

巍巍交大 百年书香
www.jiaodapress.com.cn
bookinfo@sjtu.edu.cn



策划编辑 李 勇
责任编辑 胡思佳
封面设计 张瑞阳



51单片机 开发与应用

51 DANPIANJI KAIFA YU YINGYONG



扫描二维码
关注上海交通大学出版社
官方微信

ISBN 978-7-313-30473-5



9 787313 304735 >

定价: 49.90元



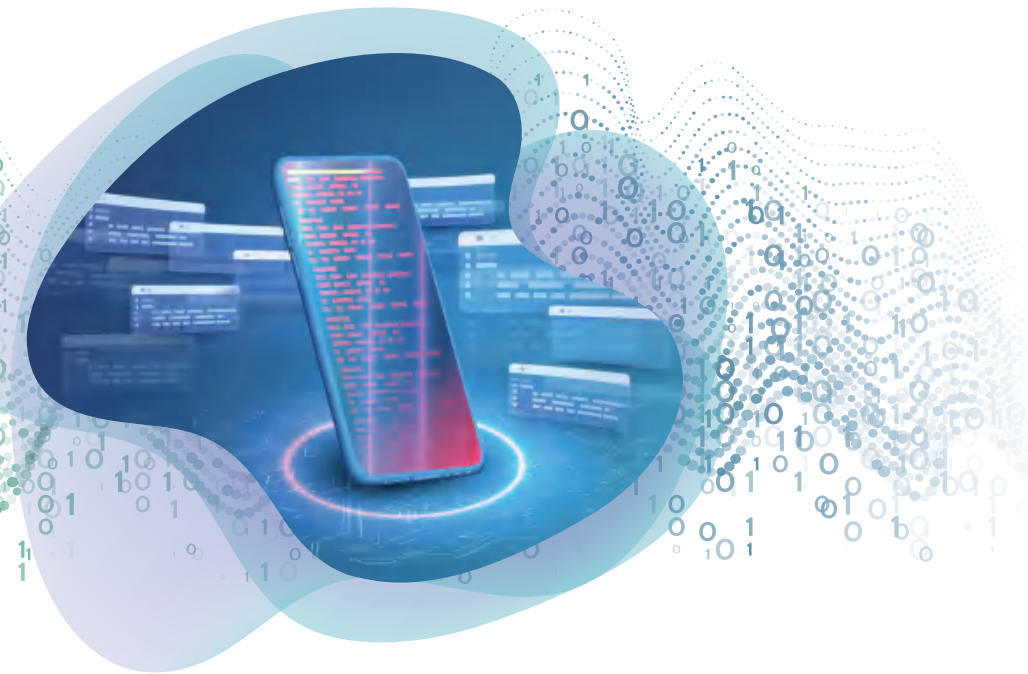
上海交通大学出版社

校企“双元”合作新形态教材

校企「双元」合作新形态教材

51单片机开发与应用

主编 于薇 乔丹



51单片机 开发与应用

主编 于薇 乔丹

主审 郭彦 徐绍波

——基于IAR的C51开发与Proteus仿真应用



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

免费提供

精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com

校企“双元”合作新形态教材



51单片机 开发与应用

主 编 于 薇 乔 丹

副主编 刘心美 王 爽

主 审 郭 彦 徐绍菠



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书采用任务教学法,主要内容包括建立单片机仿真开发环境、建立单片机软件开发环境、霓虹灯设计、安防报警系统设计、计算器设计、闹钟定时功能设计、流水线计件器设计、多设备数据收发功能设计、传感器数据采集功能设计。本书按照由浅入深、循序渐进的原则来讲解 51 单片机的相关知识与技能。

本书可作为高等职业教育电子信息类、计算机类、自动化类等专业的教材,也可供单片机应用开发技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

51 单片机开发与应用/于薇,乔丹主编. -- 上海 :
上海交通大学出版社,2024. 8
ISBN 978-7-313-30473-5

I. ①5… II. ①于… ②乔… III. ①单片微型计算机
—系统开发 IV. ①TP368.1

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 062774 号

51 单片机开发与应用

51 DANPIANJI KAIFA YU YINGYONG

主 编:于 薇 乔 丹

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

印 制:三河市骏杰印刷有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

字 数:457 千字

版 次:2024 年 8 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-30473-5

定 价:49.90 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:16.25

印 次:2024 年 8 月第 1 次印刷

电子书号:ISBN 978-7-89424-873-2

版权所有 侵权必究

告读者:如您发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0316-3662258



Preface

前言

党的二十大报告指出,教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑,要坚持教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动,加快建设教育强国、科技强国、人才强国,坚持为党育人、为国育才,全面提高人才自主培养质量。这一宏伟蓝图不仅为国家的长远发展指明了方向,也为科技创新与技术进步奠定了坚实的基础。在此背景下,作为现代科技领域的关键组件,单片机技术的持续革新与发展正是这一战略导向下的生动实践。

进入 21 世纪后,单片机的性能和集成度达到新高度。随着科技的发展与进步,单片机的性能将继续提高,功耗会更低,外设也将更多样化,单片机将在物联网、人工智能和其他新兴技术领域发挥更重要的作用。

目前关于单片机开发的教材种类繁多,但大多数以汇编语言为主,对电子信息类软件知识的教学更偏向于硬件知识的讲授。但随着科技水平的发展,现代工业中出现了融合电子类、机械类、信息类等多门学科知识的综合性的新型行业,如嵌入式行业,不仅重视硬件的开发,还出现了软件的开发。许多传统的单片机也逐步发展为嵌入式单片机,其开发也由原来的汇编语言开发,逐步发展为高级 C 语言开发。因此,为适应时代的发展,本书在“做中学、学中做、做学结合”教学模式的引导下,以实际工作过程为导向进行编写。

本书根据单片机的认知顺序规律,将单片机最小系统、单片机 I/O 接口、定时/计数器、中断系统、串口通信、单片机的 A/D 转换这六个知识点分解到九个项目,每个项目又分解为若干个任务,每个任务结合企业工作流程及产品开发流程逐一讲解知识点,使读者由浅入深地掌握知识,从简单到复杂地提升能力,以此达到知识与技能融会贯通、齐头并进的教学目标。

本书具有如下几方面的特点。

(1)以企业工作过程为导向开发教学项目和实施教学内容。企业工作过程往往有助于满足读者对单片机相关职业从业的衔接需求,本书充分体现了企业的工作理念和工作方法,从而更好地贴近工作需要。

(2)从职业岗位需求出发,以单片机为主线,采用 C 语言编程。C 语言是应用广泛的一种计算机语言,在现代化科学技术领域中占有相当高的比重,单片机的发展目前也在朝着高级语言方向发展,因此 C 语言在单片机上的应用也越来越广泛。C 语言在单片机应用上的最大特点是可以屏蔽一些不易掌握、难于理解或较复杂的硬件知识,同时利用 C 语言可以完成较简单的相关操作,使相关人员单片机的开发能力得到有效的提高。

(3)以工作任务为载体,构建具有针对性、扩展性和系统性的教学内容。本书共设置 20 个工作任务,其任务安排按照知识点由简单到复杂、技能训练由单一到综合的原则构建,每



个工作任务都体现了知识点的针对性、拓展性、系统性和延伸性。

(4)以学习兴趣为出发点,采用项目化、一体化教学模式。兴趣是最好的老师,本书为了激发读者的学习兴趣,将不同的教学内容分解到各个项目中去,并采用仿真学习的模式,使读者在学习知识的同时能够通过计算机仿真学习单片机的设计和制作,更好地提高学习效果。

本书由长春职业技术学院于薇、乔丹担任主编,刘心美、王爽担任副主编,王莹、田晶、刘铁英参与编写。具体编写分工如下:于薇撰写了项目4、项目8、项目9,并负责全书统稿;乔丹撰写了项目1、项目2,并负责全书的审阅;刘心美撰写了项目3,并负责全书校对和修正工作;王爽撰写了项目6、项目7;王莹撰写了项目5;田晶撰写了附录A;刘铁英撰写了附录B。长春职业技术学院郭彦教授和北京新大陆时代科技有限公司徐绍菠担任本书主审。

由于作者水平有限,书中可能存在疏漏和不足之处,欢迎读者对本书批评指导并提供宝贵意见。

编 者



Contents

目录

项目 1	建立单片机仿真开发环境	1
	任务 1.1 了解单片机	2
	任务 1.2 安装 Proteus 软件	12
	任务 1.3 用 Proteus 创建电路的原理图	16
	任务 1.4 用 Proteus 绘制单片机最小系统原理图	22
项目 2	建立单片机软件开发环境	33
	任务 2.1 安装 IAR 软件	34
	任务 2.2 创建第一个 IAR 工程	37
	任务 2.3 创建源程序文件	43
	任务 2.4 编译与调试程序	47
项目 3	霓虹灯设计	58
	任务 3.1 LED 单灯闪烁	59
	任务 3.2 使用 LED 灯模拟霓虹灯	74
项目 4	安防报警系统设计	89
	任务 4.1 单键启动报警灯	90
	任务 4.2 多键联动报警	106
项目 5	计算器设计	120
	任务 带矩阵键盘的计算器设计	121
项目 6	闹钟定时功能设计	140
	任务 6.1 单灯 1 秒钟定时亮灭	141
	任务 6.2 闹钟的定时设计	155
项目 7	流水线计件器设计	165
	任务 使用按键模拟流水线机器人	166



项目 8	多设备数据收发功能设计	175
	任务 8.1 串口同步通信功能设计	176
	任务 8.2 单片机双机异步通信设计	189
	任务 8.3 多机数据收发通信设计	203
项目 9	传感器数据采集功能设计	222
	任务 使用 A/D 转换芯片采集电压信号	223
附录 A	C51 语言基本语法	237
附录 B	单片机常用元器件说明	247
参考文献	255





项目 1

建立单片机仿真开发环境

知识目标

- (1) 了解单片机的基本知识；
- (2) 了解单片机的开发环境；
- (3) 掌握单片机开发的仿真软件 Proteus 的应用；
- (4) 初步了解单片机软硬件结合的实际应用方法。

能力目标

- (1) 学会识别单片机产品；
- (2) 了解单片机的开发流程；
- (3) 学会运用 Proteus 绘制基本单片机电路图。

育人目标

- (1) 培养学生的爱国热情、创新精神；
- (2) 培养学生的基本职业素养。



任务 1.1 了解单片机



视频

任务 1.1 讲解



明德育人

芯片是现代工业和先进技术的核心组件,芯片产业是现代化科学技术产业发展的驱动力。从国家安全和经济发展来看,芯片产业是我国必争的战略产业。单片机是一种集成电路芯片,广泛应用于电子产品设计和制造业,是物联网、智能家居、工业自动化、汽车电子等重要国家科技产业领域中必不可少的数据处理和控制部件。因此,学好单片机知识不仅有利于个人发展,也能够为国家的发展建设添砖加瓦。



任务要求

根据本任务所学内容,学会识别单片机产品,并根据单片机的开发流程绘制流程图。



任务目标

- (1)掌握单片机的概念。
- (2)了解单片机的发展过程。
- (3)掌握单片机的开发流程。



知识储备

知识点 1 单片机概述

1. 单片机的概念

单片机的英文名称为 microcontroller unit,缩写为 MCU,通常翻译为单片微型控制器,简称微控制器。它是一种集成电路芯片,是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器(central processing unit, CPU)、随机存储器(random access memory, RAM)、只读存储器(read-only memory, ROM)、输入/输出(I/O)端口、中断控制系统、定时/计数器和串行接口等集成到一块芯片上,从而构成了一个体积小但功能完善的微型计算机系统,因此单片机也称单片微型计算机,其内部结构如图 1-1-1 所示。



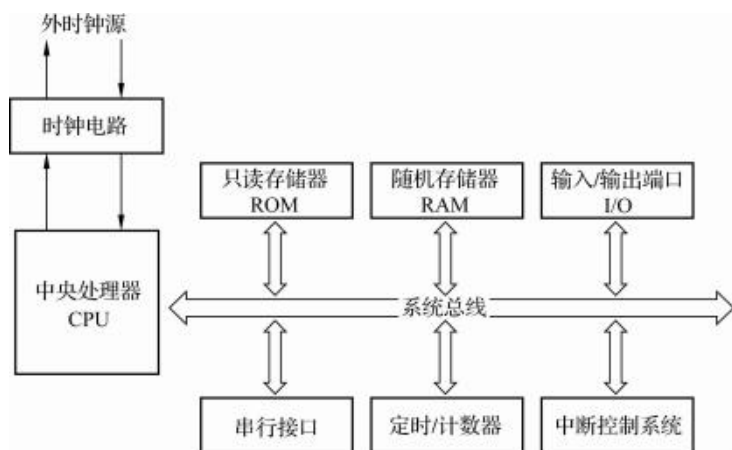


图 1-1-1 MCS-51 单片机内部结构图

2. 单片机的特点及应用

单片机是一种控制型芯片,与计算机相比,它具有以下特点:体积小、质量轻,结构简单,可靠性高,工作电压低,功耗低,可移植性强,可扩展性强,价格低,性价比高。

单片机实际上是计算机发展的一个分支,单片机的特点使得它被广泛地应用在工业控制系统、数据采集系统、自动控制系统、自动测试系统、检测监视系统、智能仪表等领域。例如,生活中的微波炉、全自动洗衣机、抽油烟机,工业上的数控机床、汽车导航仪、自动机器人等,都离不开它的控制。

3. 单片机的发展史

单片机的发展史也可以看作单片机性能的发展史,其性能往往归功于处理数据的字长(字长就是一次运算中参与运算的数据长度)。单片机按照性能发展可分为 5 个阶段,分别为 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机阶段,具体如下。

1) 4 位机

单片机的发展可以追溯到 20 世纪 70 年代。1971 年,Intel 公司的工程师特德·霍夫研制并推出了第一款商用微处理器芯片 Intel 4004,这标志着第一款单片机的诞生(见图 1-1-2)。这款单片机集成了 2 300 个晶体管,可以执行 45 条指令。它的出现为后来单片机的发展奠定了基础。

2) 8 位机

1972 年 Intel 公司最先推出了 8 位的微处理器 Intel 8008,在当时备受世人的关注(见图 1-1-3)。Intel 8008 不仅性能近乎达到 Intel 4004 的两倍,更关键的是,Intel 8008 是世界上第一个拥有自己的指令技术的微处理器,这同样奠定了一个新的时代的开始,自此以后的微处理器都是基于指令和指令集合的。

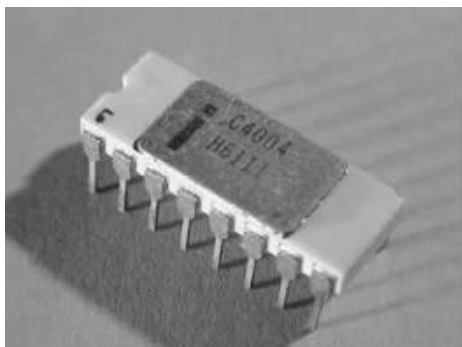


图 1-1-2 Intel 4004 微处理器



图 1-1-3 Intel 8008 微处理器

随后的几年里, Intel 公司推出了一系列单片机产品。其中具有代表性的是 1976 年推出的 8 位机 MCS-48 系列和 1980 年推出的 MCS-51 系列。这两款单片机相比, MCS-51 系列单片机的计算速度可以达到 MCS-48 系列的 10 倍, 同时, 无论是 RAM 容量、I/O 口功能、系统扩展等方面的性能都大大超过了 MCS-48 系列产品。MCS-51 系列单片机也因其性能可靠、简单实用、性价比高特点深受广大用户欢迎, 被誉为“最经典的单片机”。

随着单片机产业的发展, 更多的公司开始介入这一领域, 如 Motorola 公司推出了 MC6801 系列单片机, Zilog 公司推出了 Z8 系列单片机, Atmel 公司推出了 89 系列单片机等。

3) 16 位机

1978 年 Intel 推出了 16 位微处理器 8080 系列, 随后 Motorola 公司推出了 M68000 系列, Zilog 公司又推出了 Z8000 系列, 成为当时的三大 16 位微处理器系列产品。但由于当时 8 位机已经应用广泛而且能解决大部分问题, 使得 16 位单片机进入市场较晚, 直到 1988 年 Intel 公司才推出了 MCS-96 系列, 此系列具有高速运算及高速处理和控制在能力, 具有 16 位的 CPU、8 位的外部总线(因此又称准 16 位机), 丰富高效的指令系统。由于性能、功能良好, 售价只比 8 位机稍微高一些, 其一出现便引起工业界的广泛注意。

4) 32 位机

随着高科技在智能机器人、图像与数据实时处理、复杂实时控制、网络服务器等领域的应用发展, 16 位机已显得无能为力, 从 1989 年开始, 多家公司推出了 32 位单片机产品。如 Motorola 公司推出的 M68300、Intel 公司推出的 80960 都是 1989 年出品的。其共同特点是寻址能力在 GB 级以上, 具有 M 级的高精度, 令执行速能直接支持高级语言和实时多任务执行, 多数采用 RISC(reduced instruction set computer, 精简指令集计算机)结构, 这使得单片机进入了又一个新的时代。目前市面上常见的 32 位单片机产品有很多, 如 ST 公司的 STM32 系列、NXP 公司的 LPC 系列、Atmel 公司的 SAM3X 系列等。其中, STM32 系列单片机是最为主流的产品之一。

5) 64 位机

21 世纪初出现了 64 位单片机, 64 位单片机的处理能力异常强大, 可以运行类似桌面计算机的各种软件, 运行速度可以达到 G 级指令执行速度, 同时可以应用在引擎控制、智能机器人控制、磁盘控制、语音/图像通信、算法密集的实时控制等场合, 但目前仍然不是单片机的主流产品。



知识点2 MCS-51 系列与 AT89 系列单片机

20 世纪 80 年代是单片机蓬勃发展的时期, Intel 公司的 MCS-51 系列单片机是这一时期应用最广泛的 8 位单片机系列产品, 因其经典的体系结构、可靠的性能而成为 8 位单片机的经典。我们平时所说的 51 单片机指的就是 Intel 的 MCS-51 系列及兼容其内核的一系列单片机, 如 Atmel 公司的 AT89 系列、Silicon Labs 公司的 C8051F 系列等。这些单片机有着十分接近的指令系统和硬件结构, 虽然其功能或多或少会因为需求不同而有所不同, 但其内核都是 8051 的内核结构, 因此依然被称为 51 单片机。本书仅介绍经典的 MCS-51 系列单片机和当前应用较广泛的 AT89 系列单片机。

1. MCS-51 系列单片机

Intel 公司的 MCS-51 系列可分为 51 和 52 两大系列。51 系列为基础型, 而 52 系列可以说是 51 系列的增强型, 其最大的特点就是在 51 系列的基础上使存储器加倍, 并且增加了一个定时/计数器。

51 系列单片机型号: 8031、80C31、8051、80C51、8751、87C51。

52 系列单片机型号: 8032、80C32、8052、80C52、8752、87C52。

51 系列和 52 系列对比如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 51 系列和 52 系列对比

单片机分类	片内 ROM 情况			ROM 大小	RAM 大小	寻址范围	定时/计数器数量	并行 I/O 口数量	中断源数量
	无	ROM	EPROM						
51 系列	8031	8051	8751	4 KB	128 B	64 KB	2	32	5
	80C31	80C51	87C51						
52 系列	8032	8052	8752	8 KB	256 B	64 KB	3	32	6
	80C32	80C52	87C52						

从表 1-1-1 中可以看到, 8031、80C31、8032、80C32 片内是没有 ROM 的, 8051、80C51、8052、80C52 片内有 ROM, 而 8751、87C51、8752、80752 片内 ROM 是可擦可编程只读存储器(erasable programmable read only memory, EPROM)。EPROM 相对 ROM 来说其内部信息在特殊条件下可以被擦除或重新写入。

从表 1-1-1 还可得知, 51 系列的 ROM 大小是 4 KB, 52 系列的 ROM 大小是 8 KB; 51 系列的 RAM 大小为 128 B, 52 系列的 RAM 大小为 256 B; 51 系列的定时/计数器是 2 个, 而 52 系列的定时/计数器为 3 个; 51 系列的中断源为 5 个, 52 系列的中断源为 6 个。

另外, 从表 1-1-1 还可以看到, 51 系列的 80xx 和 80Cxx 的配置完全相同, 但在称呼上, 80xx 称为 51 系列、80Cxx 称为 C51 系列, 它们的区别在于制造工艺不同, 对比如下。

(1) 51 系列采用的是高性能金属氧化物半导体 (high performance metals-oxides-semiconductor, HMOS) 工艺, 具有高速度、高密度的特点。

(2) C51 系列采用的是互补高性能金属氧化物半导体 (complementary high performance



metal-oxide-semiconductor, CHMOS) 工艺, 具有高速度、高密度、低功耗的特点。

从二者的对比可知, C51 系列单片机比 51 系列单片机具有更低的功耗, 因此现在市面上使用的多为 C51 系列单片机。

2. AT89 系列单片机

Atmel 公司是全球性的知名半导体产品公司, 该公司的技术优势是其 Flash 存储器技术。Flash 存储器是一种可反复擦写多次的只读存储器, 采用这种存储器的单片机不但可将程序烧写(存储)到芯片里的程序存储器中, 而且只要用 5 V 或 12 V 电压, 即可轻松、快速清除程序存储器里的数据。同时, 它在系统工作过程中, 能有效地保存一些数据信息, 即使外界电源损坏也不影响信息的保存, 因此备受业界喜爱。Atmel 公司将这种技术与 80C51 内核相结合, 形成了片内带有 Flash 存储器的 AT89C5x 和 AT89S5x 系列单片机, 这使得 Atmel 公司的单片机在世界 8 位单片机市场中占有较大的份额。

1) AT89C5x 系列单片机

AT89C5x 系列单片机继承自 MCS-51, 与 MCS-51 系列单片机在原有功能、引脚以及指令系统方面完全兼容。AT89C5x 名字中的 AT 代表 Atmel 公司, C 代表该芯片采用互补金属氧化物半导体(complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS)工艺。AT89C51 系列是低电压、高性能 CMOS 型 8 位单片机。

2) AT89S5x 系列单片机

AT89S5x 系列单片机是 Atmel 公司继 AT89C5x 系列之后推出的新机型, 代表性产品为 AT89S51 和 AT89S52。AT89S5x 系列单片机与 AT89C5x 系列单片机几乎完全兼容, 其最突出的特点就是其片内 Flash 存储器可以实现系统在线编程(in-system programming, ISP)功能, 即不必将芯片从电路板上拔下来便可以编程, 这给产品开发带来了极大的方便, 因此是 Atmel 公司用于取代 AT89C5x 系列单片机的产品。AT89Sx 系列中的 S 即代表芯片具有 ISP 功能。

AT89S5x 系列单片机不仅性能比 AT89C5x 系列有很大提升, 而且价格与 AT89C5x 相差不多, 甚至价格更低些, 因此目前应用得比较广泛。

知识点 3 单片机的软件开发环境

单片机的软件开发环境包括程序设计语言和软件开发工具。

1. 程序设计语言

目前, 单片机开发过程中普遍使用的程序设计语言有两种: 汇编语言和 C 语言。

1) 汇编语言

汇编语言是一种低级语言, 是面向硬件的用户级开发语言, 它采用一种人类语言来代替机器复杂的二进制代码进行编程。它是计算机能提供给用户的最快且又最有效的语言, 也是能够利用计算机所有硬件特性并能直接操控硬件的唯一语言, 在许多需要直接控制硬件的应用场合, 往往非汇编语言不可。汇编语言的主要优点是占用资源少、程序执行效率高。它的缺点是不同的 CPU, 其汇编语言可能有所差异, 所以不易移植。





2) C 语言

汇编语言有代码最小、最直接、最高效的优点,但其程序编写难度大,代码难以理解,不易于识读,难以移植,排错困难。随着国内单片机开发环境的不断发展,开发技术水平的不断提高,现在已有相当多的开发器材支持高级语言的使用和调试。高级语言的优点是开发周期短,易于识读,容易移植,也便于初学者掌握。

C 语言是高级程序设计语言之一,使用 C 语言编程可以通过适当的编译器将 C 代码转换为单片机可执行的机器代码,并且使用 C 语言在一种单片机上编制的程序比较容易移植到另一种单片机上,因此现在 C 语言广泛应用于单片机的程序设计开发中。本书将以 C 语言为开发语言讲解单片机的程序开发及实施,具体内容会在后面的项目中逐步介绍。

2. 软件开发工具

单片机的软件开发工具主要包括三类:程序编译工具、单片机仿真调试工具、电子电路设计工具。

1) 程序编译工具

程序编译工具是指用来完成源程序编写、编译、调试的软件。这样的软件非常多,对于 51 单片机来说,常用的软件为 Keil C51 和 IAR。

(1)Keil C51。Keil C51 是美国 Keil Software 公司出品的 51 单片机的 C 语言软件开发系统。它提供了包括 C 编译器、宏汇编、连接器、库管理和一个功能强大的仿真调试器等在内的完整开发方案,并通过一个可视化集成开发环境将这些部分组合在一起应用,这使得 Keil C51 可以帮助用户更轻松地完成开发,因此深受 51 单片机开发者的喜爱。图 1-1-4 所示为 Keil C51 软件界面。



图 1-1-4 Keil C51 软件界面

(2)IAR Embedded Workbench。IAR Systems 公司是一家全球领先的嵌入式系统开发工具和服务供应商,其最著名的产品之一是 C 编译器 IAR Embedded Workbench(以下简称 IAR)。IAR 是一个功能非常强大的集成开发环境,它支持在 Windows、Linux、MacOS 等多种操作系统上跨平台运行,使得开发人员可以根据自己的喜好和工作环境选择合适的平台进行开发;它提供了一个简洁易用的可视化界面,同时配备了丰富的图形化工具和功能,使得开发人员可以方便地进行代码编写、编译和调试等工作;它支持众多知名半导体公司的微处理器,目前已支持的微处理器包括 8051、ARM、AVR 等。图 1-1-5 所示为 IAR 软件界面。



图 1-1-5 IAR 软件界面

Keil 和 IAR 都是功能强大的程序编写软件,从应用的广泛度来说 Keil 略胜一筹,但业界开发 ARM 单片机越来越多,使得 Keil ARM 版应用较广,而 Keil 的问题是多个版本不能共存。因此如果既想开发 ARM 单片机,又想开发 51 单片机,那么最好的选择就是用 Keil ARM 做 ARM 以上单片机开发,而用 IAR 做 51 单片机开发。本书正是出于这样的需求,选择采用 IAR 讲授 51 单片机的开发。

2) 单片机仿真调试工具

对目标程序和电路进行排错、调试和检查的过程称为仿真。仿真通常有两种方式,一种是通过硬件仿真器与试验样机联机进行的硬件在线仿真;另一种是在计算机上由软件进行的模拟仿真。本处所指即第二种,其常用软件为 Proteus、Multisim 仿真软件。Multisim 侧重于模拟数字电路原理特性级仿真分析,优点是在国内使用比较普遍,各种资料比较多,模型制作容易,缺点是无 MCU(微控制器,本书介绍的单片机属于该级别)级仿真(虽然新版也支持但很少有可用的 MCU)。相比 Multisim,Proteus 侧重于 MCU、ARM、LCD、I/O 处理器件的逻辑、语言等仿真调试,特别值得提出的是,提供各种常用 MCU 的集成开发环境(integrated development environment, IDE)联调。Proteus 的优点是集成丰富的 MCU、外围器件模型,提供各种 IDE 仿真接口;缺点是模拟电路方面仿真比 Multisim 稍显薄弱。由于本书将要介绍的是 AT89S51 单片机,因此本书使用 Proteus 软件。图 1-1-6 所示为 Proteus 软件界面。

3) 电子电路设计工具

电子电路设计主要指的是电路原理图的编辑、印制板设计等。目前电子电路设计工具很多,主流的三大电子电路设计软件是 Altium Designer、PADS 和 Cadence Allegro,其中 Altium Designer 是原 Protel 软件开发商 Altium 公司推出的一体化的电子产品开发系统,是一款功能强大的电子设计自动化软件,它全面继承包括 Protel 99SE、Protel DXP 在内的先前一系列版本的功能和优点,使设计者可以轻松进行设计,因此成为各大高校和低端市场





上常用的电子电路设计工具。

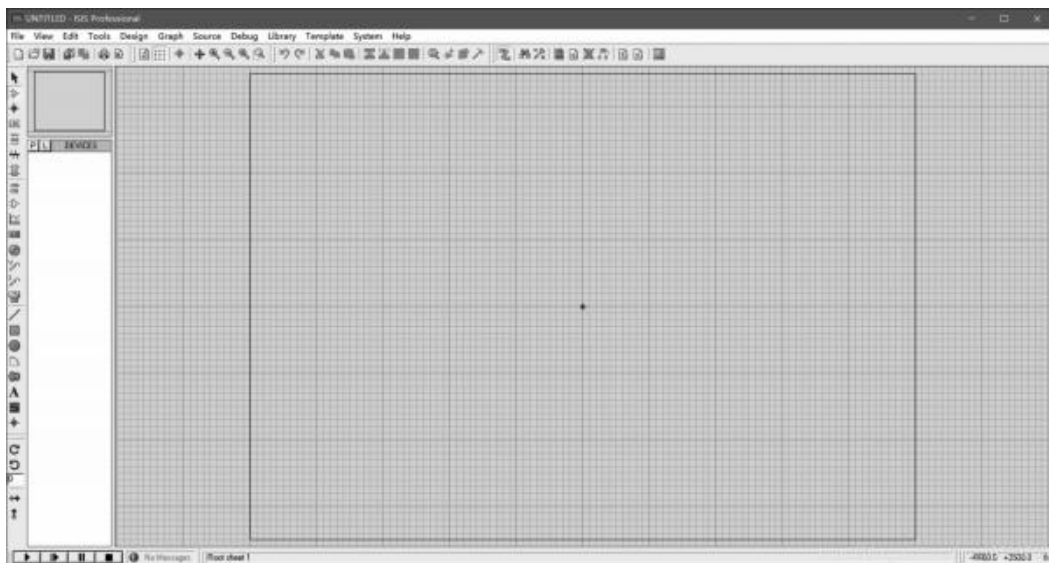


图 1-1-6 Proteus 软件界面

知识点 4 单片机的硬件开发环境

1. 常用元器件

单片机芯片像人的大脑一样,负责处理和运算功能,但除了“大脑”外,单片机产品还需要与之匹配的“手脚”,这就是外围的开发设备及元器件。常见的元器件有电阻器、电容器、半导体器件、电声器件、开关、继电器、电感器、集成电路芯片等,它们都是整机电路常用的元器件(具体元器件的特征及使用请参考附录 B)。

2. 常用装配工具

在电路设计制造过程中,除了要用到各种元器件以外,还需要配备各种材料及装配工具。常用的有电烙铁、焊料和焊剂、尖嘴钳、桃口钳、斜口钳、平口钳、剥线钳、螺钉旋具、小刀和锥子、镊子以及起拔器。

知识点 5 单片机的开发流程

单片机的硬件选型不尽相同,软件编写也千差万别,但单片机产品的研制步骤和方法是基本一致的,一般从项目开始到完成单片机产品的研制,要经历以下几个阶段。

1. 确立任务

对于单片机产品的开发来说,需要先确定项目的具体任务目标,然后根据目标分析和了



解项目的总体要求,根据总体要求确定输入信号的类型和数量、输出控制的对象及数量、辅助外设(如传感器)的种类及要求,以及使用环境和工作电源要求等,同时考虑产品的成本、可靠性、可维护性要求和经济效益等因素。必要时可参考同类产品的技术资料,制定出切实可行的性能指标。

2. 单片机的选型

单片机应用系统用途不同,其硬件和软件均不相同。单片机最初的选型很重要,原则上是选择高性价比的单片机,硬件的软件化是提高系统性价比的有效方法,即尽量减少硬件成本,多用软件来实现相同的功能,这样也可大大提高系统的可靠性。单片机的选择还需考虑其能否全部满足规定的要求,如控制速度、精度、控制端口的数量、驱动外设的能力、存储器的大小、软件编写的难易程度、开发工具的支持程度等。此外,选择某种单片机还需考虑货源是否充足,是否便于批量生产,在考虑性价比的时候同样需要研究易实现产品技术指标的因素。

3. 硬件电路的设计

根据总体设计中确立的功能特性要求,确定单片机的型号,再根据所选择的单片机的功能特点确认所需的外围扩展芯片、存储器、I/O 电路、驱动电路、A/D 或 D/A 转换电路,以及其他模拟电路等,从而设计出符合项目需要的应用系统的电路原理图。

4. 软件的编写

单片机应用软件的设计和硬件的设计一样重要,单片机的软件负责单片机系统的控制作用与运行,是单片机实现机器自动化、智能化控制必不可少的功能,可以说没有软件控制的单片机是毫无用处的。单片机软件编写的水平在很大程度上决定了单片机的性能,良好的程序代码应做到结构清晰,具有良好的可移植性,便于修改或变更,实现相同功能的代码尽量精简易读,代码的执行速度应符合系统预期。

单片机硬件和软件具有一定的互换性。在应用系统中,有些功能既可以用硬件来实现,也可以用软件来完成,多利用硬件,可以提高研制速度,减少编制软件的工作量,争取商机。诚然,这样会增加产品的单位成本,对于以价格为竞争手段的产品就不宜采用。相反,以软件代替硬件来完成一些功能,最直观的优点是降低成本,提高可靠性,增加技术难度而给仿制者增加仿制难度,缺点是同时增加了系统软件的复杂性,软件的编制工作量大,研制周期可能会延长,同时系统运行的速度可能也会降低等。因此单片机的硬件和软件是紧密联系、相辅相成的,在总体考虑时必须综合分析以上因素,合理地确定某些功能硬件和软件的比例。

5. 系统调试

系统调试是在单片机的软硬件设计完成后,对编写的代码能否与硬件电路设计需求匹配而进行检测和调试的过程。通过这个过程实施,可以找出代码中的缺陷和不足之处,并加以修正。系统调试通常采用在线仿真联机调试的方式将程序代码下载到单片机中,并在单片机中进行检测和调试。





6. 固件烧写

在系统调试后,就要对给单片机产品编写的代码进行编译,代码编译后生成的 HEX 文件是供单片机工作的可执行文件,即单片机的程序,它是单片机启动时连接硬件并控制硬件工作的底层代码。固件烧写就是将 HEX 文件下载到单片机的程序存储器中,使代码长期保存在单片机中,正常工作时这个代码是不会被删除或取出的(所以叫固件),如果要删除代码则需要采用特殊的方式才能够实现。

7. 脱机运行

固件被烧写完成后,单片机产品就是一个既有硬件又有软件的成品了,这个时候就可以离开开发环境独立运行了,这一步我们称为脱机运行。



任务实施

步骤 1:思考并完成下列问题。

(1)说明图 1-1-7 中的设备是否属于单片机产品。

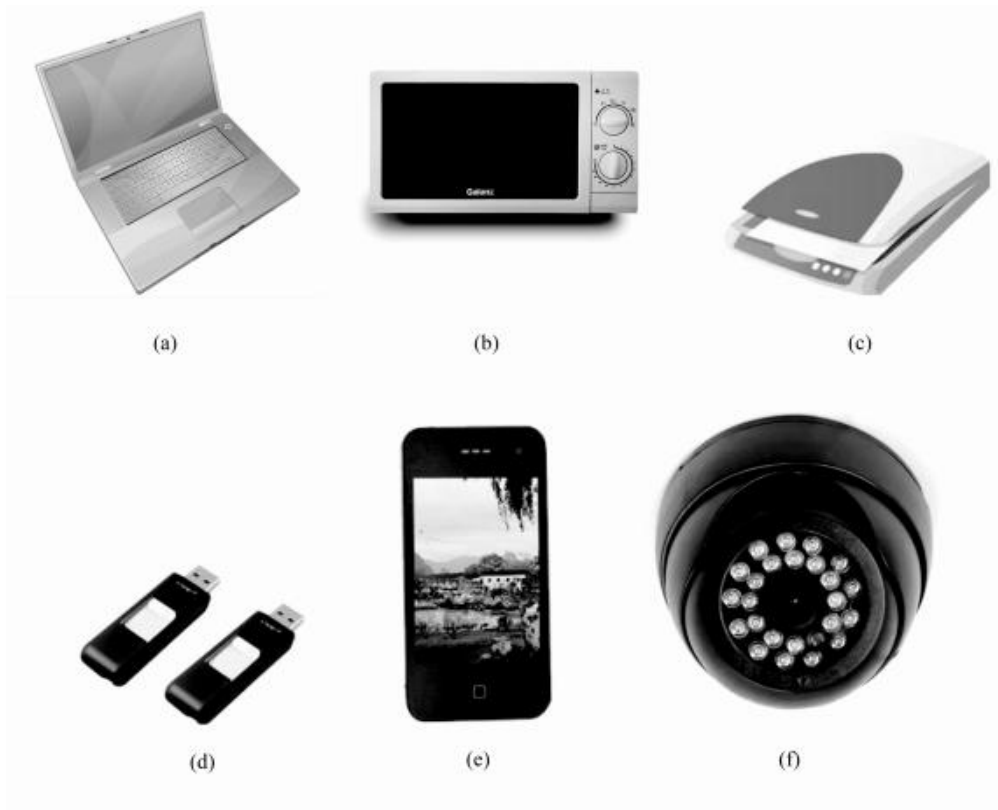


图 1-1-7 设 备

(a)计算机;(b)微波炉;(c)扫描仪;(d)U 盘;(e)手机;(f)监控摄像头



提示:单片机是计算机诞生后的产物,是为了将计算机技术应用在机械设备上,以实现设备自动化而研制的产品,因此单片机是计算机在机械、电子产品上的替代品,一切脱离计算机但能实现智能化、自动化控制的电子产品都属于单片机产品。

(2)根据你对单片机的理解,说一说单片机的特点。

提示:查看知识储备的内容,可以发现单片机的特点。

步骤 2:绘图。

根据单片机的开发流程的说明,尝试绘制单片机开发流程的流程图。



任务 1.2 安装 Proteus 软件



视频

任务 1.2 讲解



明德育人

一个国家的强大离不开国防能力的提高,“国无防不立,民无防不安”,国防是一个国家的战备能力,Proteus 软件的应用也是学好单片机的战备能力。单片机是电子产品的“大脑”,学习单片机实质就是学习如何用单片机控制与它相连的元器件来完成指定的任务,因此需要学习者了解单片机产品的电路结构。Proteus 软件是最适合在没有真实设备的情况下采用仿真的方式搭建单片机的电路原理图的软件,并且能够实现对单片机代码的在线仿真调试。



任务要求

安装 Proteus 软件。



任务目标

- (1) 了解 Proteus 软件对单片机的作用。
- (2) 学会 Proteus 软件的安装。



知识储备

知识点 1 Proteus 软件简介

Proteus 是英国 Lab Center Electronics 公司开发的一款能仿真单片机及其外围元器件的电子设计自动化(electronic design automation, EDA)工具软件,是将电路仿真软件、印





制电路板(printed-circuit board,PCB)设计软件和虚拟模型仿真软件三者合一的设计平台。Proteus 支持的处理器模型包括 8051、PIC、AVR、ARM、8086 和 MSP430 等,2010 年又增加了 Cortex 和 DSP 系列处理器模型。它既可以仿真模拟电路及数字电路,也可以仿真模拟数字混合电路。Proteus 提供了丰富的元器件库,可以对 IAR、Keil 等开发工具的源程序进行调试,并且可以观察代码在仿真硬件上的实时运行效果。Proteus 因其功能强大,非常适合单片机及嵌入式开发的初学者使用。

知识点 2 Proteus 软件的功能

Proteus 软件的主要功能包括电路绘制、电路仿真、PCB 设计等。

1. 电路绘制

电路绘制功能主要用于绘制电路原理图。Proteus 提供 30 多种元件库,超过 8 000 种元器件,用户可以使用各种元器件和模块搭建电路原型,并对其进行优化和改进。

2. 电路仿真

在电路仿真方面,Proteus 可以通过虚拟仪器帮助用户模拟整个电路工作过程,包括电压、电流、频率等参数的测量和监测,可以仿真 51 系列、AVR、PIC、ARM 等常用主流单片机产品,可以直接在基于电路原理图的虚拟原型上编程,配合显示及输出,能看到运行后输入/输出的效果。

3. PCB 设计

PCB,中文名称为印制电路板,又称印刷线路板,是电子元器件的支撑体,是电子元器件电气连接的载体,几乎每种电子设备都离不开印制电路板,其外观如图 1-2-1 所示。PCB 设计是用户可以将电路转化为实际电路板的过程,以往的 PCB 设计是一个比较烦琐的过程,但是 Proteus 软件提供了一种十分简便的方法,可以轻松地进行电路的 PCB 设计。

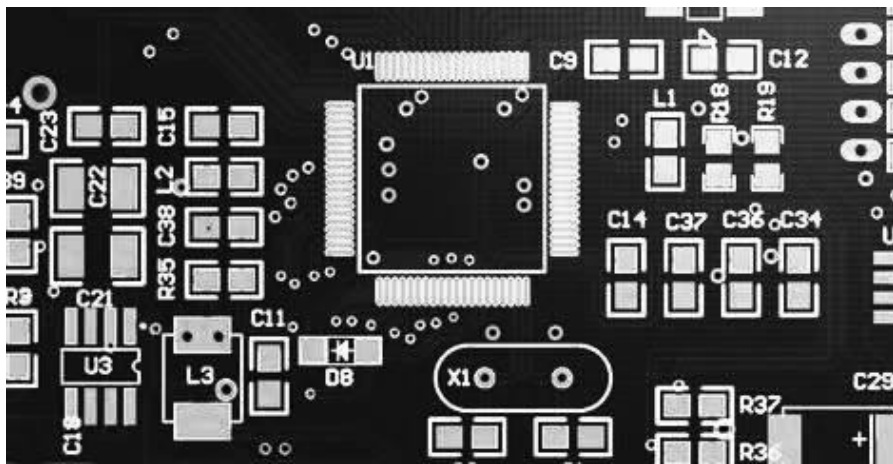


图 1-2-1 印制电路板外观



总体而言,Proteus 是一款功能强大的电子电路设计工具,可以帮助电子工程师、单片机爱好者快速、有效地设计、学习及优化各种电路。



任务实施

(1)从网上下载 Proteus 安装软件压缩包并解压,本书安装的版本是 Proteus 8.9,其解压缩后的文件如图 1-2-2 所示。



图 1-2-2 Proteus 安装软件

(2)以管理员身份运行该文件,如图 1-2-3 所示。



图 1-2-3 以管理员身份运行 Proteus 软件

(3) 打开安装软件后,选择安装路径。默认安装在 Program Files (x86)文件夹下,如需修改路径就单击“Browse”按钮选择新路径,如图 1-2-4 所示。

(4) 单击“Next”按钮,选择 Proteus 软件在开始菜单的文件目录名(路径),此项一般不用修改,如图 1-2-5 所示。





图 1-2-4 选择安装路径



图 1-2-5 选择开始菜单文件夹

(5)单击“Next”按钮,正式开始安装,如图 1-2-6 所示。



图 1-2-6 安 装 中



(6)安装完毕后,单击“Close”按钮退出安装,如图 1-2-7 所示。



图 1-2-7 安装完毕

(7)此时桌面上会出现启动 Proteus 的快捷方式图标,如图 1-2-8 所示。



图 1-2-8 启动 Proteus 的快捷方式图标



任务 1.3 用 Proteus 创建电路的原理图

明德育人

随着科技的快速发展,电路原理图绘制作作为电子工程领域的基础技能,其重要性日益凸显。绘制原理图,要遵循科学严谨的态度,结合电路功能充分分析可实施性后解决实际问题。在绘制原理图的过程中,我们要遵循电路设计规范,注重电路的安全性和稳定性;同时还要有知识产权保护的意识,尊重他人劳动成果,遵守相关法律法规。通过原理图的绘制,读者可以熟练掌握各种绘图工具的使用方法,对电路原理有更深入的理解。





任务要求

用 Proteus 创建电路原理图。



视频

任务 1.3 讲解

任务目标

- (1)学会仿真软件 Proteus 中的工具的使用。
- (2)学会使用 Proteus 软件创建电路原理图。

知识储备

知识点 1 Proteus 原理图界面简介

新建 Proteus 原理图后,会出现如图 1-3-1 所示的窗口界面。

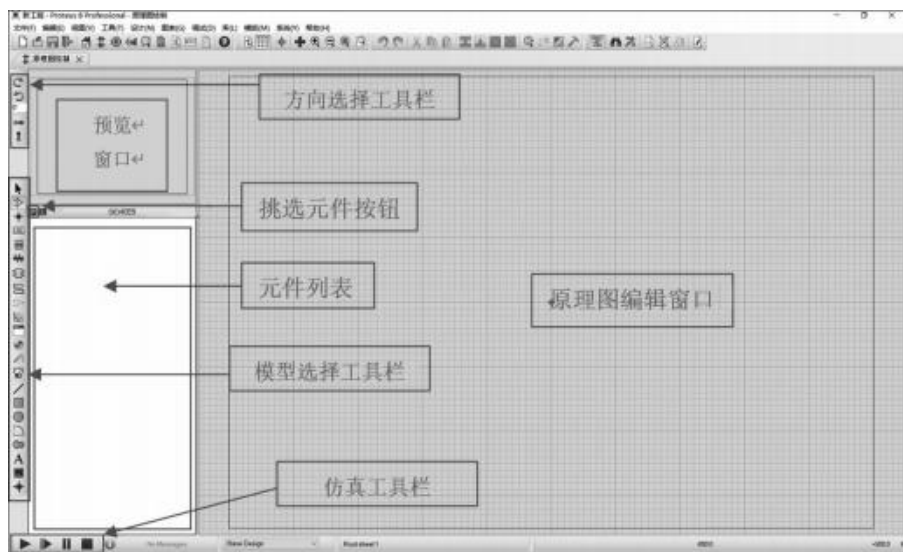


图 1-3-1 Proteus 原理图绘制界面

窗口各区域的说明如图 1-3-1 所示,其功能如下。

(1)原理图编辑窗口:顾名思义,是用来绘制原理图的区域。区域内有个方框,方框内为可编辑区,绘图的元器件必须放到这个方框里才被视为有效,否则无法进行仿真。需要注意的是,这个窗口是没有滚动条的,如需缩放可以在预览窗口缩放,以改变原理图的可视范围。

(2)预览窗口:它可显示两方面内容,一个是当用户在元件列表中选择元件时,显示该元件的预览图;另一个是当用户的鼠标焦点落在原理图编辑窗口(即放置元件到原理图编辑窗口或在原理图编辑窗口中单击)时,它会显示整张原理图的缩略图,并显示一个绿色的方框,绿色方框里面的内容就是当前原理图编辑窗口中显示的内容,当用户用鼠标在绿色方



框内单击时,就会形成拖动效果,通过拖动鼠标就可以改变绿色方框内原理图的可视范围。

(3)元件列表:用于存放从元件库中挑选的元件、终端接口、信号发生器、仿真图表等。

(4)挑选元件按钮:“P”按钮是挑选元件按钮,单击“P”按钮可从中选择需要的元件,选好后元件会出现在元件列表中。

(5)模型选择工具栏:该工具栏主要负责选择、连接、标识以及绘制元器件等。


(6)方向选择工具栏:负责对元器件进行旋转操作。


(7)仿真工具栏:负责对电路原理图进行仿真调试。


知识点 2 常用 Proteus 工具


Proteus 原理图界面的左侧是系统默认的工具栏,这里我们只针对单片机的学习,讲授与单片机绘制原理图有关的常用工具。


1. 方向选择工具栏

(1)顺时针旋转:选项图标为,每单击一次元件顺时针旋转 90° 。


(2)逆时针旋转:选项图标为,每单击一次元件逆时针旋转 90° 。


(3)任意方向旋转:选项图标为,在选项框中可填写 0° 、 90° 、 180° 、 360° ,则可使元件按照指定角度旋转。如果数字前填写负号,则表示逆时针旋转指定角度,否则表示顺时针旋转指定角度。


(4)X 轴镜像:选项图标为,表示水平翻转。

(5)Y 轴镜像:选项图标为,表示垂直翻转。


2. 模型选择工具栏


(1)选择模式:选项图标为,此模式下单击元器件可以实现拖曳。

(2)元件模式:选项图标为,此模式下可以将元件列表里的元件拖动到原理图编辑窗口。

(3)连线标号模式:选项图标为,用于给连线设置标识名。


(4)文字脚本模式:选项图标为,一般用于编辑注释或注解文本。


(5)总线模式:选项图标为,用于绘制总线。

(6)终端模式:选项图标为,其选项区有 VCC、地、输出、输入等接口。

3. 仿真工具栏

(1)运行:选项图标为,单击后开始全速运行。

(2)单步运行:选项图标为,单击后可单步执行仿真中的程序。

(3)暂停:选项图标为,单击后暂停当前仿真运行。

(4)停止:选项图标为,单击后停止仿真运行。





任务实施

(1) 双击 Proteus 软件的快捷方式图标打开软件,如图 1-3-2 所示。

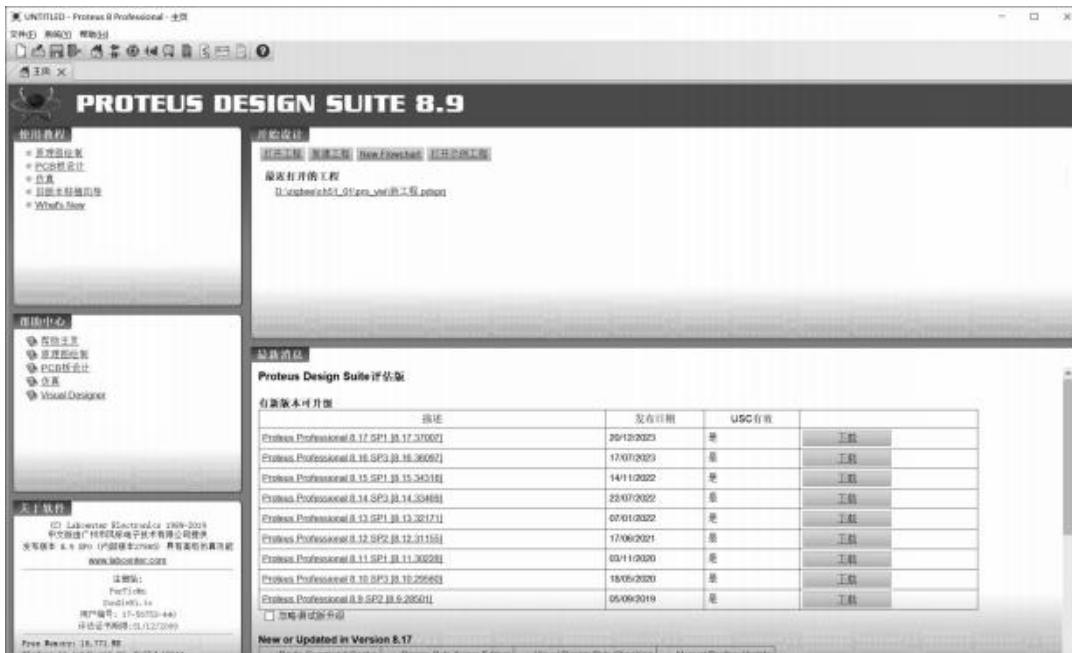


图 1-3-2 Proteus 启动界面

(2) 单击“新建工程”按钮,在打开的窗口中设置工程名称和保存路径,如图 1-3-3 所示。

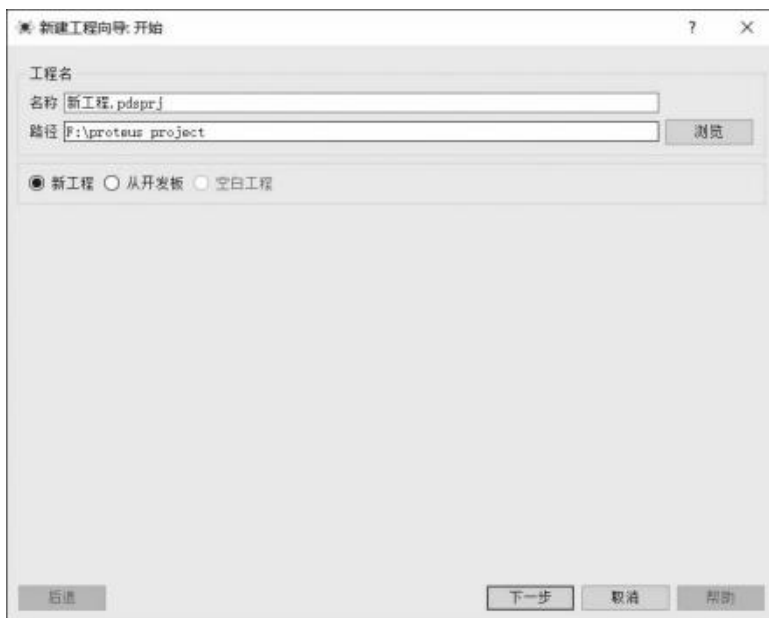


图 1-3-3 Proteus 工程名称及保存路径



(3)单击“下一步”按钮,选择原理图的图纸模板。当前保持默认选择不改变,如图 1-3-4 所示。



图 1-3-4 选择原理图图纸模板

(4)单击“下一步”按钮,选择 PCB 布版设计模板。这里保持默认选择,即“不创建 PCB 布版设计”,如图 1-3-5 所示。

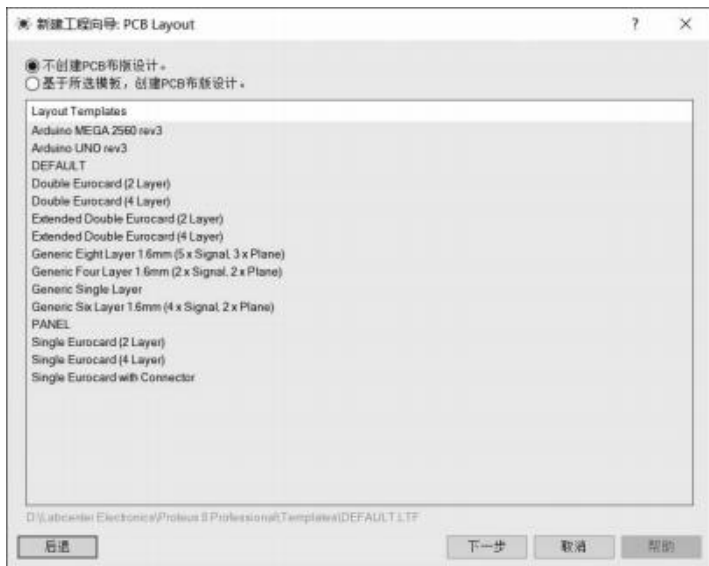


图 1-3-5 选择 PCB 布版设计模板

(5)单击“下一步”按钮,选择是否创建固件项目。这里保持默认选项,即“没有固件项目”,如图 1-3-6 所示。

(6)单击“下一步”按钮,可以看到建立工程的全部信息,如图 1-3-7 所示。



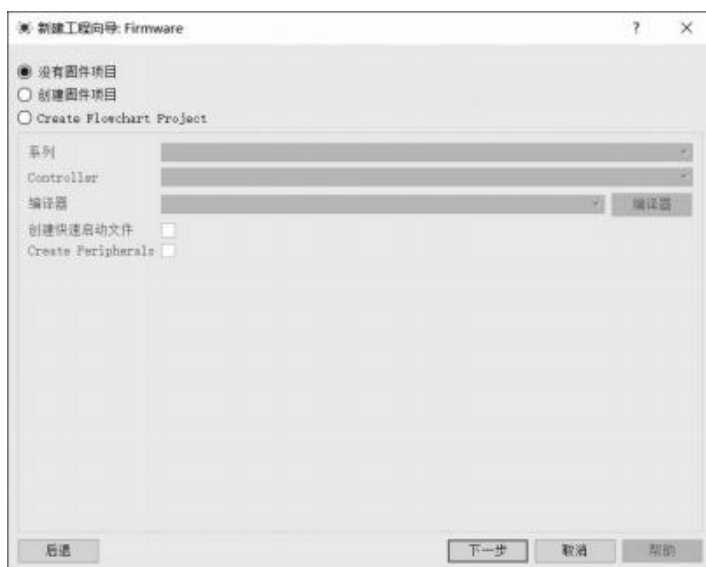


图 1-3-6 创建固件项目

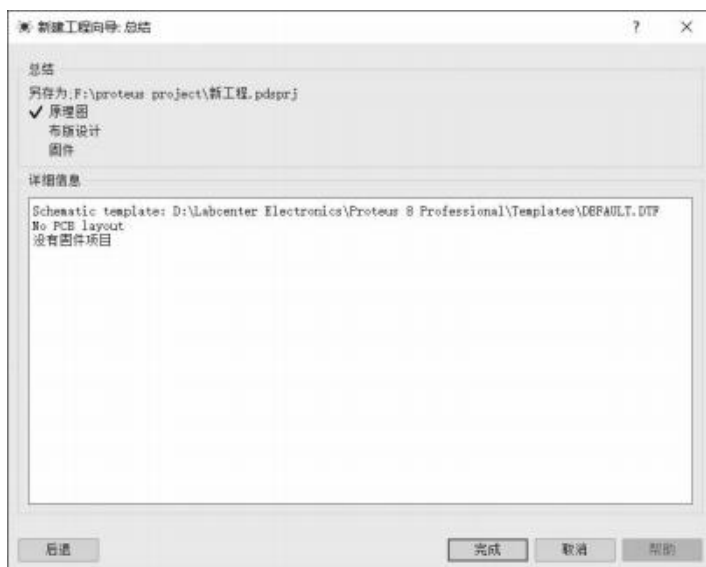


图 1-3-7 新建工程总结

(7)单击“完成”按钮,打开新建的原理图。至此,新建工程完毕,如图 1-3-8 所示。

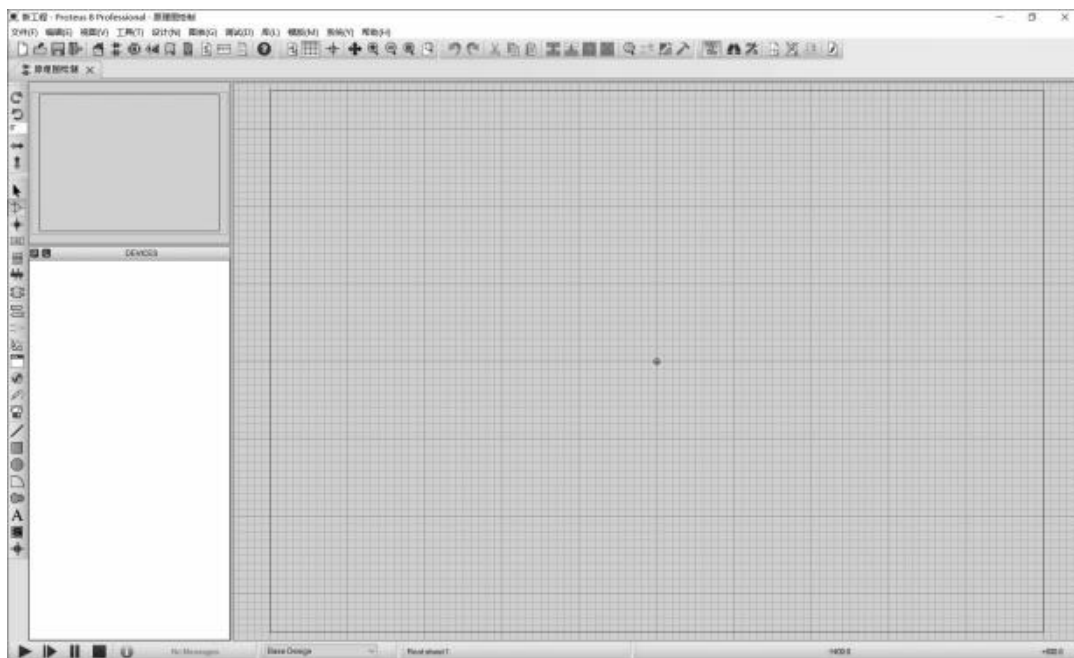


图 1-3-8 原理图绘制界面



任务 1.4 用 Proteus 绘制单片机最小系统原理图

明德育人

强国先强技,但技术的学习不能浮于表面,要知其然,更要知其所以然。单片机最小系统是单片机技术的基础,通过学习单片机最小系统,学生能够了解单片机电路的基本理论,并对之后单片机应用项目的电路设计和程序设计原理的理解大有帮助。

任务要求

用 Proteus 软件绘制单片机最小系统。

任务目标

- (1)学会仿真软件 Proteus 的应用。
- (2)掌握单片机最小系统的概念及应用。



视频
任务 1.4 讲解

知识储备

知识点 1 单片机最小系统

单片机是一块芯片,虽然它自身有控制功能,但仅仅靠其自己是不能做任何工作的,必须和其他部件连接在一起才能完成某项具体的工作。这就好像人只有大脑是不能完成任何动作的,还要有躯干和四肢来支撑,要想工作还要有神经系统来协调人体的各个器官配合大脑完成动作。单片机的工作就像人体一样,一个完整的电路中不仅要有单片机,还需要用电阻、电容等其他元器件构成电路的“四肢和躯干”来配合单片机协同工作。那么,使单片机能够正常工作的最少数元器件就构成了单片机最小系统。

单片机最小系统也称为最小应用系统,对于传统的 51 单片机来说,单片机最小系统一般包括单片机芯片、电源(地)、振荡电路、复位电路和 \overline{EA} 引脚电路。这些部件的连接是通过导线实现的,其连接方式如图 1-4-1 所示。

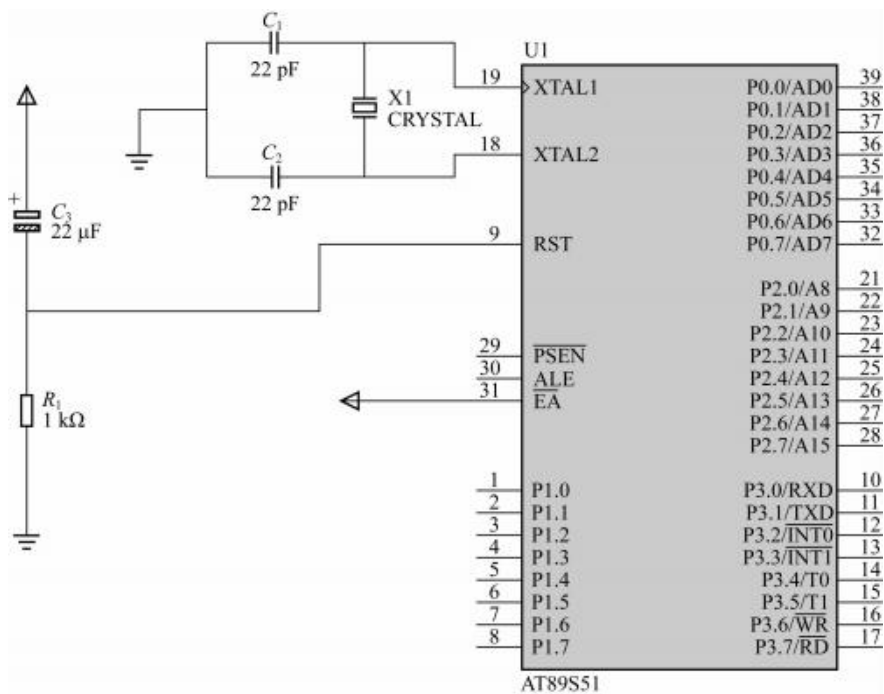


图 1-4-1 单片机最小系统电路图

下面简要介绍单片机最小系统的各个组成部分。

1. 单片机芯片

单片机芯片是单片机工作的大脑,它与其他元件的连接是通过芯片上的引脚实现的。引脚是单片机与外部通信的接口,以 AT89S51 单片机为例,其引脚结构如图 1-4-2 所示。

AT89S51 单片机有 40 个引脚,这 40 个引脚按功能可分为 3 类。

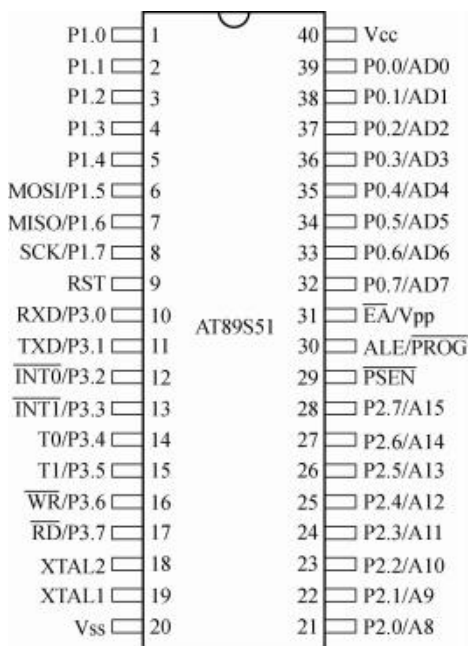


图 1-4-2 AT89S51 单片机引脚

- (1)电源及时钟引脚: Vcc、Vss、XTAL1、XTAL2。
- (2)控制引脚: PSEN、ALE/PROG、EA/Vpp、RST。
- (3)I/O 口引脚: P0. x、P1. x、P2. x、P3. x, x 代表 0~7 的数。

另外, AT89S51 单片机的引脚在芯片上的摆放取决于芯片的外观封装结构, 一般多采用双列直插封装(dual in-line package, DIP)方式, 即图 1-4-2 的封装样式。此外它还有 44 引脚的特殊引脚芯片封装(plastic leaded chip carrier, PLCC)和薄塑封四角扁平封装(thin quod flat package, TQFP)封装方式。

2. 电源(地)

任何电路的工作首先离不开电源, 单片机一般使用 +5 V 电源, 其中正极接 40 引脚 Vcc, 负极(地)接 20 引脚 Vss。在 Proteus 绘图工具中, 单片机的电源(地)引脚默认状态是已连接, 因此往往不标示出来。

3. 振荡电路

单片机是一种时序电路, 时序简单来说就是“时间顺序”, 而单片机的时序被称为时钟信号, 振荡电路的作用就是产生单片机工作所需要的时钟信号。单片机必须在时钟信号的控制下严格地按照规定的时间顺序执行各种操作, 否则顺序乱了, 单片机就无法正常工作了。

AT89S51 单片机的振荡电路是一个接在 XTAL1 引脚和 XTAL2 引脚上的回路, 如图 1-4-3 所示, 它包括晶振(也称晶体振荡器)X1 和电容 C_1 、 C_2 以及地线。其中, 晶振负责为系统提供具有一定频率的振荡信号, 这个频率的准确性对于单片机的稳定运行和精确计时至关重要, 通常其值为 12 MHz 或 11.0952 MHz; C_1 、 C_2 两个小电容用于提高产生的振荡信



号的稳定性,典型值为 22 pF;接地线是因为单片机的 XTAL1 引脚的一端需要与地线相连。

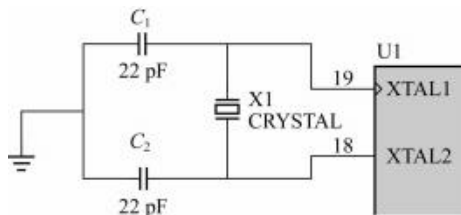


图 1-4-3 振荡电路

实际上,单片机的振荡电路产生的振荡信号是一种脉冲信号,这个脉冲信号进入单片机的内部经过分频电路会进行二次分频,简称二分频。二分频可以理解为经过分频电路后的频率是原有频率的 1/2。在单片机内部,这个分频后的频率被称为时钟频率,产生这个频率的振荡信号就是单片机的时钟信号,这个信号的周期被称为时钟周期,其值是时钟频率的倒数。

4. 复位电路

无论是在单片机刚接上电源时还是断电后或者发生故障后,都要复位。单片机复位是使 CPU 和系统中的其他功能部件都恢复到一个确定的初始状态,并从这个状态开始工作。单片机的复位引脚是 9 脚 RST,当 RST 为高电平时产生复位信号实现复位。常见的复位电路有以下两种,如图 1-4-4 所示。

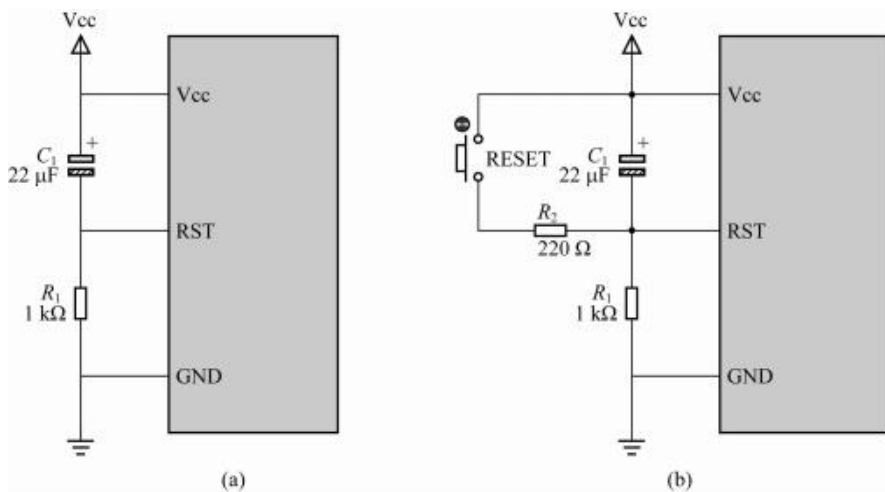


图 1-4-4 复位电路

(a) 上电复位电路; (b) 按键复位电路

图 1-4-4(a)为上电复位电路。它利用电容充电特性来实现复位,在单片机接通电源的瞬间(此过程也称为上电),由于电容在瞬时状态下相当于导线,所以此时 RST 的电位与 Vcc 相同,随着电容充电的过程中流向 RST 的电流逐渐减小,RST 的电位因此逐渐下降,当达到最低临界值时复位结束。

图 1-4-4(b)为按键复位电路。该电路除具有上电复位功能外,还可以通过按下“RESET”键实现复位。此时单片机上电后,电源 V_{cc} 经 R_1 、 R_2 两个电阻分压,在 RST 端产生一个复位高电平,只要保证这个高电平的持续时间大于两个机器周期(如果晶振频率是 12 MHz,那么一个机器周期大约是 $1 \mu s$),便能正常复位。这种复位方式也称为热启动,它可以在不切断电源的情况下使单片机在任何时间只要按下“RESET”键就可以让单片机重新启动并运行,这种复位方式相对于上电复位来说是比较简单方便的,因此市面上大部分单片机设备都设有一个“RESET”键,也就是说,实际生活中大部分单片机设备都采用按键复位方式实现复位。

5. EA 引脚电路

单片机的 31 引脚是 \overline{EA} 引脚,即外部访问引脚。EA 是 external access 的缩写, \overline{EA} 引脚是单片机访问外部程序存储器的控制引脚。当 \overline{EA} 引脚为低电平时,单片机会从外部程序存储器取出程序代码执行;当其为高电平时,则是从单片机的内部程序存储器取出程序代码执行。 \overline{EA} 引脚为低电平时,多用在单片机内部没有程序存储器的单片机,如 8031 单片机没有内部存储器,那么 \overline{EA} 引脚就要设置成低电平。但是大部分的单片机都有容量较大的内部程序存储器,因此 \overline{EA} 引脚一般设置为高电平。

任务实施

(1) 打开任务 1.1 建立的原理图,如图 1-4-5 所示。

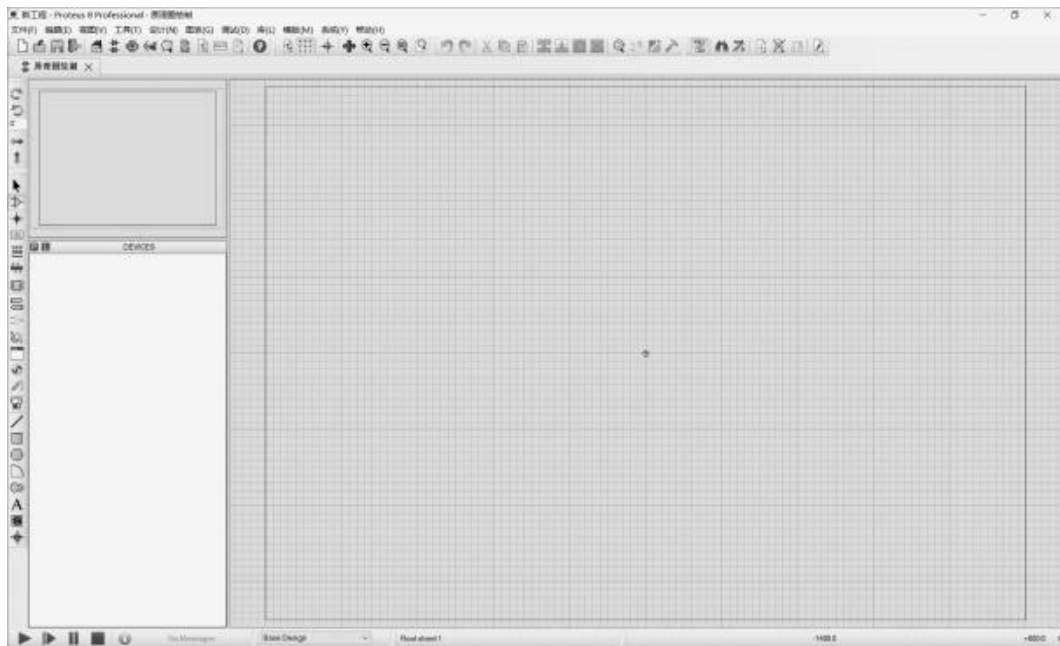


图 1-4-5 原理图界面

(2) 单击“P”按钮,打开拾取元件窗口,该窗口负责在元件库中搜索元件。在“Keywords”(关键字)文本框中输入“at89c51”进行搜索,满足条件的搜索结果会显示在中间



的“Showing local results”窗口中,再从中选择合适的元件,最后单击右下角的“确定”按钮完成选择,此时被选中的元件会显示在元件列表中,如图 1-4-6 所示。

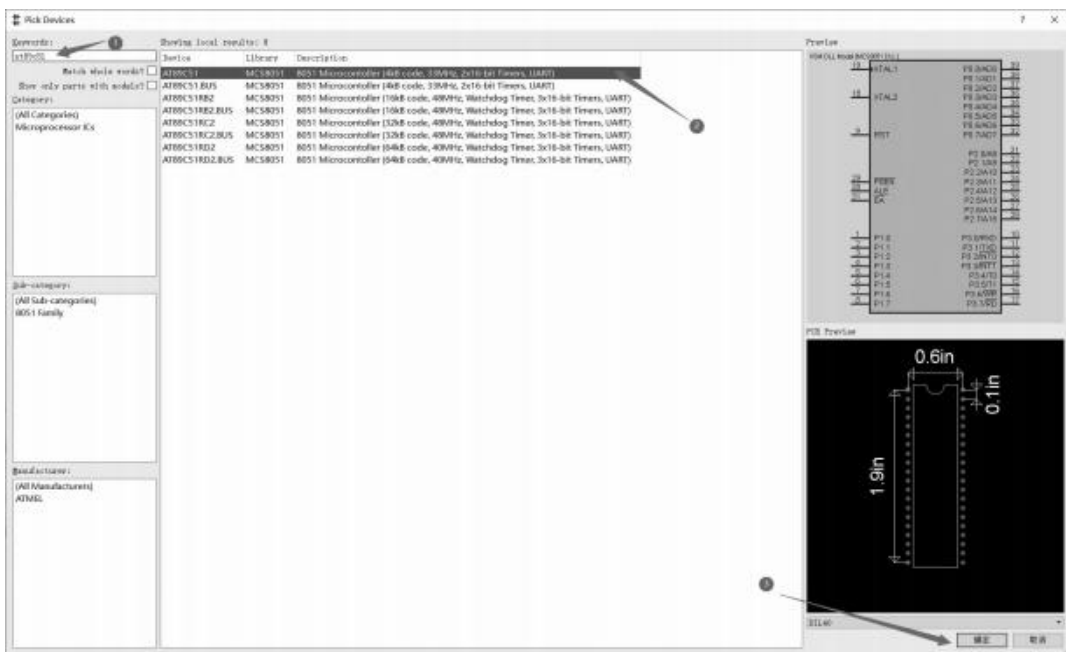


图 1-4-6 拾取元件窗口

(3)用同样的方法调入其他要用到的元件,具体所需元件如表 1-4-1 所示。

表 1-4-1 项目元件列表

元件名称	Proteus 元件库关键字对照
单片机	AT89C51
瓷片电容	CAP
电解电容	CAP-ELEC
晶振	CRYSTAL
电阻	RES

(4)在元件列表中选中元件,再在原理图编辑窗口中单击,此时会看到被选中元件的框图跟随鼠标移动。在原理图编辑窗口找到合适的位置再次单击,元件就会被摆放到当前位置,如图 1-4-7 所示。需要注意的是,元件一定要放在方框内。

(5)重复上一步,将元件列表中的元件按照图 1-4-8 的位置依次摆放到原理图编辑窗口中。如果元件需要摆放的方向与元件原来的方向不一致,可在元件列表中选中元件后,使用旋转工具进行旋转,也可以在摆放到原理图后右击元件,在弹出的菜单中选择旋转方式。

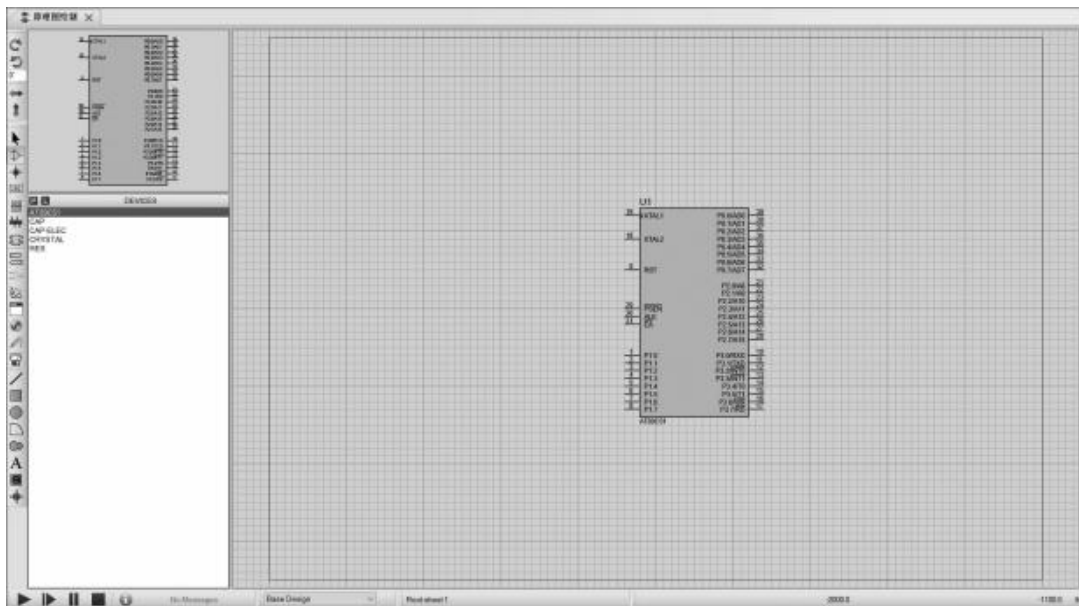


图 1-4-7 放置元件

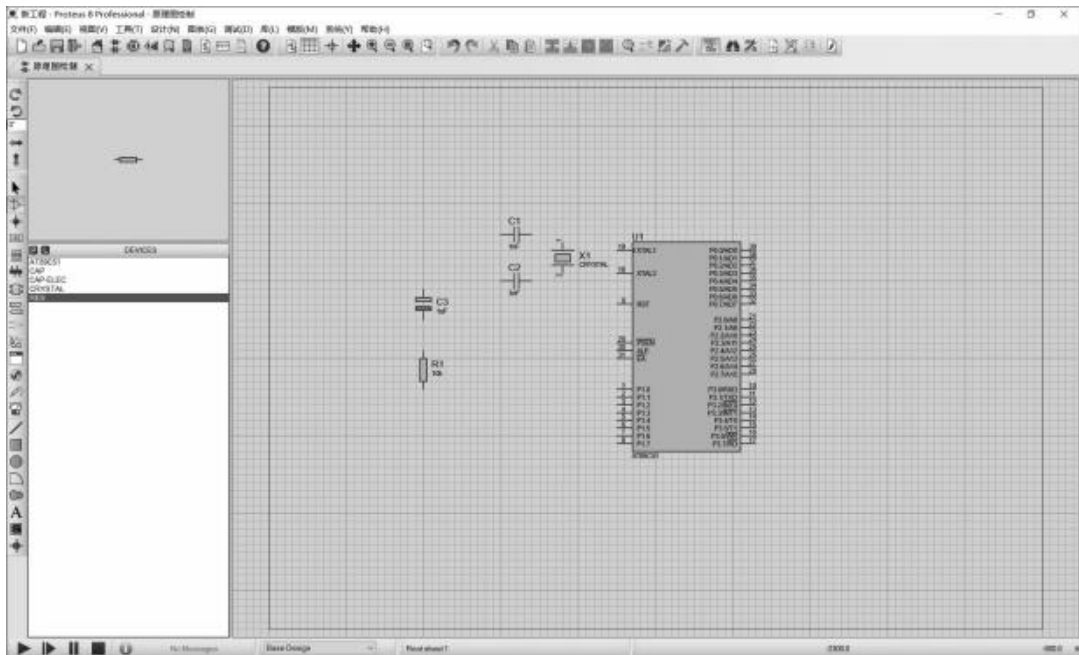



图 1-4-8 摆放元件

(6)选择“终端模式”工具,在元件列表中选出“GROUND”(地)和“POWER”(电源)并放到原理图编辑窗口的合适位置,如图 1-4-9 所示。

(7)在原理图编辑窗口中,单击元器件的引脚会引出一条导线,将它连接到其他元件的引脚上,就完成了元器件之间的导线连接,如图 1-4-10 所示。



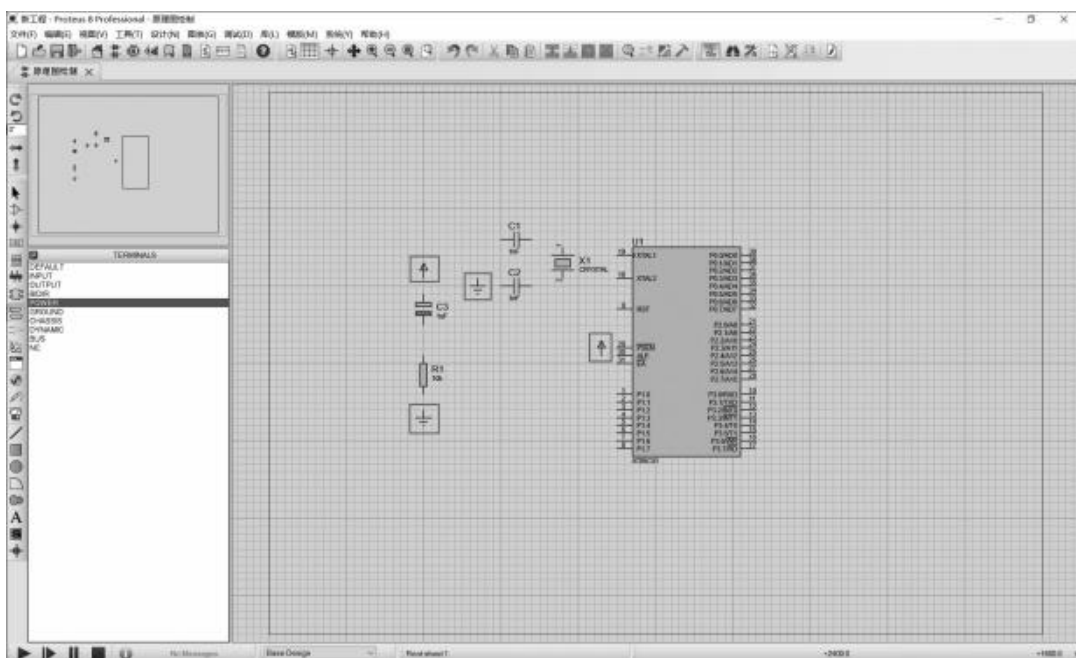


图 1-4-9 摆放电源和地线

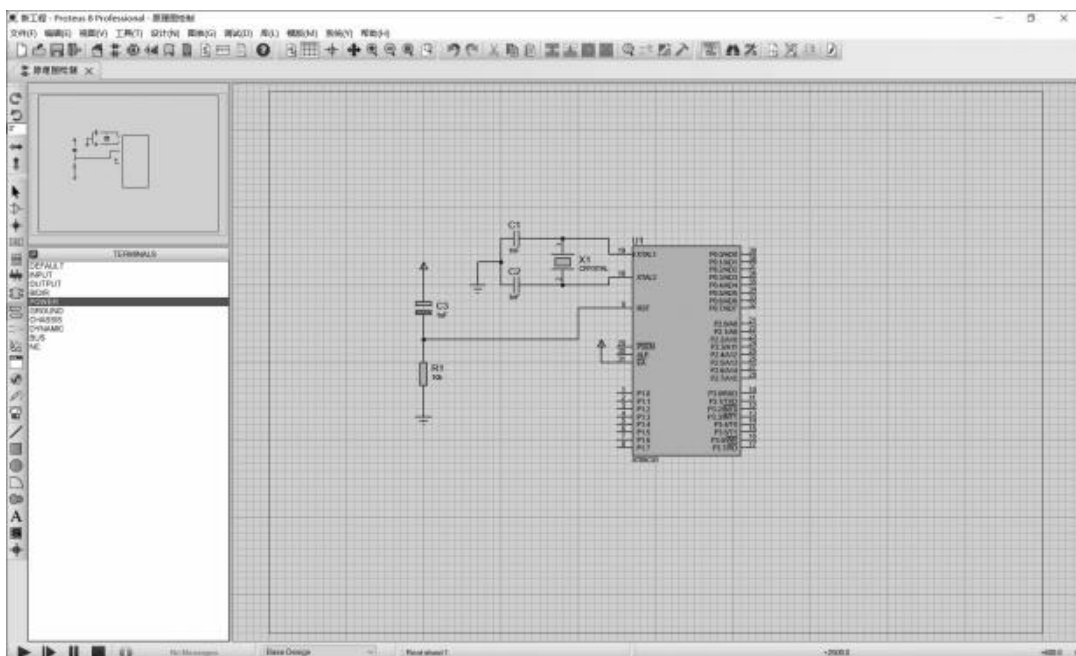


图 1-4-10 导线连接

(8)此时可以看到元件上标有元件位号及其值,如图 1-4-10 中 C_1 是元件位号,1 nF 是电容值。双击元件打开“编辑元件”窗口,在窗口中可以修改元件位号和元件值,如图 1-4-11 所示。



图 1-4-11 “编辑元件”窗口

(9) 如果只需要对元件位号或元件值的其中一项做修改,也可以直接双击元件上该参数信息,打开对应的窗口进行修改。修改元件值的窗口名为“编辑零件值”,如图 1-4-12(a)所示;修改元件位号的窗口名为“Edit Part Id”,如图 1-4-12(b)所示。

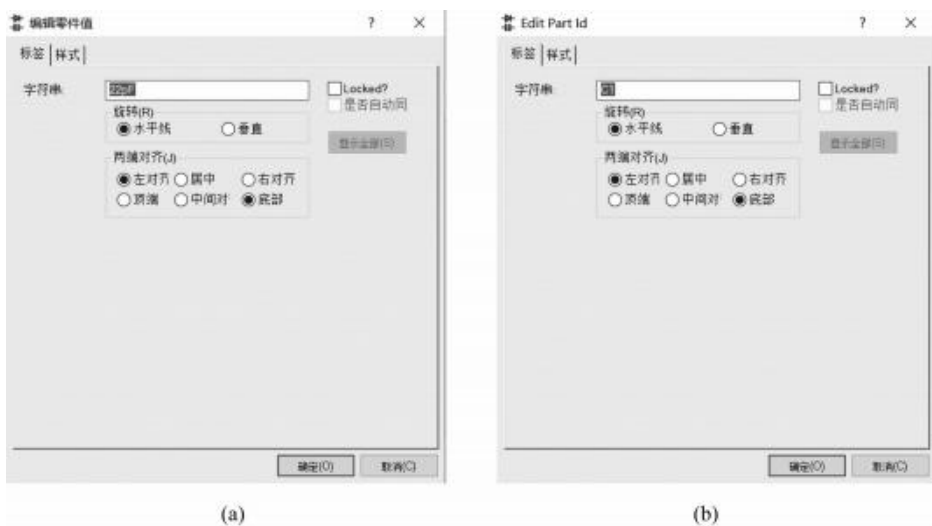


图 1-4-12 修改元件参数

(a) 修改元件值窗口; (b) 修改元件位号窗口

(10) 如果元件是晶振,则不需要修改元件值,而需要在窗口的“Frequency”(频率)文本框中修改频率值,如图 1-4-13 所示。默认频率值是不显示的,如果需要显示,则可以单击“Frequency”文本框后的“Hide All”下拉列表,从中选择“Show All”选项即可。

(11) 接着,按照表 1-4-2 的要求逐个修改元件的值或频率。需要注意的是,由于 Proteus 的元件库中没有 AT89S51 的模型,故可以用 AT89C51 单片机代替,但需要将原理图编辑窗口中的单片机元件位号改为 AT89S51;另外,电阻可不用填写单位。





图 1-4-13 修改频率值

表 1-4-2 元件参数对照表

元件名称	元件位号	元件值	频率
单片机	U1	AT89S51	—
瓷片电容	C ₁ 、C ₂	22 pF	—
电解电容	C ₃	22 μF	—
电阻	R ₁	1 kΩ	—
晶振	X1	CRYSTAL	12 MHz

(12)至此,单片机最小系统绘制完成,如图 1-4-14 所示。

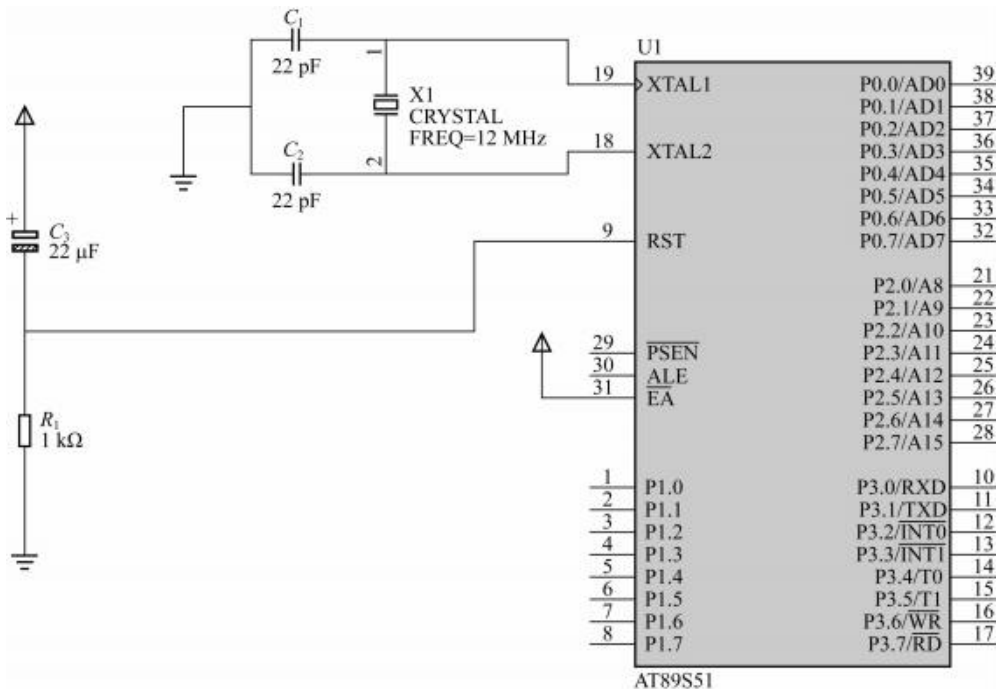


图 1-4-14 单片机最小系统



项目总结

本项目主要介绍了单片机的基本概念、特点、发展史和单片机的开发流程,讲解了 MCS-51 单片机及 AT89S5x 系列单片机的概念及关系,同时讲授了单片机最小系统的组成结构,并通过对 Proteus 仿真软件的学习,了解了如何绘制单片机最小系统。

练习题

1. 说明单片机的组成。
2. 说明单片机最小系统包括哪些部分,如何工作。
3. 说明单片机系统的开发流程,并介绍硬件开发软件及程序设计开发软件的使用过程。

