



高职高专“十一五”规划·标准化教材

单片机原理与仿真设计

叶 钢
李三波 编著
张 莉



北京航空航天大学出版社

高职高专“十一五”规划·标准化教材

单片机原理与仿真设计

叶 钢 李三波 张 莉 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是一本面向高职高专电子类、机电类及计算机类等专业的教学而专门编写的书。在内容编排上针对“高职高专”的教学特点,融“教、学、做”为一体,从基础着手,知识面广,举例丰富,实用性强,尤其通过大量的实例介绍了如何利用 Proteus 软件支持单片机与其外围电路协同仿真的功能来进行单片机教学,使抽象的原理变得生动易学,便于教师的教学工作,也便于单片机初学者的学习与动手能力的加强。

本书分为 9 章:第 1~3 章介绍单片机的硬件知识以及单片机仿真软件 Proteus 与编译器的使用,第 4、5 章介绍单片机指令系统与程序设计,第 6~8 章讲述单片机的定时器/计数器、中断系统以及串行口的组成与应用,第 9 章主要阐述了单片机的系统扩展与外围接口的应用。除第 1 章外,其余各章都至少配置了一个仿真实例,便于教师开展项目式教学和学生的自学。

本书重基础,针对性强,选材合理,讲解规范清楚,既可作为高职高专院校单片机课程的教材,也可供给对单片机有兴趣的学生和其他非专业人员学习。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与仿真设计/叶钢,李三波,张莉编著.

北京:北京航空航天大学出版社,2009.4

ISBN 978-7-81124-613-1

I. 单… II. ①叶…②李…③张… III. ①单片微型计算机—基础理论—高等学校:技术学校—教材②单片微型计算机—计算机仿真—高等学校:技术学校—教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 016226 号

单片机原理与仿真设计

叶 钢 李三波 张 莉 编著

责任编辑 李文轶

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:14.25 字数:365 千字

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-613-1 定价:22.00 元

前 言

近年来电子技术和自动控制技术发展日新月异。单片机由于其功能强、体积小、价格低和稳定性好等优点,应用领域不断扩大,目前已在计算机外部设备、通信、智能仪表、过程控制、家用电器和航空航天系统等各个领域得到广泛应用。

单片机是一门实践性较强的课程,实验在其教学中有着不可替代的地位。然而在传统的单片机教学环境中,师生往往只能写软件程序而无法展示实验过程及其结果;而且在传统的单片机教学实验中,也只能采用硬件仿真器、实验箱或实验板及大量昂贵的硬件设备。这些都使得高职高专的单片机教学陷入困境。

教育部 2006 年 11 月 16 日颁布的《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》一文中指出:加大课程建设与改革的力度,增强学生的职业能力;要充分利用现代信息技术,开发虚拟工厂、虚拟车间、虚拟工艺、虚拟实验。

在此背景下,针对高职高专院校单片机的诸多困惑特意编写此书。

本书在编写的过程中主要有以下几个特点:

1. 本书力求做到通俗性、可读性、阶梯性和实用性。借助于仿真软件 Proteus,融“教、学、做”为一体,使抽象的原理变得生动易学,便于教师的教学工作,强化学生动手能力的培养,也便于单片机初学者的学习。

2. 改变了传统的单片机教学方式。通过以仿真软件 Proteus 为辅助工具,在不需要任何硬件投入的前提下,使得高职高专的单片机教学变得形象生动并具有可操作性。这种编写方式,解决了长期以来困扰单片机教学的软硬件结合的难题。

3. 本书在编写的过程中理论联系实际,把单片机的硬件和软件结合起来。硬件以单片机为主要器件,其他元件作为辅助器件形成一个完整的硬件系统。

4. 本书一共配置了 10 个仿真实例,便于教师开展项目式教学和学生自学。

本书第 1、3 章由李三波老师编写,第 2、4、5 章由张莉老师编写,第 6、7、8、9 章由叶钢老师编写。叶钢老师拟定了编写提纲,并负责全书的定稿工作。本书在编写过程中得到了丽水职业技术学院机电信息分院电子教研室全体老师的帮助,在此表示感谢。

由于缺乏经验和水平所限,错误难免,敬请读者指正。

作 者

2009 年 1 月

注:本书配有教学课件,购买本书的授课教师可通过 bhkejian@126.com 或 010-82317027 免费索取,非常感谢您对北航出版社图书的关注与支持!

目 录

第 1 章 单片机概述

1.1 单片机基础知识	1
1.2 MCS-51 系列单片机简介	2
1.3 单片机的应用	4
习 题	7

第 2 章 单片机仿真软件

8

2.1 Proteus 仿真软件	8
2.2 Keil μ Vision3 集成开发环境	21
2.3 流水灯的实例设计	26
习 题	28

第 3 章 MCS-51 单片机组成与工作原理

29

3.1 MCS-51 单片机的内部结构	29
3.2 MCS-51 单片机的引脚及其片外总线	43
3.3 单片机时钟电路与时序	46
3.4 单片机低功耗工作方式	48
3.5 存储块赋值的实例设计	50
习 题	54

第 4 章 MCS-51 指令系统

55

4.1 指令的格式及标识	55
4.2 MCS-51 单片机的寻址方式	58
4.3 数据传送指令	61
4.4 算术运算指令	68
4.5 逻辑运算指令	74
4.6 控制转移指令	78
4.7 布尔操作指令	83
4.8 P1 口输入/输出应用实例	87
习 题	89

第 5 章 程序设计

93

5.1 概 述	93
5.2 程序设计	95
5.3 常用程序设计	104

5.4 软件定时应用实例	107
习 题	110
第 6 章 定时器/计数器	111
6.1 定时器/计数器的结构及工作原理	111
6.2 8051 单片机的定时器/计数器	112
6.3 定时器/计数器的工作方式	114
6.4 定时器/计数器应用举例	118
6.5 闪烁灯的实例设计	123
习 题	126
第 7 章 中断系统	128
7.1 中断系统概述	128
7.2 MCS-51 中断系统	129
7.3 中断的响应过程和响应时间	133
7.4 外部中断源的扩展	135
7.5 中断控制与中断服务程序设计	137
7.6 “叮咚”门铃的实例设计	142
习 题	145
第 8 章 串行通信	146
8.1 串行通信基础	146
8.2 MCS-51 单片机的串行口	149
8.3 串行通信应用	154
8.4 并/串行数据转换实例设计	159
习 题	162
第 9 章 单片机接口及系统扩展	163
9.1 存储器的扩展	163
9.2 单片机 I/O 接口的扩展	167
9.3 LED 显示器接口	179
9.4 键盘接口	189
9.5 D/A 转换接口	195
9.6 A/D 转换接口	199
9.7 数字钟的实例设计	204
9.8 4×4 键盘的实例设计	208
9.9 数字电压表的实例设计	212
习 题	217
参考文献	219

第 1 章 单片机概述

众所周知,近几十年来微型计算机的发展速度是十分迅速的,其发展方向主要有两个方面:其一是不断推出高性能的通用微型计算机系统。从 20 世纪 80 年代的 286、386 直到今天的 P4,字长已从原来的 8 位扩展到 64 位;CPU 的处理速度和处理能力大大增强;先进的系统结构,使微型计算机适合组成网络。通用微型计算机系统主要用于信息管理、科学计算、辅助设计和辅助制造等。其二是面向控制型应用领域的单片微型计算机的大量生产和广泛应用。如 Intel、Zilog 和 NEC 等公司都生产单片微型计算机。

由于单片微型计算机具有可靠性高、体积小、价格低和易于产品化等特点,因而在智能仪器仪表、实时工业控制、智能终端、通信设备、导航系统和家用电器等自控领域获得广泛应用。

1.1 单片机基础知识

1.1.1 什么是单片机

单片微型计算机简称单片机。由于它的结构及功能均按工业控制要求设计,因此其确切的名称应是单片微控制器。

单片机是把中央处理器 CPU、随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、I/O 接口电路、定时器/计数器以及串行通信接口等集成在一块芯片上,构成一个完整的微型计算机,故又称为单片微型计算机。

1.1.2 单片机的历史发展

单片机出现的历史并不长,它的产生与发展和微处理器的产生与发展大体同步,其间经历了如下四个阶段。

第一阶段(1971—1974 年):1971 年 11 月美国 Intel 公司首先设计出集成度为 2 000 只晶体管/片的 4 位微处理器 Intel4004,并且配有随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM 和移位寄存器等芯片,构成第一台 MCS-4 微型计算机;1972 年 4 月 Intel 公司又研制成功了处理能力较强的 8 位微处理器 Intel8008。这些微处理器虽说还不是单片机,但从此拉开了研制单片机的序幕。

第二阶段(1974—1978 年):初级单片机阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表,这个系列单片机内集成有 8 位 CPU、I/O 接口、8 位定时器/计数器,寻址范围不大于 4 KB,且无串行口。

第三阶段(1978—1983 年):高性能单片机阶段。在这一阶段推出的单片机普遍带有串行 I/O 口、多级中断处理系统和 16 位定时器/计数器。单片机内 RAM 和 ROM 容量加大,且寻址范围可达 64 KB,有的片内还带有 A/D 转换器接口。这类单片机有 Intel 公司的 MCS-51、

Motorola 公司的 6801 和 Zilong 公司的 Z80 等。这类单片机的应用领域极其广泛,它的各类产品仍然是目前国内外产品的主流,其中 MCS-51 系列产品,以其优良的性能价格比,成为我国广大科技人员的首选。

第四阶段(1983—现在):8 位单片机巩固发展及 16 位单片机推出阶段。此阶段单片机的主要特征为:一方面发展 16 位单片机及专用单片机;另一方面不断完善高档 8 位单片机,改善其结构,以满足不同的用户需要。

纵观单片机 30 多年的发展历程,单片机今后将向多功能、高性能、高速度、低电压、低功耗、低价格、外围电路内装化以及内存存储器容量增加的方向发展,但其位数不一定会继续增加,尽管现在已经有 32 位单片机,但使用的并不多。今后的单片机将功能更强、集成度和可靠性更高、功耗更低以及使用更方便。此外,专用化也是单片机的一个发展方向,针对某一用途的专用单片机将会越来越多。

1.2 MCS-51 系列单片机简介

1.2.1 MCS-51 系列单片机

Intel 公司于 1980 年推出了 MCS-51 系列单片机,它是一种高性能的 8 位单片机,其典型产品为 8051,封装为 40 引脚。其芯片内部集成如下。

- 8 位 CPU;
- 4 KB 的片内程序存储器(片内 ROM);
- 128 Byte(字节,简记为 B)的片内数据存储器(片内 RAM);
- 64 KB 的片外程序存储器(片外 ROM)的寻址能力;
- 64 KB 的片外数据存储器(片外 RAM)的寻址能力;
- 32 根输入/输出线;
- 1 个全双工异步串行口;
- 2 个 16 位定时器/计数器;
- 5 个中断源,2 个优先级。

MCS-51 系列单片机采用 HMOS(如 8051)和 CHMOS(如 80C51)工艺。8051 和 80C51 这两种单片机完全兼容。CHMOS 单片机工艺先进,它综合了 HMOS 工艺的高速度和 CMOS 工艺的低功耗特点。

MCS-51 系列单片机按片内有无程序存储器及程序存储器的形式分为 4 种基本产品:8031、8051、8751 和 8951。其中,8031 单片机片内没有程序存储器(ROM),必须在单片机外扩展 EPROM 后,才能使用;8051 单片机片内含有 4 KB 的 ROM,ROM 中的程序是由单片机芯片生产厂固化的,适合于大批量的产品;8751 单片机片内含有 4 KB 的 EPROM,单片机应用开发人员可以把编写好的程序用开发机或编程器写入其中,需要修改时,可以先用紫外线擦除,然后再写入新的程序;8951 单片机片内含有 4 KB 的 EEPROM 或 Flash ROM。

总的来说,MCS-51 是一个具有多种芯片型号和多种类型的单片机系列产品,可分为两个子系列,如表 1-1 所列。

表 1-1 MCS-51 系列单片机

资源配置 子系列	片内 ROM 形式				片内 ROM 容量/KB	片内 RAM 容量/B	定时器/ 计数器	中断源
	无	ROM	EPROM	EEPROM				
MCS-51 子系列	8031	8051	8751	8951	4	128	2×16	5
MCS-52 子系列	8032	8052	8752	8952	8	256	3×16	6

MCS-52 子系列也包含 4 种产品,分别是 51 子系列的增强型。由于资源数量的增加,芯片的功能有所增强。片内 ROM 容量从 4 KB 增加到 8 KB;RAM 容量从 128 B 增加到 256 B;定时器/计数器数目从 2 个增加到 3 个;中断源从 5 个增加到 6 个等。

1.2.2 其他 51 系列单片机

1. AT89 系列单片机

AT89 系列单片机是美国 Atmel 公司的 8 位 Flash 单片机产品。它以 MCS-51 为内核,与 MCS-51 系列的软硬件兼容。该系列有着十分广泛的用途,特别是在便携、省电、特殊信息保存的仪器和系统中显得更为有用。

(1) AT89 系列单片机的特点

① 片内含有 Flash 存储器 由于片内含 Flash 存储器,因此在系统开发过程中可以十分容易地进行程序的修改。同时,在系统工作的过程中,能有效地保存数据信息,即使外界电源损坏也不影响信息的保存。

② 和 AT80C51 插座兼容 AT89 系列单片机的引脚与 MCS-51 系列单片机的引脚是一样的。只要用相同引脚的 AT89 系列单片机就可以取代 MCS-51 系列单片机。

③ 静态时钟方式 AT89 系列单片机采用静态时钟方式,节省电能,这对于降低便携式产品的功耗十分有用。

(2) AT89 系列单片机的概况

AT89 系列单片机主要有 7 种型号,分别为 AT89C51、AT89LV51、AT89C52、AT89LV52、AT89C2051、AT89C1051 和 AT89S8252。其中,AT89C51 和 AT89LV52 分别是 AT89C52 和 AT89LV51 的低电压产品,最低电压可以置 2.7 V,而 AT89C2051 和 AT89C1051 则是低档型的低电压产品,它们只有 20 个引脚,最低电压也为 2.7 V,如表 1-2 所列。

表 1-2 AT89 系列单片机常用产品特性一览表

型 号	AT89C51	AT89C52	AT89C1051	AT89C2051	AT89S8252
Flash/KB	4	8	1	2	8
片内 RAM/B	128	256	64	128	256
I/O 口线	32	32	15	15	32
定时器/计数器	2	3	1	2	3
中断源	6	8	3	6	9
串行接口	1	1	1	1	1
EEPROM/KB	无	无	无	无	2

2. 其他 MCS-51 系列兼容单片机

为了进一步增强 MCS-51 系列单片机的功能,一些单片机生产厂商还对 MCS-51 系列单片机的硬件进行了扩充。如 Philips 的 8XC552 系列,它在 80C51 的基础上增加了一个 16 位的定时器/计数器,增加了一个 8 路输入的 10 位 A/D 转换器,并配有串行总线接口;Intel 公司的 80C51GA/GB 也增加了 A/D 转换功能。

1.3 单片机的应用

1.3.1 单片机的单机应用

单片机的单机应用指在一种应用系统中,只适用一块单片机,这是目前应用最多的方式。单机应用的主要领域有几个方面。

1. 智能产品

单片机与传统的机械产品相结合,使传统机械产品结构简化、控制智能化,构成新一代的机、电一体化产品。例如,在电传打字机的设计中,采用了单片机可取代近千个机械部件;用单片机控制缝纫机可实现多功能自动操作、自动调速及控制缝绣花样的选择。

2. 智能仪表

用单片机改造原有的测量和控制类仪表,能促进仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化和柔性化方向发展,使长期以来未能解决的测量仪器中的误差修正和线性化处理等难题也可迎刃而解。由单片机构成的智能仪表集测量、处理和控制功能于一体,赋予测量仪表以崭新的面貌。单片机智能仪表的这些特点不仅使传统的仪器和仪表发生根本的变革,也给传统的仪器和仪表行业进行技术改革带来曙光。

3. 测控系统

用单片机可以构成各种工业控制系统、自适应控制系统和数据采集系统等。这个领域通常采用通用的 CPU 单片机或通用的计算机系统。随着单片机技术的发展,大部分都可以用单片机系统或单片机加通用机系统来代替。例如,温室人工气候控制、水闸自动控制、电镀生产线自动控制及汽轮机电液调节系统等。

4. 数控控制机

目前,机床数控系统可采用单片机以提高其可靠性及增强系统功能,降低控制成本。例如,在两坐标的连续控制系统中,用 8031 单片机组成的系统代替 Z-80 单片机系统,在完成同样功能条件下,其程序长度可减少 50%,从而提高了运行速度。

5. 智能接口

计算机系统,特别是较大型的工业测控系统中,除通用外部设备(如打印机、键盘、磁盘和 CRT)外,还有许多外部通信、采集、多路分配管理和驱动控制等接口。这些外部设备与接口如果完全由主机进行管理,势必造成主机负担过重,降低运行速度,接口的管理水平也不可能提高。如果用单片机进行接口的控制与管理,则单片机与主机可并行工作,大大提高了系统的运行速度。同时,由于单片机可对接口信息进行加工处理,因此可以大量减少接口界面的通信密度,极大地提高接口控制管理水平。例如,在大型数据采集系统中,用单片机对模/数转换接口进行控制不仅可提高采集速度,还可对数据进行预处理,如数字滤波、线性化处理及误差修

正等。在通信接口中,采用单片机可对数据进行编码解码、分配管理、接收/发送控制等。

一些通用计算机外部设备已实现了单片机的键盘管理、打印机和绘图机控制、硬盘驱动控制等。

1.3.2 单片机的多机应用

单片机的多机应用是单片机在高科技领域中应用的主要模式。单片机的高可靠性、高控制功能及高运行速度的“三高”技术必然使得未来的高科技工程系统主要采用单片机多机系统。

单片机的多机应用系统可分为功能弥散系统、并行多机控制系统以及局部网络系统。

1. 功能弥散系统

功能弥散系统是为了满足工程系统各种外围功能要求而设置的多机系统。例如,一个加工中心的计算机系统除完成机床加工运行控制外,还要控制对刀系统、坐标指示、刀库管理、状态监视及伺服驱动等机构。只有一个控制主机时,主机要分时去完成这些任务,必然使各个功能处于低级智能水平。如果每个功能都由一个独立的单片机来完成,主机负责协调、调度,则每个功能都可表现出高智能水平。所谓功能弥散是指工程系统中可以在任意环节上设置单片机功能子系统,它体现了多机系统的功能分布。

机器人的计算机多机控制系统是一个典型的功能弥散系统。机器人的感觉系统、姿态控制系统、遥控系统和行走控制系统都可以分别由一个单片机应用系统承担,它们之间的协调管理也采用一个单片机应用系统来完成。这样,用5个单片机即可构成一个机器人的计算机简易控制系统。

2. 并行多机控制系统

并行多机控制系统主要解决工程系统的快速性要求,以便于构成大型实时工程系统,典型的有快速并行数据采集、处理系统及实时图像处理系统等。

对于,大型工程结构的动态应力分布测量,当测量点过多时,即使采用高速巡回检测系统也不可避免会出现较大的非同一性状态误差。如果使每一个采集通道或每一组采集通道用一个单片机构成一个独立的采集、处理单元,在主机管理下,不仅可实现多点的快速采集,而且还可以分别对所采集的数据进行预处理。并行多机数据采集系统的快速性除了单片机本身的运行速度高外,主要是依靠多机的并行工作取得。

3. 局部网络系统

单片机网络系统的出现,使单片机应用进入了一个新的水平。目前,单片机构成的网络系统主要是分布式测控系统。单片机主要用于系统中的通信控制以及构成各种测控子站系统。

典型的分布式测控系统有两种类型:树状网络系统和位总线(bit bus)网络系统。

通信控制总站设有标准总线和串行总线与主机相连。主机可使用一般通用计算机系统,享用分布式测控系统中所有的信息资源,并对其进行调度、指挥。通信控制总站是一个单片机应用系统,除了完成主机对各功能子站的通信控制外,还协助主机对各功能子站的协调、调度,大大减轻了主机的通信工作量,从而实现主机的间歇工作方式。通信控制总站通过串行总线与各个安放在现场的具有特定测控功能的子站系统相连,形成主—从式控制模式。通信总站到功能子站的通信介质形式可以多样,从无线到有线。有线介质可以是双绞线、同轴电缆或光导纤维,也可以借助于电话线路或电力线路进行通信。

测控功能子站分布在现场,按照功能要求设置,可以是模拟量数据采集系统、数字(脉冲频率)量采集系统或开关量监测系统,也可以是开关量输出控制或伺服控制系统等。

位总线(bit bus)分布式测控系统是 Inter 公司于 1984 年推出的一个典型的通用分布式微型计算机控制系统。构成该系统的核心芯片是 Inter 公司的 RUP1-44 系列单片机 8044/8744/8344。它是一个双单片机结构,其中一个为 8051/8751,另一个用以构成 SDLC/HDL C 串行接口部件(SIU)。片内程序存储器中装有加电诊断、任务管理、数据传送和对用户透明的并行、串行通信服务程序。

1.3.3 单片机应用系统的分类

按照单片机系统扩展与系统配置状况,单片机应用系统可分为最小应用系统、最小功耗系统及典型应用系统等。

1. 最小应用系统

最小应用系统是指能维持单片机运行的最简单配置的系统。这种系统成本低廉、结构简单,常构成一些简单的控制系统,如开关状态的输入/输出控制等。

片内有 ROM/EPROM 的单片机,其最小应用系统即为配有晶振、复位电路、电源的单个单片机。

片内无 ROM/EPROM 的单片机,其最小应用系统除了外部配有晶振、复位电路、电源外,还应外接 EPROM 或 EEPROM 作为程序存储器用。

2. 最小功耗应用系统

最小功耗应用系统是指在保证正常运行时使系统的功率消耗最小,是单片机应用系统中的一个引人注目的构成方式。在单片机芯片结构设计时,一般都为构成最小功耗应用系统提供了必要的条件。例如,各种系列的单片机都有 CMOS 工艺的供应状态,而且在这类单片机中都设置了低功耗运行的 Wait 和 Stop 方式。

设计最小功耗应用系统时,必须使系统内的所有器件和外设都有最小的功耗,而且能充分运用 Wait 和 Stop 方式。

最小功耗应用系统常用在一些袖珍式智能仪表、野外工作仪表以及在没有源网络和接口中的单片机工作子站。

3. 典型应用系统

典型应用系统是指单片机要完成工业测控功能所必须具备的硬件结构系统。由于单片机主要用于工业测控,因此其典型应用系统应具备用于测控目的的前向传感器通道、后向通道以及基本的人机对话手段。它包括了系统扩展与系统配置两部分内容。

系统扩展是指在单片机中 ROM、RAM 及 I/O 接口等片内部件不能满足系统要求时,在片外扩展相应的部分。扩展多少,视需要选择。

系统配置是指单片机为满足应用要求时应配置的基本外部设备,如键盘、显示器等。

基本部分主要是计算机外围芯片的扩展及功能键盘、显示器的配置,通过内总线连接而成。

测控增强部分主要是传感器与伺服驱动控制接口,且直接与工业现场相连,是重要的干扰进入渠道,一般都要采取隔离措施。

外设增强部分主要是外设接口,通常采用标准外部总线,如 RS-232C 通用串行接口、

IEEE-488 仪器接口和圣特尼克(Centronic)打印机接口等。

外部设备配置的接口可以通过 I/O 接口或扩展的 I/O 接口构成,通常可接打印机、绘图机、磁带机甚至 CRT 等。测控接口一般为输入采集与输出控制。

对于数字量(频率、周期、相位、计数)的采集,其输入较简单。数字脉冲可直接作为计数输入、测试输入、I/O 接口输入或中断源输入进行事件计数、定时计数,实现脉冲的频率、周期、相位及计数测量。模拟量的采集应通过 A/D 变换后,送入总线接口、I/O 接口或扩展 I/O 接口,并配以相应的 A/D 转换控制信号及地址线,而开关量的采集则一般是通过 I/O 接口线或扩展 I/O 接口线。

应用系统可根据任何一种输入条件或内部运行结果进行输出控制。开关量输出控制有时序开关、逻辑开关及信号开关阵列等。通常,这些开关量也是通过 I/O 接口或扩展 I/O 接口输出。模拟量的输出控制常为伺服驱动控制。控制输出通过 D/A 变换后送入伺服驱动电路。

1.3.4 单片机应用系统的构成方式

单片机在构成应用系统时,目前有三种方式可供选择。

1. 专用系统

系统的扩展与配置完全按照应用系统的功能要求进行设计。硬件系统的性能/配置比近于 1。因系统中只配备应用软件,故系统有最佳配置,系统的软、硬件资源能获得充分利用,但这种系统无自开发能力。采用这种方式要求有较强的硬件开发基础。

2. 模块化系统

鉴于单片机应用系统的系统扩展与配置电路具有典型性,因此有些厂家常将这些典型配置做成用户系列板供用户选择使用。用户可根据应用系统的需要选择适当的模块板组合成各种测控系统。有些用户系列板在结构上做成 STD 总线式。模块化结构是中、大型应用系统的发展方向,它可以大大减少用户在硬件开发上投入的力量。目前,我国单片机应用系统模块化产品水平尚不高,软、硬件配套工作还不完善,有待进一步发展。

3. 单片单板机系统

受通用 CPU 单片机的影响,国内有用单片机来构成单片单板机的情形,其硬件按照典型应用系统配置,并配有监控程序,具有自开发能力。但是,单板机的固定结构形式常使应用系统不能获得最佳配置。产品批量大时,软、硬件资源浪费较大,但可大大减少系统研制的硬件工作量,并且具有二次开发能力。

习 题

1. 什么叫单片机? 它由哪些主要部分构成? 除了“单片机”之外,单片机还可以叫什么?
2. 8051 单片机的特点是什么?
3. 8031、8051、8751 以及 8951 单片机的主要区别是什么?
4. 与 8051 相比,80C51 的最大特点是什么?
5. AT89 系列单片机的特点是什么?

第 2 章 单片机仿真软件

在过去进行单片机系统开发时,往往需要学生购买各种元件、焊好电路板或者在面包板上搭好电路,否则就无法展示单片机系统的最终效果。但是对于学生来说,购买元器件又是一个比较大的投资。

值得庆幸的是,英国 Labcenter 公司开发的 Proteus 软件因其能对嵌入式系统进行软、硬件协同设计与仿真,成为嵌入式系统领域最先进的开发工具。有了 Proteus 软件,可以使学生根据自己的任务要求、爱好,设计出自己满意的“作品”,满足了学生动手自己做“产品”的积极性。

单片机的集成开发环境一般都选用 Keil,它是德国开发的一个 51 单片机软件平台,最开始只是一个支持汇编语言和 C 语言的编译器软件。后来随着开发人员的不断努力以及版本的不断升级,使它成为了一个重要的单片机开发平台,而且,Keil 的界面并不复杂,操作也不困难,很多工程师开发的优秀程序都是在 Keil 的平台上编写出来的。目前 Keil 的新版本是 Keil μ Vision3。一般将 Keil 和 Proteus 软件结合起来使用,进行软件设计与仿真。

2.1 Proteus 仿真软件

Proteus 软件是一款功能强大的电路设计分析软件。在利用其进行单片机的软件仿真时,仅仅是使用了其部分功能,如使用其中的 ISIS 原理图输入系统来绘制电路原理图。因此,这里主要介绍该部分的相关知识。

2.1.1 Proteus ISIS 和 Proteus VSM 简介

1. Proteus ISIS 编辑环境简介

Proteus ISIS 运行于 Windows 98/2000/XP 环境,对微型计算机的配置要求不高,一般的配置就能满足要求。

Proteus ISIS 是 Proteus 软件的核心,它具有以下特性。

① 良好的用户界面 用户只需单击元件的引脚或者先前布好的线,就能实现布线;而且对布线的摆放、移动和删除操作都能直接通过鼠标操作来实现,无需去单击菜单或图标。

② 自动走线 只要单击需连接的两个引脚,就能简单地实现走线。需要在特殊的位置布线时,只需在两引脚中间处单击。“自动走线”也能在元件移动时进行,可自动解决相应连线。可对布线中的节点进行自动布置和移除,节约时间,又避免了一些可能的错误。

③ 层次设计 Proteus ISIS 支持层次图设计,特殊元件能够定义为通过电路图表示的模块,能够任意设定层次。模块可画成标准元件,在使用中可放置和删除端口的子模块电路。

④ 总线支持 Proteus ISIS 可以用总线定义元件和子电路,节省绘图的时间和空间。

⑤ 元件库 Proteus ISIS 的元件库包含 8 000 多个元件,有标准符号、三极管、二极管、CMOS、微处理器、存储器、模拟 IC 和运算放大器等。

在运行 Proteus ISIS 的执行程序后随即进入 Proteus ISIS 编辑环境,如图 2-1 所示。

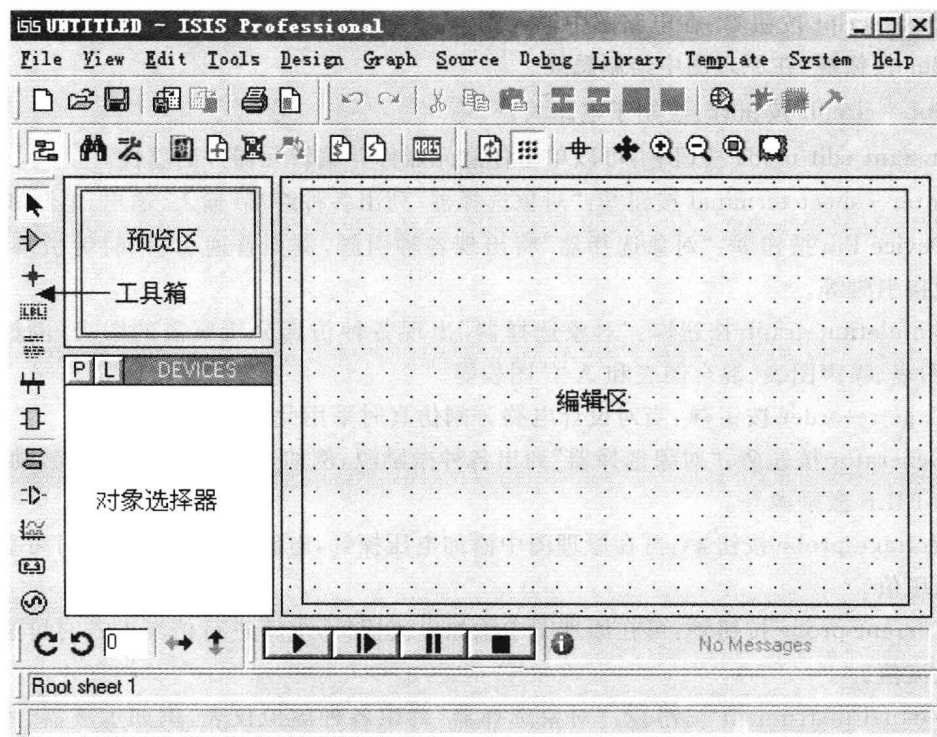


图 2-1 Proteus ISIS 编辑环境

Proteus ISIS 编辑环境中的点状栅格区域为编辑区,该编辑环境左上方为预览区,左下方为元器件列表区,即对象选择器。

(1) 预览区

预览区可以显示全部原理图。在预览区中,有两个框,蓝框表示当前页的边界,绿框表示当前编辑区显示的区域。当从对象选择器中选中的一个新对象时,预览区可以预览选中的对象。在预览区上单击,Proteus ISIS 将会以单击位置为中心刷新编辑区。其他情况下,预览区显示将要放置的对象,这种放置预览特性在下列情况下被激活。

- ① 当使用“旋转”或“镜像”按钮时;
- ② 当一个对象在“对象选择器”中被选中时;
- ③ 当为一个可以设定朝向的对象选择类型图标时;
- ④ 当放置对象或者执行其他非上述操作时,放置预览会自动消除。

(2) 工具箱与对象选择器

选择相应的工具按钮,系统将提供不同的操作工具。“对象选择器”根据选择不同的工具按钮决定当前状态的显示内容。显示对象的类型包括元器件、终端、引脚、图形符号、标注和图表等。

工具箱中各工具按钮对应的操作如下。

- Component 按钮:选择元器件。

- Junction dot 按钮 : 在原理图中标注连接点。
- Wire label 按钮 : 标志线段(为线段命名)。
- Text script 按钮 : 在电路图中输入脚本。
- Bus 按钮 : 在原理图中绘制总线。
- Sub-circuit 按钮 : 绘制子电路块。
- Instant edit mode 按钮 : 可以单击任意元器件并编辑元器件的属性。
- Inter-sheet terminal 按钮 : “对象选择器”列出各种终端(输入、输出、电源和地等)。
- Device Pin 按钮 : “对象选择器”将出现各种引脚,例如普通引脚、时钟引脚、反电压引脚和短接引脚等。
- Simulation graph 按钮 : “对象选择器”出现各种仿真分析所需的图表,例如模拟图表、数字图表、噪声图表、混合图表和 A/C 图表等。
- Tape recorder 按钮 : 当对设计电路分割仿真时采用此模式。
- Generator 按钮 : “对象选择器”列出各种激励源,例如正弦激励源、脉冲激励源、指数激励源和 FILE 激励源等。
- Voltage probe 按钮 : 可在原理图中添加电压探针,电路进行仿真模式时可显示各探针处的电压值。
- Current probe 按钮 : 可在原理图中添加电流探针,电路进行仿真模式时可显示各探针处的电流值。
- Virtual instrument 按钮 : “对象选择器”列出各种虚拟仪表,例如示波器、逻辑分析仪、定时器/计数器和模式发射器等。

除上述工具按钮外,系统还提供了如下的 2D 图形模式工具按钮。

- 2D graphics line 按钮 : 直线按钮,用于创建元器件或表示图表时的绘制线。
 - 2D graphics box 按钮 : 方框按钮,用于创建元器件或表示图表时的绘制方框。
 - 2D graphics circle 按钮 : 圆按钮,用于创建元器件或表示图表时的绘制圆。
 - 2D graphics arc 按钮 : 弧线按钮,用于创建元器件或表示图表时的绘制弧线。
 - 2D graphics path 按钮 : 任意形状按钮,用于创建元器件或表示图表时的绘制任意形状图标。
 - 2D graphics test 按钮 : 文本编辑按钮,用于插入各种文字说明。
 - 2D graphics symbol 按钮 : 符号按钮,用于选择各种符号元器件。
 - Markers for component origin etc 按钮 : 标记按钮,用于产生各种标记图标。
- 对于具有方向性的对象,系统还提供了各种块旋转工具按钮。
- Set rotation 按钮  和 : 方向旋转按钮,以 90° 偏置改变元器件的放置方向。
 - Horizontal reflection 按钮 : 水平镜像旋转按钮,以 Y 轴为对称轴,按 180° 偏置旋转元器件。
 - Vertical reflection 按钮 : 垂直镜像旋转按钮,以 X 轴为对称轴,按 180° 偏置旋转元器件。

在某些状态下,“对象选择器”有一个 Pick 切换按钮,单击该按钮可以弹出 Pick Devices、Pick Port、Pick Terminals、Pick Pins 或 Pick Symbols 对话框,用来分别添加元器件端口、终

端、引脚或符号到“对象选择器”中,以便在今后的绘图中使用。

如图 2-2 所示,Proteus ISIS 的菜单栏包括 File(文件)、View(视图)、Edit(编辑)、Library(库)、Tools(工具)、Design(设计)、Graph(图形)、Source(源)、Debug(调试)、Template(模板)、System(系统)和 Help(帮助)。单击任一主菜单后都将弹出其子菜单,Proteus ISIS 完全符合 Windows 菜单风格。这些主菜单的功能如下。

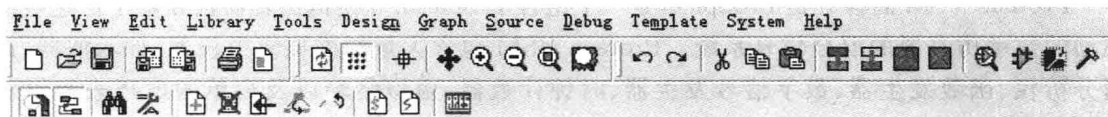


图 2-2 菜单和工具栏

- File:包括常用的文件功能,如打开新的设计、加载设计、保存设计、导入/导出文件,也可打印、显示最近使用过的设计文档,以及退出 Proteus ISIS 系统等。

- View:包括是否显示网格、设置格点间距、缩放电路图及显示与隐藏各种工具栏等。

- Edit:包括撤销/恢复、查找、编辑、剪切、复制、粘贴元器件及设置多个对象的叠层关系等。

- Library:包括添加、创建元器件/图标及调用库管理器。

- Tools:包括实时标注、实时捕捉及自动布线等。

- Design:包括编辑设计属性、编辑图纸属性和进行设计注释等。

- Graph:包括编辑图形、添加 Trace、仿真图形和分析一致性等。

- Source:包括添加/删除源文件、定义代码生成工具和调用外部文本编辑器等。

- Debug:包括启动调试、执行仿真、单步执行和重新排步弹出窗口等。

- Template:包括设置图形格式、文本格式、设计颜色、线条连接点大小和图形等。

- System:包括设置自动保存时间间隔、图纸大小和标注字体等。

- Help:包括版权信息、Proteus ISIS 软件使用的学习和示例等。

工具栏的工具按钮包括 File 工具栏、View 工具栏、Edit 工具栏和 Design 工具栏等。

(3) 编辑区

编辑区用于放置元器件,进行连线,绘制原理图。要注意,该区没有滚动条,用户可用预览区来改变原理图的可视范围,这同目前流行的其他软件有很大区别。同时它的操作不同于常用的 Windows 应用程序。正确的操作为:鼠标滚轮用来缩放原理图;单击用来放置元件;右击用来选择元件;连续按两次右键则可用来删除元件;先右击选择元件,再单击则是打开元件属性对话框;先右击元件再按住左键可拖动元件;连线用单击,删除则用右击。

编辑区显示正在编辑的电路原理图时,可以通过主工具栏里的“刷新”按钮或选择 View→Redraw 用来刷新显示内容,同时预览区中的内容也将被刷新。当执行其他命令导致显示错乱时也可使用该特性恢复显示。

要使编辑区显示一张大电路图的其他部分,可以通过如下几种方式。

- ① 单击预览区中想要显示的位置,编辑区将显示以单击处为中心的内容。

- ② 在编辑区内移动光标,按 Shift 键,用光标“撞击”边框,可使显示平移,用光标指向编辑区并按“缩放”键(F6 或 F7 键),编辑区会以光标指针位置为中心重新显示。

- ③ 按住 Shift 键,同时在一个特定区域用光标拉出一个框,则框内的部分就会被放大,该