

GOTOP

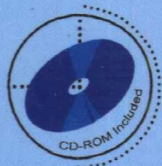
```
1 program ex0506
2 implicit none
3 integer score
4 character grade
5
6 write(*,*) "Score:"
7 read(*,*) score
8
9 if ( score>100 ) then
10  grade='?'
11 else if ( score>=90 ) then !
12  grade='A'
13 else if ( score>=80 ) then !
14  grade='B'
15 else if ( score>=70 ) then !
16  grade='C'
17 else if ( score>=60 ) then !
18  grade='D'
19 else if ( score>=50 ) then !
20  grade='E'
21 else
22  end if
24
25 write(*,("Grade: ",A1)) grade
26
27 stop
28 end
```

Fortran 95

程序设计

彭国伦 编著
健莲科技 改编

```
1 program ex0506
2 implicit none
3 integer score
4 character grade
5
6 write(*,*) "Score:"
7 read(*,*) score
8
9 if ( score>100 ) then
10  grade='?'
11 else if ( score>=90 ) then !
12  grade='A'
13 else if ( score>=80 ) then !
14  grade='B'
15 else if ( score>=70 ) then !
```



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

7P312F0
P43b1

Fortran 95

程序设计

彭国伦 编著
健莲科技 改编

本书附盘可从本馆主页 <http://lib.szu.edu.cn/>
上由“馆藏检索”该书详细信息后下载，
也可到视听部复制

中国电力出版社

内 容 提 要

本书介绍了当前国际上广泛流行的高级算法语言 Fortran 的最新版本 Fortran 95。本书循序渐进、由浅到深,使用结构化及面向对象程序设计观念,以简捷明了的方式把 Fortran 95 介绍给读者。书中主要讲述了 Fortran 95 程序设计的方法,包括数值计算、计算机绘图、窗口程序设计、与 Visual C/Visual Basic/Delphi 的连接、甚至是游戏程序的编写。

本书语言简洁,实例丰富,面向初、中级读者,适合初学 Fortran 程序设计的读者和想尝试由 Fortran 77 跨入 Fortran 95 的老手,也可作为从事 Fortran 教学研究、开发及应用方面的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Fortran 95 程序设计/彭国伦著;健莲科技改编. —北京:中国电力出版社, 2002.6

ISBN 7-5083-1062-4

I. F... II. ①彭...②健... III. FORTRAN 语言-程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 032900 号

著作权合同登记号 图字: 01-2002-1213

版 权 声 明

本书为台湾基峰资讯股份有限公司独家授权的中文简体化字版本。本书专有出版权属中国电力出版社所有。在没有得到本书原版出版者和本书出版者书面许可时,任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书的一部分或全部,以任何方式(包括资料和出版物)进行传播。本书原版版权属基峰资讯股份有限公司。版权所有,侵权必究。

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.infopower.com.cn>)

北京市地矿印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2002 年 9 月第一版 2002 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 37 印张 914 千字

定价 59.00 元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言

这本书的前身，是笔者在 1997 年出版的“精通 Fortran 90 程序设计”。Fortran 95 这个标准，与 Fortran 90 比较起来其实并没有很大的差别；不过这本书在内容上做了许多修订，把以前解释不足的地方都重新改写，尤其是数组、指针、MODULE 的部分；另外在绘图及数值计算方面还做了更详细的补充；对于 Visual Fortran 操作环境也做了更清楚的说明。

Fortran 95 包含 Fortran 77 及 Fortran 90 的原有功能，本书的目标是要让读者习惯新的 Fortran 编写格式。不过因为目前还不可能完全抛弃旧的规则，实例程序偶尔会使用古典风格来编写，让读者温故知新。在书中会特别注明有哪些命令是 Fortran 90 或 Fortran 95 新添加的功能，没有特别注明的部分都是从 Fortran 77 延续下来的语法。

这本书对于程序设计方法的讲解，会重于 Fortran 语法的说明。因为只要掌握写程序的方法，就有办法使用任何其他程序语言来编写程序。在书中除了会解释 Fortran 命令的语法，还会说明为什么需要这个命令，还有什么时候该使用它。

在实例程序方面，前半部的程序主要是用来示范 Fortran 命令的语法；到后半部介绍 Fortran 的应用时，才有机会看到比较实用及有趣的程序。等读者掌握 Fortran 基本语法能力后，本书后半部会示范如何应用 Fortran 来从事数值计算、计算机绘图、窗口程序设计、与 Visual C/Visual Basic/Delphi 的链接、甚至是游戏程序的编写。

下面是笔者的电子邮件及网页位置，随时欢迎您的任何指教。

电子邮件信箱 perng@cmlab.csie.ntu.edu.tw

本书网页 <http://www.cmlab.csie.ntu.edu.tw/~perng/book>



彭國倫

导 读

本书的章节并不完全有关联性，第 1 章是计算机概论的介绍，第 2 章是编译器的使用，读者可以根据自己的情况跳过它们。从第 3 章才开始进入 Fortran 程序的介绍。第 3~9 章介绍的是 Fortran 的最基本的功能，第 10、11 章介绍的是比较高级的功能。建议读者应该完全掌握第 3~9 章中的内容，如果时间不足，可以暂时先跳过第 10、11 这两章。

第 12~17 章介绍的是 Fortran 的应用，这几个章节并没有关联性，在读完前 9 章之后就有足够的基础来阅读其中任何一章。为了减少版面，在书中并没有显示第 17 章的内容，这一章的内容做成电子书放在光盘上。

第 12 章介绍高级编译器的使用方法，示范如何编译链接库、如何使用调试工具。有一部分在介绍 Fortran 与其他语言（Visual C/Visual Basic/Delphi）的链接。还有一部分会介绍如何对程序进行优化处理，加快程序执行速度。

第 13 章是计算机绘图，从最基本的几何图形绘制开始，到制作实时动画的方法；最后会用两个游戏程序来作实例，这两个程序也用来打破一些人士对于 Fortran 只能用来做数值计算的错误概念。

第 14、16 章是数值方法，第 14 章会详细介绍数值方法中的几种算法，并示范程序写作的方法；第 16 章则会示范 IMSL 链接库的使用。

第 15 章是数据结构及算法，这是在说明编写程序所应该要学习的一些基本方法及概念。

第 17 章会介绍 Visual Fortran 的扩充功能，包含一些常用的扩充函数介绍及 Visual Fortran 所提供的绘图及窗口程序设计功能。这一章的内容以文件的类型放在随书光盘上。

附录 A 是 Fortran 的库存函数说明，阅读完 3~9 章后，建议应该要翻到附录 A 看看 Fortran 有哪些库存函数可以使用。附录 B 是 ASCII 表，在第 4 章介绍过字符类型后，就应该去看看这个表格。

光盘使用说明

在光盘的根目录下有个 INDEX.HTM 文件，读者用浏览器打开它就可以看到光盘内容的导航。简单地说明一下文件的存放情况：

\\program\\chap02 ~ chap17	这些目录下存放每一章的实例程序
\\ans\\chap02 ~ chap11	习题参考解答
\\book	书中没有显示的第 17 章的电子文件，提供 WORD 及 PDF 文件的格式
\\document	Fortran 标准的文件，从 Fortran 77 到最新的 Fortran 95，还有制订中的 Fortran 200X 草稿
\\sgl	笔者提供的 SGL 绘图链接库
\\gcc	GNU C/C++及 Fortran 77 编译器

致 谢

能够完成这本书，除了要感谢父母的养育，还要感谢台大造船系及台大信息工程所多媒体实验室这几年的栽培。特别感谢造船系的蒋德普教授在 Fortran 方面的启蒙，及信息所的欧阳明主任、吴家麟教授、陈文进教授等等在我在研究所阶段对我的照顾。另外如果没有万云龙先生在我写第一本书时所给予的帮助，今天也不可能会有这本书。

当然还要感谢一群热心帮忙校稿的朋友，如果没有他们，我也不能顺利完稿。依校稿的章节顺序分别是：许美云、张志鸿、黄建桦、陈继峰、蔡明怡。母亲江秋月女士也很辛苦地帮忙做了整本书的第一次错字校正。

其他还要感谢的有在华硕计算机的彭伟伦，也是我的兄长，在学生时代经常会一起讨论很多程序问题。还有台大资工所多媒体实验室的全体成员，感谢大家所共同创造出来的学习环境。

目 录

前 言

导 读

光盘使用说明

致 谢

第 1 章 计算机概论	1
1-1 计算机简史	2
1-2 数字化	4
1-3 微处理器 (Micro Processor)	7
1-4 计算机基本结构	8
1-5 操作系统	9
1-6 计算机语言	10
1-7 今天的计算机	11
第 2 章 编译器的使用	13
2-1 编译器简介	14
2-2 Visual Fortran 的使用	14
2-3 LINUX 下使用 Fortran	21
第 3 章 Fortran 程序设计基础	25
3-1 字符集	26
3-2 书面格式	26
3-3 Fortran 的数据类型	28
3-4 Fortran 的数学表达式	31
3-5 Fortran 简史	31
第 4 章 输入输出及声明	33
4-1 输入 (WRITE) 输出 (PRINT) 命令	34
4-2 声明	36
4-3 输入命令 (READ)	47
4-4 格式化输入输出 (FORMAT)	49
4-5 声明的其他事项	59
4-6 混合运算	63
4-7 Fortran 90 的自定义数据类型	65
4-8 KIND 的使用	67

第 5 章 流程控制与逻辑运算	71
5-1 IF 语句	72
5-2 浮点数及字符的逻辑运算	87
5-3 SELECT CASE 语句	90
5-4 其他流程控制	93
5-5 二进制的逻辑运算	96
第 6 章 循 环	99
6-1 DO	100
6-2 DO WHILE 循环	105
6-3 循环的流程控制	107
6-4 循环的应用	111
第 7 章 数组 (ARRAY)	119
7-1 基本使用	120
7-2 数组内容的设置	129
7-3 数组的保存规则	144
7-4 可变大小的数组	146
7-5 数组的应用	149
第 8 章 函 数	155
8-1 子程序 (SUBROUTINE) 的使用	156
8-2 自定义函数 (FUNCTION)	166
8-3 全局变量 (COMMON)	169
8-4 函数中的变量	176
8-5 特殊参数的使用方法	186
8-6 特殊的函数类型	194
8-7 MODULE	204
8-8 一些少用的功能	212
8-9 使用多个文件	214
8-10 函数的应用	218
第 9 章 文 件	231
9-1 文件读取的概念	232
9-2 文件的操作	233
9-3 顺序文件的操作	241
9-4 直接访问文件的操作	253
9-5 二进制文件的操作	257
9-6 Internal File (内部文件)	260

9-7	NAMelist	264
9-8	文件的应用	266
第 10 章	指 针	275
10-1	指针基本概念	276
10-2	指针数组	279
10-3	指针与函数	282
10-4	基本的指针应用	284
10-5	指针的高级应用	287
第 11 章	MODULE 及面向对象	311
11-1	结构化与面向对象	312
11-2	再论 MODULE	314
11-3	再论 INTERFACE	323
11-4	实际应用	336
第 12 章	编译器的高级使用	345
12-1	编译器的完整功能	346
12-2	编译	347
12-3	调试 Debug	353
12-4	优化	358
12-5	与其他语言链接	366
12-6	其他功能	385
第 13 章	计算机绘图	391
13-1	绘图基本概念	392
13-2	SGL 基本使用	394
13-3	SGL 的交互功能	409
13-4	图像与色彩	419
13-5	高级应用	432
第 14 章	数值方法	435
14-1	求解非线性函数	436
14-2	线性代数	444
14-3	积分	461
14-4	插值法与曲线近似	464
第 15 章	数据结构与算法	485
15-1	排序	486
15-2	搜索	495

15-3	堆栈 Stack	505
15-4	树状结构	511
第 16 章	IMSL 函数库	523
16-1	线性代数	524
16-2	求解非线性方程	527
16-3	微积分	533
16-4	微分方程	541
16-5	插值与曲线近似	553
附 录	561
附录 A	Fortran 库存函数	562
附录 B	ASCII 表	580

Chapter

1

计算机概论

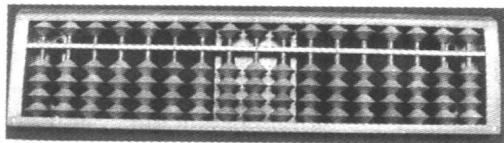


在进入 Fortran 程序设计之前，先带给读者一些很基础的计算机概论课程，希望大家了解计算机软硬件的基本运行原理。明白这些原理，对于实际编写程序会很有帮助。本章会顺序地从计算机开发的简史开始介绍，到二进制系统、微处理器（CPU）、硬件结构（Architecture）、低级语言（Assembly）、编译器（Compiler）、高级语言（Fortran/C/Java）、操作系统（OS）、应用程序（Application）。

1-1 计算机简史

开始介绍计算机的历史之前，先给大家一个概念，计算机不一定是一块屏幕、一台主机、再加上键盘鼠标的组合，这只是现在一般大众所使用的 PC 个人计算机的典型外观。

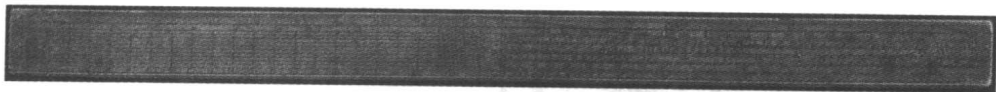
计算机的英文是 Computer，广义地来说，用来帮助人类做数学运算的机器及工具都可以叫做“计算机”。中国古老的算盘，就称得上是历史上早期的计算机（如图 1.1 所示）。



算盘

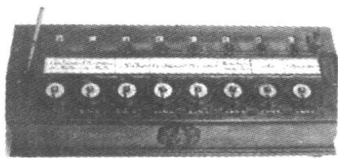
图 1.1

欧洲在 17 世纪发明了计算尺（如图 1.2 所示），它有效地利用对数的原理，可以快速地做出乘除法等等的计算。在差不多相同的时间，法国人 Pascal 发明了可以做加法计算的加法机（如图 1.3 所示），这算是第一个机械式的计算工具。



计算尺

图 1.2



Pascal 发明的加法机 Pascaline

图 1.3

工业革命后，科学家一直在尝试制造功能更强大的计算机，在 19 世纪末到 20 世纪初这段时间，终于出现了一些可以实际使用，并且公开在市场上销售的机械式计算机（如图 1.4 和 1.5 所示）。

现代计算机与过去简单的计算机最大的不同在于现代计算机不仅仅能做加减乘除的数学计算。现代计算机的概念可以追溯到 19 世纪中，是由一位英国数学教授 Charles Babbage 提出的。他设计了一台以蒸汽为动力，大小和火车头差不多的机器，叫做 Difference Engine，后来又进一步设计了一台叫作 Analytical Engine 的机器。它们都有保存程序和输出结果的能力，而且在功能上并不只限于数字的加减乘除运算，还可以通过程序来规划机器的运行，但可惜的是全都没有完工。

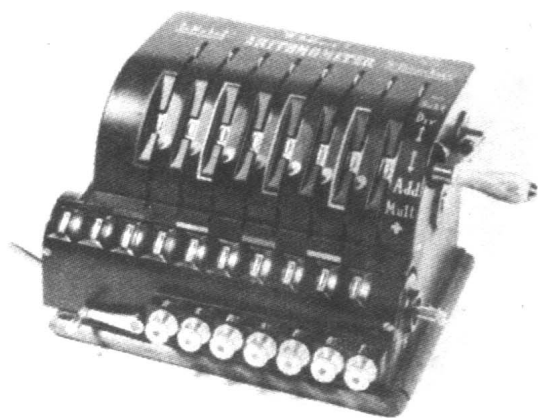


图 1.4

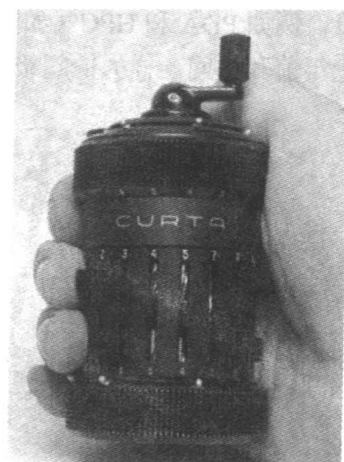


图 1.5

左图是 19 世纪末发明的机械式计算机；右图是 1947 年问世的历史上的第一台机械式掌上型计算机

在第二次世界大战中，应战争需要而开发出的电子式计算机在破解敌方密码、计算大炮弹道、飞机辅助设计等许多方面得到了应用。大战期间所发明的计算机有英国的 Colosus、美国的 Mark I（如图 1.6 所示）和 ENIAC（如图 1.7 所示）、德国的 Z3 等等。早期的计算机大都使用真空管来进行运算，体积非常庞大，而且编写程序时要使用机器语言，也就是程序员必须使用数字命令及开关来指挥计算机。学术界把它们归纳为第一代计算机。

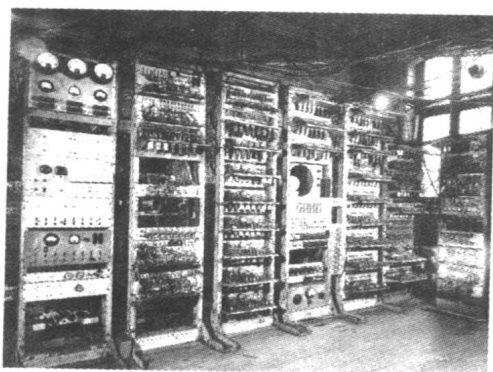


图 1.6

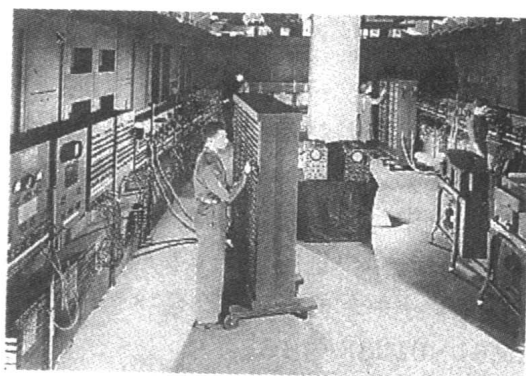


图 1.7

左图是巨无霸 Mark I；右图是 ENIAC

1946 年发明的晶体管和真空管具备同样的功能，但是体积、用电，以及散发的热量都比真空管少。改用晶体管的第二代计算机，体积比第一代计算机小得多，而且执行起来较为可靠。软件业也在此时期开始萌芽，这段期间开发出了编译器，可以把机器语言改用文本来表示（也就是汇编语言），然后再把这些文本翻译成机器语言，Fortran 及 COBOL 等高级语言也在同时期问世。

集成电路发明后，可以把好几个晶体管放在一小块芯片上，开创了半导体时代，这也让计算机进入了所谓的第三代计算机时代。现在大家所使用的个人计算机，算是第四代计算机，它的一小块芯片中可以放入上百万个组件。今天在市场上大家都可以买到的掌上型

计算机，例如 PDA 和 HPC（如图 1.8 所示），它们所拥有的计算能力及存储容量都远远超过了数十年前和房间一样大的超级计算机。



图 1.8

1-2 数字化

数字媒体已经不知不觉地进入每个人的生活，我们几乎每天都会接触到它们，例如 CD 唱片、DVD 电影、数字相机等等。这些电子数字媒体都是使用二进制的方法来保存数字数据的，那么为什么要使用二进制呢？

以电视遥控器为例，只要按下按钮，电视机就会有反应，这样说来按钮其实就是一个开关，按下按钮就会让这个开关通电。有没有通电，是电子设备接受信息最简单的方法。遥控器的按钮，没有所谓按一半、或是按下三分之一按钮的操作方法，因为一个开关如果不是正在通电，就是关闭着不通电。而且在操作电视时，只有换台或不换台，没有换半个台的需要。

二进制中只有 0 和 1 这两种数字，正好可以用来形容一个开关的情况，0 代表关，1 代表开。记录一个二进制数所需要的容量大小，称为一个位 (bit)。通常在使用时，并不是以一个位为最小的单位，而是组合 8 个位为一个字节 (byte)，1024 个字节为 1KB，1024KB 为 1MB，1024MB 为 1GB。

$$1 \text{ byte} = 8 \text{ bits}$$

$$1 \text{ KB} = 1024 \text{ bytes} = 2^{10} \text{ bytes}$$

$$1 \text{ MB} = 1024 \text{ KB} = 1024 * 1024 \text{ bytes} = 2^{20} \text{ bytes}$$

$$1 \text{ GB} = 1024 \text{ MB} = 1024 * 1024 * 1024 \text{ bytes} = 2^{30} \text{ bytes}$$

一个字节中有 8 个位，也就是有 8 位数的二进制数。由二进制转换为十进制的方法很简单，我们来看一看下面的实例（下标的数字代表目前是用几进制的方式来显示数字，没有特别标示时是使用十进制）。

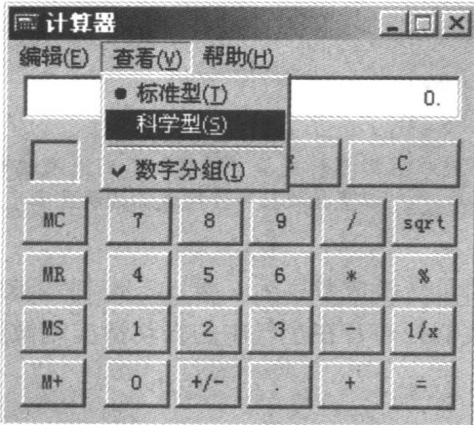
十进制的 $100_{(10)} = 1 * 10^2$ ，因为十进制的基数为 10。

二进制的 $100_{(2)} = 1 * 2^2$ ，因为二进制的基数为 2，把上一行中使用的 $1 * 10^2$ 的 10 改成用 2 来计算就可以了。

十进制的 $13_{(10)} = 10 + 3 = 1 * 10^1 + 3 * 10^0$

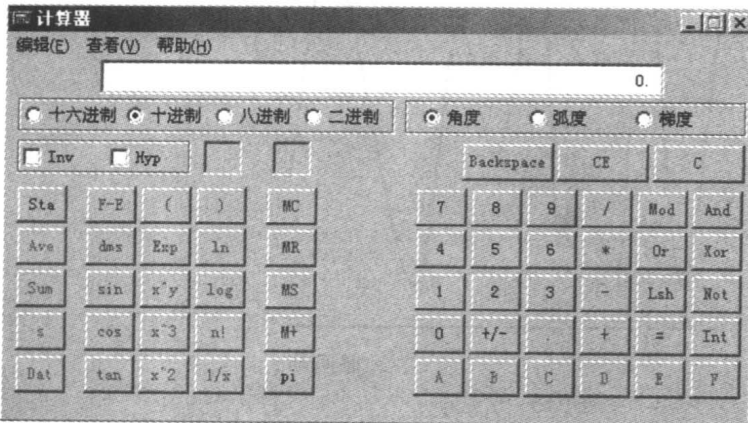
二进制的 $1101_{(2)} = 1000_{(2)} + 100_{(2)} + 00_{(2)} + 1_{(2)} = 1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 = 13_{(10)}$

本书不想仔细说明如何把十进制数字转换成二进制数字，因为 Windows 中的计算器就可以完成这个工作，以下为实例演示（如图 1.9 至 1.12 所示）。



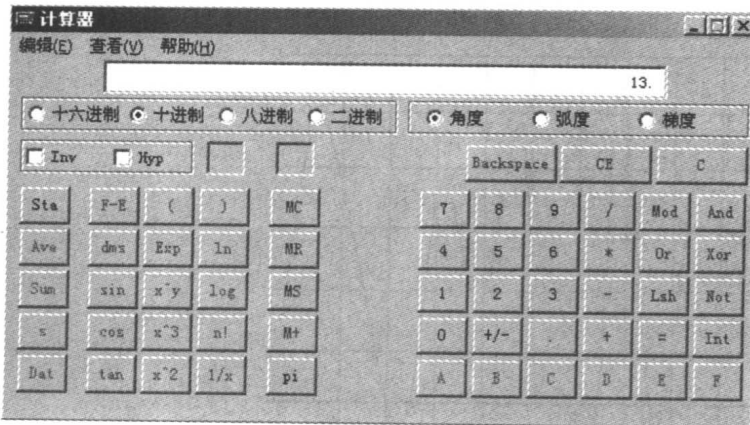
请先把计算器转换成“科学型”

图 1.9



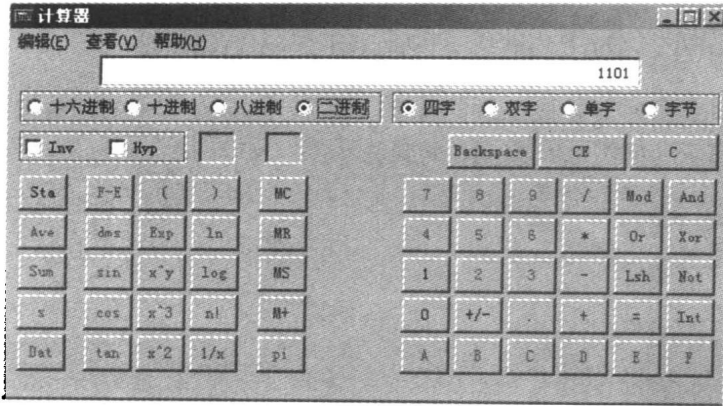
请注意靠近左上角的地方，计算器默认使用十进制的格式

图 1.10



在十进制格式下输入数字

图 1.11



用鼠标选择“二进制”的选项就可以直接把数字转换成二进制显示

图 1.12

数字化的多媒体信息，都是先把声音、图像等信息转换成数字后，再以二进制方法来保存这些数字。那么声音是怎么转换成数字的呢？我们把声音在空气中的振动情况制做成声波图，会出现类似如图 1.13 的图形。

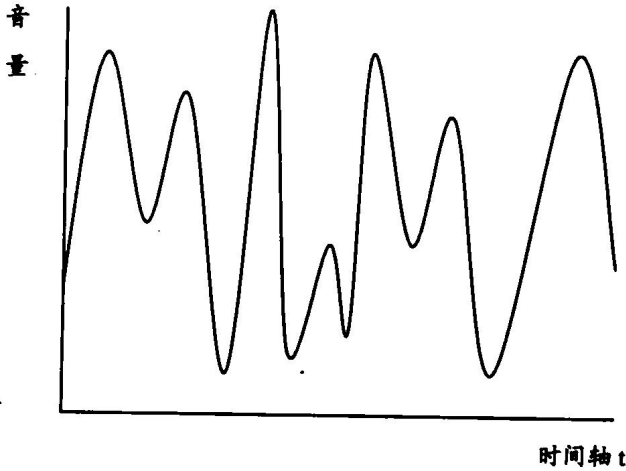


图 1.13

只要在水平的时间轴跟垂直的音量轴上等分切出许多小等分，就可以用数字的方法来描述这一段声音，如图 1.14。

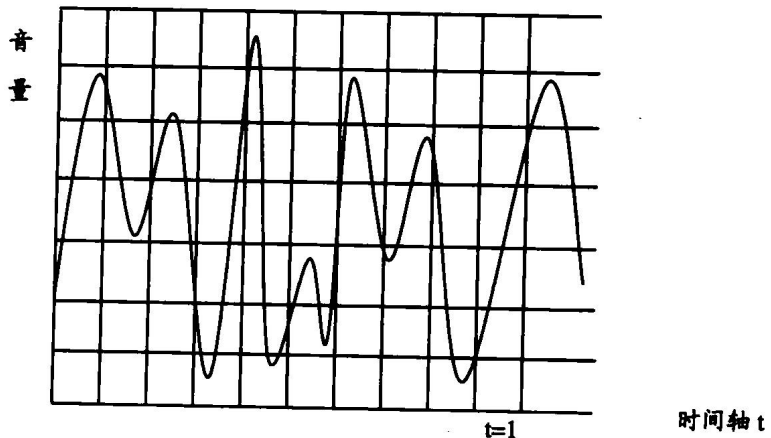


图 1.14