

普通高校物联网工程专业规划教材

物联网技术 基础实践

崔贯勋 主编



清华大学出版社

普通高校物联网工程专业规划教材

物联网技术 基础实践

崔贯勋 主编
邹航 黄丽丰 苟光磊 副主编

清华大学出版社

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了物联网技术基础实践,主要包括 CC2530 基础实验、ZigBee 2007 基础实验、RFID 基础实验、WiFi 和蓝牙基础实验、RFID 原理机编码解码实验、RFID 原理机通信实验和物联网技术应用开发综合实训系统。

本书的特点是内容新颖、技术成熟和模块化组织实践内容。书中的每一模块都涉及物联网相关的最新且关键的技术,相关的技术已经由国家高新技术企业应用于物联网实验教学设备的研发,研发的设备也成为许多高校的物联网实践教学平台。

本书可作为高等院校物联网工程、传感网技术及相关专业的实验教材,也可作为从事物联网技术研究、物联网应用系统开发和物联网工程系统集成的相关人员的参考书。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

物联网技术基础实践/崔贯勋主编. --北京:清华大学出版社,2014

普通高校物联网工程专业规划教材

ISBN 978-7-302-35552-6

I. ①物… II. ①崔… III. ①互联网络—应用—高等学校—教材 ②智能技术—应用—高等学校—教材
IV. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 038541 号

责任编辑:张 玥 顾 冰

封面设计:常雪影

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊



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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:三河市君旺印装厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.5 字 数:411 千字

版 次:2014 年 6 月第 1 版 印 次:2014 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:34.50 元

物联网是计算机和互联网后的第三次信息化产业革命性的发展。美国将物联网上升至国家战略,欧盟发布了物联网战略研究发展蓝图,日本把物联网发展鲜明地写在国家通信发展策略上,韩国树立了通过构建世界最先进的物联网基础设施,打造未来广播通信融合领域超一流强国的目标,我国也将物联网上升为重要的战略性新兴产业。2009年8月7日,温家宝在江苏无锡提出“加快推进传感网发展”、“尽快建立中国的传感信息中心”,被称为“物联网”的这一科技新宠迅速引起了社会各产业界、学术界的高度关注和广泛共鸣。2010年6月7日,胡锦涛在中国科学院第十五次院士大会、中国工程院第十次院士大会上发表重要讲话,指出“要抓住新一代信息技术发展的机遇,创新信息产业技术,以信息化带动工业化,发展和普及互联网技术,加快发展物联网技术”。

经反复讨论,编写团队整理了大量和物联网相关的实验。考虑到可能作为广大读者迈入物联网实验神圣殿堂的第一步,并成为对物联网相关技术进行深度研究的基石,本书首先着重介绍相关开发环境的建立、软件开发、程序调试、实验原理等相关基础知识,然后立足当前国内外厂商的主流芯片及实现方案,以物联网不同技术层面的实验原理为主线,精心设计70余项实验,并将具体的实验过程、实验代码等通过配备内容丰富的配套资料(可在清华大学出版社网站上下载)呈现出来。

为了能够尽量全面展示物联网不同层面的技术核心,本书为物联网的感知与标识、通信与网络、接入与处理3个不同的技术层面设计了CC2530基础实验、ZigBee 2007基础实验、RFID基础实验、WiFi和蓝牙基础实验、RFID原理机编码解码实验和RFID原理机通信实验6个主题共计70个实验。另外,本书还结合自习室节能控制、智能无线报警、门禁考勤、图书管理等领域的具体应用需求,给出了基于物联网的一些综合演示实验以及应用演示系统,为读者开发物联网应用解决方案提供思路。本书作为物联网工程、传感网技术等相关专业的实验教材,主要特色如下:

(1) 针对性强。本书适合作为高等学校物联网工程、传感网技术相关专业的专业课程实验教材,将物联网涉及的核心技术按照技术分类设置实验内容,所有实验均是当今物联网主流技术的实验。每个实验都附有实验目的、实验设备、实验要求、实验原理、实验步骤和范例路径等,并配备有完善的实验所需的素材。

(2) 教学理念有创新。本书可采取模块抽取方式教学,每个学校可以按照自身专业课程设置和课时安排,灵活地从我们提供的各类技术中选取部分内容进行讲解。

(3) 内容新、技术成熟。本书的内容反映的都是物联网的最新技术,编写人员都是高校物联网工程专业从事专业课程教学的教师,他们既精通理论又精通实践。

本书由重庆理工大学的崔贯勋负责组织安排,并完成了第1章、第2章、第4章和第7章相关内容的编写。重庆理工大学的邹航、黄丽丰和苟光磊共同完成了剩余内容的编写。

物联网具有很强的实践性,要想熟练地掌握这些实验技术,实验操作是非常重要的环节。本书编写过程中参考了北京凌阳爱普科技有限公司的综合物联网箱实验指导、物联网

开发设计平台实验指导和 RFID 原理机实验指导等技术资料,其所有实验项目涉及的设计方案、软件平台、源代码等都在北京凌阳爱普科技有限公司生产制造的物联网多网技术教学科研平台等设备上验证通过并在配套资料中一并提供。另外,读者还可以通过电子邮件 (cgx@cqut.edu.cn) 与我们沟通。物联网技术是新兴的技术,在近几年获得了飞速发展,本书也将随时更新相关内容,以便与最新技术保持同步,使读者能够循序渐进地掌握物联网各层次的开发技术,为以后更深层次的理论研究和应用实践打下坚实的基础。

需要指出的是,物联网领域的研究尚处于起步阶段,其硬件平台和技术方案也千差万别,因此要编写一个全面完善的实验教程非常困难。由于作者水平有限,书中疏漏甚至错误之处在所难免,希望广大读者批评指正。

编者

2014 年 5 月

第 1 章 CC2530 基础实验	1
实验 1.1 IAR 集成开发环境下 C 程序编写实验	1
实验 1.2 I/O 端口输出实验	11
实验 1.3 I/O 端口输入实验	15
实验 1.4 定时器计时实验	18
实验 1.5 单片机与计算机串口通信实验	20
实验 1.6 系统睡眠与唤醒实验	26
实验 1.7 看门狗实验	29
实验 1.8 A/D 转换实验	31
实验 1.9 气体传感器实验	35
实验 1.10 热释红外传感器实验	39
实验 1.11 雨滴传感器实验	41
实验 1.12 红外家电控制实验	44
实验 1.13 执行节点控制实验	52
第 2 章 ZigBee 2007 基础实验	55
实验 2.1 任务建立实验	55
实验 2.2 气体传感器驱动添加实验	62
实验 2.3 热释红外传感器驱动添加实验	66
实验 2.4 雨滴传感器驱动添加实验	69
实验 2.5 125kHz 读卡器驱动添加实验	72
实验 2.6 Z-Stack 点对点通信实验	76
实验 2.7 Z-Stack 广播通信实验	77
实验 2.8 Z-Stack 星状网络实验	80
实验 2.9 Z-Stack 树状网络实验	84
实验 2.10 Z-Stack 网状网络实验	87
实验 2.11 气体传感器数据通信实验	89
实验 2.12 红外家电控制实验	92
实验 2.13 执行节点控制实验	97
第 3 章 RFID 基础实验	100
实验 3.1 近距离 ID 卡读取实验	100
实验 3.2 IEEE 14443 寻卡实验	102

实验 3.3	IEEE 14443 写入标签数据实验	107
实验 3.4	IEEE 14443 读取标签数据实验	109
实验 3.5	UHF 900M 识别单个标签实验	110
实验 3.6	UHF 900M 识别多个标签实验	114
实验 3.7	IEEE 18000 读取标签数据实验	118
实验 3.8	IEEE 18000 写入标签数据实验	120
实验 3.9	一维码读取实验	123
第 4 章 WiFi 和蓝牙基础实验		126
实验 4.1	定时器中断实验	126
实验 4.2	UART 实验	129
实验 4.3	语音播放实验	134
实验 4.4	光照度数据采集实验	146
实验 4.5	蓝牙模块 AT 指令实验	148
实验 4.6	蓝牙模块实时数据采集实验	153
实验 4.7	温湿度数据采集实验	158
实验 4.8	WiFi 节点 AT 指令实验	164
实验 4.9	WiFi 数据传输实验	167
第 5 章 RFID 原理机编码解码实验		174
实验 5.1	RFID 系统载波产生实验	174
实验 5.2	RFID 系统编码实验	175
实验 5.3	RFID 系统的 RF 信号功率放大实验	179
实验 5.4	RFID 末级输出调制载波信号实验	180
实验 5.5	RFID 系统副载波解调实验	182
实验 5.6	RFID 系统解调实验——ASK 模式	184
实验 5.7	RFID 系统解调实验——FSK 模式	186
实验 5.8	RFID 系统包络检波实验	189
实验 5.9	数据比较接收实验	192
实验 5.10	RFID 系统数据速率选择实验	194
实验 5.11	RFID 系统天线实验	195
第 6 章 RFID 原理机通信协议实验		197
实验 6.1	CRC 计算实验	197
实验 6.2	查询系统信息指令实验	199
实验 6.3	写 DSFID 命令实验	201
实验 6.4	锁定 DSFID 命令实验	202
实验 6.5	写 AFI 指令实验	204
实验 6.6	锁 AFI 指令实验	205
实验 6.7	读单个 BLOCK 命令实验	206

实验 6.8	写单个 BLOCK 命令实验	208
实验 6.9	锁定单个 BLOCK 命令实验	209
实验 6.10	读多个 BLOCK 命令实验	210
实验 6.11	写多个 BLOCK 命令实验	211
实验 6.12	读多个 BLOCK 安全状态实验	213
实验 6.13	保持静默指令实验	214
实验 6.14	标签选择指令实验	215
实验 6.15	复位指令实验	216
第 7 章	物联网技术应用开发综合实验	218
实验 7.1	自习室节能控制系统	218
实验 7.2	智能无线报警系统	226
实验 7.3	125kHz 门禁考勤系统	228
实验 7.4	900MHz 图书管理系统	230
附录 A	常见传感器介绍	235
附录 B	Z-Stack for SunplusAPP 介绍	240
参考文献	254

第 1 章 CC2530 基础实验

实验 1.1 IAR 集成开发环境下 C 程序编写实验

【实验目的】

- (1) 了解 IAR 集成开发环境的安装。
- (2) 掌握在 IAR 环境下程序的编辑、编译以及调试的方法。

【实验设备】

- (1) 装有 IAR 开发环境的计算机一台。
- (2) 物联网多网技术开发设计平台所配备的基础实验套件一套。
- (3) 下载器一个。

【实验要求】

- (1) 熟悉 IAR 开发环境。
- (2) 在 IAR 开发环境下编写、编译、调试一个例程。
- (3) 实验现象：节点扩展板上的发光二极管 D9 被点亮。

【实验原理】

IAR System 是全球领先的嵌入式系统开发工具和服务的供应商。公司成立于 1983 年,迄今已有三十多年,提供的产品和服务涉及嵌入式系统的设计、开发和测试的每一个阶段,包括带有 C/C++ 编译器和调试器的集成开发环境 (IDE)、实时操作系统和中间件、开发套件、硬件仿真器以及状态机建模工具。

本书提供的 ZigBee 实验源码均是基于 IAR System 开发的,所以首先介绍 IAR 开发 ZigBee 代码的基本流程,并将代码下载到如图 1.1 所示的 CC2530 节点中观察现象。

ZigBee 节点主要硬件结构如图 1.2 所示,本实验中将通过图中 8 所示的 LED 观察实验现象。ZigBee 节点通过 JTAG 下载口烧写程序,调试器(下载器)如图 1.3 所示。

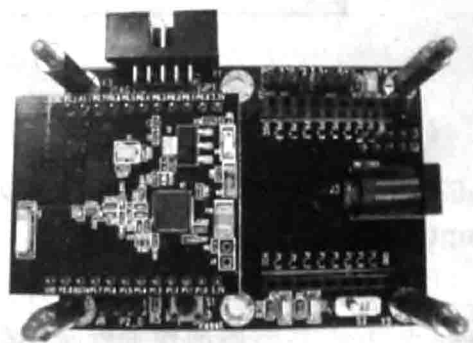


图 1.1 ZigBee 节点硬件实物图

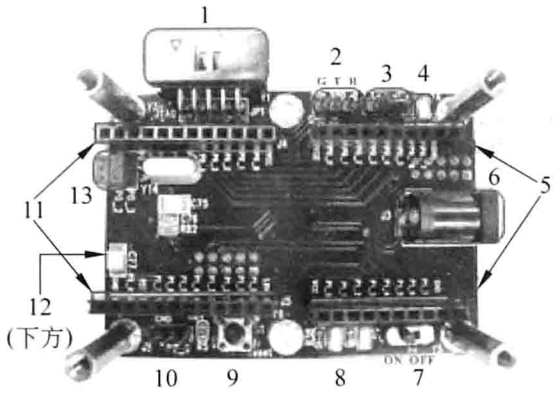


图 1.2 扩展板实物结构图

1. JTAG下载口
2. UART调试口
3. 转接板供电选择
4. 电源指示LED
5. 转接板接口
6. 5V DC电源接口
7. 底板电源开关
8. 通信指示LED
9. 复位按钮
10. 调试控制端
11. 核心板接口
12. Mini头UART口
13. 串口0跳线帽

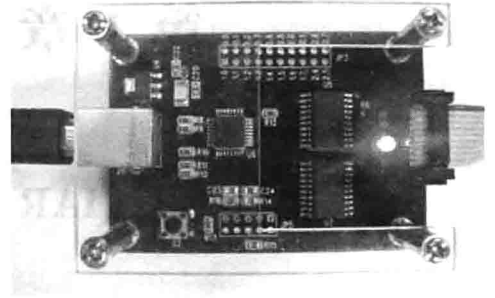



图 1.3 调试器（下载器）实物图

【实验步骤】

(1) 安装 IAR。IAR 开发环境可从 IAR 官方网站(www.IAR.com)下载,完成安装。

(2) 打开 IAR 开发环境。安装完成后计算机桌面上将会出现图标。双击该图标打开 IAR 环境。打开后的界面如图 1.4 所示。

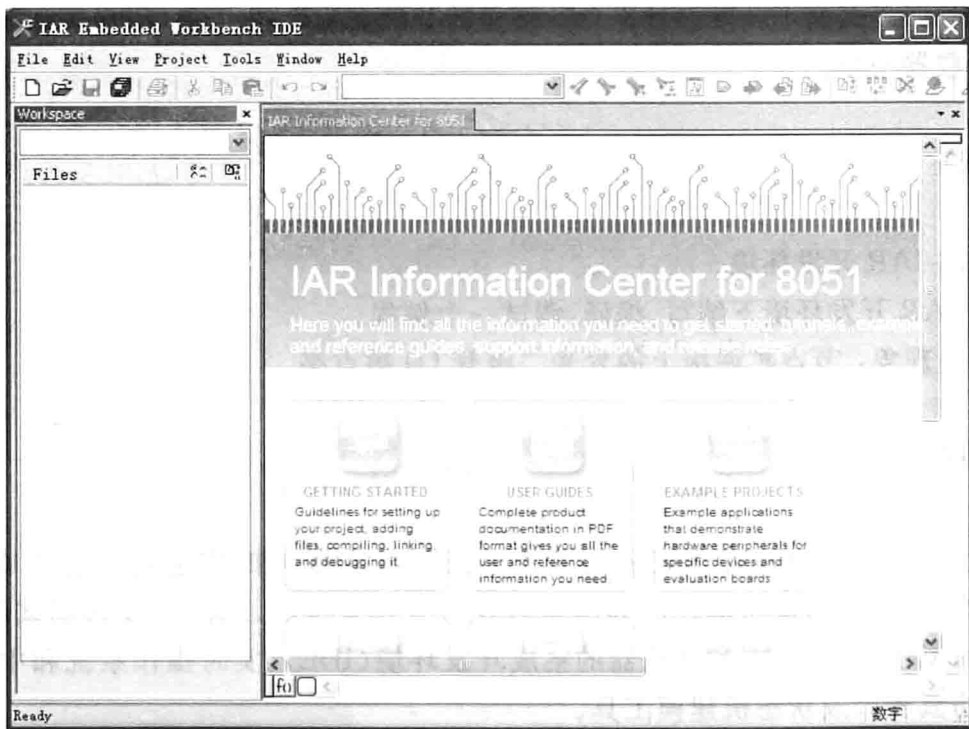


图 1.4 打开 IDE 后的界面

(3) 建立一个新的工程

① 选择 Project→Creat New Project, 会出现新建工程对话框, 在该对话框中选择 Empty Project, 如图 1.5 所示。

② 单击 OK 按钮, 就会看到图 1.6 所示的界面, 在“文件名”处输入新建工程的名字 CC2530Project, 然后选择工程所保存的路径, 单击“保存”按钮, 工程就建立完成了。

③ 工程建立完成后的界面和图 1.4 比较类似, 请注意区别。

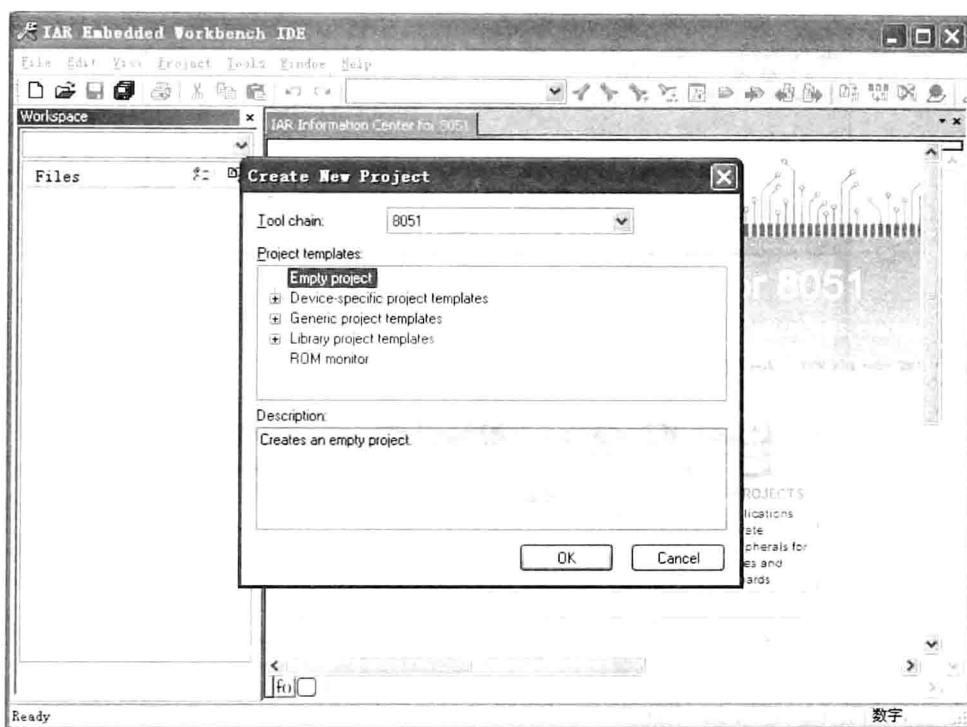


图 1.5 新建工程对话框

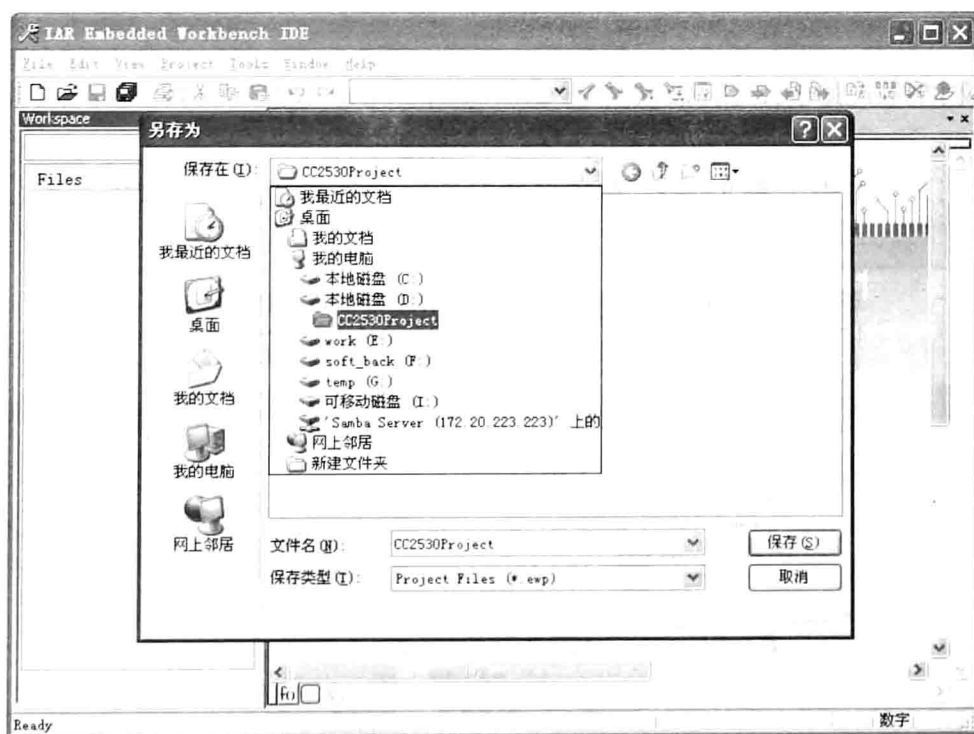


图 1.6 新工程保存路径及名称界面

(4) 新建文件。

① 建立新的 xx.c 文件。在工程界面下选择 File→New, 在 New 的下拉框中单击 File, 新建的文件为空白, 如图 1.7 所示。

② 单击图 1.7 工具栏的“保存”按钮, 保存文件并为文件命名。

③ 在“文件名”处输入文件名 main.c, 然后把文件保存在工程文件路径下, 这样就完成了文件的建立。

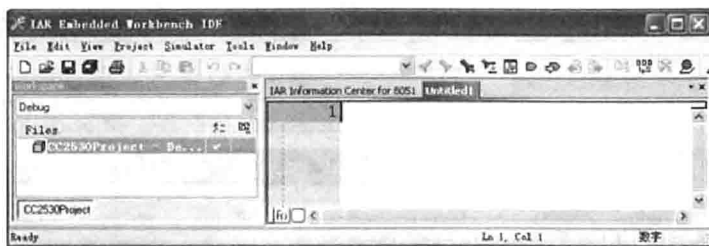


图 1.7 未命名文件对话框

④ 编辑 C 语言代码,如图 1.8 所示。



图 1.8 C 语言代码编辑对话框

(5) 添加文件到工程中。

新建的文件并不属于工程,需要自己动手添加,把 main.c 文件添加到工程中的方法如下:

① 在图 1.9 中右击工程文件名,在弹出的对话框中单击 Add Files,弹出图 1.10 所示对话框。



图 1.9 在工程中添加文件对话框

② 在图 1.10 所示的对话框中双击 main.c 文件便完成了文件的添加工作,如图 1.11 所示。

(6) 编译程序,如图 1.12 所示。

在图 1.12 中单击工具栏中右上角方框处的按钮便启动了编译工作,编译的结果在下面的信息栏中。信息栏的方框处显示这个例程没有错误,可以运行。

(7) 下载调试程序。

在图 1.13 中单击右上角方框处的按钮便执行程序下载,同时进入程序调试界面,如图 1.14 所示。

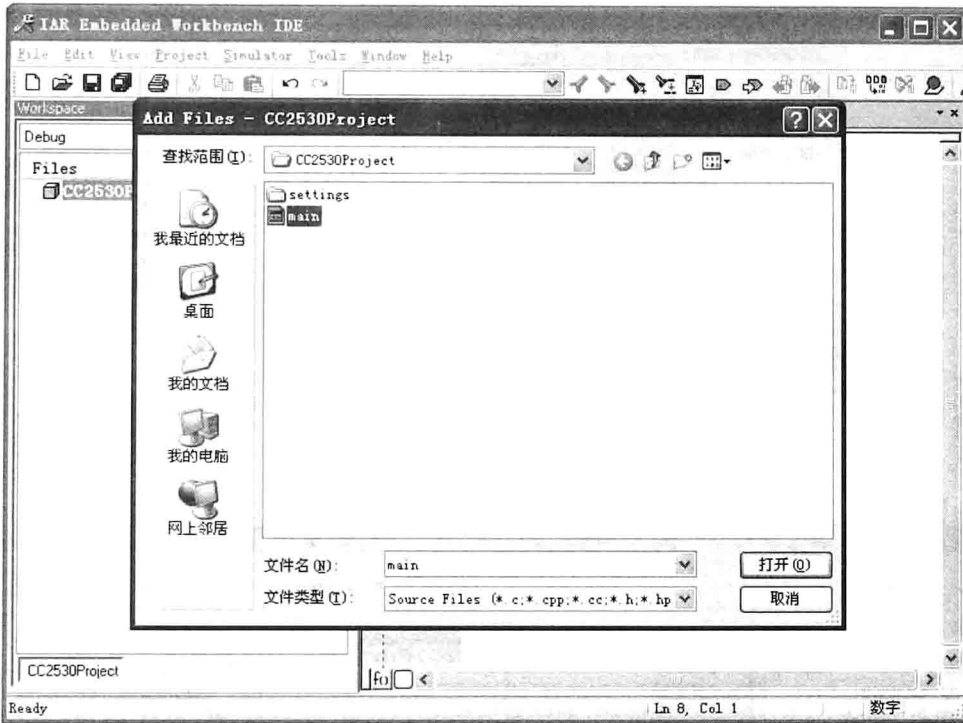


图 1.10 打开文件对话框

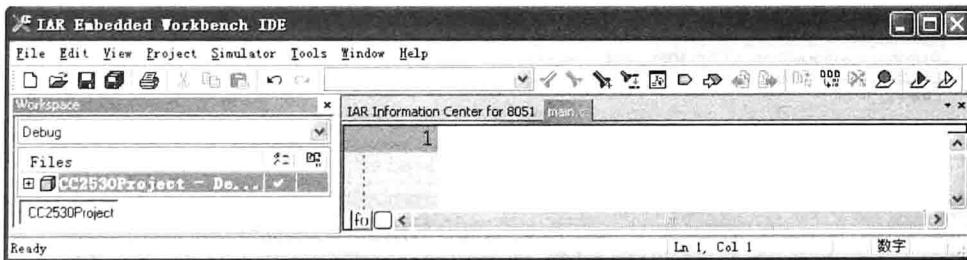


图 1.11 文件添加成功对话框

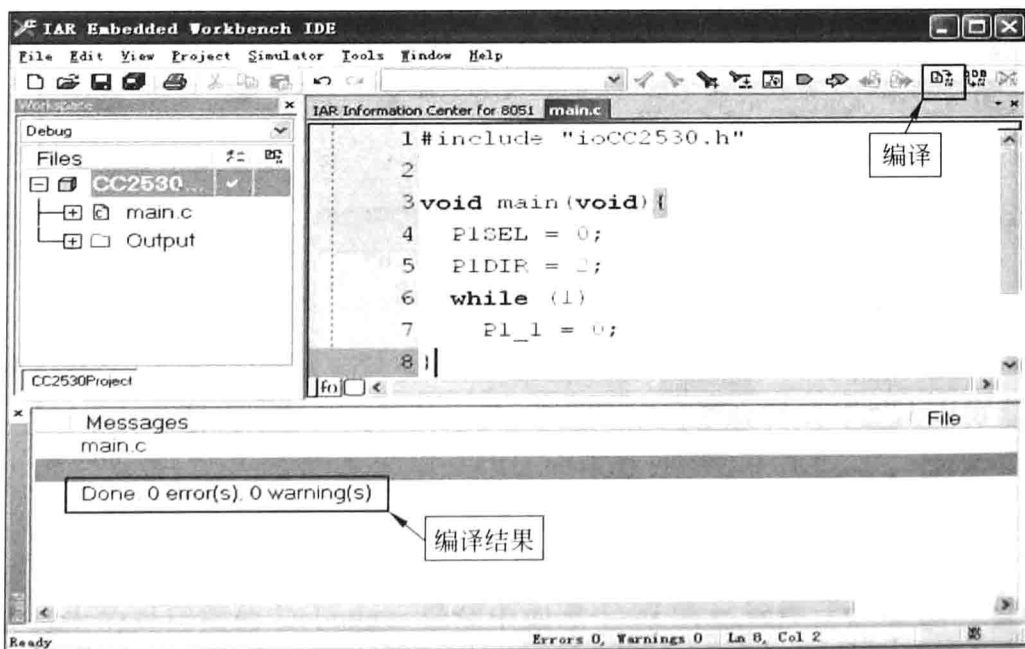


图 1.12 编译程序对话框



图 1.13 启动下载调试对话框



图 1.14 调试对话框

① 在图 1.15 所示的调试对话框中选择 View→Watch 选项, 便会出现一个观察窗口, 如图 1.16 所示。

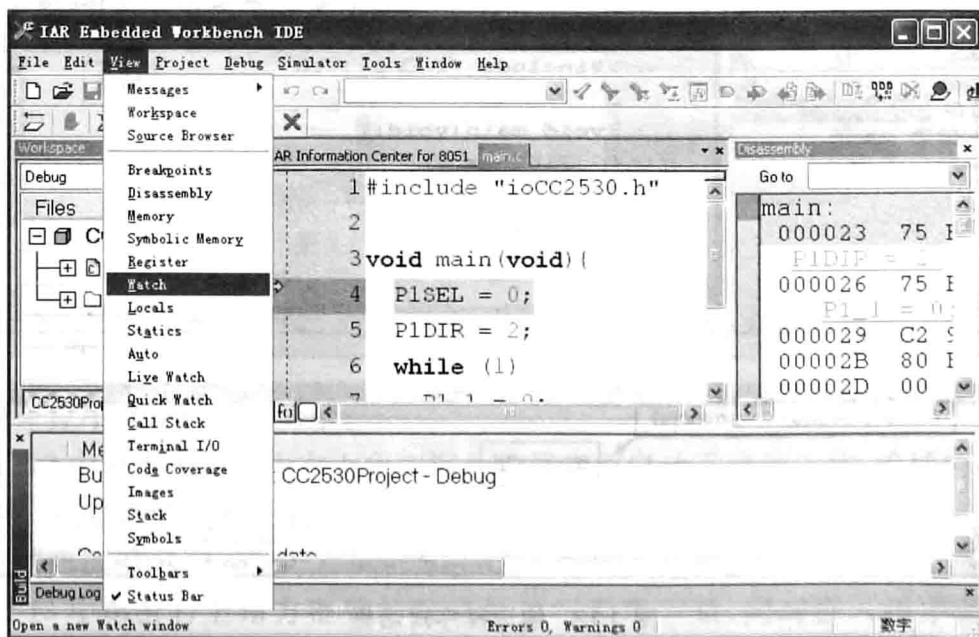


图 1.15 观察窗口对话框

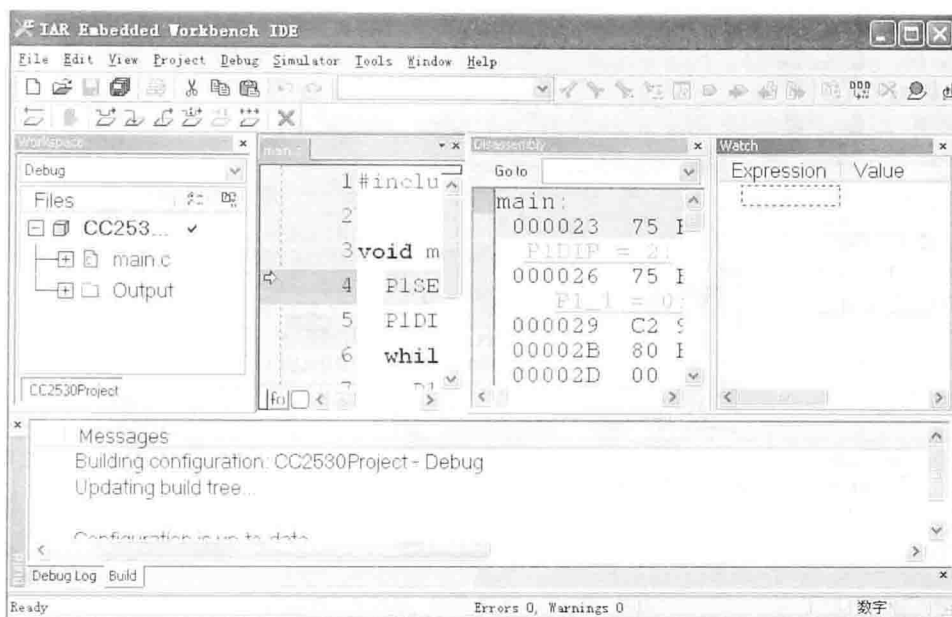


图 1.16 观察窗口打开界面

② 将需要观察的对象(变量名、寄存器名)填写到观察窗口中的 Expression 下,如图 1.17 所示。

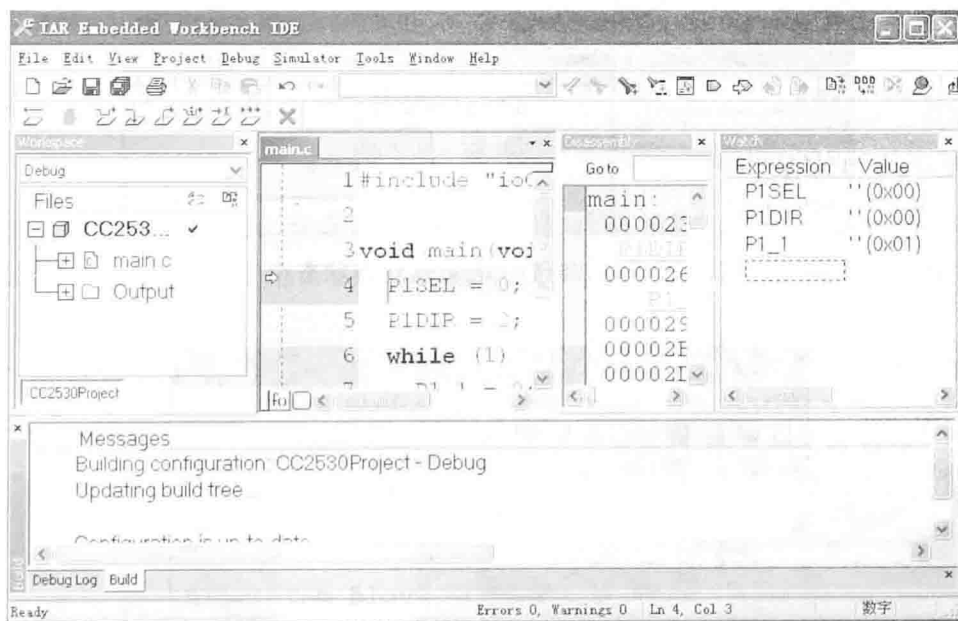


图 1.17 观察变量对象

③ 单击单步运行键观察它们的变化,如图 1.18 所示。

(8) 上述步骤是新建工程和文件的过程,新建完毕的工程调试时默认为仿真状态,可根据图 1.19 进行判断。在仿真状态下,代码并不会下载到硬件中执行。

(9) 为了观察实际效果,需要将调试方式修改为硬件调试。具体步骤如下:

① 在工程文件(图 1.20 浅色方形图标)处单击鼠标右键,选择 Options。

② 在弹出的对话框的 Debugger 选项中如图 1.21 所示选择 Texas Instruments 项,然后单击 OK 按钮。

③ 看到工程文件菜单栏第 5 项发生了变化,如图 1.22 所示。

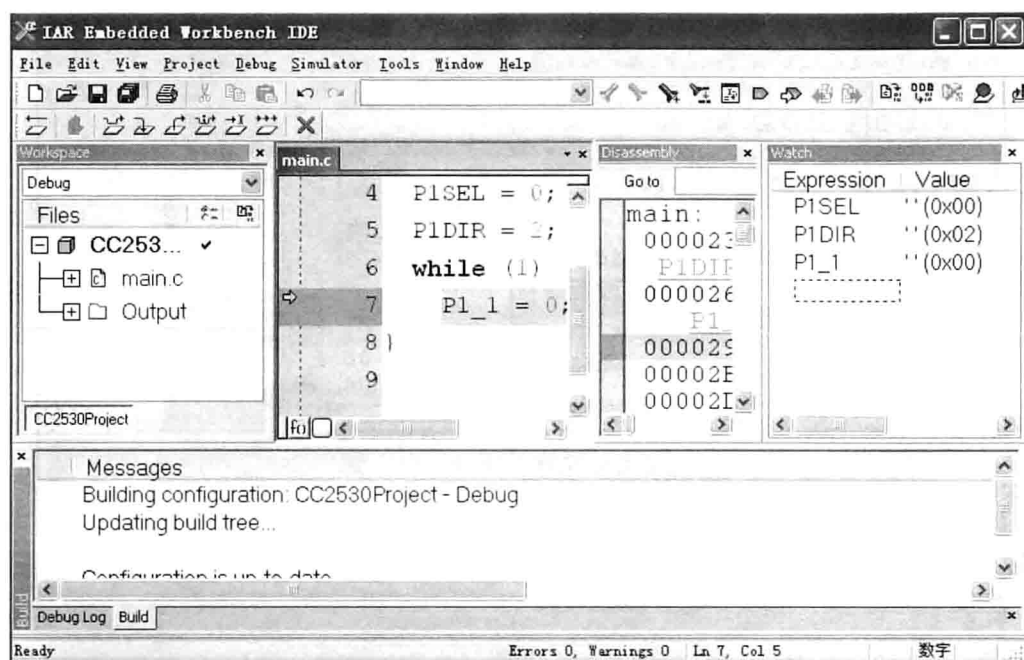


图 1.18 程序调试对话框

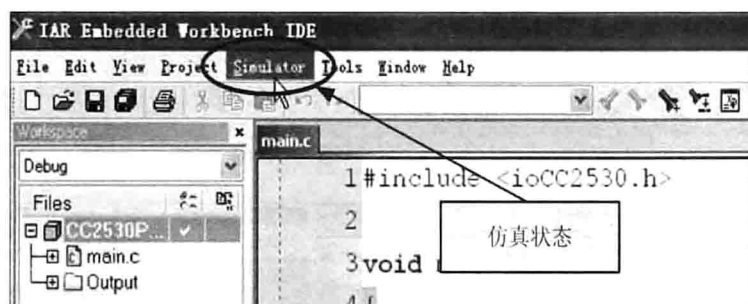


图 1.19 新建工程默认仿真状态

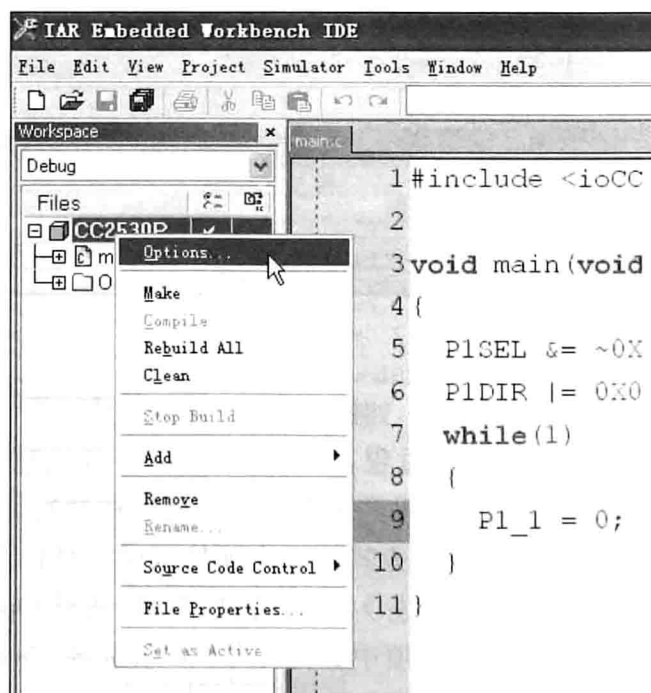


图 1.20 从仿真切换到硬件调试 1

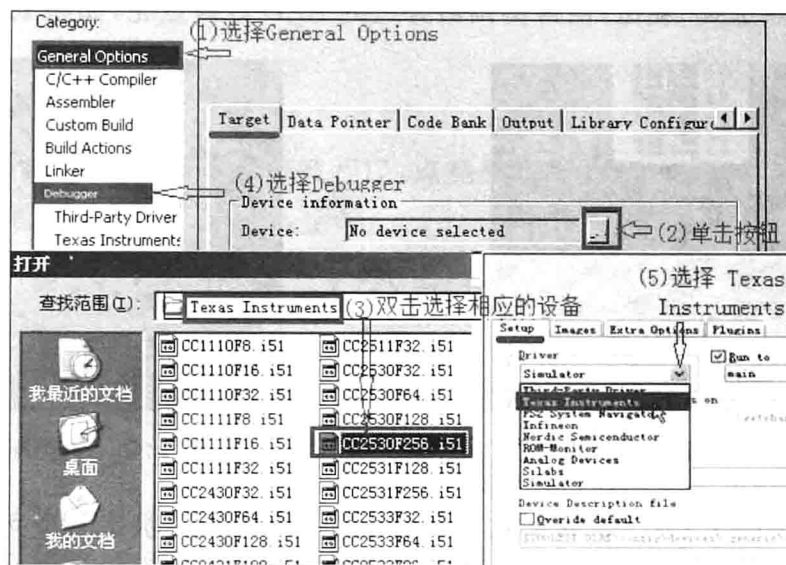


图 1.21 从仿真切换到硬件调试 2

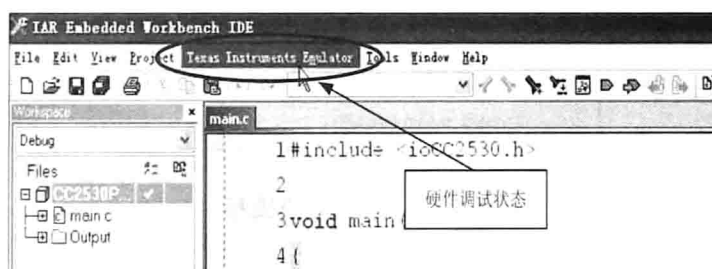


图 1.22 硬件调试状态

(10) 将被调试的 CC2530 节点通过调试器与计算机相连。

(11) 如图 1.23 所示,使用 USB A-B 延长线,将调试器与计算机的 USB 接口连接在一起。

(12) 将调试器的另外一端的 10pin 排线连接到实验箱底部的 JTAG 调试接口,如图 1.24 所示。

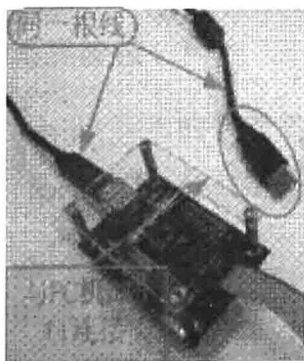


图 1.23 调试器与计算机的连接

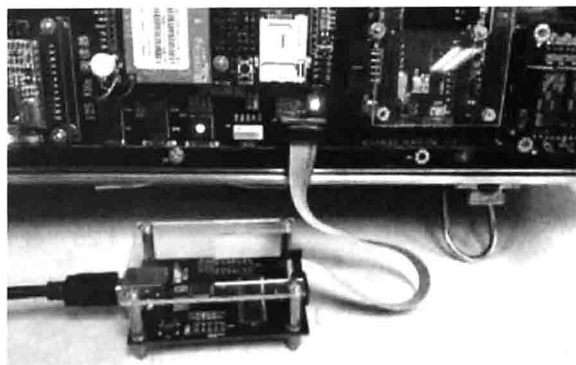


图 1.24 调试器与实验箱的连接

(13) 在一般的物联网实验箱上都有若干个 CC2530 节点,通常情况下,需要选择其中一个节点来作为被调试节点。

(14) 将实验箱“控制方式切换”的开关拨至“手动”一侧,如图 1.25 所示。

(15) 在本实验中,利用底部标有“协调器”的 CC2530 来完成实验内容,则可以转动实验