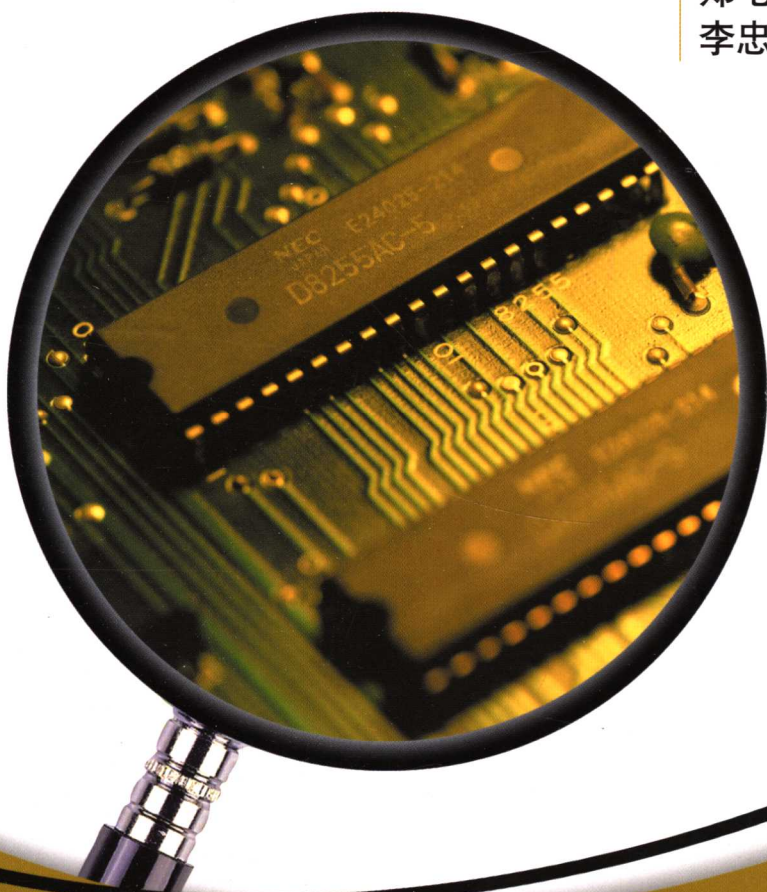


# 单片机应用基础

郑毛祥 编著  
李忠国 主审



世纪英才模块式技能实训  
高职电工电子系列教材

# 单片机应用基础

郑毛祥 编著  
李忠国 主审

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用基础/郑毛祥编著. —北京: 人民邮电出版社, 2006. 2

(世纪英才模块式技能实训高职电工电子系列教材)

ISBN 7-115-13804-4

I. 单... II. 郑... III. 单片微型计算机—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 132992 号

### 内 容 提 要

全书共分为十个知识模块, 详细地介绍了 8051 系列单片机的构成、工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、单片机中断技术、串行口通信、单片机系统配置、接口技术等知识。本书在编写过程中力求深入浅出, 便于自学, 书中很多实例都可以直接应用于实际工作。本书内容丰富、构思新颖、图文并茂、突出实用、系统性强。本书采用模块化结构组织形式编写, 便于教师教学。

本书可作为高职高专以及本科院校电子信息类各专业的教材, 还可供从事电子技术的工程技术人员阅读参考。

世纪英才模块式技能实训

高职电工电子系列教材

单片机应用基础

- 
- ◆ 编 著 郑毛祥  
主 审 李忠国  
责任编辑 张 鹏  
执行编辑 张 海
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京顺义振华印刷厂印刷  
新华书店总店北京发行所经销
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 14.5 彩插: 1  
字数: 357 千字 2006 年 2 月第 1 版  
印数: 1-5 000 册 2006 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13804-4/TN · 2561

定价: 24.60 元

读者服务热线:(010)67129264 印装质量热线:(010)67129223

世纪英才模块式技能实训·高职电工电子系列教材

编 委 会

主 任：杨承毅

编 委：李忠国 梅开乡 江华圣 王彦  
姚建永 熊新国 刘慎熊 余华  
徐滤非 余宏生

策 划：丁金炎

## 丛书前言

对职业院校而言，技能培训才是职业教育真正的主题，理论教学应该围绕着专业技能的需要而展开，这不仅是就业市场的需求，也是高职办学理念上的回归。因此，国家要求高等职业院校构建理论教学体系和实践教学体系的办学格局，指明了高等职业教育改革前进的方向。

职业院校“以就业为导向”的办学方针，意味着职业办学者必须树立向市场靠拢的职教理念，探索全新的职教模式，在具体教学科目、教学内容选择上必须以市场需求为己任，要“有所为，有所不为”，而不是砍课程、减内容或等比例削减课时等简单化行为。

本系列教材是我们学习教育部“教高[2004]1号”文件，借鉴加拿大CBE(Competency-Based Education)教学思想的一次实践，也是借DACUM方法来开发教学计划的具体探索。新编教材忠实贯彻了“以就业为目标”的指导思想，扭转了“过多强调学科性”及“盲目攀高升格”的倾向，重视知识、技能传授的宏观设计及整体效果，改变了过去高职教材在学科体系基础上加加减减的编写方法。

本系列教材主要特点有：

(1) 教材结构“模块化”。一个模块一个知识点，重点突出，主题鲜明。模块化课程结构以其良好的弹性和便于综合的特点适应了职业教育市场化的多种需求。

(2) 注重“方法论”的教学思想。“授之以鱼，不如授之以渔”。教材是教学之本，故而方法也应是实践教材的主题，决不能简单地、狭义地认为技能实训就是学生的实际操作。技能实训教材以传授经过提炼、加工、升华的专家经验(方法论)为主，这也是与传统实验报告的区别所在。

(3) 教学内容“本体化”。一套教材由多本内涵不同的单科教材构成，就是教育“本体化”的体现，故而单个科目不向其他学科扩展渗透，追求单科教学内容单纯化，追求系列教材的组合效应是本系列教材的一个基本思想。

(4) 中、高职教材的梯度衔接。《世界21世纪高等教育宣言》指出：“教育内部层次的衔接是社会各种工作规范层次的需要，教育与就业的衔接，就是教育本身体现其价值的必然性要求。”编写中、高职教材涉及的问题很多，但中、高职教材有梯度的合理衔接应为首要问题，因为它对学校是一个教学的定位问题，对技术是一个标准问题，对企业是一个用人的问题，对社会则是一个公平问题，本系列教材为中职同类教材的生存留下了足够的空间。

(5) 合理控制教学成本。若实践教学以教授做事方法为主导，则教学成本不会很高，但若以学生实践为主题，则教学成本会增加许多。如今，不计教学成本的时代即将离去，故而，本系列教材要求作者对每一个技能实训的成本作出估算，以免“曲高和寡”，最终难以得到教学双方的认可。

(6) 教材内容更加直观。本系列教材广泛使用图表归纳法，用简洁的图表归纳整理，以解决日益庞大的知识内容与学时偏少之间的矛盾。同时，本系列教材图文并茂、直观清晰、便于自学，文字表达简洁明了、明快易懂。

(7) 练习题体现了理论对实践技能的指导。对于每一个“技能模块”的练习题，都是需

要学生开动脑筋、相互讨论，到图书馆、互联网去查阅资料，到实验室去做实验才能解答的；同时，练习题更加贴近实际，体现应用，而不再是验证真理。它摒弃了传统应试教育的问答方式，力求体现理论对实践技能的指导，引导学生去探索、去实践、去领悟、去创新。

综上所述，本系列实训教材是符合当今高等职业教育发展方向的一个有潜在价值的教学模式。本系列教材的作者都是长期担任相关课程教学工作的有工程背景的教师，不仅具备扎实的理论功底，还在职业技能方面积累了丰富的经验。正是由于本系列教材的作者们具备了这些条件，才有了本系列教材的高质量出版。

总之，本系列教材的出版价值不仅在于它贯彻了国家教育部“教高[2004]1号”文件中高等职业教育的改革思想，而且与当前就业单位“招聘的人能立即上岗”的要求合拍，并为毕业后在电类各专业间转岗奠定了最基本的知识和技能基础。同时其新（新思想、新技术、新面貌）、实（贴近实际、贴近国家职业资格标准）、简（文字简洁、风格明快）的编写风格令人耳目一新。

如果您对这个系列的教材有什么意见和建议，或者您也愿意参与这个系列教材中其他专业课教材的编写，可以发邮件至 [wuhan@ptpress.com.cn](mailto:wuhan@ptpress.com.cn) 与我们联系，也可以进入本系列教材的服务网站 [www.ycbook.com.cn](http://www.ycbook.com.cn) 留言。

**系列教材编委会**

# 前 言

近年来，随着高性能单片机技术的不断发展，单片机在微机控制领域中占据了不可替代的重要地位，MCS-51 系列单片机经过十几年的发展，从性能、指令功能、运算速度、控制能力等方面都有很大的提高。目前 MCS-51 兼容的产品多达几百种，单片机的应用日益广泛，具有广阔的发展前景，已被越来越多的科学工作者所关注。为了适应社会发展的需要，作者精心组织编写了本书。希望本书能给广大单片机学习者提供一定的帮助。

本书由武汉铁路职业技术学院郑毛祥主编，武汉铁路司机学校李忠国主审，韩洪照参与了本书的部分编写工作。本书已列入“世纪英才 NEW IDEA INSIDE”教材出版工程（详情请见 [www.ycbook.com.cn](http://www.ycbook.com.cn)），在本书的编写过程中得到了丛书编写委员会主任杨承毅老师的指导和大力帮助。

由于本书作者水平有限，书中难免有错误和不足之处，恳请读者批评指教。

郑毛祥



# 单片机开发系统常用工具



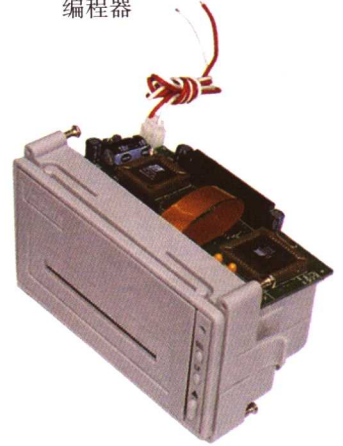
仿真器



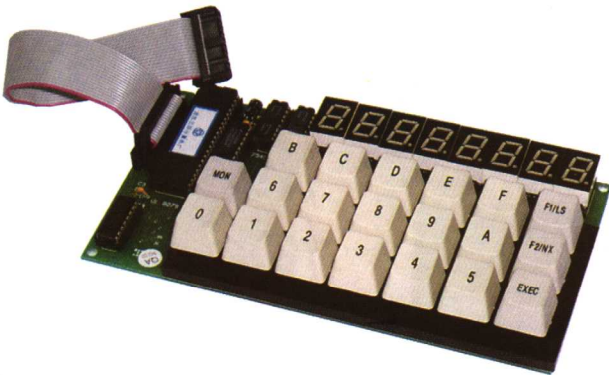
编程器



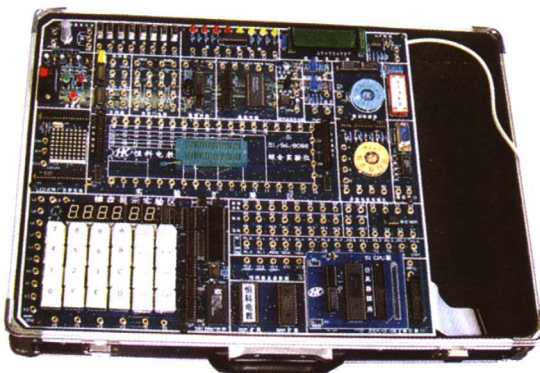
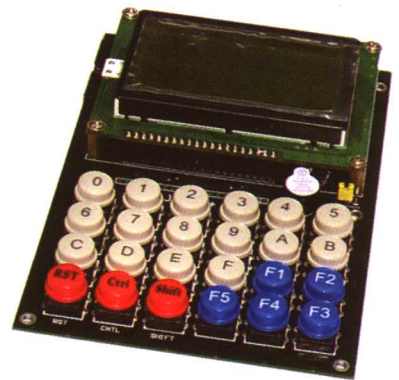
擦除器



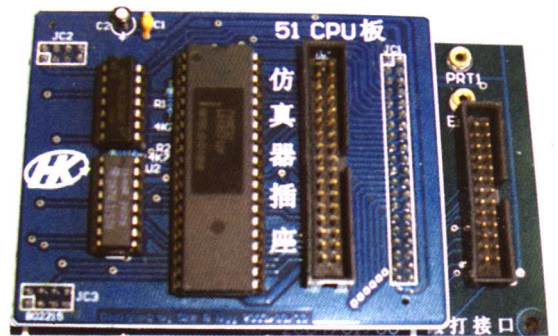
微型打印机



键盘显示接口电路



单片机实验仪



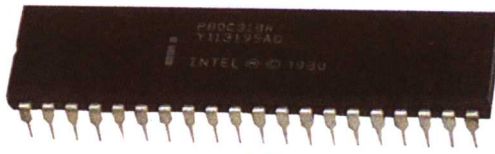
51 单片机仿真插件板



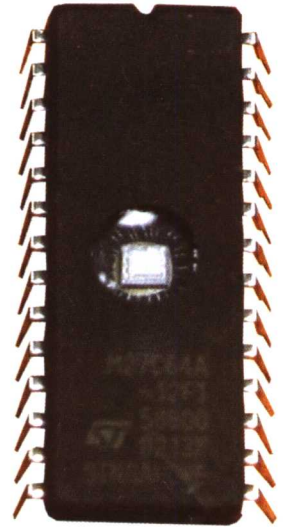
# 单片机系统常用芯片



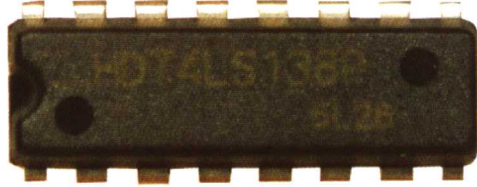
AT89S51



80C31



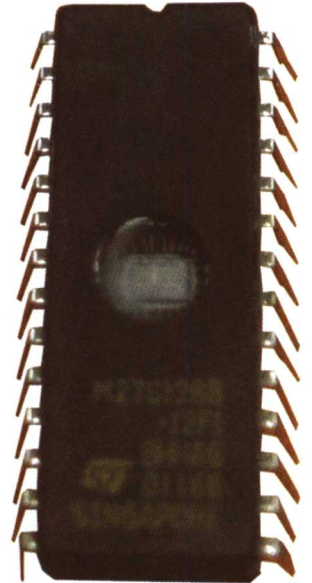
27C64A



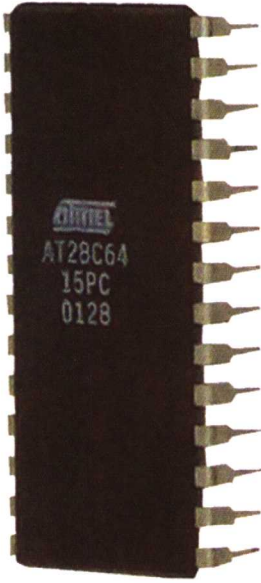
74LS138



74LS373



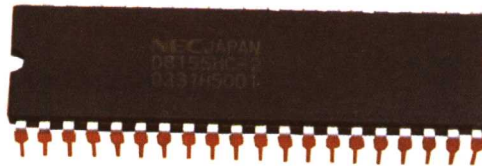
27C128B



AT28C64



8255



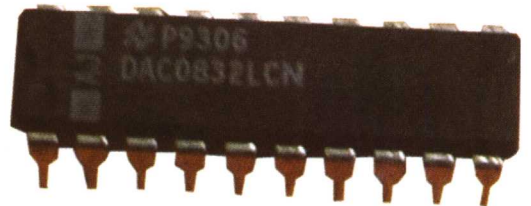
8155



ADC0809



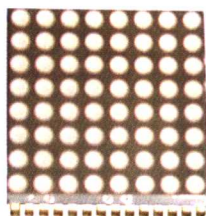
6264



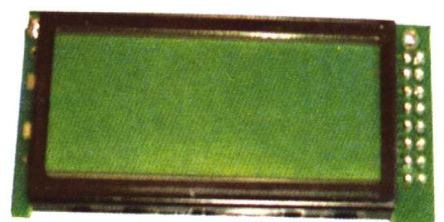
DAC0832



数码管



点阵显示



液晶显示

# 世纪英才模块式技能实训·高职电工电子系列教材

## 理论教学体系通用课程

电路数学

单片机应用基础

电工电子专业英语

电工技术

## 实践教学体系通用课程

电子技能实训基础

模拟电子技能实训

数字电子技能实训

电工技能实训

电工职业技能实训

单片机应用技能实训

通用电工电子仪表使用实训

钳工技能实训

## 实践教学体系可选课程

电子 CAD 技能实训

可编程技术入门实训

彩色电视机维修技能实训

电脑组装与维修技能实训

手机维修技能实训

# 目 录

知识模块一 单片机基础知识	1
第二部分 教学内容	3
一、数制	3
二、单片机中数的表示与编码	8
三、基本逻辑单元与逻辑部件	13
知识模块二 MCS-51 单片机的基本结构	20
第二部分 教学内容	21
一、MCS-51 单片机系统概述	21
二、MCS-51 单片机 CPU	23
三、MCS-51 单片机存储器的结构	25
四、MCS-51 单片机并行输入/输出端口	30
五、MCS-51 单片机时钟电路与工作时序	33
六、MCS-51 单片机复位方式	35
七、MCS-51 单片机芯片内部结构与外部引脚功能	36
八、MCS-51 单片机的工作原理	39
知识模块三 MCS-51 指令系统	43
第二部分 教学内容	45
一、指令寻址方式	45
二、数据传送指令	48
三、算术运算指令	55
四、逻辑运算及移位指令	60
五、位操作指令	64
六、控制转移指令及子程序调用与返回指令	66
七、端口操作指令	74
知识模块四 汇编语言程序设计	77
第二部分 教学内容	78
一、汇编语言的基本概念	78
二、汇编语言源程序的汇编	82
三、顺序程序设计	85
四、分支程序设计	90
五、循环程序设计	93
六、子程序设计	96
七、运算程序设计	101
知识模块五 中断系统	106
第二部分 教学内容	107
一、输入/输出方式及中断的概念	107

二、中断系统结构及中断控制·····	108
三、中断处理过程·····	113
四、外部中断源的应用与扩展·····	115
<b>知识模块六 定时器及应用·····</b>	<b>119</b>
<b>第二部分 教学内容·····</b>	<b>120</b>
一、定时器结构·····	120
二、定时器工作方式·····	122
三、定时器应用举例·····	128
<b>知识模块七 MCS-51 单片机串行接口·····</b>	<b>133</b>
<b>第二部分 教学内容·····</b>	<b>134</b>
一、串行数据通信基础知识·····	134
二、串行口内部结构·····	137
三、串行口工作方式·····	140
四、串行口的应用·····	145
五、单片机通信·····	150
<b>知识模块八 MCS-51 单片机系统扩展·····</b>	<b>154</b>
<b>第二部分 教学内容·····</b>	<b>155</b>
一、单片机系统扩展结构形式·····	155
二、外部程序存储器扩展·····	157
三、外部数据存储器扩展·····	163
四、8255 可编程并行 I/O 接口扩展·····	168
五、8155 可编程接口芯片的扩展·····	176
<b>知识模块九 接口技术·····</b>	<b>183</b>
<b>第二部分 教学内容·····</b>	<b>184</b>
一、显示接口电路·····	184
二、键盘接口电路·····	190
三、A/D 转换器接口·····	195
四、D/A 转换接口·····	198
<b>知识模块十 系统设计及开发方法·····</b>	<b>203</b>
<b>第二部分 教学内容·····</b>	<b>203</b>
一、总体设计·····	204
二、硬件设计·····	204
三、软件设计·····	206
四、应用系统调试·····	207
<b>附录一 MCS-51 单片机指令表·····</b>	<b>212</b>
<b>附录二 常用集成电路引脚图·····</b>	<b>220</b>
<b>参考文献·····</b>	<b>222</b>



# 知识模块一 单片机基础知识

单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer or One Chip Microcomputer) 简称单片机。单片机是微型计算机的一个重要分支, 它主要面向控制, 因此又称微控制器 (Microcontroller)。单片机具有体积小、功能强、价格低、电源单一、功耗低、运算速度快、控制功能强、可靠性高、抗干扰能力强、开发方便、研制周期短等优点。它只需要极少量的外部电路与程序软件相结合, 便可组成一个单片机控制系统。单片机已被广泛应用于国民经济的各个领域, 对企业技术改造和产品更新换代起到了重要的作用。

## 1. 机、电、仪一体化智能产品

单片机体积小, 可以把它做到产品的内部, 取代部分老式机械零件、电子元器件, 这样做可以缩小产品体积、增强产品功能, 实现了不同程度的智能化, 是其他任何类型的计算机都无法比拟的。

### (1) 生活中的单片机电器产品

① 电子秤: 这是出现最早、最典型的一种单片机应用产品, 内装单片机接收信息, 计价处理时能立即显示单价、售价。此产品在菜场、商店里得到了广泛应用。

② 电脑缝纫机: 用单片机代替了传统机械凸轮花样控制, 不仅简化了机械结构, 减少了加工工序和设备, 而且使缝纫机性能大为提高。

③ 便携式心率监护仪: 采用 8051 单片机, 能判断心跳过缓、心跳过快、停搏、漏搏等异常心率, 并给出报警。

④ 高级玩具: 单片机使玩具智能化。此产品有很大的市场潜力, 尤其是在国际市场需求量较大。

此外, 在电冰箱、彩色电视机、洗衣机、照相机、盒式录像机的控制中及家用防盗报警器等产品中都有单片机的用武之地。

### (2) 单片机在计算机外部设备中的应用

微型打印机: 有些微型打印机内部采用单片机控制, 带有小型汉字库 (含 114 个汉字), 能打印汉字 (11×11 点阵), 可与一般微型计算机连接, 通信方式简单。

软盘驱动器: 采用单片机控制, 存放了多种速度值, 单片机控制磁道寄存器、自动计数器、磁盘的寻道和定位。

硬盘驱动器: 以单片机为主控部件, 控制主轴电机的启动和停止, 控制高精度的步进电机实现精确定位, 使硬盘驱动器小型化、智能化。

### (3) 智能化仪器仪表

智能化仪器仪表是国内目前应用单片机最多、最活跃的领域。在各类 (包括温度、湿度、流量、流速、电压、频率、功率、厚度、角度、长度、硬度和元素测定等) 仪器仪表中引入单片机, 使仪器仪表数字化、智能化、微型化, 功能大大提高。

## 2. 单片机在工业测控中的应用

单片机输入/输出线多, 逻辑处理指令丰富, 逻辑操作能力强, 特别适用于实时控制。

单片机既可作单机控制，又可作多级控制的前沿处理机，应用领域相当广泛。国内外有相当一部分汽车的点火控制、反锁制动、牵引、转向等控制都是利用单片机实现的。

### 3. 单片机在计算机网络与通信技术中的应用

高档的单片机都具有通信接口，为单片机在计算机网络与通信设备中的应用创造了很好的条件，例如，Intel公司生产的8044通信产品，它由8051单片机与SDLC通信接口组合而成，在一块硅片上既保留了8051单片机的功能，又具有网络接口、通信链路，同时还固化了分布式通信软件和各节点处理机的实时多任务执行软件。以8044为基础的BITBUS（位总线）分布式控制系统，用一对双绞线，以半双工方式通信，速率最高可达2.4Mbit/s，传输距离最远为1200m，网络的节点为28个；若通过重复器，则传送距离可达13.2km，节点数可为250个。

近年来，从有关资料提供的数据来看，单片机的产量已占整个微型计算机（包括一般的微处理器）产量的80%以上。尤其是8位单片机，由于它具有价格低廉、应用软件齐全、开发方便等特点，已成为目前单片机中的主流机型。2004年，8位单片机的产量已达10亿片。单片机目前正处在发展的前沿时期，就其整体的趋势而言，正向着多品种、大容量、高性能化、低价格化和外围电路内装化方向发展。

随着半导体集成工艺的进步，单片机外围电路将会装入单片机芯片内，以简化外围电路的设计。可以预言，未来的单片机将会使系统简单化。

随着社会的进步和科学技术的发展，单片机在各个领域中的应用范围将得到进一步扩大。

## 第一部分 教学要求

### 一、教学目的

- ① 掌握十进制、二进制、十六进制整数的特点及它们之间相互转换的方法。
- ② 了解机器数的概念，掌握机器数的几种不同表示形式。
- ③ 学会由机器数求真值及补码的运算。
- ④ 进一步对数字电路的知识进行巩固与提高。

### 二、预备知识提示

知 识 点	内 容
数制	二进制数、十进制数、十六进制数
基本数字逻辑关系	与、或、非、与或、异或逻辑 逻辑运算 逻辑门电路

### 三、教学节奏与方式

节拍	项目	教学内容与教学方式		参考学时
1	数制	重点讲授	1. 十进制数、二进制数、十六进制数的理解 2. 不同进制整数间的相互转换 3. 基本逻辑运算	1.5
		边学边议	二进制数、十进制数、十六进制数之间的转换	0.5
2	单片机中数的表示与编码	重点讲授	1. 原码、反码、补码的表示方法 2. 补码的运算 3. 编码的表示方法	1.5
		边学边议	真值与机器数的理解	0.5
3	基本逻辑单元与逻辑部件	重点讲授	1. 触发器、寄存器、计数器 2. 三态门、译码器的作用 3. 存储器结构与工作原理	1.5
		边学边议	组合逻辑电路与存储器的结构	0.5

## 第二部分 教 学 内 容

### 一、数制

单片机是以二进制数形式进行算术运算和逻辑操作的。只有将通过输入设备输入的十进制数字和命令符号转换成二进制形式后，相应信息才能被单片机识别、运算和处理，最后再把运算结果转换成十进制数和字符在输出设备上显示出来。为了方便今后的学习，本节先介绍不同数制之间的转换。

#### 1. 十进制数整数 (Decimal)

人们习惯用十进制计数，因此不难归纳出十进制数的特点：

- ① 有 10 个元素符号：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9；
- ② 计数原则“逢十进一”，基数为 10；
- ③ 十进制数每位的权值是 10 的  $n$  次方幂。

**例 1.1**  $666 = 6 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 6 \times 10^0$ 。

虽然 3 个元素全是 6，但它们的含义是不同的，最高位的 6 的权是  $10^2$ ，最低位的 6 的权是  $10^0$ 。

任意一个十进制整数都可表示为：

$$(D)_{10} = D_{n-1} \times 10^{n-1} + D_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + D_0 \times 10^0$$

其中  $n$  为整数部分的位数， $D_i$  的值取决于一个具体的数， $i = 0, 1, 2, 3, \dots, n-1$ 。

#### 2. 二进制数整数 (Binary)

二进制数是一种最简单的数，也是单片机中最基本的数。其特点如下：



- ① 有两个元素符号：0、1；
- ② 计数规则：“逢二进一”，基数为 2；
- ③ 二进制数每位的权值是 2 的  $n$  次方幂。

例 1.2  $(1011)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (11)_{10}$ 。

任意一个二进制整数可以表示为：

$$(B)_2 = B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + B_0 \times 2^0$$

其中  $n$  为整数部分的位数， $B_i$  的值取决于一个具体的数。

### 3. 十六进制整数 (Hexa decimal)

十六进制数的特点如下：

- ① 有十六个元素符号：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F；
- ② 计数规则：“逢十六进一”，基数为 16；
- ③ 十六进制数每位的权值是 16 的  $n$  次方幂。

例 1.3  $(3E8)_{16} = 3 \times 16^2 + 14 \times 16^1 + 8 \times 16^0 = (1000)_{10}$ 。

任意一个十六进制整数可以表示为：

$$(H)_{16} = H_{n-1} \times 16^{n-1} + H_{n-2} \times 16^{n-2} + \dots + H_0 \times 16^0$$

其中  $n$  为整数部分的位数， $H_i$  的值取决于一个具体的数。

为了分辨出不同进制的数，标记数的类型的方法有两种：一种是如上面所表示的那样，把数加上括号，并在括号右下角注明数制代号，如  $(11)_2$ 、 $(11)_{10}$ 、 $(11)_{16}$ ；另一种方法是用英文字母标记，加在被标记数的后面，用 B、D 和 H 分别表示二进制数、十进制数和十六进制数，如 11B、123D、5ACH。其中十进制数中的 D 标记也可以省略不写，如将 123D 直接写成 123。

十进制数、二进制数、十六进制数的比较如表 1-1 所示。

表 1-1 十进制数、二进制数、十六进制数的比较

	十进制数	二进制数	十六进制数
符号	0、1、2、3、4、5、6、7、8、9	0、1	0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F、
权值	$10^n$	$2^n$	$16^n$
助记符	D	B	H
举例	123D	101011B	2A3BH

### 4. 不同进制数之间的转换

#### (1) 二进制整数与十进制整数之间的转换

① 十进制整数转换成二进制整数的方法。将一个十进制整数转换成二进制整数时，可采用“除 2 取余”的方法，即：将十进制整数一次又一次地除以 2，直到商为零时为止，最后把每次所得到的余数按由下至上的顺序书写，这就是转换后的二进制整数表示形式。

例 1.4 将十进制数 25 转换成二进制数。

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 25} \\
 \underline{2 \phantom{0} 12} \\
 2 \overline{) 12} \\
 \underline{2 \phantom{0} 6} \\
 2 \overline{) 6} \\
 \underline{2 \phantom{0} 3} \\
 2 \overline{) 3} \\
 \underline{2 \phantom{0} 1} \\
 0
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{余数为 1 (最低位)} \\
 \text{余数为 0} \\
 \text{余数为 0} \\
 \text{余数为 1} \\
 \text{余数为 1 (最高位)}
 \end{array}$$

$$(25)_{10} = (11001)_2$$

② 二进制整数转换成十进制整数的方法。根据定义，只需将二进制数按权位展开相加即可。

**例 1.5** 将二进制数 11011 转换成十进制数。

$$(11011)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (27)_{10}$$

(2) 十进制整数与十六进制整数之间的转换

① 十进制整数转换成十六进制整数。将一个十进制整数转换成十六进制整数时，通常采用“除 16 取余”的方法，即：将十进制整数一次又一次地除以 16 直到商为 0 为止，最后把每次所得到的余数按由下至上的顺序书写，这就是用十六进制数表示的整数。

**例 1.6** 将十进制数 26 转换成十六进制数。

整数部分 26 转换成十六进制数整数：

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 26} \\ 16 \overline{) 1} \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{余数为 10 即 A (最低位)} \\ \text{余数为 1 (最高位)} \end{array}$$

$$(26)_{10} = (1A)_{16}$$

② 十六进制整数转换成十进制整数的方法。根据定义，只需将十六进制整数按权展开相加即可。

**例 1.7** 将十六进制数 1B3 转换成十进制数。

$$(1B3)_{16} = 1 \times 16^2 + 11 \times 16^1 + 3 \times 16^0 = (435)_{10}$$

注意：B 对应十进制数 11。

(3) 二进制整数与十六进制整数之间的转换

由于在阅读或书写一个稍大的二进制数时位数太多，阅读或书写很不方便，且容易出错，因此，在实际工作中常常把二进制数转换成十六进制数。

二进制、十进制、十六进制整数编码对照表如表 1-2 所示。

**表 1-2** 二进制、十进制、十六进制整数码对照表

十进制	十六进制	二进制	十进制	十六进制	二进制
0	0	0000	8	8	1000
1	1	0001	9	9	1001
2	2	0010	10	A	1010
3	3	0011	11	B	1011
4	4	0100	12	C	1100
5	5	0101	13	D	1101
6	6	0110	14	E	1110
7	7	0111	15	F	1111

因为 4 位二进制整数的 16 种组合与十六进制整数的 16 个符号一一对应，所以二进制整数转换成十六进制整数时，只须把二进制整数以最低位为基准，向左每 4 位为一组，不够 4 位时，在最前面添 0，每组写成一位对应十六进制整数即可。十六进制整数转换成二进制整数时只须将每一位十六进制整数转换成相应的 4 位二进制整数，然后去掉前面多余的 0，即可得相应的二进制整数。

**例 1.8** 将  $(110100101011)_2$  转换成十六进制数。