

高等学校嵌入式技术与应用系列教材

王宜怀 曹金华 沈安东 刘晓升 编著

嵌入式技术基础 与实践实验指导

清华大学出版社



TP360.21/27D

2008

高等学校嵌入式技术与应用系列教材

嵌入式技术基础 与实践实验指导

王宜怀 曹金华 沈安东 刘晓升 编著

您使用本书是作为 参考 教材 习题 其他

您对本书封面设计的满意度: 很满意 满意 一般 不满意

您对本书印刷质量的满意度: 很满意 满意 一般 不满意

您对本书的总体满意度: 很满意 满意 一般 不满意

从语言质量角度看: 很满意 满意 一般 不满意

从科技含量角度看: 很满意 满意 一般 不满意

本书最令您满意的是: _____

指导明确 内容充实 习题丰富

您认为本书在哪些方面需要进行修改? (可用页)

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是《嵌入式技术基础与实践》的配套实验指导书,全书共分6章。第1章和第2章介绍嵌入式实验系统开发软件和硬件设备,包括嵌入式系统的软件工具和硬件工具、如何自制嵌入式系统的软件开发和硬件构建;第3章为入门实验,引导学生学习软件开发工具和构建简单的实验,以及掌握入门知识;第4章为基础实验,学生动手完成这些基础实验,可以掌握嵌入式系统的基本知识;第5章为综合实验,一部分是具有较深知识的通信实验,如 IIC、USB、CAN,另一部分是具有一定难度的综合实验,是建立在基础实验上的;第6章是毕业设计范例,选取了6个题目,是从苏州大学2007届本科毕业设计的嵌入式应用选题中精选出来,可供学生课程设计和毕业设计参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式技术基础与实践实验指导/王宜怀等编著. —北京:清华大学出版社,2008.2

(高等学校嵌入式技术与应用系列教材)

ISBN 978-7-302-16181-3

I. 嵌… II. 王… III. 微处理器—系统设计—教学参考资料 IV. TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 148529 号

责任编辑:魏江江 李 晔

责任校对:梁 毅

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印刷者:北京国马印刷厂

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:185×260 印 张:10 字 数:236 千字

附光盘 1 张

版 次:2008年2月第1版 印 次:2008年2月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:19.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:025237-01

前 言

本书是《嵌入式技术基础与实践》的配套实验指导书,书中所选实验及毕业设计范例,都是从教学、科研的实际程序中提取的,均经过调试,保证其具有可验证性,方便完成嵌入式系统的实训教学。

全书共分6章。第1章和第2章为嵌入式实验系统开发软件和硬件设备的基础知识,介绍了学习嵌入式系统的软件工具和硬件工具、如何自己实现嵌入式系统的软件开发和硬件构建;第3章为入门实验,其中安排了2个实验,引导学生学习软件开发工具和构建简单的实验,以及掌握入门的知识;第4章为基础实验,其中安排了8个实验,通过完成这些基础实验,可以掌握嵌入式系统的基本知识;第5章为综合实验,其中安排了6个实验,一部分实验是具有较深知识的通信实验,比如:IIC、USB、CAN,另一部分是建立在基础实验上的具有一定难度的综合实验;第6章是毕业设计范例,选取了6个题目,是从苏州大学2007届本科毕业设计的嵌入式应用方面的选题中精选出来,可供学生课程设计和毕业设计参考。附录中还提供了实验报告的样例,以便学生完成实验报告参考,同时提供了实验箱的测试软件说明和各种 Freescale 的 HC08/S08 芯片评估板说明,以便进一步学习使用。

与本书配套的光盘提供开发环境软件、《嵌入式技术基础与实践》一书的所有实例程序、本实验指导书所涉及的源程序、相关芯片的技术手册及硬件评估板的技术资料等。

本书可作为高等院校自动化、电气工程、应用电子技术、机电一体化、微机应用、数控技术、计算机科学与技术、仪表及控制、信息通信技术、汽车工程等专业的实践教学环节的指导教材,同时也是相关教师及工程技术人员的参考书。

由于编者水平有限,书中难免有错误与不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2007年8月

读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请您来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 602 室 计算机与信息分社营销室 收

邮编：100084

电子邮件：jsjc@tup.tsinghua.edu.cn

电话：010-62770175-4608/4409

邮购电话：010-62786544

教材名称：嵌入式技术基础与实践实验指导

ISBN 978-7-302-16181-3

个人资料

姓名：_____ 年龄：_____ 所在院校/专业：_____

文化程度：_____ 通信地址：_____

联系电话：_____ 电子信箱：_____

您使用本书是作为：指定教材 选用教材 辅导教材 自学教材

您对本书封面设计的满意度：

很满意 满意 一般 不满意 改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：

很满意 满意 一般 不满意 改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 很满意 满意 一般 不满意

从科技含量角度看 很满意 满意 一般 不满意

本书最令您满意的是：

指导明确 内容充实 讲解详尽 实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？（可附页）

您希望本书在哪些方面进行改进？（可附页）

目 录

26	.....	容内编定,四	
32	.....	示與辨識,正	
38	.....	求要告琳编定,六	
38	.....	编定用返本基的系友入研,章+第	
38	.....	编定LED管再成,三编定	
第 1 章	MT-IDE For Freescale HC08/S08 集成开发环境	.....	1
38	1.1	概述	1
38	1.2	MT-IDE For Freescale HC08 V1.0	2
38	1.2.1	软件的安装	3
38	1.2.2	文件操作	4
38	1.2.3	Flash 操作	7
38	1.2.4	程序调试方法	8
38	.....	编目编定,一	
第 2 章	HC08/S08 硬件实验系统	.....	13
38	2.1	扩展板部分(MT-Extend Board I型)接口及模块介绍	13
38	2.1.1	160Pin 核心板接口及元件扩展口	13
38	2.1.2	电源及支撑电路	16
38	2.1.3	输入模块	17
38	2.1.4	输出模块	20
38	2.1.5	通信模块	23
38	2.2	核心板部分	25
38	2.2.1	与扩展板接口	26
38	2.2.2	已接线的硬件接口	26
38	2.3	HC08 写入调试器 MT-Programmer For HC08	28
38	2.4	S08 写入调试器 MT-Programmer For S08	30
38	.....	编定通中出器器插宝,六编定	
第 3 章	嵌入式系统入门实验	.....	32
38	实验一	MC908GP32 入门实验	32
38	一、	实验目的	32
38	二、	预习要求	32
38	三、	实验设备及其连接	32
38	四、	实验内容	32
38	五、	MT-IDE 嵌入式开发系统的使用方法及编程提示	33
38	六、	实验报告要求	34
38	实验二	串口通信(SCI)实验	34
38	一、	实验目的	34
38	二、	预习要求	35
38	三、	实验设备及其连接	35

四、实验内容	35
五、编程提示	35
六、实验报告要求	36
第 4 章 嵌入式系统基本应用实验	37
实验三 数码管 LED 实验	37
一、实验目的	37
二、预习要求	37
三、实验设备及其连接	37
四、实验内容	37
五、编程提示	38
六、实验报告要求	39
实验四 液晶 LCD 显示实验	39
一、实验目的	39
二、预习要求	40
三、实验设备及其连接	40
四、实验内容	40
五、编程提示	41
六、实验报告要求	41
实验五 键盘中断实验	42
一、实验目的	42
二、预习要求	42
三、实验设备及其连接	42
四、实验内容	42
五、编程提示	43
六、实验报告要求	43
实验六 定时器溢出中断实验	43
一、实验目的	43
二、预习要求	44
三、实验设备及其连接	44
四、实验内容	44
五、编程提示	44
六、实验报告要求	44
实验七 定时器模块的输入捕捉实验	45
一、实验目的	45
二、预习要求	45
三、实验设备及其连接	45
四、实验内容	46
五、编程提示	46

六、实验报告要求	46
实验八 输出比较和脉宽调制(PWM)实验	46
一、实验目的	46
二、预习要求	47
三、实验设备及其连接	47
四、实验内容	47
五、编程提示	48
六、实验报告要求	48
实验九 串行外设通信(SPI)实验	48
一、实验目的	48
二、预习要求	49
三、实验设备及其连接	49
四、实验内容	49
五、编程提示	50
六、实验报告要求	50
实验十 A/D 转换模块实验	50
一、实验目的	50
二、预习要求	51
三、实验设备及其连接	51
四、实验内容	52
五、编程提示	52
六、实验报告要求	52
第 5 章 综合设计实验	53
实验十一 IIC 实验	53
一、实验目的	53
二、预习要求	53
三、实验设备及其连接	54
四、实验内容	54
五、编程提示	54
六、实验报告要求	55
实验十二 Flash 在线编程实验	56
一、实验目的	56
二、预习要求	56
三、实验设备及其连接	56
四、实验内容	56
五、编程提示	56
六、实验报告要求	58
实验十三 配置实验	58

81	一、实验目的	58
81	二、预习要求	59
81	三、实验设备及其连接	59
71	四、实验内容	59
71	五、编程提示	59
71	六、实验报告要求	62
81	实验十四 USB 通信实验	62
81	一、实验目的	62
81	二、预习要求	63
81	三、实验设备及其连接	63
81	四、实验内容	63
81	五、编程提示	63
81	六、实验报告要求	65
82	实验十五 CAN 总线实验	65
82	一、实验目的	65
82	二、预习要求	66
82	三、实验设备及其连接	66
82	四、实验内容	66
82	五、编程提示	66
82	六、实验报告要求	68
82	实验十六 计算器设计实验	68
82	一、实验目的	68
82	二、预习要求	68
82	三、实验设备及其连接	68
82	四、实验内容	69
82	五、编程提示	69
82	六、实验报告要求	69
82	第 6 章 嵌入式应用技术毕业设计范例	70
82	范例一 射频卡读写系统	70
82	一、系统概述	70
82	二、硬件设计实例	71
82	三、低端软件设计实例	78
82	四、PC 方软件设计实例	84
82	五、小结	84
82	范例二 嵌入式以太网接口设计方案	85
82	一、系统概述	85
82	二、硬件设计实例	87
82	三、软件设计实例	89

	四、小结	94
范例三	电子罗盘	95
	一、系统概述	95
	二、系统输入/输出分析	95
	三、硬件设计	96
	四、软件设计	99
	五、小结	101
范例四	数字抢答器	101
	一、系统概述	101
	二、硬件设计	102
	三、软件设计	103
	四、小结	104
范例五	汉字点阵	104
	一、系统概述	104
	二、硬件设计	105
	三、软件设计	107
	四、小结	110
范例六	步进电机	110
	一、系统概述	110
	二、硬件设计	112
	三、软件设计	114
	四、小结	116
附录A	苏州大学 Freescale 嵌入式系统实验室已有核心板及评估板	117
附录B	实验报告样例(实验二)	118
	一、实验目的	118
	二、实验内容	118
	三、实验过程	118
	四、编程	119
	五、实验问答(根据实验指导书所列举的问题)	123
	六、实验小结	123
附录C	计算器设计实验的主要程序代码(实验十六)	124
	一、4 字节十进制四则运算符程序代码	124
	二、结果显示子程序代码	140
附录D	实验箱硬件测试软件的使用说明	142
	一、引脚分配	142
	二、测试方法	142

第 1 章 MT-IDE For Freescale HC08/S08 集成开发环境

1.1 概 述

传统的嵌入式应用开发方法主要是使用仿真器模拟目标系统中 MCU 的运行情况,希望能够在目标系统硬件尚未定型与制板的情况下,先行调试目标系统的硬件、软件,为目标系统的研制提供前期基础。但是,在一些情况下,难以实现 100% 的实时仿真,有些功能在用仿真器调试时十分正常,而到了实际应用系统却不能顺利运行。同时,传统仿真方式的一些调试功能仅适用于初学者,对于具有一定开发经验并拥有通用功能模块积累的开发者,往往增加了开发时间。

MT-IDE For Freescale HC08 通用开发套件(下文中称 MT-IDE 通用开发套件)是针对飞思卡尔 MC68HC908 系列的开发工具,提供 MON08 方式在线编程、仿真调试功能;MT-IDE For Freescale HCS08 通用开发套件(下文中也称 MT-IDE 通用开发套件)是针对飞思卡尔 MC9S08 系列的开发工具,提供 BDM 方式在线编程、仿真调试功能,两者是面向单片机开发人员的功能强大、低成本、高运行速度的开发工具。开发套件由以下几部分构成:MT-IDE 写入调试适配头、实验核心板、实验扩展板。在 IDE 集成开发环境的支持下,通过写入调试适配头,可以对 HC08/S08 MCU 进行在线编程、调试。实验扩展板提供核心板底座、LED 灯、4×4 键盘、8 组开关、模拟电位计、蜂鸣器、8 段数码管、LCD、红外传感器、光敏传感器、热敏传感器、串行口、USB、CAN、IIC、SPI 等接口,基本包括了 HC08MCU 所具有的模块接口。

MT-IDE 通用开发套件集完整的硬件开发系统和方便快捷的软件集成开发环境于一体,助你轻松体验 Freescale HC08/S08 MCU 的优点。该开发套件可作为 Freescale 系列 MCU 教学和培训班的实验器材,大中专学生和技术人员自学 Freescale MCU 时的实验器材,也可以作为技术人员开发项目时的开发工具。

该系统具有如下特点:

- (1) 通用性。支持目前 Freescale HC08/S08 系列的所有 MCU。
- (2) 可扩充性。对于 HC08/S08 系列的新款 MCU,可以快速实现支持。
- (3) 灵活性。硬件系统灵活,根据实际需要选配或自己制作 MT-Core 核心板。
- (4) 操作简单。MT-IDE 集成开发环境采用 Windows 风格,提供友好的操作界面,使用简便。
- (5) 功能齐全。MT-IDE 集成开发环境集源程序编辑、编译、下载、调试等功能于一体,同时提供配套教材、丰富的编程实例及网上技术交流平台,方便学习和开发。
- (6) 可靠性强。通过对擦除、写入等操作后的数据检验,确保了操作的正确性。
- (7) MT-IDE 写入调试适配头在线升级功能。

1.2 MT-IDE For Freescale HC08 V1.0

MT-IDE 软件是针对 Freescale HC08 系列 MCU 的开发工具,采用 Windows 风格,提供友好的操作界面,具有编辑、编译、下载、调试等功能,通用性强,使用方便。目前使用的版本为 V1.0 版,软件的版本可能还会根据应用的需要进行升级,用户可以选择使用最新的版本来进行帮助完成项目的开发工作。具体功能如下:

- (1) 支持 Freescale HC08 系列的所有 MCU。
- (2) 以工程的方式管理文件。
- (3) 支持 C 语言和汇编语言的源文件编辑、编译。
- (4) 支持 HC08 系列 MCU 的 Flash 操作(擦除、写入和读出)。
- (5) 支持 C 语言和汇编语言的断点调试与单步调试。
- (6) 支持内存与寄存器观察。
- (7) 支持 S-Record 文件。

MT-IDE 集成开发环境启动界面如图 1-1 所示。

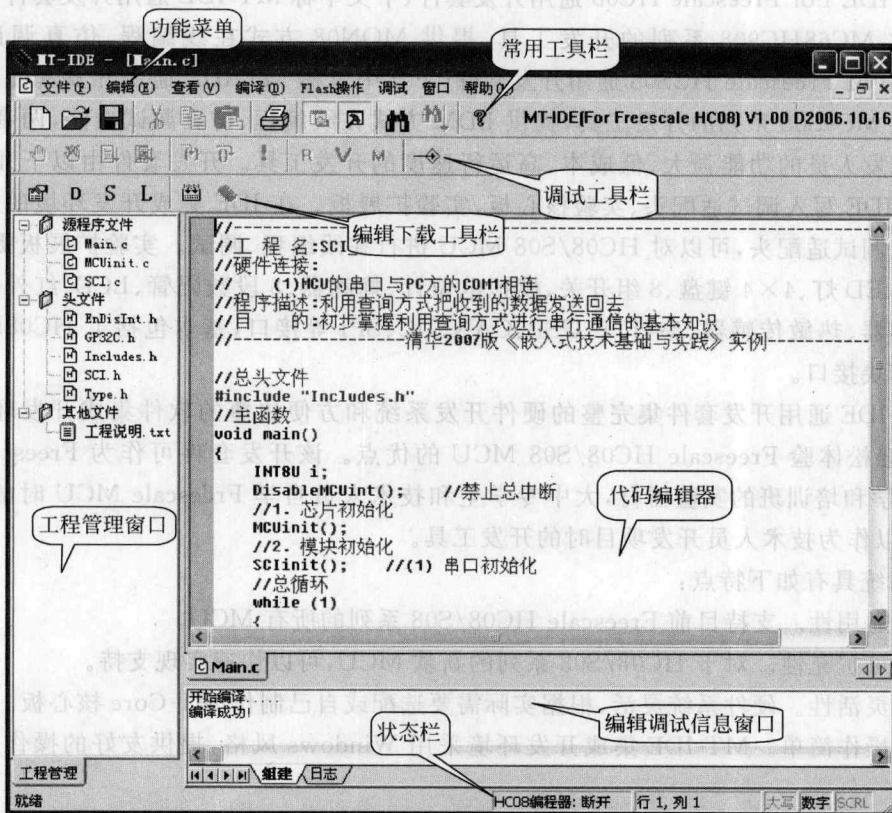


图 1-1 MT-IDE For HC08 启动界面

软件运行环境: Windows 2000 及更高版本的 Windows 操作系统。
由于 HCS08 的 IDE 开发环境的安装和使用几乎与 HC08 完全相同,所以这里仅以

HC08 的 IDE 开发环境为例介绍其安装过程和使用方法。对于在 HCS08 的 IDE 开发环境中遇到的问题可以参考这部分的内容。

1.2.1 软件的安装

1. 安装 MT-IDE for Freescale HC08 V1.0 集成开发环境

运行 Setup.exe, 启动安装程序向导, 默认安装的路径为 C:\Program Files\MT-IDE。当成功安装本软件后, 将会在安装目录下看到如下文件夹。

- bin: 可执行程序文件夹;
- Docs: 说明文档文件夹, 包含软件使用的说明文档;
- Include: 08C 头文件夹, 包含 08C 编译器用到 C 的头文件;
- Lib: 08C 库文件夹, 包含 08C 链接时用到的库文件;
- Stationary: 框架程序文件夹, 包含各种芯片的基本的框架程序, 在新建工程时, 作为空工程的模板。

2. 安装 USB 驱动

将编程器与 PC 的 USB 口相连, 系统将弹出“发现新硬件”的提示, 并弹出“找到新的硬件向导”对话框, 选择“从列表或指定位置安装(高级)”选项, 如图 1-2 所示。

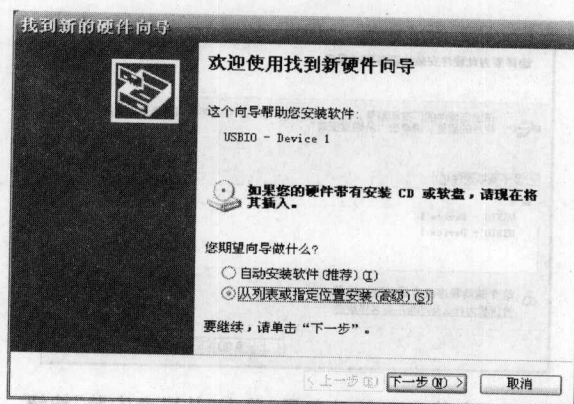


图 1-2 安装 USB 驱动“发现新硬件”对话框 1

单击“下一步”按钮, 选择“不要搜索, 我要自己选择要安装的驱动程序。”选项, 如图 1-3 所示。

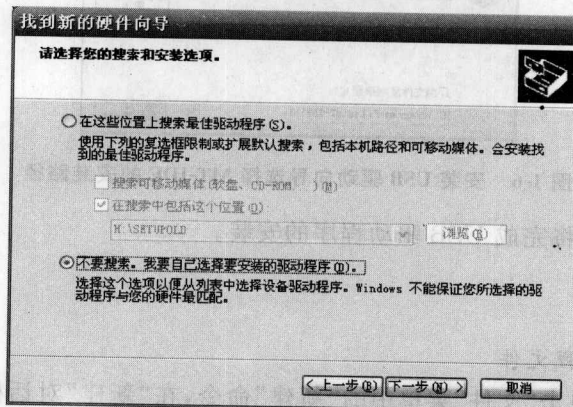


图 1-3 安装 USB 驱动向导对话框 2

单击“下一步”按钮,选择 Windows CE USB Devices 选项,如图 1-4 所示。

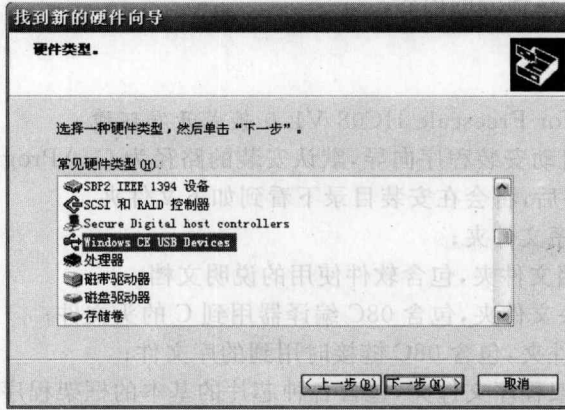


图 1-4 安装 USB 驱动向导对话框 3

单击“下一步”按钮,再单击“从磁盘安装”按钮,然后选择 MT-IDE 的安装路径,如图 1-5 和图 1-6 所示。

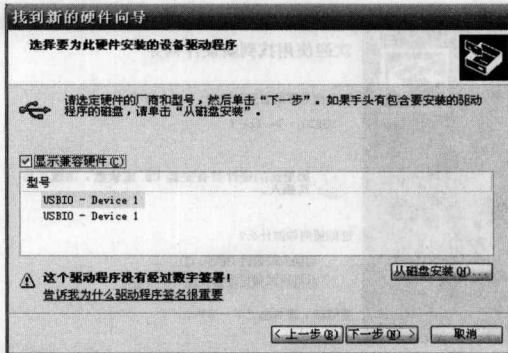


图 1-5 安装 USB 驱动向导,单击“从磁盘安装”按钮

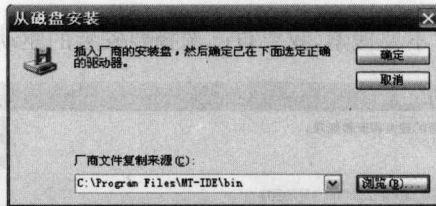


图 1-6 安装 USB 驱动向导选择 MT-IDE 的安装路径

单击“确定”按钮,将完成 USB 驱动程序的安装。

1.2.2 文件操作

1. 建立和打开工程文件

(1) 新建工程。单击“文件”菜单中的“新建”命令,在“新建”对话框的“新建工程”选项卡中选择工程的路径、工程文件名、工程类型,然后选择 MCU 型号,工程向导会自动在工程

属性中填入该器件的内存设置。工程属性可选择 C 工程或者汇编工程,如图 1-7 所示。以上设置好以后单击“确定”按钮,工程建立成功。工程向导将为用户产生部分该器件的引导代码和程序框架。

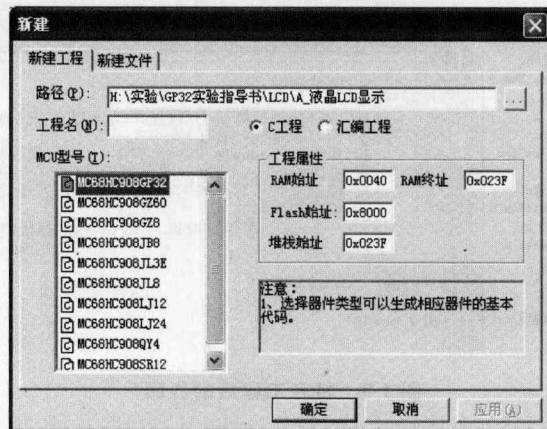


图 1-7 “新建工程”选项卡

(2) 新建文件。单击“文件”菜单中的“新建”命令,在“新建”对话框的“新建文件”选项卡中选择新建文件的路径、文件名、文件类型,然后选择是否添加到当前工程,如图 1-8 所示。完成以上设置后单击“确定”按钮,新建文件成功。

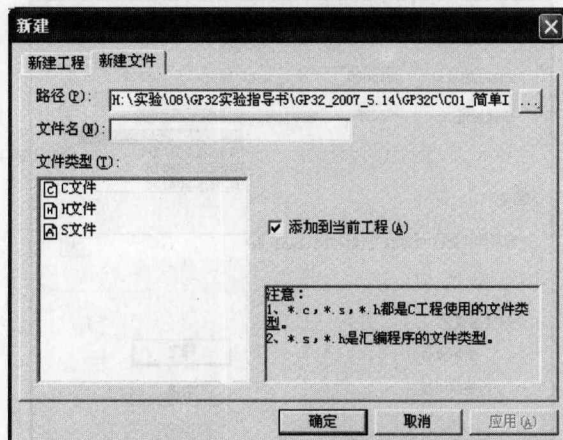


图 1-8 “新建文件”选项卡

(3) 打开工程。如果用户需要打开已有的工程,可以通过“文件”菜单中的“打开工程”命令实现,选择 *.prj 文件打开即可。打开工程时,MT-IDE 集成开发环境会默认选择 main.c 文件打开,主菜单上会显示 Flash 操作和调试子菜单,同时工具栏上的可用按钮也被激活,如图 1-9 所示。

2. 源文件编辑和编译

双击目录树上的源文件名,该文件就会被打开,可以对其进行修改编辑。编辑器支持语法将高亮显示。源代码编辑完成后,需要通过“编译”生成相应的 S19 机器码文件。

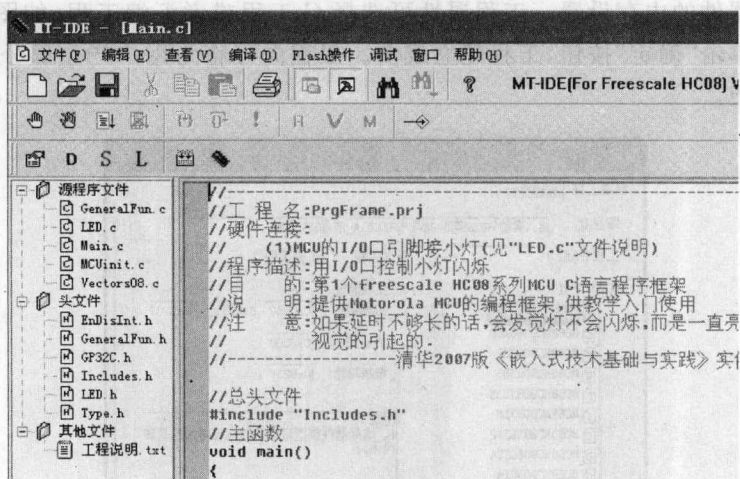


图 1-9 打开工程后的界面

例如,如果工程文件为 abc.prj(工程名为 abc),则编译后会在同一文件夹内生成 abc.s19 文件。

(1) 编译设置。单击“编译”菜单的“编译设置”命令,会出现如图 1-10 所示的设置对话框。

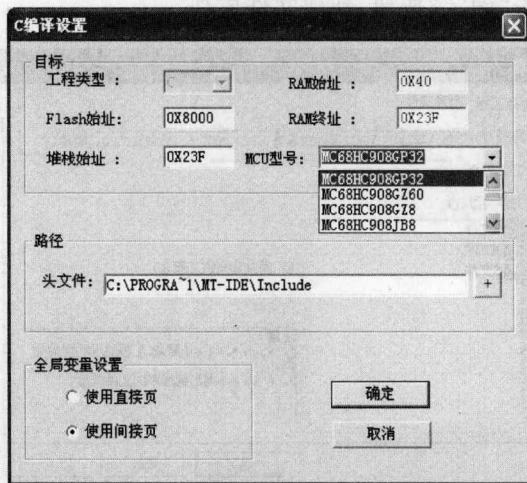


图 1-10 编译设置

在这里可以选择芯片型号,修改器件内存和 Flash 区的地址,以及编译器所需头文件的路径。全局变量设置用来设置程序中全局变量的地址使用单字节还是双字节。

(2) 编译工程。单击“编译”菜单的“编译源程序”命令,将对工程进行编译。如果编译成功,在下方编译调试输出信息窗口将输出编译成功字样。如果源程序中有错误,系统将给予提示。用户可以双击错误提示来跳转到错误的源程序行,编辑器中红色的一行即为错误行。编译过程中共会产生 3 种错误信息:警告、错误、连接错误,分别以蓝色、红色、橙色显示,如图 1-11 所示。

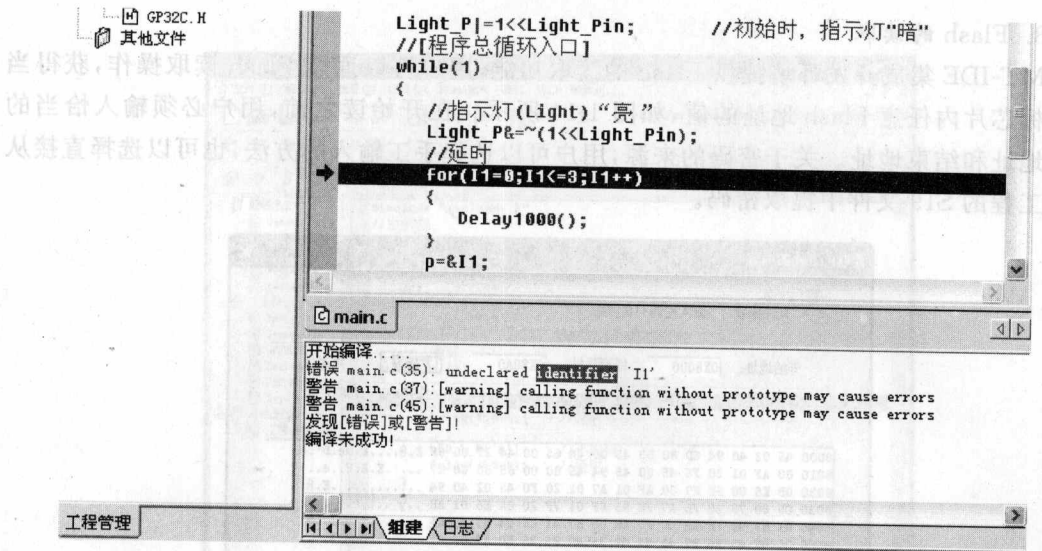


图 1-11 编译中出现错误

1.2.3 Flash 操作

1. Flash 擦除

当需擦除芯片时,只需确保 USB 硬件已连接上,然后在“Flash 操作”菜单中选择“擦除”命令即可,如图 1-12 所示。

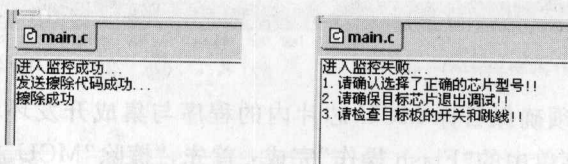



图 1-12 擦除成功与失败的信息提示

2. 程序的写入

在 USB 硬件已处于连接状态时,在“Flash 操作”菜单中选择“写入”命令或者在工具栏中选择,弹出“通过 USB 下载”对话框,如图 1-13 所示。在该对话框中,用户可以根据需要进行自由选择需写入的 S19 文件和烧写芯片的型号。当 S19 文件和烧写芯片型号确认后,单击“写入”按钮,系统开始烧写目标芯片。用户也可以在该对话框中执行“擦除”操作,或者一次性完成“擦除及写入”操作。

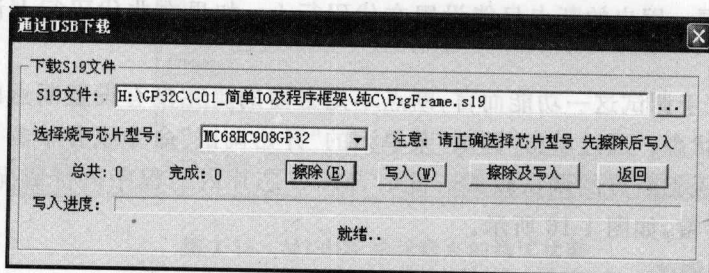


图 1-13 “通过 USB 下载”对话框