

高等职业教育电类专业规划教材——应用电子技术系列

单片机技术与应用

倪 瑛 主 编
戴 娟 副主编

清华大学出版社

高等职业教育电类专业规划教材——应用电子技术系列

单片机技术与应用

倪瑛 主编
戴娟 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共有7章。第1章以彩灯显示电路为导入,介绍了单片机的基本常识、引脚功能及其单片机最小系统的组成,并描述了Keil C和Proteus联调方法以及单片机应用电路硬件调试的基本步骤;第2章以减法运算式显示电路为导入,介绍了数码管静态显示和动态显示及编程技术,以及三总线的概念和总线扩展技术;第3章以抢答器电路为导入,介绍了独立键盘和行列键盘的接口技术和编程,单片机的内部组成、特殊功能寄存器以及中断系统;第4章以交通灯电路为导入,介绍了定时/计数器的概念、工作方式及其编程技术;第5章以双机通信电路为导入,介绍了串行通信的基本概念、常用芯片、编程技术以及I²C和SPI通信协议的基础知识;第6章以数字电压计电路为导入,介绍了A/D和D/A转换的基本概念、常用转换芯片及其编程技术;第7章通过2个综合项目——定时开关器和线阵LED图文显示装置,将前面的相关知识融会贯通,阐述了项目开发和实施的流程与方法。在第1~6章中设置了多个案例,案例的编排由浅入深,由简单到复杂,适合不同层次学生的需求。

本书可作为高等职业院校、高等专科院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院电气技术、电子技术及相关专业的教学用书,也适用于五年制高职、中职相关专业,并可作为社会从业人员的业务参考书及培训用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机技术与应用/倪瑛主编.--北京:清华大学出版社,2014

高等职业教育电类专业规划教材.应用电子技术系列

ISBN 978-7-302-33546-7

I. ①单… II. ①倪… III. ①单片微型计算机—高等教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第199196号

责任编辑:王剑乔

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘静

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:保定市中国画美凯印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.75 插 页:1 字 数:386千字

版 次:2014年1月第1版

印 次:2014年1月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:36.00元

产品编号:049955-01



本教材是针对 MCS—51 单片机和目前最流行的程序设计语言——C 语言,以 Keil C51 编译器为工具,讲解单片机接口技术的教材。C 语言开发速度快,代码可重复使用,程序结构清晰、易懂、易维护,在不同单片机编程中移植性强,特别适宜开发一些比较大型的项目。

本教材以应用项目引领知识、技能体系结构展开学习,强调边做边学、好教好学。在第 1~6 章中,以典型项目为导入,介绍项目中涉及的知识、难点,并用典型案例紧紧围绕项目展开学习,案例之间既相互独立,又相互递进,既可以给读者开拓思路、提供参考,又可以直接作为程序,应用在相同的开发系统中。在第 7 章,设置了 2 个综合项目,既是对前面内容的概括,也是内容之间的相互融合。附录 A 给出了 51 最小单片机实验系统,每一章节的最后都给出了一个实际的能在单片机实验系统上实现的案例,并给出了硬件调试的基本步骤。同时,在没有单片机最小实验系统的条件下,也给出了 Proteus 软件来实现仿真调试的基本步骤。

本书充分体现以服务为宗旨、以就业为导向、以能力为本位的教学理念,由从事多年单片机教学的教师、具有多年工程项目开发经历的高级工程师组成团队,共同编写,分别负责教材框架结构、教学项目选取、相关知识及技能的编写。教材本着课程改革新理念,突出系统性、科学性、趣味性,符合职业院校学生的学习心理、接收能力和行为习惯。

本书由南京工业职业技术学院倪瑛担任主编,戴娟担任副主编。倪瑛主要负责整体结构、第 1~3 章和第 7 章主要内容的编写及主要案例的设计;戴娟主要负责教材第 4~6 章主要内容的编写、文字处理及主要案例的设计。除此之外,南京工业职业技术学院吴清、周昱英、李从宏、吴国中也为教材的编写提供了部分案例。在教材的编写过程中,还得到院校其他老师的中肯建议和帮助,在此表示衷心感谢。

编 者

2013 年 10 月



第 1 章 彩灯显示——单片机及其最小系统认知	1
1.1 学习指南	1
1.1.1 学习目标	1
1.1.2 学习导图	1
1.2 彩灯显示电路的分析及元器件识读	1
1.2.1 单片机	2
1.2.2 发光二极管	4
1.2.3 晶振	6
1.3 相关知识	6
1.3.1 单片机的引脚功能	6
1.3.2 单片机的输入/输出端口	8
1.3.3 单片机的最小系统	10
1.3.4 C 语言和 C51 基本常识	13
1.3.5 Keil C 和 Proteus 联调方法	23
1.4 应用案例	33
1.4.1 案例 1——一只 LED 闪烁	33
1.4.2 案例 2——流水显示 3 只 LED	36
1.4.3 案例 3——流水显示 8 只 LED	38
1.4.4 案例 4——32 只彩灯多模式(拓展案例)	39
1.4.5 案例 5——LED 点阵显示屏(拓展案例)	43
1.5 硬件电路调试——流水灯	50
1.6 思考与练习	57
第 2 章 减法运算式显示——数码管静态显示和动态显示的应用	60
2.1 学习指南	60
2.1.1 学习目标	60
2.1.2 学习导图	60
2.2 减法运算显示电路的分析及相关元器件识读	61
2.2.1 单个数码管	61
2.2.2 4 位一体数码管	61
2.3 相关知识	64

2.3.1	数码管静态显示	64
2.3.2	数码管动态显示	64
2.3.3	三总线概念及总线扩展	65
2.3.4	数组	67
2.4	应用案例	68
2.4.1	案例1——单个数码管数字显示	68
2.4.2	案例2——4位数字的静态显示	70
2.4.3	案例3——8位数字的动态显示	72
2.4.4	案例4——减法运算式显示	75
2.4.5	案例5——LED循环点亮次数显示(拓展案例)	76
2.5	硬件电路的调试——减法运算式显示	79
2.6	思考与练习	81
第3章	抢答器——独立键盘和行列键盘的应用	83
3.1	学习指南	83
3.1.1	学习目标	83
3.1.2	学习导图	83
3.2	抢答器电路的分析及相关元器件识读	84
3.2.1	按键	84
3.2.2	自锁开关	85
3.3	相关知识点	86
3.3.1	独立键盘	86
3.3.2	行列式键盘	86
3.3.3	单片机的内部组成	89
3.3.4	中断系统	97
3.4	应用案例	101
3.4.1	案例1——独立按键键号显示	101
3.4.2	案例2——行列键盘键值显示	104
3.4.3	案例3——按键按下次数显示	109
3.4.4	案例4——抢答器	111
3.4.5	案例5——简易计算器(拓展案例)	112
3.5	硬件电路调试——行列按键键值显示	118
3.6	思考与练习	120
第4章	交通灯——单片机定时器/计数器的应用	123
4.1	学习指南	123
4.1.1	学习目标	123
4.1.2	学习导图	123

4.2	电子闹钟电路的分析及相关器件识读	124
4.2.1	排阻	124
4.2.2	蜂鸣器	125
4.3	相关知识点	125
4.3.1	定时器/计数器概念	125
4.3.2	定时器/计数器的工作方式	126
4.3.3	定时器/计数器的初始化编程	127
4.4	应用案例	127
4.4.1	案例1——0~9 键控秒表	127
4.4.2	案例2——99~00 键控倒计时秒表	132
4.4.3	案例3——交通灯	138
4.5	硬件电路调试——99~00 倒计时秒表	141
4.6	思考与练习	141
第5章	双机通信——单片机串口通信接口的应用	142
5.1	学习指南	142
5.1.1	学习目标	142
5.1.2	学习导图	142
5.2	双机通信电路的分析及常用元器件识读	142
5.2.1	MAX232	144
5.2.2	MAX485	144
5.2.3	串行接口	145
5.3	相关知识点	145
5.3.1	串行通信	145
5.3.2	I ² C 和 SPI 总线概念及应用	154
5.4	应用案例	157
5.4.1	案例1——串行通信	157
5.4.2	案例2——双机通信	164
5.4.3	案例3——基于 SPI 总线的电子时钟系统设计(拓展案例)	164
5.5	硬件电路调试——双机通信	169
5.6	思考与练习	169
第6章	数字电压计——A/D 和 D/A 转换的应用	170
6.1	学习指南	170
6.1.1	学习目标	170
6.1.2	学习导图	170
6.2	数字电压计的分析及常用元器件识读	171
6.2.1	ADC0809/ADC0808	171

6.2.2	DAC0832	172
6.2.3	TLC1543	172
6.2.4	TLC5615	172
6.3	相关知识点	173
6.3.1	A/D 转换基本概念	173
6.3.2	A/D 转换常用芯片	174
6.3.3	D/A 转换基本概念	179
6.3.4	D/A 转换常用芯片	180
6.4	应用案例	185
6.4.1	案例 1——数字电压计	185
6.4.2	案例 2——信号发生器设计	189
6.4.3	案例 3——温度测量及显示电路	191
6.5	实际电路的调试——TLC1543 和 TLC5615 的应用	198
6.6	思考与练习	199
第 7 章	综合应用项目	201
7.1	开关定时器	201
7.2	线阵 LED 图文显示装置	213
附录	223
参考文献	258



彩灯显示

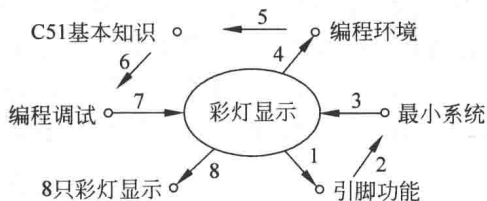
——单片机及其最小系统认知

1.1 学习指南

1.1.1 学习目标

- (1) 掌握单片机最小系统的设计；
- (2) 掌握单片机端口应用技术；
- (3) 掌握 C 语言的基本结构和 C51 语言基本编程技术；
- (4) 掌握 Keil C 和 Proteus 的联调技术；
- (5) 掌握单片机应用系统的开发方法。

1.1.2 学习导图



1.2 彩灯显示电路的分析及元器件识读

本项目以简单的彩灯显示电路为目标,经历以下 3 个环节: ①了解单片机的基本概念、单片机的管脚及功能,掌握单片机最小系统的电路及功能,分析单片机控制的彩灯显示电路; ②了解单片机常用编程软件环境,由最简单程序入手,掌握 C 语言的基本结构和 C51 基本知识,以及与

Proteus 联调的基本方法；③规范编程、调试，实现功能。参考的单片机最小实验系统见附录 A，本项目的显示要求：P1 口连接 8 只发光二极管，用单片机流水形式点亮与其相连的 8 只发光二极管(Light-Emitting Diode,LED)，参考电路原理如图 1-1 所示。

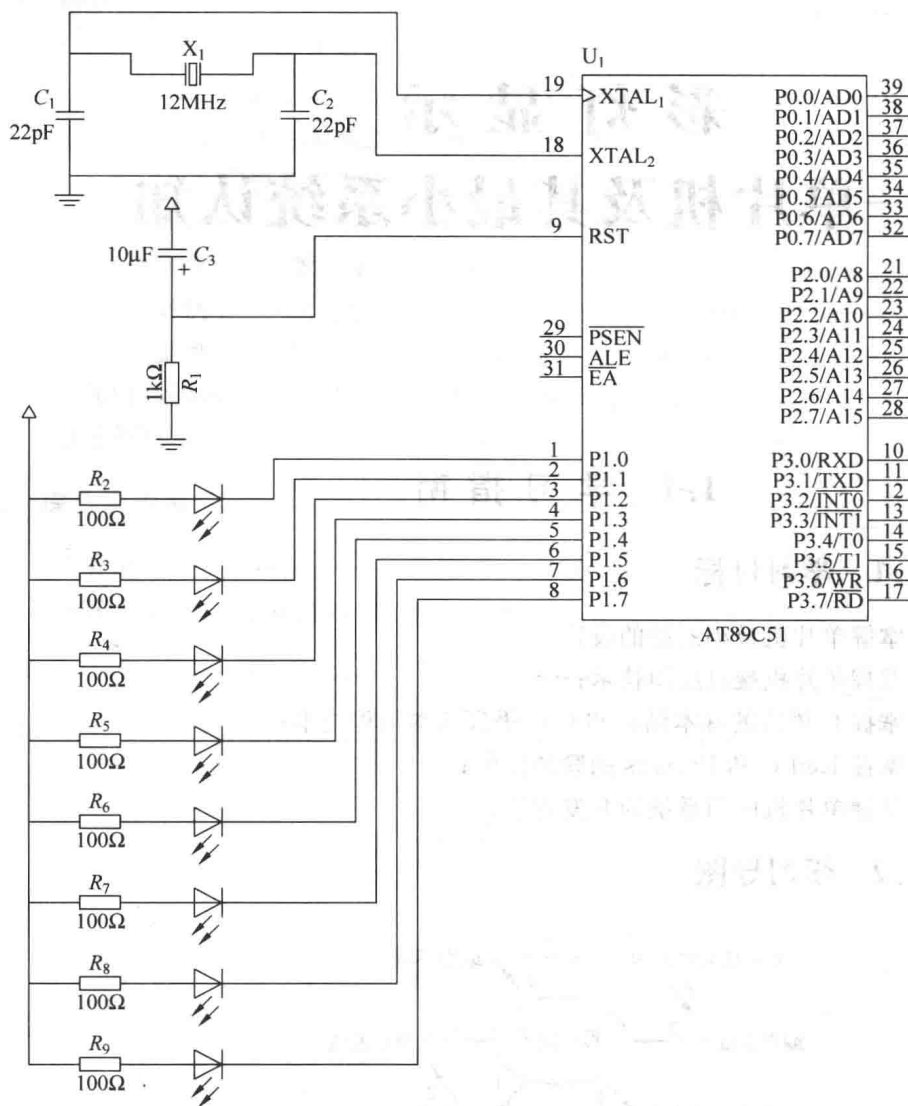


图 1-1 彩灯显示参考电路原理图

1.2.1 单片机

1. 单片机的基本概念

单片机(Micro Controller Unit,MCU)是指一个集成在一块芯片上的完整计算机系统,以体积小、价格便宜、功能强大著称,在军事、工业、农业、交通、日常生活都有广泛的应用。又称单片微型计算机(Single Chip Microcomputer,SCM),是指将计算机的中央处理单元(Central Processing Unit,CPU)、随机存储器(Random Access Memory,RAM)、只

读存储器(Read-only Memory, ROM)、定时计数器和输入/输出(I/O)接口电路、中断控制器、模/数转换器、数/模转换器、调制解调器等部件集成在一块芯片上,形成芯片级的计算机,为不同的应用场合做不同组合控制。单片机内部模块组成如图 1-2 所示。

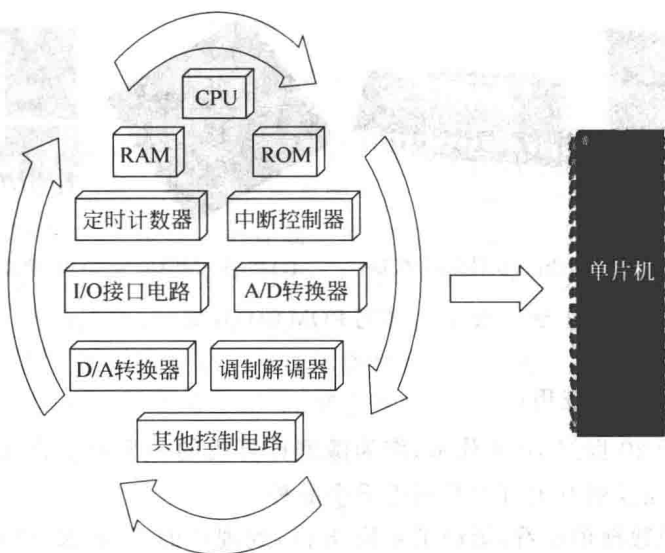


图 1-2 单片机内部模块组成

MCS—51 是由美国 INTEL 公司生产的一系列单片机的总称,包括一系列的产品,如 8031、8051、8751、8032、8052、8752 等。其中,8051 是最早最典型的产品,该系列其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减改变而来的,所以人们习惯于用 8051 来称呼 MCS—51 系列单片机。8031 是前些年在我国最流行的单片机,所以在很多场合会看到 8031 的名称。

INTEL 公司将 MCS—51 的核心技术授权给了很多其他公司,所以有很多公司在生产以 8051 为核心的单片机。当然,为了满足不同的需求,功能上或多或少有些改变,其中 AT89C51 就是这几年在我国非常流行的单片机,它是由美国 ATMEL 公司开发生产的。

本着单片机基本教学要求,本教材仍以 8051 为基本核心展开,若使用 51 内核的不同类型单片机,请参考单片机厂商提供的技术手册。

2. 单片机的分类

单片机按其存储器类型可分为掩膜 ROM(MASK ROM)、一次性可编程 ROM(One-time Programmable ROM, OTPROM)、电改写 ROM(FLASH ROM)等类型。

MASK ROM 的 MCU 价格便宜,但程序在出厂时已经固化,适合程序固定不变的应用场合,通常封装上只有工厂的内部编码。

FLASH ROM 的 MCU 程序可以反复电擦写,灵活性很强,但价格较高,适合对价格不敏感的应用场合或做开发用途。

OTP ROM 的 MCU 价格介于前两者之间,同时又拥有一次性可编程能力,适合既要有一定灵活性,又要求低成本的应用场合,尤其是功能不断翻新、需要迅速量产的电子

产品。

另外,早期还有 EPROM 的 MCU,由于对其程序的改写需先用紫外光照射一段时间擦除后,才能重新编程,使用极其不便,基本已淡出市场。图 1-3 为不同 ROM 的单片机。

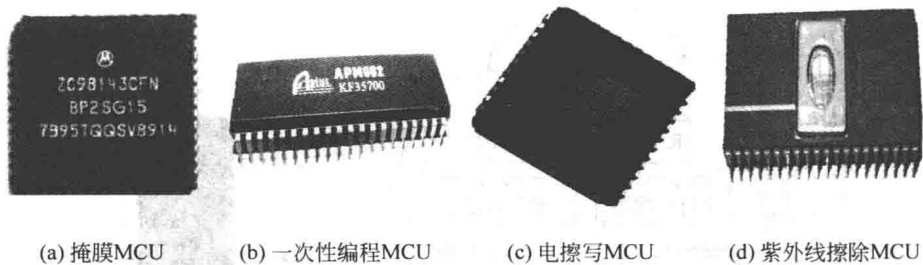


图 1-3 不同 ROM 的单片机

3. 单片机的发展与应用

单片机诞生于 20 世纪 70 年代末,作为微型计算机的一个重要分支,应用面广、发展快,目前单片机已经发展有上百个系列近千个品种。

从单片机处理数据角度看,历经了 4 位、8 位,到现在的 16 位及 32 位,甚至 64 位,其中 8 位成为市场主流。表 1-1 为单片机主要应用场合。

表 1-1 单片机主要应用场合

单片机位数	主要应用场合
4 位	计算器、车用仪表、车用防盗装置、呼叫器、无线电话、CD 播放器、LCD 驱动控制器、LCD 游戏机、儿童玩具、磅秤、充电器、胎压计、温湿度计、遥控器及傻瓜相机等
8 位	电表、马达控制器、电动玩具机、变频式冷气机、呼叫器、传真机、来电辨识器 (CallerID)、电话录音机、CRT 显示器、键盘及 USB 等
16 位	行动电话、数字相机及摄录放影机等
32 位	Modem、GPS、PDA、HPC、STB、Hub、Bridge、Router、工作站、ISDN 电话、激光打印机与彩色传真机等
64 位	高阶工作站、多媒体互动系统、高级电视游乐器 (如世嘉公司 (SEGA) 的游戏机 Dreamcast、Nintendo 的 GameBoy) 及高级终端机等

从单片机系统体系上看,经历了 SCM、MCU、片上系统 (System on Chip, SoC) 三大阶段。

4. 单片机的封装

常用的单片机封装有双列直插 (Dual Inline Package, DIP), 方块平面封装 (Quad Flat Package, QFP), 小外形封装 (Small Out-Line Package, SOP), 带引线的塑料芯片封装 (Plastic Leaded Chip Carrier, PLCC), 如图 1-4 所示。

1.2.2 发光二极管

在本项目的实施中,需要用到 LED 发光二极管,其实物图、结构图及符号表示如

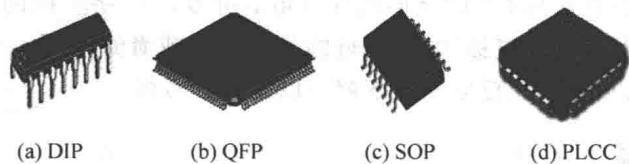


图 1-4 常用单片机封装

图 1-5 所示。LED 是一种能发光的半导体电子元件。这种电子元件早在 1962 年出现, 早期只能发出低光度的红光, 之后发展出其他单色光的版本, 时至今日能发出的光已遍及可见光、红外线及紫外线, 光度也大大提高。用途也随着白光发光二极管的出现, 由初时作为指示灯、显示板等, 逐渐发展至照明用。LED 只能往一个方向导通(通电), 叫做正向偏置(正向偏压)。当电流流过时, 电子与电洞在其内重合而发出单色光, 这叫电致发光效应, 而光线的波长、颜色跟其所采用的半导体物料种类与故意渗入的元素杂质有关。具有效率高、寿命长、不易破损、开关速度高、高可靠性等传统光源不及的优点。

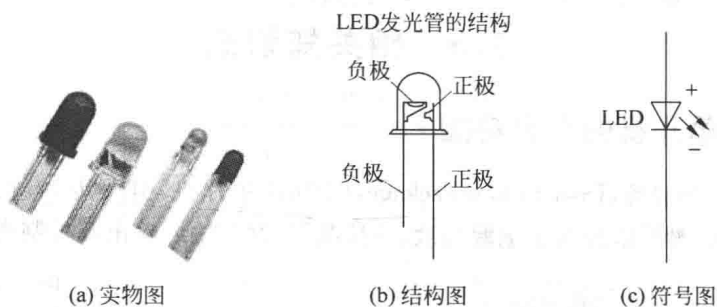


图 1-5 发光二极管

发光二极管的两根引线中较长的一根为正极, 接电源正极。有的发光二极管的两根引线一样长, 但管壳上有一凸起的小舌, 靠近小舌的引线是正极。小白炽灯泡和氖灯相比, 发光二极管的特点是: 工作电压低(有的仅一点几伏); 工作电流小(有的仅零点几毫安即可发光); 抗冲击和抗震性能好, 可靠性高, 寿命长; 通过调制通过其电流的强弱可以方便地调制发光的强与弱。

除了以上介绍的直插式发光二极管外, 目前经常应用到的还有贴片式发光二极管。贴片 LED(Surface-mount device LED, SMD LED), 它的发光原理就是将电流通过化合物半导体, 通过电子与空穴的结合, 过剩的能量将以光的形式释出, 达到发光的效果。常见贴片式 LED 实物图如图 1-6 所示。尺寸大的 LED 在极片引脚附近有一些标记, 如切角、涂色、或引脚大小不一样, 一般有标志的、引脚小的、短的一边是阴极(即负极), 尺寸小

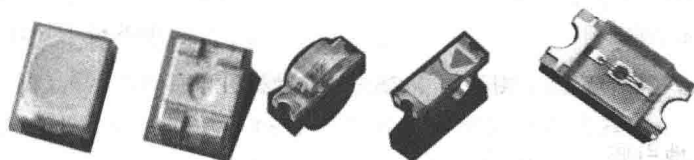


图 1-6 贴片发光二极管

的 0805、0603 封装的在底部有“T”字形或倒三角形符号，“T”字一横的一边是正极；三角形符号的“边”靠近的极性为正极，“角”靠近的为负极。或者直接用—个直流电源调到使用电压的允许范围，亮和不亮反复测—下就可以确定正负极。

1.2.3 晶振

每个单片机系统里都有晶体振荡器，简称晶振，如图 1-7 所示。在单片机系统里晶振的作用非常大，它结合单片机内部的电路，产生单片机所必需的时钟频率，单片机—切指令的执行都是建立在这个基础上的，晶振提供的时钟频率越高，单片机的运行速度就越快。晶振的作用是为系统提供基本的时钟信号。通常—个系统共用—个晶振，便于各部分保持同步。有些通信系统的基频和射频使用不同的晶振，而通过电子调整频率的方法保持同步。



图 1-7 晶振

1.3 相关知识点

1.3.1 单片机的引脚功能

最常用的双列直插(Dual In-line Package, DIP)51 单片机，引脚共 40 个，如图 1-8 所示。单片机的 40 个引脚可以分为主电源与地、外接晶振、并行输入输出及控制类引脚四大类。

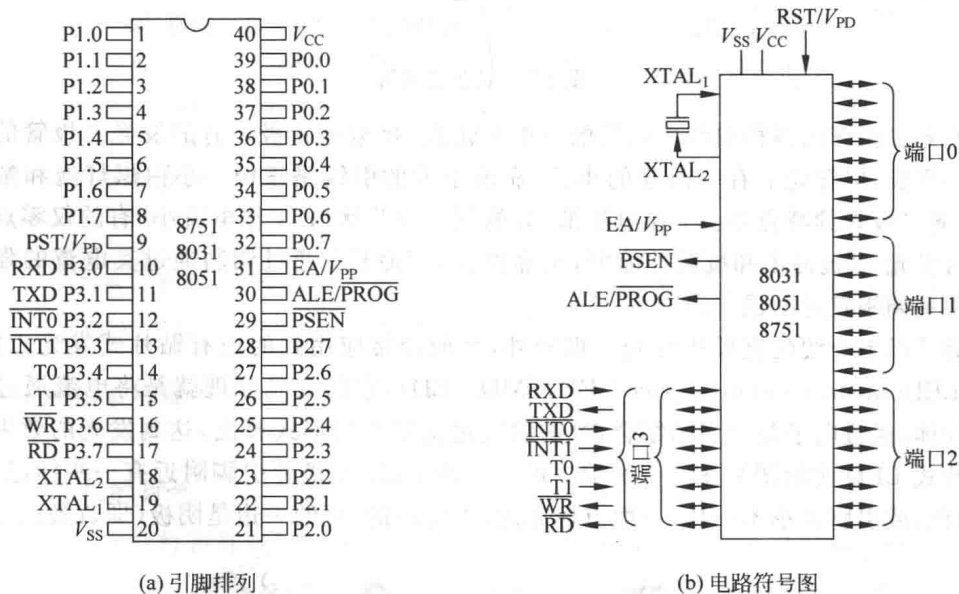


图 1-8 MCS—51 单片机引脚

1. 主电源及地引脚

- V_{CC}(40 脚)：电源，正常操作时接+5V 电源。

- V_{SS} (20脚): 地线。

这两个引脚对于单片机来说都是输入,作用是提供单片机工作的电能需求。

2. 外接晶振引脚

- $XTAL_1$ (19脚): 接外部晶振的一个引脚,是内部反相放大器的输入端。
- $XTAL_2$ (18脚): 接外部晶振的一个引脚,是内部反相放大器的输出端。

3. 并行输入/输出引脚

- $P0.0\sim P0.7$ (39~32脚): 8位漏极开路的三态(高电平、低电平、高阻)双向输入/输出口,具有地址和数据传输功能,可以驱动8个TTL管。
- $P1.0\sim P1.7$ (1~8脚): 8位带有内部上拉电阻的准双向输入/输出口,对于52系列单片机有变异功能,可以驱动4个TTL管。
- $P2.0\sim P2.7$ (21~28脚): 8位带有内部上拉电阻的准双向输入/输出口,具有地址传输功能,可以驱动4个TTL管。
- $P3.0\sim P3.7$ (10~17脚): 8位带有内部上拉电阻的准双向输入/输出口,具有第二功能(如表1-2所示),可以驱动4个TTL管。

表 1-2 P3口第二功能

I/O	引脚	第二功能
P3.0	10	RXD 串行数据接收端
P3.1	11	TXD 串行数据发送端
P3.2	12	$\overline{INT0}$ 外部中断0请求端,低电平有效
P3.3	13	$\overline{INT1}$ 外部中断1请求端,低电平有效
P3.4	14	T0 定时/计数器0外部事件计数输入端
P3.5	15	T1 定时/计数器1外部事件计数输入端
P3.6	16	\overline{WR} 外部数据存储器写信号,低电平有效
P3.7	17	\overline{RD} 外部数据存储器读信号,低电平有效

4. 控制类引脚

RST/V_{PD} (9脚): 复位信号输入引脚,高电平有效。在该引脚上输入大于24个晶振振荡周期高电平时,单片机系统复位,当高变低电平时,系统开始执行程序。

\overline{EA}/V_{PP} (31脚): 访问程序存储器选择信号输入线。当 \overline{EA} 为低电平时,CPU只能访问外部程序存储器;当 \overline{EA} 为高电平时,CPU先访问内部程序存储器(当51单片机的PC值小于等于0FFFH时),然后访问外部程序存储器(当PC值大于0FFFH时)。 V_{PP} 编程电源(+25V)为固化程序提供专门的编程电源。

\overline{PSEN} (29脚): 外部程序存储器的读选通输出信号,低电平有效。在读外部程序存储器时CPU会送出有效的低电平信号。当访问外部程序存储器读取指令时,将以1/6的振荡频率产生 \overline{PSEN} 有效信号;当执行片内程序及访问外部数据存储器时,不产生 \overline{PSEN} 有效信号。

ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ (30脚): ALE 地址锁存允许信号输出端,高电平有效。在访问外部存储器时,该信号将 P0 口送出的低 8 位地址锁存到外部地址锁存器中。 $\overline{\text{PROG}}$ 编程脉冲,固化程序需要提供专门的编程脉冲。当访问外部存储器时,将以 1/12 的振荡频率输出脉冲;当非访问外部存储器时,将以 1/6 的振荡频率输出固定频率脉冲。

1.3.2 单片机的输入/输出端口

输入/输出接口就像是汽车通道,允许数据的进和出。MCS—51 中共有 4 个 8 位 I/O(P0、P1、P2、P3),可以实现数据的并行输出/输入。

1. P0 端口

P0 端口 8 位中的 1 位 P0. x 结构图如图 1-9 所示,其他 7 位结构与它有相同的电路组成。

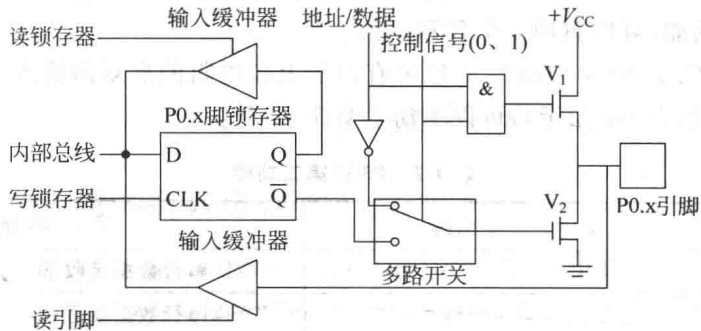


图 1-9 P0. x 口结构示意图

P0 端口由脚锁存器、输入缓冲器、多路切换开关、一个非门、一个与门及场效应管驱动电路构成。

P0 是功能最强的口,可作为一般的 I/O 口使用,也可作为数据线、地址线分时复用使用。当 P0 口作为一般的 I/O 口输出时,由于端口各端线输出电路是漏极开路电路,必须外接上拉电阻才能有高电平输出。当 P0 作为一般的 I/O 口输入时,必须使电路中的锁存器写入高电平“1”,使场效应管 FET 截止,以避免锁存器为“0”状态时对引脚输入的干扰,使 P0. x 状态始终为“0”;当作为数据线、地址线分时复用使用时,P0 端口是总线口,分时出现数据 D7~D0、低 8 位地址 A7~A0,以及三态,用来接口存储器、外部电路与外部设备,体现是一个真正完全双向的并口。

2. P1 端口

P1 端口 8 位中的 1 位结构图如图 1-10 所示,其他 7 位结构与它有相同的电路组成。

P1 口通常作为通用 I/O 口使用。作为输出口时,由于电路内部已经带上拉电阻,因此无需外接上拉电阻;作为输入口时,也需先向锁存器写入“1”,是一个准双向的 I/O 口。输出的信息有锁存,输入有读引脚和读锁存器之分。

3. P2 端口

P2 端口 8 位中的 1 位结构图如图 1-11 所示,其他 7 位结构与它有相同的电路组成。

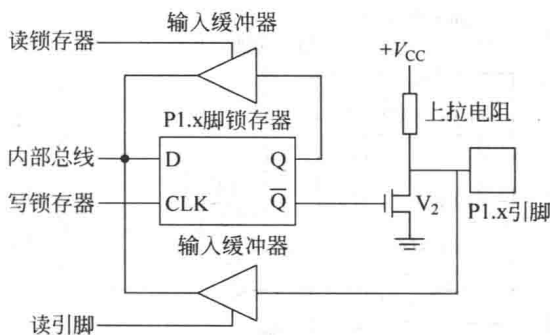


图 1-10 P1.x 口结构示意图

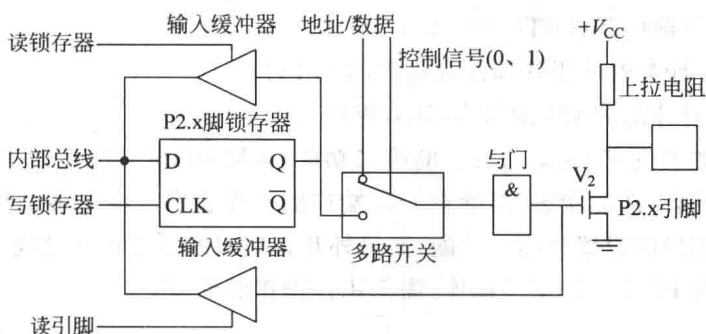


图 1-11 P2.x 口结构示意图

由图 1-11 可见, P2 端口在片内既有上拉电阻, 又有切换开关 MUX, 所以 P2 端口在功能上兼有 P0 端口和 P1 端口的特点。P2 口可以作为普通 I/O 口使用, 也可以作为高 8 位地址总线使用, 用来周期性地输出从外存中取指令的地址(高 8 位地址), 分时地输出从内部总线来的数据和从地址信号线上来的地址。因此 P2 端口是动态的 I/O 端口。输出数据虽被锁存, 但不是稳定地出现在端口线上。其实, 这里输出的数据往往也是一种地址, 只不过是外部 RAM 的高 8 位地址。

同 P1 口一样, 作为普通 I/O 输入口时, P2 口也需先向锁存器写入“1”, 是一个准双向的 I/O 口。输出的信息有锁存, 输入有读引脚和读锁存器之分。

4. P3 端口

P3 端口 8 位中的 1 位结构图如图 1-12 所示, 其他 7 位结构与它有相同的电路组成。

P3 端口和 P1 端口的结构相似, 作为普通 I/O 口输入时, P3 口也需先向锁存器写入“1”, 输出的信息有锁存, 输入有读引脚和读锁存器之分, 也是静态准双向 I/O 端口。区别仅在于 P3 端口的各端口线有两种功能选择(第二功能见表 1-2)。当处于第一功能时, 第二输出功能线为 1, 当处于第二功能时, 锁存器输出 1, 通过第二输出功能线输出特定的信号, 在输入方面, 既可以通过缓冲器读入引脚信号, 还可以通过替代输入功能读入片内的特定第二功能信号。

使 P3 端口各线处于第二功能的条件是:

- (1) 串行 I/O 处于运行状态(RXD, TXD);