

# 硬件编程

## Y 实验教程

INGJIAN BIANCHENG SHIYAN JIAOCHENG

主 编 潘张鑫 朱敏杰  
副主编 金宝根



电子科技大学出版社

# 硬件编程

# Y 实验教程

INGJIAN BIANCHENG SHIYAN JIAOCHENG

主 编 潘张鑫 朱敏杰  
副主编 金宝根



电子科技大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

硬件编程实验教程 / 潘张鑫, 朱敏杰主编. —成都:

电子科技大学出版社, 2015. 4

ISBN 978-7-5647-2908-0

I. ①硬… II. ①潘… ②朱… III. ①硬件描述语言—程序设计—实验—教材 IV. ①TP312-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 070016 号

## 内 容 简 介

本实验教材以省级实验教学示范中心建设为契机, 综合了作者几年来从事相关实践教学的心得, 结合教育部对高职院校应用型人才培养的要求, 坚持“实用、可用、好用”的原则, 将单片机、DSP 芯片、EDA 技术“三合为一”。

全书分成三篇, 共安排实验 12+6+12 个, 兼顾演示、设计、综合实验。单片机选用经典的 51 单片机, 结合 keil 编译器及 proteus 仿真软件, 开发了实验平台。DSP 芯片选用 TI 公司的 TMS320C54x 系列芯片, 采用 CCS 集成开发环境和 ICETEK-VC5416-A 开发平台。EDA 技术选用 Altera 公司的 EP1C12Q240C8 芯片, 采用 Quartus II 集成开发环境作为实验平台。

## 硬件编程实验教程

主 编 潘张鑫 朱敏杰

副主编 金宝根

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 谢晓辉

责任编辑: 谢晓辉

校 对: 刘 愚

主 页: [www.uestcp.com.cn](http://www.uestcp.com.cn)

电子邮箱: [uestcp@uestcp.com.cn](mailto:uestcp@uestcp.com.cn)

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川煤田地质制图印刷厂

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 11.25 字数 286 千字

版 次: 2015 年 4 月第一版

印 次: 2015 年 4 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-2908-0

定 价: 33.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

# 前 言

单片机、DSP 芯片、EDA 技术是高校电气、电子和信息类专业的 3 门非常重要的实践性课程，其应用开发能力也往往成为许多公司招聘此类专业学生的衡量标准。

单片机集成了 CPU、ROM、RAM 及 I/O 口，品种齐全，型号多样，适合于工业控制应用。DSP 芯片主要用于数字信号处理领域，适合高密度、重复运算及大数据容量的信号处理，广泛应用于通信、便携式设备。EDA 技术是以计算机为工具，在 EDA 软件平台上用硬件描述语言完成编译、优化，直至对目标芯片进行适配编译、逻辑映射和编程下载，在实时测控和高速应用领域前景广阔。单片机、DSP 芯片和 EDA 技术各具特色，已经成为数字时代的核心动力。

本实验教程以省级实验教学示范中心建设为契机，综合了作者几年来从事相关教学实践的体会，结合学校应用型人才培养的要求，坚持“实用、可用、好用”的原则，将单片机、DSP 芯片、EDA 技术“三合一”。全书分为三篇，共安排实验 12+6+12 个，兼顾演示、设计、综合实验。单片机选用经典的 51 单片机，结合 Keil 编译器及 Proteus 仿真软件，开发了实验平台。DSP 芯片选用 TI 公司的 TMS320C54x 系列芯片，采用 CCS 集成开发环境和 ICETEK-VC5416-A 开发平台。EDA 技术选用 Altera 公司的 EP1C12Q240C8 芯片，采用 QuartusII 集成开发环境作为实验平台。

本教程的实验已在绍兴文理学院电子信息工程专业学生中开展多年，学生反映满意度高、操作性强。所有实验电路、代码都经过调试验证，可供读者参考。

由于时间紧迫、编者水平所限，书中错误及疏漏之处难免，敬请读者批评指正，并请与编者取得联系。

编 者

2015 年 1 月于绍兴文理学院



## 目 录

## 第一篇 单片机实验

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 实验一 Keil 编译器实验 .....    | 2  |
| 一、实验预习 .....            | 2  |
| 二、实验目的 .....            | 2  |
| 三、演示实验 .....            | 2  |
| 四、Keil C51 简介 .....     | 2  |
| 五、Keil 编译器的简单应用 .....   | 2  |
| 六、实验内容 .....            | 10 |
| 七、思考题 .....             | 10 |
| 实验二 LED 数码管动态扫描实验 ..... | 11 |
| 一、实验预习 .....            | 11 |
| 二、预备知识 .....            | 11 |
| 三、实验目的 .....            | 11 |
| 四、演示实验 .....            | 12 |
| 五、实验内容 .....            | 12 |
| 六、实验步骤 .....            | 12 |
| 七、注意事项 .....            | 12 |
| 实验三 汇编语言程序设计（一） .....   | 13 |
| 一、实验预习 .....            | 13 |
| 二、实验目的 .....            | 13 |
| 三、实验内容 .....            | 13 |
| 四、实验步骤 .....            | 13 |
| 五、注意事项 .....            | 15 |
| 实验四 汇编语言程序设计（二） .....   | 16 |
| 一、实验预习 .....            | 16 |
| 二、实验目的 .....            | 16 |
| 三、演示实验 .....            | 16 |
| 四、实验内容 .....            | 16 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 五、实验步骤 .....                       | 16 |
| 实验五 中断优先级实验 .....                  | 17 |
| 一、实验预习 .....                       | 17 |
| 二、实验目的 .....                       | 17 |
| 三、实验内容 .....                       | 17 |
| 四、实验步骤 .....                       | 17 |
| 五、注意事项 .....                       | 17 |
| 实验六 定时/计数器实验 .....                 | 18 |
| 一、实验预习 .....                       | 18 |
| 二、实验目的 .....                       | 18 |
| 三、演示实验 .....                       | 18 |
| 四、实验内容 .....                       | 18 |
| 实验七 串行通信实验 .....                   | 20 |
| 一、实验目的 .....                       | 20 |
| 二、预备知识 .....                       | 20 |
| 三、演示实验 .....                       | 21 |
| 四、实验内容 .....                       | 21 |
| 五、实验步骤 .....                       | 21 |
| 实验八 D/A 转换实验 X5045 实验（二选一） .....   | 22 |
| 一、实验预习 .....                       | 22 |
| 二、实验目的 .....                       | 22 |
| 三、演示实验 .....                       | 22 |
| 四、实验内容 .....                       | 22 |
| 五、实验步骤 .....                       | 24 |
| 实验九 A/D 转换实验 DS18B20 实验（二选一） ..... | 25 |
| 一、实验预习 .....                       | 25 |
| 二、实验目的 .....                       | 25 |
| 三、演示实验 .....                       | 25 |
| 四、实验内容 .....                       | 25 |
| 五、实验步骤 .....                       | 27 |
| 实验十 简易温度控制系统实验 .....               | 28 |
| 一、设计任务描述 .....                     | 28 |



|                |    |
|----------------|----|
| 二、设计任务分析 ..... | 28 |
| 三、设计步骤 .....   | 32 |
| 演示实验说明 .....   | 33 |
| 实验资料说明 .....   | 34 |
| 实验报告撰写要求 ..... | 35 |

## 第二篇 EDA 技术

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 实验一 使用原理图输入方法设计四位加法器 .....          | 37 |
| 一、实验目的 .....                        | 37 |
| 二、实验内容 .....                        | 37 |
| 三、实验说明 .....                        | 37 |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....                 | 38 |
| 五、实验思考 .....                        | 38 |
| 六、设计原理 .....                        | 38 |
| 实验二 使用原理图输入方法设计异步清除同步六进制加法计数器 ..... | 40 |
| 一、实验目的 .....                        | 40 |
| 二、实验内容 .....                        | 40 |
| 三、实验说明 .....                        | 40 |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....                 | 40 |
| 五、实验思考 .....                        | 41 |
| 六、设计原理 .....                        | 41 |
| 实验三 使用原理图输入方法设计四位并行输入串行输出寄存器 .....  | 43 |
| 一、实验目的 .....                        | 43 |
| 二、实验内容 .....                        | 43 |
| 三、实验说明 .....                        | 43 |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....                 | 44 |
| 五、实验思考 .....                        | 44 |
| 六、设计原理 .....                        | 44 |
| 实验四 十六进制减法计数器设计 .....               | 48 |
| 一、实验目的 .....                        | 48 |
| 二、实验内容 .....                        | 48 |
| 三、实验说明 .....                        | 48 |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....                 | 48 |
| 五、实验思考 .....                        | 48 |

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 六、实验讲义 .....                 | 49        |
| 七、参考实现 .....                 | 49        |
| <b>实验五 数据分配器和译码器设计 .....</b> | <b>51</b> |
| 一、实验目的 .....                 | 51        |
| 二、实验内容 .....                 | 51        |
| 三、实验说明 .....                 | 51        |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....          | 51        |
| 五、实验思考 .....                 | 52        |
| 六、实验讲义 .....                 | 52        |
| 七、设计原理 .....                 | 52        |
| <b>实验六 正弦波信号发生器设计 .....</b>  | <b>58</b> |
| 一、实验目的 .....                 | 58        |
| 二、实验内容 .....                 | 58        |
| 三、实验说明 .....                 | 58        |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....          | 58        |
| 五、实验思考 .....                 | 58        |
| 六、实验讲义 .....                 | 59        |
| 七、设计代码(原理): .....            | 59        |
| <b>实验七 类型转换子程序设计 .....</b>   | <b>66</b> |
| 一、实验目的 .....                 | 66        |
| 二、实验内容 .....                 | 66        |
| 三、实验说明 .....                 | 66        |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....          | 66        |
| 五、实验思考 .....                 | 66        |
| 六、实验讲义 .....                 | 67        |
| 七、参考实现 .....                 | 68        |
| <b>实验八 ADC 控制器设计 .....</b>   | <b>69</b> |
| 一、实验目的 .....                 | 69        |
| 二、实验内容 .....                 | 69        |
| 三、实验说明 .....                 | 69        |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....          | 69        |
| 五、实验思考 .....                 | 69        |
| 六、实验讲义 .....                 | 70        |
| 七、参考实现 .....                 | 71        |





|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 实验九 LED 点阵驱动 .....                 | 74 |
| 一、实验目的 .....                       | 74 |
| 二、实验内容 .....                       | 74 |
| 三、实验说明 .....                       | 74 |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....                | 74 |
| 五、实验思考 .....                       | 75 |
| 六、实验讲义 .....                       | 75 |
| 七、参考代码 .....                       | 75 |
| 实验十 键盘接口驱动设计 .....                 | 85 |
| 一、实验目的 .....                       | 85 |
| 二、实验内容 .....                       | 85 |
| 三、实验说明 .....                       | 85 |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....                | 85 |
| 五、实验思考 .....                       | 85 |
| 六、实验讲义 .....                       | 86 |
| 七、参考代码 .....                       | 86 |
| 实验十一 八位加法器设计（基于元件例化的 HDL 实现） ..... | 90 |
| 一、实验目的 .....                       | 90 |
| 二、实验内容 .....                       | 90 |
| 三、实验说明 .....                       | 90 |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....                | 91 |
| 五、实验思考 .....                       | 91 |
| 六、实验讲义 .....                       | 91 |
| 六、设计原理: .....                      | 91 |
| 实验十二 交通灯控制器设计 .....                | 96 |
| 一、实验目的 .....                       | 96 |
| 二、实验内容 .....                       | 96 |
| 三、实验说明 .....                       | 96 |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....                | 97 |
| 五、实验思考 .....                       | 97 |
| 六、实验讲义 .....                       | 97 |
| 七、参考代码 .....                       | 97 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 实验十三 数字钟设计 .....      | 110 |
| 一、实验目的 .....          | 110 |
| 二、实验内容 .....          | 110 |
| 三、实验说明 .....          | 110 |
| 四、实验主要仪器设备及材料 .....   | 110 |
| 五、实验思考 .....          | 111 |
| 六、实验讲义 .....          | 111 |
| 七、参考代码 .....          | 111 |
| Quartus II 使用流程 ..... | 123 |
| 实验报告要求 .....          | 131 |
| 实验报告内容 .....          | 131 |

### 第三篇 DSP 芯片实验

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 实验一 CCS 集成开发环境实验 ..... | 133 |
| 一、实验目的 .....           | 133 |
| 二、实验内容 .....           | 133 |
| 三、实验步骤 .....           | 133 |
| 四、说明 .....             | 137 |
| 实验二 数据寻址方式实验 .....     | 138 |
| 一、实验目的 .....           | 138 |
| 二、实验内容 .....           | 138 |
| 三、实验步骤 .....           | 138 |
| 四、思考题 .....            | 141 |
| 实验三 样例程序开发与调试 .....    | 142 |
| 一、实验目的 .....           | 142 |
| 二、实验内容 .....           | 142 |
| 三、实验步骤 .....           | 142 |
| 四、实验结果 .....           | 144 |
| 实验四 信号放大实验 .....       | 145 |
| 一、实验目的 .....           | 145 |
| 二、实验内容 .....           | 145 |
| 三、实验步骤 .....           | 145 |
| 四、实验结果 .....           | 151 |



|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 实验五 定点数运算实验 .....         | 152 |
| 一、实验目的 .....              | 152 |
| 二、实验内容 .....              | 152 |
| 三、实验步骤 .....              | 152 |
| 四、实验结果 .....              | 153 |
| 实验六 FIR 滤波器实验 .....       | 155 |
| 一、实验目的 .....              | 155 |
| 二、实验内容 .....              | 155 |
| 三、实验步骤 .....              | 155 |
| 四、实验结果 .....              | 162 |
| TMS320VC5416 实验系统简介 ..... | 163 |
| 实验报告撰写要求 .....            | 166 |
| 参考文献 .....                | 167 |

# 第一篇

## 单片机实验

## 实验一 Keil 编译器实验

### 一、实验预习

1. 掌握 51 单片机的硬件结构。(包括 CPU、存储器体系结构、I/O 口等)
2. 掌握 51 单片机的指令系统, 熟悉使用汇编语言设计程序。
3. 熟悉课堂讲授的使用 Keil 软件开发环境的方法。

#### 【实验预习问题】

Keil 编译器适用的单片机类型。(实验课堂提问)

### 二、实验目的

掌握在 Keil 编译器下建立自己的工程, 并进行调试。

### 三、演示实验

1. 典型 51 单片机开发系统。
2. 51 单片机应用实例 2 个: 智能温度计、简易电力监视仪。

#### 【演示实验关注点】

1. 掌握 51 单片机的典型开发流程。
2. 学会使用仿真器、烧写器。
3. 了解单片机开发过程的关键技术点。

### 四、Keil C51 简介

Keil C51 是 Keil software 公司开发的用于 51 系列单片机的 C51 语言开发软件。Keil C51 在兼容 ANSI C 的基础上, 又增加很多与 51 单片机硬件相关的编译特性, 使得开发 51 系列单片机程序更为方便和快捷, 程序代码运行速度快, 所需存储器空间小, 完全可以和汇编语言相媲美。它支持众多的 51 单片机架构的芯片, 同时集编辑、编译、仿真等功能于一体, 具有强大的软件调试功能, 是众多的单片机应用开发软件中最优秀的软件之一。

经常用到 Keil C51 和 Keil  $\mu$ Vision 这两个术语。Keil C51 一般简写为 C51, 指的是 51 单片机编程所用的 C 语言; 而 Keil  $\mu$ Vision, 可简写为  $\mu$ Vision, 指的是用于 51 单片机的 C51 程序编写、调试的集成开发环境 (IDE)。

### 五、Keil 编译器的简单应用

1. 在任意路径下建议项目文件夹, 文件夹的名字任意 (一般做到见名知意)。



2. 单击图标  (此图标为 Keil  $\mu$ Vision2), 启动 Keil, 如图 1-1-1 所示。

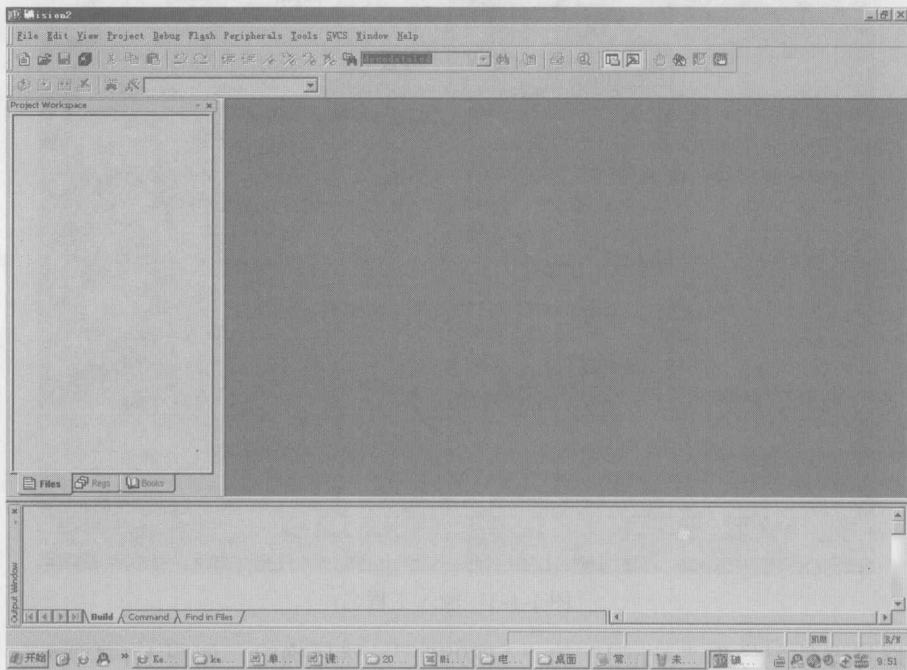


图 1-1-1 启动 Keil

3. 选择菜单 “Project” → “New Project”, 新建一个工程, 如图 1-1-2 所示。

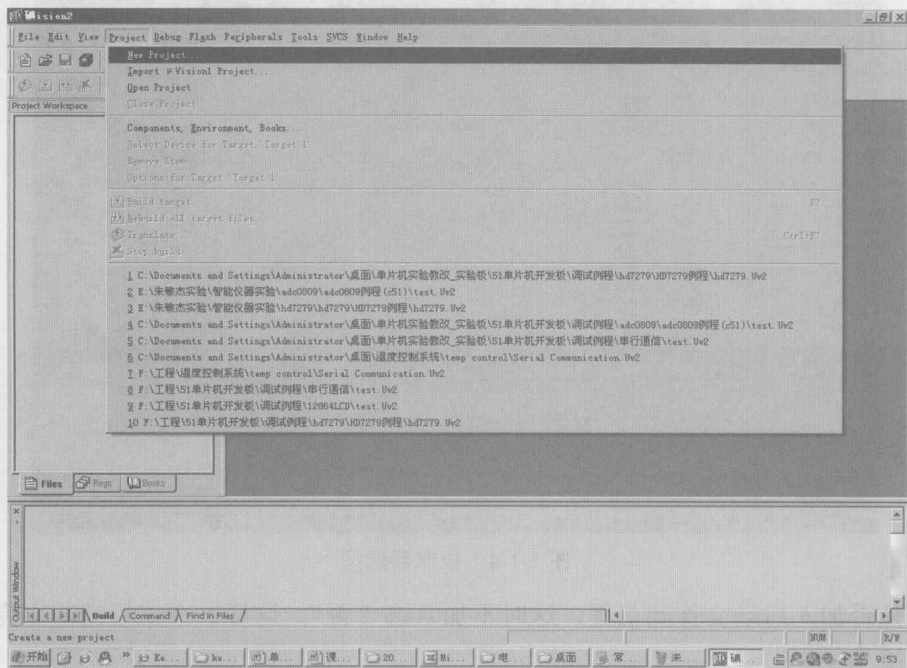


图 1-1-2 新建 Keil 工程

4. 输入工程名“流水灯”，然后保存，如图 1-1-3 所示。

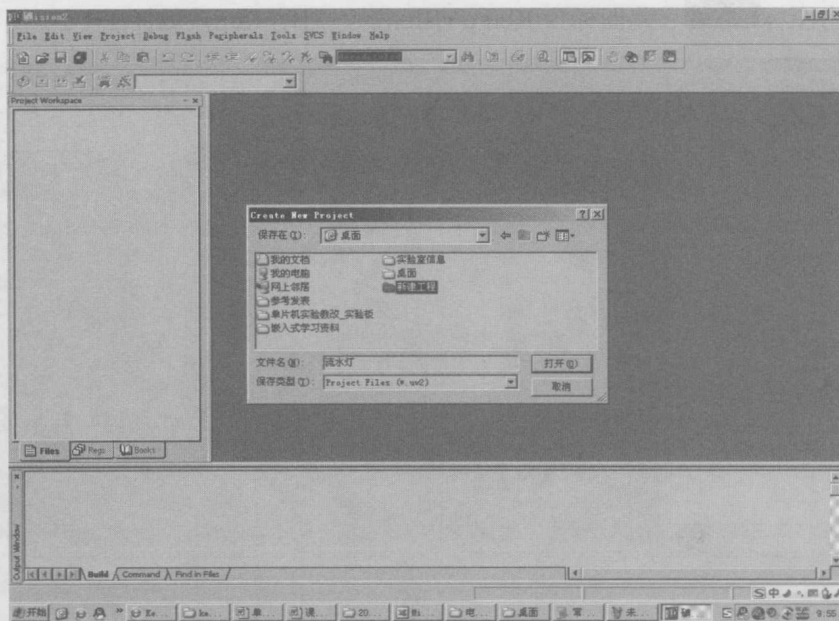


图 1-1-3 输入工程名

5. 选择器件型号为“Atmel”的“AT89S51”，然后确定，如图 1-1-4 所示。

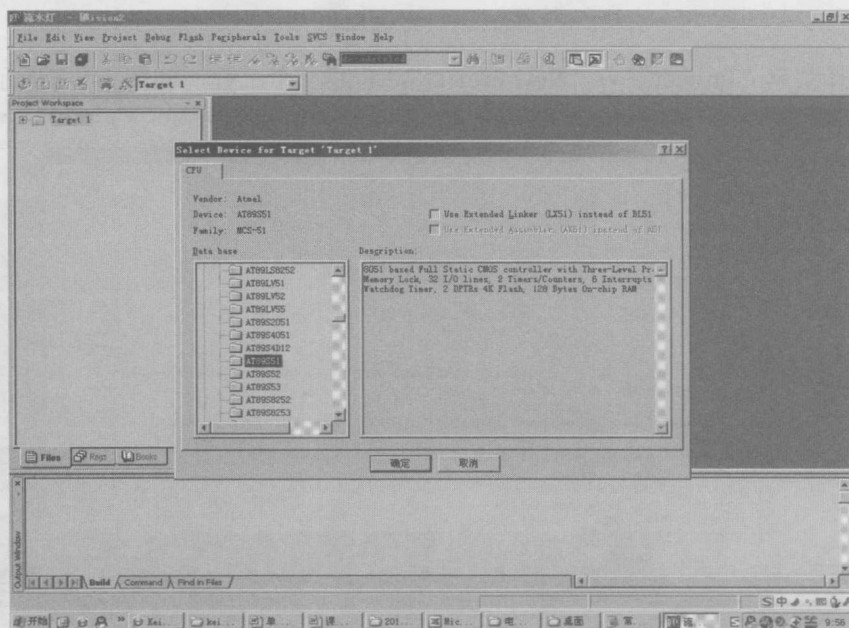


图 1-1-4 控制器选型

6. 是否加入启动文件到工程，这时不加入选“否”，这样一个工程就建立完成，如图 1-1-5 所示。

注：此处的启动文件为 STARTUP.A51。

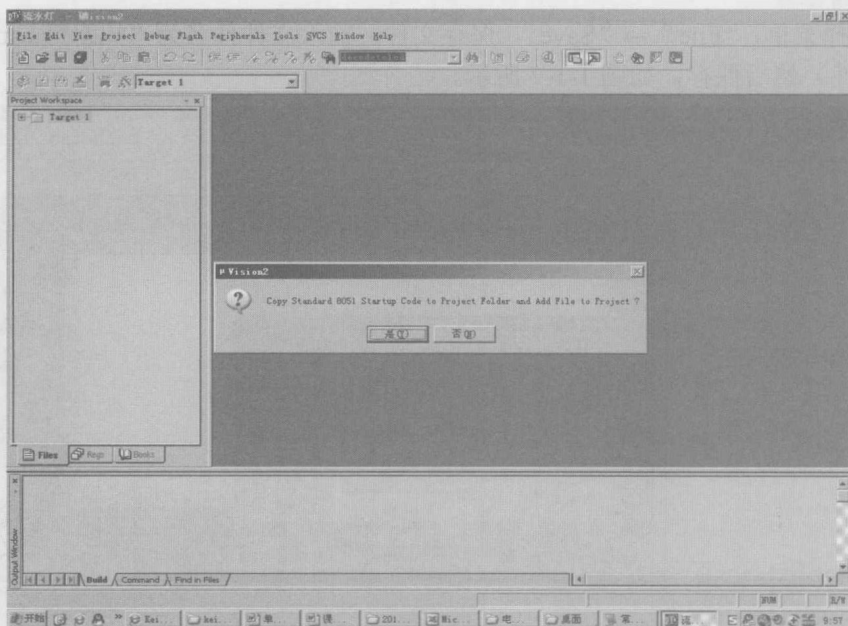


图 1-1-5 STARTUP.A51 添加选项

在 KEIL 中, 汇编是从 ORG 000H 开始启动, 那么它在 C51 中是如何启动 MAIN() 函数的呢? 实际上是 C51 中有一个启动文件 STARTUP.A51, 它总是和 C 程序一起编译和链接的。所以做汇编程序可以不加载该启动文件, 而 C51 会自动加载这个文件 (虽然我们看不到)。有关于这个文件的详细解释请参考“电信单片机实验/实验参考资料”文件夹的 PDF 文档《STARTUP.A51 解读》, 这里建议同学们作为初学者可以先不做添加。

7. 选择菜单“File”→“New”新建一个文件, 如图 1-1-6 所示。

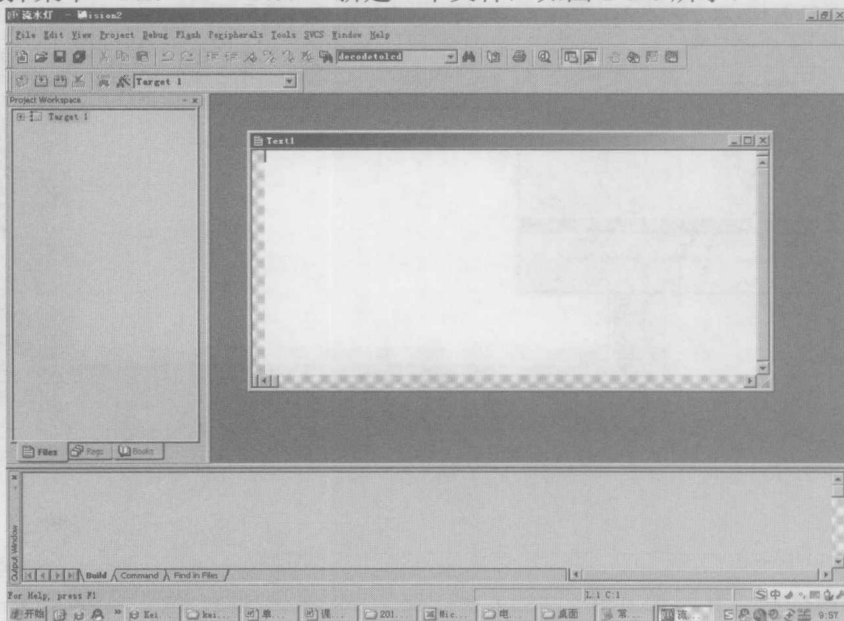


图 1-1-6 新建文件

8. 选择菜单, “File” → “Save”, 保存文件, 输入文件名为“流水灯.asm”, (C 程序为.C 文件) 然后保存, 如图 1-1-7 所示。

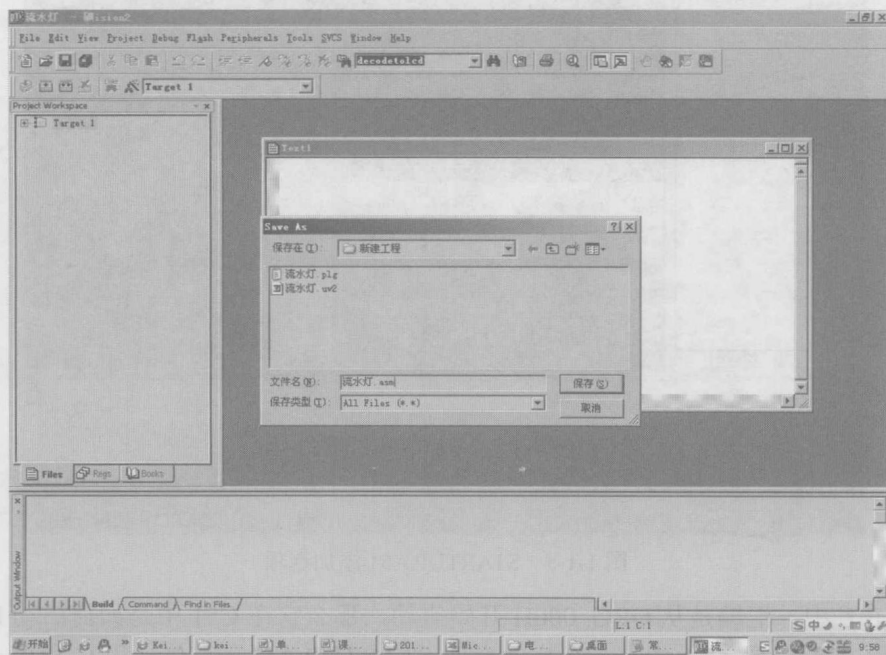


图 1-1-7 建立汇编源文件

9. 点 Target 1 前面的“+”号, 展开 Target 1, 击“Source Group 1”, 在弹出菜单中选择“Add Files To Group 'Source Group 1'”如图 1-1-8 所示。

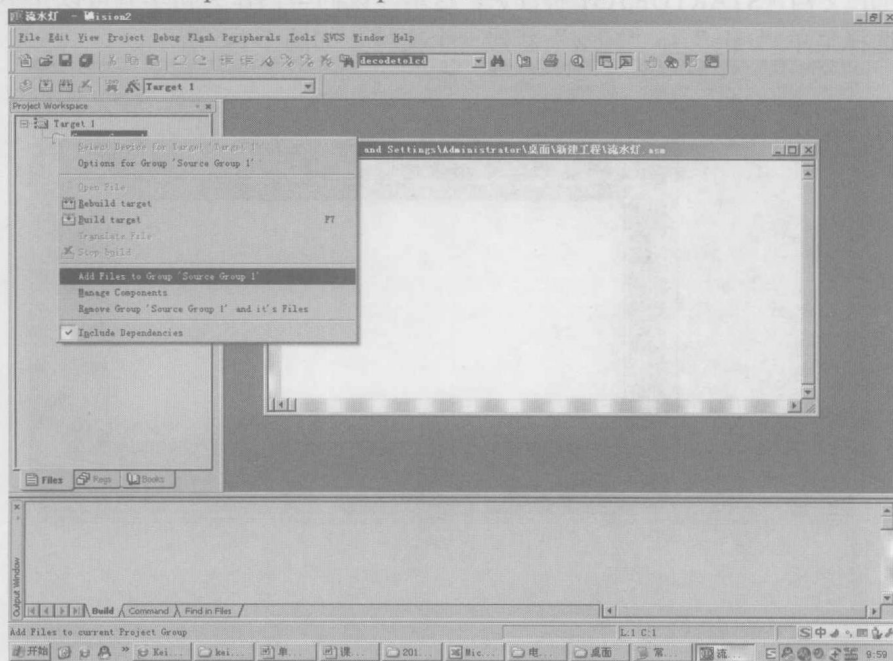


图 1-1-8 文件加入工程目标 cpu