

DIANZI ZHUANYE 全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO DIANZILEI ZHUANYE TONGYONG JIAOCAI



QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO DIANZILEI ZHUANYE TONGYONG JIAOCAI

单片机基础及应用

DANPIANJI JICHU JI YINGYONG



全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

单片机基础及应用

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机基础及应用/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2009

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

ISBN 978-7-5045-7590-6

I. 单… II. 人… 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(2009)第 084086 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 379 千字

2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

定价: 26.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

简介

《单片机基础及应用》的主要内容有：数据与存储器的操作训练、并行 I/O 接口的应用、数码管显示接口控制、中断与定时器/计数器的应用、键盘接口的控制、综合应用。各部分教学内容参考学时见下表。

本书由陈石胜、肖建章、刘岚、韦清、徐丹杰编写，陈石胜主编；齐明琪审稿。

参 考 学 时 表

章 节	学 时
模块 1 数据与存储器的操作训练	14
模块 2 并行 I/O 接口的应用	18
模块 3 数码管显示接口控制	12
模块 4 中断与定时器/计数器的应用	18
模块 5 键盘接口的控制	8
模块 6 综合应用	20
总 计	90

目 录

模块 1 数据与存储器的操作训练	(1)
课题 1 认识单片机	(1)
任务 1 单片机的应用实例与 MCS-51 单片机引脚功能	(1)
任务 2 MCS-51 单片机最小应用系统	(9)
课题 2 存储器简介及操作训练	(15)
任务 1 程序存储器 (ROM) 空间分配法	(15)
任务 2 数据存储器 (RAM) 操作训练	(27)
模块 2 并行 I/O 接口的应用	(40)
课题 1 基于单片机控制的简易信号灯	(40)
任务 1 1 位灯闪亮的控制	(40)
任务 2 8 位灯闪亮的控制	(50)
任务 3 8 位流水灯的控制	(53)
课题 2 基于单片机控制的信号灯的应用	(57)
任务 1 8 位灯多花样闪亮的控制	(57)
任务 2 简易交通灯的控制	(62)
模块 3 数码管显示接口控制	(68)
课题 1 5 位数码管的串行静态显示接口控制	(68)
任务 1 数码管的编码训练	(68)
任务 2 串行静态显示 “89c52”	(72)
任务 3 串行静态跳变显示 “000~255”	(82)
课题 2 6 位数码管的动态扫描显示接口控制	(85)
任务 1 动态扫描显示 “bJ2008”	(85)
任务 2 动态扫描花样显示	(91)
模块 4 中断与定时器/计数器的应用	(95)
课题 1 外中断应用	(95)
任务 由外中断控制的信号灯	(95)
课题 2 定时器/计数器应用	(106)
任务 1 计数器的控制	(106)

任务 2 1 s 定时器的制作	(116)
模块 5 键盘接口的控制	(121)
课题 1 8 位简易键盘控制	(121)
任务 1 简易键盘输入及键码的串行静态显示	(121)
任务 2 简易键盘输入及键码的动态扫描显示	(129)
课题 2 4×4 点阵式键盘控制	(135)
任务 1 点阵式键盘输入及“0~F”键码的串行静态显示	(135)
任务 2 点阵式键盘输入及“0~F”键码的动态扫描显示	(140)
模块 6 综合应用	(143)
课题 1 音乐播放控制	(143)
任务 1 单一音频输出控制	(143)
任务 2 音乐播放的控制	(146)
课题 2 基于单片机控制的电子琴	(155)
任务 基于单片机控制的 16 键电子琴	(155)
课题 3 点阵字符的控制	(164)
任务 单片机控制 8×8 点阵字符	(164)
课题 4 简易计算器的控制	(170)
任务 单片机控制 4×4 键盘计算器	(170)
课题 5 简易电子钟的控制	(181)
任务 单片机控制简易电子钟	(181)
课题 6 基于 AT89C2051 的趣味玩具小车制作	(186)
任务 AT89C2051 单片机驱动的趣味玩具小车	(186)
课题 7 基于 AT89C2051 的工艺品制作	(192)
任务 AT89C2051 单片机控制的山水镜画工艺品	(192)
课题 8 可编程并行 I/O 扩展接口的应用	(197)
任务 8255A 和 8155 可编程并行 I/O 接口芯片的简单应用	(197)
课题 9 温度过程控制	(205)
任务 用单片机实现温度过程控制	(205)
课题 10 字符型液晶显示控制	(223)
任务 单片机控制 16×16 点阵字符型液晶显示器	(223)
附录 1 MCS-51 单片机的汇编语言指令系统	(241)
附录 2 MCS-51 单片机汇编器的伪指令	(246)
附录 3 指令执行对标志位的影响	(248)

模块 1

数据与存储器的操作训练

课题 1 认识单片机

任务 1 单片机的应用实例与 MCS-51 单片机引脚功能

学习目标

1. 初步了解单片机的应用范畴，激发学习单片机应用技术的兴趣，明确学习目的，指明专业方向。
2. 了解 AT89S51 单片机引脚分布及各引脚的功能。

工作任务

通过实物展示和列举实例相结合的教学方式认识单片机。如图 1—1—1 所示为 MCS-51 系列单片机。

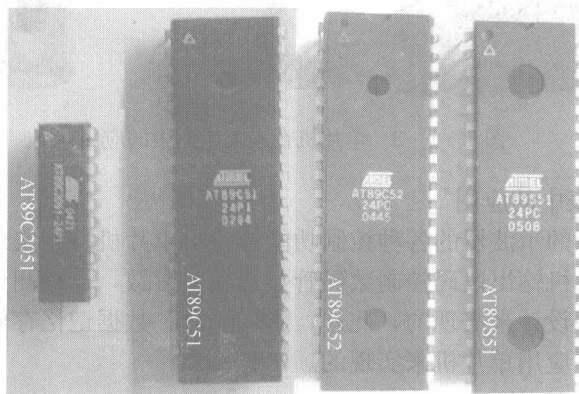


图 1—1—1 MCS-51 系列单片机

一、单片机的应用实例解读

目前,单片机已渗透到我们生活的各个领域。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,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。因此,单片机的学习、开发与应用将造就一批计算机应用与智能化控制方面的科学家、工程师。

单片机广泛应用于家用电器、仪器仪表、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域。关于单片机的实际应用简单概括如下:

1. 在人类生活中的应用

如图 1—1—2 所示的电饭煲可实现煮饭、煲粥、炖汤、蒸煮等烹饪方式,控制技术上可实现 8 h 长时间预约烹饪,在安全保护方面具有限压保护、泄压保护、限温保护、超温保护、防堵塞安全保护、故障报警保护等功能。图 1—1—2 中智能电风扇具有温度智能控制功能、安全保护功能、智能照明功能、多级调速功能、定时工作功能、红外遥控功能等。这些功能都是由单片机程序控制实现的。

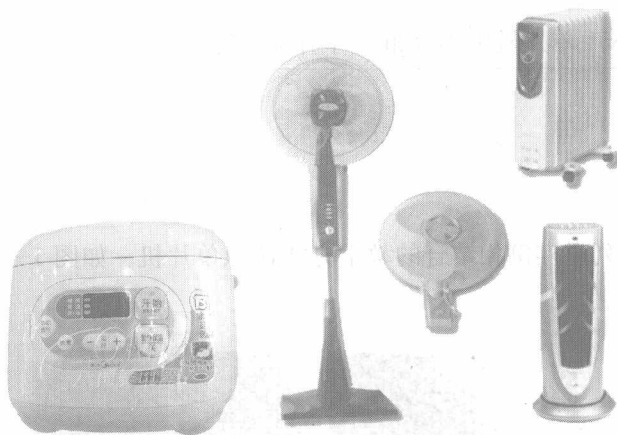


图 1—1—2 单片机在人类生活中的应用

2. 在智能仪器仪表中的应用

如图 1—1—3 所示的示波器的各种控制功能都是由单片机控制实现的。其中数字示波器的显示功能是通过单片机输出段码控制数码管显示相关参数,自动测量计算、脉冲计数、波形计算主要是通过程序设计来实现的,此外,彩屏显示、数据记忆存储、打印输出、各种计算机接口等功能也都是应用单片机来实现的。

3. 机电一体化中的应用

如图 1—1—4 所示各类机床设备的控制线路中,都会有单片机的应用。作为控制电路的中央处理部分,单片机将根据不同的输入信号,通过用户逻辑(程序)运算后输出相应的控

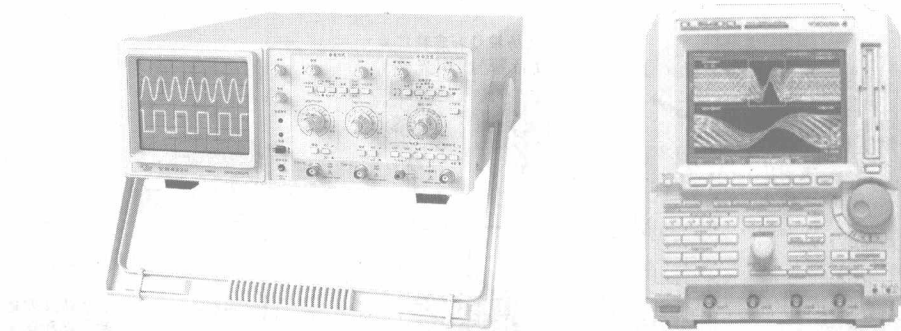


图 1—1—3 单片机在智能仪器仪表中的应用

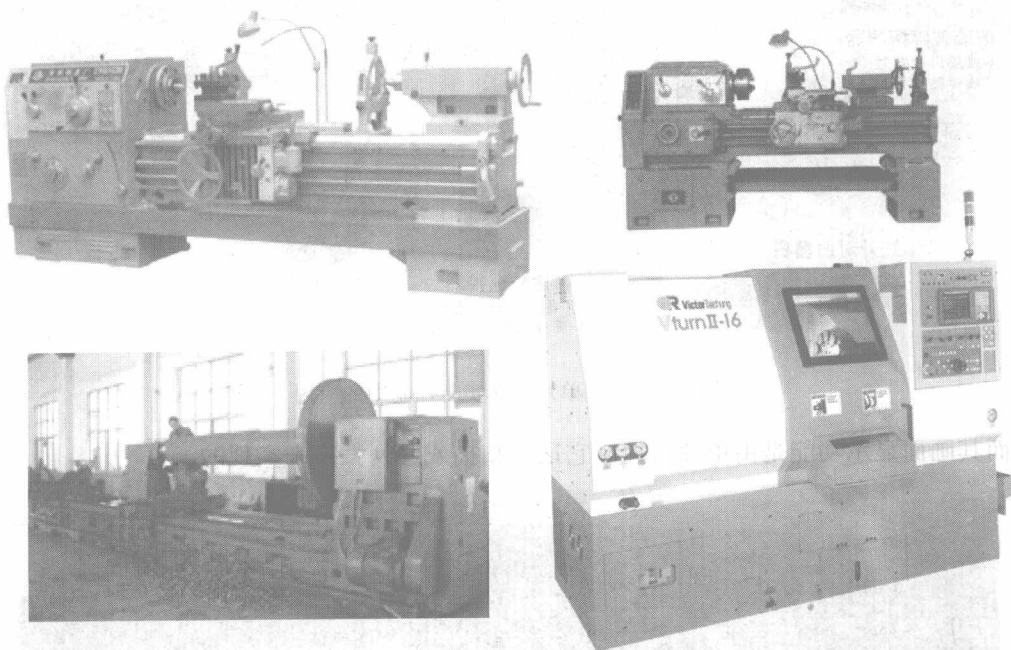


图 1—1—4 单片机在机电一体化中的应用

制信号并控制机器实现运转。

4. 在实时过程控制中的应用

如图 1—1—5 所示为单片机在实时控制中的应用实例，是一个典型的单片机通信技术的应用。系统中各传感器将采集的信号实时地传送到报警器主机，然后由报警器主机对实时信号进行分析处理，如有异常，根据情况有针对性地对相应的终端发送报警信号实施报警。例如，当烟雾传感器传来烟雾过多的信号时，报警器主机会对火灾报警装置发出火灾报警信号，并可以通过拨号系统拨通已设定的电话（如 119 或主人的移动电话）或发出相关的短信通知相关人员。

5. 宣传指示应用

如图 1—1—6 所示为单片机在宣传指示中的应用实例。主要用于诸如车站等公共场所，起到广告、宣传、提醒的作用。这里的大型显示屏是由许多点状发光二极管排列成点阵构成

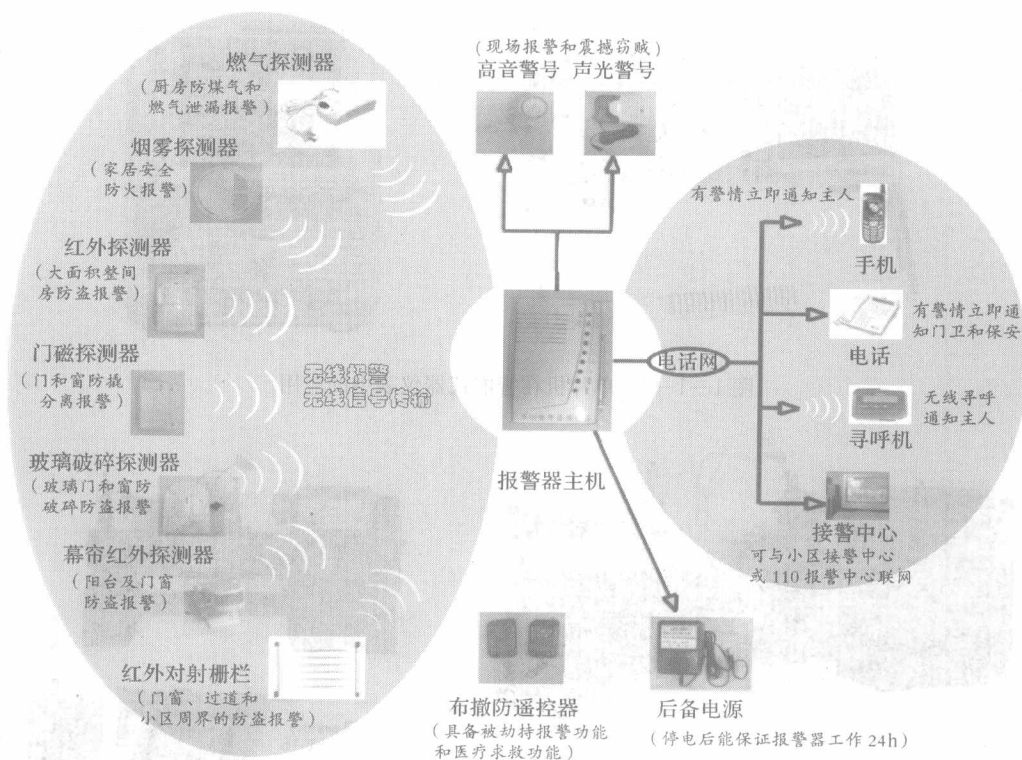


图 1—1—5 单片机在实时控制中的应用

的，而其画面显示功能是由单片机控制它逐行扫描或逐列扫描来实现的。



图 1—1—6 单片机在宣传指示中的应用

二、MCS-51 单片机的引脚功能识别

如图 1—1—7 所示为 MCS-51 系列的 AT89S51 单片机引脚功能图。该单片机为 DIP-40 封装，有 8 位（1 字节）双向 I/O（输入/输出）接口（P0 口）和 3×8 位准双向 I/O 接口（P1、P2、P3 口）。AT89S51 单片机各引脚功能的介绍如下：

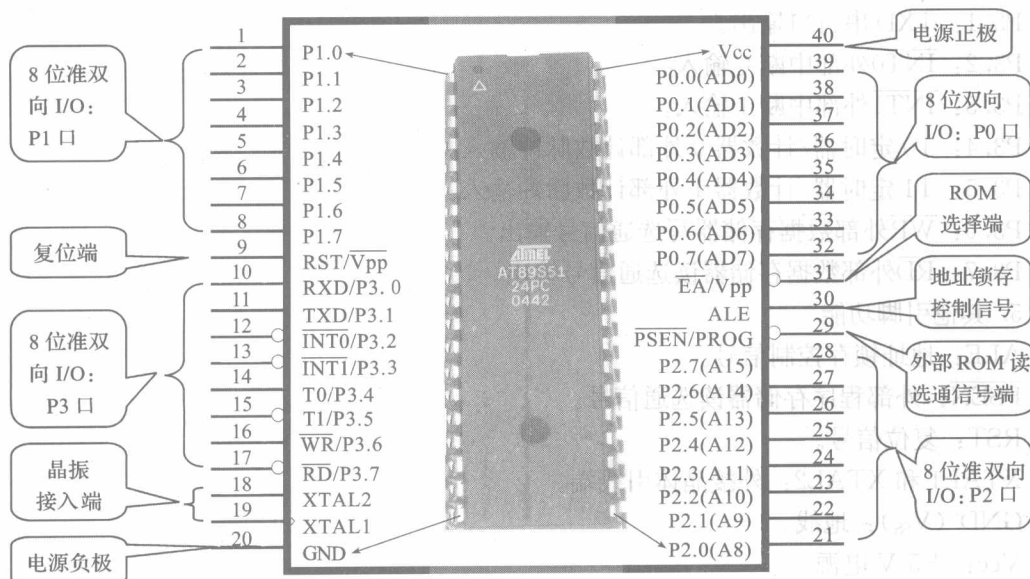


图 1—1—7 MCS-51 系列的 AT89S51 单片机引脚功能图

1. P0 口：8 位双向 I/O 口

- (1) 可做通用 I/O 口使用，又可做地址/数据总线口。
- (2) 既可按字节寻址，又可按位寻址。
- (3) 做输入口使用时，是准双向口。
- (4) 做通用 I/O 口输出时，是开漏输出。
- (5) 做地址/数据总线口时，是真正双向口；而做通用 I/O 口时，只是一个准双向口。

2. P1 口：8 位准双向 I/O 口

- (1) 无地址/数据口功能。
- (2) 可按字节寻址，也可按位寻址。
- (3) 做 I/O 输入口时，是一个准双向口，而不是开漏输出。

3. P2 口：8 位准双向 I/O 口

- (1) 做通用 I/O 时，是一个准双向口。
- (2) 从 P2 口输入数据时，先向锁存器写“1”。
- (3) 可按位寻址，也可按字节寻址。
- (4) 可输出地址高 8 位。

4. P3 口：8 位准双向 I/O 口

- (1) 做通用 I/O 时，“选择输出功能”应保持高电平。
- (2) 工作于第二功能时，该位锁存器应置 1。

(3) 做输入口时, 输出锁存器和选择输出功能端都应置 1。

(4) 第二功能专用时, 取自输入通道第一缓冲器 (G1) 输出端, 通用输入信号取自“读引脚”。

(5) P3 口各引脚的第二功能定义如下:

P3.0: RXD 串行口输入。

P3.1: TXD 串行口输出。

P3.2: $\overline{\text{INT0}}$ 外部中断 0 输入。

P3.3: $\overline{\text{INT1}}$ 外部中断 1 输入。

P3.4: T0 定时器/计数器 0 外部计数脉冲输入。

P3.5: T1 定时器/计数器 1 外部计数脉冲输入。

P3.6: $\overline{\text{WR}}$ 外部数据存储器写选通信号输出。

P3.7: $\overline{\text{RD}}$ 外部数据存储器读选通信号输出。

5. 其他引脚功能

ALE: 地址锁存控制信号。

PSEN: 外部程序存储器读选通信号。

RST: 复位信号。

XTAL1 和 XTAL2: 外接晶体引线端。

GND (V_{SS}): 地线。

Vcc: +5 V 电源。

相关知识

一、单片机的基本结构

MCS-51 单片机内部结构示意图如图 1—1—8 所示。其组成如下:

(1) 一个 8 位的 CPU, 是单片机的核心, 完成运算和控制功能。

(2) 128/256 字节内部数据存储器 (内部 RAM)。

(3) 8051 有容量为 4 KB 的 ROM, 用于存放程序、原始数据或表格, 因此, 称为程序存储器, 简称内部 ROM。

(4) 两个 16 位的定时器/计数器, 以实现定时或计数功能。

(5) 4 个 8 位的 I/O 口 (P0、P1、P2、P3), 以实现数据的并行输入/输出。

(6) 一个全双工的串行口, 以实现单片机和其他设备之间的串行数据传送。

(7) 5 个中断源, 即外中断 2 个、定时/计数中断 2 个、串行中断 1 个。中断分为高级和低级共两个优先级别。

(8) 时钟电路, 为单片机产生时钟脉冲序列。系统允许的晶振频率一般为 6 MHz 和 12 MHz。

二、I/O 电路的结构

如图 1—1—9 所示, a、b、c、d 图分别表示 P1、P3、P0 和 P2 口中的 1 位 I/O 口的内

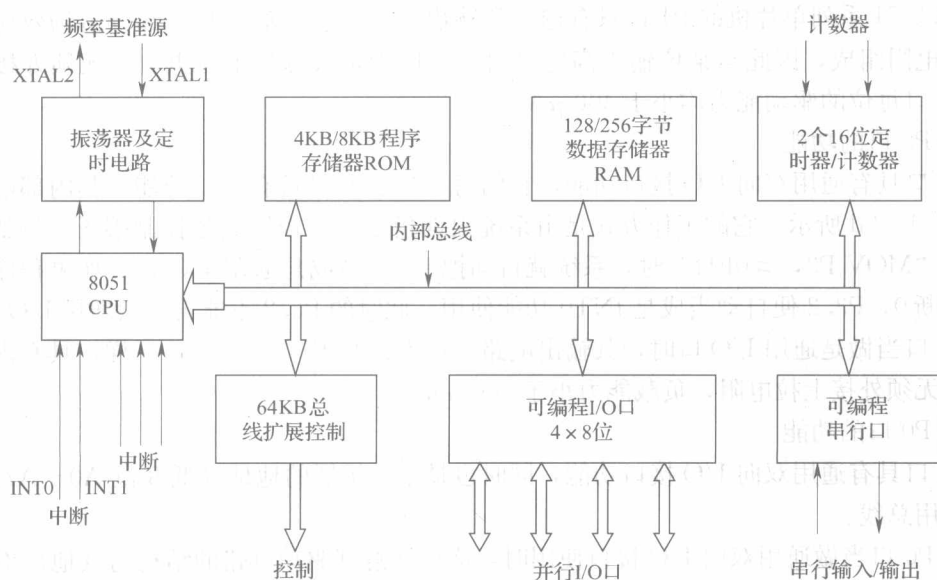


图 1—1—8 MCS-51 单片机内部结构示意图

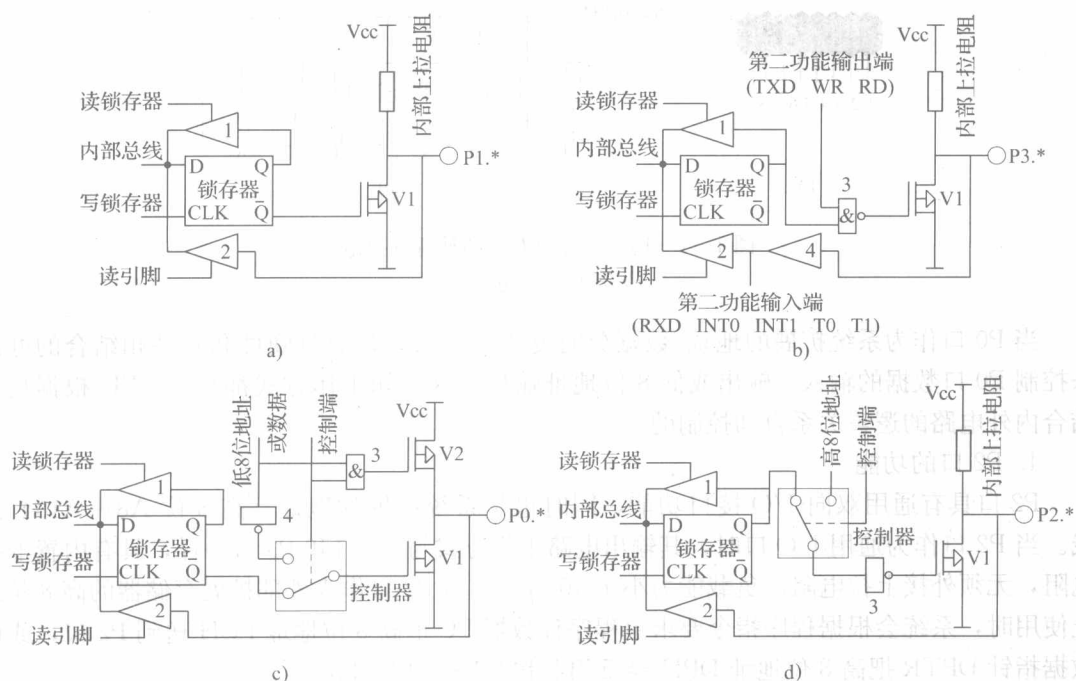


图 1—1—9 MCS-51 单片机各 I/O 口内部电路结构 (原图)

a) P1 口的 1 位结构 b) P3 口的 1 位结构 c) P0 口的 1 位结构 d) P2 口的 1 位结构

部结构, 每个接口因其功能的差异, 而在结构上有所不同, 但都具有 1 个锁存器 (D 触发器)、1 个输出驱动器 (场效应管) 和 2 个 (P3 口为 3 个) 输入缓冲器 (三态门电路)。

1. P1 口的功能

MCS-51 系列单片机的 P1 口只有输入和输出功能。它的输出驱动部分由场效应管与内置上拉电阻组成, 因此当某位输出高电平时, 可以为负载提供上拉电流, 无须外接上拉电阻。P1 口每位的驱动能力均小于 $400\ \mu\text{A}$ 。

2. P3 口的功能

P3 口具有通用双向 I/O 接口功能, 它的每一位还同时具有第二功能, 其内部电路结构如图 1—1—9d 所示。它的工作方式是由系统根据指令自动控制其各控制端子。例如, 扫描到指令 “MOV P3, #0FH” 时, 系统就自动把 P3 口当成是通用 I/O 口; 如果程序中使用了外中断 0, P3.2 便自动当成是 INT0 功能使用, 此时的 P3.2 不能再当做通用 I/O 口使用。

P3 口当做是通用 I/O 口时, 其输出电路工作方式与 P1 口和 P2 口一样, 具有内置上拉电阻, 无须外接上拉电阻, 负载能力小于 $400\ \mu\text{A}$ 。

3. P0 口的功能

P0 口具有通用双向 I/O 接口功能, 同时也是系统扩展的地址 (低 8 位 A0~A7) / 数据分时复用总线。

当 P0 口当做通用双向 I/O 接口使用时, 应该注意其驱动电路的结构与其他口不同, P0 口无内置上拉电阻器, 因此, 须外接上拉电阻器 (如图 1—1—10 所示电阻排即为单片机专用的上拉电阻)。负载能力小于 $800\ \mu\text{A}$ 。(注: P0 口在做总线使用时不能接上拉电阻。)

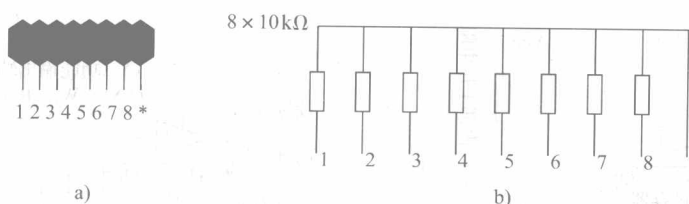


图 1—1—10 单片机专用的外置上拉电阻

a) 外形 b) 电路原理

当 P0 口作为系统扩展的地址/数据分时复用总线时, 是通过硬件和软件相结合的办法来控制 P0 口数据的输入、输出或低 8 位地址输出。这一切工作方式都是由 CPU 根据指令结合内外电路的逻辑关系自动控制的。

4. P2 口的功能

P2 口具有通用双向 I/O 接口功能, 同时也是系统扩展的地址 (高 8 位 A8~A15) 总线。当 P2 口作为通用 I/O 口时, 其输出电路工作方式与 P1 口和 P3 口一样, 具有内置上拉电阻, 无须外接上拉电阻, 负载能力小于 $400\ \mu\text{A}$ 。当 P2 口作为外部扩展存储器的高 8 位地址使用时, 系统会根据程序指令要求由程序计数器 PC 把高 8 位地址 PCH 送到 P2 口, 或由数据指针 DPTR 把高 8 位地址 DPH 经反相器和 V1 送到 P2 口。

[例 1—1—1] 8155 并行 I/O 扩展。

MOV DPTR, #7F04H ; 此步使数据指针装载地址高 8 位为 “7FH”、低 8 位为 “04H”

MOV A, #18H ; 待传送数据

MOVX @DPTR, A ; 先让 P2=7FH、P0=04H (外部寻址), 后让 P0=18H (送数据)

单片机的并行 I/O 口的控制是非常灵活和自动的。所谓灵活，即既可以控制一个字节（位寻址），也可以控制位（即位寻址）；随时可以当做输入，也可以当做输出。所谓自动，是指它的工作方式和功能控制都是由 CPU 根据程序指令自动地控制电路完成相应的任务，如例 1—1—1 所示。

练习

1. 单片机的概念和功能分别是什么？
2. 简述 MCS-51 单片机的内部结构组成。
3. 简述 MCS-51 单片机各引脚的功能。
4. 当 P0 口当做通用双向 I/O 接口使用时，应该注意其驱动电路的结构与其他口不同的是需要加上_____，（有或无）_____内置上拉电阻，负载能力小于_____ μA 。
5. 当 P1、P2、P3 口当做通用双向 I/O 接口使用时，负载能力小于_____ μA 。

任务 2 MCS-51 单片机最小应用系统

学习目标

1. 了解单片机最小应用系统的组成。
2. 掌握单片机最小应用系统各单元电路的工作原理。
3. 熟悉单片机最小应用系统电路的安装方法。

工作任务

通过电路图解读单片机最小应用系统及其安装方法。

实践操作

一、准备工作

1. 材料

准备好如图 1—1—11 所示的 MCS-51 单片机最小应用系统所需的元器件。其详细清单见表 1—1—1。

表 1—1—1

MCS-51 单片机最小应用系统所需元器件

元件名称	型号参数	数量
单片机	AT89C51	1
晶体振荡器	12 MHz	1
瓷片电容器	33 pF	2

续表

元件名称	型号参数	数量
极性电容器	10 μ F/16 V	1
微动按钮	1 cm $\times$ 1 cm	1
电阻器	100 Ω	1
电阻器	1 k Ω	1

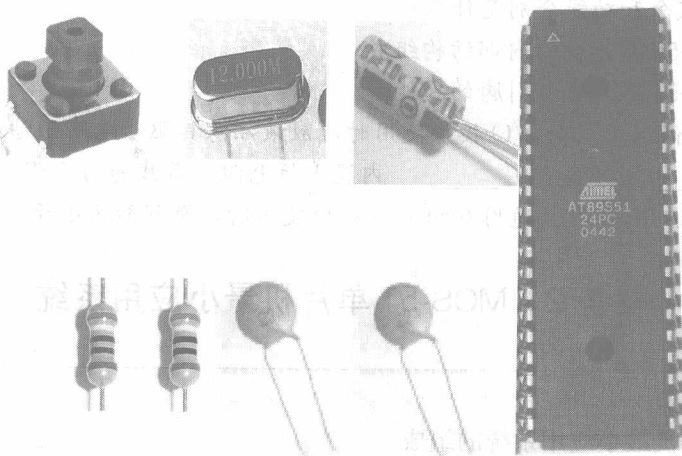


图 1—1—11 MCS-51 单片机最小应用系统所需的元器件

除上述列举的电子元器件之外,读者还可根据自身的条件和需要增加其他材料或辅助材料,例如万能电路板、焊锡、松香等。

2. 工量具

万用表等电子工量具一套。

二、MCS-51 单片机最小应用系统的解读

单片机的最小应用系统是指单片机可以正常工作的最简单电路组成。AT89C51 单片机的最小应用系统如图 1—1—12 所示,该系统由 4 个电路组成。

1. 电源电路

引脚 Vcc (引脚④) 接 +5 V 电源,引脚 GND (引脚②) 接地线。有时为了提高电路的抗干扰能力,可用一个 0.1 μ F (元件标注为 104) 的瓷片电容器和一个 10 μ F 的极性电容器接在引脚 Vcc 和接地线之间,极性电容器可以滤除低频干扰,瓷片电容器可以滤除高频干扰。

2. 程序存储器选择电路

EA 是片内外存储器的选择端,当 EA 端接高电平时,片内外统一编址,片内 ROM 地址范围为 0000H~0FFFH,共 4 KB;片外 ROM 地址为 1000H~FFFFH,内外共 64 KB。当程序计数器 PC $\leq$ 0FFFH 时执行片内程序,当 PC>0FFFH 时执行片外 ROM 中的程序。如果 EA 端接低电平,则 CPU 只能读片外存储器。对于片内有存储器的单片机(如 8051),

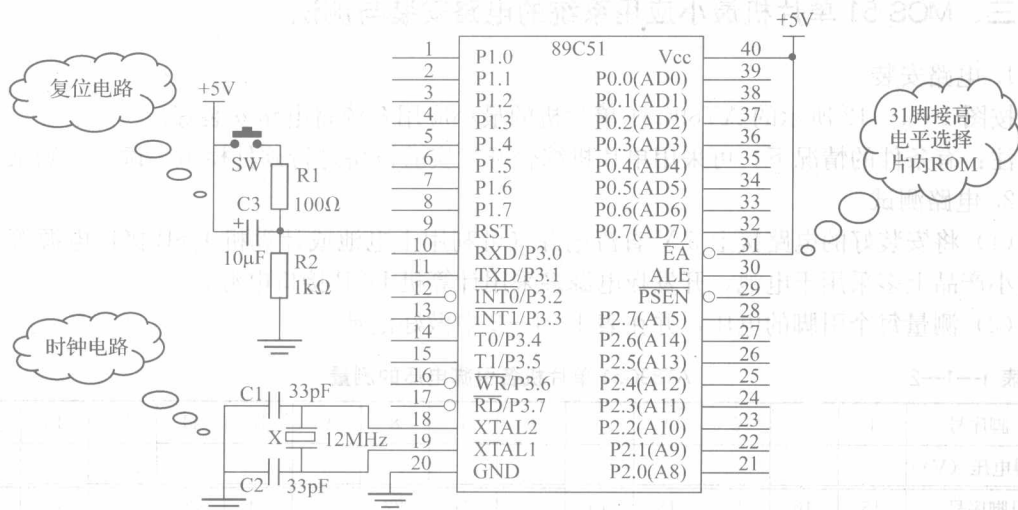


图 1—1—12 AT89C51 单片机的最小应用系统

EA 应接高电平；对于片内没有存储器的单片机（如 8031），则应接低电平。

3. 时钟电路

AT89C51 芯片的时钟频率可以在 0~24 MHz 范围内。单片机内部有一个高增益的反相放大器电路，其输入端为 XTAL1，输出端为 XTAL2。在这个放大电路的对外引脚 XTAL2（引脚18）和 XTAL1（引脚19）间接上晶体振荡器和电容器可形成反馈电路，构成稳定的自激振荡器。单片机的时钟频率取决于外接的晶体振荡器的频率，如果晶振频率高，则单片机的运行速度快，但是稳定性会有所下降；如果晶振频率低，则稳定性高，但是系统运行速度降低。两个电容器的取值范围为 20~30 pF。

4. 复位电路

对于 AT89C51 芯片，如果引脚 RST（引脚9）保持 24 个时钟周期的高电平，单片机就可以完成复位。通常为了保证应用系统可靠地复位，复位电路应使引脚 RST 保持 10 ms 以上的高电平。只要引脚 RST 保持高电平，单片机就复位。当引脚 RST 从高电平变为低电平时，单片机退出复位状态，从程序空间的 0000H 地址开始执行用户程序。复位电路可分为上电自动复位和手动复位两种。

上电自动复位电路由电容器和电阻器组成。当系统加电时，由于电容器两端的电压不能突变，因此引脚 RST 为高电平，单片机进入复位状态。随着电容器的充电，它两端的电压上升，使得引脚 RST 上电压下降，最终使单片机退出复位状态。合理地选择电容器和电阻器的取值，系统就能可靠地复位。电容器的推荐值为 10 μF，电阻器的推荐值是 1 kΩ 和 10 kΩ。

手动复位电路主要由按钮常开触点与电阻器串联构成，手动复位电路使 AT89C51 芯片 RST 引脚在按钮常态时为低电平，并保证单片机处于工作状态，而在按下按钮时，AT89C51 芯片 RST 引脚为高电平状态，实现复位。