

计算机专业“十三五”规划教材

单片机实战训练

主编◎李红霞 易丽萍 周 延



吉林出版集团
吉林人民出版社

计算机专业“十三五”规划教材

单片机实战训练

主 编 李红霞 易丽萍 周 延
副主编 姚福成 熊 媛 郭立强

常州大学图书馆
藏书章

 吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机实战训练 / 李红霞, 易丽萍, 周延主编. —

长春: 吉林大学出版社, 2017.8

ISBN 978-7-5692-0576-3

I. ①单… II. ①李… ②易… ③周… III. ①单片微
型计算机—高等教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 195945 号

书 名 单片机实战训练

作 者 李红霞 易丽萍 周延 主编

策划编辑 黄国彬 章银武

责任编辑 张宏亮

责任校对 刘守秀

装帧设计 赵俊红

出版发行 吉林大学出版社

社 址 长春市朝阳区明德路 501 号

邮政编码 130021

发行电话 0431-89580028/29/21

网 址 <http://www.jlup.com.cn>

电子邮箱 jlup@mail.jlu.edu.cn

印 刷 廊坊市广阳区九洲印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 17.25

字 数 360 千字

版 次 2017 年 8 月 第 1 版

印 次 2017 年 8 月 第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5692-0576-3

定 价 39.80 元

版权所有 翻印必究

印 数 3000

前言

随着大规模集成电路技术的发展,单片微型计算机也随之大发展,各种新颖的单片机层出不穷。单片机具有体积小、重量轻、应用灵活且价格低廉等特点,广泛地应用于人类生活的各个领域,成为当今科学技术现代化不可缺少的重要工具。

单片机系统的开发融合了硬件和软件的相关技术。要完成单片机系统的开发,用户不仅需要掌握编程技术,还需要针对实际应用选择合理的单片机芯片和外围器件,以此为基础,设计硬件电路。通过具体的项目案例来学习单片机系统的开发是一条科学而且高效的途径。在项目案例的选择上,本书着重突出“应用”和“实用”的基本原则,项目案例来源于实践,具有代表性、技术领先性,以及应用的广泛性。

本书注重将多年的开发经验和技巧融合到具体项目案例的讲解中,为开发人员提供必要的知识积累,解决实际工程中的问题。在程序开发语言方面,本书尽量用简洁的语言来清晰阐述易于理解的概念和思路。同时,对程序代码作了细致的中文注释,并将相关的知识点作了梳理,有利于读者举一反三,快速应用和提高。

本书共分三大部分:第一部分为实战理论篇,分2个章节介绍,第1章介绍了搭建51单片机开发环境,第2章介绍了单片机C51语言基础;第二部分为实战基础篇,分8个章节介绍,第1章介绍了软件控制LED亮灭,第2章介绍了软件控制闪烁灯,第3章介绍了C51常用库函数,第4章介绍了C51宏定义的使用,第5章介绍了外部中断实例,第6章介绍了定时器类实例,第7章介绍了串口类实例,第8章介绍了典型芯片应用实例;第三部分为实战进阶篇,分11个章节介绍,第1章介绍了静态数码管实例,第2章介绍了74HC573动态数码管实例,第3章介绍了液晶屏LCD(1602)实例,第4章介绍了液晶屏LCD(12864)实例,第5章介绍了继电器实例,第6章介绍了蜂鸣器实例,第7章介绍了矩阵键盘应用实例,第8章介绍了RTC实时时钟(DS1302)实例,第9章介绍了DS18B20-温度传感实例,第10章介绍了步进电机实例,第11章介绍了红外线遥控实例。本着深入浅出、通俗易懂,并注重理论联系实际,着重实际应用为原则,编者从多年教学案例出发,细致讲解单片机设计的需求、设计原理、相关知识、具体模块设计和编码实现,以使读者对单片机项目开发有系统的认识。

本书参考 60 学时左右, 各院校可根据具体情况进行讲授。本书由江西航空职业技术学院的李红霞、易丽萍和周延担任主编, 由江西航空职业技术学院的姚福成、江西工业职业技术学院熊媛和江西先锋软件职业技术学院的郭立强担任副主编。本书的相关资料和售后服务可扫本书封底的微信二维码或与 QQ (2436472462) 联系获得。

本书既可作为应用型本科、职业院校相关专业的教材, 也可供从事单片机开发、应用的工程技术人员参考。

本书在编写过程中, 难免有疏漏和不当之处, 敬请各位专家及读者不吝赐教。

编者
2017 年 7 月

Contents 目 录

第一部分 实战理论篇

第 1 章 搭建 51 单片机开发环境.....	3
1.1 Keil 简介	3
1.2 搭建 Keil C51 软件开发环境	5
1.3 Keil μ Vision4 中使用单片机 C 程序	11
1.4 HEX 文件	16
1.5 剖析优化	18
1.6 程序烧写	21
第 2 章 单片机 C51 语言基础.....	22
2.1 C51 程序结构	23
2.2 C51 的数据类型	23
2.3 C51 的运算量	25
2.4 存储模式	31
2.5 绝对地址的访问	31
2.6 C51 的运算符及表达式	33
2.7 表达式语句及复合语句	37
2.8 C51 的输入输出	38
2.9 C51 程序基本结构与相关语句	41
2.10 函数	48
2.11 C51 构造数据类型	54

第二部分 实战基础篇

第1章 软件控制 LED 亮灭	67
第2章 软件控制闪烁灯	75
第3章 C51 常用库函数	98
第4章 C51 宏定义的使用	102
第5章 外部中断实例	105
第6章 定时器类实例	112
第7章 串口类实例	120
第8章 典型芯片应用实例	128

第三部分 实战进阶篇

第1章 静态数码管实例	151
第2章 74HC573 驱动动态数码管实例	157
第3章 液晶屏 LCD (1602) 实例	163
第4章 液晶屏 LCD (12864) 实例	176
第5章 继电器实例	189
第6章 蜂鸣器实例	196
第7章 矩阵键盘应用实例	203
第8章 RTC 实时时钟 (DS1302) 实例	213



第 9 章 DS18B20—温度传感实例	223
第 10 章 步进电机实例	234
第 11 章 红外线遥控实例	245
附 录	261
附录一 C51 中的关键字	261
附录二 ANSIC 标准关键字	262
附录三 AT89C51 特殊功能寄存器列表 (适用于同一架构的芯片)	263
附录四 运算符优先级和结合性	264
参考文献	266



第一部分 实战理论篇

☞ 第1章 搭建 51 单片机开发环境

☞ 第2章 单片机 C51 语言基础

第一輯 災點點點

第四章 1997年 災點點點

第四章 1998年 災點點點

第 1 章 搭建 51 单片机开发环境

单片机开发中除必要的硬件外,同样离不开软件,汇编语言源程序要变为 CPU 可以执行的机器码有两种方法,一种是手工汇编,另一种是机器汇编,目前已极少使用手工汇编的方法了。

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,与汇编相比,C 语言在功能上、结构性、可读性、可维护性上有明显的优势,因而易学易用。用过汇编语言后再使用 C 语言来开发,体会更加深刻。

C 语言是一个通用的编程语言,它提供高效的代码、结构化的编程和丰富的操作符。C 语言不是一种大语言,不是为任何特殊应用领域而设计,它一般来说限制较少,可以为各种软件任务提供方便和有效的编程。许多场合用 C 语言比其他语言编程更方便和有效。

1.1 keil 简介

优化的 Cx51 编译器完整的实现了 ANSI 的 C 语言标准,对 8051 来说,Cx51 不是一个通用的 C 编译器,它首先的目标是生成针对 8051 的最快和最紧凑的代码。Cx51 具有 C 编程的弹性和高效的代码和汇编语言的速度。

C 语言不能执行的操作如输入和输出,需要操作系统支持的一部分函数库提供,因为这些函数和语言本身无关,所以 C 编程特别适合对多平台提供代码。

既然 Cx51 是一个交叉编译器,C 语言的某些特性和标准库就有了改变或增强,一个嵌套的目标处理器的特性。

8051 系列单片机是增长最快的微处理器构架之一,不同的芯片厂家提供了 400 多种新扩展的 8051 芯片,如 PHILIPS 的 8051MX 有几 M 字节的代码和数据空间大的应用。为了支持这些不同的 8051 芯片,keil 提供了几种开发工具输出文件格式,OMF2 允许支持最多 16MB 代码和数据空间的 PHILIPS8051MX 结构。

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。

1.1.1 单片机选型

在搭建 51 单片机硬件开发系统时，第一步便是合理地进行单片机选型，一般来说，在进行单片机选型时应注意如下几个方面：

- 综合考虑整个产品的功能需求，尽可能选取外部资源丰富的单片机型号。
- 认真估计代码工作量，选择合理的 RAM、ROM 资源。如果选择不当，将会造成重新选型的麻烦。
- 对于一个实验性的电路，尽量选择双列直插的单片机，这样便于手工焊接电路。
- 考虑产品最终应用场合，如果是野外或者需要长时间独立供电的场合，则需要尽量选择低功耗的单片机。
- 尽可能了解目前市场上各类主流单片机的情况，做好充足的市场调研工作。目前常用的单片机厂商有：Atmel、Cypress、Infineon、Maxim、Silicon、TI、NXP 等。

1.1.2 一个单片机最小开发系统

单片机最小开发系统是一个最基本的硬件开发平台，就好比是一个工厂能够运作的基本要求一样。本书采用 Atmel 公司的 AT89S51 单片机进行开发，主要是基于如下几点考虑：

- AT89S51 属于广泛应用的 51 系列单片机，通过学习这款单片机，可以很容易地转移到兼容型号的单片机开发。
- AT89S51 成本极低，散量购买只需几元人民币。功能强大，非常适合入门开发学习。
- AT89S51 具有 4K 的片内 Flash 程序存储器，128 字节片内 RAM 存储器，32 个通用 I/O 线，2 个定时器/计数器，6 个中断源。

能使单片机正常工作的最小硬件单元电路，称为单片机最小系统，最小系统电路原理图如图 1-1 所示。

单片机最小系统的组成：复位电路；时钟电路；存储器访问路径控制。

复位电路的参数设定： $t = RC1$ ($t \geq 10\text{ms}$)。

复位电路的典型参数： $C1 = 10\mu\text{F}/16\text{V}$ ， $R1 = 10\text{k}$ ； $C1 = 22\mu\text{F}/16\text{V}$ ， $R1 = 2.2\text{k}$ 。

时钟电路：根据需求选择相应的晶振频率； $15\text{pF} \leq (C2 = C3) \leq 30\text{pF}$ 。

除了复位和时钟电路之外，还应将 31 脚与电源正极相接。

按键 S1 是手动复位（重新启动）按钮，在不需手动复位时可以省略。

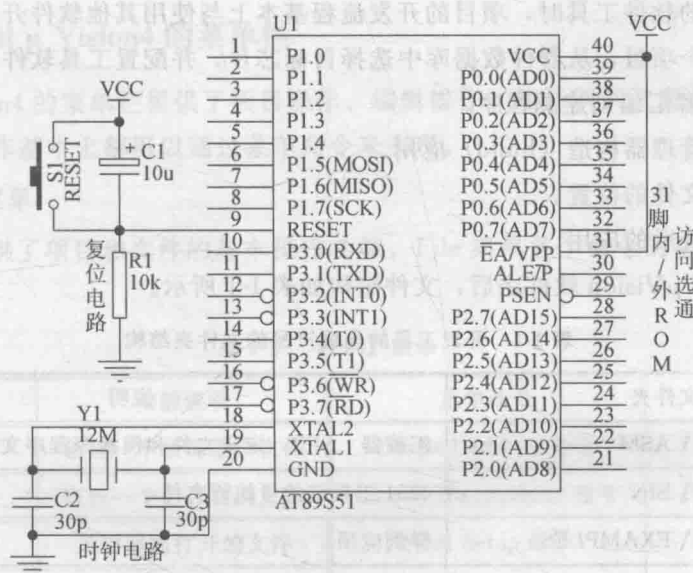


图 1-1 单片机最小系统电路图

1.2 搭建 Keil C51 软件开发环境

C51 工具包的整体结构，其中 uVision 与 Ishell 分别是 C51 for Windows 和 for Dos 的集成开发环境 (IDE)，可以完成编辑、编译、连接、调试、仿真等整个开发流程。开发人员可用 IDE 本身或其他编辑器编辑 C 或汇编源文件。然后分别由 C51 及 A51 编译器编译生成目标文件 (.OBJ)。目标文件可由 LIB51 创建生成库文件，也可以与库文件一起经 L51 连接定位生成绝对目标文件 (.ABS)。ABS 文件由 OH51 转换成标准的 Hex 文件，以供调试器 dScope51 或 tScope51 使用进行源代码级调试，也可由仿真器使用直接对目标板进行调试，也可以直接写入程序存储器如 EPROM 中。

1.2.1 Keil μ Vision4 简介

Keil μ Vision 系列是一个非常优秀的编译器，得到广大单片机设计者的广泛使用。其主要特点：

- 具有 Windows 风格的可视化操作界面，界面友好，使用极为方便。
- 支持汇编语言、C51 语言及混合编程等多种方式的单片机设计。
- 集成了非常全面的单片机支持，能够完成 51 系列单片机绝大部分类型单片机的程序设计和仿真。
- 集成了非常丰富的库函数，以及完善的编译连接工具。
- 由于 Keil μ Vision 具有最广泛的用户群，因此相应的代码资源非常丰富。

使用 Keil 的软件工具时,项目的开发流程基本上与使用其他软件开发项目一样。

1. 创建一个项目,从器件数据库中选择目标芯片,并配置工具软件的设置。
2. 用 C 或者汇编创建源程序。
3. 用项目管理器构造 (build) 应用。
4. 纠正源文件的位置。
5. 调试链接后的应用。

安装了 keil μ Vision 软件之后,文件结构如表 1-1 所示。

表 1-1 开发工具的全线产品的文件夹结构

文件夹	说明
C:\KEIL\C51\ASM	汇编器 SFR 定义文件和模板源程序文件
C:\KEIL\C51\BIN	8051 工具链的可执行文件
C:\KEIL\C51\EXAMPLES	样例应用
C:\KEIL\C51\RTX51	RTX51 Full 文件
C:\KEIL\C51\RTX_TINY	RTX51 Tiny 文件
C:\KEIL\C51\INC	C 编译器头文件
C:\KEIL\C51\LIB	C 编译器库文件、启动代码、I/O 子程序的源码
C:\KEIL\C51\MONITOR	目标监控程序文件和用户硬件的监控程序配置
C:\KEIL\UV4	μ Vision4 文件

1.2.2 Keil μ Vision4 集成开发环境总揽

Keil μ Vision4 开发环境集成开发环境具有典型的 Windows 界面风格。整个编程界面主要包括菜单栏、工具栏、项目管理区、源代码工作区和输出信息窗口等。打开一个工程项目,如图 1-2 所示。

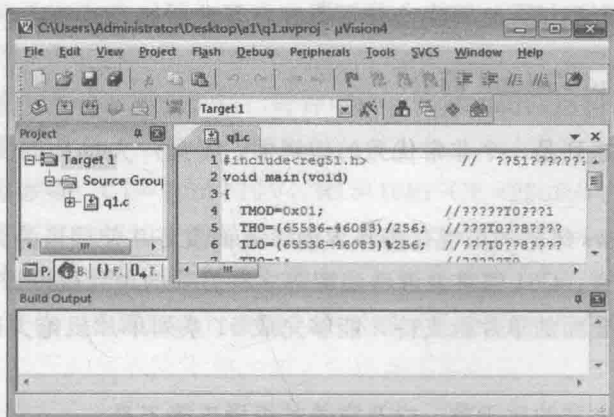


图 1-2 Keil μ Vision4 集成开发环境总揽



1.2.3 Keil μ Vision4 的菜单栏

Keil μ Vision4 的菜单栏提供了项目操作、编辑操作、编译调试及帮助等各种常用操作。所有的操作基本上都可以通过菜单命令来实现。

1. 【File】菜单

File 菜单提供了项目和文件的基本操作功能。File 菜单各个命令的功能，如表 1-2 所示。

表 1-2 【File】菜单

菜单命令	功能说明	菜单命令	功能说明
New 命令	创建一个新的空白文件	Device Dathbase 命令	打开器件库
Open 命令	打开一个已存在的文件	License Management 命令	产品注册管理
Close 命令	关闭当前打开的文件	Print Setup 命令	设置打印机
Save 命令	保存当前打开的文件	Print 命令	打印当前文件
Save as 命令	当前文件另存为	Print Preview 命令	打印预览
Save all 命令	保存所有打开的文件	Exit 命令	退出 Keil μ Vision4

2. 【Edit】菜单

Edit 菜单提供了常用的代码编辑操作功能。Edit 菜单各个命令的功能，如表 1-3 所示。

表 1-3 【Edit】菜单

菜单命令	功能说明
Undo 命令	取消上次操作
Redo 命令	重复上次操作
Cut 命令	剪切
Copy 命令	复制
Paste 命令	粘贴
Indent Selected Text 命令	将所选内容下移一个制表位
Unindent Selected Text 命令	将所选内容上移一个制表位
Toggle Bookmark 命令	设置/取消当前行的标签
Goto Next Bookmark 命令	光标移动到下一个标签
Goto Previous Bookmark 命令	光标移动到上一个标签
Clear All Bookmark 命令	清除当前文件的所有标签
Find 命令	在当前文件中查找

(续表)

菜单命令	功能说明
Replace 命令	替换
Find in Files 命令	在多个文件中查找
Incremental Find 命令	渐进式查找
Outlining 命令	源代码概要显示模式
Advanced 命令	各种高级编辑命令
Configuration 命令	颜色、字体等高级配置

3. 【View】菜单

View 菜单提供了在源代码编辑和仿真调试过程中, 各个窗口和工具栏的显示和隐藏命令。View 菜单各个命令的功能, 如表 1-4 所示。

表 1-4 【View】菜单

菜单命令	功能说明
Status Bar 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的状态条
File Toolbar 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的文件工具栏
Build Toolbar 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的编辑工具栏
Debug Toolbar 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的调试工具栏
Project Window 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的项目管理区
Output Window 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的输出信号窗口
Source Browser 命令	打开资源浏览窗口
Disassemble Window 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的反汇编窗口
Watch&Call Stack Window 命令	用于显示或隐藏观察和堆栈窗口
Memory Window 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的存储器窗口
Code Coverage Window 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的代码报告窗口
Performance Analyzer Window 命令	用于显示或隐藏性能分析窗口
Logic Analyzer Window 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的逻辑分析窗口
Symbol Window 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的字符变量窗口
Serial Window 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的串口的观察窗口
Toolbox 命令	用于显示或隐藏 Keil μ Vision4 的自定义工具条
Periodic Window Update 命令	在程序运行时刷新调试窗口
Include Dependencies 命令	用于显示或隐藏项目的包含文件

4. 【Project】菜单

Project 菜单提供了单片机项目的创建、设置和编译等命令。Project 菜单各个命令的功能，如表 1-5 所示。

表 1-5 【View】菜单

菜单命令	功能说明
NewProject 命令	创建新项目及新的工作空间
Import 命令	导入 μ Vision4 的项目
Open Project 命令	打开一个已存在的项目
Close Projectr 命令	关闭当前项目
Manage 命令	管理项目包含文件、库的路径及多项目工作空间
Select Device for Target 'Target1' 命令	为当前项目选择一个单片机类型
Remove File...命令	从当前项目中移除选择的文件
Option for Target 'Target1' 命令	设置当前项目的配置环境
Clean Target 命令	清除编译过程中创建的中间文件
Build Target 命令	编译文件并生成可执行文件
Rebuild all target files 命令	重新编译所有文件并生成可执行文件
Batch Build 命令	批量编译文件并生成可执行文件
Translate 命令	编译当前文件
Stop Build 命令	停止编译当前文件

5. 【Debug】菜单

Debug 菜单大多数使用在仿真调试过程中，Debug 菜单各个命令的功能，如表 1-6 所示。

表 1-6 【Debug】菜单

菜单命令	功能说明
Start/Stop Debugging 命令	开始/停止仿真调试模式
Run 命令	运行程序，直到遇到一个断点
Step 命令	单步执行程序，遇到子程序则进入
Step Over 命令	单步执行程序，跳过子程序
Step Out Of Current Function 命令	程序执行到当前函数结束
Run to Cursor line 命令	程序执行到光标所在行
Stop Running 命令	停止运行程序