

轻松实战51单片机

新手 玩转 51单片机



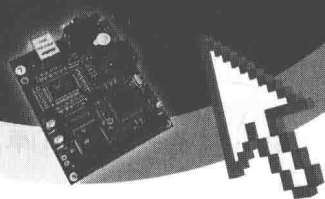
就这么容易!

郭振武 葛付伟 徐立 主编



化学工业出版社

新手 玩转 51单片机



就这么容易!

郭振武 葛付伟 徐立 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

新手玩转 51 单片机就这么容易 / 郭振武, 葛付伟,
徐立主编. —北京: 化学工业出版社, 2016.6
ISBN 978-7-122-26527-2

I. ①新… II. ①郭… ②葛… ③徐… III. ①单片
微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 051513 号

责任编辑: 卢小林
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 张绪瑞
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 280 千字 2016 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

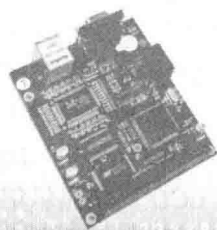
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 59.80 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD



在多个系列的单片机中，51 系列单片机以其性价比高、简单易学、开发技术成熟而应用更广泛，它已成为电子类、自动控制类等专业的必修课程。对于刚刚学完单片机课程的大部分人来说，进行实际的单片机系统开发还需要有一定的刻苦磨炼阶段，编写本书的目的就是为那些学习了单片机的理论、对单片机有着浓厚兴趣且要坚持“玩”下去的人继续学习和实践提供帮助。

本书是一本通俗易懂的 51 单片机技术应用的生动教程。参与本书编写的作者是单片机教学和实践的一线人员，书中内容和实例凝结了作者单片机多年教学与实践的经验积累，实例的选择经过了仔细斟酌，涵盖了 51 单片机应用的方方面面，对于单片机学习和应用开发人员有一定的参考价值。

本书特色

本书集 Proteus 与 μ Vision 开发环境软件介绍、单片机周边芯片与设备讲解、单片机接口实例设计等内容于一身。以单片机基础应用为前提，每章中除讲解相关具体应用所涉及的设备外，还用典型的实例把单片机知识及其应用构成一个整体，分析每个单片机应用实例的设计思路。

全书尽量用平实易懂的语言叙述，加上丰富的插图，可以形象地帮助大家理解知识及过程，加深印象。

注重基础知识的铺垫，按照功能由简入繁地把单片机的应用进行扩展，使读者可以循序渐进地理解和吸收。书中的每一章都是单片机应用的一个方面，如果想全面学习，可以阅读全书并实践其中的实例；如果只需要某一方面的知识或进行某一方面的应用，可以到相应的章节中寻找答案。

结构内容

全书内容以 51 单片机应用开发实例为主要内容，前两章是单片机开发环境和 51 单片机最小系统的介绍内容，其余章节为应用实例。

作为单片机黄金组合开发环境 Keil C 和 Proteus，已经成为技术人员的首选开发工具，利用 Keil C 可方便地进行编辑、编译、连接和初级调试，而后利用 Proteus 的强大仿真功能完成电路和系统功能调试，第 1 章对这两款软件及二者的联合调试作了详细说明，在后续应用实例的学习中，若遇到软件操作问题可随时翻阅此章内容。书中对单片机本身没有过多介绍，只是在第 2 章以最小系统的形式给出了基本电路和简单实例，作为入门训练。

接下来的实例部分，遵循从基本应用到综合应用的顺序编写。作为单片机系统重要的输入键盘设备和输出显示设备理应首先被掌握，因此首先带来的是键盘和显示设备应用实例，从第3章到第7章包括数码管、LED点阵、按键字符型液晶、点阵式液晶的原理和应用实例。在此基础上再扩展一个时钟芯片DS1307，构成一个万年历系统，这是第8章的内容，键盘用来修改时间参数，LCD用来显示年、月、日、时、分、秒的时间，由于对时钟芯片的操作是通过IIC串行总线实现的，因此单片机模拟IIC总线和对DS1307的读写操作是本章的重点内容。

第9章是单片机完成数据采集工作时的重要环节——模数转换和数模转换的内容，讲解了A/D、D/A转换原理，以及以典型芯片ADC0809和DAC0832为例实现的模数、数模转换实例。串口通信是51单片机对外联络的重要手段，第10章的实例完成的是双机通信，同时介绍了RS-232、RS-485、RS-422等的接口标准和转换电路。单片机系统作为控制类应用时，最常用到的两个设备是直流电机和步进电机，第11章和第12章分别阐述了两种电机的基本控制原理、方法和应用实例。

第13章是温度测量内容，温度在很多场合是必不可少的监测参数，本章是以单线总线数字温度传感器模块DS18B20为例完成温度测量系统的，内容包括单片机通过单线总线实现对DS18B20的初始化、读、写操作等。第14、15章是贴近日常生活的两个实例，即交通灯和电子琴。交通灯实例实现的是十字路口的红绿灯显示和倒计时等基本功能，电子琴实现的是由8个按键分别控制单片机输出相应频率信号的简易电子琴。根据实际情况及兴趣所在，大家可以在本书实例的基础之上加以修改和扩充，完成功能更加强大的交通灯控制和电子琴电路系统。

第16章是以nRF905无线收发芯片构成的无线通信系统，重点内容是单片机与nRF905的接口部分，包括硬件电路和软件实现，单片机对nRF905进行配置、数据的发送和接收，是通过SPI串行总线完成的，书中讲解了单片机实现SPI传输的原理，给出了单片机模拟SPI总线的各个功能函数，如配置nRF905、数据发送、数据接收等。

智能小车作为机器人技术的一个分支，也由于其可应用于科学勘探等的实际意义，目前越来越被重视，全国电子大赛和各省电子大赛几乎每次都有智能小车这方面的题目。第17章就是智能小车的设计实例，小车的驱动是前面提及的步进电机或直流电机，但要想实现智能行驶或无人驾驶，则必须要有足够多的传感器来探测行驶环境，因此本章的重点是智能小车上的各种传感器与单片机的接口及其应用实例，以实现特定功能或无人驾驶功能。

本书由郭振武、葛付伟主编，由张宪主审。本书编写和出版过程中，刘小钊、邹铁刚、孔曦、丛红侠、何宇斌、田家远、张大鹏、赵慧敏、李萍、韩凯鸽、邹放、宋丽薇、程玮等参与了部分章节的编写和资料的整理，学院电子协会的部分同学调试了书中的程序，在此，对他们付出的劳动表达真诚的谢意！

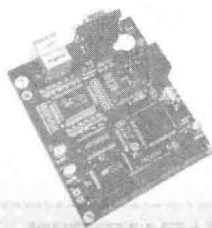
书中参考了有关书籍和资料，借鉴了许多宝贵经验，在此向这些作者表示诚挚的谢意！

由于笔者水平有限，书中的疏漏之处在所难免，还望各位读者朋友批评指正。

编者

目录

CONTENTS



第1章	Page
单片机开发环境	1
1.1 Keil C51 应用	1
1.1.1 Keil C51 开发环境简介	1
1.1.2 工程的创建与源文件编辑	2
1.1.3 工程的设置	6
1.1.4 工程的调试运行	14
1.2 Proteus ISIS 设计仿真环境	19
1.2.1 Proteus ISIS 原理图设计	19
1.2.2 Proteus ISIS 仿真运行与调试	23
1.2.3 Proteus ISIS 和 Keil C51 的联调	25
1.3 程序在线下载	27
第2章	Page
51 单片机最小系统	30
2.1 最小系统电路	30
2.2 在最小系统上实现流水灯实例	32
2.2.1 硬件连接原理	33
2.2.2 应用程序	33
第3章	Page
数码管显示应用实例	37
3.1 数码管的结构	37
3.2 数码管的共阴与共阳	37
3.3 数码管的驱动模式	39
3.3.1 静态显示驱动	39
3.3.2 动态显示驱动	39

3.4 数码管显示应用实例	41
3.4.1 静态显示实例	41
3.4.2 动态显示实例	42

第 4 章	Page
LED 点阵显示屏应用实例	45

4.1 LED 点阵屏概述	45
4.2 LED 点阵屏显示原理	45
4.3 LED 点阵驱动芯片 74LS245	46
4.4 LED 点阵应用实例	47
4.4.1 显示心形图案	47
4.4.2 循环显示数字	49
4.4.3 点阵的滚动显示	52
4.5 取模软件	54

第 5 章	Page
按键检测应用实例	57

5.1 独立式按键	57
5.2 矩阵式按键	58
5.3 按键抖动及消除	61
5.4 按键检测应用实例	62
5.4.1 延时消抖实例	62
5.4.2 定时消抖实例	63

第 6 章	Page
字符型液晶显示应用实例	66

6.1 LCD1602 液晶显示器	66
6.1.1 LCD1602 管脚功能	66
6.1.2 LCD1602 的存储器	67
6.1.3 LCD1602 指令集及读写时序	69
6.2 LCD1602 与单片机连接电路	71
6.3 LCD1602 显示应用实例	71

第 7 章	Page
点阵式液晶显示应用实例	75

7.1 点阵液晶 LCD12864	75
7.1.1 LCD12864 引脚功能	76
7.1.2 内部存储资源	76

7.1.3 用户指令集	76
7.1.4 LCD12864 时序图及子程序示例	80
7.2 LCD12864 显示应用实例	82
7.2.1 HDG12864 应用实例	83
7.2.2 AMPIRE12864 应用实例	88

第 8 章 Page

万年历应用实例 96

8.1 DS1307 时钟芯片	96
8.1.1 DS1307 引脚功能	96
8.1.2 DS1307 特殊寄存器	96
8.1.3 DS1307 的 IIC 读写操作	97
8.2 DS1307 万年历实现实例	99
8.2.1 DS1307 万年历的硬件电路	99
8.2.2 DS1307 万年历的软件实现	100

第 9 章 Page

A/D 和 D/A 应用实例 116

9.1 A/D 转换器	116
9.1.1 A/D 转换基本原理	116
9.1.2 A/D 转换器的类型及工作原理	116
9.1.3 A/D 转换器的主要参数指标	118
9.1.4 ADC0809 转换电路	119
9.2 D/A 转换器	121
9.2.1 D/A 转换器的原理	121
9.2.2 D/A 转换器的主要参数指标	122
9.2.3 DAC0832 转换电路	122
9.3 A/D 与 D/A 应用实例	124
9.3.1 A/D 的实现	124
9.3.2 D/A 的实现	127

第 10 章 Page

串行通信应用实例 130

10.1 异步串行通信原理	130
10.2 串行口接头	131
10.2.1 RS-232C 接口	131
10.2.2 RS-422 接口	132
10.2.3 RS-485 接口	133

10.2.4 三种接口比较	134
10.3 双机串行通信的硬件连接	134
10.3.1 RS-232 双机通信	135
10.3.2 RS-422 双机通信	135
10.3.3 RS-485 双机通信	137
10.4 51 单片机串行口	137
10.4.1 串行口的工作方式	138
10.4.2 串行口方式 1 的工作时序	139
10.4.3 波特率的计算	139
10.4.4 串行口初始化	140
10.5 单片机串行通信实例	140
10.6 USB 转串口通信电路	144
10.7 串口助手	146
10.7.1 串口助手应用介绍	146
10.7.2 串口助手应用实例	147

第 11 章

Page

步进电机应用实例

149

11.1 步进电机基本参数及分类	149
11.2 步进电机工作原理	150
11.3 步进电机驱动器的选择	152
11.4 单片机控制步进电机	152
11.4.1 硬件连接电路	152
11.4.2 软件实现	153
11.5 步进电机控制应用实例	155

第 12 章

Page

直流电机应用实例

158

12.1 直流电机简介	158
12.2 直流电机工作原理	159
12.3 直流电机调速	160
12.3.1 调速原理	160
12.3.2 PWM 调速	160
12.3.3 单片机 PWM 调速	160
12.3.4 直流电机的驱动	162
12.4 直流电机控制应用实例	163
12.4.1 硬件电路	163
12.4.2 程序代码	163

第 13 章	Page
温度监测应用实例	167
13.1 DS18B20 温度传感器	167
13.2 DS18B20 的工作原理	168
13.2.1 DS18B20 内部结构	168
13.2.2 DS18B20 的存储器及指令	169
13.2.3 DS18B20 的应用电路	171
13.2.4 DS18B20 的测温原理	172
13.3 DS18B20 的初始化及读写操作	174
13.3.1 DS18B20 初始化时序	174
13.3.2 DS18B20 的写操作	175
13.3.3 DS18B20 的读操作	176
13.4 DS18B20 温度测量应用实例	178
第 14 章	Page
交通灯设计实例	183
14.1 交通灯原理	183
14.1.1 简易交通灯	183
14.1.2 多功能交通灯	184
14.2 交通灯控制实例	184
14.2.1 硬件电路	184
14.2.2 软件实现	185
第 15 章	Page
电子琴设计实例	189
15.1 音频功率放大器	189
15.2 简易电子琴硬件电路	190
15.2.1 结构框图	190
15.2.2 硬件电路图	191
15.2.3 琴键模拟	192
15.3 应用程序	192
第 16 章	Page
无线通信模块应用实例	196
16.1 nRF905 的结构	196
16.2 nRF905 的设置	198
16.2.1 nRF905 的工作模式	198

16.2.2 SPI 接口配置及指令	199
16.3 nRF905 的工作原理	201
16.4 nRF905 的硬件电路	203
16.5 nRF905 无线通信软件设计	204

第 17 章	Page
基于传感器的智能小车	209

17.1 智能小车的组成	209
17.2 传感器模块	211
17.2.1 声音传感器	211
17.2.2 超声波测距传感器	212
17.2.3 红外避障传感器	213
17.2.4 红外循迹传感器	214
17.2.5 开关式磁敏传感器	214
17.2.6 火焰传感器	215
17.3 智能小车开发实例	216
17.3.1 传感器的调试	216
17.3.2 小车超声波测距	218
17.3.3 小车循迹	220

	Page
参考文献	224

第1章

单片机开发环境

1.1 Keil C51 应用

1.1.1 Keil C51 开发环境简介

在开发单片机项目时，与汇编相比，C 语言是可读性更强的高级语言，而且在功能上、结构性、可维护性上也有明显的优势，大大地提高了工作效率和项目开发周期。不过汇编语言也具有代码效率高、可进行基础底层编程，完成精确的硬件控制等的优点。因此两者在单片机开发中同等重要，有时需要在 C 程序中的关键位置嵌入汇编语言，使程序达到较高的工作效率。

使用汇编语言或 C 语言编写好源代码，还要通过编译器的编译，以便把写好的程序编译为二进制的机器码，才能写入单片机内。也就是说，开发单片机的项目要有一个好的开发环境。Keil C51 是美国 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容单片机 C 语言开发系统，同时支持汇编语言，支持众多不同公司的 MCS-51 架构的芯片。Keil C51 被完全集成到 μ Vision 的集成开发环境中，这个集成开发环境包含：编译器、汇编器、项目管理器、仿真调试器，集编辑、编译、仿真、调试于一体，功能强大。因此，不管是单片机初学者，还是经验丰富的工程师，都非常喜欢使用这个软件。图 1-1 是 μ Vision4 的启动界面。



图 1-1 μ Vision4 的启动界面

μ Vision 是 Keil 公司开发的一个集成开发环境 (IDE, Integrated Development Environment)，包括工程管理、源代码编辑、编译、下载调试和模拟仿真等功能， μ Vision 有 μ Vision2、 μ Vision3、 μ Vision4 和 μ Vision5 四个版本，目前最新的版本是 μ Vision5。KEIL 公司 2005 年由 ARM 公司收购，成为 ARM 的公司之一。因此从 μ Vision3 开始，它可以完美支持 ARM 系

列处理器，能自动配置启动代码，集成 Flash 烧写模块，有强大的设备模拟、性能分析功能等。本书介绍目前比较常用的 μ Vision4，图 1-2 是其版本信息。

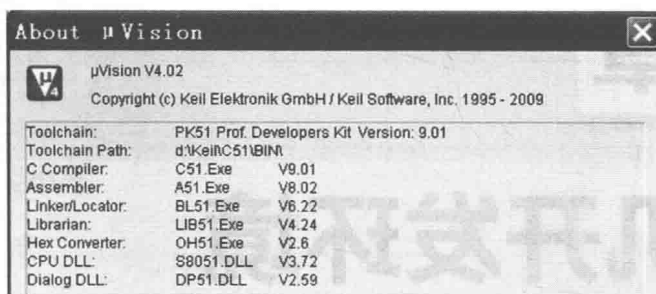


图 1-2 μ Vision4 版本信息

图 1-2 同时显示了 μ Vision4 集成开发环境中各个工具的版本信息。

① C51: C 程序编译器

从用户的 C 语言源代码编译产生可重定位的目标文件，完全遵照 ANSI C 语言标准，支持 C 语言的所有标准特性，另外直接支持 8051 系列单片机加入的扩展内容。

② A51: 宏汇编器

把汇编语言源代码编译产生可重定位的目标文件，支持 8051 及其派生系列的全部指令集。汇编器的宏特性让公共代码只需要开发一次，从而节约了开发和维护的时间。

③ LIB51: 库管理器

建立和维护库文件。库是一种被特别地组织过并在以后可以被连接重用的对象模块，一个库文件是通过组合由编译器或汇编器产生的目标文件，生成得到的可以被连接器使用的格式化的目标模块。库文件提供了一个方便的方法来组合和使用大量的连接程序可能用到的目标模块。

④ BL51: 连接/重定位器

组合由 C51 和 A51 产生的可重定位的目标文件生成绝对目标文件。可以组合一个或多个目标模块成一个 51 单片机的执行程序，比如可以是提取的目标模块，也可以是由编译器或汇编器生成的目标模块，连接器自动选择适当的运行库并连接那些用到的模块。连接器可处理外部和全局数据，并将可重定位的段分配到固定的地址上。

⑤ OH51: HEX 格式文件转换器

从绝对目标文件创建 Intel HEX 格式的文件。Intel HEX 文件是 ASCII 文件，用十六进制的数表示应用系统的目标模块，可以很容易地下载到编程器，写入 EPROM 器件。

Keil μ Vision4 引入了灵活的窗口管理系统，新的用户界面可以更好地利用屏幕空间，更有效地组织多个窗口，提供一个整洁、高效的环境来开发应用程序。如图 1-3 所示，包括工程窗口（左上）、源程序编辑窗口（右上）、信息输出窗口（下）。另外，其他一些窗口可以在 View 菜单中打开。

1.1.2 工程的创建与源文件编辑

Keil C51 是通过工程文件来管理项目的，无论是汇编语言程序，还是 C 语言程序，不论是一个程序文件，还是有多个程序文件的项目，都要有一个工程文件来管理，负责编译、连接等功能。

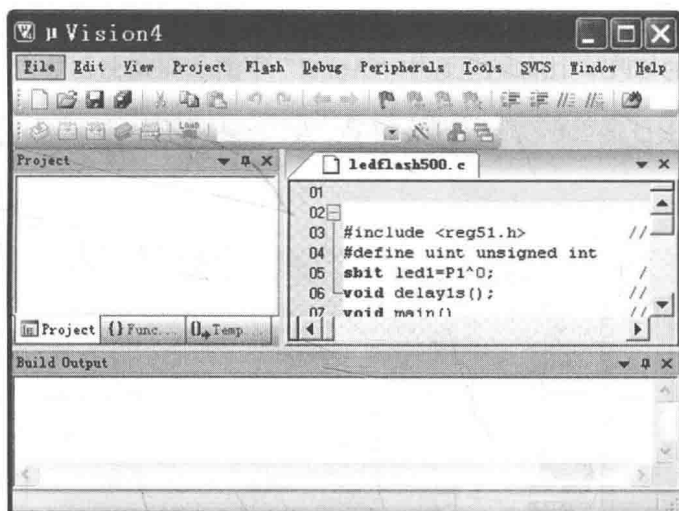


图 1-3 μ Vision4 运行界面

(1) 工程的创建

点击“Project --> New μ Vision Project”新建一个工程，如图 1-4 所示。

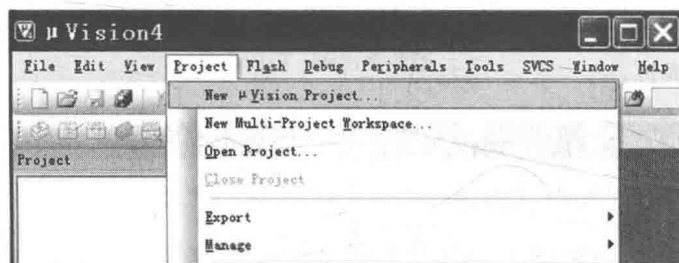


图 1-4 新建工程

弹出工程保存位置的对话框，如图 1-5 所示，选定或新建一个文件夹，并命名该工程，注意给工程取名不需要写上扩展名。



图 1-5 工程保存与命名

点击“保存”按钮，然后又弹出一个对话框，如图 1-6 所示，为刚刚建立的工程选择 CPU。根据要求选择具体的 CPU，比如这里选中“Atmel”下的 AT89C51。

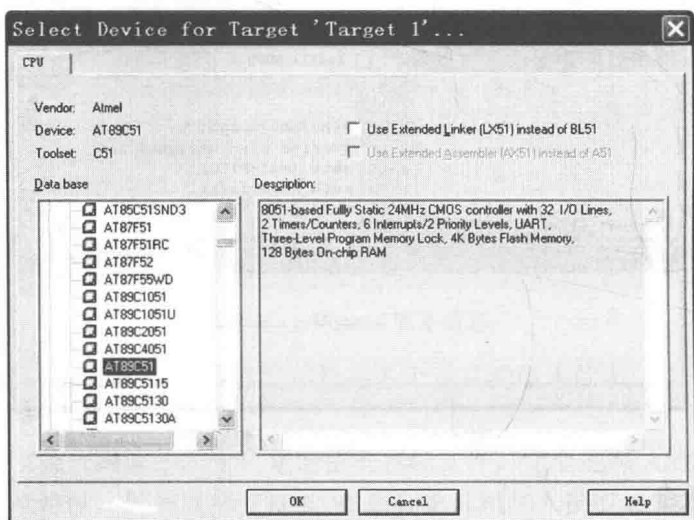


图 1-6 选择 CPU

单击“OK”后，又弹出一个对话框，如图 1-7 所示，询问是否复制 8051 启动代码到项目，并添加文件到项目。

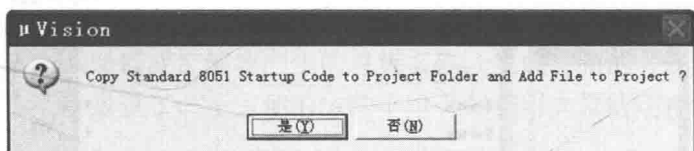


图 1-7 添加启动代码和文件

选择“是”，至此，工程建立完毕。看一下刚刚建立文件夹中的文件，如图 1-8 所示。



图 1-8 建立工程生成的文件

其中，test.uvproj 是刚刚建立的工程文件。

test.plg 是编译信息文件，记录编译时的错误（error）和警告（warning）信息，在菜单 Tools→Options 里面有个选项可以控制这个文件是否生成。

STARTUP.A51 就是启动代码文件，该文件的作用是初始化内部和外部的 RAM，使其清零，初始化堆栈指针 SP 等。如果在图 1-7 中选择“是”，该文件的一个副本将添加到项目中，启动代码在复位系统后立即被执行，执行完 startup.a51 后跳转到 C 文件的 main 函数。可以对启动代码的内容进行修改，比如修改 RAM 清零区域，可以选择部分内存不被初始化，则程序在复位后，该段内存里面的信息依然保留。在图 1-7 中，如果选择“否”，则不加载

STARTUP.A51 文件，那么对 RAM 清零初始化将采用默认的方式，即 Keil 编译器就会自动加入一段代码，初始化内存以及设置堆栈等，这时的内存初始化部分就无法人为修改了。

(2) 源程序编辑

接下来建立一个源程序文本，点击 File 菜单中的 new，打开一个新的程序编辑窗口。在程序编辑窗口写入源程序，或复制一个完整的 C 程序，如图 1-9 所示。

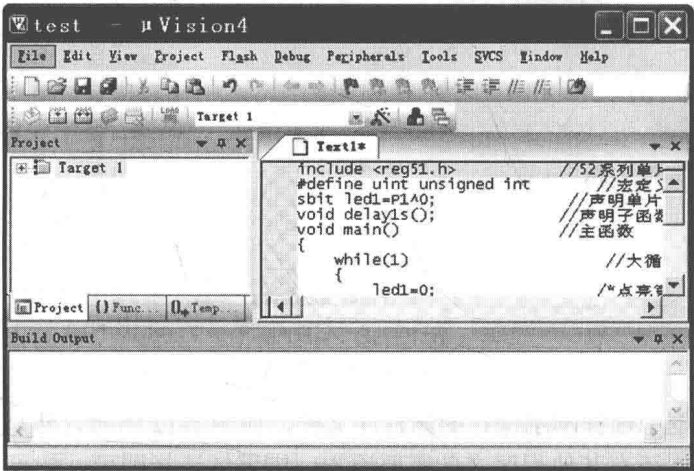


图 1-9 编辑源程序

输入完毕，保存源程序文件，在图 1-10 的对话框中输入源程序文件名称，点击保存。需要注意的是，如果源程序是用汇编语言的，要带后缀名“.asm”；如果是 C 语言程序，则后缀名须是“.c”。



图 1-10 保存源程序文件

(3) 文件添加到工程

接下来需要把刚创建的源程序文件加入到工程项目文件中，在左侧 project 窗口中，右键点击 Source Group1，在弹出的菜单中选择 Add Files to Group ‘Source Group1’，如图 1-11 所示。



图 1-11 添加文件到工程

在弹出的对话框中选择刚刚保存的源程序文件，如图 1-12 所示，然后点击 Add，把该文件添加到工程。如果还有其他程序文件需要添加，则继续选择即可；如果没有其他文件了，点击 Close，关闭对话框。

这时可以看到在左侧的工程窗口中，刚刚添加的 C 程序文件已经出现在了 Source Group 1 的下面，如图 1-13 所示。

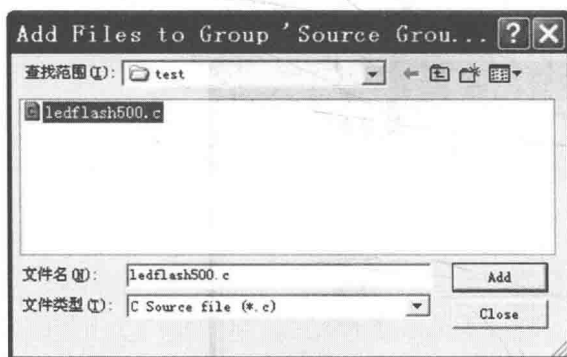


图 1-12 选择源程序文件



图 1-13 文件添加到工程

1.1.3 工程的设置

工程环境的设置包括硬件、软件的各个方面，它会影响程序的编译结果。

在左侧 Project 窗口，右键点击 Target 1，选中 Option for Target 'Target 1'，或点击工具栏图标  “Target Options...”，出现如图 1-14 所示的设置窗口。

(1) Device 设置

在 Device 设置页中可以重新选择 CPU，如图 1-14 所示。