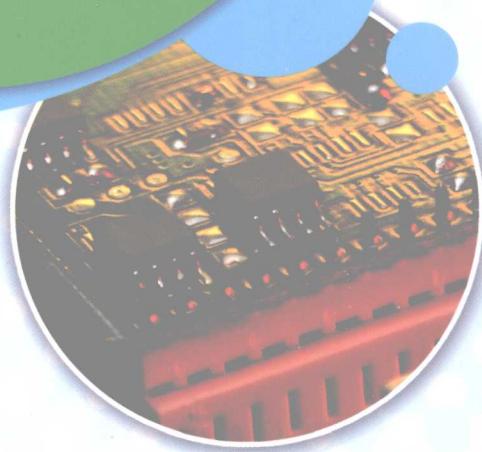




中等职业教育“十一五”规划教材
中职中专电子技术应用专业系列教材

单片机 原理与实训教程

舒伟红 主编



科学出版社
www.sciencep.com

中等职业教育“十一五”规划教材

中职中专电子技术应用专业系列教材

单片机原理与实训教程

舒伟红 主编

潘周光 张华燕 副主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以国内最流行的 51 系列单片机软/硬件的设计为背景,以八个实训项目的实现为教学主线,穿插介绍了 51 单片机的硬件资源及指令系统。为建立良好的单片机学习环境,编者专门为本书设计了配套的实验板,全部实训项目均可在实验板上完成。

本书的编写力图突破传统的教学思路,引入项目教学法,以任务驱动方式完成单片机的学习。特邀企业技术总工程师参与实训项目的设计,真正实现实训项目产品化。

本书适合作为各类中职、技工学校电类相关专业的教材,也可供各类培训班、单片机爱好者使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与实训教程/舒伟红主编. —北京:科学出版社, 2008
(中等职业教育“十一五”规划教材·中职中专电子技术应用专业系列教材)
ISBN 978-7-03-022679-2

I. 单… II. 舒… III. 单片微型计算机-专业学校-教材

IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 117254 号

责任编辑:陈砺川/责任校对:耿 耘

责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 8 月第一次印刷 印张:15 1/4

印数:1—4 000 字数:345 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135763-8020

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

中职中专电子技术应用专业系列教材

编 委 会

顾 问 杨乐文

主 任 罗国强

编 委 (按姓氏笔画顺序排列)

王国玉 叶云汉 刘占娟 朱向阳 李中显 张修达

罗 伟 陶 健 蒋从根 舒伟红 管 莉

前言

MCS-51 系列在单片机领域占有十分重要的地位,是最早进入我国的单片机,其应用技术相当成熟。

单片机技术是集硬件电路与软件编程为一体的学科,对于中职学生来说,普遍感到难度很大,既要求有数字电路、模拟电路的基础知识,又要有一定的逻辑思维能力。本书的编写重在实训,旨在使学生能够快速入门,以达到具备开发单片机中、小型项目的能力。

传统的单片机教学往往从单片机的发展历史开始,然后讲解单片机内部结构、指令系统、中断、计时器、外部扩展,最后才是实验实习。学生从一开始就进入复杂的原理学习,对所学知识难于理解,还没有真正接触单片机就已经感到学不下去了,大多半途而废。老师教得费时费力,学生的兴趣也荡然无存。

本书与传统的教材相比,在内容组织与结构编排上都进行了重大的改革,具有以下较鲜明的特色。

1. 引入项目式教学。以任务为中心,将知识融于任务当中,适合面向中职教学、培养初级、中级技能型人才的目标。

2. 重视单片机的学习环境创设。编者专门为本书教学设计了配套的实验板,使教学从一开始就进入实践环节,学习单片机原理从接触单片机开始,遵循实践、理论、再实践的探索式学习理念。

3. 针对中职学生的特点,降低理论学习起点,强调单片机项目实训,力争做到完成一个项目实训就达到开发一个“产品”的学习目的。实训项目力求实用性与趣味性兼并,贴近人们的生产和生活需求。

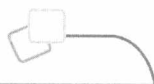
本书共分八个项目,项目一(制作倒计时定时器)、项目二(单片机点亮 LED)、项目三(制作球赛计分牌)、项目四(制作防盗报警器)、项目五(制作数字频率计)、项目六(制作数字显示电压表)、项目七(制作可定时定闹的数字钟)、项目八(实现串口通信)。其中,项目八供学时充裕的学校及有能力的学生选学。书中的每个项目均安排了数个任务,其实训均可在教材配套的实验板上完成。

项目实训中的“变式训练”为学习能力突出的学生提供了实践提升的空间,通过“变式训练”,真正使知识、能力融会贯通,达到学习的新境界。

学习本书建议使用 146 课时,学时分配可参见下表。

学时分配参考表

序 号	理论课时	实践课时	序 号	理论课时	实践课时
项目一	7	5	项目五	8	6
项目二	12	6	项目六	6	4
项目三	28	16	项目七	10	12
项目四	6	4	项目八	8	8
合计总课时	146				



本书由舒伟红任主编，并负责全书统稿；潘周光、张华燕任副主编；胡士琴、邱荣奇、樊永恭老师参与了本书的编写；缙云华欣电子有限公司李军先生参与了实训项目的设计。全书由浙江师范大学施晓钟副教授审定，同时得到了赵询谊、施丽新等同志的大力支持，在此一并表示诚恳的谢意。

由于教学改革的不开展，加之编者水平有限，难免存在错误及疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

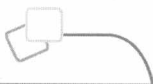
有关本书配套实验板的信息，可与科学出版社或主编联系（E-mail: jyshuw@126.com），将免费提供 Protel 99 版本的原理图与 PCB 图。

舒伟红

2008 年 6 月

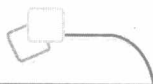
目 录

项目一 制作倒计时定时器	1
任务一 认识单片机	2
知识 1 单片机在身边	2
知识 2 单片机中的数制	5
任务二 MCS-51 单片机	7
知识 1 89C51 单片机引脚功能	7
知识 2 并行 I/O 口	9
任务三 倒计时定时器的制作	11
知识 单片机最小系统	11
实训 1 单片机实验板制作	13
实训 2 制作倒计时器	17
知识链接 漫谈单片机的学习	18
项目小结	20
知识巩固	20
项目二 单片机点亮 LED	21
任务一 仿真器与编程器	22
知识 1 仿真器	22
知识 2 编程器	23
实训 MedWin 编译软件的安装与使用	24
任务二 使用单片机点亮一个 LED	29
实训 1 给单片机下命令	29
知识 单片机数据传送指令	35
实训 2 实现跑马灯	39
任务三 程序存储器与数据存储器	41
知识 1 程序存储器	41
知识 2 数据存储器	42
知识 3 特殊功能寄存器	44
知识链接 LED 旋转屏	46
项目小结	49
知识巩固	50
项目三 制作球赛计分牌	52
任务一 数码管显示	53
知识 1 数码管显示原理	53



知识 2 单片机与数码管接口	55
实训 数码管动态显示	58
任务二 按键接口	60
知识 1 单片机控制转移类指令	61
知识 2 单片机按键接口	64
实训 1 独立式按键识别	66
实训 2 矩阵式键盘接口	69
任务三 运算指令	72
知识 1 算术运算指令	72
知识 2 逻辑运算指令	76
知识 3 常用汇编指令	80
任务四 球赛计分牌设计	82
知识 1 球赛计分牌电路分析	82
知识 2 球赛计分牌程序规划	83
实训 球赛计分牌项目设计	84
任务五 单片机应用系统的开发流程	89
知识 1 应用系统开发一般流程	89
知识 2 几种典型的程序结构	90
知识链接 单片机程序的加密与解密	92
项目小结	96
知识巩固	96
项目四 制作防盗报警器	100
任务一 中断系统	101
知识 1 什么是中断	101
知识 2 51 单片机的中断执行	103
知识 3 中断系统控制	104
实训 应用中断	107
任务二 防盗报警器设计	109
知识 电路设计	109
实训 防盗报警器程序设计	111
知识链接 漫谈防盗报警器	114
项目小结	117
知识巩固	117
项目五 制作数字频率计	118
任务一 定时器/计数器	119
知识 1 定时器/计数器的结构	119
知识 2 定时器/计数器的四种工作方式	121

实训 设计秒时钟	124
任务二 数字频率计设计	128
知识 频率计硬件电路设计	129
实训 频率计程序设计	130
知识链接 汽车电子与单片机	136
项目小结	137
知识巩固	138
项目六 制作数字显示电压表	139
任务一 AD/DA 转换原理	140
知识 1 AD 转换	140
知识 2 DA 转换	143
任务二 ADC 与单片机的接口	143
知识 1 ADC080X 系列的结构	144
知识 2 TLC549 与 MCS-51 单片机接口与编程	146
任务三 数字显示电压表设计	149
知识 数字显示电压表电路设计	149
实训 数字显示电压表程序设计	150
知识链接 带片内 AD 功能的单片机	153
项目小结	154
知识巩固	155
项目七 制作可定时定闹的数字钟	156
任务一 I ² C 总线与 AT24C02	157
知识 I ² C 总线概念与 AT24C02	157
实训 AT24C02 读/写操作	159
任务二 数字钟的设计	164
知识 1 数字钟任务分析	164
知识 2 时钟系统程序规划	166
实训 1 定时、显示子程序的编写	169
实训 2 数字钟的调试	174
任务三 单片机可靠性设计	181
知识 1 硬件电路的可靠性设计	181
知识 2 软件抗干扰技术	182
知识链接 单片机发展历程	185
项目小结	187
知识巩固	187
*项目八 实现串口通信	188
任务一 串行口	189

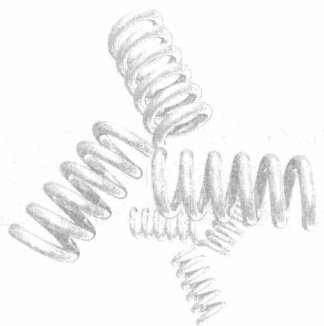


知识 1 串行通信的概念	189
知识 2 串口工作方式	191
任务二 串行口应用	193
知识 单片机 I/O 口扩展	193
实训 1 利用串口扩展 I/O 口	195
实训 2 双机通信的实现	197
知识链接 GPS 与卫星通信	201
项目小结	204
知识巩固	204
附录一 倒计时器参考程序	205
附录二 常用 MCS-51 运算子程序	211
附录三 部分厂家单片机一览表	218
附录四 实验板使用方法	220
附录五 POV 摇摆显示 LED 钟参考程序	222
参考文献	233

项目一

制作倒计时定时器

某些重要的事件、有纪念意义的日子即将到来时，常用倒计时器进行计时，以显示出人们期盼的心情。本项目完成的倒计时器可计时 100 小时，稍作改进就可以用于实际生产和生活当中。在本项目中，倒计时器的完成不是目的，而是通过项目实训了解单片机的基本组成及应用，树立起单片机应用的概念。



知识目标

- 认识单片机，知道单片机在日常生活、工业控制等方面的应用。
- 知道 80C51 单片机芯片的引脚功能。
- 初步了解单片机的组成系统。

技能目标

- 认识单片机外围应用元件。
- 通过组装倒计时定时器，为学习单片机作准备。

任务一 认识单片机

任务目标

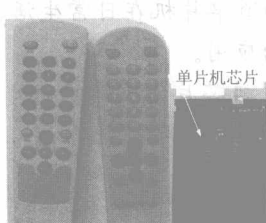
- 初步领会单片机的概念。
- 知道单片机的应用。
- 学会单片机中常用的二进制、十六进制数表达方法。

读一读

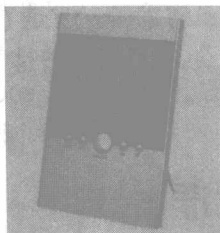
知识 1 单片机在身边

1. 身边的单片机

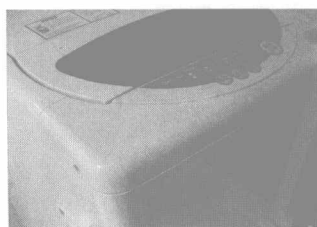
单片机也称为单片微型计算机，初次接触会让人产生神秘感，其实不然。有人统计说，人均每天接触单片机达几十次，因为单片机就隐藏在人们日常生活的许多常用电子设备中，如计算机、电子表、计算器、数码相机、手机、MP3、遥控器、洗衣机等。通过图 1-1 来寻找单片机的身影吧。



遥控器中有单片机



万年历中有单片机



洗衣机中有单片机



游戏机中有单片机



充电器中有单片机

图 1-1 身边的单片机

单片机就是那么一个“很小”的小不点——人们称之为“芯片”(MCU)，可以将其比作一个简易型的 CPU，而单片机系统也就是一个功能简单的“计算机”了。图 1-2 所示即为单片机系统电路板的一种。

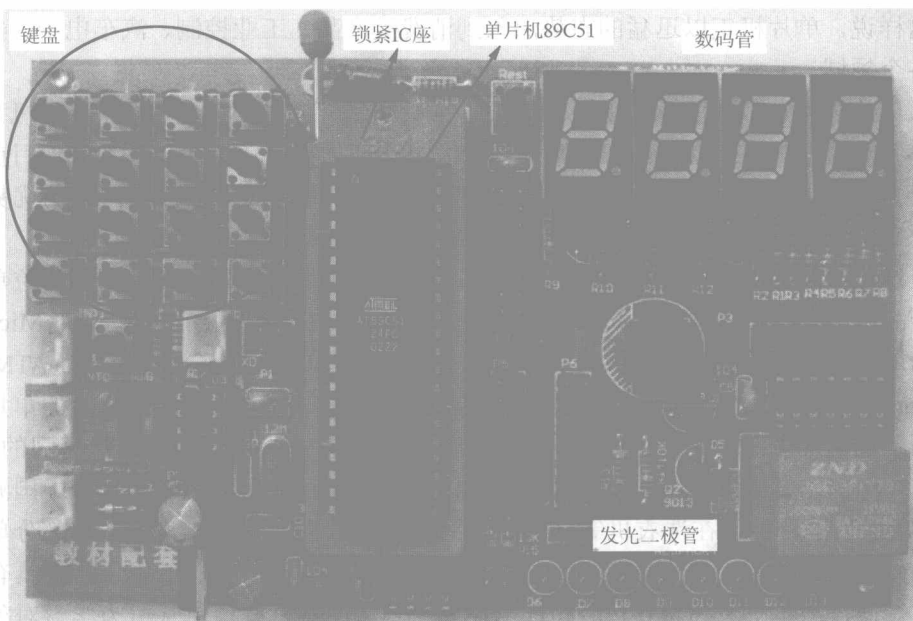


图 1-2 单片机实验板

图 1-2 单片机电路板上没有计算机的显示器，它以发光二极管、数码管或液晶显示器(LCD)来显示各种所需的信息；同样，单片机系统里很少有计算机的标准键盘，通常以几个简单的按键组成小键盘来完成所需的功能。

单片机系统虽然简单，却是一个完整的微机系统，它同样具有运算器(完成算术、逻辑运算)、控制器(完成各种控制并执行指令)、存储器(存放数据或程序)、I/O口(用来检测外部数据或输出控制信号)，如图 1-3 所示。

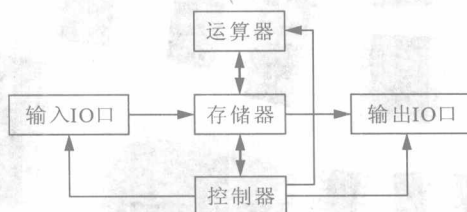


图 1-3 单片机组成



2. 种类繁多的单片机

自从 20 世纪 70 年代, Intel 公司推出首款单片机以来, 短短几十年间, 无论是单片机的研发还是应用, 几乎呈几何级数增长, 仅我国单片机应用的年需求量就达上亿只, 可以这样说, 单片机正以迅猛的态势深入到消费类产品、工业控制、汽车电子、安全产品等各个领域。

从单片机处理数据的位数来看, 经历了 4 位机、8 位机、16 位机到 32 位机几个阶段。16 位机和 32 位机以较强的数据处理能力及速度优势呈较快增长态势, 但目前、甚至在今后相当长一段时间内, 8 位机仍以性能稳定、价格低廉、普及性强的优势占主流地位。

经过几十年的发展, 8 位单片机形成了多系列、多品种的局面, 市场上 8 位单片机主流产品有 Motorola 公司的 M68HC 系列单片机, ATMELE 公司的 AVR 系列, Microchip 公司的 PIC 系列、MCS-51 系列 (由 Intel 公司转让技术, 形成了由 Philips、ATMELE、Winbond、SST、LG 等多种兼容 51 系列的单片机)。近年来, 中国台湾地区的单片机芯片得到了迅猛发展, 如义隆公司的 EMC 系列、合泰公司的 HT 系列、Sonix 公司的 SN8P 系列, 它们都以低廉的价格、丰富的片上资源迅速占领了广大的低端市场; 中国海尔推出了 6P 系列单片机, 在洗衣机等产品中得到了广泛的应用。图 1-4 列出了部分单片机芯片的外观。单片机虽然生产厂家各异, 品种繁多, 但由于编程、应用思路仍具有相同的内在规律, 故本书以 ATMELE 公司的 AT89C51 (AT89S51) 型单片机为学习对象。其他单片机的原理在学习本课程的基础上自然能取得举一反三的学习效果。

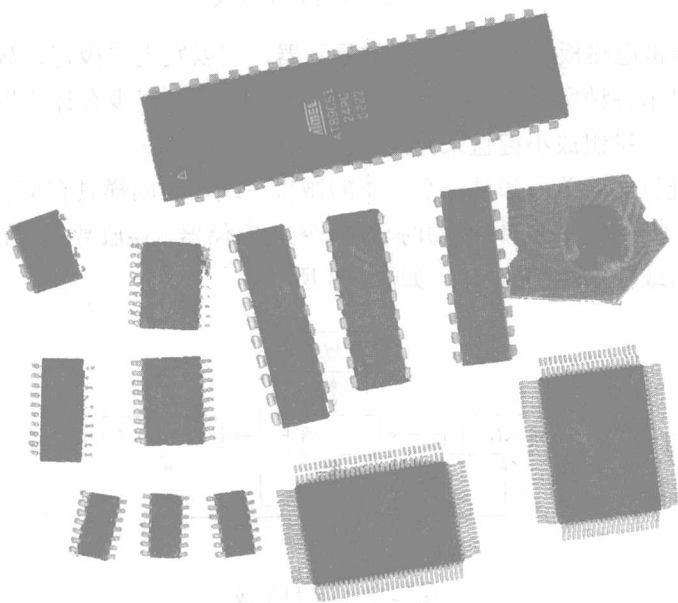


图 1-4 种类繁多的单片机

知识2 单片机中的数制

十进制是人们日常生活中最熟悉、应用最广泛的数制，它用0~9共10个数码来表示。但在计算机系统中（硬件电路为数字电路）应用十进制便会显得非常不方便。在数字电路中只有高电平、低电平两种状态，常表示成“1”态及“0”态，这与二进制数表示方法相近，这就是在计算机系统中用二进制进行运算、存储的原因；但二进制数码数多且长，书写记忆极为不便，于是在计算机系统中编写软件、输入数据时仍习惯输入十进制（或十六制），由计算机系统（单片机系统使用汇编语言软件）完成十进制转换为二进制（或十六进制）的任务。

在今后的学习中，单片机指令允许输入十进制、二进制及十六进制。

1. 二进制

(1) 二进制的概念

二进制数的特点是逢2进1，只有两个数码——0和1。

(2) 二进制的表示方法

二进制数 $(a_1a_2a_3a_4\cdots a_n)_2$ 表示成 $a_1a_2a_3a_4\cdots a_nB$ 。如1011B，1001B等，其中字母B表示该数为二进制数。

(3) 二进制数与十进制数转换

例 1-1 将十进制数32D转换为二进制数（字母D表示该数为十进制，通常可以省略）。

转换方法：

$$\begin{array}{rcl}
 & \text{余数} & \\
 2 \overline{)32} & 0 & \\
 2 \overline{)16} & 0 & \\
 2 \overline{)8} & 0 & \Rightarrow 32D = 100000B \\
 2 \overline{)4} & 0 & \\
 2 \overline{)2} & 0 & \\
 & 1 &
 \end{array}$$

例 1-2 将二进制数1011B转换为十进制数。

转换方法：

$$\begin{array}{ccccccc}
 1 & 0 & 1 & 1 & B & & \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & & \\
 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & & &
 \end{array}
 \Rightarrow 1011B = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

2. 十六进制

(1) 十六进制概念

十六进制的特点是逢16进1，具有16个数码，即0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。

(2) 十六进制的表示方法

$(a_1a_2\cdots a_n)_{16}$ 表示成 $a_1a_2\cdots a_nH$, 如 10H, 2AH 等, 字母 H 表示该数为十六进制。

(3) 十六进制与十进制的转换

例 1-3 将十六进制数 30AH 转换成十进制。

转换方法:

$$\begin{array}{ccc} 3 & 0 & AH \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 16^2 & 16^1 & 16^0 \end{array} \Rightarrow 30AH = 3 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + A \times 16^0 = 928$$

例 1-4 将十进制 255 转换成十六进制数。

转换方法:

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 255} - 15(F) \\ 16 \overline{) 15} - 15(F) \Rightarrow 255 = FFH \\ \hline 0 \end{array}$$

(4) 十六进制与二进制的转换

例 1-5 将数 1001110110001B 转换成十六进制。

转换方法:

① 低位开始分成 4 位一组 $\Rightarrow 1 \ 0011 \ 1011 \ 0001$

$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$

② 每组各自转换成十进制 $\Rightarrow 1 \ 3 \ 11 \ 1$

③ 转换为十六进制 $\Rightarrow 1 \ 3 \ B \ 1 \Rightarrow 13B1H$

例 1-6 将数 32F0H 转换成二进制数。

转换方法:

① 每位十六进制数分

别转换成 4 位二进制数 $\Rightarrow \begin{array}{ccc} 3 & 2 & F \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 0011 & 0010 & 1111 \end{array} \Rightarrow 32F0H = 11001011110000B$

② 不足 4 位的二进制数 $\Rightarrow 0011 \ 0010 \ 1111 \ 0000$

前面补 0

3. BCD 码

BCD 码即用二进制编码的十进制数, 每位十进制数用 4 位二进制数 0000B~1001B (0~9) 表示, 十进制数中共 10 个数码, 故 BCD 码中不使用 1010B~1111B。

表 1-1 列出了十进制数与 BCD 码之间的编码关系。

表 1-1 十进制数与 BCD 码的编码关系

十进制数	BCD 码	十进制数	BCD 码	十进制数	BCD 码	十进制数	BCD 码
0	0000	3	0011	6	0110	9	1001
1	0001	4	0100	7	0111	10	00010001
2	0010	5	0101	8	1000	11	00010001

续表

十进制数	BCD 码	十进制数	BCD 码	十进制数	BCD 码	十进制数	BCD 码
12	00010010	14	00010100	16	00010110	18	00011000
13	00010011	15	00010101	17	00010111	19	00011001

例 1-7 将十进制数 123 转换成 BCD 码。

转换方法：

按位转换成 4 位二进制数 $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 0001 & 0010 & 0011 \end{matrix} \Rightarrow 123 = (100100011)_{\text{BCD}}$

例 1-8 将 BCD 码 10001100111001 转换成十进制数。

转换方法：

① 从低位到高 位分成 4 位一组 $\Rightarrow \underline{10} \underline{0011} \underline{0011} \underline{1001} \Rightarrow (10001100111001)_{\text{BCD}} = 2339$

② 4 位一组转 $\Rightarrow 2 \quad 3 \quad 3 \quad 9$
换成十进制数

注意



BCD 码与十进制之间的转换和二进制与十六进制的转换非常相似，在学习时应予以区分。

任务二 MCS-51 单片机

任务目标

- 明确 51 单片机的基本结构、引脚功能。
- 掌握单片机 I/O 口的特点。

读一读



知识 1 89C51 单片机引脚功能

观察图 1-5 之后，是否感到单片机很像一片集成电路？其实这种看法也未尝不可，图 1-5 所示是 89C51 的两种封装形式。