

CDIO项目驱动
任务引领学习

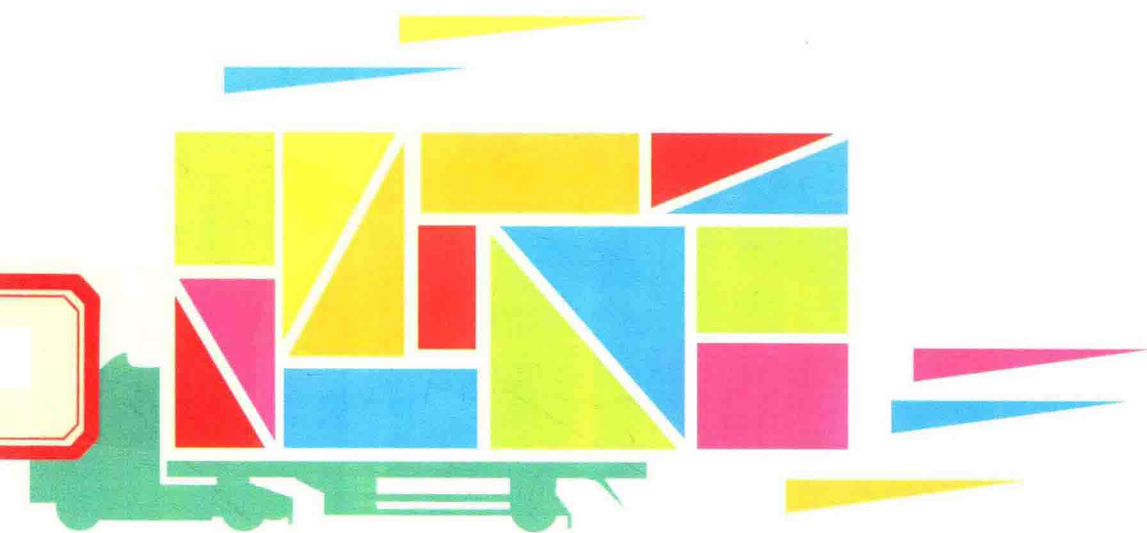


全国普通高校物联网工程专业规划教材

物联网通信技术

(项目教学版)

冯 暖 周振超 主 编
杨 玥 陈 勇 于 杨 副主编



清华大学出版社

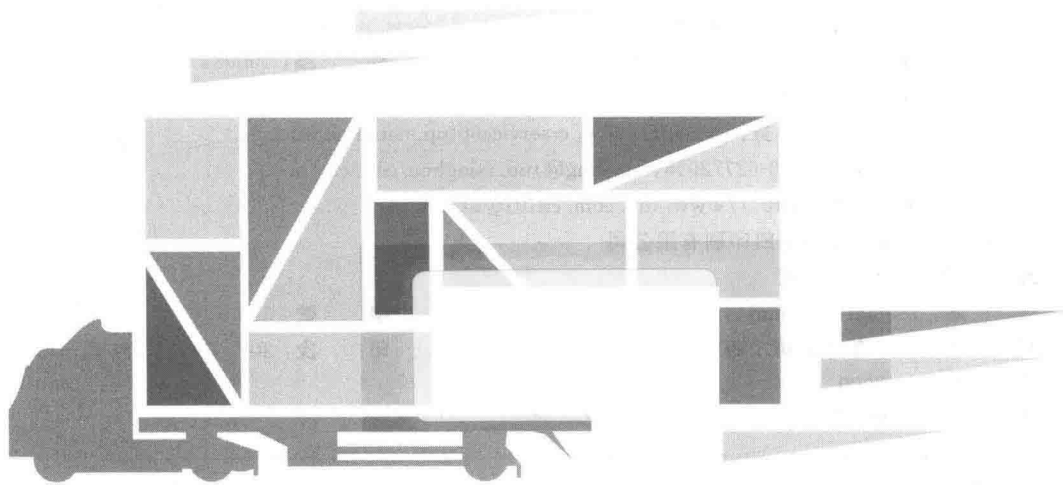


全国普通高校物联网工程专业规划教材

物联网通信技术

(项目教学版)

冯 暖 周振超 主 编
杨 玥 陈 勇 于 杨 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书在介绍物联网通信技术发展背景和技术应用的基础上,为了让读者快速掌握 ZigBee(紫蜂)通信,WiFi(Wireless-Fidelity)通信,蓝牙(Bluetooth)通信、RFID(射频识别)及 IPv6 通信这五类目前物联网应用最为广泛的短距通信技术与应用,以这五类通信作为项目课题,按照项目教学方式,由项目任务、项目的提出、项目实施和项目总结,构成每个篇章。本书章节铺设以项目为驱动,使学生从一开始就带着项目开发任务进入学习,在项目的实施过程中逐渐掌握完成任务所需的知识和技能。

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

物联网通信技术:项目教学版/冯暖,周振超主编. —北京:清华大学出版社,2017
(全国普通高校物联网工程专业规划教材)
ISBN 978-7-302-45712-1

I. ①物… II. ①冯… ②周… 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(2016)第 283858 号

责任编辑:梁颖 薛阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:胡伟民

责任印制:刘海龙

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 装 者:保定市中国画美凯印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13 字 数:320千字

版 次:2017年1月第1版 印 次:2017年1月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00元

产品编号:068774-01

前言



本书主要讲授 ZigBee(紫蜂)通信、WiFi(Wireless-Fidelity)通信、蓝牙(Bluetooth)通信、RFID(射频识别)及 IPv6 通信这 5 类目前物联网应用最为广泛的短距通信技术与应用,并以这 5 类通信作为项目课题,按照项目教学方式,由项目任务、项目的提出、项目实施和项目总结,构成每个篇章。

本书以物联网短距通信系统作为开发平台,使用 C51 语言,提供大量源于作者多年教学积累和项目开发经验的实例。在学习本书之前,读者需要掌握 C51 语言程序设计、单片机等知识。

本书概念清晰,逻辑性强,循序渐进,语言通俗易懂,适合作为高等学校物联网工程、电子信息工程、通信工程等相关专业的物联网通信技术课程的教材,也适合短距离通信技术应用开发的初级、中级人员学习参考。

由于本书涉及的范围比较广泛,加之物联网又是新生事物,项目教学开展的时间还不长,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。



第 1 章 ZigBee(紫蜂)通信	1
1.1 项目任务	1
1.2 项目的提出	1
1.3 实施项目的预备知识	2
1.3.1 ZigBee 技术概述	2
1.3.2 软件安装	4
1.3.3 ZigBee 硬件技术	14
1.4 项目实施	23
1.4.1 任务 1: 点对点无线通信	23
1.4.2 任务 2: 点对多点无线通信	29
1.4.3 任务 3: 基于 Z-Stack 的无线组网通信	35
1.4.4 任务 4: 基于 Z-Stack 的串口控制 LED	41
1.4.5 任务 5: 温度检测终端无线通信	45
1.4.6 任务 6: 无线透传	50
1.4.7 任务 7: ZigBee 无线通信模式下的传感器采集 数据通信应用系统	57
第 2 章 RFID(射频识别)	68
2.1 项目任务	68
2.2 项目的提出	68
2.3 实施项目的预备知识	69
2.3.1 RFID(射频识别)概述	69
2.3.2 软件安装	71
2.3.3 RFID(射频识别)硬件技术	74
2.4 项目实施	78
2.4.1 任务 1: RFID 自动读卡	78
2.4.2 任务 2: 基于 RFID 的电子钱包应用系统设计	88



第 3 章 蓝牙(Bluetooth)通信	94
3.1 项目任务	94
3.2 项目的提出	94
3.3 实施项目的预备知识	95
3.3.1 蓝牙(Bluetooth)技术概述	96
3.3.2 软件安装	97
3.3.3 蓝牙(Bluetooth)硬件技术	105
3.4 项目实施	108
3.4.1 任务 1: Bluetooth 组网配置	108
3.4.2 任务 2: 基于 Bluetooth 无线通信传感器采集 数据通信设计	112
3.4.3 扩展任务: 蓝牙设备与手机(PC)通信连接	122
第 4 章 WiFi(Wireless-Fidelity)通信	127
4.1 项目任务	127
4.2 项目的提出	127
4.3 实施项目的预备知识	128
4.3.1 WiFi 概述	129
4.3.2 WiFi 硬件结构原理	130
4.3.3 WiFi 的传输模式	132
4.4 项目实施	133
4.4.1 任务 1: WiFi 模块组网配置	133
4.4.2 任务 2: 基于 WiFi 网络的传感器数据通信应用设计	138
第 5 章 IPv6 通信	145
5.1 项目任务	145
5.2 项目的提出	145
5.3 实施项目的预备知识	146
5.3.1 IPv6 概述	146
5.3.2 软件安装	148
5.4 项目实施	151
5.4.1 任务 1: 基于 IPv6 的 Contiki 系统入门	151
5.4.2 任务 2: 基于 RPL 的点对点通信	162
5.4.3 任务 3: 基于 IPv6 模块的单播与多播通信	173
5.4.4 任务 4: IPv6 模块与 PC 的 UDP 通信	182
5.4.5 任务 5: 远程显示 IPv6 模块传感器信息	193

第 1 章

ZigBee(紫蜂)通信

1.1 项目任务

在本项目中要完成以下任务。

- (1) ZigBee 通信硬件模块(CC2530)及接口分析;
- (2) ZigBee 通信软件程序及接口分析;
- (3) ZigBee 通信协议下的点对点、点对多点通信模式设计;
- (4) ZigBee 通信协议下传感器检测信号通信。

具体任务指标如下:

完成基于 ZigBee 无线通信模式下的传感器采集数据通信应用系统。

1.2 项目的提出

“基于 ZigBee 无线通信模式下的传感器采集数据通信应用系统”是以 ZigBee 通信为基础,采用 TI 公司生产的 CC2530 芯片为核心处理器,其上位机 Windows 开发环境使用的是嵌入式集成开发环境 IAR Embedded Workbench for MCS-51,采用 ZigBee pro 协议(Z-Stack 2007 协议栈),C51 编译实现自动组网、自动路由、无线数据传输及采用 PC 与硬件串口通信。



1.3 实施项目的预备知识

预备知识的重要内容:

- (1) 理解 ZigBee 技术的概念、技术特点;
- (2) 了解 ZigBee 的设备类型、网络描述与协议架构;
- (3) 重点掌握 CC2530 芯片的编译方法和应用;
- (4) 重点掌握 ZigBee 协调器与终端的通信方法。

关键术语:

ZigBee 通信^①: ZigBee 是基于 IEEE 802.15.4 标准的低功耗局域网协议。根据国际标准规定,ZigBee 技术是一种短距离、低功耗的无线通信技术。其特点是近距离、低复杂度、自组织、低功耗、低数据速率。主要适用于自动控制 and 远程控制领域,可以嵌入各种设备。

简而言之,ZigBee 就是一种便宜的、低功耗的近距离无线组网通信技术,是一种低速短距离传输的无线网络协议。

预备知识的内容结构:



预备知识:

1.3.1 ZigBee 技术概述

1. ZigBee 起源

ZigBee 译为“紫蜂”,它与蓝牙相类似,是一种新兴的短距离无线通信技术,用于

^① 引自 <http://baike.baidu.com/view/117166.htm>

传感控制应用(Sensor and Control)。其名字来源于蜂群使用的赖以生存和发展的通信方式,蜜蜂通过跳 ZigZag 形状的舞蹈来分享新发现的食物源的位置、距离和方向等信息。由 IEEE 802.15 工作组中提出,并由其 TG4 工作组制定规范。

2001年8月,ZigBee Alliance 成立。随着工业自动化,对无线数据通信的强烈需求,及对于工业现场,对无线传输能抵抗工业现场的各种电磁干扰的高可靠性要求,经过人们长期努力,ZigBee 协议在 2003 年正式问世。

2004年,ZigBee V1.0 诞生。它是 ZigBee 规范的第一个版本。

2006年,推出 ZigBee 2006,比较完善。

2007年年底,ZigBee PRO 推出。

2009年3月,ZigBee RF4CE 推出,具备更强的灵活性和远程控制能力。

2009年开始,ZigBee 采用了 IETF 的 IPv6 6LoWPAN 标准作为新一代智能电网 Smart Energy(SEP 2.0)的标准,致力于形成全球统一的易于与互联网集成的网络,实现端到端的网络通信。

2. ZigBee 的特点

ZigBee 使用 2.4 GHz 波段,采用跳频技术,主要应用在短距离范围之内并且数据传输速率不高的各种电子设备之间,其特点如下。

(1) 低功耗。在低功耗待机模式下,两节 5 号干电池可支持一个节点工作 6~24 个月。相比较,蓝牙能工作数周、WiFi 可工作数小时,这是 ZigBee 的突出优势。

(2) 低成本。通过大幅简化协议(不到蓝牙的 1/10),降低了对通信控制器的要求,按预测分析,以 8051 的 8 位微控制器测算,全功能的主节点需要 32KB 代码,子功能节点减少至 4KB 代码,而且 ZigBee 免协议专利费。每块芯片的价格大约为两美元。

(3) 低速率。ZigBee 工作在 20~250kb/s 的速率,分别提供 250kb/s(2.4GHz)、40k/ps(915MHz)和 20kb/s(868MHz)的原始数据吞吐率,满足低速率传输数据的应用需求。

(4) 近距离。相邻节点间的传输范围一般介于 10~100m 之间,在增加发射功率后,可增加到 1~3km。如果通过路由和节点间通信的接力,传输距离将可以更远。

(5) 短时延。ZigBee 的响应速度较快,一般从睡眠转入工作状态只需 15ms,节点连接进入网络只需 30ms,进一步节省了电能。相比较,蓝牙需要 3~10s、WiFi 需要 3s。

(6) 高容量。ZigBee 可采用星状、片状和网状网络结构,由一个主节点管理若干子节点,最多一个主节点可管理 254 个子节点;同时主节点还还可由上一层网络节点管理,最多可组成 65 000 个节点的大网。

(7) 高安全。ZigBee 提供了三级安全模式,包括无安全设定、使用访问控制清单(Access Control List, ACL)防止非法获取数据以及采用高级加密标准(AES 128)的对称密码,以灵活确定其安全属性。

(8) 免执照频段。使用工业科学医疗(ISM)频段,915MHz(美国),868MHz(欧洲),2.4GHz(全球)。由于此三个频带物理层并不相同,其各自信道带宽也不同,分别为 0.6MHz、2MHz 和 5MHz,分别有 1 个、10 个和 16 个信道。

这三个频带的扩频和调制方式也有区别,调制方式都用了调相技术,但 868MHz 和 915MHz 频段采用的是 BPSK,而 2.4GHz 频段采用的是 OQPSK。

ZigBee 网络中的设备可分为协调器(Coordinator)、汇聚节点(Router)、传感器节点(EndDevice)等三种角色。未来能在工业监控、传感器网络、家庭监控、安全系统和玩具等领域拓展 ZigBee 的应用。

1.3.2 软件安装

1. 嵌入式集成开发环境 IAR Embedded Workbench for MCS-51 安装

IAR Embedded Workbench for MCS-51 是上位机 Windows 的嵌入式集成开发环境,该开发环境针对目标处理器集成了良好的函数库和工具支持,其安装过程如下。

(1) 打开 IAR 安装包进入安装界面,双击 EW8051-EV-751A 进行安装,如图 1.1 所示。

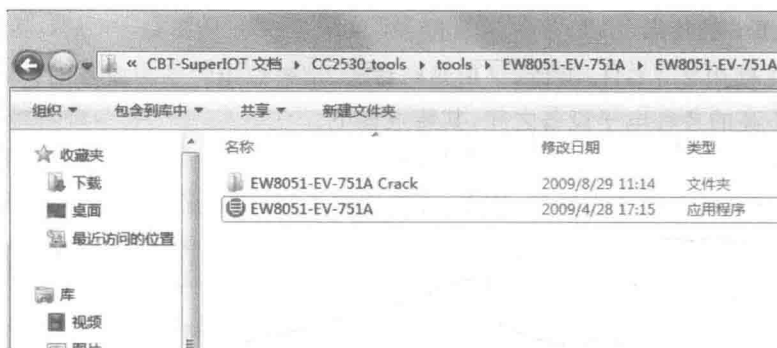


图 1.1 安装软件包

(2) 出现如图 1.2 所示的对话框,单击 Next 按钮。

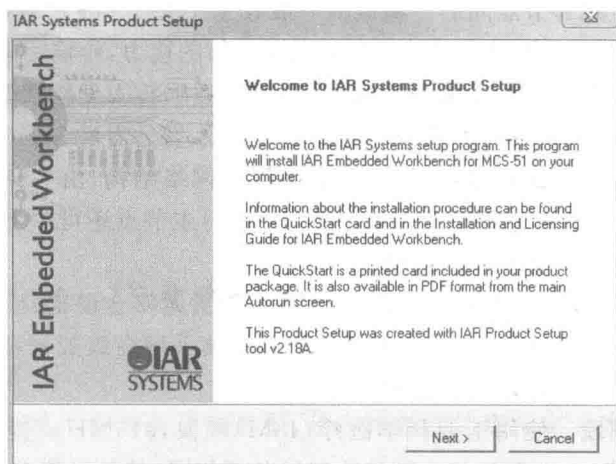


图 1.2 安装许可询问

(3) 接受许可协议,如图 1.3 所示。

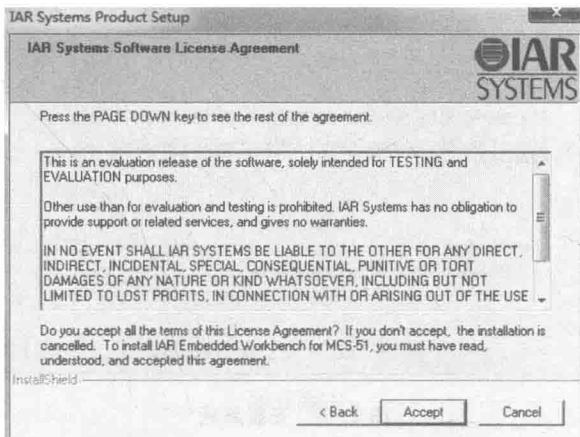


图 1.3 接受许可协议

(4) 输入正确的序列号和 License Key 到如图 1.4 和图 1.5 所示对话框中。

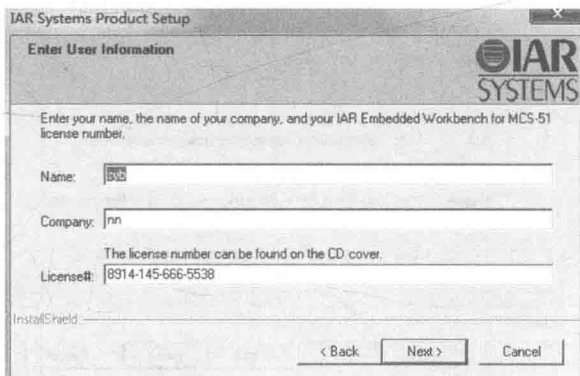


图 1.4 输入序列号

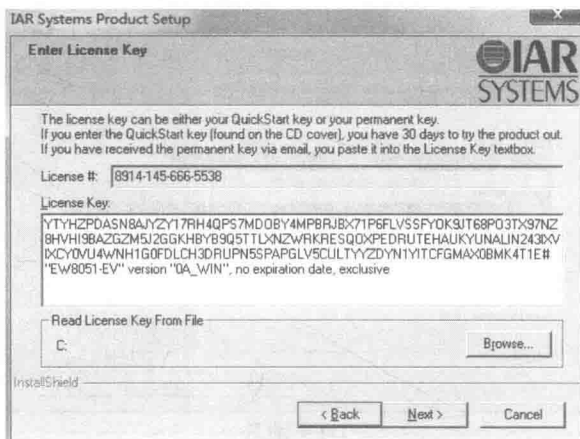


图 1.5 输入 License Key

(5) 设置安装路径,如图 1.6 所示,单击 Next 按钮。

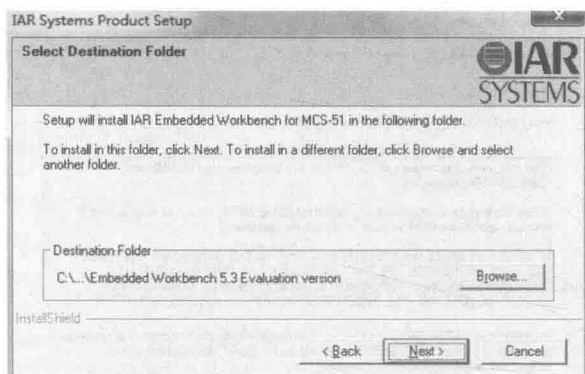
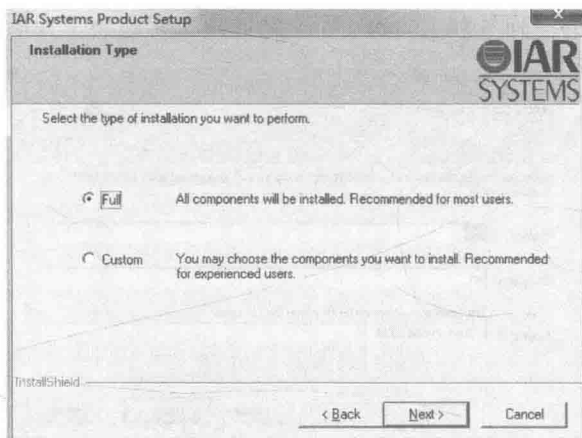
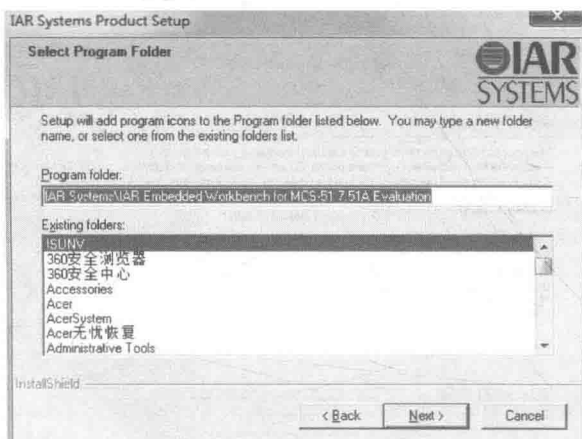


图 1.6 安装路径

(6) 选择 Full(完全安装),如图 1.7 所示,单击 Next 按钮。

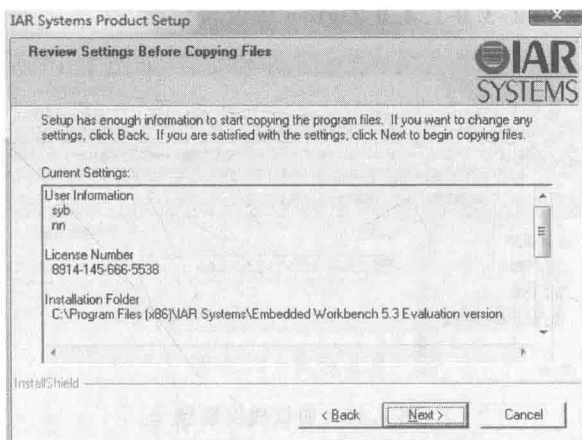


(a) 步骤(1)



(b) 步骤(2)

图 1.7 安装模式各步骤



(c) 步骤(3)

图 1.7 (续)

(7) 开始安装,如图 1.8 所示。

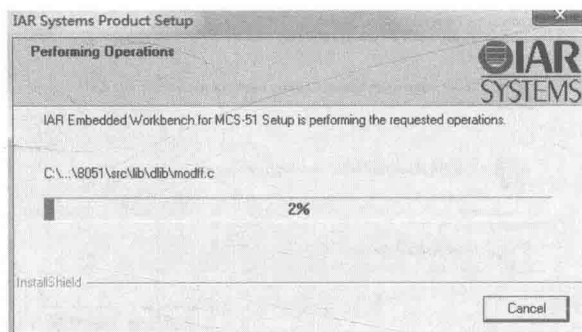


图 1.8 安装进度

(8) 安装完成,如图 1.9 所示。

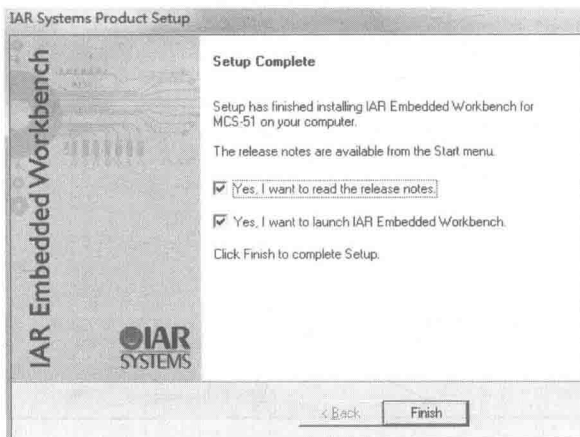


图 1.9 安装完成

2. ZStack-CC2530-2.3.0-1.4.0 ZigBee 协议栈安装

(1) 双击 ZStack-CC2530-2.3.0-1.4.0 开始安装,如图 1.10 所示。



图 1.10 协议栈安装包

(2) 选择 Modify,如图 1.11 所示,单击 Next 按钮。

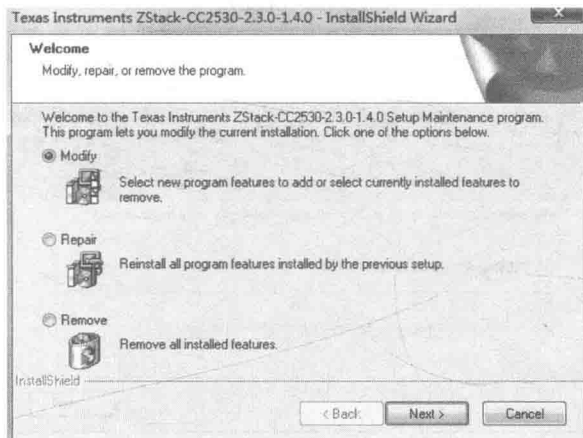


图 1.11 选择典型安装

(3) 选择安装支持的工具,如图 1.12 所示。

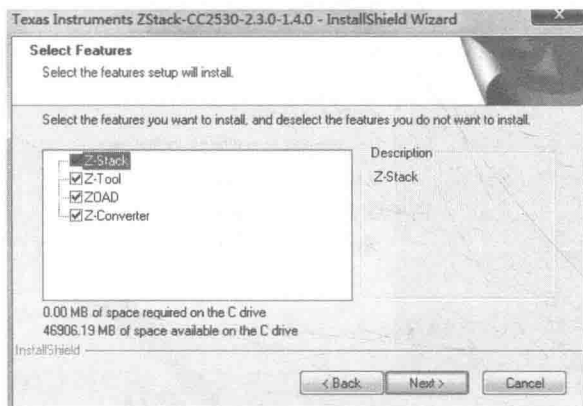


图 1.12 工具选择

(4) 开始安装,如图 1.13 所示。

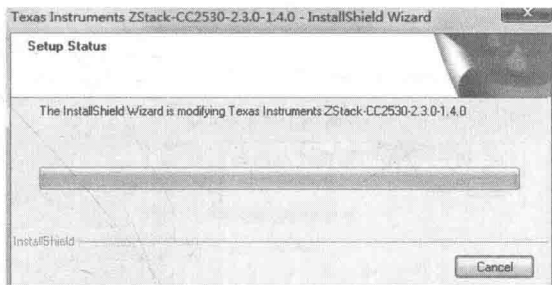


图 1.13 安装进度

(5) 安装完成,如图 1.14 所示。

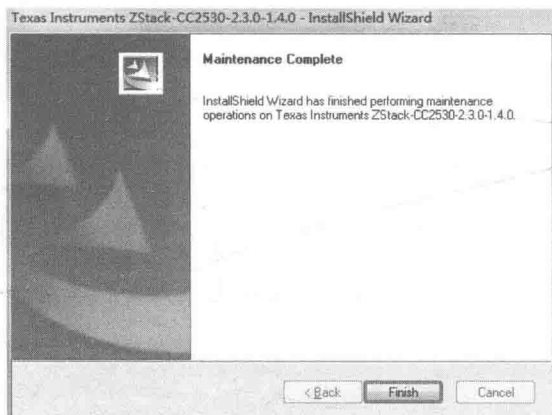
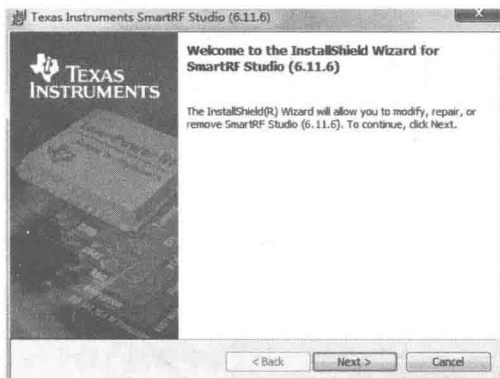


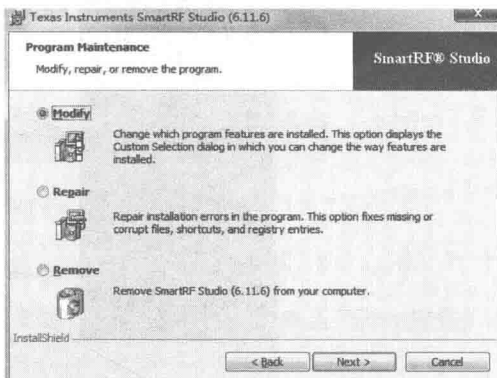
图 1.14 安装完成

3. Setup_SmartRFstudio_6.11.6.exe 仿真器驱动安装

(1) 双击 Setup_SmartRF_Studio_6.11.6 开始安装,如图 1.15 所示,单击 Next 按钮。



(a)



(b)

图 1.15 安装过程

(2) 安装选择,如图 1.16 所示,单击 Next 按钮。

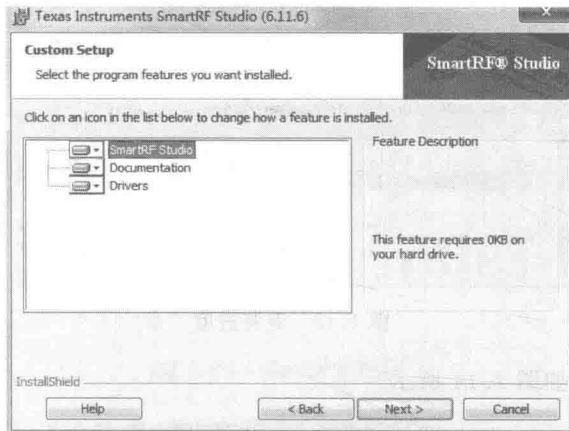


图 1.16 安装选项

(3) 开始安装,如图 1.17 所示。

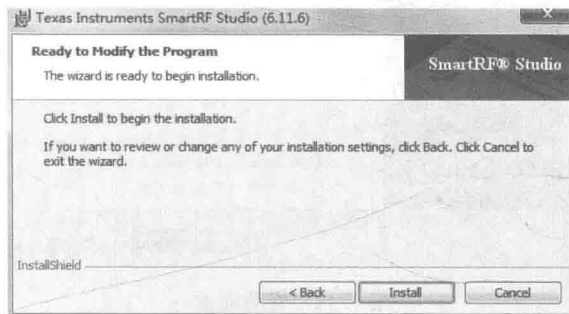


图 1.17 开始安装

(4) 安装完成,如图 1.18 所示。

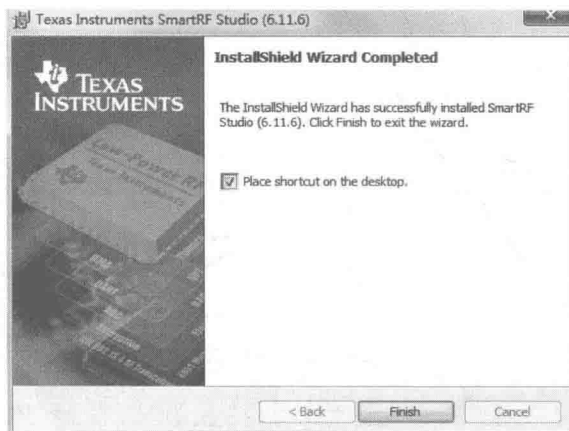


图 1.18 安装完成

(5) 将仿真器通过开发系统附带的 USB 电缆连接到 PC, 在 Windows XP 系统下, 系统找到新硬件后显示如图 1.19 所示的对话框, 选择自动安装软件, 单击“下一步”按钮。

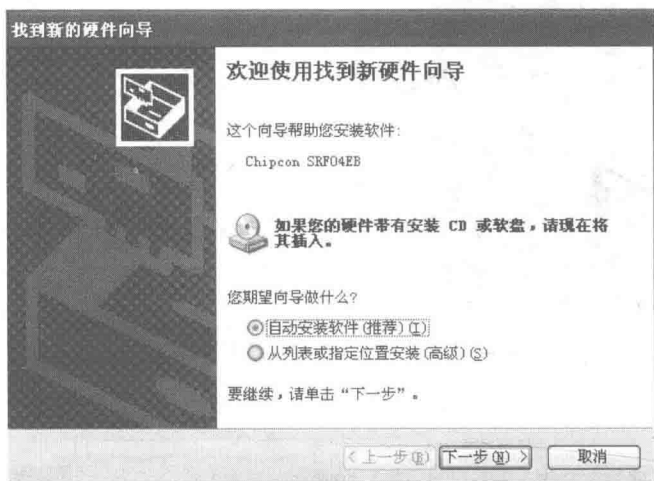


图 1.19 自动安装

(6) 向导会自动搜索并复制驱动文件到系统。系统安装完驱动后提示完成对话框, 单击“完成”按钮退出安装, 如图 1.20 所示。



图 1.20 安装完成

4. Setup_SmartRFProgr_1.6.2 烧写工具安装

- (1) 双击 Setup_SmartRFProgr_1.6.2 安装, 如图 1.21 所示, 单击 Next 按钮。
- (2) 选择安装路径, 如图 1.22 所示, 单击 Next 按钮。
- (3) 选择 Complete(完整安装), 如图 1.23 所示, 单击 Next 按钮。