

青少年信息学奥林匹克竞赛培训教材

Pascal 语言 (小学版)

第 2 版

张文双 车 辉 主编

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书按照全国青少年信息学奥林匹克竞赛要求编写，立足于 Free Pascal 程序设计语言的普及和应用。

本书包含计算机基础知识、Pascal 语言基础、Pascal 语言的常用语句、选择结构、循环结构、枚举类型与子界类型、数组、过程和函数、常用算法和文件等内容，各章配备习题，附习题参考答案。

本书结构严谨，语言简练，可以作为小学的培训用书，也适合读者选作自学资料。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

Pascal 语言：小学版 / 张文双，车辉主编. —2 版. —北京：北京理工大学出版社，2008.9

青少年信息学奥林匹克竞赛培训教材

ISBN 978 - 7 - 5640 - 0263 - 3

I. P… II. ①张… ②车… III. PASCAL 语言 - 程序设计 - 技术培训 - 教材 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 138675 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 13

字 数 / 300 千字

版 次 / 2008 年 9 月第 2 版 2008 年 9 月第 5 次印刷

印 数 / 11001 ~ 14000 册

定 价 / 27.00 元

责任校对 / 申玉琴

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题，本社负责调换

编写委员会

顾问：吴文虎

主任：郭志霞

副主任：李秋贵

委员：张文双 车 辉 杜柏林 王学红

侯启明 战久成 吴树娟 冯新晖

陈 进 战 鹰



国际信息学奥林匹克学科竞赛 (International Olympiad in Informatics, IOI) 始于 1989 年, 到 2003 年已经成功地举办了 15 届。在这种高手云集的世界大赛中, 中国队的选手们表现出色, 届届名列前茅, 59 人次参赛, 夺得金牌 30 块, 银牌 17 块, 铜牌 12 块。

IOI 是在青少年中级别最高的智力与应用计算机解题能力的大赛。这项赛事是联合国教科文组织所倡导的。从大赛所推崇的“更快, 更高, 更强”的精神看, 这种学科竞赛冠之以奥林匹克的名字, 当之无愧。

从培育和选拔尖人才的角度看, 信息学奥林匹克活动是站在信息技术教育的平台上, 以先进的教育理念, 用电脑帮助开发人脑, 通过计算机编程解题来提高分析问题和解决问题的能力, 培养创新意识。在中国队的训练中强调德智体美全面发展, 培养“自立、自尊、自信、自强”的良好心态, 要怀着中华民族的自豪感和自信心到世界赛场上一展风采。这种良好的素质和心态是奋发学习, 刻苦训练, 增长才干, 并夺取胜利的重要保证。

从大局看, 竞赛不是目的, 拿金牌也不是我们的最终目标, 我们仅仅将竞赛作为推动信息科技普及的一个手段。科教兴国, 提高青少年科学素养, 造就一批又一批的拔尖人才, 实现新世纪中华民族的腾飞梦想是我们的宏大目标。

从我执教中国队训练的 15 年中, 我感到这项竞赛有相当大的难度, 对学生和老师都是极大的挑战, 因而富有魅力。从活动的内容看, 是用计算机解一些难题, 核心是数学建模和算法设计与实现。数学建模需要很强的数学功底, 算法设计又要有一些专门的知识, 这些都需要在课外活动中, 在老师的指导下通过自学完成。作为看家本领, 就要学通一门高级程序设计语言。目前在竞赛中各国选手用得最多的是 Pascal 语言。该种语言功能强大, 数据类型丰富, 便于学习和理解, 初学的人易于上手。从市场上看, 有关 Pascal 语言的教材, 都是写给大人的, 很少有供初中学生或小学生读的。这次我用了一些时间研读了这本新教材, 感到的确很好。老师们在写这本书时能够充分考虑这个年龄段学生的学习心理和认知特点, 结合初级比赛当中的一些让孩子们喜闻乐见的题目, 用浅显生动, 但又不失科学性的语言写成这本教材, 既讲基本原理和基本方法, 又讲如何编程调试, 可以说内容丰富, 深入浅出。

有了书就有了学习的前提, 但是学习方法是十分重要的。我认为, 程序设计不是看会的, 也不是听会的, 而是通过上机实践自己练会的。这就叫“实践出真知”。光看书不上机练习, 是绝对学不会的。中国队的选手为什么能有这么强的能力, 就是因为他们既动脑, 又动手, 进行“理性”的思维和“理性”的实践。就我的经历看, 从小学习一些程序设计的思想, 会对大家将来打开思路, 挖掘潜能, 提高科学素养和动手能力有大的益处。我相信, 从信息技术方面获得的能力可以迁移到其他课程中去。在这里我要对喜欢计算机编程活动的小朋友们说: 祝你们成功!

国际信息学奥林匹克中国队总教练
清华大学计算机系教授, 博士生导师



第二版前言

本书第一版自 2004 年至今，受到广大读者的关注和厚爱，在此深表谢意。

近年来，Free Pascal 语言已替代 Turbo Pascal 成为我国青少年信息学奥林匹克竞赛（NOI）和分区联赛（NOIP）的复赛语言之一。为了适应竞赛的需要，我们对书中内容进行了修订。第二版中详细介绍了 Free Pascal 2.04 系统，增加了算法和文件两章，所有的例题和习题均能在 Free Pascal 环境中运行。

这本书的内容共分 11 章，主要内容包括：计算机的基础知识、Pascal 语言基础、Pascal 语言的常用语句、选择结构、循环结构、枚举类型与子界类型、数组、过程和函数、常用算法和文件等。第 1~5 章由张文双编写，第 6、8 章由杜柏林编写，第 7、9 章由车辉编写，第 10 章由陈进编写，第 11 章由战鹰编写。全书由张文双统稿审定。

由于编者的水平有限，新版中若有疏漏之处，恳请各位读者指正。

编 者



第 1 章 计算机基础知识

1.1 计算机的成长史

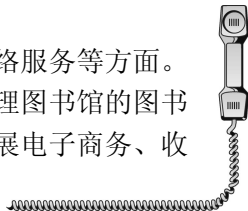
第一台计算机于 1946 年诞生在美国的宾西法尼亚大学，它的名字叫埃尼阿克 (ENIAC)。它由 18 000 多个电子管组成，占地 170 平方米，重达 30 多吨，是一个庞然大物。它每秒钟可以进行 5 000 次加法运算，比当时的手摇计算机快 1 000 倍。

在过去的六十多年中，计算机经历了电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路等“四代”电子元件的变迁，体积越变越小，运算速度越变越快，功能越变越强，价格越变越低，操作性越变越容易。现在的微型计算机体积只有埃尼阿克的几百万分之一，运算速度却比它快千万倍。特别是国际互联网 (Internet) 的发展，大大缩短了地域之间的距离，“天涯若比邻”已不再是梦想。

计算机是对数字、文字、图像、声音等信息进行综合处理的电子设备。计算机的运算速度快，计算精度高。一般计算机的运算速度可以达到每秒数亿次，最快的计算机的运算速度已达到每秒数万亿次。计算机的存储器中能存储大量的文字、图形、声音等信息。例如：一张软磁盘可以存储 70 多万字，大约是这本书的 3 倍。一张光盘可以容纳几千本书的内容，还可以存储声音和图像。计算机具有特殊的本领——逻辑判断能力，可以进行推理判断和逻辑运算。

由于计算机能模拟人类大脑的活动，人们俗称计算机为“电脑”。

计算机广泛应用于数值计算、数据处理、实时控制、人工智能、网络服务等方面。利用计算机能办公，能教学，能进行复杂的天体运转轨道的计算，能管理图书馆的图书资料，能自动控制工厂的生产过程，能设计楼房，能上网查询资料、开展电子商务、收发电子邮件等。计算机已经成为人们的好帮手、好朋友。



1.2 计算机的组成

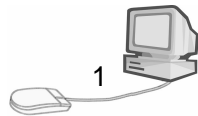
一般工作单位或家庭使用的计算机主要由以下 4 个部分组成：主机、显示器、键盘和鼠标，如图 1-1 所示。

1. 主机

主机是计算机的核心，主机中包括主板、中央处理器、内存储器、软盘驱动器、硬盘存储器、U 盘存储器、光盘驱动器、显示卡和声卡等。

(1) 主板

主板是微机内最大的一块集成电路板，它的上面安装中央处理器、内存条、显卡、声卡等。



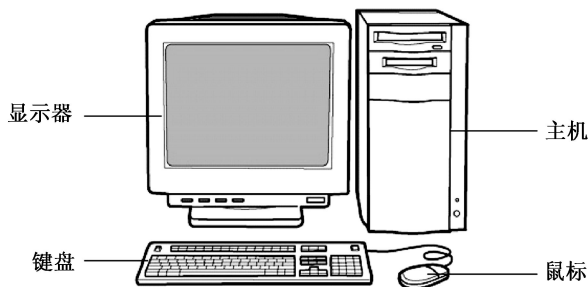


图 1-1 计算机

(2) CPU

中央处理器（英文缩写为 CPU）是计算机的“心脏”，具有控制和运算的能力。CPU 的时钟频率对计算机的运算速度起决定性的作用。

(3) 内存储器

内存储器分为两类：随机存储器（RAM）和只读存储器（ROM）。RAM 用来存放数据和程序，存取信息方便，但关闭计算机后信息将会丢失。ROM 存入的是计算机开机工作的重要程序，可长期保存，但只能读出，不能存入新数据。



图 1-2 软磁盘

(4) 软盘存储器

计算机的外存储器有软磁盘、硬磁盘、U 盘和光盘。常用的软盘存储器是 3.5 英寸（8.89 厘米）软盘，如图 1-2 所示。软磁盘通常记为 A:。软盘携带方便，使用时可插入软盘驱动器中。

一张软盘的存储容量为 1.44 MB。

B 是计算机存储容量的单位字节（Byte）。一个英文字符占一个字节，一个汉字占两个字节。存储容量的单位还有千字节（KB）、兆字节（MB）、千兆字节（GB）等，换算关系为：

$$1 \text{ KB} = 1024 \text{ B}$$

$$1 \text{ MB} = 1024 \text{ KB}$$

$$1 \text{ GB} = 1024 \text{ MB}$$

3.5 英寸磁盘的一角有一个写保护口，上面安有滑块。推动滑块，露出写保护口，只能读出数据，不能写入，达到保护数据的作用。

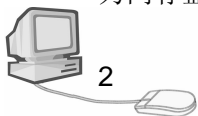
软磁盘容量较小，且材质较软不易保管。现在市场出售的计算机基本都没有提供软盘存储器，故无法使用 3.5 英寸软磁盘。

(5) 硬盘存储器

硬盘及其驱动器固定在主机箱内。硬盘存取速度快，容量大。常用的硬盘容量有 40 GB、60 GB、80 GB 等。大容量的硬盘通常分为几个区，分别记为 C:、D:、E: 等。

(6) U 盘

U 盘是采用 USB 接口的微型大容量移动存储器。它采用的存储介质为闪存，所以又被称为闪存盘、闪盘、优盘等。





U 盘容量大, 便于携带, 具有防震、存储数据不容易丢失的优点, 在 Windows ME 以上操作系统中不必安装驱动程序便可正常运用, 操作方便, 使用广泛。

(7) 光盘

光盘利用光学方式读写信息, 如图 1-3 所示。常见的光盘分为 CD 光盘和 DVD 光盘两种。



图 1-3 光盘

一张 CD 光盘的容量约为 650~700 MB。CD-ROM 是只读型光盘, 用户只能从中读取信息, 不能写入。CD-RW 是可擦写光盘, 既能读取信息, 也能进行写入操作。

DVD 光盘根据不同特征有多种分类, 按照读写类型可以分为只读型和可擦写型; 按照标准可以分为 DVD-与 DVD+, 按照盘面容量标准分为 D5、D9、D10、D18。D5 为单面单层 (最大容量 4.3 GB) 盘片, D9 为单面双层 (最大容量 8.5 GB) 盘片, D10 为双面单层 (最大容量 9.7 GB) 盘片, D18 为双面双层 (最大容量 17 GB) 盘片。只要支持 D9 的机器就可以支持所有的 DVD 盘片。双面的 DVD 盘片播放时需要翻转盘片, 通常比较常见的 DVD 光盘为 DVD+标准的 D5 或者 D9 盘面。

(8) 显示卡

显示卡是连接主板和显示器的适配卡。

(9) 声卡

声卡是语音合成卡, 用来控制声音的输出。

2. 显示器

显示器是计算机的输出设备, 可以显示输入的信息和计算机的处理信号, 分为单色显示器和彩色显示器两种。目前比较流行的彩色显示器有 17 英寸 (43.18 厘米) 纯平显示器和 19 英寸 (48.26 厘米) 液晶显示器。

3. 键盘

键盘是计算机常用的输入设备。通常使用 104 键标准键盘。

4. 鼠标

鼠标是计算机常用的输入设备。鼠标有 2 个或 3 个按键 (左、中、右键), 使用时平放在桌面上, 通过单击、双击某个键或拖动鼠标来操作计算机。

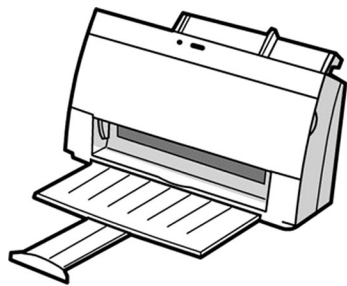


图 1-4 打印机

另外, 计算机常用的外部设备有打印机和扫描仪。

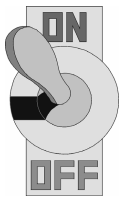
打印机是计算机的输出设备, 如图 1-4 所示。利用打印机可以将计算机运行的结果 (文本、表格、图形) 打印在纸上。常用的打印机有针式打印机、喷墨打印机和激光打印机。

扫描仪是计算机的输入设备。利用扫描仪将文稿、表格、图片等资料输入计算机中进行处理, 方便又快捷。





1.3 怎样使用计算机?



1. 启动计算机

启动计算机的操作步骤如下:

- ① 打开显示器开关。
- ② 打开主机电源开关 (POWER)。

计算机在工作过程中, 由于某些原因可能发生失控现象, 通常称为“死机”。此时可以进行热启动。热启动的操作方法是先按下 Ctrl 和 Alt 键, 再按下 Del 键, 然后同时放开。这种作法简记为: Ctrl+Alt+Del。通常称这样共同发挥作用的键为组合键。

当热启动无效时, 可以按下主机箱面板上的复位按钮 (RESET) 重新启动计算机, 这种方法称为复位启动。

如果频繁开启计算机, 容易损坏磁头和盘面。所以为了保护计算机, 应尽量减少关机后启动 (冷启动) 计算机的次数。出现“死机”时, 首先进行热启动, 若无效再进行复位启动, 如果再失效只有关机后略停一两分钟后进行冷启动了。

2. 关闭计算机

关闭计算机的操作步骤如下:

- ① 单击“开始”按钮中的“关闭计算机”命令, 如图 1-5 所示。
- ② 在弹出的“关闭计算机”对话框中单击“关闭”按钮, 如图 1-6 所示。



图 1-5 “开始”菜单



图 1-6 关闭计算机

1.4 计算机键盘

键盘是计算机主要的输入设备。用 Pascal 语言编写程序时, 需要利用键盘输入指令, 因此, 全面了解计算机键盘的功能是非常必要的。

常用的 104 键标准键盘分为 4 个区: 功能键区、主键位区、光标控制区和数字键区, 如图 1-7 所示。

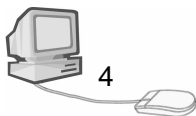




图 1-7 键盘分区


1. 功能键区

功能键区共有 13 个键。左端的退出键 Esc 通常用于退出应用程序(如:退出“学习软件”)或撤销刚输入的命令。F1、F2、…、F12 这些键在不同的软件中具有不同的功能,由软件设计者确定。

2. 主键位区

主键位区含有以下常用的按键:

- ① 数字键: 0~9。
- ② 字母键: A~Z。
- ③ 空格键: 位于键盘底行中间,按此键可输入一个空格。
- ④ 回车键 Enter: 执行命令或输入文本换行时,一般都要按回车键。
- ⑤ 退格键 BackSpace: 按此键可以删除当前光标左侧的字符。
- ⑥ 换档键 Shift: 主键位区左右两侧各有一个换档键,用来输入双字符键的上档字符。

例如:  是双字符键,乘号“*”称为上档字符,“8”称为下档字符。直接按下此键,可以输入下档字符“8”。若想输入上档字符“*”,需要按住 Shift 键,再按下此键,然后同时松手。

- ⑦ 大小写字母转换键 Caps Lock: 用来转换英文字母的大写、小写形式。
- ⑧ 控制键 Ctrl: 主键位区左右两侧各有一个控制键,此键需与其他键配合使用。
- ⑨ 转换键 Alt: 两个转换键位于空格键的两侧,它需与其他键配合使用。
- ⑩ 符号键: 指含有数学运算符号或标点符号的键,都是双字符键。
- ⑪ 制表定位键 Tab: 按此键光标向右移动一个制表位。
- ⑫ 启动键: 键面上标有 Win 或窗口图案,在底行左右两侧各有一个,按下此键可以启动 Windows 桌面的“开始”菜单。
- ⑬ 快捷键: 键面上标有带箭头的矩形图案,单击某个图标后,按此键可以弹出快捷菜单。

图 1-8 为单击 Free Pascal 图标后再按此快捷键弹出的快捷菜单。

3. 光标控制区

- ① 插入/改写转换键 Insert: 在“插入”和“改写”两种状态下转换。
- ② 删除键 Delete: 按此键可删除光标所在处的字符,使光标左移一列。
- ③ 行首键 Home: 按此键光标向左移动到本行第一个字符。
- ④ 行尾键 End: 按此键光标向右移动到本行末尾。



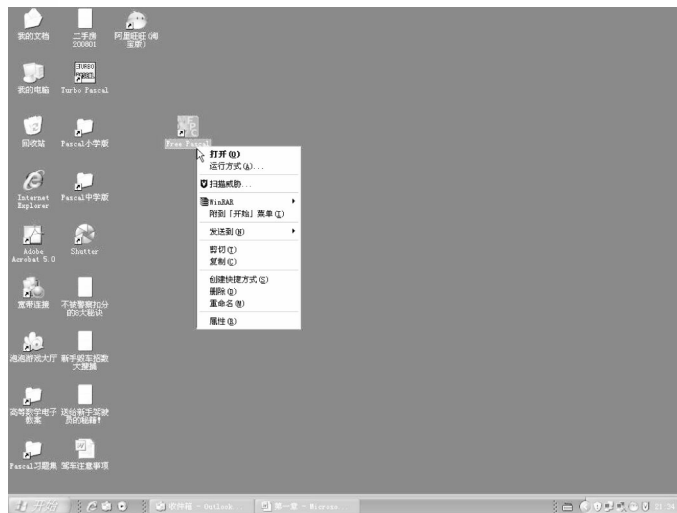


图 1-8 快捷菜单

- ⑤ 向前翻页键 Page Up: 按此键可向前翻动一页。
- ⑥ 向后翻页键 Page Down: 按此键可向后翻动一页。
- ⑦ 向上移动键 “↑”: 按此键可使光标向上移动一行。
- ⑧ 向下移动键 “↓”: 按此键可使光标向下移动一行。
- ⑨ 向左移动键 “←”: 按此键可使光标向左移动一列。
- ⑩ 向右移动键 “→”: 按此键可使光标向右移动一列。

4. 数字键区

数字键区主要用于快速输入数字。其左上角的 Num Lock 称为数字锁定键，它上方有一盏指示灯，当指示灯亮时，按数字所在的双字符键，执行上档功能，即可以输入数字；当指示灯熄灭时，处于光标控制状态，按双字符键时，执行下档的功能。

键盘右上角还有 3 个按键：

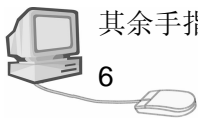
- ① 拷屏键 Print Screen: 按此键可将当前屏幕显示的信息暂存在剪贴板中，以便执行“粘贴”操作，达到复制屏幕信息的作用。
- ② 屏幕锁定键 Scroll Lock: 某些软件用此键作为屏幕滚动的锁定键。按此键，其右侧对应的指示灯亮，再按此键，指示灯熄灭。
- ③ 暂停键 Pause Break: 连续显示或打印时，按此键可以暂停操作。当需要继续运行时，按任意一个键就可以了。

1.5 十指分工正确击键

键盘操作是使用计算机的基本功，初学者应注意学习正确的指法，养成良好的习惯。

在主键位区中央有 8 个键称为基本键，准备打字时，操作者的两手应放在基本键的上方，与基本键的对应关系如图 1-9 所示。

用手指轻触基本键，会发现 F 键和 J 键上有凸起的圆点或横线，用来定位两手的食指，其余手指顺序排开。



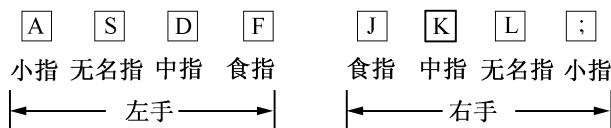


图 1-9 基本键

击键时要轻快且有弹性，用力不要过猛，不要按在键面上。如果手指接触按键时间过长，会显示重复字符。十个手指要分工合作，才能快速输入字符。手指分工如图 1-10 所示。

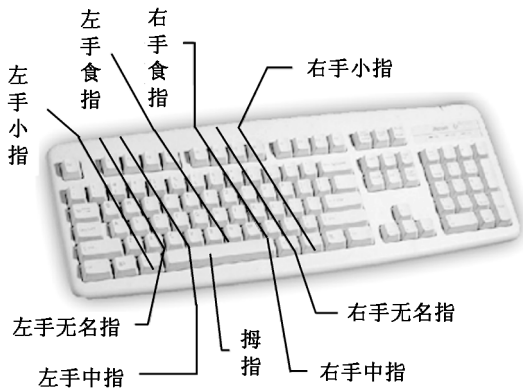


图 1-10 手指分工

1.6 预防计算机中毒

计算机病毒是一种人为恶意编制的程序，它隐藏在计算机系统中，能破坏计算机的工作程序和数据，使计算机不能正常运行。计算机病毒具有传染性、繁殖性、潜伏性和破坏性，它能利用系统信息资源生存、繁殖，并通过磁盘、光盘和网络等途径传播，造成极大的危害。

当你的计算机出现速度变慢、磁盘空间变小、屏幕显示异常、文件被删除、数据丢失、死机现象增多等情况时，就有可能已经感染了计算机病毒，应立即启动杀毒软件对计算机进行彻底的清查和杀毒。

常用的杀毒软件有：金山毒霸、诺顿杀毒、江民杀毒软件、瑞星杀毒、卡巴斯基、和麦咖啡等。杀毒软件可从网上下载或光盘安装。

安装方法是：将下载的杀毒软件或者杀毒软件光盘放入驱动器，然后执行相应的安装文件 Setup.exe。

下面以 KV3000 杀毒软件为例，说明其安装和使用方法。

安装方法是：将 KV3000 杀毒软件光盘放入驱动器，然后执行上面的安装文件 Setup.exe。

在 Windows 操作系统下使用 KV3000 杀毒软件时，可以单击：

“开始” → “程序” → “KV3000” → “KV3000 杀毒王”

运行“KV3000 杀毒王”杀毒程序。“KV3000 杀毒王”窗口如图 1-11 所示。首先在右侧“查杀目标”中选择需要杀毒的磁盘，方法是单击磁盘名称左边的小方框，使方框内出现“√”。

然后单击“杀毒”按钮 ，即能完成查毒和杀毒工作。

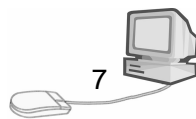




图 1-11 KV3000 窗口

安装在计算机上的杀毒软件，需要定期升级，以便能查杀最新出现的计算机病毒。例如：KV3000 杀毒软件的升级方法是单击窗口左下部“实用工具”栏中的“智能升级”按钮。

杀毒软件大多提供实时保护功能，防火墙功能，建议在安装时按照软件默认的模式安装即可。软件安装完成后需要全面更新一次，更新完毕后建议执行一次全面杀毒。以后的使用中，杀毒软件通常可以在上网后实现自动升级，通常 1 星期到 1 个月执行一次全面杀毒。

另外，有一款不错免费的防护软件，建议下载使用（下载地址：<http://www.360.cn/>）可以学到很多实用功能。

为了防止计算机感染病毒，应养成备份磁盘的习惯，保护系统数据。应对计算机进行实时病毒检测，发现病毒传染时及时发出警报并立即杀毒。严禁使用携带病毒的磁盘，建议安装“病毒防火墙”等预防网络病毒的软件，防止计算机病毒的入侵。

1.7 数制

人们日常使用的计数方法是由 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 这 10 个符号（称为基数）组成各个数字，执行“逢十进一，退一还十”的运算规则，称为十进制数。

计算机中含有大量的电子元件。电子元件很难有 10 种不同的稳定状态，但是常具有两种状态，如：电灯的开与关，电路的通与断等，可以用 1 和 0 来表示这两种状态。因此，计算机对信息的处理都是用二进制代码进行的。

1.7.1 常用的进位计数制

常用的进位计数制有：十进制、二进制、八进制和十六进制。表 1-1 表示了它们的基本情况。

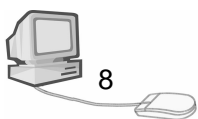




表 1-1 常用的进位计数制

名 称	基 数	标志符	进位规则
十进制	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	D	逢十进一
二进制	0, 1	B	逢二进一
八进制	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Q	逢八进一
十六进制	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F	H	逢十六进一

例 1-1

十进制数 536 可表示为 536D 或 $(536)_{10}$;

二进制数 1011 可表示为 1011B 或 $(1011)_2$;

八进制数 712 可表示为 712Q 或 $(712)_8$;

十六进制数 398 可表示为 398H 或 $(398)_{16}$ 。

注意：当出现不同进位制数时，需要用规定的标志符加以区分。

例 1-2 $(111)_{10}$ 、 $(111)_2$ 、 $(111)_8$ 与 $(111)_{16}$ 是否相等？

因为： $(111)_{10} = 1 \times 100 + 1 \times 10 + 1 = 1 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 1 \times 10^0$ （注： $10^0 = 1$ ）

$(111)_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (7)_{10}$

$(111)_8 = 1 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 1 \times 8^0 = (73)_{10}$

$(111)_{16} = 1 \times 16^2 + 1 \times 16^1 + 1 \times 16^0 = (273)_{10}$

所以， $(111)_{10} \neq (111)_2 \neq (111)_8 \neq (111)_{16}$ 。

对于十进制数 0, 1, 2, ..., 18, 表 1-2 表示了四种不同进制数之间的关系。

表 1-2 常用进制数对照

十进制 (D)	二进制 (B)	八进制 (Q)	十六进制 (H)
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A



续表

十进制 (D)	二进制 (B)	八进制 (Q)	十六进制 (H)
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12



1.7.2 十进制数与二进制数的相互转换

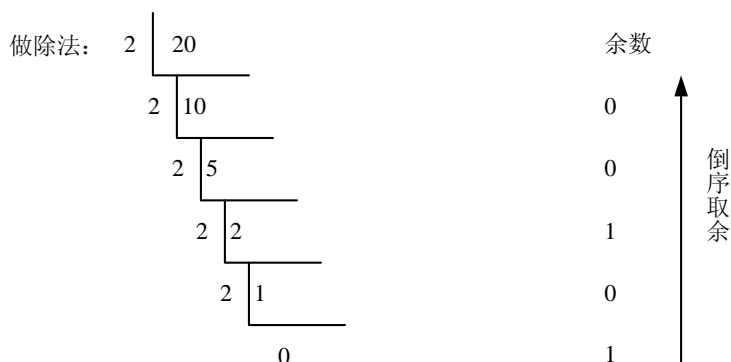
不同进制数之间进行转换时，整数部分和小数部分的转换方法是不相同的。

1. 十进制数转换成二进制数

(1) 整数部分的转换

十进制整数转换成二进制整数的方法是“除以 2 倒取余法”，即把十进制整数除以 2，记下余数 (0 或 1)，再把所得的商除以 2，记下余数，……，直到商为 0 时为止。然后从最后一次的余数开始倒序写出所有的余数，就是所得的二进制数。

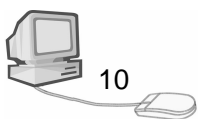
例 1-3 将十进制数 20 转换成二进制数。



$$(20)_{10} = (10100)_2$$

(2) 小数部分的转换

十进制小数转换成二进制小数的方法是“乘 2 取整法”。即将十进制小数乘以 2，取出乘积中的整数部分，再用余下的小数乘以 2，再取其乘积的整数部分，直到乘积为 0 或达到小数点后某一位精度要求为止。从第一个所取整数开始，写出所有整数，即为所求的二进制小数。





$$\begin{aligned}
& (11001.1101)_2 \\
& = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} \\
& = 16 + 8 + 1 + 0.5 + 0.25 + 0.0625 \\
& = (25.8125)_{10}
\end{aligned}$$

十进制数和二进制数之间的转换方法，可以推广到十进制与八进制、十进制与十六进制数的转换上。例如，十进制整数转换成八进制整数的方法是“除以 8 倒取余法”，十进制小数转换成八进制小数的方法是“乘 8 取整法”。

1.8 计算机语言

如今的计算机已经成为人类的好朋友，它能帮助人们处理工作、学习、生活等很多方面的事情。但是计算机并不能直接听懂人的话，人们要指挥计算机工作，就要使用计算机能够识别的语言，这种语言称为计算机语言。

计算机语言按其发展可分为机器语言、汇编语言和高级语言，其中机器语言和汇编语言称为低级语言。

1. 机器语言

机器语言是计算机能够直接识别和执行的指令系统，这些指令是由 0 和 1 这种二进制代码编写的。不同类型的计算机有不同的机器语言。

机器语言程序由机器指令组成，每条机器指令由操作码（规定操作内容）和地址码（指示参与操作的数据的存放地址）构成，操作码和地址码都用二进制（或八进制）编码。数据和指令必须分别放在不同的单元（地址）中，这些单元（地址）也用二进制（或八进制）编码，数据需要由特定的程序转换成二进制数。

例如：计算 $a = 5 \times 8$ 。

在某种计算机语言中，数据及其存储地址见表 1-3。
程序中的指令及其存储地址见表 1-4。

表 1-3 数据及其存储地址

地址	数据
0100	5
0101	8
0102	a

表 1-4 指令及其存储地址

地 址	指 令		注 释
	操作码	地址码	
0200	021	0100	取 5
0201	012	0101	$\times 8$
0202	022	0102	存入 a
0203	035	0102	输出 a

程序中第一条指令表示：从地址码 0100 的单元中取出 5，这条指令存放在地址码为 0200 的单元中。

