

新世纪计算机课程系列精品教材

刘海宽 / 主编 包建华 张兴奎 / 副主编

单片机实验与实训教程

DANPIANJI SHIYANYUSHIXUNJIAOCHENG



东南大学出版社
Southeast University Press

TP368-1
391

TP368.1
391

新世纪计算机课程系列精品教材

本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。
本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。
本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

单片机实验与实训教程

主 编 刘海宽

副主编 包建华 张兴奎

东南大学出版社

· 南 京 ·

内 容 简 介

本书从实验、实训的角度出发,对典型单片机接口实验、单片机应用实例、单片机实验开发系统进行了详细阐述,并给出了单片机设计制作选题和实用汇编子程序。

本书理论与实际相结合,注重应用知识的技术实现,对每一个单片机实践项目都给出了具体的软硬件设计,力求启迪读者思路,做到举一反三。

本书既适用于本、专科院校相关专业学生的单片机实验与实践技能训练,又可作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机实验与实训教程 / 刘海宽主编. —南京: 东南大学出版社, 2009. 1

(新世纪计算机课程系列精品教材)

ISBN 978-7-5641-1556-2

I. 单… II. 刘… III. 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 009220 号

单片机实验与实训教程

出版发行 东南大学出版社

出版人 江 汉

社 址 南京市四牌楼 2 号

邮 编 210096

经 销 江苏省新华书店

印 刷 南京京新印刷厂

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 8.25

字 数 191 千字

版 次 2009 年 1 月第 1 版

印 次 2009 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5641-1556-2/TP·257

印 数 1—3500

定 价 18.00 元

(凡因印装质量问题,请与我社读者服务部联系。电话: 025-83792328)

前 言

目前,很多高校的相关工科专业都开设了 MCS-51 单片机应用技术课程,该课程的工程实践性很强,如仅有理论教学而没有系统的实践训练,学生很难真正掌握单片机应用设计技术。为此,作者根据多年从事 MCS-51 单片机应用技术课程教学及科研工作的经验,精心编写了这本实验、实训指导教程。

本书在编写上突出实践教学的特点,偏重实用性,以实验、实践教学为主,自成体系,内容上突出实验验证理论、理论与实践相结合的教学方法。全书共分五个单元:第一单元介绍由徐州师范大学电气工程及自动化学院自主研制的 XZNU MCUS-I 型单片机实验开发系统的构成及开发环境的使用方法;第二单元是 MCS-51 单片机实用汇编子程序;第三单元是 MCS-51 单片机典型接口实验,实验所给样例程序都通过调试成功;第四单元是单片机应用系统设计实例,给出了设计思路及具体的软硬件实现;第五单元是单片机系统设计制作题选,可供课程设计、毕业设计、各类综合实训作为课题选用。

本书由刘海宽教授主编,包建华、张兴奎任副主编。第一单元模块二、第二单元、第三单元、第四单元由包建华编写,第一单元模块一、第五单元模块一、模块二由张兴奎编写,第五单元模块三~模块六由刘海宽编写。全书由刘海宽策划和统稿。

由于作者的能力与水平所限,尽管已做了很大努力,书中不足甚至错误之处在所难免,敬请广大读者和同行专家批评指正。

编 者

2008 年 9 月

目 录

第一单元 单片机实验开发系统简介	(1)
模块一 单片机实验开发系统的构成	(1)
模块二 伟福仿真器	(4)
第二单元 MCS-51 单片机汇编程序实训	(16)
模块一 算术运算类(定点数)程序设计	(16)
模块二 码制转换类程序设计	(22)
模块三 数据处理类程序设计	(25)
第三单元 MCS-51 单片机典型接口实验	(29)
模块一 P1 口实验	(29)
模块二 简单 I/O 接口扩展实验	(31)
模块三 外部中断实验	(34)
模块四 定时器实验	(37)
模块五 电脑时钟实验	(41)
模块六 8155 可编程并行接口扩展实验	(46)
模块七 按键识别与显示实验	(49)
模块八 串-并转换实验	(53)
模块九 A/D 转换实验	(56)
模块十 D/A 转换实验	(59)
模块十一 8279 键盘/显示器接口实验	(62)
模块十二 时钟日历芯片 DS12C887 实验	(70)
第四单元 MCS-51 单片机应用系统设计实例	(80)
模块一 数字式电压表设计	(80)
模块二 单片机与 PC 机小型通信系统设计	(85)
模块三 单片机音乐演奏控制器设计	(90)
模块四 小型直流电机转速控制系统设计	(95)
模块五 单片机步进电机控制系统设计	(98)
第五单元 单片机系统设计制作题选	(104)
模块一 电源及报警类	(104)

模块二 显示器及计时器.....	(105)
模块三 控制器电路.....	(108)
模块四 波形产生及变换.....	(110)
模块五 测量电路.....	(112)
模块六 数据采集.....	(114)
附 录.....	(117)
参考文献.....	(123)
(1)	单片机应用系统开发案例
(4)	单片机应用系统开发案例
(16)	单片机应用系统开发案例
(18)	单片机应用系统开发案例
(22)	单片机应用系统开发案例
(23)	单片机应用系统开发案例
(25)	单片机应用系统开发案例
(26)	单片机应用系统开发案例
(27)	单片机应用系统开发案例
(28)	单片机应用系统开发案例
(29)	单片机应用系统开发案例
(30)	单片机应用系统开发案例
(31)	单片机应用系统开发案例
(34)	单片机应用系统开发案例
(37)	单片机应用系统开发案例
(41)	单片机应用系统开发案例
(46)	单片机应用系统开发案例
(49)	单片机应用系统开发案例
(52)	单片机应用系统开发案例
(56)	单片机应用系统开发案例
(59)	单片机应用系统开发案例
(62)	单片机应用系统开发案例
(65)	单片机应用系统开发案例
(70)	单片机应用系统开发案例
(80)	单片机应用系统开发案例
(86)	单片机应用系统开发案例
(87)	单片机应用系统开发案例
(90)	单片机应用系统开发案例
(92)	单片机应用系统开发案例
(95)	单片机应用系统开发案例
(101)	单片机应用系统开发案例
(104)	单片机应用系统开发案例

第一单元 单片机实验开发系统简介

模块一 单片机实验开发系统的构成

目前,国内外均已研制并生产出各种各样的单片机实验开发系统及开发工具。这里介绍由徐州师范大学电气工程及自动化学院研制的 XZNU MCUS-I 型单片机实验开发系统,该实验系统彻底抛弃了以往单片机实验仪复杂得令人摸不着头脑的监控程序,所有资源完全公开、透明、模块多样化,能灵活组建多种实验及实训项目,真正让学生从软硬件两方面了解单片机设计应用的整个过程,从而快速掌握单片机应用设计技术。

XZNU MCUS-I 型单片机实验开发系统由用户板、伟福 V8/L 型仿真器和开关电源 3 大部分组成。用户板由 CPU 模块和若干单元电路组成,由于采用开放式设计思路,使用者可以结合用户板的各种单元电路自由设计实验方案,提高对单片机的整体认识及综合设计能力。伟福仿真器的插针直接插入 CPU 模块的 40 脚插座并始终保持连接状态,这样在实验时可以借助上位机的伟福 Windows 集成调试软件进行在线仿真与调试,非常方便。开关电源为用户板上的单元电路提供工作电源,并可通过小接插件外供,开关电源输出为 +5 V/2 A、+12 V/0.5 A、-12 V/0.5 A,该系统元件位置图如图 1.1 所示。

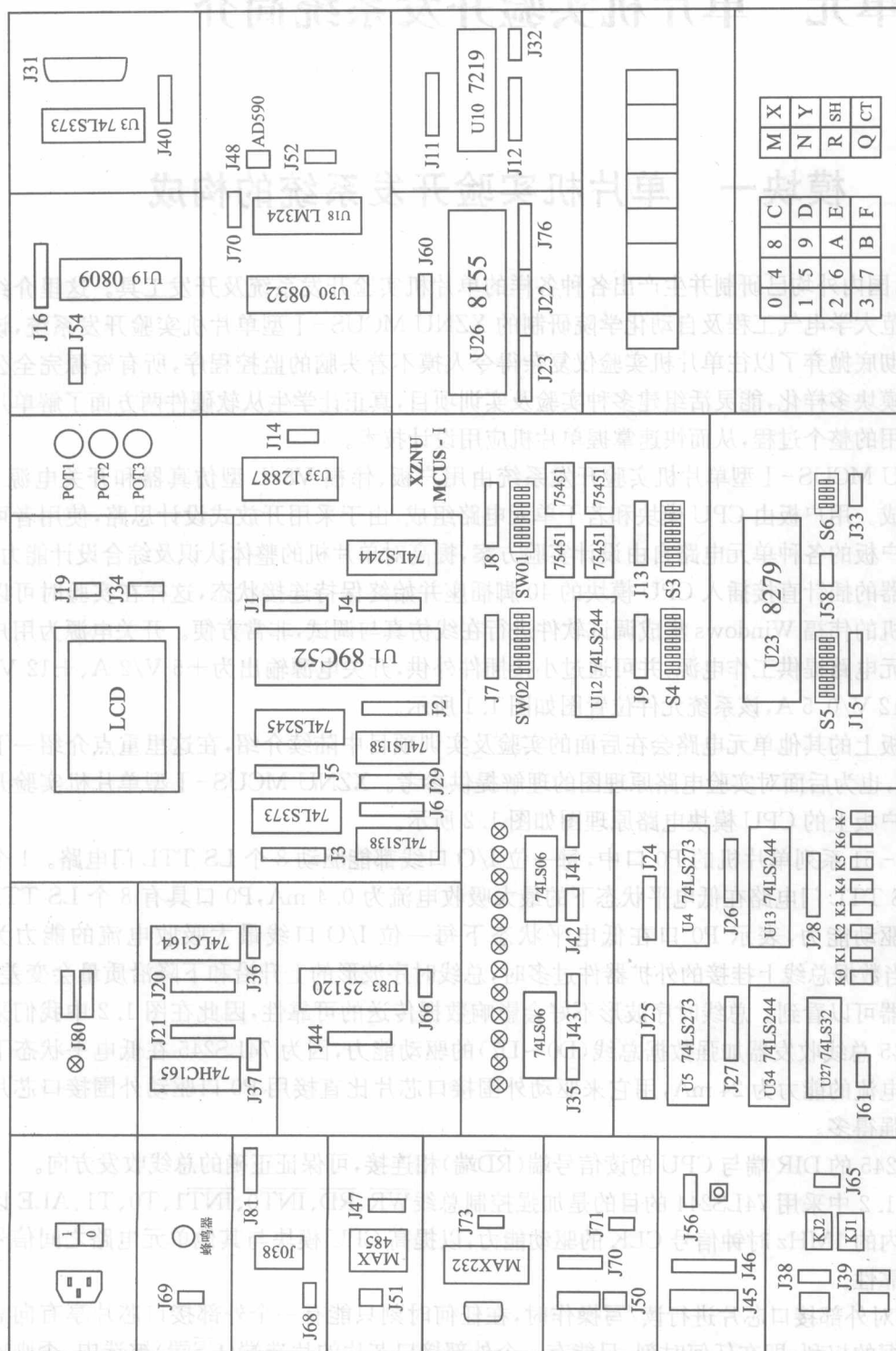
用户板上的其他单元电路会在后面的实验及实训项目中陆续介绍,在这里重点介绍一下 CPU 模块,也为后面对实验电路原理图的理解提供参考。XZNU MCUS-I 型单片机实验开发系统用户板上的 CPU 模块电路原理图如图 1.2 所示。

MCS-51 系列单片机的 P0 口中,每一位 I/O 口线都能驱动 8 个 LS TTL 门电路。1 个标准的 LS TTL 门电路在低电平状态下的最大吸收电流为 0.4 mA, P0 口具有 8 个 LS TTL 门电路的驱动能力,表示 P0 口在低电平状态下每一位 I/O 口线最大吸收电流的能力为 3.2 mA。当数据总线上挂接的外扩器件过多时,总线时序波形的上升沿和下降沿质量会变差,这用示波器可以看到。总线时序波形不好会影响数据传送的可靠性,因此在图 1.2 中我们采用 74LS245 总线收发器加强数据总线(D0~D7)的驱动能力,因为 74LS245 在低电平状态下最大吸收电流的能力为 24 mA,用它来驱动外围接口芯片比直接用 P0 口驱动外围接口芯片的能力要强得多。

74LS245 的 DIR 端与 CPU 的读信号端($\overline{RD}$ 端)相连接,可保证正确的总线收发方向。

在图 1.2 中采用 74LS244 的目的是加强控制总线 $\overline{WR}$ 、 $\overline{RD}$ 、 $\overline{INT0}$ 、 $\overline{INT1}$ 、T0、T1、ALE 以及用户板内的 1MHz 时钟信号 CLK 的驱动能力,以提高 CPU 模块与其他单元电路之间信号传送的可靠性。

CPU 对外部接口芯片进行读/写操作时,在任何时刻只能有一个外部接口芯片享有向总线传送数据的权利;即在任何时刻,只能有一个外部接口芯片的片选端($\overline{CS}$ 端)被选中,否则就要发生总线冲突。图 1.2 中的 2 片 3/8 译码器 74LS138 提供 16 个译码片选信号,因此分时选用的外围接口器件不超过 16 个。



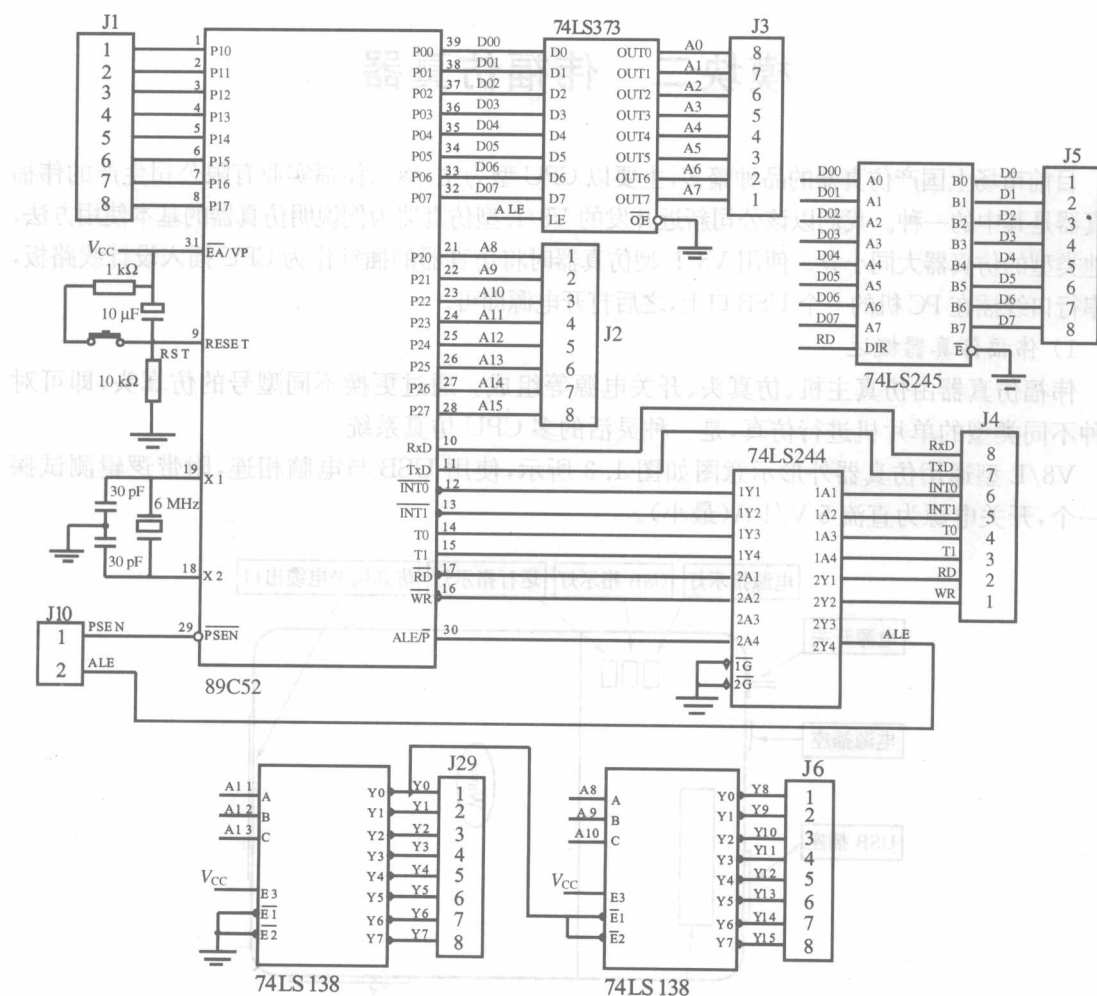


图 1.2 CPU 模块电路原理图

2 片 3/8 译码器提供的 16 个译码片选信号的地址映像空间(假定最高位地址 A15A14=00)如表 1.1 所示。

表 1.1 2 片 3/8 译码器 16 个译码片选信号地址映像空间

片 选	地址范围	片 选	地址范围
Y0	0000H~07FFH	Y8	0000H~00FFH
Y1	0800H~0FFFH	Y9	0100H~01FFH
Y2	1000H~17FFH	Y10	0200H~02FFH
Y3	1800H~1FFFH	Y11	0300H~03FFH
Y4	2000H~27FFH	Y12	0400H~04FFH
Y5	2800H~2FFFH	Y13	0500H~05FFH
Y6	3000H~37FFH	Y14	0600H~06FFH
Y7	3800H~3FFFH	Y15	0700H~07FFH

模块二 伟福仿真器

目前市场上国产仿真器的品种繁多,主要以 CPU 型为主,南京伟福实业有限公司生产的伟福仿真器是其中的一种。我们以该公司新近开发的 V8/L 型仿真器为例说明仿真器的基本使用方法,其他类型的仿真器大同小异。使用 V8/L 型仿真器时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 USB 口上,之后打开电源即可。

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。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。

V8/L 型通用仿真器外形示意图如图 1.3 所示,使用 USB 与电脑相连,附带逻辑测试探头一个,开关电源为直流 5 V/1 A(最小)。

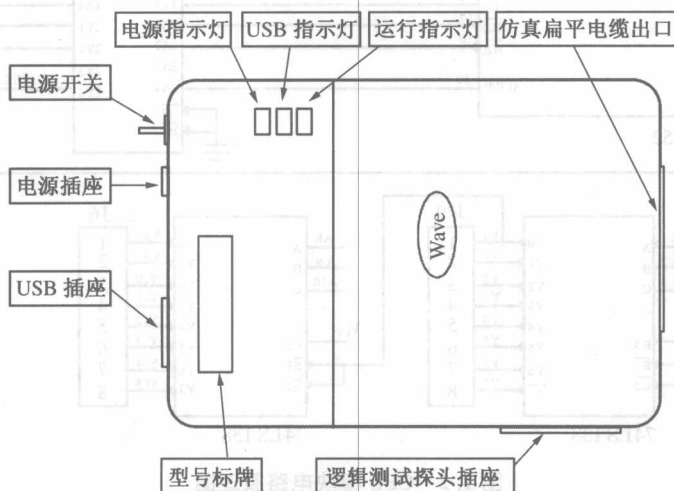


图 1.3 V8/L 型仿真器外形示意图

V8/L 型仿真器配置的仿真头型号为 POD-S8X5X/H8X5X,配有 40 脚 DIP 封装的转接座,用于仿真 MCS-51 系列及兼容单片机,可仿真的 CPU 种类为 8031/32、8051/52、875X、89C5X、89CX051,华邦的 78E5X 系列、77E5X 系列,飞利浦的 P87C5X 系列、P89C51RX2 系列、P89C66X 系列,LG 的 97C51/52/1051/2051。配有 40 脚 DIP 封装的转接座,可选配 44 脚 PLCC 封装的转接座。选配 2051 转接座可仿真 20 脚 DIP 封装的 89CX051CPU。POD-S8X5X 仿真头结构示意图如图 1.4 所示。

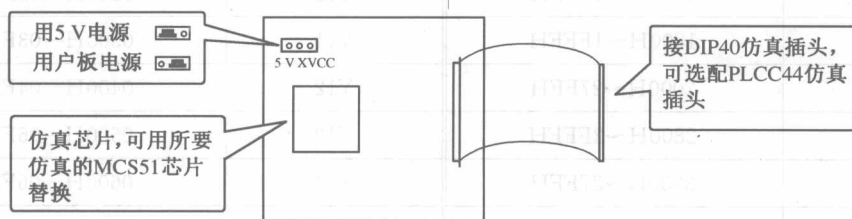


图 1.4 仿真头结构示意图

2) 伟福仿真平台

这是与伟福 V8/L 型仿真器相配套的 VW IDE 环境,中/英文界面可任选,用户源程序的大小没有任何限制,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。具有丰富的窗口显示方式,多方位、动态地展示仿真的各种过程。该仿真平台具有以下特点:

(1) 双工作模式

① 软件模拟仿真(不用仿真器也能模拟仿真);

② 硬件仿真。

(2) 双 CPU 结构

由监控 CPU 控制仿真 CPU 完成仿真工作,100%不占用用户资源。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) 集成调试环境

集成了编辑器、编译器、调试器,使源程序编辑、编译、下载、调试全部可以在一个环境下完成。伟福的多种仿真器以及支持的多类 CPU 仿真全部集成在一个环境下,可仿真 MCS-51 系列、MCS196 系列、Microchip PIC 系列 CPU。伟福 Windows 调试软件提供了全集成环境和统一的界面,包括一个项目管理器、一个功能强大的编辑器、汇编 Make 以及 Build 和调试工具,并提供一个与第三方编译器相连的接口。

(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,采样深度 64 k,最高时基采样频率达 100 MHz,有 64 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,除普通的单步断点运行、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、程序区间等。由于逻辑分析仪可以直接对程序的执行结果进行分析,因此极大地提高了程序调试的便利性。随着科学技术的发展,单片机在通讯方面的运用越来越多。在进行通讯功能的调试时,如果通讯不正常,查找原因是非常耗时和低效的,很难搞清楚问题到底出在什么地方:是波特率不对;是硬件信道有问题;是通讯协议有问题;是发方出错还是收方出错。有了逻辑分析仪,情况则完全不一样。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,可以将实际输出通讯报文的波形与源程序相比较,以立即发现问题所在,从而极大地方便了调试。

(5) 强大的跟踪器功能

跟踪功能以总线周期为单位,实时记录 CPU 仿真运行过程中总线上发生的事件,其触发条件方式同逻辑分析仪。跟踪窗口在仿真停止时可收集显示跟踪的 CPU 指令记忆信息,可以以总线反汇编编码模式和源程序模式对应显示跟踪结果。屏幕窗口显示波形图最多跟踪记忆指令 64 k,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跟踪功能。总线跟踪是跟踪程序的运行轨迹,统计软件运行时间。

3) 软件安装

(1) 集成调试软件安装

① 将光盘放入光驱自动运行,出现安装提示;

② 选择“安装 VW”软件；

③ 按照安装程序的提示，输入相应内容；

④ 继续安装，直至结束。

在安装过程中，如果用户没有指定安装目录，则安装完成后，会在 C 盘建立一个 C:\VW 目录(文件夹)，结构如表 1.2 所示。

表 1.2 目录及其对应内容

目 录	内 容
C:\ VW	
└ BIN	可执行程序及相关配置文件
└ HELP	帮助文件和使用说明
└ SAMPLES	样例和演示程序

(2) 编译器安装

伟福仿真系统已内嵌汇编编译器(伟福汇编器)，同时留有第三方编译器的接口，以方便用户使用高级语言调试程序。

安装 MCS-51 系列 CPU 编译器的步骤如下：

① 进入 C 盘根目录，建立 C:\COMP51 子目录(文件夹)；

② 将第三方的 51 编译器复制到 C:\COMP51 子目录(文件夹)下；

③ 在[主菜单|仿真器|仿真器设置|语言]对话框的[编译器路径]指定 C:\COMP51。

如果用户将第三方编译器安装在硬盘的其他位置，请在[编译器路径]指明其位置，例如：C:\KEIL\C51\。

4) 开发环境

伟福集成调试软件安装完毕后，在 Windows 环境下，双击桌面上的 Wave 图标进入开发环境，界面及主要功能如图 1.5 所示。

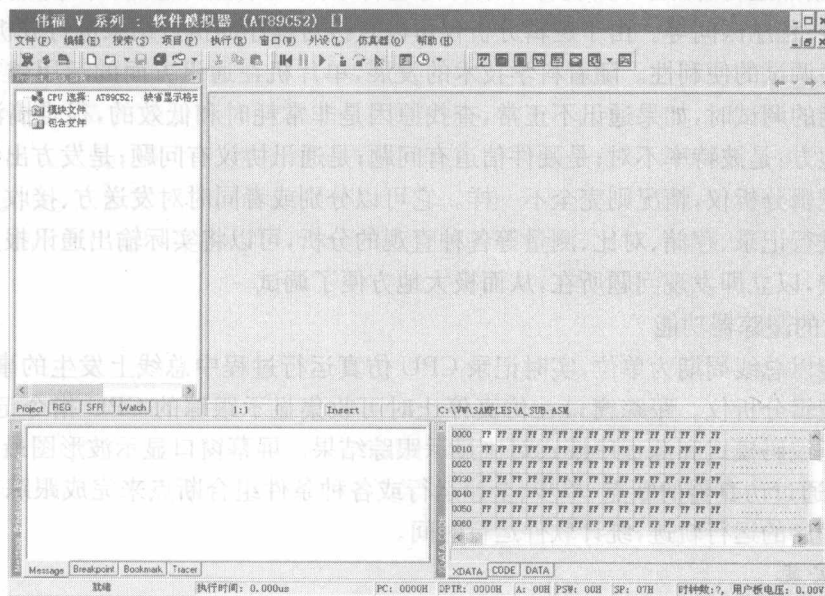


图 1.5 集成调试软件主界面

(1) 仿真器选择

在使用仿真器时,应根据需要设置好仿真器类型、仿真头类型及 CPU 类型。伟福集成调试软件对多种 CPU 的时序既可以进行硬件仿真,也可以进行软件仿真。若使用软件仿真即选择“伟福软件模拟器”方式,单击【仿真器】|【仿真器设置】,出现软件仿真选择界面如图 1.6 所示,选中“使用伟福软件模拟器”,按回车键后,出现仿真器采用软件仿真初始化界面如图 1.7 所示。此时,仿真器软件仿真设置结束,可进入汇编程序编辑、文件保存、编译、调试等阶段。

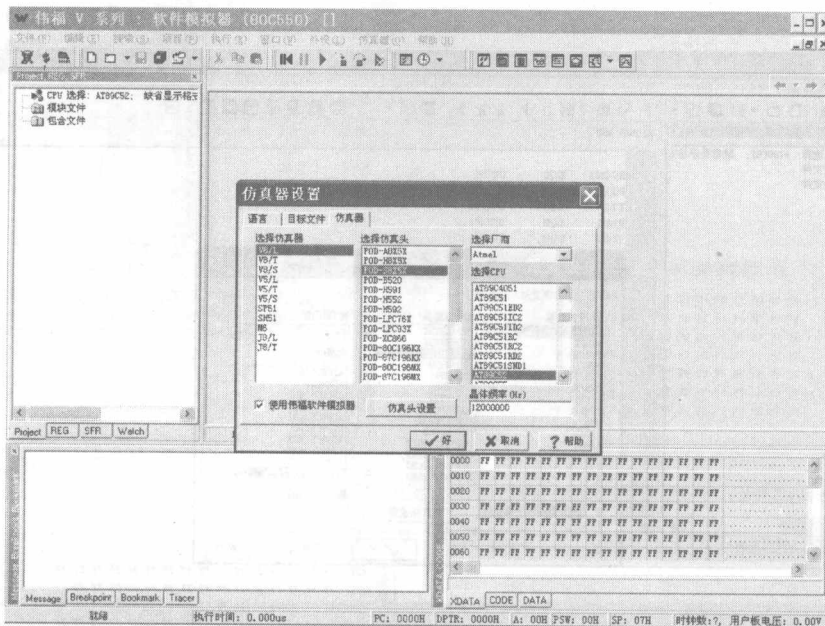


图 1.6 仿真器采用软件仿真选择界面

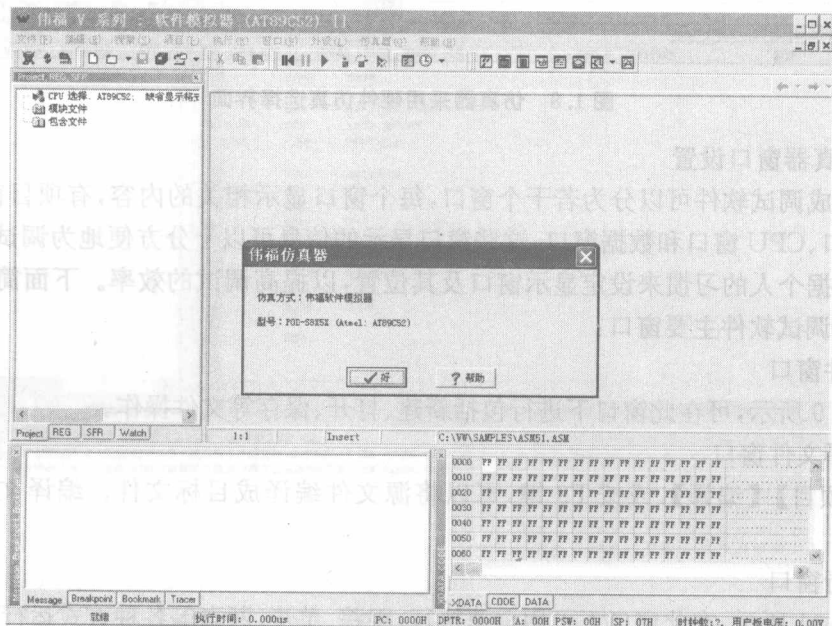


图 1.7 仿真器采用软件仿真初始化界面

采用硬件仿真时,其选择界面如图 1.8 所示,在“选择仿真器”框内选择仿真器的类型,在“选择仿真头”框内选择仿真头的类型,在“选择 CPU”框内选择 CPU 的型号。硬件仿真时,正确进行仿真器设置是调试的基础,在实际调试中应该按照系统实际情况进行选择。使用徐州师范大学电气工程及自动化学院研制的“单片机实验开发系统”的读者应该这样选择:仿真器选择 V8/L,仿真头选择 POD-S8X5X,CPU 选择 AT89C52,并注意应该取消选中“使用伟福软件模拟器”,如图 1.8 所示。按回车键后,再经过一次硬件仿真初始化过程,仿真器就可以使用了。

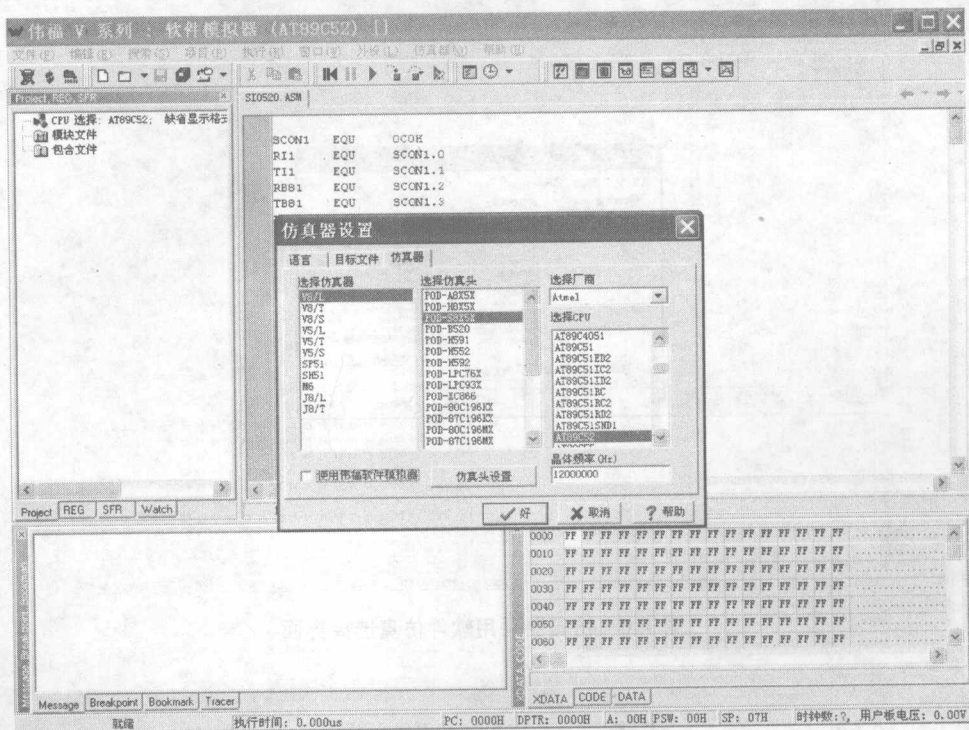


图 1.8 仿真器采用硬件仿真选择界面

(2) 仿真器窗口设置

伟福集成调试软件可以分为若干个窗口,每个窗口显示相关的内容,有项目窗口、信息窗口、观察窗口、CPU 窗口和数据窗口,这些窗口显示的信息可以十分方便地为调试服务。开发者还可以根据个人的习惯来设定显示窗口及其位置,以提高调试的效率。下面简要介绍伟福 V 系列集成调试软件主要窗口:

① 文件窗口

如图 1.9 所示,可在此窗口下进行包括新建、打开、保存等文件操作。

② 编译文件窗口

单击【项目】|【编译】,或按 F9 键,可以将源文件编译成目标文件。编译文件窗口如图 1.10 所示。

③ 执行窗口

如图 1.11 所示,在此窗口下可用全速执行、跟踪、单步、断点等各种方式运行程序。

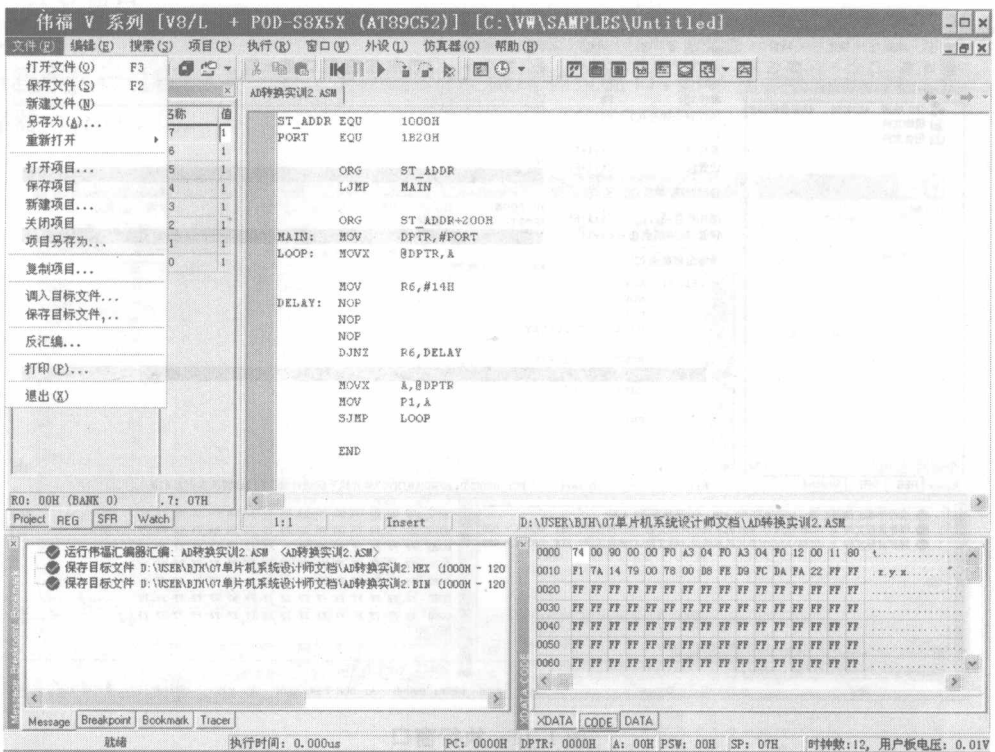


图 1.9 文件窗口

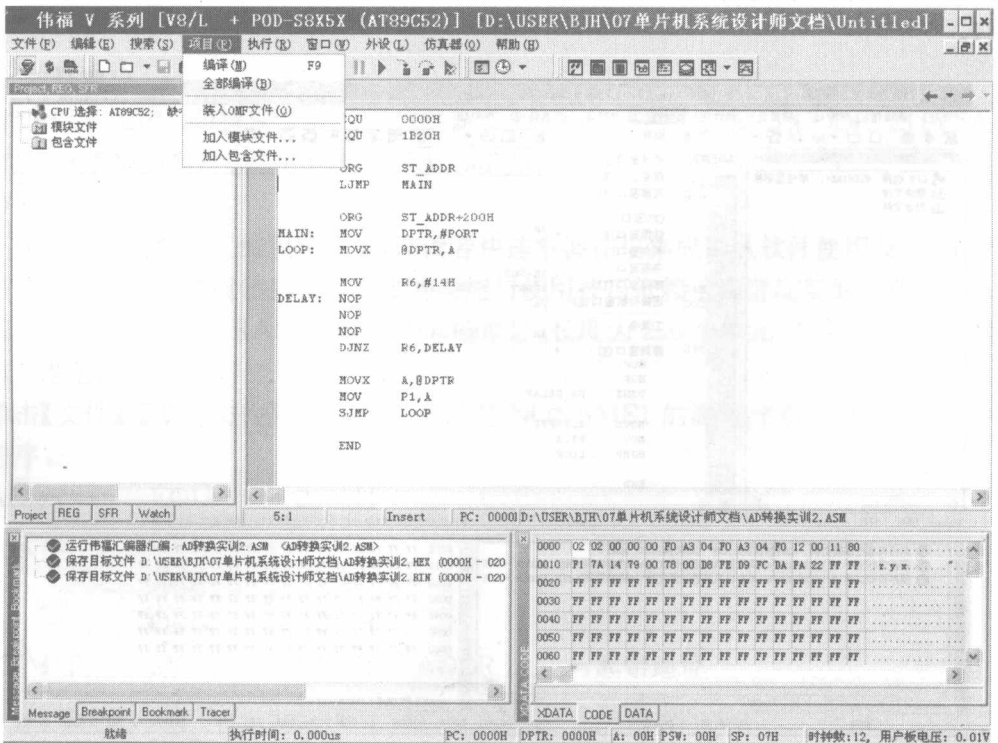


图 1.10 编译文件窗口

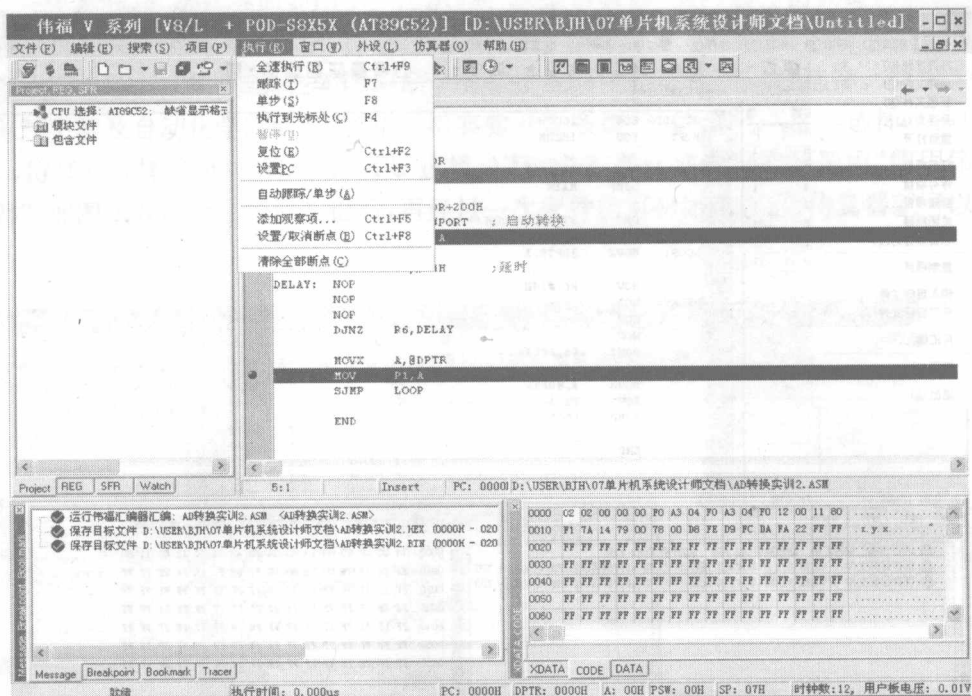


图 1.11 执行窗口

④ 窗口窗口

如图 1.12 所示,在此窗口下可以观察到各种窗口信息,其中最常用到的是 CPU 窗口和数
据窗口。

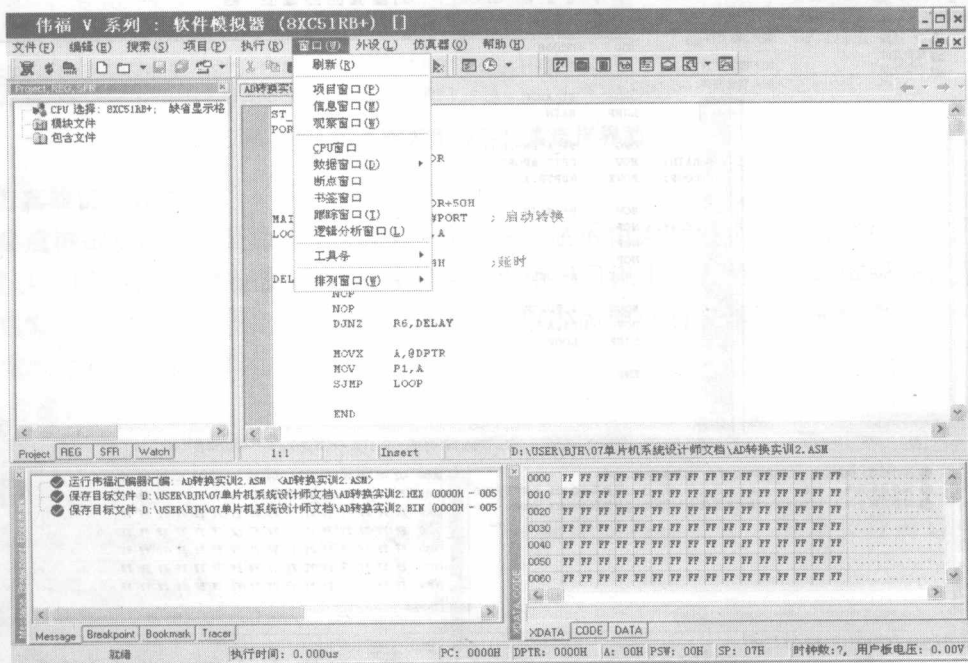


图 1.12 窗口窗口

a. CPU 窗口

如图 1.13 所示,通过 CPU 窗口可以看到编译正确的机器码及反汇编程序,让用户更清楚地了解程序执行过程。CPU 窗口中还有 SFR 窗口和位窗口,能够让用户了解程序执行过程中寄存器内容的变化。

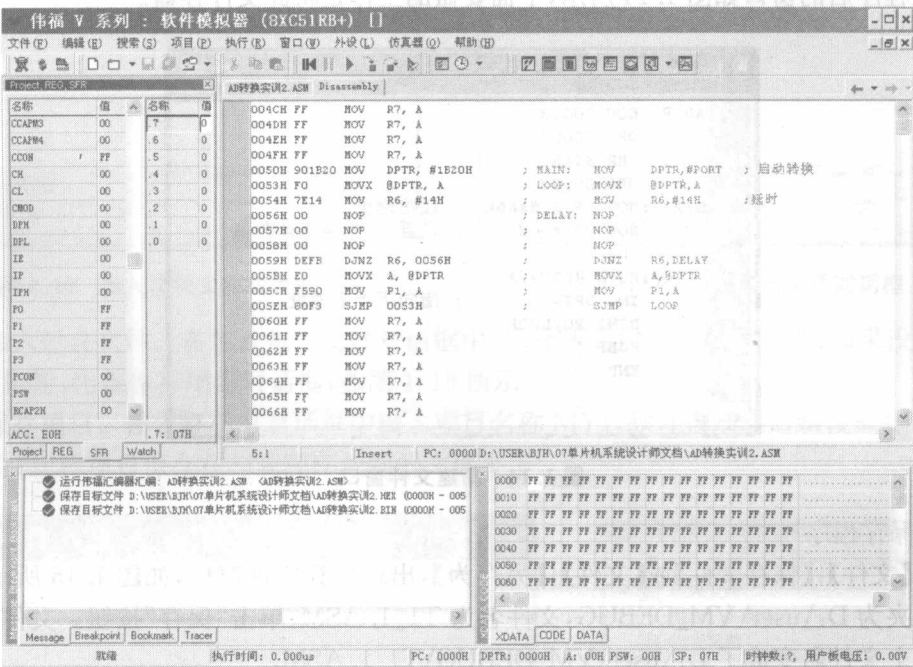


图 1.13 CPU 窗口

b. 数据窗口

对 51 系列 CPU,数据窗口有内部数据窗口 DATA、程序数据窗口 CODE、XDATA 外部数据窗口、外部数据窗口(页方式)PDATA、BIT 窗口。

5) 快速入门

下面以一个简单的汇编程序为例,使读者快速掌握伟福集成调试软件使用及 51 单片机汇编程序调试方法。要掌握伟福软件更多的功能与使用技巧依赖于读者反复的实践。

编程要求:指定片外 RAM 2000H 为起始地址,长度为 256 个单元,要求将其内容清零。

(1) 建立新程序

单击【文件】|【新建文件】,出现一个文件名 NONAME1 的源程序窗口,在此窗口中输入以下程序:

```
ADDR      EQU      2000H
          ORG      0000H
          JMP      START
          ORG      0050H
START:    MOV      DPTR, # ADDR      ;起始地址
          MOV      R0, #00H          ;设置 256 个字节计数值
          CLR      A
LOOP:     MOVX     @DPTR, A
```