



普通高校“十一五”规划教材

主 编 周向红
主 审 刘国繁

51系列单片机应用与 实践教程

内 容 简 介

本书以实战,即单片机实践项目的标准化设计和实时调试为主线,并贯穿全书,以 51 系列单片机 89C51 为教学机型,将学科内容融入课程系列活动项目之中,注重应用知识的技术实现,充分注意调动和发挥读者的学习能动性和创新性,使读者在学习单片机的过程中始终都有一个完整的单片机控制系统概念,并最终具备构建单片机应用系统的技能,精通单片机组成应用系统的设计方法。

本书按照“单片机原理与应用”课程的学习进程,依次介绍了 51 单片机的应用开发基础、内部功能单元、系统扩展、应用系统设计及应用系统稳定性运行技术等内容,其中共包含 30 余个单片机实践项目,近 80 个参考程序。

本书语言通俗,实践项目内容丰富,实践项目程序分析详尽,有超强的实用性和较高的参考价值,既适合用作本、专科高等院校自动化、计算机、电子、电气、控制及相关专业师生的教材,也可作为单片机开发人员和单片机系统设计人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

51 系列单片机应用与实践教程/周向红主编. —北京:
北京航空航天大学出版社, 2008.5
ISBN 978-7-81124-267-6

I. 5… II. 周… III. 单片微型计算机—教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 054967 号

©2008, 北京航空航天大学出版社, 版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书及其所附光盘内容。

侵权必究。

51 系列单片机应用与实践教程

主 编 周向红

主 审 刘国繁

责任编辑 王鹏

*

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(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

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

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×1 092 1/16 印张: 15.5 字数: 397 千字

2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷 印数: 5 000 册

ISBN 978-7-81124-267-6 定价: 26.00 元

前 言

本书出版的背景

目前,科学技术迅猛发展,生产力水平迅速提高,作为高等教育,培养技术应用型人才刻不容缓。单片机被广泛应用于人们生活的各个领域,社会需要大量掌握单片机技术的人才,而单片机性能不断提高,价格不断降低,技术也日趋已成熟。如何在短期内培养注重应用知识的技术实现、具备构建单片机应用系统的技能、精通单片机组成应用系统的设计方法的社会所急需的单片机技术应用型人才,应该是我们从事单片机技术教学的教育工作者进行单片机实践教学改革追求的目标。

本书的特色

- ◇ 依据作者的亲身体验,以最实用的方法:通过实践项目学习与理解单片机知识点,即通过实践项目掌握单片机原理。
- ◇ 所有实践项目的设计均以单片机的知识点为依据,以读者的兴趣为基础,以实际应用为依托。
- ◇ 采用单片机技术掌握程度不同的读者都易理解的手法,使其在学习单片机过程中始终都有一个完整的单片机控制系统概念,将致力于单片机应用研究的读者领进单片机应用的缤纷世界。
- ◇ 本书的实践项目没有内容的简单与复杂之分。例如,从最简单的一个指示灯控制到复杂的工程应用系统设计,均配以标准化的电路原理图,供读者单片机实战及单片机应用开发使用。
- ◇ 通过大量具有现实趣味性的实践项目的练习,注重软件与硬件的紧密结合,强调软件与硬件在单片机实验台上的综合调试能力,旨在使读者尽快掌握单片机系统开发的全过程。
- ◇ 对于没有实验设备和老师指导的读者,通过本书学习,能够更好地理解单片机知识。
- ◇ 在知识内容上突出了抽象知识的具体化,依赖于经典实践项目演练使指令功能程序运行结果直观可视;构建单片机应用系统知识的技术化,最终把掌握知识以掌握技术的形式表现出来,旨在突出学生实践技能的培养与训练。
- ◇ 详细地介绍了单片机开发环境,在此过程中可使读者熟悉单片机的软硬件开发环境,综合演练单片机的编程能力,亲身体验单片机的开发成果。

前 言

- ◇ 本书的实践项目源于不同实际应用,有些可直接用于实际应用系统开发,这对于从事单片机系统开发的工程技术人员十分有用;有些实践项目在介绍基本功能的基础上还介绍了如何进行功能的扩展。
- ◇ 向新技术靠近。本书介绍了一些新型芯片的应用,如:AT29C010A、AT24C01、TLC2543 等。

本书的写法

编写本书的思路是以实战即单片机实践项目的标准化设计和实时调试为主线,并贯穿全书,以 51 系列单片机 89C51 为教学机型,克服理论性教材实际应用少的不足,完全摒弃传统实验教科书局限于某一环境或某一设备的缺憾。本书以“实践项目要求说明→硬件设计(硬件电路设计框图、硬件电路原理图)→软件设计(工作原理、流程图设计、参考程序)→实时调试→通电运行”的全新设计思路,由浅入深地精心设置各类经典的单片机实践项目。单片机知识点全部用经典单片机实践项目方式切入,并通过单片机实践项目操作而展开,对各类经典的单片机实践项目,详述其原理、功能、硬件设计、软件设计、调试过程分析。同时,穿插介绍了设计应用经验、技巧、注意事项,使读者对经典的实践项目进行实战演练,从而掌握单片机原理,实现单片机应用开发。本书是与单片机理论教材同步进行的实战实例教材。

本书的出版起因

单片机原理与应用是一门实用性很强的专业课,注重单片机实践教学环节的学习演练,是掌握单片机应用技术的根本。作者参考了大量文献资料,并总结了多年积累的单片机教学与科研等实践经验,从突出培养学生实践应用能力的角度出发,编写此书。

单片机并不像传统数字电路或模拟电路那样直观,原因是除了“硬件”之外,还存在一个“软件”的因素。正是这个“软件”因素的存在,使得许多初学者怎么也弄不懂单片机的工作过程,怎么也不明白为什么将几个数送来送去,就能控制一个灯的亮/灭,就能控制一个电机变速。由此对单片机产生一种“神奇”、“敬畏”甚至“恐惧”感,降低了学习单片机的热情与兴趣,因此才有“单片机难学”一说。

作者在从事单片机实践教学、单片机应用与研发以及和同学们打交道的过程中,深知他们学习单片机中碰到的难处,主要是不得要领,难以入门。一旦找到学习的捷径,入了门,能初步掌握单片机编程技术并产生实际效果,那么必然信心大增,之后就能够一步一个脚印地去拓展自己的知识面了。另外,作者还深知同学们感兴趣的是单片机编程应用实例,特别是程序长度短且立竿见影的实例,使稍懂原理的人通过实践理解软件的作用,了解硬件和软件的区分并不难;了解软件设计后,可将通常由硬件完成的工作交由软件完成,并在不断实践中,去发现单片机控制技术的强大作用,从而投身于单片机领域。因此,本书编写思路是以实战为主线,中间再穿插单片机的设计技巧,这样,读者有兴趣,学得快,易吸收,能达到很好的学习效果。掌握了一定数量的单片机应用实战实例之后,读者便能自己动手设计并制作单片机应用系统。

本书的内容组织

本书按照“单片机原理与应用”课程的学习进程,由浅入深逐步讲解 51 单片机的应用开发基础、内部功能单元、系统扩展、应用系统设计及应用系统稳定性运行技术等内容。全书分为

5 章,章与章之间既独立又相互联系,第 4 章“单片机应用系统设计”是前几章的延续与提高。全书共有 35 个单片机实践项目,许多项目稍加变化便可用于课程设计、毕业设计、各类实训及工程应用。本书项目内容丰富,趣味性、实用性强。

本书的使用背景

本书适用于单片机开发人员或单片机系统设计人员,因为本书包含了大量的工程实例,很多的模块程序直接拿出来便可用于读者自己的设计。

本书适用于致力单片机技术应用研究的自学者,在无设备及老师指导的情况下,能很快入门并掌握单片机知识。

本书应用于高校,既可用于采用集中式教学模式的单片机实践教学,在老师指导下,学生能更好地理解所学知识。同时,也非常适合大学本科培养创新型人才所设置的“教、学、做”的开放式教学模式的单片机实践教学,即在有设备的情况下,不需要老师指导,学生能很快进行调试。开放式教学模式是指实验内容、实验时间和实验仪器设备(包括元器件)的“三开放”实验教学模式。这种实验教学模式是在老师的引导下,学生自主完成实验。实行开放式实验教学旨在提高实验教学效果,培养学生自主学习能力、实践动手能力和创新精神。通过开放性实验教学模式中单片机实践训练,并配以本教学用书,学生可很快具有超强的实战能力及创新能力。同时,本书也可作为高校教师从事单片机教学与研究的参考用书。

本书编写的硬件环境设备为“单片机应用与仿真开发系统”,简称“单片机实验台”。该设备由课程理论教学的基础模块与单片机应用开发设计的应用模块组成,各模块单元电路既独立又可以相互组合,使用灵活方便,是集中式或开放式单片机实践教学的理想设备,学生可根据自己所需的电路完成实际设计,从而提高他们的创造力。书中所有实践实例,并不拘泥于本设备,将单片机外围接口芯片的译码地址稍加改变,便可用于其他单片机开发设备。

本书由湖南工程学院周向红高级实验师主编,刘国繁教授主审。全书由 5 章组成,第 1 章及第 3~5 章由周向红高级实验师编写,第 2 章由桂林电子科技大学陈智勇副教授编写。参与本书软硬件仿真和实时调试工作的有刘利蕊、王龙江、李杰君、黄振宇、刘卫红老师,参与本书电路原理图绘制工作的有周细风、蒙振柱老师。陈意军教授、王迎旭教授、李晓秀教授、赵葵银教授、汪超老师对本书提出了很多宝贵的意见。以上参与人员中,有专家教授、资深教师,还有多次指导过本院学生参加全国电子竞赛获一等奖、二等奖的老师的参与和指导,他们为本书的高质量奠定了基础。在此,对为本书付出辛勤劳动的各位老师表示衷心的感谢。在出书过程中,得到了北京航空航天大学出版社和湖南工程学院各方面的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有各种缺点和错误,敬请广大读者给予批评指正。

作 者

2008 年 3 月 4 日

目 录

第1章 单片机应用开发基础

1.1 单片机应用开发环境	1
1.1.1 51 汇编语言程序设计	1
1.1.2 单片机应用与仿真开发实验台介绍	3
1.1.3 伟福仿真器	5
1.1.4 实验1 伟福仿真软件使用与汇编程序调试方法学习	12
1.1.5 实验2 分支与循环结构程序设计	15
1.1.6 实验3 数据统计与数据排序程序设计	19
1.2 AT89C51 单片机简介	22
1.2.1 AT89C51 引脚说明	22
1.2.2 振荡电路、时钟电路和 CPU 时序	23
1.2.3 复位状态和复位电路	25
1.2.4 存储器、特殊功能寄存器及位地址	26
1.2.5 51 系列单片机内部资源概览	26
1.2.6 单片机 I/O 端口介绍	26
1.3 单片机 I/O 口输入/输出	27
1.3.1 实验4 单片机 P1 口输入/输出	27
1.3.2 实验5 单片机 I/O 口报警声输出	33
1.4 单片机目标机仿真运行实验	38

第2章 单片机内部功能单元

2.1 单片机内部功能单元简介	41
2.1.1 定时器/计数器	41
2.1.2 中断系统	42
2.1.3 串行口	42
2.2 单片机定时器/计数器	45

目 录

2.2.1	实验 1 定时器/计数器	45
2.2.2	实验 2 单片机歌曲演奏	50
2.3	单片机中断系统	54
2.3.1	实验 3 外部中断	54
2.3.2	实验 4 多重中断	57
2.4	单片机串行口	62
2.4.1	实验 5 UART 做串行输出端口/输入端口	62
2.4.2	实验 6 单片机单工及全双工双机通信	66
2.4.3	实验 7 单片机与单片机点对点的通信	69
2.4.4	实验 8 单片机与 PC 机通信	80
第 3 章 单片机系统扩展		
3.1	单片机外部存储器扩展	85
3.1.1	Flash 外部程序存储器	85
3.1.2	实验 1 Flash 外部程序存储器扩展	90
3.2	单片机常用器件 I/O 接口扩展	92
3.2.1	实验 2 简单 I/O 接口 74LS244 和 74LS273 扩展	92
3.2.2	实验 3 可编程并行 I/O 接口 8255A 扩展	95
3.2.3	实验 4 可编程并行 I/O 接口 8155 扩展	99
3.3	单片机键盘与显示器接口	106
3.3.1	实验 5 LED 数码管显示器	107
3.3.2	实验 6 独立式键盘与矩阵式键盘操作	113
3.3.3	实验 7 可编程芯片 8255A 连接键盘/显示器	119
3.3.4	实验 8 可编程芯片 8255A 连接 LCD 显示器	123
3.3.5	实验 9 可编程 8279 键盘/显示器接口	127
3.4	单片机扩展 D/A、A/D 转换器	134
3.4.1	实验 10 扩展 8 位 D/A 转换器	134
3.4.2	实验 11 扩展 12 位 D/A 转换器	141
3.4.3	实验 12 扩展 8 位 A/D 转换器	145
3.4.4	实验 13 扩展 12 位 A/D 转换器	151
3.5	单片机扩展应用	158
3.5.1	I ² C 二总线	158
3.5.2	实验 14 I ² C 二总线	162
3.5.3	SPI 三总线	168
3.5.4	实验 15 SPI 三总线	171
第 4 章 单片机应用系统设计		
4.1	单片机应用系统设计与开发	177
4.1.1	单片机应用系统设计的一般步骤	177

4.1.2 单片机应用系统的硬件和软件设计	178
4.1.3 单片机应用系统的开发	179
4.2 项目 1 数字式电压表设计	180
4.2.1 项目要求	180
4.2.2 项目分析	180
4.2.3 硬件电路设计框图	181
4.2.4 硬件电路原理图	181
4.2.5 流程图	181
4.2.6 汇编语言源程序	184
4.2.7 思考题	191
4.3 项目 2 电子表设计	192
4.3.1 项目要求	192
4.3.2 项目分析	192
4.3.3 硬件电路设计框图	192
4.3.4 硬件电路原理图	192
4.3.5 汇编语言源程序	194
4.3.6 思考题	202
4.4 项目 3 数字式温度计设计	202
4.4.1 项目要求	202
4.4.2 项目分析	202
4.4.3 硬件电路设计框图	202
4.4.4 硬件电路原理图	203
4.4.5 汇编语言源程序	203
4.4.6 思考题	211
4.5 项目 4 电子发报机设计	211
4.5.1 项目要求	211
4.5.2 项目分析	211
4.5.3 硬件电路设计框图	211
4.5.4 硬件电路原理图	212
4.5.5 汇编语言源程序	212
4.5.6 思考题	220
4.6 项目 5 电动机转速测定及数据显示系统设计	220
4.6.1 项目要求	220
4.6.2 项目分析	220
4.6.3 硬件电路设计框图	220
4.6.4 硬件电路原理图	221
4.6.5 汇编语言源程序	221
4.7 单片机应用系统设计部分课题	226
4.7.1 课题 1 生产流水线产品产量统计并显示系统设计	227

目 录

4.7.2	课题 2 音乐播放器设计	227
4.7.3	课题 3 竞赛抢答器设计	227
4.7.4	课题 4 数字频率计设计	227
4.7.5	课题 5 电子宠物设计	228
4.7.6	课题 6 步进电动机正反转及停止的控制	228
4.7.7	课题 7 电子琴	228
4.7.8	课题 8 数字显示的趣味游戏机	228
4.7.9	课题 9 简易计算器设计	228
第 5 章 单片机应用系统稳定性运行技术		
5.1	单片机应用系统中的监控芯片	229
5.2	单片机应用系统中的看门狗芯片	231
5.3	看门狗实验	232
附 录		234
参考文献		236

第 1 章

单片机应用开发基础

单片机是计算机和集成电路技术高速发展的产物,是在一块芯片上集成了 CPU、RAM、ROM、定时器/计数器以及输入/输出(I/O)接口电路等计算机部件的芯片级的微型计算机。

单片机主要应用于计算机控制和嵌入式系统领域。单片机应用开发是单片机行业工作的工程技术人员追求的目标。

本章介绍单片机应用开发基础:单片机应用开发环境、单片机程序的编制过程要求、AT89C51 单片机、单片机程序的仿真运行、EPROM 芯片程序固化方法及单片机目标机仿真运行,即单片机应用开发的软硬件环境。

1.1 单片机应用开发环境

1.1.1 51 汇编语言程序设计

根据提出的任务要求,将解题步骤和算法采用汇编语言编制程序的过程称为汇编语言程序设计。用 51 汇编语言设计程序,称为 51 汇编语言程序设计。

程序设计时要考虑两个方面:一是针对哪一种语言进行程序设计,对于同一个问题,可以选择高级语言,也可选择汇编语言来进行程序设计,如 51 汇编语言;二是解决问题的方法和步骤,对于同一个问题,往往有多种不同的解决方法,这种为解决问题而采用的方法和步骤称为“算法”。

另外,进行程序设计时,首先应按照实际问题的要求和所使用计算机的特点,确定所采用的计算方法和计算公式。然后,用指令系统,按照尽可能节省数据存放单元、缩短程序长度和加快运算时间的三项原则编译程序。

汇编语言程序设计不但技巧性较高,而且还具有软、硬件结合的特点,关系到单片机应用系统的特性和运行效率。为了能编制出质量高和功能强的实用程序,必须从一个个程序模块的学习开始,并通过熟读多练,逐步掌握设计方法和技巧,下面具体说明。

1. 程序设计语言

机器语言(Machine Language)是指直接用机器码编写程序,并能够被计算机直接执行的机器级语言。机器码是一串由二进制代码“0”和“1”组成的二进制数据,其执行速度快,但是可读性极差。

汇编语言(Assembly Language)是指用指令助记符代替机器码的编程语言。汇编语言程

第1章 单片机应用开发基础

序结构简单,执行速度快,程序易优化,编译后占用存储空间小,是单片机应用系统开发中最常用的程序设计语言。

高级语言(High-Level Language)是在汇编语言的基础上用自然语言的语句来编写程序,例如 PL/M-51、Keil C51、MBASIC 51 等。通过语言编写的程序,可读性强,通用性好,适用于不熟悉单片机指令系统的用户。

2. 汇编语言的优点

与采用高级语言编程相比,采用汇编语言编程具有以下优点:

- ① 占用的内存单元和 CPU 资源少;
- ② 程序简短,执行速度快;
- ③ 可直接调用计算机的全部资源,并可有效地利用计算机的专有特性;
- ④ 能准确地掌握指令的执行时间,适用于实时控制系统。

3. 汇编语言程序设计的方法

① 汇编语言程序是由简单程序(顺序程序)、分支程序、循环程序、查表程序、子程序和中断程序等结构化的程序模块有机组成的,这是其基本结构;

- ② 划分功能模块进行设计;
- ③ 自上而下逐渐求精。

4. 汇编语言程序设计的步骤

用汇编语言编写程序,一般可分为以下几个步骤:

- ① 建立数学模型。根据要解决的实际问题,反复研究分析并抽象出数学模型。
- ② 确定算法。解决一个问题,往往有多种不同的方法,要从诸多算法中确定一种较为简便的方法是至关重要的。
- ③ 制定程序流程图。算法是程序设计的依据,把解决问题的思路和算法的步骤画成程序流程图。
- ④ 确定数据结构。合理地选择和分配内存单元以及工作寄存器。
- ⑤ 写出源程序。根据程序流程图,精心选择合适的指令和寻址方式来编制源程序。
- ⑥ 上机调试程序。将编好的源程序进行汇编,并执行目标程序,检查和修改程序中的错误,对程序运行的结果进行分析,直至正确为止。

5. 评价程序质量的标准

解决某一问题、实现某一功能的程序不是唯一的,可以通过以下几个标准来评价程序的质量:

- ① 程序的执行时间;
- ② 程序所占用的内存字节数;
- ③ 程序的逻辑性、可读性;
- ④ 程序的兼容性、可扩展性;
- ⑤ 程序的可靠性。

一般来说,一个程序的执行时间越短,占用的内存单元越少,其质量也就越高。这就是程序设计中“时间”和“空间”的概念。程序设计的逻辑性的强弱、层次是否分明、数据结构是否合理、是否便于阅读也是衡量程序质量优劣的重要标准。同时,还要保证程序在任何实际的工作

第1章 单片机应用开发基础

条件下,都能正常运行。另外,在较复杂的程序设计中,必须充分考虑程序的可读性和可靠性。同时,程序的可扩展性、兼容性以及容错性等都是衡量与评价程序质量优劣的重要标准。

1.1.2 单片机应用与仿真开发实验台介绍

目前,国内外均已研制并生产出各种各样的单片机开发系统及开发工具。这里介绍一种国产的单片机开发系统——单片机应用与仿真开发实验台。

1. 单片机应用与仿真开发实验台组成与概述

1) 单片机应用与仿真开发实验台的组成

单片机应用与仿真开发实验台如图 1-1 所示,简称“单片机实验台”。它由操作台、若干模块挂箱和若干单元电路组成,即 CPU 挂箱(可插 51 系列、96 系列、8086 CPU 模块)、接口挂箱(可插各种通用接口及通信模块)和对象挂箱(可插人机界面、微执行机构及信号变送隔离模块)3 部分组成。由于采用全开放性实验平台,使用者可以根据自身的具体情况,结合本实验平台的各种模块自由设计实验方案,提高对单片机的整体认识以及综合设计能力。

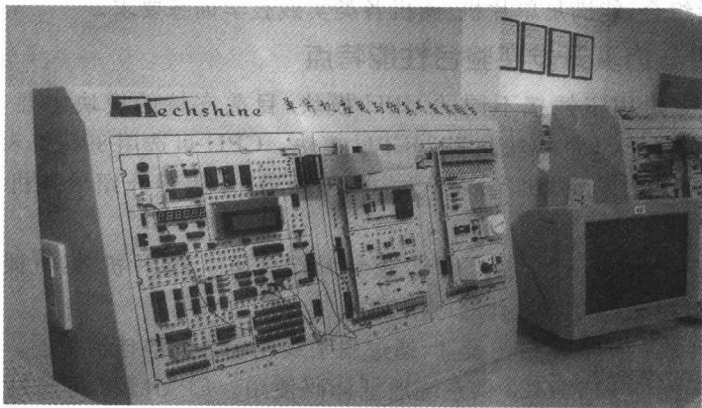


图 1-1 单片机应用与仿真开发实验台

2) 单片机应用与仿真开发实验台概述

① 微处理器 89C51,它的 P1 口和 P3 口对用户开放,供用户使用。

② 时钟频率为 6.0 MHz。

③ 存储器。程序存储器与数据存储器统一编址,最多可达 64 KB,板载 RAM0(监控程序 27C256)12 KB;RAM1(程序存储器 6264)8 KB 供用户下载实验程序,可扩展达 32 KB;RAM2(数据存储器 6264)8 KB 供用户程序使用,可扩展达 32 KB。RAM 程序存储器与数据存储器不可同时扩至 32 KB。在程序存储器中,0000H~2FFFH 为监控程序存储器区,用户不可用,4000H~5FFFH 为用户实验程序存储区,供用户下载实验程序。数据存储器的范围为:6000H~7FFFH,供用户实验程序使用。

注意:因用户实验程序区位于 4000H~5FFFH,用户在编写实验程序时要注意,程序的起始地址应为 4000H,所用的中断入口地址均应在原地址的基础上,加上 4000H。例如,外部中断 0 的原中断入口为 0003H,用户实验程序的外部中断 0 的中断程序入口为 4003H,其他类推,如表 1-1 所列,此为实验台采用串行口调试汇编程序的情形。若用伟福仿真器调试汇编

第1章 单片机应用开发基础

程序,程序起始地址为 0000H。

表 1-1 用户中断程序入口

中断名称	8051 原中断程序入口	用户实验程序响应程序入口
外中断 0	0003H	4003H
定时器 0 中断	000BH	400BH
外中断 1	0013H	4013H
定时器 1 中断	001BH	401BH
串行口中断	0023H	4023H

④ 可提供除 89C51 单片机以外的基本模块。在实验台上,除 8086、80C196 微处理器、程序存储器、数据存储器外,还设置了 8255 并行接口、8250 串行控制器、8279 键盘、显示控制器、8253 可编程定时器、A/D 转换器、D/A 转换器、单脉冲、各种频率的脉冲发生器、输入电路、输出电路等基础模块,另外,还配有供单片机应用开发设计使用的模块。各部分电路或各模块既相互独立又可灵活组合,能满足单片机/微机各类实践教学训练要求。

2. 单片机应用与仿真开发实验台性能特点

① CPU 挂箱主要用于插接不同的 CPU 模块,目前支持的模块主要有三种,分别是:89C51CPU 模块、80C196CPU 模块和 8086CPU 模块。CPU 可选用 89C51、8086 和 80C196 中任一种 CPU,涵盖了单片机/微机实践教学的各项内容(本书只介绍单片机实践教学的各项内容)。

② 系统功能齐全,挂箱上包含了 CPU 模块的接口插座、单片机/微机课程理论教学的基础模块及单片机/微机应用开发设计的应用模块。

③ 系统采用开放式模块化结构设计,通过扁平线连接与其他挂箱相连。

④ 配有可编程器件 EPM7128 供系统地址译码使用。EPM7128 可通过 JTAG 接口在线编程,使用十分方便。

⑤ 灵活的电源接口:挂箱内置开关电源 +5 V 和 ±12 V,实验台外接 220 V 供电;配有 PC 机电源插座,可由 PC 机提供电源,还配有外接开关电源。

⑥ 系统的联机运行模式:配有 DOS 版和 Windows 版两种系统调试软件,均为中文多窗口界面。调试程序时可以同时打开寄存器窗口、内存窗口、变量窗口、反汇编窗口、波形显示窗口等,极大地方便了用户的程序调试。该软件集源程序编辑、编译、链接、调试于一体,每项功能均为中文下拉菜单,简单易学。经常使用的功能均备有热键,这样可以提高程序的调试效率。8051 调试软件不仅支持汇编语言调试,而且还支持 C 语言编辑调试。

⑦ 系统的单机运行模式:系统在没有与计算机连接的情况下,自动运行在单机模式,在此模式下,用户可通过键盘输入运行程序(机器码)和操作指令,同时将输入信息及操作的结果在 LED 数码管上显示出来。

⑧ 系统功能齐全,可扩展性强。

3. 单片机应用与仿真开发实验台资源分配

本系统采用可编程逻辑器件(CPLD)EPM7128 做地址的编译码工作,可通过芯片的 JTAG 接口与 PC 机相连,对芯片进行编程,可完成系统器件,如监控程序存储器、用户程序存

存储器、数据存储器、系统显示控制器、系统串行通信控制器等的地址译码功能。同时还可以由部分地址单元经译码后输出(插孔 CS0~CS5)给用户使用,它们的地址固定,用户不可改变。具体的对应关系如表 1-2 所列。

表 1-2 单片机实验台资源分配表

地址范围	输出孔/映射器件	性质(系统/用户)
0000H~2FFFFH	监控程序存储器	系统*
3000H~3FFFFH	数据存储器	系统*
4000H~BFFFFH	用户程序存储器	用户
C000H~CF9FH		用户
CFE0H	PC 机串行通信芯片 8250	系统*
CFE8H	显示/键盘芯片 8279	系统
CFA0H~CFA7H	CS0	系统
CFA8H~CFAFH	CS1	系统
CFB0H~CFB7H	CS2	系统
CFB8H~CFBFH	CS3	系统
CFC0H~CFC7H	CS4	系统
CFC8H~CFCFH	CS5	系统

注:系统地址中,“*”用户既不可用,也不可改,其他系统地址用户可用但不可改。

1.1.3 伟福仿真器

在目前市场上,国产仿真器的品种繁多,主要以 CPU 型为主,其价格相对较低,因此使用比较广泛,南京伟福有限公司生产的伟福仿真器是其中的一种。我们以该公司的 E6000/L 仿真器为例说明仿真器的基本使用方法,其他的仿真器在使用上大同小异,只要掌握了其中一种,就可以熟练地使用其他类型的 51 仿真器。

该仿真器硬件使用方法简单,只需要将仿真器的插针作为 CPU 插入设计线路板,将串行口线插在 PC 机的一个串行口上,之后打开电源即可开始使用。

1. 伟福仿真器概述

伟福仿真器由仿真主机+仿真头、开关电源等组成。

1) 仿真主机+仿真头的组合

通过更换不同型号的仿真头,即可对各种不同类型的单片机进行仿真,是一种灵活的多 CPU 仿真系统。采用主机+POD 组合的方式,更换 POD,可以对各种 CPU 进行仿真。本仿真器主机型号为 E6000/L,仿真头型号为 POD-51(可仿真 51 系列 8X5X 单片机)。

2) 伟福仿真平台

具有 DOS 版本和 Windows 版本,后者功能强大,中/英文界面任选,用户源程序的大小不再有任何限制,支持 ASM、C、PLM 语言混合编程,具有项目管理功能,为用户的资源共享、课题重组提供强有力的支持。支持点屏显示,用鼠标左键单击源程序中的某一变量,即可显示该变量的数值。有丰富的窗口显示方式,多方位、动态地显示仿真的各种过程。

(1) 工作模式

第1章 单片机应用开发基础

- 软件模拟仿真(不要仿真器也能模拟仿真)。

- 硬件仿真。

(2) 双 CPU 结构,100%不占用户资源

全空间硬件断点,不受任何条件限制,支持地址、数据、外部信号、事件断点、支持实时断点计数、软件运行时间统计。

(3) 集成环境

集成了编辑器、编译器、调试器,使源程序编辑、编译、下载、调试全部集中在一个环境下完成。多种仿真器,多类 CPU 仿真全部集成在一个环境下。可仿真 51 系列、196 系列、PIC 系列,Philips 公司的 552、LPC764, DALLAS320, 以及华邦 438 等 51 增强型 CPU。伟福 Windows 调试软件提供了一个全集成环境,统一的界面,包含一个项目管理器、一个功能强大的编辑器、汇编 Make 与 Build 以及调试工具。

(4) 强大的逻辑分析仪综合调试功能

逻辑分析仪由交互式软件菜单窗口对系统硬件的逻辑或时序进行同步实时采样,并实时在线调试分析,采集深度 32 KB(E6000/L),最高时基采样频率达 20 MHz,40 路波形,可精确实时反映用户程序运行时的历史时间。系统在使用逻辑分析仪时,除普通的单步运行、键盘断点运行、全速硬件断点运行外,还可实现各种条件的组合断点,如数据、地址、外部控制信号、CPU 内部控制信号、程序区间断点等。由于逻辑仪可以直接对程序的执行结果进行分析,因此极大地便利了程序的调试。随着科学技术的发展,单片机通信方面的运用越来越多。在通信功能的调试时,如果通信不正常,查找原因是非常耗时和低效的,很难搞清楚问题到底在什么地方,是波特率不对?是硬件信道有问题?是通信协议有问题?还是发方出错或是收方出错?有了逻辑仪,情况则完全不一样,用它可以分别或者同时对发送方、接收方的输入或者输出波形进行记录、存储、对比、测量等各种直观的分析,可以将实际输出通信报文的波形与源程序相比较,可立即发现问题所在,从而极大地方便了调试。

(5) 强大的追踪器功能

追踪功能以总线周期为单位,实时记录仿真过程中 CPU 发生的总线事件,其触发条件方式同逻辑分析仪。追踪窗口在仿真停止时可收集显示追踪的 CPU 指令记忆信息,可以以总线反汇编码模式和源程序模式对应显示追踪结果。屏幕窗口显示波形图最多可追踪记忆指令 32 KB,并通过仿真器的断点、单步、全速运行或各种条件组合断点来完成追踪功能。总线跟踪可以跟踪程序的运行轨迹,可以统计软件运行时间。

2. 伟福软件介绍

先将配套软件安装完毕,在 Windows 环境下,双击桌面上的 Wave 图标,或从开始→程序→Wave for windows→Wave 进入本开发环境,其界面及主要功能如图 1-2 所示。

1) 仿真器选择

在仿真器使用时,应根据需要设置好仿真器类型、仿真头类型及 CPU 类型。该仿真器配套软件可以选择多种 CPU 的时序进行硬件仿真,也可以只进行软件仿真。仿真器采用软件仿真为“伟福软件模拟器”方式,其软件仿真开始使用界面或软件仿真选择界面如图 1-3 所示。选中“使用伟福软件模拟器”项,按“回车”键后,出现仿真器采用软件仿真初始化界面如图 1-4 所示。此时,仿真器软件仿真的设置结束,便可进入汇编程序编辑、文件保存、编译、调试等阶段。

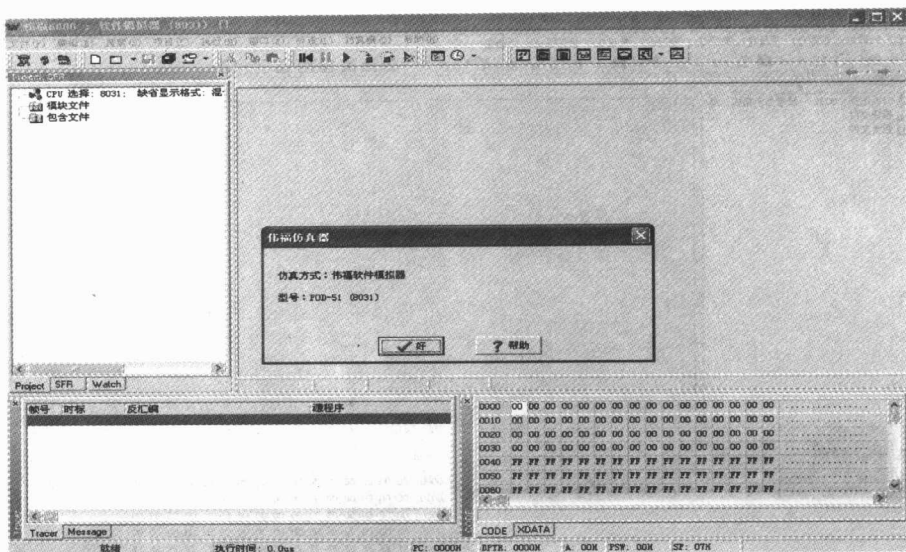


图 1-4 仿真器采用软件仿真初始化界面

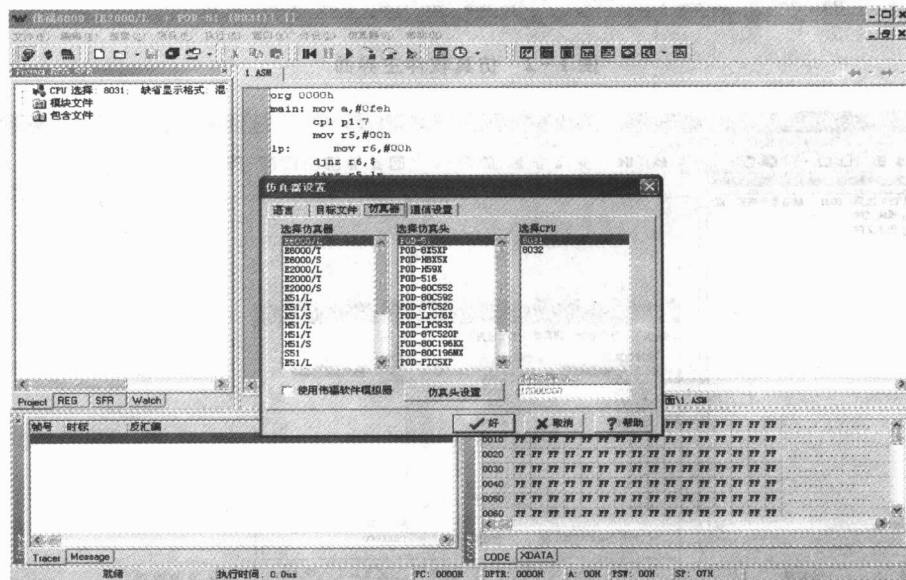


图 1-5 仿真器采用硬件仿真选择界面

“单片机实验台”的读者应该是这样选择: 仿真器选择 E6000/L, 仿真头选择 POD-51, CPU 选择 8032, 并注意是否使用“使用伟福软件模拟器”, 在此应该取消选中“使用伟福软件模拟器”项, 再经过一次硬件仿真初始化, 仿真器就可以使用了。在使用过程中, 如果出现如图 1-6 所示的串行口测试界面, 说明串行口出现问题, 需要重新将仿真器上电, 之后一般不再会出现问题, 接着可以开始程序的编制和调试。

2) 仿真器窗口设置

仿真软件可以分为若干个窗口, 每个窗口显示相关的内容, 这些窗口有项目窗口、信息窗