

物联网工程专业系列教材

无线传感网络 实训教程

主 编 谢忠敏 刘和文 文 燕
副主编 张清丰 李 雪 付克兰 邹承俊 张国芳



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

物联网工程专业系列教材

无线传感网络实训教程

主 编 谢忠敏 刘和文 文 燕

副主编 张清丰 李 雪 付克兰 邹承俊 张国芳

常州大学图书馆
藏书章



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书将专业理论知识与实际操作相结合、技能与经验相结合、实训与就业相结合，以图文并茂、易学易操作的原则，围绕物联网的传感器数据采集和控制，结合高职院校技能大赛涉及的关键技术搭建了一个完整的教学和实训体系，指导物联网综合实训平台的正确使用。本书包含 CC2530 开发平台搭建、CC2530 基础实验、基于 Z-Stack 协议栈的综合实训三部分内容。

本书主要作为高等院校物联网技术应用专业无线传感网络、ZigBee 开发等课程的实验教材，也可作为高等职业院校物联网应用技术、电子信息工程技术、嵌入式技术、通信技术、计算机应用、软件设计等相关专业的教学参考书，还可作为物联网相关工程技术人员学习物联网技术、设计开发物联网应用系统的参考书。

图书在版编目（C I P）数据

无线传感网络实训教程 / 谢忠敏, 刘和文, 文燕主
编. — 北京 : 中国水利水电出版社, 2017. 12
物联网工程专业系列教材
ISBN 978-7-5170-6204-2

I. ①无… II. ①谢… ②刘… ③文… III. ①无线电
通信—传感器—高等职业教育—教材 IV. ①TP212

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第326338号

策划编辑：寇文杰 责任编辑：高 辉 加工编辑：孟 宏 封面设计：李 佳

书 名	物联网工程专业系列教材 无线传感网络实训教程 WUXIAN CHUANGAN WANGLUO SHIXUN JIAOCHENG
作 者	主 编 谢忠敏 刘和文 文 燕 副主编 张清丰 李 雪 付克兰 邹承俊 张国芳
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 8.25 印张 204 千字
版 次	2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷
印 数	0001—1000 册
定 价	20.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

物联网被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。物联网产业发展需要不同层次的人才；高等职业院校适合培养工程技术应用型人才。为了培养出高素质的技术技能型人才，并使学生更好地将所学的专业知识应用到具体的工程实践中，作者根据成都农业科技职业学院校企合作建设的物联网实验室（成都市市级重点实验室）物联网综合实训平台的实际使用，结合多年的教学和工程经验，编写了本书。

本书以专业理论知识与实际操作相结合、技能与经验相结合、实训与就业相结合，以图文并茂、易学易操作的原则，围绕物联网的传感器数据采集和控制，结合高职院校技能大赛涉及的关键技术搭建了一个完整的教学和实训体系，指导物联网综合实训平台的正确使用。本书包含 CC2530 开发平台搭建、CC2530 基础实验、基于 Z-Stack 协议栈的综合实训三部分内容。CC2530 基础实验部分介绍其基本控制功能的编程使用方法，并利用 CC2530 进行数据采集和控制。两个综合实训分别实现温度传感器数据采集传输和无线控制继电器的开与关。

本书主要作为高等院校物联网技术应用专业无线传感网络、ZigBee 开发等课程的实验教材，也可作为高等职业院校物联网应用技术、电子信息工程技术、嵌入式技术、通信技术、计算机应用、软件设计等相关专业的教学参考书，还可作为物联网相关工程技术人员学习物联网技术、设计开发物联网应用系统的参考书。

学时建议：依据学生基础情况，可以酌情选取内容安排实验，总课时安排在 30~40 学时左右。

本书采用校企合作的方式，由成都农业科技职业学院一线专业课教师和实验平台设备与配件提供方共同编写。其中本书主要核心单元由谢忠敏、刘和文、文燕编写，张清丰、李雪、付克兰、邹承俊参与部分单元的编写以及文字修订与编辑工作，张国芳参与编写了实验一和综合实训一，并从尊重和保护知识产权、规避法律纠纷的角度提出了部分章节的修改建议。特别感谢无锡泛太科技有限公司和成都知用科技有限公司在本书编写和实践验证过程中提供的技术支持和帮助，同时特别感谢成都农业科技职业学院教务处和招生就业处对教材出版给予的大力支持。

由于本书内容涉及多个专业技术领域（主要针对成都农业科技职业学院物联网实训平台），加之作者水平有限及时间仓促，书中如有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者
2017 年 11 月

目 录

前言

实验一 IAR 开发环境的安装	1	实验十五 通过 CC2530 串口向计算机	
实验二 新建工程和配置工程	5	发送数据	60
实验三 控制 LED 灯的闪烁	25	实验十六 串口控制 LED 灯	63
实验四 按键控制 LED 灯开和关	27	实验十七 串口的数据收发	66
实验五 按键控制 LED 灯闪烁	31	实验十八 串口的时钟实验	69
实验六 定时器 T1 的计时	33	实验十九 系统睡眠	73
实验七 定时器 T2 的计时	36	实验二十 系统唤醒	75
实验八 定时器 T3 的计时	38	实验二十一 睡眠定时器的使用	78
实验九 定时器 T4 的计时	41	实验二十二 睡眠定时器的唤醒	82
实验十 定时器 T3/T4 的中断	43	实验二十三 看门狗实验	85
实验十一 外部中断控制 LED 灯	46	实验二十四 喂狗实验	87
实验十二 CC2530 的片内温度采集	49	综合实训一 Z-Stack 数据采集传输	89
实验十三 采集 1/3 电源电压	53	综合实训二 Z-Stack 数据控制	108
实验十四 采集电源电压 AVDD	57	参考文献	128

实验一 IAR 开发环境的安装

1. 实验目的

通过本实验的学习，掌握 IAR 开发环境的安装方法。

2. 实验环境

安装有 Windows 的计算机。

3. 实验内容

正确安装 IAR 开发环境。

4. 背景需求

CC2530 的基础实验和基于 Z-Stack 协议栈的传输实验均是在 IAR 开发环境上编辑、编译、下载调试的。

5. 实验步骤

(1) 双击 CD-EW8051-751A 目录下的 autorun.exe 图标，弹出安装启动界面，如图 1-1 所示。

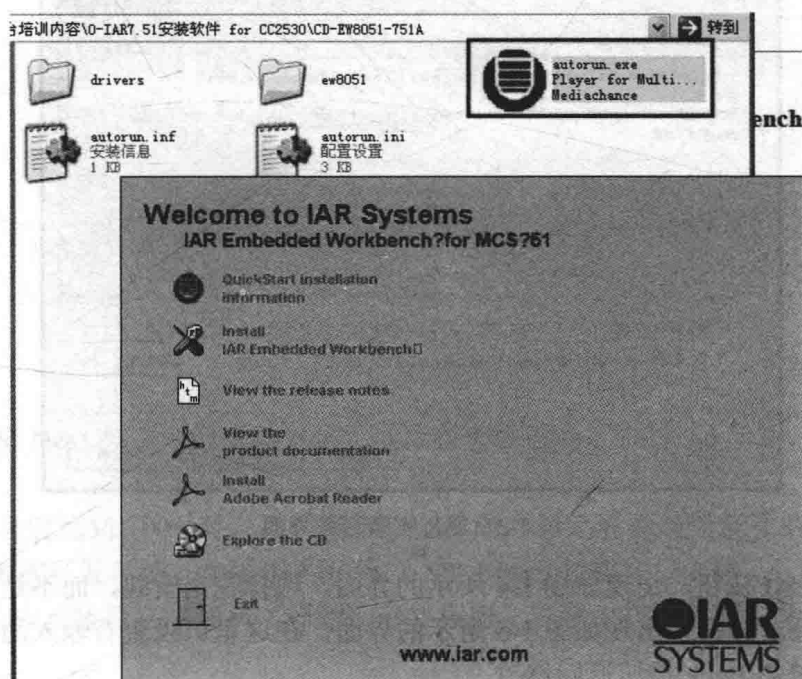


图 1-1 IAR 安装启动界面

(2) 执行图 1-1 中的 Install IAR Embedded Workbench 命令，弹出如图 1-2 所示的界面。

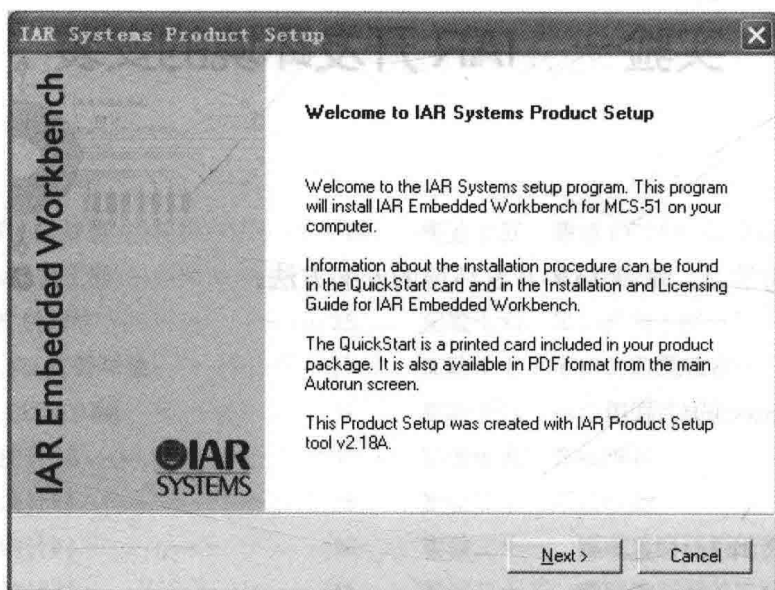


图 1-2 IAR 开始安装界面

(3) 单击 Next 按钮，分别填写名字、公司以及授权号。

(4) 单击 Next 按钮，将 License Key 复制到 IAR 安装向导中对应的框中。

(5) 输入认证序列以及序列密钥后单击 Next 按钮，出现如图 1-3 所示的界面，选择安装路径，这里选择安装在 C 盘下。

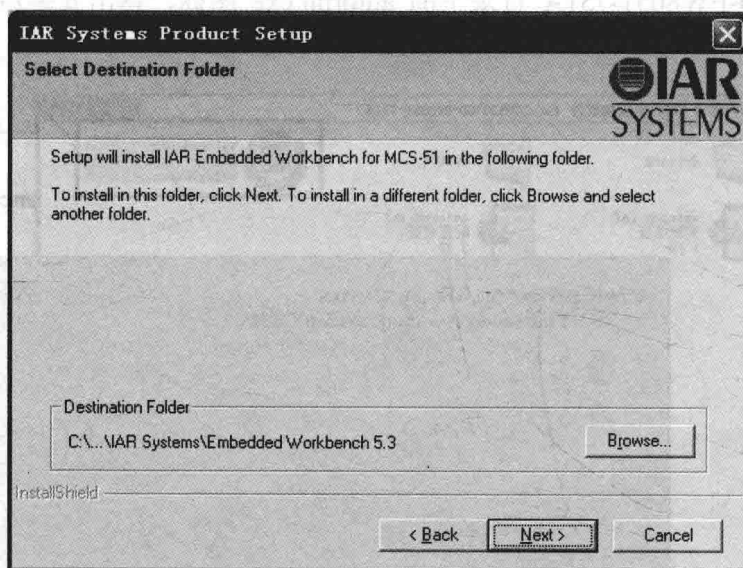


图 1-3 IAR 安装目录界面

(6) 单击 Next 按钮，出现如图 1-4 所示的界面，选择完全安装，而不是自定义安装。

(7) 单击 Next 按钮，出现如图 1-5 所示的界面，在这里可以查看输入的信息是否正确，如果需要修改，单击 Back 按钮返回修改。

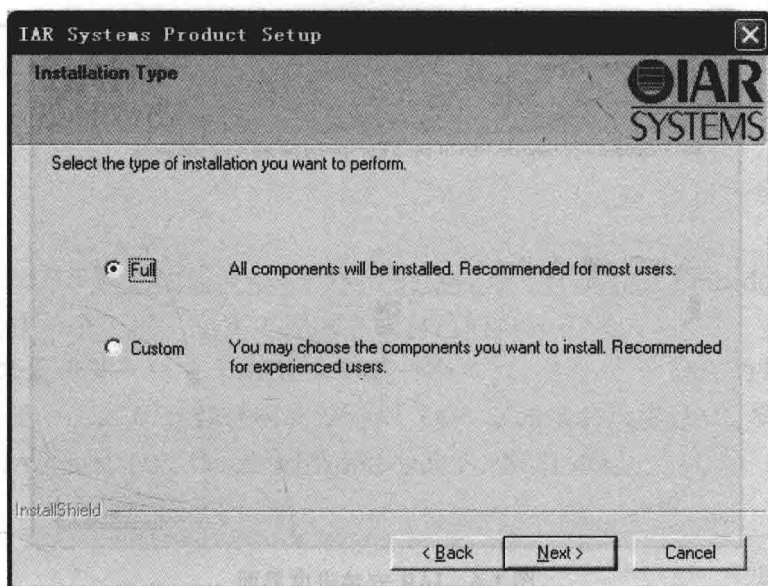


图 1-4 IAR 安装类型选择界面

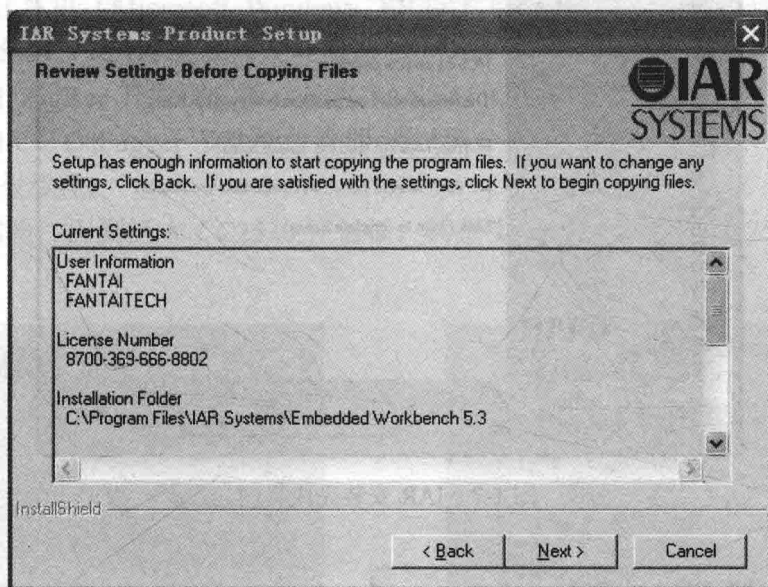


图 1-5 IAR 安装选项确认界面

(8) 单击 Next 按钮开始安装，此处可看到安装进度，如图 1-6 所示，安装将需要几分钟时间。

(9) 当进度达到 100%时，将跳到下一个界面，在此可以选择查看 IAR 介绍以及是否立即运行 IAR 集成开发环境，如图 1-7 所示，单击 Finish 按钮完成安装。

(10) 完成安装后，即可从“开始”→“程序”菜单中找到刚刚安装的 IAR 软件，如图 1-8 所示。

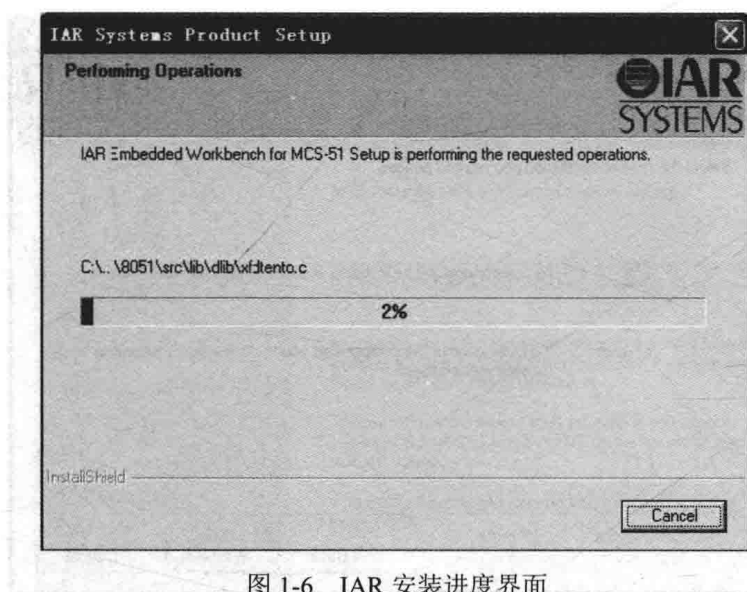


图 1-6 IAR 安装进度界面

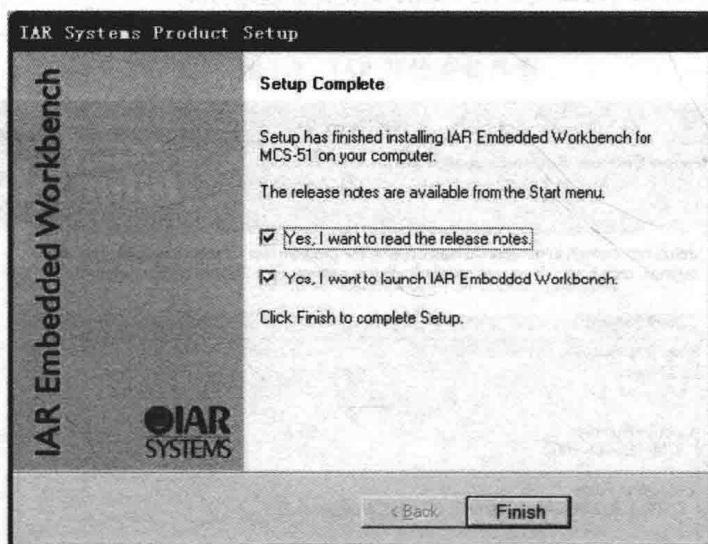


图 1-7 IAR 安装完成界面

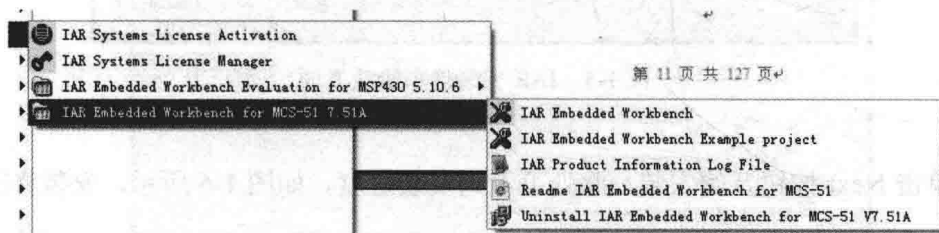


图 1-8 程序菜单启动 IAR 界面

现在就可以通过桌面的快捷方式或在“开始”菜单中选择运行程序来启动 IAR 软件开发环境了。

实验二 新建工程和配置工程

1. 实验目的

通过本实验的学习，熟悉如何使用 CC2530 的软件开发环境 IAR Embedded Workbench for MCS-51 V7.51A 新建一个工程，配置工程以完成自己的设计和调试。

注意：本实验只是讲解如何基于 IAR 来新建一个工程，其他关于 IAR 的使用，请参照 IAR 开发环境的使用手册，IAR 的详细说明文档请到 IAR 官方网站或者 IAR 安装文件夹下查找（x:\Program Files\IAR Systems\Embedded Workbench 5.3\8051\doc）。

2. 实验内容

控制 FANTAI_ZigBee 开发评估板上的 LED 灯闪烁。

3. 实验设备

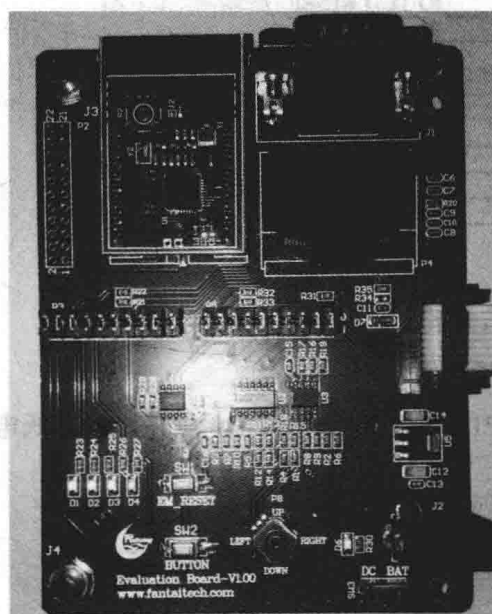
（1）在用户计算机（Microsoft Windows XP 以上系统平台）上正确安装 IAR Embedded Workbench for MCS-51 V7.51A 集成开发环境。

（2）FANTAI_ZigBee 开发评估板（插有 FANTAI_CC2530 模块）一个。

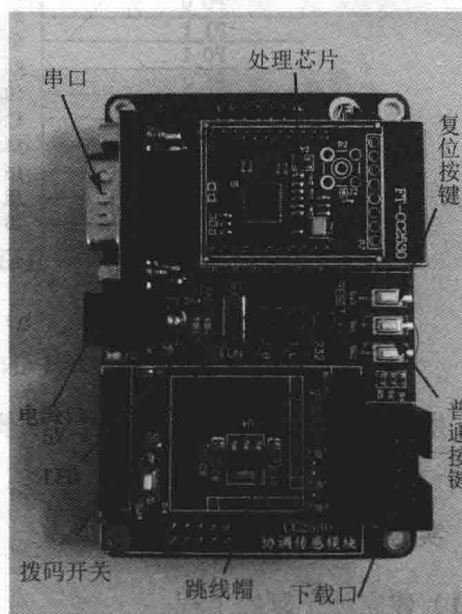
（3）FANTAI-CC Debugger 多功能仿真器/调试器一个。

（4）USB 下载线缆。

本教材只有实验二用到泛太 CC2530 评估板，其余实验均基于泛太 CC2530 协调器板，如图 2-1 所示。



(a) 泛太 CC2530 评估板



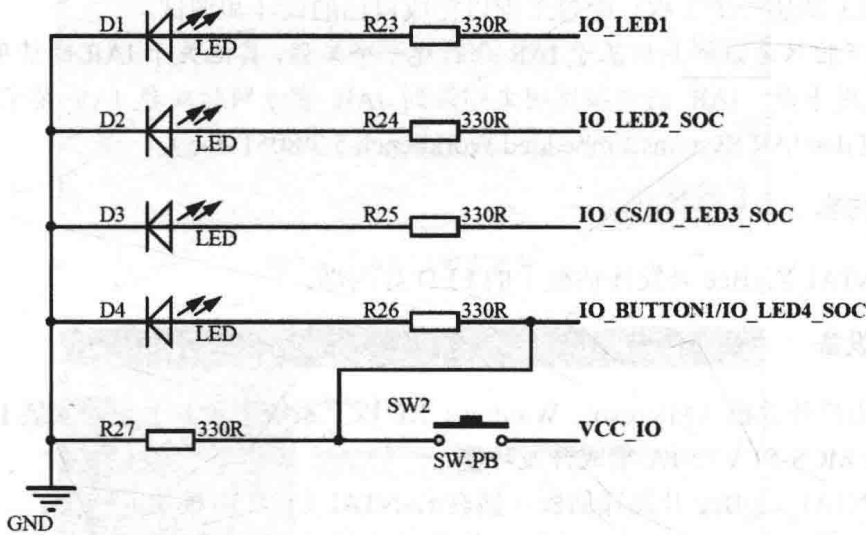
(b) 泛太 CC2530 协调器板

图 2-1

两个板子对于 LED 灯的引脚连接和高电平控制是不同的，具体情况是：评估板 P1.0 控制 D1（GLED），P1.1 控制 D2（RLED），高电平有效；协调器板 P0.0 控制 D2（RLED），P0.1 控制 D1（GLED），低电平有效。

4. 实验原理

FANTAI_ZigBee 开发评估板接口原理、相关 I/O 口连接关系如图 2-2 所示。



(a) 接口原理

		P3		
P1 0	2	1	IO LED1	
P0 0	4	3	IO LCD RESET	
P1 1	6	5	IO LED2 SOC	
P0 1	8	7	IO BUTTON1/IO_LED4_SOC	
P1 2	10	9	IO LCD CS	
P0 2	12	11	RXD	
P1 3	14	13	IO FLASH CS	
P0 3	16	15	TXD	
P1 4	18	17	IO CS/IO_LED3_SOC	
P0 4	20	19	RTS	
		Header 10X2		

(b) I/O 口连接关系

图 2-2 FANTAI_ZigBee 开发评估板

D1 用户指示灯由 CC2530 的 P1.0 引脚控制。P1.0 输出高电平时 D1 点亮，输出低电平时 D1 熄灭。

5. 实验步骤

(1) 建立一个新的工程。

打开 IAR 集成开发环境，如图 2-3 所示，显示如图 2-4 所示的窗口，选择 Create new project in current workspace 命令，显示建立新工程对话框，如图 2-5 所示。在 Tool chain 下拉列表框

中选择 8051，在 Project templates 栏选择 Empty project 项，然后单击 OK 按钮。根据需要选择工程保存的位置，更改工程名称，如 LEDtest，然后单击“保存”按钮，如图 2-6 所示。这样就建立了一个新的工程。

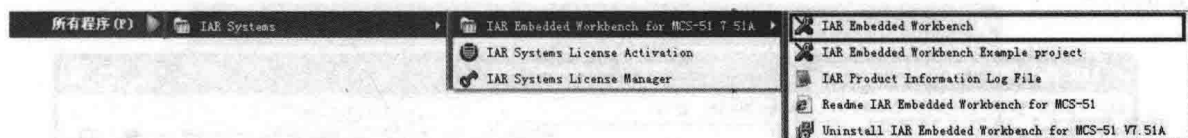


图 2-3 IAR 打开路径

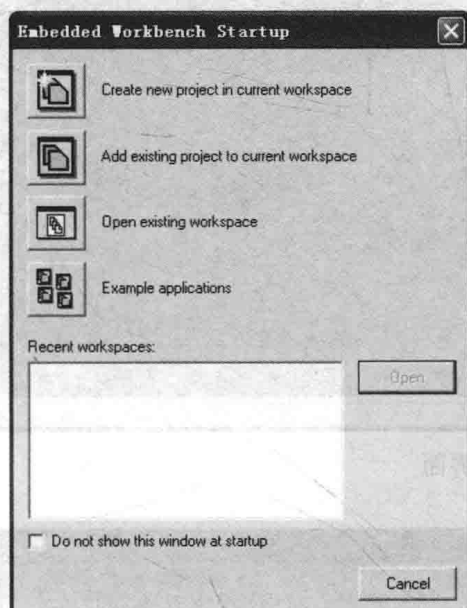


图 2-4 当前窗口创建新的工程

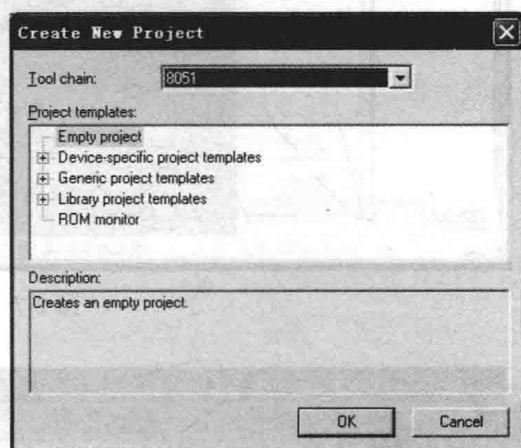


图 2-5 新建工程对话框



图 2-6 文件保存对话框

IAR 产生两个创建配置：调试（Debug）和发布（Release），如图 2-7 所示。本实验只使用 Debug 配置。单击菜单栏上的“保存”按钮，如图 2-8 所示，保存工作区文件，需指定工作区文件名和存放路径，本实验把它放到新建的工程目录下，然后单击“保存”按钮，如图 2-9 所示。

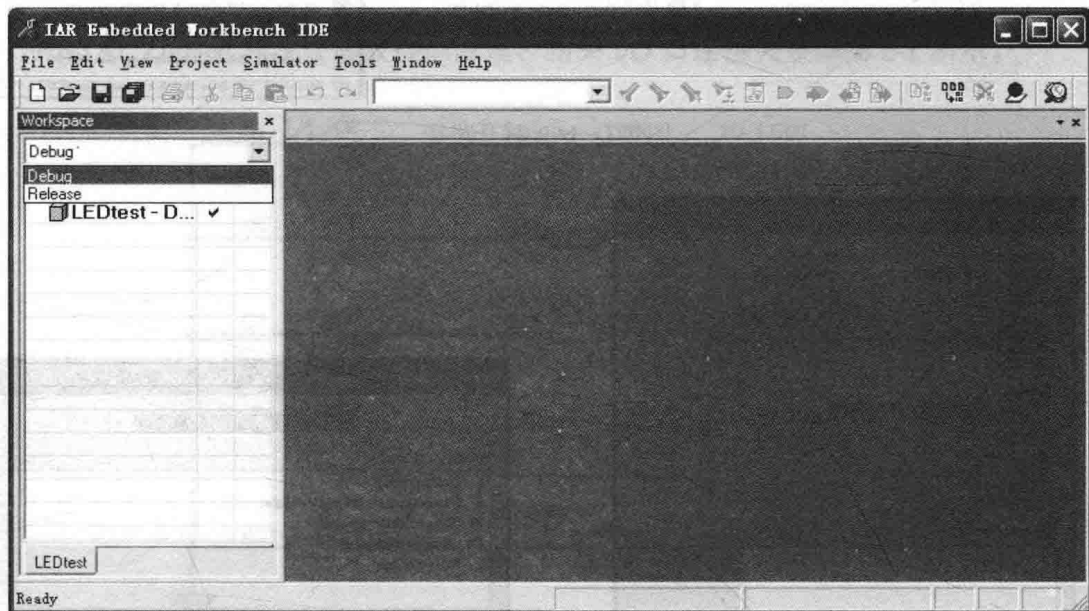


图 2-7 工作区界面

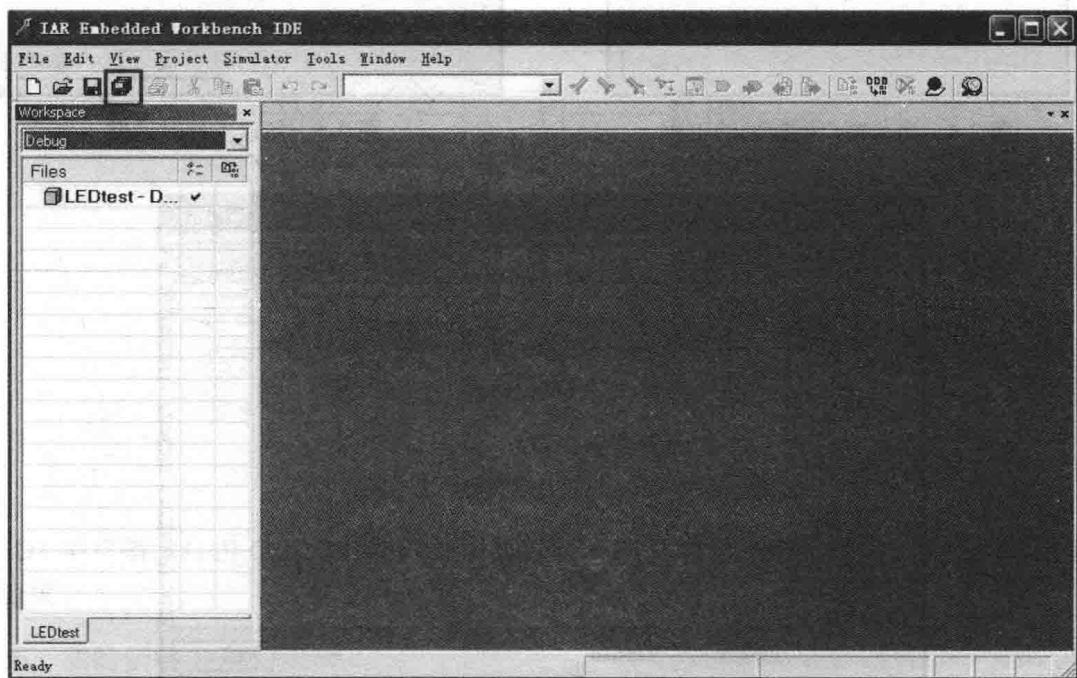


图 2-8 保存工作区文件

(2) 添加或新建程序文件。

一个新的工程建立成功了，就可以向工程里面添加程序文件。如果用户有现成的程序文

件,那么可以选择菜单 Project→Add Files 添加已有的程序文件,如图 2-10 所示;也可以在工作区窗口中单击鼠标右键,在弹出的快捷菜单中选择 Add→Add Files 添加已有的文件,如图 2-11 所示。



图 2-9 工作区文件保存对话框

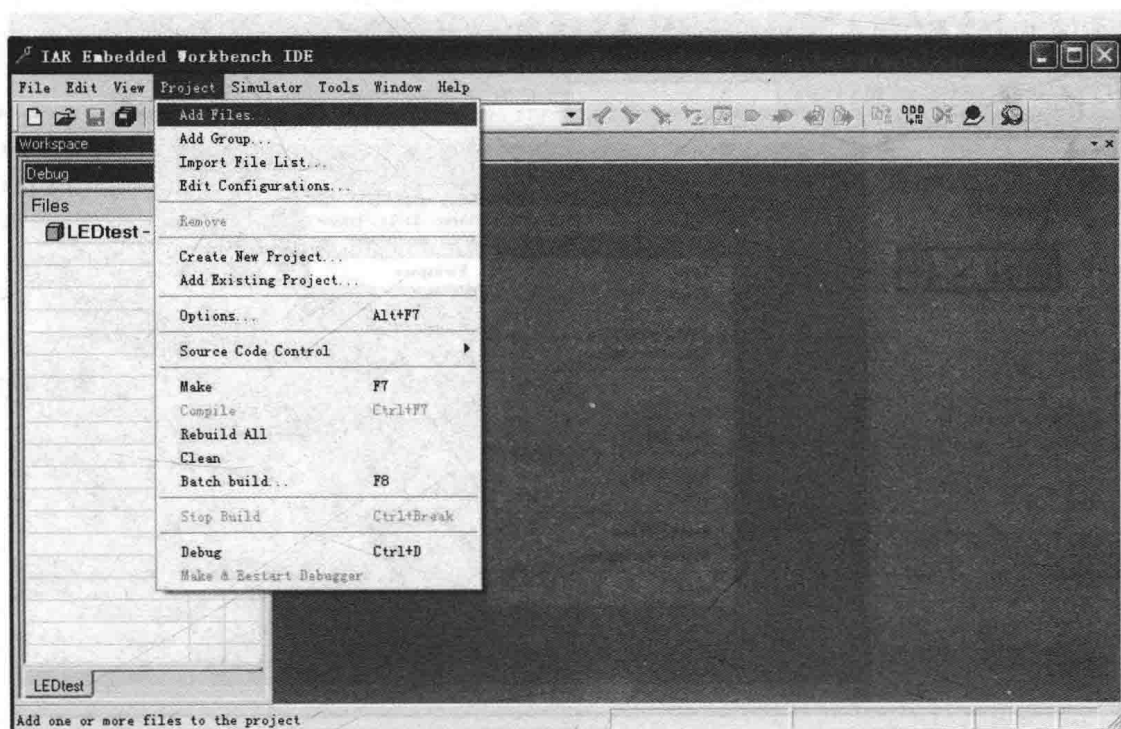


图 2-10 添加已有的程序文件

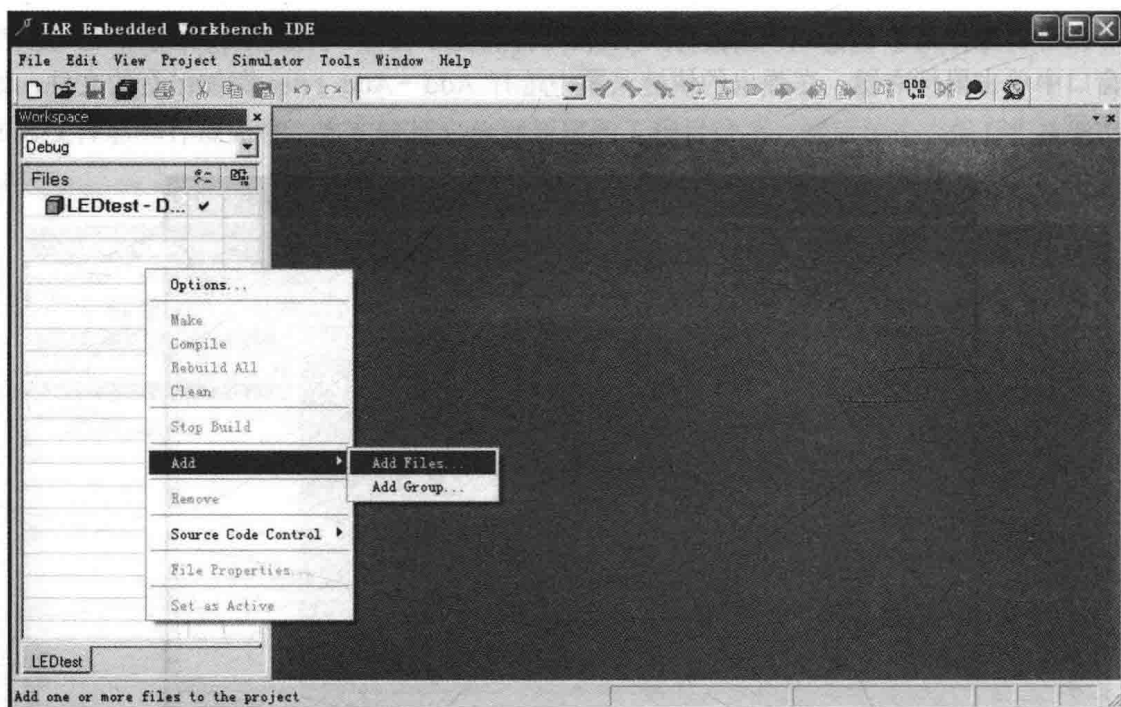


图 2-11 添加已有的程序文件

如果没有编辑好的程序文件，可以单击工具栏上的新建按钮或选择菜单 File→New→File 新建一个空的文件，如图 2-12 所示，然后向这个文件里添加程序代码。

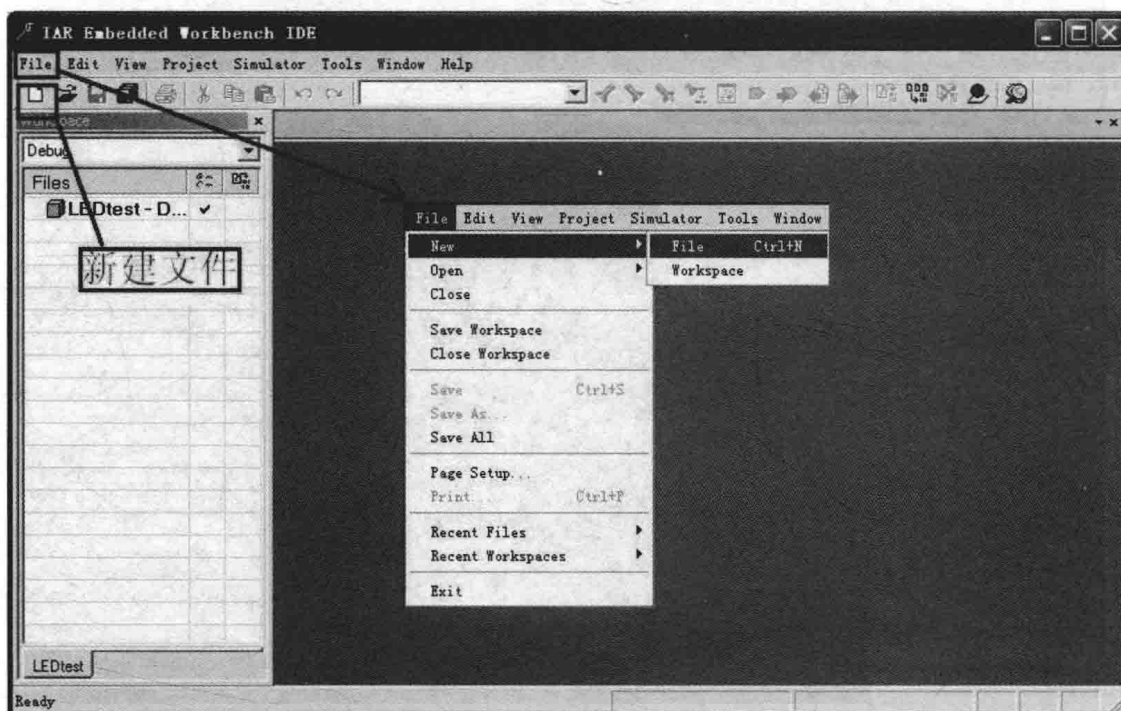


图 2-12 新建程序文件

程序清单:

```
/* 包含头文件 */
#include "ioCC2530.h" // 引用头文件

/*****
 * 函数名称: delay
 * 功能: 软件延时
 * 入口参数: 无
 * 出口参数: 无
 * 返回值: 无
 *****/

void delay(void)
{
    unsigned int i;
    unsigned char j;

    for(i = 0; i < 1000; i++)
    {
        for(j = 0; j < 200; j++)
        {
            asm("NOP");
            asm("NOP");
            asm("NOP");
        }
    }
}

/*****
 * 函数名称: main
 * 功能: main 函数入口
 * 入口参数: 无
 * 出口参数: 无
 * 返回值: 无
 *****/

void main(void)
{
    P1SEL &= ~(0x01 << 0); //设置 P1.0 为普通 I/O 口
    P1DIR |= 0x01 << 0;    //设置为输出

    while(1)
    {
        P1_0 ^= 1;
        delay();
    }
}
```

在新建的程序文件里添加代码后, 窗口如图 2-13 所示。选择菜单 File→Save 命令, 打开

保存对话框保存程序文件。新建一个 source 文件夹，然后将程序文件保存到该目录下，同时修改文件名，如图 2-14 和图 2-15 所示。



图 2-13 添加代码界面

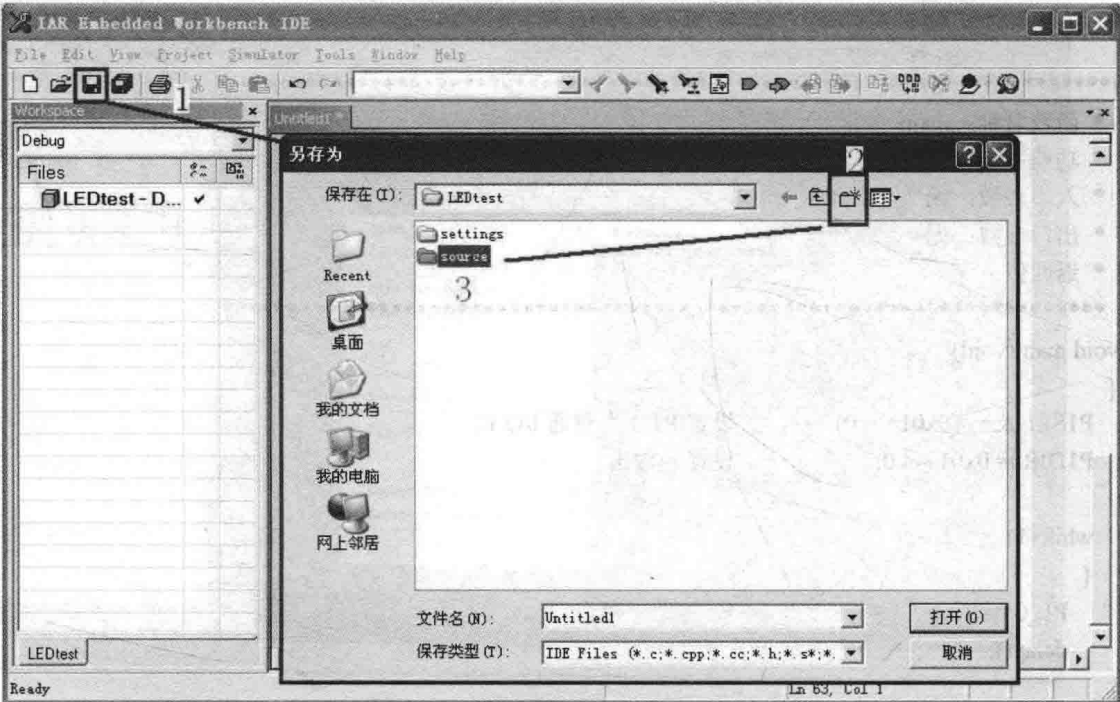


图 2-14 新建文件夹