

CDIO项目驱动
任务引领学习



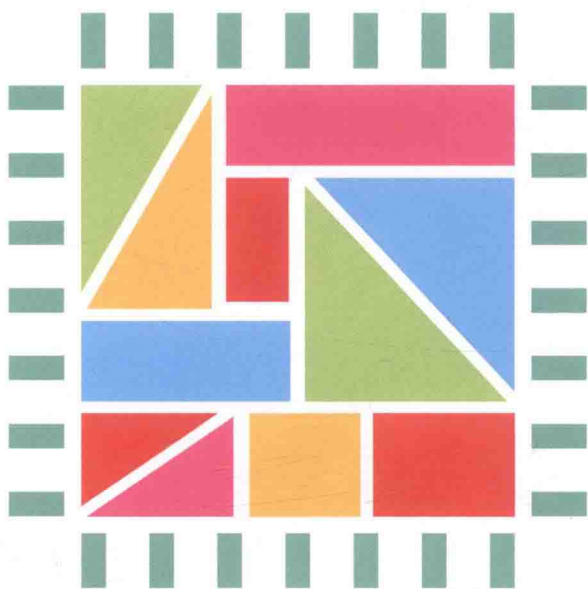
全国普通高校物联网工程专业规划教材

单片机与接口技术

基于CC2530的单片机应用

(项目教学版)

杨玥 主编
董华彪 贾婷 高猛 张鑫 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

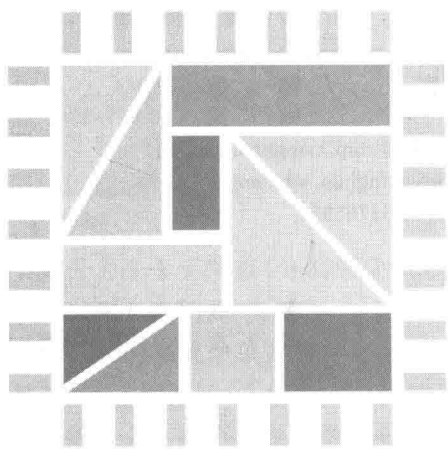
单片机与接口技术

基于CC2530的单片机应用

(项目教学版)

杨玥 主编

董华彪 贾婷 高猛 张鑫 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

为了激发读者的学习兴趣,让读者快速掌握单片机和接口技术,本书以单片机的具体应用过程为线索,从单片机的应用角度出发逐步展开。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,在做项目的过程中逐渐掌握完成任务所需的知识和技能。每一个单项工作任务(子项目)的完成都会带来小小的成功喜悦,增加一点点自信,引发继续向上的动力,一步一步地解决问题,向成功靠近。

本书是 CDIO 项目驱动型规划教材,以任务为中心,以职业岗位能力为目标,按照单片机与接口基础的开发和设计的基本流程组织教材内容。

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相关专业的单片机与接口技术等课程的教材,也适合单片机开发的初、中级人员学习参考。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机与接口技术:基于 CC2530 的单片机应用:项目教学版/杨玥主编. —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 978-7-302-45538-7

I. ①单… II. ①杨… III. ①单片微型计算机—基础理论—高等学校—教材 ②单片微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 276780 号

责任编辑:梁颖

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

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:保定市中华美凯印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:11.5

字 数:268 千字

版 次:2017 年 5 月第 1 版

印 次:2017 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00 元

产品编号:072620-01

前言



随着物联网产业应用范围的扩大,要求单片机的作用范围也越来越大,物联网系统的应用,离不开单片机的应用。在物联网系统中主要使用 CC2530 单片机设备,因此,基于 CC2530 的单片机应用成为使用、管理和设计物联网系统的必备知识。本书的思路以实用技术为主,以项目教学为导向,重点讲述在物联网应用中广泛使用的 CC2530 单片机。

单片机又称单片微控制器,它不是完成某一个逻辑功能的芯片,而是把一个计算机系统集成到一块芯片上。相当于一台微型计算机,与计算机相比,单片机只缺少了 I/O 设备。概括地讲:一块芯片就成了一台计算机。它的体积小、质量轻、价格便宜,为学习、应用和开发提供了便利条件。同时,学习使用单片机是了解计算机原理与结构的最佳选择。

单片机的使用领域已十分广泛,如智能仪表、实时工控、通信设备、导航系统、家用电器等。各种产品一旦用上了单片机,就能起到使产品升级换代的功效,常在产品名称前冠以形容词——“智能型”,如智能型洗衣机等。

单片机广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域,也渗透到我们生活的各个领域,几乎所有领域都有单片机的踪迹。例如,导弹的导航装置,飞机上各种仪表的控制,计算机的网络通信与数据传输,工业自动化过程的实时控制和数据处理,广泛使用的各种智能 IC 卡,轿车上的安全保障系统,录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制,以及程控玩具、电子宠物等,这些都离不开单片机。更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械以及各种智能机械了。因此,单片机的学习、开发与应用将造就一批计算机应用与智能化控制的科学家、工程师。

本书共分为 8 个子项目,分别为认识 CC2530、通用 I/O 端口控制、外部中断、定时器控制、串口控制、A/D 转换控制、时钟和电源管理以及看门狗应用,这些子项目从整体上形成了物联网系统中单片机应用的全过程。

项目 1 是认识 CC2530,完成项目的软件环境搭建,包括环境安装、模板工程建立、下载和调试等任务。通过本项目的实施,要求掌握 CC2530 的特性、应用、芯片引脚等基本概念,掌握 IAR 的安装和使用、驱动的安装和辅助设备的安装。

项目 2 是通用 I/O 端口控制,完成通过 I/O 端口控制 LED 灯任务。通过本项目

的实施,要求掌握通用 I/O 端口的基本知识和基本功能,重点掌握通用 I/O 端口的相关寄存器的概念和应用。

项目 3 是外部中断,完成通过按键中断控制 LED 灯任务。通过本项目的实施,要求掌握中断的概述、中断屏蔽寄存器和中断的处理方法和应用。

项目 4 是定时器控制,完成定时器的控制任务。通过本项目的实施,要求掌握片内外设 I/O 的应用、定时器的概念、定时器的寄存器和操作的应用,以及睡眠定时器的应用。

项目 5 是串口控制,完成串口收发数据和串口控制 LED 灯等任务。通过本项目的实施,要求掌握串行通信接口的概念、串行通信接口寄存器的相关概念和方法,设置串行通信接口寄存器波特率的方法,重点是掌握 UART 接收的具体应用。

项目 6 是 A/D 转换控制,完成片上温度 A/D 转换控制、模拟电压 A/D 转换控制和电源电压 A/D 转换控制等任务。通过本项目的实施,要求掌握 ADC 的基本概念、ADC 的输入、ADC 的寄存器应用、ADC 的转换结果以及单个 ADC 转换的应用。

项目 7 是时钟和电源管理,完成时钟显示、系统休眠和低功耗的任务。通过本项目的实施,要求掌握 CC2530 的电源管理概念和原理,以及电源管理的控制方法,掌握 CC2530 振荡器和时钟的应用。

项目 8 是看门狗的应用,完成看门狗的任务。通过本项目的实施,要求掌握看门狗的模式、定时器的模式,以及看门狗定时器寄存器的概念和应用。

本书以 TI 公司的 CC2530 单片机为开发平台,提供大量源于作者多年教学积累和项目开发经验的实例。在学习本书中的项目前,读者需要掌握 C 语言程序设计、电路等基础知识。

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相关专业的单片机与接口技术等课程的教材,也适合单片机开发的初、中级人员学习参考。

由于作者水平有限及对单片机技术和项目教学理解尚不全面深入,书中难免有不足和不妥之处,诚恳希望读者批评指正。随着我们项目实施的不断完善,希望为读者提供更多的相关资料及错误修正,力争给单片机技术爱好者和学习者提供一个交流的平台。

编者

2017 年 2 月

目 录



项目 1 认识 CC2530	1
1.1 项目任务和指标	1
1.2 项目的预备知识	1
1.2.1 CC2530 无线片上系统概述	1
1.2.2 CC2530 芯片主要特性	3
1.2.3 CC2530 的应用领域	4
1.2.4 CC2530 概述	4
1.2.5 CC2530 芯片引脚的功能	6
1.2.6 CC2530 增强型 8051 内核简介	8
1.3 项目实施	9
1.3.1 任务 1: 工程环境安装	9
1.3.2 任务 2: 下载和调试	18
1.3.3 任务 3: 建立工程模板	25
项目 2 通用 I/O 端口控制	37
2.1 项目任务和指标	37
2.2 项目的预备知识	37
2.2.1 通用 I/O 端口简介	37
2.2.2 通用 I/O 端口相关寄存器	38
2.3 项目实施	40
项目 3 外部中断	43
3.1 项目任务和指标	43
3.2 项目的预备知识	43
3.2.1 中断概述	43
3.2.2 中断屏蔽	44
3.2.3 中断处理	47

3.3 项目实施	51
项目 4 定时器控制	57
4.1 项目任务和指标	57
4.2 项目的预备知识	57
4.2.1 片内外设 I/O	57
4.2.2 定时器简介	60
4.2.3 T1 寄存器	61
4.2.4 T1 操作	63
4.2.5 16 位计数器	65
4.2.6 T3 概述	66
4.2.7 睡眠定时器简介	67
4.2.8 睡眠定时器寄存器	68
4.3 项目实施	69
4.3.1 任务 1: T1 控制	69
4.3.2 任务 2: T2 控制	72
4.3.3 任务 3: T3 控制	79
4.3.4 任务 4: T4 控制	86
项目 5 串口控制	95
5.1 项目任务和指标	95
5.2 项目的预备知识	95
5.2.1 串行通信接口	95
5.2.2 串行通信接口寄存器	96
5.2.3 设置串行通信接口寄存器波特率	98
5.2.4 UART 接收	99
5.3 项目实施	99
5.3.1 任务 1: 串口收发数据	99
5.3.2 任务 2: 串口控制 LED	106
项目 6 A/D 转换控制	114
6.1 项目任务和指标	114
6.2 项目的预备知识	114
6.2.1 ADC 简介	114
6.2.2 ADC 输入	115
6.2.3 ADC 寄存器	115
6.2.4 ADC 转换结果	118

6.2.5 单个 ADC 转换	118
6.3 项目实施	118
6.3.1 任务 1: 片上温度 A/D 转换控制	118
6.3.2 任务 2: 模拟电压 A/D 转换控制	128
6.3.3 任务 3: 电源电压 A/D 转换控制	137
项目 7 时钟和电源管理	146
7.1 项目任务和指标	146
7.2 项目的预备知识	146
7.2.1 CC2530 电源管理简介	146
7.2.2 CC2530 电源管理控制	147
7.2.3 CC2530 振荡器和时钟	147
7.3 项目实施	148
7.3.1 任务 1: 时钟显示	148
7.3.2 任务 2: 系统休眠与低功耗	161
项目 8 看门狗	168
8.1 项目任务和指标	168
8.2 项目的预备知识	168
8.2.1 看门狗模式	169
8.2.2 定时器模式	169
8.2.3 看门狗定时器寄存器	169
8.3 项目实施	170
参考文献	176

项目 1

认识CC2530

1.1 项目任务和指标

本项目将完成项目的软件环境搭建,包括环境安装、模板工程建立、下载和调试等任务。

通过本项目的实施,读者应掌握 CC2530 的特性、应用、芯片引脚等基本概念,掌握 IAR 的安装和使用、驱动的安装和辅助设备的安装。

1.2 项目的预备知识

1.2.1 CC2530 无线片上系统概述

单片机也叫微控制器(Microcontroller),是一种集成电路芯片,是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器(CPU)、随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、多种输入输出(I/O)接口和中断系统、定时器/计数器等功能(可能还包括显示驱动电路、脉宽调制电路、模拟多路转换器、A/D 转换器等电路),集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统。

CC2530 是用于 IEEE 802.15.4、ZigBee 和 RF4CE 应用的一个真正的片上系统(System on Chip, SoC)^①解决方案。它能够以非常低的总的材料成本建立强大的网

^① 片上系统(SoC)就是把所有的模块都做到一块芯片上。

络节点。CC2530 结合了领先的 2.4GHz 的 RF 收发器的优良性能、业界标准的增强型 8051 单片机、系统内可编程闪存、8KB RAM 和许多其他强大的功能。根据芯片内置闪存的不同容量,CC2530 有 4 种不同的型号: CC2530F32/F64/F128/F256, 编号后缀分别代表具有 32KB/64KB/128KB/256KB 的闪存。CC2530 具有不同的运行模式,使得它尤其适应超低功耗要求的系统。运行模式之间的转换时间短,进一步确保了低能源消耗。

IEEE 802.15.4 描述了低速率无线个人局域网的物理层和媒体接入控制协议。IEEE 802.15 工作组目标是为个人操作空间(Personal Operating Space,POS)内相互通信的无线通信设备提供通信标准。POS 指的是用户附近 10m 左右的空间。

ZigBee 的基础是 IEEE 802.15.4,每个协调器可连接多达 255 个节点,几个协调器形成一个网络,对路由传输的数目没有限制。

RF4CE 是新一代家电遥控标准和协议,是基于 ZigBee/IEEE 802.15.4 的家电遥控的射频新标准。其中 RF 即射频(Radio Frequency),4 是 for(four),CE 即消费电子(Consumer Electronics)。2008 年,索尼、飞利浦、松下、三星与主要低功耗 RFIC 厂商飞思卡尔(Freescale)、德州仪器(TI)以及 OKI 共同成立 RF4CE 联盟,并于 2009 年与 ZigBee 联盟合作共同开发基于 ZigBee 并用于家电遥控的射频新标准。RF4CE 不但能提高操作的可靠性,提高信号的传输距离和抗干扰性,使信号传递不受障碍物影响,还能实现双向通信和解决不同电器的互操作问题,遥控器电池寿命也可显著延长。消费者将不再需要用遥控器的发射端准确指向电器的接收端,也不再需要数个遥控器操作家中不同的电子设备。

CC2530 在 CC2430 的基础上进行了较大改进,最大的改进是 ZigBee 协议栈的改进,这个协议栈都进行了升级,无论稳定性或者可靠性都有了不错的表现。速率依旧是 250Kb/s,功率增大到 4.5dBm,发送信道也进行了修改,寄存器进行相应改变,所以 ZigBee 2006 协议栈就无法用到 CC2530 上了。ZigBee 2007 的协议栈对组网、再组网、数据传输及节点数量都有较大提升,可以说 CC2530 不是因为本身而得其价值,更多的是因为 ZigBee 2007 协议栈的提升。

除了 CC2530 之外,CC253x 片上系统还包括 CC2531 芯片,与 CC2530 芯片的主要区别在于是否支持 USB。CC253x 系列概览如表 1.1 所示。

表 1.1 CC253x 系列芯片概览

特征	CC2530F32/F64/F128/F256	CC2531F256
闪存容量	32KB/64KB/128KB/256KB	256KB
SRAM 容量	8KB	8KB
是否支持 USB	否	是

CC2530F256 结合了 TI 公司的 ZigBee 协议栈 Z-Stack,提供了一个强大和完整的 ZigBee 解决方案。CC2530F64 结合了 TI 公司的协议栈 RemoTI,更好地提供了一个

强大和完整的 ZigBee RF4CE 远程控制解决方案。

2.4GHz 的 CC2530 片上系统解决方案适合于广泛的应用。它们可以很容易建立在基于 IEEE 802.15.4 标准协议 RemoTI 网络协议和用于 ZigBee 兼容解决方案的 Z-Stack 软件上面,或是专门的 SimpliciTI 网络协议上面。但是它们的使用不仅限于这些协议。例如,CC2530 系列还适合于 6LoWPAN 和无线 HART 的实现。TI 公司目前主推 CC2530,而 CC2430 已经不推荐使用了。

1.2.2 CC2530 芯片主要特性

CC2530 芯片包含以下特性:

- (1) 高性能、低功耗且具有代码预取功能的 8051 微控制器内核。
- (2) 符合 2.4GHz IEEE 802.15.4 标准的优良的无线接收灵敏度 and 抗干扰性能 2.4GHz RF 收发器。
- (3) 低功耗。
 - 主动模式 RX(CPU 空闲): 24mA。
 - 主动模式 TX 在 1dBm(CPU 空闲): 29mA。
 - 供电模式 1(4 μ s 唤醒): 0.2mA。
 - 供电模式 2(睡眠定时器运行): 1 μ A。
 - 供电模式 3(外部中断): 0.4 μ A。
 - 宽电源电压范围: 2~3.6V。
- (4) 支持硬件调试。
- (5) 支持精确的数字化 RSSI/LQI(信号强度值/连接质量,两者都可以通过读取芯片的寄存器得到)和强大的 5 通道 DMA(直接存储访问,是一种高速的数据传输操作,允许在外部设备和存储器之间直接读写数据,既不通过 CPU,也不需要 CPU 干预)。
- (6) IEEE 802.15.4 MAC 定时器,通用定时器。
- (7) 具有 IR 发生电路(用于远程控制应用)。
- (8) 具有捕获功能的 32kHz 睡眠定时器。
- (9) 硬件支持 CSMA/CA 功能。
- (10) 具有电池监测功能和温度传感功能。
- (11) 具有 8 路输入和可配置分辨率的 12 位 ADC(模数转换器)。
- (12) 集成 AES 安全协处理器。
- (13) 两个支持多种串行通信协议的强大 USART(通用同步异步收发器)。
- (14) 21 个通用 I/O 引脚(19 \times 4mA,2 \times 20mA)。
- (15) 看门狗定时器(WDT,实际上是一个计数器,一般给看门狗一个大数,程序开始运行后看门狗开始倒计时。如果程序运行正常,过一段时间 CPU 应发出指令让看门狗复位,重新开始倒计时)。
- (16) 强大灵活的开发工具。

1.2.3 CC2530 的应用领域

CC2530 主要的应用领域包括:

- (1) 2.4GHz IEEE 802.15.4 系统。
- (2) RF4CE 远程控制系统(需要大于 64KB 闪存)。
- (3) ZigBee 系统(需要 256KB 闪存)。
- (4) 家庭/楼宇自动化。
- (5) 照明系统。
- (6) 工业控制和监控。
- (7) 低功耗无线传感网络。
- (8) 消费型电子。
- (9) 医疗保健。

1.2.4 CC2530 概述

CC2530 可以大致分为 4 个部分: CPU 和内存相关的模块、外设、时钟和电源管理相关的模块,以及无线电相关的模块。

1. CPU 和内存

CC2530 包含一个增强型工业标准的 8 位 8051 微控制器内核,运行时钟 32MHz,具有 8 倍的标准 8051 内核的性能。增强型 8051 内核使用标准的 8051 指令集,并且每个指令周期是一个时钟周期,而标准的 8051 每个指令周期是 12 个时钟周期,因此增强型 8051 消除了总线状态的浪费,指令执行比标准的 8051 更快。

CC253x 系列芯片使用的 8051 CPU 内核是一个单周期 8051 兼容内核。它有 3 种不同的内存访问总线(SFR、DATA 和 CODE/XDATA),单周期访问 SFR、DATA 和主 SRAM。它还包括一个调试接口和一个 18 输入扩展中断单元。

CC2530 的增强型 8051 内核与标准的 8051 微控制器相比,除了速度改进之外,使用时应注意以下两点:

(1) 内核代码: CC2530 的增强型 8051 内核的目标代码兼容标准 8051 内核的目标代码,即 CC2530 的 8051 内核的目标代码可以使用标准 8051 的编译器或汇编器进行编译。

(2) 微控制器: 由于 CC2530 的增强型 8051 内核使用了不同于标准 8051 的指令时钟,因此增强型 8051 在编译时与标准 8051 代码编译时略有不同,例如标准 8051 的微控制器包含的外设单元寄存器的指令代码在 CC2530 的增强型 8051 不能正确运行。

中断控制器总共提供了 18 个中断源,分为 6 个中断组,每个中断与 4 个中断优先级之一相关。当设备从活动模式回到空闲模式,任一中断服务请求即被激发。一些中断还可以从睡眠模式(供电模式 1~3)唤醒设备。

内存仲裁器位于系统中心,因为它把 CPU 与 DMA 控制器和物理存储器以及所有外设连接起来。内存仲裁器有 4 个内存访问点,每次访问可以映射到 3 个物理存储器之一:8KB SRAM、闪存存储器和 XREG/SFR 寄存器。它负责执行仲裁,并确定同时访问同一个物理存储器之间的顺序。

8KB SRAM 映射到 DATA 存储空间和部分 XDATA 存储空间。8KB SRAM 是一个超低功耗的 SRAM,即使数字部分掉电(供电模式 2 和 3)也能保留其内容。这对于低功耗应用来说是很重要的功能。

32KB/64KB/128KB/256KB 闪存块为设备提供了内电路可编程的非易失性程序存储器,映射到 XDATA 存储空间。除了保存程序代码和常量以外,非易失性存储器允许应用程序保存必须保留的数据,这样设备重启之后就可以使用这些数据。使用这个功能,如可以利用已经保存的网络具体数据,CC2530 就不需要每次启动都需要经历网络寻找和加入过程。

2. 时钟和电源管理

数字内核和外设由一个 1.8V 低差稳压器供电。它提供了电源管理功能,可以实现使用不同供电模式延长电池寿命。

3. 外设

CC2530 包括许多不同的外设,允许应用程序设计者开发先进的应用。

调试接口执行一个专有的两线串行接口,用于内电路调试。通过这个调试接口,可以执行整个闪存存储器的擦除、控制使能哪个振荡器、停止和执行用户程序、执行 8051 内核提供指令、设置代码断点,以及内核中全部指令的单步调试。使用这些技术,可以很好地执行内电路的调试和外部内存的编程。

设备含有闪存存储器及存储程序代码。闪存存储器可以通过用户软件和调试接口编程。闪存控制器处理写入和擦除嵌入式闪存存储器。闪存控制器允许页面擦除和 4B 编程。

I/O 控制器负责所有通用 I/O 引脚。CPU 可以配置外设模块是否控制某个引脚或它们是否受软件控制,如果是,每个引脚配置为一个输入或者输出。CPU 终端可以分别在每个引脚上使能。每个连接到 I/O 引脚的外设可以选择两个不同的 I/O 引脚位置,以确保在不同的应用程序中的引脚使用不发生冲突。

系统可以使用多功能 5 信道 DMA 控制器,使用 XDATA 储存空间访问存储器,因此能够访问所有物理存储器。每个通道(触发器、优先级、传输模式、找寻模式、源和目标指针和传输计数)用 DMA 描述符在存储器任何地方配置。许多硬件外设(AES 内核、闪存控制器、USART、定时器、ADC 接口)通过使用 DMA 控制器在 SFR 或 XREG 地址和闪存/SRAM 之间进行数据传输,在获得高效率操作的同时,大大减轻了内核的负担。

定时器 1 是一个 16 位定时器,具有定时器/PWM 功能。它有一个可编程的分频器,一个 16 位周期值,以及 5 个各自可编程的计数器/捕获通道,每个都有一个 16 位

比较值。每个计数器/捕获通道可以用作一个 PWM 输出或捕获输入信号边沿的时序。它还可以配置在 IR 产生模式,定时器 3 的输出是用最小的 CPU 干涉产生调制的 IR 信号。

MAC 定时器(定时器 2)是专门为支持 IEEE 802.15.4 MAC 或软件中其他时槽的协议设计的。定时器有一个可配置的定时器周期和一个 8 位溢出计数器,可以用于保持跟踪已经经过的周期数。一个 16 位捕获寄存器也用于记录/发送一个帧开始界定符的精确时间,或传输结束的精确时间,还有一个 16 位输出比较寄存器可以在具体时间产生不同的选通命令(开始 RX,开始 TX,等等)到无线模块。

定时器 3 和定时器 4 是 8 位定时器,具有定时器/计数器/PWM 功能。他们有一个可编程的分频器,一个可编程的计数器通道,具有一个 8 位的比较值。定时器 3 和定时器 4 计数器通道常用于输出 PWM。

睡眠定时器是一个超低功耗定时器,在除了供电模式 3 的所有工作模式下运行。定时器的典型应用是作为实时计数器,或作为一个唤醒定时器跳出供电模式 1 或 2。

ADC 支持 7~12 位的分辨率,分别有 30kHz 和 4kHz 的带宽。DC 和音频转换可以使用高达 8 个输入通道。输出可以选择作为单端输入或差分输入。参考电压可以是内部电压、AVDD 或是单端或差分外部信号。ADC 还有一个温度传感器输入通道测量内部温度,ADC 可以自动执行定期抽样或转换通道序列的程序。

随机数发生器使用一个 16 位 LFSR 产生伪随机数,这可以被 CPU 读取或由选通命令处理器直接使用。例如,随机数可以用于产生随机密钥。

AES 加密/解密内核允许用户使用带有 128 位密钥的 AES 算法加密和解密数据。这一内核能够支持 IEEE 802.15.4 MAC 安全、ZigBee 网络层和应用层要求的 AES 操作。

内置的看门狗允许 CC2530 在挂起的情况下复位自身。当看门狗定时器由软件使能,就必须定期清除;否则,当它超时就复位设备,或者可以配置用作通用的 32kHz 定时器。

USART 0 和 USART 1 每个被配置为 SPI 主/从或一个 UART(通用异步收发器)。它们为 RX 和 TX 提供了双缓冲及硬件流控制,因此非常适用于高吞吐量的全双工应用。每个都有自己的高精度波特率发生器,因此可以使普通定时器空闲用作其他途径。

4. 无线设备

CC2530 具有 IEEE 802.15.4 兼容无线收发器和 RF 内核控制模拟无线控制模块。另外,它提供了 MCU 和无线设备之间的一个接口,这使得可以发出命令、读取状态、自动操作和确定无线设备时间的顺序。无线设备还包括数据包过滤和地址识别模块。

1.2.5 CC2530 芯片引脚的功能

CC2530 芯片采用 6mm×6mm QFN40 封装,共有 40 个引脚,可分为 I/O 引脚、

电源引脚和控制引脚,如图 1.1 所示。

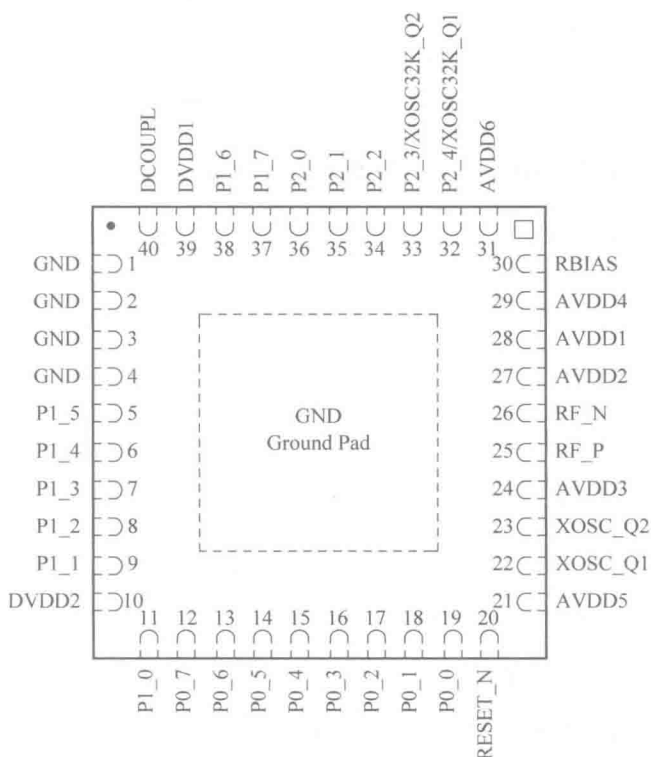


图 1.1 CC2530 芯片引脚的功能

1. I/O 端口引脚功能

CC2530 芯片有 21 个可编程 I/O 引脚,P0 和 P1 是完整的 8 位 I/O 端口,P2 只有 5 个可以使用的位。其中,P1_0 和 P1_1 具有 20mA 的输出驱动能力,其他 I/O 端口引脚具有 4mA 的输出驱动能力。在程序中可以设置特殊功能寄存器(SFR)将这些引脚设为普通 I/O 接口或是作为外设 I/O 接口使用。

CC2530 芯片所有 I/O 接口具有以下特性:在输入时有上拉和下拉能力;全部 I/O 接口具有响应外部中断的能力,同时这些外部中断可以唤醒休眠模式。

2. 电源引脚功能

AVDD1~AVDD6:为模拟电路提供 2.0~3.6V 工作电压。

DCOUPPL:提供 1.8V 去耦电压,此电压不为外电路使用。

DVDD1,DVDD2:为 I/O 口提供 2.0~3.0V 电压。

GND:接地,未使用的引脚。连接到 GND,接地衬垫必须连接到坚固的接地面。

3. 控制引脚功能

RESET_N:复位引脚,低电平有效。

RBIAS:为参考电流提供精确的偏置电阻。

RF_N: RX 期间负 RF 输入信号到 LNA。

RF_P: RX 期间正 RF 输入信号到 LNA。

XOSC_Q1: 32MHz 晶振引脚 1。

XOSC_Q2: 32MHz 晶振引脚 2。

1.2.6 CC2530 增强型 8051 内核简介

CC2530 集成了业界标准的增强型 8051 内核,增强型 8051 内核使用标准的 8051 指令集,但因为 8051 内核使用了不同于许多其他 8051 类型的一个指令时序,时序循环的代码可能需要修改。而且,由于涉及外设的特殊功能寄存器有很大不同,涉及特殊功能寄存器的指令代码可能不能正常运行。

增强型 8051 内核使用标准的 8051 指令集。因为以下原因指令执行比标准的 8051 更快:

- (1) 每个指令周期是 1 个时钟周期,而标准的 8051 每个指令周期是 12 个时钟周期。
- (2) 消除了总线状态的浪费。

因此,一个指令周期与可能的内存存取是一致的,增强型 8051 内核使用标准的 8051 指令集,而大多数单字节指令在一个时钟周期内执行。

1. 复位

CC2530 有 5 个复位源,以下时间将产生复位:

- (1) 强制 RESET_N 输入引脚为低。
- (2) 上电复位条件。
- (3) 布朗输出复位条件。
- (4) 看门狗定时器复位条件。
- (5) 时钟丢失复位条件。

复位之后初始条件如下:

- (1) I/O 引脚配置为带上拉的输入(P1_0 和 P1_1 是输入,但是没有上拉/下拉)。
- (2) CPU 程序计数器装在 0x0000,程序执行从这个地址开始。
- (3) 所有外设寄存器初始化为各自复位值。
- (4) 看门狗定时器禁用。
- (5) 时钟丢失探测禁用。

2. 存储器

CC2530x 设备系列使用的 8051CPU 内核是一个单周期的 8051 兼容内核。它有 3 个不同的存储器访问总线(SFR, DATA 和 CODE/XDATA),以单周访问 SFR、DATA 和主 SRAM。此外,它还包括一个调试接口和一个输入的扩展中断单元。

8KB SRAM 映射到 DATA 存储空间和 XDATA 存储空间的一部分,32KB/64KB/128KB/256KB 内存块为设备提供了内电路可编程的非易失性程序存储器,映射到 CODE 和 XDATA 存储空间。

CC2530 里有 4 种存储空间,结构上划分的存储空间,并不是实际的存储器。

(1) CODE: 程序存储器,用于存放程序代码和一些常量,有 16 根地址总线,所有 CODE 的寻址范围是 0000H—FFFFH,共 64KB。

(2) DATA: 数据存储器,用于存放程序运行过程中的数据,有 8 根地址总线,所有 DATA 的寻址空间为 00H—FFH,共 256byte。

(3) XDATA: 外部数据存储器(只能间接寻址,访问速度比较慢),DMA 是在 XDATA 上寻址的,有 16 根地址总线,所有 XDATA 的寻址空间为 0000H—FFFFH,共 64KB。

(4) SFR: 特殊功能寄存器,就是那些 TICTL、EA、P0 等配置寄存器存储的地方,共 128KB。因为 CC2530 的配置寄存器比较多,所有一些多余的寄存器就放到 XREG 里面。XREG 的大小为 1KB,访问速度比 SFR 慢。

这只是 4 种不同的寻址方式,并不代表物理上具体的存储设备。例如 FLASH 或者 EEPROM 都可以作为物理存储媒介映射到 CODE 上,DRAM 或 SRAM 都可以作为存储媒介映射到 DATA 中。CODE 和 DATA 是存储空间的概念,FLASH、SRAM、EEPROM 等^①是具体的物理存储设备。

1.3 项目实施

1.3.1 任务 1: 工程环境安装

1. 嵌入式集成开发环境 IAR Embedded Workbench 安装

(1) 打开 IAR 安装文件夹,双击安装文件 EW8051-EV-751A.exe 进行安装,如图 1.2 所示。

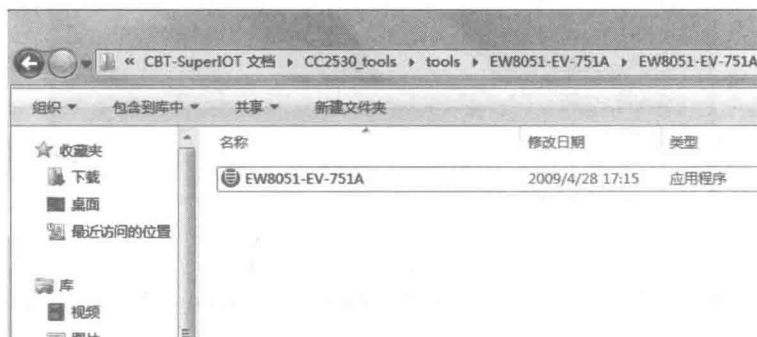


图 1.2 安装文件夹

^① DRAM 是动态随机存取存储器,只能将数据保持很短时间。EEPROM 是电可擦可编程只读存储器,一种掉电后数据不丢失的存储芯片。SRAM 是静态随机存取存储器,是一种具有静止存取功能的内存,不需要刷新电路即能保存它内部存储的数据。