

基于

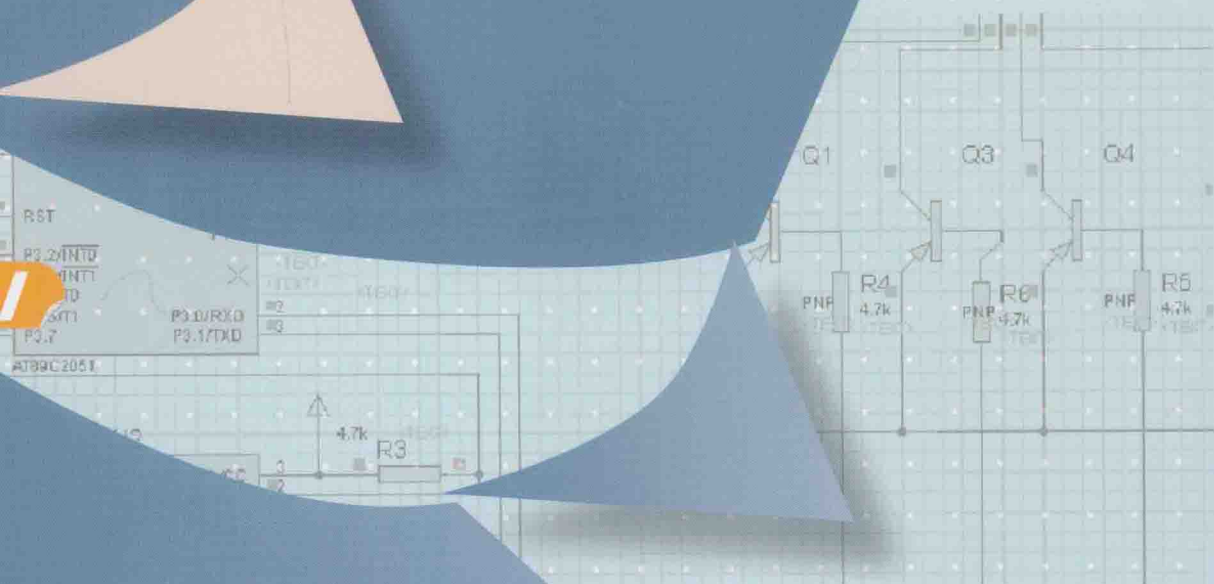
Proteus

的

单片机实验与课程设计

主编 魏芬

副主编 戴丽佼 李红霞



清华大学出版社

基于 Proteus 的 单片机实验与课程设计

主编 魏芬

副主编 戴丽佼 李红霞

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从单片机的实际应用角度出发,以功能强大的虚拟仿真工具 Proteus 为基础,介绍单片机基础实验和课程设计的内容。首先介绍了在 Keil μ Vision4 开发环境下进行 C51 语言程序的开发,接着对 Proteus 的基本功能及特性、如何进行仿真设计和调试进行了详细的说明。全书共给出了 16 个单片机基础实验内容,并精心选择了 6 个具有一定典型性和实用性的单片机课程设计课题,系统地介绍了课程设计的任务与要求、系统设计方案、软件设计等内容。书中所有实验内容及课程设计课题均通过了 Proteus 仿真和实际电路调试,相关程序代码可在 <ftp://ftp.tup.tsinghua.edu.cn> 下载。

本书内容丰富实用,实践性强,可作为高等院校涉及单片机应用专业的学生进行单片机的基础实验和课程设计环节的教材,也可作为毕业设计的参考教材,对广大工程技术人员进行单片机应用系统设计也具有一定的参考价值。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

基于 Proteus 的单片机实验与课程设计/魏芬主编. —北京:清华大学出版社,2015
ISBN 978-7-302-39494-5

I. ①基… II. ①魏… III. ①单片微型计算机—实验—高等学校—教材 ②单片微型计算机—课程设计—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 035166 号

责任编辑:庄红权 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:19

字 数:458 千字

版 次:2015 年 3 月第 1 版

印 次:2015 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:39.90 元

产品编号:062950-01

“单片机原理及应用”是各类高校很多专业重要的专业基础课程之一,是一门对实践环节要求较高且与实际应用密切结合的课程,学生只有通过大量的软硬件实验和课程设计实践,才能真正掌握单片机应用系统的软硬件设计方法,提高 C51 语言的编程能力和单片机系统的综合设计与调试能力。

本书采用 Proteus 和 Keil μ Vision4 作为工具,将软、硬件设计与案例设计有机地结合为一体,使设计调试工作不受时间地点的限制。在基础实验与课程设计教学环节中,可先给学生布置一定数量的基础实验项目与课程设计课题,要求学生尽量先独立完成且虚拟仿真通过,然后再到实验室进行实际电路调试,这样,对巩固基本知识点以及提高实际设计调试能力很有益处。

全书共分 5 章。第 1 章阐述 μ Vision4 集成开发环境,详细介绍了工作环境、目标程序的仿真调试以及各种应用选项的设置方法;第 2 章是对 Proteus 软件平台的功能介绍,包括如何在 Proteus ISIS 开发环境下完成单片机应用系统的硬件原理电路设计,Proteus 和 Keil μ Vision4 的在线联调,并对 Proteus 下的各种虚拟仿真工具和手段进行了介绍;第 3 章介绍了使用 C51 进行单片机程序设计的基础知识;第 4 章介绍了 16 个单片机基础实验,每个实验都包含实验目的、实验内容、编程的相关知识说明、实验步骤、Proteus 电路设计、Proteus 仿真和汇编及 C51 语言程序设计清单等;第 5 章精心选择了 6 个具有一定典型性和实用性的单片机课程设计课题,系统地介绍了课程设计的任务与要求、系统设计方案、硬件电路设计原理图、源程序清单等内容,并结合课程设计的课题对目前流行的串行扩展技术,如 I²C、单总线、SPI 串行接口进行了详细的介绍。

本书由浅入深精心选择了 16 个单片机基础实验和 6 个单片机课程设计课题,这些题目均是近年来在课程教学中学生所完成的基础实验、课程设计和单片机综合实践训练的积累与总结。书中所有实验内容及课程设计课题均通过了 Proteus 仿真和实际电路调试,并为所有基础实验和课程设计课题提供了详细的电路原理图及 C51 程序源代码,读者可以从 <ftp://ftp.tup.tsinghua.edu.cn> 下载。

本书由魏芬、戴丽佼、李红霞编写,魏芬任主编,负责编写第 2 章,第 5 章的 5.1、5.2、5.3、5.5、5.6 节及内容简介、前言、附录 A、参考文献等内容,并进行了全书的策划与统稿。戴丽佼负责编写第 3 章、第 4 章的 4.1、4.3、4.7、4.8、4.9、4.12、4.13、4.15、4.16 节、第 5 章的 5.4 节。李红霞负责编写第 1 章、第 4 章的 4.2、4.4、4.5、4.6、4.10、4.11、4.14 节和附录 B、附录 C。

本书在编写过程中得到了许多专家和老师的的大力支持与热情帮助,他们提出了许多宝贵的建议和意见,在此表示衷心的感谢。



由于作者水平有限,书中的错误及疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正,并请与作者本人(邮箱:wfen1229@126.com)联系。

编者

2015 年 1 月

第 1 章 μ Vision4 集成开发环境	1
1.1 μ Vision4 概述	1
1.2 μ Vision4 安装	2
1.3 μ Vision4 的下拉菜单	3
1.3.1 File 菜单	4
1.3.2 Edit 菜单	4
1.3.3 View 菜单	7
1.3.4 Project 菜单	8
1.3.5 Flash 菜单	11
1.3.6 Tools 菜单	11
1.3.7 SVCS 菜单	12
1.3.8 Window 菜单	12
1.3.9 Help 菜单	12
1.4 μ Vision4 的工具栏按钮	12
1.4.1 文件工具按钮	12
1.4.2 编译选项工具按钮	14
1.4.3 调试工具按钮	14
1.5 μ Vision4 中的调试器	15
1.5.1 调试器功能(Debug)选项配置	15
1.5.2 Debug 状态下窗口分配与 View 菜单	17
1.5.3 通过 Debug 菜单进行程序代码调试	18
1.5.4 通过 Peripherals 菜单观察仿真结果	19
1.6 C51 简单编程与调试	21
第 2 章 单片机系统的 Proteus 设计与仿真	29
2.1 Proteus 功能概述	29
2.2 Proteus ISIS 编辑环境	31
2.2.1 菜单栏	33
2.2.2 工具栏	34
2.2.3 工具箱	36
2.2.4 方向工具栏	37
2.2.5 仿真工具栏	37

2.3	Proteus 电路原理图设计	38
2.3.1	新建一个设计文件	38
2.3.2	选择元器件并添加到对象选择器中	39
2.3.3	元件的放置、调整与编辑	40
2.3.4	对原理图布线	41
2.4	Proteus 软件中的 C51 程序运行与调试	44
2.4.1	离线调试	44
2.4.2	Proteus 和 Keil μ Vision4 在线联调	44
2.5	Proteus ISIS 的虚拟仿真工具	47
2.5.1	探针	47
2.5.2	虚拟仪器	47
2.5.3	激励源	48
2.5.4	仿真图表	50
第3章	单片机 C 语言程序设计基础	51
3.1	C51 程序设计的特点	51
3.2	C51 语言的数据	52
3.2.1	数据类型	52
3.2.2	常量与变量	53
3.2.3	数据的存储类型	55
3.2.4	数据存储模式与绝对地址访问	58
3.3	C51 运算符	59
3.3.1	算术运算符	59
3.3.2	关系运算符	60
3.3.3	逻辑运算符	60
3.3.4	位运算符	60
3.3.5	复合赋值运算符	61
3.4	C51 程序的基本语句	62
3.4.1	表达式语句	62
3.4.2	复合语句	62
3.4.3	条件语句	62
3.4.4	开关语句	64
3.4.5	循环语句	65
3.5	C51 语言函数	66
3.5.1	C51 函数的定义	66
3.5.2	C51 函数调用	67
3.5.3	中断函数	67

第4章 单片机基础实验	70
4.1 单片机仿真实验仪使用说明	70
4.1.1 单片机仿真实验仪功能介绍	70
4.1.2 实验项目介绍	72
4.1.3 实验注意事项	73
4.2 LED流水灯实验	73
4.2.1 实验目的	73
4.2.2 实验设备及器件	74
4.2.3 实验内容	74
4.2.4 延时时间计算	74
4.2.5 实验步骤	74
4.2.6 流水灯实验仿真图	74
4.2.7 实验参考程序	75
4.2.8 实验思考题	77
4.3 蜂鸣器驱动实验	77
4.3.1 实验目的	77
4.3.2 实验设备及器件	77
4.3.3 实验内容	77
4.3.4 蜂鸣器驱动原理	77
4.3.5 实验步骤	78
4.3.6 蜂鸣器驱动实验仿真图	78
4.3.7 实验参考程序	79
4.3.8 实验思考题	84
4.4 74HC138译码器实验	84
4.4.1 实验目的	84
4.4.2 实验设备及器件	84
4.4.3 实验内容	84
4.4.4 74HC138的工作原理	84
4.4.5 实验步骤	85
4.4.6 74HC138译码器实验仿真图	85
4.4.7 实验参考程序	86
4.4.8 实验思考题	87
4.5 外部中断控制实验	88
4.5.1 实验目的	88
4.5.2 实验设备及器件	88
4.5.3 实验内容	88
4.5.4 外部中断编程说明	88



4.5.5	实验步骤	89
4.5.6	外部中断控制实验仿真图	89
4.5.7	实验参考程序	90
4.5.8	实验思考题	92
4.6	定时器应用实验	92
4.6.1	实验目的	92
4.6.2	实验设备及器件	92
4.6.3	实验内容	93
4.6.4	定时器中断编程说明	93
4.6.5	实验步骤	94
4.6.6	定时器应用实验仿真图	94
4.6.7	实验参考程序	95
4.6.8	实验思考题	97
4.7	扩展并行输出实验	97
4.7.1	实验目的	97
4.7.2	实验设备及器件	97
4.7.3	实验内容	97
4.7.4	74HC164 的工作原理	97
4.7.5	实验步骤	98
4.7.6	74HC164 实验仿真图	99
4.7.7	实验程序清单	100
4.7.8	实验思考题	101
4.8	扩展并行输入实验	101
4.8.1	实验目的	101
4.8.2	实验设备及器件	101
4.8.3	实验内容	101
4.8.4	74HC165 的工作原理	101
4.8.5	实验步骤	102
4.8.6	74HC165 实验仿真图	103
4.8.7	实验程序清单	104
4.8.8	实验思考题	105
4.9	串行 A/D 转换实验	105
4.9.1	实验目的	105
4.9.2	实验设备及器件	106
4.9.3	实验内容	106
4.9.4	TLC549 的工作原理	106
4.9.5	实验步骤	108

4.9.6	串行 A/D 转换实验仿真图	108
4.9.7	实验参考程序	110
4.9.8	实验思考题	111
4.10	串行 D/A 转换实验	112
4.10.1	实验目的	112
4.10.2	实验设备	112
4.10.3	实验内容	112
4.10.4	TLC5620 的工作原理	112
4.10.5	实验原理图	115
4.10.6	实验步骤	115
4.10.7	实验参考程序	116
4.10.8	实验思考题	120
4.11	红外收发实验	120
4.11.1	实验目的	120
4.11.2	实验设备及器件	120
4.11.3	实验内容	121
4.11.4	红外收发原理	121
4.11.5	实验原理图	121
4.11.6	实验步骤	121
4.11.7	实验参考程序	122
4.11.8	实验思考题	125
4.12	RS-232 串口通信实验	125
4.12.1	实验目的	125
4.12.2	实验设备及器件	125
4.12.3	实验内容	125
4.12.4	SP232 的工作原理	126
4.12.5	实验步骤	126
4.12.6	RS-232 通信实验仿真图	128
4.12.7	实验参考程序	130
4.12.8	实验思考题	132
4.13	RS-485 差分串行通信实验	132
4.13.1	实验目的	132
4.13.2	实验设备及器件	132
4.13.3	实验内容	132
4.13.4	RS-485 总线简介	132
4.13.5	SN75176 的功能特性	133
4.13.6	实验步骤	134



4.13.7	RS-485 通信实验仿真图	134
4.13.8	实验参考程序	135
4.13.9	实验思考题	138
4.14	直流电动机实验	138
4.14.1	实验目的	138
4.14.2	实验设备	138
4.14.3	实验内容	138
4.14.4	直流电动机驱动原理	138
4.14.5	实验步骤	138
4.14.6	直流电动机控制实验仿真图	139
4.14.7	实验参考程序	140
4.14.8	实验思考题	144
4.15	步进电动机实验	144
4.15.1	实验目的	144
4.15.2	实验设备及器件	144
4.15.3	实验内容	145
4.15.4	步进电动机的工作原理	145
4.15.5	实验步骤	146
4.15.6	步进电动机驱动实验仿真图	146
4.15.7	实验参考程序	148
4.15.8	实验思考题	149
4.16	数字频率计实验	150
4.16.1	实验目的	150
4.16.2	实验设备及器件	150
4.16.3	实验内容	150
4.16.4	555 多谐振荡器	150
4.16.5	ZLG7290 的功能特性	150
4.16.6	实验原理图	152
4.16.7	实验步骤	153
4.16.8	实验参考程序	153
4.16.9	实验思考题	155
第 5 章 单片机课程设计		156
5.1	LED 电子显示屏的设计	156
5.1.1	系统功能设计要求	156
5.1.2	系统设计方案	156
5.1.3	LED 点阵的工作原理	156

5.1.4	74HC595 功能介绍	157
5.1.5	系统硬件电路设计	159
5.1.6	系统控制程序设计思路	161
5.1.7	系统源程序清单	162
5.2	DS18B20 数字温度计的设计	168
5.2.1	系统功能设计要求	168
5.2.2	系统设计方案	168
5.2.3	数字温度传感器 DS18B20	169
5.2.4	系统硬件电路设计	177
5.2.5	系统控制程序设计思路	178
5.2.6	系统源程序清单	179
5.3	基于 PCF8563 的电子万年历设计	183
5.3.1	系统功能设计要求	183
5.3.2	系统设计方案	183
5.3.3	I ² C 实时时钟/日历芯片 PCF8563	183
5.3.4	12864 中文液晶显示模块	189
5.3.5	I ² C 总线概述	197
5.3.6	系统硬件电路设计	203
5.3.7	系统控制程序设计思路	203
5.3.8	系统源程序清单	205
5.4	超声波测距仪的设计	217
5.4.1	系统功能设计要求	217
5.4.2	系统设计方案	217
5.4.3	超声波传感器分类	218
5.4.4	LCD1602 字符液晶模块概述	218
5.4.5	系统硬件电路设计	222
5.4.6	系统控制程序设计思路	225
5.4.7	系统源程序清单	226
5.5	北斗实时定位信息显示系统的设计	232
5.5.1	系统功能设计要求	232
5.5.2	系统设计方案	232
5.5.3	北斗定位模块 UM220 简介	233
5.5.4	USB 转串口芯片 CH340G	235
5.5.5	系统硬件电路设计	236
5.5.6	系统控制程序设计思路	237
5.5.7	系统源程序清单	239



5.6	2.4GHz 近距离无线通信系统设计	250
5.6.1	系统功能设计要求	250
5.6.2	系统设计方案	250
5.6.3	nRF24L01+无线模块简介	250
5.6.4	数字温湿度传感器 DHT11	259
5.6.5	系统硬件电路设计	261
5.6.6	系统控制程序设计思路	263
5.6.7	系统源程序清单	264
附录 A	Proteus 中的元件库与常用元器件	282
附录 B	C51 中的关键字、运算符和结合性	285
附录 C	ASCII 码字符表	288
参考文献		289

第 1 章

μ Vision4 集成开发环境

μ Vision4 集成开发环境是由单片机开发软件制造商 Keil Software 公司于 2009 年推出的产品,它引入了灵活的窗口管理系统,使开发人员能够用多台监视器,并可以更好地利用屏幕空间和有效地组织多个窗口,在一个整洁、高效的环境中开发应用程序。 μ Vision4 中包含了源程序文件编辑器、项目管理器、源程序调试器等,它具有强大的管理功能,包含有一个器件数据库。 μ Vision4 可以进行软件模拟仿真,也可以利用硬件目标板在线调试。

1.1 μ Vision4 概述

Keil 公司最新推出的集成开发环境 μ Vision4,是一种 32 位标准的 Windows 应用程序,支持长文件名操作,其界面类似于 MS Visual C++,功能十分强大。 μ Vision4 中包含了源程序文件编辑器、项目管理器(Project)、源程序调试器(Debug)等,并且为 C51 编译器、A51 汇编器、BL51/Lx51 链接定位器、RTX51 实时操作系统、Simulator 软件模拟器以及 Monitor-51 硬件目标调试器提供了统一而灵活的开发环境。

(1) μ Vision4 提供了强大的项目管理功能,可以十分方便地进行结构化多模块程序设计。 μ Vision4 的源级浏览器功能利用符号数据库使用户可以快速浏览源文件,用户可通过详细的符号信息来优化变量存储器;利用文件查找功能可在指定的若干种文件中进行全局文件搜索;工具菜单功能允许启动指定的用户应用程序。 μ Vision4 还提供了对第三方工具软件的接口。

(2) μ Vision4 内部集成器件数据库(Device Database)储存了多种不同型号单片机的片上资源信息,通过它可以自动设置 C51 编译器、Ax51 宏汇编器、BL51/Lx51 链接定位器及调试器的默认选项,充分满足用户利用特定单片机集成外围功能的要求。

(3) μ Vision4 内部集成源程序编辑器,允许用户在编辑源程序文件时(甚至在未经编译和汇编之前)设置程序调试断点,便于在程序调试过程中快速检查和修改程序。

(4) μ Vision4 提供文件查找功能,能对单一文件或全部项目文件进行指定搜索。此外还提供了用户工具菜单接口,允许在 μ Vision4 中直接启动用户功能。

(5) μ Vision4 支持软件模拟仿真(Simulator)和用户目标板调试(Monitor-51)两种工作方式,在软件模拟仿真方式下不需要任何 8051 单片机硬件即可完成用户程序仿真调试,极大地提高了用户程序开发效率,在用户目标板调试方式下,利用硬件目标板中的监控程序可以直接调试目标硬件系统。

1.2 μ Vision4 安装

双击 μ Vision4 安装应用程序,用户可以根据提示选择继续安装,单击 Next 按钮后,在弹出的安装询问对话框中选中“I agree to all the terms of the preceding License Agreement”复选框,表示用户同意软件要求的协议中的所有条款。单击 Next 按钮后会继续在弹出的对话框中选择软件安装的路径。根据提示信息单击 Next 按钮直至安装完毕,再单击 Finish 按钮确认。此时可在桌面上看到 Keil μ Vision4 软件的快捷图标,如图 1-1 所示。



图 1-1 Keil μ Vision4 快捷图标

双击此快捷图标即可启动运行,启动运行后出现如图 1-2 所示的主窗口。主窗口由标题栏、菜单栏、工具栏、工作区窗口、文件编辑窗口、输出窗口以及状态栏等组成。

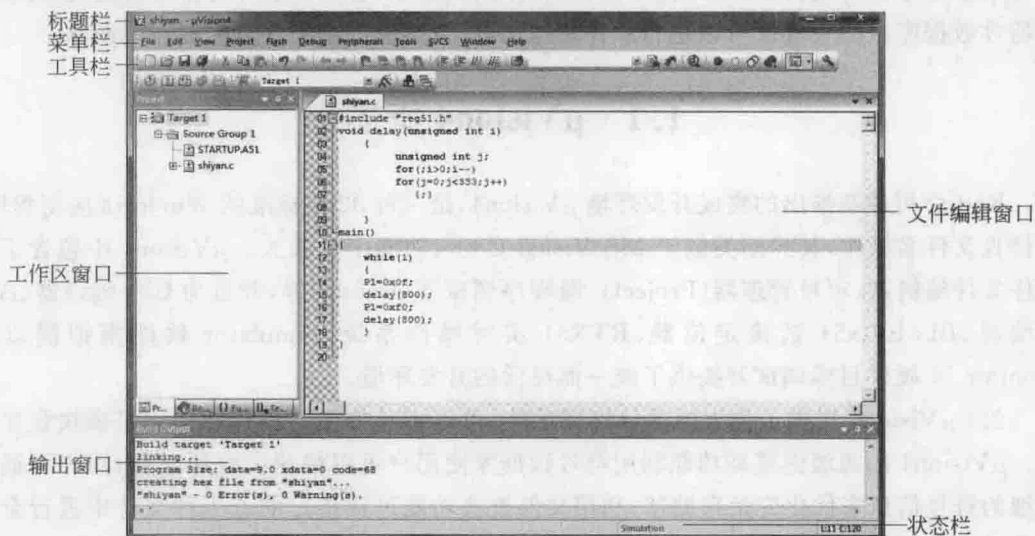


图 1-2 μ Vision4 的窗口分配

1. 标题栏

标题栏用于显示应用程序名和当前打开的文件名。

2. 菜单栏

菜单栏中提供有多种选项,用户可以根据不同需要选用。

3. 工具栏

工具栏中的按钮分为三组:文件工具按钮、调试工具按钮、编译选项工具按钮,它们是菜单栏中一些重要选项的快捷方式,将光标放在某个工具按钮上稍作停留,屏幕上会自动显示该按钮的功能提示,很多时候使用工具栏中的按钮要比菜单栏方便。

4. 工作区窗口

工作区窗口用于显示当前打开项目的有关信息,包括四个选项卡:Project(项目)、Books(参考书)、Functions(函数)和 Templates(模版)。启动 μ Vision4 时工作区窗口自动进入 Project 选项卡,双击其中一个文件名,将立即在文件编辑窗口中打开该文件。

(1) Project 选项卡内用不同图标来表示文件的属性,常用的图标及其对应属性的描述如下:

: 文件组图标,当文件组中已经添加了文件时,该图标左边将出现一个“+”号,单击“+”可以展开该文件组。

: 表示被编译、链接到项目中去文件。

: 表示不被编译、链接到项目中去文件。

利用图标能够快速浏览一个项目中不同目标(Target)的选项设置,Project 窗口中显示的图标总是反映当前所选目标的属性。

(2) Books 选项卡显示 C51 软件包附带的各种参考文档和帮助信息,双击其中某个文件名,即可将其打开进行浏览。

(3) Functions 选项卡显示当前项目所有 C 语言文件中的函数,双击函数名即可找到该函数所在的位置。

(4) Templates 选项卡显示 C51 常用语句,双击语句名即可将其复制到编辑窗口,实现快速编程。

5. 文件编辑窗口

文件编辑窗口用于对当前打开的文件进行编辑。 μ Vision4 提供了一种多功能的文件操作环境,其中包含一个内嵌式编辑器,它是标准的 Windows 文件编辑器,具有十分强大的文件编辑功能。

在 μ Vision4 文件编辑窗口中可以同时打开多个不同类型的文件分别进行处理,这一点对于结构化多模块程序设计特别方便。编辑器还提供一种可选的彩色语句显示功能,对于 C51 程序中的变量、关键字、语句等采用不同颜色显示,提高了程序的可读性。

6. 输出窗口

输出窗口(Build Output)用于显示编译链接提示信息,当编译链接出错时,双击该窗口中某个错误提示信息,光标将自动跳转到文件编辑窗口对应文件发生错误的地方,方便用户分析错误原因和修改源文件。

7. 状态栏

状态栏用于显示当前项目所配置的调试器以及文件编辑窗口中当前光标所在的行号、列号等信息。

1.3 μ Vision4 的下拉菜单

μ Vision4 提供了下拉菜单和快捷工具按钮两种操作方式。下拉菜单中有多种选项,可根据不同需要选用。下面对经常用到的菜单项的具体功能进行介绍。

1.3.1 File 菜单

File 菜单如图 1-3 所示,共分为 5 栏。

(1) 文件操作

New: 创建一个新文件,快捷键为 Ctrl+N。

Open: 打开已有的文件,快捷键为 Ctrl+O。

Close: 关闭当前的文件。

Save: 保存当前的文件,快捷键为 Ctrl+S。

Save As: 保存并重新命名当前的文件。

Save All: 将打开的多个文件同时保存。

(2) μ Vision4 器件库管理(Device Database)及许可证管理(License Management)

Device Database: 维护 μ Vision4 器件数据库,在这个选项中可以查询到单片机的型号和器件生产的厂商以及对器件的简单介绍等。

License Management: 许可证管理,在这个选项中的 New License ID Code 栏中输入新的许可证 ID 码后单击 Add LIC 选项,可以完成注册。

(3) 文件打印处理

Print Setup: 设置打印机。

Print: 将当前编辑的文件打印输出,快捷键为 Ctrl+P。

Print Preview: 用来进行文件打印预览。

(4) 此栏保存有最近打开过的文件名,单击文件名可立即打开该文件。

(5) Exit 选项: 退出 μ Vision4 环境,返回 Windows。

1.3.2 Edit 菜单

Edit 菜单如图 1-4 所示,主要用于对当前已打开的文件进行编辑处理,共分为 7 栏。

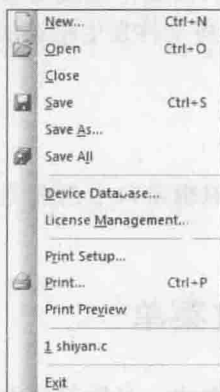


图 1-3 File 菜单

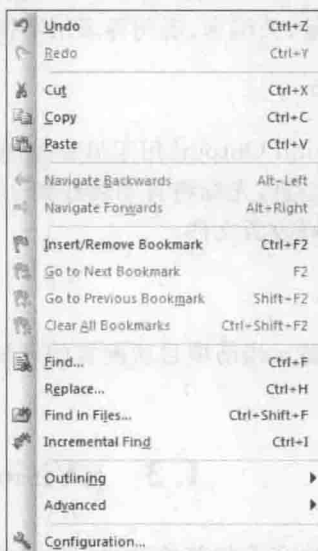


图 1-4 Edit 菜单