



国家中职示范校**机电类**技能人才培养系列教材

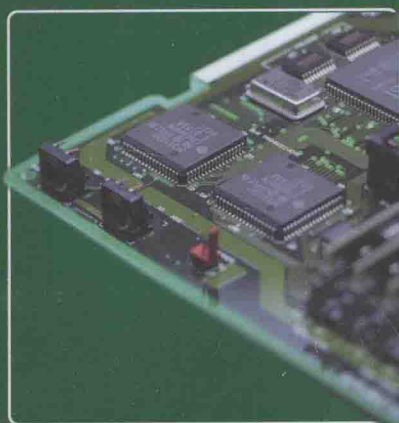
单片机系统安装与调试

——基于Proteus虚拟仿真

莫怀训 主编

钟壮能 副主编

侯聪玲 主审



DANPIANJI XITONG ANZHUANG YU TIAOSHI
JIYU PROTEUS XUNI FANGZHEN



化学工业出版社



国家中职示范校**机电类**技能人才培养系列教材

单片机系统安装与调试

——基于Proteus虚拟仿真

莫怀训 主编

钟壮能 副主编

侯聪玲 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以中等职业电气运行与控制、机电技术应用等专业的学生和爱好单片机技术的初学者为读者对象,以C语言为编程语言,采用理论实践一体化,以任务为中心的讲解方式,对单片机技术的入门知识进行了全面的介绍。

本书共分为7个模块,21个任务,以AT89C51单片机为例,对单片机的基本知识、C语言C51的语法结构以及开发软件——Keil软件、设计仿真软件Proteus软件做了详细的介绍,精心设置任务,深入浅出,循序渐进,注重理论实践相结合以及实用性,在编排上改变了以学科体系为主线的方式。

图书在版编目(CIP)数据

单片机系统安装与调试——基于Proteus虚拟仿真/
莫怀训主编. —北京:化学工业出版社,2013.8
国家中职示范校机电类技能人才培养系列教材
ISBN 978-7-122-18291-3

I. ①单… II. ①莫… 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(2013)第193687号

责任编辑:廉 静
责任校对:宋 夏

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:三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张8¾ 字数201千字 2013年8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:21.00元

版权所有 违者必究

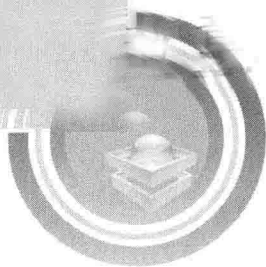


国家中职示范校机电类技能人才培养系列教材

编审委员会名单

主 任	张起帆	李伟东			
副 主 任	何雪光	陈 靖			
委 员	张起帆	李伟东	何雪光	陈 靖	
	胡晓晴	张晓明	莫怀训	林贤浪	
	黎爱珍	杨淑玲	吴图聪	黄晓红	
	陈 波	吴党柱	钟壮能	黄春海	
	邹唐运	车波流	廖小文	王祖元	
	侯聪玲	郭 见	杨 才	熊 巍	
	涂 杰				

序



职业教育需要根据行业的发展和人才的需求设定人才的培养目标,当前各行业对技能人才的要求越来越高,而激烈的社会竞争和复杂多变的就业环境,也使得职业院校学生只有扎实地掌握一技之长才能实现就业。但是,加强技能培养并不意味着弱化或放弃基础知识的学习;只有扎实地掌握相关理论知识,才能自如地运用各种技能,甚至进行技术创新。所以如何解决理论与实践相结合的问题,走出一条理实一体化的教学新路,是摆在职业教育工作者面前的一个重要课题。

项目任务式教学教材就很好地体现了职业教育理论与实践融为一体这一显著特点。它把一门学科所包含的知识有目的地分解分配给一个个项目或者任务,理论完全为实践服务,学生要达到并完成实践操作的目的就必须先掌握与该实践有关的理论知识,而实践又是一个个有着能引起学生兴趣的可操作项目。这是一种在目标激励下的了解和学习,是一种完全在自己的主观能动性驱动下的学习,可以肯定这种学习是一种主动的有效的学习方式。

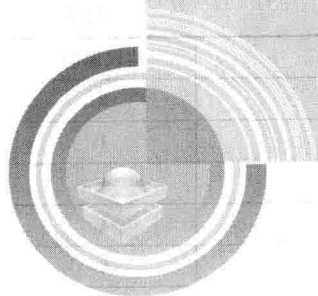
编写教材是一项创造性的工作,一本好教材凝聚着编写人员的大量心血。今天职业教育的巨大发展和光明前景,离不开这些致力于好教材开发的职教工作者。现在奉献给大家的这一套机电类技能人才培养系列教材,是在新形势下根据职业教育教与学的特点,在经历了多年的教学改革实践探索后编写的比较好的教材。该系列教材体现了作者对项目任务教学的理解,体现了对学科知识的系统把握,体现了对以工作过程为导向的教学改革的深刻领会。

本系列教材内容统筹规划,合理安排知识点与技能训练点,教学内涵生动活泼,尽可能使教材体系和编写结构满足职业教育机电类技能人才培养教学要求。

我们衷心希望本套教材的出版能够对目前职业院校的教学工作有所帮助,并希望得到职业教育专家和广大师生的批评与指正,以期通过逐步调整、完善和补充,使之更符合机电类技能人才培养的实际。

国家中职示范校机电类技能人才培养系列教材编审委员会

2013年9月



FOREWORD

前言

单片机技术是电气、机电、电子等专业的一门专业技术课程。单片机的使用非常广泛，渗透到生活、工业、医学、军事等各个领域。本书从实际应用工程入手，采用理论实践（理实）一体化教学，以实训过程和学生为主导，注重学生的实践能力的培养，坚持以就业为导向，以能力为本位，以素质为基础开展教学。

本书采用 C 语言 C51 为编程语言，与传统的汇编语言 ASM51 相比，C51 具有结构化、语法相对较少、对单片机硬件结构无需了解过多、易读易写等优点，比较适合初学者入门学习。特别是当编写复杂程序时，使用 C51 编程更显现其无比优越性了。单片机 C 语言还有一个优势就是网络上有丰富的学习资料，有非常多的单片机爱好者采用 C51 编写程序，学会从网络查找资料，自己解决问题，可以从中体会成功的乐趣。

本书教学着重理实一体化，单片机的学习一定要动手做，在做中学，才能激发学习兴趣，增强学习信心。为了给读者一个完整的练习环境，本书使用当前较流行的 Proteus 软件来进行设计及仿真。Proteus 的仿真与实际电路很接近，可以说一旦仿真成功，则几乎都可以做成实际的电路。使用 Proteus 设计仿真有利于发现错误，便于修改完善，缩短设计周期，降低学习成本。当然，仿真毕竟不能代替实际制作的过程的，建议结合硬件电路进行学习。

国家目前正在大力推广“3+2”中高职衔接，我校机电技术应用专业作为试点专业，我们力争将课程内容衔接的思想贯彻到本书编写工作中去。本书的读者主要定位于中等职业学校的学生，内容着重基础，循序渐进。设计的学习任务是打好基础，强调动手实践能力，因此理论部分没有全面系统的阐述，以“够用为主”，精心设置任务，由浅入深，循序渐进，让学生体验和感受成功，激发学生的学习兴趣，增强学生学习信心；引导学生学习知识和技能，并尽量选择浅显的、实用的、学生自己能动手实践的知识点。在阐述这些知识时不求全面、系统、完整，而是围绕工作任务，用到什么讲什么，需要什么讲什么。

本教材建议的学时如下，多学时的班级可以在第二学期选上标有“*”的章节，少学时班级可以根据实际情况灵活选取。

教学内容		建议课时
模块一 单片机认识	任务一 了解单片机	2
	任务二 认识引脚和最小系统	2
	任务三 制作最小系统	4
模块二 单片机 C51 基础知识	任务四 了解 C51 的数据类型	2
	任务五 C51 常用的头文件	2
	任务六 C51 中的运算符	2
	任务七 C51 中的基础语句	2

续表

教学内容		建议课时
模块三 编译及仿真软件的使用	任务八 用 Proteus 软件绘制电路图	2
	任务九 Keil 软件的使用	1
	任务十 调试仿真	1
模块四 接口输出应用	任务十一 控制发光二极管	4
	任务十二 数码管应用	6
	任务十三 * LED 点阵屏幕应用	8
	任务十四 其他输出设备应用简介	4
	实训项目一 简易交通灯	4
模块五 接口输入应用	任务十五 按钮和开关	4
	任务十六 * 矩阵式键盘	6
模块六 中断系统	任务十七 外部中断	4
	任务十八 定时/计数器应用	4
	任务十九 简单时钟	4
	实训项目二 带倒计时功能的交通灯	6
模块七 I/O 口扩展技术简介	任务二十 * 8255 扩展 I/O 口	8
	任务二十一 * 串口扩展技术	8
	实训项目三 * 多功能电子钟	12
机动		10
合计		112

本教材由莫怀训主编统稿及对教材内容结构整体设计,钟壮能担任副主编,侯聪玲主审。模块一至模块五为钟壮能编写,模块六、模块七为莫怀训编写,邹唐运、王祖元负责附录部分编写及实训器材资料整理。广东工贸职业技术学院电气自动化系侯聪玲讲师负责审稿,主要从“3+2”的角度考虑中高职单片机技术课程内容的衔接问题。本书在编写过程中,既得到了学校的大力支持,同时也得到我校机电专业建设指导委员会中各位企业专家、教育专家的大力指导。

限于编者的水平和经验,书中难免存在错误和不妥的地方,请使用本教材的老师和同学们提出批评和修改意见。联系方式: zhong_zn@163.com。

编者

2013 年 7 月 30 日

CONTENTS 目 录

模块一 单片机认识

任务一 了解单片机	2
任务二 认识引脚和最小系统	5
任务三 制作最小系统	7

模块二 单片机 C51 基础知识

任务四 了解 C51 的数据类型	11
任务五 C51 常用的头文件	13
任务六 C51 中的运算符	16
任务七 C51 中的基础语句	19

模块三 编译及仿真软件的使用

任务八 用 Proteus 软件绘制电路图	25
任务九 Keil 软件的使用	36
任务十 调试仿真	43

模块四 接口输出应用

任务十一 控制发光二极管	49
任务十二 数码管应用	56
任务十三 * LED 点阵屏幕应用	67
任务十四 其他输出设备应用简介	77
实训项目一 简易交通灯	85

模块五 接口输入应用

任务十五 按钮和开关	87
任务十六 * 矩阵式键盘	91

模块六 中断系统

任务十七 外部中断	98
任务十八 定时/计数器应用	103

任务十九 简单时钟	108
实训项目二 带倒计时功能的交通灯	111

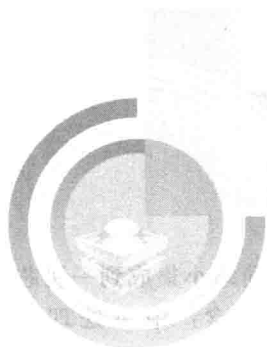
模块七 I/O 口扩展技术简介

任务二十 * 8255 扩展 I/O 口	114
任务二十一 * 串口扩展技术	120
实训项目三 * 多功能电子钟	123

附录

附录一 8051 单片机存储器结构	125
附录二 8051 单片机的特殊功能寄存器 (SFR)	126
附录三 Proteus 部分常用元器件中英文对照表	127
附录四 ASCII 码表 (0x00~0xFF)	128

参考文献



模块一 单片机认识

本模块概述

在学习了一定专业知识和技能后，应该了解到生产生活中有很多需要控制以及自动运行的设备和装置。那么单片机就是这样一种计算机，它能够帮助人们对电子设备和机电系统进行控制，使得这些产品能够按照人们想要的方式自动进行工作，从而让人们的生产生活更加有效率、更加轻松、更加人性化等等。

通过本模块，你可以认识到单片机究竟是什么？常用单片机有哪些？单片机控制系统的基本组成有哪些？当然你还可以制作出自己人生的第一块单片机系统电路板哦，让我们赶快进入学习吧！

- 任务一 了解单片机
- 任务二 认识引脚和最小系统
- 任务三 制作最小系统

任务一 了解单片机

【任务目标】

- ① 了解单片机的发展史、外形、用途，初步理解单片机的概念；
- ② 理解单片机的特点和工作原理；
- ③ 学习单片机的准备，制订自己的学习计划。

一、单片机历史

美国的 Intel 公司在 1971 年发明了第一块单片机。把一台计算机精简缩小集成到一块芯片内，这块芯片就被称为单片机。它与普通计算机一样，其硬件包含：中央处理器（CPU）——进行运算和控制；内存单元（RAM 和 ROM）——存放数据和程序；输入输出接口（I/O）——与外界联系，用于输入和输出信号和数据。

跟大家常用的计算机一样，单片机的速度越来越快，内存越来越大，接口越来越丰富，处理能力越来越强。与常用计算机不一样的是，生产单片机芯片的厂商很多，类型和型号也非常多，如 51 系列，ATMEL 公司的 AVR 系列，Motorola 公司的 M68 系列，MicroChip 公司的 PIC 系列，台湾义隆公司的 EM 系列等，在此无法一一列举。当然这么多种单片机，各有千秋，在具体应用的时候无法说谁最好，只能说谁最适合。

在国内，由于与 51 系列兼容的单片机应用最为广泛，因此接下来就对 ATMEL 公司的一款芯片 AT89C51 进行深入学习，让它带我们进入单片机技术领域的浩瀚天地。

二、观察外形

观察如图 1-1 所示单片机芯片或老师所给单片机芯片，数一数它的管脚数目，看一看背面的标注文字、符号和标记，问一问老师你心中的疑问并做笔记。

三、单片机的用途

单片机的应用非常广泛，其主要功能在于“控制”。例如控制电流的通断、电平的高低，进一步可以控制灯的亮灭、电机启停，再进一步就可以控制洗衣机、电冰箱、空调、电视、电话等等数之不尽的设备和产品。在工业自动化领域中，单片机的应用更是广泛。

你能再列举一些你认为可能用了单片机的产品么？

四、工作原理

单片机既然属于计算机的一种，那么它能正常进行工作，其系统也必然包含软件和硬件两部分。硬件就是指看得见摸得着的电路部分和其他设备，软件通常就是程序和数据。以电脑来做类比的话，硬件就是指你所看得见的主机、显示器、键盘等实体，而软件就是装在电脑里的各种程序，如 Window7，Word，QQ 以及各种游戏等。可以这么说，硬件就是单片机系统的肉体，软件就是其灵魂、意识，缺一不可。

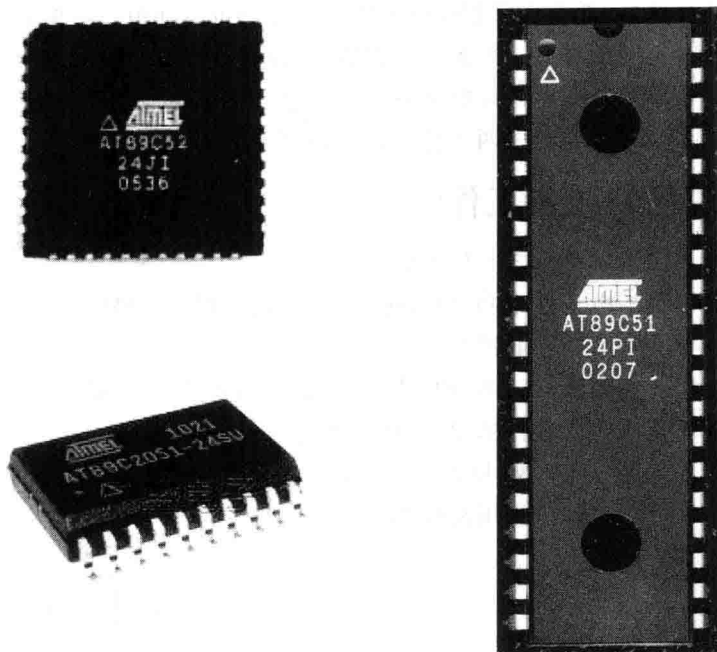


图 1-1 常见单片机外形

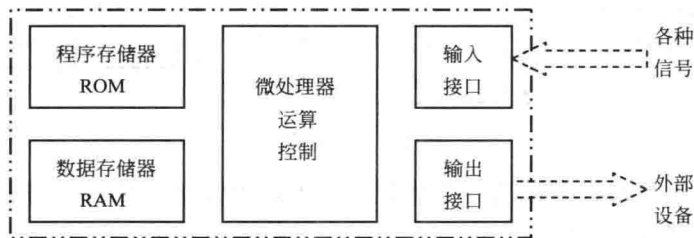


图 1-2 单片机芯片内部结构简图

人的意识存储在大脑里，电脑的软件装在主机中的硬盘上，那么单片机的程序放在哪里呢？让我们先看一下单片机芯片的内部结构吧（如图 1-2）。

很明显，单片机系统的程序就是存放在芯片中的 ROM 中，数据存放在 RAM 中。

那么单片机又是如何进行工作的呢？以人打篮球投篮为例，首先篮筐位置信号通过眼睛传给大脑，然后大脑根据运动规律（长期训练得到的）输出信号指挥身体各部分配合手部完成投篮动作。单片机也是如此，外部信号通过输入接口进入单片机芯片内部，然后微处理器根据我们程序的要求通过输出接口输出信号去控制外部设备。

当然单片机中的程序一般不是长期训练得出来的，而是写出来然后装进单片机芯片的。正如篮球运动和其他运动有不同的规律，单片机在完成不同的工作时，需要写出不同的程序并装进去。

另外单片机程序的本质并不神秘，它主要是控制单片机接口的信号电平是高还是低（可简单认为是电压的高低），那么大家根据已有的电的知识可以知道，一般对同一个电路来讲，不同的电压输入会有不同的反应。因此就可以通过程序控制单片机接口连接的电路了。为方便系统分析与设计，单片机程序把高电平对应为数字“1”，把低电平对应为数字“0”，实际上单片机也只识别“1”和“0”这两个符号，其他都不认识。

五、学习单片机的准备工作

学习单片机要有以下一些准备工作要做。

首先大家要复习一下电子技术和计算机的基础知识。例如二极管、三极管通断条件、进制之间的转换以及位、字节、字的概念等。

其次准备计算机、编程器（又叫烧写器）、实验板或仿真器等硬件。初学者也可暂时不用编程器和实验板，使用仿真软件如 Proteus 进行学习。

还需安装好程序编写软件，如 keil，UE，notepad2 _ cn 等，下载软件（与编程器配套使用）以及仿真软件等。单片机使用流程如图 1-3 所示。

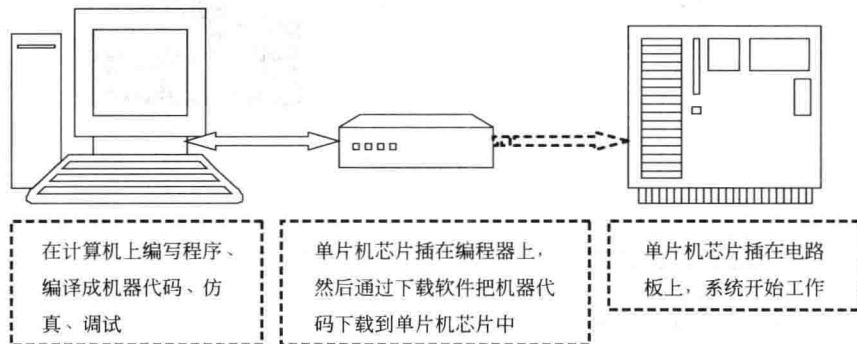


图 1-3 使用流程

目前，很多新型单片机已经支持在线编程技术，也就是说可以不需要专用的编程器硬件，计算机可以直接与单片机芯片连接进行程序下载以及调试。例如 AT89S52、STC 系列单片机等。在线编程的另一个好处是，单片机芯片可以事先直接焊接到电路板上，不再多次插拔，避免损坏。

思考与练习

1. 什么是单片机？其结构包含哪几个部分？
2. AT89C51 单片机有多少个引脚？你能指出第 30 脚是哪个引脚么？
3. 请通过百度或谷歌查询，列举一个或多个书中未提到的单片机芯片。
4. 请设想单片机控制电风扇运转的过程。
5. 你能否列出电脑常用的输入设备和输出设备？
6. 请仔细理解工作原理的部分。文中以投篮为例解释单片机的工作，输入接口好像人的眼睛，芯片好比人的大脑，那么程序相当于什么呢？
7. 你能说说我们学习单片机技术，将需要学习哪些内容呢？
8. 你知道位、字节和字分别是什么？

任务二 认识引脚和最小系统

【任务目标】

- ① 叙述单片机的型号，熟悉 51 系列单片机的引脚；
- ② 熟悉 51 系列单片机的引脚功能；
- ③ 理解单片机最小系统的组成结构；
- ④ 理解晶振电路、复位电路工作原理。

一、AT89C51 单片机的引脚分布

要想使用单片机去连接控制别的设备，必须先熟悉其引脚分布及对应功能。如图 2-1 所示，AT89C51 是标准的双列直插式（DIP）芯片，共有 40 个引脚。引脚编号由图中 2-1 可以看出，从左上角的引脚开始，逆时针顺序递增编号，到右上角的引脚结束。一般来说双列直插式的芯片都具有这样的规律。

二、引脚功能

如图 2-1 所示，每个引脚功能都用符号和文字标注出来了。根据引脚功能分为五大部分，方便理解和记忆。

1. 电源部分

单片机本身是一个复杂电路系统，需要使用电源。左上角引脚（第 40 脚）需接电源正极，右下角引脚（第 20 脚）需接 5V 电源负极。一般来说，需要使用电源的双列直插式芯片都具有同样规律。

2. 时钟部分

单片机是一个数字系统，其电路各部分工作需要时钟信号，好像一支部队在执行作战任务时，各战斗单位之间需要时钟信号协调行动。AT89C51 第 18 脚和第 19 脚连接时钟信号电路，时钟频率 0~24MHz，通常时钟信号来源于石英晶振。常用时钟电路如图 2-2 所示。

3. 输入输出部分

单片机作为一个控制器件，必须和外部设备进行信号交换。AT89C51 共有 4 个 I/O 口负责信号的输入输出，分别是 P0，P1，P2，P3。每个 I/O 口共有 8 根引脚，如 P1

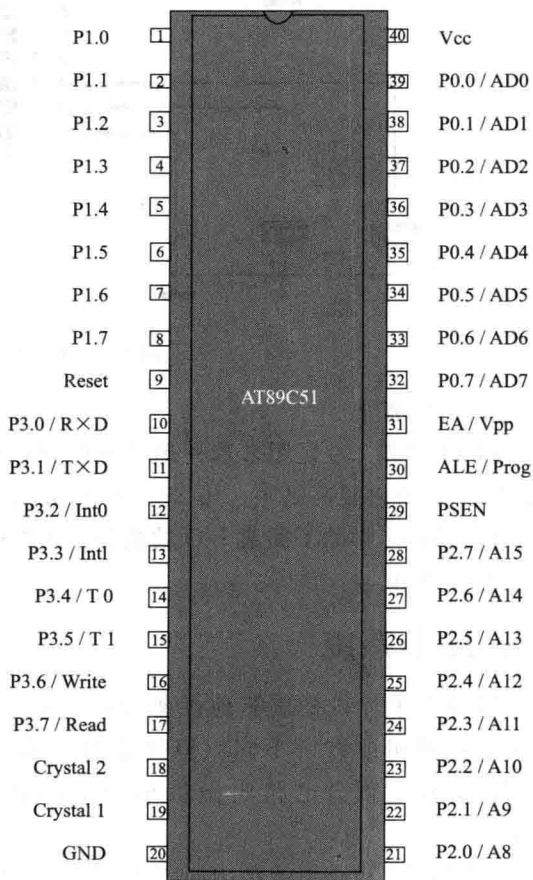


图 2-1 单片机引脚分布图

口包括 P1.0、P1.1、P1.2、P1.3、P1.4、P1.5、P1.6、P1.7，大家能从芯片引脚分布图中找到这几个引脚么？请说出它们的编号。

4. 复位电路

单片机作为一种计算机，与电脑类似，具有复位功能，能为系统工作准备好初始状态，也可以让系统重新开始工作。AT89C51 第 9 脚 Reset 就是复位控制引脚，需要连接复位电路。常用复位电路如图 2-2 所示，其带有上电自动复位以及手动复位功能。

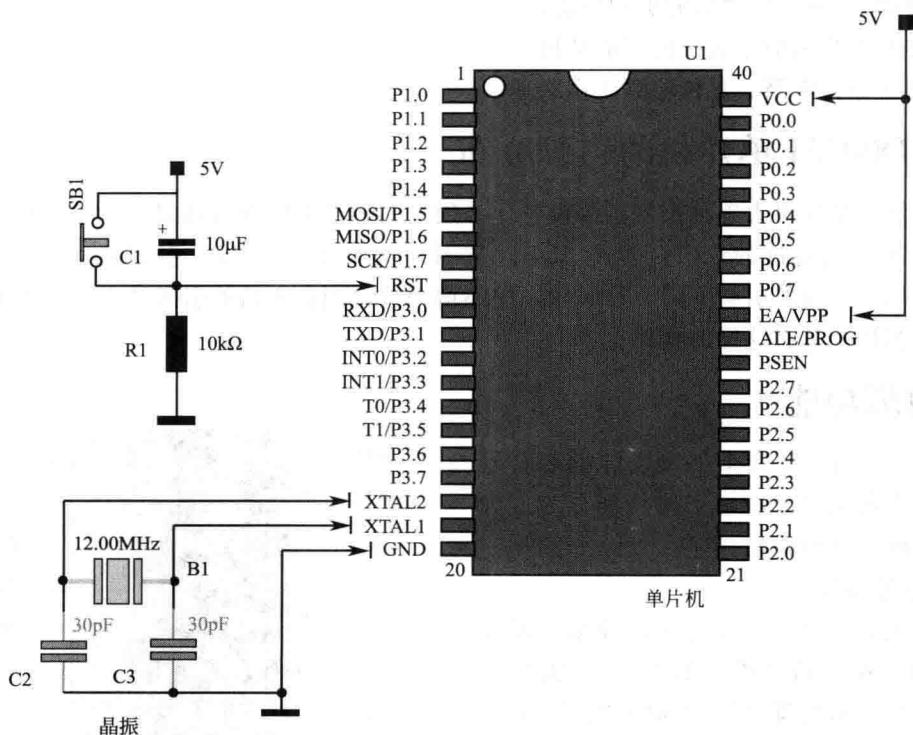


图 2-2 单片机最小系统结构图

5. 其他部分

第 31 引脚 EA 是用来选择单片机的程序存储位置，由于一般都使用 AT89C51 内部的 4K ROM，所以接高电平。第 29、30 的功能以后再作介绍。另外还有一些引脚具有第二功能，例如第 14 脚除了完成 I/O 功能外，还能提供计数器功能，这些第二功能将在后面的任务中进行介绍。

三、最小系统

当使用单片机控制其他设备时，需要制作连接控制的电路。对应不同的设备和控制要求，电路可能有所不同。但是总有一部分电路是基本不变的，是单片机系统工作所必需的，把这部分电路叫做最小系统，意思就是要想系统启动，电路功能不能再减少了。

AT89C51 最小系统结构如图 2-2 所示，其电路可分为 4 个部分：电源及接地、复位电路、晶振电路（时钟电路）和程序存储器选择信号。

思考与练习

1. P2 口包含哪几个引脚? P3.5 是第几个引脚?
2. 你能默画 AT89C51 的引脚分布图么?
3. 请咨询老师或同学或其他专业人士,也可通过网络查询,最小系统中的复位电路和时钟电路是否只有书中如图所示的结构?如有,能否列举其他同类型电路?
4. 单片机 AT89C51 的工作电源电压是多少? 时钟频率能否是 12MHz?
5. 你能从最小系统结构图上分别指出有哪四部分电路么?

任务三 制作最小系统

【任务目标】

- ① 查阅资料,熟悉最小系统外围元件的外形、参数及作用;
- ② 收集准备各元器件及工具,检测各元件的质量及工具的情况;
- ③ 制作单片机最小系统电路板;
- ④ 学会调试、检测自己制作的板是否合格。

一、任务要求

学习单片机,必须要动手实践,无论是电路制作还是程序编写。本次任务要学习制作 AT89C51 单片机最小系统,如图 3-1 所示。电路中元器件的连接关系综合参考图 2-2 与图

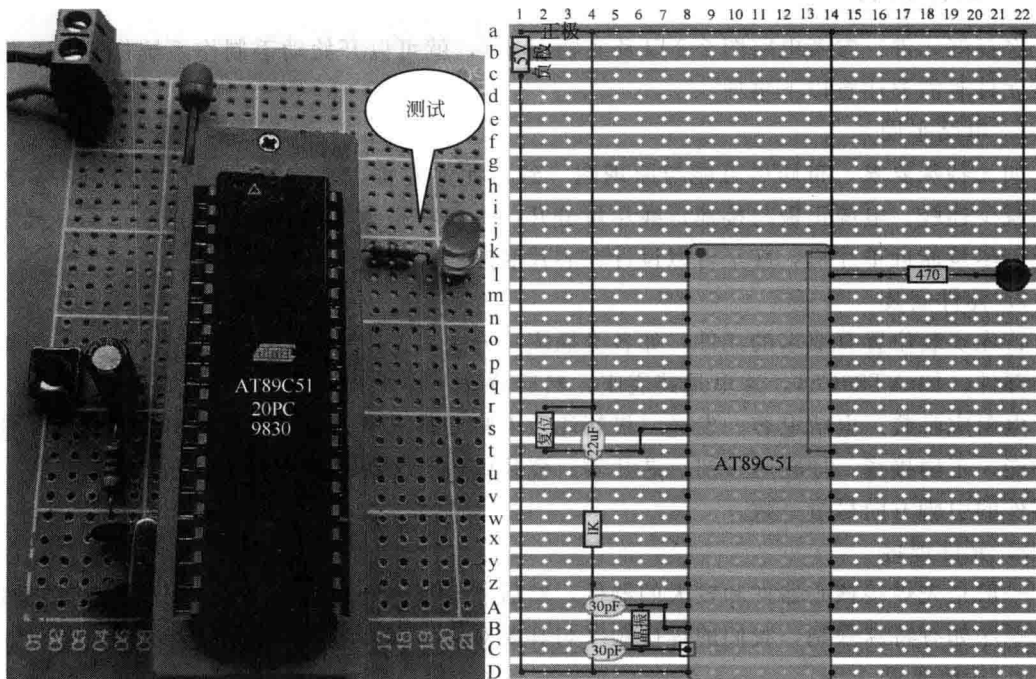


图 3-1 最小系统实物及元件连线图

3-1进行分析。另外还连接了一个发光二极管,以便测试它是否能正常工作。

二、器件选择

元器件清单见下表。

元器件清单

序号	名称	规格型号	电路符号	参考单价	数量	备 注
1	单片机芯片	AT89C51			1 片	
2	芯片底座	40 脚			1 个	单片机底座 便于插拔使用
3	导线	镀锡			若干	连接元件
4	电阻	1k Ω			1 个	提供复位信号
5	电解电容	22 μ F			1 个	规格可以浮动
6	瓷片电容	30pF			2 个	提供时钟信号
7	无源晶振	12MHz			1 个	
8	按钮	6 $\times$ 6			1 个	较小,无自锁
9	电路板	90mm $\times$ 150mm			1 块	万能板
10	电源插座				1 个	连接 5V 电源
11	电阻	470 Ω			1 个	测试最小系统是否正常工作
12	发光二极管	Φ 5			1 只	

三、电路制作

选择好元件,参考电路图 2-2 以及实物图 3-1,就可以开始动手制作系统板了。在板上安装元件时需要注意以下事项。

1. 电路布局

如无特殊要求,布局尽可能与原理图一致。元件安排以功能分区,间隔均匀,整齐紧凑,减少连线。电源正极与接地走线尽量分开,一条在整体电路上边,一条在下边。晶振电路应该尽量靠近单片机,甚至可以设计在芯片底座腹部。

2. 元件安装

首先安装位置有要求的元件,如各类插座、开关以及指示灯;再安装核心器件和各主要功能部件,如 AT89C51,这里是其底座;然后放置一些外围小器件,如电阻、电容等。

电阻应卧装。电解电容、发光二极管注意引脚安装高度以及极性。多引脚器件要注意引脚功能,正确接线,如轻触按钮、芯片等。瓷片电容、无源晶振没有极性,可任意接线。同类器件的引脚方向尽量一致。

3. 元件焊接

一般是先焊接核心器件和较大的器件,然后才是其他外围器件。另外要注意某些器件的安装顺序如有特殊限制,我们的焊接顺序与其要对应。焊接时间尽量短,防止损坏器件。

4. 其他要求

接地线应都连接在一起。信号线最好是直线。另外本块最小系统电路板的布局设计最好