图解电子技术要诀丛书

TUJIE DIANZIJISHU
YAOJUE CONGSHU

刘修文 编著

图解
单片机应用技术要诀



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图解电子技术要诀丛书

图解
单片机应用技术要诀

刘修文　编著

中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内容提要

为适应我国电子技术的迅速发展和广大初级电子技术爱好者的需要，特编写了本套丛书，丛书包括《图解电子元器件检测和选用要诀》、《图解电子电路要诀》、《图解电子电器维修要诀》、《图解电子制作技术要诀》、《图解影音技术要诀》、《图解有线电视技术要诀》、《图解无线电技术要诀》、《图解单片机应用技术要诀》和《图解数字电视要诀》。本书为其中一本。

本书以口诀、说明和图解的形式向广大读者介绍了单片机应用技术。全书内容共8章：第一章计算机基础知识；第二章 MCS－51 单片机的硬件结构；第三章 MCS－51 单片机指令系统；第四章汇编语言程序设计；第五章 MCS－51 单片机中断系统与定时器/计数器；第六章 MCS－51 单片机系统扩展；第七章单片机应用系统接口技术；第八章单片机应用系统设计与实例。

本书是一本通俗、新颖、实用的科普读物，适合零起点电工、中小学生及电子爱好者阅读；可作为电子技校、职业学校相关专业及业余技术培训班的教材；也可供中小企业技术人员开发电子产品时参考。

图书在版编目（CIP）数据

图解单片机应用技术要诀/刘修文编著．—北京：中国电力出版社，2006
（图解电子技术要诀丛书）
ISBN 7－5083－4084－1

Ⅰ．图…　Ⅱ．刘…　Ⅲ．单片微型计算机－图解
Ⅳ．TP368．1－64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 007178 号

中国电力出版社出版、发行
（北京三里河路 6 号　100044　http://www.cepp.com.cn）
汇鑫印务有限公司印刷
各地新华书店经售
*
2006 年 5 月第一版　2006 年 5 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米　32 开本　6 印张　243 千字
印数 0001—4000 册　定价 **12.00** 元

版 权 专 有　翻 印 必 究
（本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换）

丛书前言

电子技术是研究电子元器件、电子电路及其应用的科学技术。电子技术现已日益渗透到人们生产生活的各个领域，广大电子爱好者迫切需要一套学习电子技术的入门丛书。如何引导广大青少年及电子爱好者轻松跨入电子技术世界，是众多科普工作者都十分关心和考虑的问题，也是作者多年的心愿。学习电子技术首先必须学会电子元器件的识别与检测；其次要从基本电路起步，学会识图、读图、绘图，学会分析基本电路工作原理；并做到边学边用，学用结合，动手制作，动手维修。作者曾组装过半导体与电子管收音机，维修过家用电器及广播电视设备，曾为初学者举办过各种类型培训班，他根据自己的亲身体验和多年从事各种培训班的教学经验，参考有关资料编写了这套初学者的入门读物——《图解电子技术要诀丛书》。

本丛书在编写时，力求将科学性、新颖性、实用性与通俗性融为一体，在内容选择上既有电子技术基础知识，又有专业电子技术。在写作上坚持以读者为本，采用人性化写作，将要诀与图文相结合，要诀与图文同页，把电子知识或电子技术编写成要诀形式，琅琅上口，易懂好记。

本丛书第一次出版了《图解电子元器件检测和选用要诀》、《图解电子电路要诀》、《图解电子电器维修要诀》、《图解电子制作技术要诀》、《图解影音技术要诀》、《图解有线电视技术要诀》、《图解无线电技术要诀》和《图解单片机应用技术要诀》、《图解数字电视技术要诀》，共9本。根据读者的需要，今后还将陆续出版。

本丛书适合零起点的电子技术爱好者、中小学生及广大青少年阅读，也可作为职业学校相应专业及业余技术培训班的教材，还可供广大电子电器维修人员参考。

前言

为适应我国电子技术的迅速发展和广大初级电子技术爱好者的需要，组织出版了这套图解电子技术要诀丛书，《图解单片机应用技术要诀》是该丛书之一。

单片机的应用早已深入到家用电器、仪器仪表、汽车电子系统、工业控制等领域，深入学习并掌握单片机应用技术，成为许多读者的迫切要求。为了满足广大读者的需求，作者以口诀、说明和图解的形式，采用人性化写作，把单片机应用技术编写成口诀，并将口诀与图文相结合，口诀与图文同页，使读者通过念口诀来掌握单片机应用技术，具有琅琅上口，易懂好记的特点。

本书在章节的编排上注重由浅入深，循序渐进，按照硬件—软件—接口—应用的脉络编写，在介绍单片机的硬件结构、工作原理、指令系统的基础上，重点介绍了程序设计方法、系统扩展、接口电路与应用系统设计。全书内容共8章：第一章计算机基础知识；第二章MCS－51单片机的硬件结构；第三章MCS－51单片机指令系统；第四章汇编语言程序设计；第五章MCS－51单片机中断系统与定时器/计数器；第六章MCS－51单片机系统扩展；第七章单片机应用系统接口技术；第八章单片机应用系统设计与实例。

本书在编写过程中，为及时掌握单片机应知技术的发展动态，作者查阅了近期出版的中职、高职有关教材、单片机入门讲座以及《无线电》、《电子报》、《电子制作》等专业技术报刊。在此谨向参考文献的作者及出版者表示诚挚的谢意！

本丛书适合零起点电工、中小学生及电子爱好者阅读；可作为电子技校、职业学校相关专业及业余技术培训班的教材；也可供中小企业技术人员开发电子产品时作参考。

由于作者水平有限，在本书介绍的程序设计中难免有错误及不妥之处，恳请专家和广大读者不吝赐教。

电子邮箱：hnyxlxw@126.com

编著者

2006年2月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目 录

丛书前言
前言

第一章 计算机基础知识 …… 1

1.1 计算机中的数制与编码 …… 1
1.1.1 常用数制与转换 …… 1
1.1.2 计算机中数的表示 …… 3
1.1.3 二—十进制编码 …… 4
1.1.4 ASCⅡ码 …… 5
1.2 微型计算机的组成 …… 6
1.2.1 微型计算机的组成 …… 6
1.2.2 存储器 …… 7
1.2.3 微型计算机软件 …… 9
1.2.4 程序设计语言 …… 11
1.3 单片机概述 …… 12
1.3.1 单片机的概念及特点 …… 12
1.3.2 单片机的应用 …… 14
1.3.3 单片机应用系统的结构 …… 16

第二章 MCS-51单片机的硬件结构 …… 17

2.1 MCS-51单片机的结构及引脚功能 …… 17
2.1.1 MCS-51单片机的主要功能 …… 17
2.1.2 MCS-51单片机内部结构框图 …… 18
2.1.3 MCS-51单片机的引脚功能 …… 20
2.2 微处理器 …… 22
2.2.1 微处理器的组成 …… 22
2.2.2 有关CPU时序的概念 …… 23
2.2.3 单片机执行程序的过程 …… 24
2.3 存储器结构 …… 26

2.3.1 MCS－51 存储器的特点 …… 26
2.3.2 程序存储器 …… 27
2.3.3 数据存储器 …… 28
2.3.4 特殊功能寄存器 …… 31
2.4 复位与时钟电路 …… 35
2.4.1 复位 …… 35
2.4.2 复位电路 …… 36
2.4.3 掉电保护电路 …… 37
2.4.4 时钟电路 …… 38
2.5 并行 I/O 接口 …… 39
2.5.1 P0 口的位结构与功能 …… 39
2.5.2 P1 口的位结构与功能 …… 41
2.5.3 P2 口的位结构与功能 …… 42
2.5.4 P3 口的位结构与功能 …… 43
2.6 串行接口与串行通信 …… 44
2.6.1 串行通信与并行通信 …… 44
2.6.2 同步通信与异步通信 …… 45
2.6.3 串行通信的制式 …… 46
2.6.4 串行通信接口结构 …… 47

第三章 MCS－51 单片机指令系统 …… 48

3.1 MCS－51 单片机指令系统简介 …… 48
3.1.1 指令的基本格式 …… 48
3.1.2 指令系统分类 …… 50
3.2 寻址方式 …… 51
3.2.1 立即寻址 …… 51
3.2.2 直接寻址 …… 52
3.2.3 寄存器寻址 …… 53
3.2.4 寄存器间接寻址 …… 54
3.2.5 变址寻址 …… 55
3.2.6 相对寻址 …… 56
3.2.7 位寻址 …… 57
3.3 MCS－51 单片机指令系统 …… 58
3.3.1 数据传送类指令 …… 58

3.3.2 算术运算类指令 …… 61
3.3.3 逻辑运算及移位类指令 …… 64
3.3.4 控制转移类指令 …… 67
3.3.5 位操作类指令 …… 70

第四章 汇编语言程序设计 …… 72

4.1 程序设计概述 …… 72
4.1.1 汇编语言程序设计步骤 …… 72
4.1.2 伪指令 …… 73
4.2 汇编语言基本程序设计 …… 74
4.2.1 顺序程序设计 …… 74
4.2.2 查表程序设计 …… 76
4.2.3 循环程序设计 …… 78
4.2.4 分支程序设计 …… 80
4.2.5 子程序设计 …… 81

第五章 MCS-51单片机中断系统与定时器/计数器 …… 84

5.1 中断系统 …… 84
5.1.1 中断的概念 …… 84
5.1.2 MCS-51单片机的中断系统 …… 85
5.1.3 中断系统的应用 …… 90
5.2 定时器/计数器 …… 92
5.2.1 定时器/计数器的结构 …… 92
5.2.2 工作方式0 …… 93
5.2.3 工作方式1 …… 94
5.2.4 工作方式2 …… 95
5.2.5 工作方式3 …… 96
5.2.6 定时器/计数器初始化及应用 …… 97

第六章 MCS-51单片机系统扩展 …… 99

6.1 存储器扩展技术 …… 99
6.1.1 单片机扩展系统结构 …… 99
6.1.2 程序存储器的扩展 …… 101
6.1.3 数据存储器的扩展 …… 103

6.2 并行 I/O 接口的扩展 …… 105
6.2.1 简单 I/O 接口的扩展 …… 105
6.2.2 8255 可编程并行 I/O 接口 …… 106
6.2.3 8155 可编程并行 I/O 接口 …… 111

第七章 单片机应用系统接口技术 …… 118

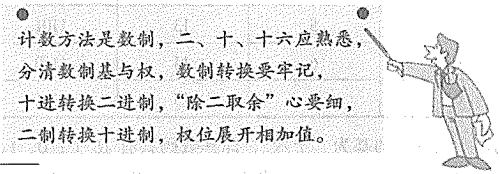
7.1 数模转换器及其接口电路 …… 118
7.1.1 D/A 转换器工作原理 …… 118
7.1.2 DAC0832 转换器 …… 120
7.1.3 DAC0832 和单片机接口方式 …… 121
7.1.4 DAC1208 转换器 …… 122
7.2 模数转换器及其接口电路 …… 124
7.2.1 A/D 转换器工作原理 …… 124
7.2.2 ADC0809 转换器及其与单片机接口电路 …… 126
7.2.3 MC14433 转换器及其与单片机接口电路 …… 128
7.3 键盘接口技术 …… 130
7.3.1 独立式按键 …… 130
7.3.2 行列式按键 …… 131
7.3.3 用旧计算器制作单片机通用键盘的方法 …… 132
7.4 LED 显示器及其接口技术 …… 134
7.4.1 LED 显示器的结构原理 …… 134
7.4.2 静态显示接口 …… 136
7.4.3 动态显示接口 …… 138
7.5 串行通信接口技术 …… 140
7.5.1 方式 0 与 I/O 接口扩展 …… 140
7.5.2 方式 1 与点对点异步通信 …… 144
7.5.3 方式 2、方式 3 与多机通信 …… 146
7.6 其他接口电路 …… 148
7.6.1 发光二极管接口电路 …… 148
7.6.2 光电耦合器件接口电路 …… 150
7.6.3 单片机与继电器接口电路 …… 151
7.6.4 单片机与打印机的连接 …… 153

第八章 单片机应用系统设计与实例 …… 155

8.1 单片机应用系统设计 …… 155
8.1.1 单片机应用系统组成 …… 155
8.1.2 单片机应用系统设计流程 …… 156
8.1.3 硬件设计 …… 158
8.1.4 软件设计 …… 161
8.2 单片机应用系统的抗干扰技术 …… 163
8.2.1 干扰的耦合及传播途径 …… 163
8.2.2 电源系统的抗干扰措施 …… 164
8.2.3 地线系统的抗干扰措施 …… 166
8.2.4 过程通道的抗干扰措施 …… 166
8.3 单片机应用系统设计实例 …… 169
8.3.1 单片机控制电子钟 …… 169
8.3.2 单片机控制温度报警系统 …… 174
8.3.3 单片机控制病房数显呼叫器 …… 177
8.3.4 四路数显水位控制器 …… 178
参考文献 …… 180

1.1 计算机中的数制与编码

1.1.1 常用数制与转换



说明 数制是人们利用符号进行计数的科学方法。数制有很多种，在计算机中常使用的有十进制、二进制和十六进制。

（1）数制的基与权。数制所使用的数码的个数称为基；数制每一位所具有的值称为权。

1）十进制。十进制的基为“十”，即它所使用的数码为0～9，共10个数字。十进制各位的权是以10为底的幂，每个数所处的位置不同，它的值是不同的，每一位数是其右边相邻那位数的10倍。例如，数435就是下列多项式的缩写：$435D = 4 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 5 \times 10^0$。

可见，在十进制中每个（位）数字的值都是以该（位）数字乘以基数的幂次来表示。通常将基数的幂次称为权。例如，上述各位的权分别为个、十、百，即以10为底的0次幂、1次幂、2次幂，通常简称为0权位、1权位、2权位等。上式中的后缀D（Decimal）表示十进制数，通常对十进制数可不加后缀。

2）二进制。二进制的基为“二”，即其使用的数码为0、1，共2个。二进制各位的权是以2为底的幂。例如，二进制数1011相当于十进制的数是

需要全本请访问 www.ertongbook.com

续表

十进制	二进制	十六进制	十进制	二进制	十六进制
5	0101	5	13	1101	D
6	0110	6	14	1110	E
7	0111	7	15	1111	F

3）十六进制。十六进制的基为“十六”，即其数码共有 16 个：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F，其中 A ~ F 相当于十进制数的 10 ~ 15。十六进制的权是以 16 为底的幂，有时也称其各位的权为 0 权、1 权、2 权等。例如，十六进制数 A3E 相当于十进制的数是

$$A3EH = 10 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + 14 \times 16^0 = 2622$$

上式中的后缀 H（Hexadecimal）表示为十六进制数。十六进制数如是字母打头，则在使用汇编指令时前面需加一个 0。

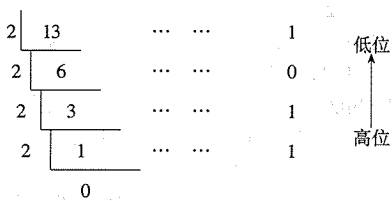
由于十六进制数易于书写和记忆，且与二进制之间的转换十分方便，因而人们在书写计算机的语言时多用十六进制。

（2）数制的转换。

1）二、十六进制数转换成十进制数。根据定义，只需将二、十六进制数按权展开后相加即可。

2）十进制数转换成二、十六进制数。一个十进制整数转换成二进制数时，通常采用“除二取余”法，即用“2”连续除十进制数，直至商为 0，逆序排列余数即可得到。例如，将 13 转换成二进制数。

图解



结果是：13 = 1101B

MEMO 计算机用于处理各种信息，首先需要将信息表示成具体的数据形式。选择什么样的数制来表示数，对机器的结构、性能和效率有很大的影响。二进制是计算机中数制的基础。对于单片机而言，其主要的数据类型分为数值数据和逻辑数据两种。

1.1.2 计算机中数的表示



说明 数学上有符号数的正负号分别用“+”和“-”来表示。在计算机中由于采用二进制，只有“1”和“0”两个数字。一般规定最高位是符号位，最高位为“0”表示正数，为“1”表示负数。因在单片机中多数情况以8位二进制数为单位表示数字，因而下面所举例子均是8位二进制数。计算机中的带符号数有三种表示法，即原码、反码和补码。

(1) 原码。正数的符号位用“0”表示，负数的符号位用“1”表示，这种表示法称为原码。

例如：X1 = +1010101　$[X1]_{原}$ = 01010101

X2 = -1010101　$[X2]_{原}$ = 11010101

左边数称为真值，即为某数的实际有效值。右边为用原码表示的数，两者的最高位分别用“0”、“1”代替了“+”、“-”。

(2) 反码。一个数的反码很容易由原码求得。如果是正数，则其反码与原码相同；如果是负数，则其反码除符号位为1外，其他各数位均将1转换为0，0转换为1。反码中“0”有两种表示方法，如下表所示。

例如：X1 = +1010101　$[X1]_{反}$ = 01010101

X2 = -1010101　$[X2]_{反}$ = 10101010

(3) 补码。一个数的补码亦很容易由反码求得。如果是正数，则其补码与反码相同；如果是负数，则其补码为反码加1。

例如：X1 = +1010101　$[X1]_{补}$ = 01010101

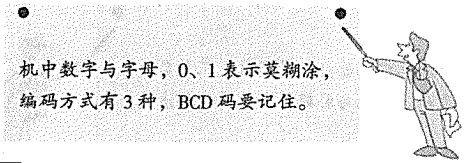
X2 = -1010101　$[X2]_{补}$ = 10101011

图解

8位带符号数的表示方法

真　值	机　器　数		
	原　码	反　码	补　码

1.1.3 二—十进制编码



说明 在计算机中，由于所有的字符、数字都以二进制形式出现，所以要表示十进制数必须先将十进制数表示成二进制形式。将十进制数表示成二进制形式的方法有两种：一是直接转换成二进制数，二是用特殊的二进制代码，即BCD编码表示。

BCD（Binary Coded Decimal）编码具有二进制数的形式，却又有十进制数的特点，它是一种二进制编码的十进制数，简称BCD码。在BCD码中用四位二进制代码，给0～9这10个数字编码。

BCD码可作为人与计算机联系时的一种中间表示。在某些情况下，计算机也可以对这种形式表示的数进行运算。

BCD码有多种编码方案，下面分别介绍。

（1）8421BCD码。8421BCD码是一种使用最广泛的十进制编码。它按照二进制计数顺序选取前十个状态与0～9相对应。4位二进制仍然具有二进制数位所具有的权，从左到右分别为2^3、2^2、2^1、2^0，即8、4、2、1。8421BCD码与十进制数的对应关系如表1－3所示。

要注意的是，8421BCD码中不允许出现1010～1111这六个代码，因为十进制数0～9中没有哪个数字符号与它们相对应，因此把它们称作“伪码”（或非法BCD码）。

8421BCD码和十进制数之间的转换可以直接按位（或按组）转换。

（2）5421BCD码。5421BCD码也是用四位二进制代码表示一位十进制数，这四位二进制数各位的权值不再是8、4、2、1，而分别为5、4、2、1。5421BCD码与十进制的对照表如表1－3所示。

（3）余3BCD码。余3码也有四位。与8421BCD码相比，对应同样的十进制数字，这种代码比相应8421BCD码多出0011（3），因此，称其为余3BCD码。

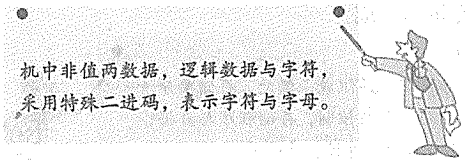
余3BCD码与十进制数的对应关系见下表。

图解

常用二—十进制编码

十进制数	8421BCD码	5421BCD码	余3BDC码
0	0000	0000	0011
1	0001	0001	0100
2	0010	0010	0101
3	0011	0011	0110
4	0100	0100	0111
5	0101	1000	1000
6	0110	1001	1001
7	0111	1010	1010
8	1000	1011	1011
9	1001	1100	1100

1.1.4 ASCⅡ码



说明 在计算机中存储和处理的数据，除了数值数据外，还有逻辑数据和字符数据。逻辑数据和字符数据是不含有“值”的数据，这两类数据统称为非数值数据。在计算机中采用一种特殊的二进制编码，即用ASCⅡ码来表示这些非数值数据。

ASCⅡ码是一种国际标准信息交换码，它是American Standard Code for Information Interchange的英文缩写，由美国信息交换标准委员会制定，现在已发展成为数字通信及计算机行业中的一种国际标准代码。它利用7位二进制数的编码来代表符号，再加上1位校验位之后正好等于一个字节，这样有利于处理和传输。这种7位ASCⅡ码如下表所示。

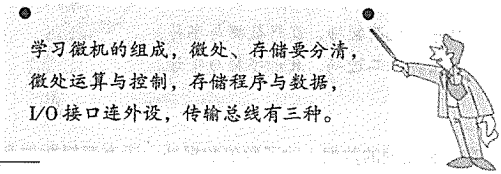
图解

ASCⅡ字符表（美国信息交换标准码）

$b_6b_5b_4$ / $b_3b_2b_1b_0$	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	、	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	“	2	B	R	b	r

1.2 微型计算机的组成

1.2.1 微型计算机的组成



说明 一台微型计算机由中央处理单元（也叫微处理器，CPU）、存储器、I/O 接口电路等组成，相互之间通过三组总线（Bus）：即地址总线（Address Bus）、数据总线（Data Bus）和控制总线（Control Bus）来连接。微型计算机的基本结构如下图所示。

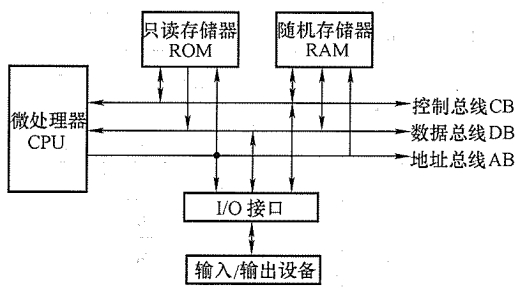
（1）中央处理单元（CPU）。CPU 主要由运算器、控制器以及相关的寄存器阵列组成，控制整个计算机，是计算机的核心部件。运算器主要用于对二进制的算术运算和逻辑运算的操作；控制器用于控制计算机进行各种操作以及协调各部件之间的相互联系，是计算机的指挥系统；寄存器主要用于临时存入计算机运行过程中的中间结果、地址或指令代码等。

（2）存储器。存储器的主要功能是存放程序和数据。不管是程序还是数据，在存储器中都是用二进制的“1”或“0”来表示的，称为信息。有关存储器的详细介绍见本章 1.2.2。

（3）输入/输出接口（I/O 接口）。I/O 接口是 CPU 与外部设备进行信息交换的部件。I/O 接口的主要功能是：完成外设与 CPU 的连接；转换数据传送速度；转换电平；转换数据格式及将 I/O 设备的状态信息反馈给 CPU 等。如 A/D 和 D/A 转换接口，其作用是转换信号种类。目前，大多数接口电路已标准化、系列化，并制成集成电路芯片，且一般是可编程的。

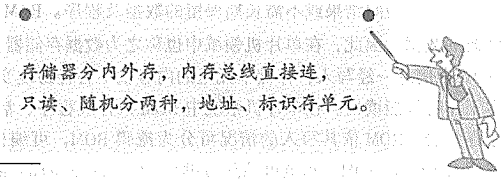
（4）总线（Bus）。总线是将 CPU、存储器和 I/O 接口等相对独立的功能部件连接起来，并传送信息的公共通道。总线是一组传输线的集合，根据传递信息种类，分为地址总线、数据总线和控制总线。

图解



微型计算机的基本结构

1.2.2 存储器

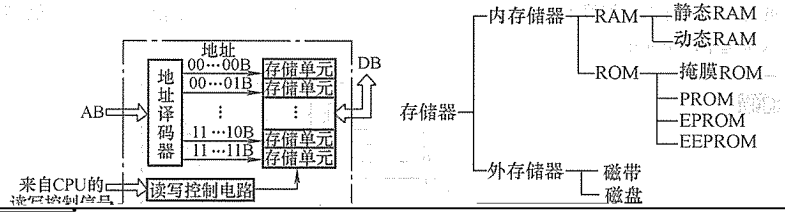


说明 存储器中存放二进制数的单元称为存储单元。存储器中包含许多存储单元，为了便于信息的存入和取出，每一个存储单元必须有一个固定的编号来标识，这个编号称为单元地址。单元地址用二进制编码来表示，存储器的结构示意图如图（a）所示。向存储器单元存放（写入）或取出（读出）信息称为访问存储器，计算机是通过地址来访问存储单元的。

根据存储器的位置，可分为内部存储器（简称内存）和外部存储器（简称外存）。内存在主机内部通过总线直接与 CPU 连接，一般为半导体存储器，内存也称主存；外存在主机外部，如软盘、硬盘、光盘存储器等，通常用来存放暂时不用的数据和程序，它只是在需要时与内存进行批量数据交换，外存也称为辅存。按存储器读写工作方式可分为随机存储器 RAM（Random Access Memory）和只读存储器 ROM（Read Only Memory）。存储器的分类如图（b）所示。

用存储容量来表示存储器能存放数据的多少。存储容量越大，所能存储的数据越多。一个存储器芯片的容量常用存储单元个数以及每个存储单元可存放多少位二进制数码来表示。微机中通常以字节（Byte）单位来表示存储容量。例如：某存储器芯片有 2048 个单元，每个存储单元可存放 8 位二进制数码，则该存储器芯片的存储容量表示为 $2048 \times 8 = 2^{11} \times 8$，即 2KB。

图解



需要全本请访问 www.ertongbook.com