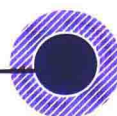


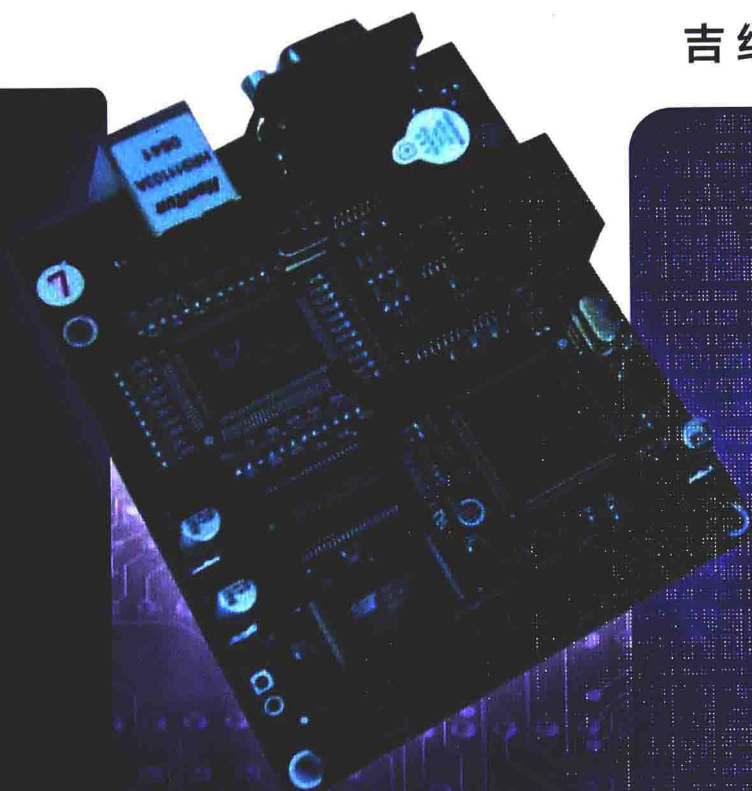
DANPIANJI

YINGYONG
JISHU RUMEN



单片机 应用技术入门

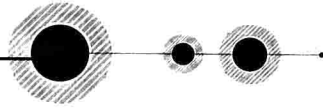
吉红 刘彦磊 宿曼 主编



化学工业出版社

DANPIANJI

YINGYONG
JISHU RUMEN



单片机 应用技术入门

吉红 刘彦磊 宿曼 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用技术入门/吉红, 刘彦磊, 宿曼主编. —北京:
化学工业出版社, 2015. 6

ISBN 978-7-122-23622-7

I. ①单… II. ①吉…②刘…③宿… III. ①单片微型计算机
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 073351 号

责任编辑: 卢小林

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 宋 玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 13 字数 339 千字 2015 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前言

本书是为满足高职高专电子技术、自动化、机电一体化、机械电子等专业学生学习单片机应用技术课程而编写的一本通用教材。特别适合单片机及其编程语言的初学者，既可作为高职院校单片机课程教材，也可作为科技人员学习开发单片机的参考书。

单片机应用技术是一门实践性较强的课程，知识点多，内容抽象，学习有难度，在本书的编写过程中注重学用结合、学练结合，以实例为切入点，通过实例将单片机的知识进行合理整合，学生通过每个项目中基础知识、电路设计、电路制作、编程仿真和程序调试几部分的学习，可以较好地掌握单片机应用技术。

本书主要特点如下。

1. 本书采用项目化教学模式，实例过程描述清楚详细，在每个知识单元中，将基础知识和实践操作紧密结合，不但增加了知识的易学性，而且适应了实践教学环节的需要。

2. 从应用实例的角度熟悉编程语言和单片机的应用思路和方法，每个应用实例包括汇编语言编程的样例、C语言编程的样例、Keil 软件编程过程和调试过程、Proteus 软件仿真的过程等，个别实例配合实际的电路板，将抽象的知识具体化，以便读者了解单片机应用过程。

3. 采用汇编语言和 C 语言两种编程语言，可以使读者掌握两种编程语言的应用方法，提高了学习效果。

4. 教材中尽量多用图片和事例描述，便于读者理解，对单片机基本知识描述以够用为度，避免大篇幅的文字叙述，文字描述简练，思路清晰，深入浅出，内容安排符合教学规律，同时对于自学的读者容易学习，能够很快入门。

本书由天津渤海职业技术学院吉红、刘彦磊和河北化工医药职业技术学院宿曼担任主编，天津渤海职业技术学院闫昆、张佳、杨霞、王晓岚和天津机电职业技术学院李丽为参编。书中第一章由张佳编写，第二章由吉红和刘彦磊共同编写，第三章由刘彦磊编写，第四章由杨霞和李丽共同编写，第五章由闫昆编写，第六章由宿曼和杨佳共同编写，第七章由闫昆和王晓岚共同编写。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请各位读者和专家批评指正。

编者

第一章 单片机基础 1**任务一 认识单片机 1**

- 一、什么是单片机? 1
- 二、单片机的应用 1
- 三、单片机与嵌入式系统 2
- 四、单片机的发展 3
- 五、80C51 单片机的家族简介 3

任务二 计算机中数据的表示方法 4

- 一、计算机中的数制 4
- 二、编码 6

任务三 单片机的内部结构 8

- 一、单片机的引脚和功能 10
- 二、存储器的配置 11
- 三、复位操作和复位电路 16
- 四、时钟电路 17
- 五、并行 I/O 端口 18

任务四 单片机最小系统设计 20

- 一、什么是单片机的最小系统 20
- 二、AT89S52 单片机最小系统设计 20

任务五 单片机编程与仿真软件 22

- 一、Keil 软件的使用方法 22
- 二、Proteus 软件使用 27

【课后练习】 33**第二章 单片机系统设计与应用 34****任务一 单片机编程语言 34**

- 一、单片机的汇编语言指令系统 34
- 二、算术运算类指令 38
- 三、逻辑运算及移位指令 42
- 四、控制转移类指令 45
- 五、位操作类指令 49
- 六、80C51 汇编语言的伪指令 52
- 七、单片机的 C 语言 54

任务二 一位 LED 显示电路的**设计与调试 73**

- 一、七段码 LED 显示原理 73
- 二、LED 显示电路的设计 74
- 三、编写 LED 程序 75
- 四、程序调试与仿真 76

任务三 多位 LED 显示 79

- 一、多位 LED 显示的方法 79
- 二、动态显示的软件设计 80

任务四 交通灯的设计 82

- 一、红绿灯控制电路设计与制作 82
- 二、红绿灯控制电路的程序设计 83

【课后练习】 89**第三章 单片机中断系统 93****任务一 80C51 的中断系统 93**

- 一、中断系统 93
- 二、中断请求标志 95
- 三、中断控制 96
- 四、80C51 单片机中断处理过程 98
- 五、中断系统的初始化及中断应用 99

任务二 外部中断电路的设计与应用 103

- 一、外部中断电路的设计 103
- 二、外部中断 INT0 应用程序设计 104

【课后练习】 108**第四章 定时器电路的设计 110****任务一 80C51 的定时/计数器 110**

- 一、定时/计数器的结构和工作原理 110
- 二、定时器/计数器的控制 112
- 三、定时/计数器的工作方式 114
- 四、定时/计数器的编程举例 123

任务二 80C51 定时器电路的应用 129

一、任务目的	129
二、任务要求	129
三、秒时钟电路的设计与制作	129
四、秒时钟电路的软件设计	130
五、秒时钟电路的调试	132
【课后练习】	134

第五章 单片机的 AD 和 DA 接口

任务一 D/A 转换器的原理及主要技术指标	135
一、D/A 转换器的基本原理及分类	135
二、D/A 转换器的主要性能指标	136
三、DAC0832 芯片及其与单片机的接口	137
任务二 A/D 转换器工作原理及技术指标	139
一、逐次逼近式 ADC 的转换原理	139
二、双积分式 ADC 的转换原理	140
三、A/D 转换器的主要技术指标	140
四、ADC0809 的内部结构	141
五、ADC 0809 的引脚功能	141
六、单片机与 ADC0809 的接口电路	142
七、编程	143
任务三 步进电机控制实例	144
一、步进电机控制电路的设计	144
二、编写程序	145
三、电路仿真	146
【课后练习】	147

第六章 单片机的串行通信

任务一 计算机串行通信基础	148
一、串行通信的基本概念	149
二、串行通信的传输方向	151
三、信号的调制与解调	151
四、串行通信的错误校验	151
五、传输速率与传输距离	152

任务二 串行通信接口标准	152
一、RS-232 接口	152
二、RS-422A 接口	155
任务三 80C51 单片机的串行接口	156
一、80C51 串行接口的结构	156
二、80C51 串行接口的控制寄存器	157
三、80C51 串行接口的工作方式	158
四、串行口显示练习	162
任务四 串行口应用示例	164
一、双机通信电路设计	164
二、程序编写	165
三、仿真调试	166
【课后练习】	167

第七章 单片机的系统扩展

任务一 存储器的扩展	168
一、程序存储器的扩展	168
二、数据存储器的扩展	172
三、外部数据存储器的应用	174
任务二 并行接口的扩展	175
一、输入/输出接口的功能	175
二、单片机与 I/O 设备的数据传送方式	176
三、并行接口的扩展	177
四、并口扩展的应用	182
任务三 显示器与键盘接口	182
一、显示器及其接口	183
二、键盘及其接口	186
三、8279 芯片	190
四、8279 的键盘及显示接口	195
五、串行口键盘及显示接口电路	197
任务四 键盘显示器应用示例	197
一、矩阵式键盘及其接口电路的设计	197
二、编写程序	198
三、电路仿真	199
【课后练习】	201

参考文献

任务一 认识单片机

一、什么是单片机？

所谓单片机，就是把中央处理器 CPU（Central Processing Unit）、存储器（Memory）、定时器、I/O（Input/Output）接口电路等一些计算机的主要功能部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。概括地讲：一块芯片就成了一台计算机。图 1-1 为单片机芯片外形。



图 1-1 单片机芯片外形

学习单片机是否很困难呢？如果你已经具有电子电路，尤其是数字电路基本知识，学习不会有太大困难，如果你对 PC 机有一定基础，学习单片机就更容易。不过，单片机和 PC 机一样，是实践性很强的一门技术，有人说“计算机是玩出来的”，单片机也一样，只有多“玩”，也就是多练习、多实际操作，才能真正掌握它。

二、单片机的应用

目前单片机渗透到我们生活的各个领域，如图 1-2 所示，几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。大的方面：导弹的导航装置，飞机上各种仪表的控制，计算机的网络通信与数据传输，工业自动化过程的实时控制和数据处理；日常生活中：广泛使用的各种智能 IC 卡，民用豪华轿车的安全保障系统，录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制，以及程控玩具、电子宠物等，这些都离不开单片机。更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械了。

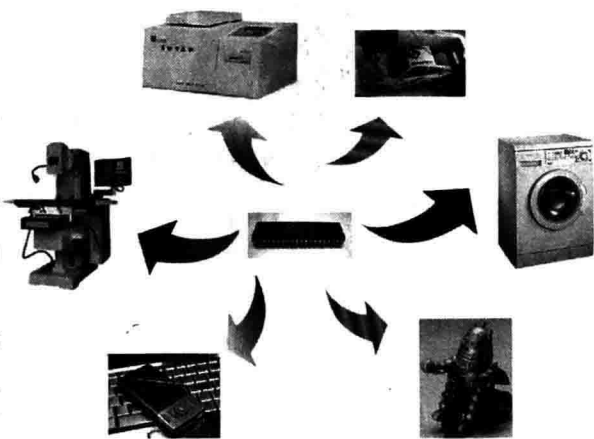


图 1-2 单片机的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点，广泛应用于仪器仪表中，结合不同类型的传感器，可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、

流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化，且功能比起采用电子或数字电路更加强大。用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统。例如工厂流水线的智能化管理，电梯智能化控制、各种报警系统，与计算机联网构成二级控制系统等。

现在的大部分家用电器基本上都采用了单片机控制，从洗衣机、电冰箱、空调机、彩电、音响视频器材，再到电子秤量设备，五花八门，无所不在。而且随着智能家居的发展，单片机也被广泛应用于家居环境监控与控制，比如温度、湿度、光照强度、电流大小等，如图 1-3 所示为以单片机为内核开发的智能控制器对智能家居系统控制的示意图。

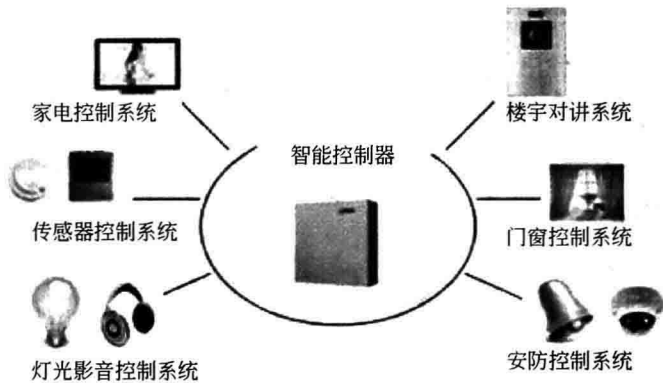


图 1-3 单片机在智能家居中的应用

单片机是如何对系统进行控制的呢？下面以一个简单的无人照看自动浇花系统为例，说明单片机是如何实现控制的。如图 1-4 所示，在花盆中放置一个湿度传感器用于监控花盆土壤的湿度，并且把土壤湿度信号传送到单片机控制电路的输入端，蓄水池与花盆之间的管道上加装一个电磁阀，电磁阀和单片机控制电路的输出端相连，由单片机控制电磁阀的开闭。根据植物的湿度要求在单片机中编写好程序，将采集到的湿度信号进行 A/D 转换为数字量，通过程序判定控制电磁阀是否打开。

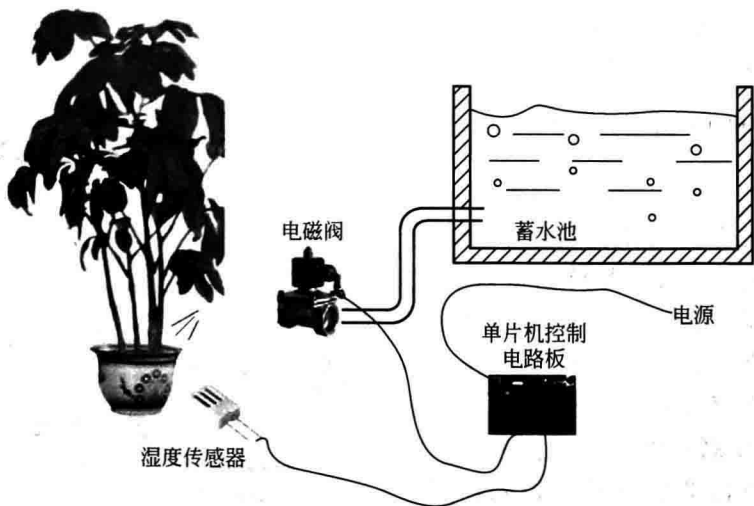


图 1-4 单片机在自动浇花系统中应用

三、单片机与嵌入式系统

在电子世界领域，从 20 世纪中的无线电时代进入到 21 世纪以计算机技术为中心的智能

化现代电子系统时代。现代电子系统的基本核心是嵌入式计算机系统（简称嵌入式系统），而单片机是最典型、最广泛、最普及的嵌入式系统。

嵌入式系统源于计算机的嵌入式应用，早期嵌入式系统为通用计算机经改装后嵌入到对象体系中的各种电子系统，如舰船的自动驾驶仪、轮机监测系统等。嵌入式系统首先是一个计算机系统，其次它被嵌入到对象体系中，在对象体系中实现对象要求的数据采集、处理、状态显示、输出控制等功能，由于嵌入在对象体系中，嵌入式系统的计算机没有计算机的独立形式及功能。

单片机完全是按照嵌入式系统要求设计的，因此单片机是最典型的嵌入式系统。早期的单片机只是按嵌入式应用技术要求设计的计算机单芯片集成，故名单片机。随后，单片机为满足嵌入式应用要求不断增强其控制功能与外围接口功能，尤其是突出控制功能，因此国际上已将单片机正名为微控制器（MCU，Microcontroller Unit）。

四、单片机的发展

20 世纪 70 年代，美国的 Fairchild（仙童）公司首先推出了第一款单片机 F-8，随后 Intel 公司推出了影响面大、应用更广的 MCS48 单片机系列。MCS48 单片机系列的推出标志着在工业控制领域，进入到智能化嵌入式应用的芯片形态计算机的探索阶段。参与这一探索阶段的还有 Motorola、Zilog 和 Ti（Micro chip）等大公司，它们都取得了满意的探索效果，确立了在 SCMC 的嵌入式应用中的地位。这就是 Single Chip Microcomputer 的诞生年代，单片机一词即由此而来。

在 MCS-48 探索成功的基础上很快推出了完善的、典型的单片机系列 MCS-51。MCS-51 系列单片机的推出，标志 Single Chip Microcomputer 体系结构的完善。

Intel 公司推出的 MCS96 单片机，将一些用于测控系统的模数转换器（ADC）、程序运行监视器（WDT）、脉宽调制器（PWM）、高速 I/O 口纳入片中，体现了单片机的微控制器特征。MCS-51 单片机系列向各大电气商的广泛扩散，许多电气商竞相使用 80C51 为核，将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、可靠性技术应用到单片机中；随着单片机内外围功能电路的增强，强化了智能控制器特征。微控制器（Microcontrollers）成为单片机较为准确表达的名词。

单片机发展到这一阶段，表明单片机已成为工业控制领域中普遍采用的智能化控制工具，小到玩具、家电行业，大到车载、舰船电子系统，遍及计量测试、工业过程控制、机械电子、金融电子、商用电子、办公自动化、工业机器人、军事和航空航天等领域。为满足不同的要求，出现了高速、大寻址范围、强运算能力和多机通信能力的 8 位、16 位、32 位通用型单片机，小型廉价型、外围系统集成的专用型单片机，以及形形色色各具特色的现代单片机。

现在单片机普遍支持 C 语言编程，为学习和应用单片机提供了方便；高级语言减少了选型障碍，便于程序的优化、升级和交流。

五、80C51 单片机的家族简介

虽然目前单片机的品种很多，但其中最具代表性的当属 Intel 公司的 MCS-51 单片机系列。MCS-51 以其典型的结构、完善的总线、SFR 的集中管理模式、位操作系统和面向控制功能的丰富的指令系统，为单片机的发展奠定了良好的基础。MCS-51 系列的典型芯片是 80C51（CHMOS 型的 8051）。

不同厂商不同型号的单片机，其产品各有不同的特点：其存储器的容量、管脚数、内部

结构、工作电压、运算速度、指令等都不尽相同。图 1-5 所示为一些厂家的代表单片机的外形和型号。

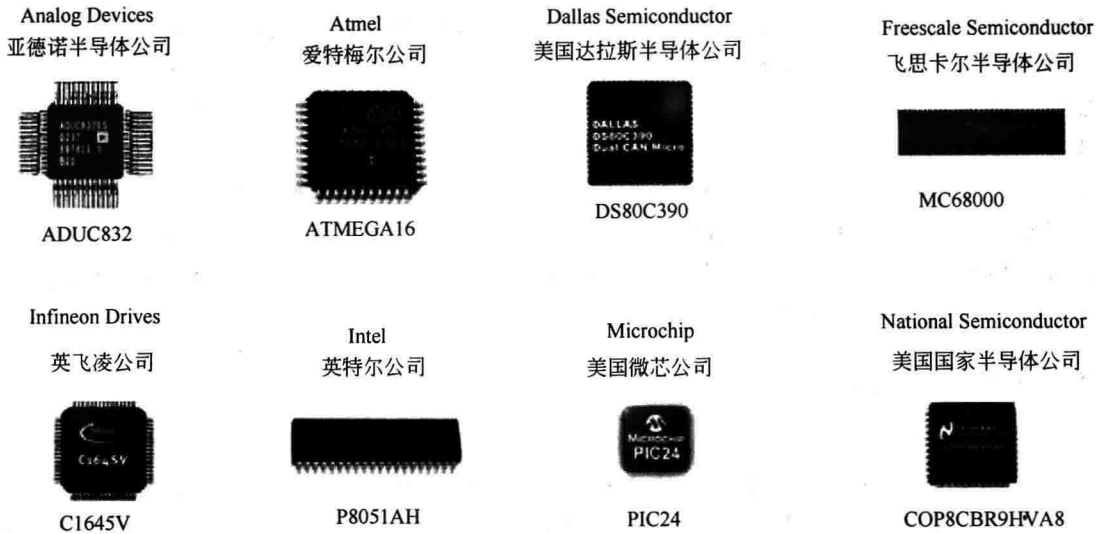


图 1-5 几种不同厂家单片机外形和型号

任务二 计算机中数据的表示方法

一、计算机中的数制

所谓数制是指数的制式，是人们利用符号表示数的一种科学方法。数制有很多种，微型计算机中常用的数制有：十进制、二进制、八进制、十六进制。表 1-1 为部分十进制、二进制和十六进制数对照表。

1. 十进制 (Decimal)

数字符号：0~9 10 个不同的数码。

基本特征：逢十进一，在十进制数计数过程中，当某位计满 10 时就要向它邻近高位进一。

表示方法：在数字后面加上字母 D，表示为十进制。D 是十进制 (Decimal) 的英文缩写，表示采取的数制是十进制。一般字母 D 可以省略不写，默认为十进制。十进制也可以用括号加下标 10 表示，例如：(234.5)₁₀。

任何一个十进制数都可以展开成幂级数形式。十进制数的一般表达式为：

$$\begin{aligned} N_D &= d_{n-1} \times 10^{n-1} + d_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + d_0 \times 10^0 + d_{-1} \times 10^{-1} + d_{-2} \times 10^{-2} + \dots \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} d_i \times 10^i \end{aligned}$$

例：425.63D = $4 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 6 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2}$

2. 二进制 (Binary)

数字符号：0、1 两个不同的数码。

基本特征：逢二进一，在二进制数计数过程中，当某位计满 2 时就要向它邻近高位进一。

表示方法：在数字后面加上字母 B，表示为二进制。B 是二进制 (Binary) 的英文缩写，

表示采取的数制是二进制。二进制也可以用括号加下标 2 表示，例如：(1010.1)₂。

二进制数的一般表达式为：

$$N_B = d_{n-1} \times 2^{n-1} + d_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + d_0 \times 2^0 + d_{-1} \times 2^{-1} + d_{-2} \times 2^{-2} + \dots$$
$$= \sum_{i=-m}^{n-1} d_i \times 2^i$$

例：1101.01B=1×2³+1×2²+0×2¹+1×2⁰+0×2⁻¹+1×2⁻²=13.25D

3. 十六进制 (Hexadecimal)

数字符号：0~9、A~F 16 个不同的数码。

基本特征：逢十六进一，在十六进制数计数过程中，当某位计满 16 时就要向它邻近高位进一。

表示方法：在数字后面加上字母 H，表示为十六进制。H 是十六进制 (Hexadecimal) 的英文缩写，表示采取的数制是十六进制。十六进制也可以用括号加下标 16 表示，例如：(1AB.6F)₁₆。

十六进制数的一般表达式为：

$$N_H = d_{n-1} \times 16^{n-1} + d_{n-2} \times 16^{n-2} + \dots + d_0 \times 16^0 + d_{-1} \times 16^{-1} + d_{-2} \times 16^{-2} + \dots$$
$$= \sum_{i=-m}^{n-1} d_i \times 16^i$$

例：25.8H=2×16¹+5×16⁰+8×16⁻¹=32+5+0.5=37.5D

表 1-1 部分十进制、二进制和十六进制数对照表

整 数			小 数		
十进制	二进制	十六进制	十进制	二进制	十六进制
0	0000	0	0	0	0
1	0001	1	0.5	0.1	0.8
2	0010	2	0.25	0.01	0.4
3	0011	3	0.125	0.001	0.2
4	0100	4	0.0625	0.0001	0.1
5	0101	5	0.0312	0.00001	0.08
6	0110	6	0.015525	0.000001	0.04
7	0111	7			
8	1000	8			
9	1001	9			
10	1010	A			
11	1011	B			
12	1100	C			
13	1101	D			
14	1110	E			
15	1111	F			
16	10000	10			

4. 数值的转换

(1) 二进制与十进制的转换

将二进制转换为十进制的方法就是按照二进制的表达式按权展开求和。

例如：(10001001)₂=137

(10001001)₂=1×2⁷+0×2⁶+0×2⁵+0×2⁴+1×2³+0×2²+0×2¹+1×2⁰=137

将十进制转换成二进制时，要将整数部分和小数部分分别转换，整数部分的转换方法是除 2 取余法，小数部分的转换方法是乘 2 取整法。

例如： $(56.125)_{10} = (111000.001)_2$

整数部分转换：			小数部分转换：		
2	56	余数	整数	0.125×2	
2	28	 0 低位	高位	0	.25×2
2	14	 0			
2	7	 0			
2	3	 1		0	.5×2
2	1	 1	低位	1	.0
	0	 1 高位			

(2) 二进制与十六进制的转换

将二进制转换为十六进制的方法是：整数部分从小数点向左，每 4 位为一组（不够 4 位在前面补 0），转换为对应的 1 位十六进制数；小数部分从小数点向右，每 4 位为一组（不够 4 位在后面补 0），转换为对应的 1 位十六进制数。

例如： $(1110101001.01)_2 = (0011\ 1010\ 1001.0100)_2 = (3A9.4)_{16}$

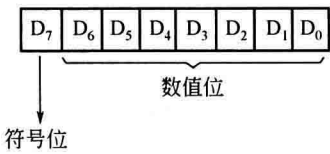
将十六进制转换为二进制的方法是：将十六进制数的每 1 位转换为对应的 4 位二进制数，并且按顺序写出即可。

例如： $(9F6.7)_{16} = (1001\ 1111\ 0110.0111)_2$

二、编码

1. 计算机中正、负数的表示法

在计算机中符号“+”、“-”要用一位二进制数表示。8 位微型计算机中约定，最高位 D7 位表示符号，其他 7 位表示数值。



一个带符号数在计算机中可以分别用原码、反码或补码三种方法表示，习惯上把计算机中存放的数称作机器数。

原码、反码、补码都是机器数。其中，负数采用反码或补码，表示的目的是将负数转化为正数，使减法操作转变为单纯的加法操作。在计算机系统中均采用补码表示负数。

(1) 原码

对于 8 位二进制数最高位为符号位（“0”表示正数，“1”表示负数），其余位为数值位的机器码称为原码。

例如正数的原码为：

$x = +0 = +0000000B$	$[x]_{原} = 00000000B$
$x = +25 = +0011001B$	$[x]_{原} = 00011001B$
$x = +127 = +1111111B$	$[x]_{原} = 01111111B$

负数的原码为：

$x = -0 = -0000000B$	$[x]_{原} = 10000000B$
$x = -25 = -0011001B$	$[x]_{原} = 10011001B$
$x = -127 = -1111111B$	$[x]_{原} = 11111111B$

8 位二进制原码表示的范围为：-127~+127

(2) 反码

正数的反码与它的原码相同；负数的反码为其原码除符号位不变，其余位按位取反。

例如：正数的反码为：

$x = +0 = +0000000B$	$[x]_{反} = 00000000B = [x]_{原}$
$x = +25 = +0011001B$	$[x]_{反} = 00011001B = [x]_{原}$
$x = +127 = +1111111B$	$[x]_{反} = 01111111B = [x]_{原}$

负数的反码为：

$x = -0 = -0000000B$	$[x]_{原} = 10000000B$	$[x]_{反} = 11111111B$
$x = -25 = -0011001B$	$[x]_{原} = 10011001B$	$[x]_{反} = 11100110B$
$x = -127 = -1111111B$	$[x]_{原} = 11111111B$	$[x]_{反} = 10000000B$

8 位二进制反码表示的范围为：-127~+127

(3) 补码

正数的补码和它的原码、反码都相同；负数的补码为其反码加 1。

例如正数的补码为：

$x = +0 = +0000000B$	$[x]_{补} = 00000000B = [x]_{原} = [x]_{反}$
$x = +25 = +0011001B$	$[x]_{补} = 00011001B = [x]_{原} = [x]_{反}$
$x = +127 = +1111111B$	$[x]_{补} = 01111111B = [x]_{原} = [x]_{反}$

负数的补码为：

$x = -0 = -0000000B$	$[x]_{反} = 11111111B$	$[x]_{补} = 00000000B$
$x = -25 = -0011001B$	$[x]_{反} = 11100110B$	$[x]_{补} = 11100111B$
$x = -127 = -1111111B$	$[x]_{反} = 10000000B$	$[x]_{补} = 10000001B$

8 位二进制补码表示的范围为：-128~+127

2. 字符的编码

(1) ASC II 码

ASC II 码是美国国家信息交换标准代码 (American Standard Code for Information Interchange)。ASCII 码是一种 8 位代码，一般最高位可用于奇偶校验，仅用 7 位二进制数表示数字、字母和符号，共 128 个。ASC II 码包括 26 个大写和 26 个小写的英文字母、0~9 10 个数字、专用字符（如“:”、“!”、“%”）和控制字符（如换行、换页、回车）。ASC II 字符编码表如表 1-2 所示。

(2) BCD 码

BCD 码 (Binary Coded Decimal) 就是用 4 位二进制表示的十进制数，简称二—十进制数。较常用的是 8421BCD 码，即各个位的权从高到低依次为 8、4、2、1。4 位二进制数可表示 16 种状态，十进制数只有 0~9 10 个字符，所以舍去了 1010~1111 这 6 种状态（如果出现则认为无效码），用余下的 10 种状态来表示 0~9。二—十进制对应表如表 1-3 所示。

表 1-2 ASCII 字符编码表

b₃ b₂ b₁ b₀ b₆ b₅ b₄		0	1	2	3	4	5	6	7
		000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P		p
1	0001	SOH	DC ₁	!	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC ₂	"	2	B	R	b	r
3	0011	ETX	DC ₃	#	3	C	S	c	s
4	0100	EOT	DC ₄	\$	4	D	T	d	t
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	0110	ACQ	SYN	&	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	]
D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	1110	SO	RS	.	>	N	`	n	~
F	1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

表 1-3 二—十进制对应表

十进制数	二—十进制	十进制数	二—十进制
0	0000	8	.1000
1	0001	9	1001
2	0010		1010(非法)
3	0011		1011(非法)
4	0100		1100(非法)
5	0101	(	1101(非法)
6	0110		1110(非法)
7	0111		1111(非法)

任务三 单片机的内部结构

MCS-51 系列单片机是把构成计算机的 CPU、存储器、寄存器组、I/O 接口制作在一块集成电路芯片中。另外，还集成有定时器/计数器、串行通信接口等部件，因此可方便地用于定时控制和远程数据传送。在 MCS-51 系列单片机中，主要有 80C31、80C51、87C51 及 80C32、80C52、87C52 等型号。表 1-4 列出了 51 系列、52 系列及 2051 系列单片机片内资源。

表 1-4 单片机片内资源

系列	典型芯片	片内 ROM 形式	片内 RAM	并行 I/O 口	定时/计数器	中断源	串行口
51 子系列	80C31	无	128B	4×8	2×16	5	1
	80C51	4kB 掩膜 ROM	128B	4×8	2×16	5	1
	87C51	4kB EPROM	128B	4×8	2×16	5	1
	89C51	4kB EEPROM	128B	4×8	2×16	5	1

续表

系列	典型芯片	片内 ROM 形式	片内 RAM	并行 I/O 口	定时/计数器	中断源	串行口
52 子系列	80C32	无	256B	4×8	3×16	6	1
	80C52	8kB 掩膜 ROM	256B	4×8	3×16	6	1
	87C52	8kB EPROM	256B	4×8	3×16	6	1
	89C52	8kB EEPROM	256B	4×8	3×16	6	1
2051	89C2051	2kB EEPROM	128B	2×8	2×16	5	1

80C51 单片机的内部结构如图 1-6 所示，包含 1 个 8 位中央处理器 CPU、4kB 程序存储器 EPROM、128B 随机存取存储器 RAM、4 个 8 位并行 I/O 接口、1 个全双工串行通信接口、2 个 16 位定时器/计数器及 21 个特殊功能寄存器。通过外部存储器扩展，可以具有外部 64kB 程序存储器寻址能力和 64kB 数据存储器寻址能力。

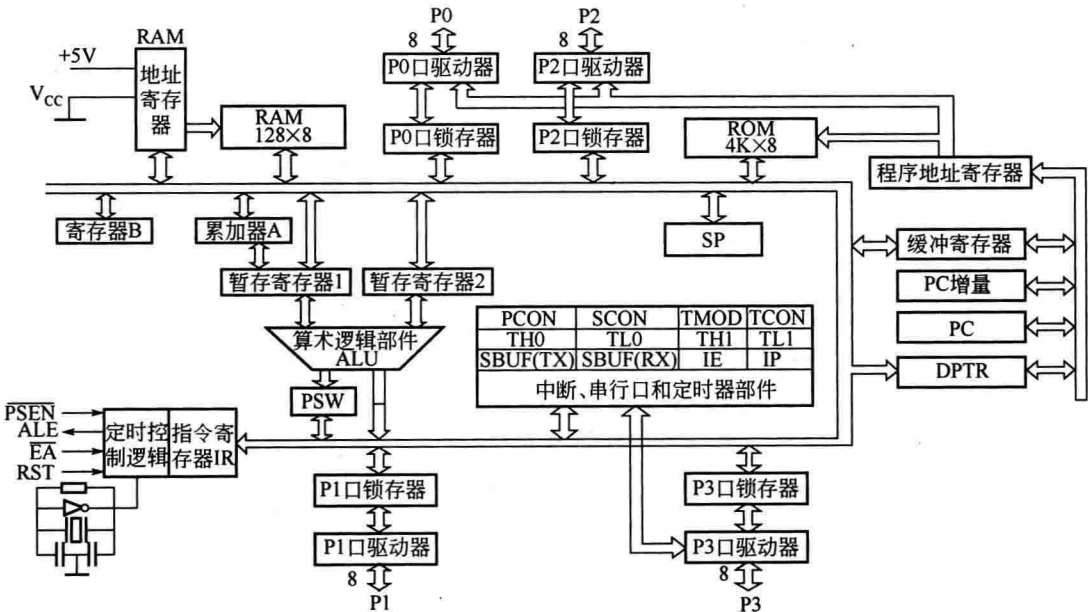


图 1-6 单片机内部结构

从图 1-6 中可以看出，中央处理器是进行算术/逻辑运算，控制程序执行的部件。它包括运算器和控制器，运算器主要包括算术/逻辑部件 ALU、累加器、暂存寄存器 TMP1 和 TMP2、程序状态标志寄存器 PSW、BCD 码修正电路等。为了提高数据处理和位操作能力，片内设有一个通用寄存器 B 和一些专用寄存器。

运算器的功能主要是对数据进行加、减、乘、除等算术运算及“与”“或”“非”“异或”等逻辑运算。对于位操作数，可进行置位、清零、求反、移位、条件判断及按位“与”、按位“或”等操作。

控制器包括程序计数器 PC、指令寄存器、指令译码器、定时控制与条件转移逻辑电路等。由于可以外接 64k 字节的数据存储器和 I/O 接口电路，因此在控制器中设有一个 16 位的地址指示器 DPTR，用来对外部数据存储器和 I/O 接口寻址。为了便于数据保护，设有 8 位堆栈指示器 SP。

控制器中程序计数器 PC（Program Counter）的功能为：存放下一条要执行的指令在程序存储器中的地址。

它的基本工作方式如下。

(1) 程序计数器自动加 1。

(2) 执行有条件或无条件转移指令时，程序计数器将被置入新的数值，从而使程序的流向发生变化。

(3) 执行子程序调用或中断调用时完成下列操作：

① PC 的当前值保护；

② 将子程序入口地址或中断向量的地址送入 PC。

一、单片机的引脚和功能

80C51 单片机有 40 只引脚。它有两种封装形式：一种是双列直插式（见图 1-7），一种是方形封装式（见图 1-8）。

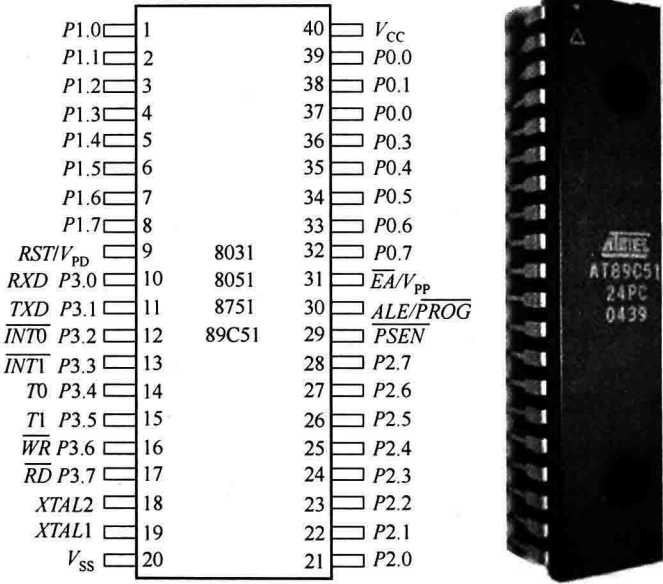


图 1-7 40 只引脚双列直插封装（DIP）

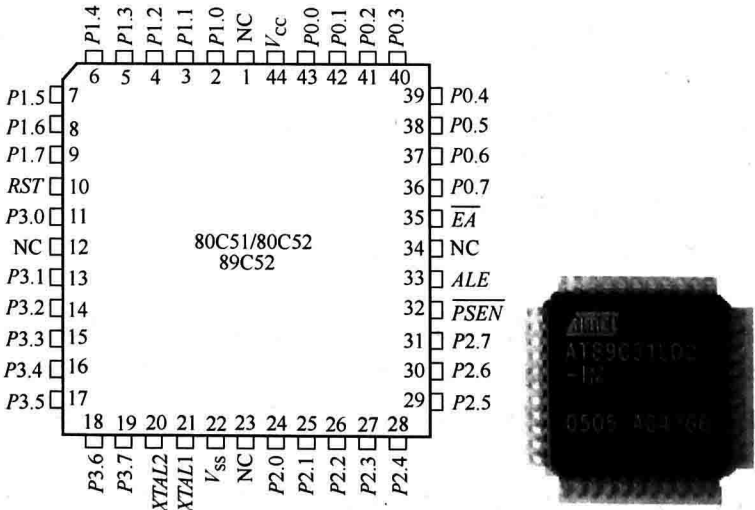


图 1-8 44 只引脚方形封装方式（4 只无用）

80C51 单片机 40 条引脚双列直插式封装引脚可分为三个部分，分别为电源及时钟引脚、控制引脚和 I/O 口引脚，如图 1-9 所示。

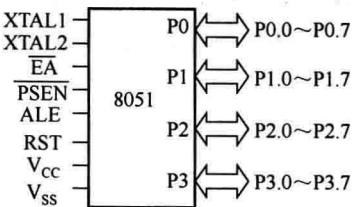


图 1-9 引脚逻辑图

- 1. 电源及时钟引脚
 - (1) 电源引脚：①V_{cc}（40 脚），接 +5V 电源。
②V_{ss}（20 脚），接地。
 - (2) 时钟引脚：①XTAL1（19 脚），采用外接晶体振荡器时，此引脚应接地。
② XTAL2（18 脚），接外部晶体的另一端。

- 2. 控制引脚
 - (1) RST/VPD（9 脚）：复位与备用电源。
 - (2) ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ （30 脚）：第一功能 ALE：地址锁存允许。
第二功能 $\overline{\text{PROG}}$ ：编程脉冲输入端。
 - (3) $\overline{\text{PSEN}}$ （29 脚）：读外部程序存储器的选通信号，可以驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。
 - (4) $\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{PP}}$ （31 脚）： $\overline{\text{EA}}$ 为内外程序存储器选择控制， $\overline{\text{EA}}=1$ ，访问片内程序存储器， $\overline{\text{EA}}=0$ ，则只访问外部程序存储器。
第二功能 V_{PP}，用于施加编程电压。

- 3. I/O 口引脚
 - (1) P0 口：双向 8 位三态 I/O 口，地址总线（低 8 位）及数据总线分时复用口，可驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。
 - (2) P1 口：8 位准双向 I/O 口，可驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。
 - (3) P2 口：8 位准双向 I/O 口，与地址总线（高 8 位）复用，可驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。
 - (4) P3 口：8 位准双向 I/O 口，双功能复用口，可驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。

当 3 个准双向 I/O 口做输入口使用时，要向该口先写“1”，另外准双向 I/O 口无高阻的“浮空”状态。表 1-5 为 P3 口第二功能说明。

表 1-5 P3 口第二功能

引脚	引脚第二功能	功能说明
P3.0	RXD	串行数据接收端
P3.1	TXD	串行数据发送端
P3.2	INT0	外部中断 0 请求
P3.3	INT1	外部中断 1 请求
P3.4	T0	计数器 0 外部输入
P3.5	T1	计数器 1 外部输入
P3.6	WR	外部数据存储器写
P3.7	RD	外部数据存储器读

二、存储器的配置

在 MCS-51 系列单片机中，程序存储器和数据存储器互相独立，物理结构也不相同。程序存储器为只读存储器，数据存储器为随机存取存储器。从物理地址空间看，共有 4 个存储