



普通高等教育“十三五”规划教材

◎ 电子信息科学与工程类专业 规划教材

单片微型计算机 实验与实践教程

◎ 陈黎娟 吴开志 万在红 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十三五”规划教材
电子信息科学与工程类专业规划教材

单片微型计算机 实验与实践教程

陈黎娟 吴开志 万在红 编著

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

单片机技术实验与实践是掌握单片机接口与程序设计技术至关重要的一个环节。本书旨在通过一系列实验设计,展示单片机硬件的原理、接口扩展技术和单片机汇编语言程序设计的方法,并通过动手达到掌握这一技术的目的。

全书分5章,第1章介绍 Keil μ Vision 软件的使用;第2章介绍 MCS-51 单片机实验系统的组成及原理;第3章介绍单片机软件程序设计的实验;第4章介绍单片机硬件、接口技术和综合应用的实验;第5章介绍进行单片机应用系统开发的过程、软件工具及基本方法,同时附上一组开展课程设计的参考题目。全书内容的安排着重考查对学生基本能力、基本方法的学习与训练,通过循序渐进的方法,使读者逐步掌握单片机汇编语言程序设计、I/O 接口应用、外部接口扩展方法及简单应用系统的设计,最终达到具备开发、设计以单片机技术为核心的电子应用系统的能力。

本书可作为高等学校电子信息工程、通信工程、电子科学与技术、自动化、仪器仪表、机械电子工程等本科专业单片机技术课程的实验教学用书,也可作为本科学生开放性实验、专业课程设计、毕业设计及单片机技术相关的系统开发的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片微型计算机实验与实践教程 / 陈黎娟, 吴开志, 万在红编著. — 北京: 电子工业出版社, 2016.3

电子信息科学与工程类专业规划教材

ISBN 978-7-121-28066-5

I. ①单… II. ①陈… ②吴… ③万… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 009889 号

策划编辑: 王晓庆

责任编辑: 王晓庆

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14 字数: 404 千字

版 次: 2016 年 3 月第 1 版

印 次: 2016 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 3000 册 定价: 32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

自 20 世纪 70 年代初世界上出现了第一款微处理器以来,微型计算机技术得到了迅猛的发展。特别是单片微型计算机技术的应用,使得许多电子类、机电类产品的设计发生了革命性的变化。应用微型计算机技术开展相关产品的设计、研发,已成为电子类及相关专业本科学生必备的基本能力之一。鉴于 MCS-51 单片机具有功能丰富、结构简单、易学易用、成本低廉、种类繁多等优势,在国内各领域具有较广泛的应用市场。许多高校也以 MCS-51 系列单片机为内容开设单片机技术及相关的课程,通过学习和掌握 MCS-51 系列单片机技术,可以为学生开展课外科技创新活动、完成后续的相关课程设计、毕业设计环节及就业提供了良好的条件;另外,也为进一步学习 DSP、ARM 等嵌入式系统技术打下基础。由于单片机技术属应用技术类课程,其特点是实践性极强,除理论讲授外,必须通过亲自动手实践才能完全理解课程的内容,并真正掌握其应用的方法,因此,实验环节和实践动手对课程的教学效果起到至关重要的作用,这也是编写本书的出发点。

为实现这一目标,本书从初学者角度出发,在内容的编排上,由浅入深、由易到难、循序渐进;从对市场上常用的 Keil μ Vision 开发软件熟悉开始,到实验系统电路模块的认识,从掌握汇编语言 A51 程序设计实验入门,到单片机内部功能模块实验、硬件扩展接口实验,再到简单的综合性、设计性实验,最后提供了进行系统设计的方法介绍及进行综合性训练的课程设计题目。这种安排既适合初学者一步步按顺序进行动手训练,扎实推进;也可为进一步学习的读者选择合适的起点,做更进一步的学习与锻炼。在具体实验项目的设计上,既注重实验基本原理的介绍,又充分考虑实验内容与原理的充分结合,并使实验线路和程序尽量接近工程实际应用,充分激发学生进行实验的兴趣与积极性。通过各实验项目的学习与训练,既可加深理解理论课程学习的原理,同时又提高实际操作和应用单片机技术的能力,真正做到学以致用。

全书共 5 章,第 1 章介绍 Keil μ Vision 软件的使用;第 2 章以 DJ-5286K 为原型介绍进行单片机实验的实验系统组成、各实验模块的电路原理;第 3 章是单片机软件程序设计的实验,介绍在实际应用中常用的软件设计思路和需通过实验进行训练的程序模块;第 4 章介绍单片机硬件、接口技术和综合应用的实验,通过实验掌握单片机接口和应用技术的基本能力;第 5 章主要介绍进行单片机应用系统开发的过程、软件工具及基本方法,同时附上一组进行课程设计的参考题目。

本书由南昌航空大学信息工程学院的陈黎娟、吴开志、万在红编著,由俞子荣教授主审,王琪教授副审;在编写过程中得到了邓洪峰、陶秋香、张先庭、叶蓁等老师及研究生徐明萌、杨辉同学的大力支持与帮助,以及南昌航空大学单片机与嵌入式系统实验中心同事们的关心;本书的出版得到了南昌航空大学教材建设基金的资助;同时电子工业出版社的王晓庆编辑在出版过程中也给予了大力的支持。在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促,作者水平又有限,书中错误及不妥之处在所难免,恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

2016 年 3 月

目 录

第 1 章	Keil C51 仿真开发系统的介绍	1
1.1	Keil C51 仿真开发系统软件概述	1
1.2	硬件安装	1
1.3	Keil C51 仿真开发系统软件使用	2
1.3.1	Keil C51 软件的安装	2
1.3.2	Keil C51 软件的使用	2
第 2 章	实验系统装置的介绍	12
2.1	实验系统组成及布局	12
2.2	CPU 仿真模块及接口	12
2.3	实验模块电路原理	14
2.3.1	基本实验模块单元电路	14
2.3.2	信号源模块电路	23
2.3.3	外部扩展实验模块电路	24
第 3 章	MCS-51 汇编语言程序设计实验	29
3.1	汇编语言程序设计概要	29
3.1.1	MCS-51 单片机指令系统	29
3.1.2	A51 汇编语言中的伪操作指令	37
3.1.3	MCS-51 汇编语言程序的基本结构	41
3.2	程序设计与调试示例	43
3.2.1	拆字程序实验示例	43
3.2.2	清零程序实验示例	45
3.2.3	LED 跑马灯实验示例	46
3.2.4	数码显示器流水显示实验示例	48
3.3	MCS-51 汇编语言程序设计实验	52
3.3.1	多字节带符号数加法实验	52
3.3.2	无符号十进制数加法实验	53
3.3.3	无符号十进制数减法实验	53
3.3.4	双字节压缩 BCD 码乘法实验	54
3.3.5	单字节压缩 BCD 码除法实验	55
3.3.6	多字节无符号数乘法实验	55
3.3.7	双字节无符号数除法实验	56
3.3.8	带符号双字节数乘法实验	57
3.3.9	带符号双字节数除法实验	58
3.3.10	双字节数取补实验	59
3.3.11	双字节 BCD 码数求补实验	59

3.3.12	统计相同数的个数实验	60
3.3.13	数据的奇偶校验实验	61
3.3.14	数据传送实验	61
3.3.15	数据查表实验	62
3.3.16	整数二进制转十进制实验	63
3.3.17	整数十进制转二进制实验	64
3.3.18	ASC II 码到十六进制数转换实验	65
3.3.19	十六进制数到 ASC II 码转换实验	65
3.3.20	数据排序实验	66
3.3.21	数据中值平均滤波实验	67
第 4 章	单片机硬件与接口实验	68
4.1	MCS-51 单片机硬件实验	68
4.1.1	P1 口输出实验	68
4.1.2	P 口输入实验	69
4.1.3	INT0/INT1 外部中断实验	71
4.1.4	T0/T1 定时器实验	74
4.1.5	T0/T1 计数器实验	76
4.1.6	串口移位寄存器方式实验	78
4.1.7	单片机串口双机通信实验	81
4.1.8	单片机与 PC 系统机通信实验	83
4.2	MCS-51 单片机接口实验	85
4.2.1	I/O 口扩展实验	85
4.2.2	8255 端口输出实验	87
4.2.3	8255 端口输入实验	89
4.2.4	8255 数码显示控制实验	91
4.2.5	模数转换实验	93
4.2.6	数模转换实验	95
4.2.7	可编程计数/定时器 8253 实验	96
4.2.8	8279 键盘、显示接口实验	99
4.2.9	HD7279 键盘、显示接口实验	105
4.2.10	单片机实时时钟实验	109
4.2.11	基于 DS18B20 的温度测量实验	111
4.3	单片机技术综合、应用实验	117
4.3.1	继电器控制实验	117
4.3.2	工业顺序控制实验	118
4.3.3	步进电机控制实验	120
4.3.4	交通信号灯控制实验	124
4.3.5	I ² C 总线存储器读/写实验	126
4.3.6	LED 点阵显示控制实验	129
4.3.7	LCD 液晶显示控制实验	131

4.3.8	应变受力的测量实验	134
4.3.9	AD590 温度测量实验	136
4.3.10	直流电机转速控制实验	138
4.3.11	智能化人机接口实验	141
4.3.12	频率测量实验	145
4.3.13	温度采集与控制实验	147
4.3.14	日历时钟 DS12887 的应用实验	154
4.3.15	语音的录、放控制实验	158
第 5 章	单片机应用系统设计实践	162
5.1	单片机应用系统设计	162
5.1.1	系统设计过程	162
5.1.2	C51 程序设计要点	165
5.1.3	仿真软件 Proteus 简介	178
5.2	应用系统设计实例——射频卡读取控制	186
5.2.1	EM4100 卡的主要特点	186
5.2.2	读卡控制系统总体设计	187
5.2.3	读卡控制电路设计	188
5.2.4	读卡控制软件设计	191
5.3	设计与制作参考题目	194
附录 A	ASC II 码表	204
附录 B	键盘、显示相关参考子程序	205
附录 C	实验元器件参数表	209
附录 D	实验常用芯片引脚图	211
参考文献		216

第1章 Keil C51 仿真开发系统的介绍

1.1 Keil C51 仿真开发系统软件概述

Keil C51 软件是众多单片机应用开发的优秀软件之一，它集编辑、编译、仿真于一体，支持汇编、C 语言的程序设计，界面友好。与汇编相比，C 语言在功能、结构性、可读性、可维护性上有明显的优势，而且易学易用。

Keil C51 是美国 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容单片机 C 语言软件开发系统，它集项目管理、源程序编辑、程序调试于一体，是一个强大的集成开发环境。Keil μ Vision 集成开发环境支持 Keil 的各种 8051 工具，包括：C51 编译器，A51 宏汇编器、连接/定位器及 Object-hex 转换程序，可以帮助用户快速有效地实现嵌入式系统的设计与调试。采用 C 语言进行单片机系统的开发，具有避免人工分配寄存器、移植容易等优点。

Keil C51 软件提供丰富的库函数和功能强大的集成开发调试工具，全 Windows 界面。另外重要的一点，只要看一下编译后生成的汇编代码，就能体会到 Keil C51 生成的目标代码效率非常之高，多数语句生成的汇编代码很紧凑，容易理解。在开发大型软件时，更能体现高级语言的优势。如果使用 C 语言编程，那么 Keil 几乎就是不二之选，即使不使用 C 语言而仅用 A51 汇编语言编程，其方便易用的集成环境、强大的软件仿真调试工具也易达到事半功倍的效果。

本书中，综合实验仪串行监控模式是在可视化 Windows 环境下，上位机软件采用 Keil C51 仿真开发系统，启动串行监控源语句调试软件，利用微机向综合实验仪发送串行监控命令，综合实验仪的微处理器 8051 根据监控命令做相应的动作。在该种工作模式下，做实验时用到的微处理器是仿真器上的微处理器。

上位机软件 Keil C51 仿真开发系统具有编辑、连接、动态调试综合实验仪的硬件接口等功能。在串行监控模式下的上位机软件 Keil C51 仿真开发系统的详细使用说明见 1.3 节。

1.2 硬件安装

1. 连接仿真板

Keil_CPU 是一个支持 Keil C51 系统软件的仿真模块，仿真模块板用一片 SST89E58RDA 单片机（主 CPU）和一片 ATMEGA8515 单片机（用户 CPU）来实现仿真功能，两片 CPU 之间通过一组 I/O 引脚进行通信，主 CPU 负责实验程序的仿真，用户 CPU 负责与 Keil C51 μ Vision 进行通信。把 Keil_CPU 仿真模块按 CPU 正方向（芯片缺口朝上）插入综合实验仪中的“CPU 插卡区”，同时将 CPU 选择开关拨向“51”，即完成安装。

2. 系统通信口

将综合实验仪上的通信选择开关 KB6 拨向“51”，这是与 Keil C51 进行通信的接口，Keil C51 通过这个串口发送命令到仿真单片机。

1.3 Keil C51 仿真开发系统软件使用

1.3.1 Keil C51 软件的安装

将带有 Keil C51 安装软件的光盘放入光驱里, 打开光驱中带有 Keil C51 安装软件的文件夹, 双击文件夹中的安装文件即开始安装。如果计算机上已经安装了其他版本的 Keil C51 的软件, 建议先卸载掉, 然后再安装本软件, 如图 1.1 所示。

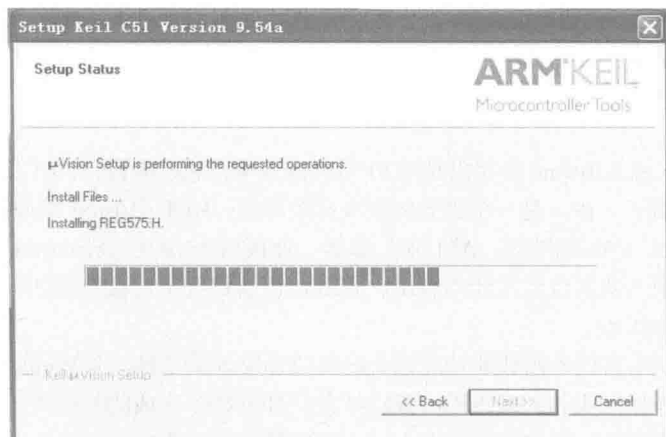


图 1.1 软件安装示意图

1.3.2 Keil C51 软件的使用

1. 软件界面介绍

Keil μ Vision5 软件界面由 4 大部分组成: 菜单工具栏、工程项目管理窗口、文件编辑窗口和输出窗口, 如图 1.2 所示。

(1) 菜单工具栏: 共有 11 个下拉菜单, 界面上还列有可执行不同功能的快捷键, 如图 1.3 所示。



图 1.2 Keil μ Vision 软件界面



图 1.3 菜单工具栏

(2) 工程项目管理窗口：用来管理项目文件并显示文件目录，它由项目 (Project)、寄存器 (Registers)、指南 (Books)、函数 (Functions) 等窗口组成。在项目窗口中可查看装入的各项文件；在寄存器窗口中显示 51 系列单片机的工作寄存器、特殊功能寄存器及相对应的内容；在指南窗口中列出了对 Keil C51 (μVision5) 软件的详细介绍。可通过单击窗口下方的标签切换打开，如图 1.4 所示。

(3) 文件编辑窗口：用于程序的编辑和显示。此窗口中可显示多个程序，还可显示程序汇编后的程序代码和所在地址。

(4) 输出窗口：用于编译、调试和运行后所得结果信息的输出显示。它由编译、命令和搜索窗口组成，可通过菜单工具栏中的快捷键切换打开。

在程序调试过程中对所得结果信息的输出，Keil μVision5 还提供许多的信息窗口，如存储器窗口、变量观察窗口等，如图 1.5 所示。

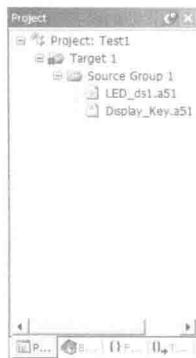


图 1.4 工程项目管理窗口

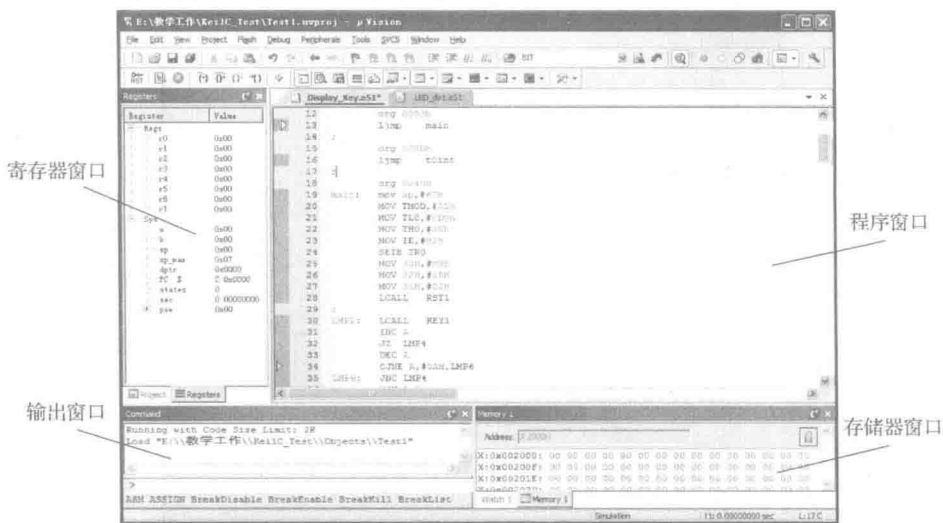


图 1.5 Keil μVision 软件信息窗口

2. 操作

1) 创建工程名

(1) 选择【Project】→【New μVision Project】选项，如图 1.6 所示；

(2) 在弹出的“Create New Project”对话框中选择要保存项目文件的路径，在“文件名”文本框输入项目名，然后单击“保存”按钮，如图 1.7 所示；

(3) 这时会弹出一个对话框，要求选择单片机的型号，选择后单击“确定”按钮，如图 1.8 所示。

2) 输入设计的模块文件

(1) 这时可以开始建立新的源程序文件 (包括.c 文件、.h 文件或.asm 文件)，通过选择【File】→【New】选项或单击工具栏上快捷键中的“”按钮来进行，如图 1.9 所示。

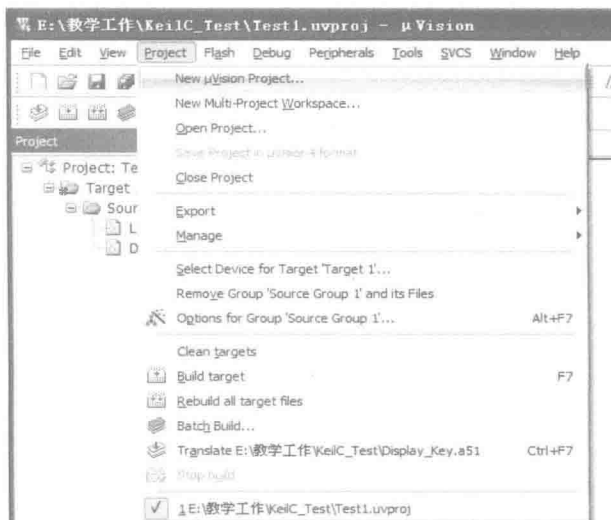


图 1.6 新建工程示意图



图 1.7 工程项目保存对话框

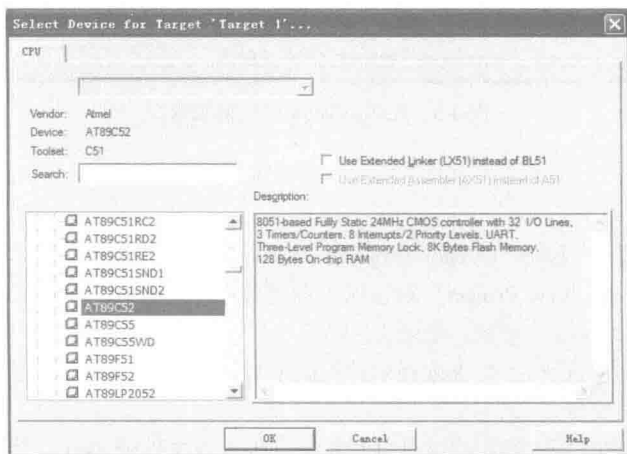


图 1.8 单片机型号选择对话框

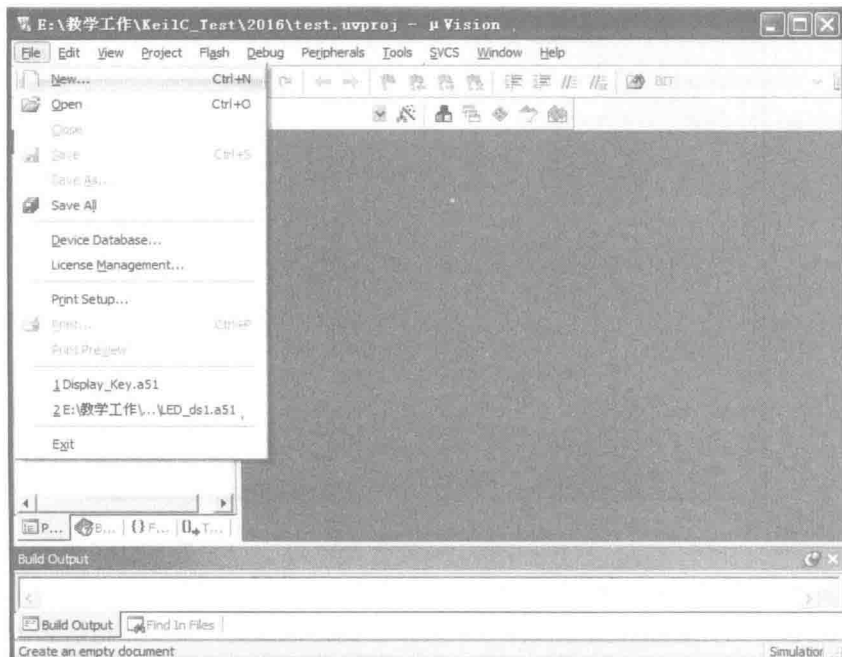


图 1.9 新建源程序文件

(2) 在弹出的程序文本框中输入所设计的程序，如图 1.10 所示。

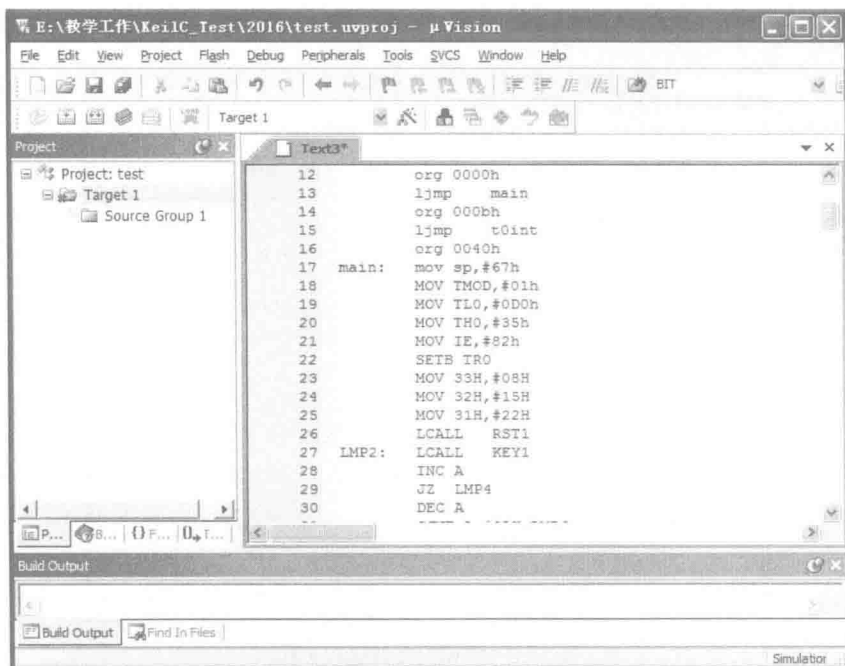


图 1.10 源程序文件输入

(3) 选择【File】→【Save】选项或单击工具栏上快捷键中的“”按钮，在弹出的“Save As”对话框中输入文件名（后缀为.c或.asm），单击“保存”按钮，保存文件，如图 1.11 所示。

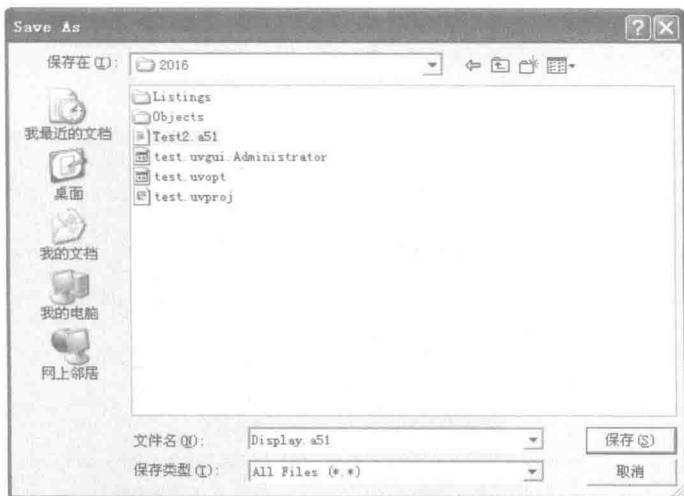


图 1.11 文件保存示意图

(4) 重复步骤 (1) ~ (3), 建立所有设计的模块。

(5) 修改程序时, 直接打开要修改的文件, 修改完成后, 单击“保存”按钮, 保存文件即可。

3. 将模块文件选入工程

(1) 单击文本编辑框左侧 Target1 前面的+号, 展开里面的内容 Source Group1。

(2) 用鼠标右击 Source Group1, 在弹出的快捷菜单中选择“Add Existing Files to Group ‘Source Group1’”选项, 如图 1.12 所示。

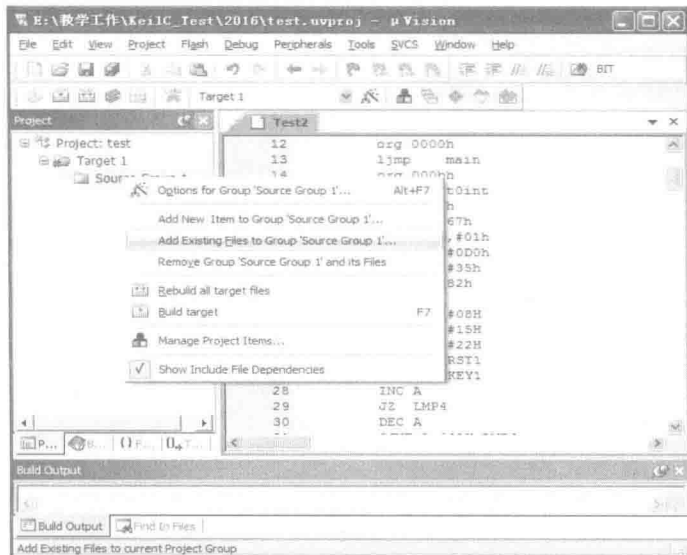


图 1.12 将模块文件选入工程

(3) 在弹出的“Add Files to Group ‘Source Group1’”对话框中逐个选择需加入的文件, 并单击“Add”按钮, 然后单击“Close”按钮, 关闭对话框, 如图 1.13 所示。

(4) 确认在 Source Group1 目录中包含所有需要的文件, 否则重复 (2) 和 (3) 步。

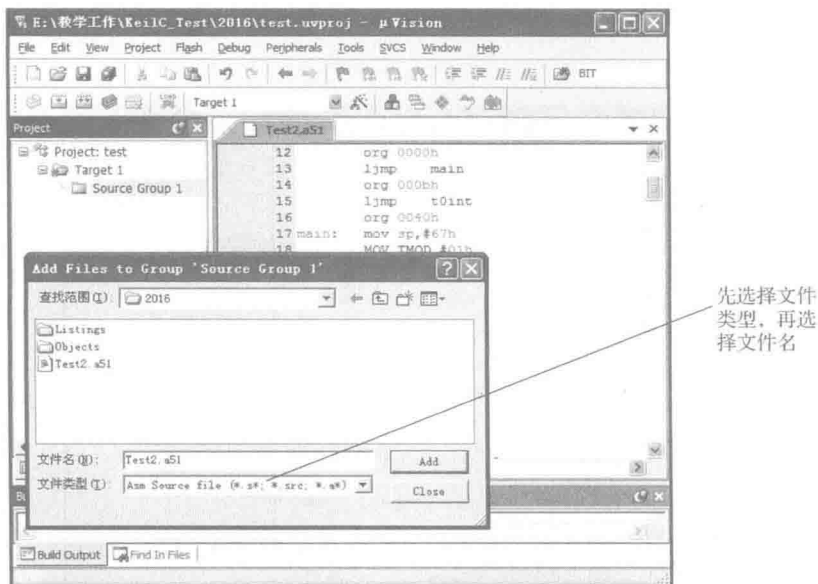


图 1.13 选择需要加入的文件

4. 设置环境

(1) 用鼠标右击 Target1, 在弹出的快捷菜单中选择“Options for Target ‘Target1’”选项, 或单击工具栏上快捷键中的“”按钮。

(2) 在弹出的“Options for Target ‘Target1’”对话框中设置编译环境: 单击“Debug”菜单, 在此菜单中可选择是使用硬件仿真, 还是软件仿真; 若选中“Use Simulator”, 将做软件仿真实验(无须硬件电路支持的实验)调试; 若连接实验箱做实验时选择硬件仿真, 单击硬件仿真选项后面的[Settings]选项, 在此对话框中选择串口“Port”和波特率“Baudrate”, 串口根据所连计算机来决定; 波特率为 57600 或 115200。只需对串口、波特率进行设置, 其他选项不用设置, 均取默认值即可, 如图 1.14 所示。

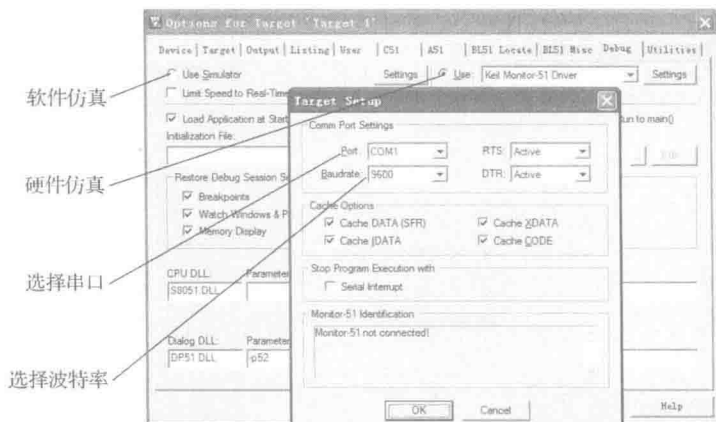


图 1.14 设置环境

5. 编译程序

选择【Project】→【Rebuild all target files】选项, 或单击工具栏上快捷键中的“”按钮, 如

果编译成功，状态框将显示“0 Error(s), 0 Warning(s)”; 否则修改源程序，重新编译，直到成功，如图 1.15 所示。

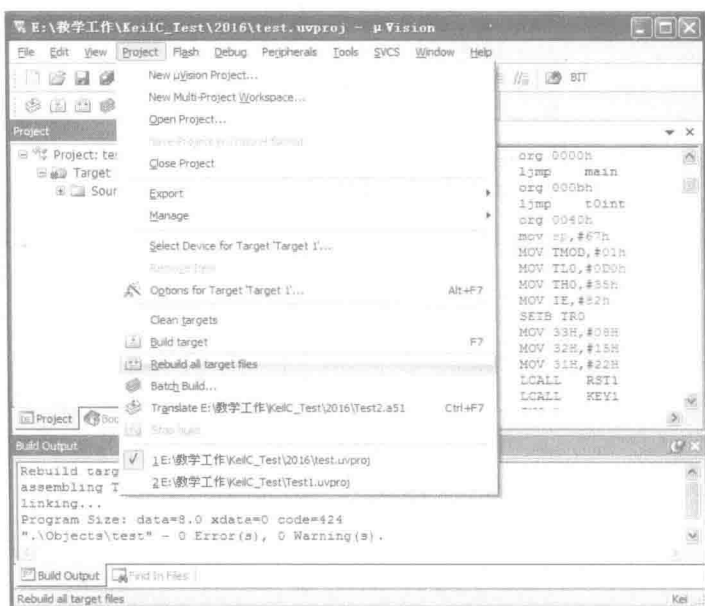


图 1.15 程序编译示意图

6. 调试程序

选择【Debug】→【Start/Stop Debug Session】选项，或单击工具栏上快捷键中的“”按钮，进入调试界面，如图 1.16 所示。

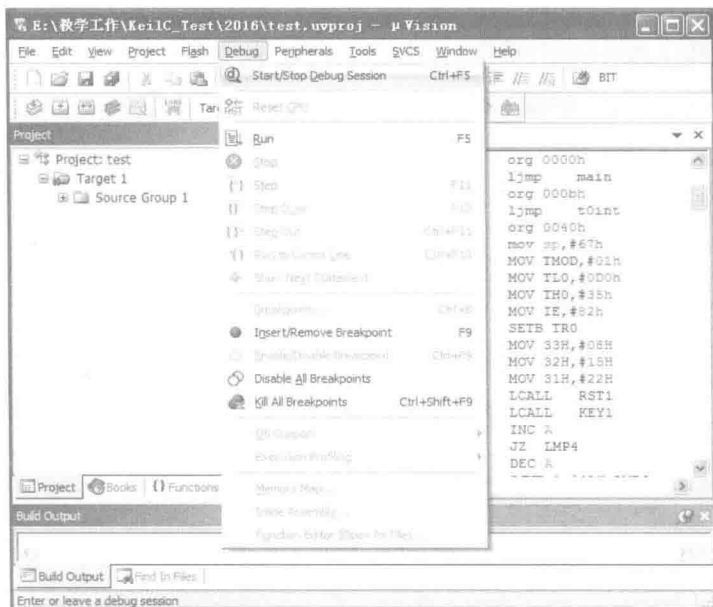


图 1.16 启动程序调试

在调试界面中可以程序进行单步或全速运行的调试，如图 1.17 所示。

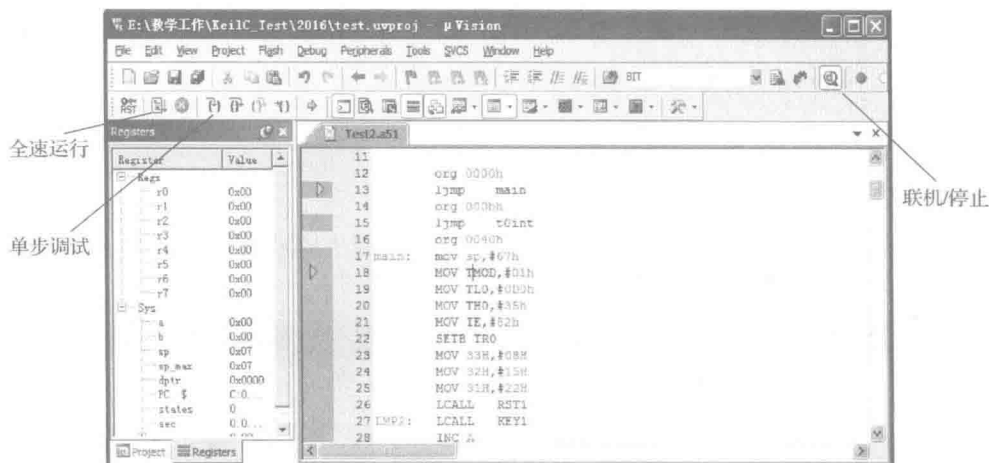


图 1.17 调试界面

若要查看内存中的数据，选择【View】→【Memory Windows】，或单击工具栏上快捷键中的“”按钮，如图 1.18 所示。

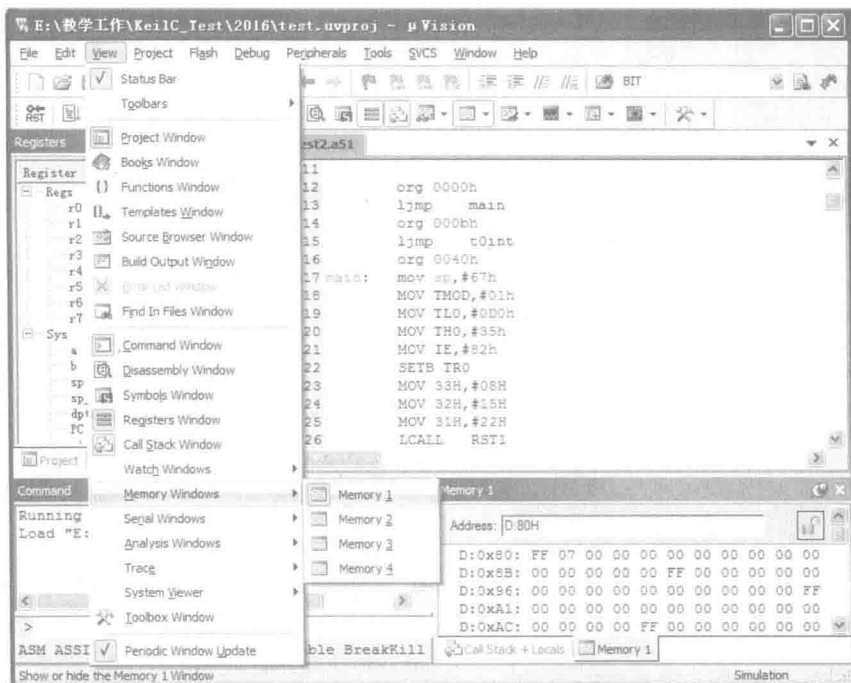


图 1.18 打开内存数据窗口

在其地址（Address）框中，输入不同的指令可查看不同存储区的数据，格式如图 1.19 所示。

C: XXXXH, 显示 ROM 程序存储区数据，XXXXH 为具体地址。

X: XXXXH, 显示外部 RAM 存储区中数据。

D: XXH, 显示 CPU 内部 RAM 区中数据。

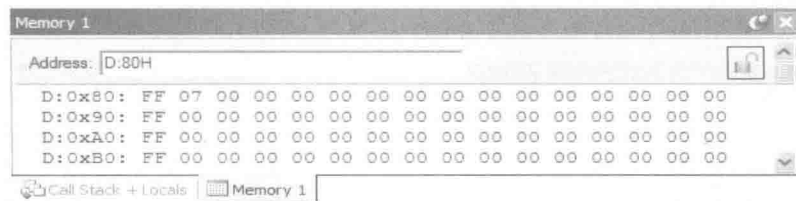


图 1.19 调试数据查看

若要修改内存中的数据，在对应内存数据上方右击，选择“Modify Memory at D:0x80”，如图 1.20 所示，在弹出的对话框中写入数据后单击“OK”按钮，如图 1.21 所示。

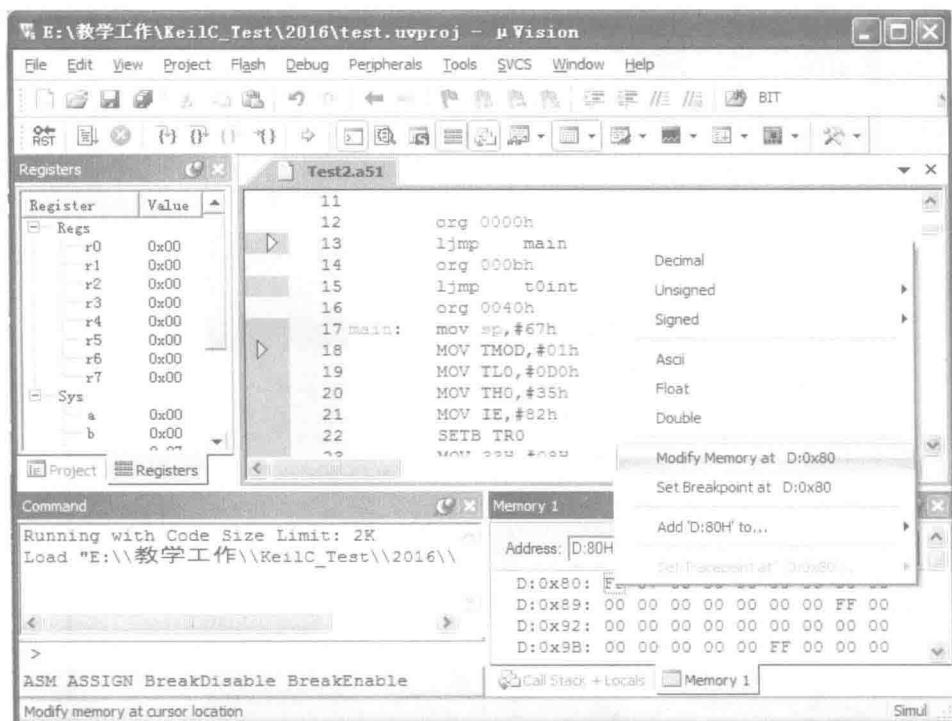


图 1.20 修改内存数据

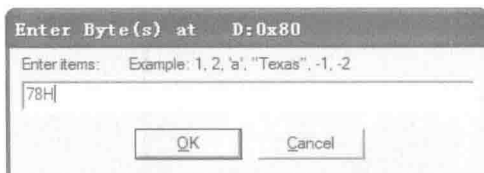


图 1.21 向内存写入数据示意图

若要查看变量的数据，选择【View】→【Watch Windows】选项，或单击工具栏上快捷键中的“”按钮，在变量观察窗口中“Name”栏中用鼠标单击<Enter expression>至蓝色框，写入变量名后回车，即可在 Value 栏中显示此变量值，如图 1.22 所示。

注意：用户程序在全速运行后，若按仿真板上 RST 复位按钮，此时仿真器存储器数据清零；如果要再次

运行所编写的程序，就必须重新装载运行。

在调试的过程中，若要看 I/O 口的变化，单击【Peripherals】→【I/O-Ports】选项，选好要观察的 P 口单击，会弹出 P 口的状态窗口，然后单击“”按钮单步运行程序，P 口的状态将随着程序而变化，如图 1.23、图 1.24 所示。