

普通高中课程标准实验教科书

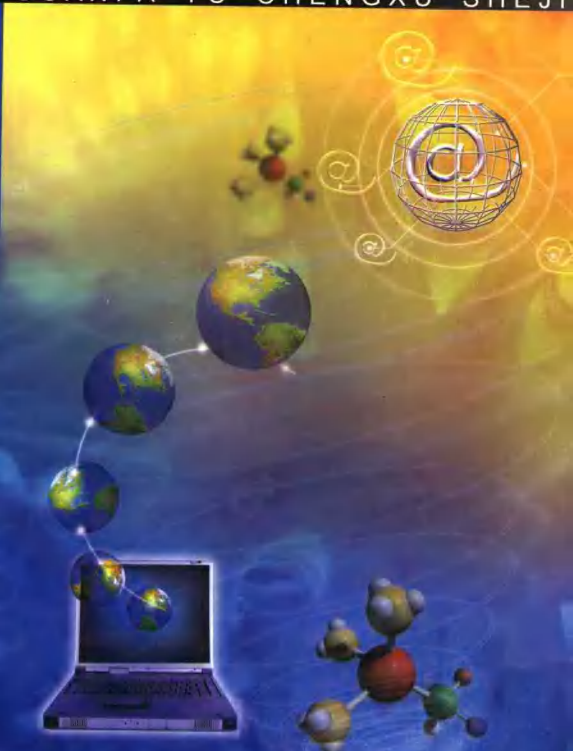


# 算法与程序设计

(选修)

SUANFA YU CHENGXU SHEJI

SUANFA YU CHENGXU SHEJI



教育科学出版社  
ESPH

经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

# 算法与程序设计

SUANFA YU CHENGXU SHEJI

(选 修)



教育科学出版社

· 北 京 ·

总主编 李 艺 董玉琦

本册主编 张义兵

主要编者 白晓东 田俊华 魏 婷 刘 璇 金 玉 郑 旭

版式设计 北京国美嘉誉视觉艺术工作室

封面设计 黄雨鸿

责任编辑 张杰夫 贾立杰

责任印制 曲凤玲

责任校对 刘永玲

经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

## 算法与程序设计

(选修)

教育科学出版社 出版发行

(北京·朝阳区安慧北里安园甲 9 号)

邮编: 100101

市场部电话: 010-64989009 编辑部电话: 010-64989637

传真: 010-64891796

网址: <http://www.esph.com.cn>

各地新华书店经销

石家庄市东方彩印厂印装

开本: 890 毫米×1240 毫米 1/16 印张: 8.75

2004 年 10 月第 1 版 2007 年 6 月第 6 次印刷

ISBN 978-7-5041-2977-2

定价: 15.41 元(含光盘)

(如有印装质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换)

## 前 言

同学们，也许你对程序设计有浓厚的兴趣，想了解一下程序设计到底是怎么回事；也许你梦想将来能成为一名程序设计大师。不管怎样，都祝贺你选修了“算法与程序设计”，因为你已经开始向更高层次的信息技术迈进了！

当你学习信息技术并试图用计算机解决问题的时候，是否感叹过计算机的无穷魅力？是否想过为什么计算机能按照我们的意图一步一步完成复杂的任务呢？“算法与程序设计”这门课将帮助我们揭开计算机神秘的面纱。通过学习，我们不仅能知道平时使用的软件是如何开发出来的，还能从计算机语言层面上了解计算机能做什么，是如何工作的，知道软件背后的设计过程，甚至我们自己也能设计出优秀的计算机软件。同时，学完这门课后，对我们分析问题、解决问题的能力也会有很大的帮助。

如何才能学好“算法与程序设计”呢？“兴趣是最好的老师，爱好是成功之母。”这门课学起来虽然有一定的困难，但也非常有意思，学好了我们就可以“指挥”计算机了！只要你保持对程序设计的兴趣，多读多练，在学习的过程中多和同学们交流，就一定学好程序设计！

本书选用 Visual Basic 6.0(以下简称 VB 6.0)作为程序设计语言，是因为它简单易学，基本能反映当今程序设计的思想和方法。本书要求的学习环境为 VB 6.0 学习版，但为了扩展你的知识面，书中也涉及了少量专业版功能，对于超出学习版功能的内容，我们可以根据学校的条件选择学习。

在高中阶段，学习程序设计毕竟不同于专业训练，并且程序设计语言的变化也非常快，因此，我们尽可能从程序设计的基本知识与一般规律出发组织编写本教科书。另外，为了兼顾同学们的兴趣和爱好，我们对教科书内容



进行了适当地扩展,这就是你在教科书中看到的带粉色背景颜色的内容与页边栏目内容。我们精心选取了能贴近大家的生活与经验、能激发同学们学习兴趣的案例,同时也兼顾了案例的典型性、连贯性、算法的多样性、地区差异性等原则。

在教科书中,你将遇到两种不同类型的实践。一类是贯穿于正文当中的实践,目的是帮助你加深对正文的理解和获得解决问题的能力;另一类是位于每章最后的综合实践,可以帮助你综合地掌握本章内容。在学习正文时,你要特别注意与实践相配合,在做中学,在学中做。有些实践必须完成,有些可以在教师的指导下选做。对于部分难度较大的实践,光盘中提供了程序源代码,同学们在学习时可以直接调用,也可以自行分析,重新编写。

第五章讲述了一个小软件的完整开发过程,同学们可根据具体情况或者自主开发,或者将配套光盘中的模块重新进行组装,从中体验软件开发的过程;也可以自选主题进行分析设计。第六章是从VB 6.0的完整性考虑而设置的,作了“\*”标记,属于选修内容,同学们可根据自己的能力与兴趣自主探究,或者在教师的帮助下有选择地进行学习。

“世上无难事,只怕有心人!”我们殷切希望你能通过这门课的学习奠定程序设计的良好基础,在不久的将来为加速我国软件产业的发展作出自己的贡献!





# 目录

## 第一章 如何用计算机解决问题 1

- 1.1 计算机解决问题的过程 ..... 2
- 1.2 算法描述与设计 ..... 5
- 1.3 初试身手, 体验编程 ..... 9

## 第二章 程序设计 ABC 13

- 2.1 可视化程序开发工具 ..... 14
- 2.2 数据的表示与处理 ..... 20
- 2.3 程序的基本结构 ..... 32

## 第三章 算法的程序实现 41

- 3.1 用解析法解决问题 ..... 42
- 3.2 用穷举法解决问题 ..... 45
- 3.3 在数组中查找数据 ..... 49
- 3.4 对数据进行排序 ..... 57
- 3.5 用递归法解决问题 ..... 65

## 第四章 程序设计思想和方法

71

- 4.1 结构化程序设计 ..... 72
- 4.2 面向对象程序设计 ..... 75

## 第五章 软件是如何开发的

84

- 5.1 任务分析与系统设计 ..... 85
- 5.2 代码编写与调试 ..... 90
- 5.3 软件测试与维护 ..... 100

## \*第六章 综合实践

104


- 6.1 开发数据库软件 ..... 105
- 6.2 开发多媒体软件 ..... 112
- 6.3 开发网络应用软件 ..... 116


## 附录


124

- 附录一 常用字符与ASCII代码对照表 ..... 124
- 附录二 VB常用函数 ..... 125
- 附录三 VB常用控件 ..... 127
- 附录四 中英文术语对照表 ..... 133

# 第一章 如何用计算机解决问题

 计算机解决问题的过程

 算法描述与设计

 初试身手，体验编程

本章我们将从分析“人是如何解决问题的”入手，带你探究计算机解决问题的过程，在你已有的数学知识基础上，进一步了解算法，学会用不同的方法描述算法；然后，通过使用 Visual Basic 编程工具编写一段简单的程序，让你小试身手，初步体验程序设计的过程，感受一下什么是源程序、计算机如何执行源程序等。





## 1.1 计算机解决问题的过程

本节将给出一个有趣的问题，请同学们试着找出不同的求解方法。在求解的过程中，请留意你是如何思考问题，又是如何解决问题的。通过本节的学习，你可以：

- 知道人是如何分析问题、解决问题的
- 了解计算机求解问题的过程
- 知道人解决问题和计算机解决问题的异同

## 1.1.1 人是如何解决问题的

计算机是人脑的延伸，要研究计算机解决问题的过程，需要从人解决问题的过程谈起。

相传我国汉代有位大将军叫韩信，他在点兵时让士兵分别从1~3、1~5、1~7报数，然后报告各次报数的余数，这样，他就能推算出总共有多少士兵。这个问题即著名的“韩信点兵问题”，又称“鬼谷算”、“秦王暗点兵”。我国南北朝时的一部重要数学著作《孙子算经》中对此有如下记载：

“今有物不知其数，三三数之余二，五五数之余三，七七数之余二，问物几何？”



请同学们开动脑筋，算算该“物”最少有几个？看看能不能找出多种解决方法，然后将你的解题过程填在表1-1中，并就不同解决方法的步骤、效率、合理性等进行比较，相互讨论后进行评价。

表1-1 “韩信点兵问题”的求解

“韩信点兵问题”的求解		
求解问题的条件	已知条件	评价
	隐含条件	
求解方法一	具体步骤	评价
	①	
	②	
	③	
	……	
求解方法二	具体步骤	评价
	①	
	②	
	③	
	……	
求解方法三	具体步骤	评价
	①	
	②	
	③	
	……	

西方数学家将“韩信点兵问题”称做“中国剩余定理”，它在世界数学史上占有重要地位，由此可见，我国古代文化在当时是相当发达的。

## 策略提示

逐个去试试，看看能不能找到解决方案。

运用最小公倍数知识看看能不能解决。

到网上查阅资料，或者查阅相关参考书，看看有没有更巧妙的解决方法。

分析上面的问题求解过程,你会发现我们一般按照下列思路解决问题:首先观察、分析问题,收集必要的信息,然后根据已有的知识、经验进行判断、推理,尝试按一定的方法和步骤去解决问题。

对于同一个问题,我们可能会有多种求解方法。不同的方法有优劣之分,有的方法需要的步骤较少,而有的则需要的步骤较多。当然,并不是说步骤较多的方法一定不如步骤较少的方法好,要结合具体情况评价一种方法的优劣。

这些描述只是就人解决问题的一般规律而言的,实际上人在解决问题的过程中,“顿悟”和“灵感”也会对解决问题起到非常关键的作用。

### 1.1.2 计算机解决问题的过程

人类发明了计算机,用计算机来模拟人类大脑的活动,从这个意义上说,计算机延伸了人类大脑的功能,因此,计算机也被称为“电脑”。有了计算机,过去许多人类难以完成的工作现在都可以让计算机来完成。例如,人类有10万个基因,这些基因的数据相当于500本书,每本书有1000页,每页有1000个6个字组成的基因符号,要搞清楚这些基因的排列顺序和作用,过去想都不敢想。现在,科学家们利用计算机存储量大、运算速度快、精确度高、可以按人们设定的程序重复执行等特点,在基因研究领域,已经取得了初步成功。

当我们用计算机解决问题时,首先要分析问题,然后根据问题的要求选择合适的软件。如果现有的软件能满足我们的要求,则可以直接用这些软件来完成任务,例如,用计算机写一篇文章,我们会选择WPS、Word等软件;要进行数据统计工作,Excel就能满足我们的要求。除此之外,现实生活中还有许多工作比较特殊,现有的软件不能很好地完成,或者由于其他方面的原因无法使用现有的软件,这就需要我们编写程序来解决问题。例如,学校的图书管理可能有某些特殊的规定,目前的图书管理软件达不到要求,这时只有自己动手编写程序来解决问题。

计算机虽然被称为“电脑”,但它和人脑解决问题的过程还是有本质区别的。计算机毕竟只是一种高级工具,用计算机来解决问题要经历分析问题、确定算法、编程求解等基本过程,其流程如图1-1所示。

计算机程序(Computer Program)就是指指示计算机如何去解决问题或完成任务的一组可执行的指令。

程序设计(Program Design)就是寻求解决问题的方法,并将其实现步骤编写成计算机可以执行的程序的过程。

程序设计语言(Programming Language)泛指一切用于书写计算机程序的语言。

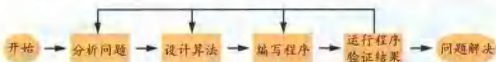


图 1-1 用计算机解决问题流程图

我们要编写程序,首先要对问题进行详细地分析,通过分析,弄清楚已知条件下的初始状态及要达到的目标,找出求解问题的方法和过程,并抽取出一个数学模型,形成算法;然后,将这个数学模型连同它要处理的数据用计算机能识别的方式描述出来,使之成为计算机能处理的对象;最后,用程序设计语言设计出具体问题的求解过程,形成计算机程序,这样,计算机就会按照我们给定的指令一条一条地进行处理了。

无论使用现成的软件解决问题,还是自己动手编程解决问题,其实质都是一样的。其差别在于,用程序设计解决问题需要我们亲自动手设计软件,而现成的软件是别人已经为我们设计好的。

1997年,在那场举世瞩目的人机大战中,IBM的“深蓝”战胜了国际象棋大师卡斯帕罗夫。“深蓝”的成功来之不易,为了向“深蓝”提供可供利用的更为丰富的资源,IBM的“深蓝”研发小组设计了一种开局数据库,为“深蓝”提供了顶尖国际象棋大师在过去100年间所进行的开局范例,除开局数据库外还设计有终局数据库,该数据库提供了数十亿场终局。信息论的奠基人Claude Shannon在1950年就曾经说过,“研究下国际象棋问题旨在开发更为实用的技术”。Shannon还说,国际象棋是计算分析的理想对象,“不论是在允许的操作(移动棋子)还是在最终目标上(将死对方),这一问题都有明确的界定。对于获得满意的解决方案来说,它既不是简单得微不足道,也不是高不可攀”。于是,自1950年以来,数百位计算机工程师、程序员和数学家的目标一直是设计出足以战胜世界级的国际象棋大师的具有创造力和想像力的计算机和软件。“深蓝”存在的意义在于帮助人们研究如何最大限度地发挥电脑的优势,为人类更好地服务。



## 实践

(1) 当不需要精确计算时,我们会使用估算的方法。例如,考虑班级外出旅游费用时,如果每人需要21元,则全班48人的费用大约为1000元。计算机会这样解决问题吗?

(2) 下棋时遇到“举棋不定”的情况,你是如何处理的?是不是根据经验直觉进行判断的?为什么要明确地为“深蓝”提供那么多开局、终局的范例?为什么人类头脑中没有那么多详细的开局、终局范例也很会下棋呢?从计算机的特点出发,比较人类解决问题和计算机解决问题有什么异同,填写表1-2。

表1-2 人机“问题解决”对比

人机“问题解决”对比		
相同点	人类解决问题	用计算机解决问题
不同点	计算速度	
	精确度	
	自动化	

## 1.2 算法描述与设计

算法对于程序设计至关重要,当找到算法后还要考虑如何准确、具体地描述算法。通过本节的学习,你可以:

- 进一步理解什么是算法,知道算法的多样性
- 能够对设计的算法作出简单的评价
- 学会用自然语言、流程图和伪代码来描述算法

### 1.2.1 算法是“灵魂”



请同学们回忆数学课中学过的算法,谈谈你对算法是如何理解的?

简单地说,算法(Algorithm)就是解决问题的方法和步骤。“韩信点兵问题”的不同求解过程就代表着不同的算法。其实,我们日常生活中也经常使用算法,只是没意识到罢了。例如,我们到商店购物,首先确定要购买的东西,然后进行挑选、比较,最后到收银台付款,这一系列活动实际上就包含着算法。解决问题的过程,就是实现算法的过程。

算法是程序设计的“灵魂”,世界著名计算机科学家尼克劳斯·沃思(N. Wirth)指出:算法+数据结构(Data Structure)=程序,可见,算法在程序设计中具有多么重要的地位。算法独立于任何具体的程序设计语言,一个算法可以用多种程序设计语言来实现。例如,“韩信点兵问题”的算法可以用BASIC语言来实现,也可以用C语言来实现。

#### 世界上最早的算法

目前所知的世界上最早的算法是写在考古学家发掘出来的粘土板上的,这些粘土板的制作年代大约是在公元前3000年~公元前1500年,也就是大约3500~5000年以前。考古学家是在靠近古代城市巴比伦的地方发现这些粘土板的,那里离现在的巴格达不远。巴比伦人发明了六十进制系统,我们现在关于时、分、秒的记法和关于角度的记法就是从他们那里学来的。

为了做数学用表,巴比伦人需要解代数方程,他们的做法是写个求解的“算法”。在算法中,基本上都是对实际数目的计算。在算法的最后还写上一句短语,这个短语可以粗略地翻译为“这是一个过程”,这也是最早出现的关于程序设计语言的记号。

#### 算法的特征

**有穷性:** 执行有限步之后结束,且每一步的执行时间也都是有限的;

**确定性:** 每一步都有确切的意义;

**输入:** 有零个或多个输入;

**输出:** 至少产生一个输出;

**可行性:** 原则上能精确运行,用纸和笔做有限次运算后即可完成。

事实上,计算机能有如此广泛而神奇的应用,除了半导体集成电路芯片制造工艺的提高外,主要是靠软件,而软件的核心是算法。无论是制造芯片的软件,还是“深蓝”战胜卡斯帕罗夫,都是靠巧妙的算法。算法是人类智慧的结晶,计算机科学中的知识创新主要就是算法的创新,创建一种新算法的意义不亚于建造一种新机型。



(1) 高斯是德国数学家,他和阿基米德、牛顿、欧拉齐名,有“数学王子”之称。高斯最出名的故事就是他十岁时,小学老师出了一道算术难题:“计算 $1+2+3+\dots+100$ 的和”。这可难为了初学算术的学生,但是高斯却很快将答案写了出来。原来他用的是凑数法: $1+49=50$ ,  $2+48=50$ , …你是否有更简便的算法?请同学们对不同的算法进行比较,看看哪种算法的效率更高,从中可以得出什么结论,体会一下算法的多样性与复杂性。

(2) “水仙花数问题”:水仙花数是指一个三位数,它的各位数的立方和正好等于该数本身。如: $153=1^3+5^3+3^3$ 。请设计算法求解“水仙花数问题”。

## 1.2.2 如何描述算法

当我们找到算法之后,不能只是自己心知肚明,还需要准确、具体地将它描述出来,这样才能编写成程序供计算机执行。描述算法可以有多种表达方法,一般用自然语言、流程图和伪代码进行描述。

### 1. 用自然语言描述算法

自然语言是指人们日常生活中使用的语言,如汉语、英语、法语等都是自然语言。用自然语言描述算法符合我们的表达习惯,并且容易理解。

从1.1节人与计算机解决问题的差异对比中我们知道,要让计算机解决问题,必须明确地告诉它要处理的具体对象和每一步准确的处理过程,否则计算机就无法工作,因此,算法的描述要求尽可能精确、详尽。

还是回到“韩信点兵问题”的求解上,同学们可能会想到用逐个数验证的算法求解,你对求解过程的描述其实就是用自然语言在描述算法。

将下面的算法描述与1.1节你自己的求解过程描述相对比,你可以得到什么启示?

(1) 算法分析。

从1开始顺次取出一个自然数判断它被3、5、7整除后的余数是否为2、3、2。如果是,则这个数即是所求的数,求解结束;否则,用下一个数再试,

直到找到这个数为止。

(2) 算法描述。

Step1: 将N初始值赋为1

Step2: 如果N被3、5、7整除后的余数分别为2、3、2, 则输出N的值, 转到Step4

Step3: 将N的值加1, 转到Step2

Step4: 结束程序

## 实践

凯撒密码的原理是将“明文”中的每个字母用另外一个字母替换, 这样就形成“密文”。已知凯撒密码的计算公式为 $F(a)=(a+k) \bmod n$ , 其中 $k=3$ ,  $n=26$ , 如果将英文字母进行加密, 其对应关系如下所示。

明文: A B C D E F …… X Y Z

密文: D E F G H I …… A B C

现给出待加密字符串为“PROGRAM”, 请同学们设计算法, 然后用自然语言将它描述出来, 填入表1-3中, 并相互评价所采用的算法。

表1-3 凯撒密码的算法描述

用自然语言描述凯撒密码的算法

算法分析

算法描述

相互评价

你认为上面的算法描述  较好  一般  不好

Mod 为取模运算, 即求余数。如:

7 Mod 3 结果为 1

10 Mod 5 结果为 0

11 Mod 6 结果为 5

4 Mod 5 结果为 4

用自然语言描述算法的优点是通俗易懂, 但缺乏直观性和简洁性, 并且容易产生歧义。例如, “这个人谁都不认识”。首先, 这句话隐含了一个条件: “在某个特定场合下”; 其次, 它到底表示在这个特定场合下没人认识他, 还是他不认识任何人呢? 可见, 用自然语言描述算法有时容易产生误解。

## 2. 用流程图描述算法

流程图(Flow Chart)也称为程序框图, 它是算法的一种图形化表示方法。与用自然语言描述算法相比, 用流程图描述算法形象、直观, 更容易理解。对于一些复杂的算法, 直接编写代码很难保证程序的正确性, 程序设计人员往往先用流程图描述算法, 然后根据流程图就可以方便地写出程序代码了。

目前常用的流程图由美国国家标准化协会(American National Standard Institute, 简称ANSI)制定的一系列流程图符号组成, 如图1-2所示。

用流程图描述“韩信点兵问题”的算法的结果, 如图1-3所示。



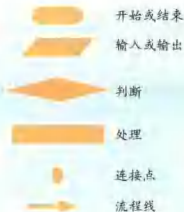


图 1-2 流程图图例



图 1-3 “韩信点兵问题”的流程图

## 实践

参照表 1-4，试比较“韩信点兵问题”的算法用自然语言描述和用流程图描述各有什么特点。

表 1-4 比较“韩信点兵问题”的算法描述

自然语言描述与流程图描述的比较	
自然语言描述	流程图描述
直观清晰	
确定性	
烦琐程度	
是否容易修改	
通俗易懂	

### 3. 用伪代码描述算法

#### 伪代码表示举例

(1)表示条件判断:

```
If 条件 Then
    执行语句一
Else
    执行语句二
End If
```

(2)表示循环处理:

```
Do While 条件
    循环处理语句
Loop
```

伪代码(Pseudocode)是介于自然语言和计算机程序语言之间的一种算法描述。它也是专业软件开发人员描述算法的一种常用方法。

使用伪代码描述算法没有严格的语法限制,书写格式也比较自由,只要把意思表达清楚就可以了,它更侧重于对算法本身的描述。

在伪代码描述中,表示关键词的语句一般用英文单词,其他语句可以用英文语句,也可以用汉语语句。

例如,给定一个四位数的年份,判断它是否为闰年。如果用伪代码来描述它的算法,可以表示如下。

(1) 算法分析。

如果 2 月份是 28 天,则这一年是平年;如果是 29 天,则这一年是闰年。判断闰年的条件是:如果该年份能被 4 整除但不能被 100 整除,或者能被 400 整除,则该年为闰年。

## (2) 算法描述。

```

输入年份一 y
If y 能被 4 整除 Then
    If y 不能被 100 整除 Then
        输出“是闰年”
    Else
        If y 能被 400 整除 Then
            输出“是闰年”
        Else
            输出“不是闰年”
        End If
    End If
End If
Else
    输出“不是闰年”
End If

```

由此可以看出, 用伪代码描述的算法简洁、易懂, 修改起来也比较容易, 并且很容易转化为程序语言代码。但用伪代码描述的算法也有缺点, 例如, 它没有流程图描述的算法直观, 一旦出现逻辑错误也不便排查。



比较自然语言、流程图和伪代码三种算法描述方法, 谈谈你自己的看法, 你更喜欢哪种描述方法?

### 1.3 初试身手, 体验编程

1.2 节我们学习了用自然语言、流程图和伪代码三种方法描述算法, 但计算机是无法直接识别这些描述的。对于用计算机解决问题而言, 设计算法, 描述算法不是最终目的, 最终目的是编写程序代码, 实现算法设计。下面就让我们用 Visual Basic 程序开发工具尝试编写一段小程序, 实现“韩信点兵问题”的算法, 然后请同学们通过自主学习, 认识一下有关程序设计方面的知识。通过本节的学习, 你可以:

- 初步体验编程的乐趣, 知道什么是程序源代码
- 进一步领会算法和程序设计在解决问题中的地位
- 理解算法、程序设计, 程序设计语言之间的关系
- 了解程序设计语言的发展及种类
- 了解如何编辑程序、编译程序和连接程序





### 1.3.1 程序编写尝试

Visual Basic 6.0(简称VB6.0)是一种基于BASIC语言的可视化程序开发工具。下面就让我们用VB6.0一步一步尝试编写程序,实现“韩信点兵问题”的算法,体会程序设计的魅力。

Step1:通过“开始”菜单启动 Visual Basic 6.0,在“新建工程”对话框中选择“标准 EXE”,然后单击“打开”按钮,建立标准 EXE 工程,如图 1-4 所示。



图 1-4 新建 VB 工程



图 1-5 窗体界面

Step2:单击工具箱中的“CommandButton”按钮,在默认窗体“Form1”的适当位置上拖动鼠标可以添加一个命令按钮“Command1”,如图 1-5 所示。

Step3:单击“Form1”窗体中添加的“Command1”命令按钮,在属性窗口中将它的“Caption”属性改为“韩信点兵”,如图 1-6 所示。

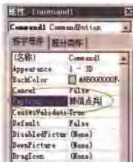


图 1-6 属性设置

Step4:双击“Form1”窗体中的“韩信点兵”按钮,打开代码窗口,在“Private Sub Command1\_Click()”和“End Sub”之间输入以下代码,其中“程序说明”部分是对代码的注释,前面用“!”标注。

```

!*****
! 程序说明
! 将 N 的初值赋为 1, 循环开始后先进行判断。
! 如果 N 被 3、5、7 整除后的余数是 2、3、2,
! 则为求解结果, 输出 N 的值, 并退出循环;
! 否则将 N 的值加 1 后继续判断。
!*****
Dim N As Integer
N = 1
Do
    If (N Mod 3 = 2) And (N Mod 5 = 3) And (N Mod 7 = 2) Then
        Print N
        Exit Do
    End If
    N = N + 1
Loop

```