

技工院校省级示范专业群建设规划教材

单片机控制技术

臧殿红 主 编

王树喜 刘福祥 副主编



DANPIANJI KONGZHI JISHU



化学工业出版社

技工院校省级示范专业群建设规划教材

单片机控制技术

臧殿红 主 编
王树喜 刘福祥 副主编

 化学工业出版社
· 北 京 ·

本书以亚龙 YL-236 型单片机控制功能实训考核装置为硬件基础, Keil C51 为编程软件, 通过完成具体任务来介绍相关知识。全书共分六个项目, 每个项目由 2~3 个具体任务组成, 按照“任务描述→任务分析→知识准备→任务实施→任务考核评价”的思路编写, 使学生轻松掌握单片机硬件电路的设计和软件编程的方法。

本书通过认识单片机、发光二极管的控制、单片机对电动机的控制、数字时钟的制作、电子密码锁的制作和电子显示屏的制作等六个项目的学习, 介绍了单片机的基础知识、单片机的 I/O 端口、常见接口电路、中断、定时器、矩阵键盘的使用、数码管显示、LED 显示屏、12864 液晶显示屏等的控制方法, 以及单片机的系统开发应用案例, 每个任务完成后还有拓展练习。

本书可作为技师学院、高级技校等中职学校电子类、电气类、机电类等相关专业中级班、高级班单片机课程的教材, 也可作为广大单片机爱好者的自学用书。

主 编 臧殿红 副主编 王昕讲

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机控制技术/臧殿红主编. —北京: 化学工业出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-122-25468-9

I. ①单… II. ①臧… III. ①单片微型计算机-计算机控制-中等专业学校-教材 IV. ①TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 248511 号

责任编辑: 王昕讲

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 高教社 (天津) 印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 9 $\frac{3}{4}$ 字数 249 千字 2016 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

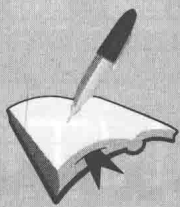
网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

前言



FOREWORD

泰安技师学院“电气自动化设备安装与维修专业群”是山东省首批技工院校省级示范专业群建设项目。为做好这一建设项目，学院省级示范专业群建设领导小组，按照省级示范专业群建设项目要求，组织开发编写了《单片机控制技术》，本书为示范专业群建设项目内容之一。

单片机控制技术在国民经济的各个领域及日常工作和生活中有着广泛的应用，是电子类、电气类、机电类专业的一门重要的专业基础课程。通过本课程的学习，学生应掌握单片机的基本知识，熟悉单片机的开发和应用，完成简单的单片机控制任务，也为深入学习单片机打下坚实的基础。

本书在编写过程中，遵循“理论够用、加强实训、提高技能、突出应用”的原则，每一任务的选择都贴近生活与实际，有利于提高学生的学习兴趣，同时，减少单片机内部复杂电路等理论知识，加强了对单片机具体使用方法的学习，使学生会用单片机完成控制任务，提高学生硬件设计和软件编程的能力。本书还具有以下特点。

1. 坚持高技能人才培养方向，从职业（岗位）需求分析入手，参照国家职业标准《维修电工》《电子设备装接工》《家用电子产品维修工》等，精选教材内容，突出教材的实用性和应用性。

2. 根据技师学院、高级技校的教学实际情况，每一任务都有原理图、程序设计流程图、具体的程序和实物接线图，有利于初学者提高学习兴趣，增强学习信心，顺利完成学习任务。

3. 本书以亚龙 YL-236 型单片机控制功能实训考核装置为硬件基础，教学中采用学中做、做中学的一体化教学模式，实现教、学、做合一，培养学生提高解决问题的能力。

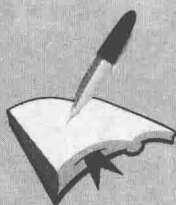
本书共有六个项目，由泰安技师学院臧殿红主编，王树喜、刘福祥副主编，臧殿红编写了项目一～三、项目五；王树喜编写了项目四和项目六的任务三；刘福祥编写了项目六的任务一、任务二和附录部分，并对本书进行了统稿；郭刚、李骞也参与了本书的编写工作。

本书在编写过程中，得到学院专业群建设领导小组的大力支持，刘福祥和孟宪雷同志也提出了许多宝贵意见，在此一并致谢。

由于编者经验不足，水平有限，书中难免存在缺点和不足，敬请广大读者和同行批评指正。

编者

2015 年 12 月



CONTENTS

项目一 认识单片机 / 1

- 任务一 判断 AT89S52 单片机芯片的好坏 1
- 任务二 点亮 LED 8

项目二 发光二极管的控制 / 25

- 任务一 一只 LED 闪烁 25
- 任务二 8 只 LED 闪烁 33
- 任务三 流水灯的控制 36
- 任务四 任意变化的 LED 控制 41

项目三 单片机对电动机的控制 / 45

- 任务一 交/直流电动机连续转动的控制 46
- 任务二 交/直流电动机正反转的控制 53
- 任务三 步进电机的控制 59

项目四 数字时钟的制作 / 68

- 任务一 0~9 数字显示 69
- 任务二 99s 秒表 73
- 任务三 电子时钟 83

项目五 电子密码锁的制作 / 94

- 任务一 十六进制数的输入与显示 94
- 任务二 电子密码锁 105

项目六 电子显示屏的制作 / 115

- 任务一 LED 点阵实现汉字的显示 115
- 任务二 LED 移动字幕的实现 123
- 任务三 128×64 液晶广告屏 128

附录 C51 的基础知识 / 142

参考文献 / 152

项目一

认识单片机



知识目标

- ① 理解 AT89S52 单片机的各引脚功能；
- ② 掌握 AT89S52 单片机的最小系统及各部分电路的功能；
- ③ 掌握判断单片机芯片好坏的方法；
- ④ 了解利用单片机实现的控制系统。

技能目标

- ① 会判断 AT89S52 单片机芯片的好坏；
- ② 会利用 Keil C51 编写单片机 C 语言程序；
- ③ 会用 Proteus 进行软件仿真。

项目概述

单片机由于具有体积小、成本低、功耗小、控制功能强等优点，广泛应用于智能仪表、家用电器、医用设备、航空航天等领域。那么，单片机具有怎样的结构？又是如何实现控制功能的呢？本项目通过两个任务，学习单片机的结构以及单片机的控制系统。

任务一

判断 AT89S52 单片机芯片的好坏

任务描述



单片机在使用之前，应确保单片机芯片的质量，本任务要求用简单的方法判断 AT89S52 单片机芯片的好坏。

任务分析



AT89S52 单片机在外接正确的电源、时钟电路和复位信号后,当接通电源正常工作时,ALE 引脚会不断向外输出频率为振荡频率 1/6 的脉冲信号。如果单片机芯片是好的,用示波器观测 ALE 引脚,可看到有脉冲信号输出。因此,用示波器观测 ALE 引脚,可初步判断单片机芯片的好坏。

知识准备



一、单片机简介

单片机是一种集成电路芯片。它采用超大规模集成电路技术,将具有数据处理能力的中央处理器 (CPU)、存储器 (RAM、ROM、EEPROM、Flash Memory) 和输入、输出接口 (并行 I/O、串行通信口)、振荡电路、计数器等电路集成在同一块芯片上。这样的芯片具有一台微型计算机的功能,因此被称为单片微型计算机,简称单片机。

单片机按适用范围的不同,可分为通用型和专用型。通用型单片机是一种基本芯片,内部资源比较丰富,性能全面且适应性强,能覆盖多种应用需求。其特点是通用性强,应用广泛。专用型单片机是专门针对某个特定产品或控制应用而专门设计的,设计时考虑系统结构最简化、软硬件资源利用最优化和成本最低化。其特点是应用在特定的专用场合。

虽然单片机种类繁多,各具特色,但仍以 80C51 为核心的单片机占主流,兼容其结构和指令系统的有 Philips 公司的产品、Atmel 公司的产品和中国台湾的 Winbond 系列单片机。本书学习的 AT89S52 是 Atmel 公司生产的一种低功耗、高性能 CMOS 8 位微控制器,与 80C51 产品在指令和引脚上完全兼容,具有功能强、性能稳定、使用方便、设计和应用资料齐全等特点,在我国应用较为广泛。

二、AT89S52 单片机的结构和性能

AT89S52 是一个高性能 CMOS 8 位单片机,芯片内集成了 8 位的中央处理器 (CPU)、8KB 的可反复擦写 1000 次的 Flash 只读程序存储器 (ROM)、256 字节的随机存取数据存储器 (RAM)、6 个中断源、3 个 16 位可编程定时计数器、2 个全双工串行通信口、看门狗电路及片内时钟振荡器。它的内部结构框图如图 1-1-1 所示。

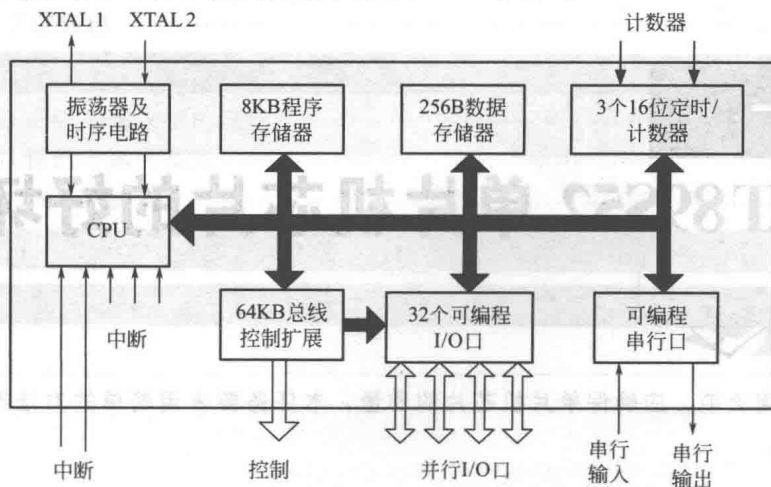


图 1-1-1 AT89S52 单片机内部结构框图

单片机的各组成部分及作用如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 单片机的各组成部分及作用

中央处理器 CPU	单片机的核心部件,是 8 位数据处理器,能处理 8 位二进制数据或代码,CPU 负责控制、指挥和调度整个单元系统协调工作,完成运算和控制输入输出等操作
数据存储器 RAM	内部有 256B 的 RAM,其中包含 128B 用户数据存储单元(地址为 00H~7FH)和 128B 专用寄存器单元(地址为 80H~FFH)
程序存储器 ROM	内部有 8KB 的 Flash ROM,用于存放用户程序,原始数据或表格
定时/计数器 T0、T1、T2	含有三个 16 位的定时/计数器(T0、T1、T2),以实现定时或计数功能
并行输入输出 I/O 口	共有 4 组 8 位并行 I/O 口(P0、P1、P2 和 P3),用于单片机与外围设备之间的数据传输
全双工串行口	内置一个全双工串行口,用于与其他设备间的串行数据传送,该串行口既可以用作异步通信器,也可以当同步移位器使用
中断系统	共含有 6 个中断源(2 个外部中断,3 个定时/计数器中断和 1 个串行中断),并具有 2 级的优先级别选择
时钟电路	需外接晶振和微调电容构成振荡电路,产生单片机运行的脉冲时序

AT89S52 的主要性能有:

- ① 兼容标准 MCS-51 指令系统及 80C51 引脚结构;
- ② 32 个双向 I/O 线;
- ③ 4.5~5.5V 工作电压;
- ④ 时钟频率 0~33MHz;
- ⑤ 低功耗空闲和省电模式;
- ⑥ 2 个外部中断源;
- ⑦ 灵活的在线编程。

三、AT89S52 单片机的引脚

AT89S52 的封装形式有:塑料双列直插封装(PDIP)和贴片式封装(PLCC44、TQFP44),其外形和引脚图如图 1-1-2、图 1-1-3 所示。

PDIP 封装的 AT89S52 有 40 个引脚,可分为 I/O 口线、电源线、时钟振荡线和控制线,下面详细说明 PDIP 封装的 AT89S52 单片机的各个引脚功能。

1. I/O 口线

AT89S52 有 4 个 I/O 口,分别是 P0、P1、P2 和 P3,每个端口都有 8 个引脚,共有 32 个 I/O 引脚。

(1) P0 口 P0 口有 8 个引脚(39 脚~32 脚),分别用 P0.0~P0.7 表示,P0.0 为低位,P0.7 为高位。这 8 个引脚既可作输入端,也可

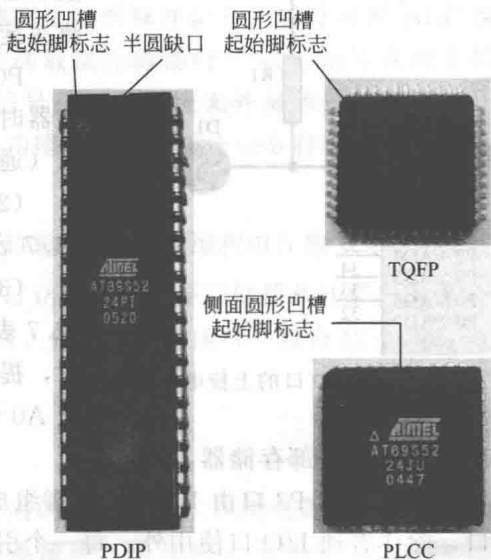


图 1-1-2 AT89S52 的外形图

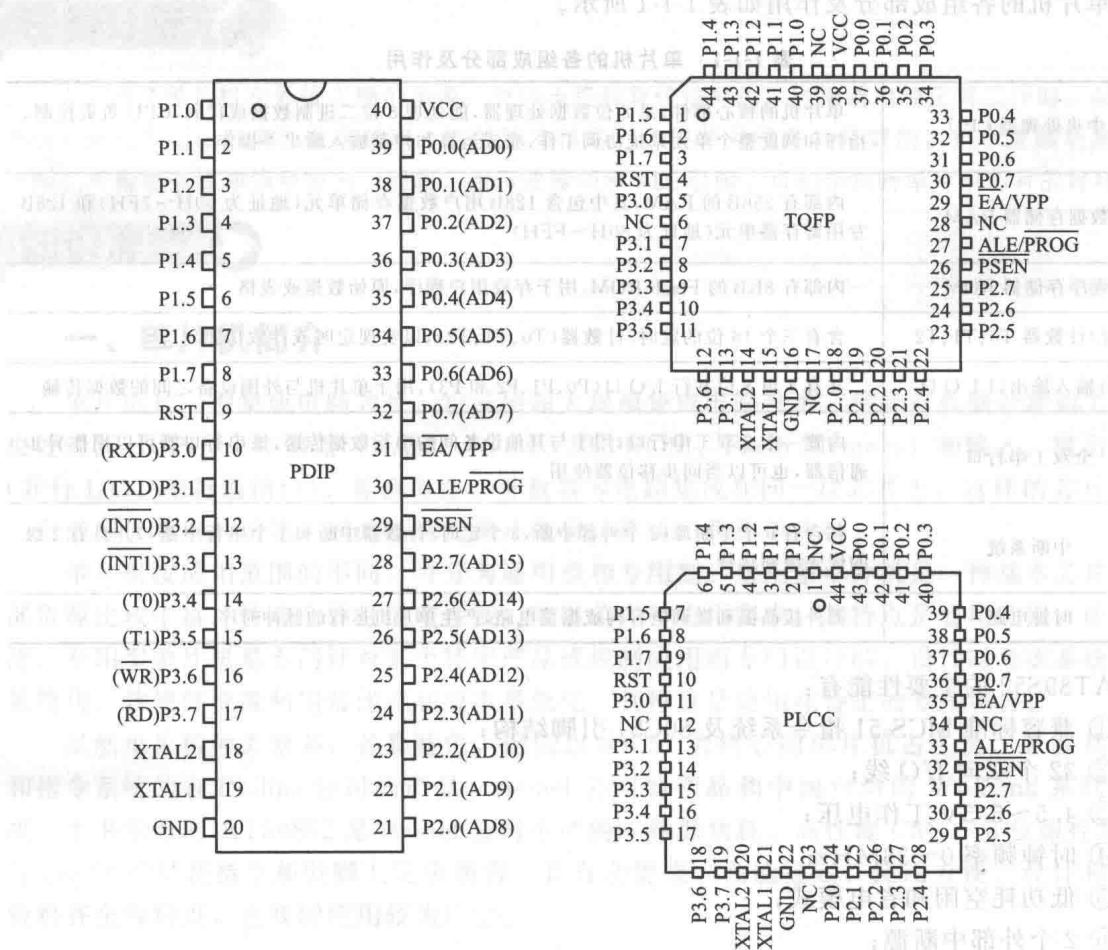


图 1-1-3 AT89S52 的引脚图

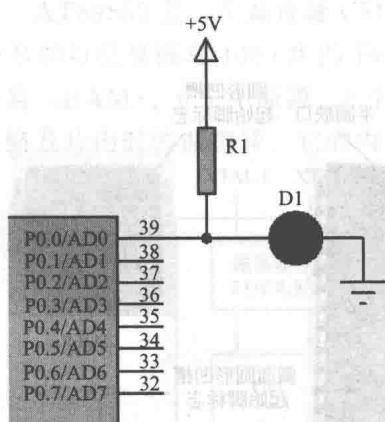


图 1-1-4 P0 口的上拉电阻

作输出端，作输出端时需要在外部引脚处外接上拉电阻，如图 1-1-4 所示，上拉电阻 R_1 的阻值由外部负载电流决定。

P0 口除作普通 I/O 口使用外，还用于在访问外部存储器时，分时提供低 8 位地址 $A_0 \sim A_7$ 和 8 位双向数据总线（通过 ALE 信号区分）。

(2) P1 口 P1 口由 1 脚~8 脚组成，分别用 P1.0~P1.7 表示，作普通 I/O 口使用。

(3) P2 口 P2 口由 21 脚~28 脚组成，分别用 P2.0~P2.7 表示，除作普通 I/O 口使用外，在访问外部存储器时，提供高 8 位地址 $A_8 \sim A_{15}$ ，与 P0 口提供的低 8 位地址 $A_0 \sim A_7$ 相配合，构成 16 位地址总线，从而可寻址

64K (2^{16}) 的外部存储器。

(4) P3 口 P3 口由 10 脚~17 脚组成，分别用 P3.0~P3.7 表示。P3 口是一个多用途端口，除作普通 I/O 口使用外，每一个引脚还具有第二功能，各引脚的第二功能如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 P3 口各引脚的第二功能

引脚	第二功能	功能说明
P3.0	RXD	串行输入端
P3.1	TXD	串行数据输出端
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/计数器 0 外部计数脉冲输入端
P3.5	T1	定时/计数器 1 外部计数脉冲输入端
P3.6	$\overline{\text{WR}}$	外部数据存储器的写选通端
P3.7	$\overline{\text{RD}}$	外部数据存储器的读取选通端

使用时应特别注意的是：P0~P3 口各引脚作输入端时，必须先对该引脚置 1，然后再执行外部数据读入操作。

2. 电源线

VCC (40 脚)：+5V 电源线；

GND (20 脚)：接地线。

3. 时钟振荡线

XTAL1 (19 脚)、XTAL2 (18 脚)：使用内部振荡器时，这两个端子用来外接石英晶体和电容，振荡频率为晶振频率。使用外部时钟时，XTAL1 用来输入外部时钟脉冲，XTAL2 悬空。

4. 控制线

(1) RST (9 脚)：复位信号，高电平有效。当此输入端保持两个机器周期（24 个时钟振荡周期）的高电平时，就可以完成复位操作。

(2) $\overline{\text{PSEN}}$ (29 脚)：外部程序存储器的读选通信号，低电平有效。

(3) $\overline{\text{ALE/PROG}}$ (30 脚)：地址锁存允许信号端。CPU 访问外部存储器时，ALE 输出脉冲的下降沿作为 16 位地址信号低 8 位的锁存信号。当单片机上电正常工作后，即使不访问外部存储器，ALE 引脚也不断输出频率为振荡频率 1/6 的脉冲信号。通过检测 ALE 端有无脉冲信号，可以判断芯片是否正常工作。访问外部数据存储器时，ALE 信号在两个机器周期中只出现一次，即丢失一个脉冲，因此 ALE 信号只能在系统无外部数据存储器时，用作系统中其他外部接口的时钟信号。此引脚的第二功能是对片内的 Flash 存储器编程时，作为编程负脉冲的输入端 $\overline{\text{PROG}}$ 。

(4) $\overline{\text{EA/VPP}}$ (31 脚)：外部程序存储器地址允许输入端/固化编程电压输入端。当 $\overline{\text{EA}}=0$ 时，CPU 只访问片内程序存储器；当 $\overline{\text{EA}}=1$ 时，CPU 访问内部程序存储器和外部程序存储器。此引脚的第二功能 VPP 是对片内 Flash 存储器编程时，作为编程电压（一般为 12~21V）的输入端。

四、单片机的最小系统

单片机的最小系统是指单片机能正常工作所必需的基本电路，包括电源电路、振荡电路和复位电路，三者缺一不可。在所有的单片机应用系统中，单片机必须具有以上三种电路，才能正常运行工作。

1. 电源电路

向单片机供电的电路。AT89S52 单片机的工作电压范围为：4.5~5.5V，通常给单片机外接 5V 直流电源。连接方式为：

VCC (40 脚)：接电源+5V 端；

GND (20 脚)：接电源地端。

2. 振荡电路

振荡电路是单片机的“心脏”，为单片机的工作提供所需的时钟脉冲信号，控制着单片机的工作速度。振荡电路不动作，整个单片机电路就不能正常工作。AT89S52 常采用外接晶振的方式产生脉冲信号，在 XTAL1 (19 脚) 和 XTAL2 (18 脚) 一般外接 6MHz、12MHz 或 11.0592MHz 的石英晶体，最高可接 33MHz 的石英晶体，并在 18 脚和 19 脚分别对地接一个 15~33pF 的电容，通常选择 20pF、22pF 或 30pF。

3. 复位电路

复位电路产生复位信号，使单片机从初始状态开始工作。AT89S52 单片机的复位信号是高电平有效，通过 RST (9 脚) 输入。在图 1-1-5 中，电阻 R0 和电容 C1 构成上电自动复位电路；按钮 S1 实现手动复位，在单片机工作出现混乱或“死机”时，使用手动复位可实现单片机“重启”。

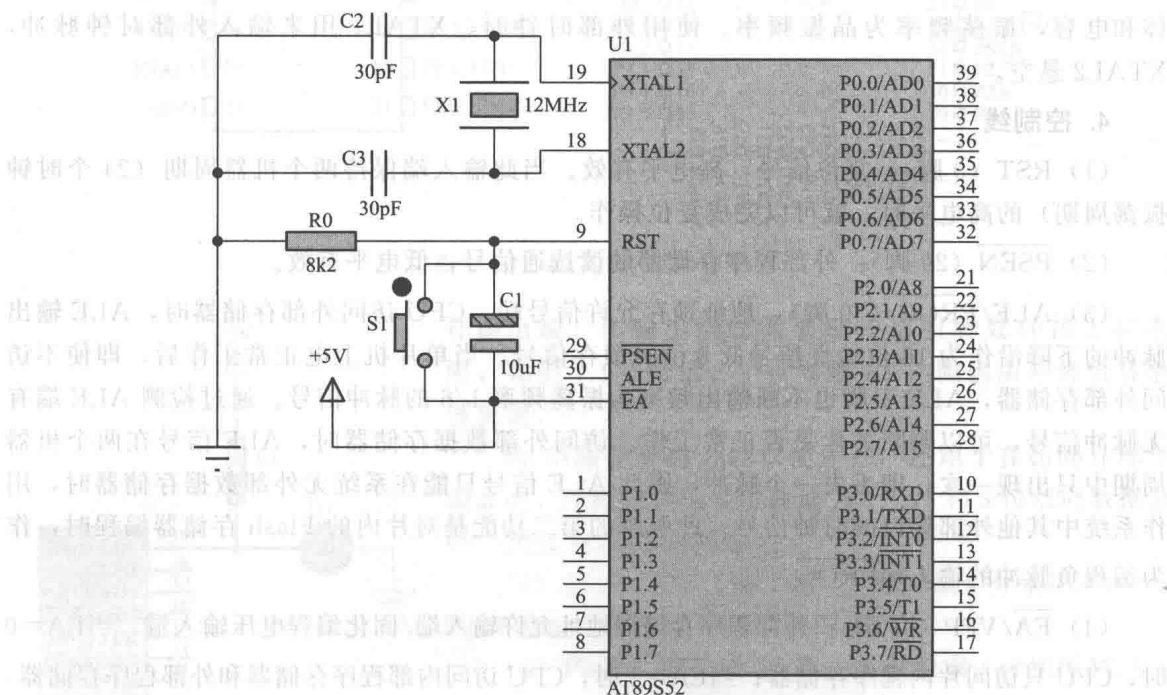


图 1-1-5 单片机的最小系统

任务实施



在 YL-236 实训装置上，将 MCU01 主机模块的 GND 和 +5V 与 MCU02 电源模块的 GND 和 +5V 分别相连，再将单片机的 ALE 端与示波器相连接，如果在示波器中观察到脉冲信号，则可初步判断单片机芯片是好的。

一、模块接线图

主机模块和电源模块之间的连接如图 1-1-6 所示。

二、实物接线图

在 YL-236 实训装置中，主机模块和电源模块之间的实物接线如图 1-1-7 所示。

三、实验效果图

将主机模块和电源模块正确连接后，用示波器观测单片机的 ALE 引脚，可见脉冲波形如图 1-1-8 所示。

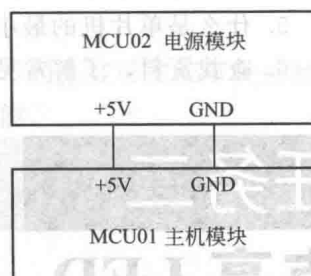


图 1-1-6 单片机芯片好坏接线图

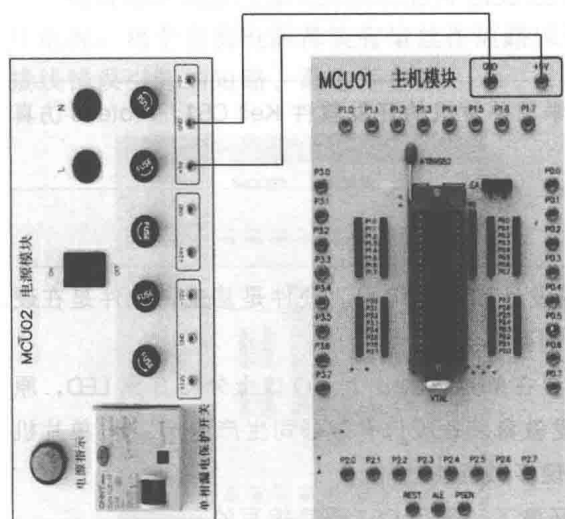


图 1-1-7 实物接线图

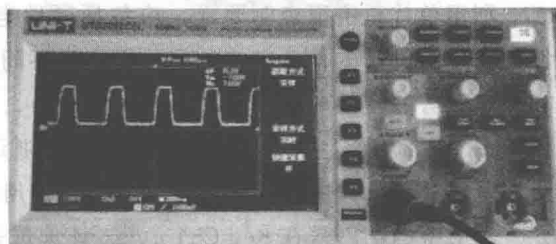


图 1-1-8 示波器观测脉冲波形图

任务考核评价

判断 AT89S52 单片机芯片好坏的任务考核评价见表 1-1-3。

表 1-1-3 任务考核评价表

评价内容	分值	评分标准	得分
硬件连接	10	模块选择错误，一处扣 3 分	
	20	导线连接错误，每处扣 3 分 导线连接不规范，每处扣 2 分	
示波器的使用	20	错误一处扣 4 分	
	30	调试一次不成功扣 10 分	
安全文明操作	20	违反安全操作规程，酌情扣 3~10 分	

拓展练习

1. AT89S52 单片机内部包含哪些主要逻辑功能部件？各有什么作用？

2. AT89S52 的 P0、P1、P2、P3 口分别对应哪些引脚?
3. AT89S52 的 P0~P3 作通用 I/O 输入数据时应注意什么?
4. 对单片机 AT89S52 的复位信号有什么要求?
5. 什么是单片机的最小系统? 包括哪些电路?
6. 查找资料, 了解常见的其他类型单片机。

任务二

点亮 LED

任务描述

利用单片机点亮 8 只 LED。通过完成本任务, 学习单片机的开发软件 Keil C51, Proteus 仿真软件和单片机的常用外围硬件电路。

任务分析

利用单片机实现控制要求, 应包括硬件电路的设计和软件编程。硬件是基础, 软件是在硬件的基础上设计的, 用来控制单片机实现不同的控制要求。

本任务的硬件电路除单片机最小系统外, 还需要在单片机的 8 个 I/O 口上外接 8 只 LED, 原理如图 1-2-1 所示。本书使用的实训设备是浙江亚龙教育装备股份有限公司生产的 YL-236 单片机实训考核装置, 其中包括很多模块, 配合使用可实现多种控制功能。

本书中的程序是在 Keil C51 μ Vision4 集成开发环境下, 采用 C51 语言编写的。

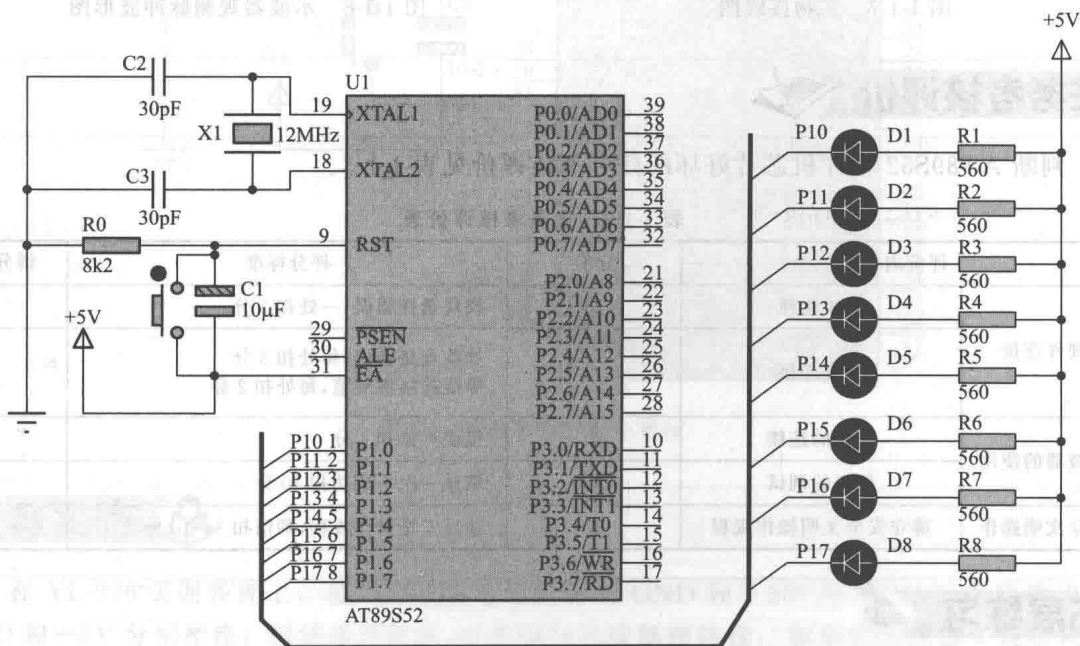


图 1-2-1 点亮 8 只 LED 的原理图

知识准备



一、单片机常用外围硬件电路

YL-236 型单片机实训考核装置共有 12 个模块，模块之间的不同连接可实现多种控制功能。本书主要学习其中的 8 个模块，下面先来了解一下它们的功能。

1. 主机模块 MCU01

主机模块如图 1-2-2 所示，它不仅具有单片机最小系统，还包含了全部 I/O 接口、RS232 串行通信接口、下载接口和蜂鸣器电路。

2. 电源模块 MCU02

电源模块如图 1-2-3 所示，它可以为整个实训装置提供 $\pm 5\text{V}$ 、 $\pm 12\text{V}$ 和 24V 的直流稳压电源，每个直流电源都装有熔丝作短路保护。电源模块安装了单相漏电保护开关，以避免接线错误引起的短路、漏电等事故。

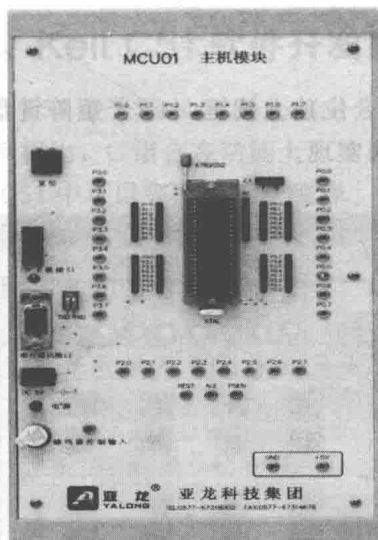


图 1-2-2 主机模块

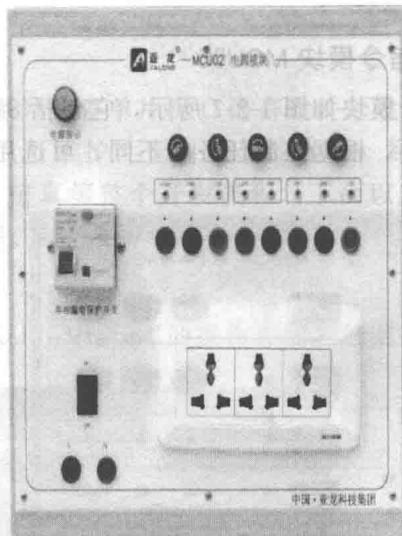


图 1-2-3 电源模块

3. 仿真器模块 MCU03

仿真器模块如图 1-2-4 所示，它用来模拟单片机的实际运行，供学习者对编写的程序进行实时在线的单步运行，方便编程和调试程序。

4. 显示模块 MCU04

显示模块如图 1-2-5 所示，包括 8 只 LED 灯，8 位 LED 数码管显示器， 32×16 点阵显示屏，1602 液晶显示屏，12864 液晶显示屏，可用来学习各种显示器的控制原理与编程方法。

5. 继电器模块 MCU05

继电器模块如图 1-2-6 所示，它包含 6 个独立的继电器，前两个继电器的接口可连接单相 220V 的交流电，该模块中采用了光电耦合器将 5V 电压和 12V 电压进行了隔离，具有保护芯片不受干扰的优点。



图 1-2-4 仿真器模块

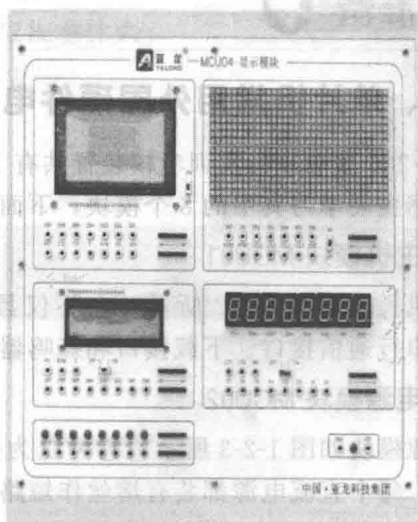


图 1-2-5 显示模块

6. 指令模块 MCU06

指令模块如图 1-2-7 所示，它包括 8 位钮子开关，8 位独立按键，4×4 矩阵键盘和 PS2 键盘接口，根据控制任务的不同，可选用不同的开关来实现。

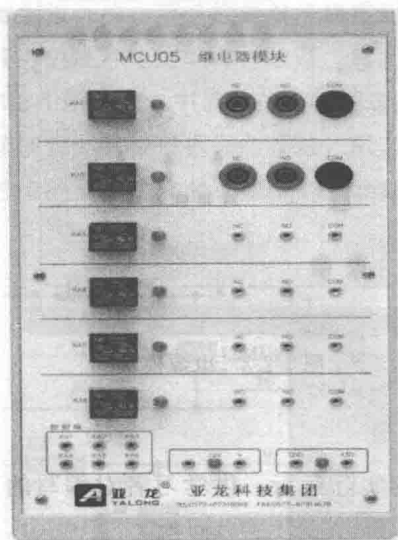


图 1-2-6 继电器模块

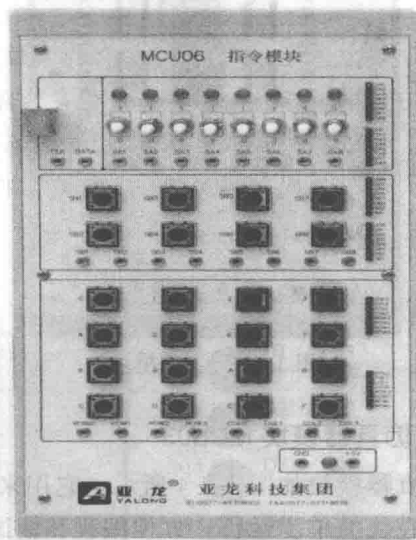


图 1-2-7 指令模块

7. 交、直流电动机模块 MCU08

交、直流电动机模块如图 1-2-8 所示，包括交、直流电动机各一台，在每个电机的硬件电路中都有一个控制继电器，可方便地控制电动机停止和动作。

8. 步进电机控制模块 MCU09

步进电机控制模块如图 1-2-9 所示，包括一台步进电机、步进电机驱动器、刻度尺和可调电位器。

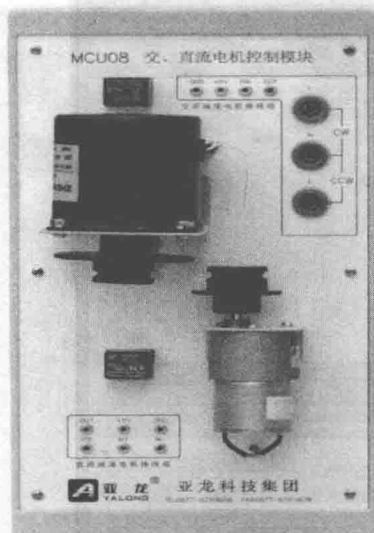


图 1-2-8 交、直流电动机模块

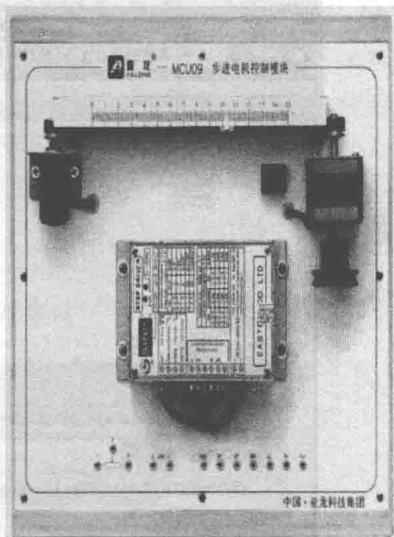


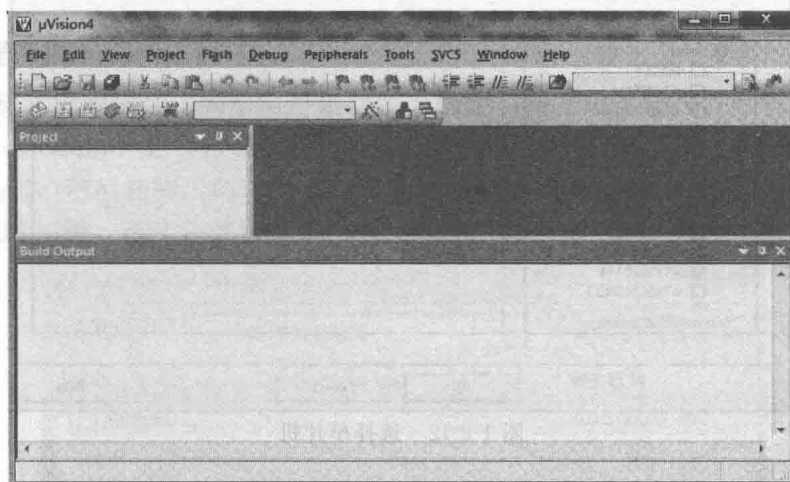
图 1-2-9 步进电机控制模块

二、Keil C51 软件开发系统

Keil C51 是美国 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容单片机 C 语言软件开发系统，与汇编语言相比，C 语言在功能上、结构性、可读性、可维护性上有明显的优势，易学易用。在 Keil C51 中可以完成编辑、编译、连接、测试、仿真等整个开发流程。下面以点亮一只 LED 为例，介绍如何建立一个 Keil C51 的应用程序。

1. 启动 Keil C51 软件

双击桌面上的 Keil μ Vision4 快捷图标，进入 Keil μ Vision4 的操作界面，如图 1-2-10。

图 1-2-10 Keil μ Vision4 的操作界面

2. 建立一个新工程

从主菜单上选择 Project 选项，在下拉菜单中选择 New μ Vision Project 命令，弹出一个新建工程对话框，如图 1-2-11 所示。根据提示输入工程文件名，并选择保存的位置，单击“保存”按钮。

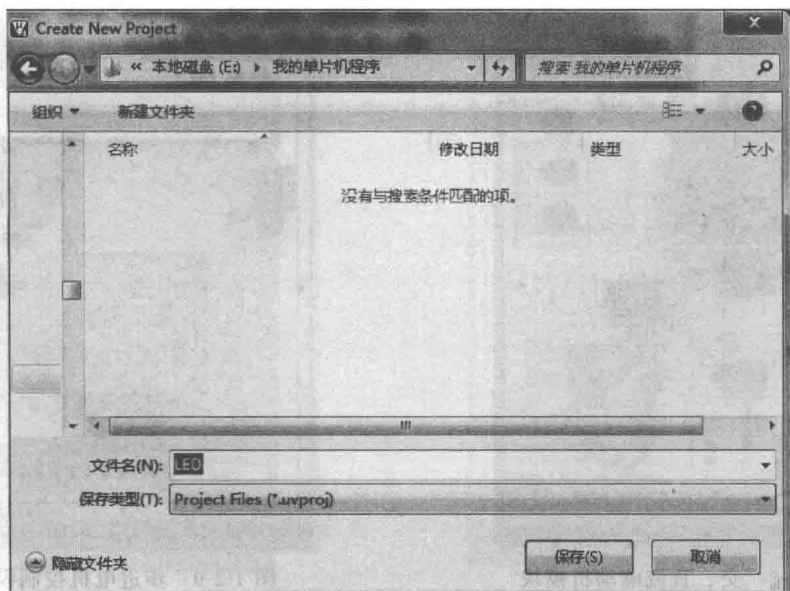


图 1-2-11 创建新工程

3. 选择单片机

建立工程后， μ Vision 会弹出选择器件对话框，如图 1-2-12 所示，这里选择 Atmel 公司生产的 AT89S52 单片机。单击“确定”按钮，就建好了一个工程。

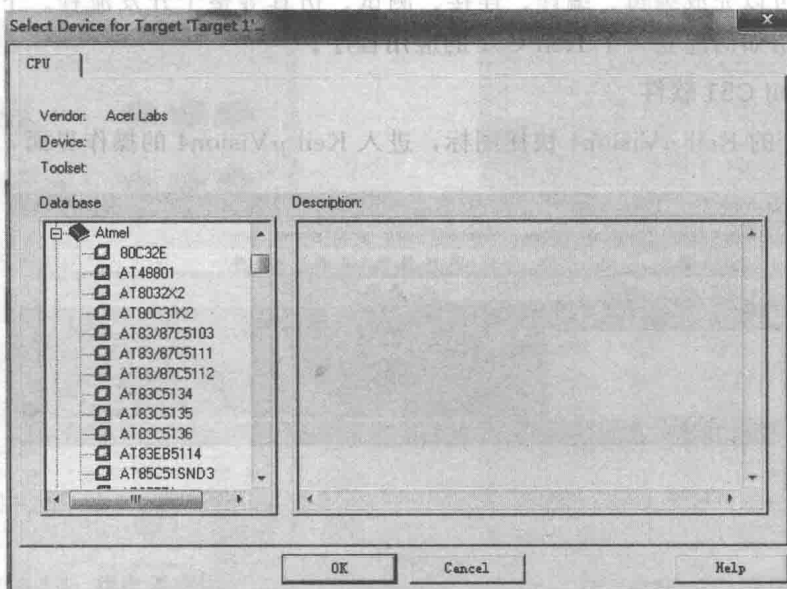


图 1-2-12 选择单片机

4. 编辑 C 程序

从菜单栏选择 File 菜单下的 New 命令，就可以在程序编辑窗口编写 C 文件了，如图 1-2-13 所示，或者把已有的 C 程序从其他地方直接复制到程序编辑窗口，然后进行编译。

在打开的 C 程序编辑窗口中，写入点亮 LED 的程序。然后选择 File 菜单下的 Save 命令，在弹出的对话框中给文件命名，文件名的后面加扩展名 .c，如点亮 LED.c，如图 1-2-14，单击“保存”按钮，编辑的 C 程序文件就会被保存。