

计算机大专教材系列

NEW

# 单片微机 原理及应用技术

*DANPIANWEIJIYUANLIJIYINGYONGJISHU*

李朝青 编著



1



南开大学出版社

# 单片微机原理及应用技术

南开大学出版社

## 单片微机原理及应用技术

李朝青 编著

---

南开大学出版社出版

(天津八里台南开大学校内)

邮编 300071 电话 23508542

新华书店天津发行所发行

天津宝坻第二印刷厂印刷

---

1999年5月第1版

1999年5月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张 17.75

字数:443千

印数:1-5000

ISBN 7-310-01205-4

TP·98 定价:25.00元

## 内 容 简 介

本书深入浅出地介绍了微机基础知识、8051单片机的硬件结构、指令系统、系统扩展、中断、定时、系统配置和接口技术、应用程序实例、串行口及串行通信等内容。

本书实用性强,系统结构合理,有较多的例题和应用实例,各章备有习题和思考题。内容丰富、通俗、易懂,便于自学。可作为大、中专院校“微机原理”、“单片机及接口技术”等课程的教材。也可供从事单片机开发与应用的工程技术人员阅读参考。

## “计算机大专教材系列”编委会

主 编	陈有祺				
副主编	朱瑞香	吴功宜	王家骅		
编 委	朱耀庭	于春凡	孙桂茹	李 信	
	袁晓洁	周玉龙	辛运帙	刘 军	
	伍颖文	李正明	裴志明	何志红	
	张 蓓				

# 出版说明

---

随着计算机应用的日益深入、普及,目前我国正在兴起学习计算机专业知识的高潮,各种有关计算机的书籍如雨后春笋般涌现出来,使广大读者大有应接不暇之势。但是,已经出版的这些书籍中,有的偏深偏专,取材偏多偏全,适合有一定基础的计算机专业人员阅读参考;有的则是普及性读物,只适合急于入门的计算机爱好者使用;在为数不多的教材中,大都是为计算机专业本科生使用而编写的,不适合成人教育和大专类学生的需要。鉴于这种形势,我们决定编写一套适合于计算机类各专业大专学生和成人教育使用的教材。这套教材共有十种,虽然它还不能完全覆盖上述办学层次教学计划中的所有课程,但是它包括了培养一个计算机类专科生的主要教学内容。其中,入门的教材有《计算机应用基础》和《C语言程序设计》;属于专业基础的教材有《16位微型计算机原理与接口》、《汇编语言程序设计》、《数据结构》和《操作系统》;应用性较强的有《单片微机原理及应用技术》、《数据库系统教程》、《计算机网络基础》和《软件工程引论》。

这套教材贯彻了理论联系实际、学以致用原则。在取材方面,不追求包罗万象、面面俱到,而着重保证把最基本、最实用的部分包含进来。在叙述方面,力求做到深入浅出,尽量用实例来说明基本概念和基本方法。我们希望这套教材不仅能适合课堂讲授的需要,也便于广大读者自学。这套教材由南开大学计算机与系统科学系的教师们编写而成,他们之中既有教学经验十分丰富的教授、副教授,也有活跃在计算机应用最前沿的青年教师。这些教师不仅具有教本科生、研究生的教学经验,也具有教大专生和成人教育的教学经验,这就使这套教材的质量有了基本的保证。但是由于我们初次编写这类教材,尚未经过实践的检验,缺点和不足之处在所难免,敬希同行专家和广大使用者批评指正。

# 前 言

---

本书向读者介绍最有代表性的主流机型 MCS-51 系列单片机。除 Intel 以外,还有很多大公司也生产该系列单片机。在全世界,特别是在我国,它所拥有的用户最多,应用最广。预计今后相当长的时间内它仍将是面向测量及控制的主流机型。

本书可作为大、中专院校“微机原理”、“单片机及接口”等课程的教材,也可供从事单片机开发与应用的技术人员参考。我们根据多年从事微机、单片机方面的教学、科研、实验的体会,深入浅出地讲述了 8051 单片机的结构原理及应用技术。本书系统性强,结构合理,通俗、实用,内容丰富新颖,且便于自学。

参加本书编写的人员有:郝廷柱、王志勇、刘艳玲、崔秀林、王丽娟、许居衡、张学宽、曹文嫣、张秋燕、袁新燕等。

由于作者水平有限,书中难免有许多错误和不妥之处,恳请各位读者批评指正(联系电话 022-27367312)。

李朝青  
于天津理工学院电子系  
1998 年 5 月

# 目 录

## 第 1 章 微机基础知识

1.1 常用 IC 芯片知识 .....	(1)
1.1.1 集成 TTL 门电路及常用 IC 芯片 .....	(1)
1.1.2 组合逻辑电路及常用 IC 芯片 .....	(5)
1.1.3 常用时序逻辑电路 IC 芯片知识 .....	(10)
1.1.4 半导体存储器 .....	(16)
1.2 微机的组成及工作过程 .....	(19)
1.2.1 微处理器、微机和单片机的概念 .....	(19)
1.2.2 微机的工作过程 .....	(22)
1.2.3 微计算机系统的概念 .....	(26)
1.2.4 单片机及其芯片技术的发展现状与展望 .....	(28)
思考题与习题 .....	(29)

## 第 2 章 MCS-51 单片机的硬件结构和原理

2.1 MCS-51 系列单片机的内部结构 .....	(30)
2.1.1 MCS-51 单片机的基本组成 .....	(30)
2.1.2 MCS-51 单片机内部结构 .....	(31)
2.2 MCS-51 系列单片机引脚及其功能 .....	(33)
2.3 8051 存储器配置 .....	(35)
2.3.1 程序存储器地址空间 .....	(36)
2.3.2 数据存储器地址空间 .....	(37)
2.4 8051 时序 .....	(41)
2.4.1 片内振荡器及时钟信号的产生 .....	(41)
2.4.2 机器周期和指令周期 .....	(42)
2.4.3 8051 取指、执指周期时序 .....	(43)
2.5 复位及复位电路 .....	(44)
2.6 输入/输出端口结构 .....	(45)
2.6.1 P0 口 .....	(46)



2.6.2	P1 口 .....	(47)
2.6.3	P2 口 .....	(47)
2.6.4	P3 口 .....	(48)
2.6.5	端口的负载能力和接口要求 .....	(49)
	思考题与习题 .....	(49)

### 第 3 章 MCS-51 系列单片机指令系统及程序设计知识

3.1	汇编语言指令 .....	(51)
3.1.1	指令和程序设计语言 .....	(51)
3.1.2	指令格式 .....	(52)
3.2	寻址方式 .....	(53)
3.2.1	七种寻址方式 .....	(53)
3.2.2	寻址空间及符号注释 .....	(56)
3.3	MCS-51 单片机的指令系统 .....	(57)
3.3.1	数据传送指令(28 条) .....	(57)
3.3.2	算术运算指令 .....	(61)
3.3.3	逻辑操作指令 .....	(64)
3.3.4	控制程序转移类指令 .....	(66)
3.3.5	位操作(布尔处理)类指令(17 条) .....	(72)
3.3.6	指令系统小结 .....	(74)
3.4	编程的步骤、方法和技巧 .....	(76)
3.4.1	编程步骤 .....	(76)
3.4.2	编程的方法和技巧 .....	(78)
3.4.3	汇编语言程序的基本结构 .....	(79)
3.5	汇编语言源程序的编辑和汇编 .....	(81)
3.5.1	程序编辑 .....	(81)
3.5.2	源程序的汇编 .....	(82)
3.5.3	伪指令 .....	(83)
	思考题与习题 .....	(85)

### 第 4 章 单片机系统扩展

4.1	总线扩展 .....	(89)
4.2	扩展程序存储器及操作时序 .....	(90)
4.2.1	扩展 8KB 程序存储器 .....	(90)
4.2.2	读片外 ROM 操作时序 .....	(91)
4.2.3	扩展 16KB 的 EPROM .....	(93)
4.3	扩展数据存储器 .....	(93)
4.3.1	常用的数据存储器芯片 .....	(94)

4.3.2	8051 扩展 2KB 的 RAM .....	(96)
4.3.3	读写片外 RAM 操作时序 .....	(96)
4.3.4	8031 外扩 32KB EPROM 和 32KB RAM .....	(98)
4.3.5	8031 扩展 8KB E <sup>2</sup> PROM .....	(98)
4.4	并行 I/O 口的扩展 .....	(100)
4.4.1	8051 并行 I/O 口的直接应用 .....	(100)
4.4.2	TTL 或 MOS 电路 IC 芯片扩展 .....	(100)
4.4.3	扩展 8155 接口技术 .....	(102)
	思考题与习题 .....	(110)

## 第 5 章 中断与定时

5.1	8051 中断系统 .....	(112)
5.1.1	一般微机的输入/输出方式 .....	(112)
5.1.2	中断的概念 .....	(113)
5.1.3	8051 中断系统结构及中断控制 .....	(114)
5.1.4	中断的控制 .....	(115)
5.1.5	中断处理过程 .....	(117)
5.2	定时器 .....	(119)
5.2.1	概述 .....	(119)
5.2.2	定时器的控制 .....	(120)
5.2.3	定时器的四种工作模式 .....	(122)
	思考题与习题 .....	(130)

## 第 6 章 应用系统配置及接口技术

6.1	人机通道配置与接口技术 .....	(133)
6.1.1	键盘接口及处理程序 .....	(133)
6.1.2	LED 显示器接口及显示程序 .....	(141)
6.1.3	键盘/LED 显示器与 8155 接口及键盘扫描子程序 .....	(144)
6.1.4	打印机及接口 .....	(146)
6.2	系统前向通道配置及接口技术 .....	(148)
6.2.1	传感器 .....	(149)
6.2.2	小信号放大电路 .....	(149)
6.2.3	前向通道中的 A/D 转换及接口技术 .....	(151)
6.3	系统后向通道配置及接口技术 .....	(157)
6.3.1	后向通道中的功率开关器件及接口 .....	(157)
6.3.2	后向通道中的 D/A 转换技术及应用 .....	(160)
	思考题与习题 .....	(164)

## 第7章 应用程序设计举例

7.1 主程序和子程序 .....	(166)
7.1.1 主程序 .....	(166)
7.1.2 子程序及参数传递 .....	(166)
7.1.3 中断服务子程序 .....	(168)
7.2 采集及控制程序 .....	(168)
7.2.1 $3\frac{1}{2}$ 位数据采集程序 .....	(168)
7.2.2 实例:航标灯控制程序 .....	(169)
7.2.3 实例:水位控制程序 .....	(171)
7.2.4 实例:蜂鸣音报警子程序 .....	(173)
7.3 数据处理程序 .....	(174)
7.3.1 排序程序 .....	(174)
7.3.2 数字滤波程序 .....	(174)
7.3.3 标度变换(工程量变换) .....	(177)
7.4 代码转换程序 .....	(180)
7.5 软件抗干扰 .....	(183)
7.5.1 软件陷阱技术 .....	(183)
7.5.2 软件看门狗 .....	(185)
7.6 定时程序 .....	(187)
7.6.1 软件延时程序 .....	(187)
7.6.2 硬件定时程序 .....	(189)
7.7 最短程序 .....	(190)
思考题与习题 .....	(191)

## 第8章 串行口及串行通信技术

8.1 串行通信的基本知识 .....	(192)
8.1.1 数据通信 .....	(192)
8.1.2 串行通信的传输方式 .....	(193)
8.1.3 异步通信和同步通信 .....	(193)
8.1.4 串行通信的过程及通信协议 .....	(195)
8.2 8051 串行口及应用 .....	(197)
8.2.1 串行口 .....	(197)
8.2.2 8051 串行口的应用 .....	(205)
8.3 RS-232C 标准接口总线及串行通信硬件设计 .....	(212)
8.3.1 RS-232C 标准接口总线 .....	(212)
8.3.2 RS-232C 的应用 .....	(214)

8.3.3	单片机与PC机通信的接口电路	(215)
8.3.4	采用串行口芯片MAX232实现MCS-51单片机与PC机的RS-232C标准接口通信电路	(216)
8.4	PC机与MCS-51单片机点对点串行通信程序设计	(218)
8.4.1	PC机的发送和接收程序	(218)
8.4.2	单片机的发送和接收程序	(227)
8.5	PC机与多台单片机间的通信	(233)
8.5.1	采用RS-232C标准总线的通信	(233)
8.5.2	采用RS-422A标准总线的通信系统	(235)
8.5.3	采用RS-485标准总线的多机通信	(239)
	思考题与习题	(239)

## 第9章 新一代80C51系列单片机

9.1	AT89C51单片机	(241)
9.1.1	AT89C51性能及特点	(241)
9.1.2	AT89C51硬件结构及引脚	(243)
9.1.3	FPROM的编程	(243)
9.2	AT89C2051单片机	(247)
9.2.1	AT89C2051性能及特点	(247)
9.2.2	内部结构及引脚	(248)
9.2.3	关于AT89C2051指令系统的说明	(250)
9.2.4	FPROM闪速式编程	(251)
9.2.5	89C2051小系统	(253)
9.3	PHILIPS 80C552单片微控制器	(253)
9.3.1	83C552硬件结构及引脚功能	(254)
9.3.2	80C552八路巡回检测系统	(258)
附录1	二进制逻辑单元图形符号对照表	(260)
附录2	ASCII码及国内通用字符编码	(261)
附录3	MCS-51指令表	(263)
附录4	MCS-51指令矩阵(汇编/反汇编)表	(267)
	主要参考书目	(268)

## 微机基础知识

为了学习和掌握单片机开发与应用技术,首先讲述单片机应用系统中常用的集成 TTL 数字逻辑电路芯片(IC)等必备的基础知识,然后结合一个假想模型机讲述微机的结构特点与工作过程。这样,即使读者没有较深的计算机理论基础和较多的应用开发经验,也能很快地步入单片机开发与应用的大门。

### 1.1 常用 IC 芯片知识

众所周知,电子电路中的信号分为模拟信号和数字信号。计算机由大量的数字逻辑电路组成,它所处理的是二进制数字信号,即只有 0、1 两种状态信号。所有数据、程序的存储和各种逻辑控制部件都是由大量能记录这两种状态的电子器件和能实现 0、1 基本逻辑控制的单元组成的。

能代表这两种状态的基本单元就是电子开关,它由二极管、三极管组成。当二极管和三极管工作在导通与截止时,即产生开与关两种状态。用二极管与三极管开关可以组成各种基本逻辑单元,这种基本逻辑控制电路包括逻辑门电路、组合逻辑电路(编码器、译码器、数据选择器等)和时序电路(触发器、寄存器、计数器等)。本节在简介数字逻辑电路知识的同时,介绍一些常用 IC(集成电路)芯片的性能及使用方法。

#### 1.1.1 集成 TTL 门电路及常用 IC 芯片

TTL(Transistor-Transistor Logic)是晶体管-晶体管逻辑型集成电路,是一种单片集成电路。在这种集成电路中,一个逻辑电路的所有元件和连线,都制作在同一块半导体基片上。由于这种数字集成电路的输入端和输出端电路的结构形式都采用了半导体三极管,所以一般称为晶体管-晶体管逻辑电路,简称 TTL 电路。

在 TTL 电路中,通常规定高电平的额定值为 3V,低电平为 0.2V,但低电平也不是一个固定不变的值,通常认为从 0V 到 0.8V 都算作低电平,从 2V 到 5V 都算作高电平。

目前,TTL 电路广泛应用于中、小规模集成电路中,由于这种形式的电路功耗比较大,故用于大规模集成电路尚有一定困难。下面我们介绍一些常用的实际 TTL 集成电路芯片。

#### 1. TTL 与非门

图 1-1 所示为小规模集成电路 TTL 与非门电路。

图中多发射极管  $T_1$  的多发射结,作为与门输入; $T_2$  是中间放大级,它使输出管  $T_3$  能有更大的基极电流,以提高负载能力和开关速度。TTL 与非门的逻辑表达式为:

$$V_o = \overline{A \cdot B \cdot C}$$

其逻辑符号如图 1-2 所示。

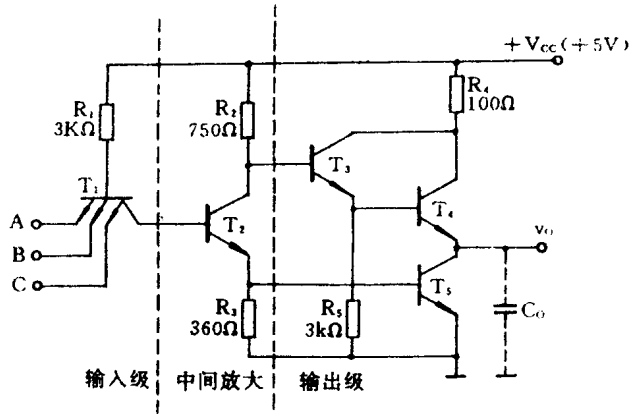


图 1-1 TTL 与非门电路



图 1-2 TTL 与非门逻辑符号

读者可以自己列出它的逻辑真值表。

下面是几种具体的 TTL 型 IC 芯片。

(1) 74LS04 (六非门)

7404 芯片内部有六个独立的非门电路,其内部逻辑如图 1-3 所示。

逻辑表达式为:

$$Y = \bar{A}$$

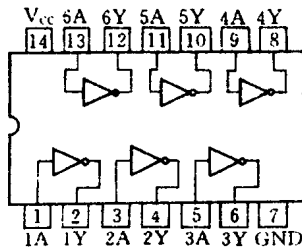


图 1-3 六非门引脚图

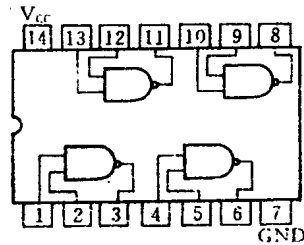


图 1-4 74LS00 引脚图

(2) 74LS00 (二输入端四与非门)

7400 内有四个独立的二输入端的正与非门电路。片内逻辑图及引脚如图 1-4 所示。逻辑关系表达式为:

$$Y = \overline{A \cdot B}$$

7410 是内部含有三个独立的三输入端正与非门的芯片;7411 是高速三输入端三个独立的正与非门芯片。

74LS30 是八输入端正与非门芯片。7430 的逻辑图及引脚如图 1-5 所示。

其逻辑表达式为:

$$Y = \overline{A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot G \cdot H}$$

## 2. TTL 或非门

74LS02 内部含有四个独立的二输入端的正或非门电路,引脚

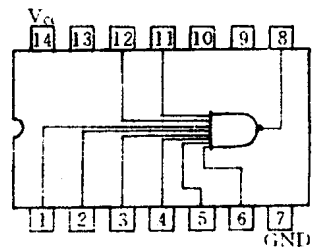


图 1-5 74LS30 引脚图

图如图 1-6 所示。

其逻辑关系表达式为：

$$Y = \overline{A+B}$$

7427 是含有三个独立的三输入端正或非门芯片。

### 3. 集电极开路与非门(OC 门)

图 1-7 表示一种 OC 门的内部结构。

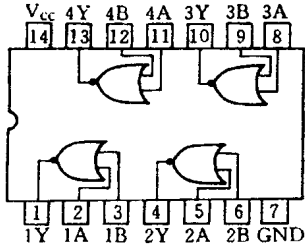


图 1-6 74LS02 引脚图

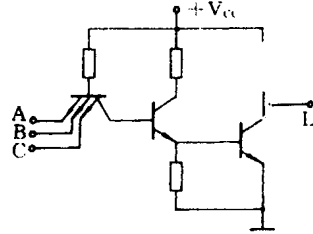


图 1-7 OC 门内部结构

OC 门的输出与输入的逻辑关系与普通的 TTL 与非门相同,不同的是 OC 门的输出管的集电极是开路的,使用时需外接集电极电阻  $R_c$ ,以代替 TTL 与非门中复合管( $T_3$ 、 $T_4$ )组成的有源负载。

当  $n$  个 OC 门的输出端相连时,一般可共用一个负载电阻  $R_c$ ,如图 1-8 所示。于是,几个 OC 门相连实现了“线与”的功能。常用 OC 门有 74LS06、74LS07 等。74LS06 引脚图如图 1-9 所示。

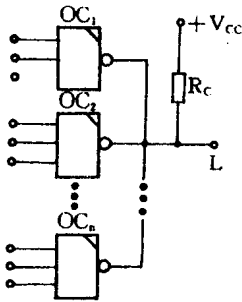


图 1-8  $n$  个 OC 门连接

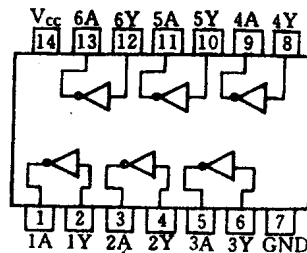


图 1-9 7406 引脚图

7406 含有六个独立的集电极开路输出的反向驱动器,它的输出可加 30V 高压,可带 40mA 的负载。

74LS07 也是 OC 门,它包含六个独立的同相驱动器,输出端可加 30V 高压,可带 40mA 负载。

7406 和 7407 常用于微机和单片机应用系统中 LED 数码管显示的段码和位码的电流驱动。除此以外,7403、7405、7409、7422 等均是各种不同用途的 OC 门。

### 4. 三态门(三态缓冲器)

三态门是指三态输出的非门及与非门。它与一般与非门不同之处在于:它的输出端除了可以出现高电平、低电平以外,还可以出现第三种状态——高阻状态(或称禁止状态、悬浮状态)。

三态输出与非门逻辑符号如图 1-10 所示。其中图 1-10(a) 表示控制端 C 接高电平 ( $C=1$ ) 时,三态门为工作状态,此时,它的逻辑功能同一般的与非门,C 端无小圆圈;当  $C=0$  时,三态门输出端为高阻(悬浮)状态。图 1-10(b) 表示控制端 C 接低电平时为工作状态,C 端有小圆圈。因此,在使用三态门电路时,应注意从手册中查得的电路有无小圆圈,有者  $C=0$  为工作状态,无者  $C=1$  为工作状态。

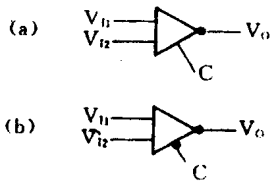


图 1-10 三态门逻辑符号

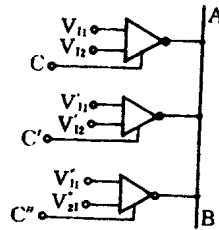


图 1-11 多个三态电路的应用

图 1-11 所示为多个三态与非门挂在总线 AB 上。三态电路最重要的一个用途是可以实现用同一根总线(导线)轮流传送几个不同的数据或控制信号。如令  $C''=1$ , 则  $V''_{11}$ 、 $V''_{12}$  上的数据可传送到总线 AB 上,另外两个三态电路输出端处于高阻(悬浮、浮空)状态,让出总线。这方面的知识对于微机、单片机硬件系统设计非常重要。

这种利用总线传送数据和控制信号的方法在现代电子计算机技术中用得极为广泛。

常用的三态门电路芯片有 74LS240、241、242、244、245、366、367 等。

(1) 74LS244、240

74LS244、240 是 8 位三态输出的总线驱动器/缓冲器/接收器,每个使能控制端 (1G、2G) 分别控制四个三态驱动器。图 1-12 是它们的功能逻辑图。

74LS240 为反相三态输出,244 为同相三态输出,可用来驱动低达  $133\Omega$  的端接线(灌电流为 24mA 的负载)。

(2) 74LS242、245

74LS242、245 都是双向三态输出的总线发送器/接收器,三态输出可直接驱动总线,方向可控。

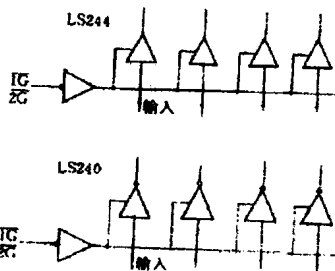


图 1-12 LS244、LS240 功能逻辑图

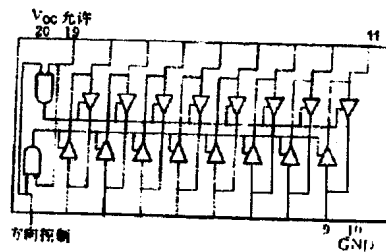


图 1-13 74LS245 引脚逻辑图

74LS245 是双向八总线收发器,其引脚逻辑图如图 1-13 所示。由方向控制(DIR)的电平决定数据是由 A 送到 B 还是相反。74LS245 的功能表如表 1-1 所示。



表 1-1 74LS245 功能表

允许 $\bar{G}$	方向控制 DIR	操 作
L	L	B 数据到 A 总线
L	H	A 数据到 B 总线
H	X	隔 离

H=高电平 L=低电平 X=无关

### 1.1.2 组合逻辑电路及常用 IC 芯片

按逻辑功能的不同,常把数字逻辑电路分成两大类:一类叫做组合逻辑电路,一类叫做时序逻辑电路。在数字电路中,任何时刻输出信号取值仅仅决定于该时刻各个输入信号组合的电路,叫做组合电路。它与该时刻之前的电路状态无关,也就是说它没有记忆功能。组合电路可由与、或、与非、或非等基本门电路按照某种要求和规则组成,完成某种逻辑控制功能。

在单片机应用系统中,常用的组合逻辑电路有:编码器、译码器、比较器、全加器、多路选择器、只读存储器(ROM)、可编程只读存储器(PROM)、可改写只读存储器(EPROM)、可编程逻辑阵列(PLA)等等。

#### 1. 译码器

计算机在处理各种文字、符号或数码时,必须把这些信息进行二进制编码。在编码时,所使用的每一种二进制代码状态,都赋予了特定的含义,即表示一个确定的信号或者对象。实现这种功能的电路称为编码器,如用于键盘的 BCD 码、ASCII 码编码器等。单片机与微处理器外围电路用译码器较多,所以这里只介绍译码器。把代码的特定含义“翻译”为原来含义的电路叫做译码器。它可将输入的代码状态翻译成相应的输出信号,以表示其原意。

译码器的种类很多,有 2 位二进制代码的译码器(即 2-4 译码器),3 位二进制代码的译码器(即 3-8 译码器)等。

#### (1)74LS138(3-8)译码器

74LS138 是一种 3 位二进制代码的译码器,它有 3 个输入端 A、B、C,8 个输出端  $\bar{Y}_0 \sim \bar{Y}_7$ 。A、B、C 3 个输入端的 8 个不同组合对应着  $\bar{Y}_0 \sim \bar{Y}_7$  的每一路输出,可选中 8 个电路芯片。例如,C、B、A 3 个端子为 000 时,则  $\bar{Y}_0 = 0, \bar{Y}_1 \sim \bar{Y}_7 = 1$ ,即  $\bar{Y}_0$  端被选中;当 C、B、A 3 个端子为 001 时, $\bar{Y}_1$  被选中,依次类推。

另外,74LS138 还有 3 个允许端  $G_1, G_{2A}, G_{2B}$ 。只有当  $G_1$  端为高电平、 $G_{2A}$  和  $G_{2B}$  都为低电平时,该译码器才可以对某一种组合进行译码。

74LS138 译码器内部由若干个与门、非门和与非门组成,其内部逻辑原理图如图 1-14 所示。

74LS138 译码器芯片的引脚图如图 1-15 所示。

74LS138 译码器真值表如表 1-2 所示。

#### (2)74LS139(2-4)译码器

74LS139 是 2 位二进制译码器,其功能与 74LS138 类似,只不过是两个输入端 A、B 和四个输出端  $Y_0, Y_1, Y_2, Y_3$ 。A、B 的四种组合分别对应着四个不同的输出  $Y_0 \sim Y_3$ 。74LS139 集成芯片内有两组 2-4 译码器,每组都有一个允许端 G。74LS139 的引脚如图 1-16 所示。74LS139 的真值表如表 1-3 所示。