题，通过网络搜索引擎搜索与此相关的网站和网页。

（2）借助相应的软件工具通过网络合法下载和收集与“VB多媒体程序设计”专题相关的文献、控件和源程序。你可以访问：

①中国软件网

②天极网—软件频道

③天极网

④计世网

⑤访问专家网

在浏览和下载资源的过程中，请你整理和归纳一下“VB多媒体程序设计”的主要方法，将这些方法填入表6-3中。

表6-3　VB多媒体程序设计方法

	主 要 方 法	采用控件或技术	源程序代码（若有）
1			
2			
3			
4			
5			

练 习

（1）简述用VB开发多媒体程序的主要方法。

（2）利用VB提供的扩展控件“Shockwave Flash”控件设计一个播放Flash动画的程序。

6.2　数据库管理软件的开发

自从学校的“研究性学习协会”创办以来，历届学生在老师的指导下开展了各种专题的研究性学习活动，取得了丰硕的研究性学习成果。可是长期以来，成果的管理都是靠手

广东教育出版社

工进行的、管理效率低下。由于这些成果是学校教学的重要数据资源，因此校领导、老师和同学都希望能开发一个研究性学习成果数据库管理软件，将相关成果用计算机集中管理。于是，身为研究性学习协会负责人的陈婷同学找到了教信息技术课的戴老师。戴老师说："你们可以与计算机爱好者协会的同学一起研究开发。"于是，同学们在戴老师的指导下，首先学习软件工程基本知识，然后运用学到的知识开始了"研究性学习成果数据库管理软件"的开发工作。

6.2.1 从程序设计到软件开发

今天，用计算机解决的问题规模越来越大，也越来越复杂。不是一两个人用点技巧写个程序就能完成得了的。因此要用工程化的方法，即现代工业化的方式来进行软件开发。

从三峡水电站到年产几十万辆大型汽车的制造厂，任何工业化生产总交织着众多生产过程和管理过程。每个过程由明确的工序组成，任务、涉及的人员、使用的设备、进行的活动都是规范的。伴随着产品的生产和管理过程，产生和使用着各种文档，即各种技术资料、管理资料，如图纸、规程、计划等。

软件开发也是如此。我们把提出开发一个软件产品，到产品不能再用为止的时间周期叫做软件的生命周期。要明确规定在生命周期内执行的各种开发过程、管理过程、支持过程、组织过程、定义过程中的活动、任务、方法和文档。有关人员组成一个团队。按规范完成软件的开发、运作和维护工作。程序是开发过程的最终产品，伴随它的还有一系列的文档，如项目开发计划、可行性研究报告、软件需求说明书、系统设计说明书、模块开发卷宗等等。

因此，从现代意义上说，程序不是软件的同义词，程序设计也不等同于软件开发。软件产品实质上是一组计算机程序、规程、相关文档和数据。

开发软件（特别是大型软件）是基于软件生命周期进行的，软件的生命周期通常包括计划、开发和运行三个时期，可进一步划分为软件计划、需求分析、软件设计、软件实现和软件运行与维护几个阶段，如图6-6所示。阶段的划分使人员分工职责清楚，项目进度控制和软件质量得到保证。一般地，前一阶段任务的完成是后一阶段工作的前提和基础；而后一阶段的任务是对于前一阶段问题求解方法的具体化。

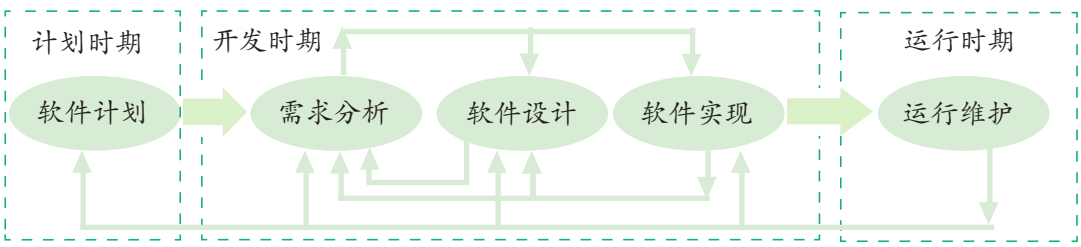


图6-6 软件开发的一般过程

1. 软件计划

软件计划的主要任务就是首先进行调研和可行性研究，确定软件的目标、规模和基本

广东教育出版社

任务，软件成本估算和经费预算，制订软件开发计划，填写进度表，写出计划任务书。软件定义评审通过后，软件项目才得以立项，才能进入软件开发阶段。

2. 需求分析

需求分析的主要任务就是对用户要求进行具体的分析，确定软件的具体功能与性能要求，并用软件需求的规范书或说明书表达出来，作为用户和软件人员之间共同的约定。

3. 软件设计

软件设计的主要任务就是对软件的结构、算法和实现方案设计，为软件编码提供设计依据和算法。通常包括总体设计和详细设计。总体设计决定系统的模块结构，并给出模块的相互调用联系、模块间传递的数据以及每个模块的功能说明。详细设计则考虑每一模块的内容实现方法。最后写出软件设计任务书。

4. 软件实现

软件实现的主要任务就是用某种（些）编程语言或工具将软件设计方案实现成软件产品，交付用户使用。它的基本任务包括软件编码和软件测试两个方面，所以也称为软件编码与测试。

软件编码就是按软件设计任务书的要求，运用与计算机有关的语言为每个模块编写程序，并给出使用说明书。

软件测试的目的是鉴定软件和系统其他组成部分是否满足原始的要求，并写出测试报告。

经过测试排错，就可以得到可运行的软件了。

5. 软件运行与维护

投入运行以后，任何复杂软件都需要某种事后的维护工作，这个阶段是软件开发的最后一个阶段，它的主要任务是软件维护，不断增加对它的信用和做有益的修订。

实 践

（1）结合“软件工程”和“软件生命周期”等专题，通过网络搜索引擎搜索与此相关的网站和网页，了解软件是如何开发的。你可以访问：

①软件工程专家网

②中科永联—软件工程

③中科永联—软件生命周期

④ChinaUnix.net

（2）你还可以结合个人学习《算法与程序设计》课程的体会，谈谈对软件开发过程的认识。

6.2.2 用VB开发数据库管理软件

下面，我们以软件开发的一般过程思想作指导，利用VB数据库技术，开发一个“研究性学习成果数据库管理软件”。

广东教育出版社

任 务

开发一个“研究性学习成果数据库管理软件”，使该软件具有添加、删除、修改、查询和浏览功能，并具有退出功能。本软件运行的主界面如图6-7所示。各人设计的界面形式和软件的功能不一定要与图6-7相同，尽量发挥个人的想象力，设计上要有所创新。

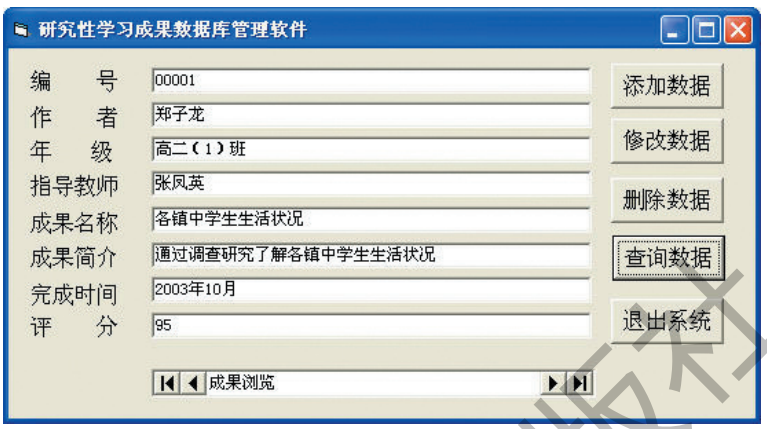


图6-7　研究性学习成果数据库管理范例程序主界面

观 摩

为了弄清软件的主要功能，请独立运行配套光盘中的“第六章\程序与数据\setup.exe”范例程序，安装完毕后，选择Windows的“开始”→“程序”→“研究性学习成果数据库管理软件”程序项运行软件。用鼠标单击程序中的“箭头”、“添加数据”、“修改数据”、“删除数据”、“查询数据”等按钮，观察软件运行结果，并思考以下问题：

（1）软件向你传递了哪些信息？

（2）软件主界面中包含了哪些控件对象？

（3）软件具有哪些数据管理功能？

（4）通过哪个控件实现数据浏览？

1. 需求分析

需求分析是软件开发最重要的阶段，需求分析的质量好坏直接影响到软件的质量和性能。需求分析阶段的任务是准确地确定“软件系统必须做什么”，确定软件系统具体功能与性能要求。

用户了解他们所面对的问题，知道必须做什么，但是通常不能完整、准确地表达出来，也不知道怎样用计算机解决他们的问题。而软件开发人员虽然知道怎样用软件完成用户提出的各种功能要求，但是，对用户的具体业务和需求不完全清楚。

因此，软件开发人员要和用户密切配合，充分理解用户的业务流程，完整、全面地收集、分析用户业务中的信息处理，从中分析并得出用户要求的功能和性能，并完整、准确地表达出来。这一阶段要给出软件需求说明书。

广东教育出版社

编制软件需求说明书的内容一般要求如下：

1 引言

1.1 目的：说明编写这份软件需求说明书的目的，指出预期的读者

1.2 项目背景：标识待开发的软件系统的名称，项目负责人、开发者、用户

1.3 术语

2 项目概述

2.1 目标

2.2 用户的特点

2.3 假定与约束：列出进行本软件开发工作的假定和约束，如开发期限等

3 具体要求

3.1 功能要求：逐项定量和定性地叙述对软件所提出的功能要求

3.2 性能要求：如对输出数据精度的要求，对该软件的时间特性要求，如响应时间

4 运行环境规定

4.1 设备：列出运行该软件所需要的硬件设备（如计算机、打印机等）

……

需求分析主要描述如下两个方面：

（1）软件在功能方面的需求。软件系统的功能是指软件系统所提供的系统服务。下面是“研究性学习成果数据库管理软件”的部分功能需求描述实例。

1. 用计算机实现研究性学习成果的数据管理，包括：

1.1 建立成果管理数据库

1.2 数据录入

对作者、年级、指导教师、评分等成果数据进行录入

1.3 数据修改

对作者、年级、指导教师、评分等成果数据进行修改

1.4 数据查询

能够根据用户输入的关键字对成果数据进行查询，并将结果显示或打印

1.5 浏览功能

能够提供灵活的浏览功能。可以查看所有学生的成果信息

……

（2）软件在性能方面的需求。软件的性能是指软件服务所应遵循的一些约束和限制，主要包括处理约束、存储限制、可靠性要求、外设和通信限制等。

软件需求分析结束前要经过管理和技术评审，方能进入到软件设计。

实 践

（1）你可以打开配套光盘“第六章\程序与数据\需求规格说明书.doc”文件，了解软件需求说明书的详细内容。

广东教育出版社

（2）结合你所在学校的实际，调查“研究性学习活动”的开展情况和“研究性学习成果”的管理情况。

2. 软件设计

软件设计是软件开发中工作量最大、最关键的阶段之一，它为以后的编码实现做了算法上和结构上的准备。软件设计的任务，就是把需求分析阶段产生的软件需求说明，转换为用适当手段表示的软件设计文档。

软件设计是要解决“如何去完成这些功能”问题。这一阶段的根本任务是将分析时期得出的逻辑模型设计成具体计算机软件方案。一般地，软件设计主要分为两个阶段：概要设计和详细设计。

（1）总体设计（也称概要设计）。

它的基本任务就是回答“系统应该如何实现”，确定软件系统的结构，并进行模块划分，确定每个模块的功能、接口以及模块间的调用关系，进而设计软件总体结构和软件具体模块的实现算法。你可参照图6-8的总体结构图确定本软件的总体结构和进行软件的模块划分。

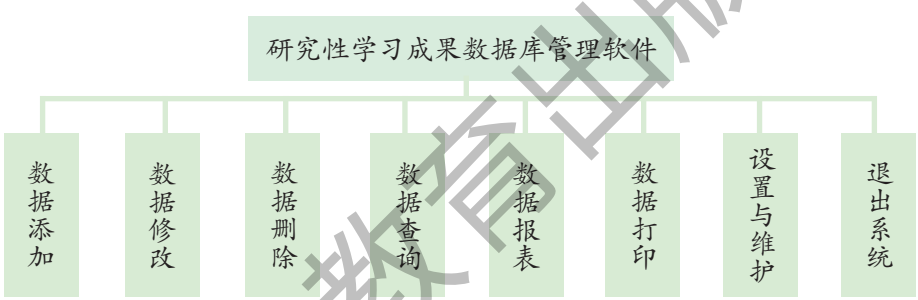


图6-8 软件总体结构

软件开发人员还应根据系统的数据要求，确定数据库的数据结构，进行数据库设计。VB自身能存取的数据库是属于Access式的，其数据库与Access数据库完全相同。创建一个新数据库的方法主要有两种：

①利用VB提供的可视化数据管理器；

②利用Access数据管理工具。

软件开发小组利用方法①创建了一个命名为“Achievement.mdb”的数据库。在该数据库中，他们创建了一个“Achievement”数据表，表的结构见下页表6-4。

广东教育出版社

表6-4　数据库表结构

字段名	数据类型	说　明
Achievement	文本	成果编号ID
Author	文本	作者
Grade	文本	年级
Director	文本	指导教师
Name	文本	成果名称
Introduction	文本	成果简介
FinishTime	文本	完成时间
Score	数字	评分

（2）详细设计。

详细设计阶段的主要目标则是明确软件结构中每个模块设计实现的细节，从而使程序员在编码阶段能够把这些描述直接用某种程序语言或工具实现。详细设计的任务是编写软件的详细说明书。详细设计并不是具体的编写程序，但是详细设计的结果基本上决定了最终程序代码的质量。

实　践

打开配套光盘上“第六章\程序与数据\详细设计说明书.doc”文件，阅读软件的详细设计说明书，了解软件详细设计的主要内容。

3. 软件实现

软件实现也称软件编码。编码的目的是实现人和计算机的通信，指挥计算机按人的意志正确工作。在这一阶段中，主要是组织程序员将设计的软件“翻译”成计算机可以正确运行的程序，并且要经过按照软件分析中提出的需求和验收标准进行严格的测试和审查。审查通过后才可以交付使用。编码的具体技术要根据所选择的具体软件开发平台、具体软件实现语言、工具和环境来考虑。在这里，我们选用VB作为“研究性学习成果数据库管理软件”的开发工具。

（1）使用Data数据控件链接数据库。

为提高应用程序对数据库的操作能力，VB系统提供了一些控件，比较常用的是Data控件。Data控件是VB自带的控件，是以DAO（Data Access Object）对象操作技术为底层基础的数据访问基础控件。与Data控件相联结的数据感知控件，如TextBox控件等可通过与Data控件所包含的Recordset（记录集）对象绑定来自动显示其当前记录的一个或多个字段的数据。

数据控件常用属性见下页表6-5。

广东教育出版社

表6-5 数据控件常用属性

属 性	功 能	示 例
Connect	用于指定数据控件所要链接的数据格式，默认为Access	Access
DatabaseName	用于指定要链接的数据库的完整路径信息	c:\Vb98\Biblio.mdb
RecordSource	指定Data控件所链接的数据库中的某一张表	Authors
RecordType	决定记录集是一个表（Table）、一个动态集（Dyna-set）或是一个快照（Snapshot）	1-Dynaset

（2）链接数据库的方法。

下面以VB系统自带的Biblio.mdb数据库为例说明链接数据库的方法：

①在窗体上添加一个Data1控件。

②选择Data1控件，在属性窗口中单击DatabaseName属性，单击其右侧的...按钮。

③在弹出的对话框中，选择VB安装目录下的“\VB98\Biblio.mdb”数据库。

④单击打开RecordSource属性右侧的下拉列表，选择其中的一个数据库表，如Au-thors。

这样，就可将Data1控件链接到数据库Biblio.mdb了。

下面的步骤将使记录的数据显示出来。

⑤在窗体中添加一个Text1控件，单击打开其DataSource属性下拉列表，选择Data1。

⑥单击DataField，选择Authors数据库表的其中一个字段，如Au_ID即可。

数据控件常用方法见表6-6。

表6-6 数据控件常用方法

方 法	功 能	示 例
AddNew	添加一笔记录	Data1.Recordset.AddNew
Delete	删除记录当前内容	Data1.Recordset.Delete
Edit	将可更新记录的当前记录内容复制至缓冲区中以便进行编辑操作	Data1.Recordset.Edit
Find方法群组	含FindFirst、FindLast、FindNext和FindPrevious四个方法成员	Data1.Recordset.FindFirst "编号=0002" '查找编号为0002的记录
NoMatch	查找不到符合的记录时作为判别的依据	Data1. Recordset.FindFirst "姓名" Like '谢*' '查找第1个姓谢的记录 If Data1.Recordset.NoMatch Then Ms-gBox "找不到姓谢的学生"
Move方法群组	含MoveFirst、MoveLast、MoveNext和MovePrevious四个方法成员	Data1.Recordset.MovePrevious '移到前一笔记录
Refresh	更新数据控件的数据结构	Data1.Refresh
Update	将数据缓冲区的内容保存到记录集合对象中	Data1.Recordset.Update

广东教育出版社

（3）创建图形用户界面。

①新建一个工程项目。

②选择“外接程序”→“可视化数据管理”选项可打开“可视化数据器”，利用该程序，可以创建数据库结构，具体应用可参看拓展材料。

③在窗体中，添加1个窗体Form1，5个CommandButton按钮（Command1～Command5），1个Data1数据控件，8个标签（Label1～Label8）和8个文本框（Text1～Text8）。

（4）设置控件的属性。

各控件属性值的设置见表6-7。

表6-7　窗体中对象的属性设置

控件对象	属　性	属性值
Form1	Caption	研究性学习成果数据库管理软件
Command1	Name Caption	CmdAdd 添加数据
Command2	Name Caption	CmdModify 修改数据
Command3	Name Caption	CmdDelete 删除数据
Command4	Name Caption	CmdQuery 查询数据
Command5	Name Caption	CmdQuit 退出系统
Data1	Capion DatabaseName RecordSource	成果浏览 指定数据库名为Achievement.mdb数据库 指定为Data1控件所链接的数据库中的Achievement表
Label1～Label8	Caption	Label1～Label8：分别设置为编号、作者、年级、指导教师、成果名称、成果简介、完成时间和评分
Text1～Text8	Text DataSouce DataField	Text1～Text8的Text全部清空，对应数据库表的字段名分别为编号、作者、年级、指导教师、成果名称、成果简介、完成时间和评分 在Text1～Text8中，这个属性值均应指定为Data1 在Text1中，这个属性值应指定为字段名“编号” 在Text2～Text8中，这个属性值应分别设置为作者、年级、指导教师、成果名称、成果简介、完成时间和评分

程序中其他控件的属性值暂时维持默认状态，不作修改。

广东教育出版社

（5）编写程序代码。

①编写“添加数据”代码：

```
Private Sub CmdAdd_Click( )
   Ret = MsgBox ("请输入添加数据，并单击数据控件的左键或右键保存", vbOKCancel, "添加")
   If Ret = vbOK Then                    '单击OK按钮则确认
      Text1.SetFocus                     '设置Text11框取得输入焦点
      Data1.Recordset.AddNew             '添加一笔记录
   End If
End Sub
```

②编写“修改数据”代码：

```
Private Sub CmdModify_Click( )
    Ret = MsgBox ("请输入要修改的数据,并单击数据控件的左键或右键保存” ,
    _ vbOKCancel, "修改")
    If Ret = vbOK Then
       Text1.SetFocus
       Data1.Recordset.Edit  '将当前记录内容复制至缓冲区中以便编辑
    End If
End Sub
```

③编写“删除数据”代码：

```
Private Sub CmdDelete_Click( )
   Ret = MsgBox ("确定要删除记录吗?", vbYesNo, "删除")
   If Ret = vbYes Then                   '单击"是"按钮则确认
      Data1.Recordset.Delete                    '删除一笔记录
      Data1.Recordset.MoveNext          '移到下一笔记录
      Data1.Refresh                     '更新数据控件的数据结构
   End If
End Sub
```

④编写“查询数据”代码：

```
Private Sub CmdQuery_Click( )
   Dim nameStr As String
   '以作者为关键字查询
   nameStr = InputBox ("请输入要查询作者名：", "查询")
   '查找匹配记录
   Data1.Recordset.FindFirst "[作者]=' " & nameStr & " ' "
   If nameStr <> "" Then
      If Data1.Recordset.NoMatch Then
         MsgBox "抱歉! 找不着! ", vbOK, "查询结果"
      End If
   End If
End Sub
```

广东教育出版社

⑤编写“退出系统”代码。

你可以根据先前所学完成“退出系统”的代码编写。

⑥运行和调试程序。

运行程序，通过单击Data1控件的按钮浏览数据库的内容，通过命令按钮可实现相应的管理功能，程序运行正确后，将程序存盘，窗体文件名取Achievement.frm，工程文件名取Achievement.vbp。

4. 软件测试、运行和维护

经过需求分析、设计和编码等阶段的开发后，得到了源程序，开始进入软件测试阶段。由于在测试之前的各阶段中都可能在软件中遗留下许多错误或缺陷，如果不及时找出这些错误或缺陷，并将它改正，这个软件产品就不能正常使用。测试是为了发现错误。在实际软件开发中，要根据具体软件的规模、性质等具体特征来划分。例如，一些规模较小、由几个甚至一个程序员完成的软件就可以不用细分，合并为一个阶段来安排。这个阶段的任务就是将软件设计阶段得到的结果转换成计算机可以正确运行的软件产品，形成一个高质量的软件系统。

对于已测试通过的“研究性学习成果数据库管理软件”可投入运行，软件在运行过程中，还应对存在的问题进行更改、完善。

软件的维护是指在软件已交付使用后，为了改正错误或满足新的需要而修改软件的过程。

探 究

依据软件开发的一般过程，开发一个“研究性学习参考文献数据库管理软件”。

练 习

（1）谈谈你对软件开发一般过程的认识。

（2）数据控件Data包括哪些主要属性和方法？

（3）如何使用Data控件来访问数据库？

（4）如何在数据库中添加记录、显示记录和删除记录？

（5）用VB设计一个“同学通讯录管理软件”。

拓 展

VB可视化数据库管理器

VB的可视化数据管理器可以对各种数据库进行操作，VB中有关数据库的操作，如建立数据库结构、添加和编辑记录、用ODBC（Open Database Connectivity，即开放式数据库连接性）连接到SQL Server等各种功能，都可以用数据管理来完成。

（1）运行数据管理器的基本操作。

选择主菜单“外接程序”→“可视化数据管理器”，即可在屏幕上打开VisData窗口。

广东教育出版社

在菜单栏上选择“文件”→“打开数据库”→“Microsoft Access”选项，在弹出的“打开Microsoft Access数据库”对话框中单击“Biblio.mdb”图标，即可在VisData窗口中打开范例数据库。

（2）用数据管理器建立数据库。

设计每个表的过程，可以分为两个步骤：建立表结构；建立记录数据。建立表时，首先应定义表中的每个字段，然后将记录数据逐条输入到对应的字段中。

①在菜单栏上选择“文件”→“新建”→“Microsoft Access”→“Version 7.0 MDB”选项，输入一个文件名，如Student.mdb作为新建数据库文件名。此时，数据库窗口中除本身属性外，不存在任何表。

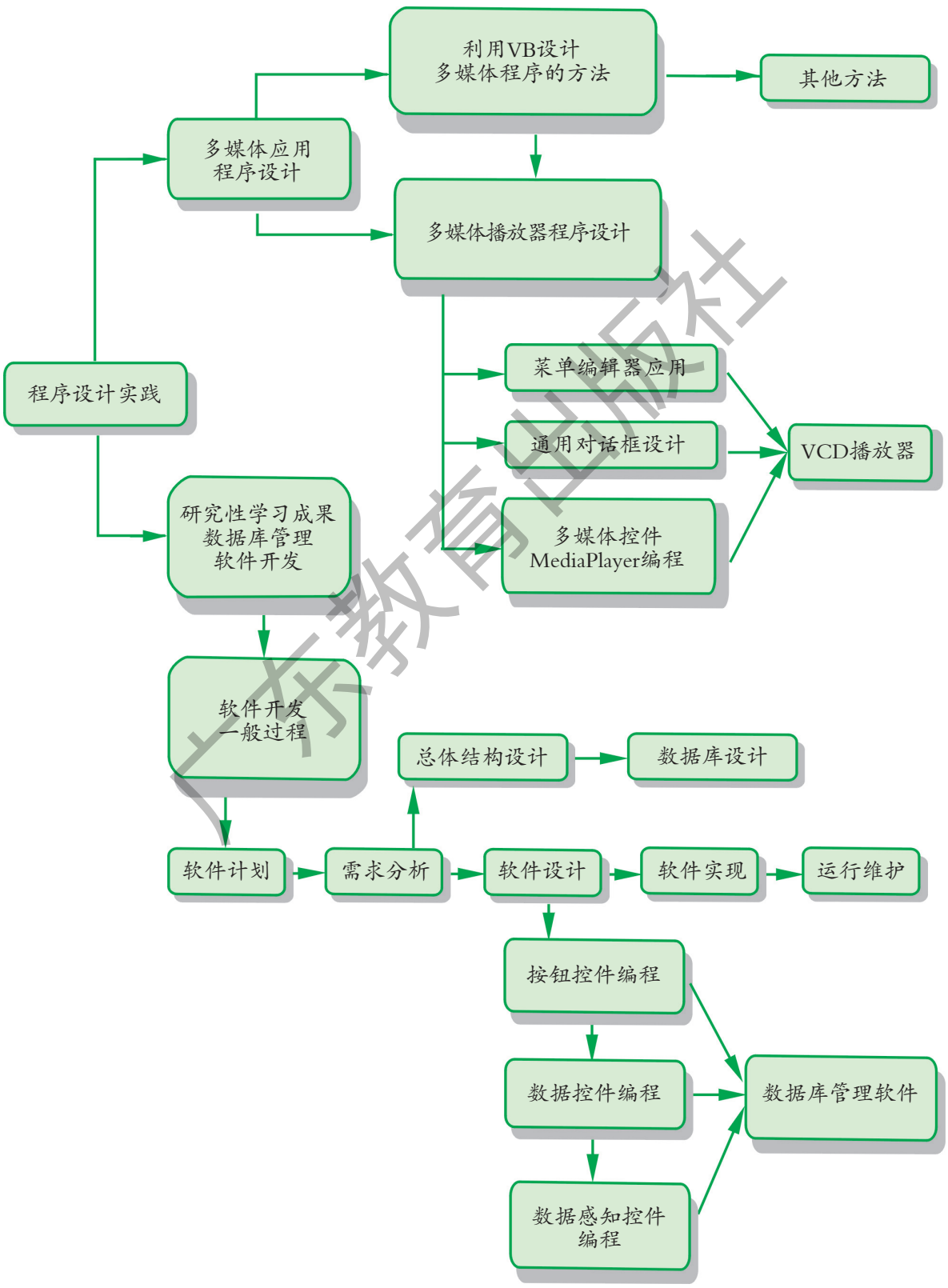
②添加表。将鼠标指针移到数据库窗口区域内，单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“新建表”选项，即可弹出“表结构”对话框。此时，可在“表结构”对话框中添加字段，建立一个表的结构。

③修改表结构。在数据库窗口中用鼠标单击要修改的表名称，打开“表结构”对话框，即可打开表结构的修改。

④输入数据记录。建立表结构后，直接双击表名即可进入表记录编辑状态，这时用户可以利用编辑工具将记录数据输入到表中。

广东教育出版社

本章扼要回顾



广东教育出版社

本章学习评价

完成下列各题，并通过“本章扼要回顾”以及本章的各种交流、实践与练习等，综合评价自己在知识与技能、解决实际问题的能力以及相关情感态度与价值观的形成等方面，是否达到了本章的学习目标。

1．参与多媒体应用程序设计实践的体会是_____

2．多媒体播放器程序设计需要用到的关键控件是_____

3．MediaPlayer多媒体控件的常用属性是指_____

4．参与研究性学习成果数据库管理软件开发实践的体会是_____

5．软件开发的一般过程是指_____

6．运用Data数据控件链接数据库的方法是_____

7．Data数据控件的属性和方法分别是_____

8．本章对我启发最大的是_____

9．我还不太理解的内容有_____

10．我还学会了_____

11．我还想学习_____

广东教育出版社

部分中英文术语对照表

4GL（4Generation Language）	第四代语言（1）
algorithm	算法（1）
API（Application Program Interface）	应用程序接口（6）
analysis method	解析法（4）
backcolor	背景色（3）
binary search	对半查找（4）
class	类（5）
Command Button	命令按钮（3）
control	控件（3）
Check Box	复选框（3）
ComBo Box	组合框（3）
compiler	编译程序（1）
cycle	循环（2）
DLL（Dynamic Link Library）	动态链接库（6）
DirList Box（Directory ListBox）	目录列表框（3）
DriveList Box	驱动器列表框（3）
data	数据（2）
enumerating algorithm	穷举法（4）
Fibonacci	斐波那契（4）
form	窗体（3）
function	函数（5）
frame	框架（3）
FileList Box	文件列表框（3）
GUI（Graphical User Interfaces）	图形用户接口（2）
hanoi	汉诺（4）
HScroll Bar（Horizontal ScrollBar）	水平滚动条（3）
image	图像框（3）
label	标签（3）
load	装入，装载（1）
loop structure	循环结构（1）
List Box	列表框（3）
line	直线（2）
M.Mersenne	梅森（4）
Media Player	多媒体播放器（6）
method	方法（3）

广东教育出版社

module	模块（2）
object	对象（3）
ODBC（Open Database Connectivity）	开放式数据库连接性（6）
OLE（Object Linking and Embedding）	对象链接与嵌入（6）
OOP（Object Oriented Programming）	面向对象程序设计（5）
Option Button	单选按钮（3）
Procedural-Oriented	面向过程（5）
property	属性（3）
process	过程（2）
pointer	指针（3）
Picture Box	图片框（3）
recursive algorithm	递归算法（4）
selection structure	选择结构（1）
sequence structure	顺序结构（1）
Streaming Media	流媒体（6）
shape	形状（3）
sequential search	顺序查找（4）
sort	排序（4）
textBox	文本框（3）
timer	时钟（3）
Visual Basic	可视化Basic（1）
visible	可视的（2）
VScroll Bar（Vertical ScrollBar）	垂直滚动条（3）

注：术语后面的数字表示该术语首次出现的章号。

广东教育出版社

广东教育出版社

广东教育出版社

广东教育出版社

绿色印刷产品

批准文号：湘发改价费［2017］343号　　举报电话:12358

ISBN 978-7-5406-5479-5

9 787540 654795 >

定价:14.74元

广东教育出版社