



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

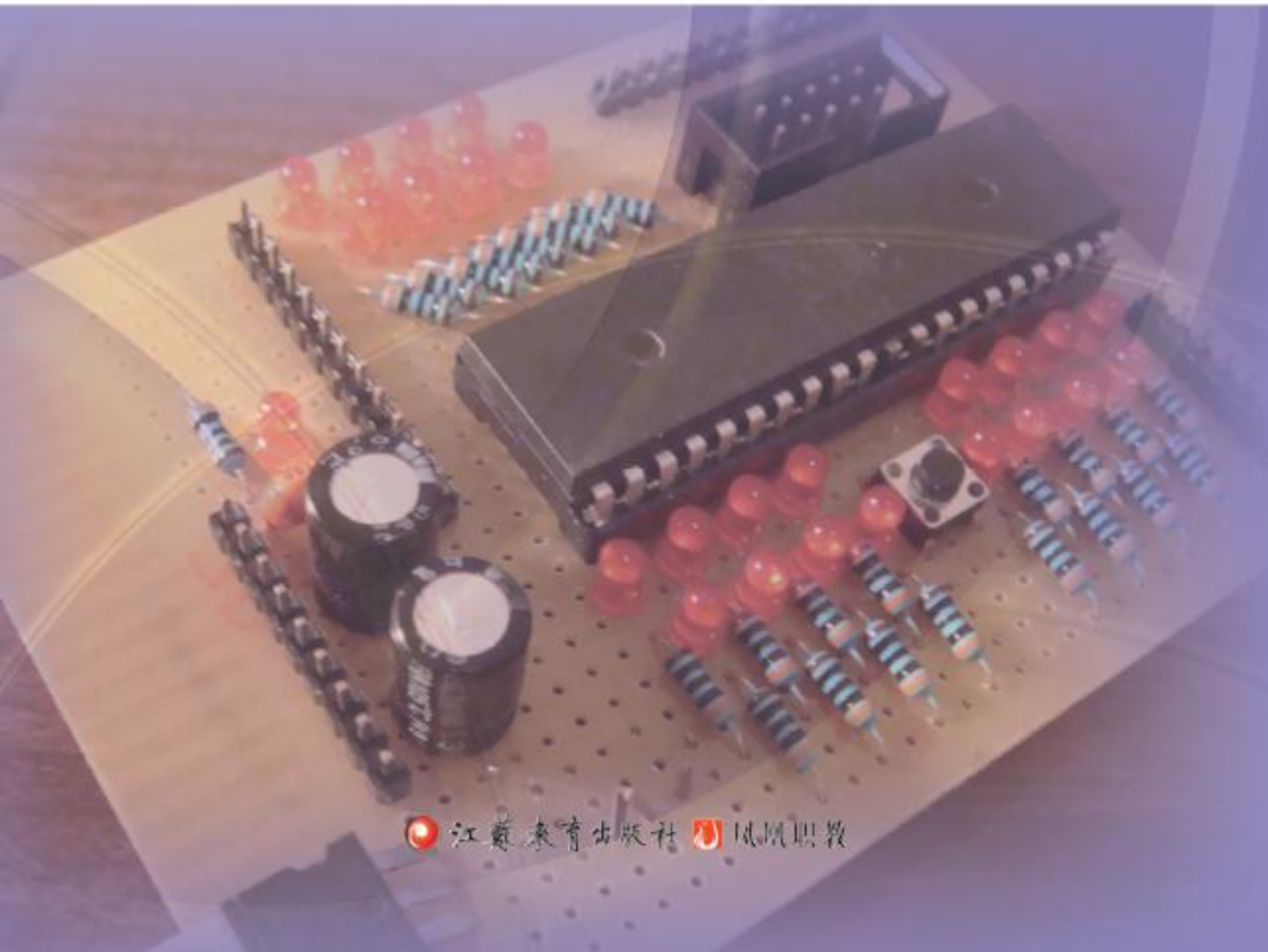
国家中职示范学校重点建设专业系列教材

单片机应用技术

DANPIANJI YINGYONG JISHU

○丛书主编 吴建宁

○主 编 张 平 李 焯



江苏教育出版社 凤凰职教



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

国家中职示范学校重点建设专业系列教材

单片机应用技术

DANPIANJI YINGYONG JISHU

主 编 张 平 李 焯

副主编 刘华勇 张进成 周 亮

编 者 （以姓氏笔画为序）

刘华勇 张 平 张进成

李 焯 宗 华 周 亮

周 慧 高 飞

内 容 简 介

本书根据电子技术应用专业培养电子技能型人才的目标及企业电子管理人才调研需求状况,基于典型工作情境,设置了闪烁报警灯、按键计数器、倒计时交通灯、直流电机调速、通信口应用与控制五个大项目的实施,来介绍单片机的应用。

本书可作为中、高职电子类专业的教材,也可作为电子产品生产和维修人员培训指导书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术 / 张平,李焯主编. —南京:江苏教育出版社,2013.8(2020.7重印)

ISBN 978-7-5499-1984-0

I. ①单… II. ①张…②李… III. ①单片微型计算机—中等专业学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第125391号

“十二五”职业教育国家规划教材

书 名 单片机应用技术

主 编 张 平 李 焯
责任编辑 杨小军
出版发行 江苏教育出版社
地 址 南京市湖南路1号A楼,邮编:210009
出 品 江苏凤凰职业教育图书有限公司
网 址 <http://www.ppve.cn>
印 刷 三河市鑫鑫科达彩色印刷包装有限公司
厂 址 河北廊坊市三河市李旗庄崔家窑
电 话 0316-3456566
开 本 787毫米×1092毫米 1/16
印 张 16.5
版 次 2013年8月第1版 2020年7月第10次印刷
标准书号 ISBN 978-7-5499-1984-0
定 价 34.50元
批发电话 025-83658830
盗版举报 025-83658873

图书若有印装错误可向当地经销商申请调换
提供盗版线索者给予重奖

国家中职示范学校重点建设专业系列教材

编写指导委员会

顾 问：沈 健 陈海燕 杨湘宁 孙真福
策 划：尹伟民 刘克勇 杨志霞 徐 宁 王巧林
主 任：杨 新
副主任：张荣胜 王国海 曹华祝 徐 忠 吴 魏
委 员：王稼伟 谢心鹏 陈志平 孙伟宏 甘志雄
许振华 张 波 张希成 马 松 吕成鹰
周 俊 王志强 潘晓群 张兵营 杨晓华
姜 峻 徐志方 黄学勇 王亮伟 杨建良
金玉书 缪世春 黄少基 陈乃军 李太云
邓立新 赵建康 芮新海 刘 波 秦榛蓁
缪正宏 王生宁 巫伟钢 孙秀华 王巍平
虞静东 季 军 黄 晨 葛伯炎 戴建坤
金同实 王胜发 王 伟 张圣琪 臧其林
庞志勤 刘 勇 黄熙宗 钱文玉 王慕启
徐祥华 陈大斌 冷耀明

总序

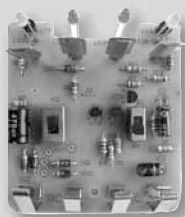
作为国家中等职业教育改革发展示范校建设的核心成果——国家中职示范学校重点建设专业系列教材终于出版了。它凝聚了示范校一线优秀教师和全国职教领域专家学者的心血,正是他们的专业智慧和辛勤劳动才使得这一艰难而浩繁的系统工程得以顺利完成。

这套系列教材无论在体例设计与逻辑架构上,还是在内容构成与呈现形式上,皆是务实与创造并重、规范与创新兼备,显示着编写者宽阔的视野和开阔的思路,予人耳目一新之感。在共建共享的合作机制下,编写人员克服“繁、难、散、旧”等传统教材编写过程中容易出现的通病,着力于“实”,尝试于“新”,指向于“活”。内容选择紧扣产业发展与企业用工需求,内容呈现方式也更加灵活。不仅给教师使用时提供了发挥与创造的空间,也让这套教材更具柔性,为教学活动提供了更为广阔自由的空间。同时,该系列教材还体现了专业与专业之间的叠加整合,甚至是异构融合。在系列化的整体架构下,相关专业之间可以顾盼呼应、相互支撑,从而在各自独立成书的基础上形成系列化、集成化、规模化的总体效应。

教材的设计编写要为提高教育教学质量服务。我们基于工作过程开发的以典型工作任务或案例为主体的项目化教材充分体现了“专业与产业对接、课程内容与职业标准对接、教学过程与生产对接”,教师要以开放的思维和姿态,充分利用教材中反映产业升级和技术进步的知识元素,调动学生内在的学习动力和发展潜力,引导学生在实践中学习,在学习中实践。此外,该系列教材中亦有许多与德育相关的教学资源。教师在教学中要引导学生树立正确的人生观、世界观、价值观,提高学生的道德水平和科学文化素养,让学校的课堂不仅是促进学生成才的平台,同样也是引领学生成人的园地。

我们相信,这套教材通过广大师生的创造性使用,一定会展现出自身的个性化魅力,有力促进示范校建设迈向更高的发展层次。同时,我们也真切地希望大家在使用中能及时反馈意见、提出建议,从而保证这套系列教材日臻完善。

前言



本书是国家中职示范学校重点建设专业系列教材之一,是中、高职电子类专业必修课程“单片机应用技术”的配套教材。教材贯彻执行了《教育部中等职业教育改革创新行动计划》和《教育部关于推进中等和高等职业教育协调发展的指导意见》,依据电子类职业资格标准和职业岗位调研,结合省级以上电工电子技能大赛方案,精选典型项目载体。

本教材是与相关行业与企业合作开发,充分利用教师的理论知识和企业专家的实践经验,在课程专家的指导下,由企业专家和专业教师共同制定教材大纲和实施计划,由教师和企业专家共同完成教材编写。以建设基于工作实践的项目化课程为最终目标,努力实现“五个对接”。教材的编写坚持“做中学、做中教”的理念,以学生为主体,注重职业核心能力的培养。

教材内容设计完全按照当前电子企业所面向的岗位定位、岗位工作任务定位和任务的职业能力定位,展开项目课程的开发。根据电子技术应用专业培养电子技能型人才的目标及企业电子管理人才调研需求状况,基于典型工作情境,本教材分成五个大项目,其中每个项目基于其不同方式又分成几个任务。

本教材以项目为单位组织教学,并以典型设备为载体,通过具体案例,按单片机项目

实施的顺序逐步展开,让学生在掌握技能的同时,引出相关专业理论知识,使学生在技能训练过程中加深对专业知识、技能的理解和应用,培养学生的综合职业能力,满足学生职业生涯发展的需要。

编 者

目 录

Contents

- 项目一 闪烁报警灯 / 001
 - 任务一 51 系列单片机及最小化系统 / 002
 - 任务二 点亮 LED 灯 / 009
 - 任务三 KEIL C 与 PROTEUS 基本使用 / 023
 - 任务四 LED 报警灯闪烁 / 050
 - 任务五 LED 报警灯制作与调试 / 057

- 项目二 按键计数器 / 074
 - 任务一 按键输入检测 / 075
 - 任务二 单只数码管显示 / 082
 - 任务三 多位数码管显示 / 093
 - 任务四 按键计数器制作与调试 / 103

- 项目三 倒计时交通灯 / 110
 - 任务一 按钮控制外部中断应用 / 111
 - 任务二 定时器控制数码管计时 / 124
 - 任务三 定时器中断实现倒计时交通灯控制 / 135
 - 任务四 倒计时交通灯制作与调试 / 144

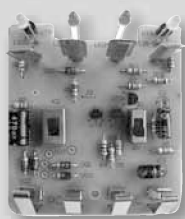
- 项目四 直流电机调速 / 147
 - 任务一 直流电机驱动及正反转控制 / 148
 - 任务二 采用 PWM 技术实现直流电机调速 / 157
 - 任务三 直流电机调速控制实训 / 166

- 项目五 通信口应用与控制 / 178
 - 任务一 单片机双向控制系统设计 / 179
 - 任务二 无线抄表系统的控制设计 / 195

- 附录 A C 语言的数据类型、运算符、表达式、常量与变量 / 212
- 附录 B C51 中常用的头文件 / 220
- 附录 C C51 程序的基本语句 / 221
- 附录 D 程序结构与函数 / 229
- 附录 E 数组、指针 / 234
- 附录 F 结构体、联合体和枚举 / 242
- 附录 G 预处理 / 246
- 参考文献 / 252

项目一

闪烁报警灯



项目介绍

一个大而复杂的模拟电路花费了你巨大的精力,繁多的元器件增加了你的成本。而现在,只需要一块很小的芯片,写入简单的程序,就可以使你以前的电路简单很多,这个芯片就是单片机。本次任务我们通过制作一个闪烁报警灯,来掌握单片机的基本知识,会用 C 语言编写程序并能读懂基本控制程序,并学会使用 KEIL C 等相关软件导入、编译并调试源程序,学会用 PROTEUS 等软件仿真等。

学习目标

- 了解 AT89S51 系列单片机基本知识。
- 掌握单片机最小化系统的构成条件及电路。
- 掌握 LED 基本知识,与单片机 I/O 口的连接,会画电路图。
- 掌握基本程序结构,读懂基本程序。

- 初步认识 KEIL C 与 PROTEUS 等软件,实现基本调试步骤。
- 掌握按功能模块设计子程序并按控制要求调用的结构化程序设计。
- 掌握单片机控制延时及延时子程序的编写方法。
- 学会 KEIL C 与 PROTEUS 仿真联调。

任务一 51 系列单片机及最小化系统



知识准备

单片机分类很多,但无论是从世界范围还是从全国范围来看,使用最为广泛的应属 Atmel 公司的 MCS-51 系列单片机。本次任务我们首先了解 AT89S51 单片机的基本知识,并构建一个最小系统电路,观察单片机是否工作。

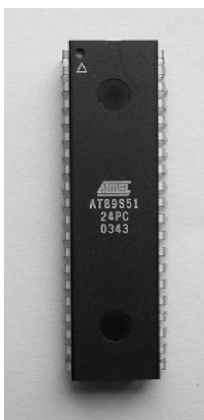


图1-1-1 AT89S51 单片机实物图

一、单片机的基本概念

单片微型计算机简称单片机,在有的书中也称单片微型控制器。它是把组成微型计算机的各种功能部件,包括 CPU、随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、基本输入/输出(Input/Output, I/O)接口电路、定时器/计数器等部分都制作在一块集成芯片上,构成一个完整的微型计算机,从而实现微型计算机的基本功能。图 1-1-1 就是我们这次任务中要了解的 AT89S51 单片机实物图。图 1-1-2 是其对应的封装图。

二、单片机发展史

第一代:20 世纪 70 年代后期,4 位逻辑控制器件发展到 8 位,使用 NMOS[N-channel Metal-Oxide Semiconductor(N 沟道金属氧化物半导体)]工艺(速度低、功耗大、集成度低)。代表产品有 MC6800、Intel8048。

第二代:20 世纪 80 年代初,采用 CMOS[Complementary Metal-Oxide-Semiconductor(互补金属-氧化物-半导体)]工艺,并逐渐被高速低功耗的 HMOS[High-speed Metal-Oxide-Semiconductor(高速金属氧化物半导体)]工艺代替。代表产品有 MC146805、Intel 8051。

第三代:近 10 年来,MCU(Multi-Chip Unit,多芯片单元)的发展出现了许多新特点:
(1) 在技术上,由可扩展总线型向纯单片型发展,即只能工作在单片方式。

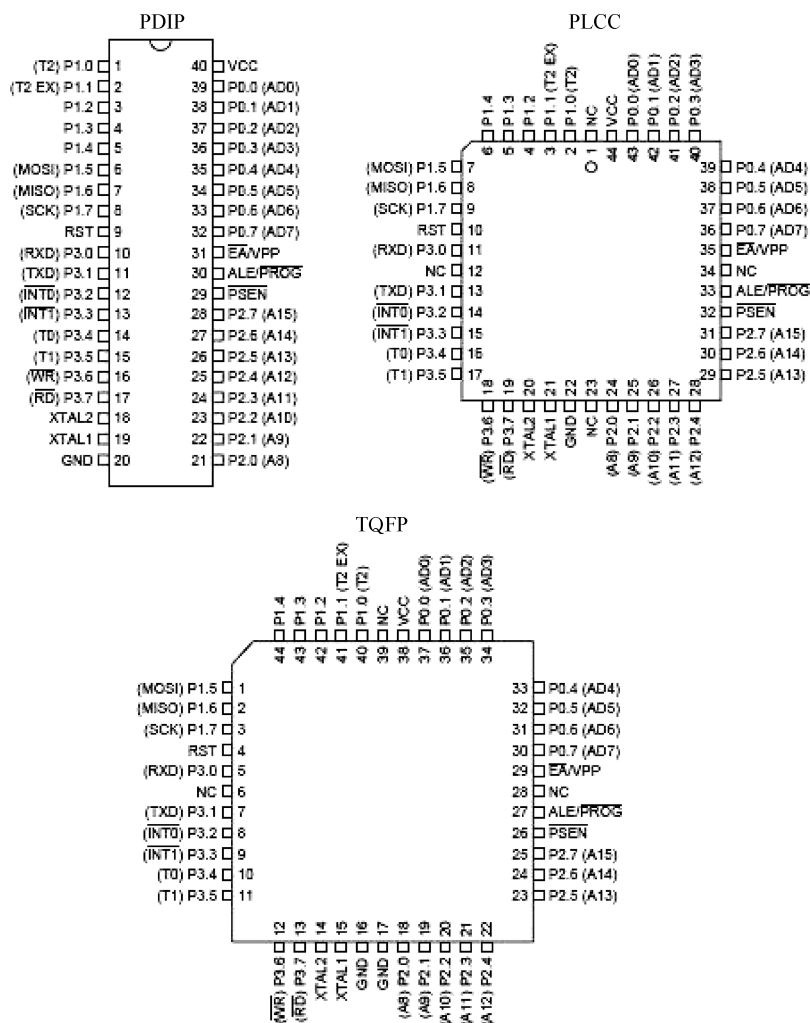


图 1-1-2 AT89S51 单片机封装图

- (2) MCU 的扩展方式,从并行总线型发展出各种串行总线。
 - (3) 将多个 CPU 集成到一个 MCU 中。
 - (4) 在降低功耗、提高可靠性方面,MCU 工作电压已降到 3.3 V。
- 第四代: FLASH 的使用,使 MCU 技术进入了第四代。

三、单片机的应用领域

单片机广泛应用于仪器仪表、家用电器、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。

1. 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点,广泛应用于仪器仪表中,结合不同类型的传感器,可实现诸如电压、功率、频率、温度、湿度、流量、速度、角度、

长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化,且功能比起采用电子或数字电路更加强大,如精密测量的设备功率计、示波器和各种分析仪等。

2. 在家用电器中的应用

可以这样说,现在的家用电器基本上都采用了单片机控制,从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩色电视机、音响视频器件,再到电子称量设备等,可以说无处不在。

3. 单片机在医用设备领域中的应用

单片机在医用设备中的用途亦相当广泛,如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等。

在大型电路中,这种模块化应用极大地缩小了体积,简化了电路,降低了故障率,也便于更换。此外,单片机在工商、金融、科研、教育、国防、航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

四、MCS-51 系列单片机

MCS51 是原先由美国 INTEL 公司生产的一系列单片机的总称,这一系列单片机包括了许多品种,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 MCS51 系列单片机,而 8031 是前些年在我国最流行的单片机,所以很多场合会看到 8031 的名称。INTEL 公司将 MCS51 的核心技术授权给了很多其他公司,所以有很多公司在做以 8051 为核心的单片机,当然,功能或多或少有些改变,以满足不同的需求,而本次任务选择的 AT89S51 单片机,就是采用 8051 为核心,由美国 Atmel 公司开发生产的。

五、AT89S51 单片机

AT89S51 是一个低功耗、高性能 CMOS 8 位单片机,片内含 4 k Bytes ISP(In-System Programmable)的可反复擦写 1 000 次的 Flash 只读程序存储器,器件采用 Atmel 公司的高密度、非易失性存储技术制造,兼容标准 MCS51 指令系统及 80C51 引脚结构,芯片内集成了通用 8 位中央处理器和 ISP Flash 存储单元,功能强大的微型计算机的 AT89S51 可为许多嵌入式控制应用系统提供高性价比的解决方案。AT89S××系列单片机实现了 ISP 下载功能,故而取代了 89C××系列的下载方式,也是因为这样,Atmel 公司已经停止生产 89C××系列的单片机,现在市面上的 AT89C××多是停产前的库存产品。

AT89S51 具有 40 个引脚,管脚图如图 1-1-3 所示,下面简单介绍一下这 40 个管脚。

① VCC: 供电电压。

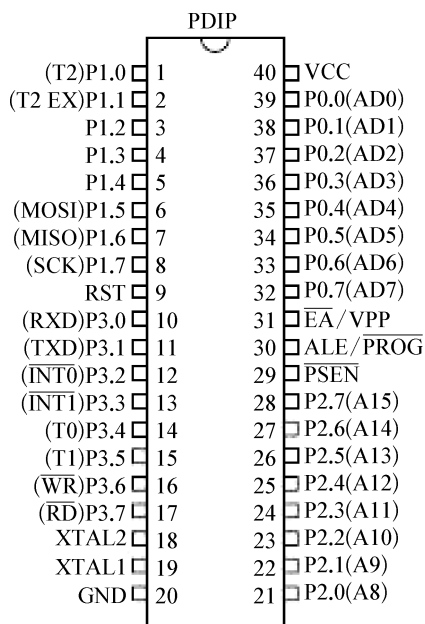


图 1-1-3 AT89S51 管脚图

② GND: 接地。

③ P0 口: P0 口为一个 8 位漏级开路双向 I/O 口, 每脚可吸收 8TTL 门电流。当 P1 口的管脚第一次写 1 时, 被定义为高阻输入。P0 能够用于外部程序数据存储器, 它可以被定义为数据/地址的第八位。在 Flash 编程时, P0 口作为原码输入口, 当 Flash 进行校验时, P0 输出原码, 此时 P0 外部必须被拉高。

④ P1 口: P1 口是一个内部提供上拉电阻的 8 位双向 I/O 口, P1 口缓冲器能接收输出 4TTL 门电流。P1 口管脚写入 1 后, 被内部上拉为高, 可用作输入, P1 口被外部下拉为低电平时, 将输出电流, 这是由于内部上拉的缘故。在 Flash 编程和校验时, P1 口作为第八位地址接收。

⑤ P2 口: P2 口为一个内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口, P2 口缓冲器可接收, 输出 4 个 TTL 门电流, 当 P2 口被写“1”时, 其管脚被内部上拉电阻拉高, 且作为输入。并因此作为输入时, P2 口的管脚被外部拉低, 将输出电流。这是由于内部上拉的缘故。P2 口当用于外部程序存储器或 16 位地址外部数据存储器进行存取时, P2 口输出地址的高 8 位。在给出地址“1”时, 它利用内部上拉优势, 当对外部 8 位地址数据存储器进行读写时, P2 口输出其特殊功能寄存器的内容。P2 口在 Flash 编程和校验时接收高 8 位地址信号和控制信号。

⑥ P3 口: P3 口管脚是 8 个带内部上拉电阻的双向 I/O 口, 可接收输出 4 个 TTL 门电流。当 P3 口写入“1”后, 它们被内部上拉为高电平, 并用作输入。作为输入, 由于外部下拉为低电平, P3 口将输出电流 (ILL), 这是由于上拉的缘故。P3. 0 RXD(串行输入口)、P3. 1 TXD(串行输出口)、P3. 2 /INT0(外部中断 0)、P3. 3 /INT1(外部中断 1)、P3. 4 T0(计时器 0 外部输入)、P3. 5 T1(计时器 1 外部输入)、P3. 6 /WR(外部数据存储器写选通)、P3. 7 /RD(外部数据存储器读选通)。P3 口同时为闪烁编程和编程校验接收一些控制信号。

⑦ RST: 复位输入。当振荡器复位器件时, 要保持 RST 脚两个机器周期的高电平时间。

⑧ ALE/PROG: 当访问外部存储器时, 地址锁存允许的输出现电平用于锁存地址的低位字节。在 Flash 编程期间, 此引脚用于输入编程脉冲。在平时, ALE 端以不变的频率周期输出正脉冲信号, 此频率为振荡器频率的 1/6。因此, 它可用作对外部输出的脉冲或用于定时目的。

⑨ /EA/VPP: 当 /EA 保持低电平时, 则在此期间外部程序存储器(0000H - FFFFH), 不管是否有内部程序存储器。注意加密方式为 1 时, /EA 将内部锁定为 RESET; 当 /EA 端保持高电平时, 此间内部程序存储器。在 Flash 编程期间, 此引脚也用于施加 12 V 编程电源(VPP)。

⑩ XTAL1: 反向振荡放大器的输入及内部时钟工作电路的输入。

⑪ XTAL2: 来自反向振荡器的输出。

六、单片机最小系统构成条件及电路

单片机最小系统是由单片机芯片外接时钟电路、复位电路、电源和接地构成的, 如图 1-1-4 所示。

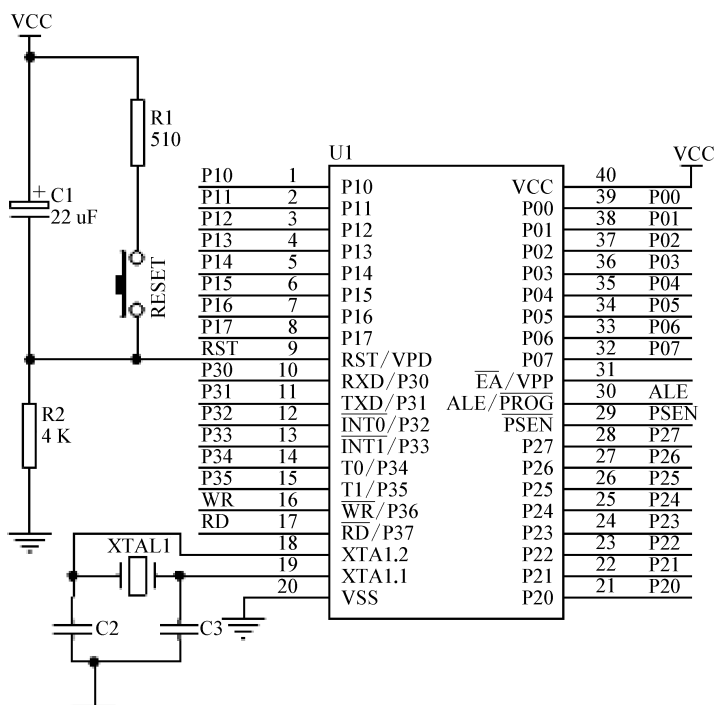


图 1-1-4 单片机最小系统

1. 复位电路

AT89S51 单片机复位的条件是：必须使 RST 引脚(9)加上持续两个机器周期(即 24 个振荡周期)的高电平。复位电路有很多，图 1-1-5 就是一个非常普遍的电路，若要复位只需按 RESET 键，此时电源 VCC 经电阻 R1、R2 分压，在 RESET 端产生一个复位高电压，当然 R1、R2 电阻要选择适当，在 RST 引脚出现高电平后的第二个机器周期执行复位。

2. 时钟信号引脚 XTAL1 和 XTAL2

当使用单片机内部振荡电路时，用来外接石英晶体和微调电容，XTAL1 是片内振荡电路反相放大器的输入端，XTAL2 是片内振荡电路反相放大器的输出端，振荡电路的频率就是晶体的固有频率。当使用外部时钟电路时，

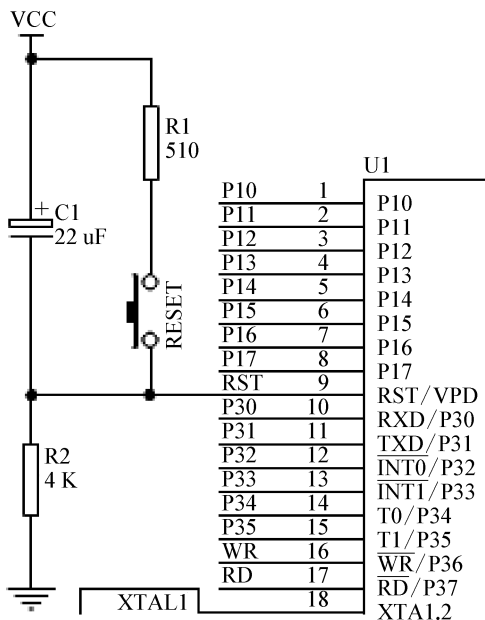


图 1-1-5 复位电路

XTAL2 接地，XTAL1 接外部时钟信号源，如图 1-1-6。在实际应用的时候我们一般选择内部时钟方式。

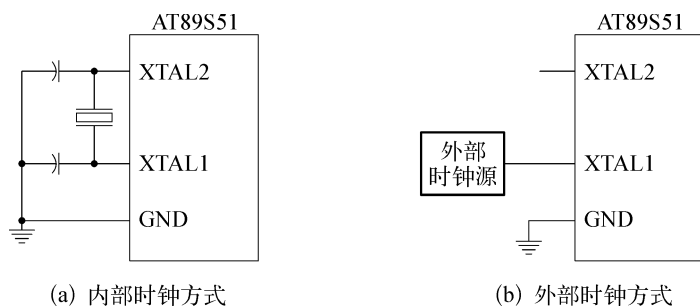


图 1-1-6 单片机晶振电路

七、单片机学习方法

在学习单片机之前,首先准备好必要的软、硬件设备,完善的学习条件才能带来高效的学习收获。硬件准备:计算机一台(奔腾级以上的家用计算机即可);烧写 51 单片机芯片的编程器一台;51 实验板一块(单片机实验的核心部分);有条件的话,再准备一台仿真器,它会给你的学习带来很大的方便,提高学习效率。

1. 实验板

首先,来看一下实验板的硬件资源,实验板的实物照如图 1-1-7 所示,在这块板子上我们完成相关简单电路的模拟。

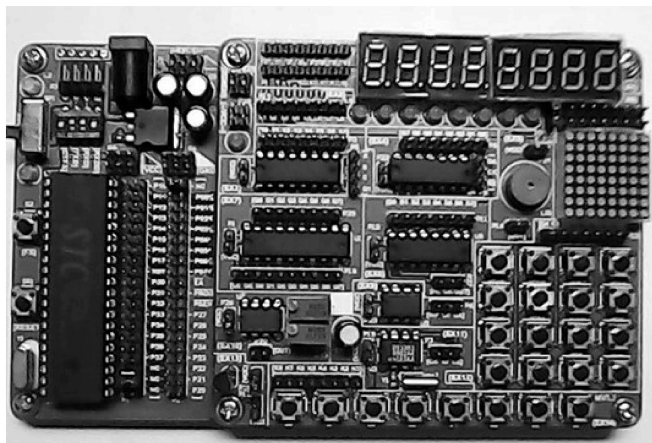


图 1-1-7 单片机实验板实物图

2. 仿真器

现在我们对实验板已经有所了解,但仅有实验板还是无法完成我们的实验过程,我们还需要通过仿真器与实验板相结合来调试程序。比如我们的程序有 50 行,假设代表了 5 个驱动硬件的动作,这时候如果有仿真器的话,我们可以让这 5 个动作一个个地去执行,也就是可以细致地分析一下整个程序在硬件中的具体工作过程。这样我们就可以了解程序中是否有问题存在,所以叫做仿真。使用仿真器就不必为了改程序而反复地烧写芯片,

同时可以使用单步运行、指定端点停止等功能,调试方面极为方便。仿真器的实物图如图 1-1-8 所示。在早些年前,因为 51 芯片的存储器是 EPROM 的,反复烧写的寿命非常有限,开发程序只能靠专业的昂贵的专业仿真器来完成,排除了所有错误之后再再将 HEX 或 BIN 文件一次写入单片机芯片内。现在有了内部含有闪存的单片机之后,才使反复烧写试验成为可能,但是也还是无法实现像仿真器那样的实时调试,学习效率自然要低很多了。



图 1-1-8 51 单片机仿真器实物图

仿真器可仿真 89C2051、89C51、89C52、89S51、89S52、89C58 等 MCS51 内核的单片机,直接支持 KEIL C51 的 IDE 开发仿真环境、RS232 通信接口,支持汇编、C 语言,混合调试。其兼容标准为:仿真器具备的资源是 P0、P1、P2、P3 的 32 个 I/O 口,64 k 程序空间,兼容 52 内核。

3. 编程器

当你使用仿真器和 51 实验板调试完程序后,最后一道工序就是将目标程序烧入芯片,我们通过使用编程器来完成这个步骤,通常也将编程器叫烧录器。图 1-1-9 所示为南京西尔特编程器烧写 51 单片机。



图 1-1-9 西尔特 280U 编程器



图 1-1-10 最小化系统



任务实施

观察单片机最小系统是否工作,如图 1-1-10,将单片机的 18 脚接入示波器,调整示波器的量程,观察示波器输出。

单片机有两个信号输入脚,一个是 19 脚(XTAL1),一个是 18 脚(XTAL2),对应单片

机内部的电路是高增益放大器。当外面接晶振的时候,19脚对应高增益放大器的输入端,18脚对应高增益放大器的输出端,会输出一个近似正弦波,这里需要注意的是晶振和电容在焊接的时候,要靠近18和19脚。



知识拓展

将示波器接在单片机的 ALE 引脚上,观察示波器的输出。



目标检测

1. 单片机由哪几个功能部件组成?
2. 简述单片机的发展史。
3. AT89S51 单片机的 4 个 I/O 口在使用上有哪些分工和特点?
4. AT89S51 的 P3 口第二功能有哪些?
5. 为了更好地学习单片机,往往需要准备必要的软、硬件设备,请问常用的硬件设备需要准备哪些?这些硬件设备有什么用途?

任务二

点亮 LED 灯



知识准备

本次任务我们将在 KEIL 软件中编写源程序,并在 Proteus 软件中仿真。具体要求为 AT89S52 单片机的 P0.7 引脚接发光二极管(LED)的阴极,点亮发光二极管,电路如图 1-2-1 所示。

通过本次任务的学习,掌握 LED 的基本知识,读懂实现单只 LED 点亮功能的程序,并掌握相关编译调试步骤。

一、LED 知识

发光二极管,也叫做 LED,是一种常用的指示器件,例如电源指示、工作指示等。有不少设备,往往采用发光二极管的闪烁来表示系统正常工作。发光二极管种类很多,如图 1-2-2 所示的是一种普通亮度发光二极管,其图形符号如图 1-2-3 所示,当在它的 A 和 K 两个电极加上合适的电压时,它就会亮起来,但是在接电源的时候,一定要串接一个电阻,用来控制