



哈尔滨职业技术学院

国家骨干高职院校建设项目成果 电气自动化技术专业

单片机控制技术

DANPIANJI KONGZHI JISHU

戚本志 主编



赠 电子 课 件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

国家骨干高职院校建设项目成果

单片机控制技术

主 编 戚本志

副主编 孙卫东 马 乐

参 编 刘万村 张 宇

主 审 刘卫民 蔡向东

机械工业出版社

本书是国家骨干高职院校哈尔滨职业技术学院电气自动化技术专业核心课程“单片机控制技术”的配套教材,本书是基于 CDIO 工程教育理念实施课程教学的需要,与企业人员共同研究编写而成的。本书主要针对单片机控制技术的应用,由浅入深地设计了控制台报警灯的设计与实现、LED 彩灯控制器的设计与实现、四路抢先器的设计与实现、工业计时器的设计与实现、串行呼号器的设计与实现和工业循迹小车的设计与实现六个项目,项目设置结合工程实际,注重项目设计与实现的过程,突出职业能力的培养,内容详实,图文并茂,实用性强。

本书既可作为高职高专院校电气自动化技术专业及其他机电类专业的教材,也可作为相关企业的培训教材和单片机应用系统工程项目开发人员的参考用书。

为方便教学,本书配有电子课件、模拟试卷及解答等,凡选用本书作为教材的学校,均可来电索取。咨询电话:010-88379375;电子邮箱:wangzongf@163.com。

图书在版编目(CIP)数据

单片机控制技术/戚本志主编. —北京:机械工业出版社,2015.3

国家骨干高职院校建设项目成果. 电气自动化技术专业

ISBN 978-7-111-49481-2

I. ①单… II. ①戚… III. ①单片微型计算机-计算机控制-高等职业教育-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 041326 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王宗锋 责任编辑:王宗锋

版式设计:霍永明 责任校对:张玉琴

封面设计:鞠 杨 责任印制:李 洋

北京华正印刷有限公司印刷

2015 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·16 印张·390 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-49481-2

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

哈尔滨职业技术学院电气自动化技术专业教材 编审委员会

主 任：王长文 哈尔滨职业技术学院院长

副主任：刘 敏 哈尔滨职业技术学院副院长

孙百鸣 哈尔滨职业技术学院教务处处长

雍丽英 哈尔滨职业技术学院电气工程学院院长

孙玉田 哈尔滨大电动机研究所副所长

委 员：刘卫民 哈尔滨职业技术学院电气自动化技术专业带头人

王莉力 哈尔滨职业技术学院教务处副处长

杜丽萍 哈尔滨职业技术学院电气工程学院教学总管

夏 暎 哈尔滨职业技术学院监测评定中心主任

王 雪 哈尔滨职业技术学院电气自动化技术专业教师

崔兴艳 哈尔滨职业技术学院电气自动化技术专业教师

戚本志 哈尔滨职业技术学院电气自动化技术专业教师

庞文燕 哈尔滨职业技术学院电气自动化技术专业教师

王天成 哈尔滨职业技术学院道路桥梁工程技术专业带头人

杨森森 哈尔滨职业技术学院焊接技术及自动化专业带头人

王卫平 杭州和利时自动化有限公司培训中心主任

唐雪飞 西门子(中国)自动化有限公司技术主管

专业教材编写说明

为更好地适应我国走新型工业化道路,实现经济发展方式转变、产业结构优化升级,建设人力资源强国发展战略的需要,国家教育部、财政部继续推进“国家示范性高等职业院校建设计划”实施工作,2010年开始遴选了100所左右国家骨干高职院校,创新办学体制机制,增强办学活力;以提高质量为核心,深化教育教学改革,优化专业结构,加强师资队伍建设和完善质量保障体系,提高人才培养质量和办学水平;深化内部管理运行机制改革,增强高职院校服务区域经济社会发展的能力。

哈尔滨职业技术学院于2010年11月被教育部、财政部确定为国家骨干高职院校建设单位,创新办学体制机制,在推进校企合作办学、合作育人、合作就业、合作发展的进程中,以专业建设为核心,以课程改革为抓手,以教学条件建设为支撑,全面提升办学水平。电气自动化技术专业及专业群是国家骨干高职院校中央财政支持的重点专业,本专业借鉴世界先进的CDIO工程教育理念,与哈尔滨博实自动化设备有限公司等企业合作,创新“订单培养、德技并重”的人才培养模式,在人才培养的整个过程中,注重培养学生的职业道德、专业核心技术和岗位核心技能,学生在掌握扎实的理论知识和熟练的岗位技能的同时,具备良好的人文素养和职业素质,高超的系统工程技术能力,尤其是项目的构思、设计、实现和运行能力,以及较强的自学能力、组织沟通能力和协调能力。本专业通过毕业生跟踪调查,确定专业职业岗位(群)。通过调研,深入分析专业岗位(群),提炼出本专业的职业岗位核心能力,明确岗位对毕业生的知识、能力、素质具体需求,形成电气自动化技术专业人才培养质量要求和《电气自动化技术专业岗位调研报告》。围绕电气自动化技术专业电气技术、工业控制器技术、自动化系统集成技术三个核心技术,结合注重培养学生具有良好的可持续发展能力,与CDIO工程理念对接,创新构建注重专业核心技术和岗位核心技能培养的项目导向课程体系,以“机床电气设备及升级改造”、“单片机控制技术”、“电机与变频器安装和维护”、“PLC控制系统的设计与应用”、“工业现场控制系统的设计与调试”、“供配电技术”、“自动化生产线安装与调试”7门核心课程改革为龙头带动专业核心课程建设。

CDIO工程教育理念是近年来国际工程教育改革的最新成果,它以产品研发到运行的生命周期为载体,让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程的理论、技术与经验。CDIO工程教育在高职院校开展较少,适用于CDIO项目式课程教学的高职教材更少。本专业在试点班级进行核心课程改革实施运行,课程实行“做中学”、“学中做”、“教、学、做一体化”教学模式,根据课程教学目标及课程标准要求安排若干个三级项目。学生3~4人构成团队,在项目实施的过程中,学生以团队内合作、团队间协作加竞争的方式进行自主探究式学习,教师仅起指导作用,促使学生完成构思、设计、实现和运行(CDIO)的全过程,每一组在项目完成后都要向全班作汇报,老师、同学要根据完成情况进行评价。本专业在核心课程改革试点总结的基础上,凝练课程改革成果,校企合作开发了《机床电气设备及升级改造》、《单片机控制技术》、《电机与变频器安装和维护》、《PLC控制系统的设计与应用》、《工业现场控制系统的设计与调试》、《供配电技术》、《自动化生产线安装与



调试》等7部CDIO项目式系列教材。为了更好地满足CDIO项目式课程教学需要,本系列教材均以生产实际项目为典型案例进行编写。项目实施过程按照构思、设计、实现、运行(CDIO)4个基本环节进行,注重核心技术和岗位技能的培养,重点突出对学生职业技能的培养,使学生具有良好的人文素养、职业素质、就业能力以及具备可持续发展能力,满足社会与企业对高端技能型人才的需要,最大限度地实现学校与企业的零距离对接。

哈尔滨职业技术学院电气自动化技术专业教材编审委员会

前言

随着国家骨干高职院校重点专业建设的深入和社会对高等职业教育应用型人才需求的增长,高等职业教育教学改革不断深化,编写高职特色教材已成为当前高等职业院校教学改革中的重要内容。

本书是根据教育部高等职业院校教育教学改革精神,按照高职院校高端技能型人才培养要求,为适应电气自动化技术专业“订单培养、德技并重”人才培养模式,满足电气自动化技术专业核心课程“单片机控制技术”课程改革需要而编写的。

本书是国家骨干高职院校哈尔滨职业技术学院重点建设专业——电气自动化技术专业 CDIO 课程体系改革和建设的成果,是“单片机控制技术”课程的配套教材。“单片机控制技术”是电气自动化技术专业注重专业核心技术和岗位核心技能培养的项目导向课程体系中的一门重要的专业核心课程,整个教学过程中的项目均按照 CDIO(构思、设计、实现、运行)四个步骤实施。

本书以电气自动化技术职业岗位需求为导向,采用了国外先进的 CDIO 工程教育理念,本着“学生主体、工学结合、项目导向”的开发思路,密切结合企业的实际需求,精选教学内容,突出实践应用,重在培养学生单片机应用系统工程项目开发设计的职业能力。本书适用于“项目导向、任务驱动”的教学模式,适用于采用“教、学、做”一体化的教学形式进行授课,在使用过程中教材内容可根据专业和教学条件进行取舍。本书配备多媒体辅助教学资源包,包含电子课件、电子教案、图片库、动画库、视频库等,为教师授课和学生学习提供有效的网络教学资源平台。

本书面向单片机控制技术的应用,由浅入深地设计了控制台报警灯的设计与实现、LED 彩灯控制器的设计与实现、四路抢先器的设计与实现、工业计时器的设计与实现、串行呼号器的设计与实现和工业循迹小车的设计与实现六个项目,针对单片机的引脚功能、并行通信、中断系统、定时器、串行通信、外围电路扩展等的应用能力进行训练。每个项目包括项目构思、项目设计、项目实现、项目运行、知识拓展和工程训练六个部分,突出培养学生对单片机控制技术的实践能力。

本书共六个项目,编写分工如下:哈尔滨职业技术学院戚本志编写了项目二和项目三;哈尔滨优培电气有限公司孙卫东负责本书项目的选取工作,编写了项目四的项目实现、项目运行部分;哈尔滨职业技术学院马乐编写了项目四其他部分和项目五;哈尔滨职业技术学院的张宇编写了项目一和附录 A;哈尔滨职业技术学院刘万村编写了项目六和附录 B;全书由戚本志统稿。本书由哈尔滨职业技术学院电气自动化技术专业带头人刘卫民和新中新电子集团蔡向东主审,他们提出了许多宝贵建议,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中,得到了哈尔滨职业技术学院刘敏副院长、教务处孙百鸣处长、教务处王莉力副处长、监测评定中心夏曦主任、电气工程学院雍丽英院长的关注和指导,他们提出了许多宝贵意见和建议,在此特表示衷心的感谢!

目 录

专业教材编写说明

前言

项目一 控制台报警灯的设计与实现	1
【项目构思】	1
一、项目分析	2
二、单片机的认知	2
【项目设计】	5
一、单片机最小系统设计	5
二、报警灯驱动电路设计	9
三、报警灯程序流程图设计	10
【项目实施】	17
一、源程序的编写、编译与调试	17
二、报警灯的 Proteus 仿真实现	21
三、实际硬件电路搭建及系统调试	27
【项目运行】	31
【知识拓展】	32
一、硬件知识拓展	32
二、软件知识拓展	42
【工程训练】	56
项目二 LED 彩灯控制器的设计与实现	58
【项目构思】	58
一、项目分析	59
二、逻辑运算与移位类指令	59
【项目设计】	63
一、LED 彩灯控制器的电路设计	63
二、程序流程图设计	63
【项目实施】	64
一、源程序的编写、编译与调试	65
二、硬件电路仿真	66
三、实际硬件电路搭建及系统调试	67
【项目运行】	68
【知识拓展】	69
一、算术运算类指令	69
二、位操作类指令	73
三、单片机 C51 语言基础	79



【工程训练】	86
项目三 四路抢先器的设计与实现	88
【项目构思】	89
一、项目分析	89
二、中断系统	89
【项目设计】	92
一、键盘接口电路设计	92
二、LED 显示接口电路设计	95
三、四路抢先器的电路设计	97
四、中断处理程序设计	98
五、程序流程图设计	105
【项目实施】	106
一、源程序的编写、编译与调试	106
二、硬件电路仿真	108
三、实际硬件电路搭建及系统调试	110
【项目运行】	111
【知识拓展】	112
一、C51 的运算符及表达式	112
二、C51 控制语句	115
三、C51 中断服务函数的定义方法	116
【工程训练】	118
项目四 工业计时器的设计与实现	120
【项目构思】	120
一、项目分析	121
二、定时器/计数器的控制	122
【项目设计】	124
一、计时器电路设计	124
二、定时器的工作方式	124
三、程序流程图设计	136
【项目实施】	137
一、源程序的编写、编译与调试	137
二、硬件电路仿真	139
三、实际硬件电路搭建及系统调试	140
【项目运行】	143
【知识拓展】	144
一、C51 语言的构造数据类型	144
二、指针类型	145
三、定时器/计数器 C51 编程实例	145
【工程训练】	147
项目五 串行呼号器的设计与实现	149



【项目构思】	149
一、项目分析	149
二、串行通信方式	150
【项目设计】	154
一、呼号系统硬件设计	154
二、程序流程图设计	160
【项目实施】	164
一、源程序的编写、编译与调试	164
二、串行呼号器的 Proteus 仿真实现	172
三、实际硬件电路搭建及系统调试	174
【项目运行】	175
【知识拓展】	176
一、计算机的串行通信口	176
二、串行口的通信检测	177
【工程训练】	178
项目六 工业循迹小车的设计与实现	180
【项目构思】	180
一、项目分析	181
二、C51 语言程序设计	182
【项目设计】	186
一、循迹小车的硬件设计	186
二、程序流程图设计	190
【项目实施】	194
一、源程序的编写、编译与调试	194
二、工业循迹小车的硬件电路仿真	203
三、实际硬件电路搭建及系统调试	207
【项目运行】	209
【知识拓展】	211
一、单片机系统总线	211
二、程序存储器扩展	212
三、数据存储器扩展	216
四、简单并行 I/O 口扩展	218
【工程训练】	220
附录	223
附录 A 单片机的产生与发展	223
附录 B 信息的表示与存储	229
附录 C CDIO 项目报告书模板	241
参考文献	243



项目一

控制台报警灯的设计与实现

项目名称	控制台报警灯的设计与实现	参考学时	12 学时
项目引入	控制台报警灯广泛应用于机床生产、化工生产、电力设备、电讯设施、冶金、航空制造等多方面工业生产监控装置电路中。在工业生产过程中,当生产现场发生材料供应中断、生产设备故障、火灾等紧急情况时,报警传感器检测到的危险信号可以传送到工厂生产监控室的控制台启动报警电路,发出报警信号,达到报警目的,为实现工业生产远程监视、快速寻找故障点、紧急进行事故处理提供了便利条件。		
项目目标	1. 掌握单片机的基本组成和外部引脚功能; 2. 掌握单片机的定义、分类、发展和应用; 3. 掌握数据传送类、控制转移类指令的应用; 4. 具备熟练运用数据传送类、控制转移类指令的能力; 5. 具备单片机最小系统设计的能力; 6. 具备编写报警灯程序和进行程序调试的能力; 7. 具备获取新信息和查找相关资料的能力; 8. 具备按照要求进行项目设计及优化决策的能力; 9. 具备项目实施及解决问题的能力; 10. 具备良好的沟通能力和团队协作能力; 11. 具备良好的工艺意识、标准意识、质量意识和成本意识。		
项目要求	设计一个控制台报警灯单片机控制系统,硬件系统由单片机最小系统与1个发光二极管控制电路组成,通过程序设计实现报警功能,报警灯按规定的时间亮灭,起到报警的作用。项目具体要求如下: 1. 制订项目工作计划; 2. 完成硬件电路图的绘制; 3. 完成软件流程图的绘制; 4. 完成源程序的编写与编译工作; 5. 完成系统的搭建、运行与调试工作。		
项目实施	构思 (C): 项目构思与任务分解,建议参考学时为3学时; 设计 (D): 硬件设计与软件设计,建议参考学时为3学时; 实现 (I): 仿真调试与系统制作,建议参考学时为4学时; 运行 (O): 系统运行与项目评价,建议参考学时为2学时。		

【项目构思】

单片机应用系统是以单片机为核心,配以相应的外围电路和软件,能实现某种功能的应用系统,它由硬件部分和软件部分组成。硬件是系统的基础,软件是针对硬件资源而编写的

程序,软硬件配合实现应用系统所要完成的任务目标。

单片机应用系统的研制过程主要包括总体构思、硬件设计、软件设计、仿真实现、调试运行等几个阶段。图 1-1 为单片机应用系统的研发过程框图。单片机应用系统一般要求可靠性好、系统具有自诊断功能、操作维修方便、性价比高。这些要求在进行应用系统设计的过程中要根据不同的需要和应用场合予以考虑。

在单片机应用系统中,利用单片机引脚的高低电平变化对外部部件实现控制的情况十分普遍,这也是单片机最基本的应用之一。

一、项目分析

报警灯也称为信号指示灯、警报器灯,是一种在生产生活中十分常见的通过光线亮灭来向人们发出示警信号的装置,如图 1-2 所示。

本项目要求是点亮一盏 LED,LED 的亮度适中,延时一段时间后熄灭 LED,再延时一段时间,以此循环往复。这里点亮 LED 是所需要完成的功能,LED 亮度适中和持续时间适中是这一功能所需要达到的具体指标。

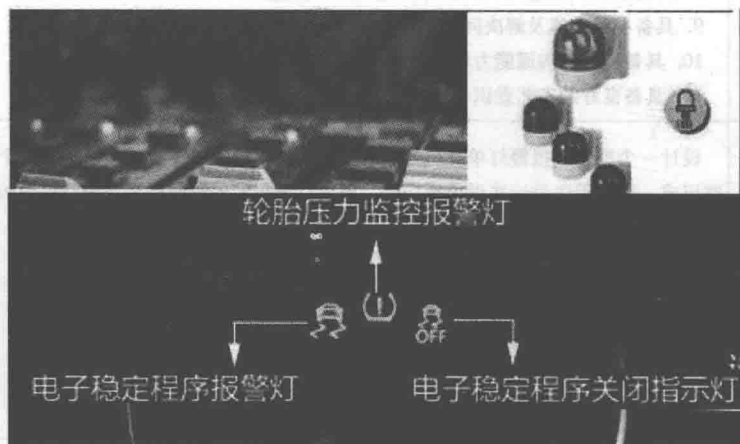
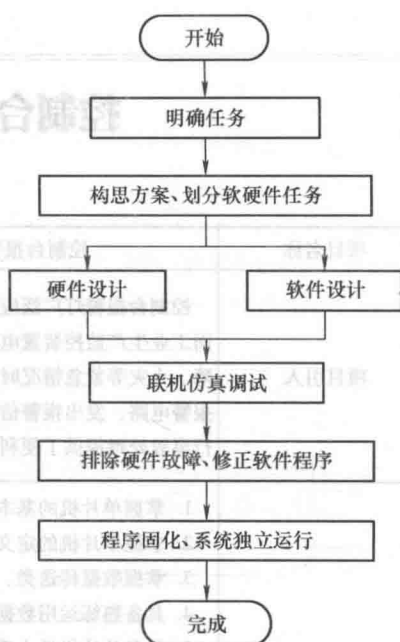


图 1-2 控制台报警灯



让我们首先了解一下单片机吧!

二、单片机的认知



单片机由哪几部分组成呢?

单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer) 是大规模集成电路技术发展的产物,它



将中央处理器 (CPU)、存储器 (ROM/RAM)、输入/输出接口、定时器/计数器等主要部件集成在一片芯片上, 又称为单片机或微控制器。目前单片机是计算机家族中重要的一员。单片机配上适当的外围设备和软件, 便可构成单片机应用系统。单片机具有集成度高、体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化、使用方便、价格低和抗干扰能力强等特点, 被广泛应用于工农业生产、国防、科研及日常生活等各领域。

早期的单片机都是 4 位或 8 位的, 其中最成功的是 Intel 的 8031, 因为简单可靠且性能不错获得了好评, 此后在 8031 基础上发展出了 MCS-51 系列单片机。MCS-51 系列单片机在功能上有基本型和增强型两类, 用芯片型号的末位数来进行区分, 即 1 为基本型, 2 为增强型, 如 8031/8051/8751 为基本型, 8032/8052/8752 为增强型。8031、8051 和 8751 的结构基本相同, 其主要差别反映在存储器的配置等方面, 见表 1-1。在制造技术上, MCS-51 系列单片机按两种工艺生产: 一种是 HMOS 工艺 (高密度短沟道 MOS 工艺), 另一种是 CHMOS 工艺 (互补金属氧化物半导体的 HMOS 工艺)。CHMOS 是 CMOS (互补金属氧化物半导体) 和 HMOS 的结合, 它既保持了 HMOS 高速的和高密度的特点, 又具有 CMOS 低功耗的特点, 如 8051 功耗约为 630mW, 而 80C51 的功耗只有 120mW。在产品型号中凡带有字母 C 的芯片即为 CHMOS 芯片, 不带有字母 C 的即为 HMOS 芯片。

表 1-1 MCS-51 系列单片机技术参数表

子系列	片内 ROM 形式			片内 ROM	片内 RAM	寻址范围	I/O 特性			中断源
	无	ROM	EPROM				定时器	并行口	串行口	
51 子系列	8031	8051	8751	4KB	128B	2×64KB	2×16	4×8	1	5
	80C31	80C51	87C51	4KB	128B	2×64KB	2×16	4×8	1	5
52 子系列	8032	8052	8752	8KB	256B	2×64KB	3×16	4×8	1	6
	80C32	80C52	87C52	8KB	256B	2×64KB	3×16	4×8	1	6

由于单片机在各领域正得到越来越广泛的应用, 世界上许多集成电路生产厂家相继推出了各种类型的单片机。在单片机家族的众多成员中, MCS-51 系列单片机以其优越的性能、成熟的技术及高可靠性和高性价比, 迅速占领了工业测控和自动化工程应用的主要市场, 成为国内单片机应用领域中的主流。目前 Atmel (爱特梅尔)、Philips (飞利浦)、Winbond (华邦)、Dallas、Siemens、STC 等公司都推出了基于 MCS-51 单片机的兼容机型, 产品众多, 因此有时也将所有具有兼容 Intel 8051 指令系统的单片机统称为 51 系列单片机, 它们具有相同的基本内核。当前随着 Flash Rom 技术的发展, 51 系列单片机取得了长足的发展, 应用广泛, 在目前乃至今后很长的一段时间内将占据大量市场。当前国内通常使用的 51 系列单片机是 Atmel 公司的 AT89 系列单片机产品, 其在功能上较之 8051 也有一定的扩展, 比如说 AT89S 系列都支持在线可编程 (In-System Programming, ISP) 功能, AT89S52 系列增设了内部看门狗 (Watchdog Timer, WDT) 功能。

单片机是一种采用超大规模集成电路技术把中央处理器 (CPU)、随机存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、多种 I/O 口和中断系统、定时器/计数器等功能集成到一块硅片上构成的一个小而完善的计算机系统。MCS-51 单片机的结构框图如图 1-3 所示。

各大功能部件为:

1 个由运算器和控制器组成的 8 位中央处理器 CPU; 4KB (52 子系列为 8KB) 的片内程

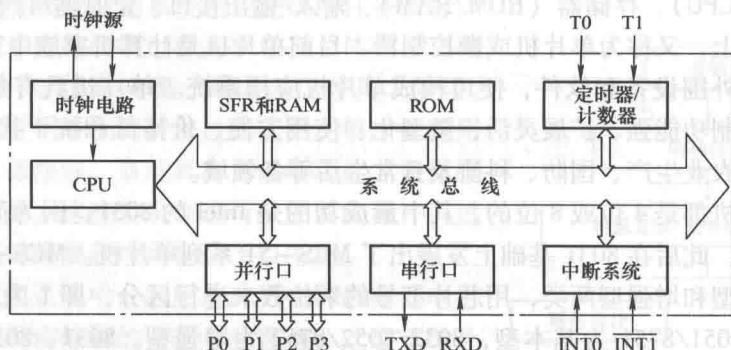


图 1-3 MCS-51 单片机的结构框图

程序存储器 ROM；128B（52 子系列为 256B）的片内数据存储器 RAM；128B 特殊功能寄存器区 SFR；2 个（52 子系列为 3 个）16 位定时器/计数器 T0、T1；1 个可编程全双工串行通信接口；4 个 8 位输入/输出接口 P0～P3；1 个由 5 个中断源（52 子系列为 6 个）构成的中断系统；1 个片内振荡器及时钟电路。

1. 中央处理器

中央处理器（CPU）是单片机的运算控制中心，完成运算和控制功能，由运算器和控制器组成。CPU 字长有 4 位、8 位、16 位和 32 位之分，字长越长运算速度越快，数据处理能力也越强。8051 单片机的 CPU 字长为 8 位，能处理 8 位二进制数或指令代码。

（1）运算器 运算器由 8 位算术逻辑运算单元（Arithmetic Logic Unit, ALU）、8 位累加器（Accumulator, ACC）、8 位寄存器 B、程序状态字寄存器（Program Status Word, PSW）、8 位暂存寄存器 TMP1 和 TMP2 等组成。运算器的功能是进行算术运算和逻辑运算，例如，能完成加、减、乘、除、加 1、减 1 等算术运算和与、或、异或等逻辑操作，并将操作结果的状态信息送至状态寄存器。

（2）控制器 控制器主要由程序计数器 PC、指令寄存器 IR、指令译码器 ID、堆栈指针 SP、数据指针 DPTR、时钟发生器及定时与控制逻辑电路等部件组成，能根据不同的指令产生相应的操作时序和控制信号，控制单片机各部分的运行。PC 是一个 16 位计数器，具有自动加 1 功能，用来存放即将要执行指令的单元地址，CPU 执行指令时，根据 PC 中地址值从程序存储器中读取的指令代码送入指令寄存器，经译码后由定时与控制逻辑电路发出相应的控制信号完成指令功能，CPU 每读取一个字节的指令后 PC 自动加 1，即 PC 指向下一字节单元的地址，PC 可对 64KB 程序存储器直接寻址，也可以通过控制转移指令改变 PC 值，实现程序的转移。

2. 片内数据存储器

8051 芯片中共有 256B RAM 单元，其中后 128B 单元被专用寄存器占用，包含了一些外围电路的控制寄存器、状态寄存器以及数据输入/输出寄存器，所以能作为数据存储器供用户使用的只是前 128B 单元，用于存放可读写的数。因此通常所说的片内数据存储器就是指前 128B RAM 单元，简称片内 RAM。

3. 片内程序存储器

8051 共有 4KB 掩膜 ROM，用于存放程序、原始数据或表格，因此通常将 4KB ROM 称



之为片内程序存储器，简称片内 ROM。

4. 定时器/计数器

既可用以对外部事件进行计数，也可用作单片机内部定时。8051 共有两个 16 位的定时器/计数器，可以实现定时或计数功能，并以其定时或计数结果对单片机系统实施相应控制。

5. 通信接口

MCS-51 共有 4 个 8 位可编程的并行 I/O（输入/输出）接口 P0、P1、P2、P3，1 个可编程全双工串行 I/O 接口，以实现单片机与其他设备之间的并行与串行通信。

6. 中断系统

8051 单片机具有 5 个中断源，2 个可编程优先级嵌套的中断系统，可以接受外部中断请求、定时器/计数器的中断请求和串行口中断请求，并根据情况予以处理。中断响应后能够自动执行预先设定好的中断服务程序。



想一想

学生通过搜集单片机、发光二极管等元器件相关资料，共同学习常用汇编语言指令与伪指令，经小组讨论，制定完成控制台报警灯的设计与实现项目的工作计划，填写在表 1-2 中。

表 1-2 控制台报警灯的设计与实现项目的工作计划单

工 作 计 划 单					
项 目			学时		
班 级					
组 长		组 员			
序号	内容		人员分工		备注
学生确认			日期		

【项目设计】

本项目中的硬件部分电路设计采用单片机最小应用系统，利用单片机并行口输出引脚控制发光二极管不停闪烁，软件部分可以采用数据传送指令与控制转移指令来实现对 LED 的控制，发光二极管点亮后要延时一段时间，使人们可以清晰地观察到运行效果。

一、单片机最小系统设计

近年来随着计算机在社会领域的渗透，单片机的应用正在不断地走向深入，在实时检测和自动控制的单片机应用系统中，单片机往往是作为一个核心部件来使用。各种单片机应用系统的开发必然包含单片机最小系统的设计，单片机最小系统包括复位电路、时钟电路和电源电路。单片机最小系统无论对单片机初学人员还是开发人员都具有十分重要的意义，目前

单片机最小系统电路板在单片机开发市场和大学生电子设计方面十分流行,如图 1-4 所示。

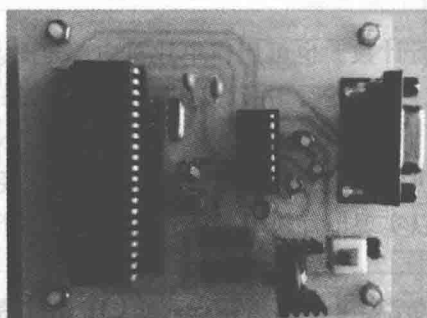


图 1-4 单片机最小系统电路板



单片机的引脚有哪些呢?

MCS-51 系列单片机集成电路芯片通常采用标准的 40 引脚双列直插式 (DIP) 封装,其引脚配置如图 1-5 所示。

1. 主电源引脚

VCC (40 脚): 接 +5V 电源;

VSS (20 脚): 接地端。

2. 外接晶振引脚

XTAL1 (19 脚): 内部振荡电路反相放大器的输入端,当使用芯片内部时钟时,此引脚用于外接石英晶体和微调电容。当使用外部时钟时,对 HMOS 单片机,此引脚接地;对 CHMOS 单片机,此引脚作为驱动端。

XTAL2 (18 脚): 内部振荡电路反相放大器的输出端,当使用芯片内部时钟时,此引脚用于外接石英晶体和微调电容。当使用外部时钟时,对 HMOS 单片机,此引脚接收振动器的信号;对 CHMOS 单片机,此引脚应悬浮。

1	P1.0	VCC	40
2	P1.1	P0.0	39
3	P1.2	P0.1	38
4	P1.3	P0.2	37
5	P1.4	P0.3	36
6	P1.5	P0.4	35
7	P1.6	P0.5	34
8	P1.7	P0.6	33
9	RST/VPD	P0.7	32
10	RXD P3.0	EA/VPP	31
11	TXD P3.1	ALE/PROG	30
12	INT0 P3.2	PSEN	29
13	INT1 P3.3	P2.7	28
14	T0 P3.4	P2.6	27
15	T1 P3.5	P2.5	26
16	WR P3.6	P2.4	25
17	RD P3.7	P2.3	24
18	XTAL2	P2.2	23
19	XTAL1	P2.1	22
20	VSS	P2.0	21

图 1-5 MCS-51 单片机的引脚配置图

3. 控制或其他电源复用引脚

ALE/PROG (30 脚): 地址锁存信号输出端。该端输出的脉冲频率为系统时钟频率的 1/6,在访问片外存储器时,其下降沿用于控制锁存 P0 口输出的低 8 位地址。ALE 引脚可以以不变的频率周期性地发出正脉冲信号,因此它可用作对外输出的时钟或用于定时目的,但要注意每当访问片外数据存储器时,将跳过一个 ALE 脉冲。对于 8751 单片机,在 EPROM 编程期间,PROG 用于接收对片内 EPROM 的编程脉冲。

PSEN (29 脚): 片外程序存储器读选通信号输出端,在从外部程序存储器取指令 (或数据) 期间,PSEN 在每个机器周期内两次有效。

RST/VPD (9 脚): 复位信号输入端。当 RST 端出现持续两个机器周期以上的高电平时,即可实现复位操作。VPD 为备用电源输入端。VCC 掉电期间,VPD 端如果接有备用电源,可用于保存片内 RAM 中的数据。当 VCC 下降到某规定值以下,备用电源便向片内



RAM 供电。

EA /VPP (31 脚)：片外程序存储器选用输入端。该引脚接高电平时，选用片内程序存储器，但当 PC 值超过片内程序存储器范围时，将自动转向片外程序存储器去执行程序；该引脚接低电平时，单片机选用片外程序存储器。对于 8751 单片机，在 EPROM 编程期间，VPP 用于输入 21V 编程电压。

4. 输入/输出引脚

P0.0 ~ P0.7 (39 脚 ~32 脚)：P0 口 8 位双向 I/O 引脚。访问片外存储器时，P0 分时复用为低 8 位地址线和双向数据线。

P1.0 ~ P1.7 (1 脚 ~8 脚)：P1 口 8 位双向 I/O 引脚。

P2.0 ~ P2.7 (21 脚 ~28 脚)：P2 口 8 位双向 I/O 引脚。访问片外存储器时，P2 口用作高 8 位地址线。

P3.0 ~ P3.7 (10 脚 ~17 脚)：P3 口 8 位双向 I/O 引脚，每个引脚还具有第二功能，P3 口的第二功能见表 1-3。

表 1-3 P3 口的第二功能

引脚名称	第 二 功 能
P3.0	RXD——串行输入（数据接收）引脚
P3.1	TXD——串行输出（数据发送）引脚
P3.2	INT0——外部中断 0 输入引脚
P3.3	INT1——外部中断 1 输入引脚
P3.4	T0——定时器 0 外部输入引脚
P3.5	T1——定时器 1 外部输入引脚
P3.6	WR——片外数据存储器写选通信号输出引脚
P3.7	RD——片外数据存储器读选通信号输出引脚



8051 单片机最小应用系统是如何构建的

在简单了解了什么是单片机之后，我们现在来构建单片机最小系统，单片机最小系统就是让单片机能正常工作并发挥其功能时所必需的组成部分，也可理解为是用最少的元器件组成的单片机可以工作的系统。从本质上讲，单片机本身就是一个最小应用系统。由于晶体振荡器、开关等元器件无法集成到芯片内部，这些元器件又是单片机工作所必需的，因而由单片机与晶振电路及按钮、电阻、电容等构成的复位电路搭建成单片机最小应用系统。因此对 MCS -51 系列单片机来说，最小系统一般由时钟电路、复位电路、电源电路等部分组成，如图 1-6 所示。

1. 振荡电路

单片机应用系统里都有晶体振荡器，简称晶振，晶振是一种能把电能和机械能相互转化的晶体。晶振作用非常大，它结合单片机内部电路产生单片机所需的时钟频率，为系统提供基本的时钟信号。单片机晶振提供的时钟频率越高，那么单片机运行速度就越快，单片机的一切指令的执行都要按照单片机晶振所提供的时钟频率进行。通常一个系统共用一个晶振，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，通过电子调整频率的方